

최 종
연구보고서

임진강 유역의 농업기반 실태와 남북한 협력방안 연구

Characteristics of agricultural infrastructure of Imjin River
Basin and Inter-Korean cooperation for agricultural development

연구기관

한국농촌경제연구원

농업과학기술원

국립산림과학원

한국농촌공사

농림부

최 종
연구보고서

임진강 유역의 농업기반 실태와 남북한 협력방안 연구

Characteristics of agricultural infrastructure of Imjin River
Basin and Inter-Korean cooperation for agricultural development

연구기관

한국농촌경제연구원

농업과학기술원

국립산림과학원

한국농촌공사

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “임진강 유역의 농업기반 실태와 남북한 협력방안 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2006년 5월 24일

주관연구기관명 : 한국농촌경제연구원
총괄연구책임자 : 권 태 진
연 구 원 : 김 영 훈
연 구 원 : 지 인 배

협동연구기관명 : 농업과학기술원
협동연구책임자 : 홍 석 영
연 구 원 : 이 지 민
연 구 원 : 김 이 현

협동연구기관명 : 국립산림과학원
협동연구책임자 : 이 승 호
연 구 원 : 조 현 국
연 구 원 : 김 재 현
연 구 원 : 윤 호 중
연 구 원 : 최 연 주
연 구 원 : 변 혜 경

협동연구기관명 : 한국농촌공사
협동연구책임자 : 이 정 철
연 구 원 : 김 종 욱
연 구 원 : 곽 영 철
연 구 원 : 윤 성 식

요 약 문

I. 제 목

임진강 유역의 농업기반 실태와 남북한 협력방안 연구

II. 연구개발의 필요성과 목적

현재 추진되고 있는 개성공단 개발사업은 남북한 협력의 상징이 되고 있으며 이러한 협력사업을 효과적으로 달성하기 위해서는 관련 산업의 참여를 통해 종합적인 산업개발협력이 추진되어야 한다. 그러나 현재의 계획에서는 농업부분이 제외되어 있기 때문에 농업 분야의 협력을 위한 대책을 마련할 필요가 있다. 특히, 연구 대상지역이 개성공단을 중심으로 하는 임진강 하류 지역으로 남한과 매우 가까운 위치에 있어 남북한이 함께 농업개발협력을 추진하는데 좋은 입지를 갖추고 있다.

이 연구의 목적은 임진강 하류지역, 특히 개성공단을 중심으로 하는 배후지역의 농업기반과 산림 실태를 정밀하게 파악하여 정비방안을 도출하고 이를 토대로 앞으로 남북한 협력을 위한 방안을 제시하는 것이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 연구개발 내용

- 임진강유역 농업 관련 자료의 수집
- 농경지 이용 현황을 위한 토지피복분류
- 임진강유역 농림업자원 현황
- 임진강유역 정밀지형 특성 (DEM자료 활용)
- 임진강유역 농업기반 특성 및 정비방안
- 위성자료를 이용한 임진강 하류권 농업기반 조사 및 정비방안
- 임진강 하류권의 산림자원 특성 및 황폐지 복구 방안
- 국제공유하천의 공동개발사례 및 임진강유역에서의 적용방안
- 개성공단 배후지 농업개발 및 남북협력 방안 수립

2. 연구의 범위

이 연구의 분석 대상 범위는 임진강 하류 지역에 국한하며 구체적인 정비 방안은 사천강 유역으로 한정한다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

- 첨단 인공위성영상자료 및 각종 첨단 기법을 도입하여 임진강 하류권의 농업기반에 관한 실태를 정밀하게 파악하고 농업기반의 정비 방안을 도출하였으므로 이 연구의 결과를 향후 남북한 농업협력을 추진하기 위한 참고자료로 적용
- 임진강 유역 및 임진강 하류권에 대한 북한의 산지이용·관리 체계 및 산림구조를 파악함으로써 앞으로 북한의 산림황폐화를 복원하기 위한 협력사업을 추진할 때 참고자료로 활용하고 남북한 농업협력을 위한 기본 자료로 활용
- 개성공단 배후지에 대한 농업개발 방안을 제시함으로써 향후 남북농업협력위원회 후속 조치인 공동 시범영농장 운영의 사례로써 직접 적용할 수 있음.
- 임진강 유역의 공동 이용에 관하여 농업 분야의 적용 방향을 제시함으로써 임진강 공동조사시 참고자료로 활용

국문 요약문

임진강 유역 개황

- 임진강은 한강의 제1지류로 북한지역에 위치한 두류산(해발고 1,323m)에서 발원한다. 임진강은 북강원도 법동군, 판교군, 이천군, 철원군을 경유한다. 한강의 하구인근에서 합류되므로 거의 독립하천으로서의 특징을 나타낸다. 임진강의 유로 길이는 272.4km이며, 이 중 북한지역의 유로길이는 172km이다. 임진강의 총 유역면적은 8,129.5km²이며, 이 중 북한지역에 속한 유역면적은 5,124.7km²이다. 임진강의 상류는 전형적인 산지 하천으로 하상경사가 아주 급하고, 연안의 충적지는 넓지 못한 편이다. 유역면적이 200km² 이상인 제1지류 하천으로 구당리천, 개런천, 고미탄천, 평안천, 구룡강, 역곡천, 한탄강, 사미천, 포천천, 문산천, 사천이 있다.
- 임진강 유역의 연평균강우량은 1,483mm로 아주 많은 편이다. 유역의 수자원량은 838,336×10⁴m³이다. 북한지역의 행정구역에 따른 수자원 분포는 강원도가 54.3%인 169,720×10⁴m³, 개성시가 10.9%인 124,712×10⁴m³이다. 수자원 이용량은 전체 수자원 부존량의 약 5%인 39,814×10⁴m³로 아주 낮은 수준이다. 연간 유출량의 82.1%가 여름철에 집중되어 있다.

임진강 유역의 지형과 농경지 현황

- 임진강 유역이 전체 유역면적의 33.1%로 가장 넓었고, 한탄강 28.7%, 고미탄천 13.5% 순으로 분포하고 있었다. 임진강 전체유역의 평균표고는 339.0m였고, 고미탄천이 630.4m로 가장 높은 곳에 위치하고 있었다. 최고표고는 고미탄천의 1,580m 였다. 다음으로 평안천 389.7m, 임진강 348.9m 순이었다. 평균표고가 높을수록 평균경사가 높은 경향이었고, 최고경사는 임진강 유역의 76.5도였다. 사천유역은 전체 유역면적의 4.4%를 차지하고 있었고, 다른 유역과 비교해볼 때 평균표고와 평균경사가 가장 낮은 비교적 편평한 곳에 자리잡고 있었다.
- 200m이하의 표고등급이 3016.7km²로 전체 유역면적의 37%로 전체적으로 평탄지 지형이 유역에서 가장 큰 면적을 차지하고 있다. 다음으로는 400m~600m 사이의 표고등급이 1445.7km²로 전체 유역면적의 약 18%였고, 나머지 표고등급은 전체 유역면적의 약 15%~16%의 면적비율을 차지하였다. 경사도는 30%~60% 사이의 경사지 E slope의 면적이 2956.6km²로 36%를 나타내었다. 다음으로는 15%~30% 사이의 D slope, 0%~2% 사이의 A slope의 순으로 나타났다. 경사도 60%이상의

F slope도 8.8%의 면적을 차지하는 등 임진강 유역의 상류와 고미탄천 유역이 특히 경사도가 높은 것으로 나타났다.

- Landsat (E)TM 영상의 여러 시기 분광반사특성을 기초로 토지이용/피복 특성을 논, 밭, 산림, 초지·잡목, 나지·황폐지, 인공건조물, 수역의 7개 항목으로 분류하였다. 임진강 유역의 토지이용/피복 형태를 살펴보면 산림이 약 67%로 가장 넓게 분포하고 있고, 밭이 약 13%, 논이 약 6%로 농경지가 전체의 19% 정도를 차지하고 있다. 나지와 황폐지의 분포면적이 약 6%로 논면적과 비슷한 것으로 나타나 상대적으로 넓은 면적을 차지하고 있는 것을 알 수 있었다. 개성직할시가 유역 내에 위치하고 있어 도심지를 포함한 인공건조물의 분포면적이 4% 정도에 달했다.
- 표고등급별 토지이용/피복 형태를 살펴보면 표고 400m 이상인 지역은 산림의 분포면적이 80%~90%이상으로 표고가 높을수록 산림의 분포면적이 넓은 것을 확인할 수 있었다. 반면 표고가 200m 이상인 지역의 논면적은 5% 이하로 표고가 높게 올라갈수록 벼농사를 짓지 않고 있음을 알 수 있었다. 나지와 황폐지도 주로 표고가 400m 이하의 낮은 지역에 분포하고 있었다. 인공건조물 역시 도심지 등 사람이 활동하는 지역과 인위적으로 조성한 구조물로 정의된 바 주로 표고 200m 이하의 저지대에 거의 분포하고 있는 것을 알 수 있었다. 밭은 주로 표고 400m 이하인 지역에 넓게 분포하고 있었으나, 400m 이상이 되는 지역에서도 12%~13%의 분포면적을 갖고 있어 다른 토지이용/피복 형태에 비해 표고에 많은 영향을 받지 않는 것을 알 수 있었다.
- E slope이 전체 유역의 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 임진강 유역에 대한 경사등급별 토지이용/피복 형태를 살펴보면 경사도 15% 이상인 D, E, F slope에는 산림이 69%, 83%, 90%로 주로 분포하는 것을 알 수 있었다. 논과 인공건조물의 면적비율이 비슷한 경향을 보였는데 경사가 낮을수록 넓게 분포하다가 높을수록 분포면적이 낮아졌다. 밭과 나지·황폐지, 초지·잡목도 비슷한 경향을 보였으나 논과 인공건조물 보다는 경사도에 따른 분포 면적비율 차이가 적은 편이었다. 특히 밭은 D, E, F slope에서 분포면적이 각각 14%, 9%, 6%로 경사지밭과 비탈밭의 분포면적이 넓은 것을 알 수 있었고 토양유실의 위험성이 클 것으로 생각되어 토양보전농법이 필요할 것으로 생각되었다.

임진강 유역의 농업기반 특성 및 정비방안

- 수자원 이용에서 가장 큰 부분을 차지하는 것은 농업용수로, 총 수자원 이용량의 57.2%를 차지하고 있다. 그 이유는 중류와 하류에 각각 평강·철원평야와 하구평야가 형성되어 있기 때문이다.

- 농업용 수원공은 대부분이 저수지와 양수장이다. 관개용 저수지가 모두 35개소 있다. 저수지의 총 저수용량은 6,500만^m이고 관개면적은 5,067ha이다. 관개면적 중 논은 94%, 밭은 6%를 차지한다. 제1지류인 역곡천의 상류 지역은 북한에서 단위면적당 저수지 개소수가 가장 많은 지역으로 철원군 외학리에만 대형 저수지인 봉래호 등 6개소의 저수지가 있다. 임진강 하류의 지류인 사천 유역에는 송도 저수지 등 5개의 관개용 저수지가 있다. 임진강 유역의 북한지역에는 농업용 양수장이 1,000여 개소가 있으며, 이에 의한 관개면적은 9,100ha이다.
- 임진강유역의 북한지역에서는 과거 1970년대에 일부 논을 대상으로 경지정리를 실시하였다. 최근 1998년부터 6개월동안 강원도 지역을 대상으로 약 33천ha의 논 경지정리를 추진하였다. 그러나 개성지역에서는 실시하지 않은 것으로 보도되고 있다. 그러나 북한에서 실시한 경지정리는 수로체계와 농로체계를 도입하지 않은 간이식 경지정리로 기계화 영농에는 한계가 있는 것으로 판단된다.
- 임진강유역의 남한지역의 대표적 농업개발사업 지구로 철원군의 철원평야지구와 파주시의 임진지구가 있다. 철원평야지구는 관개면적이 5,900ha이며 지구내에 토교지, 강산지 등 규모가 비교적 큰 저수지가 조성되어 있다. 저수지의 집수구역이 북한쪽에 위치하고 있어 한탄강에 설치된 다단 양수장 및 암반관정을 이용하는 용수체계를 구축하였다. 경기도 파주시의 임진지구와 연천군의 주요 농업지구는 임진강의 본류에서 직접 양수하여 관개하고 있다. 파주의 임진지구는 농업종합개발사업이 시행된 지구로 관개면적은 7,195ha이고 아시아개발은행(ADB)의 차관이 투입되었다.
- 농업생산기반 정비사업은 예산이 많이 소요되는 사업으로 재원이 제한적인 북한의 경우에는 단계별로 접근하는 것이 필요하다. 단기적으로는 개별적인 단일사업으로 추진하고 대규모 국제금융자본의 투입이 가능한 시점에서는 대단위 농업종합개발을 추진하는 것이 효율적이다. 단일 사업은 북한이 자체로 추진하거나 소규모 국제자본을 유치하여 추진할 수 있으며 특히 남측의 기술과 남북협력기금을 투입하여 남북협력사업으로 추진할 수 있다.
- 임진강유역의 농업생산기반 정비의 대상 지역은 주요 농업지구가 위치한 중부의 평강·철원지구와 하류의 사천지역이다. 이 지역에서는 단기적으로 양수장의 가동율 향상을 위한 개보수, 수원공 개발 및 보강, 용·배수로 기능향상, 기계화 경작로 설치, 포장내 수로체계 개편, 봉래호 수원의 남북공동 이용 등의 사업추진이 필요하다. 사업의 우선순위는 기존시설의 보수·보강을 먼저 추진하고 농업용수 확보 대책을 세운 후, 그 다음 단계로 농지정비, 배수개선사업을 추진하는 것이 바람직하다.

임진강 하류권의 지형과 농경지 현황

- 사천유역의 표고분포 분석 결과 200 m 이하의 면적이 328 km²로 전체면적의 90% 이상을 차지하였고, 200-300 m에 해당되는 면적이 21.4 km²로 전체면적의 6%, 300 m이하인 지역이 전체 면적의 96%나 되는 평탄하고 낮은 지형이었다
- 사천유역의 경사도 분석 결과 D slope(15-30%)인 구릉지형의 경사지 등급이 119.3 km²로 전체 면적의 약 33%를 차지하는 것으로 나타났다. C slope(7-15%)인 약한경사의 저구릉지의 분포면적이 91.2km²로 약 25%를 차지하였고, E slope(30-60%)의 면적도 81.2 km², 약 23%로 꽤 넓은 면적을 차지하고 있었다.
- 사천유역의 토성 및 구조에 따른 토양 특성 분포를 살펴보면, 미사질사토(silty sands, sand-silt mixture)의 면적이 약 110 km²로 자료가 존재하는 지역에 대한 전체 면적의 약 61%로 가장 넓게 분포하였고, 다음으로 무기질식토(inorganic clays of low to medium plasticity)의 면적이 31.13 km²로 약 17%를 차지하고 있다. 개성시가지와 개성공단 개발지구를 포함하고 논으로 사용되는 지역이 주로 무기질식토의 특성을 나타내고 있었다.
- 사천유역의 토양 수분상태를 살펴보면 건조함(dry) 지역이 142.6 km²로 전체 면적의 약 80%로 유역 전체에 걸쳐 분포하고 있음을 알 수 있었고, 축축함(wet) 지역이 35.4 km²로 약 20% 정도를 차지하고 있으며 이지역은 주로 논으로 이용되고 있는 농경지 지역이었다. 암석지, 임목지, 무림목지, 나지 분포지역의 수분상태가 건조함으로 나타났고, 이 지역에 위치한 밭도 마찬가지로 건조함을 나타낸 지역이 대부분이었다.
- 사천유역의 지질과 지형의 특성을 알 수 있는 토양특성 분포는 큰 알돌이 있는 토양(stony soil with scattered boulders)의 면적이 116.5 km²로 전체 면적의 약 65%로 가장 넓게 분포하고 있었고 이 지역은 주로 암석지, 무림목지, 나지 등의 토지이용 특성을 나타내었다. 제방/둑 시설이 있는 지역(area of numerous diked fields)의 면적이 35.4 km²로 약 20%를 차지하였고 이 곳은 주로 논이 분포하는 경향이였다. 표면거칠기 효과없는 지역(no surface roughness effect)의 면적이 약 25.0 km²로 전체 면적의 약 14%를 차지하였고, 농경지가 많이 분포하였다.
- 구획정리논의 면적이 약 3,220 ha로 유역 전체 면적의 약 9%를, 미구획정리논이 1,396 ha로 약 4%를 차지하고 있고, 평탄지밭이 2,559 ha로 7.1%, 비탈밭이 278 ha로 0.8%, 계단밭이 44 ha로 0.1%를 나타내고 있다. 이 외에도 뽕밭과 과수원으로 생각되는 농경지와 농사를 지은 흔적은 있으나 영상취득 당시 현재 작물 재배의 흔적이 없는 곳을 기타농지로 하여 별도로 분류하였고 그 면적은 전체의 0.4%

에 해당하는 면적이었다. 기타농지에 해당하는 지역 중 뽕밭의 면적이 50% 이상으로 가장 넓게 분포하고, 그 다음이 기타농지, 과수원의 순이었다

- 곡간지논의 면적 비율이 12.1%로 평탄지논의 비율이 0.8%인데 비해 월등히 높게 나타났다. 평탄지밭의 비율이 7.2%, 곡간지밭의 비율이 0.9%로 나타났다. 평탄지논·밭과 곡간지논·밭의 비율은 각각 8%, 13%로 곡간지 형태의 농경지가 더 넓게 분포하는 것을 알 수 있었다.

임진강유역 하류권의 농업기반 특성 및 정비방안

- Quickbird 위성화상을 이용하여 사천유역의 5개 저수지 및 수로체계, 개성 남부 지역의 도수로 체계, 사천보 북부 양수장 수로체계, 사천보 남부 양수장 수로체계, 사천 2단 양수장 수로체계를 조사한다.
- 사천유역의 농업용수체계 특징 중 하나는 송도저수지를 주 수원공으로 하여, 용흥, 선적, 중방, 동창 등 중소형 저수지와 양수장 및 보 시설들이 서로 연계된 복합적인 시스템을 나타내고 있다. 또한 저수지, 보 등 대부분 시설이 에너지 소모가 없는 중력식(gravity)의 흐름에 의한 용수공급이 아닌 1단 또는 다단 양수장 체계에 의한 공급 방식이다. 수원공 연계 및 다단 양수체계의 도입으로 도수로의 길이가 너무 길어졌고 수로의 대부분 구간이 토공수로이다. 따라서 수로 손실이 과다하게 발생하고 유지관리가 어려울 것으로 보인다.
- 사천유역의 농지정비는 주로 필지를 규격화, 평탄화 하는 구획정비의 차원에서 추진된 것으로 분석된다. 경지정리의 유형을 크게 평야부 대구획 정비(유형 I), 평야부 중구획 정비(유형 II), 경사부 중구획 정비(유형 III), 경사부 소구획 정비(유형 IV) 등 4가지로 구분할 수 있다. 경지정리를 시행하지 않은 논 면적은 평야지형 131.0ha, 경사지형 684.8ha로 총 815.8ha(23%)이다. 그러나 실제로는 대구획 경지정리를 시행한 지구를 제외한 나머지 지구는 구획정리만 하였기 때문에 앞으로의 경지정리 대상에 포함된다. 따라서 개성공단을 제외한 사천유역에서 논이 경지정리율은 간이정리를 포함할 경우에는 77%이나, 실질적인 경지정리를 시행한 지구인 평야부 대구획 정비 유형(유형 I)만 계상할 경우에는 25%로 아주 낮은 수준이다.
- 사천유역 내 농업기반 정비사업은 초기에는 이미 개발된 자원을 효율적으로 이용하기 위한 개선사업에 중점을 두고, 장기적으로는 기존의 단일목적의 조성사업보다는 관개배수 뿐만 아니라, 토지이용제고, 영농구조개선, 유지관리 측면 등을 종합적으로 고려한 복합적인 사업으로 추진하는 것이 바람직하다.

- 이 지역은 지형 여건상 저수지 개발 적지가 상류인 북부지역에 한정되어 있다. 따라서 북부지역에서는 저류기능을 수행하는 저수지를 추가로 개발하고, 중부지역에서는 지하수 관정, 양수장 등 취수기능의 수원공을 개발하며, 하류인 남부지역에서 저류와 취수 기능을 수행하는 보 시설과 해수침투 방지 및 지하수 저류 목적의 지하저수지 등을 개발하는 것이 바람직하다. 양수장의 경우에는 노후화 정도의 진단에 따라 신규설치 또는 개보수 등의 대책을 세워야 할 것으로 보인다. 수로체계의 개선은 신규 용수원 개발 및 용수원 보강과의 상관성을 고려하여 검토해야 하며, 우선적으로는 수로손실 저하 등 도수로 체계의 기능개선을 위한 대책이 필요하다. 그러나 장기적으로는 용수원의 신규 개발을 고려하여 도수로 기능을 축소하여 수로단면 및 수로 길이를 줄이고 가능한 구조물화 하는 방향으로 추진하는 것이 바람직하다. 가장 시급한 개선대상은 송도 저수지의 여수로와 수로연장이 가장 긴 개성남부 도수로 체계(길이 13km), 사천보 남부 3단 양수체계(길이 8.6km), 선적 저수지 도수로체계(8km, 3단 양수)이다.
- 사천유역의 경지정리 사업은 사업비 확보, 투자효과 및 국가경제 규모를 고려하여 단계별로 추진하는 것을 원칙으로 해야 한다. 초기단계에서는 우선 평야부 대구획 정비지구(유형 I)에서의 기존 경작도 포장 실시 및 평야부 미정비지구의 경지정리를 추진하고, 중장기적으로 평야부 중구획 정비지구(유형 II) 및 경사부 중구획 정비지구의 개선사업을 추진하는 것이 바람직하다. 경사가 급한 지역의 소규모 논인 유형 IV와 미정비 지구의 경사부는 경제성이 낮으므로 정비대상에서 제외하는 것이 바람직하다. 유형 IV의 경우에는 소형 관정이나 소형 양수기를 통하여 용수공급이 가능한 경우에만 경지정리를 시행하지 않고 현 상태를 유지하도록 하며, 미정비 지구의 경사부 논인 경우에는 장기적으로 작부체계를 개편하여 전작이나 산림으로 환원하는 것이 경제적인 것이다.

임진강유역 하류권의 산림황폐지 현황 및 복구방안

- 임진강 유역의 전체적인 토지이용현황을 살펴보면 산지가 약 75%, 논이나 밭 등의 농경지, 수역 등 비산림 지역이 약 25%를 점유하고 있다. 장차 산림복구 대상 지역으로 고려되는 무림목지, 개간산지, 나지 등의 산림황폐지는 전체 유역면적의 약 14.3%인 1,168 km²로 나타났으며, 이 중 개간산지가 전체의 약 60%를 차지하고 있다.
- QuickBird 고해상도 위성영상을 이용하여 사천 소유역에 대해 토지이용형태와 산림황폐지 실태를 분류한 결과 암석지를 포함한 입목지가 유역 전체 면적의 약 19.4%를, 산림황폐지가 39.1%를 차지 등 58.2%인 2,0915 ha가 산림지로 나타났으

며, 기타 농경지, 주거지, 수계 등 비산림지역이 약 41.6%를 점유하고 있다. 또한, 산림황폐지는 대부분이 북한지역에 분포하고 있는데 전체 13,962.4ha 중에서 무림목지가 약 7,789.9ha를 차지하고 있으며, 개간산지는 2,424.5ha, 나지는 3,748ha를 차지하고 있다.

- 사천유역의 북한지역을 대상으로 황폐지 유형과 황폐지의 해발고도, 경사도, 사면 방향 등을 고려하여 황폐지 복구방안을 수립하였으며, 그 결과 기초사방 대상지가 약 7,066ha, 일반사방 대상지는 6,659ha로 나타났으며, 특수사방대상지는 227ha로 나타났다. 한편 개성공단 2단계 계획지구를 제외한 산림복구 대상지를 분석한 결과 기초사방 대상지 6,895.7ha, 일반사방 대상지 6,586.4ha, 그리고 특수사방대상지는 225.1ha로 분석되었다.
- 남한의 산지사방단가를 기준으로 북한 사천유역의 복구비용을 산출하였으며 그 결과 기초사방 약 231억 원, 일반사방 3,594억 원, 특수사방 184억 원 등 총 약 4,011억 원의 비용이 필요 할 것으로 추정되었다. 한편, 통일이 되기 전 남북한 간의 협의에 따라 남측에서 산림황폐지의 복구에 필요한 자재를 지원하고 북측에서 노동을 제공하는 형태의 남북협력사업이 추진 될 경우를 상정할 경우 사천유역의 산림황폐지 복구비용에 소요되는 비용은 약 1,166억 원으로 산출되었다. 또한 개발예정인 개성공단 2단계 계획지구를 복구대상지역에서 제외할 경우 그 복구비용은 총 3,964억 원으로 추정되었으며, 협력사업으로 추진 할 경우 약 1,152억 원의 비용이 소요될 것으로 추정되었다.

개성공단 농업개발 후보지 입지조건과 평가

- 후보지별 농지정비를 위한 농경지 및 토지이용 특성을 살펴보면, 후보지 1, 3, 5는 평탄지밭의 비율이 45%~48% 정도였고 후보지 4의 논 면적 비율이 약 36%로 나타났다. 지형특성을 고려한 농경지 및 토지이용 특성을 후보지별로 살펴보면, 후보지 1, 3, 5의 평탄지밭 비율이 45%~48% 정도였고, 곡간지논의 비율은 후보지 4, 2, 3의 순으로 높게 나타났다.
- 후보지의 토성과 구조에 대한 분포를 나타내는 결과로, 후보지 1, 3, 4는 무기질 식토의 비율이 각각 87%, 100%, 100%로 나타났고, 후보지 2는 미사토 및 미사질 식토와 식질사토가 혼재해 있으며, 후보지 5는 식토와 미사질 사토가 분포하고 있는 것으로 나타났다. 토양수분 상태는 건조함(dry)과 축축함(wet)의 특성을 나타내었는데 후보지 1, 4, 5가 축축함의 비율이 좀 더 높게 나타났고, 후보지 2와 3은 건조함의 비율이 더 높게 나타났다

- 후보지의 지질 및 지형특성은 제방/둑 시설이 있는 지역, 표면거칠기 효과가 없는 지역, 큰 알돌이 있는 토양 세가지로 분류되었다. 후보지 1, 2, 5에서 큰 알돌이 있는 토양이 분포하고 있었고, 제방/둑 시설이 있는 지역은 농경지가 분포하는 지역과 비슷하게 분포하는 경향을 보였다.
- 표고 200m 이하의 평탄지형이 우세하였고, 평균표고는 후보지 1이 186m로 가장 높았고, 후보지 2와 5, 후보지 3과 4의 순으로 낮았다. 사천유역은 물길이 잘 발달된 수계임을 알 수 있었다. 후보지 2, 4, 5는 후보지 내에 물길이 많이 있었고 후보지 1과 3도 물길이 있고, 인근에 수계가 잘 발달되어 있었다. 사천유역은 개성을 중심으로 포장도로가 잘 발달되어 있었고, 비포장도로와 흙길이 유역 전체에 분포하고 있어 교통이 좋은 편임을 알 수 있었다.
- 각 후보지에 대한 자연입지를 평가하기 위한 기준으로 토지 이용 상황, 토지의 지형별 유형 특성, 토양의 물리화학적 특성, 지형 및 수리조건, 접근성 등을 검토하였다. 배점기준에 의한 평가 결과 후보지 3, 후보지 4와 5가 적합한 것으로 나타났다.

개성공단 배후지의 농업개발 협력 추진 방향

- 현재 추진 중인 개성공단의 1, 2, 3단계 개발계획이 추진될 경우 15만 명 이상의 북측 근로자를 고용하게 되고 배후지에는 70만 명 정도의 인구가 거주하게 될 것으로 예상된다. 배후지에 농장을 개발하여 개성공단 근로자 및 배후지 주민이 소비할 식품을 생산할 경우 북한 농민의 소득 증대는 물론 남북한 농업협력을 한층 활성화하는 계기를 마련할 수 있다. 또한 농업 분야에서도 개성공단에 진출하려는 기업이 다수 있으며 이들 기업이 개성공단에 진출할 경우 배후지를 바탕으로 직접 원료를 조달함으로써 기업의 경쟁력을 높일 수 있는 계기가 마련될 것이다. 개성은 공단 개발뿐만 아니라 관광지로 개발할 경우 많은 잠재력을 지니고 있다. 따라서 개성공단을 포함하는 개성지역을 복합산업단지로 개발할 경우 농업개발에 대한 수요가 크게 증가할 것이고 남북한의 협력을 통해 남북한이 상생할 수 있는 길을 열게 될 것이다.
- 개성공단 배후지의 농장개발을 위하여 다섯 곳의 후보지역을 택하고 이 지역에 대한 자연과학적 입지 조건과 사회경제적 입지조건을 검토하였다. 자연과학적 입지조건으로는 토지 이용 상황, 지형, 토양의 물리화학적 특성, 토양 수분, 수리조건 등을 검토하였으며 사회경제적 입지조건으로는 접근의 편의성, 개성공단의 발전 계획과 향후 전망, 군사적 민감성, 북한의 특구에 대한 입장 등을 검토하였다.

다섯 곳의 후보지역은 나름대로의 특성을 지니고 있기 때문에 한 곳의 후보지를 선정하는 것보다는 개발코자 하는 농장의 특성에 따라 적합한 후보지를 선택하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 그러나 종합적으로 판단할 때는 다양한 농장의 형태를 수용할 수 있는 후보지4가 우선순위가 있으며 후보지5는 대안으로 제시할 수 있다. 각 후보지에 대한 용수 조건은 대체로 만족할 만한 수준이지만 특정 형태의 농장을 개발할 경우 수리조건, 경지조건, 지형특성, 재배작물 등을 고려하여 토지이용계획과 용수공급계획을 정밀하게 제시할 필요가 있다.

- 개성공단 배후지에 농장을 개발할 경우 대체로 세 가지 형태의 농장이 바람직할 것으로 판단된다. 먼저 개성공단에 입주할 제사공장의 원료를 공급하기 위한 원료공급 농장의 형태로써 잠업개발을 제안할 수 있다. 북한은 전통적인 잠업국가로써 아직도 잠업개발을 위한 충분한 잠재력이 있으며 개성공단에 입주할 기업이나 국내 견직공장은 해외로부터 원료 100%를 수입해야 할 입장이기 때문에 남북한 잠업협력을 통해 상생할 수 있다. 잠업개발의 주된 목표는 뽕나무 생산성 제고, 누에고치 생산성 제고 및 품질 향상이 될 것이며 이외에도 뽕나무 품종이나 잠종의 기술교류를 통해 협력을 강화할 수 있다. 다른 형태의 농장으로써 경협사업으로 발전시키기 위한 시범사업으로 인삼포를 개발하는 것이다. 개성은 예로부터 고려인삼의 본산지로 널리 알려져 있으며 인삼포를 확대할 수 있는 좋은 자연환경을 가지고 있다. 반면 우리나라는 국내에서 인삼포를 확대하는 데 한계가 있기 때문에 남북 협력에 의해 인삼포를 확대하고 이를 통해 남북한 모두 외화를 획득할 수 있다. 세 번째 형태로써 개성공단 및 배후지에 대한 식품공급과 북한주민의 소득증대를 위해 채소농장 개발을 제안한다. 북한은 채소의 육종 및 재배에 관한 기술이 부족하기 때문에 남북한 협력을 통해 기술을 높일 수 있는 계기를 마련하며 안정적인 수요처를 바탕으로 노지채소 및 온실 채소 재배를 확대할 수 있다.
- 국제공유하천의 협력사례 분석에서 얻을 수 있는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 남북한은 대화의 기본 원칙을 설정한 다음 지속적인 대화를 통해 임진강의 효과적인 이용방안을 모색한다. 둘째, 지속적인 대화를 위해서는 제도를 마련한 다음 상설기구를 설치한다. 셋째, 효과적인 대화를 위해서는 과학적인 근거와 객관적 자료가 뒷받침되어야 한다. 넷째, 기본적인 원칙과 과학적 정보가 수집되면 구체적인 실현 가능한 의제를 제시하고 이를 실현시키도록 노력한다. 다섯째, 임진강 개발은 지속가능한 개발이라는 원칙을 적용한다. 여섯째, 당국자 간의 대화뿐만 아니라 지방정부나 민간단체의 참여도 필요하다.

임진강유역 하류권의 농업개발 협력 추진 방향

- 임진강유역은 수자원이 풍부하고 표고와 경사도가 낮아 영농에 적합한 지역이다. 이 지역은 1970년대 일부 논을 대상으로 경지정리를 실시한 바 있으나 수로와 농로체계가 미비하여 기계화 영농에는 적합하지 않은 것으로 분석되었다. 농업용 수원공은 대부분 저수지와 양수장으로 구성되어 있어 용수 공급을 위해서는 많은 에너지가 필요하다. 앞으로 남북한 협력에 의해 이 지역에 대한 농업생산기반 정비사업을 추진한다면 농업종합개발보다는 개발사업을 먼저 추진하는 것이 바람직하다. 사업의 우선순위는 맨 먼저 양수장 가동률 향상을 위해 기존 시설의 개보수와 보강을 실시한 다음 용수 확보 대책을 세울 필요가 있다. 농지기반 정비와 배수개선을 우선순위가 낮은 것으로 판단된다.
- 임진강유역 하류권 사천유역은 표고가 200m 이하의 비교적 평탄한 지역이 대부분이다. 또한 경사도 15% 이하의 평탄한 지역이 전체 면적의 45%를 차지한다. 토성은 미사질이 61%를 차지하며 토양의 수분 상태는 건조한 지역이 전체 유역의 80%로써 발농사에 적합하다. 이 지역의 농업용수체계는 송도저수지를 주 수원공으로 여러 개의 중소형 저수지와 양수장, 보가 서로 연계되어 복합적인 시스템을 이루고 있다. 또한 대부분의 농업용수시설은 많은 에너지를 요구하는 다단 양수체계이다. 수로의 손실이 많고 유지관리가 까다로운 특징을 가지고 있다. 이 지역에 있는 논의 77%는 정비가 되어 있으나 필지의 규격화, 평탄화 등 구획정비 수준에 머물고 있어 우리나라에서 실시하는 경지정리와는 차이가 있다. 향후 남북협력에 의해 농업생산기반 정비사업을 추진할 경우 저수지 개발사업은 북부에 한정하여 실시하고 중부지역은 수원공 개발, 남북 지역은 저류와 취수 기능을 가진 보의 설치가 바람직하다. 경지정리사업은 많은 비용이 소요되는 반면 사업의 효과가 낮아 사업 우선순위가 낮다. 표고가 높고 경사가 심한 농경지는 산림으로 환원하는 개발전략이 필요하다. 이 지역의 산림황폐지 복구비용은 1,200억 원 정도 소요되는 것으로 추정된다.
- 임진강유역 하류권은 개성공단사업이 추진 중인 곳으로 향후 남북한 농업개발협력사업을 추진한다면 공단 배후지의 특성을 살리는 전략이 필요하다. 농업개발 후보지의 입지를 선택하기 위하여 다섯 곳의 후보지에 대한 자연적, 인문적 평가 기준에 따라 평가를 실시하였다. 종합적으로 후보지 3, 4, 5가 적합한 것으로 나타났다. 추진코자 하는 농장의 형태에 따라 적지를 달리하는 것이 바람직하다. 향후 개성공단의 개발이 예정대로 진행되어 1, 2, 3단계 개발계획이 완료될 경우 15만 명 이상의 북측 근로자를 고용하게 되고 배후지는 70만 명의 인구가 거주하는 큰 도시로 변모할 것으로 예상된다. 따라서 배후지 농장을 개발할 경우 이 지역의 특성을 살려 세 가지 형태의 농장이 바람직할 것으로 판단된다. 첫째, 개성공단에

입주코자 하는 제사공장에 원료를 공급하거나 남한 지역의 잠사 원료 공급을 위한 양잠농장의 개발이 필요하다. 둘째, 남북한의 상업적 협력사업으로서 인삼포를 개발하고 이를 통해 남북한 모두 외화를 획득하는 사업이 바람직하다. 셋째, 개성공단 및 배후지에 대한 식품공급과 북한 주민의 소득증대를 위한 채소농장 개발사업이다. 이러한 세 가지 형태의 농장개발사업은 남북한 협력에 의해 사업을 시작하지만 궁극적으로는 상업적 형태로 발전시켜 남북한이 서로 이익을 볼 수 있는 사업으로 확대할 수 있다. 또한 시범적인 농장개발 협력사업을 통해 남북한 사이에 농업기술을 교류하고 북한의 다른 지역까지 사업의 효과를 확장하는 계기로 활용할 수 있다.

SUMMARY

General conditions of Imjin River Basin

- Imjin River originated from Mt. Duryu(1,323m above sea level) in North Korean area, is a branch of Han River. The river goes via Beobdong, Pankyo, Icheon, Cheolwon regions in North Korean side and joins to Han River near its mouth. The total length of Imjin River is 272.4km, of which 172km of stream located at North Korean side. The basin has 8,129.5km² of watershed area and among the area, 5,124.7km² are belong to North Korean side. Because the river follows the characteristic of the typical mountainous river type, the river bed has a deep slopes and alluvial plains of the riverside is not wide.
- The annual average rainfall of basin is 1,483mm, and the total of water resources quantity is 838,336×10⁴ m³. About 82% of annual runoff is concentrated in summer season. Among the total of water resources, it has been only developed 39,814×10⁴ m³ of water resource that are about 5% of total resources.

Geographical features and agricultural land use status of the Imjin River Basin

- The mean elevation of the Imjin River Basin was 339.0 meters. Gomitancheon watershed was located at the highest place with its mean elevation of 630.4 meters and highest elevation of 1,580 meters. The mean elevations of Pyeongancheon and the Imjin river watersheds were 389.7 meters and 348.9 meters, respectively, following Gomitancheon watershed. There was a tendency for the mean elevation of a watershed to be in proportion to the mean slope. The Imjin river watershed showed the highest slope of 76.5 degrees and covers the widest area of 33.1 percent of the entire Imjin River Basin. Sacheon watershed comprising 4.4 percent of the whole basin area was situated on a low and flat area compared with other watersheds in the basin.
- Flat areas below 200 m elevation accounted for 37 percent of the whole basin area of 3016.7 km². followed by areas of an elevation class between 400 m and

600 m holding 18 percent of the whole basin area of 1445.7 km². Other elevation classes covered 15 percent to 16 percent of the whole basin area. The area of E slope class ranging from 30 percent to 60 percent slope degrees was 2956 km² covering 36 percent of the entire basin area followed by D slope class(15%~30%) and A slope class(0%~2%). The area of F slope class (higher than 60 percent slope) amounted to 8.8 percent of the whole basin area. The upper stream of the Imjin river and Gomitancheon watersheds consisted of steep slopes.

- Using the spectral signatures of multi-temporal Landsat (E)TM images, the land use/cover was classified into 7 classes- paddy fields, dry fields, forest, grass & bush, deserted or barren areas, man-made structures, and water body. Forest areas accounted for 67 percent of the whole basin area while the areas of dry fields and paddy fields were 13 percent and 6 percent, respectively. Deserted or barren areas occupied 6 percent of the basin, approximately the same percent with that of the paddy field. Man-made structures reached up to 4 percent of the whole basin area because the basin includes Gaesung city.
- Above 400 meters elevation, forest area occupied a large proportion of land use/cover (greater than 80 percent). Above 200 meters elevation, paddy field area made up less than 5 percent, which implied that rice cultivation took place in a very limited area as elevation increases. Deserted and Barren areas and man-made structures were also distributed in low-lying areas. Dry fields were widely distributed below 400 meters elevation accounting for 12 to 13 percent of the area above 400 m elevation, which indicated that elevation had little impact on dry fields in comparison with other types of land.
- E slope made up the largest proportion of the Imjin River Basin. In the areas with greater than 15 percent slope (D, E, and F slope), the percentages of forest were 69 percent, 83 percent, and 90 percent per each slope class. Paddy fields and man-made structures showed similar trends that the lower the slope, the higher the percentage while the higher the slope, the lower the percentage. Dry fields, forest, grass & bush, and deserted & barren land also showed a similar pattern of paddy fields and man-made structures. The area of dry fields accounted for 14, 9, and 6 percents of each slope class in the D,

E, and F slopes, respectively, which indicated that slope dry fields were widely distributed in the hilly areas and necessary for conservation practice to be applied because soil run-off risk was considered relatively high.

The characteristics of agricultural infrastructure in Imjin River Basin and a proposal for improvement

- Most of the water resources in the basin, about 57.2%, are used for irrigation. That is why there are two large scale irrigated project districts in the basin ; Pyeonggang-Cheolwon plain district at midstream and the estuary plain district at the downstream.

Most irrigation facilities are reservoirs and pumping stations. At present, there are 35 reservoirs in the basin, with total supply capacity of $6,500 \times 10^4$ m³. The total irrigated area in the basin is 5,067ha, consisted of 94% of paddy fields and 6% of uplands. Upstream area of Yeokgok River has more reservoirs than other tributaries. Oehak-ri of Cheolwon-gun in the tributary has 6 reservoirs including Bongnea-ho, a large-scale reservoir. There are 5 reservoirs for irrigation in Sacheon Basin, downstream area of the Imjin River Basin. Otherwise, there are 1,000 pumping stations in Imjin River Basin, with 9,100ha of total irrigated area.

There are some records that a part of paddy field in North Korea has been consolidated in the 1970s. Recently, North Korean government announced a project completion for paddy field consolation targeted about 33,000ha of Gangwon-do for 6 months from 1998 to 1999. However, it is a simplified consolidation without adequate system of canals and farm roads in the field resulting in inadequate for modern mechanized agriculture.

- In South Korean side, typical districts in the basin for agricultural development are Cheolwon plain district in Cheolwon-gun and Imjin district in Paju city. There are 5,900ha of irrigated area in Cheolwon plain district with large scale reservoirs as Tokyo-ji. Most catchment of reservoirs exist in North Korean side, so the irrigated area of Cheolwon plain district is served by various pumping stations at Hantan River and tube wells under ground. Irrigated area of Imjin district of Paju city is directly served by pumping stations at main stream of Imjin River. Imjin district with irrigated area of 7,195ha is one of

the agricultural comprehensive development projects, funded by Asian Development Bank.

- Improvement project of agricultural infrastructure needs a huge budget. However, the budget scale of North Korea is very limited so that it is necessary to approach by stages. The study proposes that improvement of the basin would be implemented by individual projects in the short term, and by agricultural comprehensive development projects from a point of time available for large scale investment of international development fund to inject into North Korea. The study recommends the improvement projects in the short term including surface and underground water resources development for irrigation, improvement of irrigation facilities, and paddy field consolidation. The study suggests pilot cooperation project that North and South Korean government, in conjunction with each other, implement the short term improvement projects described at above.

Geographical features and agricultural land use status of the downstream of Imjin River Basin

- Flat areas below 200 meters elevation accounted for greater than 90 percent of the Sacheon watershed area of 328 km². Elevation class between 200 m and 300 m occupied 6 percent of the Sacheon watershed area of 21.4 km². Sacheon watershed was mainly low and flat because 96 percent of the entire watershed was made up of areas below 300 meters elevation.
- D slope class ranging from 15 to 30 percent slope amounted to 33 percent of the Sacheon watershed area of 119.3 km², followed by C(7 to 15 percent slope) and E (30 to 60 percent slope) slope classes occupying 25 and 23 percent of the Sacheon watershed area of 91.2 and 81.2, respectively.
- The area of silty sands, widely distributed sand-silt mixture properties accounted for 61 percent of the Sacheon watershed area 110 km² and followed by inorganic clays of low to medium plasticity properties holding 17 percent of the Sacheon watershed area of 31 km². Gaesung city containing industrial complex area and paddy fields area showed mainly inorganic clays of low to medium plasticity properties.

- Soil water status of Sacheon watershed consisted of 80 percent of dry condition and 20 percent of wet condition, which was used mainly as agricultural land, especially paddy fields. petrography, forested lands, unstocked forest lands, bare soil classes showed dry condition of the areas. The dry fields class showed dryness as well.
- In Sacheon watershed, stony soil with scattered boulders was widely distributed making up 65 percent of the watershed area of 116.5 km² with land use characteristics of petrography, forested lands and bare soils. The areas of numerous diked fields consisted of 20 percent of the watershed area of 35.4 km² where paddy fields were mainly distributed, followed by no surface roughness effect area holding 14 percent of the watershed area of 25.0 km² where mostly agricultural land existed.
- The area of paddy field readjustment and no readjustment accounted for 9 and 4 percent of the Sacheon watershed area of 3,220 ha and 1,396 ha, respectively, and followed by dry fields in the flat area, dry fields on slope, and terraced fields holding 7.1, 0.8, and 0.1 percent of the watershed area. Although some agricultural lands showed traces of cultivation, no crops were categorized when data analyzed and they accounted for 0.4 percent of the watershed area. Among other agricultural lands, mulberry fields consisted of greater than 50 percent of the class area.
- The area of paddy fields on the valley and in the flat area accounted for 12.1 and 0.8 percent, respectively, of the Sacheon watershed area. The area of dry fields in the flat area and on slope accounted for 7.2 and 0.9 percent, respectively, of the Sacheon watershed area.

The characteristics of agricultural infrastructure in the down stream area of Imjin River Basin and a proposal for improvement

- Target area of the study is Sacheon watershed. The study researches 5 reservoir systems and 4 feeder canal systems in the target area. The name of reservoirs are Songdo, Yongheung, Seonjeok, Jungbang, and Dongchang.
- A characteristic of irrigation system in the area is that Songdo reservoir, main water source of the area, is connected with other reservoirs by pumping

stations, weirs, and canals. And most facilities like reservoirs and weirs are not served by gravity, but by the single or multi stage pumping stations. The feeder canals are quite long in length owing to the link between head water sources and multi stage pumping system, and structured by earth. Therefore it is likely that water amount of loss in canals is too much and maintenance of canals are very difficult.

- Paddy field consolidation in Sacheon watershed had been implemented aiming to standardization and leveling lot of fields. The size of plots distributes into four types of consolidation : large scale plot in the plain field(type I), midium scale plot in the plain field(typeII), midium scale plot in the slope field(type III), small scale plot in the slop field(typeIV).

In result of analysis, the unconsolidated paddy field area is measured 815.8ha including 131.0ha of plain field and 684.8ha of the slope field. However, the fact of the matter is that the others except type I have being consolidated without canals and farm roads in the field. Therefore, the proportion of paddy field consolidated area in Sacheon watershed excluding Gaeseong industrial area is 77%, but substantial area of consolidation only including type I is 25%.

- In the early stage of agricultural infrastructure improvement in Sacheon watershed should be promoted focusing on improving resources, and in the long term, it needs to integrate the projects for raising coefficient of land utilization, improving farming structure, and maintenance & operation.

In Sacheon watershed, the place adequate for development of reservoir is limited in the northern area due to topographical conditions.

Therefore, the study proposes to develop the storage facilities like reservoirs in the northern area, and intake facilities like ground tube wells and water pumping stations and weirs in the middle area, and the storage and intake facilities like ground water reservoir and weir in the southern area.

And the study proposes to newly construct pumping stations or repair based on estimating deterioration of existing pumping stations. On canal system improvement, it should be reviewed the interrelationship between the new development plan and the existing facilities, and it should be gone ahead establishing the counterproposal for improving canal systems and reducing

water loss in canals. However, in the long term, the canals should be paved by concrete as possible based on water resources development. The study says that the objects for urgent improvement are spillway of Songdo reservoir, the feeder canal system at the south of Gaeseong city, 3 stage pumping system at the south of Sacheon weir, and the feeder canal system of Seonjeok reservoir.

- The study recommends that paddy field consolidation in Sacheon watershed should be implemented stage by stage based on project financing, investment effectiveness, and national budget availability. The target on each stages are on: improving work environment of machine by pavement and widening farm road in type I area in the early stage, and consolidating paddy field in type II and III area in the late stage. But the study recommends that type IV area would be excluded from consolidation target, because recovering to uplands or forest is economically viable.

Forest denudation and erosion control work plan in the down stream area of Imjin River Basin

- In overall, mountainous area occupied about 75% of basin area and the rest of 25% area consist of non-forest area such as urban rice paddy, field and water body etc. Forest waste lands such as unstocked forest land, reclaimed farmlands on steep slopes and bare lands were approximately 1,168km² and 14.3% of total river basin area. This area will be considered as the object of erosion control work and the reclaimed farmlands occupied about 60% of forest wasted lands.
- Using QuickBird high resolution satellite imagery, type of land use and forest waste lands in down stream area of Imjin River Basin, i.e. Sacheon sub-basin, were analysed. The results shows, forested land including petrography was 19.4%, and forest waste lands was 39.1% of the Sacheon basin. The area was 20,915ha large and 58.2% of the basin area. The other type of land use such as farmland, urban, water body etc. was 41.6% of the basin. Also forest waste lands were mostly distributed in North Korea with 13,962.4ha, in which 7,789.9ha of unstocked forest lands, 2,424.5ha of reclaimed farmlands and 3,748ha of bare ground.

- Each waste land type were regrouped into three types of erosion control work in consideration of altitude, slope, aspect of each waste land type and suggested as a erosion control work plan for North Korea. Suggested erosion control work were “Basal erosion control work”, “General erosion control work” and “Special erosion control work”. The area of basal, general, special erosion control work was 7,066ha, 6,659ha, 227ha. respectively. When the intended “2nd Gaeseong industrial complex” was excluded from the analysis, the area of basal, general, special erosion control work was 6,896ha, 6,586ha, 225ha. respectively.
- The cost of erosion control work for North Korea was estimated on the basis of the cost of South Korea. The estimated cost for basal, general, special erosion control work was approximately 231, 3,594, 184 hundred million won respectively and 4,011 hundred million won in total. It could be also possible that North and South Korea agreed a cooperation project to control the erosion before unification like that South Korea provides required materials for forest waste lands and North Korea gives labors. In this case cost was calculated about 1,166 hundred million won. When the area of “2nd Gaeseong industrial complex” was excluded, the cost was estimated in total 3,964 hundred million won and 1,152 hundred million won in form of cooperation project.

Conditions of location and assessment of proposed sites for agricultural development in the Gaesung industrial complex

- In terms of agricultural land use characteristics for agricultural land consolidation, the area of flat fields for proposed sites 1, 3, and 5 ranged from 45 to 48 percent of each proposed area. The area of paddy field for proposed site 4 accounted for 36 percent of the area.
- As a result of the distribution of soil texture and structures of proposed sites, the area of inorganic clays of low to medium plasticity for proposed sites 1, 3, and 4 accounted for 87, 100, and 100 percent, respectively. Silty sands & sand-silt mixture and clayey sands & sand-silt mixture were distributed in the proposed site 2. Inorganic clays of low to medium plasticity and silty sand & sand-silt mixture were distributed in the proposed site 5. In terms of soil water condition, proposed sites 1, 4, and 5 were relatively wet and proposed

sites 2 and 3 are relatively dry.

- Geological and geographical features were classified into three items which were area of numerous diked fields, no surface roughness effect, and stony soil with scattered boulders. Stony soil with scattered boulders were distributed in proposed sites 1, 2, and 5 and the area of numerous diked fields were consistent with agricultural land distribution.
- Flat topography below 200 m elevation was dominant. Mean elevation of proposed site 1 was the highest as 186 meters and then followed by proposed site 2, 5, 3, and 4. Stream network was well developed in Sacheon watershed. Proposed sites 2, 4, and 5 had enough streams and also proposed sites 1 and 3 also had streams or streams nearby. Centering around Gaesung city, paved roads were built and non paved roads and dirt road were also distributed in the watershed, implying good transportation condition.
- The natural conditions of location, agricultural land use status, geographical features, soil properties, and accessibility to water and roads for each proposed site were assessed. Proposed sites 3, 4, and 5 were acceptable.

Agricultural development in Imjin River Basin

- Imjin River Basin has abundant water resource, low elevation, and mild slope. Agricultural infrastructure is weak although land rezone project was executed in 1970s. Water resources for agriculture consist of reservoirs and pumping stations. Therefore a lot of energy is required to provide water in agricultural land. It is recommended that an individual development project is preferred to a comprehensive infrastructure improvement program for inter-Korean cooperation in this area. Priority of desirable projects is as follows: repair and rehabilitation of existing facilities, enforcement of intake facilities, and improvement of agricultural land.
- The elevation of the most downstream area of Imjin River is less than 200m. The proportion of the area less than slope 15% is 45 percent. A 61% of the area is sandy soil, and the area of dry soil consists of 80 percent. Therefore this area is suitable for upland agriculture. Irrigation system is complicated in this area. Songdo reservoir, main water source, is connected with other

reservoirs by pumping stations, weirs, and canals. Most irrigation facilities are inefficient because of high energy consumption. A 77% of paddy-field is already consolidated, but substantial area is plotted in a small or medium scale. We propose that reservoir development projects should be confined in a limited area in the northern area. Middle area is recommended to develop intake water facilities like as ground tube, water pumping stations, and weirs. Storage and intake facilities are suitable for the southern area. The priority of land rezone project is low. The cost of erosion control work in this area is estimated to 115 billion dollars.

- The area encompasses Gaeseong Industrial Complex. It is important to utilize the environmental merits of Gaeseong Industrial Complex for its development plan. We measured both quantity and quality evaluation on 5 alternative areas for pilot agricultural development projects. Finally alternative 3, 4, 5 areas were selected as pilot farms. Each area has its own merit. We recommend three different types of pilot farms. The first one is sericulture farm for providing raw materials to raw silk factory in Gaeseong Industrial Complex. The second type is Ginseng farm. It can sell raw material to South Korean Ginseng factories on contract basis or export Ginseng to foreign markets. The third type is developing vegetable farm including greenhouses. Farmers are able to make money by selling vegetables to labors in Gaeseong Industrial Complex or Gaeseong citizens. All types of farms were designed to activate commercial cooperation between the North and the South in the future.

CONTENTS

Summary in Korean	iii
Summary in English	xiv
Chapter 1 Overview of the research development	1
1. Background and purposes of the study	1
2. Justification of the study	1
Chapter 2 State of technology in domestic and foreign countries ...	4
1. Situation and problems	4
2. Prospects of technology and Validity of importing technologies	5
Chapter 3 Contents and results of the research	
development	7
1. Approaching methods and strategies	7
2. Contents and extent of the research development	29
3. Results of the research development	33
I. Circumstances of industry and agriculture in Imjin River Basin	33
A. Characteristics of hydrology and water resources	33
B. Economic and social conditions	39
C. Agricultural practices	42
II. State of agricultural land and forest in Imjin River Basin	46
A. Analysis of geographical features by using DEM	46
B. Characteristics of soil	50
C. Status of agricultural land	63
D. Status of forestry	82
III. Characteristics of agricultural infrastructure in Imjin River Basin and	
a proposal for improvement	88
A. Characteristics of agricultural infrastructure in North Korean side	88
1) Agricultural water use	88

2) Paddy field improvement	96
B. Characteristics of agricultural infrastructure in South Korean side	98
1) Chulwon plain area in Kangwon province	98
2) Imjin area in Kyonggi province	100
C. A proposal for agricultural infrastructure improvement in North Korean side of Imjin River Basin	103
1) Development and reinforcement of irrigation water	104
2) Paddy field improvement	108
3) Drainage improvement	109
4) Canals improvement	109
IV. State of agricultural land and forest in the down stream area of Imjin River Basin	110
A. Detail analysis of the characteristics of geographical features	110
B. Characteristics of soil	115
C. Roads and water system	119
D. Classification of agricultural land and its use	121
E. Status of forest and its use	130
F. Geographical characteristics of forest	135
V. Characteristics of agricultural infrastructure in the down stream area of Imjin River Basin and a proposal for improvement	138
A. Characteristics of irrigation facilities and system	138
1) Status of irrigation facilities and system	138
2) Characteristics of irrigation system	149
B. Characteristics of paddy field consolidation	152
1) Types and status of paddy field consolidation	152
2) Characteristics of paddy field consolidation	157
C. A proposal for agricultural infrastructure improvement	159
1) A direction of agricultural infrastructure improvement	159
2) Development and reinforcement of irrigation water	160
3) Paddy field improvement	163
D. Forest denudation and erosion control work plan	166
1) Purposes and kinds of erosion control work plan	166

2) A proposal for Forest denudation and erosion control work plan	166
3) The cost of erosion control work plan	169

VI. Inter-Korean cooperation for agricultural development in near Gaeseong	172
A. Status of industrial development and prospects of Gaeseong Industrial Complex	172
1) Overview	172
2) Development plan for the 1st stage	172
3) Pilot development plan	172
4) Development plan for main stage	174
B. Justification and effects of agricultural development in near Gaeseong	176
1) Meaning of the special development zones	176
2) Demand of South Korea for agricultural development	177
3) Demand of North Korea for agricultural development	178
4) Social-economic effects of agricultural development in the near Gaeseong	183
C. Basic plan for agricultural development	185
1) Basic direction of agricultural development in the near Gaeseong	185
2) Selection of project area	189
3) Plan for utilization of agricultural land and water	206
D. Inter-Korean cooperation for agricultural development	208
1) Development of a pilot farm to supply of raw materials in Gaeseong Industrial Complex	208
2) Development of ginseng farms for commercial cooperation	213
3) Development of vegetable farms for laborers' food supply	217
4) Problems to be solved to strengthen Inter-Korean cooperation	226
E. Case study of the joint utilization in border basin and its application to Imjin River basin	229
1) A case study of East and West Germany	229
2) A case study of Mekong River	231
3) Lessons from foreign experiences	239
4) Direction for joint utilization of Imjin River basin	241

Chapter 4 Extent of target and contributions to the related fields	248
1. Extent of reaching target	248
2. Degree of contributions to the related study fields	250
Chapter 5 Application plan of study results	251
Chapter 6 Foreign scientific information collected during the study	251
Chapter Reference	252

목 차

요 약 문	i
국문요약문	iii
SUMMARY	xiv
제1장 연구개발과제의 개요	1
제1절 연구의 배경과 목적	1
제2절 연구개발의 필요성	1
1. 기술적 측면	1
2. 경제·산업적 측면	2
3. 사회·문화적 측면	3
제2장 국내외 기술 개발 현황	4
제1절 현황과 문제점	4
1. 국내·외 관련기술의 현황	4
2. 국내·외 관련기술의 문제점	4
제2절 전망과 기술도입의 타당성	5
1. 앞으로의 전망	5
2. 기술도입의 타당성	6
제3장 연구개발 내용 및 결과	7
제1절 접근방법 및 추진 전략	7
1. 접근방법	7
가. 유역구분과 토지이용현황 분류	7
1) 유역구분과 지형특성	7
2) Landsat TM 영상을 이용한 토지피복분류	10
3) QuickBird 영상을 이용한 토지이용분류	13
나. 농경지 유형 분류	19
1) 농경지 유형의 정의와 분류	20
2) 지형별 유형과 특성	20
다. 산림 황폐지의 구분	23

라. 임진강 유역의 농업기반 특성 및 정비방안	23
1) 임진강유역의 수문 및 수자원 특성	23
2) 임진강 유역 농업생산기반	23
3) 북한의 임진강유역 농업기반정비 방향	24
마. 개성공단 배후지 농업개발과 남북한 협력 방안	24
1) 개성공단 배후지 농업개발을 위한 후보지 분석	24
2) 개성공단 배후지의 농장개발 및 국제공유하천 사례분석	24
2. 연구개발 추진전략	26
3. 연구개발 추진체계	28
제2절 연구개발 내용 및 범위	29
1. 연구개발 목표와 내용	29
2. 연차별 연구개발 목표와 내용	31
제3절 연구개발 결과	33
1. 임진강 유역의 산업 및 영농현황	33
가. 수문 및 수자원 특성	33
1) 유역 특성	33
2) 수자원 부존 및 이용 특성	35
나. 임진강 유역의 경제사회 현황	39
다. 임진강 유역의 영농 실태	42
2. 임진강유역의 농경지 및 산림 현황	46
가. DEM을 활용한 지형특성 분석	46
1) 임진강 유역의 지형분석	46
나. 임진강 유역의 토양특성	50
1) 북한 지역 토양특성	50
2) 북한 지역 논·밭토양의 분류형의 특성과 분포	52
3) 남한 지역 토양특성	53
4) 임진강 유역 남북한 지역 토양특성 공간적 분포	55
다. 농경지 현황분석	63
1) 임진강 유역 전체의 표고별·경사도별 토지이용/피복형태	63
2) 임진강 유역 각 수계의 표고별·경사도별 농경지 이용 현황	66
라. 산림 현황분석	82
1) 북한의 산림관리 제도 및 산림황폐화	82

2) 임진강유역의 토지이용 현황	85
3. 임진강유역의 농업기반 특성 및 정비방안	88
가. 북한지역 유역의 농업생산기반 특성	88
1) 농업용수 이용	88
2) 농지정비 실태	96
나. 남한지역 주요지구의 농업생산기반 특성	98
1) 강원 철원평야지구	98
2) 경기파주 임진지구(대단위 사업지구)	100
다. 북한의 임진강유역 농업기반정비 방안	103
1) 농업용수개발 및 보강	104
2) 농지정비	108
3) 배수개선	109
4) 용수로 개선	109
4. 임진강유역 하류권의 농경지 및 산림 현황	110
가. 임진강 하류권 정밀지형분석	110
1) 사천유역의 고도분포 특성	110
2) 사천유역의 경사분포 특성	112
3) 사천유역의 사면방향 분석	114
나. 지질과 토양 특성	115
1) 지질 특성	115
2) 토양 특성	116
다. 도로와 수계	119
라. 임진강 하류권 농경지 이용 실태와 유형분석	121
1) 사천 유역의 토지이용 - 농지정비를 위한 농경지 유형	121
2) 사천 유역의 토지이용 - 지형특성을 고려한 농경지의 유형	125
마. 임진강 하류권 산림 현황 및 이용실태	130
바. 임진강 하류권 산림의 지형적 특성	135
1) 고도별 산림지 분포	135
2) 경사별 산림지 분포	135
3) 사면방향별 산림지 분포	135
5. 임진강 하류권 농업기반 특성 및 정비방안	138

가. 수리시설 및 농업용수체계 특성	138
1) 수리시설 및 농업용수체계 현황	138
2) 농업용수체계의 특징	149
나. 경지정리의 특징	152
1) 경지정리의 유형 및 현황	152
2) 경지정리의 특징	157
다. 농업기반 정비방안	159
1) 기본방향	159
2) 농업용수 개발 및 수로 체계 정비	160
3) 경지정리	163
라. 북한 산림황폐지 복구방안	166
1) 사방사업의 목적 및 종류	166
2) 황폐지 유형별 복구방안 수립	166
3) 황폐지 유형별 사방 대상지 복구비용 산출	169
6. 개성공단 배후지 농업개발 및 남북한 협력 방안	172
가. 개성공단 개발 현황과 전망	172
1) 사업개요	172
2) 1단계(100만평) 개발계획	172
3) 시범단지 개발	172
4) 본 단지 개발	174
나. 개성공단 배후지 농업개발의 필요성과 효과	176
1) 특구의 의미	176
2) 배후지 농업개발에 대한 남측 수요	177
3) 배후지 농업개발에 대한 북측 수요	178
4) 배후지 농업개발의 사회, 경제적 효과	183
다. 배후지 농업개발을 위한 기본계획	185
1) 배후지 농업개발의 기본 방향	185
2) 사업지구 현황 및 후보지 선정	189
3) 사업지구의 토지 및 용수 이용계획	206
라. 배후지 농업개발을 위한 남북한 협력 방안	208
1) 원료 공급을 위한 잠업 시범농장사업	208
2) 상업적 협력으로의 발전을 위한 인삼재배사업	213
3) 근로자 식품 공급과 주민의 소득 증대를 위한 채소 재배사업	217

4) 남북한 협력을 강화하기 위해 해결해야 문제들	226
마. 국제공유하천의 협력사례 및 임진강유역 적용방안	229
1) 동서독의 사례	229
2) 메콩강의 사례	231
3) 외국의 사례가 주는 시사점	239
4) 임진강의 남북한 공동 이용 추진 방향	241
제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	248
제1절 목표 달성도	248
제2절 관련분야의 기여도 및 기대효과	250
1. 관련 분야 기여도	250
2. 기대효과	250
제5장 연구개발결과의 활용계획	251
제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	251
제7장 참고문헌	252

표 목 차

제 2 장

표 1. Landsat TM의 밴드별 특성	10
표 2. 토지피복분류에 사용된 Landsat-5/7 TM 영상의 Path/Row 및 취득시기	12
표 3. Quickbird 위성의 특징	15
표 4. 농지정비를 위한 농경지 유형 구분	21
표 5. 지표면의 기복도 등급	22
표 6. 입지조건별 평가항목과 배점기준	25

제 3 장

표 1-1. 임진강 주요 지류의 주요 수문특성	35
표 1-2. 임진강 주요 지류의 수문학적 특성	36
표 1-3. 임진강 주요 지류의 계절별 수자원량	36
표 1-4. 월별·계절별 수자원 이용현황	39
표 1-5. 임진강유역 남한지역 인구	41
표 1-6. 개성직할시의 경지면적	42
표 1-7. 임진강유역 남한지역 농가수 및 농가인구	44
표 1-8. 임진강유역 남한지역 경지면적 및 가구당 경지면적	44
표 1-9. 임진강유역 남한지역 식량작물 생산량	44
표 2-1. 임진강 주요 지류의 유역 및 지형특성	49
표 2-2. 임진강 유역의 표고등급별 면적	50
표 2-3. 임진강 유역의 경사등급별 면적	50
표 2-4. 북한의 지목별 토양 알칼기조성별 면적 비율(%)	51
표 2-5. 농경지(부침땅) 지목 구성(1984)	52
표 2-6. 토성속과 설명	53
표 2-7. 토성 및 구조에 따른 토양 특성	55
표 2-8. 임진강 하류 남한지역의 토양 특성 - 토성속	57
표 2-9. 토양수분에 따른 토양 특성	59
표 2-10. 임진강 하류 남한지역의 토양 특성 - 모재	59
표 2-11. 지질 및 지형에 따른 토양 특성	59

표 2-12. 임진강 하류 남한지역의 토양 특성 - 배수등급	61
표 2-13. 임진강 하류 남한지역의 토양 특성 - 지형	61
표 2-14. 임진강 하류 남한지역의 토양 특성 - 토지이용추천	61
표 2-15. 임진강 유역 전체의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적 및 비율	65
표 2-16. 임진강 유역 전체의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적	65
표 2-17. 임진강 유역의 수문특성	66
표 2-18. 임진강 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적	67
표 2-19. 임진강 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적	67
표 2-20. 한탄강 유역의 수문특성	68
표 2-21. 한탄강 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적	69
표 2-22. 한탄강 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적	69
표 2-23. 고미탄천 유역의 수문특성	70
표 2-24. 고미탄천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적	71
표 2-25. 고미탄천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적	71
표 2-26. 역곡천 유역의 수문특성	72
표 2-27. 역곡천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적	73
표 2-28. 역곡천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적	73
표 2-29. 사미천 유역의 수문특성	74
표 2-30. 사미천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적	75
표 2-31. 사미천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적	75
표 2-32. 평안천 유역의 수문특성	76
표 2-33. 평안천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적	77
표 2-34. 평안천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적	77
표 2-35. 사천유역의 수문특성	78
표 2-36. 사천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적	79
표 2-37. 사천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적	79
표 2-38. 문산천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적	81
표 2-39. 문산천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적	81
표 2-40. 임진강 유역의 토지이용 및 산림황폐지 실태	86
표 2-41. 임진강유역의 수계별 토지 및 산림이용형태	87
표 3-1. 임진강유역 북한지역의 도별 농업용수 이용량	88
표 3-2. 임진강유역 북한지역 주요 저수지 현황	89
표 3-3. 주요 양수장 현황	101
표 3-4. 임진지구 도수로 현황	101

표 3-5. 임진강유역 남한지역 저수지 현황	102
표 4-1. 사천유역의 표고등급별 면적	112
표 4-2. 사천유역의 경사등급별 면적	114
표 4-3. 사천유역의 토성 및 구조에 따른 토양 특성	117
표 4-4. 사천유역의 토양수분에 따른 토양 특성	118
표 4-5. 사천유역의 지질 및 지형에 따른 토양 특성	119
표 4-6. 사천유역의 농지정비를 위한 농경지 유형과 토지이용	122
표 4-7. 사천유역의 표고등급별 농경지 유형과 토지이용	123
표 4-8. 사천유역의 경사등급별 농경지 유형과 토지이용	124
표 4-9. 사천유역의 지형특성에 따른 농경지 유형과 토지이용	127
표 4-10. 사천유역의 표고등급별 지형특성별 농경지 유형과 토지이용	128
표 4-11. 사천유역의 경사등급별 지형특성별 농경지 유형과 토지이용	129
표 4-12. QuickBird 위성영상을 이용한 사천유역 산림황폐지 현황	133
표 4-13. 사천유역의 산지이용형태 및 산림황폐지 실태의 남북한 비교	134
표 4-14. 해발고도별 산림지 분포면적	136
표 4-15. 경사도별 산림지 분포면적	137
표 4-16. 사면방향별 산림지 분포면적	137
표 5-1. 지역내 주요 용수체계	139
표 5-2. 송도저수지 제원	140
표 5-3. 주요 저수지 제원	150
표 5-4. 평야부 대구획 경지정리 유형의 남북한 비교	153
표 5-5. 평야부 대구획 경지정리 유형의 남북한 비교	155
표 5-6. 경사부 중구획정비 유형	155
표 5-7. 논 유형별 분포 면적	157
표 5-8. 농경지 유형별 개선방향	164
표 5-9. 단계별 경지정리 추진대상	164
표 5-10. 지형조건을 고려한 황폐지 유형별 복구방안	167
표 5-11. 황폐지 유형별 복구대상지 면적	168
표 5-12. 황폐지 복구 방안별 면적	168
표 5-13. 북한의 개성공업단지 2단계 계획지구를 제외한 사방대상 면적(ha)	169
표 5-14. 사방유형별 복구비용 산출	170
표 5-15. 주요 수종 및 조림밀도별 단비	170
표 5-16. 사천유역의 산림황폐지 복구비용	171
표 5-17. 개성공업단지 2단계 사업지를 제외한 사천유역의 산림황폐지 복구비용	171

표 6-1. 개성공단 시범단지 입주기업 개요	173
표 6-2. 개성공단 본 단지 1차 5만평 분양기업	174
표 6-3. 주요 민간지원단체의 대북 농업 지원사업	180
표 6-4. 대일 경협요청 북한기업과 업종	182
표 6-5. 농장개발 후보지의 자연적 입지조건 평가 기준	195
표 6-6. 후보지의 농경지 유형별 분포	196
표 6-7. 후보지의 토지 지형별 분포	197
표 6-8. 후보지의 토양 특성	198
표 6-9. 후보지의 토양 수분 특성	199
표 6-10. 후보지의 지질 및 지형 특성	200
표 6-11. 후보지의 표고	201
표 6-12. 후보지의 수계 특성	202
표 6-13. 후보지의 도로 특성	203
표 6-14. 후보지의 자연적 특성 종합 평가	204
표 6-15. 후보지역별 바람직한 농장개발 형태	206
표 6-16. 북한의 배추 품종 육성의 성과와 개선 방향	220
표 6-17. 북한의 무 품종 육성의 성과와 개선 방향	220
표 6-18. 북한의 작형별 오이 품종 특성과 문제점	221
표 6-19. 메콩강의 주요 지표	232
표 6-20. 임진강 및 임남댐 관련 남북한 초기 협상 추진 경과	242

그림 목 차

제 2 장

그림 1. DEM을 이용한 소유역 분류 및 유역경계 추출 흐름도	9
그림 2. Landsat 위성 한반도 영상 취득위치(Orbit Path/Row)	11
그림 3. Landsat TM을 이용한 임진강 유역 전체의 토지피복분류도 작성 흐름도 ..	12
그림 4. 경사산지의 위성영상 분석 처리 흐름도	14
그림 5. 개성시 일원의 Quickbird 영상 (2004. 9. 6(왼쪽) 및 4. 7.(오른쪽) 취득) ..	15
그림 6. 사천유역의 QuickBird 영상과 촬영일자	16
그림 7. QuickBird를 이용한 임진강 하류 사천유역의 토지이용분류도 작성 흐름도	17
그림 8. 농경지 유형별 토지이용에서 지형 특성별 토지이용 구분으로의 전략	22

제 3 장

그림 1-1. 임진강 수계도	34
그림 1-2. 임진강 주요 지류의 월별 유출량 추이	37
그림 2-1. 임진강 수계도	47
그림 2-2. 임진강 유역의 소유역 분포	48
그림 2-3. 임진강 유역의 표고 분포	49
그림 2-4. 임진강 유역의 경사도 분포	49
그림 2-5. 임진강 유역 남북한의 토양특성(남한-토성속, 북한-토성)	56
그림 2-6. 임진강 유역 남북한의 토양특성(남한-모재, 북한-토양수분 상태)	58
그림 2-7. 임진강 유역 남북한의 토양특성(남한-배수등급, 북한-지질/지형)	60
그림 2-8. 임진강 유역 남한의 토양특성(지형)	62
그림 2-9. 임진강 유역 남한의 토지이용추천(지형)	62
그림 2-10. 임진강 유역의 토지이용/피복 형태	64
그림 2-11. 임진강 유역의 토지이용/피복 형태	66
그림 2-12. 한탄강 유역의 토지이용/피복 형태	68
그림 2-13. 고미탄천 유역의 토지이용/피복 형태	70
그림 2-14. 역곡천 유역의 토지이용/피복 형태	72
그림 2-15. 사미천 유역의 토지이용/피복 형태	74
그림 2-16. 평안천 유역의 토지이용/피복 형태	76

그림 2-17. 사천 지역의 토지이용/피복 형태	78
그림 2-18. 문산천 지역의 토지이용/피복 형태	80
그림 2-19. 임진강 지역의 토지 및 산림이용형태	86
그림 3-1. 평강·철원지구 농업용수체계 모식도	94
그림 3-2. 임진강유역 사천지구 용수체계 모식도	95
그림 3-3. 북강원도 철원군 마장리 제8작업반 경지정리 후 전경	97
그림 3-4. 강원도(남한) 철원군 동송리 농경지전경	98
그림 3-5. 남한지역 철원평야지구 시설물 위치도	99
그림 3-6. 남한지역 임진지구 용수공급 모식도	100
그림 4-1. 수치고도모델의 해상도에 따른 지형표현(좌 5m, 우 30m)	110
그림 4-2. 사천유역의 수치고도모델	111
그림 4-3. 사천유역의 고도분포	112
그림 4-4. 사천유역 경사 분포도	113
그림 4-5. 사천유역의 경사분포 그래프	114
그림 4-6. 사천유역의 사면방향 분포	115
그림 4-7. 사천유역의 토성 및 구조에 따른 토양 특성 분포	117
그림 4-8. 사천유역의 토양수분에 따른 토양 특성 분포	118
그림 4-9. 사천유역의 지질 및 지형에 따른 토양 특성 분포	119
그림 4-10. 사천유역의 도로 분포 현황	120
그림 4-11. 사천유역의 수계 분포 현황	120
그림 4-12. 사천유역의 농지정비를 위한 농경지 유형 분포	122
그림 4-13. 농경지 유형별 토지이용에서 지형 특성별 토지이용 구분으로의 전략	125
그림 4-14. 사천유역의 지형특성별 농경지 유형 분포	126
그림 4-15. QuickBird 영상에서 나타난 다락밭 개간 모습	131
그림 4-16. QuickBird 영상에서 나타난 비탈밭 개간(적색 선)과 산림 벌채지(파란 선) 모습	131
그림 4-17. QuickBird영상에 나타난 각 산림지의 유형	132
그림 4-18. 임진강 하류권 사천유역의 산림현황 및 토지이용실태	133
그림 4-19. 개성공단 시범단지 전경	134
그림 4-20. 해발고도별 산림지 분포경향	136
그림 4-21. 경사도별 산림지 분포경향	136
그림 4-22. 사면방향별 산림지 분포경향	137
그림 5-1. 조사대상 시설의 위치도	138
그림 5-2. 송도 저수지의 댐 표준단면(예시)	140

그림 5-3. 송도저수지의 댐(좌) 및 여수로(우) 모습	141
그림 5-4. 송도1호 발전소 및 광물질 유출모습	142
그림 5-5. 송도저수지 수로체계 모식도	142
그림 5-6. 송도 저수지의 수로체계 및 시설물 현황	143
그림 5-7. 용흥 저수지의 위성화상	144
그림 5-8. 선적 저수지 및 1단 양수장	145
그림 5-9. 중방 저수지의 댐 및 취수시설	145
그림 5-10. 선적 저수지 시설물 현황	146
그림 5-11. 개성남부 도수로 체계 및 고남 양수장	147
그림 5-12. 사천2단 양수장 체계	148
그림 5-13. 사천보 북부 2단 양수장 체계	148
그림 5-14. 사천보 남부 3단 양수장 체계	149
그림 5-15. 평야부 대구획 정비 유형의 남북한 비교	154
그림 5-16. 평야부 중구획정비 유형	154
그림 5-17. 경사부 중구획정비 유형	155
그림 5-18. 경사부 소구획정비 유형	156
그림 5-19. 경지정리 미시행 유형	156
그림 5-20. 논 유형별 분포 면적	158
그림 5-21. 사천구역의 용수개발 방향	160
그림 5-22. 사천구역의 단계별 농지정비 대상지구 분포	165
그림 5-23. 황폐지 복구 방안별 복구대상지 위치	169
그림 6-1. 개성공단 개발사업도	175
그림 6-2. 농장개발 대상 후보지역	191
그림 6-3. 농장개발 후보지역 영상 - 후보지 1	192
그림 6-4. 농장개발 후보지역 영상 - 후보지 2	192
그림 6-5. 농장개발 후보지역 영상 - 후보지 3	193
그림 6-6. 농장개발 후보지역 영상 - 후보지 4	193
그림 6-7. 농장개발 후보지역 영상 - 후보지 5	194
그림 6-8. 후보지의 토지이용 현황	196
그림 6-9. 후보지의 토지 지형 특성	197
그림 6-10. 후보지의 토양 특성	198
그림 6-11. 후보지의 토양 수분 특성	199
그림 6-12. 후보지의 지질 및 지형 특성	200
그림 6-13. 후보지의 표고 특성	201

그림 6-14. 후보지의 수계 특성	202
그림 6-15. 후보지의 도로 특성	203
그림 6-16. 사천유역의 농업용수 공급체계	207
그림 6-17. 메콩강과 유역 현황	235

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 연구의 배경과 목적

- 현재 추진되고 있는 개성공단 개발사업은 남북한 협력의 상징이 되고 있으며 이러한 협력사업을 효과적으로 달성하기 위해서는 관련 산업의 참여를 통해 종합적인 산업개발협력이 추진되어야 함.
 - 그러나 현재의 계획에서는 농업부분이 제외되어 있기 때문에 농업 분야의 협력을 위한 대책을 마련할 필요가 있음.
- 특히, 연구의 대상지역이 개성공단을 중심으로 하는 임진강 유역의 하류권 지역으로 남한과 매우 가까운 위치에 있어 농업개발협력시 남한협력에서 많은 역할을 할 수 있음.
 - 그러나 이 지역이 휴전선 부근으로 군사적으로 민감한 지역이므로 남북농업협력에 대한 연구결과를 북측이 얼마나 수용할 수 있을 지에 대한 문제가 있음.
- 이 연구의 목적은 임진강 하류지역, 특히 개성공단을 중심으로 하는 배후지역의 농업기반과 산림 실태를 정밀하게 파악하고 이를 토대로 앞으로의 남북한 협력을 위한 방안을 제시하는 것임.

제2절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

- 임진강유역은 길이가 272km, 유역면적이 8,135.5km²로 DMZ를 기준으로 전체 유역면적의 63%는 북한, 37%는 남한에 위치하고 있음. 지리적으로는 남북한의 주요 도시 즉 서울, 인천, 평양, 개성을 잇는 주요한 지점에 위치하며 경제, 산업 활동이 가장 활발한 수도권 일대의 한강 유역권에 속하고 있음.
- 임진강유역 북한지역의 연평균 강우량은 1,483.4mm로 타 유역에 비해 수량이 많아 수자원이 풍부하지만 열악한 농업용수체계와 낙후된 농업기반시설, 무분별한 산지개간 및 땔나무 채취 등으로 인해 산림은 심각하게 황폐되어 있음.

- 이로 인해 임진강 하류권 지역에 매년 상습적으로 수해가 발생하여 남북한 모두 막대한 인적 물적 피해를 주고 있어 수해방지를 위한 항구적 공동대처 방안 마련이 시급함.
- 심각한 식량난을 겪고 있는 북한의 농업생산성 향상을 위해서는 농업기반의 정비가 필수적이며 황폐산지 복구를 통해 수해피해를 방지하기 위한 항구적인 대책을 수립하는 것은 한반도의 식량안보를 위해서도 중요한 과제임.
 - 평야지대인 철원·평강고원의 임진강 중류권(평안천, 역곡천, 한탄강 등)과 개성 인근의 임진강 하류권(사미천, 사천 등)은 북한측 임진강유역 농경지의 대부분이 집중된 대표적 농업지구임으로 임진강유역 개발에서 사실상 이 두 지구의 개발이 관건이라 할 수 있음.
 - 특히 개성인근의 임진강 하류권은 2002년 북한당국의 개성공업지구(특구) 지정에 따라 향후 공단개발과 관광 활성화가 기대되는 지역이며 남북한 농업협력사업을 추진할 수 있는 적지로 판단되기 때문에 인공위성 자료를 활용한 농업여건 및 농업기반 실태에 대한 정밀 분석이 요청됨.
- 공간해상능력이 뛰어난 고해상도 위성자료 (1~5m) 입수가 가능해 짐에 따라 위성영상에서 농업기반 시설 실태 파악이 용이하고 보다 정밀한 농경지 현황도를 작성할 수 있음.
- 따라서 고해상도 위성영상을 이용하여 임진강 하류권 지역에 대한 농림업 현황과 농지·산지이용·개간·황폐지 실태를 정밀 분석하고, 지형특성을 구명하여 농업개발과 산림황폐지 복구 방안을 제시하며, 이 지역을 남북한 농업협력사업의 거점 지역으로 개발하기 위한 정책방안을 제시하는 것은 현재의 남북한 관계를 고려할 때 매우 중요한 과제임.

2. 경제·산업적 측면

- 북한은 최근 임진강 DMZ 인근에 저수용량 3~4억 톤 규모의 다목적댐인 '4월5일댐'을 축조하고 임진강 1, 2호 발전소를 가동하였으며 현재 본류에 저수용량 3억 톤 규모의 '황강댐'을 본류에 건설하고 있어 남한측 유역의 농업용수 및 생태계에도 커다란 영향을 미칠 것으로 예상됨.
- 동남아 6개국의 공유하천인 메콩강의 공동개발을 위해 베트남·캄보디아·라오스·태국 등 4개국이 참여하는 '메콩강위원회'가 설립되어 운영되고 있는바 이러한 국제공유하천의 공동개발 사례를 통하여 남북한 공유하천인 임진강유역의 공동개발을 위한 협력방안 도출이 필요함.

- 특히 아시아개발은행(ADB)은 매콩강유역의 개발을 위한 주요 인프라 구축사업에 이미 20억 달러를 투자한 바가 있어 남북한 공동으로 추진하는 임진강유역 농업개발에 국제금융자본을 유입을 유도할 수 있는 구체적인 개발방안의 수립이 필요함.
- 임진강 유역은 경작지가 24.7%, 임야가 65.6%이며, 나머지는 나대지와 도시지역으로 하류 저지대는 여름철 집중호우 시 상습 홍수범람 지역으로 농경지 침수와 유실로 인해 막대한 재산피해가 발생하기 때문에 이 지역에 대한 농업기반 실태를 파악하고 정비방안을 수립하는 것은 남북한의 농업발전과 상호협력을 위해 중요한 과제임.
- 따라서 고해상도 위성영상을 이용하여 임진강 하류권 지역에 대한 농림업 현황과 농지·산지이용·개간·황폐지 실태를 정밀 분석하고 지형특성을 구명하여 농업개발과 산림황폐지 복구 방안을 제시하는 것은 통일에 대비한 한반도의 식량안보 확보 차원에서 중요할 뿐만 아니라 개성공단 개발과 연계하여 이 지역을 남북한 농업협력사업의 거점으로 개발함으로써 상호 보완적인 농업협력을 통하여 북한의 개혁과 경제발전을 유도하는 측면도 있음.
- 배후지 농업 개발은 공단과 주변지역에 필요한 농산물을 공급할 뿐만 아니라 남북 농업기술협력과 농자재의 교류를 위한 공간을 확보하는 측면에서 사회·경제적으로 중요함.

3. 사회·문화적 측면

- 개성공업지구 설치가 북한당국에 의해 선포되고 금년부터 본격적인 개발에 착수할 것으로 예상되므로 남북한 농업협력의 모델사업으로 공단 배후지 농장개발을 추진할 필요가 있음.
- 임진강 유역의 황폐산지를 복구하고 산림을 정비하는 일은 주변의 지역사회와 관광개발을 위해 필수적인 요소임.
- 개성지역 일대는 우리의 역사 유물이 많이 분포하고 있으며 경의선 철도와 도로가 연결될 경우 남북한 주민의 왕래가 빈번할 것으로 예상되기 때문에 고해상도의 인공위성 자료를 활용하여 이 지역의 농업과 산림복구 방안을 제시하고 농업부문의 협력방안을 제시하는 것은 민족의 동질성 회복과 문화 교류의 활성화에도 커다란 기여를 할 것으로 판단됨.

제2장 국내외 기술 개발 현황

제1절 현황과 문제점

1. 국내·외 관련기술의 현황

- 한국농촌경제연구원, 한국농촌공사(구 농업기반공사), 농업과학기술원, 국립산림과학원(구, 임업연구원)은 『북한의 농업기반 특성과 정비방안 연구』(2002)를 통해 북한지역 농업생산기반의 일반적인 현황과 향후 정비방향을 제시하였지만 구체적인 유역에 대한 상세한 개발방안과 협력방안에 대해서는 취급하지 않음.
 - 특히 현재 활발하게 추진 중인 개성공단의 개발과 관련해서 농업 부문은 소외되어 있으나 농업을 통한 남북한 경제협력은 꼭 필요하기 때문에 이 연구를 통해 농업 부문의 남북협력사업에 대한 구체적인 방안을 제시함으로써 개성공단 개발의 시너지 효과를 얻을 수 있음.
- 농업기반공사의 『북한의 농업생산기반 및 정책에 관한 연구』(2002)는 농업생산기반에 관한 일반적인 현황을 파악하는데 참고가 되나 특정유역의 개발방안 및 남북협력사업은 그 연구범위에서 제외됨.
- 한국농촌경제연구원이 농림부의 정책연구사업으로 추진한 “북한 특구 농업개발방향과 협력과제”(2003) 연구는 현재 북한이 개혁개방정책의 일환으로 추진하고 있는 특구개발사업을 농업 부문에서 연계하기 위한 방향을 제시하였지만 구체적인 방안이 제시되지 못하고 있음.
 - 따라서 위의 연구에서 제시된 이론적 틀을 구체적인 지역에 적용함으로써 향후 남북한 농업협상과 협력 대상사업으로 추진할 수 있는 기반을 마련할 수 있음.

2. 국내·외 관련기술의 문제점

- 외국에서는 북한을 대상으로 농업기반 특성을 파악한 연구가 없고 한반도에 대한 자연특성을 파악하는데 한계가 있기 때문에 기술을 확보하고 있더라도 정책에 반영할 수 있는 결과를 얻는 데는 한계가 있음.

- 미국 농무성 국제농업국 산하의 생산량 추정 및 작물평가국 (PECAD; Production Estimate and Crop Assessment Division)은 매월 곡물수출 경쟁국가에 대한 작황을 업데이트하는데 20m/30m 급에서 수 km급 위성영상에 이르는 중·저해상도 위성을 이용하고 있고, 고해상도(1~5 m 급) 위성은 특별한 경우가 아니면 사용하지 않고 있지 않음.
- 한국국제협력단(KOICA)에서 시행한 베트남·캄보디아간의 수자원분배, 델타지역 홍수조절 등 메콩강유역 종합개발사업 기본계획 수립에 농업기반공사, 수자원공사가 참여한 바 있으나 유역 및 지리적 특성상 임진강유역에 그대로 적용하기는 곤란함.
 - 따라서 임진강 유역의 풍부한 수자원을 남북한이 농업부분에 평화적으로 공동 이용하기 위한 방안을 마련하고 수해피해를 줄일 수 있는 대책을 강구할 필요가 있음.
- IKONOS, Quickbird, Orbview-3 등 고해상도 영상의 새로운 활용기술 개발과 이에 필요한 핵심 영상처리 기술의 개발을 통해 고부가가치 상품이 제공되고 있으나 고가여서 충분히 활용하기 어려운 상황이며 농업 부문은 아직 본격적으로 활용하고 있지 못한 실정임.
 - 본 연구팀은 이러한 영상을 다수 확보하고 있으며 이미 활용한 경험이 있기 때문에 적은 비용으로 효과적으로 응용할 수 있는 장점을 가지고 있으며 농업 부문의 활용을 통해 앞으로 응용범위를 확대할 수 있는 발판을 마련함.

제2절 전망과 기술도입의 타당성

1. 앞으로의 전망

- 현재 남북한 당국자간에 논의 중에 있는 임진강유역 남북공동수방사업의 추진이 성사되면 임진강유역의 농림업분야에 대한 조사 및 개발도 수방사업의 일환으로 추진될 것으로 보임.
- 2005년 발사예정인 국산 지구관측위성인 아리랑 2호에 고해상도 센서 탑재 예정으로 지속적인 활용방안과 영상처리 기술의 개발이 요구됨.
- 향후 고해상도 인공위성 영상의 활용이 점차 가속화될 것으로 예상됨에 따라 농업부문에서도 이러한 활용기술을 충분히 습득하여 관련 연구자간 know-how를 교환하는 것은 학문 발전을 위해서도 필요한 일임.

2. 기술도입의 타당성

- 임진강유역의 남한지역에는 임진지구, 철원지구 등 농업지구가 개발되어 있고, 영산강, 삽교천, 금강, 미호천 등 유역에서는 용수개발, 경지정리, 배수개선, 간척개발 등 농업종합개발사업이 추진되어 우리나라 쌀 자급에서 중요한 역할을 하고 있는바 이러한 남한의 경험을 향후 북한지역 농업개발사업에 적용하는 것을 적극 검토할 필요가 있음.
- 임진강유역 하류 남측 저지대는 여름 집중호우 시 상습 홍수범람 지역으로 농경지 침수 및 유실로 인한 재산피해 발생이 빈번하여 남북한에 걸친 전 유역에 대한 농업기반 실태 파악을 통한 정비방안이 수립되어야 함.
- 이와 함께 개성공단의 성공적인 개발과 향후 남북한 협력의 활성화를 위해서도 거점 지역의 농업협력 방안을 마련하는 것은 꼭 필요함.
 - 특히 이 연구는 정부기관 및 공공기관이 함께 참여하고 있기 때문에 정부의 대북정책과 연계를 맺으면서 신속하게 대응할 수 있음.

제3장 연구개발 내용 및 결과

제1절 접근방법 및 추진 전략

1. 접근방법

가. 유역구분과 토지이용현황 분류

1) 유역구분과 지형특성

가) 소유역 분류

미국 USGS에서 제작한 1초(30m) 간격의 DTED 자료로부터 수치표고모델(DEM)을 만들고, 로우패스 필터링(lowpass filtering)으로 정점(peak)에서의 오류를 수정하였고, 싱크 필(sink fill)로 유역의 물흐름도(flow direction)에서 비정상적으로 발생하는 싱크(sink)를 수정함으로써 DEM을 보정하였다. 흐름방향(flow direction)으로부터 흐름집적(flow accumulation)을 계산하여 임계치를 부여한 다음 하천망(stream network)과 배수분구를 구축한 후 유역을 소유역으로 분할하게 된다. 우선 분할된 소유역을 배수구역(drainage boundary)으로 지정하고 해석하고자 하는 대상 유역으로 고정하는데, 이때 불필요하게 구분된 유역을 병합하는 수정작업을 통해 유역도가 완성된다(그림 1).

나) DEM 자료를 활용한 경사등급 산정

임진강 유역의 지형분석을 위하여 육군지도청이 보유하고 있는 북한지역에 대하여 제작한 1" DTED(digital terrain elevation data)를 이용해서 30 m × 30 m 크기의 격자 cell을 갖는 수치표고모형(DEM; digital elevation model)을 작성하였다. 또한 임진강 하류권 사천유역의 정밀지형분석을 위하여 국방과학연구원(ADD)의 협조를 받아 5m 해상도의 DEM을 획득하여 사용하였다. 이 자료는 2.5m 해상도의 전정색 SPOT 영상을 이용하여 입체모형을 구성하여 제작된 것이다.

DEM을 이용하여 경사도를 계산하는 방법은 다음과 같다.

a	b	c
d	e	f
g	h	i

$$\Delta x_1 = c - a \quad \Delta y_1 = a - g$$

$$\Delta x_2 = f - d \quad \Delta y_2 = b - h$$

$$\Delta x_3 = i - g \quad \Delta y_3 = c - i$$

이 때 cell size = 30 m 이면,

$$\Delta x = (\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3) / 3 \times 30m$$

$$\Delta y = (\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3) / 3 \times 30m \text{ 이고,}$$

이 때 cell e의 고도변화 즉 기울기(Δz)는 다음 식과 같이 구한다.

$$\Delta z = \sqrt{((\Delta x)^2 + (\Delta y)^2)} / 2 ,$$

이 값을 아래 공식에 대입해서 최종적으로 경사도가 얻어진다.

$$\text{slope in degree} = \tan^{-1}(\Delta z) \times 180/\pi$$

$$\text{slope in percent} = \text{Height/Base} \times 100 = \tan(\text{slope}) \times 100$$

경사도가 100%일 때는 경사도가 45도인 경우 경사높이와 경사장이 같아서 1과 같고 여기에 100%가 곱해져서 100이 되는 것이다.

