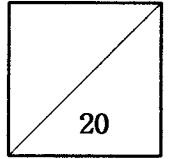


대	외	비
2003.	12.	31. 까지

관 리	
번 호	



북한의 농업기반 특성과 정비방안 연구

A Study on the Status of Agricultural Infrastructure and
Its Renovation in North Korea

— 최종연구보고서 —

연 구 기 관

한국농촌경제연구원
농 어 촌 연 구 원
농 업 과 학 기 술 원
임 업 연 구 원

농 립 부



경 고 문

- 1, 본 책자는 국가안전에 영향을 미치는 사항을 포함하고 있으므로 비인가자의 열람을 금함.
- 2, 발행자의 허가없이 복제·복사 및 공개할 수 없음.
- 3, 보안에 위배되는 경우에는 관계법에 의거 처벌함.

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “북한의 농업기반 특성과 정비방안 연구”과제의
최종보고서로 제출합니다.

2002년 7월 12일

주 관 연구 기 관 : 한국농촌경제연구원

총괄연구책임자 : 권 태 진

연 구 원 : 정 정 길

연 구 원 : 김 영 훈

연 구 원 : 전 형 진

협 동 연구 기 관 : 농어촌연구원

협동연구책임자 : 전 무 갑

연 구 원 : 정 해 창

연 구 원 : 이 정 철

협 동 연구 기 관 : 농업과학기술원

협동연구책임자 : 임 상 규

연 구 원 : 홍 석 영

연 구 원 : 정 석 재

연 구 원 : 박 연 수

협 동 연구 기 관 : 임업연구원

협동연구책임자 : 이 승 호

연 구 원 : 김 철 민

연 구 원 : 노 대 균

요 약 문

I. 제목

북한의 농업기반 특성과 정비방안 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

우리는 남북한 농업 문제에 대해 크게 두 가지 측면에서 대비해야 할 필요가 있다. 하나는, 급작스런 통일에 대비하여 북한의 제도와 농업 실상을 정확히 파악하여 미리 대책을 세우는 일이고, 다른 하나는, 현재의 체제가 상당 기간 존속된다는 것을 전제로 남북한 협력체제를 구축하고 쌍방 모두에게 유리한 방향으로 관계를 유지·발전시키면서 궁극적으로는 통일에 대비하는 일이다. 어느 경우이든 북한의 농업 실태와 제도를 정확히 파악하는 것이 우선되어야 한다.

북한은 식량문제 해결과 농업생산성 증대를 위하여 국제기구를 비롯하여 우리에게도 협력을 요청할 가능성이 매우 높기 때문에 이에 대비해서라도 북한의 농업기반을 미리 파악하는 것은 남북관계의 개선을 위해서도 필요한 작업이며, 통일에 대비하기 위해서도 필요한 일이다.

서해안과 동해안의 주요 강 유역의 물 자원을 파악하는 것은 농업용수 공급을 위한 계획 수립뿐만 아니라 물을 이용한 휴식 공간의 활용 계획 등 국토의 균형적 이용과 개발이라는 측면에서도 매우 필요한 일이다. 그러나 북한은 관련 자료를 거의 공개하지 않을 뿐만 아니라 내부적으로 통용되는 자료라고 하더라도 그 진위를 확인하기란 매우 어려운 일이기 때문에 북한의 실상을 파악하기 위해서는 여러 경로를 통해 가능한 정보를 수집하고 과학적인 방법으로 검증하는 절차가 필요하다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 북한 농업의 현황과 특성

- 농업 관련 주변 환경의 변화
- 농업생산 현황
- 북한 농업생산구조
- 농기술 현황과 문제점

2. 북한의 농업관련 제도와 정책

- 농업정책의 변화
- 농업관련 제도의 정비와 변화
- 농업생산기반정비 관련 법규 및 사업 추진체계
- 농업생산기반 조성사업의 전개 과정

3. 북한 농업생산기반 현황

- 농지자원 현황
- 수자원 현황과 개발이용 실태
- 수계별 농업생산기반 현황
- 농경지 및 농업기반시설 피해 실태와 복구 현황

4. 북한 농업생산기반 GIS 구축

- 농업 생산기반 실태 파악을 위한 기법
- 행정구역별 농업생산기반 정보
- 수계별 농업생산기반 정보
- GIS, RS에 의한 정보의 활용방안과 문제점

5. 북한의 산림과 산지의 개간실태 및 복구방안

- 북한의 산림 실태
- 북한의 지형 특성
- 북한의 산지개간 및 산지이용 실태

- 산림황폐지 복구 및 경사지 이용 계획
- 6. 수계별 농업생산기반정비방안
 - 농업생산기반의 제문제점
 - 수계별 농업용수체계의 문제점 및 정비방안
 - 경지정리방안
 - 간척사업방안
 - 수리시설의 효율적 관리방안
 - 농업생산기반 정비사업 투자계획
- 7. 통일 후 북한의 농업생산기반 정비 수요
 - 통일 후 농업부문의 기본과제
 - 통일 후 북한지역 식량수급 전망
 - 통일 후 북한의 농업생산기반 단기 정비수요
- 8. DMZ 지역 내 시범적 농업생산기반 정비계획
 - 시범농장사업의 필요성
 - 시범지구 선정
 - 후보지의 지형분석
 - 시범지구의 인공위성 영상자료 분석
 - 시범지구 농업생산기반 정비계획
 - 용수이용계획
 - 사업비 추정

IV. 연구개발 결과 및 활용에 관한 건의

1. 북한 농업의 현황과 특성

북한은 1990년대 중반 이후 홍수나 가뭄 등 계속해서 자연재해를 겪었으며 경제난이 가중되어 식량의 대외 의존도가 더욱 높아짐에 따라 '농업의 사회주의 완성'이라는

전통적인 목표에서 '보다 실용적인 접근'으로 정책 변화를 모색하고 있다.

북한 경제는 1990년 이후 계속해서 마이너스 성장을 하다가 최근 미약하나마 플러스 성장을 기록하였다. 비효율적인 중앙계획에 의해 산업간의 불균형이 심화되고 대외 경제관계에 결함이 생기게 되어, 그 결과 만성적인 에너지 부족과 시설의 노후화는 제조업분야의 침체를 극복하는데 커다란 걸림돌로 작용하고 있다.

북한은 식량난 타개를 위해 국제사회로부터의 지원을 획득하기 위한 노력을 경주하고 있으며 이모작 확대, 감자농사혁명, 새로운 분조관리제의 도입을 통한 인센티브제도의 확대, 농민시장의 변칙 운영 등 정책전환을 시도하고 있으나 근본적인 농정의 변화로 확대 해석하기는 어렵다. 제조업 생산의 부진으로 국민 총생산에 대한 농업의 비중이 증가하고 있으나 경제사정의 악화로 인한 영농 기자재와 원·부자재의 부족 및 에너지 부족, 집단 영농체제의 지속으로 인한 근로의욕 저하와 같은 생산 구조적인 한계로 증산노력은 이렇다할 성과를 거두지 못하고 있다. 이러한 문제 해결을 위하여 최근 인센티브제를 강화하는 한편, 농업구조개선을 위해 토지정리사업을 시행하여 영농의 기계화와 경작면적의 확대를 강구하고 있다.

계속되는 경제난과 식량난의 상호 작용으로 식량 수급의 대외 의존도가 상당히 높아졌으며 연간 300만 톤 이상의 식량을 외부로부터 조달해야하는 실정이다. 최소영양 공급 기준을 적용하더라도 150만 톤 이상의 수급 불균형이 일어나고 있다. 식량문제는 북한 경제의 전반적인 회복이 없이는 어려울 것으로 예상되며 보다 과감한 제도적인 변혁과 함께 식량정책에 대한 전면적인 수정과 농업개발을 위한 체계적인 접근이 필요하다.

북한의 논농사 면적은 1998년 현재 전체 경지면적의 29%에 해당하는 58.0~58.5만 ha에 이르며, 밭 면적은 71% 수준인 140.7만 ha를 차지하고 있다. 한 때 옥수수의 재배면적이 65~70만 ha에 이르렀으나 1998년부터 농업시책의 변화로 현재 옥수수 재배면적이 50만 ha로 감소하였다. 이모작 확대를 통한 감자의 재배면적은 4만 ha에서 17만 ha로 늘어났으며, 밀·보리 10만 ha, 콩 4만 ha의 순서로 분포하고 있다.

북한의 농업생산기반 확충에 대한 정책은 자연개조정책 이후에도 1989년에 실시한

2천리 물길사업 등 용수공급과 농경지확보를 위한 노력이 계속되었다. 지형적 원인, 산지훼손, 다락밭 건설과 떼기밭 조성 등의 자연적인 원인과 인위적인 원인이 동시에 작용하여 산사태나 표토 유실 및 농경지 침수나 유실을 초래하는 하천범람의 원인을 제공하는 등 무리한 농업생산기반 계획이 추진되었다.

북한은 전체적으로 에너지와 화학원료에 대한 의존도가 높은 농업기술을 적용하고 있으며 벼와 옥수수 중심의 기술개발에 치중하고 있다. 식량의 증산을 위하여 경지면적의 확대와 함께 농업생산을 고도로 집약하는 집약화농법인 주체농법을 근간으로 하고 있다. 북한의 육종기술 수준은 그리 높지 않은 것으로 파악된다. 벼의 다수확을 위해 밀식하고 있으며 주로 손이앙에 의존하는 등 전반적인 기계화 수준이 낮다. 발농사는 옥수수를 중심으로 하고 있으며, 단위면적당 생산량 증대를 위하여 영양단지재배라는 이식재배를 하고 있어 노동생산성이 매우 낮다.

2. 북한의 농업관련 제도와 정책

1945년 해방 이후 현재까지의 북한 농업정책은 1958년 완료된 농업협동화를 기점으로 크게 두 단계로 구분할 수 있다. 농업협동화가 완료되기 이전 단계는 농업생산관계의 사회화를 주요 농정목표로 제시하고 토지개혁과 농업협동화를 추진하였다. 농업협동화 이후 농업지도관리체계의 구축과 인센티브시스템의 도입을 골간으로 하는 사회주의 농업제도를 정비하고 '4화 정책'을 근간으로 식량증산을 도모하였다.

1958년 12월 농업협동조합의 리단위 통합사업이 일단락됨으로써 북한 경제는 농업 부문과 공업부문에서 생산관계의 사회화를 완료하고 명실공히 전통적인 사회주의 계획경제체제의 기초를 확립하였다. 사회주의제도가 확립된 이후 북한은 식량의 완전자급을 주요 농정목표로 설정하고 <농촌테제>에서 제시된 사회주의 농업·농민문제의 해결 원칙인 기술혁명, 즉 4화 정책을 토대로 식량증산을 일관되게 추진하였다. 사회주의제도 확립 이후 북한의 농업정책은 사회주의 발전 단계 구분과 그에 따른 경제개발계획과 불가분의 관계를 맺고 있다.

북한은 김일성 전 주석의 사후 김정일 국방위원장 시대를 맞으면서 농업정책에서

커다란 변화를 도모하였다. 김정일은 실용주의 노선을 농업부문에서도 적극 받아들여 실질적으로 식량증산을 도모할 수 농정시책을 추진하기 시작하였다. 과거 옥수수 중심의 식량증산 정책으로부터 감자증산 정책으로 전환하고 있으며 주체농법, 감자농사 혁명, 종자혁명, 토지정리사업, 2모작(두벌농사), 적기적작·적지적작, 농촌경리의 종합적 기계화, 초식가축 중심의 축산업 발전, 복합미생물 비료의 적극적인 이용, 평야지대의 벼농사, 농촌지원사업, 과수업의 발전, 양어사업 등 총 13개의 이른바 '김정일이 제시한 농업정책'을 중점적으로 추진하고 있다. 특히 감자증산, 토지정리, 2모작 확대, 양어확대, 토끼·염소 등 초식가축 중심의 축산업 진흥에 주력하면서 식량난 해결을 도모하고 있다.

한편 북한은 1999년부터 대규모 경지정리사업과 함께 양수식 관개체계를 자연유하식(중력식)으로 교체하는 관개수로공사를 추진하고 있다. 강원도(30,000여ha)의 토지정리에 이어 평안북도(55,786ha), 황해남도(100,000ha)의 토지정리사업을 완료하고 평안남도, 평양시, 남포시에서 토지정리사업을 계속하고 있으며 서해안 지역의 99,000여 ha 농경지에 농업용수 공급을 위한 총 연장 160km의 '개천-대성호 관개수로공사'를 2002년 4월 완공하였다.

농업생산기반정비 관련 법규 주요 법규로서 토지법, 국토계획법, 환경보호법, 산림법, 농업법, 물자원법, 수리시설 관리규정 및 세칙 등을 들 수 있다. 이 중에서 가장 중요한 법률은 토지법과 국토계획법이다.

북한에서 농업생산기반정비사업의 추진은 기본적으로 전문적인 농업지도관리체계인 내각 농업성→도농촌경리위원회→군협동농장경영위원회→리협동농장관리위원회→협동농장→작업반→분조에 이르는 전문적인 농업지도관리체계를 통해 유지하고 있다. 농업생산기반정비사업은 국토계획의 일부분으로 인식되고 있으며 따라서 사업계획의 작성과 추진과정에서 국토환경보호관리기관과 밀접하게 관련되어 있다.

3. 북한 농업생산기반 현황

북한의 총경지면적 1,792,819ha 중 논면적 584,814ha를 제외한 1,208,005ha는 밭, 과

수원, 뽕밭기타로 구성되어 있다. 이 중 전체경지면적의 54.8%에 해당하는 982,926ha는 밭이며, 나머지 225,079ha(12.6%)는 과수원, 뽕밭, 묘목용지, 호두밭, 참대밭, 갈밭 등이다. 급경사지 밭중 약 10.4%만 다락밭으로 개조한 것으로 나타나고 있다. 급경사지의 밭 대부분을 다락밭으로 개조한 것이 아니라 경사지를 그대로 경지로 이용하고 있음을 보여주고 있다.

북한이 자체적으로 논의 경우는 거의 100%, 밭의 경우는 100만ha에 관개가 가능하다고 발표한 바가 있으나 국제기구(FAO/WFP, 2001) 자료에 의하면 북한의 수리안전답율은 56%에 불과한 것으로 평가된다.

북한의 총 수자원 부존량은 831억 m^3 이다. 이 중에서 연간 이용되는 수자원은 556억 m^3 이다. 총 수자원 이용량중 농업용수로 이용되는 양은 연간 71억 m^3 로 12.8%를 차지한다. 농업용수중 저수지 의존도는 43%, 양수장 39%, 보 15.7%, 기타 2.3%이다.

수계별 농업생산기반 현황을 파악하기 위하여 서해안과 동해안의 주요 유역을 구분하였다. 서해안 유역은 임진강, 예성강, 대동강, 평안남도해안 유역, 청천강, 평안북도해안유역 (압록강관개지구), 압록강 유역으로 구분하였다. 동해안은 두만강, 수성천, 어랑천, 남대천(길주), 북대천(단천), 남대천(단천), 남대천(북청), 성천강, 금진강, 금야강, 남대천(안변) 유역으로 구분하였다.

북한은 모든 시, 군에 관개관리소를 설치하고 있으며 주요 임무는 수리시설관리 및 물 관리이며 담당 수리시설물의 위치와 지역에 따라 하부조직을 두고 있다. 농업성이 관장하는 저수지관리소, 도농촌경리위원회의 하부에 지구관개관리소, 군협동농장관리위원회에는 군관개관리소가 있다. 수리시설 효과적 보호관리를 위하여 “수리시설관리규정”과 “수리시설관리규정 세칙”을 제정하였다.

북한의 간척자원은 약 30만ha인 것으로 알려져 있으며 현재까지 약 15만ha의 간척사업이 추진된 것으로 추정된다.

4. 북한 농업생산기반 GIS 구축

북한의 농업생산기반을 파악하기 위하여 기존의 문헌 이외에 인공위성 위성영상자

료를 활용하였다. 사용된 영상자료는 북한 전역에 대한 서로 다른 두 시기의 Landsat TM 자료이다. 이 외 보조자료로써 1:50,000 지형도(228도폭), 수치고도자료(Digital Elevation Model(DEM) - 1"), DGPS(Trimble. Co.)를 활용하였다. 주로 사용된 Software는 Imagine 8.4(Erdas. Co.)와 ArcView 3.2(Esri. Co.)이다.

우선 행정구역별 농업생산기반 정보를 파악하기 위하여 북한 전역을 및 시군별로 구분하고 수자원 분포를 파악하였다. 수자원은 하천, 저수지로 구분하였다.

행정구역별 경사별 면적 분포를 파악하기 위하여 경사도를 A(0-2%), B(2-7%), C(7-15%), D(15-30%), E(30-60%), F(>60%)의 6단계로 분류하였다.

북한 전지역 피복분류결과 삼림 8,514천ha (63.1%), 밭 1,924천ha (14.2%), 나지 812천ha (6%), 논 523천ha (3.9%), 초지 141천ha (1%), 기타 194천ha (1.4%)로 분포하였다. 논면적과 밭면적을 비교한 결과는 논면적은 황해남도가 143.7천ha로 가장 넓었고, 밭면적은 평안남도가 259천ha로 가장 넓게 분포하였다.

논의 경우 국제기구에서 발표하고 있는 58-60만 ha와는 상당한 차이가 있으며 이는 영상자료의 촬영 시점에 따라 일모작과 이모작 논을 정확하게 구분하기가 어려운 상황에서 본 연구에서는 일모작 논을 기준으로 추정하였기 때문에 과소 평가하였을 가능성이 높다.

옥수수 재배면적 추정은 최대우도법(Maximum Likelihood method)를 적용하여 옥수수, 도심, 삼림 등 7개 항목으로 분류한 결과 옥수수 재배면적은 7,868.5km²가 추출되었으며 전체면적 39,644.1km²에 대비하여 19.9%를 차지하였다.

수계별 농업생산기반 정보를 파악하기 위하여 서해안과 동해안의 수계별로 하천과 저수지를 구분하여 수자원을 파악하였다.

수계별 토지피복 분류는 논, 밭, 간척지, 초지, 삼림, 나지, 인공건조물, 수역, 염전, 구름 등 10가지로 분류하였다. 서해안 수계는 논 5.2%, 밭 16.8%, 간척지 0.3%, 초지 0.9%, 삼림 66.1%, 나지 7.8%, 인공건조물 0.9%, 수역 1.7% 등으로 분류되었다. 동해안 수계는 논면적 비율이 2.1%, 밭면적 비율이 13.4%, 삼림은 76.8%로 분류되어 서해안에 비해 논과 밭 면적 비율이 적은 반면 삼림 비율은 높았다.

논지역에 대한 경사별 비율을 비교한 결과, A(0-2%) 85.8%, B(2-7%) 9.7%인 반면 밭은 A(0-2%) 34.3%, B(2-7%) 11%, C(7-15%) 15.2%, D(15-30%) 21.5%, E(30-60%) 16%, F(>60%) 2%로 전 영역에서 고른 분포를 보였다.

인공위성 영상자료를 통해 분석된 북한의 농업기반 정보는 향후 북한농업 생산기반 정보 Database로 활용하기 위하여 GIS를 구축하였다. 이 시스템에는 북한의 행정구역 별, 유역별 각종 정보들이 포함되어 있다. 현재는 북한지역 위주로 구축되었지만 이미 구축된 기타 남한지역의 시스템과 통합시킬 경우 한반도 전체의 농업생산기반 정보시스템으로 활용이 가능하다. 남·북한 경계지역의 지형자료가 서로 상이한 좌표체계로 되어있어 이를 보정하기 위한 좌표변환을 하였으나 지형자료의 생성원이 달라 오차가 발생하였다.

시계열 위성영상분석을 통해 최종적으로 얻어진 지표면 피복분류 및 기타 분석자료는 북한의 전체적인 국토이용실태의 정량적 정보를 제공하며, 이러한 정량적 정보는 향후 국토이용계획수립을 위한 정책적 자료로서 이용할 수 있을 것이다. 향후 연구에서는 중저해상도의 위성영상자료가 가지는 한계성을 보완하는 의미에서 고해상도 위성영상을 이용하면 보다 유용한 결과물을 얻을 수 있다.

5. 북한의 산림과 산지의 개간실태 및 복구방안

산림은 수자원을 공급하고 홍수와 산사태 등으로 인한 농지의 유실을 방지하는 기능이 있다. 따라서 북한농업기반 특성을 이해함에 있어서 북한 전역의 산지이용 실태에 관한 조사 연구가 필요하다. 본 연구는 인공위성 영상자료를 이용하여 북한의 산림지역 개간 실태를 파악하고 황폐산지에 대한 복구 및 이용방안을 제시하고자 하였다.

북한 산림과 산지의 개간실태와 이용실태 조사는 문헌조사와 함께 Landsat TM 위성영상 데이터를 이용하여 분석하였으며, 산지지형 분석을 위해서는 1" 와 3" 간격의 수치지형모델을 사용하여 북한의 주요 강 유역별로 산지개간 활용 실태를 해석하였다.

북한 산림은 많이 황폐되어 있는 것으로 알려져 있으며, 그 원인은 5대 자연개조사업의 하나로 시작한 다락밭 조성사업의 실패, 땀나무를 얻기 위한 과도한 임산 연료의 채취, 그리고 외화획득을 위한 의도적 산림벌채 등에 있다. 북한에서 최근 심한 폭우와 홍수로 농경지 유실 등 농업생산기반 붕괴의 위기를 맞았는데 이것은 산지를 대상으로 한 무분별한 개간과 농경지 확장 정책의 결과이다.

산림황폐지 현황을 파악하기 위하여 Landsat TM 인공위성 영상을 이용하였다. 지표 식생의 변화에 따른 황폐지 분류를 위하여 동일 지역의 서로 다른 두 계절의 위성 영상자료를 사용하였다. 분석 결과 국토면적 12,299천ha 중 13.3%인 1,632천ha가 황폐산지로 구분되었다. 행정구역별로는 황해남북도, 평안남북도 등 북한 서부지역의 황폐산지 비율이 동부지역에 비해 높았다.

서해안 주요 강 유역의 전체 산림황폐지 면적은 1,089천ha이며 이중 무림목지가 29.3%인 319천ha, 개간산지가 63.2%인 688천ha, 산간나지가 81천ha를 차지한다. 특히 경사도 20도 이상의 산지에 위치한 개간산지가 25.8%를 점유하고 있다. 동해안 유역의 전체 황폐지 면적은 313천ha로 이중 무림목지가 97천ha(31.1%), 개간산지가 63.8%인 200천ha를 차지하고 있다. 두만강과 성천강 유역에 비교적 산림황폐지가 많고, 나머지 강 유역의 황폐지 면적은 규모가 작은 편이다.

북한의 산림황폐지 복구는 현재 경사지 이용 형태와 위치, 잔존 산림의 정도에 따라서 사방사업을 통한 토양침식의 방지, 연료림이나 용재림 조성, 천연림 보호사업 등으로 관리와 이용 방안을 다르게 모색해 볼 수 있다.

사방대상지의 사업비 산출 기준은 현재 우리 나라 산림청에서 적용하고 있는 사방사업 기준 단비표를 적용해서 황폐지 복구비용을 산출하였다. 북한 전체의 사방대상지 면적은 약 157천ha로 추정되었으며, 이중 기초사방지가 53.5%인 84천ha를 차지하고 있고, 일반사방지가 63천ha(40.1%), 특수사방지가 30천ha(1.9%), 사방조림지가 72천ha(4.5%)로 나타났다. 황폐지 복구비용은 총 26조 5천억원으로 추정되었으며, 이중 일반사방지 복구비용이 전체의 약 80.2%를 차지하는 것으로 나타남. 유역별로는 서해안 유역이 18조 6천억원, 동해안 유역이 7조 9천억원으로 추정되었다.

6. 수계별 농업생산기반정비방안

북한의 농업용수체계는 대부분이 규모가 과대하여 용수로 연장 과다, 수로손실에 의해 수량이 감소, 수로 유지관리 비용 증대 등 비효율성 초래하고 있다. 북한에는 저수지가 1,800개소가 있지만 저수용량이 3만톤이상의 저수지는 800여개소에 불과하다. 남한의 경우 10만톤 이상의 저수지가 약 18,000개소에 이른다.

북한은 대동강 편중 정도가 심하다. 북한지역 연간 총농업용수이용량 71억톤 중 대동강 용수이용량 17억톤이며 이는 청천강의 3배에 이른다. 양수장 위주의 관개체계로 초기투자비가 비교적 낮으나 완공후에는 전력, 연료 등 에너지와 고가부품을 필요로 하므로 유지관리비가 많이 소요된다. 또한 주요 저수지가 2~3년 정도의 평년 정도로 설계되어 내한능력이 크게 부족하다

서해안수계 농업용수체계의 문제점으로 다음과 같은 몇 가지를 지적할 수 있다. 우선 서해안 수계에서 가장 중요한 대동강유역은 농업용수체계가 양수저류식 대형저수지 몇 개소에 의존하고 있다. 서해안지역 농업용수의 이용량 중에서 대동강에 의존하는 비중 과도한 것도 큰 문제이다. 대동강유역 농업생산기반정비 방향으로서 대형저수지와 양수장에 의존하고 있는 기존의 농업용수체계를 개편할 필요가 있다.

예성강유역은 신규로 수자원을 조성할 수 있는 적지가 없다는 점에서 현재의 다단계양수체계를 개선하기가 쉽지 않다. 부분적으로 소규모 저수지를 개발하고 지하수 관정을 개발할 필요가 있으며 작부체계를 개선하는 노력도 필요하다.

청천강유역은 양수장 시설이 낡았고 수로가 파손된 곳이 많다. 펌프와 시설의 전면적인 개보수가 필요하다. 이 지역에는 중규모의 농업용 저수지나 다목적 댐을 개발하는 것이 필요하다.

압록강유역에는 554개에 달하는 양수장이 있으며 지나치게 많은 에너지를 소모하고 있다는 점을 문제점으로 지적할 수 있다. 매봉저수지에서 철산반도에 이르는 자연유하수로를 건설하는 것이 에너지 소모를 줄이는 대안으로 생각할 수 있다.

임진강유역 중 철원지역은 DMZ 지역의 남북한 시범농장 개발지로 좋은 입지를 갖추고 있다. DMZ 지역내에 있는 봉래호를 개보수하여 사용한다면 충분한 수자원을 확

보할 수 있다.

동해안 유역의 농업생산기반 정비방안도 기본적으로 서해안 유역과 크게 다르지 않다. 수자원의 부족을 해소하기 위해서는 작부체계의 개선이 따라야 하며 신규 농업용 수원을 적극 개발할 필요가 있다. 현재 사용하고 있는 양수장이나 보는 시설을 보강하여 기능을 향상시키는데 주력해야 할 것이다.

향후 30만ha의 간척 가능지 전부를 개발하려는 목표는 현실적으로 무리가 있어 보인다. 이미 완공되었거나 미완공간척지구들은 시공여건이 양호한 지역이나 개발예정 지구들은 규모가 클 뿐만 아니라 용수원확보가 어렵고, 심해간척기술이 필요하다. 북한의 간척사업은 식량난 해소와 식량자급기반 구축을 목적으로 하는 사업으로 국민적 공감대 형성이 가능하므로 담수호의 수질문제 등 환경을 고려하여 친환경적으로 추진해야 할 것이다. 최근 해일로 파괴된 방조제를 먼저 복구하고 내부개답을 실시하여 매몰된 간척농지를 복구하는 것이 시급하다.

북한의 농업생산기반 정비의 기본방향으로써 현실적으로 수용가능하고 가시적 효과가 큰 소규모의 국지적이고 단기적인 사업부터 시작해야 할 것이다. 농업생산기반 정비사업은 대단위 농업종합개발사업, 농업 및 농촌 용수개발사업, 지하수 개발사업, 간척 종합개발사업, 경지정리사업, 배수 개선사업, 밭 기반 정비사업 등으로 나눌 수 있으며 이에 소요되는 비용은 총 51조 원으로 추정된다.

7. 통일 후 북한의 농업생산기반 정비 수요

통일 후 농업기반에 대한 단기수요를 추정하였다. 농업생산기반 및 산림환경의 복구 및 건설은 장기적으로 추진되어야 하며 대규모 투자사업은 통일 후 통일정부의 실행 의지와 재정적 능력에 따라 추진될 것이지만 장기적으로 투자가 필요한지에 대한 면밀한 검토작업이 선행되어야 할 필요가 있다. 그러나 이 장기 투자 프로그램들이 준비되는 동안 생산의 빠른 회복을 달성할 수 있도록 하는 저비용의 일시적인 수단들이 추진될 필요가 있다. 적어도 3~5년 기간의 중단기 농업생산기반 및 산림환경 복구 수요를 충족시켜야 할 것이다. 농업기반에 대한 단기 수요로서는 홍수피해 농업기

반의 복구가 가장 시급하다. 농경지 복구, 해일로 인해 파손된 방조제 복구, 광산침하지 농경지 및 생산기반시설 복구, 노후된 양수시설 및 파이프 복구가 시급한 과제이다.

한편 관개체계 개편을 위한 타당성 조사가 필요한데 현재 북한에서 양수식 관개를 중력식으로 전환하기 위한 수로 개선 프로젝트가 제안되어 있다. 현재 상황에서 동일 이 된다면 이들 관개체계 개편 프로젝트에 대해 타당성조사가 필요하고, 타당성 여부에 따라 사업이 추진될 필요가 있다.

경작지 보호를 위한 산림 복구도 매우 중요하다. 삼림지대 내에 개간된 경작지를 대상으로 다시 조립할 지역과 경작지로 구분하고, 경작지는 구조물/계단, 보호식수 등을 식재할 필요가 있다. 총 10,000ha가 우선적 대상이 되는데 연차적으로 식목 및 사방사업을 동시에 수행하는 것이 필요하다. 또한 용재림 조성과 양묘장 복구도 필요하다.

농업생산기반 단기 복구비용은 농지, 광산침하지, 양수장 파이프, 방조제 복구 및 산림복구에 총 3조4천억원 소요되는 것으로 추정되었다.

8. DMZ 지역 내 시범적 농업생산기반 정비계획

시범지구 선정을 위하여 여러 지역을 대안으로 검토한 결과 물리적 조건과 제도적인 조건을 감안하여 철원군의 DMZ 지역을 택하였다. 이 지역은 농경지로 개발할 수 있는 평야와 구릉지가 있는 지역으로서 농업용수의 확보가 가능하고 남북간의 연계가 가능하며 배후지와 접근성이 용이한 지역이라는 점에서 가장 좋은 조건을 갖추고 있는 것으로 판단된다.

시범대상 지구에 대한 지형분석을 위해서 1" DTED(Digital Terrain Elevation Data) 수치지형고도자료를 이용해서 수치고도모델(DEM)을 작성하여 표고, 경사, 방위와 같은 지형 특성을 분석하였다. 시범지구에 대한 토지이용형태를 구분하기 위해서 1999년 5월 21일에 관측된 Landsat TM(path/row 116/33, 116/34) 영상자료를 이용하였으며, 기하보정 처리 및 분류처리는 전항과 같이 동일한 방법을 적용하였다.

시범지구는 농경지가 약 16.7%를 차지하고 있으며 산림지역 67.5%를 차지하고 있으며 이밖에 관목림 상태나 피복밀도가 낮은 무림목지 3.7%와 북한 지역의 개간산지(초본지역 포함) 8.7%가 분포하고 있다.

시범농장은 논 100ha, 밭 60ha, 온실시설 20ha, 기타 20ha로 총 200ha로 계획하고 있으며 기타 20ha에는 전망대, 관광농원, 생태공원 등 관광객을 위한 휴식공간을 조성하고자 한다.

시범농장의 용수공급을 위한 주수원공은 북한 쪽에 위치한 봉래호이며 봉래호의 잉여수원을 지구근처에 신규로 설치하는 조정지로 유입시켜 저류한 후 지구 내에 공급하도록 한다. 조정지까지의 송수로 노선은 기존의 용수로로 개보수하여 활용하도록 하고 간선수로는 신규 진입도로를 따라 설치하도록 한다.

작부체계는 논 100ha를 수도작 위주로 하고 후작으로 호밀이나 보리를 재배하고 밭 60ha에는 옥수수와 감자 위주로 하고 가을채소를 후작으로 하며 비닐하우스 20ha에는 채소 및 특용작물을 재배하도록 한다. 시범지구의 필요수량은 1,069.2천m³이며 상류 봉래호의 저수량과 잉여저수량을 감안하면 수원은 충분할 것으로 판단된다.

시범농장 설치를 위한 취입보, 간선수로, 조정지, 경지정리, 진입로 및 기계화 경작로, 물관리 자동화 등 DMZ 시범농장 개발에 소요되는 비용은 143억원으로 추정되었다.

SUMMARY

North Korea has suffered widespread food shortages as a result of consecutive natural disasters and the country's serious economic difficulties. The government managed to maintain production at the 4 million-ton level up until 1995, but that dropped sharply below the 3 million ton level in the next year. At that point, the food shortage reached the crisis stage. Then in 1998, the food production volume recovered to 3.4 million ton level in 1998, but turned to decline again afterwards.

As a temporal measure in order to maintain its public distribution system (PDS), the North reduced the amount of individual food ration. As a result, the domestic food requirement estimated 5.01 million ton in 2002, a 17 percent decrease compare to 6 million in 1996. Despite the decrease in food distribution, there is a 1.3-2.0 million tons of cereal deficit every year. To make matters worse, North Korea is unable to purchase the needed food abroad means that it must continue to rely on external food assistance for the bulk of the food needed. While it depends on the annual crop yield, the shortage stands at more than 500,000 tons per year.

North Korea made continuous efforts to overcome the famine by increasing food production. Some changes have been observed in agriculture, including double-cropping, an initiative to grow more potatoes, poultry and livestock raising, and rezoning arable land. To support such efforts, available domestic resources were allocated to the agricultural sector as a top priority, however, no visible results have been seen so far. And although 1998 saw an small improvement in the harvest, the current potential production capacity of the North Korean agricultural sector has not been reached fundamental requirements. Specifically, a reform of distribution system that would motivate farmers, and the establishment of physical infrastructure.

Agricultural reform in North Korea is necessary, not only to overcome the current food crisis of North Korea, but also to ensure success of the economic reforms. Such change in agricultural policies in other Asian countries, such as China and Vietnam, have proven to be the starting point for economic reform.

In an effort to make its agricultural production and distribution institutions more effectively, North Korea began attempts a reform of distribution system in cooperative farm at the end of 1996. The symbol of those efforts is a reform in sub-work team management system for farms. Since 1996 reform, the size of sub-work team was reduced, and the food surplus could be disposed by team. It was an important step in order to provide stronger incentives to farmers.

In addition, North Korea attempted significant system reforms in its agricultural sector, but there have been no reports indicating this new system is running into full swing. Given the circumstances, the agricultural reform attempts by North Korea seems to have fizzled out at the experimental stage.

One of the reasons that the new sub-work team system failed to motivate farmers probably lies in the weak agricultural infrastructure. No matter how high the output target on team is, when necessities for agricultural production are supplied in a timely manner and when the agricultural infrastructure is well equipped, food production higher than target level is possible. However, due to the prolonged economic downturn, the physical supply and infrastructure is primitive. Support for the agriculture such as fertilizers, agricultural chemicals, seeds, machinery, and energy are not efficiently provided, and the infrastructure such as irrigation, embankment, afforestation is far from sufficient. It is difficult to generate the effects of the reform under these conditions, as exemplified by the recent stagnant agricultural production.

Recent changes in the agricultural sector in North Korea include 1) increasing the capacity of food security, 2) increasing the provision of agricultural inputs, 3)

strengthening incentives to the sub-work teams by changing farm management system, 4) improvement of the agricultural infrastructure, 5) technology development and spreading a new farming practice over the country. Such innovative transformations are getting considerable attentions from outside in a sense that top political leaders in the country including Kim Jong-il are strongly support the policies. Political leaders are well recognizing the serious food shortage.

Reflecting Kim Jong-il's policy, North Korea began to rezone cultivated land in October 1998, starting with 30,000 hectares of cultivated land in Gangwon Province, followed by 50,000 hectares of cultivated land in North Pyongan Province from January 1999 through May 2000. North Korea kicked off the second phase of a cultivated land rezoning project in South Hwanghae Province last fall, participated in by "shock brigades" from throughout the country. The North began the first phase work covering an area of 50,000 hectares in October 2000 and completed it in April 2001. The second-phase rezoning of the remaining 50,000 hectares in the province is set to be completed by April 2002.

North Korea regards improvement of land fertility as a prerequisite to its intensive agricultural methods. Although soil fertility can be maintained by a crop rotation system that prevents the soil depletion caused by single crop cultivation, the North decided not to adopt the system because of its limited arable farmland. Instead, it chose intensive agricultural methods, emphasizing the importance of soil fertility as a precondition to intensive agricultural methods. North Korea encouraged the use of soil improvement materials such as slaked lime and carbide, while simultaneously taking advantage of the traditional methods for soil improvement such as applying organic fertilizer, transporting soil from more fertile areas, and deep plowing.

North Korea desperately needs to improve soil fertility to ensure success of its policy to expand double cropping and increase potato production. Given the lack of

chemical fertilizer, North Korea is emphasizing an increase of self-produced fertilizer in the spirit of self-reliance, and is also turning more to organic fertilizer and microbial fertilizers to improve its soil fertility.

One of the prominent technological innovation is the so called 'the large seedling planting method' by which 45 to 60 day old rice seedlings are transplanted in the fields. This cultivation method aims 1) to increase rice production with less inputs, 2) to establish double cropping of barley with rice by shortening the growing period in the main field, and 3) to minimize the impact of floods.

A joint program by the United Nations agencies and the North Korea government was introduced to develop double cropping system since 1996. The proposed double cropping system consists of barley and corn, winter wheat and vegetables, or spring barley and rice. It is expected that the spread of the double cropping system could mitigate food shortage in spring. About 38,000 hectares of double cropping crops were planted in 1997. In 2000/01, double cropping acreage substantially increased to 191,500 hectares. However, the technical validity of the plan does not appear to have been established fully. Problems of additional fertilizer requirement, early of barley and wheat as previous crops of rice without mechanization, and pest carryover have not been overcome.

To deal with a problem of food shortage through agricultural restructuring, it cannot help reforming the collective farming system and introducing incentive programs for farmers. As long as the government controls all the economic activities from production to consumption, and does not allow the farmers to pursue their profits, an increase in agricultural production will be unrealized.

The area of farm land in North Korea is about 1.8 million ha. Among them, the area of 585 thousand ha are for paddy field, 983 thousand ha for dry field, and 225 thousand ha for others, respectively. About 10.4% of the sloped dry fields have converted to terraced field. Most of the sloped fields are left as it is.

On the basis of FAO special report, the ratio of irrigated paddy area is only 56%. The water resources in North Korea is 83.1 billion m³, but only 67% of the water resources are available. Among the available water resource, 12.8% are used for irrigation. In irrigation, 43% depend on reservoirs, 39% on pumping stations, 15.7% on intake weirs, and 2.3% on others, respectively.

To analyse the agricultural characteristics, North Korea is divided into 2 regions, Western and Eastern Regions. The Western Region is also subdivided into Limjin River Basin, Ryesung River Basin, Daedong River Basin, Chungchun River Basin, Aplok River Basin, and etc.,. The Eastern Region is consisted of Duman River Basin, Susung River Basin, Eorang River Basin, Namdaechun River Basin, Sungchun River Basin, etc.,.

The total tidal land in North Korea is about 30 thousand ha. However only 42,000 ha have been reclaimed.

The purpose of this study is to survey the agricultural situation in North Korea by quantitative land cover estimations using remotely sensed satellite images. Landsat-5 Thematic Mapper(TM) scenes geometrically corrected by second order polynomial transformation and resampled by second order nearest-neighbor resampling scheme to preserve the original digital numbers. These images were resampled into 30×30m resolution using Universal Transverse Mercator(UTM) coordinate system and then finally merged into one scene. Ten classes of land cover were selected considered from classification objective and data used in this study. Paddy, upland, reclaimed land, natural grass, forest, barren land, urban & built-up, water, saltern and cloud were selected as classified items. In terms of land cover classification, stepwise multi-temporal hybrid classification methods were performed including level slicing and masking techniques. Classification results were analyzed their quantitative distributions using watersheds and administrative boundaries in North Korea. To know the topological situation of land cover, slope data derived from 30×30m digital elevation model(DEM). Slope classes were five

classes such as A slope(0~2%), B slope(2~7%), C slope(7~15%), D slope(15~30%), E slope(30~60%) and F slope(> 60%) in North Korea according to agricultural slope class using South Korea.

Land cover classification results shows that the largest land cover type is forest whose area is 8,513.6 thousand ha(63.1%). Then, it is followed by upland with 1,923.5 thousand ha(14.2%), bare soil with 812 thousand ha(6%), paddy field with 523.3 thousand ha(3.9%), natural grass with 141.3 thousand ha(1%), urban & built up with 116.1 thousand ha(0.9%), reclaimed field with 24.3 thousand ha(0.2%), cloud with 20.3 thousand ha(0.2%), and salt field with 13.3 thousand ha(0.1%). Water area covers 174.5 thousand ha(1.4%) without sea water area.

In terms of paddy field area, administrative district containing the largest paddy field was Hwanghaenam-do whose area covers 143.7 thousand ha. Then, it is followed by Pyeongannam-do with 95.3 thousand ha, Pyeonganbuk-do with 86.6 thousand ha, and Hamgyeongnam-do with 42.2 thousand ha. In terms of upland area, administrative district containing the largest paddy field was Pyeongannam-do whose area covers 259 thousand ha. Then, it is followed by Hamgyeongnam-do with 243.2 thousand ha, and Hwanghaebuk-do with 213.7 thousand ha.

In terms of west sea watershed, paddy field was 5.2%, upland was 16.8%, water area without sea was 1.7%, and forest was 66.1%. The west sea watershed is characterized by low position, flatness, cultivated area land covers from these results. On the other hand, in terms of east sea watershed, paddy field was 2.1%, upland was 13.4%, water area without sea was 0.7%, and forest was 76.8%.

Fourth, paddy distribution by slope classes shows that A slope(0~2%) was 85.8%, B slope(2~7%) was 9.7%, C slope(7~15%) was 3%, D slope(15~30%) was 1%, E slope(30~60%) was 0.4%, and F slope (>60%) was 0.1%.

Upland distribution by slope classes shows that A slope(0~2%) was 34.3%, B

slope(2~7%) was 11%, C slope(7~15%) was 15.2%, D slope(15~30%) was 21.5%, E slope(30~60%) was 16%, and F slope(>60%) was 2%. Those results suggested that upland cultivation was performed up to steep slope(60%) area by agricultural policy of North Korea for starvation overcome.

Sound management of forests guarantee water supplies, prevent from flooding, ameliorate microclimate and increase land productivity. In fact, forestry sector has an important role for strengthening the agricultural infrastructure for sustainable food production. The point of this study was to analyze the exploitation status of steep mountain slopes in North Korea using satellite images, and suggest strategies for the degraded forest land recovery and rehabilitation.

Two seasonal Landsat TM images from 1996 to 1999 were used to observe the status of forest land degradation in North Korea. 1- and 3-second digital terrain elevation data(DTED) were incorporated for terrain analysis.

Most of the forests in North Korea seems to be severely despoiled by overexploitation, mainly for food production and firewood gathering. The continual disasters of severe floods and droughts in North Korea since 1994 were primarily due to forest land deterioration which was resulted from expansion of steep slope cultivation.

Using Landsat TM image data, degraded forest lands in North Korea were categorized into three land types such as denuded forest land, cultivated land on steep slopes, and unstocked forest land, according to their reflectance characteristics and ground vegetation conditions. Among them steep slope cultivation was most popular.

Execution of suitable erosion control works, promoting fuel woods and timber forests, and establish strategies to protect preserved natural forests are necessary, instantly or in long-time plan, for recovery of degraded forest lands in North Korea. The level of operation or method would be decided based on land/vegetation conditions and damage severity.

An estimated 157,000 hectares of degraded forest land in North Korea need to undergo certain kinds of erosion control works. Recovering expenses for such erosion control works were calculated approximately 26.5 trillion won in total.

The scale of irrigation systems in North Korea is very large. It is, inevitably, result in ineffective long canal length, and increasing of irrigation water loss and operation and maintenance cost. There are 1,800 reservoirs. However, less than 800 reservoirs have 30 thousand m³ of capacity. The irrigation water resources depend on mainly Daedong River Basin.

The annual irrigation water consumption throughout the country is about 7.1 billion m³. Among them, 1.7 billion m³ of water is supplied from Daedong River Basin. The most of irrigation systems are supplied by pumping station, which needs low cost for construction but needs high cost for operation and maintenances.

The reservoir capacities are designed to resist for 2-3 years return period for draught, which is very low to irrigate the paddy field. As the problems of irrigation system at the western region of North Korea, the follows are issued. The irrigation system at the Daedong River Basin which is the most important river in North Korea depends on a few big pumped reservoirs. These systems need to be changed to small and medium sized irrigation reservoirs.

In Ryesung River Basin, it is difficult to find suitable site to build dam geographically. Therefore it needs detail investigation to improve the systems in the basin. Instead the development of ground water and changing of crop patterns is advisable.

The irrigation pumping stations and irrigation canals in the Cheongchun River Basin are worn out. The renovations on these facilities are necessary.

On the Aplok River Basin, there are 554 pump stations, which consumes a lot of energy. The constructions of irrigation canal from Maebong reservoir to Chulsan area are suggestible.

The Chulwon area of Limjin River Basin has suitable conditions to develop demonstration farm in Demilitarized Zone(DMZ). The Bongnae reservoir, by renovations, has capacity to irrigate the farm.

The irrigation improvement schemes at the eastern region of North Korea are similar to those of western region. To overcome the shortage of irrigation water, the changing of cropping pattern and development of water resource is advisable. The pumping stations and other irrigation facilities have to be renovated to increasing their capacity.

The development project of 30thousands ha of tidal land seems to be task of question. The completed areas of tidal land has good construction conditions. However, the lands to be developed in the future are large at constructions scale, and need high level of technologies to build the sea dikes in deep depth of the sea. The possibilities of water resource development also are important and have to be examined. The environmental factors including water quality should be considered to project tidal land. The restoration works of the damaged sea dikes and inundated inland by windstorm should be carried out first.

It is advisable to initiate the small scale and short period project, first, which are acceptable and effective as basic policy of agriculture development project.

It is estimated about 51trillion Won to renovate the agricultural infrastructures projects. The projects include construction of drainage and irrigation canals, large scale complex agricultural development, rural water resources development, ground water development, tidal land reclamation, land consolidation, etc.,.

The purpose of the project is to activate the mutual cooperation in the fields of agriculture between South and North Korea. The project is also to introduce and demonstrate advanced agricultural technologies and management know-how to the farmers in South and North Korea.

The area of the farm in DMZ have suitable conditions, topographically.

Geographically, it is also easy to approach from South and North Korea. The total projected farm area is 200ha. Among them the area of 100ha is to develop for rice paddy field, 60ha for upland reclamation, 20ha for green hot house(glass house), and 20ha for leisure farm and ecological park, respectively.

The Bongnae Reservoir located north of the area is projected for main water resource. On the downstream of the reservoir, the regulating reservoir is build. To supply water to the regulating reservoir, feed canal, by renovation existing canal, is built between these two reservoirs. The irrigation water is supplied from regulating reservoir, through new main irrigation canal, to the farm area.

The annual required water volume for the farm amounts 1,069 thousand m³. It is analyzed that the volume is able to be covered by surplus capacity of Bongnae Reservoir. The cost for the project estimates about 14.3billion Won. The cost includes the intake weir, irrigation and drainage canal, land consolidation, connection and farm road, TM/TC system, etc.,.

The long-term objective of inter-Korean agricultural cooperation is to find a way for the two Koreas to gain mutual benefits in the agricultural sector. But for the present, more emphasis should be put on social stability and agricultural restoration of North Korea rather than economic profit of South Korea. To ease the tension between South and North Koreas, South Korea should consider both tangible and intangible effects resulting from the economic cooperation instead of only pursuing economic profit. Implementing the agricultural cooperation with North Korea, South Korea should pay attention to maintaining continuity of the cooperation by developing cooperation in gradual manner. On the short-term basis, the assistance for agricultural supplies or facilities is desirable because such assistance can be easily accepted by North Korea and requires little human exchange. On the mid-term basis, cooperation programs in the form of project and technological exchange, which require human and material exchange, are advisable and on the long-term

basis, large-scale projects including establishment of agricultural infrastructure, which require large amount of capital and active human exchange, are appropriate.

Most urgent issue in North Korea is to develop its agriculture to mitigate food shortage. Fundamental factors for increasing agricultural output is to establish agricultural infrastructure and to reform farm management system. However, the North does not have sufficient resources to plan its own agricultural development strategies as well as to execute it.

In the short-run, the most pressing priority in agriculture is providing necessary inputs such as seed, fertilizer, pesticides, and fuel for machinery to existing cooperative farms. The desirable mid-term plan is to develop agricultural input industry including seed and feed production, fertilizer and pesticide industry, technology development, and farm machinery improvement. It is extremely important to establish a seed improvement program such as seed multiplication program and seed distribution program. In the long-run, following large-scale projects are recommended: reforestation, terrace plot restoration on slopes of mountains, readjustment of orchards and mulberry land, irrigation system development, and water development.

The agricultural development support project for North Korea which is implemented by the international organizations seems to be opportune and its results are highly appreciated. Through the agricultural development support project, the international organizations induce North Korea to join the international community and give the country opportunities to learn basic principles of the international society. Since the agricultural development support project follows very systematic process of planning, implementation, revealing of problems and post evaluation, it could substantially help North Korea to plan or implement agricultural investment in the future and also have the effect of training specialties of the field. To recover North Korean agriculture, technological aid as well as rehabilitation and expansion of agricultural infrastructure, reconstruction of agricultural

material industry, expansion of farmers' incomes and low-interest credit from the international financial institutions is very important.

The two essential factors for increasing agricultural output in North Korea, i.e., systemic reform and establishment of infrastructure, cannot succeed without the other. Even though North Korea introduced a "new sub-work team management system" in 1996, attempting a reform to enhance farmer motivation, without the necessary infrastructure support, the reform has failed to increase agricultural output.

North Korea understands the need to strengthen its weak infrastructure environment with the support of the international community, and it has developed mid- to long-term development strategy for agriculture. Announced as the Agricultural Recovery and Environmental Protection (AREP) plan, it was implemented 1998, and backed by UNDP. North Korea and UNDP were able to get support from the international community by holding a round table conference with international organizations, national governments, and international NGOs present. But this support fell far of meeting North Korean requirements in terms of amount or support quality. Currently, it is assumed that the AREP plan is not being implemented as was originally planned.

CONTENTS

Summary in Korean	i
Summary in English	xv
Chapter 1. Background of Research	1
Chapter 2. Status of Arts and Problems	7
Chapter 3. Results	14
I. Status and Characteristics of North Korea Agriculture	31
II. Agricultural System and Policy	48
III. Status of Agricultural Infrastructure	104
IV. GIS for North Korea Agricultural Infrastructure	186
V. Status of North Korea Forestry and Measures for Rehabilitation	273
VI. Current Status of Agricultural Infrastructure and Direction for Restructuring	338
VII. Short-term Demand for Restoration of Agricultural Infrastructure after Reunification	393
VIII. Planning for the Establishment of a Model Farm in DMZ	420
Chapter 4. Accomplishment of Goals and Contributions to Related Fields	444
Chapter 5. Planning for Practical Use of Research Results	450

Chapter 6. Scientific Information Collected through the Research	453
Chapter 7. References	454
Annex I . Classification of Slopes by Administrative District	456
Annex II . Classification of Slopes by Water System	468

목 차

국문요약문	i
영문요약문	xv
제1장 연구개발과제의 개요	1
제1절 연구의 배경과 목적	1
제2절 연구개발의 필요성	2
제2장 국내·외 관련기술의 현황과 문제점	7
제1절 현황과 문제점	7
제2절 전망과 기술도입의 타당성	12
제3장 연구개발수행 내용 및 결과	14
제1절 접근방법과 추진전략	14
제2절 연구개발 내용과 범위	27
제3절 연구개발 결과	31
I. 북한 농업의 현황과 특성	31
1. 농업 관련 주변 환경의 변화	31
2. 농업생산 현황	33
3. 북한 농업생산구조	36
4. 농업기술 현황과 문제점	42

II. 북한의 농업관련 제도와 정책	48
1. 농업정책의 변화	48
2. 농업관련 제도의 정비와 변화	59
3. 농업생산기반정비 관련 법규 및 사업 추진체계	72
4. 농업생산기반조성사업의 전개 과정	93
III. 북한의 농업생산기반 현황	104
1. 농지자원 현황	104
2. 수자원 현황과 개발이용 실태	115
3. 수계별 농업생산기반 현황	120
4. 농경지 및 농업기반시설 피해 실태와 복구 현황	179
IV. 북한 농업생산기반 GIS 구축	186
1. 농업생산기반 실태 파악을 위한 기법	186
2. 행정구역별 농업생산기반 정보	230
3. 수계별 농업생산기반 정보	258
4. GIS, RS에 의한 정보의 활용방안과 문제점	270
V. 북한의 산림과 산지의 개간실태 및 복구방안	273
1. 북한의 산림 실태	273
2. 북한의 지형 특성	278
3. 북한의 산지개간 및 산지이용 실태	291
4. 산림황폐지 복구 및 경사지 이용 계획	311
VI. 수계별 농업생산기반정비방안	338
1. 농업생산기반의 제문제점	338

2. 수계별 농업용수체계의 문제점 및 정비방안	345
3. 경지정리 방안	361
4. 간척사업 방안	371
5. 수리시설의 효율적 관리방안	375
6. 농업생산기반 정비사업 투자계획	383
VII. 통일 후 북한의 농업생산기반 단기 정비수요	393
1. 통일 후 농업부문의 기본과제 -전망과 목표-	393
2. 통일 후 남북한 식량수급 전망	398
3. 통일 후 북한의 농업생산기반 단기 정비수요	411
VIII. DMZ 지역 내 시범적 농업생산기반 정비계획	420
1. 시범농장사업의 필요성	420
2. 시범지구 선정	421
3. 지형분석	427
4. 시범지구의 인공위성 영상자료 분석	432
5. 시범지구 농업생산기반 정비계획	434
6. 용수이용계획	436
7. 사업비 추정	441
제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	444
제1절 목표달성도	444
제2절 관련분야의 기여도 및 기대효과	446
제5장 연구개발결과의 활용계획	450

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	453
제7장 참고문헌	454
부록 I. 행정구역별 지표면 경사분류	456
부록 II. 수계별 지표면 경사분류	468

표 목 차

제1장

표 1-1	과실 종류별 재배면적 및 비율	37
표 1-2	남북한 채소 재배면적 및 생산량 비교	38
표 1-3	자연개조 4대 정책	39
표 1-4	남북한 벼 재배기술 비교	44
표 1-5	남북한 옥수수 재배기술 비교	45
표 1-6	남북한 감자 재배기술 비교	46

제2장

표 2-1	토지개혁 이전의 토지소유 현황	49
표 2-2	토지개혁 이후의 토지소유 현황, 1946.3.31 현재	50
표 2-3	농업협동화의 진행 추이	52
표 2-4	북한의 경제개발계획	55
표 2-5	신년공동사설에 나타난 김정일 시대의 농정방향, 1999~2002	58
표 2-6	작업반우대제하의 노동보수지불	65
표 2-7	협동농장의 기본분배 절차와 방법	68
표 2-8	토지법의 주요 내용	76
표 2-9	농업법의 주요 내용	85
표 2-10	북한의 간척 가능 면적	96
표 2-11	자연개조 5대 방침의 개요	98
표 2-12	자연개조 4대 방침의 개요	98
표 2-13	북한의 미완공 간척지구 현황	99
표 2-14	북한 토지정리사업의 개요	103

제3장

표 3-1	북한지역 해발표고별 토지면적 분포현황(1983)	104
표 3-2	시도별 논면적 분포현황(1984)	105
표 3-3	시도별 해발표고별 논면적 분포현황(1984)	107
표 3-4	권역별 밭면적 분포현황(1984)	108
표 3-5	해발표고별 밭면적 분포현황(1984)	109
표 3-6	경사도별 밭면적 현황(1984)	110
표 3-7	해발표고별 과수원 분포현황(1984)	112
표 3-8	경사도별 과수원 분포현황(1984)	112
표 3-9	해발표고별 뽕밭 분포현황(1984)	113
표 3-10	경사도별 뽕밭 현황(1984)	113
표 3-11	주요농작물 관개면적 현황	114
표 3-12	토지정리사업 추진실적	115
표 3-13	북한지역 강수량, 증발량 및 유출량	116
표 3-14	도별 지표수 자원	118
표 3-15	남북한 수자원량 추정 비교	118
표 3-16	분야별 수자원 이용량('83년 현재)	120
표 3-17	수문구획 및 특성	121
표 3-18	임진강유역 저수지 현황	136
표 3-19	대동강유역 주요저수지 현황	143
표 3-20	청천강 주요 지류 수원공별 농업용수 이용현황	155
표 3-21	청천강유역 주요저수지 현황	156
표 3-22	압록강유역 주요저수지 현황	160
표 3-23	북한의 30만ha 간석지개간계획	169
표 3-24	북한의 간척사업 추진실적	171
표 3-25	도별 홍수피해 농경지 면적	181
표 3-26	시도별 강관 교체 소요량	183

제4장

표 4-1	Landsat TM의 밴드별 특성	187
표 4-2	피복분류에 사용된 Landsat-5 TM 영상의 Path/Row 및 취득시기	189
표 4-3	북한 전지역 도별 지형도	190
표 4-4	경사등급분류(남한)	191
표 4-5	논 및 옥수수 재배면적 추출에 사용된 자료	194
표 4-6	북한 행정구역별 면적	196
표 4-7	북한의 수계별 면적	200
표 4-8	북한 행정구역별 수자원 분포	203
표 4-9	북한 수계별 수자원 분포	204
표 4-10	북한의 동·서해안지역 간척사업 현황	204
표 4-11	북한의 간척지 및 염전 분포	206
표 4-12	보고자에 따른 북한의 벼재배 면적 추정치	208
표 4-13	분류항목에 대한 밴드별 평균, RVI, NDVI 및 Wetness 비교 (1999/5/21 촬영)	210
표 4-14	분류항목에 대한 밴드별 평균, RVI, NDVI 및 Wetness 비교 (1996/9/1 촬영)	211
표 4-15	강화군 벼 재배지역의 정확성 평가	213
표 4-16	벼 재배지역 추정 면적	213
표 4-17	북한의 연간 옥수수 생산량	214
표 4-18	평양남부지역의 지표면 피복면적	219
표 4-19	북한 전체 지표면 피복분류면적	223
표 4-20	북한 전체 분류항목별 경사분류면적	224
표 4-21	북한지역의 행정구역별 지표면 피복분류면적	232
표 4-22	평안북도 행정구역별 지표면 피복분류면적	234
표 4-23	평안남도 행정구역별 지표면 피복분류면적	237
표 4-24	황해북도 행정구역별 지표면 피복분류면적	239
표 4-25	황해남도 행정구역별 지표면 피복분류면적	241

표 4-26	자강도 행정구역별 지표면 피복분류면적	242
표 4-27	평양특별시 행정구역별 지표면 피복분류면적	244
표 4-28	남포직할시 행정구역별 지표면 피복분류면적	246
표 4-29	개성직할시 행정구역별 지표면 피복분류면적	248
표 4-30	함경북도 행정구역별 지표면 피복분류면적	249
표 4-31	함경남도 행정구역별 지표면 피복분류면적	251
표 4-32	량강도 행정구역별 지표면 피복분류면적	253
표 4-33	강원도 행정구역별 지표면 피복분류면적	255
표 4-34	북한 전체 지표면 분류항목별에 따른 경사별 면적	257
표 4-35	북한 행정구역별 경사분류면적	258
표 4-36	북한 수계별 지표면 피복분류면적	260
표 4-37	북한 서해안지역 수계별 지표면 피복분류면적	261
표 4-38	북한 동해안지역 수계별 지표면 피복분류면적	263
표 4-39	북한 전체수계의 분류항목별 경사분류면적	266
표 4-40	북한 서해안수계의 분류항목별 경사분류 면적	268
표 4-41	북한 동해안수계의 분류항목별 경사분류 면적	270

제5장

표 5-1	북한 산림면적의 변화	274
표 5-2	북한의 주요 고원과 대지	279
표 5-3	북한의 해발고별 분포 면적과 비율	281
표 5-4	북한 각 권역별 연평균 기온과 강수량	281
표 5-5	북한 서해안 하천 유역별 표고와 경사도 특성	290
표 5-6	북한 동해안 주요 하천 유역별 표고와 경사도 특성	290
표 5-7	유역별 경사도 분포	291
표 5-8	북한 산림황폐지 분석에 사용된 화상자료 목록	296
표 5-9	북한의 산림황폐지 실태	300
표 5-10	행정구역별 황폐산지 현황	302

표 5-11	도별 비탈밭의 분포	303
표 5-12	북한 과수밭의 경사도별 분포	303
표 5-13	북한 뽕밭의 경사도별 분포	304
표 5-14	서해안 유역의 경사지 이용현황(ha)	307
표 5-15	동해안 주요 하천 유역별 경사지 이용현황 특성(ha)	308
표 5-16	지형요인에 따른 사방지 구분 기준	316
표 5-17	사방사업 기준 단비표 (2002년도)	323
표 5-18	북한 사방대상지 유형별 면적 및 복구비용	324
표 5-19	사방대상지 유형별 비율	324
표 5-20	서해안유역 사방대상지 유형별 면적	325
표 5-21	서해안유역 사방대상지 유형별 면적 비율	326
표 5-22	서해안유역별 사방대상지 면적 비율	326
표 5-23	서해안유역 사방대상지 유형별 복구비 산출	329
표 5-24	서해안유역 사방대상지 유형별 복구비 비율	329
표 5-25	서해안유역별 사방대상지 복구비 비율	330
표 5-26	동해안유역 사방대상지 유형별 면적	332
표 5-27	동해안유역 사방대상지 유형별 면적 비율	333
표 5-28	동해안유역별 사방 대상지 면적 비율	334
표 5-29	동해안유역 사방대상지 유형별 복구비 산출	335
표 5-30	동해안유역 사방대상지 유형별 복구비 비율	336
표 5-31	동해안유역별 사방대상지 복구비 비율	337

제6장

표 6-1	북한의 주요 관개개발지구 현황	338
표 6-2	북한의 저수용량 1억톤 이상 농업용 저수지	340
표 6-3	남한의 주요농업용 저수지(저수용량 5천만톤이상)	340
표 6-4	서해안 유역별 논분포 및 수자원이용량	341
표 6-5	대동강유역 농업용수체계 개선대상	345

표 6-6	개천-태성호 수로 건설사업 현황	350
표 6-7	압록강 유역 주요하천의 양수장 현황	355
표 6-8	동해안 주요유역 논분포 및 수자원이용 현황	358
표 6-9	동해안북부유역 주요저수지 및 수원확보 형태	359
표 6-10	동해안북부 주요유역 농업용수체계 개선방안	360
표 6-11	동해안중부 주요유역 농업용수 해결방안	362
표 6-12	남북한 경지구획 규모비교	363
표 6-13	장단기별 추진과제 내용	384
표 6-14	북한의 주요 대단위 관개개발지구	385
표 6-15	남한의 주요 대단위 농업종합개발사업	386
표 6-16	남한의 관정개발현황(2000년 현재)	389
표 6-17	북한지역의 농업생산기반정비 주요사업 추정비용	392

제7장

표 7-1	북한의 식량수급 추이	399
표 7-2	통일 후 북한지역 인구 변화 전망	401
표 7-3	통일 후 북한지역 식용 식량 소요량 전망	402
표 7-4	통일 후 북한지역 사료용 식량 소요량 전망	403
표 7-5	통일 후 북한지역 종자용 식량 소요량 전망	404
표 7-6	통일 후 북한지역 식량 소요량 전망	404
표 7-7	통일 후 북한지역 식량작물 재배면적 전망	407
표 7-8	통일 후 북한지역 식량작물의 단수 전망	409
표 7-9	통일 후 북한지역 식량 생산량 전망	410
표 7-10	통일 후 북한지역 식량 수급 전망	411
표 7-11	북한 지역 농지의 피해 및 복구 상황(1998)	412
표 7-12	홍수피해농지 복구비용 추정	412
표 7-13	광산침하지 복구비용 추정	413
표 7-14	교체를 요하는 강철 파이프 총량(1998년)	413

표 7-15	피해방조제 복구를 위한 비용(141km)	414
표 7-16	북한의 대형 관개망 현황	414
표 7-17	북한의 관개체계를 전환하기 위해 제안된 프로젝트	415
표 7-18	북한지역의 복구대상 산림면적 추정	417
표 7-19	북한의 홍수피해 양묘장 현황(1998년)	417
표 7-20	통일 후 단기 산림복구에 소요되는 노동력	418
표 7-21	통일 후 단기 산림복구에 소요되는 장비 및 물재	419
표 7-22	통일 후 북한 지역 농업생산기반 단기 복구비용	419

제8장

표 8-1	접경지역의 국토이용 현황	421
표 8-2	비무장지대의 토지현황	422
표 8-3	남북한 협력사업 후보지 및 사업내용	426
표 8-4	DMZ 시범지 고도분포	428
표 8-5	DMZ 시범지 경사분포	430
표 8-6	DMZ 시범지 방위분포	432
표 8-7	DMZ 시범지 토지이용형태별 면적	433
표 8-8	시범지구 토지이용계획	435
표 8-9	작부체계	438
표 8-10	생육기별 논관개 단위용수량	439
표 8-11	발작물별 순별 최대증발산량	439
표 8-12	필요수량 산정	440
표 8-13	DMZ 시범농장 개발비용	443

부록 I

부록표 1-1	분류항목별 함경북도 경사분류면적(ha)	456
부록표 1-2	분류항목별 함경남도 경사분류면적(ha)	457
부록표 1-3	분류항목별 평안북도 경사분류면적(ha)	458

부록표 1-4	분류항목별 평안남도 경사분류면적(ha)	459
부록표 1-5	분류항목별 황해북도 경사분류면적(ha)	460
부록표 1-6	분류항목별 황해남도 경사분류면적(ha)	461
부록표 1-7	분류항목별 량강도 경사분류면적(ha)	462
부록표 1-8	분류항목별 자강도 경사분류면적(ha)	463
부록표 1-9	분류항목별 강원도 경사분류면적(ha)	464
부록표 1-10	분류항목별 평양특별시 경사분류면적(ha)	465
부록표 1-11	분류항목별 남포직할시 경사분류면적(ha)	466
부록표 1-12	분류항목별 개성직할시 경사분류면적(ha)	467

부록 II

부록표 2-1	분류항목별 압록강수계 경사분류면적(ha)	468
부록표 2-2	분류항목별 청천강수계 경사분류면적(ha)	469
부록표 2-3	분류항목별 대동강수계 경사분류면적(ha)	470
부록표 2-4	분류항목별 예성강수계 경사분류면적(ha)	471
부록표 2-5	분류항목별 한강수계 경사분류면적(ha)	472
부록표 2-6	분류항목별 평북해안수계 경사분류면적(ha)	473
부록표 2-7	분류항목별 평남해안수계 경사분류면적(ha)	474
부록표 2-8	분류항목별 황남해안수계 경사분류면적(ha)	475
부록표 2-9	분류항목별 개성해안수계 경사분류면적(ha)	476
부록표 2-10	분류항목별 두만강수계 경사분류면적(ha)	477
부록표 2-11	분류항목별 수성천수계 경사분류면적(ha)	478
부록표 2-12	분류항목별 온포천수계 경사분류면적(ha)	479
부록표 2-13	분류항목별 어랑천수계 경사분류면적(ha)	480
부록표 2-14	분류항목별 남대천(길주)수계 경사분류면적(ha)	481
부록표 2-15	분류항목별 북대천(단천)수계 경사분류면적(ha)	482
부록표 2-16	분류항목별 남대천(단천)수계 경사분류면적(ha)	483
부록표 2-17	분류항목별 남대천(북청)수계 경사분류면적(ha)	484

부록표 2-18	분류항목별	성천강수계	경사분류면적(ha)	.....	485
부록표 2-19	분류항목별	금진강수계	경사분류면적(ha)	.....	486
부록표 2-20	분류항목별	금야강수계	경사분류면적(ha)	.....	487
부록표 2-21	분류항목별	덕지강수계	경사분류면적(ha)	.....	488
부록표 2-22	분류항목별	남대천(안변)수계	경사분류면적(ha)	.....	489
부록표 2-23	분류항목별	함북해안수계 I	경사분류면적(ha)	.....	490
부록표 2-24	분류항목별	함북해안수계 II	경사분류면적(ha)	.....	491
부록표 2-25	분류항목별	함북해안수계 III	경사분류면적(ha)	.....	492
부록표 2-26	분류항목별	함북해안수계 IV	경사분류면적(ha)	.....	493
부록표 2-27	분류항목별	함북해안수계 V	경사분류면적(ha)	.....	494
부록표 2-28	분류항목별	함남해안수계 I	경사분류면적(ha)	.....	495
부록표 2-29	분류항목별	함남해안수계 II	경사분류면적(ha)	.....	496
부록표 2-30	분류항목별	함남해안수계 III	경사분류면적(ha)	.....	497
부록표 2-31	분류항목별	함남해안수계 IV	경사분류면적(ha)	.....	498
부록표 2-32	분류항목별	강원해안수계 I	경사분류면적(ha)	.....	499
부록표 2-33	분류항목별	강원해안수계 II	경사분류면적(ha)	.....	500

그림 목 차

제2장

그림 2-1	북한의 농업지도관리체계	63
그림 2-2	북한의 행정기관	89

제3장

그림 3-1	연평균강수량(북한자료)	117
그림 3-2	북한지역 수자원 부존량 및 이용현황	119
그림 3-3	북한지역 주요하천 및 해안유역 위치도	121
그림 3-4	임진강유역도	123
그림 3-5	예성강 유역도	124
그림 3-6	대동강 유역도	126
그림 3-7	청천강 유역도	128
그림 3-8	압록강 유역도	131
그림 3-9	신곡관개체계 구성도	138
그림 3-10	연백평야 예의, 구암호 농업용수체계 모식도	140
그림 3-11	기양관개체계	148
그림 3-12	평남관개체계	153
그림 3-13	압록강관개체계 모식도	159
그림 3-14	북한의 서해안지역 및 도별 간척계획도	170
그림 3-15	관개관리기관	172
그림 3-16	평남지구관개관리소 물관리체계도	174
그림 3-17	시, 군관개관리소 물관리 체계도	175
그림 3-18	협동농장 물관리 체계도	176

제4장

그림 4-1	Landsat 위성 한반도 영상 취득위치(Orbit Path/Row)	188
그림 4-2	북한 전도엽에 대한 모자이크 지형도(좌) 및 양강도의 지형도(우)	190
그림 4-3	북한지역 DEM(Digital Elevation Model)	192
그림 4-4	연구수행 흐름도	194
그림 4-5	북한의 도 및 시군별 행정경계	195
그림 4-6	북한지역 수계 분포	199
그림 4-7	북한 행정구역(좌) 및 수계(우)에서의 하천과 저수지 분포도	202
그림 4-8	간척실태(북한 간척지 분포(좌)와 주요 간척지 및 염전(우))	205
그림 4-9	1999년 5월 21일 촬영된 강화군(좌)과 배천군(우)의 화상비교 (RGB453)	208
그림 4-10	1996년 9월 1일 촬영된 강화군(좌)과 배천군(우)의 화상비교 (RGB453)	208
그림 4-11	다시기 화상지료를 이용한 논면적 추출 흐름도	210
그림 4-12	강화군 벼 재배지역 현지답사 위치	212
그림 4-13	강화군(좌)과 배천군(우)의 벼 재배 분포도	213
그림 4-14	평양특별시 화상{1991년 8월 10일촬영, Source : FAS	216
그림 4-15	평양특별시 남부지역 화상(RGB453, 1999년 8월 16일 촬영)	216
그림 4-16	Landsat TM 밴드별 DN값 변화(1999년 5월 28일 촬영)	217
그림 4-17	Landsat TM 밴드별 DN값 변화(1996년 8월 16일 촬영)	218
그림 4-18	두시기 영상의 NDVI비교	218
그림 4-19	평양남부지역의 지표면 피복분류도	219
그림 4-20	Landsat TM을 이용한 북한 지표면 피복분류도 (좌:행정구역, 우:수계)	223
그림 4-21	수치고도자료(DEM)를 이용한 북한 경사분류도 (좌:행정구역, 우:수계)	224
그림 4-22	GIS작업 모식도	225

그림 4-23	북한농업기반정보시스템 시작화면 및 주메뉴	226
그림 4-24	도별 토지피복분류 조회의 예 (황해북도)	227
그림 4-25	유역별 군경계 조회의 예(대동강)	227
그림 4-26	도별행정구역도 및 군별 행정구역도	228
그림 4-27	수계도 및 수리시설물도(도별)	229
그림 4-28	수리시설물도(도별)	230
그림 4-29	북한의 행정구역별 지표면 피복분류도	231
그림 4-30	평안북도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	233
그림 4-31	평안남도 행정구역 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	236
그림 4-32	황해북도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	238
그림 4-33	황해남도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	240
그림 4-34	자강도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	242
그림 4-35	평양특별시 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	244
그림 4-36	남포직할시 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	246
그림 4-37	개성직할시 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	247
그림 4-38	함경북도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	249
그림 4-39	함경남도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	251
그림 4-40	량강도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	253
그림 4-41	강원도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)	254
그림 4-42	북한 행정구역별 경사분포도	256
그림 4-43	북한 수계별 지표면 피복분류도	259
그림 4-44	북한 서해안수계 지표면 피복분류도	260
그림 4-45	북한 동해안수계 지표면 피복분류도	262
그림 4-46	북한 수계별 경사분포도	265
그림 4-47	북한 서해안수계의 경사분포도	267
그림 4-48	북한 동해안수계의 경사분포	269

제5장

그림 5-1	북한과 그 인접 지역의 수치표고모델(단위 : m)	280
그림 5-2	북한의 지형지리권역 구분	282
그림 5-3	북한 주요 강의 유역권	289
그림 5-4	북한 산림황폐지 분석에 사용된 화상자료의 위치	297
그림 5-5	경사산지의 위성영상 분석 처리 흐름도	299
그림 5-6	북한 산림황폐지 분포도	301
그림 5-7	사방대상지 분류처리 흐름도	318
그림 5-8	북한의 표고분포도	319
그림 5-9	북한의 경사구분도	320
그림 5-10	북한의 사면방향도	321
그림 5-11	북한지역 사방대상지분류도	322
그림 5-12	압록강 유역 사방대상지 분포도	327
그림 5-13	청천강 유역 사방대상지 분포도	327
그림 5-14	대동강 유역 사방대상지 분포도	328
그림 5-15	예성강 유역 사방대상지 분포도	328
그림 5-16	두만강 유역 사방대상지분포도	331

제6장

그림 6-1	개천 - 태성호 모식도	351
그림 6-2	강우기에 의한 옥수수밭 관개	357

제8장

그림 8-1	시범지구의 3차원 조감도	428
그림 8-2	DMZ 시범지구의 고도 분포도	429
그림 8-3	DMZ시범지구의 경사분석도	430
그림 8-4	DMZ시범지구의 방위분석도	431
그림 8-5	DMZ시범지구의 토지이용형태분류도	433

그림 8-6	철원평야 음영기복도 및 시범지구 위치	434
그림 8-7	사업지구 지형 및 진입로, 용수간선 노선도	435
그림 8-8	시범지구 용수이용모식도	437
그림 8-9	용수계통도	440

부록 I

부록그림 1-1	분류항목별 함경북도 경사분류도	456
부록그림 1-2	분류항목별 함경남도 경사분류도	457
부록그림 1-3	분류항목별 평안북도 경사분류도	458
부록그림 1-4	분류항목별 평안남도 경사분류도	459
부록그림 1-5	분류항목별 황해북도 경사분류도	460
부록그림 1-6	분류항목별 황해남도 경사분류도	461
부록그림 1-7	분류항목별 량강도 경사분류도	462
부록그림 1-8	분류항목별 자강도 경사분류도	463
부록그림 1-9	분류항목별 강원도 경사분류도	464
부록그림 1-10	분류항목별 평양특별시 경사분류도	465
부록그림 1-11	분류항목별 남포직할시 경사분류도	466
부록그림 1-12	분류항목별 개성직할시 경사분류도	467

부록 II

부록그림 2-1	분류항목별 압록강수계 경사분류도	468
부록그림 2-2	분류항목별 청천강수계 경사분류도	469
부록그림 2-3	분류항목별 대동강수계 경사분류도	470
부록그림 2-4	분류항목별 예성강수계 경사분류도	471
부록그림 2-5	분류항목별 한강수계 경사분류도	472
부록그림 2-6	분류항목별 평북해안수계 경사분류도	473
부록그림 2-7	분류항목별 평남해안수계 경사분류도	474
부록그림 2-8	분류항목별 황남해안수계 경사분류도	475

부록그림 2-9	분류항목별 개성해안수계 경사분류도	476
부록그림 2-10	분류항목별 두만강수계 경사분류도	477
부록그림 2-11	분류항목별 수성천수계 경사분류도	478
부록그림 2-12	분류항목별 온포천수계 경사분류도	479
부록그림 2-13	분류항목별 어랑천수계 경사분류도	480
부록그림 2-14	분류항목별 남대천(길주)수계 경사분류도	481
부록그림 2-15	분류항목별 북대천(단천)수계 경사분류도	482
부록그림 2-16	분류항목별 남대천(단천)수계 경사분류도	483
부록그림 2-17	분류항목별 남대천(북청)수계 경사분류도	484
부록그림 2-18	분류항목별 성천강수계 경사분류도	485
부록그림 2-19	분류항목별 금진강수계 경사분류도	486
부록그림 2-20	분류항목별 금야강수계 경사분류도	487
부록그림 2-21	분류항목별 덕지강수계 경사분류도	488
부록그림 2-22	분류항목별 남대천(안변)수계 경사분류도	489
부록그림 2-23	분류항목별 함북해안수계 I 경사분류도	490
부록그림 2-24	분류항목별 함북해안수계 II 경사분류도	491
부록그림 2-25	분류항목별 함북해안수계 III 경사분류도	492
부록그림 2-26	분류항목별 함북해안수계 IV 경사분류도	493
부록그림 2-27	분류항목별 함북해안수계 V 경사분류도	494
부록그림 2-28	분류항목별 함남해안수계 I 경사분류도	495
부록그림 2-29	분류항목별 함남해안수계 II 경사분류도	496
부록그림 2-30	분류항목별 함남해안수계 III 경사분류도	497
부록그림 2-31	분류항목별 함남해안수계 IV 경사분류도	498
부록그림 2-32	분류항목별 강원해안수계 I 경사분류도	499
부록그림 2-33	분류항목별 강원해안수계 II 경사분류도	500

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 연구의 배경과 목적

우리는 남북한 농업 문제에 대해 크게 두 가지 측면에서 대비해야 할 필요가 있다. 하나는 급작스런 통일에 대비하여 북한의 제도와 농업 실상을 정확히 파악하여 미리 대책을 세우는 일이고, 다른 하나는 현재의 체제가 상당 기간 존속된다는 것을 전제로 남북간 협력체제를 구축하여 쌍방 모두에게 유리한 방향으로 남북 관계를 유지·발전시키면서 궁극적으로는 통일에 대비하는 일이다. 어느 쪽이든 이러한 일을 하기 위해서는 북한의 농업 실태와 제도를 정확히 파악하는 것이 우선되어야 한다.

그러나 북한은 관련 자료를 거의 공개하지 않을 뿐만 아니라 내부적으로 통용되는 자료라고 하더라도 그 진위를 확인하기란 매우 어려운 일이기 때문에 북한의 실상을 파악하기 위해서는 여러 통로를 통해 가용한 정보를 수집하고 과학적인 방법으로 검증하는 절차가 필요하다. 그나마 다행스러운 것은 최근 들어 북한도 그들이 안고 있는 경제적 어려움을 타개하기 위하여 국제기관에 도움을 요청하고 있으며 이 과정에서 농업관련 자료들이 일부 공개되고 있으며 개별 국가나 국제기관, 기업, 민간단체를 포함한 비정부 조직(NGO) 등의 북한 방문 기회가 증가하고 북한으로부터 탈출하는 사람들이 증가하면서 그들이 가지고 있는 비공식적인 정보가 하나씩 밝혀지고 있어 북한 연구에 활기를 불어넣고 있다. 이처럼 북한 관련 정보를 수집할 수 있는 길이 열려있음에도 불구하고 수집된 정보를 비교하고 분석하는 절차가 뒤따르지 않고서는 정책에 활용키는 곤란하다.

국민의 정부는 남북한 문제를 정경분리 원칙에 입각하여 소위 ‘햇볕정책’(engagement policy)에 따라 경제교류와 협력을 적극적으로 추진하고 있으며 그 동안 몇 차례의 고비를 맞이하였음에도 불구하고 정경분리 원칙은 비교적 잘 지켜지고 있으며 앞으로 남북간 농업협력이 더욱 활성화 될 것으로 기대된다. 앞으로 북한은 식량문제 해결과 농업생산성 증

대를 위하여 국제기구를 비롯하여 우리에게도 협력을 요청할 가능성이 매우 높기 때문에 이에 대비해서라도 북한의 농업기반을 미리 파악하는 것은 남북관계의 개선을 위해서도 필요한 작업이며, 통일에 대비하여 북한의 농업자원과 이용 현황을 파악하고 정비계획을 미리 마련하는 것은 당연하다고 하겠다.

제2절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

기술적인 관점에서 북한의 농업기반 특성을 파악하기 위해서는 현실적으로 인공위성 자료의 분석 등 첨단 과학기술의 응용이 불가피하다. 농림업 분야에서는 농촌진흥청 농업과학기술원을 비롯하여 산림청 임업연구원 등에서는 이러한 기술을 활용하고 있으며 상당한 기술을 축적하고 있다. 인공위성 화상 자료는 비단 농업기반 현황을 파악하는데 그치지 않고 식부면적 파악과 생산량 예측 등에도 이용될 수 있고 지리정보시스템(GIS)과 연계하여 농지 및 물자원 이용 계획을 수립하는데 유용한 도구가 되고 있다.

북한의 농업생산기반을 정비하는데 산림황폐지에 대한 복구는 필수불가결한 요소라 할 수 있다. 즉 농업기반에 있어 산림은 수자원을 공급하고 홍수와 산사태 등으로 인한 농지의 유실을 방지하는 기능을 가지고 있어 북한 전역의 산지 실태에 관한 조사가 선행되어야 한다. 이와 관련하여 위성영상자료는 광역 지표면에 관한 정보를 단시간에 제공하며 또한 반복 관측이 가능하기 때문에 이러한 원격탐사 데이터의 장점을 이용하여 다음과 같은 북한의 산지이용 정보를 얻을 수 있다. 북한 지역의 농지로 전용된 산지실태를 파악하고 현재의 이용상태를 조사하고, 개간이나 도벌 등으로 인한 황폐화한 산지를 파악하며 이에 대한 영향을 평가하는 것은 매우 중요한 과제이다.

그러나 농업기반 특성을 파악함에 있어서 단순히 밖으로 드러난 물리적 현상만을 파악하는데 그쳐서는 안 될 것이며 물 자원 및 물 자원 이용현황, 관·배수 시설 및 이용현황, 토지 자원의 이용 현황, 그리고 토지 자원의 질적 요소까지도 파악하는 것이 필요하다. 최근 이러한 작업을 위하여 많이 활용되는 인공위성 화상자료를 이용한 해석 기술은 하나의

도구로서 이용될 뿐 그 자체로서 완결된 연구 결과를 기대하기는 한계가 있기 때문에 북한 농업에 관한 폭넓은 정보가 뒷받침될 때 이 기술은 더욱 유용하게 활용될 수 있으며 분석결과의 정확도를 높일 수 있다. 인공위성을 이용한 원격탐사 자료는 현지조사 및 항공 사진에 비하여 넓은 지역을 한번에 관측할 수 있고 육안으로 감지하기 어려운 물체나 현상들을 감지할 수 있는 이점을 가지고 있다. 이는 환경과 관련된 자료의 수집이 대개 넓은 공간에 걸쳐 실시되는 것을 볼 때, 수 천 평방 킬로 이상의 넓은 지역을 대상으로 영상자료를 제공하는 원격탐사는 자료 획득 수단으로 유용하게 이용될 수 있다.

특히 우리가 직접 가볼 수 없는 지역에 대한 관측 수단으로서 원격탐사는 현황 파악과 변화 감지(detection)를 위한 강력한 기술로서 활용도가 증대될 것으로 기대된다. 그러나 농지기반시설은 규모가 작은 경우가 많기 때문에 인공위성 영상에 의한 판독이 곤란한 경우가 허다하므로 축척 1/50,000 이상의 정밀 지형도를 분석하여 보완하고 유사한 남한 지역을 현장 조사해야 한다.

한국농촌경제연구원, 농촌진흥청 및 일부 대학에서 문헌조사(방문자 및 귀순자 포함)를 통하여 북한의 농업현황, 농업기술 및 생산기반에 관한 연구를 추진하여 많은 정보를 축적하고 있으나, 전체 현황을 파악하기에는 여전히 부족하고 구체적이지 못한 문제점이 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 인공위성을 통한 화상정보를 이용할 경우 지금까지 얻어진 결과를 기초로 지식에 근거(knowledge-based)한 보다 객관적이고 정확도 높은 정보를 획득할 수 있을 것이다. 또한 직접 방문하여 조사할 수 없는 우리국토에 대한 자원 현황을 파악하고 농업 생산기반에 대한 분석이 가능하여 통일 후의 농업과 국토이용에 대한 사전 계획을 수립하고 개발 방안을 제시할 수 있어 국가 정책 개발에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

우리나라는 이미 1999년에 첫 자원탐사위성인 “아리랑 1호”를 발사하였으므로 컴퓨터 및 주변기기를 이용한 화상분석 이론의 개발, 화상정보의 해석 등 위성 원격탐사 분야의 기술축적이 필요하다. 특히 자원탐사위성을 통한 획득한 정보를 농업 부문에 충실히 활용하기 위해서는 필요한 기술을 미리 축적해야 할 것이며 이 연구에서 이용하려는 기술은 세계적으로 농업 분야에서 가장 많이 활용되고 있는 기술인 만큼 자원탐사위성의 활용을

증대시킨다는 측면에서도 큰 의의가 있다. 북한의 경우 농지를 확보하기 위하여 대규모의 개간, 간척을 실시하였으며 특히 산지를 농지로 전환한 사례가 많아 농경지 기반을 파악하기 위해서는 산지 및 주변 지역의 토지이용 분석이 필수적이다. 특히 유엔개발계획(UNDP)을 중심으로 한창 논의중인 북한의 산림황폐지 복구는 환경보호라는 측면 이외에 농지기반의 복구라는 측면이 강하다는 사실을 이해할 필요가 있다.

2. 경제·산업적 측면

통일에 대비하여 북한의 농업기반 특성을 파악함으로써 남북한이 가진 농업자원을 상호 보완적이고 합리적으로 이용할 수 있는 농지이용 계획을 수립할 수 있다. 언제 닥칠지 모르는 통일에 대비하여 미리 남북한의 농업자원을 파악하고 그 활용계획과 정비계획을 세우는 것은 경제·산업적인 측면에서 큰 의의가 있다. 남한은 논 면적이 밭에 비해 넓으며 북한은 밭이 논보다 넓은 특징을 지니고 있으며, 남북한은 기후가 서로 다르기 때문에 남북한은 상호 보완적인 방향으로 농업을 재편할 수 있는 이점이 있다.

북한 지역의 산림황폐화로 인한 농업생산기반시설의 파괴가 심해지고 있어, 통일전이라도 정확한 실태조사를 통한 통계자료 확보하고 이러한 자료를 바탕으로 한 합리적인 복구 방안 수립의 필요성이 있다. 이러한 정보를 활용하여 국제기구나 직접적인 대화를 통하여 북한에 대한 조립 및 황폐지에 대한 복구대책 지원이 가능하며, 이를 통해 북한과의 산업·기술적 교류 추진의 발판을 마련하는 계기를 제공한다.

남북한 경제협력 활성화를 위한 주된 분야로서 농업분야가 유망한 것으로 판단되고 있으며 남북 농업협력사업의 대상으로서 농지기반조성사업을 들 수 있다. 현재 북한이 농경지 이용 실태, 물 자원 및 수리시설, 산지의 농지 전용 현황, 농경지 유실 및 산림황폐화 실태를 발표하지 않는 상황에서 가용한 자료와 객관적인 영상자료를 이용하여 이를 정확히 파악하고 나아가 곡물 생산량까지 추정함으로써 북한의 식량문제 해결을 위한 정책자료로서, 남북한간의 농업분야 협력사업을 추진하기 위한 자료로 활용할 뿐만 아니라 통일에 대비한 농정계획을 수립하는데 없어서는 안될 기초자료로 활용될 것이다. 원격탐사기술을 활용할 경우 정보 갱신주기가 짧아 민간단체나 기업의 대북 농업교류 및 협력사업을

위한 기술지원업무에 활용할 수 있다.

북한의 농지기반 현황을 파악하는 것은 비단 농업 분야에서만 필요한 것이 아니라 통일 이후의 바람직한 국토 이용계획을 수립하는데 있어서도 필수적이다. 토지피복 지도 제작이 시도된 이래 항공사진의 활용이 가능함으로써 괄목할 만한 질적 향상을 이루었지만 제한된 지역만을 나타낼 수밖에 없는 한계가 있었으나 한꺼번에 비교적 넓은 지역의 자료를 활용할 수 있는 위성자료 화상은 북한 전역을 파악하는데 더 경제적이다. 위성화상 자료를 지속적으로 수집하여 분석한다면 보다 신속하고 객관적으로 북한의 농업생산 기반과 환경변화를 관찰할 수 있으며 문헌조사나 현지 방문을 통해 얻을 수 없었던 새로운 형태의 정보를 획득할 수 있어 궁극적으로는 시간과 비용을 줄일 수 있는 이점도 있다. 또한 위성화상을 이용한 토지피복 분류 작업을 통하여 북한의 토지이용 상황을 파악할 수 있다면 통일에 대비하여 남북한 상호 보완적이고 합리적인 토지이용 계획, 농업기반 조성사업, 간척사업 등 국토개발 투자계획 수립에 활용될 수 있을 것이다. 이렇게 얻어진 각종 결과는 데이터베이스화 및 자료변환을 통하여 지리정보시스템(GIS)에 필요한 정보로 제공되어 다른 분야와의 연계성을 유지할 수 있고 비용을 줄일 수 있는 장점이 있다. 그리고 지표면 정보를 얻기 위한 수단으로서 위성화상 자료의 활용이 증가하고 있으나 아직 우리나라에서는 자료를 얻을 수 있는 횟수(주기)가 충분치 않고 비용이 많이 들지만 내년부터는 자원탐사위성을 계속 발사할 예정이기 때문에 점차 값이 저렴하고 양질의 자료를 얻을 수 있을 것으로 기대된다는 점에서 연구비를 절감할 수 있는 가능성이 있다.

3. 사회·문화적 측면

농촌은 농업을 기반으로 형성되어 있고 농업은 농지를 그 기초로 한다는 점에서 농촌의 사회·문화적 특성을 이해하기 위해서는 농촌의 공간적 기초가 되는 농지기반 특성과 농촌의 하부시설, 촌락 구성의 특징 등을 먼저 이해할 필요가 있다. 앞으로 맞이하게 될 통일에 대비하여 바람직한 농촌 사회를 조성하기 위해서는 현재의 공간적 특성 파악이 이루어져야 할 것이며 이는 이 연구의 부수적인 효과로서 얻게될 것이다. 현재 남북한 경제협력사업으로 추진되고 있는 금강산개발사업과같이 다른 지역에 대한 관광사업 개발을 추진

할 경우 이 연구의 결과를 기초자료를 활용할 수 있다.

원격 탐사기술을 활용함으로써 북한에 대한 지속적인 환경감시가 가능하다. 북한은 홍수, 무분별한 군사시설, 산림 벌채, 다락밭 건설 등으로 말미암아 상당한 농경지가 유실되고 자연환경의 파괴가 심각한 것으로 알려져 있다. 이 연구에서 이용하게 될 원격탐사 기술은 생산기반 현황을 파악하는데 유용한 도구가 될 뿐만 아니라 자연환경의 파괴 실태와 자원 부존량을 파악하는데 매우 효과적이다.

서해안 5대 강과 동해안의 4대 강 유역의 물 자원을 파악하는 것은 농업용수 공급을 위한 계획 수립뿐만 아니라 물을 이용한 휴식 공간의 활용 계획 등 국토의 균형적 이용과 개발이라는 측면에서도 매우 필요한 일이다. 북한지역의 산림개간지나 황폐지에 대한 복구에 대한 남한의 기술 전수가 가능하고, 통일 후 남북한 상호보완적인 산지이용계획수립에 필요한 자료의 획득 및 앞으로 통일 이후 북한의 농촌 정비계획을 수립하고 국민의 휴식 공간을 마련하기 위한 계획을 마련하기 위해서는 산업으로서의 농업, 삶의 터전으로서의 농촌, 녹지 공간으로서의 자연자원을 동시에 고려해야 할 것이다. 또한 통일이 될 때까지 북한에 고향을 둔 사람들은 이 연구를 통해 제작될 북한 전역에 대한 화상정보를 통해 향수를 달랠 수도 있을 것이다.

제2장 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

제1절 현황과 문제점

북한의 농지기반 현황을 파악한 연구는 극소수에 지나지 않으며 설령 연구가 수행되었더라도 가용 정보의 제약 때문에 연구 내용이 극히 단편적일 수밖에 없으며 이를 확인할 수 있는 객관적인 기준조차 마련되어 있지 않은 실정이다.

농어촌진흥공사(1994)의 「북한의 농업생산기반조성사업에 관한 연구」는 농지기반에 관한 일반적인 현황을 파악하는데 참고가 되나 구체적인 방안을 제시하기에는 미흡하다. 최진욱(1998)의 「북한 농업생산기반조성 현황과 협력 방안」 연구 역시 기존 연구의 틀을 탈피하지 못하고 있다. 김기성(1998)은 간척사업을 포함한 북한의 농업생산기반에 대한 기초적인 자료를 이용하여 통일 이전의 남북한 협력 방안을 논의하는데 그칠 뿐 구체적인 농지기반 정리 방안을 제시하지는 못하였다. 이강열 외(1997)의 「북한의 농업생산기반 현황과 금후 연구 추진방향」은 인공위성 자료를 이용하여 황해도 일부 지역의 간척 상황을 확인하였으나 제한적인 자료 이용으로 말미암아 토지이용 상황을 구분하는데 한계를 가지고 있으며 영농 상황을 정확히 이해하고 다른 시점의 위성자료를 다수 확보하지 않고서는 정확한 파악이 어렵다는 것을 확인시켜주고 있다.

인공위성 화상자료를 이용하여 북한의 농지기반 현황을 파악한 연구는 외국에서 부분적으로 시도되고 있으며 최근 우리나라에서도 이를 시도하고 있다. 위성화상 자료를 이용한 북한의 실상에 대한 연구는 유엔과 미국의 관련 기관에서 다수 수행되었으며, 연구 차원에서는 홍수피해 파악 및 토지피복 정보 추출, 삼림 피해감시 등을 위한 시도들이 우리나라는 물론 일본 등지에서 수행되었다.

미국 농무성(USDA) 및 국제개발처(USAID)는 인공위성 화상자료를 분석하여 북한의 행정구역별 농지이용 현황을 파악하고 있으나 북한이나 국제기관에서 발표하는 자료와는

상당한 오차가 있다. Okamoto 등(1997)은 Landsat TM 자료를 이용하여 북한의 수해피해 상황 분석을 시도하였음. 쌀 재배면적을 파악하기 위하여 이앙기(5월말)과 수확기(10월중순)의 자료를 이용하였으며 쌀 피해량을 파악하기 위해서는 3개년의 9월 초, 중, 하순 자료를 비교하였다. 유엔환경계획(UNEP)은 유엔개발계획(UNDP)의 요청에 따라 Landsat MSS 및 TM 자료를 이용하여 북한의 농지기반 기초 자료를 D/B화하였으며 미국의 EROS 자료센터는 각종 지도와 디지털 D/B를 구축하여 북한의 작물 집중도(intensity of cropping), 토지 피복, 지형 등을 파악코자 하였다.

그리고 임업연구원의 원격탐사팀은 북한 전역의 인공위성 화상자료를 분석하여 최근의 북한 산지 및 농경지 이용 상황을 파악하였으나 한 시점의 자료만을 이용함으로써 분석 결과의 신뢰도가 다소 떨어지고 있다는 점을 확인하였다. 따라서 원격탐사 자료를 이용하여 북한의 농경지 분포 및 이용실태를 파악하기 위해서는 최소한 서로 다른 두 시점 이상의 자료가 필요하다.

북한의 농림업 실상은 한국농촌경제연구원을 중심으로 비교적 폭넓게 수행되었으며 통일 이후의 바람직한 북한 농업 재편방안에 대해서는 기초적인 연구가 마련되어 있다. 김운근 등은 「수복지구 농지관리체계에 대한 남북한 비교 연구」(1989), 「북한의 농업개황」(1994), 「북한의 임업과 수산업 개황」(1994) 연구를 통하여 북한의 전반적인 농림업 상황을 파악함으로써 농업 관련 기초 자료를 축적하는데 기여하였다. 김운근 등은 「북한지역 농작물의 적정 배치와 농업생산량 예측」(1996), 「통일대비 북한 농림업부문 계획 수립을 위한 연구」(1997)를 통하여 통일 이후의 바람직한 북한 농업상과 정비계획을 시도하여 이 분야 연구의 방향을 설정하고 있다. 남성욱(1998)은 북한의 곡물 생산·소비 현황을 파악하고 금후 전망을 실시하였으며 생산에 영향을 미치는 여러 가지 요인에 대해서도 전망하였다.

우리나라에서도 오래 전부터 원격탐사 기술을 도입하여 학문적으로 상당한 발전을 해왔으나 인공위성을 보유하지 못한 까닭으로 고가인 위성자료와 화상분석 프로그램 입수 등에 대한 제약이 많아 실제 활용하는데는 많은 어려움이 있었고, 좁은 국토면적을 감안할 때 회의적인 시각 또한 걸림돌이었다. 위성 보유국인 러시아, 인도, 미국 및 관심지역(아마존 등)인 남미(브라질, 아르헨티나 등), 프랑스, 영국, 이탈리아 등 유럽연합(EU) 국

가, 일본과 동남아 국가들(말레이시아, 인도네시아, 필리핀 등)은 서로의 필요에 의해 실용적으로 원격탐사 기술이 이용되어 왔다. 위성을 가지고 있지 않은 남미, 유럽연합, 동남아시아 국가들은 우리나라보다 원격탐사 기술을 더 많이 활용하고 있다. 최근, 중국은 낮은 가격의 위성발사사업으로 관심을 받고 있고, 또 자원탐사 위성 발사를 계획 중에 있다.

동일 지역에 대한 주기적 화상자료를 이용할 경우 토지피복분류도를 통해 접근이 불가능한 지역에 대한 환경변화를 감시할 수 있고, 토지이용 정보를 통해 유용한 경제적 정보를 분석할 수도 있는 이점이 있다. 토지피복 분류는 우리나라의 특징적인 토지피복 형태(도시, 농경지, 과수원, 산림 등)와 지역별 특성(해안지역, 산악지역, 대도시, 중소도시, 농촌 지역 등)에 따라 토지가 어떻게 이용되고 있는가를 파악하기 위해 꼭 필요한 작업이다.

우리나라에서도 토지피복 분류에 대한 많은 연구가 있었고 좋은 결과들이 얻어지고 있지만 여전히 혼합 화소(mixel : mixed pixel) 분류에 어려움을 겪고 있으며 이점은 다른 나라의 경우도 마찬가지 상황이기 때문에 정확한 토지피복 분류를 위한 연구가 계속되고 있다. 홍(1998)은 논의 시기별 스펙트럴 특성에 기초하여 다중시기 Landsat TM 자료를 이용하여 이앙기에 수체(waterbody)로 나타나고, 작물 균락의 최성기인 출수기의 RVI(Ratio Vegetation Index)가 높은 조건을 만족하는 특성을 가진 부분을 논으로 정의하여 벼 재배면적을 추정하고, 수치화된 토양도를 이용하여 벼 재배지역의 토양특성을 살펴 보았으며, Landsat TM 밴드 6을 이용하여 벼 재배 지역의 밝기 온도값을 구하였음. 그러나, 북한의 경우 봄 가뭄과 같은 상황에서도 벼 이앙시 어떻게 관개를 하는지에 대한 정보가 없으므로 이 알고리즘을 그대로 적용할 수 있는지에 대해서는 면밀한 검토가 필요하다.

Imagawa(1997)은 중국의 나이만 지역의 사막화 모니터링에 토지피복/이용 변화 방법을 이용하였는데 이 연구에서는 세 가지 지수, 즉 식생지수, 구조지수, 적색지수를 이용하여 사막화 지역을 파악하였으며 다중시기(multi-temporal) 자료의 반사 특성을 조사 후 유효한 밴드에 대해서만 최대우도법을 이용하여 토지피복 분류하고 사막화 지역을 추출하였다. 최대우도법은 training sample이 정규분포를 한다는 가정 하에 자료의 평균벡터와 공분산 행렬을 계산한 후 확률밀도 함수를 이용하여 각 화소를 확률이 가장 높은 분류항목으로 귀속시키는 방법이다. 최대우도법은 자료의 처리시간이 길지만 가장 정확한 분류방법으로 알려져 있다.

Suzaki와 Shibasaki(1997)은 토지피복 분류에 NOAA AVHRR, Landsat TM, DEM 자료를 이용코자 하였으며 다중시기 자료분석과 질감분석(texture analysis)을 결합하는 방법으로 먼저 NDVI로 상록수림을 결정하고, 다음에 level slicing으로 활엽수림과 논을 차례로 분류하였음. 분류되지 않은 농경지와 초지를 대상으로 질감 분석을 시행한 후 선형을 보인 곳은 농경지, 그렇지 않은 곳은 초지로 분류함으로써 다단계 분류법이 효과적으로 이용될 수 있음을 보이고 있다. Suzaki와 Shibasaki(1998)은 동남아시아 지역에서 농경지를 추출해 내기 위해 먼저 삼림지역을 제거한 뒤 나머지 지역을 초지, 나지, 논, 경작지, 도심지 등으로 분류해 내는 방법을 택하였으며 NDVI 화상의 wavelet transformation을 통해 가장자리(edge)를 감지하여 연속적으로 존재하는 직선들을 추출하여 농경지를 분류하였다.

우리나라에서 임업분야에 인공위성 화상자료를 활용한 예는 산림청 임업연구원을 중심으로 극소수에 지나지 않는다. 임상구분은 산림경영이나 생태계 관리를 위해 기본적으로 필요하나 과거에는 임상 구분을 위하여 현지조사나 항공사진을 통해 자료를 이용하였다. 그러나, 위성 발사 후 위성 자료를 이용하여 대규모 지역의 임상도 작성이 가능하게 되었고, 현재는 침엽수림, 활엽수림, 농경지 및 수계와 같은 광범위한 토지이용 분류는 믿을 수 있을 만큼 기술이 개발되었다.

임업연구원의 이승호 등(1997)은 Landsat TM 영상을 이용하여 북한 전역의 토지이용과 임상을 파악한 결과 북한의 산림면적이 상당히 감소한 것으로 밝혀졌으며 많은 산림이 개간과 연료림 채취 등으로 황폐화되고 있는 것으로 파악된다. 이승호(1992), 오동하(1988)는 인공위성 화상자료를 이용하여 산림식피 변화라든가 산림 병해충 피해지역의 분류 등 공간적 변화를 분석하였다.

조경희(1998)는 위성 원격탐사 자료와 지리정보시스템(GIS)을 이용하여 낙동강 하구 지역의 토지피복 분류, 서해안 간척지의 경년 변화, 해안 저지의 지형 발달과 토양 특성을 연구한 바 있다. 이 연구는 우리나라를 대상으로 하였기 때문에 위성 원격탐사 자료 이외에 해당 지역의 정밀 관찰 자료와 지형 형성에 대한 풍부한 자료가 있었기 때문에 연구의 목표를 달성할 수 있었으나 북한을 대상으로 할 경우 가용 자료의 제한으로 깊이 있는 정보를 도출하는데 어려움이 예상된다. 북한을 연구 대상으로 할 경우 직접 방문하여 관찰할

수 없기 때문에 우리나라의 유사 지역을 선택하여 기초자료를 충분히 확보한 다음 연구가 추진되어야만 성과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

농작물의 재배면적이나 작황에 대한 연구는 농촌진흥청(1991)의 「원격탐사를 이용한 주요 농작물 생산량 예측 연구」가 있으며 이 연구를 주도한 농업과학기술원에서는 토양·작물(벼 및 발작물) 등 지표면의 분광반사 특성 자료를 수집·축적하고 있으며 위성 화상자료 해석을 위한 정보도 많이 축적하고 있다. 현재 평택시의 토지이용 변화 분석을 통한 분류기법 및 변화 감지 연구가 진행되고 있으며, 수도 경작지의 식생 변화, 홍수 피해지역 감지, 지표면 온도 추정 등의 연구를 실시하며 이 외 경시적 화상자료 분석으로 농업여건 변화 양상을 파악하기 위한 연구도 진행중이다.

수동원격탐사(passive remote sensing)는 피복체의 고유한 성질인 분광 반사와 복사 방출을 감지하여 자료값(반사값)으로 변환 이용한다. 원격탐사의 발전 초기부터 분광방사계(spectroradiometer)를 이용하여 있는 그대로의(*in situ*) 식물군락 분광반사 특성(spectral reflectance signature)과 군락의 녹색생체량(green biomass)과의 관계를 구명하기 위한 필드 측정을 시도해 왔다. 농업과학기술원에서는 필드 측정을 통해 벼의 생산량을 추정하는 다중회귀식을 만들어 위성 화상자료 해석에 적용하고 있으며 이러한 지상관측 자료는 위성 화상 자료의 농업적 해석에 강력한 보조자료 또는 기준자료로 이용될 수 있다.

홍(1997)과 홍 등(1998)은 이앙기에서 수확기에 이르는 벼의 생육기간 동안 분광방사계를 이용하여 분광반사 특성(spectral reflectance signature)을 측정하였고, 동시에 벼의 생산관련 변수인 엽면적 지수(LAI), 건물량(dry weight), 엽록소 함량, 질소 함량(T-N)을 조사하였다. 분광반사율은 실제 Landsat TM 밴드에 해당하는 파장역으로 평균한 TM과 동등 밴드로 작성 후 벼의 생산관련 변수들과의 관계를 구명한 바 있어 생산량의 간접적이고 상대적인 비교가 가능하다. 또한 생육 단계별로 모니터링한 생산관련 변수를 통해 최종 수량과의 관계를 도출하여 수량 예측시기에 대한 정보도 얻을 수 있다.

인공위성 화상자료를 이용한 농작물의 생산량 예측은 이미 미국 등지에서 실용화하고 있으나 우리나라에서는 기초연구 수준에 머물고 있다. 농작물의 생산량을 정확히 파악하는 것은 식량수급 계획을 세우는데 유용하게 이용될 뿐만 아니라 생산자와 소비자에 대해 유

통정보를 제공한다는 점에서 매우 필요하다. 벼 재배면적 추정에 적합한 밴드와 시기 및 방법에 대한 연구가 쌀을 주식으로 하거나 벼를 많이 재배하고 있는 인도, 태국, 일본 등지에서 많이 수행되어 왔다.

Tennakoon 등(1992)은 Landsat TM 밴드 1, 3, 4, 5 조합으로 최대우도법(maximum likelihood classification)에 의한 논외의 분류가 벼 재배면적 추정에 적합하다고 하였고, Rao 와 Rao(1987)는 이앙기와 군락이 가장 무성한 시기의 두 화상을 이용하여 벼 재배지역을 구분해 내었다. 공간 해상능이 80m인 Landsat MSS 자료의 육안 분석(visual analysis)을 통해 벼를 구분해 내고 면적을 90% 정확도로 추정하였으며 Panigrahy와 Parihar(1992)는 다양한 조건에서 재배되고 있는 벼의 구분을 위해 Landsat TM의 중간적외선 밴드들의 역할을 평가하였는데, 최대우도법을 이용하여 분류한 결과 TM 1, 2, 3, 4 조합보다는 TM 2, 3, 4, 5와 TM 2, 3, 4, 7 밴드 조합의 분류 정확도가 훨씬 높았다고 보고한 바 있다. 최근에는 synthetic aperture radar(SAR) 자료를 이용한 벼 재배면적 추정, 생육단계 및 생산량 추정에 대한 연구가 수행되고 있다. 이들 연구가 많은 도움이 되는 것은 사실이지만 인도나 태국의 경우는 우리의 농업과 상황이 다르고, 작부 체계 또한 같지 않아 이 방법을 그대로 적용시키기에 무리가 있으므로 기 수행된 연구를 참고로 우리의 농업현실에 맞는 방법을 개발할 필요가 있다.

범세계적으로 추진되고 있는 환경협약에 대비하여 농경지에 대한 미세 기상의 변화와 이를 통한 환경감시가 필요하나 기술개발은 초보적인 수준이다. 논은 현재 국제적으로 논의되고 있는 기후협약의 중요한 대상이 되고 있다. 논은 메탄을 발생시키고 이산화탄소를 흡수하므로 온실가스 효과의 원인을 제공하기도 하고 원인을 감소시키는 두 가지의 작용을 동시에 하고 있기 때문이다. 온실가스의 발생과 소비를 계산하는데 원격탐사 기술이 이용되고 있다.

제2절 전망과 기술도입의 타당성

최근, 높은 공간 해상능과 다중 분광 센서를 탑재한 IKONOS, Quick Bird, Orbview 등

과 같은 상업용 인공위성들이 1-2년 내에 발사될 계획에 있으며, 미국, 러시아, 일본, 브라질, 인도 및 우리나라를 포함한 많은 나라들이 새로운 지구탐사 인공위성을 발사할 계획에 동참하게 될 것이다. 또한 센서나 플랫폼도 다양하여 레이더 자료를 포함하여 획득할 수 있는 정보의 종류도 다양할 것으로 예상된다. 향후 위성자료의 획득이 주기적이고 실시간으로 이루어져, 농업을 비롯한 다른 분야에서도 유용 정보추출의 자동화 및 정밀화가 이루어질 것으로 예상되기 때문에 원격탐사 기술의 저변이 확대되어 군사적인 탐색이나 국가간 정보전 차원을 넘어, 국토관리나 환경감시 차원의 보편적인 정보추출 수단이 될 것임을 전제할 때, 세계적으로도 정보 분석의 핵심기술 보유는 차세대 리딩그룹의 필수요건이라 할 수 있다. 또한 지구 온난화 등 이상기후 등에 대한 국제기구들의 자료 요구와 규제에 대비하기 위한 우리의 평가 방안을 객관적으로 제시할 수 있는 근간이 될 것이다. 지구상 마지막 분단국으로, 가보지 못하는 우리 국토에 대한 모니터링과 통일 후 한반도 전체에 대한 농업환경 정보체계 구축을 통한 지속적인 농업자원 관리로 노동력 절감 및 농업의 경쟁력 강화에 도움이 될 것으로 전망된다.

북한은 1984년 이후 농업기반 현황을 포함하여 농업과 관련하여 어떠한 구체적인 정보도 외부에 공개하고 있지 않아 공식적인 자료를 얻기란 매우 어렵기 때문에 이러한 상황에서 어떠한 나라도 북한의 농지기반 정비 현황을 정확히 파악하고 그 방안을 제시하고 있지 못하고 있다. 따라서 외국에서 필요한 기술을 도입하는 것은 거의 불가능하며, 설령 외국에서 기술을 도입하더라도 지형, 기후, 토양 여건 등 농업환경이 다른 북한에 이를 적용하기는 어렵다. 따라서 비록 자료 수집에 어려움이 수반되더라도 가용한 모든 방법을 동원하여 북한의 농지기반에 대한 정보를 수집하여 축적하고 우리의 경험을 접목시켜 독자적인 기술을 개발하여야 한다. 단, 인공위성 화상자료는 우리나라에서 제작이 불가능하므로 상업적으로 인공위성을 보유하고 있는 국가로부터 구입할 수밖에 없는 실정이다.

제3장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 접근방법과 추진전략

1. 추진전략

본 연구는 한국농촌경제연구원, 농업과학기술원, 임업연구원, 농어촌진흥공사의 긴밀한 협조 하에 북한 농지기반 관련 자료와 인공위성 자료를 공유하고, 서로 아이디어를 교환하는 가운데 보완적인 관계에서 연구를 수행한다.

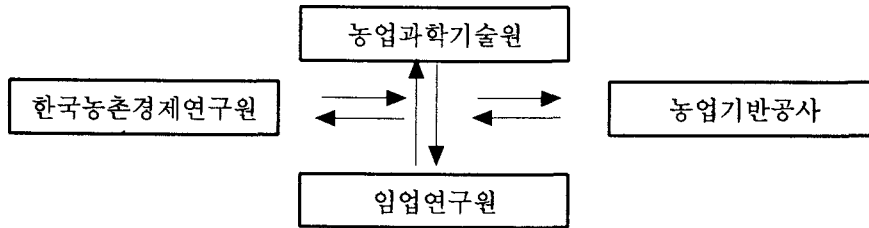
통일 전후의 북한 농업 발전 방향과 현재의 북한 농업 실상에 대해서는 이 분야에서 이미 많은 연구를 축적하고 있는 한국농촌경제연구원에서 주도하고, 인공위성 원격탐사 기술을 이용한 북한 전역의 토지피복분류도와 주요작물 재배면적 추정은 농촌진흥청 농업과학기술원에서, 산림황폐화 실상과 다락밭 개간 현황 연구는 임업연구원에서 수행한다. 농업기반공사에서는 주요 수계를 중심으로 1:50,000 지형도와 문헌 및 청취자료를 종합하여 농지기반(경지정리, 관개시설 등)과 간척지 이용 상황을 파악하고 주관연구기관인 한국농촌경제연구원과 함께 통일 후 북한의 농지기반조성을 위한 계획과 투자방향을 설정한다. 또한 농업기반공사는 DMZ 지역내 1개소를 정하여 이 연구결과를 적용하는 구체적 농업기반 정비계획을 수립하며 다른 연구팀과 협력하여 시범 농장 설립계획을 수립한다. 이 연구의 핵심인 북한자료는 한국농촌경제연구원이 문헌 및 청취조사를 통해 1차적인 자료를 폭넓게 수집하고, 이를 통해 얻을 수 없는 농업기반 관련 상세 자료는 농어촌연구원(농업기반공사)이 1:50,000 지형도를 이용하여 분석한 자료와 농업과학기술원 및 임업연구원이 인공위성 화상자료를 분석하여 확보한 정보를 이용하며, 이 과정에서 수집된 자료의 진위를 파악하기 위한 검정 작업이 연구팀간에 끊임없이 계속될 것이며 최종적으로는 북한 전체를 대상으로 행정구역별 자료로 종합된다.

농촌진흥청 농업과학기술원과 산림청 임업연구원의 원격탐사팀은 이미 북한 인공위성

자료를 상당히 확보하고 있으며 북한을 대상으로 활발한 연구를 추진하고 있기 때문에 두 기관 사이의 자료 공유가 가능하고 고가의 위성자료 구입을 최소한도로 줄일 수 있어 연구의 경제성을 확보할 수 있다. 북한 지역의 인공위성 자료는 비단 농지기반 정비에 국한하지 않고 농업 분야의 많은 영역에 걸쳐 연구의 기초 자료를 제공할 수 있기 때문에 일단 구입한 자료는 이번 연구에만 국한하여 사용될 성질의 것이 아니다. 북한 지역에 관한 기초 연구는 그 특성상 국가기관에서 연구를 수행하고 그 결과를 다른 연구자에게 제공하는 것이 바람직하다. 또한 두 기관은 국가에서 추진하고 있는 북한 인공위성 화상자료의 공동 이용 협력계획에 참여하고 있어 다른 기관과의 정보 교류가 용이하다는 점도 본 연구팀의 강점이 되고 있다.

인공위성 자료는 비단 기술적인 해독능력뿐만 아니라 북한 농업의 변화와 현실에 관한 폭넓은 이해를 바탕으로 해야만 정확하게 해석할 수 있기 때문에 주관연구기관인 한국농촌경제연구원과 정보대학원, 그리고 협동연구기관인 농어촌연구원과의 긴밀한 협조가 필수적이다. 농업기반공사팀은 우리나라의 간척, 농지개간, 농업수리시설, 경지정리 등 농업기반정비 분야에 실무와 이론을 겸비한 연구팀이며 이미 이 분야에 많은 연구를 축적하고 있다. 농업기반공사팀은 농업과학기술원과 임업연구원의 원격탐사팀과 인공위성 자료를 함께 해독하여 DEM(수지표고모델)과 결합하여 GIS를 구축하고 대상지역의 1:50,000 지형도와 비교하여 농지기반 및 수리시설 등 최근의 북한 농업기반 실태를 정확히 파악하게 될 것이다.

금후 북한 농업 발전방향을 설정하지 않고서는 농지기반 정비 방안을 제시할 수 없기 때문에 이에 관해서는 이 분야의 대표적인 국책연구기관인 한국농촌경제연구원이 핵심적인 역할을 수행하게 될 것이다. 북한의 수자원, 기후 등 자연환경을 고려한 환경친화적 농업기반 정비방안 마련에 주력한다.



2. 연구방법

가. 화상자료의 전처리 및 분류항목 설정

위성자료는 센서를 이용하여 지구상의 대상물에서 반사되는 전자파를 수집하여 얻어진 수치값으로 사용목적에 따라 전처리, 화상강조, 화상변환, 화상압축 등의 적절한 화상 처리 과정을 거치게 된다.

1) 기하보정

위성자료는 센서를 통해 수집시 위성의 고도변화, 위성의 흔들림(roll, pitch, yaw), 투영 중의 지구의 자전, mirror 왕복 속도의 불동속도, pixel 및 line 방향의 순간시야각(IFOV)의 다름, 지형의 기복 등으로 기하학적인 왜곡이 생기기 때문에 왜곡을 보정하기 위한 방법으로 지상 기준점(ground control point)을 선정하여 위성의 화상좌표를 UTM(Universal Transverse Mercator) 또는 TM 좌표로 변환시키는 보정 방법을 이용한다.

지상기준점은 도로교차점이나 변화가 없고 뚜렷한 호수 등으로 전 지역에 고루 분포가 되도록 잡아야 한다. 먼저, northing과 easting으로부터 GCP의 TM (Transverse Mercator)좌표를 계산하고(image to map registration), 다음에 화상(image)에서 GCP의 위치를 계산함(image to image registration). TM좌표($X_i, Y_i, i=1,n$)와 화상좌표($P_i, L_i, i=1,n$)를 이용하여 affine 변환식의 coefficient를 계산함.

$$\begin{pmatrix} P \\ L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ d & e \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c \\ f \end{pmatrix} \text{-----(1)}$$

이들 coefficient(a~f)에 의해 계산된 좌표와 원좌표의 에러를 계산하여 그 오차 자승합(RMS;root mean square)가 한 픽셀 범위에 들도록 보정한다(그림 1).

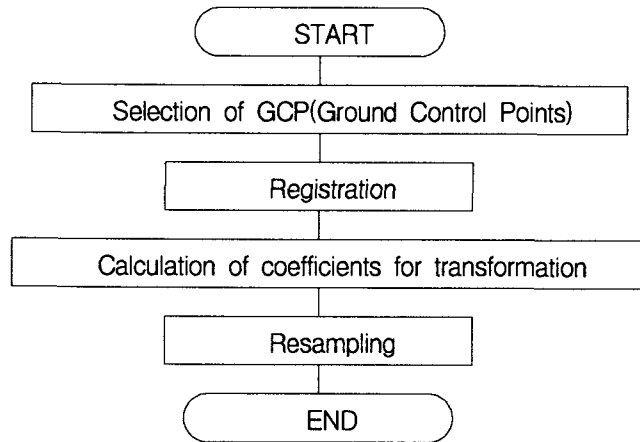


그림 1 기하보정절차

2) 분류항목 설정

분류를 위한 준비 작업으로 비연산 식생지수 분석, 주성분분석, 클러스터링 등을 이용하여 분류항목의 범위와 개수를 일차로 결정하게 된다. 이들 화상강조(enhancement)를 통하여 물(waterbody), 비식생(non-vegetation), 식생(vegetation) 카테고리를 정확하게 결정한다.

가) 비연산 식생지수(Vegetation Index)

대개 위성자료가 취득될 당시의 조건(지형, 태양고도, 광량 등)이 매번 다르기 때문에 같은 대상이라도 차이가 날 수 있다. 밴드간 비율 값을 이용하여 이러한 차이를 줄여 단일

밴드에서 얻지 못하는 정보를 얻을 수 있는데 이 때, threshold 결정이 중요하다.

○ $RVI = TM4/TM3$

○ $NDVI = (TM4-TM3)/(TM4+TM3)$

○ Tasseled Cap Transformation

- Brightness = $0.3037TM1 + 0.2973TM2 + 0.4743TM3 + 0.5585TM4 + 0.5082TM5$
 $+ 0.1863TM7$

- Greenness = $- 0.2848TM1 - 0.2435TM2 - 0.5436TM3 + 0.7243TM4 + 0.0840TM5$
 $- 0.1800TM7$

- Wetness = $0.1509TM1 + 0.1973TM2 + 0.3279TM3 + 0.3406TM4 - 0.7112TM5$
 $-0.4572TM7$

나) 주성분분석(Principal component analysis)

주성분분석은 화상자료의 변환, 정보축약, 변화추출을 위한 방법으로 자리잡아 왔는데, 화상의 통계적 특성을 이용하여 화상이 이루는 특정공간에서 정보량이 큰 순서대로 orthogonal 한 축을 찾아내는 방법으로 원래 자료의 손실을 극소화하면서 차원수를 줄이게 되므로 다음 단계에서의 정보 처리량을 줄이는데 효과가 있다.

다) 클러스터링(Clustering)

분류항목을 결정하기 위하여 자료값 분포의 특성에 기초하여 비슷한 특성을 가진 몇 개의 그룹으로 나누는 방법으로, hierachical 과 non-hierachical 클러스터링 중 non-hierachical 방법(ISODATA법)을 선택하여 예비 분류한다(그림 2).

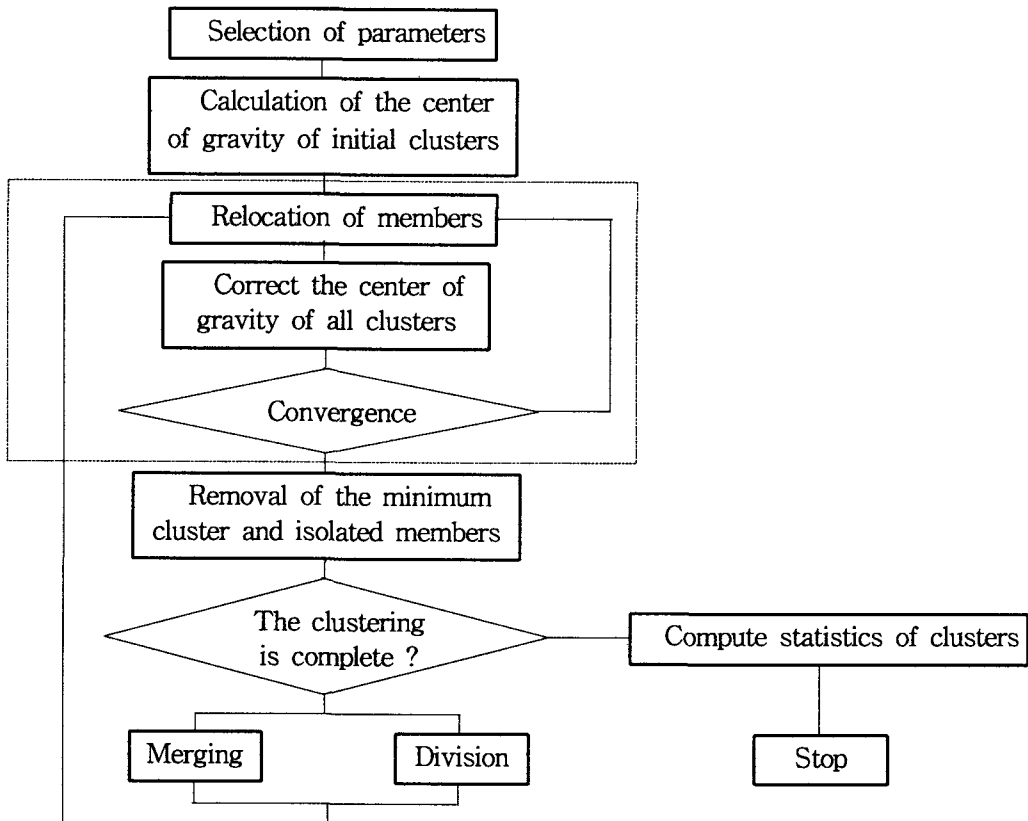


그림 2 비계층 분류절차

나. 토지피복분류

전처리 및 예비시험에서 얻어진 물(waterbody), 비식생(non-vegetation), 식생(vegetation) 카테고리를 시점으로 분류한다. 물은 내륙수와 해양수로 분류하고, 내륙수는 주요 수계지역의 현황에 따라 더 분류될 수 있다. 비식생 지역은 주로 도시지역, 주거지역, 산업지역으로 세분류할 계획이다. 식생은 크게 산림과 농경지로 분류한 다음 산림은 다시 침엽수, 활엽수, 혼효림, 관목림 등으로 세분류 하고, 농경지는 논을 먼저 추출한 다음 남은 지역을 밭으로 가정하고 최대우도법에 의한 교사분류를 수행한다(그림 3). 그 외 미분류된 지역에 대해서는 문헌 등 참고 자료를 이용하여 부분적인 화상분석을 통하여 분류할

목을 찾아내어 추가시키고 적합한 분류항목이 없을 경우엔 미분류 항목으로 둔다.

또한, 현재 농업과학기술원에서 우리나라의 농업실정에 맞는 토지피복 분류체계를 세우기 위해 Anderson의 토지피복 분류안을 만들어 남한지역에 대해 사용하고 있는데(표 1), 이를 기초로 북한의 현실을 고려한 토지피복 분류안을 수준별로 작성한다.

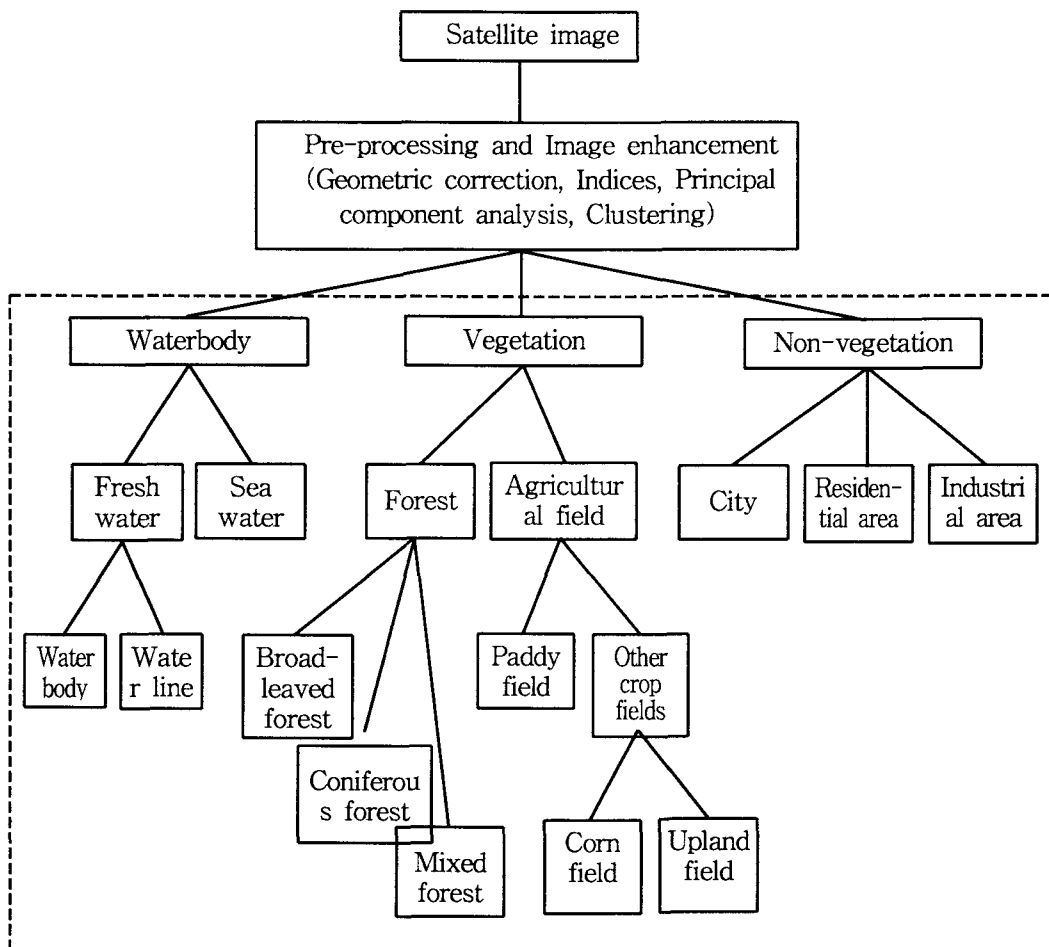


그림 3 토지피복의 층화 분류절차

표 1 인공위성 영상자료를 이용한 우리나라의 농지분류체계

Level I	Level II
1. Agricultural land	11. Paddy
	12. Upland
	13. Orchards
	14. Grass(Natural and intensive)
	15. Horticultural area(vinyl and green house)
2. Forest land	21. Deciduous forest land
	22. Evergreen forest land
	23. Mixed forest land
3. Water	31. Lakes and reserviors
	32. River and stream
	33. Sea
4. Barren land	41. River sand or gravel
	42. Beaches
	43. Tidal land
	44. Bare exposed area
	45. Quarries and mines
5. Urban or built-up land	51. Residual
	52. Industrial
	53. Others

북한 전역의 토지피복 분류에는 전처리 과정에서 이용되었던 화상강조 및 비교사분류 기법과 지형도를 기초로 설정한 training sample에 의한 교사분류(supervised classification)인 최대우도법(maximum likelihood classification)을 이용하게 될 것이다. 최대우도법은 미지의 픽셀을 분류할 때 카테고리 스펙트럴 패턴의 분산과 공분산 모두를 정량적으로 평가하는 정확한 분류 방법이다. Training data가 Gaussian(정규분포)이라는 가정하에 자료의 평균벡터와 공분산 행렬을 이용한 카테고리의 등확률선을 정하고 확률밀도함수를 이용하여 미지의 픽셀이 각 카테고리에 속할 확률을 구하여 가장 높은 곳에 속하도록 하는 방법이다.

북한은 전체면적의 약 80%가 산지이고 산이 높아서 하천은 유속이 빠르며 물의 양이

많다. 우리나라에서 제일 큰 압록강을 비롯하여 대동강, 청천강, 예성강, 재령강 등이 황해로 흐르고, 함북 두만강 하구, 강원도 남대천, 함남 용흥강, 성천강 등이 동해로 흐르고 있음. 평야는 서해안 지대에 주로 발달하였으며 대동강 유역의 평양평야, 황해남도의 재령평야가 각각 500 km²에 이르고 황해남도의 연백평야가 400 km², 청천강 유역의 안주평야, 함경남도의 함흥평야가 300 km², 압록강 유역의 통천 평야, 예성강 유역의 운전평야, 함경북도 수성천 유역의 수성평야, 남대천 유역의 길주평야, 함경남도 용천강 유역의 영흥평야 등이 각각 200km² 수준의 평야들이다. 또한 북한에는 자연호수와 인공호수가 많이 있다. 자연호수로는 9km²에 이르는 함경남도 정평의 광포, 양강도의 천지, 함경북도의 장연호와 만포호, 강원도의 동정호 등 1km²이상의 호수가 15개에 이르고, 인공호수로는 수풍호를 비롯한 장진호, 부전호, 서흥저수지 등 1km²이상의 인공호수가 22개나 된다. 이와 같이 농업생산기반은 주로 하천이나 저수지를 중심으로 발달하므로 이들 서해안 5대강 유역과 동해안 4대강 유역의 농경지를 중심으로 토지피복분류를 수행한다.

다. 주요 작물의 재배면적 추정

벼는 홍(1998)의 방법에 따라 이앙 직후인 5월 말 또는 6월 초순, 출수기 무렵 군락이 가장 무성한 8월 중·하순~9월 초순 두시기의 자료를 확보하여, 수체의 반응이 민감한 이앙기 무렵의 TM 밴드 5와 젖기값(wetness), 군락이 무성한 시기의 RVI(Ration Vegetation Index)와 젖기값을 이용하여 벼 재배지역이 가장 잘 나타날 수 있도록 threshold를 정한 후 조건식을 이용하여 벼 재배면적을 추정한다(그림 4).

Hong *et al.*(1998)에 따르면 옥수수와 콩, 땅콩과 같은 밭작물은 분광반사 특성의 견지에서 볼 때 6월 하순에 구분이 가장 잘 되는 것으로 알려져 있는데, 이는 분광방사계를 이용한 지상에서의 결과이므로 위성의 화상자료에서는 경향이 다르게 나타날 수도 있다. 하지만, 6월 하순에서 옥수수의 개화기인 7월 초순은 옥수수의 영양생장이 절정에 달하여 녹색도(greenness)가 높아 이 시기를 전환점으로 근적외선대와 가시광선대의 비율(RVI)이 가장 높아졌다가 다시 낮아지는 반면 개화 후에도 계속하여 RVI가 높아지는 두과 작물의 이러한 차이점과 이들의 초장/간장의 차이에 따른 텍스처의 차이에 주안점을 두어 먼저

추출된 벼 재배지역을 제외한 지역에 대해 교사분류(supervised classification) 또는 텍스처 분석(texture analysis)하는 방법으로 옥수수 재배지역을 추출한다

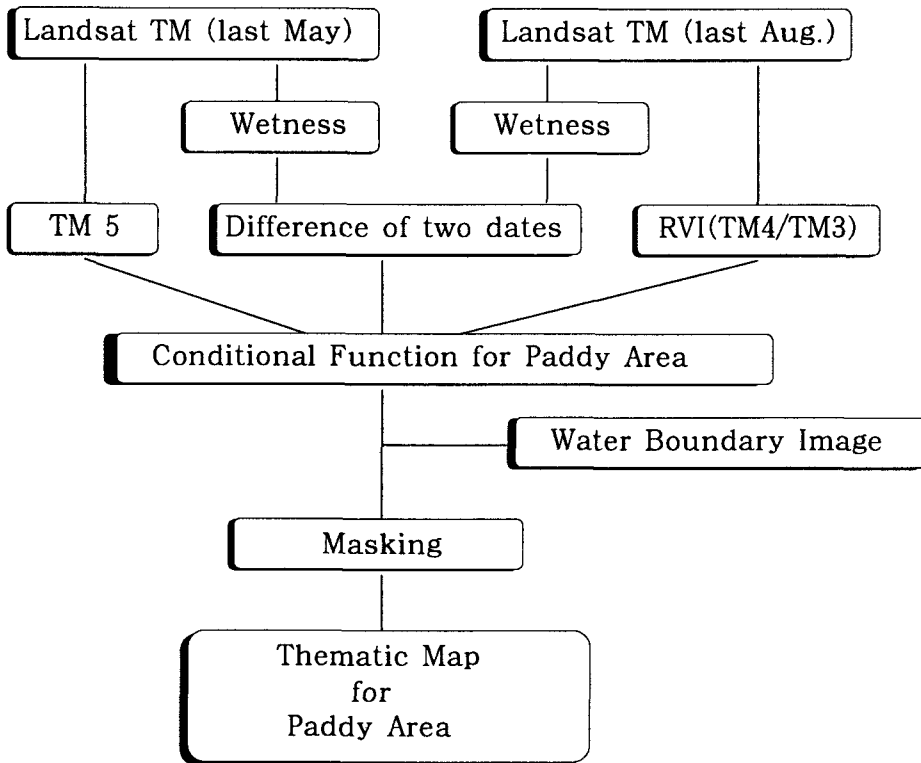


그림 4 는 추출절차

1) 텍스처분석(Texture analysis)

텍스처는 일정한 주기로 반복되는 패턴의 조합으로 정의되는데, 예를들어 눈으로 보기에 부드럽거나 거칠거나 치밀하게 해석될 수 있는데 삼림을 분류할 때 많이 이용되는 개념임.

- 그러므로 텍스처 분석은 작은 요소들의 형태, 밀도, 규칙성의 방향에 대해서 텍스처 특성들의 분할 또는 분류로 정의됨.
- 디지털 화상의 경우, 텍스처는 정량적으로 표준화될 수 없고 자료량이 너무 방대하기

때문에 수학적으로 처리하기 힘들거나 텍스처 분석은 토지피복분류를 향상시키기 위해 스펙트럴 특성과 함께 통계적인 특징들을 생성해 왔음.

라. 농업 생산기반 정비 실태 파악 및 농업생산기반 GIS 구축

첫째, 서해안 5대강과 동해안 4대강을 중심으로 한 농지자원 부존 및 이용 현황을 파악한다. 유역의 구분은 1:50,000 지형도와 1:250,000지형도를 참고하여 1:250,000지형도상에 서해안 5대 수계와 동해안 4대 수계를 구분한다. 둘째, 수리시설 및 경지정비 현황은 인공위성 화상자료를 이용하는 데 한계가 있기 때문에 문헌 및 청취자료, 지형도, 인공위성 화상자료 등을 통해 종합적으로 파악한다. 댐, 저수지, 소류지 등 인공위성 화상을 통해 식별 가능한 수원(水源)은 인공위성 화상자료를 활용하고, 양수장, 수로 등의 수리시설은 1:50,000 지형도를 이용하여 분석한 정보와 기타 정보를 통해 파악한다. 셋째, 간척에 의한 농경지 조성 현황 및 간척사업 중단지구 현황은 인공위성 화상자료에 의해 파악하고 간척 가능면적은 지형도 및 문헌자료에 의해 파악한다. 서해안 간척지는 공사완료지구, 개답 완료 영농지구, 공사중 또는 중지지구로 구분한다. 간척에 의해 농지를 개발할 수 있는 지구는 문헌자료 및 1:50,000 지형도 및 위성 화상자료에 의해 개발 면적을 추정하고 개략적인 공사비를 산정한다. 넷째, 조사분석 결과에 의한 북한농업생산기반 GIS 구축이다. 행정구역, 하천 정보, 주요 댐, 수로, 저수지, 양배수장, 방조제 등 농업생산기반시설 정보 관련 타 협동기관에서 연구한 결과인 농지이용 정보 및 고도자료의 GIS와의 연계를 추진한다.

마. 북한 서해안 지역 산림개간 및 산지지형분석

북한 산림과 산지의 개간실태와 이용현황은 인공위성 데이터를 분석하여 얻으며, Landsat TM 데이터를 기본 데이터로 이용하되, 필요시 그보다 해상도가 높은 위성 데이터를 입수하여 분석 처리하는 기술과 방법을 도입, 적용해 볼 수 있다. 산지지형 분석을 위한 기본 데이터는 미국 USGS의 3" 지형 데이터를 입수 이용하며, 보다 정밀한 분석이 요구되는 지역에 대해 해상도가 높은 지형 데이터를 구입하거나 혹은 자체 구축하여 산림 황폐지의 해석 자료로 활용한다.

바. 북한의 농업 기반 특성과 성격 파악

북한 농업의 특징과 성격, 북한의 농업 기술 및 농업 정책, 북한의 농지제도 및 농업생산기반 정비사업 관련 법규와 제도에 관한 연구는 기존의 문헌 및 청취조사를 통해 파악하고 관련 분야 전문가들의 의견을 수렴한다.

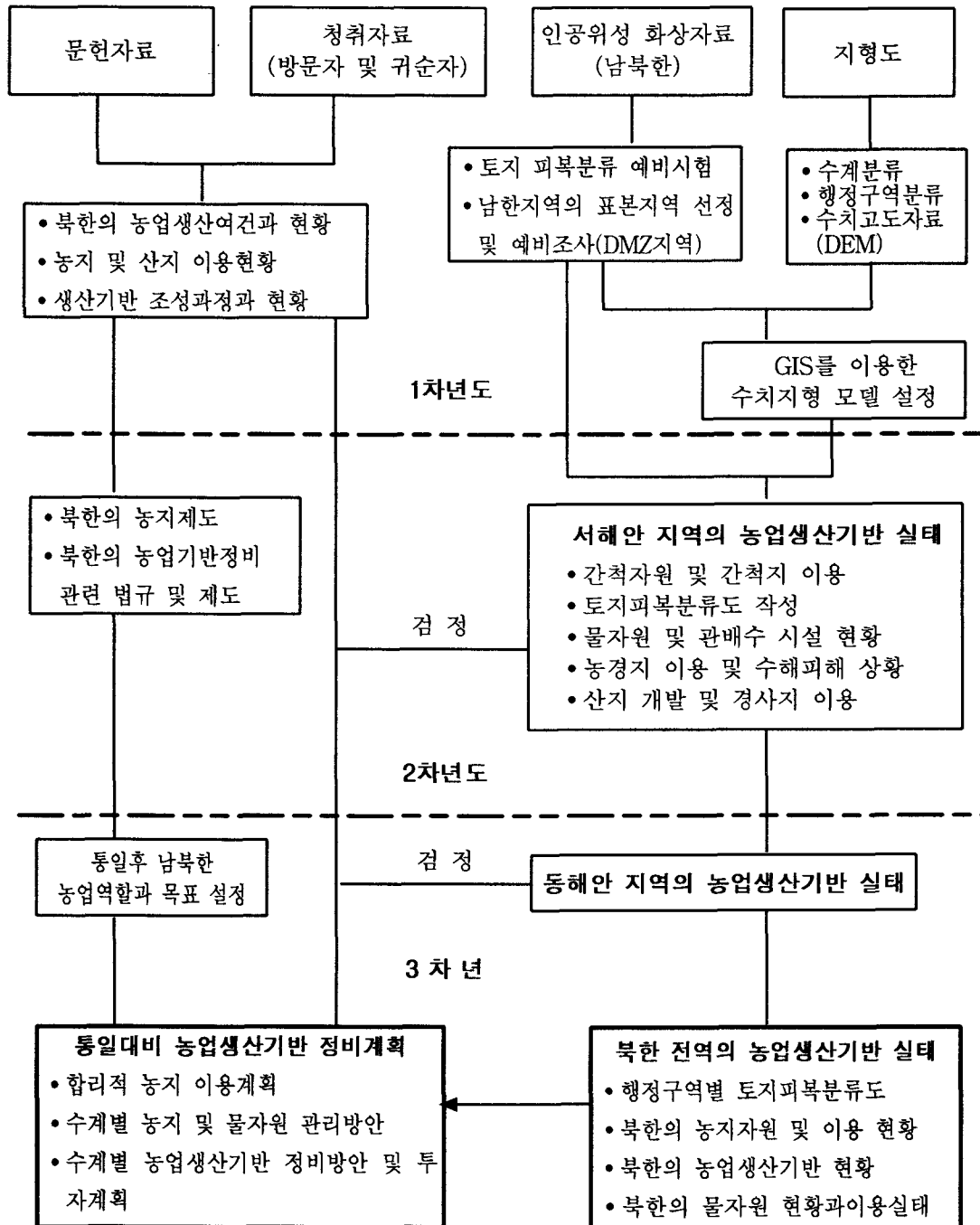
사. 농업기반 정비계획 수립

농업기반 정비를 위해서는 우선적으로 통일 후 남북한 농업의 역할과 목표를 설정하는 작업이 선행되어야 한다. 이러한 작업은 지금까지 한국농촌경제연구원 등에서 축적한 통일 관련 연구결과와 이번 연구에서 분석한 자료를 바탕으로 기본적인 안을 마련한다. 농업기반 정비계획은 토지이용, 작물배치, 수리시설, 경지정리, 농지개간, 간척, 경사지 복구 등 여러 가지 관련 사항을 동시에 감안해야 하므로 위의 분석 결과를 바탕으로 기술적인 면을 검토한 다음 투자에 대한 타당성과 경제성을 분석하여 수계별 정비계획을 마련한다.

아. DMZ 지역내 시범사업지역 정비계획 및 시범농장 설치계획

DMZ 지역내 농업기반정비계획 수립 및 남북한 시범농장 설치계획은 위의 연구결과를 직접 적용하는 시범계획의 일환으로 추진되며 향후 남북한간 협력사업이 본격적 추진될 경우 이 연구 결과를 바탕으로 곧바로 추진할 수 있도록 실행계획을 마련한다. 이를 위해서는 시범 지역에 대한 지형도 분석은 물론 해상도가 높은 인공위성 영상자료를 분석하고 인근 지역 현지 답사를 실시하여 실현 가능한 계획을 수립한다. 또한 실제 이 사업이 추진될 경우 소요되는 예산과 사업효과에 대한 경제성 분석을 실시한다.

3. 연구개발 추진체계



제2절 연구개발 내용과 범위

가. 연구개발 내용(총괄)

1) 북한 농업의 현황과 특성

- 농업 관련 주변 환경의 변화
- 농업생산 현황
- 북한 농업생산구조
- 농기술 현황과 문제점

2) 북한의 농업관련 제도와 정책

- 농업정책의 변화
- 농업관련 제도의 정비와 변화
- 농업생산기반정비 관련 법규 및 사업 추진체계
- 농업생산기반 조성사업의 전개 과정

3) 북한 농업생산기반 현황

- 농지자원 현황
- 수자원 현황과 개발이용 실태
- 수계별 농업생산기반 현황
- 농경지 및 농업기반시설 피해 실태와 복구 현황

4) 북한 농업생산기반 GIS 구축

- 농업 생산기반 실태 파악을 위한 기법
- 행정구역별 농업생산기반 정보

- 수계별 농업생산기반 정보
- GIS, RS에 의한 정보의 활용방안과 문제점

5) 북한의 산림과 산지의 개간실태 및 복구방안

- 북한의 산림 실태
- 북한의 지형 특성
- 북한의 산지개간 및 산지이용 실태
- 산림황폐지 복구 및 경사지 이용 계획

6) 수계별 농업생산기반정비방안

- 농업생산기반의 제문제점
- 수계별 농업용수체계의 문제점 및 정비방안
- 경지정리방안
- 간척사업방안
- 수리시설의 효율적 관리방안
- 농업생산기반 정비사업 투자계획

7) 통일 후 북한의 농업생산기반 정비 수요

- 통일 후 농업부문의 기본과제
- 통일 후 북한지역 식량수급 전망
- 통일 후 북한의 농업생산기반 단기 정비수요

8) DMZ 지역 내 시범적 농업생산기반 정비계획

- 시범농장사업의 필요성
- 시범지구 선정
- 후보지의 지형분석

- 시범지구의 인공위성 영상자료 분석
- 시범지구 농업생산기반 정비계획
- 용수이용계획
- 사업비 추정

나. 연차별 연구개발 목표와 내용

구 분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (1999-2000)	○북한농업의 특성과 성격분석	<ul style="list-style-type: none"> - 북한의 농업생산 여건과 현황 분석 - 북한의 농업기술 변화
	○북한의 농업생산기반 조성의 전개과정과 현황	<ul style="list-style-type: none"> - 생산기반 조성 과정과 농경지 피해 실태 - 시계열 자료에 의한 농지 및 산지 이용 현황 - 생산기반의 일반적 문제점 파악
	○북한의 농업생산기반(농지 및 산지) 파악을 위한 기초 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 연구자료(위성자료, 수치자료 등) 수집 - 지형도에 의한 행정구역별, 수계별 분류 - 토지피복 분류 예비시험 - 주제별 세부 연구지역 선정 및 예비 조사 - GIS를 이용한 수치지형 모델 설정 - 북한 전역의 강수량, 기온 등 농업기상자료 수입 및 분석 - 수문 해석 및 강우자료 정리 및 분석 - DMZ 지역내 시범지역 선정 및 기초조사
	○서해안 5대강 유역의 농지 기반 실태 및 이용현황 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 지형도에 의한 대동강, 예성강 유역의 수리시설 도상 조사 - 전작지 도상조사 - 서해안 수리시설 능력 검토 - 대표 유역의 수리시설 운영관리체계 파악

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2차 년도 (2000-2001)	<p>○북한의 농업 관련 제도</p> <p>○동·서해안 유역의 농지 기반 실태 및 이용현황 분석</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 북한의 농업정책 변화 - 북한의 농지제도 변천 - 북한의 농업생산기반 정비사업 관련 법규 및 추진절차 - 수문 해석용 강우자료 정리 및 분석 - 동·서해안 주요 하천 수리시설 계통도 수립 - 서해안 간척자원, 간척지 조성 및 이용실태 - 동·서해안 유역의 토지피복분류도 작성 - 동·서해안의 물자원 및 관배수 시설 현황 - 동·서해안의 농경지 이용, 농지정비 현황 및 수해 피해 실태 - 동·서해안의 산지 개발과 경사지 이용 실태 - 서해안 DMZ 지역에 대한 지형도 분석 및 인공위성 영상자료 분석
3차 년도 (2001-2002)	<p>○통일 후 남북한 농업의 역할과 목표 설정</p> <p>○동해안 4대강 유역 및 북한 전역의 농지 기반 실태 및 이용현황 분석</p> <p>○수계별 농업생산기반 정비 방안 제시</p> <p>○DMZ 지역내 농업기반 시범 정비방안 수립</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 남북한 농업의 역할 분담 목표 설정 - 통일 후의 남북한 식량 수급 전망과 목표 설정 - 통일 후의 단기 농업기반정비 수요 - 동해안 4대강 유역의 토지 피복분류도 작성 - 동해안 주요 하천 수리시설계통도 작성 - 북한 전역에 대한 토지피복 분류도 완성 - 북한의 행정구역별 토지피복 분류 항목 집계 - 수계별 농경지 이용 및 농지정비 현황 - 수계별 물자원 현황과 이용 실태 - 합리적 농지 이용계획 수립 - 간척지 개발 방안 - 수해복구를 위한 지원 방안 - 농지기반의 문제점 도출 - 수계별 농지 및 물자원 관리 방안 - 수계별 농업생산기반 정비방안 및 투자계획 수립 - 농지기반 정비 방안 - 농업수리시설 정비 계획 - 투자효과 및 투자소요 예산 - 남북한 시범농장 설치계획 수립

제3절 연구개발 결과

I. 북한 농업의 현황과 특성

1. 농업 관련 주변 환경의 변화

가. 국내외 여건 변화

1) 국제환경의 변화

한반도를 둘러싼 탈냉전기의 동북아 정세는 안보와 경제문제의 사안에 따라 주변국가들이 협력과 대립의 관계를 병행하여 자국의 이익을 우선적으로 추구하는 양상을 보여주고 있다. 미사일 방어체제를 둘러싼 미국과 중·러시아의 대립이 지속되는 한편 테러위협에 대비한 이들 국가의 협력체제는 북한에 대해서도 대량살상무기 확산 저지와 핵사찰에 대한 압력을 증가할 가능성이 높다. 또한 중국과 러시아는 경제성장을 위하여 미국과의 지속적인 교역확대를 희망하고 있어 국가간 경제협력은 더욱 활발해질 전망이다.

절대 강국으로 등장한 미국은 대테러 전쟁에 대한 이슬람 국가들의 비난을 피하기 위하여 비이슬람 테러국가에 대한 정치·외교적 압력을 가하며 미사일방어체제에 대한 정당성을 입증하기 위한 대상을 북한으로 지정할 가능성이 높다.

이러한 주변국가들의 변화에 따라 북한은 정치적 체제보강·군사력 강화를 지속적으로 추진할 것이며, 최근의 경제난과 식량난을 극복하기 위하여 식량조달과 외자유치에 의한 경제 개발 등 새로운 대외관계 형성을 확대할 것으로 예상된다.

2) 국내환경의 변화

1990년대 중반 이후 연속적인 홍수 또는 가뭄 등의 자연재해를 겪고 경제난과 식량난의 상호작용으로 식량의 대외 의존도가 매우 높아짐에 따라 '농업의 사회주의 완성'이라는

전통적인 농업부문의 목표가 '보다 실용적인 접근'으로 변화하고 있으며 이를 위한 정책적인 변화를 보이고 있다.

또한 외교관계에 대한 당국의 인식 전환으로 대외활동 강화에 주력하고 있으며 전통적인 우방과의 관계 복원을 통하여 사회주의 체제의 안정과 경제적 지원을 확보하는 한편, 유럽연합 국가들과의 수교확대를 통하여 경제적 협력관계를 유지하고, 특히 남한과는 관계 개선을 통한 경제협력관계 마련에 주력하고 있는 실정이다.

외국과의 경제활동에 있어서는 실리주의를 추구하는 한편 물질적 자극을 통하여 전통적 원칙을 벗어나려고 하고 있다. 또한 가공무역법, 갑문법, 저작권법 등의 제정을 통하여 대외 경제정책을 구체화하고 외교관계의 개선에 따른 실질적 경제 협력과 외자유치 및 기술 도입에 주력하고 있으며, 미국과 같은 비수교 국가와는 민간 채널을 이용하여 경제협력을 추진하고 있다.

나. 관련산업의 변화

1) 북한 산업 현황 및 구조

1990년대 이후 감소하기 시작한 대외 경제협력은 90년대 중반이후 극심해진 자연재해와 더불어 북한 경제 마이너스 성장의 주요 원인이 되었다. 그러나 1999년에 들어 국제사회의 지원확대로 북한 경제는 플러스 성장을 맞이하였고, 2000년도에는 기반 시설 강화노력에 따른 건설업의 두드러진 발전과 에너지 난 해소와 설비 보수 정비 등의 강화노력에 따른 광업의 두드러진 성장이 특징적이다.

농림어업의 경우 1998년과 1999년도에 플러스 성장을 이룩하였으나 2000년도에 들어 기상의 급격한 악화로 다시 마이너스 성장을 기록하였다.

그러나 이념에 따른 발전전략과 비효율적인 중앙계획에 의해 산업간의 불균형이 심화되고 대외 경제관계에 결함이 생기게 되어, 그 결과로 발생하는 만성적인 에너지 부족과 시설의 노후화는 제조업분야의 침체를 극복하는데 커다란 걸림돌로 작용하고 있다.

북한의 산업은 전반적인 기술수준 낙후, 설비 노후, 그리고 에너지 및 원자재 부족 등의

원인으로 말미암아 제조업 분야의 발전이 하락하고 농림어업, 광업 및 정부서비스의 비중이 상대적으로 크게 나타나고 있어 산업발전에 따른 구조의 고도화가 이루어지지 않았음을 보여주고 있다. 그러나 에너지난 해소 및 사회간접자본 확충을 위한 최근의 노력으로 광업, 전기업, 건설업의 상대적 비중이 증가 추세에 놓여 있다.

2000년 현재 산업발전의 전반적인 수준은 남한의 1960년대 후반과 유사한 실정이며, 특히 제조업 중에서도 중공업 우선 정책의 결과로 주민들의 생활과 직접 연결된 경공업에 비하여 중공업의 비중이 높은 편이다.

제조업은 2000년 현재 남한 생산 규모의 2.1%에 불과한 3조 3,500억 원을 생산하였으나 전반적인 에너지 및 원자재의 부족, 설비의 노후화, 부품 부족 등의 원인으로 공장의 설비 가동률은 20~30% 수준에 머무르고 있다. 최근 이러한 산업발전 저해요인의 제거를 위하여 에너지 및 원·부자재와 관련 있는 산업의 설비보수와 기술개선에 역점을 두고 있다. 또한 정보통신 관련산업에 대한 적극적인 투자 노력도 아끼지 않고 있는 실정이다.

2) 산업 발전의 장애요인

북한 산업의 발전을 방해하는 요인으로 폐쇄적인 자립경제노선의 추구, 사회주의 국가들의 봉괴로 인한 대외 무역량의 감소, 1960~1970년대 말 도입된 산업설비의 노후화, 전력 공급의 부족, 철도, 도로, 항만, 통신시설 등 전반적인 사회간접자본의 취약, 부문간 원활하지 못한 자원이동, 자본의 부족 등을 들 수 있다. 이러한 문제점들은 생산성을 낮추고 경제발전을 저하시키며 경제의 비효율성을 초래하였다.

2. 농업생산 현황

가. 북한의 자연환경 및 농업과의 연계성

북한은 122.764km²의 국토가 낭림산맥을 중심으로 동서로 나뉘어 있는데, 서쪽에는 큰 하천들이 많으며 이들 하천유역에 위치한 평야들은 북한 논 면적의 대부분을 차지하고 있

다. 한편 이 산맥의 동쪽과 백두산맥 사이에 위치한 10,000km² 개마고원은 임산자원이 풍부하고 초지가 넓게 조성되어있어 방목지와 고랭지 전작지로 알맞다. 전체면적 가운데 경사도가 5도 이하인 평야부는 19.6%에 불과하며 2,000m 이상에 분포하는 고지대도 전체면적의 0.26%에 달한다.

북한의 하천망은 대체로 고르게 분포되어 있으나 대부분 좁은 골짜기를 흐르며 경사가 급하여 농업용수 개발과 내수로로서의 이용이 어려운 상황이다. 그러나 서쪽으로 흐르는 하천은 대부분 경사가 완만하여 비교적 넓은 충적지를 형성한다.

고지대의 토양은 화산에서 분출된 모암에서 발달된 토양으로 부식층이 얇고 빗물에 유실되기 쉬운 결점을 가지고 있다. 또한 경지가 가능한 면적의 많은 부분(1,200,000ha)도 돌이 많은 산성토양이며 토양의 깊이가 얇고 부식질 함량이 낮아 작물재배를 위하여 많은 양의 퇴비가 요구되는 실정이다.

연평균 강수량이 1,000mm 내외로 남한의 81% 정도 수준이며, 연평균 강수량이 가장 많은 지역은 천천강 지역과 원산만 일대이다. 시베리아 대륙과 남태평양 해양성 기후대의 영향을 받아 대륙성 기후의 특성을 나타내는 북한의 기상은 지구의 온난화 현상으로 1990년대 들어 국지성 폭우와 한발의 발생빈도가 높게 나타나고 있다. 특히 2001년 주요 농업지역의 경우 1월에는 평균 강우량을 훨씬 웃도는 수준을 보이지만 2월과 3월에는 평년치 이하인 것으로 나타나 봄철 농업용수확보가 충분하지 못할 경우 농작물에 심각한 피해를 입을 우려가 있다.

지형적으로 표고가 높은 내륙지방과 해류의 영향을 받는 해안지역의 기온은 연평균기온의 편차가 높게 나타난다. 대부분 지역에서 10월에 시작하는 서리는 북부산간지역을 제외하고 4월 중에 끝난다. 지역에 따라 약간의 차이는 있지만 전체적으로 무상기일이 짧아 농업기술상 서리의 피해를 줄이기 위한 모판설치와 이식이 성행하고 있다.

그러나 일조시간은 평균 55.9%로 남한보다 높아 벼 생육에 유리한 조건을 갖추고 있다.

나. 농업생산 여건 변화

1) 정책적 변화

토지개혁, 농업협동화, 농업관리기구의 단일화, 농업생산의 집약화, 농업의 현대화, 농업생산의 과학화 단계 등을 통하여 사회주의 완성을 꾀하던 농업의 정책이 식량위기 발생으로 인하여 먹는 문제의 해결을 위한 정책으로 변화하게 되었다. 그리하여 식량난 타개를 위해 국제사회로부터의 지원을 획득하기 위한 노력을 경주하는 한편, 최근에는 주체농법을 과학농법으로 정의하며 1980년대이래 북한의 농업생산성 저하의 주원인이 된 집약농법을 정의에서 삭제하는 단계에 이르렀다. 그러나 이러한 정책적인 전환도 개혁을 통한 식량부족 해소보다는 기존제도의 수정을 통한 문제의 해결이란 점에서 한계를 나타내게 되었다.

2) 구조적 변화

제조업 생산의 상대적인 부진으로 국민 총생산에 대한 농업의 비중이 증가하게 되나, 전제적인 경제사정의 악화로 인한 영농 기자재와 원·부자재의 부족 및 에너지 부족, 그리고 집단 영농체제의 지속으로 인한 근로의욕 저하와 같은 생산 구조적인 한계로 증산노력은 이렇다할 성과를 거두지 못하고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 최근에는 모범적 생산단위에 대한 상훈 수여와 같은 인센티브부여로 생산활동을 유도하는 한편, 장기적인 농업구조개선을 위해 토지정리사업을 시행하여 영농의 기계화와 경작면적의 확대를 강구하고 있다.

다. 식량 수급 현황

계속되는 경제난과 식량난의 상호 작용으로 식량 수급의 대외 의존도가 상당히 높은 편이다. 곡물 생산량은 수요량에 비하여 300만 톤 이상 부족한 실정이며, 최소 영양공급을 기준으로 하더라도 150만 톤 이상의 불균형이 일어나고 있다. 그러나 이러한 문제는 경제난을 극복하여 원자재의 공급과 같은 구조적인 어려움이 해소되기 이전까지는 지속될 전망이다.

3. 북한 농업생산구조

가. 농경지 이용실태

북한의 논농사 면적은 1998년 현재 전체 경지면적의 29%에 해당하는 58.0~58.5만 ha에 이르며, 밭의 면적은 71% 수준인 140.7만 ha를 차지하고 있다. 지역별 벼농사면적 분포를 살펴보면 평안남북도와 황해남북도의 서부해안지역인 용천, 안주, 평양, 재령, 연백평야 등에 45만 ha가 분포하고 있어 전체면적의 약77.6%를 차지하고 있으며, 동해안 지역의 해안을 따라 수성, 어랑, 길주, 함흥, 영흥평야 등에 12.1만 ha(20.8%)가 분포하고, 북부 산간지역에 1.6%에 해당하는 0.9만 ha가 퍼져있다(4). 전체 경지면적은 남한과 비슷한 수준이나 일인당 경지면적은 약 833m²로 남한에 비하여 약 2배이다.

해발고도별 농경지의 분포를 살펴보면, 국토면적의 27.17%의 비율을 차지하는 100 m 이하에는 논이 집중되어 있고, 34.68%의 비율을 차지하는 100 ~ 400 m 고도에는 논과 밭이 공존하고 있다. 또한 밭이 분포하는 400~1000m의 면적은 국토면적의 25.26%를 차지한다.

나. 작물별 분포

지역별 벼 재배면적은 논농사 면적과 동일하며, 시도별 벼 재배면적은 1999년 당시 황해도가 148천ha로 전체면적의 25.5%를 차지하여 가장 많은 분포를 기록하였고 평안북도가 17.6%로 그 뒤를 잇고 있으며, 양강도는 불과 0.3%에 해당하는 2천ha의 벼 재배면적을 보유하고 있다. 단위 면적(ha) 당 평균 생산량은 2.5톤으로 남한 생산량 5.02톤의 50% 수준에 머무르고 있는데 그 이유는 비료, 농약, 석유와 같은 생산재의 절대적 부족과 영농조건에 상대적 불리함, 그리고 식량생산에 대한 인센티브 부족에 의한 의욕 부재 등을 들 수 있다.

밭작물별 재배분포면적을 살펴보면 근년에 이르기까지 옥수수의 재배면적이 65~70만 ha에 이르렀으나 연작의 어려움과 고온을 요구하는 재배여건의 문제점, 그리고 1998년부터 시작된 농업시책의 변화로 산간지방을 중심으로 재배면적이 줄어들어, 1999년에는 옥수수가 차지하는 면적이 불과 50만 ha에 이르렀다. 반면 이모작 확대를 통한 감자의 재배

면적은 4만 ha에서 17만 ha로 늘어났으며, 뒤를 이어 밀·보리 10만 ha, 콩 4만 ha(4) 등의 순서로 분포하고 있다.

과수의 경우 1960년대 말 20만 정보의 산지과수원을 조성하고 1967년도에 50만 톤의 과실 생산계획을 추진한 이후 산지과수원의 면적이 급속히 늘어났다. 최근 FAO(1999)의 자료에 따르면 총 재배면적이 162,500 ha에 이르며, 사과와 배의 재배분포면적이 6.8만 ha로 가장 많으며 복숭아 1.4만 ha, 배 1.26만 ha가 그 뒤를 잇고 있다.

표 1-1 과실 종류별 재배면적 및 비율

순위	과종	비율(%)	재배면적*(ha)
1	사과	0.580	68,000
2	배	0.107	12,600
3	복숭아	0.119	14,000
4	감	0.078	9,180
5	살구	0.039	4,570
6	자두	0.038	4,410
7	포도	0.014	1,590
8	대추	0.010	1,220
9	양앵두	0.007	810
10	기타	0.007	830
계		100	117,210

*: 사과, 배, 복숭아는 '99 FAO 자료를 이용한 것이며 나머지는 자료의 추정면적을 이용하였으므로 합계가 FAO의 발표와 차이를 나타내고 있음.

자료: 신동완 외, 2000, 남북한 농업기술 교류·협력방안 연구, 통일연구원

채소의 총 재배면적은 1999년 당시 남한의 74% 수준인 30.79만 ha에 이르나 생산량은 358.4만 톤으로 남한 수준의 약 33%에 불과하였다. 북한의 채소 가운데 배추가 4만 ha에서 재배되고있어 가장 많은 재배면적을 차지하고 있으며, 고추 2.2만 ha, 토마토 0.84 ha, 마늘 0.73만 ha에 재배가 이루어지고 있다. 무의 정확한 재배면적은 나타나있지 않으나, 1980년도 말에 발표된 자료(북한 농업연구회, 세미나 자료, 2000)에 의하면 배추보다 많은 것으로 나타나고 있다.

표 1-2 남북한 채소 재배면적 및 생산량 비교

종 류	재배면적(ha)		생산량(톤)	
	남 한	북 한	남 한	북 한
배 추	49,800	40,000	2,755,000	600,000
고 추	81,500	22,000	307,000	50,000
마 늘	42,416	7,300	383,778	70,000
가 지	9,000	4,200	15,000	40,000
토마토	3,900	8,400	188,000	60,000
수 박	36,700	5,000	881,000	100,000
오 이	7,894	5,000	408,417	60,000
호 박	7,701	8,000	194,598	80,000
양 파	16,131	6,500	935,828	75,000
참 외	10,412	9,000	296,664	100,000
합 계	414,077	307,900	10,832,000	3,584,000

자료: 신동완 외, 2000, 남북한 농업기술 교류·협력방안 연구, 통일연구원

다. 농업생산기반 현황과 문제점

6.25 전쟁으로 크게 파손된 기반시설 복구를 위하여 북한은 1953년 협동농장 체제를 도입하고 관개사업을 추진하여 식량증산을 위한 노력에 힘을 쏟았다. 계속해서 1964년도에 “사회주의 농촌문제에 관한 테제”를 발표하고 1971년도에는 농촌기술혁명사화운동을 제시하여 농업의 수리화, 농촌의 전기화, 기계화, 화학화에 노력을 기울였다. 식량증산을 위한 지속적인 정책의 일환으로 자연개조5대정책과 자연개조4대정책을 통하여 다락밭 건설, 간석지 개간, 토지정리, 토지 개량 사업 등을 통한 농경지 확보, 용수공급을 위한 갑문시설, 그리고 에너지 공급을 위한 수력발전소 건설에 주력하여 많은 성과를 이룩하였다. 1961년 당시 50만 ha에 불과하던 관개면적이 1997년에 146만 ha로 확장되어 292%의 증가를 보였으며 142만 ha의 경지면적은 199.2만 ha로 늘어나 40.3%의 증가를 나타내었다. 그 결과 식량생산이 18.4% 증가한 424만 톤을 생산하기에 이르렀다.

북한의 농업생산기반 확충에 대한 정책은 자연개조정책 이후에도 1989년에 실시한 2천

리 물길사업 등 용수공급과 농경지확보를 위한 노력이 계속되었다. 그러나 악화된 경제사정과 시설물의 구조적인 문제, 그리고 지형적 원인, 산지훼손, 다락밭 건설과 땀기밭 조성 등 자연적인 원인과 인위적인 원인이 동시에 작용하여 산사태나 표토유실을 유발하여 농경지 침수나 유실을 초래하는 하천범람의 원인을 제공하는 등 농업생산기반이 무리한 계획 아래 부실 시공되어 경제난과 자연재해에 대한 대응이 약한 구조를 띄고 있다.

표 1-3 자연개조 4대 정책

구 분	목 표	내 용
서해갑문	8km 방조제	- 대동강 유역 종합개발계획(1961) - 농·공업용수확보, 공업지대와 평야지대연결 육운개선 - 27억m ³ 의 물을 저장할 수 있는 하구담수호 축조
태천발전소	266만 kw	- 안주공업지대, 탄천지대 송전 - 농·공업용수확보(퇴수를 이용하여 간척지에 공급) - 총 266만kw
간척지 개간	300천 ha	- 1982~84 매년 30~40천ha 간척 - 1985년부터 매년 50천ha, 1988년완성
새 땅 찾기	200천 ha	- 산간지대, 아산, 철로변, 하천변, 수로변 등의 유휴지 및 웅덩이 개간 - 1군에 200ha 이상 계획목표

자료: 노건기 외, 2001, 북한의 농업생산기반에 관한 연구, 통일연구원

이와 같은 북한 농업생산 기반의 문제점에 대하여 수리시설을 중심으로 간단히 요약해보면 아래와 같다.

1) 양수장중심 관개체계

북한의 관개체계는 저수지중심의 자연급수체계로 되어 있는 남한과는 반대로 에너지소비가 많은 양수장 위주로 건설되어 있다. 양수장관개체계는 건설에 소비되는 초기투자비가 적게드는 장점이 있으나 시설가동에 필요한 전력에너지와 부품 등 유지관리비가 많이 드는 단점이 있다. 현재 북한은 경제난으로 인하여 전력발전시설 가동율이 저하됨으로써 전

력에너지존형인 양수장 가동이 어려움에 처해 있으며, 노후화 된 양수장 시설의 부품 부족으로 유지관리에 많은 문제점이 발생하고 있다.

2) 상호의존형 관개체계

북한 서부지역의 주요관개체계인 2천리물길체계, 개천-태성호물길체계 등은 수계와 수계를 상호 연결하는 유훈관개체계 또는 타하천 인수체계로 되어 있다. 2천리물길체계 구간에는 하천수를 저류지로 양수한 후 다시 양수관개하는 구간이 많으므로 현재와 같은 에너지부족으로 양수장의 가동이 어려울 경우에는 전체 관개시스템이 제 기능을 발휘할 수 없게 된다. 대형저수지가 자체유역에 의한 저수 형태가 아니고 타 유역 또는 타 하천의 물을 인수하여 저수하는 형태로 되어 있어 한발이 지속되는 경우 지역간 심각한 물분쟁이 야기될 수 있으며 또한 이러한 경우 적기저류가 불가능하므로 저수량이 고갈되어 사실상 관개 기능을 상실하게 된다.

3) 관개개발지구의 대형화

평남관개, 기양관개, 압록강관개 등 주요관개지구의 과대한 규모로 인하여 용수로의 길이가 길어지고, 이에 따른 용수공급이 비효율적으로 이루어지고 있다.

4) 시설물 안전성 및 내한능력 부족

북한은 지역특성상 산악지형이 많기 때문에 터널, 수로교, 잠관 등 구조물 구간이 많을 수밖에 없으며 또한 기후조건도 동절기가 길어 시공상 상대적으로 불리한 여건이다. 그리고 대부분 대형 토목공사는 전국적으로 동원된 주민, 군인, 학생 등의 노동력을 경쟁체제로 시행하고 있으며 무리한 계획에 의한 사업추진은 결국 부실공사로 이어져 구조물의 안전성이 떨어지게 되고 이로 말미암아 홍수, 해일 등 자연재해에 취약하게 된다. 대부분 시설이 내한능력 검토를 바탕으로 하는 설계시공이 아니라 통치목적에 따라 건설됨으로써 시설물이 적정용량을 갖추고 있지 못하는 것으로 추정되며, 이러한 현상은 최근 수년간 계속되고 있는 한발피해사례를 통하여 짐작해 볼 수 있다.

5) 시설물 유지관리 능력부족

경제난에 겹친 식량난으로 인한 유지관리 자원부족으로 관개시설물에 대하여 적절한 유지관리가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 수리시설물은 대부분 1950~60년대에 건설된 것으로 개수 및 보수를 필요로 하고 있는바 특히 양수장 기계장치와 파이프 등 부속품은 노후화 되어 제 기능을 다하지 못하고 있어 자체 제작한 부품을 임시방편으로 사용하고 있는 상황이다. 북한(FRDC)자료에 의하면 홍수피해로 교체를 요하는 양수장 파이프는 1999년 현재 총 880km에 달하고 있는데 이는 북한 전체 파이프양의 약46%에 해당하는 비율이다.

6) 재해복구 능력부족

경제난으로 인한 복구자원부족에 따라 지난 1995~96년의 재해로 유실된 제방과 농경지 또는 수리시설물 피해를 아직도 완전히 복구하지 못하고 있다. 1997년 이후 작은 자연재해에도 곧바로 수량감소로 이어지고 있는 현상은 재해복구가 신속히 이루어지지 못하고 있음을 반증해주는 것이라 볼 수 있다.

7) 전시적 사업추진

북한의 대부분 대형토목공사는 전문인력을 투입하여 충분한 검토를 거쳐 이루어지는 것이 아니라 정치적 명령에 의해 지역별로 할당한 인원 또는 군인, 학생 등을 동원하여 단기간 내에 경쟁적으로 시행되고 있다. 즉 “쌀은 공산주의”라는 구호를 내걸고 경제성을 전혀 고려하지 않은 사업추진을 하였으며, 그 과정에는 12단 양수(양정 230M)의 관개시설(남강-미루벌 수로)을 건설할 정도로 쌀 증산을 위해 매진했던 것으로 나타나고 있다.

8) 비자율적 유지관리체계

물관리 체계는 중앙 급수사령, 도 급수사령, 지구 책임급수사령, 군(시) 급수사령 등 군사조직과 유사한 조직으로 이루어져 있으며, 관개시설물 유지관리체계도 농업성 산하 저수지관리소, 도농촌경리위원회 산하 지구관개관리소, 군협동농장경영위원회 산하 군관개관리

소 등 행정계통조직으로 구성되어 있다. 북한의 협동농장경영에 내포하고 있는 여러 가지 제도적·체제적 비효율성 문제와 마찬가지로 이러한 농업생산기반시설물에 대한 유지관리 체계로는 시설물에 문제가 발생하였을 경우 농민이나 관련자 각자의 자발적 참여를 기대할 수 없다.

9) 벼 품종 저하

벼 품종특성 검증에 필요한 실험 기자재의 부족으로 품질 및 내재해성에 있어서 남한품종에 비해 중하위 수준이다.

10) 화학비료 생산능력 낙후

연료와 원료의 부족, 시설의 노후화, 부품부족 등의 원인으로 인하여 실질 생산량은 보고된 양에 비하여 떨어질 것으로 추정되며, 비료생산능력의 경우 성분량으로 환산할 경우 남한 생산능력의 절반 수준인 100만 톤 내외이다. 1998년 비료생산량은 47천 톤으로 가동률이 5%에 불과했으며, 1999년에 다소 증산되어 64천 톤을 생산하였으나 작물생산에 필요한 비료 40~45만 톤이 추가로 필요한 실정이다.

11) 비닐 등 농자재의 부족

북한은 작물 생육기간의 기온이 낮아 비닐피복효과가 크고 안정생산에 효과가 크나, 최근 원료를 수입할 여건이 없어 비닐 생산이 거의 중단된 상태여서 공급이 되지 못하는 실정이다. 그 결과 무피복 못자리로 인한 육묘가 늦어져 모내기가 지연되는 경우가 많다.

4. 농업기술 현황과 문제점

가. 농업기술수준

북한은 전체적으로 에너지와 화학원료에 대한 의존도가 높은 농업기술을 적용하여 최근 식량난의 원인이 되고 있다. 그럼에도 불구하고 이에 대한 의존도를 줄이기보다는 재배방

식과 다수확품종개발에 연구를 집중하고 있으며, 특히 벼와 옥수수 중심의 다수확품종 단순화와 단위면적 당 수확량 향상을 위한 밀식재배로 인하여 심각한 병충해의 피해를 초래하게 되었다.

1) 주체농법

식량의 증산을 위하여 경지면적의 확대와 함께 집약적인 영농기술을 추구할 수밖에 없는 상황에서 북한은 1970년대 초 기후풍토와 농작물의 생물학적 특성에 맞는 과학적인 농법과 현대기술에 바탕을 두어 농업생산을 고도로 집약하는 집약화농법인 주체농법을 창시하였다. 그 내용을 살펴보면 적지적작과 적기적작의 기본원칙 아래 기후에 따른 지대구분과 작물의 배치, 밀식재배 강조, 우량품종 육성, 지력배양 및 건묘생산, 과학적인 물관리와 시비체계, 병충해 예방, 잡초제거 등을 포함하고 있다.

2) 육종기술

내냉성이나 조숙성 품종을 육성하는 것을 목표로 하고 있으나 육종기술 수준은 그리 높지 않은 것으로 추측된다. 식량증산에 중점을 둔 벼의 장려품종은 각 도별, 지대별로 지정하고 있으며 육묘방식에 따라 적합한 품종을 장려하고 있다. 자식성 식량작물은 농업과학원 산하 육종연구소에서 계통육종법을 적용한 교잡육종을 하고 협동농장에서는 우량계통을 선발하는 분리육종을 병행하고 있다.

3) 재배기술

최근 주요작물의 육묘기술은 작물별 작형의 분화와 더불어 육묘재배를 권장하고 있다. 다수확을 위하여 1970년부터 20cm 이상 심경하도록 요구하고, 벼농사의 경우 평당 주수가 100~200주의 밀식을 권장하고 있다. 비배관리는 시비량과 토질에 따라 시비량을 조절하는데 중점을 두고 있으며 건묘육성과 조식재배를 목적으로 냉상묘대에 치중하고 있다.

사유농지가 인정되지 않는 상황에서 작업의 능률화는 전적으로 기계화에 의존하고 있다. 논농사의 문제점인 이앙 문제를 해결하기 위하여 쌀의 건전 직파재배를 추진하는 과정에

화학화를 도입하여 다수확 실현에 큰 관심을 기울이고 있다.

