GOVP 19704498

629.52
L293ㅂ
v.2

96-05-14

밭경지정리방안과 효율적인 관개방법 개발연구(Ⅱ)

A Study on Efficient Land Consolidation and Irrigation Methods for Upland Crops(Ⅱ)

1996. 12.

농 림 부
농어촌진흥공사

대한민국
기증등록
1997. 5. 12
703818
국회도서관

제 출 문

농어촌진흥공사 사장 귀하

본 보고서를 "**밭경지정리방안과 효율적인 관개방법 개발연구**"의 2차년도 보고서로 제출합니다.

1996 년 12 월

연구기관명 : 농어촌진흥공사
농어촌연구원

연구진 : 책임연구원 김 영 화
연 구 원 여 운 식
연 구 원 고 광 돈

요 약

1. 과 제 명 : 밭경지정리방안과 효율적인 관개방법 개발연구

2. 연구기간 : 1995년1월~1997년12월(총 3년중 2년차)

3. 연구의 목적 및 필요성

- ㅇ 농산물시장개방에 대비하여 가격경쟁력이 높은 고수익 작물의 생산기반인 밭경지정리방안 도출
- ㅇ 효율적인 급수체계를 위한 기반시설의 설치
- ㅇ 밭관개방법의 효율적인 운영
- ㅇ 농기계작업의 작업능율 향상
- ㅇ 효율적인 관개방법으로 용수절약 및 밭관개계획지침 마련
- ㅇ 말단관개시설 유지관리방안

4. 연구내용 및 결론

1) 유공호스 관개의 설계방법 검토

말단포장내의 관개시설인 유공호스의 설계방법을 검토하기 위해서는 유공호스의 압력과 유량의 관계식이 필요하나, 유공호스의 기술자료에 유량과 압력의 관계가 제시되어 있지 않다. 또한, 말단포장내에서 사용하는 유공호스 관개의 설계방법이 정립되어 있지 않다. 따라서, 현장시험을 통하여 유공호스 종류별의 유량과 압력을 측정하여 관계식을 작성하여 설계의 기초자료를 마련하고, 이식을 이용하여 유공호스 설계방법을 검증한다.

2) 미니 스프링클러 관개 설계방법 검토

미니 스프링클러의 설계방법을 정립하기 위해서는 설계방법의 검증이 필요하기 때문에 현장에 미니 스프링클러를 설치하여 시험을 실시중에 있다. 현장시험 결과 포장에 따라 말단 분수공의 압력에 상당한 차이가 있었으

며, 상류측에서는 압력부족으로 동시관개가 불가능 하였다.

말단 분수공에서 미니 스프링클러를 관계하기 위해서는 적정압력이 필요하므로 가압펌프를 설치하였다. 그결과 증압은 되었으나 말단 포장의 압력이 각각 다르게 나타나 효율적인 관개가 불가능 하였다. 그러므로, 효율적인 관개를 위해서는 간선부등에 밸브의 설치하여 적절한 압력관리를 실시할 필요가 있다는 사실을 실증하였다.

3) 재배유형별 필요수량 추정프로그램 개발

현재, 밭기반정비사업에서는 소비수량의 계산은 Braney-Crriddle식을 사용하고 있으나, 이 식에 고려되는인자가 적어 계산정도가 떨어지는 단점이 있다. 본 연구에서는 밭의 급수관 설계의 기본인 설계용수량 산정의 기본이 되는 소비수량 계산방법의 정립을 위하여 수정 Pennman식과 수정 Braney-Crriddle식으로 작성한 증발산량 추정프로그램을 개발하였다.

4) 밭경지정리지침 자료작성

밭경지정리를 효율적으로 실시하기 위해서는 밭경지정리을 위한 용수계획, 구획계획, 농도계획, 배수계획 등을 종합적으로 정리한 설계지침이 필요하나 현제 정리되어 있지 않은 실정이다. 본 보고서에는 경지정리를 위한 구획계획과 배수계획의 기본사항을 기술하여 구획정리시 기준이 될 수 있도록 하였다. 또한 구획정리시 필요한 토층개량 방법에 관해서도 기술하였다.

5) (일본)마이크로관개 계획지침서 보급

본지침은 마이크로관개의 용수계획, 조직계획, 유지관리등을 상세히 설명한 책으로 밭관개 계획수립에 참고가 될 수 있도록 번역 보급하였다.

5. 연구결과의 실용화 방안

- o 밭경지정리지침 작성
- o 밭작물의 소비수량산정 프로그램 보급
- o 유공호스 관개 설계방법 제시
- o 미니 스프링쿨러 관개 설계방법 제시
- o 밭관개시설의 물관리 방법 제시

SUMMARY

1. Title : A Study on Efficient Consolidation and Irrigation Methods for Upland

2. Study Period : Jan. 1996 - Dec. 1996 (2^{nd} year out of totally three year period)

3. Objectives and Needs for the Study

0 To develop efficient consolidation methods for upland ;

0 To establish the basic facilities for effective irrigation of upland

0 To provide efficient management methods for upland irrigation in order to enable farming by machinery

0 To prepare guidance for irrigation plan to save water resources in upland farming

0 To provide operation and maintenance methods for the lowest unit of the upland irrigation system

4. Contents and Results of the Study

1) Verification of design methods for porous hose

The interrelationship between the flow rates and the pressures of porous hose has not been revealed, which is required to examine the design method of porous hose, one of the irrigation facilities of upland. Design method has not been established about porous hose, either. In this study, the flow rates and the pressures were measured through field tests and they were applied to proper formulas to design porous hose.

2) Verification of design methods for mini sprinkler

To develop design methods of mini sprinkler, verifying experiment is under performance by establishing mini sprinkler in field. The experiment results indicate that there is much difference among the pressures of turnouts by the field and it is very difficult to irrigate simultaneously in the upper stream due to the insufficient pressure.

Pump was established to give higher pressure and irrigate mini sprinkler in the upper turnouts. As a result, the pressure itself was increased, but it was different by the field. Therefore, it was proved that valves should be established to main pipelines to achieve the efficient irrigation.

3) Development of the water demand estimation program by the cropping type

Braney-Crriddle formulas is being widely used to estimate the amount of water consumption in upland cropping, but that formulas has weakness of considering too few factors to ensure exact estimation. In this study, evapotranspiration estimation program were developed modified Pennman formulas and Braney-Crriddle formulas.

4) Preparation of manual for upland consolidation

Comprehensive design guidance for upland consolidation including planning irrigation, block, farm roads, and drainage has not been provided in korea, through it must be very helpful. In this study, fundammental items for upland consolidation such as blocking and drainage are discribed to be used as criteria. Methods for improving soil stratum are also explained.

5) Trainslation of Japanese manual for micro irrigation plan

Japanese manual for micro irrigation plan was translated into Korean to spread over to related institutes. The manual explains about irrigation plan, organization plan, operation and maintenance, and so on of micro irrigation in detail.

5. Applications to be Expected

- 0 Utilization as a guidance to upland consolidation methods
- 0 Utilization as a program for water demand estimation in upland farming
- 0 Utilization as a guidance to design methods of porous hose irrigation
- 0 Utilization as a guidance to design methods of mini sprinkler irrigation
- 0 Utilization as a guidance to water management of upland irrigation facilities

목 차

제1장 서론 3
1.1 연구의 목적 및 필요성 3
1.2 연구내용 3
1.3 연구성과의 실용화 방안 5

제2장 밭 경지정리 6
2.1 기본 사항 6
2.1.1 밭의 농지조직 6
2.1.2 토층개량 11
2.2 밭관개를 위한 포장구획 16
2.2.1 밭경지정리의 필요성 16
2.2.2 밭관개와 구획의 크기 및 형상 17
2.3 배수계획 22
2.3.1 배수계획의 기본 22
2.3.2 계획배수량의 산정 28

제3장 소비수량 산정프로그램 개발 35
3.1 서 론 35
3.1.1 연구의 배경, 목적 및 필요성 35
3.1.2 연구 방법 35
3.2 재배유형별 필요수량 추정프로그램 개발 36
3.2.1 증발산 산출공식과 작물계수 36
3.2.2 프로그램 알고리즘과 사용법 39
3.2.3 잠재증발산량 계산 결과 39
3.3 결 론 45

제4장 밭관개 시설의 정비 46
4.1 관개방법의 선택 46
4.1.1 관개방법의 분류와 적용성 46
4.1.2 토지이용형태와 관개방법의 선택 49
4.2 관개장치의 특징과 사용상의 유의점 53
4.2.1 스프링클러 53
4.2.2 점적관개용 이미터(emitter) 55
4.2.3 유공호스 57
4.3 밭관개 조직 58
4.3.1 밭관개 조직의 구성 58
4.3.2 시설규모의 결정 60
4.3.3 시설의 유지관리 61

제5장 미니스프링쿨러의 현장시험 65
5.1 밭관개 시스템의 현장시험 65
5.1.1 미니 스프링쿨러의 현장시험 65
5.2 미니 스프링클러의 살수지관 설계예 73
5.2.1 스프링클러 배치간격 73
5.2.2 살수지관의 구경 74
5.3 유공호스 관개의 설계예 79
5.4 유공호스의 수리설계예 80

제6장 결론 84

참고문헌 87
부 록 89

제1장 서론

1.1 연구의 목적 및 필요성

ㅇ밭을 효율적인 영농기반으로 조성하기 위한 경지정리 방안도출
ㅇ효율적인 밭관개 방법을 개발하여 용수절약 및 생산성 제고에 기여
ㅇ밭경지정리 설계기준 작성
ㅇ밭경지정리지구 시설의 유지관리 방안 연구

1.2 연구내용

1.2.1 1차 년도 (1995년)

- 기존의 밭관개 연구에 관한 자료수집 및 검토
- 밭기반정비사업지구 관수로시스템의 최적설계 프로그램 개발
- 관수로 시스템 부대시설의 설계도면 CAD화
  관수로 시스템 부대시설인 FRP저수조, 고가저수조 및 제수밸브 등의 설계 도면을 CAD화하여 실무부서에 보급
- 다수원공 수지상 및 관망상 배관의 최적설계 방법(Algorithm)정립
- 고랑관개 설계방법 검토
- 마이크로관개 계획지침(일본) 번역

1.2.2 2차 년도 (1996년)

- 밭관개를 고려한 경지구획 결정
- 밭관개지구의 배수기준
- 밭작물의 소비수량 산정프로그램 개발
- 밭관개 시설의 선정 및 관개조직정비

- 미니스프링클러의 현장설치 시험
- 유공호스관개 설계방법 검토
- 관수로시스템의 구성
- 마이크로관개 계획지침(일본) 보급

1.2.3 3차년도(1997년)계획

1) 유공호스관개의 현장시험

유공호스의 종류별의 유량과 압력의 특성시험을 하여 유공호스의 종류별로 유량과 압력과의 특성치를 정리하여 이를 실설계에 이용할수 있도록 하고 설계방법의 검증시험을 실시한다.

2) 스프링클러관개 현장시험

시험포의 효율적인 관개를 위한 윤환관개의 방법검토를 하여 제수변의 관리에의한 분수공별의 적정압력을 설정하기 위한 방안을 검토하고 스프링클러의 압력과 유량과의 관계를 시험에 의하여 검증한다.

3) 재배유형별 필요수량 추정프로그램 개발

Pennman식과 Braney-Crriddle식으로 작성한 증발산량 계산프로그램을 보완하여 작물별로 시기에 따른 필요수량을 계산할수 있도록 하여, 지역별로 필요수량을 계산하여 설계에 이용이 가능하도록 한다.

4) 밭경지정리 설계지침 자료 작성

밭경지정리지침의 작성에 있어 96년도에 정리한 내용이외에 용수계획, 밭

토양보전계획 및 유지관리상의 내용을 보완 작성하여 발간보급한다.

- 용,배수로 계획 검토
- 농도 계획 검토
- 구획정리 계획 검토

5) 자동제어장치의 개발

현재, 밭기반정비사업지구에 설치되어 있는 자동제어함의 문제점을 보완 개량하여 물관리 및 관개시설의 조작 및 유지관리가 용이한 자동제어장치를 개발한다. 말단의 관개방식에 따라서 적적한 압력을 얻기 위해서는 가압펌프를 설치하여 적정압력으로 가압을 할필요가 있으나 지구내의 적정압력을 자동제어장치로 관리할 수 있도록 한다. 또한, 밭기반정비사업지구의 관정수위, 채수량, 포장 물사용량의 데이터의 기록이 가능하게 되면 우리나라의 중산간지역의 지하수자원의 동태파악이 가능하게 되고, 급수관로의 계획설계에 필요한 실데이터의 측정이 가능하게 되어 수자원의 효율적인 이용을 꽤할수 있게 된다.

1.3 연구성과의 실용화 방안

- 저수조와 수지상 배관의 최적설계를 위한 전산프로그램 보급
- 관수로시스템 부대시설 도면의 CAD화 보급
- 재배유형별 필요수량 추정프로그램 보급
- 밭경지정리 설계지침 보급
- 밭관개시설 및 관개방법에 대한 연구성과 보급

제2장 밭 경지정리

2.1 기본 사항

2.1.1 밭의 농지조직

밭경지정리에서 우선 고려할 사항은 영농계획이며, 영농계획에 맞도록 경지정리계획을 수립하고 토지와 노동생산성의 향상대책을 수립해야 한다. 그림2-1은 이들간의 관계를 보여준다.

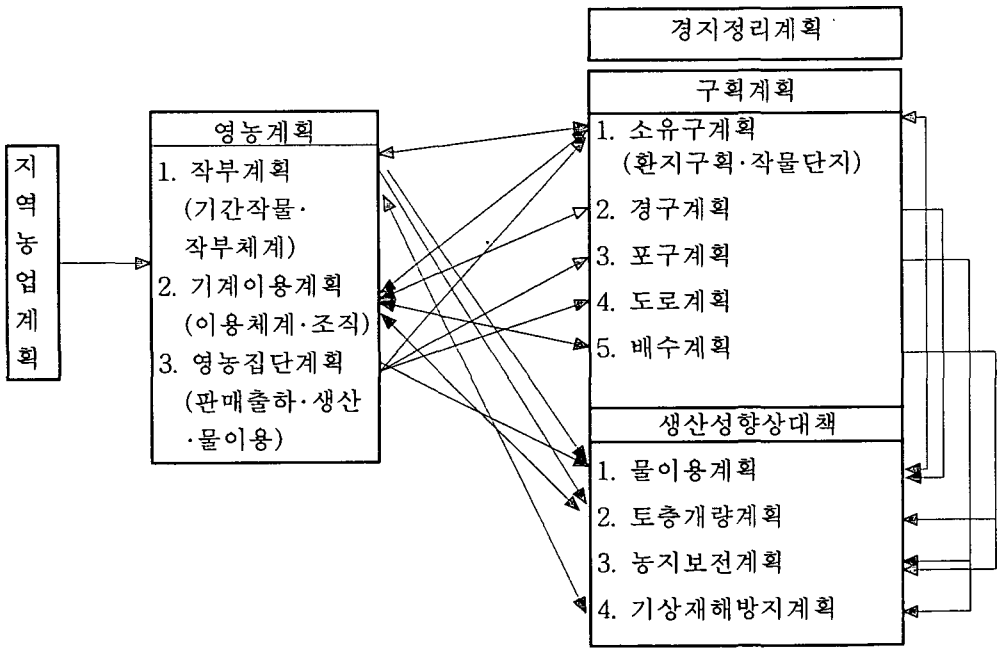


그림 2-1 밭경지정리의 계획

밭경지정리는 이와같이 여러가지 요인이 관계되기 때문에 전반적으로 생산성이 높아지도록 해야한다. 영농계획은 경지정리사업(Land consolidation project)의 기초이고, 그중에서 재배계획은 주산단지 조성과 관련된 기간작물과 윤작체계에 대한 계획이며, 작물재배의 체계가 그림2-1에 나타난 것과 같이 경지정리계획과 관련된다. 작부계획로부터 기계이용 체계가 결정되고, 기계이용이 실현되도록 구획계획이 검토되어야 하며, 경구, 도로, 배수 등의 정비계획을 따라 경지정리 계획이 수립되어야 한다.

다음으로 윤작체계, 기계이용체계 등을 기초로 판매출하 및 장비이용을 중심으로한 생산집단, 물이용관리 등의 조직을 만들고, 합리적인 생산체제를 정비하는 것이 영농의 발전을 위하여 중요하다.

가. 구획결정

(1) 경구, 포구

밭의 구획정리에는 영농, 기계화, 농지보전, 관개배수, 기상재해방지 등 여러가지 조건이 관계되지만 가능한한 주산단지가 형성되고, 고능률의 기계화, 합리적인 물관리, 농지보전 등이 가능하도록 구획을 결정해야 한다.

(가) 소유구

소유구는 한 농가가 단지내에서 소유하는 구획이고, 구획정리시에는 집단화하여 단지화하는 것이 중요하다. 기계이용을 효과적으로 하기 위해 가능한한 큰 면적에 같은 작물을 재배하고 공동작업을 하는 것이 유리하지만, 한 농가의 소유지가 한 단지내에 제한된다면 다품목의 재배가 어렵게 되므로 여러단지로 분산되지 않도록 2~3단지 정도로 분산되게 구획을 결정하는 것이 바람직하다.

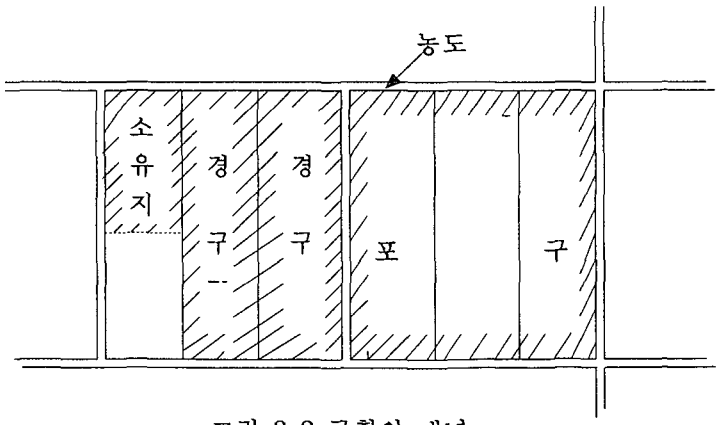


그림 2-2 구획의 개념

(나) 경구

경구는 경운, 파종 등의 기계작업을 한단위로 할 수 있는 구획이고, 경구내에는 흔히 같은 작물이 재배된다. 이 구획은 윤작체계과 생산조직에 따라 모양과 크기가 다양하므로 논과 비교하면 유동적이라고 할 수 있다. 경구의 한변

에 도로를 두는 것이 원칙이며, 환지의 기본단위가 된다.

(다) 포구

포구(field block)란 도로, 수로 등의 시설로 둘러싸인 구획이며, 경지정리시 기본구획이 되며 농작업의 기계화, 영농체계, 농지보전, 관개배수에 적합한 모양과 크기로 해야 한다.

포구의 크기는 주로 간·지선농도의 배치에 따라 결정되나, 포구계획시는 토양, 지형, 방향, 윤작체계 등을 고려하여 배수계통을 정비해야 한다. 특히, 경사지에서는 등고선을 중시해야 하며, 토양보전, 배수, 영농, 기계이용, 관개 방법 등에 적당하게 포구를 소유구와 경구로 분할한다.

포구내는 경사, 지형, 토양의 침식성과 투수성, 강우강도에 적당하도록 소유구, 경구로 나누어서 설정한다.

(2) 경구의 계획

경구의 규모와 형상은 기계의 작업효율, 관리작업, 관개방법, 경지규모 등을 감안하여 결정한다.

(가) 기계의 작업효율과 경구

사용하는 농기계의 작업효율을 높이기 위하여 회전수를 적게하는 것이 좋으나 파종기, 비료나 농약살포기 등의 자재를 도로에서 보급해야 한다면 장변의 길이가 제한인자가 된다. 이 경우 장변의 길이는 다음 식으로 구한다.

$$D = C \cdot \frac{V}{H \cdot W}$$

식에서, D: 허용주행거리(m; 보급간 주행거리)

V: 호퍼용량(kg)

H: 10a당 시용량 또는 파종량(kg)

W: 작업폭(m)

C: 유효호퍼용량비율 C=(100 - a)/100 (a : 허용잔존비율)

장변의 한쪽 끝에서 자재를 보급하는 경우에는 150~200m, 양쪽 끝에서 보급하는 경우에는 300~400m정도이나 호퍼용량에 따라 변동될 수 있다. 단변길이는 기계의 회전시간을 최소로 하기위하여 회전폭(최적선회폭)과 밀접한 관계가 있다. 각 작업기별의 회전폭은 표2-1와 같다.

표 2-1 각종 작업기의 최적선회폭(단위:m)

작업기	작업폭	최적선회폭	작업기	작업폭	최적선회폭
bottom plow	1.50	12.0	corn plow	0.64	11.3
disk plow	0.70	11.2	potato	0.84	6.8
seed drill	2.31	20.8	harvester	2.27	22.8
			combine		

작업기별 공통된 길이는 20~25m가 되기 때문에 경구의 단변장은 20~25m의 정수배가 되도록 계획한다.

(나) 관리작업과 경구

경구의 형상과 크기를 결정하는 관리작업은 방제, 시비 및 수확작업 등이다. 기계가 포구내에서 주행이 가능하지 못할 때는 동력분무기 또는 동력살포기로 도로에서 방제하면 된다. 살포기의 도달거리는 액제인 경우에는 20m, 분제인 경우에는 50m정도이기 때문에 양측 농도에서 작업한다면 경구의 단변길이는 이 길이의 2배이상이 될 수 없다. 경구의 경계에 작업도를 장변에 평행하게 설치할 경우에는 살포거리가 단변길이를 결정하는 인자가 된다. 또한 수확물을 인력으로 도로까지 운반하는 경우에는 50m가 한도이므로 이 경우의 장변은 100m 이내로 되지만 리어카를 이용하거나 경구내에 가도로를 설치하여 이러한 문제를 해결 할 수도 있다.