다) DEM 자료를 활용한 사면방향의 계산

사면방향은 특정지점에서 고도의 변화가 가장 크게 나타나는 방향, 즉 경사의 방향을 의미하며, 북쪽을 기준으로 경사면의 방향을 시계방향으로 측정된 각도로 표시된다. 평탄지의 경우는 361 또는 -1 등과 같이 사전에 정의된 특별한 수를 이용하여 표시한다. 사면방향은 태양의 노출에 따른 토양의 함수율이나 식생의 형성에 영향을 미치는 주요한 하나의 요소이다. 사면방향은 다음과 같은 방법으로 계산된다.

<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

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= c - a & \Delta y_1 &= a - g \\ \Delta x_2 &= f - d & \Delta y_2 &= b - h \\ \Delta x_3 &= i - g & \Delta y_3 &= c - i \text{ 이고,} \\ \Delta x &= (\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3) / 3 \\ \Delta y &= (\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3) / 3 \text{ 이다.} \end{aligned}$$

이때 $\Delta x = 0$ 이고 $\Delta y = 0$ 일 경우는 평탄지로 기록된다. 평탄지가 아닌 경우 사면방향 θ 는 다음과 같다.

$$\theta = \tan^{-1}\left(-\frac{\Delta x}{\Delta y}\right)$$

이때 θ 는 라디안으로 계산되므로 사면방향을 0-360도로 표시하기 위하여 다음과 같이 변환한다.

$$\text{Aspect} = 180 + \theta \text{ (degree)}$$

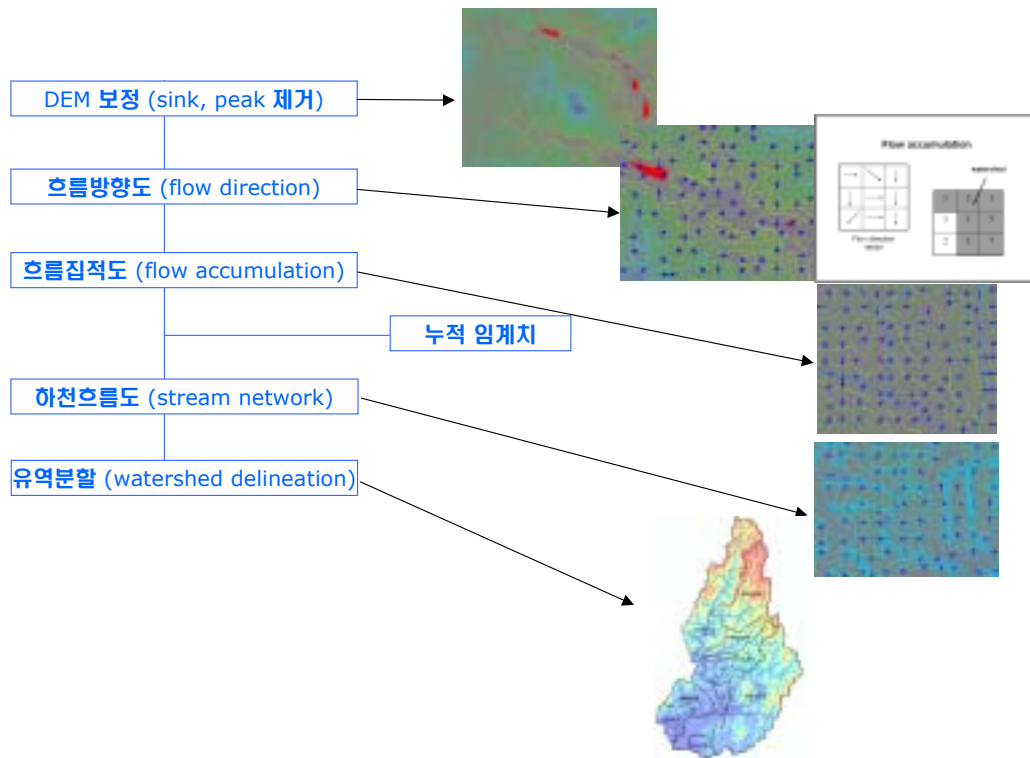


그림 1. DEM을 이용한 소유역 분류 및 유역경계 추출 흐름도

2) Landsat TM 영상을 이용한 토지피복분류

가) Landsat 위성영상을 이용한 농경지 분류

직접조사가 힘든 비접근지역에 대한 조사와 현황 파악을 위해서 인공위성 영상자료를 이용할 수 있는데, 넓은 지역에 대한 자료의 취득이 쉽고 전자기에너지를 이용한 지표면의 반사도를 이용해 과학적인 원리에 기초한 농업자원의 분포특성을 파악할 수 있는 장점이 있기 때문이다.

임진강 유역 전체를 파악하기 위해서는 중간 정도의 해상도를 가진 위성영상 자료가 적합한데 본 연구에서는 미국의 지구관측위성인 Landsat TM(thematic mapper) 영상을 분류에 적합한 시기별로 취득하여 다중분광영상의 분광반사특성을 이용하여 토지피복분류를 수행하였다.

Landsat (+E)TM 센서는 광학주사(wiskbroom) 방식으로 각각 Landsat-5호와 -7호에 탑재되어 공간해상도가 30m인 다중분광영상(multi-spectral image)을 취득하는데, 각 파장별 밴드의 농업적 활용성은 <표 1>과 같다.

표 1. Landsat TM의 밴드별 특성

밴드 (파장대, μm)	밴드의 농업적 활용성
1 (청색광) 0.45~0.52	연안지역 매핑, 토양/식생 구분, 임상 매핑 등
2 (녹색광) 0.52~0.60	가시광 영역에서 녹색식물의 반사율의 피크를 보임. 식생구분, 식생활력 평가 등
3 (적색광) 0.63~0.69	엽록소 흡수대, 토양 및 지질 경계, 식물종 구분 등
4 (근적외광) 0.76~0.90	식생구분, 바이오매스, 수역구분, 토양수분 등
5 (중간적외광) 1.55~1.75	군락 및 토양수분 함량, 구름과 눈의 구분 등
6 (열적외광) 10.40~12.50	식생 스트레스, 토양수분, 지표면 온도 등
7 (중간적외광) 2.8~2.35	지질, 암석 구분, 식생 수분 등

Landsat-5/7호 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°이

상 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 2>는 현재 한반도 전체를 포함하는 Landsat-5/7호 위성으로부터 자료취득시 위성의 Path/Row와 관측범위를 보여주고 있다. 내중첩 범위는 남쪽이 29km정도 북쪽이 37km정도로 남북의 차가 비교적 높은 편이다.

이 중 임진강 유역 전체의 토지피복분류에 필요한 영상은 <그림 2>와 같이 Path/Row 116/33과 116/34에서 취득된 봄과 가을에 취득된 영상으로 <표 2>에서 보는 바와 같이 농작물의 생육특성을 상대적으로 높게 반영하는 봄과 가을 영상을 사용하고 하였으며 한반도의 포함정도에 따라 전체영상(full scene)과 부분영상(sub scene)을 선택적으로 취득하여 본 연구에 이용하였다.

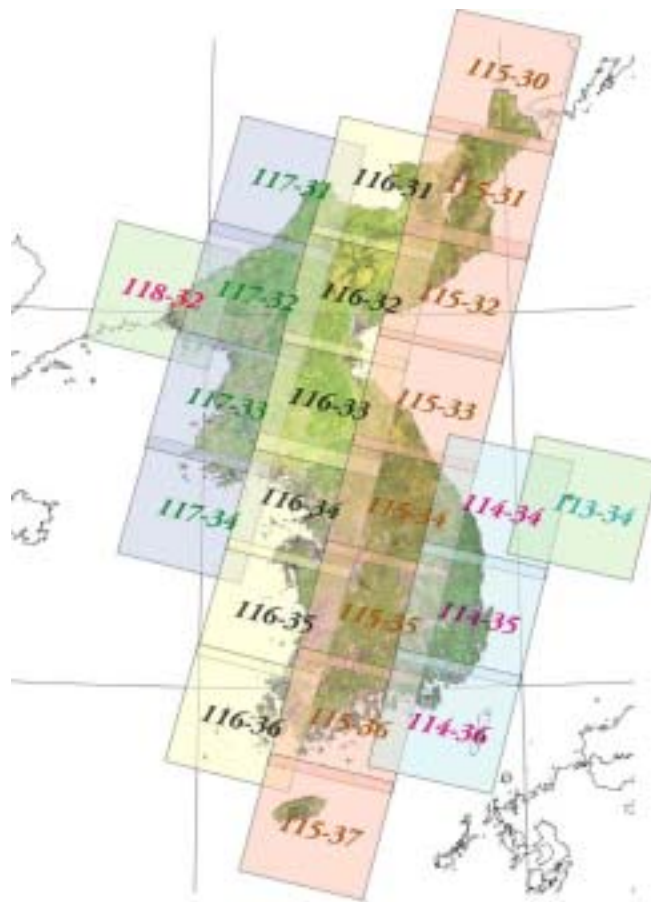


그림 2. Landsat 위성 한반도 영상 취득위치(Orbit Path/Row)

표 2. 토지피복분류에 사용된 Landsat-5/7 TM 영상의 Path/Row 및 취득시기

Path/Row	Date	Coverage
116/33	99/05/21	Full
	96/09/01	Full
116/34	01/06/03	Full
	01/09/23	Full

인공위성 영상자료를 분류하거나 그 특징을 추출하기 위해 지표면 대상체 고유의 분광반사특성의 차이를 이용한다. 분류방법은 다양하고 원하는 목적에 따라 다르게 선택하는 경우가 대부분인데, 분류항목의 결정에 사람의 경험에 따른 주관이 관여하느냐에 따라 감독분류(supervised classification)와 무감독분류(unsupervised classification)로 크게 나눌수 있다. 본 연구에서는 뚜렷한 피복체의 분광반사특성을 이용한 rule-based classification, 시기별·공간적 특성이 확연하게 드러나는 피복체에 대한 감독분류, 또한 영상의 미지의 화소를 몇 개의 자연적인 그룹 또는 cluster로 나누는 무감독분류를 혼합하여 <그림 3>과 같이 토지피복분류도를 작성하였다.

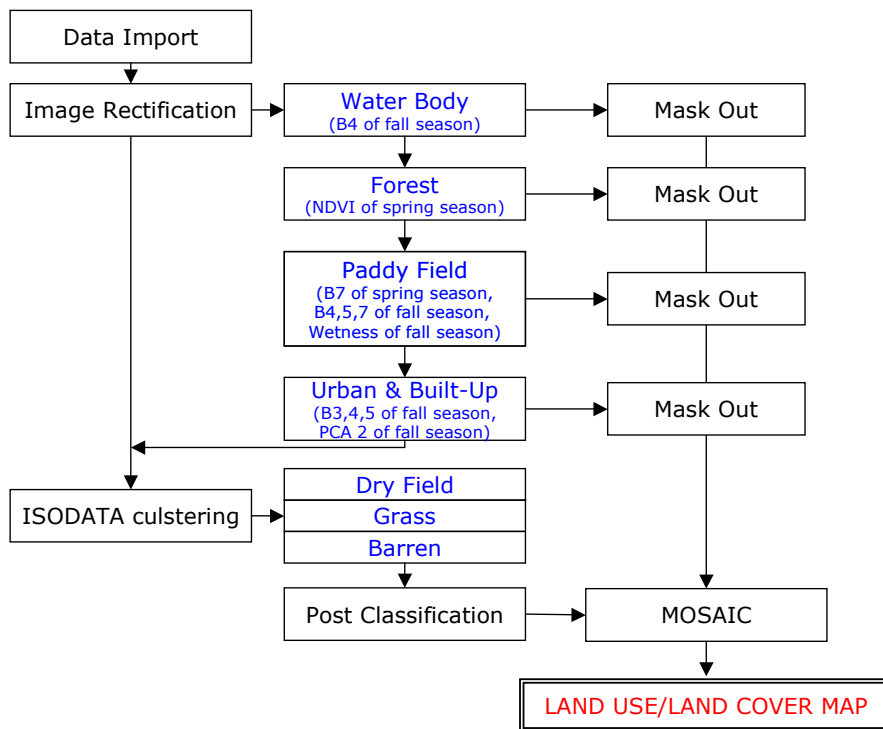


그림 3. Landsat TM을 이용한 임진강 유역 전체의 토지피복분류도 작성 흐름도

나) Landsat 위성영상을 이용한 산림황폐지 분류

임진강유역의 토지이용 및 황폐산지 현황을 파악하기 위하여 국립산림과학원에서 1998년과 1999년 사이에 관측된 Landsat TM 인공위성 위성영상을 이용하여 분석한 북한의 황폐산지 현황을 이용하였다. 이 자료는 봄과 가을에 관측된 두 계절의 Landsat TM 위성영상을 이용하여 지표식생의 형태를 분류한 것이다. 즉 두 계절 영상 자료에 대해 UTM 좌표체계에 맞게 지리적 보정처리를 거쳐 영상대영상 정합(image to image registration)을 실시하고, NDVI 식생지수와 Tasseled Cap 변환을 거쳐 비교사분류법(unsupervised classification)에 의해 토지이용형태와 산림황폐지를 구분하였다. 경사지 이용 실태는 경사도 8°를 기준으로 산지를 구분해내고 산림지역과 비산림지역을 구분하였으며, 최종적으로 경사 산지의 비산림지역을 무림목지, 개간산지, 나지로 구분하여 산림황폐지 면적과 분포 특성을 분석하였다.

3) QuickBird 영상을 이용한 토지이용분류

가) QuickBird 위성영상을 이용한 농경지 분류

냉전이 끝난 후 1994년 미국 정부가 고해상도(1m~4m) 원격탐사 자료의 상업적 판매를 허가함에 따라 민간 소유회사의 위성발사 시도가 줄을 이었는데, 그 중 Space Imaging사의 IKONOS, OrbImage사의 Orbview, DigitalGlobe사의 QuickBird 등이 상업용 위성으로 가장 많이 알려져 있다. 본 연구에서는 임진강 하류권 사천유역의 토지 이용분류를 위해 3사의 영상 중 가장 공간해상도가 높은 QuickBird 영상을 이용하였다.

Quickbird 영상에서 본 개성시 일원의 모습을 살펴보면 나무 한그루 한그루와 그림자들이 한눈에 보이고 도로의 넓이와 지나가는 자동차가 몇 대인지 알 수 있다. 수확이 끝난 벼논에 쌓인 짚단을 볼 수 있고 수확중인 논외의 컴바인 이동방향을 파악할 수 있을 정도의 해상도이다(그림 4). 본 연구에 사용한 Quickbird 영상은 2004년 9월 6일, 4월 7일, 9월 29일, 2003년 8월 9일에 각각 취득된 영상이다(그림 5).

2001년 10월 18일에 미국 캘리포니아에서 성공적으로 발사된 QuickBird는 푸쉬부룸(pushbroom) 방식의 다중센서와 흑백센서를 가지고, 위도에 따라 1일 내지 5일 만에 같은 지역을 촬영할 수 있으며, 현재까지는 미국 상업용 위성 중 공간해상도가 가장 뛰어나다(표 3). 촬영폭은 IKONOS가 11km, Orbview가 8km인데 비해 16.5km로 가장 넓은 편이고 밴드의 파장영역은 세 위성 모두 Landsat TM의 파장영역과 같다. 자료값은 11 bit(0~2047)로 취득되나 일반 사용자가 사용할 때는 16 bit(0~65535) 자료값으로 이용

하는 경우가 대부분이다.

고해상도 위성을 이용할수록 분류항목의 종류가 많아지고 정확한 분류항목의 파악이 쉬워지는 반면, 가시광과 근적외광의 분광반사 특성에 의존하는 통계적인 방법에 따른 지표면 대상체의 자동 구분은 불확실성이 더 높은 경향이 있다. 고해상도 위성영상을 이용한 토지이용/피복도 작성을 위해서 영상분할(image segmentation) 방법과 온스크린 디지털라이징(on screen digitizing) 방법을 이용하는 경우가 많다. 영상분할은 화소를 텍스처(texture)와 분광반사특성에 따라 오브젝트(objects)나 그룹(group)으로 분류하는 작업이다. 온스크린 디지털라이징은 사람이 지표면 영상을 직접 육안으로 관독하면서 분류항목에 대한 경계선을 스크린 위에서 그리는 작업으로 정확도는 높으나 시간이 많이 걸린다.

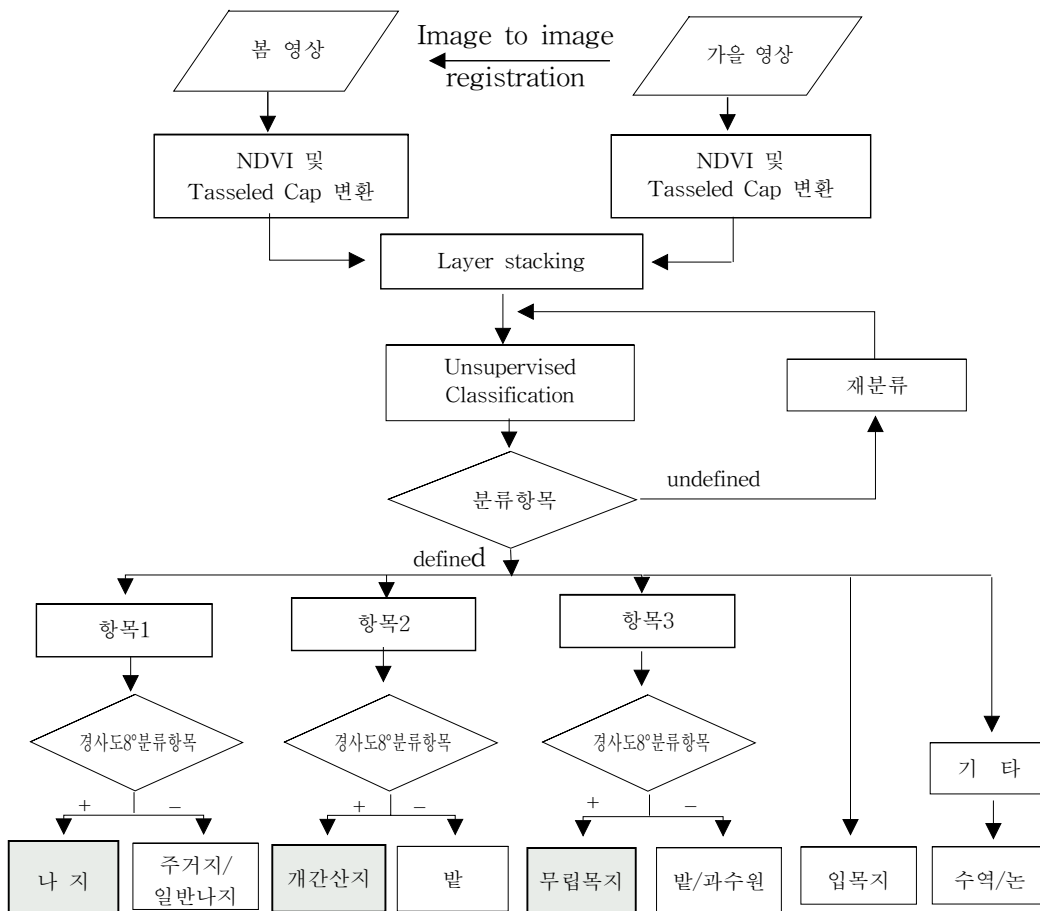


그림 4. 경사산지의 위성영상 분석 처리 흐름도



그림 5. 개성시 일원의 Quickbird 영상 (2004. 9. 6.(왼쪽) 및 4. 7.(오른쪽) 취득)

표 3. Quickbird 위성의 특징

Quickbird characteristics	
Launch date	October 18, 2001
Orbit altitude	450 km
Orbit inclination	97.2 degree, sun-synchronous
Equator crossing time	10:30 a.m. (descending node)
Revisit time	1-3.5 days depending on latitude (30° off-nadir)
Swath width	16.5 km x 16.5 km at nadir
Digitization	11 bits
Resolution	Pan: 61 cm(nadir) to 72 cm (25° off-nadir) MS: 2.44 m(nadir) to 2.88 m (25° off-nadir)
Image bands	Pan: 450-900 nm Blue: 450-520 nm Green: 520-600 nm Red: 630-690 nm Near IR: 760-900 nm



그림 6. 사천유역의 QuickBird 영상과 촬영일자

본 연구에서는 고해상도 위성영상에서 농업기반특성 파악을 위해 중요한 분류항목인 산림과 농경지 경계가 뚜렷이 구분된다는 점과 시기별로 다르게 취득된 연구대상지역의 영상분류에 동일한 알고리즘을 적용할 수 없다는 점 때문에 온스크린 디지털라이징을 이용하여 산림과 논, 밭을 세분화 하여 도화(digitizing) 하였다. 농지정비를 위한 농경지 유형을 정의하여 그에 따라 도화한 후 농경지 분류(agricultural land map 1)하였고, 그렇게 분류된 농경지에서 다시 지형특성을 고려한 농경지 유형을 재정의하여 분류(agricultural land map 2)하였다.

한편, 얻어진 path별 영상이 한 시기 뿐이었기 때문에 육안판독을 하는데 어려움이 있었고 영상융합(image fusion) 기법으로 공간해상도 0.6m로 pansharpen된 정사영상이기 때문에 표고의 높낮이 구분이 어려운 점이 있었다. 개성시가지가 포함된 2004년 9월 6일 영상은 밝기값(brightness value)의 포화(saturation) 현상으로 선명도가 떨어지는 점, 밭의 경우는 작물이 재배되는 시기가 아닌 점, 한 시기 영상인 점 등으로 분류작업에 어려움이 있었다. 이와 같이 육안판독이 어려울 때는 임진강 유역을 포함하는 SPOT pansharpen 영상(5m)을 함께 비교하여 판단하였다.

나) QuickBird 위성영상을 이용한 산림황폐지 분류

QuickBird나 IKONOS와 같이 공간해상도가 1m 이하인 새로운 고해상도 위성영상은 항공사진이 갖고 있는 높은 공간해상도와 위성영상이 지니고 있는 안정된 분광해상력을 함께 갖고 있다. 이러한 특성은 임분 단위의 산림조사나 도면제작(mapping)에 있어서 매우 유용한 자료로 사용될 수 있을 것으로 기대되고 있다. 그러나 해상도 1m 이하의 고해상도 위성영상은 일반적으로 사용하고 있는 Landsat이나 SPOT 위성과 같은 중/저해상도 위성영상과 비교하여 볼 때 다음과 같은 몇 가지 특성을 지니고 있다.

첫째, Landsat이나 SPOT과 같은 위성영상에서 얻어질 수 있는 sub-pixel 단위의 기하보정 정확도는 고해상도 위성영상의 경우 평탄지역이라 할지라도 성취할 수가 없기 때문에 IKONOS 영상에 대한 정확한 기하보정을 위해서는 센서모델(rigorous model)이나 적어도 RPC(rational polynomial coefficient) 모델과 DEM을 함께 사용해야 한다.

둘째, 토지이용피복 분류를 실행할 때 하나의 의미 있는 분류 항목(class) 내에서 화소(pixel)의 분광적 변이(radiometric variability)는 공간해상도가 커짐에 따라 동시에 증가한다. 즉 1m의 공간해상도에서 독립된 개별 화소는 관심의 대상이 되는 지표대상 물체(객체, object)의 크기보다 작기 때문에 객체에 관한 분광정보의 일부만을 포함하고 있다.

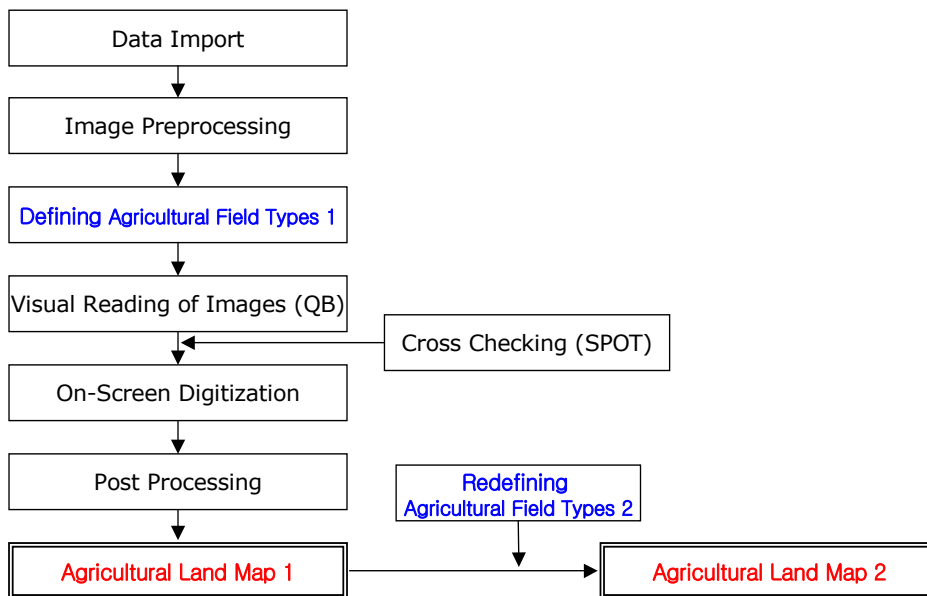


그림 7. QuickBird를 이용한 임진강 하류 사천유역의 토지이용분류도 작성 흐름도

따라서 화소에 기초한 분류(pixel-based classification) 방법으로는 공간적 상관관계에 대한 정보를 고려하지 않고서는 의미 있는 분류가 수행되어질 수 없기 때문에 객체 단위의 분류나 필지 단위의 분류법이 요구된다. 이러한 객체 단위의 분류방법은 저해상도 영상에서도 일반적으로 사용되는 화소 단위의 분류법보다 더 정확한 분류결과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 이 방법은 객체의 경계가 알려져 있다는 가정 하에서 객체 경계들은 영상분할(image segmentation)이나 육안분석(visual digitizing)을 통해서, 또는 임소반도, 지적도/임야도나 임상도와 같은 기존의 GIS 자료로부터 얻을 수가 있다.

셋째로, 고해상도 영상분석에 있어서는 질감(texture) 정보를 활용해야만 한다. 즉, 1m 이하의 공간해상도에서의 질감 정보는 분광정보만큼 중요하다. Franklin (2000, 2001)은 고해상도 영상분석에 있어서 질감 정보의 중요성을 지적하였으며, 1m 공간해상도의 CASI(Compact Airborne Spectrographic Imager) 영상을 이용하여 임분을 분류할 때 질감 정보만을 사용한 경우 분광정보만을 사용할 때보다 더 좋은 분류결과를 얻었다고 보고 한 바 있다.

이상과 같은 고해상도 영상이 가지고 있는 특성으로 인하여 자동화된 분류기법을 이용하여 고해상도 위성영상을 분류하는 연구는 아직 초보적인 수준에 머물고 있으며, 대부분의 연구들이 작은 면적을 대상으로 이루어지고 있다. 따라서 본 연구와 같이 비교적 대 면적을 대상으로 고해상도 위성영상을 이용하는 대부분의 연구에서는 육안분석에 의한 방법을 채택하고 있는 실정이다. 그러나 고해상도의 위성영상의 활용이 보편화되어가는 추세를 감안할 때 장차 대 면적을 대상으로 자동화된 분석 기술이 시급히 개발되어야 하고 이를 실용화하기 위한 보다 많은 연구가 필요할 것으로 생각한다.

임진강유역의 하류에 위치한 사천 소유역을 대상으로 QuickBird 고해상도 위성영상을 이용하여 토지이용현황 및 산림황폐지 실태를 정밀 분석하였다. 분석은 위에서 언급한 이유에 의해 육안분석 방법을 채택하였으며, 2004년 4월과 9월 사이에 관측된 영상을 이용하였다. QuickBird 위성영상은 공간해상도 약 2.5m의 다파장(multi-spectral) 칼라영상과 60cm의 공간해상도를 가지고 있는 전정색(panchromatic) 영상으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 육안분석을 통하여 산림황폐지를 구분하였으므로 분석을 실시하기에 앞서 먼저 영상의 판독력을 높이기 위하여 다파장 영상과 전정색 영상을 PCA(principal component analysis) 방법을 통하여 융합(fusion)하여 1m의 해상도를 갖는 칼라영상을 제작하여 이용하였다.

본 연구에서의 주된 분석대상은 산림황폐지이므로 먼저 토지의 피복 상태에 따라 산림지역과 비산림지역으로 구분하였다. 산림지역을 대상으로 앞서 언급한 Landsat 영상을 분류할 때와 동일한 기준을 적용하여 판독을 실시하였다. 다만 Landsat 영상의 분류에서는 영상의 해상도를 고려하여 암석지를 별도의 분류항목으로 분류하지 않았으

나, QuickBird 영상은 높은 공간해상도를 갖고 있어 암석지를 별도로 구분 할 수 있었다. 암석지는 Landsat 영상의 경우 분광특성에 따라 주로 나지로 구분되는 경향이 있으나 황폐지 복구라는 차원에서 볼 때 복구대상지는 아니다. 따라서 암석지를 별도로 구분할 수 있다는 것은 고해상도 영상이 가지는 하나의 큰 장점이라고 할 수 있다. 다만 암석지는 대면적으로 존재하는 것이 아니라 주로 산악지형에 수목과 함께 소면적으로 산재되어 나타나므로 그 경계를 명확히 구분하기가 매우 어렵다. 따라서 영상을 판독 할 때 비교적 대면적으로 암석이 분포하는 지역에 대해 개략적인 외곽선을 추출한 후 암석지로 구분하였다.

나. 농경지 유형 분류

토지와 농경지를 일컫는 남북한의 용어는 다소 차이가 있는 경우가 대부분이다. 표는 우리나라의 농업용어사전과 북한의 토양사전을 통해 의미가 같거나 비슷한 것을 나타낸 것이다. 토지이용 분류를 위하여 산림과 논, 밭을 세분화 하여 도화할 때, 1) 농지정비를 염두에 둔 농경지의 유형과 2) 지형적 특성을 고려한 농경지의 유형 구분으로 나누어 수행하였다.

농업용어사전(1997, 농촌진흥청)	토양사전(1994, 농업출판사)
계단밭(terraced field) - 경지로 할 만한 평지가 귀하고 인구가 많은 지방이나 산악지대에서 비탈진 땅을 계단 모양으로 층지게 만들어 경작하는 밭. 다락밭	다락밭(terraced field) - 경사도를 낮추기 위하여 비탈밭에 층층대 모양의 계단을 만들어 놓은 밭
비탈뽕밭(mulberry field on the slope land) - 경사지에 조성한 뽕밭. 경사도가 15도 이하인 뽕밭에서는 평지수준의 생산성을 얻을 수 있음	비탈밭(dry field on slope) - 비탈각이 5°이상 되는 경사면에 놓여 있는 밭
계단식경작(terrace cultivation) - 평지가 귀한 곳에서 비탈진 땅을 계단같이 층지게 만들어 하는 경작 ※ 계단식농업, 계단식재배	다락논(terraced paddy field) - 비탈진 땅에 다락모양으로 만든 논. 다락논은 비탈면에 층층대로 배치한다. 너비는 보통 3°~7° 비탈땅에서 12 m, 8°~9° 비탈땅에서 7~8 m 정도로 한다.

1) 농경지 유형의 정의와 분류

먼저 농지정비를 고려한 농경지의 유형 구분은 다음과 같다(표 4). 논은 경작로 수로 등 수리체계를 고려한 남한의 경지정리논과는 달리 농지의 규격화와 확대를 목적으로

한 구획정리논과 평탄지 또는 곡간지에 등고선을 따라 분포하고 구획정리가 되지 않은 미구획정리논으로 구분하였다. 밭은 평탄지와 경사지에 위치하며 경작하고 있다고 생각되는 평탄지밭 및 경사지밭과, 등고선을 따라 계단을 이루고 있으며 실제로 경작하고 있다고 생각되는 계단밭으로 구분하였다. 한편, 해가림 차광막 색과 패턴이 독특하게 구분되는 인삼밭을 찾아낼 수 있었다. 사천유역은 또한 문서 자료에서 서술한 바와 같이 계단밭과는 또 다른 형태로 나타나는 뽕밭, 과수원 등의 지목을 분류하였다. 뽕밭은 계단밭보다 규모가 큰 편으로 기타농경지 면적의 약 70%를 차지하는 꽤 넓은 면적으로 분포하고 있었다.

2) 지형별 유형과 특성

위 항에서 농지정비를 고려한 농경지의 유형 구분이 끝난 다음으로는 미세지형과 경사도와 같은 지형적 특성을 고려한 농경지의 유형 구분을 살펴보았다(농촌진흥청 호남 농업연구소, 2003. 토양조사 이론과 실무기술). 미세지형은 1) 평탄지, 2) 선상지, 3) 곡간지, 4) 산록경사지, 5) 빙하퇴토, 6) 용식지형, 7) 단구지(대지), 8) 잔적지로 나뉘어진다. 경사는 단순경사 때와 복합경사 때의 명칭이 서로 다르고, 우리나라는 미국 농무성의 기준을 그대로 쓰지 않고 보다 명료하게 구분하여 쓰고 있다(표 5).

복합경사에서 평탄지는 경사도 2% 이하의 A slope 지역으로 주로 하해혼성평탄지, 사구와 사주, 하성평탄지를 포함한다. 과상지는 잔적지 지형에 속하고 경사도 2%~7%의 B slope 정도의 준평탄지를 말한다. 본 연구에서는 평탄지와 과상지에 해당하는 A, B slope 지역의 농경지를 ‘평탄지’ 논 또는 밭으로 하였다. 저구릉지와 구릉지는 각각 경사 7%~15%와 경사 15%~30% 정도이다. 곡간지는 이와 같은 저구릉, 구릉 및 산지 사이의 낮은 운적토(곡간층정도)를 말하므로 이에 해당하는 C, D slope 지역의 농경지를 ‘곡간지’ 논 또는 밭으로 하였다. 그 이상 되는 산악지와 고산악을 포함하는 E, F slope 지역의 농경지를 ‘산지’ 논 또는 밭으로 정의하여 면적 산정 등 자료 분석에 사용하였다.

먼저 농지정비를 고려하여 분류한 농경지의 유형 분류 결과를 기본으로 하여, 위의 기준에 따라 <그림 8>과 같이 평탄지 논·밭, 곡간지 논·밭, 산지 논·밭, 뽕밭·기타농지·과수원으로 농경지를 재구분하였다. 사천유역 토지이용 분류 결과 도화된 각각의 폴리곤에 대한 면적을 산출하고 지목별로 누가면적을 산출하였다.

표 4. 농지정비를 위한 농경지 유형 구분

농경지 유형	예	설 명
구획정리논		남한에서 경작로, 수로배치 및 필지규모 등을 고려한 경지정리논이라기 보다는 주로 농지의 규격화하고 확대하는 목적으로 구획된 논
미구획정리논		평탄지 또는 곡간지에 등고선을 따라 분포하고 있고 구획정리 하지 않은 논
평탄지밭		평탄지에 위치하며 경작하고 있다고 생각되는 밭
비탈밭(경사지밭)		경사지에 위치하며 경작하고 있다고 생각되는 밭
계단밭		등고선을 따라 계단(terrace)을 이루고 실제로 경작하고 있다고 생각되는 밭
인삼밭		파란색 또는 검은색으로 차광막을 덮어 놓았고 줄무늬 모양의 평행한 차광막 패턴이 보이는 인삼밭
기타(뽕밭,기타농지, 과수원 등)		계단밭보다 규모가 크며 뽕나무밭이라고 생각되는 곳, 위의 농경지에 포함되지는 않으나 경작의 흔적이 남아있는 곳, 과수원이라고 추정되는 곳

표 5. 지표면의 기복도 등급

등급 (Class)	경사도(%)		명 칭	
	미국 농무성	농촌진흥청	단순경사	복합경사
A	0~(1-3)	0~2	평탄지(Level)	평탄지(Flat)
B	(1-3)~(5-8)	2~7	매우약한경사	파상지(Undulating)
C	(5-8)~(10-16)	7~15	약한경사(Sloping)	저구릉,기복지(Rolling)
D	(10-16)~(20-30)	15~30	경사(Mod. Steep)	구릉지(Hilly)
E	(20-30)~(45-65)	30~60	심한경사(Steep)	산악지(Strrp,Mountain)
F	>(45-65)	>60	매우심한경사	고산악(V.steep,Alpine)

자료 : 농촌진흥청 호남농업연구소, 2003.

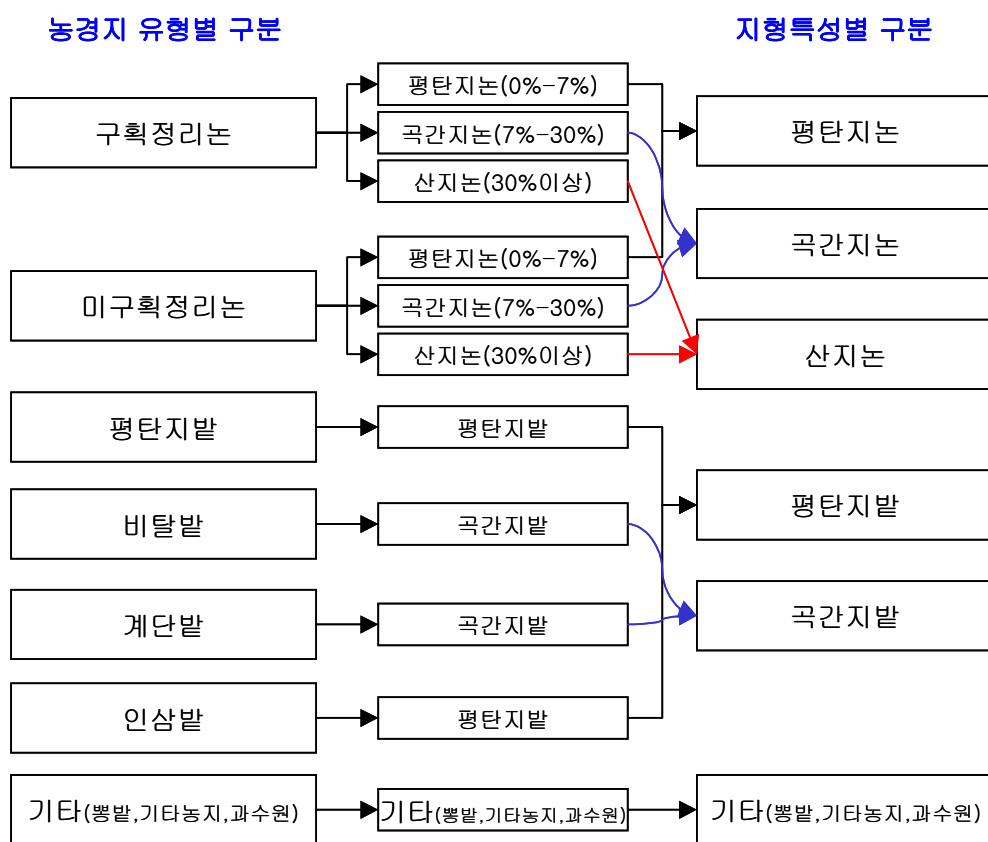


그림 8. 농경지 유형별 토지이용에서 지형 특성별 토지이용 구분으로의 전략

다. 산림 황폐지의 구분

이 연구에서 산림황폐지는 “산지이면서 정상적인 산림 생산 활동이 이루어지지 않고 방치되었거나, 경작지등 타 용도로 사용되어 산지 고유의 기능을 발휘하지 못하고 있는 산림지역으로서 여건이 바뀌면 조림 등의 복구 행위가 즉시 요구되는 지역”으로 정의하여 분석하였다.

또한 인공위성 영상에서 산림황폐지의 구분이 가능하도록 지표식생의 정도와 산지의 이용형태에 따라 산림황폐지를 나지, 개간산지, 무림목지의 3가지 유형으로 구분하였다(그림 4). 나지는 가장 전형적인 산림황폐지의 한 유형으로서 산림황폐화가 많이 진전되어 임목이나 지표식생이 거의 없고 지표침식이 비교적 넓은 범위에 걸쳐 진행되는 나지 상태의 산지, 즉 민둥산을 말한다. 개간산지는 산지에서 나무를 벌채하고 옥수수 등의 작물을 재배하는 지역으로 대부분 산지에 조성한 다락밭과 비탈밭이 이 범주에 속하며, 현재 집약적으로 농지로 이용되는 지역은 농지로 분류하였다. 한편 무림목지는 산림을 벌채 후 그대로 방치하거나, 지속적인 연료채취와 가축방목으로 인해 산림의 피복율이 낮고 관목림 상태로 남아있는 지역을 의미한다.

라. 임진강 유역의 농업기반 특성 및 정비방안

1) 임진강유역의 수문 및 수자원 특성

유로연장, 유역면적, 평균폭, 평균경사도, 평균표고, 분수선길이 등 유역의 수문특성 파악을 위해 조선대백과사전(1-30권) 등 북한발행 문헌과 한국하천일람(건교부) 등 국내 관련문헌을 조사하였다. 유역 특성값은 북한문헌과 남한문헌의 값이 서로 차이가 있는 것으로 확인되고 있으며 1차년도 보고서에서는 북한 발행자료의 특성값을 기준으로 제시하였다.

2) 임진강 유역 농업생산기반

임진강유역 북한지역 수자원 이용 및 농업생산기반시설 현황은 농업수리화, 기상과 수문 등 북한발행 정기간행물과 관련단행본 조사를 통해 파악하였다. 농업기반시설중 저수지, 수로 및 양수장 시설은 임진강하구권의 경우 입수된 QuickBird 위성영상을 통해 현황과 특성 파악이 가능하였다. 북한지역의 농업용수체계는 북한문헌자료, 위성영상(Landsat, Quickbird)과 축척 1/50,000 지형도를 활용하여 분석하였다. 그중 철원평야 봉래호지구의 경우에는 문헌과 1/50,000 지형도를 참고하였고, 개성 사천지구의 경우에는 문헌분석을 기초로 지형도와 Quickbird 위성영상 분석을 통하여 파악하였다.

남한지역 강원 철원지구와 파주 임진지구의 농업용수체계는 현지조사를 통하여 파악하였으며 Quickbird 위성영상을 통해 저수지, 양수장 등 수원공과 간선수로 등 수로 체계, 경지정리 특성을 분석하였다.

3) 북한의 임진강유역 농업기반정비 방향

유역내 북한지역 농업기반정비의 방향제시는 문헌자료, 위성영상(Landsat, Quickbird) 과 축척 1/50,000 지형도를 활용하여 분석된 임진강유역 북한지역 농업기반 현황과 특성에 기초하여 접근하였다. 유역내에서 농업용 저수지, 지하수 등 용수원이 부족한 지구, 용수시설의 개보수가 시급한 지구, 용수체계의 개편이 필요한 지구와 농지정비, 배수개선, 용수로개선 등 농지개량이 필요한 지구를 분석하고 그 개선방향을 제시하였다.

마. 개성공단 배후지 농업개발과 남북한 협력 방안

1) 개성공단 배후지 농업개발을 위한 후보지 분석

후보지 입지조건별 평가항목은 크게 토지이용, 토양, 지형, 도로 등의 자연환경을 중심으로 살펴보았다. 현재 농경지로 사용되고 있는 지역인가 하는 점에 착안하여 농경지 면적의 비율을 고려하였고, 밭으로 사용하고 있는 면적이 더 넓은가를 살펴보았다. 경사도가 30%까지 달하는 곡간지 보다는 평탄지에 위치한 농경지의 비율을 더 중요하게 생각하였고, 현토지이용이 무림목지, 나지, 도심지 등을 포함하는 기타인 지역은 낮게 평가하였다. 토양특성 중에서 토성과 구조에 대한 특성은 식토와 사토의 비율을 고려하여 총체적인 순위를 정했고, 수분조건은 논으로 이용되는 지역이 주로 축축함으로 나타나는 것을 고려하여 건조함의 비율이 높은 순서로 순위를 정하였다. 큰 알돌이 있는 토양은 적합하지 않다고 판단하여 평가하였다. 표고는 낮고 물길이 가깝고 도로가 인접한 지역에 대해 높게 배점하였다(표 6).

2) 개성공단 배후지의 농장개발 및 국제공유하천 사례분석

문헌 및 해외출장조사를 통하여 관련 자료를 수집하고 분석하였다. 분석방법은 경제학 및 지역계획학에서 사용하는 제표분석 등 통상적인 분석기법을 사용하였다.

표 6. 입지조건별 평가항목과 배점기준

	입지조건	평가항목		배점	
점수	20	토지이용 -농경지유형	농경지 면적 비율 (10)	60% 이상	10
				50% 이상	8
				40% 이상	6
				40% 이하	4
			밭면적>논면적 ? (10)	예	10
				아니오	8
	20	토지이용 -지형별유형	평탄지 논밭 비율 (10)	40% 이상	10
				20% 이상	8
				20% 이하	6
			무림목지,나지,기타 비율 (10)	10% 이하	10
				10% ~ 30%	8
				30% 이상	6
	10	토양 -토성및구조	총체적인 순위	1	10
				2	9
				3	8
				4	7
				5	6
	10	토양 -수분조건	건조함 비율 순서	1	10
				2	9
				3	8
				4	7
				5	6
	10	토양 -지질/지형	큰 알돌이 있는 토양아님	제방/독 시설면적 큰순서1	10
				제방/독 시설면적 큰순서2	9
			큰 알돌이 있는 토양임	면적 작은 순서1	8
				면적 작은 순서2	7
				면적 작은 순서3	6
	10	지형-표고	평균표고 낮은 순	그룹 1	10
그룹 2				9	
그룹 3				8	
10	지형-수계	물길 근접성	가깝고 많음	10	
			있음	8	
10	시설-도로	도로 근접성	가깝고 많음	10	
			있음	8	
			없음	6	

2. 연구개발 추진전략

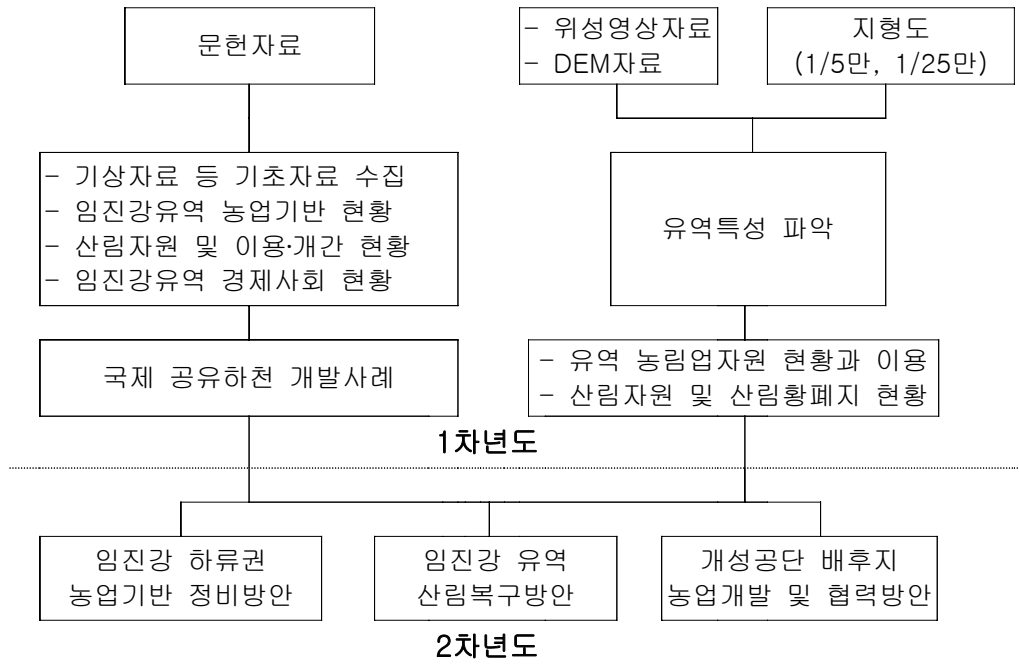
- 주관연구기관인 한국농촌경제연구원과 협동연구기관인 농업과학기술원, 국립산림과학원과의 긴밀한 협조 하에 자료를 공유하고 서로 아이디어를 교환하는 보완적인 관계에서 연구를 수행함.
 - 지리, 기상, 수문, 토양, 지질 등 국내의 임진강유역 문헌자료, 지형자료, 수치지형자료의 수집분석
- 유역분류 및 농업기반 정보 취득
 - DEM 및 지형도 자료를 활용하고 RS 및 GIS 기법을 이용하여 임진강유역을 고미탄천, 평안천, 역곡천, 한탄강, 사미천, 사천, 문산천, DMZ이북, DMZ이남 등 소유역으로 분할하고 소유역의 지형, 수문 등 특성을 파악함.
 - 저해상도 위성화상 및 고해상도 위성화상을 이용한 RS 기법을 통하여 유역내 농경지 분포상황을 고찰함.
 - 고해상도 위성화상을 이용한 RS 기법에 의하여 임진강하류권의 농업기반 실태, 특성 및 문제점을 파악하고 정비방안을 도출함.

분야별	보유 자료	비 고
지형도	○ 지형도(군사지도) ○ 임진강유역 개략 분류도 ○ 북한행정구역도	25만분도, 1/5만분도
수치지도	○ 북한지역 Raster형 수치지도 ○ 수치지형모델(DEM)	25만분도, 1/5만분도 해상도 30m
위성자료	○ Landsat TM	해상도 30m
문헌자료	○ 정기간행물 : 농업수리화, 기상과 수문, 지질 및 지리과학 등	북한발행 자료

- 임진강유역 농업기반현황 및 정비방안
 - 문헌자료 및 기존연구 분석자료를 이용하여 임진강유역 북한지역의 농업기반 현황을 파악함.
 - 남한지역 농업기반 정비 실태는 철원평야지구, 임진지구 등의 현지조사 및 문헌자료를 통해 파악함.
 - 임진강유역 남·북한 지역의 농업기반의 차이점을 규명하고 북한지역의 농지 이용방안, 수자원이용방안 및 농업기반 정비방안을 도출함.

- 임진강 하류권의 산림자원 특성 및 황폐지 복구 방안
 - 임진강 전유역에 대한 산림현황과 산지의 일반적 특성 관해서는 기존의 선행 연구결과와 문헌자료들을 수집하여 정리함.
 - 임진강 하류권 지역의 산림자원, 산지이용·개간 및 산림황폐지 실태를 정밀 분석하기 위하여 QuickBird, IKONOS, OrbView 등 고해상도 위성영상자료를 이용하며, 필요시 KOMPSAT, Landsat 및 IRS 영상자료를 참조자료로 활용함.
 - 임진강 유역의 산지지형 분석을 위한 기본 데이터는 1" 수치지형고도데이터(DTED)를 이용하며, 하류권 지역에 대한 정밀 지형분석을 위해서는 입체 SPOT 영상을 이용하여 제작된 보다 해상도가 높은 수치고도모델(DEM)을 이용하여 산림황폐지 및 경사지 이용실태를 분석하고 산림황폐지 복구방안을 수립함.
- 국제공유하천 분쟁사례 및 남북공동 임진강유역개발 추진방향
 - 문헌분석 및 인터넷 검색을 통해 공유하천 분쟁사례 및 공동개발사례를 조사함.
 - 필요할 경우 국제공유하천 분쟁사례 조사를 위한 해외 출장 시행함.
- 임진강 하류권 농업기반현황 및 정비방안
 - 농과원 및 임업연구원의 Remote Sensing 결과를 이용하여 지구내 농지이용, 농업기반시설, 농업용수체계, 경지정리실태 등 농업기반 현황을 정밀하게 파악하고 개선방안을 수립함.
- 개성공단 배후지 농업개발 및 남북한 협력방안
 - 배후지농장 선정, 정지공사 및 용수개발 등 사업비용 산출 등을 위해 고해상도 위성영상자료 및 지형도를 활용함.
 - 개성공단개발사업의 추진 및 개성지역 관광사업 여부에 따라 대상지역에 대한 현지답사를 추진토록 함.
 - 한국토지공사, 현대아산 등 개성공단개발 참여업체의 관련 자료를 공유토록 함.

3. 연구개발 추진체계



제2절 연구개발 내용 및 범위

1. 연구개발 목표와 내용

- 임진강유역 농업 관련 자료의 수집
 - 강우량, 평균기온, 유출량 등 유역의 기상 및 수문자료 수집
 - 용수체계, 경지정리, 경사지개간 등 유역의 농업기반 관련자료 수집
 - 영농활동 실태에 관한 일반적인 자료
- 농경지 이용 현황을 위한 토지피복분류
 - 유역정비방안에 초점을 맞춘 토지피복분류체계 확립
 - 경지정리 현황, 유형별 농지현황, 이용실태, 지형특성별 현황
 - 용수체계 분석을 위한 저수지 분류
- 임진강유역 농림업자원 현황
 - 행정구역, 지리·지형·지질, 강우량, 평균기온 등 일반현황
 - 행정구역별, 소유역별 농경지·산림 분포 및 이용실태
 - 수자원 부존량 및 농업용수 이용실태
- 임진강유역 정밀지형 특성 (DEM자료 활용)
 - 소유역 분류
 - 유역의 면적, 길이, 고도, 기울기, 유로연장 등 지형특성 정밀분석
 - 고도별, 경사도별, 수계별 농경지 및 산림 분포 현황
- 임진강유역 농업기반 특성 및 정비방안
 - 북한지역 농업기반 현황
 - 논, 밭 등 농경지 분포
 - 수원공(저수지, 양수장), 용수체계(간선, 지선, 지거) 특성 및 문제점
 - 경지정리, 경사지 개간 특성 및 문제점
 - 남한지역 농업기반 현황
 - 철원군 철원평야지구의 농업기반 현황 (용수체계, 농업용수이용 실태 등)
 - 파주군 임진지구의 농업기반 현황 (용수체계, 농업용수이용 실태 등)
 - 임진강유역 북한지역 농업기반 정비방안
 - 지형, 기상, 토양 특성을 고려한 농경지 이용방안
 - 구획계획, 농도배치, 용·배수로계획 등 경지정리 방안
 - 농업용수 개발 및 이용방안

- 용배수로 노선체계 개선 방안
- 위성자료를 이용한 임진강 하류권 농업기반 조사 및 정비방안
 - 지역내 농업기반 정밀 조사
 - 농경지 이용현황 (논, 밭 등)
 - 수리시설 관련정보 (저수지, 양수장, 보 등 수리시설 제원)
 - 용배수로 체계 (수원공, 용수로, 배수로 등)
 - 경지정리 현황 (경지정리실태, 필지규모, 구획형상 등)
 - 농업기반 정비방안
 - 경지정리방안 (구획계획, 농도배치, 용·배수로계획 등)
 - 용수이용방안 및 용배수로체계 개선방안
- 임진강 하류권의 산림자원 특성 및 황폐지 복구 방안
 - 임진강유역의 산림자원, 산지이용 및 산지개간 실태 파악
 - 임진강 하류권 정밀 지형 특성 분석
 - 임진강 하류권 산림황폐지 실태 파악 및 복구방안
- 국제공유하천의 공동개발사례 및 임진강유역에서의 적용방안
 - 국제공유하천의 분쟁 및 해결사례, 공동 개발 및 관리운영 실태
 - 임진강유역 공동개발에 주는 시사점 및 적용방안
- 개성공단 배후지 농업개발 및 남북협력 방안 수립
 - 개성공단 배후지 시범농장 적지선정 및 활용방안
 - 시범농장의 토지이용계획, 용수이용계획, 사업비 추정
 - 배후지 농업개발사업 추진방안 및 남북한 협력방안

2. 연차별 연구개발 목표와 내용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위	연구개발 결과
1 차 년 도	○ 임진강유역의 농업 및 영농 현황	- 유역개황, 농경지 분포현황 및 이용실태 - 유역의 경제사회 현황 - 유역의 영농 실태	- 농경지이용 실태 - 농업용수이용 실태
	○ 유역지형 특성 (DEM활용)	- 소유역 분류 - 유역의 면적, 길이, 고도, 유로기울기 및 연장 등 지형특성 정밀분석 - 고도별, 경사도별, 수계별 농경지 분포 현황	- 유역 DEM 자료 - 유역도, 소유역도
	○ 임진강유역 농업기반 특성 및 정비방안	- 북한지역의 농업기반 특성 및 문제점 · 농경지이용, 수원공, 경지정리, 경사지 개간 등 - 남한지역의 농업기반 특성 · 용수체계, 농업용수이용 실태 등 - 임진강유역 북한지역 농업기반 정비방안	- 임진강유역 농업기반 특성 및 정비방향
	○ 유역정비방안을 위한 임진강 하류권 토지이용 분류	- 고해상도 위성영상 자료 입수 및 전처리 - 유역정비방안에 초점을 맞춘 토지이용 분류체계 구축	- 좌표등록 위성영상 - 토지이용 분류체계
	○ 임진강 하류권 산림 현황 및 이용실태 파악	- 임진강 유역의 산림 및 산지의 일반적 특성 파악 - 임진강 하류권의 산림자원, 산지이용형태 및 산지개간 실태 분석	- 산림자원 현황 - 산지이용 및 개간 현황
	○ 임진강 하류권의 산림황폐지 실태 파악	- 임진강 하류권의 산림황폐지 실태 정밀 분석	- 산림황폐지 현황
	○ 국제공유하천의 공동 개발사례 및 임진강 유역에서의 적용방안	- 국제공유하천의 공동개발 및 관리운영 실태 - 임진강 유역에 주는 시사점 및 남북 공동 개발 추진방향	- 국제공유하천의 공동개발의 시사점

구 분	연 구 개 발 목 표	연구개발 내용 및 범위	연 구 개 발 결 과
2 차 년 도	○위성자료를 이용한 임진강하류권 농 업기반 조사 및 정비방안	- 지역내 농업기반실태 정밀 조사 · 농경지 이용현황 · 수리시설 관련정보 · 용배수로 체계, 경지정리 현황 - 농업기반 정비방안 · 경지정리방안 · 용수이용방안 및 용배수로체계 개선방안	- 농경지이용 방안 - 농업용수 개발방안
	○임진강 하류권 농 경지 이용 현황	- 경지정리 현황, 유형별 농지현황, 이용실 태, 지형별 농지특성 - 용수체계분석을 위한 저수지 분류	- 농경지이용 현황 - 저수지 현황
	○임진강 하류권의 정밀 지형특성 분 석	- 정밀 수치고도모델(DEM)을 이용한 산지 지형 특성 분석 - 임진강 하류권의 경사지 이용실태 분석	- 지형요인별 산림 황폐지 분포 현황
	○임진강 하류권의 산림황폐지 복구 방안 수립	- 임진강 하류권의 산림황폐지 유형별 복 구방안 수립	- 산림황폐지 복구 방안 및 비용 산출
	○개성공단 배후지 농업개발 및 남북 한 협력방안	- 지형분석, 농지 및 수자원 이용 실태 - 토지 및 용수 이용계획, 사업비 추정 - 배후지 농업개발 및 남북한 협력방안	- 개성공단 배후지 농업 개발방안 - 남북한 농업협력 방안

제3절 연구개발 결과

1. 임진강 유역의 산업 및 영농현황

가. 수문 및 수자원 특성

1) 유역 특성

임진강은 한강의 제1지류로 북한지역의 강원도 법동군, 천내군과 평안남도 양덕군의 경계지역에 위치한 두류산(해발고 1,323m)에서 발원한다. 임진강은 북강원도 법동군, 판교군, 이천군, 철원군을 경유하며, 한강의 하구에서 북한지역인 개성시 관문군과 남한지역인 경기도 파주시 사이에서 한강과 합류하여 서해의 강화만으로 흘러든다. 따라서 한강의 지류이지만 한강의 하류부에 합류하므로 거의 독립하천으로서의 특징을 나타낸다.

북한문헌에 따르면 임진강의 지형특성은 다음과 같다. 임진강의 유로길이는 272.4km이며, 이 중 북한지역의 유로길이는 172km로 총 길이의 63.1%에 해당한다. 임진강의 총 유역면적은 8,129.5km²이며, 이 중 북한지역에 속한 유역면적은 5,124.7km²로 전체 유역면적의 63%에 해당된다. 임진강유역 북한지역의 평균 하폭은 29.8km이며, 평균경사는 1.9/1000이다. 하천망의 밀도는 0.41km/km², 유역평균 해발고는 340m이다.

임진강의 분수령을 이루는 산맥들은 북쪽에서는 비교적 높고, 남쪽으로 내려가면서 낮아진다. 유역의 서쪽에는 아호비령 산맥이 서남방향으로 위치하는데, 이 산맥은 예성강유역과 대동강유역의 분수령이다. 분수령에는 덕골산(1,129m)과 성재봉(1,102m)을 비롯하여 해발 1,000m가 넘는 산과 봉우리들이 있다.

임진강에 흘러드는 하천들의 유역면적별 구성을 보면, 주요지류 42개중 유역면적 50km²이하의 하천이 10개, 50.1~100km²의 하천이 12개, 100.1~200km²의 하천이 8개, 200.1~500km²의 하천이 8개, 500.1~1,000km²의 하천이 1개, 1,000.1~3,000km²의 하천이 2개이다. 유역면적 200km²이하 하천이 모두 30개로 전체 개수의 약 71%를 차지한다. 이와 같이 지류들은 소하천이 대부분이다.

고미탄천, 역곡천, 평안천은 DMZ(비무장지대) 북쪽에서 합류하는데, 하구로부터 84.5km 지점에서 DMZ를 지난다. DMZ 남쪽에서 한탄강, 문산천, 사천 등의 지류가 합류하면서, 지형 및 지질 특성상 심한 사행을 이루며 한강 하류부 우안측에 합류하여 서해로 유입한다. 고미탄천, 한탄강, 평안천, 역곡천 등의 큰 지류는 주로 좌안에 집중되

어 있다(그림 1-1, 표 1-1).

임진강의 상류는 전형적인 산지 하천으로 하상경사가 아주 급하고, 연안의 충적지는 넓지 못하다. 행정구역상으로 북강원도가 51.9%, 개성시가 10.3%, 황해북도가 0.8%, 경기도가 25.8%, 강원도(남)가 11.2%를 점하고 있다.

일반적으로 소하천이 대하천으로 유입할 때, 지형적으로 대하천의 흐름방향에 예각으로 자연스럽게 유입하게 되나, 임진강의 경우에는 한강과 합류하여 90도 방향을 선회하여 서해로 유출된다. 따라서 두 하천간에 침투유출이 발생할 경우, 심각한 배수불량 현상이 발생하게 되어 홍수 배제에 지장을 초래하는 요인으로 작용하게 된다.

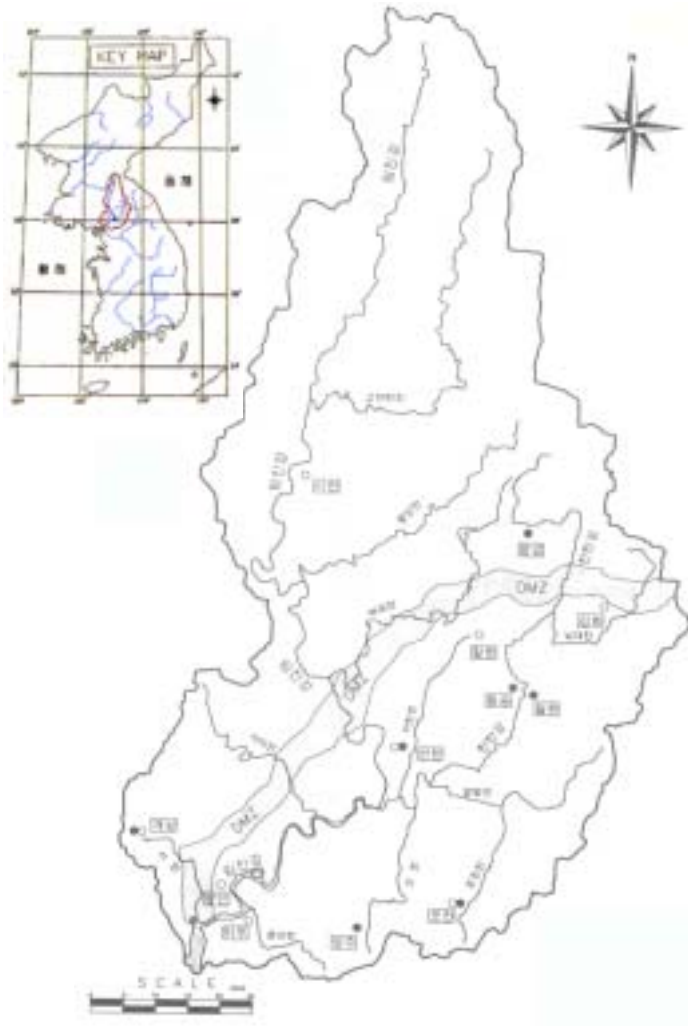


그림 1-1. 임진강 수계도

표 1-1. 임진강 주요 지류의 주요 수문특성

하천명		유로 길이 (km)	유역 면적 (km ²)	평균 너비 (km)	평균 경사도 (1/1000)	평균 높이 (m)	분수선 길이 (km)	시작지점	합류지점
1지류	2지류								
구당리천	-	37.5	171.9	-	-	-	-	강원판교 화개산	강원판교 용지리
개런천	-	21.5	84.6	3.9	18.3	495	45.2	강원판교 선바위산	강원판교 명덕리
고미탄천	-	123.5	1,088	8.8	6.9	656	193.7	강원법동 대화봉	강원판교 용당리
고미탄천	용지천	36.5	236.7	6.5	13.9	576	66.0	강원세포 연대봉	강원세포 서하리
평안천	-	86.7	404.5	4.7	7.0	373	150.2	강원세포 장바위산	강원철원 철원읍
구룡강	-	35.8	108.1	3.0	8.3	240	73.6	강원철원 고압산	강원철원 읍, 상하리
역곡천	-	89.3	446.0	5.0	3.6	243	131.6	강원평강 신성산	강원철원 오탄, 삭녕리
한탄강	-	139.6	2,470.5	17.7	3.5	28.6	297.8	강원평강 박자산	경기연천 진곡, 군남면
한탄강	남대천	47.0	450.4	9.6	4.6	286	297.8	강원김화 수태고개	강원철원 서면 갈말읍
사미천	-	54.0	457.5	8.5	4.2	154	114.0	개성장풍 자라봉	경기연천 백학면
포천천	-	31.0	242.4	-	-	-	-	경기포천 축석령	경기포천 영중면
문산천	-	35.5	186.2	5.2	7.9	109	64.8	경기양주 한강봉	경기파주 문산읍
사천	-	37.5	367.0	9.8	7.4	79	101.0	개성 자라봉	개성판문 임한리
임진강 전체		272.4	8,129.5	29.8	-	340	554.0	강원법동 두류산	개성판문 경기파주

2) 수자원 부존 및 이용 특성

임진강은 북한지역에서도 강수량이 아주 많은 지역으로, 유역 연평균 강수량은 1,483mm이다. 유역의 평균증발량은 452mm이고 유출고는 1,031mm이며, 유출계수는 0.70이다. 주요 지점별 연평균 강수량은 판교 1,388mm, 법동 1,389mm, 후평 1,451mm, 이천 1,438mm로 상당히 많은 편이다(표 1-2).

임진강 유역의 수자원량은 838,336×10⁴m³이다. 북한지역의 행정구역에 따른 수자원 분포는 강원도가 54.3%인 169,720×10⁴m³, 개성시가 10.9%인 124,712×10⁴m³이다. 황해북도가 가장 낮은 비율을 차지하며, 상류가 높고 하류로 내려오면서 낮아지는 특성을 보이고 있다.

표 1-2. 임진강 주요 지류의 수문학적 특성

하천명	유역면적 (km ²)	강수량 (mm)	증발량 (mm)	유출고 (mm)	비유량 (t/s/km ²)	유출계수
임진강	8,129.5	1,483.4	452.3	1,031.2	32.7	0.70
사천	367.0	1,350.0	473.3	876.7	27.8	0.65
사미천	457.5	1,580.0	633.9	946.1	30.0	0.60
한탄강	2,470.5	1,458.9	693.0	765.9	31.0	0.51
역곡천	446.0	1,501.0	504.5	996.5	31.6	0.66
평안천	404.5	1,491.5	416.1	1,075.4	34.1	0.72
고미탄천	1,088.0	1,454.0	344.0	1,110.0	35.2	0.76

임진강은 강수량이 많기 때문에 수자원도 아주 풍부한 편이다. 총 수자원량은 838,336×10⁴m³이며 그 중 3/5은 북한지역에, 2/5는 남한지역에 분포한다. 임진강 유역의 단위 면적당 수자원량은 103.1×10⁴m³/km²로서, 북한지역 평균값의 1.33배이며 두만강 유역의 2.3배, 대동강 유역의 1.2배, 압록강 유역의 1.6배이다(표 1-3).

수자원의 지역적 분포는 북한의 북강원도에 52.6%, 황해북도에 0.75%, 개성시에 10.85%이고, 남한의 강원도와 경기도에 35.8%를 나타내고 있다. 하류로 내려오면서 유출비율이 감소하며 단위면적당 수자원량은 현저히 적어진다. 북한지역 유역의 수자원량은 539,478×10⁴m³이다.

표 1-3. 임진강 주요 지류의 계절별 수자원량

단위 : 10⁴ m³

지류명	봄	여름	가을	겨울	연간
사천	1,995	26,415	2,317	1,448	32,175
사미천	2,684	35,535	3,116	1,948	43,283
한탄강	15,457	204,685	17,951	11,218	249,311
역곡천	2,756	36,499	3,201	2,001	44,456
평안천	6,437	27,277	8,178	1,610	43,499
고미탄천	19,203	73,432	22,947	5,193	120,775
임진강 전체	51,977	688,274	30,360	37,725	838,336

단위면적당 유량을 나타내는 비유량값은 $0.0327\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 로서 두만강 유역의 2.5배가 된다. 유역 내에서 단위면적당 수자원이 가장 많은 하천은 고미탄천으로 km^2 당 수자원량은 $111 \times 10^4 \text{ m}^3$, 비유량은 $0.0352\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 이다. 임진강 지류들의 연간 유량을 보면, 북한지역에 위치한 고미탄천은 $38.3\text{m}^3/\text{s}$, 평안천은 $13.8\text{m}^3/\text{s}$, 역곡천은 $14.1\text{m}^3/\text{s}$ 이며, 남한지역에 위치한 한탄천은 $76.6\text{m}^3/\text{s}$ 이다.

연간 유출량의 82.1%가 여름철에 집중되어 있어, 여름철 유출비율은 북한지역의 하천 중에서 가장 높다. 그러나 봄철 유출과 가을철 유출은 다른 하천에 비하여 낮은 편이며, 특히 4월과 5월의 경우에 더욱 그러하다. 북한지역 서해유입 하천의 봄철 유출비율은 평균 11~20%이고, 가을철은 평균 16~26%인 것과 비교하여, 임진강 유역은 봄철에 5~10%, 가을철에 10%정도로서 유출비율이 현저히 낮은 편이다(그림 1-2).

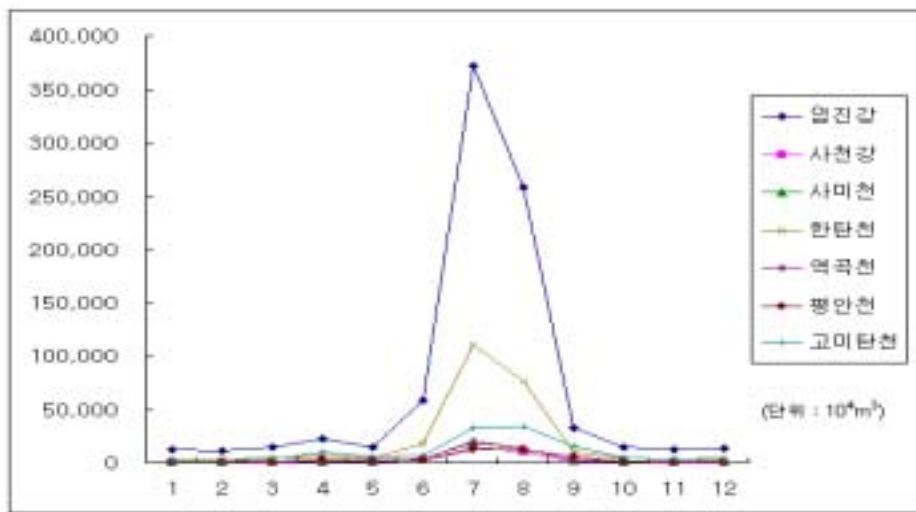


그림 1-2. 임진강 주요 지류의 월별 유출량 추이

4월의 유출비율은 압록강 6.7%, 두만강 5.2%, 대동강 6.3%, 청천강 5.5%, 예성강 5.1%이지만, 임진강은 2.7%이다. 5월에는 임진강의 비율이 1.8%이지만, 예성강은 4.4%, 대동강유역은 4.8%, 압록강은 8.0%이다. 이는 상대적으로 여름철에 강수가 집중되고, 유출량의 자연조절이 거의 없기 때문인 것으로 분석된다.

7월에는 연간 유출량의 44.3%가 유출되는데, 이는 압록강 유역의 20%, 청천강 유역의 30.4%, 대동강 유역의 27.9%, 예성강 유역의 31.7%와 비교하여 높은 비율이다. 그러나 9월의 유출비율은 3.9%로 다른 서해유입 하천들보다 7~10%정도 낮다. 이와 같이 임진강유역은 7~8월에 유출의 집중성이 매우 크며, 봄과 가을의 유출비율이 상대적으로 낮은 것이 특징이다.

임진강 유역 평균 강수량 1,483mm는 북한의 하천 유역 중에서 큰 값으로 두만강 유역의 2배 이상, 성천강 유역의 1.4배가 된다. 계절별 강우분포는 여름철 64.2%, 봄철 15.7%, 가을 15.6%, 겨울에 4.5%이다.

임진강 유역에서 7~8월은 유출의 집중과 급한 하상경사로 인해 홍수가 자주 발생한다. 유역내 주요지점 평균 최소유출량은 후평 1.01m³/s(1957년~1980년), 이천 2.63m³/s(1956년~1980년)이며, 최소유출은 1963년 1월로 기록되었다. 유출비율은 상류에서 하류로 내려오면서 급격히 낮아지는데, 이는 상류지역인 이천지역에 호우의 중심세력이 위치하기 때문이다.

임진강 유역의 지하수 자원은 약 27,645×10⁴m³이다. 유역면적이 비교적 크고, 강수량이 많기 때문에 유역내 지하수 자원은 압록강, 대동강, 두만강, 청천강 다음으로 많다.

유역의 최상류부에는 상부원생대 직현통의 역암, 규암, 사암 등이 분포되어 있다. 유역내 지하수는 주로 공동수와 균열수이다. 임진강은 상류와 중류 지대에서 산지하천의 성격을 나타내는데, 기반암에는 주로 풍화균열과 구조균열이 발달되어 있다. 따라서 균열 내에는 구조균열수와 풍화균열수가 부존하는데, 주로 구조균열수가 많은 비중을 차지하며 풍화 균열수는 낭림층군 편마암과 연화산암군 화강암 분포지대에서 찾아 볼 수 있다.

제4기 분출암 지대에는 층간수가 부존되어 있는 것이 특징적이다. 층간수들은 제4기 현무암의 층리나 절리에 부존되어 있다. 예로 철원군 회산리에 있는 지하수를 들 수 있으며, 이 일대에는 제4기 현무암이 넓게 분포되어 있고, 현무암에는 절리들이 발달되어 있다. 이러한 층간수들은 주로 철원, 평강, 세포군에 분포한다.

임진강 유역의 수자원 이용량은 전체 수자원 부존량의 약 5%인 39,814×10⁴m³로 아주 낮은 수준이다. 수자원 이용에서 가장 큰 부분을 차지하는 것은 농업용수로, 총 수자원 이용량의 57.2%를 차지하고 있다(표 1-4).

행정구역상으로는 개성지역에서 전체 이용량의 52.3%를 이용하고 있다. 이는 개성지역에 위치한 송도저수지에서 다량의 발전용수를 소모하기 때문이다.

<표 1-4>에서 갈수기인 봄철에도 42,000×10⁴ m³ 이상의 자원이 있다는 것을 알 수 있다. 이것은 봄철에 약 53.0m³/s의 수자원이 이용되지 못하고, 그대로 하천으로 유출되는 것을 의미한다. 수자원의 개발이용량이 전체 수자원의 약 5% 수준이다.

월별 지표수자원 이용량이 가장 많은 6월에도 총 지표수자원의 12.5%만을 이용한다. 이상에서 볼 수 있는바와 같이, 북한에 위치한 유역에서는 공업용수, 농업용수, 생활용수를 충분히 공급하고도 798,520×10⁴m³의 지표수 자원이 남는 것으로 나타난다.

임진강유역의 수자원은 52.6%는 북한의 강원도에, 0.75%는 황해북도 토산군에, 10.85%는 개성시에, 35.8%는 남한의 강원도와 경기도에 분포되어 있다.

표 1-4. 월별·계절별 수자원 이용현황

단위 : 10⁴ m³

월별·계절별	수자원량	이용량	과부족
3월	14,252	1,627	12,625
4월	22,634	2,446	20,188
5월	15,090	5,791	9,299
봄 소계	51,976	9,864	42,112
6월	58,683	7,315	51,368
7월	371,383	6,155	365,228
8월	258,206	6,041	252,165
여름 소계	688,274	19,511	668,763
9월	32,695	3,037	29,658
10월	15,090	1,718	13,372
11월	12,575	1,421	11,154
가을 소계	60,360	6,176	54,184
12월	13,413	1,421	11,991
1월	12,575	1,421	11,154
2월	11,737	1,421	10,316
겨울 소계	37,724	4,263	33,461
계	838,334	39,814	798,520

나. 임진강 유역의 경제사회 현황

한반도의 중북부에서 남북으로 흐르는 임진강은 북한의 강원도 법동군, 천내군, 평안남도 양덕군의 경계에 있는 두류산에서 발원하여 북한의 강원도 철원을 지나 남쪽으로 흐르면서 한국의 포천군 진곡의 한탄강과 합류하여 고랑포를 지나 한강과 합류한 다음 개성직할시 판문군, 개풍군, 경기도 파주군, 김포군, 강화군과 경계를 이루면서 강화만으로 흐른다. 남북한 총연장이 254.6km에 이르며 이 중 171.1km는 북한, 나머지 83.5km는 남한 지역에 속한다. 총유역면적은 8,129.5km²이고 유역의 연평균 강수량은 1,483mm로 강수량이 많은 편이며 전체 유역의 평균 폭은 약31.9km이다. 북한은 1990년대 임진강 본류와 지류에 4월5일 1, 2호 댐을 비롯하여 20여 개의 중소형 발전소를 건설하여 농업용수 공급 및 발전용으로 사용하고 있으나 총 발전량은 100만kw 미만인 것으로 알려져 있다.

임진강 유역은 중화학공업보다는 식품산업을 중심으로 하는 경공업 위주의 산업이 주축을 이루고 있다. 개성은 이 지역의 중심에 위치하고 있다. 개성은 북쪽으로는 황해북도 금천군과 토산군, 서부는 예성강을 경계로 황해남도 배천군, 동부는 임진강을 사이에 두고 강원도 철원군, 군사분계선을 경계로 하여 경기도 연천군, 파주군과 이웃하고 있으며 남쪽으로는 한강 어귀의 군사분계선을 경계로 경기도 김포군, 강화군과 마주 보고 있다. 1955년 행정구역 개편에 따라 개성시와 개풍군, 판문군을 한데 묶어 직할시로 승격하였으며 그 후 1960년 황해북도에 속해 있던 장풍군과 강원도 일부 지역이 개성에 편입되었다. 개성시는 현재 1개 시(개성시)와 3개군(개풍군, 장풍군, 판문군)으로 이루어져 있다. 2003년 6월 북한의 행정구역 개편에 따라 개풍군과 장풍군은 황해북도에 편입되었다.

개성시는 과거 상업의 중심도시였으나 현재는 경공업 중심도시로 발전하였다. 개성시를 제외한 나머지 군의 주산업은 농업이며 벼가 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 이 밖에 옥수수, 콩, 밀, 보리 등을 재배하며 개풍군과 판문군은 인산을 재배한다. 개성복숭아는 이 지역 과일 생산의 25%를 차지하며 배, 감 등도 주요 과일이다.

개성직할시는 중공업보다는 경공업이 비교적 발달되어 있는 편이다. 방직공업과 인삼을 이용한 식품산업이 주된 산업이라고 할 수 있다. 개성에 있는 주요 식품 산업체로는 개성고려인삼주공장, 개성식료품공장, 개성기름가공공장, 개성육류가공공장 등이 있다. 개성고려인삼주공장에서는 고려인삼주와 죽력고주를 생산하며 이 밖에 개성인삼을 원료로 평양냉천사이다공장에서 삼백술과 감홍로주를 생산하는데 감홍로주는 개성에서 생산되는 인삼원액에다 신덕샘물을 혼합하여 제조되는 고급주이다. 개성식료품공장에서는 간장과 된장을 생산하는데 연간 생산 능력이 각각 60,000kl, 80,000톤인 것으로 알려져 있다. 이 밖에 개성구두신발공장이 있는데 구두 및 비닐신발을 생산하며 연간 생산능력은 300만 켤레이다. 개성제지공장과 개풍제지공장은 과거 이 지역의 풍부한 산림자원을 바탕으로 산업 활동이 활발하였으나 최근에는 원료 부족으로 조업이 중단되고 있다.

흔히들 개성은 방직과 도자기의 고장이라고 한다. 개성의 산업 중에서 방직공업은 가장 큰 비중을 차지한다. 개성방직공장은 방적직장, 직포직장, 염색직장으로 이루어져 있다. 1954년 개성직물생산협동조합으로 발족하여 1956년 시설을 확장한 후 1958년 개성직물공장으로 개칭한 후 염색설비를 확충하여 종합방직공장으로 성장하였다. 연간 방적사 생산능력은 3,000톤, 직물은 2,500m²에 이르며 주요 생산제품은 면, 비닐론, 혼방 등 30여종의 방적사, 격자직, 비닐론 양복천, 면직물, 견직물 등을 다양하게 생산한다. 개성에 있는 주요 피복공장으로는 개성피복공장, 9월14일피복공장, 자남산수출피복공장 등이 있다. 이들 공장은 평양과 함흥, 신의주에서 생산된 천을 이용하여 여러 가지 의류를 제조한다. 개성에는 개성도자기공장과 개성유리공장이 있다. 개성유리공장

은 유리병, 교육용 실험기구 등을 생산하며 연간 생산능력은 12만 상자이다.

개성은 중부지역 교통의 요충이다. 주된 교통수단은 철도와 도로이며 평양과 개성을 잇는 총연장 186.5km의 평부선이 개성의 중앙을 지난다. 평양과 개성을 잇는 평양-개성 고속도로는 총연장 168km의 왕복 4차선 아스팔트 포장 도로이며 이 밖에 평양과 개성을 연결하는 총연장 193.6km의 1급 도로, 개성과 해주를 잇는 2급 도로, 개성과 군소재지를 잇는 도로가 연결되어 있다.

개성 지역 특산물로는 인삼, 대추, 도자기, 죽세공품, 수예품, 완초제품 등이 있다. 개성직할시의 인구는 1990년 4월 선출된 북한 최고인민위원회의 9기 대의원수를 기준으로 추계할 때 411,496명으로 추산되지만 2002년 유엔식량농업기구와 세계식량계획이 대북 식량지원을 위해 추계한 인구는 380,000명이나 행정구역별로는 정확한 인구를 추계하기 어렵다.¹⁾

임진강 아래쪽인 남한 지역은 연천군, 철원군, 파주시, 포천군 등이 임진강 유역에 속한다. 이 지역의 총인구는 493,238명으로 인구수는 많지 않은 편이다(표 1-1). 이 지역의 주된 산업은 농업이지만 식품, 도자기, 피혁가공, 관광, 인쇄·출판, 반도체 등 전통적인 산업과 첨단산업이 복합적으로 발달되어 있다. 최근 남북한 교류가 활발해지고 남북한 철도 및 도로 연결, 개성공단 개발이 본격적으로 추진되면서 이 지역은 남북한 교류협력의 거점이 되고 있으며 주된 통로이다. 특히 파주지역은 최근 대규모의 LCD 공장이 들어서면서 앞으로 첨단산업을 계속적으로 유치할 수 있는 좋은 입지를 갖추고 있다. 따라서 임진강유역의 남한 지역은 북한과의 교류협력을 위한 교두보 역할을 할 것으로 기대되며 남북한의 산업연계 효과가 큰 산업을 중심으로 산업구조의 개편이 활발히 진행될 것으로 전망된다.

표 1-5. 임진강유역 남한지역 인구

행정구역	세 대	인 구 수		
		계	남	여
연천군	17,974	50,655	25,974	24,681
철원군	17,127	50,532	25,673	24,859
파주시	82,207	237,341	120,598	116,743
포천군	23,997	154,710	80,144	74,566
계	141,305	493,238	252,389	240,849

주 : 2002년 말 기준

1) FAO/WFP가 2002/03년 양곡연도 중간 기준으로 추정된 인구임(FAO/WFP, Special Report: FAO/WFP Crop and Food Supply Assessment Mission to the DPR Korea, Oct. 28, 2002.

다. 임진강 유역의 영농 실태

임진강의 중심지에 위치하는 개성시는 한강, 임진강, 예성강, 사천강 등의 관개수원이 풍부하여 농업이 발전하고 있다. 주위에는 해발고도가 100m 이하인 풍덕평야, 삼성평야, 신광평야 등이 자리 잡고 있다. 개성직할시의 경지면적은 29,510ha이며 이 중 논 면적은 12,500ha로 전체 경지면적의 42.3%를 차지한다(표 1-5).

2002년 행정구역 개편 이전 개성직할시의 곡물재배 면적은 20,700ha로 주작물 19,300ha, 이모작 1,400ha로 구성되었다. 그러나 행정구역 개편 이후 곡물 재배면적은 14,000ha로 감소하였으며 이 중 주작물은 8,000ha, 이모작은 6,000ha이다. 행정구역 개편 이후 논 면적이 크게 줄어 벼 재배면적이 12,000ha에서 7,800ha로 대폭 축소되었다. 그러나 이모작 장려정책에 따라 겨울밀, 봄보리, 봄감자의 재배면적이 1,400ha에서 6,000ha로 크게 증가함으로써 전체 곡물 재배면적은 6,000ha 감소하는 데 그쳤다. 2002년의 주작물 중 곡물 재배면적은 19,300ha로 벼 12,000ha, 옥수수 6,000ha, 감자, 1,000ha, 기타 300ha이다. 이모작 재배면적은 겨울밀 1,000ha, 봄보리 200ha, 봄감자 200ha 등 1,400ha 이었다. 2004년의 주작물 재배면적은 벼 5,400ha, 옥수수 2,000ha, 감자 200ha, 기타곡물 200ha 등 총 7,800ha이다. 이모작 재배면적은 겨울밀 900ha, 봄보리 300ha, 봄감자 5,000ha 등 6,000ha이다. 개성직할시의 곡물 수량은 대체로 전국 평균에 약간 미달하는 수준이다.

개풍군 신광리를 비롯한 해안지역에는 새 땅찾기의 일환으로 수백ha의 간척지를 조성하였으며 산이 많은 지역은 경사지는 다락밭으로 개간하여 1,000ha에 달하는 경지를 조성하였다. 또한 1970-80년대를 통하여 1,400ha의 냉습지와 1,000ha의 사토지를 경지화하는 작업도 추진한 바 있다.

표 1-6. 개성직할시의 경지면적

단위 : ha

행정구역	논	밭	과수원	상전	합 계
개성시	400	550	350	50	1,350
개풍군	2,200	5,200	750	300	8,450
관문군	4,900	3,800	1,250	160	10,110
장풍군	5,000	3,800	750	50	9,600
합 계 비중(%)	12,500 (42.3)	13,350 (44.1)	3,100 (10.9)	560 (1.9)	29,510 (100.0)

주 : 2003년 행정구역 개편 이전의 자료임.

개성지역은 벼농사를 중심으로 하고 있지만 밭에는 옥수수, 콩, 밀, 보리 등을 재배하며 최근에는 이모작 재배면적을 확대하고 있다. 채소류는 무, 배추, 시금치, 당근, 썩갓, 고추, 생강, 마늘 등을 재배하며 주로 도시에 공급된다. 개풍군과 판문군은 예부터 인삼을 많이 재배하였다. 개성은 과수 재배가 활발한 곳으로 복숭아, 배, 사과, 자두, 감, 배, 대추, 포도 등을 증산하며 개성 복숭아는 전국적으로 유명한 이 지역의 특산물이다.

개성지역에는 소, 돼지, 양, 닭 등의 가축 사육이 활발한 곳이다, 개성시와 장풍군은 소와 양, 개풍군과 판문군에서는 돼지와 닭을 많이 사육한다. 이 지역에는 현대적 시설을 갖춘 10여 개의 농목장과 양계장, 양돈장 등이 운영되고 있다. 이를 위하여 수의방역기관, 배합사료공장도 운영된다.

개풍군은 개성시의 남서부에 위치하며 한강과 예성강 상류를 사이에 두고 있으며 주로 평야와 낮은 산지로 이루어져 있다. 군 면적의 42%가 산림으로 구성되어 있으며 소나무, 참나무, 동백나무, 수유나무, 호두나무, 감나무 등이 주종을 이룬다. 개풍군은 인삼의 특산지이며 왕골제품 산지로도 널리 알려져 있다. 개풍군은 염해와 홍수로 인한 농경지 피해를 막기 위하여 황강포와 예성강에 배수갑문을 설치하였다. 예성강 물을 농업용수로 이용하기 위하여 300km에 달하는 수로를 건설하였으며 고지대의 용수 공급을 위하여 108개의 양수장이 축조되었다. 개풍군은 개성직할시 경지면적의 28.6%를 차지하며 서부의 예성강 유역에 있는 신광평야와 풍덕평야가 주요 곡물 생산지이다. 신광평야는 개풍군의 서남부에 있는 한강과 예성강의 하류에 있는 충적평야이다. 풍덕평야는 한강과 그 지류의 퇴적작용에 의해 형성된 평야로써 넓이는 사방 4km에 이른다. 이곳에는 수리 조건이 좋아 쌀과 옥수수, 콩, 채소류 등이 재배된다. 개풍군에는 연풍저수지, 옥련저수지 등 대규모 저수지가 있어 잉어, 붕어, 초어 등 담수양식업이 활발하다.

판문군은 개성시의 남부에 위치하며 해발고도는 100m 내외로 평지와 낮은 산지로 이루어져 있어 농업 여건이 잘 갖추어져 있다. 판문군은 곡물과 함께 인삼 등 특용작물 재배지로 널리 알려져 있다. 판문군에는 7개의 저수지와 6개의 배수갑문, 170여 개의 양수장이 건설되어 있어 농업수리와 여건이 좋다. 판문군은 개성직할시 경지면적의 34.2%를 차지하며 논 면적은 전체 경지면적의 48.5%를 차지한다. 군 면적의 40%가 산림으로 이루어져 있으며 북부에는 생강, 대황, 지황 등 약초류를 대량으로 재배하며 야산과 계속의 경사지를 이용하여 복숭아, 감, 배, 자두, 사과 등을 재배한다. 축산업은 주로 방목지를 이용하여 소, 돼지, 닭, 토끼 등을 사육하며 돼지의 사육 비중이 높다.

장풍군은 산간 지대에 속하며 개성직할시 중에서 가장 낙후된 곳이다. 이 지역은 임진강을 이용하여 40km의 수로, 4개의 저수지, 56개의 보, 100여 개의 양수장을 건설하였다. 인근에 있는 사천강은 길이 30km, 유역 넓이가 366km²에 달하는 중요한 용수 공급원으로 1,000ha의 경지면적에 관개를 하며 250여 개의 양수장과 저수지가 건설되어

있다. 전체 군 면적의 62%가 산림으로 구성되어 있으며 참나무, 소나무, 잣나무 등 목재뿐만 아니라 산삼, 황부자, 산수유 등을 지방 특산물로 재배한다. 장풍군은 예부터 인삼과 왕골을 많이 재배하던 곳이다. 주요 작물로는 벼, 옥수수, 콩, 보리 등이며 무, 배추, 오이, 파 등의 채소류를 재배한다. 야산의 경사지를 개간하여 사과, 배, 복숭아, 대추 등을 재배하고 이를 이용하여 농산물 가공공장을 운영하고 있다.

표 1-7. 임진강유역 남한지역 농가수 및 농가인구

	농 가	농가 인구		
		계	남	여
연천군	4,594	14,123	7,259	6,864
철원군	4,925	15,815	8,007	7,808
파주시	8,477	28,875	14,150	14,726
포천군	8,501	28,943	14,921	14,022
계	26,497	87,756	44,337	43,420

주 : 2002년 말 기준

표 1-8. 임진강유역 남한지역 경지면적 및 가구당 경지면적

단위: ha

	경지면적			가구당 경지면적		
	계	논	밭	계	논	밭
연천군	9,446	5,092	4,354	2.06	1.11	0.95
철원군	12,348	10,403	1,945	2.51	2.11	0.40
파주시	14,415	10,205	4,210	1.70	1.20	0.50
포천군	11,530	5,884	5,646	1.36	0.69	0.66
계(평균)	47,739	31,584	16,155	(1.91)	(1.28)	(0.63)

주 : 2002년 말 기준

표 1-9. 임진강유역 남한지역 식량작물 생산량

단위: ha, M/T

	합계		미곡		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
연천군	5,858	28,717	4,805	23,930	181	639	751	1,147	118	2,335
철원군	10,569	53,744	10,006	51,095	288	1,440	240	339	35	870
파주시	10,583	50,296	9,661	46,611	53	176	696	1,078	123	2,313
포천군	6,125	29,915	5,318	24,995	136	716	500	720	171	3,484
계	33,135	162,672	29,790	146,631	658	2,971	2,187	3,284	447	9,002

주 : 2002년 말 기준

임진강유역 남한 지역의 농가인구는 87,756명으로 이 지역 전체 인구의 17.8%를 차지함으로써 농업인구 비중이 상대적으로 높은 편이다(표 1-6). 총농경지 면적은 47,739ha로 이 중 논 비중은 66.2%이다(표 1-7). 호당 경지면적은 1.9ha로 전국 평균에 비해 높은 편이다(표 1-7). 주된 농산물은 쌀이지만 잡곡, 두류, 서류의 재배도 활발하다(표 1-8). 이 밖에 과수나 채소의 재배 활동도 활발히 이루어지고 있다.