나. 주요작물의 농업기술비교 및 농업기술상의 문제점

1) 벼

남한의 기계이앙용 상자육묘 방식에 비해 북한은 비닐보온못자리를 사용하며, 1980년대 90%이상을 기계모내기예 의존하던 추세가 에너지의 부족과 노후화 된 기계의 부품부족 현상으로 인하여 최근에는 대부분 손모내기예 의존하고 있으며, 이앙기를 이용한 이앙구조 역시 비효율적이어서 높은 결주율을 나타내므로 성묘에 대한 손이앙을 주로 하고 있다(표 1-4). 또한 다수확을 위한 밀식재배로 평당 120~125주를 심어 남한의 평균보다 35~45주 정도 더 밀식하고 있다. 이러한 밀식재배는 토양의 영양부족 그리고 약제부족에 의한 심각한 병충해 문제로 대두되고 있으나, 제초제 부족으로 인하여 약제방제가 어려운 형편이다.

에너지부족으로 기계제초가 힘든 상황에서 제초작업 역시 인력을 이용한 제초가 대부분을 이루고 있다. 벼수확 및 탈곡에도 기계를 이용한 방식이 있으나 에너지 및 기계부품의 부족으로 대부분 인력에 의존하는 실태이다.

표 1-4 남북한 벼 재배기술 비교

구 분	남 한	북 한
품종	일반계 양질미 위주 78품종 - 용도 및 형질 다양	조생·다수성 위주 30여품종 - 수량 위주, 형질 간단
파종(이앙)	어린모 기계이앙, 직파	보온못자리, 큰모이앙
모내기방법	기계모내기(97%, 1998년)	대부분 손모내기
재식밀도	73~92주/평	120~125주/평
시비(N-P-K)	110-70-80kg/10a	140-0-80kg/10a
수확관리	생력기계화, 콤바인 탈곡	인력이용, 전기탈곡

자료: 권태진, 정정길, 1999, 북한의 농업기술 현황과 남북한 협력방안, 농존경제 .
신동완 외, 2000, 남북한 농업기술 교류·협력방안 연구, 통일연구원

2) 옥수수

논농사에 비하여 비중이 높은 밭농사는 옥수수를 중심으로 하고 있으며, 1970년대 중반부터 옥수수는 성수기를 앞당기고 입모상태를 좋게 하는 육묘이식 재배를 시행하고 있다. 그러나 육묘이식은 육묘재료와 관리노동력을 필요로 하므로 대규모 모종을 이식하는데 필요한 노동력 동원이 어려울 경우 적합하지 않은 단점을 가지고 있다. 또한 종자관리의 문제로 인하여 파종량이 남한에 비하여 높고 재식주수도 많은 밀식이 성행하고 있으나 화학비료가 부족하여 밀식으로 인한 수량성이 떨어지고 있는 실정이다.

표 1-5 남북한 옥수수 재배기술 비교

구 분	남 한	북 한
장려품종	용도별 8품종	종실용 위주 28품종
주요교잡종	수원19호, 찰옥1·2호, 수입 종자	화성1호 등, 공급량이 부족한 상태
파종방법	직파재배, 기계파종	영양단지 재배
파종량	20~25kg/ha	40~60kg/ha
재식밀도	55천본/ha	80~90천본/ha
시비(N-P-K)	180-150-150kg/ha	140-140-80kg/ha
제조,수확	제조제사용 및 기계수확	손작업 60%, 기계제조 30%

자료: 권태진, 정정길, “북한의 농업기술 현황과 남북한 협력방안,” 농촌경제 제22권 제4호, 1999.
신동완 외, 남북한 농업기술 교류·협력방안 연구, 통일연구원

옥수수에 대한 품종개량은 전담연구 기관을 두고 있어 지역별 품종육성과 재배기술이 상당한 수준으로 인정되나 행정기술조직상의 문제점과 종자의 품질을 유지할 수 있는 농자재의 공급이 원활하지 못하여 종자 공급량 부족이 심각한 상태이다. 최근 들어 연작에 문제가 있고 고온을 요구하는 옥수수의 재배는 산간지방에 불리한 점이 있어 감소하는 실정이며 감자를 포함하는 이모작 체계가 발달하고 있다.

3) 감자

옥수수에 비하여 재배기간이 짧은 감자는 관개용수도 비교적 적게 필요로 하며 북한의

기후나 재배 여건에 잘 맞아 춘궁기 식량난 해소에 실질적인 기여를 할 것으로 기대되었다. 남북한의 재배기술을 비교하면 <표 1-6>과 같다. 남한의 다양한 재배방법에 비하여 북한에서는 직파재배에 의존하고, 주로 간혼작형으로 재배된다. 평당 재식밀도는 25주이며 윤작을 실시하여 연작피해를 줄이려는 노력이 두드러진다. 국제기구의 평가에 의하면 평균 생산량이 10톤/ha에 불과하여 남한의 25톤/ha에 비하면 현저히 떨어진다.

이렇게 감자생산량이 낮은 이유는 품종의 수량 능력이 낮고, 역병 및 바이러스에 대한 저항력이 떨어지며, 재배기술의 부족과 농약 등 농자재의 부족, 우량 씨감자의 공급의 절대적 부족 등을 들 수 있다.

표 1-6 남북한 감자 재배기술 비교

구 분	남 한	북 한
품종	용도별 내병·다수성 7개 품종	식용위주 포태계통
재배방법	직파재배, 비닐멀칭재배, 하우스턴넬재배	직파재배
파종방법	기계파종, 인력파종	인력파종
재식밀도	45~55천주/ha	60~78천주/ha
시비량(kg/10a)		
-퇴비	2,000	- 400
-N-P-K	-춘작: 10-10-12 추작: 15-10-12 하작: 15-18-12	- 6-7-2
제초	제초제 위주	손제초 위주
병충해 방제	약제방제	부분적 약제방제
수확	기계수확, 인력수확 (2~12월 주년생산)	인력수확 (7~8월 하계 단기생산)

자료: 권태진, 정정길, "북한의 농업기술 현황과 남북한 협력방안," 농촌경제 제22권 제4호, 1999.

4) 과수

1960년대 말 산지과수원 조성확대계획의 결과 북한에는 경사지에 위치한 과수원이 많다. 이러한 산지과수원은 일반적으로 토심이 얇고 토성이 불량하며 기계화가 곤란하여 많은 관리노력을 필요로 한다. 또한 개인소유가 인정되지 않아 대규모 협동농장이나 국영농장으

로 운영되고 있어 생산의욕을 저하시키고 생산성과 품질관리에 지장을 초래하는 등 악영향을 미치고 있다. 최근에는 무기농약 대신 약초를 이용한 자가 농약의 사용이 늘어나 효과면에서 뒤떨어지고 나무의 생육에 지장을 초래하고 있다.

이러한 비료와 농약 등 생산자재의 부족과 운영체제의 문제는 생산성을 떨어뜨리는 주요 요인으로 작용하고 있다.

지역에 따라 새 품종이 재배되기도 하지만 전반적인 품종개량이 늦은데 그 이유는 품종개량으로 인한 공백 기간에 상납량을 채우지 못할 경우 연말 배당이 적어지기 때문에 품종개량을 피하고 있기 때문이다.

5) 채소

비료나 농약 등 생산자재의 부족과 한발의 피해로 최근 생산성이 매우 낮은 상태이다. 채소밭의 다모작 체계는 1년에 3그룹 심기와 4그룹 심기, 2년에 5그룹 심기 등의 다양한 체계의 활용이 활발하다. 잡종의 재배보다 고정종의 재배비율이 대체로 높은 실정이며, 생산성 향상을 위하여 채소분야 연구강화와 채종 및 종자보급 체계의 효율화가 요구된다. 또한 단경기 생산 및 품질향상을 위한 시설재배가 절실히 요구되나 현재에는 연구소나 시범농장에서 소량으로 재배되고 있는 실정이다.

6) 축산

1980년대 중반까지 양돈업과 양계산업 발전을 위하여 품종개량과 사육기술 확립에 주력하며 양계산물과 돈육의 생산을 위하여 대단위 공장을 설치하였다. 그러나 1990년대 들어 식량부족으로 사료사정이 매우 어려워졌으며 외화사정의 악화로 원료 사료의 수입도 불가능해지자 돼지와 닭의 증식을 억제하게 되었고, 1997년도부터 초식가축사육운동을 전개하여 유산양과 토끼의 생산에 주력하게 되었다. 또한 소 사육의 경우 쇠고기 생산이 주목적이지 아니라 부림소(역용우) 생산이 주목적으로 수익성이 낮으며, 집단사육 체제로 가축사육에 대한 의욕이 저조하여 생산성이 크게 떨어지고 있는 실정이다.

Ⅱ. 북한의 농업관련 제도와 정책

1. 농업정책의 변화

가. 농업생산관계의 사회화(1945~1958)

1) 토지개혁

북한에서 토지개혁은 해방 이전시기부터 반봉건(反封建)의 핵심과제로서 제기되었으며 사회주의 정권 수립 이후 1946년 토지개혁 법령이 공포되기까지 토지개혁의 내용과 방법에 대해서 수많은 논의가 진행되었다. 북한 토지개혁의 법적 근거인 「북조선 토지개혁에 대한 법령」은 ‘조선혁명의 진로(1930.6.30)’, ‘조국광복회 10대 강령(1936.5.5)’, ‘조선공산주의자들의 임무(1937.11.10)’ 등의 문건에서 제시되었던 토지강령에 근거하고 있다. 다만 이들 문건에서는 토지의 몰수대상으로서 일본국가 및 일본인 소유 그리고 매국적 친일분자 등을 규정하고 있을 뿐 조선인 지주에 대해서는 언급되지 않았다.

해방 전후를 기점으로 해서 토지개혁에 대한 논의는 내용에 있어서 차이를 보이고 있는데 토지몰수 대상으로서 조선인 지주가 추가되었다. 1945년까지만 해도 조선인 지주에 대해서는 민족반역자가 아닌 한 대지주의 토지라고 해서 이것을 몰수한다든가 혹은 소작료를 납부하지 않는다든가 하는 것은 옳지 않다는 입장이었다. 그러나 1946년 들어서는 조선인 지주를 토지개혁의 대상으로 명확히 하였고 몰수토지를 5정보 이상 소작주는 토지로 구체화하였다. 또한 토지개혁 이후 토지소유관계는 1945년 11.20~25일 동안 개최된 제1차 전국인민위원회대표자대회의 「토지농업문제에 대한 보고」에서 토지국유화가 제시되기도 하였으나 사유화 방식이 선호되었다.

당시의 북한 정권기관이었던 북조선임시인민위원회는 1946년 2월 28일부터 3월 3일까지 북조선농민연맹대표자대회를 개최하고 1946년 2월 30일 「토지문제에 대한 결의안」을 채택하여 토지개혁에 대한 기본방침, 토지몰수 대상, 몰수토지의 분배방법 등 토지개혁의 내용을 구체화하였다. 이를 토대로 1946년 3월 4일 북조선공산당 중앙조직위원회 제5차 확

대집행위원회에서는 토지개혁 법령에 대한 토론을 진행하고 「토지개혁을 실시할 데 대하여」를 발표하였다. 1946년 3월 5일 북조선임시인민위원회에 의해 정식 공포된 「북조선 토지개혁에 대한 법령」을 근거로 하여 추진된 북한 토지개혁은 불과 20여만에 신속하게 완료되었다.

한편 북한은 토지개혁 법령 이외에도 「토지개혁실시에 관한 임시조치법(1946.3.5)」, 「북조선 토지개혁법령 실시장정(1946.3.8)」, 「토지소유권 증명서교부에 관한 규칙(1946.5.20)」, 「농업협물세에 관한 결정(1946.6.27)」, 「관개시설관리령(1946.9.9, 북조선임시인민위원회 결정 제75호)」, 「토지개간법령(1946.11.1, 북조선임시인민위원회 결정 제88호)」 등을 순차적으로 제정하여 토지개혁의 원활한 추진과 토지개혁의 성과를 확고히 하였다.

표 2-1 토지개혁 이전의 토지소유 현황

단위: 정보

구 별	경 작 지			과수원	대지	기타	총면적	농가호수	
	밭	논	계						
물수 토지	·일본인국가 및 일본인단체	75,640	35,021	110,661	900	1,062	4,771	117,394	12,919
	·만족민역사·도주자 토지	6,291	6,100	12,391	127	754	53	13,325	1,366
	·5정보이상 소유한 자주토지	152,397	78,335	230,732	984	6,030	1,236	238,982	29,683
	·전부 소작주는 자의 토지	181,441	77,417	258,858	292	4,236	744	264,130	11,069
	·계속적으로 소작주던 토지	265,563	88,149	353,712	381	3,960	1,004	359,057	228,866
	·성단 승원 종교단체 토지	10,184	4,724	14,908	8	279	95	15,290	4,124
	물수토지 면 적	691,516	289,746	981,262	2,692	16,321	7,903	1,008,178	288,027
물수되지 않은 토지	647,845	112,075	759,920	21,695	25,687	4,618	811,920	311,586	
총 면 적	1,339,361	401,821	1,741,182	24,387	42,008	12,521	1,820,098	599,613	

자료: 한림대학교 아시아문화연구소, 『북한경제 통계자료집(1946, 1947, 1948)』, 한림대학교 출판부, 1994. p.135에서 인용

북한의 토지개혁은 기본방침, 토지몰수 대상, 추진과정에서 취한 계급정책 등에서 다른 사회주의국가들과는 다른 특징이 있다. 여기서는 농업협동화의 역사적 전제로서의 의미를 가지는 토지개혁의 내용 중 농업협동화와 밀접히 관련된 토지소유권에 대한 규정만을 살펴보기로 한다. 「북조선 토지개혁에 대한 법령」에서 주목되는 것은 제10조 ‘분여한 토지는

매매하지 못하며 소작주지 못하며 저당하지 못한다'는 규정이다. 이 조항은 토지개혁으로 인해 확립된 '근로농민적 토지소유'의 본질적 내용을 규정하는 조항에 해당한다. 이 규정에 따르면 '근로농민적 토지소유'는 사적소유에 기초한 토지소유형태이기는 하지만 자본주의의 성장가능성을 법적으로 차단함으로써 자본주의의 길이 아닌 사회주의의 길로 나가도록 강제하는 토지소유형태라고 할 수 있다.

표 2-2 토지개혁 이후의 토지소유 현황, 1946.3.31 현재

단위: 정보

구 별	경 작 지			과수원	대 지	기 타	총면적	농가호수	
	밭	논	계						
분 배 토 지	·고 용 자 에 게	7,905	4,734	12,639	37	427	-	13,103	14,071
	·토지없는 농민에게	414,333	182,075	596,408	35	14,030	975	611,448	443,934
	·토지적은 농민에게	229,904	91,523	321,427	55	8,135	356	329,973	329,376
	·이 주 한 지주에게	978	205	1,183	-	24	-	1,207	868
분배토지면적		653,120	278,537	931,657	127	22,616	1,331	955,731	788,249
·인민위원회의 공유지로된 토지		17,707	2,262	19,969	1,223	1,295	5,904	28,391	2,723
·분배하지 못한 휴한지		33,417	8,286	41,703	5	481	1,163	43,352	-
·분배받지 않은 자작농지		621,252	108,767	730,019	21,674	17,312	3,820	772,825	292,991
·학교 기타단체의 자경 토지		2,065	3,435	5,500	20	266	36	5,822	837
·공로자의 자경농지		150	66	216	1	10	-	227	417
·경작권을 농민에게 준 토지		16,736	3,398	20,134	1,381	105	25	21,645	25,010
총 면 적		1,327,711	401,353	1,729,064	23,050	41,980	12,254	1,806,348	1,085,117

자료: 한림대학교 아시아문화연구소, 『북한경제 통계 자료집(1946, 1947, 1948)』, 한림대학교출판부, 1994. p.135에서 인용

북한은 토지개혁 이후에는 토지소유권의 행사를 제한하여 토지의 집중과 소작제 부활을 방지할 목적으로 '경작권지제도'를 도입하였다. 이것은 토지개혁의 성과를 더욱 확고히 하기 위한 것으로 1950년 1월 7일 국유 또는 사유경지, 대지 및 잡종지에 대한 토지행정을 담은 내각결정 제3호 「토지행정에 관하여」라는 문건에서 분여경지, 개간지, 자작지, 경작권지를 분류함으로써 구체화되었다. 경작권지제도는 정당한 이유 없이 1년 이상 이농했을 경우 농경지를 국가가 소유하고, 토지를 분배받은 농민이 스스로 경작할 수 없을 때 그 토지를 지방인민위원회의 관리하에 두고 토지가 적은 농민에게 경작하도록 하는 것을 말하는 것으로 토지소유권 행사에 대한 또 다른 제한조치였다. 이와 같은 경작권지제도는 결과적으로

로 자본주의적 요소를 배제하고 국유지를 확대하여 농업협동화에 결정적으로 기여하였다.

2) 농업협동화

북한은 1953년 8월 5일 조선로동당 중앙위원회 제6차 전원회의의 보고 「모든 것을 전후 인민경제 복구발전을 위하여」를 통해 전후 경제복구과정에서 직면하고 있는 중요한 문제의 하나로 농업협동화를 제기하였다. 농업협동화 방침이 제시된 이후 농업협동조합이 활발하게 조직되는 가운데 조선로동당 중앙위원회는 1954년 1월 「농업협동경영의 조직문제에 대하여」라는 지시를 통해 농업협동조합의 조직운영상 제기되는 기본원칙들을 제시하였다. 이 문건에서 제시한 원칙들은 다음과 같다.

첫째, 농업생산관계의 인위적인 개혁으로서 위로부터의 변혁이라는 성격을 지니는 농업협동화는 시행과정에서 많은 오류가 나타날 수 있다고 지적하고 기본원칙으로서 행적적인 차원의 명령이나 강제가 아닌 자발성의 원칙을 강조하였다. 자발성의 원칙과 관련하여 염두에 둔 것은 '실물교육'과 '경험적 단계'의 설정이었다. 그러나 북한은 자발성의 원칙을 지킨다는 것이 결코 농업협동화를 자연발생성에 내맡긴다는 것을 의미하는 것이 아님을 분명히 하였다. 그리고 농민들이 소(小)소유자적 측면과 근로자적 측면을 다 가지고 있으며 소상품 경제형태는 농민들에게 오랜 세월 생활화되고 관습화된 뿌리깊은 사회경제적 기반임을 지적하면서 실물교육을 통해 농업협동화를 교양하는 방안을 제시하였다.

둘째, 농업협동화에서 제기되는 중요한 문제의 하나는 협동조합의 형태와 규모 및 생산수단의 통합방식으로서 이 문제의 해결에 적용된 원칙은 점진성의 원칙이었다. 조선로동당 중앙위원회는 1954년 1월 「농업협동경영의 조직문제에 대하여」라는 결정서를 통해 협동조합의 형태나 조직규모에서 각 지방의 구체적 실정과 농민들의 준비된 정도를 구체적으로 고려하여 낮은 것으로부터 높은 것으로, 작은 것으로부터 큰 것으로 점차 발전시킬 것을 강조하였다. 결정서는 농업협동조합을 '세 가지 형태'로 규정하고 농민들이 각각 자신의 경제상태나 의식상태에 맞게 자유롭게 선택할 수 있도록 하였다. 그리고 농민의 의지를 무시한 채 일시에 높은 형태의 조합을 조직하지 않도록 지도하였으며 기계적으로 낮은 형태의 조합부터 높은 형태의 조합까지 단계적으로 발전시키는 일이 없도록 하였다.

북한의 농업협동화는 그 전개과정으로 보아 크게 세 단계, 즉 경험적 단계, 대중적 단계 그리고 최종적 완성단계로 구분할 수 있다. 북한은 농업협동화를 추진하는 과정에서 경험적 단계에 커다란 의의를 부여하고 생산관계의 사회주의적 개혁이라는 심각하고 복잡한 사회경제적 변혁을 자체적인 경험없이 남의 경험이나 주관적 욕망만으로 시작할 수 없다는 판단아래 빈농과 선진적인 농민을 중심으로 지금까지 전통적으로 이루어져 왔던 품앗이 또는 부업협동조합을 토대로 각 군에 시범적으로 2-3개의 협동조합을 조직하여 농업협동화의 경험을 쌓도록 하였다. 지역적으로는 각 지방의 특성에 맞게 평야지대에서는 농업생산을 위주로 하는 협동조합을 조직하고, 산간과 해안지대에서는 이미 목축업과 어업 등 부업협동조합이 조직 운영되고 있던 것을 반농·반목축 및 반농·반어 협동조합으로 개편하여 운영함으로써 다양한 경험을 쌓을 수 있도록 하였다.

농업협동화는 1954년 11월 조선로동당 중앙위원회 전원회의를 계기로 경험적 단계에서 대중적 발전단계로 이행하였다. 농업협동화의 대중적 발전단계(1954년 말~1956년)에서는 경험적 단계와는 달리 당시 농촌에서 지배적인 농민층이었던 중농층이 빠른 속도로 협동조합에 가입하였다. 한편 북한은 이 단계에서 농업협동조합들을 질적으로 강화하기 위해 1955년 2월 조선로동당 중앙위원회 정치위원회에서 「농업협동조합들의 조직적 강화를 위한 제 대책에 관하여」라는 결정을 채택하였다. 그리고 같은 해 6월 조선로동당 중앙위원회 제4차 상무위원회에서는 농업협동조합의 양적 성장을 당분간 제한하고 조직된 조합들의 전면적인 정리 및 강화사업을 진행하도록 하는 결정서를 채택하였다.

표 2-3 농업협동화의 진행 추이

연 도	협동조합 총 계	협동조합에 가입한 농가		협동조합에 편입된 경지	
		호수	비율(%)	면적(천 정보)	비율(%)
1953	806	11,897	1.2	11	0.6
1954	10,098	332,662	31.8	576	30.9
1955	12,132	511,523	49.0	885	48.6
1956	15,825	864,837	80.9	1,397	77.9
1957	16,032	1,025,606	95.6	1,684	93.8
1958.11	3,843	1,055,015	100.0	1,791	100.0

자료: 조선로동당출판사, 『조선민주주의 인민공화국 인민경제발전 통계집 1946~1960』, 1961, p.61에서 인용

북한은 농업협동화의 경험적 단계와 대중적 단계에서 얻은 경험과 성과를 기초로 1956년 4월에 개최된 조선노동당 제3차 대회(1956.4.23~28)에서 채택된 「조선노동당 중앙위원회 사업총결보고에 대한 조선노동당 제3차 대회의 결정서」에서 ‘제1차 5개년 계획기(1957~61)’에 농업협동화를 최종적으로 완성한다는 과제를 제시하였다. 이로써 북한의 농업협동화운동은 대중적 발전단계에서 최종적 완성단계로 이행하게 되었다. 북한은 이 기간에 농업협동화가 더디게 진행되고 있던 도시근교(개성시, 평양시), 산간지대(양강도, 자강도) 그리고 신해방지구(황해남도, 개성시) 등을 중심으로 협동화를 지속적으로 추진하는 한편 그때까지 농업협동조합에 가입하지 않고 있던 부농을 대상으로 협동화를 추진하였다.

농업생산관계의 사회주의적 개혁을 의미하는 농업협동화가 1953년 8월을 기점으로 완성된 이후에도 북한농업의 물질·기술적 토대는 수공업적단계 혹은 매뉴팩처(manufacture)단계에 머물러 있었다. 이러한 조건에서 북한은 농촌기술혁명(4화)의 실현을 협동화 완성 이후의 중요한 해결과제로 제기하였다. 또한 농업협동조합의 관리·운영측면에서도 한 개 리내에 다수의 협동조합이 병존하고 동일한 구성원에 기초한 신용협동조합, 소비협동조합들이 농업생산협동조합을 단위로 하는 것이 아니라 리행정기관과 함께 리를 단위로 조직되어 있어서 농업생산의 지속적인 발전뿐만 아니라 경제활동 및 리행정실무에서도 중복과 낭비가 존재하여 농업협동조합들의 규모가 농업생산력의 성격에 적응하지 않게 되었다는 인식에 기초하여 1958년 10월 11일 「농업협동조합을 통합하여 그 규모를 확장할 데 대하여」라는 내각결정 제125호를 통해 북한 전역에서 농업협동조합통합사업을 진행하였다.

내각결정 125호는 농업협동조합의 리단위통합사업의 완료시한을 명시하여 농업협동조합을 리단위로 통합하는 사업은 1958년 10월 15일 부터 11월 20일 이전까지, 공동재산의 등록 및 이관사업은 12월 15일 까지 완료하도록 하고 결산분배사업은 12월 말까지 각각 완료하도록 명시하였다. 농업협동조합의 리단위 통합화는 리내의 다수의 농업협동조합을 리단위로 한 개의 농업협동조합으로 통합하고 리인민위원회 위원장이 농업협동조합관리위원장을 겸하도록 하고 있다. 농업협동조합의 리단위 통합은 1958년 10월부터 12월까지 비교적 짧은 시간에 완료되었다.

북한은 1959년 1월에 소집되었던 「전국농업협동조합대회」에서 사회주의적 농업협동화의

승리를 평가하고 이후의 발전에 대한 과제들을 제기하는 동시에 새로운 ‘농업협동조합기준 규약’을 채택하였다. ‘농업협동조합기준규약’은 농촌에서 사회주의 건설의 완성을 촉진하고 점차 공산주의 사회의 건설을 준비하는 목적으로부터 출발하고 있다. 그리고 생산수단에 대한 사회주의적 협동적 소유를 더욱 확대강화하여 소유관계를 국가적 소유로 발전시킬 것에 관한 문제를 특히 중요하게 규정하고 있다.

나. 경제개발계획과 농업정책의 변화

농업협동화의 완료로 농업부문에서 사회화가 완료된 이후 북한은 식량의 완전자급을 주요 농정목표로 설정하고 「우리나라 사회주의 농촌문제에 관한 테제」(1964.2.24)에서 제시된 사회주의 농업·농민문제의 해결 원칙인 기술혁명, 즉 4화(수리화, 화학화, 전기화, 기계화) 정책을 토대로 식량증산을 일관되게 추진하였다. 사회주의제도 확립 이후의 북한의 농업정책은 경제개발계획과 밀접한 관계를 맺고 있다. 해방 이후 1947년 ‘제1차 1개년 계획’, 1948년 ‘제2차 1개년 계획’, 1949~1950년 ‘2개년 인민경제계획’을 추진했던 북한은 1951~1953년 ‘한국전쟁기’를 거친 이후의 사회주의 발전 단계를 사회주의 건설기, 사회주의의 전면적 건설기, 사회주의의 완전승리를 앞당기기 위한 투쟁기, 사회주의 건설에서 새로운 양양을 일으키기 위한 투쟁기, 사회주의제도 보완기로 구분하였다.

북한이 추진한 경제개발계획은 이상에서 구분한 사회주의 발전 단계와 밀접히 관련되어 있으며 각 단계별 목표와 해결과제들은 그대로 경제개발계획에 포함되어 적극 추진되었다. 사회주의적 생산관계의 확립을 의미하는 사회주의 건설기는 전후복구 3개년 계획(1954~1956)과 5개년 계획(1957~1960; 1년 조기 완성) 기간이 포함되며, 사회주의의 전면적 건설기는 제1차 7개년 계획(1961~1970; 3년 연장) 기간에 해당한다. 또한 사회주의의 완전승리를 앞당기기 위한 투쟁기는 제1차 6개년 계획(1971~1976)과 완충기(1977)가 포함되며, 사회주의 건설에서 새로운 양양을 일으키기 위한 투쟁기는 제2차 7개년 계획(1978~1984)과 제3차 7개년 계획(1987~1993) 기간이 포함된다. 북한은 제3차 7개년 계획이 끝난 이후의 시기를 사회주의제도 보완기로 설정하고 제3차 7개년 계획의 보완을 위한 완충기(1994~1997) 계획을 발표한 이후 지금까지 경제개발계획을 발표하고 있지 않다. 사회주의권의 붕

괴로 경제난이 심각해진 1990년대 중반 이후 현재까지의 시기는 소위 고난의 행군 시기로 명명되고 있으며 경제회복을 위해 주력하고 있는 실정이다.

표 2-4 북한의 경제개발계획

연 도	경제개발계획	연 도	경제개발계획
1945 ~ 1946	정비기	1971 ~ 1976	6개년 계획
1947	제1차 1개년 계획	1977	완충기
1948	제2차 1개년 계획	1978 ~ 1984	제2차 7개년 계획
1949 ~ 1950	2개년 인민경제계획	1985	완충기
1951 ~ 1953	한국전쟁	1986	완충기
1954 ~ 1956	전후복구 3개년 계획	1987 ~ 1993	제3차 7개년 계획
1957 ~ 1960	5개년 계획(1년 조기 완성)	1994 ~ 1997	완충기
1961 ~ 1970	제1차 7개년 계획(3년 연장)	1998 ~ 현재	경제개발계획 미발표

1) 사회주의 건설기(1957-1960)

이 시기에는 전후복구 3개년 계획(1954~1956)에 이어 5개년 계획(1957~1960)이 추진되었다. 이 기간 중 경제계획의 기본목표는 생산수준을 한국전쟁 이전 수준으로 회복하고 사회주의 공업화의 기초를 확립하며 주민들의 의식주 문제를 해결하는 것이었다. 농업정책에서 가장 주목되는 것은 농업생산관계의 사회주의적 개혁이라고 할 수 있는 농업협동화를 추진한 것으로 농업협동화는 소유구조와 관계된 제도적 측면에서의 사회주의화 수행이었다.

2) 사회주의의 전면적 건설기(1961~1970)

이 시기는 제1차 7개년 계획이 수행된 기간으로 최초 3년(1961~1963), 나머지 4년(1964~1967) 그리고 계획 수행 미달에 따른 연장기간(1968~1970)으로 세분화된다. 이 시기에는 북한 농업정책의 이론적·실천적 기초인 「우리나라 사회주의 농촌문제에 관한 테제」(1964)가 발표되었으며 농정의 기본 목표는 위의 테제에서 제시한 농촌에서의 기술, 문화 및 사상의 3대혁명 추진, 농촌과 농업에 대한 도시와 공업의 지원 그리고 협동적 소유의

점차적인 전인민적(국가적) 소유로의 전환이었다. 테제는 농업부문에서 사회주의제도가 확립된 이후 향후 농정수행의 기본원칙, 기본방향, 실행방법 등을 구체적으로 제시한 실행지침서로써 의의를 갖는다.

이 시기는 농촌기술혁명인 4화의 적극적인 추진으로 기계화, 수리화, 화학화의 성과가 구체적으로 나타난 시기이며 북한농업이 가장 발전한 시기에 속한다. 또한 전문적인 농업지도관리체계를 비롯해 생산유인을 위한 인센티브제도 등 기본적인 농업제도를 확립한 시기로 이때 확립된 농업제도는 커다란 변화 없이 현재까지 유지되고 있다.

3) 사회주의의 완전승리를 앞당기기 위한 투쟁기(1971~1977)

이 시기는 제1차 6개년 계획(1971~1976)과 완충기(1977)가 포함된다. 이 시기는 경제전체적으로 공업화의 성과를 강화·발전시키고 기술혁신을 통해 사회주의의 물질적, 기술적 토대를 한층 확고히 하며 모든 경제부문에서 노동자들을 힘든 노동으로부터 해방시킨다는 방침을 기본과제로 설정하였다. 이 시기에 북한은 농업부문에서 수리화 사업을 중점적으로 추진하여 논과 밭의 수리화와 협동농장의 전기화를 완성하였다고 발표하였다. 수리화 사업과 함께 농경지를 효율적으로 이용하여 농업생산을 늘리기 위한 대책으로서 자연개조 5대 방침을 제시하고 이를 적극 추진하였다. 1976년 10월 노동당 중앙위원회 제5기 제12차 전원회의에서 ‘알곡 1,000만 톤 고지를 점령하기 위한 5대 자연개조사업’으로 확정된 이 방침은 ①40만ha에 달하는 발판개의 완성, ②15~20만ha의 다락밭 건설, ③토지정리와 토지개량사업, ④간석지 개발, ⑤치산치수사업을 그 내용으로 하고 있다.

4) 사회주의 건설에서 새로운 양양을 일으키기 위한 투쟁기(1978~1993)

이 시기는 제2차 7개년 계획(1978~1984)과 제3차 7개년 계획(1987~1993) 기간이 포함된다. 북한은 제2차 7개년 계획에서 경제의 주체화, 현대화, 과학화를 촉진하고 사회주의 경제의 토대를 일층 강화하는 것을 기본 목표로 설정하였다. 그러나 내외여건의 어려움으로 당초의 목표 달성이 어렵게 되자 1980년대에 달성할 ‘사회주의 경제건설 10대 전망목표’를 제시하였다. 10대 전망목표는 1989년을 목표연도로 곡물생산 1,500만 톤, 수산물생산

500만 톤, 화학비료생산 700만 톤, 간석지 30만ha 개간 등을 제시하였다.

북한은 1981년 10월 노동당 제6기 제4차 전원회의에서 식량확보를 위한 농경지의 확장을 더욱 더 강력하게 추진하기 위해 기존의 자연개조 5대 방침을 보다 구체화하고 현실화한 자연개조 4대 방침을 제시하였다. 이 방침은 ①30만ha의 간석지 개발 ②20만ha의 새땅 찾기, ③서해갭문 건설 ④태천발전소 건설을 주요 내용으로 하고 있다. 그러나 10대 전망 목표의 실현은 결국 실패로 끝났으며 농업부문에서도 경지면적 확대의 한계, 영농기술 개선의 애로, 자연재해 등으로 구체적 성과는 미미하였다.

5) 사회주의제도 보완기(1994-1997)

북한은 1993년에 끝난 제3차 7개년 계획의 목표달성이 실패로 끝나면서 그 이후 3년 동안을 완충기로 설정하였다. 이 시기는 북한의 경제난이 심화되는 시기으로써 경제회복을 위해 농업제일주의, 경공업제일주의, 무역제일주의 등 3대 제일주의를 표방하고 대외경제 개방정책을 추진하였다. 농업부문에서는 태제에서 제시된 협동적 소유의 전인민적 소유로의 전환을 강조하고 침체된 농업생산을 활성화하기 위해 농업생산에서 인센티브를 한층 강화한 새로운 분조관리제를 도입하였다.

다. 최근 북한의 농업정책

북한은 김일성 전 주석의 사후 김정일 국방위원장 시대를 맞으면서 농업정책에서 커다란 변화를 도모하였다. 김정일 국방위원장이 강조하는 실용주의 노선을 농업부문에서도 적극 받아들여 실질적으로 식량증산을 도모할 수 농정시책을 추진하고 있다. 북한은 과거 옥수수 중시의 식량증산 정책으로부터 감자증산 정책으로 전환하고 있다. 그리고 주체농법, 감자농사혁명, 종자혁명, 토지정리사업, 2모작(두벌농사), 적기적작·적지적작, 농촌경리의 종합적 기계화, 초식가축 중심의 축산업 발전, 복합미생물 비료의 적극적인 이용, 평야지대의 벼농사, 농촌지원사업, 과수업의 발전, 양어사업 등 총 13개의 이른바 '김정일이 제시한 농업정책'을 중점적으로 추진하고 있다. 특히 감자증산, 토지정리, 2모작 확대, 양어확대, 토끼·염소 등 초식가축 중심의 축산업 진흥에 주력하면서 식량난 해결을 도모하고 있다.

표 2-5 신년공동사설에 나타난 김정일 시대의 농정방향, 1999~2002

연도	경제전반	농정방향
1999	<ul style="list-style-type: none"> 경제건설은 강성대국 건설의 가장 주요한 과제로서 모든 부문에서 생산을 정상화하고 주민들의 생활안정 및 향상 도모 	<ul style="list-style-type: none"> 국가적인 차원에서 식량문제 해결 -감자농사혁명, 토지정리사업 추진 -적지적작·적기적작원칙에서 농업구조개선 -2모작 확대와 종자혁명의 계속적 추진
2000	<ul style="list-style-type: none"> 당의 경제정책을 관철하여 자력갱생의 원칙에서 자립적 민족경제 회복 모든 부문에서 경제적 실리를 추구하고 절약을 실천하며 생산물과 건설물의 질 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 주체농법 관철 -종자혁명·감자농사혁명 추진, 2모작확대, 초식가축 사육증대, 양어사업 전개 -토지정리와 산림조성을 비롯한 국토관리사업의 지속적 추진 -개천-태성호 관개수로공사의 추진
2001	<ul style="list-style-type: none"> 경제토대를 정비하고 경제전반을 현대적 기술로 개선 -대규모 수력발전소를 건설하여 전력생산 정상화, 석탄생산 증대 -금속공업의 설비 현대화를 통해 철강재 생산 활성화 -철도운수부문을 정비 보강하여 증가하는 수송수요 보장 경공업부문에서는 1차 소비품과 기초식품의 생산 증대 	<ul style="list-style-type: none"> 농업생산증대를 통한 주민생활수준 향상 -종자혁명·감자농사혁명의 지속적 추진 -2모작면적 확대, 현대적인 축산기지 건설 -메기를 비롯해 생산성이 높은 물고기 위주로 양어 확대 -황해남도 토지정리사업과 개천-태성호 관개수로공사를 비롯한 대자연개조사업의 적극적인 추진
2002	<ul style="list-style-type: none"> 사회주의 경제건설을 촉진하여 주민들의 생활수준 향상 -채취, 전력, 석탄, 금속공업과 철도운수부문에 경제활성화를 위한 돌파구마련 주민생활 향상과 관련된 문제들을 최우선적으로 해결 경제관리의 개선 및 완성 제도 제일주의 구현을 위해 과학기술과 교육사업 발전에 전 국가적인 관심 증대 	<ul style="list-style-type: none"> 당의 농업혁명방침을 관철하여 농업생산 증대 황해남도 토지정리사업과 개천-태성호 관개수로공사의 조속한 완료

최근 김정일 시대의 등장과 더불어 과거와 구별되는 농업정책의 추진으로 그동안 북한의 농업개혁 가능성을 높게 평가한 것이 사실이나 최근 채택(1998년 하반기에 제정된 것으로 추정)된 것으로 알려진 「농업법」6장 78조)은 계획경제체제를 계속해서 고수하겠다는 의지를 강하게 천명하고 있다. 「농업법」에는 협동경리의 국영경리로의 점차적인 전환(제1장), 농업지도·관리에서 기업적 방법의 적용(제6장), 작업반우대제·분조관리제 등 사회주의

분배원칙의 적용(제6장) 등 과거 '농촌테제'가 제시한 사회주의 농업·농촌문제 해결의 원칙과 방법들을 그대로 반영하고 있다. 이와 함께 협동적 소유의 전인민적 소유로의 전환을 추진하여 협동농장을 농업연합기업소, 국영농장, 종합농장으로 개편하는 등 사회주의적 생산관계를 강화하고 있다.

한편 북한은 1999년부터 대규모 토지정리사업(경지정리사업)과 함께 양수식 관개체계를 자연유하식(중력식)으로 교체하는 관개수로공사를 추진하고 있다. 1999년 봄에 30,000여ha의 강원도 토지정리사업을 마친데 이어 2000년 봄에는 55,786ha의 평안북도 토지정리사업을 완료하고 올해 봄에는 10만ha의 황해남도 토지정리사업을 완료하였다. 올해 후반기부터는 평안남도, 평양시, 남포시 등 3개 시·도의 3만ha를 대상으로 토지정리사업이 추진될 예정이다. 북한이 2000년 11월부터 추진하고 있는 총 연장 160km의 개천-태성호 관개수로공사는 OECD의 차관사업으로 추진되고 있는 것으로 알려져 있는데 평안남도, 평양시, 남포시 지역 99,000여ha의 농경지에 자연유하식으로 농업용수를 공급할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이 관개수로공사는 그동안 북한 관개체계의 문제점으로 지적된 에너지 다소비형 관개체계의 개선을 의미하는 것으로 의미 있는 정책 변화로 해석된다.

2. 농업관련 제도의 정비와 변화

가. 농업지도관리체계

1) 행정기관에 의한 행정지도체계의 형성

1958년 8월 농업협동화가 완료된 직후 10~12월 동안 진행된 농업협동조합의 리단위 통합사업의 완료는 곧 농업에 대한 지도관리체계가 형성되었음을 의미하는 것으로, 협동화 이전의 개인농 때와는 다르게 이제 생산조직으로서 협동조합이 지도의 대상이 되었다는 것을 말한다.¹⁾ 통합사업은 최하위 행정단위인 리를 단위로 하여 리내에 있는 협동조합들

1) 농업협동조합을 리단위로 통합한 것은 당시 개편된 행정체계와 관련이 있다. 북한은 1952년 11월 27일 조선민주주의인민공화국 내각 제24차 전원회의의 결론("지방행정 체계와 행정구역을 개편할 데 대하여")을 토대로 행정체계 및 행정구역을 개편하였다. 기존의 도, 시, 군, 면, 리의 행정체계에서 면을 없애고

을 한 개의 조합으로 통합하고 협동조합관리위원장이 리인민위원장의 직책을 겸임하는 원칙에서 진행되었다. 이것은 리단위로 재편된 협동조합이 경제단위(생산단위)인 동시에 행정단위가 되었음을 의미하며, 전문 농업지도기관에 의해서가 아니라 행정기관을 통해서 협동조합을 행정적으로 지도하는 방식의 농업 지도관리체계가 형성된 것이다. 다시 말해 농업성 → 도인민위원회 → 군인민위원회 → 리인민위원회(농업협동조합관리위원회) → 협동조합(작업반→분조)에 이르는 행정지도적 방식의 농업 지도관리체계가 마련된 것이다.

2) 전문 농업지도기관에 의한 기술지도체계의 형성

북한에서 사회주의 경제관리체계에 대한 개선은 1961년 11월 당 중앙위원회 제4기 제2차 전원회의를 통해서 구체화되었다. 농업부문에서의 새로운 지도관리체계의 도입은 기존의 행정지도적 지도관리체계를 통해 나타난 결함에 대한 비판으로부터 시작되었다. 주요 결함으로는 ①농업생산에 대한 기술적 지도의 부재, ②농업협동조합의 계획화사업에 대한 지원 미비, ③영농자재 공급체계의 미비 등이 지적되었다. 이러한 결함들 중에서 북한은 기술적 지도의 부재 문제를 가장 중요한 문제로 인식하였는데 협동조합의 관리·운영사업을 도와주고 농업생산을 기술적으로 지도할 수 있는 전문적인 농업지도관리기관의 필요성이 부각되었다. 그 결과 1961년 12월 22일 내각결정 제157호 「농업협동조합 경영위원회를 조직할 데 관하여」을 통해 군인민위원회로부터 농업경영에 대한 지도기능을 분리하여 군농업협동조합경영위원회라는 전문적인 농업지도관리기관을 신설하는 것을 주요 내용으로 하는 새로운 농업지도관리체계를 확립하였다.

내각결정 제157호에는 전문적인 농업지도관리기관으로 신설되는 군농업협동조합경영위원회의 임무와 기능이 규정되어 있다. 이에 따르면 주요 임무와 기능은 ①군내에 있는 농기계작업소(농기계임경소가 1959. 12. 4일 개칭됨), 농기계공장, 관개관리소, 자재공급소, 가축방역소 등의 직접 운영, ②협동조합의 계획사업에 대한 지도 및 지원, ③선진적인 농업생산기술도입 및 지도, ④협동조합의 재정부기·경영활동의 지도, ⑤농업생산에 필요한 농기

도, 군, 리의 체계로 개편하고 행정구역은 군을 세분하고 리의 규모를 확대하였으며 필요한 곳에 읍과 노동자구를 신설토록 하였다.

자재의 적시공급, ⑥군 전체의 농업발전계획의 작성, 농업기술혁명, 토지개간 및 정리, 농촌건설 사업의 체계적인 추진 등으로 규정되어 있다.

북한은 새로운 기구의 신설과 관련하여 군협동조합경영위원회, 군인민위원회, 리인민위원회, 협동조합간의 사업 대상 및 범위에 대해서 그 한계를 분명히 했다. 군농업협동조합경영위원회가 신설됨에 따라 군에서는 정권기관과 농업지도기관이 독립적으로 존재하게 된 반면, 리에서는 인민위원회와 협동조합관리위원회가 분리되지 않고 협동조합 관리위원장이 리인민위원장을 겸하고 있었다. 이러한 구조하에서 북한은 군인민위원회는 인민위원회 사업과 관련해서는 협동조합 관리위원장을 마음대로 상대하지 못하도록 하고 리인민위원회 서기장들을 상대하여 사업을 하도록 하고 군농업협동조합경영위원회만이 협동조합 관리위원장을 상대로 사업하도록 함으로써 사업의 한계를 명확히 하였다.

한편 군농업협동조합경영위원회의 신설에 이어 1962년 10월에는 도인민위원회에서 농업지도기능을 분리하여 도내의 농업생산에 대한 지도를 담당하는 도농업위원회를 신설하고 기존의 농업성이 담당하던 생산지도에 관한 기능을 이관하였다. 또한 같은 시기에 농업성을 집단적 합의체에 농업위원회로 개편하여 농업의 장래 발전과 관련된 기술적 문제의 연구에 전념하도록 하였다.²⁾ 이로써 중앙의 농업성으로부터 협동농장의 말단 생산조직인 분조에 이르는 통일적이고 단선적인 전문적 농업지도관리체계가 확립되었다.

나. 협동농장의 인센티브제도

1) 협동농장의 소득분배

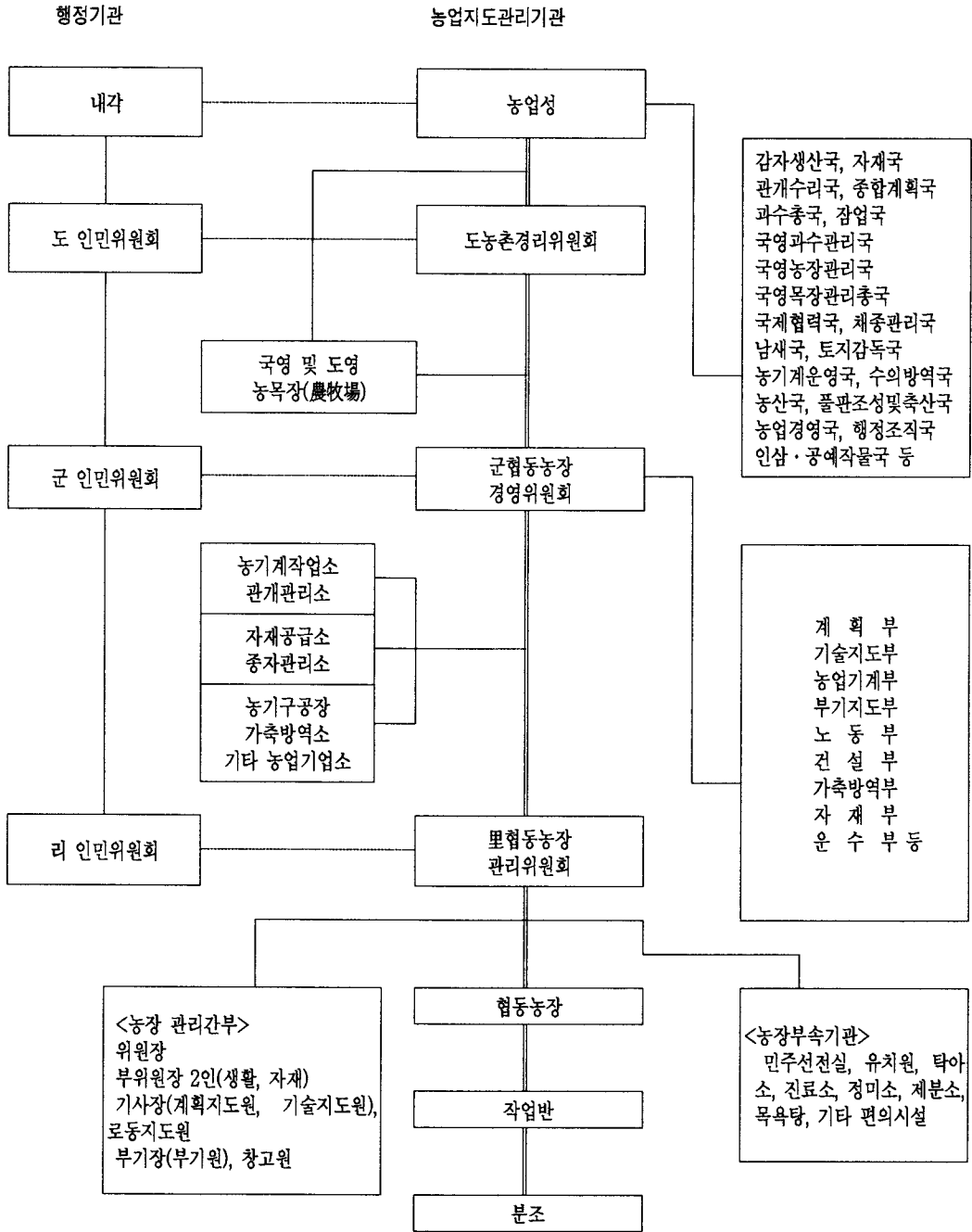
북한의 협동농장에서는 수확이 완료된 후 한 해 동안의 경영활동을 평가하고 수입을 분배하는 결산분배를 진행하는데 이를 위해 총수입과 지출을 계산하여 농장의 소득을 확정한다. 협동농장의 한 해 동안의 총수입은 현물 및 화폐 수입으로 구분된다. 현물수입은 당해연도에 생산된 생산물(농산물, 축산물, 과일 및 채소, 누에고치, 물고기, 부업생산물 등)

2) 이 시기에 협동조합은 협동농장으로, 군협동조합경영위원회는 군협동농장경영위원회로 협동조합관리위원회는 협동농장관리위원회로 개칭되었다. 군협동농장경영위원회는 이후 군농촌경영위원회로, 도농업위원회는 도농촌경영위원회로 개칭되어 현재에 이른다.

과 전년 이월 생산물로 구성된다. 한편 화폐수입은 당해연도 생산물 및 전년 이월 생산물의 판매수입, 봉사료수입, 기타수입으로 구성된다. 봉사료 수입은 협동농장이 관리 운영하는 정미소, 제분소, 국수공장, 제재소 등에서의 가공료 수입과 양복점, 이발소, 미용실, 목욕탕 등에서 얻는 수입이다. 기타 수입에는 고정재산의 처분 수입, 이동 영화상영 수입 등이 포함된다(변승호, 1999, p.29). 협동농장의 제일차적인 의무 가운데 하나는 국가수매과제를 이행하는 것으로 생산물의 판매수입에는 수매대금이 포함되어 있다. 국가에서는 농산물 및 농업부산물 등을 수매할 때 농산물수매가격을 적용하고 있다.

협동농장의 소득분배는 크게 두 부분으로 이루어진다. 협동농장 공동기금의 조성과 노동보수의 지불이 그것이다. 협동농장의 소득에서 가장 먼저 분배되는 것은 공동기금으로 소득의 20~30%를 차지한다. 협동농장의 공동기금을 조성하고 남은 부분에 대해서 개별농장원이 1년 동안 획득한 노동일에 따라 노동보수를 지불한다. 협동농장의 노동일 평가는 부문별(곡물, 축산, 관리원 및 작업반장)로 각기 다른 3가지 방법으로 실시된다.

그림 2-1 북한의 농업지도관리체계



자료 : 농협중앙회 조사부 해외협력실, 북한의 협동농장, 연구보고서 98-12, 1998.

북한 협동농장의 노동보수지불은 기본분배와 보충분배로 구분된다. 기본분배는 앞서 지정한 대로 협동농장의 소득이 확정된 상태에서 공동기금을 조성하고 남은 잔여부분에 대해서 개별농장원이 1년 동안 획득한 노동일수에 따라 노동보수를 지불하는 것으로 개별농장원의 기본분배액의 계산식은 다음과 같다.

<p>기본분배액 $W_i = D_i \times T_p / \sum D_f$</p> <p>$W_i$: i농장원 분배액</p> <p>$T_p$: 분배총량(총수입-생산비-공동기금)</p> <p>D_i: i농장원 노동일수</p> <p>$\sum D_f$: f농장 총노동일수</p>
--

보충분배는 분조 혹은 작업반단위로 부여된 생산계획을 초과 수행한 경우 초과한 양에 해당하는 만큼 분조원 혹은 작업반원에게 기본분배와 별도로 추가적으로 노동보수를 지불하는 것이다. 보충분배에서도 노동보수지불의 척도는 여전히 기본분배에서와 같이 구성원이 획득한 노동일수이다. 현재 북한 협동농장에서 적용되고 있는 작업반우대제와 분조관리제는 모두 보충분배형태로서 노동에 대한 인센티브제도이다.

북한 협동농장에 작업반우대제와 분조관리제가 도입되기 이전까지 보충분배는 '작업반에 부과된 생산계획을 초과 달성한 경우 그만큼 노동일을 가산해주고 달성하지 못한 경우 해당 작업반원들이 획득한 총 노동일의 10%까지 삭감'하는 방식이 적용되었다(농업협동조합 기준규약(잠정) 제39조). 그러나 이것은 기본분배의 결함을 부분적으로 보완하기 위한 것이었으며 농장원들의 생산의욕을 강하게 자극하는 유인 역할을 수행할 만큼 구체적이지는 못했다.

보충분배에서 분조관리제의 적용은 분조단위로 기본분배의 척도인 노동일을 재평가하는 것을 통해 이루어지며 분조원의 기본분배액을 결정하는 과정에서 작용한다. 이에 반해 작업반우대제는 협동농장의 소득에서 공동기금, 기본분배액을 제하고 남은 우대기금을 가지고 기본분배 외에 추가적으로 분배하는 노동보수지불형태이다.

2) 작업반우대제

작업반우대제는 1960년 2월 김일성의 평안남도 강서군 청산협동농장 현지도도를 계기로 농장원들의 물질적 관심을 보다 적극적으로 자극하기 위한 보충분배형태로 도입되었다. 작업반우대제는 작업반별로 부과된 생산계획 과제의 90%를 우대기준으로 설정하고 우대기준을 초과수행한 경우, 각자가 획득한 노동일에 따라서 보수를 지불하는 기본분배 외에 초과한 양에 해당하는 만큼 작업반원에게 추가로 노동보수를 지불하는 인센티브제도이다. 그러나 우대기준에 도달하지 못한 경우에는 기본분배뭇에서 5~15%를 공제하여 협동농장의 공동기금으로 적립하도록 하였다.

표 2-6 작업반우대제하의 노동보수지불

지 표	작업반 종류					
	I	II	III	IV	V	VI
· 총생산액(=계획수행율)	110	100	95	90	85	80
- 국가납부	10	10	10	10	10	10
- 생산비	35	35	35	35	35	35
- 공동기금	5	5	5	5	5	5
· 노동보수의 크기(v)	60	50	45	40	35	30
· 노동보수의 구성						
- 기본분배	40	40	40	40	40	40
- 보충분배	+20	+10	+5	0	-5	-10

자료: 홍달선, 『우리나라 농촌경리부문에서 물질적 관심의 원칙의 창조적 적용』, 과학원출판사, 1963. p.39의 표를 재구성

협동농장에서 우대기금의 분배는 일종의 상금지불의 성격을 띠기 때문에 우대계획을 수행하지 못한 작업반원들과 의무노동일을 채우지 못했거나 자급비료 생산과제를 수행하지 못한 농장원들에게는 우대제를 적용하지 않았다. 작업반의 노동일당 우대뭇은 작업반의 우대기금을 작업반의 총노동일로 나눈 값이며 이에 기초하여 분조의 우대뭇과 개별 농장원들의 우대뭇을 산출하였다.

작업반우대제는 우대기준이 국가의 계획과제보다 10% 낮게 설정되어 있는 점 때문에 협동농장 전체의 기본분배 총량은 이전보다 줄이는 반면 보충분배뭇은 늘리고 상한선을 제한하지 않는 방식으로 인센티브를 강화하였다. 생산계획과 우대기준의 차 혹은 생산계획

을 100% 수행한 경우의 분배액과 우대제 실시에 의한 기본분배액의 차를 n 이라 하고 생 산계획 100% 수행시의 분배액을 v 로 나타내면, 작업반우대제를 실시하는 경우 기본분배의 크기는 $v-n$, 계획수행시의 분배액에 대한 기본분배의 비율은 $1-(n/v)$, 기본분배의 감소율은 n/v 로 나타난다. 따라서 작업반우대제를 실시하는 경우 기본분배는 실시하지 않는 경우에 비해 n/v 의 비율로 감소한다.

결과적으로 작업반우대제의 실시로 협동농장의 기본분배기금의 총량은 이전의 ‘협동농장 총수입-생산비-공동기금’에서 ‘협동농장 총수입-생산비-공동기금-우대기금’으로 감소하였다. 작업반우대제가 적용되는 상태에서 개인분배액은 다음과 같은 계산식에 의해 구해진다.

<p>작업반우대제하의 개인분배액 $S = (D + Y) \times M$</p> <p>D: 기본분배기금/농장의 총노동일수</p> <p>Y(우대단위): 작업반 우대기금/작업반의 총노동일수</p> <p>M: 개별 농장원이 획득한 노동일수</p>

3) 분조관리제

분조관리제는 그동안 작업반 내부의 단순한 작업조직에 불과했던 분조를 협동농장의 노동조직 및 노동보수지불 단위로 자리매김하는 것으로서 노동조직과 노동보수지불체계의 개선을 목적으로 도입되었다.

먼저 노동보수지불체계의 개선 측면에서 살펴보기로 하자. 북한 협동농장에서는 분조관리제의 도입이전까지는 생산결과와 결부시켜 노동일을 재평가하는 것이 제도화되어 있지 않았다. 이로부터 작업반우대제하에서도 작업반원들은 계획과제를 초과수행하는 것보다 오로지 노동일수를 늘리는 것에만 관심을 보이는 경향이 존재하였다. 분조관리제는 이러한 경향을 극복하기 위한 시도로서 노동의 질을 분조단위로 생산성과에 의해서 측정하고 그것에 대응한 분배의 조절을 통해 농장원들의 물질적 관심을 자극하고자 하였다.

분조관리제는 노동지출과 분배의 사이에 시간적 괴리가 존재하는 농업생산의 특성을 고려하여 노동지출의 척도로 도입된 노동일이 그대로 노동보수지불의 척도로 이용되는 과정

에서 불가피하게 나타나는 평균주의적 요소를 배제하기 위한 시도이기도 하였다. 분조관리제는 지출노동력에 대한 노동일의 평가를 생산량에 의해서 재평가하는 것으로 노동일이 지니는 결함을 극복하고자 하였다.

다음은 노동조직의 개선 측면에서 분조관리제를 살펴보도록 하자. 분조관리제가 도입되기 이전까지 협동농장의 노동 및 생산의 기본단위는 작업반이었다. 작업반에는 일정한 토지, 역축, 농기구를 비롯한 각종 생산수단, 건물 및 시설이 고정되어 있었다. 그런데 작업반내 분업과 협업이 진전되면서 작업반에 대한 협동농장의 간부나 작업반장의 통제가 충분히 이루어지지 않고, 작업반원들의 노동지출을 정확히 평가하기가 어려워 노동 및 생산단위를 세분화할 필요성이 제기되었다. 또한 농업노동의 특성인 노동과정의 분산성, 노동결과의 장기성으로 인해 생산수단의 효과적 이용을 위한 책임제도의 필요성도 아울러 제기되었다(김일성종합대학출판사, 1985, pp.64~65).

이와 같은 문제의식에서 작업반보다는 규모가 작은 단위를 기초로 해서 생산을 조직하고 분배를 실시하고자 한 것이 분조관리제였다. 이것은 1965년 5월 11일 소위 '분조관리제의 고향'이라고 일컬어지는 강원도 회양군 포천협동농장에 대한 김일성의 현지지도 과정에서 처음 제시되었다. 김일성은 작업단위가 너무 클 경우 생산조직관리, 노동력관리, 농기구관리 등에서 불합리가 발생하게 되며 반대로 지나치게 작을 경우 기술혁명 수행에 지장을 주어 대규모 경영의 이점이 나타나지 않으므로 기존 작업반을 새로 개편하여 그 규모를 줄이는 것보다 분조를 개편(15~20명)하는 쪽이 합리적이라고 지적하였다(근로단체출판사, 1979, pp.93~95).

노동조직 측면에서 분조가 작업반의 결함을 극복할 수 있는 대안으로 제시된 이후 작업반우대제 존속하의 '분조도급제', 작업반우대제를 분조로 까지 단위를 나눈 '분조우대제', 분조보다도 더욱 단위를 나눈 '포전별 개인도급제' 등 다양한 형태가 실험되었다. 이러한 경험을 토대로 북한은 1965년 11월 15~17일에 열린 조선노동당 제4기 제12차 전원회의에서 시험적으로 실시된 여러 형태를 비교 검토하여 1966년부터 전국적으로 분조관리제(시행초기에는 분조도급제로 지칭되었음)를 도입하였다.

분조관리제는 작업반의 하부 단위인 분조(15~20명)에 일정한 면적의 토지와 노동력, 역

축 및 기타 생산수단을 고정시키고 분조 단위로 정보당 수확량 및 노동일 투하 계획을 부여한 후 결산 분배시 계획수행 정도에 따라 분조원들의 노동일을 재평가하고 이에 기초하여 노동보수를 지불하는 인센티브제도이다.

한편 분조관리제의 도입으로 작업반단계에서 우대기준에 미달한 경우 기본분배액을 삭감하지 않도록 하였는데 이것은 우대기준에 미달한 경우 분조단계에서 자동적으로 노동일의 삭감을 받기 때문이었다. 앞에서 언급한 바와 같이 보충분배형태인 분조관리제는 노동일의 재평가를 통해 기본분배몫을 결정하는 과정에서 작용한다. 협동농장에서 작업반우대제와 분조관리제가 시행되는 조건에서 기본분배의 절차와 방법은 <표 2-7>과 같다.

분조관리제는 1996년부터는 농민들의 물질적 관심을 보다 직접적으로 자극하는 형태로 개선되어 시행되고 있는 것으로 전해지고 있다. 새로운 분조관리제에서는 분조 규모를 대폭 축소(7~8명)하고 우대제를 적용하며, 생산계획을 하향조정하고 계획을 초과한 생산물에 대해서는 자유처분권이 허용되는 것으로 소개되었다. 새로운 분조관리제는 내용적으로 잔여원리에 따른 분배 원칙을 극복했거나 분권화의 진전을 통한 집단경영시스템의 청부시스템으로의 전환이 아니라는 점에서 개혁적인 요소는 적다. 그러나 초과생산의 경우 그 양에 해당하는 만큼 노동일을 가산하여 보상하던 기존 방식에 비해 현물로 분배하고 자유처분을 허용했다는 점에서 인센티브를 획기적으로 개선한 것으로 평가된다.

표 2-7 협동농장의 기본분배 절차와 방법

분배절차	내용 및 계산식
1. 기본분배기금 확정 ↓	협동농장 소득에서 공동기금, 우대기금을 제한 나머지 기금
2. 협동농장의 1노동일당 분배몫(D) ↓	$D = FP / N$ FP : 협동농장의 기본분배기금 N : 농장의 재평가된 총노동일수
3. 분조의 분배몫(B) ↓	$B = D \times Nb$ Nb : 분조의 재평가된 총노동일수
4. 분조의 1노동일당 분배몫(Db) ↓	$Db = B / Nb'$ Nb' : 분조의 재평가하지 않은 총노동일수
5. 개별농장원 기본분배몫(S)	$S = Db \times M$ M : 개별 농장원이 획득한 노동일수

자료: 장보인, 『조선에서의 농업협동경리의 지도관리문제에 대한 연구』(평양: 김일성종합대학출판사, 1986), pp.100~101 참조하여 필자 작성

이상에서 살펴본 북한 협동농장의 기본분배와 보충분배를 토대로 작업반우대제와 분조관리제가 적용되는 상태에서 농장원 개인분배몫의 결정은 다음과 같은 계산식에 의해 구해진다. 다만 여기서는 실제적인 도입여부가 불확실한 새로운 분조관리제는 고려하지 않았다. 만약 새로운 분조관리제를 고려한다면 생산계획을 초과한 생산물은 직접 현물로 분조원에게 분배하므로 기본분배과 보충분배의 결정과정에서 노동일의 재평가 절차는 소멸되고 작업반우대제하의 노동보수지불방식이 적용될 것으로 판단된다.

<p>작업반우대제 및 분조관리제하의 개인분배몫</p> $S' = (D' + Y') \times (M \times \alpha)$ <p>D: 기본분배기금/농장의 재평가된 총노동일수 Y': 기본분배기금/ 작업반의 재평가된 총노동일수 M: 개별 농장원이 획득한 노동일수 α(분조재평가계수) : (투하계획 노동일수/실제노동일수)×계획수행율</p>

4) 제도의 평가

사회주의 집단농장의 노동보수지불체계는 생산유인을 위한 인센티브의 강화 여부와 집단경영시스템의 분권화 진전여부의 두 가지 측면에서 비교해 볼 수 있다. 이들 두 측면은 본질적으로는 같은 내용으로서 인센티브의 강화는 곧 집단경영시스템의 분권화와 밀접한 관련이 있다. 사회주의 분배원칙인 ‘노동에 따른 분배’의 관철 측면에서 보면 소련, 중국 그리고 북한에서 집단화 완료 직후에 확립된 노동보수지불체계는 기본분배 외에 상금제와 전불제를 실시했다는 점에서 본질적으로 차이가 없었다.

사회주의에서 필연적인 요소로 규정된 노동에 대한 물질적 자극은 그 본질에 있어서 생산유인을 위한 인센티브의 강화라고 할 수 있으며 그것은 결국 노동보수지불체계를 통해 구현된다. 사회주의 국가에서 개별 농장원이 획득한 노동일에 따라 노동보수를 지불하는 노동보수지불체계는 ‘노동에 따른 분배’ 원칙이 관철되는 형태로서 가장 기본적인 물질적 자극형태였음은 앞서 지적한 바와 같다.

소련 콜호즈의 노동보수지불체계는 초기의 잔여원리에서 시작하여 몇 차례의 개혁조치로 생산의욕을 더욱 더 자극하는 형태로 개선되었으며 결국 임금제에 가까운 월 정액 보증지불제도로 변화하였다. 보증지불제도는 콜호즈의 채산성을 악화시키는 부작용이 뒤따랐지만 소득의 분배시 노동보수를 우선적으로 분배하였다는 점에서 소위 잔여원리를 극복한 형태로 평가되며 농장원들에게 실질적인 인센티브를 제공하였다. 그렇지만 최종 계산은 연말 결산시 개별 농장원이 획득한 노동일에 따라서 이루어졌다는 점에서 ‘노동에 따른 분배’ 원칙은 여전히 관철되고 있었다.

반면에 중국의 생산대에서는 초기의 잔여원리에 입각한 노동보수지불체계가 1978년 생산책임제가 도입되기 이전까지 변화없이 유지되었으며 이러한 경향은 북한의 협동농장에서도 동일하게 나타났다. 이런 점에서 중국과 북한의 노동보수지불체계는 인센티브의 강화라는 측면에서 보면 소련의 그것에 비해 물질적 자극이 현저히 약했다고 할 수 있다.

그러나 북한 협동농장의 노동보수지불체계는 소련과 중국의 그것과는 확연히 구별되는 특징이 있다. 잔여원리에 따른 노동보수의 지불이라는 기본 틀의 변화는 없었지만 사회주의 분배원칙인 ‘노동에 따른 분배’를 보다 엄격하고 정교하게 적용했다는 점과 개인분배몫의 증대는 반드시 집단(작업반과 분조)분배몫의 증대를 통해 실현되도록 함으로써 노동보수지불체계를 집단주의 의식을 강화하는 수단으로 활용한 점이 특징적이다.

1966년에 전면적으로 도입된 분조관리제는 노동일의 재평가 시스템으로서 노동의 질과 관련없이 노동일수의 확보에 치중하는 경향을 차단하기 위한 것으로 ‘노동의 양과 질에 따른 분배’라는 사회주의 분배원칙을 보다 철저히 관철한 형태였다. 특히 북한은 일반적으로 임금형태로 노동보수를 지불하는 국영농장과 농기계작업소에까지 ‘노동에 따른 분배’ 원칙을 관철하는 노동보수지불체계를 확립함으로써 소련과 중국의 그것에 비해 사회주의 분배원칙을 철저히 적용하고자 하였다.

북한의 작업반우대제는 기본분배의 총량을 줄이고 보충분배(우대기금)의 크기를 확대하는 형태로, 분조관리제는 노동일의 재평가를 통해 각각 인센티브를 강화했지만 개인분배몫의 증가는 반드시 집단분배몫의 증가를 통해 실현되도록 제한함으로써 실질적인 인센티브 효과를 제약하였다. 북한 농업부문의 인센티브제도인 보충분배형태는 작업반이나 분조를

단위로 하고 있고, 작업반 구성원 개개인의 노력에 의해 직접 규정되는 것이 아니라 작업반이나 분조 구성원 전원의 집단적 노력에 의해서만 실현되도록 하였다. 그리고 보충분배는 그 크기를 제한하지 않음으로써 '개인적인 물질적 관심'을 자극하지만 그 가능성은 '집단적 물질적 관심'을 통해 실현되도록 함으로써 '개인적 물질적 관심'이 '집단적인 물질적 관심'의 자극을 강화하는 수단으로 전화되도록 하였다.

한편 집단농장의 노동보수지불체계 개선과 관련하여 인센티브 강화의 또 다른 측면인 집단경영시스템의 분권화는 집단청부시스템의 도입으로 요약된다. 집단청부시스템의 도입은 궁극적으로 집단경영시스템을 전제로 하는 노동일에 따른 분배원칙이 관철되는 노동보수지불체계의 파기를 의미한다. 초기의 집단청부시스템에서는 여전히 노동일에 따른 분배원칙이 관철되지만 점차 계약된 물량을 제외한 생산물의 자유처분이 허용되는 단계에서는 더 이상 노동일에 따른 노동보수지불체계는 존재의미를 상실하게 되는 것이다.

중국은 집단화 초기부터 집권화의 정도가 약했던 농업제도의 특성상 분권화가 진전되었다. 3급소유관리제도의 정착으로 생산대가 기본 재산단위가 된 것은 분권화의 진전이었으며 불법적인 형태로 생산대 단위에서 청부시스템에 해당하는 책임생산제가 광범위하게 시행된 경험을 가지고 있었다. 이러한 전통을 토대로 1978년 생산책임제의 전면적인 허용은 다시 말하면 책임생산제의 부활을 의미하는 것이었다.

소련에서는 노동보수지불체계 자체의 개선이 두드러지게 나타났던 것과는 달리 분권화는 초기의 집권화 정도가 강했던 농업제도의 특성상 매우 느리게 진전되었다. 소련의 분권화 경향은 중국의 농업개혁의 영향을 받아 1980년대 들어 청부시스템이 도입되면서 빠른 속도로 진전되었다. 그러나 초기의 집단청부제나 가족청부제에서는 여전히 콜호즈 집행부의 간섭과 통제가 심해 그 효과가 나타나지 않았으며 임대청부제(아렌다)의 도입으로 비로소 그 효과가 나타났다.

중국과 소련에서의 분권화 경향은 소위 본격적인 체제 이행의 단계 이전에 자연스럽게 나타났다는 특징을 가지고 있다. 즉 역사적으로 사회주의 계획경제의 시장경제로의 이행은 농업부문에서 보면 집단경영시스템→분권화의 진전→급진적 개혁→계획경제시스템의 해체(청부시스템의 도입)→개인(가족)경영으로의 전환이라는 일련의 연속적인 과정을 겪었다.

이에 비해 북한의 협동농장에서는 분권화 경향이 진전되지 않은 특징을 가지고 있다. 북한은 1960년대 초에 전문적인 농업지도관리체계를 확립한 이래 현재까지도 집단경영시스템을 강화하는 방향에서 유지하고 있다. 최근에는 협동적 소유의 전인민적 소유로의 전환을 강조함으로써 오히려 집권화의 정도를 강화하고 있다.

3. 농업생산기반정비 관련 법규 및 사업 추진체계

가. 주요 법규

1) 「토지법」

북한의 농업생산기반정비사업은 기본적으로 국토의 개발과 이용 및 관리를 규제하는 포괄적 법률체계하에서 추진되고 있다. 국토의 개발과 이용 및 관리를 포괄적으로 규제하는 최초의 법률은 1977년 공포된 「토지법」이다. 북한은 농업생산의 집약화만으로는 식량증산 목표를 달성하는 것이 어렵다는 판단하에 1976년 10월 노동당 중앙위원회 제5기 제12차 전원회의에서 자연개조 5대 방침을 확정한 이후 1977년 4월 29일 「토지법」을 공포함으로써 국토개발의 법적 체계를 마련하였다. 「토지법」은 토지소유권에 대한 규정을 비롯해 국토건설총계획에 경지정리, 농지개량, 개간, 간척 등을 비롯해 산림의 조성, 물자원의 종합적 이용 및 관리대책, 공해예방 대책 등을 포괄적으로 포함함으로써 국토의 종합적 이용 및 관리에 관한 기본법으로 기능하게 되었다.

국토의 개발과 이용 및 관리를 포괄적으로 규정하는 최초의 법률로서 의의가 있는 「토지법」은 북한 토지관리의 기본법으로서 토지정책의 근거가 된다. 총 6장 80조로 이루어진 「토지법」은 토지소유권에 관한 규정(2장), 국토건설총계획(3장), 토지보호(4장), 토지건설(5장), 토지관리(6장) 등을 포괄적으로 규정하고 있다.

「토지법」은 제1장에서 ‘토지는 혁명의 고귀한 전취물’이라는 인식에 기초하여 토지개혁에서 이룩한 성과와 사회주의적 토지소유관계를 법적으로 고착시키고 발전시키며 국토를 보호개발하고 국가와 사회가 공동으로 이용하여 사회주의의 물질기술적 토대를 더욱 튼튼

히 하며 나라의 사회주의 건설을 적극 추진할 수 있도록 필요한 대책을 강구할 것을 규정하였다(4조). 그리고 토지보호, 토지건설 등 국토개발사업(자연개조사업)의 추진은 국토건설총계획에 따라 장기적인 전망하에 추진(5조) 하도록 함으로써 모든 토지에 대한 체계적이고 통일적인 관리체계를 확립하였다. 제1장에서는 특히 자립적 민족경제의 토대에 의거하여 국토를 개발하고 농업을 과학화, 현대화하며 토지를 개량하고 그 이용율을 높이기 위한 과학연구사업을 강화하고 여기에 필요한 인재양성을 규정(6조)함으로써 체계적인 농지의 관리 및 이용을 통해 농업생산의 증대를 도모하였다.

「토지법」에서는 토지를 이용목적에 따라 농업토지, 주민지구토지, 산림토지, 산업토지, 수역토지, 특수토지로 구분하고(7조) 토지의 관리와 이용에 대한 감독 통제를 각급 인민위원회와 정무원(현재의 내각) 및 행정위원회의 지도하에 국토관리기관이 통일적으로 수행하도록 규정하였다.

토지의 소유권과 관련하여 「토지법」은 제2장 토지소유권 규정에서 토지는 국가 및 협동단체의 소유로 규정(9조)하고 오직 국가만이 지배할 수 있으며 협동농장을 비롯한 기관, 기업소, 단체 등이 여러 방면으로 이용할 수 있다(13조)고 규정하였다. 협동농장을 포함한 협동단체 소유 토지는 구성원들의 자발적 의사에 따라 점차 전인민적 소유(국가적 소유)로 전환시킬 수 있다(12조)고 규정함으로써 협동적 소유의 대부분을 차지하고 있는 협동농장의 국영농장(종합농장)으로의 점진적인 전환을 모색하였다. 한편 협동농장원들의 텃밭 이용 규모를 20~30평으로 제한하고 있는 협동농장규약에 의거해 「토지법」에서도 텃밭 이용 규모를 동일한 수준에서 제한하였다.

「토지법」 제3장(국토건설총계획)에서는 국토건설총계획을 ‘국토를 인민경제발전과 인민들의 복리증진에 맞게 합리적으로 개발 이용하고 정리 미화하며 나라의 전반적 살림살이를 전망성있게 계획적으로 꾸려나가기 위한 국토건설의 통일적이며 전망적인 종합계획’이라고 규정하고, 국가는 나라의 부강과 인민생활 향상을 위해 국토건설총계획을 수립하고 이를 철저히 실현할 것을 규정하였다(14조). 「토지법」은 국토건설총계획의 전망 기간을 30~50년으로 설정(16조)하고 계획 수립시 지켜야 할 원칙의 하나로 “국토건설과 자원개발에서 농경지를 침범하지 말며 그것을 극력 아끼고 보호하도록 한다”고 규정(15조 1)함으로

써 제한된 경지면적으로 농업생산의 제약을 받고 있는 상황에서 가장 중요한 농업기반인 농지의 보호 의지를 강력히 천명하였다.

「토지법」에서는 국토건설총계획의 범위를 총 9개로 구분하여 제시하고 있는데 경지정리, 토지개량, 개간, 간척을 포함해서 저수지 건설, 물자원의 종합적 이용 대책을 포함함으로써 농업생산기반정비계획이 국토건설총계획에서 중요한 비중을 차지하고 있다. 한편 전국 국토건설총계획과 중요지구 국토건설총계획은 최고인민회의 또는 중앙인민위원회에서 지역 국토건설총계획은 도인민회의 또는 도인민위원회에서 승인하도록 규정하였다. 국토건설총계획에 포함되는 내용은 다음과 같다(17조).

- 혁명전적지, 혁명사적지를 잘 꾸리며 보호하기 위한 대책
- 토지를 정리, 개량하고 보호하며 새 땅을 얻어내며 건설지를 개간 이용하기 위한 방향과 대책
- 산림조성 방향과 보호 및 그 이용과 이로온 동식물을 보호하기 위한 대책
- 강하천, 호수, 저수지의 건설 및 정리 방향, 큰물피해를 막기 위한 시설물의 배치 및 물의 종합적 이용대책
- 교통운수, 전기, 체신망과 그 시설물의 합리적 배치
- 지하자원의 개별구역과 공업, 농업기업소들을 배치할 위치와 규모
- 도시와 마을, 휴양지, 요양지의 위치와 규모, 명승지, 천연기념물 및 문화 유적유물의 보호 대책
- 연안, 영해를 종합적으로 개별 이용하기 위한 방향과 연안을 아름답게 정리하며 수산자원을 보호하기 위한 대책
- 공해현상을 미리 막기 위한 대책

토지보호 사항을 규정한 「토지법」 제4장에서는 강·하천 정비 및 보호사업, 산림조성 및 보호사업을 특별히 중요한 토지보호사업으로 규정하고 국토관리기관과 농업지도기관, 토지이용기관이 국토건설총계획에 따라 토지보호사업을 책임지고 추진하도록 하였다(19조). 강·하천 정비사업은 개간사업과 병행하여 추진하되 큰 강, 주요 강 및 하천과 중소하천을

구분하여 각각 국토관리기관과 해당기관, 기업소, 협동농장이 담당하도록 규정(20조)하고 홍수피해가 심한 중요 산업지구, 주민거주지구, 농경지면적이 많은 지역부터 우선적으로 실시하도록 하였다(21조). 이와 함께 국토관리기관과 지방정권기관을 비롯한 해당 기관, 기업소, 협동농장은 해마다 국가가 정한 시기에 담당하고 있는 강 및 하천의 변동상황과 제방, 시설물의 상태 등을 구체적으로 조사하여 등록하고 대책을 수립하도록 하였다(22조).

4장에서는 또한 국토관리기관과 농업지도기관 및 지방행정기관이 강·하천의 종합적인 이용계획을 수립하여 물을 관개용수, 수력발전, 공업용수, 식수, 양어 등 다방면에 걸쳐 효과적으로 이용하도록 규정하였다(27조). 이와 함께 국토관리기관과 해당 기업소는 침수가 예상되는 지역에 배수시설을 완비하고 유지보수사업을 진행하도록 하는 한편(28조) 국영농장과 협동농장에서는 강기슭의 논밭머리에 버들을 심거나 돌담을 쌓고 산 경사지의 밭머리에는 우회수로를 건설하여 토지유실을 방지하도록 하였다(29조).

강·하천, 호수, 저수지와 제방을 비롯한 시설물 보호를 위해서는 국토관리기관이 필요한 곳에 보호구역을 지정할 수 있도록 하고 보호구역 안에서는 제방과 관련 시설물을 파손하거나 보호관리에 지장을 초래하는 행위를 금지(25조)하는 한편 오염된 물이나 유독성분이 함유된 물질을 정화하지 않고 흘려보내는 행위, 오물투기 행위도 금지하였다(26조).

「토지법」 제5장 ‘토지건설’에서는 경지정리와 개간, 간척 등 생산기반확충사업 뿐만 아니라 저수지건설, 지하수개발 등 농업용수개발사업을 포함하여 농업생산기반정비사업 내용을 포괄적으로 규정하였다. 토지건설사업은 국토관리기관과 농업지도기관을 비롯한 해당 기관, 협동농장, 기업소, 단체 등이 국토건설총계획에 따라 계획적으로 진행하도록 하고(43조) 국가에서는 이미 완성된 논 관개체계를 더욱 확고하게 발전시키는 동시에 밭 관개체계도 조속히 완성할 것을 명시하였다(44조). 제5장에서 명시한 토지건설사업의 주요 내용은 아래와 같다.

- 저수지 건설, 제방 보강공사, 지하수 개발, 관개시설 보수공사(45조)
- 연차별 토지정리 계획과 설계에 따라 토지정리사업 추진(46조)
- 토지정리과정에서 건물과 시설물을 산기슭으로 옮기고 필요없는 논두렁과 밭취둑을 없애 논과 밭의 규모화를 추진하고 이에 맞게 관개수로, 배수로, 농로 건설(47조)

- 토지의 비옥도 및 토양층 분석사업과 토양조사사업을 정기적으로 실시하고 필지별 토층표본과 토양분석표, 토지대장을 갖추고 과학기술적으로 토지개량(48조)
- 비탈진 밭을 다락밭으로 건설하고 반드시 관배수체계 확립(49조)
- 간척을 통한 경지의 외연적 확장, 내부 개답공사 조속히 완료(50조)
- 농경지와 염전이 해일피해를 입지 않도록 해당 지역의 특성에 맞게 해안방조제 건설하고 일상적으로 보수보강사업 추진(51조)

「토지법」 제6장 ‘토지관리’에서는 토지를 이용목적에 따라 농업토지, 주민지구토지, 산림토지, 산업토지, 수역토지, 특수토지로 구분한데(7조) 기초하여 각 토지의 의미와 이들 토지에 대한 관리주체 및 내용을 규정하였다. 이 가운데 농업토지는 ‘오직 경작할 수 있는 토지’로 규정하고 관리는 농업지도기관과 그것을 이용하는 해당 협동농장 및 기관, 기업소, 단체가 하도록 하였다(64조).

표 2-8 토지법의 주요 내용

구 분	제 목	내 용
제1장 (1~8조)	기본성격	<ul style="list-style-type: none"> · 토지개혁, 토지소유 관계를 법제화로 고착 · 토지를 농업, 주민지구, 산림, 산업, 수역, 특수용으로 분류 · 토지에 대한 감독 통제는 각급 인민위원회, 정무원, 행정위원회 지도하에 국토관리기관이 실시
제2장 (9~13조)	토지소유권	<ul style="list-style-type: none"> · 토지는 국가 및 협동단체의 소유로 하고 매매 및 개인소유는 불가 - 국가토지: 전체 인민소유 - 협동단체: 협동경리단체 소유 · 협동단체 소유를 점차적으로 전인민적 소유로 전환 · 텃밭 이용은 매농가 호당 20-30평으로 제한
제3장 (14~18조)	국토건설 총계획	<ul style="list-style-type: none"> · 인민경제발전 및 복리 증진에 적합토록 개발 이용 - 농경지 보호 및 침범방지 - 도시건설은 소도시 형태로 많이 건설 · 국토건설 총계획 기간을 30-50년으로 설정 · 국토건설총계획은 최고인민회의 또는 중앙 인민위원회, 지역계획은 도 인민위원회 및 도 회의에서 승인
제5장 (43~62조)	토지건설	<ul style="list-style-type: none"> · 전담 관개체계 완성 - 저수지 건설 및 지하수 개발 · 토지정리 및 개량 · 농경지 면적 확대(다락밭 건설, 간석지 개간) · 도로를 고속도로 및 1-6급으로 구분, 포장촉진 · 수상 운수기지 건설 추진
제6장 (63~80조)	토지관리	<ul style="list-style-type: none"> · 농토의 최대 이용 · 산업부지 및 시설물용지 필요 이상 면적 제한 · 전 토지의 등록 및 감독통제 강화 - 토지문건 비치 및 보관

농업토지의 이용에 대해서는 매우 엄격한 관리 규정을 두었는데 논밭을 허가 없이 묵이거나 버리지 않도록 규정하고 만약 논밭을 묵이거나 버릴 때 그리고 농업생산 이외의 용도로 이용하고자 할 경우에는 그 규모와 대상에 따라 해당 국토관리기관의 동의를 받은 다음 중앙농업지도기관(현재의 농업성) 또는 정무원(현재의 내각)의 승인을 받도록 했다(65조). 농업토지를 농업생산 이외의 용도로 이용하고자 할 때는 그 이용면적에 대해서 토지이용허가를 받도록 하고 만약 더 이상 이용하지 않을 경우에는 이용주체가 파종기 전까지 원래의 논밭으로 정리하여 해당 농장에 인도하도록 했다(66조). 또한 기관, 기업소, 단체 등이 논밭을 부업지로 이용하려고 할 경우에는 정무원의 승인을 받도록 하고 지목을 전환하려고 할 경우에는 중앙농업지도기관의 허가를 받도록 했으며(67조) 협동농장이 논과 밭을 바꾸어 이용하고자 하는 경우에는 해당 상급 농업지도기관의 허가를 받도록 했다(68조).

「토지법」에서는 강·하천, 호수, 저수지, 관개수로 등이 차지하는 토지는 수역토지로 분류하고 그 대상에 따라 국토관리기관 또는 농업지도기관이 관리하도록 했다(74조). 수역토지를 개발하거나 이용할 경우, 시설물을 설치하고자 할 경우 해당 기관, 기업소, 단체는 대상에 따라 정무원 또는 국토관리기관의 허가를 받도록 했다(74조).

2) 「국토계획법」

김일성 사후 김정일 시대가 전개된 상황에서 지난 3월 개최된 최고인민회의의 제10기 5차 회의(3.27~29)에서 채택된 「국토계획법」은 1977년 공포된 「토지법」 제3장 ‘국토건설총계획’에서 부분적으로 언급되었던 국토계획 규정을 새롭게 보완 정비하여 독립적인 법률체계를 갖춘 것으로 국토계획사업을 더욱 개선 강화하기 위하여 국토의 개발과 이용 및 관리를 포괄적으로 규제하는 기본법으로서의 성격을 지닌다.

「국토계획법」은 총 5장 41조로 구성되어 있으며 국토계획의 작성(2장), 비준(3장), 실행(4장) 그리고 국토계획사업에 대한 지도 통제(5장)의 내용을 규정하고 있다. 제1장 ‘국토계획법의 기본’에는 법의 사명과 국토계획의 본질, 국토계획사업을 개선 강화하는데 있어서 제기되는 제반 원칙들을 규정하였다. 제1장에서는 우선 국토계획의 작성과 비준, 실행에서

제도와 질서를 엄격히 세워 국토관리를 계획적으로 수행하는데 이바지하는 것을 법의 사명으로 규정하였다(1조). 「국토계획법」은 다음으로 국토계획의 본질에 대해서 ‘국토와 자원, 환경의 관리에 대한 통일적이며 종합적인 전망계획’이라고 개념 정의하고 국토계획을 전국국토건설총계획, 중요지구 국토건설총계획, 도(직할시) 국토건설총계획, 시(구역)·군 국토건설총계획으로 구분하였다(2조). 중요지구 국토건설총계획은 새롭게 공업지구, 수리동력지구, 농업지구, 도시지구, 관광지구, 특별경제지구 등을 개발하기 위해 지정된 지역에 대한 국토종합개발계획이다.

제2장에서는 국토계획의 작성 주체, 계획 작성시 지켜야 할 원칙과 준수해야 할 사항 등 국토계획 작성과 관련된 제반 내용을 규정하고 있다. 먼저 계획 작성 주체로는 전국국토건설총계획, 중요지구 국토건설총계획의 경우 중앙국토환경보호지도기관이 담당하고, 도(직할시) 국토건설총계획, 시(구역)·군 국토건설총계획은 도(직할시) 국토환경보호기관이 담당하도록 했다(10조). 다음으로 국토계획의 작성과정에서 지켜야할 원칙으로 농경지를 침범하지 말 것, 도시규모를 너무 크게 하지 말 것, 해당지역의 기후 풍토를 고려할 것, 경제발전 전망과 실리를 고려할 것, 국방상의 요구를 고려할 것, 환경을 파괴하지 말 것 등 6가지 원칙을 제시하고, 국토계획의 전망기간을 50년으로 설정하였다(11, 12조). 한편 국토환경보호기관이 작성하는 국토계획의 초안에는 국토개발전략, 혁명전적지와 혁명사적지의 보호, 농경지와 산림 하천 호수 바다의 이용, 자원개발, 도시와 마을의 형성, 휴양지구개발, 상업지구와 하부구조의 건설, 자연환경의 조성보호, 국토정리와 미화사업 등이 반영되도록 규정하였다(16조).

제3장에서는 국토계획의 비준 절차를 규정하고 있다. 국토환경보호기관이 작성한 전국국토건설총계획과 중요지구 국토건설총계획을 내각에, 도(직할시) 국토건설총계획과 시(구역)·군 국토건설총계획은 도(직할시) 인민위원회에 제출하고 각각 최고인민회의와 도(직할시) 인민회의의 심의와 승인을 통해 받도록 했다(18~21조). 국토환경보호기관은 비준된 국토계획을 1개월 내에 국가계획기관, 국가건설감독기관, 지방정권기관으로 비롯한 해당 기관, 기업소, 단체에 내려보내도록 했다(22조).

국토계획의 실행 절차를 규정하고 있는 제4장에서는 국토계획을 대자연개조사업(大自然

改造事業)으로 규정한 가운데 국토관리를 담당하는 국토환경보호기관과 해당 기관, 기업소, 단체는 반드시 국토계획에 의거하여 국토개발사업을 추진하도록 규정하였다(23조). 국토계획의 실행은 먼저 작성된 국토계획초안을 시달받은 기관, 기업소, 단체 등이 당면과제와 전망과제를 구분하여 확정하고 연차별 수행과제와 과제별 우선순위를 정하여 국토환경보호기관과 합의하여 기술과제와 건설총계획을 작성하도록 하였다(24~25조). 한편 국토를 건설하거나 자원을 개발하려는 기관, 기업소, 단체는 부지조사, 환경영향평가보고서 등을 첨부하여 국토환경보호기관에 신청서를 제출하고 국토환경보호기관은 제출된 신청서에 대해 지체없이 검토한 후 승인하거나 부결하도록 하고 승인하는 경우 건설위치 지정서 또는 국토개발승인서를 발급하도록 했다(26~27조).

국토건설 혹은 자원개발을 승인받은 건설주, 기관, 기업소, 단체에서는 국토환경보호기관이 발급한 건설위치 지정서 또는 국토개발승인서에 근거하여 건설명시, 건설허가, 토지이용허가, 자금지출허가 등을 받아 사업을 추진하되 사업 추진 상황을 국토환경보호기관에 보고하고 내각과 국토환경보호기관은 국토계획의 수행 상황을 점검하도록 하였다(29~32조). 만약 정해진 기간에 사업을 착수하지 못한 경우 승인을 받도록 했다(30조).

제5장에서는 국토관리정책을 정확히 집행하기 위해 국토계획사업에 대한 지도 체계를 확립하여 지도 및 통제를 강화하도록 규정하였다. 제5장에서는 국토계획사업에 대한 지도는 내각의 통일적인 지도하에 중앙국토환경보호기관이 수행하며 중앙국토환경보호기관은 국토계획을 올바르게 수립하고 이를 어김없이 실행할 것을 규정하였다(34조). 국토건설 및 자원개발사업의 실시 주체인 지방정권기관과 해당 기관, 기업소, 단체에서는 토지정리와 강·하천정리, 산림조성, 도로와 중소형 발전소 건설사업 등을 시(구역)·군 국토건설총계획에 의거하여 수행하도록 하고 국가계획기관과 노동행정기관, 해당 기관은 국토계획부문에 필요한 노력, 설비, 자재, 자금 등을 제때에 보장하도록 하였다(36~37조). 한편 국토계획사업에 대한 감독 및 통제를 담당하는 수행국토환경보호기관과 해당 기관에서는 승인없이 국토건설 및 자원개발사업을 추진하는 행위를 엄격히 규제하고, 「국토계획법」에서 규정한 제반의 사항을 어겨 국토계획사업에 지장을 초래한 기관, 기업소, 단체의 간부와 주민에게는 행정적 또는 형사적 책임을 지우도록 했다(38~41조).

3) 기타 관련 법규

가) 「환경보호법」

북한은 1980년대에 국토관리사업의 일환으로 환경보호를 추진했던 환경정책이 한계에 이르고, 환경문제가 심각해짐에 따라 환경문제를 전반적인 사회문제로 인식하여 환경문제에 대한 기술적인 해결책을 모색하고 환경보호에서의 과학화와 현대화를 추진하기 위해 국토관리의 감독과 통제 수단으로 법규 제정의 필요성이 제기됨에 따라 1986년 4월 9일 최고인민회의 제5기 제7차 회의에서 총 5장 52조로 이루어진 「환경보호법」을 채택하였다.

「환경보호법」은 제1장 ‘환경보호의 기본원칙’에서 법 제정목적을 ‘대기와 물, 토양, 생물을 비롯한 환경을 손상, 파괴 및 오염으로부터 보호하기 위한 원칙과 질서를 규제하기 위한 것’(9조)임을 밝히고, 국가에서는 공장, 기업소, 협동단체들에게 공해방지대책을 먼저 수립하고 생산을 진행하도록 지도 통제하며 환경을 보호하기 위한 물질기술적 수단을 끊임 없이 현대화하도록 규정하였다(4조). 환경보호의 기본원칙에 이어 「환경보호법」은 자연환경의 보존과 조성(2장), 환경오염방지(3장), 환경보호에 대한 지도관리(4장), 환경피해에 대한 손해보상 및 제재(5장) 절차를 각각 규정하였다.

「환경보호법」에는 농업생산기반정비사업과 관련된 구체적인 세부조항은 없으나 국토건설 및 자원개발사업의 범주에 포함되는 농업생산기반정비사업의 추진과정에서도 포괄적인 규제력을 가지는 법규에 해당한다. 「환경보호법」에서는 이 법에서 규제하지 않은 토지와 산림자원의 보호관리 질서는 앞서 살펴본 국토개발 및 이용과 관리에 관한 포괄적 법규인 「토지법」에 따르도록 규정하였다(9조). 농업생산과 관련해서는 제3장(환경오염방지)에서 ‘대기, 물, 토양을 오염시키거나 인체에 영향을 줄 수 있는 국가적으로 금지된 농약은 생산하거나 수입할 수 없고 위생방역기관이 농약에 대한 독성검사를 수행한다’(30조)고 규정하고 있다. 이어서 제31조에서는 ‘농업지도기관과 농약을 쓰는 기관, 기업소, 단체 및 주민은 농약이 공기중에 날리거나 강·하천, 호수, 저수지, 바다에 흘러들지 않게 하며 땅속에 농약이 축적되지 않도록 하여야 한다’고 규제하고 살충제를 비롯한 농약을 비행기로 살포할 경우에는 해당 환경보호감독기관의 승인을 받도록 했다(31조).

나) 「산림법」

북한 지역은 전체면적의 약 80%가 산지로 구성되어 있었으나 1970년대부터 식량증산을 위한 농경지의 외연적 확장을 추진하면서 야산개발 및 비탈밭을 다락밭으로 조성하는 산지개간사업이 대대적으로 전개되면서 점차 산림면적이 감소하였다. 그리고 1990년대 들어 구 사회주의권의 붕괴로 인해 파생된 경제난과 에너지난이 심화되면서 석탄공급이 감소함에 따라 주민들이 땔감용으로 산림을 남벌하는 과정에서 산림황폐화가 심화되었다. 산림황폐화는 곧바로 대규모 홍수피해를 유발하고 산림토양유실로 인한 농업생산기반의 파괴로 이어져 되풀이되는 자연재해의 주요 원인으로 작용하였다. 이에 따라 북한은 산림에 대한 보호와 관리를 철저히 하기 위해 1992년 12월 11일 최고인민회의 제9기 제4차 회의에서 총 5장 47조로 구성된 「산림법」을 채택하였다.

「산림법」은 제1장 ‘산림법의 기본’에서 법 제정목적은 ‘산림조성과 보호, 산림자원 이용에서 규율과 질서를 엄격히 세워 국가의 산림정책을 관철하는데 이바지하기 위한 것’(1조)이라고 밝히고 산림조성(2장), 산림보호(3장), 산림자원의 이용(4장), 산림경영에 대한 지도 통제(5장) 사항을 각각 규정하였다. 「산림법」은 이 법의 제정목적에서 밝히고 있듯 산림의 조성, 보호, 이용을 규제하는 포괄적 범규로서 농업생산기반정비사업과 직접적으로 관련되지는 않지만 농경지확장을 위한 개간 대상이 주로 산지이고 산림황폐화는 곧바로 농업생산기반의 파괴로 이어진다는 점에서 관련성이 있다.

「산림법」에서는 제1장(산림법의 기본)에서 ‘산림에는 산림토지와 그 안에 있는 동식물 자원이 속하며 산림은 국가만이 소유한다’고 규정하는데 이어 이용목적에 따라 산림을 특별보호림, 일반보호림, 목재림, 경제림, 땔나무림으로 구분(3조)하여 땔나무림 이외의 산림에서 땔감을 채취하는 것을 규제함으로써 무분별한 땔감채취로 인한 산림황폐화를 방지하도록 하였다. 또한 산림보호사업내용을 규정한 「산림법」 제3장(산림보호)에서는 기관, 기업소, 단체, 주민 등이 허가없이 산림구역에서 산을 개간하는 행위를 금지(25조)하도록 하여 무분별한 산지개간으로 인한 산림황폐화를 방지하도록 했다. 그리고 산림토양유실로 인한 농업생산기반의 파괴를 사전에 예방하기 위해 국토관리기관, 임업기관과 해당 기관, 기업소, 단체 등은 집중호우, 산사태와 같은 자연재해로부터 산림을 보호할 수 있도록 사방야

계공사를 계획적으로 추진하고 그 시설물을 정상적으로 보수 정비하도록 규정했다(26조). 한편 제5장(산림경영에 대한 지도통제)에서는 국토관리기관과 해당 감독통제기관이 ‘나무 한 대를 베고 열 대를 심는 원칙’에서 산림을 조성하고 산불, 병해충, 산사태, 남·도벌 등과 함께 산림토지의 개간에 의한 피해를 예방하는데 감독 통제를 강화할 것을 규정하였다(44조).

다) 「농업법」

1990년대 들어 북한은 구 사회주의권의 붕괴로 파생된 경제난으로 식량사정이 급격히 악화되었으며 식량문제의 해결이 가장 중요한 해결과제가 되었다. 북한은 김일성 전 주석 사후 김정일 시대를 맞이하면서 1990년대 이후 심각해진 식량문제 해결을 위한 노력의 일환으로 농업관련 제반 문제들을 포괄하고 규제하는 「농업법」을 제정하였다. 「농업법」 제정은 1964년 2월 24일 조선로동당 중앙위원회 제4기 제8차 전원회의에서 채택된 이후 북한 사회주의 농업강령으로서의 지위와 역할을 수행했던 「우리나라 사회주의 농촌문제에 관한 테제」를 법제화하여 농업부문의 기본법으로서 법적 체계를 마련했다는 데 커다란 의미가 있다.

북한 최고인민회의 상임위원회 및 내각 기관지인 「민주조선」은 지난 1999년 1월 28일 최근(제정일자 미발표) 「농업법」을 채택했다고 보도하고 세 차례(1.28, 1.31, 2.3)에 걸쳐 ‘농업법에 대하여’라는 법규해설을 연재하였다. 법규해설은 법조문에 대한 구체적인 소개 없이 「농업법」이 총 6장 78조로 구성되었다고 밝히고 각 장의 주요 내용만을 소개하였다. 북한의 대외용 보도매체인 「조선중앙통신」도 1999년 2월 5일 보도에서 구체적인 법조문 소개 없이 ‘조선민주주의인민공화국 농업법’이 채택되었다고 보도하고 「농업법」은 농업을 발전시키는 데서 지켜야 할 원칙적 문제들을 전반적으로 포괄하고 농업의 모든 분야에 대해서 규제적 작용을 하는 농업부문의 기본법이라고 소개하였다.

법규 전문을 소개한 자료가 없어서 법 조항을 구체적으로 파악할 수는 없지만 「민주조선」의 ‘법규해설’을 통해서 보면 「농업법」은 농업생산(제2장), 농업의 물질기술적 토대(제3장), 농업자원의 보호(제4장), 농업생산물의 관리(제5장), 농업에 대한 지도 통제(제6장) 등

농업과 관련된 전반적인 문제들을 포괄하고 규제하는 농업부문 기본법으로서 자리매김 된 것으로 판단된다. 또한 기존의 「토지법」에서는 농업생산기반정비사업이 국토개발 및 이용, 관리라는 측면에서 포괄적으로 국토계획의 범위에 포함되어 규정되었으나 「농업법」에서는 체계적이고 구체적인 사업내용 및 추진체계 및 절차 등이 규정되어 있을 것으로 판단된다.

‘법규해설’에 따르면 농업생산기반정비는 제3장 ‘농업의 물질기술적 토대’에서 구체적으로 언급되고 있는데 농업생산기반(농업의 물질적 토대)은 ‘농업의 자립성을 강화하고 농업 생산을 높은 수준에서 보장하기 위한 나라의 귀중한 밑천’으로 인식되고 있다. ‘법규해설’은 제3장에서는 경지정리, 개간, 관개수리시설과 설비의 관리 및 이용, 농업용 전력 공급, 농자재(종자, 농업설비, 농기구, 농기구 부속품, 비료, 농약, 제초제 등)의 생산 및 공급, 가축사료 및 수의약품 생산 및 공급, 연료의 생산 및 공급 등 농업생산기반정비와 관련된 제반의 문제들이 구체적으로 규제되고 있는 것으로 소개하고 있다. ‘법규해설’은 특히 「농업법」 제3장에서는 농업의 기본 생산수단인 토지의 관리와 개간 및 이용에 대한 문제를 중요시하고 국영농목장과 협동농장, 해당기관, 기업소, 단체 등이 농경지를 정기적으로 조사하고 간척과 새땅찾기 운동을 적극 전개하여 더 많은 농경지를 조성하도록 규제하고 있으며, 토양분석을 주기적으로 시행하고 계획적으로 개량하며 유기질 비료의 시용을 확대하여 지력을 향상시키는 한편 경지정리를 규정에 따라 적극 추진할 것을 규제하고 있다고 소개하고 있다.

‘법규해설’에 따르면 「농업법」 제4장(농업자원의 보호)에서는 농업생산의 안전성을 보장할 수 있는 중요한 방법으로 농업자원의 보호와 관련된 사항을 규제하고 있다. 여기에는 그동안 되풀이된 홍수피해로 농업생산에 막대한 피해를 입었던 점에 주목하여 농업지도기관과 국토환경보호지도기관, 국영농목장, 협동농장, 해당기관, 기업소, 단체가 자연재해로부터 농업자원을 보호할 수 있도록 물도랑과기, 강·하천 정리, 사방야계공사, 제방공사, 사방림·방풍림·수원함양림의 조성, 산림토양의 유실을 방지하기 위한 다락밭 건설을 중요한 사업으로 제시하고 있다(표 2-9).

라) 「물자원법」 및 「수리시설 관리규정 및 세칙」

북한은 1998년 최고인민회의 상설회의에서 총 5장 37조로 이루어진 「조선민주주의인민공화국 물자원법」을 채택한 것으로 알려져 있다. 법규 전문을 소개한 자료나 해설자료가 없어 구체적인 내용은 파악할 수 없으나 수자원의 보호를 전국가적, 전사회적 사업으로 천명하고 수자원의 대상·조사·개발·보호·이용에 관한 기본원칙, 수자원에 대한 과학연구사업 강화, 수자원 기술자·전문가 양성 등에 관해서 규정하고 있으며 수자원의 조사·개발·보호·이용 분야에서 세계 각국 및 국제 기구들과의 교류·협조를 발전시키는 문제 등을 포함하고 있는 것으로 알려져 있다.

북한이 수자원의 보호 및 이용에 관한 법규인 「물자원법」을 제정한 것은 최근 들어 이상기후로 인한 가뭄과 홍수가 빈번하게 발생하여 수자원의 보호가 세계적인 관심사로 대두되고 있는 상황에서 북한 스스로도 경제난으로 인한 농업생산기반의 보수 정비가 제대로 이루어지지 않아 홍수 및 해일피해를 빈번하게 경험한 것을 계기로 홍수·가뭄 등 물과 관련한 재해로 인해 수자원의 관리와 효율적 이용에 역점을 두어야 할 사정을 배경으로 한다.

표 2-9 농업법의 주요 내용

제1장 농업법의 기본

· 농업법의 사명

-농업생산과 농업의 물질기술적 토대강화, 농업자원 보호와 농업생산물 관리에서 제도와 질서를 확립하여 농업발전과 사회주의 농업제도를 확고히 하는데 이바지

· 농업이 인민경제에서 차지하는 위치

-농업은 인민경제 2대 부문의 하나이며 농업생산을 늘여야 인민들의 먹는 문제를 해결하고 공업원료를 원만히 보장할 수 있음.

· 농업발전에서 이룩한 성과

-농업의 물질기술적 토대를 강화하고 농업생산 수준을 높였으며 사회주의 농업제도를 굳건히 다져 놓았음.

· 농업경영 형태, 농업생산과 관리

-농업경영 형태는 국영 및 협동경영으로 이루어진 사회주의 집단경영형태이며 국영부문의 지도적 역할을 제고하고 성숙된 조건과 가능성, 협동단체 구성원들의 자발적 의사에 따라 협동경영은 점차 국영경영으로 전환해야 함.

-농업생산과 관리의 주인은 농업근로자들이며 이들의 의사와 요구, 창조성과 적극성을 제고해야 함.

· 농업발전에서 주요 원칙

-농업을 다각적으로 발전시키고 주체농법을 구현하며 농업의 물질기술적 토대 강화

-농업에 대한 국가의 지도, 농업분야에서 국제적 교류 및 협력

제2장 농업생산

· 농업생산 증대를 위한 원칙과 방법

-농업지도기관, 국영농목장, 협동농장, 해당 기관, 기업소, 단체는 농업생산계획을 현실적이고 구체적으로 수립하고 생산을 올바르게 조직해야 함.

-곡물생산을 위주로 하면서 다른 부문을 결합 배치하며 농업생산의 전문화 수준을 높여야 함.

-종자생산과 공급, 그 이용에서 지켜야 할 원칙과 질서 규제

· 부문별 농업생산 증대를 위한 원칙과 방법

-곡물의 파종면적을 확대하고 비배관리를 잘하며 수량을 높여 곡물생산계획 수행

-채소, 공예작물 생산을 잘하고, 다모작 방법 도입

-축산물과 과일, 누에고치 생산 증대

· 농사를 과학기술적으로 지어 농업생산을 늘이는데서 나서는 문제

-적지적작, 적기적작의 원칙을 지키고 물과 기계, 비료와 농약을 과학적으로 이용하여 그 효과를 높이며 병해충 피해와 자연기후적인 피해를 미리 막는 것은 농업생산을 늘이기 위한 중요한 요구임.

-이 요구를 반영하여 농사를 과학기술적으로 짓기 위한 문제들을 구체적으로 규제

표 2-9 농업법의 주요 내용(계속)

제3장 농업의 물질기술적 토대

- 농업의 물질기술적 토대는 농업의 자립성을 강화하고 농업생산을 높은 수준에서 보장하기 위한 나라의 귀중한 밀천임.
- 토지관리와 개간·이용, 관개수리시설과 설비의 관리와 이용, 농업용 전력 공급, 농업설비와 농자재(종자, 농기구, 부속품, 비료, 농약, 제초제) 생산 및 공급, 가축사료 및 수의약품 공급, 연료의 생산 및 공급, 농업생산과 관련된 건설공사, 농업기술 발전 문제 등 농업의 물질기술적 토대를 강화하기 위한 문제들이 구체적으로 규제되어 있음.
- 이 중에서 중요한 것은 농업의 기본 생산수단인 토지의 관리와 개간·이용에 대한 문제임. 국영농목장과 협동농장, 해당기관, 기업소, 단체들이 농업토지를 정기적으로 조사하고 간석지 개간과 새땅찾기 운동을 적극 벌려 더 많은 농업토지를 얻어내야 함. 또한 토양분석을 주기적으로 하고 계획적으로 개량하며 유기질 비료를 많이 사용하여 지력을 높이고 토지정리와 토지건설을 규정대로 해야 함.

제4장 농업자원의 보호

- 농업자원을 보호하는 것은 농업생산의 안전성을 보장하는 중요한 방도임.
- 농업지도기관과 국토환경보호지도기관, 국영농목장, 협동농장, 해당 기관, 기업소, 단체가 자연피해로부터 농업자원을 보호할 수 있게 물도랑 파기, 강하천 정리, 사방야계 공사, 제방공사와 사방림, 방풍림, 수원 함양림의 조성, 다락밭 건설을 하며 농업자원 보호시설을 정상적으로 보수·정비해야 함.
- 농업토지는 농업생산에만 이용하고 묵이거나 남용하지 말며 농업자원 보호를 위하여 필요한 지역에 보호구역, 정리구역을 정하고 좋은 토종과 농업생산에 이로운 생물들의 생육, 번식조건을 만들어 주며 불리한 기후에 의한 손실을 막을 수 있도록 기상예보·통보체계를 세워야 함.

제5장 농업생산물의 관리

- 농업생산물의 관리는 농업생산물을 장악, 보관하는 사업이며 그 관리는 생물학적 특성에 맞게 해야 함.
- 농업생산물 생산 상황을 파악하여 수확, 탈곡, 선별, 운반, 가공, 처리 같은 것을 알뜰히 하여 허실과 부패·변질, 불량품을 없애며 포장을 정해진 대로하여 기술적 조건과 안전조건이 갖추어진 시설에 보관해야 함.
- 농업생산물의 처리를 국가가 계획과 계약, 그 밖에 정해진 데 따라야 함.
- 농업생산물의 검사와 판매, 수출에서 나서는 문제

제6장 농업에 대한 지도 통제

- 농업지도에서 중요한 것은 농업지도체계를 바로 세우고 농업생산의 모든 공정을 장악하고 과학기술적으로 지도하며 농업을 기업적방법으로 관리·운영해야 함.
- 농업관리운영에서 작업반우대제와 분조관리제를 바로 실시하며 사회주의 분배원칙에 따른 분배의 실시
- 농업에 대한 감독·통제문제

(자료: 「민주조선」, 1999.1.28, 1.31, 2.3)

북한은 수리시설을 효과적으로 관리하기 위해 정무원(현 내각)에서 1992년 6월 10일, 「수리시설관리규정」을 채택하였으며 같은 해 8월 11일 「수리시설관리규정세칙」을 제정하였다. 「수리시설관리규정」세칙은 총 6장으로 구성되어 있는데 제1장 일반규정에는 규정의 목적과 적용대상, 수리시설에 대한 분류가 규제되어 있으며, 제2장에는 수리시설의 관리와 운영에 관한 문제, 제3장은 수리시설의 보수에 관한 문제, 제4장은 관개체계에서 물관리의 기본원칙과 내용, 제5장에는 관개관리기관의 임무와 권한, 제6장에는 수리시설의 관리운영에서 법을 어긴 현상에 대한 법적 처리 방향이 규제되어 있다.

나) 추진체계

북한에서 농업생산기반정비사업의 추진은 기본적으로 전문적인 농업지도관리체계를 통해 이루어지고 있다. 북한은 농업협동화를 완료한 이후 대규모화된 협동농장의 경영지도와 현대화된 농업의 전문적인 기술지도를 행정기구에 의한 행정적인 지도체계로는 효율적으로 추진할 수 없다는 판단하에 1961년 12월 내각결정 제157호 ‘농업협동조합경영위원회를 조직할 데 대하여’를 통해 군농업협동조합경영위원회(현재는 군협동농장경영위원회)를 중심으로 하는 전문적인 농업지도관리체계를 확립한 바 있다.

농업협동화와 리단위 통합이 완료된 1958년 이후 1961년 이전까지 북한의 농업에 대한 지도관리는 정무원 농업성→도인민위원회→군인민위원회→리인민위원회(리협동조합관리위원회)에 이르는 계통에서 군인민위원회 농촌경리부가 군의 농업전반을 행정적으로 지도관리하는 체계였다. 그러나 새로운 농업지도관리체계의 핵심적 내용은 기존의 군인민위원회로부터 농업경영에 대한 지도기능을 담당하던 농촌경리부를 분리하여 전문적인 농업지도관리체계를 확립하는 것이었다.

신설된 군협동농장경영위원회는 계획부, 농기계부, 기술부, 재정부기부, 노동부 등 지원부서를 두어 분야별로 전문화된 지도의 실시와 군내 농업생산에 대한 책임 및 군내 생산에 대한 독립채산제를 실시할 수 있도록 지도하고, 군내의 농업기관, 기업소 등을 직접 장악하여 통일적으로 운영하여 협동농장에 대한 기업적인 지도를 실시하도록 했다. 내각결정 제157호에서는 전문적인 농업지도관리기관으로서 군협동농장경영위원회의 기본적인 역할

을 다음과 같이 규정하였다.

북한은 **군협동농장경영위원회**의 설립에 이어 1962년에는 당시 정무원(현재는 내각) 농업성을 농업위원회(현재는 다시 농업성으로 개편되었음)로 개편하고 도인민위원회에서 농업지도관리 기능을 분리하여 도농업위원회(현재는 도농촌경리위원회)를 신설하였다. 1965년 분조관리제 시행으로 협동농장 내부의 생산관리체계를 확립한 북한은 중앙 국가기구로부터 기층생산단위까지 단선적인 농업지도관리체계를 정비하여 현재 내각 농업성→도농촌경리위원회→군협동농장경영위원회→리협동농장관리위원회→협동농장→작업반→분조에 이르는 전문적인 농업지도관리체계를 유지하고 있다.

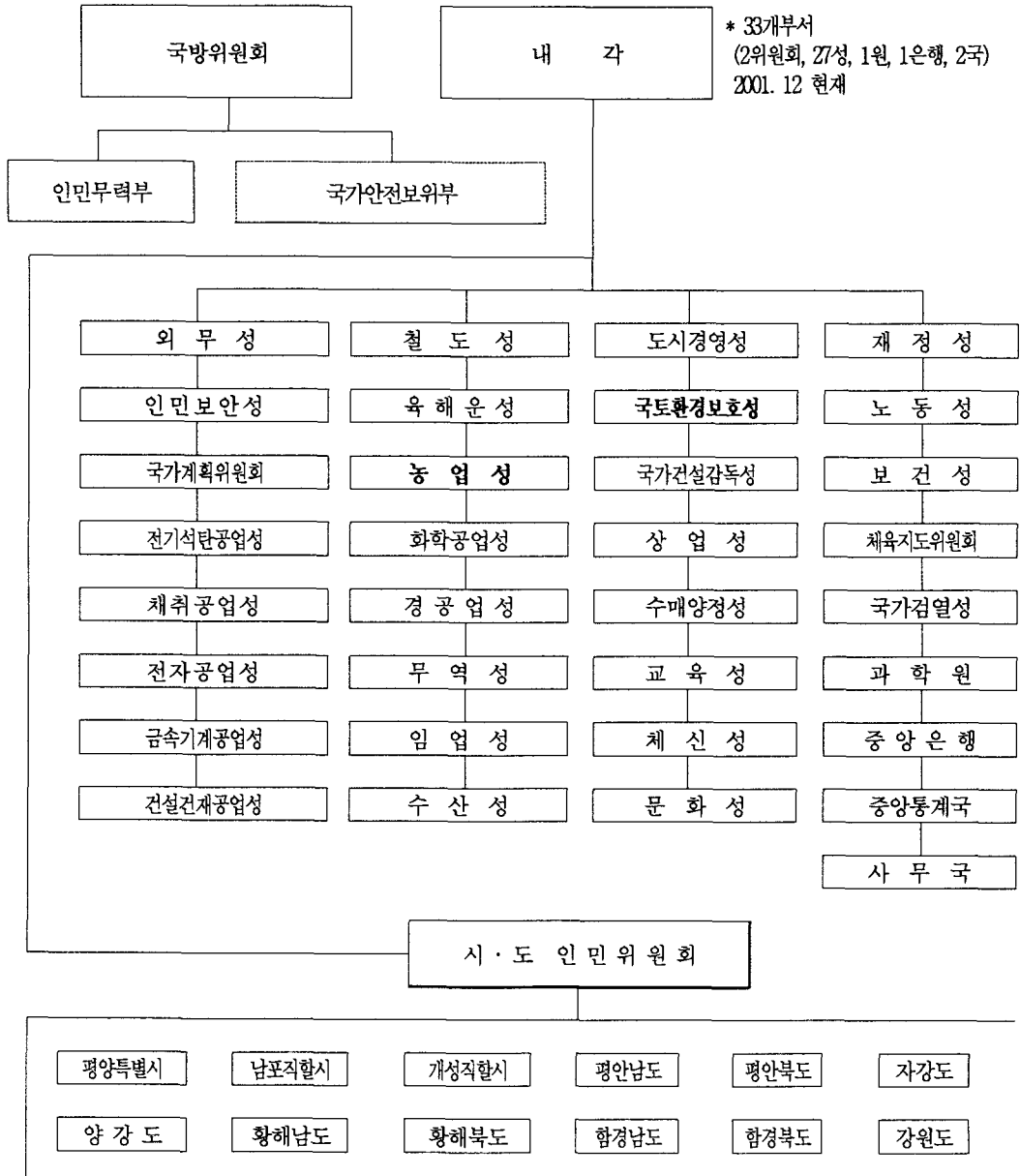
이와 같이 농업생산기반정비사업의 추진은 기본적으로 계획의 작성 및 실행이 중앙에서 기층에 이르는 전문적인 농업지도관리체계를 통해 이루어지지만 앞서 법률체계(「토지법」과 「국토계획법」) 분석에서 살펴보았듯이 농업생산기반정비사업은 포괄적으로 국토계획의 일부분으로 인식되고 있으며 따라서 사업계획의 작성과 추진과정에서는 국토환경보호관리기관과 밀접하게 관련되어 있는 것으로 판단된다.

북한은 1998년 9월 5일 개최된 최고인민회의 제10기 1차 회의에서 헌법을 개정하여 종전의 정무원을 내각으로 개칭하였다. 이와 동시에 내각은 최고주권의 행정집행기관으로서 종래 정무원이 맡았던 단순한 집행업무 외에 전반적 국가관리업무를 부여받아 북한의 행정 및 경제업무의 최고기관으로서의 지위에 올랐다. 현재 내각은 2위원회, 27성(省), 1원, 1은행, 2국으로 조직되어 있는데 국토환경보호성(國土環境保護省)과 농업성(農業省)은 각각 국토계획의 작성 및 집행, 농업관련 사업의 조직 및 집행을 총괄하는 중앙 행정기관이다.

도(직할시), 시(구역), 군에는 내각의 통제아래 행정적 집행업무를 관장하는 지방인민위원회가 있다. 1998년 헌법개정 이전에는 해당 지방의 행정적 집행기관은 지방행정경제위원회였으며, 지방인민위원회는 해당 지방의 전반적 사업을 지도하는 당·정 합의기관이었다. 그리고 지방당 책임비서가 지방인민위원회 위원장을 겸임하도록 함으로써 지방행정은 당에 예속되어 있었으며 정무원도 지방행정을 통제할 수 없었다. 그러나 개정헌법에서는 지방행정경제위원회를 지방인민위원회에 통합시키고 지방당책임비서와 지방인민위원회 위원장을 분리하였다. 이와 동시에 내각으로 하여금 지방인민위원회를 직접 통제할 수 있도록

하였다. 따라서 지방행정은 내각의 직접적인 통제하에 지방인민위원회로 일원화되었고, 제도적으로 당의 직접적 통제에서도 어느 정도 벗어날 수 있었다.

그림 2-2 북한의 행정기관



북한에서 국토계획은 ‘국토와 자원, 환경의 관리에 관한 통일적이며 종합적인 전망계획’으로서 농업생산기반정비사업은 포괄적으로 국토계획의 일부분을 차지하고 있다. 북한에서 국토계획의 작성과 비준, 실행 과정을 규정하는 법규는 「국토계획법」이며, 농업생산기반정비사업 계획의 작성과 집행 과정을 규정하는 법규는 「농업법」이다. 북한에서 농업 관련사업의 작성 및 집행은 농업성으로부터 협동농장에 이르는 전문적인 지도관리체계를 통해 이루어지지만 농업생산기반정비사업이 국토계획의 일부분인 이상은 계획의 작성 및 집행과정에서 「국토관리법」에서 국토관리업무를 총괄하는 기관으로 규정된 국토환경보호 기관과 밀접한 관련을 맺을 것으로 판단된다.

「국토계획법」에 따르면 국토계획의 작성은 전국국토건설총계획과 중요지구 국토건설총계획일 경우 중앙국토환경보호지도기관이, 도(직할시)·시(구역)·군 국토건설총계획일 경우 도(직할시) 국토환경보호기관이 하도록 규정하고 있다. 여기서 중앙국토환경보호기관은 내각 산하의 국토환경보호성을 의미하며, 도(직할시) 국토환경보호기관은 도인민위원회 산하의 국토환경보호관리국을 의미한다. 농업생산기반정비사업 계획의 작성도 국토계획의 일부분으로서 위의 국토건설총계획에 포함될 것이지만 작성 과정에서는 중앙의 농업지도관리기관인 농업성과 지방의 농업지도관리기관인 도농촌경리위원회·군협동농장경영위원회가 실제적인 역할을 할 것으로 판단된다.

「국토계획법」 제3장에서는 중앙과 지방 국토환경보호기관에 의해 작성된 국토건설총계획은 각각 중앙행정기관인 내각과 지방행정기관인 도(직할시) 인민위원회에 제출(18조)하여 각각 최고인민회의와 도(직할시) 인민회의의 심의를 통해 승인을 받도록 했으며(20~21조) 비준된 국토계획은 1개월 내로 국가계획기관, 국가건설감독기관, 지방정권기관을 비롯한 해당 기관, 기업소, 단체 등에 내려보내도록 규정하였다(22조). 한편 제4장에서는 국토계획을 시달받은 기관, 기업소, 단체는 실행을 위한 당면과제와 전망과제를 구분하고 연차별, 대상별 우선순위를 정하고(24조) 기술과제와 건설총계획을 작성하여 국토환경보호기관의 합의를 받아 실행하도록 했다(25조). 한편 제5장에서는 국토계획사업에 대한 지도는 내각의 통일적인 지도하에 중앙 국토환경보호지도기관(국토환경보호성)이 담당하여 국토계획을 올바르게 수립하여 어김없이 실행하도록 지도할 것을 규정하였다(34조). 지방 정권기관

(도(직할시)인민위원회·군인민위원회)과 해당 기관, 기업소, 단체는 토지와 하천정리, 산림 조성, 도로와 중소형발전소 건설같은 사업을 시(구역)·군 국토건설총계획에 따라 진행하도록 규정하였다(36조).

이상에서 살펴본 바와 같이 농업생산기반정비사업은 국토계획의 일환으로서 계획의 작성, 비준, 실행, 지도 통제 절차는 「국토계획법」에서 규정한 국토계획의 작성, 비준, 실행, 지도통제에 포함되어 추진될 것으로 판단된다. 그러나 계획의 작성과 집행과정에서 실제적인 사업추진체계는 내각 산하 농업성의 총괄하에 지방 행정기관으로부터 독립되어 있는 전문적인 농업지도관리기관인 도농촌정리위원회, 군협동농장경영위원회를 중심으로 지방 행정기관과 유기적인 연관하에 사업이 추진될 것으로 판단된다. 특히 최근 추진되고 있는 토지정리, 개천-태성호 관개수로공사에서 보듯 국토계획의 일환으로 추진되는 대규모 생산기반정비사업은 농업성과 국토보호관리성의 총괄하에 국토계획에 의거 각 도, 시·군 등으로부터 인력과 장비를 지원받아 국가적인 차원에서 추진되고 있다.

농업생산기반정비사업에 관여하는 정권기관을 살펴보면 중앙에는 앞서 살펴본 바와 같이 농업성과 국토환경보호성이 있다. 농업성은 1948년 9월 농림성으로 발족하였으며 1953년 11월 농업성으로 개칭후, 1962년 10월에 농업위원회로 기구를 확장하였고, 1998년 개정 헌법에 의해 농업성으로 개칭되었다. 농업성은 북한의 농업을 전국적인 범위에서 지도하는 중앙 농업지도관리기관이며 내각의 농업부문 집행기관이다. 국토환경보호성은 국가환경보호위원회('93.2 신설)와 국토관리총국에 분산되어 있던 환경보호 관련사업과 국토관리사업을 통합하여 1996년 신설된 국토환경보호부가 1998년 최고인민회의 제10기 제1차 회의(9.5)에서 도시경영부와 국토환경보호부를 합쳐 '도시경영 및 국토환경보호성'으로 되었다가 1999년 3월 3일 최고인민회의 상임위원회 정령을 통해 도시경영성과 분리되면서 신설되었다. 국토환경보호성은 자원보호감독국, 강하천관리국, 도로관리국, 산림관리국, 해양국, 환경국 등의 조직을 두고 북한의 국토계획을 총괄하고 있다.

북한은 지난 1995~96년 연이은 대규모 홍수로 농경지와 산림이 크게 훼손·유실되자 1996년 10월 기존의 '모범 산림군'칭호를 '국토환경보호 모범군'칭호로 대체한데 이어 1996년 11월 27일 중앙인민위원회 정령으로 매년 10월 23일을 국토환경보호절로 지정 운

영해 오고 있으며 봄철(3~4월)과 가을철(10~11월) 두 차례에 걸쳐 국토환경보호성의 주관하에 '국토관리총동원기간'을 설정하고 국가적인 차원에서 국토관리사업을 추진하고 있다. 국토관리총동원기간의 주요 사업은 토지정리 및 개간, 도로정비, 강·하천 정비, 제방 건설, 나무심기 등이다.

농업생산기반정비사업과 관련하여 지방 행정기관인 도인민위원회에는 일반적으로 국토환경보호관리기관으로서 국토환경보호관리국이 있으며 독립적으로 도농촌경리위원회가 있다. 1962년 창설된 도농촌경리위원회는 군협동농장경영위원회와 도영농목장등 도내 농업부문 업무를 담당하는 도단위 농업지도관리기관이다. 역할로는 첫째, 농촌사업에 대한 계획작성의 지도, 둘째, 생산 및 기술지도, 셋째, 국가계획위원회로부터의 영농자재의 수령 및 공급, 넷째, 도내 농작물의 지역적 배치, 다섯째, 토양과 농작물의 특성에 따르는 작물배치, 종자선정, 시비체계수립, 기술적 지도 등이 있다. 도 인민위원회의 국토환경보호관리국이 담당하는 기능 및 역할은 지역에 따라 건설총국, 지방건설건설총국 등으로 조직 운영되기도 하며 국토계획설계사업소, 간석지관개건설사업소, 농업건설설계사업소, 토지 및 중소하천건설사업소 등과 같이 농업생산기반정비사업을 포함하여 국토계획의 추진을 목적으로 하는 특정 사업소를 별도로 조직하여 운영하고 있는 곳도 있다.

군 단위의 농업지도관리기관은 군협동농장경영위원회이며 군 인민위원회에서도 고 인민위원회의 조직과 유사한 조직을 운영하고 있다. 군협동농장경영위원회는 기존의 국영 또는 국가소유였던 농기계작업소, 농기계공장, 관개관리소, 자재공급소, 가축방역소등의 운영, 협동농장의 계획화 사업에 대한 지도 및 지원, 농업생산에 선진적인 기술도입 및 지도, 협동농장의 노동행정, 재정부기, 경영활동지도, 영농자재공급, 군전체의 농업발전계획 작성, 농업기술협력, 토지개간 및 정리, 농촌건설사업의 체계적인 그 역할로 하는 군단위 전문적인 농업지도 기관이다. 농업기업소의 성격을 가지며 국내 협동농장 및 농업부문의 국가기업소를 총괄적으로 관리 운영한다. 군협동농장경영위원회의 관개관리소는 제반 관개시설과 기술진을 가지고 협동농장을 비롯한 농업기업소에 물을 효율적으로 공급하는 등 농업의 수리화를 전문적으로 담당하고 있는 국영기업소로서 중앙조직인 농업성 산하 관개수리국과 밀접한 관계를 가진다. 관개관리소 조직은 행정구역상 시·군 단위로 편성되는 것이 원칙이

나 관개면적 또는 중요 관개시설물 규모에 따라 수 개의 시·군을 통합하여 조직되는 경우도 있다. 즉, 수 개 시·군에 걸친 관개망을 가지고 있는 지소를 종합적으로 관장하고 있다.

4. 농업생산기반조성사업의 전개 과정

가. 농업용수개발

농업수리화는 농업생산의 집약화, 경지의 외연적 확대와 더불어 북한농법의 한 특성을 이룬다. 일반적으로 사회주의 농업이론에서 농업·농민문제는 식량과 공업원료의 안정적 공급을 위한 농업생산력의 지속적 발전과 도시와 농촌 및 노동자와 농민의 계급적 차이를 해소하는 문제로 설정된다. 그리고 이러한 과제의 완수를 위한 열쇠를 농업생산의 집약화에서 찾고 있다. 집약화는 모든 협동농장과 국영농장을 포괄하여 사회주의 사회에서 계획적이고 보편적인 성격을 갖는다. 사회주의 사회에서는 일반적으로 집약화의 실현방법으로서 근대적 농법(수리화, 화학화, 전기화, 기계화)을 추구하였다. 그 중에서도 농업수리화는 아시아적 농법의 한 특성을 이룬다. 아시아 지역의 농법 전개과정에서 수리의 역할은 본질적 계기로 파악되며 북한 역시 농업수리화에 커다란 비중을 두었다.

북한에서 수리화는 ‘해마다 가뭄과 홍수피해를 입고 논농사가 커다란 비중을 차지하고 있는 자연기후적인 특성상 안전하고 높은 수확을 거둘 수 있는 생산적 토대’로서 그리고 집약농법의 실현을 위한 전제로서 인식되었다. 또한 농업수리화는 북한농업의 이론적·실천적 기초인 ‘농촌테제’에서 제시된 농촌기술혁명(수리화, 화학화, 전기화, 기계화)중에서도 가장 기본적이고 우선적인 과제로 설정되었다.

북한은 토지개혁 직후인 1946년 9월 9일 「관개시설관리령」을 통해 관개시설의 국가관리체계를 확립하고 수리화를 추진하였다. 1946~56년 기간에는 주로 중·소규모의 논 관개공사를 실시하는데 주력하였고 1차 5개년 계획기간인 1957~60년 기간에는 대규모 수리사업에 착수하였다. 특히 1차 5개년 계획기간인 1958년에 ‘밭 관개면적 및 논 관개면적을 더욱 확장할 데 대하여(9월)’, ‘2~3년내에 100만정보의 관개면적을 확장하기 위한 제

대책(10월)' 등이 잇따라 발표되면서 발판개를 포함한 수리사업이 대대적으로 진행되었다. 국가예산의 농업부문 투자액 중 수리사업에 대한 투자비중을 보면 북한이 수리화에 얼마큼 심혈을 기울였는지 파악할 수 있는데 정권수립 초기인 1946~48년 동안에 국영관개공사 지출액은 1946년 2,860원에서 1947년 1억 5,500만원, 1948년 4억 4,154만원으로 급속히 증가하였다. 한국전쟁 직후 경제복구사업이 진행되는 과정에서 농업부문 투자액 중 수리화에 대한 투자비중은 1954~56년 기간에 56.5%, 1957~60년 기간에는 46.5%를 차지하였다.

수리화에 집중 투자한 결과 1차 7개년 계획(1961~70)기간 초반인 1961~62년에 대규모 수리사업이 대부분 마무리되어 각 지역별로 기본적인 수리체계를 완성하였다. 특히 이 기간 중에 발표된 '농촌테제'에서 수리화가 농촌기술혁명의 최우선과제로 제시되면서 수리화에 더욱더 주력하였다. 1961~69년 기간에 농업부문 투자액 중 수리화에 대한 투자비중은 45%를 차지하였다. 1차 7개년 계획기간을 통해 북한은 어지돈관개, 기양관개, 평남관개, 압록강관개 등 각 지역별로 기본적인 관개망을 완성하고 1970년에는 논관개의 완료를 선언하였다. 한편 발판개는 1차 5개년 계획기간인 1958년 '밭 관개면적 및 논 관개면적을 더욱 확장할 데 대하여'(9월)를 발표하면서 본격 추진하였다. 특히 식량증산을 위한 작부체계의 인위적인 조정을 통해 '밭작물의 왕'이라는 옥수수 단작체계를 추진하는 과정에서 그 중요성이 강조되었다. 북한은 기계화가 가능한 경지면적을 140만ha로 분류하고 그 가운데 논면적 전체와 평야지의 발판적을 합한 100만ha에 대해서는 관개가 완성되었다는 자체평가에 기초하여 1976년 10월 '자연개조 5대방침'의 하나로 '40만ha의 발판개'를 최종 완성목표로 제시하였다.

내륙산간지대에 광범위하게 분포하고 있는 발판개를 위해 북한은 지하수개발에 주력하였다. '30m만 파면 어디에서나 물이 나오고, 일부지역에서는 5~8m만 파면 물이 나올' 정도로 지하수위가 높은 조건을 이용하여 지하수 개발은 발판개의 실현과 가뭄극복대책으로서 적극 추진하였다. 또한 지하수 개발은 대단위 농업용수개발사업에 비하여 경제적인 사업으로 인식되어 '전당, 전군, 전인민'이 총동원되는 전군중적 사업으로서 추진되었다. 지하수 개발은 30m이내인 경우 우물과 굴포(집수암거), 30~150m까지는 졸짱(관정)의 형태로

개발되었으나 전체적으로는 저심도의 지하수 개발이 주류를 이루었다.

북한의 수리화는 해방이후 추진된 주요 건설사업중 성과를 거둔 대표적인 것 중의 하나로 평가되고 있다. 북한 수리화의 특징적인 면을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 북한의 수리화는 식량증산을 위한 자연조건의 극복차원에서 우선 사업으로 추진되었으며 평야지 뿐만 아니라 경사지까지, 논은 물론 밭까지도 관개하는 전면적인 관개를 추진하였다. 그러나 북한의 관개체계는 다단계 양수식 관개체계를 기본으로 하는 에너지 다소비형 관개체계라는 특성이 있다.

둘째, 주요 하천 또는 하천으로부터의 자연유입, 다단계 양수, 유역변경 등으로 조성된 대규모 저수지를 중심으로 지역관개망을 수립하고 관개망의 상호 연결을 통한 순환관개체계를 추진하여 광범위한 수자원의 활용을 도모하였다. 수원공은 큰 것과 작은 것을 결합하였으며 저수지와 양수장 등을 적절히 배합하였다. 그리고 용수로의 규모가 크고 긴 경우에는 중간지점에 조절지(調節池)를 설치하였다.

셋째, 북한의 수리화는 수리사업의 내용면에서 1980년대를 기준으로 이전시기와 이후시기로 구분해 볼 수 있다. 1980년대 이전까지는 댐, 대·중·소규모의 저수지, 양수장, 배수장, 지하수시설, 관개수로건설 등 지역별 기본관개체계의 완성 및 수리시설의 재정비에 주력하였다. 그러나 1980년대 이후에는 중·소규모의 저수지, 양수장 등 수리시설을 지속적으로 건설하는 한편 기존의 지역별 대·중·소 관개체계를 상호 연결하는 수계연결식(유역변경식) 관개체계 형성 및 대규모 관개수로의 건설이 중점적으로 추진되었다. 특히 1980년대 후반 태천발전소('85)와 서해갑문('86) 완성을 계기로 간척지를 포함한 서해안 지역 농경지의 관개를 위한 대규모 관개수로 건설사업(2,000리 물길사업)이 추진되었다.

넷째, 수리시설의 분포는 지역적 특성을 반영하여 저수지, 대규모 관개수로는 황남, 평남, 평북 등 서해안 평야지역을 중심으로 건설되었다. 반면에 양수장, 지하수시설은 주로 발관개를 목적으로 내륙의 중·산간지역에 건설되었다. 주요 수리시설로는 저수지 1,900개소(댐 100여개소 포함), 양수장 36,400개소, 배수장 1,600개소, 관개수로 5만여km, 지하수 시설 142,000여 개소를 보유하고 있다. 양수장 및 지하수 시설이 남한의 5,559개소, 19,077개소('97)에 비해 각각 6.5배, 7.5배 정도 많다. 이것은 대규모 주수원공 및 보조수원공으로

부터의 다단양수체계에 의한 원거리 관개, 산간지대에 광범위하게 존재하는 발관개의 추진 등 북한관개체계의 특징을 반영하고 있다.

북한의 수리화는 논은 물론 밭을 포함하는 전면적인 관개체계, 자연개조에 의한 윤환식·수계연결식 관개체계의 실현으로 인해 비교적 긍정적인 평가를 얻고 있다. 그러나 북한의 관개체계는 기본적으로 에너지 다소비형 관개체계로서 경제사정이 좋을 때는 그 기능이 잘 발휘되지만 에너지원이 부족할 경우 전체적으로 기능을 상실할 수 있는 위험성을 내포하고 있다. 북한은 1990년대 들어 구사회주의권의 붕괴로 경제난이 심화되면서 에너지공급에 어려움을 겪고 있는 상황에서 관개체계의 기능이 대부분 상실된 것으로 알려져 있다. 이런 상황에서 북한은 최근 에너지 다소비형 관개체계(양수식 관개체계)의 개선을 추진하고 있는 것으로 알려져 있으며 2000년 11월부터 OECD의 차관사업으로 총 연장 160km의 자연유하식 개천-태성호 관개수로공사를 추진하여 올해 상반기 완공을 앞두고 있다. 북한에서는 최근 국가차원의 대규모 수로공사 이외에도 각 지역별로 자체적으로 자연유하식 관개수로 건설을 독려하고 있다.

나. 생산기반확충

1) 간척

북한에서 간척은 쌀의 증산을 도모할 수 있는 가장 효과적인 방법으로 인식되어 1954년 9월~1956년 10월까지 압록강 하구에서 청천강 하구에 이르는 서해안 간척지에 대한 조사를 토대로 간척이 가능한 면적 약 33만ha를 확정하였다.

표 2-10 북한의 간척 가능 면적

							단위: ha
평 남	평 북	황 남	함 북	강 원	개성시	남포시	합 계
84,325	118,722	121,067	307	39	1,049	2,797	328,306

자료: 농어촌진흥공사, 한국의 간척, 1995, p. 48에서 인용

간척사업은 1950년대까지는 소규모로 도·시·군 단위에서 자체적으로 실시되었다. 그러나 1961년 4월 내각결정 제77호로 「토지개간령」이 공포되면서부터는 중앙에서 직접 관장하는 체계로 전환하였다. 1968~70년을 간척을 위한 준비기간으로 설정하고 간척대상지에 대한 측량과 설계 및 기술자를 양성하였다. 이와 함께 간척지에 대한 용수공급을 위해 서해안 내륙지대에 건설된 관개시설의 합리적 이용 및 새로운 저수지 건설, 지하수 개발을 추진하였다.

간척은 1976년 10월에 개최된 조선노동당 중앙위원회 제5기 제12차 전원회의를 계기로 식량증산을 위한 자연개조사업의 하나로서 자리매김되었다. 이 회의에서는 당면과제로서 제시된 '1,000만톤의 알곡고지 점령'을 실현하기 위해서 영농방법의 개선과 함께 보다 근본적인 대책으로서 자연개조 5대 방침(발판개 완성, 다락밭 건설, 토지정리 및 토지개량, 치산치수, 간척지 개발)을 제시하였다.

그러나 간척은 새로운 농지를 대규모로 조성할 수 있는 가장 좋은 방법으로 인식되기는 하였으나 기술과 막대한 자본투자가 필요한 만큼 장기적인 사업과제로서 제시되었다. 그리고 당면해서는 있는 땅을 더욱 효과적으로 이용하기 위한 자연개조사업이 강조되었다. 자연개조 사업의 전개는 농촌기술혁명과 농업생산의 집약화만으로는 식량증산 목표 달성이 곤란하다는 사실에 기초하고 있다.

북한은 식량확보를 위한 농경지의 확장을 더욱 더 강력하게 추진하기 위해 1981년 10월 기존의 자연개조 5대 방침에 이어 자연개조 4대 방침(30만ha의 간척지 개발, 20만ha의 새 땅찾기, 서해감문 건설, 태천발전소 건설)을 제시하였다. 간척을 보다 적극적으로 추진하기 위해 정무원 산하 기상수문국과 과학원 수리공학연구소에서 기술개발을 전담하도록 하는 한편, 1982년에는 황남 재령군에 '간척지건설 전문학교'를 설립하여 전문가를 양성하는 등 관련대책을 마련하였다. 간척은 평북(서호, 대계도, 수운도, 가도, 신미도, 정주), 평남(평원, 증산, 풍정, 온천, 귀성, 금성), 황남(웅도, 해방, 강령, 용매도, 반미도) 등 3개 구역을 중심으로 추진되었다.

북한이 정권수립 초기부터 의욕적으로 추진한 30만ha 간척사업은 1980년대에도 10대 전망목표의 하나로 설정되어 추진되었으나 계획목표에 크게 못미치는 75,000여ha를 간척하는

데 그친 것으로 알려졌다. 또한 1990년대 들어 경제난으로 간척사업 추진에 어려움을 겪고 있으며 방조제만 막아 놓고 내부개답 공사를 못하고 방치되어 있는 곳이 4개 지구 3,400ha에 이르는 것으로 알려졌다.

표 2-11 자연개조 5대 방침의 개요

구분	목표	내용
발판개	40만ha	<ul style="list-style-type: none"> · 중·산간지대의 발 40만ha에 대한 관개추진 -관개대상 면적 140만ha 중 100만ha(논전체, 평야지 발)는 관개완료 · 1단계 15만ha, 2단계 15만ha, 3단계 10만ha
다락밭건설	15~20만ha	<ul style="list-style-type: none"> · 16도 이상의 비탈밭(20만ha)을 다락밭으로 개조하고 관개체계 수립
토지정리 토지개량	10만ha의 농지조성	<ul style="list-style-type: none"> · 군별 200ha이상, 전국적으로 10만ha의 농지조성 -논정비(논두렁 제거), 밭정비 -철로·수로·하천주변 정비 · 맹습지 및 산성토양의 개량
치산치수	-	<ul style="list-style-type: none"> · 홍수피해 방지, 농업생산성 증대를 위한 하상정비, 제방축조, 배수개선 추진
간척지개발	-	<ul style="list-style-type: none"> · 농지조성을 위한 가장 효과적인 방법이지만 기술과 막대한 자본이 필요하므로 장기적으로 추진

자료: 조선로동당출판사, 「김일성저작집(31)」, 1986, pp.334~340을 참조하여 필자 작성

표 2-12 자연개조 4대 방침의 개요

구분	목표	내용
서해갑문	· 8km 방조제	<ul style="list-style-type: none"> · 대동강유역 종합개발계획(1961)의 핵심사업 · 서해안의 농·공업 용수확보, 내륙공업지대와 평야지대를 연결하는 내륙수운의 확장
태천발전소	· 266만kw	<ul style="list-style-type: none"> · 평북 재령강 중류 안주공업지역과 탄천지대에의 송전과 주변지역에 농·공업용수 제공 · 재령강 유역에 5개의 발전소 건설(총 266만kw) - 1단계 : 66만kw, 2단계 : 200만kw
간척지 개간	· 30만ha	<ul style="list-style-type: none"> · '82~'84년 : 매년 3~4만ha 간척 · '85년부터 매년 5만ha 간척하여 1988년 완성
새땅찾기	· 20만ha	<ul style="list-style-type: none"> · 산간지대, 야산, 철로·하천·수로 주변 개간

자료: 조선로동당출판사, 「김일성저작집(36)」, 1990, pp.253~272을 참조하여 필자 작성

표 2-13 북한의 미완공 간척지구 현황

지구명	위치	방조제(m)				간척지(ha)				담수호 (ha)
		완공	시행중	미착공	계	계획	완공	미착공 ¹	잔여 ²	
용매도	황남 청단	17,700	12,000	25,000	54,700	8,100	1,400	800	5,700	200
청수도	황남 강령	650	-	-	650	1,000	-	600	-	400
금 성	평남 은천	14,400	-	-	14,400	3,300	350	1,550	-	1,400
대계도	평북 염주	12,800	-	-	12,800	8,800	4,350	450	-	4,000
합 계		45,500	12,000	25,000	82,550	21,200	6,100	3,400	5,700	6,000

주 : 1. 방조제 완공후 내부개답공사의 미착공

2. 개발계획 면적중 방조제 미완공으로 인한 미간지

자료: 최진욱, "북한 농업생산기반조성 현황과 협력 방안", 「21세기 한반도 농업전망과 대책」(경상대 개교 50주년 기념심포지움), 1998, p.151에서 인용

한편 1998년 9월 5일 개최된 최고인민회의 제10기 제1차 회의를 계기로 공식 출범한 김정일 시대에서는 과거와 구별되는 농업정책을 추진하는 과정에서 간척에 대해서 부정적인 입장을 표명하여 주목된다. 김정일 국방위원장은 경지면적이 제한되어 있는 조건에서 식량 증산의 가장 효과적인 방법으로 토지정리사업을 강조하고 그동안 곧바로 효과를 보기 어려운 간척에만 주력하고 노력을 적게 들이면서도 많은 토지를 얻을 수 있는 토지정리사업에는 커다란 관심을 보이자 않았다고 비판함으로써 당분간 간척사업의 추진을 보류할 것임을 시사하였다.

2) 개간

개간은 간척과 마찬가지로 식량문제해결을 위한 근본적 대책으로서 자연개조사업의 일환으로 추진되었다. 유희지 개발의 형태로 산발적으로 추진되던 것이 1976년 15~20만ha의 다락밭 건설과 1981년 20만ha의 새땅찾기가 제시되면서 노동자, 사무원, 군인, 학생들을 총동원하는 전군중적 사업으로 추진되었다.

1976년 자연개조 5대 방침의 하나로 제시된 다락밭 건설은 경사도가 16도 이상인 비탈

밭 약 20만ha를 대상으로 하였다. 비탈밭을 다락밭(계단식 개간)으로 조성하고 관개와 기계화 작업이 가능하도록 함으로써 식량증산을 도모했던 다락밭 건설은 산간지대가 많은 북한에서는 식량증산을 위한 중요한 방법의 하나로 인식되었다. 다락밭은 1980년대 초까지 상당한 성과를 보여 건설실적이 17만ha에 이르는 것으로 알려졌다.

1981년 자연개조 4대 방침의 하나로 제시된 새땅찾기는 산간지대, 야산, 철로·하천·수로 주변의 유휴지를 개발하는 사업으로서 다락밭 건설과 함께 전군중적 사업으로서 추진되었다. 추진과정에서는 그 동안의 경험을 토대로 ‘쓸모 없는 땅’을 개간하는 것과 산림훼손 및 그로 인한 토양유실을 특히 경계하도록 하였다. 새땅찾기는 1군 200정보를 목표로 추진되었으나 목표 달성여부는 잘 알려져 있지 않다.

북한에서 개간은 다락밭 건설, 새땅찾기와 같이 계획목표가 제시되고 전군중적 사업으로서 추진된 것 이외에도 개인 혹은 직장단위에서도 이루어 졌다. 개인텃밭, 산지나 하천주변 등을 개간하여 조성한 개인 돼기밭, 기업소 및 군부대의 부업밭 그리고 최근 기업소별로 자력생계의 일환으로 조성하고 있는 원료기지 조성 등이 이에 해당된다. 특히 최근들어 식량난으로 공공분배체계(PDS; Public Distribution System)에 의한 식량배급이 제대로 이루어지지 않으면서 식량확보를 목적으로 개인 혹은 직장단위의 개간이 성행하고 있으며 북한 당국도 이를 묵인하고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 개인 혹은 직장단위의 개간은 그 피해가 심각하여 산지에서의 개인 돼기밭 조성시 산불피해가 빈번하고 무리한 산지개간은 연료림 벌채와 더불어 산림훼손 및 그로 인한 토사유출을 초래하는 주요 요인으로 지적되고 있다. 결국 식량증산을 위한 효과적인 방법으로서 추진된 개간이 오히려 산림황폐에 따른 토사유출로 농경지 매몰, 저수지 퇴적 등을 유발하여 생산감소의 한 요인이 되고 있다.

한편 다락밭에 대한 평가는 두 가지로 구분되는데 하나는 최근의 홍수로 다락밭 계단이 붕괴되면서 다량의 토사유출로 농경지 매몰, 저수지 퇴적 등 커다란 피해를 초래하였고 산림황폐화의 주요 원인이라는 평가이다. 다른 하나는 북한의 다락밭이 규범³⁾에 따라 조성

3) 다락밭의 계단은 등고선을 따라 조성하고 다락면의 경사는 7도 이하, 폭높이는 경사도에 따라 1~2m로 조성하도록 했다. 폭은 경사를 1:0.3으로 하여 돌로 쌓도록 했다. 다락밭의 너비는 다락면의 경사도를 7도 이하, 폭높이를 2m이하로 할 때 16도 경사지에서는 9~12m, 20도 경사지에서는 7~8m, 25도 경사지에서는 5~6m, 30도 이상의 경사지에서는 4~5m로 조성하도록 하였다.

되었다면 오히려 다락밭으로 조성되지 않은 급경사지의 토양유출이 더 심할 것이라는 평가이다. 자료가 제한되어 있는 상황에서 정확한 평가를 내릴 수는 없지만 북한 원산농업대학에서 다락밭 조성후의 유출량 결수를 비조성 밭과 비교한 결과(1971)를 보면 다락밭은 부정적인 측면보다 긍정적인 측면이 더 많을 것으로 판단된다. 얼마나 조성규범에 충실하였는가 그리고 사후관리가 얼마나 잘 이루어졌는가 중요한 문제로 지적되고 있다.

3) 경지정리 및 토양개량

북한에서 경지정리는 토지정리로 명명되며 농촌기술혁명의 일환인 기계화의 선결조건을 마련하는 사업의 의미도 있지만 농경지 확장(새땅찾기) 사업의 의미가 더욱 강하다. 즉 논 의 경우 논면적에서 논두렁면적이 많은 비중을 차지하고 있다고 보고 논두렁을 제거하여 논면적을 늘리는데 초점을 두었다. 한편 토지정리사업의 범위에는 다락밭 건설과 함께 밭면적 확대 및 유실 방지를 위한 제초치들도 포함될 뿐만 아니라 철로·수로·하천 주변 정비 등을 통한 새땅찾기도 포함하고 있어 매우 포괄적인 의미로 사용되고 있다.

북한의 토지정리사업은 김정일 시대와 김일성 시대에 내용적으로 일정한 차이가 있다. 과거 김일성 시대에는 식량증산의 가장 효과적인 방법으로서 토지정리사업보다는 간척사업에 우선순위를 두고 추진한 결과 토지정리사업은 구획화보다는 소극적 의미에서 소규모 새땅찾기의 성격이 강했던 것으로 판단된다. 따라서 일부 평야지역을 제외하고는 논 의 구획정리는 소홀히 취급되었던 것으로 판단된다. 그러나 김정일 시대에는 식량증산의 가장 효과적인 방법으로 간척보다 토지정리에 우선순위를 두고 있으며 소위 '김정일이 제시한 농업정책' 가운데서도 중요한 비중을 차지하고 있다. 김정일 국방위원장은 과거 김일성 시대에도 청산리의 논과 밭을 규격화하여 간부들이 토지정리방법 및 그 우월성을 알 수 있도록 해 주었으나 곧바로 효과를 보기 어려운 간척지 개간에만 주력하고 노력을 적게 들이면서도 많은 토지를 얻을 수 있는 토지정리사업에는 커다란 관심을 보이지 않았다고 지적하고 도별로 순차적으로 토지정리사업을 적극 추진하도록 하였다.

김정일 국방위원장은 2000년도 첫 공식활동으로 평안북도 토지정리사업을 현지지도하면서 간부들과 나눈 담화("토지정리는 나라의 부강 발전을 위한 대자연개조사업이며 만년대

계의 애국 위업이다”)에서 토지정리사업의 추진배경, 의의, 추진방식, 당면과제 등을 제시함으로써 토지정리구상을 체계화하였다(표 2-14 참조).

최근 추진되고 있는 토지정리사업은 구획화에 커다란 비중을 두고 추진되고 있는데 평야지대는 1,500평, 중산간지대는 800~1,000평, 산간지대는 300~500평 규모로 정리하고 있다. 김정일 국방위원장의 지시로 본격적으로 추진된 토지정리사업은 도별로 순차적으로 이루어지고 있는데 1998년 11월 강원도 토지정리사업을 처음 시작하여 1999년 10월까지 약 3만ha의 토지를 정리한데 이어 지금까지 평안북도(1999.11~2000.5) 약 5ha, 황해남도(2000.11~2002.5) 약 10만ha를 정리하는 성과를 올렸다. 한편 올해 11월부터는 평안남도, 평양시, 남포시 등 3개 시·도의 3만ha를 대상으로 토지정리사업을 추진할 예정이다.

토양개량은 집약농법을 추진하는 과정에서 지력증진을 위해 특히 중점을 두고 추진되었다. 1958년 전국적으로 토양조사를 실시하여 1962년에 국가토양도를 완성하고 협동농장 단위로 토양도를 구비하여 토양개량에 활용하였다. 북한은 토양개량을 위해서 유기질비료의 증투, 객토, 심경(深耕)을 강조하였고 토지개량제(소석회, 카바이트제 등)의 투입을 장려하였다.

그러나 최근까지도 토양개량의 중요성이 계속해서 강조되고 있는 것을 보면 농업생산의 집약화, 단작·연작의 작부체계, 화학화에 의한 화학비료의 과다시비 등으로 토양의 산성화가 심각한 것으로 판단된다. 특히 밭은 옥수수의 연작에 의해 산성화가 진척된 것으로 알려졌다. 토양의 산성화는 단수증대를 제약하는 하나의 요인으로 작용하고 있다.

북한은 최근 화학비료가 정상적으로 공급되지 않는 상황에서 자급비료의 생산 및 시용을 강조하는 한편 식량문제 해결의 대안으로 제시된 감자의 증산, 2모작을 확대 실시하기 위한 지력증진 차원에서도 자급비료 및 복합미생물비료의 생산 및 시용을 적극 독려하고 있다. 북한의 언론 및 방송매체의 보도에 의하면 지역별, 농장별로 차이는 있지만 매년 봄철 영농기 이전에 정보당 30~60톤의 자급비료 시용을 목표로 하고 있다. 지력증진을 위한 자급비료의 생산을 국가적인 차원에서 추진하여 농촌지역의 농장 및 농가는 물론이고 도시지역의 기관, 공장, 기업소 등에서도 자급비료를 생산하여 인근 농장에 지원하는 운동을 적극적으로 전개하고 있다.

표 2-14 북한 토지정리사업의 개요

구 분	내 용
토지정리사업 추진배경	<ul style="list-style-type: none"> · 김일성은 청산리의 논과 밭을 규격포전으로 만들어 간부들이 토지정리방법 및 그 우월성을 알 수 있도록 해 주었으나 곧바로 효과를 보기 어려운 간석지 개간에만 주력하고 노력을 적게 들이면서도 많은 토지를 얻을 수 있는 토지정리사업에는 커다란 관심을 보이지 않았음. · 토지정리사업이 일관성 없이 추진되어 아직도 농촌에는 패기논밭이 적지 않아 토지정리 상태가 제일 뒤떨어지고 작업 조건이 불리한 강원도에서 가장 먼저 토지정리사업을 추진하고 그 경험을 일반화하는 방법으로 전국의 토지를 모두 정리하기로 결심했으며 이 사업에 전당, 전군, 전민이 동참하도록 하였음.
토지정리의 의의	<ul style="list-style-type: none"> · 경지면적이 제한되어 있는 우리 나라 조건에서 곡물증산의 가장 효과적인 방법은 토지정리이며 이를 통해 새 땅을 얻을 수 있는 여지가 많음. · 토지정리사업은 전면적인 기계화 실현을 위한 것으로 모든 농사일을 기계화하여 농민들을 힘든 노동으로부터 해방하기 위한 사업임. · 토지정리사업은 토지의 면모와 구조를 개혁하여 봉건적 토지소유의 잔재를 청산하기 위한 사업임. 과거에는 토지정리를 지금과 같이 구조를 변경시키면서 대규모로 하지 못했음.
토지정리 추진방식	<ul style="list-style-type: none"> · 토지정리는 논두렁이나 몇 개 없애는 식으로 소극적으로 하지 말고 당의 방침대로 지금 하고 있는 것과 같이 10년, 50년 앞을 내다보고 대담하고 통이 크게 추진하여 논논미 하나가 1,000평이나 800평 정도 되도록 해야 함. · 토지정리를 할 때 논밭을 규격포전으로 만드는 것과 함께 수로와 농로도 정리해 영농사업에서 설비와 자재를 효과적으로 이용할 수 있도록 해야 함. · 토지정리를 기계장비와 인력을 집중시켜 섬멸전의 방법으로 추진해야 함. 도별로 순서를 정해 놓고 섬멸전의 방법으로 추진하면 설계를 비롯해 준비사업을 착실히 진행할 수 있음.
당면과제	<ul style="list-style-type: none"> · 평안북도 토지정리사업을 모내기철 이전인 5월까지 끝낼 수 있도록 필요한 기름, 구조물 공사에 필요한 시멘트와 강재 등을 공급해주어야 함. · 토지정리된 지역에서 농사가 잘 안 되면 보람이 없으므로 곡물생산에서 전환을 일으켜야 함. · 토지를 정리하면 지력이 떨어지게 마련이므로 토지정리한 논과 밭에서 농사를 잘 지으려면 지력을 높이기 위한 사업에 주력해야 하며 무엇보다도 유기질 비료를 많이 내야 함. · 새로 정리된 토지에 두엄과 함께 화학비료를 많이 공급해야 곡물수확량을 높일 수 있으므로 강원도와 동일한 기준에서 평안북도의 토지정리면적 약 5만 정보에 필요한 화학비료를 약 3년 동안 집중적으로 공급해주어야 함. · 기계화를 실현할 수 있도록 트랙터(160대), 이앙기 등 강원도에 공급했던 기준으로 농기계를 공급해 주어야 함.
기 타	<ul style="list-style-type: none"> · 평안북도의 토지정리를 끝낸 다음 올해 가을부터 황해남도의 토지정리사업에 착수해야 함. 황해남도는 우리 나라에서 쌀이 제일 많이 나는 곡창지대이므로 토지정리를 잘 하면 곡물수확량을 훨씬 높일 수 있음. · 평안남도의 토지정리는 개천-태성호 물길공사와 동시에 하기는 곤란하며 먼저 개천-태성호 물길공사를 끝낸 다음 농사를 안전하게 지을 수 있을 때 하는 것이 좋음. · 각 지방에서는 자체의 힘으로 토지정리를 할 수 있도록 해야 함. 토지정리를 기계를 가지고 국가에서 해주기만 바라지 말고 각 지방에서 사람의 힘으로도 끈기 있게 해야 하며 모든 도, 시·군에서 토지정리사업을 전군중적 운동으로 강력하게 추진하여 당의 토지정리구상을 실현해야 함.

Ⅲ. 북한의 농업생산기반 현황

1. 농지자원 현황

가. 해발표고별 토지면적 분포현황

북한지역 전체 토지면적중에서 해발 400m이하의 면적비율은 47.8%로 거의 절반을 차지하고 있으며, 100m이하의 면적은 20.7%를 점하고 있다. 북한지역 전체토지면적의 약 5분의 1을 차지하고 있는 표고 100m이하 지역은 북한지역 대표적 논농사지대를 형성하고 있으며, 100~400m지역은 논농사와 밭농사가 다 같이 이루어지고 있는 곳이다.

해발 400~1,000m에 위치하는 토지면적은 북한지역 전체면적중 약 30%를 점하고 있는데 이 지역에는 주로 산골짜기와 산비탈지역을 따라 농경지가 조성되어 있으며, 대부분 밭으로 형성되어 있다. 이러한 지역은 모두 바다로부터 떨어진 산간내륙지역으로 지형조건의 특성과 관련하여 경종농업과 함께 축산업, 잠업 등이 결합된 산지농업지역이다.

해발 1,000~1,500m지역은 총토지면적중 15.8%를 차지하고 있다. 개마고원, 백무고원 등 북부내륙고원지대가 이에 속하며, 산지 및 고원 농업지역을 이루고 있다.

해발 1,500m이상 고원지역에 위치한 토지면적은 6.5%이며, 해발 2,000m이상의 면적은 약 0.5%를 차지하고 있다.

표 3-1 북한지역 해발표고별 토지면적 분포현황(1983)

해발높이(m)	면적(km ²)	비율(%)
0~100	25,397,657	20.69
101~200	14,134,562	11.51
201~400	19,174,800	15.62
401~700	21,445,820	17.47
701~1,000	15,199,228	12.38
1,001~1,500	19,428,163	15.83
1,501~2,000	7,411,190	6.03
2,001이상	570,918	0.47
계	122,762,338	100.00

자료 : 김병철, 2001, 통일후 식량자급기반 구축을 위한 남북한 협력방안, 농업기반공사

나. 논의 분포현황

1) 논의 지역적 분포

북한지역 시도중 논면적이 가장 많은 지역은 서부지역에 위치한 황해남도로 150,610ha이며, 그 다음으로 평안북도(100,612ha), 평안남도(96,233ha) 등의 순이다. 동해안지역에 논의 제일 많은 도는 함경남도로 59,654ha이며, 가장 적은 논면적을 가지고 있는 도는 양강도로 1,358ha에 불과한 것으로 나타나고 있다.

표 3-2 시도별 논면적 분포현황(1984)

시도별	면적(ha)	비율(%)
평양시	30,359	5.19
평 남	96,233	16.46
평 북	100,612	17.20
자 강	7,038	1.20
황 남	150,610	25.75
황 북	49,876	8.53
강 원	38,631	6.61
함 남	59,654	10.20
함 북	22,971	3.93
양 강	1,358	0.23
개성시	12,767	2.18
남포시	14,705	2.52
계	584,814	100.00

북한의 서부지역에는 북한지역 전체논면적의 77.8%가 집중되어 있으며, 동부지역에는 20.7%, 내륙지역에 1.4%가 각각 분포되어 있다.

북한지역 전체 균평균 논면적은 3,110ha이지만 서부지역에 위치하고 있는 시군은 4,254ha, 동부지역의 시군은 2,378ha로 서부지역에 위치하고 있는 군의 논 평균면적은 동부지역

시군에 비해 약 2배 많은 것으로 나타나고 있다.

북한지역 시군중 논면적이 제일 많은 군은 황해남도의 연안군(18,972ha), 배천군(17,239ha)과 평안남도의 숙천군(17,484ha)이며, 그 밖에 1만ha이상 논면적을 갖고 있는 군으로 평안남도의 문덕군, 대동군, 온천군, 평원군, 평북의 용천군, 염주군, 황해남도의 신천군, 안악군, 청단군, 황해북도의 황주군, 함경남도의 함주군, 금야군 등이 있다. 시도별로 군평균 논면적을 보면 황해남도가 7,530.5ha로 가장 많은 논면적을 나타내고 있으며, 다음은 평안남도 및 평북으로 각각 4,000ha이상의 논면적을 가지고 있다.

황해남도의 모든 군은 1,000ha이상의 논면적을 가지고 있으며, 논면적이 1,000~5,000ha인 군이 8개, 5,000~10,000ha인 군이 7개이며, 10,000ha이상의 군이 5개군으로 북한지역 논농사의 중심지역을 형성하고 있다.

또한 평안남도는 대홍군을 비롯한 동부산간지역의 8개군을 제외하고는 모든 시군지역이 1,000ha이상의 논면적을 가지고 있으며, 특히 청천강하류 좌안지역을 비롯한 해안지역의 5개군지역은 10,000ha이상의 논면적을 가지고 있는 벼농사 중심지역이다.

북한지역 시군별로 전체경지면적중 논비율이 70%이상을 차지하고 있는 시·군·구역은 7개지역인바 특히 평안남도 문덕군은 78.3%, 평안북도 용천군은 73.9%, 황해남도 연안군은 73.1%, 평안남도 숙천군은 71.2%로 북한의 대표적인 벼농사지역이라고 할 수 있다.

북한지역에는 1960년대이래 지속적으로 추진한 관개개발사업으로 논면적이 많이 늘어났으며, 특히 압록강하류지역, 평안남도 서부해안지역, 재령강유역과 황해남도 서해연안지역이 북한지역 대표적 논농사지역을 이루고 있다.

2) 논의 수평·수직적 분포현황

북한지역 논면적중 해발 100m이하에 위치하고 있는 면적은 1984년현재 519,697ha로 전체논면적의 약 90%로 대부분 논은 저지대에 분포하고 있는 것으로 나타나고 있다. 특히 평양시, 남포시, 황해남도, 평안남도, 평안북도, 개성시의 논은 95%이상이 해발 100m이하 지역에 위치하고 있으며, 함경남도의 논도 92%이상이 100m이하지역에 위치하고 있는 것으로 나타나고 있다.

해발 100~200m에 위치하고 있는 논면적은 30,518ha(5.3%)이며, 200~400m에 위치하고 있는 논면적은 21,702ha(3.76%)로 조사되고 있다. 따라서 북한지역 전체논면적 577천ha중 400m이하 면적은 571,917ha로 총면적의 99.2%에 해당한다. 1984년 현재 해발 400m이상지역에 위치하고 있는 논은 5,203ha로 나타나고 있다.

해발 600~800m의 논면적중 67.5%가 양강도에 분포하고 있으며, 양강도의 해산시 및 갑산군에는 북한지역 해발 800m이상의 논 100%가 모두 이들 2개 군지역에 위치하고 있는 것으로 조사되고 있다.

이와 같이 북한지역의 논은 북부지역으로 갈수록 높은 지역까지 분포하고 있는 것을 알 수 있는데 이들 지역은 벼재배에 많은 제한이 있을 것으로 예상된다. 한편 이들 지역은 위도가 높다는 불리한 조건과 함께 바다로부터 떨어져 있으며, 특히 대륙성기후대의 영향을 받는 등 자연환경의 영향으로 이 지역 벼재배의 수직적 한계선은 대체로 해발 800m전후로 나타나고 있으며 이는 북한지역 벼재배의 수직적 한계선을 형성하고 있다.

표 3-3 시도별 해발표고별 논면적 분포현황(1984)

단위: ha, %

표고별	100m이하	100~200m	200~400m	400~600m	600~800m	800m이상	계
면적	519,697	30,518	21,702	4,465	646	92	577,120
(비율)	(90.05)	(5.29)	(3.76)	(0.77)	(0.11)	(0.02)	(100.00)

다. 밭의 분포현황

1) 지역별 분포현황

북한지역 총경지면적 1,792,819ha(1984현재)중 논면적 584,814ha를 제외한 1,208,005ha는 밭, 과수원, 뽕밭기타로 구성되어 있다. 이 중 전체경지면적의 54.8%에 해당하는 982,926ha는 밭이며, 나머지 225,079ha(12.6%)는 과수원, 뽕밭, 묘목용지, 호두밭, 참대밭, 갈밭 등으로 다년생작물이 경작되고 있다.

북한지역에서 밭면적이 가장 많은 도는 평안북도로 134,788ha이며, 다음으로 황해북도 121,170ha, 함경북도 118,127ha순으로 나타나고 있다. 함경북도, 황해남도, 평안남도에는 약 11만ha의 밭면적이 분포되어 있으며, 그 밖의 시도에는 약 10만ha미만의 밭이 분포되어 있다.

양강도의 밭면적은 66,782ha이며, 자강도는 68,320ha로 나타나고 있는데 이들 도는 전체 밭면적 규모는 적으나 경지면적 대부분이 밭으로 구성되어 있는 특징을 지니고 있다.

시군별로 밭면적 분포현황을 보면, 밭규모가 1만ha이상 시군은 평안남도의 개천군, 성천군 및 순천시, 평안북도의 의주군, 황해남도의 용연군, 황해북도의 황주군, 서흥군, 신계군 및 수안군, 함경남도의 단천시, 함경북도의 회령군, 온성군 등이며, 특히 밭면적이 가장 많은 군은 함경북도 회령군(15,175ha)과 황해북도 신계군(15,039ha)이다.

북한지역 밭면적의 권역별 분포현황을 보면 서부지역에 554,172ha(56.4%), 동부지역에 293,652ha(29.9%), 내륙지역에 135,102ha(13.7%)가 분포되어 있으며 논면적과 마찬가지로 밭면적도 과반수가 서부지역을 중심으로 분포되어 있음을 알 수 있다. 따라서 북한지역 대부분의 식량은 이 지역으로부터 생산되고 있는 것으로 판단할 수 있다.

북한지역에는 대체로 북부내륙고원지대, 평강철원고원, 신계곡산평야, 황주긴등평야, 두만강중류지역 등지와 같이 고원성지형이 잘 발달되어 있으며, 동시에 준평원이 분포된 지역의 시군지역에 상대적으로 많은 밭면적이 분포되어 있는 것으로 나타나고 있다.

표 3-4 권역별 밭면적 분포현황 (1984)

구 분	밭면적(ha)	비 율(%)
서부지역	554,172	56.38
동부지역	293,652	29.88
내륙지역	135,102	13.74
계	982,926	100.00

2) 해발표고별 분포현황

북한지역의 밭은 해발 100m이하지역으로부터 1,600m전후의 고지대까지 분포되어 있으

며, 지역간 현저한 특징을 나타내고 있다. 북한지역의 해발표고별 발면적 분포현황을 보면 전체면적 826,412ha중에서 해발100m이하 지역에 위치하고 있는 발면적이 449,156ha(54.4%)로 절반이상을 차지하고 있다.4)

해발표고 100~200m의 발면적은 약 16%인 132,010ha, 200~400m의 발면적은 13.7%인 113,382ha로 나타나고 있다. 따라서 북한지역 전체발면적의 약 84%에 해당하는 694,548ha의 발면적은 옥수수 안전재배지역인 해발 400m이하의 지역에 분포하고 있는 것으로 볼 수 있다.

또한 400m이상에 위치하고 있는 발면적은 131,864ha로 전체발면적의 약 16%에 해당하며, 이중 옥수수 재배에 제한성이 있는 해발 800m이상지역에 분포하고 있는 발면적은 62,737ha로 전체발면적의 7.6%를 차지하고 있는 것으로 조사되고 있다.

고지대에 분포하고 있는 발면적이 많은 도는 양강도, 함경남도, 자강도이며, 함경북도 및 평안남도가 고지대에 위치하고 있는 발면적비율이 높은 지역에 속한다. 해발 800m이상에 위치한 발면적은 양강도에 44,671ha, 함경남도에 10,748ha, 자강도에 4,069ha, 함경북도에 2,730ha, 평안남도에 519ha가 각각 분포하고 있으며, 1,000m이상지역에 위치하고 있는 밭은 양강도에 31,522ha(72.3%), 함경남도에 9,469ha(21.7%), 자강도에 2,085ha(4.8%), 함경북도 491ha(1.1%) 순으로 분포하고 있다.

표 3-5 해발표고별 발면적 분포현황(1984)

단위: ha, %

표고별	100m 이하	100~ 200	200~ 400	400~ 600	600~ 800	800~ 1,000	1,000m 이상	계
면적	449,156	132,010	113,382	49,762	19,365	19,163	43,574	826,412
(비율)	(54.35)	(15.98)	(13.72)	(6.02)	(2.34)	(2.32)	(5.27)	(100.00)

3) 경사도별 분포현황

북한지역의 밭은 지역 특성상 대부분 경사지에 놓여있는 것으로 나타나고 있다. 북한지

4) 북한지역 발면적은 앞의 표에서 982,926ha로 나타나 있으나 표고별 분포현황에서는 826,412ha로 156,514ha가 감소한 면적을 "조사면적(북한에서는 1984년에 북한지역 전역에 걸쳐 토양조사를 실시하였음)"으로 표현하여 나타내고 있다. 이 면적이 좀더 신뢰성 있는 면적으로 추정된다.

역 전체발면적중 5도이하 경사지에 위치하고 있는 발면적은 423,793ha로 51.3%를 차지하고 있으며, 6도이상의 발면적이 48.7%로 거의 절반을 점하고 있다. 이중 16도이상의 급경사지에 위치한 발면적도 14.1%를 차지하고 있는 것으로 조사되고 있다.

표 3-6 경사도별 발면적 현황(1984)

				단위: ha, %
경사도별	5°이하	6~15°	16°이상	계
면적	423,793	286,136	116,483	826,412
(비율)	(51.28)	(34.62)	(14.10)	(100.00)

시도별 경사도별 면적분포현황을 보면, 시도별 전체발면적중 5도이하의 평탄지 발비율이 높은 지역은 평양시, 황해남도, 평안북도 등이며, 16도 이상의 경사도를 가지는 발면적비율이 높은 지역은 자강도, 강원도 등 지역이다.

경사별 발면적과 관련하여 특이한 점은 양강도는 산지가 상대적으로 많은 지역이지만 고원성 평야지형 조건과 관련하여 16도이상의 발비율은 도전체발면적중 17.3%로 자강도 및 강원도에 비해 상대적으로 낮게 나타나고 있다.

경사도별 면적현황을 시도별로 살펴보면, 5도이하 발은 평안북도에 15.7%, 황해남도에 13.8%, 황해북도에 12.8%, 평안남도에 11.8%가 분포되어 있다. 따라서 평안남도·북 및 황해남도·북 지역에 5도이하 발면적이 54.1%가 분포하고 있어 북한지역 전체발면적중 과반수가 이들 지역에 분포하고 있는 것으로 나타나고 있다. 16도이상 급경사 발면적이 가장 많은 지역은 황해북도로 13.8%가 분포하고 있으며, 다음으로 자강도(13.0%), 평안남도(12.9%), 강원도(11.8%) 순으로 나타나고 있다.

16도이상의 경사지 발은 주로 북부내륙산간지역과 낭림산맥, 북대봉산맥, 태백산맥 등지에 분포하고 있으며, 특히 군전체 발면적중 자강도의 자성군 58.6%, 양강도의 풍서군 44.3%, 운흥군 43.7% 및 삼수군 43.9%, 강원도의 금강군 45.1%의 발면적은 16도이상의 급경사지 발으로 구성되어 있는 것으로 나타나고 있다.

북한지역 다락밭은 1984년현재 전체밭면적의 14.1%에 해당하는 116천ha의 급경사지 밭 중 이의 약 10.4%인 12천ha만 다락밭으로 개조한 것으로 나타나고 있다. 북한지역 밭면적 중 약 2분의1이 6도이상의 경사지에 위치하고 있음에도 불구하고 다락밭면적은 북한지역 전체 밭면적의 약 1.5%에 불과한 면적으로 조사되고 있다. 이는 급경사지에 위치한 밭면적 중 대부분은 다락밭을 만들기엔 부적합한 급경사지이거나 다락밭으로 개조하는 데는 많은 노력과 비용이 소요되기 때문에 경사지를 그대로 이용하고 있는 것이 아닌가 추정된다.

한편 다락밭면적의 시도별 분포를 보면 양강도이 2,402ha로 가장 많고 이 밖에는 평안남도 2,061ha, 함경북도 1,682ha, 평안북도 1,676ha 등의 순으로 대체로 16도이상의 경사지 면적에 비례하여 분포하고 있는 것으로 나타나고 있다.

북한지역 경사지 밭면적을 분석해 볼 때 다락밭을 제외한 16도이상의 급경사지 밭면적과 약 286천ha에 해당하는 6~15도 경사지밭면적 중 상당부분은 토양침식 방지시설을 갖추지 못하여 유실의 우려가 있는 상태로 방치되고 있는 것으로 추정된다.

라. 과수원 분포현황

북한지역에서 과수원면적이 가장 많은 지역은 황해남도로 35,377ha이며, 이 밖에 함경남도에 22,313ha, 평안북도에 19,092ha, 평안남도에 17,901ha, 황해북도에 17,168ha 등의 순으로 분포되어 있다. 과수원 면적이 가장 적은 지역은 양강도로 352ha에 불과하다.

과수원면적을 권역별로 보면, 서부지역에 전체과수원면적의 65.4%가 분포되어 있으며, 동부지역에 31.9%, 내륙지역에는 2.5%가 분포하고 있다. 군별 면적규모에서는 황해남도 과일군은 1984년현재 과수원면적 비율이 군전체 경지면적의 약 67%인 7,821ha로 과일전업농 지대를 형성하고 있으며, 함경남도 정평군에도 3,525ha의 과수원면적이 분포하고 있는 것으로 조사되고 있다.

북한지역의 과수원은 야산과 계곡을 비롯한 고지를 개간하여 조성한 곳이 대부분이다. 따라서 상당한 면적이 고지대에 위치하고 있는 것으로 나타나고 있다. 해발표고별 면적분포현황을 보면, 해발 100m이하에 분포되어 있는 면적이 약 3분의 2로 나타나고 있다.

북한지역 과수원의 경사도별 분포현황을 보면, 북한지역 과수원은 대부분 산지에 위치하

고 있어 6도이상의 경사도를 가지는 면적이 약 80%로 대부분을 차지하고 있으며, 특히 16도 이상의 급경사지에도 전체과수원 면적의 약 38%에 해당하는 54천ha가 분포하고 있다.

표 3-7 해발표고별 과수원 분포현황(1984)

단위: ha, %

구 분	100m 이하	100~200	200~400	400~600	600~800	800~1,000	1,000m 이상	계
면 적	98,847	25,704	13,491	3,166	306	164	18	141,696
(비율)	(69.76)	(18.14)	(9.52)	(2.23)	(0.22)	(0.12)	(0.01)	(100.0)

경사도 5도이하의 과수원 면적은 강원도, 함경북도, 황해남도, 함경남도에 많이 배치되어 있으며, 분포비율이 적은 지역은 자강도와 개성시이다. 한편 16도이상 과수원면적이 많은 지역은 평안북도, 함경남도, 황해북도 등이며, 양강도는 산간지 면적이 많으나 고원분지대에 위치한 관계로 해발표고에 비해서 경사도는 상대적으로 낮은 특성을 나타내고 있다.

표 3-8 경사도별 과수원 분포현황(1984)

단위: ha, %

구 분	5°이하	6~15°	16°이상	계
면 적	30,451	57,072	54,173	141,696
(비율)	(21.49)	(40.28)	(38.23)	(100.00)

마. 뽕밭 분포현황

북한지역 뽕밭은 주로 산지에 분포하고 있으며, 해발 100m이하지역으로부터 1,000m이상의 고지역에까지 다양한 분포현황을 보이고 있다. 해발 100m이하의 뽕밭이 약 19천ha로 46.5%를 차지하고 있으며, 해발 400m이상의 고지에 있는 뽕밭이 약 5천ha인 것으로 나타나고 있다. 서부지역의 뽕밭은 대부분 200m이하 지역에 위치하고 있으나 자강도의 뽕밭은 약 84%가 200m이상의 지역에 분포하며, 양강도의 뽕밭은 약 80%가 400m이상의 고지에 분포하고 있는 것으로 나타나고 있다.