(다) 관개방법과 경구

일반적으로 대규모 관개에 적합한 방법은 중간압의 이동식 스프링

클러관개이다. 이때 관과 급수전은 도로를 따라 설치하고 경구의 장변방향으로 스프링클러를 배치한다. 이 방식에 의하면 스프링클러 간격과 그 갯수에 따라 경구의 장변이 결정되고, 단변은 스프링클러의 살수직경에 의하여 결정된다.

스프링클러의 시점부와 끝부분의 압력차가 20%이내가 되도록 하려면 스프링클러 간격을 12m로 8개를 설치하면 96m 정도가 되며, 살수관의 이동거리는 15~20m이다. 이때 1회 살수단위를 1경구로 하면 경구의 장변은 100m이내이고, 단변은 살수관 이동거리의 정수배로 되나 구획에 맞도록 적절하게 조정할 수 있다. 예를 들면, 살수관을 고정하여 살수반경을 크게하고 살수관을 길게 하면 경구의 장변을 길게 할 수 있다. 또한, 고압의 대형 살수기를 사용하면 살수범위가 넓게 되고, 단변도 길게 할 수 있다.

(라) 호당경지면적과 경구

한 경구에 한 종류의 작물을 재배하는 것이 기계작업이나 밭관개의 면에서 볼때 가장 바람직하다. 그러므로 영세농가가 1경구를 소유하면 경구를 크게 할 필요가 없다. 그러나, 1경구가 두농가의 소유구인 경우에도 양농가가 공동으로 같은 작물을 재배하면 문제가 없지만 작물별로 단지를 형성하거나 기계작업을 공동으로 하지 않으면 조정하기 어렵다. 일반적으로 경구의 규모는 30a정도이며 이 면적은 농작업이나 자연조건에 따른 것이 아니고 농가의 경지면적의 영세성과 농지의 분산에 기인한다고 볼 수 있다.

(3) 과수원의 구획

과수원의 구획은 보통밭과는 다르고, 경구도 같은 종류의 과수가 재배되고 있으므로 보통밭의 경구와는 개념이 다르다. 과수원에는 경작도형 경사형, 다단형, 계단형이 있으며, 과수원의 경사도와 기계이용방법에 따라 결정되며 이에 따라 경구도 결정된다.

나. 농도

(1) 농도의 분류

농도(farm road)는 일반도로의 기능외에 농자재와 농산물의 일시 모아두기 위한 이용, 주차를 위한 이용 등이 있다. 농도는 포장구획의 기본

대한민국국회도서관장서

요소이고, 구획의 크기와 모양에 따라 로선과 배치가 결정된다. 농도는 간선 농도, 지선농도 및 경작도로 분류된다.

간선농도와 지선농도는 전작지대의 기본적인 도로권을 형성하고, 지선농도는 작목, 영농형태, 토지이용의 변화에 따라 설치되기도 한다. 경사지에서 등고선에 평행한 도로를 횡단도로, 이것과 직교한 도로를 종단도로라고 한다. 경작도는 수확작업을 위한 통로에서 경구의 경계 또는 경구내에 설치된 도로로서 개폐와 이동이 자유롭다.

(2) 농도배치

포장구획이 장방향이 되므로 농도는 기본적으로 직교격자형으로 배치되며 간선농도, 지선농도가 포구를 둘러싸게 된다.

경사지에서는 농지보전 및 농기계의 작업상 등고선 방향을 장변으로 하는 경구가 되므로 경작도는 경사방향으로 형성된다. 경사지의 농도는 농지보전과 배수의 목적도 겸하므로 일반적으로 높고 구조가 다양하다. 경사가 급하게 되면 종단경사를 허용한도내에 들게 하기 위하여 사면에 경사지게 배치하는 경우도 있다.

2.1.2 토층개량

가. 토층개량의 개요

밭의 조성 및 정비는 경사지를 정리하여 구획을 정하고, 농도를 배치하며 배수로를 설치하고 방재 및 토양보전 대책을 강구하는 등의 주요공정이다. 그러나, 작물생육에 가장 관계가 깊은 것은 작토층으로서 작토층의 깊이와 질을 가장 좋은 상태로 하고, 작토층에 접해 있는 하층의 기능을 높이는 것이 필요하므로 이것이 토층개량의 주요한 목적이다.

토층개량은 작토층의 하부를 개량하여 뿌리의 발달이 촉진시키도록 유효토층(effective soil layer)의 깊이를 확장하거나, 작토층을 개량이 있다.

전자는 심토파쇄, 배수 등이 있고, 후자는 심경, 반전객토 등이 있다.

토층개량은 재배과정에서 토양을 처리하는 모든 기술을 포함하나 비교적 단기간에 효과를 끼치므로 장기효과를 노리는 토양개량과는 구별되어야 한다.

나. 토층개량 공법

(1) 심토파쇄

심토파쇄는 팬브레이커(pan breaker)로 난투수성의 하층토를 파쇄하여 팽창하게 하여 투수성과 보수성을 증가시키는 공법이다. 팬브레이커는 토층에 구멍을 만드는 치젤(chisel)을 선단에 고정시킨 지지칼날을 흙속으로 끌고 들어가는 작업기이다. 팬브레이커 치젤의 간격은 70~80cm이며 약 60cm 깊이까지 시공이 가능하다.

토층의 파쇄단면은 그림 2-3과 같으며 토양으로 침투한 물이 치젤이 지나간 자리에 모이게 된다.

파쇄에 의하여 부풀어오른 양을 시공깊이로 나눈 팽창율은 5~25%이며, 토양공극의 증가에 따른 투수성과 보수성이 증대하여 작물의 수량이 10~40% 증가한 예가 있다. 심토파쇄의 효과중 토양의 밀도는 2~3년내에 원상태로 돌아오지만 투수성은 수년간 지속된다. 심토파쇄의 효과와 지속시간은 시공시 토양수분이 적을수록 크기 때문에 건조기에 시공한다. 하층이 경반에 가까운 경도를 가질 때에는 갈고리형의 파쇄날을 장착한 리퍼를 사용하고, 또한 좁은 구획에 깊은 경반이 있을 때에는 불도저로 전진과 후퇴를 반복하면서 토층을 절단해 가면서 파쇄한다.

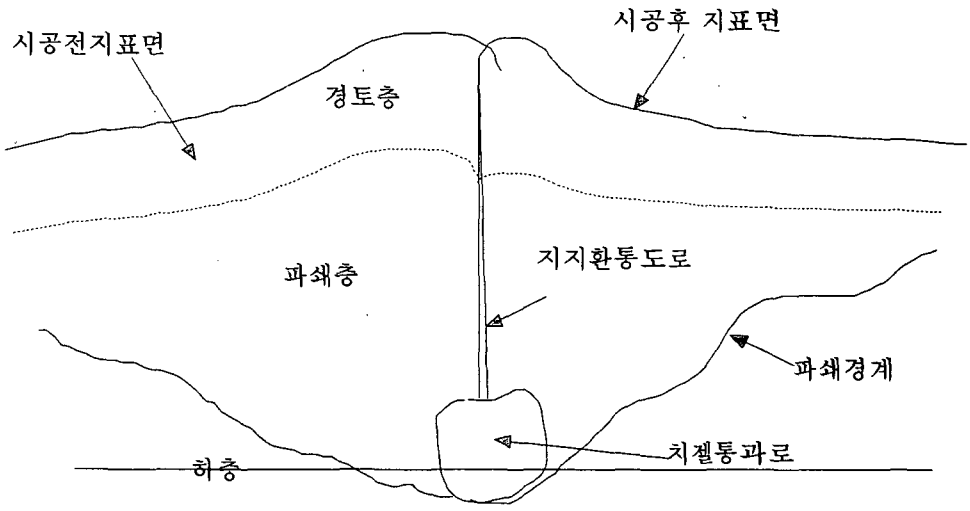


그림 2-3 심토파쇄단면

(2) 심경, 심토경

재래식 농법에서는 경기심이 대개 얕고 깊은경우에도 12cm정도이므로 그 밑에 경반층이 발달하여 작물의 뿌리 발달에 지장을 초래하는 경우가 많다. 특히, 점토질 토양에서는 경반이 물과 공기의 침투를 막아 근역이 좁아져서 비료의 효과를 감소시키고 작물의 생육을 저해한다. 이러한 경우에는 20cm이상의 심경으로 경반을 파쇄함으로서 물리성이 양호한 경토층을 확대하여 비료의 효과가 높아지고 작물의 생육을 촉진 시킬수 있다.

그러나, 심토(subsoil)가 불량한 경우에는 하층토를 직접 경토층과 혼합하는 것은 좋지 않다. 그러므로 우선 심토경을 실시하고 하층의 성질이 어느 정도 개선된 뒤에 심경을 하면 충분하게 효과를 볼 수가 있다. 심토용 플라우(plow)는 보통플라우 밑에 소형의 심토플라우가 장착되어 있어 표층경운과 동시에 하층을 뒤집지 않고 파쇄하도록 되어 있다.

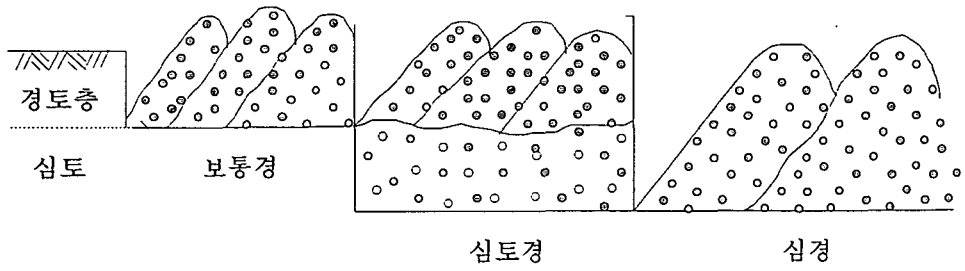


그림 2-4. 경운단면의 비교

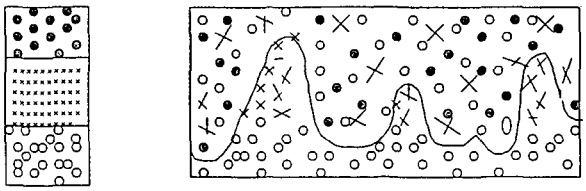
점토지에서의 시험결과에 의하면, 심경으로 흙의 투수성, 통기성, 공극량 등이 개선되어 작물수량이 증가하고, 그 효과는 5~6년간 지속되었다.

(3) 혼층경운, 반전객토

표층토양이 불량하고 하층에 양질의 토양이 있을 때에는 깊게 갈아서 상하의 토양을 혼합하는데, 이러한 토층개량공법이 혼층경이다. 점질이 아닌 토층에서 사용되며, 계획경운심도에 알맞은 혼층경 플라우를 트럭으로 견인하여 실시한다.

하층토가 상층토와 비교하여 양호한 경우에는 상하층을 혼합하지 않고 하층토를 뒤집어 객토하는 것이 바람직하다.

혼층경운과 반전객토는 60~100cm정도 깊이로 작업이 가능하고, 그림 2-5과 같은 토층단면을 나타내고있다. 시공 후 토양을 균일하게 하기 위하여 디스크 해로(disk harrow) 등으로 교란시켜 혼합한다. 혼층경운이나 반적객토에 의하여 토층이 크게 바뀔 경우에는 재배관리가 필요하며, 작물에 효과가 정착되기까지 시간이 소요된다.



<원토층> <시공 후 단면>

그림 2-5 혼층경

(4) 돌, 자갈 제거

돌이나 자갈이 많은 곳은 농작업뿐만 아니라, 작물의 생육에도 지장을 준다. 자갈이 1~4cm정도로 작을 때에는 스톤피커를, 4~10cm인 경우에는 록피커를 사용한다. 이러한 방법 외에도 트랙터에 장착된 셔블(shovel)로 토사와 자갈을 건져 올리면서 진동으로 흙을 떨어뜨려 돌과 자갈을 추려내는 방법 등이 있다. 심토에 불량토층이 있을 때에는 불도저로 표토를 처리하고 불량층을 제거하는 방법도 있다.

(5) 배 수

배수는 홍수방지 외에도 토층의 건조화로 물리성·화학성의 개량에 중요하다. 물리성이 양호한 토층이라도 지하수위가 높은 곳에서는 작물과 농작업에 적당한 위치(지표 아래 50~60cm)까지 수위를 내리기 위해서 배수가 필요하다. 또한, 심경, 심토경, 심토파쇄 등의 토층개량이 작물에 효과를 나타내기 위해서는 포장배수가 양호해야 한다. 배수가 불량한 경우에는 효과가 없을 뿐만 아니라, 냉해와 습해가 발생한 해에는 더욱 불량하게 되는 경우가 흔히 있다.

점토 토양에서는 물의 이동이 곤란하기 때문에 가뭄시에는 표토가 굳어지고, 강우시에는 진흙탕이 되어 작물의 생육과 작업에 지장을 초래한다. 이 경우 배수시설을 하여도 물이 쉽게 이동되지 않기 때문에 즉시 효과가 나타나지 않지만 배수로 주변에서 균열이 발달하여 토층개량이 진행된다.

연약지반은 배수에 의하여 지내력이 증기하고 지온이 상승되어 유해물질을 배제 할 수 있다. 투수가 좋은 사질토에서는 강우시 물에 잠기지 않도록 배수시설을 정비하여야 한다.

2.2 밭관개를 위한 포장구획

2.2.1 밭경지정리의 필요성

답작중심으로 일관한 농업시책으로 말미암아 종래에는 밭의 개량이 거의 관심밖의 일이었으나, '94년부터 시행되고 있는 밭기반정비사업에서는 구획정리를 포함한 메뉴방식으로 밭기반정비사업을 적극적으로 추진하고 있다. 밭기반정비는 밭 그 자체에 대한 정비로서 밭관개와 구획정리가 근간을 이룬다. 밭관개와 구획정리를 분리하여 생각하는 것은 타당하지 않다. 왜냐하면, 아무리 훌륭한 구획정리를 실시하더라도 종래와 같이 기상에 의존하는 영농을 유지한다면 고소득의 작물을 재배할 수 없기 때문이다.

비교적 강우량이 많은 지대에서도 작물의 생육에 필요한 강우를 항시 기대할 수 없기 때문에, 물부족으로 인한 농작물의 생산성저하에 대한 위험이 있고, 불안정한 생산지의 영역을 벗어 날 수 없다. 또한, 구획정리가 되어있지 않은 밭에 관개시설을 설치 하더라도, 관개효과는 있을지 모르나, 포장의 배수, 관개효율, 영농의 합리화면에서 높은 효과를 기대할 수는 없다.

구획정리를 실시하지 않고 관개시설만을 먼저 착수하면 장래에 구획정리를 실시할 때 환지와 교환분합 등이 어려워지며, 밭관개와 구획정리를 동시에 실시하면 사업비가 커지기 때문에 동시시행이 제약을 받게 된다.

밭관개를 실시하려면, 그에 선행하여 경지의 집단화를 수반한 구획정리를 하지 않으면 용수의 효율적 이용과 배수 및 효율적인 물관리는 물론, 영농의 합리화에 의한 근대적인 농업경영은 기대할 수 없으므로 밭관개와 구획정리는 필수불가결의 관계에 있다.

그러나, 구획정리를 뒤로 미루고 간선 관개시설을 먼저 착수하는 경우에는 적어도 배수로는 장래의 구획정리를 고려하여 배치하여야 하며, 배수로의 위치가 부적절하면 구획정리를 실시할 때 배수로를 다시 배치해야할 경우가 발생하게 되기 쉽게 되므로 유의해야 한다.

2.2.2 밭관개와 구획의 크기 및 형상

밭관개를 효율적으로 실시하기 위하여는 밭의 구획정비, 정지, 농도정비 등이 전제 조건이 된다. 밭관개를 전제한 구획의 크기와 형상은 고랑관개의 경우에는 고랑의 길이에 의해서 정해지며, 고랑의 길이는 관개수량, 기울기, 토양의 침입율 등에 의하여 정해진다.

그러나, 관개만을 고려하여 결정한 고랑길이로 구획의 길이를 정할 수 없으며 관개 효율은 약간 낮아지더라도 경운 등의 재배관리, 배수로의 위치, 계획지구내의 지형 및 여러 조건을 종합적으로 검토하여 구획의 길이를 결정하여야 한다. 고랑의 길이로 한변이 길이가 결정되면 다른 한변은 구획의 크기에 따라 결정된다.

가. 고랑길이를 결정하는 요소

경사: 고랑의 경사는 취수량(고랑유량)과 고랑길이를 제약하는 조건이 되며 기존의 지표면을 인공적으로 수정하지 바꾸지 않으면 경지의 자연경사에 따라 결정된다. 고랑의 적정기울기는 토양이나 지형에 따라 달라지지만, 미국에서는 0.5~3%, 일본에서는 고랑의 길이가 짧으므로 0~0.3%를 적정기울기로 채택하고 있다. 따라서 경지를 새로 개발하여 밭관개를 실시하거나, 기존의 경지를 정지하여 인공적으로 지표면의 경사를 바꾸는 경우에는 대체로 전술한 기울기 범위내에서 가능한한 원래의 지표면 경사에 가깝도록 한다. 정지의 정도는 관개방법에 따라 달라진다. 예를 들면 스프링클러 관개를 위해서는 포장을 거의 균일한 기울기로 정지 하지 않으면 안된다. 이와같이 관개방법과 실제의 경험값, 또는 토양이나 재배작물에 따라 포장의 기울기를 정하여 정지하여야 한다.

고랑유량: 고랑을 유하하는 유량은 토립자가 유실되지 않는 유속이 바람직하지만 지표관개에서 소량의 토양유실은 피할 수 없으므로 토양을 침식시키지 않고 고랑의 끝까지 거의 균일하게 물이 분배되도록 정하여야 한다.

일반적으로 고랑길이 5m를 유하하는데 25초이하가 소요되는 20cm/s이하의 유속에서는 고랑에서 토양침식은 거의 없다. 표2-1은 미국에서 조사한 토성별 토양

침식에 안전한 고랑의 기울기와 유량의 관계를 보여준다. 표의 수치는 일반적인 경향을 보여주는 것이므로 실제의 고랑유량은 각 포장의 기울기와 고랑길이를 기초로 결정하여야 한다. 여러 유량에 대한 침식을 측정하는 확실한 방법이 고안될 때까지는 최대허용유량의 결정은 경험적인 판단에 의할 수밖에 없다.

평탄지에서는 침식이 거의 문제되지 않으며 최대고랑유량은 고랑의 통수능력에 따라 결정된다.

표 2-2 토양침식에 안전한 고랑기울기(유량0.61/s)

토 질	고랑기울기(%)
식 토	0.5-1
식 양 토	1
양 토	1-2
사 양 토	2-3

토질: 지표관개는 경지의 토질에 따라 관개방법이 달라지며 고랑길이도 한정된다. 즉, 토질이 다르면 물의 유하속도가 달라지며, 고랑길이는 심층침투손실에 크게 영향을 주므로 침투손실을 줄이기 위하여 적당한 고랑길이를 결정하게 된다. 이와같이, 지표관개에서 고랑길이는 토양의 흡수력에 크게 좌우된다. 토양의 침투율은 점질토에서 매우 낮고 사질토는 매우 높다. 동일종류의 토양이라도 침투율은 다짐 정도, 관리상태, 지표면의 식생 및 토양수분에 따라 변화한다.

나. 고랑길이의 결정

최대고랑길이는 최대고랑유량이 토양에 거의 균일하게 분포되는 가장 긴거리이며 포장의 관개효율을 높이기 위한 고랑길이의 결정방법은 다음과 같다.

(1) 1회의 관개수량과 관개소요시간 :

1회의 관개수량은 토양의 포장용수량과 관개시의 토양수분으로 결정하며, 토양의 수분이 포장용수량에 이르도록 채우는데 필요한 시간은 고랑의 침입율을 측정하여 구한다.

(2) 최대허용 고랑유량의 결정 :

크기가 다른 여러종류의 고랑유량에 대한 실험을 통하여 안전한 고랑유량과 유속 및 유하시간을 측정한다. 최대허용 고랑유량의 결정은 토양침식이 일어나지 않는 유량이 되어야 하지만 수리적 해석방법이 없으므로, 설계자가 실험을 통하여 결정한다.

(3) 고랑침투시간의 결정 :

(1)에서 구한 토양의 침입율과 기타조건을 고려하여 포장에서 1회 관개시간을 결정하기 위한 고랑침투시간을 결정한다. 토양의 침입율만으로 결정하는 경우에는, 다음 식으로부터 심층침투손실이 적어지도록 결정한다. 즉, 1회의 관개수량을 토양이 흡수하는 소요시간(T)를 산정하고, 고랑의 시점에서 종점까지 유하가 가능한지를 결정한다.

$$D=\frac{1}{60}\int Idt=\frac{K}{60(n+1)}T^{n+1} \quad \text{또는} \quad T=[\frac{60D(n+1)}{K}]^{\frac{1}{n+1}}$$

K/60(n+1)=C , n+1=m 으로 하면,

$D = CT^m$

$$\text{또는} \quad T=[\frac{60Dm}{K}]^{\frac{1}{m}}=[\frac{D}{C}]^{\frac{1}{m}}$$

여기서 I = 침투율(mm/hr)

D = 적산 침투량(mm)

T = 급수개시후의 경과시간(분)

K, n : 포장의 토양상태에 따라 실험결과 결정되는 상수

(4) 최대 고랑길이의 결정

(3)에서 정한 시간내에 (2)의 최대허용유량을 유하시킨 경우, 물의 도달시간에 대한 고랑의 길이가 최대고랑길이가 된다. 고랑길이가 정해진 기존의 밭에서는 다음의 두가지 경우가 생긴다.