2. 임진강유역의 농경지 및 산림 현황

가. DEM을 활용한 지형특성 분석

1) 임진강 유역의 지형분석

가) 유역특성

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

임진강의 총 길이는 272.4km이고 유역면적은 8,146.7km²이다. 하상경사는 4.78/1,000, 만곡율은 1.4로 지천이 약 220개인 바 그 중 제1지천이 60여개, 제2지천이 80여개이다. 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 남한측의 한탄강, 고미탄천, 사미천, 역곡천, 평안천, 문산천, 사천 등의 주요 지류가 합류하면서 지형 및 지질특성상 심한 사행을 이루며 한강 하류부 우안측에 합류하여 서해로 유입한다.

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

유역면적의 약 63%에 해당하는 5,132.4km²가 북한쪽에 위치하고 있고 그 외 37%인 3,014.3km²는 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. 임진강 유역의 총 수자원량은 838,336만m³이며 단위면적당 수자원량은 103.1만m³/km²로서 북한의 하천 중 가장 많다. 이는 두만강 유역의 2.3배, 대동강 유역의 1.2배, 압록강 유역의 1.6배가 된다. 임진강 유역의 평균 비유량은 0.0327 m³/s/km²로서 두만강 유역의 2.5배가 된다.

남한쪽에 위치한 임진강의 하류구간은 중적층에 위치하여 하천양안은 넓은 농경지가 분포하고 있다.

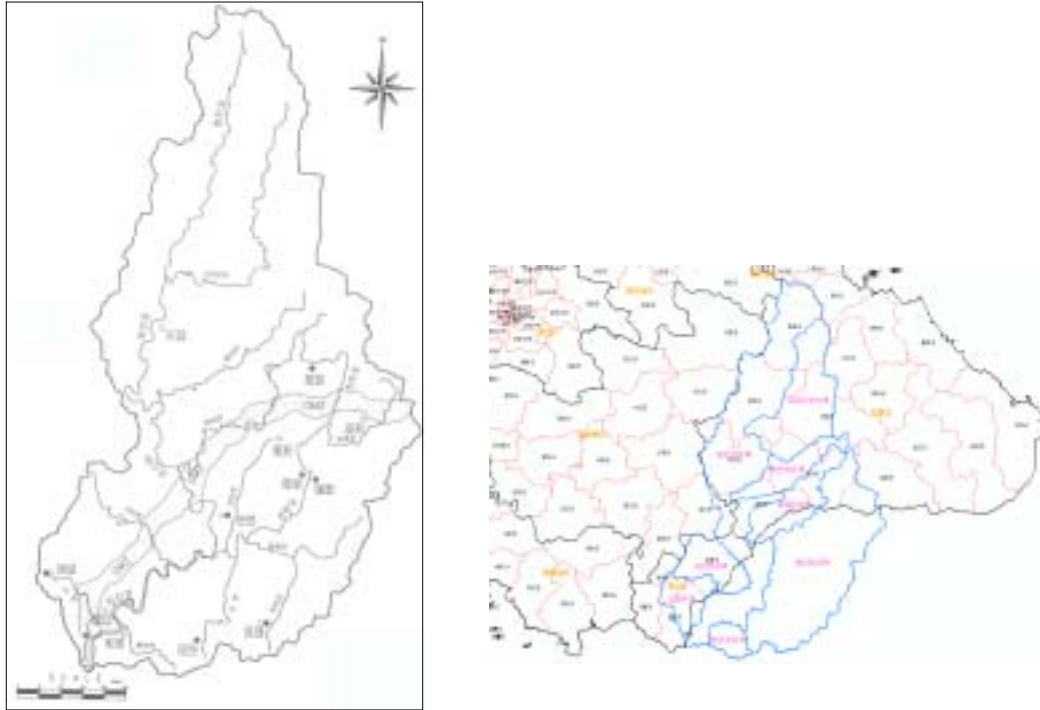


그림 2-1. 임진강 수계도

나) 유역의 지형특성

임진강 유역의 1" DTED(digital terrain elevation data)를 이용해서 만든 30 m x 30 m 크기의 격자 cell을 갖는 수치표고모형(DEM; digital elevation model)을 작성하여 임진강 유역 전체와 지류의 지형을 분석하였다(그림 2-2).

임진강 유역이 전체 유역면적의 33.1%로 가장 넓었고, 한탄강 28.7%, 고미탄천 13.5% 순으로 분포하고 있었다. 임진강 전체유역의 평균표고는 339.0m였고, 고미탄천이 630.4m로 가장 높은 곳에 위치하고 있었다. 최고표고는 고미탄천의 1,580m 였다. 다음으로 평안천 389.7m, 임진강 348.9m 순이었다. 평균표고가 높을수록 평균경사가 높은 경향이었고, 최고경사는 임진강 유역의 76.5도였다. 사천유역은 전체 유역면적의 4.4%를 차지하고 있었고, 다른 유역과 비교해볼 때 평균표고와 평균경사가 가장 낮은 비교적 편평한 곳에 자리잡고 있었다.

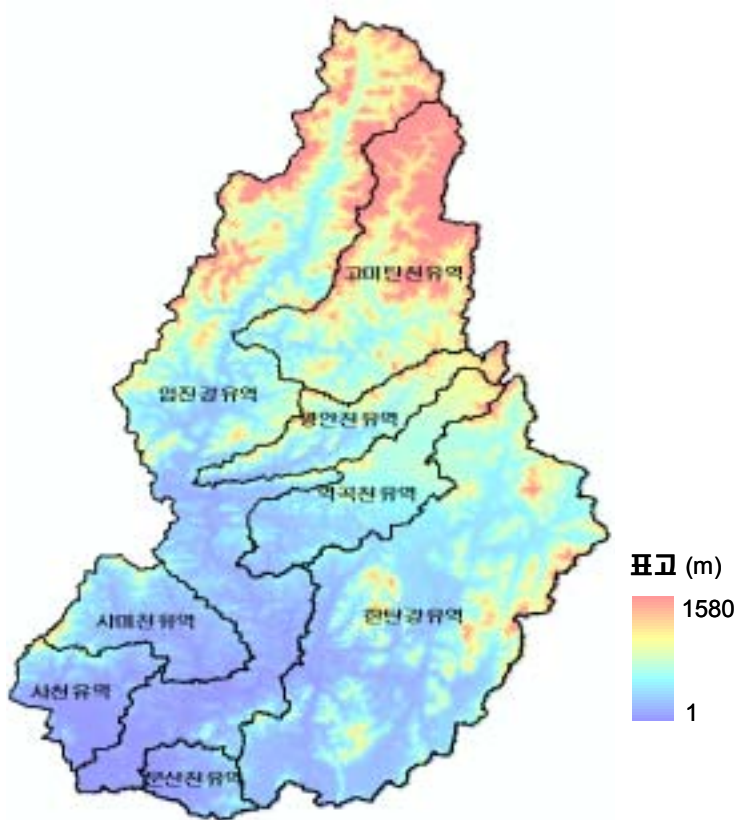


그림 2-2. 임진강 유역의 소유역 분포

다) 표고분석

임진강 유역의 1" DTED(digital terrain elevation data)를 이용해서 만든 30m x 30m 크기의 격자 cell을 갖는 수치표고모형(DEM; digital elevation model)을 작성하여 임진강 유역의 지형을 분석하여 표고별 분포면적과 비율을 산출하였다(그림 2-3, 표 2-2).

유역의 표고를 200m이하, 200m~300m, 300m~400m, 400m~600m, 600m이상으로 5등급으로 나누어 면적과 비율을 <표 2-2>와 같이 나타내었다. 200m이하의 표고등급이 3016.7km²로 전체 유역면적의 37%로 전체적으로 평탄지 지형이 유역에서 가장 큰 면적을 차지하고 있다. 다음으로는 400m~600m 사이의 표고등급이 1445.7km²로 전체 유역면적의 약 18%였고, 나머지 표고등급은 전체 유역면적의 약 15%~16%의 면적비율을 차지하였다.

표 2-1. 임진강 주요 지류의 유역 및 지형특성

하천명	유역면적(km ²)	평균표고(m)	최고표고(m)	평균경사(%)	최고경사(°/%)
임진강	2,698.7 (33.1%)	348.9	1,560	32.7	76.5/418
한탄강	2,338.9 (28.7%)	282.3	1,100	24.2	60.7/178
고미탄천	1,092.6 (13.5%)	630.4	1,580	41.1	64.3/208
역곡천	588.7 (7.2%)	304.8	1,080	15.8	56.9/154
사미천	460.1 (5.6%)	155.7	759	21.5	51.9/127
평안천	421.3 (5.2%)	389.7	1,082	32.0	60.9/180
사천	359.1 (4.4%)	94.7	700	13.9	47.2/108
문산천	187.3 (2.3%)	101.2	599	17.1	67.3/239
계	8,146.7	339.0	1,580	32.7	76.5/418

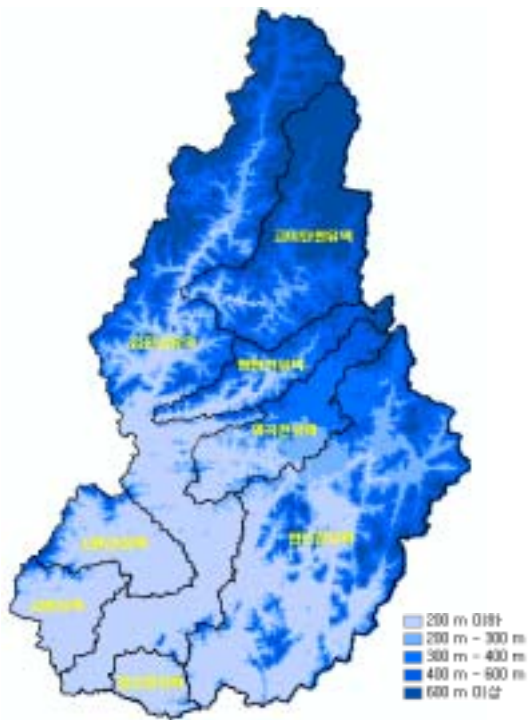


그림 2-3. 임진강 유역의 표고 분포

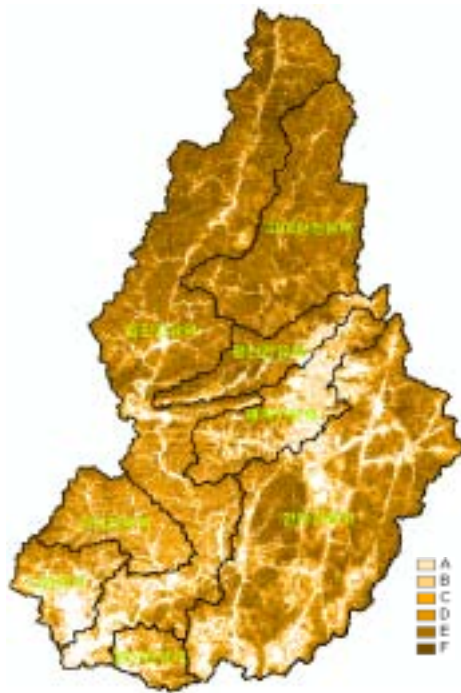


그림 2-4. 임진강 유역의 경사도 분포

라) 경사분석

이 지역은 평야와 산악지형이 위치하고 있는 유역으로 표고등급 200m 이하의 면적이 37%를 차지함에도 불구하고 경사도는 30%~60% 사이의 경사지 E slope의 면적이 2,956.6km²로 36%를 나타내었다. 다음으로는 15%~30% 사이의 D slope, 0%~2% 사이의 A slope의 순으로 나타났다. 경사도 60%이상의 F slope도 8.8%의 면적을 차지하는 등 임진강 유역의 상류와 고미탄천 유역이 특히 경사도가 높은 것으로 나타났다.

표 2-2. 임진강 유역의 표고등급별 면적

표고등급(m)	면적(km ²)
200 이하	3016.7 (37.0%)
200 - 300	1269.1 (15.6%)
300 - 400	1183.5 (14.5%)
400 - 600	1445.7 (17.7%)
600 이상	1231.7 (15.1%)
계	8,146.7

표 2-3. 임진강 유역의 경사등급별 면적

경사등급(%)		면적(km ²)
A	0 - 2	1,249.2 (15.3%)
B	2 - 7	585.7 (7.2%)
C	7 - 15	915.4 (11.2%)
D	15 - 30	1,719.8 (21.1%)
E	30 - 60	2,956.6 (36.3%)
F	60 이상	720.0 (8.8%)
계		8,146.7

나. 임진강 유역의 토양특성

1) 북한 지역 토양특성

북한에서는 토양을 형성하는 기반암의 특성과 관련하여 모래메흙(sandy loam, 사양토-남한), 메흙(loam, 양토-남한), 질메흙(clay loam, 식양토-남한)이 절대다수를 차지하고 모래흙(sand, 사토-남한)과 질흙(clay, 점토-남한)은 극히 적은 비율을 차지하고 있다고 보고하고 있다(조선지리지전서-토양지리, p.334). 북한에서 발표하는 지목별 토양의 알굼기조성(토성-남한)별 면적비율을 살펴보면 지목에 관계없이 사양토가 가장 많은 면적을 차지하고 다음에 양토, 식양토의 순이다. 특히, 뽕밭으로 이용되고 있는 토양은 사양토의 비율이 가장 높은 것으로 나타났다.

표 2-4. 북한의 지목별 토양 알칼기조성별 면적 비율(%)

	모래흙	모래메흙	메흙	질메흙	질흙	자갈이 섞인 모래 및 모래메흙	자갈이 섞인 메흙	자갈이 섞인 모래메흙 및 질흙	암석지
산림토양	4.1	27.9	14.3	12.0	15.2	18.2	10.5	7.0	0.8
밭토양	4.7	39.3	29.2	19.5	7.3				
과수원토양	2.8	38.0	24.6	25.6	9.0				
뽕밭토양	6.7	44.4	25.3	18.8	4.8				

※ 조선지리전서-토양지리 p.335

북한의 ‘조선토양구획도’에 따르면 개성을 포함한 임진강 유역의 하류는 ‘서남언덕성별토양지역’에 속하고 상류는 ‘중부산지토양지역’에 속한다(강석현 외. 조선지리전서(토양지리), 교육도서출판사, 1987. p.124).

- 임진강 유역 상류 ‘중부산지토양지역’은 산림암갈색토양과 산림담갈색 토양이 주를 이루고 그에 배합된 산악표백화산림갈색토양, 미발달산림갈색토양, 충적지토양 유형이 분포하며 산악성찬온대중부 기후특성을 보인다. 농경지 비율은 낮은 편이다.
- 임진강 유역 하류 ‘서남언덕성별토양지역’은 산림담갈색토양과 옛붉은색산림갈색토양이 주를 이루고 그에 배합된 산림암갈색토양, 미발달산림갈색토양, 충적지토양-간석지토양 유형이 분포하며 찬온대의 중부와 남부 기후특성을 보인다. 농경지 비율은 높은 편이다.

한편 우리나라의 ‘한국농업기본도(1:600,000, 농촌진흥청)’에 따르면 임진강 유역은 모재와 토양 특성에 따라 세 지역으로 나눌 수 있었다.

- 임진강 유역 상류는 중립질 수성암을 모재로, 양질, 산성, 유기물과 규산함량이 적고, 유효토심이 낮은 특성이 있다.
- 임진강 유역 중류와 하류의 일부에는 모재가 조립질 화강암으로 사질, 산성, 유기물 적고 유효토심이 낮으며 보비능이 낮은 특성의 토양이 분포하고 있다.
- 사천유역이 포함된 임진강 유역 하류 지역은 토양모재가 중립질 화강암이고, 양질~식질, 산성, 유기물과 유효인산 적으며, 유효토심이 깊어 농경지로 가장 적합한 토양특성을 나타낸다.

우리나라와 북한에서 제시한 토양특성 정보에 따르면 두 쪽 다 임진강 하류권의 토양특성이 농경지로 더 적합하다는 것을 알려주고 있다.

2) 북한 지역 논·밭토양의 분류형의 특성과 분포

서해안 중간지대의 강원도와 황해북도 및 개성시가 서로 접해 있는 예성강 및 임진강 중류 지구의 토지이용의 농경지 비율은 22.58%이고, 지목구성을 살펴 보면 그 중 밭이 57.50%로 가장 비율이 높게 나타났고 그 다음이 논으로 30.82%, 과수원 8.17%, 병밭 3.05% 등의 순으로 나타났다(표 2-5).

표 2-5. 농경지(부침땅) 지목 구성(1984)

단위 : %

지역 \ 지목별	계	논	밭	과수원	병밭	모판장	호두밭	갈밭
예성강 및 임진강 중류지구	100	30.82	57.50	8.17	3.05	0.34	0.10	0.02

자료 : 조선지리전서(농업지리), 교육도서출판사, 1987.

<논토양>

북한의 서부 서해안 지대는 논농사에 적당한 기후조건과 수리조건을 가지고 있고, 전체 농경지 면적 중 논토양이 차지하는 비중이 매우 크다. 해안지역과 하천유역의 층적평야뿐만 아니라 비탈이 비교적 완만한 구릉지대 및 비탈지에도 논벼가 재배되고 있다. 해발고로 보면 논토양은 주로 50 m 이하의 낮은 지대에 80%가 분포되어 있으며 해발 600 m - 800 m에 분포된 골짜기 논과 다락논도 있다. 해발 20 m 이하의 서해안 지에는 룡천벌, 열두삼천리벌, 재령벌, 연백벌 등이 있다(농촌진흥청, 1997. 북방지역농업기술조사비교연구)

<밭토양>

북한에서는 밭토양을 1) 재질화갈색밭토양, 2) 경석질밭토양, 3) 진펄밭토양, 4) 갈색밭토양, 5) 적갈색 밭토양, 6) 적색밭토양, 7) 층적지밭토양 7개로 분류하고 있다(조정길, 김인철, 변성보, 1985. 농업토양학(3판). 고등교육도서출판사(평양). 그 중 전체의 3분의 2를 차지하고 있는 갈색밭토양이 대표적이고 층적지밭토양이 21%를 차지하여 갈색밭토양과 층적지밭토양이 89%를 차지하고 있다. 나머지 고산지대의 재질화갈색토양과 아열대식물의 북부한계선으로 볼 수 있는 황해남북도와 개성시 그리고 강원도 동해안에 분포되어 있는 적갈색밭토양이 9%이고 화산활동에 의한 경석이 쌓여 발달한 경석질밭토양과 산골짜기 등의 저습한 진펄밭토양이 조금씩 있다.

3) 남한 지역 토양특성

가) 토성속(Soil textural family)

토성(soil texture)은 무기질 토양입자들의 여러 가지 크기의 상대적 비율 즉 점토, 미사 및 모래(직경 2 mm이하)의 비율에 의하여 결정되며, 토양의 이화학적 성질을 지배하는 주요 요인이다. 토성속은 미국 신토양분류법(soil taxonomy)의 저차분류단위 중의 하나이며 토성을 크게 사질, 사양질, 미사사양질, 미사식양질, 식양질, 식질 6가지로 구분한다(표 2-6). 이는 단면의 층위별 토성등급보다는 작토(표토)를 제외한 아래 약 1 m까지의 주된 특성으로 심토의 토성이다(농촌진흥청, 2003).

표 2-6. 토성속과 설명

토 성 속	설 명
사질(sandy)	모래>70%, 미사<30%
사양질(coarse loamy)	점토 18%, 모래 15-85%, 미사>30%
미사사양질(coarse silty)	점토<18%, 모래<15%
미사식양질(fine silty)	점토 18%-35%, 모래<15%
식양질(fine loamy)	점토 18%-35%, 모래>15%
식질(clayey)	식질 점토 35-60%, 중식질 점토>60%

자료 : 토양조사 이론과 실무기술, 농촌진흥청, 2003.

나) 모재

토양은 모암(parent rocks)의 풍화물인 모재(parent materials)로부터 만들어 진다. 풍화와 풍화물의 운반 및 장구한 시간에 걸친 용탈과 집적 등의 토양생성작용을 받아서 많이 변질되기도 하지만 산토양이나 곡간, 선상지 등 풍화물의 운반거리가 짧거나 잔적토인 경우에는 모암의 영향이 크게 반영되어 있다. 대개 토양조사시 현장에서 가장 먼저 판별해야 하는 일이 모암판별이다. 암석이란 단일광물이나 수종의 광물들이 자연작용에 의하여 집합체를 이룬 것을 말하며 생성원인에 따라 화성암, 퇴적암, 변성암으로 구분하고, 화성암은 다시 산성암, 중성암, 염기성암 등으로 세분한다. 퇴적암은 주로 물에 의하여 퇴적된 암석들을 말하며 입도에 따라 혈암, 사암, 역암 등으로 나누고, 구성성분에 따라 석회암, 방해석, 규회석, 제오라이트, 규조토 등으로 구분할 수도 있고, 암석화 정도에 따라 경암(hard rocks)와 연암(semi-petrified rocks) 등으로 나눌 수도 있다(농촌진흥청, 2003).

다) 배수등급

토양 배수등급은 표면 유거(runoff)와 지하침투(permeability) 및 지하수위(ground water table) 등에 의하여 자연적으로 결정되는 토양단면의 습윤상태를 기준하며 인공적인 배수와 관개는 형태적 특성에 크게 영향을 미치지 않는 한 고려하지 않는다. 유거, 투수 및 내부배수를 고려하여 상대적인 등급으로 세분하여 매우양호, 양호, 약간양호, 약간불량, 불량, 매우불량 6개 등급으로 구분 사용되고 있다(농촌진흥청, 2003).

라) 지형

지형은 지표의 생김새를 말하며 지형학(geomorphology)에서 분류한 지형단위(land-form, relief)를 쓰되 수분이나 토성조건 등 식생과 영농조건에 미치는 영향을 추가로 고려한 생태입지적 지형(physiography)단위와 농지의 경우 지표면 관리상태들을 자세히 살펴서 구분할 필요가 있다. 지형은 토양생성인자일 뿐만 아니라 단면특성을 지배하는 주요인이므로 지형적 특징이 영농기반이나 토지이용에 미칠 영향 즉, 수분공급능력, 범람위험도, 경운에 영향을 미칠 암편의 량 등을 고려하여야 한다. 단위지형에는 고원(plateau), 산정부(summit), 산복부(side slope), 단애(talus), 구릉지, 저구릉지, 산록부(Mt. foot-slope), 선상지, 단구, 곡간, 평탄지(하성평탄지, 하해혼성평탄지), 사구, 사구열, 사주 등의 단위지형 뿐만 아니라 경사의 특성 즉 오목형 경사(concave slope), 볼록형 경사(convex slope), 직선형 경사(straight slope), 복합경사(complex slope), 요함지(depression) 등으로 판별될 수 있다(농촌진흥청, 2003)

토지이용	토양 특성
논	<ul style="list-style-type: none"> · 지형: 평탄지, 대지 및 곡간지에 분포하며 경사는 15% 미만 · 배수등급: 약간불량, 불량, 매우불량한 토양 · 토성: 식질, (미사)식양질, (미사)사양질 · 유효토심: 50cm 이상(단, 배수 약간불량한 토양 및 불량한 토양은 20cm 이상도 포함) · 암편: 경운 및 이양에 지장을 주는 석력이 없을 것
밭	<ul style="list-style-type: none"> · 지형: 평탄지, 대지, 곡간지, 구릉 및 산록에 분포하며 경사는 15%미만 · 배수등급: 양호 및 약간양호한 토양 · 토성: 식양질, 사양질 · 유효토심: 50cm 이상(단, 석력, 모래층이 있을 때는 25 cm 이상) · 암편: 경운에 지장을 주는 석력이 없는 토양 · 침식: 심한 침식을 받지 않는 토양
과수원	<ul style="list-style-type: none"> · 지형: 구릉, 산록 및 선상지에 분포하며 경사 30% 미만 · 배수등급: 양호 및 매우양호 · 토성: (미사)식양질, (미사)사양질, 사양질 · 유효토심: 100cm 이상(암반, 경반토), · 암편: 표토나 단면내에 석력이 없거나 있음 · 침식: 없거나 있음(단 심한 침식지는 제외)

마) 토지이용추천

토지이용의 결정과 작물별에 대한 적응성은 토양이외의 기상조건, 사회 환경요인 등이 작용하나, 이 구분은 토양조건만을 고려하였으며 농업적인 목적으로 일반 관행에 의한 재배를 하는데 있어서의 제한과 피해의 정도에 따라 기술적인 분류기준을 적용한 것이다(농촌진흥청, 2003).

4) 임진강 유역 남북한 지역 토양특성 공간적 분포

본 연구에서 임진강 유역의 북한 지역의 토양 특성 파악에 사용한 자료는 수치자료 형태로 미군 쪽에서 작성했을 것으로 예상되는 토양도이다. 속성에 대하여 기술되어 있는 몇몇 정보를 제외하고는 코드로 되어 있었고 코드에 대한 설명이 없어 토성, 수분 상태, 지질/지형 정보 이 외에는 유효한 정보로 사용하지 못하였다. 남한 지역의 토양 특성 파악에 사용한 자료는 농촌진흥청에서 구축한 1:25,000 정밀토양도이다. 토양의 특성은 토성속, 모재, 배수등급, 지형과 같이 토지이용과 영농형태에 영향을 미치는 성질과 토지이용추천에 대하여 살펴보았다.

DMZ로부터 약 수 킬로미터 떨어져서 경계하고 있는 임진강 유역 북측 약 4,790 km²에 대하여 토양특성을 살펴보았다. 토성은 <그림 2-5>와 같이 분포하고 있었고, 사토가 가장 많이 분포하고 있었는데 그 중 식질 사토(모래-점토 혼합물)의 비율이 44.1%로 가장 많았고 미사질 사토가 27.1% 였다. 사토 이 외에는 미사토와 식토가 비슷한 비율로 존재하였다(표 2-7). 역곡천 유역 상류의 밭으로 이용되고 있는 지역은 무기질 미사토와 매우 고운 사토(inorganic silts and very fine sand)가 많이 분포하고 있는 것을 알 수 있었다.

표 2-7. 토성 및 구조에 따른 토양 특성

토양 - 토성 및구조	면 적(ha)	비 율(%)
무기질 식토	44,529.5	9.3
미사가 있는 역토	2,941.7	1.6
입자분포가 고르지 않은 역토	2,934.9	1.6
입자분포가 고른 역토	3,165.3	1.7
무기질 미사토와 매우 고운 사토	49,521.3	10.3
유기질 미사토와 미사질 식토	34,068.1	7.1
식질 사토	211,481.0	44.1
미사질 사토	129,999.1	27.1
입자분포가 고르지 않은 또는 자갈이 있는 사토	338.9	0.1
기타	41.9	0.0
전체	479,021.9	100

문산천 유역을 모두 포함하고 한탄강 유역 대부분을 포함하고 있는 남한지역의 토성(속)을 살펴보면(그림 2-5), 사양질의 면적이 68.5%로 주종을 이루고 식양질 14.8%, 사질과 식질의 순으로 나타났다. 논으로 사용되고 지역은 주로 식질 내지 식양질 토양인 것으로 나타났다(표 2-8).

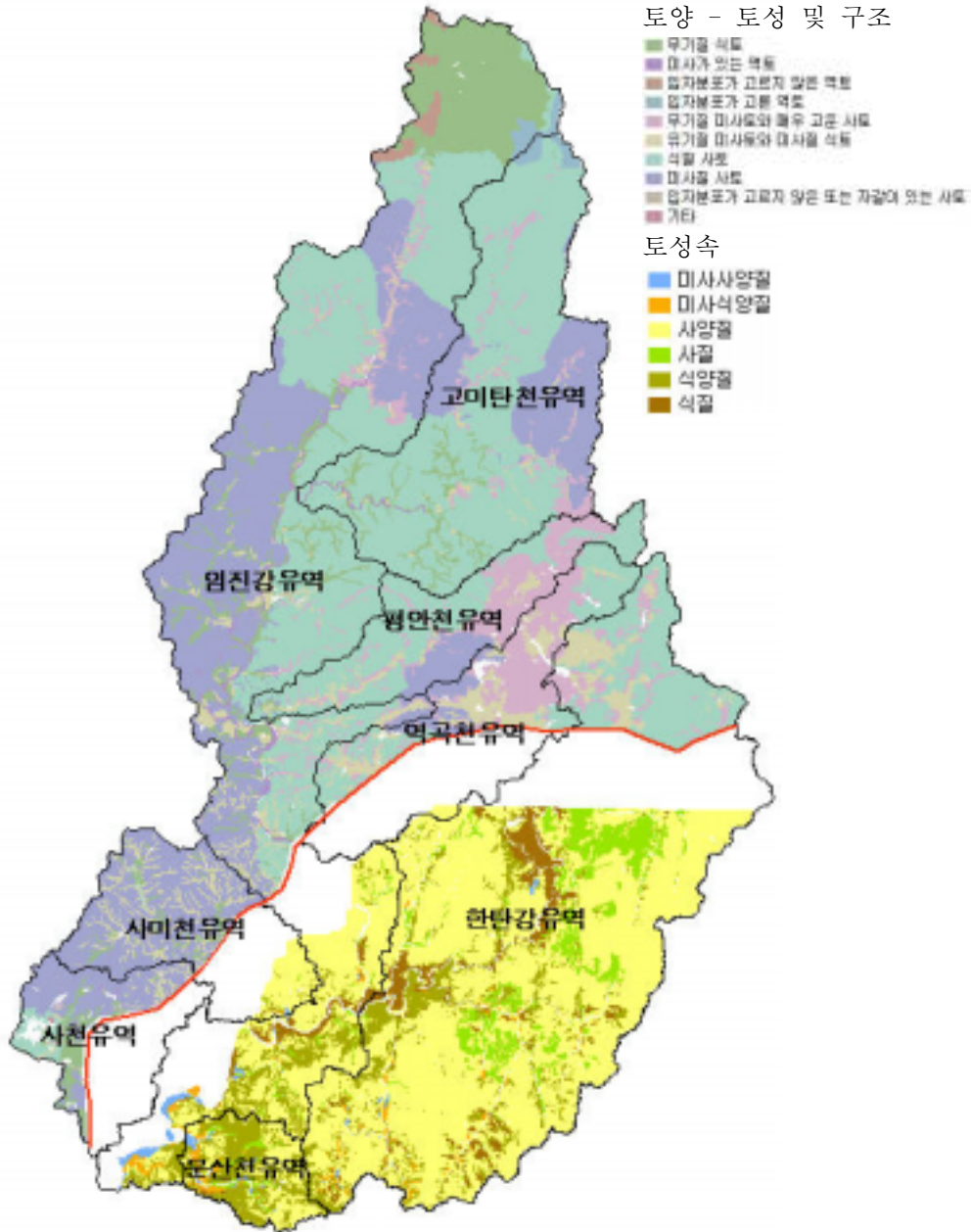


그림 2-5. 임진강 유역 남북한의 토양특성(남한-토성속, 북한-토성)

표 2-8. 임진강 하류 남한지역의 토양 특성 - 토성속

토 성 속	면 적 (ha)	비 율 (%)
미사사양질	2,198.3	0.9
미사식양질	3,563.0	1.5
사 양 질	161,093.7	68.5
사 질	17,929.7	7.6
식 양 질	34,732.2	14.8
식 질	11,916.0	5.1
기 타	3,876.1	1.6
진 체	235,308.9	100

<그림 2-6>과 같이 북한 지역 임진강 유역 토양의 수분상태를 살펴보면 건조함(dry)으로 구분된 지역이 92%로 대부분의 면적을 차지하고 있었고 축축함(wet)으로 구분된 지역이 7.3%로 논 또는 논·밭과 같이 농경지로 사용되고 있는 지역에 분포하고 있는 것을 알 수 있었다. 습윤함(moist)인 지역은 주로 물길이 지나가는 곳으로 나타났다(표 2-9).

남한지역 토양의 모재 특성 분포를 살펴본 바, 편마암·편암의 면적 비율이 38%로 가장 높았고 화강암이 27%로 다음으로 넓게 분포하였으며 이들은 주로 산림지역이었다(그림 2-7). 농경지는 모재가 주로 하성과 현무암으로 약 14%로 나타났다. 산성암은 주로 산록경사지와 산악지 일부에 분포하였으며 약 18%를 차지하고 있었다(표 2-10).

지질과 지형에 대한 특성을 알 수 있는 임진강 유역 북측의 토양특성 분포를 살펴보면(그림 2-8), 범례에 표시된 산사태 위험성이 큰 지역은 나타나지 않았고, 큰 알돌이 있는 토양(stony soil with scattered boulders)의 분포면적이 약 76%로 가장 넓었고(표 2-11), 주로 산지와 임지에 해당하는 지역으로 나타났다. 다음으로 역곡천 유역 상류와 평안천 유역에 일부 나타나는 표면거칠기 효과가 없는(no surface roughness effect) 지역이 약 17%로 주로 나타나는데(표 2-13), 밭이나 나지 및 황폐지의 분포가 넓은 지역이었다. 논으로 사용되고 있는 지역의 특성을 살펴보면 제방/둑 시설이 있는 지역과 대부분 일치하는 것을 알 수 있었다.

남한 지역 배수등급 분포를 살펴보면(그림 2-8), 산림으로 매핑되는 지역이 넓은 까닭으로 매우양호인 면적이 약 54%였고, 불량과 매우불량이 약 27%로 그 다음으로 많았고(표 2-14), 이 지역은 주로 농경지로 사용되고 있었다.

남한 지역의 지형 중 산악지가 53%로 반 이상을 차지하고 있었고, 농경지로 사용되고 있는 곳은 주로 하성평탄지(7.8%), 하해혼성평탄지(0.9%), 구릉지(9.7%), 곡간지(13.4%), 홍적대지(1.3%), 용암류 대지(3.7%) 등으로 매우 다양하게 나타났다(그림 2-9, 표 2-15).

남한 지역의 토양특성을 이용하여 토지이용 추천에 따른 분포를 보면(그림 2-10), 밭 18.1%, 논 15.9%, 과수 5.4%의 순으로 나타났다(표 2-16). 실제 논과 밭으로 사용되고 있는 지역과 토지이용 추천 상에서 제시된 지역이 일치하는 경향이었고, 초지로 추천된 지역은 현재 산림으로 이용되고 있거나 위성영상으로 산림으로 분류된 지역에 상당 부분 위치하는 것을 알 수 있었다.

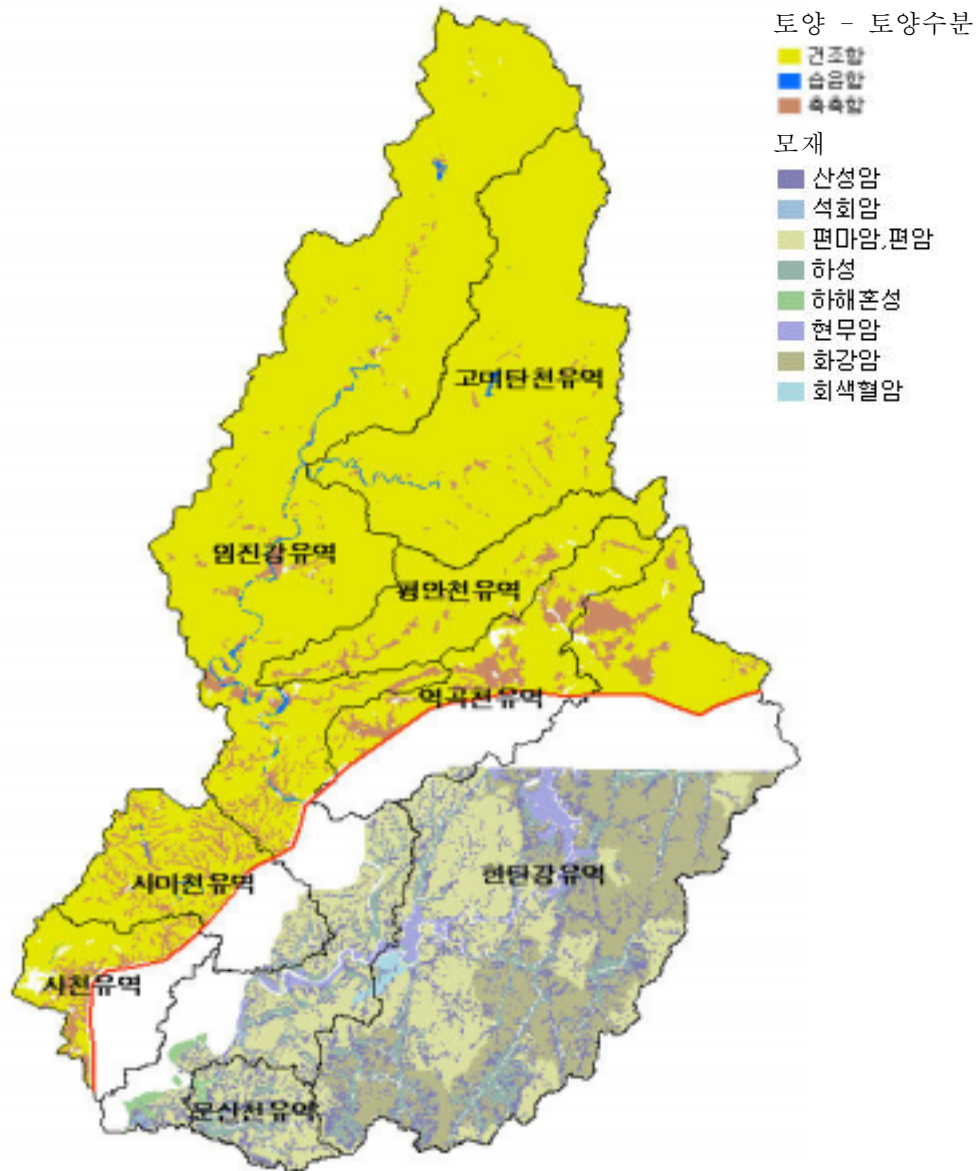


그림 2-6. 임진강 유역 남북한의 토양특성(남한-모재, 북한-토양수분 상태)

표 2-9. 토양수분에 따른 토양 특성

토양 - 수분특성	면 적 (ha)	비 율 (%)
건조함	440,492.2	92.0
습윤함	3477.6	0.7
축축함	35,010.2	7.3
기 타	41.9	0.0
전 체	479021.9	100.0

표 2-10. 임진강 하류 남한지역의 토양 특성 - 모재

모 재	면 적(ha)	비 율(%)
산성암	42,232.9	17.9
석회암	348.3	0.1
편마암,편암	89,772.0	38.2
하 성	23,391.9	9.9
하해혼성	2,229.1	0.9
현무암	8,775.8	3.7
화강암	63,259.6	26.9
회색혈암	1,423.1	0.6
기 타	3,876.1	1.6
전 체	235,308.9	100.0

표 2-11. 지질 및 지형에 따른 토양 특성

토양 - 지질 및 지형	면 적(ha)	비 율(%)
산사태 위험성이 큰 지역	9.0	0.0
제방/둑 시설이 있는 지역	35,010.2	7.3
테라스 지역	1,695.3	0.4
표면 거칠기 효과 없는 지역	80,421.3	16.8
돌산/채석장이 있는 지역	41.9	0.0
큰 알돌이 있는 토양	361,844.2	75.5
전 체	479,021.9	100.0

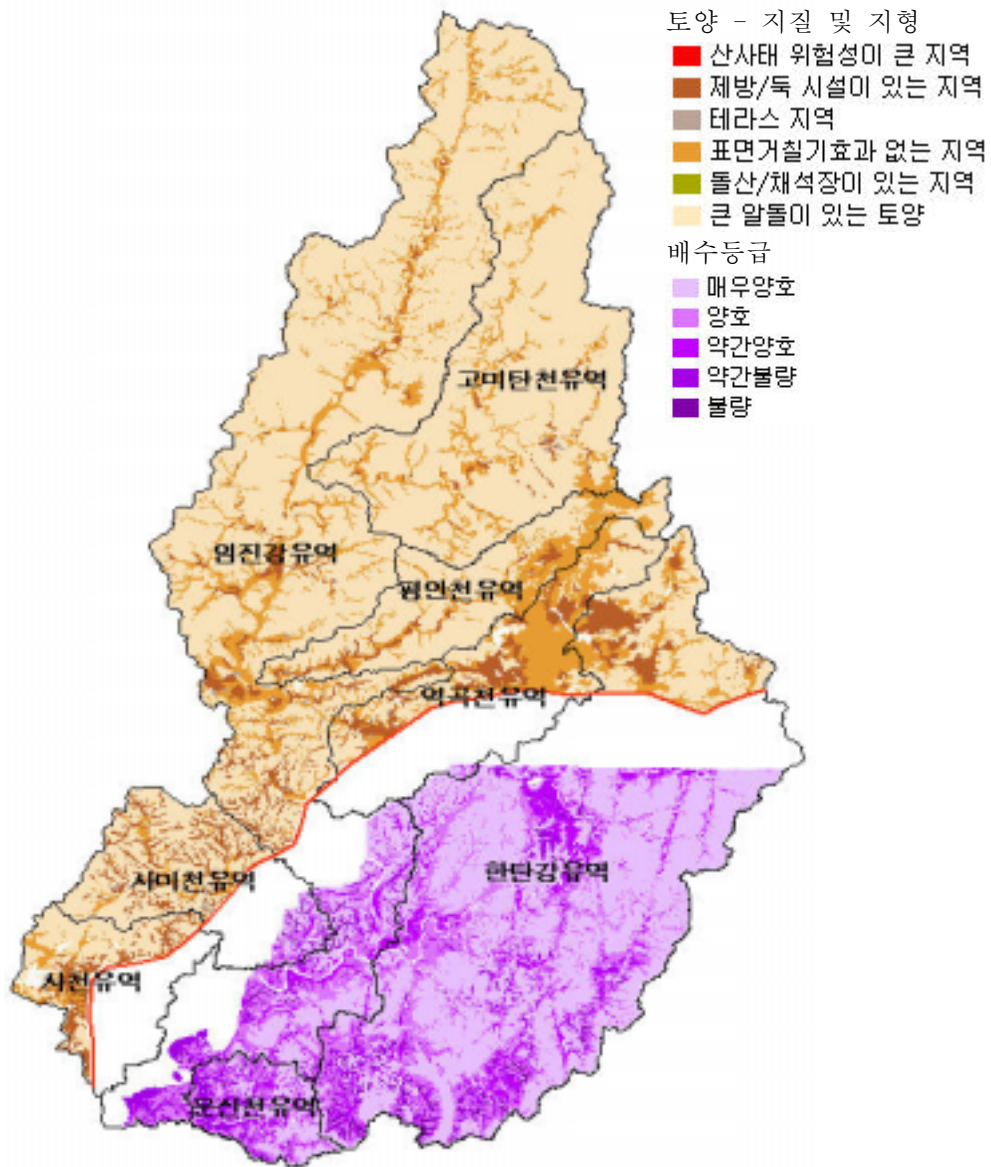


그림 2-7. 임진강 유역 남북한의 토양특성(남한-배수등급, 북한-지질/지형)

표 2-12. 임진강 하류 남한지역의 토양 특성 - 배수등급

배수등급	면적(ha)	비율(%)
매우양호	126,643.2	53.8
양호	64,214.0	1.8
약간양호	19,961.1	7.0
약간불량	16,484.6	8.5
불량	4,129.8	27.3
기타	3,876.1	1.6
전체	235,308.9	100.0

표 2-13. 임진강 하류 남한지역의 토양 특성 - 지형

지형	면적(ha)	비율(%)
곡간지	31,561.4	13.4
구릉지	22,892.7	9.7
산록경사지	14,274.9	6.1
산악지	124,923.7	53.1
선상지	5,214.5	2.2
용암류대지	8,775.8	3.7
하성평탄지	18,420.5	7.8
하해혼성평탄지	2,229.1	0.9
홍적대지	3,140.2	1.3
기타	3,876.1	1.6
전체	235,308.9	100.0

표 2-14. 임진강 하류 남한지역의 토양 특성 - 토지이용추천

토지이용추천	면적(ha)	비율(%)
과수	12,621.0	5.4
답	37,428.0	15.9
임지	82,507.8	35.1
전	42,482.5	18.1
초지	56,393.5	24.0
기타	3,876.1	1.6
전체	235,308.9	100.0

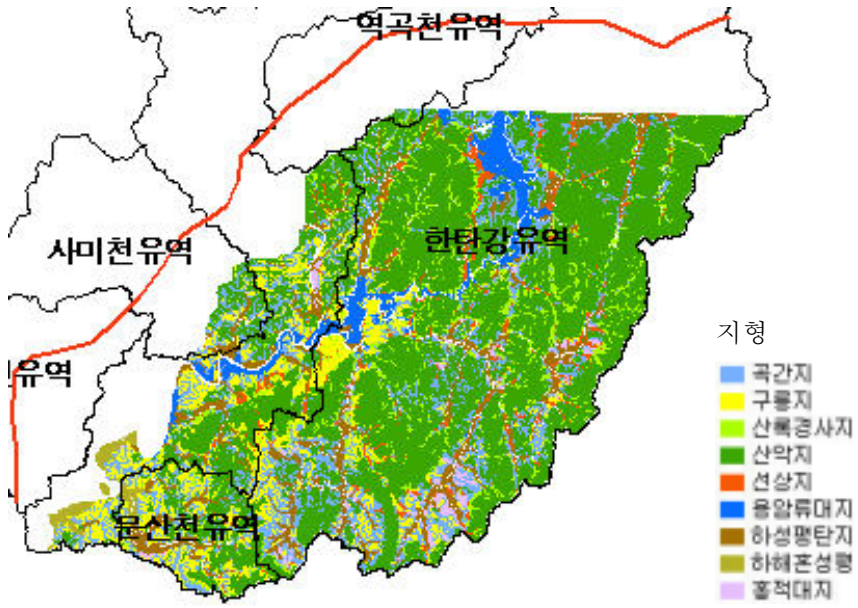


그림 2-8. 임진강 유역 남한의 토양특성(지형)

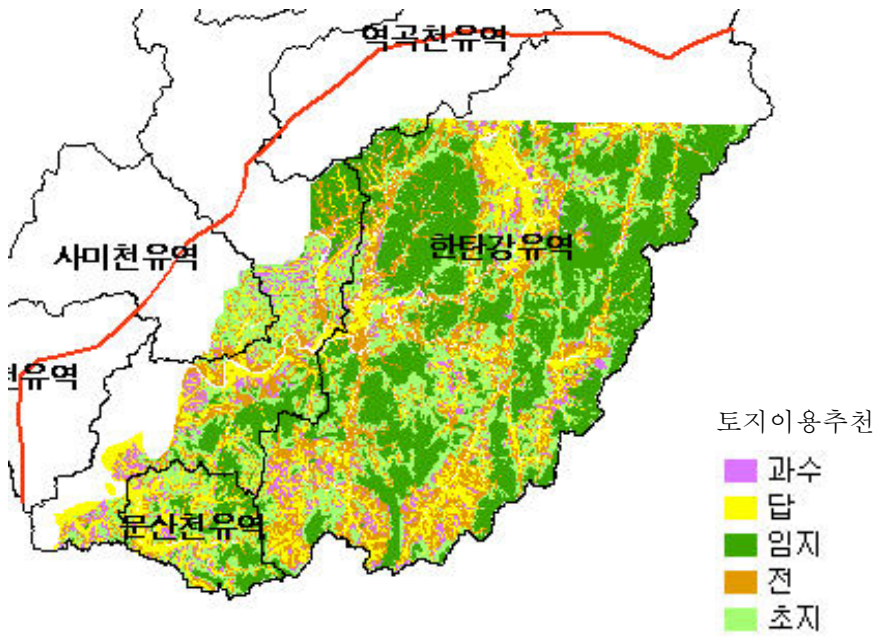


그림 2-9. 임진강 유역 남한의 토지이용추천(지형)

다. 농경지 현황분석

1) 임진강 유역 전체의 표고별·경사도별 토지이용/피복형태

Landsat (E)TM 영상의 여러시기 분광반사특성을 기초로 토지이용/피복 특성을 논, 밭, 산림, 초지·잡목, 나지·황폐지, 인공건조물, 수역의 7개 항목으로 분류하였다(그림 2-10). 토지이용/피복형태를 표고등급과 경사등급별로 면적을 산출하여 지형특성에 따른 토지이용/피복형태를 조사하였다(표 2-15, 표 2-16).

임진강 유역 전체의 토지이용/피복 형태를 살펴보면 산림이 약 67%로 가장 넓게 분포하고 있고, 밭이 약 13%, 논이 약 6%로 농경지가 전체의 19% 정도를 차지하고 있다. 나지와 황폐지의 분포면적이 약 6%로 논면적과 비슷한 것으로 나타나 상대적으로 넓은 면적을 차지하고 있는 것을 알 수 있었다. 개성직할시가 유역 내에 위치하고 있어 도심지를 포함한 인공건조물의 분포면적이 4% 정도에 달했다.

표고등급별 토지이용/피복 형태를 살펴보면 표고 400m 이상인 지역은 산림의 분포면적이 80%~90%이상으로 표고가 높을수록 산림의 분포면적이 넓은 것을 확인할 수 있었다. 반면 표고가 200m 이상인 지역의 논면적은 5% 이하로 표고가 높게 올라갈수록 벼농사를 짓지 않고 있음을 알 수 있었다. 나지와 황폐지도 주로 표고가 400m 이하의 낮은 지역에 분포하고 있었고 표고 600m 이상이 되는 지형에서는 약 0.5% 이하로 찾아보기 힘들었다. 인공건조물 역시 도심지 등 사람이 활동하는 지역과 인위적으로 조성한 구조물로 정의된 바 주로 표고 200m 이하의 저지대에 거의 분포하고 있는 것을 알 수 있었다. 밭은 주로 표고 400m 이하인 지역에 넓게 분포하고 있었으나, 400m 이상이 되는 지역에서도 12%~3%의 분포면적을 갖고 있어 다른 토지이용/피복 형태에 비해 표고에 많은 영향을 받지 않는 것을 알 수 있었다.

E slope이 전체 유역의 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 임진강 유역에 대한 경사등급별 토지이용/피복 형태를 살펴보면 경사도 15% 이상인 D, E, F slope에는 산림이 69%, 83%, 90%로 주로 분포하는 것을 알 수 있었다. 논과 인공건조물의 면적비율이 비슷한 경향을 보였는데 경사가 낮을수록 넓게 분포하다가 높을수록 분포면적이 낮아졌다. 밭과 나지·황폐지, 초지·잡목도 비슷한 경향을 보였으나 논과 인공건조물 보다는 경사도에 따른 분포 면적비율 차이가 적은 편이었다. 특히 밭은 D, E, F slope에서 분포면적이 각각 14%, 9%, 6%로 경사지밭과 비탈밭의 분포면적이 넓은 것을 알 수 있었고 토양유실의 위험성이 클 것으로 생각되어 토양보전농법이 필요할 것으로 생각되었다.

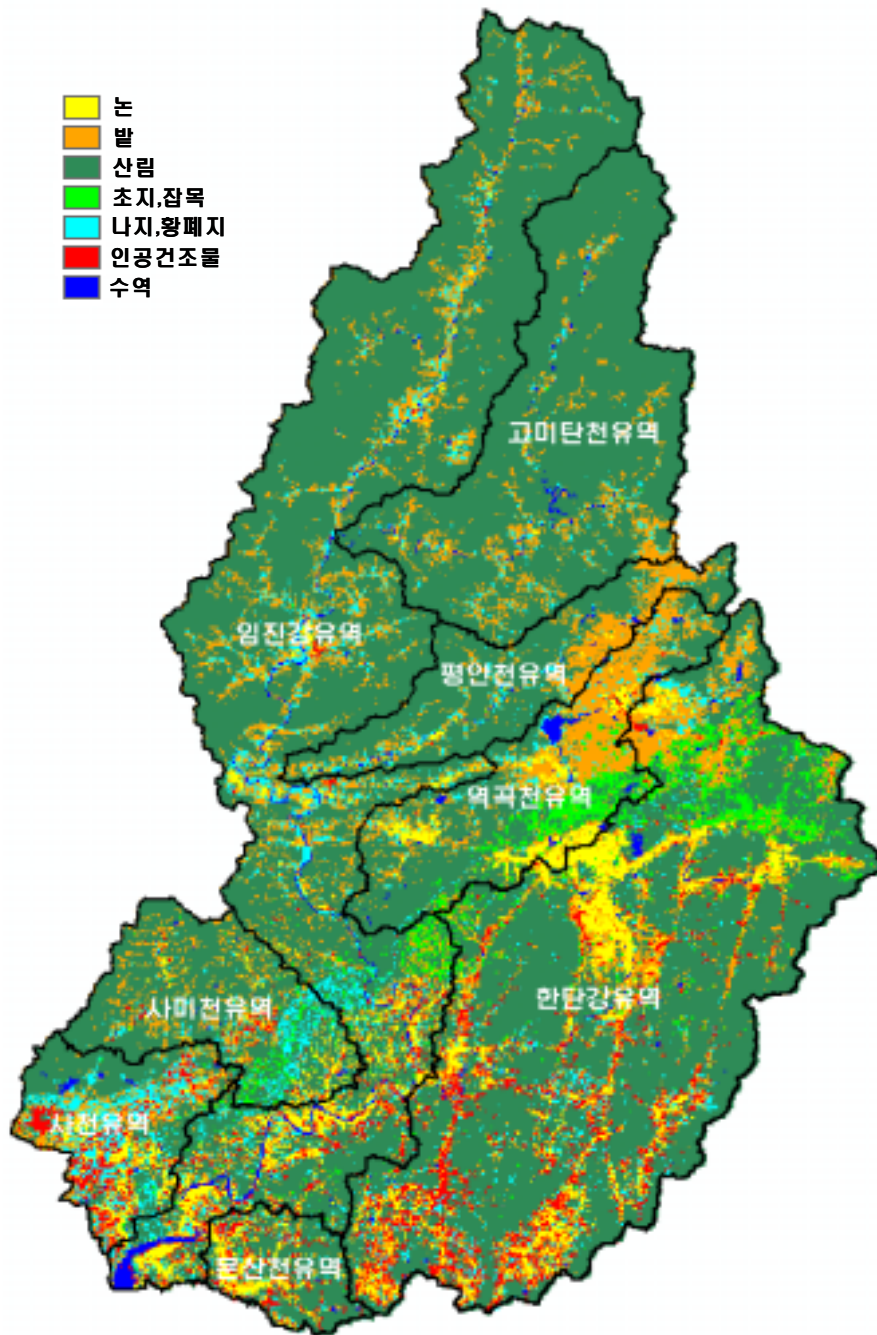


그림 2-10. 임진강 유역의 토지이용/피복 형태

표 2-15. 임진강 유역 전체의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적 및 비율

표고등급(m) 토지이용/ 피복형태	200 이하	200~300	300~400	400~600	600 이상	면적(km ²) (비율, %)
논	319.1 (10.6)	67.6 (5.3)	24.2 (2.0)	2.4 (0.2)	0.0 (0.0)	413.4 (5.1)
밭	449.0 (14.9)	196.4 (15.5)	246.9 (20.9)	178.1 (12.3)	40.5 (3.3)	1110.8 (13.6)
산림	1524.7 (50.5)	824.6 (65.0)	779.6 (65.9)	1189.8 (82.3)	1179.4 (95.8)	5498.1 (67.5)
초지·잡목	58.8 (2.0)	78.8 (6.2)	52.2 (4.4)	25.3 (1.8)	3.8 (0.3)	218.9 (2.7)
나지·황폐지	316.2 (10.5)	62.3 (4.9)	53.3 (4.5)	38.9 (2.7)	6.9 (0.6)	477.7 (5.9)
인공건조물	292.0 (9.7)	26.3 (2.1)	11.5 (1.0)	5.1 (0.4)	0.3 (0.0)	335.2 (4.1)
수역	57.0 (1.9)	13.1 (1.0)	15.7 (1.3)	6.2 (0.4)	0.7 (0.1)	92.6 (1.1)
면적(km ²) (비율, %)	3016.7 (37.0)	1269.1 (15.6)	1183.5 (14.5)	1445.7 (17.7)	1231.7 (15.1)	8146.7

표 2-16. 임진강 유역 전체의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적

경사등급(%) 토지이용/ 피복형태	A (0~2)	B (2~7)	C (7~15)	D (15~30)	E (30~60)	F (>60)	면적(km ²) (비율, %)
논	189.2 (15.1)	64.2 (11.0)	205.3 (22.4)	57.4 (3.3)	28.2 (1.0)	1.8 (0.2)	546.1 (6.7)
밭	258.6 (20.7)	136.2 (23.3)	131.5 (14.4)	234.3 (13.6)	269.4 (9.1)	42.8 (5.9)	1,072.8 (13.2)
산림	454.9 (36.4)	252.6 (43.1)	435.6 (47.6)	1,182.0 (68.7)	2,442.6 (82.6)	648.9 (90.1)	5,416.6 (66.5)
초지·잡목	53.2 (4.3)	29.4 (5.0)	24.6 (2.7)	51.7 (3.0)	57.3 (1.9)	5.2 (0.7)	221.4 (2.7)
나지·황폐지	127.9 (10.2)	48.9 (8.4)	62.6 (6.8)	111.4 (6.5)	104.2 (3.5)	14.9 (2.1)	469.9 (5.8)
인공건조물	124.7 (10.0)	46.6 (7.9)	46.9 (5.1)	67.6 (3.9)	39.7 (1.3)	3.2 (0.4)	328.6 (4.0)
수역	40.8 (3.3)	7.8 (1.3)	8.8 (1.0)	15.3 (0.9)	15.3 (0.5)	3.2 (0.5)	91.4 (1.1)
면적(km ²) (비율, %)	1,249.2 (15.3)	585.7 (7.2)	915.4 (11.2)	1,719.8 (21.1)	2,956.6 (36.3)	720.0 (8.8)	8,146.7

2) 임진강 유역 각 수계의 표고별·경사도별 농경지 이용 현황

가) 임진강 유역

임진강 유역 전체 면적의 약 33%를 차지하는 임진강 유역의 수문 특성은 <표 2-17>과 같고, 토지이용/피복 형태의 특성을 살펴보면, 표고가 높은 상류지역은 산림의 분포 면적이 유역 면적의 90%이상을 차지하고 있었으며 표고가 낮은 하류지역은 토지이용이 복잡하고 분포면적 산림, 밭, 나지·황폐지, 논, 인공건조물, 수역의 순으로 넓게 나타났다(그림 2-11, 표 2-18, 표 2-19). 임진강 유역 전체 중 북한지역에 있는 소유역 중 논외의 분포면적이 약 100 km²로 벼농사를 가장 많이 짓는 지역으로 나타났다. 이는 200m이하의 표고등급이 전체의 38%로 가장 많은 것과 잘 일치하는 결과이다. 표고가 200m~400m인 지역보다는 400m 이상 되는 표고등급의 면적이 더 큰 것으로 보아 편평하다가 급격히 표고가 높아지는 지형일 것으로 생각된다. 밭의 면적이 논면적의 3배 이상 되는 밭농사 위주의 작부형태를 보인다. 경사도는 30%~60%의 E slope과 60% 이상의 F slope의 분포면적이 전체의 50% 이상을 차지하는 경사가 급한 곳이 많은 것으로 나타났다. 그러한 곳은 주로 산림이 분포하고 있었다. 밭은 경사도와 큰 상관없이 낮은 경사도에서 높은 경사도에 이르기까지 고르게 분포하고 있었다.

그림 2-11. 임진강 유역의 토지이용/피복 형태



표 2-17. 임진강 유역의 수문특성

평균강수량(mm)	1,483.4
증발량(mm)	452.3
유출고(mm)	1,031.2
비유량(L/s/km ²)	32.7
유출계수	0.70

표 2-18. 임진강 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적

표고등급(m) 토지이용/ 피복형태	200 이하	200~300	300~400	400~600	600 이상	면적(km ²) (비율, %)
논	95.2 (9.2)	4.4 (1.3)	0.9 (0.3)	0.3 (0.1)	0.0 (0.0)	100.8 (3.7)
밭	167.1 (16.2)	67.2 (19.3)	43.7 (14.0)	38.0 (7.5)	11.5 (2.3)	327.5 (12.1)
산림	541.1 (52.4)	240.0 (68.8)	249.8 (80.3)	458.9 (90.1)	482.5 (97.2)	1,972.4 (73.1)
초지·잡목	22.8 (2.2)	4.2 (1.2)	0.6 (0.2)	0.1 (0.0)	0.0 (0.0)	27.7 (1.0)
나지·황폐지	112.8 (10.9)	27.4 (7.9)	14.3 (4.6)	10.4 (2.0)	2.1 (0.4)	167.0 (6.2)
인공건조물	54.1 (5.2)	1.9 (0.5)	0.6 (0.2)	0.7 (0.1)	0.0 (0.0)	57.3 (2.1)
수역	40.2 (3.9)	3.6 (1.0)	1.2 (0.4)	0.9 (0.2)	0.1 (0.0)	46.1 (1.7)
면적(km ²) (비율, %)	1,033.3 (38.3)	348.7 (12.9)	311.1 (11.5)	509.3 (18.9)	496.2 (18.4)	2,698.7

표 2-19. 임진강 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적

경사등급(%) 토지이용/ 피복형태	A (0~2)	B (2~7)	C (7~15)	D (15~30)	E (30~60)	F (>60)	면적(km ²) (비율, %)
논	51.3 (14.0)	9.5 (7.2)	11.9 (5.4)	17.7 (3.2)	8.1 (0.8)	0.6 (0.2)	99.0 (3.7)
밭	56.0 (15.3)	22.8 (17.4)	35.8 (16.4)	78.2 (14.2)	109.5 (10.1)	21.0 (6.0)	323.3 (12.0)
산림	164.9 (44.9)	73.0 (55.6)	136.1 (62.5)	390.0 (70.7)	897.7 (83.2)	321.0 (91.3)	1,982.7 (73.5)
초지·잡목	3.4 (0.9)	1.7 (1.3)	3.5 (1.6)	9.5 (1.7)	9.0 (0.8)	0.3 (0.1)	27.3 (1.0)
나지·황폐지	43.8 (11.9)	14.2 (10.8)	19.1 (8.8)	37.2 (6.7)	42.9 (4.0)	7.3 (2.1)	164.5 (6.1)
인공건조물	23.3 (6.3)	6.1 (4.7)	7.3 (3.3)	12.3 (2.2)	6.5 (0.6)	0.7 (0.2)	56.2 (2.1)
수역	24.5 (6.7)	3.9 (3.0)	4.1 (1.9)	6.7 (1.2)	5.6 (0.5)	0.9 (0.3)	45.7 (1.7)
면적(km ²) (비율, %)	343.1 (13.6)	131.3 (4.9)	217.8 (8.1)	551.6 (20.4)	1,079.3 (40.0)	351.7 (13.0)	2,698.7

나) 한탄강 유역

한탄강 유역의 수문특성은 <표 2-20>과 같고 상류~중류에 걸친 철원평야와 남대천 일원에 논이 가장 넓게 분포하고 있었으며 하류에는 상대적으로 인공건조물의 분포면적이 높게 나타났다(그림 2-12, 표 2-21, 표 2-22). 유출계수가 0.51로 유역 중 가장 낮았다. 표고 600m 이상되는 높은 지역의 94% 정도가 산림이 차지하고 있었고 그 외에 초지·잡목과 밭이 조금 있을뿐 다른 토지이용이나 피복은 없는 것으로 나타났다. 논과 인공건조물은 표고가 낮은 곳에 주로 분포하고 표고가 높아지면서 분포면적이 급격히 감소하는 것을 알 수 있었고 반면, 밭과 초지·잡목, 나지·황폐지는 표고가 높아짐에 따라 서서히 분포면적이 감소했다. 경사도가 30%~60% 사이의 E slope이 유역에서 가장 많은 면적을 차지했다. 한탄강 유역에서는 경사도가 7%~15%인 C slope에 논이 많이 분포하는 특징이 있었는데 이는 평야지 이외에도 골짜기에 테라스 경작형태가 많기 때문일 것으로 생각된다.

그림 2-12. 한탄강 유역의 토지이용/피복 형태

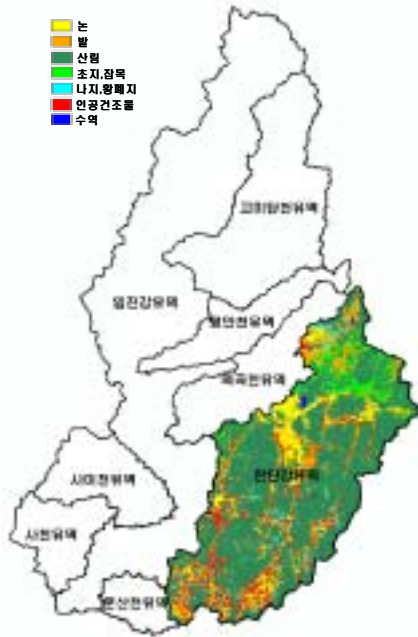


표 2-20. 한탄강 유역의 수문특성

평균강수량(mm)	1,458.9
증발량(mm)	693.0
유출고(mm)	765.9
비유량(ℓ/s/km ²)	31.0
유출계수	0.51

표 2-21. 한탄강 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적

표고등급(m) 토지이용/ 피복형태	200 이하	200~300	300~400	400~600	600 이상	면적(km ²) (비율, %)
논	131.9 (14.8)	45.8 (8.6)	10.7 (2.5)	1.3 (0.4)	0.0 (0.0)	189.6 (8.1)
밭	118.1 (13.2)	67.8 (12.7)	68.6 (16.0)	21.1 (5.8)	3.0 (2.5)	278.6 (11.9)
산림	400.9 (44.9)	332.4 (62.2)	284.2 (66.3)	306.4 (84.5)	113.4 (93.8)	1,437.2 (61.4)
초지·잡목	12.1 (1.4)	44.5 (8.3)	37.0 (8.6)	22.4 (6.2)	3.7 (3.1)	119.7 (5.1)
나지·황폐지	66.5 (7.5)	16.7 (3.1)	16.7 (3.9)	7.5 (2.1)	0.6 (0.5)	108.0 (4.6)
인공건조물	156.3 (17.5)	22.9 (4.3)	8.9 (2.1)	3.8 (1.0)	0.1 (0.1)	192.0 (8.2)
수역	6.3 (0.7)	4.6 (0.9)	2.7 (0.6)	0.3 (0.0)	0.0 (0.0)	13.8 (0.6)
면적(km ²) (비율, %)	892.1 (38.1)	534.6 (22.9)	428.7 (18.3)	362.8 (15.5)	120.8 (5.2)	2,338.9

표 2-22. 한탄강 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적

경사등급(%) 토지이용/ 피복형태	A (0~2)	B (2~7)	C (7~15)	D (15~30)	E (30~60)	F (>60)	면적(km ²) (비율, %)
논	75.6 (20.4)	37.3 (17.2)	180.1 (44.4)	21.6 (4.4)	11.8 (1.6)	0.9 (0.7)	327.2 (14.0)
밭	69.4 (18.7)	41.2 (19.0)	34.4 (8.5)	54.9 (11.1)	49.7 (6.9)	4.4 (3.4)	254.1 (10.9)
산림	101.0 (27.2)	80.7 (37.2)	134.5 (33.1)	323.9 (65.6)	577.3 (79.7)	113.7 (89.5)	1,331.1 (56.9)
초지·잡목	22.0 (5.9)	12.1 (5.6)	13.3 (3.3)	29.6 (6.0)	37.7 (5.2)	3.5 (2.7)	118.3 (5.1)
나지·황폐지	29.0 (7.8)	13.6 (6.3)	15.4 (3.8)	24.8 (5.0)	21.2 (2.9)	2.2 (1.7)	106.2 (4.5)
인공건조물	67.7 (18.2)	30.7 (14.1)	26.5 (6.5)	36.4 (7.4)	24.9 (3.4)	2.2 (1.8)	188.5 (8.1)
수역	6.5 (1.8)	1.5 (0.7)	1.5 (0.4)	2.3 (0.5)	1.6 (0.2)	0.2 (0.1)	13.6 (0.6)
면적(km ²) (비율, %)	371.2 (15.9)	217.2 (9.3)	405.9 (17.4)	493.4 (21.1)	724.1 (31.0)	127.0 (5.4)	2,338.9

다) 고미탄천 유역

고미탄천 유역의 수문특성은 <표 2-23>과 같고, 유출계수가 0.76으로 임진강 유역에서 가장 높게 나타났다. 이는 산림의 분포면적이 87% 정도라는 것과 경사도 30% 이상인 E와 F slope의 산악지형이 전체의 73% 정도를 차지하는 것과 무관하지 않은 것으로 보인다(그림 2-13, 표 2-24, 표 2-25). 산림은 표고등급이 600m 이상되는 높은 곳에서 519km²로 분포면적이 가장 넓었고, 경사도는 30%~60% 사이인 E slope에서 566.5km²로 가장 넓게 분포하였다. 밭의 면적이 전체 유역면적의 약 10%, 나지와 황폐지가 2% 정도를 차지하는 것 이외의 토지이용/피복 형태는 두드러지지 않은 것으로 나타났다.

그림 2-13. 고미탄천 유역의 토지이용/피복 형태

표 2-23. 고미탄천 유역의 수문특성



평균강수량(mm)	1,454.0
증발량(mm)	344.0
유출고(mm)	1,110.0
비유량(L/s/km ²)	35.2
유출계수	0.76

표 2-24. 고미탄천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적

표고등급(m) 토지이용/ 피복형태	200 이하	200~300	300~400	400~600	600 이상	면적(km ²) (비율, %)
논	0.2 (1.3)	0.7 (0.9)	0.3 (0.2)	0.1 (0.0)	0.0 (0.0)	1.3 (0.1)
밭	3.9 (24.4)	19.5 (25.0)	23.9 (17.2)	41.7 (13.0)	15.8 (2.9)	104.9 (9.6)
산림	10.4 (65.4)	50.5 (64.6)	105.2 (75.7)	267.1 (83.2)	519.2 (96.4)	952.5 (87.2)
초지·잡목	0.0 (0.0)	0.0 (0.1)	0.1 (75.7)	0.1 (0.0)	0.1 (0.0)	0.3 (0.0)
나지·황폐지	0.8 (5.2)	5.3 (6.8)	6.7 (0.0)	9.1 (2.8)	2.5 (0.5)	24.4 (2.2)
인공건조물	0.0 (0.0)	0.1 (0.2)	0.1 (4.8)	0.2 (0.1)	0.1 (0.0)	0.5 (0.0)
수역	0.6 (3.6)	2.1 (2.6)	2.7 (2.0)	2.9 (0.9)	0.6 (0.1)	8.8 (0.8)
면적(km ²) (비율, %)	15.8 (1.4)	78.3 (7.2)	139.0 (12.7)	321.2 (29.4)	538.3 (49.3)	1,092.6

표 2-25. 고미탄천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적

경사등급(%) 토지이용/ 피복형태	A (0~2)	B (2~7)	C (7~15)	D (15~30)	E (30~60)	F (>60)	면적(km ²) (비율, %)
논	0.1 (0.3)	0.1 (0.4)	0.3 (0.5)	0.3 (0.2)	0.4 (0.1)	0.1 (0.1)	1.3 (0.1)
밭	7.1 (24.1)	5.7 (22.8)	10.6 (19.6)	23.3 (12.6)	46.1 (7.3)	10.9 (6.4)	103.8 (9.5)
산림	20.5 (69.5)	17.5 (69.5)	40.3 (74.2)	155.1 (83.5)	566.5 (90.1)	154.0 (90.9)	953.8 (87.3)
초지·잡목	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.0)	0.1 (0.0)	0.1 (0.0)	0.0 (0.0)	0.3 (0.0)
나지·황폐지	1.4 (4.6)	1.3 (5.2)	2.4 (4.4)	5.4 (2.9)	11.2 (1.8)	2.6 (1.5)	24.2 (2.2)
인공건조물	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.0)	0.2 (0.0)	0.1 (0.0)	0.5 (0.0)
수역	0.4 (1.3)	0.5 (1.9)	0.7 (1.2)	1.4 (0.8)	4.1 (0.6)	1.7 (0.0)	8.7 (0.8)
면적(km ²) (비율, %)	29.5 (2.7)	25.2 (2.3)	54.3 (5.0)	185.7 (17.0)	628.6 (57.5)	169.4 (15.5)	1,092.6

라) 역곡천 유역

역곡천의 수문특성은 <표 2-26>과 같고 유역의 평균강수량은 1,501mm이며 유출계수는 0.66이다. 다른 유역에 비해 산림의 분포면적이 낮고 밭의 분포면적이 전체 유역의 28% 정도로 넓게 나타났다. 표고가 300m~600m 사이의 표고등급의 밭의 면적이 약 113km²로 전체 밭 면적의 약 68%가 이 곳에 위치하고 있었다(그림 2-14, 표 2-27, 표 2-28). 인공건조물의 면적과 분포비율이 낮은 것으로 보아 이곳에는 도심지나 인간의 활동 결과 지어진 구조물들이 거의 없는 것으로 나타났다. 초지와 잡목의 분포비율도 9% 이상으로 비교적 높은 것으로 알 수 있었다. 역곡천은 비교적 경사가 완만한 0%~7% 사이의 경사등급인 A와 B slope의 분포면적 비율이 약 47%로 비교적 완만한 지형이었고 D와 E slope의 분포면적 비율이 40% 정도였다.

그림 2-14. 역곡천 유역의 토지이용/피복 형태

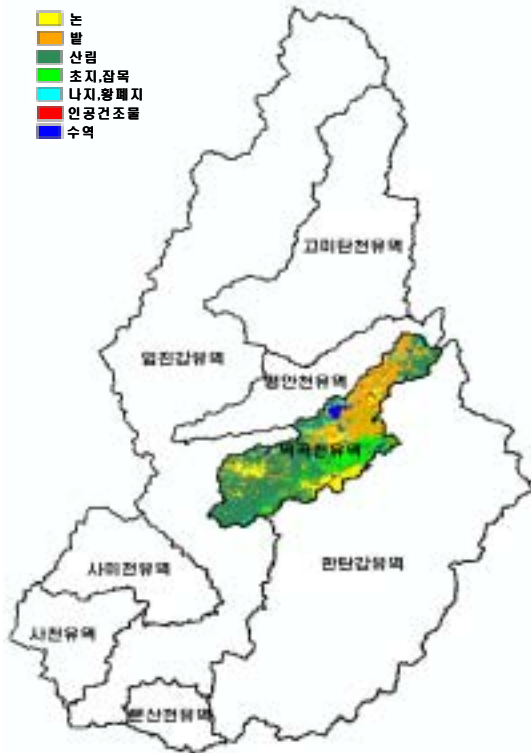


표 2-26. 역곡천 유역의 수문특성

평균강수량(mm)	1,501.0
증발량(mm)	504.5
유출고(mm)	996.5
비유량(ℓ/s/km ²)	31.6
유출계수	0.66

표 2-27. 역곡천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적

표고등급(m) 토지이용/ 피복형태	200 이하	200~300	300~400	400~600	600 이상	면적(km ²) (비율, %)
논	17.3 (10.5)	16.0 (11.4)	11.9 (7.0)	0.4 (0.5)	0.0 (0.0)	45.6 (7.7)
밭	22.6 (13.7)	21.6 (15.4)	83.2 (49.1)	39.5 (42.3)	2.0 (10.0)	169.0 (28.7)
산림	110.5 (66.7)	66.3 (47.3)	39.2 (23.1)	41.2 (44.1)	17.3 (86.9)	274.4 (46.6)
초지·잡목	6.3 (3.8)	29.7 (21.2)	14.4 (8.5)	2.6 (2.8)	0.0 (0.0)	53.0 (9.0)
나지·황폐지	6.5 (3.9)	4.7 (3.3)	10.8 (6.4)	8.1 (8.6)	0.6 (3.0)	30.6 (5.2)
인공건조물	0.2 (0.1)	0.3 (0.2)	1.9 (1.1)	0.4 (0.4)	0.0 (0.0)	2.8 (0.5)
수역	2.3 (1.4)	1.8 (1.3)	8.0 (4.7)	1.2 (1.3)	0.0 (0.0)	13.3 (2.3)
면적(km ²) (비율, %)	165.7 (28.1)	140.3 (23.8)	169.4 (28.8)	93.5 (15.9)	19.9 (3.4)	588.7

표 2-28. 역곡천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적

경사등급(%) 토지이용/ 피복형태	A (0~2)	B (2~7)	C (7~15)	D (15~30)	E (30~60)	F (>60)	면적(km ²) (비율, %)
논	23.2 (13.0)	10.5 (10.8)	3.7 (5.9)	3.8 (3.5)	2.4 (1.9)	0.0 (0.5)	43.8 (7.4)
밭	65.9 (36.9)	39.7 (41.0)	17.9 (28.1)	21.0 (19.1)	19.6 (15.0)	0.9 (9.3)	165.0 (28.0)
산림	49.6 (27.8)	26.8 (27.7)	32.0 (50.0)	69.5 (63.2)	92.2 (70.8)	6.6 (71.0)	276.7 (47.0)
초지·잡목	23.1 (12.9)	13.5 (13.9)	5.1 (7.9)	7.0 (6.3)	7.6 (5.9)	1.3 (14.3)	57.6 (9.8)
나지·황폐지	8.4 (4.7)	4.6 (4.8)	3.6 (5.6)	6.3 (5.7)	6.8 (5.2)	0.4 (4.0)	30.0 (5.1)
인공건조물	1.5 (0.9)	0.5 (0.5)	0.1 (0.2)	0.2 (0.2)	0.3 (0.2)	0.0 (0.2)	2.7 (0.5)
수역	6.7 (3.7)	1.3 (1.3)	1.5 (2.4)	2.0 (1.9)	1.4 (1.1)	0.1 (0.7)	13.0 (2.2)
면적(km ²) (비율, %)	178.4 (30.3)	96.9 (16.5)	63.9 (10.9)	109.9 (18.7)	130.3 (22.1)	9.3 (1.6)	588.7

마) 사미천 유역

사미천 유역의 평균 강수량이 1,580mm로 유역 중 가장 많은 편이었고 유출계수는 0.60 이다(표 2-29). 토지이용/피복 형태를 살펴보면 산림이 전체의 70% 정도로 가장 넓게 분포하였고 밭과 나지·황폐지의 분포면적 비율이 약 21% 정도였고 나머지 항목이 10% 미만을 차지하고 있는 것으로 나타났다(그림 2-15, 표 2-30, 표 2-31). 사미천 유역에서는 표고 300m 이상 되는 곳은 거의 산림이었고 밭이 일부 있었으며 그 외의 토지이용/피복 형태는 거의 존재하지 않는 것으로 나타났다. 경사등급별 면적을 살펴보면 경사도 15% 이상인 D, E, F slope의 면적 비율이 약 65%로 나타났다. 경사도 30% 이상인 지역에서의 밭의 면적 비율은 12% 정도로 산림을 제외하고는 가장 넓게 분포하고 있었다.

그림 2-15. 사미천 유역의 토지이용/피복 형태



표 2-29. 사미천 유역의 수문특성

평균강수량(mm)	1,580.0
증발량(mm)	633.9
유출고(mm)	946.1
비유량(l/s/km^2)	30.0
유출계수	0.60

표 2-30. 사미천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적

표고등급(m) 토지이용/ 피복형태	200 이하	200~300	300~400	400~600	600 이상	면적(km ²) (비율, %)
논	14.5 (4.0)	0.2 (0.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	14.7 (3.2)
밭	53.3 (14.8)	6.8 (12.9)	2.0 (7.7)	0.4 (2.0)	0.0 (0.1)	62.5 (13.6)
산림	231.0 (64.3)	44.3 (84.3)	23.8 (91.8)	19.6 (97.8)	2.1 (99.8)	320.8 (69.7)
초지·잡목	14.0 (3.9)	0.2 (0.4)	0.0 (0.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	14.2 (3.1)
나지·황폐지	35.0 (9.7)	0.8 (1.6)	0.1 (0.3)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	35.9 (7.8)
인공건조물	10.2 (2.8)	0.1 (0.2)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	10.3 (2.2)
수역	1.5 (0.4)	0.1 (0.3)	0.0 (0.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	1.7 (0.4)
면적(km ²) (비율, %)	359.5 (78.1)	52.6 (11.4)	25.9 (5.6)	20.0 (4.3)	2.1 (0.4)	460.1

표 2-31. 사미천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적

경사등급(%) 토지이용/ 피복형태	A (0~2)	B (2~7)	C (7~15)	D (15~30)	E (30~60)	F (>60)	면적(km ²) (비율, %)
논	3.4 (5.3)	1.4 (3.9)	2.3 (3.7)	5.2 (3.1)	2.1 (1.6)	0.0 (0.6)	14.4 (3.1)
밭	8.9 (14.0)	4.7 (13.1)	8.5 (13.7)	23.2 (14.1)	15.8 (12.4)	0.3 (4.6)	61.5 (13.4)
산림	38.7 (60.4)	23.3 (64.7)	42.0 (67.6)	1143.0 (69.5)	99.5 (78.1)	6.0 (93.2)	323.4 (70.3)
초지·잡목	2.9 (4.5)	1.8 (5.0)	2.3 (3.7)	4.7 (2.9)	2.2 (1.7)	0.0 (0.2)	13.9 (3.0)
나지·황폐지	7.5 (11.7)	3.7 (10.1)	5.4 (8.6)	12.9 (7.8)	5.7 (4.5)	0.1 (0.9)	35.1 (7.6)
인공건조물	2.3 (3.6)	0.9 (2.5)	1.5 (2.4)	3.7 (2.2)	1.7 (1.4)	0.0 (0.2)	10.1 (2.2)
수역	0.3 (0.5)	0.2 (0.6)	0.2 (0.4)	0.5 (0.3)	0.4 (0.3)	0.0 (0.2)	1.7 (0.4)
면적(km ²) (비율, %)	64.0 (13.9)	36.0 (7.8)	62.2 (13.5)	164.1 (35.7)	127.4 (27.7)	6.4 (1.4)	460.1

바) 평안천 유역

평안천 유역의 수문특성은 <표 2-32>와 같고 유출계수는 0.72로 높은 편이다. 표고별 면적을 살펴보면 표고등급이 400m~600m 의 면적이 전체 유역면적의 약 32% 이고, 경사등급은 30%~60% 사이인 E slope이 전체 유역면적의 41% 차지하는 것으로 산악지형인 것으로 추정된다(그림 2-16, 표 2-33, 표 2-34). 표고등급에 크게 상관없이 밭이 넓게 분포하는 것이 가장 큰 특징이고 논은 거의 없는 것으로 나타났다. 경사도가 가장 낮은 A slope에서의 밭 면적이 28 km² 정도로 가장 컸고, E slope이 19 km² 정도로 두 번째로 넓게 분포하는 것으로 나타났다. 나지와 황폐지도 5%로 정도로 평안천 유역에서 세 번째로 넓게 분포하는 토지이용/피복 형태였다.

그림 2-16. 평안천 유역의 토지이용/피복 형태



표 2-32. 평안천 유역의 수문특성

평균강수량(mm)	1,491.5
증발량(mm)	416.1
유출고(mm)	1,075.4
비유량(L/s/km ²)	34.1
유출계수	0.72

표 2-33. 평안천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적

표고등급(m) 토지이용/ 피복형태	200 이하	200~300	300~400	400~600	600 이상	면적(km ²) (비율, %)
논	1.8 (2.6)	0.4 (0.5)	0.5 (0.5)	0.3 (0.2)	0.0 (0.0)	3.0 (0.7)
밭	13.8 (20.5)	11.0 (15.4)	25.0 (26.0)	37.2 (28.0)	8.2 (15.2)	95.2 (22.6)
산림	41.5 (61.5)	54.3 (76.4)	65.1 (67.7)	90.6 (68.2)	44.5 (82.6)	296.1 (70.3)
초지·잡목	0.1 (0.2)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.3 (0.1)
나지·황폐지	8.4 (12.5)	4.7 (6.6)	4.4 (4.6)	3.7 (2.8)	1.2 (2.2)	22.4 (5.3)
인공건조물	0.0 (0.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1 (0.0)
수역	1.7 (2.5)	0.7 (1.0)	1.0 (1.1)	0.9 (0.7)	0.0 (0.0)	4.3 (1.0)
면적(km ²) (비율, %)	67.4 (16.0)	71.1 (16.9)	96.1 (22.8)	132.8 (31.5)	53.9 (12.8)	421.3

표 2-34. 평안천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적

경사등급(%) 토지이용/ 피복형태	A (0~2)	B (2~7)	C (7~15)	D (15~30)	E (30~60)	F (>60)	면적(km ²) (비율, %)
논	1.0 (1.8)	0.4 (1.3)	0.4 (1.1)	0.4 (0.6)	0.6 (0.4)	0.1 (0.2)	2.9 (0.7)
밭	27.8 (47.5)	14.5 (49.6)	12.7 (37.0)	13.9 (18.4)	19.3 (11.3)	5.2 (10.0)	93.4 (22.2)
산림	24.1 (41.2)	12.2 (41.7)	18.5 (53.9)	56.4 (74.3)	142.5 (83.4)	44.6 (85.0)	298.3 (70.8)
초지·잡목	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.0 (0.1)	0.3 (0.1)
나지·황폐지	4.3 (7.4)	1.9 (6.6)	2.4 (6.9)	4.2 (5.5)	7.2 (4.2)	2.2 (4.1)	22.2 (5.3)
인공건조물	0.0 (0.0)	0.0 (0.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1 (0.0)
수역	1.2 (2.1)	0.2 (0.8)	0.4 (1.1)	0.8 (1.1)	1.3 (0.7)	0.4 (0.7)	4.2 (1.0)
면적(km ²) (비율, %)	58.5 (13.9)	29.2 (6.9)	34.3 (8.1)	75.8 (18.0)	170.9 (40.6)	52.5 (12.5)	421.3

사) 사천 유역

사천유역은 임진강 유역 중에서는 평균강수량이 가장 낮은 1,350mm였고 유출계수가 0.65로 낮은 편에 속한다(표 2-35). 사천유역의 가장 큰 특징은 표고 200m 이하의 지역이 전체 유역면적의 88%를 차지하는 평탄지형이라는 것이다(그림 2-17, 표 2-36, 표 2-37). 이 평탄지의 토지이용/피복은 다른 유역에 비해 복잡하고 다양한 편으로 산림이 32%, 나지·황폐지가 23.3%를 차지하고 있다. 밭이 18%, 논이 10%로 농경지의 분포면적이 약 28%로 다른 유역에 비해 전반적으로 넓은 편이다. 초지·잡목과 수역이 각각 1% 정도이고, 개성직할시가 이곳에 위치하고 있으므로 인공건조물이 이 지역의 15%를 차지하고 있다. 사천 유역의 산림의 분포면적은 약 38%로 다른 유역에 비해 적은 비율을 보이고 있는데 대부분의 산림은 사미천과 인접한 지역에 주로 분포하는 것을 알 수 있었다. 경사등급에 따른 특징을 살펴보면 A slope의 분포면적이 약 36%로 가장 넓게 분포하고 있었고 다음으로 D slope이 24%로 넓게 나타났다.

그림 2-17. 사천 유역의 토지이용/피복 형태



표 2-35. 사천유역의 수문특성

평균강수량(mm)	1,350.0
증발량(mm)	473.3
유출고(mm)	876.7
비유량(ℓ/s/km ²)	27.8
유출계수	0.65

표 2-36. 사천 지역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적

표고등급(m) 토지이용/ 피복형태	200 이하	200~300	300~400	400~600	600 이상	면적(km ²) (비율, %)
논	31.5 (9.9)	0.0 (0.2)	0.0 (0.2)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	31.5 (8.8)
밭	56.8 (17.9)	1.8 (7.1)	0.4 (3.7)	0.1 (1.4)	0.0 (0.0)	59.0 (16.4)
산림	100.2 (31.6)	21.2 (83.1)	9.2 (92.6)	5.4 (96.5)	0.5 (100)	136.6 (38.0)
초지·잡목	3.0 (1.0)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	3.1 (0.9)
나지·황폐지	74.1 (23.3)	2.1 (8.2)	0.4 (3.5)	0.1 (2.0)	0.0 (0.0)	76.7 (21.4)
인공건조물	48.0 (15.1)	0.3 (1.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	48.3 (13.4)
수역	3.9 (1.2)	0.0 (0.2)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	3.9 (1.1)
면적(km ²) (비율, %)	317.5 (88.4)	25.5 (7.1)	10.0 (2.8)	5.6 (1.6)	0.5 (0.1)	359.1

표 2-37. 사천 지역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적

경사등급(%) 토지이용/ 피복형태	A (0~2)	B (2~7)	C (7~15)	D (15~30)	E (30~60)	F (>60)	면적(km ²) (비율, %)
논	20.5 (16.1)	3.1 (9.0)	3.3 (6.5)	3.1 (3.5)	0.8 (1.5)	0.0 (0.5)	31.0 (8.6)
밭	19.6 (15.3)	6.2 (17.5)	9.3 (18.2)	15.8 (18.1)	7.0 (12.5)	0.1 (6.1)	57.9 (16.1)
산림	33.2 (26.0)	10.8 (30.8)	17.9 (35.1)	40.5 (46.3)	36.6 (65.7)	1.8 (83.3)	141.0 (39.3)
초지·잡목	1.7 (1.3)	0.2 (0.5)	0.3 (0.7)	0.6 (0.7)	0.2 (0.4)	0.0 (0.0)	3.0 (0.8)
나지·황폐지	29.9 (23.5)	8.4 (24.0)	12.3 (24.1)	17.1 (19.6)	7.3 (13.0)	0.2 (7.7)	75.2 (20.9)
인공건조물	21.5 (16.8)	6.1 (17.4)	7.5 (14.7)	9.0 (10.3)	3.1 (5.5)	0.0 (2.2)	47.2 (13.1)
수역	1.1 (0.9)	0.3 (0.7)	0.4 (0.7)	1.3 (1.5)	0.8 (1.4)	0.0 (0.3)	3.8 (1.1)
면적(km ²) (비율, %)	127.4 (35.5)	35.1 (9.8)	51.2 (14.2)	87.5 (24.4)	55.8 (15.5)	2.2 (0.6)	359.1

아) 문산천 유역

문산천은 유역면적이 187km²로 임진강 유역 중 가장 작은 소유역으로 남한쪽에 위치하고 있다(그림 2-18). 사천유역과 마찬가지로 표고 200m 이하의 평탄지가 유역면적의 88%를 차지하고 있고 토지이용/피복 형태가 다양하다(표 2-38). 산림이 54%를 차지하고 있고 다음으로 논이 16%, 밭이 8%로 농경지 면적이 크게 나타났다. 도심지와 촌락과 같은 인공건조물의 비율이 14% 정도였고 나지와 황폐지가 7% 정도로 나타났다. A와 D slope의 면적이 유역면적의 각각 28%로 가장 넓게 분포하고 있었고 논은 경사등급이 낮을수록 넓게 분포하고 있는 반면 밭은 경사도에 상관없이 고르게 경사등급별로 분포하고 있었다(표 2-39).

그림 2-18. 문산천 유역의 토지이용/피복 형태



표 2-38. 문산천 유역의 토지이용/피복 형태별 표고등급 면적

표고등급(m) 토지이용/ 피복형태	200 이하	200~300	300~400	400~600	600 이상	면적(km ²) (비율, %)
논	26.8 (16.2)	0.1 (0.8)	0.0 (0.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	26.9 (14.4)
밭	13.3 (8.0)	0.7 (4.0)	0.1 (1.6)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	14.1 (7.5)
산림	89.2 (53.9)	15.5 (85.8)	3.0 (91.8)	0.5 (99.4)	0.0 (0.0)	108.1 (57.7)
초지·잡목	0.5 (0.3)	0.2 (0.9)	0.0 (0.8)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.7 (0.4)
나지·황폐지	12.0 (7.3)	0.6 (3.5)	0.1 (2.3)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	12.7 (6.8)
인공건조물	23.2 (14.0)	0.7 (4.1)	0.1 (2.8)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	24.0 (12.8)
수역	0.5 (0.3)	0.2 (1.0)	0.0 (0.3)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.7 (0.4)
면적(km ²) (비율, %)	165.4 (88.3)	18.0 (9.6)	3.3 (1.8)	0.5 (0.2)	0.0 (0.0)	187.3

표 2-39. 문산천 유역의 토지이용/피복 형태별 경사등급 면적

경사등급(%) 토지이용/ 피복형태	A (0~2)	B (2~7)	C (7~15)	D (15~30)	E (30~60)	F (>60)	면적(km ²) (비율, %)
논	14.1 (26.5)	1.9 (12.6)	3.3 (12.9)	5.3 (10.2)	1.9 (4.7)	0.0 (2.1)	26.5 (14.1)
밭	3.8 (7.2)	1.3 (8.7)	2.3 (8.8)	3.9 (7.6)	2.4 (5.9)	0.1 (4.5)	13.8 (7.4)
산림	22.9 (43.2)	8.2 (55.8)	14.3 (55.2)	32.7 (63.0)	30.3 (75.6)	1.2 (82.2)	109.7 (58.5)
초지·잡목	0.1 (0.2)	0.0 (0.2)	0.1 (0.2)	0.2 (0.5)	0.3 (0.7)	0.0 (0.4)	0.7 (0.4)
나지·황폐지	3.7 (7.0)	1.1 (7.6)	2.0 (7.8)	3.6 (7.0)	2.0 (4.9)	0.1 (3.8)	12.5 (6.7)
인공건조물	8.4 (15.8)	2.2 (14.8)	3.8 (14.8)	6.0 (11.5)	3.0 (7.5)	0.1 (6.0)	23.5 (12.5)
수역	0.1 (0.2)	0.0 (0.2)	0.1 (0.2)	0.2 (0.3)	0.3 (0.7)	0.0 (0.9)	0.7 (0.4)
면적(km ²) (비율, %)	53.2 (28.4)	14.8 (7.9)	25.9 (13.8)	51.9 (27.7)	40.2 (21.4)	1.4 (0.8)	187.3

라. 산림 현황분석

1) 북한의 산림관리 제도 및 산림황폐화

가) 북한 산림관리 제도의 변천

북한에서는 임업정책을 경제정책의 한 부문으로 비중 있게 다루어오고 있으며, 경제정책상 임업과 산림업을 구분하여 임업은 공업의 중공업부문의 하나로, 산림업은 농촌경리에 포함시켜 취급하고 있다. 즉, 산림의 보전, 조성 등에 관한 협동체적인 1차 산업은 농촌경리로 구분하고, 임목의 벌채, 제재 등 시설재료의 생산부문은 중공업으로 간주하고 있다.