1984년 현재 북한지역 뽕밭면적은 전체 경지면적중 약 2.7%를 차지하고 있다. 시도별 뽕밭면적 분포현황을 보면, 가장 많은 지역은 함경남도로 7,748ha(16.3%)이며, 이 밖에 자강도 7,306ha(15.4%), 평안남도 7,253ha(15.3%), 황해북도 6,030ha, 평안북도 5,545ha 등의 순으로 분포되어 있다. 권역별 분포도를 보면 서부지역에 54.2%, 동부지역에 30.4%, 내륙지역에 15.5%가 각각 분포하고 있는 것으로 나타나고 있다.

표 3-9 해발표고별 뽕밭 분포현황(1984)

단위: ha, %

구 분	100m이하	100~200	200~400	400~600	600~800	800~1,000	계
면 적	19,404	7,731	9,541	4,370	617	38	41,701
(비율)	(46.53)	(18.54)	(22.88)	(10.48)	(1.48)	(0.09)	(100.00)

북한지역의 뽕밭은 대부분 산지에 분포하여 경사도가 높다. 전체뽕밭면적 가운데 약 78%는 6도이상 경사지에 위치하며, 16도이상 급경사지에 분포하고 있는 면적도 전체면적의 약 3분의 1이 넘는 것으로 나타나고 있다.

시도별로는 함경남도, 함경북도, 평안남도, 황해북도 등의 지역에서는 비교적 낮은 경사도를 보이고 있으며, 자강도, 평안남도, 함경남도의 뽕밭면적 중 상당부분은 16도이상의 급경사지에 분포하고 있는 것으로 나타나고 있다.

표 3-10 경사도별 뽕밭 현황(1984)

단위: ha, %

구 분	5°이하	6~15°	16°이상	계
면 적	9,315	16,703	15,683	41,701
(비율)	(22.34)	(40.05)	(37.61)	(100.00)

바. 관개면적

북한의 관개면적에 대해서는 정확한 통계치가 발표된바가 없으나 북한이 자체적으로 논 의 경우는 거의 100%, 밭의 경우는 100만ha에 관개가능하다고 발표한 바가 있다. 그러나

국제기구의 2001년 자료에 의하면 북한의 수리안전답율은 56%로 나머지 44%에 해당하는 약 250천ha의 논면적에는 급수가 이루어지지 못하고 있고 밭의 경우 옥수수 재배면적 496천ha 중 69%인 341천ha에 적당한 관개가 이루어지지 못하고 있는 것으로 조사된 바가 있다.(FAO/WFP, 2001)

표 3-11 주요농작물 관개면적 현황

구 분	벼		옥수수	
	면적(천ha)	구성비(%)	면적(천ha)	구성비(%)
완전관개	320	56	155	31
부분관개	150	26	115	23
무관개	102	18	226	46
계	572	100	496	100

자료: FAO/WFP, Special Report, 2001. 10. 26.

사. 경지정리

북한은 토지개혁 이후 과거부터 내려온 세분화된 토지를 정리하여 경지면적을 늘이고 농업생산성을 제고하기 위해 일명 “토지정리”라고 하는 경지정리사업을 추진해왔다. 6.25 후에는 파괴된 농지의 복구차원에서 토지정리를 실시하였으며, 1950년대 후반에는 협동화 과정에서 기계화 경작을 위한 토지정리를 실시하였는바 각도마다 1개 시범군을 선정하여 규격포전과 기계화 농로 정비사업을 시행하였다.

1970년대부터는 토지정리 및 토지개량이 “자연개조 5대방침”의 한 사업으로 추진되어 왔으나, 1998. 5월부터는 “대자연개조구상”에 따라 규모가 협소한 돼기논·밭 등을 정리하여 농업생산을 증대시킨다는 목적아래 서해안 주요 평야지대에서 대규모 경지정리사업을 추진하고 있다. 이 사업은 겨울철 농한기에 1년에 1개도씩 정리한다는 계획으로 국가적 차원에서 자재 및 노동력을 지원하여 시행하고 있으며 강원도, 평안북도, 황해남도에서 이미

완공하였고 2002년부터는 평안남도과 평양시에서 추진하고 있다. 현재 북한이 시행하고 있는 토지정리사업은 상대적으로 경사도가 심한 강원도 및 평안북도에는 필지규모를 800-1,000평으로 하고 황해남도지역은 1,000-1,500평 규모로 하는 등 기존 농지의 필지규모를 더욱 크게 확장하는 사업이라고 할 수 있다. 그러나 최근 자료(로동신문, 2002. 4. 2 일자)를 보면, 황해남도 토지정리에서도 필지규모를 평야지대 1,000-1,500평, 중간지대 800-1,000평, 산간지대는 300-500평으로 정리한 것으로 보도한바가 있어 이와 같이 필지규모는 같은 도지역내에서도 지형에 따라 다르게 구획한 것으로 보인다.

표 3-12 토지정리사업 추진실적

도 별	공사기간	사업추진실적			필지크기 (평)
		전체논면적 (ha)	사업면적 (ha)	토지정리율 (%)	
강 원 도	'98.10-'99.4	34,700	31,360	90.4	800 - 1,000
평안북도	'99.10-'00.5	101,200	50,000	49.4	800 - 1,000
황해남도	'00.10-'02.3	147,200	100,000	67.9	1,000 - 1,500
계	-	283,100	181,360	64.1	-

2. 수자원 현황과 개발이용 실태

가. 수자원 현황

북한발행 문헌⁵⁾에 의하면 북한의 연평균강수량은 1,000~1,200mm로 청천강, 대령강 상류지방에서 1,400mm 이상, 임진강, 예성강, 남강상류, 안변남대천상류, 북한강 우안을 포괄하는 강원도, 황해북도, 개성시 지역에서 1,000mm이상, 특히 장풍지방은 1,500mm 이상으로 강수량이 많은 지역에 속하며, 함경북도의 내륙지역(두만강유역)과 허천강을 중심으로 하는 양강도 지역에서 700mm 미만, 대동강어구를 중심으로 하는 평안남도와 황해남도 서

5) 백과사전출판사, 1995. 조선대백과사전 1권 413쪽

해안지대에서 1,000mm 미만으로 강수량이 적은 지역에 속한다.

1999년 기준 북한지역 연평균강수량은 1,150.5mm로 남한의 1,283mm보다 적게 나타나고 있다.

표 3-13 북한지역 강수량, 증발량 및 유출량

지역	면 적(km ²)	강수량(mm)	증발산량(mm) (강수량대비%)	유출량(mm) (강수량대비%)
전 지역	122,457.3	1,150.5	471.5 (41)	679.0 (59)
서해안	83,586.7	1,226.2	490.0 (40)	736.2 (60)
동해안	38,870.6	987.0	430.9 (44)	556.1 (56)
평양시	2,629.4	1,180.4	578.7 (49)	601.7 (51)
남포시	828.8	1,057.9	619.2 (59)	438.7 (41)
개성시	1,308.6	1,528.9	646.1 (42)	882.8 (58)
평안남도	11,866.6	1,368.8	548.4 (40)	820.4 (60)
평안북도	12,393.2	1,361.7	533.0 (39)	828.7 (61)
자강도	16,764.7	1,146.0	398.6 (35)	747.4 (65)
황해북도	8,153.7	1,340.1	595.1 (44)	745.0 (56)
황해남도	8,196.5	1,238.6	660.6 (53)	578.0 (47)
강원도	11,086.6	1,516.9	473.8 (31)	1043.1 (69)
양강도	13,888.4	840.0	387.9 (46)	452.1 (54)
함경북도	16,738.0	786.2	409.0 (52)	377.2 (48)
함경남도	18,602.8	1,074.2	399.0 (37)	674.3 (63)

자료 : 조선대백과사전 9권 546쪽, 99년판

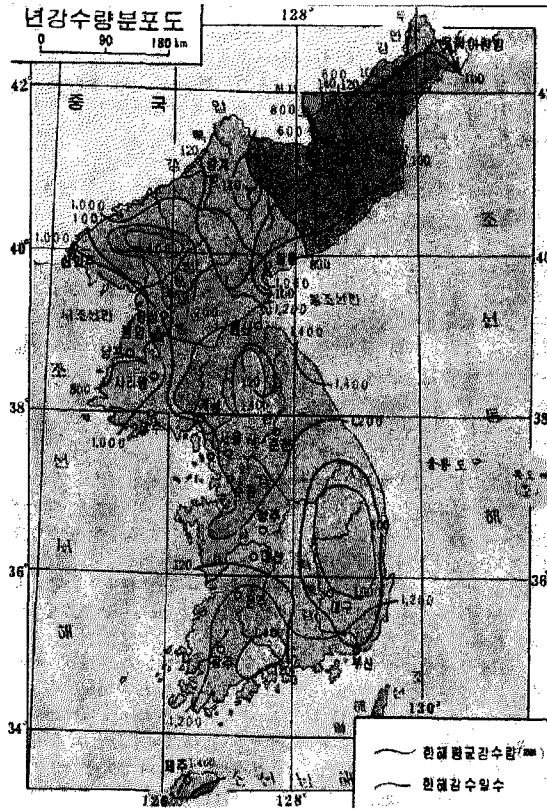


그림 3-1 연평균강수량(북한자료)

북한의 총 수자원부존량⁶⁾은 831억 m^3 이며 단위면적당 부존량은 67.8만 m^3/km^2 이다. 7~8월 장마기에 차지하는 비중이 55.6%이고 기타 시기에 44.4%로 나타나고 있다.

지표수자원이 많은 유역은 압록강유역(206.8억 m^3), 대동강유역(149.3억 m^3)의 순이며, 이 두 유역의 지표수자원은 북한의 총 지표수자원의 약 43%를 차지한다. 지표수자원이 많은 도는 함경남도(125.4억 m^3), 자강도(125.3억 m^3), 강원도(120.0억 m^3)의 순이며 단위면적당 지표수자원량은 강원도가 104.3만 m^3/km^2 로 가장 많다. 북한의 지역별·도별 지하수자원의 분포는 <표 3-14>와 같다.

6) 수자원부존량은 하천유출량을 의미, 수자원총량에 유출율을 곱한 수량이다.

표 3-14 도별 지표수 자원

지역별	면적 (km ²)	강우량 (mm)	지표수총량 (억m ³)	비율 (%)	단위면적당 지표수량 (만m ³ /km ²)
전 지역	122,457.30	1,150.50	831.4	100	67.8
서해안	83,586.70	1,226.20	615.3	74	73.6
동해안	38,870.60	987	216.1	25	55.5
평양시	2,629.40	1,180.40	15.8	1	60.0
남포시	828.8	1,057.90	3.6	0	43.4
개성시	1,308.60	1,528.90	11.5	1	87.8
평안남도	11,866.60	1,368.80	97.3	11	81.9
평안북도	12,393.20	1,361.70	102.7	12	82.8
자강도	16,764.70	1,146.00	125.2	15	74.6
황해북도	8,153.70	1,340.10	60.7	7	74.4
황해남도	8,196.50	1,238.60	47.3	5	57.7
강원도	11,086.60	1,516.90	115.6	13	104.2
양강도	13,888.40	840	62.7	7	45.1
함경북도	16,738.00	786.2	63.1	7	37.6
함경남도	18,602.80	1,074.20	125.4	15	67.4

자료 : 조선대백과사전 9권 546쪽, 99년판

표 3-15 남북한 수자원량 추정 비교

단위 : 억톤

구분	수자원총량	유출량(%)	증발산량(%)	비고
북한	1,408	831(59)	577(41)	기준년미상
남한	1,276	731(57)	545(43)	1998년기준

자료 : 북한 조선대백과사전 9권 546쪽, 99년판
남한 수자원장기종합계획(2001~'20), '01.6 건설교통부

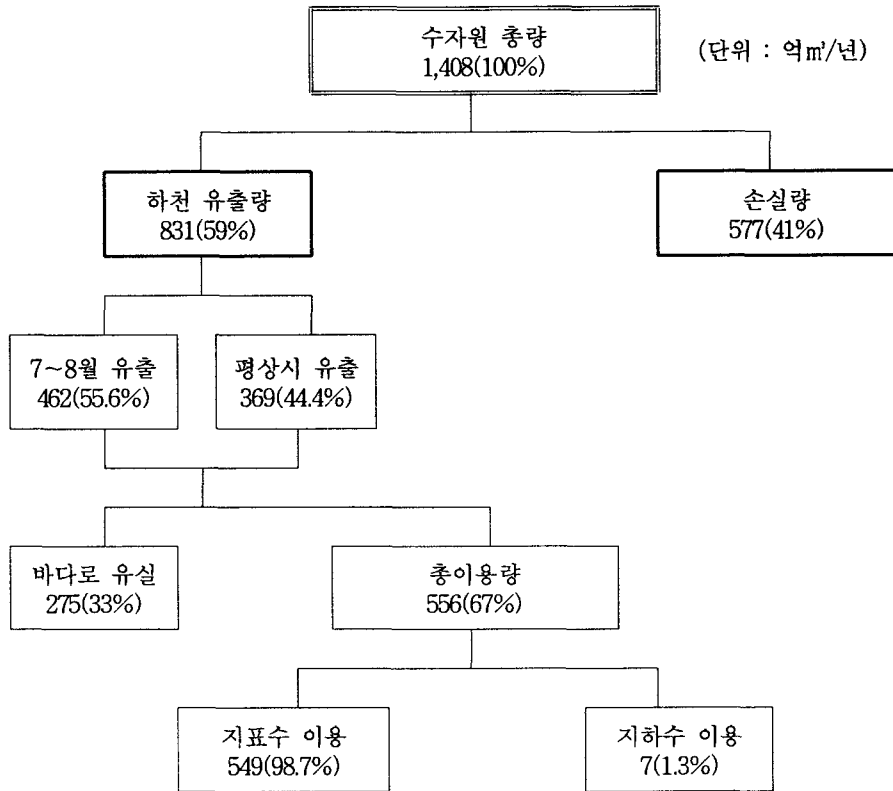


그림 3-2 북한지역 수자원 부존량 및 이용현황

나. 수자원 이용현황

수자원 이용 형태는 지표수와 지하수로 구분할 수 있으며 그중 98.7%가 지표수 이용량이고 지하수 이용량은 불과 1.3%이다. 수자원 이용량은 전체 수자원의 40%, 지표수 부존량의 67%로 비교적 높은 것으로 나타나고 있다.

지표수이용에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 수력발전용수로 전체 지표수이용량의 80%를 차지하는바 수력발전용수 이용량이 많은 원인은 한번 이용한 물을 재이용하기 때문에 수자원 이용률이 높은데 있다.

7) 압록강의 경우 운봉발전소와 강계청년발전소, 장자강청년발전소에서 수력발전용으로 이용한 물을 하류의 수풍발전소에서 재이용하고 있어 수자원이용률이 171%로 나타나고 있다.

표 3-16 분야별 수자원 이용량('83년 현재)

구 분	이용량(억m ³)	비 율 (%)
계	556	100.0
공업용수	475	85.4
수력발전용수	432	(91.0)
생산용수	25	(5.2)
유별	18	(3.8)
농업용수	71	12.8
저수지	30	(43.0)
양수장	28	(39.0)
보	11	(15.7)
기타	2	(2.3)
생활용수	10	1.8

3. 수계별 농업생산기반 현황

가. 수계구분 및 수계별 특성

1) 북한지역 수계구분

북한의 하천들은 지류가 발달되어 있고 하천 망이 비교적 고르게 분포하며, 하천밀도 0.4~0.5km/km²로서 조밀한 편이다. 그러나 대부분이 좁은 골짜기를 흐르며 발원지의 고도가 높아 경사가 급하다. 동해로 흐르는 하천들은 산지성 하천의 성격 때문에 길이에 비하여 유역면적이 작고 유역사이의 경계가 뚜렷한 것이 특징이다. 남한과 마찬가지로 분수령이 동쪽에 치우쳐 있으며 유로연장 100km이상의 주요하천들은 두만강을 제외하고는 대부분 서해로 유입된다.

북한에서는 하천의 유출방향, 하천망의 특성, 지형을 비롯한 기본적인 자연지리적 조건의 차이, 하천의 함양과 하천유출의 월별 유출변화과정 및 년도별 분포 특성의 조건들을 고려하여 하천분류를 동·서·북의 3개 유역으로 구분하고 있다.

그러나 본 연구에서는 하천의 유출방향과 지형, 농경지분포특성을 고려하여 북한지역을 그림과 같이 2개 수문구역, 즉 서해안유역과 동해안유역으로 구분하여 고찰하고자 한다.

표 3-17 수문구획 및 특성

구 분	하천 및 지역명
서해안유역	- 5대강 : 임진강, 예성강, 대동강, 청천강, 압록강 - 기 타 : 평북해안, 평남해안, 황남해안, 개성해안
동해안유역	- 주요하천 : 두만강, 수성천, 온포천, 어랑천, 남대천(길주), 북대천(단천), 남대천(단천), 남대천(북청), 성천강, 금진강, 금야강, 덕지강, 남대천(안변) - 기 타 : 함북해안1~5, 함남해안1~4, 강원해안1~2

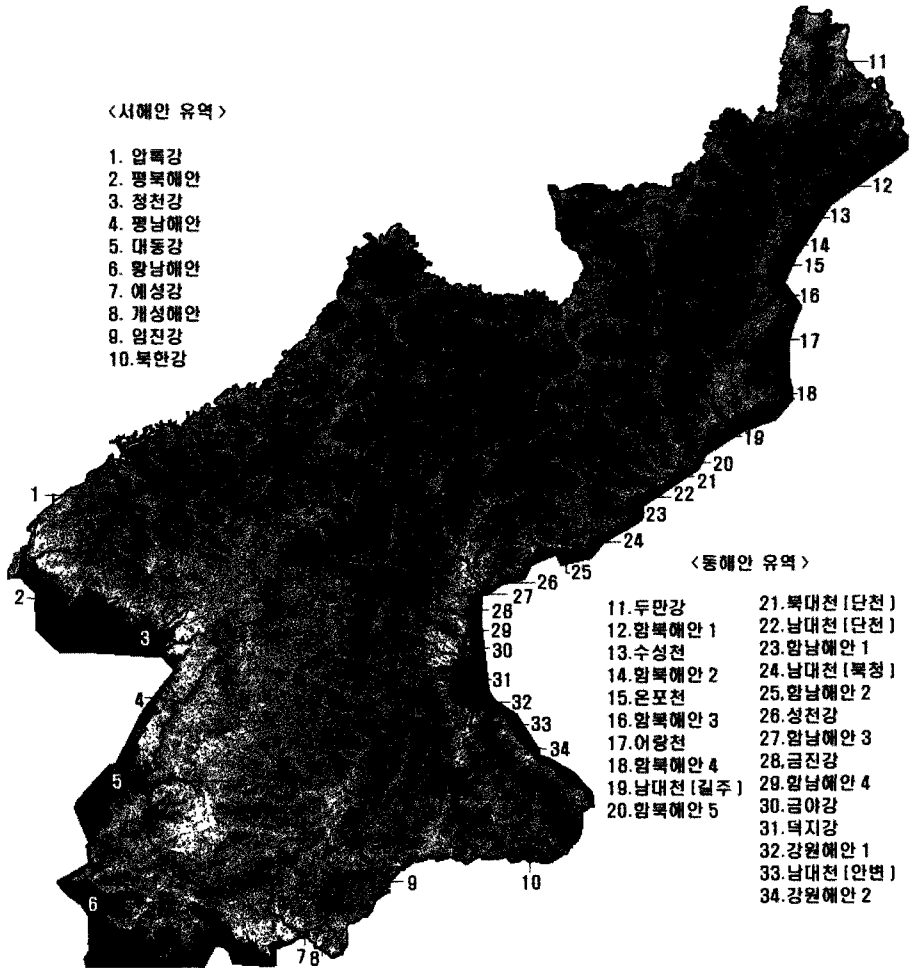


그림 3-3 북한지역 주요하천 및 해안유역 위치도

2) 수계별 특성

가) 서해안수계 특성

(1) 임진강

임진강은 한강의 제1지류로서 강원도 법동군, 천내군, 평안남도 양덕군의 경계지역에 위치한 두류산(해발고 1,323m)에서 시작하여 개성시 관문군, 경기도 파주시사이에서 한강과 합쳐 서해의 강화만으로 흘러드는 강이다.

임진강의 총길이는 272.4km이고 유역면적은 8,135.5km²이다. 하상경사는 4.78/1,000, 만곡율은 1.4로 지천이 약 220개인바 그 중 제1지천이 60여개, 제2지천이 80여 개이다. 아호비령 산맥과 마식령 산맥을 따라 북동-남서 방향으로 비교적 곧게 흘러내린다.

임진강의 상류는 전형적인 산지하천으로서 하상경사가 아주 급하고 연안의 충적지도 넓지 못하다. 하구로부터 84.5km 지점에서 비무장지대를 지나 이남측의 한탄강, 고미탄천, 사미천, 역곡천, 평안천, 문산천, 사천 등의 주요지류가 합류하면서 지형 및 지질특성상 심한 사행을 이루며 한강 하류부 우안측에 합류하여 서해로 유입한다.

일반적으로 소하천이 대하천으로의 유입시 지형적으로 대하천의 흐름방향에 예각으로 자연스럽게 유입하게 되나 임진강의 경우, 한강과 합류하여 90도 방향을 선회하여 서해로 유출되므로 두 하천간에 침투유출이 발생할 경우 심각한 배수불량 현상이 발생하게 되어 홍수 소통상 지장을 초래하는 요인으로 작용하게 된다.

유역면적의 약 63%에 해당하는 5,108.8km²가 북한쪽에 위치하고 있고 그 외 37%인 3,008.7km²는 남한쪽에 위치하고 있다.

임진강(북한지역)은 북한에서 비가 많이 내리는 유역으로 유역평균 강수량은 1,483.4mm이다. 유역의 평균증발량은 452.2mm이고 유출고는 1,031.2mm이며 유출계수는 0.70이다. 임진강유역의 총 수자원량은 838,336만m³이며 단위면적당 수자원량은 103.1만m³/km²로서 북한의 하천 중 가장 많다. 이는 두만강유역의 2.3배, 대동강유역의 1.2배, 압록강유역의 1.6배가 된다. 임진강유역의 평균 비유량은 0.0327m³/s/km²로서 두만강 유역의 2.5배가 된다.

남한 쪽에 위치한 임진강의 하류구간은 중적층에 위치하여 하천양안은 넓은 농경지가

분포하고 있다. 임진강 주요지류의 제원은 부록에 수록되어 있다.

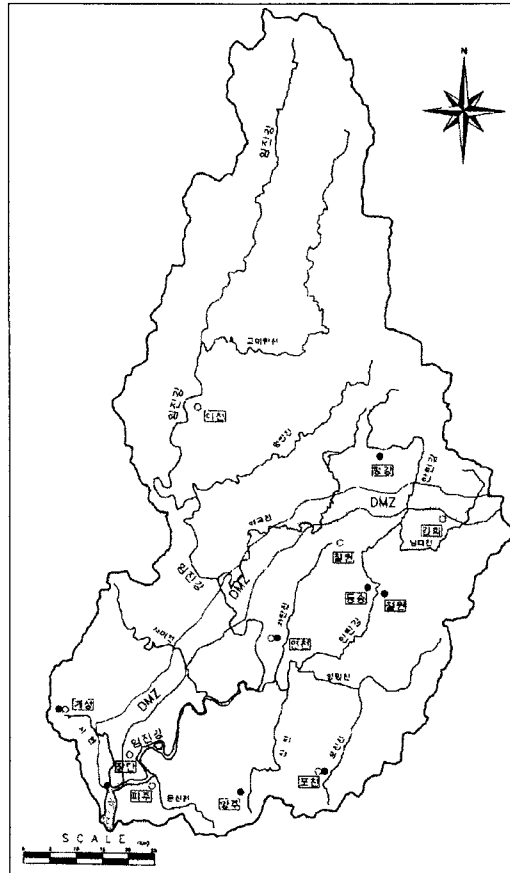


그림 3-4 임진강유역도

(2) 예성강

예성강은 황해북도 수안군 언진산(1,120m) 남쪽기슭에서 발원하여 개성시 개풍군과 황해남도 배천군 사이를 거쳐 강화만으로 흘러든다.

예성강의 총길이는 187.4km, 유역면적은 3,916.3km²이며 유역면적 중 황해북도가 76.3%, 황해남도가 17.1%, 개성시가 4.9%, 강원도가 1.7%를 차지한다.

예성강유역에는 길이 5km이상 되는 강하천이 124개 있는데 5~10km의 하천이 56%로서 가장 큰 비중을 차지한다. 지류들의 유역면적별 구성을 보면 주요 강하천 총 28개 가운데서 100km²이하의 유역면적을 가지는 하천이 약 60%나 된다. 예성강에서 비교적 큰 지류로 누천, 구연천, 남천, 위라천 등이다.

예성강은 좌안과 우안에 지류가 비교적 고르게 발달 되어 있다. 예성강은 상류에서 신계, 곡산 현무암지대를 흐르기 때문에 상류로부터 중류로 내려오면서 지류들의 유역 평균 높이가 갑자기 낮아지며 하류로 내려가면서 점차적으로 낮아진다. 예성강의 만곡율은 1.78이며 하천밀도는 0.44km/km²로서 비교적 큰 편이고 세로 단면의 평균 하상경사는 2.2/1,000이다.

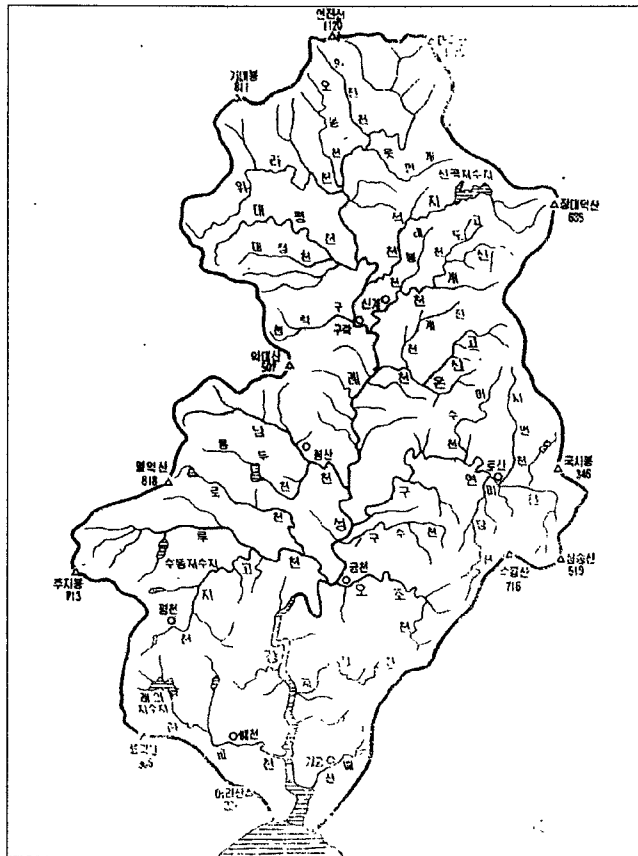


그림 3-5 예성강 유역도

예성강유역 평균강수량은 1,352.6mm, 유역 평균증발량은 33.3mm, 유역평균 유출고는 819.3mm이며 평균유출계수는 0.61이다. 예성강의 평균 유량은 102.0m³/s 이고 평균 비유량은 0.0267m³/s/km²이다.

주요 수문지점들의 유출기준값(1951~1980년)은 금천에서 다년 평균유출량이 63.8m³/s, 평균비유량은 0.0255m³/s/km², 평균유출고는 804.8mm이며 평균유출계수는 0.61이다. 구락지점에서는 평균유량이 25.8m³/s, 평균비유량은 0.0236m³/s · km², 평균유출고는 743.0mm이며 평균유출계수는 0.58이다.

유출의 월별분포는 7월과 8월에 유출량이 가장 많고 9월에 6월의 2배 이상 많으며 5월 유출량이 상대적으로 4월보다 적은바 이는 융설수 유출과 관련되어 있다. 유출의 계절별 분포를 보면 여름에 가장 많고 다음에 봄, 가을에 많으며 겨울에 가장 적다.

예성강에서 홍수과정을 분석해보면 대체로 다음과 같은 세 가지 유형으로 갈라 볼 수 있다.

첫째, 강우가 전체 유역에 거의 균일하게 내릴 때 생기는 홍수 과정선은 매우 완만하고 홍수지속시간이 큰 것이 특징이다. 둘째, 중부지방에 집중강우 중심이 놓이는 경우인데 홍수과정선에서 증수과정이 아주 급격한 것이 특징이다. 그러나 홍수량은 첫째 경우보다 크지 못하다. 셋째, 집중강우 중심이 상류지방에 놓이는 경우인데 이때 홍수 과정선은 평활화 되어 완만해지는 것이 특징이다.

예성강의 최대홍수량은 금천에서 6,560m³/s (1957~1982년)이며 구락에서 4,610m³/s (1958~1982년)이다

예성강에서 조수가 미치는 구간은 하구로부터 약 51km지점에 있는 금천군 계정리 부근까지이다.

예성강 주요지류의 상세한 제원은 부록에 수록되어 있다.

(3) 대동강

대동강은 낭림산맥의 낭림산(2,186m) 남쪽에서 시작하여 남포시와 황해남도 은률군 사이의 서해로 흘러든다. 대동강의 총길이는 450.3km, 유역면적은 20,247km²이다.

길이가 5km 이상의 지류가 619개이고 대부분의 지류 길이가 5~10km 이며, 주요 지류들은 좌안에 집중되어 있다. 유역면적이 50km² 이상 되는 지류가 총 103개로서 그중 50~100km²인 것이 46개, 100~200km²인 것이 27개, 200~500km²인 것이 22개이다.

평균 경사도는 2.5/1,000인바, 상류 경사도는 6.6/1,000, 중류부는 0.4/1,000, 하류부는 0.1/1,000이다. 만곡율은 1.9, 하천망의 밀도는 0.4km/km²이다.

대동강유역의 연평균 강우량은 1207.8mm, 수자원은 2,445,400만m³로서 북한지역 수자원 총량의 18.97%를 차지한다. 유역평균 유출고는 709.2mm, 평균증발량은 498.2mm, 평균비유량은 0.0234m³/s/km², 유출계수는 0.59이며 평균비우량이 가장 높은 곳은 남강의 상류인 송가천 유역으로 0.034m³/s/km²이고, 가장 작은 지역은 남포시에 위치한 삼화천, 서찬강 유역으로 0.012~0.014m³/s/km²이다.

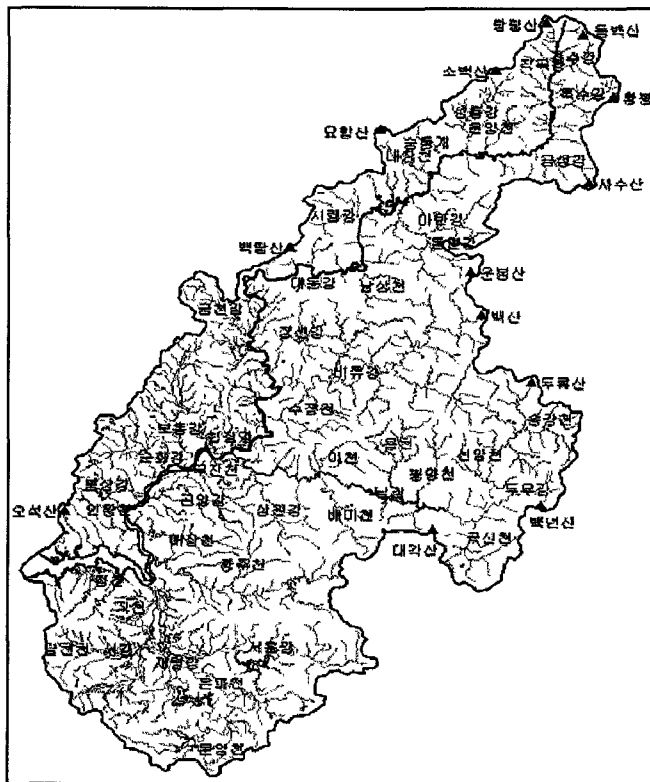


그림 3-6 대동강 유역도

월별 유출이 제일 작은 달은 1월과 2월이다. 그 중에서도 2월에 최소흐름량이 나타나고 있는데 2월 유출량 비율은 1.0%이다. 1월과 2월 유출량 비율은 여타지역과 큰 차이가 없다.

또한 유출의 월별 분포에서 본 바와 같이 대부분의 수자원이 8월과 7월에 집중적으로 유출됨으로써 홍수가 자주 발생한다. 이 유역에서 홍수의 발생빈도가 제일 많은 하천은 비류강과 남강(년평균 4.5회)이다. 비류강유역과 남강유역의 홍수발생의 특징은 봄철에도 홍수가 자주 발생하는 것이다. 비류강의 성천지점에서 일어난 홍수발생의 4.8%는 봄철에 발생하였으며 남강유역의 삼등지점에서는 3.6%, 신평지점에서는 8.0%에 해당하는 홍수가 발생하였다. 그것은 이 유역에 홍수를 일으키는 호우의 중심이 이지역으로 자주 이동하기 때문이다. 봄철에 눈 녹은 물의 함양이 많기 때문이다.

대동강하류의 삼화천, 산촌천, 서촌강, 청천, 직천, 수합강 유역은 증발량이 유출고 보다 높다. 그 중에서도 재령강유역이 가장 높는데 황해남도 일부 지역에서는 거의 50%가 증발되고 있다. 그것은 이 지역이 낮은 평야로 되어 있으므로 증발이 심하게 일어나기 때문이다.

대동강 본류에는 홍수조절과 동서연계 운하건설 목적으로 건설된 서해갑문을 비롯하여 5개의 갑문과 다목적댐인 금성호가 있다

하구에서 만경대부근까지의 평균 수심은 약 7~11m 내외이며 서해갑문건설 이전 하구에서의 조석 차는 6m 정도였다고 한다.

대동강 주요지류의 상세한 제원은 부록에 수록되어 있다.

(4) 청천강

청천강은 적유령산줄기의 갑현령(1,003m)에서 시작되어 자강도, 평안북도, 평안남도의 경계를 이루면서 흐르다가 평안북도 정주와 평안남도 문덕군에서 서해로 유입된다. 청천강의 총길이는 217.0km이고 유역면적은 9,552.6km²이며 유역의 평균폭은 44.0km이다. 유역의 평균경사는 1.8/1000, 하천밀도는 0.40km/km², 평균고도는 410m이다

청천강에서 조석의 영향이 미치는 구간은 안주군 북송리 부근까지이다. 평안북도 정

주군 하일포에서 1926~1940까지 수위자료 분석결과를 보면 평균 고수위는 7.17m이고 그 중 1962년에 7.78m로 가장 높은 값을 나타내고 있다. 대조시 평균조차는 5.77m 소조시 평균조차는 3.54m이다. 하일포에서 상류로 15km상류지점의 운전군 동삼리의 대조시 평균조차가 3.23m이며 소조시 평균조차는 각각 1.73m이다.

청천강유역은 양안의 면적분포에서 심한 비대칭성을 가지는데 유역면적의 75%가 우안에 치우쳐있다. 청천강유역에는 대령강, 구룡강, 회천강과 같은 큰 지류들을 비롯해서 많은 지류들이 있으나 큰 지류들은 대부분이 우안에 집중 되어 있다.

청천강유역의 북동지역에서 북서쪽은 적유령산줄기, 피난덕산줄기, 천마산줄기에 의하여 압록강유역과 분수령을 이루고 있으며 유역의 서쪽에는 북쪽에서 남쪽으로 뻗어있는 천마산줄기에 의하여 서쪽의 중소하천들과 경계를 이룬다. 그리고 유역의 동쪽에는 북동쪽에서 남서방향으로 뻗어있는 묘향산 줄기에 의하여 대동강유역과 경계를 이룬다.

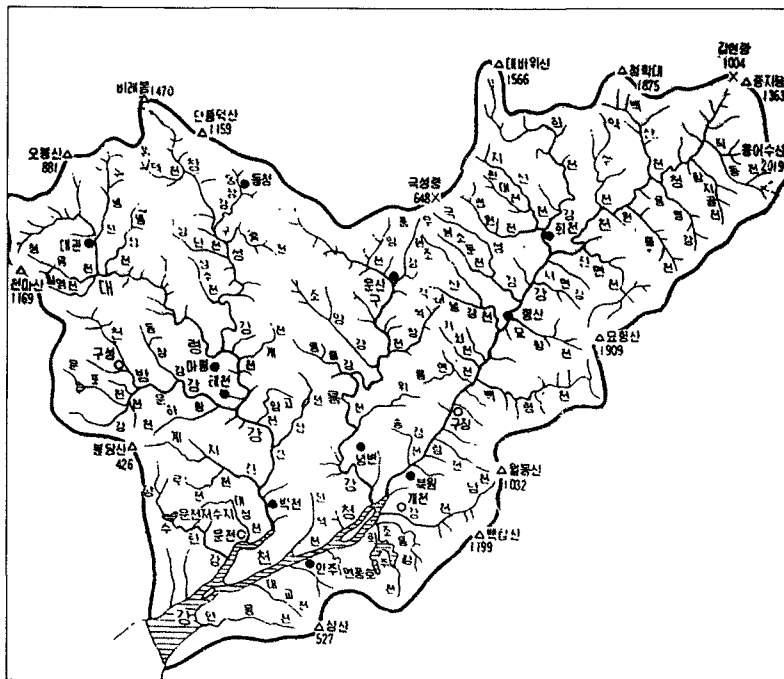


그림 3-7 청천강 유역도

청천강유역은 행정구역상 평안북도와 자강도, 평안남도 영역을 포괄하고 있는데 그 가운데서 66.5%가 평안북도에 24.4%가 자강도 9.1%가 평안남도에 있다.

청천강유역에는 길이 5km이상 되는 하천이 303개소이다. 그 중에서 길이 5~10km 하천이 206개, 10.1~15km 하천이 38개, 15.1~20km 하천이 26개, 20.1~50km 하천이 27개, 50.1~100km 하천이 3개, 100.1~300km 하천이 1개로 5~10km 인 소하천이 약 68%로서 대부분이다.

청천강은 북한에서 강수량이 가장 많은 하천이며 청천강의 강수자원은 북한지역 총 강수량의 10.1%를 차지한다. 청천강유역의 총 수자원은 876,640만 m^3 로 북한 수자원의 12.2%이다. 년평균 유출량은 277.9 m^3/s 이며 단위면적당 수자원은 91.8 $\times 10^4 m^3/km^2$ 로서 북한 평균값의 1.37배이다.

청천강유역 전체적으로 볼 때 유역 평균강수량은 1,343.8mm이며 유역의 평균증발량은 436.1mm, 유역의 평균유출고는 917.7mm이다. 따라서 평균유출계수는 0.67이며 유역의 평균비유량은 0.029 $m^3/s \cdot km^2$ 으로 비교적 큰편이다.

청천강 주요지류의 상세한 제원은 부록에 수록되어 있다.

(5) 압록강

압록강은 량강도 삼지연군 백두산남쪽 기슭에서 발원하여 중국과 경계를 이루면서 북한의 량강도와 자강도, 평안북도의 긴 구간을 거쳐 흐르다가 평안북도 용천군에서 서해로 흐른다.

압록강의 총길이는 803km이며 전체 유역면적은 64,739.8 km^2 이다. 그 중 북한 지역의 유역면적은 32,557.7 km^2 (북한 50.3%, 중국 49.7%)이며 북한지역에 속하는 압록강 유역면적 가운데 량강도 지역은 32.5%, 자강도 지역은 44.5%, 함경남도 지역은 11.7%, 평안북도 지역은 11.3%를 각각 차지한다.

압록강본류 유역폭은 80.6km, 압록강 본류의 경사는 비교적 완만하며 중강, 오수덕부근에서 1%, 자성부근에서 0.96%, 운봉부근에서 0.90%로서 특히 자강도 구간에서 매우 느리다. 그러나 량강도구간에서는 경사가 매우 급하며 곳곳에 기반암이 바닥에 드러나 있다.

평안북도 구간에서 평균경사는 0.93% 정도이다

하천의 종류와 상류지역은 넓고 높은 개마고원과 백무고원지대로 되어있으며 유역은 백두산맥, 부전령산맥, 적유령산맥과 문수산맥으로 둘러싸여 있다. 한편 하천의 하류부분은 70~800m 미만의 낮은 산들과 구릉지로 되어 있으며 유역의 서쪽과 남쪽으로 지형이 점차 낮아지며 넓은 평야로 이루어진다.

압록강유역은 하류의 일부 지역을 제외한 대부분 지역은 높은 산악지형이 대부분인 자연지리적 조건으로 산지성 하천의 특성이 뚜렷하게 나타난다.

압록강에는 연장 100km이하의 하천이 900개소로 대부분을 차지하고 200km 이상의 하천은 7개소이다. 또한 유역면적이 1,000km²이하의 하천이 128개로서 92.8%를 차지하며 1,000km²이상 되는 하천은 불과 10개로서 7.2%밖에 되지 않는다.

또한 하천유출 형성에 매우 유리한 자연지리적 조건으로 인하여 풍부한 수자원을 가지고 있으며 홍수가 자주 일어나는 것이 특징이다.

압록강은 강수량이 하류로부터 상류로 올라가면서 점차 적어진다. 압록강유역의 년평균 강수량은 922.2mm이며 북한측 지역에서는 923.7mm (1951~1980년)이다. 또한 상류인 량강도 지역은 600~700mm밖에 되지 않는다. 이것은 한반도의 년평균강수량 1,000~1,200mm, 북한지역평균강수량 1,043mm에 비하면 훨씬 적은 수치이다.

압록강유역의 형태는 대부분 복잡하지 않은 수지형 유역이다. 압록강유역에는 하천길이 5km이상인 하천이 907개소이며 거의 모든 지류들이 북한쪽에 있다. 하천의 우안에는 중국의 훈강, 애하, 포석하 등의 하천들이 하류부근에서 본류와 합류되어 흐른다. 주요지류로서는 가림천, 허천강, 장진강, 자성강, 장자강, 위원강, 충만강, 삼교천 등이 있다.

압록강 본류를 비롯한 지류들은 서해와 닿아 있기 때문에 조석의 영향을 받는다. 감조구간은 강어구에서 의주읍까지의 약 63km구간이다.

압록강은 북한에서 기온이 제일 낮고 강수량이 상대적으로 적으며 북쪽의 높은 지대를 흐르고 있다. 따라서 다른 하천유역에 비하여 상대적으로 눈녹은 물 함양의 비중이 큰 것이 특징이다.

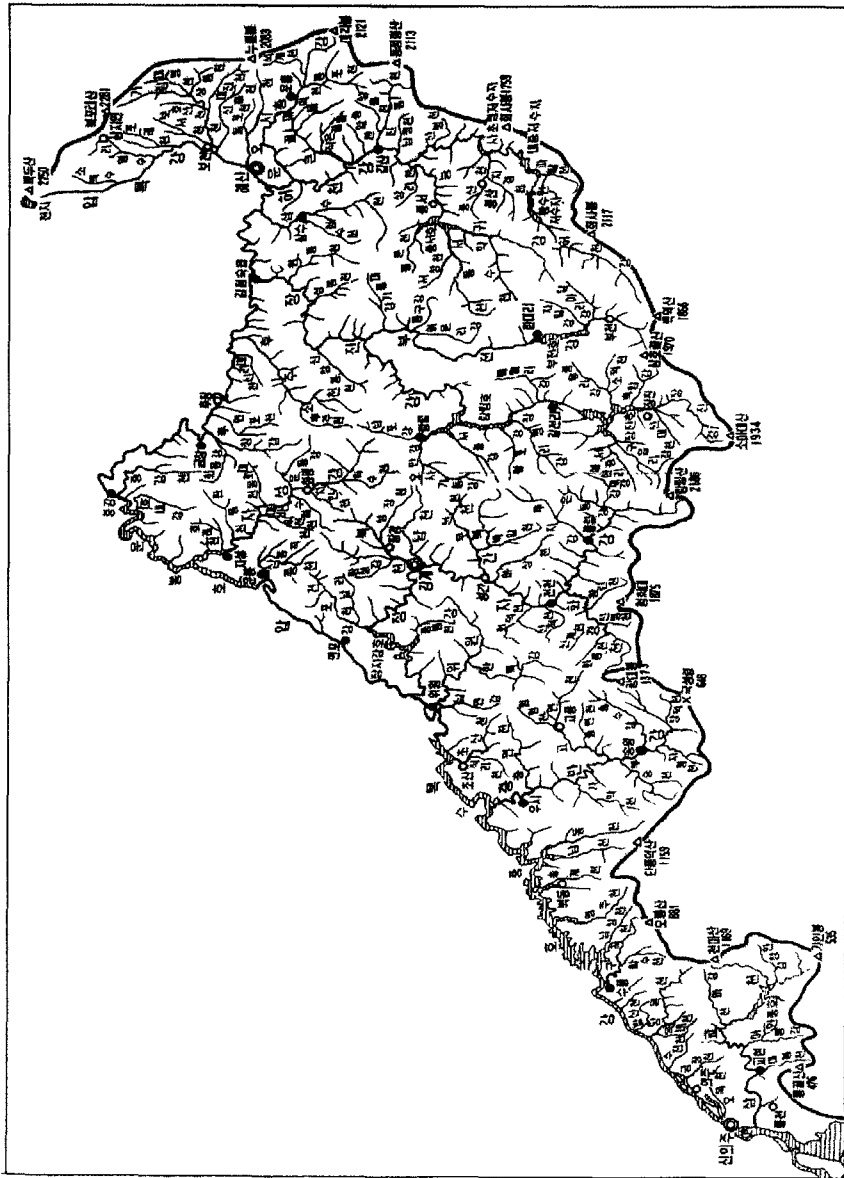


그림 3-8 압록강 유역도

압록강은 유역은 넓어 지역에 따라 유출특성이 다르지만 대체로 봄철의 기온이 낮아 눈 녹는 시기가 늦어진다. 따라서 봄철 눈 녹음에 의한 유출과 여름철 강우에 의한 유출이 결합되어 유출증가가 연속되는 특징이 있다.

압록강유역의 강수자원의 분포특성은 일반적으로 하류에서 많으나 상류로 올라가면서 점차 적어진다. 압록강유역의 수자원은 300.7억 m^3 로서 북한지역 전체 강수자원의 23.5%를 차지한다.

압록강유역은 하천연장이 길고 유역면적이 넓기 때문에 강수분포는 지역과 계절에 따라서 심하게 차이가 난다. 압록강유역에서 강수자원의 월별 분포를 보면 일반적으로 1월이 가장 작으며 2월부터 점차 많아지기 시작하여 7, 8월에 최대가 나타나며 다시 9월부터 점차적으로 적어진다.

압록강의 년평균비유량은 0.0201 $m^3/s/km^2$ 이며 유출고는 635.2 mm, 증발량은 288.5mm로서 유출계수는 0.68이다.

압록강 주요지류의 상세한 제원은 부록에 수록되어 있다

나) 동해안수계 특성

(1) 두만강

두만강은 양강도 삼지연군 백두산 남쪽에서 시작하여 북한과 중국과의 국경을 이루며 흐르다가 함경북도 선봉군 우암부근에서 동해로 유입한다.

두만강의 총길이는 547.8km이고 유역면적은 32,920 km^2 (북한 10,565 km^2 , 32.3%)로 전체 유역면적의 32.1%가 북한지역에 위치한다.

유역내에 길이 5km 이상의 하천이 288개가 있으며 유역평균고는 상류는 매우 높지만 성천수 하류부터 갑자기 낮아지는 특성을 나타내고 있다.

유역 연평균강우량은 641.5mm(북한지역)이고, 증발량은 240.9mm(북한지역)이며 유출계수는 0.62(북한지역)이다.

비유량은 북한지역에서 0.0127 $m^3/s/km^2$ (상류 0.012, 하류 0.008)이다.

(2) 수성천

수성천은 함경북도 무산군 차유봉에서 시작하여 함경북도 청진시 송평구역 서항1동과

수남구역 어항동에서 동해로 유입한다. 총길이는 72.0km, 유역면적은 932.0km²이다. 유역내 하천은 대부분이 길이가 5~50km로 우안에 위치하며 유역의 평균고는 576m이다.

유역 연평균강우량은 646mm(1951~1980)이며 평균유량은 12.5m³/s, 증발량은 223.4mm, 유출계수는 0.63, 비유량은 0.0134m³/s/km²이다.

(3) 온포천

함경북도 경성군 도정산에서 시작하여 함경북도 경성군 중평리와 일향리 사이에서 동해로 유입한다. 총길이는 50.9km, 유역면적은 778.5km²이다.

유역 연평균강우량은 758mm(1951~1980)이고 평균유량은 11.2m³/s이며, 유출계수는 0.54, 비유량은 0.0144m³/s/km²이다.

(4) 어랑천

함경북도 어랑군 궤산봉(2,272m)에서 시작하여 함경북도 어랑군 용평리에서 동해로 유입한다. 총길이는 112.9km이고 유역면적은 2,014.0km²이다.

유역 연평균강우량은 804.6mm(1951~1980)이고 평균유량은 21.4m³/s이며, 유출계수는 0.5, 비유량은 0.0139m³/s/km²이다.

(5) 남대천(길주)

양강도 백암군 남설령에서 발원하여 함경북도 김책시 동흥리와 화대군 용원리에서 동해로 유입한다. 총길이는 102.7km이고 유역면적은 1,346.5km²이다.

유역 연평균강우량은 721.2mm(1951~1980)이고 증발량은 330.6mm, 평균유량은 15.2m³/s이며, 유출계수는 0.52, 평균비유량은 0.0114m³/s/km²이다.

(6) 북대천(단천)

함경남도 단천시 대동령에서 발원하여 함경남도 단천시 두연리와 문암리에서 동해로 유입한다. 총길이는 128.1km이고 유역면적은 1,445.1km²이다.

유역 연평균강우량은 736.0mm이고 평균유량은 13.4m³/s이며, 유출계수는 0.48, 평균비유량은 0.0116m³/s/km²이다.

(7) 남대천(단천)

양강도 갑산군 화동령에서 발원하여 함경남도 단천시 신호리와 항구동에서 동해로 유입한다. 총길이는 176.3km이고 유역면적은 2,323.2km²이다.

유역 연평균강우량은 680.0mm이고 평균고는 872m, 평균유량은 29.04m³/s이며, 유출계수는 0.58, 비유량은 0.0125m³/s/km²이다.

(8) 남대천(북청)

함경남도 덕성군 후치령(1,325m)에서 발원, 신포시 남흥리와 북청군 예승리에서 동해로 유입한다. 총길이는 71.2km이고 유역면적은 1,940.8km²로서 유역면적에 비해 유로연장이 짧다.

유역 연평균강우량은 820.6mm이고 평균고는 676m, 평균유량은 31.23m³/s이며, 유출계수는 0.61, 비유량은 0.0163m³/s/km²이다.

(9) 성천강

부전령산맥의 금패령 동쪽사면인 함경남도 신흥군에서 발원하여 함흥만으로 유입한다. 총길이는 105.3km이고 유역면적은 2,417.7km²이다.

유역 연평균강우량은 1,044mm이고 평균고는 540m, 평균유량은 47.9m³/s이며, 유출계수는 0.75, 비유량은 0.0241m³/s/km²이다.

(10) 금진강

부전령산맥의 동쪽 함경남도 함주군 백산에서 발원하여 함경남도 정평군 하남리와 북흥리사이에서 동해로 유입한다. 총길이는 98.2km이고 유역면적은 942.5km²이다.

유역 연평균강우량은 1,433.5mm이고 평균고는 477m, 평균유량은 26.2m³/s이며, 유출계수

는 0.83, 비유량은 0.0311m³/s/km²이다.

(11) 금야강

북대봉산맥의 동쪽 함경남도 고원군 기대봉에서 발원하여 송정만으로 유입한다. 총길이는 145.1km이고 유역면적은 2,200.5km²이다.

유역 연평균강우량은 1,430.0mm이고 평균고는 449m, 평균유량은 30.5m³/s이며, 유출계수는 0.67, 비유량은 0.0294m³/s/km²이다.

(12) 남대천(안변)

강원도 세포군 성산리에서 발원하여 북향으로 흐르다가 강원도 고산군과 안변군의 영역을 거쳐 안변군 사평리에서 동해로 유입한다. 총길이는 93km이고 유역면적은 857.0km²이다.

유역 연평균강우량은 1,347.9mm이고 증발량은 329mm, 평균고는 341m, 평균유량은 27.6m³/s이며, 유출계수는 0.75, 비유량은 0.0323m³/s/km²이다.

나. 수계별 농업기반시설 현황

1) 서해안 유역 농업기반시설 현황

가) 임진강 유역

현재 임진강에서는 저수지를 비롯하여 양수장, 보, 지하수, 기타시설에 의하여 연간 22,700ha·m의 물을 농업용수로 이용하고 있다.

임진강유역에서 이용되는 농업용수 중 강원도가 71.6%, 황해북도가 0.8%, 개성시가 27.6%를 차지한다. 임진강유역에서 농업용수이용이 가장 많은 강하천은 평야가 비교적 많은 강원도의 평강군과 철원군을 흐르는 평안천과 역곡천이다.

임진강의 농업용수이용에서 기본은 저수지에 의한 관개이며 양수장에 의한 관개도 중요

한 비중을 차지한다.

임진강유역에는 관개용 저수지가 모두 29개 있는데 강원도 23개, 개성시에 6개 있다. 이 지역에 있는 저수지의 총 용적은 6,500ha·m이며 그 관개면적은 5,067ha이다. 관개면적 중 논은 94%, 밭은 6%를 차지한다.

표 3-18 임진강유역 저수지 현황

저수지	하천명	위 치	유역면적 (km ²)	관개면적 (ha)	저수용적 (ha·m)
사동		강원 판교군 사동리	2.90	49.6	44.3
답전	고미탄천	〃 세포군 후평리	1.60	5.0	10.5
신당	신당천	〃 이천군 신당리	108.80	273.0	174.0
신대	평안천	〃 평강군 송포리	1.60	114.7	41.0
송군	〃	〃 남월리	0.54	50.0	32.0
청년1호	역곡천	〃 하주리	0.15	27.0	15.0
하주	〃	〃 하주리	0.80	30.0	10.0
계현	〃	〃 남양리	2.70	45.4	55.0
가곡	〃	〃 가곡리	2.50	10.0	7.0
송포	평안천	〃 송포리	3.45	370.0	116.0
청년2호	역곡천	〃 하주리	0.55	57.0	43.0
백석1호	〃	강원 철원군 의학리	2.00	14.8	7.2
백석2호	〃	〃 의학리	0.10	48.0	3.1
의학1호	〃	〃 용학리	2.20	36.7	4.7
의학2호	〃	〃 의학리	0.10	7.3	3.1
중대	〃	〃 내문리	24.00	873.0	330.0
홍포	〃	〃 의학리	2.90	243.1	78.0
남원	〃	〃 왕피리	5.80	9.6	32.0
곡굴	평안천	〃 정동리	0.30	9.6	10.0
대전	구룡강	〃 대전리	0.80	11.4	4.0
용열	역곡천	〃 의학리	2.00	14.8	6.3
한굴	평안천	〃 정동리	0.20	11.0	3.0
봉래호	역곡천	〃 의학리	152.00	1335.0	4556.0
덕적	사미천	개성 장풍군 덕적리	8.71	42.0	72.0
문안	〃	〃 구화리	4.16	18.0	25.0
증방	사천강	〃 사시리	5.21	441.0	160.0
신촌	〃	〃 대덕산리	8.42	28.0	3.0
선적	〃	개성 판문군 선적리	11.88	342.0	387.0
동창	〃	〃 동창리	6.55	550.0	206.0

유역 내에는 강원도에서 가장 큰 저수용적이 4,500ha·m의 봉래호가 있으며 주로 철원군의 외학리와 보막리, 화산리의 1,400ha의 논밭을 관개하고 있다.

임진강의 하류의 지류인 사천강에는 4개의 관개용 저수지가 있어 연간 700여 ha·m의 저수량을 확보하여 1,360ha를 관개하고 있으며, 판문군 선적리의 선적저수지와 동창리의 동창저수지가 비무장지대의 경지에 대한 급수를 하고 있다.

임진강에는 농업용 양수장이 모두 1,000여 개가 있으며 관개면적은 9,100ha이다. 그 중에서도 강하천을 수원으로 하는 양수장은 420여개나 되며 그 관개면적은 6,100ha로서 양수장에 의한 논관개면적의 67%를 차지한다.

봉래호는 6단양수장체계로 되어 있어 평강군과 철원군의 1,200ha의 논, 밭, 과수원을 관개하고 있다. 지하수를 수원으로 하는 양수장도 600개소나 되며 그 관개면적도 1,120여정보나 된다. 그 가운데서 임진강하류의 사미천유역과 사천강유역에 지하수를 수원으로 하는 양수시설의 90%가 집중 되어 있다.

유역 내에는 관개용 보가 대단히 많으며 보에 의하여 5,000ha·m의 저수량을 확보하고 있다. 다른 유역에서와 마찬가지로 임진강유역에는 고정보와 임시보가 있는데 거의 대부분이 임시보이다. 임시보는 상류인 법동군과 판교군에 가장 많고 고정보는 하상경사가 급하지 않은 지류의 하류부분에 많다. 특히 법동군과 판교군의 농업용수는 주로 보에 의하여 해결된다고 한다.

나) 예성강 유역

예성강 유역은 자체의 지표수자원에 대한 농업용수 이용정도가 낮은바 그 원인은 예성강의 중류, 상류지대에 평야가 적을 뿐 아니라 큰 평야가 있는 하류 해안지대에서는 조석의 영향을 받아 해수가 흘러들기 때문에 농업용수로 이용할 수 없는 것과 관련된다.

유역 내에는 5,000ha·m의 저수용적을 가진 신곡저수지를 비롯하여 저수용적 3ha·m이상의 저수지가 60개 되며 유역내 총 저수용적은 20,000ha·m로서 25,000ha(논 22,000ha, 밭 3,000ha)의 농경지를 관개하고 있다.

유역내에 위치한 저수지 중에서 대표적인 것이 신곡저수지와 예의저수지이다. 특히 신곡

저수지는 유역의 가장 큰 저수지로서 신계곡산 평야의 1/4에 해당하는 5,000여ha를 관개하고 있다.

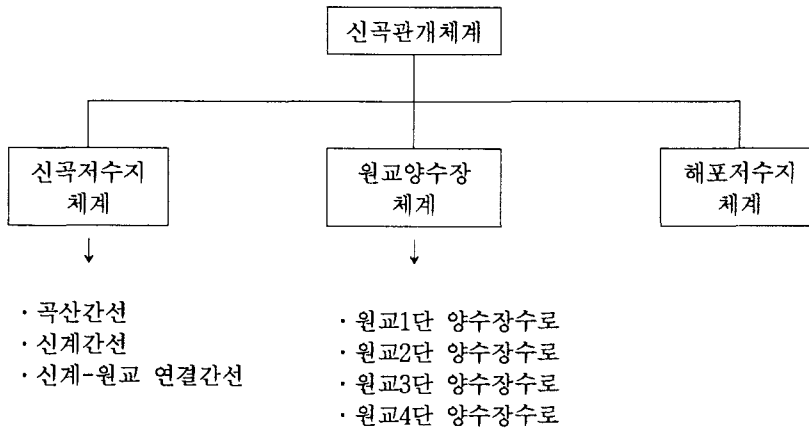


그림 3-9 신곡관개체계 구성도

유역 내에는 양수장이 2,000여 개가 있으며 그의 총 취수능력은 259m³/s, 관개면적은 38,000ha이다. 특히 상류에 있는 원교 4단 양수장은 연간 1,500여ha·m의 용수를 1,000여ha에 관개하는 대규모양수장으로서 이 유역에서 가장 큰 양수장이다.

예성강의 7단 보충양수장 용수체계는 은 연백평야의 기본수원인 예의저수지와 호국저수지에 저수량을 보충하여 한발 시 배천, 연백평야의 용수부족을 극복하기 위한 목적으로 건설된 고양정 양수장 용수체계이다. 황해남도 봉천군 백석리 소재지에서 신명리 두학산 기슭까지의 4km구간에 2단, 3단, 4단, 5단, 6단, 7단 양수장이 계단식으로 건설되어 있다. 4m³/s의 유량으로 예성강에서 양수한 용수를 봉천군 철학저수지에 1m³/s씩 뿔구고 철학저수지 우회수로를 연장하여 배천군 도대리 서부지구를 남북으로 횡단하는 수로를 통하여 호국저수지와 예의저수지에 2,400ha·m의 물을 보충하여 연백 평야의 5,000ha의 면적에 관개한다.

유역에는 280여 개소의 보가 설치되어 1년에 4,000ha·m의 용수를 확보하여 5,500ha를 관개하고 있으며 특히 상류와 구연천 유역에 가장 있는바 이 두 지역에 270여 개의 보가

설치되어 있으며 이는 예성강 유역에서 보의 대부분이 이 지역에 집중되어 있다는 것을 의미한다. 예성강에서는 중소규모의 하천들에서 보에 의한 관개를 적지 않게 진행하고 있다. 이 유역에 있는 보들은 주로 동력을 쓰지 않고 자연취수를 보장하는 고정보와 임시보이며, 고정보는 주로 하류유역에 설치 되어있고 상류유역의 대부분은 임시보이다. 하류의 개성시, 개풍군에는 비교적 큰 11개의 고정보가 있으며 그의 취수능력은 $6\text{m}^3/\text{s}$ 이며 1년에 취수하는 용수량은 $960\text{ ha} \cdot \text{m}$, 관개면적은 $3,000\text{ha}$ 이다.

다) 황해남도해안 유역

(1) 예성강-연백 수로

예성강-연백 수로는 구암, 예의저수지관개체계, 9.18저수지체계와 연결되어 상호 물을 보충해주고 채워주는 유회식 관개체계의 역할을 한다. 이 수로는 총 200리 구간으로서 기존의 양수관개체계와는 다르게 자연지리적 조건에 맞게 양수장을 단 한곳도 없이 자연유하식으로 설계한 수로라고 한다. 예성강-연백수로의 첫 시작점인 연백 수문은 2련식으로서 예성강 5호발전소의 갑문식언제 뒷쪽인 텨박골에 위치하고 있다. 수로는 1호 개거와 수로 터널⁸⁾과 천지산의 산굽이를 통해 석산리로 이어진다. 예성강-연백수로에는 많은 수로구조물이 있으나 그 중에서도 규모가 제일 큰 수로교는 일명“대풍다리”⁹⁾이다.

예성강-연백수로는 이 “대풍다리”를 지나 도태천기슭을 따라가다 도태리 새터마을에 이르러 도대천과 배천-봉천간 도로를 다시 개거로 극복한 후 길이 700~800m의 콘크리트 개거를 지나 “8월 10일”¹⁰⁾ 수로터널에 이어진다. “8월 10일” 수로터널에서 다시 황해남도 배천군읍 소재지 외곽과 오봉리의 농경지를 지나 창포리로 이어진다. 수로구간에는 조절구

8) 일명 “충성의 수로굴”이라고 함

9) 강철 구조물로 된 이 수로교는 황해남도 봉천군과 배천군의 경계인 예성강 지류의 도태천 하류를 횡단하는 구조물로서 8호 개거와 9호 개거에 연결되어 있다. 수로교의 통수능력은 $40\text{m}^3/\text{s}$, 수로경사 $1/10,000$ 이며 기초는 콘크리트 확대식 강성구조로 해결하였다. 하천바닥은 모래기초로, 기둥단면($1.3\text{m} \times 1.3\text{m}$)은 콘크리트 구조, 수로단면($6.6\text{m} \times 3.9\text{m} \times 2\text{련}$) 및 경간($9.8\text{m} \times 13.2\text{m} \times 3.9\text{m}$)은 I형강과 10mm 철판으로 용접하여 만든 것으로 제24금속 공장건설사업소에서 단 10개월만에 만들었다고 한다. 원산리와 석산리 사이의 계곡을 건너간 이 수로교의 길이는 수백 m이며 높이는 6m가 넘는다고 한다.

10) “8월 10일” 수로터널은 길이가 4km 이상이며 군인들이 동원되어 건설한 것으로 가장 큰 난공사 구간이었다고 한다.

조물인 방수문과 제수문이 여러개 있으며 끝나는 지점에 배천간선 수로와 연백간선수로의 물량을 조절하는 1호 제수문이 있다.

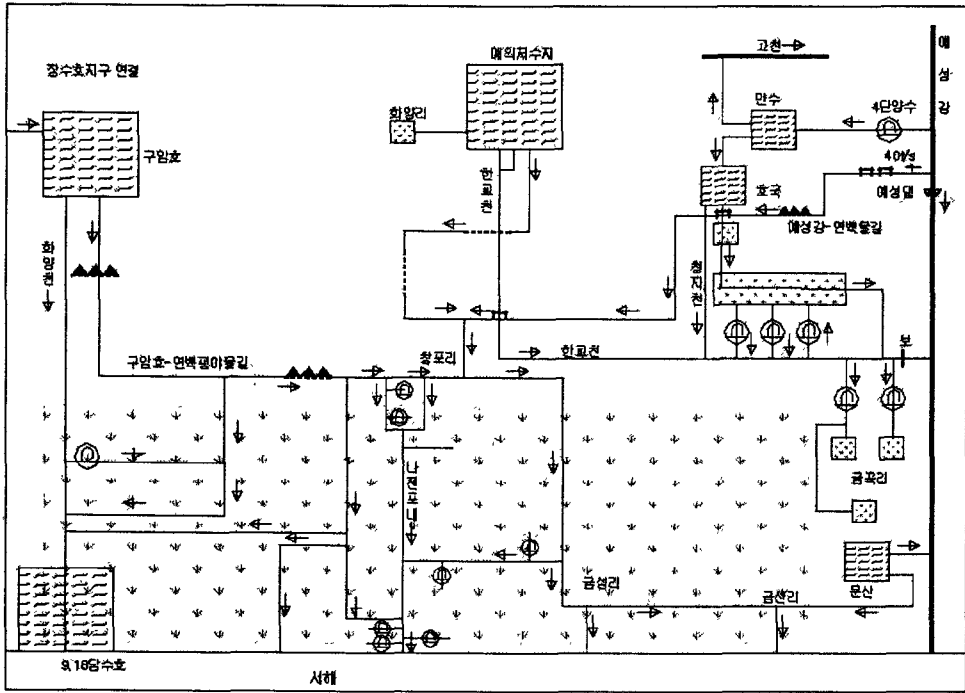


그림 3-10 연백평야 예의, 구암호 농업용수체계 모식도

(2) 구암호·예의저수지 관개체계

구암호와 예의저수지를 기본 수원으로 하고 청단군과 연안군, 배천군 내의 일부 논밭에 물을 공급하는 체계이다. 예의저수지에서 나온 수로는 창포리에서 수로교로 한교천을 건너 온 예성강 - 연백수로와 만난후 구암호수로와 만난다. 즉 창포리에서 방향이 다르게 흘러 온 대동강물과 예성강물의 서로 만나게 된다.

구암저수지에서 시작되는 구암수로는 배천군 수북리와 연안군 장곡리사이의 견지산(해발고 238m)을 수로터널로 지나 창포리방향과 나진포리방향으로 갈라진다. 장곡리와 개안

리를 지나 해주 은빛철도와 도로를 각종구조물로 극복하면서 나진포리에 이르며, 나진포리에서 “9.18”저수지 관개체계와 예성강수로체계가 연결되는 새 수로가 시작된다. 이 수로는 연안군 남다지평야를 지나가면서 수로교로 2개의 배수로를 건너고 나진포리 소재지 뒤 산능선과 연안-호남리사이 도로를 개거로 지나간다. 연백벌-예성강수로는 종전의 9.18 저수지관개체계 수로와 나란히 흘러가다가 송호간선수로와 해성간선수로가 갈라지는 지점에서 종전의 수로와 연결된다.

구암호는 자체유역 외에 장수호로부터 유역변경식 도수를 하여 용수공급을 받는다.

(3) “9.18”저수지 관개체계

“9.18”저수지 관개체계의 기본수원은 “9.18”저수지이다. 이 저수지는 청단군과 연안군사이의 어사천과 화양천 하구에 건설한 담수호로서 어사천과 화양천유역의 3,000ha가 넘는 논지대에 대한 자연 배수 및 간척지구 관개를 보장할 목적으로 1981년에 완공되었다.

9.18 담수호 방조제는 4개의 섬을 서로 연결하며 배수갑문의 능력을 높이기 위하여 복한 최초로 원호형 물넘이를 도입한 것으로 알려져 있다. 담수호의 저수능력이 매우 커 홍수시 기존의 청단관개 1호와 2호 저수지 능력을 가지고서는 도저히 처리할 수 없었던 8만ha가 넘는 유역에서 흘러드는 수량을 완전히 조절할 수 있게 되었다고 한다. 기존의 청단관개 1호 저수지와 2호 저수지자리는 농경지로 매립되었다.

담수호내 3호 양수장에서 시작한 관개체계는 연안군의 4개리를 거쳐 호남리일대의 논밭을 관개하며 호소리에서 해성간선으로 분기되어 해남리와 화양리를 비롯한 해안 농경지에 관개용수를 공급하고 있다.

(4) 청단관개지구

대동강의 지류인 재령강유역의 장수호에서 유역 변경식으로 도수하여 일부는 구암호에 넘기고 일부는 청단지구에 관개하고 있다. 장수호와 구암호가 연결되었고 다시 “9.18”저수지와 연결되어 연백평야에는 수로 총연장이 3,100km인 광역 관개체계가 형성되어 있다.

은파호와 장수호를 연결수로의 3단 양수장 양수능력은 60,480m³/day이며 수로의 통수능

력은 16.5m³/s이고, 연장은 13.8km이다.

라) 대동강유역

대동강의 연간 농업용수 이용량은 약 17만 300ha·m이다. 대동강에서의 농업용수량은 북한지역 농업용수 총이용량의 25.4%를 차지하며 그 중 평양시가 56.5%, 평안남도가 17.9%, 황해북도가 14.4%, 황해남도가 2.3%, 남포시가 8.9%를 차지하고 있다. 대동강유역의 농업용수이용에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 저수지이다.

지구내에는 재령관개지구, 연탄관개지구, 평남관개지구, 기양관개지구, 신계관개지구, 청단관개지구가 있다. 평남관개지구와 기양관개지구, 청단관개지구는 대동강을 수원으로 하고 있지만 그 관개지역은 대동강 유역이 아니라 서해사면 유역에 위치한다.

유역에는 저수지 200여개소가 있으며 저수지에 의한 연간 저수량은 16만 ha·m이고 그에 의한 관개면적은 17만 6,000ha이다. 대동강유역의 저수지는 저수량기준으로 북한의 총 관개용 저수지(3ha·m 이상)의 25%이며 그 중에서도 제1지류인 재령강은 저수지와 저수용량, 관개면적에 있어서 대동강에서 첫 번째 자리를 차지한다. 재령강 유역의 관개면적은 7만 2,000ha이다.

또한 북한에서 가장 큰 8개소의 관개용 저수지 중 5개소가 대동강 유역에 위치하고 있으며 유역은 다르지만 대동강물을 저류하는 연풍호까지 고려한다면 사실상 이 유역에는 6개소의 저수지가 있다. 이 6개소 저수지의 총 저수용량은 1,015백만m³으로서 대동강유역에 있는 저수지 총 저수용량의 79%를 차지한다.

6개의 저수지 중에서 연풍호, 태성호, 장수호 용수이용량의 거의 대부분이 대동강 유역의 서해사면 평야인 열두삼천리평야, 온천평야, 청단평야를 관개하고 서흥호, 은파호, 연탄호만이 자체유역을 관개하고 있다. 그 외 대동강유역에는 저수량이 1,000ha·m 이상의 저수지가 14개소가 있으며 이들 저수지에 의한 관개면적은 32,000ha이다.

유역내 저수용적이 1,000ha·m 이상인 주요저수지는 <표 3-19>와 같으며 50ha·m 이상인 주요저수지는 부록에 추가로 수록하였다.

대동강 본류에는 양수장이 860여개 있다. 양수장의 대부분이 저수지를 수원으로 하는 양수장과 강하천을 수원으로 하는 양수장이다.

기양관개체계의 태성호는 서해갑문 저수지의 물을 양수하여 관개하는 간접유역저수지이다. 기양1단 양수장은 연간 2만 9천~3만 ha·m를 양수할 수 있는 북한 최대규모의 양수장이다. 이 양수장에서는 하루에 100ha·m의 물을 대동강에서 펌프 10km의 수로를 거쳐 제 2단양수장에 끌어올린다. 기양 2단양수장은 1단양수장에 의해 양수된 물을 다시 태성호까지 양수하여 저장시키는 역할을 한다. 기양관개체계의 하나인 대동 1호, 2호 양수장은 1년에 1만 5,000 ha·m의 용수를 순화강에서 양수하여 대동군과 평원군, 증산군에 보낸다. 이 양수장들은 명학, 청산, 금제, 덕화, 평원 저수지와 연계 되어 있을 뿐만 아니라 태성호 수로체계와 연계되어 유훈체계를 이루고 있다.

대동강 지류별 양수장에 의한 관개에서 재령강이 가장 큰 비중을 차지하는데 이 강에는 양수장만 하여도 2,600여개나 되며 그에 의한 양수능력은 349m³/s 이고 관개면적은 4만 8,600ha이다.

표 3-19 대동강유역 주요저수지 현황

저수지	유역면적 (km ²)	관개면적 (ha)	저수용적 (ha·m)	위 치	하천별
평 성	37.7	973	1,078	평성시	자모천
임 원	41.2	1,709	1,027	용성구역	합장강
독 좌	-	1,756	1,380	대동군	순화강
견 룡	-	1,794	3,712	평원군	보통강
좌 영	-	396	1,150	대동군	순화강
어부산	-	2,300	2,400	증화군	곤양강
연탄호*	81.5	15,431	12,283	연탄군	황주천
서흥호*	345.6	17,318	18,407	서흥군	서흥강
은파호*	625.4	20,449	30,255	은파군	은파천
상 월	727.1	322	1,017	인산군	은파천
장수호*	38.2	2,467	12,900	신원군	은파천
복 우	335.8	2,341	1,319	신천군	서 강
명 수	16.6	6,873	2,966	신천군	서 강
구 월	101.9	4,710	3,004	안악군	서 강
월 춘	66.8	3,124	2,000	은천군	산 천
운 봉	54.2	2,649	1,435	은천군	청 천
이 도	68.9	2,565	2,050	은율군	한이천
태성호*	56.6	57,107	12,107	강서구역	태성천
용 호	17.4	-	5,204	용강군	인황천

주: 저수용적 1,000ha·m 이상인 저수지이며 (*)은 저수용량 10,000ha·m의 저수지로 북한에서는 '호'로 명칭하고 있음.

대동강유역의 대부분의 보들은 본류와 상류유역에서 계절적 유출을 조절하는 임시적인 보이고 고정적인 보들은 퇴수를 이용하는 보로서 하류지역에 많다. 상류와 지류에 있는 중소용량의 보들은 하천유역에 발달한 충적지 논들을 관개할 목적으로 건설된 보이다. 주로 갈수기에 나무로 받을 엮어 하천 막이를 하여 수위를 높이고 거기에 고이는 물을 인수로 유도하여 낮은 지대의 경지에 보내주는 역할을 한다. 이런 보로 맹산군에 있는 신흥보와 용암보를 들 수 있으며 그의 취수능력은 $2\text{m}^3/\text{s}$ 로서 100ha를 관개하고 있다.

대동강유역에는 개천군 광도리에 있는 대동강 취입보와 은파호의 물을 재령군 용교리에 서 잡아서 여러 갈래의 수로로 내보내는 전탄보와 같이 연간 취수능력이 2만ha·m 이상 되는 대용량 보들도 있다. 전탄보는 재령평야의 22,500여ha에 관개용수를 보장하고 있다.

(1) 재령관개지구

황해남북도 10개군의 45천ha를 관개하는 대규모관개지구로서 주수원은 은파호이며 그 외에 명수저수지, 복우저수지, 구월저수지, 어천저수지가 보조 수원공 역할을 하고 있다. 은파호는 저수능력에서 북한의 농업용저수지 중 제일 큰 저수지로 '74년 6월에 착공하여 '77년 11월에 완공되었으며 몽리면적은 약 50,000ha이다.

재령관개지구는 은파호-은천수로체계, 은파호-신천연결수로체계, 기존수로체계 등 총 3개의 기본체계로 되어있다.

(가) 은파호-은천수로체계

황해남도 동부와 서북부를 연결하는 체계로서 은파호물을 6개의 잠관과 5단 양수장에 의해 안악군, 은천군의 중소규모 저수지들과 연계시키며, 몽리면적은 11천ha이다. 재령간선에서 분기하여 안악군 대추리 1단양수장, 평정리 2단양수장, 안악읍 판륙저수지 근처 3단양수장을 거쳐 은천군에 이르며, 은천군 신창리를 거쳐 4단, 5단양수장으로 이어진후, 은천군 덕양리와 초교리를 지나 은률군 금북리에서 서해갑문물을 초당 $5\text{m}^3/\text{s}$ 씩 2단양수로로 보충받아 이도저수지에 연결된다. 이도저수지에서 다시 이도양수장에 의해 양수한후 은률동부를 관개하고 이도포리, 송관리의 농경지를 관개한다.

(나) 은파호-신천연결수로체계

전탄보에서 취수한 용수를 3m³/s 능력의 서림양수장으로 펴서 재령군 청천리와 서원리를 거쳐 신천군 명수저수지 간선에 연결하고 신천군 장재리와 용당리, 발산리를 거쳐 새날리의 신천1단양수장(양수능력 4m³/s)에 의하여 신천군 서원저수지 토구와 연계되고 신천 2, 3, 4단 양수장을 거쳐 복우저수지와 연결되는 총연장 80km의 수로를 통하여 1만 4,000ha의 경지를 관개한다.

(다) 기존의 수로체계

은파호물을 종전의 장수호 급수체계로 전탄보와 6호잠관을 거쳐 재령나무리평야와 안악군, 은천군 일대를 관개하는 수로체계이다.

(2) 어지돈관개지구

황해북도 사리원시, 봉산군, 은파군, 황주군, 송림시, 연탄군, 일대의 4만ha의 경지를 관개하는 대규모의 관개지구로 '57년 9월에 착공하여 '61년 7월에 준공하였다. 해방 이전인 '43년에 8,280 ha의 관개면적에 대하여 조사측량과 설계를 한 적이 있었다.

어지돈 관개지구의 기본수원은 서흥강의 서흥호이며 서흥군과 봉산군, 인산군 사이에 위치하며 서흥호 서쪽과 북쪽에 있는 봉산, 사리원, 연탄, 은파, 송림, 황주 지구를 관개한다. 이 지역에서는 황주 긴등평야, 봉산 나무리평야 등 언덕성 평야와 은파평야를 비롯한 퇴적 평야가 있다.

지구의 연 평균기온은 9.9℃이며 연 평균강우량은 996mm로서 6~9월 사이에 한해강우량의 75%가 내린다. 지구의 일 최대강우량은 230~250mm이고 결빙심도는 0.6m이다. 지구 내에는 서흥강, 은파천, 황주천, 청계천, 청룡천, 무명천 등이 있다.

어지돈관개지구에서는 서흥호 외에 전탄보, 황주보, 추구보, 구암양수장 등이 보조수원으로 이용되고 있다. 제1간선수로가 저수지로부터 청계, 마동, 계동, 침촌까지 철도와 산기슭을 따라 뻗고있으며 황주군 삼정리 비례동에서 대동강으로 흘러들고 있다. 사리원에서 재령강우안 일대에 이르는 경지는 자연급수하고 청계, 가촌, 봉산, 만금, 계동, 침촌의 경지는

황주양수장을 통하여 관개하고 있다.

제1간선수로¹¹⁾의 길이는 60km이며, 제1지선은 사리원 운하에서 분기하여 사리원시 미곡리와 해서리, 은파군 예로리의 2,400ha를 관개한다. 특히 제1간선의 길이 2km구간이 사리원시의 중심을 지나는데 이것을 운하로 만들어 휴식공간으로도 활용하고 있다. 제1간선의 만금터널 부근에서 제2, 3지선이 갈라져 사리원시 만금리, 선정리, 대룡리의 관개구역을 자연급수한다. 제4, 5, 6지선은 제1간선의 계동, 문현지구에서 갈라져 재령강 우안 제방까지 뻗어 있다. 제7지선은 사리원시 문현리, 봉의리 제1간선에서 갈라져 황주군과 사리원시 언덕능선을 따라 재령강제방까지 뻗어 있다. 제8지선은 침촌역부근 제1간선에서 갈라져 황주군 구포리까지 뻗어있으며 제11지선은 황주군 청룡리에서 갈라져 황주군 철도리 일대를 관개한다.

제2간선에서는 8개의 지선이 있어 은파평야를 관수한다. 제1간선구역에서 대표적인 양수장은 청계, 가촌, 봉산, 사리원, 만금, 계동, 침촌, 청릉, 황주양수장이다. 이 양수장들은 간선수로부터 물을 펴 올려 관개구역에 급수하게 되어 있으며 침촌양수장만은 2단으로 저수지와 연결시키고 있다.

어지돈관개지구와 서로 연결된 연탄관개지구는 연탄호를 기본수원으로 한다. 연탄호는 '74년 10월 15일에 준공되었고 연탄군의 4개 리와 황주군의 일부면적을 관개하며 황해제철연합기업소의 공업용수와 이 일대의 식수를 공급하고 있으며 서흥호의 물을 황해남도의 재령, 안악, 신천평야에 돌리는 역할을 하고 있다. 연탄관개지구 내에는 황주천과 어지돈관개지구의 용수체계를 이용하여 양수관개를 하고 있는 양수장이 많은데 그 수가 무려 100여개소에 이른다.

그러나 서해갑문 건설로 황해제철연합기업소의 공업용수를 대동강에서 해결하게 되어

11) 북한에서는 용수로를 “관개물길”이라고 부르며 “줄기물길”, “가지물길”, “작은가지물길”, “포전물길”으로도 구분하고 있다. “줄기물길”은 용수원에서 직접 나온 간선수로, “가지물길”은 “줄기물길”에서 갈라져 나온 지선수로, “작은가지물길”은 “가지물길”에서 갈라진 지선 혹은 지거수로, “포전물길”은 논밭에 직접 물을 대는 수로를 말한다.

작은 관개체계에는 “포전물길”이 “가지물길”에서 갈라진 것도 있고 “작은가지물길”에서 갈라진 것도 있다. 대규모의 관개체계에는 “줄기물길”이 거의 같은 크기로 갈라진 것이 있으며 갈라진 물길도 크기가 클 때에는 “가지물길”이라 하지 않고 “줄기물길”이라고 한다.

“꺾물길”은 관개체계에서 하천과 양수장을 연결하는 도수로이다.

연탄호에서 농업용수로 공급하던 부분을 관개용수로 돌리고 있다고 한다.

마) 평안남도해안 유역

(1) 기양관개지구

기양관개지구는 평안남도 서남부와 남포시에 위치하고 있으며 평안남도의 대동군, 온천군, 증산군과 남포시(용강군 포함)를 포괄하는 대규모 지구이다.

'55년에 독좌, 좌영 저수지건설을 위한 조사설계와 온천지구 양수저류지의 설치, 학송저수지의 확장공사를 진행하였으며, '56년에는 온천군 용월리에 2개의 저수지를 건설하였다.

기양관개 공사는 '57년에 착공하였고 당시 390여 개의 양수장과 40여 개소의 저수지를 비롯하여 취입보, 저수시설, 지하수시설 등 중소규모의 관개건설이 이미 진행되어 13천ha를 관개하고 있었다. 단기 내에 완성하기 위하여 물자와 인력을 집중적으로 투자하여 추진한 결과 당초 5년으로 예상했던 공사기간을 1년 8개월로 단축한 “속도전”으로 추진한 대표적인 사업의 하나이다. 총 수로길이는 1,800km이고 구조물은 7,400여개에 달한다고 한다.

이 지구는 대동강 하류와 서해연안에 위치하는바 동쪽과 남쪽 경계에는 대동강과 그 지류들이 있고 서쪽에는 봉룡천을 비롯한 중소하천들이 있다. 지구 내의 평야들은 주로 하천을 중심으로 분포하고 있고 대표적인 평야로 증산평야, 강서평야, 원장평야가 있다.

지구의 평균기온은 9.6℃이며 월평균 기온이 20℃이상 되는 기간은 6월부터 9월까지이다. 연평균 강우량은 904mm 정도이고, 6월부터 9월까지의 기간에 연강우량의 약 60%가 내린다. 결빙기는 대체로 11월 26일부터 이듬해 3월 28일까지이다.

기양관개의 기본수원은 대동강과 태성호(남포시 강서구역)이며 보조수원은 독좌저수지(대동군 성삼리), 좌영저수지(대동군 성철리), 덕화저수지(대동군 덕화리)이다. 기본 수원인 태성호는 대동강에서 기양 1단 및 2단 양수장으로 양수저류하며, 태성호와 독좌저수지, 좌영저수지는 사천양수장에 의하여 연결되어 이 지구의 관개수원들은 서로 연결된 하나의 수원체계를 이루고 있다.

기양관개지구의 총 관개면적은 6.6천ha로서 그 중 태성호의 용수를 이용하는 관개면적만 33,280여ha이다.



그림 3-11 기양관개체계

지구내의 집수면적이 작은 태성(남포시 강서구역), 독좌(대동군 성삼리), 좌영(대동군 성칠리), 덕화 저수지들을 여수로 없이 완전 홍수조절 저수지로 만들었으며 지구 내에 새로 건설된 저수지 6개와 본래 있던 저수지 5개가 통합된 수원체계로 작용할 수 있도록 대동강과 연계한 관개망을 형성하였다. 태성호에 양수 저류를 할 목적으로 건설된 대동강 우안의 기양 제1단양수장과 제2단양수장의 양수능력은 20m³/s이다. 양수장은 비관개 기간 100여 일 동안 저수하고 관개기간 140일 동안은 태성호에 물을 보충한다. 본래의 풍정, 금제,

형제, 학송저수지는 보조 용수원으로 이용하고 있다. 태성호의 취수구에는 전력을 생산하도록 2개의 발전기가 설치되어 있다.

대동강에서 2단으로 양수하여 비관개기간에 태성호에 저수하고 원장간선에서 다시 양수하여 독좌, 좌영저수지에 수천정미의 물을 보충하고 있으며 독좌, 좌영 저수지 수로인 독좌간선, 좌영간선을 연결하고 독좌간선의 말단은 금제저수지 만수면과 연결되어 있다. 또한 기양관개와 평남관개를 연결시키기 위해 독좌저수지 만수면을 신흥저수지와 적송저수지에 연결하였다.

또한 태성호로부터 증산간선을 통하여 풍정저수지 수로에 물을 보충하여 1,200ha의 간척지에 용수공급을 하고 있다.

학송저수지는 원장간선과 서로 연계되어 있으며 원장평야, 가장평야, 성철평야, 성삼평야, 연곡평야, 긴태평야로부터 나오는 퇴수를 순화강을 통하여 대동강으로 흘러보내고 있다. 순화강의 하류에는 갑문들이 있어 홍수조절과 관개기 퇴수의 재 이용을 가능케 하고 있다.

기양관개망에서 중요한 도수로체계, 간선체계, 양수체계, 저수지체계를 구체적으로 보면 다음과 같다.

(가) 도수로체계

기양관개의 기본인 1단, 2단 도수로는 20m³/s 의 물을 양수하여 태성호와 농경지에 공급하는 기본수로이다. 1단 양수장에서 양수된 물은 도수로를 통하여 간선에서 일부는 공업용수로 공급되고 잠관과 수로터널을 거쳐 청산평야를 지나 2단양수장에 이른다. 여기서부터 태성호 낙차공까지는 다른 도수로로 연결되며 수로터널들을 거쳐 태성호로 흘러든다. 대동강 물을 태성호를 거치지 않고 농경지에 직접 관수하기 위하여 저수지 북쪽을 우회하여 강서구역 약수리를 통해 온천간선과 연결하는 간선이 설치되어 있다. 1단 양수장을 “낙원1호”라고 명칭하고 있는바 양쪽 흡입식 휴갈펌프로 총 양수량 2.2m³/s, 회전속도 900rpm, 흡입구직경 900mm, 토출구직경 700mm이다. 따라서 1, 2단 양수장에는 같은 기종의 펌프가 각각 10대 정도 있는 것으로 추정된다.

(나) 온천간선체계

태성호 서쪽에는 온천평야와 증산평야, 원장평야 등에 용수를 공급하기 위한 취수탑이 있고 취입 수로터널을 거쳐 온천평야 쪽의 온천간선과 증산평야 쪽의 증산간선으로 이어지며 다시 원장평야 쪽으로 원장간선이 분기된다.

온천간선은 길이는 49km이며 서남방향으로 용월산맥 기슭을 거쳐 온천군 용월리, 송현리, 한현리, 성현리, 보림 노동지구를 지나 광량만에 이른다. 온천군 성현리에서 온천간선으로부터 지선이 분기되어 온천읍에 이르며 잠관과 수문교 등을 지나 봉룡천 하구까지 이르게 되는데 그 길이는 5.4km이다. 온천군 한현리에서 온천간선으로부터 분기된 지선은 원읍 노동자구, 귀성리를 지나 금당리에 이르며 여기서 다시 양수장을 거쳐 대동강 하구방향으로 나간다.

(다) 증산간선체계

수로터널 부근에서 분기하여 북쪽으로 진행하며 암거를 지나 온천군 마영리, 증산군 합중리, 발산리, 풍정리, 신흥리를 거쳐 이압리에 이르러 풍정양수장 수로와 연결된다. 온천군 마영리에서 증산간선으로부터 지선 및 지거가 분기되며 만풍리를 지나 풍정리에 이르러 풍정저수지 수로와 연결되고 1,200ha의 간척지 논에 용수를 공급한다. 증산간선에는 14개의 지선이 있다.

(라) 원장간선체계

온천간선으로부터 용강군 후산리에서 분기하며 북쪽방향으로 용월산맥 동쪽 기슭을 따라 대동군 가장리에 이르며 도중에 여러 개의 수로터널을 거친다. 원장간선보다 높은 곳에 위치한 6,000ha의 경지에 관개용수를 공급하기 위하여 학송양수장, 수산양수장, 사천양수장 등이 간선에 설치되어 있다.

(마) 사천양수체계

사천양수체계는 4,700여 ha의 논밭에 관개용수를 공급하며 비관개기에는 독좌저수지, 좌

영저수지에 물을 보충해주는 역할을 한다. 사천양수 제1간선은 중산군 사천리에서 동남쪽으로 향해 문동리에 이르러 창동저수지와 연결된다. 사천양수 제2간선은 산기슭을 타고 북쪽으로 뻗어 대동군 연곡리를 지나도록 되어있다. 사천리에서 제1간선으로부터 지선이 분기되어 중산읍을 지나게 되며 낙생리를 거쳐 용덕리의 서해안에 이르러 용덕저수지와 연결된다. 사천양수 제1간선으로부터 임성지선이 분기되어 중산군 임성리와 청산리를 거쳐 이압리에 이른다.

(바) 용강간선체계

태성호의 용수를 여러 개의 수로터널, 용수잠관을 거쳐 남포시 용강군 애원리, 양곡리, 남포시 항구구역 우산리, 와우도구역 대태동까지 공급한다.

용강군 포성리에서 지선이 분기되어 항구구역 덕해리에서 수로터널을 거쳐 지사리, 검산리에 이른다. 지선의 연장은 37km에 이르며 860ha의 간척지 및 논밭에 관개용수를 공급한다. 용강간선으로부터 남쪽방향으로 지선 2조가 분기되어 남포시에 이르며 간척지 470ha를 비롯한 기타 농경지를 관개한다. 삼화천 잠관 근처에서도 지선이 분기되어 120ha의 간척지를 관개한다.

(사) 독좌, 좌영저수지체계

이 체계는 독좌저수지와 좌영저수지로부터 2,700ha의 농경지에 관개용수를 공급하는 체계이다. 독좌저수지와 좌영저수지의 수원을 하나로 연결하기 위하여 저수지 만수면 보다 낮게 수로 및 수로터널을 건설하였다고 한다. 독좌간선은 동북으로 향해 대동군 성철리, 마산리, 금정리에서 수로터널을 지나 서제리에서 독좌저수지 제2간선의 말단과 서로 연계되며 금제저수지 취입수로입구에서 끝난다. 대동군 금정리에서 독좌간선으로부터 동쪽으로 지선이 분기되며 수로터널을 지나 순화리에 이른다.

(아) 덕화저수지체계

대동군 덕화리에 위치한 덕화저수지에서 용수를 취수하여 제1간선과 제2간선으로 나누

어 동남쪽의 농경지를 관개하는 체계이다. 저수지로부터 취수된 용수는 양쪽 산기슭의 수로를 따라 서제리에 이르며 독좌간선 방향과 연계되어 금제 취입수로에 이른다. 금제 취입수로는 독좌간선을 통하여 흘러온 독좌, 좌영저수지 용수와 덕화저수지에서 제1, 2간선을 통하여 흘러온 용수, 그리고 자체유역의 물을 취수하여 만수면으로 보내는 수로이다.

(자) 금제저수지체계 및 형산저수지체계

금제저수지 동쪽에 1단 양수장이 있어 대동군 학수리와 정산리의 896ha를 관개하고 학수리에 금제 2단 양수장이 설치되어 서제리와 고산리 일대를 관개하며 형산저수지와 연결된다. 한편 금제저수지 취입수로에 1단, 2단 양수장을 설치하여 형산 저수지와 금제저수지 상류에 있는 380ha의 경지를 관개한다.

(1) 평남관개지구

평남관개체계는 열두삼천리평야를 비롯하여 안주시, 문덕군, 숙천군, 평원군 일대의 약 10만ha를 관개하는 용수공급체계이다.

이 지대는 상시 한밭지대로서 특히 1919년, 1927년, 1923년, 1939년에는 대한밭로 수확을 거의 거두지 못하였다는 기록이 있다. 광복이전인 1919년부터 관개체계 구축을 위한 조사사업이 진행되었고 1942년 4월부터 공사를 시도하였으나 1945년에 중단되었다.

지구 전체 경지면적의 약 70%를 논이 차지하고 있다. 지구 내에는 대교천, 안용천, 해창강, 중교천 등 중소하천이 있으며 이 하천들에 의하여 입석 이남의 열두삼천리평야, 문덕군 용반리 부근의 삭구평야, 안주시 대교 부근의 대교평야, 남칠리 부근의 남칠평야, 안주시 부근의 안주평야 등 여러지대로 나누어진다. 숙천군의 해안 지대와 문덕군의 입석 및 연호 지구에는 평남관개지구 전체 논 면적의 약 50%가 있는데 사업시행 이전에 그의 70% 정도가 천수답이었다고 한다.

평남관개지구의 연평균 강수량은 1,070mm 정도이고, 연평균 강수일수는 약 100일 정도이다. 평남관개지구의 한해평균기온은 9.0℃ 정도이며 10℃ 이상적산온도는 3,460℃이다.

평남관개는 연풍호와 청천강의 금성양수장을 통해 양수한 용수를 주 수원으로 하고 있

다. 주 용수원인 연풍호는 회주천을 자체 유역으로 하고 있으며 대동강에서 취수하여 저류하고 있다. 대동강의 취입구를 통해 취수된 물은 수로터널을 통하여 연풍호에 흘려드는데 최대 취수량은 33m³/s, 다년평균 취수량은 10.5m³/s 이다.

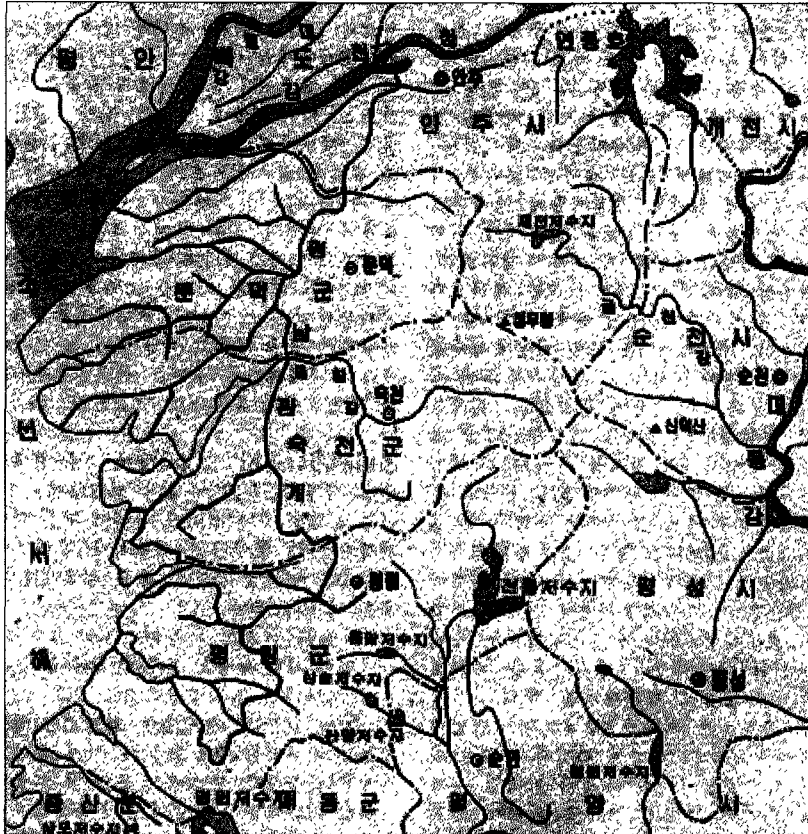


그림 3-12 평남관개체계

금성양수장은 청천강의 물을 펴서 제 1간선에 보충해주는 양수장으로 최대 양수능력이 8m³/s 이다. 연풍호의 취수탑에는 관개기간에 전기를 생산할 수 있도록 2대의 발전기가 설치되어 있다.

지구 내의 평원저수지는 평남관개와 기양관개를 하나의 순환식관개체계로 이어주는 역할을 하고 있다.

평남관개의 관개수로로는 5개의 간선과 13개의 지선, 371개 지거로 이루어져있으며 총 길이는 2,000km, 구조물은 4,700개에 이른다.

제1간선은 연풍호 취수구에서 신안주 2호 수로터널까지의 약 20km 구간이다. 이 간선은 청천강 좌안과 청룡산맥 비탈면을 따라 위치하고 있으며 지형이 복잡하여 구조물 구간이 비교적 많이 있다. 10여개의 수로터널과 약 1,200m 의 개거, 여러 개의 대형잠관, 100여 개의 기타 구조물이 설치되어 있다. 제1간선에서는 청천강의 금성양수장에서 양수한 물이 합류된다. 1간선에서 양수장으로 관개하는 면적은 수천 ha이며 통수능력은 60m³/s 이상이다. 안주시 운학리에서 분기되는 제1지선은 송학리를 거쳐 남칠리까지 계속되며 3지선과 연결되어 남칠평야를 관개한다.

제2간선은 신안주의 두 번째 수로터널로부터 제3간선과 제4간선의 분기점까지의 약 20 km 구간이다. 제2간선은 남칠평야와 문덕평야의 동쪽지대를 거쳐 안주시 용담리를 지나 분기점에 이른다. 제2간선에는 4개의 지선과 34개의 지거가 있어 남칠평야와 문덕평야의 일부를 관개하고 있으며 수로의 전체 길이는 200km이고 통수능력은 55m³/s 이상이다.

제3간선은 제2간선과 제4간선의 분기점인 문덕군 만흥리에서 분기되어 입석리 남쪽을 따라 용림리까지 계속되는 약 130km 구간이며 구간내에는 3개의 지선과 27개의 지거가 있다. 안용천 남쪽 신리에서 해창강 사이의 열두삼천리평야와 문덕평야 일부를 관개하고 있으며 통수능력은 약 25m³/s 이다.

제4간선은 제2간선의 연장으로 문덕군 만흥리에서 시작하여 해창강을 횡단하여 검산을 지나 해소양수장까지 이르는 구간이며 구간 내에는 2개의 지선과 1개의 양수장체계, 22개의 지거가 있다. 숙천군 일대를 관개하며 통수능력은 16m³/s 이상이다.

제5간선은 해소양수장으로부터 시작하여 평원군 삼봉리, 송석리, 석포리를 거쳐 매전리까지 이르는 수로이다. 지역 내 평야는 지형이 비교적 높아 해소양수장을 설치하여 관개하고 있다. 2개의 지선과 68개의 지거, 1개의 양수장체계를 포함하고 있다.

바) 청천강 유역

청천강은 단위면적당 물자원이 많은 하천이지만 다른 하천들과 마찬가지로 상류에는 경

지면적이 적고 대부분 지역이 산지를 이루고 있기 때문에 농업용수 이용량이 그리 많지 않다. 다만 하류와 대령강 유역에서만 박천평야와 운전평야, 열두삼천리평야와 같은 큰 평지를 가지고 있기 때문에 이 지역에서만 상대적으로 농업용수 이용률이 높을 뿐이다. 특히 박천평야(100km²) 와 운전평야(180km²), 열두삼천리평야(750km²)의 경지는 거의 대부분이 논이기 때문에 용수사용량이 많다. 그러나 열두삼천리평야는 약 80%의 수원을 대동강물로 관개를 하고 있기 때문에 사실상 청천강의 농업용수를 이용하는 지역은 평안북도가 대부분이다.

청천강유역면적의 65.3%를 차지하는 평안북도가 농업용수 이용에 있어서는 74%차지하는데 이것은 평안북도의 유역에 단위면적당 경지면적이 많기 때문이다.

청천강의 농업용수 이용량은 445백만m³에 달한다. 청천강의 농업용수 이용에서 기본을 이루고 있는 것은 양수장에 의한 관개이다. 현재 청천강을 수원으로 하는 양수장은 약 1,500여개소에 달하며 양수장으로 관개되는 용수량은 약 251백만m³이다.

아래 표에서 보는 바와 같이 청천강유역에서 농업용수 이용이 가장 많은 지류는 대령강이다. 이 강에서 연간 농업용수로 쓰는 물량은 245백만m³에 달하는데 이것은 청천강에서 쓰는 농업용수 총량의 45.6%를 차지한다.

표 3-20 청천강 주요 지류 수원공별 농업용수 이용현황

단위 : 만m³

지류 \ 수원	저수지	양수장	보	기타	계
회천강	-	554	200	-	754
구룡강	1,589	6,028	1,625	161	9,403
대령강	5,961	15,490	2,853	221	24,525
창성강	-	517	516	-	1,033
천방강	3,457	2,493	2,747	77	8,774
계	11,007	25,082	7,941	459	44,489

청천강유역에는 농업용저수지가 총 34개소가 있는데 그 중 22개는 평안북도에 있으며 12개는 평안남도에 있다. 청천강유역의 저수지 총 저수용적은 7,456ha·m이고 그에 의한 관개면적은 13,852ha이다(연풍호제외).

청천강유역에서 저수지가 가장 많은 하천은 대령강유역이다. 이 유역에 있는 저수지의 총 용적은 6,151ha·m이고 그에 의한 관개면적은 12,225ha로서 청천강유역에 있는 저수지 총 용적의 83%, 관개면적의 88%를 차지한다.

특히 대령강유역에는 1,000ha·m이상의 크기를 가지는 저수지가 2개소이며 이 두 저수지에서 관개하는 면적은 약 7,000여ha에 달한다. 그 중 운전군 천정리에 있는 운전저수지는 연풍호를 고려하지 않을 경우 청천강유역에서 제일 큰 저수지로서 저수용적은 1,845ha·m이고 관개면적은 5,160여ha에 달한다.

현재 청천강유역의 제1지류 대령강에는 태천발전소건설이 진행중이며 태천댐에 의해 생기게 될 태천호는 약 27억m³의 용적을 가지는 대용량 저수지로서 발전퇴수를 평안북도 서해안지역의 간척지구에 관개용수로 공급할 계획이다.

표 3-21 청천강유역 주요저수지 현황

저수지	유역면적(km ²)		관개면적(ha)			용적 (ha·m)	위치		하천
	계	직접/간접	계	논	밭		도	군	
운전	67.4	67.4	5,163	5,000	163	1,845	평북	운전군	대령강
대성	12.5	12.5	846	846	-	470	〃	운전군	〃
봉산	29.9	29.9	688	688	-	447	〃	녕병군	〃
덕상	21.5	21.5	630	630	-	404	〃	태천군	〃
물골	15.0	15.0	130	126	4	90	〃	태천군	〃
신광	31.6	16.8/14.8	1435	608	827	650	〃	태천군	〃
풍산	44.0	44.0	1910	1895	15	1,238	〃	구성시	〃
조양	12.2	12.2	400	400	-	356	〃	구성시	〃
남동	1,222.4	5.4/1,217	1,202	634	568	1,000	〃	녕변군	구룡강
연풍*	4,561.4	124.4/4,437	-	-	-	-	평남	안주시	희주천

주 : * '연풍호'라고 명칭

청천강유역의 양수장 대부분은 하천을 수원으로 하는 양수장들이다. 하천을 수원으로 하는 양수장들은 거의 대부분이 독립양수장이거나 1단 양수장이다. 청천강유역에는 북한에서 3번째로 큰 금성양수장이 있으며 이 양수장은 평남관개체계의 보충수원을 급수해 주는 매우 중요한 역할을 한다. 금성양수장은 연간 4,500ha·m의 물을 양수하여 평남관개지구 6,500여ha에 보충수원으로 공급한다. 그 외에 청천강유역에는 박천군 박천읍에 있는 박천양수장을 비롯한 송도 양수장, 대령강 1단양수장, 통흥1단양수장 등 1,000ha·m 이상의 물을 양수하는 양수장이 5개나 되는데 이들 양수장에서 약 12,000ha를 관개하고 있다. 특히 박천양수장은 청천강에서 금성양수장 다음으로 큰 양수장인데 이 양수장에서 연간 취수하는 유량은 3,530ha·m 달하며 그에 의한 관개면적은 약 3,000여ha에 달한다. 큰 저수지를 수원으로 하는 양수장들도 대부분 대령강유역과 구룡강유역에 있으며 청천강 상류에는 양수장이 거의 없다. 운전군에는 저수지를 수원으로 하는 양수장만 하여도 106개나 되는데 그에 의한 관개면적은 약 1,750여ha에 달한다.

양수장에 의한 관개에서 다음으로 큰 비중을 차지하는 것은 지하수원에 의한 관개이다. 이들 지하수를 이용한 양수장은 대부분이 하천인근에 있으며 거의 대부분이 발관개용 양수장이다. 특히 대령강유역의 구성시를 비롯하여 운전군일대에서는 약 50여개의 지하수를 수원으로 하는 양수장이 있으며 관개면적은 약 2,000ha이며 대부분이 밭에 관개를 하고 있다.

보에 의한 관개는 청천강 하류지역보다는 주로 중, 상류지역에서 많다. 이는 중상류의 급한경사를 이용하여 자연취수를 할 수 있는 유리한 지형조건을 가지고 있기 때문이다. 특히 상류에서 널리 이용하고 있는 임시보들은 그 지역에 흔한 나무로 엮어 만든 보들이 대부분이다. 현재 청천강유역에는 300개의 보가 있는데 보의 총 취수능력은 16.3m³/s이며 그에 의한 관개면적은 약 5,000ha이다.

청천강은 구조선을 따라 형성된 하천으로서 구조수와 균열수가 발달하여 하류에는 4기층수가 풍부하다. 따라서 일용출량 1,000m³이상인 규모가 비교적 큰 지하수시설이 많으며 특히 태천군과 구성시에서는 2,400여개소의 지하수시설을 이용하여 2,000여ha의 밭을 관개하고 있다. 대령강하류 박천군과 운전군에는 일용출량이 1,000m³이상의 4기층수가 6개소가

있으며 그중 박천군 맹중리에 위치한 맹중지하수는 일용출량이 3,560m³(12.5 l/s)에 달한다.

사) 평안북도 해안유역

평안북도 해안유역의 농업지구는 압록강관개지구를 중심으로 하고 있다. 압록강 관개지구는 평안북도 동림군을 중심으로 압록강 유역과 평안북도 서해안 지대의 10개 시·군으로 구성되는 관개지구로 1959년 3월에 착공하였으나 중단되었다가 '61년 10월에 재 착공하여 '62년 5월에 제1단계 공사인 매봉저수지에서 1,200ha의 지역에 급수하기 시작하였다.

'63년 5월에 매봉저수지가 그리고 '64년 5월 1일에 대하(백마)저수지 공사가 완공되었다. '65년 6월에는 만풍호(천마저수지) 공사가 착수되어 '73년 6월에 준공되었다. 만풍호 건설을 주로 한 압록강관개지구 개발사업은 '71년~'76년에도 6개년 계획사업으로 계속 추진되었다.

북한의 문헌자료에 의하면 압록강관개지구는 평안북도 선천군, 광산군, 정주군, 용천군, 철산군, 동림군, 피현군과 염주군 등 10개 시·군 117개리와 4개 노동자 지구에 물리면적이 89천ha(논 71천ha, 밭 8천ha, 기타 10천ha)이다. 북한에서 언급하는 압록강관개지구는 평안북도내 주요 평야를 모두 포괄하는 지구이다. 그러나 축척 1/50,000 지형도 및 IRS-1C, SPOT 등 인공위성 영상자료를 통한 지형분석결과로는 압록강관개지구의 주수원이라고 하는 만풍호, 대하저수지, 매봉호의 주요 물리지구는 신의주시 남쪽 평야와 동래강을 경계로 하는 서쪽 지역으로서 용천평야, 염주평야, 철산평야, 선천평야 등 총 79,000ha(논, 밭)이다.

만풍호는 압록강 지류인 감교천, 백마강, 고진강, 청강을 막아 만들었으며, 대하저수지는 만풍호의 월류량을 다시 저류하게 되어있다. 매봉저수지는 만풍호와 대하저수지와 독립된 유역을 갖지만 문헌자료에 의하면 만풍호와 연계 되었다고 한다. 대하저수지와 매봉저수지는 각각 압록강 관개의 하부체계인 대하관개체계와 매봉관개체계의 기본수원이 된다. 2천리물길의 평안북도구간인 태천 5호발전소에서 방류된 물을 취수하여 압록강지구에 급수하는 총 연장 60km의 태천-광산수로는 사송강 하구언에 의해 조성된 고미양저수지(광산저

수지)까지 연결된다. 곡산군 용상리의 사송강에서 취수된 물은 10여개의 수로터널 등을 통하여 선천군 수청리 고읍천 일대까지 급수된다.

압록강관개체계와 2천리물길체계중의 하나인 곡산-철산까지의 농업용수 공급체계는 아래의 모식도와 같다.

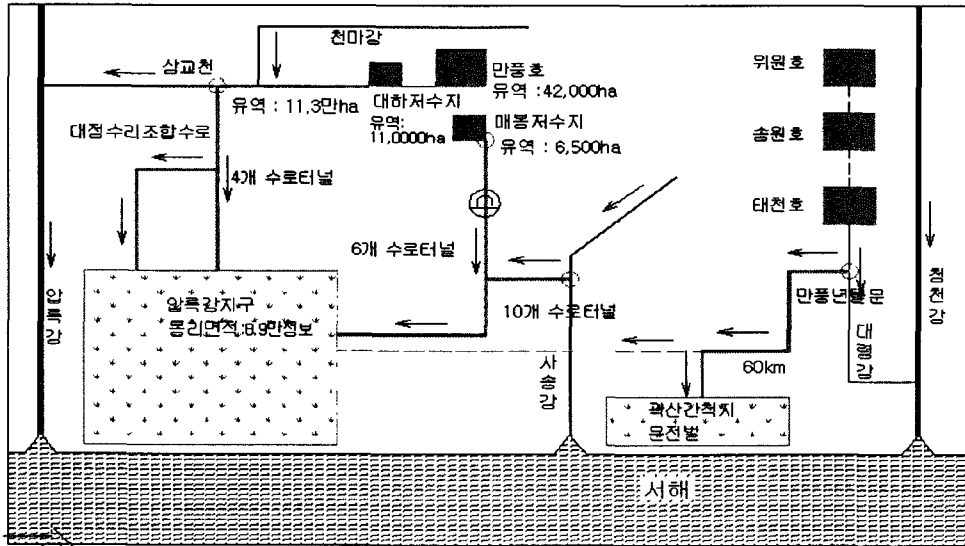


그림 3-13 압록강관개체계 모식도

아) 압록강 유역

압록강은 한반도에서 수자원이 가장 많은 하천이다. 그러나 이 하천은 산지가 많고 경지면적이 적은 북부내륙인 양강도와 자강도를 흐르고 있기 때문에 농업용수 이용량은 많지 못하다. 다만 하류 좌안에 위치한 지류인 삼교천의 중하류부에 비교적 넓은 의주평야와 용천평야(450km²)가 있다.

압록강 유역내 연간 농업용수 이용량은 약 64,510ha·m이며 이는 압록강 총수자원의 3.1%이다. 농업용수의 주 수원은 하천수원과 저수지수원이다. 이 두 수원이 차지하는 비중은 약 99%에 달하는데 주로 양강도와 자강도는 양수장과 보를 이용하여 농업용수를 공급

하고 압록강의 하류부인 평안북도에서는 저수지를 이용하여 농업용수를 공급하고 있다.

특히 이 하천의 1지류인 삼교천유역에는 저수량 약 23,000ha·m의 만풍호와 3,380ha·m의 대하저수지가 있으며 자체유역의 경지와 평안북도 서해안의 넓은 용천평야와 곡산평야(20km²), 정주평야(160km²) 등 35,000ha의 압록강관개지구에 용수를 공급하는 수원공의 역할을 담당하고 있다. 따라서 삼교천 농업용수공급량은 압록강 농업용수 총공급량의 47%를 차지한다.

압록강에서 이용하는 농업용수가운데서 80%는 평안북도 영역에서 이용되고 20%만이 함경남도과 양강도, 자강도 영역에서 이용되고 있다.

표 3-22 압록강유역 주요저수지 현황

저수지	유역면적(km ²)		관개면적(ha)			저수용적(ha·m)	위치		하천
	계	직접/간접	계	논	밭		도	군	
만풍호	428.3	428.3				23,000	평북	천마	삼교천
대하	534.6	106/428	20,813	17,933	2,880	3,383	〃	〃	〃
신서	2.4	2.4	24	24	-	39	〃	〃	〃
일신	9.8	9.8	110	110	-	172	〃	피현	〃
삼상	1.5	1.5	12	12	-	9	〃	〃	〃
광암	10.0	10.0	74	74	-	103	〃	〃	〃
묘봉	2.0	2.0	35	35	-	20	〃	〃	〃
신평	0.6	0.6	31	31	-	11	〃	〃	〃
금광	25.1	25.1	850	850	-	525	〃	의주	금광천

압록강의 농업용수 이용에서 저수지 다음으로 차지하는 부분은 양수장에 의한 관개이다. 양수장관개는 저수지를 수원으로 하는 양수장과 하천을 수원으로 하는 양수장 두 가지로 나눌 수 있으며 저수지를 수원으로 하는 양수장은 평안북도 유역에만 있으며 양수능력은 21.3m/s이고 관개면적은 약 6,800ha이다. 또한 압록강 하류에는 조수의 영향으로 수위가 상승하는 현상을 이용하여 연간 약 12,000ha·m의 물을 양수하여 관개하는 만풍동양수장이 있다.

압록강유역에는 여러개소의 관개용 양수장이 있는데 이 양수장에서 연간 이용되는 물량

은 약 28,700ha·m에 달한다. 이 물로 약 44,000ha를 관개하고 있다. 그 중에서도 하천을 수원으로 하는 양수장과 저수지를 수원으로 하는 양수장이 대부분이며 저수지를 수원으로 하는 양수장은 양강도와 자강도에는 없고 평안북도지역에서 많이 이용하고 있는데 그에 의한 양수능력은 21.3m³/s이며 관개면적은 약 6,800ha이다.

양수장관개에서 큰 비중을 차지하는 것은 삼교천이다. 이 하천에는 농업용 양수장이 554개소나 되며 양수량은 89.5m³/s이며 관개면적은 21,000 ha이다.

압록강의 농업용수이용에서 보는 양수장과 저수지 다음으로 많이 이용되는 주요 시설이다. 압록강에는 임시보까지 합하여 약 888개의 보가 있는데 이 보에서 연간 농업용수로 이용되는 수자원량은 8,000ha·m이며 관개면적은 약 6,100ha에 달한다.

2) 동해안 유역 농업기반시설 현황

가) 두만강 유역

두만강은 한반도 최북단 동쪽에 위치한 한반도 제2의 하천이지만 유역내 논 면적이 제한되어 있기 때문에 농업용수 이용량은 상대적으로 적다. 농업용수 총이용량은 9,064만 m³으로 금야강보다 적다. 유역의 중상류지대가 거의 산지로 되어있고 하류에만 온성평야와 새별평야, 은덕평야 등 소규모 평야가 분포하고 있다.

유역내 농업용수체계는 하천수를 펌핑하는 양수장위주이지만, 상류부에서는 보에 의한 관개, 중하류 지역에서는 양수장에 의한 관개를 주로 하고 있다.

주요 저수지로는 하류에 위치한 저수용적 1,000ha·m의 용남저수지, 저수용적 800ha·m의 성내저수지, 저수용적 600ha·m의 장덕저수지가 있고 총관개면적은 4,700ha이다.

주요 보로는 함경북도 새별군에 위치한 취수량 1,560ha·m의 두만강보와 취수량 660ha·m의 온성보가 있다. 지하수시설은 약 460여개소로 그 관개면적은 2,400ha이다.

나) 수성천 유역

수성천 유역에는 약 100개소의 양수장과 30개소의 보, 130개소의 지하수시설이 있으며,

연간 용수이용량은 2,100ha·m, 관개면적은 약 2,600ha이다.

유역의 용수체계는 보와 양수장 위주의 용수체계이며, 이 두 시설에 의한 농업용수 이용량은 전체 이용량의 97%를 차지한다.

양수장에 의한 연간 관개용수 이용량은 1,000ha·m이고 관개면적은 1,700ha로서 대부분이 강하천을 수원으로 하는 독립양수장인바, 채소밭 관개를 전문으로 하는 양수장이 많다. 특히 청진시 청암구역 청암협동농장과 직하협동농장의 거의 모든 양수장들은 밭관개용 양수장으로서 약 500ha를 관개하고 있으며 부령군의 금강1호 양수장과 2호 양수장은 100ha의 밭을 관개하고 있다.

대부분의 보들은 고정보이며 연간 취수량은 1,000ha 이다. 유역내에는 대형보가 12개소 있으며, 그 취수능력은 3.5m³/s이고 연간 이용량은 560ha·m로 170ha의 논과 640ha의 밭을 관개하고 있다. 청진시 청암구역에 있는 직하보는 취수능력이 0.8m³/s이고, 연간 취수량은 60ha로서 170ha의 채소밭을 관개하고 있다.

지하수에 의한 관개용수 연간 이용량은 60ha·m이고 그 관개면적은 120ha이다. 용출량과 관개면적이 비교적 많은 지하수시설은 부령군 석막리 굴포양수장으로 연간 8ha·m를 취수하여 30ha의 밭을 관개하고 있다.

다) 어랑천 유역

어랑천 유역의 하류에는 어랑평야(130km²)가 위치하고 있어 대부분의 용수 수요량을 어랑천에 의해 해결하고 있다.

유역내에는 저수지 2개소, 양수장 212개소, 보 94개소, 지하수시설 500여개소 등의 농업생산기반시설이 있으며 유역내 연간 농업용수 이용량은 8,400ha·m이고 그 관개면적은 7,300ha이다.

농업용수체계는 보와 양수장 위주이며, 이 두 시설에 의한 농업용수 이용량은 총 이용량의 80%를 차지하고 있다.

주요 저수지로는 저수용량 2,020ha·m의 용산저수지와 저수용량 720ha·m의 청룡저수지가 있다. 용산저수지는 간접유역이 95%이고 직접유역은 5%뿐인 간접유역저수지로서,

연간 취수량이 1,033ha·m이고 수로 총연장은 약 13km이며 관개면적은 1,100ha로 함경북도 화성군 입석리, 명남리, 광암리, 백록리, 극동노동자구의 농경지에 용수공급을 하고 있다.

유역내 양수장에 의한 농업용수 총이용량은 연간 4,000ha·m로서, 함경북도 화성군과 어랑군 영역에서 각각 절반씩 이용하고 있다.

유역내에는 보가 약100개 있으며, 연간 보에 의한 농업용수이용량은 3,000ha·m이고 그 관개면적은 2,000ha이다. 특히 함경북도 어랑군 용평리에 위치한 용평보는 취수능력 2.5m³/s, 연간 취수량 1,900ha·m, 관개면적 1,300ha의 대형보이며, 제1지류 화성천의 화성보 역시 취수능력 2.2m³/s, 연간 취수량 1,200ha, 관개면적 1,000ha인 대형보이다.

유역내 지하수시설은 우물이 대부분이며 연간 급수량은 25ha·m, 급수면적은 약 600ha(그 중 밭 99.3%, 논 0.7%)이다.

라) 남대천(길주) 유역

남대천(길주)은 함경산맥과 백두산맥의 계곡을 따라 흐르는 하상경사가 급한 하천으로 하류에 길주평야(150km²)가 위치하고 있다.

유역내에 저수지 4개소, 양수장 111개소, 보 39개소, 지하수 시설 102개소가 있으며, 관개면적은 약 7,900ha(그중 논 52%, 밭 48%)이고, 저수지 위주의 관개체제로 구성되어 있다.

저수지에 의한 농업용수 이용량은 연간 1,800ha·m, 관개면적은 4,550ha로 총 관개면적의 58%를 차지한다. 주요 저수지로 문암저수지와 목성저수지가 있다. 문암저수지는 저수용적 1,600ha·m, 관개면적 4,000ha으로 주요 관개지역이 금천리, 덕안리와 상하리이며, 그중 지대가 높은 250ha에만 양수장에서 양수하여 관개하고 있고 나머지 대부분은 자연취수로 급수하고 있다. '80년대 말에 저수량 확보를 위해 저수지 보강 및 간접유역을 조성하였으며 현재 인접하천에서 양수장에 의해 양수저류하고 있다. 목성저수지는 관개면적이 400ha이며 주요 관개지구는 봉암리와 길주읍 일대이다.

유역내 양수장의 93%가 함경북도에 위치하고 7%가 양강도 영역에 위치하고 있으며 양수장에 의한 총관개면적은 2,250ha이다.

보는 주로 자연취수를 목적으로 건설되었기 때문에 하상고가 상대적으로 높은 지류를

막아 본류 하천연안에 발달한 충적지 논을 관개하고 있으며 총취수량은 약 1,900ha·m이고 관개면적은 약 3,000ha(그 중 논 1,800ha, 밭 1,200ha)이다.

유역내에서는 지하수 시설에 의하여 18ha·m의 물을 86ha에 관개하고 있으며 지하수 시설의 대부분이 우물과 굴포¹²⁾이다.

마) 북대천(단천) 유역

북대천(단천)은 백두산맥과 부전령산맥의 좁은 골짜기를 따라 흐르는 하천으로서 상류와 중류에 넓은 평야가 없고 하류에 단천평야(60km²)가 있다. 유역내에서 연간 농업용수이용량은 약 2,402ha·m이며 시설 대부분이 양수장과 보이다.

주요저수지로 저수용적 150ha·m의 덕두저수지와 저수용적 45ha·m, 관개면적 50ha의 용덕저수지가 있다.

유역내 양수장이 약 130개소가 있으며 그중 72%가 하천을 수원으로 하는 양수장이다. 특히 양강양수장은 연간 120여ha·m의 용수를 50ha의 농경지에 관개하고 있으며 두면양수장은 연간 100여ha·m의 용수를 수십ha의 농경지에 관개하고 있다.

또한 유역내에 10여개의 보가 있으며, 연간 700ha·m의 물을 유입시켜 800여ha에 관개하고 있다. 그 중 단천시 담동리에 위치한 돌산취입보는 연간 280ha·m의 물을 논 300여ha와 밭 35ha에 관개하고 있으며 그 외에 새덕취입보, 광천, 덕천, 원천산 취입보들이 60여ha 이상 관개하는 비교적 규모가 큰 보이다.

유역내 약 300여 개소의 지하수시설이 있으며 연간 20여ha·m 이상을 농업용수로 이용하고 있다. 특히 영평굴포의 양수장은 유량 0.26m³/s로 양수하여 논 30ha와 밭15ha를 관개하고 있다. 유역내에는 또한 총 저수능력이 860ha·m인 지하저수지들이 있다.

바) 남대천(단천) 유역

유역의 하류에 남대천(단천)을 수원으로 하는 단천평야(60km²)가 있다. 유역내에는 저수

12) 굴포는 수분함량이 높은 강하천연안에 깊이는 적게 파고 표면적을 넓게 잡아 강하천으로부터 흘러드는 지하수단면을 넓게 하여 빠른 시간내에 많은 유량을 얻기 위한 지하수 시설

지가 없고, 220여개소의 양수장, 60여개소의 보, 230여개소의 지하수시설이 있으며, 연간 농업용수이용량은 6,600여ha·m이고, 총 관개면적은 6,000ha이다.

농업용수체계는 보 위주인바 보에 의한 이용량이 농업용수 총이용량의 65.5%를 차지하고 있다. 농업용수이용에서 보가 차지하는 비중이 큰 것은 허천강발전소에서 방류하는 퇴수¹³⁾를 농업용수로 이용할 수 있기 때문이다.

양수장은 상·중류에 많고 하류에는 적으며 양수장에 의한 관개면적 약 2,100ha이다. 대부분이 1~2ha 규모의 경지를 관개하는 하천수원의 독립양수장으로 규모가 가장 큰 양수장은 허천군 와포리양수장으로 연간 60ha·m의 물을 양수하여, 논 19ha와 밭 17ha를 관개하고 있다. 본류에 위치한 양수장은 관개면적비율로 95%가 밭관개를 하고 있고, 5%만이 논관개를 하고 있다.

유역내 보가 60여개소가 있으며, 보에 의한 연간 농업용수 이용량은 4,350ha·m이고 관개면적은 약 3,000ha이다. 특히 함경남도 단천시 양평리에 위치한 연대취입보는 허천강발전소의 퇴수를 이용하여 연간 1,520ha·m의 용수를 약 2,000ha(논 1,500ha와 밭 500ha)의 농경지에 공급하고 있다. 그 외에 0.2m³/s이상이고 관개면적 100ha미만인 주요 보로 가천보, 백상보, 쌍룡보 등이 있다.

유역내 지하수 이용의 기본형태는 우물과 굴포로서 연간 약 20ha·m의 지하수를 양수하여 100여ha의 논밭을 관개하고 있다. 우물은 주로 산기슭의 퇴적층을 파서 밭관개에 이용하고 있으며 굴포는 하천변의 충적층을 파서 인근 채소밭과 일부 소규모 논 관개에 이용하고 있다. 송파송정굴포 양수장과 송파 양촌큰들굴포 양수장은 0.160m³/s의 물을 양수하여 40여 ha에 관개하고 있다.

사) 남대천(북청) 유역

남대천(북청) 유역의 하류에는 신창평야(130km²)가 위치하고 있으며 북한은 이 유역을 농업용수 이용측면에서 동해안 하천의 본보기 하천으로 꼽고 있다.

유역내에 17개의 저수지, 157개소의 양수장, 83개소의 보, 458개소의 지하수시설이 있으

13) 허천강발전소에서 단천남대천에 67m³/s의 물을 방류하고 있다.

며 농업용수이용량이 연간 약 1만ha·m이고 관개면적이 약 8,000ha이다. 유역내 농업용수 체계는 보 위주로서 전체 농업용수이용에서 64%를 차지하고 있다.

유역내의 저수지의 총 저수용적은 약 900ha·m인바 보천저수지와 종산저수지가 유역내 저수지 총 저수용적의 70%를 차지하고 있으며 그 외에 평균 10~30ha·m의 군소 저수지가 있으며 저수지에 의한 총 관개면적은 965ha이다.

양수장의 75%가 독립양수장이며 총 취수능력은 10.8m³/s이고 연간 양수량은 1,055ha·m이며 관개면적은 1,600ha이다. 관개면적 100ha이상, 양수능력 100ha·m의 비교적 큰 양수장으로 마산1호양수장, 물과양수장이 있으며 양수장의 64%가 남대천(북청) 본류에 집중되어 있다.

유역내에서는 보에 의한 관개가 농업용수이용에서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 연간 9,000ha·m의 물을 저류하여 7,400ha·m를 농업용수로 이용하고 있다. 취수능력 1m³/s 이상의 보가 6개소 있으며 그에 의한 관개면적은 약 4,000ha이다. 보의 대부분이 중하류에 위치하고 있으며 총취수량 중 88%가 본류에서 이용하고 있다. 유역내에서 지하수시설에 의한 관개면적은 800ha이다.

아) 성천강 유역

성천강 유역의 하류에는 함흥평야(600km²)가 위치하고 있으며 유역내 농업용수체계는 보 위주이다.

유역내에는 관개용 저수지가 총 21개소 있으며 그에 의한 관개면적은 약 1,500ha로 대부분 저수지가 1,000ha·m 미만의 소규모 저수지이다. 저수용량이 100ha·m 이상인 저수지로 기곡저수지, 금사저수지, 풍경저수지 등 3개소가 있으며 이 세 저수지가 저수용적 기준으로 함경남도내 총 저수용적의 60%를 차지하고 있다.(부록 참조)

유역내에는 양수장이 450여개소가 있으며 그에 의한 관개면적은 5,200ha로 보 다음으로 큰 비중 차지하고 있다.

성천강유역에는 113개의 보가 있어 연간 약 2만 ha·m의 물을 취수하여 본 유역에서 약 6,000 ha, 원수천유역에서 약 12,000ha의 농경지를 관개하고 있다. 함경남도 영광군 상

중리에 위치한 성천강취입보는 부전강발전소의 퇴수를 이용하고 있으며 취수능력은 28m³/s이고 관개면적은 약 13,400ha로 북한에서 두 번째로 큰 보이다. 그러나 최근 성천강취입보 상류에 총연장이 80리인 33개의 계단식 중소형발전소가 건설되어 현재 유역내 용수체계가 다소 변동이 있을 것으로 보인다.

유역내에는 930여개소의 지하수시설이 있으며 관개면적은 620ha이다. 관개면적기준으로 지하저수지 60.6%, 우물 및 굴포 38.8%를 차지하고 있다.

자) 금진강 유역

금진강유역의 하류에는 신상평야(90km²)가 위치하고 있으며 용수수요량을 금진강에 의해 해결하고 있다.

유역내에서 가장 큰 용수원은 함경남도 정평군 초원리에 위치한 신상취입보이며 그 취수능력은 3m³/s이고 관개면적은 1,200ha이다.

현재 신상취입보 상류에 17단계의 금진강중소형 발전소 건설중이며 2001.11월 현재 댐 마감막이 공사가 완공된 상태로서 댐건설이 완료되면 용수수급의 변동으로 농업용수체계에 변화가 있을 것으로 보인다.

차) 금야강 유역

금진강 하류에는 금야평야(400km²)가 위치하고 있으며 유역내 농업용수체계는 보 위주이다. 유역내에는 관개용 저수지가 총 11개소 있으며 그에 의한 관개면적은 약 1,270ha이다. 그 중 청동저수지와 천암저수지가 가장 큰 저수지이며 합계 저수용적이 682ha·m이다.

유역내에 양수장 224개소가 있으며 그에 의한 관개면적은 약 6,100ha이다. 또한 유역내에는 18개의 보가 있으며 그에 의한 관개면적은 6,400 ha이다. 함경남도 금야군 용원리에 위치한 용원보는 하루 34ha·m의 물을 수백리의 수로를 통해 공급하며 금야군내 21개 리에서 100여대의 양수기로 양수하여 관개하고 있다. 상류 요덕군에 위치한 보들은 대부분 높은 곳에 위치하고 있으며 자연경사를 이용하여 낮은 지대를 관개하고 있다.

유역내에는 약 600개의 지하수시설이 있으며 관개면적은 350ha이고 대부분이 중하류 유

역에 위치하며 발관개를 위주로 하고 있다.

카) 남대천(안변) 유역

유역내에는 고산평야(170km²)와 안변평야(100km²)가 위치하고 있으며 저수지 위주의 관개 체계가 형성되어 있다.

유역내에 관개용 저수지가 총 24개소 있으며 그에 의한 관개면적은 약 5,200ha이다. 강원도 고산군에 위치한 부천저수지는 난정리에 위치한 안2저수지와 120km의 수로에 의해서로 연결되어 있으며 총 저수용적은 1,361ha·m이고 관개면적은 1,330ha이다.

유역내에는 양수장이 250개소가 있으며 총 양수능력은 35.9m³/s이고 그에 의한 관개면적은 약 3,900ha이다. 특히 남계3단 양수장은 유역내에서 가장 큰 양수장으로 양수용량이 800ha·m이고 관개면적이 670ha이다. 위남2단 양수장과 갈골3단 양수장은 연간 양수량이 230ha·m이상이고 관개면적이 200ha 이상인 비교적 큰 양수장이다.

유역내에서는 311개의 보에서 4,000ha·m를 취수하고 있으며 그 중 2,700ha·m는 농업용수로 이용하고 있다. 강원도 안변군 미현리에 위치한 안학보와 앞강노동자구에 위치한 화정보는 연간 취수능력이 각각 1,600ha·m이며, 특히 안학보는 취수능력이 3.34m³/s로 100리 수로를 통해 1,400ha에 관개하고 있다.

유역내에는 약 340개소의 지하수시설이 있으며 그에 의한 관개면적은 460ha이다.

다. 북한의 간척자원과 개발현황

1) 간척자원

1954년 9월부터 '56년 10월까지 서해안 간척지 측량 및 지질, 지형, 해상, 기상, 생물, 토양 등 자연지리적 특성해명을 위한 조사를 시행하여 해발 0m 이상 간척지에 105개 구획선 및 방조제 예정선을 그린 총 125,000ha의 '간척지개간총계획'을 발표하였다.

그러나 '80년에 발표된 "사회주의 경제건설의 10대전망목표"에서 4대자연개조사업의 주요사업으로 30만ha 간척사업을 제시함으로써 간척계획은 대폭수정된 것으로 보인다. 서해안

간석지를 지형에 따라 10개 구역으로 분류하고 있으며, 총 면적은 30만ha로서 그 중 해발고 -3m 이상 면적 약 20만ha, 해발고 -3m 이하 면적 약 10만ha로 발표하고 있으나 이는 해안에서 떨어진 사주형태의 간석지, 섬 주변과 해안을 따라 국부적으로 분포된 간석지, 국경선근처 공동수역의 수만ha의 간석지는 제외된 것이라고 밝힌바 있다. 북한지역 간석지는 서해안의 해안 도시에 분포되어 있으며 도별, 지구별, 대상별 방조제 예정선 연장과 계획면적은 다음과 같다.

표 3-23 북한의 30만ha 간석지개간계획

도 별	지구(지역)명	대상(지구)명	방조제 (km)	총면적 (ha)
평안북도	압록강어구	비단섬 서호 대계도 수운도	70.86	39,600
	가 도	가도 가도남부 신미도남부	40.35	37,800
	곽산-정주·청천강어구우안	신미도 장도 정주	45.89	39,600
	도 계		157.10	117,000
평안남도 및 남포시	청천강어구좌안	청천강어구 남양 평원 심찬개 삼천포 열귀 어룡 화진	129.06	43,508
	증산-온천	증산 풍정 온천 귀성 직동배다리 석다 자봉	140.39	56,750
	대동강어구우안	금성 오리섬 월강 양지 금사 남포동 천지봉	30.02	5,342
	도 계		301.47	105,600
황해남도	대동강어구좌안 (용연반도지구 포함)	조정 제도 양담 남해 금복 이도 용도 청량도 풍해 박촌 배미 창과 월촌 초등담섬 몽금포	71.34	11,030
	대동만·웅진만	대동만(1.2) 해방 육마합 웅진만 분지만(1.2) 장송 강령(1.2) 어구도(1.2) 대우도(1.2) 양촌 청수도(1.2) 갑류대	39.23	22,680
	해주만	남창 갈천포(1.2) 부포 해암도 황고포 사연(1.2) 황포(1.2) 읍천(1.2) 용매도(1.2) 용매도(3)	163.91	32,190
	예성강어구지구	9.18저수지 반이도 역구도	38.60	13,750
	도 계		313.08	79,650
총 계			777.16	302,250



그림 3-14 북한의 서해안지역 및 도별 간척계획도

2) 간척현황

북한지역에서 현재까지(해방이전 포함) 추진한 간척사업의 실적은 약 15만ha, 그중 8.15 해방이후의 실적은 10만ha 정도이며, 이는 농경지나 담수호 외에 염전이나 갈밭으로 조성

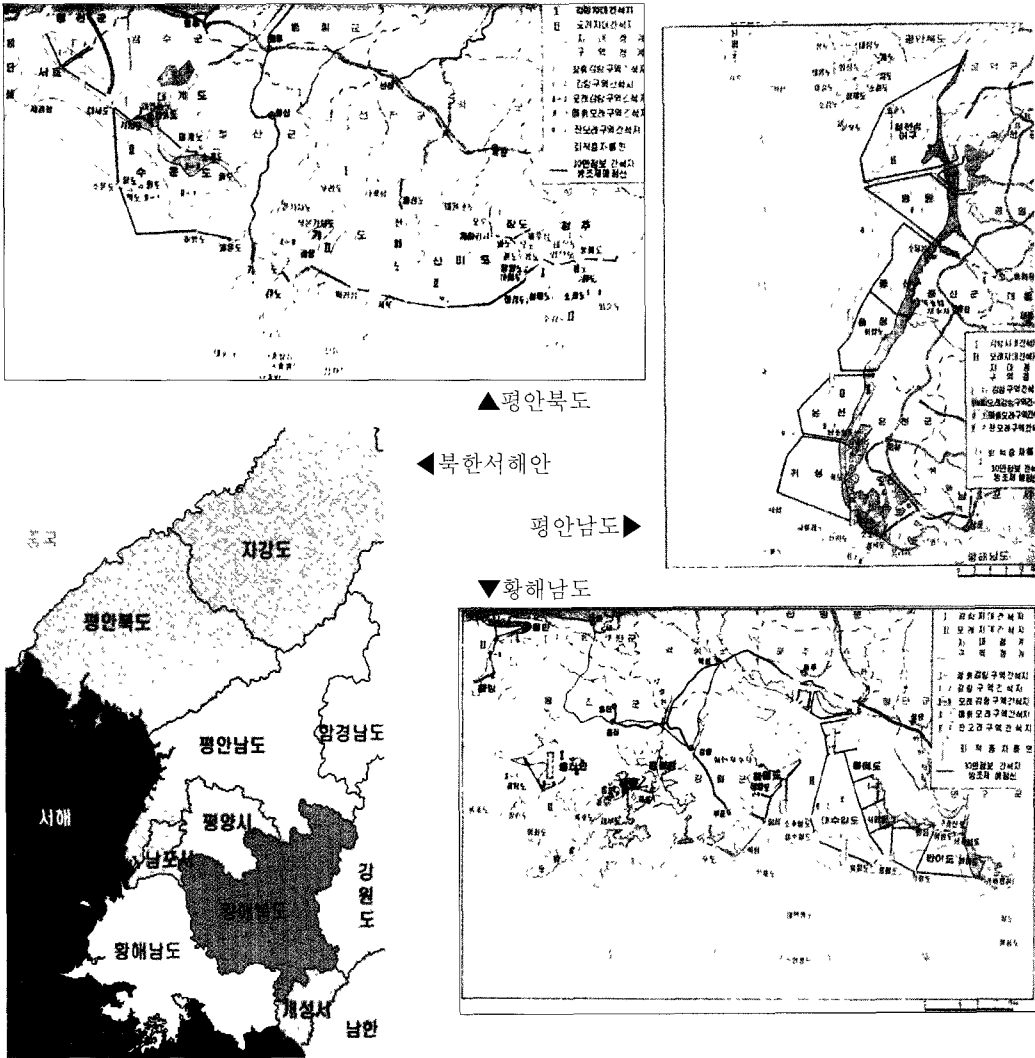


그림 3-14 북한의 서해안지역 및 도별 간척계획도

2) 간척현황

북한지역에서 현재까지(해방이전 포함) 추진한 간척사업의 실적은 약 15만ha, 그중 8.15 해방이후의 실적은 10만ha 정도이며, 이는 농경지나 담수호 외에 염전이나 갈밭으로 조성

한 면적까지 포함한 것이다.

노동당 중앙위 제6기 4차 전원회의('81. 10. 5.)에서 서해안의 압록강 하구에서 예성강 하구에 이르는 약 30만ha의 간척가능지구에 대한 간척사업의 목표¹⁴⁾를 내놓고 추진한 이래 지금까지 간척실적은 총 42천ha로 분석되고 있다. 이는 30만ha를 10년 동안에 개간하겠었다던 당초의 계획보다 상당히 부진한 실적이며, 최근은 도별로 추진하는 토지정리사업이 우선시 되면서 잠정적으로 중단된 것으로 보인다.

표 3-24 북한의 간척사업 추진실적

도 별	지구(지역)명	간척실적(ha)		
		총 계	'45년까지	'45년이후
평안북도	압록강어구	26,520	8,138	18,382
	가 도	2,367	1,477	890
	청천강어구우안	7,843	2,006	5,837
	도 계	28,887	9,570	19,317
평안남도 및 남포시	청천강어구좌안	7,829	230	7,599
	중산-온천	10,596	7,062	3,534
	대동강어구우안	9,466	2,629	6,837
	도 계	47,312	16,862	30,450
황해남도	대동강어구좌안	11,997	5,791	6,206
	대동만 및 웅진만	12,054	3,089	8,965
	해주만	8,027	1,770	6,257
	예성강어구지구	10,668	7,440	3,228
	도 계	79,390	27,512	51,878
총 계		155,589	53,944	101,645

최근에 입수한 IRS-1C 위성자료(2000.3월 취득) 분석에 의하면 '98년 8월에 발생한 집중호우 및 해일로 대계도지구의 방조제의 2개구간 460m가 유실되었고 이로 인하여 이미

14) '82년부터 '84년까지 매년 3만 ~ 4만ha씩 간척하고, '85년부터는 매년 5만ha씩 간척하여 '88년 말까지 30만ha를 완성한다는 계획이었음

조성된 농경지가 침수되었으나 1구간만 복구되었고, 2구간은 아직 미 복구 상태이다. 한편 황해남도 청단지구에서 역시 방조제 260m 구간이 유실된 것으로 나타나고 있다.

마. 수리시설 관리운영 및 물관리체계

1) 관개관리소

수리화 사업의 추진으로 관개시설과 면적이 급격히 늘어남에 따라 모든 시, 군에 관개관리소¹⁵⁾를 설립하였다. 관개관리소의 주요 임무는 수리시설관리 및 물 관리이며 담당 수리시설물의 위치 지역에 따라 그림과 같이 시, 군(구역)관개관리소와 지구관개관리소 및 저수지관리소로 나뉜다.

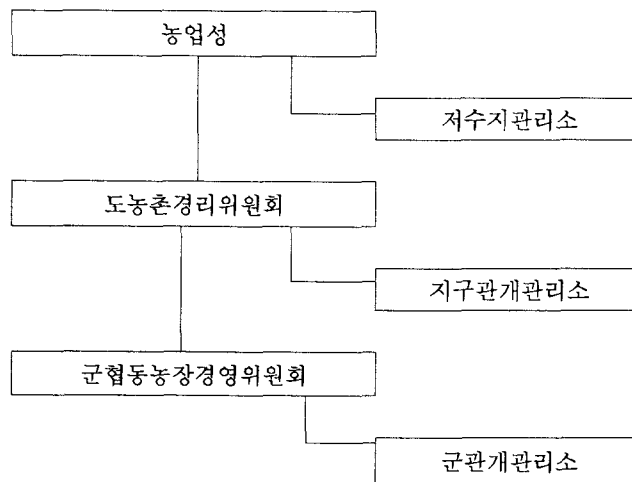


그림 3-15 관개관리기관

15) 북한에서는 '46년 3월 토지개혁을 실행하면서 해방 전에 수리조합 소유였던 관개시설을 지방정권기관의 관리하에 넘기는 조치를 취하였으며 그해 9월에는 도 단위로 관개관리소를 창설하였다. 토지개혁 당시 개인소유의 토지를 몰수하여 농민들에게 무상으로 분배하였지만 관개시설은 대부분이 물리면적이 크다는 점과 특히 농사에서 물 문제가 차지하는 중요성 등 관개시설의 특성을 감안하여 개인소유가 아닌 국가소유로 만들었다.

시, 군(구역)관개관리소는 시, 군(구역)협동농장경영위원회 산하 국가기업소로서 북한의 농업용수시설이 있는 모든 시, 군들에 설립되어 담당 군내의 관개용수를 관리한다.

지구관개관리소는 도(시) 농촌경리위원회 산하 국가기업소로서 같은 도내에 관개지구가 두 개 군 이상에 분포된 경우의 관개시설 및 용수를 관리한다.

대규모 관개지구들에는 지구관개관리소가 설립되어 수리시설 및 물관리를 담당한다. 저수지관리소¹⁶⁾는 농업성에 직속 되어 물리지구가 두개도 이상의 지역에 걸쳐 분포된 경우의 용수를 관리한다. 관개관리소에서 직접 관리하기에 비효율적이라고 판단되는 규모가 작거나 기술관리상 복잡하지 않은 수리시설은 물을 쓰는 해당 협동농장에 넘겨주어 위탁관리 하도록 하고 있다.

2) 수리시설관리운영규정

수리시설 효과적 보호관리를 위하여 정무원(현 내각)에서 '92년 6월 10일 “수리시설관리규정”을 채택하였고 농업위원회(현 농업성)에서는 정무원 결정의 집행을 위해 '92년 8월 11일 총 6장 55조의 “수리시설관리규정 세칙”을 제정하였다.(부록참고)

제1장: 일반규정으로 목적, 적용대상, 수리시설에 대한 분류

제2장: 수리시설의 관리와 운영에서 나서는 문제

제3장: 수리시설 보수 관련 문제

제4장: 관개체계에서 물관리의 기본원칙과 내용

제5장: 관개관리기관의 임무와 권한

제6장: 수리시설의 관리운영상 법을 어긴 경우 법적 처리방향

3) 물관리체계

북한에서는 물관리를 농업생산에 필요한 물을 확보하고 공급하며 소비하는 과정의 여러

16) 농업성 산하의 저수지관리소에 대해서는 “수리시설물 관리규정”에만 기재되어 있을 뿐 문헌상에 자세하게 기록된 사례가 없다. 참고로 북한전역에 두개이상의 도와 관련된 저수지가 황해북도 은파군의 은파호(황해북도, 황해남도) 등 불과 몇 개소에 지나지 않는다.

가지 기술공정이라고 정의하고 있으며 장마철에 농경지의 침수피해를 막기 위한 배수관련 기술공정도 여기에 포함시키고 있다.

북한에서는 영농공정과 농작물의 생물학적 요구를 충분히 고려한 물공급 계획에 따라 대상관개구역에 정확히 물을 공급하고 수원을 종합적으로 장악하여 용수공급과 배수, 홍수 피해방지를 통일적으로 지휘하기 위하여 철도와 군대의 사령체계와 흡사한 체계인 급수사령체계를 세워 물관리를 실행하고 있다.

급수사령체계에는 중앙 급수사령, 도 급수사령, 지구 책임급수사령, 군(시) 급수사령이 있으며 실무자인 관개지구의 책임급수사령 및 시, 군 급수사령은 지구 및 시, 군관개관리소의 기술 책임자인 기사장이 담당한다.

가) 관개지구 급수사령체계

관개지구 중에서 평남지구의 물 관리체계를 대표적인 예로 들어 아래의 표와 같이 작성하였으며 북한의 모든 대규모 관개지구의 물관리 체계가 이와 유사하다고 판단된다.

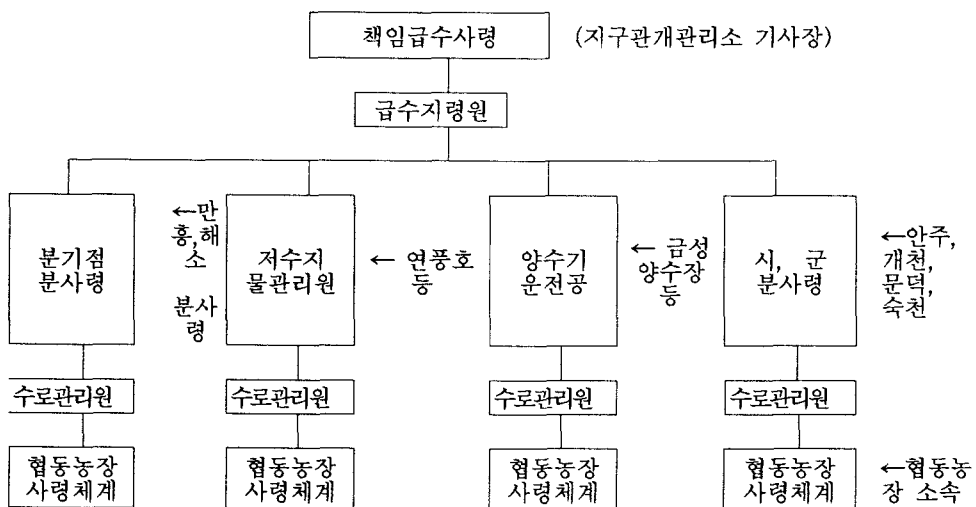


그림 3-16 평남지구관개관리소 물관리체계도

나) 시, 군 급수사령체계

평남관개지구는 연풍호(대동강에서 인수, 청천강 양수 저류)를 주수원으로 하는 몽리구역이 10만ha의 대규모 관개개발 지구로서 평안남도 안주시, 개천시, 문덕군, 숙천군, 덕천군, 대동군, 평원군 등 7개 군에 분포되어 있다.

지구 내에는 구룡, 해서, 문흥저수지 등 중소규모 저수지가 있다. 청천강의 금성 양수장에서 최대 9m³/sec로 양수하여 연풍호에 저류하고, 대동강에서는 취수터널을 통하여 최대 유량 40m³/sec를 취수하여 연풍호에 저류한 후 관개용수로 공급하는 계획으로 되어 있다.

지구관개사업소의 기사장인 책임급수사령은 2~3명의 급수 지령원을 임명하여 그 밑에 두고, 간선수로의 분기점에 분기점 분사령과 해당 시, 군 분사령을 두며, 연풍호, 금성양수장 등 중요한 저수지나 양수장들에는 직속사령체계를 두어 통일적으로 지휘한다. 급수지령원은 책임급수사령의 지휘하에 물공급과 관련된 기초자료와 문건들을 준비하며 일정계획에 따라 매일, 매시간 분사령들과 각 초소원들에게 전화통신으로 계획과제를 하달한다. 각 시, 군에 있는 분사령들은 책임급수사령의 명령과 해당 시, 군협동농장경영위원회의 지시를 동시에 받아 자기 산하 수원공, 갑문들에 지령을 한다.

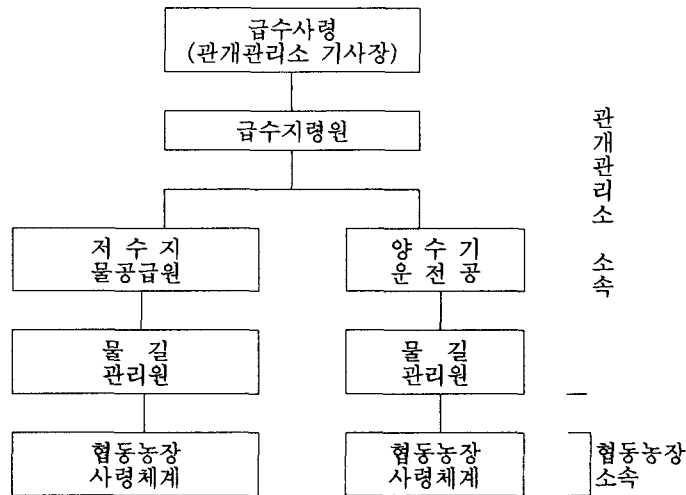


그림 3-17 시, 군관개관리소 물관리 체계도

책임급수사령은 중앙과 도 급수사령에게 복종하며 해당 관개지구안의 시, 군관개관리소 사령들과 급수지령과 관련한 문제들을 토의하여 해당한 대책을 세운다.

시, 군관개관리소에도 지구관개관리소와 마찬가지로 급수사령체계가 세워져 있다. 시, 군관개관리소의 급수사령체계는 그림과 같다.

수로관리원의 역할은 담당 지구내의 물문과 분수문 조작을 잘하여 저수지, 양수장들에서 내려보내는 물을 협동농장들에 가도록 하는 것이다.

다) 협동농장 급수사령체계

협동농장에도 관개담당 부위원장을 분사령으로 하는 급수사령체계가 세워져 있으며 여기서 물관리공은 급수사령체계의 최하위 물관리자로서 농업용수를 실질적으로 자기 작업반, 분조의 포장에 대주는 역할을 수행한다.

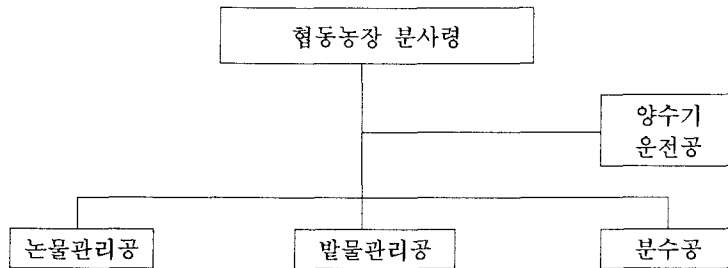


그림 3-18 협동농장 물관리 체계도

관개관리소에서는 관개구역의 대상별로 모내기전 물공급 계획, 모내기 물공급 계획, 모내기후 물공급 계획, 마감 물공급계획을 세워야 하며 그 계획을 철저하게 수행하도록 급수사령체계의 모든 구성원들에게 통보해준다.

영농공정별 물공급 계획은 사령체계별로 협동농장에서 세운 물 사용 계획에 기초하여 전반적인 물수지 균형이 이루어지도록 수립되며 여기에는 구역면적과 포장 배치상태, 용배수로의 배치상태, 작물의 생육시기별 물 요구량, 토양 분석도에 기초한 물 요구량, 기상자

료에 기초한 강우량과 증발량이 종합적으로 반영된다.

급수사령실에는 물관리 계획, 물확보 자료, 관개시설과 설비의 능력 및 정비상태 자료, 누계 년 용수공급 및 배수 실적 자료, 기상수문 자료, 지대별 토양분석 자료, 작물별 생육 시기에 따르는 물요구량 자료, 용배수 체계도, 물공급 일지, 용배수로 배치도와 물관리 초소 위치도 등 필요한 자료들이 구비되어야 한다. 관개지구의 책임급수사령들과 시, 군 급수사령들은 분기별, 계절별로 물관리에 관한 업무협의를 진행하여 그 동안의 물공급 과정에서 나타난 부족 점을 바로 잡도록 한다. 모든 물관리 담당자들은 자기 업무영역의 저수지의 물확보와 수위, 구역 안의 양수기 운전, 수로의 수위상태를 해당 시간에 분사령에게 보고해야 하며 10일마다 열리는 물공급 총회에 참가하여 경험을 주고받는다.

지구 및 시, 군관개관리소는 급수사령체계에 의하여 자기 기관이 관리하는 모든 수원시설로부터 담당 수로와 분수 구조물로 계획된 물을 책임적으로 보내야 하며, 협동농장에서는 관개관리소에서 넘겨받은 물을 모든 포장에 이르기까지 낭비함이 없이 효과적으로 이용하도록 하고 있다.

장마기간에는 급수사령체계가 배수사령체계로 전환되어 장마상황을 시간별로 보고하고 제때에 처리되도록 한다.

관개관리소가 관리하는 수로와 구조물에서 유실되는 물은 관개관리소의 해당 관리공이, 포장에서 낭비되는 물(위탁관리시설에서 낭비되는 물 포함)은 철저히 해당 협동농장 물관리공이 책임진다. 수리시설관리 규정에 의하면 물관리에 혼란을 주어 농업생산에 지장을 준 경우에는 벌금을 물리며 엄중한 경우에는 법적인 제재를 받도록 하고 있다.

문헌자료에 의하면 최근에는 북한에서도 급수사령체계의 현대화, 자동화에 노력을 기울이고 있는 것으로 보이지만 아직은 기초적인 단계로 양수장의 원격조정이나 통신체계의 무선화에만 그치고 있다. 황해남도 금천군 관개관리소에서 양수장의 자동화 및 원격조종체계를, 강원도 문천시 관개관리소에서 무선통신체계를 도입한 사례가 있다고 한다.

4) 용수사용료

북한은 해방직후 토지개혁을 통하여 시행하던 개인영농체계를 '56년 8월에 협동영농체

계로 완전히 전환하였다.

협동화 이전시기에는 관개관리소에서 용수 공급에 대한 계약을 개인농민들과 맺고 그 시행결과와 농업생산물 수확량에 따라 농민들로부터 관개사용료를 현물로 받았다. 이 시기에 관개관리소는 비상설 협의기구인 군급수협의위원회¹⁷⁾에서 토의된 급수계획과 일정에 따라 물관리를 하였다. 당시에는 사용한 물의 양과 농업생산물 수확량을 고려하여 용수사용료를 정하는 원칙을 세웠지만 자연재해나 불가피한 사정으로 ha 당 수확고가 1톤에 도달하지 못한 경우에는 사용료를 면제하고 6톤 이상으로 높아졌을 경우에는 6톤에 해당하는 사용료를 징수하게 하였다.

그러나 영농체계가 협동화 단계로 들어서고 관개시설 및 관개면적이 늘어나면서 농업용수의 절약과 이용률 향상을 위한 보다 더 과학적인 물관리 체계가 요구되었고 이 요구에 부응하여 설립된 체계가 바로 급수사령체계이다. 이론적으로 관개사용료는 등가교환의 원칙에서 국가 관개시설의 소모부분과 관개관리소의 인건비를 포함하여 책정되어야 하지만 북한에서는 농업용수의 공급을 국가의 농업생산에 대한 서비스로 보고 낮게 정한다고 한다. 북한의 관개사용료는 물리면적당 생산물 수확고와 관개조건에 의해 규정되는바 수원확보시설, 저수지, 양수장, 보, 수로 등을 비롯한 시설물의 유지운영에 필요한 수준¹⁸⁾에서 정해진다고 한다.

북한 재정부지시 제31호 “고정재산 감가상각금에 관한 세칙”(‘86년 4월 4일호)과 재정부지시 제119호 “규모가 작은 관개시설들을 협동농장이 넘겨받아 관리하는데 따르는 재정처리에 대하여”(‘91년 12월 26일호)에 따르면 협동농장들은 관리를 위탁받은 시설물에 대한 관개시설의 감가상각금¹⁹⁾을 정확히 계산하여 해당 시, 군관개관리소에 국가가 정해준 기일 내에 수납해야 하며 그중 보수비에 해당하는 몫은 협동농장에서 건설기금으로 적립하여 후에 관개관리소에서 보수를 시행할 때에 쓰도록 규제하고 있다. 따라서 협동농장에서 위

17) 관개관리소, 지소, 분소의 직원 및 농업용수를 이용하는 군, 리 인민위원회 대표로 구성

18) 북한의 여러 곳에는 지형적 제한으로 다단식 고양정 양수체계가 세워져 있으며 특히 100m 이상의 높은 곳에 물을 끌어올려 관개하는 지대들도 많지만 이 지대들에서의 관개사용료로는 양수용 전기사용료도 충당하지 못한다고 한다

19) 관개시설과 설비 등 고정재산의 감가상각금은 고정재산의 초기가치에 년감가상각율을 곱하는 방법으로 계산한다.

탁관리하는 수원공에 의해 이용한 관개용수의 사용료는 면제되며 대신 시설물의 감가상각금만 국가에 수납해야 하는 것이다.

북한에서는 관개용수의 원가²⁰⁾를 계산하여 관개용수를 효과적으로 이용하도록 통제하기 위한 경제적 지표로 삼고 있다. 관개시설 유지관리비와 지출비용을 합하여 연간 총 원가를 구하여 관개면적으로 나누어 관개용수의 원가를 결정한다. 관개용수의 사용료와 관개용수의 원가는 서로 다른 개념이며 관개용수 사용료에는 감가상각금이 포함되지 않는다

4. 농경지 및 농업기반시설 피해 실태와 복구 현황

1997년 8월의 해일 피해로 290km의 해안 방조제가 파괴되고 100,000ha의 논이 바닷물에 침수되었다. 1995년과 1996년에는 홍수로 인하여 강 제방이 무너져 70,000ha의 논이 모래와 자갈로 뒤덮이는 피해를 입었다.

농촌 지역의 관개 및 전력시설 중 많은 부분은 30-40년 전에 건설되어 내구연수가 거의 끝나가거나 기술적으로 진부화 되어 효율성이 매우 떨어진 상태이다. 북한에서는 자본의 감가상각 비용을 사용자에게 부과하지 않기 때문에 낡은 시설을 교체할 수도 없거니와 기술적인 개선하기도 어려운 상황이다. 과거에 건설된 많은 기반시설은 생산성이 낮고 조만간 원래의 기능을 할 수 없는 경우가 허다하여 북한은 이 부분에 대해 경제적으로 많은 부담을 안고 있다. 농촌의 전기시설, 관개시설, 농산물 저장고 및 가공시설, 창고 등 농촌의 많은 하부시설들이 보수 또는 새로이 건설되어야만 농업생산성을 향상시킬 수 있다. 이러한 투자는 장기적인 안목에서 이루어져야 하는 데다 많은 투자비가 소요되기 때문에 북한의 자체 능력으로는 불가능한 것으로 판단된다. 따라서 농촌의 기반시설을 복구하기 위해서는 외부로부터 자금을 조달하지 않으면 안된다.

투자 재원이 부족한 상황에서 농촌의 기반시설을 회복하고 정비하기 위해서는 투자 회

20) 관개용수의 원가는 논밭에 물을 대는데 필요한 생산수단의 지출(재료비)과 노동의 지출(인건비)을 금액으로 표시한 것이라고 정하고 있다. 원가계산은 연초부터 연말까지 1년을 기간으로 하며 그 항목에는 관개시설 유지관리비와 지출비용이 있다. 인건비는 생활비(노임)로 직접 계상하며, 관개시설과 설비 등 고정재산의 감가상각금은 고정재산의 초기가치에 연감가상각율을 곱하는 방법으로 계산한다. 재료비는 생산원가를 그대로 적용하는 자체생산 재료비와 구입가격에 부대비용을 더한 구입재료비로 나뉘며, 동력비용을 비롯한 기타 지출비용은 실적비용 그대로 적용한다.

수 기간이 짧고 높은 투자수익을 가져다 주는 분야부터 우선적으로 추진할 필요가 있다. 그러나 투자 재원의 확보가 어려운 상황에서는 이와 같은 기본원칙보다는 적은 비용으로 빨리 복구할 수 있는 방법을 찾는 것이 더 중요할 수도 있다.

북한 당국은 투자 효과가 빨리 나타나고 투자수익성이 높은 분야를 여러 차례 제안한 적이 있다. 북한의 주된 관심은 1995년과 1996년의 홍수피해를 당한 시설이나 농업기반을 복구하는데 있다. 그리고 북한 당국은 낡은 관개장비를 보수하는데 많은 관심을 가지고 있다. 왜냐하면 북한의 관개시스템이 낡기는 하였지만 부분적인 교체 또는 보수를 통하여 그 기능을 할 수 있다고 판단하기 때문이다. 그러나 관개시스템을 교체 또는 복구한다고 하더라도 에너지가 공급되지 않으면 작동되지 않는다는 또 다른 문제점도 안고 있다. 결국 북한의 농업기반 복구는 시설이나 장비에 대한 복구 못지 않게 이를 작동시킬 수 있는 유류 등 물자의 공급이 함께 추진되어야 한다.

북한이 제안한 농촌지역의 기반시설 중 우선적으로 투자해야 할 분야는 다음과 같다.

- 홍수 피해를 입은 농경지 및 함몰된 광산의 복구
- 현재의 관개시스템 중 낡은 파이프의 교체
- 밭 관개를 위한 양수기 공급
- 피해를 입은 바다 방조제 복구

향후 투자재원이 추가로 확보된다면 다음과 같은 기반시설 및 관리체계의 개선이 바람직할 것으로 판단된다.

- 농경지의 관개체계 개선
- 배수 펌프의 디자인 개량
- 관개 펌프체계의 개선
- 농경지의 물관리 및 용수공급체계 개선

투자재원이 제한되어 있다는 점을 감안하여 본 보고서에서는 우선적으로 투자해야 할 농경지 및 농업기반시설의 복구에 대하여 언급코자 한다.

가. 홍수피해 농경지 복구

북한은 1994년과 1995년에 홍수피해를 입었으며 1996년은 매우 심각한 피해를 입었다. 1998년에도 국지적인 홍수피해를 입은 바 있다. 몇 년간 계속된 홍수피해로 인하여 총 72,500ha의 농경지가 피해를 입었으나 이 중 51,000ha는 북한이 자체적으로 복구한 것으로 알려져 있다. 북한의 농업성은 1990년대 중반의 대규모 홍수 피해를 입고 아직 복구되지 않는 농경지 면적은 10개 도, 21개 군의 21,500ha로 평가하고 있다. 지역별 피해 농경지 면적과 미복구 면적은 다음 표와 같다. 홍수피해의 대표적인 사례는 강 지류의 제방이 무너진 경우이다. 이로 인해 피해를 입은 농경지는 그 폭이 50-200m에 이르는 경우가 허다하다. 홍수지역에 있는 논은 10cm-1m의 두께로 자갈이나 흙이 쌓여서 경작을 할 수가 없게 된다. 이러한 지역에는 우선적으로 홍수에 견딜 수 있도록 강 제방을 다시 쌓고 농경지에 퇴적된 흙이나 자갈을 제거한 다음 농경지에 객토를 하는 것이 일반적인 복구 방법이다. 이들 피해 농경지를 복구할 경우 연간 118,000톤의 곡물을 추가로 생산할 수 있을 것으로 추정된다.

표 3-25 도별 홍수피해 농경지 면적

단위 : ha

도	1995-97 피해면적	복구된 면적	미복구 면적		
			1차	2차	계
평안북도	13,745	6,453	6,250	1,042	7,292
평안남도	9,929	8,115	1,200	614	1,814
황해북도	12,967	11,686	960	321	1,281
황해남도	10,262	8,584	878	800	1,678
개성시	2,504	1,679	600	225	825
자강도	3,528	1,048	112	2,368	2,480
강원도	14,751	12,753	-	1,998	1,998
기타	4,826	690	1,000	3,136	4,136
계	72,512	51,008	11,000	10,504	21,504
논	31,758	25,457	4,250	2,078	6,328
기타	40,727	25,551	6,750	8,426	15,176

주 : 1차와 2차는 AREP의 복구계획 단계로써 당초 1차는 1999년 2차는 2000년에 복구사업을 추진키로 계획되어 있었으나 추진 결과에 대해서는 명확한 자료가 제시되지 않고 있다.

자료: FAO/UNDP, Agricultural Recovery and Environmental Protection(AREP) Programme, Working paper 1, 1998.

홍수 피해를 입은 농경지의 복구에 소요되는 ha당 표준 시방은 다음과 같다.

- 무너진 제방의 흙과 자갈의 제거(2,000 m³/ha)
- 피해 농경지 객토(1,500 m³/ha)
- 강 제방 보호를 위한 바위 돌 설치(265 m³/ha)

이와 같은 복구작업을 위해서는 불도저, 로더, 화물차 등의 장비가 필요하며 1ha를 복구 하는데 대략 2주일 정도 소요된다. 북한에서는 이러한 장비를 구할 수 없기 때문에 수입을 해야 하며 이들 장비를 작동시키기 위해서는 연료가 공급되어야 한다. 소요비용은 피해상태와 피해지역의 분산정도에 따라 큰 차이가 있으나 ha당 복구비용이 6,200달러를 초과하지 않는다면 사업의 경제성이 있는 것으로 평가된다. 이 경우 21,500ha의 피해 농경지 복구에 소요되는 비용은 1억 3,300만 달러로 추정된다. 헥터당 복구비용이 7,000달러를 초과할 경우 사업의 경제성이 없는 것으로 판단된다. 현재 북한 전역의 80개 지역이 복구 대상이다. 연간 5,000ha를 복구할 경우 적어도 전체 피해 농경지를 복구하는데 4년 이상이 소요된다.

나. 양수장의 강철 파이프 교체

북한의 농업관개체계는 지표수의 양수 의존도가 매우 높다. 북한에 있는 32,000대의 양수기 대부분은 30년 이전에 설치된 것이다. 이들 양수기의 대부분은 지역에서 제조된 것으로 전국적으로 표준모델을 채택하고 있다. 양수장의 파이프 길이는 비교적 짧아 30m에서 200m 내외에 이르며 파이프를 통해 공급된 물은 수로나 웅덩이에 연결된다. 대부분의 파이프는 직경 300mm에 불과하지만 1,500mm에 이르는 대형 파이프도 있다. 대부분의 파이프는 용접된 강관이어서 반듯하지가 않다. 일부 대형관을 제외하고는 대부분의 파이프의 끝 부분에 물을 조절하는 밸브가 설치되어 있지 않다. 기존의 파이프는 원래 5-6mm두께의 강관이었으나 부식으로 인하여 1-2mm로 얇아진 파이프가 대부분이어서 더 이상 용접이 불가능한 상태이다. 일부 파이프는 덧씌워 사용할 수 있지만 연장되는 수명은 매우 제한적이어서 1-2년 후에는 제 기능을 상실하게 된다. 지금까지 파이프를 수리하거나 교체한

지역은 극소수에 불과하다. 용수공급의 특성상 용수공급체계에 있는 하나의 파이프만 문제가 생겨도 용수공급이 불가능하다.

양수장의 효율을 증대시키고 농업용수를 안정적으로 공급하기 위해서는 950 km에 달하는 강철 파이프의 교체가 필요하다. 일 단계 계획으로 파이프 상태가 아주 나쁜 316 km를 우선 복구하고 다음 단계로 나머지 634 km를 복구한다는 것이 북한 당국의 요망 사항이다. 이를 복구하게 되면 12개 시·도 지역에 있는 총 680,000 ha의 농경지가 관개 혜택을 받게 된다.

표 3-26 시도별 강관 교체 소요량

시도	양수장수	양수기수	파이프 길이(km)	교체 소요량		면적 (천 ha)	총비용	
				km	톤		총액 (백만 달러)	\$/ha
평양시	1,515	1,610	100	48	1,438	34	1.347	40
평안남도	4,316	4,766	295	141	4,226	100	4.499	45
평안북도	4,933	5,474	338	162	4,855	116	5.168	45
자강도	851	902	56	27	809	19	0.857	45
황해남도	6,900	7,213	446	210	6,383	152	6.787	45
황해북도	2,725	2,962	183	87	2,607	63	2.772	44
강원도	2,031	2,157	133	64	1,918	44	2.039	46
함경남도	3,254	3,542	219	105	3,147	75	3.347	45
함경북도	1,785	2,157	133	64	1,918	47	2.041	43
량강도	98	129	8	4	120	3	0.231	77
개성시	581	612	38	18	539	13	0.673	52
남포시	654	676	41	20	600	14	0.639	46
계	29,643	32,200	1,990	950	28,560	680	30.400	45

자료: FAO/UNDP, Agricultural Recovery and Environmental Protection(AREP) Programme, Working paper 1, 1998.

파이프 교체 비용을 줄이기 위해서는 5-6 mm 두께의 철판 10,000 톤을 수입하여 파이프를 직접 제작할 필요가 있다. 교체되는 파이프의 직경은 300mm에서 1,500mm에 이르기까지 다양하다. 교체될 파이프의 선정기준은 다음과 같다.

- 용접이 불가능할 정도로 낡은 파이프 또는 조만간 삭을 위험이 있는 파이프
- 하나의 파이프 교체만으로 전체 관개시스템의 누수를 방지할 수 있는 파이프

- 양수장에 의해 관개되는 농경지의 헥터당 교체비용이 3,500 달러 이하인 파이프
- 양수장이나 관련되는 관개기반이 파이프 교체를 합리화할 정도로 상태가 좋은 곳
- 새 파이프를 교체하여 내구연수만큼 사용할 수 있을 정도로 경제성이 보장되는 지역

교체 대상 파이프는 대부분 낡고 누수가 되지만 아직까지 용수를 공급할 수 없는 정도는 아니다. 조만간 용수 공급이 어렵다고 판단되면 교체대상에서 제외되는 것이 바람직하다. 파이프 교체 비용의 상한선인 헥터당 3,500 달러는 관개를 했을 때와 하지 않았을 때의 벼 생산량 차이의 순현재가치와 일정 기간내 파이프가 파손될 확률을 기초로 산정된 것이다.

다. 양수기를 포함한 소규모 밭 관개시스템

북한은 옥수수의 생산성을 극대화시키기 위하여 경사가 심한 밭까지 관개체계를 구축하였다. 경사지에 관개를 하기 위해서는 중력식에 의한 관개는 불가능하고 양수기를 이용할 수밖에 없다. 북한의 대표적인 옥수수 및 채소 재배지에 대해 적절한 관개 장비를 시험한 결과 1분에 1m³의 물을 24 m 높이까지 양수할 수 있는 3.5마력의 소형 양수기가 가장 경제성이 있는 것으로 밝혀졌다. 첫 단계로 관개체계가 미비한 옥수수 및 채소 재배지에 약 5,000대의 소형 양수기를 공급하면 시급한 관개문제는 해결될 수 있을 것으로 보인다. 한 대의 양수기로 관개할 수 있는 면적을 10 ha로 보면 개소당 설치비용이 2,000달러로 추정되며 ha당 연간 1,000m³의 농업용수를 10m 높이로 양수할 경우 연간 ha당 15달러의 운영비가 소요되는 것으로 추산된다. 통상 양수기 1대를 가동시키기 위해서는 시간당 1.2kg의 연료가 필요하지만 북한과 같이 경사가 급한 경우 시간당 1.7kg의 연료가 필요하다. 이동식 양수기를 설치함으로써 연간 70,000톤의 식량을 증산할 수 있을 것으로 추정된다.

농업용수를 공급할 수 있고 연료를 조달할 수 있다면 관개시설이 없는 옥수수 밭에는 소형 이동식 양수기를 설치하는 것이 가장 적합한 투자라고 판단된다. 북한 당국은 전기용과 유류용 양수기를 각각 절반씩 공급해주기를 바라고 있다. 그러나 북한에는 전기와 연료가 부족하기 때문에 적어도 2년 동안 연료를 원활하게 공급할 수만 있다면 기름을 사용하

는 양수기를 공급하는 것이 적절하다. 또한 북한은 고정식 양수기를 선호하지만 현재의 상황으로는 이동식 양수기를 설치하는 것이 타당한 것으로 판단된다.

라. 방조제 복구

북한의 서해안 지역은 총연장 572km의 바다 방조제가 설치되어 있다. 1997년 8월에 일어난 해일로 인해 평안남북도, 남포시, 황해남도 지방에 있는 290km의 방조제가 피해를 입었다. 이로 인한 피해 대상 농경지 면적은 107,625 ha에 이른다. 방조제의 파손으로 인하여 농경지뿐만 아니라 가옥, 공공건물이 피해를 입었으며 농촌의 하부시설에 대한 피해도 무시할 수 없다. 현재 약 절반 정도인 149 km가 복구되고 나머지 141 km의 방조제는 임시조치를 해 놓은 상태이다. 임시로 조치를 해놓은 방조제는 완전한 복구공사가 필요하다. 방조제의 복구비용은 km당 247,000달러로 추정되며 이는 농경지 ha당 700달러 정도 소요되는 셈이다. 아직 완전히 복구되지 않은 141km의 방조제 복구에 소요되는 비용은 3,500만 달러로 추산된다. 예산 관계상 지역 노동력을 이용한다고 하더라도 방조제 복구에는 중장비가 필요하기 때문에 장비와 연료를 수입하는 데만 1,000만 달러 이상이 소요된다.

경제성 측면에서 방조제를 복구함으로써 얻을 수 있는 이익의 현재가치가 ha당 700달러 이상이면 투자가치가 있는 것으로 판단된다. 그렇지만 방조제 복구공사는 지역여건에 따라 많은 차이가 있으므로 프로젝트 단위의 자세한 경제성 분석이 뒷받침되어야 한다.

IV. 북한 농업생산기반 GIS 구축

1 농업생산기반 실태 파악을 위한 기법

가. 인공위성자료를 이용한 지표면 피복분류

국민의 정부는 남북한 문제를 정경분리 원칙에 입각하여 소위 ‘햇볕정책’(Engagement policy)에 따라 경제교류와 협력을 적극적으로 추진하고 있으며 그 동안 몇 차례의 고비를 맞이하였음에도 정경분리 원칙은 비교적 잘 지켜지고 있으며 앞으로 남·북간 농업협력이 더욱 활성화 될 것으로 기대하고 있다. 과거의 적대적 관계를 청산하고 평화적인 대화의 창구가 열린 현재의 상황에서 북한은 식량문제 해결과 농업생산성 증대를 위하여 국제기구를 비롯하여 남한에 경제적 기술적 지원을 필요로 하고 있다. 따라서 이후 북한과 농업적 제반환경 교류에 대비해 북한의 농업기반 특성을 미리 파악하고 있어야 할 필요성이 있다. 북한의 농업기반 특성을 파악함으로써 남북한이 가진 농업자원을 상호 보완적이고 합리적으로 이용할 수 있는 농지이용 계획을 수립할 수 있을 것이다. 남북한의 농업경제가 통일될 경우, 남한은 논 면적이 밭에 비해 넓으며 북한은 밭이 논보다 넓은 특징을 지니고 있어 이러한 남북한의 상이한 농업환경을 고려할 때, 남북한의 농업기반을 상호 보완적인 방향으로 재편할 필요성이 있다. 이는 통일에 대비하여 북한의 농업자원과 이용현황을 파악하고 정비계획을 미리 마련하기 위해서도 우선적으로 요구되는 과제이다.

현실적으로 북한의 농업기반 파악을 위한 직접적인 조사가 불가능한 상황에서 국가적인 광역의 면적으로 빠르고 효과적으로 조사하기 위한 간접적인 조사방법을 찾을 필요가 있다. 인공위성으로부터 취득한 영상자료를 이용하여 농업자원의 분포특성을 파악하는 원격탐사기술은 이러한 현재의 상황에 우선적으로 추천되어지는 조사기법이다. 인공위성으로부터 취득된 영상자료를 이용한 지표면 피복분류에 근거하여 북한의 농업특성을 파악할 수 있다면 통일에 대비하여 남북한 상호 보완적이고 합리적인 토지이용 계획, 농업기반 조성사업, 간척사업 등 국토개발 투자계획 수립에 활용될 수 있을 것이다.