(3)에서 구한 시간내에 (2)에서 산정한 최대허용유량 도달거리, 즉 최대허용 고랑길이가 포장의 고랑길이보다 긴 경우에는 (3)에서 구한 시간내에 고랑의 끝에 도달하는 유량이나 최대허용유량을 고랑유량으로 정한다.

다. 구획의 크기

지표관개를 위하여 밭의 구획을 정리할 때 구획크기는 고랑길이로부터 한변의 길이가 정해지므로 다른 한변의 길이는 구획크기에 따라 쉽게 구할 수 있으나, 농가의 호당 밭면적과 관개의 심도를 고려하여 결정하여야 한다. 일반적으로 호당 소유면적이 작고 토양의 심도가 얕은(20~50cm) 밭에서는 1구획의 길이는 50~100m가 된다.

라. 작업능률을 고려한 구획

작업중의 피로를 고려하지 않을 때에는 회전회수가 적을수록 작업능률은 높아진다. 따라서, 일정한 면적에서는 장변을 길게 할수록 단변은 짧아지고 회전수도 적어지므로 능률적이 된다. 한구획의 면적이 10a인 경우는 장변이 100~120m, 20a인 경우에는 120~140m이 적정하다. 그러나, 물사용의 효율을 고려한 고랑길이는 토양, 기울기, 고랑유량 등의 제약을 받게 되므로 작업능률 및 재배관리를 고려하여 결정하여야 한다.

[예] 일본 풍천용수 밭관개지구의 경지정리 소개

밭구획의 크기는 호당 평균경작면적, 농기계 및 정지를 고려하여 관개방법별로 다음의 기준에 의하여 정한다. 다만, 장래의 농업규모와 농기계의 사용을 고려하여 정지는 등고선 방향으로 단을 설치하지 않도록 계획한다. 따라서, 장래의 구획변경은 고랑길이를 길게 잡을 수 있도록 정지한다.

■ 경사 10도까지

○ 스프링클러 관개

- 경사 3도까지: 1구획의 크기는 30a이상이 되도록 경사방향으로 잡고, 단변은 30m이상, 장변은 100 m이상으로 한다.
- 경사 3~10도: 1구획의 크기는 30a로 하나, 단변과 장변의 경사는

표2-3을 사용한다.

표 2-3 경사도별 구획의 크기

경 사 도	단 변	장 변	비 고
3 ~ 6 도	20 ~ 30 m	50 ~100 m	
6 ~10 도	10 ~ 20 m	50 ~100 m	

○ 지표관개를 전제로 하는 경우

- 경사 3도 까지: 스프링클러관개에 준한다.
- 경사 3~6도: 1구획의 크기는 10~30a, 단변은 경사방향으로 20~30m, 장변은 50~100m로 한다.
- 경사 6~10도: 1구획의 크기는 5~10a, 단변은 10~15m, 장변은 50m로 한다.
- 경사 10~15도 까지

급경사지이므로 정지비와 시공기술에 중점을 둔다. 단변은 경사에 따라 8~12m로, 장변은 고랑관개는 50m, 스프링클러관개는 50~100m로 한다. 구획형상은 구형으로 하나, 13도이상의 경사지는 대상으로 하는 것이 토양 보전에 유리하다.

■ 정지기준

정지기준은 작업기계의 종류와 재배작물, 토양침식과 관개방법 등에 따라 다르지만, 자연조건에 따라 대체로 표2-4와 같이 정한다.

표 2-4 **경사와 토성별 정지기준**

경사도	양토, 사양토, 식토, 식양토	사토
0~3	평면정지	평면정지
3~8	평면정지, 계단	평면정지, 배수
8~12	평면정지, 계단	배수
12~15	계단	배수

2.3 배수계획

2.3.1 배수계획의 기본

배수계획은 방재보전계획의 기본사항이 되는 것으로 토지이용 및 작물생산성을 제약하는 경우도 있으므로 기상조건, 토지조건, 배수현황 등을 고려하여 배수시설의 구조, 배치 등을 충분히 검토하여 세워야 한다.

가. 배수계획의 목적

농지에 있어서 배수는 홍수시 배수와 평상시 배수로 분류된다. 홍수시의 배수는 농지의 방재보전, 즉, 배후지에서 들어오는 유하수를 안전하게 처리하고, 농지보전을 도모하면서 강우로 인한 지표유출수를 배제시키고, 더욱이 농지의 배수가 하류에 피해를 주지 않도록 안정하게 처리하는 것을 목적으로 한다. 평상시 배수는 지표의 체류수를 신속하게 배제하는 동시에 포장의 지하수위를 억제하여 토양의 물리적·화학적성질을 개량하고, 작물뿌리의 생육환경을 좋게해서 토지생산력을 증가시키고 농작업시의 노동환경을 높여 노동생산성을 향상시키는 것이 목적이다. 평상시 배수는 보통의 강우나 지하수 유출, 관개용수의 유출등을 대상으로 하며 지구내의 암거배수와 밀접하게 관련되어 있다.

나. 배수로의 구분

배수로는 포장내에서 지구외에 이르기 까지의 배수경로에 따라서 다음과 같이 구분한다. ①승수로, ②집수로(수로겸용 농도를 포함), ③간·지선배수로, ④자연배수로, 이 중 ①②③이 인공배수로, ④가 자연배수로에 해당하는데, ②③이 자연배수로인 경우도 있다.

(1) 승수로

승수로는 등고선에 거의 평행하게 설치되는 수로인데, 지구외 승수로와 지구내 승수로가 있다. 지구외 승수로는 지구외의 배후지에서 유출수를 받아 지구내 유입을 방지하기 위하여 설치하는 수로이다. 지구내 승수로는 지구내 유출수 또는 암거로 배수를 받아 집수로에 도수하기 위한 수로로서 일반적으로 경지의 유출수를 직접받도록 설치(테러스승수로)하는 경우와 법면하부에 설치하는 경우가 있다. 간지선도로 등을 거의 등고선 방향으로 설치하는 경우에도 측구를 승수로의 기능을 갖도록 설치할 필요가 있다.

(2) 집수로

집수로는 승수로에서 유하하는 물을 모아서 등고선에 거의 직각방향으로 배수하는 수로로, 간선·지선도로의 측구도 집수로로 이용할 수 있도록 배려 할 필요가 있다. 또한 강우가 도로에 모이기 쉬운 경우는 도로에 집수기능을 갖도록 설계하여 집수로로하는 경우가 있고, 또한 자연배수로를 집수로로 이용하는 경우도 있다.

(3) 간·지선배수로

간·지선배수로는 집수로의 유출수를 모아서 하천이나 자연배수로에 방류하는 배수로로 주로 지구의 낮은 부분에 설치하든가 또는 자연계류 등을 이용하고, 필요에 따라서 호안공·낙차공 등의 시설을 배치한다.

(4) 자연배수로

자연배수로는 하천이나 계류를 자연상태 그대로 이용하는 경우이다. 그러나 침식 및 토사의 유출을 방지하기 위하여 유로에 호안공·낙차공·바닥공이나 兩

岸에 그린밸트 등을 시공할 필요가 있는 경우가 있다.

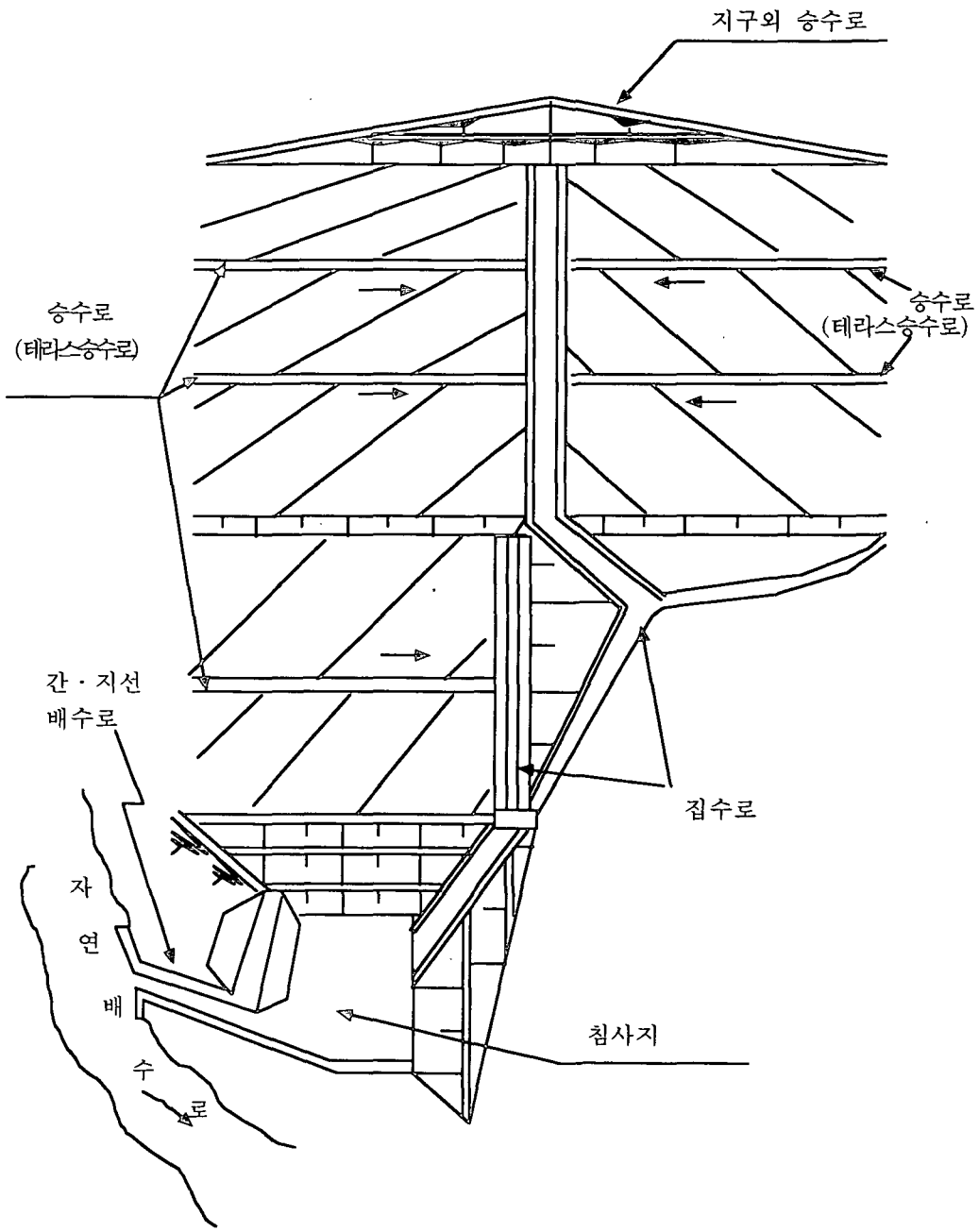


그림 3.1 배수로의 배치

다. 배수로의 체계화

배수계획의 기본은 배수로를 체계적이고 적절한 간격으로 배치하는 것이다. 배수로를 체계적으로 배치하는데 특히 유의해야 할 사항은 지구상류부 에서의 유입수의 처리와 지구하류부에서의 배수처리이다. 지구내의 배수계통은 배수로의 배치를 다음과 같이 계획한다. 지구밖의 유입수를 처리하는데는 지구상류부에 설치한 승수로로 집수하고, 이것을 직접 지구 밖으로 처리하는 것을 원칙으로 하는데, 어쩔수 없이 지구내를 통과해서 유하시키는 경우에는 토양침식이 유발하지 않도록 배수로 구조를 충분히 검토해야 한다.

지구 하류부에 있어서 지구 밖으로의 배수는 자연배수로 또는 하천으로 직접 배수 시키는 것을 원칙으로 하는데, 접속하는 배수로의 통수단면을 검토하고, 단면확폭의 여부, 호안의 필요여부 등을 검토해야한다, 특히 경사정지, 수편정지를 하였을 경우에는 지형의 변경에 따른 집수구역의 변경이나 유출특성의 변화 등에 유의하여야 한다. 이때 유출수는 반드시 토사를 포함하고 있는 것을 고려해서 배수로 말단에 침사지 등을 설치하며, 하류의 농지·인가등에 피해가 발생하지 않도록 한다.

라. 배수로의 배치

배수로중 간선배수로와 자연배수로는 지형에 따라 그 위치·규모가 결정된다 승수로와 집수로의 배치방법은 지역의 지형·구획 등을 고려하여 가장 효과적인 배치가 되도록 해야 한다.

(1) 승수로의 배치

승수로의 배치는 토양조사 결과, 경지면에 릴침식의 발생상황 등을 충분히 검토해서 결정해야 한다. 경지면의 유출수를 직접 받아들이는 승수로(테러스승수로)의 간격은 원칙적으로 릴 혹은 걸리침식이 일어나기 시작하는 사면장으로 구한다.

조건에 따라 다르나 승수로는 60~100m간격으로 설치하는 경우가 많다. 조성 직후의 나지상태는 침식방지를 위하여 수직고 약 4m의 간격으로 테러스승수로를 설치하고 있는 경우도 있다. 승수로의 연장(집수로간의 간격)은 일반적으로 200~300m를 한도로 한다.

(2) 집수로의 배치

집수로의 간격은 승수로의 유입량에 따라서 결정되는데, 최대 200~300m의 간격으로 설치하는 경우가 많다. 지형이 습곡인 경우 집수로의 배치는 집수로의 설치 위치에 따라 계곡부 집수로 방식과 산등성이부 집수로 방식으로 구분된다.

(가) 계곡부 집수로 방식

이방법은 그림 3.2의 ①과 같이 계곡부에 집수로를 설치하고, 승수로는 산등성이 부분에서 계곡쪽으로 1/30~1/50의 기울기로 설치하는 방법이다. 이 방법은 유역을 변경하는 것이 아니고 자연에 가까운 상태로 배수하는 방법이며 보통 이 방법을 채용하는 경우가 많다. 단, 계곡부의 성토 부분에 집수로를 설치하는 경우는 지반이 침식되거나 수로구조물이 불안정하게 되지 않도록 충분히 주의해야 한다.

(나) 산등성이부 집수로 방식

이 방법은 그림 3.2의 ②와 같이 승수로를 계곡으로부터 산등성이부를 향하여 1/30~1/50의 기울기로 내려가고, 산등성이부에 집수로를 설치하는 방법이다. 이 방법은 비교적 지반이 안정된 산등성이부에 집수로를 배치하기 때문에 집수로의 안정성은 우수하다. 그러나 지구 상류부에서 지구밖 유입수를 배제하는 경우 기존 골짜기와 연결되어 있는 배수계통을 변경해야 하고, 또한 승수로에서 월류한 경우에는 물이 계곡부에 집중해서 침식피해를 일으키는 경우도 있으므로 이 방법이 적용되는 예는 적다.

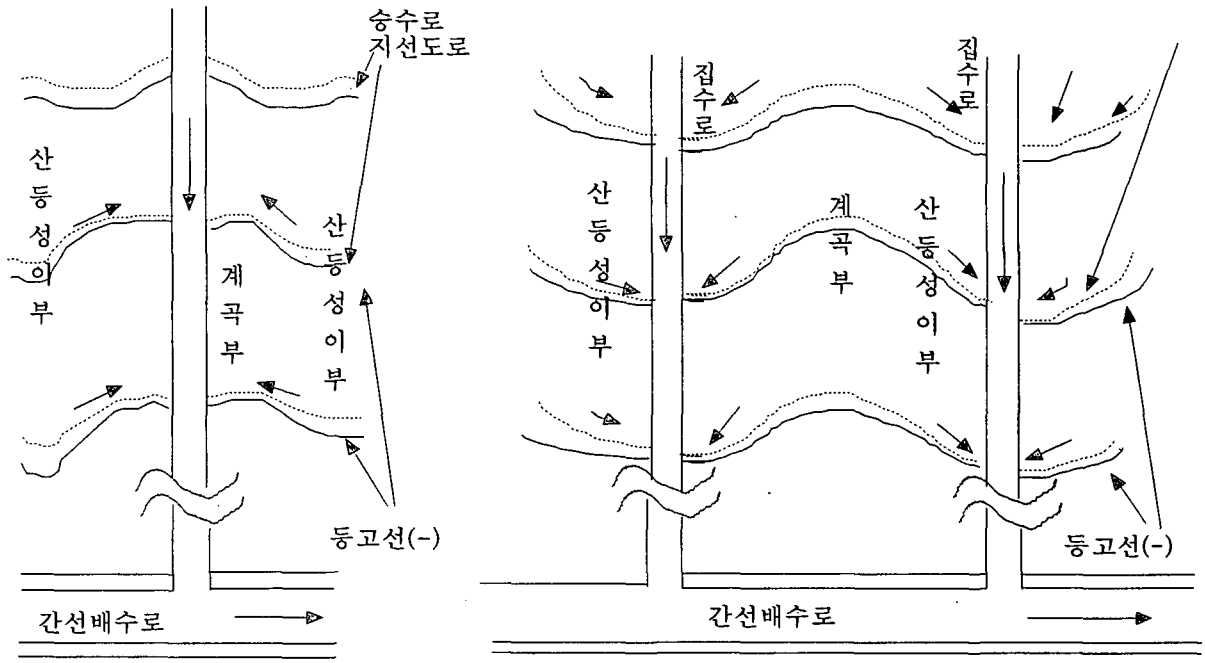


그림 3.2 집수로 배치방식

2.3.2 계획배수량의 산정

배수로 단면결정의 기초가 되는 계획배수량은 원칙적으로 10년에 1회정도의 강우에 대한 피크유출량을 대상으로 검토하는데, 지구내외의 농지 및 시설에 미치는 영향을 충분히 감안하여 배수로계 전체가 조화를 이루고, 그 기능이 효과적으로 발휘될 수 있도록 결정한다.

가. 계획배수량의 크기

배수로 단면결정의 기초가 되는 계획배수량은 원칙적으로 10년에 1회정도의 계획기준우량에 의해 산정된 피크유출량으로 한다. 단, 지구의 하류에 민가나 중요한 시설이 있는 경우, 또는 침식성이 심한 토양지대인 경우, 그외 관계기관과의 협의 등에 따라 그 이상의 규모가 필요한 경우가 있기 때문에 지구의 실태에 따라서 결정해야 한다.

계획배수량은 거의 같은 조건의 집구구역을 갖는 승수로·집수로 등 배수계통별로 대표적인 지점에서 산정하고, 그외 지점의 계획배수량은 주요지점의 비유량으로 산정한다.

나. 합리식

경사지의 배수로 계획에서는 계획기준 우량에 대한 피크유출량을 합리식(2.1)으로 구하여 계획배수량으로 한다.

$$Q_p = \frac{1}{3.6} r_e \cdot A \quad \text{----------(2.1)}$$

여기서, Q_p: 피크유출량(m^3/s)

A: 배수로의 집수면적(km^2)

r_e: 홍수도달시간내의 평균유효강우강도(mm/h)

합리식은 ①유역내에 조정지 등에 의한 저류가 없고, ②하류 수위조건의 영향이 없고, ③유역내의 강우조건 및 토지이용 조건이 같다고 볼 수 있는 경우에 적용된다. 高位부의 경사지를 대상으로 하는 배수계획에서는 대부분의 경우 ①②의 조건 및 ③의 조건 중 강우가 같은 조건(유역면적이 10~40km^{2}이하)은 만족된다고 볼 수 있다. 이들 적용조건이 만족되지 않는 경우 피크유출량은 원칙적으로 수문곡선해석에 의해서 추정할 필요가 있다. 합리식을 정확하게 사용하는 데에는 홍수도달시간내의 평균유효강우강도를 합리적으로 추정하는 것이 중요하다. 이에는 홍수도달시간과 피크유출계수의 추정이 중요하다.

다. 홍수도달시간

홍수도달시간이란 유역의 가장 먼 지점에 내린 우수가 최하류단에 도달하는 시간으로 정의 된다. 홍수도달시간은 대상지구에 있어서 관측치를 기초로 해서 추정하는 것을 원칙으로 한다. 추정순서는 다음과 같다.

① 관측치로 수문곡선을 그린다.
② 피크유출량 Q_p의 발생시각 t_2의 강우강도 r_p를 구한다.
③ 강우피크전에 같은 값 r_t를 나타낸 시각 t_1을 추정하면
④ 양시각의 차(t_2-t_1)가 r_e=3.6 · Q_p/A에 대한 홍수도달시간 t_t이다.