북한은 1960년대부터 본격적인 장기계획경제사업에 착수하였는데 제 1차 7개년계획기간(1961-1967)에 조림사업이 포함되어 “쓸모없는 임지들을 경제적으로 유용한 산림으로 개조한다”는 목표 하에 펄프제지림, 유지림, 산과실림 등과 함께 수원함양림, 사방림, 방풍림 등을 80만ha를 조성하는 것을 목표로 하여 추진하였다.

70년대 후반에 들어 국토를 인민경제발전과 인민들의 복리증진에 맞게 합리적으로 이용개발하고 정리미화하며 나라의 전반적 살림살이를 전망성 있게 계획적으로 꾸려나갈 수 있도록 『토지법』을 제정(1977)하였는데, 현재 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.

제 2차 7개년계획(1978-1984)과 제3차 7개년계획(1987-1993) 기간에는 주체사상 강화의 원칙에 따라 주체경제가 한층 강화되었다. 이 기간에 수종갱신을 위주로 하여 조림목표량을 2차 7개년계획 기간에 200만ha, 3차 7개년계획 기간에 150만ha로 설정하였으나 임업정책 추진을 위한 계획만을 대외적으로 발표하고 있을 뿐, 그 실적에 대해서는 1960년대 이후 거의 발표한 적이 없는 것으로 보아, 계획대로 실적을 달성한 경우가 많지 않은 것으로 평가된다.

90년대에 들어서는 산간지대 농민의 생활향상을 위한 산지의 종합적·효율적 이용이 중시되었으며 1992년에는 산림법이 단독법으로 제정되어 공표되었다.

한편, 북한은 1986년 ‘환경보호법’을 제정한 데 이어 1995년 ‘환경보호법 시행규정’, 1998년 ‘국토환경보호단속법’ 등을 제정하였으며, 최근에는 ‘환경영향평가법’을 채택하여 국토 및 도시계획에 엄격하게 적용하는 등 환경문제에 관심을 기울이고 있다. 2000

년 이후에는 환경문제의 중요성을 인식하고 법적, 제도적 측면과 함께 국제적 환경협력분야에 참여해 왔다. 2004년에는 국제기구(UNDP, UNEP)와 공동으로 『북한환경상태보고서』를 발간하였으며, 2005년에는 환경보호를 위한 자연환경보호기금을 설립하고 유엔 기후변화협약에 따른 교토의정서에 가입하는 등 UNEP와 세계보호연맹 등 국제기구와 함께 지구온난화 방지와 오존층 보호, 생물다양성 보호를 위한 활동도 펴고 있다

북한이 이와 같이 환경관련 국제행사에 참가하고, 관련법 제정 및 이를 대외에 공개한 것은 북한의 환경파괴 및 오염상태가 상당한 수준에 있음을 반영한 것으로 향후 개혁·개방 추진 과정에서 대외이미지 개선, 필요시 국제기구 등으로부터 관련자금 및 설비를 지원받아 환경문제를 해결하기 위한 목적이 있는 것으로 보인다.

나) 북한의 산림 황폐화 과정과 원인

현재 북한은 식량난, 에너지난, 원자재난, 외화난 등의 형태로 나타나고 있는 극심한 경제난에 처해 있고, 이러한 경제난은 모든 부문에서 동시다발적으로 발생하는 구조적이고 총체적인 현상을 보이고 있으며, 이들은 바로 산림 황폐화와 직·간접적으로 관련성이 매우 높다.

현재 북한이 당면하고 있는 커다란 문제 중의 하나는 자연재해로 인한 농업기반시설의 붕괴이다. 북한은 식량 증산을 위해 1970년대 중반부터 지금까지 농지확장 정책을 꾸준히 진행해왔는데, 이는 1976년 10월의 노동당 중앙위원회에서 추진키로 한 『자연개조 5대방침』에 따라 추진되었다. 자연개조 5대방침은 농업발전을 위한 자연개조사업에서 힘을 넣어 해결하여야 할 5가지 투쟁과업을 밝힌 방침으로, 첫째, 밭관개의 완성 둘째, 다락밭 건설 셋째, 토지정리와 토지개량사업 넷째, 치산치수사업 다섯째, 간석지 개간을 말한다. 자연개조 5대방침의 구체적 과업은 중간지대와 산간지대에 있는 40만 정보의 밭에 관개를 실시하며 경사도가 16°이상에 달하는 15만~20만 정보의 비탈밭을 다락밭으로 만들며 토지정리사업과 토지개량사업을 널리 진행하고 큰불피해를 막기 위한 치산치수사업을 대대적으로 벌이며 10만정보의 간석지를 개간하는 것이다. 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.

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 발생하였다. 산지를 개간한 다락밭에는 주

로 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.

특히 1990년대 들어 북한 지역에는 해일, 가뭄과 홍수, 이상 고온과 저온이 되풀이되면서 농사는 물론 전반적인 토지이용 형태에도 많은 변화를 초래하였다. 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.

이러한 무분별한 경사지개간은 산림 황폐화의 주원인이 되었으며 이로 인한 토사유실과 홍수피해 방지는 농업에도 직접적인 영향을 미치고 있고 산림황폐로 인한 수원함양기능의 저하와 이로 인한 물 부족 현상, 그리고 엄청난 풍수해를 초래하였다.

이러한 산지개간과 함께 땔나무를 얻기 위한 임산연료의 무분별한 채취도 북한의 산림이 황폐하게 된 주요한 원인이다. 1990년대 중반 이후 에너지난으로 농촌지역 대부분의 주택이 취사 및 난방용으로 땔나무를 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.

또한, 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 형태로의 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.

산림황폐의 발달 과정을 보면 우선 식량증산을 위한 산지개간과 땔나무 채취가 산림황폐의 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.

2) 임진강유역의 토지이용 현황

앞서 제시된 기준과 방법에 따라 Landsat 영상을 분류하여 임진강유역의 토지 및 산림이용형태를 분석하였으며 그 결과는 <그림 2-19> 및 <표 2-40>에 제시되어 있다.

<표 2-41>에서 임진강 유역의 전체적인 토지이용현황을 살펴보면 산림, 무림목지, 개간산지, 나지 등의 산지가 약 75%를 차지하고 있으며 주거지, 논이나 밭 등의 농경지, 수역 등 비산림 지역이 약 25%를 점유하고 있다. 비산지 중에는 밭이 전체의 16.5%를 차지하여 가장 많이 이용되는 토지형태이다. 장차 산림복구 대상지역으로 고려되는 무림목지, 개간산지, 나지 등의 산림황폐지는 전체 유역면적의 약 14.3%인 1,168 km²로 나타났으며, 이 중 개간산지가 전체의 약 60%를 차지하고 있다.

토지이용 현황을 수계별로 살펴보면, 가장 고지대인 고미탄천 소유역에서 산림지역이 80% 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 가장 하류에 위치한 사천 소유역의 산림지역은 23%로 가장 적은 것으로 나타났다. 산림황폐지는 비교적 평탄한 저지대인 사천 소유역과 사미천 소유역에서 소유역 면적의 약 25.9%를 차지하고 있어 가장 높은 비율을 나타내고 있으나, 면적상으로는 임진강 소유역이 411.5 km²로 임진강유역 전체 산림황폐지의 약 35.2%를 차지하고 있어 가장 넓은 산림황폐지를 갖고 있으며, 한탄강 소유역은 임진강유역 전체 산림황폐지의 약 19.7%인 229.9km²를 차지하고 있는 것으로 나타났다(표 2-41).

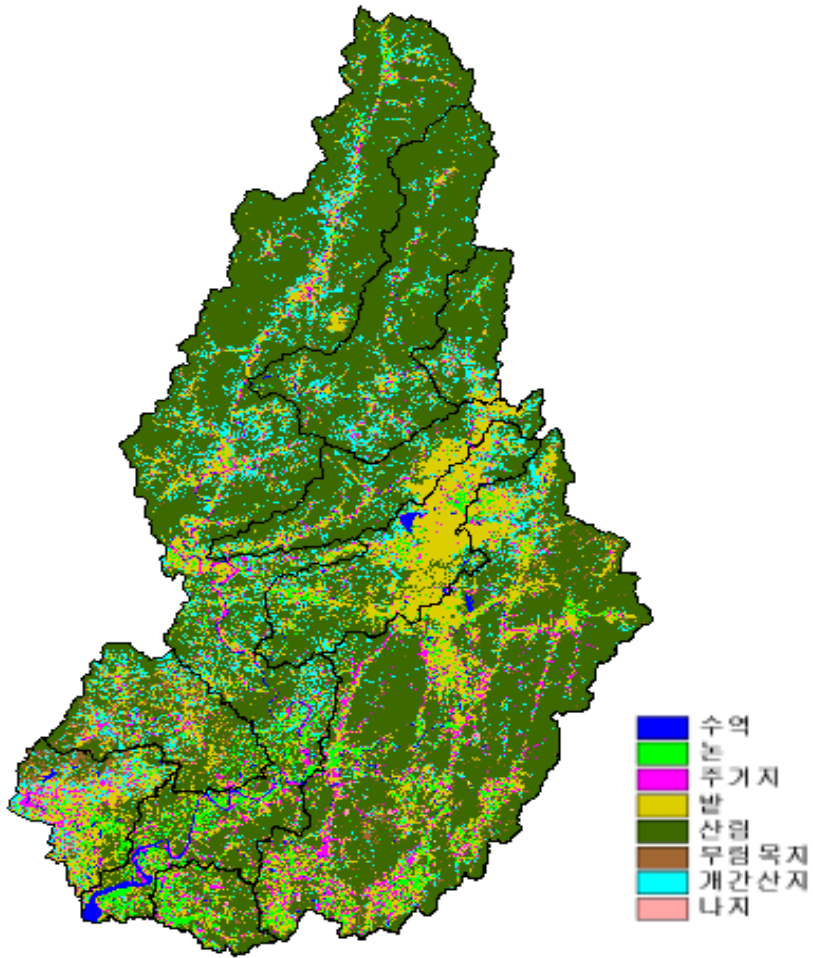


그림 2-19. 임진강 유역의 토지 및 산림이용형태

표 2-40. 임진강 유역의 토지이용 및 산림황폐지 실태

단위 : km²

산림(입목지)	황폐산지				비산림	합계
	무림목지	개간산지	나지	소계		
4,906.6	391.5	704.9	72.0	1,168.4	2,073.0	8,148.0
60.2%	4.8%	8.7%	0.9%	14.3%	25.4%	100.0%

표 2-41. 임진강유역의 수계별 토지 및 산림이용형태

단위 : km²

	합계	입목지	산림황폐지				농경지	기타
			소계	무림목지	개간산지	나지		
합계	8,148.0	4,906.6	1,168.5	391.5	704.9	72.0	1,685.2	387.8
(%)	100.0	60.2	14.3	4.8	8.7	0.9	20.7	4.8
임진강	2699.7	1,755.0	411.5	111.5	273.9	26.1	413.4	119.9
	100.0	65.0	15.2	4.1	10.1	1.0	15.3	4.4
사천	359.2	82.6	93.1	43.3	41.7	8.1	143.5	40.0
	100.0	23.0	25.9	12.1	11.6	2.2	39.9	11.1
사미천	460.1	228.9	119.3	58.8	57.6	2.9	94.5	17.5
	100.0	49.8	25.9	12.8	12.5	0.6	20.5	3.8
문산천	187.2	94.4	21.1	12.1	6.8	2.2	59.1	12.7
	100.0	50.4	11.3	6.4	3.6	1.2	31.5	6.8
용지천	238.2	177.1	40.5	9.5	28.2	2.8	19.1	1.4
	100.0	74.4	17.0	4.0	11.8	1.2	8.0	0.6
한탄강	2,339.0	1,398.0	229.9	98.7	111.3	19.8	557.6	153.6
	100.0	59.8	9.8	4.2	4.8	0.8	23.8	6.6
역곡천	588.7	226.6	82.7	15.7	64.6	2.3	257.2	22.2
	100.0	38.5	14.0	2.7	11.0	0.4	43.7	3.8
평안천	421.4	256.9	55.9	12.1	42.3	1.6	97.3	11.4
	100.0	61.0	13.3	2.9	10.0	0.4	23.1	2.7
고미탄천	854.5	687.2	33.3	29.8	78.5	6.2	43.6	9.2
	100.0	80.4	3.9	3.5	9.2	0.7	5.1	1.1

3. 임진강유역의 농업기반 특성 및 정비방안

가. 북한지역 유역의 농업생산기반 특성

1) 농업용수 이용

임진강 유역의 북한지역 수자원 이용에서 가장 큰 비중을 차지하는 부분은 농업용수로 총 수자원 이용량의 57.2%인 $22,754 \times 10^4 \text{m}^3$ 이다. 농업용수 이용량이 많은 이유는 종류에 평강·철원평야가, 하류에 하구평야 등 비교적 넓은 평야가 형성되어 있기 때문이다.

도별 농업용수 이용비율은 북강원도가 71.6%, 황해북도가 0.8%, 개성시가 27.6%를 차지한다. 임진강유역에서 농업용수이용이 가장 많은 하천은 평야가 비교적 많은 강원도 평강군과 철원군을 흐르는 평안천과 역곡천이다(표 3-1).

표 3-1. 임진강유역 북한지역의 도별 농업용수 이용량

단위 : 10^4 m^3

지역	지표수				지하수	계
	소 계	저수지	양수장	보		
강 원 도	16,180	6,486	4,936	4,758	118	16,298
황해북도	181	-	181	-	-	181
개 성 시	6,214	3,017	1,808	1,389	61	6,275
계	22,575	9,503	6,925	6,147	179	22,754

농업용수 수원공은 대부분이 저수지와 양수장이다. 관개용 저수지가 모두 35개소 있는데, 강원도에 27개소, 개성시에 8개소가 있다. 이 지역에 있는 저수지의 총 저수용량은 $6,500 \text{만 m}^3$ 이며, 이에 의한 관개면적은 5,067ha이다. 관개면적 중 논은 94%, 밭은 6%를 차지한다.

저수지가 많이 분포하는 지류는 평안천과 역곡천으로, 20개소의 저수지가 총 $5,000 \times 10^4 \text{m}^3$ 의 물을 저류하고 있으며, 이는 유역전체 저수지에 의한 저수용량의 83%에 해당한다. 특히 제1지류인 역곡천의 상류 지역은 북한에서 단위면적당 저수지 개소수가 가장 많은 지역으로 철원군 외학리에만 대형 저수지인 봉래호 등 6개소의 저수지가 있다. 봉래호는 북한에서 11번째로 크고, 북강원도에서 가장 큰 농업용 저수지로 저수용량이 $4,500 \times 10^4 \text{m}^3$ 이다. 분단이전에는 남한지역에 위치하는 철원평야를 위주로 총

5,500ha의 농경지 관개에 이용되었으나, 현재는 6단 양수장을 추가로 설치하여 북한지역 철원군의 외학리, 보막리, 화산리의 1,400ha의 논밭을 관개하고 있다.

임진강의 하류의 지류인 사천 유역에는 다목적 저수지인 송도저수지를 제외한 4개의 관개용 저수지가 있어서, 연간 $700 \times 10^4 \text{m}^3$ 의 저수량을 확보하여 1,360ha를 관개하고 있다. 개성시 판문군 선적리에 위치한 선적저수지와 동창리에 위치한 동창저수지는 비무장지대의 농경지에 급수를 하고 있다. 북한에서 발행한 문헌자료의 조사결과 유역내 북한지역의 주요 저수지 현황은 <표 3-2>와 같다.

표 3-2. 임진강유역 북한지역 주요 저수지 현황

저수지명	하천명	위 치	유역면적 (km^2)	저수용적 (10^4 m^3)	관개면적(ha)		
					계	논	밭
사동	사동천	강원 판교군 사동리	2.90	44.3	49.6	49.6	-
평지	-	" 판교군 구봉리	0.70	6.5	6.0	-	-
내동	-	" 구봉리	0.30	6.1	6.0	-	-
답전	고미탄천	" 세포군 후평리	1.60	10.5	5.0	5.0	-
신당	신당천	" 이천군 신당리	108.80	174.0	417.0	417.0	-
신대	평안천	" 평강군 송포리	1.60	41.0	114.7	114.7	-
송군	"	" 낭월리	0.54	32.0	50.0	50.0	-
청년1호	역곡천	" 하주리	0.15	15.0	27.0	27.0	-
하주	"	" 하주리	0.80	10.0	30.0	30.0	-
계현	"	" 남양리	2.70	55.0	45.4	45.4	-
가곡	"	" 가곡리	2.50	7.0	10.0	9.0	1.0
송포	평안천	" 송포리	3.45	116.0	370.0	370.0	-
감둔	한탄강	" 문산리	10.10	597.0	650.0	-	-
어룡	-	" 읍·리	6.40	167.0	300.0	-	-
청년2호	역곡천	" 하주리	0.55	43.0	57.0	57.0	-
백석1호	"	강원 철원군 외학리	2.00	7.2	14.8	14.8	-
백석2호	"	" 외학리	0.10	3.1	48.0	48.0	-
외학1호	"	" 용학리	2.20	4.7	36.7	36.7	-
외학2호	역곡천	강원 철원군 외학리	0.10	3.1	7.3	48.0	-
중대	"	" 내문리	24.00	330.0	873.0	873.0	-
홍포	"	" 외학리	2.90	78.0	243.1	243.1	-
남원	"	" 왕피리	5.80	32.0	9.6	9.6	-
곡굴	평안천	" 정동리	0.30	10.0	9.6	9.6	-
대전	구룡강	" 대전리	0.80	4.0	11.4	11.4	-
용열	역곡천	" 외학리	2.00	6.3	14.8	6.3	8.5
한굴	평안천	" 정동리	0.20	3.0	11.0	11.0	-
봉래호	역곡천	" 외학리	152.00	4,556.0	1,335.0	1,308.0	27.0

저수지명	하천명	위 치	유역면적 (km ²)	저수용적 (10 ⁴ m ³)	관개면적(ha)		
					계	논	밭
덕적	사미천	개성 장풍군 덕적리	8.71	72.0	42.0	40.0	2.0
문안	"	" 구화리	4.16	25.0	18.0	13.0	5.0
중방	사천	" 고읍리	5.21	160.0	441.0	359.0	82.0
신촌	"	" 대덕산리	8.42	3.0	28.0	26.0	2.0
선적	"	개성 관문군 선적리	11.88	387.0	342.0	271.0	71.0
동창	"	" 동창리	6.55	206.0	550.0	447.0	103.0
송도	"	개성 용흥리	32.70	1,898.0	3,000.0	-	-
용흥	"	"	6.40	-	870.0	-	-

* 향토대백과사전 및 기타 문헌자료(미공개)를 종합하여 작성

임진강 유역의 북한지역에는 농업용 양수장이 1,000여 개소가 있으며, 이에 의한 관개면적은 9,100ha이다. 이 중에서도 하천을 수원으로 하는 양수장은 420여개나 되며, 관개면적은 6,100ha로 양수장에 의한 논관개면적의 67%를 차지한다. 지하수를 수원으로 하는 양수장은 600개소이며, 관개면적은 1,120ha이다. 이 중에서 임진강하류의 사미천 유역과 사천 유역에 지하수를 수원으로 하는 양수시설의 90%가 집중되어 있다.

유역내에서는 관개용 보에 의하여 6,147만m³의 저수량을 확보하고 있다. 보가 많은 지역은 고미탄천 유역으로 강원도 세포군에만 453개소의 보가 있다. 보는 고정보와 임시보가 있는데, 거의 대부분이 임시보이다. 임시보는 상류인 강원도 법동군과 판교군에 가장 많고, 고정보는 하상경사가 완만한 지류의 하류구간에 많다. 강원도 법동군과 판교군의 농업용수는 주로 보에 의하여 공급되고 있다.

우물, 관정, 굴포, 지하저수지 등 지하수시설은 1,500여개소로, 우물이 대부분이며 관개면적은 1,180ha이다. 지하수시설에 의한 관개는 발관개가 92%를 차지하고 있는데, 주로 채소와 옥수수 재배에 이용하고 있다. 지하수 이용이 가장 많은 지역은 우물의 경우에는 평안천, 고미탄천 및 평안천이 지나는 강원도 평강군과, 고미탄천이 지나는 강원도 세포군 일대이다. 굴포의 경우에는 임진강본류와 고미탄천이 지나는 강원도 이천군과 세포군 일대이다. 특히 강원도 평강군에는 지하저수지 3개소가 있다.

가) 군별 농업용수 시설현황

1985년 기준 군별 농업용수 시설현황은 아래와 같다. 저수지는 위성화상에 의해 개소수를 파악할 수 있으나, 소형양수장, 보, 관정 등의 기타 시설은 확인이 불가능하기 때문에 북한발행 원문자료(출처 미공개)를 그대로 인용하였다.

(1) 북강원도 평강군

이 군은 임진강의 제1지류인 고미탄천, 역곡천 및 평안천 유역에 속한다.

군에는 저수용량 3만^{m³}이상의 능력을 가진 관개용 저수지 17개소가 있으며, 저수지의 저수용량은 1,302만^{m³}, 관개면적은 1,806ha이다. 주요 저수지로 봉래호(저수용량이 4,556만^{m³}, 관개면적 1,335ha), 감둔 저수지(저수용량이 597만^{m³}, 관개면적 613ha), 어룡 저수지(저수용량 167만^{m³}, 관개면적 279ha) 및 송포 저수지(저수용량 116만^{m³}, 관개면적 370ha)이다. 그중 송포 저수지는 8단양수체계로 평안천 물을 이목리 평야에 저류후 송포리, 북계리, 신정리 지역의 논에 공급하고 있다. 봉래호는 저수지 지역의 대부분이 평강군에 위치하지만, 관개지구는 철원군소재의 농경지이다.

지구내에는 봉래호 물을 이용하기 위한 다단양수체계인 봉래양수장 체계가 있다. 6단양수체계로 봉래호물을 오리산에 닭우리평야, 가곡리, 자원리, 전승리에 공급하고 있다. 양수장 6개소와 보 2개소로 밭 2,072ha를 관개하고 있다.

지하수시설로 우물 375개소, 굴포 25개소, 관정 30공, 지하저수지 3개소가 있으며, 지하수 시설에 의한 관개면적은 800ha이다.

그 외에 집단화된 다락밭 20ha가 있는 것으로 조사되었으나, SPOT5 위성화상으로는 관독이 불가능하였다.

(2) 북강원도 김화군

이 군은 임진강의 제1지류인 한탄강유역에 속한다.

농업용수는 보 48%, 양수장 31%, 저수지 19%, 지하수 2%에 의존하고 있다.

난송, 울동, 유창, 꼭뒤, 망태골 등 5개소의 저수지가 있으며, 이들 저수지의 총저수용량은 750만^{m³}이고, 관개면적은 272ha이다. 지하수 시설로 우물 202개소, 관정 2공, 굴포 104개소 등이 있으며, 그에 의한 관개면적은 550ha이다.

(3) 북강원도 세포군

임진강의 제1지류인 고미탄천 유역에 속한다.

저수용량 3만^{m³}이상의 관개용 저수지가 답전저수지(저수용량 10.5만^{m³}), 신생저수지(저수용량 11.5만^{m³}) 등 2개소가 있으며, 그에 의한 총 관개면적 65ha이다.

보는 453개로 임진강 유역에서 가장 많다. 지하수 시설로 우물 279개소, 굴포 72개소가 있다. 후평지구의 경우 양수장 3개소로 100ha를 관개하고 있다. 특히 세포읍, 신생리, 대곡리, 이목리에는 습지대가 많아 배수개선사업이 필요한 것으로 조사되고 있다.

(4) 북강원도 철원군

임진강의 본류 및 제1지류인 평안천, 역곡천 유역에 속한다.

저수용량 3만^{m³}이상의 관개용 저수지가 12개소 있으며, 총저수량 5,094만^{m³}, 관개면

적 2,614ha이다. 관개면적의 64.1%가 봉래호에 의존하며 그중 10.5%가 임진강분류, 3%가 역곡천, 5.8%가 구룡강, 16.6%가 평안천에 의존하고 있다. 봉래호는 저수용량 4,556만^m, 관개면적 1,335ha의 대형 저수지로 분단이전에는 남한지역 철원평야를 주로 관개하였으나, 지금은 양수시설을 도입하여 평강군과 철원군의 농경지에 관개용수를 공급하고 있다. 중대저수지는 봉래호와 연결되어 있으며, 저수용량 330만^m, 관개면적 873ha이다.

저수지외에 양수장 98개소, 고정보 176개소, 우물 281개소, 굴포 86개소, 관정 10공 등 시설이 있는 것으로 조사되고 있다.

과수면적의 62%가 경사도 15도 이상에 위치하고 있으며, 밭면적의 10%가 경사도 15도 이상에, 논 75%이상이 해발고 100m이상에 위치하고 있다.

(5) 북강원도 이천군

군의 대부분 지역이 임진강 분류에 속한다.

양수장 100개소, 보 265개소, 우물 615개소, 굴포 100개소가 있다. 신당저수지(1936년 완공)는 저수용량 174만^m이며, 관개면적은 417ha이다. 바람이 많이 불어 증발산량이 높아 한발피해가 자주 발생하는 것으로 알려지고 있다.

(6) 북강원도 판교군

임진강 분류 및 제1지류인 고미탄천 유역에 속한다.

저수용량 3만^m이상의 관개용 저수지 3개소가 있으며, 총저수용량은 59.6만^m이고, 관개면적은 72ha이다. 사동저수지(1936년 완공)는 저수용량이 44.3만^m이고 관개면적이 49.6ha로 군의 총 저수능력의 74%와 군의 총관개면적의 80%를 차지하고 있다. 내동저수지와 평지저수지는 저수용량이 각각 6만^m이고 관개면적은 각각 10ha, 16ha이다.

독립양수장 91개소와 10여 개소의 분수식 관개시설에 의해 총 700ha의 농경지를 관개하고 있다. 보시설이 180개소가 있으며 그에 의한 관개면적은 470ha이다. 지하수 시설로 우물 338개소, 굴포 28개소 및 관정 4개소가 있다.

(7) 북강원도 법동군

임진강 분류 및 제1지류인 고미탄천 유역에 속한다.

논은 전부가 임진강 분류의 하천변에 위치한다. 주요 시설로는 양수장 45개소, 보 37개소, 우물 133개소 및 굴포 49개소가 있는 것으로 조사되고 있다.

(8) 황해북도 토산군

임진강 분류 및 기타 군소 지류에 속한다.

논이 약 900ha가 있으며, 전부 양수장에 의해 용수를 공급받고 있다. 현재 임진강 본류의 DMZ 북방 42.3km 지점에는 황강댐이 건설중이다. 황강댐은 저수용량 3~4억^m 규모의 대형 댐으로, 현재 임시물막이 및 유수전환 공사와 좌안 기초처리공사가 진행 중인 것으로 파악되고 있다. 황강댐의 건설로 인하여 댐 하류의 임진강 본류를 수원으로 하는 기존의 양·배수장 등 농업용수시설에 대한 부정적 영향이 우려된다. 황강댐 하류의 남한지역에는 총 25개소의 양·배수장이 있는데, 모두 경기 연천 및 파주일대에 위치하며, 관개면적은 9,294ha(양수장 8,523ha, 배수장 771ha)이다. 따라서 황강댐 완공될 경우에 임진강 본류의 수량감소로 농업용수의 원활한 공급이 어렵게 되며, 남북 당국간의 대화를 통한 남북공동관리 방안의 수립과 함께 대체 수원공 개발에 대한 검토가 필요하다.

(9) 개성시-송도관개지구

문헌에 따르면 임진강과 지류인 사미천 및 사천과 예성강을 수원으로 하여 유역내 및 예성강 하구와 임진강 하구 사이의 평야지대의 농경지를 관개한다. 송도관개지구의 관개면적은 18,000ha이며 여기에는 임진강유역 외의 지역도 포함된다.

이 지역에는 저수지가 총 19개소가 있다. 저수지의 총 저수용량은 5,400만톤이고 관개면적은 10,000ha이다. 지구내 주수원공 역할을 하는 송도저수지는 저수용량 1,898만톤, 관개면적 1,600ha이다. 송도저수지외에 덕수저수지, 목산저수지, 영풍저수지, 옥련저수지, 동창저수지 등이 있다. 자세한 내용은 뒷부분의 사천유역의 분석에서 다루고 있다.

양수장이 1,700개소 있으며 관개면적은 18,000ha이다. 이는 지구내 관개면적의 대부분이 양수장에 의존하며 저수지와 양수장이 모두 연계된 체계임을 의미한다. 대표적인 양수장으로 송도 1단 양수장과 제2단 양수장이 있다. 사미천에 위치한 임진강 양수장(장풍군 소재)은 관개면적 660ha의 대형 양수장이다. 사천 본류에는 신창1단, 청계1단 등 24개의 양수장이 있으며, 이에 의한 관개면적은 560ha이다.

보 162개소에 의해 농경지 4,600ha에 대한 관개가 이루어지고 있다. 하구 담수호로 황강포갑문, 예성강갑문, 신흥갑문(관문군) 등이 있으며 관개면적은 2,300ha이다.

농업용 지하수시설이 1,100개소 있으며, 대부분이 우물과 굴포(이용량의 64%)로 주로 발관개에 이용되며 관개면적은 600ha이다.

나) 주요 농업개발지구의 용수체계

(1) 북강원도 평강·철원지구

임진강 유역에서 농경지가 가장 많은 지역은 평강·철원지구이다. 유역의 약 63%가 북한지역에 속해 있듯이, 철원평야도 북한과 남한지역에 나뉘어 분포하고 있다.

철원평야는 DMZ가 생기기 전까지는 북한지역에 위치한 봉래호를 주수원으로 하는

농업용수체계를 유지하였다. 그러나 분단이후 북한측이 봉래호의 수원을 북한지역으로 제한함에 따라 홍수가 지거나 관개용수가 과잉될 때에만 남한 쪽으로 보내고 있다. 현재 남한지역의 철원평야는 집수면적이 비교적 작은 학저수지, 토교저수지 및 동송저수지(양수저류)와 임진강 지류인 남대천을 주수원으로 하는 양수장 저류체계에 의해 용수공급을 받고 있다(그림 3-1).

봉래호는 평강군에 위치하지만, 양수장 및 연결수로를 통해 평강군과 철원군의 1,400여 ha의 논, 밭 및 과수원에 용수를 공급하고 있다.

중대저수지는 철원군 내문리에서 역곡천 지류인 마장천을 막아 건설(1936년)한 저수능력 330만m³의 저수지로 봉래호의 물을 수로터널, 보 및 연결수로에 의해 유역을 변경하여 저류한 후 인근의 농경지 873ha에 공급하고 있다.

봉래 양수체계는 6단 양수체계로 봉래호 물을 오리산에 펌핑한후 닭우리평야, 가곡리, 자원리, 전승리에 공급하고 있다.

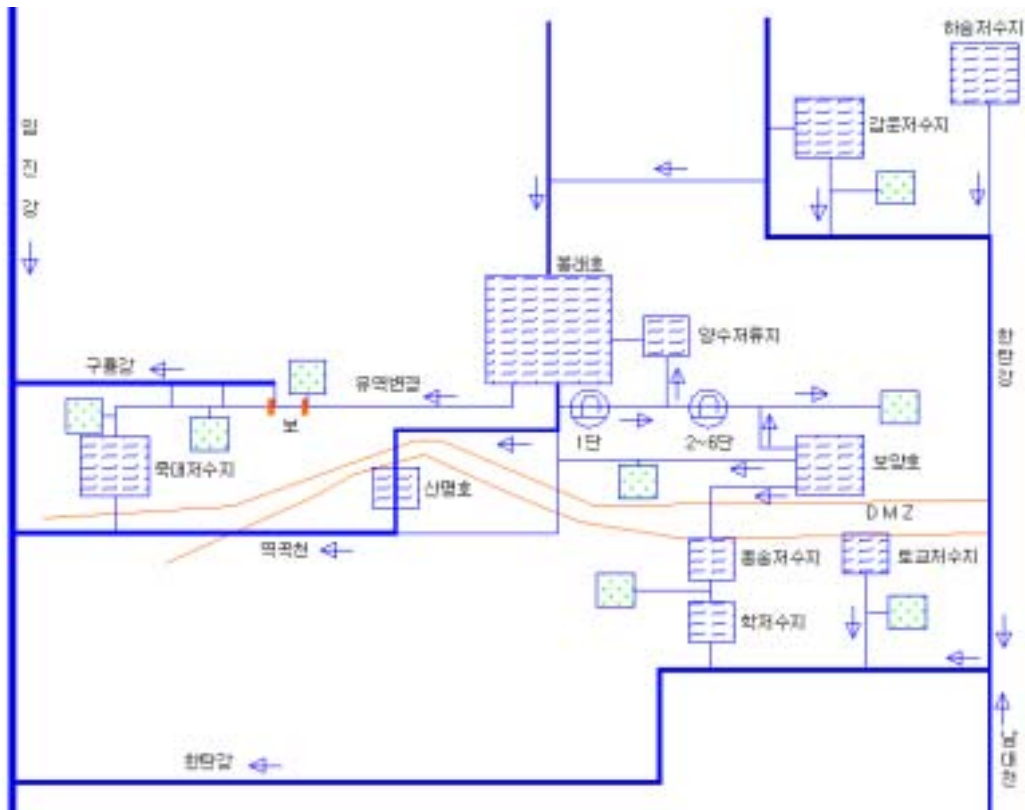


그림 3-1. 평강·철원지구 농업용수체계 모식도

(2) 개성 사천지구

개성시 개풍군, 판문군에 위치한 지구로서 농경지의 일부가 DMZ 내에 있다. 송도저수지의 수원을 지구내 저수지에 양수하여 저류한 후 농경지에 공급하는 용수체계로 구성되어 있다.

임진강 지류인 사천을 막아 건설된 송도저수지는 개성시 용흥동에 위치하며, 생활, 공업, 농업 및 전력용수 공급, 양식 등 다목적 수원공으로 총연장 120km의 연결수로로 거쳐서 개성시, 판문군, 장풍군의 농경지 3,000ha에 농업용수를 공급하고 있다. 만수면적 1.5km², 둘레 길이 15.2km, 길이 3km, 폭 0.5km로, 1958. 10월에 착공하여 1961. 10월에 완공하였다.(조선대백과사전14권, 409쪽) 저수지는 남서-북동 방향으로 놓이고, 주로 북쪽과 북서쪽의 3개 방향에서 유입되며, 집수면적은 32.7km²이다. 직접적인 공급 외에 옥련, 덕수, 상도, 동창 등 저수지 및 하구언인 '황포강 갑문저수지'에 저류를 통하여 간접적으로 공급하고 있다(그림 3-2).

용흥저수지는 1980년에 사천 지류인 용흥천에 건설한 저수지로 개성군 판문군 전제리, 평화리, 삼봉리, 동창리 일대, 870ha의 농경지에 용수를 공급한다. 송도저수지에서 3단양수로 저류하고 있다.

동창저수지는 개성시 판문군 남부에 위치하며, 동창리 일대 는 474ha, 밭 103ha에 농업 용수를 공급한다. 이 저수지는 덕수저수지와 상도저수지와 수로로 상호 연결되어 있다.

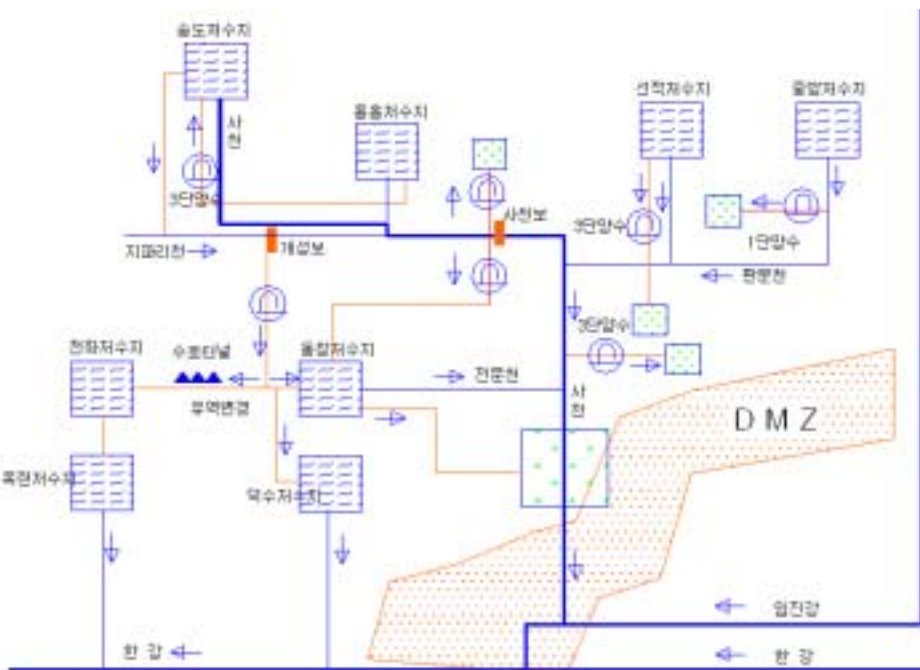


그림 3-2. 임진강유역 사천지구 용수체계 모식도

덕수저수지는 개성시 판문군 남부에 위치하며, 한강 지류인 덕수천을 막아 조성한 저수지로 1957년에 완공하였으나, 1983년에 1.7m의 제당 덧쌓기로 보강공사를 하였다. 임진강유역 외의 저수지이므로, 송도저수지의 물을 4단 양수로 유역을 변경하여 저류하는 시스템을 구성하고 있다.

옥련저수지는 개성시 개풍군 동부의 임진강유역이 아닌 한강유역의 옥련천에 건설(1932년)한 저수지이지만, 송도저수지에서 양수장과 연결수로를 통해 수원을 보충 받아서 인근의 신광리, 묵송리, 신성리, 해평리, 풍덕리, 용산리 일대 풍덕평야 농경지 1,800ha에 공급하고 있다.

2) 농지정비 실태

임진강유역 북한지역에서는 과거 1975부터 1978년에 이르는 4년 동안 평강평야가 위치하는 강원도 평강군에서 4,470ha의 논을 대상으로 경지정리를 실시하였고, 20ha의 다락밭을 조성하였다는 기록이 있다.

최근 1998년부터 2004년까지 북한은 '토지정리'라 일컫는 경지정리를 강원도를 시작으로 서해안 일대에서 대규모로 추진하였다.

토지정리의 주요목적은 다락논 및 빼기논의 규격화, 기계화영농 촉진, 경지면적 확대, 알곡수확 증대, 농민들의 소소유자(小所有者) 관념 청산 등이다. 강원도에서는 1998년 9월초부터 1999년 3월말까지 200일 동안에 약 33천ha의 경지정리를 추진하였다. 필지규모는 800~1,000평 규모이며 용수로 1,500km, 농도 640km, 기타 구조물 15만개 등의 시설물을 설치하였다. 경지면적은 1,760여ha 증대한 것으로 발표하였다.

이 시기에 임진강 유역내에서는 강원도 김화군, 철원군 등 접경지역과 법동군, 판교군 등 상류에 이르기까지의 강원도내 전 지역에서 경지정리가 추진된 것으로 알려지고 있다. 그러나 위성영상자료의 분석결과 기존의 경지정리 지구는 제외된 것으로 추정되며 재경지정리가 아닌 신규 경지정리로 판단된다. 최근에 실시한 경지정리사업은 개성 지역에서는 실시하지 않은 것으로 보도되고 있다. 노동신문 및 북한중앙TV 보도에 따르면 북강원도의 평강군, 이천군, 김화군 용현리, 철원군 마장리(제8작업반 132ha), 세포군 오봉리, 판교군 금평리에서 실시하였다.

강원도 철원군 마장리 제8작업반의 경우, 논두렁 길이는 시행 전보다 87,400m가 감소한 45,200m, 필지수는 1,398개가 감소한 466개, 면적은 9ha 증대하였다. (자료: 노동신문, 1999년 2월 10일자)

SPOT5 위성영상 분석에 따르면 북한이 강원도에서 시행한 경지정리('토지정리')는 경작도, 수로배치, 필지규모 등에서 남한에서 시행하는 경지정리와 차이가 있는 것으로 나타나고 있다.

논둑 월류식 관개방식으로 용·배수로 겸용 수로로 배치되어 있고, 남한의 경지정리

지구에 비해 필지구분이 분명하지가 않다. 또한 용·배수 겸용 수로가 콘크리트 구조물이 아닌 토공으로 되어있어서 수로와 논 특성 유사하게 나타나고 있다. 수로와 논두렁으로 둘러싸인 필지인 경구의 규모는 평균 600평(0.2ha)으로, 장단변 약 60m×33m의 크기를 보이고 있다. 위성화상으로는 수로, 경작도 및 논 필지의 구분이 분명하지 않다. 남한의 경우에는 위성영상으로 포구와 농구의 구분이 분명하게 구분된다(그림 3-3).

수로체계는 용배수로 분리체계로 용수지거는 경작도 측면에 나란히 배치되며 배수지거는 경작도를 사이에 두고 경작도와 평행하여 배치되고 있다.

경작도의 설치간격은 남한의 경우에 비해 상당히 넓어 영농기계화에 어려움이 있을 것으로 보인다. 그림의 북강원도 철원군 마장리 토지정리 지구의 경우 필지 중간에 폭 8m 규모의 국도급 도로가 횡단하고, 우측에 남북방향으로 폭 5m의 마을진입로가 있다. 신규 경작도는 진입로와 약 680m의 간격으로 설치되어 있어 중간에 위치하는 필지로 농기계가 진입하려면 논두렁을 최소한 4번 넘어야 한다.



그림 3-3. 북강원도 철원군 마장리 제8작업반 경지정리 후 전경

남한의 철원평야의 경우 폭 3m의 경작도가 용수지거를 따라 설치되어 있어서 배치 간격이 100m로 나타나고 있다. 포구규모는 9ha이며, 논두렁과 지거수로 둘러싸인 경구의 규모는 1,200평(0.4ha)로 장단변은 100m×40m를 나타내고 있다(그림 3-4).

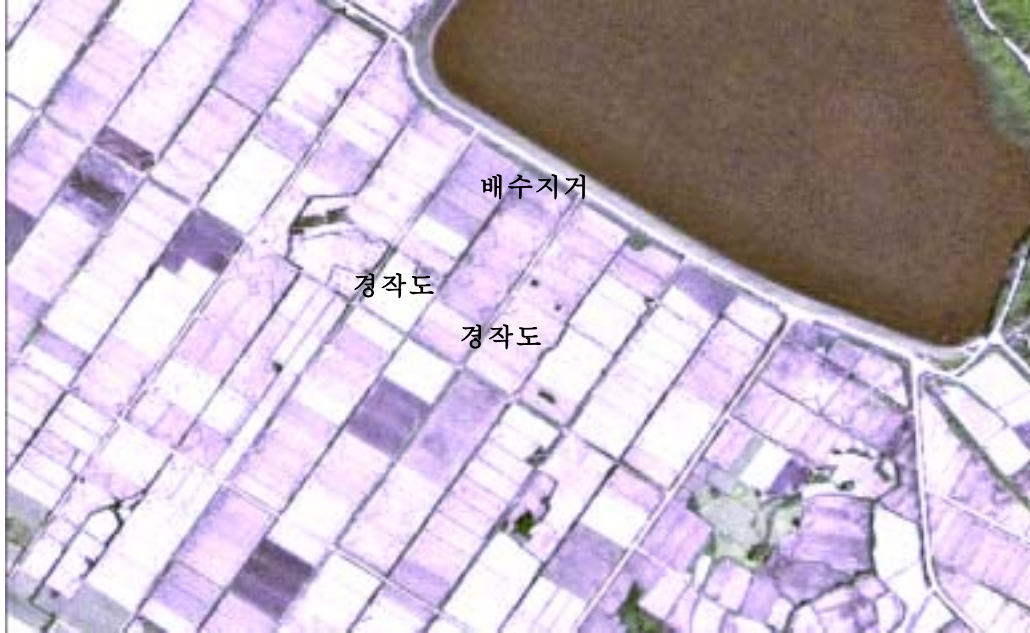


그림 3-4. 강원도(남한) 철원군 동송리 농경지전경

나. 남한지역 주요지구의 농업생산기반 특성

1) 강원 철원평야지구

강원도 철원지역은 분단 이전에는 평강고원과 철원평야로 일컬어지던 대표적인 농업지대로서 주변에 봉래호, 토교지, 강산지를 비롯한 규모가 비교적 큰 저수지가 조성되어 있고, 한탄강 상류가 지나가고 있어 수자원이 비교적 풍부한 지역이다.

그러나 토교, 동송, 산명호 등 저수지는 대부분 유역이 북한쪽에 위치하고 있기 때문에, 북한의 방류량에 따라 저수량이 제어되는 한계를 지니고 있다. 따라서 한탄강에 토교1단, 토교2단, 동송1단 등 다단 양수장을 설치하고 저수지에 양수 저류하는 동시에 암반관정을 이용하는 용수체계를 구축하였다(그림 3-5).

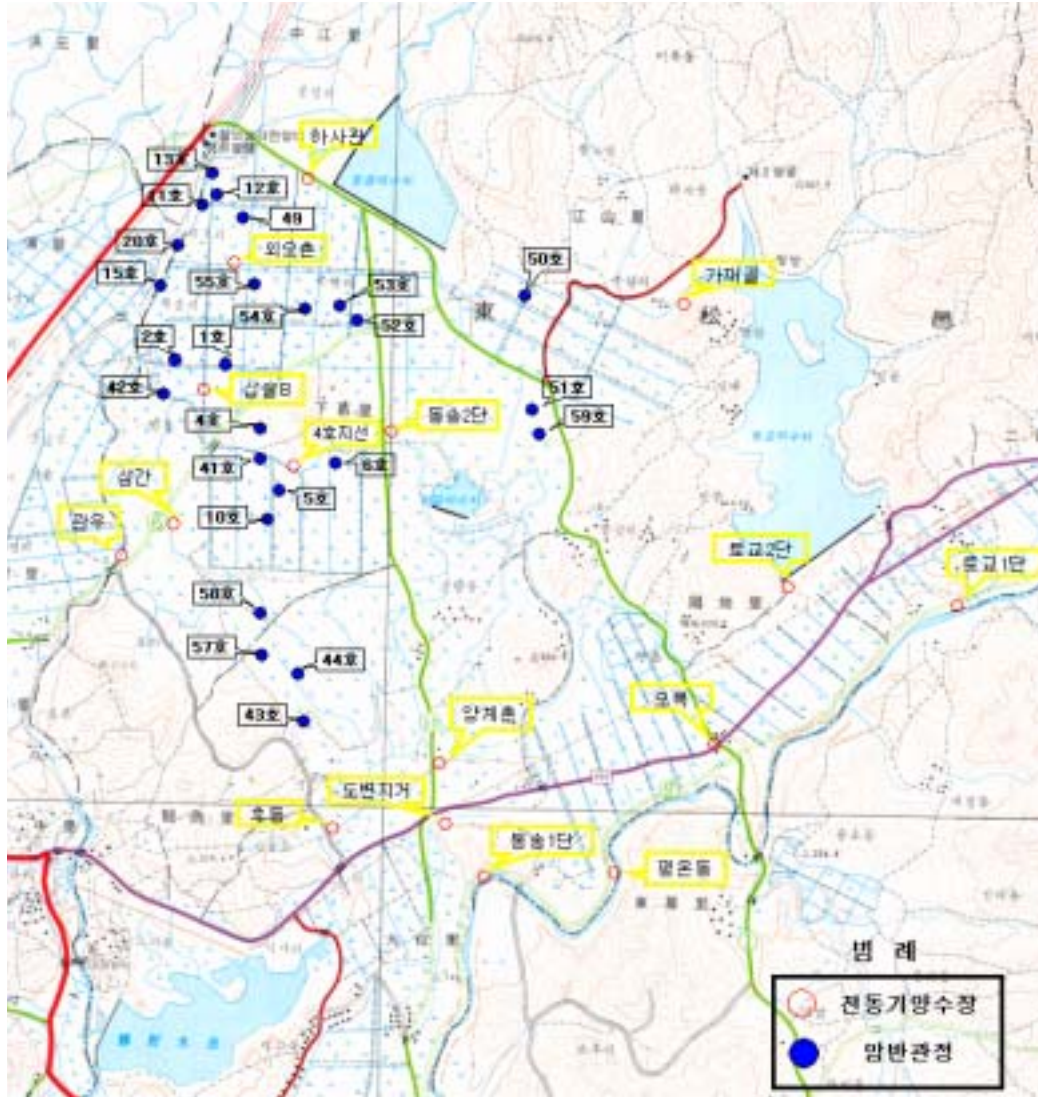


그림 3-5. 남한지역 철원평야지구 시설물 위치도

수원공의 대부분이 민간인의 출입이 제한적인 민통선 내에 위치하고 있다. 따라서 시설관리 및 물관리의 불편함을 해소하고 용수공급의 효율성을 높이기 위해 현재 자동 물관리시스템(TM/TC 시스템)의 도입을 계획 중이다.

남한지역 철원지구의 주요 농업용수시설로 저수지가 9개소, 양수장이 43개소, 보 18개소, 대형관정 57공이 있으며, 총 관개면적은 5,904ha이다.

2) 경기파주 임진지구(대단위 사업지구)

경기도 파주시 및 연천군의 농업지구는 대부분이 임진강의 본류에서 직접 양수하여 관개하는 양수장 위주의 용수체계로 되어있고, 저수지에 의한 용수수급 비중은 상대적으로 크지 않은 편이다. 대표적인 지구가 대단위 농업종합개발 차원에서 정비사업을 시행한 파주시 임진지구이다.

임진지구 농업종합개발 사업은 경기도 파주시와 고양시 농지 7,195ha의 관개개선을 목적으로 아시아개발은행(ADB)의 차관 1,900만 달러를 투입하여 시행하였다. 1976년 9월에 착공하여 1983년 10월에 준공하였다.

주요 사업내용은 관개개선 및 배수개선사업, 농업근대화 및 농촌상수도 시설 설치 등이다. 이 중 관개개선 및 배수개선 사업은 양수장 11개소, 배수장 4개소, 도수로 32.6 km, 용수로 283km, 조정지 1개소, 두수공 4개소의 설치와 경지정리 3,530ha 및 개답 194ha 등의 사업을 포함한다. 임진지구의 용수공급 모식도는 <그림 3-6>과 같다.

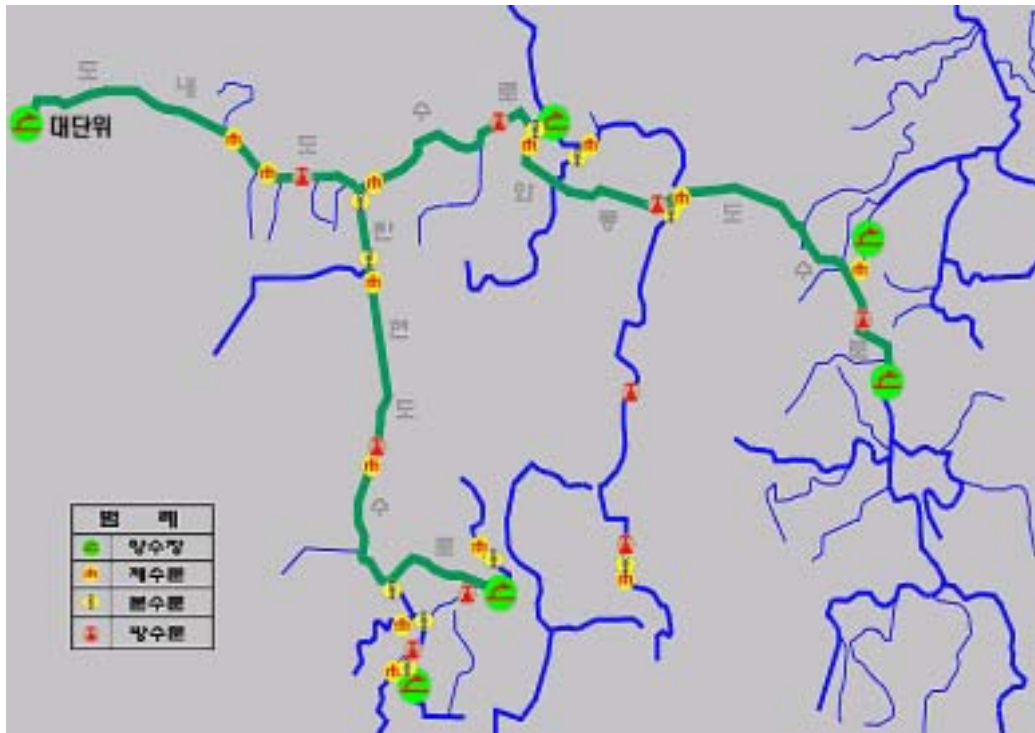


그림 3-6. 남한지역 임진지구 용수공급 모식도

수원공. 임진강을 주수원으로 하며 대단위 양수장과 2단 양수장 8개소, 3단 양수장 1개소에 의해 6,964ha의 하류부 평야를 급수하며, 1개소의 조정지로 파주시 교하면 일대의 평야에 보충급수를 한다(표 3-3).

대단위 양수장은 도내도수로, 와동도수로, 탄현도수로 등 연결수로 3조 32.6km와 연결되며 8개의 2단 양수장과 1개의 3단 양수장 및 조정지를 경유한다. 10조의 1단 용수간선과 도수로 구간에 설치한 분수관을 통하여 총 2,404ha에 직접 급수하며, 8개의 2단 양수장으로 4,560ha의 경지를 급수하도록 계획되었다.

그러나 파주시의 도시개발과 영농의 변화에 따른 관개면적의 감소로 현재는 총 4,686ha의 농경지를 관개를 하고 있다. 도수로를 통해 유입되는 유입수를 공급하는 2단 양수장으로 탄현(191.2ha), 대동(53.0ha), 도내(386.5ha), 상지(772.5ha), 와동(1,015.4ha) 양수장이 설치되어 있다.

대단위 양수장은 임진강 본류의 가장 중요한 시설물이지만, 1996년과 1999년 홍수시 두 차례에 걸쳐 집중강우에 의한 침수피해를 입은바 있으며, 평상시에는 임진강에서 유입되는 이토 및 이물질로 인해 원활한 작동에 지장을 받는 것으로 파악되고 있다.

도수로. 대단위 양수장을 기점으로 분기되는 도내 도수로와 거기서 다시 분기되는 탄현 도수로 및 와동 도수로가 있다(표 3-4).

표 3-3. 주요 양수장 현황

양수장	대단위	탄현	대동	도내	상지	와동
수혜면적(ha)	4,686.2	(191.2)	(53.0)	(386.5)	(772.5)	(1,015.4)
설치년도	1978	1980	1980	1980	1983	1982
양수량(m ³ /sec)	2.667	0.41	0.11	0.76 0.53	1.00 0.37	1.08
실양정(m)	17.6	17.6	21.7	20.4 11.3	30.0 16.3	37 19
전양정(m)	20	20	26	23.4 14.0	37 19	29

()내는 2단 양수장임

표 3-4. 임진지구 도수로 현황

구 분	도내 도수로	탄현 도수로	와동 도수로	합 계
도수로	1조 12.35km	1조 9.73km	1조 12.52km	3조 32.60km
간 선	7조 10.57km	9조 22.23km	43조 124.33km	59조 157.13km
계	8조 22.92km	10조 31.96km	44조 136.85km	62조 189.73km

도내 도수로에서 다시 2개의 도수로가 분기되며, 이외에도 7개의 간선이 분기된다. 도수로내 각 간선 분기점에는 제수문, 분수문과 31개소의 분수관이 설치되어 있다.

탄현 도수로에서는 9개의 간선이 분기되며, 이 간선에서 다시 28개의 지선이 분기된다. 도수로내 각 간선 분기지점에는 제수문, 분수문과 18개소의 분수관이 설치되어 있다. 와동 도수로에서는 43개의 간선이 분기되며, 이 간선에서 다시 151개의 지선이 분기된다. 도수로내 각 간선 분기지점에는 제수문, 분수문과 8개소의 분수관이 설치되어 있다.

임진지구의 도수로 및 간선수로는 준공당시에는 대부분이 토공수로였으나 현재는 용수손실 방지를 위해 100% 구조물화 하였다. 현재 제수문 22개소, 분수문 20개소, 11개소를 대상으로 농업용수관리자동화시스템(TM/TC시스템)이 도입될 예정이다. 임진강유역의 남한지역내 주요 저수지 현황은 <표 3-5>와 같다.

표 3-5. 임진강유역 남한지역 저수지 현황

시설명	위치	준공연도	유역면적 (ha)	만수면적 (ha)	저수용량 (천톤)	유효저수량 (천톤)	관개면적 (ha)
고모	경기포천	1984	400	20	1,379	1,307	178.5
금주	"	1981	820	16	748	713	103.5
기산	"	1979	872	13	1,074	1,023	126.9
냉정	"	1945	5,202	38	1,091	1,091	280.0
백학	"	1969	995	23	1,667	1,640	156.0
산정	"	1925	1,537	26	2,392	2,278	406.6
우금	"	1958	515	18	722	688	216.2
중리	"	1960	900	9	545	519	191.3
기산	경기양주	1975	370	14	910	878	180.0
덕계	"	1979	240	9	677	674	103.0
원당	"	1979	337	15	1,114	1,107	267.6
효촌	"	1982	303	43	1,840	1,395	235.0
봉암	"	1979	340	15	931	908	208.9
마장	경기파주	2000	1,138	28	2,900	2,637	223.0
마지	"	1980	1,420	45	3,996	3,891	495.0
공능	"	1966	1,640	36	766	690	194.4
금과	"	1975	240	5	203	153	47.7
발랑	"	1976	1,878	15	864	825	226.5
애룡	"	1960	890	24	1,026	978	250.0
금연	강원철원	1961	394	21	891	891	280.0

시설명	위치	준공연도	유역면적 (ha)	만수면적 (ha)	저수용량 (천톤)	유효저수량 (천톤)	관개면적 (ha)
동송	"	1980	1,827	75	4,310	4,237	802.0
산명호	"	1971	4,670	79	1,840	1,790	405.6
용화	"	1961	1,400	28	1,978	1,978	278.6
토교	"	1976	2,370	335	17,580	15,556	1,553.7
학	"	1923	2,600	154	1,815	1,815	383.0

다. 북한의 임진강유역 농업기반정비 방안

수자원의 효율적인 개발과 관리는 지속가능한 경제발전과 빈곤의 감소를 위한 기초적인 역할을 수행하며 그중에서도 농업용수는 가장 중요한 부분을 차지한다. 농지정비는 농업생산량 제고에 필수적인 요소이다. 따라서 유역의 농업생산기반 정비는 농업생산량 제고, 농업생산성 향상 및 재해대처 능력 향상에 목표를 두고 추진되어야 한다.

농업생산기반 정비사업은 예산이 많이 소요되는 사업으로 재원이 제한적인 북한의 경우에는 단계별로 접근하는 것이 필요하다. 단기적으로는 개별적인 단일사업으로 추진하고 북미관계 개선으로 대규모 국제금융자본의 투입이 가능한 시점에서는 대단위 농업종합개발의 차원에서 여러 사업을 패키지로 추진하는 것이 효율적이다.

단일 사업은 북한이 자체로 추진하거나 소규모 국제자본을 유치하여 추진할 수 있으며 남측의 기술과 남북협력기금을 유치하여 남북협력사업으로 추진할 수 있다. 장기적인 종합개발은 국제금융자본의 투입외에 우리정부가 일정규모의 북한농업개발 기금을 조성하여 추진할 수 있으며 이 경우에는 남측의 기술력과 경험을 활용하는 방향으로 추진하여야 할 것이다.

임진강유역의 농업생산기반 정비의 대상 지역은 주요 농업지구가 위치한 중부의 평강·철원평강 지구와 하류의 사천지역이다. 이 지역에서는 단기적으로 양수장의 가동율 향상을 위한 개보수, 수원공 개발 및 보강, 용·배수로 기능향상, 기계화 경작로 설치, 포장내 수로체계 개편, 봉래호 수원의 남북공동 이용 등의 사업추진이 필요하다. 사업의 우선순위는 기존시설의 보수·보강을 먼저 추진하고 농업용수 확보 대책을 세운 후, 그 다음 단계로 농지정비, 배수개선사업을 추진하는 것이 바람직하다.

중장기 과제인 대단위 농업종합개발은 수자원 개발, 경지정리, 배수개선 등을 종합적으로 추진하는 사업이다. 임진강유역은 상류구간은 북한 쪽에 위치하고 하류구간은 남한 쪽에 위치한 남북한 공유 유역이므로 남북공동 조사단을 구성하여 유역조사 및 종합개발 대책에 대한 충분한 논의를 거치는 것이 필요하다.

사업방향 설정에 있어 작부체계의 개편을 통한 유역내 농업용수 이용체계 및 농지이용 계획의 조정이 중요하다. 급경사지에 개발된 경작지의 산림으로의 복원도 함께 검토해야 할 대상이다. 용수체계 개편방안 수립을 위해서는 여러 시나리오를 구성하여 최적인 설정을 위한 대안별 경제성을 함께 검토해야 할 것이다. 이는 저수지, 양수장, 보 등 기존시설의 용수공급 안정성에 대한 재검토와 함께 추진되어야 할 사항이다.

1) 농업용수개발 및 보강

가) 중규모 저수지 개발

임진강 유역의 수리불안전답에 대한 농업용수의 안정적인 공급을 위해서는 10년 빈도 이상의 중규모 저수지를 개발하는 것이 필요하다. 신규 저수지 개발대상지역은 유역내 양수장이 많거나 임시보가 많은 지구를 선정할 수 있으며, 에너지 소모가 많은 양수장 위주의 용수체계를 개편하는 차원에서 시행하여야 할 것이다. 저수지 개발시에는 용수확보, 수몰지, 생태계, 접근가능성 등에 기초하여 댐 후보지의 위치와 형식, 규모 및 경제성에 대한 검토가 필요하며, 생물의 서식환경, 친수성 및 경관 등에 대한 환경적인 배려도 필요하다. 수자원이 풍부하나 임시적으로 설치한 보가 용수시설의 주종을 이루고 있는 고미탄천 유역의 강원도 판교군, 법동군 지역에서 신규 저수지의 개발이 필요하다.

임진강 유역에서의 중규모 저수지 개발은 남북한이 함께 추진 중인 임진강 공동수방사업과 개성공단 개발사업과 연계하여 검토하는 것이 필요하다. 현재 임진강 공동수방사업은 남북한 전문가의 유역 수자원 공동조사를 추진하는 것을 골자로 하고 있다. 아직까지 댐의 개발은 검토되고 있지 않지만 장기적으로는 임진강 상류에 다목적 댐의 개발이 이루어질 전망이다. 개성공단 개발사업을 위해 임진강 유역의 장풍군 일대에 저수량 1,800만^m 규모의 월고 저수지를 개발 중이며, 이 외에도 임진강댐, 백학댐을 추가로 개발할 예정이다. 따라서 남북한 공동조사에 농업용수 확보 및 남한지역 기존시설의 피해감소를 위해 농업분야 전문가의 참여가 반드시 필요하다.

나) 봉래호의 관개지구 확대

분단이전 봉래호의 관개지구는 DMZ 남쪽 철원평야(현재 철원군일대)이었으나, 현재는 북한지역의 철원, 평강평야 지구로 전환된 상태이다. 북한은 봉래호 용수의 북한지역에서의 활용을 위하여, 8단 양수저류를 하는 송포 저수지와 6단 양수장인 봉래호 양수장을 설치하였다. 그 결과 남한의 철원평야 지역은 봉래호에 의존하지 않는 독립적인 용수체계를 구축하였다. 독립적인 용수체계는 기존의 봉래호를 수원으로 하는 동송

저수지와 토교 저수지에 한탄강의 물을 다단 양수하여 저류하는 시스템으로 구성되어 있다.

따라서 남한지역 철원평야의 경우에 주수원공이었던 봉래호의 활용이 불가능하기 때문에 양수장 관개체계의 도입이 불가피하였다. 북한의 경우에는 봉래호보다 높은 곳에 위치한 농경지의 관개를 위하여 봉래호의 물을 활용하는 양수체계를 도입하였다. 남북한 모두 에너지 소모가 많은 양수장 관개체계를 불필요하게 설치한 것이다. 따라서 남북관계가 호전될 경우 봉래호의 수원을 분단이전과 같이 남북한이 공동으로 이용하기 위한 논의가 있어야 할 것이다.

철원·평강 평야의 DMZ내에는 분단 이전에 농지로 이용되었던 약 3,000ha의 평야지가 위치하고 있다. 이 평야지를 환경 친화적으로 시범개발하고 남북한이 공동으로 운영함으로써 DMZ지역을 평화와 번영의 장으로 활용할 수 있을 것이다.

다) 지하수 개발

임진강 유역의 지하수 부존량은 27,645만 m^3 으로 비교적 풍부하다. 그러나 대부분의 지하수 이용시설은 심도 10m의 얇은 우물로 한발 대응능력이 취약하다. 임진강 본류에 속하는 강원도 이천군 일대는 증발산량이 높아 한발피해가 빈번한 것으로 조사되고 있다. 현재 북한의 지하수 개발기술 및 장비여건은 불충분한 것으로 알려지고 있으며, 따라서 이 지역의 상습한발 지역 중에서 접근성 및 사업시행 여건이 용이한 지역을 선정하고 남한의 장비 및 기술인력을 투입하여 지하수개발을 시범 추진하는 것이 필요하다. 개성공단이 개발 중인 사천유역의 개성 인근에서는 과거에 송도 저수지의 수원을 활용하기 위해 많은 양수저류용 및 원거리 농경지 관개용 다단 양수장을 설치하였다. 따라서 이 지역에 단일 수원공인 지하수를 개발하여 기존 양수시설의 부담을 경감하거나 독립적인 수원공으로 개편할 수 있다.

현재 남한에서 이용되고 있는 지하수 시설은 기계 관정으로 소형 관정과 대형관정이 있다. 대형 관정은 심도에 따라 암반관정과 층적 관정으로 구분된다. 층적층 관정의 양수량이 충분치 않은 경우에는 집수효율을 높인 방사상집수정을 이용하고 있으며, 지하수의 유속이 빨라 갈수기에 대수층의 지하수 저류량이 급속히 감소하는 지역에서는 지하댐을 막아 지하수 저류 효과를 높이고 있다.

남한의 경우, 지하수개발은 한발 해결의 긴급방편으로 우선적으로 개발 비용이 비교적 적게 소요되는 층적관정과 소형관정 위주로 시작되었다. 그러나 층적관정과 소형관정 중에서 내한능력이 미달하는 관정들이 발생함에 따라 1980년대부터는 내한능력을 갖춘 방사상집수정과 100m 심도의 암반관정을 개발하기 시작하였다. 따라서 소형관정과 층적관정의 개발은 1980년대 중반부터 중단되기 시작하여 1990년대에 들어서서는 더 이상 개발하지 않게 되었다.

따라서 북한지역의 지하수 개발에 있어서 과거 남한의 지하수개발 사업의 변천과정을 감안하여, 초기단계에는 사업비가 비교적 적게 드는 소형관정과 층적관정을 개발하여 논 용수로 사용할 수 있도록 하고, 발관개가 필요한 지역은 200m 내외의 암반관정을 개발하도록 하는 것이 바람직하다. 특히 층적관정과 소형관정의 경우에는 풍화대까지 관통하여 내한능력이 확보될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

고지대에서는 층적층의 발달이 미약하여 지하수의 채수가 어려우므로 암반관정의 개발이 필요하다. 그러나 관개용수가 공급된다고 해도 생산성 제고가 어려운 한계농지는 개발 대상지역에서 제외시키는 것이 바람직하다. 저지대에 위치한 농경지를 관개하는 관정의 내한능력을 증가시키기 위한 방법으로 층적층 바로 하부의 풍화대 지하수를 개발하는 방법과 관정의 집수능력을 최대화하는 방사상 집수정의 개발을 검토할 수 있다. 또한 북한에서도 현재 이용하고 있는 것으로 알려지고 있는 기초적인 수준의 지하댐을 한층 더 발전시켜 현지의 지형지질에 적합한 지하댐의 모델을 개발하여 적절하게 이용하는 것도 필요하다.

라) 용수시설 개보수

양수장 개보수. 용수시설 중에서 개보수가 가장 시급한 것은 양수장 시설이다. 북한지역의 대부분 농업용수 시설은 노후화가 심각하고, 평년빈도로 설계되어 있어 한발대응 능력이 낮기 때문에 보수, 교체, 재설치 등 전반적인 유지관리 및 보강대책이 필요하다. 임진강 유역의 경우에도 마찬가지이다.

임진강 유역에는 약 1,000개소의 양수장이 설치되어 있으며, 개소수 기준으로는 개성 일대의 사미천과 사천 유역에 가장 많이 분포되어 있으나, 규모가 그리 크지 않은 소규모 양수장인 것으로 분석된다. 평안천 및 역곡천 유역에는 다단 양수를 위해 양수능력이 비교적 큰 중·대형양수장이 설치되어 있다. 대부분이 1950, 1960년대에 건설된 것으로 노후화에 의한 기능저하가 심각하며, 에너지난 등 경제상황의 악화에 따른 효율저하로 설계양정 및 양수량을 보장하지 못하고 있다.

북한발행 문헌에 의하면 물관리 및 유지관리 전문 기업소인 군관개관리소에서 노후화 양수장의 가동을 위해 관련부품을 자체로 제작하여 조달하고 있는 것으로 알려지고 있다. 전압 및 주파수가 저하되는 상황에 대처하기 위해 전동기 전극 수 추가설치, 임펠러(펌프날개)의 직경 연장 및 개수 추가, 실패킹(seal packing) 대용재료로 나무토시 또는 물수세미 사용, 임펠러 대용으로 파수지 사용 등의 임시 방편적 조치를 취하고 있는 실정이다.

따라서 유역내 양수장에 대한 내한능력 및 노후화 실태 조사 후 노후화정도가 심각한 양수장은 신규로 재설치하거나 개보수를 통해 설계 양수량 및 양정을 확보하여야 한다.

보의 개보수 또는 신규설치. 하상 경사가 급한 지리적 여건을 이용하여 자연적으로 관개용수를 취수할 수 있도록 보를 많이 설치하였다. 고미탄천 유역의 경우에는 임시보가 대부분이며 나무 등으로 설치하였기 때문에 관개용수를 안정적으로 공급하지 못하고 약간의 가뭄에도 심한 피해를 입고 있다. 따라서 임시보 대신 콘크리트 고정보를 설치하여 영구적 시설로 전환함으로써 관개효율을 높이고 시설의 내구년한을 증가시킬 수 있다. 이 경우 물고기의 이동을 위한 어도를 필수적으로 설치하여야 할 것이며, 지형 및 어종에 따라 평면식, 도벽식, 계단식, 엘리베이터식 등의 형식을 고려할 수 있다.

저수지의 개보수 및 보강. 봉래호, 사동 저수지 등 임진강 유역의 대부분 저수지는 1945년 이전에 건설된 것으로, 제체의 안정성 및 수원 확보를 위한 개보수나 보강이 필요한 실정이다. 따라서 이들 저수지에 대하여 제체의 누수방지를 위한 그라우팅, 제체의 안정성 확보를 위한 사면보호 및 여수토 개보수, 저수능력 증대를 위한 제당 송상 등이 필요하다.

마) 용수체계 개편

유역내에 양수장 위주의 용수체계가 도입된 지구를 에너지 소모가 적은 저수지위주의 용수체계로 전환하는 것이 필요하다. 농업용수체계를 양수장 위주로 개발한 것은 양수장이 저수지에 비해 초기 투자비용이 낮다는 점과 지형적인 특성 때문인 것으로 보인다.

일반적으로 양수장 관개체계는 높은 곳의 관개가 가능하고 간선수로의 길이가 짧으며, 건설비용이 적게 들고 단기간에 건설할 수 있어 양수저류나 광역체계의 구성에 필요하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 완공 후 동력비용 및 유지관리비가 많이 들고 잦은 고장으로 안정적인 물공급이 어렵다는 단점이 있다. 북한은 경제사정이 양호하고 전력이 풍부하였던 시기에 장기적인 안목이 없이 초기투자비용이 적게 들고 단기 내에 쉽게 개발 가능하였던 양수장위주의 관개체계를 구축하였다.

지형적으로 유역의 동쪽과 북쪽은 높은 산이 많으며 하쪽이 좁고 수량이 많아 일반적으로 저수지를 설치 할 수 있는 적지는 많으나, 근처에 농경지가 분포하는 평야지대가 없거나 멀리 떨어져 있다. 평야지가 많은 서해안에 인접한 하구지역은 계곡이 발달되지 않았거나 수몰지가 많은 등 저수지를 설치 할 수 있는 위치가 적다. 따라서 저수지를 설치해도 평야부까지 도수 및 송수거리가 멀어 수로연장이 길어져 용수 손실량이 많아지게 된다. 따라서 남한지역에서도 표고가 높은 발용수는 저수지에서 물을 공급하기 어렵기 때문에 지하수를 개발하여 양수관개 하듯이 북한의 농경지가 하천 표고보다 훨씬 높은 산간부, 중산간부에 위치하고 있는 경우가 많은 지형조건상 자연스럽게 양수장을 많이 설치하였고, 상대적으로 저수지가 적을 수밖에 없었을 것으로 판단된다.

임진강유역에 다단 양수장이 설치된 지구는 역곡천과 평안천유역인 강원도 철원군의 봉래 저수지 지구(6단 양수), 송포 저수지 지구(8단 양수), 개성시의 덕수 저수지 지구, 옥련저수지 지구 등이다. 이러한 지역에서는 지역특성에 적합하고 용수소비가 적으며 토지이용율을 높일 수 있는 작부체계를 도입하는 등 저비용 관개체계로의 개편이 필요하다. 옥수수 위주의 밭 작부체계를 기후와 토양에 맞게 고랭지 채소, 감자 등 다 품종 작부체계로의 전환에 대한 검토도 필요하다.

따라서 다단 양수체계가 도입된 지구의 용수체계는 작부체계 개편으로 용수소비가 적은 작목으로 대체하거나 독립된 양수장 및 보 등 지표수나 대형관정, 방사상집수정 및 지하댐 등 지하수 개발을 통해 개선이 가능할 것으로 판단된다.

2) 농지정비

북한은 다른 지역과 마찬가지로 임진강 유역에서도 식량증산을 위하여 경사지를 무리하게 개간한 것으로 분석된다. 경사도 16°(28.7%)이상의 다락밭이 북강원도 평강군에 20ha가 있다. 현재 이러한 다락밭 지역에서는 일반적으로 옥수수를 재배하고 있으나, 토양보전 및 홍수방지를 위해 약용작물이나 과수의 재배가 적합하다. 그러나 급경사이고 토양침식이 심할 경우에는 산림으로의 복원을 검토해야 한다.

다락밭 외의 경사가 급한 지역에 개간된 경작지는 산림으로의 복원이 필요하다. 완경사지의 경우에는 개발여건이 양호한 집단화된 밭을 대상으로 용수개발, 농도개설 등 남한에서 시행하고 있는 형식의 밭기반정비사업을 시행함으로써 밭작물의 생산성향상과 품질개선에 기여할 수 있다. 이러한 경사지 밭에 관개용수를 안정적이고 효율적으로 공급하기 위해서는 심도 100~200m의 암반 지하수의 개발 이용이 필요하다.

최근에 임진강 유역의 북강원도 지역에서는 이미 '토지정리'를 시행하여 완료하였고 개성 지역에서는 아직 시행하지 않고 있다. 토지정리는 주로 농지 규격화 및 확대를 목적으로 시행하였기 때문에 경작도, 수로배치 및 필지규모 등에서 남한의 경지정리와 차이점이 있는 것으로 분석된다. 경작도의 경우 폭이 좁고 배치간격이 너무 멀며, 기존의 농도 등을 활용하는 방향에서 시행하였기 때문에 기계화 경작에 불리할 것으로 분석된다.

따라서 기존의 토지정리를 완료한 지구에 대한 효율적인 용수공급과 기계화 영농을 위해서는 용·배수로 분리 수로체계 도입, 농도 설치, 필지규모 확대 등의 경지정리사업을 단계적으로 시행하여야 한다. 우선 기존의 용·배수로 겸용 수로체계를 유지하면서, 영농작업의 편리를 위한 경작도의 추가 설치가 필요하다. 장기적으로 용·배수로 분리 수로체계의 도입으로 농도, 지선수로 및 경작도를 설치하되, 농도의 유효 폭은 계획된 농기계가 안전하게 통행할 수 있도록 하고, 지선농도의 경우 콤팩트의 주행을 고려하여 통상 폭 5-6m 정도로 하여야 한다. 경작도의 폭은 4.0m정도로 계획할 수 있다.

3) 배수개선

임진강 유역의 북한지역은 남한지역과 마찬가지로 장마기에 집중호우로 인한 하천 수위 상승으로 저지대에 위치한 농경지가 자주 침수되어 농작물 수확량 감소 및 인명·재산피해가 발생하고 있는 실정이다. 특히 제1지류인 고미탄천 유역에 위치한 세포군의 읍, 신생리, 대곡리, 이목리에는 저지대 및 습지대가 많아 배수개선이 필요하다. 상습침수 지구에는 배수장, 배수로, 배수문 등의 지표배수 시설과 지하배수용 암거나 흡수관 등 지하배수 시설이 필요하다.

배수개선은 배수불량 및 침수의 원인이 외수위의 영향에 의한 것인지, 배수시설 및 배수관행의 영향인지 또는 기타 지형적인 측면에 기인하는 것인지 등 정확한 원인을 규명하여 그에 상응하는 대책을 수립하여야 한다. 배수개선사업 시행시 수초식생과 토사매물에 따른 단면 감소 및 유속저하로 홍수배제가 지연되는 것을 방지하기 위하여 가능한 라이닝 처리를 하며 기존에 토공으로 설치된 배수로는 구조물화 하는 방안도 검토하여야 한다.

4) 용수로 개선

간선수로를 포함하여 대부분이 토공수로이며, 지형특성상 저수지를 설치할 수 없는 지구에는 수원 보충을 위하여 연결수로를 통해 저수지를 연결시키는 양수 저류체계를 도입하였기 때문에 일반적으로 수로의 길이가 아주 긴 것이 특징이다. 수로의 연장이 과도하게 길고 흠수로인 경우에 수로손실이 많아져서 농경지에 실제 공급되는 수량이 감소하게 된다. 이를 줄이기 위해 다짐, 흠물풀어넣기, 흠라이닝, 비닐씌우기 등 여러 수로손실방지 방법을 취하고 있지만 수로의 길이가 너무 길어 한계가 있다.

개성시 인근의 송도저수지에서 동창 저수지, 덕수 저수지 및 옥련 저수지에 연결되는 도수로의 개선이 시급하며 그 해결책으로 수로의 구조물화를 제시할 수 있다. 수로 구조물화는 단기적으로 대규모 도수로에서 우선 시행하고, 장기적으로는 유역내 용수 간선 전부를 대상으로 점진적으로 시행하는 것이 바람직하다. 그러나 반드시 인근지역의 지하수 등 신규 수원공 추가확보를 통한 수로단면의 감소방안과 비교하여 검토하는 것이 필요하다.

4. 임진강유역 하류권의 농경지 및 산림 현황

가. 임진강 하류권 정밀지형분석

임진강하류권의 지형을 보다 정밀하게 분석하기 위하여 국방과학연구소에서 제공한 5m 격자크기의 수치고도모델(DEM)을 사용하였다. 아래 <그림 4-1>에서 보는 바와 같이 수치고도모델의 해상도가 5m급으로 향상됨에 따라 30m의 해상도에서는 표현되지 못하는 미세한 지형의 변이까지도 표현되어 보다 정확한 분석이 가능하였다. 이는 지형이 매우 복잡하고 변이가 심한 우리나라의 지형에서 매우 중요한 장점이라고 판단된다.

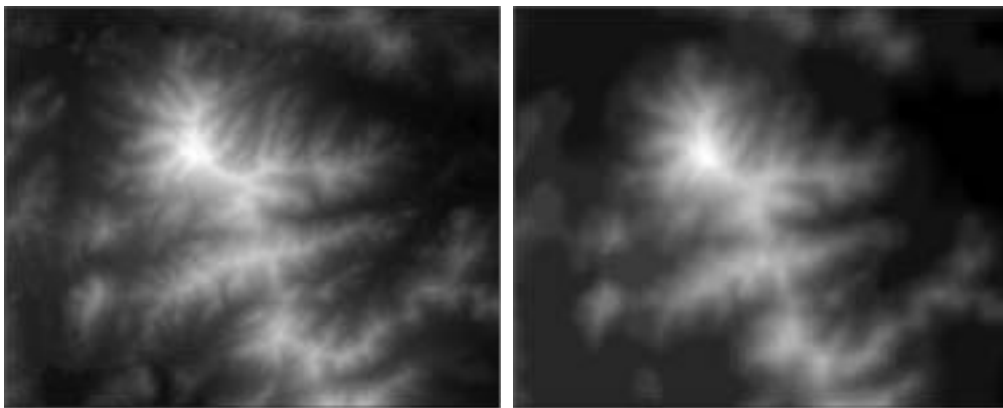


그림 4-1. 수치고도모델의 해상도에 따른 지형표현(좌 5m, 우 30m)

1) 사천유역의 고도분포 특성

사천유역의 최대 특징은 평균고도 89.4m의 비교적 낮은 구릉지라는 점을 들 수 있다. 유역의 북쪽에 위치하여 사미천 유역과 경계를 이루는 천마산 정상의 고도가 757m로서 유역의 최고봉을 이루고 있다. 천마산에서 화장산(해발 560m)을 연결하는 비교적 고지대를 제외하면 90% 이상 대부분의 지역이 해발 185m 이내에 위치하고 있다. 해발고도 100m 이하의 지역이 전체 유역면적의 약 70%를 차지하고 있으며 50m 이하의 면적도 전체면적의 약 40%를 점유하고 있다.

유역의 서쪽경계는 매봉(371m), 오공산(204m), 전봉산(310m), 군장산(213m), 여니산(214m) 등으로 이어지는 비교적 낮은 봉우리들로 연결되어 있으며, 남동쪽은 주로 임진강 주변의 낮은 구릉지를 경계로 한다(그림 4-2, 4-3).

사천유역의 표고분포는 200 m 이하의 면적이 328 km²로 전체면적의 90% 이상을 차지하였고, 200-300 m에 해당되는 면적이 21.4 km²로 전체면적의 6%로 300 m이하인 지역이 전체 면적의 96%나 되는 평탄하고 낮은 지형이었다(표 4-1). 600 m 이상 되는 지역은 전체 면적의 0.4% 정도로 매우 적은 면적이었다.

사천유역 상류 지역에 해당하고 암석지와 입목지, 개간산지가 주로 분포하는 지역의 표고가 가장 높았고, 개성시가 위치하는 지역에서 하류로 내려오면서 표고가 낮아지는 경향이었으며, DMZ 지역의 표고가 가장 낮았다(그림 4-2).

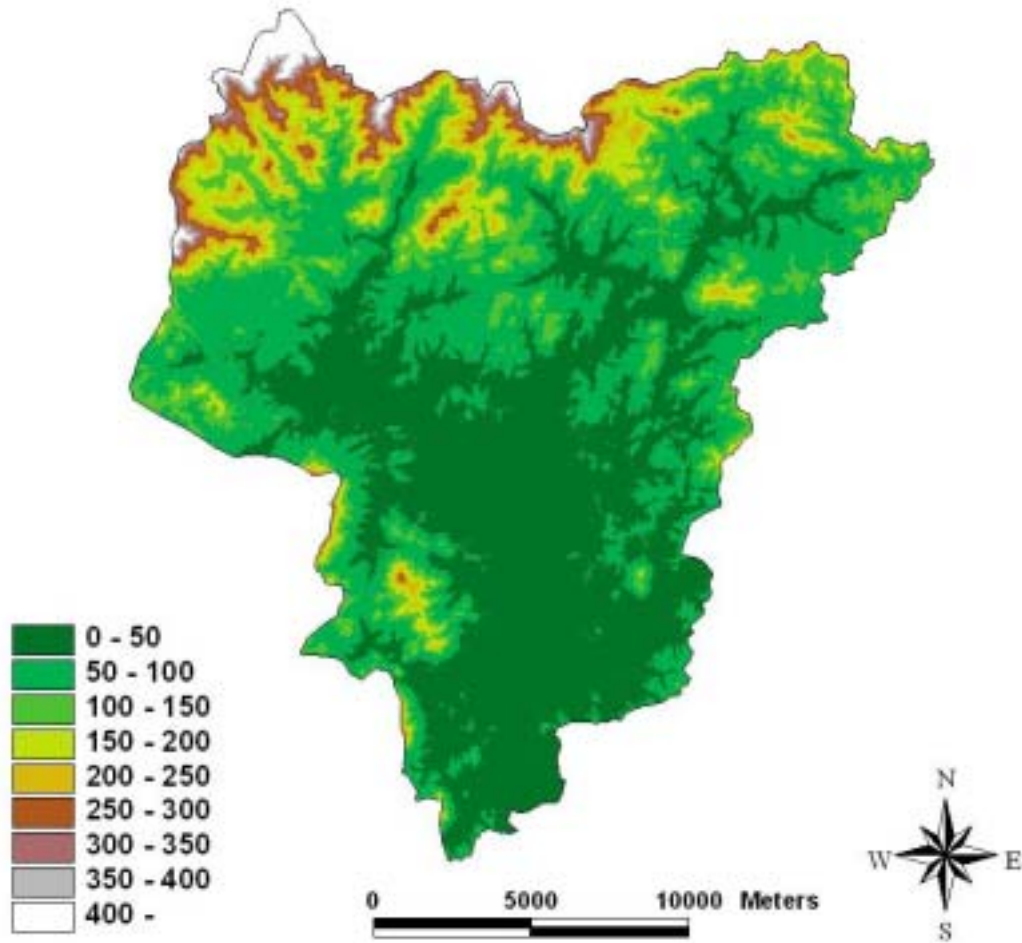


그림 4-2. 사천유역의 수치고도모델

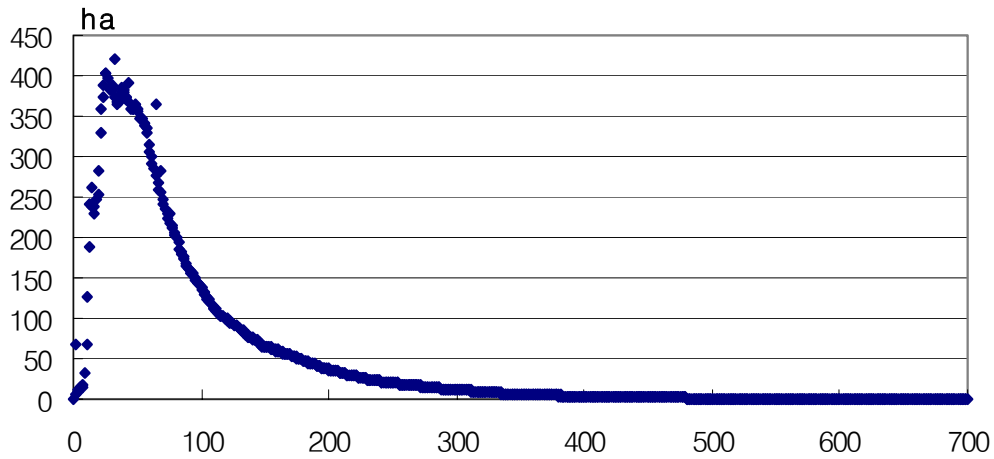


그림 4-3. 사천유역의 고도분포

표 4-1. 사천유역의 표고등급별 면적

표고등급(m)	면적(km ²)
200 이하	327.8 (91.1%)
200 - 300	21.4 (6.0%)
300 - 400	6.8 (1.9%)
400 - 600	3.4 (0.9%)
600 이상	0.4 (0.1%)
계	360.0

2) 사천유역의 경사분포 특성

사천유역은 일부 지역을 제외하고는 해발고가 높지 않고 기복량도 그리 크지않은 구릉성 지형을 보인다. <그림 4-4, 4-5>에 수치고도 모델을 이용하여 계산된 사천유역의 경사분포도를 제시하였다. 유역의 평균경사도는 10.2도이나, 최대 경사도가 62도가 되는 곳도 있다. 이는 화강암지대인 아호비령산맥의 험준한 지형 때문으로 판단된다. 아호비령산맥은 중부고생대 임진계의 천매암류와 중생대 쥬라기의 화강암으로 구성되어 있어 기암절벽이 발달되어 있다.

<그림 4-4>의 사천유역 경사 분포도에서 보는 바와 같이 유역의 북부 산악지대와 남서부는 비교적 경사가 급한지역으로 나타난다. 그러나 이들지역을 제외한 대부분의 지역은 경사도 10도 이하의 완만한 골곡을 보여주고 있다.

공간적인 분포를 살펴보면 표고가 높은 지역일수록 경사가 높은 경향이였다. 표고와 마찬가지로 상류지역에 해당하고 암석지, 입목지, 개간산지가 주로 분포하는 지역의 경사가 높은 편이었다(그림 4-5).

사천유역의 경사도 분석 결과 D slope(15-30%)인 구릉지형의 경사지 등급이 119.3 km²로 전체 면적의 약 33%를 차지하는 것으로 나타났다. C slope(7-15%)인 약한경사의 저구릉지의 분포면적이 91.2 km²로 약 25%를 차지하였고, E slope(30-60%)의 면적도 81.2 km², 약 23%로 꽤 넓은 면적을 차지하고 있었다(표 4-2).

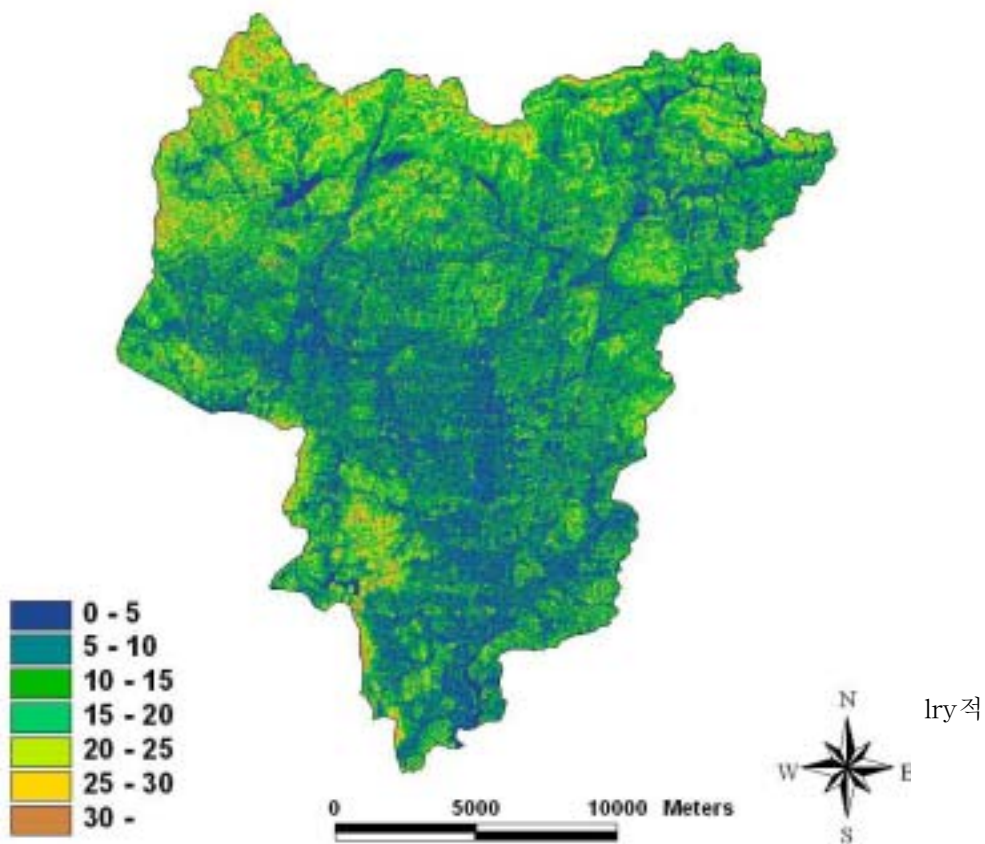


그림 4-4. 사천유역 경사 분포도

표 4-2. 사천유역의 경사등급별 면적

경사등급(%)		면적(km ²)
A (평탄지)	0 - 2 (평탄지)	23.4 (6.5%)
B (파상지)	2 - 7 (매우약한경사)	34.8 (9.7%)
C (저구릉)	7 - 15 (약한경사)	91.2 (25.3%)
D (구릉지)	15 - 30 (경사)	119.3 (32.7%)
E (산악지)	30 - 60 (심한경사)	81.2 (22.6%)
F (고산악)	60 이상 (매우심한경사)	10.1 (2.8%)
계		360.1

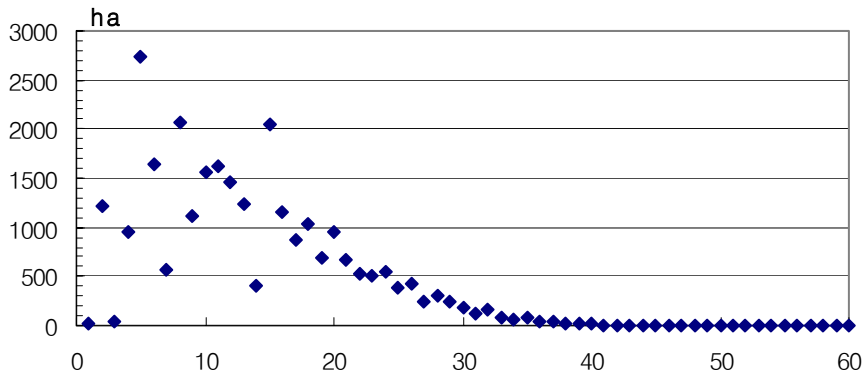


그림 4-5. 사천유역의 경사분포 그래프

3) 사천유역의 사면방향 분석

<그림 4-6>에는 사천유역의 사면방향 분포를 제시하였다. 북쪽의 아호비령산맥을 경계로 하여 남쪽으로 내려오면서 점차 낮아지는 유역의 특성상 북사면의 비율이 상대적으로 가장 작게 나타나고 있다. 가장 높은 비율을 차지하고 있는 방향은 남동사면이다.