본 연구는 인공위성화상자료를 분석하여 북한지역에 대한 지표면 피복도 작성하여, 수계별 및 행정구역별로 분류면적을 산출하였으며 농경지를 중심으로 북한지역 농업환경특성에 대해 고찰하고자 하였다.

1) 재료 및 방법

가) 사용재료

현재(2000년)로서는 직접적인 조사가 어려운 북한 전지역의 농업기반특성 파악을 목적으로 하여, 우선적으로 북한 전체의 지표면 피복상태 조사를 위해 중간 정도의 해상도 위성영상인 Landsat-5 위성의 Thematic Mapper(TM)영상자료로부터 다시기에 걸쳐 취득된 다중분광대역(Multi-spectral image) 영상을 주 자료로 이용하여 채택하였다. 표 4-1의 Landsat TM의 밴드별 분광특성으로부터 여섯 번째 파장대역($0.78\mu\text{m}\sim 0.90\mu\text{m}$, Thermal IR)를 제외한 나머지 밴드들을 지표면 피복분류에 유효한 밴드들로 선정하였다.

표 4-1 Landsat TM의 밴드별 특성

Band No.	Band characteristics
Band 1 (Blue) 0.45~0.52 μm	Designed for water body penetration, making it useful for coastal water mapping. Also useful for soil/vegetation discrimination, forest type mapping, and cultural feature identification
Band 2 (Green) 0.52~0.60 μm	Designed to measure green reflectance peak of vegetation for vegetation discrimination and vigor assessment. Also useful for cultural feature identification
Band 3 (Red) 0.63~0.69 μm	Designed to sense in a chlorophyll absorption region aiding in plant species differentiation. Also useful for cultural feature identification
Band 4 (Near IR) 0.76~0.90 μm	Useful for determining vegetation types, vigor, and biomass content, for delineating water bodies, and for soil moisture discrimination
Band 5 (Mid IR) 1.55~1.75 μm	Indicative of vegetation moisture content and soil moisture. Also useful for differentiation of snow from clouds
Band 6 (Thermal IR) 10.40~12.50 μm	Useful in vegetation stress analysis, soil moisture discrimination, and thermal mapping applications
Band 7 (Mid IR) 2.8~2.35 μm	Useful for discrimination of mineral and rock types. Also sensitive to vegetation moisture content

Source: Lillesand and Kiefer, 1994, Remote Sensing and Image Interpretation 3th edition.

Landsat-5호 위성의 관측폭은 185km로 한 궤도에서 다음 궤도까지 적도를 기준으로 2,875km 이동한다. 14번의 궤도를 돈 후 전날 처음의 궤도로부터 서쪽으로 159km 이동하며, 18일이 지나 252번 궤도를 돌게 되면 다시 처음 궤도로 돌아오게 된다. 따라서 Landsat 위성의 sensor systems이 전지구를 수용하는데는 매 18일이 걸리고(81° 이상 극지방 제외), 1년에 20번 지구 전체를 촬영이 가능하다. 연속된 궤도사이에서 획득된 화상들은 남북위 81° 이상 지방에서 최대 85%, 적도에서 14%의 내중첩을 가지며 평균적으로 26km의 내중첩을 가지고 있다. 그림 4-1은 현재 한반도 전체를 포함하는 Landsat-5호 위성으로부터 자료취득시 위성의 Path/Row와 관측범위를 보여주고 있다. 내중첩 범위는 남쪽이 29km정도 북쪽이 37km정도로 남북의 차가 비교적 높은 편이다.

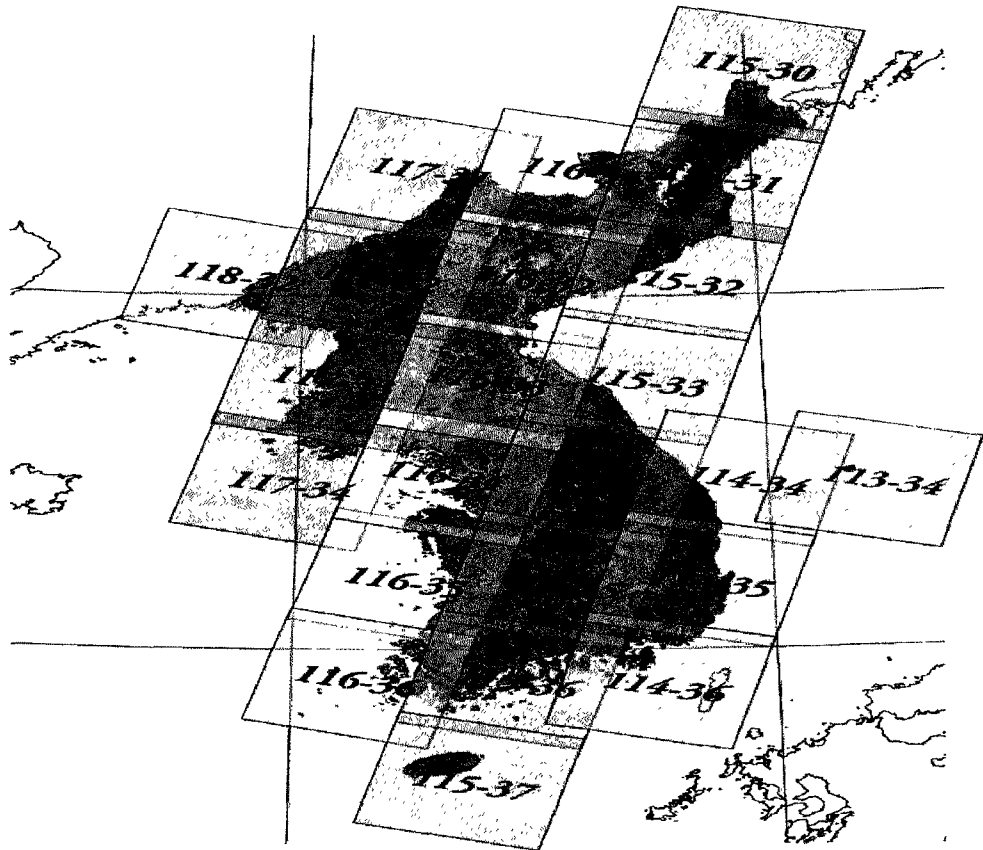


그림 4-1 Landsat 위성 한반도 영상 취득위치(Orbit Path/Row)

이 중 북한의 전지역 지표면 피복 분류에 필요한 영상은 Path/Row 115/30, 115/31, 115/32, 115/33, 116/31, 116/32, 116/33, 116/34, 117/31, 117/32, 117/33, 117/34, 118/32에서 취득된 봄과 가을에 취득된 영상으로 표 4-2에서 보는 바와 같이 농작물의 생육특성을 상대적으로 높게 반영하는 봄과 가을 영상을 사용하고자 하였으며 한반도의 포함정도에 따라 전체영상(full scene)과 부분영상(sub scene)을 선택적으로 취득하여 본 연구에 이용하였다.

표 4-2 피복분류에 사용된 Landsat-5 TM 영상의 Path/Row 및 취득시기

Path/Row	Date	Coverage	Path/Row	Date	Coverage
115/30	99/05/30	Sub q4	116/34	99/05/21	Full
	99/09/03	Sub q4		96/09/01	Full
115/31	99/05/30	Full	117/31	98/05/25	Sub q2,q4
	99/09/03	Full		99/06/29	Full
115/32	99/05/30	Full	117/32	99/06/29	Full
	99/09/16	Full	117/33	99/05/28	Full
115/33	99/05/30	Sub q3		117/34	99/08/16	Full
	99/09/03	Sub q3	99/05/28		Sub q1,q2
116/31	97/07/18	Full		99/08/16	Sub a, b
116/32	99/05/21	Full	118/32	97/06/14	Sub q1, q4
	97/07/18	Full		98/08/20	Sub a, d
116/33	99/05/21	Full			
	96/09/01	Full			

주 자료인 Landsat TM영상 외에 TM영상의 기하보정과 시·군경계(administrative boundary) 및 수계(watershed boundary) 추출을 위해 표 4-3, 그림 4-2에서 보는 바와 같이 북한 전지역을 포함하는 1 : 50,000축적인 총 228 도엽의 最新 北韓 五萬分之地形圖(京仁文化史, 1997)를 이용하였으며, 경사별 분포현황 파악을 위해 U.S. Geological Survey(USGS)의 Digital Terrian Elevation Data(DTED) level 2 자료를 이용하였다.

표 4-3 북한 전지역 도별 지형도

행정구역 사용된 지도(매수)	강원	황남	황북	평남	평북	자강	양강	함남	함북	계
	25	19	11	24	24	31	27	31	36	228

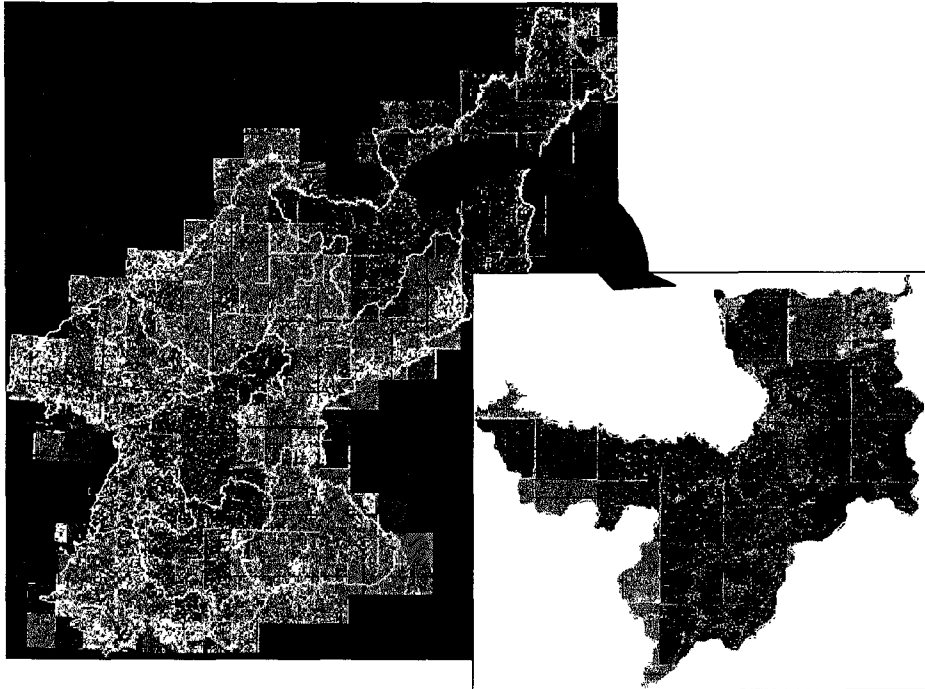


그림 4-2 북한 전도업에 대한 모자이크 지형도(좌) 및 양강도의 지형도(우)

사용 Software 및 hardware로는 Landsat TM 영상 및 기타 자료의 처리를 위해 ERDAS사의 Imagine 8.4와 ArcView GIS 3.1을 이용하였으며 행정구역 및 수계 입력을 위해 Digitizer(Lockheed Martin CO.) 등이 사용하였고, 부분적인 분류정확도 평가를 위해서 Trimble사의 Radio Beacon Differential Global Positioning System(DGPS) 수신기인 Pathfinder Pro-XR을 이용하였다.

나) 연구방법

본 연구에서 상이한 시기에 취득된 Landsat-5 TM 영상자료들을 이용하여 북한지역 전체의 지표면 피복분류를 수행하는데 있어, 취득된 개별 영상들의 지표면 피복상태가 동일하여도 여타 변수들에 의해 반사상태가 차이를 보이고 있었다. 이에 대한 대안으로 개개 영상의 지표면 분광특성별로 지표면 피복분류를 수행 후 각각의 지표면 피복분류결과를 Mosaic하여 최종적인 북한 전지역 지표면 피복분류도를 작성하였다. 취득된 USGS DTED level 2 자료는 범 지구적 좌표체계인 WGS84타원체와 좌표계를 기준으로 좌표가 구성되어 있어 가능한 한국에서 사용되는 좌표계와 일치시켜야 할 필요가 있었다. 북한지역의 경우 남한과 달리 남북과 동서로 동시에 뻗어 있어 남한에서 사용하는 Korean Transverse Mercator 투영 좌표계를 이용할 경우 동서로의 외곡이 보다 크게 발생할 것이라 판단되어 동서방향의 외곡이 비교적 균일한 만국횡단 메르카토르(UTM : universal transverse mercator)좌표체계를 선택하였으며, 또한 모든 지리자료의 좌표체계를 UTM좌표체계(Zone 52)로 통일하였다.

USGS DTED level 2 자료는 Arc/Info 격자형 자료형식(digital elevation model(DEM) grid)으로 변환 후 WGS84 좌표계를 UTM Zone 52 좌표계로 맞추어 투영 변환하였다. 변환식은 affine 변환식을 이용하였으며 화소당 30m x 30m 크기로 재배열(cubic convolution resampling)하였다(그림 4-3). 추출된 DEM grid자료로부터 경사도를 산출한 후 이를 남한에서 적용하고 있는 경사등급분류 표 4-4에 맞추어 재분류(reclassify)하였다.

표 4-4 경사등급분류(남한)

Class	구분	경사(%)	경사(°)
A	평탄	0 - 2	0 - 1° 9'
B	매우 약한 경사	2 - 7	1° 9' - 4°
C	약한 경사	7 - 15	4° - 8° 32'
D	경사	15 - 30	8° 32' - 16° 42'
E	심한 경사	30 - 60	16° 42' - 31°
F	매우 심한 경사	> 60	> 31°

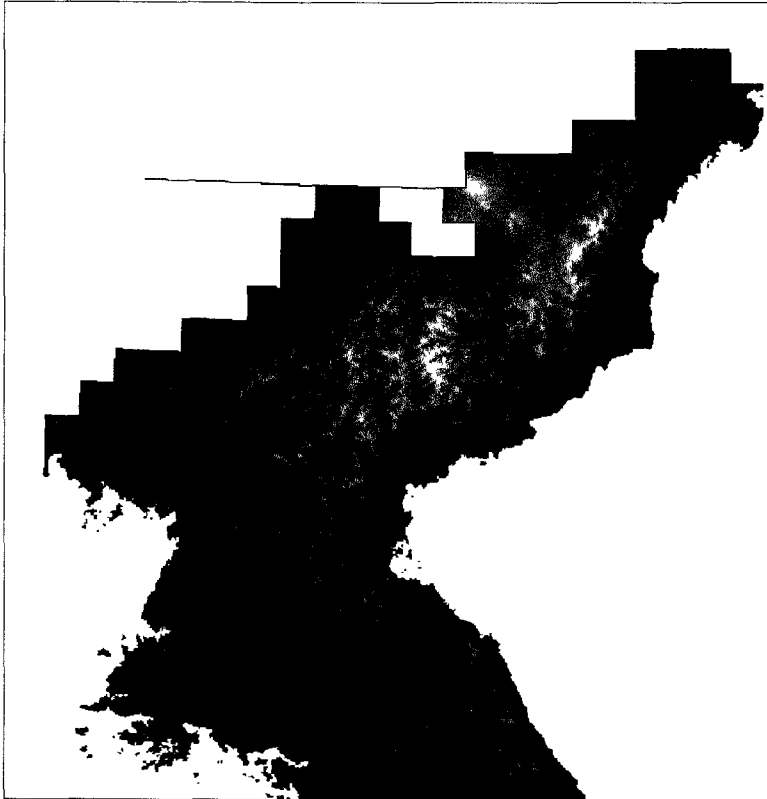


그림 4-3 북한지역 DEM(Digital Elevation Model)

행정구역경계 및 수계경계추출은 1:350,000 축척의 북한 지형도로부터 digitizing하여 벡터자료로 전환 후, Arc/Info grid자료로 변환하여 행정구역 및 수계정보를 가지고 있는 자료로 지표면 피복분류결과와 비교 가능하도록 구성하였다.

Landsat-TM 영상의 분류는 봄과 가을 두시기에 취득된 영상으로부터 감독분류(Supervised classification, SC) 기법과 무감독분류기법(Unsupervised classification, UC) 및 수역 검출을 위한 level slicing 기법을 혼용하여 대상지역의 지표면 피복자료를 구축하였다. 이는 대상지역에 대한 직접적 조사가 불가능한 상황에서 지표면 피복에 대한 정확한 정보도 없이 지표면 피복분류를 수행하여야 하였으며, 특히 논에서 각 시기별 생육특성의

차이로 인한 지표면 피복의 변동(fluxion)이 문제시되어 봄과 가을 두시기의 분광특성을 조합하는 방식과 병용하여 한국의 지표면 피복상황을 고려할 때 상대적 분류정확도가 우수하고 단계별 오류수정이 원활한 혼성분류기법(Hybrid classification technique)을 채택하게 되었으며 염전, 간척지와 같은 특정 피복의 검출은 시각적 판독(visual interpretation, VI)을 통해 직접 선정하였다²¹⁾. 수역추출²²⁾, 감독분류(SC)²³⁾, 무감독분류(UC)²⁴⁾, 시각적 판독(VI)순으로 진행이 이뤄졌으며 혼성분류기법을 이용해 최종적 생성된 각각의 결과물들을 하나의 영상에 합쳐(merge and mosaic) 최종적인 북한 전지역 지표면 피복분류결과를 생성하였다. UTM좌표체계 내에서 좌표화된 격자자료인 지표면 피복분류도, 경사분류도, 수계경계도, 행정구역경계도를 격자자료 대 격자자료 중첩비교기법(raster data to raster data map overlay comparison technique)을 이용하여 수계 및 행정구역별 지표면 피복과 경사분포 양상을 비교 및 고찰하였다. 이와 더불어 고찰에 추가적으로 벼 재배지역 및 옥수수 재배지역 추정을 위해 경기도 강화군과 황해남도 배천군 지역을 대상으로 표 4-5의 자료를 이용해 분류결과를 검토하여 보았다. 본 과제에서 수행된 연구 흐름도는 그림 4-4에서 보는 바와 같다.

-
- 21) 간척자원, 간척지 조성 및 이용실태 파악을 위해 인공위성 화상자료와 지형도 등을 참조하였다.
 - 22) 북한의 수리시설(수역 및 저수지) 파악을 위한 Landsat TM의 band 4가 수역 분류에 가장 잘 분리되기 때문에 주로 가을에 촬영된 Landsat TM의 band 4를 이용하여 수역 및 저수지를 추출하였다.
 - 23) 대응하는 대상물의 화상 가운데 명확한 화상영역으로부터 훈련조(training set)를 추출하여 모집단의 특징을 추정하는 방법을 감독분류(교사분류)라 한다. 이때, 모집단의 특성을 편중됨없이 나타낼 수 있는 훈련조를 추출하는 것이 중요하다. 따라서, 교사분류를 위해서는 화상에 어떠한 대상물이 포함되어 있는가 알 필요가 있다. 교사분류는 既情報(know information)나 지표면 실사자료(ground truth data) 등에 의한 訓練組(training set)에 근거하여 최대우도법(maximum likelihood classifier: MLC)를 적용하여 화상을 분류하였다. 이 방법은 일반적으로 가장 많이 사용하며 또한 가장 정확한 방법으로 알려져 있는데 훈련조의 값이 정규분포를 따른다는 假定하에 훈련조의 평균벡터(mean vector)와 共分散行列(covariance matrix)을 계산한 후 確率密度函數를 이용하여 각 화소를 확률이 가장 높은 훈련조로 분류하는 기법이다.
 - 24) 무감독분류(비교사분류)는 화상에 포함되는 대상물이 분명하지 않을 때 무작위 추출된 화소자료를 클러스터링 하여 비교적 균질하게 여겨질 수 있는 그룹으로 나누고 각각을 분류항목으로 한다. 이를 훈련조로 하여 분류항목의 모집단의 특징을 추정하는 방법이 비교사분류이다(ERDAS Field Guide, 1997). 북한지역에 대한 정보 부족 등의 이유로 비교사분류법 중 일반적으로 가장 많이 사용하는 ISODATA(Iterative Self-Organizing Data Analysis Tech.)를 이용하여 분류하였다. 이는 각 화소별로 가장 가까운 거리의 군집에 할당하고 군집이 크게 확산되어 있을 때는 분리하고 가까이 있을 때는 합성을 하여 획득하는 방법이며 재계산 횟수까지 연속적으로 계산하여 자료를 획득하는 방법이다.

표 4-5 논 및 옥수수 재배면적 추출에 사용된 자료

Class	Input Data	Acquisition date
Paddy field	Landsat TM 116/34	May 21,1999 / Sep. 1, 1996
Corn field	Landsat TM 117/33	May 28,1999 / Aug. 16, 1996

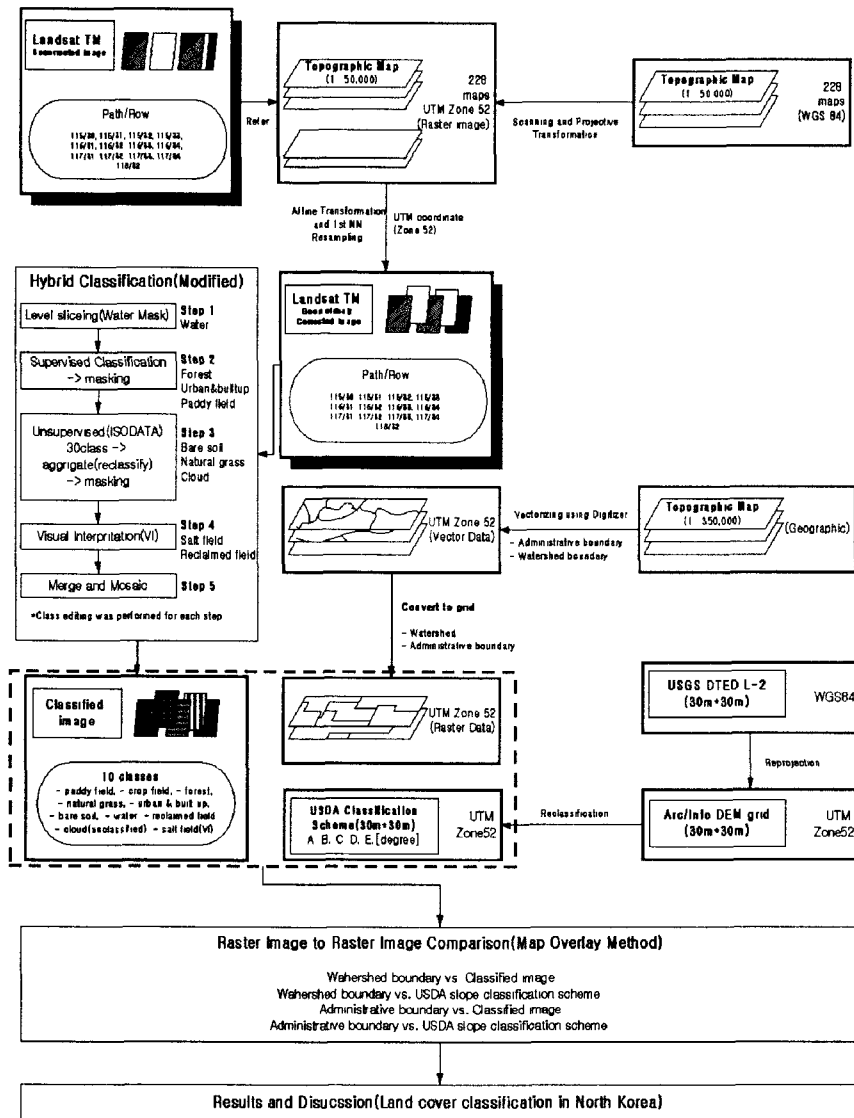


그림 4-4 연구수행 흐름도

2) 연구결과

가) 북한의 행정구역 및 수계

(1) 행정구역²⁵⁾

각 도별 시·군 분포 및 각 행정구역 면적 조사결과 그림 4-5와 표 4-6에서 보는 바와 같이 함경남도의 면적이 1,995.4천ha로 가장 넓었고, 그 다음으로 함경북도 1,968.1천ha, 자강도 1,661천ha, 평안북도 1,488.7천ha, 량강도 1,387.6천ha, 평안남도 1,256.1천ha, 황해남도 1,227.1천ha, 강원도 1,206.4천ha, 황해북도 818.9천ha, 평양직할시 267천ha, 개성직할시 131.9천ha, 남포직할시 83.5천ha 순으로 넓게 분포하고 있었으며 행정구역상의 북한 전지역 총 면적은 13,491.6천ha 이었다.

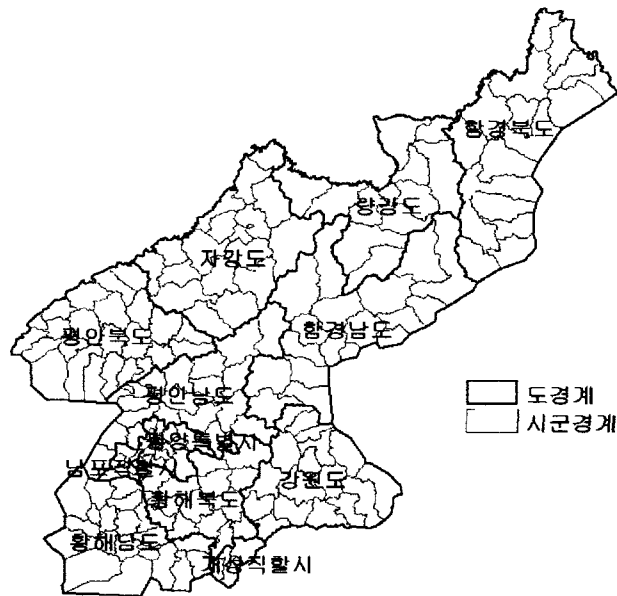


그림 4-5 북한의 도 및 시군별 행정경계

25) 행정구역별 면적현황은 벡터자료에서 얻어진 바다가 포함된 면적임.

표 4-6 북한 행정구역별 면적

도명	시군명	면적(ha)	도명	시군명	면적(ha)
함경북도	은성군	74,338	함경남도	금야군	100,182.5
	새별군	91,175.5		고원군	105,154.5
	회령시	172,701		계	1,995,354
	은덕군	95,175	평안북도	우백동군	63,725.9
	선봉군	72,226.2		창성군	60,181.6
	무산군	152,690.3		삭주군	76,738.5
	라진시	153,210.4		동창군	65,521.5
	부령군	84,209.5		대관군	85,404.3
	청진시	154,833.2		의주군	46,630.1
	연사군	117,431.8		운산군	86,404.8
	경성군	144,352.2		천마군	78,791
	어랑군	157,872		신의주시	18,678.5
	화성군	119,766.3		향산군	49,178.6
	길주군	103,891.4		희현군	42,512.8
	명천군	74,983.4		태천군	73,735.6
	화대군	90,176.5		구성시	61,696.9
	김책시	109,024		용천군	43,092
계	1,968,056.7	동림군		43,164.5	
함경남도	단천시	234,185.6		염주군	48,317
	부천군	174,431.5		구장군	59,349.8
	허천군	168,916.7	녕변군	49,633.2	
	장진군	193,219.4	선천군	92,343.6	
	덕성군	159,192.7	철산군	136,693.2	
	신흥군	121,343.7	점주군	63,988	
	리원군	66,044.4	곽산군	77,365	
	북청군	66,173.3	박천군	27,997.1	
	홍원군	97,920.1	운전군	37,522.1	
	영광군	78,355.4	계	1,488,665.6	
	신포시	45,621.2	평안남도	대흥군	122,525.9
	함흥시	60,346.5		녕원군	120,404.2
	함주군	76,811.7		덕천시	68,615.5
	락원군	24,276.1		맹산군	71,937.7
	정평군	87,640.3		개천시	72,824.4
	요덕군	135,538.4		안주시	44,503.8

(계속)

도명	시군명	면적(ha)	도명	시군명	면적(ha)
평안남도	문덕군	39,325.8	황해남도	은률군	53,275
	순천시	77,120.7		안악군	40,170.1
	청남군	5,481.4		재령군	35,024.5
	신양군	73,281.6		송화군	17,894.4
	속천군	47,060.4		삼천군	36,324.1
	성천군	70,658		신천군	48,598.7
	평성시	36,503		장연군	42,299.5
	평원군	49,114		신원군	47,868
	양덕군	77,270.9		룡연군	91,533.6
	회창군	69,571.4		태탄군	36,071.5
	중산군	50,098.9		봉천군	50,819.5
	대동군	33,917.1		벽성군	46,424.1
	온천군	65,241.3		청단군	78,751.1
	북창군	60,604.8		해주시	24,922.1
	계	1,256,060.8		배천군	48,884.9
황해북도	신평군	108,636.3	용진군	151,919.2	
	연산군	55,848.3	연안군	61,905.6	
	곡산군	52,466.7	강령군	157,583.2	
	황주군	52,797.1	계	1,227,146.1	
	수안군	67,379.6	중강군	64,690.1	
	송림시	6,780.9	자성군	85,303.1	
	연탄군	58,216.8	화평군	120,931	
	신계군	71,972.5	관포시	66,617.1	
	서흥군	61,344.9	장강군	71,533.2	
	봉산군	48,245.6	시중군	59,696	
	사리원시	7,692.9	낭림군	202,690.6	
	은파군	36,001.1	강계시	25,850.9	
	평산군	55,290.5	위원군	115,483.1	
	토산군	43,052.6	초산군	58,245	
	린산군	49,045	성간군	96,687.4	
금천군	44,126.8	우시군	69,097.1		
계	818,897.6	용림군	120,140.8		
황해남도	과일군	111,926.8	전천군	96,913.5	
	은천군	44,950.2	송원군	120,821.9	

(계속)

도명	시군명	면적(ha)	도명	시군명	면적(ha)	
자강도	동신군	120,530.1	평양특별시	순안구역	14,794.3	
	희천시	99,272.8		룡성구역	11,698.7	
	고풍군	66,512.1		강동군	51,951.9	
	계	1,661,015.8		삼석구역	19,846.1	
량강도	대흥단군	67,421.3		형제산구역	6,180.4	
	삼지연군	134,889.1		서성구역	1,688	
	백암군	206,048.8		모란봉구역	1,031.5	
	보천군	77,282.7		대성구역	4,801.5	
	김형직군	146,679.6		승호구역	15,993.8	
	운흥군	103,433.8		만경대구역	10,042.4	
	김정숙군	124,626.3		보통강구역	724	
	혜산시	25,506.5		대동강구역	1,015.6	
	삼수군	90,404.5		중구역	888.5	
	갑산군	101,121.8		사동구역	11,399.5	
	풍서군	184,438.2		동대원구역	624.2	
	김형권군	125,723.7		평원구역	888.8	
	계	1,387,576.3		선교구역	723.4	
	강원도	천내군		43,464.1	락랑구역	9,389
문천시		47,538.7		력포구역	12,167.4	
원산시		33,248.1		상원군	50,831	
안변군		62,410.6	강남군	16,144.8		
통천군		93,698.6	중화군	24,204.4		
법동군		87,876.2	계	267,029.2		
고산군		42,980	남포직할시	강서구역	19,252.4	
판교군		80,012.6		대안구역	15,740.7	
희양군		76,615.5		강서구역	14,995.8	
고성군		111,209.1		항구구역	17,743.2	
세포군		95,800.4		와우도구역	15,810.4	
금강군		99,947	계	83,542.5		
강원도		이천군	61,630.4	개성직할시	장풍군	55,973.3
		평강군	77,124.1		개성시	17,323.3
	창도군	64,278.5	판문군		34,993.6	
	금학군	75,148.9	개풍군		23,599.9	
	철원군	53,422.2	계		131,890.1	
	계	1,206,405	총계		13,491,639.7	

(2) 수계

<그림 4-6>에서 보는 바와 같이 북한 서해안지역을 5대강 수계(압록강, 청천강, 대동강, 예성강, 한강)와 4대 해안수계(평북해안수계, 평안해안수계, 황남해안수계, 개성해안수계)로 구분하고, 북한 동해안지역을 13개 하천수계(두만강, 수성천, 은포천, 어랑천, 남대천(길주), 북대천(단천), 남대천(단천), 남대천(북청), 성천강, 금진강, 금야강, 덕지강, 남대천(안변))와 11개 해안수계(함북해안수계 I, 함북해안수계 II, 함북해안수계 III, 함북해안수계 IV, 함북해안수계 V, 함남해안수계 I, 함남해안수계 II, 함남해안수계 III, 함남해안수계 IV, 강원해안수계 I, 강원해안수계 II)로 구분하여, 각 수계의 면적 조사결과 표 4-7에서 보는 바와 같이 서해안 수계가 8,370.7천ha, 동해안 수계 3,867.5천ha로 서해안 수계가 동해안 수계에 비해 2 배이상 넓었으며 수계의 총면적은 12,238.2천ha로 행정구역 총면적 13,491.6천ha 에 비해 좁게 나타났는데 이는 행정구역이 바다지역을 포함하고 있기 때문이다.

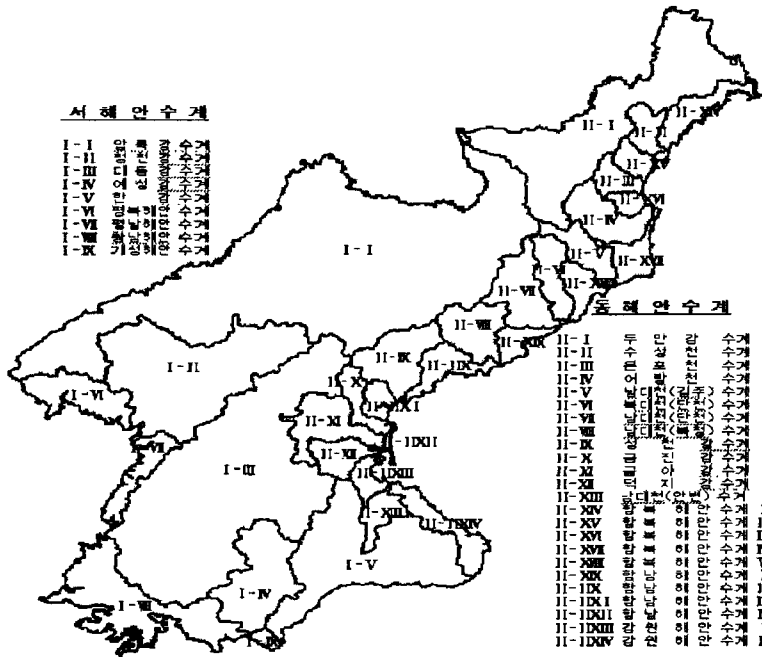


그림 4-6 북한지역 수계 분포

표 4-7 북한의 수계별 면적

수계	수계명	면적(ha)
서해안 수계	압록강수계	3,220,550
	청천강수계	967,473
	대동강수계	2,010,840
	예성강수계	390,143
	한강수계	830,372
	평북해안수계	227,561
	평남해안수계	149,016
	황남해안수계	549,430
	개성해안수계	25,392.2
	계	8,370,777.2
	동해안 수계	두만강수계	1,056,340
수성천수계		91,131.9
온포천수계		80,255.5
어랑천수계		200,617
남대천(길주)수계		138,007
북대천(단천)수계		145,149
남대천(단천)수계		232,561
남대천(북청)수계		194,672
성천강수계		246,658
금진강수계		90,754.1
금야강수계		219,946
덕지강수계		117,569
남대천(안변)수계		92,660.2
함북해안수계 I		142,129
함북해안수계 II		72,801
함북해안수계 III		45,230.5
함북해안수계 IV		112,659
함북해안수계 V		89,409.5
함남해안수계 I		76,011.1
함남해안수계 II		130,271
함남해안수계 III		62,635.9
함남해안수계 IV		12,211.7
강원해안수계 I		64,019
강원해안수계 II		153,805
계	3,867,503.4	
총 계		12,238,280.7

나) 북한의 수자원 분포

북한의 문헌은 “수리화의 실시는 농촌경리의 물질 기술적 토대를 강화하고 농민들을 온갖 자연의 구속에서 벗어나 자주적이며 창조적인 생활을 누릴 수 있게 하는 물질적 담보를 이룩하며 기계화, 전기화, 화학화의 실현을 다그치고 그 효과를 높일 수 있게 하는 중요한 전제를 마련하여 준다. 물은 생물체들의 생육에서 없어서는 안될 생활요소이고 이 생활요소의 보장성은 농작물의 소출에 직접적인 영향을 주며 물이 없이는 논벼 재배는 물론 모든 농작물 생육자체에 대하여 생각할 수 없다.”고 보고하고 있다(1995, 조선지리서(농업지리)). 북한이 이와 같이 수리화를 강조하는 이유에 우선 연간강수량의 60 ~ 70%가 장마철에 집중적으로 내리는 지리적, 기후적 특성 때문이다. 따라서 수자원의 효율적 이용이 없으면 봄철 가뭄피해와 여름철 홍수피해를 줄일 수 없다. 또한 새땅찾기의 일환으로 추진된 30만 ha의 간척지개발에 대한 관개용수 공급이 필요하고, 수리화없이 많은 물을 필요로 하는 논농사의 집약화가 불가능하기 때문이다. 북한의 농업특성을 고려할 때, 북한의 농업생산의 증대를 위해서 추진되는 4가지 농업 현대화(수리화, 기계화, 전기화, 화학화)의 완성에 있어 수리화는 가장 기본적이고 우선시 되어야 할 과제이다. 북한은 부침땅(경작지)이 매우 적고 전체 부침땅의 3분의 1이상이 급한 비탈지에 위치하고 있다. 많지 못한 부침땅의 생산성을 높이기 위해서는 관수 및 배수 체계가 필요하다. 산지가 많은 지형조건에 따르는 북한 부침땅 경작을 위한 이러한 조건은 저수지 건설과 양수체계를 결합한 관계체계로 나타났다. 2000년에 북한에서는 다계단 양수시설에 의하여 높은 위치의 붙임땅과 비탈지 부침땅까지 수리화가 이뤄지고 있으며 이 외에 비탈지와 등판, 골짜기 지형에도 적절한 수리시설을 도입하여 북한 전 지역에 조밀한 관개망을 형성하고 있다. 북한의 수리화는 중력식 관개체계와 양수시설 등 기타 수리시설망이 결합된 대규모 운환식 관개체계로 특징된다. 그러나 고지대에 위치한 경작지에는 농업용수공급을 위한 전력 소모가 많아 원활한 운영이 이뤄지지 않는 것으로 알려져 있다.

북한의 수리시설 파악을 위해 가을에 촬영된 Landsat TM의 band 4를 이용하여 수계 및 저수지를 추출 후 오류 발생 지역을 수정하여 <그림 4-7>과 같은 최종 수자원 분포도

를 영상으로부터 추출하였다. 하천 및 저수지 추출 결과 표 4-8에서 보는 바와 같이 하천 총면적은 117,911.8ha, 저수지 총면적은 56,619.4ha이었다. 행정구역별로 보면 하천은 압록강, 청천강이 흐르는 평안북도가 가장 넓게(24,239.4ha) 나타났고, 그 다음으로 황해남도(18,446.8ha), 자강도(14,166.6ha) 등의 순으로 분포하고 있었다. 저수지는 농경지 분포비율이 높은 황해남도에서 가장 많은 면적(11,442.2ha)을 차지하였고 그 다음으로 함경남도(7,501ha), 평안북도(6,372.2ha) 등의 순으로 분포하고 있었다. 수계별 수자원 분포 조사결과 <표 4-9>에서 보는 바와 같이, 하천과 저수지 모두 대동강수계(34,231.5ha)와 압록강수계(33,935.3ha)가 수역 전체의 40%가 넘는 넓은 지역을 포함하고 있으며, 수자원 분포에 있어서도 Landsat 영상 분류결과를 통해 볼 때 <표 4-9>에서 북한의 하천과 저수지 분포의 60%이상을 포함하고 있다.

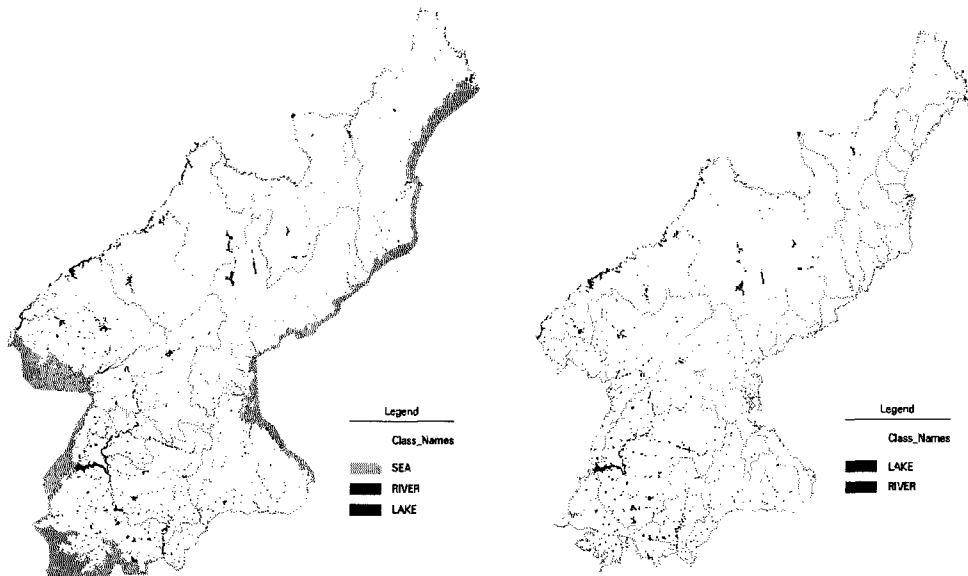


그림 4-7 북한 행정구역(좌) 및 수계(우)에서의 하천과 저수지 분포도

표 4-8 북한 행정구역별 수자원 분포

단위 : ha

도 별	하천	저수지	계
평안북도	24,246.2	6,382.2	30,628.4
평안남도	9,574.8	5,204.5	14,779.3
황해북도	8,004	5,348.1	13,352.1
황해남도	18,471.7	11,444.2	29,915.9
함경북도	7,794.6	6,033.7	13,828.3
함경남도	7,272.8	7,501	14,773.8
자 강 도	14,166.9	4,406.9	18,573.8
량 강 도	3,849.9	3,478.2	7,328.1
강 원 도	6,814.6	3,745	10,559.6
평양특별시	6,993.2	1,043.6	8,036.8
남포직할시	9,543.4	1,208.5	10,751.9
개성직할시	1,240.3	850.3	2090.6
총 계	118,073.2	56,687.1	174,760.3

다) 북한의 간척자원 분포현황

북한은 지난 1954년 ~ 1956년까지 서해안의 평북 압록강 하구로부터 황남 예성강에 이르는 해안을 따라 간척지 기초조사사업을 실시하였으며(1985, 조선지리서(자연지리)), 당시 조사결과에 의하면 압록강하구에서 청천강하구에 이르는 평안북도 지역에 11만ha, 청천강 하구에서 대동강 하구에 이르는 평안남도 지역에 9만ha, 용진만에서 예성강하구에 이르는 황해남도 지역에 10만ha 등 당시의 간척지 총 면적은 30만ha이었다. Landsat TM을 이용해 북한지역의 간척자원현황은 완공지역, 미완공지역, 간척가능지역, 염전으로 구분하여 파악한 결과 표 4-10에서 보는 바와 같이 완공지역(56,988ha), 미완공지역(132,755ha), 간척가능지역(12,566ha) 및 염전(135,586ha)으로 나타나 총 면적 약 338천ha에 달하는 것으로 나타났다. 동해안에서는 일반적으로 깊은 수심과 급한 경사 때문에 간척사업이 이루어지지 않는 것으로 알려져 왔으나 함경남도 금야군의 금야강 하구에서 872ha의 간척지가 조성된 것으로 화상을 통해 밝혀졌다. 이 간척지는 1996년 9월 화상에서는 제방공사 진행이 파악되었으며, 1999년 5월 화상에서는 간척이 완공되어 염전으로 이용되고 있었다(그림 4-8

참조). 그러나 이 간척지는 소금공급의 부족으로 인해 염전으로 조성되고 있었으며, 인근 강원도 천내군의 농경지도 염전으로 조성되어 있었다.

표 4-9 북한 수계별 수자원 분포

단위 : ha

수계	하천	저수지	계	수계	하천	저수지	계
압록강	34,309.2	14,982	49,291.2	성천강	965.2	102.5	1,067.7
청천강	6,319.3	4,752.5	11,071.8	금진강	664.7	127.7	792.4
대동강	34,881.8	14,040.4	48,922.1	금야강	1,381.2	230.8	1,612
예성강	5,819.7	2,335.9	8,155.5	덕지강	1,220.2	77.5	1,297.7
한강	4,978	1,940.2	6,918.2	남대천(안변)	565.6	317.3	882.8
평북해안	2,679	876.2	3,555.2	함북해안 I	905.9	2,944.6	3,850.6
평남해안	2,297.4	589	2,886.4	함북해안 II	151.4	9.4	160.7
황남해안	8,220.6	6,113.2	14,333.8	함북해안 III	35.1	0	35.1
개성해안	189.1	434.5	623.6	함북해안 IV	468.3	504.2	972.5
두만강	5,326.4	2,136.2	7,462.5	함북해안 V	335.9	83.1	419
수성천	167.47	0	167.4	함남해안 I	355.5	59.1	414.6
온포천	41.4	0	41.4	함남해안 II	434.5	310.9	745.4
어랑천	607.6	1,173.2	1,780.8	함남해안 III	423.9	342.7	766.6
남대천(길주)	418	119.2	537.1	함남해안 IV	740.3	16.4	756.6
북대천(단천)	512.8	84.8	597.6	강원해안 I	347.9	324.1	671.9
남대천(단천)	659.2	28.4	687.5	강원해안 II	1,164.1	1,484.6	2,648.6
남대천(북청)	366.2	79	445.2	총 계	117,952.4	56,619.2	174,571.6

표 4-10 북한의 동·서해안지역 간척사업 현황

단위 : ha

행정구역	구분	완공지역	미완공지역	간척가능지역	염전	계
함경남도	-	-	-	-	872	872
평안북도	1,382	89,585	5,317	6,521	102,805	
평안남도	12,191	14,848	-	104,880	131,919	
황해남도	43,415	28,322	7,249	23,313	102,299	
계	56,988	132,755	12,566	135,586	337,895	

평안남도는 염전 분포 면적이 104,880ha로 타 지역에 비해 월등히 높다. 이는 북한의 소금공급 부족으로 인해 간척을 목적으로 개발중이던 장소를 염전으로 전용한 것으로 판단된다. 평안남도의 적지 않은 간척지 및 농경지의 염전 전용은 지도형, Landsat 영상자료 및 문헌을 종합하여 확인하였다. 그 다음으로 면적이 넓었던 황해남도는 연백염전이 위치하고 있으며 평안남도와 함께 북한의 주요 염전 분포 지역이다.

간척자원, 간척지 조성 및 이용실태 조사는 지형도 및 관련문헌을 참조하여 인공위성으로부터 취득된 영상자료를 시각판독(visual interpretation)하여 완공지역, 미완공지역, 간척가능/예상지역, 염전 등 4가지 유형으로 분류·추출하였다. 간척지 분포는 시각적 판독이 가능하였으나 염전 분포는 다른 자료에 의거하여 영상으로부터 위치 확인 후 추출하였다(국정원). 그 결과 간척지 및 염전은 <그림 4-8>, <표 4-11>에서 보는 바와 같이 서해안의 평안북도, 평안남도, 황해남도에 많이 분포하고 있으며 동해안의 함경남도에도 적게나마 분포하고 있었다. 단일지구로 가장 규모가 큰 곳은 평안북도에 위치한 '대계도 지구'로 방조제 구축이 완공되었으나 1998년 8월에 발생한 집중호우 및 해일로 제방이 두 지점에서 유실되어 본 연구에서는 미완공지역으로 분류하였다. 도별로 보면 평안남도가 다른 도에 비해 염전의 분포 비율이 높았다.

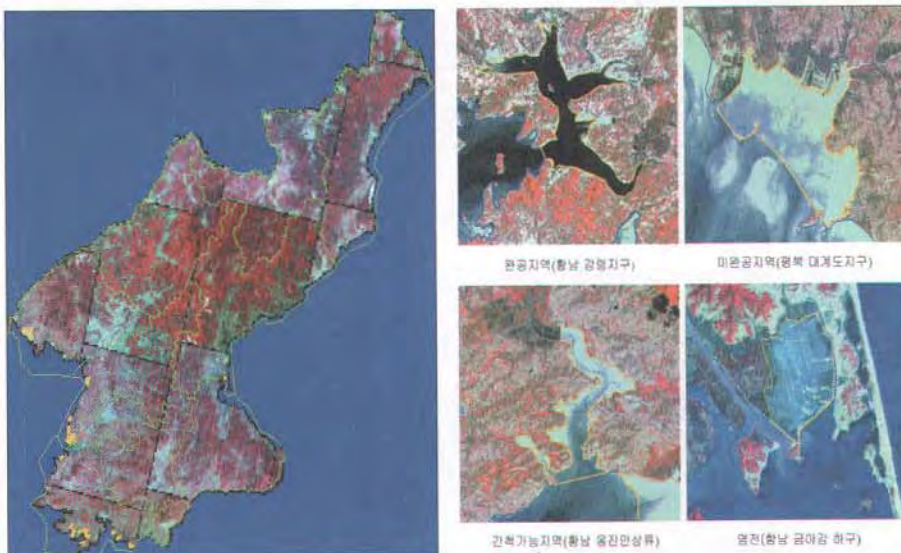


그림 4-8 간척실태(북한 간척지 분포(좌)와 주요 간척지 및 염전(우))

평안남도는 염전 분포 면적이 104,880ha로 타 지역에 비해 월등히 높다. 이는 북한의 소금공급 부족으로 인해 간척을 목적으로 개발중이든 장소를 염전으로 전용한 것으로 판단된다. 평안남도의 적지 않은 간척지 및 농경지의 염전 전용은 지도형, Landsat 영상자료 및 문헌을 종합하여 확인하였다. 그 다음으로 면적이 넓었던 황해남도는 연백염전이 위치하고 있으며 평안남도와 함께 북한의 주요 염전 분포 지역이다.

간척자원, 간척지 조성 및 이용실태 조사는 지형도 및 관련문헌을 참조하여 인공위성으로부터 취득된 영상자료를 시각판독(visual interpretation)하여 완공지역, 미완공지역, 간척가능/예상지역, 염전 등 4가지 유형으로 분류·추출하였다. 간척지 분포는 시각적 판독이 가능하였으나 염전 분포는 다른 자료에 의거하여 영상으로부터 위치 확인 후 추출하였다(국정원). 그 결과 간척지 및 염전은 <그림 4-8>, <표 4-11>에서 보는 바와 같이 서해안의 평안북도, 평안남도, 황해남도에 많이 분포하고 있으며 동해안의 함경남도에도 적게나마 분포하고 있었다. 단일지구로 가장 규모가 큰 곳은 평안북도에 위치한 ‘대계도 지구’로 방조제 구축이 완공되었으나 1998년 8월에 발생한 집중호우 및 해일로 제방이 두 지점에서 유실되어 본 연구에서는 미완공지역으로 분류하였다. 도별로 보면 평안남도가 다른 도에 비해 염전의 분포 비율이 높았다.

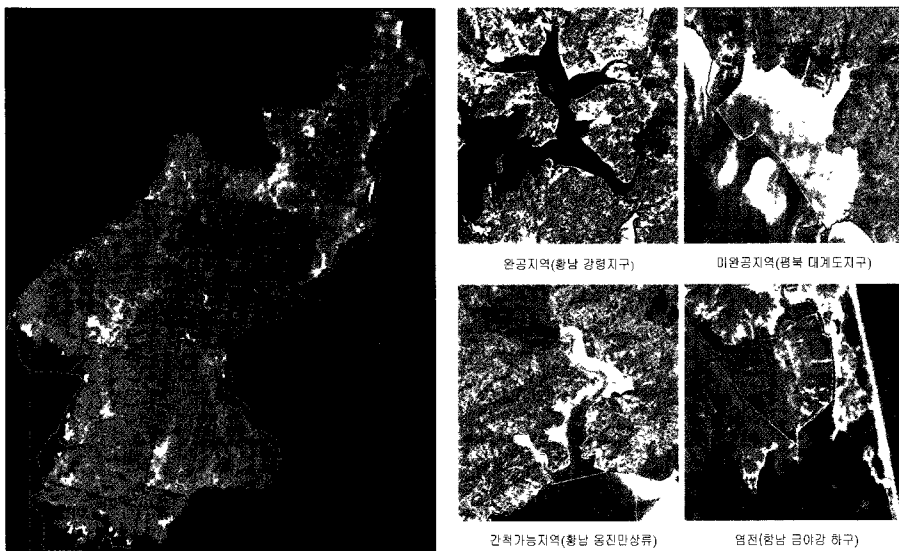


그림 4-8 간척실태(북한 간척지 분포(좌)와 주요 간척지 및 염전(우))

표 4-11 북한의 간척지 및 염전 분포

도 별	No	Class [~]	면적(ha)	비 고
평안북도	1	2	86,029	대계도지구 제방이 2군데 붕괴됨
	2	4	6,521	대계도지역의 안쪽 개간된 염전
	3	1	1,382	제방은 완성, 단 완전히 매립되지 않음
	4	3	5,317	개간된 간척지의 하구로 간척예상지역
	5	2	3,556	육지쪽은 개간완료. 북쪽에 선도염전이 있음
평안남도	6	4	26,786	남양염전
	7	2	14,848	방파제 작업이 진행중인 온천지구
	8	4	25,252	귀성염전
	9	4	17,720	광량만염전
	10	4	35,122	금성염전
	11	1	12,191	금성염전 남쪽지역으로 매립 중 금성지구
황해남도	12	4	7,104	은물지구 매립되지 않았으며 용도 염전도 포함
	13	1	838	소규모지구 남창리 작은 간척지 많음
	14	3	7,249	용진만 지구 위쪽으로 상류에는 간척이 완공됨
	15	1	25,667	강령지구 현재 제염중
	16	2	15,627	용진만지구 방조제 축조 중 용진만염전 포함
	17	2	12,695	용매도지구 방조제 붕괴됨, 남쪽으로 청단간척지
	18	1	2,834	제방은 완공, 매립되지 않음
	19	1	1,938	제방은 완공, 매립되지 않음
	20	1	9,347	제방완공, 개간된 지역이 적음.
	21	1	2,791	청수도 지구
	22	4	16,209	연백염전
함경남도	23	4	872	금야염전

* : 1=완공지역, 2=미완공지역, 3=간척가능지역, 4=염전

라) 주요작물(벼, 옥수수) 재배면적 추정

(1) 남북한 비교를 통한 벼 재배면적 추정

우리나라뿐만 아니라 지구상의 모든 국가가 식량의 자급자족이 국가의 체제를 유지하는 가장 기본적인 사안으로 여기고 있다. 식량난을 겪고있는 여러 나라들의 국가존립 유무를 보면 이러한 사실을 잘 알 수 있다. 북한 역시 그들의 폐쇄성과 더불어 가뭄, 홍수로 인한

식량난으로 국가의 존립이 위태로워지고 있다. 식량위기의 문제는 곧 자연재해와 밀접한 관련을 맺고 있는데 논은 주곡인 쌀을 생산하는 기능 이외에도 홍수조절, 자연정화, 토양 유실방지 등의 많은 공익 기능을 갖고 있어 아주 중요하게 다루어져야 할 문제이다.

북한에서는 농업생산과 그 배치에 있어 논 배치가 매우 중요한 자리를 차지하며 그것은 토지가 농업생산의 기본생산수단이라는 일반적 특성과 함께 나라의 경제발전과 주민생활의 끊임없는 향상에서 논벼생산이 특별히 중요한 의의를 가지며 또한 부침땅의 지목구성에서 논이 많은 비율을 차지하고 있는 북한의 구체적인 실정과 관련된다(조선지리서(농업지리).1995).

북한은 그들의 식량생산 및 농경지 통계자료에 대하여 회원국으로 가입해 있는 FAO에 정례적으로 보고하고 있으나 국제적으로 그 신뢰성이 입증되지 못하고 있다. 또한 국내외에 존재하는 많은 북한관련 단체들이 북한의 통계자료들을 여러 경로를 통해 추정하고는 있으나 역시 마찬가지로 혼선을 빚고 있다(표 4-12). 이렇듯 표 4-12와 같은 자료는 실제 북한의 내부적으로 철저히 통제되기 때문에 어디까지나 추정일 뿐이고 조선지리서(농업지리)에 의하면 벼 재배면적이 580천ha(1984), 조선농업과학원 학보에 의하면 585천ha(1992)라고 통계자료를 내고 있다. 이것은 대외에 보고할 때는 다소 대외선전을 위하여 부풀리는 식의 보고를 해왔다는 것을 의미하며, 실제로 '96년 FAO/WFP 공동조사단의 특별보고서는 1995, 1996년의 벼 재배면적이 각각 579,900ha, 580,058ha라고 보고하고 있다(북방농업기술조사비교연구. 1996).

논 면적과 식량의 생산량이 비례한다고 볼 때, 정확한 논 면적의 추정은 매우 중요하다. 그러나 경제적, 시간적 어려움이 있는데 이를 극복하는 방편으로 위성영상을 통한 원격탐사가 대안으로 급부상하고 있다. 위성영상을 통한 원격탐사는 목적으로 하는 지역의 기초적인 자료를 주기적이며, 실시간으로 제공한다는 점에서 의의가 있다. 따라서 분광반사특성을 이용하여 북한의 논면적을 추정함으로써 북한의 농업생산기반의 효율적 활용을 위한 기초자료로써 활용되기를 바란다.

표 4-12 보고자에 따른 북한의 벼재배 면적 추정치

단위 : 1,000ha

보고자	朴	孫동	金	통일원	농진청	복 등	이민복	FAO('94)	UNDP/FAO('92)	伊東
추정면적	600	614	635	640-645	570	600	640-650	600	650	600

* 북방지역농업기술조사비교연구, 1996, 농촌진흥청

(가) 연구대상지역 선정

우선 남북한을 동일선상에 놓고 벼 재배지역을 분류, 비교 분석할 수 있는 화상이 필요하였으며, 동일 화상내 남한의 경기도와 북한의 황해남도가 공존하고 있는 Landsat TM 116/34는 필요를 충족할 만한 화상이라 생각되어 이 지역을 선정하였다(그림 4-9, 4-10).

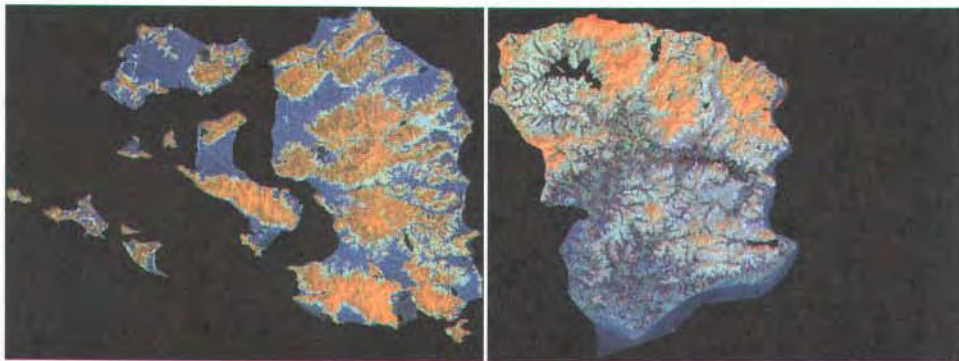


그림 4-9 1999년 5월 21일 촬영된 강화군(좌)과 배천군(우)의 화상비교(RGB453)



그림 4-10 1996년 9월 1일 촬영된 강화군(좌)과 배천군(우)의 화상비교(RGB453)

표 4-12 보고자에 따른 북한의 벼재배 면적 추정치

단위 : 1,000ha

보고자	朴	孫 등	金	통일원	농진청	복 등	이민복	FAO('94)	UNDP/FAO('92)	伊東
추정면적	600	614	635	640-645	570	600	640-650	600	650	600

* 북방지역농업기술조사비교연구. 1996. 농촌진흥청

(가) 연구대상지역 선정

우선 남북한을 동일선상에 놓고 벼 재배지역을 분류, 비교 분석할 수 있는 화상이 필요하였으며, 동일 화상내 남한의 경기도와 북한의 황해남도가 공존하고 있는 Landsat TM 116/34는 필요를 충족할 만한 화상이라 생각되어 이 지역을 선정하였다(그림 4-9, 4-10).

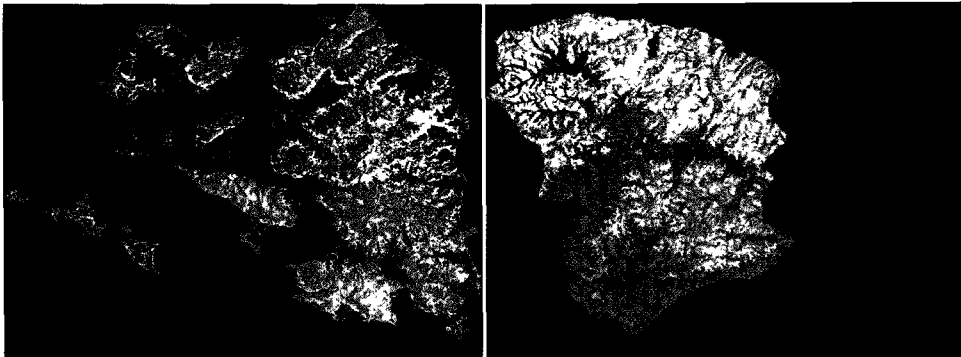


그림 4-9 1999년 5월 21일 촬영된 강화군(좌)과 배천군(우)의 화상비교(RGB453)

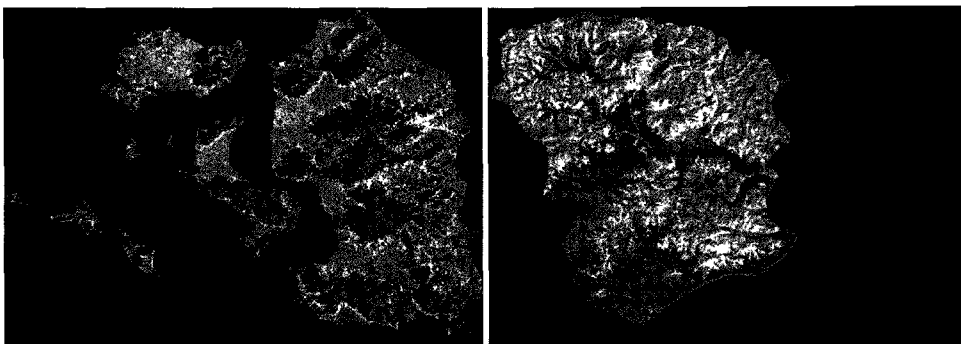


그림 4-10 1996년 9월 1일 촬영된 강화군(좌)과 배천군(우)의 화상비교(RGB453)

황해남도의 배천군과 경기도의 강화군은 임진강을 사이에 두고 마주 보고 있는 지역으로 벼 재배의 환경조건(기상조건, 토양조건, 지리조건 등)이 매우 유사하나 두 지역 간 분광반사특성이 매우 달라 비교분석하기에 적합하다는 점에서 연구지역으로 선정되었다. 따라서 남북한 두 지역의 화상을 비교해 보면 5월 화상이나 9월 화상의 칼라패턴에서 약간의 차이가 있음을 알 수 있었다. 이러한 차이는 논에 담수시기 및 재배양식(예로서 북한에서는 냉수모판을 마른땅에 설치)의 차이에 기인된 것으로 판단된다(1998. 신동완 등). 특히 황해남도는 북한 전체 논 면적의 28%에 이르며, 그 중에서도 배천군은 이웃한 연안군, 청단군과 더불어 황해남도 논 면적의 35%에 달하는 북한의 곡창으로 그 중요성이 꽤 크다.

(나) 벼 재배지역 추출

① 추출방법

일반적으로 5월 달의 논에서는 벼 이앙에 앞서 물을 가두어 두는 시기로서 아직 일부지역에서는 충분히 물을 담수하지 않은 지역도 있을 것으로 판단되어 9월 달의 화상에서 4번 밴드를 이용하여 수계를 추출하였다.

우선 두 지역 공히 1996년 9월 화상에서 4번 밴드를 이용하여 수계지역을 추출하여 Masking하여 수계지역을 제외하였으며, 두시기 화상에서 적절한 layer를 선택하기 위하여 북한의 배천군에서는 1996년 9월의 band 5, 7의 조합화상과 1999년 5월의 band 4, 5, 7의 조합화상을 각각 비교사분류하여 중첩한 화상과 1996년 9월의 Wetness에서 중복된 픽셀을 논으로 정하여 논면적으로 추출하였다. 그러나 강화군에서는 배천군의 분광반사 패턴양상과 달라 5월의 band 5, RVI의 조합화상과 9월의 band 4, 5, 7의 조합화상을 각각 비교사분류하여 중첩한 화상과 1999년 5월의 Wetness에서 중복된 픽셀을 논으로 정하여 논면적 추정 입력변수로 선택하였다(그림 4-11).

② 강화군과 배천군의 벼 재배지역의 분광반사특성 비교

논면적 추출에 적합한 band가 선정되었는지를 알아보기 위해 지표면 피복분류별로 열적외선 밴드를 제외한 Landsat TM 전 밴드별 평균 자료값(Digital number value), RVI 및

Wetness를 살펴보면, 가시광선 영역인 TM 1, 2, 3의 논지역에서는 5월 21일의 화상이 9월 1일의 화상보다 자료값이 높게 나타나고 있다(표 4-13, 4-14).

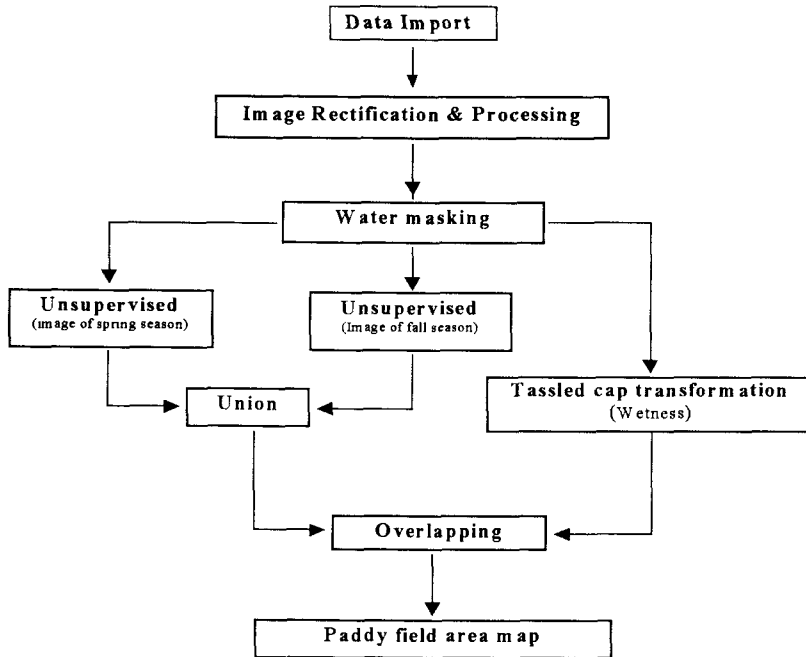


그림 4-11 다시기 화상지료를 이용한 논면적 추출 흐름도

표 4-13 분류항목에 대한 밴드별 평균, RVI, NDVI 및 Wetness 비교(1999/5/21 촬영)

Location	Land cover Class	Digital number value of Landsat TM band						RVI*	Wetness
		band1	band2	band3	band4	band5	band7		
Gangwha-gun	Paddy	91.8	44.5	52	45.1	23.1	13	27	31.4
	Upland	89	43	51	81	105	56	53	0
	Forest	75.6	34.8	30.2	120.2	84.6	25.1	141	2.7
	Urban	117.5	58.8	73	76.3	115.3	65.8	33.5	0
Baecheon-gun	Paddy	83.7	39.3	46.2	53.2	76.4	36.8	40.8	19.3
	Upland	98	55	74	89	166	96	43	0
	Forest	75.7	38.1	33.6	135	117	40.2	158.8	0
	Urban	95.9	48.4	60.1	74.8	95.4	53.6	45.2	0

* : ration vegetation index

표 4-14 분류항목에 대한 밴드별 평균, RVI, NDVI 및 Wetness 비교(1996/9/1 촬영)

Location	Land cover Class	Digital number value of Landsat TM band						RVI*	Wetness
		band1	band2	band3	band4	band5	band7		
Gangwha-gun	Paddy	69	29.3	27.6	136.9	77.1	18.8	229.6	7.9
	Upland	69	27	31	131	108	34	121	4
	Forest	64.4	23.4	23.3	92.3	70.4	16.7	112.7	3
	Urban	103	45.5	67.3	62	92.3	48.3	21.3	0
Baecheon-gun	Paddy	68.9	29.9	30.8	82.78	52.2	14.3	90.7	10.8
	Upland	73	32	37	113	99	29	104	0
	Forest	67.6	27.4	27.9	113.7	94.7	24.2	145.5	3
	Urban	84.6	38.9	54.2	75.8	87.6	38.1	43.2	3.5

* : ration vegetation index

이는 5월 21일의 화상에서 남북 모두 이양 시기로서 담수화된 상태를 의미하며, 9월 1일에는 벼의 생장에 따른 광합수 즉, 광합성이 활발히 진행되고 있다는 것을 의미한다. 또한 9월 1일의 배천군과 강화군의 DN값(Digital number value)은 거의 차이가 없으나 5월 21일의 자료값에서 배천군이 강화군보다 낮게 나타나는 것은 강화군의 이양 시기가 배천군보다 좀 더 빠르다는 것을 의미한다. 근적외선대인 4번 밴드는 식물체의 생육에 잘 이용하지 않는 파장영역으로 9월 1일의 화상이 남북 모두 높게 나타났으며, 배천군보다 강화군이 더 높게 나타난 것은 강화군의 벼 생육이 배천군보다 양호하여 군락이 무성함을 의미한다. 중적외선인 TM 5와 7은 수분에 민감한 파장영역으로 강화군에서는 담수상태로 수체의 영향이 큰 5월 21일에서 9월 1일보다 낮게 나타났으며, 배천군에서는 남쪽의 경우와는 반대의 현상이 나타났다. 이는 배천군의 벼의 생육상태 불량으로 인하여 수체의 영향이 상대적으로 크게 작용했음을 밝혀준다.

RVI는 남북 모두 9월 1일에서 높게 나타났으며 강화군이 배천군보다 월등히 높게 나타났다. 따라서 강화군이 배천군보다 벼의 생육상황이 더 양호한 것으로 판단된다.

Wetness는 남북 모두 5월 21일에서 높게 나타났으며, 남쪽은 북한보다도 월등히 높게 나타났다. 배천군의 습윤도가 낮은 것은 강화군이 논지역에서 완전 담수상태인 반면, 부분 담수상태이거나 아직도 논에 물을 대지 못한 상황인 것으로 판단된다.

③ 벼 재배면적 추정

<표 4-16>과 그림 4-13에서 본 바와 같이 강화군의 벼 재배면적은 12,888.2ha로 추정되었으며, 이는 행정 통계치(12,858.2ha)와 거의 일치하였다(강화군 군청 홈페이지). 그리고 강화군의 벼 재배면적 추정에서 정확성검증을 위하여 무작위추출법(Random sampling)을 이용하였다. 그리고 지형도(1:50,000) 및 GPS를 이용한 현지답사자료(그림 4-12) 등의 참조자료와 대조하여 정량적으로 검증을 실시하였다(표 4-15). 검증 결과 전체정확도가 96.8%이고, 카파계수가 86.4%로 매우 양호한 편이었다. 그러나 배천군에서는 16,486.4ha의 벼 재배면적을 추출하였으나 실제 북한의 통계치를 입수할 수 없어 비교할 수 없었다.

국정원 자료에 의하면 19,371ha로서 약 2,900ha가 적게 추정되었다(국정원, 1999). 이는 상이한 시기의 화상자료와 분류방법의 차이에 기인된 것으로 판단된다. 앞으로 이들 지역에 대한 현지답사가 이루어진다면 바랄 나위 없겠지만 북한지역의 고해상도 위성화상에 의한 분류나 농업용수량 공급에 따른 면적산출, 수치고도자료에 의한 밭과 논이 구별 등의 기술적인 연구가 추가적으로 진행된다면 좀더 정확한 벼 재배면적이 추출될 것으로 판단된다.

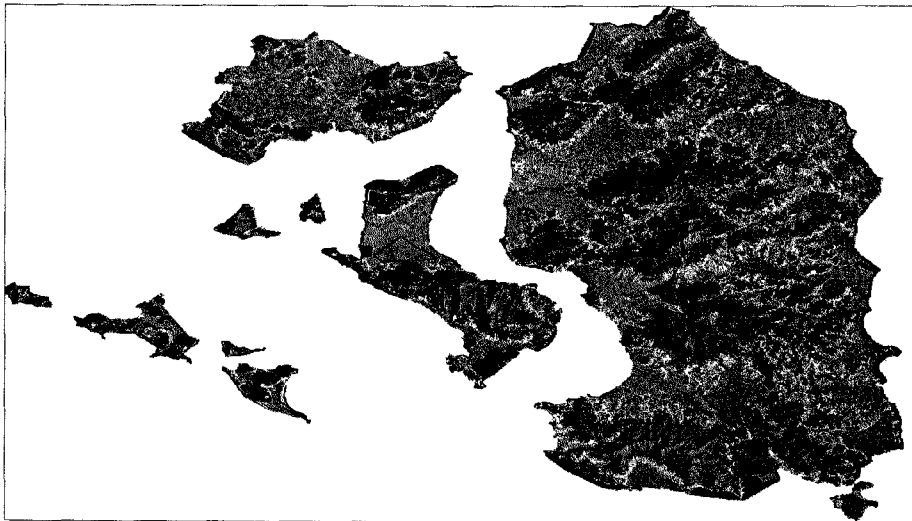


그림 4-12 강화군 벼 재배지역 현지답사 위치

표 4-15 강화군 벼 재배지역의 정확성 평가

Class name	Reference totals	Classified totals	Number correct	Kappa Statistics	Producers Accuracy	Users Accuracy
Undefined	857	871	848	0.8153		
Paddy	143	129	120	0.9186	83.92%	93.2%
Totals	1000	1000	968			

Overall Accuracy = 96.8%

Overall Kappa Statistics = 0.8639

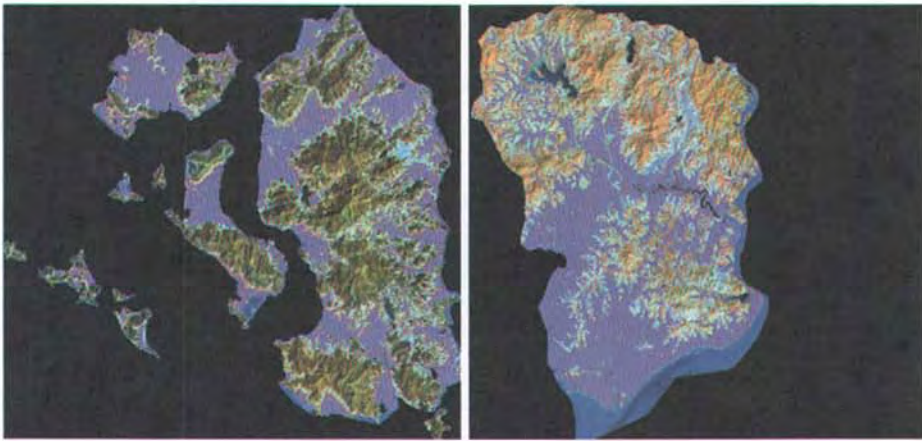


그림 4-13 강화군(좌)과 배천군(우)의 벼 재배 분포도

표 4-16 벼 재배지역 추정 면적

단위 : ha

Location	Paddy
Gangwha-gun	12,888.2
Baechon-gun	16,486.4

표 4-15 강화군 벼 재배지역의 정확성 평가

Class name	Reference totals	Classified totals	Number correct	Kappa Statistics	Producers Accuracy	Users Accuracy
Undefined	857	871	848	0.8153		
Paddy	143	129	120	0.9186	83.92%	93.2%
Totals	1000	1000	968			

Overall Accuracy = 96.8%

Overall Kappa Statistics = 0.8639

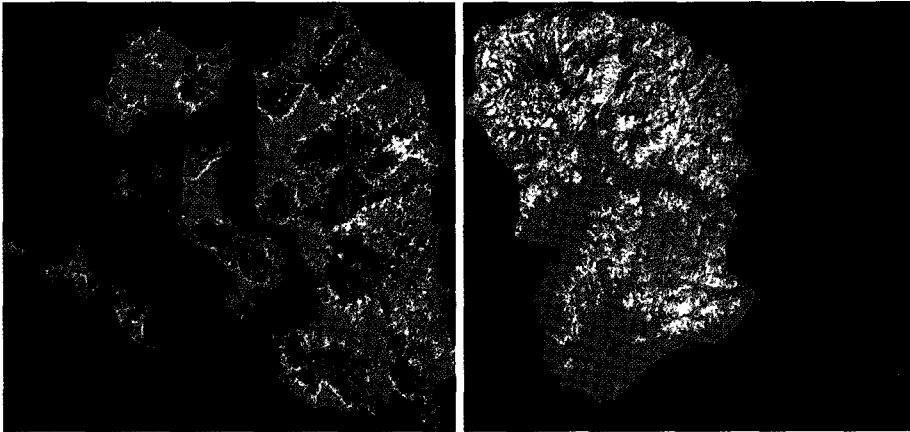


그림 4-13 강화군(좌)과 배천군(우)의 벼 재배 분포도

표 4-16 벼 재배지역 추정 면적

단위 : ha

Location	Paddy
Gangwha-gun	12,888.2
Baecheon-gun	16,486.4

(2) 북한의 옥수수 재배면적 추정

북한에서 옥수수는 작부체계가 60년대 초까지만 하더라도 간·혼작체계였으나 1960년대 말부터 농촌노동력의 부족으로 노동집약적인 간·혼작농업은 더 이상 지속될 수 없었고 따라서 밭에서는 옥수수가 주작목으로 자리를 잡았다. 통계에 따르면 옥수수 재배면적이 해방 전 187천ha에서 98년 현재 627천ha로 증가하였다고 한다.

하지만 당초 식량문제를 해결할 수 있으리라는 옥수수주작체계에 대한 결과는 기대치에 훨씬 미치지 못하였다. 이것은 북한의 토양 및 기후조건을 고려해왔던 전통적인 작부체계가 무시된 채 모든 지방에서 일률적으로 옥수수를 재배한 결과였으며, 특히 북부내륙고원지대, 북부산간지대, 동북해안지대에서 식량증산효과를 이루지 못하였다. 또한 주작화에 따른 연작체계와 밀식농법은 지력의 약화로 면적당 생산량의 감소를 가져왔다(표 4-17).

표 4-17 북한의 연간 옥수수 생산량

단위 : 만 톤

1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
434	390	420	372	394	355	137	83	101	207	230	268

* 1997년까지 확정치, '98년이후 예측치.
 자료 : 북한 농업위원회, 1998.

따라서 새로운 대안이 필요하였고 그 대안은 밭작물의 다양화였다. 밭작물의 다양화는 앞서 효과를 기대하지 못했던 지역에서의 감자재배확대와 간·혼작이었다. 최근 FAO/WFP 공동조사단 특별보고서는 98년에 옥수수재배면적 629천ha가 99년에 496천ha로 감소했으며 이것은 생산조건이 불리한 지역의 옥수수 재배면적이 감자재배로 전환된 것으로 보고했다. 하지만 보고가 사실이라 하더라도 여전히 옥수수는 북한에서 가장 중요한 식량작물로서 역할을 하고있다는 것을 간과할 수 없다.

한편, 남한의 옥수수 재배는 북한과 달리 개인소농을 중심으로 재배되고 있어 집단적으로 옥수수만을 중점적으로 재배하고 있는 지역은 적으며, 따라서 그 재배면적을 추정하기에는 현재로서는 다소 무리가 있다.

북한의 경우 밭 면적 약 95만ha 중 옥수수 재배면적은 약 65%로서 65만ha에 재배되고 있으며, 또한 집단적으로 재배되는 경우가 많다. 일평균 기온 10℃ 이상의 적산온도가 북부고산지대를 제외하고는 모든 지대에서 2,700~3,600℃ 범위에 있어 옥수수 재배가 모든 지역에서 가능하며 북부고산지대에서도 일부 10℃ 이상 적산온도가 2,000℃ 정도가 넘는 지대에서는 극조생종이 재배되고 있다(1998, 농촌진흥청).

(가) 연구대상지역 선정

북한의 옥수수 재배면적을 추정하기 위하여, 미국 농무성에서 제공하고 있는 FAS(Foreign Agricultural Service)의 전세계 주요 농산물 생산지역의 현황을 파악하기 위해 Landsat TM 자료 등을 이용하여 화상을 분류하고 판독하고 있는데(그림 4-14), 이를 참조하여 북한의 유사한 지역을 선정하여 분류하였다. 이 지역은 평양특별시 남쪽에 있는 곳으로 주로 벼와 옥수수가 재배되고 있다고 하는데, 짙은 오렌지색은 논벼 재배지역이며, 옅은 오렌지색은 옥수수 재배지역으로 성숙한 상태이거나 수확이 시작되는 시기로 추정되고 있다(<http://www.fas.usda.gov/pecad/remote/korea/NKPYONG.gif>). 따라서 평양특별시에 있는 사동구역, 승호구역 및 력포구역을 선정하였다(그림 4-15). 이 지역은 대동강 유역의 양각도에서 동편으로 빠져 나오는 지류인 무진천을 사이에 두고 밝은 오렌지색을 띄고 있는 곳은 옥수수 재배지역으로 추정되고 있는 지역과 짙은 붉은 색을 띄고 있는 논, 채소 밭이거나 기타 작물재배지역으로 추정된다.



그림 4-14 평양특별시 화상{1991년 8월 10일 촬영, Source : FAS (Foreign Agriculture Service)}

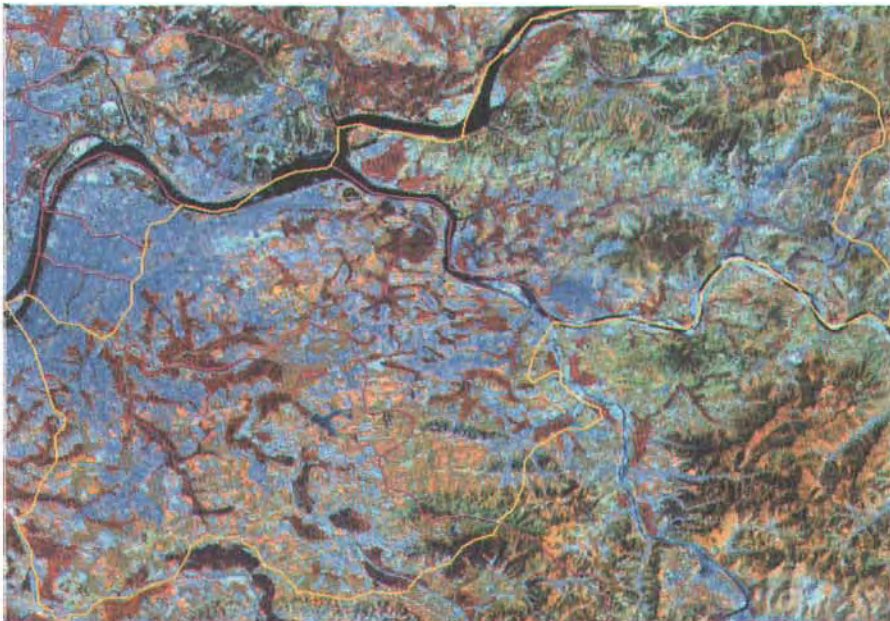


그림 4-15 평양특별시 남부지역 화상(453, 1999년 8월 16일 촬영)

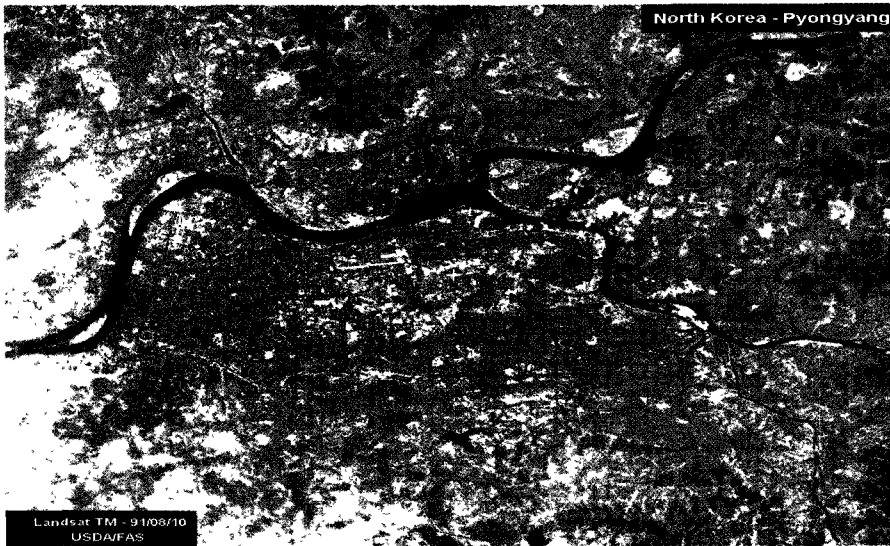


그림 4-14 평양특별시 화상{1991년 8월 10일촬영, Source : FAS (Foreign Agriculture Service)}

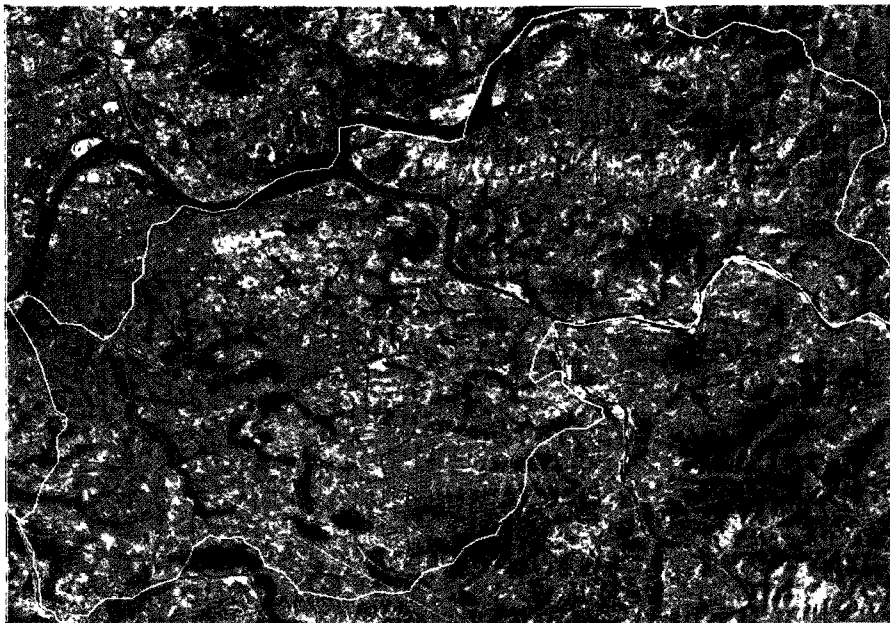


그림 4-15 평양특별시 남부지역 화상(RGB453, 1999년 8월 16일 촬영)

(나) 옥수수 재배지역 분류

우선 육안판독을 위해 주로 RGB453을 조합(그림 4-15)하였고, 식생이 아닌 지역이라 판단되는 지역은 NDVI 화상과 RGB432을 조합을 이용하여 판독하였다.

1999년 8월 화상자료를 이용하여 수역, 논 등에 대한 훈련조(training set)를 설정한 후 교사분류법의 하나인 최대우도법(Maximum Likelihood Method)을 적용하여 분류하였다.

① 훈련조의 설정

훈련조를 선정하기 위해 두시기(5월과 8월)의 밴드별 DN값, NDVI, 지형도 및 FAS 자료 등을 참조하여 도심, 물, 논, 옥수수 재배지, 채소 재배지, 산림, 나지 등에 대한 분류항목을 설정하였다.

5월 28일 영상에서는 옥수수밭, 도심, 산림, 기타 작물재배지역의 DN값이 4, 5번 밴드에서 비슷한 패턴을 보이고 있는 반면 담수 상태인 논과 수계지역의 DN 값은 전체적으로 다른 항목의 클래스보다 낮게 나타났다(그림 4-16).

8월 16일 영상에서는 옥수수재배지역, 논벼재배지역, 기타 작물재배지역의 DN 값이 비슷한 값과 패턴을 보이고 있으며 기타 재배작물지역의 경우 4,5번 밴드에서 가장 높은 값을 보이고 있다(그림 4-17).

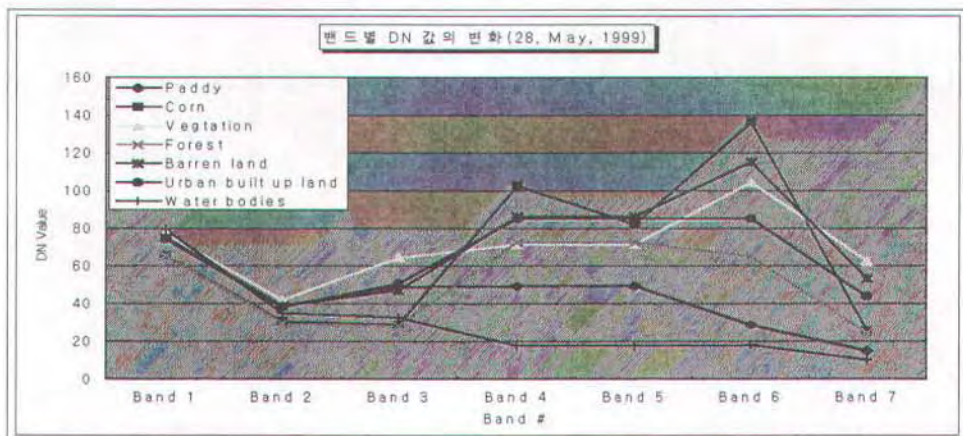


그림 4-16 Landsat TM 밴드별 DN값 변화(1999년 5월 28일 촬영)

(나) 옥수수 재배지역 분류

우선 육안판독을 위해 주로 RGB453을 조합(그림 4-15)하였고, 식생이 아닌 지역이라 판단되는 지역은 NDVI 화상과 RGB432을 조합을 이용하여 판독하였다.

1999년 8월 화상자료를 이용하여 수역, 논 등에 대한 훈련조(training set)를 설정한 후 교사분류법의 하나인 최대우도법(Maximum Likelihood Method)을 적용하여 분류하였다.

① 훈련조의 설정

훈련조를 선정하기 위해 두시기(5월과 8월)의 밴드별 DN값, NDVI, 지형도 및 FAS 자료 등을 참조하여 도심, 물, 논, 옥수수 재배지, 채소 재배지, 산림, 나지 등에 대한 분류항목을 설정하였다.

5월 28일 영상에서는 옥수수밭, 도심, 산림, 기타 작물재배지역의 DN값이 4, 5번 밴드에서 비슷한 패턴을 보이고 있는 반면 담수 상태인 논과 수계지역의 DN 값은 전체적으로 다른 항목의 클래스보다 낮게 나타났다(그림 4-16).

8월 16일 영상에서는 옥수수재배지역, 논벼재배지역, 기타 작물재배지역의 DN 값이 비슷한 값과 패턴을 보이고 있으며 기타 재배작물지역의 경우 4,5번 밴드에서 가장 높은 값을 보이고 있다(그림 4-17).

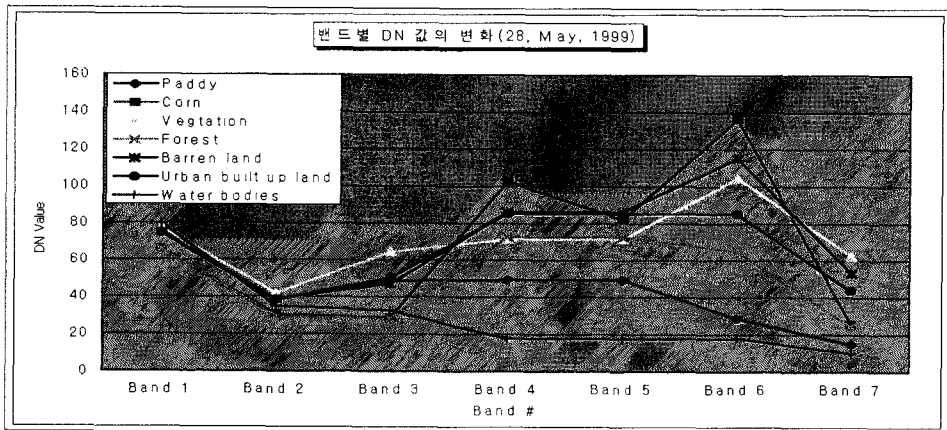


그림 4-16 Landsat TM 밴드별 DN값 변화(1999년 5월 28일 촬영)

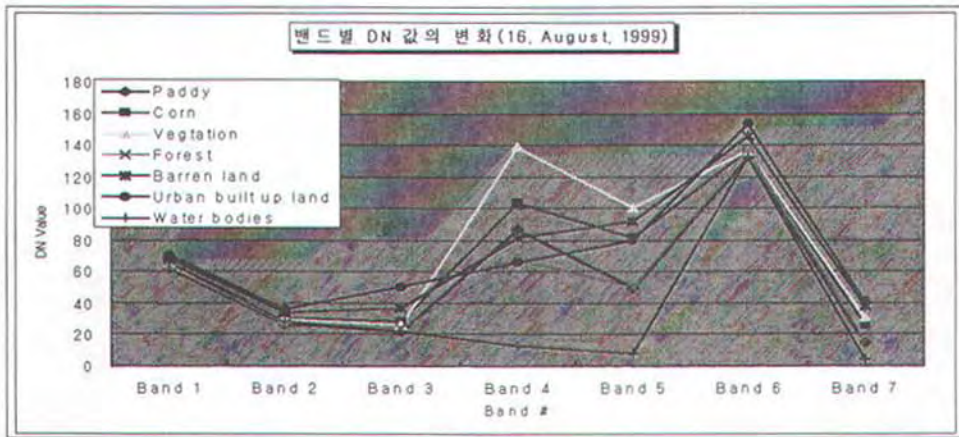


그림 4-17 Landsat TM 밴드별 DN값 변화(1996년 8월 16일 촬영)

논벼의 재배 특성상 5월 28일 정도이면 모내기로 인해 논벼 재배지역의 지표면은 물의 특성이 강하게 나타나고 북한의 기후 조건상 무상일수가 짧아질수록 이른 시기에 옥수수를 파종하기 때문에 촬영된 영상의 시기상 기타 재배 작물이나 수도작물보다 식생의 분포가 훨씬 우세하게 나타나는 것으로 생각된다(그림 4-18).

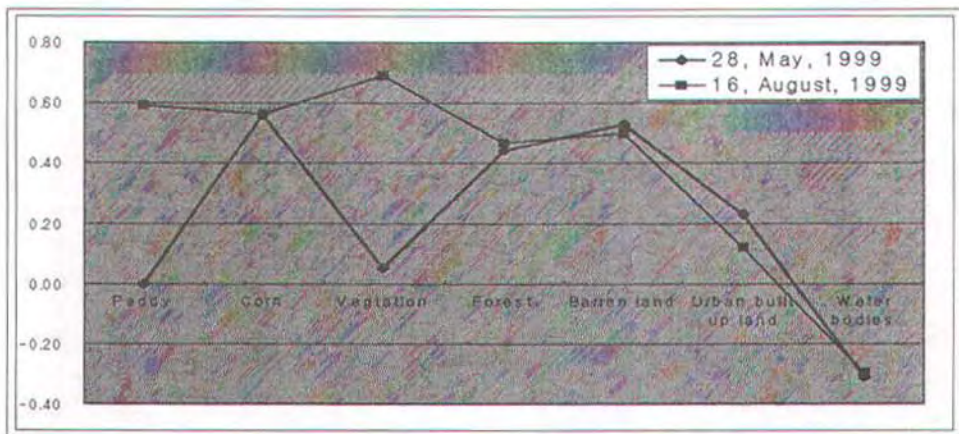


그림 4-18 두시기 영상의 NDVI비교

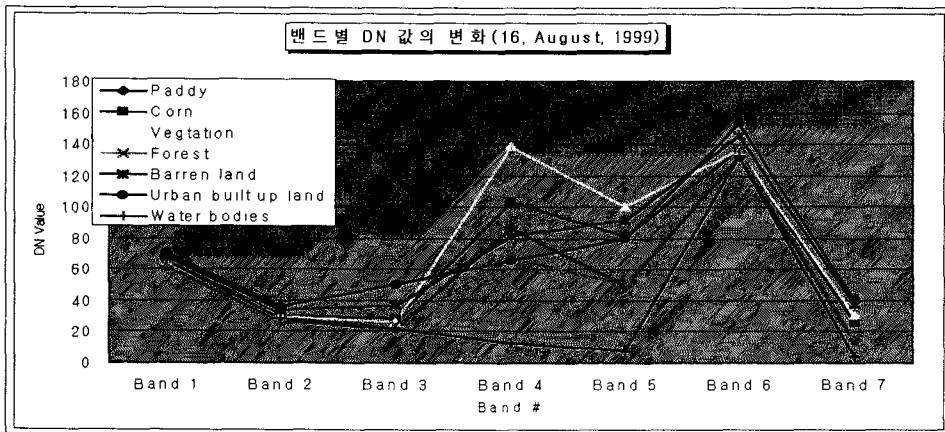


그림 4-17 Landsat TM 밴드별 DN값 변화(1996년 8월 16일 촬영)

논벼의 재배 특성상 5월 28일 정도이면 모내기로 인해 논벼 재배지역의 지표면은 물의 특성이 강하게 나타나고 북한의 기후 조건상 무상일수가 짧아질수록 이른 시기에 옥수수를 파종하기 때문에 촬영된 영상의 시기상 기타 재배 작물이나 수도작물보다 식생의 분포가 훨씬 우세하게 나타나는 것으로 생각된다(그림 4-18).

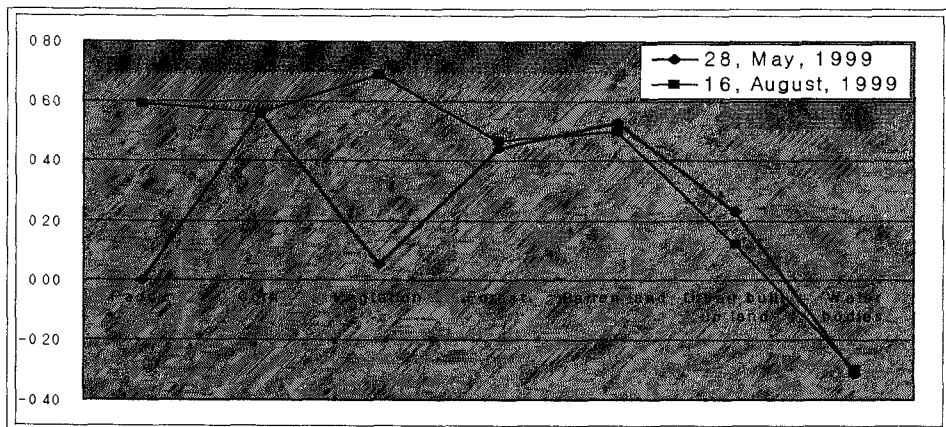


그림 4-18 두시기 영상의 NDVI비교

② 지표면 피복분류

8월 화상자료의 3, 4 및 5번 밴드를 이용하여 교사분류법의 하나인 최대우도법(Maximum Likelihood Method)을 적용하여 분류하였다(그림 4-19). 령포구역에서는 전체 면적 중 약 25.5%가 옥수수 재배면적으로 추정되었으나(표 4-10), 이에 대한 검증이 따라야 할 것으로 판단된다.

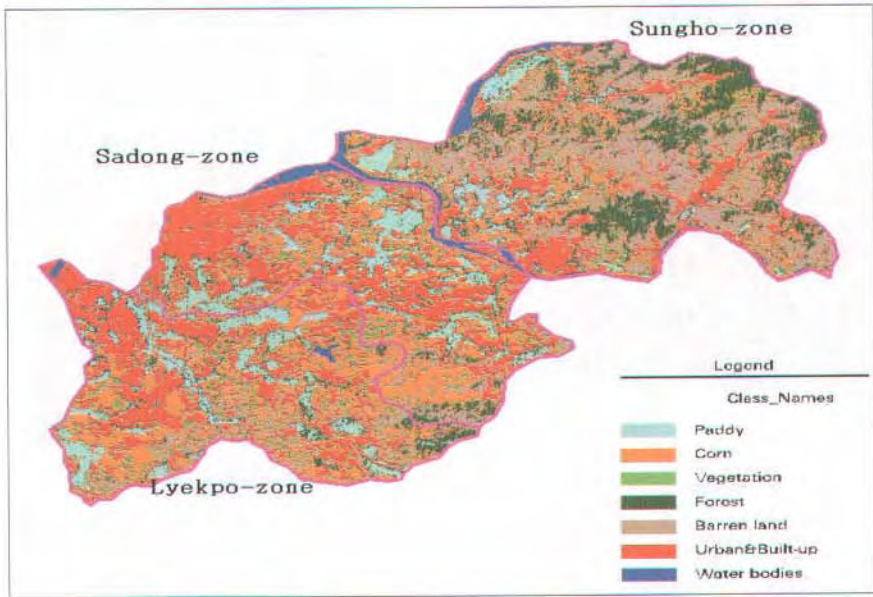


그림 4-19 평양남부지역의 지표면 피복분류도

표 4-18 평양남부지역의 지표면 피복면적

단위 : ha

Zone \ Class	Paddy	Corn	Vegetation	Forest	Barren land	Urban & Built-up land	Water bodies	Total area
Sadong	1,319.9	2,395.8	595.4	800.5	1,952.2	3,929.7	412.9	11,406.4
Sungho	895.1	2,354.2	464.4	3,357.9	6,158.7	2,259.3	514.1	16,003.7
Lyekpo	1,389.1	3,118.5	784.6	910.8	2,347.7	3,608.5	74.8	12,234

② 지표면 피복분류

8월 화상자료의 3, 4 및 5번 밴드를 이용하여 교차분류법의 하나인 최대우도법(Maximum Likelihood Method)을 적용하여 분류하였다(그림 4-19). 령포구역에서는 전체 면적 중 약 25.5%가 옥수수 재배면적으로 추정되었으나(표 4-10), 이에 대한 검증이 따라야 할 것으로 판단된다.

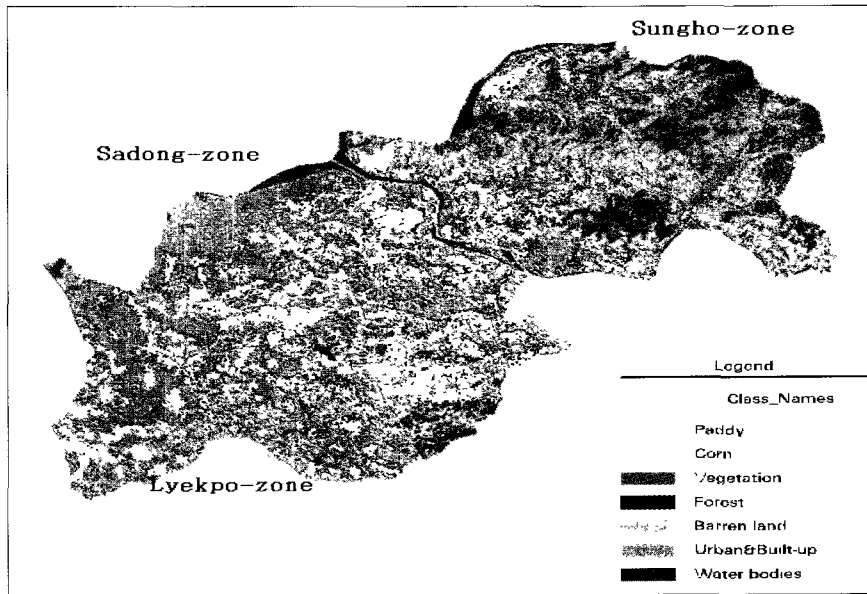


그림 4-19 평양남부지역의 지표면 피복분류도

표 4-18 평양남부지역의 지표면 피복면적

단위 : ha

Zone \ Class	Paddy	Corn	Vegetation	Forest	Barren land	Urban & Built-up land	Water bodies	Total area
Sadong	1,319.9	2,395.8	595.4	800.5	1,952.2	3,929.7	412.9	11,406.4
Sungho	895.1	2,354.2	464.4	3,357.9	6,158.7	2,259.3	514.1	16,003.7
Lyekpo	1,389.1	3,118.5	784.6	910.8	2,347.7	3,608.5	74.8	12,234

마) 북한지역 지표면 피복분류 및 경사분류

Landsat 위성의 Multispectral scanner으로부터 취득된 TM자료를 이용한 반자동화(semi-automated) 지표면 피복분류방법은 북한지역과 같이 접근이 불가능한 광역의 지표면 피복에 대한 정보를 빠른 시간 내에 파악할 수 있는 유용한 방법이나 분류결과의 정확도에 있어서는 항상 논의의 여지를 남겨두고 있다. 본 연구에서는 지표면 피복분류 결과의 정확도를 높이기 위해 수정된 혼성분류기법을 이용하였으나 분류기법을 통해 나타난 최종 피복분류결과로부터 정확도 평가를 생략하고 적, 녹, 청 영상조합을 이용한 실색영상조합(true color composit)과 기타 파장대역을 혼합한 위색영상조합(false color composit)기법을 이용해 분류결과와의 차이를 시각적 관독으로 비교함으로써 잘못 분류된 화소들을 정정하는 과정을 반복하여 결과물의 질을 높이는데 주력하였다.

경사등급분류체계는 2000년 현재 북한의 지형을 고려하여 농업관리를 목적으로 한 적절한 분류체계에 대한 유사연구가 없어, 남한에서 농업적 적용 목적으로 적용하고 있는 경사등급분류에 따랐다.

북한의 각 행정구역별 및 수계별 지표면 피복과 경사를 고찰해볼 때 전반적으로 동고서저형의 한반도지형특성이 지표면 피복에 그대로 반영되었다고 볼 수 있다. 논(paddy) 면적 점유 비율이 상대적으로 높은 행정구역은 평안북도(7%), 평안남도(8%), 평양특별시(10.7%), 남포직할시(16.5%), 황해북도(5.5%), 황해남도(17%), 개성직할시(9.2%)로서 이들 행정구역은 서쪽에 위치한 저위평탄지상에서 위치하고 있으며 해안 및 남쪽에 위치하고 있어 논농사가 발달할 수 있는 최소한의 기본 조건을 만족하고 있다. 이에 비해 동해안에 접하고 있는 함경북도(1.3%), 함경남도(2.3%), 강원도(2.3%)는 해안지역을 중심으로 일부 농경지가 발달하는 것을 볼 수 있으나 지형상 그 규모가 작아 많은 수확량을 기대하기 어렵다고 판단된다. 북쪽 국경에 접하고 있는 자강도(0.5%)와 량강도(0.1%)는 압록강 주변과 주요 하천변에 접하는 주변지역을 대상으로 일부 논농사지가 보이나 지형 및 기후를 고려할 때 논농사지역이 거의 없다고 판단되어진다. 발면적의 분포 역시 동고서저형의 지형의 영향으로 서쪽지역인 평안북도(18.7%), 평안남도(21.7%), 황해북도(26.1%), 황해남도(22%), 평양특별시(30.5%), 남포직할시(27.9%), 개성직할시(19.2%)가 전체 피복분류상 상대적으로

많은 분포를 이루고는 있으나 동쪽 및 북쪽에 위치한 함경북도(11.5%), 함경남도(13.1%), 강원도(17.4%), 자강도(9.3%), 량강도(8.8%) 역시 논면적 분포비율에 비해 상대적으로 많은 분포를 이루고 있었다. 이러한 차이가 북한의 부침땅 개간사업으로 인한 결과인지 자연환경특성의 영향을 받아서인지는 본 연구에서는 확인할 수 없다. 부침땅 개간으로 인한 산림면적의 감소 및 경작지 면적증가에 대한 연구를 위해서는 추후 개간 전의 영상 구매를 통해 시계열적 분석이 이뤄져야 한다고 판단되어진다.

북한은 지형적 특성 때문에 농경지가 1000m가 넘는 곳까지 분포하고 있는 것으로 나타나고 있다. 조선지리전서(농업지리, 1995)에 의하면 1984년 조사결과 논이 해발 100m 이내에 90%가 분포하나 해발 800m이상의 고지대까지 존재하고 있으며, 밭의 경우 해발 1000m이상의 고도에서 40천ha가 분포하고, 경사 16° 이상의 급경사지에서도 116천 ha의 면적이 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 이를 통해 볼 때, 농업입지가 상당히 열악한 조건을 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

경사등급분류는 논이 분포한 지역만을 추출하여 경사별로 차지하는 비율을 비교한 결과, A경사(0~2%)는 85.8%, B경사(2~7%)는 9.7%, c경사(7~15%)는 3%, D경사(15~30%)는 1%, F경사(>60%)는 0.1%로, 0~2% 경사대에 85%이상의 논이 분포하고 있었다. 이를 통해 볼 때 농경지가 대부분 평야 지대에 분포하고 있어 북한의 논면적을 늘리기 위한 수리 및 관개시설 증대 활동이 경사별 논의 분포에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

경사등급분류는 밭이 분포한 지역만을 추출하여 경사별로 차지하는 비율을 비교한 결과, A경사(0~2%)는 34.3%, B경사(2~7%)는 11%, C경사(7~15%)는 15.2%, D경사(15~30%)는 21.5%, F경사(>60%)는 2%로 경사도 60%이내에서 비교적 균일하게 밭농사가 이루어지고 있었으며, 경사 E에서도 밭면적 차지 비율이 오히려 증가하는 특성을 보이고 있었다. 이는 북한이 최근 심각한 식량난을 타개하기 위한 비탈밭, 다락밭조성사업으로 인해 파생된 정책적 성격이 강한 지표면 피복변화라고 판단되어진다. 김일성저작집에는 “우리나라에 경사지가 적지 않은 비중을 차지하고 있는 조건에서 경사지를 합리적으로 리용할데 대한 연구사업을 해야 합니다. 경지면적이 경사지까지 모두 합해서 180만-200만 정보밖에

안 되는 우리나라의 형편에서 수확이 많지 못하다고 하여 30만-40만 정보나 되는 경사지를 버릴 수는 없습니다.”라는 글이 있다. 이에서 볼 수 있듯이 북한은 20%밖에 되지 않는 농경지를 확대할 방안을 찾고 있다. 북한은 1976년 당중앙위원회 제5기 12차 전원회의에서 결정된 ‘자연개조 5대방침’에 따라 전국적인 규모의 농경지 확장사업 즉, 다락밭건설, 토지 개량, 간척지 개간, 새땅찾기 등을 시행해왔다(제4회 북한농업기반 국제세미나, 1998). 하지만 다락밭조성이 고비용 저효율이라는 측면에서 지금까지 건설진행이 미진한 것으로 알려져 있다. 또한 1990년대 초반이후 홍수 및 가뭄 등의 심각한 자연재해로 인해 식량난이 심화되었다. 이는 자연개조 5대 방침에 따른 인근 야산뿐만 아니라 경사 20°의 산지까지 무리한 다락밭조성, 외화획득을 위한 무분별한 벌채, 그리고 취사 및 겨울철 난방을 위해 연료채취 등으로 산에 나무가 없어 황폐화되었기 때문이다. 이것은 여름철 집중호우시 산사태와 홍수로 인한 침수, 농경지유실과 가옥피해, 방조제붕괴라는 연쇄적인 자연재해로 이어질 수밖에 없어 결과적으로는 북한 농업의 취약점이 되고 있다. 경사 A를 벗어나 점차 경사 B, C, D뿐만 아니라 경사 E까지 밭이 고르게 나타난다는 것은 북한주민의 농경활동 범위가 그들의 최근 심각한 식량난을 타개하기 위한 비탈밭, 다락밭 개간까지 이어지기 때문인 것으로 판단된다. 또한 나지와 초지가 경사별 전 영역에서 고른 분포를 보이고 있는 것은 다락밭조성, 취사·난방을 위한 임산연료 채취, 무분별한 벌채 등으로 인한 삼림훼손과 무관치 않은 것으로 판단된다.

(1) 지표면 피복분류

북한지역의 지표면 피복분류결과, <그림 4-20>, <표 4-19>에서 보는 바와 같이 행정구역별로는 산림이 8,512.2천ha(69.4%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 밭 1,922.5천ha(15.7%), 나지 810.4천ha(6.6%), 논 518.7천ha(4.3%), 초지 136.6천ha(1.1%), 인공건조물 111천ha(1%), 간척지 24.3천ha(0.2%), 구름 20.3천ha(0.2%), 염전 12.4천ha(0.1%) 순으로 분포하고 있었다. 수계별로는 전체면적 12,243.1천ha에서 산림이 8,512.2천ha(69.6%)로 가장 넓게 분포하고 있고, 밭 1,922.5천ha(15.7%), 나지 810.5천ha(6.6%), 논 518.7천ha(4.2%), 초지 136.6천ha(1.1%), 인공건조물 111천ha(0.9%), 간척지 24.3천ha(0.2%), 구름 20.3천ha(0.2%), 염전 12.4

천ha(0.1%) 순으로 분포하고 있었다. 행정구역 내에서는 수역면적에 바다가 포함되어 있어 1,409.7천ha(10.4%)이었고, 수계 내에서 바다를 제외한 순수한 하천 및 저수지 면적으로 174.5천ha(1.4%)이었다.

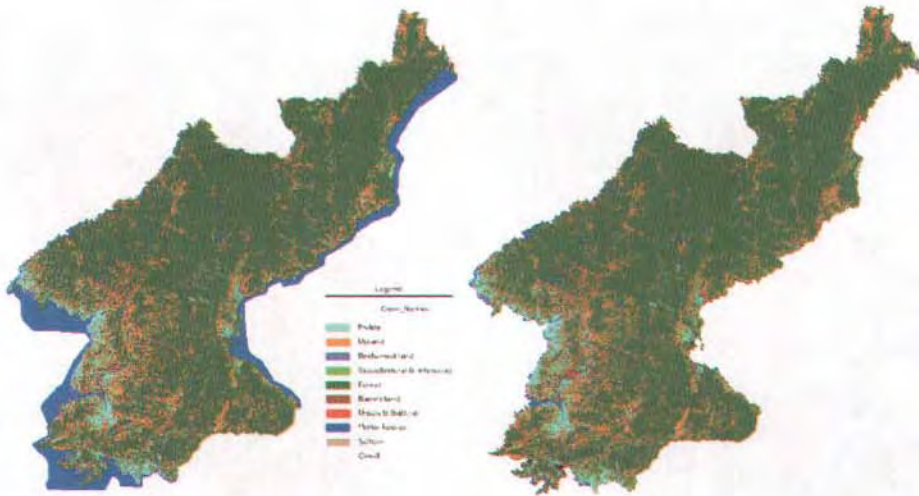


그림 4-20 Landsat TM을 이용한 북한 지표면 피복분류도(좌:행정구역, 우:수계)

표 4-19 북한 전체 지표면 피복분류면적

단위 : ha

분류항목	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
행정구역	518,732.3 (4.3)	1,922,540 (15.7)	24,279.6 (0.2)	136,640.7 (1.1)	8,512,210.5 (69.4)	810,472.2 (6.6)	110,975.4 (1)	176,701 (1.4)	12,357.3 (0.1)	20,306.8 (0.2)	12,245,216.1 (100)
수 계	518,732.3 (4.2)	1,922,545.8 (15.7)	24,279.6 (0.2)	136,636.6 (1.1)	8,512,212.9 (69.6)	810,472.5 (6.6)	110,975.5 (0.9)	174,536.2 (1.4)	12,434.3 (0.1)	20,306.9 (0.2)	12,243,132.4 (100)

(2) 경사분류

북한지역의 경사분류결과는 <그림 4-21>, <표 4-20>에서 보는 바와 같이 행정구역 및 수계별로 나누어 면적을 산출하였다. 행정구역별에서는 경사 E가 4,420천ha(36.1%)로 가장

천ha(0.1%) 순으로 분포하고 있었다. 행정구역 내에서는 수역면적에 바다가 포함되어 있어 1,409.7천ha(10.4%)이었고, 수계 내에서 바다를 제외한 순수한 하천 및 저수지 면적으로 174.5천ha(1.4%)이었다.

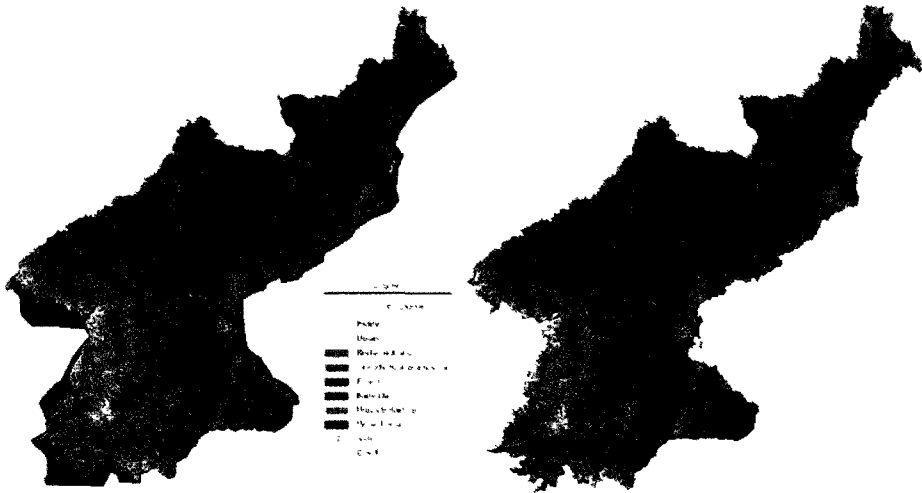


그림 4-20 Landsat TM을 이용한 북한 지표면 피복분류도(좌:행정구역, 우:수계)

표 4-19 북한 전체 지표면 피복분류면적

단위 : ha

분류항목	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
행정구역	518,732.3 (4.3)	1,922,540 (15.7)	24,279.6 (0.2)	136,640.7 (1.1)	8,512,210.5 (69.4)	810,472.2 (6.6)	110,975.4 (1)	176,701 (1.4)	12,357.3 (0.1)	20,306.8 (0.2)	12,245,216.1 (100)
수 계	518,732.3 (4.2)	1,922,545.8 (15.7)	24,279.6 (0.2)	136,636.6 (1.1)	8,512,212.9 (69.6)	810,472.5 (6.6)	110,975.5 (0.9)	174,536.2 (1.4)	12,434.3 (0.1)	20,306.9 (0.2)	12,243,132.4 (100)

(2) 경사분류

북한지역의 경사분류결과는 <그림 4-21>, <표 4-20>에서 보는 바와 같이 행정구역 및 수계별로 나누어 면적을 산출하였다. 행정구역별에서는 경사 E가 4,420천ha(36.1%)로 가장

넓게 분포하고 있었고, 그 다음으로 평지를 나타내는 경사 A는 2,395.6천ha(19.4%)이었으며, 경사 D 2,505.1천ha(20.5%), 경사 F 1,157.3천ha(9.5%), 경사 C 1,059천ha(8.7%), 경사 B 708.2천ha(5.8%)순으로 분포하였다.

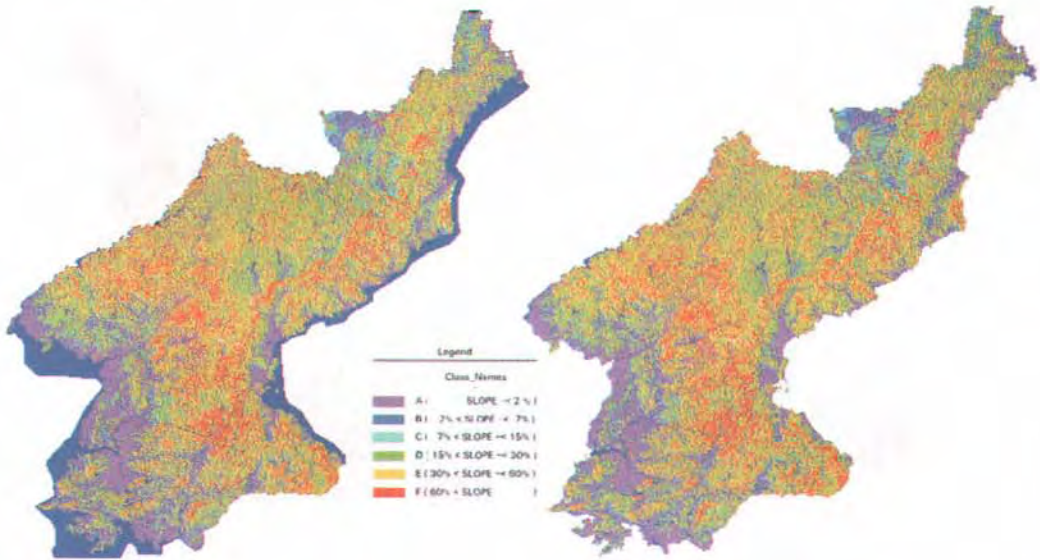


그림 4-21 수치고도자료(DEM)를 이용한 북한 경사분류도(좌:행정구역, 우:수계)

수계별로는 역시 경사 E가 4,418.5천ha(36.1%)를 차지하여 가장 넓었으며, 그 다음으로 경사 D가 2,504.6천ha(20.5%)였으며, 경사 A는 바다면적이 제외되어 2,395천ha(19.6%)를 차지하였다. 그리고 나머지는 경사 F 1,157.1천ha(9.4%), 경사 C 1,058.9천ha(8.6%), 경사 B 708.2천ha(5.8%)순이었다.

표 4-20 북한 전체 분류항목별 경사분류면적

단위 : ha

경사등급	A	B	C	D	E	F	계
행정구역	2,395,566.1 (19.4)	708,212.6 (5.8)	1,059,042.4 (8.7)	2,505,067.7 (20.5)	4,419,985.4 (36.1)	1,157,341.9 (9.5)	12,245,216.1 (100)
수계	2,394,981.2 (19.6)	708,208.6 (5.8)	1,058,946.1 (8.6)	2,504,635.3 (20.5)	4,418,475.7 (36.1)	1,157,143.3 (9.4)	12,243,132.4 (100)

넓게 분포하고 있었고, 그 다음으로 평지를 나타내는 경사 A는 2,395.6천ha(19.4%)이었으며, 경사 D 2,505.1천ha(20.5%), 경사 F 1,157.3천ha(9.5%), 경사 C 1,059천ha(8.7%), 경사 B 708.2천ha(5.8%)순으로 분포하였다.

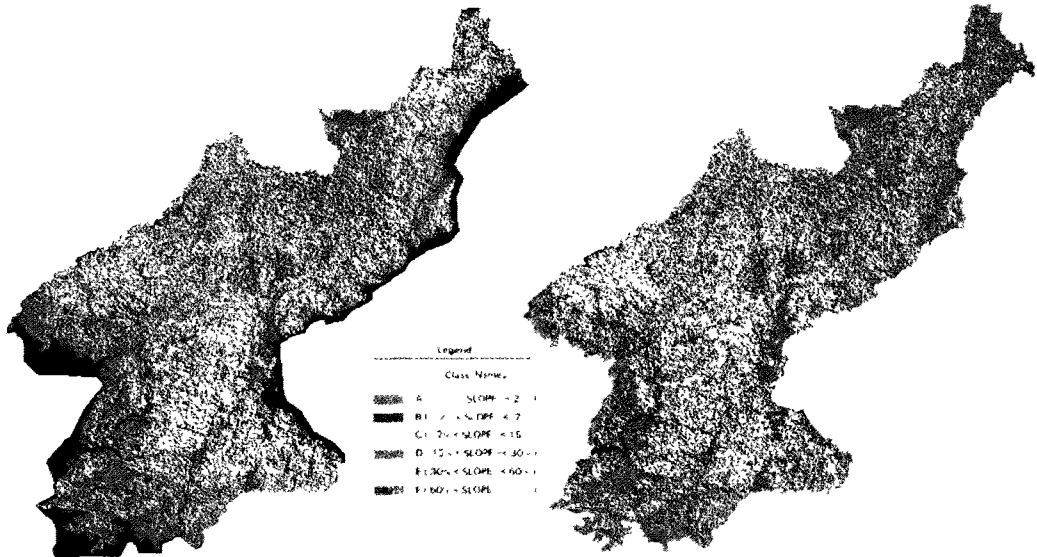


그림 4-21 수치고도자료(DEM)를 이용한 북한 경사분류도(좌:행정구역, 우:수계)

수계별로는 역시 경사 E가 4,418.5천ha(36.1%)를 차지하여 가장 넓었으며, 그 다음으로 경사 D가 2,504.6천ha(20.5%)였으며, 경사 A는 바다면적이 제외되어 2,395천ha(19.6%)를 차지하였다. 그리고 나머지는 경사 F 1,157.1천ha(9.4%), 경사 C 1,058.9천ha(8.6%), 경사 B 708.2천ha(5.8%)순이었다.

표 4-20 북한 전체 분류항목별 경사분류면적

단위 : ha

경사등급	A	B	C	D	E	F	계
행정구역	2,395,566.1 (19.4)	708,212.6 (5.8)	1,059,042.4 (8.7)	2,505,067.7 (20.5)	4,419,985.4 (36.1)	1,157,341.9 (9.5)	12,245,216.1 (100)
수계	2,394,981.2 (19.6)	708,208.6 (5.8)	1,058,946.1 (8.6)	2,504,635.3 (20.5)	4,418,475.7 (36.1)	1,157,143.3 (9.4)	12,243,132.4 (100)

나. 북한농업생산기반 정보의 수치화

1) 개요

공간자료 구축단계에서는 Autocad를 이용하여 vector화 및 registering 작업을 수행하도록 하였다. 그리고 속성입력은 ESRI의 Arcview3.1을 사용하였다.

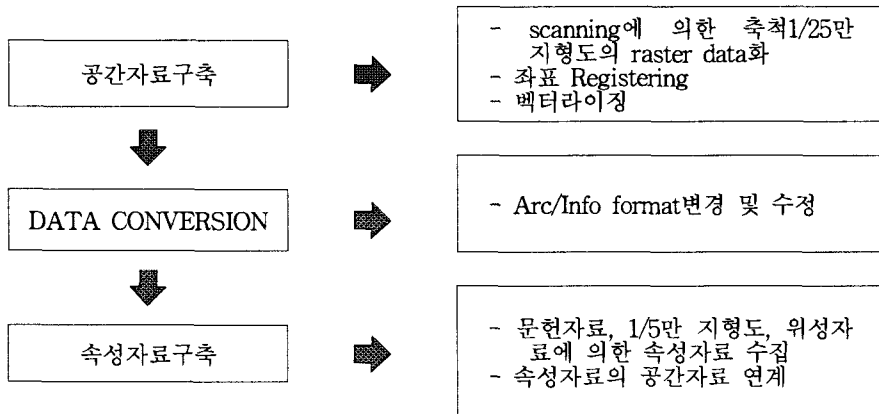


그림 4-22 GIS작업 모식도

축척 1:250,000 북한지역 지형도의 수치지도화를 위해 우선 도면에 표시된 지형정보에 관련된 자료(수계, 행정구역경계, 도로망 등)를 scanning한 후 vector화하였으며, 지리정보 시스템(GIS)에서 요구되는 공간객체간의 위상관계(topology)나 속성자료가 없는 AutoCAD 파일형식(DXF)으로 제작하였다. AutoCAD파일형식의 수치지도자료는 자동지도제작이나 도면의 갱신 등에 있어서 편리한 측면이 있다. AutoCAD형식의 파일은 GIS환경에서 사용되기 위하여 Arcview3.1에서 적합한 형태로 자료 변환을 하여 수정한 후 속성자료 입력을 하였다.

주제도는 행정구역도(도계, 군계), 수계도(주요 수계), 수리시설물도(주요저수지), 토지피복분류도로 구성되어 있다.

주제도 구축을 위해 사용된 지형도는 북한전역을 포괄하는 축척 1:250,000 지형도 12도엽이며, 축척 1:50,000 지형도 220도엽은 지형 및 시설물 현황의 도상 분석을 위해 쓰였다.

AutoCAD를 이용하여 국립지리원 '수치지도작성 작업규칙'에서 정한 각 레이어 코드의 기준에 따라 공간정보를 입력하였다.

본 시스템은 ESRI의 Arcview3.1의 매크로언어인 AVENUE를 사용하였다. 메뉴구성은 기본데이터보기와 지역별 데이터검색으로 이루어져있다. 각각의 보기 데이터에는 세부 메뉴가 포함되어 있고 이 세부 메뉴로 각 구역과 군지역의 데이터를 검색할 수 있다.



그림 4-23 북한농업기반정보시스템 시작화면 및 주메뉴

기본데이터보기는 전체 구역에 대한 데이터를 볼 수 있다. 행정경계도는 도경계와 군경계를 따로 볼 수 있게 메뉴를 구성하였다.

지역경계별 데이터보기는 도별 조회와 유역경계별 조회로 나누어져 있다. 도별조회는 군경계, 토지피복도, 하천도, 수리시설물도 등을 각 도별로 조회할 수 있도록 구성하였다. 도별 각 주제별 메뉴를 선택하면 아래 그림과 같이 세부메뉴가 나타나게 된다. 그리고 각 유역별 도형을 조회하기 위해 세부메뉴를 구성하였다.

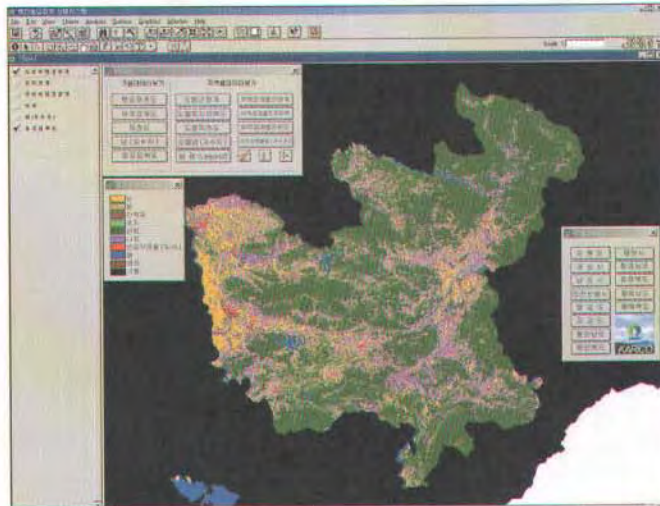


그림 4-24 도별 토지피복분류 조회의 예 (황해북도)

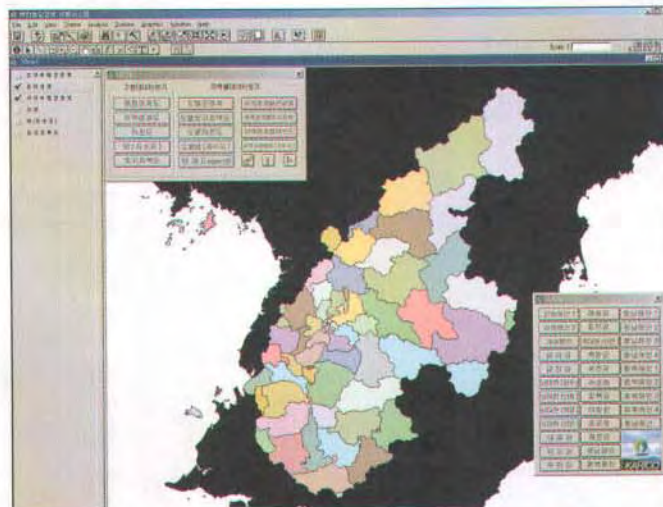


그림 4-25 유역별 군경계 조회의 예(대동강)

지역경계별 데이터보기는 도별 조회와 유역경계별 조회로 나누어져 있다. 도별조회는 군경계, 토지피복도, 하천도, 수리시설물도 등을 각 도별로 조회할 수 있도록 구성하였다. 도별 각 주제별 메뉴를 선택하면 아래 그림과 같이 세부메뉴가 나타나게 된다. 그리고 각 유역별 도형을 조회하기 위해 세부메뉴를 구성하였다.

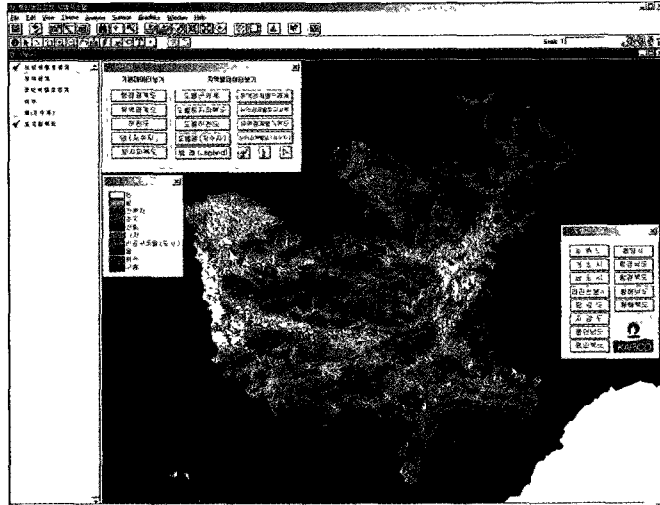


그림 4-24 도별 토지피복분류 조회의 예 (황해북도)

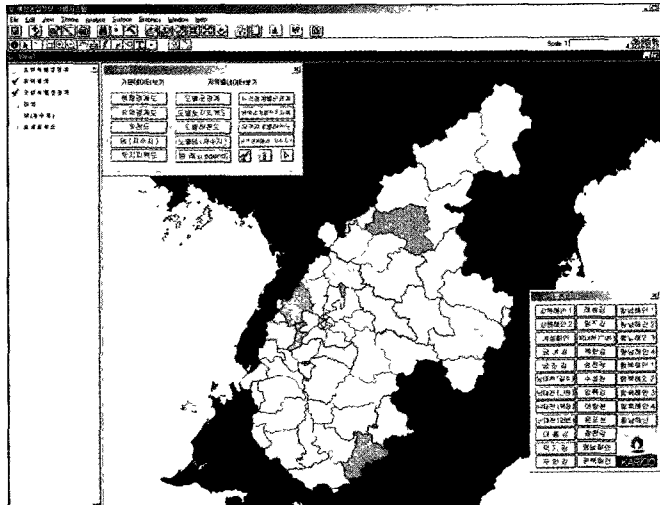


그림 4-25 유역별 군경계 조회의 예(대동강)

2) 북한농업기반 GIS

주제도는 행정구역도(도·직할시계, 시·군계), 수계도(수문구별 주요수계), 수리시설물도, 토지피복도로 구성되어있다. 주제도 구축을 위해 사용된 지형도는 북한전역을 포괄하는 축척 1:250,000 지형도 12도엽이며, 축척 1:50,000 지형도 220도엽은 지형 및 시설물 현황의 도상 분석에 이용하였다.

공간자료 구축단계에서는 Autocad를 이용하여 vector화 및 registering 작업 수행하였다. 그리고 Arcview3.1을 사용하여 속성을 입력·편집하였다.

가) 행정구역도

행정구역 경계자료는 폴리곤으로 구성되었다. 행정구역도는 도별행정경계와 군별행정경계를 따로 작성하였다. 도별행정경계는 9개도(서해안 : 평안북도, 평안남도, 황해남도, 황해북도, 동해안 : 함경북도, 함경남도, 강원도, 내륙 : 자강도, 양강도) 및 4개 직할시(평양시, 남포시, 개성시, 나진선봉시) 행정경계 벡터데이터를 작성하였다.

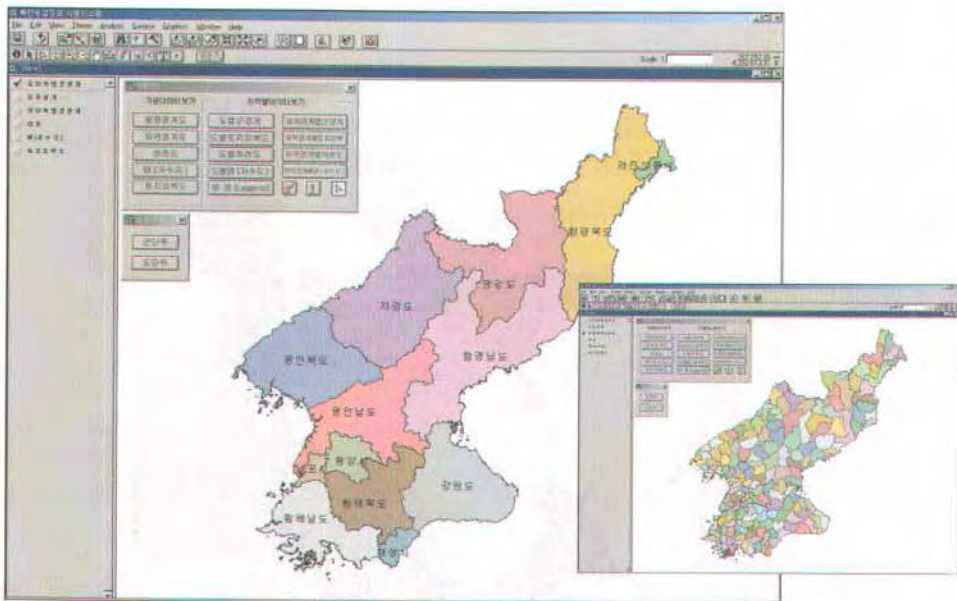


그림 4-26 도별행정구역도 및 군별 행정구역도

2) 북한농업기반 GIS

주제도는 행정구역도(도·직할시계, 시·군계), 수계도(수문구별 주요수계), 수리시설물도, 토지피복도로 구성되어있다. 주제도 구축을 위해 사용된 지형도는 북한전역을 포괄하는 축척 1:250,000 지형도 12도엽이며, 축척 1:50,000 지형도 220도엽은 지형 및 시설물 현황의 도상 분석에 이용하였다.

공간자료 구축단계에서는 Autocad를 이용하여 vector화 및 registering 작업 수행하였다. 그리고 Arcview3.1을 사용하여 속성을 입력·편집하였다.

가) 행정구역도

행정구역 경계자료는 폴리곤으로 구성되었다. 행정구역도는 도별행정경계와 군별행정경계를 따로 작성하였다. 도별행정경계는 9개도(서해안 : 평안북도, 평안남도, 황해남도, 황해북도, 동해안 : 함경북도, 함경남도, 강원도, 내륙 : 자강도, 양강도) 및 4개 직할시(평양시, 남포시, 개성시, 나진선봉시) 행정경계 벡터데이터를 작성하였다.

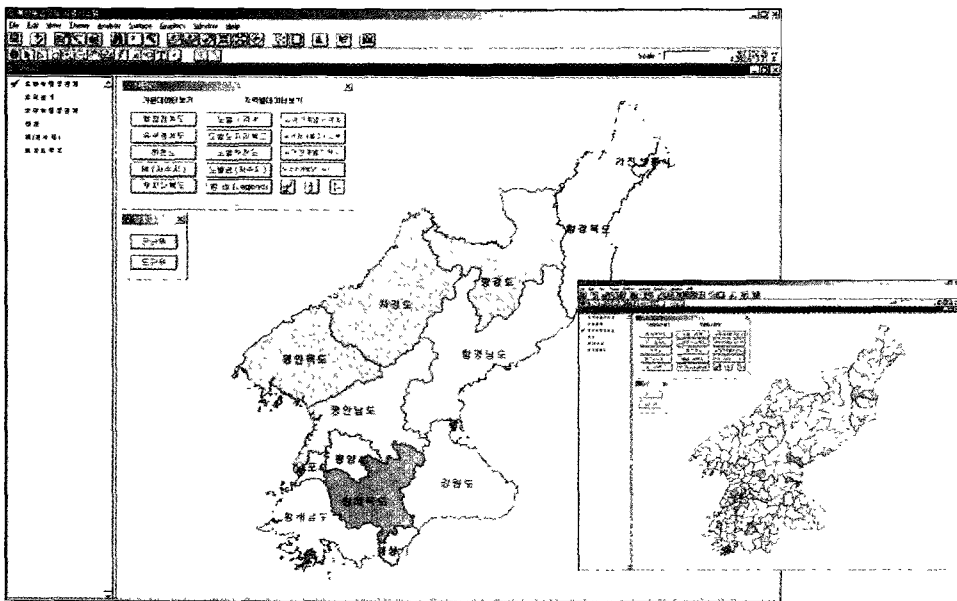


그림 4-26 도별행정구역도 및 군별 행정구역도

군행정 경계 벡터데이터는 평안북도(2개시, 23개군), 평안남도(5개시, 14개군), 황해남도(1개시, 19개군), 황해북도(2개시, 14개군), 함경북도(4개시, 13개군), 함경남도(3개시, 15개군), 강원도(2개시, 15개군), 자강도(3개시, 15개군), 양강도(1개시, 11개군), 평양시(4개군), 남포시(1개군), 개성시(1개시, 3개군) 행정경계 벡터데이터를 작성하였다.

나) 수계도, 수리시설물도

수계는 폴리곤으로 구성되어 있고, 하천망은 선으로 구성되었다. 유역은 크게 서해안구, 동해안구, 북부구로 구분하고, 각각의 세부유역은 아래 표와 같다. 저수지 위주로 구성되어 있으며 폴리곤, 방조제는 선, 양수장 및 보는 점으로 구성되었다.

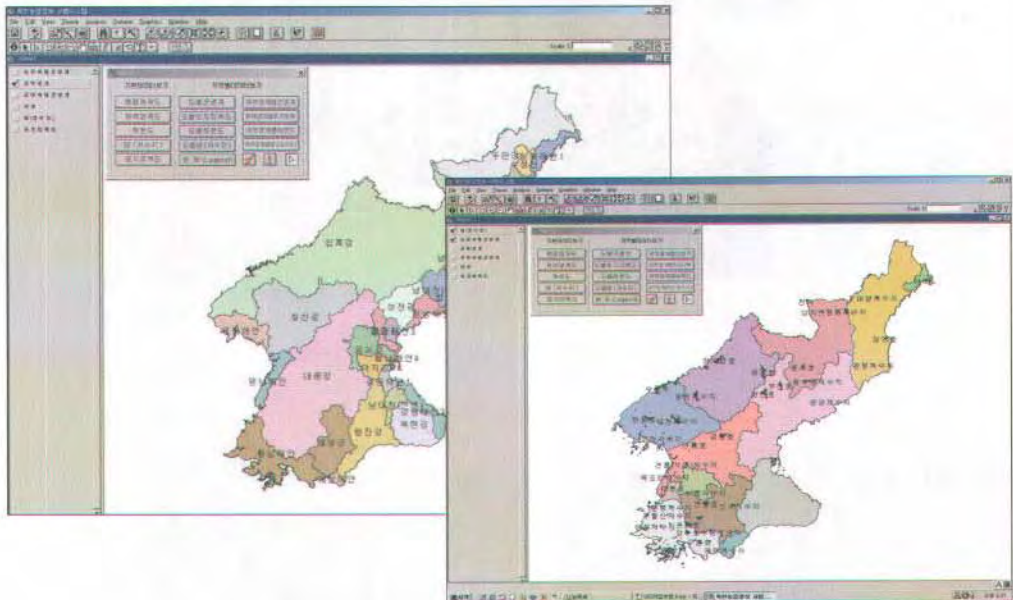


그림 4-27 수계도 및 수리시설물도(도별)

다) 토지피복도

위성화상분석결과인 토지피복분류도는 논, 밭, 간척지, 초지, 산림, 나지, 인공구조물(도

군행정 경계 벡터데이터는 평안북도(2개시, 23개군), 평안남도(5개시, 14개군), 황해남도(1개시, 19개군), 황해북도(2개시, 14개군), 함경북도(4개시, 13개군), 함경남도(3개시, 15개군), 강원도(2개시, 15개군), 자강도(3개시, 15개군), 양강도(1개시, 11개군), 평양시(4개군), 남포시(1개군), 개성시(1개시, 3개군) 행정경계 벡터데이터를 작성하였다.

나) 수계도, 수리시설물도

수계는 폴리곤으로 구성되어 있고, 하천망은 선으로 구성되었다. 유역은 크게 서해안구, 동해안구, 북부구로 구분하고, 각각의 세부유역은 아래 표와 같다. 저수지 위주로 구성되어 있으며 폴리곤, 방조제는 선, 양수장 및 보는 점으로 구성되었다.

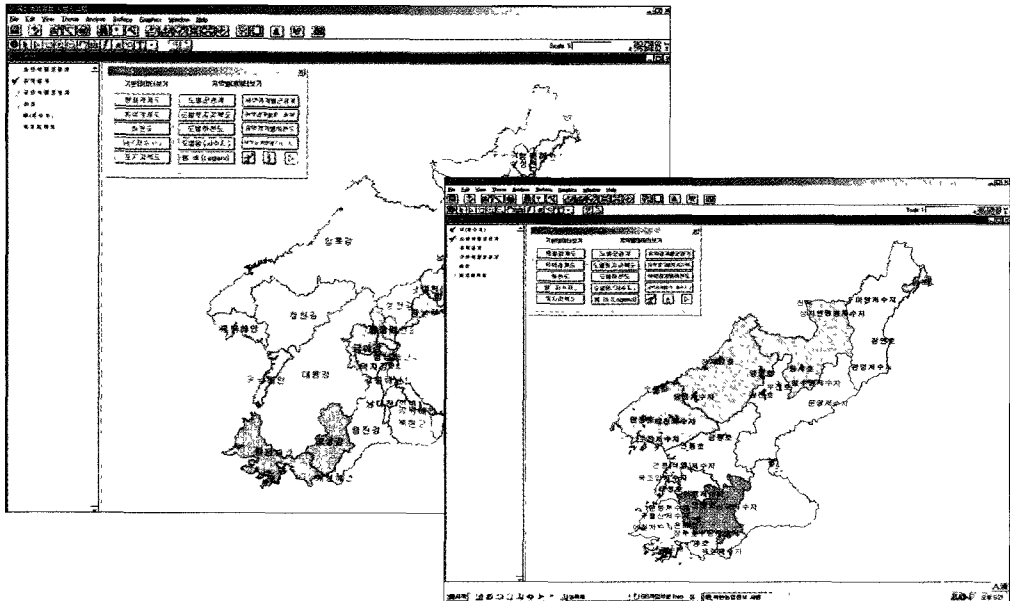


그림 4-27 수계도 및 수리시설물도(도별)

다) 토지피복도

위성화상분석결과인 토지피복분류도는 논, 밭, 간척지, 초지, 산림, 나지, 인공구조물(도

시), 물, 염전, 구름 등 총 10개 항목으로 분류되어 있다.

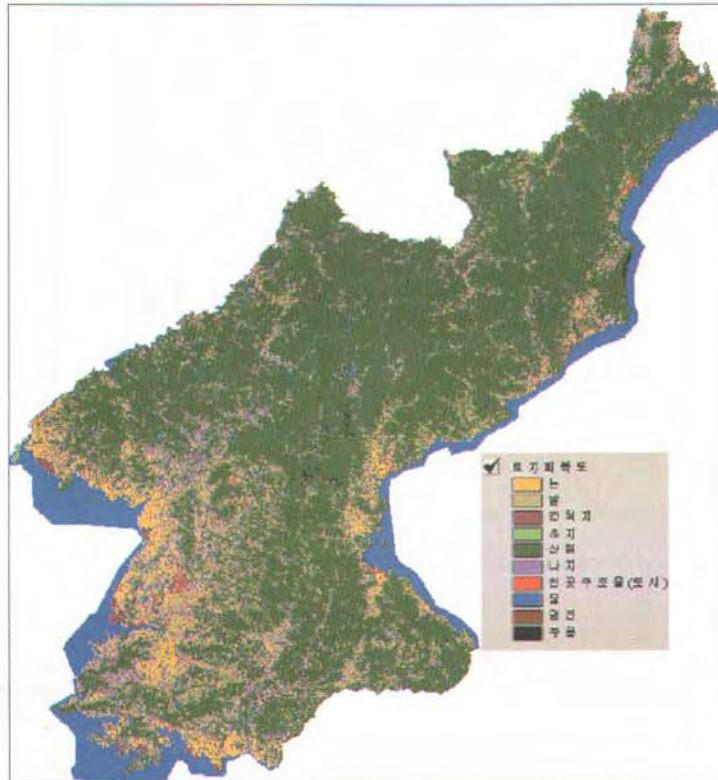


그림 4-28 수리시설물도(도별)

2. 행정구역별 농업생산기반 정보

가. 행정구역(도, 시, 군)별 지표면 피복분류

행정구역별로 구분하여 복한 지표면 피복분류 결과 그림 4-29와 표 4-21에서 보는 바와 같이 논면적은 황해남도가 143.6천ha로 가장 넓게 분포하고 있었고, 다음으로 평안남도 95.4천ha, 평안북도 86.4천ha, 함경남도 42.1천ha 순이었다. 밭면적 역시 평안남도가 259천ha로 가장 넓게 분포하고 있었고 다음으로 함경남도 243.1천ha, 평안북도 230천ha, 황해북도 213.7천ha 순이었다.

시), 물, 염전, 구름 등 총 10개 항목으로 분류되어 있다.

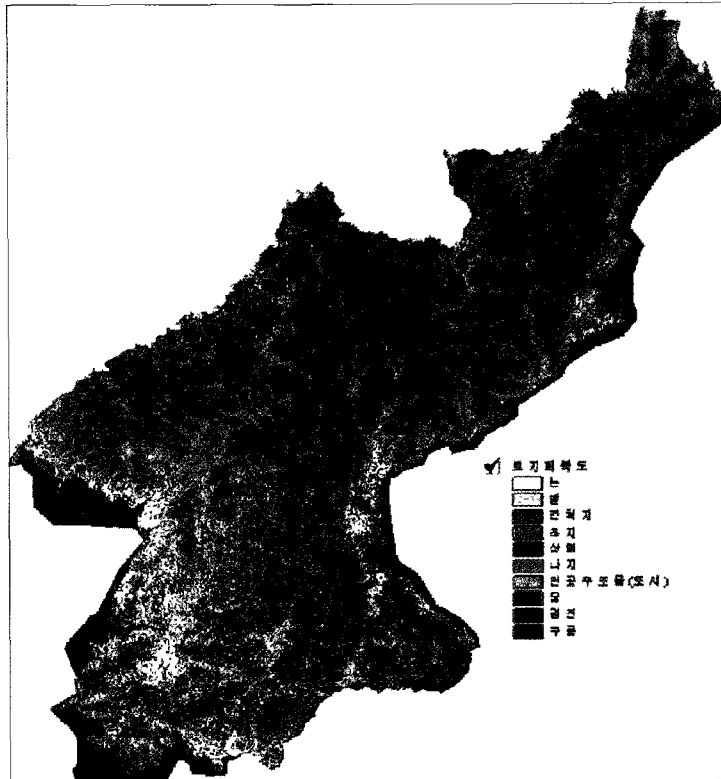


그림 4-28 수리시설물도(도별)

2. 행정구역별 농업생산기반 정보

가. 행정구역(도, 시, 군)별 지표면 피복분류

행정구역별로 구분하여 북한 지표면 피복분류 결과 그림 4-29와 표 4-21에서 보는 바와 같이 논면적은 황해남도가 143.6천ha로 가장 넓게 분포하고 있었고, 다음으로 평안남도 95.4천ha, 평안북도 86.4천ha, 함경남도 42.1천ha 순이었다. 밭면적 역시 평안남도가 259천ha로 가장 넓게 분포하고 있었고 다음으로 함경남도 243.1천ha, 평안북도 230천ha, 황해북도 213.7천ha 순이었다.



그림 4-29 북한의 행정구역별 지표면 피복분류도

산림면적은 함경남도가 1,448.5천ha로 가장 많이 분포하고 있었고 다음으로 자강도 1,392.4천ha, 함경북도 1,310.5천ha, 량강도 1,197.8천ha 순이었다. 나지는 황해남도가 138.1천ha로 가장 넓게 분포하고 있었고, 다음으로 평안북도 110.5천ha, 평안남도 89천ha, 자강도 83.6천ha 순이었다. 간척지면적은 평안북도에 9.8천ha로 가장 넓게 분포하고 있었고, 다음으로 황해남도 8.7천ha, 평안남도 5.7천ha, 남포직할시 0.1천ha 순이며 타도에는 간척지가 나타나지 않았다. 인공건조물은 함경북도에서 20.2천ha로 가장 넓게 분포하고 있었고, 평안북도 15.7천ha, 평양특별시 14.7천ha, 평안남도 14.4천ha 순으로 넓게 분포하고 있었다.

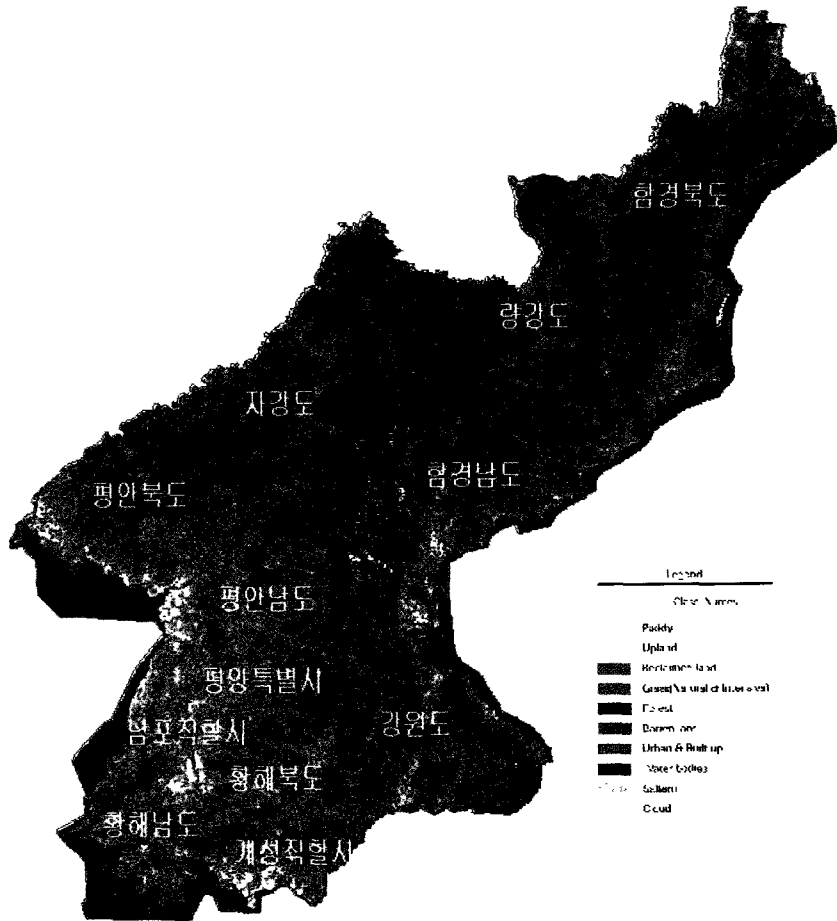


그림 4-29 북한의 행정구역별 지표면 피복분류도

산림면적은 함경남도가 1,448.5천ha로 가장 많이 분포하고 있었고 다음으로 자강도 1,392.4천ha, 함경북도 1,310.5천ha, 량강도 1,197.8천ha 순이었다. 나지는 황해남도가 138.1천ha로 가장 넓게 분포하고 있었고, 다음으로 평안북도 110.5천ha, 평안남도 89천ha, 자강도 83.6천ha 순이었다. 간척지면적은 평안북도에 9.8천ha로 가장 넓게 분포하고 있었고, 다음으로 황해남도 8.7천ha, 평안남도 5.7천ha, 남포직할시 0.1천ha 순이며 타도에는 간척지가 나타나지 않았다. 인공건조물은 함경북도에서 20.2천ha로 가장 넓게 분포하고 있었고, 평안북도 15.7천ha, 평양특별시 14.7천ha, 평안남도 14.4천ha 순으로 넓게 분포하고 있었다.

표 4-21 북한지역의 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

분류항목 행정구역	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	물	염전	구름	계
함경북도	21,926.4 (213)	191,509.7 (11.5)	0 (0)	31,774.9 (1.9)	1,310,498.2 (78.6)	71,897.7 (4.3)	20,152.6 (1.2)	13,823.5 (0.8)	0 (0)	5,855.4 (0.4)	1,667,438.3 (100)
함경남도	42,108.3 (2.3)	243,084.2 (13.1)	0 (0)	16,150.7 (0.9)	1,448,503 (78.2)	62,016.5 (3.3)	12,990.2 (0.7)	16,950.9 (0.9)	2.8 (0.0)	10,091.8 (0.5)	1,851,898 (100)
평안북도	86,389.7 (7)	229,962.4 (18.7)	9,759.7 (0.8)	18,882.3 (1.5)	726,197.3 (59.1)	110,547.6 (9)	15,677.8 (1.3)	30,611.4 (2.5)	958.6 (0.1)	390.3 (0)	1,229,377 (100)
평안남도	95,359.2 (8)	259,000.9 (21.7)	5,684.3 (0.5)	15,169.5 (1.3)	688,907.6 (57.7)	89,002.6 (7.5)	14,350.0 (1.2)	14,779.7 (1.2)	7,791.9 (0.7)	2,924.8 (0.2)	1,192,966.6 (100)
황해북도	45,148.9 (5.5)	213,721.4 (26.1)	0 (0)	5,671.1 (0.7)	454,749.8 (55.5)	80,016.8 (9.8)	6,333 (0.8)	13,392.6 (1.6)	0 (0)	0 (0)	819,033.6 (100)
황해남도	143,622.1 (17)	185,625.3 (22)	8,733.2 (1)	10,830.9 (1.3)	312,252.1 (37.1)	138,141.8 (16.4)	10,977.2 (1.3)	29,889 (3.6)	2,605.3 (0.3)	47.4 (0)	842,724.3 (100)
자강도	3,488.3 (0.5)	155,618.7 (9.3)	0 (0)	5,902.6 (0.4)	1,392,432 (83.5)	83,648.3 (5)	3,432.5 (0.2)	18,541.7 (1.1)	0 (0)	249.9 (0)	1,663,314 (100)
량강도	1,069 (0.1)	122,495.4 (8.8)	0 (0)	17,761.1 (1.3)	1,197,792 (85.8)	47,555.7 (3.4)	1,151.4 (0.1)	7,264.2 (0.5)	0 (0)	146.7 (0)	1,395,235 (100)
강원도	25,950.1 (2.3)	193,260.8 (17.4)	0 (0)	6,691.2 (0.6)	801,895.1 (72.3)	64,582.6 (5.8)	5,813.8 (0.5)	10,559.6 (1)	0 (0)	600.5 (0.1)	1,109,354 (100)
평양특별시	28,630.4 (10.7)	81,363.8 (30.5)	0 (0)	5,116.1 (1.9)	93,585.0 (35.0)	35,561.8 (13.3)	14,705.8 (5.5)	8,056.2 (3)	0 (0)	0 (0)	267,019 (100)
남포직할시	13,616.7 (16.5)	23,040.5 (27.9)	102.4 (0.1)	891.5 (1.1)	13,409.2 (16.3)	16,064.9 (19.5)	3,632.6 (4.4)	10,707 (13.0)	998.7 (1.2)	0 (0)	82,468.5 (100)
개성직할시	11,423.2 (9.2)	23,857.0 (19.2)	0 (0)	1,798.8 (1.4)	71,989.2 (57.9)	11,435.9 (9.2)	1,758.5 (1.4)	2,125.2 (1.7)	0 (0)	0 (0)	124,387.8 (100)
계 (%)	518,732.3 (4.3)	1,922,540 (15.7)	24,279.6 (0.2)	136,640.7 (1.1)	8,512,210.5 (69.4)	810,472.2 (6.6)	110,975.4 (1)	176,701 (1.4)	12,357.3 (0.1)	20,306.8 (0.2)	12,245,216.1 (100)

1) 평안북도

평안북도는 총면적 1,229,377ha로 2시 22군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 <그림 4-30>과 <표 4-22>에서 보는 바와 같이 삼림이 726,197.3ha(59.1%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 229,962.4ha(18.7%), 나지 110,547.6ha(9%), 논 86,389.7ha(7%), 수역 30,611.4ha(2.5%), 초지 18,882.3ha(1.5%), 간척지 9,759.7ha(0.8%), 염전 958.6ha(0.1%), 구름 390.3ha(0.1%) 순으로 분포하고 있었다. 밭면적이 논면적에 비해 3배정도 넓게 분포하고 있었는데, 논·밭이 차지하는 면적과 비율을 비교해 본 결과 논면적 비율이 20%이상인 시·군별 논면적은 룡천군 11,765.5 ha(50.6%), 신의주시 4,696.8ha(26%), 염주군 12,047.1ha(36.2%), 운전군 7,157.4ha(20.3%), 광산군 7,293.1ha(21.4%)이었으며, 밭면적 비율이 25%이상인 시·군별 밭면적은 피현군 13,410.5ha(31.5%), 박천군 8,258ha(29.6%), 의주군 12,650.2ha(28.3%), 녕변군 13,389.5ha(26.9%), 운전군 9,429.8ha(26.8%)이었다. 삼림면적이 80%이상인 시·군은 대관군 72,175.1ha(84.5%), 천마군 65,009.3ha(82.5%), 창성군 50,175.5ha(82.3%), 동창군 56,762.1ha(86.7%)이었다. 또한 평안북도 시·군중 가장 많이 도시화가 이루어진 시·군은 신의주시로 2,063.5ha(11.4%)가 인공건조물로 분류되었다.

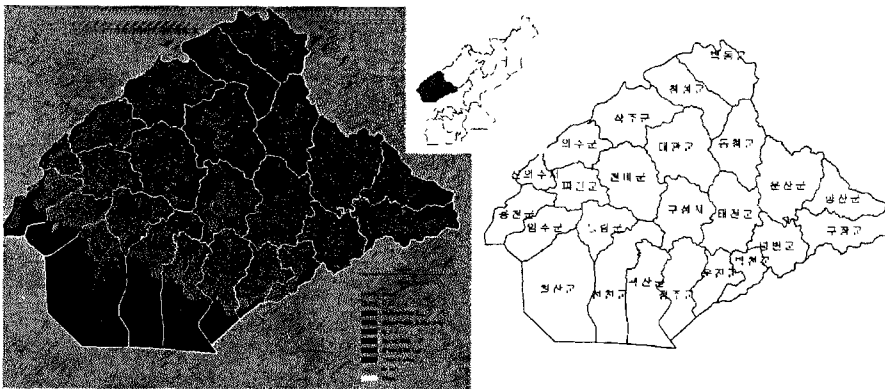


그림 4-30 평안북도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

표 4-22 평안북도 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 ; ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
평양군	7,293.5 (21.4)	8,501 (24.9)	367.2 (1.1)	465.8 (1.4)	12,753.5 (37.4)	3,113.7 (9.1)	773.6 (2.3)	849.7 (2.4)	0 (0)	1.8 (0)	34,109.7 (100)
구성시	3,501.1 (5.7)	14,974.7 (24.3)	0 (0)	1,510.8 (2.4)	36,306 (58.8)	3,293.3 (5.3)	1,417.7 (2.3)	743 (1.2)	0 (0)	13.8 (0)	61,760.3 (100)
구장군	295.1 (0.5)	14,722.5 (24.8)	0 (0)	1,031.2 (1.7)	34,872.2 (58.8)	7,278.3 (12.3)	849.8 (1.4)	252.8 (0.4)	0 (0)	0 (0)	59,301.9 (100)
녕변군	1,395.4 (2.8)	13,389.5 (27)	0 (0)	763.1 (1.5)	17,432 (35.1)	15,940.6 (32.1)	280.4 (0.6)	487.2 (1)	0 (0)	0 (0)	49,688.1 (100)
대관군	393.7 (0.5)	9,185.1 (10.8)	0 (0)	1,000.4 (1.2)	72,175.1 (84.5)	1,415.1 (1.7)	611.4 (0.7)	630.1 (0.7)	0 (0)	5.2 (0)	85,416 (100)
동림군	2,929.5 (6.9)	9,840.4 (23.2)	0 (0)	603.6 (1.4)	24,747.8 (58.2)	3,029.9 (7.1)	655.9 (1.5)	697.6 (1.6)	0 (0)	3.1 (0)	42,507.7 (100)
동창군	32.3 (0)	5,148.1 (7.9)	0 (0)	215.6 (0.3)	56,762.1 (86.7)	3,225.2 (4.9)	50.7 (0.1)	52.7 (0.1)	0 (0)	17.7 (0)	65,504.3 (100)
룡천군	11,756.5 (50.6)	4,178.9 (8)	0 (0)	610.8 (2.6)	2,214.7 (9.5)	1,110.9 (4.8)	934.7 (4)	2,434.3 (10.5)	0 (0)	0.3 (0)	23,241.2 (100)
박천군	5,034.2 (18)	8,258 (29.6)	0 (0)	719.3 (2.6)	5,260.6 (18.8)	7,026.1 (25.2)	411.8 (1.5)	1,229 (4.4)	0 (0)	0 (0)	27,939 (100)
벽동군	207.2 (0.3)	6,129.5 (9.7)	0 (0)	565.5 (0.9)	50,127.4 (79.4)	3,021.1 (4.8)	96 (0.2)	2,819.1 (4.5)	0 (0)	167.2 (0.3)	63,133 (100)
삭주군	699 (0.9)	10,709.5 (14.5)	0 (0)	2,106 (2.9)	55,181.2 (74.8)	1,927.3 (2.6)	868.3 (1.2)	2,287.8 (3.1)	0 (0)	11.3 (0)	73,790.4 (100)
선천군	6,219.1 (15.5)	9,951.7 (24.8)	537.6 (1.3)	613.6 (1.5)	18,346.8 (45.8)	3,229.4 (8.1)	742.1 (1.9)	342.2 (0.9)	93.5 (0.2)	3.2 (0)	40,079.2 (100)
신의주시	4,696.8 (25.9)	3,873.2 (21.4)	0 (0)	531.5 (2.9)	3,446.5 (19.1)	963.9 (5.3)	2,063.5 (11.4)	2,511.2 (13.9)	0 (0)	2.2 (0)	18,088.7 (100)
염주군	12,047.1 (36.2)	6,271.1 (18.8)	5,289.8 (15.9)	400.6 (1.2)	5,213.6 (15.6)	2,209.1 (6.6)	678.7 (2)	463.1 (1.4)	741 (2.2)	4.5 (0)	33,318.6 (100)
운천군	7,157.4 (20.3)	9,429.8 (26.8)	0 (0)	590 (1.7)	11,813.1 (33.6)	5,194.3 (14.8)	314.2 (0.9)	704.3 (2)	0 (0)	0 (0)	35,203.1 (100)
운산군	527.9 (0.6)	13,831.1 (16)	0 (0)	560.9 (0.7)	56,345.3 (65.2)	14,847.9 (17.2)	110.3 (0.1)	159.3 (0.2)	0 (0)	0 (0)	86,382.7 (100)
의주군	2,284.6 (5.1)	12,650.2 (28.3)	0 (0)	1,408.5 (3.1)	23,479.9 (52.5)	2,724.7 (6.1)	1,105.8 (2.5)	1,086.2 (2.4)	0 (0)	3.4 (0)	44,743.3 (100)
정주군	8,268.5 (17.4)	13,779.2 (29.1)	0 (0)	979 (2.1)	18,195.2 (38.4)	3,893.8 (8.2)	1,335.3 (2.8)	830.2 (1.8)	124.1 (0.2)	0.7 (0)	47,406 (100)
창성군	226 (0.4)	3,542.2 (5.8)	0 (0)	458.7 (0.8)	50,175.5 (82.3)	1,120.1 (1.8)	204.1 (0.3)	5,127.4 (8.4)	0 (0)	139.7 (0.2)	60,993.8 (100)
천마군	547.2 (0.7)	8,542.7 (10.8)	0 (0)	1,276.1 (1.6)	65,009.3 (82.5)	728.2 (0.9)	500.9 (0.6)	2,187.6 (2.8)	0 (0)	0.2 (0)	78,792.2 (100)

() : 비율(%)

(계속)

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
철산군	5,989.4 (18.4)	8,078.6 (24.8)	3,565.1 (10.9)	335.5 (1)	10,011.2 (30.7)	3,747 (11.5)	423.9 (1.3)	417.7 (1.3)	0 (0)	9.1 (0)	32,577.5 (100)
태천군	2,115.5 (2.9)	14,188.1 (19.3)	0 (0)	948.8 (1.3)	40,942.5 (55.6)	11,832.9 (16.1)	227.1 (0.3)	3,415.6 (4.6)	0 (0)	0 (0)	73,670.6 (100)
피현군	2,647 (6.2)	13,410.5 (31.5)	0 (0)	929.9 (2.2)	21,032.5 (49.5)	2,903.4 (6.8)	946.4 (2.2)	661 (1.6)	0 (0)	1.2 (0)	42,531.8 (100)
향산군	125.7 (0.3)	7,376.9 (15)	0 (0)	257.1 (0.5)	34,353.3 (69.8)	6,771.7 (13.8)	75.3 (0.2)	232.5 (0.5)	0 (0)	5.9 (0)	49,198.3 (100)
계	86,389.7 (7)	229,962.4 (18.7)	9,759.7 (0.8)	18,882.3 (1.5)	726,197.3 (59.1)	111,547.6 (9)	15,677.8 (1.3)	30,611.4 (2.5)	958.6 (0.1)	390.3 (0)	1,229,377 (100)

() : 비율(%)

2) 평안남도

평안남도는 총면적 1,192,966.6ha로 그림 4-31에서 보는 바와 같이 5시 1구 14군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 표 4-23에서 보는 바와 같이 삼림이 688,907.6ha(57.7%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 259,000.9ha(21.7%), 논 95,359.2ha(8%), 나지 89,002.6ha(7.5%), 초지 15,165.5ha(1.3%), 수역 14,779.7ha(1.2%), 인공건조물 14,350ha(1.2%), 염전 7,791.9ha(0.7%), 간척지 5,684.3ha(0.5%), 구름 2,924.8ha(0.2%) 순으로 분포하고 있었다. 분류항목별로 차지하는 면적과 비율을 비교해 본 결과 논면적 비율이 20%이상인 시·군별 논면적은 대동군 10,181.3ha(30%), 문덕군 12,565.9ha(44.7%), 속천군 17,965.8ha(42.5%), 온천군 11,291.5ha(30.1%), 증산군 9,885.2ha(27.8%), 청남구 3,769.3ha(83.1%), 평원군 12,978ha(28.9%)이었으며, 밭면적 비율이 30%이상인 시·군별 밭면적은 개천시 22,306.2 ha(30.6%), 대동군 11,553.3ha(34.1%), 증산군 11,047ha(31%), 성천군 22,886.8ha(32.4%), 순천시 30,339.3ha(39.4%), 평성시 12,361.5ha(33.9%), 평원군 13,369.4ha(26.4%)이었다. 삼림면적이 80%이상인 시·군은 녕원군 106,684.9 ha(88.5%), 대흥군 109,615.1 ha(89.4%), 양덕군 62,667.7ha(81.1%)이었으며 간척지와 염전은 바다를 끼고 있는 속천군, 온천군, 평원군에만 분포하였다. 또한 평안남도 시·군중 가장 많이 도시화가 이루어져 인공

건조물로 분류된 시·군은 순천시 2,646.8ha(3.4%)와 개천시 2,504.9ha(3.4%)이었다.

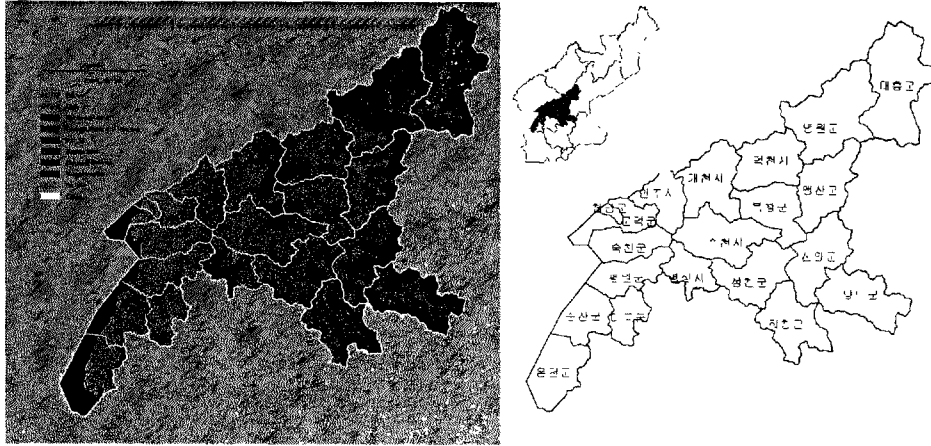


그림 4-31 평안남도 행정구역 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

3) 황해북도

황해북도는 총면적 819,045.3ha로 <그림 4-32>에서 보는 바와 같이 2시 14군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 <표 4-24>에서 보는 바와 같이 삼림이 454,749.8ha(55.5%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 213,721.4ha(26.1%), 나지 80,016.8ha(9.8%), 논 45,148.9ha(5.5%), 수역 13,392.6ha(1.6%), 인공건조물 6,333ha(0.6%), 초지 5,671.1ha(0.7%) 순으로 분포하고 있었으며, 행정구역이 내륙에 존재하는 관계로 간척지와 염전은 없었다. 전체 분류항목별 차지하는 면적과 비율을 비교해본 결과 논면적 비율이 20%이상인 시·군은 사리원시 2,313.2 ha(29.9%)밖에 없었으며, 밭면적 비율이 30%이상인 시·군별 밭면적은 서흥군 22,847.9ha(37.3%), 송림시 2,151.7ha(31.7%), 신계군 23,369.1ha(32.5%), 은파군 13,315.1ha(37%), 황주군 22,808.9ha(43.3%)이었다. 삼림면적이 80%이상인 시·군은 유일하게 신평군 91,208.2ha(83.9%)밖에 없었다. 또한 황해북도 시·군중 가장 많이 도시화가 이루어진 시·군은 사리원시 955.4ha(12.4%)와 송림시 856.8ha(12.6%)가 인공건조물로 분류되었다.

표 4-23 평안남도 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
개천시	1,759 (2.4)	22,306.2 (30.6)	0 (0)	2,315.6 (3.2)	37,728.9 (51.9)	5,034.2 (6.9)	2,504.9 (3.4)	1,130.3 (1.6)	0 (0)	0 (0)	72,799.1 (100)
녕원군	18.9 (0)	9,497.9 (7.9)	0 (0)	816.3 (0.7)	106,685 (88.5)	3,188.3 (2.6)	49.8 (0)	144.3 (0.1)	0 (0)	97.9 (0.1)	120,498.2 (100)
대동군	10,181.3 (30)	11,553.3 (34.1)	0 (0)	165.2 (0.5)	4,845 (14.3)	6,110.2 (18)	496 (1.5)	542 (1.6)	0 (0)	0 (0)	33,893.0 (100)
대흥군	0.8 (0)	7,625.9 (6.2)	0 (0)	398.3 (0.3)	109,615 (89.4)	1,987 (1.6)	2.4 (0)	204.3 (0.2)	0 (0)	2,797.2 (2.3)	122,630.0 (100)
덕천시	409.1 (0.6)	16,219.8 (23.6)	0 (0)	1,852.5 (2.7)	43,104.2 (62.8)	3,375.4 (4.9)	1,717.7 (2.5)	1,914.5 (2.8)	0 (0)	0 (0)	68,593.1 (100)
맹산군	359.3 (0.5)	15,484.5 (21.5)	0 (0)	1,381 (1.9)	50,780.4 (70.5)	3,794.6 (5.3)	133.7 (0.2)	43.8 (0.1)	0 (0)	13.6 (0)	71,990.9 (100)
문덕군	12,565.9 (44.7)	6,291.4 (22.4)	0 (0)	194.5 (0.7)	4,786.8 (17)	3,189.9 (11.3)	425.9 (1.5)	678.9 (2.4)	0 (0)	0 (0)	28,133.2 (100)
북창군	584.4 (1)	16,068 (26.4)	0 (0)	2,288.5 (3.8)	36,517 (60.1)	3,072.2 (5.1)	1,825 (3)	446.9 (0.7)	0 (0)	0 (0)	60,802.0 (100)
성천군	1,308.3 (1.9)	22,886.8 (32.4)	0 (0)	615.6 (0.9)	37,252.5 (52.8)	6,534.6 (9.2)	753.7 (1.1)	1,293.3 (1.8)	0 (0)	0 (0)	70,644.9 (100)
속천군	17,965.8 (42.5)	8,883.7 (21)	85.1 (0.2)	271.4 (0.6)	5,754.6 (13.6)	5,741.9 (13.6)	443.1 (1)	521.5 (1.2)	2,643.4 (6.2)	0 (0)	42,310.4 (100)
순천시	5,210 (6.8)	30,339.3 (39.4)	0 (0)	1,177.7 (1.5)	27,548.6 (35.8)	8,434.4 (10.9)	2,646.8 (3.4)	1,694.7 (2.2)	0 (0)	0 (0)	77,051.5 (100)
신양군	177.4 (0.2)	11,498.2 (15.7)	0 (0)	826.7 (1.1)	57,245.5 (78.2)	3,030.5 (4.1)	148.3 (0.2)	295.9 (0.4)	0 (0)	13.9 (0)	73,236.3 (100)
안주시	3,775.9 (8.5)	12,467.7 (28)	0 (0)	599.5 (1.3)	20,162.6 (45.3)	5,174.9 (11.6)	820.2 (1.8)	1,517.6 (3.4)	0 (0)	0 (0)	44,518.3 (100)
양덕군	270.4 (0.3)	10,506.2 (13.6)	0 (0)	196.9 (0.3)	62,667.7 (81.1)	3,369.8 (4.4)	136.3 (0.2)	132.1 (0.2)	0 (0)	0 (0)	77,279.3 (100)
온천군	11,291.5 (30.1)	6,155.6 (16.4)	5,596.7 (14.9)	329.8 (0.9)	3,100 (8.3)	4,465.9 (11.9)	586.1 (1.6)	892.7 (2.4)	5,110.7 (13.6)	3.2 (0)	37,532.3 (100)
증산군	9,885.2 (27.8)	11,047 (31)	0 (0)	411.8 (1.2)	6,421.7 (18)	6,751.1 (19)	133.3 (0.4)	937.3 (2.6)	0 (0)	0 (0)	35,587.4 (100)
청남군	3,769.3 (83.1)	196.7 (4.3)	0 (0)	44.8 (1)	175 (3.9)	163 (3.6)	153.5 (3.4)	36.2 (0.8)	0 (0)	0 (0)	4,538.4 (100)
평성시	2,509.7 (6.9)	12,361.5 (33.9)	0 (0)	323.7 (0.9)	14,960 (41)	4,604.4 (12.6)	878.6 (2.4)	846.1 (2.4)	0 (0)	0 (0)	36,484.0 (100)
평원군	12,978 (28.9)	13,969.4 (31.1)	2.5 (0)	281.3 (0.6)	8,622.5 (19.2)	7,934.2 (17.6)	197.2 (0.4)	938.3 (2.1)	37.8 (0.1)	0 (0)	44,961.3 (100)
회창군	339 (0.5)	13,641.9 (19.6)	0 (0)	674.4 (1)	50,934.6 (73.3)	3,046.2 (4.4)	297.6 (0.4)	569.2 (0.8)	0 (0)	0 (0)	69,503.0 (100)
계	95,359.2 (8)	259,000.9 (21.7)	5,684.3 (0.5)	15,165.5 (1.3)	688,907.6 (57.7)	89,002.6 (7.5)	14,350 (1.1)	14,779.7 (1.2)	7,791.9 (0.7)	2,924.8 (0.2)	1,192,966.6 (100)

() : 비율(%)

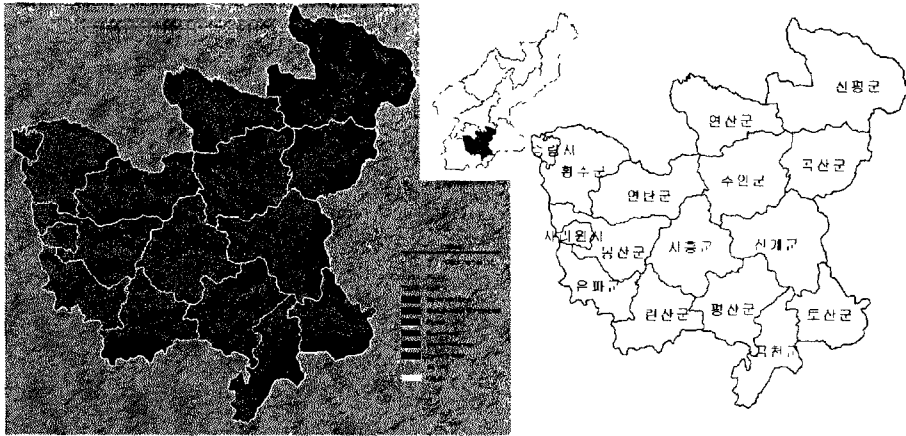


그림 4-32 황해북도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

4) 황해남도

황해남도는 총면적 842,724.3ha로 <그림 4-33>에서 보는 바와 같이 1시 19군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 표 4-25에서 보는 바와 같이 삼림이 312,252.1ha(37.1%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 185,625.3ha(22%), 논 143,622.1ha(17%), 나지 138,141.8ha(16.4%), 수역 29,889ha(3.5%), 인공건조물 10,977.2ha(1.3%), 초지 10,830.9ha(1.3%), 간척지 8,733.2ha(1%), 염전 2,605.3ha(0.3%), 구름 47.4ha(0%) 순으로 분포하고 있었다. 논면적과 밭면적의 분포 비율이 비슷한 경향의 분포를 보이고 있었으며, 논·밭이 차지하는 면적과 비율을 비교해본 결과 논면적 비율이 20%이상인 시·군별 논면적은 배천군 16,620.8ha(36.2%), 안악군 16,484.6ha(41%), 연안군 19,485.7ha(43.2%), 온천군 9,885.2ha(22%), 재령군 10,897.7ha(31.1%), 청단군 13,172.7ha(26.2%)이었으며, 밭면적 비율이 30%이상인 시·군은 룡연군 14,087.6ha(31.4%)뿐이었다. 삼림면적이 80%이상인 시·군은 없었으며, 가장 비율이 많은 시·군은 신원군으로 27,816.8ha(58.1%)이었다. 또한 황해남도 시·군중 가장 많이 도시화가 이루어진 시·군은 해주시이며, 2,166.5ha(10.3%)가 인공건조물로 분류되었다.