몇개의 유출수에 대해 구한 t_p 와 r_e의 관계를 양대수지에 플롯하면 이들 점들은 거의 직선적으로 배열되기 때문에 이에 균등하게 나누는 선을 삽입하면 t_p와 r_e의 관계를 얻을 수 있다. 또한 t_p의 추정에 이용한 자료는 피크 유출량이 1(m^3/s/km^2)이상의 큰 것에 한정된 것이 좋고, 총강수량이 작은 자료, 강우지속시

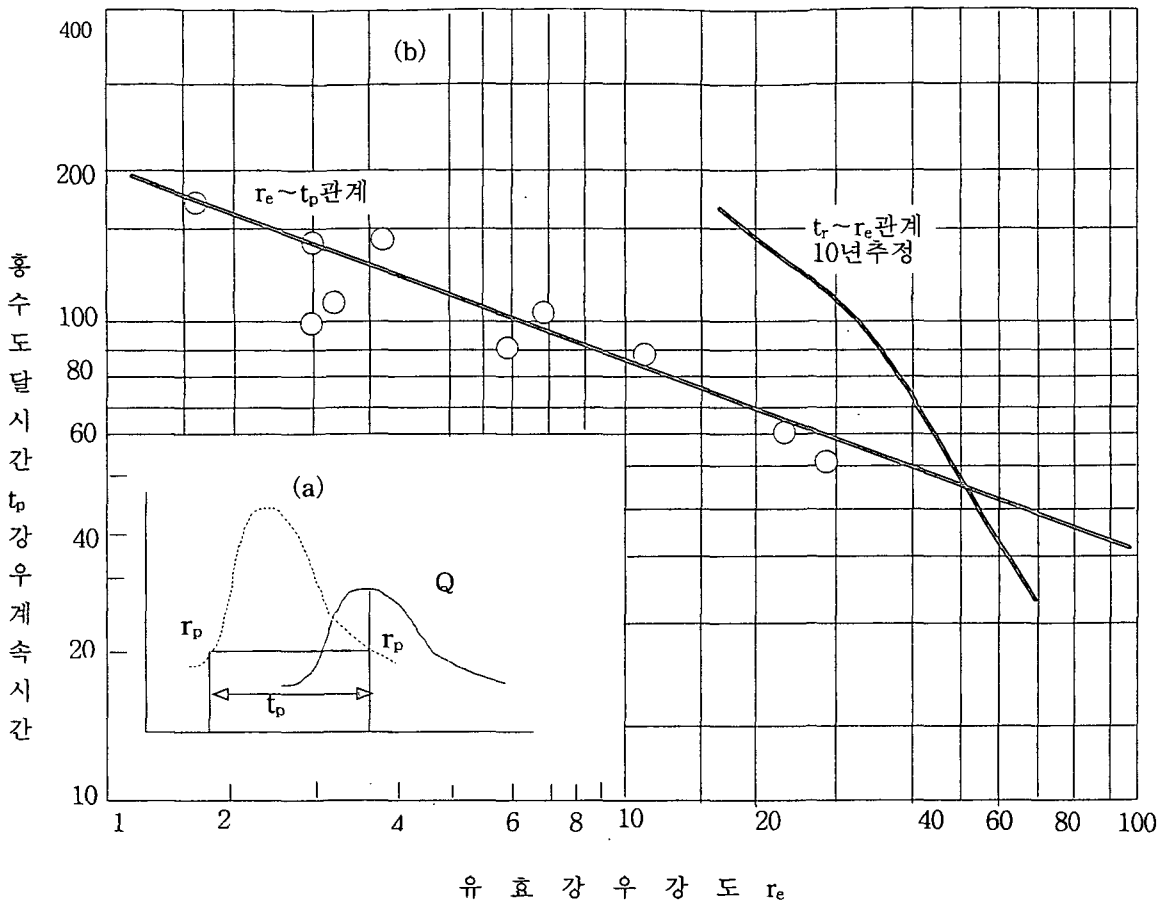


그림 3.3 홍수도달시간곡선과 확율유효강우강도곡선

간이 짧은 자료, 유출피크직후에 강우가 종료된 자료등은 이용하지 않는 것이 좋다.

관측치를 충분히 얻을 수 없는 지구에서는 일본의 경우 角屋·福島공식에 의해서 홍수도달시간을 추정하고 있다. 이것은 角屋등이 서로 다른 유역규모를 갖는 하천의 관측자료로 유도하여 제안한 것으로 식(2.2)와 같다.

$$t_p = C \cdot A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35} \quad \text{----------(2.2)}$$

여기서, t_p: 홍수도달시간(min)

A: 유역면적(km^2)

r_e: 유효강우강도(mm/h)

C: 토지이용상황에 따라 다른 계수로 표 2-5에 그 값을 나타냈다.

표 2-5 홍수도달시간추정식의 계수 C의 값(角屋 · 福島)

표 층 조 건	C의 값
자 연 산 지	250～350≒290
방 목 지	190～210≒200
골 프 장	130～150≒140
거칠게 조성한 택지(수로 · 도로정비)	90～120≒100
시 가 지	60～ 90≒ 70

또한 일본의 농지조성지구에 있어서 강우유출량의 관측자료로 정리된 식(2.2)의 계수 C의 값을 표 2-5에 나타냈다. 이들의 관측 결과에 의하면 농지조성지구에 있어서 C값은 100～150정도로 볼 수 있다.

라. 피크유출계수

홍수도달시간내의 평균유효강우강도 r_e는 다음식으로 추정한다.

$$r_e = f_p \cdot r \quad \text{----------(2.3)}$$

여기서, r_e, r: 홍수도달시간내의 평균유효강우강도, 평균관측강우강도(mm/h)

f_p: 피크유출계수

위식에서 피크유출계수는 강우파형조건, 대상유역의 지질 · 토지이용 등의 표층조건, 선행강우(토양습도)조건 등에 따라서 상당히 다르기 때문에 대상구역에 있어

서 관측결과를 기초로 해서 정하는 것을 원칙으로 한다. 피크유출계수 f_t는 r_e 및 r의 관측치를 이용해서 다음식으로 구한다.

$$f_p = r_e / r \quad \text{----------(2..4)}$$

여기서, r_e는 피크유출량 Q_p로부터 $r_e = 3.6 \cdot Q_p / A$로 추정한다.

배수계획시 f_t는 관측치에서 얻은 f_p의 최대치를 채용한다. 角屋은 각지의 관측결과로부터 피크유출계수를 표2-6과 같이 정리했다. 또한 각지의 농지조성지구에 있어서 관측결과를 표 2-5에 나타냈다. 이들표는 관측자료가 부족한 지구에서 기준치로 사용할수 있지만, 피크유출계수는 지구의 상황에 따라서 상당히 달라 유형화가 용이하지 않기 때문에 당해지구 또는 근방의 유사한 지구의 관측결과를 기초로 해서 신중하게 정하는 것이 바람직하다.

표 2-6 표층토의 상태와 피크유출계수 f_t (角屋)

표 층 토 의 상 태	피크유출계수 f_t
화강암질 사질토(표층토가 두꺼운 경우)	0.1~0.2
화강암질 사질토(표층토가 얇은 경우)	0.5~0.7
화산회 퇴적토	0.2~0.35
고생층·중생층등 표층토가 두꺼운 산지·구릉지	0.5~0.7
제3기·제4기등 표층토가 얇은 산지·구릉지	0.6~0.8
포장율이 높은 시가지	0.9~1.0

마. 확률 피크유출량의 추정

합리식에 의해서 피크유출량을 추정하는 경우 여기서 이용할 수 있는 유효강우강도 r_e의 값은 유효강우강도와 홍수도달시간의 관계 r_e-t_p 및 강우지속시간과 유효강우강도의 관계 t_r-r_e 의 양자를 동시에 만족하는 것으로 한다. 예를 들면 10년 확률피크유출량은 다음과 같은 순서로 추정할 수 있다.

① 20, 60, 120분등 3종이상의 지속시간에 대응하는 10년 확률강우강도를 구한다.

② 이것에 피크유출계수를 이용해서 식 (2.3)으로부터 10년 확률 유효강우강도를 추정한다.

③ 다음에 이들 값을 r_e-t_p의 관계를 나타내는 그림 3.3(b)에 플롯하고, 적당한 곡선자로 곡선을 삽입하여 이것을 10년 확률의 t_r-r_e곡선으로 한다.

④ 그림으로부터 r_e-t_p, t_r-r_e의 양곡선의 교점의 r_e를 읽고, 이 r_e를 식 (2.1)에 대입하면 10년 확률피크유출량을 얻을 수 있다.

또한 t_r-r 또는 t_r-r_e곡선으로 반드시 식을 결정할 필요는 없고, 종래부터 자주 이용되는 탈버트형, 셔만형 등의 강우강도식을 이용해도 좋다. r_e-t_t관계 및 t_r-r_e관계가 식으로 표시되어 있는 경우는 두식을 연립해서 해를 구할 수 있다.

바. 여러 지목을 포함하고 있는 유역의 피크유출량

합리식은 원래 표층조건이 거의 같은 유역에 적용되는 것이다. 여러 지목을 포함하고 있는 유역의 피크유출량을 추정하는데 피크유출계수 등의 유역특성치의 가중평균을 합리식에 이용하는 것은 오류를 범할 경우가 있다. 이러한 경우 피크유출량을 구하려면 지목 등의 유출량과 최대시간을 고려한 근사법이 바람직 하다.

사. 경지조성이 피크유출 특성에 미치는 영향

산림구릉지가 개발되어 밭이나 과수지이 형성되면 유출특성에 변화가 생긴다. 일본의 경우 농경지조성이 홍수유출특성에 미치는 영향에 관해서 많은 관측사례가 보고되고 있으며 아직은 개략적이지만 정량적으로 설명할 수 있게 되었다.

관측사례에 의하면 일반적으로 경지조성은 홍수시의 피크유출량의 증가를 유발시킨다. 그 원인의 하나는 경지조성에 따른 홍수도달시간의 단축이다. 경지가 조성되면 경사면상의 산림식생이 제거되는 동시에 기복이 평준화 되어, 배수로망이 정비되어 배수로 밀도가 상당히 증가므로, 종전의 지형보다 완구배가 되지만 결과적으로는 홍수도달시간이 단축된다. 예를 들면 角屋·福島의 식(2.2)의 토지이용상태에 따라서 계수 C의 값은 표 2-5와 같이 산림지에서 250~350, 경지조성지에서는 100~150이 되고, 홍수도달시간은 약 1/2정도로 단축 된다.

피크유출량을 증가시키는 또하나의 원인은 조성에 따른 강우 보유량의 감소이다. 농경지조성 지구에서는 도로·수로나 침사지등의 비침투역에 상당하는 부대시설이 정비되고, 밭도 대형시공기계에 의해 전압되어, 투수성·보수성이 저하되기 때문에 산림지보다도 강우 보유량이 감소한다. 결과적으로 직접유출에 대한 유효강우가 증가하여 피크유출계수가 종전보다 커지는 경우가 많다. 이는 일반적 양상이므로 피크유출량이 변화정도는 유역의 표층조건에 따라서 상당히 다르므로 주의해야 한다. 토심이 얕은 지역의 경지조성시 충분한 경운작업에 의하여 투수성이 향상된 지구도 있다. 또한 유출량은 조성직후와 수년후 상당히 다르다.

피크유출량의 변화정도는 대상으로 하는 강우의 규모에 따라서 상당히 다르다는 점에 주의해야 한다. 예를들면, 경지조성 전후의 피크유출량의 증가를 간단히 배율로 표현하면, 소강우시만큼 크고 극단적으로 말하면 무한대로 되는 경우도 있다. 이와같은 배율은 수년에 한번의 강우 혹은 그 이상의 대유출로 제한해둘 필요가 있다.

제3장 소비수량 산정프로그램 개발

3.1 서 론

3.1.1 연구의 배경, 목적 및 필요성

관개는 농작물의 생산을 목적으로 경지에 인공적으로 물을 공급하는 것이기 때문에, 그 필요한 시기와 필요수량을 정확히 안다는 것은 농업용수개발과 물의 효율적인 관리계획수립에 있어 대단히 중요한 것이다.

밭경지정리를 하는데 있어서 필요수량의 계산은 지하수의 개발규모와 신규 수원 개발여부를 판단하는 기초자료를 제공해줄 뿐만 아니라, 과거의 자료를 활용하여 앞으로 필요한 용수량과 시기를 결정하는 데에도 필요하다.

이 연구에서는, 우리 나라의 기상데이터는 보통 이삼십 연간의 측정 자료가 있으므로, 이 데이터들을 이용하여 과거의 증발산량을 계산하여 앞으로의 필요수량도 추정하고, 여러 작물을 동시에 재배할 경우에도 시기별로 필요수량을 산정하는 방법을 제시하고자 하였다. 이들 결과는 경지정리 사업 등을 할 때 필요수량을 추정하는 과학적 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

3.1.2 연구 방법

이 연구에서는 필요수량 산정공식으로 Penman식을 주로 이용하고 Blaney-Criddle식을 덧붙여 사용하였다. Penman식은 많은 기상데이터를 필요로 하는 단점이 있으나, 일단 기상데이터가 축적되면 빠르게 발전하고 있는 컴퓨터 기술을 이용하여 높은 정도를 보이는 방식이라 할 수 있다. Blaney-Criddle식은 간단하면서도 기상자료가 부족한 지역에도 적용할 수 있는 장점이 있다. 그렇지만 일별의 필요수량 산정, 정확성 등에서 Penman식에 뒤지는 약점이 있다.

본 연구에서 사용한 프로그램 언어는 C언어를 사용하였으며, 개발된 프로그램은 UNIX, DOS 등의 운영체계의 영향을 받지 않고 사용할 수 있도록 ANSI C에

준하여 작성하였다.

기상데이터는 농어촌진흥공사와 건설기술연구원에서 구축한 자료를표사용하였다.

3.2 재배유형별 필요수량 추정프로그램 개발

3.2.1 증발산 산출공식과 작물계수

증발산량의 추정은 대표적으로 17세기 Dalton의 질량이동법에 근거하는 Rohwen(1931), Pruit(1963)의 이론식과 Blaney-Criddle(1942, 1952), Penman(1948), Jensen Haise(1963), Hargreaves(1948)등의 실험식으로 구분된다.

본 연구에서는 우리 나라에 소개되었거나 널리 알려져 있는 증발산량공식들 중에서 Penman식과 Blaney-Criddle식을 이용하였으며, 이들 식의 목적과 제한사항 및 입력자료들을 비교하여 보면 다음과 같다.

가. 증발산량 산출공식

(1) Blaney-Criddle식

이 방법은 우라 나라에서 널리 이용되고 있는 산정식으로, 적당한 작물계수에 온도자료만 가지면 쉽게 계산해 낼 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 이는 건조지대에서 사용하기 위해 만들어졌고, 지역성을 고려해야 하기 때문에 지금까지 많은 수정과 상이한 계수들이 발표되었다.

본 연구에 사용된 공식은 Doorenbosd와 Pruitt가 연구 발표한 FAO-24수정식이다. 아직까지 이 방법으로는 단기간의 증발산량을 산정하기에는 부정확하나, 장기간의 값을 산정하기에 알맞게 되어있다. 다만, 지역성을 고려해야만 사용상의 신뢰도를 높일 수 있다.

식은 (3.1)식과 같다.

$$ET_o = c[p(0.46T + 8)]mm/day \quad (3.1)$$

여기에서 ET_o : 일별 잠재증발산량(mm/day)

p : 주간시간 백분율

T : 일평균기온

c : 최소상대습도, 일조시간, 풍속 등을 고려한 수정인자

(2) Jensen-Haise식

이 공식은 Radiation method의 한 방법으로 Jensen-Haise(1963)가 온도와 일사량을 주변량으로 하여 만든 것으로 고도와 포화증기압으로 보정하여 계산하는데 주로 5~30일 기간의 증발산량을 산정할 수 있다. 식은 다음과 같다.

$$ET_o = C_T(T - T_x)R_s \tag{3.2}$$

여기서 T : 평균기온

R_S : 일사량

T_X : $-2.5 - 0.14(e_2 - e_1) - E/550$

e2, e1 : 최고 및 최저기온의 포화수증기압

CT : $\dfrac{1}{38 - E/152.5 + 7.3[50/(e_2 - e_1)]}$

(3) Penman식

이 공식은 Penman(1948)이 발표한 것이지만 그 동안 이 공식은 많이 수정보완되어 왔다. 이 공식의 장점은 복합적 기상요인을 많이 포함하고 있기 때문에 정확성이 높다는 것이다. 이 공식에서 정확성을 높이려면 많은 기상데이터, 계산이 필요한데, 우리 나라의 기상데이터는 보통 수십년 동안 측정한 데이터가 있고 고성능의 컴퓨터가 보급되고 있어서, 이 공식의 장점이 차츰 부각되고 있다.

$$ETo = c[W \cdot Rn + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (ea - ed)] \tag{3.3}$$

에너지 항 공기역학 항

ETo : 잠재증발산량(mm/day)

W : 온도가중인자

Rn : 순일사량(mm/day)

f(u) : 풍속과 관계된 함수

(ea - ed) : 증기압차(mbar)

c : 기후조건에 따른 조정인자

이 Penman공식은 Jensen식(1974, ASCE), Wright식(1982) 및 Doorenbos & P ruit(1977)등의 식들이 있으나, 본 연구에서는 FAO-24의 식인 Doorenbos & Pruit (1977)가 사용한 것을 이용하였다.

나. 작물계수

특정작물의 증발산량을 정하는 것은 기후적 조건, 토양수분, 작물의 종류와 생육조건 등의 복잡한 관계를 함께 규명하여야 하는 어려움 때문에 일반적으로 알팔파나 잔디를 기준으로 한 잠재증발산량에 대한 작물계수를 곱하는 형태로서 증발산량을 구한다. 작물계수는 작물의 특성과 파종시기, 생육단계에 따라 다르며 일반적인 기후 조건의 영향도 많이 받는다. 잠재증발산량과 특정작물의 증발산량, 작물계수와의 관계를 나타내면 식 (3.4)과 같다.

$$K_{crop} = E_o \times K_c \qquad (3.4)$$

K_c : 특정작물의 작물계수

E_o : 잠재증뱔산량

E_{crop} : 특정작물의 증발산량

3.2.2 프로그램 알고리즘과 사용법

프로그램에서 사용한 공식들의 알고리즘은 다음과 같다.

가. Penman식의 알고리즘

① 지명, 날짜, 위도, 경도, 고도 입력
② 평균기온, 평균상대습도, 2m 높이의 풍속, 일사량 입력
③ (ea - ed) 계산
④ f(u) 계산
⑤ Rn 계산
⑥ 결과 출력

나. Blaney-Criddle식의 알고리즘

① 지명, 고도, 위도, 월 등의 데이터를 입력
② 월평균최고기온, 평균기온, 위도에 의한 주간시간 백분율을 계산
③ 최소상대습도, 일조시간율, 2m 높이에서의 풍속에 의한 보정
④ 결과 출력

3.2.3 잠재증발산량 계산 결과

가. 입력 자료

이 프로그램의 데이터는 4종류의 데이터 파일에서 입력이 되는데 각각의 입력 데이터 구조는 다음과 같으며, 데이터는 1994년도의 속초 데이터이다

(1) 평균풍속 자료

```
1994  2.5  3.7  3.4  3.8  2.2  4.2  3.8  3.0  2.7  2.9
      5.3  1.6  2.3  2.3  2.4  1.9  3.5  3.6  3.8  2.3
      2.7  3.8  2.9  3.9  3.2  2.9  2.1  3.7  2.2  1.8  1.9 /*1월*/
1994  4.9  3.7  3.9  1.7  2.7  2.2  3.5  2.0  3.8  1.8
      2.2  2.8  1.3  2.1  3.1  2.8  2.1  1.2  1.5  2.0
      4.5  3.0  4.3  3.5  2.2  1.8  3.1  3.7 /*2월*/
       . . . . . .
```

(2) 평균기온 자료

```
1994 -0.5  4.8  6.6  2.3  2.2  4.3 -0.6  4.3  6.7  3.4
      1.5  1.4 -0.3 -1.7  0.8  5.0  2.8 -2.7 -4.9 -4.3
     -4.4 -2.5 -4.4 -2.7  2.5  1.5 -2.4 -1.2 -2.8 -2.5  2.0 /*1월*/
1994  3.0 -0.8  0.8  1.5  4.7  4.2  7.6  4.3 -1.1 -5.6
     -1.9 -1.3 -1.6  1.2  2.4  2.4  2.3  4.3  3.7  4.6
      4.8  1.2  0.0 -0.2  0.2  1.1  1.7  5.4 /*2월*/
1994  0.3  4.0  4.0  3.2  3.5  4.2  4.2  7.0  3.5  1.0
      4.3  2.7  1.7  2.0  3.7  5.7  4.6  5.9  6.7  3.4
       . . . . . .
```

(3) 평균상대습도 자료

```
1994 64.3 54.8 45.8 32.3 40.3 51.3 42.0 57.8 71.5 88.5
     92.8 88.0 81.5 76.5 61.0 56.0 86.3 63.3 36.5 40.0
     41.8 46.5 49.3 43.8 63.8 73.0 47.5 71.5 89.8 72.3 57.8 /*1월*/
1994 58.3 49.8 44.5 52.5 52.0 62.5 41.8 57.0 85.3 61.0
     68.3 89.8 64.8 58.5 72.0 84.5 79.5 64.8 88.8 67.5
     41.3 46.5 52.8 51.3 66.8 74.3 71.3 51.8 /*2월*/
1994 49.5 44.3 55.0 69.8 84.3 83.5 90.5 72.3 42.3 37.3
      . . . . . .
```

(4) 일조시간 자료

```
1994  6.1  5.4  3.4  8.5  2.1  7.8  8.3  3.3  7.7  0.0
      0.0  2.8  2.8  2.0  8.4  1.1  0.0  7.0  8.7  8.2
      8.7  8.2  6.0  7.8  6.1  0.0  8.9  2.5  0.0  7.2  4.3 /*1월*/
1994  8.3  8.0  8.8  2.5  9.1  8.1  8.7  0.0  0.0  8.9
      0.0  0.0  9.4  9.4  0.0  5.9  9.3  8.6  1.8  7.0
      9.4  2.6  8.8  9.9  1.6  4.2  9.2  6.9 /*2월*/
1994  9.9  9.5  8.7  3.8  5.3  2.9  0.0  6.7  8.2 10.4
      . . . . . .
```

나. 출력결과

위의 자료를 이용하여 Penman법으로 일별 잠재증발산량을 계산한 결과는 아래와 같으며 서울, 수원, 광주, 부산, 제주의 1990~1994년도 월평균 잠재증발산량을 Penman법과 Blaney-Criddle법으로 계산한 결과를 그래프로 나타내면 <그림 3-1~5>와 같다. 각 작물의 필요수량은 이 값들에 생육시기별 작물계수를 곱합으로 구할 수 있으며, 여러 작물을 재배하더라도 각 작물의 파종시기, 생육단계 등을 고려하면 정확한 필요수량을 시기별, 작물별로 알 수가 있다.