임진강 하류권의 정밀지형분석에 사용한 DEM은 국방과학연구소의 협조로 SPOT 스테레오 영상으로부터 제작한 것이다. 사천유역은 평균표고가 약 95 m, 평균 경사가 약 14%로 임진강 유역에 속한 소유역 중 평균표고와 평균경사가 가장 낮았다. 30 m DEM으로 분석했던 최고 표고가 700 m였던 결과에 비해 영상으로 제작한 DEM의 최고 표고는 677 m로 나타나 자료제작의 소스에 따라 차이가 있음을 보여주었다.

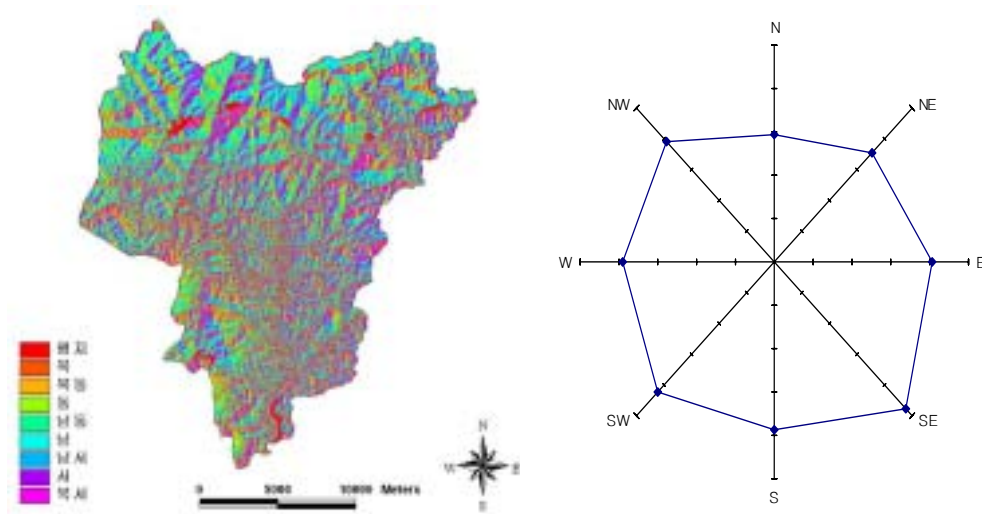


그림 4-6. 사천유역의 사면방향 분포

나. 지질과 토양 특성

1) 지질 특성

임진강 하류권 특히 개성시에는 시생대 낭림 누층군의 변성퇴적암류인 다양한 결정편암류, 혼성암, 규암, 각섬암, 천매암 등이 두꺼운 층후를 이루며 광범위하게 분포한다. 하부 원생대 황해층군의 결정편암류와 각섬암, 각섬석 편암, 석영 반암 등과 하부 고생대 황주계의 세립 사암, 석회암, 돌로마이트, 점판암, 규암 등이 분포한다. 또한 고생대 데본기층인 임진계의 부압통을 이루는 역암, 규암, 사암, 점판암 등과 삭녀통을 이루는 불순물이 섞인 석회암 및 규암 등이 분포한다. 신생대 제4기층의 자갈, 모래, 미사, 점토 등이 예성강, 임진강, 한강 등의 하류유역에 두껍게 발달되어 있다. 중생대 쥬라기 단천암군의 화강암류가 개성시에 상당한 규모를 가지고 분포하는데 주로 흑운모 화강암, 유백색 화강암, 석영 반암, 석영 섬록암 등으로 구성되어 있다. 이와 관련하여 금, 납, 아연, 동 등과 화강석, 형석, 천매암, 고령토와 같은 지하자원이 부존되나 산업적인 규모의 광상은 형성되어 있지 않다. 단지 십탄리 석영광상(장풍군 십탄리)이 규질 편암층에 맥암으로 발달된 석영 장식맥을 대상으로 운영되고 있으며 장풍군 고읍리의 고읍 석회석 광상을 비롯하여 여현 석회석 광상, 상동리 석회석 광상이 형성되어 있을 뿐이다(김영목 외. 조선지리전서(지질과 지하자원), 교육도서출판사, 1988. pp.463~486)

2) 토양 특성

개성시 일원은 또한 북한의 토양분류상 온대남부 적갈색 산림토양지대의 남서구릉 평야 토양지역에 속하여 토양의 대부분은 적갈색 산림토양으로 되어 있으며 예성강과 임진강의 하구지역을 중심으로 한강 하류 일대의 평야지역에는 충적지 토양과 간석지 토양 및 논토양이 분포되어 있다. 개성시 운학동 구릉지역의 해발고도 70 m에 형성되어 있는 적갈색 산림토양은 두껍게 발달된 화강암 잔적층을 모재로 하여 발달되어 있으며 A층은 18 cm로써 담갈색으로써 담갈색의 양토질이며 B1층은 연한 적갈색의 사양토로 구성되어 있다. 그리고 적갈색 산림토양은 비교적 높은 산성을 나타낸다. 개성시에 분포되어 있는 간석지의 면적은 10 km²에 지나지 않으며 주로 예성강 하구와 임진강 하구 사이의 한강 연안을 따라 분포되어 있고 신평벌을 비롯한 이 지역의 평야지대에는 간석지토양, 충적지토양, 논토양 등이 형성되어 있다. 개성시 논토양의 수직분포를 살펴보면 해발고도 100 m 이하 지역에 총 논토양 면적의 94.4%가 집중되어 있고 100~200 m 표고에 5.4%이며 그 이상 400 m 이하에는 겨우 0.2%만 분포되어 있다(강석현 외, 조선지리전서(토양지리), 교육도서출판사, 1987. p.189,275)

사천유역의 토성 및 구조에 따른 토양 특성 분포는 <그림 4-7>과 같다. 미사질사토(silty sands, sand-silt mixture)의 면적이 약 110 km²로 자료가 존재하는 지역에 대한 전체 면적의 약 61%로 가장 넓게 분포하였고, 다음으로 무기질식토(inorganic clays of low to medium plasticity)의 면적이 31.13 km²로 약 17%를 차지하고 있다(표 4-3). 개성시가지와 개성공단 개발지구를 포함하고 논으로 사용되는 지역이 주로 무기질식토의 특성을 나타내고 있었다.

<그림 4-8>에서 나타내고 있는 사천유역의 토양 수분상태를 살펴보면 건조함(dry) 지역이 142.6 km²로 전체 면적의 약 80%로 유역 전체에 걸쳐 분포하고 있음을 알 수 있었고, 축축함(wet) 지역이 35.4 km²로 약 20% 정도를 차지하고 있으며(표 4-4) 이지역은 주로 논으로 이용되고 있는 농경지 지역이었다. 암석지, 입목지, 무림목지, 나지 분포지역의 수분상태가 건조함으로 나타났고, 이 지역에 위치한 밭도 마찬가지로 건조함을 나타낸 지역이 대부분이었다.

사천유역의 지질과 지형의 특성을 알 수 있는 토양특성 분포는 <그림 4-9>와 같다. 큰 알돌이 있는 토양(stony soil with scattered boulders)의 면적이 116.5 km²로 전체 면적의 약 65%로 가장 넓게 분포하고 있었고, 이 지역은 주로 암석지, 무림목지, 나지 등의 토지이용 특성을 나타내었다. 제방/둑 시설이 있는 지역(area of numerous diked fields)의 면적이 35.4 km²로 약 20%를 차지하였고, 이 곳은 주로 논이 분포하고 있는 경향이였다(표 4-4). 표면거칠기 효과없는 지역(no surface roughness effect)의 면적이 약 25.0 km²로 전체 면적의 약 14%를 차지하였고, 농경지가 많이 분포하였다.

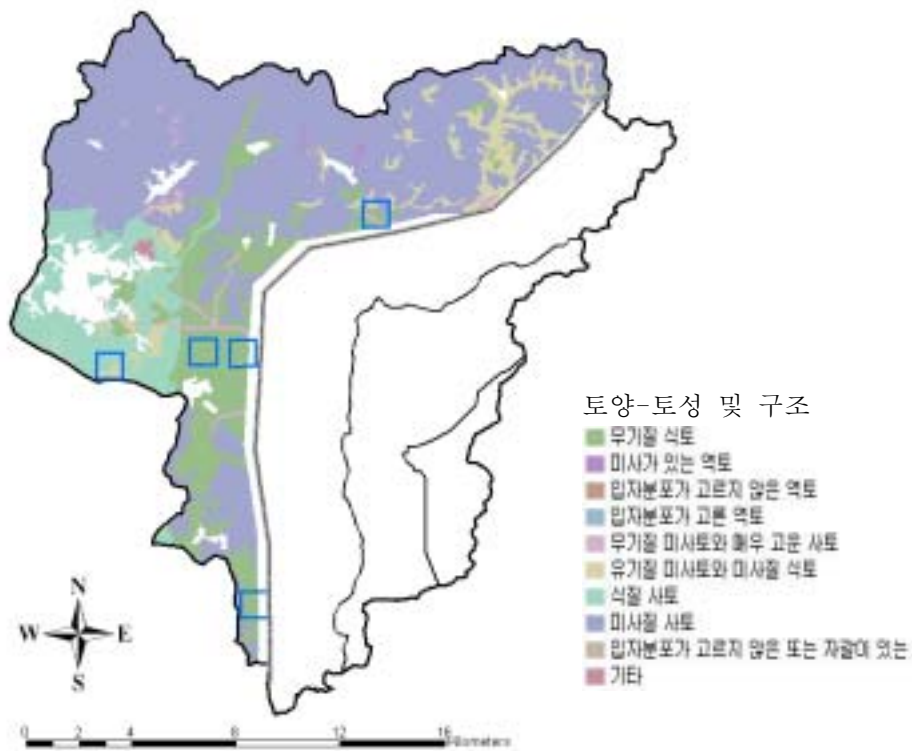


그림 4-7. 사천유역의 토성 및 구조에 따른 토양 특성 분포

표 4-3. 사천유역의 토성 및 구조에 따른 토양 특성

토양 - 토성 및 구조	면적 (ha)	비율 (%)
무기질 식토	3,113.3	17.4
미사가 있는 역토	35.0	0.2
입자분포가 고르지 않은 역토		
입자분포가 고른 역토		
무기질 미사토와 매우 고운 사토	271.1	1.5
유기질 미사토와 미사질 식토	1,261.6	7.1
식질 사토	2,162.3	12.1
미사질 사토	1,0973.2	61.4
입자분포가 고르지 않은 또는 자갈이 있는 사토	15.0	0.1
기타	41.9	0.2
전체	1,7873.5	100

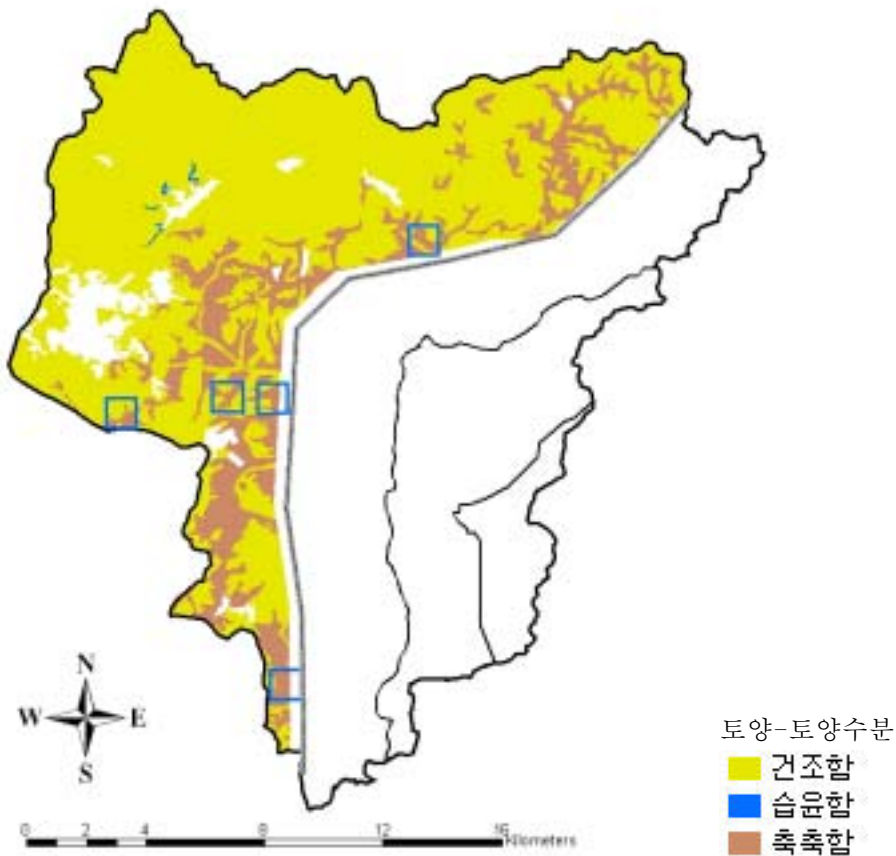


그림 4-8. 사천유역의 토양수분에 따른 토양 특성 분포

표 4-4. 사천유역의 토양수분에 따른 토양 특성

토양 - 수분특성	면적 (ha)	비율 (%)
건조함	1,4260.0	79.8
습윤함	27.6	0.2
촉촉함	3,544.0	19.8
기 타	41.9	0.2
전 체	17,873.5	100

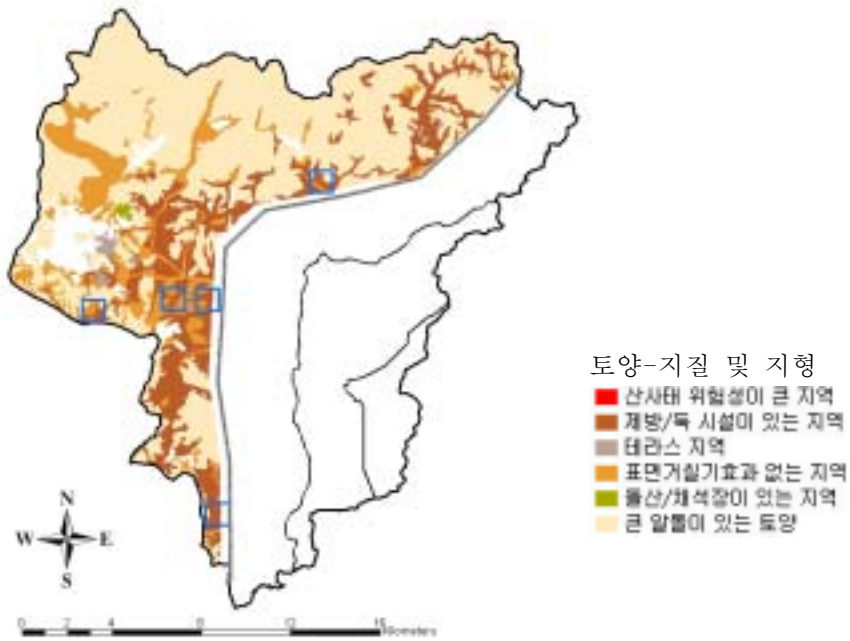


그림 4-9. 사천유역의 지질 및 지형에 따른 토양 특성 분포

표 4-5. 사천유역의 지질 및 지형에 따른 토양 특성

토양 - 지질 및 지형	면 적 (ha)	비 율 (%)
산사태 위험성이 큰 지역		
제방/둑 시설이 있는 지역	3,544.0	19.8
테라스 지역	143.6	0.8
표면 거칠기 효과 없는 지역	2,496.4	14.0
돌산/채석장이 있는 지역	41.9	0.2
큰 알돌이 있는 토양	11,647.6	65.2
전 체	17,873.5	100

다. 도로와 수계

사천유역의 생활의 중심은 개성시이고 따라서 개성시를 중심으로 포장도로가 많이 건설되어 있고, 남한에서 DMZ를 통과하여 개성시까지 연결된 포장도로도 선명하게 나타나 있다(그림 4-10). 비포장도로도 유역전체에 고루 분포하며 교통이 편리한 편이고 어디서든 도로의 접근성이 아주 나쁜 편은 아닌 것으로 생각된다. 개성공단 주변의 도로 접근성도 용이한 것으로 보인다.

한편 사천유역의 수계 분포 현황을 살펴보면 <그림 4-11>과 같이 수계가 잘 발달한 것을 알 수 있고, 이는 임진강 유역이 북한에서 수자원이 풍부한 유역이기 때문으로 생각된다. 수계의 공간적인 분포를 살펴보면 어느 한 곳에 편중되어 있지 않고 고르게 어디서라도 접근성이 좋도록 위치하고 있다는 것을 알 수 있다. 수자원과 수계의 특성으로 볼 때 농업활동을 위해 매우 중요한 요소를 갖추고 있는 유역이라고 생각된다.

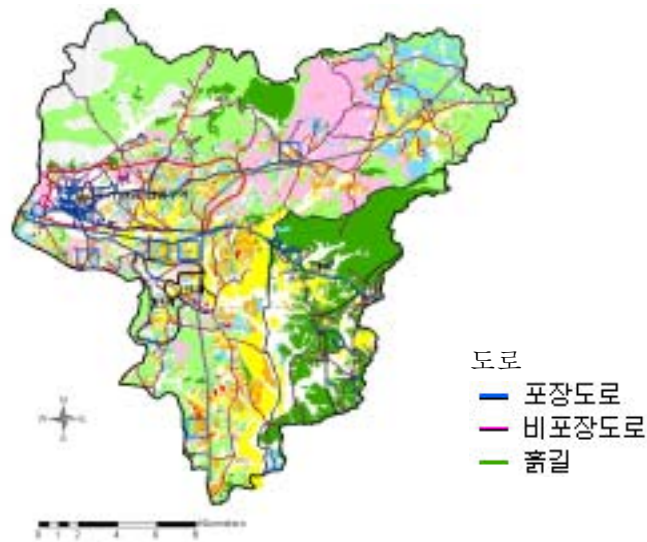


그림 4-10. 사천유역의 도로 분포 현황

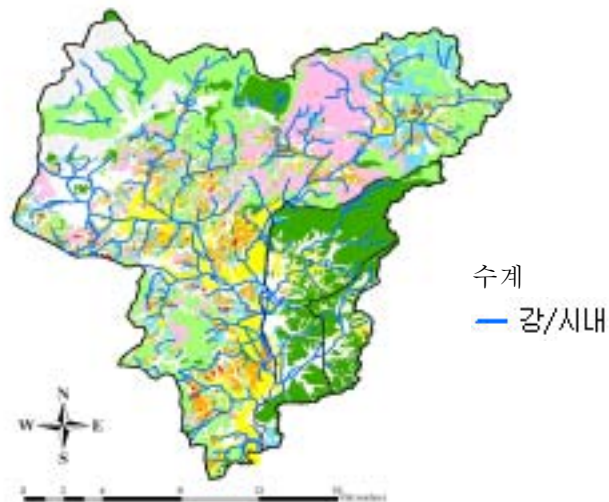


그림 4-11. 사천유역의 수계 분포 현황

라. 임진강 하류권 농경지 이용 실태와 유형분석

1) 사천 지역의 토지이용 - 농지정비를 위한 농경지 유형

가) 농경지 유형별 토지이용

농지정비를 고려한 농경지의 유형 구분은 다음과 같다(표 4-6). 논은 경작로 수로 등 수리체계를 고려한 남한의 경지정리논과는 달리 농지의 규격화와 확대를 목적으로 한 구획정리논과 평탄지 또는 곡간지에 등고선을 따라 분포하고 구획정리가 되지 않은 미구획정리논으로 구분하였다. 밭은 평탄지와 경사지에 위치하며 경작하고 있다고 생각되는 평탄지밭 및 경사지밭과, 등고선을 따라 계단을 이루고 있으며 실제로 경작하고 있다고 생각되는 계단밭으로 구분하였다. 한편, 해가림 차광막 색과 패턴이 독특하게 구분되는 인삼밭을 찾아낼 수 있었다. 사천유역은 또한 문서 자료에서 서술한 바와 같이 계단밭과는 또 다른 형태로 나타나는 뽕밭, 과수원 등의 지목을 분류하였다.

고해상도 위성영상에서 농업기반특성 파악을 위해 중요한 분류항목인 산림과 농경지 경계가 뚜렷이 구분된다는 점과 시기별로 다르게 취득된 연구대상지역의 영상분류에 동일한 알고리즘을 적용할 수 없다는 점 때문에 온스크린 디지털징을 이용하여 산림과 논, 밭을 세분화 하여 도화(digitizing) 하였다. 농지정비를 위한 농경지 유형을 정의하여 그에 따라 도화한 후 농경지 분류(agricultural land map 1) 하였고, 그렇게 분류된 농경지에서 다시 지형특성을 고려한 농경지 유형을 재정의하여 분류(agricultural land map 2)하였다. 이렇게 작성된 사천유역의 농지정비를 위한 농경지 유형 분포도는 <그림 4-12>와 같다.

구획정리논의 면적이 약 3,220 ha로 유역 전체 면적의 약 9%를, 미구획정리논이 1,396 ha로 약 4%를 차지하고 있고, 평탄지밭이 2,559 ha로 7.1%, 비탈밭이 278 ha로 0.8%, 계단밭이 44 ha로 0.1%를 나타내고 있다. 이 외에도 뽕밭과 과수원으로 생각되는 농경지와 농사를 지은 흔적은 있으나 영상취득 당시 현재 작물 재배의 흔적이 없는 곳을 기타농지로 하여 별도로 분류하였고 그 면적은 전체의 0.4%에 해당하는 면적이었다. 기타농지에 해당하는 지역 중 뽕밭의 면적이 50% 이상으로 가장 넓게 분포하고, 그 다음이 기타농지, 과수원의 순이었다(표 4-6).

논의 면적 비율이 전체 면적의 약 13%, 밭의 면적 비율이 전체 면적의 약 8%로 농경지의 면적은 유역 전체의 약 21%를 차지하고 있었다. 임목지, 개간산지, 무림목지, 나지, 암석지를 산지의 범주로 포함하여 그 면적을 살펴보면 20,971 ha로 전체 면적의 약 58%를 차지하고 있다.

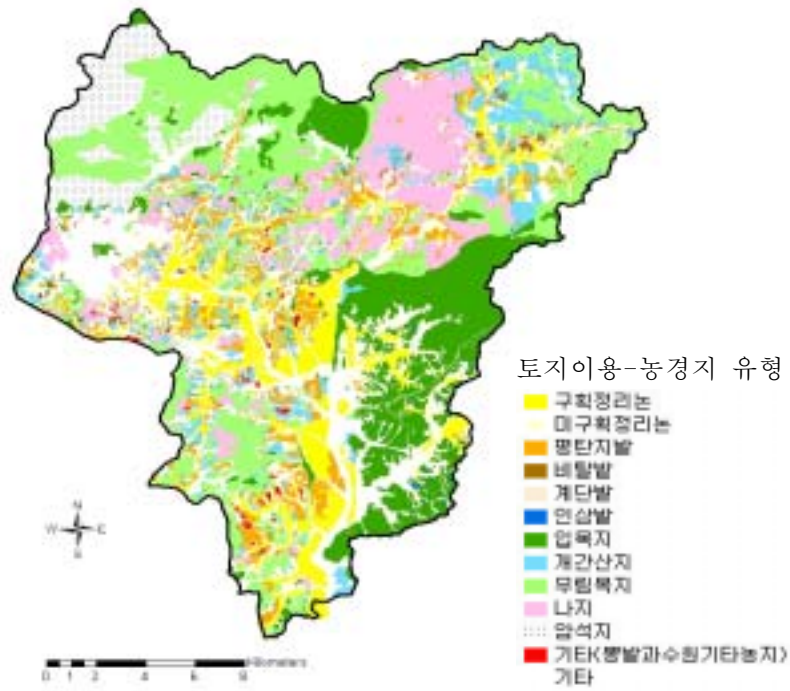


그림 4-12. 사천유역의 농지정비를 위한 농경지 유형 분포

표 4-6. 사천유역의 농지정비를 위한 농경지 유형과 토지이용

토지이용-농경지유형	면적(ha)	비율(%)
구획정리논	3,219.8	9.0
미구획정리논	1,396.3	3.9
평단지밭	2,559.4	7.1
비탈밭	276.7	0.8
계단밭	44.3	0.1
인삼밭	41.4	0.1
임목지	5,125.1	14.3
개간산지	2,471.0	6.9
무림목지	7,791.4	21.7
나지	3,754.9	10.4
암석지	1,828.3	5.1
기타(뽕밭·과수원·기타농지)	127.7	0.4
기타	7,324.5	20.4
전체	35,960.9	100

나) 표고별 경사도별 토지이용 - 농지정비를 위한 농경지 유형

표고와 경사도 등급별 농경지 유형과 면적을 살펴보았다. 먼저 표고별 농경지 유형과 면적을 분석한 결과, 유형에 관계없이 논(구획정리논과 미구획정리논)과 밭(평탄지밭, 비탈밭, 계단밭, 인삼밭, 기타농지)은 모두 표고 200m 이하의 지역에 95% 이상 위치하고 있는 것으로 나타나 농경지는 거의 표고 200m 이하의 지역에 분포하고 있음을 알 수 있었다(표 4-7). 표고 300 m 이상인 지역은 암석지와 무림목지가 차지하는 비율이 매우 높았다.

표 4-7. 사천유역의 표고등급별 농경지 유형과 토지이용

	200이하	200-300	300-400	400-600	600이상	면적(ha) (비율,%)
구획정리논	3,178.7 (10.0)	0.43 (0.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3,176.1 (8.8)
미구획정리논	1,389.5 (4.4)	3.71 (0.1)	3.02 (0.3)	0 (0)	0 (0)	1,396.2 (3.9)
평탄지밭	2,530.2 (8.0)	19.8 (0.8)	8.3 (0.8)	0 (0)	0 (0)	2,558.3 (7.1)
비탈밭	269.6 (0.8)	6.91 (0.3)	0.14 (0.0)	0 (0)	0 (0)	276.6 (0.8)
계단밭	43.9 (0.1)	0.16 (0.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	44.0 (0.1)
인삼밭	41.4 (0.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	41.4 (0.1)
뽕밭과수원 기타	127.3 (0.4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	127.3 (0.4)
입목지	4,686.1 (14.7)	257.1 (10.1)	118.4 (11.8)	37.0 (3.7)	0 (0)	5,098.5 (14.2)
개간산지	2,414.1 (7.6)	52.7 (20.6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2,466.8 (6.9)
무림목지	6,145.2 (19.3)	1,059.4 (41.4)	416.7 (41.6)	147.7 (26.2)	0 (0)	7,768.9 (21.6)
나지	3,300.0 (10.4)	383.7 (15.0)	69.7 (7.0)	1.44 (0.3)	0 (0)	3,754.9 (10.4)
암석지	413.4 (1.3)	637.3 (24.9)	358.2 (35.8)	373.1 (66.2)	45.5 (99.6)	1,827.5 (5.1)
기타	7,255.83 (22.8)	137.0 (5.36)	26.7 (02.7)	4.4 (0.8)	0.2 (0.4)	7,382.5 (20.6)
면적(km ²) (비율,%)	3,1792.2 (88.4)	2,558.1 (7.1)	1,001.2 (2.8)	563.8 (1.6)	45.7 (0.1)	35,960.9 (100)

경사도 등급별 농경지 유형과 분포 면적을 살펴보면, 우선 경사도 0%-2%인 A slope에 농경지가 가장 넓게 분포하고 있고, 그 다음이 C slope(7%-15%), D slope(15%-30%), B slope(2%-7%) 순이었다.

A slope(0%-2%)에서는 구획정리는 2,175 ha, 평탄지 밭 1,125 ha, 미구획정리는 785 ha의 순으로 넓게 분포하고 있었고, C slope(7%-15%)도 평탄지밭, 구획정리논, 미구획정리논의 순으로 분포하고 있었다. D slope인 15%~30% 경사등급에서도 평탄지밭, 구획정리논이 가장 넓게 분포하고 있었고, 다음이 미구획정리논, 비탈밭, 계단밭 순이었다(표 4-8).

표 4-8. 사천유역의 경사등급별 농경지 유형과 토지이용

경사등급(%) 토지이용	0-2	2-7	7-15	15-30	30-60	60이상	면적(ha) (비율,%)
구획정리논	2,175.1 (16.2)	365.2 (11.0)	328.9 (6.6)	266.2 (3.0)	46.4 (0.9)	0.14 (0.1)	3,181.9 (8.8)
미구획정리논	785.0 (5.8)	183.9 (5.5)	220.7 (4.4)	176.3 (2.0)	30.1 (0.6)	0.39 (0.2)	1,396.3 (3.9)
평탄지밭	1,125.3 (8.4)	361.0 (10.8)	442.2 (8.9)	472.7 (5.4)	153.9 (3.0)	4.08 (2.0)	2,559.1 (7.1)
비탈밭	70.1 (0.5)	28.5 (0.9)	52.2 (1.0)	93.6 (1.1)	31.6 (0.6)	0.58 (0.3)	276.6 (0.8)
계단밭	14.1 (0.1)	4.7 (0.1)	9.4 (0.2)	12.6 (0.1)	3.6 (0.1)	0 ()	44.4 (0.1)
인삼밭	29.5 (0.2)	5.8 (0.2)	3.3 (0.1)	2.6 (0.0)	0.4 (0.0)	0 ()	41.4 (0.1)
뽕밭과수원 기타	44.3 (0.3)	32.0 (10.0)	35.0 (0.7)	13.5 (0.2)	2.9 (0.1)	0 ()	127.7 (0.4)
입목지	2,495.4 (18.6)	453.8 (13.6)	713.2 (14.3)	1,008.7 (11.5)	442.0 (8.5)	9.79 (4.7)	5,122.7 (14.2)
개간산지	854.6 (6.4)	233.3 (7.0)	382.3 (7.7)	689.0 (7.8)	306.0 (5.9)	5.16 (2.5)	2,470.1 (6.9)
무림목지	1,328.1 (9.9)	501.2 (15.0)	1,013.7 (20.3)	2,701.4 (30.8)	2,168.9 (41.6)	66.8 (32.0)	7,780.1 (21.6)
나지	618.4 (4.6)	331.4 (9.9)	632.6 (12.7)	1,512.3 (17.2)	645.3 (12.4)	13.5 (6.5)	3,753.4 (10.4)
암석지	18.0 (0.1)	33.1 (1.0)	90.3 (1.8)	556.5 (6.3)	1,025.4 (19.7)	102.4 (49.1)	1,825.7 (5.1)
기타	3,878.0 (28.9)	800.5 (24.0)	1,069.7 (21.4)	1,272.6 (14.5)	354.9 (6.8)	5.7 (2.7)	7,381.4 (20.6)
면적(ha) (비율,%)	13,435.9 (37.3)	3,334.2 (9.3)	4,993.3 (13.9)	8,777.7 (24.4)	5,211.3 (14.5)	208.5 (0.6)	35,960.9 (100)

2) 사천 유역의 토지이용 - 지형특성을 고려한 농경지의 유형

가) 지형 특성별 토지이용

농지정비를 고려하여 분류한 농경지의 유형 분류 결과를 기본으로 하여, 위의 기준에 따라 <그림 4-13>과 같이 구획정리논과 미구획정리논을 각각 평탄지(0%-7%), 곡간지(7%-30%), 산지(30% 이상)으로 구분하고, 평탄지밭과 인삼밭을 평탄지, 비탈밭과 계단밭은 곡간지밭으로 구분하여, 평탄지 논·밭, 곡간지 논·밭, 산지 논·밭, 뽕밭·기타농지·과수원으로 농경지를 재구분하였다. 사천유역 토지이용 분류 결과 도화된 각각의 폴리곤에 대한 면적을 산출하고 지목별로 누가면적을 산출하였다.

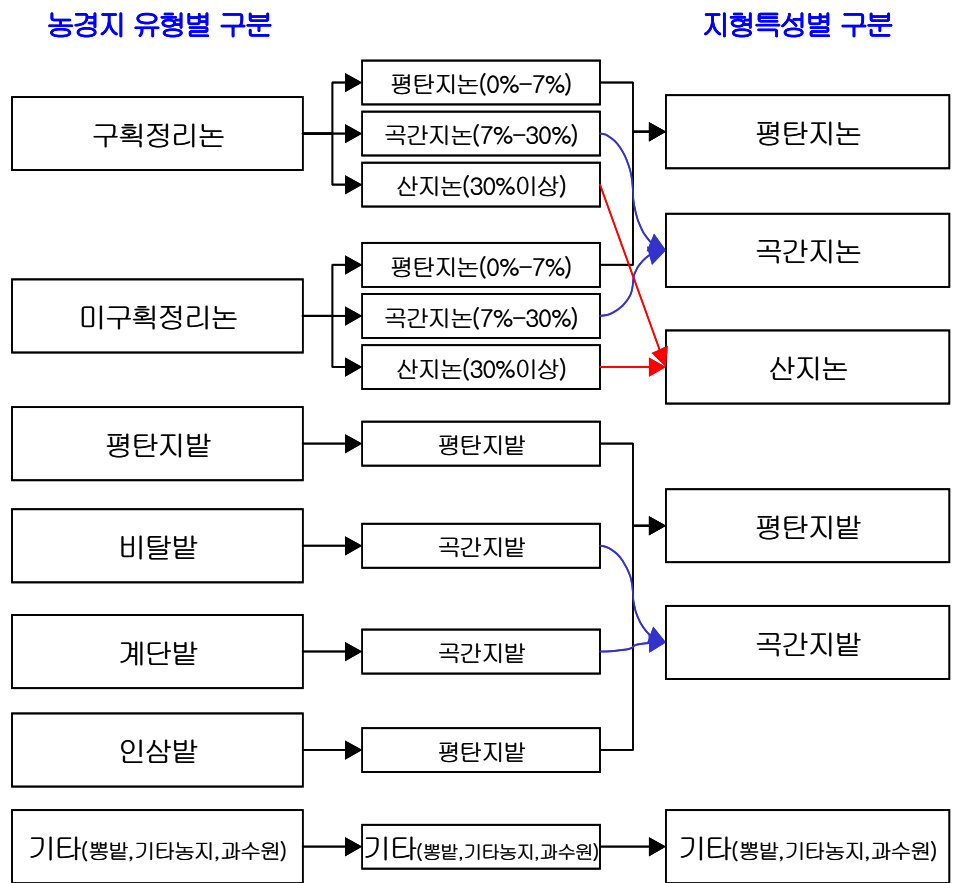


그림 4-13. 농경지 유형별 토지이용에서 지형 특성별 토지이용 구분으로의 전략

복합경사에서 평탄지는 경사도 2% 이하의 A slope 지역으로 주로 하해혼성평탄지, 사구와 사주, 하성평탄지를 포함한다. 파상지는 잔적지 지형에 속하고 경사도 2%~7%의 B slope 정도의 준평탄지를 말한다. 본 연구에서는 평탄지와 파상지에 해당하는 A, B slope 지역의 농경지를 ‘평탄지’ 논 또는 밭으로 하였다. 저구릉지와 구릉지는 각각 경사 7%~15%와 경사 15%~30% 정도이다. 곡간지는 이와 같은 저구릉, 구릉 및 산지 사이의 낮은 운적토(곡간층정도)를 말하므로 이에 해당하는 C, D slope 지역의 농경지를 ‘곡간지’ 논 또는 밭으로 하였다. 그 이상 되는 산악지와 고산악을 포함하는 E, F slope 지역의 농경지를 ‘산지’ 논 또는 밭으로 정의하여 면적 산정 등 자료분석에 사용하였다.

<그림 4-14>는 사천유역의 지형특성별 농경지 유형 분포를 보여주고 있다. 곡간지논의 면적 비율이 12.1%로 평탄지논의 비율이 0.8%인데 비해 월등히 높게 나타났다. 평탄지밭의 비율이 7.2%, 곡간지밭의 비율이 0.9%로 나타났다. 평탄지 논·밭과 곡간지 논·밭의 비율은 각각 8%, 13%로 곡간지 형태의 농경지가 더 넓게 분포하는 것을 알 수 있었다(표 4-9).

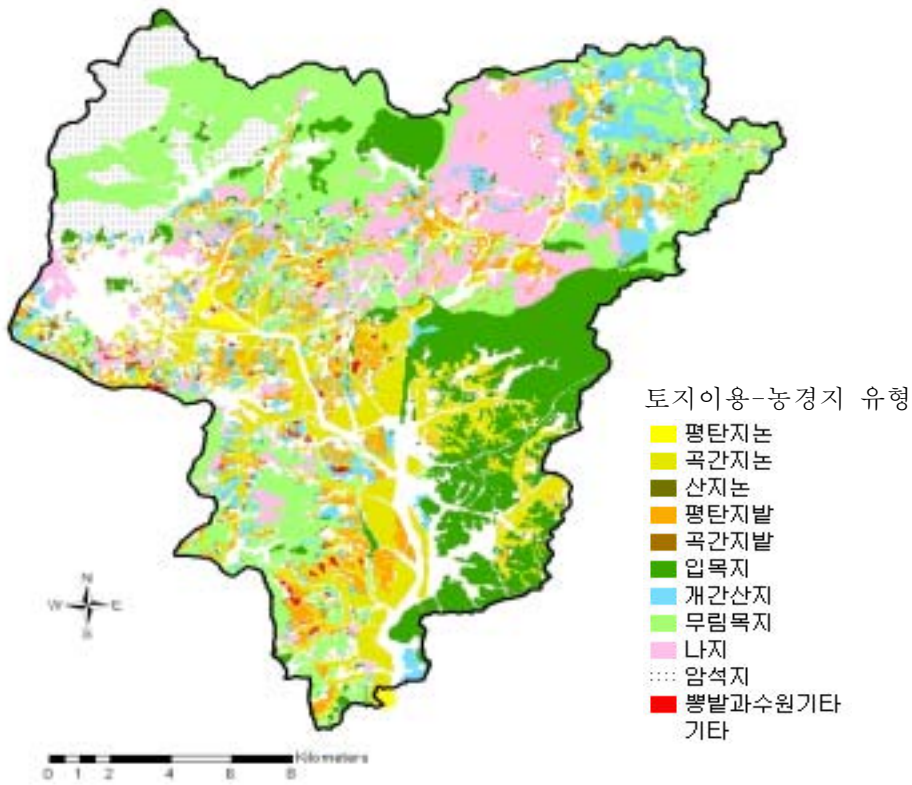


그림 4-14. 사천유역의 지형특성별 농경지 유형 분포

표 4-9. 사천유역의 지형특성에 따른 농경지 유형과 토지이용

토지이용-지형별유형	면적(ha)	비율(%)
평탄지논	270.1	0.8
곡간지논	4,340.8	12.1
산지논	5.2	0.0
평탄지밭	2,600.8	7.2
곡간지밭	320.9	0.9
입목지	5,125.1	14.3
개간산지	2,471.0	6.9
무림목지	7,791.4	21.7
나지	3,754.9	10.4
암석지	1,828.3	5.1
뽕밭·과수원·기타	127.7	0.4
기타	7,324.5	20.4
전체	35,960.9	100

나) 표고별 경사도별 토지이용 - 지형특성을 고려한 농경지의 유형

표고와 경사도 등급별 농경지 유형과 면적을 살펴보았다. 먼저 표고별 농경지 유형과 면적을 분석한 결과, 유형에 관계없이 논(평탄지논과 곡간지논)과 밭(평탄지밭, 곡간지밭, 기타농지)은 모두 표고 200m 이하의 지역에 100% 위치하고 있는 것으로 나타나 농경지는 모두 표고 200m 이하의 지역에 분포하고 있음을 알 수 있었다(표 4-10). 표고 600 m 이상인 지역은 암석지가 65%, 입목지가 35%로 거의 모든 지역을 차지하고 있었다.

경사도 등급별 농경지 유형과 분포 면적을 살펴보면, 우선 경사도 7%-15%인 C slope에 농경지가 가장 넓게 분포하고 있고, 그 다음이 D slope(15%-30%), B slope(2%-7%), A slope(0%-2%) 순이었다(표 4-11).

C slope(7%-15%)에서는 곡간지논 1,715 ha, 평탄지밭 1,024 ha, 곡간지밭 100 ha의 순으로 넓게 분포하고 있었고, B slope(2%-7%)도 곡간지논, 평탄지밭, 평탄지논의 순으로 분포하고 있었다. A slope인 0%~2% 경사등급에서는 곡간지논이 27.17%로 가장 넓게 분포하고 있었고, 다음이 평탄지밭 11.7%, 평탄지논 6.6%, 곡간지밭 0.5% 순이었다.

표 4-10. 사천유역의 표고등급별 지형특성별 농경지 유형과 토지이용

	200이하	200-300	300-400	400-600	600이상	면적(ha) (비율,%)
평탄지논	229.1 (0.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	229.1 (0.6)
곡간지논	4,340.7 (13.2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4,340.7 (12.1)
산지논	5.2 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5.2 (0)
평탄지밭	2,600.8 (7.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2,600.8 (7.2)
곡간지밭	320.9 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	320.9 (0.9)
뽕밭과수원기 타	127.7 (0.4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	127.7 (0.4)
입목지	4861 (14.8)	188.2 (8.8)	32.1 (4.7)	31.5 (9.3)	12.2 (34.8)	5,125.0 (14.3)
개간산지	2,462.3 (7.6)	8.7 (0.4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2,471.0 (6.9)
무림목지	6,219.0 (19)	1,155.6 (54.1)	359.6 (53.2)	57.1 (16.9)	0 (0)	7,791.3 (21.7)
나지	3,527.5 (10.8)	214.7 (10.1)	12.8 (1.9)	0 (0)	0 (0)	3,754.9 (10.3)
암석지	730.7 (2.2)	560.0 (26.2)	268.3 (39.7)	246.5 (73.1)	22.7 (64.7)	1,828.2 (5.1)
기타	7,351.4 (22.4)	9 (0.4)	3.7 (0.5)	2.3 (0.7)	0.2 (0.5)	7,366.6 (20.5)
면적(km ²) (비율,%)	32,775.7 (91.1)	2,136.2 (6)	676.5 (1.9)	337.4 (0.9)	35.1 (0.1)	35,960.9 (100)

표 4-11. 사천유역의 경사등급별 지형특성별 농경지 유형과 토지이용

경사등급(%) 토지이용	0-2	2-7	7-15	15-30	30-60	60이상	면적(ha) (비율,%)
평탄지논	142.2 (6.6)	44.6 (1.3)	79.4 (0.9)	12.7 (0.1)	2.5 (0.1)	0.4 (0.1)	281.8 (0.8)
곡간지논	636.8 (27.1)	978.4 (28.1)	1715.4 (18.8)	940.6 (7.9)	235.6 (2.9)	14.7 (1.5)	4521.5 (12.5)
산지논	0.1 (0.1)	0.3 (0.1)	0.8 (0.1)	1.5 (0.1)	2.6 (0.1)	0.6 (0.1)	5.9 (0.1)
평탄지밭	275.3 (11.7)	458.9 (13.2)	1024.0 (11.2)	833.2 (7.0)	212.2 (2.5)	9.6 (0.9)	2813.2 (7.8)
곡간지밭	11.0 (0.5)	29.7 (0.8)	100.2 (1.1)	158.9 (1.3)	74.8 (0.9)	4.2 (0.4)	378.8 (1.1)
뽕밭과수원 기타	8.2 (0.3)	18.9 (0.5)	49.8 (0.6)	48.1 (0.4)	12.2 (0.2)	0.7 (0)	137.9 (0.4)
입목지	203.2 (8.5)	453.9 (13.0)	1268.0 (13.8)	1994.0 (16.6)	1190.6 (14.6)	118.0 (11.7)	5227.7 (14.5)
개간산지	87.6 (3.6)	210.5 (6.1)	660.7 (7.2)	1075.8 (9.0)	572.9 (7.1)	36.7 (3.6)	2644.2 (7.3)
무림목지	100.3 (4.3)	273.1 (7.8)	1041.0 (11.4)	2860.6 (24.0)	2301.1 (28.3)	481.3 (47.5)	7057.4 (19.6)
나지	64.0 (2.6)	174.6 (5.0)	764.5 (8.4)	1651.9 (13.8)	1106.0 (13.6)	82.2 (8.1)	3843.2 (10.7)
암석지	8.7 (0.4)	31.0 (0.9)	133.9 (1.5)	518.2 (4.3)	946.3 (11.6)	206.4 (20.4)	1844.5 (5.1)
기타	808.5 (34.5)	805.4 (23.2)	2277.2 (24.9)	1837 (15.8)	1467.8 (18)	57.8 (5.8)	7253.7 (20.1)
면적(ha) (비율,%)	2345.9 (6.5)	3479.3 (9.7)	9114.9 (25.3)	11932.5 (33.1)	8124.6 (22.6)	1012.6 (2.8)	36009.8

마. 임진강 하류권 산림 현황 및 이용실태

Quickbird 영상을 이용하여 임진강 하류권 사천유역의 산림현황 및 이용실태를 육안 판독에 의하여 분석하였다. 이를 위하여 먼저 현지대조와 영상비교를 통한 판독키를 제작하였다. 접근이 가능한 남측지역은 직접 방문하여 비교하였으나 대부분의 연구대상지가 직접적인 접근이 불가능한 지역이므로 접근이 불가능한 북측지역은 가능한 곳까지 접근하여 망원경으로 관찰한 결과, 획득 가능한 사진자료, 기타 전문가의 의견 등을 참조하여 작성하였다.

<그림 4-15>에서 보면 아직도 산지에 계단식으로 조성한 다락밭 형태의 개간 모습이 일부지역에 남아 있는 것을 알 수 있다. 그러나 대부분은 <그림 4-16>에서 보는 것과 같은 산지의 비탈면에 경사도와 상관없이 무차별적으로 조성한 비탈밭이 상당히 많이 분포하고 있으며, 또한 산림 내에 벌채작업을 실시하여 맨땅 형태로 보이는 벌채적지(伐採跡地)도 상당수 눈에 띄고 있다. 그리고 대부분의 산지는 나무가 울창한 성숙림으로 이루어진 입목지(성립지)는 별로 없고 대부분은 관목림이나 목초지처럼 보이는 무림목지가 대부분을 차지하고 있다, 이와 같이 북한에서 무림목지가 많이 나타나는 원인으로서는 아직도 북한이 심각한 연료난에 처해있고 이에 따라 과도한 땔나무 채취가 행해지고 있으며, 여기에 가축방목으로 인해 산림은 점차 나무가 거의 없는 무림목지로 황폐해졌기 때문이다. <그림 4-17>은 QuickBird 위성영상에서 특징적으로 나타나는 산림지역 내의 입목지와 황폐지에 대한 몇 가지 유형을 영상의 종류별로 정리한 것이다.

QuickBird 고해상도 위성영상을 이용하여 사천 소유역에 대해 토지이용형태와 산림 황폐지 실태를 분류하고 현지대조를 거쳐 완성한 분포도가 <그림 4-18>에 주어져 있다. 그림에 따르면 산림황폐지는 대부분 북한지역에 분포하고 있다. 북측에 분포하고 있는 일부 성립지의 경우에도 비무장지대 인근과 지형이 험준한 지역에 대부분 분포하고 있으며, 그 외에는 일부 유적지 부근에 간헐적으로 눈에 띈 뿐이다. QuickBird 위성영상을 이용한 사천유역 산림황폐지 현황을 <표 4-12>에 정리하였다. 분석에 이용된 영상은 2004년에 촬영된 영상으로 개성공업단지가 완전히 개발되기 전의 상태를 보여주고 있다. 그러나 현재 개성공업단지 1단계사업지구의 100만평 부지조성 공사와 함께 시범단지 2만 8천 평을 조성하여 '04년부터 입주가 시작되었으며, 부지조성공사는 2006년 말에 완공될 예정이다. 따라서 개성공업단지 예정 지구는 별도의 항목으로 분류하였으며, 영상에서 판독된 면적에서 제외하였다. <표 4-12>에서 사천 소유역은 암석지를 포함한 입목지가 유역 전체 면적의 약 19.4%를, 산림황폐지가 39.1%를 차지하고 있으며, 기타 농경지, 주거지, 수계 등 비산림지역이 약 41.6%를 점유하고 있다. 또한, 산림황폐지 중에서는 무림목지가 약 52.1%를 차지하고 있으며, 개간산지는 22.4%, 나지는 25.5%를 차지하고 있다.



그림 4-15 QuickBird 영상에서 나타난 다락밭 개간 모습



그림 4-16 QuickBird 영상에서 나타난 비탈밭 개간(적색 선)과 산림 벌채지(파란 선) 모습

	Multi	Pan	Fusion	사진
성립지 (입목지)				
나지				
개간 산지				
무림 목지				
암석지				

*사진은 이해를 돕기 위한 목적으로 사용된 것으로 영상과 동일한 지역은 아님

그림 4-17 QuickBird영상에 나타난 각 산림지의 유형

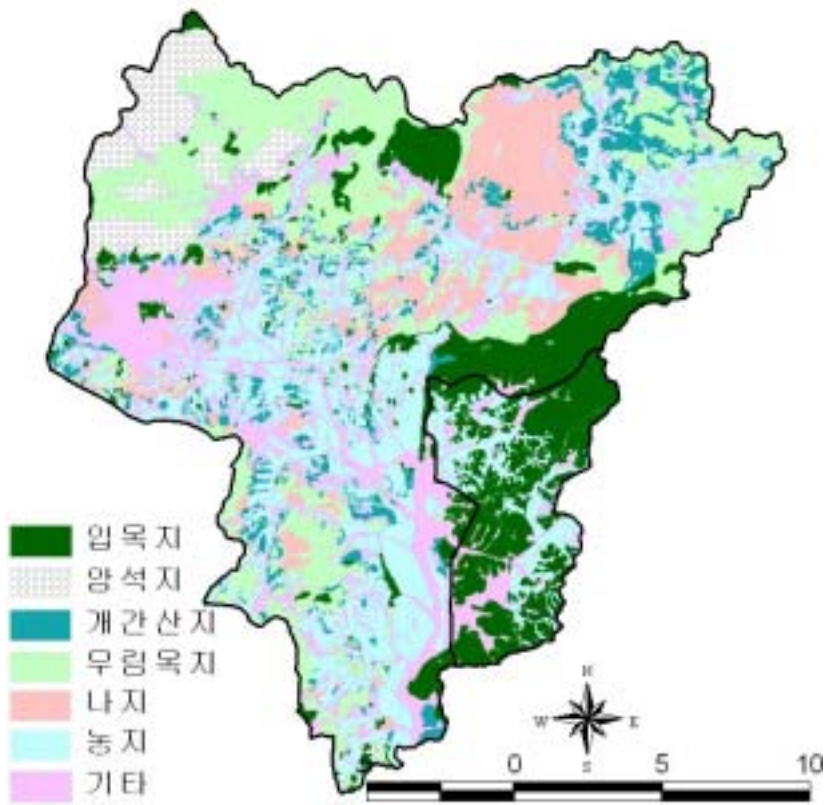


그림 4-18. 임진강 하류권 사천유역의 산림현황 및 토지이용실태

표 4-12. QuickBird 위성영상을 이용한 사천유역 산림황폐지 현황

토지이용현황		면적(ha)	비율(%)		
산림지	입목지	5,125.1	14.3	(24.5)	
	암석지	1,828.3	5.1	(8.7)	
	황폐지	개간산지	2,424.5	6.7	(11.6)
		무림목지	7,789.9	21.7	(37.2)
		나지	3,748.0	10.4	(17.9)
	소계	20,915.7	58.2	(100.0)	
비산림지	농지	7,332.2	20.4		
	개성공단	332.0	0.9		
	기타	7,339.5	20.4		
	소계	15,003.7	41.8		
합계		35,919.5	100.0		



그림 4-19. 개성공단 시범단지 전경

<표 4-13>은 휴전선을 기준으로 남한과 북한으로 나누어 사천유역의 산지이용 현황과 산림황폐지 실태를 비교하여 보여주고 있다. 남한지역의 산림은 극히 일부 지역을 제외하고는 대부분 임목지로 구성되어 있는 것으로 나타난 반면, 북한 지역은 일부 산악지역과 휴전선 부근을 제외하고는 대부분의 산림이 황폐지로 이루어져 있다. 비율로 보면 산림황폐지가 전체 산림지역의 약 75.6%를 차지하고 있고 임목지는 14.6%에 불과하다. 이러한 산림황폐화는 식량 증산을 위해 무분별하게 조성한 산지개간과 연료 부족으로 인한 과도한 땔나무의 채취 등에 주로 기인한 것으로 보인다. 특히 무림목지가 전체 산지의 42.2%를 차지하는 것은 북한의 이러한 상황을 보다 극명하게 뒷받침해 주는 좋은 사례라고 판단된다.

표 4-13. 사천유역의 산지이용형태 및 산림황폐지 실태의 남북한 비교

구분		북한		남한		
		면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	
산림지	임목지	2,688	14.6	2,437	99.6	
	암석지	1,828	9.9	0	0.0	
	황폐지	무림목지	7,790	42.2	0	0.0
		개간산지	2,419	13.1	5	0.2
		나지	3,744	20.3	4	0.2
합계	18,469	100.0	2,446	100.0		

바. 임진강 하류권 산림의 지형적 특성

1) 고도별 산림지 분포

임진강 하류권 사천유역에 대하여 산림지의 유형별로 지형특성과의 관계를 분석하였다. <그림 4-20> 및 <표 4-14>에서보면 임목지는 대부분이 해발고도 100m 이하에 분포함을 알 수 있다. 이는 사천유역에 분포하는 임목지가 대부분 유역의 저지대에 속하는 비무장지대 부근과 남측지역에 분포하는 때문으로 보인다. 암석지의 경우에는 100m 이하의 고도에는 미미하게 나타나다가 150m 이상의 고도에서 증가하기 시작하여 150-200m의 범위에서 가장 많이 나타난 이후 점차 감소하면서 400m 이상의 지역까지 비교적 많은 암석지가 나타나고 있다. 이는 아호비령산맥의 화강암으로 구성되어 있는 암석지와 상관이 있는 것으로 판단된다.

한편 산림황폐지로 구분되는 개간산지와 나지, 무림목지 등의 경우에도 대부분이 해발고도 150m 이하의 지역에 분포하고 있다. 이는 사천유역의 전체적인 산림분포가 150m 이하의 지대에 위치하고 있는 것이 중요한 원인으로 보인다. 유형별로 살펴보면 개간산지의 경우 상대적으로 낮은 고도에 집중적으로 분포되어 있어 접근하기 좋은 지역이 우선적으로 개간되었음을 알 수 있다. 반면 무림목지는 상대적으로 높은 고도까지 분포하고 있어 농지로는 부적절하지만 과도한 땃나무 등으로 과도한 이용후 방치되어 있는 것으로 판단 할 수 있다.

2) 경사별 산림지 분포

산림지의 분포경향을 경사도별로 살펴보면 임목지는 경사도 15도 이내에 대부분이 분포하고 있으며, 암석지는 전체적으로 경사도가 심한곳에 분포하고 있음을 알 수 있다. 한편 개간산지와 나지의 경우에는 비슷한 분포경향을 보이는데, 이는 개간산지와 나지의 이용행태에 어떤 상관관계가 있음을 유추할 수 있게 한다. 즉 방치된 개간산지가 시간이 흐름에 따라 나지형태로 변화하는 경향이 있을 것으로 판단된다.

3) 사면방향별 산림지 분포

사천유역의 임목지를 사면방향별로 구분하여 살펴보면 서쪽을 중심으로 한 북서, 남서방향에 상대적으로 많이 분포되어 있는 반면, 북동사면을 중심으로 북사면과 동사면에는 상대적으로 적다. 암석지는 남사면과 남동사면으로 많이 분포하고 있으며, 북사면과 북서사면으로는 적다(그림 4-22).

산림황폐지의 경우에 사면방향에 크게 영향을 받지 않고 모든 방향에 분포하고 있으나 북사면과 북동사면보다는 남동사면으로 많이 분포함을 알 수 있다.

그림 4-20. 해발고도별 산림지 분포경향

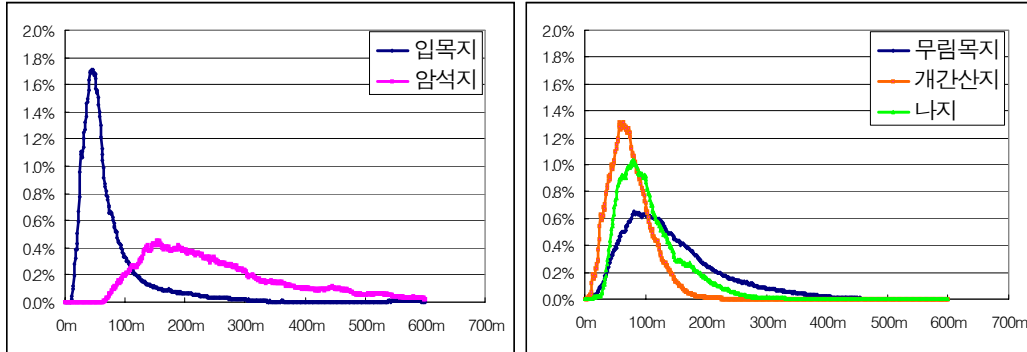


표 4-14. 해발고도별 산림지 분포면적

	0~50	~100	~150	~200	~250	~300	~350	~400	401~	합계
입목지	2,163	2,014	473	211	122	67	23	9	44	5,126
암석지	0	69	292	369	315	245	155	113	270	1,828
개간산지	606	1,346	445	65	8	1	0	0	0	2,471
무림목지	492	2,192	2,159	1,377	732	422	243	117	57	7,791
나지	304	1,754	1,029	440	174	41	13	0	0	3,755
합계	3,565	7,475	4,548	2,662	1,601	1,076	784	639	772	20,971

그림 4-21. 경사도별 산림지 분포경향

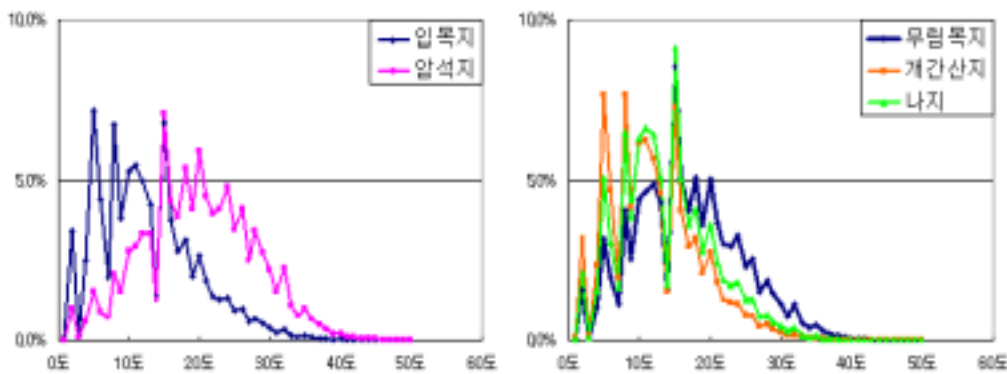


표 4-15. 경사도별 산림지 분포면적

	0~5	~10	~15	~20	~25	~30	31~	합계
입목지	870	1,456	1,323	762	445	191	79	5,126
암석지	57	175	332	387	411	285	181	1,828
개간산지	384	733	686	378	201	69	20	2,471
무림목지	496	1,288	1,923	1,647	1,332	723	382	7,791
나지	346	942	1,124	695	415	173	60	3,755
합계	2,153	4,604	5,403	3,889	2,829	1,471	753	20,971

그림 4-22. 사면방향별 산림지 분포경향

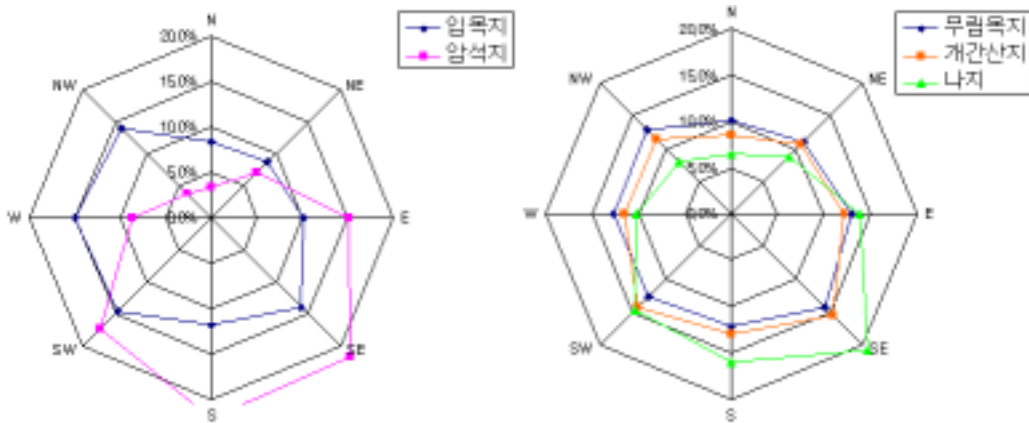


표 4-16. 사면방향별 산림지 분포면적

	평지	북	북동	동	남동	남	남서	서	북서	합계
입목지	178	436	451	523	710	609	746	765	708	5,126
암석지	8	62	131	276	398	405	320	159	69	1,828
개간산지	73	211	267	304	383	320	350	281	282	2,471
무림목지	79	788	863	1020	1110	944	991	991	1005	7,791
나지	54	244	328	521	776	597	551	383	301	3,755
합계	392	1,741	2,040	2,644	3,377	2,875	2,958	2,579	2,365	20,971

5. 임진강 하류권 농업기반 특성 및 정비방안

가. 수리시설 및 농업용수체계 특성

1) 수리시설 및 농업용수체계 현황

취득한 Quickbird 위성화상을 이용하여 <표 5-1> 및 <그림 5-1>과 같이 사천유역의 5개 저수지 및 수로체계, 개성 남부지역의 도수로 체계, 사천보 북부 양수장 수로체계, 사천보 남부 양수장 수로체계를 조사하였다.



그림 5-1. 조사대상 시설의 위치도

조사대상 저수지는 북한지역에 위치한 송도, 용흥, 선적, 동창, 중방 등 5개소이다. 이외에 남한측 DMZ내에는 어룡 저수지, 대성동 저수지가 있으나 상세한 분석은 생략하였다. 수원공별 관개면적은 위성화상으로는 정확한 분석이 불가능하여 문헌자료의 내용에 대한 확인차원의 조사를 실시하였다.

양수장 시설은 정확한 시설명을 확인할 수 있는 방법이 없어 가까운 지명을 이용하여 임의로 부여하였다. 수로 노선은 위성화상을 활용하여 확인이 가능한 주요 간선을 위주로 분석하였다.

표 5-1. 지역내 주요 용수체계

용수체계명	위 치	특 징
송도 저수지 및 도수로 체계	유역 북부	· 주요시설 : 댐, 취수터널, 취수탑, 도수로 · 기타시설 : 소수력 발전소 2개소 · 수로체계 : 도수로 2개 노선 총 3,790m 송도 도수로 1,760m, 용흥-송도도수로 2,030m
용흥 저수지	"	· 주요시설 : 댐, 사통 · 용흥-송도 도수로를 통해 송도 저수지에 저류(3단양수)
선적 저수지 및 도수로체계	"	· 주요시설 : 댐, 사통, 소수력발전소, 도수로 · 수로체계 : 도수로 8,020m (3단양수)
중방 저수지 및 도수로 체계	"	· 주요시설 : 댐, 취수탑, 도수로 · 수로체계 : 도수로 4,380m (1단양수)
동창저수지 및 도수로 체계	유역 남부	· 주요시설 : 댐, 나팔식물넘이, 도수로 · 수로체계 : 도수로 5,490m (1단양수) ※개성남부 도수로, 사천보 남부체계를 통해 저류
개성남부 도수로 체계	유역 중부	· 주요시설 : 개성보, 고남 양수장 및 도수로 2개 노선 · 수로체계 : 고남-동창저수지 도수로 12,970m ※고남-옥련저수지 도수로는 조사대상에서 제외
사천 2단 양수장 체계	"	· 주요시설 : 2개 양수장 · 수로체계 : 도수로 3,150m
사천보 북부 2단 양수장 체계	"	· 주요시설 : 사천보, 2단 양수장 · 수로체계 : 도수로 1,390m
사천보 남부 3단 양수장 체계	"	· 주요시설 : 사천보, 3단 양수장 · 수로체계 : 도수로 8,610m

가) 송도 저수지 및 도수로 체계

지구의 주수원공 역할을 하는 송도 저수지는 개성시 용흥동에 위치한다. 만수면적 1.5km², 둘레 15.2km, 길이 3km, 폭 0.5km로 1958. 10월에 착공하여 1961. 10월에 완공하였다.

저수지는 호안선의 굴곡이 심하고, 남서-북동 방향으로 놓이며, 수원은 주로 북쪽과

북서쪽의 3개 방향에서 유입된다. 집수면적은 32.7km², 총 저수량은 1,898만 m³이다. 총연장 120km의 연결수로를 통해 개성시, 관문군, 장풍군의 농경지 3,000ha에 농업용수를 공급하고 있다. 다른 유역의 농경지에도 도수로 및 양수장을 통해 용수를 공급하는데, 옥련, 덕수, 상도, 동창 등 저수지 및 하구언인 ‘황포강 갑문저수지’, ‘신흥포 갑문저수지’ 등에 저류하고 있다.

송도저수지의 기본수원은 대기강수와 용흥저수지이다. 용흥저수지에서 방류된 물은 3단 양수 및 도수로 체계인 ‘용흥-송도 도수로’를 통해 저류하고 있다. 2004. 4. 7일 영상(Quickbird)으로 촬영시기상 장마기가 아니지만 댐 마루에서 수면까지 2.5m의 여유만을 보이고 있어서 저수율이 아주 높은 것으로 나타나고 있다.

북한이 국제대담회에 소개한 송도 댐의 제원은 <표 5-1>과 같다.

표 5-2. 송도저수지 제원

형식	재료	높이 (m)	길이 (m)	댐체적 (천 m ³)	저수용량 (천 m ³)	저수면적 (천 m ²)	일류량 (m ³ /s)	여수로
Earth	Rock/Soil	20	180	280	9,410	1,590	50	비제어식

자료 : World Register of Dams(1988)

그러나 위성화상 분석결과는 국제대담회에서 발표한 자료와는 상이하게 나타나고 있다. 위성화상에 따르면 댐 마루길이는 285m, 댐높이는 35m (제외측 사면의 바닥길이 105m, 사면경사 1:2.5)로 외측사면의 중간에 3m 폭의 소단 2개가 설치되어 있다. 댐 마루폭은 4m이고 3m 폭의 도로가 부설되어 있다. 송도댐 단면의 예시도는 <그림 5-2>와 같다.

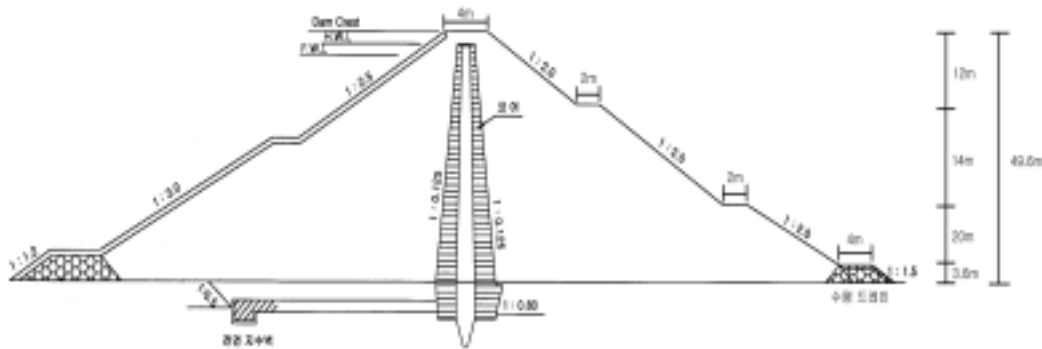


그림 5-2. 송도 저수지의 댐 표준단면(예시)
(※ 사면경사 및 코어, 지수벽 등의 치수는 가정한 것임)

댐의 여수로로는 국제대담회에서 발표한 ‘비제어식’이 아닌 수문이 달린 제어식인 것으로 분석된다. 댐 마루부의 여수로 폭은 75m로 7련식 방수문이 설치되어 있다. 그러나 여수로 구간의 바닥은 기반암이 노출된 상태이다(그림 5-3). 이는 댐 건설시 경제적 여건상 여수로 구간에 철근콘크리트 구조물을 설치하지 않고, 요철이 심한 부분의 암반면만 정리하여 감세공 역할을 하도록 암사면을 그대로 이용하는 방안을 채택하였던 것으로 분석된다. 그러나 현재 여수로 구간에 노출된 암반은 풍화 진행상태가 심각하여 댐의 안전성에 영향을 줄 것으로 추측된다.

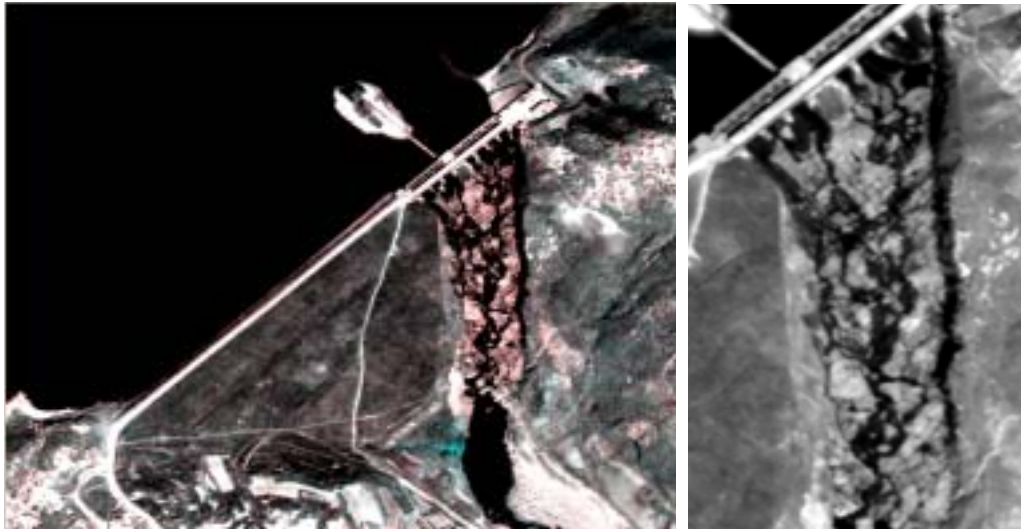


그림 5-3. 송도저수지의 댐(좌) 및 여수로(우) 모습

또한 방수문에서 제내측으로 정자가 설치된 섬이 있는데, 건설 당시에 암반지반인 섬 부분을 제거하기 위한 발파공정이 댐 지반의 안전성에 영향을 줄 수 있지만, 한편으로 섬을 그대로 두고 정자를 설치함으로써 공사비 절감과 경관효과를 높일 수 있다는 점을 고려하여 후자를 택했을 것으로 분석된다. 그러나 방수문의 바로 앞에 위치한 섬은 수리학적으로는 물 흐름을 저해하여 홍수배제 능력을 저하시킬 우려가 있다.

제체내의 침윤선 저하 및 파이프 방지에 의한 댐 안전성 확보를 위해 설치되는 수평 배수시설(toe drain) 유출부의 색상이 암반이나 물과는 상이하게 나타나고 있어서, 광물질 용액이 일정기간동안 유출되었거나, 현재 유출되고 있는 것으로 추정된다(그림 5-4). 이는 두 가지로 추정할 수 있는데 첫째는, 제체 축조용 재료중의 일부인 암석이나 기반암에서 광물질이 용해되는 것으로 볼 수 있고, 둘째는 코아부 점토재료의 유실로 추정할 수 있다. 코아부 점토재료의 유실일 경우에는 댐의 붕괴로 이어질 수 있으므로 정확한 조사가 이루어져야 할 것으로 보인다.



그림 5-4. 송도1호 발전소 및 광물질 유출모습

저수지의 취수시설로 취수탑과 취수터널이 1개소씩 있으며, 각각에는 소수력 발전소인 송도1호, 송도2호 발전소가 설치되어 있다. 취수터널은 길이가 345m로서 댐 건설 시에는 가배수 터널로 활용하였을 것으로 추정된다(그림 5-5). 취수터널의 말단부는 송도1단 발전소와 송도도수로의 시점부에 연계되어 있다. 취수터널 말단부의 해발고도는 77m이고, 송도1단 발전소가 위치한 지점의 해발고도는 63m이므로 발전낙차는 14m로 추정된다.



그림 5-5. 송도저수지 수로체계 모식도

송도 도수로는 총길이가 1,760m이고, 폭이 2.5m의 흙수로로 분석된다. 수로 시점부의 해발고도는 77m, 말단부의 해발고도는 69m로 수로 양단의 표고차가 8m이며, 수로 경사는 약 1/260으로 추정된다.

송도 저수지와 용흥 저수지는 3단 양수장과 도수로에 의해 연결되어 있다. 용흥 저수지의 물이 송도 저수지로 유입되는 과정은 다음과 같다(그림 5-6).

용흥 저수지의 물은 사통에 의해 취수되어 395m의 수로를 통해 사천 지류인 용흥천에 방류된다. 용흥천에 방류된 물은 사천으로의 유입지점 우안에 설치된 100m×48m의 저류지(pond)에 도달한다.

이 저류지는 양수기 2대가 설치된 1단 양수장의 흡입수조 역할을 하며 여기서 양수된 물은 185m의 합관 토출관로를 통해 2단 양수장까지 연결되는 용흥-송도 도수로에 유입된다. 이 도수로의 길이는 2,030m이다. 시점부의 해발고도는 65m, 말단부의 해발고도는 57m로서 수로 양단의 표고차가 8m이며 수로경사는 약 1/260으로 추정된다. 수로의 말단은 2단 양수장에 연결되어 있다. 2단 양수장의 토출관로는 길이가 86m이며, 양정은 10m로 토출관의 말단은 송도 도수로의 중간에 연결되어 있다.

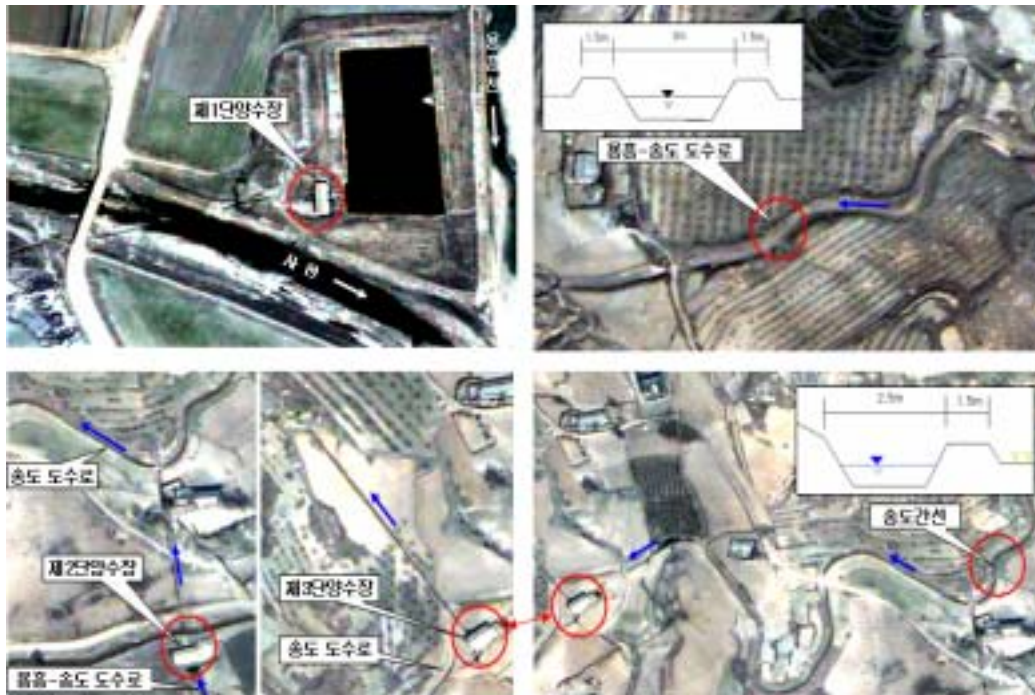


그림 5-6. 송도 저수지의 수로체계 및 시설물 현황

나) 용흥저수지

개성시 용흥동에 위치한 저수지로 만수면적 0.43km²이며, 1980년에 사천으로 유입되는 용흥천 상류의 지류를 막아 건설하였다. 저수지는 남서-북동방향으로 길게 놓여있고, 주위는 해발 150m 이하의 야산이다.

저수지의 기본수원은 대기강수이며, 집수면적은 6.4km²이다. 문헌(향토대백과사전 제 2편 283쪽)에 따르면, 3단 양수를 통해 송도저수지의 물을 저류하며, 저수지의 물은 개성시 동남부 농경지 870ha의 관개에 이용되고 있다고 한다. 그러나 위성화상 분석에 따르면 오히려 용흥저수지에서 송도저수지로 3단 양수를 통해 저류하고 있는 것으로 분석되고 있다. 또한 용흥저수지의 관개면적 870ha가 모두 논이라고 가정할 경우, 집수면적에 비해 너무 과대하므로 여기에는 밭 면적이 일부 포함된 것으로 해석할 수 있다.

위성화상 분석에 따르면, 댐 높이는 23m이고 사통을 이용하여 취수를 하고 있다. 저수량 증대를 위해 여수로 입구에 임시 물막이 시설을 설치한 것으로 추정된다(그림 5-7).

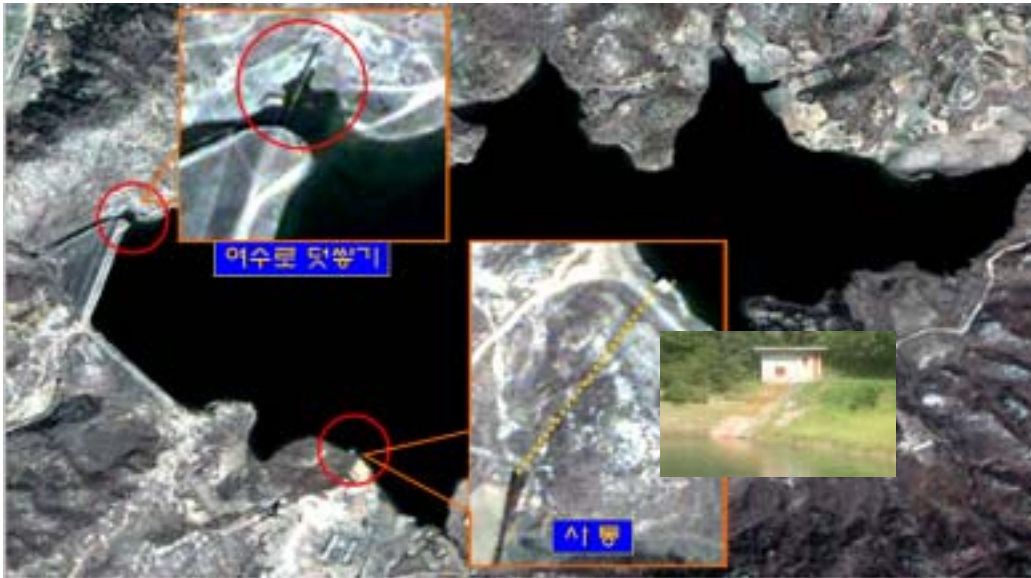


그림 5-7. 용흥 저수지의 위성화상

다) 선적저수지 및 수로체계

판문군 북부 선적리에 위치하며 면적 0.45km², 둘레 5km, 길이 1.7km, 폭 0.3km이다. 1959년에 사천의 제2지류 선적천 상류를 막아 건설하였다. 저수지는 남동-북서방향으로 놓여있으며, 호안선의 굴곡이 심한 편이다. 집수구역의 면적은 9.5km²이다. 저수지의 기본수원은 대기강수이며 선적리, 전재리, 평화리, 판문점리 등의 340여ha(이중 논

270ha, 밭 70ha)를 관개한다. 제당은 길이가 365m, 높이 30m로 소수력 발전시설이 있는 것으로 보인다. 토출구에서 바로 여수로의 진수지 끝부분을 잠관으로 횡단한 후 용수간선에 이어지는 것으로 나타나고 있다.

선적저수지 수로체계는 3단 양수장 체계로 구성되며, 수로 구간은 모두 토공이다. <그림 5-8>과 같이 1단 양수장은 양정 20m이며 토출구에서 동, 서방향의 도수로로 분기된다. 동, 서방향 도수로의 폭은 2.5m이며 길이는 각각 4,010m, 8,020m이다. 동방향 도수로(제1도수로)는 제2단, 제3단 양수장을 통해 관개지구까지 연결된다.

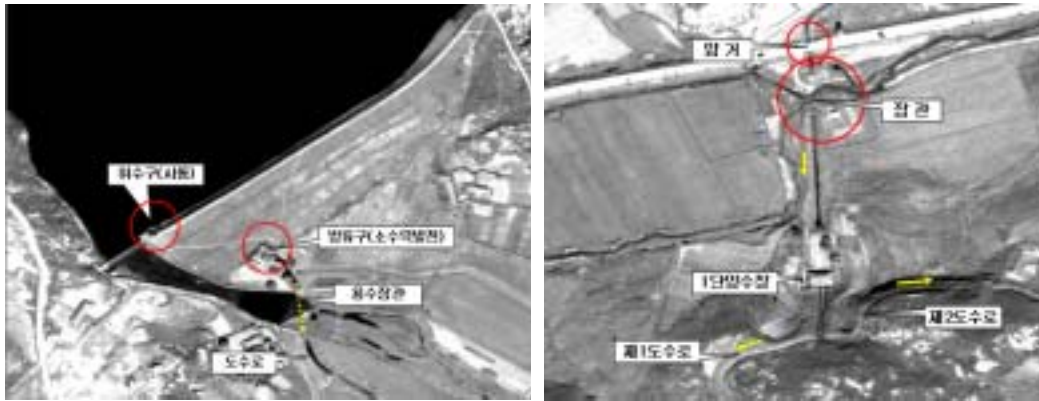


그림 5-8. 선적 저수지 및 1단 양수장

라) 중방 저수지 및 도수로체계

장풍군 사시리에 있는 저수지로 관문천의 상류에 위치한다. 면적 0.23km², 둘레 3.7km, 길이 1.4km, 폭 0.2km이며 남동-북서방향으로 길게 놓여있고, 북부가 두 갈래로 갈라져 있다. 집수구역 면적은 5.3km²이며, 주로 대기강수에 의해 저수된다.

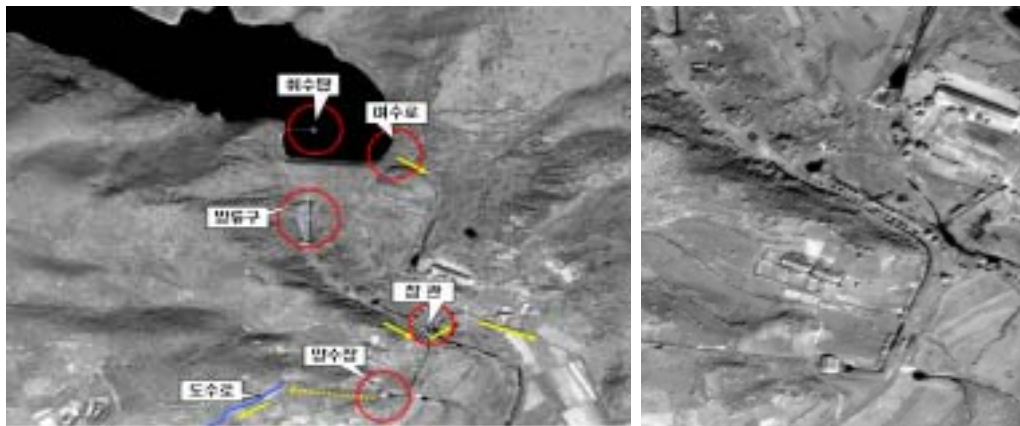


그림 5-9. 중방 저수지의 댐 및 취수시설

중방 저수지의 물은 도수로를 통해 사시리, 대덕산리, 고읍리 일대의 농경지 440여ha를 관개한다. 제당의 길이는 180m, 높이는 35m로 추정되며 제당 단면은 송도 저수지와 유사하다(그림 5-9). 소수력 발전을 한 후 여수로의 진수지 끝부분을 잠관으로 횡단한 후 용수간선에 이어진다. 1971년에 착공하여 1972년에 준공하였다. 집수면적과 관개면적의 비율이 비슷하여 한발시에는 필요수량의 확보가 어려울 것으로 분석된다.

마) 동창 저수지 및 도수로 체계

판문군 중부에 위치한 저수지로 1960년에 사천의 지류인 전문천 상류를 막아 건설하였다. 만수면적은 0.53km², 둘레 4.2km, 길이 1.5km, 폭 0.2km, 집수면적은 6.8km², 수면높이는 만수시 37.5m이다.

저수지의 기본수원은 집수구역의 대기강수와 송도 저수지의 물이다. 덕수 저수지, 상도 저수지와 수로로 연결되어 있다. 댐의 물넘이가 나팔형 구조라는 점이 특징적이다(그림 5-10). 나팔형 물넘이는 일반적으로 유입부의 경사가 급한 곳에 적용하는 형식으로 동창저수지의 제당입지는 양측 연결의 산경사가 급해 측수로식 물넘이 구조가 적합하지 않았던 것으로 분석된다. 댐 높이는 약 16m이다.

저수지는 인근의 논 474ha, 밭 103ha에 관개용수를 공급하고 있다.



그림 5-10. 선적 저수지 시설물 현황

바) 개성남부 도수로 체계

이 수로체계는 개성 남부에 위치하며, 송도 저수지의 물을 개성 남부에 위치한 저수지에 저류한 후에 농경지에 공급하는 역할을 하고 있는 것으로 파악된다. 유역 내인 동창 저수지와 사천 유역 외의 옥련 저수지로 도수하여 저류하며, 도수로 중간에서 분수

공을 통해 농경지에 직접 용수를 공급하고 있는 것으로 파악되고 있다. 동창 저수지 방향의 도수로의 길이는 12,970m로 사천유역에서 가장 긴 도수로이다.

송도 저수지의 물이 1단 양수장 및 도수로를 통해 동창 저수지로 유입되는 과정은 다음과 같다(그림 5-11). 송도 저수지의 물은 개성 시내를 유하하는 사천의 지류 지파리천에 유입된 후 취입보와 흡입 도수로를 통해 고남 양수장의 흡입수조에 유입된다. 취입보에서 고남 양수장까지의 유입수로는 폭이 7.5m인 토공 개거이며, 총길이는 4.5 km이다. 고남 양수장의 토출수조에서 옥련 저수지 방향의 고남-옥련지 도수로와 동창 저수지 방향의 고남-동창지 도수로로 분기된다. 개풍군 고남리에 위치한 고남 양수장은 기존에는 개풍군 소재의 옥련 저수지에 도수하는 역할을 하였으나, 현재는 양수장 확장 및 동창 저수지 방향의 도수를 추가로 설치함으로써, 동창 저수지, 덕수 저수지에 용수를 보충해주는 역할을 하고 있다. 고남-옥련지 도수로는 폭 1.5m이고 고남-동창지 도수로는 시점부에서 폭 3m, 말단부에서 폭 2.5m이며 모두 토공 개거이다.

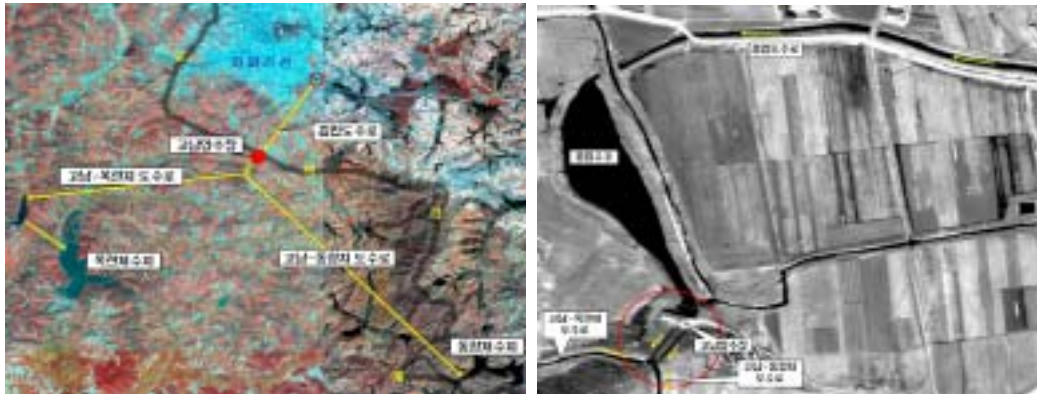


그림 5-11. 개성남부 도수로 체계 및 고남 양수장

사) 사천 2단 양수장 수로체계

송도 저수지의 남쪽에 위치한 수로체계로, 송도 저수지의 방류수를 사천에 설치된 양수장을 통해 2단 양수하는 체계이다. 1단 양수장에서 2단 양수장까지의 연결수로는 길이 540m, 폭 2m의 개거로 급한 만곡부를 제외한 나머지 구간은 토공인 것으로 판단된다.

도수로의 총 길이는 3,150m이며, 수로 노선을 따라 분포하는 농경지에 분수공을 통해 물을 공급하는 것으로 추정된다.

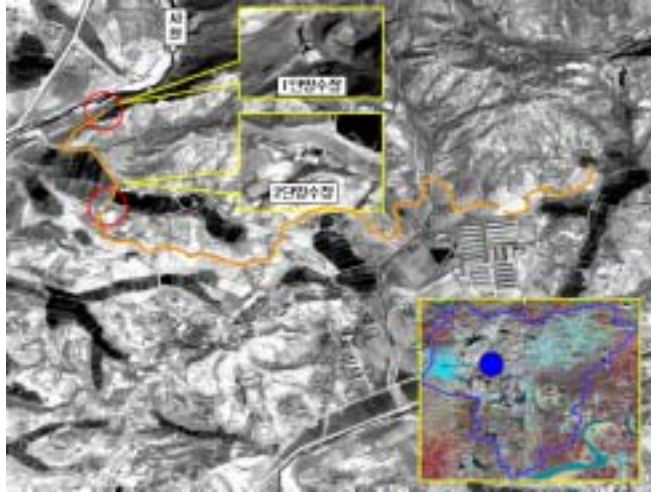


그림 5-12. 사천2단 양수장 체계

아) 사천보 북부 2단 양수장 수로체계

사천보는 길이가 190m에 이르는 대형보로서 사천의 지류인 지파리천이 사천 본류에 유입되는 지점에서 하류쪽으로 약 370m 떨어진 곳에 위치한다. 이 지점은 행정구역상으로 개성시와 관문군과의 경계부이다(그림 5-13).

수로의 총길이는 1,390m로, 수로의 남쪽에 위치한 경사지 는 22.6ha와 밭 6.9ha에 물을 공급하고 있는 것으로 나타나고 있다. 1단, 2단 양수장의 양정은 각각 12m, 16m로 추정된다.



그림 5-13. 사천보 북부 2단 양수장 체계

자) 사천보 남부 3단 양수장 수로체계

이 수로체계는 사천보 북부에 위치하며 3단 양수장과 수로로 구성되어 있다. 수로의 말단부는 동창저수지의 상류에 위치한 소류지에 연결되어 있는 것으로 파악되고 있다. 1단 양수장에서 2단 양수장까지의 연결수로 폭 2.5m의 개거이다.

1단 2단 및 3단 양수장의 양정은 각각 13m, 14m 및 18m로 추정된다. 수로는 총 길이가 8,610m로 사천 유역에서 개성남부 도수로 체계 다음으로 긴 도수로이다(그림 5-14).