표 4-24 황해북도 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
곡산군	2,384.1 (4.5)	12,875 (24.5)	0 (0)	109.6 (0.2)	29,928.5 (57)	6,491.7 (12.4)	160.2 (0.3)	555.8 (1.1)	0 (0)	0 (0)	52,504.9 (100)
금천군	2,036.1 (4.6)	7,203.2 (16.3)	0 (0)	792.4 (1.8)	29,127.1 (66.1)	3,062.3 (6.9)	486.6 (1.1)	1,391.5 (3.1)	0 (0)	0 (0)	44,099.2 (100)
린산군	1,730.3 (3.5)	11,777.9 (24)	0 (0)	410.5 (0.8)	32,458.3 (66.1)	2,124.2 (4.3)	131.9 (0.3)	448.7 (0.9)	0 (0)	0 (0)	49,081.7 (100)
봉산군	6,377.9 (13.2)	12,899.8 (26.7)	0 (0)	473.2 (1)	20,944.5 (43.4)	5,176.3 (10.7)	705.1 (1.5)	1,654.3 (3.4)	0 (0)	0 (0)	48,231 (100)
사리원시	2,313.2 (29.9)	2,265.1 (29.4)	0 (0)	169 (2.2)	862 (11.2)	1,074.2 (13.9)	955.4 (12.4)	77.9 (1)	0 (0)	0 (0)	7,716.7 (100)
서흥군	1,345 (2.2)	22,847.9 (37.3)	0 (0)	222.5 (0.4)	30,705.6 (50.1)	5,422.5 (8.8)	394.3 (0.6)	369.6 (0.6)	0 (0)	0 (0)	61,307.4 (100)
송림시	1,015.7 (15)	2,151.7 (31.7)	0 (0)	130.5 (1.9)	506.4 (7.4)	1,048.1 (15.4)	856.8 (12.6)	1,102.1 (16)	0 (0)	0 (0)	6,811.4 (100)
수안군	1,991.8 (3)	19,020.4 (28.2)	0 (0)	205.6 (0.3)	38,714.8 (57.4)	6,963.8 (10.3)	129.2 (0.2)	359.4 (0.5)	0 (0)	0 (0)	67,385 (100)
신계군	4,048.9 (5.6)	23,369.1 (32.5)	0 (0)	242.9 (0.3)	33,583.8 (46.7)	9,934.2 (13.8)	232.6 (0.3)	565.3 (0.8)	0 (0)	0 (0)	71,976.8 (100)
신평군	275.7 (0.3)	11,195.5 (10.3)	0 (0)	228.2 (0.2)	91,208.2 (83.9)	4,524.8 (4.2)	198.3 (0.2)	1,108.4 (1)	0 (0)	0 (0)	108,739 (100)
연산군	699.7 (1.3)	14,926.7 (26.7)	0 (0)	575.6 (1)	34,327.4 (61.4)	4,455.5 (8)	223.4 (0.4)	708.9 (1.3)	0 (0)	0 (0)	55,917.3 (100)
연탄군	2,056 (3.5)	15,343.8 (26.3)	0 (0)	501.9 (0.9)	33,832.8 (58.1)	5,197.2 (8.9)	221.3 (0.4)	1,102.1 (1.9)	0 (0)	0 (0)	58,255.2 (100)
은파군	4,550.8 (12.6)	13,315 (37)	0 (0)	310.6 (0.9)	12,003.3 (33.4)	4,008.4 (11.1)	468.4 (1.3)	1,288.5 (3.6)	0 (0)	0 (0)	35,945 (100)
토산군	1,729.4 (4)	8,633.8 (20)	0 (0)	267.3 (0.6)	26,435.1 (61.3)	5,307.2 (12.3)	189.3 (0.4)	507 (1.2)	0 (0)	0 (0)	43,069 (100)
평산군	2,083.3 (3.8)	13,087.4 (23.7)	0 (0)	527.7 (1)	29,938.9 (54.2)	8,144.2 (14.7)	407.9 (0.7)	1,082.7 (2)	0 (0)	0 (0)	55,272 (100)
황주군	10,511.3 (19.9)	22,808.9 (43.3)	0 (0)	503.6 (1)	10,173.2 (19.3)	7,082.1 (13.4)	572.6 (1.1)	1,070.6 (2)	0 (0)	0 (0)	52,722.3 (100)
계	45,148.9 (5.5)	213,721.4 (26.1)	0 (0)	5,671.1 (0.7)	454,749.8 (55.5)	80,016.8 (9.8)	6,333 (0.8)	13,392.6 (1.6)	0 (0)	0 (0)	819,033.6 (100)

() : 비율(%)

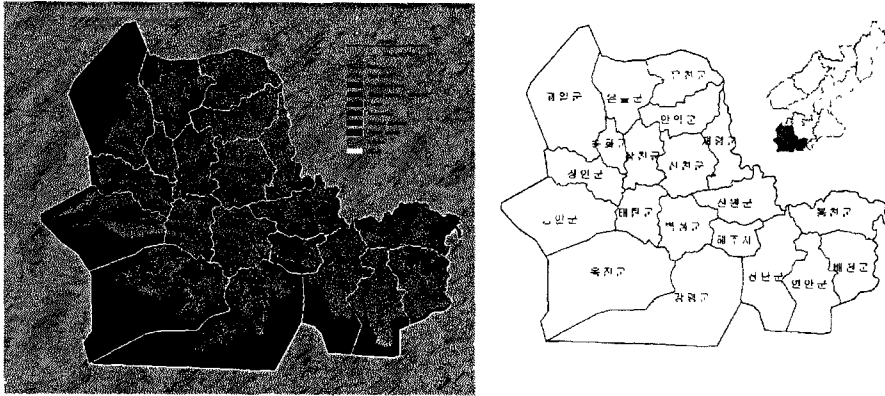


그림 4-33 황해남도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

5) 자강도

자강도는 총면적 1,663,314ha로 <그림 4-34>에서 보는 바와 같이 3시 15군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 <표 4-26>에서 보는 바와 같이 삼림이 1,392,432ha(83.7%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 155,618.7ha(9.4%), 나지 83,648.4ha(5%), 수역 18,541.7ha(1.1%), 초지 5,902.6ha(0.4%), 논 3,488.3ha(0.2%), 인공건조물 3,432.5ha(0.2%), 구름 249.9ha(0%) 순으로 분포하고 있었다. 논면적 비율은 전체적으로 적은 편이며 그중 만포시가 980.6ha(1.4%)로 가장 높았고, 밭면적 비율이 30%이상인 시·군은 없었으며, 강계시 6,868.8ha(26.5%)로 가장 높았다. 대부분의 시군에서 삼림면적이 80%이상을 상회하고 있었으며, 랑림군의 경우는 189,238.9ha(93.4%)에 이를 정도로 매우 삼림비율이 높았다. 산악지대에 속하는 지역임에 도시화의 진행속도는 매우 느려 인공건조물은 면적비율이 극히 낮았다.

표 4-25 황해남도 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
강령군	6,059.6 (11.9)	9,681.8 (19)	2,036.3 (4)	1,031.6 (2)	19,039.3 (37.4)	10,107.6 (19.9)	1,102.9 (2.2)	1,797.5 (3.5)	0 (0)	0 (0)	50,856.6 (100)
과일군	1,507.4 (4.3)	9,922.9 (28.3)	139 (0.4)	239 (0.7)	14,361.5 (41)	8,024 (22.9)	217.6 (0.6)	442.4 (1.3)	190.4 (0.5)	0 (0)	35,044.2 (100)
룡연군	2,168.7 (4.8)	14,087.6 (31.4)	0 (0)	545.8 (1.2)	21,406.1 (47.7)	5,416.8 (12.1)	492.6 (1.1)	689.1 (1.5)	41.9 (0.1)	1.8 (0)	44,850.5 (100)
백천군	16,620.8 (36.2)	8,234.7 (17.9)	0 (0)	632.7 (1.4)	13,722.1 (29.9)	4,499.9 (9.8)	529.7 (1.2)	1,676.2 (3.7)	0 (0)	0 (0)	45,916.1 (100)
벽성군	6,581.5 (14.4)	9,374.5 (20.5)	0 (0)	1,049 (2.3)	19,754.6 (43.2)	7,518.7 (16.4)	405.8 (0.9)	1,087.5 (2.4)	0 (0)	1.5 (0)	45,773.1 (100)
봉천군	4,171.5 (8.2)	11,000 (21.6)	0 (0)	375.3 (0.7)	27,135.7 (53.3)	5,776.7 (11.4)	129.8 (0.3)	2,272.1 (4.5)	0 (0)	0 (0)	50,861.2 (100)
삼천군	3,223.3 (8.9)	7,937.9 (17.9)	0 (0)	113.6 (0.3)	13,941.2 (38.4)	10,350.3 (28.5)	77.1 (0.2)	657.4 (1.8)	0 (0)	0 (0)	36,300.7 (100)
송화군	725.1 (4)	4,334.2 (24.2)	0 (0)	82.6 (0.5)	6,870.2 (38.4)	5,606.5 (31.4)	136.4 (0.8)	154.7 (0.9)	0 (0)	0 (0)	17,909.7 (100)
신원군	1,538.3 (3.2)	10,644.7 (22.2)	0 (0)	333.8 (0.7)	27,816.8 (58.1)	5,462.7 (11.4)	328.5 (0.7)	1,761.6 (3.7)	0 (0)	2.4 (0)	47,888.8 (100)
신천군	9,698.9 (19.9)	12,822.7 (26.4)	0 (0)	98.4 (0.2)	17,412.1 (35.8)	7,654 (15.7)	271.3 (0.6)	715.3 (1.5)	0 (0)	0 (0)	48,672.5 (100)
안악군	16,484.6 (41.1)	8,115.2 (20.2)	0 (0)	137.6 (0.3)	8,790.5 (21.9)	5,499.5 (13.7)	250.7 (0.6)	887.6 (2.2)	0 (0)	0 (0)	40,165.7 (100)
연안군	19,485.7 (43.2)	6,765.8 (15)	31.1 (0.1)	1,116.5 (2.5)	7,688.1 (17)	5,208.8 (11.5)	925.7 (2.1)	2,108.3 (4.7)	1,816.1 (4)	0 (0)	45,145.9 (100)
용진군	8,487.2 (13.4)	11,854.4 (18.7)	3,589 (5.7)	1,303.7 (2.1)	21,047.6 (33.2)	13,152.5 (20.8)	1,325.7 (2.1)	2,235.1 (3.5)	330.1 (0.5)	13 (0)	63,338.1 (100)
은불군	4,441.2 (9.7)	10,984.9 (24)	604.3 (1.3)	456.8 (1)	17,137.3 (37.4)	8,965.7 (19.6)	280.4 (0.6)	2,804.7 (6.1)	133.4 (0.3)	0 (0)	45,808.7 (100)
은천군	9,885.2 (22)	12,847 (28.6)	0 (0)	371.2 (0.8)	11,501.3 (25.6)	5,272.3 (11.7)	86.6 (0.2)	4,924.1 (10.9)	23.2 (0)	0 (0)	44,910.7 (100)
장연군	2,034.5 (5.2)	9,085.7 (23.3)	0 (0)	455.7 (1.2)	20,273.7 (52.1)	6,125.7 (15.7)	466.8 (1.2)	483.6 (1.2)	0 (0)	3.6 (0)	38,929.1 (100)
재령군	10,897.7 (31.1)	8,742 (24.9)	0 (0)	220.2 (0.6)	8,411.3 (24)	4,573.2 (13)	558.9 (1.6)	1,656.2 (4.7)	0 (0)	0 (0)	35,059.5 (100)
청단군	13,172.7 (26.2)	9,345.9 (18.6)	2,245.3 (4.5)	1,236.9 (2.5)	11,509.1 (22.9)	9,121.8 (18.2)	862.4 (1.7)	2,686.8 (5.3)	70.1 (0.1)	0 (0)	50,250.9 (100)
태탄군	4,229.6 (12.4)	7,406.4 (21.7)	88.3 (0.3)	670.6 (2)	14,293.5 (42)	6,490 (19)	361.9 (1.1)	532.2 (1.6)	0 (0)	0.1 (0)	34,072.1 (100)
해주시	2,208.7 (10.5)	2,437.4 (11.6)	0 (0)	360.5 (1.7)	10,140 (48.4)	3,315.3 (15.8)	2,166.5 (10.3)	316.8 (1.5)	0 (0)	25 (0.1)	20,970.2 (100)
계	143,622.1 (17)	185,625.3 (22)	8,733.2 (1)	10,830.9 (1.3)	312,252.1 (37.1)	138,141.8 (16.4)	10,977.2 (1.3)	29,889 (3.5)	2,606.9 (0.2)	47.4 (0)	842,724.3 (100)

() : 비율(%)

(계속)

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
우시군	9 (0)	8,618.6 (12.5)	0 (0)	277.8 (0.4)	52,953.2 (76.7)	5,551.7 (8.1)	0.7 (0)	1,619.5 (2.3)	0 (0)	0 (0)	69,027.6 (100)
위원군	191 (0.2)	10,903.2 (9.4)	0 (0)	357.3 (0.3)	97,223 (84.1)	5,130.5 (4.4)	3.5 (0)	1,763.2 (1.5)	0 (0)	0 (0)	115,571.7 (100)
자성군	216.8 (0.3)	6,820.9 (8)	0 (0)	304.5 (0.4)	67,633.1 (79.2)	6,547.2 (7.7)	484.2 (0.6)	3,412.4 (4)	0 (0)	0 (0)	85,419.7 (100)
장강군	403.2 (0.6)	7,412.3 (10.4)	0 (0)	280.4 (0.4)	58,673.1 (82.1)	4,472 (6.3)	248.6 (0.3)	6.7 (0)	0 (0)	0 (0)	71,496.2 (100)
전천군	77.5 (0.1)	10,582.3 (10.9)	0 (0)	384.7 (0.4)	81,015 (83.6)	4,532 (4.7)	157.2 (0.2)	165.5 (0.2)	0 (0)	22.1 (0)	96,936.2 (100)
증강군	747 (1.2)	6,354.6 (9.8)	0 (0)	253.2 (0.4)	52,895.4 (81.5)	2,881.4 (4.4)	360.5 (0.6)	1,384.8 (2.2)	0 (0)	0 (0)	64,876.9 (100)
초산군	46.4 (0.1)	10,238.5 (17.4)	0 (0)	216.5 (0.4)	42,409 (72.1)	5,093.2 (8.6)	2.5 (0)	844.7 (1.4)	0 (0)	0 (0)	58,850.7 (100)
화평군	126.1 (0.1)	6,135 (5.1)	0 (0)	203.3 (0.2)	108,577 (89.7)	5,537.9 (4.6)	268.4 (0.2)	132.9 (0.1)	0 (0)	0 (0)	120,980.2 (100)
회천시	73.1 (0.1)	13,387.6 (13.5)	0 (0)	529.9 (0.5)	76,973.6 (77.5)	7,861.9 (7.9)	305.5 (0.3)	141.8 (0.1)	0 (0)	0 (0)	99,273.2 (100)
계	3,488.3 (0.2)	155,618.7 (9.4)	0 (0)	5,902.6 (0.4)	1,392,432 (83.7)	83,648.3 (5)	3,432.5 (0.2)	18,541.7 (1.1)	0 (0)	249.9 (0)	1,663,314 (100)

() : 비율(%)

6) 평양특별시

평양특별시는 총면적 267,019ha로 <그림 4-35>에서 보는 바와 같이 18구역 4군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 <표 4-27>에서 보는 바와 같이 산림이 93,585ha(35%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 81,363.8ha(30.5%), 나지 35,561.8ha(13.3%), 논 28,630.4ha(10.7%), 인공건조물 14,705.8ha(5.5%), 수역 8,056.2ha(3%), 초지 5,116.1ha(1.9%) 순으로 분포하고 있었다. 밭면적 비율이 논면적 비율의 3배에 달했으며, 논·밭이 차지하는 면적과 비율을 비교해 본 결과 논면적 비율이 20%이상인 시·군별 논면적은 강남군 5,764.7ha(35.8%), 락랑구역 3,144.2ha(33.6%), 형제산구역 1,289.7ha(20.8%)이었으며, 밭면적 비율이 30%이상인 시·군별 밭면적은 강동군 15,905.5ha(30.6%), 력포구역 5,513ha(45.2%), 사동구역 4,321ha(38%), 승호구역 5,301ha(33.1%), 중화군 9,197.2ha(37.9%), 형제산구역 2,049.7ha(33.1%)이었다. 산림면적이 80%이상인 시·군은 없었으며, 가장 비율이 많은 시·군은 상원군으로 27,564.9ha(54.3%)이었다. 또한 평양특별시에서 인공건조물은

대동강구역 481.6ha(47.5%), 동대원구역 437.7ha(69.2%), 모란봉구역 533.7ha(51.7%), 보통강구역 356.7ha(48.9%), 서성구역 849.7ha(50.5%), 선교구역 383.8ha(52.5%), 중구역 446.7ha(50.7%), 평천구역 548.3ha(61.4%)의 분포를 나타내었고, 다른 구역으로 도시화가 계속 진행되고 있는 것으로 나타났다.

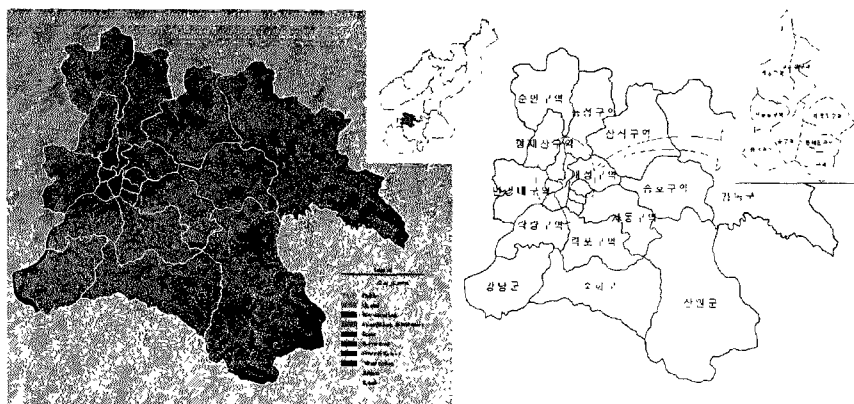


그림 4-35 평양특별시 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

표 4-27 평양특별시 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
강남군	5,764.7 (35.8)	4,755.3 (29.6)	0 (0)	77.4 (0.5)	1,407.9 (8.7)	2,521.1 (15.7)	366.7 (2.3)	1,215.3 (7.5)	0 (0)	0 (0)	16,108.3 (100)
강동군	2,024.9 (3.9)	15,905.5 (30.6)	0 (0)	1,037.7 (2)	26,524.9 (51.1)	4,578.8 (8.8)	994 (1.9)	870.9 (1.7)	0 (0)	0 (0)	51,936.8 (100)
대동강구역	2.9 (0.3)	95.1 (9.4)	0 (0)	21.3 (2.1)	132.6 (13.1)	161.7 (1.6)	481.6 (47.6)	119.2 (11.6)	0 (0)	0 (0)	1,014.4 (100)
대성구역	228.3 (4.7)	1,076 (22.4)	0 (0)	247.4 (5.2)	1,349.1 (28.1)	819.1 (17)	528.5 (11)	556 (11.6)	0 (0)	0 (0)	4,804.4 (100)
동대원구역	0.5 (0.1)	31.4 (5)	0 (0)	8.9 (1.4)	39.2 (6.3)	57.3 (9.1)	437.7 (69.5)	57 (8.7)	0 (0)	0 (0)	632.1 (100)
락랑구역	3,144.2 (33.7)	1,801.9 (19.3)	0 (0)	112.1 (1.2)	781.9 (8.4)	1,302.8 (14)	1,093.7 (11.7)	1,114.2 (11.8)	0 (0)	0 (0)	9,350.6 (100)
력포구역	2,111.6 (17.3)	5,513 (45.2)	0 (0)	94.1 (0.8)	1,192.2 (9.8)	1,957.4 (16.1)	1,189.4 (9.8)	133 (1.1)	0 (0)	0 (0)	12,190.7 (100)

() : 비율(%)

(계속)

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
룡성구역	298.2 (2.5)	2,787.3 (23.8)	0 (0)	437.8 (3.8)	4,884.8 (41.7)	2,297.9 (19.6)	856.6 (7.3)	137.4 (1.2)	0 (0)	0 (0)	11,699.9 (100)
만경대구역	1,492.3 (14.8)	2,714.9 (27)	0 (0)	512.9 (5.1)	1,723.2 (17.1)	1,910.6 (19)	1,418.8 (14.1)	284 (2.9)	0 (0)	0 (0)	10,056.7 (100)
모란봉구역	12.7 (1.2)	159.9 (15.5)	0 (0)	20.6 (2)	137.3 (13.5)	154.8 (1.5)	533.7 (5.1)	14 (1.3)	0 (0)	0 (0)	1,033.1 (100)
보통강구역	2 (0.3)	55.2 (7.5)	0 (0)	36.6 (5)	136.9 (18.8)	75.9 (10.4)	356.7 (48.8)	65.5 (9.2)	0 (0)	0 (0)	728.7 (100)
사동구역	1,993.1 (17.5)	4,321 (38)	0 (0)	94.2 (0.8)	1,271.4 (11.2)	1,783.4 (15.7)	1,481.6 (13)	425.3 (3.8)	0 (0)	0 (0)	11,370.1 (100)
삼석구역	2,089.4 (10.5)	5,823.6 (29.3)	0 (0)	737.3 (3.7)	8,094.2 (40.7)	1,940 (9.8)	315.4 (1.6)	894.3 (4.5)	0 (0)	0 (0)	19,894.1 (100)
상원군	1,996.9 (3.9)	15,066.8 (29.7)	0 (0)	372.3 (0.7)	27,564.9 (54.3)	4,763.1 (9.4)	544.1 (1.1)	443.6 (0.9)	0 (0)	0 (0)	50,751.8 (100)
서성구역	95.5 (5.7)	210.4 (12.4)	0 (0)	95.5 (5.6)	196.7 (11.7)	210.5 (12.5)	849.7 (50.7)	25.2 (1.4)	0 (0)	0 (0)	1,681.7 (100)
선교구역	24.7 (3.4)	80.4 (11.1)	0 (0)	26.8 (3.6)	90.6 (12.4)	74.6 (10.3)	383.7 (52.5)	50.1 (6.7)	0 (0)	0 (0)	731 (100)
순안구역	2,522.3 (17)	4,341 (29.3)	0 (0)	176.3 (1.2)	3,568.1 (24.2)	3,725.4 (25.1)	294.3 (2)	183.2 (1.2)	0 (0)	0 (0)	14,810.5 (100)
승호구역	1,439 (9)	5,301 (33.1)	0 (0)	249.2 (1.6)	5,447.4 (34.1)	2,270.6 (14.2)	611.7 (3.8)	687.5 (4.2)	0 (0)	0 (0)	16,006.5 (100)
중구역	0.1 (0)	36.3 (4.1)	0 (0)	29 (3.2)	137.4 (15.5)	97 (11)	446.7 (50.2)	134.1 (16)	0 (0)	0 (0)	880.6 (100)
중화군	2,095.2 (8.6)	9,197.2 (37.9)	0 (0)	524.8 (2.2)	7,921.8 (32.7)	3,547.2 (14.6)	565.2 (2.3)	399.2 (1.6)	0 (0)	0 (0)	24,250.5 (100)
평천구역	2.3 (0.3)	41 (4.5)	0 (0)	40.1 (4.5)	48.7 (5.4)	44 (4.9)	548.3 (61.7)	168.4 (18.7)	0 (0)	0 (0)	892.9 (100)
형계산구역	1,289.7 (20.8)	2,049.7 (33.1)	0 (0)	165.5 (2.7)	933.7 (15.1)	1,268.7 (20.5)	407.9 (6.6)	78.6 (1.3)	0 (0)	0 (0)	6,193.7 (100)
계	28,630.4 (10.7)	81,363.8 (30.5)	0 (0)	5,116.1 (1.9)	93,585 (35)	35,561.8 (13.3)	14,705.8 (5.5)	8,056.2 (3)	0 (0)	0 (0)	267,019 (100)

() : 비율(%)

7) 남포직할시

남포직할시는 총면적 82,468.5ha로 <그림 4-36>에서 보는 바와 같이 4구역 1군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 <표 4-28>에서 보는 바와 같이 밭이 23,045.5ha(27.9%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 나지 16,064.9ha(19.5%), 논 13,616.7ha(16.5%), 산림 13,409.2ha(16.3%), 수역 10,707ha(13%), 인공건조물 3,632.6ha(4.4%), 염전 998.7ha(1.2%), 초지 891.5ha(1.1%), 간척지 102.4ha(0.1%) 순으로 분포하고 있었다. 논면적 비율이 밭면적 비율에 1/2수준이며, 논·밭이 차지하는 면적과 비율을 비교해 본 결과 논

면적 비율이 20%이상인 곳은 강서구역 4,520.8 ha(23.5%)이었으며, 발면적 비율이 30%이상인 시·군별 발면적은 강서구역 6,004.4ha(31.2%), 대안구역 5,102.3ha(32.3%), 룡강군 5,040.5ha(33.5%)이었다. 삼림면적이 80%이상인 시·군은 없었으며, 대부분이 25%미만이었다. 남포가 북한의 직할사이긴 하지만 도시화 진행 상태는 상당히 미약하였다.

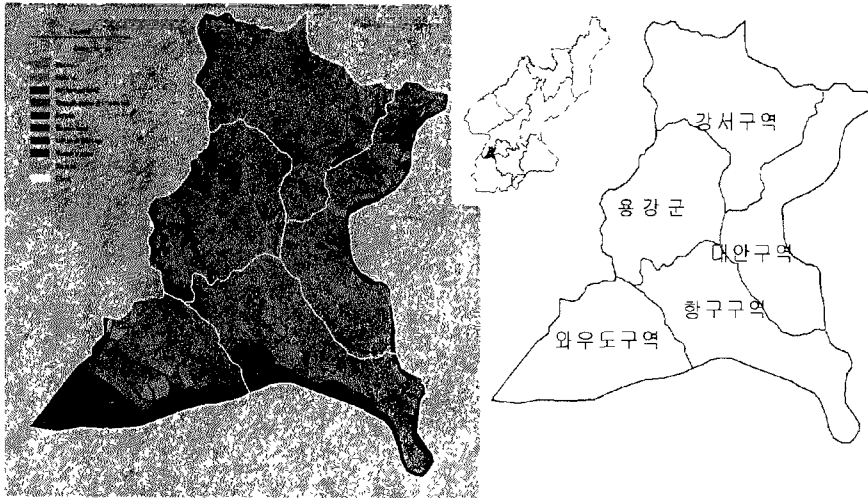


그림 4-36 남포직할시 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

표 4-28 남포직할시 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
강서구역	4,520.8 (23.5)	6,004.4 (31.2)	0 (0)	90.4 (0.5)	3,485.5 (18.1)	4,133.5 (21.4)	523.7 (2.7)	507.1 (2.6)	0 (0)	0 (0)	19,265.4 (100)
대안구역	2,942.5 (18.6)	5,102.3 (32.3)	0 (0)	241.7 (1.5)	2,103.4 (13.3)	2,873.9 (18.2)	1,239.6 (7.8)	1,291.1 (8.3)	0 (0)	0 (0)	15,794.4 (100)
룡강군	1,759.8 (11.7)	5,040.5 (33.5)	0 (0)	65.3 (0.4)	3,880.4 (25.7)	3,648.8 (24.3)	127.4 (0.8)	510.2 (3.4)	0 (0)	0 (0)	15,032.3 (100)
와우도구역	1,089.2 (7.4)	2,348.2 (16.1)	102.4 (0.6)	229.6 (1.6)	1,459.8 (10)	2,401.7 (16.4)	696 (4.8)	5,296 (36.2)	998.7 (6.8)	0 (0)	14,621.6 (100)
항구역	3,304.5 (18.6)	4,550.1 (25.6)	0 (0)	264.5 (1.5)	2,480.1 (14)	3,007 (16.9)	1,045.9 (5.9)	3,102.8 (17.5)	0 (0)	0 (0)	17,754.9 (100)
계	13,616.7 (16.5)	23,045.5 (27.9)	102.4 (0.1)	891.5 (1.1)	13,409.2 (16.3)	16,064.9 (19.5)	3,632.9 (4.4)	10,707 (13)	998.7 (1.2)	0 (0)	82,468.5 (100)

() : 비율(%)

8) 개성직할시

개성직할시는 총면적 124,387.8ha로 <그림 4-37>에서 보는 바와 같이 1시 3군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 <표 4-29>에서 보는 바와 같이 삼림이 71,989.2 ha (57.9%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 23,857ha(19.2%), 나지 11,435.9ha (9.2%), 논 11,423.2ha(9.2%), 수역 2,125.2ha(1.7%), 초지 1,798.8ha(1.4%), 인공건조물 1,758.5ha(1.4%) 순으로 분포하고 있었다. 분류항목별로 분포결과를 보면, 논면적 비율이 20%이상인 시·군은 개풍군 4,963.2ha(22.3%)이었으며, 밭면적 비율이 30%이상인 시·군은 없었으며, 가장 높은 시군은 판문군으로 8,299.7(26.5%)이었다. 삼림면적이 가장 높게 나타난 시·군은 장풍군으로 40,407.2ha(75.6%)이었으며, 인공건조물은 개성시에서 837.6ha (4.8%)로 가장 높게 나타났다.



그림 4-37 개성직할시 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

표 4-29 개성직할시 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
개풍군	4,963.2 (22.3)	5,101.7 (22.9)	0 (0)	491.4 (2.2)	7,947.6 (35.7)	2,426.5 (10.9)	347.4 (1.6)	991.4 (4.5)	0 (0)	0 (0)	22,269.2 (100)
관문군	5,114.2 (16.3)	8,299.2 (26.5)	0 (0)	492.5 (1.6)	11,206.3 (35.8)	5,373.7 (17.2)	271.1 (0.9)	554.7 (1.8)	0 (0)	0 (0)	31,312.1 (100)
장풍군	1,108.6 (2.1)	8,480.3 (15.9)	0 (0)	553.4 (1)	40,407.2 (75.6)	2,280.1 (4.3)	302.4 (0.6)	345.5 (0.6)	0 (0)	0 (0)	53,477.6 (100)
개성시	237.2 (1.4)	1,975.3 (11.4)	0 (0)	261.5 (1.5)	12,428.1 (71.7)	1,355.7 (7.8)	837.6 (4.8)	233.6 (1.3)	0 (0)	0 (0)	17,329 (100)
계	11,423.2 (9.2)	23,857 (19.2)	0 (0)	1,798.8 (1.4)	71,989.2 (57.9)	11,435.9 (9.2)	1,758.5 (1.4)	2,125.2 (1.7)	0 (0)	0 (0)	124,387.4 (100)

() : 비율(%)

9) 함경북도

황해남도는 총면적 1,667,438.3ha로 <그림 4-38>에서 보는 바와 같이 4시 13군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 <표 4-30>에서 보는 바와 같이 산림이 1,310,498.2ha (78.6%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 191,509.7ha(11.5%), 나지 71,897.7ha(4.3%), 초지 31,774.9ha(1.9%), 논 21,926.4 ha(1.3%), 인공건조물 20,152.6ha(1.2%), 수역 13,823.5ha(0.8%), 구름 5,855.4ha(0.4%) 순으로 분포하고 있었다. 논면적이 가장 큰 시·군은 새별군으로 3,090.6ha(3.4%)이었으며, 밭면적 비율이 30%이상인 시·군은 온성군 23,988.2ha(33.1%)이었다. 산림면적은 많은 시·군이 80%이상이었으며, 면적이 가장 큰 시·군은 회령시 133,200.7ha(78%)이었다. 또한 인공건조물은 청진시에서 5,429.3ha(5.1%)로 가장 높은 분포비율을 보였다.

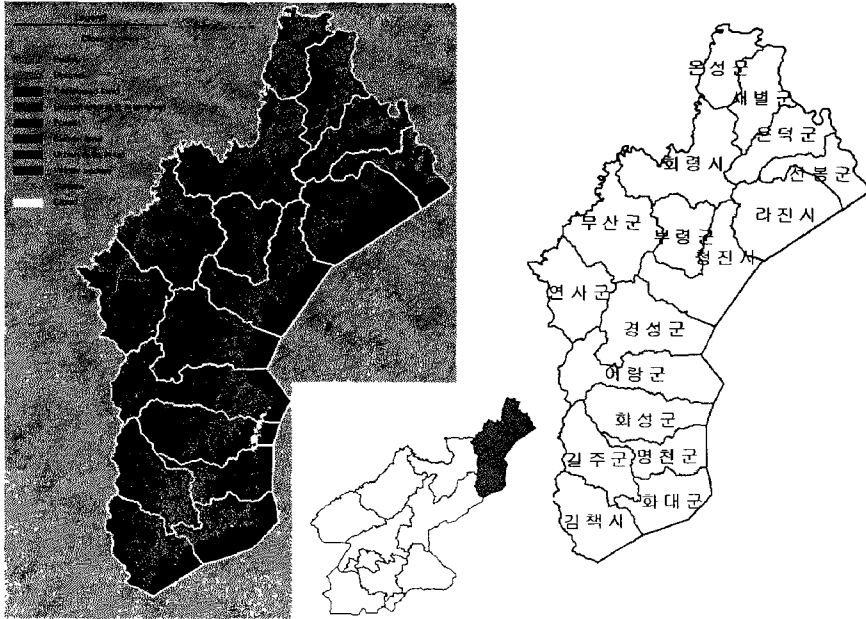


그림 4-38 함경북도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

표 4-30 함경북도 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
경성군	438.8 (0.4)	6,803.5 (5.6)	0 (0)	1,575 (1.3)	110,201.1 (90)	2,369.4 (1.9)	833.6 (0.7)	88.2 (0.1)	0 (0)	131.8 (0.1)	122,441.3 (100)
길주군	2,421.5 (2.3)	19,756.3 (19.1)	0 (0)	402 (0.4)	75,503.5 (72.8)	3,104.9 (3)	2,158.2 (2.1)	374.7 (0.4)	0 (0)	1.5 (0)	103,722.7 (100)
김책시	2,322 (2.7)	12,270.3 (14.5)	0 (0)	486.9 (0.6)	62,245.5 (73.5)	4,654.3 (5.5)	2,262.2 (2.7)	483.8 (0.6)	0 (0)	0 (0)	84,725.0 (100)
라진시	375.3 (0.6)	5,079.9 (7.5)	0 (0)	1,011.4 (1.5)	58,382.3 (86)	1,825.7 (2.7)	696.7 (1)	422.9 (0.6)	0 (0)	97.7 (0.1)	67,891.9 (100)
명천군	500.4 (0.8)	8,092.1 (10.8)	0 (0)	454.6 (0.8)	48,287.3 (80.4)	1,133.2 (1.9)	731.8 (1.2)	211.7 (0.4)	0 (0)	649.8 (1.1)	60,060.8 (100)
무산군	110.4 (0.1)	12,860.2 (8.5)	0 (0)	4,135.9 (2.7)	127,962 (85)	4,268.5 (2.8)	366.5 (0.2)	865.2 (0.6)	0 (0)	36.9 (0)	150,605.6 (100)
부령군	59.2 (0.1)	3,468 (4.1)	0 (0)	1,373 (1.6)	77,762.4 (92.3)	724.2 (0.9)	758 (0.9)	65.3 (0.1)	0 (0)	10.4 (0)	84,220.6 (100)
새별군	3,090.6 (3.4)	14,547.7 (15.8)	0 (0)	1,760.6 (1.9)	60,621.8 (65.8)	9,557.2 (10.4)	995 (1.1)	1,128.6 (1.2)	0 (0)	406.4 (0.4)	92,107.7 (100)

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
선봉군	1,279.4 (2.6)	7,880 (15.8)	0 (0)	893.3 (1.8)	31,867.2 (63.7)	3,706.7 (7.4)	375.1 (0.8)	3966.7 (7.9)	0 (0)	24.5 (0)	49,992.7 (100)
어랑군	2,578.3 (1.9)	9,670.3 (7.2)	0 (0)	2,109.8 (1.6)	112,095.7 (83.8)	4,146.9 (3.1)	517.4 (0.4)	1,527.9 (1.1)	0 (0)	1,118.3 (0.8)	133,764.8 (100)
연사군	34.7 (0)	7,312.4 (6.2)	0 (0)	1,542.9 (1.3)	105,406 (89.9)	2,121 (1.8)	12.4 (0)	653.5 (0.6)	0 (0)	219.2 (0.2)	117,302.1 (100)
온성군	2,174.7 (3)	23,988.2 (33.1)	0 (0)	2,452.1 (3.4)	34,237.2 (47.2)	8,083.4 (11.1)	797.7 (1.1)	761.3 (1.1)	0 (0)	2.3 (0)	72,496.9 (100)
은덕군	1,010.3 (1.1)	11,220.8 (12.1)	0 (0)	2,143.5 (2.3)	71,546.1 (76.9)	5,152.7 (5.5)	906.9 (1)	979.3 (1.1)	0 (0)	10.5 (0)	92,970.3 (100)
청진시	431.8 (0.4)	8,260.0 (7.7)	0 (0)	3,656.3 (3.4)	86,050.2 (80.6)	2,320 (2.2)	5,429.3 (5.1)	541.4 (0.5)	0 (0)	49 (0)	106,738.1 (100)
화대군	2,223.3 (4.8)	12,355.6 (26.7)	0 (0)	529.7 (1.1)	24,122.1 (52.2)	5,395.9 (11.7)	806.4 (1.7)	703.3 (1.5)	0 (0)	90.3 (0.1)	46,226.4 (100)
화성군	1,551.6 (1.4)	8,826.3 (7.9)	0 (0)	2,037.2 (1.8)	91,007 (81.6)	3,816.5 (3.4)	867.1 (0.8)	382.1 (0.3)	0 (0)	3,000.9 (2.7)	111,488.5 (100)
회령시	1,324.2 (0.8)	19,118.2 (11.2)	0 (0)	5,210.7 (3.1)	133,200.7 (78)	9,517.3 (5.6)	1,638.5 (1)	667.6 (0.4)	0 (0)	5.9 (0)	170,683.1 (100)
계	21,926.4 (1.3)	191,509.7 (11.5)	0 (0)	31,774.9 (1.9)	1,310,498 ² (78.6)	71,897.7 (4.3)	20,152.6 (1.2)	13,823.5 (0.8)	0 (0)	5,855.4 (0.4)	1,667,438. ³ (100)

() : 비율(%)

10) 함경남도

함경남도는 총면적 1,851,898ha로 <그림 4-39>에서 보는 바와 같이 3시 15군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 <표 4-31>에서 보는 바와 같이 삼림이 1,448,503ha(78.2%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 243,084.2ha(13.1%), 나지 62,016.5ha(3.3%), 논 42,108.3ha(2.3%), 수역 16,950.9 ha(0.9%), 초지 16,150.7ha(0.9%), 인공건조물 12,990.2ha(0.7%), 구름 10,091.8ha(0.5%), 염전 2.8ha(0%) 순으로 분포하고 있었다. 논면적 비율이 20%이상인 시·군은 없었으며, 급야군 10,212.1ha(16%), 함주군 8,425.1ha(11.1%)이 함경남도 전체의 절반을 차지하였다. 밭면적 비율이 30%이상인 시·군은 락원군 5,294.4ha(32.6%)로 가장 높게 분류되었다. 삼림면적이 80%이상인 시·군은 덕성군 140,356ha(88.2%), 부전군 161,104.1ha(92.3%), 신흥군 105,151.6ha(86.7%), 요덕군 115,011.4ha(85%), 장진군 171,147.6ha(88.5%), 허천군 152,235.5ha(90%)이었다. 함경남도에서 도시화가 가장 높게 진행된 것으로 분류되었던 시·군은 함흥시로 4,281.8ha(7.7%)이었다.

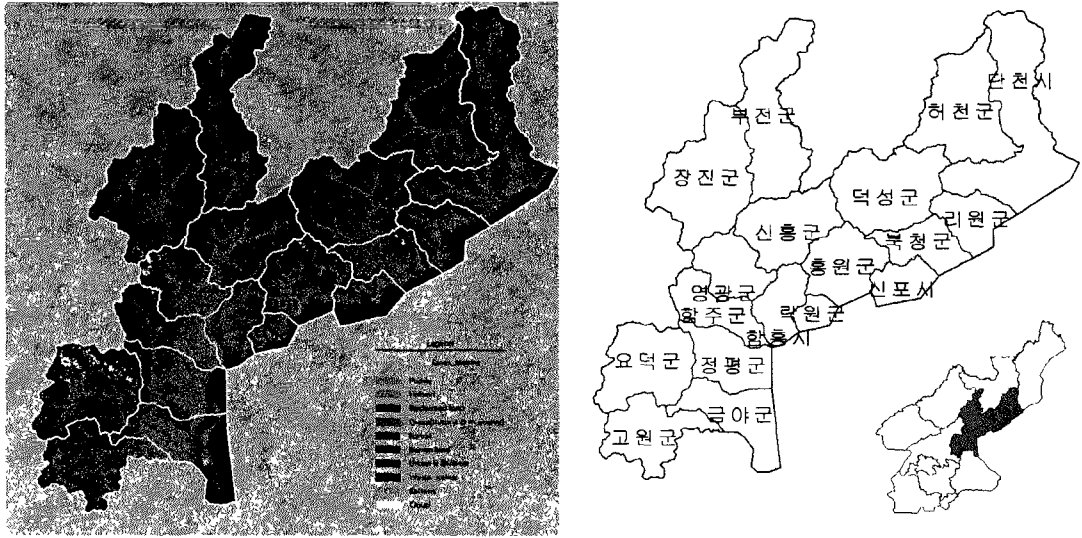


그림 4-39 함경남도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

표 4-31 함경남도 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
고원군	2,736 (2.6)	14,657.6 (13.7)	0 (0)	506.8 (0.5)	83,050.7 (77.4)	2,404.6 (2.2)	1,096.9 (1)	2819.07 (2.6)	0 (0)	0 (0)	107,271.7 (100)
금야군	10,212.1 (16)	17,011.3 (26.7)	0 (0)	341.5 (0.5)	29,345.8 (46)	4,394 (6.9)	349.4 (0.5)	2,092.9 (3.3)	2.8 (0)	26.6 (0)	63,776.34 (100)
단천시	3,291.93 (1.5)	31,745 (14.6)	0 (0)	2,965.2 (1.4)	159,456 (73.4)	14,367.5 (6.6)	3,829.7 (1.8)	1,447.4 (0.7)	0 (0)	214.7 (0.1)	217,317.1 (100)
덕성군	339.8 (0.2)	14,253.5 (9)	0 (0)	1,448.6 (0.9)	140,356 (88.2)	2,603 (1.6)	26.2 (0)	44.6 (0)	0 (0)	125.4 (0.1)	159,197.1 (100)
락원군	254.6 (1.6)	5,294.4 (32.6)	0 (0)	321 (2)	9,005.9 (55.5)	1,074.7 (6.6)	160.8 (1)	110.9 (0.7)	0 (0)	5.4 (0)	16,227.72 (100)
리원군	1,321.9 (2.9)	8,406.1 (18.4)	0 (0)	446.4 (1)	31,872.3 (69.7)	2,943.7 (6.4)	512.3 (1.1)	179.4 (0.4)	0 (0)	71 (0.2)	45,753.1 (100)
부전군	5.9 (0)	8,053.7 (4.6)	0 (0)	208.4 (0.1)	161,104 (92.3)	3,218.4 (1.8)	8.9 (0)	1,932.7 (1.1)	0 (0)	31.1 (0)	174,563.2 (100)
북청군	1,856.5 (3.2)	13,589.5 (23.2)	0 (0)	1,140.7 (1.9)	38,442.1 (65.6)	2,586.8 (4.4)	231.4 (0.4)	432.5 (0.7)	0 (0)	304.5 (0.5)	58,583.8 (100)
신포시	1,138.9 (5.6)	6,013.4 (29.7)	0 (0)	521 (2.6)	10,612.3 (52.5)	925.2 (4.6)	639.1 (3.2)	356.8 (1.8)	0 (0)	8.3 (0)	20,214.8 (100)

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
신흥군	553.9 (0.5)	12,464 (10.3)	0 (0)	907.9 (0.7)	105,152 (86.7)	1,916.5 (1.6)	219.4 (0.2)	71.7 (0.1)	0 (0)	60.7 (0.1)	121,345.7 (100)
영광군	2,642.8 (3.4)	14,539.6 (18.6)	0 (0)	1,063.4 (1.4)	54,285.8 (69.3)	3,299 (4.2)	187.2 (0.2)	271.7 (0.3)	0 (0)	2,065.1 (2.6)	78,354.6 (100)
요덕군	164.5 (0.1)	11,491.4 (8.5)	0 (0)	374.6 (0.3)	115,011 (85)	2,891.1 (2.1)	19.5 (0)	361.1 (0.3)	0 (0)	5,069.2 (3.7)	135,382.7 (100)
장진군	5.2 (0)	10,778.7 (5.6)	0 (0)	230.8 (0.1)	171,148 (88.5)	5,768.2 (3)	23.6 (0)	4,195.3 (2.2)	0 (0)	1,138.7 (0.6)	193,288 (100)
정평군	5,641.7 (7.7)	20,106.2 (27.4)	0 (0)	1,152.8 (1.6)	40,291.4 (54.8)	4,672.4 (6.4)	413 (0.6)	1,150.4 (1.6)	0 (0)	82.6 (0.1)	73,510.5 (100)
함주군	8,425.1 (11.1)	10,549.6 (13.9)	0 (0)	518.6 (0.7)	53,290.3 (70.4)	1,879.2 (2.5)	322.6 (0.4)	336.2 (0.4)	0 (0)	432.1 (0.6)	75,743.6 (100)
함흥시	2,049.3 (3.7)	14,079 (25.4)	0 (0)	977.9 (1.8)	30,105.4 (54.4)	3,008.1 (5.4)	4,281.8 (7.7)	864.1 (1.6)	0 (0)	18.6 (0)	55,384.2 (100)
허천군	89.4 (0.1)	12,981.5 (7.7)	0 (0)	1,745.8 (1)	152,236 (90)	1,736.5 (1)	275.7 (0.2)	64.3 (0)	0 (0)	4.1 (0)	169,132.7 (100)
홍원군	1,378.8 (1.6)	17,079.8 (19.7)	0 (0)	1,279.4 (1.5)	63,739.3 (73.4)	2,327.8 (2.7)	392.7 (0.5)	220.1 (0.3)	0 (0)	433.9 (0.5)	86,851.71 (100)
계	42,108.3 (2.3)	243,084.2 (13.1)	0 (0)	16,150.7 (0.9)	1,448,503 (78.2)	62,016.5 (3.3)	12,990.2 (0.7)	16,950.9 (0.9)	2.8 (0)	10,091.8 (0.5)	1,851,898 (100)

() : 비율(%)

11) 량강도

량강도는 북한내에서 가장 험한 지형으로 알려져 있으며, 총면적 1,395,235ha로 그림 4-40에서 보는 바와 같이 1시 11군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 <표 4-32>에서 보는 바와 같이 산림이 1,197,792ha(85.8%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 122,495.4ha(8.8%), 나지 47,555.7ha(3.4%), 초지 17,761.1ha(1.3%), 수역 7,264.2ha(0.5%), 인공건조물 1,151.4ha(0.1%), 논 1,069ha(0.1%), 구름 146.7ha(0%) 순으로 분포하고 있었다. 전체 분류항목별 면적과 비율을 비교해 본 결과 논면적 비율은 모두 1%이내에 있었으며, 밭면적 비율이 30%이상인 시·군은 없었으며, 헤산시 7,559.7ha(29%)가 가장 비율이 높았다. 산림면적이 80%이상인 시·군은 밭면적이 20%이상을 차지하였던 시·군을 제외하고는 모두 80% 넘게 분류되었다. 또한 량강도 시·군중 가장 많이 도시화가 이루어진 시·군은 헤산시 이었고, 549.8ha(2.1%)가 인공건조물로 분류되었다.

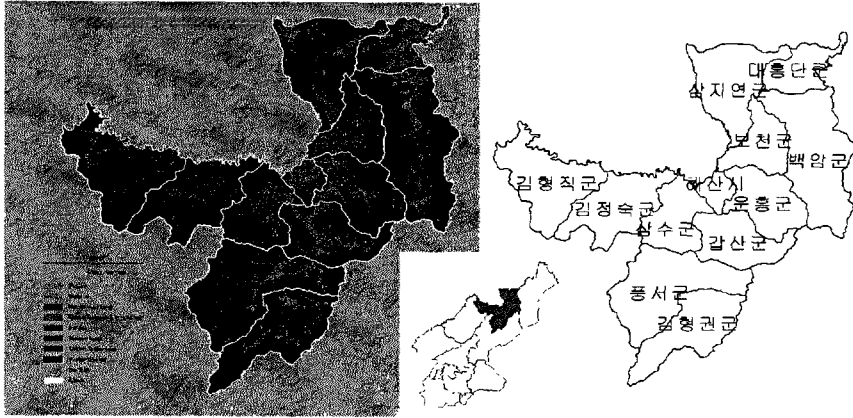


그림 4-40 량강도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

표 4-32 량강도 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
김정숙군	213.4 (0.2)	5,662.6 (4.5)	0 (0)	829 (0.7)	112,614 (89.5)	5,104 (4.1)	36.5 (0)	1,289.5 (1)	0 (0)	63.8 (0.1)	125,812.9 (100)
갑산군	340.7 (0.3)	11,540.4 (11.4)	0 (0)	1,491 (1.5)	82,031.6 (81.1)	5,540.5 (5.5)	28.4 (0)	189 (0.2)	0 (0)	2 (0)	101,163.6 (100)
김형권군	7 (0)	9,357.9 (7.4)	0 (0)	225 (0.2)	113,841 (90.6)	1,239.8 (1)	14.9 (0)	983.7 (0.8)	0 (0)	7 (0)	125,676.8 (100)
김형직군	388.4 (0.3)	6,604.7 (4.5)	0 (0)	419.4 (0.3)	133,510 (89.8)	6,388.5 (4.3)	353.5 (0.2)	968.8 (0.7)	0 (0)	14 (0)	148,634.8 (100)
대홍단군	18.4 (0)	16,776.4 (25.2)	0 (0)	2,416.1 (3.6)	44,321.2 (66.5)	2,758.8 (4.1)	3 (0)	369.5 (0.6)	0 (0)	2 (0)	66,665.3 (100)
백암군	2.3 (0)	14,450.7 (7)	0 (0)	5,057.1 (2.5)	181,880 (88.3)	4,107.8 (2)	26.2 (0)	556.7 (0.3)	0 (0)	6 (0)	206,087.3 (100)
보천군	1.4 (0)	7,244.4 (9.3)	0 (0)	542.3 (0.7)	66,559.1 (85.8)	3,075.3 (4)	14.8 (0)	154.9 (0.2)	0 (0)	13.6 (0)	77,605.7 (100)
삼수군	65.3 (0.1)	7,707.6 (8.5)	0 (0)	651.1 (0.7)	75,479.2 (83.6)	6,168.7 (6.8)	0.4 (0)	148.3 (0.2)	0 (0)	5.9 (0)	90,226.5 (100)
삼지연군	0 (0)	12,996.9 (9.3)	0 (0)	3,429.3 (2.5)	117,936 (84.4)	3,928.6 (2.8)	12 (0)	1,347.1 (1)	0 (0)	13 (0)	139,662.9 (100)
운흥군	4.4 (0)	11,987.4 (11.6)	0 (0)	1,229 (1.2)	85,603.6 (82.8)	4,404.3 (4.3)	101 (0.1)	52.3 (0.1)	0 (0)	12.8 (0)	103,394.7 (100)
풍서군	9.3 (0)	10,611.8 (5.8)	0 (0)	778.9 (0.4)	170,112 (92.3)	1,777.5 (1)	11.1 (0)	971.6 (0.5)	0 (0)	12.2 (0)	184,284.6 (100)
혜산시	18.4 (0.1)	7,554.6 (29)	0 (0)	693.1 (2.7)	13,902.3 (53.4)	3,062.1 (11.8)	549.8 (2.1)	232.7 (0.9)	0 (0)	6.9 (0)	26,019.9 (100)
계	1,069 (0.1)	122,495.4 (8.8)	0 (0)	17,761.1 (1.3)	1,197,792 (85.8)	47,555.7 (3.4)	1,151.4 (0.1)	7,264.2 (0.5)	0 (0)	146.7 (0)	1,395,235 (100)

() : 비율(%)

12) 강원도

강원도는 총면적 1,109,354ha로 <그림 4-41>에서 보는 바와 같이 2시 15군으로 구성되어 있다. 피복분류결과를 보면 <표 4-33>에서 보는 바와 같이 삼림이 801,895.1ha(72.3%)로 가장 많이 분포하고 있었으며, 그 다음으로 밭 193,260.8ha(17.4%), 나지 64,582.6ha(5.8%), 논 25,950.1ha(2.3%), 수역 10,559.6ha(1%), 초지 6,691.2ha(0.6%), 인공건조물 5,813.8ha(0.5%), 구름 600.5ha(0%)순으로 분포하고 있었다. 논·밭이 차지하는 면적과 비율을 비교해본 결과 논면적 비율이 20%이상인 시·군별 논면적은 없었으며, 그중 가장 높은 면적 비율을 보였던 시·군은 안변군 4,980.4ha(8.9%)이었으며, 밭면적 비율이 30%이상인 시·군은 평강군 24,457.3ha(31.8%)이었다. 삼림면적이 80%이상인 시·군은 범동군 78,036.7ha(88.8%), 판교군 65,276.7ha(81.8%)이었다. 또한 강원도 중 가장 많이 도시화가 이루어진 시·군은 원산시였으며, 1,795.6ha(9.3%)가 인공건조물로 분류되었다.

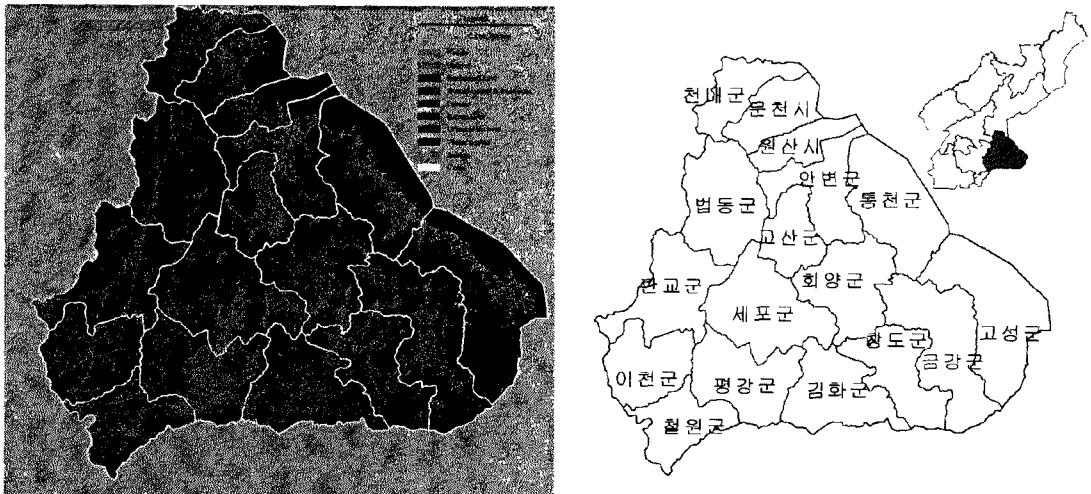


그림 4-41 강원도 행정구역별 지표면 피복분류도(좌) 및 행정경계도(우)

표 4-33 강원도 행정구역별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	산림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
고산군	2,321.6 (5.4)	11,038.3 (25.7)	0 (0)	172.5 (0.4)	25,142.8 (58.5)	3,217 (7.5)	690.8 (1.6)	407.8 (0.9)	0 (0)	0 (0)	42,991.2 (100)
고성군	1,249 (1.5)	11,773.7 (13.8)	0 (0)	1,509 (1.8)	65,093.1 (76.2)	4,775.1 (5.6)	28.1 (0)	946 (1.1)	0 (0)	90.4 (0.1)	854,64.5 (100)
금강군	430.4 (0.4)	14,543.1 (14.5)	0 (0)	465.3 (0.5)	78,638.1 (78.1)	5,797.8 (5.8)	5.5 (0)	311.4 (0.3)	0 (0)	431.7 (0.4)	100,623.3 (100)
김화군	502 (0.7)	15,545.1 (20.7)	0 (0)	638.2 (0.8)	52,969 (70.5)	4,778.3 (6.4)	56.7 (0.1)	669.4 (0.9)	0 (0)	7.9 (0)	75,211.7 (100)
문천시	1,564.7 (4.8)	6,005.6 (18.3)	0 (0)	178.7 (0.5)	22,182.4 (67.6)	1,829.7 (5.6)	725.4 (2.2)	317.1 (1.0)	0 (0)	0 (0)	32,803.6 (100)
법동군	138.2 (0.2)	6,853.4 (7.8)	0 (0)	161.2 (0.2)	78,036.7 (88.8)	2,355.1 (2.7)	61 (0.1)	276.8 (0.3)	0 (0)	0 (0)	87,882.4 (100)
세포군	169.7 (0.2)	18,643 (19.5)	0 (0)	179.1 (0.2)	72,324.3 (75.5)	3,905.4 (4.1)	187.5 (0.2)	438.3 (0.5)	0 (0)	0.9 (0)	95,848.1 (100)
안변군	4,980.4 (8.9)	8,022.1 (14.4)	0 (0)	363.2 (0.7)	37,526.4 (67.2)	3,717.5 (6.7)	539.3 (1.0)	664.9 (1.2)	0 (0)	1.8 (0)	55,815.6 (100)
원산시	1,270.6 (6.6)	2,920.4 (15.2)	0 (0)	278.6 (1.4)	11,497.6 (59.7)	1,259.3 (6.5)	1,795.6 (9.3)	248.9 (1.3)	0 (0)	0 (0)	19,271 (100)
이천군	518 (0.8)	9,687.8 (15.7)	0 (0)	90.2 (0.1)	46,545 (75.5)	4,126.4 (6.7)	133.5 (0.2)	518.5 (0.8)	0 (0)	0 (0)	61,619.3 (100)
창도군	808.5 (1.3)	11,850 (18.4)	0 (0)	389.1 (0.6)	46,845.4 (72.9)	3,853.3 (6)	8 (0)	539.6 (0.8)	0 (0)	12.2 (0)	64,306 (100)
천내군	2,508.6 (5.8)	7,459.8 (17.2)	0 (0)	337.1 (0.8)	28,502.2 (65.5)	1,468.3 (3.4)	787.4 (1.8)	580.7 (5.4)	77 (0.2)	0 (0)	41,644.1 (100)
철원군	2,485.4 (4.8)	11,152.2 (21.4)	0 (0)	227.5 (0.4)	32,251.2 (61.9)	5,129.1 (9.8)	189.3 (0.4)	693.7 (1.3)	0 (0)	0 (0)	52,130.6 (100)
통천군	3,888.3 (6.4)	11,228.2 (18.6)	0 (0)	908.6 (1.5)	39,665.3 (65.6)	2,988.4 (4.9)	162.9 (0.3)	1,594.3 (2.6)	0 (0)	3.7 (0)	60,439.7 (100)
판교군	457.6 (0.6)	9,562.3 (12)	0 (0)	132.2 (0.2)	65,276.7 (81.8)	3,679.1 (4.6)	78.9 (0.1)	640.4 (0.8)	0 (0)	0 (0)	79,827.3 (100)
평강군	1,751 (2.3)	24,457.3 (31.8)	0 (0)	256.1 (0.3)	42,722.9 (55.5)	6,167.8 (8)	345.1 (0.4)	1,221.7 (1.6)	0 (0)	0 (0)	76,921.8 (100)
회양군	906.2 (1.2)	12,518 (16.3)	0 (0)	359.6 (0.5)	56,675.9 (74)	5,535.1 (7.2)	18.9 (0)	490.1 (0.6)	0 (0)	51.8 (0.1)	76,555.7 (100)
계	25,950.1 (2.3)	193,260.8 (17.4)	0 (0)	6,691.2 (0.6)	801,895.1 (72.3)	64,582.6 (5.8)	5,813.8 (0.5)	10,559.6 (1)	77 (0)	600.5 (0.1)	1,109,354 (100)

() : 비율(%)

나. 북한 행정구역 및 피복분류항목별 경사분포²⁶⁾

수치고도자료(DEM grid)로부터 남한의 경사등급분류를 기준으로 하여 북한지역 지형의 경사등급분류를 시행한 결과 <그림 4-42>와 <표 4-34>에서 보는 바와 같이 경사등급분류에는 A경사(0~2%)는 면적 2,395.6천ha(19.4%), B경사(2~7%)는 면적 708.2천ha(5.8%), C경사(7~15%)는 면적 1,059천ha(8.7%), D경사(15~30%)는 면적 2,505.1천ha(20.5%), E경사(30~60%)는 면적 4,420천ha(36.1%), F경사(>60%)는 면적 1,157.3천ha(9.5%)이었다. 피복분류항목별 분포를 보면 <그림 4-42>와 <표 4-34>에서 보는 바와 같이 논은 경사 A에서 445.6천ha(85.8%)를 차지하였으며, 주로 북한 서부 평야지대에서 넓게 분포하고 있으며 북한 동부 해안지대에도 부분적으로 나타나고 있었다. 밭은 경사 A에서 659.5천ha(34.3%), 경사 B에서 211.9천ha(11%), 경사 C에서 292.7천ha(15.2%), 경사 D에서 412.5천(21.5%), 경사 E에서 308.2천ha(16%)로 경사 A에서 경사 E까지 고른 분포를 보이고 있었다. 또한 초지는 59.1천ha(41.9%), 나지는 312.4천ha(38.5%), 인공건조물은 73.6천ha(66.7%)로 경사 A에서 가장 많은 면적을 차지하고 있었으며, 삼림은 경사 E에서 3,957.3천ha(46.5%)를 차지하였다.

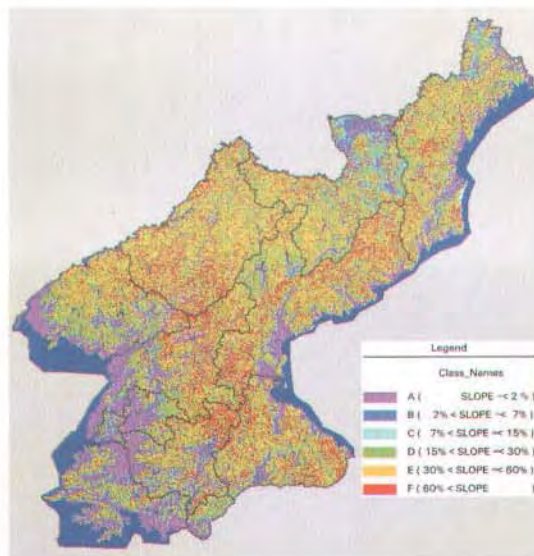


그림 4-42 북한 행정구역별 경사분포도

26) 각 행정구역(시, 도)별 경사분류면적은 부록 I 참조.

나. 북한 행정구역 및 피복분류항목별 경사분포²⁶⁾

수치고도자료(DEM grid)로부터 남한의 경사등급분류를 기준으로 하여 북한지역 지형의 경사등급분류를 시행한 결과 <그림 4-42>와 <표 4-34>에서 보는 바와 같이 경사등급분류에는 A경사(0~2%)는 면적 2,395.6천ha(19.4%), B경사(2~7%)는 면적 708.2천ha(5.8%), C경사(7~15%)는 면적 1,059천ha(8.7%), D경사(15~30%)는 면적 2,505.1천ha(20.5%), E경사(30~60%)는 면적 4,420천ha(36.1%), F경사(>60%)는 면적 1,157.3천ha(9.5%)이었다. 피복분류항목별 분포를 보면 <그림 4-42>와 <표 4-34>에서 보는 바와 같이 논은 경사 A에서 445.6천ha(85.8%)를 차지하였으며, 주로 북한 서부 평야지대에서 넓게 분포하고 있으며 북한 동부 해안지대에도 부분적으로 나타나고 있었다. 밭은 경사 A에서 659.5천ha(34.3%), 경사 B에서 211.9천ha(11%), 경사 C에서 292.7천ha(15.2%), 경사 D에서 412.5천(21.5%), 경사 E에서 308.2천ha(16%)로 경사 A에서 경사 E까지 고른 분포를 보이고 있었다. 또한 초지는 59.1천ha(41.9%), 나지는 312.4천ha(38.5%), 인공건조물은 73.6천ha(66.7%)로 경사 A에서 가장 많은 면적을 차지하고 있었으며, 삼림은 경사 E에서 3,957.3천ha(46.5%)를 차지하였다.

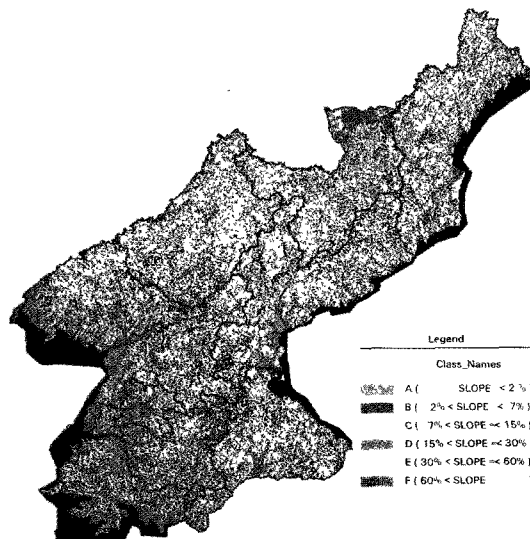


그림 4-42 북한 행정구역별 경사분포도

26) 각 행정구역(시, 도)별 경사분류면적은 부록 I 참조.

경사등급분류를 행정구역별로 살펴보면 표 4-35에서 보는 바와 같이 경사 A가 평안북도 307.1천ha(25%), 황해남도 379.2천ha(45%), 평양 105.8천ha(39.6%), 남포 38.9천ha(46.9%), 개성 34.9천ha(27.9%)로 북한 서부에서 가장 높은 분포를 보인 반면, 경사 E에서 동북부 산악지형의 자강도 856.7천ha(51.5%), 함경남도 788.1천ha(42.6%), 강원도 467천ha(42.1%)로 가장 높은 비율을 보이고 있어 북한의 전형적인 동고서저의 지형을 나타내었다.

표 4-34 북한 전체 지표면 분류항목별에 따른 경사별 면적

단위 : ha

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	445,611.7 (85.8)	50,311.1 (9.7)	15,471.8 (3)	5,290.4 (1)	2,153.9 (0.4)	300.1 (0.1)	518,732.3 (100)
밭	659,547.6 (34.3)	211,940.5 (11)	292,685.1 (15.2)	412,476.5 (21.5)	308,245.2 (16)	38,462.8 (2)	1,922,540 (100)
간척지	23,446 (96.5)	498.2 (2.1)	208.5 (0.9)	102.1 (0.4)	32 (0.1)	1.9 (0)	24,279.6 (100)
초지	59,132.2 (41.9)	13,448.2 (9.5)	14,956.5 (10.6)	22,932.3 (16.2)	25,644.3 (18.2)	5,053.7 (3.6)	136,640.7 (100)
삼림	667,767.6 (7.8)	315,030.9 (3.7)	593,166.1 (7)	1,885,774.3 (22.2)	3,957,264.3 (46.5)	1,094,399.3 (12.9)	8,512,210.5 (100)
나지	312,406.6 (38.5)	90,609.7 (11.2)	124,770.2 (15.4)	162,358.8 (20)	108,065.9 (13.3)	13,643.5 (1.6)	810,472.2 (100)
인공건조물	73,565.5 (66.7)	14,225.4 (12.9)	10,451 (9.5)	7,416.7 (6.7)	3,951.4 (3.6)	672.4 (0.6)	110,975.4 (100)
수역	114,874.6 (66.6)	15,147.5 (8.8)	11,948.8 (6.9)	14,430.6 (8.4)	13,230.2 (7.7)	2,732.8 (1.6)	176,701 (100)
염전	11,950.6 (89.6)	1,260.7 (9.5)	96.5 (0.7)	22.2 (0.2)	0.5 (0)	0 (0)	12,357.3 (100)
구름	1,876.4 (9.2)	685.3 (3.4)	1,182.9 (5.9)	3,792.9 (18.7)	9,677.1 (47.6)	3,095.3 (15.2)	20,306.8 (100)
계	2,395,566.1 (19.4)	708,212.6 (5.8)	1,059,042.4 (8.7)	2,505,067.7 (20.5)	4,419,985.4 (36.1)	1,157,341.9 (9.5)	12,245,216.1 (100)

() : 비율(%)

표 4-35 북한 행정구역별 경사분류면적

단위 : ha

경사등급 행정구역	A (0-2%)	B (4-7%)	C (7-15%)	D (15-30%)	E (30-60%)	F (> 60%)	계
평안북도	307,126 (25)	74,519.9 (6.1)	115,511.4 (9.4)	266,233.3 (21.6)	388,217.7 (31.6)	77,279 (6.3)	1,229,377 (100)
평안남도	278,025.3 (23.3)	62,267.4 (5.2)	86,012.3 (7.2)	197,436.6 (16.5)	423,334 (35.5)	145,814.8 (12.2)	1,192,966.6 (100)
황해북도	183,259.5 (22.4)	55,317.1 (6.7)	76,047 (9.3)	153,234.9 (18.7)	250,465.9 (30.6)	100,178.8 (12.2)	819,033.6 (100)
황해남도	379,161.9 (45)	89,141.6 (10.6)	97,032.4 (11.5)	142,126.5 (16.9)	116,321.49 (13.8)	19,098.1 (2.3)	842,724.3 (100)
함경북도	314,085.9 (18.8)	94,301.9 (5.7)	161,941 (9.7)	400,215.2 (24)	591,915.2 (35.5)	104,479.1 (6.3)	1,667,438.3 (100)
함경남도	264,242 (14.3)	72,939.2 (3.9)	121,201.3 (6.5)	366,106.7 (19.8)	788,139.1 (42.6)	238,669.7 (12.9)	1,850,560.8 (100)
자강도	142,520.2 (8.6)	44,110.3 (2.7)	86,396.7 (5.2)	316,177.9 (19)	856,704.6 (51.5)	216,905.5 (13)	1,663,314 (100)
량강도	217,322.1 (15.6)	113,660.9 (8.1)	182,553.4 (13.1)	364,337.4 (26.1)	446,176.4 (32)	70,674.9 (5.1)	1,395,235 (100)
강원도	129,561.1 (11.7)	57,069.9 (5.1)	76,606.2 (6.9)	206,223.2 (18.6)	467,019.2 (42.1)	172,375.4 (15.5)	1,109,354 (100)
평양특별시	105,783.2 (39.6)	24,260.9 (9.1)	28,229.8 (10.6)	46,086.1 (17.3)	54,398.2 (20.4)	8,260.9 (3.1)	267,019 (100)
남포직할시	38,877.8 (46.9)	10,800.1 (13)	10,803.5 (13)	12,319 (14.9)	8,560.4 (10.3)	1,086.3 (1.3)	82,468.5 (100)
개성직할시	34,898.7 (27.9)	9,877.9 (7.9)	16,576.7 (13.3)	34,209.7 (27.4)	26,416.7 (21.1)	2,456.6 (2)	124,387.8 (100)
계	2,395,566.1 (19.4)	708,212.6 (5.8)	1,059,042.4 (8.7)	2,505,067.7 (20.5)	4,419,985.4 (36.1)	1,157,341.9 (9.5)	12,245,216.1 (100)

() : 비율(%)

3. 수계별 농업생산기반 정보

가. 수계별 지표면 피복분류

북한지역 지표면 피복분류 결과를 서해안 수계와 동해안 수계로 구분하여 비교해본 결과 <그림 4-43>과 <표 4-36>에서 보는 바와 같이 동고서저형 지형분포를 대표하는 동해

안 수계와 서해안 수계의 특성을 그대로 반영하고 있었다. 서해안 수계의 경우 논면적 비율 5.2%, 밭면적 비율 16.8%, 바다를 제외한 수역 1.7%, 삼림 66.1%로 평야형 지표면 피복 특성을 보이고 있다. 이에 비해, 동해안 수계는 논면적 비율 2.1%, 밭면적 비율 13.4%, 바다를 제외한 수역 0.7%, 삼림 76.8%로 산지형 지표면 피복특성을 보이고 있다.

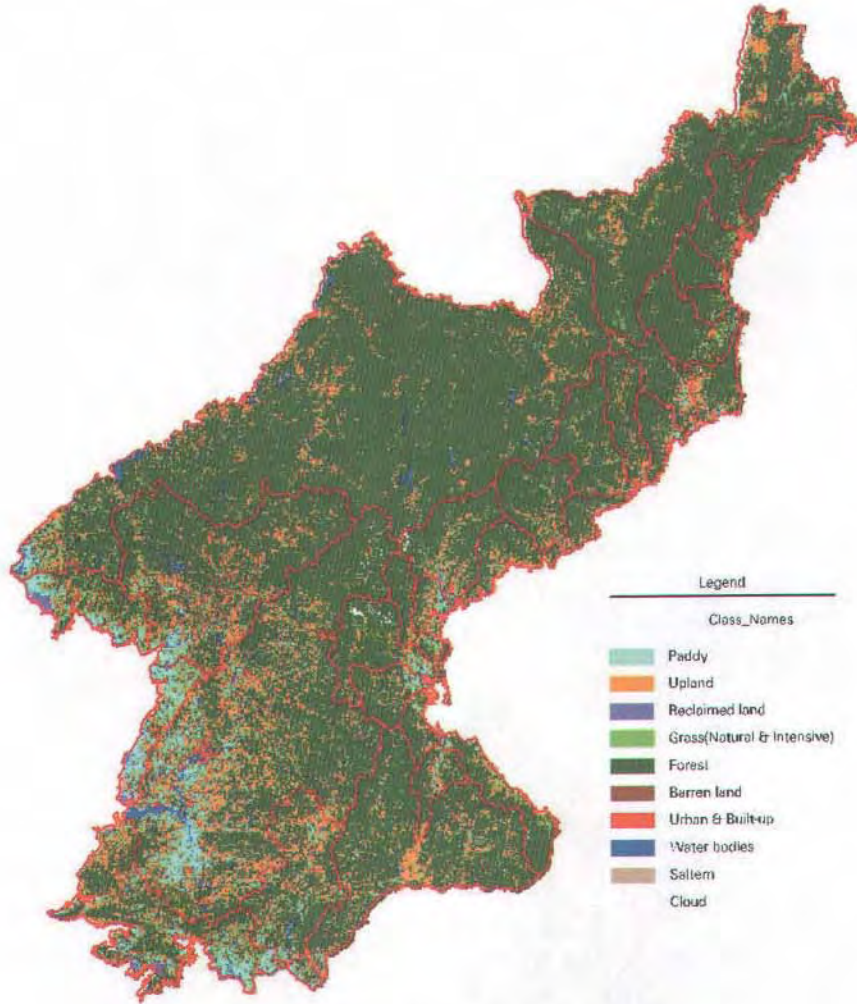


그림 4-43 북한 수계별 지표면 피복분류도

안 수계와 서해안 수계의 특성을 그대로 반영하고 있었다. 서해안 수계의 경우 논면적 비율 5.2%, 밭면적 비율 16.8%, 바다를 제외한 수역 1.7%, 삼림 66.1%로 평야형 지표면 피복 특성을 보이고 있다. 이에 비해, 동해안 수계는 논면적 비율 2.1%, 밭면적 비율 13.4% 바다를 제외한 수역 0.7%, 삼림 76.8%로 산지형 지표면 피복특성을 보이고 있다.

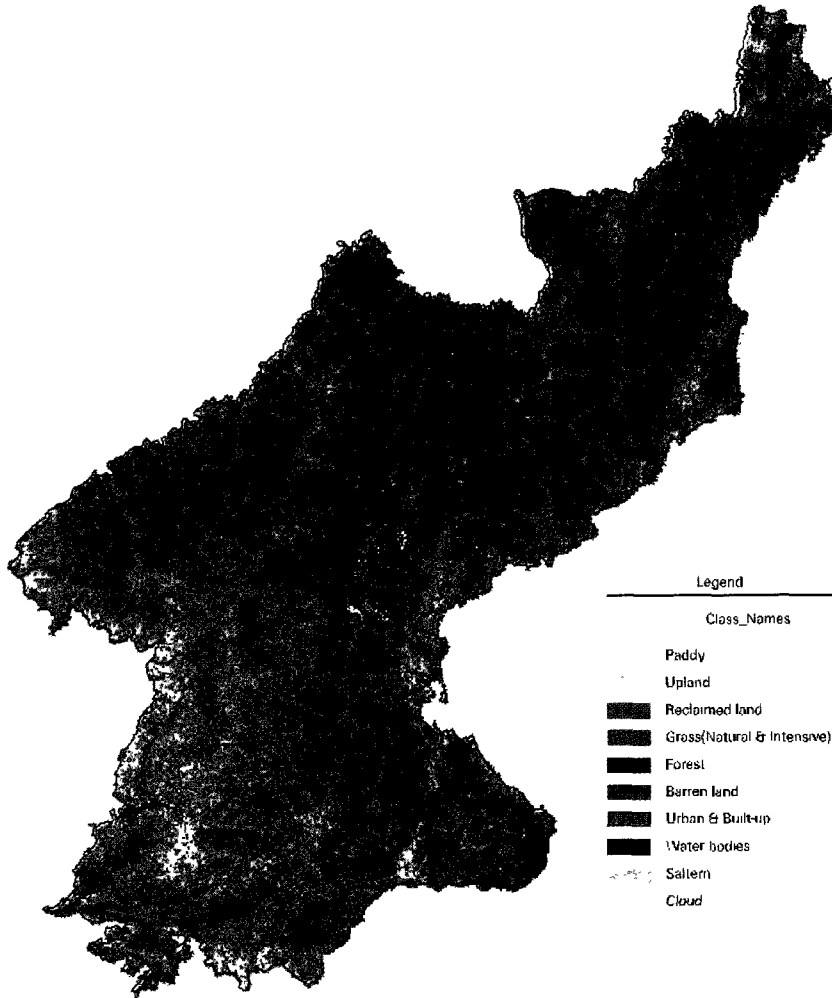


그림 4-43 북한 수계별 지표면 피복분류도

표 4-36 북한 수계별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

수계	논	밭	간척지	초지	삼림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
서해안 수계	436,986 (5.2)	1,405,433.6 (16.8)	24,289.3 (0.3)	75,055 (0.9)	5,338,333.4 (66.1)	657,052.6 (7.8)	72,938.3 (0.9)	145,745.9 (1.7)	12,360.9 (0.1)	5,455.1 (0.1)	8,373,650.1 (100)
동해안 수계	81,909.2 (2.1)	517,604.1 (13.4)	0 (0)	61,619.9 (1.6)	2,976,008.6 (76.8)	153,597 (4)	38,076.6 (1)	28,825.5 (0.7)	79.8 (0)	14,861.5 (0.4)	3,872,582.3 (100)
계	518,732.3 (4.2)	1,922,545.8 (15.7)	24,279.6 (0.2)	136,636.6 (1.1)	8,512,212.9 (69.6)	810,472.5 (6.6)	110,975.5 (0.9)	174,536.2 (1.4)	12,434.3 (0.1)	20,306.9 (0.2)	12,243,132.4 (100)

() : 비율(%)

1) 서해안지역 수계

북한 서해안은 5대강 수계(압록강, 청천강, 대동강, 예성강, 한강)와 4개의 해안수계(평북해안수계, 평남해안수계, 황남해안수계, 개성해안수계)로 구분하여 지표면 피복분류결과에 대한 면적을 구한 결과 <그림 4-44>와 <표 4-37>에서 보는 바와 같이 서해안 수계와 동해안 수계가 넓은 면적을 차지하며 서해안 수계 통계결과에 큰 영향을 미치고 있다.



그림 4-44 북한 서해안수계 지표면 피복분류도

표 4-36 북한 수계별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

수계	논	밭	간척지	초지	삼림	나지	인공 건조물	수역	염전	구름	계
서해안 수계	436,986 (5.2)	1,405,433.6 (16.8)	24,289.3 (0.3)	75,055 (0.9)	5,538,333.4 (66.1)	657,052.6 (7.8)	72,938.3 (0.9)	145,745.9 (1.7)	12,360.9 (0.1)	5,455.1 (0.1)	8,373,650.1 (100)
동해안 수계	81,909.2 (2.1)	517,604.1 (13.4)	0 (0)	61,619.9 (1.6)	2,976,008.6 (76.8)	133,597 (4)	38,076.6 (1)	28,825.5 (0.7)	79.8 (0)	14,861.5 (0.4)	3,872,582.3 (100)
계	518,732.3 (4.2)	1,922,545.8 (15.7)	24,279.6 (0.2)	136,636.6 (1.1)	8,512,212.9 (69.6)	810,472.5 (6.6)	110,975.5 (0.9)	174,536.2 (1.4)	12,434.3 (0.1)	20,306.9 (0.2)	12,243,132.4 (100)

() : 비율(%)

1) 서해안지역 수계

북한 서해안은 5대강 수계(압록강, 청천강, 대동강, 예성강, 한강)와 4개의 해안수계(평북해안수계, 평남해안수계, 황남해안수계, 개성해안수계)로 구분하여 지표면 피복분류결과에 대한 면적을 구한 결과 <그림 4-44>와 <표 4-37>에서 보는 바와 같이 서해안 수계와 동해안 수계가 넓은 면적을 차지하며 서해안 수계 통계결과에 큰 영향을 미치고 있다.

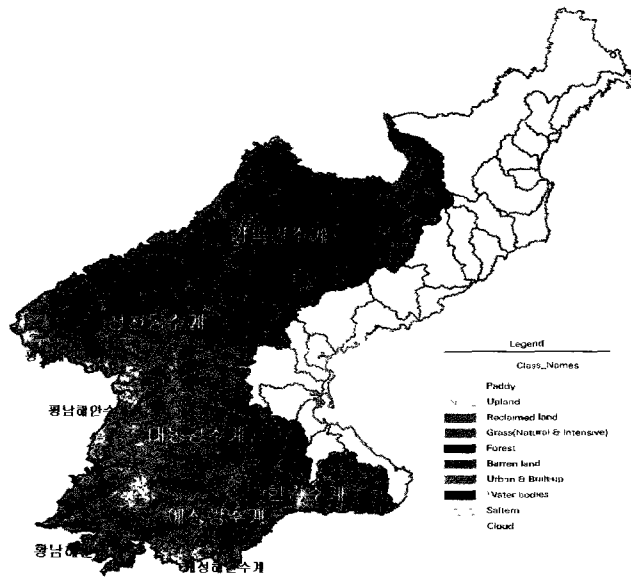


그림 4-44 북한 서해안수계 지표면 피복분류도

표 4-37 북한 서해안지역 수계별 지표면 피복분류면적

단위 : ha

수 계	논	밭	간척지	초지	삼림	나지	인공건조물	수역	염전	구름	계
압록강 수계	26,511 (0.8)	295,777 (9.2)	0 (0)	20,596.7 (0.6)	2,682,670 (83.3)	132,818 (4.1)	10,869.1 (0.3)	49,287.1 (1.5)	0 (0)	1,927.8 (0.1)	3,220,456.7 (100)
청천강 수계	37,783.8 (3.9)	172,388 (17.8)	0 (0)	11,398.2 (1.2)	624,042 (64.5)	102,545 (10.6)	8,273.4 (0.9)	11,068.9 (1.1)	0 (0)	31.5 (0)	967,530.8 (100)
대동강 수계	148,295 (7.4)	482,320 (24)	0 (0)	21,812.6 (1.1)	1,089,990 (54.2)	180,987 (9)	34,112.7 (1.7)	48,917.9 (2.4)	760.1 (0)	2,949.9 (0.1)	2,010,145.3 (100)
예성강 수계	22,205.4 (5.7)	96,750 (24.8)	0 (0)	3,198.1 (0.8)	212,876 (54.5)	44,948.6 (11.5)	2,305.1 (0.6)	8,155 (2.1)	0 (0)	0 (0)	390,438.1 (100)
한 강 수계	12,094.9 (1.5)	144,035 (17.3)	0 (0)	3,860.6 (0.5)	608,998 (73.3)	51,783.1 (6.2)	2,117.2 (0.3)	6,909.5 (0.8)	0 (0)	473 (0.1)	830,271.3 (100)
평북해안 수계	44,007 (19.3)	56,263.3 (24.7)	9,759.7 (4.3)	3,459.6 (1.5)	86,668.3 (38)	18,749.6 (8.2)	4,675.4 (2)	3,555.1 (1.6)	958.6 (0.4)	22.5 (0)	228,119.1 (100)
평남해안 수계	53,677.4 (35.9)	35,714.6 (23.9)	5,786.7 (3.9)	1,283.7 (0.9)	18,051.9 (12.1)	22,555.3 (15.1)	1,464.8 (1)	2,884.6 (1.9)	8,062.7 (5.4)	3.2 (0)	149,484.9 (100)
함남해안 수계	85,955.4 (15.6)	115,226 (20.9)	8,733.2 (1.6)	8,906.1 (1.6)	206,993 (37.6)	99,185.3 (18)	8,949.7 (1.6)	14,330.3 (2.6)	2,573.1 (0.5)	46.8 (0)	550,898.9 (100)
개성해안 수계	6,366.1 (25)	6,797.1 (26.6)	0 (0)	531.2 (2.1)	7,626.7 (29.9)	3,398 (13.3)	162.6 (0.6)	623.4 (2.4)	0 (0)	0 (0)	25,505 (100)
계	436,986 (5.2)	1,405,433.6 (16.8)	24,289.3 (0.3)	75,055 (0.9)	5,538,333.4 (66.1)	657,052.6 (7.8)	72,938.3 (0.9)	145,745.9 (1.7)	12,360.9 (0.1)	5,455.1 (0.1)	8,373,650.1 (100)

() : 비율(%)

2) 동해안지역 수계

북한 동해안은 13개 하천 수계와 11개의 해안수계로 구분하여 동해안 소수계별 지표면 피복을 비교해본 결과 <그림 4-45>와 <표 4-38>에서 보는 바와 같이 밭면적 비율이 논면적 비율에 비해 평균 6.5배 정도 많이 분포하고 있었으며 하천수계에 비해 평야수계의 논면적 비율이 상대적으로 높게 나타났다. 원산만 일대의 평야가 포함되는 금야강 6,357.3ha(2.9%) 및 덕지강 8,030.4ha(6.8%)로 기타 하천 수계에 비해 높게 나타났다. 함흥평야가 있는 함남해안수계의 논면적 비율은 18%(11,298.2ha)로 가장 높았으며, 밭면적은 두만강수계에서 127,859ha로 가장 넓은 면적을 차지하고 있었으나 밭면적이 차지하는 비율은 함남해안수계가 30.7%(19,328.9ha)로 가장 높게 나타났다.

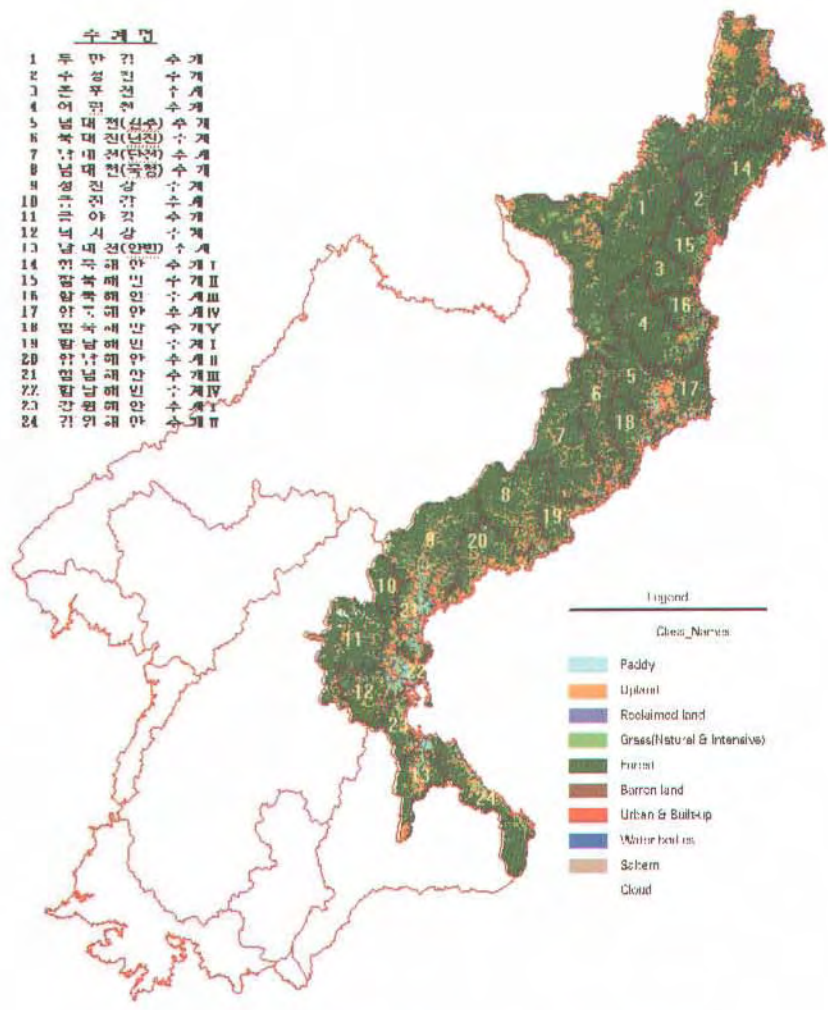


그림 4-45 북한 동해안수계 지표면 피복분류도

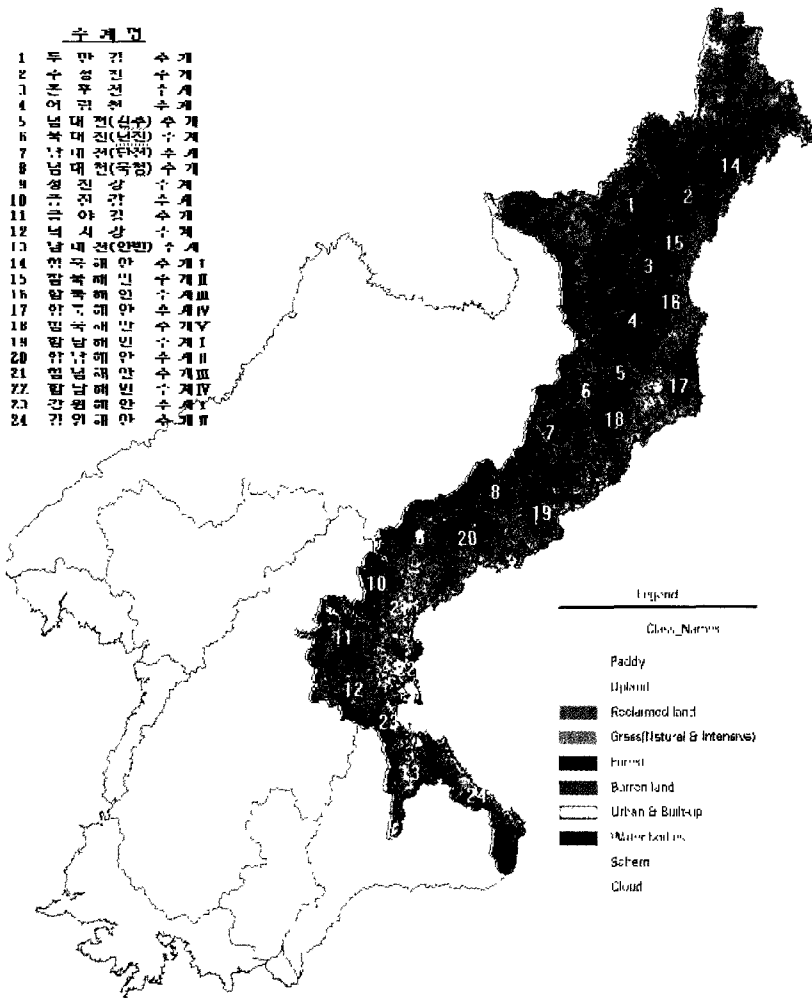


그림 4-45 북한 동해안수계 지표면 피복분류도

표 4-38 북한 동해안지역 수계별 지표면 지표면 피복분류면적

단위 : ha

	논	밭	간척지	초지	삼림	나지	인공건조물	수역	염전	구름	계
두만강	8,949.6 (0.8)	127,859 (12.1)	0 (0)	27,431 (2.6)	831,641 (78.7)	47,316.2 (4.5)	4,834.9 (0.5)	7,461.7 (0.7)	0 (0)	702.6 (0.1)	1,056,196 (100)
수성천	74.4 (0.1)	4,597.2 (5)	0 (0)	1,965.8 (2.2)	81,900 (89.7)	990.3 (1.1)	1,553 (1.7)	167.4 (0.2)	0 (0)	18.5 (0)	91,266.6 (100)
온포천	251.5 (0.3)	3,642.6 (4.5)	0 (0)	904.6 (1.1)	73,377.2 (91.4)	1,382.9 (1.7)	611.6 (0.8)	41.4 (0.1)	0 (0)	64.6 (0.1)	80,276.2 (100)
어랑천	2,650.3 (1.3)	14,042.5 (7)	0 (0)	3,181.1 (1.6)	172,109 (85.8)	5,481.6 (2.7)	1,050.2 (0.5)	1,780.6 (0.9)	0 (0)	244.1 (0.1)	200,539.4 (100)
남대천(길주)	3,758.5 (2.7)	24,068.6 (17.4)	0 (0)	960 (0.7)	100,909 (73.1)	5,165.6 (3.7)	2,679.9 (1.9)	537.1 (0.4)	0 (0)	7.3 (0)	138,086.1 (100)
북대천(단천)	998.8 (0.7)	18,532.6 (12.8)	0 (0)	2,105.5 (1.5)	111,724 (77.1)	9,388.7 (6.5)	1,460.4 (1)	597.6 (0.4)	0 (0)	175.4 (0.1)	144,983 (100)
남대천(단천)	1,613.7 (0.7)	21,927.8 (9.4)	0 (0)	2,420.3 (1)	199,770 (85.9)	4,595.2 (2)	1,632.4 (0.7)	684.5 (0.3)	0 (0)	42.8 (0)	232,686.7 (100)
남대천(북청)	1,594.1 (0.8)	23,906.4 (12.3)	0 (0)	2,184.4 (1.1)	161,490 (83)	4,648 (2.4)	195.1 (0.1)	445.2 (0.2)	0 (0)	141.8 (0.1)	194,605 (100)
성천강	5,189.8 (2.1)	39,564.9 (16)	0 (0)	2,839.6 (1.2)	184,035 (74.6)	8,137.2 (3.3)	3,751.1 (1.5)	1,067.6 (0.4)	0 (0)	1,995 (0.8)	246,580.1 (100)
금진강	3,043.2 (3.4)	12,390.4 (13.7)	0 (0)	501.3 (0.6)	70,644 (77.9)	2,639.8 (2.9)	112.8 (0.1)	792.4 (0.9)	0 (0)	541.9 (0.6)	90,665.7 (100)
금야강	6,357.3 (2.9)	28,831 (13.1)	0 (0)	742.7 (0.3)	169,862 (77.2)	7,226.2 (3.3)	391.6 (0.2)	1,611.9 (0.7)	0 (0)	5,088.4 (2.3)	220,111.1 (100)
덕지강	8,030.4 (6.8)	19,736.9 (16.8)	0 (0)	790.7 (0.7)	82,497.1 (70.1)	3,501.7 (3)	1,797 (1.5)	1,297.7 (1.1)	77 (0.1)	0 (0)	117,728.6 (100)
남대천(안변)	5,486.9 (5.9)	18,889.7 (20.3)	0 (0)	463 (0.5)	60,208.2 (64.8)	5,897.1 (6.3)	1,117.1 (1.2)	882.7 (0.9)	0 (0)	2.2 (0)	92,946.8 (100)
함북해안 I	591.5 (0.4)	13,288 (9.3)	0 (0)	2,693.2 (1.9)	114,017 (80)	5,039.6 (3.5)	2,890.1 (2)	3,850.6 (2.7)	0 (0)	147.2 (0.1)	142,517 (100)
함북해안 II	481.3 (0.7)	6,399.2 (8.8)	0 (0)	2,550.5 (3.5)	58,475.5 (80.3)	1,863.9 (2.6)	2,913.8 (4)	159.7 (0.2)	0 (0)	9.3 (0)	72,853.2 (100)
함북해안 III	1,457.5 (3.2)	4,065.8 (9)	0 (0)	887.5 (2)	36,324.8 (80)	2,300.3 (5.1)	285.2 (0.6)	35.1 (0.1)	0 (0)	34.7 (0.1)	45,390.8 (100)
함북해안 IV	2,160.1 (1.9)	19,949.8 (17.7)	0 (0)	1,083.5 (1)	76,484.1 (67.8)	6,174.9 (5.5)	1,395.8 (1.2)	971.1 (0.9)	0 (0)	4,638.5 (4.1)	112,857.8 (100)
함북해안 V	1,697.4 (1.9)	13,235.7 (14.8)	0 (0)	496.4 (0.6)	66,637.3 (74.3)	4,998.7 (5.6)	2,149.2 (2.4)	418.8 (0.5)	0 (0)	0 (0)	89,633.5 (100)
함남해안 I	2,438.6 (3.2)	14,408.4 (18.9)	0 (0)	925.8 (1.2)	51,695.4 (67.8)	4,628.2 (6.1)	1,412.2 (1.9)	414.6 (0.5)	0 (0)	350.6 (0.5)	76,273.7 (100)
함남해안 II	2,952.8 (2.3)	30,139.5 (23.1)	0 (0)	2,229.5 (1.7)	87,569.2 (67)	4,453.9 (3.4)	2,063.1 (1.6)	743.8 (0.6)	0 (0)	496.9 (0.4)	130,648.6 (100)
함남해안 III	11,298.2 (18)	19,328.9 (30.7)	0 (0)	1,168.4 (1.9)	25,379 (40.4)	4,208.4 (6.7)	698.8 (1.1)	766 (1.2)	0 (0)	23.4 (0)	62,871 (100)
함남해안 IV	960.6 (7.8)	2,337.9 (18.9)	0 (0)	90.5 (0.7)	7,446.2 (60.1)	728 (5.9)	55.9 (0.5)	756.6 (6.1)	2.8 (0)	1.8 (0)	12,380.3 (100)
강원해안 I	3,249.7 (5.1)	11,342.2 (17.7)	0 (0)	512.1 (0.8)	41,380.1 (64.6)	4,319.9 (6.7)	2,588.4 (4)	671.9 (1)	0 (0)	0 (0)	64,064.4 (100)
강원해안 II	6,550.2 (4.3)	24,789.9 (16.1)	0 (0)	2,462.4 (1.6)	108,722 (70.5)	8,416.4 (5.5)	405.9 (0.3)	2,648.4 (1.7)	0 (0)	125.3 (0.1)	154,120.6 (100)
계	81,909.2 (2.1)	517,604.1 (13.4)	0 (0)	61,620 (1.6)	2,976,086 (76.8)	153,597 (4)	38,076.6 (1)	28,825.5 (0.7)	79.8 (0)	14,861.5 (0.4)	3,872,582.3 (100)

() : 비율(%)

나. 피복분류항목에 따른 수계별 경사분포

경사별에 따른 수계별 경사분류에서는 바다수역이 제외된 상태에서 결과가 도출되었다. 경사등급분류를 기준으로 하여 북한지역 지형의 경사분류를 시행한 결과 <그림 4-46>과 <표 4-39>에서 보는 바와 같이 A경사(0~2%)는 면적 2,395천ha(19.6%), B경사(2~7%)는 면적 708.3천ha(5.8%), C경사(7~15%)는 면적 1,059천ha(8.6%), D경사(15~30%)는 면적 2,504.6천ha(20.5%), E경사(30~60%)는 면적 4,418.5천ha(36.1%), F경사(>60%)는 면적 1,157.1천ha(9.4%)이었다. 수계별에서 북한은 경사 D, E, F가 전체면적의 66%를 차지한 것은 행정구역별에서 바다수역을 포함한 것에 비하면 높은 수치이다. 크게 봐서 동해안수계와 서해안수계의 전체면적에서 차지하는 경사는 대동소이하였다. 경사 A는 서해안수계에서 유역수계보다 주로 해안 수계가 높은 비율을 나타내었으며, 특히 서해안 수계의 평남해안수계는 경사 A가 66.5%로 가장 높았다. 경사 B와 C는 서해안수계가 10% 내외로 역시 동해안수계보다 비율이 높아 다소 지형의 변화가 완만하다는 것을 알 수 있다. 반면 동해안수계에서는 경사 B, C의 면적분포가 5%이내에 있는 수계가 많아 지형의 기울기가 급함을 알 수 있었다. 경사 D는 20.5%로 전 수계에서 고르게 분포되었으며, 경사 E는 일부 해안수계를 제외하고 대체적으로 30%를 넘어 남대천과 같이 110.2천ha(47.4%)로 50%에 육박하는 수계도 있었다. 경사 F에서는 서해안수계의 일부 해안수계에서 1%미만의 분포를 보이고 있었으나 대체적으로 10%내외를 보이고 있었다(부록참조). 농경지 및 삼림을 분류항목별로 분석을 해보면 논은 주로 경사 A에서 매우 높게 나타났는데, 445.2천ha(85.8%)나 되었으며, 경사 B는 50.3천ha(9.7%)를 보여 경사 A, B에 집중된 분포를 나타내었다. 밭의 경우, 경사 A에서 658.8천ha(34.3%), 경사 B에서 211.9천ha(11%), 경사 C에서 292.7천ha(15.2%), 경사 D에서 412.4천ha(21.5%), 경사 E에서 308.2천ha(16%)로 지형의 변화가 존재하는 산악지형에서도 고루 분포하는 것으로 확인되었다. 또한 초지 및 나지 역시 밭과 유사한 분포를 보였으며, 삼림은 서해안 수계에서 경사 D가 1,247천ha(22.5%), 경사 E가 2,663.7천ha(48.1%), 경사 F가 721.4천ha(13%)를 보였고, 동해안수계에서 경사 D가 638.7천ha(21.5%), 경사 E가 1,293.5천ha(43.5%), 경사 F가 372.9천ha(12.5%)로 높게 나타났다.

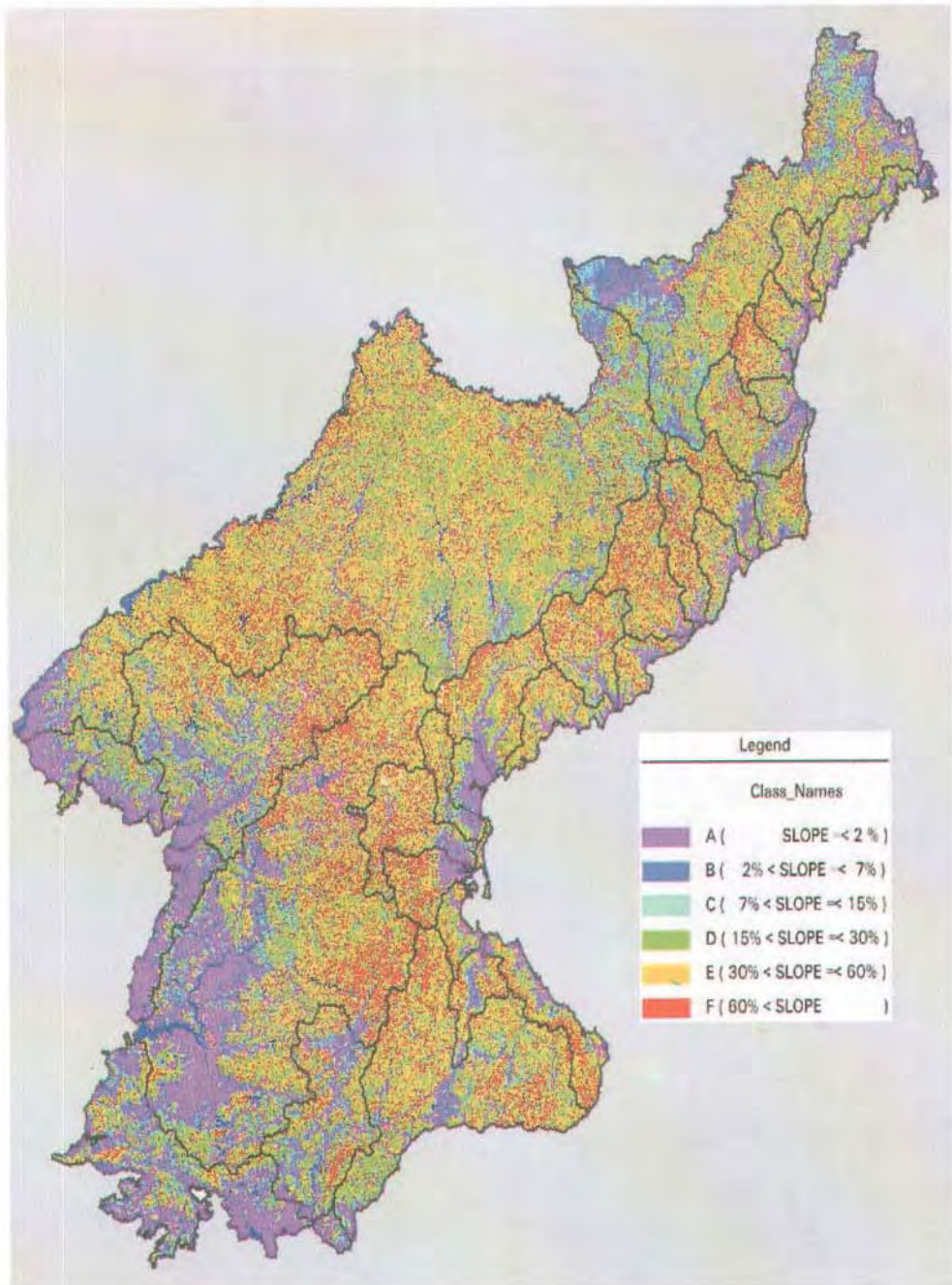


그림 4-46 북한 수계별 경사분포도

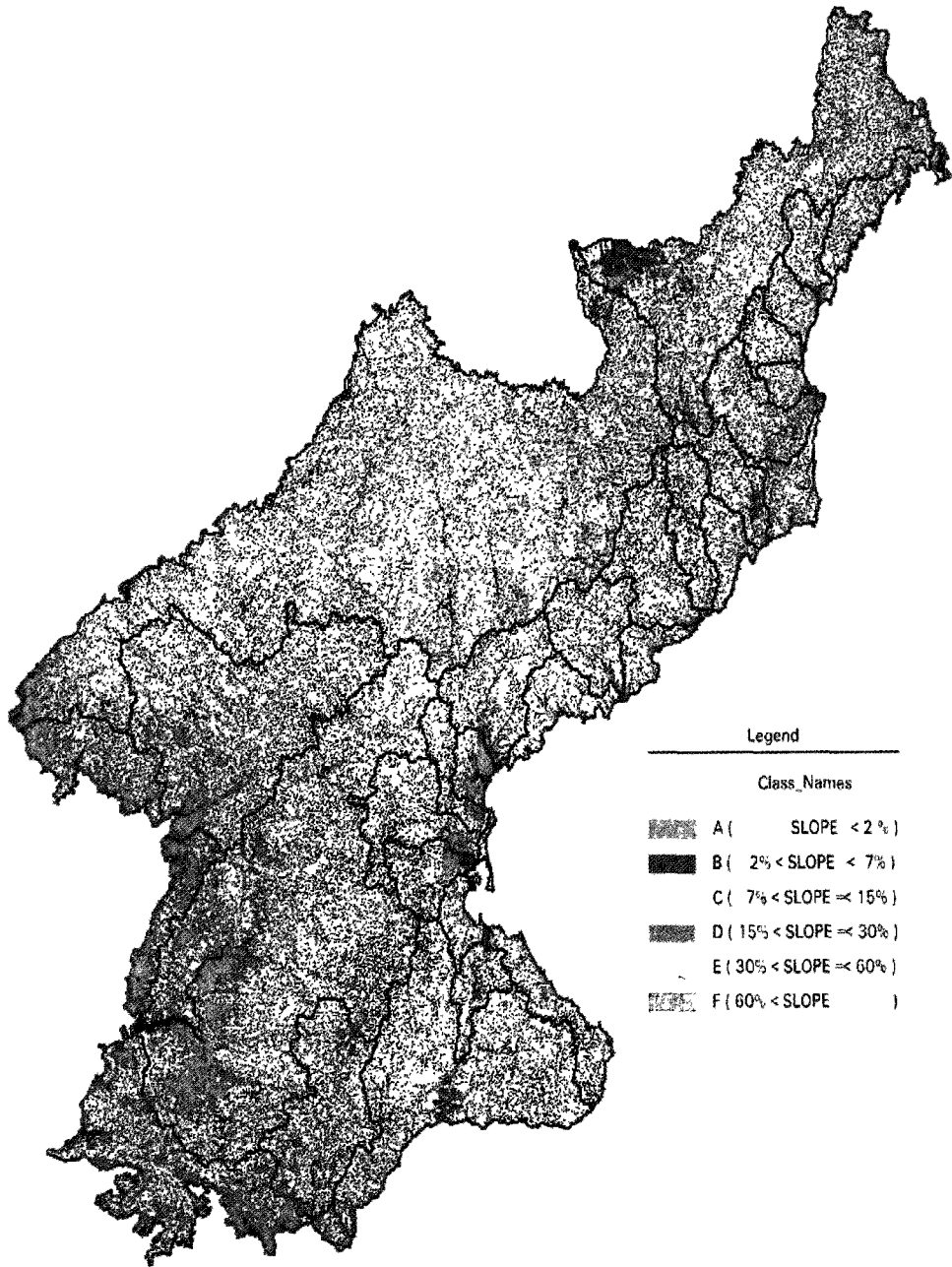


그림 4-46 북한 수계별 경사분포도

표 4-39 북한 전체수계의 분류항목별 경사분류면적

단위 : ha

경사등급 분류항목	A (0~2%)	B (2~7%)	C (7~15%)	D (15~30%)	E (30~60%)	F (>60%)	계
논	445,175.7 (85.8)	50,278.7 (9.7)	15,459.4 (3)	5,275.4 (1)	2,137.1 (0.4)	299.8 (0.1)	518,626.2 (100)
밭	658,753.8 (34.3)	211,887.2 (11)	292,658.8 (15.2)	412,445.2 (21.5)	308,224.8 (16)	38,460.3 (2)	1,922,430.1 (100)
간척지	23,439.1 (96.5)	496.4 (2)	208.2 (0.9)	102.1 (0.4)	32 (0.1)	1.9 (0)	24,279.6 (100)
초지	54,807.3 (40.1)	13,312.4 (9.7)	14,916.9 (10.9)	22,886.2 (16.8)	25,622 (18.8)	5,053.5 (3.7)	136,598.2 (100)
삼림	666,700.5 (7.8)	314,967.4 (3.7)	593,127.1 (7)	1,885,713.5 (22.2)	3,957,207.8 (46.5)	1,094,386 (12.9)	8,512,102.3 (100)
나지	311,140.4 (38.4)	90,504.8 (11.2)	124,707.8 (15.4)	162,284.7 (20)	108,034.9 (13.3)	13,642.2 (1.7)	810,314.8 (100)
인공건조물	73,469.1 (66.2)	15,034.8 (13.5)	10,443 (9.4)	7,405.3 (6.7)	3,947.2 (3.6)	671.6 (0.6)	110,970.9 (100)
수역	148,560.4 (85.2)	9,782.8 (5.6)	6,146.8 (3.5)	4,709.1 (2.7)	3,593.3 (2.1)	1,534.2 (0.9)	174,326.5 (100)
염전	11,058.8 (88.9)	1,259.1 (10.1)	95.3 (0.8)	20.9 (0.2)	0.3 (0)	0 (0)	12,434.3 (100)
구름	1,876.1 (9.2)	685 (3.4)	1,182.8 (5.8)	3,792.9 (18.7)	9,676.3 (47.7)	3,093.8 (15.2)	20,306.9 (100)
계	2,394,981.2 (19.6)	708,208.6 (5.8)	1,058,946.1 (8.6)	2,504,635.3 (20.5)	4,418,475.7 (36.1)	1,157,143.3 (9.4)	12,242,389.8 (100)

() : 비율(%)

1) 서해안수계에서의 경사분포²⁷⁾

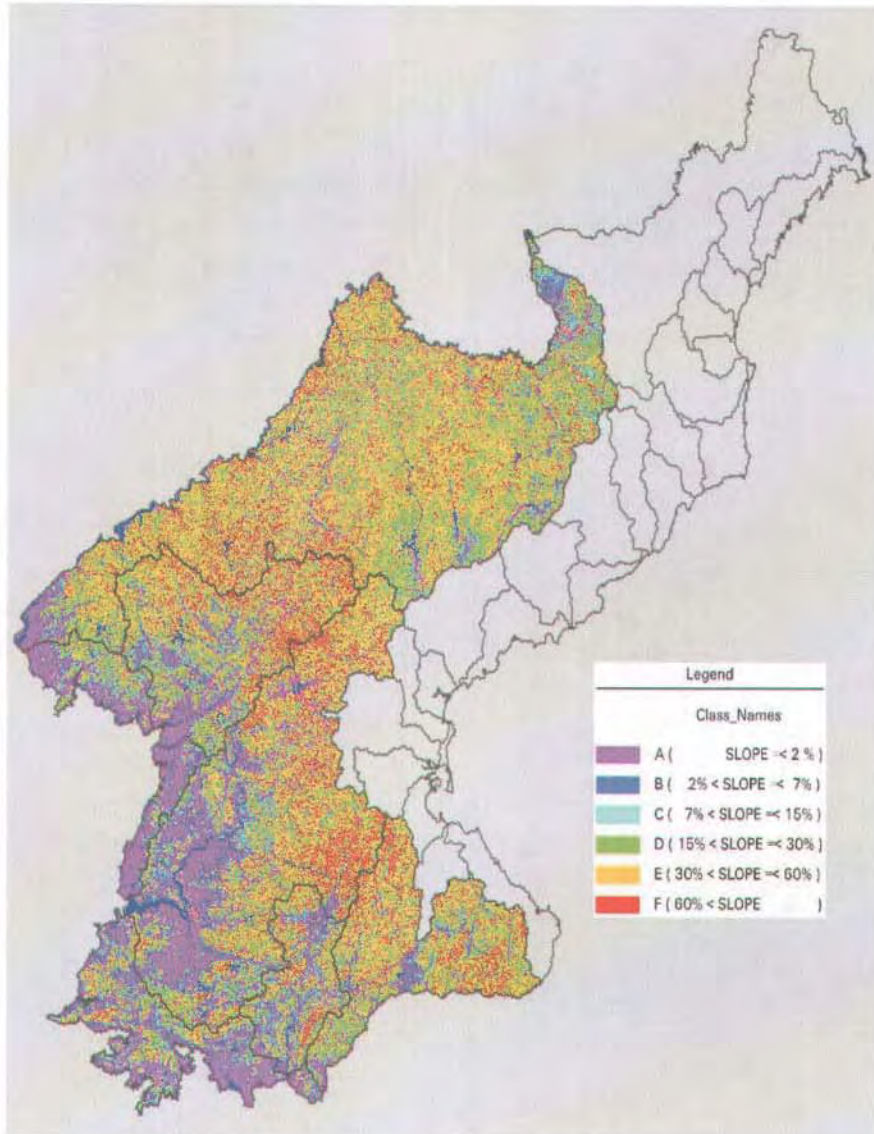


그림 4-47 북한 서해안수계의 경사분포도

27) 서해안의 각 수계별 경사분류면적은 부록II를 참조.

1) 서해안수계에서의 경사분포(27)

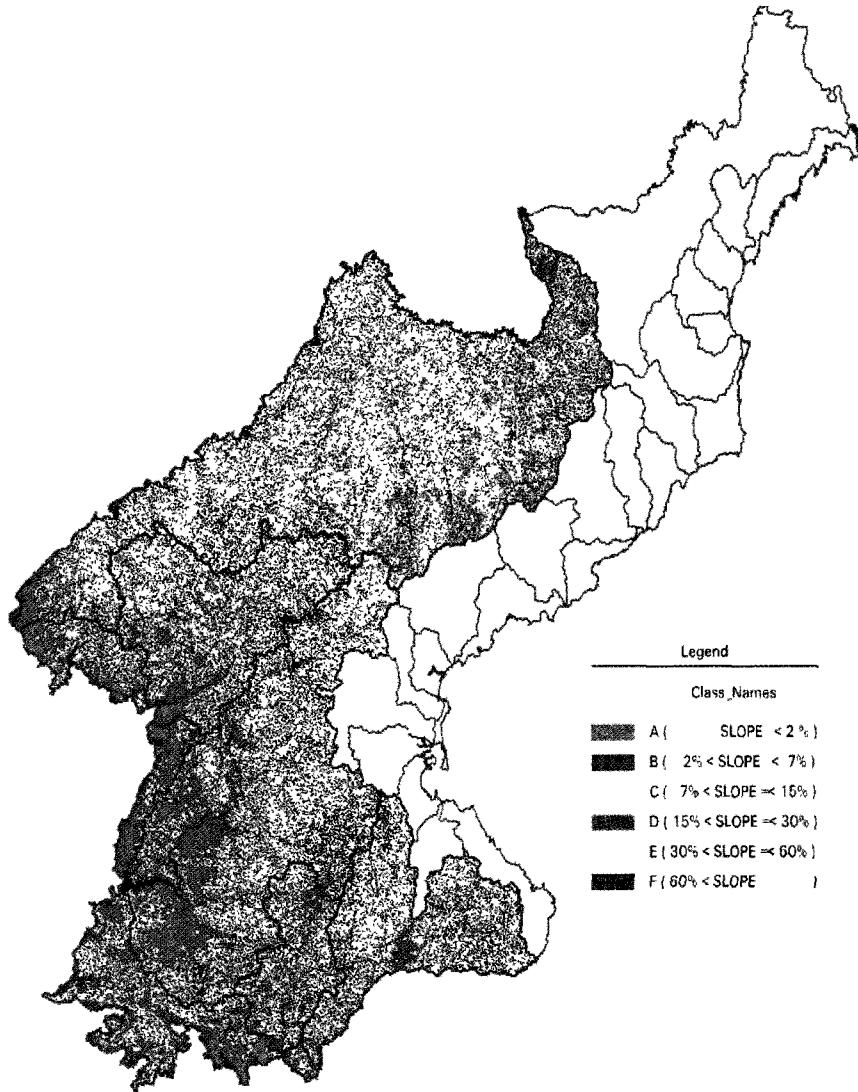


그림 4-47 북한 서해안수계의 경사분포도

27) 서해안의 각 수계별 경사분류면적은 부록II를 참조

표 4-40 북한 서해안수계의 분류항목별 경사분류 면적

단위 : ha

경사등급 분류항목	A (0~2%)	B (2~7%)	C (7~15%)	D (15~30%)	E (30~60%)	F (>60%)	계
논	375,279.5 (85.9)	41,778 (9.6)	13,046.9 (3)	4,630.7 (1.1)	1,899.4 (0.4)	262.1 (0.1)	436,896.5 (100)
밭	467,698.4 (33.3)	155,068.9 (11)	215,053.4 (15.3)	309,225.7 (22)	231,198.2 (16.5)	26,998.7 (1.9)	1,405,243.4 (100)
간척지	23,439.1 (96.5)	496.4 (2)	208.2 (0.9)	102.1 (0.4)	32 (0.1)	1.9 (0)	24,279.6 (100)
초지	30,789.8 (41)	6,654.6 (8.9)	8,095.5 (10.8)	12,569.2 (16.7)	14,155.7 (18.9)	2,780.2 (3.7)	75,045 (100)
삼림	370,075.7 (6.7)	176,520.8 (3.2)	359,005.2 (6.5)	1,247,039.9 (22.5)	2,663,749.9 (48.1)	721,437.2 (13)	5,537,828.7 (100)
나지	248,860.5 (37.9)	73,859.2 (11.2)	102,344.1 (15.6)	134,098.2 (20.4)	87,594 (13.3)	10,206.4 (1.6)	656,962.3 (100)
인공건조물	47,158.4 (64.7)	9,343.4 (12.8)	7,577.2 (10.4)	5,473.1 (7.5)	2,885.2 (4)	492.8 (0.7)	72,930 (100)
수역	125,724.7 (86.4)	7,054.5 (4.8)	4,883 (3.4)	3,782.8 (2.6)	2,907.6 (2)	1,230.3 (0.8)	145,582.9 (100)
염전	10,979 (88.9)	1,259.1 (10.2)	95.3 (0.8)	20.9 (0.2)	0.3 (0)	0 (0)	12,354 (100)
구름	518.8 (9.5)	161.9 (3)	321.8 (5.9)	1,285.7 (23.6)	2,577.5 (47.3)	589.2 (10.8)	5,454.8 (100)
계	1,700,523.9 (20.3)	472,196.8 (5.7)	710,630.6 (8.5)	1,718,228.3 (20.5)	3,006,999.8 (35.9)	763,998.8 (9.1)	8,372,577.2 (100)

() : 비율(%)

2) 동해안수계에서의 경사분포²⁸⁾

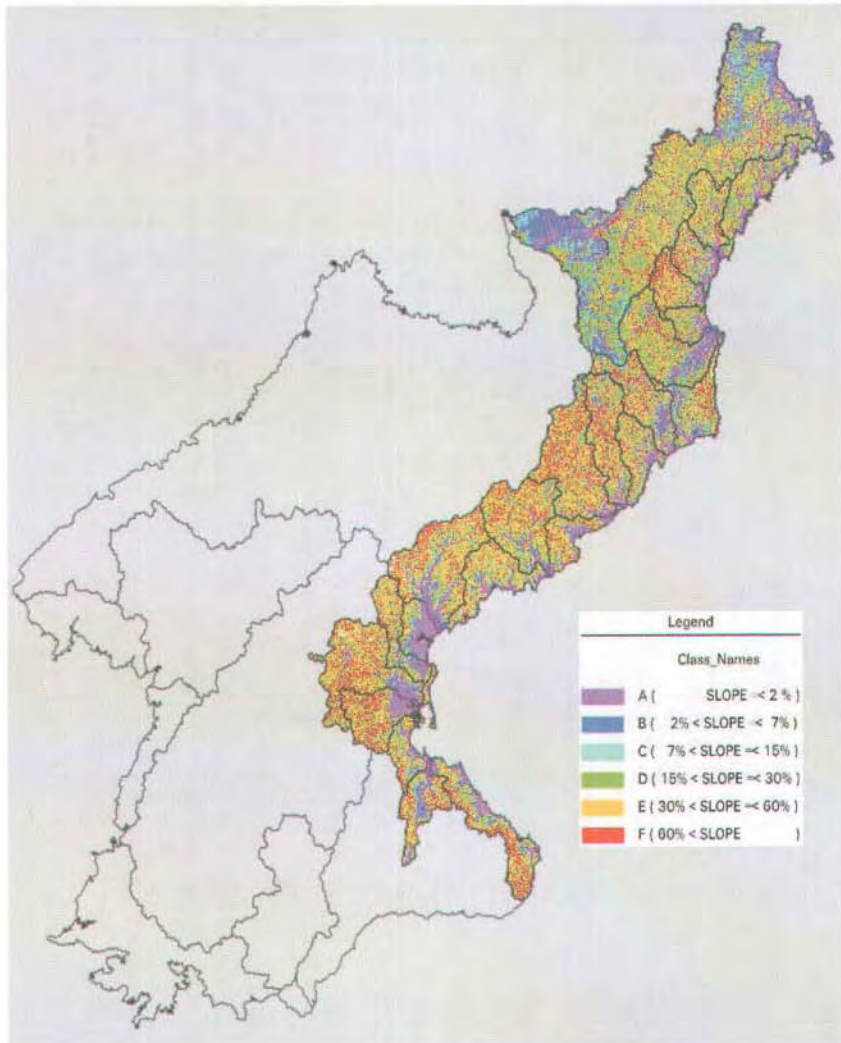


그림 4-48 북한 동해안수계의 경사분포

28) 동해안의 각 수계별 경사분류면적은 부록II를 참조.

2) 동해안수계에서의 경사분포²⁸⁾

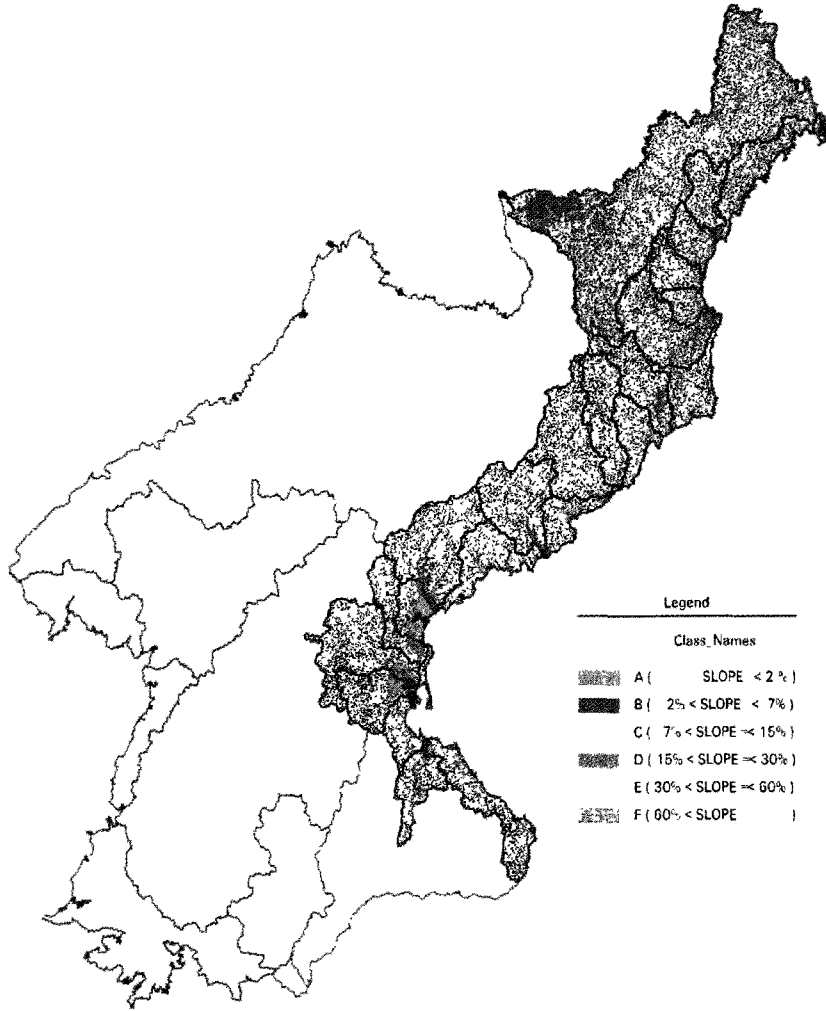


그림 4-48 북한 동해안수계의 경사분포

28) 동해안의 각 수계별 경사분류면적은 부록II를 참조.

표 4-41 북한 동해안수계의 분류항목별 경사분류 면적

단위 : ha

경사등급 분류항목	A (0~2%)	B (2~7%)	C (7~15%)	D (15~30%)	E (30~60%)	F (>60%)	계
논	69,896.3 (85.5)	8,500.7 (10.4)	2,412.5 (3)	644.8 (0.8)	237.8 (0.3)	37.7 (0)	81,729.9 (100)
밭	191,055.4 (36.9)	56,818.4 (11)	77,605.4 (15)	103,219.4 (20)	77,026.6 (14.9)	11,461.6 (2.2)	517,186.7 (100)
간척지	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
초지	24,017.5 (39)	6,657.7 (10.8)	6,821.4 (11.1)	10,316.9 (16.8)	11,466.4 (18.6)	2,273.3 (3.7)	61,553.2 (100)
삼림	296,624.9 (10)	138,446.5 (4.7)	234,121.9 (7.9)	638,673.6 (21.5)	1,293,457.9 (43.5)	372,948.8 (12.5)	2,974,273.6 (100)
나지	62,279.9 (40.6)	16,645.6 (10.9)	22,363.7 (14.6)	28,186.5 (18.4)	20,441 (13.3)	3,435.8 (2.2)	153,352.5 (100)
인공건조물	26,310.7 (69.2)	5,691.4 (15)	2,865.8 (7.5)	1,932.3 (5.1)	1,062.1 (2.8)	178.9 (0.5)	38,041 (100)
수역	22,835.7 (79.4)	2,728.4 (9.5)	1,263.8 (4.4)	926.3 (3.2)	685.7 (2.4)	303.9 (1.1)	28,743.7 (100)
염전	79.7 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	79.7 (100)
구름	1,357.4 (9.1)	523.1 (3.5)	861 (5.8)	2,507.2 (16.9)	7,098.7 (47.8)	2,504.6 (16.9)	14,852 (100)
계	694,457.5 (17.9)	236,011.8 (6.1)	348,315.5 (9)	786,407 (20.3)	1,411,476.2 (36.5)	393,144.6 (10.2)	3,869,812.3 (100)

() : 비율(%)

4. GIS, RS에 의한 정보의 활용방안과 문제점

가. GIS에 의한 정보의 활용방안과 문제점

1) 활용방안

본 시스템은 북한농업생산기반정보 Database로 활용할 수 있을 것이다. 시스템에는 북한의 행정구역별, 유역별 각종 정보들이 포함되어 있다. 본 시스템은 현재 북한지역 위주로 구축되었지만 이미 구축된 기타 남한지역의 시스템과 통합시킬 경우 한반도 전체의 농업생산기반 정보시스템으로 활용 가능하다. 따라서 이 시스템을 통하여 한반도 전체를 포

괄하는 국토이용상태에 대한 평가를 하고 또한 통일 후의 국토이용계획 수립에 관한 정책 결정지원을 위한 데이터베이스로 활용할 수 있을 것이다. 남북한이 통합될 경우에 대비하기 위해 남북한의 기후, 지형, 토양조건 등 작물생육환경 및 지리적 물성 기준을 기초로 남북한의 적정한 농축산물 생산량을 계산하고 계산된 생산량을 최적조건을 가진 지역에 배치함으로써 남북한의 농지를 합리적으로 이용하며, 다양한 통일 형태에 관한 시나리오분석을 실시하기 위한 자료로 활용할 수 있을 것이다.

주제도의 하나인 토지피복분류도는 위성에서 자료취득한 순간의 현황을 구현하므로 향후에도 필요한 시점에서 취득한 위성화상자료의 분석결과를 본 시스템에 결합시키면 그 시점에서의 토지이용현황에 대한 분석이 가능할 것이다.

2) 문제점

지형정보의 경우 남·북한 경계지역의 지형자료가 서로 상이한 좌표체계로 되어있어 이를 보정하기 위한 좌표변환을 하였으나 지형자료의 생성원인 달라 오차가 많이 발생하였다. 본 시스템은 지형자료는 축척 1/250,000의 지도를 기반으로 구축되었기 때문에 정확도가 낮으며 따라서 북한지역의 군, 리 등 특정지역에 대한 분석을 할 경우에는 정확성에 문제가 발생할 수 있으며 따라서 북한전체나 도 단위의 분석에 주로 이용되어야 할 것이다.

또한 북한자료의 불확실성 때문에 저수지명, 관개면적, 저수량 등 정보자료의 입력을 위한 관련통계자료가 자료원에 따라 상이한 경우가 많아 향후 보완이 요구된다.

자료수집의 제한성으로 시스템에 입력을 하지 못한 자료들은 향후 지속적으로 수집하여 업데이트함으로써 보다 정확하고 신빙성 있는 자료를 근거로 시스템으로 개발하는 것이 필요하다.

나. RS에 의한 정보의 활용방안과 문제점

1) 활용방안

시계열 위성영상분석을 통해 최종적으로 얻어진 지표면 피복분류 및 기타 분석자료는

북한의 전체적인 국토이용실태의 정량적 정보를 제공하며, 이러한 정량적 정보는 향후 국토이용계획수립을 위한 정책적 자료로서 이용할 수 있을 것이다. 또한 각 행정구역별, 수계별 면적자료는 그 동안 국제기구나 북한 관련단체들에서 혼선을 빚어온 통계자료에 대한 최소한의 기준을 마련해 줄 수 있다는데 그 의의를 두고 있다.

RS가 가지는 장점 중에서는 주제도(Thematic map)의 작성과 변화탐지를 할 수 있다는 것이다. 따라서 차기 연구에서는 중저해상도의 위성영상자료가 가지는 한계성을 보완하는 의미에서 고해상도 위성영상을 이용하면 보다 유용한 결과물을 얻을 수 있다.

2) 문제점

지표면 피복분류를 함에 있어 데이터의 오차는 다음과 같이 크게 4가지 문제점으로 인해 발생하였다.

첫째, 농업적 분석을 위해서는 정보의 입수가 불충분하였다. 입수한 지형도는 제작년도가 오래된 관계로 자료가 충분하지 못하였다(밭, 과수원, 초지 등의 표시 미비 및 부정확).

둘째, 행정경계가 부정확하였다. 벡터데이터의 행정경계가 정확하지 못하여 중국 및 러시아의 영토가 추가되기도 하고 북한의 영토가 누락되기도 하였다. 북한의 전체 면적 및 행정구역 및 수계별 면적에도 영향을 미쳤다.

셋째, 영상자료 분석을 함에 있어서 Noise, 산악지형의 그림자, 구름 등이 영향을 미쳐 분석하는 데 어려움이 수반되었다.

넷째, 지표면 현지조사자료의 부재이다. 지표면 피복분류의 평가는 현지조사자료를 통하여 그 정확성을 검증해야 하나 현지 조사자료가 없어 정확성 검증을 하지 못하였다.

V. 북한의 산림과 산지의 개간실태 및 복구방안

1. 북한의 산림 실태

가. 산림자원 현황

1) 산림면적

북한의 산림면적은 북한당국이 1970년에 발표한 977만ha로 지금까지 알려져왔다. 그동안 북한의 산림면적에 관해서는 국내외 여러 기관과 연구소에서 다양한 자료를 통해 추정된 수치를 발표해 왔으나 출처에 따라 커다란 차이를 보이고 있다(표 5-1). FAO는 1987년에 북한의 산림면적을 897만ha로 추정 발표하였고, 중국은 1991년에 630만ha로 발표하였으나 이는 북한의 토지분류체계상 국립공원과 같은 보호구역이나 사적지, 혁명전적지, 군사용지에 편입되어 있는 산림은 특수토지로 제외하였기 때문이다. 한편, 우리 나라 통일원에서는 1989년에 947만ha, 1991년에 940만ha라고 추정 발표하였다.

그러나 북한의 산림면적은 1998년 유엔개발계획(UNDP)과 북한 정부의 주관으로 스위스 제네바에서 개최된 「북한의 농업회복과 환경보호에 관한 원탁회의(Thematic Roundtable Meeting on Agricultural Recovery and Environmental Protection in the Democratic People's Republic of Korea)」에 제출한 자료에 75,330km²라고 발표하여, 1970년의 산림면적과 비교하여 약 224만ha가 감소된 것으로 알려졌다. 이 차이가 무엇을 의미하는지에 대한 논란이 여러 가지이지만, 북한은 1970년 이래 농지확장 정책에 따라 많은 산림을 개간하여 농지로 활용하였고, 또한 연료부족에 따른 땃나무 채취와 목재 수급을 위한 과도한 벌채 활동의 결과가 이러한 산림 면적의 감소를 야기한 것으로 추정된다.

한편, 1996년에 우리 나라 임업연구원에서 1991~1994년 사이에 관측된 Landsat TM 인공위성 영상자료를 이용하여 분석한 북한의 산림면적은 약 845만ha이었으며, 이후 1999년에 다시 1997~1999년도에 관측된 영상자료를 이용해서 북한의 산림황폐지 실태를 분석한

결과 산림면적은 약 753만ha로 나타나서 북한이 1998년에 발표한 수치와 거의 일치하고 있다.

표 5-1 북한 산림면적의 변화

발표년도	산림면적(km ²)	자 료 원	비 고
1910	87,632	조선임적조사자료 (배재수, 1997)	1910 조선임야분포도
1942	93,430	1948년 한국은행 조선경제년보 (김운근, 1997)	북위 38° 이북
1970	97,726	중국 '조선주요기상대점자료' (김운근, 1997)	북한발표자료 인용
1980	94,990	남북한경제사회상 비교 (통계청, 1997)	정부
1986	90,070	한국과학기술단체총연합회 (오봉국의, 1991)	정부
1987	89,650	FAO 한국협회 (김운근, 1997)	FAO
1987	88,700	북한의 임업, 사회주의임업 (Sozialistische Forstwirtschaft), 1987년 3월호, (하연, 1993)	구 동독 발표
1991	62,980	중국 임업부 북한출장보고서 (김운근, 1997)	중국정부
1996	84,460	임업연구원(1996년 임업연구원 연구보고서)	Landsat TM 위성자료(1991)
1998	75,330	북한발표자료 (FAO/UNDP, 1998)	

2) 주요 산림수종

북한의 산림은 과거에 한번 이상 벌채 이용된 후 새로 조성된 이차 천연림으로 구성되어 있으며, 그중 일부지역이 조림지로 바뀌었다. 천연림은 참나무, 단풍나무, 서어나무, 개암나무, 자작나무, 밤나무, 잣나무 및 소나무 등의 수종들로 구성되어 있으며, 수년동안 윤벌 경영 대상구역에 속해 왔는데, 최우량목들이 제거된 후 이차림이 조성되었다. 수간형은 일반적으로 불량하나 임목축적 및 임분의 활력도는 양호한 것으로 나타났으며, 택벌경영 방식이 오랜 기간에 걸쳐 수종의 혼효율을 떨어뜨렸다는 사실을 인정해볼 때 이차림은 생태적으로는 건전한 것으로 알려져 있다.

활엽수와 침엽수 혼효림은 떡갈나무(*Quercus dentata*), 소사나무(*Carpinus coreana*), 밤나무(*Castanea crenata*), 단풍나무속(*Acer spp.*), 찰피나무(*Tilia manshurica*), 피나무(*T. amurensis*), (*T. taquetii*), 물황철나무(*Populus koreana*), 양버들(*P. nigra*), 개암나무속(*Corylus spp.*), 소나무(*Pinus densiflora*), 잣나무(*Pinus koraiensis*), 이깔나무(*Larix olgensis var. koreana*) 수종들로 구성되어 있다. 국부적으로 활엽수 혼효림이 우세하며, 이 경우 침엽수림은 드문 편이고, 반면 침엽수 비율이 점차 높아지면서 거의 순림을 이룬다. 특히 최북단지역에서는 전나무(*Abies holophylla*)와 종비나무(*Picea koraiensis*)라고 불리는 두 고유수종이 추가로 발견되고 있다.

인공조림지는 잣나무림이 우세하나 나중에는 낙엽송을 선호하고 있고, 일반적으로 한 구획의 크기는 10~50ha로 한정되어 있으며 대면적의 천연림에 인접해 있다. 이들 조림지는 갱목(벌기령 35년) 또는 제재목(50년 이상)을 공급하느냐에 따라 벌기를 달리하여 경영 관리하고 있다.

나. 임업생산기반 현황

1) 임업 관리 및 운영체계

북한 임업의 관리 및 운영체계를 보면 1946년 공포된 토지개혁과 궤를 같이하여 1947년에 「지하자원, 산림, 수역 국유화령」을 공포함에 따라 산림을 국유화하였으며, 7월에는 임업 관련산업을 국유화함으로써 토지개혁과 함께 실질적으로 산림 및 임업의 국유화를 단행하였다.

북한은 산림을 기능에 따라 특별보호림, 일반보호림, 목재림, 경제림, 땀나무림 등으로 구분하고 있으며 관리주체도 다르다.

임업부는 목재생산 위주의 임산공업림(전체 산림면적의 약 56%)을 관리하고 있으며, 국토환경보호부는 국토보호림(29%), 전력공업부는 댐보호림(2%), 농업위원회는 협동농장림(4%), 군인민위원회는 기타 기관산림(9%)을 관리하고 있다.

임업부는 임산공업림의 관리와 아울러 임산물 생산, 임산공업 등에 대한 전반적인 계획

을 수립하고, 투자와 물자제공·생산·운반·판매에 이르는 과정을 전반적으로 관장하고 있다. 또한 사회전체의 목재 소비에 대한 관리와 감독도 수행한다.

임업부 산하의 도단위 임업행정조직으로는 임업총국(양강도, 자강도) 또는 임업관리국(함경남·북도, 평안남·북도, 황해북도, 강원도)이 설치되어 있으며, 군단위에는 공업림경영소와 임산사업소가 있다. 공업림경영소는 공업림의 보호·관리·조림 등을 담당하는데, 감독과 검사업무 기능도 가진 기관으로서 임산사업소 등에 대한 별채 허가증의 발급, 별채지역의 지정과 검사, 조림지 검사, 목재의 운송관리 등의 업무를 수행하고 있다. 공업림경영소 산하에는 조림작업소와 양묘장이 설치되어 있고, 임산사업소는 주로 원목생산을 담당하고 있는데, 산하에는 임산작업소와 산림개조작업소를 두고 있다.

2) 임산자원의 생산

북한에서 목재생산은 산림축적이 높은 북부내륙의 산림지대에서 집중적으로 이루어지고 있으며, 이들 지역에는 주로 이깔나무, 가문비나무, 분비나무, 전나무 등이 분포하고 있다. 별채할 수 있는 성숙목의 비율을 보면, 양강도에 28%, 자강도 27%, 함경남도 12%, 함경북도에 13% 등 주로 북부지역에 집중되어 있다. 이와 같이 북부백무고원, 개마고원을 비롯하여 경사가 낮은 고원내륙지대에는 산림자원이 풍부할 뿐만 아니라 넓은 들판이 있고, 압록강과 두만강 수계의 하천들이 발달되어 있어 기계화와 운송에 유리한 조건을 갖고 있다.

각 도의 수종별 구성을 보면, 침엽수가 73.6%로 대부분을 차지하고 있으며, 이 중에서도 분비나무, 가문비나무 등이 절반을 차지하고 있다. 백무고원을 끼고 있는 함경북도에서도 삼송류, 이깔나무와 참나무가 대부분이고, 그밖에 자작나무, 사스레나무, 사시나무, 황철나무, 피나무 등이 별채되고 있다. 평안북도와 강원도 및 황해북도에서는 소나무와 참나무가 주요 목재생산 수종이다.

북한의 산림관리 형태와 목재생산체계에 있어서는 두 가지 부류가 있다. 하나는 임산공업림이고 다른 하나는 국토림이다.

북한에서 최대의 임산자원 지대는 양강도로 북한 임산공업림 목재생산량의 32.8%를 차지하고 있으며, 도에는 13개의 임산사업소가 있다. 백무고원에 자리잡고 있는 삼지연군, 보

천군, 백암군은 북한의 주요 임업중심지이며, 임산사업소에서 벌채된 원목의 대부분이 뗏목으로 압록강을 따라 자강도 운봉 양육장까지 운반되어 양육된다. 대형 임산사업소에서는 원목생산 뿐만 아니라 목재가공품을 생산하고 있다.

양강도 다음으로 목재생산량이 많은 원목 생산지는 자강도로 북한 공업림 목재생산량의 22.1%를 차지한다. 낭림산맥 일대에 비교적 큰 규모의 임산사업소들이 분포되어 있는데 이중 낭림 임산사업소는 전국에서 규모가 가장 큰 임산사업소의 하나로 자강도 안의 공업림 목재생산량의 25%를 차지한다. 낭림을 비롯한 오가산, 성간 등의 대형 임산사업소는 원목 이외에 합판 등 목재가공품을 생산하고 있다.

함경북도도 주요 목재생산지의 하나이며, 공업림 목재생산량의 15.7%를 차지하고 있다. 함경북도에는 9개의 임산사업소와 35개의 작업소가 있다.

3) 임산자원의 이용

북한에서 임업은 목재를 효과적으로 가공하여 이용하는 것이며 이것은 공업과 건설을 비롯한 산업경제 부문에서 필요한 목재수요를 충족시키기 위한데 목적이 있다.

목재가공업은 임산자원 상태, 벌채가능 조건, 운반 및 소비조건 등에 영향을 받는다. 때문에 북한 목재가공지의 분포는 목재생산지에 분포되어 있는 것과 목재생산지에 가까우면서도 수륙교통이 편리한 곳에 분포하고 있는 것, 그리고 소비지에 분포되어 있는 것으로 나눌 수 있다.

또한 북한의 목재가공업은 경영형태로 보아 두 가지 부류가 있는데, 하나는 목재를 비롯한 임산물을 생산기지에서부터 공급받는 전업 목재가공공장이며, 다른 하나는 원목을 생산하면서 임산물을 현지에서 가공 처리하는 겸업 목재가공공장이다. 전업 목재가공장은 주로 원자재를 공급받기 쉬운 교통이 편리한 곳이나 임산가공품의 소비지에 위치하고 있고, 겸업 목재가공장은 대규모 목재생산지에 있는 임산기업소들이다.

목재생산지에 있는 목재가공업의 대단위 중심지들은 양강도와 자강도에 집중되어 있다. 양강도의 혜산시, 자강도의 천천군, 함경북도의 무산군 등은 비교적 규모가 큰 주요 목재가공업 지역들이다. 함경남도의 길주는 북한에서 가장 큰 목재가공지로서 목재를 비롯한

필프, 합판 등을 생산하고 있다. 무산에 있는 무산제재공장은 가구와 합판 등을 생산하는 전업 목재가공공장이다. 그리고 자강도 자성군에 있는 운봉 양육사업소에서는 압록강을 따라 내려오는 원목으로 제재목과 가구를 생산하며, 또한 평안남도 양덕군에 있는 양덕 목재 화학공장은 전문 목재화학공장으로서 정제송진, 송진정유, 설팡유 등을 생산한다.

북한에서는 목재가공업을 목재생산지 또는 교통이 편리한 인접지역에 배치하는 한편, 수송하기에 불편하고 수요가 많은 가구 및 목재가공품 등을 생산하는 공장들은 소비지에 배치하고 있다. 소비지에 있는 목재가공업의 중심지는 평양과 함흥이다. 평양은 가장 큰 목재제품의 소비지인 동시에 목재가공업의 중심지로서 평양목재일용품공장, 평양목재종합공장, 평양가구종합공장, 대성가구공장, 용성가구공장 등 큰 규모의 목재가공공장이 있다. 함흥에는 함흥목재종합공장, 함흥목재가구공장이 있으며, 이밖에도 여러 곳에 목재가공공장이 있다.

2. 북한의 지형 특성

가. 일반 현황

한반도에서 지리적으로 북부지방이라 하면 멸악산맥-마식령산맥-봉황산(1,259m)-추가령-철령을 연결하는 선이다. 그러나 현실적으로는 휴전선을 경계로 하여 오랜 기간동안 남북으로 갈려져 있었기 때문에 휴전선 이북을 북부지방으로 나누는 것이 자연스럽다.

북한은 남쪽의 황해도 강령군 등암리 N37° 40' 에서 북쪽으로 함경북도 온성군 풍서리의 N43° 0' 36" 사이, 서쪽으로는 평안북도 신도군 비단섬의 E124° 10' 47" 에서 동쪽의 함경북도 선봉군 우암리의 E130° 41' 32" 에 걸쳐 있으며, 국토면적은 약 122,764km²이다. 분단 이후 그 동안 북한의 행정구역은 약 50회에 걸쳐 행정구역 개편을 단행하여 분단 이전의 행정구역 형태와 면적, 명칭이 크게 바뀌었다. 황해도가 황해남도과 황해북도로 분리되고, 양강도와 자강도가 신설되어 현재 평양특별시, 남포 및 개성직할시, 황해남북도, 자강도, 양강도 등 12개 시·도, 172개 시·군(38구역, 2구)으로 편성되어 있다.

북한은 북부 대부분과 중부, 그리고 동부가 높은 산지로 되어있으며 서쪽의 해안과 그

배후는 낮은 평원이 전개되는 이른바 傾動地塊를 이루고 있다. 지형은 중생대에 대지가 변동이 있는 다음 제3기에 단층작용이 있었고, 중생대 말기부터 제3기를 지나 제4기에 이르는 사이에 화산활동이 있었을 뿐 신생대에 이르러서는 지각 변동이 거의 없었기 때문에 지표는 장기간 풍화와 침식을 받아 고저기복이 적은 노년기성 산지 지형을 이루고 있다.

특히 북한은 서해안의 일부를 제외하고는 전반적으로 높고 평탄한 고원으로 되어 있으며, 분지가 많은 특징을 갖는다. 이 고원은 북쪽으로는 완만한 편이나 남쪽으로는 급경사를 이루고 있다. 특히 한반도 북부의 넓은 지역을 차지하고 있는 백무고원과 개마고원은 그 규모와 높이로 인하여 한반도의 지붕이라고 불리고 있으며, 이 외에도 10여 개에 달하는 고원과 대지 지형이 발달되어 있다(표 5-2). 고원 및 대지 지형의 총면적은 42,370km²로서 북한 총면적의 19.1%, 육지면적의 19.6%를 차지한다.

표 5-2 북한의 주요 고원과 대지

고원·대지	면적 (km ²)	해발고 (m)	지역
백무고원	6,520	1,260	백두고원과 무산고원
백두고원	4,420	1,370	운충강과 서두수 사이의 현무암대지
무산고원	2,100	1,050	함경북도 무산군, 연사군
개마고원	14,300	1,340	압록강과 운충강, 낭림산맥, 부전령 산맥으로 둘러싸인 용기고원
장진고원	1,890	1,410	함경남도 장진군
부전고원	1,770	1,490	함경남도 부전군
낭림고원	2,060	1,370	자강도 낭림군
풍산고원	3,090	1,490	양강도 풍산군, 풍서군
평강·철원고원	600	320	강원도 평강, 철원일대의 현무암대지
신계·곡산벌	420	200	황해북도 신계, 곡산일대의 현무암대지

※ 자료 : 조선지리전서(자연지리). p.59

높은 산들도 북한에 많이 분포하고 있다. 해발 2,000m 이상의 고산들이 함경북도와 함경남도의 내륙 지방에 집중 분포하고 있으며, 1,500~2,000m의 비교적 높은 산들도 평안도와 함경도의 접경지대에서 동서와 남북 양방향으로 우세하게 나타난다.

나. 수치고도모델(DEM)을 이용한 지형특성 분석

미국 USGS에서 제작한 3초(100m) 간격의 DTED 자료로부터 수치고도모델(DEM)을 만들고(그림 5-1), 북한의 지형을 분석하여 해발고별 분포 면적과 비율을 산출하였다(표 5-3).

북한 전체의 평균 해발고는 578.6m이며, 100m 이하의 저지대가 전체 육지면적의 21.3%를 차지하고 있다. 해발 1,500m가 넘는 고산성 산지의 비율은 7.1%로 나타났다. 북한의 전체 면적이 122,332,5km²로 앞서 발표자료와 약간 차이가 나는 것은 분석시 도서 지역을 포함시키지 않았기 때문이다. 도별 평균 해발고는 양강도가 1,330m로 가장 높고, 자강도, 함경남도, 함경북도가 각각 797.3m, 744.4m, 587.8m의 순서로 높게 나타났으며, 평양특별시와 황해남도는 71.7m와 73.2m로 낮았다.

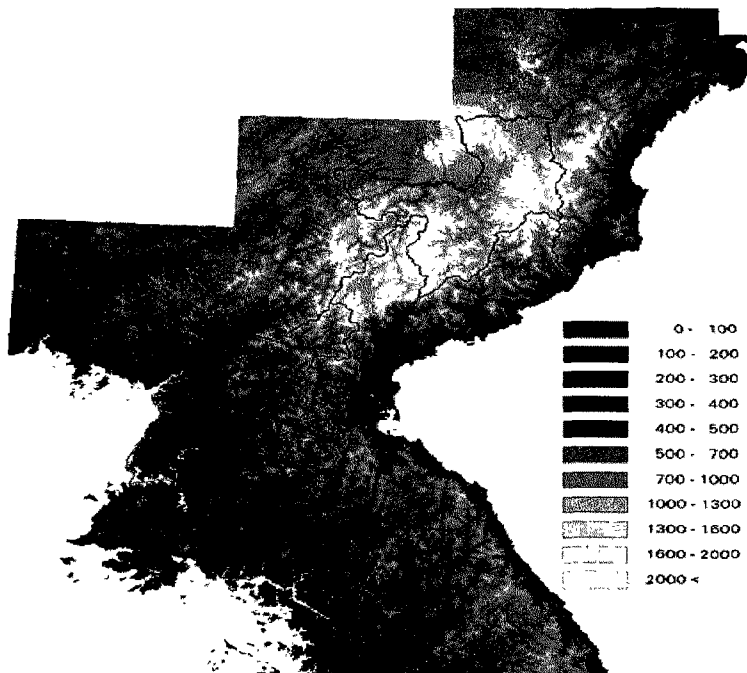


그림 5-1 북한과 그 인접 지역의 수치표고모델(단위 : m)

표 5-3 북한의 해발고별 분포 면적과 비율

해발고(m)	면적(ha)*	비율(%)	해발고(m)	면적(ha)	비율(%)
계	12,233,250*	100	1,001~1,500m	1,957,252	16.0
100m 이하	2,611,818	21.3	1,501~2,000m	744,172	6.1
101~200m	1,286,492	10.5	2,001~2,500m	61,494	0.5
201~500m	2,722,241	22.3	2,501m 이상	477	<0.1
501~1,000m	2,849,304	23.3			

* 도서지역은 포함되지 않음.

다. 산지의 거시적 구분

북한 지역을 앞에서 밝힌 지형 특성과 지역적 결합, 그리고 자연지리적 요인을 거시적으로 고려하여 5개의 권역으로 나누었다(그림 5-2). 이러한 구분은 북한 전체의 지형, 지리적 특성을 나누어서 이해하는 한편, 산림황폐지 복구라든가 농업 생산기반시설 등을 설치하고자 할 때, 이러한 틀을 기준으로 적용 방법과 전략을 효과적 수립할 수 있기 때문이다.

북한 각지에 위치한 기상대의 20년간(1973~1994년) 기상관측자료를 이용하여 얻어진 각 권역별 평균 기상측정값은 <표 5-4>와 같다.

표 5-4 북한 각 권역별 연평균 기온과 강수량

권역	연평균기온 (°C)	연강수량 (mm)	평균해발고 (m)	비고 (기상대수)
북부산악권	4.4	747.7	1,023.4	6
중부산악권	8.0	957.5	505.3	1
동부해안권	8.1	835.6	195.3	7
서북저지대와 해안	9.6	954.8	136.6	9
중서부저지대와 해안	10.1	1,108.8	114.5	4



그림 5-2 북한의 지형지리권역 구분

1) 북부산악권

북부산악권의 북쪽은 압록강과 두만강을 사이에 두고 중국 동북지방과 접한다. 이 지역은 하나의 큰 경동지괴를 이루며, 지질구조와 구조운동은 현대 지형형성에 잘 반영되고 있다. 이 일대를 장악하는 개마고원과 백두용암대지는 화산활동에 의한 현무암의 분출로 이루어졌다.

기후는 대륙성 기후가 뚜렷하며, 연평균기온이 4.4℃로 가장 낮다. 연강수량도 적은 편이나 강수량에서 강설량이 차지하는 비중이 크며, 강수량이 적은 반면 강수일수가 많은 것이 특징이다. 백두산을 비롯한 높은 산악지대는 연강수일수가 150일~160일 사이이다.

하천은 크게 압록강 수계와 두만강 수계로 나누어지며, 압록강 수계에는 허천강, 장진강, 가림천 등이 갈라지고 두만강 수계에는 서두수, 소흥단수 등이 합류된다. 하천의 수량은 많은 편이다. 청천강의 상류 유역에 해당하는 서북산악지대를 따로 나눌 수 있다. 2,000m를 넘는 높은 산은 대부분 이 곳에 위치하며, 평균해발고도가 1,000m를 넘는다. 지세가 험

준하고 교통이 불편하여 거주하는 인구가 많지 않다.

2) 중부산악권

북부산악권의 남쪽으로 발달한 자연지리권역으로써 북부산악권만큼 고도가 높지는 않으나 산의 경사가 심하고 돌이 많은 전형적인 산간지대의 한 유형을 나타낸다. 동해안의 함흥과 청천강 하구의 박천을 잇는 선을 경계로 하여 위쪽이 대륙의 특성을 나타낸다면 이 선 아래로 비로소 반도의 여러 지리적 특성을 나타낸다.

이 권역의 지형은 긴 지질시대를 통하여 여러 차례 일어난 지체구조 운동에 의하여 기본 윤곽이 잡힌 후 강한 침식 작용을 받아 매우 복잡한 침식 산지를 이룬다. 지형은 300m 부터 1,800m에 이르는 다양한 높이를 가지며 평균 해발고는 505.3m이다. 이 지역은 기류 이동을 막는 산지가 많기 때문에 바람이 매우 약하며, 지역풍이 많은 특징이 있다.

지형, 기후 등 자연지리적 특성과 관련해서 식물상도 매우 다양하게 나타난다. 북대봉산맥, 추가령지구대와 같은 특징 있는 지형이 위치한다.

3) 동부해안권

대부분 해발 100~300m의 퇴적평야와 침식평야로 이루어져 있다. 퇴적평야는 상대적으로 짧지만 고도차이가 심한 동진하는 하천의 하류에 발달되어 있고 침식평야는 그 주변에 위치한다. 함흥평야와 영흥평야 일대는 쌀농사 지대로 이 곳 관북지대 제일의 곡창으로 유명하다. 해안선은 단조로운 편이나 여러 곳에 만이 발달되어 좋은 항구 조건을 갖춘 곳이 많다. 연평균 기온은 8.1℃, 강수량은 연간 835.6mm로 많지 않다.

최근 이 곳 북부에 위치한 선봉과 나진은 북한이 경제와 무역 발전을 위해 자유항으로 지정하였다. 함북금강이라고도 불리는 칠보산은 함경북도 명천군 바다에서 멀지 않는 곳에 위치하는데 칠보산지는 기둥모양 혹은 판상의 절리가 발달한 관입 화강암과 분출암들이 심한 침식작용을 받아 기암절벽을 이루고, 이것이 숲과 푸른 바다와 어울려 절경을 이루고 있다. 오늘날 이 권역의 남부는 대남 군사지역이며, 일부는 금강산과 연계하여 자연관광지로 발달하였다. 원산의 송도원 해수욕장은 해방 전에 전국적으로 크게 명성을 떨치던 곳이었다.

4) 서북저지대와 해안

이 지역은 중생대 제3기 이후 지각운동을 상대적으로 심하게 받지 않고 침식작용을 많이 받아 이루어진 침식평야와 구릉성 선상지, 하천 유역과 해안지방의 충적평야가 넓게 발달하였다. 지형이 전반적으로 낮고 평탄하며 평균 해발고는 136.6m이다. 해안쪽으로는 서해 바다를 끼고 있으나 대륙의 영향을 받아 대륙성 기후의 특색을 나타낸다.

지형기복이 단순한 탓으로 지형에 따른 지역적인 기후 변화보다 위도에 따른 온도 변화가 비교적 크다. 연평균 기온은 9.6℃이며, 같은 위도에 있는 동해안과 비교하면 1월 평균 기온은 3℃ 정도 낮고 8월 평균 기온은 2℃ 정도 높다. 연강수량은 954.8mm이다.

이 지역의 핵심부인 평안남북도를 통칭 관서지방이라 하는데 이는 「철령의 서쪽」이라는 의미를 갖는다. 일찍이 고조선과 고구려의 주요한 활동 무대였으며, 그 남부는 고려의 중심지였고 오늘날은 북한의 중심이 되고 있다. 평양특별시와 남포직할시를 비롯한 여러 도시의 성장과 함께 거주 인구도 가장 많다.

5) 중서부저지대와 해안

행정구역상 개성직할시와 황해남도의 대부분, 그리고 황해북도의 서부 일부가 해당한다. 옛부터 쌀, 사과 등 농산물이 많이 나고 인심도 좋아 살기 좋은 곳으로 정평이 나있는 곳이다. 석회암 지대가 도처에 있고 온천도 많이 집중되어 있다. 통일 후에는 아래로 경기도와 충청남도의 서부지역과 함께 묶여야 할 곳이다.

이 지역은 중생대 제3기말의 준평원이 제4기에 있었던 침강운동에 의해 낮아져 침식작용과 퇴적작용이 동시에 진행되면서 형성된 곳으로 전형적인 평야지대를 이루고 있다. 평균해발고도는 114.5m이며, 중요한 자연대상물은 웅진 반도와 연백평야가 있다. 연평균 기온은 10.1℃로 가장 높고, 연강수량은 1,108.8mm로 비교적 많은 편이다.

라. 수계별 지형특성 분석

1) 일반현황

가) 압록강 유역

압록강은 양강도 삼지연군 백두산 남쪽 기슭에서 발원하여 중국과의 국경을 따라 남서 방향으로 흘러 서해로 들어간다. 강의 길이는 803km로서 우리 나라에서 제일 길다.

압록강의 상류는 중생대의 대동계층의 기반 위에 결정편암, 반력암이 포함된 화성암이 노출되어 있으며, 신생대에 백두산에서 대규모로 분출된 현무암이 그 위를 덮어 오늘날의 개마고원을 형성하고 있다. 압록강의 중류는 압록강 유역의 간헐적인 용기에 의한 중위평탄면이 발달하고 있는데, 이 중에서 오수덕 고개는 대륙적인 광활한 전경을 전개하고 있다. 압록강의 하류는 퇴적층을 이루고 있으며, 특히 하구에는 넓은 범람원과 삼각주가 발달되어 있고 충적평야가 넓게 펼쳐져 있다.

이 유역은 겨울철의 기온이 영하 20도서 30도까지 내려가나 대륙성 기후의 영향으로 여름철에는 비교적 고온이 형성되어 냉대림이 분포한다. 대표적인 수종으로는 전나무, 분비나무, 이깔나무, 잣나무 등의 침엽수와 피나무, 박달나무, 가래나무, 자작나무, 백양나무 등의 활엽수 등이 있다.

나) 청천강 유역

청천강은 자강도 동신군 갑현령에서 발원하여 적유령산줄기와 묘향산줄기 사이를 남서 방향으로 흘러 평안남북도의 경계를 이루며 서해로 흘러 들어간다. 청천강은 30여 개의 지류를 가지고 있는데 큰 지류들인 대령강, 구룡강, 희천강 등이 모두 강의 오른쪽에 있어 비대칭적인 유역 형태를 이룬다.

청천강의 상류는 개마고원의 서부에 해당하는 고원지대로서 희천, 북진, 대관울 연결하는 불규칙한 경계선을 따라 고도가 갑자기 낮아진다. 상류에 위치한 희천군은 적유령산맥과 묘향산맥으로 둘러싸여 대부분 산지이며, 이 곳에서 하천은 감입사행한다. 하류인 해안 지역으로 가면 해발 200~300m의 낮은 산지를 이루며, 박천군 서북부에는 박천평야가 형

성되어 있다.

다) 대동강 유역

대동강은 평안남도 대홍군의 낭림산 한태령에서 발원하여 남서쪽으로 흘러 서해로 흘러드는 강으로서 길이는 450.3km로 우리 나라에서 다섯 번째로 긴 강이다.

대동강 유역의 지형은 대체로 상류의 산지, 중류의 구릉지, 하류의 대평원지대로 구분할 수 있다. 상류산지는 평안남도의 영원, 맹산, 안덕의 3개 군과 황해도의 곡산군, 수안군의 일부가 걸친 지역으로서 해발 1,000m 이상의 산지가 중첩 분포하고 있어 전체적으로 700~800m의 높이를 이루며 곳곳에 산간 분지를 형성한다. 중류는 전체가 석회암의 구릉지이며 석회암의 용식분지가 덕천, 성천, 순천 등지에 발달하였다. 하류 지역은 20~50m의 낮은 기복을 가지는 카르스트 준평원지대이다. 이것은 중생대 말에 형성된 석회암의 산악지대가 오랜 세월 용식작용을 받아 평탄해진 곳으로 낙랑준평원으로도 잘 알려져 있다.

상류의 해발 1,000m 이상인 고산지대는 한대림 수종인 이깔나무, 가문비나무, 분비나무, 잣나무, 자작나무, 새양버들 등이 대규모 산림을 형성하고 있는 것으로 알려져 있다.

라) 예성강 유역

예성강은 황해북도 수안군 언진산 남측 기슭에서 발원하여 황해도 동부를 남류하여 서해 강화만으로 흘러든다. 강 길이는 187.7km로 상류에서 신계와 곡산의 현무암지대를 흐르며 연안 분지의 농경지를 관개하는데, 이 신계, 곡산의 현무암대지는 토양의 물리적 성질이 좋지 못하고 산도가 높으며, 특히 지하수위가 낮아 농사에 지장이 많다. 예성강의 하류에는 연백평야가 형성되어 있으며, 강의 수량이 풍부하여 선박의 통행이 쉬워 일찍부터 수운이 발달하였다.

마) 서부 해안지역

이 지역은 엄밀하게는 강의 유역이라고 볼 수 없는 곳으로서, 특정한 강의 유역 특성에 영향을 받지 않는다. 대부분 해안과 인접하고 있는 표고가 낮은 구릉성 저산지로서 평야가

발달하였다.

바) 두만강 유역

두만강은 양강도 삼지연군 백두산 동남쪽에 있는 무두봉 동북쪽에서 발원하여 중국과의 국경선을 따라 북동 방향으로 흐르다가 온성 부근에서 남동 방향으로 유로가 바뀌며, 홍의 아래쪽에서 소련과 국경을 이루며 동해로 흘러든다. 두만강의 길이는 547.8km로서 우리나라에서 두 번째로 긴 강이며, 유역 면적은 세 번째로 넓다.

두만강은 상류는 현무암 지대로 형성되어 있으나 중류는 화강편마암과 화강암 그리고 하류 지역은 고생대와 신생대의 퇴적암 지대로 형성되어 있다. 이 유역은 강수량은 많지 않지만 산림이 울창하고 증발량이 적기 때문에 강의 유량이 풍부하다. 두만강의 상류에는 백무고원이 넓게 펼쳐지고, 무산고원의 남동쪽을 따라 북북 방향으로 함경산맥이 이어져 동부해안지구와 구분된다. 함경산맥은 경동지괴의 축에 해당하기 때문에 서쪽 사면 즉, 두만강쪽 유역은 경사가 완만한 반면, 동남쪽 비탈면은 평균 30° 안팎의 급한 경사를 이룬다.

함경산맥의 주봉을 이루는 관모봉(2,540m)은 중생대의 화강암으로 이루어져 있으며, 주변에 2,000m가 넘는 연봉들이 이어져 있다. 이 산은 고산성 기후의 특성이 전형적으로 나타나며, 이 기후 특성은 토양과 식물의 수직분포에 잘 반영되어 나타난다. 즉 해발 600m 아래에는 소나무 단순림이 분포하고 있지만 그 이상 800m까지는 참나무와 소나무의 혼효림이, 800-1,300m에는 참나무와 피나무가 주로 나타나는 낙엽활엽수림이, 1,300-1,600m 지역은 침활혼효림, 1,600-2,100m 지역은 분비나무, 가문비나무, 이갈나무 등의 아한대침엽수림대, 2,100-2,500m에는 사스레나무 숲, 그리고 2,500m 이상에는 고산식물대로 이루어진다.

사) 동부 하천유역

두만강을 제외하고 동해로 흘러드는 강하천은 경사가 급한 경동지괴의 앞면을 흐르기 때문에 하천 수는 많으나 길이가 짧다. 그리고 대부분 산악성 하천으로 일반적으로 곧게 흐르며 지류가 적어 길이에 비해 유역면적이 좁은 특징을 가지고 있다. 북한에서 동해안으

로 흐르는 강은 분수령을 이루는 산맥이 바닷가에 접근해 있어 경사가 심하여 침식작용 특히 하상침식과 두부침식이 심한 편이다.

이 지역의 토양은 주로 갈색산림토양이나 하천 하류유역에는 충적토가 쌓여 있다. 특히 성천강, 금야강, 어랑천, 수성천, 길주남대천 하류에는 비옥한 논토양이 조성되어 있다.

이 지역의 산림과 식물상은 대부분 온대북부 활엽수림대에 속하여 신갈나무, 단풍나무를 비롯한 활엽수들이 소나무와 섞여 생육하고 있다. 대표적인 수종으로는 참나무, 피나무, 느릅나무, 물푸레나무, 사시나무, 갈매나무, 자작나무, 돌배나무, 개암나무, 진달래, 생열귀나무, 노박덩굴 등이다. 북부에는 아한대성 수종인 이깔나무가 분포한다. 바닷가 가까운 곳은 상대적으로 경사가 완만하고 구릉지 지형을 나타내기 때문에 해방 후에 많은 경제수종과 유지 식물들이 많이 식재되었다. 대표적인 것으로는 황철나무, 오리나무, 포플러, 이깔나무, 삼송나무, 가래나무 등이다.

2) 수치고도모델을 이용한 지형분석

가) 수계별 지형특성

북한의 주요 강에 대한 유역권 경계도면을 ARC/Info S/W를 이용해서 UTM 지도좌표 체계에 맞게 투영변환을 해서 작성하였다(그림 5-3).

1" DTED 자료를 30m 간격으로 재배열시킨 수치표고모델을 이용하여 북한지역의 주요 강 유역별 표고의 평균값과 최고 높이, 경사도의 평균과 표준편차를 구하고, 경사도별 분포면적과 비율을 분석한 결과는 다음 <표 5-4, 5-5, 5-6>과 같다.

동해로 흘러드는 북한의 강은 그 수가 많으나 대체로 큰 면적을 가진 강을 꼽으면 북에서부터 아래로 두만강, 수성천, 어랑천, 길주 남대천, 단천 북대천, 단천 남대천, 북청 남대천, 성천강, 금야강, 안변 남대천 등이 있다.

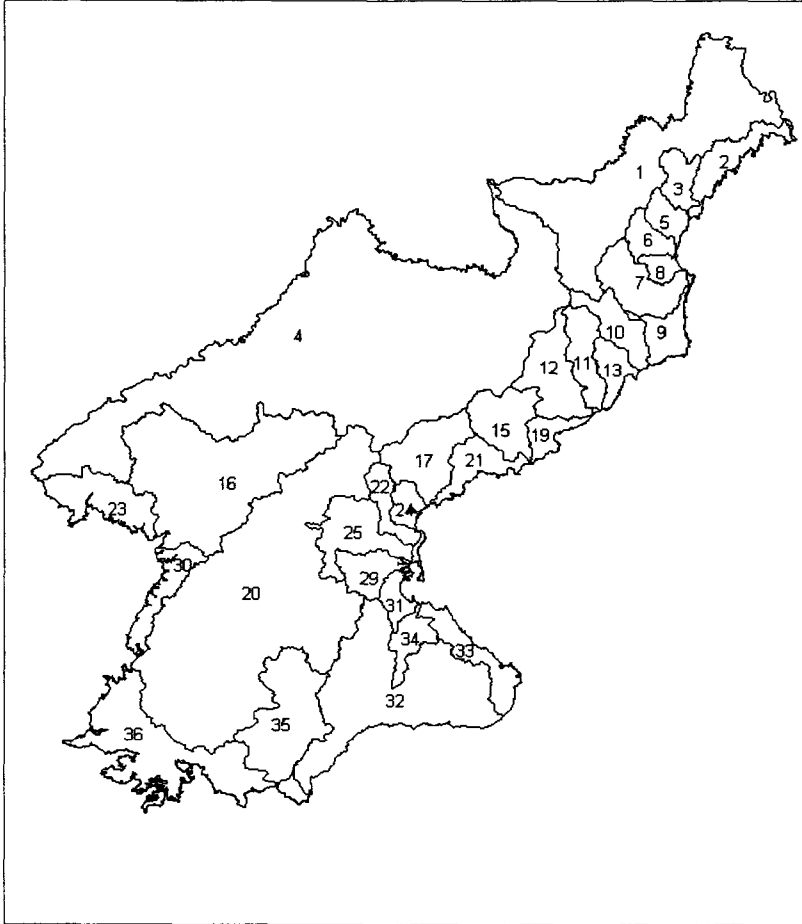


그림 5-3 북한 주요 강의 유역권

(서해안 유역)

4 : 압록강, 16 : 청천강, 20 : 대동강, 35 : 예성강, 32 : 한강

(동해안 유역)

1 : 두만강, 3 : 수성천, 6 : 온포천, 7 : 어랑천, 10 : 남대천(길주),
 11 : 북대천(단천), 12 : 남대천(단천), 15: 남대천(북청), 17 : 성천강,
 22 : 금진강, 25 : 금야강, 29 : 덕지강, 34 : 남대천(안변)

표 5-5 북한 서해안 하천 유역별 표고와 경사도 특성

유역	유역면적(ha)	표고 (m)		경사도 (°)	
		평균	최고값	평균	표준편차
압록강	3,220,551.3	985.4	2,720	16.4	9.9
청천강	967,473.0	329.4	1,999	14.9	11.3
대동강	2,010,844.6	321.9	2,120	14.0	11.9
예성강	390,142.7	166.9	1,251	11.8	10.7
평북해안	951,399.1	85.2	940	6.7	7.8
평남해안		32.8	530	3.2	6.2
황남해안		79.4	940	6.7	8.8
개성해안		42.6	440	4.8	6.2

표 5-6 북한 동해안 주요 하천 유역별 표고와 경사도 특성

유역	유역면적(ha)	표고 (m)		경사도 (°)	
		평균	최고값	평균	표준편차
두만강	1,056,337.4	914.4	2,640	10.9	9.5
수성천	91,131.9	513.0	1,720	15.9	9.7
어랑천	200,616.6	826.8	2,320	13.5	10.0
남대천(길주)	138,006.7	775.3	2,280	15.8	11.3
북대천(단천)	145,148.8	936.0	2,280	18.4	10.6
남대천(단천)	232,560.9	893.8	2,120	20.6	10.8
남대천(북청)	194,671.7	664.9	2,080	18.2	10.8
성천강	246,658.3	537.6	1,960	17.6	11.1
금야강	219,946.3	546.3	2,136	19.8	11.3
남대천(안변)	92,660.2	415.4	1,520	16.3	11.9

표 5-7 유역별 경사도 분포

단위 : ha

경사도 (°)	압록강		청천강		대동강		예성강		서부해안	
	면적	%	면적	%	면적	%	면적	%	면적	%
계	3,220,551	100	967,473	100	2,010,844	100	390,674	100	951,399	100
0	345,658	10.7	174,984	18.1	484,939	24.1	91,085	23.3	410,512	43.1
1-5	232,164	7.2	97,440	10.1	206,811	10.3	56,090	14.4	190,206	20.0
6-10	325,245	10.1	103,376	10.7	190,075	9.5	52,139	13.4	114,288	12.0
11-15	507,075	15.8	126,512	13.1	222,307	11.0	54,882	14.1	98,840	10.4
16-20	634,390	19.7	134,228	13.9	243,567	12.1	46,161	11.8	64,688	6.8
21-25	580,114	18.0	131,169	13.5	251,958	12.5	38,344	9.8	38,870	4.1
26-30	378,395	11.8	107,540	11.1	208,242	10.3	27,697	7.1	21,854	2.3
31-35	162,396	5.1	63,316	6.6	129,648	6.4	16,125	4.1	9,446	1.0
35-40	44,960	1.4	22,861	2.4	55,819	2.7	6,357	1.6	2,275	0.2
40이상	10,154	0.3	6,047	0.6	17,478	0.9	1,235	0.3	421	0.1

3. 북한의 산지개간 및 산지이용 실태

가. 산림관리 제도 및 산지이용 실태

북한은 전 국토를 개발목적에 맞추어 토지이용의 규제 및 촉진을 도모하고자 1977년 「토지법」을 제정·운용하고 있으며, 산림관리제도의 근간도 이 법을 토대로 하고 있다. 북한의 토지법에는 산림토지를 “산림이 조성되어 있거나 조성할 것이 예정되어 있는 산야와 그 안에 있는 여러 가지 이용지”로 규정하고 있으며, 특히 우리 나라의 국토종합개발계획과 같은 「국토건설총계획」에는 산림조성 방향과 보호 및 그 이용과 이로온 동식물을 보호하기 위한 대책 등이 포함되도록 규정하고 있다. 북한의 토지법에서는 산림관리를 국토관리기관과 그것을 이용하려는 기관, 기업소, 단체가 한다고 규정하고 있으며, 국토관리기관

은 기관, 기업소, 단체 및 주민들 속에서 산림을 남벌하거나 화전을 일구는 일이 없도록 감독·통제하여야 한다고 규정하고 있다.