(1) 프로그램 출력결과

```
1994 0.830  0.908  1.112  1.237  0.982  1.112  1.072  1.018  0.945  0.891
  0.697  0.772  1.036  1.012  1.196  1.180  0.882  1.137  0.952  1.040
1.000  0.887  1.015  0.792  0.810  1.164  1.219  1.251  1.184  1.061
1.404 /*1월*/
1994 1.377  1.087  1.374  1.128  1.115  0.960  1.281  0.834  0.962  1.200
  1.094  1.467  1.667  1.616  1.599  1.668  1.562  1.778  1.823  1.560
2.125  1.157  1.754  2.016  2.135  2.073  2.225  2.001 /*2월*/
1994 1.936  1.913  1.177  1.150  2.156  2.181  1.768  2.364  2.345  2.233
     . . . . . .
```

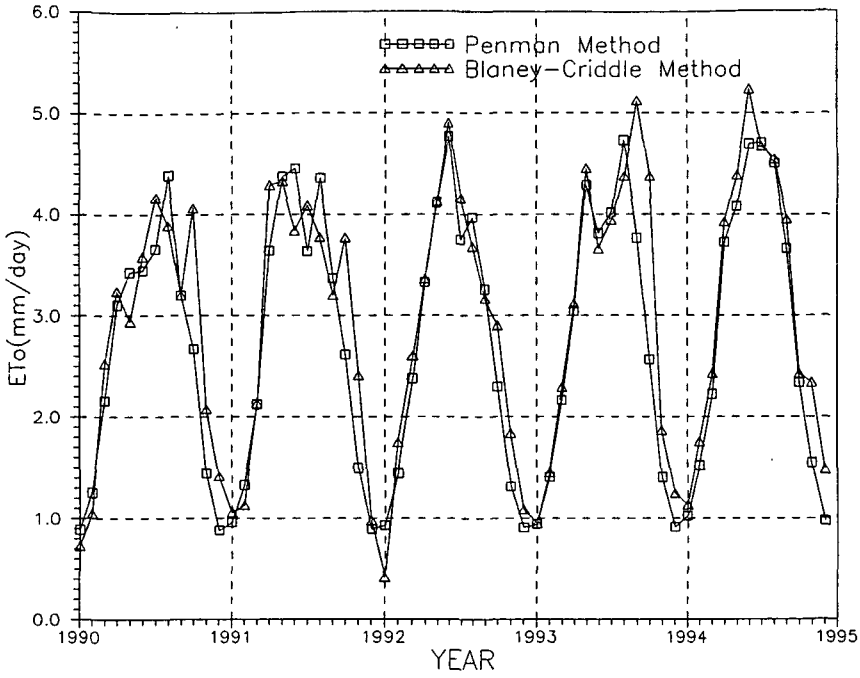


그림 3-1 서울의 1990~1994년도 월평균 잠재증발산량

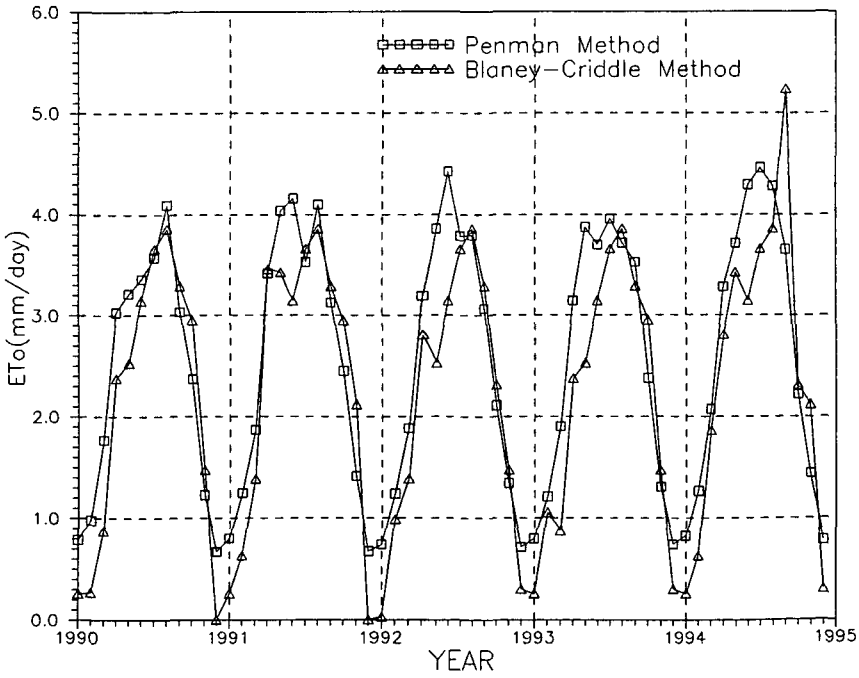


그림 3-2 수원의 1990~1994년도 월평균 잠재증발산량

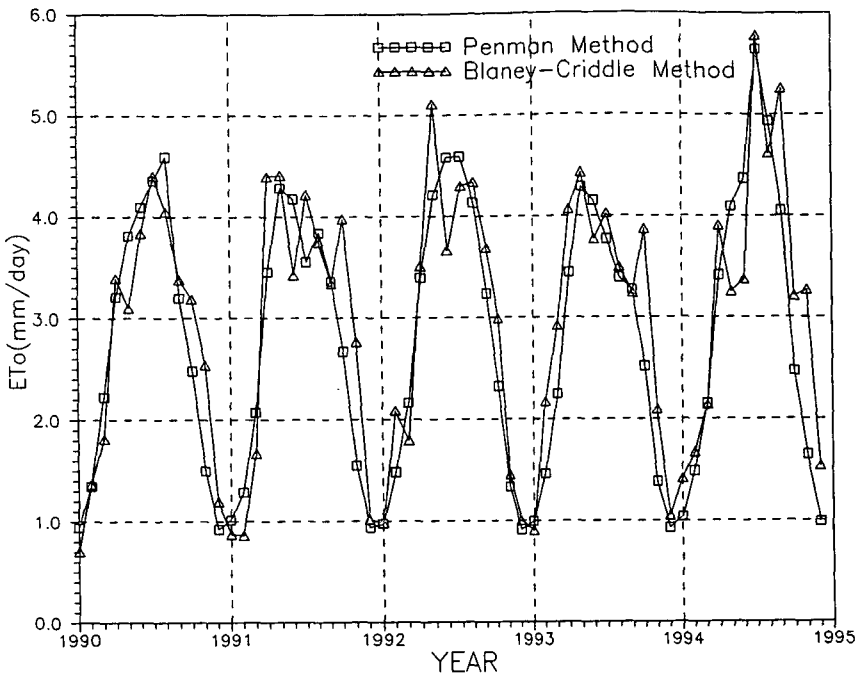


그림 3-3 광주의 1990~1994년도 월평균 잠재증발산량

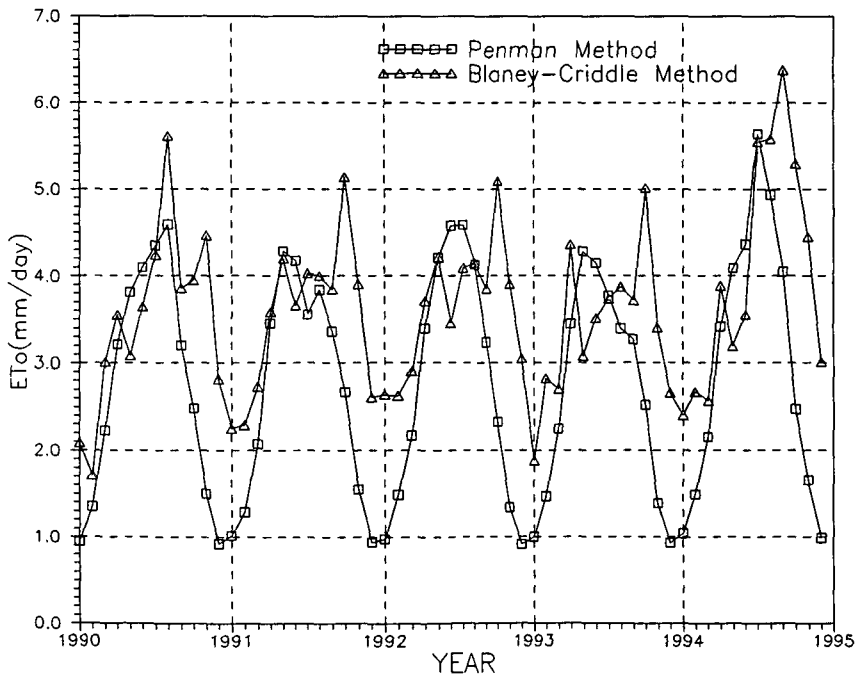


그림 3-4 부산의 1990~1994년도 월평균 잠재증발산량

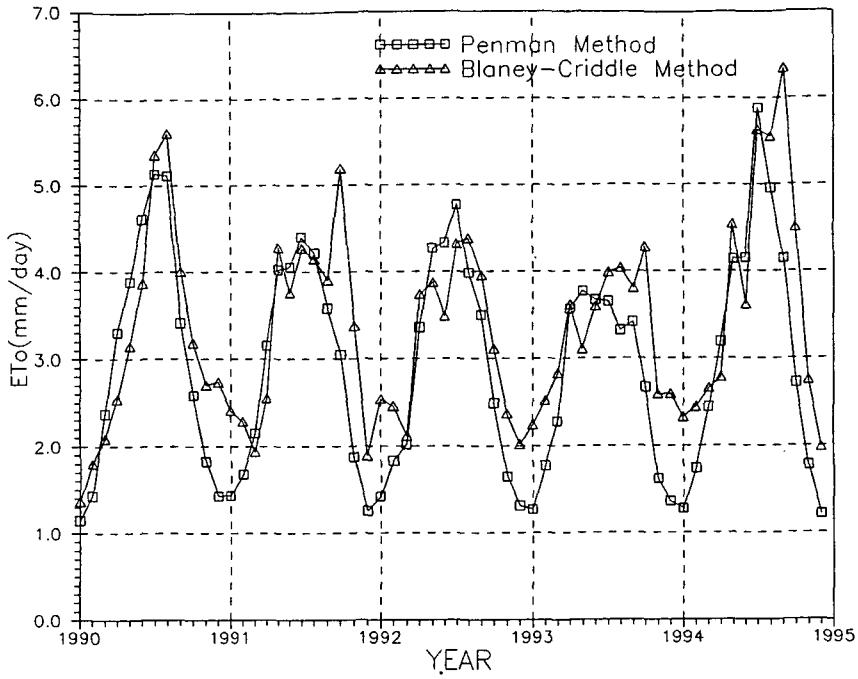


그림 3-5 제주의 1990~1994년도 월평균 잠재증발산량

(2) 잠재증발산량

잠재증발산량은 각 지역별로 차이가 있었다. 특히 남부지방인 광주, 부산, 제주에서는 겨울철에도 상당히 큰 값을 나타냈으며 7월경에는 특히 큰 값을 나타내는 경향을 보였다. 전체적으로는 4월경에 잠재증발산량이 큰 폭으로 증가하였으며, 6월말에서 7월 초순에는 장마의 영향으로 낮은 잠재증발산량을 나타내었다. 9월과 10월에는 4월과 반대로 급격한 잠재증발산량 감소를 나타내었다.

3.3 결 론

본 연구에서는 경지정리, 재배작물의 변화로 나타나는 필요수량을 계산하는 프로그램을 Penman식과 Blaney-Criddle식으로 개발하였으나, 주로 Penman식을 사용하였다. Penman 식의 장점은 복합적 기상요인을 많이 포함하고 있기 때문에 정확성이 높다는 것이다. Penman 공식에서 정확성을 높이려면 많은 기상데이터와 계산이 필요한데, 우리 나라의 기상데이터는 보통 수십년 동안 측정한 데이터가 있고 고성능의 컴퓨터가 보급되고 있어서, 이 공식의 장점이 차츰 부각되고 있다.

잠재증발산량은 4월경에 크게 증가하였으며, 6월말에서 7월 초순에는 장마의 영향으로 낮은 값을 나타내었다. 그리고 9월과 10월에는 4월과 반대로 급격한 잠재증발산량 감소를 나타내었다.

<그림 3-1~5>에서서는 Penman식과 Blaney-Criddle식의 결과를 볼 수 있는데, 두 식중에서 안정성, 정확성 면에서 Penman식이 월등함을 확인 할 수 있었다. 특히 해안 지방에서 Blaney-Criddle식의 적용은 주의가 요구되는 것으로 판단되었다.

재배 작물의 필요수량은 잠재증발산량에 생육시기별 작물계수를 곱함으로서 구할 수 있으며, 여러 작물을 한 경지에서 재배하더라도 각 작물의 파종시기, 생육단계 등을 고려하면 정확한 필요수량을 시기별, 작물별로 알 수가 있다.

제4장 밭관개시설의 정비

4.1 관개방법의 선택

4.1.1 관개방법의 분류와 적용성

가. 관개방법의 분류

밭관개방법은 일반적으로 다음과 같이 분류할 수 있다.

(1) 지표관개 - 고랑관개
- 보-더관개(구획월류관개)
- 등고선 고랑관개
- 수반관개

(2) 스프링클러 관개

(3) 점적(드립) 관개

(4) 유공호스 관개

(5) 지하관개

관개방법은 포장내에서의 관개수 분포의 균등성과 관개강도, 다목적 이용성, 관개시설이용의 편이성과 노동력, 대상작물, 관개시설 설치비용 및 관리비용 등을 검토하여 해당지구의 관개목적과 관리체제에 적합하도록 선정한다.

나. 관개방법의 특징과 적용

관개방법은 관개수의 이용목적과 관계가 크며, 시설비나 유지관리비도 관개방법에 따라 다르므로, 영농조건, 입지조건, 수리조건 등을 충분히 검토하여 가장 적합한 것을 선택한다. 관개방법별 적용조건과 특징은 표4-1에 정리하였다.

현재 밭기반정비사업지구에서는 지하수를 개발하여 포장입구까지 관수로를 설치하여 연결하여 주고 있으며, 말단에서의 관개방법은 농민들이 선택할 수 있도록 하고 있다. 현재 말단 관개방법은 고랑관개, 미니스프링클러관개, 드립관개, 유공

호스관개가 사용되고 있으며, 과수, 시설원예에서는 드립관개를, 노지채소등은 미니스프링클러, 유공호스를 많이 사용하고 있다. 밭기반정비 사업지구 외에도 농민들이 시설채소나 과수를 위하여 소형관정에 의한 용수원 개발 및 소형 저수조 시설을 설치하여 관개용수를 확보하고 있다.

중대형 스프링클러는 대구획의 포장, 목초지 등 넓은 면적의 관개를 위하여 사용될 수 있으나 우리나라에는 이러한 넓은 밭관개면적이 드물고 용수의 개발 및 시설의 설치비가 고가이며 관리에도 전문성이 필요하므로 미니스프링클러의 이용이 효과적일 것으로 판단된다. 유리온실이나 비닐하우스내의 관개방법으로는 매설 또는 지표정치식 점적관개, 유공호스관개가 주로 이용되고 있다.

지하수를 개발하여 관개하는 지구에서는 대규모의 관개수를 확보하기 어려운 실정이나, 지표관개는 많은 관개수량을 필요로 하므로 지표관개는 효과적인 관개방법이 못된다. 또한, 지표관개로는 용수를 전체포장에 균등하게 공급하기 어려우며, 관개에 의한 토양유실의 발생되는 단점이 있다.

다. 경지내 관개방법 조사

표 4-1 관개방법별 적용성, 특징, 유의점

관개방법		적용성							관수방법	특징, 유의점
		토지경사도	침입율	바람영향	관개효율	관리노력	말단시설비	운영경비		
살수관개	스프링클러	-	10 이상	대	대	소	대	대	스프링클러로 압력수를 분출하여 강우상태로 살포한다.	소량의 보급관개에 적당하다.
정치파이프	다공관(유공관)	-	〃	중	대	소	중	중	알미늄관, 염화비닐, 폴리에틸렌관 등의 파이프 또는 호-스에 천공하여 포장에 지표정치하여 살포한다.	소구획 및 집단적 관리를 필요로 하는 작물에 적당하다. 관개강도는 일반적으로 크다.
	점적(드립)	-	-		대	소	대	소	작물간격에따라 배치되는 지표정치의 폴리에칠렌관에 일정간격으로 설치한 이미터 또는 적하공으로 부터 작은강도로 적하한다	절수를 필요로 하는 경우에 적당하며, 텐넬재배, 멀칭재배에 사용한다,
지표관개	고랑	5% 이하		〃	중	대	소	〃	고장에 흐르는 물이 이랑 측면측면으로부터 침투하여 작물의 근군역을 적신다.	평탄하며 침입률이 작은 토양에서 유리한방법이며 기복이 심한곳은 완구배로 정지할 필요가 있다.
	보-더	5% 이하	〃	소	중	중	〃	〃	포장을 낮은둑으로 가늘고 길게하여 완경사로 물을 얇은층으로서 전면 유하시켜 토양중에 침투시킨다.	
	콘타딧치(등고선 도랑)	12% 이하	〃		소	중	〃	〃	등고선을 따라서 급수로에서 물을 유하시킨다.	일반적으로 초지 등의 밀생작물에 적용된다. 복잡한 지형에도 적용할 수 있다.
	수반	-	〃	〃	중	대	〃	〃	포장을 부분적으로 평탄하게하여 둑을 둘러쌓고 수로 또는 파이프로 물을대서 간단관개한다	주로 과수원 밀생작물에 적용되고 평탄하며 소규모의 투수성이 작은 토양에서 효율이 높다.
지하관개	지하	-	-	〃	소	소	〃	〃	일정간격으로 개거를 배치하여 개거에서 횡침투에 의하여 지하수위를 높인다.	표층토양의 투수성이 양호하고 얇은층이 난투수성인 경우에 적당하다.
	지중	-	-	〃	대	소	〃	〃	지표 및 5-10cm에 유공관을 매설하여 모관작용에 의하여 근군역에 침투시킨나.	근군역에 직접 급수하므로 물의 손실이 적다. 이랑으로 재배하는 작물에 대하여 사용한다.

4.1.2 토지이용형태와 관개방법의 선택

관개방법은 토지이용형태, 시설비, 관리운영비 외에도 물사용목적 등을 종합적으로 비교 선택하여야 하며, 특히 토지이용형태가 관개방법 선택에 중요한 인자이므로, 대표적인 토지이용형태를 대상으로 관개방법과 관련된 사항을 정리하였다.

가. 일반밭

밭작물을 재배하는 밭은 대부분 경사지에 조성되어 있고 포장구획도 논과 같이 용배수로, 도로 등의 시설에 의하여 엄격하게 제한을 받지 않고 자유로이 정할 수 있으며 재배작물도 다양하다. 밭관개는 논의 담수관개보다 많은 노동력이 필요하므로 노동력을 줄일 수 있는 관개방법의 선정이 대단히 중요하며, 말단 급수시설인 분수공은 포장주변의 도로를 따라서 설치하는 것이 원칙이다. 이와같은 조건에 적합한 관개방법으로는 스프링클러, 유공호수, 점적관개가 있다.

나. 과수원

과수원은 일반적으로 경사지에 많이 분포되어 있고, 유효토층 깊이가 작은 경우가 많다. 이와같은 조건에 적용성이 높은 관개방법으로는, 소량살포가 가능한 점적관개 및 스프링클러 관개가 적합하며, 평지에서 하천수나 기존 용수로의 물을 이용할 수 있는 경우에는 수반관개도 이용된다. 저압으로 관개할 수 있는 유공호스나 점적관개도 관개수를 유효근역 범위에 한정할 수 있으므로 관개용수의 절약과 경사지의 토양유실을 방지할 수 있다.

다. 시설원예

유리온실이나 비닐하우스내의 관개는 다음의 방법을 이용한다.

(1) 미스트에 의한 공중습도조절

(2) 소형 스프링클러

(3) 점적관개

(4) 지하관개

표 4-2는 시설원예에 사용되는 관개방법의 특징과 적용성을 보여준다.

표 4-2 시설원예에 사용되는 관개방법의 특징과 적용성

관개방법		적용장소	수 압 (kg/cm^2)	살수직경 (m)	특 징 등
살수법	미니스프링클러	관엽식물 묘상	0.5~3.0	0.6~3.0	두상관수
	미스트	잡목육묘	2.0~5.0	1~4	습도조절
	유공관	야채	0.1~1.5	0.6~1.0	관수가 불균일 할 수 있다.
점적법	이중유공관	〃	0.3~1.5	0.3~0.4	지중관수도 가능하다.
	트릭클노즐	〃	0.5~2.0	-	나무밑 직접관수도 가능
	가는튜-브	화분	0.2~1.0	-	잎에 물이 걸리지 않는다.

미스트법은 하우스내의 육묘에 이용되며, 습도센서에 의해 자동분무되므로서 활착율이 높은 육묘를 생산할 수 있다. 미니 스프링클러는 여러종류가 있으며 미세한 물방울을 수평방향으로 분사한다. 분사노즐은 높은 곳에 설치하여 작물의 위쪽에서 살수하는 방법과, 지표면에 설치하여 뿌리부분에 살수하는 방법이 있다.
지하관개법은 깊이 10cm정도의 얕은 토층에 유공관을 묻어 근군역에 직접 물을 침투시키는 방법으로 관개에 의하여 하우스내의 습도가 높아질 염려가 없어 작업환경에도 좋고 멀칭에도 지장을 주지 않는다.

관개장치의 선택시 일반적으로 고려할 사항은,

① 관개수의 균등한 분포

② 설치가 쉽고 시설비가 저렴할 것

③ 관리 및 수확작업에 지장을 주지 않을 것

④ 시비 또는 농약살포에도 사용할 수 있고 자동화가 용이할 것

⑤ 병의 발생을 일으키지 않을 것

⑥ 습도 등의 작업환경이 양호할 것 등이다.

시설원예용 관개장치는 관의 구멍이 작아서 물 속의 부유물이나 비료, 농약 등의 잔류물로 인하여 막히기 쉬우므로 여과기를 설치하여야 한다.