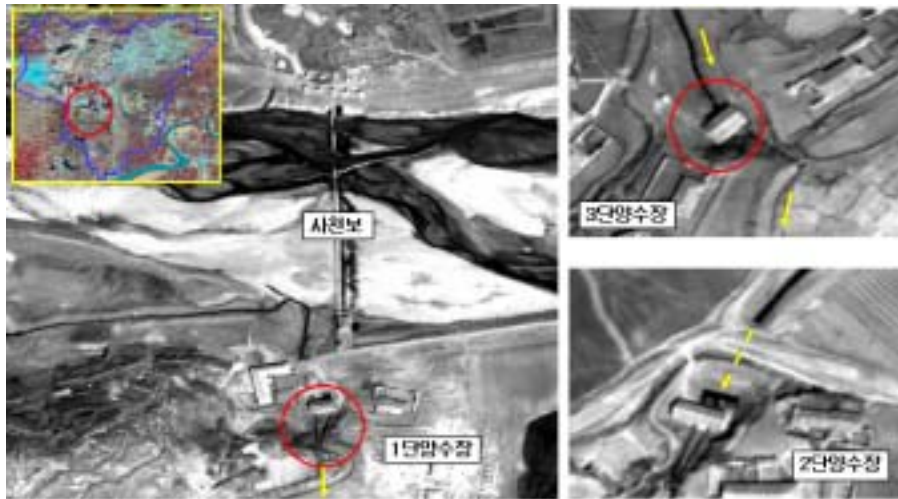


그림 5-14. 사천보 남부 3단 양수장 체계

2) 농업용수체계의 특징

가) 수리답

위성화상을 이용하여 대상지역에서의 관개현황을 파악하였다. 위성화상에 의한 분석으로는 빈도개념의 수리안전답(남한의 경우 10년 빈도)에 대한 정확한 분별이 불가능하다. 그 이유는 위성화상 만으로는 수원공의 설계빈도를 파악하기 어렵고, 문헌에 의해 설계빈도 자료를 파악하고 있더라도 위성화상으로는 해당 수원공의 관개지구에 대한 정확한 식별이 어렵기 때문이다. 특히 대상지역의 용수체계는 수원공들이 서로 연계되어 각 수원공이 독립된 관개지구를 가지지 않기 때문에 더욱 그러하다.

따라서 본 연구에서는 관개가 이루어지는지, 논인지 여부에 따라 구분하는 수리답

및 천수답의 현황에 대해서만 조사하였다. 그러나 빈도개념을 고려하지 않는 수리답의 여부를 정확히 판단하는 역시 용이하지 않다. 왜냐하면 용수로에서 필지로의 용수공급은 분수문과 분수공 등 분수시설에 의해 이루어지므로, 분수시설의 식별이 가능한 경우야 수리답인지의 여부를 판단할 수 있다. 그러나 분수공은 규모가 작은 시설이므로 위성화상으로는 사실상 판별이 어렵고, 분수문의 경우에도 수로에 물이 없는 시기의 위성화상에서는 수로와 분수문과의 명확한 구별이 어렵기 때문이다. 따라서 용수로나 도수로 상에서 분수문이 식별되는 경우에 한하여 측면에 분수공이 있다고 가정하고, 수리답으로 분류할 수 있다. 그러나 이러한 방법으로는 정확한 수리답 면적의 산출이 불가능한 것으로 판단하였다.

따라서 천수답을 우선 조사한 후, 전체 논에서 천수답을 제외한 부분을 수리답으로 결정하는 방법을 채택하였다. 관개가 이루어지지 않는 논인 천수답의 기준은 첫째, 대상 논이 지형여건상 저수지, 보 및 용수로 등 시설보다 높은 지역에 위치하나 양수장에 의한 공급이 없다고 판단되는 경우이며, 둘째, 상부에 수원시설이 있으나, 소규모 저류지나 논 일부만 저류지로 활용하는 경우로 가정하였다. 관개가 이루어지는 논인 수리답은 전체 논 중에서 천수답을 제외한 나머지 논으로 정하였다.

조사결과 지구내 수리답의 면적은 2,400ha로 전체 논 면적의 약 70%이며, 천수답의 면적은 1,100ha로 전체 논면적의 30%로 조사되었다.

나) 농업용수 물수지 분석

위성화상 분석을 통해 취득한 농지이용현황 및 기상자료를 이용하여 농업용수의 수요량과 이용량을 개략적으로 분석하였다. 일반적으로 물수지는 각 수원공별 공급가능량과 관개면적에 따른 수요량 산정에 기초하여 분석하는 것이 원칙이다. 그러나 위성화상 분석에 의한 소형 양수장 및 용수로 등 소규모 농업용수 시설의 파악이 어렵고, 소규모 시설을 제외한 대부분 수원공은 서로 연계가 되어 있어서, 북한발행 자료에서 제시된 수원공별 관개면적의 정확도에 대하여 확인하는 작업은 사실상 거의 불가능하다.

표 5-3. 주요 저수지 제원

저수지명	유역면적(km ²)	저수용적(만m ³)	만수면적(km ²)	비 고
송 도	32.7	1,898	1.50	용흥지에서 저류
중 방	5.21	160	0.23	
신 촌	8.42	3	0.03	
선 적	11.88	387	0.45	
동 창	6.55	206	0.53	송도지에서 저류
용 흥	6.40	-	0.45	송도지에 공급
계	71.16	2,654.0	3.19	

따라서 대상지역의 수원공들이 서로 복잡하게 연계되어 있는 특성을 고려하여, 지역 내 주요 저수지 6개소를 묶어 하나의 단일 저수지로 가정하고, 이에 대한 물수지 분석을 시도하였다. 6개 저수지의 제원은 <표 5-2>와 같다.

물수지 분석에는 프로그램은 한국농촌공사에서 개발한 “수리시설물 모의조작 시스템”(HOMWRS)을 사용하였다. 이 시스템은 관개계획을 수립하기 위한 유역 유입량 및 관개 필요수량의 산정, 저수지 물수지 분석 및 단위용수량 산정이 일련의 통합된 시스템내에서 구현되도록 한 프로그램이다.

분석방법. 유역 유입량은 미산식에 의한 순별 유역 유입량 산정방법을, 관개 필요수량은 Blaney-Criddle식에 의한 순별 분석방법을 선택하였다.

입력자료. 일별 강우량자료는 개성지역과 기후조건이 비슷한 강화지점의 '00~'05년까지 자료를 적용하였다. 최근 북한보도 내용을 참고하고, 모내기 기간을 고려하여, 5.12일~6.6일로 정했다. 1일 침투량은 총적도에서의 5mm로 가정하였고, 수로 손실율은 15%, 최대 담수심은 60.0mm, 최소담수심은 0.0mm로 가정하였다. 저수지의 유역면적, 만수면적 및 내용적은 3개 저수지를 합한 것으로 각각 7,116ha, 319ha 및 2,654만^m이다.

분석결과. 관개면적의 가정(1,000ha, 2,000ha, 3,000ha)에 의하여 필요수량을 산정하였다. 기상자료 및 유역면적 등에 의해 유입량을 산출한 후 저수지 모의조작에 의한 물수지 분석을 하였다. 모의조작 시 만수면적 및 내용적에 의하여 사수위, 만수위, 표고별 내용적을 가정하였다. 물수지 분석 결과에서 Gumbel-Chow 분포값을 선택하다. 내용적-몽리면적 관계 추세선은 식 $Y = 318.07 + 0.273X$ (X:내용적, Y:몽리면적)로 나타났다. 따라서 저수용량 2,654만^m 및 유역면적 7,116ha의 조건 하에서는 10년빈도 기준으로 논면적 1,042.6ha에 대한 용수공급이 가능하다.

다) 농업용수체계의 특징

사천유역 농업용수체계의 특징 중 하나는 송도저수지를 주 수원공으로 하여, 용흥, 선적, 중방, 동창 등 중소형 저수지와 양수장 및 보 시설들이 서로 연계된 복합적인 시스템을 나타내고 있다는 점이다. 예로 용흥 저수지의 물은 3단 양수 및 도수를 통해 송도 저수지에 보충된다. 송도 저수지의 물은 취수탑에 의해 개성시 생활용수 공급을 위한 정수장에서 처리된 후 개성시내를 통해 지파리천에 방류된다. 이렇게 방류된 물은 지파리천에 설치된 개성보에서 취수되어 고남 양수장을 통해 양수된 후 도수로를 통해 동창 저수지와 사천 유역밖에 위치한 옥련 저수지로 공급된다.

저수지와 보 등 대부분 시설이 에너지 소모가 없는 중력식(gravity)의 흐름에 의한 용수공급 방식이 아니라 1단 또는 다단 양수장 체계와 연계된 에너지 소모가 많은 시스템에 의해 이용되고 있다는 점도 특징으로 지적할 수 있다. 선적 저수지는 3단 양수

체계, 중방 저수지는 1단 양수체계, 동창 저수지는 1단 양수체계, 개성보는 1단 양수체계, 사천보는 2단 및 3단 양수체계에 의해 용수를 공급하고 있다.

이와 같은 수원공 연계 및 다단 양수체계의 도입으로 도수로의 길이가 너무 길어졌다. 특히 수로의 대부분 구간이 토공수로이므로 수로 손실 과다에 따른 용수공급의 효율성 저하 및 유지관리비용 증대와 수로 단면 과대에 의한 토지이용의 효율성 저하의 문제가 있다. 토공수로의 침투에 의한 수로손실은 보통 20%정도이며, 토질이 나쁠 경우 더 많아질 뿐만 아니라, 수로가 터질 가능성이 있어 라이닝을 하는 것이 원칙이다. 콘크리트 개거, 콘크리트 라이닝, 쇼트크리트 라이닝, 콘크리트 블록 라이닝, 아스팔트 라이닝, 돌붙임 라이닝, 흙 라이닝 등의 방법을 도입하는 것이 일반적이다. 그러나 북한의 경우에는 대부분 토공수로를 그대로 이용하고 있다. 다짐, 흙물풀어넣기, 흙라이닝, 비닐씌우기 등 일반적인 방법을 도입하고 있지만, 수로손실을 줄이기에는 한계가 있을 것으로 보인다. 또한 수로가 과도하게 길면, 상류지점에 예상치 못한 사고가 발생할 때에는 하류의 농경지에 급수가 불가능해지거나, 용수가 도달하는데 많은 시간이 소요되게 된다. 한발시에는 상류 농경지의 우선적인 취수로 인해 하류지역에는 용수부족 현상이 빈번히 일어나는 등의 문제가 발생할 가능성이 크다.

포장내의 관개는 내리흐림식 관개방식을 위주로 하고 있다. 이 방식은 연속관개방식의 하나로 수원공에서 물을 충분히 공급할 수 없는 경우나 누수가 많은 논에서 부득이하게 도입하는 것이 일반적이다. 그러나 북한지역의 경우에는 정비가 완료된 논에서도 이러한 관개방식을 도입하고 있다. 그 이유는 구획정리만 된 논의 경우에도 용·배수로 분리체계가 도입되지 않기 때문이다. 이러한 경우에 관개용수는 일반적으로 용수지선을 통해 필지로 유입되어 논둑의 월류를 통해 다음 필지로 넘어가는 논둑 월류식 관개로 공급된다. 이 방법은 물관리에 노동력이 적게 든다는 장점이 있지만, 수자원의 이용 측면에서 비경제적이며, 비료성분의 용해 및 유실이 현저하고 한냉지에서는 냉해를 일으키는 단점이 있다.

나. 경지정리의 특징

1) 경지정리의 유형 및 현황

가) 경지정리의 유형

북한의 농경지 정비방식은 구획정비, 용·배수로정비, 농도정비를 동시에 시행하는 남한의 경지정리 방식과는 차이가 있다. 북한은 경지정리를 '토지정리'라 일컬으며, 그 목적을 구획화 및 경지면적 확대 등에 두고 있다. 남한의 경지정리사업에서는 도로나

용·배수로에 들어가는 면적이 늘어남으로써 경지면적이 다소 줄어드는 것이 일반적이다. 그러나 북한의 토지정리 사업에서는 논두렁 제거, 개답에 의한 신규 면적의 편입, 수로체계 및 경작도의 미설치 등으로 오히려 경지면적이 늘어나는 것이 일반적이다.

위성화상의 분석에 따르면, 사천유역의 농지정비는 주로 필지를 규격화, 평탄화 하는 구획정비의 차원에서 추진된 것으로 분석된다. 경지정리의 유형을 크게 평야부 대구획 정비(유형 I), 평야부 중구획 정비(유형 II), 경사부 중구획 정비(유형 III), 경사부 소구획 정비(유형 IV) 등 4가지로 구분할 수 있다. 구획의 크기는 일반적으로 기계화 작업효율, 토지이용률, 공사량, 농업경영의 측면을 고려하여 결정하도록 하고 있다.

(1) 유형 I - 평야부 대구획 정비 유형

경사가 거의 완만한 평지 지형의 논을 대상으로 구획정비와 경작도 설치를 시행한 경우이다. 일부에서는 구획정비 및 경작도 설치와 용·배수로 체계를 동시에 도입한 것으로 나타나고 있으나 대부분에 수로체계와 경작도가 설치되지 않다.

일반적으로 필지의 길이는 100m이고, 폭은 50m로 규모가 1,500평 규모이나, 지형조건에 따라 다소 차이가 있다. 농기계의 필지내 진입이 용이하도록 필지의 단변을 따라 2개의 필지당 1조의 경작도를 설치하고 있다. 일반적으로 경지는 평균 기울기가 1/200 미만인 평야지 또는 완경사지이다. 이 유형의 남북한 특성은 표 5-3과 같이 비교할 수 있다.

용·배수로 겸용의 수로체계이며, 논둑 월류식 관개방식이 도입되어 있다. 용수지선에서 표고가 높은 곳에 위치한 필지에 유입된 물이 논두렁을 통해 다시 하부 필지로 넘어가는 방식인 논둑 월류식 관개방식이 도입되어 있다.

표 5-4. 평야부 대구획 경지정리 유형의 남북한 비교

구 분	북한지역	남한지역
필지구모	장변 100m × 단변 50m(1,500평)	장변 100m × 단변 70m(2,000평)
농도간격	200~500m	200m
농도형식	비포장	콘크리트 포장
수로체계	용배수로 분리 또는 용배수로 겸용	용배수로 분리
관개방식	용배수로 겸용은 용수지선에서 상부 필지로 유입후 논둑 월류식으로 하부 필지로 공급	용수지거에서 직접 각 필지에 공급

경작도는 비포장 도로이며, 폭은 3m로 나타나고 있다. 아래 그림의 경우에는 용·배수로가 분리된 수로체계가 도입된 경우로 사천본류와 지파리천의 합류부의 약 70ha의 면적에 대하여 시행한 것으로 분석된다(그림 5-15).



그림 5-15. 평야부 대규모 정비 유형의 남북한 비교

(2) 유형 II - 평야부 중구획 정비 유형

경사가 완만한 평지 지형의 논을 대상으로 구획정비만을 시행한 경우이다. 사천유역의 대부분 논 지역이 이 유형에 속한다.

일반적으로 필지의 길이는 100m 정도이고, 폭은 45m의 정도이나 지형조건에 따라 다소 차이가 있다. 평균 기울기가 1/200 미만인 평야지 또는 완경사지가 이 유형에 속한다.

경작도의 배치는 일정한 규칙성이 없으며, 일부의 경우에는 필지의 장변을 따라 설치하는 경우도 있다. 필지의 장변을 따라 설치되는 횡방향의 경작도는 4개의 필지당 1조씩 설치되며, 단변을 따라 설치되는 종방향의 경작도는 3개의 필지당 1조씩 설치되어 있다. 경작도는 비포장이며 폭은 간선은 3m, 지선은 2.5m로 나타나고 있다. <그림 5-15>에서 A지구의 경우에는 경작도가 횡방향으로 배치되어 있으며, A, B지구 모두 경작도에서 직접 진입이 불가능한 필지가 존재하고 있다. 이 유형의 남북한 특성은 <표 5-4>와 같이 비교할 수 있다.

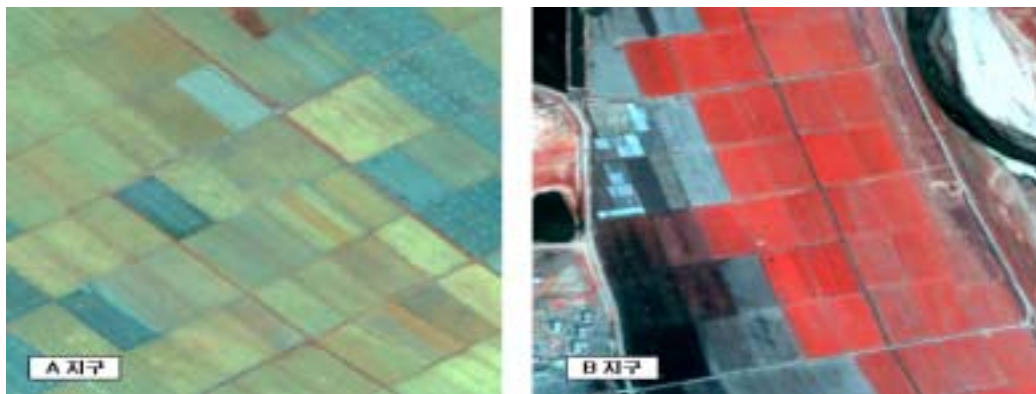


그림 5-16. 평야부 중구획정비 유형

표 5-5. 평야부 대구획 경지정리 유형의 남북한 비교

구 분	북한지역	남한지역
필지규모	장변 95~100m × 단변 45m (1,280~1,350평)	장변 100m × 단변 40m (1,330평)
농도간격	200~500m	200m
농도형식	비포장	콘크리트 포장
수로체계	용배수로 겸용	용배수로 분리
관개방식	용수지선에서 상부 필지로 유입후 논둑 월류식으로 하부 필지로 공급	용수지거에서 직접 각 필지에 공급

(3) 유형Ⅲ-경사부 중구획 정비 유형

이 유형은 일반적으로 일정지역에 집단으로 분포하는 경지규모가 5ha 이상이고 경사가 1/200~1/50의 완경사지에 도입되었다. 지형에 따라 다소 차이가 있지만 일반적으로 30~45m의 폭을 나타내고 있다. 용수는 주로 도수로에서 직접 공급하거나 최상부의 필지를 저류지로 활용하여 충당하고 있다. 경작도는 비포장으로 대부분 필지의 좌측 또는 우측 단에 설치되어 있다(그림 5-17). 이 유형의 남북한 특성비교는 <표 5-5>와 같다.

표 5-6. 경사부 중구획정비 유형

구 분	특 징
필지규모	단변 : 25~45m, 장변 : 지형에 따라 상이함
농도배치	좌우측단에 설치
농도형식	비포장
수원공	도수로에서 공급 또는 상류부 저류지 조성
관개방식	필지에서 필지로 공급(논둑 월류식)

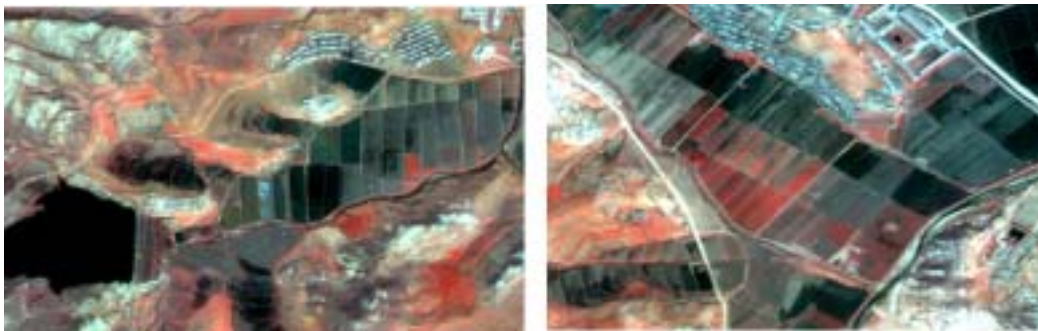


그림 5-17. 경사부 중구획정비 유형

(4) 유형Ⅳ-경사부 소구획 정비 유형

일반적으로 집단으로 분포하는 경지규모가 5ha미만으로 분산되어 분포하는 유형이다. 경사가 1/50이상의 급경사지에 도입되었다. 일반적으로 15~25m의 폭을 나타내고 있다. 용수는 유형Ⅲ과 마찬가지로 도수로에서 직접 공급하거나, 상류부에 저류지(또는 필지내 저류)를 조성하여 공급하고 있다. 경작도는 비포장으로 필지의 좌측 또는 우측단에 설치되어 있다(그림 5-18).

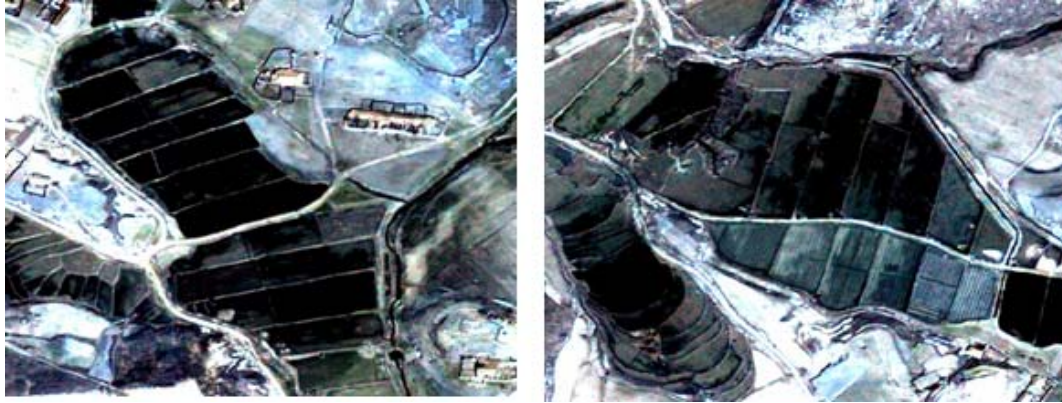


그림 5-18. 경사부 소구획정비 유형

(5) 경지정리 미시행 농경지

이 유형은 평지, 완경사지 및 급경사지로 구분할 수 있으며, 모두 비정형적이고, 불규칙적인 구획 형상을 나타내고 있다(그림 5-19).

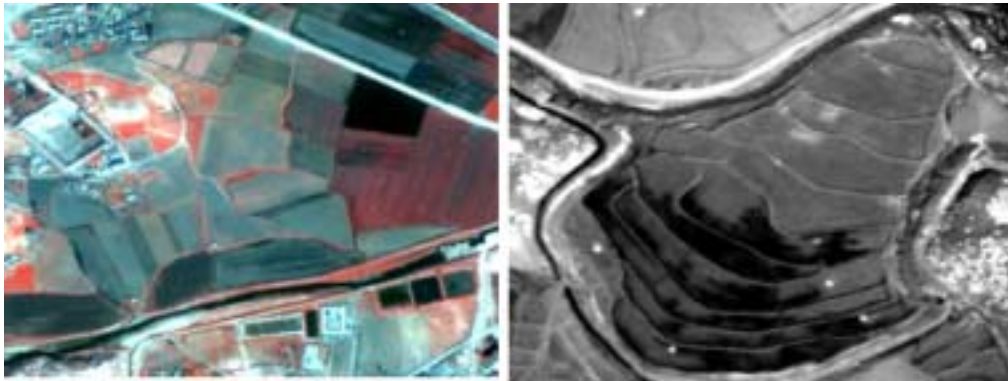


그림 5-19. 경지정리 미시행 유형

나) 유형별 면적

유역내 경지정리 현황 파악을 위하여 구획, 지형, 수로체계, 농도 등의 특성에 따라 설정된 경지정리유형에 따라 각각의 면적을 추정하였다. 경지정리를 시행하지 않은 논 면적은 평야부 131.0ha, 경사부 684.8ha로 총 815.8ha(23%)이다. 그러나 실제로는 대구획 경지정리를 시행한 지구를 제외한 나머지 지구는 구획정리만 하였기 때문에 앞으로의 경지정리 대상에 포함된다. 따라서 개성공단을 제외한 사천유역에서 논의 경지정리율은 간이정리를 포함할 경우에는 77%이나, 실질적인 경지정리를 시행한 지구인 평야부 대구획 정비 유형(유형 I)만 포함시킬 경우에는 25%로 아주 낮은 수준에 머물고 있다. 유형별 논 면적의 분포는 <표 5-6> 및 <그림 5-20>과 같다.

2) 경지정리의 특징

가) 구 획

경지정리는 필지 규격화에만 초점이 맞추어져 시행되었다. 경지정리에서 포장의 구획은 농구(農區), 포구(圃區), 경구(耕區) 등인데 구획정리의 기준이 되는 경구의 형상과 크기의 결정은 ①작업기계의 작업능력 등의 기술조건 ②지형경사와 토양 등의 입지조건 ③용·배수로 체계 등의 수리조건 ④사회경제적 조건 즉 경영규모, 집단화 가능성 등을 고려하여 결정하도록 하고 있는 것이 일반적이다.

표 5-7. 논 유형별 분포 면적

유형별	형 식	면 적		대표지역
		(ha)	(%)	
유형 I	평야부 대구획	873.9	25	판문군 동창리, 삼봉리, 평화리 (사천분류 중·하류)
유형 II	평야부 중구획	684.5	19	판문군 대룡리, 평화리, DMZ (사천분류 중·하류)
유형 III	경사부 중구획	755.0	21	장풍군 사시리, 개성시 덕암동 (판문천 상류, 사천분류 중류)
유형 IV	경사부 소구획	397.7	11	대부분 지역에 산재
미정비	평야부	131.0	4	판문군 덕수리, 대룡리, 판문점리
	경사부	684.8	19	대부분 지역에 산재
계		3,526.9	100	

※ 개성공단내 농경지는 미포함

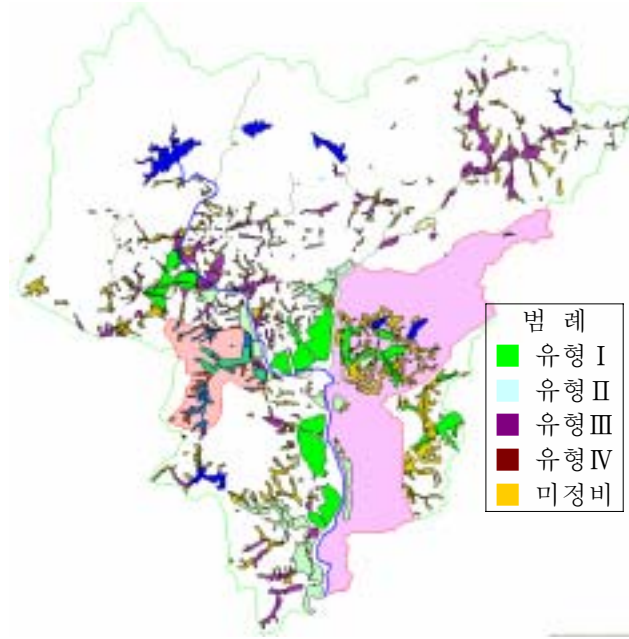


그림 5-20. 농 유형별 분포 면적

사천유역내 경지정리가 완료된 지구의 구획정리는 용·배수로 겸용의 수로체계 도입을 전제로 하였기 때문에 주로 농기계의 작업효율, 지형경사 및 필지 규격화에 초점이 맞춰져 있는 것으로 분석된다. 필지의 길이는 씨레, 모내기, 벼베기 등 농기계의 작업 공정을 고려하여 보통 100m로 하고 있고, 폭은 농기계의 회전반경, 필지내 배수조 간과 공사량을 고려하여 45~50m 정도로 하고 있다.

나) 농 도

간선농도만 설치되어 있고 비포장에 도로폭이 좁아 농기계의 통행, 진입 및 작업이 어려울 것으로 분석된다. 경지정리지구내 농도는 간선농도, 지선농도, 경작도로 구분하며, 경작도의 폭은 주행하는 차량의 종류, 사용빈도, 건설비, 유지관리비, 장래의 확장가능성을 고려하여 경제적으로 결정하는 것이 일반적이다. 경작도의 폭은 남한의 경우에 일반적으로 간선 7m, 지선 6m, 경작도 4m이고 포장폭은 대부분 3m이다. 노면의 높이는 선형, 토공, 농도의 기능 등을 고려하여 결정하되 농도의 보진 면에서 높은 편이 좋다고 권하고 있는 반면, 농기계의 출입을 고려할 때 노면의 높이는 지선의 경우 답면보다 0.4m이상 경작도는 0.3m이상을 권하고 있다.

사천 유역내 대부분의 경지정리 지구는 비포장의 경작도에서 모든 필지에 직접 진입할 수 있도록 설계되지 않아 경작도와 접하지 못하는 필지가 생기게 되며, 경작도의 폭

이 3m로 너무 협소하여 농기계의 이동 및 교차통과, 경작도 내에서의 적재·적하 작업이 어려울 것으로 분석된다.

다) 포장내 수로체계

포장내 수로체계는 용수절약과 수로의 부지면적을 줄이기 위하여 대부분 포장에서 용·배수 겸용 수로체계를 도입하고 있다. 말단수로가 용수지거나 배수지거나 아닌 지선수로이며 물공급이 지선에서 필지로 직접 이루어지는 체계이다. 농지의 소유나 경작이 개인이 아닌 협동농장 차원이기 때문에 물분쟁의 소지가 적다는 점도 이러한 수로체계의 도입배경으로 해석될 수 있다. 그러나 필지별로 독립적인 공급체계를 구현하지 못하기 때문에 물관리가 효율적이지 못하다는 단점이 있다.

다. 농업기반 정비방안

1) 기본방향

농업여건이 비교적 좋은 지역에서는 간이 경지정리 및 용수개발이 거의 완료되었다. 그러나 관련 사업들이 장기적인 목표나 상호 연관성이 없이 낮게 설정된 기준에 의해 단일 항목별로 추진되었기 때문에 항구적인 한해대책이나 전천후 영농, 식량의 자급자족 등의 주요 문제들을 해결하기에는 역부족일 것으로 분석된다.

따라서 지구내 농업기반 정비사업은 초기에는 이미 개발된 자원을 효율적으로 이용하기 위한 개선사업에 중점을 두고 추진해야 할 것이며, 장기적으로는 기존의 단일목적의 조성사업에서 탈피하여 관개배수 뿐만 아니라, 토지이용제고, 영농구조개선, 유지관리 측면 등을 종합적으로 고려한 복합적인 사업으로 추진하여야 할 것이다. 즉 농업개발에 있어서 산발적인 소규모 방식의 개발이 아닌 농업용수개발, 경지정리, 배수개선 등에 의한 우량농지의 조성 및 영농의 기계화에 중점을 두는 대단위 농업종합개발사업으로의 시행이 필요하다.

이러한 대단위 농업종합개발사업은 기술, 장비 및 재원투입의 측면을 고려하여 남북한이 협력사업으로 추진하는 것이 바람직하며, 사업과정에서는 1960년대부터 IBRD, ADB, OECF의 차관을 도입하여 추진했던 남한의 대단위 농업종합개발사업의 경험을 활용하는 것이 효과적일 것이다.

그러나 지구내에 개성산업단지가 개발 중이므로 향후 공단 등 기타 산업과의 연관성과 변화상황을 예측하여 계획하며, 지구내에 고려시대 문화재가 다량 산재할 가능성을 염두에 두고 사업시행시 철저한 문화재 조사를 거쳐야 할 것이다.

2) 농업용수 개발 및 수로 체계 정비

가) 추진방향

1950년말부터 유역내에서는 지표수의 저류를 위한 수자원 개발사업이 추진되어 상류지역에서 송도, 선적, 동창 등의 저수지를 개발하였고, 보, 양수장 및 도수로를 통한 소유역간 연계 시스템을 추구하였다. 결과 사천 유역은 수자원의 저류 시스템과 보충 시스템을 기본적으로 갖춘 것으로 평가할 수 있다. 그러나 지구내 농업용수 공급 가능량 및 필요량 분석결과에 따르면, 용수공급이 안정적이지 못할 것으로 추정되며 따라서 신규 수원공의 추가개발이 필요하다.

이 지역은 지형 여건상 저수지 개발 적지가 상류인 북부지역에 한정되어 있다. 따라서 상류지역에서는 저류기능만 수행하는 저수지를 추가로 개발하고, 하류인 남부지역에서 저류와 취수 기능을 수행하는 보 시설, 해수침투 방지 및 지하수 저류 목적의 지하저수지 시설 등을 개발하며, 중류 지역에서는 보, 양수장, 지하수 관정 등 취수 기능의 시설을 개발하는 것이 바람직 할 것이다. 북한의 다른 지역과 마찬가지로 기존에 개발된 양수장이 상당히 노후화 되었을 것으로 보이며, 따라서 노후화 정도에 따라 신규 설치 또는 개보수 중에서 적절한 방안을 선택하여야 할 것으로 보인다(그림 5-21).

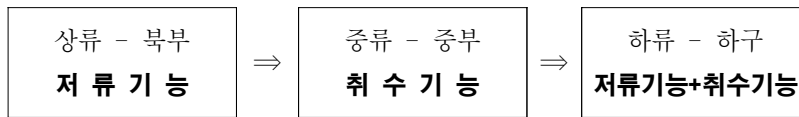


그림 5-21. 사천유역의 용수개발 방향

수로체계의 개선은 신규 용수원 개발 및 용수원 보강과의 상관성을 고려하여 검토해야 하며, 우선적으로는 수로손실 저하 등 도수로 체계의 기능개선을 위한 대책이 필요하다. 그러나 장기적으로는 용수원의 신규 개발을 고려하여 도수로 기능을 축소하여 수로단면 및 수로길이를 줄이고 가능한 구조물화 하는 방향으로 추진하는 것이 바람직하다.

나) 분야별 정비방안

(1) 농업용 저수지 개발

사천유역은 지형여건상 신규 저수지 개발에 적합한 지역이 제한적이다. 신규 저수지는 산악지형인 사천지류 판문천의 상류 북부지역이 가장 적합한 지역인 것으로 분석

된다. 저수지 개발시 댐의 위치는 굴곡이 심한 계곡으로 지계곡이 많이 있는 곳, 댐의 길이가 될수록 적고 저수를 많이 할 수 있는 곳 등 지형여건을 감안하여 가능한 경제적인 설계가 되도록 한다.

(2) 양수장 및 보 개발

농경지의 대부분은 상류지역에 위치한 저수지에서 거리상 상당히 멀리 떨어져 있는 중하류 지역에 위치하고 있다. 그럼에도 긴 도수로를 통한 원거리 공급방식을 채택한 것은 사천의 중·하류 구간이 비무장지대(DMZ) 내에 위치하기 때문이다.

따라서 향후 남북관계에 진전이 있어 DMZ 내에서의 활동이 제약을 받지 않게 될 경우, 현재 DMZ내에 위치한 사천본류의 중하류 구간내에 양수장이나 보를 추가로 설치하여 인근의 농경지에 대한 근거리 용수공급을 해결할 수 있다. 이러한 대책에 의해 개성남부 도수로체계의 고남-동창지 도수로, 사천보 남부 3단 양수체계 및 동창저수지 수로체계의 용도는 크게 축소될 것으로 분석된다.

(3) 보 및 지하댐

사천의 하구에 가동보 및 지하댐을 설치하여 수원확보와 함께 해수침투에 의한 염해 및 농경지 침수를 방지할 수 있다. 특히 지하댐은 자연파괴가 거의 없는 친환경적인 수자원 개발의 대안으로 수몰용지가 없고 지층으로 흐르는 지표수보다 수질이 좋아 생활용수로도 활용할 수 있다. 지하지층에 물을 저류하기 때문에 가뭄의 영향을 상대적으로 적게 받으며 지하수위 상승에 의한 지하수 함양 효과도 높다.

하구 양안 약 1.5km 구간에 지하 연속벽에 의한 지하댐을 건설할 경우 대량의 지하수 자원을 확보할 수 있다. 지하 연속벽은 가동보 구간의 지하에도 연속적으로 이어져야 하며, 지하저수지 영역내에 함양정 등 인공함양시설을 설치하여 지표수의 지하저류를 도모하고, 방사상 집수정 등 취수시설의 설치가 필요하다.

그러나 이 지역 역시 DMZ 내에 위치하고 있어 남북 당국간의 합의에 의한 지역내 활동의 안전보장이 필수적이다.

(4) 관정개발

소규모 농경지, 천수답 및 밭 지역의 관개는 대형 수원공보다는 관정에 의해 해결하는 것이 경제적이다. 농경지가 밀집되어 있지만 지표수 수원공의 개발이 불가능하거나, 기존 수원공의 안정성이 낮을 경우에도 지하수 관정의 개발을 검토할 수 있다. 지하수 관정 개발은 지구내에서 광범위하게 추진할 수 있다.

지하수 개발시에는 적정개발 가능량 범위내에서 개발하고, 오염물질의 유입 방지를 위해 국내 지하수법을 기준으로 오염방지시설을 설치하는 등 지하수보전 및 관리대책

의 수립에 만전을 기하도록 해야 한다. 또한 조사, 개발, 이용 및 관리의 모든 과정에서 전문성이 필요하므로 지하수 개발분야의 전문 기술진 투입이 필요하며 지형 및 지질조건, 지하수 함양, 전력공급 여건 등에 대한 현지조사를 통해 적합한 관정유형 및 개발 규모를 결정하도록 한다.

지질특성을 고려하여 충적관정, 암반관정 등 관정유형을 결정하며 암반 지하수는 생활 및 축산에도 활용하도록 한다. 지하수는 대장균 등의 세균의 오염이 없고 다량의 미네랄 등 무기질을 함유하고 있을 뿐만 아니라 수량의 급격한 변동도 없고 온도 또한 일정하여 항구적인 음용수원이 될 수 있다.

(5) 수리시설 개보수

위성화상에서 나타나듯이 송도 저수지의 댐체 및 여수로에 구조안전상의 문제점이 있을 우려가 있으므로 안전진단의 시행이 시급하다. 안전진단의 실시 결과에 따라 여수로의 재시공 및 댐체의 개보수가 필요할 경우에는 저수지의 수위 저하가 필요하기 때문에 시공방법, 관개기 및 장마기간 등을 고려하여 시행해야 한다. 여수로 보강을 위하여 우선, 기반암이 돌출된 여수로 부분의 라이닝 시공을 검토할 수 있다. 이는 임시막이, 물배제, 시멘트콘크리트 라이닝의 순으로 시행되며, 시공여건 조성을 위한 저수지의 수위 저하가 불가피하므로 공사기간, 물막이 공법, 시공중의 생활·농업·발전 용수의 수요 등을 종합적으로 고려하여 추진하여야 한다. 다음으로 제당 덧쌓기 및 여수로 보강방안을 검토할 수 있다. 이 경우에는 제당 덧쌓기와 여수로 구조물 설치를 동시에 시행해야 하므로 수물지구 조사 및 만수위보다 낮은 지역의 보조제당 추가 설치여부, 공사비, 공사기간 등을 고려하여야 할 것이다.

양수장의 경우에는 노후화 정도를 감안하여 개보수 우선대상을 정하며, 설계빈도가 낮게 설정되어 안정적인 용수공급이 어려운 대상에 대해서는 전면 재시공의 방법을 취해야 한다.

(6) 도수로 체계의 개선 및 개편

토사퇴적, 수초 식생에 의한 통수단면의 축소 및 누수 등에 의한 수로손실을 줄이고 송수효율을 개선하기 위해서는 토공으로 만들어진 도수로의 구조물화가 필요하다. 콘크리트 구조물화가 곤란한 경우에는 토사 퇴적으로 인해 통수능력이 감소하지 않도록 해야 하며, 흙수로에 수초가 번성하여 통수에 지장을 초래하지 않도록 제초작업을 실시해야 한다. 수로 곡선부 구간에서는 수로사면의 세굴 방지공을 설치하도록 한다.

도수로 체계는 지구의 북부에 위치한 저수지에 의해 확보된 수자원을 도수방식으로 저수지 남부에 위치한 농경지에 관개할 목적으로 도입되었다. 이는 DMZ 내에서의 개발행위가 제한적이므로 상류 저수지들에서 하천에 방류하는 물을 하류에서 취수할 수

있는 양수장, 보 등 시설의 개발이 불가능하기 때문이다. 따라서 도수로 체계의 개편은 반드시 용수원 개발 및 기존 용수원의 보강과 함께 검토해야 한다. 단기적으로 도수로의 송수효율을 개선하고, 중장기적으로 도수로 체계를 개편하는 방안을 검토할 수 있다. 가장 시급한 개선대상은 수로연장이 가장 긴 개성남부 도수로 체계(길이 13km), 사천보 남부 3단 양수체계(길이 8.6km), 선적 저수지 도수로체계(8km, 3단양수)이다.

개성남부 도수로 체계는 개성남부 도수로 체계의 동창방향 도수로로 장기적으로 사천 하구에 보 및 지하저수지를 개발함으로써 기능을 축소하는 것이 바람직하다. 도수로 노선 중간에 위치한 관개지구의 용수는 지하수 관정이나 인근 하천에 독립양수장을 개발함으로써 해결할 수 있다.

사천보 남부 3단 양수체계는 개성남부 도수로 체계와 마찬가지로 사천 하구의 수자원 개발이나 지하수 개발, 인근 소하천에서의 양수장 개발을 통해 해결할 수 있다.

선적저수지 수로체계는 지하수 개발 및 관문천에 독립양수장을 개발함으로써 해결할 수 있다.

3) 경지정리

가) 경지정리의 추진방향

사천유역의 경지정리 사업은 사업비 확보, 투자효과 및 국가경제 규모를 고려하여 단계별로 추진하는 것을 원칙으로 해야 할 것이며, 따라서 초기단계에서는 우선 평야부 대구획 정비지구(유형Ⅰ)에서의 기존 경작도 포장실시 및 평야부 미정비지구의 경지정리를 추진하고, 중장기적으로 평야부 중구획 정비지구(유형Ⅱ) 및 경사부 중구획 정비지구의 개선사업을 추진하는 것이 바람직하다.

경사가 급한 지역의 소규모 논인 유형Ⅳ와 미정비 지구의 경사부는 경제성이 없으므로 정비대상에서 제외하는 것이 바람직하다. 유형Ⅳ의 경우에는 소형 관정이나 소형 양수기를 통하여 용수공급이 가능한 경우에만 경지정리를 시행하지 않고 현 상태를 유지하도록 하며, 미정비 지구의 경사부 논인 경우에는 장기적으로 작부체계를 개편하여 전작이나 산림으로 환원하는 것이 경제적인 것이다(표 5-7).

침수 또는 저습답이 있을 경우에는 배수개선을 동시에 하도록 한다. 배수개선을 위하여 경지의 지반을 높이는 방법, 지구 외로부터 침입수를 방지하는 방법, 악수(지상 또는 지하에 정체하는 물)를 제거하는 방법 등을 활용할 수 있다.

특히 단기적으로 지구내 경지정리 시범사업이 남북협력사업으로 추진 가능하다면 전면적인 재경지정리가 필요한 평야부 중구획 정비지구(유형Ⅱ)를 대상으로 시범지구를 선정하여 사업을 추진하는 것이 남북협력사업의 모델사업으로의 자리매김 및 사업효과의 극대화 등의 측면에서 유리할 것이다.

표 5-8. 농경지 유형별 개선방향

구 분	개선대상			개선방향
	구획	수로	농도	
유형 I (평야부 대구획)	×	×	○	농도 포장 시행
유형 II (평야부 중구획)	○	●	●	재경지정리 시행
유형 III (경사부 중구획)	○	●	●	대규모 : 재경지정리 시행 소규모 : 농도 포장 시행
유형 IV (경사부 소구획)	●	●	●	현 상태 유지
미정비(평야부·경사부)	●	●	●	평야부 : 재경지정리 시행 경사부 : 작부체계 개편

● 전면 재정비, ○ 개선, × 재정비나 개선 불필요

일정규모 이상으로 집단화된 지구(예 : 100ha 이상)는 과거에 경지정리를 시행하였다 라도 수로체계, 농도 등이 완비되지 못한 경우에는 대구획 경지정리사업으로 추진하여야 할 것이다. 대구획 경지정리사업 시행시 일률적으로 대형농기계의 작업성만 고려하여 필지규모를 크게 할 경우, 지균작업에 따른 공사비 증대가 우려되므로 합리적인 규모를 판단하여 계획해야 할 것이다.

나) 단계별 추진계획

위에서 언급한 지구내 경지정리의 추진방향에 근거하여 단기 사업대상과 중장기 사업대상의 물량을 산출하였다.

단기 사업시행 대상에는 평야부 대구획 정비지구(유형 I) 및 평야부 미정비 지역이 포함되고, 중장기 사업시행 대상에는 경사부 중구획 정비지역 및 미정비 지역을 제외한 나머지 지역이 포함되도록 집계하였다. 대상면적에는 북한과 현대아산이 개성공업지구로 발표한 지역중에서 현재 실지로 사업이 추진되고 있는 공단입지(336만평)는 제외하였고, 아직까지는 시행여부가 불투명한 배후도시 지역은 제외하였다(표 5-8).

표 5-9. 단계별 경지정리 추진대상

단계별	사업내용	대상면적(ha)	대표지역	대상유형
단 기	농도개선 재경지정리	874	관문군 동창리, 삼봉리	I 미정비(평야부)
		131	관문군 덕수리, 대룡리	
중장기	재경지정리	1,440	관문군 대룡리, 장풍군 사시리	II, III

※ 유형IV는 대상에서 제외함

경지정리는 농업생산이 직접 이루어지는 포장의 조건을 종합적으로 정비함으로써 농업생산성을 향상시키는 것을 우선과제로 추진되는 사업이다. 따라서 계획수립시에는 대상지역의 지형조건, 토양조건, 영농조건, 수리조건, 사회·경제적 조건을 종합적으로 고려해야 한다. 또한 장래의 영농형태 변화를 예측하여 효율적이고 합리적인 영농환경을 조성할 수 있도록 하여야 하며, 특히 농촌환경의 보전 측면도 고려하여야 할 것이다.

단기 시행대상(그림 5-22 왼쪽그림) 중에서 기존에 경지정리를 시행한 지구인 유형 I에 대해서는 농기계의 작업환경 개선을 위한 작업로의 확포장이 필요하다. 현재의 작업로 3m 폭으로는 이앙기, 콤바인 등의 안정적인 통행에 미흡하다. 따라서 현재의 작업로를 적어도 폭 4m이상으로 시멘트 콘크리트 확포장하고, 각 경구마다 농기계의 진입이 가능하게 횡단구조물을 증설하며, 노면 보강 등의 대책도 강구해야 할 것이다.

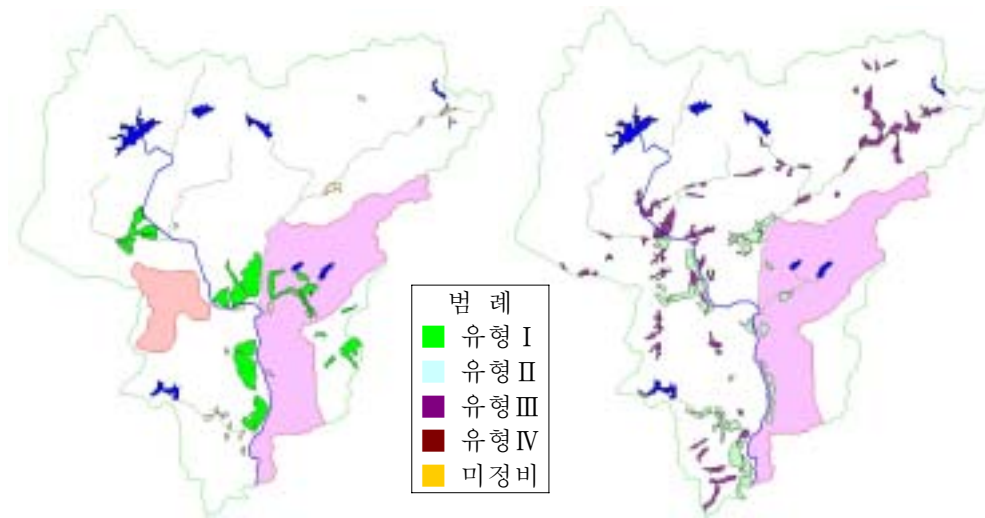


그림 5-22. 사천유역의 단계별 농지정비 대상지구 분포

단기과제로 제시된 평야부 미정비 지역의 경지정리는 대구획 경지정리 또는 일반경지정리 차원에서 실시하는 것이 바람직하다. 대구획 경지정리는 대상지역이 일정규모 이상의 집단농지이나 기계화 영농이 불편한 지역에서 실시하되 필지규모를 장변 100~150m, 단변 60m이상으로 한다. 일반경지정리는 집단농지의 규모가 작은 경우에 해당되며, 필지규모를 장변 100m, 단변 60m 이하로 계획하도록 한다. 대구획 경지정리나 일반경지정리의 두 경우 모두 용·배수로가 분리된 수로체계를 도입하며, 농도를 신설 또는 확장하도록 한다.

배수가 불량한 경우에는 배수개선을 동시에 추진해야 한다. 매립이나 객토를 실시하여 지반을 높이거나, 하천이나 해면측에 축제 또는 지구 주위의 고위부나 경계에 승수

구를 설치하여 지구 외로부터 침입수를 차단 배제하거나, 지상 또는 지하에 정체하는 악수를 명거나 암거로 배수 또는 펌프로 강제 배수하는 방법을 활용할 수 있다.

증장기 시행대상(그림 5-22 오른쪽 그림) 중에서 평야부 중구획 정비지구인 유형Ⅱ에 대해서도 집단화 규모 및 지형에 따라 대구획 또는 일반경지정리를 실시하는 것이 바람직하다. 경사부 중구획 정비지구인 유형Ⅲ에 대해서는 규모가 클 경우에는 일반경지정리를 실시하고, 규모가 작은 경우에는 경작도 포장 등의 제한적 개선대책을 강구해야 할 것으로 보인다.

라. 북한 산림황폐지 복구방안

1) 사방사업의 목적 및 종류

사방사업의 목적은 붕괴지와 황폐지 또는 붕괴 우려지에 토목공사를 실시하고 식생을 조성하므로써 상류 산지사면과 계류의 황폐화를 막고, 불안정 사면의 고정, 토사와 자갈의 생산 및 이동을 억제하고 경관을 조성하며 산사태, 토석류와 홍수로부터 발생되는 산지재해를 최소화하는데 있다. 또한 산림자원 생산의 기반을 조성하고 공공이익의 증진과 산업발전에 기여할 수 있는 산림의 공익적 기능(국토보전 기능, 수원함양 기능, 산림휴양 기능, 대기정화 기능, 야생동물보호 기능)을 증진시켜 주거환경을 개선하고 삶의 질을 높이는데 그 목적이 있다.

사방사업은 그 시행위치와 목적에 따라 산지사방, 야계사방, 해안사방, 조경사방사업과 예방사방사업 등으로 구분되는데 그 대상지역에 따라 산지사방사업, 해안사방사업, 야계사방사업으로 구분하고 있다. 산지사방사업은 다시 시공위치에 따라 계간사방공사와 산복사방공사로 구분된다. 산복사방공사는 황폐사면에서 생산되는 토사유출을 억제하기 위한 공사이며 계간사방공사는 황폐계류 바닥의 침식을 방지하고 산복을 보전하며 토사가 하류로 유출되지 않도록 억제하는 사방사업이다.

2) 황폐지 유형별 복구방안 수립

황폐지 유형별로 해발고도, 경사도, 사면방향 등을 고려하여 황폐지 복구방안을 수립하였다. 우리나라에는 난대, 온대, 한대식물이 모두 분포하며 해발고도 1708m인 설악산에서는 1,060m에서 한대림이 시작되며, 해발고도 2,014m의 낭림산은 1,050m, 해발고도 2,744m의 백두산은 900m에서 한대림이 시작된다. 일반적으로 북쪽으로 갈수록 한대림이 시작되는 고도가 낮아지는 경향을 보이거나 대략적으로 해발고도 1,000m 부근에서 한대림이 시작된다고 판단된다. 또한 남한에서 입지관정의 기초자료로 쓰이는 수

치입지도에서는 급경사지 21-25°, 험준지 26-30°, 절험지 31°이상으로 구분하고 있다. 또한 토양이나 수분조건을 고려 할 때 남쪽사면은 북쪽사면보다 지표침식이나 산사태 발생위험도가 높다.

따라서 황폐지 유형과 황폐지의 해발고도, 경사도, 사면방향 등을 고려하여 황폐지 복구방안을 <표 5-10>과 같이 수립하였다. 각각의 복구방안별 특성은 다음과 같다.

- 기초사방(basal erosion control works) 지역 : 지표의 침식이 발생하지 않은 개간산지에 대해 일반조림을 실시하여 복구가 가능한 지역
- 일반사방(general erosion control works) 지역 : 개간산지 중에서 경사도가 20도 이상인 지역, 무립목지나 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 : 무립목지와 나지의 황폐산지 중에서 해발 1,000m 미만이고 경사도가 30 이상인 급경사 지형을 갖고 있으며 주로 남쪽사면에 위치하여 지표침식이나 산사태 발생위험도가 높은 곳으로 사방공사 시 토양침식이나 붕괴를 방지하기 위한 구조물 설치가 반드시 필요한 지역
- 사방조림(tree planting works) 지역 : 해발 1,000m 이상인 산꼭대기 부근에 위치한 나지나 무립목지 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

표 5-10. 지형조건을 고려한 황폐지 유형별 복구방안

황폐지 유형	표고	경사	방위	복구방안
개간산지		20°이상		일반사방
		20°미만		기초사방
무립목지 나지	1000m 미만	30°이상	서, 남서, 남, 남동	특수사방
			동, 북동, 북, 북서	일반사방
		30°미만	서, 남서, 남, 남동	일반사방
			동, 북동, 북, 북서	기초사방
1000m 이상			사방조림	

<표 5-10>에서 주어진 조건에 따라 QuickBird 위성영상을 이용하여 판독한 사천유역 산림황폐지 현황, 5m 해상도의 수치고도모델, 이로부터 계산된 경사도 및 사면방향 등을 이용하여 분석을 수행하였다. 먼저 사천유역은 최고 고도가 1000m를 넘는 지역은 없으므로 경사도와 사면방향만이 이용되었다. 각 황폐지 유형에 따라 조건에 맞는 지역을 구분하여 황폐지 유형별 복구대상지 면적을 계산하였으며, 그 결과는 <표 5-11>에 제시되었다. 본 연구의 주된 관심대상이 북한산림의 황폐지이므로 남한과 북한을 구분하여 표시하였다. 먼저 개간산지의 경우를 살펴보면 대부분의 경우 경사도 20° 미만의 입지에 조성되어 있어 일반조림을 실시하여 복구가 가능한 지역으로 나타났으며 그 면적은 약 2,134ha로 나타났다. 또한 무림목지, 나지의 경우에도 경사도 구분기준인 30°미만의 지역이 대부분을 차지하고 있으며 일반사방 대상지인 남향에 분포하는 황폐지가 6,130ha로 조림대상지 북향의 경우보다 약 1,200ha 더 많은 것으로 분석되었다. 그러나 경사도 30° 이상의 지역은 사면방향에 상관없이 비슷한 분포를 나타내고 있다.

<표 5-11>의 결과를 이용하여 황폐지 복구 방안별로 정리한 결과를 <표 5-12>에 제시하였다. <표 5-12>에 따르면 북한 사천 유역에서 기초사방 대상지가 약 7,066ha, 일반사방 대상지는 6,659ha로 나타났으며, 특수사방대상지는 227ha로 나타났다. 이를 사천유역의 산림황폐지 복구대상지를 지도에 표시하여 황폐지 복구 방안별 복구대상지 위치도를 제시하였다(그림 5-23).

표 5-11. 황폐지 유형별 복구대상지 면적

황폐지 유형	경사	방향	복구방안	면적(ha)		
				북한	남한	합계
개간산지	20°이상		일반사방	284.9	0.4	285.3
	20°미만		기초사방	2,134.4	5.1	2,139.5
무림목지 나지	30°이상	남향	특수사방	227.2	0.2	227.4
		북향	일반사방	244.3	0	244.3
	30°미만	남향	일반사방	6,130.0	2.3	6,132.3
		북향	기초사방	4,932.1	1.5	4,933.5
합계				13,952.9	9.5	13,962.4

표 5-12. 황폐지 복구 방안별 면적

	북한	남한	합계
기초사방	7,066.5	6.6	7,073.1
일반사방	6,659.2	2.7	6,661.9
특수사방	227.2	0.2	227.4
합계	13,952.9	9.5	13,962.4



그림 5-23 황폐지 복구 방안별 복구대상지 위치

한편 사천유역에는 2단계 개성공업단지가 계획되어 있다. 1단계 사업이 성공리에 추진되고 남북한 간의 협의에 따라 그 착공시기가 유동적이긴 하지만 언젠가 착공된다면 2단계 계획지구도 사방대상지에서 제외되어야 한다. 2단계 계획지구를 제외한 산림복구 대상지를 파악하기 위하여 2단계 계획지구에 포함된 사방종류별 대상면적을 산출하였다. 2단계 계획지구에는 기초사방대상지 약 170.8ha를 포함하여 총 245.8ha가 포함된 것으로 분석되었다. 따라서 2단계 계획지구에 포함된 산림황폐지를 산림복구 대상지에서 제외하고 사방유형별 복구대상지 면적을 산출한 결과는 <표 5-13>과 같다.

표 5-13. 북한의 개성공업단지 2단계 계획지구를 제외한 사방대상 면적(ha)

구분	기초사방	일반사방	특수사방	합계
2단계지구에 포함된 사방대상지 면적	170.8	72.8	2.1	245.8
2단계지구를 제외한 사방대상지	6,895.7	6,586.4	225.1	13,707.1

3) 황폐지 유형별 사방 대상지 복구비용 산출

황폐산지에 대한 복구비를 산출하기 위하여 노임이나 투입 물자에 대한 산출 근거가 필요하나 북한의 자료는 매우 제한적이고 접근이 불가능하므로 현재 우리나라 산림청에서 적용하고 있는 사방사업 기준 단비표(표 5-14)를 기준으로 적용하여 북한의 산림 황폐지 복구비용을 산출하였다.

본 연구에서는 일반사방의 경우 우리나라 산림청에서 적용하고 있는 2006년도 산지 사방 단비를 적용하였다. 특수사방은 일반사방보다 보다 견고하며 많은 사방시설이 필

요하며, 산사태 개량복구의 경우 현장마다 차이가 있지만 일반복구보다 50%이상 예산이 필요한 경우 수행하게 되므로 일반사방 단비의 150%가 소요되는 것으로 하였다. 또한 사천유역에는 해당지역이 존재하지 않으나 사방조립의 경우 해발 1000m가 넘는 고지대가 그 대상지이므로 접근성 등을 고려하여 일반사방 단비의 50%가 소요되는 것으로 하였다.

한편 기초사방의 경우 2006년도 조립 단비를 적용하였는데 조립단비는 조립수종 및 방법, 조립밀도 등에 의하여 비용이 변하게 된다. 따라서 현 시점에서 모든 문제를 고려한 정확한 비용을 산출하는 것은 현실적으로 어려움이 있어 <표 5-15>에 제시된 여러 가지 조립방법에 따른 단비를 평균하여 사용하였다.

표 5-14. 사방유형별 복구비용 산출

사업별	기준	단비(천원)	노무비(천원)
일반사방	2006년도 산지사방 단비	54,000	38,260 (71%)
특수사방	일반사방 단비의 150%	81,000	
사방조립	일반사방 단비의 50%	27,000	
기초사방	2006년도 조립 단비 평균	3,267	1,589 (49%)

표 5-15. 주요 수종 및 조립밀도별 단비

구분	단비(원)	노무비
경제수 조립(3,000본/ha)	2,827,207	1,546,620
낙엽송(2,000본/ha)	2,174,855	1,300,770
활엽수 밀식조립(5,000본/ha)	3,971,901	2,042,790
상수리 용기(5,000본/ha)	4,244,409	1,506,390
소나무 용기(3,000본/ha)	3,114,871	1,546,620
평균	3,266,648	1,588,638

※ 산림청 산림자원과 제공

사천유역의 산림황폐지 복구 유형별 면적과 유형별 복구비용을 이용하여 사천유역의 최종복구비용을 산출 하였으며, 그 비용은 약 4,010억원으로 산출되었다. 그 결과는 <표 5-16>에 제시하였다. 한편, 통일이 되기 전 남북한 간의 협의에 따라 남측에서 산림황폐지의 복구에 필요한 자재를 지원하고 북측에서 노동을 제공하는 형태의 남북협력사업이 추진 될 경우를 상정할 경우 사천유역의 산림황폐지 복구비용에 소요되는 비용은 약 1,166억원으로 산출되었다.

한편, 개성공업단지 2단계 사업도 현재 계획 중에 있다. 따라서 2단계 사업지를 제외

한 사천유역의 산림황폐지 복구비용을 계산하였으며, 그 결과는 <표 5-17>에 제시되어 있다.

표 5-16. 사천유역의 산림황폐지 복구비용

구분	사방유형	복구비용(천원)	산출내역
노무비포함	기초사방	23,083,768	7,066.5 ha x 3,266,648원
	일반사방	359,598,015	6,659.2 ha x 54,000,000원
	특수사방	18,403,200	227.2 ha x 81,000,000원
	합계	401,084,983	
노무비 불포함	기초사방	11,772,722	7,066.5 ha x 3,266,648원 x 0.51
	일반사방	104,283,424	6,659.2 ha x 54,000,000원 x 0.29
	특수사방	533,693	227.2 ha x 81,000,000원 x 0.29
	합계	116,589,839	

표 5-17. 개성공업단지 2단계 사업지를 제외한 사천유역의 산림황폐지 복구비용

구분	사방유형	2차 제외
노무비포함	기초사방	22,525,825
	일반사방	355,664,790
	특수사방	18,229,253
	합계	396,419,868
노무비 불포함	기초사방	11,488,171
	일반사방	103,142,789
	특수사방	528,648
	합계	115,159,608

6. 개성공단 배후지 농업개발 및 남북한 협력 방안

가. 개성공단 개발 현황과 전망

1) 사업개요

- 위 치 : 개성시 및 판문군 일대
- 면 적 : 공단구역과 배후도시를 포함, 총 2,000만평(66.1km²)
- 단계별 개발계획 : 3단계에 걸쳐 개발
 - 현재 1단계 100만평 부지조성 공사와 함께 시범단지 28,000평을 조성하여 2004년부터 입주를 시작
 - 나머지 1,900만평에 대한 개발계획은 북측과 협의를 거쳐 추진

2) 1단계(100만평) 개발계획

- 위 치 : 개성시 봉동리 일원
- 사업기간 : 2002년~2007년(준비기간 포함)
- 사업비 : 2,205억원(기반시설 1,095억원)
- 시행자 : 현대아산·토지공사
- 수행방식 : 북측으로부터 토지를 50년간 임차, 공업단지로 개발 후 국내외 기업에 분양 및 관리
- 사업효과를 조기에 실현할 수 있고, 비용절감 효과가 크며, 남북간 상호의존성 및 집적효과가 큰 업종을 배치할 계획

3) 시범단지 개발

- 시범단지는 우리 중소기업의 개성공단 조기 입주 수요를 충족시키고 본공단 가동시의 법·제도, 투자환경 등을 사전에 점검하는 Pilot Project로 조성
- 1단계 100만평 부지내 28,000평을 15개 기업에 분양, 본격 가동시킴으로써 개성공단사업의 성공가능성을 확인하고 향후 개발방향에 대한 시사점 도출

- 2004년 12월부터 입주 시작, 2004년 12월 15일에는 개성공단 첫 제품을 생산
- 2006년 3월 현재 11개 기업이 가동 중이며, 4개 기업이 공장가동 준비 중
 - 소노코쿠진웨어, 신원, SJ테크, 삼덕통상, 대화연료펌프, 부천공업, 문창기업, 태성산업, 로만손, 재영솔루텍, 호산에이스 등은 제품생산 중
 - 매직마이크로·TS정밀 2개 업체는 공장 완공 후 생산설비 설치 중, 제씨콤·용인전자 2개 업체는 공장건축 중
- 시범단지 구조물공사(상하수도, 도로포장 등) 99% 진행
 - 2005년 4월 시범단지 내부도로, 북측근로자 출퇴근용 자전거도로, 임시 폐수처리장(600톤/일) 완공

표 6-1. 개성공단 시범단지 입주기업 개요

회사명	업종(소분류기준)	주요 생산제품	가동여부
삼덕통상	신발제조	신발	가동
문창기업	봉제의복	항공기 근무복	가동
부천공업	전기공급, 제어장치	Wire Harness(전기배선부품)	가동
대화연료펌프	자동차부품	자동차 연료펌프	가동
태성산업	플라스틱제품제조	화장품 용기	가동
SJ테크	플라스틱제품	반도체부품용기	가동
호산에이스	일반기계제조	팬코일(공기청정기 부품)	가동
신원	봉제의복	의류	가동
소노코쿠진웨어	기타금속제조	주방기기	가동
로만손	시계 및 부품제조	손목시계, 주얼리	가동
재영솔루텍	기타 기계제조	자동차 전자부품 금형	가동
매직마이크로	전자부품, 영상장비	Lamp assembly (LCD 모니터용)	가동 준비중
TS 정밀	반도체, 전자부품제조	반도체 금형부품	가동 준비중
용인전자	전자부품	트랜스 포머, 소자코일	공장 건축중
제씨콤	통신, 방송장비 제조	광통신 부품, 소재	공장 건축중

4) 본 단지 개발

1단계 개발현황

- 현재 1단계 100만평 개발은 부지조성 작업이 진행(2006년 3월 현재 종합공정률 70%)중으로 2006년 말 완료될 계획
 - 폐수처리장, 용수시설, 폐기물처리장은 2005년 착공, 2007년 상반기 완공 예정

1단계 본단지 분양

- 1단계 본단지 분양은 개성공단 전체의 총개발계획을 토대로 시범단지 개발경험, 기반시설 건설상황, 업계요구 등을 종합적으로 고려하여 추진해 나갈 방침
 - 한계 업종, 중소기업 등의 수요를 반영하여 협동화단지, 아파트형공장 등 다양한 형태의 분양방식을 고려
 - 전략물자·원산지문제, 국내 산업과의 연계성 등을 고려하여 분양시 업종을 적절히 배치
- 2005년 1차 5만평을 시작으로, 단계적으로 분양을 추진(표 6-2)
 - 2005년 9월 일반공장용지 17개 업체, 협동화사업단지 2개 컨소시엄(6개 업체), 아파트형공장용지 1개 기관을 선정
 - 잔여용지 60여 만 평은 기반시설 공사 진척상황을 감안하여 분양을 추진하되, 상반기 중 분양계획 발표 예정
- 2006년 3월 현재 2개 업체가 공장건축에 착수, 빠르면 2006년 상반기부터 일부 업체가 가동을 시작할 것으로 예상

표 6-2. 개성공단 본 단지 1차 5만평 분양기업

구 분	업 종	업체명
일반 공장용지	섬유봉제의류	성화물산, 지아이씨상사, 서도산업, 좋은사람들, 엠엔에스, 진글라이더, 아이보리, 코튼클럽, 평안, 제일상품, 육일섬유공업사, 녹색섬유, 에스엔지(13개)
	가죽가방신발	아트랑, 제이슨상사, 밀리온스, 평화유통(4개)
협동화 사업단지	섬유봉제의류	만선, 한국마이크로윌터, 화인레나운(3개)
	가죽가방신발	삼덕통상, 영일신소재, 영화상사(3개)
아파트형 공장용지	섬유봉제의류 가죽가방신발	한국산업단지공단이 건설·분양

2단계 개발방향

- 중소기업들의 입주수요 충족과 규모의 경제 측면을 감안, 2단계 사업 조기 추진 방안을 검토
- 당국간 회담 및 사업자간 협의를 통해 기반시설 건설, 노무인력 확보, 물류체계 확충 등 추진방안을 마련해 나갈 계획
 - 제17차 남북장관급회담에서 2단계사업의 조속한 개발을 경추위 등에서 협의·해결해 나가기로 합의
- 중장기적으로 수도권과 연계된 새로운 성장 동력을 창출하고 동북아지역 분업체제 형성을 추진해 나갈 계획(그림 6-1)
 - 서울의 금융·시장, 인천의 물류 등과 협력체제를 구축하여 개성공단을 수도권과 연계된 산업단지로 개발
 - 동북아지역 진출을 희망하는 다국적기업을 유치, 동북아 경제거점으로 육성

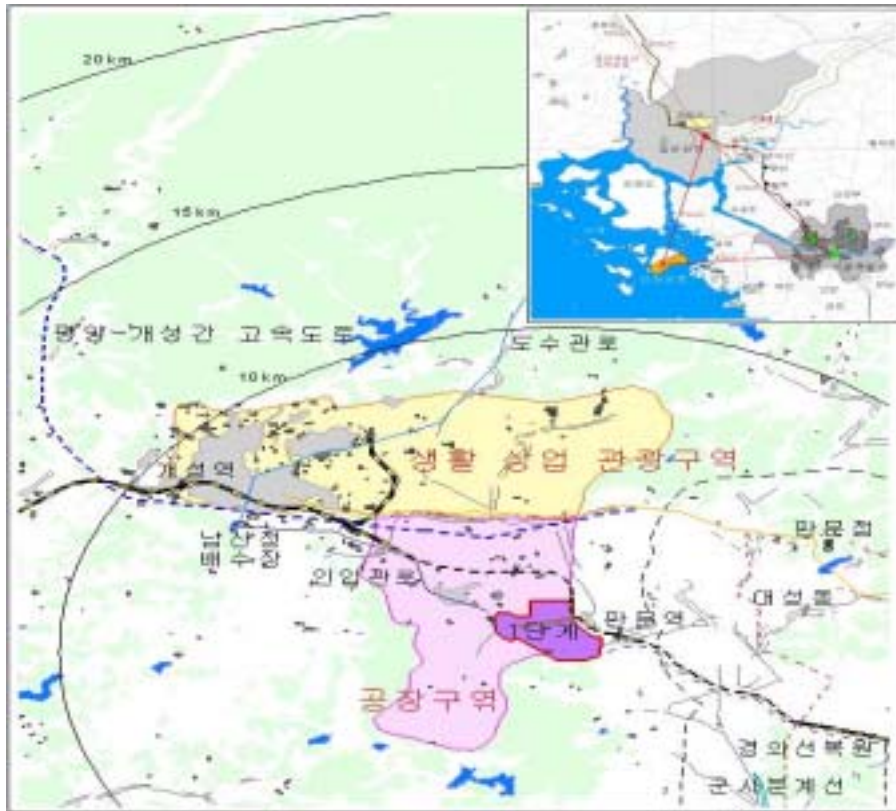


그림 6-1. 개성공단 개발사업도

나. 개성공단 배후지 농업개발의 필요성과 효과

1) 특구의 의미

북한에서의 특구는 어떤 의미를 가지는 것일까? 개성공업지구도 특구의 하나로 개발된 것이므로 특구가 가지는 의미를 제대로 파악해야만 이를 활용한 개발이 효과를 거둘 수 있다.

북한에서 경제관리의 기본 원칙은 사회주의 자립경제를 발전시키는 것이고 대외관계에서는 시장경제와 교류, 협력하여 실리를 추구하는 것이다. 따라서 개성공업지구도 이러한 원칙과 목표에 따라 운영되리라는 것을 짐작할 수 있다. 북한에서 특구와 특구가 아닌 지역은 처음부터 제도적으로 분리함으로써 서로 영향을 받지 않도록 하였다.²⁾ 그러므로 특구는 한 점으로만 존재케 함으로써 특구가 아닌 지역과 서로 연결되지 않도록 고려하였다. 개성공업지구도 남쪽에서 북쪽으로 진입하는 길목에 설치하여 외곽과 차단하고 단지 실리만 챙겨 이를 자립경제 발전을 위한 재원으로 활용코자 했던 것이다.

그러나 특구를 다른 지역과 연결하는 ‘선’의 개념으로 파악하지 않고 단지 실리만 확보하고 고립시키는 ‘점’의 개념으로서는 경제적 이익을 얻는 데 한계가 있을 수밖에 없다. 북한의 경제개발을 위한 전략의 하나로써 특구를 남북 경제협력의 거점으로 활용하고 특구의 개발 효과를 특구 배후지 및 내륙 지역으로 전파하는 것이 필요하다.³⁾ 남북한 사이에 추진되고 있는 대표적인 경제협력사업인 경의선 철도 및 도로 연결사업은 장차 개성공업지구를 ‘점’이 아닌 ‘선’으로 연결시킬 수 있는 가능성을 제공한다. 남북한은 이미 문산-관문점-개성을 잇는 국도 1호선과 경의선을 복원하고 개통을 위한 협상을 진행하고 있다. 북한 당국이 철도 및 도로 연결사업을 특구와 마찬가지로 다른 지역과 분리하는 구상을 하고 있는지는 모르겠으나 ‘점’이 아닌 ‘선’을 ‘면’과 분리하기는 어려울 것이다. ‘선’을 ‘면’과 분리시키고자 한다면 북한은 철도 및 도로 연결사업을 통해 한국의 통행료 수입을 기대할 수 있다. 그러나 이는 엄청난 재정 소요에 비하면 얻는 것이 너무 미약하다. 다른 나라가 아닌 한국과의 협력을 통해 이러한 사업을 추진한다면 이는 ‘민족공조’ 또는 ‘우리끼리’의 경제협력을 통해 북한경제의 발전을 도모하고자 하는 의도가 강했던 것으로 해석하는 것이 보다 설득력이 있다. 개성은 바로 개성-남포(평양)-신의주를 잇는 남북축의 시발점이다. 다른 한 축인 남포-평양-원산-청진을 잇는 동서축은 남포(평양)와 연결되기 때문에 개성은 동서축과 연계될 수 있다.

2) 이찬우, “동상이몽 속 신의주 개발 탄력 받는다,” 『민족21』 2006년 5월호.

3) 김영운, “북한 경제개발의 방향과 과제,” 『수는 북한경제』 2006년 봄호, 한국수출입은행, 2006. 6.

앞으로 개성공업지구가 확장되어 본궤도에 오르게 되면 30~70만 명의 노동력이 필요하다고 한다. 이들 노동력은 현재와 마찬가지로 특구의 외곽지역인 개성에서 거주하게 될 것이다. 그러나 현재의 개성만으로는 이만한 인력을 수용하기 어렵다. 따라서 개성을 확장하거나 개성과 인근 지역을 연결하는 별도의 벨트를 만들지 않으면 안 될 것이다. 개성을 고립된 도시가 아니라 다른 지역과 ‘선’으로 연결하는 시발점으로 개발할 수밖에 없다는 결론이다. 많은 전문가들은 앞으로 북한이 남포를 새로운 특구로 지정할 가능성이 높은 것으로 전망한다. 남포는 동서 경제축의 시발점이 됨과 동시에 북한이 해외로 진출하기 위한 거점이기 때문이다.

2) 배후지 농업개발에 대한 남측 수요

개성공업지구 배후지 개발에 대한 한국의 수요는 크게 정부, 민간지원단체, 기업으로 나누어 생각할 수 있다. 정부는 남북한 당국자 차원에서 농업협력을 추진하는데 개성공업지구 배후지가 지리적으로 적합하다고 판단할 가능성이 높다. 민간지원단체는 지금까지 평양 중심으로 추진한 농업 지원사업을 지리적으로 분산한다는 측면에서 접근성이 좋은 개성 인근을 택할 가능성이 높다. 개성은 남북한 관계자의 접촉이 용이하고 접근성이 좋으며 비용을 절약할 수 있는 장점이 있기 때문이다. 민간기업에서는 개성공업지구에 입주하여 배후지에서 원료를 조달하거나 원료 조달을 위한 발판으로써 배후지 농업협력을 추진코자 할 것이다.

정부 차원의 농업개발 수요는 2005년 8월 18~19일 개성에서 개최된 제1차 남북농업협력위원회의 합의에 따른 후속조치를 실현하기 위한 것이다. 제1차 회의에서 남북 양측은 7개 항에 합의하였다. 농업 분야의 협력내용은 5가지이며 이들 협력사업 추진을 위해 필요한 실무접촉을 갖기로 합의했다. 합의문의 주요 내용은 다음과 같다. 합의된 농업협력의 내용 중 눈에 띄는 것은 시범농장을 통하여 물자뿐만 아니라 전문가 교류를 통해 기술을 상호 교환하는 것이다. 이러한 사업을 추진하기 위해서는 접근성이 좋고 인력 교류가 쉬운 개성 인근이 가장 적합한 장소로 꼽힌다. 개성은 앞으로도 농업 분야의 협력을 위해 손쉽게 만날 수 있는 장소이기도 하지만 시범사업을 추진하기에도 적합한 곳이기 때문에 비단 남측뿐만 아니라 북측 입장에서도 선호할 것으로 기대된다.

한편 민간지원단체의 입장에서도 개성 인근은 농업협력을 위한 편리한 장소라고 할 수 있다. 최근 민간지원단체는 벼농사 못자리용 비닐을 북한에 지원하면서 개성을 통해 전달하고 있으며 북측 상대방과 지원사업을 논의할 때도 개성을 자주 이용한다. 지금까지 민간지원단체는 농업 분야의 협력사업을 대부분 평양을 중심으로 추진함으로써 협력의 취지에 대해 많은 비판을 받아왔다. 동해안 금강산 지역을 중심으로 추진한 농업 분야의 협력사업이 좋은 성과를 거둠으로써 이제 서해안의 개성공업지구를 중심

으로 유사한 형태의 사업을 추진한다면 마찬가지로 성과를 거둘 수 있을 것으로 기대하고 있다. 개성공업지구의 배후지에서 추진할 수 있는 농업 분야의 협력사업은 많다. 주요 민간지원단체 농업 분야 대북 지원사업에서 보는 것처럼 물자 지원을 농업개발 지원으로 전환하거나 연계하여 추진한다면 다양한 분야의 사업을 추진할 수 있다(표 6-3). 예를 들면, 벼농사 협력사업, 옥수수 등 밭작물 협력사업, 채소 재배사업, 축산 협력사업, 조립사업 등을 들 수 있다.

민간 또는 기업의 경우에도 개성을 중심으로 추진할 수 있는 농업협력사업은 얼마든지 있다. 대북 지원사업과는 달리 민간 입장에서는 수익을 목표로 복측과 경협사업을 추진하는 것이므로 남측의 수요를 고려하지 않을 수 없다. 개성이 가진 자연 특성과 지리적 위치를 고려할 때 인삼 계약재배, 양념 채소류 계약재배, 한약재 등 특용작물 계약재배가 가능하며 양잠도 유망한 분야의 하나이다. 잠업의 경우 우리나라는 누에고치 생산에서 제사까지의 산업은 경쟁력이 부족하기 때문에 보다 부가가치가 높은 견직물 생산 및 견직물을 이용한 봉제에 주력하고 있다. 견직물의 원료가 되는 생사나 견연사를 전량 해외에서 수입하고 있다. 만일 개성공업지구 내 생사공장을 설립할 경우 원료가 되는 누에고치를 수입하지 않으면 안 된다. 북한은 상당한 뽕밭면적을 확보하고 있으며 대부분의 협동농장에 잠업작업반 또는 잠업분조가 있다. 지금은 북한의 양잠 생산성이 매우 낮으나 남북한 협력에 의해 생산성을 높이고 품질을 향상시키기만 한다면 생사 생산에 필요한 원료를 충분히 공급할 수 있을 것이다. 현재 국내 기업 중에서는 개성공업지구에 생사공장을 설립코자 하는 기업인이 있기 때문에 개성을 중심으로 잠업 분야의 협력을 추진하는 것은 실현 가능하다고 판단된다.

3) 배후지 농업개발에 대한 복측 수요

북한은 개성공업지구 배후지의 농업개발에 대해 매우 신중한 입장을 보일 것으로 예상된다. 개성공업지구는 특구로 지정된 곳이기 때문에 아직은 특구 내에서만 제한된 형태의 협력사업을 추진하려는 것이 복측의 의도이다. 라진·선봉지역의 경우에도 특구를 지정하여 매우 엄격하게 외부와 차단시킴으로써 특구 내의 경제활동을 바깥 지역과 연결시키지 못하도록 하였다. 북한의 이러한 입장은 우리의 의도와는 완전히 배치되는 것이다. 우리의 시각에서는 특구를 활용하여 특구 내의 효과를 외부에 확산시킴으로써 북한의 변화를 유도하는 것이지만 북한의 입장에서는 자칫 특구 내의 자본주의 운영방식이 바깥 지역에 전파되어 체제에 부담으로 작용하지 않을까 우려하고 있다.

만일 개성공업지구 내의 경제활동과 연계하여 북한이 외화를 획득할 수 있는 기회가 주어진다면 북한은 어떤 입장을 취할 것인가? 개성공업지구 내의 경제활동과 연계되지 않는다고 하더라도 배후지의 농업개발을 통해 경제적 이득을 취할 수 있다면 북한은

남북농업협력위원회 제1차 회의 합의문

남과 북은 남북농업협력위원회 제1차 회의를 2005년 8월18일부터 19일까지 개성에서 진행하였다.

쌍방은 안정적이고 지속적인 농업협력을 실현해 나가기로 협의하고 다음과 같이 합의하였다.

1. 남과 북은 농업협력 사업을 더욱 높은 단계에서 확대해 나가기 위해 일정한 지역의 협동농장을 선정해 아래와 같은 방식으로 협력사업을 진행하고 그 성과에 기초해 확대해 나가기로 한다.

남측은 협력하는 농장들의 육묘시설, 비료·농약·농기계 등 농기자재, 배합 사료 및 영농기술 등을 2006년부터 지원한다.

이를 위해 북측은 남측 전문가들과 기술자들이 필요한 시기에 해당 지역의 방문을 보장하도록 한다.

2. 남과 북은 현대적인 종자생산과 가공·보관·처리시설을 2006년부터 지원하는 데 적극 협력하기로 한다.

3. 남과 북은 우량한 유전자원의 교환과 육종 및 재배 기술, 생물농약의 개발과 생산 기술, 농작물 생육예보 및 종합적 병해충 관리체계(IPM) 형성, 남측 농업전문가들의 방문 등 농업과학기술 분야에서 협력하기로 한다.

4. 남과 북은 축산, 과수, 채소, 잠업, 특용작물 등의 분야에서 협력사업을 발전시켜 나가기로 한다.

5. 남과 북은 토지 및 생태환경보호를 위한 양묘장 조성 및 산림병해충 방제 등 산림자원을 늘려 나가는 데 서로 협력하기로 한다.

이를 위해 쌍방은 북측의 동·서부지역에 각각 1개씩의 양묘장을 조성하며 구체적인 장소는 앞으로 정하기로 한다.

6. 남과 북은 위에 명시된 사업들을 체계적으로 추진하고 실무적인 문제들을 협의해 나가기 위해 필요한 시기마다 각각의 실무접촉을 가진다.

7. 남북농업협력위원회 제2차 회의 날짜와 장소는 문서교환 방식으로 협의·확정하기로 한다.

2005년 8월 19일

남북농업협력위원회 남측위원장 대한민국 농림부 차관 이명수

북남농업협력위원회 북측위원장 조선민주주의인민공화국 농업성 부상 문웅조

표 6-3. 주요 민간지원단체의 대북 농업 지원사업

단체명	시작 연도	주요 활동	관심분야
한국국제기아대책기구	1997	농자재 지원 유기질비료 지원	지하수 개발 유기질비료 지원
국제옥수수재단	1998	옥수수 육종 옥수수 생산을 위한 영농자재 지원	옥수수 신품종 개발
굿네이버스	1998	젓소목장 지원사업 닭공장 설비 지원사업	축산개발 지원 사료공장 운영 지원
남북강원도협력협회	2001	산림병해충 방제사업 연어 치어 방류사업	산림병해충 방제
남북농업발전협력민간연대	1999	씨감자 생산을 위한 농자재 및 장비 지원 씨감자 조직배양시설 건설 및 저온저장고 지원	씨감자 지원 농자재 지원
새마을운동중앙회	1998	농촌 개발을 위한 농기계 및 농구 지원	지역개발운동
선한사람들	1999	옥수수 종자 및 비료 지원	씨감자 지원사업
우리민족서로돕기운동	1997	축산 지원사업 농기계 지원 및 수리센터 건설, 운영	축산개발 지원 농기계조립공장 건립
월드비전	1998	채소온실농장 지원 씨감자 생산 시설 및 기술 지원	수경재배 온실사업
전남도민남북교류협의회	2003	농기계 수리공장 지원 비닐온실 협력사업	농기계수리공장 지원
조국평화통일불교협회	2004	농업개발 지원(양파씨앗)	농업개발 지원
천주교 주교회의 민족화해위원회	2000	농기계 및 영농자재 지원 씨감자 조직배양시설 지원	씨감자 지원 농자재 지원
평화의 숲	1999	조림 및 산림보호사업 양묘장 복구사업	양묘장 지원 유실수 단지조성
한국대학생선교회	1999	젓염소 보내기 축산장비 지원	젓염소 시범목장 지원
한국제이티에스	1998	농자재 지원	농업기술 교류
한민족복지재단	2002	농기계 및 영농자재 지원	영농자재 및 농업기술 지원
농업협동조합중앙회	1997	특수 콩 종자 지원 돼지 사육을 위한 현대적 양돈장 건설	농업생산력 증대 축산기술 개발
북고성군농업협력단	2002	온실 영농자재 및 기술 지원 양돈장 지원	온실 영농자재 및 기술 지원
통일농수산물사업단	2004	벼농사 시범사업 이모작 지원사업	벼농사 시범사업

어떤 입장을 취할 것인가? 개성공업지구의 인근 지역은 군사적으로 매우 민감한 지역이기 때문에 이 지역에서 남북협력을 추진하는 것은 우선순위에서 크게 벗어난 것이 사실이다. 그러나 최근 도로와 철도가 연결되고 이를 통해 수많은 남쪽 인사들이 통행을 하고 있으며 개성에 대한 시범관광을 실시함으로써 앞으로 더 많은 왕래가 있을 것으로 예상된다. 핵 문제 해결을 위한 6자회담이 더 이상 진전되지 못하고 북한의 위폐 및 마약 거래에 대한 국제사회의 금융제제가 강화되면서 북한은 엄청난 외환 압박을 받게 되었다. 이러한 상황에서 북한은 달러를 확보하기 위해 안간힘을 쓰고 있으며 달러를 벌 수 있는 사업이면 과거와는 달리 적극 협력사업을 추진코자 한다.

이상준 외(2004)의 연구에 의하면 북한의 권역별 관광잠재력을 평가한 결과 개성을 포함한 황해도권이 관광자원, 접근성, 시장성, 보완성 등 모든 측면에서 가장 우수한 것으로 평가되었다.⁴⁾ 또한 경제특구의 파급효과를 분석한 결과 개성공업지구는 제조업 중심의 경제특구보다는 제조업과 관광서비스 등 복합기능을 가진 경제특구로 발전시키는 것이 북한 입장에서는 가장 효과적인 개발전략인 것으로 나타났다. 상업서비스는 타 산업에 비해 생산유발효과가 크기 때문에 지역 개발 전략에서 매우 중요하게 취급해야 할 부문이다. 특히 남북한 관계를 고려할 때 개성은 다른 지역에 비해 수송 및 통신 인프라가 월등히 좋으며 현재 진행되고 있는 경의선 철도 및 도로 연결사업이 마무리 될 경우 북한 내 다른 지역과의 교통 여건도 급속히 개선될 것이다. 이와 같은 점을 고려할 때 개성은 앞으로 남북한을 연결하는 거점 지역으로서 남한을 대상으로 하는 관광서비스 수요와 개성공업지구의 근로자 및 개성주민의 식품 수요가 급격히 증가하고 상업의 중심지로 발전할 수 있는 입지를 갖춘 것으로 평가할 수 있다.

개성은 복합기능을 가진 특구로 개발할 수 있는 좋은 여건을 갖추고 있는 만큼 앞으로 북한은 개성공단 및 배후지 개발에 많은 관심을 가질 것으로 판단된다. 이 경우 북한은 개성 배후지의 농업개발에 대해서도 커다란 관심을 가지게 될 것이다. 이상준 외(2004)의 연구에서도 남한 기업인을 대상으로 북한의 경제특구에 대한 투자가능성을 조사한 결과 비제조업분야에서는 농수산업과 관광분야의 수요가 높은 것으로 나타났다.⁵⁾ 북한 기업이 일본에 대해 경협을 요청한 분야를 살펴보면 농업분야의 수요를 어느 정도 짐작할 수 있다(표 6-4). 표에서 보는 것처럼 북한 기업은 외국기업이 농업분야에 대한 투자를 희망하고 있으며 관심 분야는 채소 재배, 온실설비 및 기술, 채소 종묘의 생산, 잣 등 임산물의 가공 등임을 알 수 있다.

4) 관광자원은 명승명소, 문화사적, 휴양온천, 해안 등의 입지, 접근성은 도로, 철도, 공항, 항만 등의 기반시설, 시장성은 주요 도시의 인구규모, 보완성은 숙박시설, 위락시설의 개발 정도를 고려한 것임.

5) 이상준 외, 「동북아 협력시대의 북한 경제특구 활용전략」 국토연 2004-17, 국토연구원, 2004. P. 178. 조사결과 투자가능성이 가장 높은 업종으로서 농수산업 44%, 레저문화 18%, 호텔숙박업 16% 등으로 나타났다.

표 6-4. 대일 경협요청 북한기업과 업종

기업명	소재지	경협희망형태	취급품목	경협 희망분야
조선송도원무역회사	원산시	합영, 투자, 위탁가공	대리석, 신사복, 숙녀복, 합성수지제품	광산설비 투자 의류 위탁가공
Korea Donguwa Trading Co.	평양시	위탁가공	남녀정장, 코트, 스웨터 등 각종 의류	의류 위탁가공
Korea Industrial Technology Corporation	평양시	위탁가공	속옷류	의류 위탁가공
조선수양산무역회사	해주시	합영, 투자	농산물	온실설비, 온실재배기술 투자
조선옥류무역회사	평양시	합영, 투자	채소, 종묘류	생산, 수출 합영 및 합작
Korea National Lamp & Environmental Corporation	평양시	수출, 투자	갯	수출, 갯 선별기 및 포장기 등 설비투자

자료 : KOTRA, 2002. 7. 9.

최근 중국의 대북 투자가 급증하고 있는 가운데 길림성의 고려인산가공업체인 창춘 완다제약(長春萬達製藥)은 인삼 분야에 대한 투자를 완료한 것으로 알려져 있다.⁶⁾ 북경조화우련문화교류유한공사(北京朝華友聯文化交流有限公司)가 2004년 7월 26일부터 30일까지 중국기업과 개인을 대상으로 대북 무역상담회를 개최하면서 투자자를 모집하는 분야를 살펴보면 농업분야에서는 육류, 우유가공공장, 식품가공공장, 잠업, 벼, 옥수수, 과일 등이었다.⁷⁾ 북한은 2005년 2월 25일 중국 기업인의 북한 투자 유치를 위해 조선투자설명회를 개최하면서 콩 재배 등 농업 부문 투자사업도 포함한 바 있다. 또한 중국 농업과학원 국제농업고신기술산업원의 조우쓰파(趙世發) 총경리는 북한에서 채소나 과일 등을 대상으로 유기농산물을 재배하기 위한 시범농장을 운영하기로 합의함으로써 북한 내 최초의 농업합작사업을 추진하게 되었다.⁸⁾ 이를 통해서도 우리는 북한의 관심 분야를 어느 정도 짐작할 수 있다.

개성공단과 배후지의 자연환경과 지리적 위치, 북한의 개발 수요, 남북한 관계 등으로 비추어 볼 때 개성공단은 단순히 공업단지로 활용하는데 그치지 않고 임진강유역과 개성지역을 연계한 관광지구, 남북경제협력과 민간교류의 거점으로 활용할 필요가 있다.

6) 대한무역투자진흥공사, 「북한경제속보」, 2004. 11. 9.

7) 대한무역투자진흥공사, 「북한경제속보」, 2004. 7. 6.

8) 대한무역투자진흥공사, 「북한경제속보」, 2005. 6. 2.

4) 배후지 농업개발의 사회, 경제적 효과

가) 북한 경제에 미치는 효과

임진강유역 중 본 연구의 주요 분석 대상지역인 사천유역은 다른 유역에 비해 보전 가치가 높은 지역이 상대적으로 적다.⁹⁾ 보전가치 평가 기준은 1-5등급으로 분류할 때 보전가치가 가장 높은 1등급 지역은 전체 면적의 30%로 임진강유역 중 가장 낮으며 상대적으로 보전가치가 낮은 면적 비율이 높다. 이 유역은 농지와 초지 비율이 높으며 향후 개발 가능성이 그만큼 높다는 것을 의미한다.

지금까지는 개성공업지구 입주 업체가가 종업원에게 식사를 제공하지 않고 있다. 이는 기업의 원가부담을 줄이기 위한 목적 때문이다. 그러나 개성공업지구에서 일하는 북측 근로자의 임금 및 근로조건, 복지 등 인권문제에 관해 국내외의 관심이 높아지고 있기 때문에 앞으로 임금 및 근로조건에 관한 협의 과정에서 입주 기업이 근로자에게 식사를 제공할 가능성이 높을 것으로 판단된다. 이 경우 식자재를 조달하는 문제에 봉착하게 된다. 기초 식량이 되는 곡물은 남측에서 조달하더라도 채소 등 부식은 공단 배후지에서 조달할 가능성이 높다. 이는 배후지 농업개발의 촉매제가 될 것이고 이를 통해 북측은 새로운 소득원을 개발할 수 있기 때문에 공단개발의 부차적인 혜택을 누릴 수 있다.

개성이라는 자연기반을 통해 농민의 소득을 향상시킬 수 있는 품목은 인삼이라고 생각된다. 예로부터 개성인삼은 한반도를 상징하는 대표적인 농산물이며 이는 국제적으로도 널리 알려져 있다. 개성이라는 지명이 가진 인지도를 가장 잘 활용할 수 있는 품목이 바로 인삼이다. 북한은 한 때 많은 양의 인삼을 재배하여 해외에 수출하여 왔으나 식량난 이후 인삼 생산량이 크게 감소하고 해외 수출도 둔화되었다. 또한 품질 저하로 해외시장에서 높은 값을 받지 못하고 있는 형편이다. 북한산 인삼은 해외시장에서 남한산 인삼 가격의 절반밖에 받지 못하고 있다. 이는 상품의 인지도 차이에서 비롯된 것이지만 기본적으로는 품질 격차에 기인한다. 북한은 개성지역에서 인삼을 재배하여 직접 수출하거나 남한과의 계약재배를 통해 수익을 창출할 수 있다. 계약재배는 상업적 협력의 한 형태로 향후 남북한 농업협력의 근간으로 자리 잡을 가능성이 크다. 품질이 좋은 인삼이 생산되기만 한다면 남한에는 이를 구매코자 하는 사업자가 많다. 아직은 북한이 질 좋은 인삼을 생산할 수 있을 만큼 기반을 충분히 닦지도 못하였을 뿐만 아니라 시설과 농자재가 부족한 실정이므로 시범농장 사업을 통해 어느 정도 재배기반을 구축한 다음 경협사업으로 발전시키는 전략이 필요하다.