북한은 산지의 종합적·효율적 이용을 중시하고 있는데, 이를 위한 원칙으로는 첫째, 해당시기의 국가 경제적 수요를 고려해서 농경지, 교통, 통신망, 송전선, 주거지 등에 관한 위치를 정할 것, 둘째 각 지역의 자연조건, 즉 식물의 생태적 조건, 지형, 지리적 위치를 고려해서 산지를 이용토록 할 것, 셋째, 산지와 국토자원에 해를 주지 않도록 할 것, 넷째, 산지현황에 치중해서 이용할 것, 즉 임목이 무성한 산지를 농경지로 전용하지 않도록 할 것 등이다.

그러나, 실제로는 예를 들어 농경지 확장을 위한 산지개간, 새땅찾기 등의 특수사업의 경우에는 식량증산을 위한 조기목표달성을 위하여 무분별한 산지의 타용도 전환이 빈번하게 발생하였다.

1) 북한의 산지이용 실태와 문제점

북한은 경작지보다 산지가 많다. 국토면적의 약 15%인 190만ha 정도가 현재 경작지로 분류되고 있으나 산악지형이기 때문에 실제로 집약적인 영농이 이루어지고 있는 면적은 그보다 적을 것으로 추정하고 있다. 낮은 구릉지대 경사지에는 과수원이 조성되어 있고 그 면적은 국토의 2.9%인 36만ha로 알려져 있다. 주로 사과, 배, 호도 및 감나무가 재배되고 있다. 가축은 산림 내에 방목하는 형태로 사육되며, 전문적으로 목축이 이루어지고 있는 목장은 찾아보기 힘들다. 그러나 산악 초지의 면적이 국토의 6.4%인 78만ha를 차지한다고 북한은 발표하였다.

현재 북한이 당면하고 있는 커다란 문제 중의 하나는 자연재해로 인한 농업기반시설의 붕괴이다. 특히 1990년대 들어 북한 지역에는 해일, 가뭄과 홍수, 이상 고온과 저온이 되풀이되면서 농사는 물론 전반적인 토지이용 형태에도 많은 변화를 초래하였다.

북한의 이와 같은 자연재해는 예상하지 못한 기상이변이 주원인이기도 하지만 식량증산을 목적으로 산지에 조성한 다락밭(비탈밭)이 피해를 크게 한 요인으로 지적되고 있다. 야산지대는 물론 경사가 심한 산지 비탈면에까지 임목을 베어내고 비탈밭을 조성함으로써

약간의 비에도 토사가 흘러내려 농경지를 뒤덮거나, 하상이 높아진 강과 하천이 범람해 피해를 확산시킨 것으로 추정되고 있다.

최근에 북한에서의 농업복구와 분야별 조사연구의 임무를 띠고 1997년과 1998년에 북한을 방문한 임업과 환경전문가인 Michael A. Russel의 보고서에 따르면 농작물 재배를 위한 산림지역 경사지의 잠식이 여전히 많이 목격되고 있으며, 현재의 이러한 산지 잠식은 근년의 재난으로부터 식량 생산을 보충하고자 하는 정부의 지원에 의해 지속되고 있다고 지적하고 있다. 특히 천연림 지역은 연료채취를 위해 파괴되고, 옥수수 등의 작물재배를 위해 70%가 넘는 경사지까지 토양 유실에 대한 대책이 없이 경작이 이루어지고 있다고 보고하였다.

나. 산림황폐화 과정과 원인

1) 북한 산림의 황폐화 원인

현재 북한은 식량난, 에너지난, 원자재난, 외화난 등의 형태로 나타나고 있는 극심한 경제난에 처해 있고, 이러한 경제난은 모든 부문에서 동시다발적으로 애로현상이 발생하는 구조적이고 총체적인 공급부족 현상을 보이고 있으며, 이들은 바로 산림황폐화와 직·간접적으로 관련성이 매우 높다.

북한은 그 동안 경지확장을 통한 식량증산을 위해 대대적으로 대규모 산지개발을 추진하였으나 북한 체제가 안고 있는 주체농법의 모순과 자재부족, 비과학적 영농법에 의한 생산성 저하로 인해 식량부족 현상이 발생하였고, 여기에 1994년 이후 수차에 걸쳐 자연재해가 발생하여 북한의 식량난은 날로 악화되어 오고 있다.

산지개간한 다락밭에는 주로 지력의 요구도가 높은 옥수수를 밀식 재배하여 이로 인해 지력감퇴와 생산성이 점차 낮아지고 있으며, 1990년대 들어 이러한 문제점을 인식한 북한 당국이 다락밭 개발을 전면적으로 중단하였으나 경제난, 특히 식량난과 기아로 인해 경사도에 관계없이 경작이 가능한 산지는 화전이나 비탈밭으로 개간하는 현상이 오히려 전국적으로 대폭 증가하였다.

이러한 무분별한 경사지개간은 적은 비에도 산사태 유발 및 홍수피해가 발생하기 쉬워서 바로 산림과 환경 파괴로 이어지며, 옥수수 경작지의 지력을 유지하기 위해 비료사용량이 매년 증가하고 있어 이 또한 강과 하천을 오염시키는 한 원인이 되고 있다.

분단 이후 북한의 산림이 황폐화한 원인은 다음의 세 가지로 요약된다.

① 첫째는 다락밭 조성 사업이다. 북한은 식량 증산을 위해 1970년대 중반부터 지금까지 농지확장 정책을 꾸준히 진행해왔는데 농지확장에는 간석지 개발, 다락밭 건설, 새땅찾기 등이 대표적인 사업으로 대두되었다. 이 중 다락밭 건설은 1976년 10월의 노동당 중앙위원회에서 추진키로 한 「5대 자연개조사업」의 하나로서 “16° 이상의 경사지 20만ha에 다락밭을 건설하고 관개체제를 수립하면 생산증대 및 기계화도 가능하다”라는 판단으로 시작된 농경지 확장 사업을 말한다. 이어 북한은 1981년 10월 노동당의 제6기 4차 전원회의에서 식량확보를 위한 농경지의 확장을 더욱 강력하게 추진하기 위하여 기존의 5대 사업을 보다 구체화하고 현실화한 「4대 자연개조사업」을 제시하였다. 이것은 기존의 5대 자연개조사업과 크게 다르지 않으나 보다 구체화 현실화하고 있으며, 5대 방침의 수행시 발생하였던 주요 문제, 특히 무차별한 다락밭 건설로 인한 산림의 황폐화를 엄격히 규제할 것을 강조하였다.

북한의 다락밭 건설 사업은 농지가 적고 산과 경사지가 많은 북한의 환경에서는 어느 정도 불가피하며 지형, 토양, 기후 등의 조건에 따른 토사유출 방지와 작부체계에 대한 철저한 계획이 뒷받침된다면 매우 유용한 것이라고 판단되어 제시된 것이었다. 그러나 토사유출에 대한 적절한 대응책의 미흡과 사후 관리의 미비로 산지는 황폐화되고 토사의 유출로 농경지가 유실되는 등 많은 부작용을 초래하였다.

② 북한의 산림은 이러한 산지개간과 함께 땃나무를 얻기 위한 임산연료의 채취로 말미암아 크게 황폐되었다. 1990년대 중반 이후 에너지 난으로 농촌지역 대부분의 주택이 취사 및 난방용으로 땃나무를 사용하게 되었으며, '90년 이후에는 평양, 남포, 개성 등 일부 도시를 제외한 대부분의 지역도 취사 및 난방연료를 산지에서 채취 이용하게 됨에 따라 농촌, 도시 지역 모두 인근의 야산들이 심하게 훼손되었다.

산림황폐의 발달 과정을 보면 우선 식량증산을 위한 산지개간과 땃나무 채취가 산림황

폐의 일차적 원인이 되고, 이로 인해 나무가 거의 없는 민둥산으로 변하여 맨땅이 드러나서 산지 경사면의 안정성이 취약해진다. 취약해진 산지 경사면에서는 집중 호우시 토사가 쉽게 쓸려 내려가 강이나 하천으로 토사가 유입되어 하천바닥은 높아지게 된다. 이어서 강물이 범람하여 홍수피해가 발생하게 되며, 이는 곧바로 농경지 매몰과 유실에 의한 농업기반 파괴로 이어져 농작물 수확이 상당히 감소하게 되어 식량난은 악화될 수밖에 없고, 여기에 에너지 및 연료난이 가중되어 무차별적인 임산물 채취나 산에 불을 놓아 농사를 짓는 화전행위에 의해 산림의 황폐화는 더욱 가속화되는 악순환이 거듭되고 있다.

③ 셋째는 부족한 외화획득을 위해 양호한 산림을 무차별적으로 벌채해 중국으로 수출하면서 산림의 황폐화는 더욱 가속화되고 있다. 자료에 의하면 북한은 1970년 350만 m^3 의 원목을 벌채하였고 1995년에는 473만 m^3 의 원목을 벌채하였으며, 1996년에는 약 500만 m^3 의 원목을 벌채한 기록이 있다. 90년대 이전에는 자급자족에 치중하던 원목 사용이 90년대 이후부터 수출을 시작하여 1990년에 14,200만 m^3 의 원목이 수출되었으나 1996년에는 수출량이 대폭 증가하여 405,200만 m^3 의 원목이 수출되는 기록을 보였다. 수출되는 목재는 대부분 산업용 원목인 반면 북한 내에서 소비되는 목재는 85% 이상이 연료용으로 사용되고 있다. 1999년에는 식량 사정이 다소 호전되고 원목 형태로의 수출을 제한하고 일차 가공된 형태의 수출을 장려하여 중국 등 인근 국가로의 원목 수출은 주춤하는 경향을 보이고 있다.

그러나, 2000년 북한 연감에 의하면 최근 북한의 목재 수요량은 산업용재를 비롯해서 연료재, 농업 및 자재용 목재 등을 합해서 연간 약 900만 m^3 에 달하는 것으로 추정되고 있다. 더욱이 산림의 황폐화 및 에너지 부족 등으로 인해 산지에서 목재의 공급이 매우 어려운 실정이며, 한동안 소련에서 들여오던 약 180만 m^3 에 달하는 목재의 도입도 중단되어 목재 부족이 매우 심각한 상태에 있는 것으로 알려졌다. 한편 실질 수요량과 FAO에 보고되는 통계수치의 차이를 고려하면 주요 목재 생산기지인 양강도와 자강도에서 목재 생산이 더욱 강화되고 있는 것으로 추정되며, 이는 결국 생태계와 환경 파괴에 따른 각종 산림피해의 확산과 더불어 북한 산림의 황폐화는 가속화되고 있을 것으로 예상된다.

다. 산림황폐지 실태

1) 산림황폐지 현황

가) 위성영상 분석 처리

임업연구원에서는 1998년과 1999년 2년간에 걸쳐 Landsat TM 인공위성 영상을 이용하여 북한의 황폐산지 현황을 조사 분석하였다. 지피 식생의 변화에 따른 황폐지 분류를 위하여 동일 지역의 서로 다른 두 계절의 위성 영상자료를 사용하였다. 사용된 위성 영상의 목록과 위치는 <표 5-8> 및 <그림 5-4>와 같다.

표 5-8 북한 산림황폐지 분석에 사용된 화상자료 목록

Path/row	수신일자	Path/row	수신일자
115-30c,d	99. 5. 30/ 99. 9. 3	116-34	99. 5. 21/ 96. 9. 1
115-31	99. 5. 30/ 99. 9. 3	117-31b,d	98. 5. 25
115-32	99. 5. 30/ 98. 9. 16	117-32	97. 5. 22/ 99. 6. 29
115-33c	99. 5. 30/ 99. 9. 3	117-33	99. 5. 28/ 97. 8. 10
116-31	97. 7. 18/	117-34a,b	99. 5. 28/ 97. 8. 10
116-32	99. 5. 21/ 97. 7. 28	118-32c,d	97. 6. 14/ 98. 8. 20
116-33	99. 5. 21/ 96. 9. 1		

주 : a,b,c,d로 표시한 것은 subscene을 의미함.

봄과 가을에 관측된 두 계절 Landsat TM 위성영상을 이용하여 식물계절학적 차이에 따라 지표식생의 형태를 분류하였다. 우선 각각의 두 계절 영상자료에 대해 UTM 좌표체계에 맞게 지리적 보정 처리를 거쳐 영상대영상 정합(image to image registration)을 실시하고, NDVI 식생지수법과 Tasseled Cap 변환을 거쳐 비교사분류법에 의해 토지이용형태와 산림황폐지를 구분하였다. 경사지 이용 실태는 경사도 8° 를 기준으로 산지를 구분해내고 산림지역과 비산림지역을 구분하며, 최종적으로 경사 산지의 비산림지역을 무림목지,

개간산지, 나지로 구분하여 산림황폐지 면적과 분포 특성을 분석하였다(그림 5-5).



그림 5-4 북한 산림황폐지 분석에 사용된 화상자료의 위치

본 연구에서는 산림황폐지를 “산지이면서 정상적인 산림 생산활동이 이루어지지 않고 방치되었거나, 경작지등 타용도로 사용되어 산지 고유의 기능을 발휘하지 못하고 있는 산림지역으로서 여건이 바뀌면 조림 등의 복구 행위가 즉시 요구되는 지역”으로 정의하였다.

또한 인공위성 영상으로 구분 가능한 형태가 되어야 하므로 지피식생의 정도와 산지의 이용형태에 따라 산림황폐지를 나지, 개간산지, 무림목지의 3가지 유형으로 구분하였다. 나지는 가장 전형적인 산림황폐지의 한 유형으로서 산림황폐화가 많이 진전되어 임목이나

개간산지, 나지로 구분하여 산림황폐지 면적과 분포 특성을 분석하였다(그림 5-5).



그림 5-4 북한 산림황폐지 분석에 사용된 화상자료의 위치

본 연구에서는 산림황폐지를 “산지이면서 정상적인 산림 생산활동이 이루어지지 않고 방치되었거나, 경작지등 타용도로 사용되어 산지 고유의 기능을 발휘하지 못하고 있는 산림지역으로서 여건이 바뀌면 조림 등의 복구 행위가 즉시 요구되는 지역”으로 정의하였다.

또한 인공위성 영상으로 구분 가능한 형태가 되어야 하므로 지피식생의 정도와 산지의 이용형태에 따라 산림황폐지를 나지, 개간산지, 무림목지의 3가지 유형으로 구분하였다. 나지는 가장 전형적인 산림황폐지의 한 유형으로서 산림황폐화가 많이 진전되어 임목이나

지피식생이 거의 없고 지표침식이 비교적 넓은 범위에 걸쳐 진행되는 나지 상태의 산지, 즉 민둥산(禿裸地)을 말한다. 개간산지는 산지의 나무를 벌채하고 옥수수 등의 작물을 재배하는 지역으로 대부분 산지에 조성한 다락밭이 이 범주에 속한다. 한편 무림목지는 산림을 벌채 후 그대로 방치하거나, 지속적인 연료채취 등 약탈행위가 계속되어 산림의 피복율이 낮고 관목지 상태로 남아있는 지역을 의미한다.

나) 북한 산지의 지형 특성 분석

지형특성을 분석하기 위해 우리나라 육군지도창에서 제작한 북한 전지역의 1" DTED (Digital Terrain Elevation Data)를 이용해서 30m×30m 크기의 격자 cell을 갖는 수치고도모델(DEM)을 작성하였다.

경사도는 DEM을 이용하여 3×3 크기의 이동창(moving window)을 설정하고 다음과 같은 연산에 의해 계산하였다.

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>

위 3×3 크기 moving window에서

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= c - a & \Delta y_1 &= a - g \\ \Delta x_2 &= f - d & \Delta y_2 &= b - h \\ \Delta x_3 &= i - g & \Delta y_3 &= c - i \text{ 이고,} \end{aligned}$$

이때 cell size = 30m 이면,

$$\begin{aligned} \Delta x &= (\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3) / 3 \times 30\text{m} \\ \Delta y &= (\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3) / 3 \times 30\text{m} \text{ 로 얻어지고,} \end{aligned}$$

이 때 cell *e*의 고도변화 즉 기울기(Δz)는 다음 식에 의해 구해진다.

$$\Delta z = \text{sqrt}\{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2\} / 2,$$

이 값을 아래 공식에 대입해서 최종적으로 경사각이 얻어진다.

$$\text{slope in degree} = \tan^{-1}(\Delta z) \times 180/\pi$$

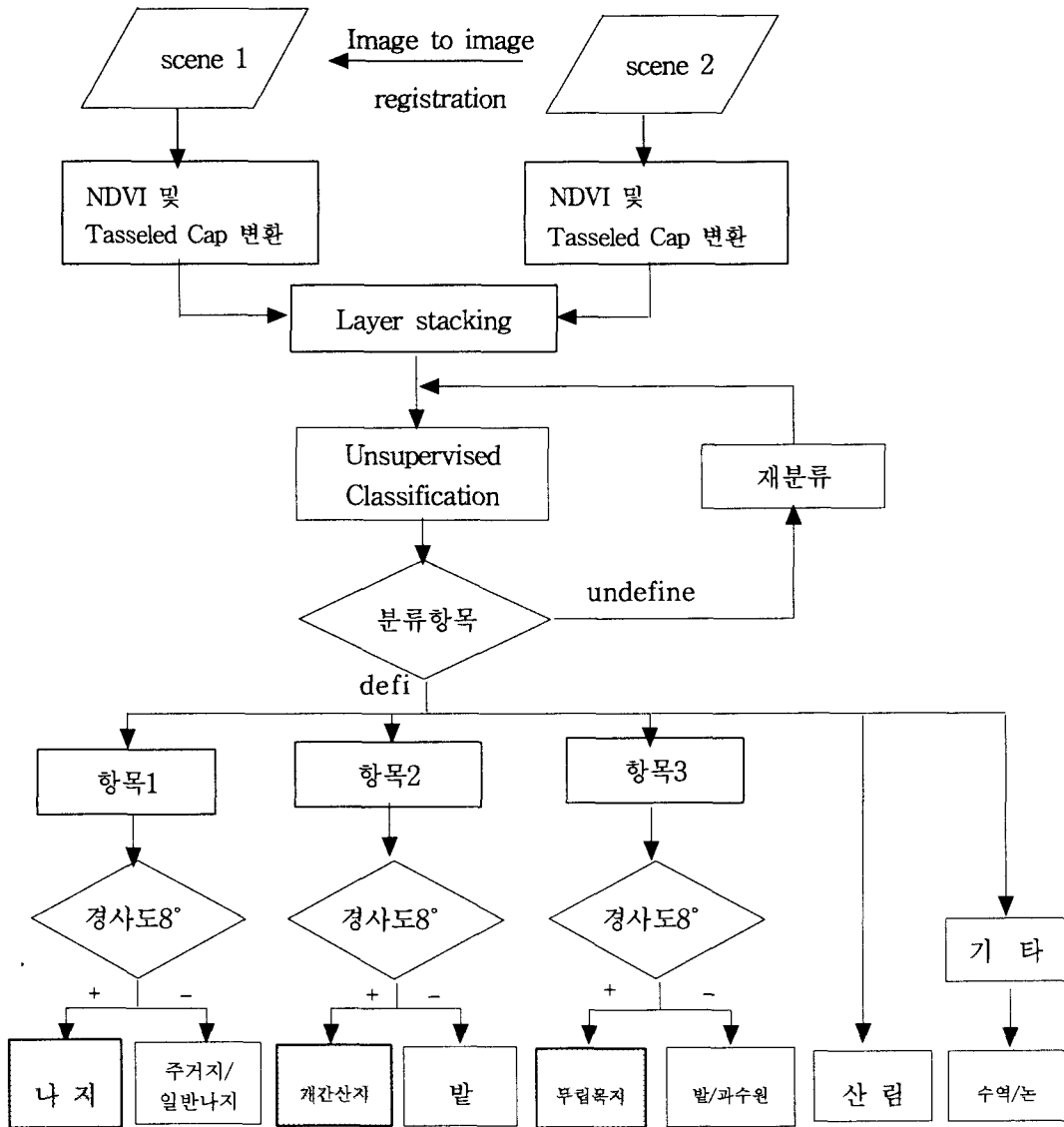


그림 5-5 경사산지의 위성영상 분석 처리 흐름도

다) 북한의 산림황폐지 현황

분석 결과 전체 분석대상 면적의 13.3%인 1,632천ha가 황폐산지로 나타났으며, 황폐산지의 유형 중 개간산지의 비율이 약 60%를 가장 많은 면적을 차지하였다(표 5-9). 또한, 황폐산지를 포함한 북한의 전체 산림면적은 9,166천ha로 추정되었다. 여기에서 산림이라 하면 위 그림 5-5에 따라 경사도 8° 이상의 경사 산지에서 개간을 하여 작물을 재배하는 비탈밭이나 과수원 등을 모두 포함한 면적을 말한다.

행정구역별 산림면적 및 황폐산지 현황은 황해남북도, 평안남북도 등 북한 서부지역의 황폐산지 비율이 전반적으로 높으며, 특별시와 직할시를 제외하고 황해남도의 황폐산지 비율이 37.5%로 가장 높고, 양강도가 9.8%로 가장 낮은 것으로 나타났다(표 5-9).

표 5-9 북한의 산림황폐지 실태

단위 : 1,000 ha

계* ¹	산림 (임목지)	황폐산지* ²				기타
		계	개간산지	무림목지	나지	
12,298.6 (100%)	7,534.0 (59.6%)	1,631.7 (13.3%)	972.0 (7.9%)	533.5 (4.3%)	126.2 (1.1%)	3,132.9 (27.1%)

*1 분석 면적은 래스터 형태의 위성영상 자료를 근거로 하였기 때문에 실제 북한의 국토면적과는 차이가 있음.

*2 황폐산지의 분석은 경사도 8도 이상의 모든 산림 토지를 대상으로 함.

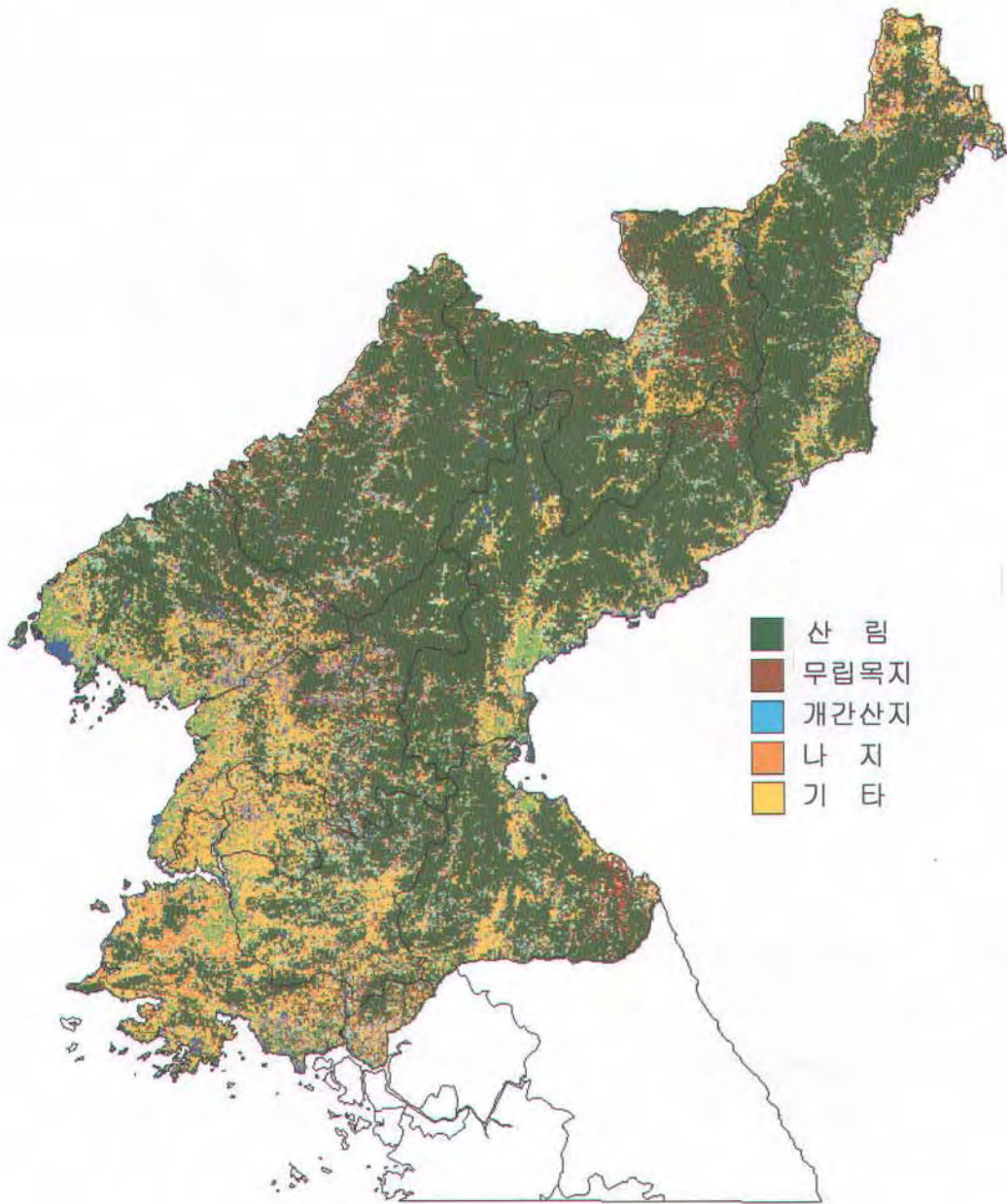


그림 5-6 북한 산림황폐지 분포도

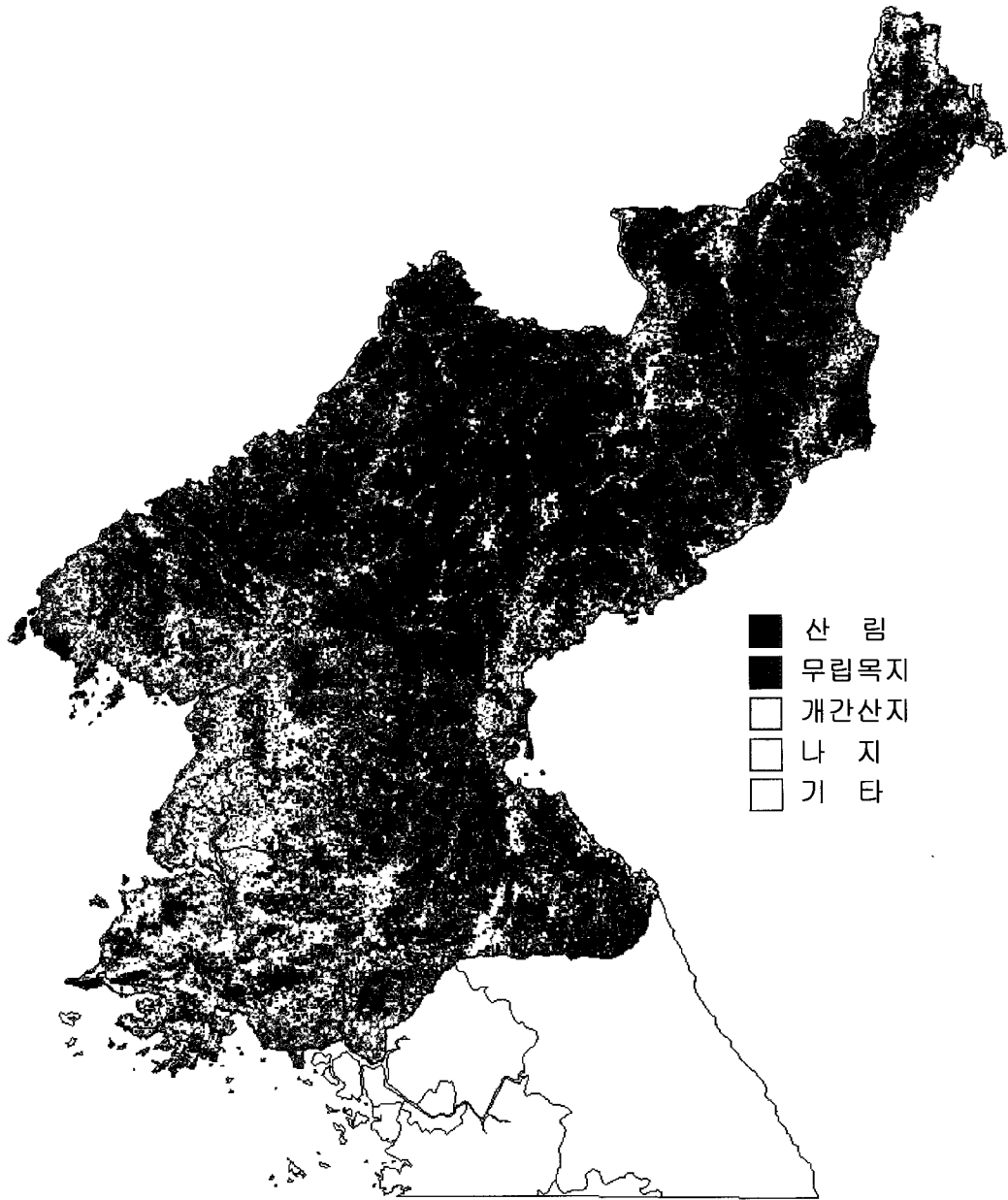


그림 5-6 북한 산림황폐지 분포도

표 5-10 행정구역별 황폐산지 현황

행정구역	산림면적*	황폐산지			
		계 (비율, %)	개간산지	무림목지	나 지
계	9,165,764.7	1,631,705.9 (17.8)	972,007.6	533,492.8	126,205.5
평양시	117,762.0	48,281.5 (38.5)	25,513.4	15,152.3	2,615.9
남포시	14,860.7	6,965.8 (46.9)	3,871.6	2,439.0	655.2
개성시	68,500.9	31,454.6 (45.9)	13,860.9	15,869.6	1,724.0
강원도	895,758.2	135,320.0 (15.1)	76,962.0	48,634.8	9,723.2
황해남도	347,130.1	130,002.8 (37.5)	88,889.0	26,984.3	14,129.5
황해북도	519,923.8	159,342.8 (30.6)	103,546.3	39,419.0	16,377.6
평안남도	802,889.6	205,514.3 (25.6)	106,744.2	78,957.5	19,812.5
평안북도	787,300.3	177,308.6 (22.5)	127,521.5	42,665.6	7,121.5
자강도	1,520,368.4	229,064.9 (15.1)	108,231.6	97,634.6	23,198.8
양강도	1,234,878.8	121,035.6 (9.8)	79,638.5	33,085.6	8,311.5
함경남도	1,517,545.6	205,355.9 (16.6)	105,101.0	88,505.3	11,749.6
함경북도	1,343,846.3	187,058.9 (13.9)	132,127.6	44,145.1	10,786.2

* 산림면적 = (임목지 + 황폐산지) 면적임. 황폐산지의 비율은 전체 산림면적에 대한 황폐산지의 비로 나타냄.

라. 산지개간 및 경사지 이용 실태

1) 북한 산림과 경사 산지의 개간실태와 이용현황

가) 북한의 경사지 이용과 산지개간 활용 특성

북한에서는 경사지를 비탈땅이라고 부르고 있으며 경사도(비탈도)가 5° 이상인 땅을 말한다. 경사지는 경사도가 5~10° 인 지대를 느린비탈땅, 15~25° 인 지대를 중비탈땅, 25° 이상인 지대를 급한비탈땅으로 구분한다.

북한의 지형은 산과 강하천이 많기 때문에 골짜기 지형이 많이 발달하였다. 그래서 절대적 높이는 낮지만 상대적 높이가 높으며, 급한비탈지가 많이 분포한다. 경사도 15° 이상인

경사지의 면적이 전체 국토면적의 56.6%를 차지하고 있으며, 이 중에서 적지 않은 면적이 다락밭이나 과수원 및 뽕밭으로 이용되고 있다.

북한이 발표한 자료에 의하면 북한의 밭 면적은 총 982,926정보로써 전체 경작지(부침 땅) 면적중 밭이 차지하는 비율은 54.8% 정도이다. 1984년 전국토양조사자료에 의하면 당시 밭 조사면적 826,412정보의 도별, 경사도별 면적은 다음 <표 5-12>와 같다.

표 5-11 도별 비탈밭의 분포

단위 : 정보

구 분	계	경사도		
		5° 이하	6~15°	16° 이상
계	826,412	423,793	286,136	116,483
평 양 시	33,020	22,085	7,348	3,587
평안남도	94,684	50,084	29,603	14,997
평안북도	121,990	66,430	44,557	11,003
자 강 도	56,553	18,394	23,041	15,118
황해남도	106,399	58,456	39,097	8,846
황해북도	105,390	54,393	34,883	16,114
강 원 도	66,798	32,369	20,638	13,791
함경남도	79,201	40,234	28,662	10,305
함경북도	88,376	48,826	28,579	10,971
양 강 도	52,536	23,550	19,883	9,103
개 성 시	10,654	3,906	5,248	1,500
남 포 시	10,811	5,066	4,597	1,148

자료 : 1984년 북한자료

표 5-12 북한 과수밭의 경사도별 분포

구 분	계	경 사 도		
		5° 이하	6~15°	16° 이상
면적(정보)	141,696	30,451	57,072	54,173
비율(%)	100.0	21.5	40.3	38.2

북한의 과수밭은 6° 이상의 경사지에 조성된 비율이 높다. 1984년 북한의 전국토양조사 자료에 의하면 과수밭 조사면적 141,696정보 가운데 약 80%가 6° 이상의 경사지에 조성되었다(표 5-12).

한편, 북한의 경작지 면적 가운데서 뽕밭이 차지하는 비율은 2.65%이며, 대부분이 과수밭과 마찬가지로 경사지에 위치하고 있다(표 5-13).

표 5-13 북한 뽕밭의 경사도별 분포

구 분	계	경 사 도		
		5° 이하	6~15	16° 이상
면적(정보)	41,701	9,315	16,703	15,683
비율(%)	100.0	22.3	40.1	37.6

나) 비탈밭 개간의 확대

북한의 밭은 여건상 비탈땅에 분포하는 경우가 많은데 특히 산지가 많은 자강도, 양강도, 황해북도에 급경사 밭의 분포가 많다. 북한은 그 동안 경지확장을 통한 식량증산을 위해 산지를 개조하여 다락밭으로 만드는 등, 대대적인 산지개조 정책을 추진하였으나 북한 체제가 안고 있는 주체농법의 모순과 자재부족, 비과학적 영농법에 의한 생산성 저하로 인해 오히려 식량난을 악화시키는 결과를 초래하였다.

북한은 최근 심한 폭우와 홍수로 많은 농경지가 유실되었으며, 주로 다락밭 조성으로 인한 토양침식과 토사유출이 그 원인이라고 지적되고 있다. 다락밭 조성이 산림황폐와 농업생산기반 붕괴의 원인을 제공했다는 이 지적은 어느 정도는 옳다. 그러나 엄밀히 말하면 지금 북한에는 다락밭이 없다. 처음 다락밭 조성사업을 시작할 당시의 근본 취지대로 관수체계와 배수체계를 세우고, 짐나르기를 적극 기계화할 수 있도록 조성된 다락밭이 드물며, 또 성실한 사후관리가 제대로 이루어지지 않아 그저 이름만 다락밭인 훼손된 산지로 남아 있을 것으로 추측되기 때문이다.

더욱이, 지금 북한에서 문제가 되고 있는 것은 다락밭 조성이 아니라 무차별적으로 진행

되고 있는 비탈밭 개간이다. 비록 실패로 끝났지만 다락밭 조성사업은 처음의 근본 취지는 토양유실을 억제하고 관개와 배수, 그리고 기계화를 내세운 긍정적인 면이 많은 사업이었다. 그러나 비탈밭 개간은 아무런 사전 계획이나 준비 없이 개인의 생존과 필요에 의해 진행되고 있는 말 그대로의 황폐화 사업이다.

북한에서는 집단농업체제와 정책을 벗어난 경작형태는 개인텃밭, 부업밭, 그리고 뚝배기밭이 있다. 이 중 작업반이나 직장 등 단위별로 척박한 땅을 개간하여 생산물을 나눠 갖는 형태의 부업밭과, 개인이 비공식적으로 산간오지나 주거지 근처에서 개간한 뚝배기밭은 특히 비탈밭 형태가 많다. 뚝배기밭의 경작 형태는 1980년대 중반부터 시작되었으며, 시작 당시에는 당국의 단속 대상이었으나 식량난이 점차 심화되면서 묵인되고 면적도 확대되고 있는 것으로 알려져 있다.

최근 경남대 북한대학원에서 내놓은 「조중접경지역현장보고서」에 의하면, 무산시 옆의 칠성리 농장은 이미 1993년부터 주변 산에서 나무가 없어지기 시작하였으며, 나무는 땀값이나 송기떡 재료로 채취되거나 개인밭 경작을 위해 없어져서 현재 나무가 전멸된 상태라 하였다. 또 함경도 출신 탈북자와의 면담에 의하면 마을에서 걸어서 2시간 정도의 거리까지는 거의 모든 산은 개인밭으로 개간되었으며, 현재 북한은 대부분 마을의 100리 안팎에서는 나무가 있는 산을 볼 수 없을 정도라고 증언하였다.

한편, FAO가 북한에서의 농업복구와 분야별 조사연구의 업무를 목적으로 1997년과 1998년에 북한에 파견한 임업 및 환경전문가인 영국인 러셀(Michael Russel)의 보고에 따르면 북한에서는 농작물 재배를 위한 산림지역 경사지의 개간과 잠식이 여전히 많이 목격되며, 현재의 이러한 산지 잠식은 근년의 재난으로부터 식량생산을 보충하고자 하는 정부의 묵인과 지원에 의해 지속되고 있다고 지적하였다. 특히 천연림이 분포하고 있던 산림지역이 연료를 얻기 위해 파괴되고, 옥수수 등의 작물 재배를 위해 70%가 넘는 경사지에까지 토양 유실에 대한 아무런 대책이 없이 경작이 이루어지고 있다고 보고하였다.

1) 유역별 경사도별 경사지 이용현황

가) 서해안 주요 강 유역별 경사지 이용현황

북한 서부 주요 강 유역의 경사지 이용현황과 특성은 다음 <표 5-14>와 같다. 경사지의 토지이용 및 피복 실태는 인공위성 영상을 분석하여 구하였으며, 산지의 경사면에 대한 각 토지피복 형태의 분포는 두 특성 요인을 중첩하여 분석하였다.

경사지의 이용현황을 분석하는 것이 본 연구의 목적이므로 토지피복 형태를 경사지에 주로 나타나는 산림, 무림목지, 개간산지, 산간나지, 밭 그리고 기타로 구분하였다. 무림목지와 개간산지, 산간나지는 산림이 일부 훼손되어 다른 용도로 활용되거나 황폐상태로 방치된 형태를 각각 다르게 구분한 것으로서, 향후 조림활동 등 복구계획 수립에 차별적으로 적용될 수 있을 것으로 보인다.

<표 5-14>에서 서해안의 주요 강 유역의 전체 황폐지 면적은 1,089천ha이며 이중 무림목지가 29.3%인 319천ha, 개간산지가 63.2%인 688천ha, 나머지는 산간나지로서 81천ha를 차지하고 있다. 특히 경사도 20도 이상의 개간산지가 25.8%를 차지하고 있다.

압록강유역은 황폐산지 425천ha 중에서 개간산지가 62.0%로 가장 높은 비율을 보이고 있고, 무림목지는 30.1%를 차지하고 있다. 특히 경사 11도 이상 30도 이하의 경사산지에 위치한 황폐지 면적이 전체의 76.7%를 차지하고 있다. 청천강유역은 황폐산지 161천ha 중에서 무림목지가 29.1%, 개간산지가 67.4%를 차지하고 있으며, 대동강유역은 황폐지 면적 421천ha 중에서 개간산지가 63.1%인 265천ah를 차지하고 있고 무림목지는 28.5%를 차지하고 있다. 반면 예성강은 유역면적도 적고 상대적으로 황폐지 면적이 82천ha로 서해안 유역 중 가장 적으나 개간산지의 비율은 61.3%를 차지하고 있다. 그러나 지형이 완만하고 평탄하기 때문에 개간산지의 31.9%가 경사도 10도 이하에 위치하고 있다. 한편 서부해안에 위치한 황폐산지의 면적은 151천ha로 이중 무림목지가 17.9%를 개간산지가 73%를 차지하고 있어 개간산지의 분포 비율이 높고, 특히 경사도 10도 이하가 45.2%를 차지하고 있어 상대적으로 지형이 완만한 구릉성 야산에 개간산지가 많이 구성되어 있음을 알 수 있다.

표 5-14 서해안 유역의 경사지 이용현황(ha)

□ 압록강

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	31° 이상
계	3,220,551.3	903,072.3	1,141,461.0	958,507.7	217,510.0
산 립 지	2,450,620	494,837.8	925,565.0	836,235.5	193,982.0
무림목지	127,928.5	16,357.9	56,744.9	45,525.8	9,300.0
개간산지	263,355.4	49,519.0	136,595.9	65,386.5	11,854.0
산간나지	33,325.3	4,707.9	17,890.3	9,140.3	1,586.8
기 타	345,322.1	337,650.1	4,665.2	2,219.6	787.2

□ 청천강

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	31° 이상
계	967,473.0	375,813.7	260,736.9	238,702.4	92,219.9
산 립 지	544,392.4	80,222.3	171,403.9	207,314.3	85,451.9
무림목지	46,983.2	10,086.0	20,795.5	12,775.5	3,326.1
개간산지	108,739.4	35,159.2	54,775.4	16,072.8	2,732.0
산간나지	5,555.2	2,187.4	2,623.1	640.7	103.9
기 타	261,803.0	248,158.8	11,139.1	1,899.1	606.1

□ 대동강

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	31° 이상
계	2,010,844.6	881,825.2	465,874.4	460,200.6	202,944.3
산 립 지	905,961.1	115,995.1	255,203.1	355,605.4	179,157.5
무림목지	119,742.4	19,661.0	56,334.4	35,905.9	7,841.0
개간산지	265,403.9	68,865.4	124,045.3	58,992.4	13,500.8
산간나지	35,521.9	14,147.5	16,725.9	4,140.9	507.7
기 타	687,515.2	663,156.2	13,565.8	5,556.0	1,937.3

□ 예성강

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	31° 이상
계	390,142.7	199,323.9	101,034.8	66,037.2	23,746.7
산 립 지	151,949.3	22,310.8	54,385.2	53,557.2	21,696.1
무림목지	24,759.3	4,483.1	15,624.0	4,016.4	635.8
개간산지	50,471.4	16,125.5	25,496.9	7,583.7	1,265.3
산간나지	7,096.1	2,166.2	4,342.1	543.8	43.9
기 타	155,851.4	154,223.1	1,186.6	336.2	105.6

□ 서부해안

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	31° 이상
계	951,399.1	715,008.1	163,525.7	60,723.7	12,141.5
산 립 지	218,445.1	67,574.7	92,375.6	48,424.4	10,070.5
무림목지	27,059.7	10,345.9	11,799.6	4,050.2	864
개간산지	111,508.1	51,109.3	51,766.3	7,618.2	1,014.3
산간나지	12,491.8	7,888.9	4,274.7	263.5	64.6
기 타	581,894.4	578,089.3	3,309.5	367.4	128.1

나) 동해안 주요 강 유역별 경사지 이용현황

동해안 유역은 동해로 흘러드는 강은 수가 많으나 두만강을 제외하고는 서해안에 위치한 강 유역에 비해 규모가 작다. 어느 정도 큰 면적을 가진 강 유역으로는 북에서부터 아래로 수성천, 어랑천, 길주 남대천, 단천 북대천, 단천 남대천, 북청 남대천, 성천강, 금야강, 안변 남대천 등이 있다.

동해안 주요 강 유역별 황폐산지의 경사도별 분포는 <표 5-15>에 제시되어 있다. 동해안 유역의 전체 황폐지 면적은 313천ha로 이중 무림목지가 97천ha(31.1%), 개간산지가 63.8%인 200천ha를 차지하고 있다. 특히, 개간산지의 76.4%가 경사도 10도 이상의 산지에 위치하고 있다. 두만강유역의 황폐지 면적이 동해안 전체의 38.4%인 120천ha를 차지하고 있고, 이어서 성천강유역이 48천ha의 황폐지를 갖고 있으나 나머지 강 유역의 황폐지 면적은 규모가 작은 편이다.

표 5-15 동해안 주요 하천 유역별 경사지 이용현황 특성(ha)

□ 두만강

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	30° 이상
계	1,056,337.4	553,102.1	313,055.5	160,603.3	29,576.5
산 립	736,228.0	323,544.7	255,651.6	134,128.2	22,903.6
무림목지	39,059.7	10,188.0	18,439.1	8,532.4	1,900.4
개간산지	73,944.5	19,283.4	34,713.8	15,900.5	4,046.8
산간나지	7,306.7	1,709.9	3,752.0	1,680.3	464.5
기 타	199,798.6	198,676.3	499.0	362.0	261.4

□ 수성천

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	30° 이상
계	91,131.9	25,942.8	33,028.2	27,238.6	4,922.4
산 립	72,600.2	15,396.4	28,459.4	24,344.1	4,400.2
무림목지	1,315.7	311.1	475.7	388.5	140.3
개간산지	7,804.0	1,125.0	3,886.5	2,420.9	371.7
산간나지	338.0	53.1	195.0	80.1	9.7
기 타	9,074.1	9,057.2	11.5	5.0	0.5

□ 어랑천

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	30° 이상
계	200,616.1	80,019.4	65,887.6	45,749.8	8,959.3
산 립	150,939.6	45,324.2	57,217.9	41,053.5	7,344.1
무림목지	1,998.6	353.2	604.3	684.5	356.6
개간산지	16,058.9	3,535.5	7,519.5	3,791.8	1,212.0
산간나지	860.6	173.4	461.3	183.2	42.8
기 타	30,758.3	30,633.1	84.7	36.8	3.9

□ 남대천(길주)

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	30° 이상
계	138,006.7	48,854.9	36,833.2	37,327.9	14,990.7
산 립	100,703.6	21,505.5	29,872.0	35,163.6	14,162.5
무림목지	1,660.2	540.5	606.8	326.3	186.6
개간산지	11,976.9	3,302.6	6,241.7	1,798.9	633.7
산간나지	170.8	34.5	91.6	37.2	7.6
기 타	23,495.1	23,471.8	21.2	1.8	0.4

□ 북대천(단천)

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	30° 이상
계	145,148.8	35,544.8	42,697.0	48,345.1	18,562.0
산 립	107,427.3	19,690.1	32,176.6	39,907.4	15,653.3
무림목지	2,071.5	276.5	552.1	866.9	376.1
개간산지	22,642.3	3,548.1	9,429.4	7,285.0	2,379.8
산간나지	1,034.7	172.4	443.6	269.6	149.1
기 타	11,972.9	11,857.9	95.3	16.2	3.7

□ 남대천(단천)

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	30° 이상
계	232,560.9	46,234.4	54,496.7	88,810.7	43,019.1
산 립	194,345.9	27,138.5	45,805.4	81,317.1	40,084.9
무림목지	1,503.5	327.7	413.9	487.3	274.6
개간산지	20,817.7	3,307.2	8,087.1	6,851.1	2,572.4
산간나지	402.6	69.5	127.5	136.5	69.0
기 타	15,491.3	15,391.7	62.7	18.7	18.2

□ 남대천(북청)

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	30° 이상
계	194,671.7	49,599.2	52,500.2	68,335.9	24,236.4
산 립	160,391.0	24,663.0	46,449.1	65,556.0	23,722.8
무림목지	731.7	168.0	220.0	239.0	104.8
개간산지	12,009.5	3,377.4	5,750.2	2,489.7	392.2
산간나지	163.8	40.1	60.4	47.1	16.2
기 타	21,375.7	21,350.7	20.5	4.1	0.4

□ 성천강

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	30° 이상
계	246,658.3	69,287.1	66,931.3	80,366.5	30,073.4
산 립	152,450.4	15,154.2	42,342.9	67,455.9	27,497.3
무림목지	32,168.4	2,911.1	15,490.4	11,322.3	2,444.8
개간산지	13,294.0	4,625.8	7,271.2	1,300.4	96.6
산간나지	2,636.1	669.0	1,685.3	262.8	19.0
기 타	46,109.5	45,927.0	141.6	25.1	15.8

□ 금야강

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	30° 이상
계	219,946.3	49,345.0	53,046.5	79,849.1	37,705.9
산 립	159,383.1	14,092.5	39,861.4	70,475.9	34,953.2
무림목지	13,120.5	1,039.8	5,745.0	5,012.8	1,322.9
개간산지	12,852.5	2,901.8	5,505.2	3,341.3	1,104.1
산간나지	2,095.4	436.1	1,212.2	381.3	65.7
기 타	32,495.0	30,874.6	722.7	637.7	259.9

□ 남대천(안변)

토지이용형태	계	10° 이하	11-20°	21-30°	30° 이상
계	92,660.2	33,168.0	21,152.7	25,882.6	12,456.9
산 립	53,298.2	4,395.5	14,786.1	22,618.8	11,497.9
무림목지	3,683.9	560.1	1,741.1	1,057.8	325.0
개간산지	8,443.0	2,144.8	3,791.8	1,944.1	562.3
산간나지	1,003.1	311.5	535.4	129.7	26.6
기 타	26,232.0	25,756.2	298.4	132.2	45.2

4. 산림황폐지 복구 및 경사지 이용 계획

가. 산림황폐지 복구 및 경사지 이용 방안

1) 산림황폐지 복구방안

북한은 1994년에 우박을 동반한 심한 폭우의 피해를 받았으며, 1995년과 1996년에 연이어 홍수의 피해가 있었고 1997년에는 심한 한발이 있었다. 이러한 일련의 자연재해는 농업 생산력을 심각하게 떨어뜨리고, 농업생산기반뿐만 아니라 건물, 도로, 광산 등 사회의 모든 기반 시설에도 막대한 피해를 입혔다.

북한은 이러한 피해를 복구하는 과정에서 대체로 두 가지 심각한 환경문제를 유발하였다. 첫 번째는 농업생산을 위한 농경지를 늘리기 위해 산지를 잠식하였다. 이에 따라 상당한 면적의 산림이 파괴되었고, 때로는 25° 이상의 급경사 지역에도 농경지가 조성되어 대규모 토양 침식을 유발하였다. 둘째로 광산을 복구하고 시설물과 건물을 수리하는데 필요한 막대한 양의 목재를 조달하기 위해 대규모의 산림 벌채가 이루어졌다. 약 98,000ha의 산림이 개별된 것으로 보고되고 있으며, 이로 인해 단기간에 맨땅을 노출시킴으로서 또 다른 토양침식과 환경의 악화를 초래하였다. 북한의 산림쇠퇴와 토양 유실은 바로 농업생산력의 저하와 농업생산기반 시설의 붕괴로 이어지므로 다음과 같은 관점의 몇 가지 복구방안이 필요할 것으로 보인다.

가) 비탈밭의 관리

식량난 이후 북한 전역에서 무차별적으로 확산되고 있는 급경사지에 조성된 비탈밭을 어떻게 다룰 것인가 하는 문제는 매우 중요하다. 현재 북한의 사정상 모든 개간산지를 산림으로 되돌리기는 어렵지만, 당분간 농지로 활용할 지역과 시급히 산림으로 복구시킬 대상지를 구분하여 결정하기 위한 기준을 마련하여야 한다.

재조립할 지역은 용재림 조성이나 연료림 조성사업지로 편입시켜야 하며, 현재 북한이 겪고 있는 경제적 비상사태 기간 동안에는 당분간 계속 농지로 활용해야 할 대상지는 토

양침식 방지 등 적절한 조치를 취해야 한다. 일부 자료에 의하면 앞으로 3년간 약 10,000ha의 개간산지에 대해서 적절한 조치가 취해질 필요가 있다고 하였다.

나) 연료림 조성

연료림 조성은 난방 연료가 부족한 인구밀집지역 주변의 무림목지 등 황폐산지를 대상으로 시행되는 것이 바람직하다. 과거 우리 나라에서 실행하였던 연료림 조성 사업의 경험 이 북한의 경우에 크게 도움이 될 것으로 판단된다. 일반적으로 연료림 조성 식재 수종 들로는 아카시아나무, 리기다소나무 등이 있으나, 현재 북한이 처한 여러 가지 상황을 고려 해볼 때 일단 아카시아나무가 가장 적합한 것으로 보인다.

아카시아나무는 경제적으로 매우 유용한 나무로서 수고 30m까지 자라며 초기생장이 빠 르고 맹아(움) 갱신이 매우 잘되는 특성이 있다. 세계적으로는 20여종이 있으며 변종까지 합하면 30여종이 있고, 현재 북한에는 일반아카시아나무, 분홍꽃아카시아나무, 민아카시아 나무, 평양아카시아나무 등 4종이 서식하고 있는 것으로 알려져 있으며, 주로 해발 800m 이하의 산지에 분포하고 있다. 최근 북한의 보도에 의하면 가축사료는 물론 영농자재, 땀 감 등으로 두루 이용할 수 있는 '분홍꽃아카시아나무'를 많이 심을 것을 권장하고 있다.

아카시아나무의 경제적 효과는 다음과 같다.

- 아카시아나무는 초기생장이 빨라 한 해에 1~2m씩 자라 3~4년 생이면 1정보에서 12~15m²의 땀나무를 생산할 수 있는데 땀 그루 하나에서 6~7대의 움이 돌아나 해 마다 생산량이 높아지며, 발열량이 4,200cal로 땀나무로 아주 좋다.
- 목재생산용으로 정보당 3천 그루 정도 심으면 20년 생 아카시아나무림에서 200m² 이 상의 통나무를 생산할 수 있고 중간에 2,000여 대의 말뚝을 생산하여 영농자재로 쓸 수 있다. 목재의 강도는 소나무에 비해 3.8배, 창성이깔나무에 비해 2.1배, 인장력(당 김세기)은 소나무에 비해 1.3배, 창성이깔나무에 비해 2.4배, 휨강도(구부림세기)는 소 나무에 비해 2.3배, 창성이깔나무에 비해 2.2배나 되어 통발나무로도 쓸 수가 있다. 목재는 문양이 곱고 윤택이 좋아 고급가구재료로 널리 이용되고 있다.
- 또한, 10년 생 아카시아나무 1정보에서 꿀을 150~200kg, 20년 생 1정보에서 500kg까

지 꿀을 생산할 수 있다.

- 아카시아나무의 잎에는 젖은 상태에서 조단백 7.02%, 조지방 1.18%, 조섬유 4.58%, 마른 상태에서 조단백 15.6%, 조지방 2.86%, 조섬유 16.59%를 함유하고 있으며, 비타민 C와 비타민 A도 많아 염소나 토끼 같은 짐짐승 먹이로서 대단히 좋다. 이것을 강냉이와 대비하면 먹이단위로 아카시아 젖은 잎 5kg은 강냉이 1kg과 맞먹으며, 아카시아나무림 1정보에서 3~7톤의 좋은 가축용 사료를 생산할 수 있음.
- 이밖에도 나무뿌리에 있는 뿌리혹은 대기 중의 질소를 흡수하여 1정보에서 해마다 200kg의 암모니아태질소(유안비료로 환산하면 1톤)를 토양 속에 저축하기 때문에 토양을 비옥하게 하며, 또한 10년 이상 자란 아카시아나무림 1정보에서는 20~30여 톤의 잎이 떨어져 질 좋은 부식토를 형성하므로 땅을 비옥하게 해준다. 그리고 이 나무는 뿌리를 토양의 표토층(20~30cm 깊이)에서 많이 뻗기 때문에 굳은 땅을 성글게 하는 작용을 하기 때문에 아카시아나무를 비료나무라고 부르기도 한다. 또한 뿌리가 땅에 얹게 많이 뻗기 때문에 산사태지역에 심어 토양유실을 막는 효과도 있다.

다) 용재림 조성

용재림은 도시와 같이 인구가 밀집된 지역에서 비교적 멀리 떨어진 무림목지나 나지와 같은 황폐산지를 대상으로 실시하는 것이 좋다. 조림수종은 가급적 북한의 기후나 토양 등 입지환경 요인을 고려하여 적지적수에 기초한 유망 수종을 선정하여 북한지역에 잘 적응하면서도 장차 경제적 가치가 높은 우량 목재를 생산할 수 있는 산림을 조성할 수 있도록 신중하게 선정하여야 한다.

필요한 묘목은 북한 전역에 설치되어 있는 임업부 산하 양묘장에서 생산하는 것을 원칙으로 하되, 지난 수해 때 피해를 입은 양묘장을 시급히 복구하고, 양묘장 복구 및 새로운 양묘장 조성에 필요한 자재와 도구는 남북한 협력사업으로 남한에서 기술과 물자를 지원 하는 방안이 바람직하다.

라) 천연림 보호

다행히 현재까지 파괴되지 않고 어느 정도 자연상태의 임상을 유지하고 있는 산림에 대한 관리방안을 마련하는데 있어서는 앞의 경우와 달리 많은 비용이 투입되지 않아도 되지만 더 이상 훼손되지 않도록 산림을 보호한다는 의식과 책임이 필요하다. 이것은 보다 장기적인 입장에서 현재 산림자원에 대한 조사 및 평가, 그리고 지속적인 감시와 관리체계가 수립되어야 한다. 이를 위해 남한 쪽의 기술지원과 필요한 물자의 지원도 필요할 뿐만 아니라 남북한 관계전문가들이 함께 참여하여 보전가치가 높은 천연림에 대한 체계적이고 종합적인 학술조사가 실시되어야 한다.

마) 북한의 산림녹화 사업

최근 북한은 식수사업을 “나라의 부강번영과 후손만대의 행복을 마련하기 위한 가장 보람찬 사업”으로 간주하여 나무심기를 대대적으로 펼쳐오고 있다. 수종선택에 있어서는 성장속도가 빠른 것을 선호하고 있으며 주로 아카시아, 미루나무, 이깔나무, 느티나무, 리기다(세잎)소나무 등을 식재하고 있다. 특히, 아카시아나무는 잘 자라 땀감으로 유용하고 미루나무는 성장속도가 빨라 종이원료로 좋으며 은행나무는 가로수로 제격이다. 또한 느티나무는 모기가 끼지 않아 건강에 좋을 뿐만 아니라 경제적으로 유용하며 감나무, 잣나무 등은 정원수나 과실수로 좋다.

북한은 올해 들어 200km의 대규모 강/하천과 2천300km의 중소 하천을 정리하고 주요 도시들에 대한 녹화사업도 계획하고 있으며, 주요 간선도로 1천700여km의 전면 보수 및 신도로 신설과 함께 주요 도로와 철길주변의 산과 들에 나무를 대대적으로 심고 수 만 정보의 땀나무림도 조성할 계획이라고 보도하였다.

북한은 지난 96년 ‘국토환경보호절’(10월23일)을 제정한 뒤 해마다 ‘봄과 가을철 국토관리총동원기간’을 정해 훼손된 도로와 토지 복구, 하천정비 등을 추진해 오고 있다. 이에 따라 국토환경보호성은 2001년부터 ‘산림조성 10년 계획’을 시행하고 있으며 올해에는 지난해보다 50% 더 넓은 총 7만4천여ha의 면적에 나무를 심을 계획이다. 이를 위해 산림과학원에서는 수종이 좋으면서도 빨리 자라는 나무 육종, 우량 아카시아나무 육종, 기름나무의 확대, 번식, 산림조성 및 보호관리를 위한 과학연구사업을 강화하고 있다.

또한 '1대 10원칙' 즉, '1대의 나무를 베어내면 10대를 심어야 한다'는 구호를 내세워서 나무베기에 앞서 나무심기에 주력할 것을 촉구하고 있다. 이러한 구호가 등장하게 된 것은 나무가 경제적인 이득을 가져다주는 이용의 대상으로 인식하는 북한의 조림정책과 관련이 높다. 일반적으로 조림정책은 목재생산도 중요하지만 기본적으로 산사태, 홍수 등의 자연 재앙을 막고 자연 생태계를 보존하는데 도움을 주는 쪽에 목적을 두고 인간을 둘러싼 환경 조성에 더 많은 관심과 노력을 기울이게 마련이다. 그러나 북한은 환경적 측면보다는 벌목하고 개발해 경제적 실리를 확보하는 대상으로서 산림을 중시하는 측면이 강하다.

산림에 대한 이러한 인식은 다양하게 나타나고 있는데 그 단적인 예가 식수에서 우선적으로 권장되는 나무들은 속성수와 경제수 중심이다. 이에 따라 북한에서는 나무심기의 방법으로 빨리 자라는 나무와 활엽수를 심고, 종이원료나 뿔나무림 등 경제적 이용가치가 높은 산림을 조성하려는데 주력하고 있다.

1) 산림 황폐지 복구비용 산출

가) 사방사업의 목적

사방사업은 붕괴지와 황폐지 또는 붕괴 우려가 있는 지역에 토목공사를 실시하고 식생을 조성하여 상류에 위치한 산지사면과 계류의 황폐화를 막고, 불안정한 사면을 안정시키며, 토사와 자갈의 생산 및 이동을 억제할 뿐만 아니라 산사태와 홍수로부터 발생하는 산지재해를 최소화하기 위하여 실시된다. 더불어 사방사업을 통하여 향후 산림자원 생산의 기반조성은 물론이고 공공이익의 증진과 산업발전에 기여할 수 있는 산림의 공익적 기능 즉, 국토보전 기능, 수원함양 기능, 산림휴양 기능, 대기정화 기능, 야생동물보호 기능 등을 증진시켜 주거환경을 개선하고 삶의 질을 높이는 역할도 있다.

나) 사방사업의 분류

국토의 녹화와 보전, 재해방지와 경관회복을 위하여 사방사업은 그 시행위치와 목적에 따라 산지사방, 야계사방, 해안사방, 조정사방사업과 예방사방사업 등으로 구분되는데 사방

사업법에서는 그 대상지역에 따라 산지사방사업, 해안사방사업, 야계사방사업으로 구분하고 있다.

산지사방사업은 시공위치에 따라 다시 계간사방공사와 산복사방공사로 구분되는데 계간사방공사는 황폐계류에, 산복사방공사는 황폐산지사면에 실시하며 사방덤을 포함한 야계사방사업은 황폐한 계류하천에 실시하는 사방공사를 말한다.

해안사방사업은 해안 사구지에, 조경사방사업은 경관미를 필요로 하는 사면에 실시하며 예방사방공사는 붕괴의 우려가 있는 사면에 붕괴방지를 위하여 시공한다.

또한 사방사업은 황폐된 산지를 복구하기 위한 복구사방과 산지황폐를 미연에 방지하기 위한 예방사방으로 구분하기도 하며 사방시설물에 따라 토목공학적 방법에 의하여 사방공작물을 설치하여 사면을 고정시키는 기초사방과 식물학적 방법에 의하여 사방용 수종과 초본류를 심어 복구·녹화하는 사방조립으로 구분하기도 한다.

다) 사방대상지 선정 기준

북한의 황폐된 산림을 복구하기 위한 사방사업은 황폐지 유형별로 경사, 방위, 표고 등 지형요인을 고려하여 다음 <표 5-16>과 같이 기초사방, 일반사방, 특수사방 및 사방조립 대상지로 구분하였다.

표 5-16 지형요인에 따른 사방지 구분 기준

황폐지 유형	사방지 유형	경사	방위	표고
무림목지 나 지	특수사방	30 ° 이상	서, 남서, 남, 남동	1,000m 미만
	일반사방	30 ° 이상	동, 북동, 북, 북서	1,000m 미만
		30 ° 미만	서, 남서, 남, 남동	1,000m 미만
	사방조립			1,000m 이상
개간산지	일반사방	20 ° 이상		
	기초사방	20 ° 미만		

- 기초사방(basal erosion control works) 지역 : 지표의 침식이 발생하지 않은 개간산지에 대해 일반조립을 실시하여 복구가 가능한 지역

- 일반사방(general erosion control works) 지역 : 개간산지 중에서 경사도가 20도 이상인 지역, 무림목지나 나지의 황폐지로서 해발 1,000m 미만인 지역으로 경사도가 30 이상인 급경사 지형을 갖고 있으며 주로 북쪽사면에 위치하여 상대적으로 지표침식이나 산사태 발생위험도가 낮은 지역과 경사도는 30도 미만이지만 지표침식 발생가능성이 있는 남쪽사면에 위치한 황폐산지에 주로 실시한다.
- 특수사방(special erosion control works) 지역 : 무림목지와 나지의 황폐산지 중에서 해발 1,000m 미만이고 경사도가 30 이상인 급경사 지형을 갖고 있으며 주로 남쪽사면에 위치하여 지표침식이나 산사태 발생위험도가 높은 곳으로 사방공사시 토양침식이나 붕괴를 방지하기 위한 구조물 설치가 반드시 필요한 지역
- 사방조림(tree planting works) 지역 : 해발 1,000m 이상인 산꼭대기 부근에 위치한 나지나 무림목지 지역으로 어느 정도 표면침식이 발생하였어도 사방공사를 위한 특별한 구조물 설치 없이 싸리나무, 오리나무, 아카시아나무 등을 식재하거나 새(안고초) 초본류를 파종하여 사방효과를 발휘할 수 있는 지역

라) 사방대상지 분류 방법

<그림 5-7>과 같이 인공위성 영상자료로부터 얻어진 황폐지분류도와 DEM 자료로부터 지형분석을 통해 얻어진 표고분포도(그림 5-8), 경사구분도(그림 5-9), 사변방향도(그림 5-10)를 입력자료로 이용해서 각 사방대상지 유형별로 <표 5-16>의 해당조건을 만족시키는 대상지역을 ERDAS Imagine Version 8.5. 소프트웨어의 공간분석과 중첩분석 기법을 적용하여 황폐지에 대한 사방대상지분류도(그림 5-11)를 작성하였다. 또한, 수치지역경계도면을 이용해서 각 구역별로 사방대상지 유형별 분포면적을 산출하였다

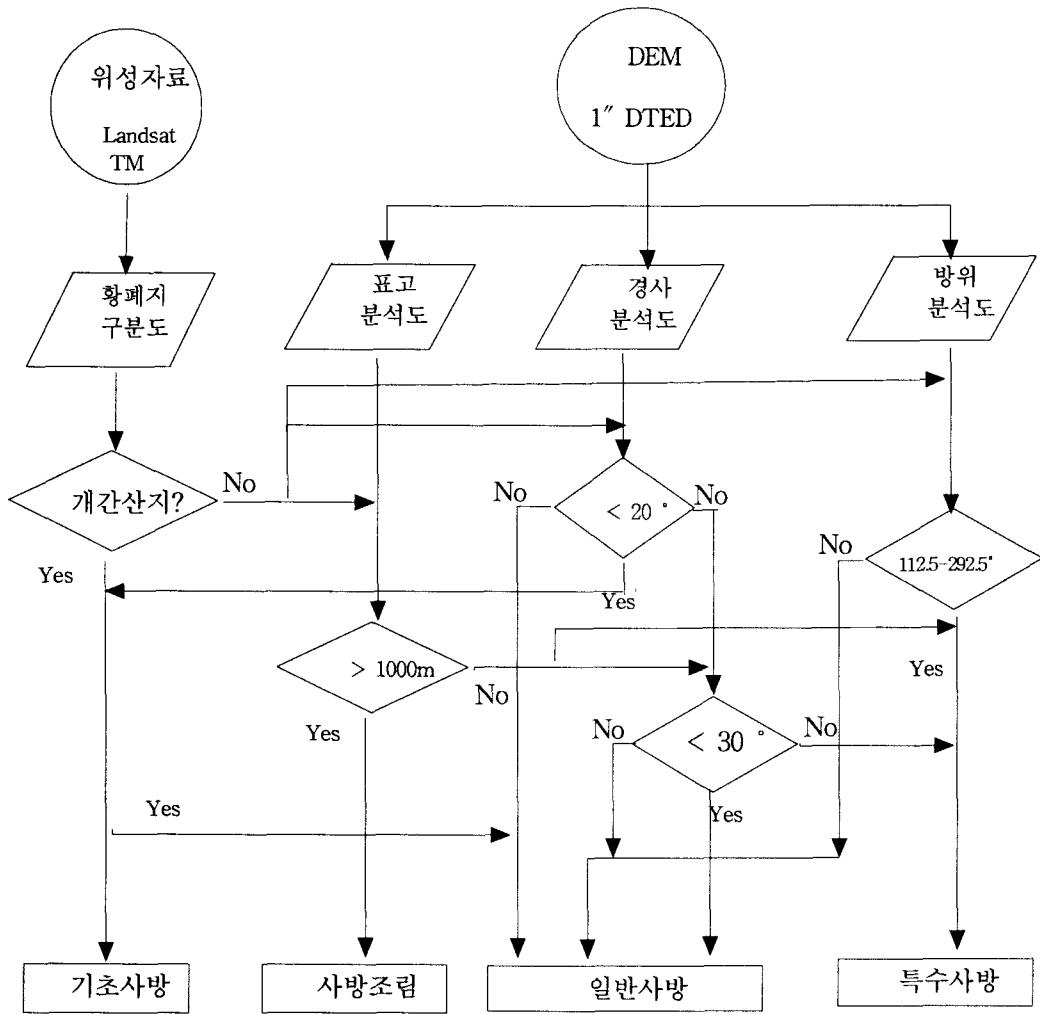


그림 5-7 사방대상지 분류처리 흐름도

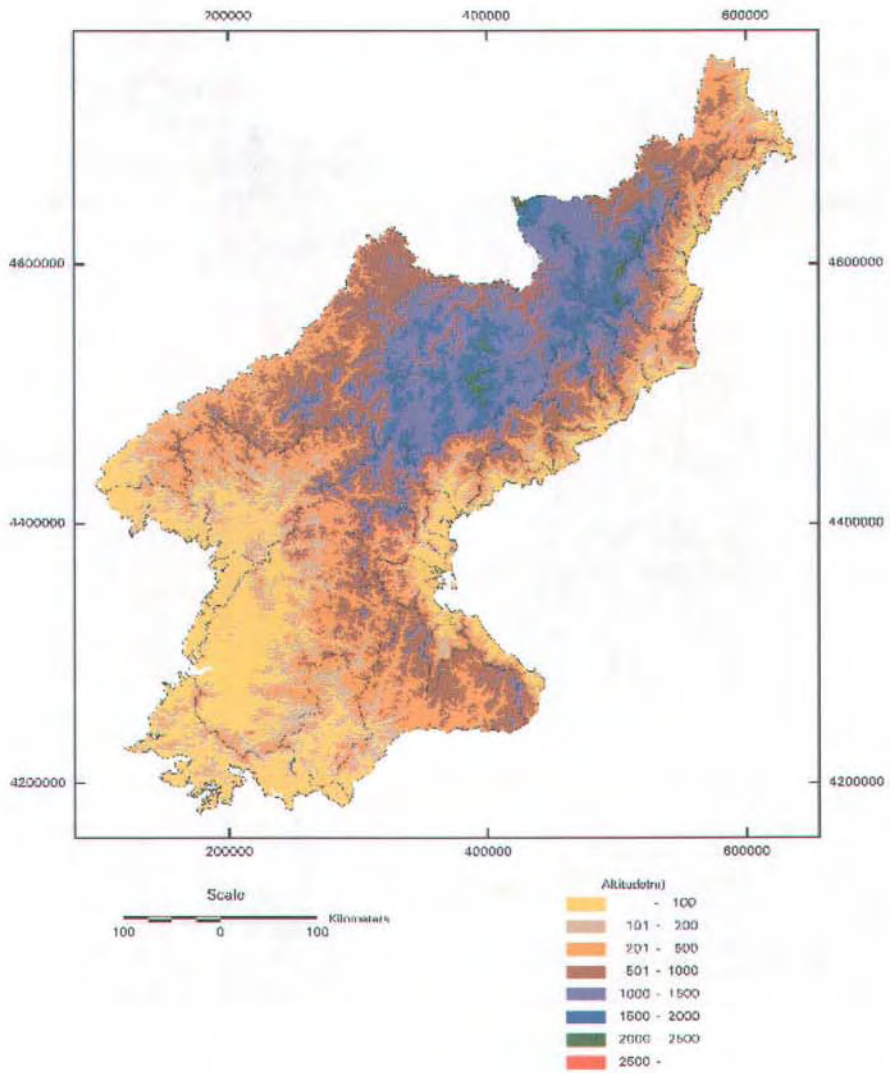


그림 5-8 북한의 표고분포도

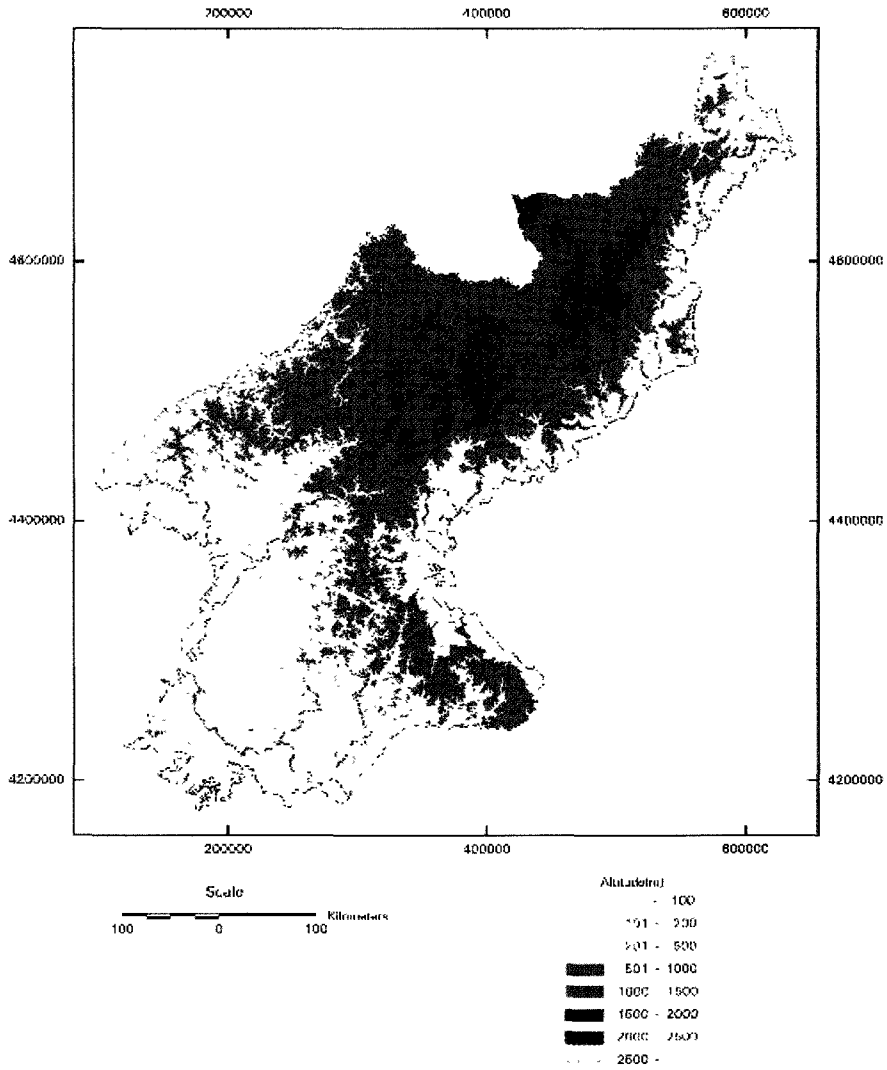


그림 5-8 북한의 표고분포도

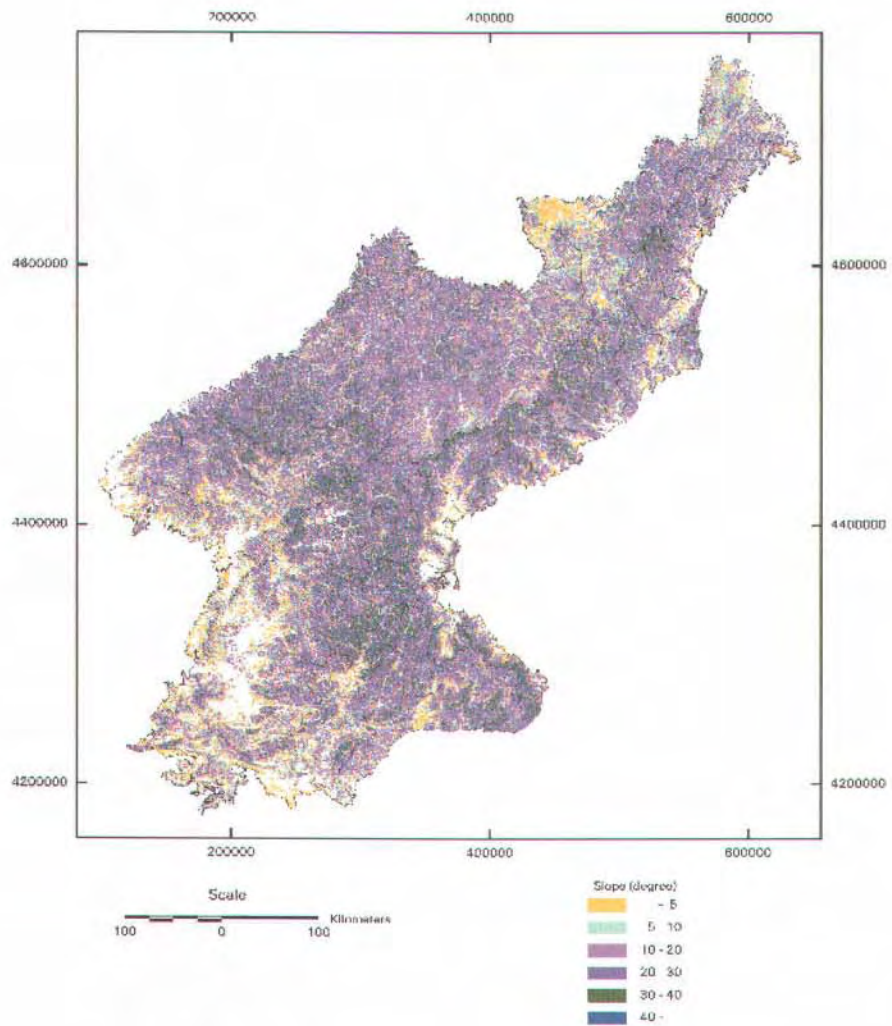


그림 5-9 북한의 경사구분도

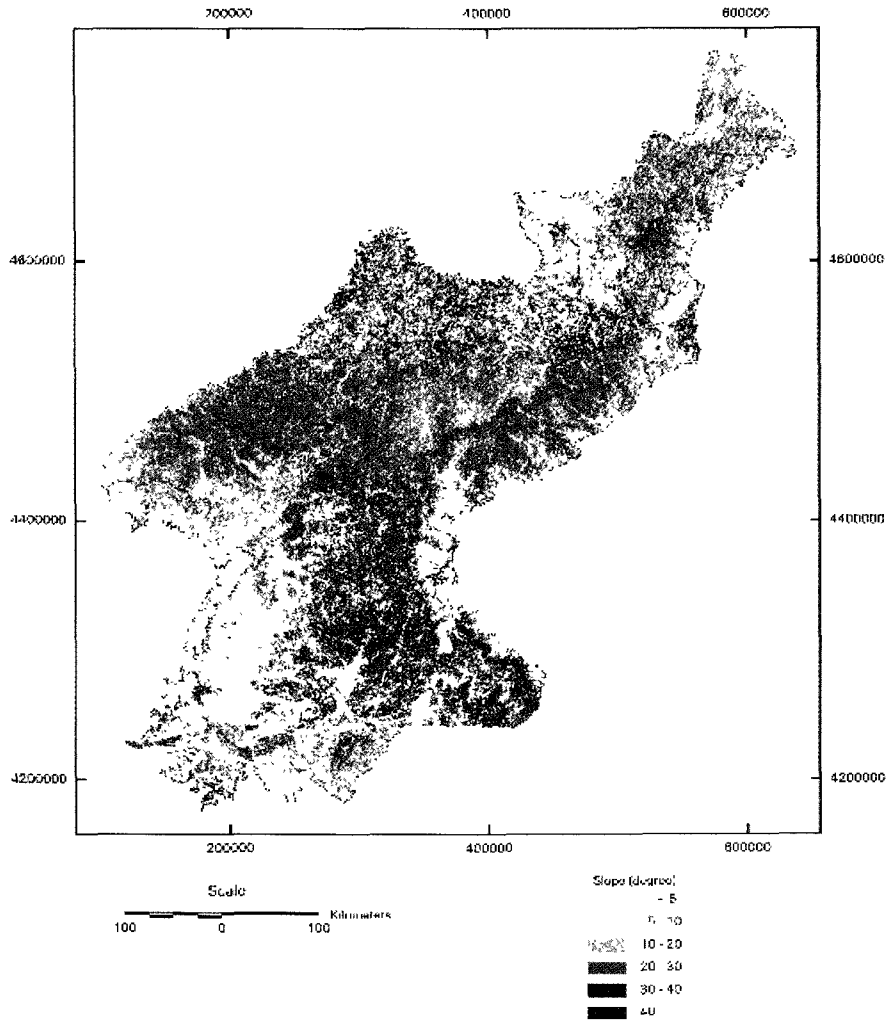


그림 5-9 북한의 경사구분도

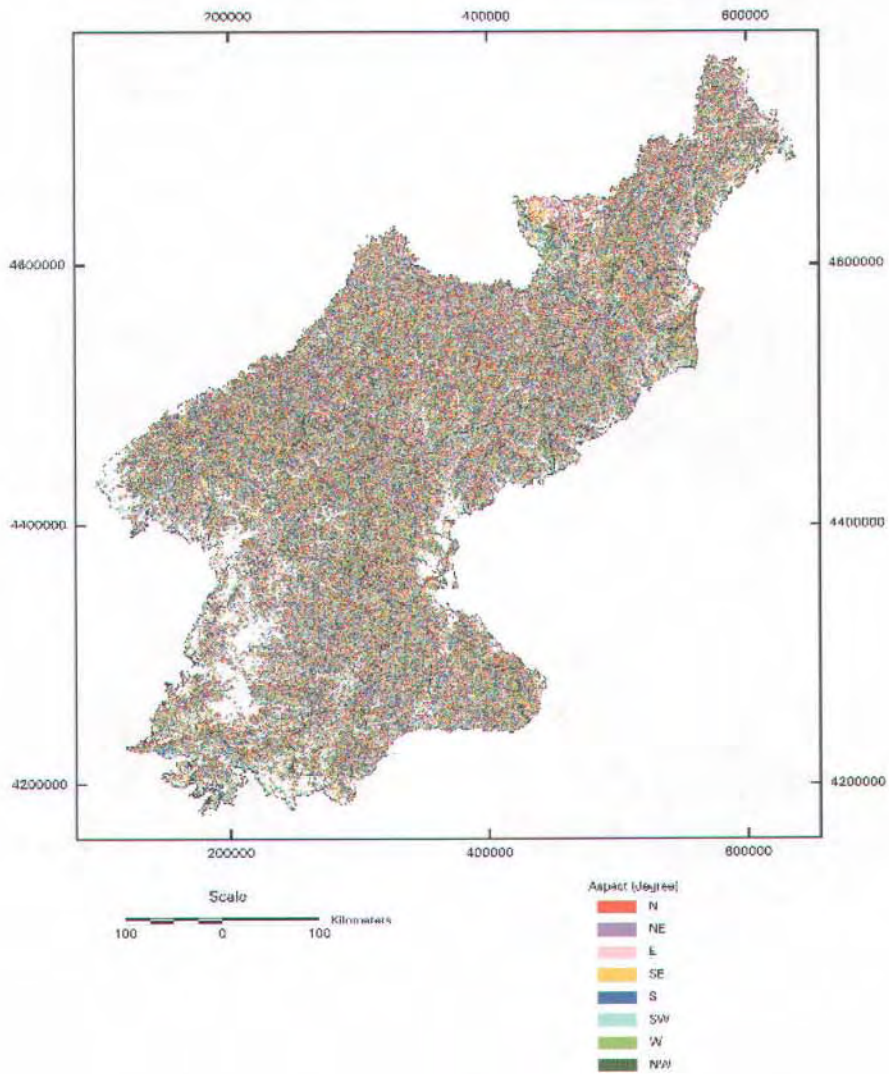


그림 5-10 북한의 사면방향도

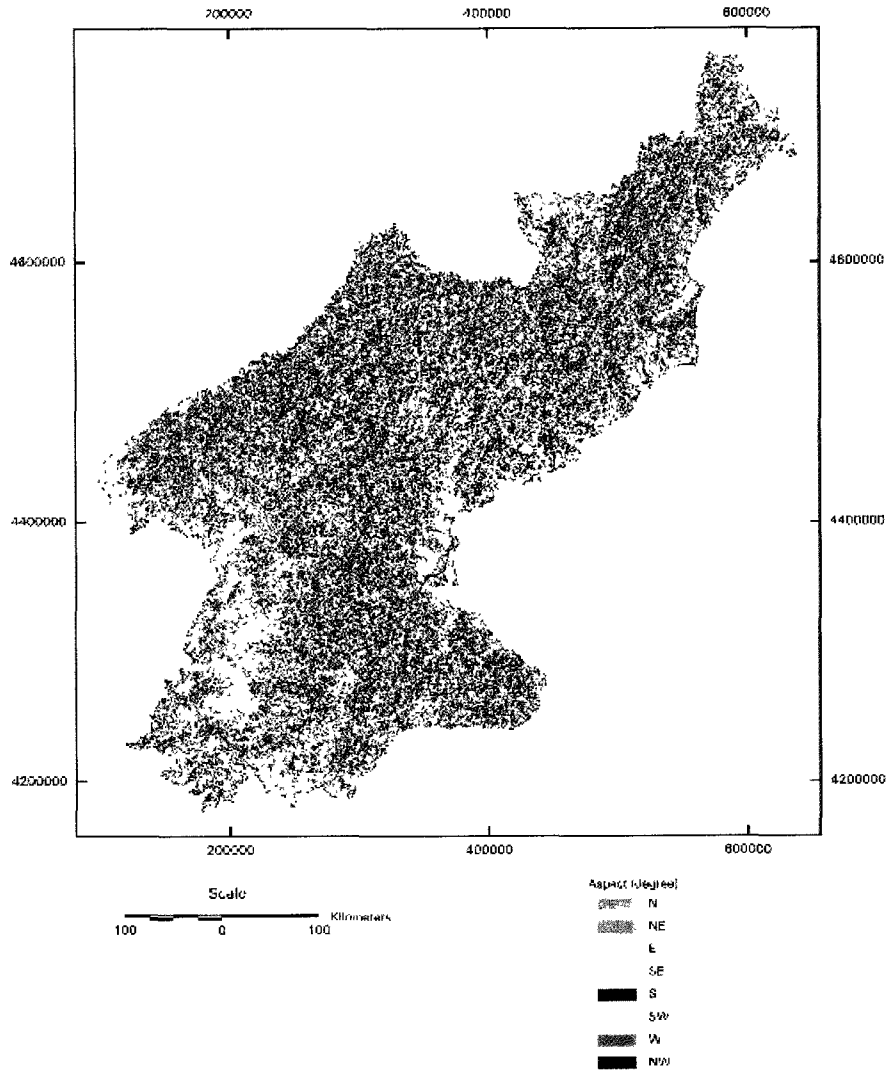


그림 5-10 북한의 사면방향도

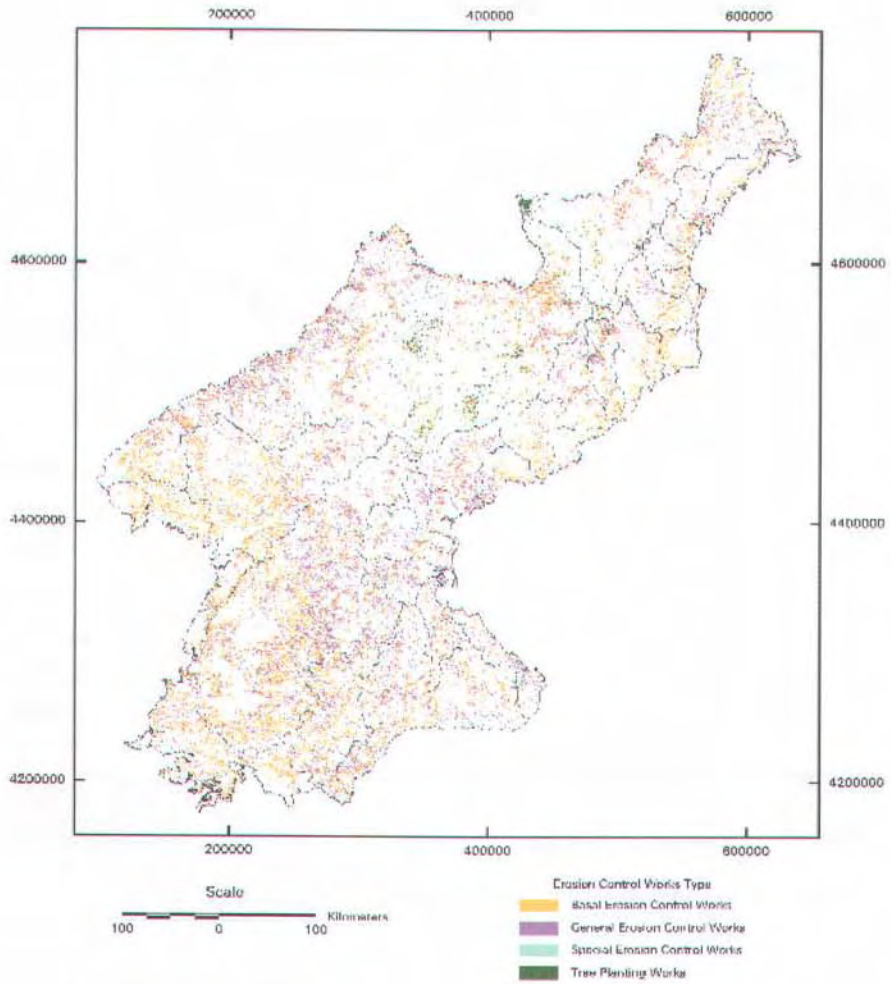


그림 5-11 북한지역 사방대상지분류도

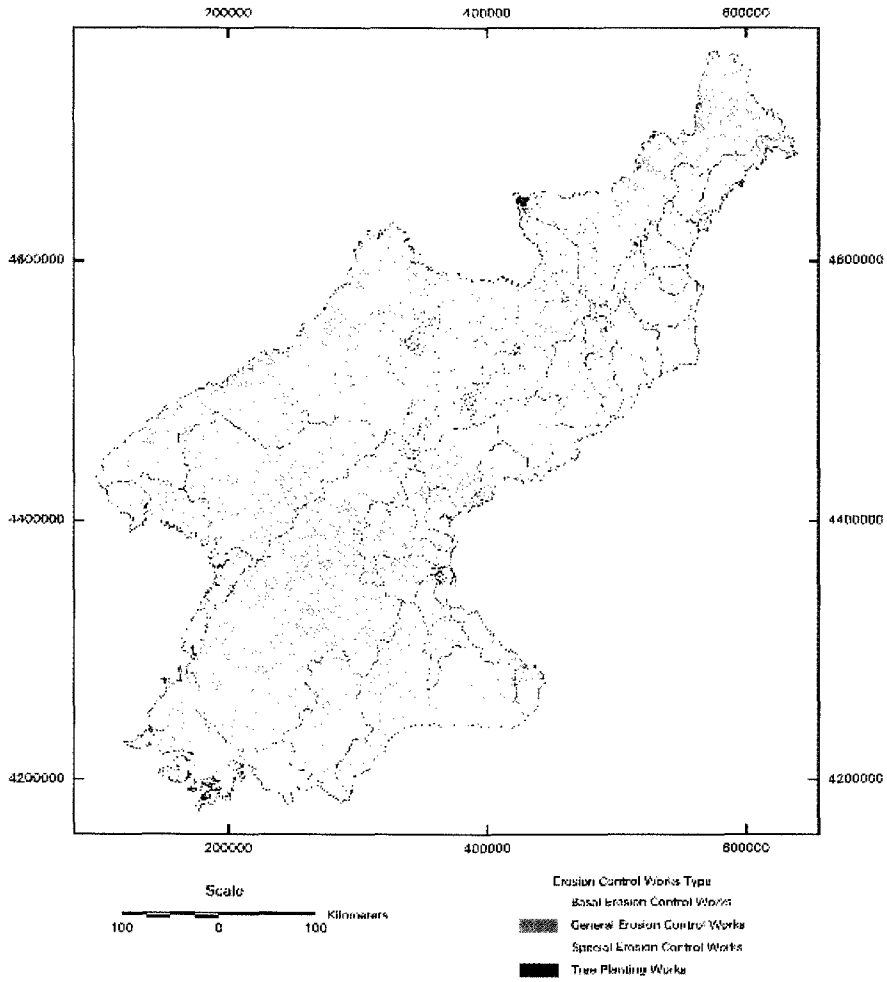


그림 5-11 북한지역 사방대상지분류도

마) 사방대상지 사업비 산출 기준

북한은 국가 주도의 계획경제를 채택하고 있어서 황폐산지에 대한 복구비를 산출하기 위한 노임이나 투입물자에 대한 산출 근거가 없거나 불확실하기 때문에 부득이 현재 우리나라 산림청에서 적용하고 있는 사방사업 기준 단비표(표 5-17)를 적용해서 황폐지 복구비용을 산출하였다.

표 5-17 사방사업 기준 단비표 (2002년도)

단위 : 천원

사 업 별	기 준	단 비
일반사방	ha당	36,260
특수사방	ha당	54,390
사방조립	ha당	18,130
기초사방(일반조립)	ha당	3,102

※ 산출근거

- 일반사방 : 2002년도 산지사방 단비의 100%
 - 특수사방 : 2002년도 산지사방 단비의 150%
 - 사방조립 : 2002년도 산지사방 단비의 50%
 - 기초사방(일반조립) 계 : 3,102,071 원
- 경제수
- | | | |
|-------|-----------------|-------------------------------|
| { 침엽수 | { 잣나무 4년생(2-2묘) | 2,740,986원 × 30% = 822,296원 |
| | { 낙엽송 2년생 | 2,148,899원 × 20% = 429,780원 |
| { 활엽수 | { 상수리 1년생 | 3,699,990원 × 50% = 1,849,995원 |

나. 수계별 산림황폐지 복구 및 경사지 이용계획

1) 북한 전체의 황폐지 복구비용 산출

<표 5-18>에서 북한 전체의 사방대상지 면적은 약 157천ha로 추정되었으며, 이중 기초사방지가 53.5%인 84천ha를 차지하고 있고, 일반사방지가 63천ha(40.1%), 특수사방지가 30천ha(1.9%), 사방조립지가 72천ha(4.5%)로 나타났다. 서해안유역이 전체의 74.2%를 차지하

고 있는데 이는 서부해안지대의 지형이 해발고가 낮고 경사가 완만한 구릉지나 야산이 주로 분포하고 있을 뿐만 아니라 인구밀도 또한 높아 상대적으로 동해안 유역에 비해 황폐산지가 많고 이에 따라 황폐지 복구 대상지 면적의 비율이 높게 나타났다(표 5-19).

표 5-18 북한 사방대상지 유형별 면적 및 복구비용

구분	유형	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립
면적 (ha)	북한전체	1573734.5 (100.0)	841248.5 (53.5)	631173.9 (40.1)	29708.6 (1.9)	71603.6 (4.5)
	서해안 유역	1168372.8 (100.0)	641934.7 (54.9)	457077.2 (39.1)	17978.9 (1.5)	51381.9 (4.4)
	동해안 유역	405361.7 (100.0)	199313.7 (49.2)	174096.6 (42.9)	11729.6 (2.9)	20221.7 (5.0)
비용 (억원)	북한전체	265332.8 (100.0)	24368.7 (9.2)	212822.6 (80.2)	15427.0 (5.8)	12714.6 (4.8)
	서해안 유역	185976.7 (100.0)	18185.9 (9.8)	149695.2 (80.5)	9047.2 (4.9)	9048.4 (4.9)
	동해안 유역	79356.1 (100.0)	6182.7 (7.8)	63127.4 (79.5)	6379.7 (8.0)	3666.2 (4.6)

※ ()는 전체 사방대상지에 대한 유형별 비율임.

표 5-19 사방대상지 유형별 비율

구분	유형	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립
면적	북한전체	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	서해안	74.2	76.3	72.4	60.5	71.8
	동해안	25.8	23.7	27.6	39.5	28.2
비용	북한전체	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	서해안	70.1	74.6	70.3	58.6	71.2
	동해안	29.9	25.4	29.7	41.4	28.8

단위 : %

황폐지 복구비용은 약 26조 5천억원으로 추정되었으며, 이중 일반사방지 복구비용이 전체의 약 80.2%를 차지하고 있다. 유역별로는 서해안 유역이 18조 6천억원, 동해안 유역이 7조 9천억원으로 추정되었다.

2) 서해안 유역 황폐지 복구비 산출

<표 5-20>에서 서해안 유역의 황폐지 복구대상 면적은 1,168천ha로 이중 서부해안 유역이 11.5%인 134천ha를 차지하고 있고, 대부분은 압록강 유역을 비롯한 5대강유역이 88.5%를 차지하고 있다. 특히 유역면적이 큰 압록강이 32.1%를 차지하고 있으며, 다음으로 거주 인구가 제일 많은 대동강유역이 29.8%를 차지하고 있다(표 5-21).

표 5-20 서해안유역 사방대상지 유형별 면적

		단위 : ha				
구 분	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립	
계	1168372.8	641934.7	457077.2	17978.9	51381.9	
유역	소계	1034169.6	541047.7	424566.3	17173.7	51381.9
	압록강	375603.6	174938.1	147716.1	6616.6	46332.7
	청천강	139929.9	87073.2	49805.0	2619.6	432.1
	대동강	348525.4	183139.5	156204.1	6038.3	3143.5
	예성강	67383.8	40227.4	26602.1	554.2	0.1
	한강	102726.9	55669.5	44238.96	1344.96	1473.48
서부해안	소계	134203.2	100887.0	32511.0	805.2	-
	평북	37451.3	30339.8	7098.4	13.1	-
	평남	17655.1	12376.3	5262.9	15.9	-
	황남	73786.9	54513.1	18516.1	757.7	-
	개성	5309.9	3657.9	1633.6	18.5	-

사방대상지 유형별로는 기초사방 대상지가 서해안유역 전체의 54.9%인 642천ha를 차지하고 있는데 이는 서해안유역이 해발 1,000m 미만의 구릉성 산지가 많고 또한 비탈발 형태의 개간산지가 많기 때문인 것으로 추정된다.

표 5-21 서해안유역 사방대상지 유형별 면적 비율

단위 : %

구 분	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립	
계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
유역	소계	88.5	84.3	92.9	95.5	100.0
	압록강	32.1	27.3	32.3	36.8	90.2
	청천강	12.0	13.6	10.9	14.6	0.8
	대동강	29.8	28.5	34.2	33.6	6.1
	예성강	5.8	6.3	5.8	3.1	-
	한강	8.8	8.7	9.7	7.5	2.9
서부해안	소계	11.5	15.7	7.1	4.5	-
	평북	3.2	4.7	1.6	0.1	-
	평남	1.5	1.9	1.2	0.1	-
	황남	6.3	8.5	4.1	4.2	-
	개성	0.5	0.6	0.4	0.1	-

표 5-22 서해안유역별 사방대상지 면적 비율

단위 : %

구 분	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립	
계	100.0	54.9	39.1	1.5	4.4	
유역	소계	100.0	52.3	41.1	1.7	5.0
	압록강	100.0	46.6	39.3	1.8	12.3
	청천강	100.0	62.2	35.6	1.9	0.3
	대동강	100.0	52.5	44.8	1.7	0.9
	예성강	100.0	59.7	39.5	0.8	-
	한강	100.0	54.2	43.1	1.3	1.4
서부해안	소계	100.0	75.2	24.2	0.6	-
	평북	100.0	81.0	19.0	0.0	-
	평남	100.0	70.1	29.8	0.1	-
	황남	100.0	73.9	25.1	1.0	-
	개성	100.0	68.9	30.8	0.3	-

또한, 일반사방 대상지 면적이 457천ha(39.1%)로 나타났으며, 특히 서부바닷가를 끼고 발달한 해안평야지 야산에는 기초사방지의 비율이 75.2%로 높게 나타났다(표 5-22).

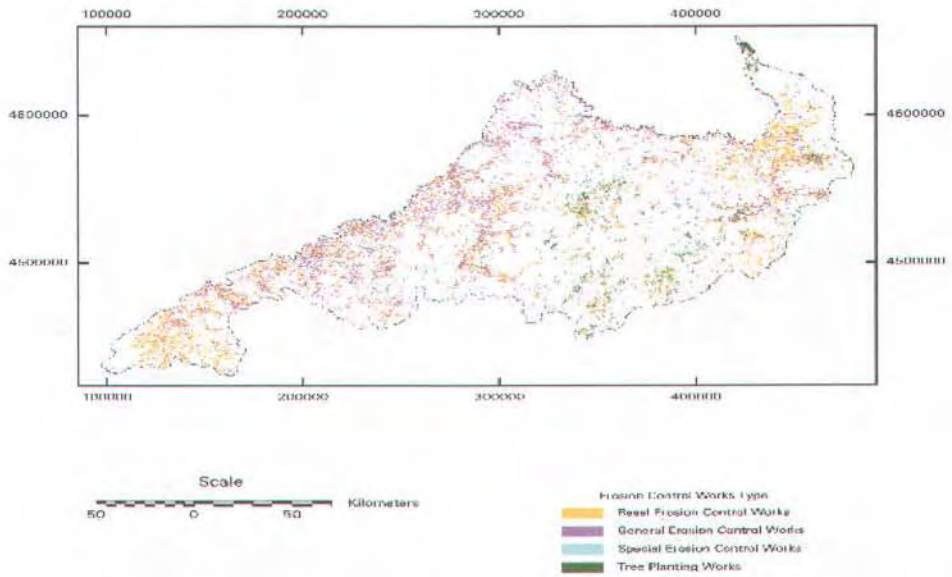


그림 5-12 압록강 유역 사방대상지 분포도

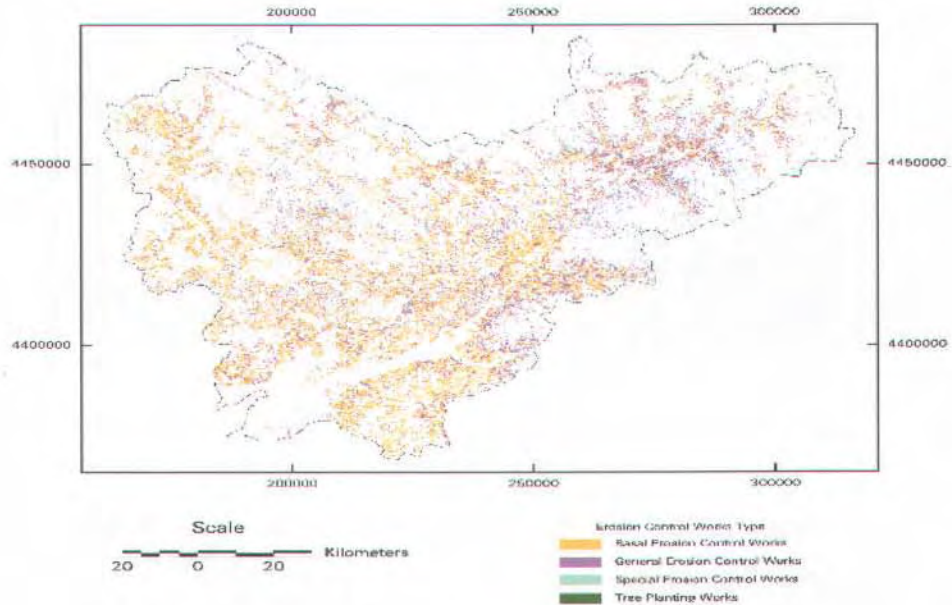


그림 5-13 청천강 유역 사방대상지 분포도

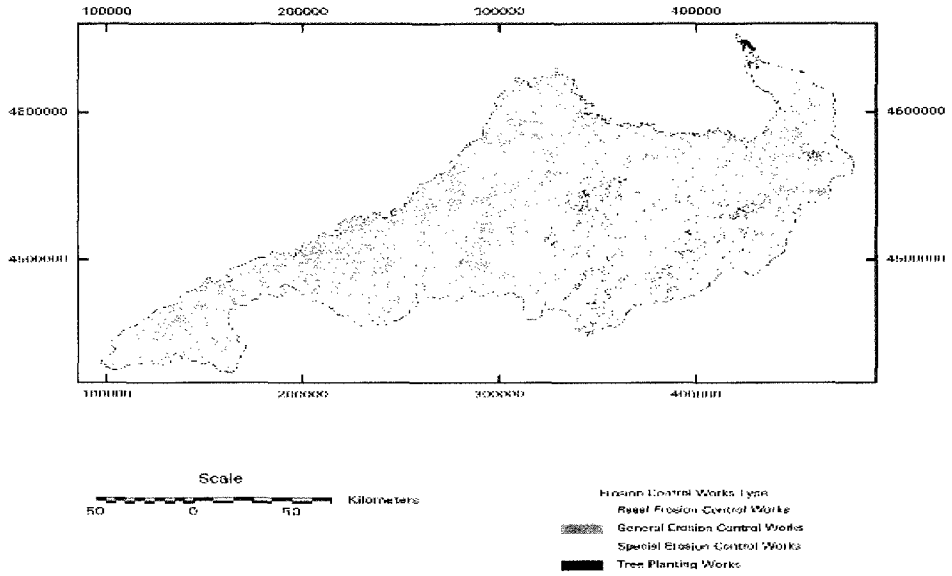


그림 5-12 압록강 유역 사방대상지 분포도

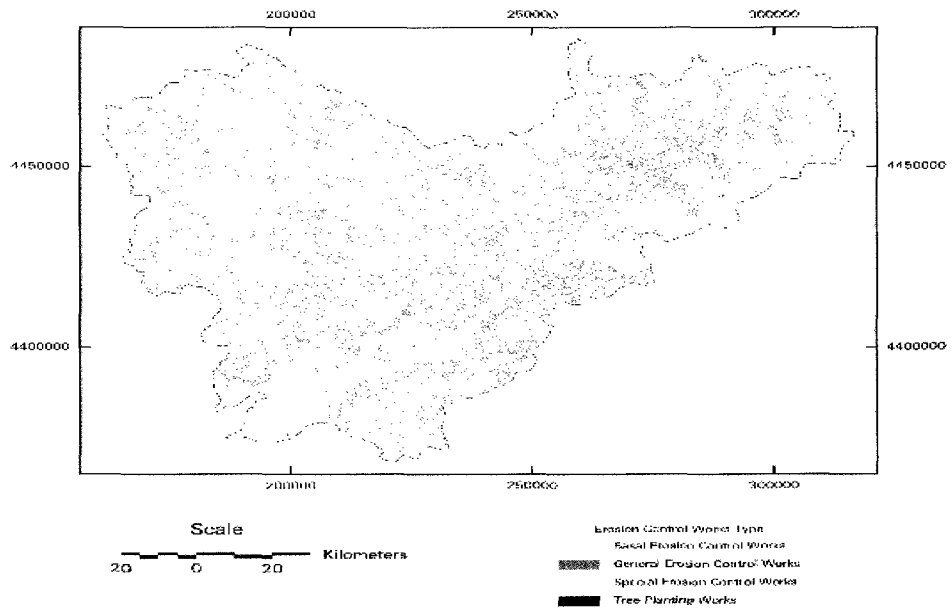


그림 5-13 청천강 유역 사방대상지 분포도

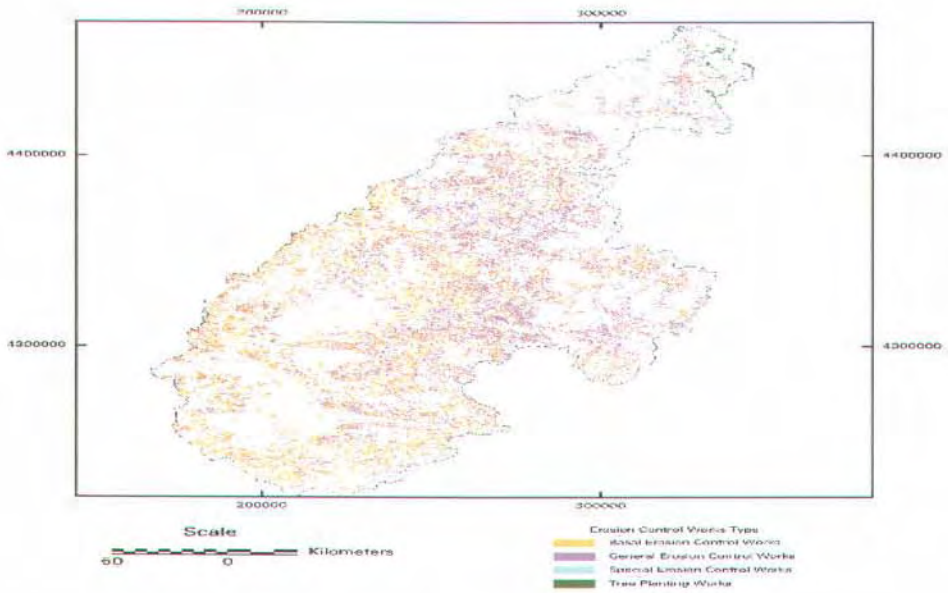


그림 5-14 대동강 유역 사방대상지 분포도

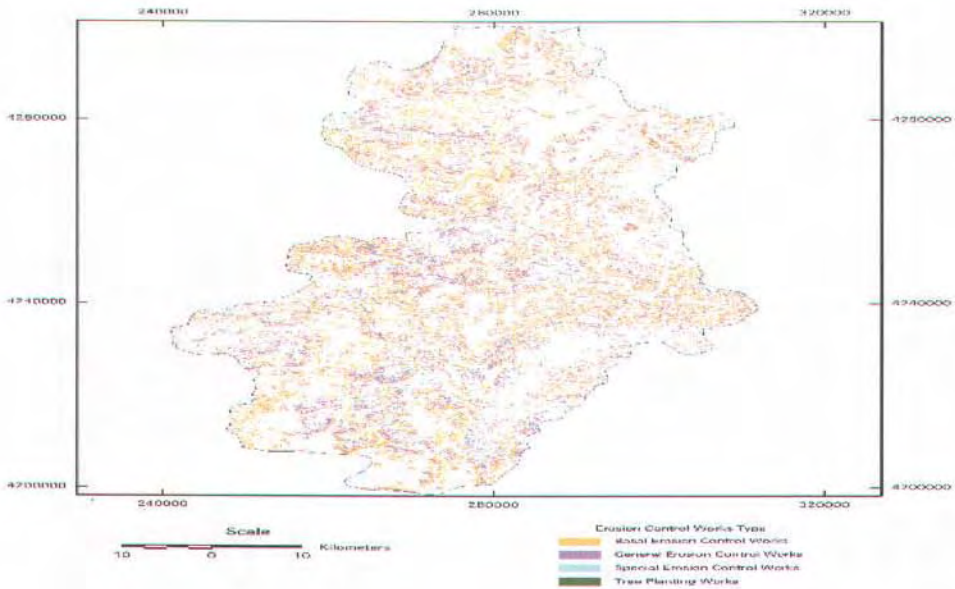


그림 5-15 예성강 유역 사방대상지 분포도

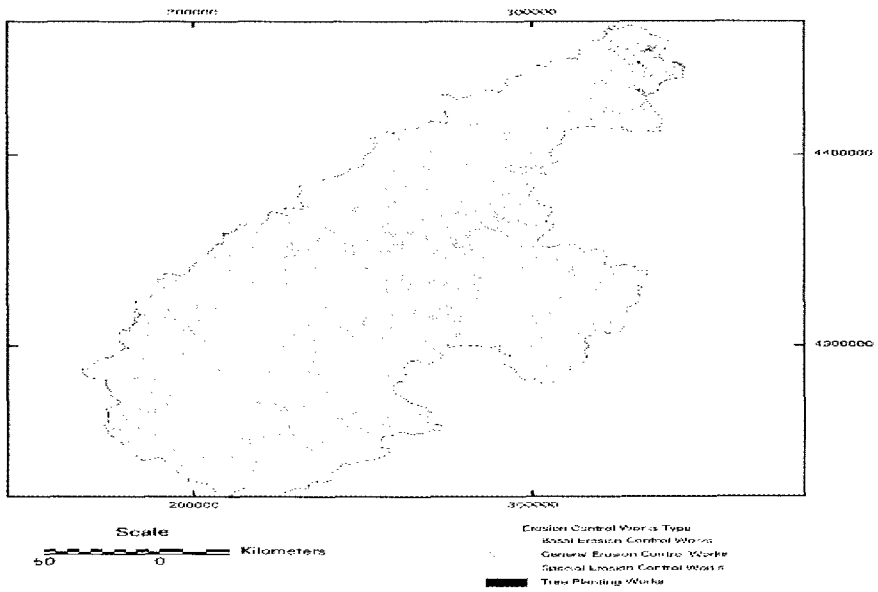


그림 5-14 대동강 유역 사방대상지 분포도

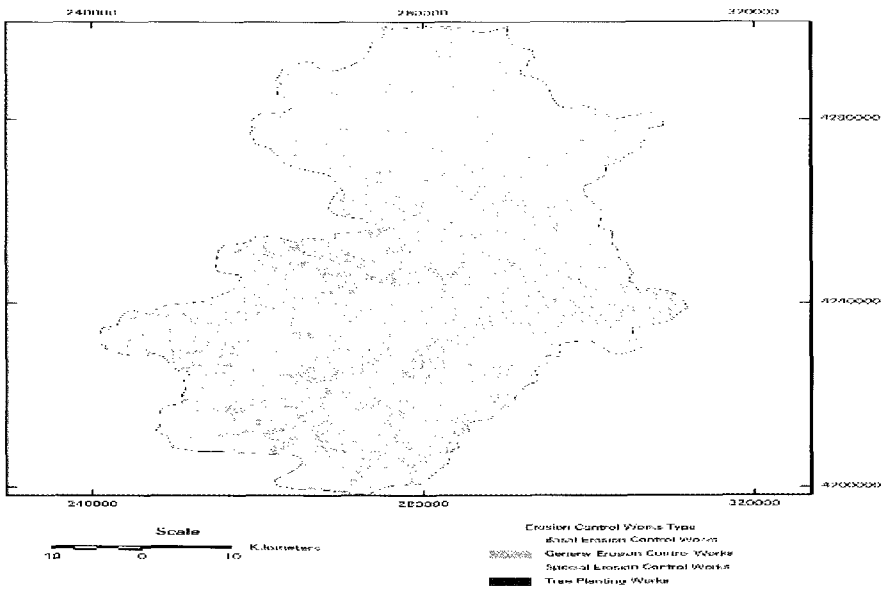


그림 5-15 예성강 유역 사방대상지 분포도

표 5-23 서해안유역 사방대상지 유형별 복구비 산출

단위 : 억원

구 분	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립	
계	185976.7	18185.9	149695.2	9047.2	9048.4	
유역	소계	170620.8	15056.4	137906.7	8609.3	9048.4
	압록강	70987.3	5426.6	53561.9	3598.8	8400.1
	청천강	22263.5	2701.0	18059.3	1424.8	78.3
	대동강	66174.7	5681.0	56639.6	3284.2	569.9
	예성강	11195.2	1247.9	9645.9	301.4	-
	한강	18766.6	1726.9	16041.0	731.5	267.1
서부 해안	소계	15356.0	3129.5	11788.5	438.0	-
	평북	3522.2	941.1	2573.9	7.1	-
	평남	2300.9	383.9	1908.3	8.7	-
	황남	8817.0	1691.0	6713.9	412.1	-
	개성	715.8	113.5	592.3	10.0	-

표 5-24 서해안유역 사방대상지 유형별 복구비 비율

단위 : %

구 분	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립	
계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
유역	소계	91.7	82.8	92.1	95.2	100.0
	압록강	38.2	29.8	35.8	39.8	92.8
	청천강	12.0	14.9	12.1	15.7	0.9
	대동강	35.6	31.2	37.8	36.3	6.3
	예성강	6.0	6.9	6.4	3.3	-
	한강	10.1	9.5	10.7	8.1	3.0
서부해안	소계	8.3	17.2	7.9	4.8	-
	평북	1.9	5.2	1.7	0.1	-
	평남	1.2	2.1	1.3	0.1	-
	황남	4.7	9.3	4.5	4.6	-
	개성	0.4	0.6	0.4	0.1	-

표 5-25 서해안유역별 사방대상지 복구비 비율

단위 : %

구 분		계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립
계		100.0	9.8	80.5	4.9	4.9
유역	소계	100.0	8.8	80.8	5.0	5.3
	압록강	100.0	7.6	75.5	5.1	11.8
	청천강	100.0	12.1	81.1	6.4	0.4
	대동강	100.0	8.6	85.6	5.0	0.9
	예성강	100.0	11.1	86.2	2.7	-
	한강	100.0	9.2	85.5	3.9	1.4
서부해안	소계	100.0	20.4	76.8	2.9	-
	평북	100.0	26.7	73.1	0.2	-
	평남	100.0	16.7	82.9	0.4	-
	황남	100.0	19.2	76.1	4.7	-
	개성	100.0	15.9	82.7	1.4	-

<표 5-23>에서 서해안유역의 황폐지 복구비는 약 18조 6천억원으로 추정되었으며, 이중 압록강(38.2%), 청천강(12.0%), 대동강(35.6%)을 비롯한 주요 강유역의 황폐지 복구비용이 전체의 91.7%를 차지하고 있다(표 5-24). 사방지 유형별로는 일반사방 대상지 복구비용이 80.8%를 차지하고 있다(표 5-25).

3) 동해안 유역 황폐지 복구비 산출

북한의 동해안에는 경동지괴 지형특성으로 인해 두만강유역(그림 5-16)을 제외하고는 넓은 유역면적을 갖는 강유역이 발달하고 있지 않다. 따라서 유역의 수는 많으나 서해안 유역에 비해 상대적으로 면적이 작다(그림 5-3).

동해안 유역의 사방대상지 면적은 북한 전체의 25.8%인 405천ha를 차지하고 있고, 이중 두만강이 동해안 유역 전체의 약 25.3%인 103천ha를 차지하고 있다(표 5-26, 5-27). 또한, 두만강을 비롯한 주요 강유역이 74.8%를 차지하고 있으며 사방대상지 유형별로는 기초사방과 일반사방지가 전체의 92.1%를 차지하고 있는데, 강유역에서는 일반사방지의 분포비율이 높은 반면 해안지역에서는 기초사방 대상지의 비율이 높게 나타났다(표 5-28).

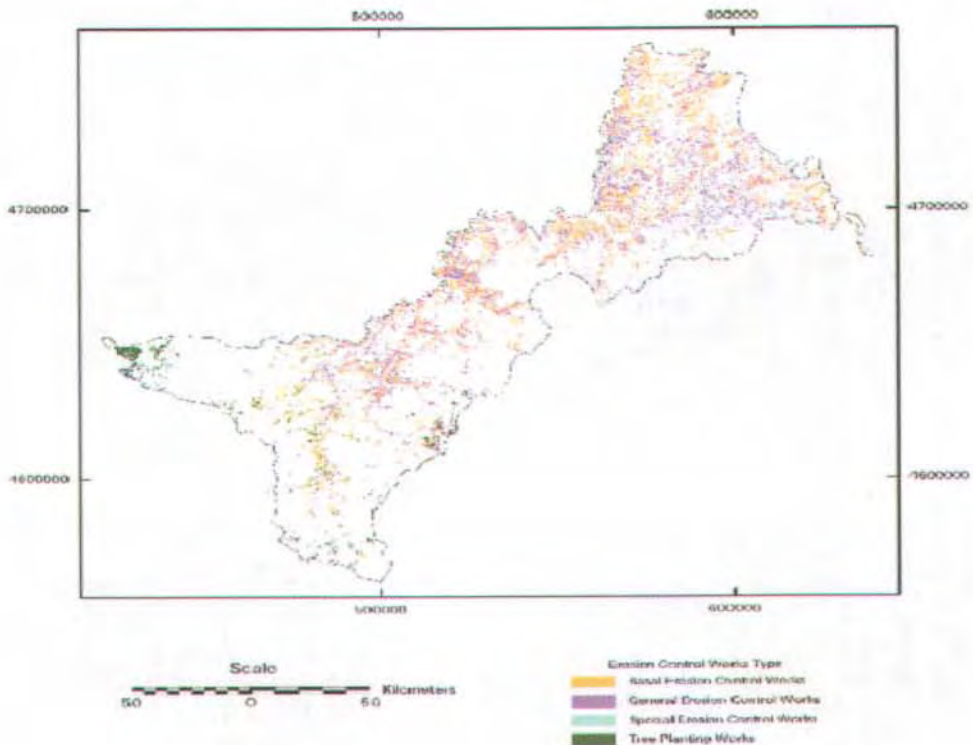


그림 5-16 두만강 유역 사방대상지분포도

3) 동해안 유역 황폐지 복구비 산출

북한의 동해안에는 경동지괴 지형특성으로 인해 두만강유역(그림 5-16)을 제외하고는 넓은 유역면적을 갖는 강유역이 발달하고 있지 않다. 따라서 유역의 수는 많으나 서해안 유역에 비해 상대적으로 면적이 작다(그림 5-3).

동해안 유역의 사방대상지 면적은 북한 전체의 25.8%인 405천ha를 차지하고 있고, 이중 두만강이 동해안 유역 전체의 약 25.3%인 103천ha를 차지하고 있다(표 5-26, 5-27). 또한, 두만강을 비롯한 주요 강유역이 74.8%를 차지하고 있으며 사방대상지 유형별로는 기초사방과 일반사방지가 전체의 92.1%를 차지하고 있는데, 강유역에서는 일반사방지의 분포비율이 높은 반면 해안지역에서는 기초사방 대상지의 비율이 높게 나타났다(표 5-28).

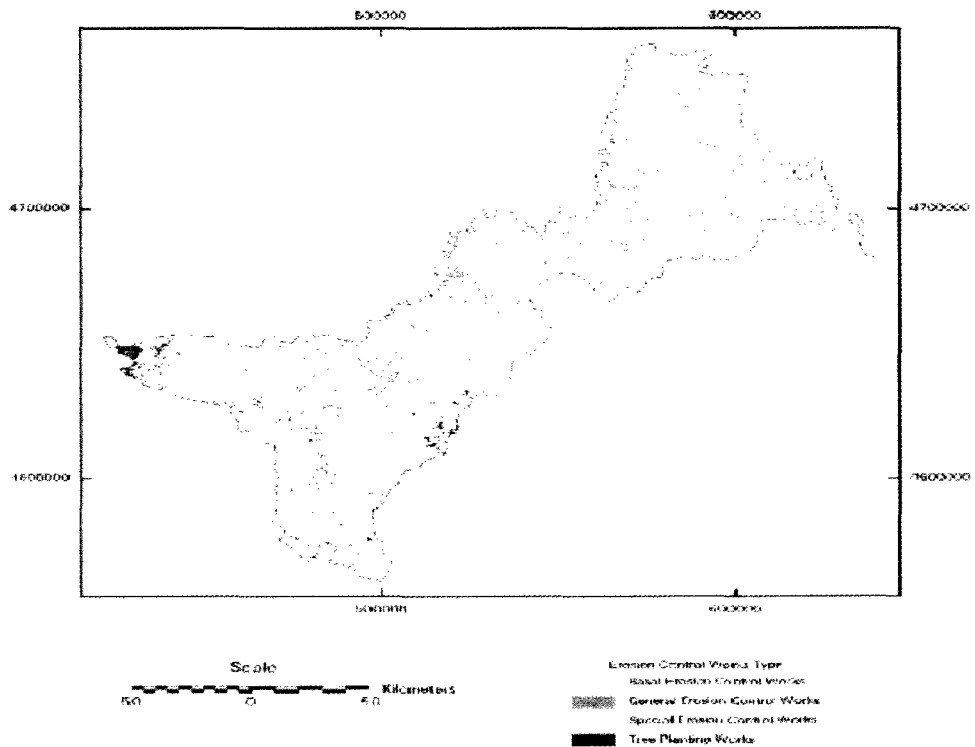


그림 5-16 두만강 유역 사방대상지분포도

표 5-26 동해안유역 사방대상지 유형별 면적

단위 : ha

구 분	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조림	
계	405361.7	199313.7	174096.6	11729.6	20221.7	
유역	소계	303106.5	143544.2	134400.4	5941.5	19220.4
	두만강	102713.1	51459.6	38915.6	1359.5	10978.4
	수성천	8810.2	4624.6	4063.5	79.1	43.0
	온포천	7489.3	3506.2	3313.9	61.3	607.9
	어랑천	18082.6	10482.8	6664.9	203.7	731.3
	남대천(길주)	13704.2	9194.4	3008.7	31.2	1469.9
	북대천(단천)	25269.2	12075.3	11378.1	151.6	1664.3
	남대천(단천)	22277.3	10563.8	10808.3	89.2	816.0
	남대천(북청)	12647.3	8698.1	3670.5	49.3	229.3
	성천강	35298.9	11565.9	20791.6	1724.5	1216.9
	금진강	8816.0	2619.0	5320.8	543.5	332.6
	금야강	21953.6	7967.3	12037.5	844.3	1104.6
	덕진강	14709.3	5130.1	9084.3	491.3	3.6
	남대천(안변)	11335.5	5657.1	5342.8	313.0	22.6
동부 해안	소계	102255.2	55769.6	39696.2	5788.1	1001.3
	함북1	15581.0	10098.0	5392.8	90.2	
	함북2	11393.6	6905.6	4322.9	110.4	54.7
	함북3	5815.1	4279.0	1528.3	7.7	0.1
	함북4	11764.2	8044.2	3525.3	194.7	
	함북5	6798.6	5200.4	1592.0	6.2	
	함남1	4310.6	3156.0	1107.9	42.3	4.4
	함남2	17737.7	9236.8	7929.2	443.7	128.0
	함남3	6020.6	0.0	2734.6	3230.1	56.0
	함남4	1246.1	691.9	552.8	1.4	
	강원1	7702.3	4153.9	3493.1	54.2	1.2
	강원2	13885.4	4003.8	7517.4	1607.1	757.0

표 5-27 동해안유역 사방대상지 유형별 면적 비율

단위 : %

구 분	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립	
계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
유역	소계	74.8	72.0	77.2	50.7	95.0
	두만강	25.3	25.8	22.4	11.6	54.3
	수성천	2.2	2.3	2.3	0.7	0.2
	온포천	1.8	1.8	1.9	0.5	3.0
	어랑천	4.5	5.3	3.8	1.7	3.6
	남대천(길주)	3.4	4.6	1.7	0.3	7.3
	북대천(단천)	6.2	6.1	6.5	1.3	8.2
	남대천(단천)	5.5	5.3	6.2	0.8	4.0
	남대천(북청)	3.1	4.4	2.1	0.4	1.1
	성천강	8.7	5.8	11.9	14.7	6.0
	금진강	2.2	1.3	3.1	4.6	1.6
	금야강	5.4	4.0	6.9	7.2	5.5
	덕진강	3.6	2.6	5.2	4.2	0.0
	남대천(안변)	2.8	2.8	3.1	2.7	0.1
동부해안	소계	25.2	28.0	22.8	49.3	5.0
	함북1	3.8	5.1	3.1	0.8	0.0
	함북2	2.8	3.5	2.5	0.9	0.3
	함북3	1.4	2.1	0.9	0.1	0.0
	함북4	2.9	4.0	2.0	1.7	0.0
	함북5	1.7	2.6	0.9	0.1	0.0
	함남1	1.1	1.6	0.6	0.4	0.0
	함남2	4.4	4.6	4.6	3.8	0.6
	함남3	1.5	0.0	1.6	27.5	0.3
	함남4	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0
	강원1	1.9	2.1	2.0	0.5	0.0
	강원2	3.4	2.0	4.3	13.7	3.7

표 5-28 동해안유역별 사방 대상지 면적 비율

단위 : %

구 분	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립	
계	100.0	49.2	42.9	2.9	5.0	
유역	소계	100.0	47.4	44.3	2.0	6.3
	두만강	100.0	50.1	37.9	1.3	10.7
	수성천	100.0	52.5	46.1	0.9	0.5
	온포천	100.0	46.8	44.2	0.8	8.1
	어랑천	100.0	58.0	36.9	1.1	4.0
	남대천(길주)	100.0	67.1	22.0	0.2	10.7
	북대천(단천)	100.0	47.8	45.0	0.6	6.6
	남대천(단천)	100.0	47.4	48.5	0.4	3.7
	남대천(북청)	100.0	68.8	29.0	0.4	1.8
	성천강	100.0	32.8	58.9	4.9	3.4
	금진강	100.0	29.7	60.4	6.2	3.8
	금야강	100.0	36.3	54.8	3.8	5.0
	덕진강	100.0	34.9	61.8	3.3	0.0
	남대천(안변)	100.0	49.9	47.1	2.8	0.2
동부해안	소계	100.0	54.5	38.8	5.7	1.0
	함북1	100.0	64.8	34.6	0.6	0.0
	함북2	100.0	60.6	37.9	1.0	0.5
	함북3	100.0	73.6	26.3	0.1	0.0
	함북4	100.0	68.4	30.0	1.7	0.0
	함북5	100.0	76.5	23.4	0.1	0.0
	함남1	100.0	73.2	25.7	1.0	0.1
	함남2	100.0	52.1	44.7	2.5	0.7
	함남3	100.0	0.0	45.4	53.7	0.9
	함남4	100.0	55.5	44.4	0.1	0.0
	강원1	100.0	53.9	45.4	0.7	0.0
	강원2	100.0	28.8	54.1	11.6	5.5

동해안 유역의 황폐지 복구비는 총 7조 9천억원으로 추정되었으며 이중 두만강(23.2%)을 비롯한 주요 강유역의 황폐지 복구비가 6조원(75.5%)을 차지하고 있으며, 일반사방지 복구비용이 6조 3천억원(79.5%)으로 가장 많은 비중을 차지하고 있다(표 5-29, 5-30, 5-31).

표 5-29 동해안유역 사방대상지 유형별 복구비 산출

단위 : 억원

구 분	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립	
계	79356.1	6182.7	63127.4	6379.7	3666.2	
유역	소계	59902.6	4452.7	48733.6	3231.6	3484.7
	두만강	18436.9	1596.3	14110.8	739.5	1990.4
	수성천	1667.7	143.5	1473.4	43.0	7.8
	온포천	1453.9	108.8	1201.6	33.3	110.2
	어랑천	2985.2	325.2	2416.7	110.8	132.6
	남대천(길주)	1659.6	285.2	1091.0	17.0	266.5
	북대천(단천)	4884.4	374.6	4125.7	82.4	301.7
	남대천(단천)	4443.2	327.7	3919.1	48.5	147.9
	남대천(북청)	1669.1	269.8	1330.9	26.8	41.6
	성천강	9056.4	358.8	7539.0	938.0	220.6
	금진강	2366.5	81.2	1929.3	295.6	60.3
	금야강	5271.4	247.1	4364.8	459.2	200.3
	덕진강	3721.0	159.1	3294.0	267.2	0.7
	남대천(안변)	2287.1	175.5	1937.3	170.3	4.1
동부해안	소계	19453.5	1730.0	14393.8	3148.1	181.5
	함북1	2317.7	313.2	1955.4	49.0	0.0
	함북2	1851.7	214.2	1567.5	60.1	9.9
	함북3	691.1	132.7	554.2	4.2	0.0
	함북4	1633.7	249.5	1278.3	105.9	0.0
	함북5	742.0	161.3	577.3	3.4	0.0
	함남1	523.4	97.9	401.7	23.0	0.8
	함남2	3426.2	286.5	2875.1	241.3	23.2
	함남3	2758.6	0.0	991.6	1756.9	10.1
	함남4	222.7	21.5	200.4	0.8	0.0
	강원1	1425.1	128.9	1266.6	29.5	0.2
강원2	3861.4	124.2	2725.8	874.1	137.2	

표 5-30 동해안유역 사망대상지 유형별 복구비 비율

단위 : %

구 분	계	기초사망	일반사망	특수사망	사망조립	
계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
유역	소계	75.5	72.0	77.2	50.7	95.0
	두만강	23.2	25.8	22.4	11.6	54.3
	수성천	2.1	2.3	2.3	0.7	0.2
	온포천	1.8	1.8	1.9	0.5	3.0
	어랑천	3.8	5.3	3.8	1.7	3.6
	남대천(길주)	2.1	4.6	1.7	0.3	7.3
	북대천(단천)	6.2	6.1	6.5	1.3	8.2
	남대천(단천)	5.6	5.3	6.2	0.8	4.0
	남대천(북청)	2.1	4.4	2.1	0.4	1.1
	성천강	11.4	5.8	11.9	14.7	6.0
	금진강	3.0	1.3	3.1	4.6	1.6
	금야강	6.6	4.0	6.9	7.2	5.5
	덕진강	4.7	2.6	5.2	4.2	0.0
	남대천(안변)	2.9	2.8	3.1	2.7	0.1
동부해안	소계	24.5	28.0	22.8	49.3	5.0
	함북1	2.9	5.1	3.1	0.8	0.0
	함북2	2.3	3.5	2.5	0.9	0.3
	함북3	0.9	2.1	0.9	0.1	0.0
	함북4	2.1	4.0	2.0	1.7	0.0
	함북5	0.9	2.6	0.9	0.1	0.0
	함남1	0.7	1.6	0.6	0.4	0.0
	함남2	4.3	4.6	4.6	3.8	0.6
	함남3	3.5	0.0	1.6	27.5	0.3
	함남4	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0
	강원1	1.8	2.1	2.0	0.5	0.0
	강원2	4.9	2.0	4.3	13.7	3.7

표 5-31 동해안유역별 사방대상지 복구비 비율

단위 : %

구 분	계	기초사방	일반사방	특수사방	사방조립	
계	100.0	7.8	79.5	8.0	4.6	
유역	소계	100.0	7.4	81.4	5.4	5.8
	두만강	100.0	8.7	76.5	4.0	10.8
	수성천	100.0	8.6	88.4	2.6	0.5
	온포천	100.0	7.5	82.6	2.3	7.6
	어랑천	100.0	10.9	81.0	3.7	4.4
	남대천(길주)	100.0	17.2	65.7	1.0	16.1
	북대천(단천)	100.0	7.7	84.5	1.7	6.2
	남대천(단천)	100.0	7.4	88.2	1.1	3.3
	남대천(북청)	100.0	16.2	79.7	1.6	2.5
	성천강	100.0	4.0	83.2	10.4	2.4
	금진강	100.0	3.4	81.5	12.5	2.5
	금야강	100.0	4.7	82.8	8.7	3.8
	덕진강	100.0	4.3	88.5	7.2	0.0
	남대천(안변)	100.0	7.7	84.7	7.4	0.2
동부해안	소계	100.0	8.9	74.0	16.2	0.9
	함북1	100.0	13.5	84.4	2.1	0.0
	함북2	100.0	11.6	84.7	3.2	0.5
	함북3	100.0	19.2	80.2	0.6	0.0
	함북4	100.0	15.3	78.2	6.5	0.0
	함북5	100.0	21.7	77.8	0.5	0.0
	함남1	100.0	18.7	76.7	4.4	0.2
	함남2	100.0	8.4	83.9	7.0	0.7
	함남3	100.0	0.0	35.9	63.7	0.4
	함남4	100.0	9.6	90.0	0.4	0.0
	강원1	100.0	9.0	88.9	2.1	0.0
	강원2	100.0	3.2	70.6	22.6	3.6

VI. 수계별 농업생산기반정비방안

1. 농업생산기반의 제문제점

가. 기술적 문제점

1) 과도한 관개체계의 규모

북한의 주요 농업지대인 서해안 지역의 농업용수체계는 대부분이 규모가 과대하여 합리적 물관리가 어려울 것으로 분석된다. 남한의 경우 대단위농업종합개발사업으로 추진된 지구의 규모를 보면 영산강(I)단계 개발면적은 34,500ha, 영산강(II)단계지구의 개발면적은 20,700ha, 삼교천지구의 개발면적은 24,574ha 등으로 대부분 2~3만ha의 규모로서 합리적인 물관리체계를 수립할 수 있고 예상외의 문제점이 발생할 때 조속하게 대처할 수 있게 되어 있다.

그러나 앞부분에서 언급한 바와 같이 평남관개체계의 면적은 100,000ha, 기양관개체계의 면적은 66,000ha, 압록강관개체계는 89,000ha이다.

표 6-1 북한의 주요 관개개발지구 현황

지구명	용리지역(시·군)	면적(천ha)	완공년도
평 남	평안남도 안주, 숙천, 평원, 덕천, 개천, 대동	100	'56
기 양	평안남도 안주, 대동, 강서, 용강, 증산, 온천, 남포	66	'59
어지돈	황해북도 봉산, 은파, 황주, 연탄, 재령, 안악, 은천, 사리원	42	'61
압록강	평안북도 선천, 곡산, 정주, 용천, 칠산, 동림, 피현, 염주	89	'64
청 단 (연백)	황해남도 청단, 연백, 신원	60	'64
재 령	황해남도 재령, 신천, 안악, 신원	45	'77
신 곡	황해북도 신계, 곡산, 수안	12	'65

자료: 북한의 농업생산기반 및 정책에 관한 연구, 농업기반공사, 2000. 12.

관개체계의 대규모화는 용수로 연장이 과다하게 길어져야 하는 결과를 초래하며 용수로의 연장이 필요 이상으로 길어지면 수로손실에 의해 수량이 감소하고 수로의 유지관리를 위한 비용이 많이 든다. 북한의 경우 대부분 용수로(간선, 지선 및 지거)가 토공수로이므로 수로손실이 대단히 크며 이를 줄이기 위해 다짐, 흙물풀어넣기, 흙라이닝, 비닐씌우기 등 여러가지 수로손실 방지를 위한 방법²⁹⁾을 도입하고 있지만 수로길이가 너무 길어 한계가 있을 것으로 보인다.

또한 용수로가 과다하게 길면 상류지점에 예상치 못한 사고가 발생할 때에는 하류의 농경지에 급수가 불가능해지거나 용수가 도달하는데 많은 시간이 걸린다. 한발시에는 상류농경지의 우선적인 취수로 인해 하류지역에는 용수부족현상이 빈번히 일어나는 등의 문제가 발생할 가능성이 크다.

이와 같이 광활한 지역에 안정적이고 합리적인 용수공급을 하기 위해서는 용수체계의 개편, 첨단기술의 적용 등 특단의 대책을 세워야 하지만 북한의 현실로는 불가능해 보인다.

2) 관개시설 부족

북한지역에는 저수지가 약 1,800개소가 있다. 그러나 저수용량이 3만톤이상의 저수지는 불과 800여개소이며 그에 의한 관개면적 41만ha이다. 이는 10만톤 이상 저수지가 약 18,000개소인 남한지역에 비교하면 아주 적은 것임을 알 수 있다.

북한지역에는 저수용량이 1억톤 이상의 저수지가 은파호, 만풍호, 서흥호, 연풍호, 장수호, 연탄호, 태성호, 구암호 등 8개소가 있으며 이들에 의한 관개면적은 약 192.5천ha로 전체 북한지역 논면적('99년 585천ha 기준)의 33%를 차지하고 있고 저수량 기준으로는 전체 농업용저수지의 45.3%를 차지하고 있어 농업용수이용이 몇 개의 대형저수지에 편중되어 있다. 남한지역에는 저수용량 1억톤 이상의 농업용 저수지는 섬진저수지 뿐이며 담수호를 포함해도 불과 4개소에 지나지 않는다.

29) 남한에서는 콘크리트개거, 콘크리트라이닝, 쇼트크리트라이닝, 콘크리트블럭라이닝, 아스팔트라이닝, 돌붙임라이닝, 흙라이닝 등의 방법으로 수로손실을 줄이고 있다.

표 6-2 북한의 저수용량 1억톤 이상 농업용 저수지

저수지명	하천명	저수용량 (ha · m)	유역면적 (km ²)	관개면적 (ha)	몽리지구	비 고
은파호	재령강(대동강)	30,255	727.1	20,449	재령관개지구	
만풍호	남동천(압록강 천마강)	23,000	428.3	20,813	압록강관개	
서흥호	서흥강(대동강 재령강)	18,470	625.4	17,318	어지돈관개	
연풍호	희주천(청천강)	36,650	128.0	35,830	평남관개	대동강 터널저류
장수호	재령강(대동강)	12,900	333.0	8,467	연백관개	양수저류
연탄호	황주천(대동강)	12,283	345.6	15,431	어지돈관개	양수저류
태성호	- (대동강)	12,107	-	57,107	기양관개	양수저류
구암호	화양천	11,757	267.0	17,077	연백관개	양수저류
계		157,422		192,492		

()내의 하천은 분류 및 제1지류

표 6-3 남한의 주요농업용 저수지(저수용량 5천만톤이상)

저수지명	하천명	총저수용량 (ha · m)	유효저수량 (ha · m)	유역면적 (km ²)	관개면적 (ha)
영산(담수호)	영산강	25,360	18,092	347	20,700
영암(담수호)	-	24,460	13,885	355	13,160
섬진	전북 임실	46,600	25,856	763	31,044
금강(담수호)	금강	13,213	11,187	98	20,390
나주호	전남 나주	9,133	8,780	112	9,406
장성호	전남 장성	8,970	8,480	123	11,186
담양호	전남 담양	6,660	6,480	66	4,813
대아	전북 완주	5,528	5,464	-	7,382
금호(담수호)	전남 해남	13,310	7,525	26	7,840
삼교(담수호)	삼교천	6,278	6,278	164	6,742
아산(담수호)	안성천	9,898	8,289	-	12,090

3) 서해안 하천 용수원 이용의 불균형

1990년 기준으로 북한지역에서는 연간 71억톤의 농업용수를 소비하고 있으며 그중 대동강의 수자원을 농업용수로 이용하는 양은 17억톤이나 된다. 이는 청천강의 3배나 되며 서해안지역 농업용수 이용을 위한 수원은 대동강에 편중되어 있음을 알 수 있다. 문헌³⁰⁾에 의하면 대동강에서 50년빈도 갈수년기준(98% 보장률)으로 수자원 총부족량이 57,000ha·m이며 수자원 이용량 중에서 농업용수가 차지하는 비율이 26%인 점을 고려하면 연간 대동강 유역에서 농업용수의 부족량은 14,820ha·m로 분석된다.

표 6-4 서해안 유역별 논분포 및 수자원이용량

유역명	유역 면적 (km ²)	논면적분포			수자원이용			
		논면적 (ha)	유역 면적대비 (%)	총논면적 대비 (%)	지표수자 원 (억톤)	수자원 이용량 (억톤)	농업용수	
							이용량 (억톤)	비율 (%)
압록강	32,558	25,510	0.8	5.0	206.7	370.4	6.4	1.8
청천강	9,552	37,345	3.9	7.3	87.6	7.6	5.4	70.7
대동강	20,247	148,623	7.3	29.1	149.5	66.9	17.0	25.4
예성강	3,916	24,708	6.3	4.8	32.1	4.4	4.7	87.1
임진강	8,129	5,091	0.6	1.0	52.9	4.0	2.3	57.2
평북해안	2,245	41,755	18.6	8.2	-	-	-	-
평남해안	1,419	52,484	37.0	10.3	-	-	-	-
황남해안	5,292	80,742	15.3	15.8	-	-	-	-
개성해안	261	6,286	24.1	1.2	-	-	-	-
서해안계	-	422,545	-	83	-	-	-	-

4) 고에너지를 소모하는 양수장위주의 관개체계

북한의 관개체계는 저수지중심으로 되어 있는 남한과는 반대로 에너지소비가 많은 양수장 위주로 건설되어 있다.

양수장관개체계는 에너지가격이 저렴하고 또한 적기에 충분한 물량이 공급될 수 있는

30) 한련훈, 서해지구 하천들의 물자원량과 그 리용, 기상과 수문 1999.3호, 농업출판사(북한)

조건이라면 초기투자비가 비교적 적게 들기 때문에 완공까지는 다소 유리할 수 있다. 그러나 반면 완공후에는 전력, 연료 등 에너지와 고가부품을 필요로 하므로 유지관리비가 많이 드는 단점이 있다.

에너지가 충분하지 못하면 이러한 시스템은 이용상 한계점에 다다르게 되며 적절한 유지관리가 뒷받침되지 않으면 가동효율이 저하된다.

마. 양수 저류지

일반적으로 남한의 대부분의 지역에서는 저수지의 위치선정시 지형을 고려하여 관개하고자 하는 농경지 상류의 높은 곳에 댐 위치를 선정하여 농경지까지는 자연유하식으로 도수하여 관개지역에 급수한다. 그러나 북한은 저수용량이 1억톤 이상인 태성호, 연풍호, 장수호, 연탄호, 구암호 등 대부분 저수지는 양수에 의한 저류방식으로 저류하고 있다. 이러한 저수지는 농경지에 가까운 저지대에 위치하고 있어 자체유역의 유출에 의해 저수량을 확보하기 보다는 타유역의 유출수를 양수기로 양수하여 유입시키고 있다. 이는 상류에 댐을 설치할 시 소요되는 건설비와 공사의 어려움 및 수원공과 농경지까지의 도수로를 보다 짧게 함으로써 건설비용을 절감하기 위해 도입한 것으로 판단된다. 그러나 이러한 체계는 관개기간중 펌프로 용수량을 유입시키면서 동시에 농경지에 급수하여야 하는 이중의 시스템 운영체계를 갖추어야 한다. 또한 가뭄시에 농지와 저류지 모두가 물부족을 겪게 되며 양수기설치 및 운영에 따르는 비용이 많아 비경제적인 시스템이다.

5) 수리시설의 내한능력부족

북한은 2000년 파종기에 연 67일간 비가 내리지 않아 심각한 용수난을 겪었고, 2001년에는 천년만의 왕가뭄을 겪었다고 발표한바가 있다. 2001년 7월에 발표한 FAO/WFP 공동조사단 특별보고서에 의하면 2001년 5월현재 11개도의 총 저수율이 단지 42%에 불과했고, 북한최대 저수지인 은파호의 경우는 고작 5~15% 수준이어서 거의 바닥을 드러낸 것으로 조사된 바가 있다. 최근 들어 가뭄피해가 늘고 있는 것은 강우량이 절대적으로 부족기 때문이지만 주요 저수지가 2~3년 정도의 평년정도로 설계되어 내한능력이 크게 부족한 것

에도 그 원인이 있는 것으로 분석된다. 특히 양수저류 저수지인 태성호와 연풍호의 경우에 양수장의 양수량과 직접 연계되어 있기 때문에 가뭄에 취약한 것으로 보인다.

나. 제도적 문제점

1) 전시적 사업추진

북한의 대부분 대형토목공사는 전문인력을 투입하여 충분한 기술적 검토를 거쳐 이루어지는 것이 아니라 정치적 명령에 의해 지역별로 할당한 인원 또는 군인 학생 등을 동원하여 단기간내에 경쟁적으로 공사를 시행하고 있다.³¹⁾

또한 “쌀은 공산주의”라는 구호를 내걸고 경제성을 전혀 고려하지 않은 사업추진을 하였으며, 그 과정에는 12단양수(양정 230M)의 관개시설(남강-미루벌 수로)을 건설할 정도로 쌀증산을 위해 매진했던 것으로 나타나고 있다. 이러한 무리한 계획에 의한 전시적 사업추진은 결국 부실공사로 이어져 구조물의 안전성이 떨어지게 되며, 성과위주로 시공된 양수장위주의 관개체계의 경우 현재와 같은 에너지난에는 무용지물이 되는 결과를 초래하게 된다.

2) 비자율적인 유지관리체계

북한의 물관리 체계는 중앙 급수사령, 도 급수사령, 지구 책임급수사령, 군(시) 급수사령 등 군사조직과 유사한 조직으로 이루어져 있으며, 관개시설물 유지관리체계도 농업생산하 저수지관리소, 도농촌경리위원회산하 지구관개관리소, 군협동농장경영위원회산하 군관개관리소 등 행정계통조직으로 구성되어 있다.

북한의 협동농장 경영에 내포하고 있는 여러가지 제도적인 비효율성 문제와 마찬가지로 북한의 현재와 같은 협동농장단위로 이루어지고 있는 이러한 농업생산기반시설물에 대한 유지관리체계로는 시설물에 문제가 발생하였을 경우 농민각자의 자발적 참여를 기대할 수

31) 이러한 사례로는 2천리 물길공사의 경우 1989년에 착공하여 7-8개월만에 완성하였다는 북한문헌기록이 있으며, 개천-태성호 물길공사는 당초 7개년사업계획으로 1999년 11월에 착공하였으나 최근 2002년 4월까지 완공한다는 발표를 하고 있다.

없으므로 효율적인 유지관리는 어려울 것으로 판단된다.

다. 경제사회적 문제점

1) 시설물 유지관리 능력부족

농업생산기반시설물은 적정한 유지관리가 이루어지지 않으면 그 개발의 목적에 이용할 수가 없게 된다. 현재 북한은 경제난에 겹친 식량난으로 인한 유지관리 자원부족으로 관개 시설물에 대하여 적절한 유지관리가 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

앞에서 살펴본 바와 같이 북한의 수리시설물은 대부분 1950~'60년대에 건설된 것으로 개보수를 필요로 하고 있다. 특히 양수장 기계장치와 파이프 등 부속품은 노후화되어 제 기능을 다하지 못하고 있으며, 심지어 자체 제작한 부품을 임시방편으로 사용하고 있는 상황으로 알려지고 있다.³²⁾ 북한의 FRDC가 국제기구에 제출한 자료에 의하면 홍수피해로 교체를 요하는 양수장 파이프는 1999년현재 총 880km에 달하고 있는데 이는 북한 전체 파이프양의 약46%에 해당하는 물량이다.

2) 재해복구 능력부족

자연으로부터의 도전은 언제 어디에서나 일어날 수 있다. 문제는 이러한 도전에 견디는 힘이 얼마나 강하며 또한 피해를 받았다하더라도 얼마나 신속하게 대처할 수 있는냐에 따라 그 피해정도는 달라질 수 있다.

북한의 경제난으로 인한 복구자원부족에 따라 지난 1995~'96년의 재해로 유실된 제방과 농경지 또는 수리시설물피해를 아직도 완전히 복구하지 못하고 있는 것으로 알려지고 있다. '97년이후 작은 자연재해에도 곧바로 수확량감소로 이어지고 있는 이러한 현상은 재해복구가 신속히 이루어지지 못하고 있음을 반증하는 내용으로 판단되고 있다.

32) 양수펌프의 주볼 임페라 대신 철판날개를 사용하고 있으며(황경북도 봉산), 제관날개를 제작사용하여(평안남도 평원), 양수기 효율의 70%까지 얻었다고 하며, 양수기축 베어링 대신 나무메달을 제작사용하기도 하고 양수기축 셀로 고무 리테나를 사용하고 있다고 한다.(농업수리화, 1999. 1)

2. 수계별 농업용수체계의 문제점 및 정비방안

가. 서해안유역 농업용수체계의 문제점 및 정비방안

1) 대동강유역

대동강유역의 저수지는 저수량 기준으로 북한지역 총 관개용저수지(3만톤이상)의 25%를 차지하고 있다. 연간 저수량은 16억톤이며 그에 의한 관개면적은 176천ha이다. 특히 저수용량 1천만톤 이상의 저수지가 14개소가 있고 그에 의한 관개면적은 32천ha이지만 농업용수체계가 대형 저수지 몇 개소에 전적으로 의존하고 있는 것이 가장 큰 문제점으로 분석되고 있다.

서해안지역 농업용수의 이용량 중에서 대동강에 의존하는 비율이 너무 크므로 인근의 청천강, 예성강유역에 신규 수자원을 개발하여 분산시켜야 할 것으로 분석된다. 대동강의 물을 이용하는 평남관개 기양관개 등 지구에서 청천강의 물을 활용하고 대동강과 그 지류에 의존하고 있는 어지돈관개지구와 평양관개지구는 예성강에 용수원을 조성하여 이용하는 방안을 고려할 수 있다.

또한 대동강유역에서는 농업용수를 안정적으로 공급할 수 있도록 관개지구 근처에서 저수지 개발 적지를 조사하여 설계빈도 10년 이상의 중규모 저수지를 개발함으로써 대형저수지와 양수장에 의존하고 있는 기존의 농업용수체계를 개편하는 것이 필요하다. 대동강유역의 제1지류 중에서 농경지가 가장 많이 분포되어 있는 유역이 재령강지류와 남강지류유역이다.

표 6-5 대동강유역 농업용수체계 개선대상

지류명	개선대상	문제점
재령강	은파호 - 장수호 연결수로 서해갑문-신천-강령·용진 수로 연탄호 관개체계	장수호 양수지류 6단 양수 예성강-연탄호 양수지류
남 강	남강-미루평야 수로	12단양수

가) 재령강지류 유역

(1) 재령관개체계

대동강의 제1지류인 재령강유역에 위치한 재령관개체계의 개선내용은 크게 은파호 - 장수호 연결수로와 서해갑문 - 신천 - 강령·용진 수로로 나눌 수 있다.

장수호와 은파호는 재령강에 건설한 직렬로 연결된 저수지이다. 은파호 - 장수호 연결수로는 재령관개의 주수원공인 은파호의 물을 은파호보다 상류에 위치한 장수호에 양수저류한 후 다시 대동강 유역 밖에 위치한 연백평야의 주수원공인 구암호에 저류하기 위한 목적으로 건설된 수로이다. 은파호 - 장수호 연결수로는 총 3단양수장과 수로로 구성되어 있으며 양수장의 1일 평균 양수량은 60,480m³이고 수로능력은 16.5m³/s이며 수로 총연장은 13.8km로서 전력소모가 대단히 많다는 점과 재령관개지구의 주수원인 은파호의 저수량에 의존한다는 취약점을 가지고 있다.

당초 재령관개지구의 주수원공은 장수호였으나 은파호 신규개발로 주수원공이 은파호로 전환되었다. 장수호는 하류에 건설된 은파호가 장수호의 기존 관개지구를 담당하게 됨으로써 저수량을 타 유역인 해주일대의 농업용수와 개발 중인 청단군 용매도간척지구의 농경지 관개용수로 전용하고 있고 그 외에 연백평야의 주 수원공인 구암호와 명수저수지에 보충 공급하는 역할도 하고 있다. 따라서 장수호는 자체유역에서 집수된 수량과 은파호에서 3단 양수에 의해 저류되는 수량을 타유역의 용수 수요를 해결하기 위해 전용하고 있는 유역변경식 용수이용체계로 구성되어 있다.

서해갑문 - 신천 - 강령·용진 수로는 “2천리물길”의 일부로 서해갑문 담수호의 물을 330리의 수로와 6단 양수장에 의해 신천군을 거쳐 강령용진까지 공급하는 용수공급체계이다. 대동강강의 물을 복우저수지에 양수저류하여 기존의 신천수로에 연결시킨 후 다시 안곡저수지에 양수저류한 후 6개소 양수장을 거치게 된다.

재령관개지구의 농업용수체계를 개선하기 위해서는 장수호의 관개지역을 분담할 수 있는 신규 용수원의 개발이나 장수호가 보충해주는 기타 저수지들의 승상으로 저수량을 추가로 확보하는 것이 필요하다고 판단된다. 지형도 및 위성화상자료 분석에 의하면 신규 저

수지는 울천 중류, 화양천의 구암호 상류에서 개발이 가능하고 저수지의 증상은 광명저수지와 구암호가 가능할 것으로 분석된다.

(2) 어지돈관개체계

어지돈관개체계는 서흥호지구와 연탄호지구로 구성되어 있으며 주요 문제점으로 연탄호지구의 양수장위주 용수체계, 다단양수식 유역변경에 의한 연탄호와 예성강의 연계 등이 있다.

예성강 - 연탄호 연결수로는 연탄호의 용수부족문제를 해결하기 위해 황해북도 수안군 천암리 예성강에서 양수하여 연탄호에 저류하도록 건설된 총연장 24km의 수로로서, 예성강에서 유량 2.5m³/sec로 4단으로 양수하여 총연장 1km의 수로터널에 의해 유역변경하고 있다. 그러나 연탄호는 황주천의 상류에 위치하고 있어 관개지구와는 거리가 멀고 지형이 복잡하여 용수로를 건설하지 못하였으며 연탄호에서 황주천에 직접 방류한 용수를 하류에서 양수장에 의해 양수하고 있다.

서흥호와 연탄호는 직접적으로 연계되어 있지는 않지만 서흥호의 간선수로상에 설치된 침촌 1·2단 양수장을 통해 서흥호의 물을 연탄호지구의 주남저수지에 저류하였다가 연탄호 물부족시에 황주 긴동평야를 관개하고 반대로 연탄호의 물이 부족하지 않을 때에는 연탄호의 물을 주남저수지에 저류하였다가 황주 긴동평야를 관개하고 있다.

연탄호지구에는 서흥호지구와 황주천의 물을 이용하기 위하여 건설한 양수장이 100개소에 달하고 있다. 대형양수장으로는 서흥호지구 제1간선에서 주남저수지로 양수저류할 목적으로 건설된 양수량 12m³/sec 규모의 침촌1단양수장과 황주천일대의 2,000ha의 농경지에 용수를 공급하는 침촌2단양수장, 제1간선 말단 황주지점의 유량 10m³/sec의 황주천양수장이 있다. 청계, 가촌, 봉산, 사리원, 만금 계동, 침촌, 청룡, 황주양수장도 역시 간선수로에서 양수하는 대형양수장이다. 이러한 양수장은 장기적인 투자효율성을 분석하여 인근의 적지에 중규모저수지를 건설함으로써 폐쇄하는 것이 바람직하다.

(가) 연탄호지구 관개체계의 자연유하식 관개체계로의 전환

이 지구는 연탄호가 대규모 수원공이지만 용수공급은 주로 양수장에 의존하고 있는바

연탄호에서 방류한 용수를 하류의 청산취입보와 황주취입보에서 취수한 용수를 간선수로
 에서 양수장을 통해 양수하는 방법으로 용수공급을 하고 있다. 연탄호의 관개면적은 총
 18,600ha이고 그중 논면적은 6,400ha이며, 논이 전부가 312개소의 양수장(338개 펌프, 총
 소비전력 32,000kW)에 의해 양수한 물을 공급받고 있다. 지형상 연탄호와 관개지구사이의
 거리가 너무 멀어 연탄호에서 직접 취수하여 수로를 통해 관개지구까지 용수를 공급하기
 가 어렵고 수로의 표고가 관개지구표고보다 낮아 양수해야만 용수공급이 가능하기 때문이
 다. 이러한 문제점은 연탄호에서 관개지구로 이르는 구간에 신규수로를 설치함으로써 해결
 가능하며 수로구간의 표고는 관개지구표고보다 높아야 자연유하식 용수공급 조건을 갖추
 게 되므로 굴곡이 심한 지형특성상 수로교 및 수로터널 구간이 많이 도입되어야 할 것이
 다. 연탄호 - 황주진등평야 수로 건설사업은 북한정부가 국제기구에 연탄호관개체계를 개
 선하기 위해 제안을 한바가 있다. 북한의 제안에 의하면 수로 총 길이는 112km로서, 그중
 9km의 터널구간이 있으며 이 수로가 건설되면 총 100개소의 양수장(135개의 펌프)이 폐쇄
 될 수 있다고 한다.

(나) 침촌1·2단양수장의 경제성검토

침촌1·2단양수장의 경제성을 재검토하고 수혜지구 인근에 중규모 저수지를 개발하는 것
 이 바람직하다. 사리원시 북쪽에 위치한 정방산 일대를 대상지역으로 선정할 수 있으나 이
 지역은 고려시기 유적인 정방산성터가 있어 개발에 대한 신중한 고려가 요구되는 지역이
 다. 신규 수원조성이 어려운 경우에는 장기적으로 작부체계의 전환을 고려해야 할 것으로
 판단된다.

나) 남강지류 유역

남강유역에는 황해북도 신곡관개지구에 용수공급을 하고 있는 12단양수체계로 구성된
 남강-미루평야 수로가 위치하고 있다. 1989년 10월에 착수하여 '90년 4월 10일 준공된 “2
 천리물길”의 한 노선으로 대동강의 지류인 남강 발전소물을 130리 수로를 거쳐 예성장유
 역인 황해북도 신계군, 곡산군, 수안군 일대의 2만ha를 관개하는 대표적인 고양정 양수체

계33)이다.

남강 - 미루평야 수로는 현재의 쌀 생산 위주의 작부체계를 옥수수, 감자, 기타 특용작물로 바꾸는 등 작부체계의 전면적인 전환을 꾀함으로써만 개선이 가능한 것으로 분석되며 자세한 내용은 예성강 유역의 신곡관개지구 개선방안에서 따로 언급하고 있다.

다) 개천-태성호 수로 공사

대동강 서쪽에 위치한 평남관개지구와 기양관개지구는 대동강 유역과는 별개의 유역이지만 대동강의 수원을 이용할 수 있도록 광역용수체계를 이루고 있다.

북한최대의 양수장인 기양1, 2단 양수장은 기양관개지구의 대동강물을 주수원공인 태성호에 양수저류할 목적으로 1959년 4월에 준공한 양수장이다. 40년이상 가동한 양수장으로 내용년수가 이미 경과하여 노후화가 심각한 것으로 분석되고 있으며 현재 공사중인 “개천-태성호물길”이 완공되면 폐쇄될 전망이다. “개천-태성호물길”이 완공되면 대동강 서부지역의 농업용수체계는 자연유하식 용수체계로 완전히 탈바꿈하게 될 것을 분석된다.

“개천-태성호물길”은 1999년 11월 9일에 착공한 평안남도 개천시 대각리와 남포시 강서구역 태성호간의 대규모 관개수로이다.

이 수로 건설은 개천시 대각리 대동강에 갑문을 건설하고 태성호까지 151km의 자연유하식 수로를 건설하여 대동강물을 유효저수량 9천만톤의 태성호에 저류시키고 또한 서부지역의 20개 저수지 및 북한의 주요 곡창지대인 평안남도 서부지역의 열두삼천리평야와 온

33) 1단 양수장은 남강좌안 곡산천 하구에 위치하며, 남강발전소 수위상승에 대비하여 양수장 건물의 높이를 18m로 높게 하고 수면이하로 침수될 부분은 외부에서 물이 들어오지 않도록 방수 조치하였다. 대형 양수기를 2열로 배치하고 1단양수장에서 양수한 물은 평양-원산간 고속도로 횡단과 곡산천을 잠관으로 통과시키고 있다. 2단 양수장은 1단 양수장에서 멀지 않은 곡산군 문양리 곡산천 기슭에 위치, 1단 양수장에서 퍼올린 남강 물과 곡산천의 물을 정승취입보를 설치하여 10ha·m의 저수능력을 가진 조절지에서 3단 양수장으로 물을 보낸다. 3단 양수장은 2단 양수장에서 넘어온 물과 저수량 5ha·m의 조절지 기능을 가진 삼현보의 물을 4단 양수장으로 보내며, 곡산군 문양리를 지나 개거, 잠관, 수로교 등의 구조물을 통과하여 4단 양수장에 이른다. 4단 양수장은 3단 양수장에서 넘어온 물과 곡산천의 물을 5단 양수장으로 보낸다. 1단 양수장에서 4단 양수장까지는 지형이 비교적 평탄하다. 5,6,7단 양수장은 3단계 양수장이 직렬로 연결된 남강-미루평야 수로체계의 중심이다. 공사 당시 양정 80m의 ‘어둠개’를 넘기는 이 절벽공사 구간에는 인민군을 대거 투입하여 건설하였다는 기록이 있다. 5단 양수장에는 계림천의 물과 4단 양수장에서 넘어온 물을 다음 단계의 양수장으로 보낸다. 8단 양수장은 5단에서 7단까지 거쳐 ‘어둠개’를 넘어온 물과 직동저수지 물을 9단 양수장에 보낸다. 9단 양수장은 8단 양수장에서 넘어온 물과 저수량 6ha·m의 조절지 물을 원교 양수장에서 직접 관개하거나 신곡 저수지로 보내는바 남강 물과 예성강의 물이 합류되는 말단 양수장이다.

천평야, 평남관개지구, 기양관개지구 일대의 약 100,000ha의 농경지에 관개용수를 공급할 목적으로 착수하였다.

수로는 갑문근처 상류에는 폭 27m, 수심 3m이며 통수량은 49m³/s이다. 하류지역의 끝에는 수로가 태성호에 유발처리 되어 저수지로 유입되며 용량은 19.24m³/s이다. 수로를 따라 427개의 여러 종류의 대소형 수로구조물이 설치된다.

수로터널은 주로 화강암(36개의 터널)과 석회암(2개의 짧은 터널)으로 된 딱딱한 암반을 관통하여 뚫릴 것으로 예상되며 콘크리트로 마감된다. 터널의 총 길이는 약 28.8km이다 가장 긴 터널의 길이는 약 6.7km이다.

계곡과 도로, 철길 등을 통과하여 용수를 공급할 수 있도록 대규모 잠관이 설치되는바 규모는 3.25m²의 단면을 가진 3련의 박스형 콘크리트 구조물로 12개소 총 연장 3km이다

기타 구조물로는 25개의 제수문, 42개의 기타 지류 구조물, 69개소의 교량, 206개의 배수구, 8개의 체크 구조물, 횡배수의 전환을 위한 캐치 워터(catch waters), 수로 아래에 위치하는 11개의 횡배수로 등을 포함한다.

표 6-6 개천-태성호 수로 건설사업 현황

구 분	내 용
지구위치	대각갑문(평안남도 개천시 대각리)~태성호(남포시 강서구역)
관개면적	99,610 ha
주요시설 ³⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> - 갑문 1개소 (유역면적 : 4,700km², 설계홍수량 : 5,200m³/s) - 수로 154km (최대유량 : 시점 49m³/s, 종점 19.24m³/s) - 수로터널 38개소, 총연장 26.8km - 역사이폰 12개소, 총연장 3km
공사기간	4 년
총공사비	63,081천불(OPEC 기금차관 10,000천불, 5년 거치 12년 상환, 이자율은 1.0%-2.75%로 제공)
사업효과	생 산 량 : 쌀 52천톤, 옥수수 12천톤, 감자 100천톤 전력절감 : 380개 양수장(530개 펌프) 폐쇄, 145백만kWh 절전

* 대각갑문은 총길이 650m, 레이디얼 게이트(Radial Gate)형, 크기 25m×7m×15련³⁴⁾

34) 대각갑문은 연장이 650m이며 레이디얼 게이트(Radial Gate)형이다. 게이트 수는 15련이며 게이트규모는 폭 25m, 높이 7m이다. 갑문상류의 평수위는 72.5m이며 이 평수위 표고는 강바닥에서 약 15m가 된다. 갑문의 유역면적은 4,700km² 이며 설계홍수량은 5,200m³/s이다. 갑문의 바닥표고는 65.5m이다.

2) 예성강유역

가) 예성강 7단 물보충 양수장

예의저수지의 수량보충을 위해 건설된 다단양수장으로 대표적인 비경제적 용수체계의 하나로 반드시 개선해야 할 지구로 분석된다.

이 지구는 황해북도 평천군 백석리 예성강 우안에 위치한 초당 4m³/s 의 1단양수장과 신명리 6반앞 두학산 북쪽 기슭까지 4km구간에 위치하고 있는 2~7단 양수장에 의해 연간 2,400ha·m의 용수를 일부는 평천군 설학저수지에 유입시키고 나머지는 우회수로와 배천군 도태리 서부지구를 남북으로 횡단하는 수로를 통해 배천군 호국저수지와 예의저수지에 유입시키고 있다.

7단 물보충 양수장 관개체계의 개선을 위해서는 대체수원 개발이 필요하지만 도상분석에 의하면 인근에는 용수원 개발 가능성이 거의 없는 것으로 조사되고 있어 우선 예성강 제1지류 누천하류에 대한 현지조사를 통해 소규모 저수지 개발 가능성 여부를 확인하고 동시에 이 지역의 지하수량 조사에 의한 관정개발 방안 등을 검토해야 할 것으로 분석된다. 신규저수지와 관정개발의 가능성이 희박하면 작부체계의 전환에 의한 용수 수요량을 줄이는 방안이 검토되어야 할 것으로 판단된다.

나) 신곡관개지구

예성강유역의 상류 신곡관개지구는 황해북도 신계군과 곡산군, 수안군의 신계미루등에 위치하고 있다. 신계미루등은 면적 420km², 평균해발고 200m의 구릉성평야로 신생대 3~4세기초의 화산분출작용시기에 균열을 따라 현무암이 흘러내려 평평한 구릉성 평지를 형성한후에 평야로 발달한 지대이다. 지역내에는 농경지 약 2만 ha가 있고 군별면적은 신계군 50.5%, 곡산군 31.4%, 수안군 18.1%이며, 지목별 면적은 논은 30%, 밭 63%, 과수원 6%, 뽕밭 1%이다. 신곡저수지는 유역면적 114.4km², 저수용량 5,000ha·m의 중규모저수지이지만 관개체계는 대부분 저수량을 양수장에 의해 양수하여 관개지구에 급수하도록 되어 있다. 특히 이 지역은 삼투량이 많아 물소비가 높은 토질특성 때문에 신곡저수지 수원공만으로

는 용수수요량을 충족시키지 못하고 있는 것으로 분석된다. 따라서 해발 200m 높이에 위치한 구룡성평야에 용수를 공급하기 위하여 예성강 상류에 원교양수장을 설치하여 예성강 물을 4단 고양정 양수를 하고 있고, 타 유역인 대동강의 제1지류 남강유역에서 12단 양수 체계를 도입하여 운용하고 있다.

이러한 비효율적 다단계 양수체계가 도입되어 이 지구는 북한에서 가장 비효율적인 농업용수체계가 도입된 지구로 꼽히고 있으므로 우선적으로 개선되어야 할 것으로 판단된다. 예성강상류에 수원을 조성하여 활용하는 방안과 동시에 벼, 옥수수 위주의 작부체계에서 특용작물 위주의 작부체제로 전환하여 용수소비를 줄이는 것이 바람직하다.

다) 예성강 - 강령반도 수로 신규건설

북한에서 국제기구에 제안한 연백평야 및 강령반도 지구의 농업용수 개편사업³⁵⁾이다. 이 수로가 통과하게 되는 황해남도 위치한 연백평야와 강령만일대(황해남도 강령군, 신원군)에는 농경지가 110,295ha가 있으며 그중 논이 80,377ha에 이른다. 그러나 이 일대의 용수체계는 양수장 위주의 용수체계로 논의 95%인 76,760ha는 양수장에 의해 농업용수를 공급받고 있어, 용수체계의 전면적인 개편이 불가피하다. 수로 총연장 136km, 총 길이 10.7km의 18개의 수로터널을 통해 예성강에서 강령만일대까지 수로를 건설하는 계획이며 이 사업이 완료되면 현존의 253개소 양수장(361개 펌프)이 폐쇄되게 된다. 이 수로는 예성강에서 취수한 용수를 기존의 구암호, 장수호, 예의저수지 등 연백평야의 주수원공의 간선수로에 공급하면서 강령반도에 도달하도록 계획한 것으로 5개 이상의 다른 유역을 통과해야 하므로 정밀한 조사에 의한 용수공급계획 수립과 구조물 설계를 해야 할 것으로 판단된다.

3) 청천강유역

평남관개지구 주수원공의 하나인 북한에서 규모가 세 번째인 금성양수장(양수능력 10m³/sec, 연간 양수량 4,500ha·m, 관개면적 6,500ha)은 준공연도가 1956년으로 46년을 가동한 양수장이다. “개천-태성호물길”의 건설로 기존의 평남관개 제1간선상의 7개소 양수장이 폐

35) Agricultural Recovery and Environmental Protection (AREP) Programme Working Paper1

세될 전망이지만 금성양수장은 그대로 활용할 것으로 분석되므로 그에 대한 개선책이 시급하다.

청천강 유역은 강우량이 비교적 많아 신규 수자원 확보에 유리한 지역이다. 유역 내에는 금성양수장외에 박천양수장, 송도양수장, 대령강1단양수장, 용흥1단양수장 등 양수량 1,000ha·m 이상의 대형양수장들이 있어 양수장위주의 용수체계를 이루고 있지만 제1지류 구룡강유역(하천길이 125.6km, 유역면적 1,350km²)에 중규모 농업용 저수지나 다목적댐을 개발하면 저수지 위주의 용수체계로 전환할 수 있다. 또한 청천강의 제2지류 창성강유역(하천길이 75.4km, 유역면적 829km²)에 다목적댐을 개발하면 하류 태천호와 연계하여 농업용수로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

4) 압록강유역

압록강유역의 논면적은 약 25천ha로서 대부분이 압록강하류에 위치하고 있어 향후 농업생산기반 정비사업도 압록강하류 주요 농업지대와 새로 개간될 평안북도 간척지를 목표로 추진되어야 할 것으로 보인다. 압록강관개지구의 주수원공인 삼교천 상류에 직렬로 연결된 만풍호, 대하저수지의 유효저수량은 25,490ha·m로 대단히 큰 편이지만 주요 관개지역은 압록강유역의 농경지가 아닌 평안남도 해안유역의 압록강관개지구이다. 반면에 삼교천 하류는 삼교천에서 양수하여 관개하는 양수장 위주 관개체계로 구성되어 있다. 삼교천 하류에만 양수장이 554개소나 있으며 압록강유역에서 차지하는 비중은 양수장 개소수 기준으로는 약 56%이고, 양수능력 기준으로는 약 72%이다. 따라서 삼교천 하류의 농업용수체계를 양수장 위주에서 저수지나 보위주 등 에너지 소모가 적게 드는 방향으로 재정비하는 것이 필요하며, 이 지역은 삼교천 북쪽 신의주시와 의주군의 농업생산기반정비사업과 병행하여 시행하는 것이 바람직하다.

평안북도해안 유역의 전체 논 면적은 41.7천ha로 북한전체 논면적의 약 8.2%를 차지한다. 평안북도 해안유역의 농업용수는 주로 압록강관개체계와 태천발전소 발전퇴수에 의해 관개된다. 그 중에서 압록강관개체계의 청강 및 철산반도 일대 약 7천ha는 대봉저수지에서 청강에 방류되는 용수를 마성1,2단양수장 등 양수장 관개체계에 의해 관개하고 있는 실정

이므로 그의 개선이 시급하다. 기존양수장의 개보수에 의한 기능증진을 꾀하기보다는 매봉저수지의 저수량을 수로를 통해 몽리지구까지 공급하는 신규수로를 건설하는 방안이 장기적인 측면에서 이 지역 농업용수체계 개선을 위한 대안이라고 판단된다. 매봉저수지에서 철산반도에 이르는 구간에 약 46.5km의 수로(3.7km 터널구간 포함)를 건설함으로써 이 일대의 양수장 16개소(펌프 36대)를 폐쇄할 수 있고 논 7,000ha를 포함한 농경지 10천ha에 자연유하식으로 용수공급을 할 수 있게 된다.

표 6-7 압록강 유역 주요하천의 양수장 현황

하천별	개소수 (개소)	양수능력 (m ³ /s)	관개면적 (ha)	비 고
가림천	20	1.38	910	
허천강	99	5.31	2,526	
삼수천	20	1.65	432	
장진강	61	3.60	914	
부전강	8	0.30	107	
염주천	31	1.40	156	
구곡천	119	5.80	1,087	당목천포함
금광천	82	15.90	2,332	
삼교천	554	89.50	20,791	

자료 : 지리전서(물자원) 405쪽

5) 임진강유역

임진강은 남북한을 동시에 관류하는 하천으로서 유역의 상류구간은 북한 쪽에 위치하고 하류구간은 남한 쪽에 위치해 상류에서 발생한 홍수에 의한 영향을 많이 받는 지역은 남한 쪽이다. 이와 같은 지리적 특성으로 인해 이 유역은 일방적인 정비사업이 불가능한 유역이라고 할 수 있다. 임진강 유역에 대한 남북공동조사단을 구성하여 우선 임진강과 주변 지역의 수방대책을 위한 정보 교환과 홍수에보체계를 구축하고, 중장기적으로 하천정비, 제방축조 사업을 추진해야 할 것이다.

임진강유역의 농업생산기반 정비의 주요목표는 철원평야의 농업생산기반 정비이다. 남북

한의 분단상황 때문에 오랜 기간동안 휴경상태로 방치되어 있는 DMZ지역의 농경지를 복구하고 봉래호의 용수를 공급하는 농업생산기반정비를 남북한 공동으로 추진하는 것이 바람직하며 구체적인 내용은 VIII에서 별도로 다루고 있다.

나. 동해안유역 농업용수체계의 정비방안

1) 작부체계 전환

동해안유역은 서해안 유역에 비해 농경지가 적으며 논이 차지하는 비율은 북한전체 논면적 대비 16%에 불과하며 밭면적이 차지하는 비중이 절대적으로 많지만 서해안 유역과 마찬가지로 다른 작물에 비해 물소비가 많은 옥수수를 많이 재배하고 있어 용수소비를 줄일 수 있도록 작부체계를 전환하는 것이 필요하다. 신규 수자원 조성을 위한 계획수립에 앞서 작부체계의 전환에 대한 검토가 선행되어야 하며 수자원 신규조성이 불가피한 경우에는 경제성을 고려하여 물소비가 적은 방향으로 작부체계를 개편해야 할 것이다.