라. 논밭 겸용지

논과 밭으로 겸용하는 경지나 논에서 밭으로 전환된 경지의 관개방법은 일반적으로 지형, 토양의 투수성, 경지의 경사 등과 같은 토지의 조건을 고려할 때, 고랑관개, 스프링클러 관개, 유공호스 관개등을 사용할 수 있다. 기존의 개수로가 정비되어 있는 곳에서는 고랑관개를 쉽게 할 수 있고 스피링클러를 이용할 경우에는 수압을 높일 수 있는 수조나 양수시설이 필요하다.

현재 밭으로 이용되고 있더라도 장래에 다시 논으로 이용될 가능성이 있으므로 고정식 스프링클러의 설치나 기존의 용수계통을 대폭 개조하는 것은 좋지 않다.

고랑관개는 경지가 수평으로 정지되어 있고 관개용수도 많은 양을 동시에 이용할 수 있으며 수압을 높이기 위한 시설을 설치하지 않아도 되므로 쉽게 이용할 수 있다. 고랑을 적절히 연결시키고 관개수량을 잘 조절하여 관개하면 다른 관개방법에 비하여 관개효율도 높일 수 있다.

스프링클러관개는 토양의 투수성이 크고, 고랑관개로는 관개효율이 낮아지는 경우, 또는 관개시설을 시비나 농약의 살포 등 다목적으로 이용할 경우에 유리한 방법이다. 특히 용수로를 수원으로 이동식 스프링클러와 트랙터엔진 등을 이용하여 관개하면 포장내에 관개시설을 별도로 설치하지 않고 쉽게 관개할 수 있다.

용수원이 고랑관개를 하기에는 부족하거나, 고랑관개를 시행하기 어려운 토양조건인 경우이고, 스프링클러 관개를 적용하기도 어려운 곳에서 유공호스로 관개할 수 있다. 유공호스 관개는 스프링클러 관개보다 저압으로 관개가 가능하므로 용수로가 높은 곳에 위치할 경우에는 가압장치를 설치하지 않고도 관개할 수 있으며 소형펌프를 이용할 수도 있다.

지하관개는 배수암거가 설치되어 있고 용수량이 풍부한 경우에는 적용이 가능하나 우리나라에는 지하배수 암거시설이 설치된 경지가 많지 않아 장래에 지하배수 시설이 설치되는 경지가 늘어나면 고려될 수 있는 관개방법이다. 그러나 암거의 끝에서 물을 주입하고 일반적인 배수와 반대방향으로 물을 보내기 위해서는 가압장치, 관접속 등의 부대공사가 필요하며 점토질 토양에서는 급수에 장시간이 필요하다

4.2 관개장치의 특징과 사용상의 유의점

4.2.1 스프링클러

가. 스프링클러의 성능

스프링클러의 종류와 규격은 다양하지만, 적용수압으로 구분하여 살수성능을 표 4-3에 표시하였다.

중간압형 스프링클러는 비교적 살수강도가 적고, 살수분포의 균등성이 좋으며. 유공호스와 고정노즐은 살수장치의 한 종류이며 저수압으로 사용되고 있다.

표 4-3 스프링클러의 살수성능

형 식	저 압	보통압	중간압	고압	나무밑관개	다공관	고정노즐
수압P (kg/cm^2)	P < 1.0	1.1~2.0	2.1~4.0	4.1 < P	0.7~3.5	0.3~1.4	1.0~3.0
노 즐	단노즐	단노즐 또는 쌍노즐	쌍노즐	대구경 노즐	아래방향 노즐	공직경 0.6~1.2mm	
살수직경 (m)	6~15	12~24	20~40	32~140	12~27	폭 6~15	3~8
살수강도 (mm/hr)	20~35	9~23	5~30	7~35	10~25	10~50	18~75
물방울 크기	큼	미소~작음	미소	미소	미소~작음	큼	미소
살수분포	불량	양호	매우 양호	양호	보통	보통	불량
적용	자연압이용 소면적 투수성이 좋은 토양	주로 나무 밑관개적용	대부분 발작물에 적합.	넓은면적, 바람영향 받기쉽다.	대부분 과수원에 적용.	야채, 나무 밑관개	묘상

나. 스프링클러의 유지관리

스프링클러는 세사등에 의해서 막혀서 지장을 받는 경우가 많으며, 농약살포의 경우에는 약제가 고착되어 회전 불량을 초래하는 경우도 있다. 스프링클러는 밭관개시설의 말단에 설치되어, 관개효과의 우열을 좌우하는 중요한 역할을 하므로 항상 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 정기적인 점검 및 보수를 하여야 한다. 스프링클러의 고장은 노즐의 막힘에 의하여 제일 많이 발생한다. 또한 농약살포에 따르는 장해가 많이 발생되고 있다. 밭관개용 스프링클러의 고장과 사용시 주의사항은 다음 표와 같다.

표 4-4 스프링클러의 고장

		스프링클러	입상관 등	살수장치
고장나기 쉬운부분		협작물에 의한 노즐막힘, 약제고착에 의한 회전불량	동관내지부의 파손, 입상관 하부파손	고무패킹의 열화 알루미늄관부식, 호-스손상에 의한 누수
고장원인·방지대책	설계	하부에 직접 하중작용, 방한대책, 배사, 배수변의 설치	내지의 방녹처리, 관로의 외경, 두께, 재질명기	-
	재료·시공	패킹, 스프링의 손상에 의한 회전불량, 배관시공후 총소철저, 고압사용 하므로 고정작업 철저	방녹처리, 스프링쿨러의 흔들림에 견딜수 있는 견고한 재질 사용	-
	관리	정기적으로 노즐청소, 각도조절장치 일상점검, 조정, 대형산수기 정기적으로 주유	경운작업중 부주의, 동결파손(배수철저),농약에 의한 내지부의 부식, 관리작업에 의한 손상	패킹부 스페어 확보, 알루미늄 제품 보관고 통풍필요, 세균발생 쉬운 재료로 포장 하지 않을 것, 호-스는 사용후 배수 건조하여 직사광선 피해 보관
사용상 유의사항		약제살포후 청소, 매년 사용개시시 태스트 산소, 낙하파손주의	-	사용후의 청소, 호-스 이동시는 땅에 끌지 말것

4.2.2 점적관개용 이미터(emitter)

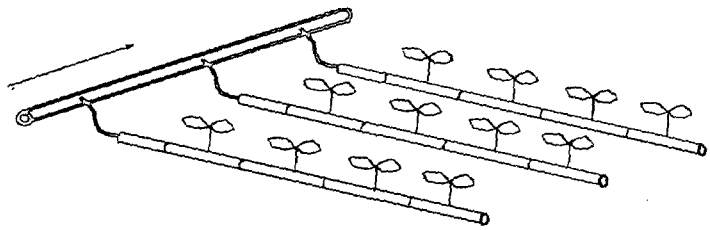
가. 특징 및 적용성

점적관개는 가는 호스에 부착설치한 노즐이나 작은 구멍으로부터 물방울을 흘려 내보낼 때, 호스내의 수압을 이미터를 통하여 감소시켜 소량의 물방울을 작물의 근역에 집중적으로 관개하는 방법이다.

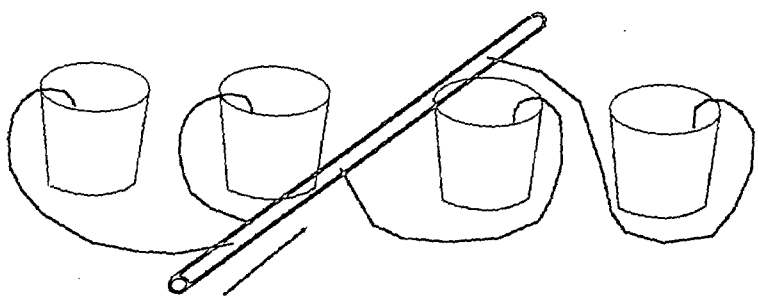
이미터의 종류는 유공이중관, 트릭클 노즐, 가는 튜-브 등이 있으며 점적관개에서는 작물의 근역에 부분적으로 관개하므로서 절수효과가 크며, 따라서 용수원이 부족하거나 염분등으로 수질이 나쁜 지역에서 적용성이 크다. 또한 펌프나 배수관로의 규모가 적어지고 운전경비가 적게 든다. 하우스내에 사용하는 경우에는 관개에 따른 실내습도 상승을 줄일 수 있어서 작업환경이 좋아지고 병충해 발생을 억제할 수 있다.

나. 사용시 주의할 점

점적관개시설은 단위면적당 시설비가 비교적 높다. 따라서 수원이 풍부하고 수익성이 낮은 작물을 재배하는 경지의 관개시설계획에는 다른 관개방법과 비교검토하여 관개시설을 선정한다. 경사지에서는 고저차에 따라서 각 구멍으로부터 유출수량의 차이가 생기기 쉬우므로 점적호스를 등고선을 따라서 설치하는 것이 좋다. 막힘방지를 위해서 대략 0.2mm이상의 부유잡물을 제거할 수 있는 필터를 설치할 필요가 있다.



(a) 소형 튜브



(b) 소형 튜브

그림 4-1 점적관개용 기구

4.2.3 유공호스

가. 특징 및 적용성

유공호스는 알미늄, 염화비닐, 폴리에칠렌 등의 경질 파이프와, 연질 비닐이나 직포강화 염화비닐 호스 등이 사용된다. 관의 길이와 구경이 같아도 구멍의 크기와 간격에 따라서 관로의 상류끝과 하류끝에서의 유출량이 크게 다르므로 수리특성에 대해서 사전에 충분히 검토하여야 한다.

유공호스 관개는 적용수압이 작은 것이 좋으나 관개강도는 일반적으로 크다. 물방울 낙하시의 충격력이 적으므로 발아전후의 관개나 토양침식을 방지하는데 유리하다. 살수가 인접포장이나 도로에 미치는 영향이 적고 물방울의 비행높이가 낮고, 입자가 크기 때문에 바람에 의한 비산손실이 적다.

질이 좋은 호스는 탄력성이 좋고 충격에 강하며, 돌려서 감을 수도 있기 때문에 이동 및 보관이 편리하다. 직포 등으로 강화된 호스는 가압살수시 호-스의 신축이나 구멍의 변형이 거의 무시할수 있을 정도로 작다.

나. 사용시 주의할 점

유공호스 관개는 관개수의 수질불량에 의하여 구멍이 막히는 것을 방지하기 위하여 필터장치를 설치할 필요가 있다. 또한 경사지에서는 고저차에 따라 유출량의 차이가 크므로 주의가 요구된다. 관개강도는 구멍의 간격에 따라 차이가 있으나, 일반적으로 큰편이다. 그러므로 사질양토 등 투수성이 높은 토양에서는 문제가 적으나, 경사지나 양토, 점질토에서는 표면유출량이 많아지거나 토양침식이 발생하기 쉬우므로 주의하여야 한다.

4.3 밭관개 조직

4.3.1 밭관개 조직의 구성

밭관개에서 수원에서 경지까지의 관개조직은 시설면에서 송수(送水)조직, 배수(配水) 조직, 급수(給水)조직으로 구분하며 물관리면에서 관개구역, 윤환구역, 포장 급수구역으로 구분할 수 있다.

가. 관개구역

하나의 배수(配水)조직의 관개대상면적으로 포장면적규모로서, 하나 또는 여러 개의 윤환구역으로 구성된다.

나. 윤환구역

전체 관개지구를 관개구역별 또는 관개구역내에서 하나 또는 몇개의 급수 구역으로 구분하고, 급수구역별로 순서를 정하여 차례로 관개하며 정해진 순서에 따라 관개되는 구역을 윤환구역이라고 한다.

다. 급수구역

배수조직에 설치된 1개의 급수공(관수로의 경우는 급수밸브)이 관개하는 포장의 면적을 급수구역이라고 한다. 급수구역은 관개작업의 최소단위로서 영농형태, 작부체계, 물관리 등을 고려하여 구역의 크기를 정한다.

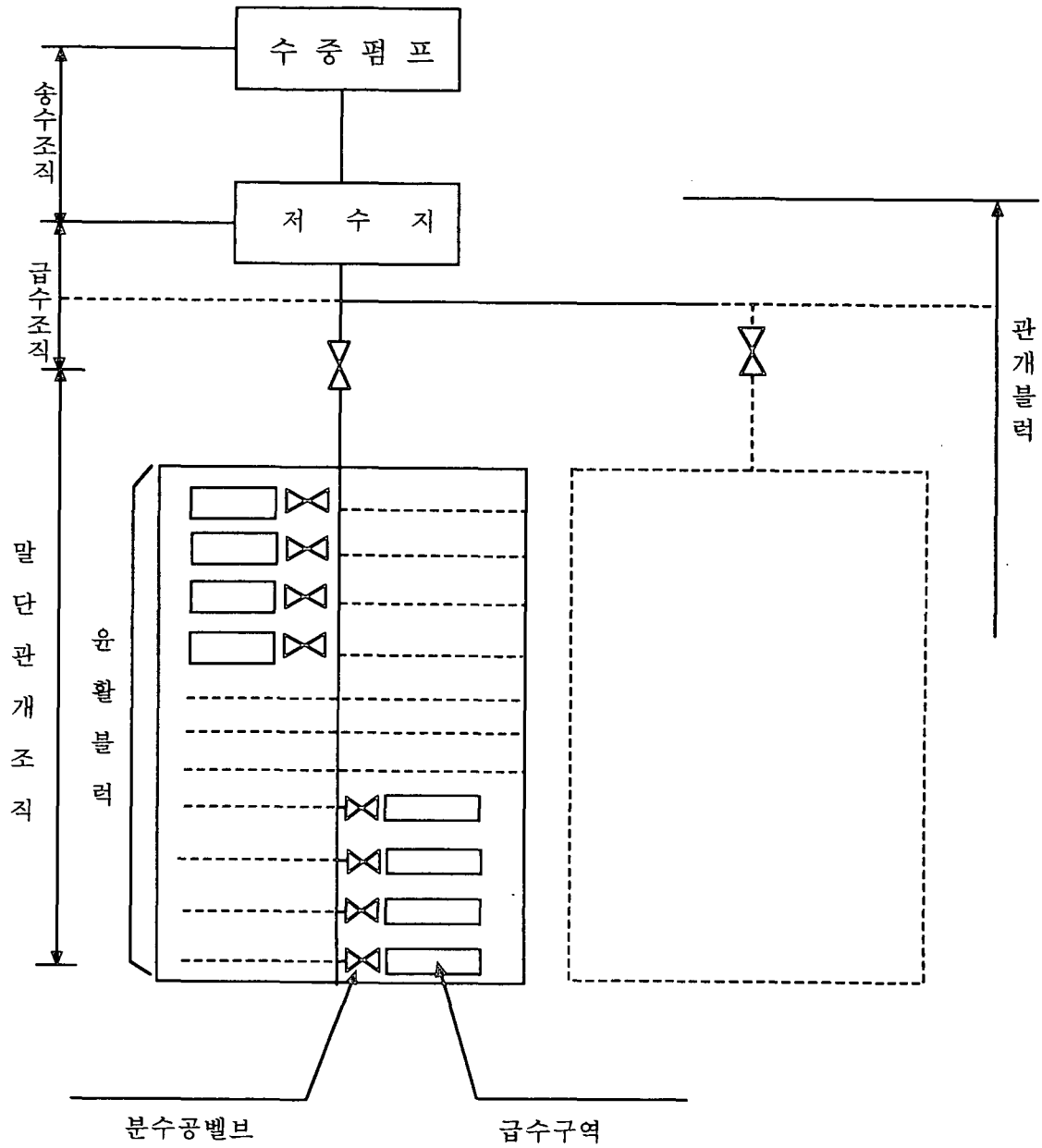


그림 4-2 밭관개 조직의 구성 (예)

4.3.2 시설규모의 결정

가. 용수로의 유량

용수로의 유량은 다음식으로 결정한다.

$$Q_i = 2.78f\frac{A \cdot E}{F \cdot T} \quad \text{----------(4-1)}$$

여기서, Q : 유량 (l/s)

A : 관개면적 (ha)

E : 조관개용수량 (mm)

F : 계획간단일수 (d)

T : 1일중 실제 관개시간 (hr)

f : 관개계수

스프링클러를 이용하여 윤환관개를 하는 경우에는 다음식으로 유량을 계산한다.

$$Q_2 = 2.78f\frac{h \cdot Au \cdot Na}{1 - Em} \quad \text{----------(4-2)}$$

여기서, h = 관개강도 (mm/hr)

Au = 급수구역의 면적 (ha)

Na = 관개구역중 윤환구역의 개수, 즉 동시 급수구역수(정수)

Em = 손실율

나. 구역의 결정

관개구역은 지구의 지형조건과 수원의 위치, 도로 등의 기반정비 조건, 포장의 소유관계 등을 검토하여 결정한다. 윤환구역은 관개구역 결정조건외에 추가로 대상작물, 작부체계, 관개목적, 급수체계, 작업시간, 관개시설의 경제성 등을 충분히 검토하여 결정하여야 한다. 특히 윤환관개는 관개유량과 관개시설의 이용이 집중되지 않고 거의 같은 유량이 계속 관개되도록 윤환구역을 정하여 시설의 용량을 줄이고 이용효율을 높이도록 하여야 한다.

4.3.3 시설의 유지관리

밭관개시설의 유지관리 현황과 문제점를 파악하기 위하여 밭기반 정비사업지구 중에서 표본지구를 선정하여 조사하였다. 조사지구의 대부분이 수원은 관정을 설치하여 지하수를 양수하여 이용하고 관개조직은 높은 위치에 저수조를 설치하고, 관수로로 포장까지 연결하여 포장에 급수공을 설치하여 관개할수 있도록 시설을 정비하였다. 그외에 시설로는 농도와 배수로가 있다.

조사된 시설물의 관리상의 문제점으로는 수중펌프 고장, 배전반 고장, 자동제어장치의 작동불량, 저수조와 송배수관로의 누수, 급수공에 유량계와 보온재가 설치되지 않아 유량조절 곤란 및 겨울에 동파 발생, 사면보호시설의 부족으로 인한 침식발생, 배수로에 토사퇴적, 공급수량과 수압의 부족으로 적정관개가 어려운 점 등이 발견되었으며 지구별로 정리된 내용은 표 4-5와 같다.

이와같은 문제의 발생원인은 대부분이 시설의 조작방법의 미정립, 관리조직의 미정비로 인한 관리부실로 판단된다.

표 4-5 시설의 관리상 문제점(1/2)

지 구	공 종	문제점
농원	o 수원공	o 수중펌프고장
악양	o 수원공 o 급수공	o 수중펌프고장 o 파손
성암	o 수원공 o 수원 o 급수공	o 점검비용요구 o 채수량부족 o 수압부족, 동파
서송원	o 전기 o 배수관로 o 급수공	o 휴전절차필요 o 누수발생 o 동파
삼락	o 배수관로 o 급수공	o 누수 o 수압부족
평단	o 급수공	o 방한시설필요
영산	o 급수공 o 전기배선맨홀	o 주민자체부담 유량계 설치 o 배수불량
반산	o 수원공 o 급수공 o 물관리	o 저수조 월류발생하여 지반붕괴 o 철제뚜껑 녹 발생 o 수압부족 o 벨브 개폐 공간 부족 (PE관직경부족) o 사설 소형수조 설치 o 벨브 이음부 누수발생 o 유량계없음
예지	o 수원공 o 급수공 o 공기변	o 배전반고장 o 동파 o 작동불량

표 4-5 시설의 관리상 문제점(2/2)

지 구	공 종	문제점
구학	o 배수로 o 사면 o 물관리 o 전기세	o 토사퇴적 o 걸리침식 o 사설소류지 이용 (규모10m×10m×1.5m) o 사설 소형관정 사용 o 점적관개시 수압부족 o 가압펌프사용 o 농지계조직회비로 충당
봉호	o 급수공 o 사면 o 토양유실	o 밸브연결부 누수 o 걸리침식 o 경지정리지구, 침사지 설치 o 지구외 경작피해 (휴경)
월송	o 수원공 o 급수공 o 물관리 o 전기세 o 송수관로 o 배수로	o 대형관정 개발로 사설관정 물부족 o 송수관로에 수중펌프 과부하 o 밸브를 보호공밖에 설치 o 동파방지 대책 필요 o 제수면 벨브보호공 기울어짐 o 수압부족 o 전기배선 노출 o 소형관정 사용 o 누수발생 o 사업비 부족 미설치 o 일부지역 배수불량
몽산	o 사면 o 급수공	o 경지정리지구 토양유실 o 급류공 지반붕괴 o 수압부족

현지조사 내용을 공종별로 사고내용 및 사고원인을 요약하면 다음과 같다.

표 4-6 시설물의 사고내용 및 원인

공 종	사 고 내 용	원 인
수원공	◦ 펌프정지	◦ 수중펌프의 과부하
	◦ 자동제어장치 고장	◦ 수위계센서 청소불량
	◦ 배전반 연소	◦ 수중펌프의 과부하
분수공	◦ 보호공손상	◦ 농기계 충돌
	◦ 밸브 및 관로동파	◦ 보온재 미설치
송배수관로	◦ 누수발생	◦ 엘보탈락
농도	◦ 균열	◦ 토양유실
	◦ 사면침식	◦ 사면보호공 미설치
급류공	◦ 토양붕괴(사면)	◦ 배수불량
		◦ 집중강우

수원공의 시설은 저수조와 관정의 수위에 따라 수중펌프가 자동으로 제어되고 있다. 이러한 자동제어장치는 일반적으로 복잡하기 때문에 고장이 나기 쉽고 조작미스나 외적요인에 의하여 사고가 발생되기 쉽다. 수원공에 사고가 발생했을 경우 관개가 중단되는 등의 문제가 발생되므로 사고발생을 예방할 수 있는 안전장치와 관리인이 조작하기 쉽게 설계되어야 한다. 밭관개에 사용되는 제어시스템은 고도의 기술을 요하는 것은 아니나 실제로 사용중에 여러가지 문제가 발생하고 있다. 따라서 제어장치는 정밀도보다도 작동의 신뢰성이 높고, 보수관리가 쉬운 단순한 구조로 된 것을 선정하여야 한다.