9) 환경정책평가연구원, 2002. 11.

한편 개성공업지구에 입주한 기업이 배후지를 통해 원료를 조달코자 한다면 이는 엄청난 경제적 파급효과를 가져올 것이다. 아직은 식품가공 또는 농산물 원료를 필요로 하는 입주업체가 없으나 앞으로 이러한 업체가 입주할 가능성은 얼마든지 있다. 특히 해외에서 원료를 조달하는 업체가 북한에서 원료를 조달코자 할 경우에는 비단 배후지 농업개발뿐만 아니라 북한 전체의 농업개발을 위해 엄청난 경제적 파급효과를 가져오게 된다.

아직은 대부분의 분야에서 남북한 간의 농업기술 격차는 큰 것으로 알려져 있다. 상대적으로 격차가 적다는 곡물 생산부문에서도 북한의 기술은 남한에 비해 상당히 뒤져 있는 것으로 평가된다. 특히 축산, 채소, 과수 부문은 남북한 사이에 기술격차가 큰 것으로 평가된다. 현재 민간단체를 중심으로 추진되는 남북한 농업협력사업은 대부분 기술격차가 큰 축산, 채소, 과수 부문이라는 사실에서도 확인되고 있다. 인삼이나 양잠 등 특작 부문의 기술격차도 매우 큰 것으로 보인다. 기술격차를 계측할 수 있는 대표적인 지표로써 수량을 들 수 있는데 곡물의 경우 북한은 남한의 85-90% 수준으로 알려져 있으며 축산, 채소 및 과수의 경우 70% 이하, 특작의 경우 50% 이하로 평가된다. 인삼의 경우 남북한 사이에는 생산성 격차가 크며 품질의 차이는 격차가 더욱 크다. 인삼은 품질에 따라 엄청난 가격 차이가 있는 농산물인 만큼 품질개선을 통해 부가가치를 크게 높일 수 있다. 만일 배후지를 중심으로 남북한 농업협력이 추진된다면 남북한 사이의 기술격차가 큰 부분을 중심으로 협력사업이 우선 추진될 것으로 보이며 이를 통해 기술이전이 자연스럽게 이루어질 것이다. 소규모로 추진되는 시범사업의 경우 물자의 이동보다는 기술의 이전이 우선될 것이기 때문에 그만큼 기술이전의 효과는 크다고 할 수 있다.

나) 북한 사회에 미치는 효과

배후지의 농업개발은 북한의 농촌사회에도 많은 영향을 미칠 것으로 예상된다. 농업개발을 추진하더라도 협동농장 단위에서 추진되었지만 북한의 농촌은 협동농장을 중심으로 상호 연계되어 있기 때문에 연관 분야에도 적지 않은 영향을 미치게 된다.

가장 큰 변화를 유발할 수 있는 것은 농장의 경영목표에 대한 의식변화라고 할 수 있다. 우리가 배후지의 농업개발을 통해 추구하고자 하는 것은 북한 농업이 자생력을 갖게 하여 농업회생의 발판을 마련하는 것이다. 따라서 농장은 경영목표를 설정할 때 수익성을 강조하게 되고 수익이 발생하면 작업에 참여한 농장원에게 분배된다. 농장원에 대한 성과 분배는 현재 북한의 협동농장이 시행하고 있는 방식에서 크게 벗어나기는 어려울 것으로 예상되지만 다른 농장의 사례로 비추어 볼 때 일한 만큼 보상받을 수 있다는 의식이 강화될 것으로 보인다.

둘째, 배후지 농업개발의 형태에 따라 다를 수 있지만 개성공단 주변에서 추진되는

농업협력의 형태는 공단과 연관이 될 수밖에 없고 남측과 빈번한 접촉이 예상된다. 따라서 농산물 유통의 중요성이 크게 강조될 것이며 품질에 대한 중요성이 더욱 커질 것이다. 즉, 시장이라는 것을 인식하는 계기가 될 것이다. 이미 북한 사회에도 시장에 대한 개념이 과거와는 크게 달라져 있다. 개성공단 배후지의 농산물 수요자는 일반적인 북한 주민에 비해 상품의 품질을 더욱 중요시하기 때문에 농업생산자는 수요자의 요구를 좀 더 적극 수용하게 될 것이다. 만일 배후지에 개발된 농장의 운영방식이 농장원 사이의 성과 격차를 확대하는 방향으로 추진할 경우 공급보다는 수요 측면의 변화에 더욱 민감하게 대처하게 된다.

셋째, 남북한 교류협력의 증진과 인적 접촉의 증가에 따라 상호 신뢰의 폭이 넓어질 것이다. 북측 주민의 입장에서 보면 남한은 경쟁자 또는 적의 개념이 아니라 협력자 또는 동반자라는 의식이 더욱 강화될 것이다. 지금까지 남북한 사이에는 인적 접촉이 확대되고 있기는 하지만 주로 평양 등 특정 지역을 중심으로 추진되었으며 주로 경제일꾼이라는 특수 계층에 한정된 것이 사실이다. 개성 배후지 농장개발이 이루어질 경우 지역적으로나 계층에 있어서 남북한 사이의 교류가 더욱 활성화될 것이므로 자연스럽게 서로 이해하는 폭이 확대될 수 있다. 이는 이미 금강산 지역의 교류협력 확대를 통해 자연스럽게 나타난 현상이다.

넷째, 경제교류가 활발히 추진되면 부수적인 효과로 인근 주민에 대한 지원 기회가 확대될 가능성이 높다. 금강산 관광지역의 경우에도 경제 교류가 활발해지면서 많은 지원단체들이 인근 주민에 대한 인도적 지원을 확대하였다. 이는 주민의 생활 향상으로 연결될 수 있다. 비단 남쪽의 지원이 아니더라도 남북한 교류가 활발하게 일어날 경우 도로, 주택 등 생활환경에 대한 북한 당국 차원의 지원이 확대된다. 협동농장의 수익이 증가하게 되면 자연히 농장원의 생활환경 개선을 위한 지출도 늘어날 것이다.

다섯째, 남북협력사업의 추진을 통한 능력배양 효과이다. 남북한 협력을 통해 배후지 농장을 개발할 경우 사업을 지속적으로 추진하기 위해서는 사업을 효과적으로 운영하고 관리하는 능력을 배양할 필요가 있다. 사업의 계획부터 사업의 관리·운영, 감독, 평가, 보고에 이르기까지 각 단계마다 필요한 지식을 습득하고 적용하는 방법을 배우게 된다. 이를 통해 습득한 지식은 향후 새로운 사업의 추진이나 자체적인 농업회복 프로그램 수행하는 데 큰 도움이 될 것이다.

다. 배후지 농업개발을 위한 기본계획

1) 배후지 농업개발의 기본 방향

배후지에 대한 농업개발은 북한 농업의 본격적인 회생을 위한 개발계획과 구별된다.

배후지 농업개발은 성공할 경우 장차 본토의 농업개발로 확산될 것이라는 것을 전제로 시도되는 것이지만 사업의 목표와 내용, 추진 방식에 있어서는 차이가 있다. 배후지 농업개발은 배후지가 갖는 사회경제적 입지와 자연적인 특성을 고려해야 하며 농업개발의 성격을 분명히 할 필요가 있다.

우리가 본토를 대상으로 농업개발을 직접 시도하지 않고 배후지를 선택한 이유는 여러 가지가 있다. 첫째, 추진코자 하는 개발방식이 반드시 성공할 것이라는 확신을 가지지 못하기 때문에 본 사업에 앞서 시범적인 사업을 통해 사업의 성과를 확인하고 문제점을 미리 파악할 필요가 있다. 둘째, 본토에 대한 농업개발은 북한이 부담을 갖기 때문에 본토와 어느 정도 격리된 지역에서 농업개발 사업을 추진함으로써 북한의 부담을 경감시키는 효과가 있다. 셋째, 개성공단 배후지의 농업개발사업은 금강산 지역과 유사한 특징을 가지고 있으므로 금강산 지역의 협력경험을 적용함으로써 효과적인 남북한 협력을 추진할 수 있는 장점이 있다. 이러한 점을 고려할 때 다음과 같은 농업개발사업을 대안으로 제시할 수 있다.

- (1) 개성공업지구 내 입주 업체의 원료 공급
- (2) 계약재배를 통한 농가 소득원 개발
- (3) 개성공단 근로자에게 식품 공급

지금까지 우리나라의 많은 민간단체는 북한의 농업개발을 위하여 다양한 형태의 협력사업을 추진하였다. 그 결과 남북한 사이에 신뢰를 형성하고 북한의 농업회생을 위한 희망을 발견하였다는 점에서 긍정적인 측면이 있으나 사업 추진 방식에 대해 다양한 비판이 제기되고 있다. 배후지 농업개발사업에서는 이러한 문제점을 거울삼아 좀더 효과적이며 발전적인 방향으로 사업을 추진해야 할 것이다. 지금까지의 남북한 농업협력에서 제기되는 문제점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 농자재나 농기계 위주의 물자 지원에 머물고 있다. 대부분의 경우 비료, 농기계, 종자 등 물자 지원에 머물고 있다. 따라서 물자 지원을 멈출 경우 지원의 효과도 당장 사라지게 된다. 물자 지원과 함께 농업기술, 인력교류 등 종합적 지원이 필요하다.

둘째, 지원의 지속성이 부족하다. 민간단체들이 적은 예산으로 많은 지역을 지원하다 보니 지원 대상 지역이 자주 변경되고 사업의 연속성이 부족하다.

셋째, 분배의 투명성이 부족하다. 정부의 대규모 쌀 및 비료 지원이나 민간단체의 소규모 지원사업에서 공통적으로 제기되는 문제는 분배의 투명성이 부족하다는 것이다. 이는 향후 협력사업을 지속적으로 추진하는데 커다란 장애가 된다. 최근 대북지원 민간단체와 북측 협력사업자는 점차 분배의 투명성 확보를 위해 노력하고 있고 모니터링 체계가 확립되고 있으나 여전히 한계가 있다.

넷째, 민관협력체계의 부족 현상으로 효과적인 사업을 추진하기 어렵다. 정부는 남북

한 농업협력의 활성화를 위하여 대북 민간지원단체에 남북협력기금을 지원하고 있으나 필요한 정보를 제공하거나 전문적인 지식을 제공하지 못하고 있다. 또한 남북한 협력사업자 사이에 문제점이 발생할 경우 이를 조정할 수 있는 능력이 부족하다.

다섯째, 전문성이 부족하다. 많은 민간지원단체가 농업협력사업 추진 과정에서 동일한 실패를 반복하고 있으며 새로운 사업의 개발에 한계를 지니고 있어 농업전문가의 적극적인 참여가 필요하다.

이상과 같은 문제점을 거울삼아 농업 분야 협력사업의 바람직한 방향을 제시해 보기로 한다. 우리의 대북 농업지원사업은 북한의 바람직한 개혁개방을 유도하고 지원하기 위한 방향으로 추진될 필요가 있으며 배후지의 농업협력사업도 북한의 농업이 바람직하게 발전할 수 있도록 도와주는 방향으로 추진할 필요가 있다. 인도적 지원과 개발협력사업은 지향하는 목표가 다르기 때문에 사업의 방향과 추진방식을 구분할 필요가 있다. 배후지를 대상으로 추진코자 하는 농업협력사업은 인도적 지원사업의 성격보다는 개발협력의 성격이 강하기 때문에 개발협력에 맞게 지원방식을 개선할 필요가 있다. 인도적 지원은 사업의 기본 정신을 훼손하지 않는 한 수혜자의 요구를 최대한 충족시켜 주고 그 대신 분배의 투명성을 검정하는 절차가 요구된다. 그러나 농업개발협력은 수혜자의 요구뿐만 아니라 원조자의 의도가 동시에 반영되어야 하므로 배후지 농장개발사업은 북한 농업의 바람직한 발전이 전제되어야 한다. 따라서 배후지 농장개발사업은 사업의 성과에 대한 평가를 바탕으로 사업의 지속성과 확대 여부를 판단해야 할 것이다. 배후지 농장개발사업은 정부나 민간이 단독으로 추진하는 것보다는 상호 협력하여 함께 추진하되 그 역할을 분담하는 자세가 필요하다.

배후지 농업개발사업은 단순한 농자재의 지원에서 벗어나 협력대상 농장이 바람직한 방향으로 발전할 수 있도록 인력개발, 기술교류, 소속 농장원의 소득을 증대시키기 위한 소규모 대출 및 소득원 개발 등 종합적인 지원사업으로 확대해야 할 것이다. 농장의 농업생산성을 증대시키기 위해서는 당장 농자재의 지원이 절실히 요구되지만 정부 차원의 대규모 비료지원과 구분되는 지원 대상과 방법을 찾는 것이 중요하다. 예를 들면 북한에 있는 어떠한 농장도 당면한 경영목표는 중앙에서 시달한 생산목표를 달성하는 것이므로 이를 위해서는 비료 등 농자재의 지원이 필요하지만 협력사업이 여기에 머무른다면 과거의 협력사업과 다를 바 없다. 따라서 배후지를 대상으로 추진하는 농업개발사업은 지역의 특성을 살릴 수 있는 것이어야 하고 이를 통해 당해 농장이 스스로 발전할 수 있는 기틀을 마련할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 결국 배후지 농장개발의 궁극적인 목표는 소속 농장원의 소득을 증대시키고 농장이 경쟁력을 갖도록 도와주는 것이다. 이를 통해 북한 전역으로 그 성과가 확산되어 북한의 농업이 회생할 수 있는 기틀을 마련하는 데 사업의 목표를 두어야 할 것이다.

최근 북한이 미미하나마 개혁을 추진하고 있고 협동농장도 이에 맞추어 변화를 시도

하고 있는 것을 볼 때 향후 배후지 농장의 개발지원 수요가 크게 증가할 것으로 전망된다. 앞으로 북한의 농장은 시장의 변화에 대해 더욱 민감하게 반응할 것이며 생산량의 증대보다는 소속 농장원의 소득 증대에 더욱 관심을 갖게 될 것이다. 다른 농장과 경쟁의식이 더욱 커질 것으로 예상되므로 협력사업에 있어서도 지원을 받는 북측의 농장보다는 지원을 제공하는 우리 측이 더 큰 협상력(Bargaining power)을 갖게 될 가능성이 높다. 따라서 배후 농장개발사업을 추진하는 주체는 지금까지의 경험을 살려 사업내용, 지원 대상 분야와 지역을 특화하는 것이 필요하다. 배후지 농장개발사업에서 관심을 가져야 할 분야는 수익을 창출함으로써 농장원의 소득을 증대시킬 수 있어야 한다. 여기에는 물적 지원과 함께 기술, 시장에 대한 이해를 높이도록 하는 것이 매우 중요하다. 우리나라의 영농 경험에서도 경영의 성패는 생산량 증대가 아니라 수익성 증대라는 것이 확인되고 있으며 이는 물질적 지원보다는 지식(Knowhow)의 전수와 능력개발(Capacity building)이 더욱 중요하다는 것을 시사하는 것이다.

현재 남북한 간에는 농업협력사업을 빠르게 발전시킬 수 있을 만큼 제도적, 물적, 인적 인프라가 없는 상태이므로 점진적으로 접근해야 하는 것이 바람직하다. 단기 혹은 중기적으로 전망되는 농산물 시장 규모를 초과하는 규모로 농장협력사업을 확대할 경우 협력농장의 자생 능력이 훼손되어 지속적으로 지원에 의존할 가능성이 높다. 따라서 특구 배후지의 농업협력사업은 농업기술자, 대북 지원 담당자, 상업적 기업의 협력사업 담당자, 관련 연구자 등 여러 분야의 전문가들이 참여하여 협력 체계를 구축하여 전략적으로 추진해야 한다. 특구 내외의 농업개발협력 사업을 추진 단계별로 나누어 보면 다음과 같다.

제1단계는 특구 배후지에 시범농장을 설립하고 이 농장에 대한 개발 지원을 추진하는 단계이다. 이 단계에서는 대부분 지원에 의해 시범농장이 운영된다. 이 단계에서 남북농업협력은 주로 배후지 시범농장의 개발과 시범 운영에 대한 지원사업으로 구성된다.

제2단계는 설립된 시범농장의 안정적 운영 단계이다. 이 단계의 남북농업협력은 배후지 시범농장의 운영 지원, 특구 내 농업 관련 상품 유통을 위한 인프라 구축 지원, 특구 내 농업금융 인프라 구축 지원사업 등이다.

제3단계는 특구 배후지의 시범농장 개발에 국한되었던 농업협력사업을 특구 배후 지역의 전체 농장으로 확대하는 단계이다. 그러나 제1-2단계를 거치면서 북한의 농업 인력에게 농장경영 및 농업기술의 노하우가 축적되어 있을 것이므로 기술적 지원의 필요성은 크게 감소하게 될 것이다.

개성공업지역을 중심으로 하는 특구배후지 시범농장 개발사업은 개성공업지구의 개발계획과 특성을 고려해야 한다. 개성공업지구는 투자기업이 북한의 고용 근로자에게 직접 임금을 지불하지 않고 북측 회사에게 일괄적으로 임금을 지불하는 점이 특징이

다. 이 경우 남한 기업이 지불한 임금이 전액 근로자에게 돌아갈 가능성은 낮다. 또한 외화로 지불하는 임금이 시장 환율과 크게 차이가 나기 때문에 공정 환율로 환산되어 근로자들에게 지불될 가능성이 높다. 따라서 개성공업지구에서 일하는 주민의 소득 수준은 본토 주민에 비해 높을 것으로 전망되지만 그 차이는 크지 않을 것이다. 결국 주민의 급격한 소득 증가로 이어지지는 않을 것이라는 전망이다. 이는 농산물 수요의 급격한 증가 가능성도 낮다는 것을 예상할 수 있다. 현재 개성공업지구 시범사업 기업에 고용된 근로자 1인당 지불하는 임금은 월 50달러에다 사회복지기금 15%를 합쳐 57달러 50센터를 지불한다. 이들 근로자가 실제로 받는 임금은 시장 환율로 계산할 때 2달러에 지나지 않는다는 주장이 제기되고 있는 것은 이러한 가능성을 뒷받침해 준다.

또한 주거지를 포함한 개성 전체 지역의 경제관리체계는 중앙계획경제 방식을 유지하기 때문에 개성 주민이 거주하는 지역과 남측의 투자기업들이 입주하는 공업단지는 따로 분리되어 관리된다. 따라서 공업지구 내 투자기업의 경제활동은 비교적 자유롭지만 지역 주민의 경제활동은 북한의 다른 지역과 동일한 법규로 통제를 받게 될 것이다.

이러한 점을 감안한다면 개성 주민이 배후지 시범농장의 직접적인 목표 시장이 될 수 없게 된다. 왜냐하면 개성공업지구 근로자의 소득수준이 낮을 뿐만 아니라 자유로운 소비활동을 추구할 수도 없기 때문이다. 다만 이들은 간접적으로 배후지 시범농장 시장의 잠재 고객이 될 가능성은 충분히 있다. 현재는 개성공업지구 투자기업의 경쟁력 강화를 위하여 소속 근로자에게 현물 보너스 혹은 점심식사를 제공하지 않고 있지만 앞으로 근로자에게 식사를 제공하거나 별도의 성과급을 지급할 수 있다면 이들 근로자들은 농산물 소비시장의 직접적인 고객이 될 수 있다. 앞으로 특구 투자기업과 시범농장 간 농산물 공급 계약이 추진된다면 좀 더 안정적으로 농업 생산 활동을 할 수 있을 것이다. 그러나 지역 주민에 대한 농산물 공급의 상당 부분은 기존의 공공배급 체계가 담당할 것이므로 특구 배후지 농장의 담당하는 몫은 제한적이다. 따라서 특구 배후지 농장의 개발 규모는 고용 규모를 감안하여 점차 확대하는 것이 바람직하다.

2) 사업지구 현황 및 후보지 선정

분석 대상 지역인 사미천 유역은 개성공단과 개성시를 포함하며 비무장지대(DMZ)와 인접하고 있다. 현재 공사가 진행 중인 경의선 철도와 육로를 통해 남북한이 연결되며 고속도로를 통해 평양으로 이동할 수 있는 교통의 요충이다. 사미천 유역은 고도 개성의 유적지가 많이 분포되어 있어 관광의 요충이기도 하다. 산업 입지 측면에서 개성공단을 포함하고 있기 때문에 향후 교통, 통신, 용수, 기반 등 산업인프라가 매우 잘 갖추어지게 될 것이다. 아직은 개성공단 취업자 수가 많지 않기 때문에 이들을 위한 별도의 주거시설이 갖추어져 있지 않으나 앞으로 본 사업이 추진되어 근로자수가 급격히 증가할 경우 주거, 문화, 휴식, 오락 등 생활에 필요한 시설이 계획적으로 갖추어질 것

으로 전망된다. 앞으로 인구와 주민의 소득이 빠르게 증가할 것으로 전망되기 때문에 농산물 수요가 증가할 뿐만 아니라 다양한 농산물을 요구하는 소비지 시장으로 발전하게 될 것이다. 현재 추진 중인 남북한 관광사업이 본격화될 경우 관광객을 대상으로 하는 음식점, 숙박업, 수공업, 상업이 발전하게 될 것이며 이를 통해 주민의 취업기회가 확대되고 다양한 산업이 자리 잡게 될 것이다.

사업지구에 대한 경제 지리적 특성은 위에서 설명한 바와 같이 비교적 좋은 조건을 갖추고 있다. 제한된 지역을 대상으로 하기 때문에 기후 특성에는 차이가 없을 것으로 판단된다. 다만 추진코자 하는 사업이 농장을 개발하는 것이므로 농업특성에 맞는 자연적인 조건을 갖추는 것이 중요하다. 가능한 사업비를 줄이면서 성과를 높이기 위해서는 지형 특성과 현재의 토지이용 상황을 충분히 고려해야 하고 재배작물의 특성을 고려하여 토양의 물리, 화학적 특성, 수리조건, 접근성 등 다양한 특성을 살펴보아야 할 것이다.

접근 방법상 소규모의 농장을 먼저 개발한 다음 점차 규모를 확대하고 농장수를 늘려하는 것이 효과적임을 앞에서 지적한 바 있다. 따라서 공단 주변 지역 중 경제 지리적 특성을 고려하여 일차로 100ha 규모의 시범농장 설치가 가능한 다섯 개의 후보 지역을 선정한 다음 각 지역에 대한 자연적 개별 특성을 평가하여 종합적으로 가장 입지가 좋은 지역을 선정하고자 한다.

공개되지 않은 지역의 경제 지리적 특성을 파악하기란 어려운 일이다. 분석 대상 지역에 대한 경제 지리적 특성에 관한 구체적인 자료가 공개되지 않기 때문에 연구자가 몇 차례 현장을 방문한 경험을 토대로 후보지역을 선정할 수밖에 없었다. 후보지역의 자연적인 입지에 대해서는 인공위성 영상 자료 등 다양한 정보원으로부터 영상 및 수치 자료를 도출하였다.

먼저 다섯 곳의 후보지역을 제시하면 <그림 6-2>와 같다. 다섯 곳의 후보지역은 모두 개성공단에서 반경 10km 이내에 위치하고 있다. 제1후보지역은 행정구역상으로는 판문군 대룡리에 속하며 군장산 우편지역의 평탄지 밭 지역이다(그림 6-3). 논 비중은 매우 낮은 대신 밭 비중은 높으며 밭은 주로 평탄지에 위치하고 있다. 왼편의 산간지는 무리목지 비율이 30%를 넘을 정도로 산림황폐화가 상당히 진전되어 있다. 제2후보지역은 개성시 강릉동 일대로 여러 도로가 교차하며 다양한 형태로 토지를 이용하고 있는 곳이다(그림 6-4). 논밭의 비율이 비슷하며 밭은 평탄지 밭과 곡간지 밭의 비중이 비슷하다. 과수원 또는 뽕밭의 비중도 상당히 높다. 제3후보지역과 제4후보지역은 개성공업지구에서 개성시내 쪽으로 가는 길목의 경의선 우측 지역으로 행정구역상으로는 각각 개성시 탑동리와 고두산리 일대로 봉동 위쪽 지역이다(그림 6-5, 6-6). 다만 제3후보지역은 밭의 비중이 상대적으로 높고, 제4후보지역은 논 비중이 상대적으로 높다. 두 지역 모두 개간산지, 평탄지 논, 평탄지 밭 등이 혼재되어 있다. 두 지역 모두 뽕

밭과 과수원이 비교적 넓게 분포한다. 제5후보지역은 개성시와 장풍군의 경계 지역으로 개성시의 북동쪽에 위치하고 있으며 DMZ와 인접한 지역이다(그림 6-2). 평탄지밭과 미구획정리 논이 혼재되어 있으며 산지의 비중이 높다. 그러나 전체 면적 중 논이 차지하는 비중은 7%에 불과하다. 물길이 잘 발달되어 있으며 지역 내 많은 살림집이 분포하고 있다. 상당히 넓은 면적에 걸쳐 산지가 분포하며 이 중에는 개간산지가 포함되어 있다. 나지의 비율도 비교적 높은 편이다.

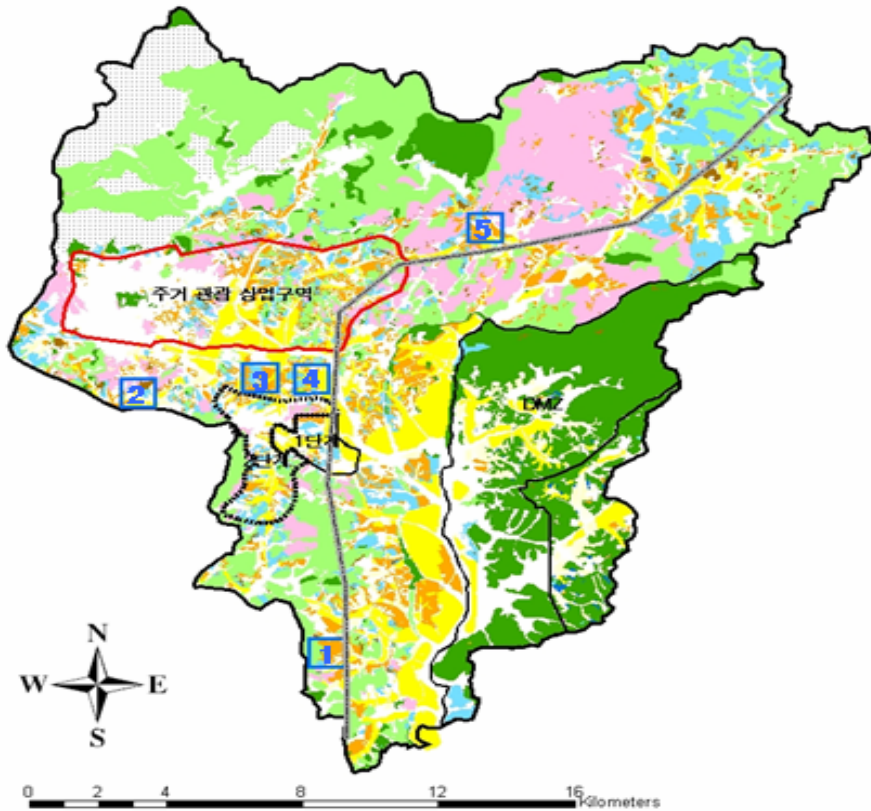


그림 6-2. 농장개발 대상 후보지역



그림 6-3. 농장개발 후보지역 영상 - 후보지 1



그림 6-4. 농장개발 후보지역 영상 - 후보지 2

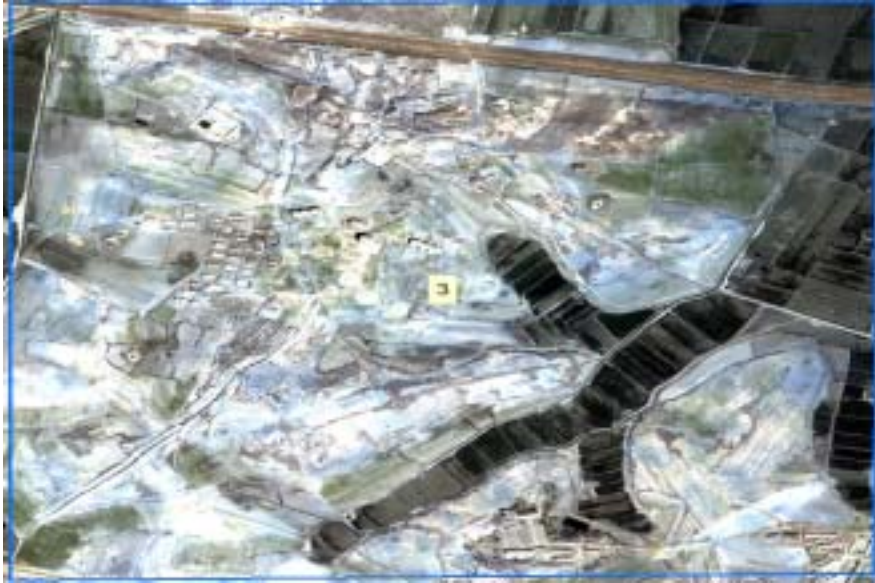


그림 6-5. 농장개발 후보지역 영상 - 후보지 3



그림 6-6. 농장개발 후보지역 영상 - 후보지 4



그림 6-7. 농장개발 후보지역 영상 - 후보지 5

각 후보지에 대한 자연입지를 평가하기 위한 기준으로 토지 이용 상황, 토지의 지형 별 유형 특성, 토양의 물리화학적 특성, 지형 및 수리조건, 접근성 등을 검토하였다(표 6-5). 새로이 농장을 조성하는 것보다는 기존의 농장을 최대한 살려 농장을 운영하는 데에 필요한 최소한의 시설을 구축하는 것이 바람직하다는 판단이다. 따라서 개발하고자 하는 시범농장의 형태와 재배작물 특성을 감안하여 보다 유리한 특성에 더 높은 점수를 부여하였다.

토지 이용 상황에 있어서는 농경지 비율이 높을수록 높은 점수를 부여하였으며 배후지 농장은 논농사보다는 밭농사 위주로 추진하는 것이 바람직하므로 논보다는 밭 비중이 높을수록 높은 점수를 부여하였다. 토지의 지형 특성에 대해서는 평탄지 비율이 높을수록 높은 점수를 부여하였으며 환경보전이라는 취지를 살리기 위하여 산림 황폐지 비율이 낮을수록 높은 점수를 주었다. 토성의 물리적 특성은 토성과 토양구조를 감안하여 정석적 분석을 가미하였다. 토양의 수분특성은 건조할수록 높은 점수를 부여하였으며 토양의 지질에 대해서는 정석적 분석을 기초로 주관적으로 판단하였다. 지형적 특성은 표고와 수계를 중요한 지표로 선택하여 표고가 낮을수록 높은 점수를 부여하였으며 물길이 많을수록 높은 점수를 주었다. 접근성은 도로가 가까우며 접근성이 좋은가에 따라 점수를 차별화하였다.

표 6-5. 농장개발 후보지의 자연적 입지조건 평가 기준

비중	입지조건	평가항목	평가기준	점수
20	토지이용-농경지유형	농경지 면적 비율 (10)	60% 이상	10
			50% 이상	8
			40% 이상	6
			40% 이하	4
		발면적>논면적 ? (10)	예	10
			아니오	8
20	토지이용-지형별유형	평탄지 논밭 비율 (10)	40% 이상	10
			20% 이상	8
			20% 이하	6
		무림목지,나지,기타 비율 (10)	10% 이하	10
			10% ~ 30%	8
			30% 이상	6
10	토양-토성및구조	총체적인 순위	1	10
			2	9
			3	8
			4	7
10	토양-수분조건	건조함 비율 순서	1	10
			2	9
			3	8
			4	7
			5	6
10	토양-지질/지형	매끈한 토양표면	제방/둑 시설면적 큰 순서1	10
			제방/둑 시설면적 큰 순서2	9
		거친 토양표면	면적 작은 순서1	8
			면적 작은 순서2	7
			면적 작은 순서3	6
10	지형-표고	평균표고 낮은 순	그룹 1	10
			그룹 2	9
			그룹 3	8
10	지형-수계	물길 근접성	가깝고 많음	10
			있음	8
10	시설-도로	도로 근접성	가깝고 많음	10
			있음	8
			없음	6

가) 농지정비를 위한 농경지 이용과 토지이용 현황

후보지별 농지정비를 위한 농경지 및 토지이용 특성을 살펴보면(그림 6-8), 후보지 1, 3, 5는 평탄지밭의 비율이 45%~48% 정도였고 후보지 4의 논 면적 비율이 약 36%로 나타났다. 후보지 1은 또한 무림목지의 비율이 다른 후보지에 비해 가장 높게 나타났다, 나지의 비율은 후보지 2와 5에서 다소 높게 나타났다(표 6-6).

토지이용 - 유형별 농지 이용 현황

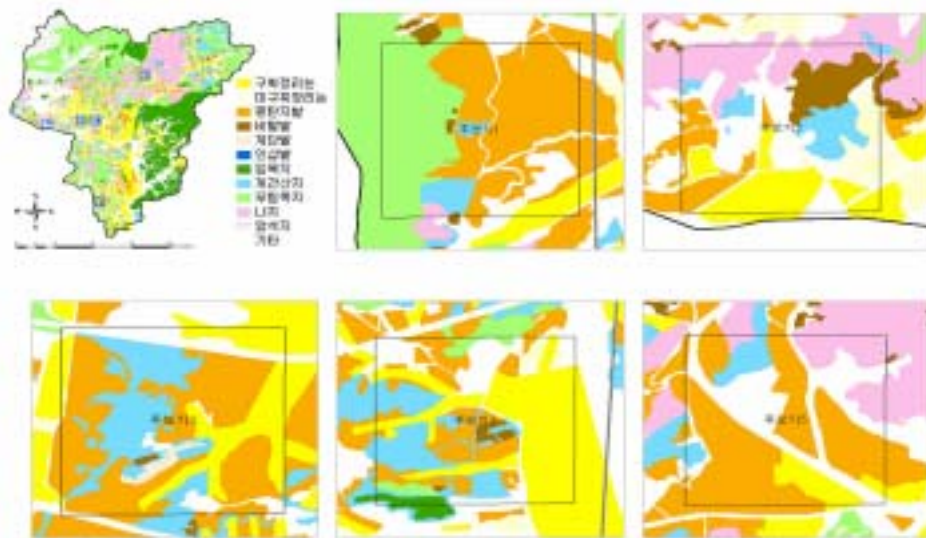


그림 6-8. 후보지의 토지이용 현황

표 6-6. 후보지의 농경지 유형별 분포

단위 : %

구분	후보지1	후보지2	후보지3	후보지4	후보지5	
토지 이용 유형	구획정리논	3.3	17.7	18.8	35.9	7.0
	미구획정리논	1.1	9.7		2.9	
	평탄지밭	47.7	9.4	45.2	20.6	48.1
	비탈밭	0.5	10.9	0.4	1.8	0.0
	계단밭			2.0		
	임목지				1.7	
	개간산지	5.3	10.4	23.7	18.8	5.8
	무림목지	31.3		0.0	3.4	
	나지	0.9	16.8			11.2
	기타	10.0	25.1	9.8	15.0	27.9

나) 지형 특성을 고려한 농경지 이용과 토지이용 현황

지형특성을 고려한 농경지 및 토지이용 특성을 후보지별로 살펴보면(그림 6-9), 후보지 1, 3, 5의 평탄지밭 비율이 45%~48% 정도였고, 곡간지논의 비율은 후보지 4, 2, 3의 순으로 높게 나타났다(표 6-7). 후보지 3은 평탄지밭의 비율이 절반 가량 차지하였고 개간산지가 그 중간에 위치하며 약 27% 정도를 차지하고 있었다.

토지이용 - 지형별 농지 특성

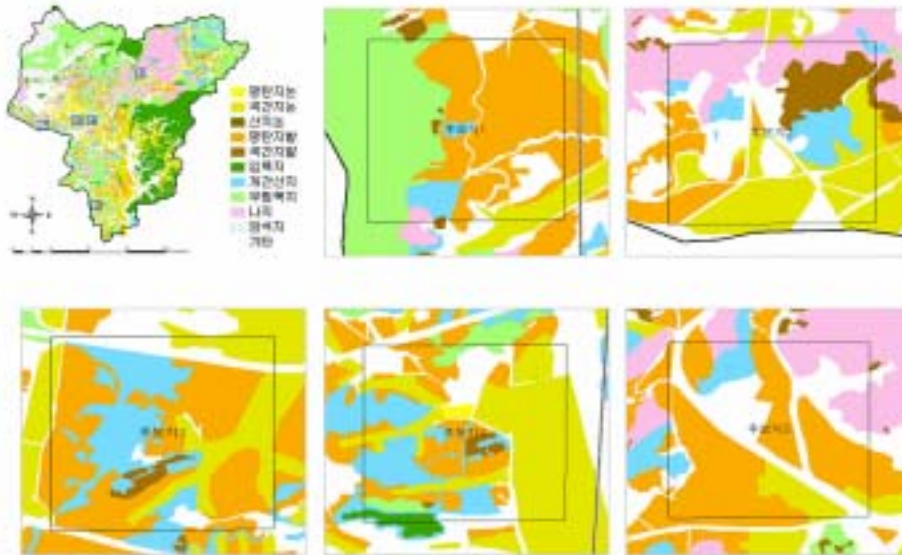


그림 6-9. 후보지의 토지 지형 특성

표 6-7. 후보지의 토지 지형별 분포

단위 : %

구분		후보지1	후보지2	후보지3	후보지4	후보지5
토지 지형 유형	평탄지논				1.0	
	곡간지논	4.4	27.4	18.8	37.7	7.0
	평탄지밭	47.7	9.4	45.2	20.6	48.1
	곡간지밭	0.5	10.9	2.4	1.8	0.0
	입목지				1.7	
	개간산지	5.3	10.4	23.7	18.8	5.8
	무림목지	31.3		0.0	3.4	
	나지	0.9	16.8			11.2
	기타	10.0	25.1	9.8	15.0	27.9

다) 후보지의 토성과 토양구조 특성

그림 6-10은 후보지의 토성과 구조에 대한 분포를 나타내는 결과로, 후보지 1, 3, 4는 무기질 식토의 비율이 각각 87%, 100%, 100%로 나타났고, 후보지 2는 미사토 및 미사질식토와 식질사토가 혼재해 있으며, 후보지 5는 식토와 미사질 사토가 분포하고 있는 것으로 나타났다(표 6-8).

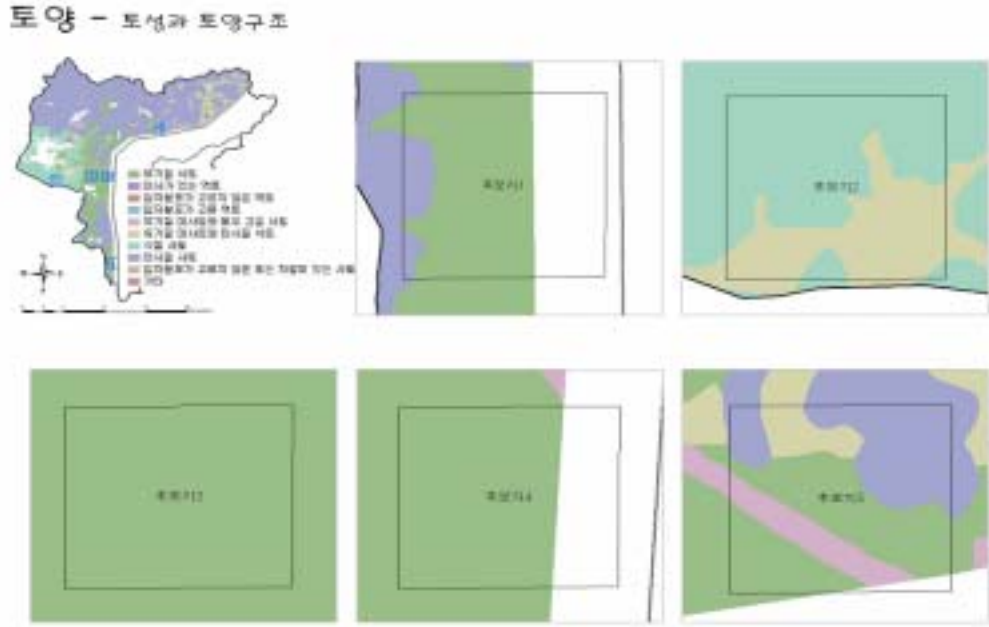


그림 6-10. 후보지의 토양 특성

표 6-8. 후보지의 토양 특성

		단위 : %				
구분		후보지1	후보지2	후보지3	후보지4	후보지5
토성 및 구조	무기질 식토	87.0	0.0	100.0	100.0	47.7
	무기질 미사토와 매우 고운 사토				0.0	13.1
	유기질 미사토와 미사질식토		38.0			8.8
	식질사토		62.0			
	미사질사토	13.0				30.4

라) 후보지의 토양 수분 특성

토양수분 상태는 건조함(dry)과 축축함(wet)의 특성을 나타내었는데 분포는 그림 6-11과 같다. 후보지 1, 4, 5가 축축함의 비율이 좀 더 높게 나타났고, 후보지 2와 3은 건조함의 비율이 더 높게 나타났다(표 6-9). 농경지의 이용도와 비교해본 바 논과 평탄지밭이 분포하는 농경지로 이용되는 부분에서 축축함의 특성을 보였다.

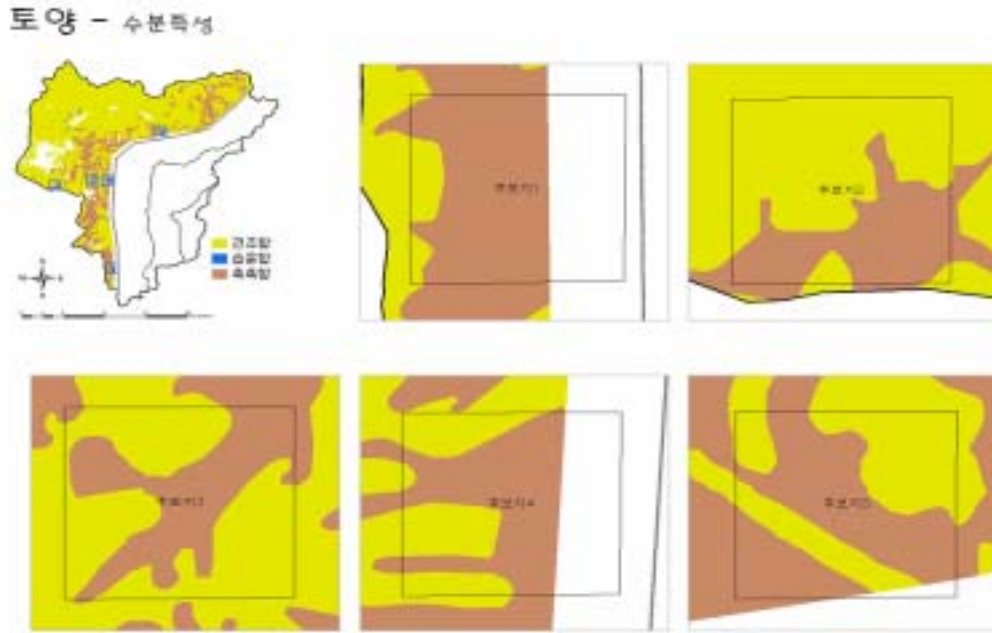


그림 6-11. 후보지의 토양 수분 특성

표 6-9. 후보지의 토양 수분 특성

단위 : %

구분		후보지1	후보지2	후보지3	후보지4	후보지5
토양 수분 특성	건조함	13.0	62.0	59.4	40.5	43.5
	축축함	87.0	38.0	40.6	59.5	56.5

마) 후보지의 지질 및 지형 특성

지형과 지질특성은 서로 무관하지 않은데, 후보지의 지질 및 지형특성은 제방/둑 시설이 있는 지역, 표면거칠기 효과가 없는 지역, 큰 알돌이 있는 토양 세가지로 분류되었다(그림 6-12). 후보지 1, 2, 5에서 큰 알돌이 있는 토양이 분포하고 있었고, 제방/둑 시설이 있는 지역은 농경지가 분포하는 지역과 비슷하게 분포하는 경향을 보였다(표 6-10).

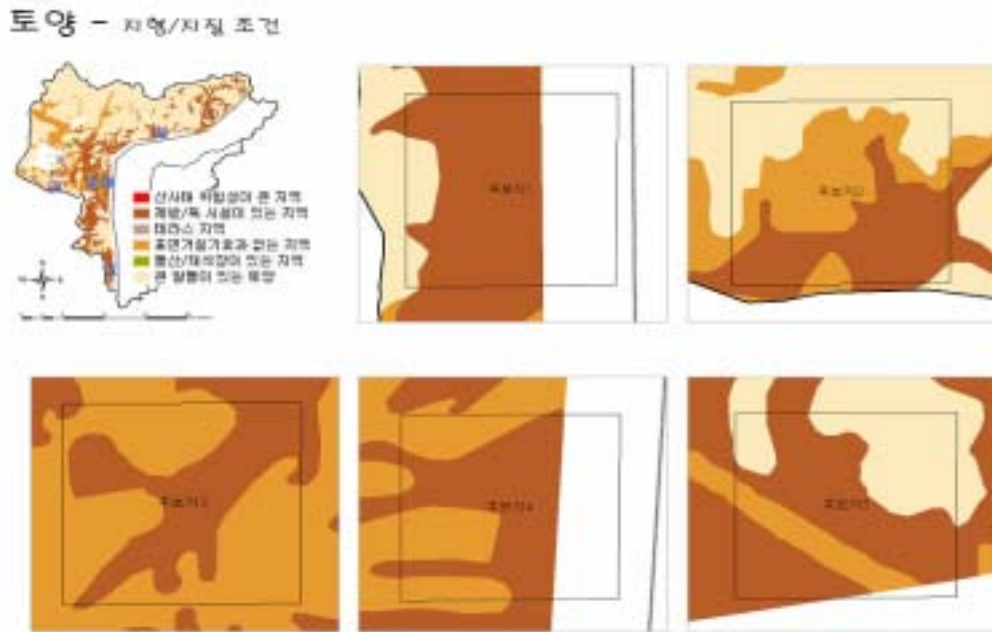


그림 6-12. 후보지의 지질 및 지형 특성

표 6-10. 후보지의 지질 및 지형 특성

단위 : %

구분		후보지1	후보지2	후보지3	후보지4	후보지5
지질 및 지형	제방/둑 시설이 있는 지역	87.0	38.0	40.6	59.5	56.5
	표면이 매끈한 지역		37.5	59.4	40.5	13.1
	표면이 거친 지역	13.0	24.5			30.4

바) 후보지의 지형(표고) 특성

후보지로 선정된 지역의 표고 분포는 <그림 6-13>과 같다. 표고 200m 이하의 평탄 지형이 우세하였고, 평균표고는 후보지 1이 186m로 가장 높았고, 후보지 2와 5, 후보지 3과 4의 순으로 낮았다(표 6-11).

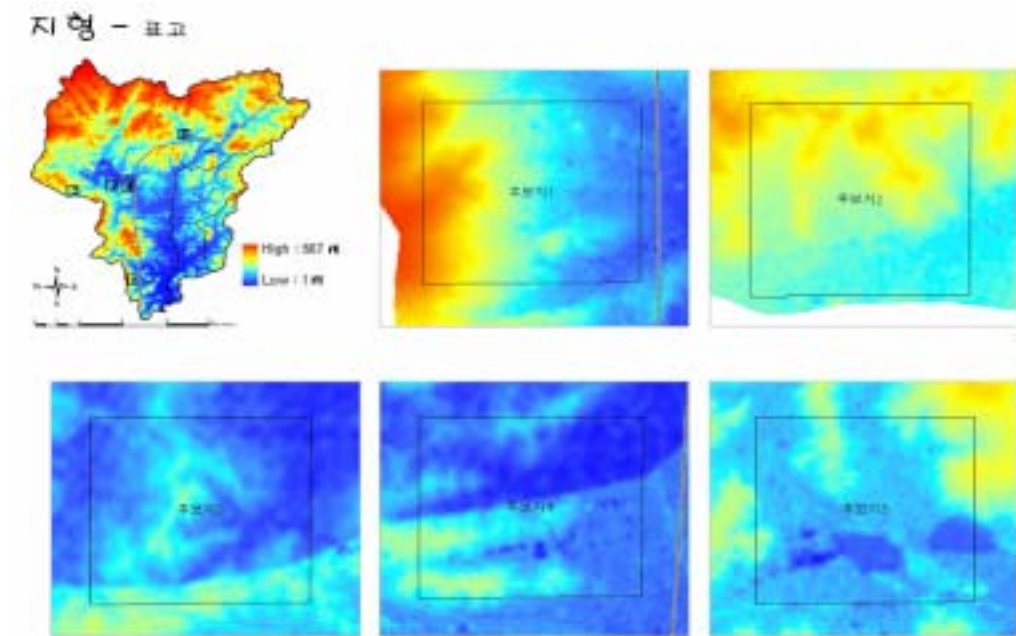


그림 6-13. 후보지의 표고 특성

표 6-11. 후보지의 표고

단위 : m

구분		후보지1	후보지2	후보지3	후보지4	후보지5
표고	최대표고	209	118	63	65	86
	최저표고	23	40	13	12	12
	평균표고	186	78	50	53	74

사) 후보지의 지형(수계) 특성

임진강은 북한에서도 수자원이 풍부한 편에 속하는 유역이고, 임진강 유역의 한 배수유역인 사천유역도 물길이 잘 발달된 수계임을 알 수 있었다(그림 6-14). 후보지 2, 4, 5는 후보지 내에 물길이 많이 있었고 후보지 1과 3도 물길이 있고, 인근에 수계가 잘 발달되어 있었다(표 6-12).

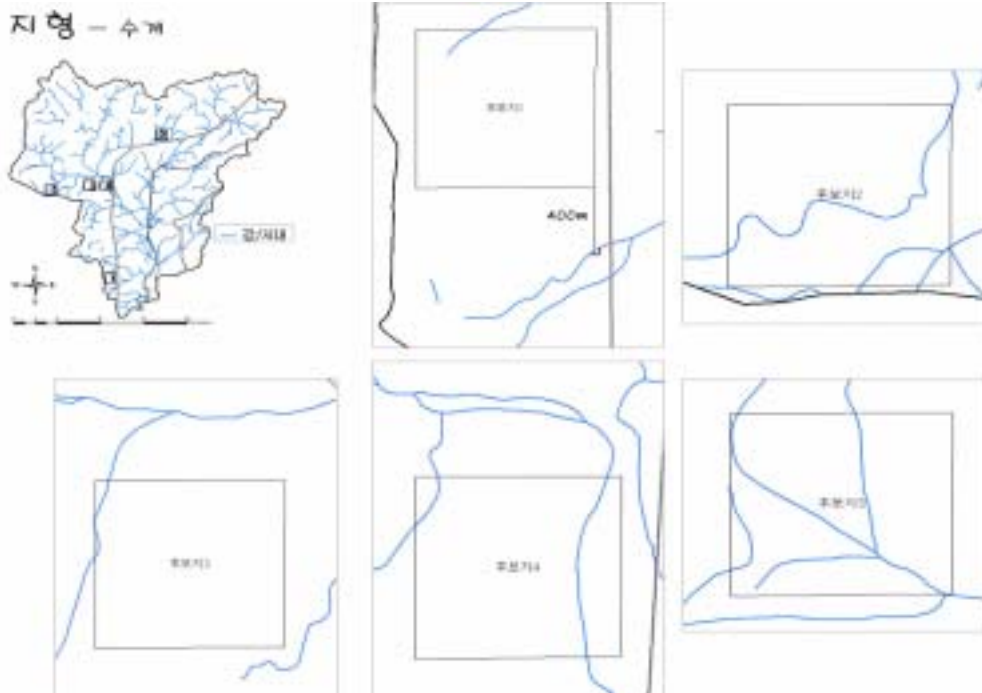


그림 6-14. 후보지의 수계 특성

표 6-12. 후보지의 수계 특성

구분		후보지1	후보지2	후보지3	후보지4	후보지5
수계	물길 많음		○		○	○
	물길 있음	○		○		
	물길 없음					

아) 후보지의 도로 특성

사천유역은 개성을 중심으로 포장도로가 잘 발달되어 있었고, 비포장도로와 흙길이 유역 전체에 분포하고 있어 교통이 좋은 편임을 알 수 있었다(그림 6-15). 후보지 2와 5는 도로와 가까운 것으로 나타났고, 후보지 3과 4는 바로 인근에 도로가 있었고, 후보지 1은 약 914m 떨어진 곳에 도로가 위치하고 있었다(표 6-13).

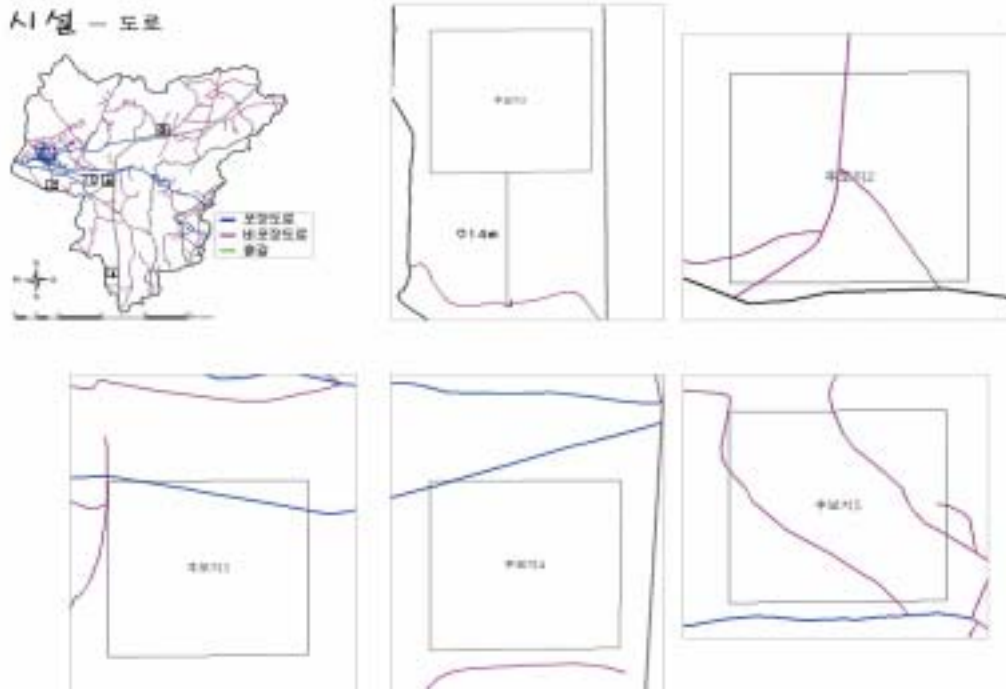


그림 6-15. 후보지의 도로 특성

표 6-13. 후보지의 도로 특성

구분		후보지1	후보지2	후보지3	후보지4	후보지5
도로	가깝고 많음		○			○
	도로 있음			○	○	
	도로 없음	○				

자) 자연적 특성에 의한 후보지 종합 평가

이상에서 살펴본 것처럼 8가지의 자연적 특성에 의해 후보지를 종합적으로 평가하면 <표 6-10>과 같다. 5개소의 후보지 중에서 후보지3이 종합점수가 가장 높았다. 다음으로는 후보지4와 후보지5가 동일한 점수를 얻었으며 후보지2, 후보지1의 순이었다. 후보지3은 토지이용에서 다른 후보지에 비해 높은 점수를 받았다. 후보지1은 토양 조건이 다른 후보지에 비해 적합도가 낮은 것으로 평가되었다. 후보지2는 토성 및 토양수분 조건, 지형 및 도로 조건이 다른 후보지에 비해 높았으나 토지의 이용 면에서 적합도가 낮았다. 후보지5는 지형 및 도로 조건이 다른 후보지에 비해 우수하고 토지의 이용 특성도 비교적 양호하나 토양의 지질 및 지형 조건이 상대적으로 열악하였다.

표 6-14. 후보지의 자연적 특성 종합 평가

구분		후보지1	후보지2	후보지3	후보지4	후보지5	
종합 점 수	20	토지이용-농경지유형	18	14	20	18	18
	20	토지이용-지형별유형	16	12	20	16	16
	10	토양-토성및구조	8	10	7	7	9
	10	토양-수분조건	6	10	9	7	8
	10	토양-지질/지형	8	7	9	10	6
	10	지형-표고	8	9	10	10	9
	10	지형-수계	8	10	8	10	10
	10	시설-도로	6	10	8	8	10
	100	계	78	82	91	86	86

각 후보지마다 자연적 특성에서 장단점을 가지고 있기 때문에 농장의 개발목표나 용도에 따라 어느 한 후보지가 반드시 모든 면에서 좋은 조건을 갖추고 있다고 보기는 어렵다. 농장개발 형태를 논농사 위주로 추진한다면 논 면적이 상대적으로 넓은 후보지2와 후보지4가 유리한 입지조건이지만 밭농사 위주로 사업을 추진할 경우 밭 면적이 상대적으로 넓은 후보지1, 후보지3, 후보지5가 유리하다. 현재는 좋은 조건을 갖추고 있지만 앞으로의 개발계획을 고려했을 때는 다른 판단을 할 수도 있다. 예를 들면 후보지3과 후보지4는 현재의 상태로는 농장개발에 적합한 곳이지만 앞으로 개성공업지구 제3단계 개발 대상 지구이기 때문에 3단계 개발이 실현될 경우 배후지 농장으로 개발하기는 부적합하다. 이러한 점을 고려하면 장기적으로는 후보지 5가 가장 적합한 지역이라고 할 수 있다.

또 한 가지 중요한 점은 배후지 농장개발을 추진할 때 자연적 입지 못지않게 중요한 것은 경제사회적 입지조건이다. 배후지 농장을 개발할 때는 여러 가지 목표를 설정할

수 있는데 남측의 입장과 북측의 입장이 다를 수 있다. 가령 후보지 3과 후보지4는 개성공업지구에서 개성시내로 진입하는 길목에 위치하고 있기 때문에 남측 입장에서는 농장 접근이 용이하다는 장점이 있으나 주변은 인구가 밀집된 지역이므로 북측 입장에서는 남측의 빈번한 왕래를 부담스럽게 생각할 수도 있다. 그러나 개성관광이 곧 재개된다면 전시효과 측면에서 오히려 적합한 지역이라고 할 수 있다. 후보지1은 접근성이 떨어지는 단점이 있다. 후보지5는 농장개발지 주변의 접근성도 좋고 농장에 접근하기 위한 도로로 잘 갖추어져 있다. 그러나 남쪽에서 농장을 방문할 경우 개성시 인근의 여러 마을을 거쳐 지나가야 하고 군사분계선 가까이 위치하고 있기 때문에 북측에서는 부담을 느낄 수 있다. 북한이 남측의 지원사업을 수용할 때 아직은 지방을 꺼리고 있는 점을 고려한다면 후보지1과 후보지5는 북측 입장에서 선호하지 않을 것으로 예상된다. 그러나 남측 입장에서는 오히려 이러한 입지가 바람직하다는 판단을 할 수 있다.

배후지 농장 개발에서 중요하게 고려할 점은 하나의 단지를 정하여 여러 가지 사업을 집중적으로 추진할 것인지, 아니면 사업의 성격에 따라 농장의 위치를 달리할 것인가를 결정하는 일이다. 이는 전적으로 남북한 당사자 사이의 협상에 의해 결정된 일이기 때문에 사전에 정하기는 어렵다. 그러나 우리 입장에서 바람직하게 생각하는 것은 사업의 성격에 따라 다수의 지역을 선정하여 실질적인 협력사업을 추진하는 것이 중요하다. 이러한 점을 고려한다면 앞에서 검토한 다섯 곳의 후보지역은 각기 장점을 가지고 있다. 각 후보지역 별 바람직한 시범사업의 형태는 <표 6-11>과 같다. 예를 들면 후보지1은 발작물 시범농장과 함께 산림황폐지 복구를 위한 시범지역으로 적합하다. 평탄지 밭이 넓게 분포하고 있으나 토양의 배수 조건이 불량하기 때문에 밭농사 시범농장을 추진할 경우 토양개량이 필요하며 배수를 위한 시설이 요구된다. 후보지2는 기존의 뽕밭을 이용한 잠업 시범농장을 개발할 수 있다. 토양이 미사질 식토 또는 식질사토로 구성되어 있기 때문에 배수가 매우 양호하며 물길에 잘 발달되어 채소의 재배에 적합한 지역이다. 인근에 도시가 형성되어 있기 때문에 온실 작물 재배도 적합하다. 후보지3은 평탄지 밭 비중도 높지만 개간산지의 비율도 높은 특징을 가지고 있다. 토질은 비교적 부드러우나 토성이 무기질 식토로 구성되어 농장으로 개발하기 위해서는 토양개량이 뒤따라야 할 것이다. 개간산지를 활용한 잠업 농장 및 인삼포 개발은 유효하지만 향후 개성공업지구 개발이 이 지역까지 확장될 수 있다는 점을 고려한다면 신규 농장의 개발보다는 기존 농장을 활용하는 농장개발 전략이 효과적이다. 후보지4는 다섯 곳의 후보지 중에서 논 비율이 가장 높은 곳이다. 대부분의 논은 구획정리가 완료되었으며 구역 내의 밭은 평탄하다. 그러나 개간산지가 일부 분포하며 경사지에 기존의 뽕밭이 조성되어 있기 때문에 별도의 농장개발을 하지 않고도 잠업 또는 인삼재배가 가능하다. 그렇지만 토성이 무기질 식토이고 토양수분이 높은 특징을 지니고 있기 때문에 토성의 물리적 개선과 토질의 개선을 위한 노력이 필요하다. 이 지역은 자연 조

건과 경제사회적 조건을 고려할 때 여러 가지 다양한 형태의 농장을 개발하기에 적합하다. 후보지5는 개성시의 북동쪽에 있는 발농사 지역이며 군사분계선과 인접해 있다. 이러한 특성을 고려한다면 생태관광과 연계하여 발작물 시범농장으로 개발하는데 적합하다. 토성이 다양하며 토양의 수분조건, 토양의 물리적 조건도 다양하기 때문에 다양한 발작물을 재배할 수 있다.

표 6-15. 후보지역별 바람직한 농장개발 형태

후보지	효과적인 농장개발 형태	특징 및 제약조건
1	잠엽 시범농장, 발작물 시범농장, 산림황폐지 복구 시범사업	배수불량
2	채소 및 온실 시범농장, 잠엽 시범농장	토질 양호
3	발작물 및 온실 시범농장, 잠엽 시범농장, 인삼포 시범농장	토양개량 필요
4	발작물 및 온실 시범농장, 논농사 시범농장, 잠엽 시범농장	다양한 농장개발
5	발작물 시범농장, 생태관광 시범농장	군사분계선 인접

3) 사업지구의 토지 및 용수 이용계획

사천 유역은 북한에서도 강수량이 가장 많은 지역에 속한다. 임진강 지류인 사천강을 통해 농업용수가 공급될 뿐만 아니라 송도, 용흥, 선적, 동창 저수지 등 비교적 큰 규모의 저수지를 통해서도 용수가 공급되고 있기 때문에 농업용수 공급이 원활한 편이다. 또한 사천강 지류를 통해 사천보에 용수가 공급되고 이는 개성보와도 연결되어 있다. 송도와 용흥 저수지, 사천보 사이에 있는 사천양수장은 이들 저수지와 연결되어 인근 지역에 용수를 공급한다. 따라서 다섯 곳의 농장개발 후보지는 사천강 또는 저수지를 통해 용수를 쉽게 공급받을 수 있다.

후보지1은 북서쪽에 위치한 동창저수지를 통해 용수를 공급받을 수 있다. 후보지2는 개성보를 통해 용수를 공급받을 수 있으며 후보지3과 후보지4는 사천보를 통해 용수를 공급받을 수 있으며 사천강 지류와 인접해 있다. 후보지5는 북쪽에 위치한 선적저수지를 통해 용수를 공급받을 수 있으며 판문천과도 인접해 있다.

후보지에 대한 수계 특성에서 살펴본 바와 같이 다섯 곳의 후보지역은 물길이 비교적 잘 발달해 있다. 후보지 2, 4, 5는 물길이 후보지역을 직접 통과하기 때문에 물길이 많다고 평가할 수 있다. 후보지 1, 3은 물길이 후보지역을 통과하기는 하지만 일부 지역에 국한되어 있다. 그러나 후보지역 500m 이내 물길이 통과하기 때문에 용수 공급에는 문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 개발코자 하는 농장이 확정되면 재배 작물계획에 따라 필요한 용수의 양을 감안한 세부적인 용수공급계획을 수립할 필요가 있다.

한편 토지이용계획은 앞에서 분석한 후보지역별 토지의 이용 실태와 토지의 유형별 이용 분포를 통해 적합한 농장의 형태를 파악할 수 있다. 또한 토지의 물리화학적 특성과 수분함량 등을 감안한다면 후보지별로 적합한 작물이 무엇인지 파악할 수 있다. 그러나 농장개발은 이들 자연조건뿐만 아니라 사회경제적 여건도 고려해야 하므로 종합적인 판단이 필요하다. 후보지의 토지 이용에 대한 자연과학적 분석은 농장개발을 위한 사전적 정보를 제공하기 때문에 유용하다. 그러나 구체적인 토지 이용계획을 세우기 위해서는 일단 후보지가 결정되고, 후보지에 대한 농장개발의 기본계획이 제시된 이후에야 가능할 것이다. 앞의 <표 6-11>에서 제시한 바와 같이 후보지별 적합한 작물의 형태를 사전에 제시할 수 있다. 종합적인 판단에 따르면 후보지4가 다양한 형태의 농장을 개발하는데 가장 적합한 것으로 판단된다. 그러나 분석 대상 지역의 향후 개발계획을 감안했을 때는 후보지5가 좋은 조건을 갖추고 있다. 이미 앞에서 밝힌 바와 같이 개성공업지구의 배후지 지역은 발작물 중심의 농장개발이 바람직한 형태로 인식되기 때문에 개발코자 하는 농장의 토지 이용계획은 발작물 위주로 수립되어야 할 것이다.



그림 6-16. 사천유역의 농업용수 공급체계

토지 이용계획을 수립할 때 고려되어야 할 사항 가운데는 환경에 대한 부담을 줄이면서 토지의 질적 개선을 위한 방안을 제시하는 일이다. 토지 이용에 관한 물리적 특성을 고려하여 작물의 배치, 경지정리, 용수공급, 배수개선, 작업로 개설 등을 계획하는 것만으로는 효과적인 농장개발이 불가능하다. 이 외에도 토지의 물리화학적 특성을 감안하여 토지의 질을 개선하기 위한 별도의 대책을 수립할 필요가 있으며 환경 부담이 발생한다면 환경부담을 줄일 수 있는 방안도 제시되어야 할 것이다. 만일 경사지에 농장을 개발한다면 토사유출 문제가 발생하기 때문에 계단식 밭을 조성하는 등 환경피해를 예방하기 위한 별도의 계획도 제시되어야 할 것이다.

라. 배후지 농업개발을 위한 남북한 협력 방안

1) 원료 공급을 위한 잠업 시범농장사업

가) 북한의 잠업 현황과 남북협력의 필요성

북한의 농업 분야 중에서 잠사업은 수출 가능성이 가장 높은 분야의 하나라고 판단되며 1993년 국제농업기금(IFAD)의 차관사업으로 잠업개발을 추진한 경험이 있으며 향후 남북한 농업협력사업으로 발전할 수 있는 가능성이 높은 분야이다. 최근에는 안동대마방직공장을 평양에 유치하여 삼베 및 삼베제품의 수출에 많은 노력을 쏟고 있으며 원료를 안정적으로 공급하기 위하여 마 재배를 정책적으로 권장하고 있다. 잠사업은 산업의 특성이 대마와 유사한 측면이 있어 앞으로 정책적으로 채택되기만 하면 유망한 산업으로 자리 잡을 수 있을 것으로 기대된다. 그렇지만 아직까지 북한 당국은 잠사업 발전에 정책적인 우선순위를 두고 있지 않으며 양잠기반, 양잠 및 제사기술, 견직물 생산 및 가공기술 면에서 뒤져 있기 때문에 이 분야에서 앞선 기술을 보유하고 있는 한국과의 협력을 추진한다면 고품질 원료의 공급이 가능할 뿐만 아니라 제품의 생산에 있어서도 도약할 수 있는 계기를 마련할 수 있을 것이다.

잠업은 총 4단계로 구분된다. 제1단계는 뽕나무 재배, 제2단계는 누에 사육과 고치 생산, 제3단계는 제사 단계로써 생사와 견연사 생산, 제4단계는 견직물 생산 단계이다. 이 중에서 1~2단계는 농업생산 부문으로 생사 및 견직물의 품질에 결정적인 영향을 미친다. 가격 경쟁력을 갖추기 위해서는 1~2단계의 생산성 향상이 필수적이며 품질경쟁력을 갖추기 위해서는 질이 높은 고치를 생산해야 한다.

북한은 1970년대 세계 5~6위의 잠업 대국이었으며 1991년까지만 해도 62,000ha의 뽕밭에서 60만 장의 누에를 사육하였고 연간 1,450 톤의 생사를 생산하였다. 그러나 생산성은 매우 낮아 ha당 뽕잎 생산량은 3.5톤, ha당 누에고치를 사육규모는 9.9상자에

불과하였으며 ha당 생사 생산량은 24.5kg이었다. 국제농업개발기금(IFAD)은 북한의 잠업개발을 위해 6년(1996~2002) 동안 1,573만 달러를 융자하여 황해북도, 평안남도, 평안북도 소재 28개 협동농장, 2개 원종장, 6개 국영농장, 2개 연구소에 대한 개발계획을 추진한 바 있다. IFAD는 북한의 잠업 기반을 잘 개발할 경우 연간 5,000 톤의 생사를 생산할 수 있는 잠재력이 있는 것으로 평가하고 있다.

우리나라는 한 때 주요 잠사류 제품 수출국이었으나 국내 원료 공급 부족과 수출 채산성 악화로 부가가치가 낮은 잠사류 제품의 수출은 중단되고 현재는 고부가가치 견직물 생산에 주력하고 있다. 현재 한국은 중국, 브라질, 베트남 등지에서 생사, 견연사를 연간 1,400톤(2,600만 달러) 정도 수입하고 있으며 견제품 전체로는 연간 1억 5천만 달러를 수입하여 내수용 또는 수출용으로 사용하고 있다. 한국의 잠사제품 수출액은 연간 1억 3천만 달러로 대부분 고가의 견직제품이다. 만일 한국이 남북한 잠사협력을 통해 북한에서 질 좋은 원료를 안정적으로 공급받을 수 있다면 고부가가치 견직제품의 생산과 수출 가능성은 크며 북한의 잠사업도 함께 발전할 수 있는 계기를 마련할 수 있을 것이다. 따라서 남북한이 잠사 분야의 협력을 통해 우리나라는 잠사 분야에서 새로운 도약을 할 수 있는 돌파구를 마련할 수 있고 북한은 수출산업으로 육성할 수 있다는 점에서 양쪽 모두 이익을 얻을 수 있다는 점에서 좋은 협력분야라고 할 수 있다.

나) 잠업시범농장 추진 방향

북한에 잠업기술 및 기자재를 지원하여 누에고치의 생산성과 품질향상 도모하고 고치 생산량을 증대시켜 개성공단에 입주코자 하는 생사 및 견연사 공장에 원료를 공급하는 것을 목표로 한다. 또한 북한에서 생산된 누에고치나 생사를 국내에 수입하여 제사·견직물 등으로 제품화하여 국내수요를 충족하고 부가가치를 높여 외화 획득에 기여한다. 즉, 잠업시범농장사업은 북한의 잠업 진흥을 위한 디딤돌로 활용하고 북한은 잠사제품의 수출을 통해 외화를 획득하고 남한은 제사의 원료 또는 견직물 생산을 위한 원료를 확보함으로써 남북한 모두 상생하는 효과를 얻는데 목표를 둔다.

개성의 뽕밭 면적은 570ha로 추정된다. 이는 북한 전체 뽕밭 면적 47,500ha의 1.2%, 개성의 경지면적 30,000ha 중 1.8%를 차지한다. 북한은 1996~2002년 동안 국제농업개발기금(IFAD)의 차관으로 잠업개발사업을 추진한 바 있다. 이 사업은 북한의 잠사업을 현대화하기위하여 협동농장의 잠업 기반을 확충하고 양잠 개선을 통하여 고치 생산량과 생산성을 향상시키며 이를 통해 양잠농가의 소득을 향상시키는 것이 주된 목적이다. 남북한 협력에 의해 잠업시범농장을 추진할 경우 사업의 목표를 설정할 때 과거 잠업개발상의 목표와 일치시킴으로써 일관성 있는 잠업개발 정책을 추진케 할 필요가 있다.

먼저 협동농장의 양잠사업을 확대하고 생산성을 개선하기 위하여 다음과 같은 사업

내용을 제안한다. 1) 1-3명용 치잡실과 4-5명용 장잡실 등 개량잡실의 신축, 2) 치잡과 장잡 등 잡실용 기자재 공급, 3) 신규 병발의 급수시설 확충, 4) 기본 병발의 급수시설 복구 및 개선, 5) 병발 비료 공급, 6) 병발 자재 및 농약 공급, 7) 병발 관리용 트랙터, 트럭 등 장비지원 등이다. 이 밖에 양잠 협동농장의 인력 훈련과 기술지원사업으로 1) 양잠농민, 잡업 기사, 농장운영진에 대한 훈련 및 시찰, 2) 새로운 양잠기술 보급을 위한 기술지원을 추진할 필요가 있다.

북한의 기후 및 토양 특성 등을 고려하여 다음과 같은 방식으로 시범농장을 추진한다. 시범농장의 규모는 5ha를 기준으로 하되 연차적으로 확대한다.

□ 소요 자재

○ 묘 목 : 50,000주/ha

- 품 종 : 한성병, 용천병 등 내한성 품종
- 식재거리 : 2.5 X 0.4m
- 관리방식 : 트랙터 관리

○ 비료(kg/ha) 및 퇴비(M/T)

식재년차	시 비 량			실 중 량						퇴 비
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	봄 비 료			여름비료			
				요소	용과린	염가	요소	용과린	염가	
1년차	1,250	550	750	850	850	400	1,900	1,900	850	100
2년차이후	1,500	650	900	1,300	1,300	600	1,950	1,950	900	"

○ 연차별 비료 소요량(kg)

	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	계
요소	2,750	3,250	3,250	3,250	3,250	15,750
용인(용과린)	2,750	3,250	3,250	3,250	3,250	15,750
염화가리	1,250	1,500	1,500	1,500	1,500	7,250
퇴비(M/T)	100	100	100	100	100	500

○ 농기계 : 트랙터 : 2대, 경운기 : 5대

□ 소요 예산

○ 소요비용 합계 : 421,799천원

- 병발조성 부대비용 : 206,750

- 사육시설 부대비용 : 215,049

□ 월별 작업표 및 소요자재

	3월	4월	5월
1년차	퇴비, 기비 넣고 묘목심기 - 묘목 : 50,000주 - 퇴비 : 100M/T - 비료 : 요소850, 용인 850, 염화加里 400kg	제조 및 묘목절단 작업	제조작업
2년차 이후	봄 비료주기 - 요소1,300, 용인1,300, 염화加里 600kg	제조 작업 병해충 방제 - DDVP 5,000ml	제조작업 누에사육
	6월	7월	8월
1년차	여름비료 주기 - 요소1,900, 용인1,900, 염화加里 850kg	제조 작업 병해충 방제 - DDVP 5,000ml	제조작업
2년차 이후	여름베기 여름비료 주기 - 요소1,950, 용인1,950, 염화加里 900kg	제조 작업 병해충 방제 - DDVP 5,000ml	제조작업 누에사육
	9월	10월	11월
1년차	제조작업		퇴비, 석회 넣기 -퇴비 : 100M/T -석회 : 15M/T 겨울갈이
2년차 이후	제조작업	오갈병주 제거	퇴비, 석회 넣기 -퇴비 : 100M/T -석회 : 15M/T 겨울갈이

<뽕밭조성비>

항 목	금액(천원)	산 출 내 역 (기준 : 5ha)	비 고
자재	101,750	○ 묘목 : 50,000주 X 1,200원= 60,000,000 ○ 비료 : 38,750kg X 400원= 15,500,000 ○ 퇴비 : 500M/T X 30,000원=15,000,000 ○ 석회 : 75M/T X 150,000원= 11,250,000	
농기계	105,000	○ 트랙터 : 3대X30,000,000원=90,000,000원 ○ 경운기 : 5대X3,000,000원= 15,000,000원	
합 계	206,750		

○ 연차별 비료 소요량(kg)

	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	계
요소	2,750	3,250	3,250	3,250	3,250	15,750
용인(용과린)	2,750	3,250	3,250	3,250	3,250	15,750
엽화加里	1,250	1,500	1,500	1,500	1,500	7,250
퇴비(M/T)	100	100	100	100	100	500

<사육용 시설 및 부대비용>

(기준 : 뽕밭 5ha)

항 목	금액(천원)	산 출 내 역	비 고
시설	175,669	○ 애누에 잠실 : 227,000원×99㎡= 22,473,000원 ○ 기본 잠실 : 212,000원×578㎡=122,536,000원 ○ 간이 잠실 : 20,000원×578㎡= 11,560,000원 ○ 사육틀 : 350,000원×50상자=17,500,000원 ○ 급상대차 : 200,000원×8대= 1,600,000원	
		소계 : 175,669,000원	
농기계	18,400	○ 경운기 : 3,200,000×2대= 6,400,000원 ○ 동력 분무기 : 1,500,000원×2대=3,000,000원 ○ 온풍 난방기 : 1,800,000원×3대=5,400,000원 ○ 자동 수건기 : 1,800,000원×2대=3,600,000원	
		소계 : 18,400,000원	

2) 상업적 협력으로의 발전을 위한 인삼 재배사업

가) 북한의 인삼 재배 현황과 남북협력의 필요성

한국의 담배인삼공사는 개성 지역에서 인삼계약재배를 시도한 적이 있다. 예로부터 개성은 인삼 주산지였으며 개성인삼은 아주 유명하다. 최근에는 인삼의 연작 피해로 인하여 개성 지역을 벗어나 인접 지역으로 재배지를 이동하고 있다. 개성 인근 지역은 기후나 토양이 인삼 재배에 적합하지만 인삼의 생산성은 남한의 절반에도 미치지 못하는 것으로 알려져 있다. 이는 재배방식이 낙후되어 있고 시설 및 자재의 부족에도 원인이 있는 것으로 조사되었다.¹⁰⁾ 해가림 시설의 내구성이 떨어지고 피복이 부실하여 누수 현상이 발생하고 기온이 높을 때는 고온장해를 받는 것으로 나타났다. 과도하게 누수가 될 경우 반점병이 발생하고 토양 습도가 지나치게 높으면 조기 낙엽으로 뿌리가 비대하지 못하는 등 생산성 저하의 원인이 된다. 따라서 남북한 협력을 통해 생산성을 높일 수 있는 가능성이 높다. 개성 인근은 기상 조건 면에서 최적의 조건을 갖추고 있다. 또한 개성 인근의 농경지는 화학비료의 과다사용에 의한 토양 오염의 우려가 적고 인삼 재배 시 가장 큰 문제점으로 지적되는 염류 고농도 장애가 없기 때문에 토양의 화학성 면에서 아주 적합한 조건이다. 개성 인근에는 이와 같은 조건을 갖춘 면적이 충분히 존재하기 때문에 대규모의 인삼재배도 가능한 것으로 분석되었다.

한국담배인삼공사는 북한과 한마음담배를 공동으로 생산하고 북한산 황색종 잎담배의 계약재배를 추진한 경험이 있다.¹¹⁾ 이러한 경험을 바탕으로 한국담배인삼공사는 인삼 분야의 협력도 시도하였으나 성사되지는 못하였다. 개성 지역은 역사적으로 고려인삼의 대표적인 주산지로 널리 알려져 있다. 1990년대 초반 하더라도 북한의 인삼재배는 개성지역에 국한되었다. 그러나 최근에는 개성 인접 지역인 금천과 토산 등지에서도 인삼재배가 시도되고 있다. 북한의 인삼 생산량은 1980년대 초반에는 1,200톤으로 정점을 이루다가 점차 감소하여 최근에는 400톤 정도인 것으로 파악되고 있다.¹²⁾ 생산된 인삼은 주로 홍콩시장으로 수출되고 있다. 인삼 생산량의 감소와 함께 수출량도 매년 감소 추세에 있다. 홍콩시장의 북한산 인삼 수입 실적을 보면 1980년 50,000근에서 1990년대 중반에는 10,000근까지 감소하였다. 대일 홍삼 수출량도 감소하고 있다. 이는 북한이 식량난을 겪으면서 식량 이외의 작물에는 관심을 덜 쏟기 때문이다. 그러나 북한산 인삼은 국제시장에서 한국인삼 다음으로 높은 가격을 받고 있어 아직은 고려인삼의 명성이 유지되고 있다.

10) 목성균 외, 『북한 인삼산업의 현황과 활용 방안』, 한국인삼연초연구원, 2001.

11) 통일농수산포럼, 『민간 농업교류협력의 활성화 방안』, 2001.

12) 한국인삼연초연구원, 『북한 인삼산업의 현황과 활용방안』, 2001.

북한의 인삼 재배시설은 매우 낙후되어 있다. 인삼 재배에서 매우 중요한 해가림시설이 불량하여 고온장해를 받기 쉬우며 우기에는 누수과다로 습해의 우려가 높다. 이로 인하여 조기낙엽이 발생하며 뿌리 비대가 불량할 뿐만 아니라 고사 가능성도 높다. 한 조사에 의하면 북한인삼 2년생의 뿌리 무게는 평균 1.6kg으로 남한 인삼의 4.1kg에 비해 절반도 되지 않으며 뿌리의 직경도 작고 뿌리의 길이도 짧다. 이는 봄철 뿌리 신장기의 토양 건조로 인해 잔뿌리가 제대로 발육되지 않고 해가림시설이 불량하여 고온장해가 발생하며 우기의 누수로 인해 반점병과 토양 과습으로 인한 조기낙엽 등이 주된 원인으로 지적된다. 그러나 북한 인삼은 토양의 화학비료 성분이 낮아 적변삼이 거의 없이 깨끗하다는 장점도 있다. 대체로 북한 인삼은 남한 인삼에 비해 동체와 뿌리의 길이가 짧아 수삼의 품질이 불량하다. 또한 뿌리가 충분히 발육하지 못하여 남한 인삼에 비해 뿌리 무게가 현저히 낮아 생산성이 크게 떨어진다. 이러한 점은 재배법의 개선을 통해 개선될 수 있다. 남북한 협력에 의해 인삼 재배를 위한 농자재와 기술지원이 제대로 이루어질 경우 인삼의 생산성이 대폭 개선될 수 있으며 품질도 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

인삼 분야의 협력을 추진할 경우 담배 분야의 협력사례가 참조가 될 것이다. 즉, 남한에서는 영농자재 및 인삼재배기술을 제공하고 북한은 토지와 노동력을 제공하는 형태가 될 것이다. 생산된 인삼은 남측에서 구매하여 이를 원료로 인삼가공제품을 생산함으로써 부가가치를 높이고자 할 것이다. 좀 더 발전된 형태의 협력을 추진한다면 공동 브랜드를 개발하여 인삼가공제품을 합작 형태로 생산하는 방안도 강구할 수 있다. 협력의 형태에 있어서도 위탁가공교역 또는 투자협력사업 어느 쪽도 가능하다.

인삼재배 시범농장 추진 방향

인삼은 다년생 작물이기 때문에 연작피해를 줄이기 위해서는 인삼재배 예정지에 대한 충분한 토양개량이 선행되어야 하고 토양소독은 필수적이다. 예정지 관리는 대략 1년 정도 소요되며 이후 인삼모를 이식한다. 이와 함께 묘삼을 육묘하기 위한 작업 동시에 추진되며 육묘기간은 1~2년 정도 소요된다. 만일 인삼모를 묘포에서 2년간 육묘하고 본포에서 4년간 재배하면 6년 근 인삼이 생산된다. 묘삼을 재배하거나 본포에 이식한 이후에도 해가림 시설을 설치해야 한다. 북한의 인삼재배포는 일반적으로 해가림시설이 불량하고 내구성이 떨어져 인삼의 생산성 저하와 품질저하 원인이 되는 만큼 이 부분에 대한 보완이 특히 필요하다.

시범농장은 현재 북한이 사용하고 있는 관리방식을 기본으로 하되 문제가 되는 부분은 우리나라의 관리방식으로 점차 보완해나감으로써 농장의 자생력을 키우고 생산성과 품질을 개선하도록 유도한다.

□ 예정지 관리

- 관리기간 : 1년
- 기경
 - 회수 : 전년 가을 1회, 4월부터 10월까지 월별 1회 총 10회
 - 방법 : 트랙터로 10 cm 이상 충분한 깊이로 기경
- 시비
 - 기비 : 퇴비 또는 산야초 20톤/ha을 6월 중순경 예정지 전면에 살포한 후 기경
- 토양소독 : 5월 상순경 크로르토스를 ha당 70~80kg 살포

□ 묘포 관리

- 묘포양식 : 굽은 돌만 골라내고 두둑을 지어 파종하는 토직묘포 방식 사용
- 파종밀도
 - 파종거리 : 3.6cm × 3.6cm로 우리나라에 비해 조파(우리나라는 3.0cm × 3.0cm)
 - 파종량 : 90m × 180cm 1칸 당 1,050립을 파종(우리나라는 1,740립 파종)
- 파종방법 : 점파하고 파종 후 모래로 1.5cm 복토
- 월동관리
 - 월동전 : 복후 투 벗짚 이영으로 두 겹 덮고 바람에 날리지 않도록 조치
 - 월동후 : 이듬해 봄 묘가 30% 정도 출아되었을 때 이영을 벗겨 해가림 피복물로 사용
- 병해충 방제
 - 주요 병해충 : 모잘록병, 반점병, 땅강아지병, 거세미
 - 모잘록병 : 파종 전 종자를 소석회액 20배액에 10분간 침지 후 마른채를 묻혀 파종
 - 반점병 : 다이아지논과 석회보르도액 1%를 월 1회 살포
 - 땅강아지병 : 메타포스 살포
- 묘포 해가림 설치
 - 설치자재 : 지주목, 도리목, 피복물, 이영 등 모든 자재를 산에서 채취하여 사용하기 때문에 일정한 규격을 갖추기 어려우며 내구성이 떨어짐. 따라서 기본자재는 우리나라에서 사용하는 자재를 제공함.
 - 설치규격 : 전주 높이(120cm), 후주 높이(80cm), 폭(150cm) 등은 우리나라의 개량구조식(각각 150cm, 100cm, 180cm)과 비슷하나 지붕이 다소 낮고 각도가

완만하여 우기에 과도한 누수의 우려가 있으며 폭이 좁아 고온 건조한 날씨에는 윗부분이 건조하고 고온장해가 우려되기 때문에 가능한 우리의 자재로 우리나라 규격에 맞도록 설치함.

- 육묘기간 : 우리나라는 파종 후 1년간 육묘하는 데 비해 북한은 2년간 육묘하는 것이 일반적이므로 북한의 육묘방식을 따르되 점차 우리방식으로 전환함.

□ 본포관리

○ 이식

- 이랑폭 : 180cm(두둑과 고랑 각각 90cm)로 남한과 비슷
- 두둑높이 : 북한은 20cm로 너무 낮으므로 30cm로 높일 필요 있음
- 재식밀도 : 1칸(90m × 180cm) 당 60본(6행 × 10열)
- 식재각도 : 35~40도
- 복토두께 : 3~4cm로 남한과 동일

○ 해가림 구조 및 설치

- 구조 : 전주 높이(120cm), 후주 높이(80cm), 폭(150cm) 등은 우리나라의 개랑 구조식(각각 150cm, 100cm, 180cm)과 비슷하나 지붕이 다소 낮고 각도가 완만하여 우기에 과도한 누수의 우려가 있으며 폭이 좁아 고온 건조한 날씨에는 윗부분이 건조하고 고온장해가 우려되기 때문에 가능한 우리의 자재로 우리나라 규격에 맞도록 설치함.
- 피복물 : 상부는 얇은 벚짚이엉을 덮으며 측후렴용 이엉은 억세풀을 사용하기 때문에 조기낙원의 원인이 되고 내구성이 떨어지며 노력이 많이 소요되므로 남한에서 사용하는 자재로 대체

○ 병해충 방제

- 주요 병해충 : 잿빛곰팡이병, 근부병, 반점병
- 방제방법 : 표면적으로 나타난 증상에 따라 적당히 방제하는 비과학적 방법으로 약효가 적은 농약을 사용하며 방제기구도 부적절함. 따라서 과학적인 병해충 진단기술 보급과 함께 효과적인 농약 공급, 성능이 높은 방제기구의 지원으로 방제 효과를 높여나가야 함.

○ 기타 작업관리

- 주요 작업내용 : 북한은 제초, 병해충 방제, 추비, 가토 등 4개 작업을 실시하고 있으며 남한에서 실시하는 부초, 복토, 제토, 두둑다짐 등의 작업은 생략하고 있음.

- 작업 개선내용 : 노동력 부족이 심각하지 않다면 남한에서 실시하는 부초, 제토, 두둑다짐 작업을 보장

○ 본포 관리의 문제점 및 개선방안

- 문제점 : 현재 북한은 병해충 발생에 대한 체계적인 조사가 이루어지지 않고 있으며 인삼포의 생산성 및 품질 저하의 원인에 대해서도 정확한 진단을 하지 못하고 있음.
- 진단 : 모포 및 본포의 조기낙엽이 생산성 및 품질 저하의 중요한 원인으로 판단되며 이를 개선하기 위해서는 불량한 해가림시설, 부적절한 병해충 방제 방법을 개선할 필요가 있음.
- 개선 방안 : 무엇보다 해가림시설을 개선할 수 있도록 자재 지원이 선행되어야 하며 묘포 기간을 2년에서 1년으로 단축하여 본포에서 충분한 생육이 가능하도록 기술을 지원하며 특히 과학적 병해충 방제를 위한 기술 및 장비지원, 농약 공급이 필요함.

3) 근로자 식품 공급과 주민의 소득 증대를 위한 채소 재배사업

가) 북한의 채소 재배 현황과 남북협력의 필요성

개성공단 입주기업에서 일하는 근로자 및 상주 직원에게 식품을 공급하고 북한 주민의 소득 증대를 위한 사업 가운데 가장 유망한 분야는 채소 재배라고 할 수 있다. 현재 협동농장에는 채소를 재배하는 남새작업반이 있으나 주민에게 공급할 수 있는 충분한 양의 채소조차 공급하지 못하고 있는 상황이다. 채소 가격은 다른 농산물에 비해 가격이 상대적으로 낮기 때문에 협동농장의 입장에서는 채소 생산 비중을 높여 농장의 수입을 증가시키기 어렵다. 또한 곡물 생산에 농자재를 우선 배정하기 때문에 채소 재배에 관심을 두기는 어렵다. 그렇지만 앞으로 채소 수요가 증가하고 게다가 다양한 품목의 고급 채소 수요가 생긴다면 채소 재배를 통한 소득 증대의 가능성은 매우 높다.

향후 개성공단에서 근로자에게 식사를 제공하더라도 북한의 식량 사정을 감안할 때 곡물은 외부에서 조달할 가능성이 높다. 그러나 반찬류의 경우에는 공단 주변에서 조달할 가능성이 높을 것으로 판단된다. 그리고 북한 주민의 식생활 패턴도 채소를 점차 많이 소비하는 방향으로 전환될 것이다. 개성공단이 단계적으로 확장될 경우 공단 근로자 및 주변지역에 거주하는 주민의 수는 70~100만 명에 육박할 것으로 예상된다. 개성공단의 특수한 성격에 비추어볼 때 채소 수요는 연중 발생하기 때문에 채소 재배 하더라도 주년재배를 할 수 있는 체제를 갖추지 않으면 안 될 것이다. 이는 흡사 금강산 지역에서 관광객을 대상으로 식자재를 공급하는 형태와 유사할 것으로 판단된다. 금강산 지역의 경우 관광객이 소비하는 식자재는 일부 남측에서 반입하고 일부는 배후

지에 있는 온실농장을 통해 공급하고 있다. 1일 1,000여명 규모의 관광객을 대상으로 할 때는 남측에서 필요한 자재를 공급받을 수 있지만 100만 명에 가까운 상주 인원을 대상으로 식품을 공급할 때는 자체적으로 조달하지 않으면 안 될 것이다. 따라서 노지와 온실을 함께 운영하는 형태의 채소 재배체계가 구축되어야 한다. 이를 통해 북한 주민은 소득을 확보할 수 있고 공단은 신선한 채소를 안정적으로 공급받을 수 있다.

나) 채소재배 시범농장 추진 방향

채소 재배 시범농장은 개성공단 근로자 및 배후지 북한 주민의 부식을 공급하는 데에 목적을 두고 채소 재배의 생산성 향상과 남북한 기술교류를 협력의 목표로 삼는다. 따라서 노지재배의 경우 배추와 무 등 엽채류와 근채류 재배를 우선 실시하고 온실재배의 경우 오이와 호박 등 과채류를 우선 재배한다. 노지채소의 경우 고추, 양파, 파, 마늘 등 양념채소류로 확대하고 온실의 경우 토마토와 참외 등 과채류의 생산으로 확대하는 것이 바람직하다.