2) 밭 관개방법의 개선

북한에서 옥수수밭 관개에 주로 많이 적용하는 관개방법에는 고랑관개, 강우기에 의한 살수관개와 짚지밭식관개(일종의 점점관개) 등이 있으며 그중에서도 고랑관개방법을 가장 많이 쓰고 있다. 고랑관개는 주로 밭의 고랑에 물을 대주는 방법으로 경비가 가장 적게 드는 방법이지만 관개속도를 조절하기가 어려워 경사가 심할 경우 토양침식을 일으키기 쉽고 관개효율이 낮아 물의 낭비가 심하다. 강우기에 의한 살수관개는 트랙터에 강우기를 연결하여 물을 강우형태로 토양전면에 뿌려 주는 방법으로 관개효율이 높고 지형의 제약을 받지 않으며 농약·비료 등을 물과 함께 사용할 수 있으므로 노동력절감 등의 잇점이 있어 많이 사용되고 있다. 그러나, 물을 분출하기 위해 트랙터 엔진에 강우기를 연결해야 하기 때문에 연료소비가 많다는 단점이 있다.

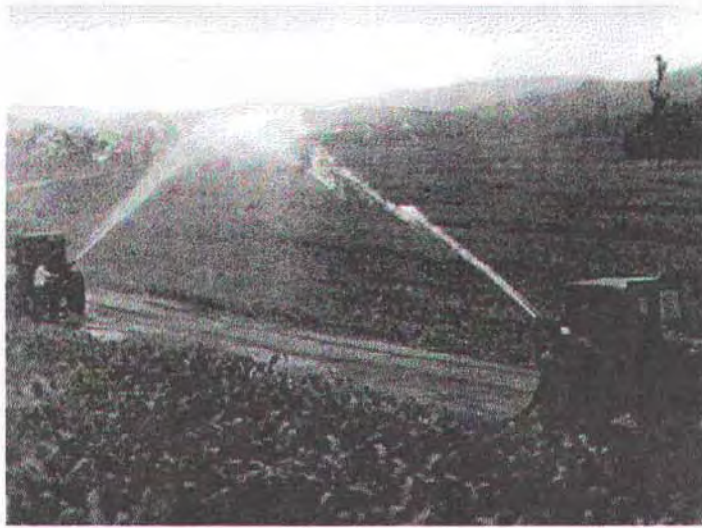


그림 6-2 강우기에 의한 옥수수밭 관개

북한의 일부지역에서는 점적관개방법인 “작지발식관개”방법을 적용하고 있으나 압력수 조성시설과 유공관등 자재 및 시설부족으로 전면적으로 활용하지 못하고 있는 것으로 보인다. “작지발식관개”는 Y형의 지지대인 “작지발”에 의해 유공관을 지면과 적당한 높이에 설치하고 압력수를 보내는 방법으로 살수관개의 장점을 거의 지니고 있을 뿐만아니라 작물의 재식거리에 맞추어 작물이 자라는 곳에 물을 대주기 때문에 관개효율이 매우 높아 북한지형에서 관개수를 가장 절약할 수 있는 방법으로 판단된다. “강우기관개”나 “작지발식관개” 등 관개효율이 높은 관개방법을 적극 도입하여 관개용수 수요량을 줄이는 것이 필요하다. 또한 토양 및 양분의 유실을 초래하고 귀중한 비료성분과 토양을 유실시키는 고랑관개와 살수관개의 단점을 보완하기 위하여 경사지형에 가장 적절한 관개방법인 지하관개를 도입하는 것이 필요하다. 지하관개의 도입시에는 가능하면 포장에 주어진 자연적 입지조건에서 시설 등의 운영비용이 적게 들도록 관개설비를 갖추도록 하고 물을 확보하기 위하여 포장 곳곳에 저수탱크를 비치하여 강우시기에 물을 받고 각 저수탱크를 파이프로 연결하여 각 저수탱크의 수위를 수동밸브로 조절함으로써 전력을 사용하지 않는 방향으로 접근해야 할 것으로 판단된다.

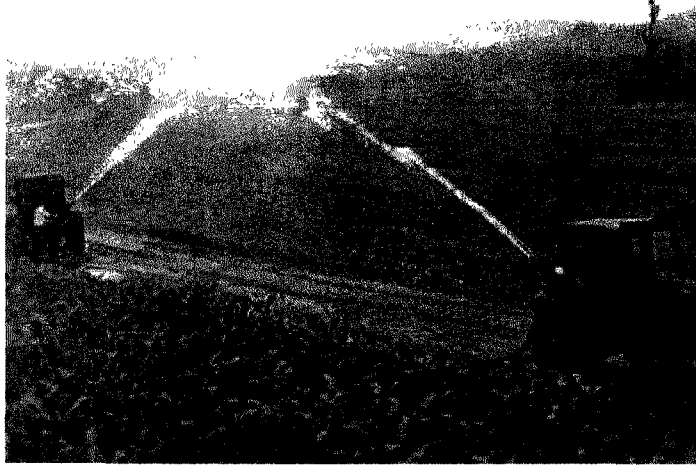


그림 6-2 강우기에 의한 옥수수밭 관개

북한의 일부지역에서는 점적관개방법인 “짜지밭식관개”방법을 적용하고 있으나 압력수 조성시설과 유공관등 자재 및 시설부족으로 전면적으로 활용하지 못하고 있는 것으로 보인다. “짜지밭식관개”는 Y형의 지지대인 “짜지밭”에 의해 유공관을 지면과 적당한 높이에 설치하고 압력수를 보내는 방법으로 살수관개의 장점을 거의 지니고 있을 뿐만아니라 작물의 재식거리에 맞추어 작물이 자라는 곳에 물을 대주기 때문에 관개효율이 매우 높아 북한지형에서 관개수를 가장 절약할 수 있는 방법으로 판단된다. “강우기관개”나 “짜지밭식관개” 등 관개효율이 높은 관개방법을 적극 도입하여 관개용수 수요량을 줄이는 것이 필요하다. 또한 토양 및 양분의 유실을 초래하고 귀중한 비료성분과 토양을 유실시키는 고랑관개와 살수관개의 단점을 보완하기 위하여 경사지형에 가장 적절한 관개방법인 지하관개를 도입하는 것이 필요하다. 지하관개의 도입시에는 가능하면 포장에 주어진 자연적 입지조건에서 시설 등의 운영비용이 적게 들도록 관개설비를 갖추도록 하고 물을 확보하기 위하여 포장 곳곳에 저수탱크를 비치하여 강우시기에 물을 받고 각 저수탱크를 파이프로 연결하여 각 저수탱크의 수위를 수동밸브로 조절함으로써 전력을 사용하지 않는 방향으로 접근해야 할 것으로 판단된다.

3) 신규 수자원개발 방안

동해안유역은 일반적으로 연평균강우량이 서해안유역에 비해 적은 편이나 하천이 발달되어 있으며 유로연장이 짧고 하상경사가 급하여 취입보에 의한 자연취수가 유리하다.

표 6-8 동해안 주요유역 논분포 및 수자원이용 현황

유역명	유역면적 (km ²)	논면적 (ha)	수자원이용(억톤)			
			지표수자원		수자원 이용량	농업용수 비중(%)
			자체	간접		
두만강	10,555.0	8,900	42.32	-	16.13	5.6
수성천	932.0	-	3.93	22.32	1.89	11.2
어랑천	2,014.0	2,600	8.76	-	1.04	80.7
남대천(길주)	1,346.5	3,700	4.80	-	1.09	46.8
북대천(단천)	1,445.1	1,000	5.37	-	0.31	77.4
남대천(단천)	2,323.2	1,700	9.15	11.04	3.19	20.8
남대천(북청)	1,940.8	1,600	9.85	-	2.21	56.4
성천강	2,417.7	5,100	18.90	17.60	5.75	19.9
금야강	2,200.5	6,300	21.60	-	3.98	26.3
남대천(안변)	857.0	5,400	8.73	-	1.82	41

동해안지역의 농경지는 주로 하천주변이나 하구에 분산 형성되어 있어 규모가 큰 저수지 등의 수리시설개발은 비경제적이다. 따라서 소규모 저수지나 하천수원을 독립양수장에 의해 직접 공급하는 방향으로 접근해야 할 것으로 분석된다.

동해안 유역의 농업생산기반정비방안은 두만강유역에서부터 길주남대천에 이르는 동해안북부유역과 단천북대천 이남의 동해안중부유역으로 구분하여 제시할 수 있다.

가) 동해안북부 지역

두만강유역에서부터 길주남대천유역에 이르는 지역으로 두만강, 수성천, 온포천, 어랑천, 길주남대천유역과 기타 함경북도 해안유역이 포함되며 위도적으로 한반도 가장 북쪽에 위

치하고 있다. 지역내 논면적은 22천 ha이며 이는 북한전체 논면적대비 4%에 불과하다.

동해안 북부지역에는 하천에서 양수하거나 타구역에서 도수하여 저수량을 확보하는 저수지가 대부분이다.

표 6-9 동해안북부구역 주요저수지 및 수원확보 형태

저수지명	구역(제1지류 제2지류)	저수용적 (ha · m)	관개면적 (ha)	저수형태
용 남	두만강(용남천)	1,000	-	두만강 자연유입
성 내	두만강(성천 심령천)	900	-	두만강 양수저류
장 덕	두만강(팔을천 장덕천)	600	-	두만강 1단양수저류
용 산	어랑천(화성천 용산천)	2,020	1,100	공급량 95% 양수저류
청 룡	어랑천(화성천)	720	-	화성천 1단양수저류
문 암	길주남대천(금천천)	1,000	4,550	사하북천 1단양수저류

회령시 창효리에 위치한 장덕저수지는 두만강 제2지류 장덕천을 막아 1983년에 완공한 저수지로서 저수용량은 600ha · m이지만 두만강에서 1단양수하여 12km의 수로를 통해 저류하고 있다. 회령시 원산리 팔을천 상류에 신규 농업용 저수지를 조성하면 회령시 창효리, 금상리, 원산리 일대의 농경지에 두만강에서 양수하지 않고도 용수수요를 충분히 보장할 수 있을 것으로 판단된다.

두만강구역의 농업생산기반정비는 구역내에서 논이 가장 많이 집중된 새별군의 농업용수를 우선적으로 해결하는 방향으로 접근해야 할 것으로 판단된다. 두만강 제1지류 성천의 하구에는 논이 약 3천ha가 있으며 두만강 물을 직접 유입하거나 성천의 성내저수지(800ha · m)에 의해 용수공급을 받고 있는 것으로 분석된다. 이 지역은 향후 세부적인 물수지 분석을 통해 기존 수원공으로 용수를 충분히 공급가능한가 여부를 검증하고 신규수자원 추가확보가 필요할 경우에는 성천 상류에 신규 수원공 조성을 검토할 수 있을 것으로 보인다.

어랑천유역의 대부분 농경지가 분포되어 있지만 지형상 하류에 신규 수자원을 조성하는 것보다는 상류(화성군 화룡리 일대)에 농업용수 공급을 주목적으로 하는 다목적 댐을 개발할 수 있을 것으로 보인다.

남대천(길주)유역의 경우에는 남대천 제1지류 사하북천이나 유위천 중상류에 신규 용수원 개발이 가능한 것으로 분석된다.

표 6-10 동해안북부 주요유역 농업용수체계 개선방안

주요유역	논면적(ha)	농업용수체계 개선방안
두만강	8,900	- 작부체계 개선 - 신규 용수원 조성이 가능한 지역 · 제1지류 팔울천상류(회령시 원산리일대) · 제1지류 성천상류(새별군 성내리일대)
어랑천	2,600	- 작부체계 개선 - 상류 다목적댐(농업용수공급 주목적) 개발
남대천(길주)	3,700	- 작부체계 개선 - 신규 용수원 조성이 가능한 지역 · 제1지류 사하북천 신규용수원 조성 · 제1지류 유위천 신규용수원 조성

주 : 논면적은 위성화상분석결과를 적용함.

나) 동해안중부 지역

이 지역은 단천북대천 이남에 위치한 지역으로 단천북대천, 단천남대천, 북청남대천, 성천강, 금진강, 금야강, 덕지강, 안변남대천과 기타 함경남도과 강원도의 해안유역이 포함된다. 동해안의 대부분 논이 이 지역 내에 분포하고 있는바 지역내 논면적은 약 60천 ha로 북한전체 논면적대비 16%, 동해안전체 논면적대비 73%를 나타내고 있다.

단천남대천에는 저수지가 1개소도 없고 단천북대천에는 소형저수지 2개소만 있으며 대부분 유역에서 농업용수를 보와 독립양수장에 의해서 해결하고 있다. 특히 단천남대천과 성천강의 경우에는 상류에 각각 허천강발전소와 장진강·부전강발전소가 있기 때문에 하류에 대형보를 설치하여 발전퇴수를 농업용수로 이용할 수 있게 하고 있다. 따라서 이 지

역에서는 신규 농업용저수지 개발보다는 기존 양수장의 보강과 노후시설의 개보수 및 유지관리대책 수립에 의한 기능향상이 경제적인 것으로 분석된다.

북청남대천은 동해안 유역 중에서 농업용수 이용률이 가장 높아 동해안에서 농업용수이용의 본보기 유역으로 꼽히고 있다. 유역내에 100여개소의 보가 있고 그에 의한 관개가 전체의 73.6%를 차지하고 있다. 그러나 논의 위치가 하상보다 높은 지형적 제한으로 인하여 일부 보에서 자연취수는 불가능하며 보는 단지 양수장에서 양수할 수 있도록 수원을 조성하고 수위를 적당하게 높여주는 역할만 하고 있는 것으로 분석된다.

성천강유역에는 현재 성천강 취입보 등 1천여개소의 보를 이용하여 2만 ha의 농경지를 관개하는 농업용수체계가 구축되어 있다. 압록강지류 장진강과 부전강의 물을 유역변경하여 해발 1,000m 이상의 부전고원의 낙차에 의해 발전하는 장진강발전소와 부전강발전소의 발전퇴수를 보를 통해 농업용수로 공급하기 때문에 용수이용은 비교적 원활한 편이다. 그러나 주수원공에서 관개지구까지의 거리가 너무 멀고 간선수로가 흙수로이기 때문에 용수손실에 의한 물부족 현상이 심각한 것으로 보이며, 따라서 북한에서 두 번째로 큰 규모인 성천강 취입보에서 함흥평야에 이르는 간선수로를 구조물화하여 용수손실을 줄이는 것이 바람직하다. 성천강유역은 총 지하수자원이 17,530만톤으로 지하수가 풍부한 대표적 유역이다. 상류지역에는 균열수가 많고 하류에는 제4기 충수가 많은바 상류인 신흥군 일대에는 성천강유역 총 지하수 자원의 64%가 분포되어 있고 하류인 함흥평야 지역의 지하수층 두께는 50m나 된다. 지하수를 개발하여 농업용수로 활용하는 것이 바람직하다.

안변남대천은 유역면적의 5분의 1인 17천ha가 경지이며 저수용적 1,361ha·m, 관개면적 1,330ha의 부천저수지를 비롯한 24개 저수지를 중심으로 하는 관개체제로 구성되어 있다. 부천저수지는 안2저수지와 연계되어 있는바 수로 총 연장이 120km로 너무 길어 용수공급 효율의 저하 등이 우려되므로 이에 대한 검토가 필요하다.

3. 경지정리 방안

북한에서는 농경지를 협동화함에 따라 “봉건적 토지소유의 흔적”이라면서 과거 개인소유였을 때 분산된 폐기밭을 정리하고 불필요한 논두렁, 밭둑, 돌각담, 물웅덩이를 없애고,

철길·도로·수로변을 정비하는 한편 포전정리를 통하여 규격포전을 만들기 위하여 이른바 토지정리(남한의 경지정리에 해당) 사업을 전개하였다. 1969년 2월 전국농업일군 대회에서 토지정리시범지구를 지정하도록 결정한 후 청산협동농장(남포시 강서구역), 만경대협동농장(평양 만경대구역), 아현 협동농장(평양 사동구역), 3월3일 농장(평안남도 온천군, 간척지구), 운하협동농장(평안북도 운전군), 미곡 협동조합(황해북도 사리원시), 봉대 협동농장(함경남도 함주군) 등에서 시범사업으로 추진하였지만 토지정리 실적에 대해서는 정확한 통계자료 발표가 없다.

표 6-11 동해안중부 주요유역 농업용수 해결방안

유역명	논면적(ha)	농업용수 해결방안
남대천(단천)	1,800	- 양수장 및 보시설의 보강 및 기능향상
남대천(북청)	1,600	- 양수장 및 보시설의 보강 및 기능향상
성천강	5,200	- 성천강취입보-함흥평야간 간선수로 구조물화 - 양수장 보강 및 기능향상 - 지하수 개발 (함흥평야, 신흥군 일대)
금야강	6,400	- 용원보-금야평야간 간선수로 구조물화 - 작부체계 개편 - 지하수개발(하류)
남대천(안변)	5,400	- 부천저수지·안2저수지 연계체계 효율 검토 - 하류 지하수 개발

최근 북한은 “토지정리사업이 사회주의 국가의 성격을 살리는 중요한 사업”이라고 규정하고 농업생산을 증대시킨다는 목적으로 1년에 1개 도에 대한 토지정리사업을 추진하고 있다.

가. 현행 경지정리사업의 문제점

북한의 경지정리사업에 있어서 가장 큰 문제점은 사유재산을 인정하지 않고 있는 북한의 특수성에 의해 발생하는 토지정리사업에 대한 관계기관과 주민들의 책임의식 결여를 들 수 있다. 따라서 계획초기단계부터 충분한 검토와 체계적인 계획에 의해 추진되어야 함

에도 그러하지 못하고 획일적으로 추진되어 많은 문제점을 야기 시키는 것으로 판단된다. 북한의 토지정리사업에 있어서 주요 분야별 문제점은 다음과 같다.

1) 구획

경지정리 계획에서 포장의 구획은 농구(農區), 포구(圃區), 경구(耕區)등인데 구획정리의 기준이 되는 경구의 형상과 크기의 결정은 ①작업기계의 작업능률 등의 기술조건 ②지형 경사와 토양 등의 입지조건 ③지내력강화를 포함한 용배수 조직 등의 수리조건을 검토하고 이 조건을 검토한 결과 얻어지는 크기와 형상이 적당하다고 판단되더라도 사회경제적 조건 즉 경영규모, 집단화가가능성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

그러나 북한은 지형상 남한보다 산악지대가 많고 따라서 평야지의 평균경사도 남한보다 급하여 사업지구의 경사도가 남한에 비해 심함에도 이러한 지형을 고려치 않고 사업지구 내의 장변과 단변을 일률적으로 계획하고 있어 필지와 필지의 높이(논바닥 높이)차가 커지고 있다. 또한 영농의 형태 즉 농지이용현황을 고려하지 않고 구획의 크기를 정하여 사용 장비의 적용의 어려움으로 영농효율이 저하되어 어려움을 겪고 있는 것으로 판단된다.

표 6-12 남북한 경지구획 규모비교

구 분	정 의	길 이(m)	폭(m)	비 고
논판 (북한)	논두렁, 용배수지거,농도(경작도로)로 에어 쌓인 경작상 최소단위	기 준 100 (60~150)	평지100,80,60,40 중간지 50,40,30,20 비탈지25,20,15,10	
경구 (남한)	논두렁으로 둘러막은 논필지의 한부분, 논물관리와 기계화 영농의 단위	100	60-100	
필지 (북한)	논판을 한줄로 연결한 포전 일부분, 고정논두렁과 수로로 에어 쌓임	기 준 500 (200~700)	기 준 : 100 (논판 길이와 같음)	평지100~50 중간지50~25 비탈지25~10
포구 (남한)	보통 10~15개 경구로 구성단위	300~600	100	
포전 (북한)	논지대의 한부분, 논농사의 기본단위, 농로, 간지선 및 하천으로 에어 쌓임	기 준 500 (200~750)	기 준 : 500 (필지길이와 같음)	
농구 (남한)	농로로 에어 쌓인 장방향의 구획, 배수지거 양쪽 2포구를 합하여 구성	포구폭×2+ 배수지거폭	농구길이와 같음	

자료: (북한) 농업출판사 1994 토양사전, (남한) 농업기반공사, 2000, 농업생산기반정비사업 조사설계실 무요령

경지정리 사업지구내 경사도가 급한 경우 특히 1/50이상인 경우 단변의 길이를 길게 했을 경우 공학적인 측면에서는 이동 토량이 많아져 공사비가 증가하는 것도 문제이지만 윗논과 논바닥차가 커져서 사면 유지가 어렵다.

또한 경사가 급한곳에서는 도로면과 답면의 차이가 커져 문제가 된다. 경사가 급하고 도로와 접한 변(대부분 단변)이 길면 길수록 논바닥면이 도로면과 많은 차이가 지는 부분이 생긴다. 이때 노면과의 차이가 1.0m이상 생기면 농기계 작업에 많은 불편이 따르게 된다.

그 외 용수절약과 용수로 부지면적을 줄이기 위해 토지정리지구에는 용배수 겸용수로로 되어 있는 지역이 많아 물관리에 어려움이 많은 것으로 판단된다.

2) 농도

남한의 경지정리지구의 경지내 농도는 간선농도, 지선농도, 경작도로, 구분한다. 경작도의 폭은 주행하는 차량의 종류, 사용빈도, 건설비, 유지관리비, 장래의 확장가능성을 고려하여 경제적으로 결정한다. 일반적으로 주요차량, 농기계의 크기를 검토하여 이에 따라 폭을 결정하고 있다. 경작도의 폭은 남한의 경우 일반적으로 간선 7m, 지선 6m, 경작도 4m가 대부분이며 포장폭은 대부분 3m로 되어 있다. 노면의 높이는 선형, 토공, 농도의 기능등을 고려하여 결정하되 농도의 보전면에서 높은 편이 좋다고 권하고 있는 반면, 농기계의 출입을 고려할 때 노면의 높이는 지선의 경우 답면보다 0.4m이상 경작도는 0.3m이상을 권하고 있다.

그러나 북한은 경지 정리후 경작도의 포장폭이 농기계가 노면에 정차해 작업을 하고 있을시 다른 농기계가 통과 할 수 없이 좁고 또한 경작도의 노면과 논바닥면과의 차이가 커서 경작도에서 경지까지 농기계 진입이 어려운 것은 물론 기계 작업시 농자재 묘판 등을 농로에서 부터 작업중인 농기계에 적재가 어렵다.

또한 이렇게 노면이 높아져 논바닥과 차이가 커지면 ①농기계의 진입이 어려워 별도 진입로를 설치하여야 하며, 진입로가 있는 경우도 대부분 경사가 급하여 트랙타가 곡물 등을 싣고 도로로 진입이 어려우며 포장으로의 진입시에도 연결고리가 부러지는 등 문제가 되고 있다. ②농기계가 논에서 작업을 할 때 각종 농자재, 묘판 등 도로에서 작업기에 적재

하여야 하나 이때 노면과 논바닥의 차가 1.0~1.5m이상일 경우 추가 적재 인부가 투입되어야 하며 작업조건도 1:1.0 정도의 급경사면에서 작업이 극히 어렵다. ③경작도로가 높으면 농기계가 포장내에서 회전시 농도를 오르내리며 회전할 수 없어 작업이 되지 않는 공간이 많이 생기는 문제점도 발생한다.

3) 시공

북한의 토지정리사업도 여타 기반정비사업과 마찬가지로 공사기간을 충분히 잡아야 함에도 불구하고 공사를 도별로 인력을 차출하거나 군인들을 동원하여 “전투”의 차원에서 단기간에 경쟁적으로 추진하고 있다. 따라서 충분한 공사기간을 갖지 못하고 사업을 시행한 사례가 많아 품질관리에 어려움이 많다. 시공품질에 아랑곳없이 당의 목표에 따라 단기간에 공사를 완료하여야 하는 정치 및 사회적 여건과 기후조건상 기온이 빙점 이하인 시기가 길어 시공조건이 불리하다.

그 외 경제난으로 적정기준의 자재 및 부품의 조달이 어렵다. 또한 대부분이 토공으로 설치되어있는 용배수로의 유지관리를 위한 준설, 보수 등에 필요한 재원확보가 어렵고 대부분의 농로는 지구내의 흙을 쌓아 설치함으로써 비가 오면 며칠동안 장비의 통행이 불가능한 곳이 많아 영농에 어려움이 많은 것으로 판단된다.

나. 향후 경지정리방향

경지정리는 지역개발의 일환으로서 농업생산 및 농촌환경의 주된 구성요소인 포장조건을 종합적으로 정비함으로써 농업생산성의 향상을 도모함과 동시에 농촌환경의 보전에 기여하는 것으로 대상지역이 장래 예측되는 영농의 형태에 적합하고 토지 및 노동생산성이 높고 효율적이며 합리적인 영농을 할 수 있도록 하여야 하고 북한농촌의 환경조건(생산환경 및 생활환경) 정비의 일환으로서 농촌환경의 형성보전에 기여하여야 할 것이다. 또한 대상지역의 지형 등의 조건, 토양조건, 영농조건, 사회·경제적 조건을 고려하여 계획을 수립해야 한다. 북한토지정리의 주요 분야별 개선방안은 다음과 같다.

1) 사업구역 결정

경지정리 구역결정은 그 지역의 개발구상 및 주변지역과의 관련성을 고려하여 종합적으로 검토하고 결정해야 하며 지형, 지물 및 시설 등을 이용한 경계를 설정하여 도로, 용배수로 계통의 혼란이 없도록 하고 경작지 분포상황을 검토하고 지형, 지물(산, 하천, 도로, 철도 등)등의 토지조건, 행정경계, 용·배수로 계통 및 도로계통, 주민 및 행정단위의 의견, 경지집단화 용이성, 기왕의 정비상황 등을 고려하여 구역을 결정하여야 할 것이다.

사업지구 설정시 이러한 사항들에 대하여 종합적인 검토가 이루어지지 않으면 인접지역과의 유기적인 관련성이 결여되어 도로 및 수로 등의 접속에 예기치 못한 사태가 발생할 수 있다. 따라서 사업지구의 경계를 결정하는데 있어서는 지역의 장래구상과 관련성을 고려하여 위의 각종 요인들에 대해서 주변지역과의 관련성을 충분히 검토 조정한 다음 지구의 경계를 결정해야 한다.

특히 넓은 지역의 일부에 대하여 경지정리를 시행할 경우에는 지역전체의 장래 개발 기본구상과의 조정을 통하여 대상지구를 결정하는 것이 중요하다. 조정을 필요로 하는 주요인으로는 용수계획(반복용수를 포함한 수원 및 용수배분계획), 기간용·배수시설, 도로배치, 기간영농시설의 배치 및 영농단지 등이 있다. 따라서 넓은 지역에 대한 경지정리사업을 시행하는데 있어서는 지역전체를 대상으로 기본계획을 수립하고 이 계획에 의해서 적정한 규모의 지구로 분할하여 시행하도록 하는 것이 바람직하다.

지구를 분할하여 연차적으로 시행하는 경우에는 사업비의 재원확보 등을 고려하여 적절한 규모로 분할하게 되지만 위와 같이 지형, 지물 및 시설 등을 이용한 경계를 설정 하므로 도로나 용·배수로 계통의 혼란이 없도록 하여야한다.

2) 구획계획

구획은 경지정리에 있어서 가장 기본이 되는 요소로 구획의 형상, 크기, 용배수로 및 농도의 배치 등을 고려하여 결정한다. 포장의 구획은 경구, 폭 및 농구로 구분이 되나 그 형상과 크기는 각각의 유기적인 관련을 가지도록 하여야 한다.

경구의 형상은 장방형을 원칙으로 하나 경사진 곳에서는 절선 또는 곡선 구획으로 하는 것을 검토 할 수 있으며 면적 결정에 있어서 도입기계의 작업능률 등의 조건, 지형경사와 토양 등의 입지조건과 지내력 강화를 포함한 용배수 조작 등의 수리 조건을 검토해야 한다. 여기서 도입기계의 능률 등 기술조건은 주로 구획의 최소한계를 규제하는 요인이고 지내력 강화를 포함한 용배수로 조작등의 수리조건은 장변의 최대한도를 제한하는 요소이다. 그리고 지형경사와 토양 등 입지조건은 단변의 최대한도를 제한하는 요소이다. 그 외 사회경제적 제 조건 등을 검토하여 결정하여야 한다.

용배수로, 농도 및 구획의 배치는 이들이 서로 밀접하게 관련되어 있기 때문에 종합적인 검토가 필요하지만 우선 지구 및 그 주변 자연조건(지형, 기울기 등) 용배수계통, 도로망을 감안하여 골격이 되는 지구내의 용배수로 및 농도를 배치하고 다음에 포구 및 경구를 결정하는 세부계획에 들어가도록 하고 이때 다음 사항을 유의하여 결정하여야 한다.

- 부락에서 경구까지의 통행이 편리할 것.
- 각 경구 또는 각 포구마다 기계진입이 가능하고 독립된 용배수 조작이 가능할 것.
- 용수절약과 유지관리가 용이하도록 함.
- 용배수 완전분리 원칙이 가능하도록 간지선용배수로로 배치할 것
- 원칙적으로 농도는 간지선 용배수로 및 용수지거에 곁하도록 배치할 것
- 구획은 용배수로 및 농도와 관계가 있어서 우선 포구의 형상 및 배치를 결정할 것.
- 공사비가 절약되고 시공이 용이하도록 할 것.

또한 구획의 정지작업시 하층토에 자갈이 함유되어 있거나, 유기질 과소 등 작토와 전혀 다른 토양으로 비배관리를 위하여 작토와 동일하게 할 수 없는 경우, 정지후 유효토층이 30cm이하가 되는 경우, 하층토의 투수성이 불량하여 경지정리 후 토층의 투수계수가 극히 나빠질 경우, 답리작 또는 전답순환을 위해 현재의 작토특성이나 비옥도를 유지할 필요가 있을 때는 객토를 해 주든가 또는 표토를 양질의 적정한 토양으로 복토하도록 해야 한다.

3) 용·배수계획

가) 용수계획

용수계획은 지구의 현황에서 필요한 수량 및 수질을 명확하게 한 다음 지구의 면적규모, 포장조건, 품종의 선정, 재배방식, 배수계통, 시설형태, 물관리방식 등의 용수량의 변동요인을 종합적으로 검토해서 예상되는 용수량을 충족시키고 또한 시설계획과 합치도록 해야 한다. 따라서 용수계획은 이와 같은 개념을 기본으로 하여 사업시행에 있어서 확보해야 할 용수량을 명확하게 합과 동시에 지역에서 발생하는 용수량의 변화에 대해서도 일정한 대응책을 강구 할 수 있는 계획이 되도록 그 변동범위를 예상하여야 한다.

용수계획의 기초가 되는 포장단위용수량은 영농에서 비롯되는 재배방식, 용수의 이용관리방식 또는 지형, 토양, 토질, 지하수위 등 포장조건의 변화 및 기상조건, 수온, 수질 등의 변화에 따라 그 값이 변동한다. 또 논관개를 주로 하는 농업용수량은 논관개용수량의 변화에 영향을 받음과 동시에 수원에서 포장수로에 이르는 시설의 형태, 기능, 용수 및 토지이용 등의 변화에 따라 달라진다.

수원계획에 있어서는 저수시설을 계획하는 경우에는 이 시설의 저류기능에 의한 물이용의 탄력화와 효율화를 도모함으로써 이와 같은 용수량의 변화에 대응할 수 있는 가능성도 넓어지므로 이것을 바탕으로 용수계획을 검토하는 것이 중요하다.

또한 용수계획은 지역에 있어서 농업용수의 다면적 기능의 활용도를 포함함과 동시에 지구조건을 고려한 내용으로 하여야 할 것이다. 특히 용수이용의 기초가 되는 지역의 용배수 관행을 감안할 필요가 있다. 이점에서 용수 반복이용의 유무는 용수계획에 매우 큰 영향을 주므로 충분한 검토를 하여야 할 것이다.

용수로는 원칙적으로 배수로와 완전 분리한다. 용수지거는 구획의 단면에 연하도록 배치(등고선에 직각방향)하고 지선용수로는 간선과 용수지거가 잘 연결되도록 한다. 또한 가급적 수로단면을 적게 하여 경제적인 단면으로 하고 종단계획시는 용수지거-용수지선 순으로 하되 말단부터 계획하여야 한다.

용수지거는 가급적 길지 않고 상하류 동일단면으로 하고 계획 정지표고에서 0.2m 이상

수위가 유지되도록 계획한다. 지반에 자갈이나 모래의 노출로 인해 누수가 우려되는 구간은 콘크리트개가나 Lining 등의 대책을 강구한다. 종단 구배가 급한 구간은 낙차공 또는 급류공으로 구조물계획을 수립하도록 한다.

나) 배수계획

배수계획은 지표수배제와 토양수 및 지하수배제의 면에서 검토하고 원칙적으로 지구내 담수를 남기지 않도록 하여야 하며 포장에 있어서 홍수시의 계획배수량은 말단포장에 있어서 원칙적으로 비단작의 경우 일우량의 일배제에 의하여야 한다. 또한 저평지의 하류부는 갑문이나 배수기의 설치가 필요한 경우에는 허용담수를 감안해서 얻은 배수량을 적용토록 하여야 한다.

또한 가급적 자연배제가 되도록 계획한다. 또한 외수위 영향으로 자연배제가 불가능한 때는 역수문 시설이나 배수장 시설을 하여 홍수량을 배제토록 한다. 단, 허용담수심 0.3m 이상 수위가 24시간 이내에 배제가능하고 관수시간은 될 수 있는 한 발생하지 않도록 계획하여야 할 것이다.

배수로의 형식은 개수로로 원칙으로 한다. 단면은 지하수위의 고저에 의해 지하수위가 항상 낮은 경우 지표수의 최대배수량이 충분히 통과할수 있는 단면으로 하고 지하수위가 높은 경우 지하배수도 고려한 단면으로 하는 것이 좋다. 호안(湖岸)이 필요한 경우 호안의 높이는 원칙적으로 1-2년에 1번 발생하는 홍수위까지 하며 배수지거의 길이는 용수지거와 같은 연장을 원칙으로 하고 단면은 상하 동일단면으로 하여야 한다.

배수로의 구조는 깊은 배수로에서 사면이 붕괴하기 쉬운 토질인 경우, 유속이 빨라 침식되기 쉬운 경우, 수로 수위의 조절 등으로 수위의 변동이 빈번하게 일어나는 경우에는 호안(포장)이 필요하다. 호안을 하는 경우에는 지하배수기능을 중시하고 호안면은 투과성이 있는 구조로 해야한다.

4) 농도

경지내 농도는 경지에서의 통작, 영농자재의 반입, 농산물반출 등 농작업과 밀접한 관계

를 지니고 이용된다. 경지내 농도를 정비함으로써 이들의 작업능률을 높일수 있으나 보다 종합적이고 효과적으로 작업효율을 높이기 위해서는 경지의 구획형질의 변경, 용·배수로 정비 등의 사업과 함께 하는 것이 바람직하다.

경지내 농도는 일반적으로 먼저 지구 및 그 주변지역의 자연조건, 기존도로의 위치 등을 고려하여 골격이 되는 간선농도의 배치부터 실시한다. 다음에 경지의 구획형상, 용·배수로의 배치, 농업기계의 사용상황, 경지면적 등을 고려하여 지선농도 및 경작도를 배치한다.

농도의 배치는 수의구간의 자연조건, 규모, 형상 및 기존도로의 배치, 구조, 교통상황, 이용가능성, 밀도, 농업용시설의 배치 등에 대해서 종합적으로 검토하여, 생산자재, 농산물 등의 운반유통체계로부터 해당 농도의 필요성, 타당성, 이용형태를 명확히 하여 가장 효율적인 배척 되도록 한다.

경지내 농도의 배치에 있어서 이용도, 공사비, 안전성, 유지관리 등을 유의해야 할 것이다.

이 밖에 농도의 배치시에는 다음사항을 고려해야 한다.

우선 기존도로의 폭을 단순히 확장하는 것이 아니고 지역의 효율적인 농도망에 기여할 수 있도록 배치한다.다음으로 농도는 일반적으로 다각적인 기능을 가지는 것으로 이들 기능이 충분히 발휘 될 수 있도록 한다. 또한 주변의 노선상황 및 경지의 배치, 구획형상에 알맞도록 배치한다. 그리고 경제적이고 안전한 노선이 되도록 해야 하며, 농가의향이 충분히 반영되어야 한다.

농도의 유효폭은 계획된 농기계(자동차 포함)가 안전하게 통행할 수 있게 결정해야 하며 농도의 폭은 유효폭에 양측의 로면 머리폭과 기타 필요한 여유폭을 합하여설치 해야한다. 지선농도는 콤바인의 주행을 고려하여 통상 5-6m 정도로 하고 경작도는 일반적으로 4.0m 정도로 합이 적절할 것이다.

5) 시공

시공계획에 입각한 공정관리를 철저히 하여 정해진 공기내에 시설물을 소정의 위치에 완성하도록 하고 공사완료후 영농에 문제가 발생하지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다.

시공할 때 일반적으로 개선되어야 할 사항을 설명하면 다음과 같다.

우선 지구의 배수를 촉진시켜 작업조건을 원활히 하기 위하여 배수로의 시공 또는 가배수구가 필요할 때는 배수로의 굴착을 선행해야 한다. 또한 간선배수로를 신설하는 경우는 굴착토량이 많고 잔토처리가 다른 곳에 영향을 주며, 호안재료를 둘 곳도 필요하게 되어, 수로가 완성될때까지는 구획정리를 할 수 없어 공사전체의 공기를 지배하게 되므로 배수로의 굴착을 선행해야 한다.

또한 지구 밖의 유입수를 처리하기 위한 가배수로는 물론, 지구내의 강수를 조기에 배제하여 시공조건을 가급적 양호하게 하기 위하여 포장배수를 잘 되게 해야 한다.

간선배수로의 굴착, 표토처리, 흙깎기와 쌓기, 도로기반성토, 땅고르기 등의 작업은 다른 공종에 선행하는 공종이므로, 지구전체가 효율적으로 진척할 수 있는 시공계획을 수립하여야 한다.

인접구역과의 사회·경제적 관련이 깊은 지구내 간선도로는 공사의 실시면에서 재료의 운반이나 작업기계의 통로가 되므로 필요한 노선을 확보함과 동시에 계획도로중 공사상 필요한 노선은 선행해서 시공해야 한다.

자재의 확보는 계절적으로 사업량이 집중하고 또 자재의 반입도 현장조건이 불량한 위치가 많으므로 필요수량의 확보 및 적기에 반입할 수 있도록 세심한 계획을 수립해야 한다.

4. 간척사업 방안

가. 30만ha 간척목표의 현실적 실현가능성

북한이 30만ha의 간척가능지 전부를 개발하려는 목표는 현실적으로 무리가 있어 보인다. 화란에서는 개발면적 22만5천ha의 유다지사업지구를 1667년도에 처음으로 구상하여 1893년도에 현실적인 사업계획을 확정하고 1929년부터 1932년도에 방조제를 완성하였으나 단계적인 내부개발계획으로 인하여 아직도 일부지구는 개발계획을 늦추고 있는 실정이다. 일본의 경우는 전후 식량자급을 위하여 국가적사업으로 추진하였음에도 불구하고 1993년 현재 구역면적 5만1천ha, 조성면적으로는 4만3천ha를 개발하는데 그쳤다.

우리나라는 1910년부터 해방 전까지 178개 지구에서 4만 정보를 개발하였으며, 1946년부터 1994년까지 정부와 민간이 시행한 부분을 합쳐 1,617개 지구에서 총 6만2천ha를 개발하였다. 특히 1970년도부터 외국차관을 도입하여 대단위농업종합개발사업의 일환으로 남양, 아산, 삼교천, 영산강II, 시화, 영산강III, 홍보지구 등 대단위 간척사업이 추진되었다. 1975-1976년 사이에 정부는 서남해안 간척농지개발사업을 적극추진하기 위한 간척부존자원조사를 시행하여 59개 지구에서 매립면적 635천ha, 개발면적 476천ha, 개답면적 402천ha를 간척가능자원으로 발표하였다. 이를 토대로 하여 40만ha의 간척지개발계획을 수립하였으나 2000년도 농촌정비사업 중장기 발전계획의 간척농지개발계획은 그 대상면적을 157천ha로 축소 조정하였으며, 공사중인 지구를 제외한 2001년 이후의 개발예정면적을 21천ha로 줄이게 되었다. 그 이유는 그 동안의 사업성과에도 불구하고 담수호의 수질오염이 사회문제로 대두되고 있기 때문이다. 위에서 논한 간척사업 선진국이라 할 수 있는 3개국의 예에서 보는 바와 같이 북한이 수립한 『30만 정보의 간척지개간』 사업계획은 실현 가능한 방향으로 수정되어야 할 것으로 판단된다.

인공위성화상자료의 분석에 의하면 북한에서 완공되었거나 미완공간척지로 보이는 간척지구들은 시공여건이 양호한 지구들이었다. 그러나 새롭게 계획된 예정지구들은 규모가 클 뿐만 아니라 규모가 큰 강과 하구에서 멀리 위치하고있기 때문에 용수원확보가 어렵고, 방조제예정선이 깊은 바다 쪽으로 계획되어 심해간척기술이 필요하다. 특히 이들 지구의 대부분이 해면에서 직각으로 계획된 폴더형이거나 도서를 잇는 방조제의 길이가 장대하여 공사재료를 육상운반보다 해상에서 조달해야 하기 때문에 해사나 뱃혹성토에 의한 방조제의 시공과 유지관리에 관한 기술적인 검토가 요구된다.

나. 북한 간척기술의 문제점

북한의 간척지구 용수원계획은 상류신규 소규모 저류지이용, 상류기존 저수지이용, 담수 호이용, 지구내 저류지이용 등 4가지 유형이 있다.

인공위성화상자료를 통하여 분석한 결과 지구 중 간척지구의 상류에 소규모 저류지를 개발하여 용수공급을 계획한 지구로는 주로 해만을 체절하는 지구인 대동만, 웅진, 강령,

청수, 해남도지구가 있고, 상류기존 저수지를 이용하는 지구로는 용매도지구가 있으며, 하구 또는 담수호를 이용하는 지구로는 서해갭문 담수호를 이용하는 남포, 금성지구와 5.18 담수호를 이용하는 반이지구 등이 있다. 그리고 지구 내에 건설하는 저류지를 통하여 용수를 공급하는 지구로는 서호, 대계도, 수운, 가도, 신미도, 정주, 청천강, 평원, 평원, 증산, 온천, 귀성지구 등 비교적 규모가 큰 지구들인 것으로 추정된다. 특히 이들 지구는 압록강 하류에서 청천강하류에 위치하거나 해안선이 단조로운 지역에 위치하여 용수원에서 멀다는 단점이 있다.

남한에서는 대부분의 간척지구가 하구담수호에서 양수하여 농업용수를 공급하고 있다. 다만 대호와 석문지구는 자체 유역이 작기 때문에 삼교호에서 양수하여 긴 용수로로 통하여 물을 공급받는 양수체계를 가지고 있다. 남한에서는 지형적으로 낮은 곳에 위치한 간척지와 인접된 배후지의 관개개선을 위하여 양수공급체계(Pumping Irrigation system)를 채용하고 있는 반면 북한에서는 가능한 한 자연유하식 용수공급체계(Gravity Irrigation System)를 선호하고 있다. 이는 최근들어 기존에 개발된 육지부의 대규모 관개지구 관개시스템을 양수관개로부터 상류 댐에서 물길을 건설하는 물길체계로 바꾸려는 계획과 맥을 같이 하고 있다.

방조제의 설계기준이나 형식, 배수갭문의 형식은 남한과 큰 차이가 없는 것으로 보인다. 그러나 시공방법에 있어서는 남한에서는 기계화 시공이 전제가 되며 주로 산흙과 석재는 대형 덤프트럭을 이용하여 운반하고, 성토부의 성토재료를 해사나 갯펄을 이용할 경우에는 준설선을 이용하는 반면 북한에서는 대형덤프트럭 대신에 선박을 주로 이용하며 현장인부도 거의 군인을 동원하는 것으로 알려져 있다.

다. 향후 간척사업의 추진방향

일본의 중해간척지구는 계획과 초중기 공사단계까지는 식량자급자족이란 대 명제를 이 해하는 국민적 공감대가 형성되어 있었기 때문에 큰 문제가 없었다. 그러나 시간이 경과함에 따라 사회 경제적 변화와 더불어 환경보전을 요구하는 목소리가 커지면서 완공단계에서는 담수호의 수질문제가 전국적인 사회문제로 대두 되어 결국은 담수호의 관리가 전면

중단된 상태이다. 그후 계속추진중인 아사하야만간척사업에서도 계속된 환경단체와의 논쟁이 계속되고 있다.

우리나라에서도 시화지구와 새만금지구 간척사업을 통하여 개발과 환경보전이 조화롭게 추진되어야 한다는 교훈과 함께 이를 위해서는 지금까지 경험한 간척농지 단위면적당 사업비의 2-3배이상 더 필요하다는 사실을 알았다. 이러한 경험을 토대로 하여 앞으로의 간척사업은 환경친화적으로 수행하고 국민이 납득할 수 있는 바람직한 국토종합개발차원에서 이루어져야 한다는 국민적 공감대가 형성되기 시작했다.

간척사업에서의 환경친화적 개발이란 공사중의 환경오염방지대책, 자연친화적이며 자연환경복원을 고려한 구조물, 담수호의 수질관리, 그리고 환경과 자연생태계를 고려한 내부간척지의 개발로 요약할 수 있다.

환경오염방지대책으로는 공사현장에서의 오탁방지시설, 석재 성토재료의 채취 및 운반과정에서의 먼지와 소음방지 등이며, 자연친화적이며 환경복원을 고려한 구조물은 해조류를 고려한 부댐의 건설, 방조제에서 바라보는 생태공원, 어도, 레저활동을 고려한 통선문, 콘크리트구조를 대체할 수 있는 자연친화적 설계 등을 생각할 수 있다.

담수호의 수질관리대책으로는 계획단계부터 유역의 크기와 담수호의 규모를 적의 결정하여야함은 물론 저층배수시설, 제염암거, 별도의 갈수기 수로, 유역변경수로 등을 계획하고, 내부간척계획에서도 오수정화를 위한 갈대, 물옥잠 등을 재배하는 인공호수, 화학비료나 농약저투입농업 등 환경보전농법을 시행해야한다. 특히 중요한 부분은 상류유역에 환경기초시설을 완비하여 공장폐수, 생활오수, 축산폐수 등이 호수에 유입되는 것을 방지해야한다. 더불어 철새도래지와 소생물권(Biotope)을 고려하여 습지나 간척생태공원을 마련하여 온 국민에게 개방함으로써 간척사업이 환경과 조화를 이루는 현장을 인식시켜야 한다.

북한의 간척계획에 이러한 환경친화적 개발요소들을 주문하기에는 북한은 아직 경제적 여력이 없다고 본다. 북한은 서해갯문 담수호를 제외한다면 아직 환경오염이 심각하지 않을 것으로 추측된다. 대동강을 따라 건설한 서해배수갯문, 미림, 봉화, 성천, 순천갯문에 어도를 설치하고 있는지 확인되지 않고 있다. 그러나 북한도 자연환경과 생태계를 고려하는 환경친화적 개발계획을 세워야 할 것이다. 또 간척사업은 외곽방조제 완성 후에도 장기간

이 소요되기 때문에 간사지 내지구 개발단계에서도 환경보전과 관련한 토지이용계획을 수립하는 것이 필요하다고 판단된다.

5. 수리시설의 효율적 관리방안

수리시설물의 관리는 각종 시설의 실태를 정확하게 파악하여 보수함으로서 노후나 파손을 방지하고 그 시설의 수명을 최대한으로 연장하여 시설본연의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 하는 기술적 처리와 사무적인 관리를 말하는 것이며 시설물의 변경, 개량, 폐합까지를 포함한다.

북한은 경제난으로 수리시설물의 유지관리 및 보수가 제대로 되지 않아 급수과정에서 용수의 손실이 많고 적기에 포장까지 용수가 도달하지 않아 용수체계상에 문제점이 발생하는 것으로 판단된다.

한편 수리시설물의 내구년한은 남한에 비해 상당히 짧은 것으로 판단된다. 이는 북한이 시설물의 시공과정에서 적절한 품질 관리를 할 수 없었던 것으로 추측된다. 왜냐하면 시설물은 시공과정에서 충분한 공사기간이 필요하지만 충분한 공사기간을 갖지 못하고 시행한 사례가 상당히 많다. 공사규모나 적절한 공기에 아랑곳없이 당의 목표에 따라 단기간에 공사를 완료하여야 하므로 형체는 갖추어졌지만 적절한 품질 관리를 할 수 없어 수리시설물이 내구년한까지 제 기능을 발휘 할 수 없었던 것으로 추측된다.

또한 남한에 비해 산지가 많은 북한에는 지형을 극복하기 위한 수로터널, 수로교, 잠관 등 용배수구조물 구간이 비교적 많으며 기온이 빙점 이하인 시기가 길어 시공조건과 기후조건이 불리하다. 따라서 공사기간을 충분히 잡아야 함에도 불구하고 공사를 도별로 인력을 차출하거나 군인들을 동원하여 "전투"의 차원에서 단기간에 경쟁적으로 추진하였으며, 특히 2천리물길의 경우 '89년에 착공하여 7~8개월만에 완성하였다고 하며 이러한 여건하에서 부실 시공의 여지가 많았다는 것을 쉽게 추측 할 수 있다.

그 외 산림의 황폐로 인한 토사유입으로 용배수시설의 매몰이 빈번하여 수리시설이 제 기능을 발휘하지 못하는 사례가 많다.

이러한 수리시설물의 기능들이 충분히 발휘되고 이용될 수 있도록 관리하기 위해서는

설계지침 및 시공시방서 규정을 강화하여 품질관리에 철저를 기함은 물론 시설물 각 공종에 대한 현지점검을 강화하고 불량시설물에 대해서는 내구년한을 늘 일수 있도록 적기에 개보수 사업이 시행되어야 할 것이다.

또한 현지점검 및 관리를 위한 시설물 관리담당자를 선정하여 시설물관리에 대한 책임감을 부여하고 시설물 관리지침서를 작성하여 효과적인 관리가 되도록 하여야 할 것이다. 그 외 관리담당에 대한 교육을 수시로 시행하여 관리담당자의 숙련도를 고양하고 이 분야에 대한 연구도 병행하여 새로운 관리 및 개보수 기술을 개발하여야 할 것이다.

가. 공종별 유지관리방안

수리시설물의 합리적이고 효율적 유지관리를 위해서는 우선 수원공 및 용수로구조물에 대하여 다음과 같은 사항에 대하여 중점을 두어 현지점검을 실시하고 시설물의 기능이 개선 될 수 있도록 관리하여야 할 것이다.

용수원 시설로는 저수지, 양수장, 취입보, 관정 등이 있으며 송·급수시설은 용수로, 송수관로, 저수조, 급수관로, 분수공을 들 수 있다. 또한 배수시설로서는 배수로, 배수암거, 농로는 진입로, 경작도로 등이 있으며 그 외 기타부대시설로 구성되어 있다.

1) 저수지

저수지는 유역의 임상상태 및 관리소홀에 따른 토사 퇴적으로 유효저수량이 감소하지 않도록 해야 한다. 관리시설의 작동 가능 여부 및 필요시설을 정기적으로 점검해야 하며 기능장애실태, 누수상태, 관리상태에 따른 시설 노후화를 방지해야 한다. 각종 철재시설물의 방청관리에 주의를 돌려야 하며 취수탑 시설이 상시작동 가능토록 점검 및 보수를 철저히 해야 한다. 노후된 저수지의 시설물에 대해서는 정밀안전진단을 실시하고 개보수작업을 실시해야 한다.

2) 양·배수장

양수장 관리에서는 유입부의 하상 변동상황과 기능장애 실태파악이 중요하며 필요시에

는 준설을 시행한다. 제진시설의 필요성 여부를 판단하여 설치하도록 하며 원활히 작동하도록 유지관리를 잘해야 한다, 또한 노후된 양수기 부품확보 및 교체를 제때에 실시하며 정전으로 양수에 지장을 초래하지 않도록 하며 시설피해를 입지 않도록 해하고 무리한 무리한 가동을 줄여야 한다.

3) 취입보

취수문 및 배사문의 작동실태를 파악하고 그에 따른 개보수를 시행하며, 유사에 의한 토사 매몰이 발생하지 않도록 하며 기능장애 실태 및 원인을 제때에 파악해야 한다.

4) 용배수로

토사 퇴적으로 인해 통수능력이 감소하지 않도록 해야 하며 흙수로에 수초가 번성하여 통수에 지장을 초래하지 않도록 제초작업을 실시해야 한다. 수로 곡선부 구간에서는 수로 사면의 세굴방지공을 설치하도록 한다.

최근의 북한발행 정기간행물 농업수리화 2001년 제6호(2001.12, 농업출판사)에서는 용배수로의 누수방지 방안을 다음과 같이 소개하고 있다.

□ 물길(수로)에서 물스밈(누수) 손실을 막으면 물을 절약할 뿐 아니라 물온도가 높아 저농작물생육에 유리한 조건을 마련 할 수 있다. 관개물길에서 물스밈 손실은 여러 가지 방법으로 막을 수 있다.

□ 물길다지기: 물길다짐방법은 물길바닥과 안쪽경사면을 잘 다져 틈(공극)을 매움으로써 새는 물을 막는 방법이다. 물길다짐은 진흙이 많이 포함된 흙으로 쌓은 물길구간(성토부)에 적용하는 것이 효과적이다. 다지는 물길 혹은 수분을 25%정도로 보장하되 다진 후 부피질량(단위중량)이 1.7~1.9g/cm³로 되게 하여야 한다. 물길바닥은 롤러를 2~3번 굴리는 방법으로 다지며 비탈면(사면)은 비탈면 다짐기를 이용하여 다질 수 있다. 비탈면 다짐기는 물길비탈면에 다짐틀을 설치하고 다짐판을 진동시켜 흙을 다지는 기계이

다. 잘 다져진 물길바닥과 비탈면이라고 해도 젖었다 말랐다 하는 과정과 얼었다 녹았다하는 과정에서 푸실푸실한 상태로 되돌아간다. 그러므로 3~4년에 한번씩 다짐작업을 반복하여야 한다.

□ 진흙물 풀어 넣기: 흙층에 빈틈이 커져 물이 많이 새는 물길에 진흙물을 풀어 넣으면 스미는 물과 함께 진흙알갱이(토립자)들이 물길의 흙속으로 들어 가 점차 빈틈이 매워지게 된다. 이 방법은 모래흙과 같이 다짐방법으로 빈틈을 적게 하기 힘든 흙에 적용하는 것이 좋다. 이 방법을 적용할 때 풀어 넣을 흙알갱이의 크기는 물길 흙알갱이 크기의 1/10~1/20로 하여 물길흙층 20cm정도의 빈틈이 매워지게 해야한다. 이 방법에는 물스밈을 막으려는 구간을 막고 물이 고인 상태에서 하는 방법과 흙알갱이들이 다 가라 앉을 수 있게 최소허용흐름속도보다 느리게 물을 흘려내려 보내면서 하는 방법이 있다. 물이 많이 새는 물길뚝(수로뚝)이나 바닥에는 시추기로 구멍을 뚫고 주입기나 강우기로 진흙물을 쏘아 넣을 수도 있다. 그러면 높은 압력을 받은 진흙물이 흙알갱이들 째로 깊숙이 밀려 들어가 땅속에 진흙층을 만들어 스미는 물을 막게 된다.

□ 진흙포장: 진흙은 물스밈결수(투수계수)가 작으므로 그것으로 물길바닥과 비탈면에 깔거나 매질하면 물스밈을 훨씬 적어지게 할 수 있다. 그러므로 물길에서 물이 많이 새면 물길 안쪽 비탈면을 모두 진흙으로 깔고 다져야 한다. 이때 진흙층의 두께는 시공조건과 물스밈을 막기 위한 조건을 고려하여 15~30cm정도로 할수 있다. 진흙은 물에 포화되면 끈기와 쓸림힘(마찰력)이 적어지며 마르면 터서 금이 생기는 특성이 있다. 그러므로 진흙포장을 할 때에는 흙층이 마르지 않게 그 위에 15~20cm의 보호층을 설치해야 한다. 이 보호층은 겨울에 진흙이 얼어 부푸는 것도 막아준다. 진흙포장에 쓸 진흙은 물에 포화되어도 일정한 정도의 쓸림힘과 끈기가 있고 0.01mm이상의 흙알갱이가 30% 정도 들어 있어야 한다. 이런 흙을 20~25%정도의 물기조건에서 잘 다져야 기술적 요구조건을 보장 할수 있다. 물길비탈면을 진흙으로 다져 쌓을 때에는 시공조건을 정확히 지켜야 한다. 물길을 흙을 날라다 쌓아 건설할 때에는 처음부터 속벽(내부차수벽)형식의

로 진흙을 다져 넣는 것이 좋다. 그리고 큰 물길에서 바닥밑에 물이 잘 스미는 층이 일정한 깊이에 있을 경우에는 그 밑층까지 속벽을 박아 물이 새지 않게 해야한다.

□ 진흙자갈포장: 진흙자갈포장은 물길바닥과 비탈면에 진흙을 15~20cm 두께로 다져 펴고 그 위에 3~10mm 크기의 자갈을 고루 퍼서 겉면이 매끈할 때까지 다져 만드는 포장방법이다. 이것은 진흙이 마르는것과 물흐름에 패이는 것을 막을수 있으나 노력이 많이 드는 부족점이 있다. 진흙기가 많은 물길에서는 자갈만을 펴고 다질수도 있다.

□ 콘크리트포장(콘크리트라이닝): 물이 많이 새거나 다른 방법으로는 물스무를 막기 힘든 물길에는 콘크리트포장을 해야 한다. 콘크리트포장은 물길바닥과 비탈면의 흠층이 충분히 내려앉은 다음에 하되 이때에도 흠층을 잘 다져야 한다. 물길에 포장된 콘크리트층은 물이 스며들지 않을 뿐 아니라 온도의 영향으로 늘어나거나 줄어 들 때 파괴되지 말아야 한다. 물이 스며들지 않게 하려면 콘크리트를 치밀하게 다져 건설해야 한다. 얼어서 울려 미는 흠의 압력은 기온과 흠의 성질에 관계되는데 그 힘은 매우 크다. 따라서 이에 맞게 하려면 포장두께가 매우 두꺼워진다. 그러므로 흠이 얼면서 콘크리트를 울려 미는 압력을 줄이려면 콘크리트 포장밑에 10~25cm정도의 모래자갈층을 깔아 주어야 한다. 콘크리트 포장층의 두께는 시공조건과 물새는 조건을 고려하여 15~25cm로 한다. 이음줄(줄눈)은 가로방향으로 설치하고 세로방향으로는 비탈면의 물매가 변하는 곳과 밑면과 연결되는 곳에 설치한다. 콘크리트포장을 할 때에는 일정한 간격으로 온도이음줄(가로팽창줄눈)을 설치해야 한다. 온도이음줄은 다음식으로 계산할 수 있다.

$$l = \frac{2\alpha[\sigma]10^4}{gf} (m)$$

여기서 α : 콘크리트 포장층의 두께(m)

$[\sigma]$: 콘크리트의 허용당김(인장)응력(N/cm²)

g : 1m당 포장콘크리트의 무게(N)

f : 포장한 바닥과 흙의 쓰림결수

이음줄의 물막이(지수처리)를 잘 해야 한다. 이음줄의 물막이를 잘하지 못하여 그곳으로 물이 많이 새면 포장한 의의가 없어진다. 땅속물면이 높은 지대를 통과하는 물길에 콘크리트 포장을 할 때에는 콘크리트 포장밑에 땅속물을 뽑기 위한 배수관을 반드시 설치하여야 한다.

- 합성수지막포장: 합성수지막을 물길에 깔아 놓으면 물이 새는 것을 막을 수 있다. 합성수지막포장을 할 때에는 먼저 밀층을 잘 고루어야 한다. 물길바닥과 비탈면을 20cm정도 파고 모난 돌이나 나무뿌리, 풀뿌리 같은 것을 다 없앤 다음 잘 다져야 한다. 비탈면의 밀층은 보호층이 미끄러지지 않도록 잔물결 모양으로 만들어 주는 것이 좋다. 다음 밀층위에 합성 수지막을 펴고 이음부를 연결한다. 합성수지막의 이음부는 20~40cm정도 겹쳐 놓고 합성수지용접을 하거나 피치를 녹여 붙일 수도 있다. 펴놓은 합성수지막 위에는 파냈던 흙을 조심히 덮어 박막이 상하지 않게 보호층을 설치해야 한다. 보호층으로는 흙 대신 콘크리트나 몰탈블록(콘크리트 모르타 블럭)를 덮을 수도 있다. 이와 같은 방법들을 물길의 지대적 특성과 물길 흙의 성질, 물길의 규모와 중요성 등을 고려하여 합리적으로 적용하면 물길에서 물스밈 손실을 얼마든지 막을 수 있다.

5) 관정

관제 안의 퇴적물을 제거하여 항상 본래의 심도를 유지하도록 해야 하며 관제 보호공이 파손되지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다. 하천변 등 불안정한 위치에 설치된 관정은 유실 및 매몰의 우려가 있으므로 장마기전에 그 방지대책을 세우도록 한다. 또한 관제에는 반드시 뚜껑을 덮도록 하고, 특히 대형관정은 정비 또는 사용할 때를 제외하고는 반드시 시건장치를 하도록 한다. 사용하지 않는 관정은 전기를 마을에서 차단하고 전선

을 제거하여 수중모터펌프와 같이 관리담당자가 보관·관리하도록 한다. 관정 주위는 항상 청결을 유지하고 빗물이 관정안으로 유입되지 않도록 배수구 등을 정비한다. 관정은 비관개기에도 2개월에 1회이상, 매회 4시간 이상 양수장하고 양수시험을 하여 양수량을 확인한다.

6) 저수조

저수조를 장기간 사용하지 않을 때에는 반드시 저수조 안의 물을 모두 배제하여 물의 썩지 않도록 한다. 대기중에 노출되어 있는 저수조는 동절기에 동파될 우려가 있으므로 장기간 저수조를 사용하지 않을 때는 저수조 안의 물을 모두 배제하며 시설원에 등 동절기에도 지속적으로 저수조의 물을 이용해야 할 때는 24시간 이상 저수조에 정체되지 않도록 한다. 저수조에는 수중모터펌프로 물을 양수하여 저류시켜야 하므로 정전, 기타 사고에 항상 대비하도록 하며 전극봉수위계의 작동상태를 확인하고 3개월에 1번 정도씩 센서부를 청소하도록 한다.

7) 송·급수관로

동절기에 장시간 급수하지 않을 때는 최하류의 배수변을 열어 관로내의 물을 완전히 배제하도록 하며 시설원에 등으로 동절기에도 급수가 필요할 경우에는 제수변 보호통이나 지상의 노출부위가 동파되지 않도록 왕겨, 현웃 등으로 보온을 하고 수시로 점검 하도록 한다. 파이프 이음부 등에서 동파 되었을 때는 주관(主管)의 급수밸브를 잠구어 계속 누수 되지 않도록 한다. 주관로가 파손되어 누수될 때는 즉시 펌프 작동을 중지하고 저수조의 제수변을 담은후 폐타이어 튜브 등으로 응급조치를 한 후 사용하고 파손상태에 따라 보수 계획을 세운다.

8) 농로 관리

농로는 그 기능을 유지하고 효과를 발휘하여 교통재해를 미연에 방지하고 농로의 이용 연수가 연장 될 수 있도록 포장의 종류에 따라 적합한 방법으로 유지관리를 한다.

9) 발두렁·배수시설관리

발두렁의 사면이 활동 또는 세굴 되었을 때는 발두렁 흙과 같은 흙 또는 양질의 성토제로 메우고 잘 다진 후 초생을 하여야 한다. 발두렁은 시공후 1~2년이 지나면 붕괴되기 쉬우므로 급경사지에서는 특히 붕괴에 유의해야 하며, 사람의 통행이 적으면 발두렁에 잡초가 번성하므로 제초를 하여 유지관리를 하면 좋다. 배수시설은 비탈면의 붕괴, 오물의 퇴적, 토사유출 등을 방지하도록 유지관리를 한다.

나. 제도적 개선방안

위에서 언급된 각 공종별 시설을 효과적으로 관리하기 위해서는 북한지역의 자연 및 사회여건에 알맞게 미비한 관련법규를 정비하여야 할 것이다. 그외에 설계지침과 시공을 위한 시방서의 규정을 강화하고 이를 철저히 시행함으로써 수리시설물이 소요 내구년한까지 제 기능을 발휘하도록 하여야 할 것이다.

또한 수리시설물 관리에 있어서 무엇보다 중요한 것은 시설물의 관리담당자 또는 기관을 선정하여 시설물의 관리에 대해 책임을 부여하고 관리에 대한 교육을 강화하여야 할 것이다. 이러한 교육과 아울러 현실에 부합하는 유지관리 지침을 제정하고 이 지침에 근거하여 수리시설물을 관리함이 타당할 것이다.

1) 관리담당자의 선정

시설의 효과적 관리를 위해서는 앞서 언급한바와 같이 각 시설에 대해 시설물 관리자 또는 관리기관을 지정하여 운영하면 효과적일 것이다. 시설물 관리담당자는 시설물 유지관리 규정의 준수 및 이행, 시설물 점검, 수질오염물질의 유입상태 점검 및 보고, 시설물의 파손 및 파괴 등에 대한 응급조치와 대책강구 등의 역할을 수행해야 할 것이다.

2) 시설물관리 지침서의 작성

시설물관리 지침서에는 그 지역의 자연조건 및 주위의 환경, 사회적조건 등을 고려하여

시설물이 효과적으로 관리될 수 있도록 재정립을 해야 할 것으로 판단된다.

3) 교육·연구의 강화

수리시설물의 효율적 관리에는 수준 높은 기술과 숙달된 관리자가 필요하다. 기술수준의 향상을 위해서는 실무분야 및 각급 연구분야 종사자들의 노력이 필요할 것이다. 북한의 대학과 연구기관 등 관련기관에서는 이 분야에 대한 연구에 더 많은 관심을 갖도록 해야 하며, 중앙정부 등 행정부서의 지원도 필요하다. 정부의 예산지원 및 조사사업의 기획 등이 그것이다. 또한 기존의 유지관리 기술을 더욱 집대성하여 지속적이고 반복적인 교육을 통해서 수리시설물 관리자의 숙련도를 더욱 향상시키고, 이들의 책임감과 전문성을 강화시켜야 할 것이다. 또한 이 부문에 종사하는 사람으로 하여금 마을중심, 관개지역중심, 또는 행정단위별로 모임을 결성하여 이 부문의 연구와 교육활동, 그리고 당 또는 정부에 정책건의 등을 활성화하는 일도 필요 할 것이라 판단된다.

6. 농업생산기반 정비사업 투자계획

가. 북한의 농업생산기반 정비의 기본방향

북한의 농업생산기반 정비사업은 우선 북한이 현실적으로 수용가능하고 가시적 효과가 큰 소규모의 국지적이고 단기적인 개발협력사업 및 지원사업으로부터 시작하여 상호간의 신뢰관계가 구축되고 어느 정도 왕래가 가능해지면 농업생산기반의 구조적 개선을 위한 중장기적인 사업으로 추진해야 할 것이다.

북한 식량난의 해결을 위해서는 쌀생산량을 현재의 ha당 2.6톤에서 남한수준인 4.8톤 정도로 끌어올리는 것이 시급하며 단위면적당 수량증대는 적절한 용수공급원이 확보되어야 가능하다. 또한 북한이 원하고 있는 비료지원은 적당한 용수공급이 이루어 질 경우에 한해서만 시비의 효과가 증대될 수 있다. 따라서 농자재 지원의 경우에도 저수지, 양수장 등 관개시설에 대한 지원이 병행되어야 지원효과가 클 것이다.³⁶⁾

36) 남한의 예를 보면 1970년대이후 금강·평택지구를 시작으로 IBRD, ADB, OECF 등 차관자금으로 14개

표 6-13 장단기별 추진과제 내용

단계별	추진과제
단 기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한해상습지구 지하수개발 ○ 노후 양수장 개보수 ○ 유리온실 개보수 ○ 해일로 유실된 제방 및 방조제 복구 ○ 기타 자연재해 복구
중 기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지표수 보강개발 ○ 평안남도 개천-태성호 수로 물관리자동화 ○ 개성산업단지 배후지 개발 ○ 남북한 농업협력 시범농장 개발
장 기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관개체계 개편 ○ 대단위 농업종합개발 (서해안 5대강 위주) ○ 농업·농촌용수개발 ○ 간척농지개발 ○ 지하수 조사 ○ 경지정리 ○ 배수개선 ○ 발기반정비 ○ 해일피해 간척지구 복구 ○ 기계화 경작로

관개체계의 정상운명을 위한 노후양수장 보수 지원사업, 수리시설물에 대한 기능진단, 지하수개발, 수해피해 농경지 복구, 수해 및 해일에 의해 파괴된 해안제방 및 방조제 복구, 수리시설 개보수 등을 단기적인 협력사업으로 추진할 수 있을 것이다.

북한 농업생산기반 투자사업의 경제성은 남한보다 상대적으로 높다고 할 수 있다. 이는 대규모 토목사업의 공사비중 상당부분을 차지하는 인건비는 물론 각종 자재가격이 남한에 비해 상대적으로 저렴하여 공사비가 남한에 비해 적게 들 것이며, 또한 영농비에 있어서도 현재 남한 쌀생산비중 67%를 차지하고 있는 노임 및 토지용역비가 북한지역에서 상대적으로 적게 들기 때문이다. 따라서 남한의 쌀을 직접지원하는 것보다는 이 비용으로 북한지역 농업개발에 투자하여 북한지역에서 직접 생산하는 것이 상대적으로 유리하다고 할 수 있다.

지구에 대한 대규모농업종합개발사업을 시행하여 약 16만ha의 농경지를 개발하였으며 이후에도 정부예산으로 농업용수개발사업에 지속적으로 투자한 결과 2000년현재 878,489ha의 수리안전담을 개발함으로써 현재와 같이 전천후 영농이 가능하게 되었다.

북한농업생산기반의 구조개선은 사업비와 사업량이 방대하므로 장기적으로 충분한 검토에 의해 추진해야 할 과제이다. 우선 수원공의 내한능력 조사³⁷⁾ 및 검토에 의한 유역별 농업용수 종합개발계획을 수립하고 현재의 양수위주 관개체계를 저수지 관개체계 또는 저에너지 소비형 관개체계로 전환하는 것이 농업생산기반 정비사업의 장기적인 목표이다.

나. 농업생산기반 정비사업 소요예산

1) 대단위 농업종합개발

남한에서 농업개발의 효과를 극대화하기 위하여 1970년대 초부터 유역중심의 대단위 농업종합개발사업을 추진해온 반면 북한은 1950년대 중반부터 농업용수를 확보하여 수혜지역에 공급하는 단순한 용수개발사업인 평남관개, 기양관개, 압록강관개 등 대규모 관개개발사업을 시작하였다.

표 6-14 북한의 주요 대단위 관개개발지구

지구명	관리지구(시,군)	면적	완공년도	이용하천
평 남	평안남도 안주,속천,평원,덕천,개천,대동	100,000	1956.5	대동강 청천강
기 양	평안남도 안주,대동,강서,용강,증산,온천,남포	66,000	1959.4	대동강
어지돈	황해북도 봉산,은파,황주,연탄,재령안악,은천,사리원	42,000	1961.7	대동강
압록강	평안북도 선천,곽산,정주,용천,철산,동림,피현,염주	89,000	1964.9	압록강
연 백	황해남도 청단,연백,신원	60,000	1964.	예성강 대동강
재 령	황해남도 재령,신천,안악,신원	45,000	1977.11.	대동강
신 곡	황해북도 신계,곡산,수안	12,000	1965. 5.	예성강 대동강
계		414,000		

37) 현재 북한의 수리안전담울은 56%로 나머지 44%에 해당하는 약 250천ha의 논면적에는 급수가 이루어지지 못하고 있는 것으로 조사되고 있다.(FAO/WFP, 2001)

대단위 농업종합개발은 강이나 하천 등 유역을 중심으로 한 특정권역에 대하여 용수개발, 경지정리, 배수개선, 간척 등 농업생산기반을 종합적으로 정비하므로 영농환경개선 및 농업생산성의 향상을 도모할 수 있다.

대단위 농업종합개발 사업을 시행함으로써 농업용수의 안정적 공급과 기계화영농기반 조성, 농작업 효율 제고, 물관리의 편리 도모를 꾀할 수 있고, 간척을 통한 새로운 우량농지 창출로 주곡의 자급기반 확충에 기여할 수 있다. 또한 경지의 집단화, 대구획화로 농업생산성 향상 및 생산비 절감, 한해상습지 및 침수피해 해소로 영농환경을 개선할 수 있고 농어촌 지역경제 활성화, 관광수익 및 농가소득을 증대시킬 수 있다.

남한의 경우 대단위 농업종합개발사업은 1970년부터 시작하여 1998년까지 완공된 지구가 15개지구이며 그 개발면적은 162천ha이고 총 투자액은 약 1조 4천억원이었다. 현재 시행중인 7개구가 완공되면 대단위 농업종합개발사업의 개발면적은 283천ha에 이르게 되며, 그 사업효과는 국토확장 100천ha, 미곡증수 583천톤, 수자원확보 연간 30억톤 외에 약 1억 4천만명의 고용증대 효과를 보게 된다고 한다. 대표적인 5개지구의 사업내역을 보면 표와 같다.

표 6-15 남한의 주요 대단위 농업종합개발사업

지구별	개발면적 (ha)	사업기간	사업비(백만원)		사업내용
			총	ha당	
금 강	12,148	'70~'76	16,823	1.38	양수장, 댐덧쌓기, 경지정리, 개답
영산강 I	34,500	'72~'79	81,238	2.35	댐4개소, 양수장1개소, 용수로400km, 경지정리, 개답,
미호천 I	11,554	'77~'89	104,871	9.07	댐15개소, 양수장5개소, 경지정리, 배수개선
삽교천	24,574	'75~'94	235,546	9.58	담수호, 방조제, 배수갑문, 경지정리, 배수개선, 개간, 간척(방조제,개답)
영산강 II	20,700	'76~'98	354,472	17.12	하구둑1개소, 배수갑문, 양수장16개소, 용수로 164km,간척(방조제,개답)

자료 : 대단위 농업종합개발총람, 농어촌진흥공사

그러나 사업의 추진 중에 사업비 증액과 사업기간 장기화로 인한 경제성과 대형담수호의 수질오염 가능성에 대한 문제점 제기 등 부정적인 견해에 부딪칠 수 있으나 북한의 현실에서는 식량안보가 모든 것에 우선해야 한다는 점에서 추진해야 할 중요한 사업으로 분석된다.

대단위 농업종합개발사업에는 저수지, 방조제, 하구둑, 양수장 등의 건설로 용수를 확보하여 농촌용수개발, 경지정리, 배수개선, 간척지 개발 등이 포함된다.

북한지역의 대단위 농업종합개발사업은 서해안 5대강인 대동강, 예성강, 청천강, 압록강, 임진강을 위주로 시행해야 하며 기존에 시행한 대규모 관개개발 지구를 보완하고 개편하는 방향으로 추진되어야 할 것이다.

북한지역 대단위 농업종합개발의 목표면적을 대규모 관개지구면적 400천ha에서 현재 추진중인 “개천-태성호물길”의 수혜면적 10만ha를 감안한 300천ha로 설정할 수 있으며, 개발비용은 사업의 내용에 따라 상이하지만 남한에서 최근에 완공된 지구인 영산강지구³⁸⁾를 기준으로 할 경우 3조원으로 추정할 수 있다.

2) 농업·농촌용수개발

2001년 FAO/WFP 발표에 의하면 북한지역에서 적절한 관개가 이루어지지 못하고 있는 담면적은 전체 담면적 572천ha의 44%인 250천ha이며, 그 중 102천ha에 대해서는 관개가 전혀 이루어지지 않고 있다.

따라서 10만ha의 천수답지역에 저수지, 양수장 등 대중규모 용수개발을 시행하여 농업·농촌용수를 확보함으로써 가뭄과 홍수 등 자연재해에 대한 대응능력을 향상시키고 농어촌 생활용수 공급으로 생활의 편리를 도모함으로써 식량의 안정적 생산과 농어촌생활환경 개선에 기여할 수 있을 것이다.

농업용수개발은 사업의 경제성 및 효율성을 높이기 위하여 우량농지위주의 정비 및 보강으로 추진하되 환경보전과 개발이 조화된 친환경적 용수개발로 추진해야 할 것이다.

사업내용은 저수지, 양수장 등의 설치에 의한 농업용수 확보와 용수공급체계 구축을 위

38) 영산강유역 농업종합개발 II단계의 ha당 사업비용은 17백만원이지만 북한의 대규모 관개지구는 이미 경지정리와 토공 용수로가 되어 있으므로 60%를 적용하면 북한지역의 단위당 사업면적은 10백만원으로 추정된다.

한 관개수로를 설치이며 사업범위는 대규모 용수개발의 경우에는 수혜구역 3,000ha 이상을 기준으로 하고, 중규모 용수개발은 수혜구역 50 ~ 3,000ha를 기준으로 하며, 소규모개발은 수혜구역 50ha이하를 기준으로 한다.

현실적으로 자료의 빈약과 현장의 접근이 어려워 정확한 추정은 어려우나 북한지역 농업·농촌용수개발의 목표면적을 100천ha로 설정하고 개발비용은 남한지역에서 추진한 사례지구의 ha당 평균사업비 약 50백만원을 적용할 경우 약 5조원으로 추정된다.

3) 지하수개발

북한의 연간 지하수개발 가능량은 330억톤³⁹⁾(남한 132억톤)으로 지하수부존량은 풍부하나 지하수시설은 개발장비 부족으로 심도 10m내외의 얇은 우물위주로 개발되어 있어 가뭄이 약간만 계속되어도 수원이 쉽게 고갈되어 급수가 어려운 형편이다.

지표수개발이 어려운 용수부족 지역에 농업용수 공급을 목적으로 하는 지하수개발 유형에는 소형관정과 대형관정이 있으며 대형관정에는 충적층관정과 암반층관정⁴⁰⁾이 있다.

북한지역의 지하수개발은 적합유형(소형, 대형) 및 양수기종(디젤 등 연료 또는 전기) 적용 여건의 다양화가 불가피할 것으로 보이나 발지역 충적층에 가장 적합한 대형충적관정 위주로 하고 충적층의 발달이 미약하여 채수가 어려운 고지대에서만 암반관정을 개발하는 것이 바람직하다.

지하수개발은 지하수 환경재해를 예방하기 위한 지하수보전·관리와 병행하여 시행되어야 하며 이는 가뭄대책이라는 상황에서의 긴급개발의 경우에도 예외를 두어서는 안 된다. 또한 적정개발가능량 범위내에서 개발하고 폐공처리 등 철저한 오염관리가 요구된다.

이러한 개발방향의 타당성을 확인하기 위해서는 북한지역 전체에 대한 전반적인 기술적 검토를 바탕으로 한 활용 목적별 용수공급계획이 수립될 수 있도록 지역별, 지하수 시설별 시범사업을 추진하는 것이 반드시 필요하다.

39) 자료 : 북한기상수문연구소

40) 암반관정은 지하심도 80m ~ 200m까지의 암반층내에 함유되어 있는 지하수를 양수하여 논외의 경우 3ha, 밭외의 경우 9ha에 농업용수로 급수하는 시설이며, 충적관정은 지하 심도 10~20m까지의 충적층내에 함유되어 있는 지하수를 양수하여 논외의 경우 2ha, 밭외의 경우 6ha에 급수하는 지하수개발 시설이다.

1993년 기준으로 북한의 지하수 시설은 관정, 우물, 굴포, 지하댐 등을 모두 포함하여 142천개소이며 그 중 관정은 32천개소로 조사되고 있으나 농업용 관정에 대한 통계는 발표된바가 없다. 남한의 경우에 1980년 기준으로 관정의 개소수가 204.9천 개소였으며 1990년에는 666.1천개소로 늘어났고 1996년에는 946.2천개소로 늘어났다. 2000년 기준으로 남한의 농업 및 농촌용수 공급용 관정의 개소수는 총관정 개소수의 약 40%인 387천개소이다.

북한의 상습 한해지역 5만ha에 대하여 지하수개발을 할 경우 약 1만개소의 관정개발이 필요하다. 남한의 경우 총적층관정을 기준으로 1개소당 평균개발비용이 10백만원이므로 총 개발비용은 약 1천억원으로 추정되며 암반관정의 경우에는 개발단가가 총적층관정의 3.5배로 높아진다.

표 6-16 남한의 관정개발현황(2000년 현재)

단위 : 개소

구분 \ 이용형태	답 작	진 작	생활용수	총 계
대 형	15,363	5,007	2,871	23,241
소 형	318,317	46,188	-	364,505
계	333,680	51,195	2,871	387,746

자료 : 농림부 농업관련주요통계 (<http://www.maf.go.kr/html/pds/pds01.htm>)

4) 간척사업

간척사업은 농지의 확대에 의한 식량난의 항구적 해결대안이며 동시에 대용량의 수자원 확보를 확보할 수 있고 육운개선과 배후토지에 대한 해일 및 염해 피해를 방지할 수 있는 종합적인 개발사업이다.

북한은 그동안 300천ha의 간척지 전부를 간척한다는 목표아래 사업을 추진하였으나 경제난에 의한 자재, 장비의 부족과 기술적인 한계로 추진실적이 저조한 실정이다.

북한 서해안의 간척지 300천ha 전부를 간척하는 것은 경제성과 생태계변화 등 환경적인 측면에서 무리이며 그 중 하구에 위치한 100천ha만 개발목표로 설정하여 친환경적으로 추

진할 수 있다.

사업내용에는 방조제와 배수갑문을 건설하여 담수호 및 간석지를 조성하고, 간석지에 양·배수장, 용·배수로를 건설하는 내부개답이 있다.

북한의 서해안 간척사업 대상면적 100천ha에 대하여 사업시행을 할 경우 남한의 간척사례지구 ha당 평균개발비용 128백만원을 적용하면 총 사업비용은 약 약 12.8조원으로 추정된다.

5) 경지정리

경지정리의 목적은 소규모 영농을 탈피하여 대규모 영농으로 생산비를 절감하고 대형 기계화영농 및 시설자동화를 통한 노동력 절감이다.

북한에서 현재 추진하고 있는 대규모 토지정리사업은 강원도, 평안북도, 황해남도에서 이미 완공하였는바 그 실적은 약 19만ha이며 2002년 10월부터는 평안남도에서 추진할 계획이다. 북한지역의 해발고 100m 이하에 위치한 논면적은 520천ha이며 그중 현재 추진 중인 토지정리사업으로 완공된 면적이 190천ha인 점을 감안하면, 향후 북한지역 경지정리의 대상규모는 330천ha로 추정되며 2000년기준 남한의 경지사업 단위ha당 평균사업비 36백만 원을 적용할 경우 북한지역 경지정리사업 총비용은 대략적으로 11.9조원으로 예상된다.

6) 배수개선

북한지역의 상시 침수지구 면적은 정확한 통계자료가 발표된바가 없으나 남한과 마찬가지로 해마다 장마시기의 집중호우로 인한 하천수위상승으로 저지대에 위치한 농경지가 침수되어 농작물 수확량 감소 및 인명·재산피해가 발생하고 있는 실정이다.

따라서 상습침수지구에 작물생육조건과 토양환경을 고려하여 지표배수시설(배수장, 배수로, 배수문 등)과 지하배수시설(수령논 또는 저습답에 지하배수용 암거나 흡수관 등)을 설치하는 등 배수개선사업의 시행이 필요하다.

배수개선사업의 기대효과로 농작물 침수피해 방지로 인한 생산량 제고, 홍수 등 자연재해에 대한 대응능력 향상, 농지의 건답화에 의한 이모작물 재배 증가로 농지이용을 제고,

배수작업에 소요되는 노력 절감으로 인한 노동력 절감과 유희노동력의 고용 증대에 의한 농촌지역 경제활성화를 꼽을 수 있다.

북한의 논면적은 남한의 2분의 1 수준이고 남한의 경우 배수개선 대상면적을 235천ha로 설정하여 추진하고 있으므로 북한지역 배수개선사업의 규모를 100천ha로 설정할 수 있다. 북한지역 배수개선사업 총비용은 2000년도 남한의 배수개선사업 단위ha당 평균사업비 7백 만원을 적용할 경우 약 7,000억원으로 추정된다.

7) 밭기반정비

남한의 밭 면적은 전체 농경지 면적 1,889천ha의 39.2%인 740천ha를 차지하고 있으나, 가뭄 등 자연재해에 취약하고 농기계 진·출입이 어려운 등 영농여건이 불리하여 농업생산 기반을 구축함으로써 밭농업의 경쟁력을 제고하기 위해 밭기반정비사업을 시행하고 있다.

밭기반정비사업은 개발여건이 양호한 채소류 주산단지 및 집단화된 밭을 대상으로 용수 개발, 농로개설 등 생산기반을 구축하여 밭작물의 생산성 향상과 품질개선으로 소득증대에 기여하기 위해 시행하는 사업이다.

앞장에서 언급한바와 같이 북한지역 총경지면적 1,792,819ha(1984현재)중 논면적 584,814ha을 제외한 1,208,005ha는 밭, 과수원, 뽕밭기타로 구성되어 있으며 그중 전체경지면적의 54.8%에 해당하는 982,926ha는 밭이며, 나머지 225,079ha(12.6%)는 과수원, 뽕밭, 묘목용지, 호두밭, 참대밭, 갈밭 등 다년생작물이 경작되고 있다.

밭에는 옥수수 위주의 경작이 이루어지고 있으나 단작연작에 의한 토양비옥도 저하, 토양유실과 심각한 용수부족 등 여러 문제점이 발생하고 있다. 따라서 밭기반정비를 통해 작부체계의 변화를 유도하는 한편 동일한 작부체계에서의 생산량증대, 밭작물 관개용수의 적기 공급에 의한 수확량 증가, 진입로 및 경작로 정비로 밭작물에 대한 기계화영농기반을 구축할 수 있다.

북한지역에서 밭기반정비사업의 추진 시에는 인근 마을 및 산재되어 있는 밭지역을 하나의 개발권역으로 묶어 생산물의 저장 및 가공 유통시설을 포함한 밭지역 종합정비방식으로 추진하되 종합정비모델 시범사업을 통한 사업평가를 통하여 전국적으로 확대하여 추

진하는 것이 바람직하다.

북한지역 발면적 중 경사도 16도 이상에 설치한 다락밭은 116천ha이고, 경사도 6~15도의 면적은 286천ha이다. 옥수수가 주로 재배되고 있는 다락밭은 유지관리가 어렵고 토사유실의 원인이 되므로 경사지의 토사유실 억제작용을 하는 작목으로 작부체계를 전환하거나 임업기반정비를 통한 산림으로의 복원이 필요하다. 경사도 6~15도에 위치한 밭은 영농환경이 열악한 것으로 보이므로 북한지역의 밭기반정비사업의 대상면적은 경사도 6~15도의 면적 286천ha로 설정할 수 있을 것이다. 따라서 북한지역 밭기반정비사업의 총투자액은 2000년도 남한의 밭기반정비사업 단위ha당 평균사업비 26백만원을 적용할 경우 약 7,5조원으로 추정된다.

북한지역 농업생산기반정비를 위한 비용의 추정은 자료부족과 시행측면의 불확실성 등 각종 변수로 대단히 복잡한 문제이므로 차후 좀더 심도 깊은 연구검토가 수행되어야 할 것이다. 그러나 단순히 남한지역의 사례를 적용한 결과에 의하면 북한지역 농업생산기반정비를 위한 주요사업에는 약 51조원의 비용이 소요될 것으로 판단된다.

위의 사업비 추정방법에는 북한의 관련 통계자료 부정확성에 의한 개발규모와 단위당 사업비 적용기준에서 다음과 같은 문제점이 있다. 우선 개발규모의 추정에서 정확한 통계자료가 없으므로 사업비가 중복하여 적용되었을 가능성이 있으며 또한 단위당사업비 적용에서는 남한지역에서 적용하는 단가를 수정 없이 그대로 북한에 적용하였기 때문에 북한현실에 실제로 적용할 때에는 인건비, 용지매수 및 보상비, 재료비에서 차이가 있을 것으로 판단된다.

표 6-17 북한지역의 농업생산기반정비 주요사업 추정비용

사업별	개발면적 (ha)	단위당사업비 (백만원)	총사업비 (십억원)
대단위 농업종합개발	300,000	10	3,000
농업·농촌용수개발	100,000	50	5,000
지하수 개발	50,000	2	100
간척종합개발	100,000	128	12,800
경지정리	330,000	36	11,900
배수개선	100,000	7	700
밭기반정비	286,000	26	7,500
기 타 (25%)			10,000
계			51,000

Ⅶ. 통일 후 북한의 농업생산기반 단기 정비수요

1. 통일 후 농업부문의 기본과제 -전망과 목표-

가. 일반적인 문제상황과 기본과제

1) 경제 전반의 문제상황

통일이 언제 이루어질지, 그리고 그 때까지 북한이 얼마나 변모되어 있을지 현재로서는 알 수가 없다. 그러나 가까운 미래에 통일이 된다면 통일 직후 북한지역의 모습은 현재 상황에서 크게 달라진 모습은 아닐 것으로 전망할 수 있다. 따라서 통일 후 예상되는 문제는 북한의 현 상황의 연장선상에서 추종할 수 있다. 먼저 경제 전반에 걸친 통일 후의 문제상황을 전망해 보면 다음과 같이 요약할 수 있다.

우선 지금 현재 북한에서 가장 크게 문제가 되고 있는 것은 식량과 생활필수품이 부족하다는 점이다. 전반적인 경제회복이 없는 한 이 문제는 단기에 해소되기 힘들다. 현재 기본식량이 부족한 상황이지만 공적배급체계가 그 기능을 유지되고 있고 주민에 대한 배급량을 감축함으로써 문제를 해결해 나가고 있다. 그러나 통일 후 혼란기에 배급체계가 그 기능을 일시적이거나 정지하게 된다면 문제는 심각해질 것으로 예상된다.

둘째, 산업활동이 전면적으로 마비되고 전반적인 실업사태가 발생할 수 있다. 에너지와 원자재의 공급이 원활치 않아 현재 북한의 생산설비 가동율은 20%를 하회하고 있는 것으로 추정되고 있다. 통일 후 혼란기에는 에너지와 원자재의 공급이 일시적으로 중단될 수도 있으며, 각 기업소는 소속 노동자에 대해 통제하기 어려운 상황에 처할 수 있다.

셋째, 공적배급체계의 기능 정지로 인해 식량 및 생필품 조달이 어려워지고, 산업활동이 마비되어 실업이 대량으로 발생하게 된다면, 북한지역의 인구가 남한지역으로 대량으로 이동하게 된다. 많은 인구가 급격히 남한으로 이동하게 되면 북한지역의 문제는 다소 완화될 수 있으나 남한지역에서는 사회불안이 극도에 달하는 상태가 발생하게 될 수도 있다.

2) 기본과제

남북통일시 이러한 문제가 발생하는 것을 모두 막을 수는 없으며, 다만 문제를 완화시키는 것은 가능하다. 문제 완화를 위한 기본과제는 북한지역 주민에 대한 최소한의 사회보장과 고용 유지 및 증대이다. 사회보장은 통일 직후 단기간에 걸쳐 실시되어야 한다. 그 방안으로서 기존의 공공배급체계를 이용하여 식량과 생필품을 배급하거나 생활비를 지원할 수 있다. 그러나 이 방안은 오래 지속될 수 없는 성격을 가지고 있다. 재원 조달도 문제가 되지만 더욱 중요한 것은 정부에 대한 의존을 장기화 할 경우 발생하는 부작용이 커지기 때문이다. 따라서 이는 통일 후 단기간에 한해 한정하는 것이 바람직하며, 그 이후의 문제는 다소 고통이 수반되더라도 시장에서 해결될 수 있도록 기반을 조성하는 것이 필요하다.

문제가 시장에서 해결되도록 하기 위해서 가장 중요한 것은 주민에게 소득을 얻을 수 있는 기회를 부여하는 것이다. 요컨대 고용상태를 유지시키고 일자리를 창출하는 것이 그것이다. 이를 위해서는 두 방향의 노력이 동시에 경주되어야 한다. 첫째는 사회주의 국영기업과 국공유재산 및 토지를 신속히 민영화하고 사유화함으로써 기업활동이 하루 속히 왕성해질 수 있도록 제도적 기반을 갖추는 것이다. 둘째는 낡고 부족한 사회간접자본시설을 재건하는데 대규모의 공적투자사업을 추진하는 것이다. 이를 통해 경제활성화를 위한 물리적 인프라를 구축하는 동시에 산업활동의 일시적 정지로 인한 실업사태를 완화할 수 있다.

가) 민영화와 사유화 추진

시장경제국가에서도 국공유기업의 민영화가 이루어지고 있으며 그 목적은 크게 거시경제의 안정화와 미시적인 경영 효율화에 두고 있다(박제훈, p.20). 거시경제의 안정화는 국공유기업을 매각함으로써 시중에 나돌고 있는 과잉유동성을 흡수하여 인플레이 압력을 완화하거나, 불량기업에 대한 보조중단으로 예산절감을 꾀하는 동시에 국유재산의 매각을 통해 세입을 증대시킴으로써 정부재정 운용상의 균형을 도모하는 것이다. 미시적인 경영 효율화는 국공유 거대독점기업을 해체·민영화함으로써 산업내의 경쟁을 촉진시키고, 민간의 자율

적 경영을 통해 기업의 효율성을 제고하는 것이다.

이에 반해 체제 이행기 국공유기업 사유화는 주로 미시경제 문제 해결에 일차적인 목적을 두고 추진된다. 그러나 이는 비교적 완만한 이행과정을 겪고 있는 국가에서 중요한 비중을 차지하고 있다. 통일 후 체제전환이 급격하게 이루어진 동독지역과 같은 경우에는 국영기업 사유화와 민영화는 통일 초기 산업부문 인력의 고용유지와 직결되는 문제였다. 국영기업의 사유화가 지연된다면 기업활동의 위축상태가 장기간 계속될 수밖에 없으며, 이는 곧 실업의 증가를 의미하는 것이기 때문이다. 통일 이후 북한지역 역시 국영기업의 사유화는 고용 유지와 확대라는 측면에서 볼 때 매우 신속히 이루어져야 한다. 요컨대 사유화를 통한 투자확대와 기업활동의 활성화가 고용 증대의 중요한 관건이 되는 것이다.

나) 기반시설 확충을 위한 공적투자 증대

공기업의 민영화, 국공유재산의 사유화가 마무리되기 위해서는 일정한 시간이 소요되기 마련이다. 따라서 통일 후 급격하게 증가된 실업을 민영화와 사유화를 통한 점진적인 고용 확대책으로 모두 해소할 수는 없다. 즉, 민영화와 사유화를 통해 기업활동의 활성화를 촉진하는 한편 공공부문에서도 북한지역에서 발생하는 대량실업을 적극적으로 흡수하려는 노력을 기울여야 한다. 즉, 정부부문의 고용유지와 고용증대 정책이 수립되어야 하는데, 하나는 기존의 정부조직을 당분간 유지함으로써 공공부문의 실업을 억제할 필요가 있으며, 다른 한편에서는 낙후된 사회간접자본 시설의 확충에 대대적인 투자를 함으로써 일자리를 적극적으로 창출할 필요가 있다. 사회간접자본시설 건설은 당장의 고용확대라는 측면도 중요하지만 장기적으로 북한지역의 산업활동 활성화에 기반을 제공한다는 측면에서 더욱 중요하다.

나. 농업부문의 문제상황과 기본과제

1) 문제상황

산업활동의 마비로 대량 실업사태가 예상되는 비농업부문과는 달리, 농업부문은 가장 중

요한 생산기반인 농지가 존재하므로 농촌실업문제는 상대적으로 크게 부각되지 않을 것으로 전망된다. 그럼에도 불구하고 통일이 이루어지면 북한지역의 농업은 수많은 문제상황에 직면할 것이며 이들 문제를 해소하기 위한 다각도의 정책적 노력을 집중해야 할 것이다.

통일 후 북한지역의 농업부문에서 예상되는 문제상황은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 비료, 농약, 농기계, 에너지 등 농자재 조달이 여의치 않아 크게 부족하다. 둘째, 저수지, 양수시설 등 수리시설과, 산림, 제방 등 자연재해를 완화할 수 있는 농업생산기반이 크게 부족하여 농업생산이 기후변화 및 자연재해에 취약하다. 셋째, 농자재와 농산물의 유통을 담당해 오던 국가조달배급체계는 급격히 그 기능을 상실하는 반면 새로운 시장 유통체계는 정착되지 않아 농자재 조달과 농산물 유통에 혼란이 초래된다. 넷째, 약 37%에 달하는 북한의 농촌인구가 통일시까지 크게 감소하지 않는다면 농가인구의 과잉으로 인해 농촌에 잠재실업이 존재하게 된다. 다섯째, 농장의 사유화와 개편 이후 후속 농업경영체는 투자자금의 부족에 직면하게 된다.

통일 후 이러한 문제점을 신속히 해소하는 동시에 중장기적으로는 식량의 증산, 농업부문의 생산과 유통의 시장경제화와 적응, 경쟁력 있는 농업의 육성 등 북한지역의 농정목표를 달성하기 위한 노력이 전개되어야 한다.

2) 농업부문의 과제와 접근방향

다른 모든 상품의 수급문제와 마찬가지로 식량수급 역시 기본적으로는 유통 및 가격 자유화의 틀 속에서 다루어져야 하는 문제이다. 그러나 식량은 인간의 생존에 하루라도 없어서는 안될 기본적인 필수품이라는 사실을 고려할 때, 통일 직후의 식량조달은 장기적인 농산물 가격·유통체제의 시장화 개편과는 별개의 문제로 다루어질 필요가 있다. 기본식량을 충분하고 균형있게 조달하는 것은 통일직후의 사회안정뿐만 아니라 사회의 통합에 우선적인 요건이기 때문이다. 따라서 기본식량의 조달과 분배는 통일초기 일정기간 동안 국가의 계획적 차원에서 접근할 필요가 있으며,⁴¹⁾ 수급사정의 안정화에 따라 시장기능의 활용을

41) 정부가 식량을 직접 공급하는 데에는 많은 행정적 비용이 소요될 뿐만 아니라, 정부조달이 오랜기간 지속된다면 농산물 시장의 발달을 저해할 수도 있다. 따라서 직접 식량을 지원하는 대신 북한주민이 시장에서 식량을 구입할 수 있도록 소득을 지원해 주는 것도 하나의 대안으로 제시될 수 있다. 그러나

점차 확대해 가는 접근방식이 필요하다.

농자재 역시 식량의 경우와 같이 접근할 수 있다. 북한의 농업생산이 침체된 가장 커다란 요인은 비료, 농약 등 필수 생산요소를 제대로 투입하지 못하고 있다는 데에 있다. 통일 초기 북한의 집단농장은 농자재의 구매력이 매우 낮은 상태일 것이다. 따라서 통일 초기 농자재가 무상 혹은 장기 저리로 공급되지 않는다면 북한지역의 농업생산은 여전히 낮은 수준에 머물게 될 것이다. 통일 초기 긴급히 공급해야 할 농자재는 비료, 농약, 종자, 농업용 비닐, 농업용 연료 등이다.

분단 후 북한의 농업생산기반은 남한에 비해 일찍이 정비된 것으로 알려져 있다. 그러나 80년대 중반 이후 경제사정이 악화되면서 기존에 구축되어 있는 기반시설에 대한 적절한 보수와 교체가 이루어지지 않고 있으며, 70년대부터 준비해 온 간척 등 대규모 생산기반을 신규로 건설하려던 사업계획도 대부분 중단되어 있는 것으로 알려지고 있다. 더욱이 90년대 중반에 집중된 홍수와 해일로 농업생산기반시설이 많은 피해를 입은 채 복구가 지연되고 있다고 보고되고 있다. 이들 농업기반시설의 정비는 충분히 기초조사를 한 후 중장기적으로 사업을 추진해야 하지만, 90년대 중반 자연재해로 인해 파괴된 농업기반시설에 대해서는 빠른 복구가 이루어질 수 있도록 해야 할 것이다.

농장의 개편과 생산수단의 사유화는 농민의 미래에 대한 불안을 불식시키기 위해 신속히 착수하여 마무리해야 한다. 그러나 일단 사유화와 농장개편이 완료되면 북한지역 농업의 장기적인 구조가 결정되는 것이므로, 농장의 개편과 사유화 과정에서 경쟁력을 확보할 수 있도록 유도할 수 있는 방안이 함께 강구될 필요가 있다.

농산물 유통 및 가격자유화는 시장경제 이행에 있어 핵심적인 내용이다. 국가조달·배급 체계를 통해 농산물 유통과 가격을 계획적으로 관리하고 있는 사회주의체제에서, 전환기 유통 및 가격 자유화는 농업부문에 가장 큰 충격요인으로 작용하게 된다. 따라서 농민이 빨리 적응할 수 있도록 도와주는 교육 프로그램이 필요하다. 유통분야의 경우 효율적인 유통체계와 현대식 시설의 조성 등에 대한 대책이 마련되어야 한다.

통일 후 농촌사회를 안정시키는 일도 중요하다. 한편으로는 식량과 생필품을 공급하여

이 경우에도 통일직후 혼란기에는 정부에 의한 식량의 직접조달과 배급이 불가피하다.

생활을 안정시키고, 다른 한편에서는 일자리를 창출하여 농촌주민의 도시 이동을 적극적으로 억제해야 한다. 산업기반이 마비될 것으로 예상되는 도시부문으로 인구가 이동하게 되면 남한으로의 재이동이 불가피해지게 되며, 남한지역의 사회문제를 증폭시킬 것으로 예상되기 때문이다.

통일 후 북한의 축산은 농가 부업축산의 형태로 남아 있을 것으로 예상된다. 이 상황이 계속된다면 북한지역의 축산은 경쟁력을 상실하게 되며 집단농장의 축산조직과 기반은 사라지게 될 우려가 있다. 통일 후 축산전문농장과 집단농장의 전문작업반은 재조직되어야 하며, 도시 주변의 황폐화된 일부 구릉지를 초지로 활용하는 방안이 강구되어야 한다.

산림 및 임업부문에서 가장 긴급한 과제는 황폐산림의 복구와 녹화, 농촌연료 문제의 해결, 그리고 임업 종사자의 고용을 유지하는 것이다. 산지의 사유화는 충분한 기초조사 이후 점진적으로 착수하는 것이 바람직하다.

2. 통일 후 남북한 식량수급 전망

가. 북한의 식량수급 현황

1995년 이래 북한의 식량부족 상황은 계속되고 있다. 1994년에 급격히 하락한 북한의 식량 생산량은 1995년까지만 해도 약 400만 톤 수준을 유지했으나 이듬해 다시 300만 톤 이하로 하락해 식량부족은 위기상황으로까지 심화되었다. 1998년 들어 생산량이 340만 톤 수준으로 회복되었으나 2000년 식량 생산은 다시 250만 톤 수준으로 하락하였다. 북한의 식량 생산량은 2001년 호전된 것으로 나타나고 있으나 아직 이러한 생산량 회복이 안정적인 것으로 전망하기에는 이르다.⁴²⁾

42) 이 장에서 제시하고 있는 식량수급 통계치는 국제식량농업기구(FAO)와 세계식량계획(WFP)에서 발표하고 있는 것을 이용했다. 이는 농촌진흥청이 매년 발표하고 있는 추정치에 비해 낮은 수치를 기록하고 있다. 통계 수치에 많은 차이가 나는 이유는 추정상의 오차, 콩 생산량의 포함 여부, 비공식부문의 식량 생산량 포함 여부 등에 기인하는 것으로 볼 수 있다.

표 7-1 북한의 식량수급 추이⁴³⁾

	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00 ⁴⁾	2000/01 ⁵⁾	2001/02
국내공급량	4,077	2,995	2,663	3,481	3,420	2,573	3,544
생산량	4,077	2,837	2,663	3,481	3,420	2,573	3,544
이입량	n.a	158	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
소요량	5,988	5,359	4,614	4,835	4,751	4,769	5,011
식용	3,688	3,798	3,874	3,925	3,814	3,871	3,929
사료용	1,400	600	300	300	300	300	300
기타	900	961	440	610	637	598	782
부족량	1,911	2,364	1,951	1,354	1,331	2,196	1,467
상업적 수입량	700	500	700	300	210	100	100
원조량 ²⁾	630	660	760	840	586	1,532	n.a
절대부족량	581	1,204	491	214	535	564	n.a

주 : 1999/00년까지의 원조량은 FAO, 16 Nov. 2000의 Chart 4에서 근사적으로 추정.

자료: WFP, Sep. 2000(1995/96~1998/99 기간 자료), FAO, Jul. 2000(1999/00), FAO/WFP, Jul. 2001(2000/01), FAO, Oct. 2001(2001/02).

계속되는 식량위기 상황에서 북한은 주민에 대한 식량 배급량을 필요량의 75% 수준으로 줄인 것으로 보고되고 있다. <표 7-1>에서 보는 바와 같이 1996년에는 북한의 연간 식량 소요량이 600여만 톤에 달하고 있었으나 4년 후인 2001년에는 배급기준량(소요량)을 20%가 줄어든 479만 톤으로 책정하고 있다. 이와 같이 배급기준량을 크게 감축시키고 있음에도 불구하고 여전히 매년 130~200만톤의 식량이 부족한 실정이다. 그러나 부족한 식량을 상업적으로 수입할 수 있는 여력이 없어 많은 부분을 원조에 의존하고 있다. 작황에 따라 달라지고 있지만 상업적 수입과 원조로 충당되지 못하는 절대부족분이 연평균 50만톤 이상을 기록하고 있다.

나. 통일 후 북한지역 식량 수급 전망

통일 후 북한지역 식량수급량을 추정하기 위해서는 통일 후 상황을 가상적으로 설정해야 한다. 이를 위한 기본전제는 다음과 같다.

43) 이 표에 표시된 연도는 곡물연도이다. 예를 들어 2000/01년 공급량은 2000년에 생산된 추곡과 2001년에 생산된 하곡(감자 포함), 그리고 2001년에 도입한 곡물의 합이며, 소요량은 2000년 11월부터 2001년 10월말까지 필요한 곡물의 양이다.

- 통일 후 환경여건 추정의 단순화를 위해 남북한의 통일은 급변통일로 설정하였으며 통일 직후 상황은 특별한 경우가 아닌 한 기준년도 상황에 준하는 것으로 상정했다.
- 통일될 때까지 북한의 경제상황은 크게 개선되지 않는 것으로 설정한다면, 통일직후 북한경제는 기준년도 상태를 유지하는 것으로 설정할 수 있다. 그러나 통일 후 북한의 낡고 비효율적인 산업시설은 전면적으로 교체되어야 한다. 따라서 통일 직후의 북한경제는 기준년도 상황보다는 낮게 평가할 수 있다. 북한의 경제 상황에서 가장 중요한 지표라 할 수 있는 식생활 수준으로 평가한다면, 1998년 북한 식량 배급표상의 1인당 곡물 소비량은 남한의 1960년대 초반 수준에 해당된다. 이를 고려하여 통일시점의 북한 경제상황은 남한이 경제개발계획을 착수한 시기인 1962년 수준으로 설정했다.
- 통일 후 10년의 북한 경제상황은 남한의 1982년으로 설정했다. 이는 통일 후 10년간 북한의 경제성장이 매년 15% 이상으로 유지되는 것을 의미한다. 이러한 상황이 초기에 정착 되면 해외자본의 북한지역 직접투자가 확대될 것이며 남한의 부담은 점차 감소될 것으로 전망된다.
- 남한지역과 북한지역의 시장은 분리되어 있는 것으로 가정하였으며 남북한간 인구이동은 고려하지 않았다.
- 물량이외의 가격요인은 고려하지 않았으며 다른 조건은 일정하다고 전제하였다.
- 인위적인 작부체계의 전환은 고려하지 않았으며 농업자원의 최적이용을 전제하였다.
- 대상품목은 주요 식량작물로서 미곡, 옥수수, 맥류, 서류로 구분하였다.
- 생산량 전망시 단수변화에 따라 세 가지 시나리오를 설정하였다.

1) 식량 소요량 전망

가) 식용 소요량

통일 후 북한지역 인구변화는 UNDP의 「인간개발보고서(1998)」에서 추정한 1999년 인구 23,100천명을 기준으로 북한이 발표한 1993년 인구 21,210천명(조선민주주의인민공화국 인구일제조사자료집, 1995)과 1996년 인구 22,000천명(대외경제위원회 합영지도국 발표 자료)를 이용하여 1993~96년 연평균 증가율 1.2%를 적용하였다. 통일 후 북한지역의 인구는 원

년 23,377천명, 5년 24,814천명, 10년 26,339천명으로 추정하였다.

표 7-2 통일 후 북한지역 인구 변화 전망

연 도	원년	2년	4년	6년	8년	10년
인구(천명)	23,377	23,942	24,520	25,112	25,718	26,339

식용 소요량 추정은 기본전제에 따라 1962~82년의 남한의 1인당 연간 식용 소비량을 북한의 비교연도에 적용하는 것으로 하였다. 1962년 278kg과 1982년(1981~83년 평균) 238kg을 북한의 비교연도인 통일 원년과 통일 10년에 각각 적용하였다(1996년도 식품수급표, 1997). 이 경우 곡물은 1962년 225kg과 1982년(1981~83년 평균) 206kg이 북한지역의 원년, 10년에 각각 적용된다. 곡물의 품목별 식용 소요량 비중은 원년에는 품목별 생산량 비율에 따라 배분하였고 10년은 남한의 1982년(1981~83년 평균) 품목별 식용 소비량을 적용하였다.

연간 식용 소요량은 원년 6,499천톤에서, 5년 6,407천톤, 10년 6,280천톤으로 통일 후 10년간 연평균 0.3%씩 감소할 것으로 전망된다. 이러한 감소세는 특히 옥수수과 서류의 식용 소요량이 급격히 감소한데 따른 것이다. 그러나 식용 곡물 소요량은 원년 5,260천톤에서, 5년 5,341천톤, 10년 5,413천톤으로 10년 동안 연평균 0.3%의 증가율을 보일 것으로 전망된다.

전체 식량작물의 품목별 소비비중을 보면 통일초기 미곡·옥수수 중심의 소비에서 점차 미곡중심의 소비로 변화하는 것으로 나타났다. 미곡의 경우 1인당 연간 식용 소비량은 원년 91kg, 5년 111kg, 10년 131kg로 연평균 3.7%씩 증가하는 반면 옥수수는 원년 121kg, 5년 67kg, 10년 13kg로 연평균 25.0%씩 감소하는 것으로 나타났다. 한편 밀, 서류의 소비도 증가하여 밀의 경우 1인당 연간 식용 소비량이 원년 6kg에서 10년 48kg으로, 서류의 경우 원년 6kg에서 10년 10kg으로 증가하는 것으로 나타났다. 식용으로서 비중이 높았던 서류는 1인당 연간 식용 소비량이 원년 47kg에서 10년 23kg으로 감소하는 것으로 나타났다.

통일 후 북한의 식용 곡물 소요량은 남한의 경우와 비교해 살펴볼 필요가 있다. 통일원년 곡물을 통해 공급받는 1인 1일 에너지 공급량은 2,158Kcal로⁴⁴⁾ 남한의 1995년 곡물을 통한

에너지 공급량 1,669Kcal(총에너지 공급량의 56%)과 비교하면 매우 높다. 이것은 통일 초기 곡물 이외의 에너지 공급원이 그리 많지 않을 것이라는 점을 고려할 때 타당성이 있다. 곡물을 통해 공급받는 에너지 공급량은 통일 5년에 2,062Kcal, 통일 10년에 1,975Kcal로 차츰 줄어들어 공급열량에서 곡물의 비중은 감소하고 곡물 이외의 에너지 공급은 증가하게 된다.

표 7-3 통일 후 북한지역 식용 식량 소요량 전망

구 분		원 년	통일 5년	통일 10년
1인당 연간 소요량 (kg)	미 곡	91	111	131
	옥수수	121	67	13
	보리	6	10	13
	밀	6	27	48
	기타 잡곡	1	1	1
	소계(곡물)	225	215	206
	두류	6	8	10
	서류	47	35	23
계		278	258	238
연간 소요량 (천톤)	미 곡	2,128	2,751	3,442
	옥수수	2,836	1,671	351
	보리	145	238	342
	밀	135	667	1,264
	기타 잡곡	16	14	13
	소계(곡물)	5,260	5,341	5,413
	두류	140	198	262
	서류	1,099	868	606
계		6,499	6,407	6,280

주 : 1) 식용 소요량은 순식용과 가공용 중 식용을 합한 것임.
 2) 소수점 이하 반올림으로 인해 끝자리 수가 일치하지 않을 수 있음.

나) 사료용 및 증자용 소요량

사료용 소요량은 축산물의 생산 및 수요와 밀접한 관련이 있다. 따라서 정확한 사료용 소요량을 추정하기 위해서는 먼저 축산물 생산량과 소비량을 추정할 필요가 있다. 그러나 이 연구에서는 기본전제에 따라 남한의 비교연도(1962, 1982)의 1인당 연간 사료용 소비량을 북

44) 미곡, 옥수수, 밀의 1g당 열량은 각각 3.66Kcal, 3.50Kcal, 3.36Kcal이다.

한의 비교연도(통일원년, 통일10년)에 적용하였다.

1인당 연간 사료용 소비량은 1962년 5kg, 1982년(1981~83년 평균) 90kg을 북한의 비교연도(통일원년, 통일10년)에 적용하고 그 중에서 곡물의 경우 1인당 사료용 곡물 소비량은 1962년 3kg, 1982년(1981~83년 평균) 74kg을 북한의 비교연도에 적용하였다(1996년도 식품수급표, 1997).

사료용 소요량 추정결과 통일원년의 1인당 소요량은 연간 5kg에 불과하다. 이는 통일초기 북한축산이 부업축산에 의존할 것이라는 점을 반영하는 것이다. 그러나 축산기반이 조성됨에 따라 사료용 수요가 급격히 증가하여 연간 사료용 소요량은 통일원년 105천톤에서 통일5년 1,166천톤, 통일10년 2,357천톤으로 연평균 36.5%의 증가율을 보일 것으로 전망된다. 특히 옥수수는 통일 후 점차 식용으로서의 비중이 감소하고 사료용으로서의 비중이 급격히 증가할 것으로 전망된다. 옥수수의 사료용 소요량은 통일원년 5천톤에서 통일5년 817천톤, 통일10년 1,730천톤으로 연평균 79.4%의 증가율을 보일 것으로 전망된다.

표 7-4 통일 후 북한지역 사료용 식량 소요량 전망

구 분		원 년	통일5년	통일10년
1인당 연간 소요량 (kg)	옥수수	-	33	66
	보리	3	2	1
	밀	-	-	-
	기타 잡곡	-	4	7
	두류	-	6	12
	서류	2	3	4
	계	5	47	90
연간 소요량 (천톤)	옥수수	5	817	1,730
	보리	47	41	35
	밀	9	5	1
	기타 잡곡	-	87	184
	두류	5	148	308
	서류	40	68	99
	계	105	1,166	2,357

주 : 소수점 이하 반올림으로 인해 끝자리 수가 일치하지 않을 수 있음.

표 7-5 통일 후 북한지역 종자용 식량 소요량 전망

단위: 천톤

구 분	통일원년	통일5년	통일10년
미 곡	24	25	25
옥수수	17	14	11
보 리	9	9	8
밀	9	8	7
기타잡곡	5	5	4
두 류	8	8	7
서 류	19	17	16
합 계	91	86	79

주 : 소수점 이하 반올림으로 인해 끝자리 수가 일치하지 않을 수 있음.

종자용 소요량은 1993~95년의 3년 동안 남한의 품목별 식부면적당 종자소요량의 평균을 적용하여 추정하였다. 추정결과 연간 종자용 소요량은 식량작물 재배면적의 감소로 통일원년 91천톤에서 통일5년 86천톤, 통일10년 79천톤으로 감소하는 것으로 나타났다.

다) 통일 후 북한지역 식량 소요량 전망

통일 후 북한지역 식량 소요량을 식용, 사료용, 종자용으로 구분하여 추정하였다. 통일 후 북한지역의 식량 소요량은 연평균 2.7%씩 증가하여 통일원년 6,695천톤에서 통일5년 7,659천톤, 통일10년에는 8,717천톤에 이를 것으로 전망된다. 곡물 소요량만을 보면 통일원년 5,385천톤에서 통일5년 6,352천톤, 통일10년에는 7,419천톤으로 연평균 3.3%씩 증가하는 것으로 나타났다.

표 7-6 통일 후 북한지역 식량 소요량 전망

단위: 천톤

연 도	곡 물						두류	서류	총계
	미곡	옥수수	보리	밀	기타	소계			
통일원년	2,152	2,857	201	153	21	5,385	153	1,157	6,695
통일5년	2,776	2,502	288	681	106	6,352	353	954	7,659
통일10년	3,467	2,092	386	1,273	202	7,419	577	721	8,717

주 : 1) 식량 소요량은 식용, 사료용, 종자용이 포함된 것임.

2) 소수점 이하 반올림으로 인해 끝자리 수가 일치하지 않을 수 있음.

품목별로 살펴보면 미곡의 소요량은 식용 소요량의 추이를 따라 꾸준히 증가하여 통일원년 2,152천톤에서 통일5년 2,776천톤, 통일10년 3,467천톤으로 연평균 4.9%씩 증가할 것으로 전망된다.

옥수수의 경우 통일 후 식용 소비가 급감(통일원년 2,836천톤에서 통일10년 351천톤)하는 반면 사료용 소비는 급증(통일원년 5천톤에서 통일10년 1,730천톤)하는 것으로 나타났다. 그러나 이 연구에서는 식용으로서의 소비감소 요인이 우세한 것으로 나타나 옥수수 소요량은 전체적으로는 통일원년 2,857천톤에서 통일5년 2,502천톤, 통일10년 2,092천톤으로 연평균 3.2%씩 감소할 것으로 전망된다.

보리와 밀은 식용 소요량의 추이를 따라 꾸준히 증가하는 것으로 나타났고 기타 잡곡은 사료용 소요량의 추이를 따라 역시 꾸준히 증가하는 것으로 나타났다. 두류의 경우는 식용 및 사료용 소요량이 증가하고 서류의 경우 식용 소요량의 감소추이를 따라 꾸준히 감소하는 것으로 나타났다.

2) 식량 생산량 전망

통일 후 북한 지역 주민의 식량 소요량은 크게 증가할 것으로 추정되었다. 통일 초기에는 남한지역의 재고량과 긴급 수입을 통해 식량부족에 대처해야 하며, 시간이 지남에 따라 국내생산을 최대화할 수 있는 방법을 찾아야 한다. 그러나 북한 지역의 식량생산량 증대를 위해서는 쉽게 공급될 수 있는 비료, 농약, 종자 등 유동자본을 증투하는 것도 중요하지만 피폐한 농업생산기반을 복구하는 것도 중요하다. 그러나 농업생산기반의 복구와 확충에는 시간이 필요하다. 따라서 통일 후 북한 지역 식량생산량이 남한 수준으로 증대되기 위해서는 시간이 걸릴 것으로 전망된다.

본 항에서는 이러한 점을 감안하여 통일 후 북한 지역의 식량생산량을 추정한다. 식량생산량 추정은 작물별 재배면적과 단수 자료가 잘 정비되어 있는 1998년 북한의 식량생산량 자료(농촌진흥청 발표자료)를 기준으로 수행했다.

가) 재배면적의 감소

북한은 식량증산의 가장 효과적인 방법을 농경지의 외연적 확대에 두고 간척과 개간에 주

력하였다. 간척의 경우 그 실적은 계획목표의 25%인 75,000여ha(1995년 말)에 불과한 것으로 알려져 있다. 그러나 개간은 전군중적 차원의 다락밭 건설, 새땅찾기와 함께 산지를 주 대상으로 한 개인 또는 직장단위의 사적 개간도 광범위하게 이루어져 오히려 과도하게 추진된 것으로 판단된다.

통일 후 경지면적의 증가요인으로서 고려될 수 있는 간척은 경제성 분석과 환경영향평가를 거친 후 추가적인 실시여부가 결정되어야 할 것이므로 이 연구에서는 고려하지 않았다. 추가적인 개간 또한 고려하지 않았다. 통일 후 경지면적의 증가요인으로는 1995년과 1996년의 잇따른 홍수피해로 유실·매몰된 농경지의 복구(통일 후 6년까지)만을 고려하였다.

경지면적의 증가요인과는 반대로 감소요인은 다양하게 나타날 수 있다. 이 연구에서는 감소요인을 다음과 같이 설정하였다.

- (1) 농지전용으로 인한 경지면적의 감소를 설정하였다. 남한의 1962~82년 동안 경지이용면적 중 농지의 변화비율을 북한의 비교연도에 적용하였다(건설통계편람, 1985).
- (2) 북한의 16° 이상 경지면적은 남한의 경사도 30% 이상 경지면적에 해당하며 남한의 경우 극히 일부분을 제외하고는 산림으로 이용하고 있다. 따라서 발면적 중 16° 이상의 급경사지에 해당하는 14.1%를 통일 후 10년 동안 산림으로 환원하는 것으로 설정하였다.

통일 후 경지면적의 감소요인과 증가요인은 식량작물의 재배면적에도 영향을 미치게 된다. 통일 후 식량작물 재배면적의 변화는 미곡의 경우 유실·매몰된 농지(논)의 복구에 따른 재배면적의 증가와 농지전용으로 인한 재배면적의 감소를 고려하였다.

옥수수의 경우 재배면적의 증가요인 없이 산림전환, 농지전용, 경제작물로의 전환 등 감소요인만을 고려하였다. 산림전환은 전체 발면적의 14.1%를 산림으로 전환하는 비율에 따라 옥수수 재배면적도 그 비율만큼 감소하는 것으로 가정하였다. 경제작물로의 전환은 남한의 1962~82년 동안의 인구 1인당 채소재배면적의 변화(작물통계, 1985)를 북한의 비교연도에 적용하여 증가된 면적만큼 옥수수 재배면적이 감소하는 것으로 가정하였다. 나머지 작물의 경우 산림전환, 농지전용을 고려하여 재배면적을 추정하였다.

통일 후 북한지역의 식량작물 재배면적은 추정결과 증가요인에 비해 감소요인이 우세하여 전체적으로 감소할 것으로 전망된다. 통일 후 식량작물 재배면적은 통일원년 1,523천ha, 5년후 1,415천ha, 10년후 1,293천ha로 연평균 1.7%씩 감소할 것으로 전망된다. 식량작물 중 곡물 재배면적은 원년 1,351천ha, 5년 1,255천ha, 10년 1,146천ha로 역시 연평균 1.7%씩 감소할 것으로 전망된다.

표 7-7 통일 후 북한지역 식량작물 재배면적 전망

단위: 천ha

연 도	곡 물						두류	서류	합계
	미곡	옥수수	보리	밀	기타	계			
원 년	576	629	59	55	32	1,351	115	56	1,523
통일5년	590	528	55	52	30	1,255	107	52	1,415
통일10년	591	428	51	48	28	1,146	99	48	1,293

주 : 소수점 이하 반올림으로 인해 끝자리 수가 일치하지 않을 수 있음.

품목별로는 특히 옥수수 재배면적이 급경사지의 산림환원, 농지전용, 경제작물로의 전환 등으로 급격히 감소할 것으로 전망된다. 옥수수 재배면적은 원년 629천ha에서, 통일 5년 528천ha, 10년에는 428천ha로 감소하여 연평균 3.9%의 감소율을 보일 것으로 전망된다. 미곡의 경우 농지전용에도 불구하고 농지복구에 의해 재배면적은 원년 576천ha에서 10년 591천ha로 증가할 것으로 전망된다. 나머지 작물은 산림전환과 농지전용에 의해 재배면적이 소폭 감소할 것으로 전망된다.

나) 단수의 증가

경사지 농지의 산림환원과 농지전용 그리고 경제작물 면적의 증가는 식량작물 재배면적의 감소를 초래하여 식량생산의 감소요인으로 작용한다. 반면에 통일 후 농업생산의 여건변화는 식량생산을 증가시킬 것으로 전망된다. 농자재가 원활히 공급되어 생산현장에서 생산요소의 투입이 증가하고 생산 및 경영체제가 개편되어 노력에 대한 동기가 부여되면 단위면적당 생산량은 크게 증가할 것으로 예상된다. 그리고 주된 재해요인인 황폐한 산림이 복구

되고 농업생산기반 정비에 대한 투자가 강화되어 자연재해에 대한 극복능력이 제고되면, 재해의 일상화에 따른 저생산을 극복할 수 있게 된다.

통일 후 식량작물의 단수증가는 세 가지 시나리오를 설정하여 추정하였다. 단수증가의 요인별 시나리오는 다음과 같다.

(1) 시나리오 I(최소): 중국의 농업개혁 이후 1978~84년 동안에 곡물의 단수증가가 뚜렷했던 경험을 원용하여 단수증가의 기술 및 기타 요인과 체제전환 요인을 구분하여 추정하였다. 단수증가에 기술·기타 효과, 체제전환 효과가 모두 구현되는 시점을 통일 후 6년으로 설정하고 기술·기타 요인에 의한 단수증가(북한의 작물별 과거 최고단수의 회복) 73.6%, 체제전환 요인에 의한 단수증가 26.4%를 적용하였다(고재모, 1997).

북한의 작물별 과거 최고단수는 미곡·두류·기타 잡곡은 1986년 단수를 적용하였고 옥수수는 1986~88년 평균 단수를 적용하였다(USDA, FAO). 통일 6년 이후는 미곡은 남한의 추세치(김정호 외, 1996), 나머지 작물은 1998년 이전 남한의 20년간 연평균 증가율을 적용하였다. 그러나 맥류(밀·보리)와 서류는 1998년 현재의 추정단수(농촌진흥청, 1998)가 북한의 과거 최고단수를 상회하고 있다. 따라서 이들 작물은 단수증가의 기술 및 기타 요인, 체제전환 요인을 구분하지 않고 두 요인에 의해 통일 후 6년에 1998년 이전 남한의 5년 평균 단수를 달성하는 것으로 하였다.

(2) 시나리오 II(중간): 중국의 1978~84년 경험을 원용하되 단수증가의 기술·기타 요인과 체제전환 요인을 구분하지 않고 두 요인에 의해 통일 후 6년에 남한의 1998년 이전 5년 평균단수를 달성하는 것으로 설정하였다. 통일 6년 이후는 시나리오 I 과 동일하게 추정하였다.

(3) 시나리오 III(최대): 중국의 경험을 원용하지 않고 통일 후 10년의 단수를 미곡의 경우 남한의 추세치(김정호 외, 1996), 나머지 작물은 남한의 1998년 이전 20년 연평균 증가율을 적용한 전망치와 동일하게 설정하여 추정하였다.

표 7-8 통일 후 북한지역 식량작물의 단수 전망

단위: kg/10a

연 도	곡 물					두류	서류
	미곡	옥수수	보리	밀	기타		
원 년	254	310	168	168	33	98	276
통일5년							
(시나리오 I)	385	412	251	316	98	134	413
(시나리오 II)	413	391	251	316	117	141	413
(시나리오 III)	364	407	250	313	101	140	423
통일10년							
(시나리오 I)	436	488	284	391	124	149	505
(시나리오 II)	456	459	284	391	151	157	505
(시나리오 III)	474	503	331	458	169	181	570

다) 통일 후 북한지역 식량 생산량 전망

통일 후 북한지역의 식량 생산량은 재배면적의 감소로 인한 생산감소 요인과 단수증가의 차이를 반영한 생산증가 요인의 결합정도에 따라 서로 다르게 나타났다. 세 가지의 시나리오를 종합하면 식량 생산량은 통일 원년 3,883천톤에서 5년후 4,995~5,205천톤, 10년후 5,423~5,845천톤으로 증가하여 연평균 3.4~4.2%의 증가율을 보일 것으로 전망된다. 식량 생산량 중에서 곡물 생산량만을 보면 원년 3,616천톤에서 5년 4,625~4,840천톤, 10년에는 5,031~5,389천톤으로 연평균 3.4~4.1%의 증가율을 보일 것으로 전망된다.

품목별로 살펴보면 먼저 미곡의 경우 농지전용에도 불구하고 농지복구에 의해 전체적으로는 재배면적이 증가하고 단수 또한 증가하여 생산량은 통일 후 지속적으로 증가할 것으로 전망된다. 원년 1,463천톤에서 5년 2,147~2,437천톤, 10년 2,577~2,801천톤으로 증가하여 연평균 5.8~6.7%의 증가율을 보일 것으로 전망된다.

옥수수의 경우 단수의 급격한 증가에도 불구하고 채소작물로의 전환, 산림전환, 농지전용에 의해 재배면적이 감소하여 생산량은 통일 후 6~8년까지 지속적으로 증가한 후 점차 감소할 것으로 전망된다. 그러나 전체적으로는 원년 1,950천톤에서 5년 2,066~2,177천톤, 10년 1,965~2,153천톤으로 연평균 0.1~1.0%의 증가율을 보일 것으로 전망된다. 나머지 식량작물의 경우 재배면적의 감소에도 불구하고 단수증가 요인이 우세하여 전체적으로 꾸준히 증가

할 것으로 전망된다.

시나리오별 식량 생산량을 살펴보면 시나리오 I의 경우 기술 및 기타 효과에 체제전환 효과가 모두 구현되는 통일 후 6년까지 급격히 증가한 후 정체될 것으로 전망된다. 시나리오 II도 6년까지는 식량 생산량이 급격히 증가하지만 이후 정체될 것으로 전망된다. 시나리오 III의 경우 단수의 급격한 증가가 지속되어 생산량 또한 꾸준히 증가하는 것으로 나타났다.

표 7-9 통일 후 북한지역 식량 생산량 전망

단위: 천톤

연 도	곡 물						두류	서류	합 계
	미곡	옥수수	보리	밀	기타	계			
원 년	1,463	1,950	99	93	11	3,616	113	155	3,883
통일5년									
(시나리오 I)	2,273	2,177	139	163	29	4,781	144	215	5,140
(시나리오 II)	2,437	2,066	139	163	35	4,840	151	215	5,205
(시나리오 III)	2,147	2,148	138	161	30	4,625	149	221	4,995
통일10년									
(시나리오 I)	2,577	2,087	145	187	35	5,031	148	244	5,423
(시나리오 II)	2,695	1,965	145	187	42	5,035	156	244	5,435
(시나리오 III)	2,801	2,153	169	219	47	5,389	180	275	5,845

주 : 소수점 이하 반올림으로 인해 끝자리 수가 일치하지 않을 수 있음.

3) 통일 후 북한지역 식량 수급 전망⁴⁵⁾

통일 후 북한지역의 식량수급은 소요량이 생산량을 초과하여 통일원년 양곡연도에 2,811천톤의 식량이 부족할 것으로 전망되며 그 중 곡물은 1,768천톤이 부족할 것으로 전망된다. 그러나 통일초기 생산량의 급격한 증가로 식량 부족량은 통일5년 양곡연도에 2,705~2,870천톤으로 감소하였다가 이후 생산량이 정체되면서 통일10년 양곡연도에 3,021~3,296천톤으로 점차 그 규모가 확대될 것으로 전망된다.

45) 수급전망의 해석에는 몇 가지 주의를 요한다. 첫째는 통일 후 남북간의 인구가동 상황을 고려치 않았다. 따라서 소요량은 북한지역의 소요량이기 보다는 통일로 인해 변화된 소요량을 나타낸다. 둘째는 몇 가지의 가정과 목표를 설정한 후 추정된 결과이므로 이 가정과 목표가 달라지면 그 결과도 달라질 수 있다. 셋째는 통일원년의 생산량과 소요량은 통일시점(계절 및 월)에 따라 달라질 수 있다.

통일 후 남북한 전체의 식량수급을 고려하면 식량 부족량은 급증할 것으로 전망된다. 식량재고량이 현재 수준으로 유지된다면 통일원년 북한지역의 식량 부족량은 남한의 재고로 공급할 수 있을 것으로 보이지만 통일 1년 후부터는 해외시장에서 도입해야 한다. 따라서 통일정부는 남한의 기존 수입량에 북한지역의 부족량까지 추가적으로 수입해야 하는 부담을 안게 된다.

표 7-10 통일 후 북한지역 식량 수급 전망

단위: 천톤

양곡연도	통일원년	통일5년	통일10년
생산량	3,883	4,789~4,954	5,421~5,696
· 그 중 곡물	3,616	4,438~4,606	5,033~5,256
소요량	6,695	7,659	8,717
· 그 중 곡물	5,385	6,352	7,419
부족량	2,811	2,705~2,870	3,021~3,296
· 그 중 곡물	1,768	1,746~1,914	2,163~2,386

3. 통일 후 북한의 농업생산기반 단기 정비수요

농업생산기반의 복구 및 건설을 위한 투자는 장기적인 안목에서 추진되어야 한다. 이 대규모 투자사업은 통일 후 통일정부의 실행 의지와 재정적 능력에 따라 추진될 것이지만 장기적으로 투자가 필요한지에 대한 면밀한 검토작업도 선행되어야 한다. 그러나 장기를 염두에 두고 농업생산기반 투자사업을 계획하는 동안에도 농업생산성 향상을 위한 기본적인 기반투자는 이루어져야 한다. 이 절에서는 통일 후 최종적인 투자 프로그램들이 준비되는 동안 생산의 빠른 회복을 달성할 수 있도록 하는 저비용의 일시적인 수단들은 추진될 필요가 있다는 점을 감안하여 4년 이내 기간의 단기 복구 수요를 중심으로 논의하고자 한다.

가. 농업생산기반의 복구

북한 지역은 1990년대 중반 연이은 대규모 홍수와 해일로 농지의 침수, 방조제의 붕괴, 양

수장의 침수 등을 초래하여 현재까지 복구되지 않은 부분이 많다. 이를 분야별로 나누어 살펴보면 다음과 같다.

먼저 농지를 살펴보면 1990년대 중반의 자연재해로 총 7만2,512ha가 피해를 입었으나, 그 중 5만1,008ha가 복구되고 10개도 25개 군의 2만1,504ha가 복구되지 않은 채 남아 있는 것으로 보고되고 있다(1998년 말 현재).

표 7-11 북한 지역 농지의 피해 및 복구 상황(1998)

지역	피해 면적(95-97)	복구 면적(ha)	미복구 면적
평안북도	13,745	6,453	7,292
평안남도	9,929	8,115	1,814
황해북도	12,967	11,686	1,281
황해남도	10,262	8,584	1,678
개성	2,504	1,679	825
자강도	3,528	1,048	2,480
강원도	14,751	12,753	1,998
기타	4,826	690	4,136
계	72,512	51,008	21,504
- 논	31,758	25,457	6,328
- 밭	40,727	25,551	15,176

자료 : UNDP/FAO. AREP Working Paper 1. Appendix 1

이 피해 농지의 복구를 위해서는 많은 작업이 필요한데, 그 중 가장 핵심적인 것은 농지에 쌓인 모래와 자갈을 제거하고 표토를 유입하며 제방을 강화하는 작업이다. 이에 소요되는 비용을 추정하면 <표 7-12>와 같다.

표 7-12 홍수피해농지 복구비용 추정

	비용(천달러)	비고
장비	12,169	볼도저(65), 포크레인(17), 트럭(15), 트레일러(4), 지프(2), 경유(15,000톤), 휘발유(2,200톤), 시멘트(6,500톤)
노동 및 관리	55,085	노동력(5,161천일, 1일 5\$, 25,804천\$), 모래, 자갈, 목재, 강철파이프, 기타물재, 관리비용(25,024천\$)
계	67,154	

주: 북한 당국 추정액(1998)

광산 침하지의 피해 상황을 보면, 1932년 이래 3,560ha가 침하되어 1998년 말까지 1,450ha가 복구되었다. 북한 농업성은 1974년 문덕에 농지복구를 위한 기지를 설치하고 복구작업에 착수하였으나 복구상황은 지연되고 있다. 문덕과 숙천군의 복구대상 면적은 농지 1,098ha, 농지복구에 부수한 도로 8km, 관개수로 12km, 배수로 6km도 새로 건설해야 한다.

표 7-13 광산침하지 복구비용 추정

	비 용(천달러)	비 고
장 비	2,055	불도저(6), 포크레인(5), 트럭(17), 트레일러(1), 지프(1), 컴퓨터(1), 경유(2.5천톤), 휘발유(0.3천톤), 시멘트(0.5천톤)
노동 및 관리	5,568	노동력(250천일, 1일 5\$, 1,250천\$), 기타물재(2,300), 기타(2,018천\$)
계	7,623	

주: 북한 당국 추정액(1998)

양수장 파이프 피해 현황을 살펴보면, 전국에 분포하는 3만2,000여 개의 관개용 양수기 대부분이 30년 이상 노후된 상태이며 부식방지가 되어있지 않아 부식이 많이 진전되어 있는 상태이다. 그리고 대형을 제외하고 대개 파이프라인의 끝에 조절밸브가 없다. 총 1,990km의 파이프 중 당장 950km를 교체해야 하는 것으로 나타나고 있다.

단기적으로 시급히 교체해야 할 우선교체 대상은 2년간 총 240km로서 전체 교체 필요량의 25%에 해당된다. 이를 위해서는 9,800여 톤의 철강이 소요되며, 비용은 약 천만 달러로 추정하고 있다.

표 7-14 교체를 요하는 강철 파이프 총량(1998년)

양수장(개)	양수기(개)	파이프(km)	교체필요량(km(톤))	면적(천ha)
29,643	32,200	1,990	950(28,560)	680

자료 : UNDP/FAO. AREP Working Paper 1.

1997년에 발생한 해일로 인한 피해 상황을 보면, 총 290km에 달하는 방조제가 파괴되어 약 10만 ha의 논이 침수된 것으로 보고되고 있다. 1998년 말까지 해일에 의해 파괴된 방조제의 절반 정도가 복구되었으나, 약 141km는 임시 보수 상태로 근원적인 복구사업을 필요로 하고 있다.

표 7-15 피해방조제 복구를 위한 비용(141km)

	비 용(천달러)	비 고
장 비	10,060	포크레인(60), 트럭(20), 오일탱커(3), 트레일러(3), 트럭크레인(1), 에어컴프레서(30), 제너레이터(30), 암반드릴(90), 고압공기호스(74km), 경유(4.4천톤), 윤활유(5백톤), 시멘트(5.7천톤)
노동 및 관리	24,792	노동력(1일 5\$, 21,000천\$), 관리비용(3,792천\$)
계	34,852	

주: 북한 당국 추정액(1998)

나. 관개방식 개편에 대한 타당성 조사

북한은 짧은 기간에 집중되는 호우를 적절하게 이용하기 위해 국가적으로 대규모의 수리화 투자사업을 추진하여 약 146만 ha(농업용지의 79%, 경지의 94%)가 관개 혜택을 보고 있는 것으로 추정되고 있다. 북한이 현재 구축하고 있는 지역별 관개망의 현황을 살펴보면 <표 7-16>과 같다.

표 7-16 북한의 대형 관개망 현황

관개망	지역	면적(ha)	수로(Km)	구조물(개소)	양수장(개소)
평남	평안남도	57,360	2,100	3,600	1,399
연백	개성	55,750	3,040	606	88
서흥	황해남도	38,161	1,163	5,148	929
염주	평안북도	36,712	54	619	4
압록	평안북도	25,243	1,996	7,106	828
함흥	함경남도	20,629	998	4,327	244
신곡	황해북도	6,328	225	576	13

자료 : UNDP/FAO. AREP Working Paper 1

이 표를 보면 인공수로와 수많은 양수장이 북한 관개체계에서 중요한 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 즉, 북한의 관개는 양수식에 크게 의존하여 많은 에너지가 필요하다는 문제를 안고있다. 북한의 관개 방식은 남한과는 달리 풍부한 전력을 이용하여 강으로부터 저수지까지 양수하고 다시 저수지로부터 농지까지 흘러들게 하거나 다시 양수하는 체계를 구축하고 있다. 이러한 관개체계의 특성 때문에 약 30만 ha를 제외한 대부분의 면적에 대한 관개를 위해서는 많은 에너지가 필요한 실정이다.

관개방식이 에너지 소요가 큰 양수식에 의존하고 있는데 비해 경제난으로 인해 전력공급은 대단히 어려워진 실정이다. 국제기구에 의해 조사된 3개 양수장의 사례를 살펴보면 연간 600번 총 2,300시간에 걸쳐 정전이 일어나고 평균 15%의 전압 강하(3,300V의 정격전압, 평균 2,790V)가 발생하고 있다. 북한 전역의 관개용 에너지는 연간 1ha당 1,080kWh 소요되는데 이중 270kWh가 부족하여 전체 관개면적 98만ha의 부족 전력은 2억6,500만kWh(중유 8만톤 해당)에 이르고 있다(UNDP/FAO. AREP Working Paper 1. p. 11).

전력난이 완화되지 않고 있는 북한의 상황에서 관개체계는 에너지를 적게 소비하는 방향으로 개편되어야 한다. 먼저 에너지 소비형 양수체계는 자연관계체계로 전환하고 지형상 다단 양수체계가 불가피한 지구는 적절한 작부체계의 도입으로 전력소비를 완화하는 방향으로 재편하여야 한다. 그리고 수리비용 징수 시스템을 전환하여 관개시스템의 효율적 이용을 유도할 필요가 있다.

표 7-17 북한의 관개체계를 전환하기 위해 제안된 프로젝트

	기존설비	프로젝트 내용	기대효과
연탄호	황주천에서 양수식으로 관개, 총 312개 양수장	수로 112km(터널9km포함)를 건설하여 양수장(135개 양수기) 100개소 폐쇄 가능	황해북도 황주 기능평야의 논 6,400ha 포함한 18,600ha 관개가능
매봉	양수식으로 7,500ha에 관개	46.5km 수로(터널 9개, 3.7km)를 건설하여 16개 양수장(36개 양수기) 폐쇄 가능	평북 철산구역의 논 7,500ha 포함한 1만ha 관개가능
예성강-강령 수로개선 프로젝트	양수식으로 77,000ha 관개	136km의 수로(터널 18개, 10.7km)를 건설하여 253개 양수장(361개 양수기) 폐쇄 가능	11만ha (논 8만ha포함)

자료 : UNDP/FAO. Working Paper 1

현재 북한에서 양수식 관개를 저수식으로 전환하기 위한 연탄호, 매봉, 예성강-강령 수로 개선 프로젝트가 제안되어 있는바, 현재 상황에서 통일이 된다면 이들 관개체계 개편 프로젝트에 대해 타당성조사가 필요하고, 타당성 여부에 따라 사업이 추진될 필요가 있다.

다. 황폐산림의 복구

1) 피해원인 및 상황

북한이 1995, 96년에 대규모 수해를 입었을 때 이를 악화시킨 가장 중요한 요인으로 전국적인 산림 경사지의 무리한 개간이 지목되었다. 부족한 식량을 조금이라도 더 생산하기 위해 추진된 경사지 개간은 홍수시 대량의 토사 유출을 가져와 강과 하천의 범람을 초래한 중요한 원인이 되었기 때문이다. 그런데 이러한 상황은 식량난 이후 더욱 심화되는 양상을 보이고 있다. 식량위기 이후 곡물생산을 늘리기 위한 임시조처로 개인이 산림 경사지를 개간하여 곡물을 재배하는 것이 허용되어 경사 16° 를 초과하는 위치에 있는 경작지가 전국적으로 14만 ha를 상회하는 것으로 보고되고 있다(UNDP/FAO. AREP Working Paper 4).

산림 황폐화의 또 다른 직접적인 원인은 연료난에 따른 연료목의 과다 채취에 있다. 북한은 1988~92년까지 연평균 약 410만m³의 목재를 연료로 사용하였는데 90년 초 석탄 배급이 중단되면서 임산연료의 사용량이 급격히 증가하여 최근에는 연간 1,000만m³ 이상의 목재가 연료재로 이용되고 있다고 한다(석현덕. p. 88).

이러한 요인들로 1998년 현재 북한의 산림면적은 753만ha인 것으로 보고되고 있다. 이는 1970년에 비해 약 224만ha가 감소한 것이다. 1970년 이후 감소한 산림 면적은, 농지로 전용되었으나 현재는 경작이 전혀 불가능한 지역과 산지로 남아 있지만 숲으로 회복이 되지 않은 지역으로 볼 수 있다. 따라서 이 면적 전체를 황폐산림 복구 대상 지역으로 볼 수 있다.⁴⁶⁾

46) 북한이 1998년 11월에 UNDP에 제출한 자료에 의하면 가장 우선적으로 복구가 필요한 면적은 9만 9,000ha이고, 다음으로 복구가 필요한 면적은 35만ha로 총 45만ha를 복구대상으로 추정했으며 조림까지 필요한 면적은 약 2백만ha 이상으로 추정하였다.

표 7-18 북한지역의 복구대상 산림면적 추정

복구대상	현재이용 상태	대상면적(ha)
사방사업 조림사업	- 경사 16° 이상의 경사지발 - 현재 산림이 없는 산지와 경사 16° 이상의 다락밭과 과수원	177,450 2,061,550
계		2,239,000

자료 : 석현덕. p. 90

북한의 황폐산림 복구를 위해 북한당국과 국제사회가 함께 다각도의 노력을 기울이고 있으나 이러한 산림복구 노력은 다음에 지적하는 몇 가지 요소로 인해 제약을 받고 있다. 첫째, 긴급한 광산 복구, 방조제 복구, 가옥 및 시설의 재건축 등을 위해 목재가 대량으로 필요하며, 이로 인해 여전히 대규모로 벌목이 이루어지고 있다. 둘째, 홍수로 피해를 입은 광산의 생산능력이 현저히 떨어져 연료용 목재에 대한 수요는 계속 증가하고 있다. 셋째, 목재가 벌채되고 난 후의 자연적 재생산은 인근 주민들의 염소 방목으로 방해받고 있다. 넷째, 조림에 필요한 묘목을 생산하는 양묘장이 홍수피해를 입은 후 아직 제대로 복구가 되지 않아 원활하게 묘목이 생산되지 않고 있다. 전국 90개 양묘장 중에서 739ha에 이르는 30개 이상의 양묘장이 피해를 입었고 이 중 10개소는 75%이상의 피해를 입었다. 1998년 말까지 30개소 중 16개소는 복구되었으나 상황이 나쁜 14개 양묘장의 복구는 지연되고 있다.

북한의 양묘장은 식량위기 이전에는 연간 20만 ha의 조림을 지원할 능력을 보유하고 있었으나, 위기 후에는 1998년 말 현재 연간 8,400ha의 조림만을 지원할 수 있을 만큼 그 능력이 위축되어 있는 실정이다.

표 7-19 북한의 홍수피해 양묘장 현황(1998년)

도	평안남도	평안북도	자강도	황해북도	강원도	함경북도	량강도	총계
양묘장수	7	5	6	2	3	5	2	30
면적(ha)	116	100	211	49	70	150	34	730

자료 : UNDP/FAO

2) 통일 후 산림기반 조성을 위한 단기 정비수요

최근까지 북한은 유엔개발계획(UNDP)과 함께 네 방향에서 산림복구 사업을 추진하기로 계획한 바 있다. 첫째는 경사지 경작지 보호를 위해 총 1만ha를 우선적 대상으로 하여 조림과 사방사업을 추진하는 것이다. 둘째는 용재림 조성으로 4년에 걸쳐 15만 ha를 조성하는 것이다. 셋째는 홍수피해를 입은 30개 양묘장 중 복구되지 않은 14개소를 3년에 걸쳐 복구하는 것이다.

그러나 이들 계획은 순조롭게 추진되지 않고 있다. 이들 네 가지 문제가 통일될 때까지 해결되지 않는다면, 통일 후 단기적인 북한 지역 산림기반 정비사업은 이들 네 가지 과제를 추진하는 것으로 방향을 잡는 것이 바람직할 것이다.

첫째로 비교적 완만한 경사지에 위치한 경작지 보호를 위해 사방사업을 실시한다. 총 10,000ha가 우선 대상이 되는데 통일 1년 후 2,000ha, 2년 3,000ha, 3년 5,000ha에 대해 식목과 축대 조성을 겸해서 수행한다.

둘째로 용재림 조성이다. 4년간 총 150,000ha 조성을 목표로 하며, 통일 원년에 40,000ha, 2년에 50,000ha, 3년에는 60,000ha를 대상으로 추진한다. 식목을 위해 묘목은 ha당 2,500주가 필요하며 총 3억7,500만주 소요된다. 묘목은 북한 지역의 90개 양묘장 중 피해를 입지 않은 곳과 남한지역의 양묘장을 선정하여 공급한다.

셋째로 양묘장 복구이다. 북한 지역에서 홍수피해를 입은 30개소 양묘장 중 복구되지 않은 14개를 통일 1, 2년차에 각 5개소, 3년차에 4개소를 복구한다.

경사지 전담 보호를 위한 사방사업, 용재림 조성, 양묘장 복구와 운영 등에 필요한 노동력과 비용은 <표 7-20>과 <표 7-21>에 나타나 있다.

표 7-20 통일 후 단기 산림복구에 소요되는 노동력

단위 : 천일

대상사업	연도별 노동력 소요량				계
	원년	1년	2년	3년	
농지 보수	700	1,316	2,149	665	4,830
묘목 조림	7,320	13,150	19,980	12,000	52,450
양묘장 복구	873	873	873	-	2,620
양묘장 지원	5,556	5,556	5,556	-	16,670
총계	14,449	20,895	28,558	12,665	76,570

표 7-21 통일 후 단기 산림복구에 소요되는 장비 및 물재

품 목	비용(천달러)
- 중장비와 유지보수비	3,087
- 90대의 트랙터와 트레일러 및 유지보수비	3,366
- 5,750kg의 수입종자	3,162
- 165만개의 polypot	2,070
총 계	11,685

라. 통일 후 농업생산기반 및 산림 단기 복구비용

통일 후 홍수피해농지, 광산침하지, 방조제, 산림 등에서 시급히 복구해야 하는 부분과 낡은 양수장 파이프 중 시급히 교체할 필요가 있는 부분을 처리하는 데에는 약 4년이 소요되는 것으로 나타나고 있다. 이들 단기복구에 필요한 노동력, 관리비, 장비 및 물재비를 합하면 4년간 총 3조4천억원이 필요한 것으로 추정된다.

표 7-22 통일 후 북한 지역 농업생산기반 단기 복구비용

단위: 천 달러

		농지복구	광산침하지복구	파이프교체	방조제복구	산림복구
목 표		21,504 ha	1,098 ha	240 km	141 km	160,000 ha 14개 양묘장
비 용	장비 및 물재비용	12,169	2,055	n.a	10,060	11,685
	노동 및 관리비용	275,425	277,840	n.a	123,960	1,914,250
	계	287,594	279,895	10,495	134,020	1,925,935
	합 계	2,637,939(약 3조4,300억원)				

주 : 노동 및 관리비용은 북한 당국 책정치(노임 1일 5달러, 1998년)의 5배로 계상
 자료: UNDP(1998)에서 재작성.

Ⅷ. DMZ 지역 내 시범적 농업생산기반 정비계획

1. 시범농장사업의 필요성

시범농장(demonstration farm)은 새로운 작부체계, 선진 농업기술 및 경영기법을 도입하여 영농 활동을 하고 이 영농의 결과를 해당 국가나 지역의 일반 농민들에게 전시하여 시범을 보이며, 새로이 도입된 기법들을 농민들에게 지도하고 전파하기 위한 목적을 가진 농장을 의미한다.

북한의 식량난은 자연재해, 제도적 요인, 물질적·기술적 요인이 복합적으로 작용한 결과라고 볼 수 있다. 지금까지의 우리 정부 또는 민간부문의 대북한 협력지원사업은 식량난의 근원을 해소하려는 노력보다는 농자재 및 식량지원에 집중되어왔으나 북한농업의 근원적인 문제점을 개선하지 않고는 식량난의 완전 해소는 기대하기 어렵다. 다만 현 시점에서 북한의 체제를 변화시키는 것은 어려우므로 물질·기술적 협력 추진이 우선되어야 할 것이다. 이러한 목적 달성을 위해서는 남북한간 공동 시범농장을 설치·운영하여 인적·물질 교류를 함께 추진하는 것이 사업효과면에서 가장 바람직한 협력사업이 될 수 있을 것이다. 남북한 공동시범농장 운영을 통해 남북한 농업기술을 직접 비교함으로써 남북한이 가지고 있는 장점을 취할 수 있어 향후 한반도 농업발전에 기여할 수 있을 것이다. 남북한간 시범농장을 설치·운영할 수 있다면 이는 인적·물질 교류를 함께 유발하기 때문에 사업효과면에서 가장 바람직한 협력사업이 될 수 있을 것이다.

현 시점에서 북한이 가장 절실히 요구하는 먹는 문제 해결을 위해서는 식량 지원이 가장 빠른 방법이나 일시에 많은 자금이 소요되고 그 효과가 단기에 그치기 때문에 우리의 입장에서 바람직한 지원 방법이라고 볼 수 없다. 특히 국제사회에서는 북한에 대하여 긴급 식량지원을 계속하고 있으며 우리 정부에서도 이미 많은 양의 식량을 지원하고 있으므로 보다 다양한 방법으로 북한을 지원함으로써 지원효과를 극대화하는 것이 필요하다. 그러한 조건을 만족시키는 방안 중의 하나가 바로 시범농장사업이며 이는 비교적 적은 자금으로 장기간에 걸쳐 효과가 지속되며, 쌍방이 함께 참여하기 때문에 서로의 신뢰를 쌓아 나가는데 매우 효과적인 사업이다.

2. 시범지구 선정

가. 접경지역의 일반현황

1953년 7월 27일 정전협정에 따라 일시적으로 군사분계선과 DMZ가 설정되었다. 접경지역은 군사분계선과 그 인접지역을 의미하며 휴전선 지역과 민통선 북방지역 및 민통선 지역과 인접한 10개 시·군⁴⁷⁾으로 구성되어 있다. 군사분계선(Military Demarcation Line)은 강화군의 끝섬에서 고성군의 명호리를 잇는 육지 248km (155miles)와 서해 백령도까지의 해상 약 200km에 설치된 선이며 이 선을 중앙으로 남북 각각 2km씩 폭 4km의 비무장지대(DMZ)가 설치되었다.

접경지역 10개 시·군의 인구는 2000년 현재 약 60만명이며 이중 경기·인천지역에 421천명, 강원지역에 179천명이 거주하고 있다. 이중 민통선북방지역의 인구는 약 23천명으로 경기·인천이 15천명, 강원지역이 8천명 정도 거주하고 있다.

접경지역내 토지이용현황을 보면 국토이용관리법상 접경지역의 용도지역은 농림지역과 준농림지역이 78%로 대부분을 차지하고 있으며, 도시지역 등 개발가능지역은 55.1%로서 전국의 40.4%에 비하여 가용면적이 넓게 나타나고 있다.

표 8-1 접경지역의 국토이용 현황

단위 : km²

구분	계	도시지역	준도시지역	농림지역	준농림지역	자연환경 보전지역
계	7,004 (100%)	198 (2.8%)	47 (0.7%)	2,752 (39.1%)	3,024 (42.9%)	1,023 (14.5%)
경기·인천	2,225	138	16	866	1,023	182
강원	4,819	60	31	1,886	2,001	841

자료 : 인천광역시, 경기도, 강원도

47) 인천광역시, 경기도, 강원도의 10개시·군(웅진군, 강화군, 김포시, 파주시, 연천군, 철원군, 화천군, 양구군, 인제군, 고성군)임.

표 8-2 비무장지대의 토지현황

구 분	산 립	농경지	초 지	나대지	기 타	계
면 적(ha)	688,497	2,495	18,415	98	1,198	90,703
- 남한		588	9,091	86		
- 북한		1,907	9,324	12		
구성비(%)	75.5	2.8	20.3	0.1	1.3	100

자료 : 산림청

나. 시범지구 선정

1) 농장 위치 선정

가) 일반적 조건

시범농장의 위치를 선정하기 위해서는 행정구역, 자연적인 입지조건, 경제사회적 입지 조건을 사전에 정확하게 검토하여야 함과 아울러 협력 상대방의 요구를 적절히 수용하여야 한다. 기존의 국영농장이나 협동농장을 대상으로 할 것인지 혹은 제3지역을 선정할 것인지를 농장설치 목적과 농장의 유형에 따라 결정하고 구체적으로 지역의 물리적 요소와 제도적 요소를 감안하여 선정하여야 한다.

나) 물리적 조건

지역과 시범농장 설치지역의 물리적 조건이 시범농장의 성패에 결정적인 역할을 한다. 적합하지 않은 지역을 선정할 경우 시범농장의 운영은 실패할 가능성이 아주 높게 된다. 따라서, 시범농장 후보지가 갖추어야 할 물리적 조건에 대해 농장설치 목적과 목표에 따라 면밀히 검토하여야 한다.

(1) 토양과 농지 형태

농장후보지가 가지고 있는 토양의 성질과 고도, 규모, 일조량, 전답의 비율 등 농지의 형

태가 재배작물 선택과 재배방식의 결정에 아주 요소이기 때문에 신중하게 고려되어야 한다.

(2) 기후

강수량과 강우의 계절적(시기적) 분포와 집중도, 바람의 형태, 온도 등의 기후를 고려하여야 한다.

(3) 파급효과

시범농장의 설치 목적에 합당한 사업의 상징성과 실험적 특성을 감안하여 파급효과가 큰 지역을 선정하여야 한다.

(4) 접근로

시범농장은 새로운 기술과 재배기술을 도입하기 때문에 기계화는 필수적이다. 기계화 영농을 통하여 효율적으로 영농활동을 할 수 있는 접근로(농로)가 중요하며, 파급효과를 극대화하기 위해서는 견학을 용이하게 하는 접근로가 갖추어져 있거나 새로이 건설하더라도 지나치게 많은 비용이 소요되지 않는 지역을 선정하는 것이 좋다. 접근로 건설을 위해 지나치게 많은 비용이 소요되면 실제 시범농장 운영을 위한 자금이 부족하게 될 것이다.

(5) 농업의 다양화

작물다양화나 전신포 시범농장은 농업의 다양화를 꾀하기 때문에 지역의 논과 밭의 구성과 기존의 재배 작물상황을 검토하여야 한다. 기존에 재배되어오는 작물들이 일반적으로 그 지역에 알맞은 작물이기 때문이다.

(6) 기계화를 위한 필지 구성

농장지역은 기계화 영농이 가능한 필지로 구성되는 것이 바람직하다. 필지가 소필지이며 경지정리가 제대로 되지 않으면, 경지정리에 많은 재원이 투입되어 협동농장의 상징성을 해칠 수 있다. 따라서, 최소한의 노력과 재원의 투입으로 기계화 영농이 가능한 지역

이어야 한다.

(7) 용·배수로

기존 용배수로의 확인을 통해 용배수로를 건설하기 위한 많은 재원의 투입을 피해야 한다. 따라서, 최소한의 용배수로의 정비를 통해 농장경영이 가능한 지역을 선정하여야 한다.

(8) 작물의 적합도

상징성과 파급효과를 최대한 발휘할 수 있는 작물재배의 적지를 선정하여야 한다.

(9) 노동력 분포

해당지역의 자체 노동력으로 농장경영을 충분히 소화할 수 있는 노동력이 있는 지역을 선정하여야 한다.

다) 제도적 조건

(1) 정치적, 행정적 실현가능성

시범농장은 정치적, 행정적, 기술적으로 실현 가능성이 있을 때 목표를 달성할 수 있다. 정치적 지지, 일반국민의 지지와 참여, 그리고 효율적인 행정지원체계가 정비되어야 한다.

(2) 기술적 실현가능성

문제를 정확하게 파악하고 그 인과관계를 정확히 파악할 수 있는 관리조직, 적절한 기술 수준, 명백한 목표 등이 정비되어야 한다.

(3) 투자자금의 규모와 적기 배분

시범농장이 성공적으로 운영되기 위해서는 투자자금의 규모가 적절해야 하며, 자금을 적시에 배분할 수 있어야 한다. 특히, 최초의 자금 배분이 적절하게 이루어져야 한다.

(4) 법적, 제도적 근거 마련

시범농장의 설립 및 운영 전반에 관한 법적, 제도적 장치를 마련해야 한다. 남북한간 공동으로 설치하여 운영하는 시범농장은 시범농장 운영에 관한 자금투자방식, 관리방식, 생산물 처분에 관한 사항 등에 대한 명확한 법적이고 제도적인 장치가 선행되어야 한다.

(5) 예산배분의 효율성

시범농장 설치 및 운영에 필요한 예산배분에 있어 효율성을 유지하도록 하여야 한다. 이를 위해서는 시범농장의 초기 투자비를 최소화하도록 하여야 하며, 충분한 운영자금을 마련하여 적시에 투입할 수 있도록 하여야 한다.

다) 종합적 요인

남북한 접경지역은 서부도서지역, 서부연안지역, 서부내륙지역, 중부내륙지역, 동부해안 지역으로 나눌 수 있으며 지역별로 입지조건과 특성을 고려하여 협력사업을 선정하여 추진하는 것이 바람직하다.

서부연안지역인 파주시 장단면 일대는 평야지대로써 철도·도로와 주변 임진강을 활용한 주운으로 활용할 수 있어 교통이 편리하고 배후지에 도시가 발달하여 농업개발이 가능하다. 현재 추진중인 개성공단의 개발과 연계하여 공단배후지로서의 농업개발을 고려해볼 수 있는 지역이다.

서부내륙지역인 철원지역은 국토의 중심지대에 위치한 교통의 요충지로서 주변에 광활한 평야가 발달되어 있고 DMZ내에 기존의 경지가 있어 남북농업개발 시범사업이 가장 유리한 지구로 판단된다.

중부내륙지역인 양구지역은 경사가 급하고 지형이 복잡하므로 남한쪽 구릉지는 받기반 정비를 통해 농경지로 이용하고 있으나 북한쪽은 아직 미개발 상태이므로 이 지역에서의 남북농업협력사업은 남한에서 추진한 받기반정비사업을 위주로 추진하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

동부해안지역의 고성지역은 금강산, 설악산 등 천혜의 관광자원을 보유하고 있어 금강산 남쪽은 설악산과 해변 남북 관광특구로 개발 국제적인 관광지로 개발이 가능한 지역이다.

표 8-3 남북한 협력사업 후보지 및 사업내용

구분	사업내용
서부연안지역	위치: 김포, 파주, 연천 일대 기능: 경제특구, 평화시, 평화공단, 남북농업공동개발, 생태계공동조사 및 보전관리
서부내륙지역	위치: 철원 일대 기능: 남북교류 및 평화생태도시, 물류센터, 민족문화역사관, 남북농업공동개발사업, 금강산 관광 서부관문
중부내륙지역	위치: 양구군 해안면, 인제군 서화면 일대 기능: 비무장지대 자연생태연구소, 학술교류 및 공동연구시설, 통일교육센터, 금강산 관광 내륙관문
동부해안지역	위치: 고성군 일대 기능: 관광거점, 통일교육센터, 남북경제교류거점, 주요생태조사 및 보전관리, 공동해양개발

자료 : 김영봉, 남북경협 활성화를 위한 접경지역 활용방안, 국토연

남북농업협력을 위한 시범농장은 농경지로 개발가능한 평야 및 구릉지가 있는 지역으로서 농업용수의 확보가 가능하고 남북간의 연계가 가능하며 배후지와와의 접근성이 용이한 지역으로 선정해야 할 것이다. 따라서 이러한 지리적이고 입지적인 여건을 갖춘 남북농업 협력을 위한 시범농장으로 철원군의 DMZ내 평야지역을 선정할 수 있다.

철원평야(일명 평강철원고원)는 평균 해발고가 320m, 총 면적이 600km²의 평원이다. 평강철원고원의 평강쪽으로 일명 평강고원이라는 화산분출에 의해 생긴 현무암지역이 있으나 담으로의 활용은 불가능하고 전작지로 활용해야 할 것으로 보인다. 고원의 북한쪽은 경지가 정리되어 있지 않고 옥수수 위주의 전작을 하고 있는 것으로 보인다. DMZ내에는 총면적이 약 3,000ha 정도이고 경사가 거의 없는 평야지가 있으며 분단이전까지는 경지로 이용하였으나 현재는 수목만 무성한 상태이다.

고원의 남한쪽은 농업개발을 하여 주로 담에 수도작을 하고 있으나 농업용수는 집수면적이 작은 동송저수지(양수저류), 토교저수지와 한탄강에 의존하고 있다. 이 두 저수지는 원래 대부분 유역이 북한쪽에 위치하고 있으나 북한쪽의 봉래호에서 단수를 하여 자체의

양수저류체계에 의해 유지되고 있다. 동송저수지의 상류 북한쪽에 위치한 봉래저수지는 1923년에 준공된 저수지로 유역면적 152km², 만수면적 4.78km², 둘레 14.6km, 길이 5.1km, 너비 1.0km 규모에 저수용량 4,556ham의 대형 저수지이다. 준공당시에는 남북한 농경지 5,500ha에 대하여 관개를 하였으나 분단이후 6단 양수체계로 변경하여 북한지역에 위치한 1,400ha의 경지에 대한 용수공급을 하고 있어 잉여 저류량을 활용할 수 있다. 따라서 봉래호의 용수를 활용하기 위한 농업생산기반시설만 갖추어지면 이 지역은 개발효과가 상당히 높을 것으로 보인다.

그리고 DMZ는 국제적으로 생태계의 보고로서 인정받고 있으므로 생태 및 환경농업 시범농장 설치장소로 매우 적합할 것으로 판단된다. 시범농장의 운영을 통하여 남북한이 환경농업의 중요성과 생태계 보전의 중요성을 인식하고, 지속 가능한 농업을 전시하고 확산시키는 목적을 달성하기에 가장 적합한 장소가 DMZ이기 때문이다. 또한, 남북한의 정치적 이유에서도 가장 접근하기 용이한 장소가 DMZ를 포함한 인근지역이 될 것이다. 지형적 특성으로 생태 및 환경농업 시범농장은 북측농장과 남측농장으로 구분되고 DMZ 지역은 남한측 농장과 북한측 농장을 연결하는 통로의 기능을 하고 생태관광지로서의 역할을 할 수 있는 지역이기 때문이다.

3. 지형분석

이 지역은 분단이전에는 평강고원과 철원평야로 일컬어지던 대표적인 농업지대로서 주변에 봉래호, 토교지, 강산지를 비롯한 규모가 큰 저수지가 조성되어 있고, 한탄강 상류가 지나가고 있어 비교적 수자원이 풍부한 지역이다. 또한 후삼국시대에 궁예 옛 도읍이 있던 것으로 역사적 상징성도 갖고 있다.

시범대상 지구에 대한 지형분석을 위해서 1" DTED(Digital Terrain Elevation Data) 수치지형고도자료(그림 8-1)를 이용해서 수치고도모델(DEM)을 작성하여 표고, 경사, 방위와 같은 지형 특성을 분석하였다. DEM의 격자 크기는 북한지역의 지형분석에서와 같이 30m×30m 크기로 재배열하고 UTM 지도좌표체계에 맞추어 투영을 하였다.

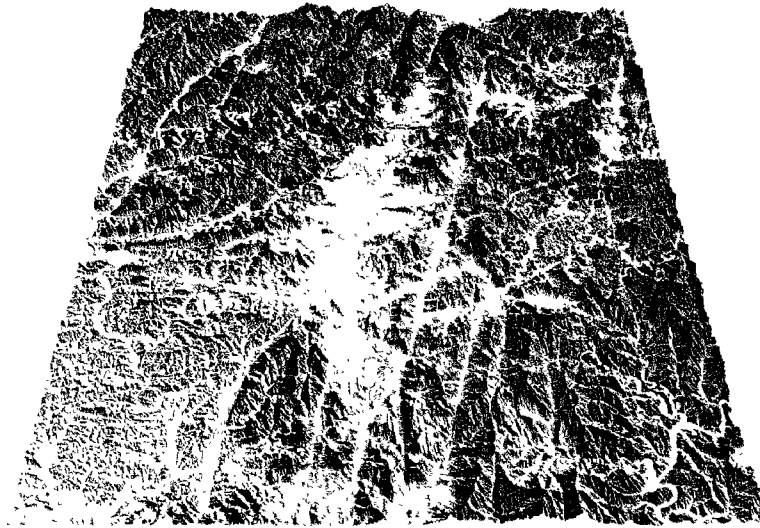


그림 8-1 시범지구의 3차원 조감도

가. 고도 분석

이 지역은 중앙에 위치한 철원평야와 평강고원 일대의 해발고가 낮고 주변은 해발고가 비교적 높은 산악지대로 둘러 싸여 있다. 이에 따라 표고가 낮은 지역의 해발 20m이고 가장 높은 곳은 1,452m로서 이 지역의 평균 해발고는 421.2m이며, 해발 500m 이하가 전체의 약 66.7%를 차지하고 있다(표 8-4).

표 8-4 DMZ 시범지 고도분포

해발고(m)	면적(ha)	비율(%)
계	733,291.7	100.0
- 100m	32,619.8	4.4
101 - 200	96,774.2	13.2
201 - 300	110,170.4	15.0
301 - 400	136,263.3	18.6
401 - 500	113,039.6	15.4
501 - 700	160,861.9	21.9
701-1,000	77,183.2	10.5
1,001 -	6,379.3	0.9

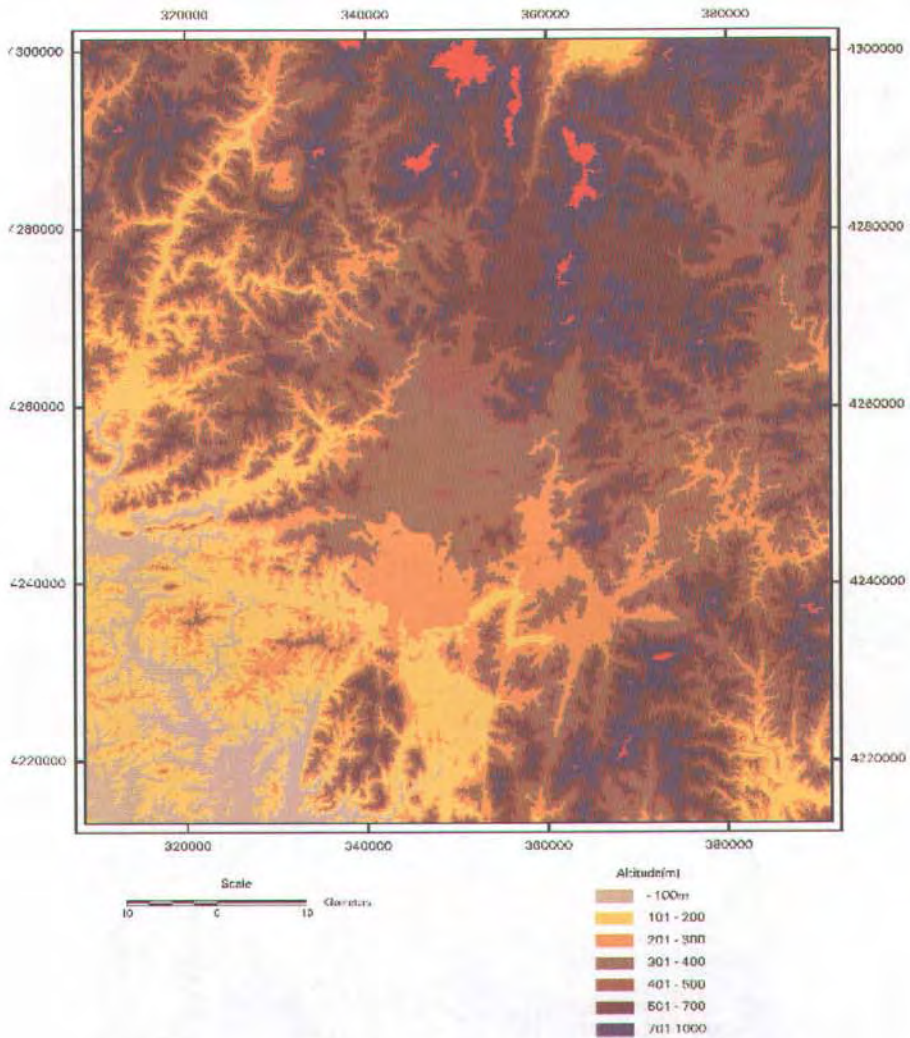


그림 8-2 DMZ 시범지구의 고도 분포도

나. 경사 분석

이 지역은 넓은 평야지대와 고원이 위치하고 있는 관계로 경사 5° 이하의 평탄지가 약 19.9%를 차지하고 있고, 경사 20도 미만의 완경사지가 57.8%를 차지하고 있다(표 8-5).

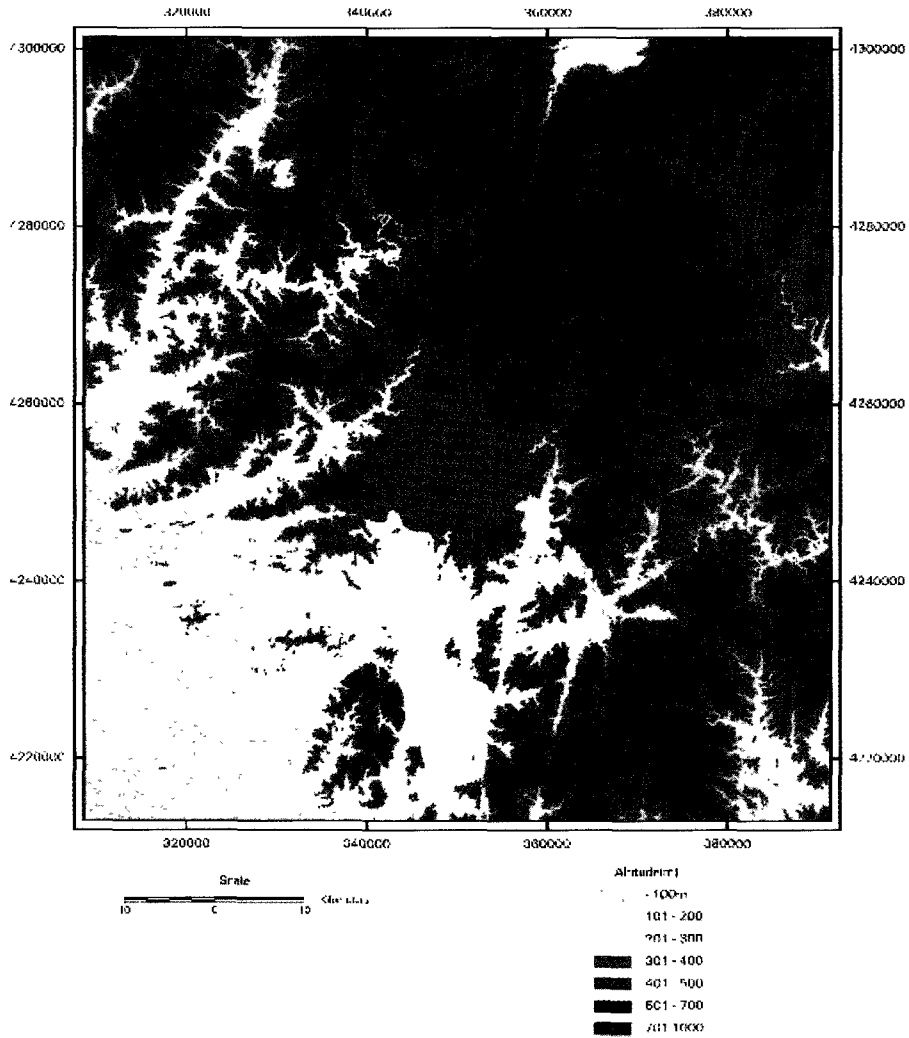


그림 8-2 DMZ 시범지구의 고도 분포도

나. 경사 분석

이 지역은 넓은 평야지대와 고원이 위치하고 있는 관계로 경사 5° 이하의 평탄지가 약 19.9%를 차지하고 있고, 경사 20도 미만의 완경사지가 57.8%를 차지하고 있다(표 8-5).

표 8-5 DMZ 시범지 경사분포

경사(도)	면적(ha)	비율(%)
계	733,291.7	100.0
5도 이하	146,015.0	19.9
5 - 10	68,483.0	9.3
10 - 20	209,741.5	28.6
20 - 30	220,741.0	30.1
30 - 40	83,549.4	11.4
40도 이상	4,761.7	0.6

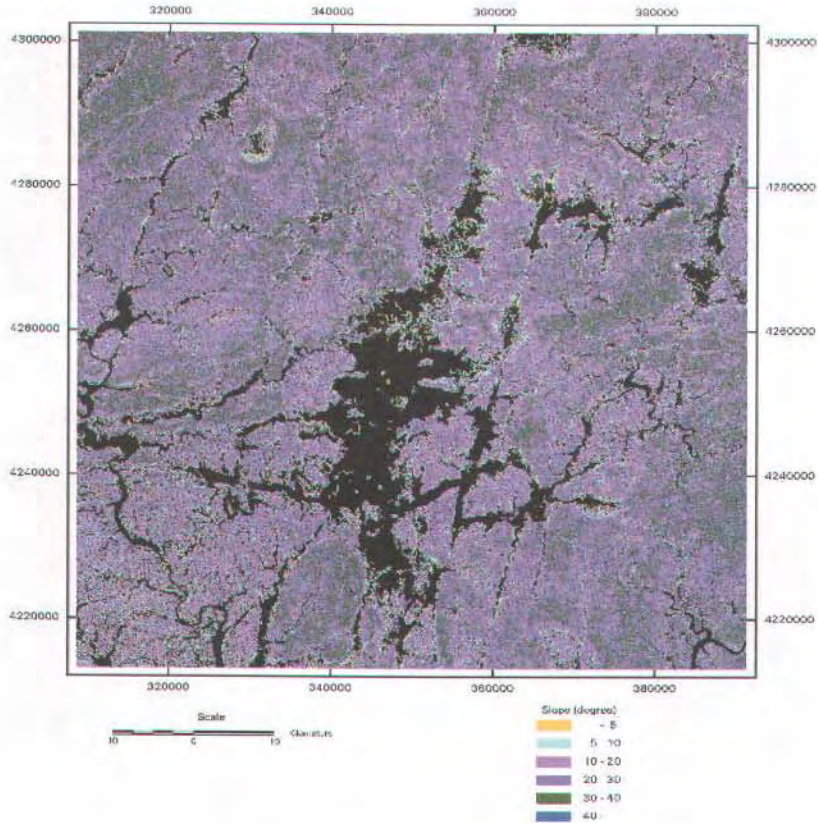


그림 8-3 DMZ시범지구의 경사분석도

표 8-5 DMZ 시범지 경사분포

경사(도)	면적(ha)	비율(%)
계	733,291.7	100.0
5도 이하	146,015.0	19.9
5 -10	68,483.0	9.3
10 - 20	209,741.5	28.6
20 - 30	220,741.0	30.1
30 - 40	83,549.4	11.4
40도 이상	4,761.7	0.6

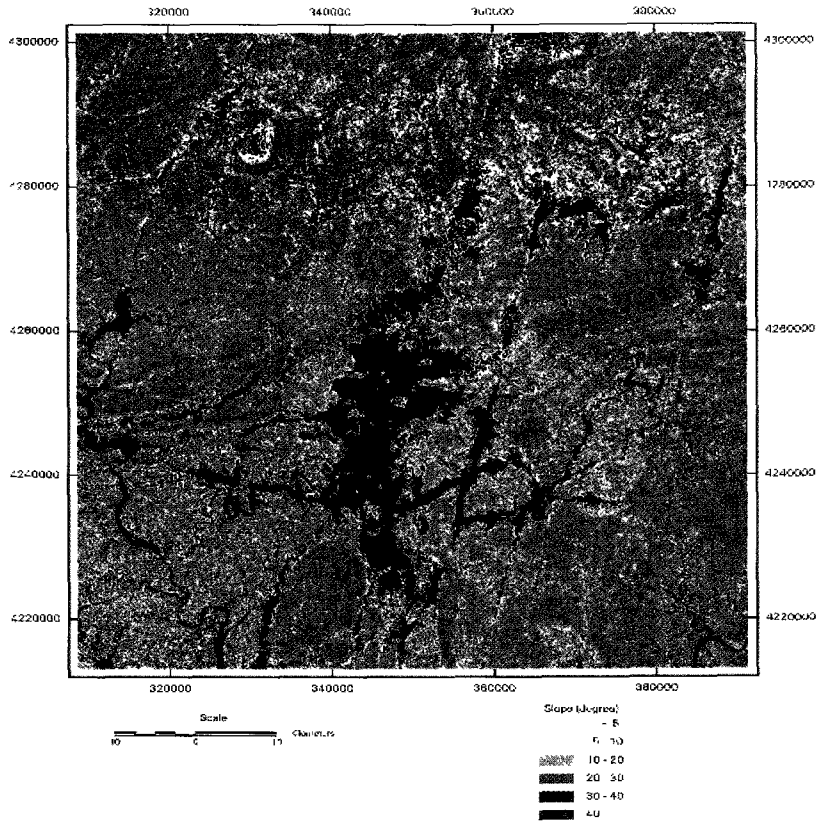


그림 8-3 DMZ시범지구의 경사분석도

다. 방위 분석

시범지구의 사면방향도는 <그림 8-4>와 같으며 중앙부에 넓은 평탄지가 위치하고 있어 방위가 없는 지역(무방위)이 약 9.2%를 차지하고 있으며, 전체적으로는 8방위에 걸쳐 고르게 분포하고 있다(표 8-6).