제5장 미니스프링쿨러의 현장시험

5.1 밭관개시스템의 현장시험

5.1.1 미니 스프링쿨러의 현장시험

가. 시험목적

- o 말단포장내의 살수지관의 설계법 검증
- o 살수지관의 배치방법 검토
- o 말단분수공의 적정압력 검토
- o 윤환관개 블럭 검토
- o 관개방법에 따른 적정 구획크기 검토

나. 시험포 개요

(1) 지구개요

본지구는 충청남도 홍성에 위치하고 있으며 배추, 무우, 치나물, 수박 등을 노지재배하고 있으며 그외에 미니토마토를 비닐하우스에서 재배하는 지구로서 지구의 경사도는 0° ~ 5° 이며, 토양은 전지구 6.7ha 가 양토로 되어 있다.

(2) 송수관로 개요

송수관로에서 말단의 관개방법의 검토를 위하여 미니스프링쿨러와 송수관로를 설치하였으며, 간선부는 Ø25-Ø50 의 PE관을 사용하여 270m를 설치하였으며, 말단의 경지내 살수지관은 Ø25의 PE관을 사용하여 400m에 걸쳐서 설치하였다. 시험포의 모식도를 그림 5-2에 나타내었다. 스프링쿨러의 압력과 유량의 관계를 검토하기 위하여 경지내 살수지관에 압력계를 5개씩 균등한 간격으로 배치하였다. 또한 살수지관의 배치방법을 검토하기 위하여 간선에서 살수지관으로 연결되는 부분을 다음과 같이 2가지의 방법으로 설치하였다.

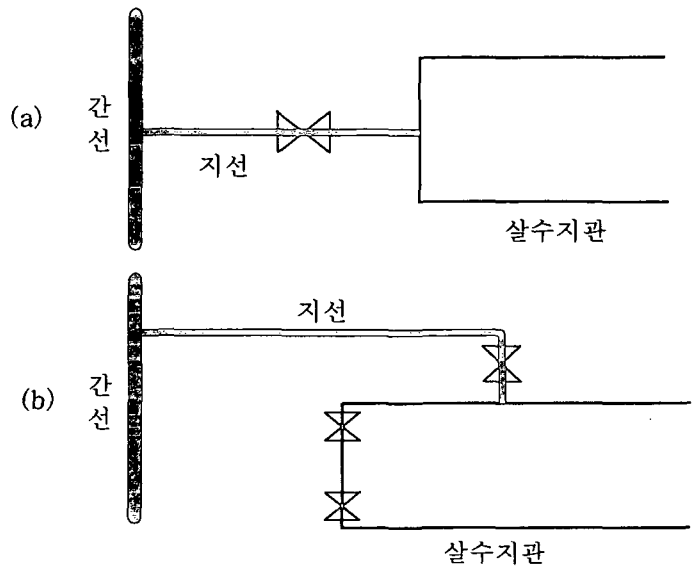


그림 5-1 살수지관의 배치방법

그리고, 각 포장에 관개하는 유량을 측정하기 위하여 포장입구에 수도용 적산유량계를 설치하였으며, 유량오차를 검토하기 위하여 저수조 하류 배수관로 간선부에 유량계를 설치하였다. 또한 관로의 간선부에는 유량과 압력을 제어 할 수 있도록 제수변을 2개소에 설치하였으며, 배수관로의 상류부에는 관내의 공기를 제거할 수 있는 공기변을 설치 하였다. 또한 관로내를 청소 할 수 있는 퇴수변을 각 포장의 하류측에 설치하여 비관개기는 관로 속의 물을 배수 할 수 있도록 하였다. 표 5-1에 시스템의 구성을 나타내었다.

표 5-1 시스템의 구성

	포장 22	포장 21	포장 22	간선부
적산유량계 (m^3)	Φ25 1	Φ25 1	Φ25 1	Φ25 1
압력계 (kgf/cm^2)	11개	6개	12개	3개
볼밸브	Φ25 1	Φ25 2	Φ25 2	Φ25 2
스프링쿨러 (갯수)	32	23	49	-
살수지관 (mm)	Φ25	Φ25	Φ25	Φ25

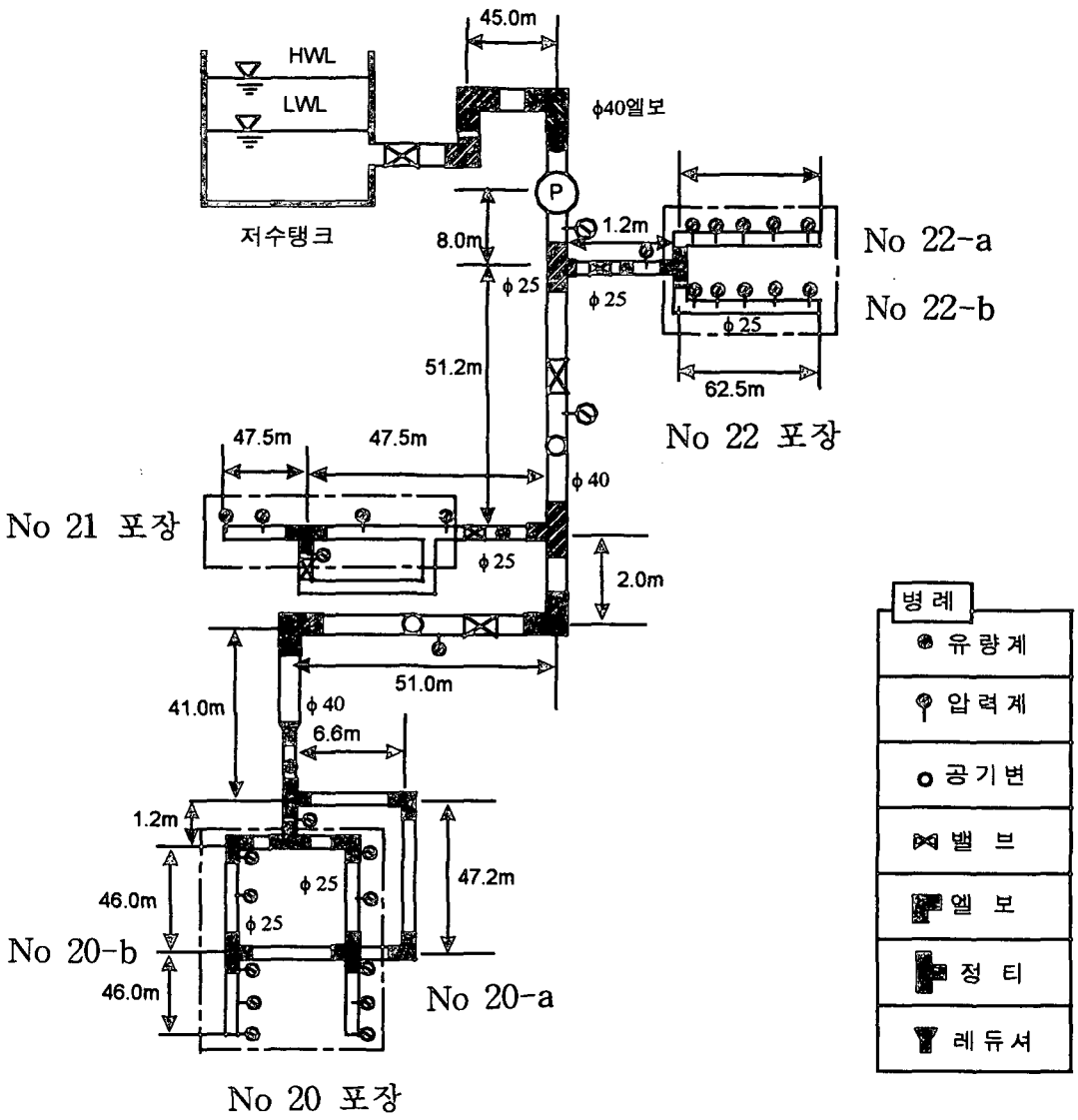


그림 5-2 송수관로의 모식도

표 5-2 포장의 표고와 규모

위 치	표 고(m)	규 모
저수조바닥	28.99	20ton
22번 포장 입구	28.50	11m×62.5m (207평)
21번 포장 입구	21.65	7m×92m (195평)
20번 포장 입구	19.20	13m×95m (374평)

(3) 수원공

수원공은 암반관정을 이용하였고 그 내역은 다음과 같다.

설계유량 : 400 (m^3/d)

펌　　프 : 깊은 우물용 수중펌프　Ø65×15HP×2대

송수관로 : 스테인레스강판 Ø80×380

다. 시험방법

(1) 알단의 압력상태를 보기 위하여, 수중펌프를 가동시킨후, 저수조 하류의 가압펌프를 가동하지않은 상태에서 각 포장의 살수지관 압력을 측정한다.

(2) 각 포장별로 압력을 변화시키면서 살수지관의 압력상태를 측정한다.

(3) 살수지관의 배치방법별로 살수지관의 압력상태를 측정한다.

(4) 제수원 분수변을 조작하여 각 포장에 동일 압력이 나올 수 있는 물관리 방법검토

(5) 압력은 3kgf/cm^2의 압력계를 사용하여 측정하였으며, 이 압력계의 한 눈금이 0.1kgf/cm^2이다.

(6) 유량의 측정은 적산유량계를 사용하여 측정하였다.

라. 시험결과

발관개를 위한 송수관로의 유량과 압력의 측정결과를 다음의 표에 정리 하였다.

표 5-3 하촌지구 시험결과 정리

1. 급수량 측정치

case A-1	Q1		Q2		Q3		Q4	
	시각	유량	시각	유량	시각	유량	시각	유량
시작	12:33:30	38.15	12:35:10	4.56	12:37:20	18.49	12:40:20	4.76
끝	13:02:00	41.15	13:02:30	5.36	13:03:45	19.18	13:05:35	5.93
차(초,m^3)	1710	3	1640	0.8	1585	0.69	1515	1.17
유량 (//min)		105.26		29.27		26.12		46.34

Q1	Q1'	Q1-Q1'	상대오차	Q1'=Q2+Q3+Q4
105.26	101.72	3.54	3.36	

case A-2	Q1		Q2		Q3		Q4	
	시각	유량	시각	유량	시각	유량	시각	유량
시작	15:26:20	43.97	15:30:30	6.05	15:28:00	19.67	15:29:20	6.82
끝	16:07:00	47.83	16:06:25	7.45	16:04:35	20.244	16:02:00	7.96
차(초,m^3)	2440	3.86	2155	1.4	2195	0.574	1960	1.14
유량 (//min)		94.92		38.98		15.69		34.90

Q1	Q1'	Q1-Q1'	상대오차	Q1'=Q2+Q3+Q4
94.92	89.57	5.35	5.64	

2. 수압 측정치

case A-1	20번 포장	21번 포장	22번 포장	case A-2	20번 포장(a)	20번 포장(b)	21번 포장	22번 포장
H_0	1.56	-	1.20	H_0	0.85	0.84	0.85	2.12
H_1	1.59	1.63	1.09	H_1	0.89	0.90	0.82	1.95
H_2	1.55	1.67	1.06	H_2	0.88	0.86	0.81	1.92
H_3	1.52	1.59	1.19	H_3	0.86	0.81	0.87	1.99
H_4	1.62	1.68	1.16	H_4	0.90	0.90	0.88	2.00
H_5	1.48	1.62	1.20	H_5	1.00	0.98	-	2.02
H_6	1.50		1.08	H_6	0.80	0.80		1.89
H_7	1.55		1.20	H_7	0.88	0.86		2.01
H_8	1.50		1.28	H_8	0.82	0.81		2.03
H_9	1.69		1.28	H_9	0.96	0.97		2.08
H_{10}	1.63		1.22	H_{10}	0.96	0.98		2.03
H_{11}				H_{11}				

마. 현장시험결과의 고찰

(1) 가압펌프 설치시의 말단압력 비교

가압펌프를 작동하지 않은 상태에서의 경지내의 말단압력과 가압펌프를 작동했을 때의 말단압력을 측정하여 결과를 다음 표에 나타내었다.

표 5-4 포장내의 말단압력비교

가 압 펌 프		22번 포장 (kgf/cm^2)	21번 포장 (kgf/cm^2)	20번 포장 (kgf/cm^2)
비가압	입 구	-	0.5	0.8
	말 단	-	0.4	0.8
가 압	입 구	1.0	1.5	1.8
	말 단	1.0	1.4	1.7

가압펌프를 작동시키지 않은 경우의 각 포장의 압력은 22번이 거의 없었으나, 이것은 저수조의 수위와 포장의 표고차가 3m 정도로 양단의 수두차가 거의 없기 때문이다. 또한 21번 포장의 압력과 20번 포장의 압력이 0.8kgf/cm^2로 압력이 낮은 상태이다. 이 경우에는 고압의 스프링쿨러는 사용이 불가능하다.

(2) 살수지관의 압력분포

그림 5-3 이 각 포장내의 살수지관의 압력분포를 나타내고 있으나 가압시의 No22-a, No22-b의 압력이 1.1~1.2(kgf/cm^2)로 나타났으며, No21, No20-a, No22-b의 압력은 1.5~1.7(kgf/cm^2) 로 나타났다.

No22-a, No22-b의 살수지관의 측정결과를 살펴보면 압력분포가 전체적으로 일정한 기울기를 가지고 있으나, 동일 살수지관 내에서도 0.1(kgf/cm^2), 즉 1m정도의 수두변화가 있었다. 이원인은 경지가 경사져 있기 때문이며 측점 H5의 압력이 측점 H1보다 높게 나타났으나 이는 측점 H5가 낮기 때문이다.

No21, No20-a, No20-b의 살수지관의 압력분포는 거의 평행하게 나타났으나

이것은 경지내의 경사가 평행하기 때문이다. 포장별의 압력차를 보면 No22번 포장과 No21번 포장의 압력차는 0.5(kgf/cm^2) 정도로 나타났으나 이것은 포고차에 의해서 발생된 압력이다. No21 포장과 No20번 포장의 압력차를 살펴보면 0.1(kgf/cm^2) 정도로 압력차가 거의 없는 것으로 나타났으나, 이것은 표고차(2m)가 거의 없기 때문이다.

(3) 밸브 개도 조절에 의한 압력관리의 중요성

그림 5-4 는 송수관로 간선부의 압력이 그림 5-3 에 비교하여 각 포장의 압력이 반대로 나타났으나, 이현상은 송수관로의 제수변의 개도를 조절하였기 때문에 나타난 수리현상이다.

각 포장에는 사용하는 관개시스템 즉, 점적관개, 스프링쿨러, 유공호스 등의 시설에 따라 각 포장에 적정한 압력을 설정 할 수 있도록 급수관로를 설계 할 필요가 있으나, 현재의 기술로는 상당한 어렵다. 따라서 이와같은 송수관로의 말단부의 적정압력은 급수관로 간선부의 제수변의 조절 및 관개구역을 수개의 블록으로 분할하는 윤환관계에 의해서 해결할 수 있으나, 관개시스템에 따른 적정압력을 내기위한 압력관리 방법의 정립이 필요하다.

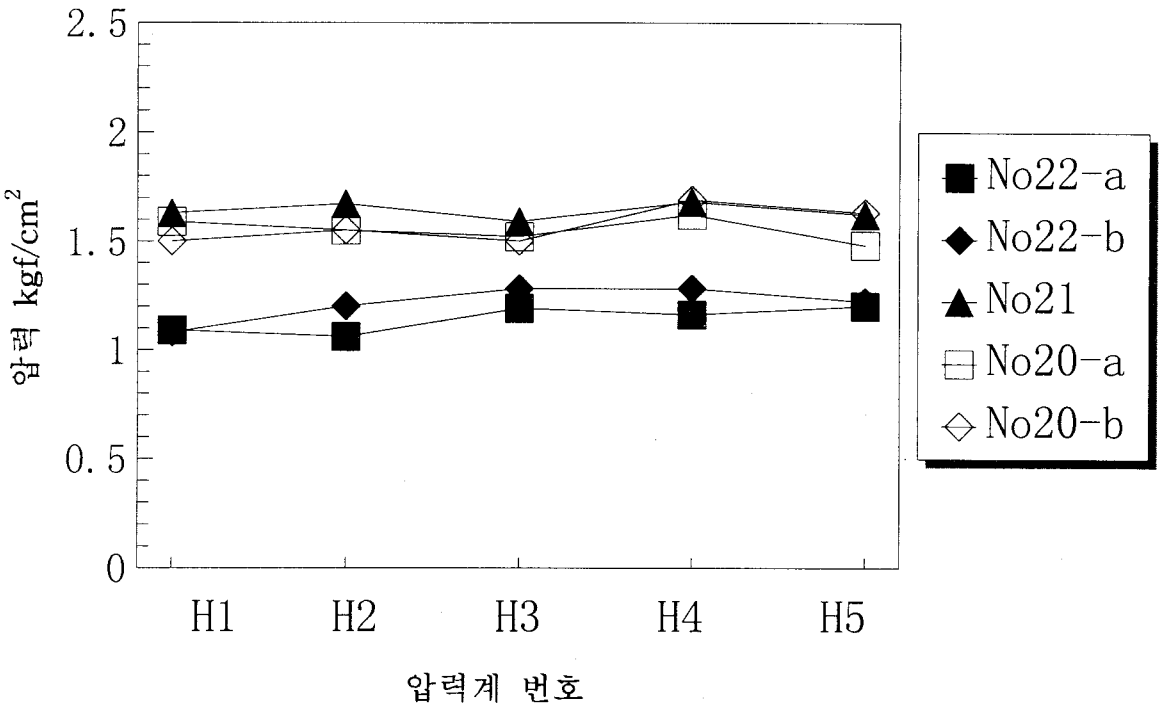


그림 5-3 말단포장내 압력측정 결과

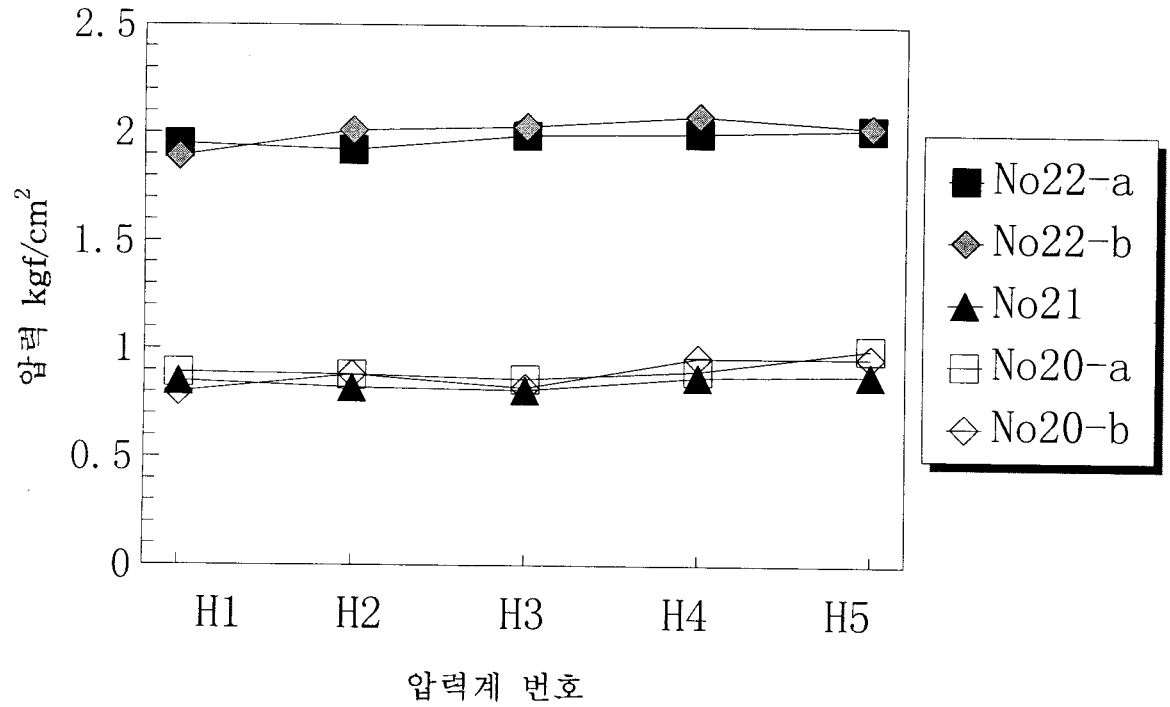


그림 5-4 말단포장내 압력측정 결과

5.2 미니 스프링클러의 살수지관 설계예

5.2.1 스프링클러 배치간격

스프링쿨러의 배치간격은 노즐크기에 따른 압력과 유량에 따라서 달라지나, 본 설계에서는 표 5-5의 스프링클러를 설치했을 경우의 살수지관의 관경결정 방법을 검토해 보았다. 이때 살수지관에 설치하는 스프링클러의 배치간격은 1.0bar 압력을 기준으로 하였다.

표 5-5 미니 스프링쿨러의 제원

노즐크기 (mm)	압력 (bar)	유량 (l/h)	살수직경(m)			
			미스트	회전형(풍)	회전형(대)	하향식
1.4	1.0	70	2.5	-	7.7	8.8
	1.5	89	2.8	-	8.4	9.4
	2.0	103	3.3	-	9.4	9.8
	2.5	115	3.6	-	9.5	10.2

스프링클러는 살수지관에 등간격으로 설치하는 것으로 하며, 배치방법은 사각형으로 했을 경우로 하여 스프링클러의 배치간격(ℓ)은 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\ell = a \times D \quad \text{.....(5-1)}$$

여기서,

ℓ : 배치간격(m),

D : 살수직경(m),

a : 관계효율(%)

관개효율은 풍속에 따라 다르게 설정하며 다음 표와 같다.