북한은 채소의 육종에 대한 투자가 빈약하여 신품종 육종 수준이 낮다. 온실재배 경험이 많지 않기 때문에 온실용 품종의 개발이 낙후되어 있고 품종 다양성이 낮다. 사회주의 물자배급 특성 때문에 품질보다는 수량 위주의 육종과 재배 방식을 택하고 있는 것이 특징이다. 예를 들면 배추의 경우 남북한을 비교할 때 수량은 큰 차이가 없다고 할지라도 북한은 잎 수가 적은 대신 잎이 두껍고 무게나 많이 나가는데 비해 남한은 잎이 얇고 무게가 가벼운 대신 잎 수가 많다. 육종사업의 주체도 북한은 농업과학원 등 정부 주도인 반면 남한은 육종회사가 육종의 중심 역할을 한다. 북한은 소비자의 취향이나 품질 대신 공급량에 중점을 두는 데 비해 남한은 소비자의 취향과 품질에 중점을 두기 때문에 육종 방향에 차이가 날 수밖에 없다. 또한 채소는 작형(재배형)이 다양하기 때문에 시장이 잘 발달되어 있을 경우 소비자의 다양한 요구에 따라 다양한 형태의 품종과 재배시기를 선택할 수 있다. 따라서 채소 시범농장을 개발할 때는 남북한의 이와 같은 특성을 고려하여 농장을 개발해야 할 것이다.

온실 농장을 개발할 경우 어떤 형태의 온실을 개발할 것인지는 매우 중요하다. 다양한 종류의 온실이 있고 각각 장단점이 있기 때문에 온실자재를 공급할 수 있는 능력이 있는가에 따라 적합한 온실을 선택할 필요가 있다. 북한에는 많은 경우 비닐온실 대신 한 쪽 벽은 흙벽돌을 쌓고 다른 한쪽만 비닐을 사용하는 반터널형 온실을 설치하는 경우가 허다하다. 이는 바람의 피해를 방지하고 비닐 부족을 감안한 것이라고 할 수 있는데 그 대신 생산성은 매우 낮다. 따라서 남한의 온실 재배기술을 북한에 전파한다면 남한의 주된 형태인 터널식 비닐온실이 중심이 되어야 할 것이다.

먼저 북한의 배추와 무에 대한 재배 및 품종 특성을 살펴보고 이를 남한과 비교함으로써 시범농장의 협력 목표를 설정할 필요가 있다.

(1) 배추

배추는 북한의 남새 생산량에서 1위를 차지하고 있으며 재배면적은 2번째이다. 육종 방법으로 F1(1대잡종)을 도입한 것은 봄배추의 경우 1960년대, 가을배추는 1980년대 후반이다. 현재 북한이개발한 배추의 작형별 육종의 성과와 향후 해결해야 할 내용은 <표 6-16>과 같다. 남한의 몇 가지 봄배추 품종을 북한 지역에 시험 재배한 결과 결구가 북한 품종에 비해 8~10일 정도 늦고 수확기도 8~9일 늦으며 통무게 비율이 낮아 북한이 원하는 특성과는 다소 차이를 보였다.¹³⁾ 남한의 여름배추 품종은 습해에 약하며 숙기는 비슷하지만 개당 무게나 낮아 수량이 적은 특징을 보였다. 남한의 가을배추 품종은 대체로 키가 낮고 결구성이 좋으며 통무게율은 높으나 개당 무게가 낮아 수량이 낮은 특징이 있었다.

북한은 앞으로 봄 시설재배를 많이 하여 이른 봄배추의 수확시기를 앞당기며 저장용 가을배추의 수량을 높이는 방향으로 육종과 재배 기술을 개발코자 한다. 따라서 남북한 배추 생산 시범농장을 운영할 때 북한의 이러한 요구조건에 맞는 품종과 재배기술의 개발이 필요하다.

남북한 배추의 수량을 비교할 때 북한은 ha당 15~20톤인 데 비해 남한은 55~65톤으로 남한의 수량이 훨씬 높다. 북한은 품종이 가진 수량 능력에 비해 포장의 실제 수량이 크게 낮은 것은 품종 특성보다는 재배상의 문제가 크게 작용한다. 남북한 사이의 수량 차이는 품종보다는 재배 여건의 차이가 더욱 중요한 요인이다.

(2) 무

무는 채소 중 재배면적이 1위이고 생산량은 배추 다음으로 많다. 무는 배추와 함께 김장채소로 중요하며 저장, 가공용으로 널리 이용된다. 무도 1대잡종(F1) 육종법을 도입하였으며 재배기술도 많이 개선되어 과거에 비해 소출량(수량)이 증가하였으나 향후 안전한 생산을 할 수 있는 품종을 개발하고 재배기술을 개선할 필요가 있다. 북한이개발한 무의 작형별 육종 성과와 향후 해결해야 할 내용은 <표 6-17>과 같다. 남한의 저장용 무 품종인 태백, 태양무, 서호무를 북한 지역에서 시험 재배한 결과 개당 무게가 무거우며 수량성이 높은 특징이 있었다. 이러한 특성은 북한이 원하는 품종의 특성과 일치한다.

무는 작형에 따라 다양한 용도로 사용된다. 특히 가을무는 가을과 겨울에 이용될 뿐만 아니라 다음 해 5월까지 이용되기 때문에 특히 중요하다. 북한에서 가을무는 강냉이 뒷그루나 여름채소 뒷그루로 재배하는 것이 일반적이므로 생육기간을 단축할 수 있는 품종이 요구된다. 또한 무는 바이러스나 고자리 등 병해충 관리가 매우 중요하기 때문에 병해충 저항성 품종의 선택과 함께 재배 방법의 개선이 요구된다.

13) 황기성, “남새생산조직과 제기되는 과업,” 『남북 농업기술 협력』, 제3차 남북농업 과학실편지음, 월드비전, 2003. 12.

표 6-16. 북한의 배추 품종 육성의 성과와 개선 방향

작 형	육종의 성과	향후 육종 개선 방향
봄배추	조숙성(7~10일 단축) 추대(장다리 서기) 12℃이하 포피, 혼합형	저온생장성 제고 생육기간 60일 품질 개선(포피, 황색) 구중률 85%
여름배추	조숙성 50~55일(모판 15, 본포 35~40일) 고온 결구성 수확시기 8월 하순 내습성, 수확률 80%	조숙성 45~50일 수확시기 8월 중순 교차온도 8℃ 뿌리구조 개선
가을배추	수량성(소출량) 80~120톤/ha 실수량 75~80%	안전다수확 품종 수량성(소출량) 150~200톤 실수량 85% 당 함량, 통색(황색) 개선

표 6-17. 북한의 무 품종 육성의 성과와 개선 방향

작 형	육종의 성과	향후 육종 개선 방향
봄무	장다리 서는 특성 개선 수량성(소출성) 증가	저온생장성 제고 장다리 서는 특성 개선 저장 중 바람 드는 특성 개선
여름무	숙기 55~60일 품질(바람 드는 특성) 개선	숙기 45~50일 품질(당 함량) 개선 병해충 저항성 개선
가을무	수량성 증대 숙기(강냉이 뒷그루 8월 20일) 개선 품질(병해충 저항성, 및 성분함량) 개선	숙기(강냉이 뒷그루 8. 25~9. 5) 병 및 바이러스 저항성 품종 개발 품질(당 함량, 바람 드는 특성) 개선 채중량 증대

(3) 오이

한편 온실 재배용으로 고려하고 있는 북한 오이와 호박의 품종 및 재배특성을 살펴보기로 하자. 오이의 작형별 품종 특성과 문제점은 <표 6-18>과 같다. 남한 오이 품종인 미백다다기, 백봉다다기, 신록다가기, 신희진주 등을 북한 지역에 시험 재배하여 북한의 대표 품종인 사철오이1호와 비교하였을 때 포기당 열매수가 많으며 열매 당 무게는 비슷하여 전반적으로 수량성이 높은 것으로 나타났다. 또한 남한 품종은 북한 품종에 비해 전반적인 품질이 우수한 것으로 나타났다. 또한 온실 오이 품종인 몬타나, 맨스코트(이상 유럽생태형), 은성백다다기, 흑진주, 청장오이(이상 아시아 생태형)를 시험 재배한 결과 유럽형 생태형은 온도, 토양, 염기에 대한 적응성이 강하고 수량성이 높으며 아시아 생태형은 품질이 우수한 것으로 나타났다.

표 6-18. 북한의 작형별 오이 품종 특성과 문제점

작 형	품종명	개선 방향
봄	은과울오이, 사철오이1호 봄오이3호, 가시오이, 함주오이	숙기, 착과성, 병저항성 강화 1대잡종 육종법 확립
여름	여름오이1호, 2호 사철오이1호 수통오이	내습성 강화 착과성 및 결실률 개선 병 저항성 강화
가을	사철오이1호	저온착과성 개선, 결실성 강화 병 저항성 강화
시설	온실오이128호 온실오이2호	다수성 품종 개발, 수정성 개선 떡가루, 노균병, 만활병 저항성 품종 육성

(4) 호박

온실 재배용으로 고려하고 있는 호박은 일반적으로 높은 온도를 요구하지만 대체로 적응범위가 넓은 작물이다. 조선히박의 적정 온도는 18~32℃, 앓은방호박종과 떡호박종은 15~20℃이다. 작형에는 이른 봄재배형, 봄재배형, 여름재배형 등으로 구분된다. 여름재배형은 서리가 내릴 때까지 생산할 수 있으며 토지를 효과적으로 이용할 수 있다. 주요 북한 품종 중 봄재배용으로는 검은앓은방호박, 울호박, 1호 등이 있다. 이른 봄재배용으로는 개성호박이 있다. 여름재배용 품종은 개성호박, 조선히박, 떡호박, 마늘호박 등이 있다.

남한 품종인 농우애호박, 연록애호박, 미당애호박은 모두 조선히박 계통으로 북한 지역에 시험 재배한 결과 수량성은 그리 높지 않지만 품질이 우수한 것으로 평가되었다. 이들 품종은 북한의 대표품종인 개성호박에 비해 마디성이 좋으며 색깔은 옅은 편이다. 호박의 열매 길이가 대체로 짧으며 직경도 가늘고 개당 무게도 북한 품종에 비해 가볍다. 남한 품종의 이러한 특성은 남한 소비자의 요구에 맞도록 개발된 것이어서 북한이 원하는 수량성을 만족시키기는 어려울 것으로 보인다. 그러나 온실 재배에 있어서는 수량성이 상대적으로 덜 중요하며 예상되는 소비자의 특성을 고려할 때 남한 품종이 강점을 가질 수 있다.

북한의 채소의 일반적인 육종 방향은 다양한 작형을 가진 품종을 육성하고 안정 생산을 주된 목표로 한다. 1대잡종의 체중체계를 수립하고 종자의 질을 개선하는 데에 많은 관심을 집중시키고 있다. 채소의 재배면에서는 육묘의 현대화, 시설재배 기술의 개발에 중점을 두고 있으며 병해충을 효과적으로 방제하기 위한 기술의 개발에 중점을 두고 있다. 따라서 노지 채소재배는 다양한 품종의 교류와 안정 생산체계를 구축하기 위한데 시범농장의 목표를 설정하고 온실 채소재배는 시설의 현대와 육묘기술의 교류에 주된 목표를 설정할 필요가 있다.

<노지재배>

노지재배(배추, 무) 품종

작 물	품 종
배추	삼진, 동풍(겨울배추), 진보(중생종), 흑진주(중생종)
무(가을무)	길동무, 서호골드, 향수, 금수강산, 청운, 백자, 관동여름

재배개요

작물명	파종 방법	ha당 피종량	파종기	수확기	재식거리 cm×cm	ha당 시비량(kg)		
						질소	인산	加里
배추	점파	6d ℓ	파종:7하 정식:8하	10중~하	75×45	320	80	200
무(일반)	점파	60d ℓ	8상순	10중~11상	60×20	280	60	160

세부 관리 내용

구분	7월	8월	9월	10~11월
배추	하순:파종준비(5ha기준) 인공상토(20ℓ, 60포)+ 펄라이트(20ℓ, 30포) 를 128구 플러그트레이 1200판에 채움	초순: 정식 준비 5ha에 퇴비 150톤, 소석회 5톤, 봉사 750kg을 살포한 후 트랙터로 갈아줌.	초중순:웃거름주기(1차) 5ha에 요소 800kg, 염화가리 500kg을 잎 과 뿌리에 직접 닿지 않게 호미 등으로 파 고 비료를 준 후 흙 으로 덮음	초중순:웃거름주기(3차) 1, 2차와 동일한 방법 으로 웃거름을 줌
	하순:파종(육묘상) 플러그트레이당 1-2 립씩 파종한 후 잘록 병약(다찌가펜) 살포 한 층의 침입을 막기 위하여 파종상위에 터 널을 만들어 망사로 피복함	중순: 이랑 만들기 5ha에 요소 1.2톤, 용 성인비 2톤, 염화가리 600kg을 살포하여 트 랙터로 흙을 부드럽 게 부순 뒤 75cm 너 비의 이랑을 만들.	하순: 웃거름 주기(2차) 1차와 동일한 방법으 로 웃거름을 줌 ※김매기 및 결구시 작기 이후의 수분관 리 철저	하순: 수확 중생종 배추는 중순 경에 만생종배추는 하순경에 수확 ※속노란 배추의 경우 수확시기가 지나면 속 색이 희게되거나 품질 이 급격히 저하됨
	7월하순-8월하순: 모 기르기 모 기르는 기간은 3주 정도가 소요되며 파습 하면 웃자라게 되므로 물관리에 주의하고 해 충방제에 유의하며 파 종 13-15일경에 구당 1개만 남기고 솟음	하순: 정식 45cm 간격으로 모를 심고 물을 충분히 준 후 물길을 덮어 물의 증발을 막아줌 ※해충 방제 : 벼룩 잎벌레, 배추 좀나방, 진딧물 등	※병해충 방제 : 노 균병, 바이러스병, 배 추 좀나방, 진딧물 등 약제 방제	

구분	7월	8월	9월	10~11월
무	<p>하순: 밭 준비 1ha 당 소석회 2,000kg, 용성인비 300kg 퇴비 15,000kg을 넣고 심경 후 로터리로 깊게 갈아줌.</p> <p>※ 작물 생육 기간 동안 물관리 및 병해충 방제 철저</p>	<p>초순: 파종 준비 1ha 당 요소 210kg, 염화가리 90kg, 붕사 10kg을 넣고 경운기 등으로 흙을 부드럽게 부순 뒤 60cm 너비의 이랑을 만듦.</p> <p>중순: 파종 이랑 윗부분에 20cm 간격으로 3립 가량 점파. 파종 후 물관리 철저 (스프링클러나 점적관 이용)</p> <p>하순: 1차 추비 및 솟음 1ha 당 요소 200kg, 염화가리 80kg을 골고루 나누어 포기 사이에 흙을 긁어내고 시비. 이 때 떡잎의 모양이 기형이거나 웃자란 개체를 솟아 줌.</p>	<p>초순: 1차 추비 및 솟음 계속 요령은 이전과 동일</p> <p>하순: 2차 추비 1ha 당 요소 200kg, 염화가리 80kg을 골고루 나누어 포기 사이에 흙을 긁어내고 시비.</p>	<p>10월 중순: 수확 겉잎이 바닥으로 처질 때를 수확적으로 보며, 수확시기를 너무 늦춰서 바람이 들지 않도록 주의.</p> <p>11월: 움저장 무의 지상부를 완전히 제거한 후 깊이 1.5m, 너비 1m 정도의 움을 판 후 왕겨(짚)을 깔고 그 위에 무를 넣고, 맨 위에 다시 짚으로 덮은 후 흙으로 묻어줌.</p>

<온실재배>

오이 온실재배 계획표

작형	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	비고
반축성 재배		○	-----	△	-----	□ □ □ □							가온
조숙 재배			○	-----	△	-----	□ □ □ □						
여름 재배				○	-----	△	-----	□ □ □ □					
늦여름 재배					○	-----	△	-----	□ □ □ □				병조심
억제 재배	□ □ □							○	-----	△	-----	□	
축성 재배		---	△	-----	□ □ □							○	온도 관리
범례	○ 파종 △ 정식 □ 수확												

□ 호박 온실재배 계획표

작형	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	비고
촉성 재배	-----△----- □ □ □ □ ○-----												쥬키니 육묘
반촉성 재배	○-----△----- □ □ □ □												쥬키니
조숙 재배	○-----△----- □ □ □ □ 온실육묘 온실정식												애호박
노지 재배	○-----△----- □ □ □ □ 노지정식												고온 관리
노지 꽃호박	○-----△----- □ □ □ □ □ □ 정식												조선 호박
억제 재배	□ □ ○-----△----- □ □												쥬키니 노지육묘 정식
범례	○ 과중 △ 정식 □ 수확												

□ 오이 예상 수확량(온실 1,000평당)

작형	내 용	합계
반촉성 재배	수확기간 : 4중 - 6중(온실 60일) 재배면적 : 500평 수확량 : 80kg/1일 × 60일	4,800kg
조숙 재배	수확기간 : 5중 - 7중(온실 60일) 재배면적 : 500평 수확량 : 80kg/1일 × 60일	4,800kg
여름 재배	수확기간 : 7초 - 8말(노지 60일) 재배면적 : 500평 수확량 : 50kg/1일 × 60일	3,000kg
늦여름 재배	수확기간 : 8초 - 10중(노지 70일) 재배면적 : 500평 수확량 : 50kg/1일 × 70일	3,000kg
억제 재배	수확기간 : 10말 - 12중(온실 50일) 재배면적 : 500평 수확량 : 80kg/1일 × 60일	4,800kg
촉성 재배	수확기간 : 2중 - 4중(온실 60일) 재배면적 : 500평 수확량 : 60kg/1일 × 60일	3,600kg
총계	24톤	

□ 호박 예상 수확량(온실 1,000평당)

작형	내 용	합계
촉성 재배	수확기간 : 3초 - 4중(온실 50일) 재배면적 : 500평 수확량 : 40kg/1일 × 60일	2,400kg
반촉성 재배	수확기간 : 4초 - 6말(온실 90일) 재배면적 : 500평 수확량 : 40kg/1일 × 90일	3,600kg
조숙 재배	수확기간 : 5중 - 7중(온실 60일) 재배면적 : 500평 수확량 : 40kg/1일 × 60일	2,400kg
노지 재배	수확기간 : 6중 - 8중(노지 60일) 재배면적 : 500평 수확량 : 15kg/1일 × 70일	1,050kg
노지 풋호박	수확기간 : 7말 - 9말(노지 60일) 재배면적 : 500평 수확량 : 15kg/1일 × 70일	1,050kg
억제 재배	수확기간 : 9말 - 12중(온실 60일) 재배면적 : 500평 수확량 : 60kg/1일 × 60일	3,600kg
총계	14.1톤	

4) 남북한 협력을 강화하기 위해 해결해야 문제들

북한 특구를 중심으로 한 배후지의 남북 농업개발 협력방향은 우선 특구 배후지 농장을 개발하기 위하여 농업 생산 기반을 조성해야 할 것이다. 생산기반 조성과 함께 특구 내 농산물 유통 및 농자재 공급 기반과 농업금융 기반을 조성해야 할 것이다. 특구 내외에서 농업개발협력을 통해 농업생산 기반과 유통, 농자재공급, 농업금융 기반이 잘 조성된다면 북한 농업 발전에 중요한 참고가 될 수 있는 농업협력개발 모델을 제공할 수 있을 것이다. 북한의 농업이 특구에 조성될 시장경제와 접목하여 발전의 토대를 구축하는 시범적 농업개발협력 모델은, 가깝게는 특구 배후지역의 농업개발 뿐만 아니라 멀게는 남한 및 외국과의 교역 확대를 통해 북한 전역의 농업개발에도 적용할 수 있는 모델이기 때문이다.

농업기반 복구 및 정비사업은 과거 수해피해로 인해 파괴된 농경지와 시설물을 복구하고 정비하는 사업으로 일차로 피해 상황을 조사하는 작업이 선행되어야 한다. 임진강 하류의 개성 일대는 집중호우가 빈번한 지역이어서 농경지의 침수 및 유실 피해가 상당할 것으로 추정된다. 현재 토지정리사업이 진행되고 있기 때문에 토지정리사업 지역에 대해서는 북한 당국이 대책을 세우겠지만 토지정리 대상지역이 아닌 농경지에 대해서는 별도의 대책이 강구되어야 할 것이다. 그런데 농업기반의 복구 및 정비사업은 산림황폐지에 대한 방책과 함께 추진되어야만 효과가 있다. 북한의 산림 가운데 13.3%가 황폐산지로 분류되어 있고 특히 농경지와 가까운 산지는 대부분 황폐화하여 있다고 해도 과언이 아니다. 따라서 농업기반 복구 및 정비사업 지역과 연계하여 산림황폐지 복구사업계획을 수립할 필요가 있다. 산림황폐지 복구는 경사지의 이용계획에 따라 먼저 복구 대상 산지를 구분하고 이를 대상으로 연료림 또는 용재림 조성계획을 수립해야 할 것이다. 연료림은 난방 연료가 부족한 인구 밀집지역 주변의 무림목지 등이 주된 대상으로 하는 것이 바람직하며 용재림은 인구 밀집지역이 아닌 무림목지나 나지를 대상으로 하는 것이 바람직하다. 북한은 아직 식량 문제가 심각하기 때문에 이미 개발된 경사지 중에서도 우리의 기준으로는 산지로 환원하는 것이 적절하다고 하더라도 북한의 실정으로는 당분간 식량 생산을 위한 농지로 활용하는 것이 필요한 곳도 있을 것이므로 농경지로 남아 있는 지역에 대해서는 토양침식과 같은 환경피해가 나타나지 않도록 경사지 관리대책을 별도로 수립해야 할 것이다. 복구대상 지역 중에서는 사방사업이 필요한 곳이 많이 있을 것이다. 먼저 사방 대상지를 구분하여 어떤 형태의 사방사업이 필요한지 선정기준을 마련해야 한다. 사방사업에는 일반사방, 특수사방, 사방조립 등 사방사업의 목적과 방법에 따라 여러 가지 형태로 나눌 수 있다.

이와 같은 농업기반의 정비 못지않게 중요한 것은 농장을 효과적으로 운영하기 위한 제도적 틀을 확립하는 일이다. 지금까지 남북한은 민간단체의 지원에 의해 농업협력을 추진한 바는 있지만 정부 차원의 농장개발 협력사업은 아직 추진된 바 없다. 2005년 8

월 개성에서 제1차 남북농업협력위원회가 개최되어 몇 가지 사업에 대해 2006년부터 협력사업을 추진키로 합의하였으나 아직 후속적인 실무협의를 이루어지지 않아 사업이 추진되지 못하고 있다. 이는 남북한 사이에 합의된 최초의 농업협력 사업이라고 할 수 있다. 지금까지 민간이 주도한 농업협력사업은 주로 농자재나 농기계 등 농업 부문에 필요한 물자를 지원하는 것이 핵심이었으며 전문가나 기술을 교류하는 사업은 소수에 불과하다. 특히 사업지역도 평양을 중심으로 추진됨으로써 기술의 확산에 한계가 있었다. 사업의 목표에 있어서도 북한의 식량난을 타개하기 위한 지원성 성격을 가진 사업이 대부분이었으며 북한 농장의 자생력 확보를 목표로 한 사업은 일부에 지나지 않는다. 이러한 제한적 목표에도 불구하고 농업 분야의 협력사업을 통해 남북한은 협력을 심화시켜왔으며 점차 바람직한 방향으로 사업을 추진하고 있다. 그렇지만 지금까지의 경험을 통해 얻은 교훈은 향후 남북한 농업 분야 협력사업을 위해 큰 도움이 될 것이다.

첫째, 사업을 추진하기 전에 사업의 분명한 목표를 설정하고 남북한 당사자가 이를 인식하는 과정이 필요하다. 대부분의 사업이 남측의 조건 없는 제안과 북측의 일방적인 요구에 의해 추진되는 면이 없지 않아 사업의 목표가 불명확한 가운데 추진됨으로써 협력사업이 제자리에 맴도는 경우가 허다하다. 따라서 배후지 농장개발사업도 농장 형태에 따라 당초 의도하였던 목표를 분명히 하고 가능하면 계량화된 목표를 설정할 필요가 있다. 이러한 목표 가운데는 최종 목표뿐만 아니라 중간 목표도 설정하여 사업이 효과적으로 추진될 수 있도록 해야 할 것이다.

둘째, 사업의 목표가 정해지면 이러한 목표에 도달하기 위한 남북한의 역할을 분명하게 설정할 필요가 있다. 대부분의 사업이 남북한의 역할 분담에서 남측은 자금과 물자를 제공하고 북측은 토지와 노동력을 제공하는 것으로 설정하고 운영에 관해서는 합의를 하지 않은 채 북측의 일방적인 운영방식을 따름으로써 사업의 효과가 반감되고 사업을 추진하는 당사자들 사이에 충돌이 일어나는 계기가 된다. 특히 개성공단 배후지 농장개발 협력사업은 단순한 지원사업이 아니라 농업개발협력사업 성격을 지니고 있는 만큼 북한 농업의 발전을 목표로 하고 있다. 따라서 북측 내부에서 사업의 성과를 극대화하고 투명한 운영을 위한 제도적 장치를 마련하지 않으면 안 될 것이다.

셋째, 사업운영의 투명성을 확인하기 위한 감시절차가 필요하다. 최근 대북 인도적 지원에 대해서도 분배의 투명성을 확보하기 위한 제도적 장치를 마련하는 데에 많은 노력을 하고 있다. 이는 협력의 지속성을 담보하기 위한 장치이다. 특히 인도적 지원이 아닌 개발협력에 있어서는 사업운영의 투명성 확보야말로 필수적인 조건이다. 당초 약속한 대로 사업이 추진되고 있으며 사업 추진상의 걸림돌은 없는지 보다 효과적인 사업 추진을 위해 해결해야 할 점은 무엇인지 확인함으로써 사업의 성과를 높일 수 있다. 사업의 평가를 통해 이를 확인한다면 이미 때는 늦다. 따라서 사업이 추진되는 과정에

서 문제점을 해결함으로써 효율적인 방법으로 더 큰 사업 효과를 기대할 수 있을 것이다. 전문가의 농장 방문 절차나 방문회수, 물자의 전달방법, 물자 사용의 적절성을 판단하기 위한 모니터링 방법 등 구체적인 사항까지 사전에 합의하고 이를 실천해 나가야 할 것이다.

넷째, 사업의 평가를 실시하고 이를 토대로 다음 단계의 사업을 계획하는 절차가 필요하다. 지금까지의 협력사업은 평가절차를 생략하거나 북측이 자체적으로 평가한 것을 그대로 인정하는 형식을 취해 왔다. 그리고 평가 결과가 다음 단계의 사업에 제대로 반영되지 못함으로써 평가를 위한 평가로 끝나는 경우가 대부분이었다. 배후지 농장개발에 있어서는 이러한 점을 반성하여 남북한이 함께 참여하여 주어진 목표를 평가하는 방식을 택해야 할 것이다. 이를 위해서는 당초 사업을 구상할 때 최종목표는 물론 중간목표에 대한 분명한 평가지표를 설정하고 이 지표를 중심으로 평가를 실시해야 한다. 북측이 일방적으로 제출한 자료나 평가가 아니라 남북한의 관계자가 참여하여 평가를 실시해야 하고 평가 결과가 농장의 구성원에게 전달됨으로써 평가가 사업의 성과 증대로 이어지도록 해야 할 것이다.

다섯째, 이상과 같은 사업의 절차 못지않게 중요한 점은 배후지의 농장이 자생력을 갖도록 하는 일이다. 이를 위해서는 북측 농장의 구성원 태도 변화가 무엇보다 중요하지만 태도변화를 유도하는 제도적 장치를 만드는 것도 그 못지않게 중요하다. 농장에서 생산된 농산물은 엄격한 품질검사를 통해 적절한 가격이 매겨지도록 하고 이를 구매하는 측은 일관성 있게 이를 지키도록 해야 할 것이다. 그리고 개발코자 하는 농장에 공급하는 물품의 종류와 양, 기술도 연차적으로 농장의 자생력을 키울 수 있는 방향으로 세밀하게 계획되어야 한다. 초기에는 안정적이며 충분한 지원이 필요하지만 점차 지원을 줄이고 필요한 물품은 구매하도록 유도해야 할 것이다.

이상과 같은 노력 이외에도 남북한 농장개발사업이 추진되기 위해서는 당국자 차원에서 해결해야 할 제도적 문제점이 존재한다. 개성공단 배후지는 군사적으로 민감한 지역이기 때문에 남북한 당국자 사이에 통행, 통신, 통상에 관한 합의를 통해 예상되는 문제점을 사전에 해결해야 한다. 모든 문제를 한꺼번에 해결할 수는 없지만 사업이 시작되기 전에 예상할 수 있는 문제점을 발굴하여 하나씩 해결해나감으로써 협력사업이 차질 없이 진행될 수 있다. 개성공단 배후지 사업도 다른 협력사업과 동일한 제도적 제약을 받고 있지만 개성공단 배후지라는 특수성 때문에 더욱 까다로울 수 있다. 그러나 이 지역은 앞으로 북한의 발전을 위한 교두보가 될 수 있는 곳이므로 북측으로서도 기대가 클 것으로 예상되기 때문에 치밀하게 사업을 구상한다면 오히려 모범적인 협력사업으로 발전시킬 수 있을 것이다.

마. 국제공유하천의 협력사례 및 임진강유역 적용방안

1) 동서독의 사례

제2차 세계대전 이후 동서독으로 분단되기 전까지 독일은 동일한 물 관리 정책과 제도 하에 운영되었으나 분단 이후 동서독은 제각기 다른 정책과 제도를 채용하게 되었다. 동독은 과거의 분산적 물 관리 제도를 중앙집중적 형태로 전환하여 고도로 통합된 제도를 운영하였다. 이는 동독의 물 부족 문제를 해결하고 수자원을 효과적으로 이용하기 위한다 있다. 더구나 하천의 수질 오염이 증가하면서 물 부족 문제는 더욱 심각해졌다.

이와는 달리 서독은 일찍이 환경보호를 통해 하천의 수질 오염을 방제하는데 많은 비용을 지출하였으며 기술적인 방지책도 축적하였다. 동독 지역에서 오염된 물이 서독에도 영향을 미치게 되자 동서독은 협상의 필요성이 대두되었다. 동독은 수질오염을 제공하였지만 오염자부담원칙을 인정하지 않았기 때문에 서독은 재정적 지원뿐만 아니라 오염 방지를 위한 기술적 지원을 제시할 수밖에 없었다.

가) 동서독 사이의 수자원 관련 협력합의서

동독의 주요 하천인 엘베강, 오더강, 나이세강은 동부 및 서부의 인접국가를 흐르는 공유하천이었다. 이 중에서 전체 수량의 95%가 동서독 국경을 넘나들면서 동독에서 서독으로 흐른다. 따라서 동독지역에서 오염된 물은 자연히 서독지역을 통과하게 되므로 서독은 동독과의 협상을 통하여 수질 오염을 경감시키기 위하여 노력하였다.

맨 처음 이루어진 합의는 1973년 9월 20일의 동서독 국경지역 피해 경감을 위한 합의였다. 이 합의는 동서독 국경지역에서 발생할 수 있는 홍수, 결빙, 배수 차단, 기름 오염, 지하수 및 토양 오염 등 각종 피해로부터 하천을 보호하기 위한 조치였다. 이를 위하여 동서독은 정보를 교환하기 위한 방안을 구체화하였다. 피해를 유발할 가능성이 있으면 해당 국가는 상대 국가 지역으로 피해가 확산되지 않도록 각종 조치를 취하고 효과적인 방안이 있으면 서로 동의하여 손상을 극복하기 위한 조치를 취할 수 있도록 합의하였다. 피해가 발생하면 사실을 확인하기 위하여 조사할 수 있는 규정도 정하였다. 또한 이 합의에서 동서독은 국경 하천의 증축과 정리, 그와 관련된 물 관리시설에 대한 제반 조치를 할 수 있도록 합의하였다. 국경하천이 강우침식에 의해 홍수나 범람의 피해가 예상될 때 사전에 이를 예방하기 위한 보호 조치, 하천의 증축과 정리, 제방을 포함하는 국경하천의 물 관리 시설의 정리, 증축, 운영에 관한 합의였다.

두 번째 합의는 1987년 9월 8일 이루어진 환경보호분야의 추가 합의이다. 1987년 6월 10일 동서독은 환경보호에 관한 포괄적인 합의, 이른바 환경보호기본협정에 가서명

하고 9월 8일 서명하였다. 이를 통해 동서독은 물 관리에 관한 교류협력이 본궤도에 접어들었다. 이후 동서독은 대기정화, 산림훼손 방지, 폐기물 처리, 자연보호, 하천보호 등 환경보호와 관련된 모든 분야에서 협력을 하기로 합의하였다.

동서독 사이에 이루어진 세 번째 중요한 합의는 1989년 7월 6일의 동독 내 환경사업 실행에 관한 공동성명이었다. 이 합의에서 서독은 재정부담으로 동독 지역에서 6개의 환경보호사업을 추진키로 하였다. 구체적인 사업으로는 엘베강에 대한 수은 및 염화탄산수소 오염 경감, 유황산화물과 질소산화물로 인한 대기 오염의 경감이 포함되어 있다. 이후 1989년 7월 8일에는 니더작센주의 환경공채발행에 대해 동서독이 합의하여 공채 발행을 통하여 국경을 통과하여 상대 지역에 영향을 미치는 하천 및 대기정화계획을 추진하고 화학단지에 수은 제거시설 및 다단계 정화시설을 건립키로 하였다. 또한 1989년 11월 2일, 12월 20일, 12월 22일 동서독은 연속적으로 수자원 및 환경보호를 위한 공동성명 몇 도는 합의를 발표하였다.

나) 동서독 접경지역의 하천오염 방지를 위한 협력 실패 사례

동서독 사이의 하천협력 사례는 베라강(Werra), 뢰텐강(Röden)이 대표적이다. 전자는 협력의 실패사례이고 후자는 성공사례이다. 먼저 동서독 사이의 공유하천에 대한 분쟁해결 실패사례를 소개하고자 한다.

베라강은 베저강(Weser)의 주된 본류를 이루는 강으로 동서독을 가로지다가 최종적으로는 북해에 연결되는 강이다. 문제가 되는 것은 동독지역 내 베라강 유역에 위치한 칼리산업에서 배출되는 하수가 베라강으로 유입됨으로써 베저강 상류의 염도를 높인다는 점이다. 베라강 유역에 위치한 칼리산업으로부터 발생하는 하수에 대해서는 이미 1913년 칼리하수위원회에 의해 규제되고 있으나 동독은 1968년부터 튀링겐에서 발생하는 칼리산업의 하수를 전부 베라강으로 직접 방류함으로써 서독지역을 흐르는 베라강과 베저강의 수질을 심각하게 오염시키게 되었다. 염분이 점차 쌓이게 되자 1980년대에는 베저강 및 그 인접 지역은 지하수를 식수로 사용하지 못할 정도로 오염이 심각하게 되었으며 하천의 염분 농도가 높아져서 여러 가지 부작용이 나타나기 시작하였다. 결국 이 문제가 양독간의 쟁점으로 부각되었고 이에 동서독은 대책을 마련하기 시작하였다.

협상 초기 서독정부는 베저강의 염분 농도를 낮추는 환경조치에 필요한 모든 재정부담을 오염자부담원칙에 따라 동독이 질 것을 요구하였으나 동독은 수혜자부담원칙을 강력하게 요구하였다. 1980년부터 1982년까지 동서독은 오염을 낮추기 위한 기술적 검토를 하였으며 이를 토대로 실효성 있는 대책을 강구하였다. 동독은 하천이 정화되면 서독지역이 대부분의 혜택을 누리게 된다는 점을 강조하였고 이에 따라 베저강유역 인근 서독의 연방주들이 재정을 부담하기로 의견을 모았으나 연방주의 반발이 거세어

지자 서독정부 차원의 재정부담으로 결론지었다. 이 후 1984년부터 동서독은 하천오염을 방지하기 위한 4개 분야의 협력 추진을 위한 협의가 시작되었다. 그 후 여러 차례 협상이 있었지만 1989년에 이르기까지 어떠한 쟁점에 대해서도 합의를 도출하지 못하고 동서독의 통합을 맞이하게 되었다. 통합 이후 구 동독지역의 칼리공장은 서독의 칼리공장에 흡수 합병되었으며 일부는 가동을 중단하였다. 협상 실패로 인하여 독일은 엄청난 환경피해를 입었으며 경제적인 피해도 적지 않았다.

다) 동서독 접경지역의 하천오염 방지를 위한 협력 성공 사례

뢰덴강(Röden)은 동서독의 국경을 가로지르는 공유하천으로써 동독지역의 각종 산업체로부터 방류되는 하수로 인하여 심각하게 오염되었으며 이로 인해 하천유역의 서독지역 주민은 늘 건강의 위협을 느끼면서 살아야만 했다. 이러한 상황에서 동서독은 이 문제를 해결하기 위한 합의를 지속적으로 추진하였으며 1983년 3월 국경위원회를 통해 본격적으로 논의되고 그해 10월에 뢰덴강 수질을 개선하기 위한 동독지역 하수 배출 및 처리에 관한 협의가 이루어졌다.

이 합의에 의하면 서독의 연방정부와 바이에른주는 동독에 위치한 존넨베르크시에 정화시설을 포함하는 오수처리시설을 설치하는데 1,800만 마르크를 부담하기로 하고 서독의 연방정부와 바이에른주가 각각 절반씩 부담하기로 하였다. 설비에 대한 운영비는 동독이 부담하기로 하였다. 이 합의는 모두 6개의 핵심조항으로 이루어져 있으며 기술적 조항, 정보의 교환, 비용부담의 원칙, 협의기구 및 운영 주체, 합의 유효기간 등의 내용을 담고 있다.

2) 메콩강의 사례

가) 메콩강 개관

인도차이나 지역의 젓줄인 메콩강은 티벳고원에서 발원하여 중국 운남성, 미얀마, 타이, 라오스, 캄보디아, 베트남 등 6개국을 관통하는 세계 12번째의 큰 강이다. 강유역 면적은 795,000km²로 한반도의 4배에 해당하며 세계 21번째이며 유량은 초당 15,000m³로 세계 8번째이다. 메콩강을 접하고 있는 중국의 운남성과 타이 등 5개국의 면적은 233만 km²이며 인구는 약 2억 3,000만이다.

메콩강을 접하고 있는 중국의 운남성과 타이를 비롯한 인도차이나 국가들은 경제개발과 본격적인 외자유치, 지역격차의 해소를 위하여 도로, 철도, 에너지, 통신 등 각종 인프라의 확충이 시급한 실정이며 농업이 국가의 기간산업이다. 따라서 이들 인접국가들은 메콩강을 효과적으로 이용하기 위하여 각축을 벌이고 있으며 메콩강은 지역 국가

의 산업뿐만 아니라 사회, 문화, 정치 등 각 방면에 많은 영향을 미치고 있다. 한편 일본, 호주, 유럽 국가들은 메콩강 유역의 개발 참여를 통해 인도차이나 국가들의 경제개발에 참여하고 정치 외교적 영향력을 행사하기 위하여 적극적인 반응은 보이고 있다. 아시아개발은행(ADB) 등은 낙후된 이들 지역의 경제사회개발을 위하여 메콩강 개발에 많은 지원을 추진하고 있다.

표 6-19. 메콩강의 주요 지표

국가/지역	면 적				유 출 량	
	국토면적 (km ²)	유역면적 (km ²)	유역/국토 (%)	국별비중 (%)	연평균유출량 (m ³ /초)	비중 (%)
중국 운남성	294,000	165,000	41.9	22	2,410	16
미얀마	678,000	24,000	3.5	3	300	2
라오스	236,800	202,400	85.5	25	5,270	35
태국	514,000	184,240	35.8	23	2,560	18
캄보디아	181,035	154,730	85.5	19	2,860	18
베트남	329,556	65,170	19.8	8	1,660	11
합계	2,333,391	795,540	-	100	15,060	100

자료 : Mekong River Commission, State of the Basin Report 2003, June 2003.

나) 메콩강의 분쟁 발생과 분쟁 해결을 위한 노력

메콩강은 그 전략적 중요성으로 인해 오랫동안 인접 국가 간 분쟁의 대상이 되었으며 앞으로도 분쟁의 대상이 될 것으로 전망된다. 메콩강이 국제 협정에서 처음으로 언급된 것은 1856년 프랑스와 시암(현재의 타이) 사이에 체결된 조약이었으며 이 조약에서 프랑스는 메콩강을 무역과 상업적 이익을 확대하기 위하여 그들의 통제 하에 두고자 하였다. 1867년에 체결된 프랑스와 시암간의 두 번째 조약에서는 시암이 캄보디아를 프랑스의 보호령으로 두는데 합의하는 대신 캄보디아의 바탐방과 시암립 지역을 얻게 되었다. 1887년 프랑스는 코친차이나(남베트남), 안남(중베트남), 톤킨(북베트남)과 캄보디아를 합쳐 인도차이나연방을 창설하고 1893년에는 라오스를 연방에 편입시켰다. 1893년 프랑스는 시암과의 조약에서 메콩강 내부의 섬을 포함한 메콩강 전체를 프랑스의 관할로 두게 되었고 1907년 조약에서는 시암으로부터 캄보디아의 바탐방과 시암립 두 지역을 돌려받게 되었다.

제1차 세계대전이 발발함에 따라 시암은 연합국에 가담하였으며 이로 인해 시암은 다른 연합국들과 동등한 외교적 지위를 갖게 되었고 1926년 프랑스-시암간 조약에서는 시암과 인도차이나간 국경을 메콩강의 가장 깊은 곳으로 한다고 일부 조항을 수정하였으나 메콩강 내의 모든 섬은 여전히 프랑스의 영토로 남게 되었다. 제2차 세계대

전이 발발하지 시암은 일본과 동맹관계를 맺게 되었으며 시암은 일본의 군사적 지원 하에 프랑스에 넘겨준 캄보디아와 라오스의 일부 지역을 1941년 조약에서 되찾게 되었다. 제2차 세계대전 종전과 함께 프랑스와 일본의 철수로 생긴 공백을 이용하여 베트남은 독립을 선언하고 독립전쟁을 시작하였고 미국은 이 지역에 대한 군사적 개입을 강화하였다.

1950년 인도차이나 국가들과 프랑스 사이의 협정에서 메콩강은 처음으로 국제하천(International River)으로 인식되었으며 이제 메콩강은 시암과 프랑스의 국경이 아니라 타이, 라오스, 캄보디아, 베트남을 연결하는 강으로 인식되고 메콩강의 항해와 이용 규제를 위한 위원회가 설치되었다. 메콩강 위원회 창설을 통해 연안 국가들은 다른 나라의 이해를 침해하지 않는한 메콩강의 수자원을 관개 등 지역발전을 위하여 사용할 주권적 권리를 갖게 된다.

1954년 캄보디아, 라오스, 베트남은 메콩강의 항해에 관한 협정을 체결하였으며 타이는 서명국가에서 제외되었다. 1994년 호주의 지원에 의해 타이와 라오스간 우정의 다리 건설을 계기로 양국 간의 협정에서 우정의 다리를 동등한 거리만큼 양쪽에서 소유한다고 규정하였으나 국경은 여전히 1926년 시암과 프랑스 사이에 체결된 협정이 유효한 상황이다.

1957년 라오스, 캄보디아, 타이, 남베트남 4개국은 회의를 갖고 메콩강 하류 유역(Lower Mekong Basin)의 개발을 위한 조사를 수행하기 위한 위원회 설립을 합의하였다. 이 회의에서 메콩위원회의 조직과 역할에 대한 초안 작성을 ECAFE에 요청하고 규정 작성을 유엔에 의뢰하였다. 1957년 9월 17일 4개국 대표는 'Committee for Coordination of Investigation of the Lower Mekong Basin'의 기본규정을 채택하였으며 이 결과 메콩위원회가 공식적으로 출발하였다. 메콩위원회의 활동이 개시되면서 미국, 프랑스, 일본 등은 관개, 수력발전, 항해, 홍수조절, 농업개발 등 메콩강 유역 개발 계획에 본격적으로 지원하기 시작하였으나 베트남 전쟁의 발발 등 개발계획을 둘러싸고 국가 간 갈등이 심화되었다.

메콩위원회는 국가 간 갈등으로 인하여 메콩강 이용의 조정이라는 원래의 기능을 수행하지 못하였으며 두 개 이상의 국가가 관련되는 사업은 한 건도 진하지 못하였다. 메콩강유역의 개발은 초기에는 정치적 목적에 따라 대규모 댐 건설을 위주로 추진되었으며 다른 사업의 추진 실적은 미미하였다. 1957년에 설립된 메콩위원회는 관련 국가 간 협조가 주목적이었으며 메콩강 수자원의 효과적 개발, 관리 및 균등한 수자원 이용에 관한 규정은 포함되지 않았다.

미국은 베트남 전쟁을 종결시키기 위하여 1973년 파리협정을 체결하고 이를 통해 인도차이나 반도의 지역개발을 위해 미국은 대규모의 지원을 약속하였으며 이를 실천하기 위하여 1975년 1월 라오스에서 관련 국가 간 합동선언을 채택하였다. 1975년 합동

선언에서는 1957년의 메콩위원회 규정에다 유역내 수자원의 최적이용이라는 새로운 목표를 도입하고 이 목표의 달성을 위한 기본 원칙을 정립하였으며 메콩강의 지류에 대해서도 본류와 같은 규정을 도입한다는 내용을 삽입하였다. 1975년 선언에서는 메콩강의 본류 및 지류에서 하류에 영향을 줄 수 있는 사업을 계획할 경우 사업 추진 국가는 관련 국가에 사전에 정보를 제공해야 하며 실제로 사업을 추진할 경우 관련 국가의 승인을 받도록 규정하고 있다. 그러나 1975년 베트남 전쟁이 종식되고 베트남이 공산화되었으며 1979년 베트남은 캄보디아를 공격하여 캄보디아가 1975년 합동선언에 불참하게 됨으로써 이 선언은 무산되었다.

캄보디아의 참여가 사실상 어렵게 되자 1977년 임시 메콩위원회에서는 캄보디아를 제외한 타이, 베트남, 라오스 3개국 대표가 모여 'Interim Committee for Coordination of Investigation of the Lower Mekong Basin'의 창설을 위한 선언에 서명하고 1978년 임시메콩위원회가 설립되었다. 임시메콩위원회는 선진국의 베트남 등에 대한 재정지원 통로로도 활용되었으나 재정지원 규모가 크지 않아 대부분 중규모 사업 중심으로 추진되었다. 특히 타이에서 일기 시작한 환경운동의 영향으로 대규모 사업 추진이 점점 더 어렵게 되었으며 메콩강 본류의 대규모 댐 사업에 대한 재평가도 필요하게 됨으로써 메콩강 유역개발에 관한 국가 간 협력이 불투명해졌다. 이후 메콩강유역 개발을 지원하는 국제기구 등은 메콩강 개발이 지나치게 사업의 시행에 집중되어 있다는 비판을 받게 되었으며 메콩강 개발은 유역내 국가의 개발수요에 대응한 지역개발 전략에 중점을 두어야 하고 특히 메콩강의 수자원을 효과적으로 이용하기 위한 기준 마련에 사업의 중점을 두어야 한다는 비판을 받게 된다. 타이의 급속한 경제성장으로 인해 산업 및 농업 용수 수요가 급격히 증가함에 따라 타이는 메콩강으로부터 200m³/초의 용수를 조달한다는 계획을 수립하였지만 이 계획이 추진될 경우 메콩강 하류 지역은 건기(Dry Season)의 수위가 평균수위 이하로 감소하며 이 경우 국가 간 분쟁 발생이 소지가 많아짐에 따라 유역 국가가 갈등이 대두된다. 베트남은 상류에서 메콩강 수장원이 다른 용도로 전환될 경우 발생할 수 있는 건기의 수량 부족을 우려하고 있으며 수량이 부족할 경우 베트남 쌀의 45%를 생산하는 메콩델타 지역에 해수가 침투하여 염분농도가 높아짐으로써 쌀 생산에 영향을 미칠 수 있음을 염려한다. 라오스 역시 메콩 수위가 낮아질 경우 항해에 어려움이 있을 것으로 예상함으로써 타이와 마찰을 빚게 된다. 이러한 문제점 때문에 1992년 타이는 메콩위 회의를 일방적으로 취소하고 메콩위에서 탈퇴한 후 메콩강 사업을 독자적으로 추진하겠다고 발표함으로써 메콩강 개발을 위한 재정 지원 국가들로부터 비난을 받게 된다. 타이는 1986년까지 자국의 수자원 이용의 최우선 정책이 수력발전에 있다고 주장하여 왔으나 1987년에는 처음으로 수자원 이용의 최우선 정책이 관개에 있다는 것을 인정하고 타이는 메콩강 유역의 수자원을 다른 강으로 전환하여 타이 북동부에 80만 ha의 농경지에 관개를 하기 위한 사업을 추진하게 되

자 메콩위원회와 마찰을 빚게 된다. 이 시기에 타이는 중국과 미얀마(버마)를 메콩위원회에 가입 시켜 베트남, 라오스, 캄보디아의 반대를 무력화시키려고 하였으나 다른 국가들은 이에 반대하였다.



자료: Mekong River Commission Secretariat. 1996. 12. Mekong Work Programme 1996.

그림 6-17. 메콩강과 유역 현황

이러한 분쟁 이후 타이 정부는 외교적 노력과 UNDP의 중재로 1992년 홍콩에서 4개국 회의를 가짐으로써 새로운 전기를 마련하였으며 캄보디아의 메콩위원회 가입이 성사되었다. 1995년 4월 5일 새로운 메콩위원회 협정이 타이에서 조인되었으며 이로써 현재의 메콩강위원회(Mekong River Commission)가 창설되었다. 현재의 메콩강위원회도 6개국이 모두 참여하는 것이 아니라 여전히 중국과 미얀마가 제외되어 있는 상황이며 완전하다고 할 수 없다. 타이는 메콩강 지류의 수자원 활용에 대해 메콩위원회의 협의 대상에서 제외시킬 것을 주장하는 반면 다른 회원국들은 반대 입장을 가지고 있다.

다) 1995년 메콩강 협정의 주요내용

1995년 협정은 미래의 중국과 버마의 참여를 염두에 두고 그 사업범위를 메콩강유역 전체로 하고 있으며 종래의 협정에서와 같이 Lower Mekong Basin이라는 용어를 사용하지 않고 있다. 이 협정은 1975년 협정과 달리 유역, 본류, 지류에 대한 물리적, 지리적 정의를 뚜렷이 하지 않고 있는데 이는 유역의 일부를 포함하는 중국과 버마가 아직 참여하지 않고 있기 때문이기도 하지만 메콩위의 관련 범위를 축소시키고자 하는 태국의 의도가 반영된 결과이기도 하다. 새 협정은 메콩위의 임무를 유역개발계획의 수립이라는 좁은 범위로 규정하고 있으며 사업범위를 외부의 재정지원에 의한 Basin-wide 프로젝트의 수행으로 제한하고 각 국가에서 독자적인 재원으로 수행하는 사업을 가능한 한 포함하지 않도록 하고 있다. 메콩위는 건기의 메콩강 수량조정을 위해 관련국가 간 협의를 할 수 있도록 규정하고 있으나 그 실제적 수행은 각 국가의 의지에 달려 있으며 메콩위가 수행을 강제할 수 없다는 한계를 가지고 있다. 또한 건기 메콩강 수량조정을 위한 합의는 메콩강 본류에 한정되며 지류 수자원의 전용에 대해서는 Joint Committee에 통지를 하는 것으로 족하게 되어있다. 이는 메콩강 지류에서 행해지는 메콩강 수자원의 타 강 유역으로의 전환에 대해서도 역시 메콩위의 통제의 범위를 벗어나는 것을 의미한다. 따라서 1995년 협정은 메콩강 수자원의 국가간 균등한 사용과 유역의 발전을 위한 법적 구속력을 제공한 것이라기보다 국가간의 협력의사를 표시한 것에 불과하다고 할 수 있으며 실제적 협력은 각 국가의 선의에 기대할 수밖에 없다는 것을 의미한다.

1995년의 주요 합의 내용을 살펴보면 ①각국의 물이용 프로그램을 지원 ② 1995년 합의된 물이용 규칙을 실천하도록 노력 ③향후 6년 이내 물이용 규칙에 관한 용어 및 세부규정을 협의하되 자료 및 정보교환 절차 ④사전통보 및 문의에 관한 예비절차 등 네 가지 이다. 현재 물이용을 감시하기 위한 절차와 사전 통보 및 문의 절차는 이미 합의되었으나 본류의 수량을 유지하기 위한 규정과 수질에 관한 규정을 아직 합의되지 못하고 있다.

메콩강위원회(MRC)에는 관련 4개국을 대표하는 장관급(Ministrial) 또는 각료급(Cabinet) 인사로 구성되는 이사회(Council), 차관급(Head-of- department)으로 구성되는 합동위원회(Joint Committee), 그리고 사무국(Secretariat)이 있다. 이사회의 의장은 국가명 알파벳 순으로 4개 국가가 1년씩 돌아가며 맡으며 매년 최소한 1회 이상 회의를 갖는다. 합동위원회의 의장 역시 매년 돌아가며 맡으나 알파벳 역순으로 한다. 사무국의 임무는 이사회 및 합동위원회의 정책수립 및 수행을 기술적, 행정적으로 돕는 것이다. 사무국의 위치는 이사회에서 정하도록 되어 있으며 협정 조인 당시 사무국은 방콕에 소재하였으나 그 후 캄보디아의 프놈펜으로 옮겼다가 지금은 라오스의 비엔티안에 소재한다. 사무국장은 합동위원회가 선발한 명단 중에서 이사회가 지명함으로써 결정된다. 사무국장(Chief Executive Officer)은 종전의 Executive Agent와 유사한 기능을 가지나 이름을 바꾼 것은 종전의 Executive Agent가 너무 독자적 행동을 하고자 한데 대한 견제의 한 방편으로 볼 수 있다.

라) 메콩강을 둘러싼 각국의 입장과 핵심 쟁점

메콩위원회는 핵심 프로그램(Core Programmes), 부문 프로그램(Sector Programmes), 지원 프로그램(Support Programmes) 등 다양한 프로그램을 운영하고 있으며 일부 프로그램은 회국국간 합의가 되지 않아 실행되지 않는 경우도 있다. 핵심 프로그램에는 물이용 프로그램(Water Utilization Programme), 유역개발 계획(Basin Development Plan), 환경 프로그램(Environment Program), 홍수조절 및 경감 프로그램(Flood Managment and Mitigation Programme) 등 4개의 프로그램을 운영하고 있으며 홍수조절 및 경감 프로그램은 가장 최근 합의된 것으로 아직 초기 단계이다. 부문 프로그램에는 어업, 농업 및 관개, 수자원, 항해, 관광 등 5개의 프로그램이 있다. 지원 프로그램에는 인력개발 및 훈련 프로그램이 운영된다. 태이는 메콩강 하류 국가 중에서는 맨 위쪽에 위치하고 있기 때문에 가능한 메콩강으로부터 많은 수자원을 활용하려는 입장을 취하고 있기 때문에 메콩강위원회의 활동에 상대적으로 소극적인 자세를 견지하고 있다. 지금까지의 메콩위 활동에서도 태이는 동일한 입장을 취하고 있으나 최근에는 국내 환경단체의 반발이 심하여 수자원 개발을 위한 새로운 사업의 제안을 자제하고 있다. 메콩위에서 결정된 사항이 국내 단체들의 반발로 인해 무산되는 사례가 증가함에 따라 환경단체나 지방정부, 국제원조기구를 메콩위원회의 작업반(Working Group)이나 합동위원회에 참여시키는 것을 일반화하고 있으며 현재 태이에는 메콩강 유역 관련 25개의 민간단체가 활동하고 있다. 최근 중국이 메콩강 상류지역에 대규모 댐을 건설함으로써 물의 이용을 둘러싸고 마찰을 빚고 있으나 중국은 수문 정보를 하류 국가에 제공하지 않아 비난을 받고 있다. 중국은 메콩강의 중국 측 강인 랑창강을 국제공유하천이 아닌 국가 하천으로 주장하면서 메콩강 수자원 사용에 대해 인접 국가 간 협상을

거부하고 있는 입장임. 현재 중국 측 메콩강 유역에는 총 30개의 댐이 건설되어 있는데 이 중 8개는 본류, 22개는 지류에 건설되어 있다. 댐 건설로 인하여 하류지역의 어업 활동에 지장을 초래하고 있으며 건기의 수량 감소를 야기함으로써 하류 국가들의 불만을 사고 있다. 중국은 최근 운남성-미얀마의 안다만해, 운남성-태국만, 운남성-남중국해 등을 연결하는 동서회랑을 집중 개발하고 있으며 향후 10년 내 모든 회랑을 완료할 계획임. 동서회랑이 개발되면 메콩강의 수자원 관리에도 영향을 미칠 것으로 예상되어 인접국가간, 특히 타이와의 분쟁이 예상된다. 타이는 메콩위에서 핵심쟁점으로 되고 있는 우기와 건기의 기준에 대해 우기의 범위를 연장하고 건기를 축소하는 안을 지지하고 있으며 건기의 최소 수량(Minimum Flow)에 대해서도 기준을 낮추자는 입장을 취하고 있다. 특히 타이는 메콩강에 인접한 북동부 지역의 농업관개를 위하여 더욱 많은 메콩강 물을 이용하고자 하는데 이는 북동부 지역이 낙후되어 있고 선거에서 커다란 영향력을 행사하기 때문에 메콩위의 협의에서도 방어적인 자세를 취하고 있기 때문에 협상이 난항을 겪고 있는 커다란 이유의 하나이다. 타이는 1990년대 중반부터 메콩강 개발사업을 지원하기 위하여 인접국경제협력기금을 설치하고 미얀마 도로건설 사업과 중국과 동서회랑 사업에 기금을 제공하기로 약정하는 등 유역국의 경제 인프라 개발 지원을 통한 경제협력에 적극 참여하고 있다.

라오스는 유역을 통하여 메콩강 수량의 35%를 기여하는 데 비해 사용량은 불과 4%에 불과하여 메콩강 수자원 이용과 관련하여 상당한 불만을 가지고 있는 국가이다. 라오스는 메콩강 유역개발과 관련하여 수자원 개발잠재력이 충분하지만 자금, 기술, 개발 수요가 부족하고 환경보전의 필요성이 대두되는 등 실질적인 개발에는 상당한 장애가 있다. 수력자원 개발과 관련해서 30여 개의 사업이 예정되어 있고 2008년부터 중국과 베트남, 타이에 전기를 수출할 예정이어서 개발 수요 측면에서는 다소 낙관적인 상황이 전개되고 있다. 라오스는 타이와 메콩강을 사이에 두고 있으므로 타이와의 협상을 통하여 타이에 메콩강 수자원을 판매코자 하고 있으나 캄보디아와 베트남의 반대로 성사되지 못하고 있다. 우기와 건기의 기준에 대해 라오스는 우기를 짧게, 건기를 길게 정의하기를 희망한다. 왜냐하면 라오스는 연간 400억 톤의 물을 판매할 수 있는 권한이 있는 것으로 판단하고 타이에 대하여 우기에는 톤당 0.5센터, 건기에는 1.0센터의 가격으로 판매하기를 기대하고 있다. 타이와 라오스는 우기가 6-9월, 건기가 10-5월이며 수량이 가장 낮은 시기가 4월 13일 경이지만 캄보디아는 건기가 2주일 정도 더 늦으며 북부 베트남은 건기가 1주일, 남부 베트남은 2주일 정도 더 늦다. 라오스 입장에서는 메콩강 유역의 수자원 관리가 가장 중요한 것으로 판단하고 있으며 특히 상류의 토양 유실로 인한 수질오염 문제에 대해서도 많은 관심을 가지고 있음. 현재 메콩강 본류에는 수질 오염을 조사하기 위하여 총 18개의 관측시설이 설치되어 있다. 최근 메콩강위원회가 라오스로 이전하면서 위원회가 사용할 건물을 라오스 정부에서 100만 달러

를 들어 신축 제공하였다. 라오스는 메콩강 개발을 지원 하는 국제사회와 연대하여 매 5년마다 이전하도록 되어 있는 메콩강위원회의 규정을 바꾸기 위하여 노력하고 있음. 메콩강 개발을 지원하는 원조국의 입장은 더 이상 위원회가 사용할 건물을 이전하지 않기를 희망하며 모든 이전 비용은 회원국이 부담하기를 종용하고 있다.

베트남은 메콩강의 최하류 지역에 위치하고 있기 때문에 메콩강의 수자원 이용에 관해서는 가장 예민한 입장을 취하고 있다. 우기에는 메콩델타 지역의 홍수 피해를 우려하며 건기에는 수량 감소에 따른 관개용수 부족을 우려하고 있다. 따라서 상류에서 가능한 한 물을 적게 사용함으로써 하류에 더 많은 물이 공급되기를 바라고 있음. 특히 최근 2년 동안 메콩강 유역의 강수량이 낮아 가뭄으로 인한 문제가 발생하였다. 캄보디아와 베트남을 연결하는 메콩강 본류에 다리를 건설하는 사업에 대해 다리의 높이를 둘러싸고 캄보디아와 미묘한 입장 차이를 보인 바 있으나 원만히 해결한 바 있다. 캄보디아의 입장에서는 다리 높이를 높게 함으로써 캄보디아의 관광선 및 여객선이 메콩강을 쉽게 통과할 수 있도록 요청한 데 대해 다리 건설을 지원하는 원조국이나 베트남의 입장에서는 다리를 높게 건설할 경우 더 많은 비용이 소요되기 때문에 가능한 다리를 낮추어 건설하려는 입장이다. 중국의 메콩강 상류 댐 건설에 대해서는 하류 지역에 대한 수량 감소 효과는 미미한 대신 홍수 조절 효과가 더 크다는 판단 하에 반대하지는 않고 있다. 그러나 향후 추가로 예정된 13개의 댐 건설에 대해서는 메콩위원회 차원에서 검토할 필요가 있는 것으로 판단하며 양국 간의 입장 조율도 필요하다는 입장이다. 몇 년 전만 하더라도 메콩델타 지역은 인구가 적었으나 지금은 인구가 크게 증가함으로써 홍수로 인한 피해가 증폭하고 있음. 홍수피해는 농업생산에 대한 피해뿐만 아니라 대피 등 사회경제적 피해가 크며 최근에는 상류의 화학물 사용량이 증가하면서 환경피해도 나타나고 있는 실정이다. 향후 메콩강의 개발은 다목적 개발로 방향을 잡을 것이며 수자원 개발에 한정되지 않고 사회경제적 개발을 위한 지역 공동체로 발전할 가능성이 높다는 것이 베트남의 시각이다. 우리나라는 국제협력단(KOICA)를 통해 메콩델타 지역의 홍수 조절사업과 야수프댐 건설사업의 타당성 조사사업, 농업 관개 분야 훈련사업 등을 지원한 바 있으나 최근에는 메콩강 지원사업이 큰 실효가 없다는 판단 하에 지원을 중단하고 있다.

3) 외국의 사례가 주는 시사점

동서독은 국경을 가로지르는 베라강과 뢰텐강의 하천 오염을 둘러싸고 협상을 시도 하였으나 전자는 실패하고 후자는 성공하였다. 결국 동서독의 통합이 이루어지면서 협상의 실패와 성공에 대한 영향이 극명하게 드러나게 되었으며 협상에 영향을 미치는 여러 가지 요인에 대해 시사점을 얻게 된다. 독일과 마찬가지로 남북한이 미래의 어느 시점에 통합을 한다고 전제한다면 임진강과 같은 공유하천의 문제 해결을 위하여 상당

한 경제적 부담을 무릅쓰고라도 협상을 성공적으로 이끄는 것이 필요하다. 경제적 부담을 누가 질 것인가에 대해서도 우리는 뤼덴강의 사례로부터 배울 점이 있다. 연방정부와 수혜를 받는 주 정부가 비용의 절반씩을 분담함으로써 협상이 성공적으로 추진되었다는 점을 이해할 필요가 있다. 비용 부담이 협상의 결과를 좌우하는 결정적인 요인이 되지 않을지는 몰라도 적어도 독일의 사례에 있어서는 비용 부담이 협상 결과에 가장 크게 영향을 미치는 요인임에 틀림없다. 베라강의 경우 칼리산업을 둘러싸고 동서독이 첨예하게 대립하고 있는 상황이었어서 협상의 결과가 산업의 존폐에 영향을 미칠 수 있다는 점이 비용의 부담보다 더 중요한 요인이었다. 그럼에도 불구하고 합의가 이루어졌더라면 통일 독일 입장에서는 환경적 부담이 크게 경감되었을 것이라는 아쉬움이 남는다. 임진강의 경우 남한이 지형적으로 하부에 위치하고 있으며 홍수방지 등 남북한의 협력에 의해 북한보다는 남한이 더 큰 이익을 얻을 수 있다면 남한이 북한에 대해 기술 및 재정적 인센티브를 제공해서라도 협력을 이끌어 내어야 할 것이다. 임진강 개발을 통하여 남북한 쌍방이 더 많은 이익을 얻을 수 있도록 대안을 마련해야 할 것이다.

메콩강을 공유하는 인접 국가들은 지리적 위치에 따라 많은 이해관계가 존재하며 이를 둘러싸고 상당한 마찰이 있었음에도 불구하고 상호간의 이해와 대화를 통해 지금까지 비교적 무난하게 분쟁을 해결해온 것으로 평가할 수 있다. 이는 인접 국가들이 대화를 통하지 않고서는 근본적인 문제 해결이 어렵다는 것을 인식하고 있기 때문이며 공평한 이용과 지속가능한 개발이라는 기본적인 원칙을 설정하고 대화를 지속해온 결과이다. 메콩강은 인접 국가간의 이해관계를 해결하는 것도 중요하지만 이 지역에 대한 강대국의 정치·경제적 영향력을 확대하기 위한 외부의 경제적 지원이라는 당근이 있었기 때문에 인접국 사이의 원만한 문제해결이 가능했던 측면도 있다.

메콩강의 사례에서 얻을 수 있는 시사점을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 임진강의 이용과 관련하여 이해 당사자인 남북한은 지속적인 대화를 통해 문제를 해결하는 것이 최선의 방책이며 대화를 위한 기본 원칙을 먼저 설정할 필요가 있다. 둘째, 지속적인 대화를 위해서는 제도를 마련하고 상설된 기구가 필요하다 경우에 따라서는 국제사회에 널리 알려 국제기구나 민간단체 등 국제적인 공조와 협력을 이끌어 냄으로써 지속적인 대화를 가능케 할 수 있다. 셋째, 효과적인 대화와 문제 해결을 위해서는 과학적인 근거와 객관적 자료가 뒷받침되어야 한다. 넷째, 수자원의 이용과 관리에 대해 당사자 사이의 기본적인 원칙이 정해지고 과학적인 정보가 수집되면 이를 토대로 구체적이고도 실현 가능한 의제를 제시하고 이를 합의한 다음 반드시 실현시키도록 노력한다. 다섯째, 임진강의 남북한 공동 이용에 있어서도 메콩강과 마찬가지로 공평한 이용과 지속가능한 개발이라는 원칙을 똑같이 적용할 수 있다. 여섯째, 최근 메콩강의 문제해결 방식에서도 도입되고 있는 것처럼 당국자간의 대화뿐만 아니라 지방정부나 민간단

체의 참여도 필요하다.

4) 임진강의 남북한 공동 이용 추진 방향

가) 임진강의 수해방지를 위한 남북한 협상 동향

임진강의 수해방지에 관한 남북한 사이의 협의가 처음 추진 것은 2001년의 남북경제협력추진위원회 제1차 회의였다. 그러나 이 문제는 이미 1999년 8월 대한적십자사 총재명의로 임진강 유역의 홍수방지를 위한 남북당국간실무접촉이 최초로 제의된 바 있으며 이후 3년 만에 사업 가시화된 것이다. 이 회의에서 남북한은 임진강의 수해방지 사업을 협력하기 위하여 임진강수해방직협의회와 임진강수해방지공동조사단을 구성·운영하기로 합의하고 제1차 회의를 2001년 2월 21일부터 24일까지 평양에서 개최하기로 하였다. 임진강수해방지공동조사단은 각기 국장급을 책임자로 하여 7~10명 범위에서 구성하며 임진강수해방지공동조사는 3월중에 착수하기로 합의하였다.

2002년 8월 27일부터 8월 30일 사이에 개최된 남북경제협력추진위원회 제2차 회의에서는 임진강 수해방지문제 해결을 위해 11월중에 현지조사를 착수하고 임진강수해방지실무협의회 제2차 회의를 10월 중 개성에서 개최하기로 합의하였다. 또한 임남댐 공동조사를 위한 실무접촉을 9월 16에서 18일 사이 금강산에서 개최기로 하였다. 이후 예정대로 임남댐 공동조사를 위한 실무접촉이 있었으나 공동조사의 필요성과 원칙에는 의견의 일치를 보았으나 조사방법 및 공동조사 사전조치에 대해서는 입장 차이로 합의를 타결하지 못하였다. 임진강 수해방지에 관해 2001년 2월과 2002년 10월 평양에서 개최한 2차례의 실무협의회에서 임진강 지역 공동조사 방법 등에 관한 의견 일치를 보았으나 묘목 제공 등에 대한 의견 차이로 추후 논의하기로 하고 매듭을 짓지 못하였다.

남북경제협력추진위원회 제2차 회의(2002. 8. 30)에서 임진강 수해방지를 위한 현지조사에 합의함으로써 남북간 수자원 협력의 계기를 마련하였다. 북한은 임진강 상류의 기상·수문 등에 관한 자료를 남한에 통보하고 남한은 임진강 상류의 치산치수에 필요한 묘목을 제공하기로 하는 등 11월중 현지조사에 합의하였다. 제2차 실무협의회(2002. 11. 2)에서는 임진강 유역과 한강하류에 대한 현지조사, 기상수문자료 통보, 홍수예보 시설 설치, 임진강 상류의 치산치수에 필요한 묘목을 제공하는 문제에 대해 협의하였으며 실무협의회 제3차 회의를 2003년 1월 서울에서 개최기로 합의하였다.

북한이 건설한 임남댐(금강산댐) 안전문제에 대해 2002년 4월 이후 국내외로부터 우려가 제기됨에 따라 정부는 2002.5.31, 건설교통부장관 명의의 전화통지문을 북측에 보내 임남댐 안전문제를 해결하기 위한 공동조사 등 협의를 촉구하였다. 북한은 2002년 8월 제7차 남북장관급회담에서 임남댐 공동조사를 수용하고 남북은 2002.9.18 임남댐

공동조사 실무접촉에서 임남댐 공동조사 필요성과 원칙에 공감하고 추후 계속 협의키로 합의하였다. 이는 임남댐의 안전성과 같은 예민한 문제를 남북이 협상을 통해 해결해나가기로 했다는 점에서 의의가 있다. 2002년까지 추진된 임진강 수해방지 및 임남댐에 대한 남북한 사이의 협상 초기 추진된 내용은 <표 6-20>과 같다.

2003년 개최된 제5, 6, 7차 남북경제협력추진위원회에서는 임진강수해방지 문제에 관한 논의가 있었으나 진전을 보지는 못하였다. 2003년 5월 19일부터 23일까지 평양에서 개최된 남북경제협력추진위원회 제5차 회의에서는 북한이 군사적보장조치가 취해지는데 따라 6월 중에는 반드시 임진강유역의 쌍방 지역에 대한 단독 또는 공동조사를 진행하고 올해 장마 전에 큰물통보체계를 세울 데 대한 합의를 이룩할 것을 제안하고 우리 측은 지난 3.20 북측에 전달한 바 있는 임진강 수해방지와 관련한 합의 서안이 조속히 타결되어 금년 우기 전에 공동조사가 진행될 수 있기를 바라고 남북간의 공유하천은 함께 이용할 수 있어야 하는 만큼 북한강의 임남댐과 임진강의 황강댐에 대한 자료를 제공해 주기 바란다고 제안하였다. 합의 내용은 6월중 공동조사, 장마 전 홍수에 보체계 구축하고 북측은 장마에 대비, 임남댐 방류와 관련 필요한 통보 실시한다는 것이었다.

표 6-20. 임진강 및 임남댐 관련 남북한 초기 협상 추진 경과

구분	일 자	내 용	비 고
임진강 수해방지	1999.8	임진강 유역의 홍수방지를 위한 남북 당국간 실무접촉 제의	대한적십자사 총재명 의
	2000.9.1	임진강 수해방지사업 공동추진에 합의	제2차 남북 장관급 회담
	2000.9.14	공동조사에 합의	김용순 특사 방문
	2001.2.24	장마철 기상정보 교환하고 구체적인 수해방지사업 확정할 것을 요청	제1차 실무협 의회
	2002.8.30	북측은 “임진강상류의 기상수문 등에 관한 자료” 통보 남측은 “임진강 상류의 치산치수에 필요한 묘목”을 제공하기로 하는 등 11월중 현지조사에 합의	제2차 『경추위』
	2002.11.2	임진강 유역과 한강하류에 대한 현지조사, 기상수문자료 통보, 홍수예보시설 설치, 임진강 상류의 치산치수에 필요한 묘목을 제공하는 문제 협의	제2차 실무협 의회
임남댐 공동조사	2002.4	임남댐 안전문제에 대한 우려 제기	
	2002.6.3	임남댐 안전문제 해결을 위한 공동조사 협의촉구	
	2002.8.14	북한, 임남댐 공동조사 수용	제7차 남북장관급 회담
	2002.9.18	임남댐 공동조사 필요성과 원칙에 공감하고 추후 계속 협의키로 함	

제6차 회의에서는 우리 측이 임진강 수해방지에 대해 늦어도 2003년 10월 중에는 현장조사가 이루어지기를 바라며 구체적인 협의를 위해 실무협의회를 개최하는 것이 좋겠다는 의사를 밝혔으나 북한은 이에 대한 언급이 없었다. 결국 문서교환 협의 중에 있는 임진강 수해방지와 관련한 합의서 토의를 진행하여 수해방지를 위한 구체적 대책 마련하자는 합의 내용만 발표하였다.

제7차 회의에서는 임진강수해방지에 대해 의례적인 언급만 있었을 뿐 합의내용에는 어떠한 내용도 포함되지 않았다. 2004년 3월 2일부터 5일까지 서울에서 남북경제협력추진위원회 제8차 회의에서 남북한은 『임진강 수해방지와 관련한 합의서』를 문서 교환 방식으로 채택하고 이에 따라 4월부터 쌍방 지역에 대한 현지조사를 착수하기로 합의하였다. 합의 내용은 다음과 같다.

1. 남과 북은 임진강 유역의 수해방지를 위한 쌍방지역의 현지조사를 2004년 4월부터 진행한다.

① 현지조사는 단독조사와 공동조사로 나누어 진행하되 단독조사는 2004년 4월부터 3개월간 실시하며 단독조사가 끝난 후 1개월 안으로 공동조사를 진행한다.

② 단독조사는 조사항목이 확정되는 데 따라 각기 자기 측 지역을 조사하는 방법으로 진행하며 그 결과를 상호 교환하고 공동조사 시에 확인한다.

남과 북은 단독조사 착수 10일전에 북측은 기상·수문 등 남측이 요청한 자료를 최대한 제공하며, 남측은 3개월 간 북측의 단독조사 가능한 필요한 기자재를 제공하고 홍수예보시설 설치와 관련한 기상수문망 형성 및 통보체계 수립 안을 통보한다.

③ 공동조사는 각기 국장급을 단장으로 하고 전문가, 지원인원 등을 포함하여 15명 범위로 구성된 공동조사단이 사전 합의된 쌍방지점들을 북측지역과 남측지역 순서로 각각 7일 동안 현지 확인하는 방법으로 진행한다.

남과 북은 공동조사 실시와 관련하여 자기 측 지역에 대한 군사적 보장조치를 공동조사 착수 전에 해결하도록 하며 조사와 관련한 자료 열람 및 제공을 요청할 수 있다.

2. 남과 북은 현지조사가 끝나는 대로 조사보고서를 작성하여 실무협의회에 제출하며, 실무협의회는 이를 토대로 홍수예보시설 설치 및 묘목 제공 등 구체적인 수해방지대책을 마련하여 『남북경제협력추진위원회』에 보고한다.

나) 임진강의 남북한 공동 이용 추진 방안

남북한이 임진강을 공동으로 이용코자 협력을 추진할 때 먼저 생각해야 할 것은 기본적인 방향을 설정하는 일이다. 기본 방향은 다음과 같은 몇 가지 방향에서 원칙을 설정할 필요가 있다.

첫째, 기본목적에 충실할 필요가 있다. 임진강유역의 협력사업은 지금까지 남북한이 집중호우로 인해 수없이 겪어온 재난을 방지하는데 최우선 목표를 두어야 한다. 따라서 협력의 내용도 재난의 예방과 피해를 최소화하기 위한 공동 대처 방안을 마련하는데 두어야 하며 장기적인 시각에서 실현 가능한 방안을 마련해야 할 것이다.

둘째, 남북한 공동의 이익을 얻을 수 있어야 한다. 남한은 임진강의 수해방지 사업을 통해 홍수의 피해를 경감시키는데 기본적인 목표를 두고 있지만 북한은 다른 형태의 경제적 이익이 보장되어야만 협상에 참여할 것이다. 북한이 임진강을 통하여 얻을 수 있는 경제적 이익은 전력생산, 농업 및 공업용수, 생활용수를 확보하는 것이며 산림녹화를 통하여 자연재해의 피해로부터 벗어나는 일일 것이다. 좀 더 확장하자면 북한은 임진강 유역의 개발을 통하여 안정적인 영농을 할 수 있고 다양한 관광자원을 개발하는 데도 관심을 가질 수 있다.

셋째, 환경부담을 최소화하고 생태자원을 보전하고 활용하는 개발계획이어야 한다. 외국의 사례에서 볼 수 있듯이 공유하천으로 인한 분쟁은 대부분 홍수 등 자연재해를 방지하거나 환경오염을 경감시키는 것이었다. 임진강도 예외는 아닐 것이다. 임진강은 생태적으로 잘 보존된 비무장지대와 연계되어 있기 때문에 개발계획을 추진할 때 환경부담을 최소화하면서 생태계의 체계적인 관리와 보전계획이 함께 추진되어야 한다. 이를 위해서는 추진하려는 여러 가지 사업을 상호 연계하여 검토할 필요가 있다.

넷째, 국토이용의 균형과 효율화를 증대시키는 계획이어야 한다. 임진강은 남북한의 접경지대에 위치하고 있기 때문에 임진강 개발을 통하여 국토의 균형 발전을 도모하고 국토의 효율적 이용을 가능케 하는 것이어야 한다.

다섯째, 협력주체간 통합과 단계적인 협력이 바람직하다. 협력초기에는 남북한 정부 당국자가 협력의 주체이어야 하지만 지역적 이해관계에 있는 지방정부와 관련 민간단체의 참여 없이는 협력사업이 성공하기 어려운 만큼 협력추체 사이의 합의와 통합이 필요하다. 사업 추진에 있어서는 먼저 작은 규모의 사업에서 출발하여 점차 큰 규모의 사업으로 확대하는 것이 바람직하다.

이와 같은 기본 방향이 설정되면 협력사업을 추진하기 위한 전략을 수립하고 구체적인 협력사업을 선정하는 절차가 필요하다. 일차적인 협력사업은 2004년 3월 5일 남북경제협력추진위원회 제8차 회의에서 합의된 내용에 따라 임진강 유역에 대한 기초정보조사사업이 될 것이다. 조사사업을 위하여 남한은 유속계, 수심측정기 등 조사에 필요

한 43종의 기자재와 장비를 이미 북측에 전달하였다.

농업 부문과 연계하여 추진할 필요가 있는 사업은 일차로 수해방지 대책을 강구하는 일이다. 남북한 양측이 임진강 유역을 대상으로 조사한 내용을 상호 교환한 다음 집중호수에 대비하여 정보를 서로 교환하고 경보체계를 구축하는 것이 시급하다. 물이용 및 홍수방지 대책 수립을 위한 정보교류는 메콩강의 사례에서도 가장 중요한 협력사업의 하나로 추진되고 있다. 홍수방지를 위해 필요한 정보는 비단 기상이나 수문 정보뿐만 아니라 하천, 댐, 주요 홍수피해 지역, 산림정보 등 관련된 정보가 망라되어야 한다. 구체적인 조사항목을 제시하면 다음과 같다.

(1) 산림실태 조사

① 수계별 산림 조사

- 위치, 성립지(면적, 축적, 분포수종), 황폐지(면적, 축적, 분포수종), 임상도 등
- * 성립기준 : 임목 적정 분수(수령 3년 이하, 3,000본/ha) 30% 이상

② 조림대상지 조사

- 위치, 면적, 토양종류, 배치수종, 정당분수 등

③ 양묘장실태 조사

- 위치, 면적, 토양의 종류, 경사도, 방위, 수종별 연간생산량 등

(2) 하천실태 조사

① 하천의 일반현황

- 하천명, 발원지 하구, 합류점 위치, 유역면적, 유역경사, 하천밀도

② 구간별 현황

- 위치, 연장, 하천폭, 하상경사, 하상계수, 조도계수, 형상계수, 종횡단 자료
- * 구간별이란 2차 지류 합류지점 4개소(구룡강, 고미탄천, 평안, 판교)와 그 사이 구간으로 함.

③ 하구에서 조수영향 지점과 거리, 해수영향 지점과 거리

(3) 댐 실태 조사

- 대상명, 위치, 구분, 형식, 유역면적, 총저수량, 상시만수위, 계획홍수위, 최대방류량, 홍수조절용량, 만수면적 등

(4) 기상·수문 관측망 형성을 위한 조사

- ① 현조 및 증설할 관측소명, 위치, 좌표, 관측요소, 설치형식 구분
 - * 세부조사내용 붙임
- ② 우량 관측소 3개소(이천, 후평, 법동)의 일우량, 주요 호우시 우량 조사
- ③ 수위·유량 및 수위·유사량 관계조사(수위관측소설치예정지점)

(5) 홍수피해지역 조사

- 피해시기, 피해지역의 위치, 피해원인, 피해내역, 복구형식, 피해복구량

임진강 조사사업은 기본적으로 홍수피해를 방지하기 위한 것이니만큼 임진강 북쪽의 관련 자료를 축적하는 일이 중요하다. 특히 기상 및 수문관측을 위한 관측소의 위치, 기상관측 자료, 수문관측 자료, 수리시설물에 대한 현황 자료는 홍수의 사전 통제를 위해 반드시 필요한 자료이다. 구체적인 자료 목록을 열거하면 다음과 같다.

(1) 관측소 현황

- 관측소명, 위치, 좌표, 관측방법, 설치년도, 수위 영점표고, 우량 해발표고

(2) 관측소 위치도

(3) 기상 관측자료(최근 20년간)

- 관측소별 월별 강수량
- 관측소별 월별 기온(평균, 최고, 최저)
 - ※ 관측 자료 기간은 가능한 최근자료까지 포함하는 것이 좋음.

(4) 수문 관측자료(최근 10년간)

- 주요 호우기간의 관측소별 시간 강우량
- 관측소별 수위-유량곡선식 및 유량 관측자료
 - ※ 관측 자료는 가능한 최대한 과거까지의 자료를 제공하는 것이 좋음.

(5) 수리시설물 현황 자료

○ 기존 및 건설 중인 댐

- 위치, 유역면적, 형식, 체원, 사업기간, 저수용량, 수위(저수위, 상시만수위, 계획홍수위 등), 방류량(정상시, 최대 등) 등
- 수위-저수량 관계곡선 등
- 영점표고, 해발표고, 수위 등 각종 높이의 기준점

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제1절 목표 달성도

※ 당초 계획한 1, 2차 연도 목표를 모두 달성하였으며 구체적으로는 다음과 같음.

- 임진강유역 농업 관련 자료의 수집
 - 강우량, 평균기온, 유출량 등 유역의 기상 및 수문자료 수집
 - 용수체계, 경지정리, 경사지개간 등 유역의 농업기반 관련자료 수집
 - 영농활동 실태에 관한 일반적인 자료
- 농경지 이용 현황을 위한 토지피복분류
 - 유역정비방안에 초점을 맞춘 토지피복분류체계 확립
 - 경지정리 현황, 유형별 농지현황, 이용실태, 지형특성별 현황
 - 용수체계 분석을 위한 저수지 분류
- 임진강유역 농림업자원 현황
 - 행정구역, 지리·지형·지질, 강우량, 평균기온 등 일반현황
 - 행정구역별, 소유역별 농경지·산림 분포 및 이용실태
 - 수자원 부존량 및 농업용수 이용실태
- 임진강유역 정밀지형 특성 (DEM자료 활용)
 - 소유역 분류
 - 유역의 면적, 길이, 고도, 기울기, 유로연장 등 지형특성 정밀분석
 - 고도별, 경사도별, 수계별 농경지 및 산림 분포 현황
- 임진강유역 농업기반 특성 및 정비방안
 - 북한지역 농업기반 현황
 - 논, 밭 등 농경지 분포
 - 수원공(저수지, 양수장), 용수체계(간선, 지선, 지거) 특성 및 문제점
 - 경지정리, 경사지 개간 특성 및 문제점
 - 남한지역 농업기반 현황
 - 철원군 철원평야지구의 농업기반 현황 (용수체계, 농업용수이용 실태 등)
 - 파주군 임진지구의 농업기반 현황 (용수체계, 농업용수이용 실태 등)

- 임진강유역 북한지역 농업기반 정비방안
 - 지형, 기상, 토양 특성을 고려한 농경지 이용방안
 - 구획계획, 농도배치, 용·배수로계획 등 경지정리 방안
 - 농업용수 개발 및 이용방안
 - 용배수로 노선체계 개선 방안
- 위성자료를 이용한 임진강 하류권 농업기반 조사 및 정비방안
 - 지역내 농업기반 정밀 조사
 - 농경지 이용현황 (논, 밭 등)
 - 수리시설 관련정보 (저수지, 양수장, 보 등 수리시설 제원)
 - 용배수로 체계 (수원공, 용수로, 배수로 등)
 - 경지정리 현황 (경지정리실태, 필지규모, 구획형상 등)
 - 농업기반 정비방안
 - 경지정리방안 (구획계획, 농도배치, 용·배수로계획 등)
 - 용수이용방안 및 용배수로체계 개선방안
- 임진강 하류권의 산림자원 특성 및 황폐지 복구 방안
 - 임진강유역의 산림자원, 산지이용 및 산지개간 실태 파악
 - 임진강 하류권 정밀 지형 특성 분석
 - 임진강 하류권 산림황폐지 실태 파악 및 복구방안
- 개성공단 배후지 농업개발 및 남북협력 방안 수립
 - 개성공단 배후지 시범농장 적지선정 및 활용방안
 - 시범농장의 토지이용계획, 용수이용계획, 사업비 추정
 - 배후지 농업개발사업 추진방안 및 남북한 협력 방안
- 국제공유하천의 공동개발사례 및 임진강유역에서의 적용방안(문헌 및 해외조사)
 - 국제공유하천의 분쟁 및 해결사례, 공동 개발 및 관리운영 실태
 - 임진강유역 공동개발에 주는 시사점 및 적용방안

제2절 관련분야의 기여도 및 기대효과

1. 관련 분야 기여도

- 다양한 고해상도 인공위성 영상자료와 초정밀 DEM 자료를 활용하여 특정 지역을 정밀 분석함으로써 분석 대상 이외의 지역에 대해서도 이 연구에서 적용한 것과 동일한 방법으로 분석이 가능함.
- 직접 방문하기 어려운 지역을 대상으로 토지 이용 및 농업기반 실태를 파악하고 이를 통하여 농업기반에 대한 정비방안을 도출함으로써 북한의 타 지역에 대해서도 유사한 방법을 적용할 수 있음.
- 이 연구는 자연과학과 사회과학의 학제적 연구를 통하여 학문적 체계가 다른 분야에서 통합적이며 상호보완적인 연구방법론을 적용함으로써 연구의 효과를 극대화함.

2. 기대효과

- 임진강 하류권의 농지 및 토지이용에 관한 정밀 실태 파악
- 임진강 하류권의 산림현황 및 산림황폐지 정밀 실태 파악
- 고해상도 위성영상 처리에 대한 기반기술 확보 및 공유
- 개성공단 배후지의 효과적인 활용 방안을 제시함으로써 향후 개성공단의 장기 발전 계획을 수립할 때 적용할 수 있음.

제5장 연구개발결과의 활용계획

- 임진강 하류권의 농지기반에 관한 정밀 실태 파악 및 정비 방안 도출로 향후 남북 농업협력시 적용
- 북한의 산지이용·관리 체계 및 산림구조를 파악하는 기본 자료로 활용
- 통일 대비 산림황폐지 복구 방안 수립을 위한 정책 자료로 활용
- 개성공단 배후지에 대한 농업개발 방안을 제시함으로써 향후 남북농업협력위원회 후속 조치인 공동 시범영농장 운영의 사례로써 직접 적용할 수 있음.
- 임진강 유역의 공동 이용에 관하여 농업 분야의 적용 방향을 제시함으로써 임진강 공동조사시 참고자료로 활용

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

※ 해당사항 없음

제7장 참고문헌

- 강석현 외, 조선지리전서-토양지리, 교육도서출판사, 1987
- 강정일 외, 「금강산관광지구와 연계한 남북한 농업협력 활성화 방안」, P80, 한국농촌경제연구원. 2004.
- 과학백과사전출판사, 「경제연구」(계간), 평양.
- 국제농업개발기금, 「북한 잠업개발사업 완결보고서」, 보고서 1652-KP, 북한 농업성 사업관리단, 2004.12(한글번역본)
- 권태진 외, 「북한의 농업기반 특성과 정비방안 연구」, 한국농촌경제연구원. 2002.
- 권태진, 정정길, “북한의 농업기술 현황과 남북한 협력방안,” 「농촌경제」, 22(4): 43-60
- 김영훈 외, 「북한 특구 농업개발 방향과 협력 과제」, C2003-32, 한국농촌경제연구원, 2003.
- 노건길 외, 「북한의 농업생산기반에 관한 연구」, 통일연구원, 2001.
- 농업근로자신문사, 「농업근로자」(주2회간): 평양.
- 농업출판사, 「농업수리화」(격월간): 평양.
- 농촌진흥청, 북방지역농업기술조사 비교 연구, 1997
- 농촌진흥청, 「토양조사 이론과 실무기술」, 2003
- 농촌진흥청, 한국농업기본도(1:600,000), 1986.
- 대북협력민간단체협의회, 대북지원민관정책협의회, 「대북지원 10년 백서」, 2005.
- 동용승, “북한경제의 현황과 전망 - 식량배급제 및 개성공단을 중심으로,” 「북한경제논총」, 제11호, 북한경제포럼. 2005.
- 목성균 외, 「북한 인삼산업의 현황과 활용방안」, 한국인삼연초연구원. 2001.
- 산림청, 「통일대비 북한 산림관리 방안」, 1998.
- _____, 「사방기술교본」, 1998.
- 신동완 외, 「남북한 농업기술 교류협력방안 연구」, 통일연구원, 2000.
- 임업연구원. 「북한의 임업」, 임업연구원연구자료 제72호, 1992, 108p.
- 정정길 외, 「남북 농업협력 활성화를 위한 시범농장 추정방안 연구」, C2000-33, 한국농촌경제연구원, 2000.
- 조정길 외, 농업토양학(3판), 고등교육출판사, 1985
- 평화문제연구소, 「향토대백과사전」, 2005.

- 홍순익, 「조선자연지리」, 평양, 1989.
- Aplin, P., P. M. Atkinson, and P. J. Curran (1999). Fine spatial resolution simulated satellitesensor imagery for land cover mapping in the United Kingdom. *Remote Sensing of Environment*, 68 : 206-216.
- Cho, H. K. (2002). Untersuchungen über die Erfassung von Waldflächen und deren Veränderungen mit Hilfe der Satellitenfernerkundung und segmentbasierter Klassifikation. Am Beispiel des Untersuchungsgebietes "Pyeong-Chang" in Korea. Dissertation, *Georg-August-Universität Göttingen*. pp. 120.
- Cho, H. K., W. K. Lee, and S. H. Lee (2003). Mapping of Vegetation Cover using Segment Based Classification of IKONOS Imagery. *Korean J. of Ecology* 26(2) : 75-81.
- Definiens-Imaging (2003). eCognition User guide.
- Franklin, S.E., Wulder, M.A. and G.R. Gerylo (2001). Texture analysis of IKONOS panchromatic data for Douglas-fir forest age class separability in British Columbia. *International Journal of Remote Sensing*, 22: 2627-2632.
- Hayes, Peter (2003), "Bipolar Disorder and the Prospects for DPRK Economic Recovery," paper presented at Rebuilding the North Korean Economy: The Prospectives of South Korea and Neighboring Countries, *Korea Development Institute*, Sep. 17, 2003.
- IMF, Democratic People's Republic of Korea: Fact Finding Report, 1997.
- Kayitakire, F., C. Farcy and P. Defourny (2002). IKONOS-2 imagery potential for forest stands mapping, *Proceeding of ForestSAT Symposium, Edinburgh*.
- Kim Woon-Keun, Tae-Jin Kwon, 1998, "Food Situation and Agricultural Reform in North Korea," *Journal of Rural Development Vol. 21(1), Summer 1998*.
- Kornai, Janos, *The Socialist System: The Political Economy of Communism*, Oxford: Clarendon Press, 1992.
- Manyin, Mark E. et. al. Foreign Assistance to North Korea, CRS Report for Congress, May 26, 2005.
- Michael Russel, "Agricultural Recovery and Sector Study Mission to the DPR of Korea", Work Paper, 1998.
- Pouliot, D.A., King, F.W. Bell and D.G. Pitt (2002). Automated tree crown

detection and delineation in high-resolution digital camera imagery of coniferous forest regeneration, *Remote Sensing of Environment* 82(2-3) : 322-334.

Smith, G.M. and R.M. Fuller (2001). An integrated approach to land cover classification: an example in the Island of Jersey. *International Journal of Remote Sensing*, 22 : 3123-3142.

UN, Consolidated Inter-Agency Appeal 2004 for the DPRK, 2003.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.