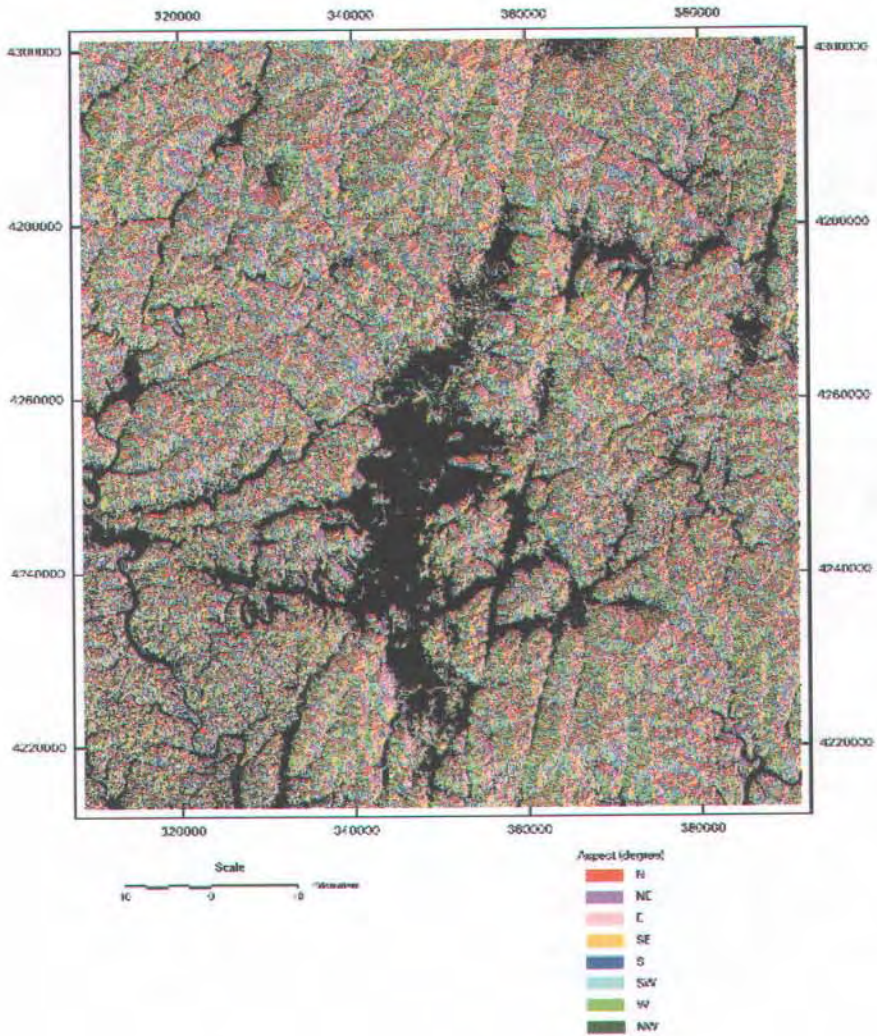


그림 8-4 DMZ시범지구의 방위분석도

다. 방위 분석

시범지구의 사면방향도는 <그림 8-4>와 같으며 중앙부에 넓은 평탄지가 위치하고 있어 방위가 없는 지역(무방위)이 약 9.2%를 차지하고 있으며, 전체적으로는 8방위에 걸쳐 고르게 분포하고 있다(표 8-6).

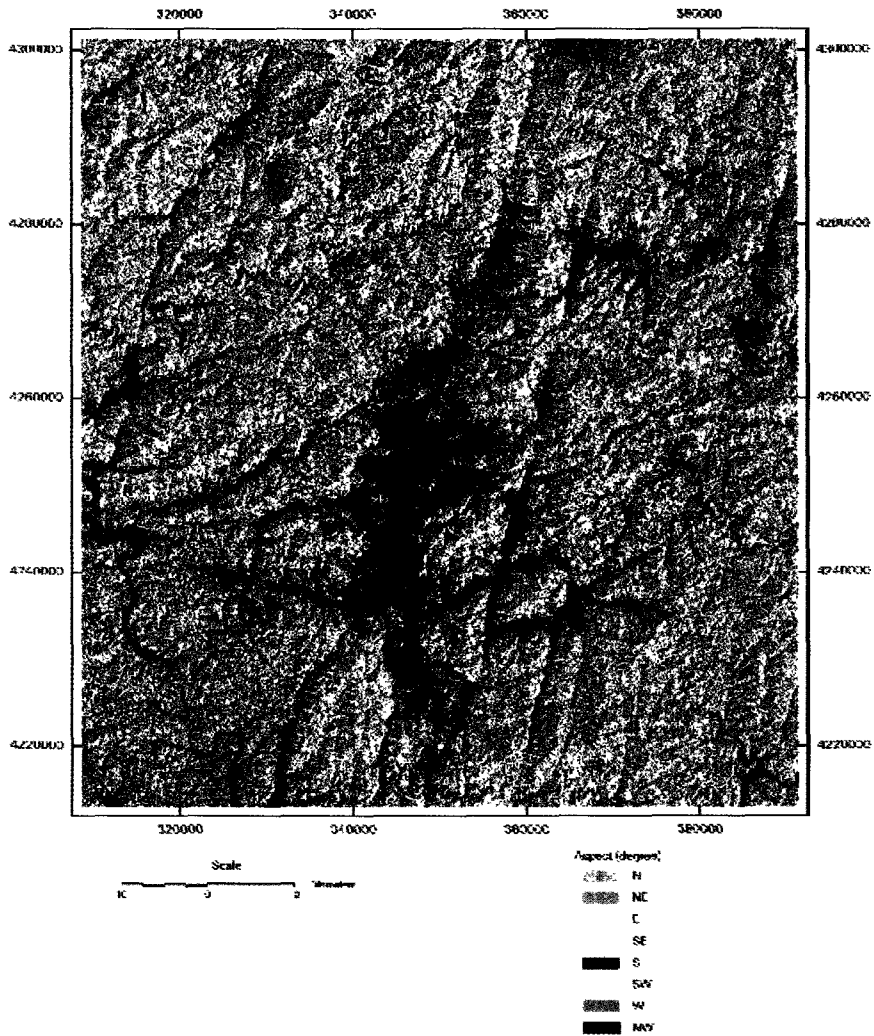


그림 8-4 DMZ시범지구의 방위분석도

표 8-6 DMZ 시범지 방위분포

단위 : ha(%)			
방 위	면적(비율),	방 위	면적(비율)
무방위	67,305.5 (9.2)	-	-
N	73,169.8 (10.0)	NE	79,529.1 (10.8)
E	84,166.0 (11.5)	SE	88,713.1 (12.1)
S	78,429.7 (10.7)	SW	87,797.2 (12.0)
W	88,650.6 (12.1)	NW	85,530.6 (11.7)
계	733,291.7(100.0)		

4. 시범지구의 인공위성 영상자료 분석

가. 사용자료

시범지구에 대한 토지이용형태를 구분하기 위해서 1999년 5월 21일에 관측된 Landsat TM(path/row 116/33, 116/34) 영상자료를 이용하였으며, 기하보정 처리 및 분류처리는 전항과 같이 동일한 방법을 적용하였다.

나. 토지이용형태 구분

시범지구에 대한 토지이용형태 분류도는 <그림 8-5>와 같다. 이 일대는 비무장지대를 포함하고 있어서 과거 경작을 하던 곳에 초본류와 관목이 생육하고 있고, 현재 일부 경작을 하고 있는 DMZ 인접지역의 농경지가 약 16.7%를 차지하고 있다. 산림지역은 67.7%를 차지하고 있으며 이밖에 관목림 상태나 피복밀도가 낮은 무림목지 3.7%와 북한 지역의 개간산지(초본지역 포함) 8.7%가 분포하고 있다(표 8-7).

표 8-7 DMZ 시범지 토지이용형태별 면적

토지이용	면적(ha)	비율(%)
계	733,291.7	100.0
산림	495,143.4	67.5
무림목지	26,829.5	3.7
개간산지/초지	63,888.8	8.7
나지/기타	4,882.3	0.7
논/밭	107,480.3	14.7
논	14,347.1	2.0
수역	4,487.3	0.6
주거지	16,232.9	2.2

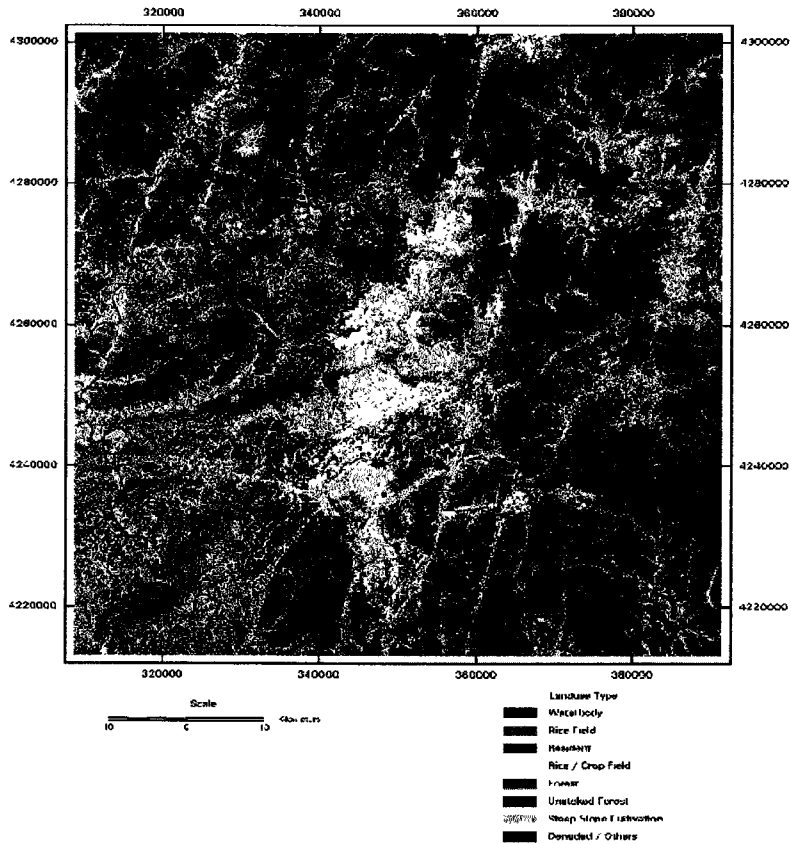


그림 8-5 DMZ시범지구의 토지이용형태분류도

5. 시범지구 농업생산기반 정비계획

가. 토지이용계획

DMZ 내 철원평야에는 “궁예도성지”터가 있어 이를 발굴 보존하기 위하여 시범지구는 문화재를 침범하지 않도록 그 인근지역으로 선정하였고 향후 분단이후 사용하지 않고 있는 경원선(서울 - 원산선)의 복원을 고려하여 구 철길 부지를 침범하지 않는 원칙에서 선정하였다.

또한 환경보전과 야생동물의 이동통로 제공 및 DMZ의 연속성 유지를 위해 시범지구가 DMZ를 남북으로 완전히 절단하지 않도록 지구위치를 선정하였다.

시범지구는 그림에서 보듯이 DMZ 경계선에 위치하도록 하며 논 100ha, 밭 60ha, 온실 시설 20ha, 기타 20ha로 총 200ha로 계획하고 있다. 기타 20ha에는 전망대, 관광농원, 생태공원 등 관광객을 위한 휴식공간을 조성한다.

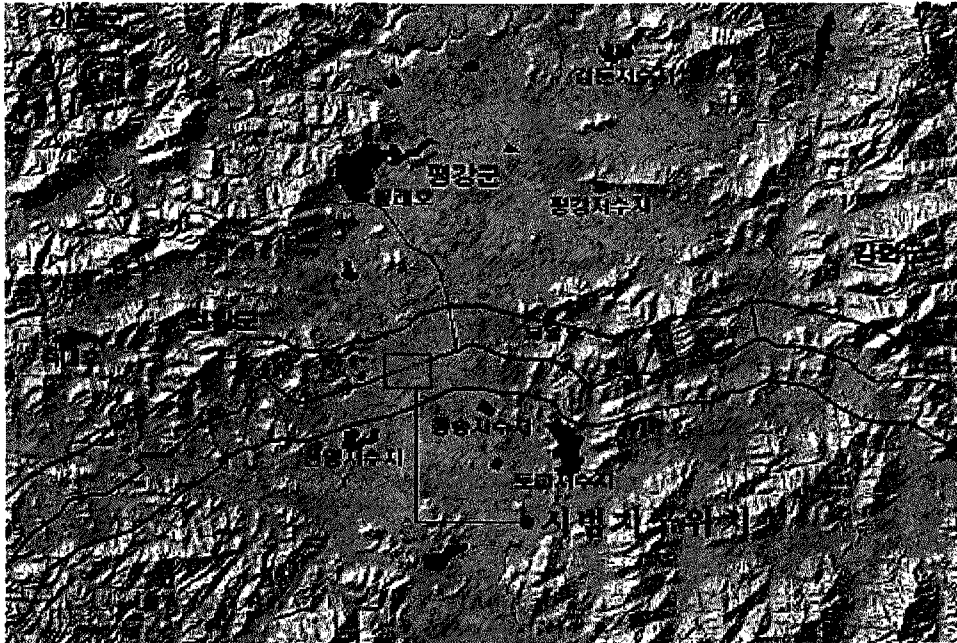


그림 8-6 철원평야 음영기복도 및 시범지구 위치

표 8-8 시범지구 토지이용계획

지목	규모(ha)	재배작물 및 시설
논	100	수도작 + 호밀·보리
밭	60	옥수수·감자 + 호밀·보리
온실시설	20	채소·특용작물
기타	20	관광농원·생태공원
계	200	

나. 기반정비 계획

시범지구는 경사가 주로 남북으로 형성되어 있고 평균경사가 1/100로 비교적 완만하고 배수가 잘되는 토양특성을 나타내고 있다. 밭 구획의 형상은 <장변 × 단변>이 100m × 40m인 장방형, 논 구획의 형상은 <장변 × 단변>이 125m × 40m인 장방형을 원칙으로 하나 현지 측량결과에 따라 경사진 곳에는 절선 또는 곡선 구획으로 하며 장변은 등고선과 평행이 되도록 한다.

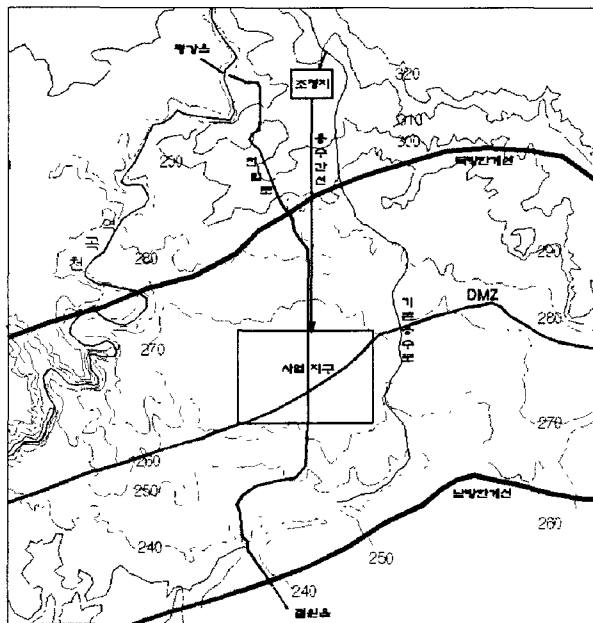


그림 8-7 사업지구 지형 및 진입로, 용수간선 노선도

영농기계와 운반차량의 통행을 위하여 남북한에서 지구로 연결되는 5~6m 폭의 연결도를 각각 1조씩 왕복 2차선으로 계획하며, 특히 진입도로 계획시에는 기존의 노선구간을 최대한 활용하고 야생동물의 안전한 통행을 위하여 일정구간을 지하차도로 계획하거나 구간 내에 echo-bridge를 설치하도록 한다. 지선농도는 통행빈도가 잦은 농기계의 교차 가능한 폭을 원칙으로 4m 이상의 폭으로 계획하며 경작도는 경운, 시비, 수확 등에 이용하기 위하여 경구의 경계부근에 설치하고 그 폭은 2m 이상으로 계획한다.

6. 용수이용계획

가. 용수시스템

주수원공은 북한 쪽에 위치한 봉래호이며 봉래호의 잉여수원을 지구근처에 신규로 설치하는 조정지로 유입시켜 저류한 후 지구 내에 공급하도록 한다.

조정지까지의 승수로 노선은 기존의 용수로인 제3용수간선(옛 명칭)을 활용할 수 있으나 토공수로이므로 콘크리트개거로 개보수하여 활용하도록 한다.

간선수로의 노선은 기존 용수로를 활용하는 방안과 북한쪽 진입도로를 따라 설치하는 방안 두 가지가 있다. 기존 용수로를 활용할 경우에는 계획수압을 확보할 수 없고 관수로의 연장이 상대적으로 길어져 비경제적이 되므로 신규 진입도로를 따라 설치하도록 한다.

본 지구는 남북한 친환경적인 시범농장의 모델지구로 용수로 시스템은 자연경관의 보전과 유지관리 측면을 고려하여 관수로로 계획한다.

관수로시스템은 압력조성을 위해 조정지표고와 지구표고차가 어느 정도(일반적으로 30m) 보장되어야 하며 본 지구의 경우 봉래호의 만수위 표고가 330m이고 하류 보 표고가 315m이며 지구평균 표고가 270m로 조정지를 표고가 300~310m인 지점에 설치하면 30~40m 정도의 수두차가 발생하여 관수로시스템의 도입이 가능한 것으로 분석된다.

관수로는 폐쇄형 자연압식으로 하며 본 지구의 경우 수원공과 말단의 최대수두차가 30~40m 정도이므로 관로손실이 발생하더라도 2~3kgf/cm²의 수압확보가 가능하며 배관방식은 간선은 가지형, 말단은 관망배관으로 계획한다.

간선·지선배수로는 자연경관 보전을 위하여 친환경적인 공법으로 계획하되 논외 경지 이용율을 높이기 위하여 이모작으로 전작물재배가 가능하도록 암거배수시설로 계획한다. 보에서 조정지까지의 송수로 총길이는 4,200m이고 조정지에서 제1지선 분기점까지의 길이는 3,200m이다. 본지구의 수혜면적은 총 180ha로 간선 1조 4,200m, 지선 8조 8,000m로 구성되어 있다.

나. 관개계획

작부체계는 논 100ha를 수도작 위주로 하고 후작으로 호밀이나 보리를 재배하고 밭 60ha에는 옥수수과 감자 위주로 하고 가을채소를 후작으로 하며 비닐하우스 20ha에는 채소 및 특용작물을 재배하도록 한다.

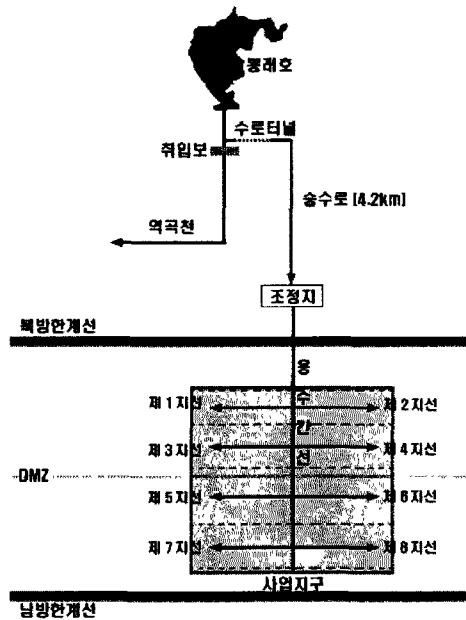


그림 8-8 시험지구 용수이용모식도

표 8-9 작부체계

구분	작 물	면적 (ha)	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
논	수 도	100				△△	△△○	○○○	○○○	○○○	○○○	●●●		
	보 리	50	○○○	○○○	●●							○○	○○○	○○○
밭	옥수수	40				△△	○○○	○○○	○○●	●●●	●●●			
	봄감자	20				△△	○○○	○○○	○○○	○○●				
	채소 1	40								○○	○○○	○○○	○○	
하우스	채소 2	10	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○
	특작물	10	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○

주 : 못자리 △, 파종(이앙) ○, 정식 ◎, 수확 ●

농업기반공사에서 자체 개발한 프로그램인 “수리시설물 모의조작시스템” (HOMWRS)에 의해 필요수량 및 단위용수량을 산정할 수 있다.

논관개의 단위용수량은 경우 생육기별 최대 용수량은 이앙기에 발생하며 Penman식에 의해 산출하였다. 설계용수량은 관개면적이 100ha이므로 씨레용수량과 이앙기 최대용수량을 기준으로 한 결과 0.24734 m³/s 으로 산출되었다.

밭관개 단위용수량은 증발산량과 관개효율만을 고려하여 산정할 수 있다. 본지구가 위치한 철원기상측점의 기상자료를 활용하여 Blaney-Criddle 식에 의한 순별 10년빈도 최대 증발산량을 산출한 후 일 관개시간을 고려하여 밭관개 단위용수량을 결정할 수 있다.

10년빈도 순 최대증발산량에 의해 10년빈도 일 최대증발산량을 구하고, 관개효율 80%를 적용하여 단위용수량을 작물별로 구한 결과는 <표 8-10>과 같다.

단위용수량 및 필요수량 산정에서 논외의 경우 삼투량은 6mm, 수로손실은 80% 적용하여 Penman방법으로 산정하였으며, 밭의 경우에는 전용이유효수분량 TRAM은 30mm, 밭관개 효율은 80%를 적용하여 Penman-Monteith 방법으로 산정하였다.

표 8-10 생육기별 논관개 단위용수량

단위 : m³/sec/ha

생육기별 최대용수량	산출결과	산출식
씨레용수량	0.02025	$q_1 = \frac{Dp}{8640(1 - \frac{P}{100})}$
이앙기 관리용수량	0.00158	$q_2 = \frac{(Et + Pt)}{8640d(1 - \frac{P}{100})}$
이앙기 최대용수량	0.00247	$q_3 = \frac{\frac{n-1}{n}(Et + Pt) + \frac{Dp}{n}}{8640(1 - \frac{P}{100})}$
본답기 최대관리용수량	0.00220	$q_4 = \frac{(Ept + Pp)}{8640 \cdot d(1 - \frac{P}{100})}$

자료 : 농업생산기반조성사업 조사·설계실무요령 1442쪽, 농업기반공사, 2000

<표 8-11>과 같이 본 지구의 필요수량은 1,069.2천m³이며 상류 봉래호의 저수량과 잉여 저수량을 감안하면 수원은 충분할 것으로 판단되지만 봉래호 하류 보의 규모에 대한 기록이 없기 때문에 현지조사의 결과에 따라 보를 보강할지의 여부를 판단하여야 할 것이다.

표 8-11 발작물별 순별 최대증발산량

단위 : mm

연도별	감자	채소1	보리	채소2	특작물	옥수수
1988	49.85	17.75	5.26	40.24	45.1	44.71
1989	48.01	17.34	5.41	40.84	43.44	45.38
1990	35.48	21.29	6.47	39.44	41.63	43.82
1991	46.62	20.61	5.2	41.89	42.18	46.55
1992	44.55	17.38	6.12	34.81	40.31	39.22
1993	46.72	20.78	6.41	32.64	42.27	38.48
1994	52.04	18.57	5.76	47.12	49.74	52.36
1995	47.01	17.77	6.86	39.91	42.53	44.34
1996	49.39	21.29	5.68	37.63	44.68	47.04
1997	48.43	18.25	5.59	44.25	46.71	49.17
1998	49.48	21.71	6.28	44.12	46.57	49.02
1999	45.41	19.36	5.22	38.99	41.09	43.32
2000	49.85	18.53	5.66	37.98	45.11	47.48
2001	51.92	20.27	4.21	34.67	46.98	40.85
평균	47.48	19.35	5.72	39.61	44.17	45.12
10년빈도	52.84	21.43	6.61	44.83	47.69	50.22

주: HOMWRS 프로그램 활용을 위해 특작물은 유채, 옥수수는 콩, 채소1은 배추, 채소2는 오이로 계상함.

표 8-12 필요수량 산정

구분	작물별	면적 (ha)	필요수량 (천m ³)	단위용수량 (m ³ /s/ha)	설계용수량 (m ³ /s)	비고
논	수도	100	964.0	0.00247	0.24734	별도산출
	보리	50	0.7	0.00007	0.00382	
밭	옥수수	40	38.8	0.00058	0.02320	용기준
	봄감자	20	28.1	0.00061	0.01223	
	채소 1	40	14.1	0.00024	0.00992	배추기준
하우스	채소 2	10	5.7	0.00051	0.00518	오이기준
	특작물	10	17.8	0.00055	0.00550	유채 기준
계			1,008.5		0.27572	

논·밭 단위용수량과 수해면적에 의해 최대용수량은 0.307m³/s로 산출되었다. 원활한 용수공급을 위하여 조정지 규모는 6시간 용수수요량 6,700m³을 저류할 수 있는 규모로 계획할 수 있다. 관중은 도복장관으로 정하고 동수경사를 1:80으로 계산한 결과 조정지에서 제1지선 분기점에 이르는 간선의 관경은 1,000mm로 산정되었다⁴⁸⁾.

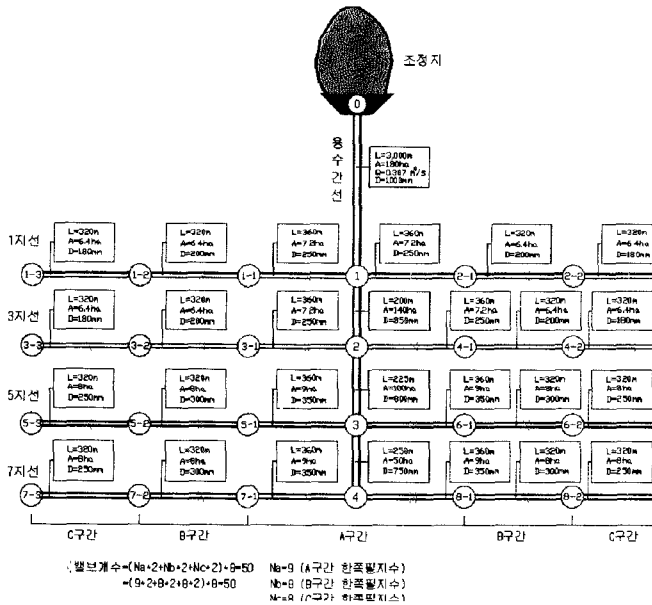


그림 8-9 용수계통도

48) $d = 1.6258C^{-0.38} Q^{-0.38} I^{-0.205}$, 식중 C : 유속계수(도복장관관의 경우 110), Q : 유량, I : 동수반경(40/3,200=1/80)

관로계획은 수원공은 자연경관을 고려한 콘크리트 구조물로 설계하며 관중은 지구여건, 토양, 수압, 하중 등을 고려하여 세부설계시 선정한다. 용수로 시스템은 가지형과 관망형을 병행한 복합형으로 한다.

급수공으로는 논·밭에 동시 급수가 가능한 자동물고로 계획하며 밭의 경우 말단관개시 설로는 스프링클러 혹은 점적관개에 의한 질수장치로 한다.

지구의 물관리시스템은 효율적인 물관리를 위하여 자동물관리시스템(TM/TC)으로 계획하며 지구여건을 고려하여 가능한 소규모(산업용 PC형)로 한다.

7. 사업비 추정

가. 취입보

현재 취입보가 있는 것으로 보이지만 분단이후 남한지역의 몽리지구에 대한 급수가 거의 이루어지지 않은 점에서 노후화되었을 가능성이 있다. 또한 본사업지구외에 기존의 급수지역이었던 남한내 철원평야의 농업용수공급을 원활히 할 수 있어야 하므로 신규설치의 차원에서 보강작업이 필요하다. 봉래호의 관개면적은 5,500ha였으나 현재 관개하고 있는 북한지역 1,400ha를 제외한 지역이 DMZ와 남한지역에 위치해 있어 신규 취입보는 약 3,000ha를 급수할 수 있을 것으로 보인다. 인공위성 화상자료에 의하면 취입보의 길이는 약 80m 인 것으로 분석된다. 취입보의 설치시에는 호안의 경관보호와 어류, 수생식물, 수서생물 등의 다양한 생태 서식처를 제공할 수 있도록 환경친화적인 어도를 설치하고 상·하류 수변의 호안에 어소블력 등을 설치하며 친수 및 녹지공간을 조성하는 것이 필요하다. 취입보의 비용은 기존의 남한지역에 설치된 취입보의 설치비용과 친수환경공간 조성비용을 고려하여 200백만원으로 계상할 수 있다.

나. 간선수로

취입보에서 조정지까지 3.5km 구간은 기존의 수로노선을 콘크리트 개거로 개보수하는 구간이고, 조정지에서 본사업지구까지의 3.0km 구간은 관수로 구간이다. 콘크리트 개거 간

선용수로 단위km당 사업비 500백만원을 두 구간 모두에 적용할 경우 3,250백만원으로 계상할 수 있다.

다. 조정지

본지구에 용수공급을 하게 될 조정지는 6,700㎡의 용량에 50m×50m×2.7m 크기의 직6면체 철근콘크리트 구조형식으로 계획할 수 있으며 구체적인 형상은 현지정밀 지형조사결과에 의해 결정해야 할 것이다. 지하매설 철근콘크리트 구조형식을 채택할 경우 공사비는 약 1,340백만⁴⁹⁾으로 계상할 수 있다.

라. 경지정리

본 지구는 관수로로 계획되는 지구이지만 사업비는 경지정리 사업비와 큰 차이가 없으므로 경지정리사업의 단위ha당 사업비 3,600만원을 기준으로 할 경우 180ha에 대한 경지정리 사업비는 6,480백만원으로 계상할 수 있다.

마. 진입로 및 기계화 경작로

본사업지구와 연결되는 북한지역의 연결도로는 신규 구간과 기존의 미포장 구간을 포함하여 3.6km이고 남한지역의 2.8km구간과 지구내 1km의 구간은 신규 구간을 합하면 도로 총연장은 7.4km이므로 단위km당 사업비 104백만원을 기준으로 할 경우 비용은 770백만원으로 계상할 수 있다.

바. 물관리자동화

자동제어시스템은 저수지, 보, 조정지 시설, 간선 및 지선수로에 설치된다. 저수지, 보, 조정지 등 수원공의 유량조절을 위해 설치될 자동제어시스템의 비용은 개소당 100백만원, 간선 및 지선수로에 설치될 제어장치에 드는 비용은 개소당 50백만원, 전기시설·통제소

49) 제주도 신호지구의 저수조의 경우(100㎡규모 27백만원, 200㎡규모 42백만원, 300㎡규모 54백만원, 400㎡규모 61백만원)를 기준으로 하면 ㎡당 평균사업비는 20만원으로 추정됨

및 중앙컴퓨터시스템 비용은 200백만원으로 조사되고 있으므로 물관리자동화(TM/TC)를 위한 총 비용은 950백만원으로 계상할 수 있다.

따라서 DMZ 시범농장의 총개발비용은 예비비 20%를 가정할 경우 아래의 표와 같이 14,290백만원으로 추정된다.

표 8-13 DMZ 시범농장 개발비용

시설별	사업량	단위당사업비 (백만원)	사업비 (백만원)	비고
취입보	80m	-	200	신규
간선수로	6.5km	500	3,250	개거, 관거
조정지	27,000m ²	-	1,340	저류용량
경지정리	180ha	36	6,480	
진입로	7.4km	104	770	지구내 도로 포함
물관리자동화	-	-	950	수원공3,용수로9,
소계			12,990	
예비비(20%)			1,300	
총사업비			14,290	

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제1절 목표달성도

구 분	연구개발의 목표와 달성도	
	연구개발 목표	달성도(%)
1차년도 (1999)	○북한농업의 특성과 성격 분석	100
	○북한의 농업생산기반 전개과정과 현황	100
	○북한의 농업생산기반 파악을 위한 기초연구	100
	- 지형도에 의한 행정구역별, 수계별, 지대별 분류	
	- 화상자료의 전처리 및 분류항목 선정	
	- GIS를 통한 수치지형 모델 구축	
	- 토지피복분류 예비시험 및 수정	
2차년도 (2000)	- 세부 연구지역의 선정과 기초조사	
	- DMZ 지역내 농업기반정비를 위한 기초조사	
	○북한의 농지제도	100
	○북한의 농업기반정비 관련 법규와 제도	95
	○서해안의 농업 자원 및 생산기반 시설 파악	95
	○북한지역 토지피복분류도 작성(서해안지역)	100
	○주요 작물(벼, 옥수수) 재배면적 추정	95
C행정경계 및 지형도를 이용한 토지이용의 수치자료화	100	
CDMZ 지역내 농업기반 및 시범농장 설립 기본계획	100	
3차년도 (2001)	○통일 후 남북한 농업의 역할 분담과 목표 설정	95
	○통일 후의 남북한 식량수급 전망과 목표 설정	95
	○동해안 4대강 유역의 농지기반 실태 및 이용현황 파악	100
	○토지피복 분류 후처리(전지역)	100
	○행정구역별 토지이용현황 자료집계	100
	○수계별 농지 및 물자원 관리 방안	95
	○수계별 농업생산기반 정비방안 및 투자계획 수립	95
	○산림 황폐지 복구를 위한 계획 수립	100
최종평가	○북한 농업 특성과 성격의 정확한 파악	100
	○북한의 농지 및 농업기반정비 관련 법규와 제도 파악	95
	○북한 전역의 토지피복분류도 제작과 적합성 여부	100
	○행정구역별 토지 이용 현황	100
	○수계별 생산기반 현황 및 자원 이용현황	95
	○수계별 농업생산기반 정비 방안 및 투자의 적합성	95
	○산림 황폐화 복구를 위한 계획의 적합성	100
	○DMZ 지역내 농업기반정비계획 수립	100

이 연구는 당초 목표한 연구내용과 범위를 전체적으로 무난히 달성하였다고 평가할 수 있다. 특히 인공위성 영상자료를 이용하여 동해안과 서해안의 농업기반을 파악하고 행정구역별로 토지의 피복분류를 파악하며 산지의 황폐화 실태를 분석한 것은 당초의 기대치를 훨씬 능가하는 결과를 보였다. 이는 참여한 연구팀이 그 동안 축적한 자료와 분석기술을 활용하고 각 팀이 가진 Know-how를 서로 교류하는 과정에서 상승효과를 나타내었기 때문이다.

다만 수계별로 농업기반 현황과 자원이용 실태를 파악함에 있어 가용한 정보를 최대한 활용하였지만 만족스럽지 못한 부분이 있다. 당초 문헌을 통하여 충분한 자료를 수집하고 1/50,000 지형도를 통하여 농지 및 수리시설 등을 파악한 다음 미진한 부분은 인공위성 영상자료를 통하여 보완하려고 하였으나 세밀한 부분까지 파악하기에는 자료의 부족을 극복하기 어려웠다. 특히 최근 북한이 추진하고 있는 토지정리사업에 대해서는 자료의 획득에 한계가 있었고 연구비의 제약상 최신 영상자료를 추가로 구입할 수 없었기 때문에 향후의 과제로 남겨 놓을 수밖에 없었다. 이 같은 현황파악의 문제점 때문에 수계별 정비방안을 마련함에 있어서도 총체적인 방향을 제시하는 것으로 만족할 수밖에 없었다.

북한의 농업기반 관련 법규와 제도는 자료의 제약으로 많은 어려움을 겪었으나 관련된 주요 법규와 제도를 정리할 수 있었던 것은 관련 기관의 자료 협조가 가능하였기 때문이다. 북한은 법규를 만들고서도 이를 공개하지 않는 등 우리들이 상식적으로 이해하기 어려운 행동을 하기 때문에 관련 자료를 수집하는 일은 매우 힘든 일이었으며 제한된 자료에 의해 전체 시스템을 파악하기란 쉽지 않은 작업이었다. 다소 미진하지만 이 연구를 통해 북한의 농업기반 관련 법규와 제도를 파악할 수 있음은 큰 성과라고 할 수 있다.

통일후의 남북한 농업의 역할분담과 식량수급 문제에 있어서는 당초 이 연구를 제안한 시점의 상황 인식과 차이점을 가지고 있었기 때문에 이 연구 결과의 활용이라는 측면에서 당초 목표를 다소 수정할 수밖에 없었다. 통일의 시점에 대해서는 보는 이에 따라 많은 차이점을 가지고 있고 서로 다양한 관점을 모두 수용하기 어려운 상황에서 필자 나름대로 가장 가능성이 높은 상황을 가정하고 이러한 상황을 바탕으로 추정하였다. 즉, 필자가 가정한 통일 상황은 남한이 북한을 자유민주주의 시장경제체제로 흡수 통일하되 가까운 시

일 내 급변 통일이 발생한다는 것을 가정한 것이다. 이러한 가정을 하지 않고서는 급격히 변화하는 북한의 실상을 추정하는 것 자체가 어려울 뿐만 아니라 통일 후의 남북한 농업 상황을 전망하기란 더욱 어렵기 때문이다.

다소 미진한 부분에 대한 연구결과는 연구진의 노력이 부족해서가 아니라 북한 연구의 특성상 자료의 제약과 상황인식의 차이점 때문에 발생한 것임을 밝혀둔다. 향후 이와 관련한 연구에서는 좀 더 축적된 자료와 새로운 정보를 바탕으로 더욱 치밀한 분석이 이루어지기를 기대한다.

제2절 관련분야의 기여도 및 기대효과

- 향후 2010년 이내에 미국, 프랑스, 일본, 인도, 중국, 브라질, 러시아, 이스라엘, 독일, 아르헨티나, 우크라이나, 한국 등에서 발사계획을 가진 자원탐사 및 기상위성은 결정된 것만 해도 50대가 넘을 것으로 파악됨.
 - 정부차원 뿐만 아니라 상업용 고해상도 위성도 등장하고 있어 사람이 직접 조사해야만 얻을 수 있었던 정보를 위성의 힘을 빌어 획득할 수 있으므로 정보의 양과 질이 획기적으로 개선되어 국가의 경쟁력을 높일 수 있는 계기가 마련됨.
 - 더구나, 분단국인 우리 나라는 통일에 대비한 계획 수립의 차원에서 북한 자료를 축적해 나가는 일이 중요함.
 - 이러한 상황을 고려할 때, 인공위성 화상자료는 주기적으로 얻을 수 있고, 넓은 지역을 모니터링할 수 있으며, 접근이 불가능한 지역에 대한 자료획득 차원에서 매우 유리함. 궁극적으로는 GIS 분야에서 활용하는 수치지도 제작 및 DB 구축이 간단하여 정확한 자료에 근거한 정책결정이나 사업계획 수립 등 업무의 효율성을 제고할 수 있음.

- 한편 농업부문에서는 통일 후의 농업정책을 결정하기 위해 농업생산기반의 자료 축적이 무엇보다도 요구되는데, 서해안 5대 강과 동해안 4대강 유역에 대한 간척지, 농경지,

산지, 수자원 및 관개시설에 대한 현황 파악은 필수적임.

- 농지기반에 대한 현황파악을 기초로 북한과의 협력방안을 모색하고 통일후의 농지기반 정비사업 방향을 설정함으로써 농업정책, 국토개발, 외교 정책에 반영할 수 있을 것임.

가. 기술적 측면

- 인공위성 다중파장 화상자료를 이용하여 수계를 중심으로 한 북한지역의 농업생산기반 파악이 가능하고 이들 자료의 축적으로 변화 분석에 이용할 수 있으며, 향후 농경지 평가 및 개발을 위한 기초자료로 이용될 수도 있음.
- 지역단위가 아닌 권역 및 국가 단위의 토지피복 분류 방법을 제시할 수 있고, 지역에 따른 특징 파악으로 우리 나라의 실정에 맞는 지역별 분류항목을 제시할 수 있음.
- 화상분석 기술축적으로 고해상도 다중파장 화상 및 레이더 자료의 해석에 많은 know-how를 제공.
- 인공위성을 이용한 북한의 경지이용 파악을 위한 자동화 시스템의 가능성을 부여.
- 원격탐사기술을 이용함으로써 북한지역의 산지이용 현황과 개간실태 및 황폐지에 대한 조사가 가능하고 다른 지역의 산지실태파악에도 적용가능
- 북한전지역의 지형도를 활용하여 저수지, 방조제 등 농업생산기반시설의 현황 파악
- 지형도, 원격탐사기술과 지리정보시스템(GIS)기술을 연계 분석하여 직접조사가 불가능한 북한 지역의 농업기반 조성사업 현황을 정밀 검증
- 많은 변화가 예상되는 남북한 관계의 발전과정별 시나리오를 미리 구상하여 통일대비 북한의 농업 생산기반에 관한 정비방안 수립
- 북한의 농지 및 수리시설현황 파악, DB를 구축하여 연구자나 정책입안자가 활용가능
- 북한 농업기상자료의 수집 및 분석으로 향후 북한 농업수리시설 및 영농계획에 직접 활용가능

나. 경제 - 산업적 측면

- 북한의 농경지를 조사요원이 직접 조사하여 현황을 파악할 경우 100억원 이상의 비용

이 소요되고, 조사기간도 길어질 수밖에 없으나 이 연구에서 사용하려는 인공위성 화상자료와 지형도를 이용할 경우 20분의 1의 비용으로 농경지뿐만 아니라 산지를 포함한 북한 전역의 토지피복분류도를 만들 수 있고 주기적인 지도 갱신이 가능하며 토지 이용의 변화를 조기에 감시할 수 있는 등 경제적인 관점에서도 매우 바람직함.

- 특히 이 연구에서는 농업 분야 이외의 북한 관련 자료를 수집하고 타 기관에서 제작하였거나 현재 추진중인 정밀 수치고도자료(DEM) 등을 확보할 계획이기 때문에 농업 분야에서 획득할 수 없는 북한에 관한 정보를 획기적으로 늘리는 계기가 될 것이기 때문에 부수적인 효과는 엄청나다고 할 수 있음.

- 다른 분야에서 확보하려는 정보는 이 사업을 추진하게 됨으로써 획득이 가능하며 이를 금액으로 환산하면 본 사업의 총 연구비보다도 크기 때문에 농업 분야로서는 연구자원을 확충하는 좋은 계기가 될 것임.

○ 이 연구를 통해 축적된 기술은 향후 작물 생육모형과 결합하여 작물 생산량 예측에 응용할 수 있을 것임.

- 만일 위성자료를 이용하여 작물 생산량을 미리 예측할 수 있다면 남북한의 안정적 식량 수급을 도모할 수 있고 수확기 이전에 농민이나 유통업자에게 예상 수확량에 관한 정보를 사전에 제공함으로써 합리적인 경영을 할 수 있도록 유도하고 농산물의 가격 안정에도 기여함으로써 소비자에게도 큰 혜택을 주게 될 것임.

- 미국에서는 이와 같은 방법을 이용하여 구 소련의 작물 생산량을 조기에 예측하여 전략적으로 활용한 바 있으며 현재 북한에 대해서도 유사한 방법을 개발하여 곡물 생산량을 예측하고 있음.

- 곡물 생산량을 조기에 예측할 수 있는 프로그램을 개발할 경우 상업적으로 판매할 수 있고 소프트웨어의 수출도 가능할 것으로 판단됨.

○ 지속적인 자원탐사위성의 발사로 화상자료 가격이 저렴해지고 연구를 위한 하부구조가 형성되고 있으므로, 위성 원격탐사 분야의 발달은 기록매체, 컴퓨터 하드웨어 발달의 동기를 부여할 수 있고, 수요가 많아지면 하드웨어의 국산화뿐만 아니라 비싼 외국의 화상분석 프로그램을 구입하는 대신 국내에서도 프로그램을 개발하여 공급할 수 있는

계기가 될 수 있음.

- 인공위성 화상자료를 이용한 지속적인 정보생산과 현황파악으로 장차 남북한 상호보완적이고 합리적인 토지이용계획, 농업기반조성사업, 간척사업 등의 국토관리 및 개발계획 수립에 활용.
- 북한의 황폐지를 추정하고 이의 해결을 위한 기술지원 가능성 검토
- 남북 보완적 농지이용체계 수립으로 안정적 농산물 공급 및 농업경제 활성화
- 농업분야의 합리적인 대북지원 방안 수립으로 지원비의 남용 방지
- 통일 비용의 절감효과 기대
 - 통일후 북한농업생산기반 시설의 관리운영에 관한 계획수립으로 관리비용 및 운영비용 절감
- 폐쇄된 농업기반시설의 복구지원 및 기술적 협력 대비

- 미국이 농무성 해외농업국(FAS) 사업의 일환으로 최근의 인공위성 화상자료를 이용하여 북한 연구를 수행하고 있는데 비해, 우리나라의 북한 연구는 단편적이고 최신 동향 파악이 미흡했지만, 본 연구를 계기로 정보력이 향상될 수 있을 것으로 기대됨.

제5장 연구개발결과의 활용계획

이 연구를 통해 축적된 정보는 북한농업생산기반정보 Database로 활용할 수 있다. 시스템에는 북한의 행정구역별, 유역별 각종 정보들이 포함되어 있다. 본 시스템은 현재 북한 지역 위주로 구축되었지만 이미 구축된 기타 남한지역의 시스템과 통합시킬 경우 한반도 전체의 농업생산기반 정보시스템으로 활용 가능하다. 따라서 이 시스템을 통하여 한반도 전체를 포괄하는 국토이용상태에 대한 평가를 하고 또한 통일 후의 국토이용계획 수립에 관한 정책결정지원을 위한 데이터베이스로 활용할 수 있을 것이다. 남북한이 통합될 경우에 대비하기 위해 남북한의 기후, 지형, 토양조건 등 작물생육환경 및 지리적 물성 기준을 기초로 남북한의 적정한 농축산물 생산량을 계산하고 계산된 생산량을 최적조건을 가진 지역에 배치함으로써 남북한의 농지를 합리적으로 이용하며, 다양한 통일 형태에 관한 시나리오분석을 실시하기 위한 자료로 활용할 수 있을 것이다.

주제도의 하나인 토지피복분류도는 위성에서 자료취득한 순간의 현황을 구현하므로 향후에도 필요한 시점에서 취득한 위성화상자료의 분석결과를 본 시스템에 결합시키면 그 시점에서의 토지이용현황에 대한 분석이 가능할 것이다.

이번 연구에서 당면하였던 문제의 하나로써 자료의 정밀도를 높이기 위해서는 보다 정확한 지형도의 활용이 필요하다는 것이다. 지형정보의 경우 남·북한 경계지역의 지형자료가 서로 상이한 좌표체계로 되어있어 이를 보정하기 위한 좌표변환을 하였으나 지형자료의 생성원인 달라 오차가 많이 발생하였다. 본 시스템은 지형자료는 축척 1/250,000의 지도를 기반으로 구축되었기 때문에 정확도가 낮으며 따라서 북한지역의 군, 리 등 특정지역에 대한 분석을 할 경우에는 정확성에 문제가 발생할 수 있으며 따라서 북한전체나 도 단위의 분석에 주로 이용되어야 할 것이다. 향후 1/50,000 지형도를 활용하여 행정구역 및 수계를 분류할 경우 군단위의 분석도 가능할 것이다.

또한 북한자료의 불확실성 때문에 저수지명, 관개면적, 저수량 등 정보자료의 입력을 위

한 관련통계자료가 자료원에 따라 상이한 경우가 많아 향후 보완이 요구된다. 자료수집의 제한성으로 시스템에 입력을 하지 못한 자료들은 향후 지속적으로 수집하여 업데이트함으로써 보다 정확하고 신빙성 있는 자료를 근거로 시스템으로 개발하는 것이 필요하다.

시계열 위성영상분석을 통해 최종적으로 얻어진 지표면 피복분류 및 기타 분석자료는 북한의 전체적인 국토이용실태의 정량적 정보를 제공하며, 이러한 정량적 정보는 향후 국토이용계획수립을 위한 정책적 자료로서 이용할 수 있을 것이다. 또한 각 행정구역별, 수계별 면적자료는 그 동안 국제기구나 북한 관련단체들에서 혼선을 빚어온 통계자료에 대한 최소한의 기준을 마련해 줄 수 있다는데 그 의의를 두고 있다.

Remote Sensing이 가지는 장점 중에서는 주제도(Thematic map)의 작성과 변화탐지를 할 수 있다는 것이다. 따라서 차기 연구에서는 중저해상도의 위성영상자료가 가지는 한계성을 보완하는 의미에서 고해상도 위성영상을 이용하면 보다 유용한 결과물을 얻어낼 수 있다.

지표면 피복분류를 함에 있어서 자료의 오차가 발생하기 마련인데 이번 연구에서는 특히 다음과 같은 4가지 문제점이 발생하였다. 향후의 연구에서는 이러한 점에 많은 주의를 기울여야 할 것이며 이는 보다 정밀한 자료의 입수와 다양한 분석기법을 도입할 필요가 있다. 그리고 정밀한 분석을 위해서는 더 많은 노력과 연구비의 투입이 요구된다.

첫째, 농업적 분석을 위해서는 정보의 입수가 불충분하였다. 입수한 지형도는 제작년도가 오래된 관계로 자료가 충분하지 못하였다(밭, 과수원, 초지 등의 표시 미비 및 부정확).

둘째, 행정경계가 부정확하였다. 벡터데이터의 행정경계가 정확하지 못하여 중국 및 러시아의 영토가 추가되기도 하고 북한의 영토가 누락되기도 하였다. 북한의 전체 면적 및 행정구역 및 수계별 면적에도 영향을 미쳤다.

셋째, 영상자료 분석을 함에 있어서 Noise, 산악지형의 그림자, 구름 등이 영향을 미쳐 분석하는 데 어려움이 수반되었다.

넷째, 지표면 현지조사자료의 부재이다. 지표면 피복분류의 평가는 현지조사자료를 통하여 그 정확성을 검증해야 하나 현지 조사자료가 없어 정확성 검증을 하지 못하였다.

한편 이 연구를 통해 축적된 자료는 향후 북한의 기후자료, 토양의 물리, 화학적 특성

자료, 물관리 자료 등을 작물생육모델과 연계한다면 작황을 예측할 수 있는 모델로 발전시킬 수 있을 것이다. 이를 위해서는 북한의 주요 작물인 벼와 옥수수에 대한 작물생육모델 연구가 선행되어야 할 것이다. 이미 우리나라에는 주요 작물에 대한 여러 종류의 작물생육 모델이 개발되었거나 기 개발된 모델의 파라미터를 추정하였기 때문에 추가적인 시험을 통하여 북한에 적용할 수 있는 모델의 개발이 가능할 것이다.

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

이 연구를 통해 북한을 비롯하여 다수의 해외 과학기술 정보를 수집할 수 있었다. 주요 수집 정보는 다음과 같다.

- 미국 USGS에서 제작한 3초(100m) 간격의 DTED 자료로부터 북한에 대한 수치고도모델(DEM)을 작성
 - U.S. Geological Survey(USGS)의 Digital Terrian Elevation Data(DTED) level 2
- 북한의 지형지리 권역도
- 북한의 주요 강에 대한 유역권 경계도면을 ARC/Info S/W를 이용해서 UTM 지도좌표 체계에 맞게 투영변환을 해서 작성
- Landsat-5 위성의 Thematic Mapper(TM)영상자료로부터 북한의 다시기에 걸쳐 취득된 다중분광대역(Multi-spectral image) 영상 입수
 - 수집된 영상(Path/Row)은 115/30, 115/31, 115/32, 115/33, 116/31, 116/32, 116/33, 116/34, 117/31, 117/32, 117/33, 117/34, 118/32이며 시기는 1996-99로 다양함.
- 이 밖에 북한의 농업상황에 관한 다양한 국제기구의 실태파악 자료와 분석정보를 입수하였음.

제7장 참고문헌

- 권태진, 정정길, 1999, 북한의 농업기술 현황과 남북한 협력방안, 농촌경제. 22(4): 43-60
- 근로단체출판사, 『사회주의 농촌에 깃든 사랑의 역사』, 1979.
- 기상청. 1995. 북한기상 20년보
- 김일성종합대학출판사, 『농업경제학』, 1985.
- 노건길 외, 2001, 북한의 농업생산기반에 관한 연구, 통일연구원
- 농어촌진흥공사, 「한국의 간척」, 1995.
- 농협중앙회 조사부 해외협력실, 「북한의 협동농장」, 연구보고서 98-12, 1998.
- 로동신문, 2000.4.18.
- 민주조선, 1999.1.28., 1.31., 2.3., 2000.4.18.
- 변승호, “협동농장 수입의 구성과 본질적 특성”, 『경제연구』, 사회과학출판사, 1999년 3월호
(누계 104호).
- 산림청. 1998. 통일대비 북한 산림관리 방안
- 산림청. 1992. 남북임업협력방안 연구
- 산림청. 1998. 사방기술교본
- 신동완 외, 2000, 남북한 농업기술 교류협력방안 연구, 통일연구원
- 오상봉, 2001, 북한산업의 현황과 남북한 산업협력, 산업연구원
- 이우홍. 1990. 가난의 공화국. 통일일보사.
- 임덕순. 1992. 우리국토전체와 각 지역(I, II). 법문사
- 임업연구원. 1992 북한의 임업. 임업연구원연구자료 제72호. 108p.
- 장보인, 『조선에서의 농업협동경리의 지도관리문제에 대한 연구』, 김일성종합대학출판사,
1986.
- 정정현, 2001, 북한의 ‘글로벌 외교’와 남북 농업협력, 농협중앙회
- 조선로동당출판사, 『조선민주주의 인민공화국 인민경제발전 통계집 1946~1960』, 1961.

-----, 「김일성저작집(31)」, 1986.

-----, 「김일성저작집(36)」, 1990.

최수영 외, 2000, 남북한 농업교류·협력방안 연구, 통일연구원

최진욱, “북한 농업생산기반조성 현황과 협력 방안”, 「21세기 한반도 농업전망과 대책」(경상
대 개교 50주년 기념심포지움), 1998.

한림대학교 아시아문화연구소, 『북한경제 통계자료집(1946, 1947, 1948)』, 한림대학교 출판부,
1994.

허문영, 2001, 북한외교의 특징과 변화 가능성, 통일연구원

홍달선, 『우리나라 농촌경리부문에서 물질적 관심의 원칙의 창조적 적용』, 과학원출판사,
1963.

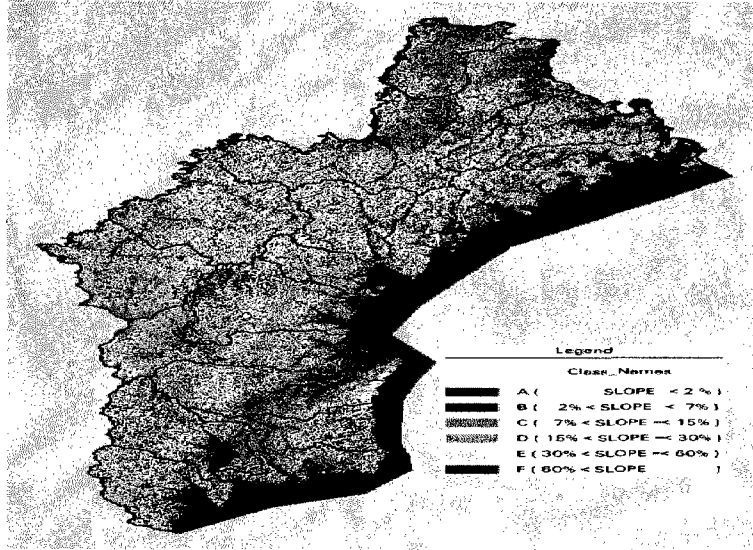
홍순익. 1989. 조선자연지리. 평양

Chang Byung Man. 1992. Forests of Korea. The Academy of
Forestry. Pyongyang

Michael Russel. 1998. Agricultural Recovery and Sector Study Mission
to the DPR of Korea. Work Paper

부록 I. 행정구역별 지표면 경사분류

1. 함경북도

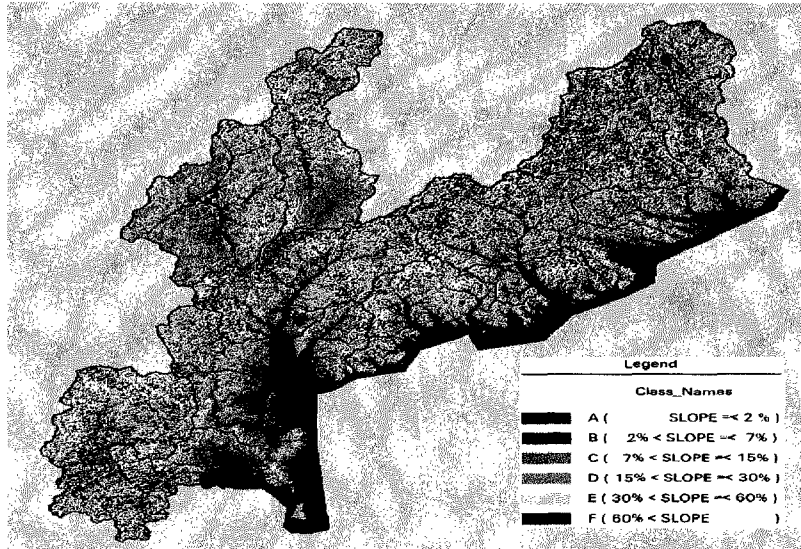


부록그림 1-1 분류항목별 함경북도 경사분류도

부록표 1-1 분류항목별 함경북도 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	17,028.8	3,660	954.5	164.6	20.3	1.4	21,839.7
밭	79,928.4	20,578.6	32,059.4	36,898.3	20,021.3	1,937.2	191,502.7
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	12,688.5	2,714.8	4,118.9	6,305.4	5,231.9	679	31,750.3
삼림	147,869.7	55,626.4	110,738.3	340,889.6	554,894.6	100,434.1	1,310,806
나지	30,054.6	7,451.6	11,482.2	13,272.8	8,643.9	848.8	71,753.9
인공건조물	13,963.9	2,898.1	1,551.6	1,061.5	575.2	97.8	20,156.9
수역	11,545.6	1,028	527.2	337.1	239.3	91.5	13,774
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	1,010.3	345.5	508.6	1,286.5	2,315	389.5	5,857.1
계	314,085.9	94,301.9	161,941	400,215.2	591,941.7	104,479.1	1,667,438.3
(%)	(18.8)	(5.7)	(9.7)	(24.0)	(35.5)	(6.3)	(100)

2. 함경남도

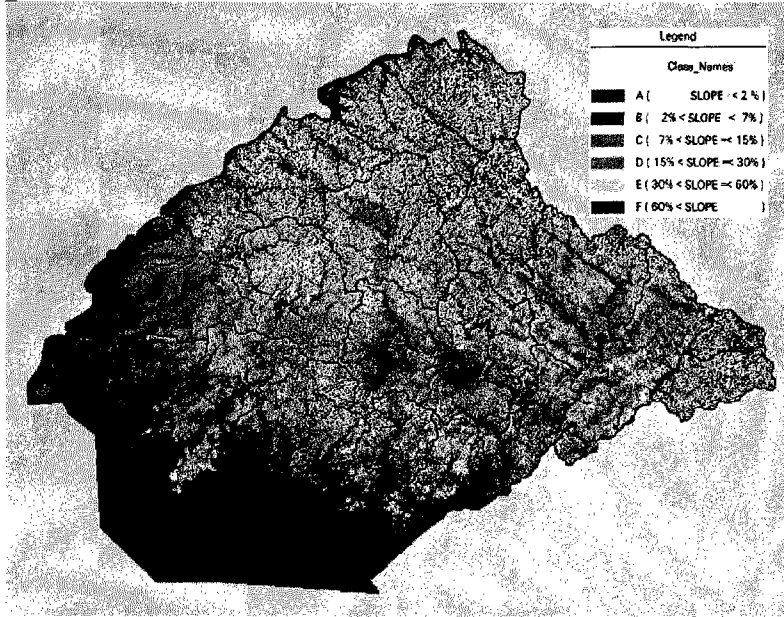


부록그림 1-2 분류항목별 함경남도 경사분류도

부록표 1-2 분류항목별 함경남도 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	37,586.3	2,981.5	1,051.2	345.4	124	12.9	42,134.9
밭	82,065.9	21,524.6	31,230.9	53,769.9	47,106.4	7,385.2	243,221
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	4,685.6	1,066.9	1,276.9	2,760.2	5,130.2	1,230.8	16,158
삼림	92,993.1	38,583.9	77,390.3	293,620.2	720,360.3	225,806.6	1,449,113.5
나지	24,594.1	5,619.5	8,146.4	12,659.7	9,296.6	1,699.8	62,053.9
인공건조물	9,014.3	1,891.8	963.7	663.7	388	68.3	13,000.2
수역	12,505.7	909.3	528.5	410.4	277.0	140.7	14,782.8
염전	2.8	0	0	0	0	0	2.8
구름	554.2	231.8	463.3	1,647.3	5,106.6	2,088.3	10,093.6
계	264,002	72,809.2	121,051.3	365,876.7	787,789.1	238,432.5	1,850,560.8
(%)	(14.3)	(3.9)	(6.5)	(19.8)	(42.6)	(12.9)	(100)

3. 평안북도

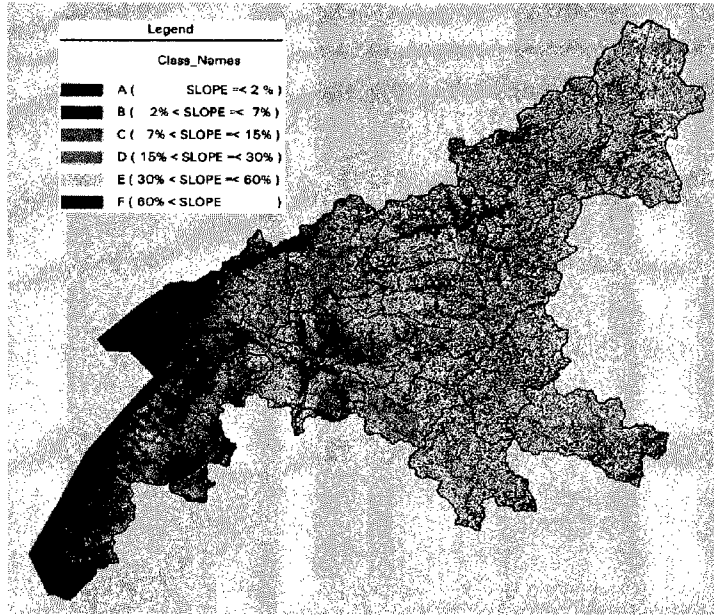


부록그림 1-3 분류항목별 평안북도 경사분류도

부록표 1-3 분류항목별 평안북도 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	76,688.9	6,994.5	1,810.4	588.4	281.4	20.9	86,420.7
밭	77,673.2	25,935.6	40,602.1	56,724.7	27,349	1,663.7	230,071.7
간척지	9,394.2	251.8	94.4	17.5	1.8	0	9,763.2
초지	8,670.5	1,924.2	2,282.1	3,337.1	2,479	187.8	18,890
삼림	53,279.9	23,034.9	48,549.7	178,782.3	347,872.1	74,742.6	726,508.4
나지	44,091.7	13,087	19,321.8	24,340.7	9,234.6	457.5	111,896.3
인공건조물	10,325.3	1,831	1,726.4	1,420.8	457.1	21.5	15,685.3
수역	26,370	1,335.2	1,165.3	936.4	617.8	168.7	30,605.2
염전	809.9	112.2	32.4	3.8	0.3	0	959
구름	97.1	18.8	32.4	90.8	134.5	16.7	390.5
계	307,326	74,519.9	115,611.4	266,233.3	388,417.7	77,279	1,229,377
(%)	(25)	(6.1)	(9.4)	(21.6)	(31.6)	(6.3)	(100)

4. 평안남도

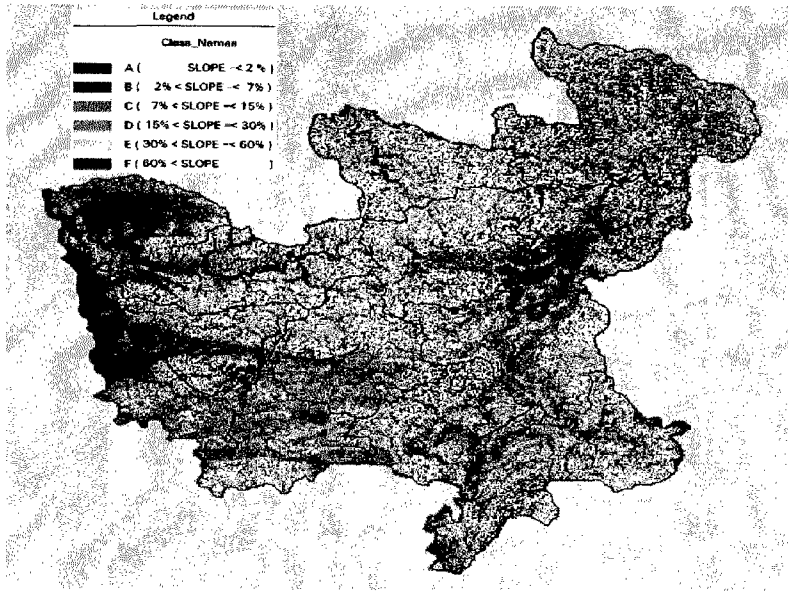


부록그림 1-4 분류항목별 평안남도 경사분류도

부록표 1-4 분류항목별 평안남도 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	83,645.4	7,732	2,300.3	1,014.3	564.4	97.4	95,399.6
밭	81,998.6	23,868.8	34,957.2	57,129.2	53,706.2	7,321.7	259,131.2
간척지	5,564.3	83	21.3	9.5	2.2	0.3	5,682.8
초지	5,405.9	1,048.4	1,161.2	2,209.7	4,186.7	1,154.6	15,173.6
삼림	39,053.2	16,588.9	31,940.6	116,274.9	349,834.7	135,173.2	689,084.7
나지	34,146.5	9,354.6	13,170.3	18,526.5	12,392.7	1,412.6	89,019.5
인공건조물	8,604.3	1,984.2	1,707.4	1,252.4	638.5	161	14,347.9
수역	75,247.5	1,029.5	652.9	489.5	339.7	118.3	14,781.5
염전	7,217.3	558.9	11.8	2.8	0	0	7,794.3
구름	143.7	61.6	124.7	550.7	1,6690	375.6	2,926.1
계	278,025.3	62,267.4	86,012.3	197,436.6	423,334	145,814.8	1,192,966.6
(%)	(23.3)	(5.2)	(7.2)	(16.5)	(35.5)	(12.2)	(100)

5. 황해북도

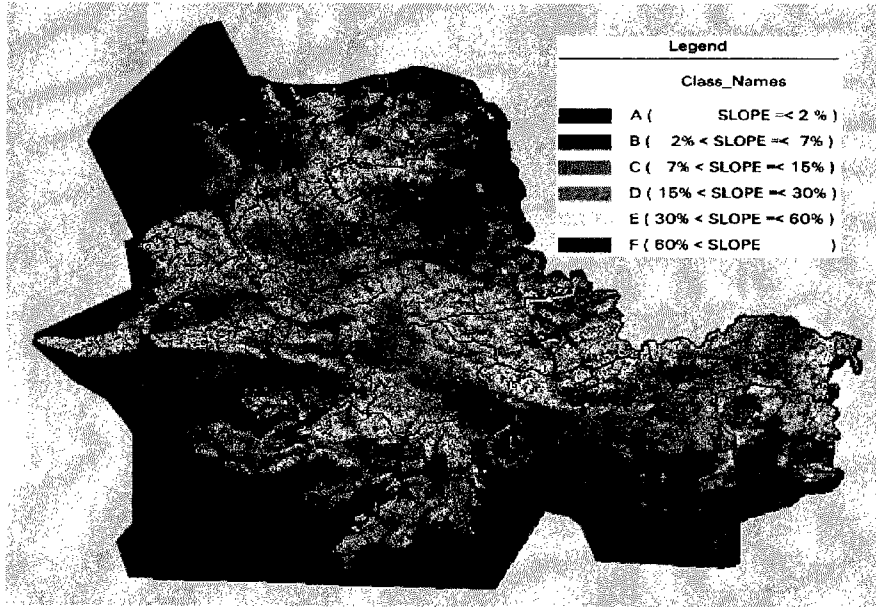


부록그림 1-5 분류항목별 황해북도 경사분류도

부록표 1-5 분류항목별 황해북도 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	37,192.1	5,390.6	1,616.9	509.1	354.3	74	45,169.7
밭	73,055.3	25,667.6	34,846	46,894.2	29,445.8	3,798.2	213,881.5
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	2,589.9	465.7	499.8	702.8	1,087.1	325.7	5,674.8
삼림	22,626.1	12,689.7	26,202.8	89,493.8	209,783.4	93,966.4	454,953.9
나지	32,374.7	9,509.8	11,847.5	14,896.4	9,713.6	1,694	80,100
인공건조물	4,463.6	833.6	526	328.8	159	22.2	6,338
수역	10,997.8	760.1	508.1	429.8	422.6	298.4	13,425.2
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	0	0	0	0	0	0	0
계 (%)	183,299.5 (22.4)	55,317.1 (6.7)	76,047 (9.3)	153,234.9 (18.7)	250,965.9 (30.6)	100,178.8 (12.2)	819,033.6 (100)

6. 황해남도

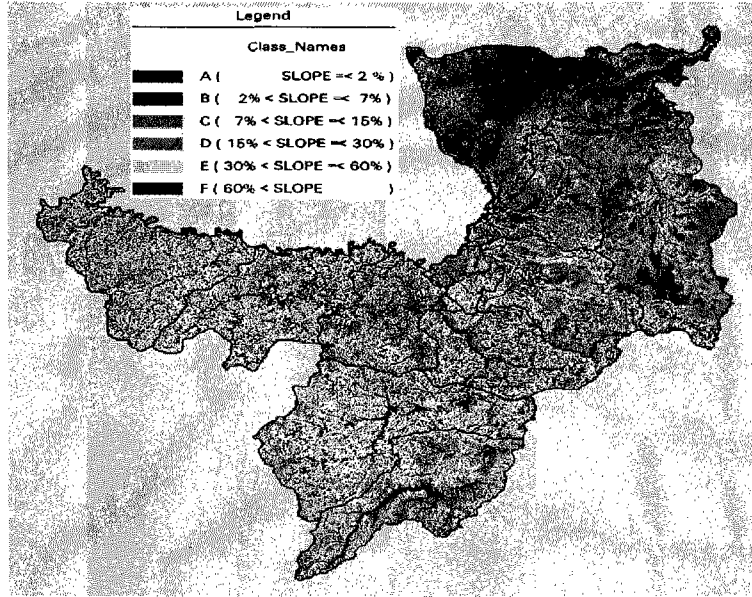


부록그림 1-6 분류항목별 황해남도 경사분류도

부록표 1-6 분류항목별 황해남도 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	125,978.3	12,644.5	3,645.3	1,104.1	245.2	19.8	143,689.4
밭	93,134.4	30,655.4	31,241.8	25,258.2	5,128.7	228.2	185,760.2
간척지	8,397.8	149.5	84.4	72.3	27.5	1.6	8,735.7
초지	5,783	1,480.1	1,506.8	1,425.2	546.8	89.6	10,837.7
삼림	44,069.5	19,103.5	35,108.3	92,362	103,567	18,083.6	312,517
나지	66,341.2	20,943.8	23,422.3	20,625	6,240.1	581	138,238.4
인공건조물	6,618.6	1,914.1	1,183.3	812.5	392.3	57	10,983.9
수역	26,593.3	1,919	810.1	448.8	157.7	26.5	29,965.8
염전	2,239.5	327.7	25.6	12.6	0	0	2,606.3
구름	6.3	4	4.6	5.7	16.2	10.7	47.5
계 (%)	379,161.9 (45.0)	89,141.6 (10.6)	97,032.4 (11.5)	145,193.2 (16.9)	116,321.4 (13.8)	19,098.1 (2.3)	842,724.3 (100)

7. 량강도

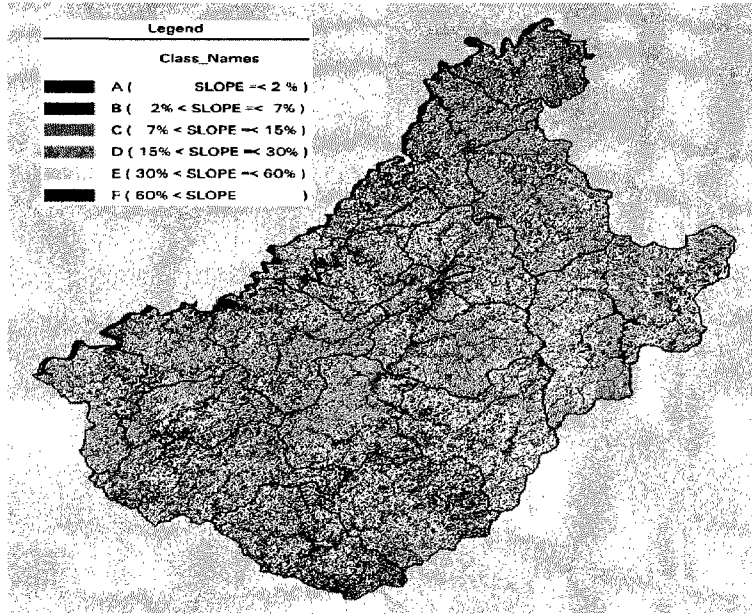


부록그림 1-7 분류항목별 량강도 경사분류도

부록표 1-7 분류항목별 량강도 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	557.4	213.7	175.8	78.4	35.4	8.6	1,069.6
밭	38,562.6	14,198.1	22,275.7	27,135.5	18,155.7	2,181.2	122,527.8
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	6,905.3	2,903.4	1,861.8	2,531.4	3,003.8	558.8	17,766.3
삼림	151,952	91,296.9	149,012	322,307	416,453	66,797.9	1,197,976.7
나지	12,755.5	4,550.3	8,840.7	11,971.2	8,387.3	1,050.8	47,567.1
인공건조물	507.9	89.5	170.7	192.2	167.7	23.8	1,151.7
수역	6,164.5	441.5	260.7	177.5	156.6	91.4	7,263.1
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	33.9	9.2	15.7	49	34.8	4.3	146.8
계	217,362.1	113,680.9	182,583.4	364,391.4	446,276.4	70,674.9	1,395,235
(%)	(15.6)	(8.1)	(13.1)	(26.1)	(32)	(5.1)	(100)

8. 자강도

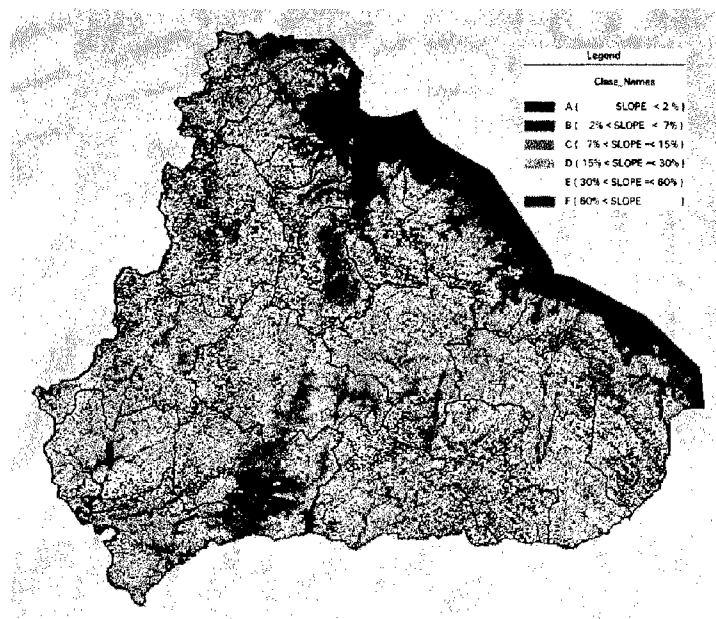


부록그림 1-8 분류항목별 자강도 경사분류도

부록표 1-8 분류항목별 자강도 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	2,314.1	358.2	529.7	221.2	58	7.3	3,491.4
밭	35,816	7,447.1	14,719.2	36,446.8	54,110.3	7,083.3	155,693
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	2,830.6	327.7	548.1	679.7	1,187.5	329.9	5,905.8
삼림	65,746.3	31,071	60,357	256,100	773,303	205,948	1,392,565.9
나지	18,935.3	4,110	9,177.1	21,545.5	26,782.3	3,097.3	83,689.7
인공건조물	1,428.9	222.7	356	454	794.6	176.7	3,434.8
수역	15,477.8	575.6	716.6	742.3	739.3	282.3	18,524.8
염전	0	0	0	0		0	0
구름	11.6	6.1	12.1	67.5	124.4	28.3	250
계	142,520.5	44,110.3	86,396.7	316,117.9	856,944.6	216,905.5	1,663,314
(%)	(8.6)	(2.7)	(5.2)	(19)	(51.5)	(13)	(100)

9. 강원도

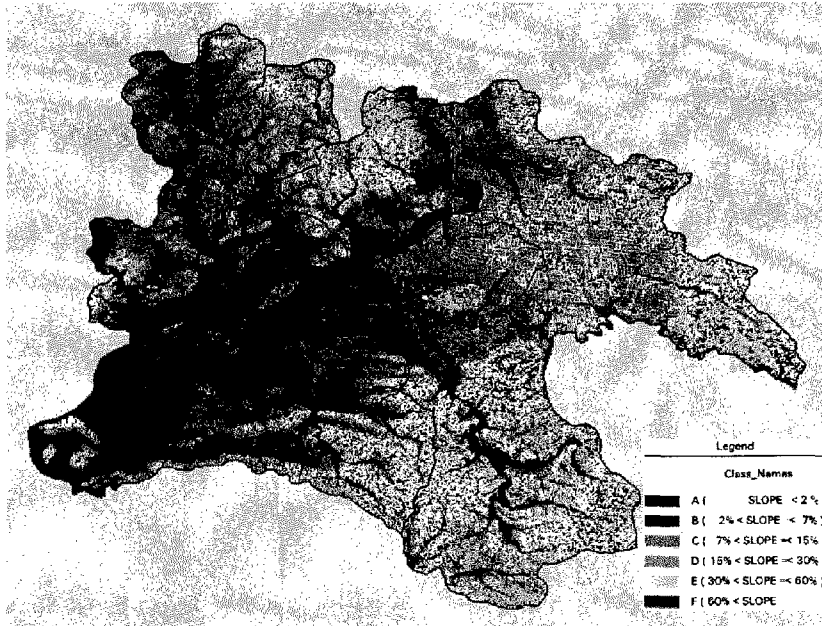


부록그림 1-9 분류항목별 강원도 경사분류도

부록표 1-9 분류항목별 강원도 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	20,174.4	4,152.8	1,131.9	292.1	171.5	34.1	25,981.3
밭	48,624.1	25,296	29,091.4	45,197.4	39,009.3	6,041.2	193,409.4
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	2,840	766.1	706.7	961.7	1,056.4	360.5	6,696.6
삼림	25,748.6	16,980.9	35,859.4	146,412.7	413,808.1	163,092.8	802,158.5
나지	20,769.7	7,693.9	8,848.1	12,596.7	12,185.8	2,481.3	64,625.2
인공건조물	3,932.6	1,061.2	424.1	262.5	118.4	15.3	5,819.7
수역	7,445.8	1,160.9	573.8	504.5	493.7	269.7	10,457.3
염전	77	0	0	0	0	0	77
구름	19	8.1	21.5	95.6	275.9	180.5	600.6
계	129,631.1	57,716.2	76,656.9	206,323.2	467,119.2	172,475.4	1,109,354
(%)	(11.7)	(5.1)	(6.9)	(18.6)	(42.1)	(15.5)	(100)

10. 평양특별시

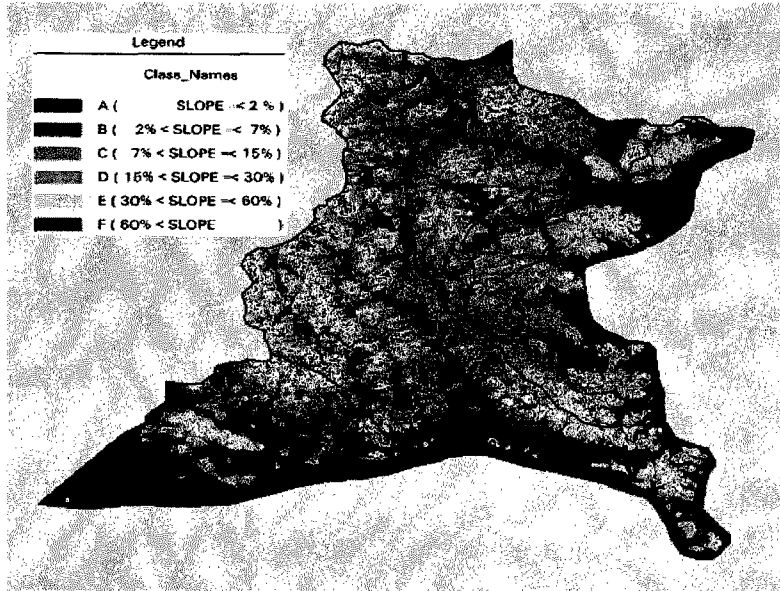


부록그림 1-10 분류항목별 평양특별시 경사분류도

부록표 1-10 분류항목별 평양특별시 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	24,294.1	2,884.7	830.7	370	224.3	22.7	28,626.4
밭	32,747.1	10,285.4	12,234.4	15,339.8	10,079	684	81,369.7
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	1,188.8	333.2	584.6	1,466.4	1,434.9	108.5	5,116.2
삼림	11,112.5	4,771.8	8,264.5	22,567.5	39,687.9	7,234.4	93,638.6
나지	17,805.9	4,316.4	5,005.7	5,596.3	2,681.8	153.3	35,559.4
인공건조물	11,259.6	1,444.8	1,143.5	626.3	206.6	26.6	14,707.2
수역	7,365.9	223.7	173.8	139	111.7	41.4	8,072.5
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	0	0	0	0	0	0	0
계	47,537.4	10,755.2	14,581.3	28,913.2	42,662.4	7,446.7	267,019
(%)	(39.6)	(9.1)	(10.6)	(17.2)	(20.4)	(3.1)	(100)

11. 남포직할시

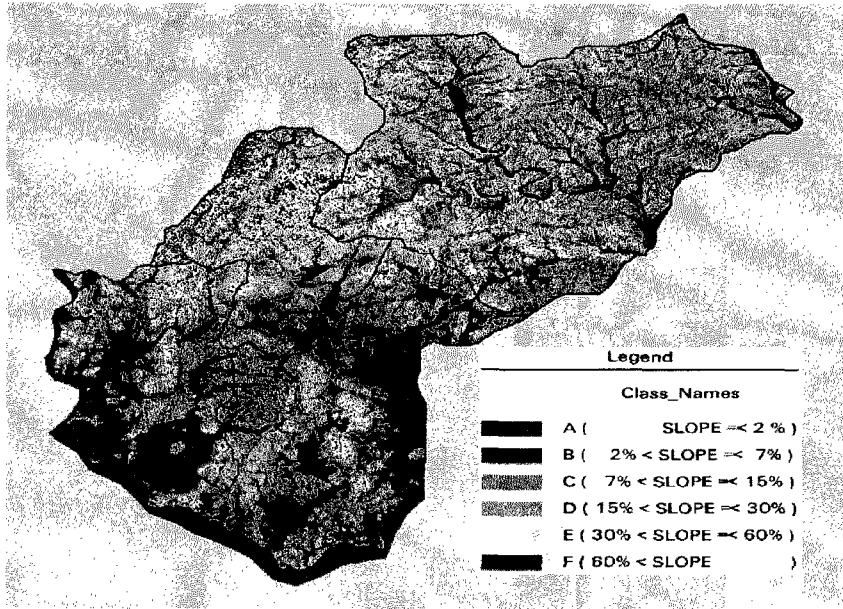


부록그림 1-11 분류항목별 남포직할시 경사분류도

부록표 1-11 분류항목별 남포직할시 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	10,130.3	2,278.2	851	335.2	24.5	0.4	13,684.7
밭	7,269.5	3,709.5	4,647.9	5,094.6	2,219.4	99.5	23,218.8
간척지	79.5	11.9	7.7	2.8	0.3	0	106.5
초지	525.7	87.8	56	81.4	116.4	23.3	896.5
삼림	2,876.3	973.5	1,280.4	2,984.7	4,459.9	816.1	13,532
나지	4,787.2	2,578	3,352.2	3,523.7	1,679.7	139.5	16,186.3
인공건조물	2,373.2	584.5	419.9	224.9	30.1	0.4	3,651.7
수역	10,104.7	312.3	154.5	55.7	7.3	0.9	10,666.2
염전	710.2	260.3	25.6	1.7	0	0	1,004.4
구름	0	0	0	0	0	0	0
계	38,877.8	10,800.1	10,803.5	12,319	8,560.4	1,086.3	82,468.5
(%)	(46.9)	(13)	(13)	(14.9)	(10.3)	(1.3)	(100)

12. 개성직할시



부록그림 1-12 분류항목별 개성직할시 경사분류도

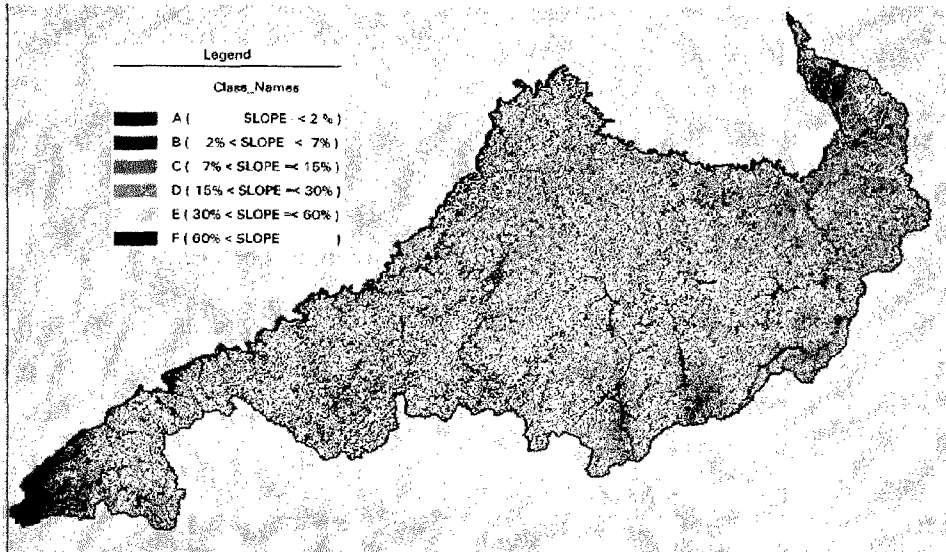
부록표 1-12 분류항목별 개성직할시 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	9,574.9	987.6	561.2	252.4	44.1	0.5	11,465.1
밭	7,886.1	2,720.3	4,754.3	6,556.9	1,894.4	37.5	23,963.4
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	698.1	194.5	315.3	425.3	161.6	5	1,806.9
삼림	9,416.4	4,267.4	8,456.2	24,038.8	23,411.5	2,362	72,306.9
나지	4,496.7	1,291.6	2,096.6	2,734.7	793.3	27	11,489.3
인공건조물	1,051.5	284.7	276.1	115.7	29.6	1.1	1,766.5
수역	1,778.4	133.5	113.1	65	34.6	6.1	2,138.1
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	0	0	0	0	0	0	0
계	34,898.7	9,877.9	16,576.7	34,209.7	26,416.7	2,456.6	124,387.8
(%)	(27.9)	(7.9)	(13.3)	(27.4)	(21.1)	(2.0)	(100)

부록Ⅱ. 수계별 지표면 경사분류

1. 서해안수계 지표면 경사분류

가. 압록강수계

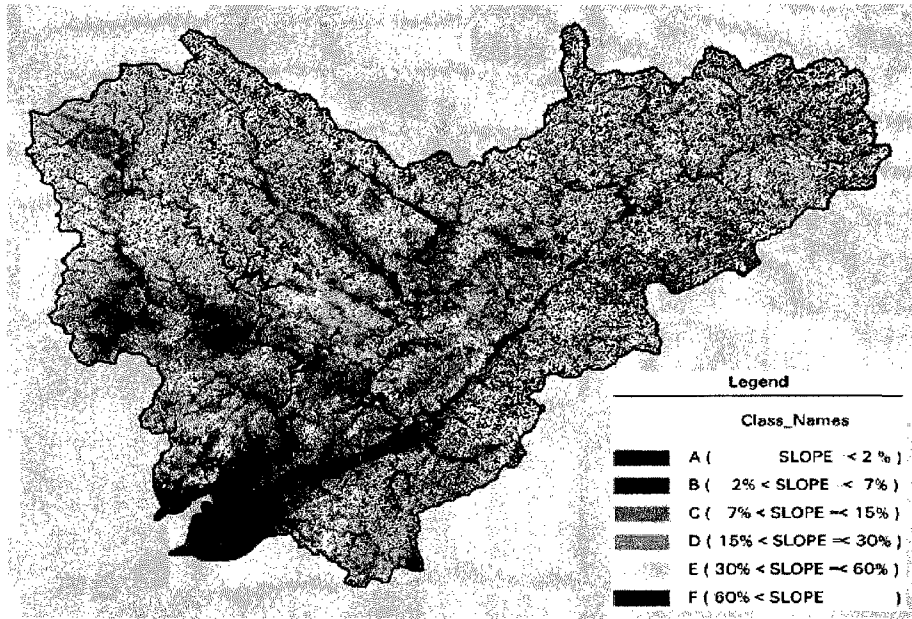


부록그림 2-1 분류항목별 압록강수계 경사분류도

부록표 2-1 분류항목별 압록강수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	22,626.5	1,721	1,237.2	605.7	296.7	23.9	26,511.1
밭	77,932.3	20,217.3	39,343.1	74,546.7	75,037.2	8,685.7	295,762.3
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	6,917.3	1,389	2,213.8	4,158	5,081	835.7	20,594.9
삼림	184,526	86,967	181,323	651,613	1,321,330	256,880	2,682,639
나지	33,408	8,360.1	18,057.9	34,635.5	34,461.7	3,887.5	132,810.7
인공건조물	6,535.3	803.5	1,097.9	1,105.8	1,116.5	210.1	10,869.1
수역	43,959.1	1,262.6	1,270.3	1,219	1,119.2	406.4	49,236.5
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	326.7	84.2	167.5	641.3	657.8	50.3	1,927.8
계	376,231.2	120,804.7	244,710.7	768,524.9	1,439,100.3	270,979.6	3,220,351.4
(%)	(11.7)	(3.7)	(7.6)	(23.9)	(44.7)	(8.4)	(100)

2. 청천강수계

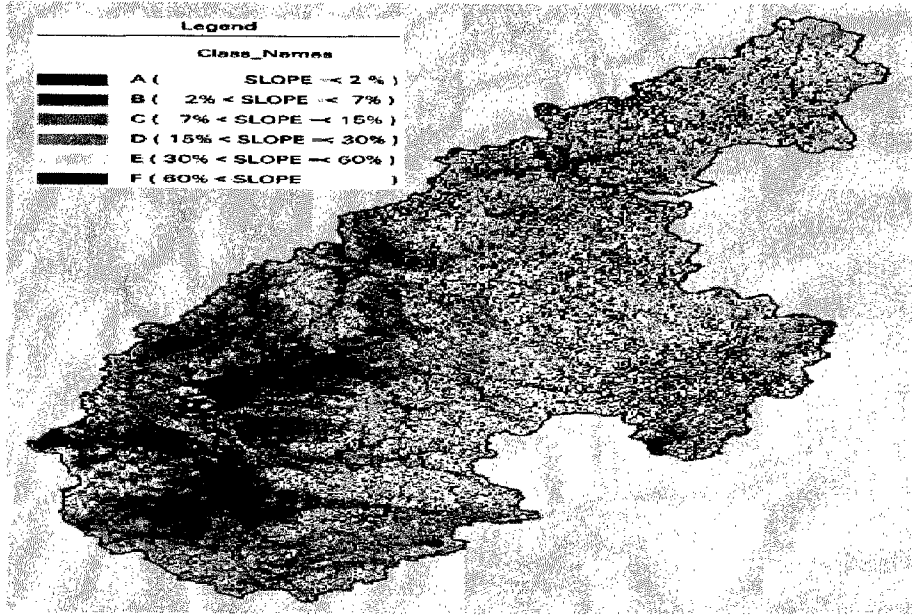


부록그림 2-2 분류항목별 청천강수계 경사분류도

부록표 2-2 분류항목별 청천강수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	34,240.3	2,396	755.8	250.3	125	16.4	37,783.8
밭	56,099.4	17,875.6	27,284.2	41,223.2	27,332.5	2,573.4	172,388.3
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	5,969.7	1,270.7	1,205.6	1,407.6	1,317.9	226.8	11,398.2
삼림	36,039.7	17,718.6	35,750.1	124,265	306,849	103,420	624,042.4
나지	42,119.5	11,616.8	16,907.5	21,262.6	9,934	704.8	102,545.2
인공건조물	5,326.2	1,231.4	824.6	614.3	247.7	29.3	8,273.4
수역	8,492	720.5	787.4	614.4	344.1	110.6	11,068.9
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	15.6	1.6	1.5	0.6	5.8	6.4	31.5
계 (%)	188,302.3 (19.5)	52,831.1 (5.4)	83,516.7 (8.6)	189,638 (19.6)	346,155.9 (35.8)	107,087.7 (11.1)	967,531.7 (100)

3. 대동강수계

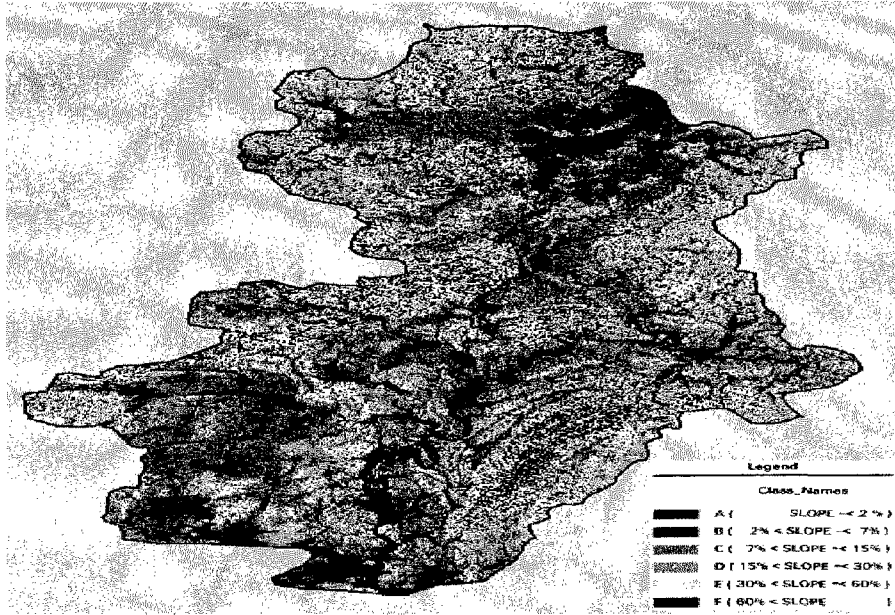


부록그림 2-3 분류항목별 대동강수계 경사분류도

부록표 2-3 분류항목별 대동강수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	128,008	13,230.4	4,222.7	1,644.6	1,017	172.6	148,295.3
밭	166,872	50,833	70,474.1	101,617	81,866.6	10,657.9	482,320.6
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	6,979.2	1,252.5	1,766.3	3,934.8	6,358.1	1,521.5	21,812.6
삼림	61,556.1	28,503.5	56,623	198,577	532,600	212,134	1,089,993.6
나지	72,506.3	20,712.4	27,805.8	35,145.3	21,907.3	2,909.8	180,986.9
인공건조물	23,706.1	4,061.1	3,220.4	2,058.6	894.1	172.5	34,112.7
수역	43,588.5	2,117.6	1,184.9	864.2	745.1	417.6	48,917.9
염전	489.8	244.4	23.9	2	0	0	760.1
구름	141.5	62.2	126.6	557.1	1,684.8	377.7	2,949.9
계	503,847.5	121,017.1	165,447.8	344,400.5	647,073	228,363.7	2,010,149.6
(%)	(25.1)	(6)	(8.2)	(17.1)	(32.2)	(11.4)	(100)

4. 예성강수계

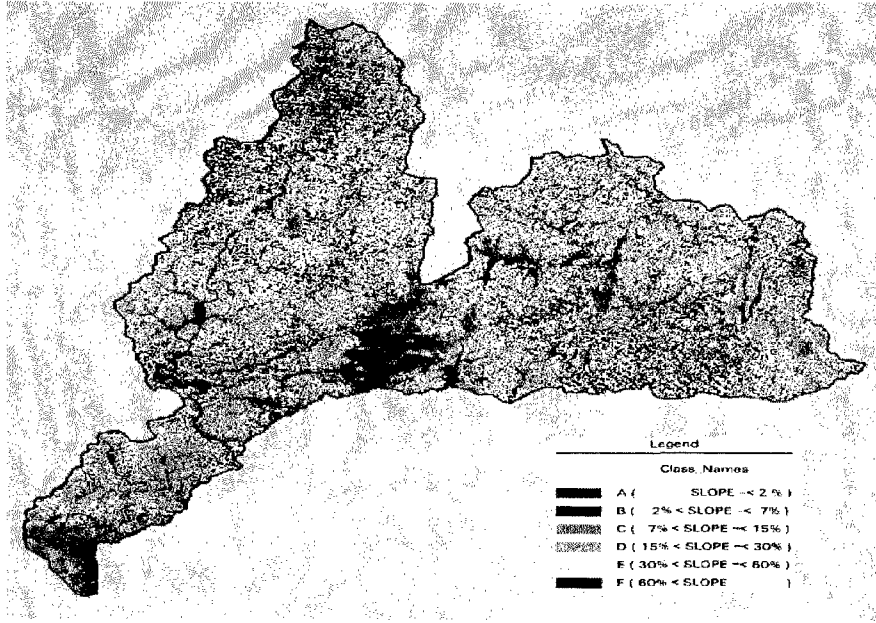


부록그림 2-4 분류항목별 예성강수계 경사분류도

부록표 2-4 분류항목별 예성강수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	16,905.8	3,518.1	1,392.9	285.3	88.9	14.4	22,205.5
밭	33,107.1	12,762.3	18,165.8	22,112.7	9,795	807.1	96,750
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	1,770.1	338.1	449.1	425.5	186.6	28.6	3,198.1
삼림	16,401.6	8,708.1	17,653	53,744.2	89,903.6	26,465.8	212,876.3
나지	19,407.1	5,794.6	7,457	8,071.7	3,821.3	397	44,948.7
인공건조물	1,473.2	298.3	329.7	151.6	44.7	7.7	2,305.1
수역	7,232.3	326.6	235.9	189.5	129.4	41.3	8,155
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	0	0	0	0	0	0	0
계	96,297.2	31,746.1	45,683.4	84,980.4	103,969.5	27,761.9	390,438.6
(%)	(24.7)	(8.1)	(11.7)	(21.8)	(26.6)	(7.1)	(100)

5. 한강수계

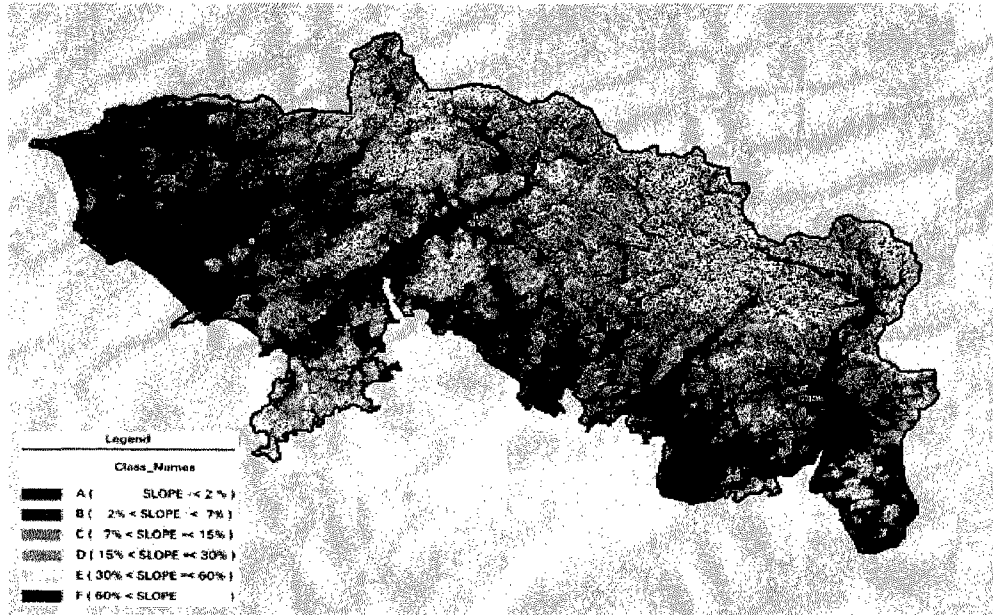


부록그림 2-5 분류항목별 한강수계 경사분류도

부록표 2-5 분류항목별 한강수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	7,932.7	2,748	1,003.4	290.3	104.8	15.8	12,094.9
밭	33,121.2	18,226.3	22,576.6	36,101.6	29,952.3	4,042.9	144,020.9
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	1,642.8	414.3	541.3	701.4	489.5	71.5	3,860.6
삼림	21,164.1	14,078.7	30,870.1	121,621	312,966	108,238	608,937.9
나지	15,588.5	5,603.6	7,708.1	11,251.3	9,945.4	1,685.9	51,782.8
인공건조물	1,282.6	379.1	278.9	128.1	44.3	4.2	2,117.2
수역	4,816.4	555.8	449.3	373	387	229.8	6,811.2
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	146	6.5	17.6	77.4	212.5	144.5	473
계	85,562.8	42,012.2	63,445.3	170,544	354,101.7	114,432.5	830,098.5
(%)	(10.3)	(5.1)	(7.6)	(20.5)	(42.7)	(13.8)	(100)

6. 평북해안수계

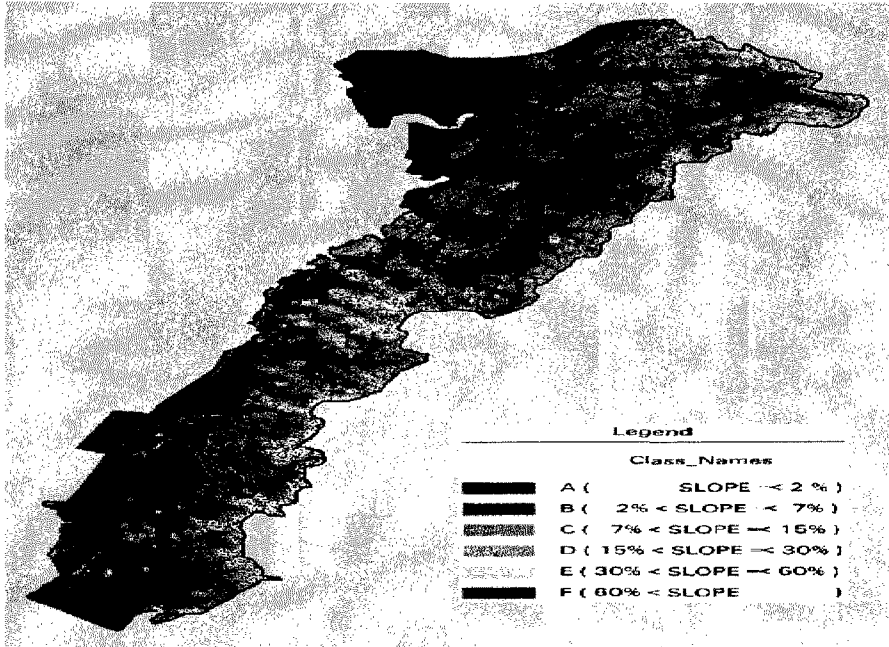


부록그림 2-6 분류항목별 평북해안수계 경사분류도

부록표 2-6 분류항목별 평북해안수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	38,886.5	4,120.2	806	168.3	25.7	0.4	44,007.1
밭	21,766.5	7,593.8	11,470.6	12,712.9	2,693.1	26.6	56,263.4
간척지	9,394.2	251.8	94.4	17.5	1.8	0	9,759.7
초지	1,724.7	433.6	481.1	593.8	222	4.3	3,459.6
삼림	12,681.3	4,661.6	9,722	30,931.8	27,097.1	1,574.5	86,668.3
나지	6,540.2	2,397.2	3,729.6	4,789.8	1,281.7	11.1	18,749.6
인공건조물	2,586.8	659.4	657.4	606.2	163.1	2.6	4,675.4
수역	2,936.2	349.3	143	91.5	33.6	1.5	3,555.1
염전	809.9	112.2	32.4	3.8	0.3	0	958.6
구름	10.9	3.4	4	3.6	0.6	0	22.5
계	97,337.1	20,582.6	27,140.5	49,919.1	31,518.9	1,620.9	228,119.2
(%)	(42.7)	(9)	(11.9)	(21.9)	(13.8)	(0.7)	(100)

7. 평남해안수계

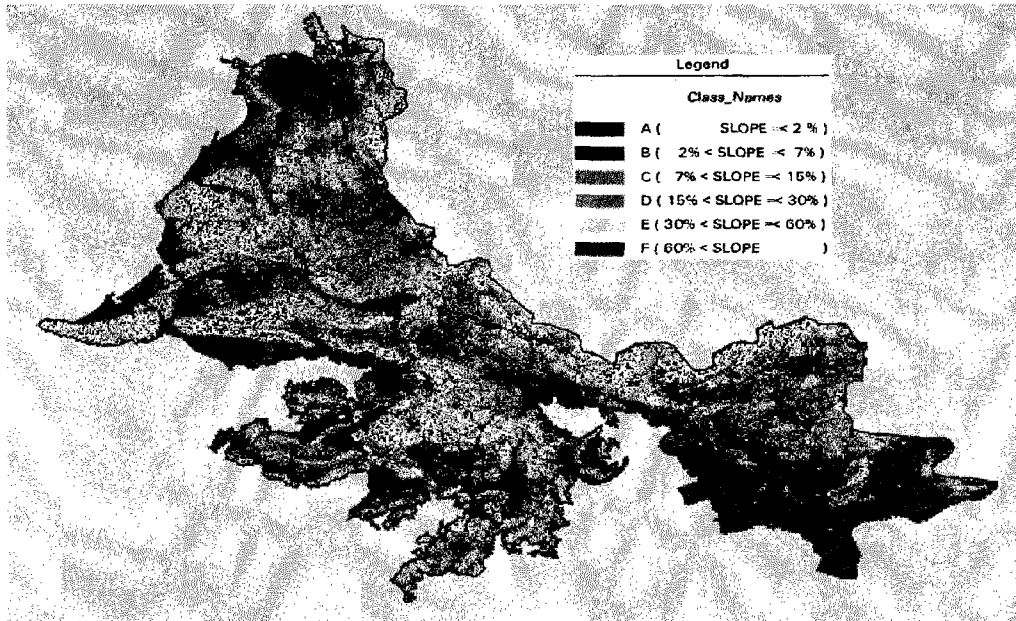


부록그림 2-7 분류항목별 평남해안수계 경사분류도

부록표 2-7 분류항목별 평남해안수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	48,531.1	3,826.1	925.5	377.8	16.8	0.2	53,677.5
밭	17,481.2	4,890.2	5,940.3	5,821.5	1,531.4	50	35,714.6
간척지	5,647.1	95.1	29.3	12.3	2.6	0.3	5,786.7
초지	963.6	162.6	48.9	31.3	49.6	27.6	1,283.7
삼림	5,629.5	1,191.9	1,532	4,213.7	4,919.4	565.5	18,051.9
나지	10,149.1	3,011.9	3,806.2	4,024.6	1,406.5	156.9	22,555.2
인공건조물	961.3	235.4	173.3	60.7	17.6	16.5	1,464.8
수역	2,587.1	171.2	92.5	24	8	1.8	2,884.6
염전	7,465.6	577.8	16.6	2.8	0	0	8,062.7
구름	3.2	0	0	0	0	0	3.2
계	99,418.8	14,162.2	12,564.5	14,568.8	7,952	818.7	149,484.9
(%)	(66.5)	(9.5)	(8.4)	(9.8)	(5.3)	(0.5)	(100)

8. 황남해안수계

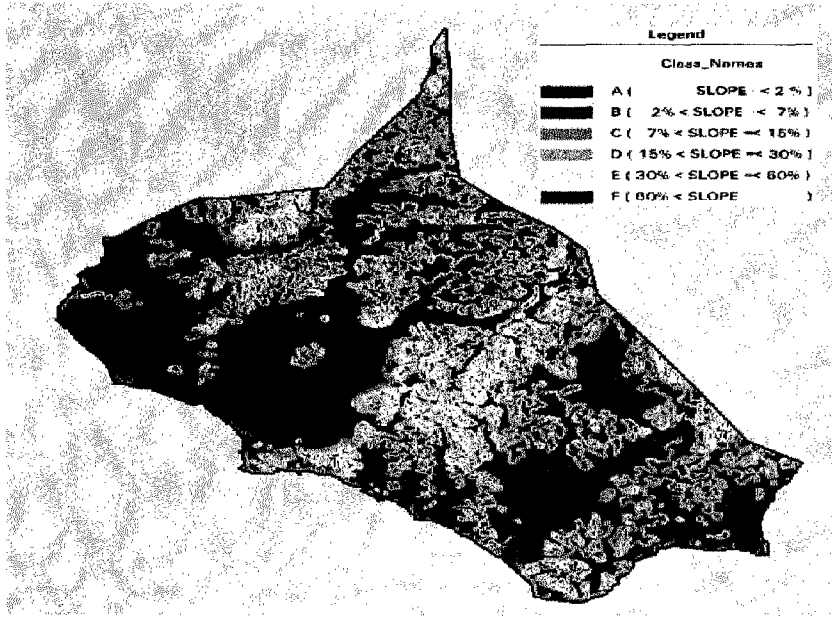


부록그림 2-8 분류항목별 황남해안수계 경사분류도

부록표 2-8 분류항목별 황남해안수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	72,710.6	9,634.1	2,468.7	910.5	213.1	18.4	85,955.4
밭	58,702.6	21,839.2	18,408.7	13,393.3	2,731.3	151.2	115,226.3
간척지	8,397.8	149.5	84.4	72.3	27.5	1.6	8,733.2
초지	4,612.6	1,334.6	1,299.2	1,182.3	414.5	63	8,906.1
삼림	30,211.5	13,947.1	24,315.8	59,574.7	66,832.1	12,111.4	206,992.6
나지	47,705.6	16,010.1	16,244.4	14,126.4	4,648.9	450	99,185.4
인공건조물	5,203.4	1,655	961.7	725.3	354.4	49.9	8,949.7
수역	11,609.5	1,497.9	678.8	386	136.8	21.3	14,330.3
염전	2,213.7	324.6	22.4	12.3	0	0	2,573.1
구름	6.3	4	4.6	5.7	16.2	10.3	46.8
계 (%)	241,373.7 (43.8)	66,396 (12.1)	64,488.6 (11.7)	90,388.9 (16.4)	75,374.6 (13.7)	12,877 (2.3)	550,898.8 (100)

9. 개성해안수계



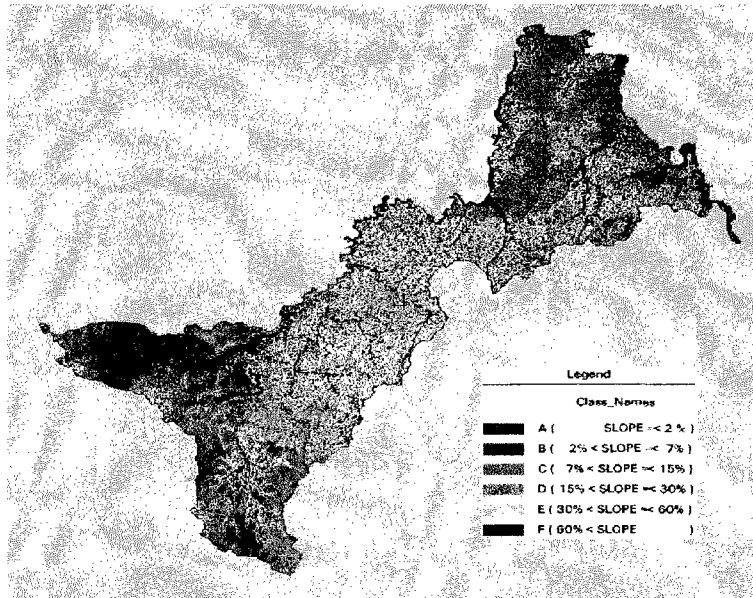
부록그림 2-9 분류항목별 개성해안수계 경사분류도

부록표 2-9 분류항목별 개성해안수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	5,438	584.2	234.6	97.8	11.3	0.1	6,366.1
밭	2,616.1	831.2	1,390.1	1,696.9	258.9	3.9	6,797.1
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	209.8	59.1	90.3	134.5	36.5	1.1	531.2
삼림	1,865.9	744.3	1,216.3	2,499.5	1,252.7	48.1	7,626.7
나지	1,436.2	352.4	627.6	791	187.2	3.5	3,398
인공건조물	83.5	20.3	33.4	22.7	2.8	0	162.6
수역	503.7	53	41	21.2	4.4	0	623.4
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	0	0	0	0	0	0	0
계 (%)	12,153.2 (47.7)	2,644.6 (10.4)	3,633.2 (14.2)	5,263.6 (20.6)	1,753.8 (6.9)	56.6 (0.2)	25,505 (100)

2. 동해안수계 지표면 경사분류

가. 두만강수계

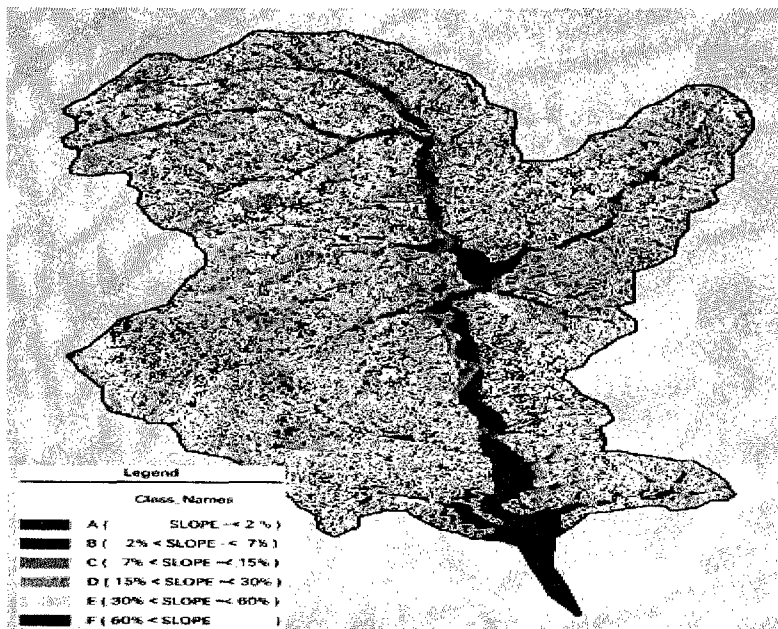


부록그림 2-10 분류항목별 두만강수계 경사분류도

부록표 2-10 분류항목별 두만강수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	7,128.5	1,279.4	354.9	70.4	14.1	5.7	8,852.9
밭	52,717.4	17,004.1	25,816.8	20,872.9	10,184.4	1,176.3	127,771.9
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	11,287.7	3,656.7	3,530.9	4,599.2	3,787.6	532.5	27,394.6
삼림	131,172	69,929.7	108,500	225,895	260,414	35,708.6	831,619.3
나지	19,629.8	5,176	9,142.7	8,207.3	4,496.5	513.8	47,166.1
인공건조물	3,211.7	622.8	579.3	276.2	125.7	14.6	4,830.3
수역	6,375.3	410.6	295.7	156.5	121.4	50.4	7,410
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	380	28.4	38.3	74.6	127.7	53.7	702.6
계	231,902.4	98,107.6	148,258.6	260,152.1	279,271.4	38,055.6	1,055,747.7
(%)	(22)	(9.3)	(14)	(24.6)	(26.5)	(3.6)	(100)

2. 수성천수계

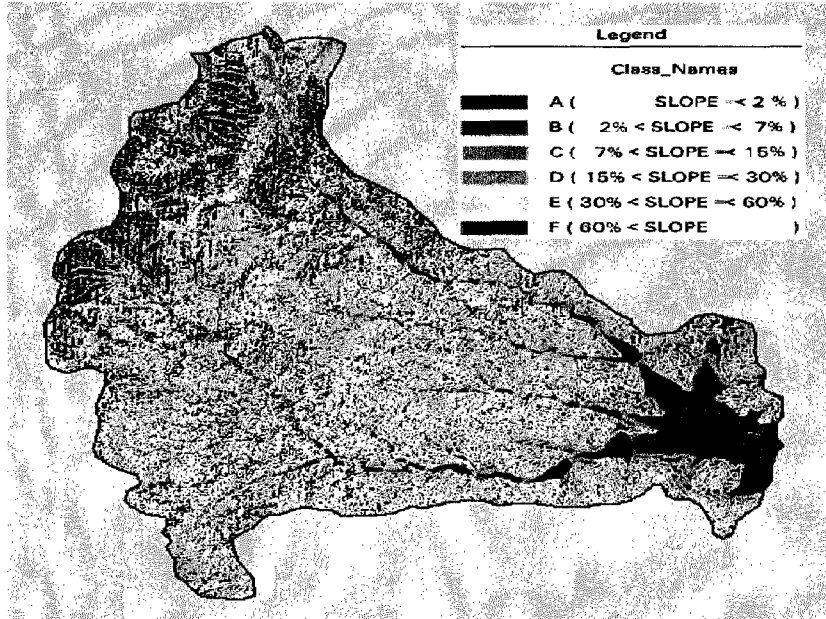


부록그림 2-11 분류항목별 수성천수계 경사분류도

부록표 2-11 분류항목별 수성천수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	55.7	3.3	11	4.4	0	0	74.4
밭	2,276.1	298.5	494.7	780.5	684.8	62.6	4,597.2
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	850.8	133.8	222.6	373.1	356.6	28.9	1,965.8
삼림	7,186.9	3,077.6	5,434.1	19,330.6	40,452.4	6,418.4	81,900
나지	437.3	62.7	112.2	195.8	167.8	14.4	990.3
인공건조물	1,224.2	69.1	98.6	90.4	62.6	8.2	1,553
수역	158.4	1.7	1.6	1.2	3.2	1.4	167.4
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	5.6	0.4	1.4	2.8	8	0.3	18.5
계	12,194.9	3,647.2	6,376.2	20,778.8	41,735.4	6,534.1	91,266.5
(%)	(13.4)	(4)	(7)	(22.8)	(45.7)	(7.1)	(100)

3. 온포천수계

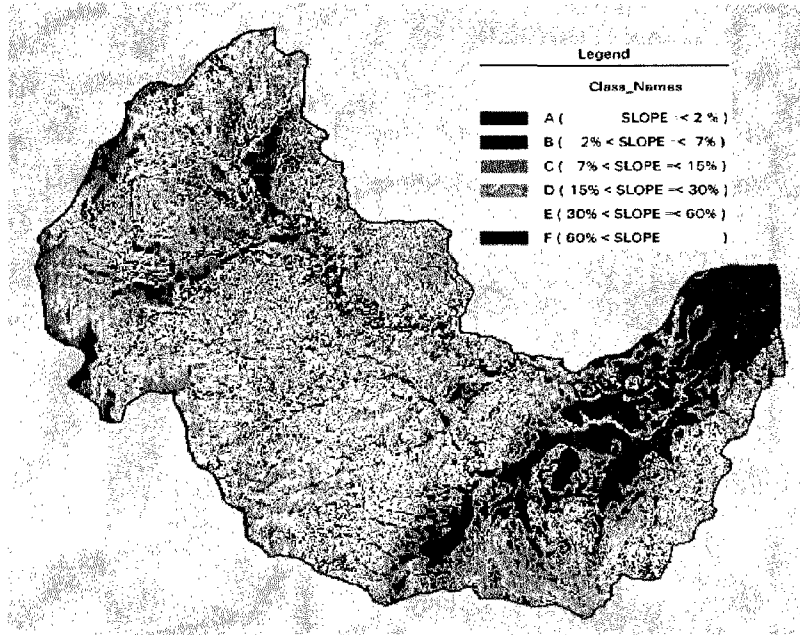


부록그림 2-12 분류항목별 온포천수계 경사분류도

부록표 2-12 분류항목별 온포천수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	212.3	36.2	2.2	0.5	0.4	0	251.5
밭	1,933.8	367.3	317.5	506.3	379.1	138.5	3,642.6
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	410	64.6	90.5	167.9	134.6	37.2	904.6
삼림	4,223.6	2,131.7	3,682.1	11,612.2	36,944.4	14,783.3	73,377.2
나지	590.8	170.8	135.1	234	166.3	85.9	1,382.9
인공건조물	524.3	25.2	23.8	22.5	12.8	3.1	611.6
수역	25.9	8.6	1.8	2.5	2.1	0.5	41.4
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	6	1.2	5.7	13.1	17.3	21.42	64.6
계	7,926.7	2,805.5	4,258.5	12,558.9	37,656.8	15,069.9	80,276.3
(%)	(9.9)	(3.5)	(5.3)	(15.6)	(46.9)	(18.8)	(100)

4. 어랑천수계

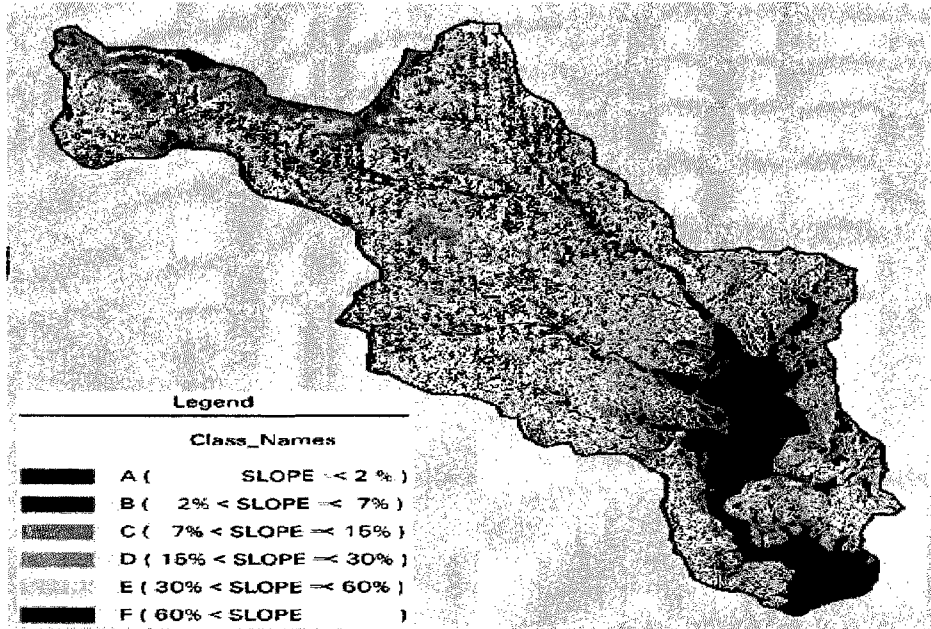


부록그림 2-13 분류항목별 어랑천수계 경사분류도

부록표 2-13 분류항목별 어랑천수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	1,887.3	614.1	118.3	23.6	6	1.1	2,650.3
밭	7,013.3	1,920.1	2,044.2	1,870.4	1,017	177.7	14,042.5
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	1,443.2	402.5	467.4	508.1	307.6	52.4	3,181.1
삼림	22,048.9	8,449.3	15,648.8	44,137.4	70,589	11,235.2	172,108.6
나지	2,913.7	566.9	637.8	897.7	429.9	35.6	5,481.6
인공건조물	585.5	240.8	98	68.9	43.6	13.5	1,050.2
수역	1,701.6	31	13.1	16.4	11.3	7.1	1,780.6
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	92.4	7.9	24.8	72	41.9	5	244.1
계	37,685.9	12,232.4	19,052.4	47,594.4	72,446.3	11,527.6	200,539.1
(%)	(18.8)	(6.1)	(9.5)	(23.7)	(36.1)	(5.8)	(100)

5. 남대천(길주)수계

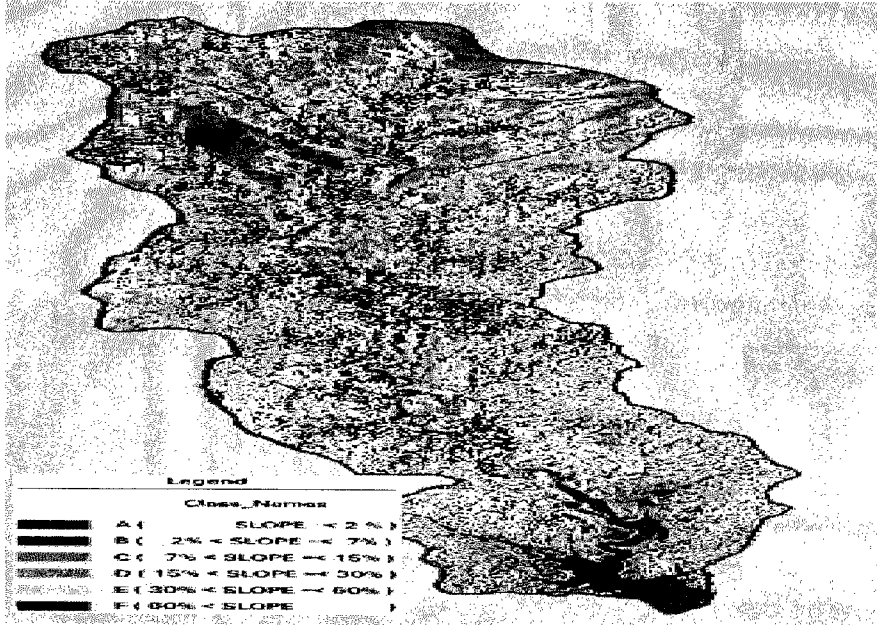


부록그림 2-14 분류항목별 남대천(길주)수계 경사분류도

부록표 2-14 분류항목별 남대천(길주)수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	2,784.5	878.9	85.9	9.1	0.1	0	3,758.5
밭	8,552.3	2,459.3	3,389.9	6,030.5	3,371.7	265	24,068.6
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	467.4	81.8	88.7	137.1	145.3	39.8	960
삼림	7,895.7	3,413.2	7,080.9	19,167.7	46,803.6	16,547.8	100,908.9
나지	1,237.4	375.7	650.8	1,451.2	1,341.3	109.4	5,165.6
인공건조물	1,821.2	537.1	164.3	104.7	46.3	6.4	2,679.9
수역	443.2	53.2	16.3	15.9	6.1	2.4	537.1
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	1.5	0.4	0.6	1.5	3.2	0.1	7.3
계	23,203.1	7,799.6	11,477.4	26,917.7	51,717.4	16,970.8	138,086
(%)	(16.8)	(5.6)	(8.3)	(19.5)	(37.5)	(12.3)	(100)

6. 북대천(단천)

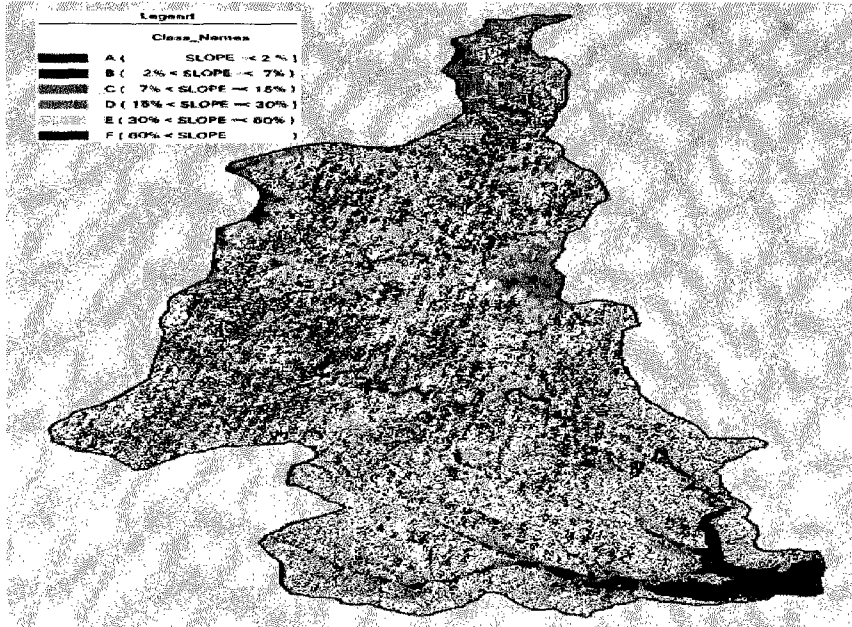


부록그림 2-15 분류항목별 북대천(단천)수계 경사분류도

부록표 2-15 분류항목별 북대천(단천)수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	815.9	91.5	79.3	10.4	1.2	0.5	998.8
밭	3,587.9	1,101.1	1,835.1	4,245.4	6,212.3	1,550.9	18,532.6
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	204.1	56.2	95.4	302.6	1,003	444.2	2,105.5
삼림	6,174.7	3,602.2	7,270.2	21,402.6	55,161.3	18,112.8	111,723.8
나지	1,826.3	461.1	862.5	2,148.6	3,103	987.3	9,388.7
인공건조물	746	150.4	200.3	208.6	133	22.1	1,460.4
수역	394.8	59.3	34.3	40.9	38.6	29.7	597.6
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	13.8	4.7	17.5	62.5	51	26	175.4
계 (%)	13,763.5 (9.5)	5,526.4 (3.8)	10,394.5 (7.2)	28,421.5 (19.6)	65,703.5 (45.3)	21,173.5 (14.6)	144,982.8 (100)

7. 남대천(단천)

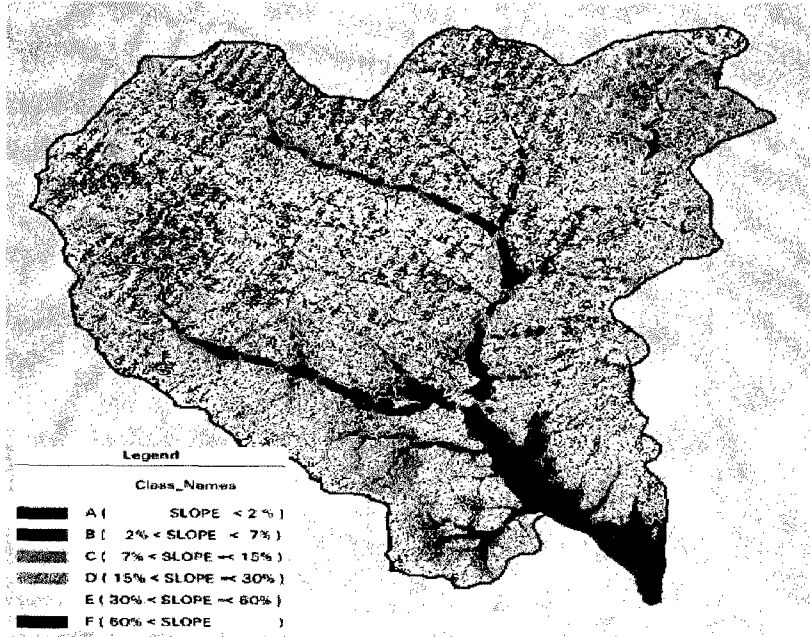


부록그림 2-16 분류항목별 남대천(단천)수계 경사분류도

부록표 2-16 분류항목별 남대천(단천)수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	1,465.7	23.8	90.4	24.4	5.7	3.8	1,613.7
밭	5,817.2	1,133.6	2,176.3	4,675.1	6,631.4	1,494.3	21,927.8
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	502	98	180.9	426.2	938.3	274.8	2,420.3
삼림	8,643.2	4,851.5	10,150.8	28,812.7	101,216	46,095.8	199,769.9
나지	1,353.9	260.8	462.5	996.6	1,310.4	211.1	4,595.2
인공건조물	1,302	107.6	86.9	78.1	47.9	9.9	1,632.4
수역	542	72	11.9	20	25.3	13.4	684.5
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	2.8	1.3	2.3	6.8	24.3	5.4	42.8
계	19,628.7	6,548.5	13,161.9	35,039.8	110,199.3	48,108.4	232,686.6
(%)	(8.4)	(2.8)	(5.6)	(15.1)	(47.4)	(20.7)	(100)

8. 남대천(북청)수계

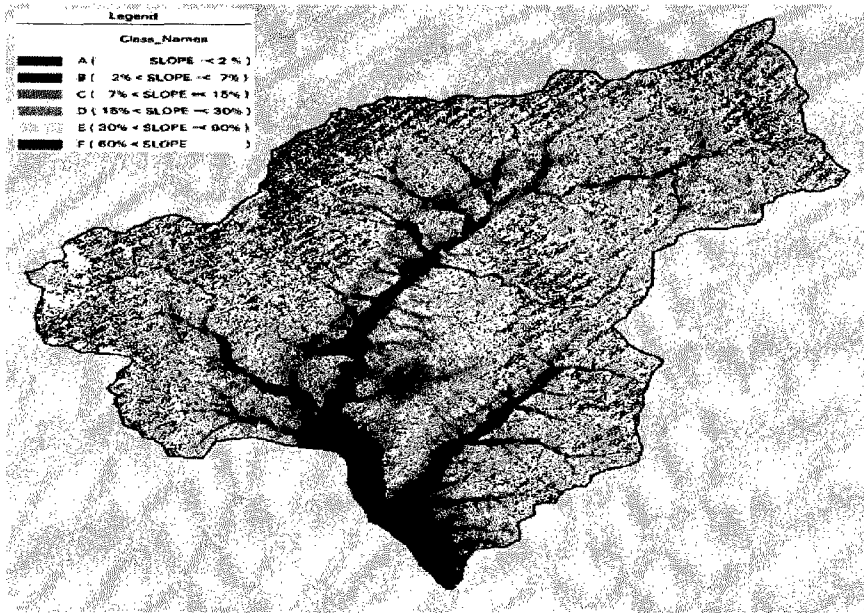


부록그림 2-17 분류항목별 남대천(북청)수계 경사분류도

부록표 2-17 분류항목별 남대천(북청)수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	1,400.1	101.1	67.4	10.6	12.5	2.3	1,594.1
밭	8,100.5	2,102.6	3,202.7	5,340	4,676.2	484.4	23,906.4
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	594.1	150.2	200.8	401.5	698.4	139.4	2,184.4
삼림	10,739	4,682	7,920.3	26,697.2	83,613.6	27,837.5	161,489.6
나지	1,826.2	431.8	706.1	1,111.1	545.3	27.4	4,648
인공건조물	103.5	81.5	5.2	2.3	2.2	0.4	195.1
수역	420	8.7	8.4	5.2	2.2	0.7	445.2
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	6	3.5	3.3	15.1	90.1	23.8	141.8
계 (%)	23,189.5 (11.9)	7,561.4 (3.9)	12,114.3 (6.2)	33,583.1 (17.3)	89,640.5 (46.1)	28,515.8 (14.6)	194,604.6 (100)

9. 성천강수계

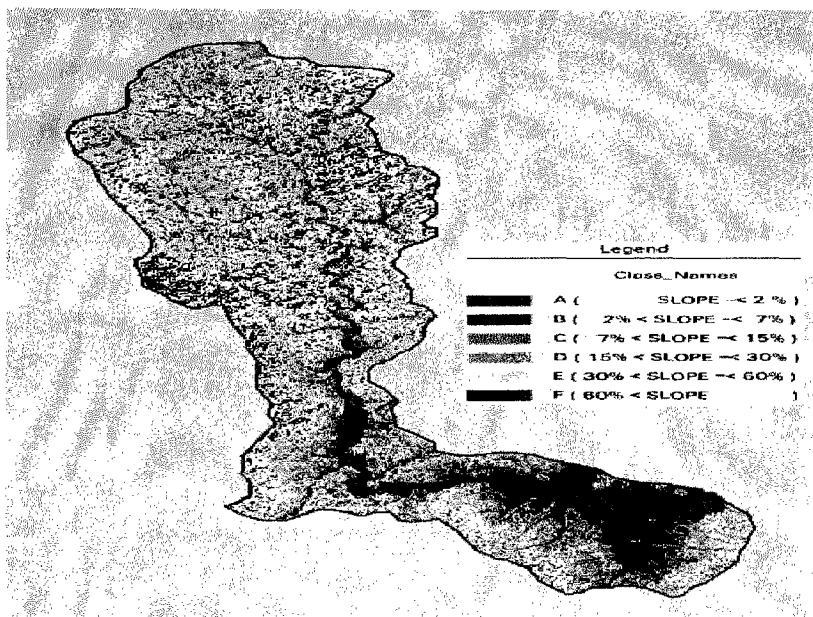


부록그림 2-18 분류항목별 성천강수계 경사분류도

부록표 2-18 분류항목별 성천강수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	4,205.1	729	175.1	40.7	37.8	2.1	5,189.8
밭	12,662.4	4,209.5	5,574.1	9,736.2	6,847.9	534.9	39,564.9
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	675.7	183.8	246.2	579.2	992.7	161.9	2,839.6
삼림	9,238.4	4,460.6	7,713.1	30,558.1	98,769.4	33,295.2	184,034.8
나지	3,254	999.2	1,294.2	1,871.3	692.4	26.2	8,137.2
인공건조물	3,275.5	225.1	143.9	87.4	18.3	1	3,751.1
수역	981.5	45.9	20.1	14.8	4.5	0.9	1,067.6
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	44.4	26.2	61.6	188.1	912	762.8	1,995
계	34,336.8	10,879.2	15,228.3	43,075.8	108,274.9	34,785	246,580
(%)	(13.9)	(4.4)	(6.2)	(17.5)	(43.9)	(14.1)	(100)

10. 금진강수계

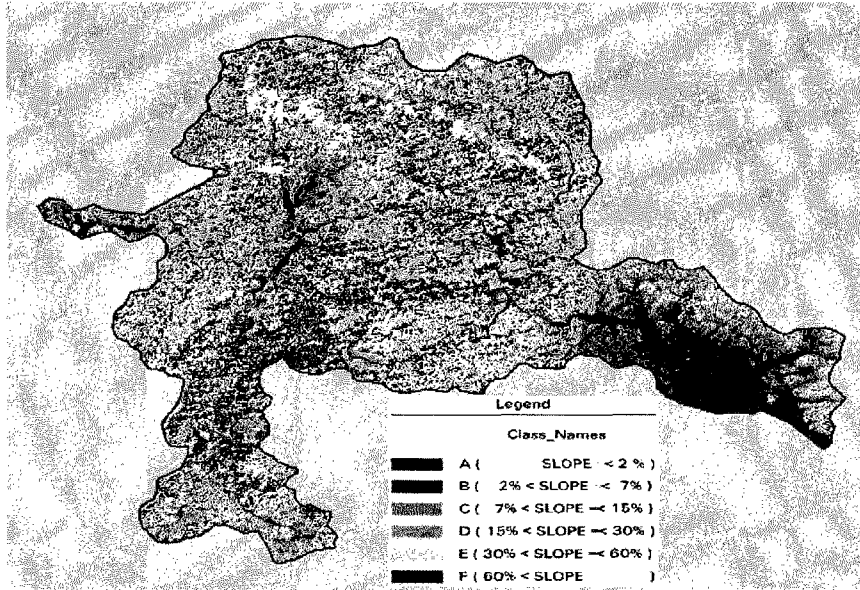


부록그림 2-19 분류항목별 금진강수계 경사분류도

부록표 2-19 분류항목별 금진강수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	2,723.9	248	52	14.5	4.1	0.6	3,043.2
밭	5,095.9	1,315.2	1,921.5	2,590.3	1,352.7	114.8	12,390.4
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	202.9	36.1	42.2	81.5	116	22.6	501.3
삼림	3,886.1	1,850.9	3,810.7	14,921.7	37,556	8,618.6	70,643.9
나지	1,397.5	271.4	333.4	442.7	185.2	9.6	2,639.8
인공건조물	103.3	3.9	3.6	1.2	0.6	0.2	112.8
수역	662.2	75.5	29.6	13.3	7.1	4.6	792.4
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	18	15.4	25.4	105.4	322.8	54.9	541.9
계	14,089.8	3,816.3	6,218.4	18,170.6	39,544.6	8,825.9	90,665.6
(%)	(15.6)	(4.2)	(6.9)	(20)	(43.6)	(9.7)	(100)

11. 금야강수계

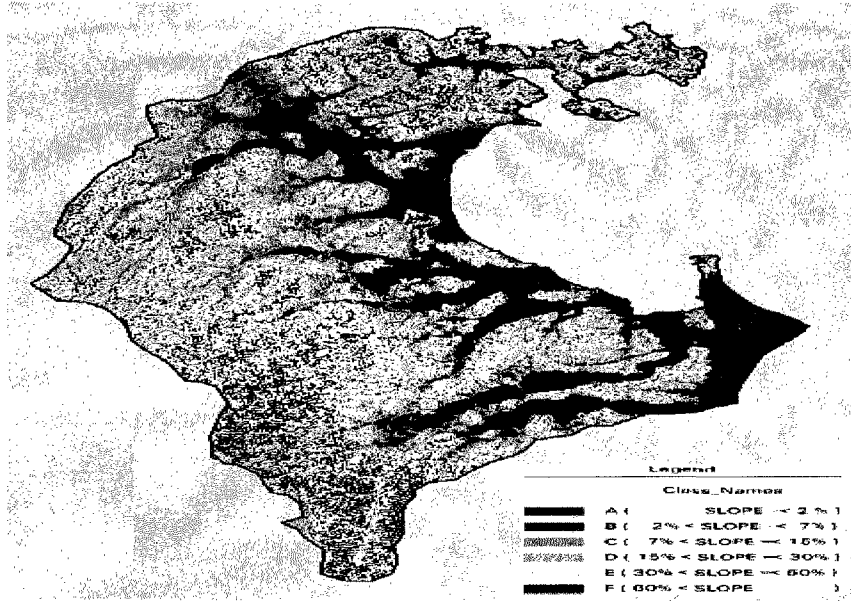


부록그림 2-20 분류항목별 금야강수계 경사분류도

부록표 2-20 분류항목별 금야강수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	5,674.8	286.3	258.1	119.3	6.4	2.5	6,347.3
밭	8,920.2	1,985	3,851	6,545.1	6,294	1,235.7	28,831
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	362.1	40	49.4	91.6	163.2	36.5	742.7
삼림	5,218.8	2,717.3	5,990.8	24,652.7	90,978.2	40,304.1	169,861.9
나지	3,641.9	506.5	849.1	1,128.3	923.3	177	7,226.2
인공건조물	313.6	16.4	18	22.7	18.5	2.4	391.6
수역	1,230.8	80.5	80.2	80.3	84.1	56.2	1,611.9
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	228.2	102.4	211.5	715.3	2,830.9	1,000.1	5,088.4
계 (%)	25,590.3 (11.6)	5,734.4 (2.6)	11,308.1 (5.1)	33,355.3 (15.2)	101,298.5 (46)	42,814.5 (19.5)	220,100.9 (100)

12. 덕지강수계

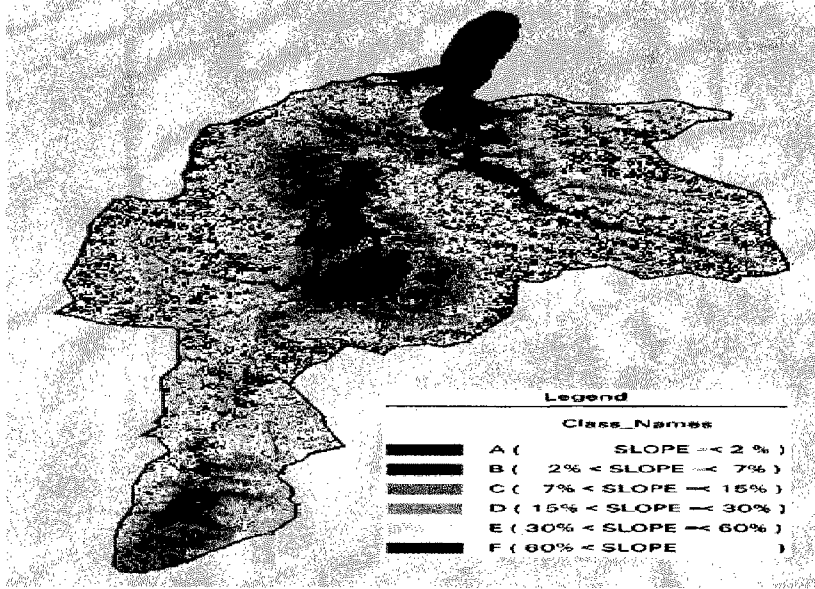


부록그림 2-21 분류항목별 덕지강수계 경사분류도

부록표 2-21 분류항목별 덕지강수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	7,750	127.4	113	31	7.7	1.4	8,030.4
밭	5,543.9	1,084.6	2,080.4	4,087.9	5,290.7	1,649.3	19,736.9
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	365.7	57.3	78.9	114.8	143.5	30.6	790.7
삼림	3,783.9	1,184.5	2,709	11,221.7	37,270.2	26,327.8	82,497.1
나지	1,697.9	230.2	388.2	488.6	520.1	176.8	3,501.7
인공건조물	1,188.5	140.9	192.7	134.8	119.5	20.6	1,797
수역	1,040.9	55.8	52.4	51.8	51.8	45	1,297.7
염전	77	0	0	0	0	0	77
구름	0	0	0	0	0	0	0
계 (%)	21,447.5 (18.2)	2,880.8 (2.4)	5,614.6 (4.8)	16,130.6 (13.7)	43,403.6 (36.9)	28,251.5 (24)	117,728.6 (100)

13. 남대천(안변)수계

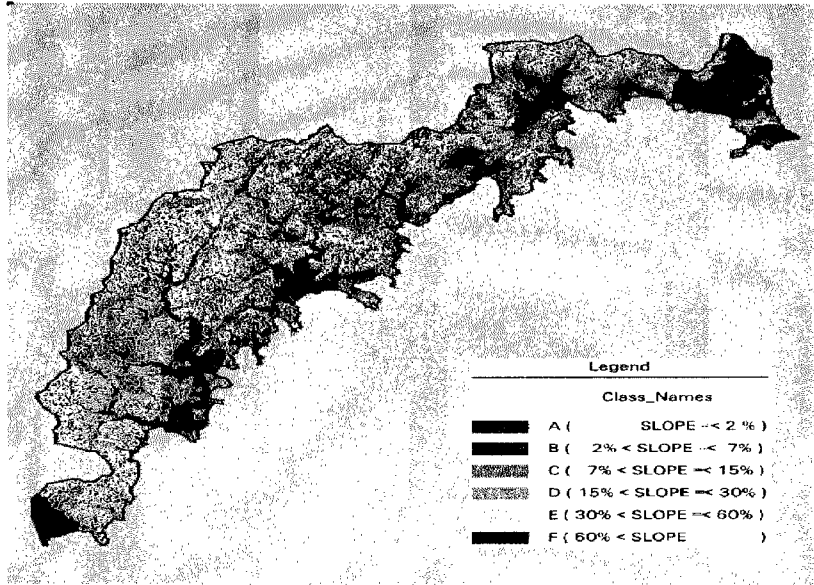


부록그림 2-22 분류항목별 남대천(안변)수계 경사분류도

부록표 2-22 분류항목별 남대천(안변)수계 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	4,120.7	1,053.8	240.3	45.1	21.6	5.4	5,486.9
밭	5,816.1	3,172.3	3,520.7	3,450.2	2,460.9	469.5	18,889.7
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	210	39.4	47.6	57.2	80.7	28	463
삼림	2,028.8	1,251.2	2,444.4	9,979.8	31,050.7	13,453.3	60,208.2
나지	2,281.4	864	894.2	889.4	787.6	180.5	5,897.1
인공건조물	722.2	187.7	106.4	72.5	24.8	3.5	1,117.1
수역	725.9	66.7	26.9	24.2	27.5	11.5	882.7
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	0	0	0	0	1.7	0.5	2.2
계	15,905.1	6,635.1	7,280.6	14,518.5	34,455.5	14,152.2	92,946.9
(%)	(17.1)	(7.2)	(7.8)	(15.6)	(37.1)	(15.2)	(100)

14. 함북해안수계 I

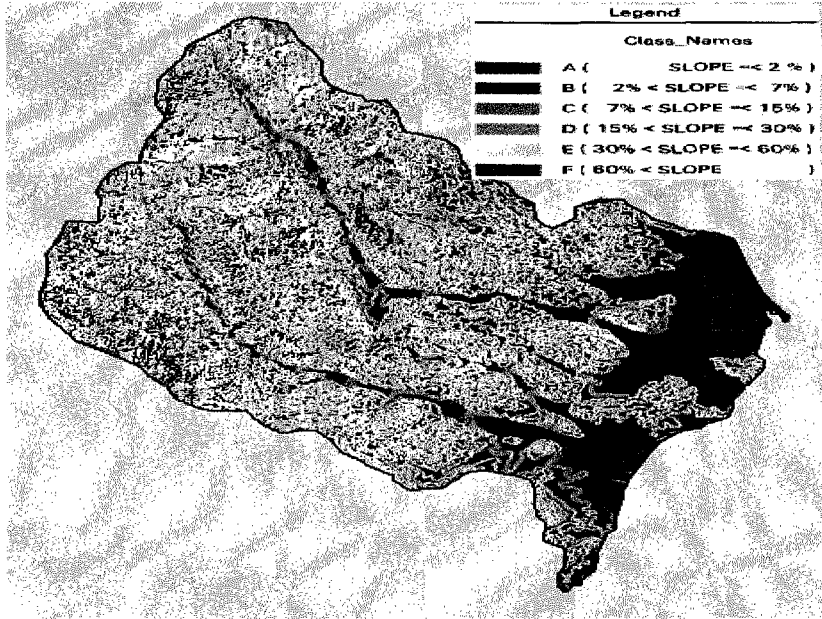


부록그림 2-23 분류항목별 함북해안수계 I 경사분류도

부록표 2-23 분류항목별 함북해안수계 I 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	471.2	86.1	25.4	7.8	1	0	591.5
밭	7,546	1,809	1,401.5	1,688.2	812.6	30.7	13,288
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	1,290.1	336.7	293.1	488.7	272.7	11.9	2,693.2
삼림	20,657.6	6,237.3	11,053.7	35,613.4	38,014.1	2,441.2	114,017.2
나지	2,468.9	768	666.5	777.2	342.6	16.4	5,039.6
인공건조물	1,971.3	472.9	188.7	165.4	85.9	5.9	2,890.1
수역	3,124.2	503.7	111.1	69.9	37.1	4.6	3,850.6
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	45	14.4	31.5	40.6	15.6	0.1	147.2
계 (%)	37,574.1 (26.4)	10,228.1 (7.2)	13,771.5 (9.7)	38,851.2 (27.3)	39,581.5 (27.7)	2,510.7 (1.7)	142,517.2 (100)

15) 함북해안수계 II

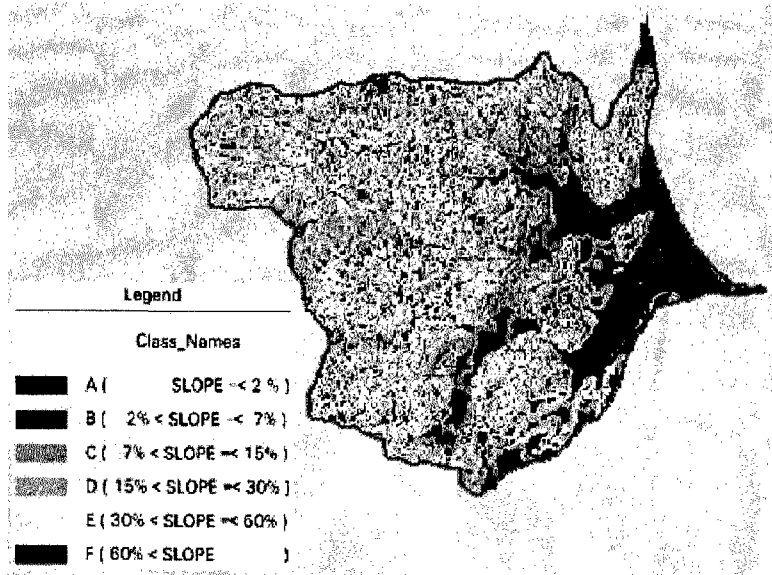


부록그림 2-24 분류항목별 함북해안수계 II 경사분류도

부록표 2-24 분류항목별 함북해안수계 II 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	383.6	76.1	20.3	1.4	0	0	481.3
밭	3,318.1	699.8	725.2	957.3	671.2	27.5	6,399.2
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	1,206.5	196.6	246.2	474.5	413.4	13.4	2,550.5
삼림	6,965.8	2,472.6	4,149.5	11,923.5	27,326.7	5,637.4	58,475.6
나지	1,011.5	213.7	212.7	261.5	158.7	5.9	1,863.9
인공건조물	2,499.4	169.9	80	95.6	64.9	4.1	2,913.8
수역	107.6	26.5	10.9	10.7	3.3	0.7	159.7
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	4.8	0.5	1.6	1.1	1.3	0.1	9.3
계 (%)	15,497.3 (21.3)	3,855.5 (5.3)	5,446.4 (7.5)	13,725.6 (18.8)	28,639.4 (39.3)	5,689.1 (7.8)	72,853.2 (100)

16. 함북해안수계 III

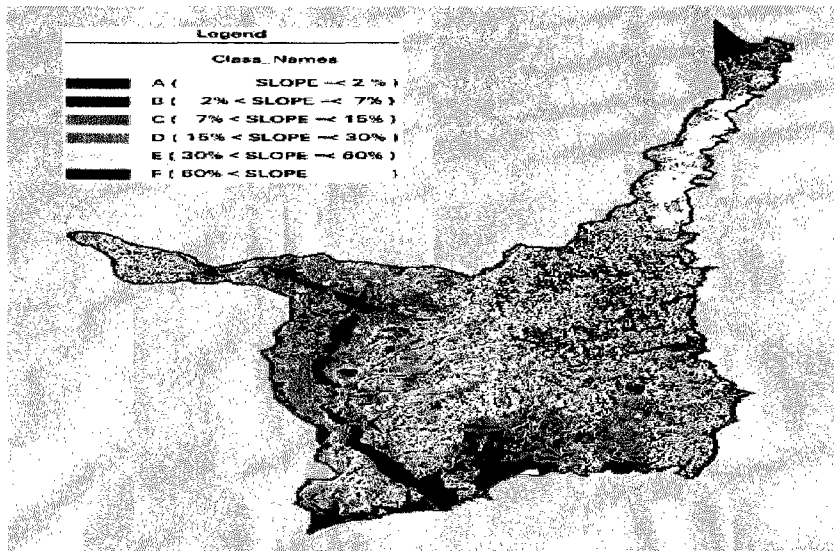


부록그림 2-25 분류항목별 함북해안수계III 경사분류도

부록표 2-25 분류항목별 함북해안수계III 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	1,264	116.1	67.3	10	0.1	0	1,457.5
밭	2,124.5	511.7	530.7	635	254.3	9.5	4,065.8
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	365.3	101.3	117.9	197.2	102.2	3.6	887.5
삼림	5,229.7	2,027.2	3,420.6	10,418.9	14,429.9	798.5	36,324.8
나지	1,298.6	252.9	299.6	337	109.2	3.1	2,300.3
인공건조물	123.3	128.6	12.4	10.7	9.6	0.5	285.2
수역	8.3	14.9	7.2	2.2	2.3	0.3	35.1
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	26	4.8	1.6	2	0.3	0	34.7
계	10,439.6	3,157.5	4,457.4	11,612.8	14,907.9	815.5	45,390.8
(%)	(23)	(7)	(9.8)	(25.6)	(32.8)	(1.8)	(100)

17. 함북해안수계 IV

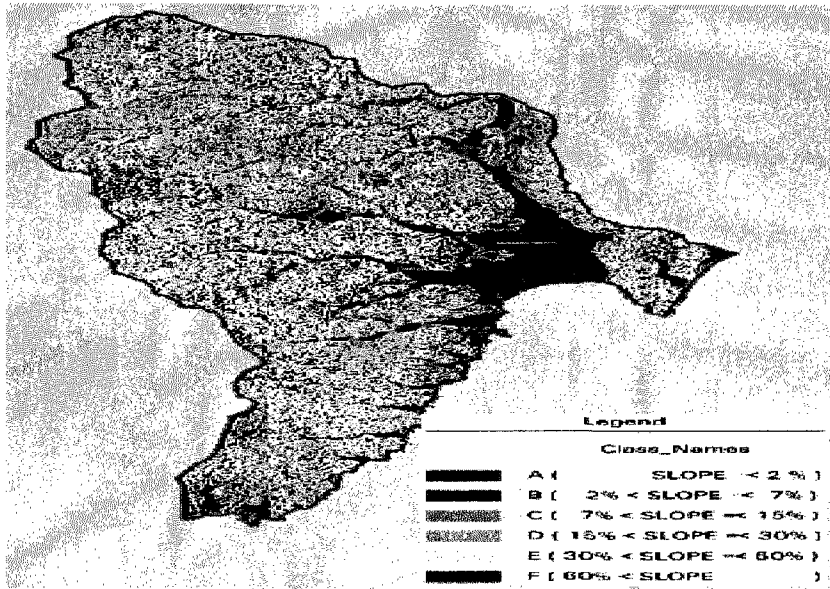


부록그림 2-26 분류항목별 함북해안수계Ⅳ 경사분류도

부록표 2-26 분류항목별 함북해안수계Ⅳ 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	1,452.7	455	215.2	33.4	3.9	0	2,160.1
밭	6,041.3	2,052.9	3,883.1	5,444.3	2,316.7	211.6	19,949.8
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	383.1	142	143.7	172.2	200.9	41.6	1,083.5
삼림	7,329.4	3,252.7	6,459.6	17,434.5	32,666.2	9,341.6	76,484
나지	2,034.3	898.5	951.8	1,276.7	934.8	78.8	6,174.9
인공건조물	706.7	293	166.7	118.1	72.5	38.9	1,395.8
수역	510.3	112.9	140.5	80.7	78.2	48.5	971.1
엽전	0	0	0	0	0	0	0
구름	454	288.7	404.1	1,080.3	2,102.7	308.8	4,638.5
계	18,911.7	7,495.7	12,364.6	25,640.2	38,375.8	10,069.8	112,857.7
(%)	(16.8)	(6.6)	(11)	(22.7)	(34)	(8.9)	(100)

18. 함북해안수계 V

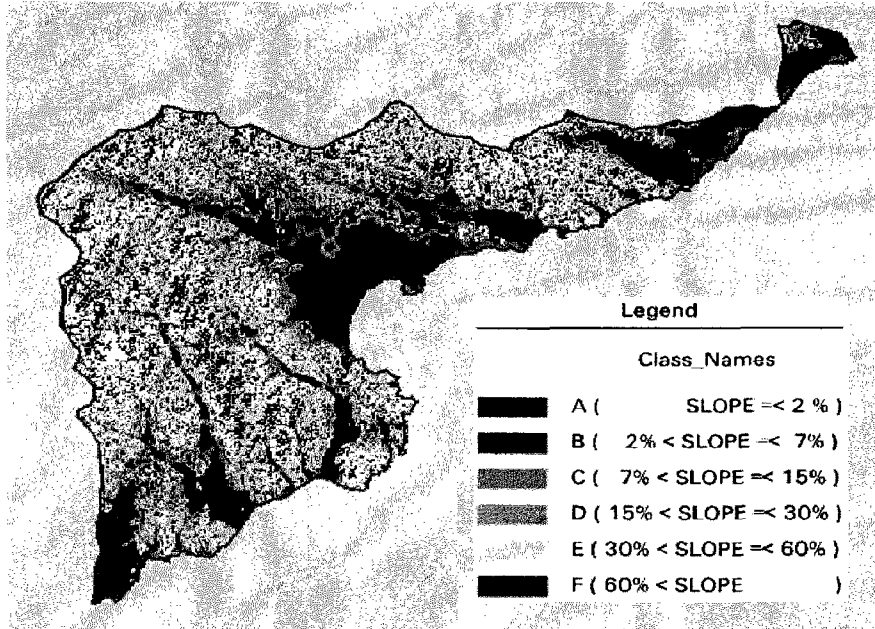


부록그림 2-27 분류항목별 함북해안수계 V 경사분류도

부록표 2-27 분류항목별 함북해안수계 V 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	1,498.3	128.3	60.7	8.1	1.9	0.1	1,697.4
밭	4,692.6	964.1	1,506.9	3,204.7	2,750.6	116.8	13,235.7
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	215.4	51.1	63.3	80.9	82.5	3.2	496.4
삼림	5,667.2	2,725.6	4,433.4	13,424.3	34,812.4	5,574.4	66,637.3
나지	1,354.9	383.1	562.8	1,239.1	1,358.3	100.5	4,998.7
인공건조물	1,357.9	371.1	207.2	140	69.2	3.8	2,149.2
수역	251.1	66.9	33	39.2	26.5	2.2	418.8
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	0	0	0	0	0	0	0
계 (%)	15,037.4 (16.8)	4,690.2 (5.2)	6,867.2 (7.7)	18,136.3 (20.2)	39,101.4 (43.6)	5,801 (6.5)	89,633.5 (100)

19. 함남해안수계 I

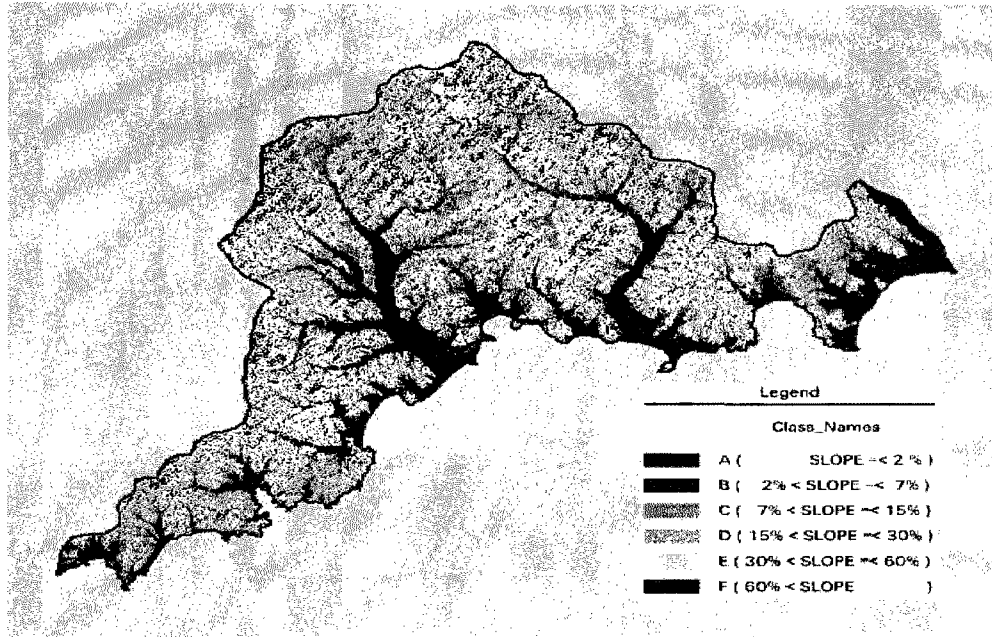


부록그림 2-28 분류항목별 함남해안수계 I 경사분류도

부록표 2-28 분류항목별 함남해안수계 I 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	1,895	474	60.8	6.4	2.3	0.2	2,438.7
밭	7,185	1,564.7	1,570.1	2,249.6	1,678.2	160.7	14,408.3
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	415	110.4	88.1	132	157.1	23.2	925.8
삼림	5,771.1	2,303.6	3,206.4	9,180.2	24,626.8	6,607.3	51,695.4
나지	2,560.9	536.1	467.2	554.9	451	58.1	4,628.2
인공건조물	679.5	406.6	206.9	57.2	50	12.1	1,412.3
수역	203.6	90.4	46.5	46	26.4	1.8	414.7
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	10.3	8.1	9.9	31.2	182.4	108.6	350.5
계	18,720.4	5,493.9	5,655.9	12,257.5	27,174.2	6,972	76,273.9
(%)	(24.6)	(7.2)	(7.4)	(16.1)	(35.6)	(9.1)	(100)

20. 함남해안수계 II

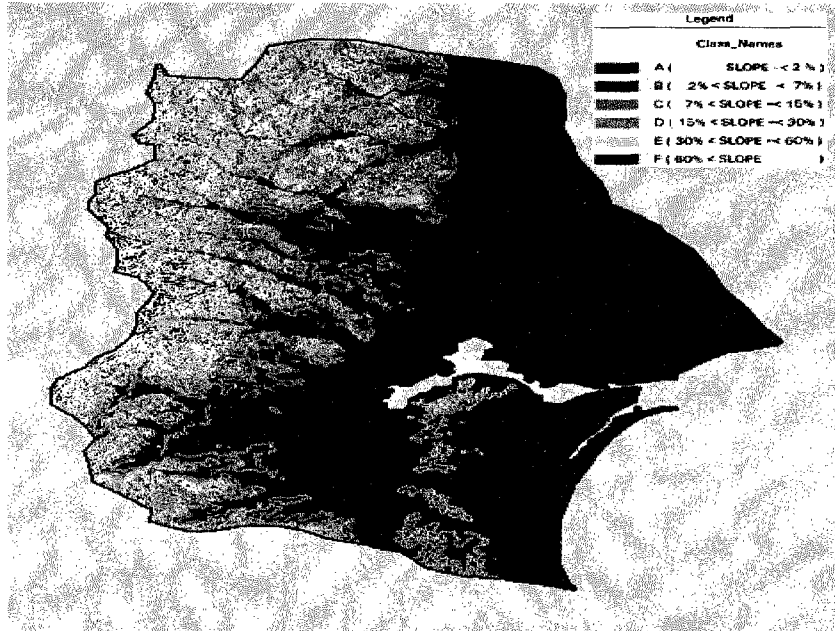


부록그림 2-29 분류항목별 함남해안수계 II 경사분류도

부록표 2-29 분류항목별 함남해안수계 II 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	2,405.5	445.6	73.1	14.9	13.1	0.6	2,952.8
밭	8,065.9	4,052.3	4,403.3	7,186.7	6,003.5	427.9	30,139.5
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	530.3	285.7	228	419	684.1	82.4	2,229.5
삼림	4,962.5	2,520.7	3,484.6	16,816.3	49,929.8	9,855.3	87,569.2
나지	1,402.1	607.3	708.8	1,127.4	585.8	22.5	4,453.9
인공건조물	1,047.5	779.9	114.5	87.5	29.1	4.7	2,063.1
수역	436.4	145.4	85.5	49.9	23.9	2.8	743.8
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	9.6	11.9	14.4	72.3	293.9	94.8	496.9
계	18,859.9	8,848.6	9,112.1	25,773.9	57,563.2	10,490.9	130,648.6
(%)	(14.4)	(6.8)	(7)	(19.7)	(44.1)	(8)	(100)

21. 함남해안수계 III

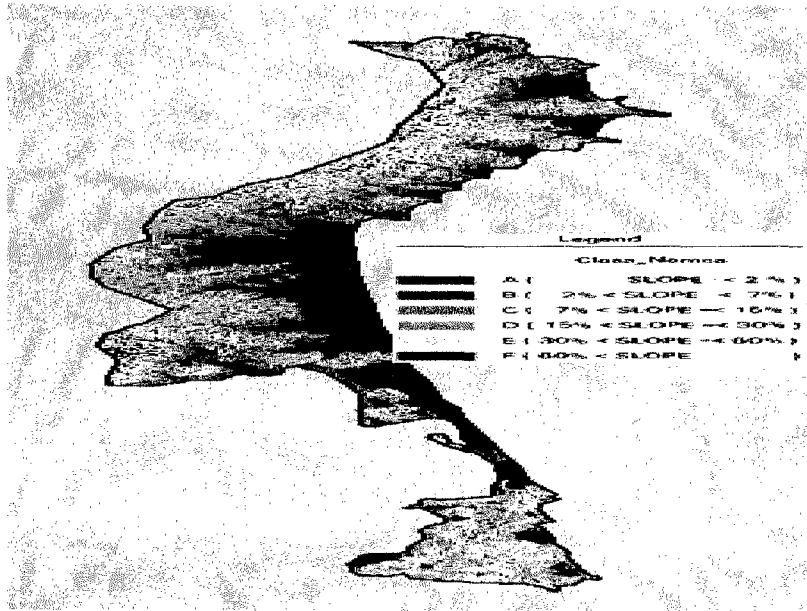


부록그림 2-30 분류항목별 함남해안수계III 경사분류도

부록표 2-30 분류항목별 함남해안수계III 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	10,827.2	284.6	83.1	76.1	27.1	0.3	11,298.3
밭	11,396.7	1,731.9	2,237.9	2,856.9	1,071.4	34.3	19,328.9
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	784	34.4	53.6	130.6	156.8	9	1,168.4
삼림	9,900.9	845.7	1,510	5,184.5	7,141.2	796.6	25,379
나지	2,268.8	462.4	621.5	714.6	139.6	1.5	4,208.4
인공건조물	677.4	12.5	3.7	4.7	0.5	0	698.8
수역	679.8	27.1	46.7	10.4	1.9	0.2	766
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	4.6	1.5	1.5	4.2	8.7	2.8	23.4
계	36,539.4	3,400.1	4,558	8,981.9	8,547.1	844.7	62,871.1
(%)	(58.1)	(5.4)	(7.3)	(14.3)	(13.6)	(1.3)	100

22. 함남해안수계 IV

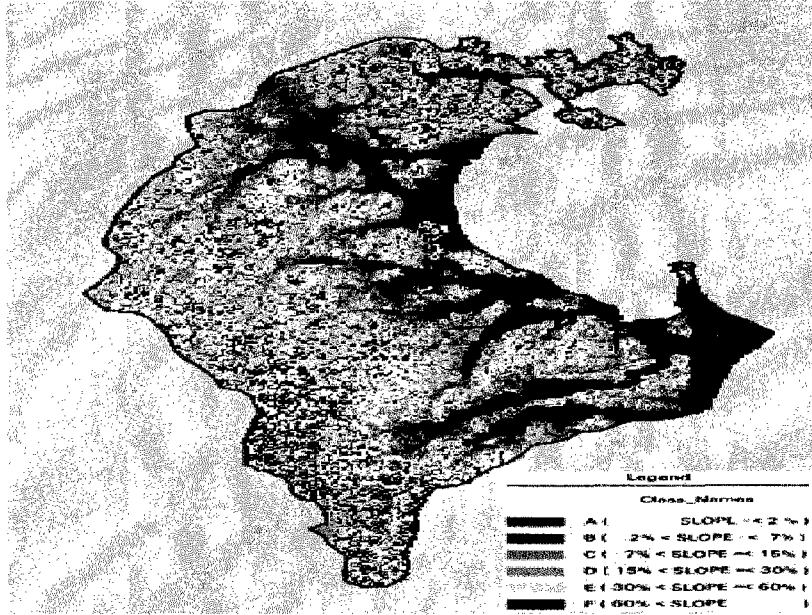


부록그림 2-31 분류항목별 함남해안수계Ⅳ 경사분류도

부록표 2-31 분류항목별 함남해안수계Ⅳ 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	725.7	207.3	23.8	3.2	0.7	0	960.6
밭	780.2	318.8	424.7	600.7	208.8	4.8	2,337.9
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	26.7	20	12.2	18.2	12.4	1.1	90.5
삼림	479.5	382.6	671	2,612.3	3,108.8	192	7,446.2
나지	319.4	199	106.4	82.2	20.6	0.5	728
인공건축물	24.4	17.3	11.8	2.3	0.1	0	55.9
수역	442.7	197.4	54.3	48.2	14.1	0	756.6
염전	2.8	0	0	0	0	0	2.8
구름	0	0	0.1	0.3	1.4	0	1.8
계 (%)	2,801.4 (22.7)	1,342.3 (10.8)	1,304.2 (10.5)	3,367.2 (27.2)	3,367 (27.2)	198.3 (1.6)	12,380.3 (100)

23. 강원해안수계 I

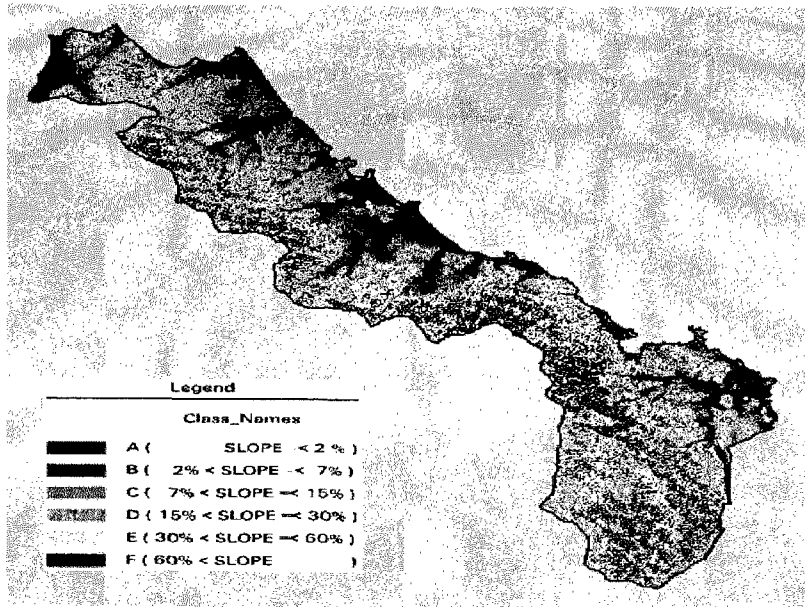


부록그림 2-32 분류항목별 강원해안수계 I 경사분류도

부록표 2-32 분류항목별 강원해안수계 I 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	2,874.2	205.5	55.5	40.1	63.5	11	3,249.7
밭	3,370.5	1,211	1,619.1	2,939.4	2,031.7	170.6	11,342.2
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	314.2	57.1	39	55.7	41.9	4.2	512.1
삼림	2,124.8	1,018.4	2,071.2	8,336.7	20,741.9	7,087.1	41,380.1
나지	2,167.9	579.3	494	610	413.2	55.4	4,319.9
인공건조물	1,866.6	524.4	108.8	65.5	21.7	1.4	2,588.4
수역	440.7	94.7	54.2	46.6	27.7	8	671.9
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	0	0	0	0	0	0	0
계 (%)	13,158.9 (20.5)	3,690.3 (5.8)	4,441.8 (6.9)	12,094 (18.9)	23,341.6 (36.4)	7,337.7 (11.5)	64,064.3 (100)

24. 강원 해안수계 II



부록그림 2-33 분류항목별 강원해안수계 II 경사분류도

부록표 2-33 분류항목별 강원해안수계 II 경사분류면적(ha)

경사등급 분류항목	A	B	C	D	E	F	계
논	5,874.5	549.5	79.7	39.7	6.6	0.3	6,550.2
밭	8,497.9	3,749	3,078.1	4,726	3,824.5	913.5	24,789
간척지	0	0	0	0	0	0	0
초지	911.4	322.2	194.9	307.9	475	250.9	2,462.3
삼림	5,296.3	3,058.9	5,306.7	19,339.6	49,841.3	25,879	108,721.8
나지	3,304.7	1,368.2	803.7	1,143.5	1,258.1	538.2	8,416.4
인공건조물	235.4	106.8	44.1	14.9	2.9	1.7	405.9
수역	1,928.6	479.3	81.6	79.7	59.2	11.1	2,639.4
염전	0	0	0	0	0	0	0
구름	4.4	1.6	4	18.2	61.7	35.5	125.3
계 (%)	26,053.3 (16.9)	9,635.5 (6.3)	9,592.7 (6.2)	25,669.4 (16.7)	55,529.2 (36)	27,630.1 (17.9)	154,110.3 (100)

2002 년 10월 10일 20 부발간	
발간업체명	동양문화인쇄주식회사 737-2101~5
대표자명	대표이사 윤 병 태
인가근거	조 내 이 2066-16884(1971. 7. 28)
참 여 자	한 국 농 촌 경 제 연 구 원
	총괄연구책임자 연구위원 권 태 진