표 5-6 관개효율

배 치 형 태	풍 속 (m/s)	관 개 효 율 %
사각형이나 사다리꼴	바람이 없는곳	65
	2	60
	3.5	50
	3.5이상	30

표의 스프링쿨러를 선정했을 경우에, 설치지점의 풍속이 2m/s 이면 관개효율은 60%가 되므로, 배치간격은 식 5-1 에 의하여 4.62m가 된다. (4.62m=7.7m×0.6)

No 21번포장에 A형태의 스프링쿨러를 사용할 경우에는 경구(밭)의 장변이 92m이므로 20개를 배치할 수 있다. (92m/ 4.62m = 19.9 ≒ 20개)

5.2.2 살수지관의 구경

미니스프링클러의 유량변동량(q_{cv})이 허용치이내가 될 수 있는 살수지관 구경은 다음과 같이 구할 수 있다.

가. 마이크로스프링클러의 유량의 변동량 허용치

q_{cv} = 0.05

나. 미니스프링쿨러와 살수지관의 제원

표 5-7 미니스프링클러의 제원

유량지수 (×)	제품의 개체차 (Kcv)	수압 (kg/㎠)	유량 (ℓ/min)
0.011	0.04	0.987	1.17

표 5-8 이미터의 유출량정수의 계산

NO	압력 H(m)	유량 q(ℓ/min)	ℓogH	(ℓogH)²	ℓogq	ℓogH, ℓogq
1	9.87	1.16	0.9943	0.9886	0.0645	0.0641
2	14.81	1.48	1.1706	1.3703	0.1703	0.1994
3	19.74	1.72	1.2953	1.6778	0.2355	0.3050
4	24.68	1.92	1.3923	1.9385	0.2833	0.3944
합 계	-	-	4.8525	5.9752	0.7536	0.9629

$$X = \frac{\sum(\log H \cdot \log q) - \frac{1}{n}\sum(\log H \cdot \sum \log q)}{\sum(\log H)^2 - \frac{1}{n}(\log H)^2}$$

$= 0.01086$

$$\log K = \frac{1}{n}(\sum \log q - X \sum \log H)$$

$= 5.665 \times 10^{-3}$

$K = 1.103$

$q = 1.103\ H^{0.01086}$

$X = 0.01086 \fallingdotseq 0.011$

표 5-9 살수지관의 제원

경구장변	살수지관내 배치간격	경사도	유속계수
92m	4.6m	거의 평면	140

다. 수압변동량의 허용치

이미터의 유량변동량의 허용치 (q_{cv}≒0.10), 제조메이커의 제품의 개체차 (K_{cv}), 유량지수 X 를 다음식에 대입하면 살수지관에서 허용할 수 있는 수압변동량 (H_{cv})을 구할 수 있다.

$$q_{cv} = \{ K_{cv}^2 + (XH_{cv})^2 \}^{1/2}$$

q_{cv} : 에미터유량의 변동계수 (소수표시)

K_{cv} : 유량계수 K의 변동량 (에미터제품의 개체차, 소수표시)

X : 유량지수

H_{cv} : 에미터 설치위치의 수압변동량

(변동계수 = 표준편자 / 평균치, 소수표시)

본설계에서는 유량변동계수 q_{cv}=0.05 및 유량계수K의 변동량 K_{cv} = 0.04로 가정하여, 유량지수 X = 0.011 가지고 수압변동량을 구하면 $H_{cv} = (q_{cv} - K_{cv}^2)^{1/2} / X$ = 2.73 이된다. 살수지관에 설치한 마이크로스프링클러는 20개로서 수압 0.987 (kgf/㎠) 에 있어서의 유량은 1.16 (ℓ/min) 로 살수지관의 유입량은 23.2 (ℓ/min) 가 된다.

라. 살수지관의 구경에 대한 수압의 변동량

$$h_f = F_1 \{ 6.287 \times 10^6 (Q/C)^{1.85} L/D^{4.87} \}$$

h_f : 살수지관의 마찰손실수루 (m)

F_1 : 마찰손실수루의 감소계수

(살수지관의 형태에 따라서 C_{11} or C_{21})

Q : 살수지관에서 유입유량 (ℓ/min)

C : 유속계수

L : 살수지관의 길이 (m)

D : 살수지관의 구경

$$h_f = 3.76 \times 10^{-1} \times \{6.287 \times 10^6 (23.2/140)^{1.85} \times 92\} / D^{-4.87}$$

$$= 7.82 \times 10^{6} \times D^{-4.87}$$

$h_e = S \cdot L$

h_e : 상류관을 기준으로한 하류관의 위치수루 (m)

S : 살수지관의 구배 (하향구배를 부(負)로 한다.)

L : 살수지관의 길이 (m)

파라메터 P 의 계산식은 다음과 같다.

$$P = h_e / h_f$$

본 포장에는 경사가 없는 곳으로 가정하면 P = 0 이 된다. 살수지관의 상류단에 확보해야되는 수압 H_t 는 살수지관의 수압평균치 F, H_f, P 등에 의하여 다음식으로 산정한다.

$$H_t = H + (F_2 + F_3, P) \cdot H_f$$

상기식의 H 를 스프링플러의 적정수압 20m 로 하여, 다음 표 5-11에서 C_{12}, C_{13} 을 읽어들이면, $F_2 = C_{12} = 7.58 \times 10^{-1,}$ (N = 20), $F_3 = C_{13} = 5.25 \times 10^{-1}$ (N = 20) 이 되므로 상류단 수압은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$H_t = 20 + 7.58 \times 10^{-1} \times 7.82 \times 10^{7} \times D^{-4.87}$$

H, hf ,P 를 가지고, 살수지관의 수압변동량 Hcv 를 계산한다.

$$H_{cv} = \frac{(F_4 + F_5 \times P + F_6 \times P^2 \times P^2)^{1/2} \times H_f}{H}$$

$$= 1.04 \times 10^{6} \times D^{-4.87}$$

$F_4 = C_{14} = 7.07 \times 10^{-2}$

$F_5 = C_{15} = 1.42 \times 10^{-1}$

$F_6 = C_{16} = 8.33 \times 10^{-2}$

상기식을 가지고 살수지관의 구경을 바꾸어 산정한 미니 스프링클러의 수압변동량은 다음 표와 같다.

표 5-10 수압변동량 계산결과

D(mm)	10	15	20	25
Q (ℓ/min)	23.2	23.2	23.2	23.2
h_f (m)	105.4	14.6	3.6	1.2
h_e (m)	0	0	0	0
P (= he/hf)	0	0	0	0
H (m)	20	20	20	20
H_t (m)	99.9	31.1	22.7	20.97
Hcv	14.0	1.9	0.48	0.16

$H_f = 7.82 \times 10^6 \times D^{-4.87}$

$H_t = F + 7.58 \times 10^{-1}$ (N=20) $\times h_f$

표에서 수압변동량(Hcv)이 가장 적은 경우를 선택하면 살수지관 구경은 25mm로 선정할 수 있다. 본 설계에서 살수지관의 구경이 25mm인 경우의 말단분수공에서 확보해야 할 수압은 20.97m ≒ 21m (2 kgf/cm^2) 로 된다.

5.3 유공호스관개의 설계예

유공호스를 설계하기 위해서는 유량식이 필요하다. 유공호스의 유량식 (유량과 압력의 관계식)은 측정한다

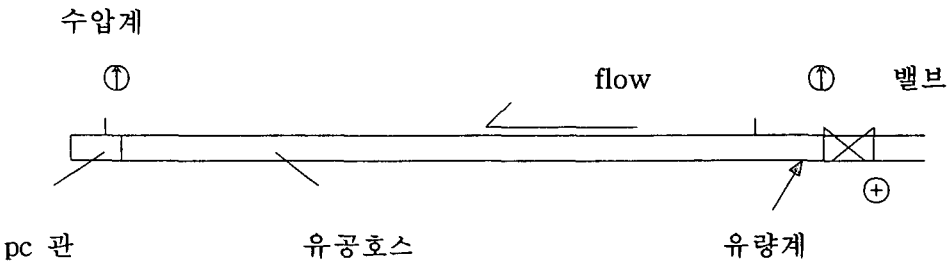


그림 5-5 유공호스 모식도

① 상기와 같이 시험포를 설치한다.

② 벨브로 압력을 조절하여 단계별로 유량을 측정한다.

③ 유량과 압력의 측정치을 이용하여 관계식을 다음과 같이 작성한다.

$$q = a x^b$$

여기서,

q : 단위길이당의 유량 (ℓ/min)

x : 수압 (m)

a, b : 정수

④ 작성된 유량식을 이용하여 유공호스의 설계법을 검토한다.

5.4 유공호스의 수리설계예

유공호스의 직경이 20mm이며, 단위길이당 유량 q(ℓ/min)를 다음 식으로 나타낼 수 있다고 했을 경우에.

$$q = 9.48 \times 10^{-2} \times Ho \qquad \cdots (1)$$

여기서, Ho : 상류단수두 (m)

q : 단위길이당 유량 (ℓ/min)

제조과정의 유량변동계수를 0.05이하로 설정하여 설치가능한 유공호스의 길이를 산정한다. 단, 포장은 수평하고 유공호스의 상류단수두는 10m 로 한다. 수두 10m인 경우의 단위길이당 유량은 상기식으로부터 q = 0.3(ℓ/ min) , 손실수두는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$h_f = F_1 \{ 6.287 \times 10^6 (Q/C)^{1.85} \times L/D^{4.87} \} \qquad \cdots (2)$$

C = 140, D = 20mm

설치가능한 길이를 L (m) 로 하면 살수지관의 유입량은

$$Q = 0.3 \times L \quad (\ell/min), \qquad \cdots (3)$$

표로부터 $F_1 = 3.51 \times 10^{-1}$ 로 하면

수압변동계수는

$$H_{cv} = \frac{\sqrt{H_v}}{H} = \frac{(F_4 + F_5 \cdot P^2)^{1/2} H_f}{H_t - (F_2 + F_3 \cdot P) H_f} \qquad \cdots (4)$$

포장이 수평이기 때문에 P = 0, 표로 부터 $F_4 = 8.18 \times 10^{-2}$,

$F_2 = 7.4 \times 10^{-1}$ 을 읽어들여 계산하면

$\sqrt{F4} = 2.86 \times 10^{-1}$, Ho = 10.0 m

$\frac{\sqrt{H_v}}{F}$ < 0.05 , L = < 62.5 m

즉, 62m 까지 설치가능하다.

다음으로 같은 관을 사용하여, 같은 길이 62 m 로 유공호스를 설치하여, 상류의 수두를 20 m 로 올렸을 경우, 유량의 변동계수는

Ho = 20 , q = 0.424 (ℓ/min)

$\frac{\sqrt{H_v}}{F}$ < 0.046 ,

즉 수압을 올리는 것에 의하여 압력의 균등성을 향상시킬 수 있다는 것을 알 수있다.

표 5-11 (a) 살수지관 수리설계 계수

N	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}
1	1.00	1.00	1.00	0	0	0
2	6.39×10^{-1}	8.92×10^{-1}	7.50×10^{-1}	1.18×10^{-2}	5.42×10^{-2}	6.25×10^{-2}
3	5.34	8.47	6.67	2.61	8.35	7.41
4	4.85	8.23	6.25	3.62	9.98	7.81
5	4.57	8.08	6.00	4.34	1.10×10^{-1}	8.00
6	4.38	7.98	5.83	4.87	1.17	8.10
7	4.25	7.90	5.71	5.28	1.22	8.16
8	4.16	7.84	5.63	5.59	1.26	8.20
9	4.08	7.79	5.56	5.85	1.29	8.23
10	4.02	7.76	5.50	6.06	1.31	8.25
11	3.97	7.73	5.45	6.23	1.33	8.26
12	3.93	7.70	5.42	6.38	1.35	8.28
13	3.90	7.68	5.38	6.51	1.36	8.28
14	3.87	7.66	5.36	6.62	1.37	8.29
15	3.85	7.64	6.33	6.72	1.38	8.30
16	3.82	7.63	5.31	6.80	1.39	8.30
17	3.81	7.62	5.29	6.88	1.40	5.30
18	3.79	7.60	5.28	6.95	1.41	8.31
19	3.77	7.59	5.26	7.01	1.41	8.31
20	3.76	7.58	5.25	7.07	1.42	8.31
21이상	3.51×10^{-1}	7.40×10^{-1}	5.00×10^{-1}	8.18×10^{-2}	1.53×10^{-1}	8.33×10^{-2}

표 5-11 (b) 살수지관 수리설계 계수

N	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}	C_{25}	C_{26}
1	1.00	1.00	1.00	0	0	0
2	5.18×10^{-1}	8.22×10^{-1}	6.67×10^{-1}	3.18×10^{-2}	1.19×10^{-1}	1.11×10^{-1}
3	4.41	7.78	6.00	5.51	1.46	1.07
4	4.12	7.62	5.71	6.58	1.54	1.02
5	3.96	7.54	5.56	7.12	1.56	9.88×10^{-2}
6	3.87	7.50	5.45	7.43	1.57	9.64
7	3.81	7.48	5.38	7.62	1.58	9.47
8	3.77	7.46	5.33	7.75	1.58	9.33
9	3.73	7.45	5.29	7.84	16.58	9.23
10	3.71	7.44	5.26	7.90	1.57	9.14
11	3.169	7.43	5.24	7.95	1.57	9.07
12	3.67	7.43	5.22	7.98	1.57	9.01
13	3.66	7.42	5.20	8.01	1.57	8.96
14	3.64	7.42	5.19	8.04	1.57	8.92
15	3.63	7.42	5.17	8.05	1.56	8.88
16	3.63	7.42	5.16	8.07	1.56	8.84
17	3.62	7.42	5.15	8.08	1.56	8.82
18	3.61	7.41	5.14	8.09	1.56	8.79
19	3.61	7.41	5.14	9.10	1.56	8.77
20	3.60	7.41	5.13	9.11	1.56	8.74
21이상	3.51×10^{-1}	7.40×10^{-1}	5.00×10^{-1}	8.18×10^{-2}	1.53×10^{-1}	8.33×10^{-2}

제6장 결론

1. 밭경지정리 설계지침 자료 작성

밭경지정리를 효율적으로 실시하기 위해서는 밭경지정리지침을 작성할 필요가 있어, 금년에는 구획정리의 기본사항, 배수계획등 계획설계에 필요한 기본사항을 정리하여 지침의 자료를 작성하였다. 내용을 살펴보면 밭경지정리의 기본개념의 정리와 말단의 관개방법을 고려한 구획계획의 필요성에 대하여 검토하여, 고랑관개의 경우 경지의 경사도 및 토양의 종류가 경지의 구획크기에 영향을 미치는 것을 명확히 하였다.

2. 재배유형별 필요수량 추정프로그램 개발

본 연구에서는 경지정리, 재배작물의 변화로 나타나는 필요수량을 계산하는 프로그램을 Penman식과 Blaney-Criddle식으로 개발하였으나, 주로 Penman식을 사용하였다. Penman 식의 장점은 복합적 기상요인을 많이 포함하고 있기 때문에 정확성이 높다. Penman 공식에서 정확성을 높이려면 많은 기상데이터와 계산이 필요하며 우리나라의 기상데이터는 보통 수십년 동안 측정한 데이터가 있고 고성능의 컴퓨터가 보급되어, 이식의 장점이 차츰 부각되고 있다.

잠재증발산량은 4월경에 크게 증가하였으며, 6월말에서 7월 초순에는 장마의 영향으로 낮은 값을 나타내었다. 그리고 9월과 10월에는 4월과 반대로 급격한 잠재증발산량 감소를 나타내었다.

<그림 3-1~5>에서서는 Penman식과 Blaney-Criddle식의 결과를 볼 수 있는데, 두 식중에서 안정성, 정확성 면에서 Penman식이 월등함을 확인 할 수 있다. 특히 해안지방에서 Blaney-Criddle식의 적용은 주의가 필요한 것으로 판단되었다.

재배작물의 필요수량은 잠재증발산량에 생육시기별 작물계수를 곱합으로서 구할 수 있으며, 여러 작물을 한 경지에서 재배하더라도 각 작물의 파종시기, 생육단계 등을 고려하면 정확한 필요수량을 시기별, 작물별로 알 수가 있다.

3. 밭관개시설의 정비

밭관개시설의 정비에 관한 연구에서는 일반밭, 과수원, 시설원예 등의 토지이용 형태에 따른 적정한 관개방법에 대하여 논하였고, 밭관개장치별 즉 스프링클러 관개, 점적관개, 유공호스등의 특징에 대하여 검토하였다.

밭관개 조직을 관개구역, 윤환구역, 급수구역으로 구분하여, 급수구역을 1개의 급수공이 관개하는 포장의 면적으로 정의하였으며, 윤환구역은 전체관개지구를 1개 또는 수개의 급수구역으로 구분하고 관개에 순서를 두어 관개하는 면적으로 정의 하였으며, 관개구역은 1나 또는 수개의 윤환구역으로 구성된 관개대상 면적으로 정의 하였다. 또한 관개시설의 유지관리에 대해서도 검토하였다.

4. 스프링클러관개 현장시험

미니스프링클러 현장시험에서는 말단포장내의 급수구역에 있어서의 살수지관의 구경의 설계방법에 대하여 검토하였다. 또한, 현지에 시험포를 설지하여 효율적인 물관리 방법에 대해서 검토하기 위하여, 밸브조작에 따른 적정압력의 설정방법의 검토에 의하여 가압펌프의 설치와 윤환관개에 의한 압력관리 방법에 대하여 검토하였다. 송수관로 말단에서 관개시설에 적정한 압력을 얻기 위해서는 제수변 및 분수공 밸브를 조작하여 적절한 압력제어를 할 필요성이 있음을 실증하였다.

5. 유공호스 관개의 설계방법 검토

유공호스의 설계방법의 검토를 하여 유공호스 설치에 있어서 압력과 유량의 관계식이 호스의 적정 설치길이의 결정에 필요하나 기존의 자료가 없어 시험을 통하여 관계식을 작성하기 위하여 시험장치를 설치하였다.

6. 마이크로관개 계획지침서 보급(일본)

본지침은 마이크로관개의 용수계획, 조직계획, 유지관리등을 상세히 설명한 책으로 발관개 계획수립에 참고가 될 수 있도록 번역 보급하였다.

여 백

참고문헌

1. 농어촌진흥공사, 1986, 밭기반조성연구
2. 농어촌진흥공사, 1995, 밭기반정비사업 기본조사요령
3. 농림부,농어촌진흥공사, 1994, 경지정리의 최적설계에 관한 연구
4. 농어촌진흥공사, 1994, 밭기반정비사업 조사설계요령
5. 농어촌진흥공사, 1994, 밭기반정비사업토론회 결과보고서
6. 농어촌진흥공사, 1995, 밭기반정비사업토론회 결과보고서
7. 농림부, 1983, 농지개량사업계획설계기준, 계획, 관개편
8. 농림부, 1994, 농지개량사업계획설계기준, 농도편
9. 농어촌진흥공사, 1986, 농지개량사업계획설계기준, 계획, 관개편
10. 농어촌진흥공사, 1989, 밭관개설계편람
11. 農林水産省構造改善局計劃部, 1987, 土地改良事業計劃指針, 点滴灌漑
12. 農林水産省構造改善局, 1982, 土地改良事業計劃設計基準, 計劃 畑地灌漑
13. 農林水産省構造改善局, 1985, 畑地灌漑の手引
14. 愛知縣, 1961, 畑地かんがいの計劃と設計
15. 강원대학교 농업과학연구소, 1995, 밭기반정비사업의 효율적인 추진방향

여 백

<부 록>

여 백

수원공과 미니스프링쿨러

압력계와 유량계의 설치상황
(NO. 22번 포장)

간선부의 재수변 · 압력계 · 공기변의 설치 상황

간선부의 재수변 · 압력계 · 공기변의 설치 상황

사진 1 NO. 22

사진 2 NO. 20
미니스프링쿨러의 살수광경

사진 1 NO. 22

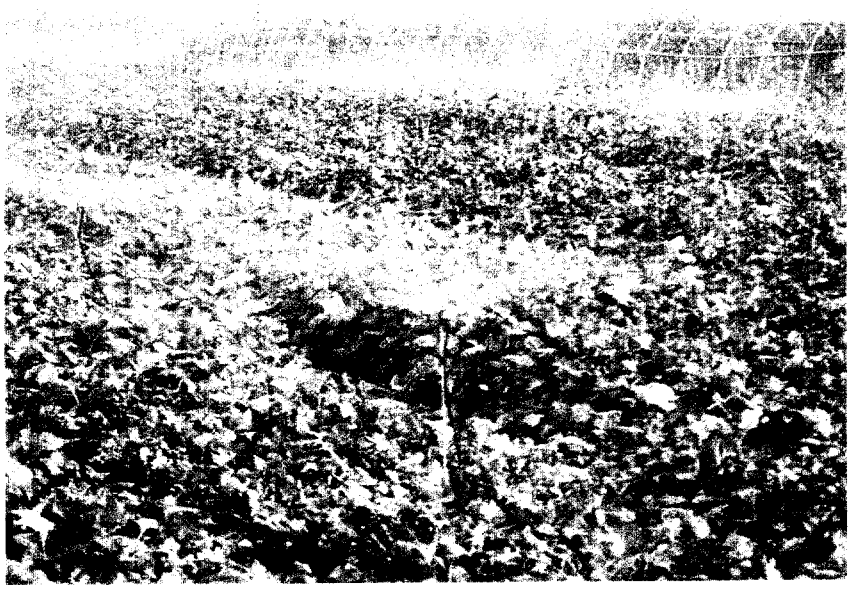


사진 2 NO. 20
미니스프링쿨러의 살수광경

정티의 탈락

정티의 탈락

미니스프링쿨러의 살수광경
<사설암반관정>

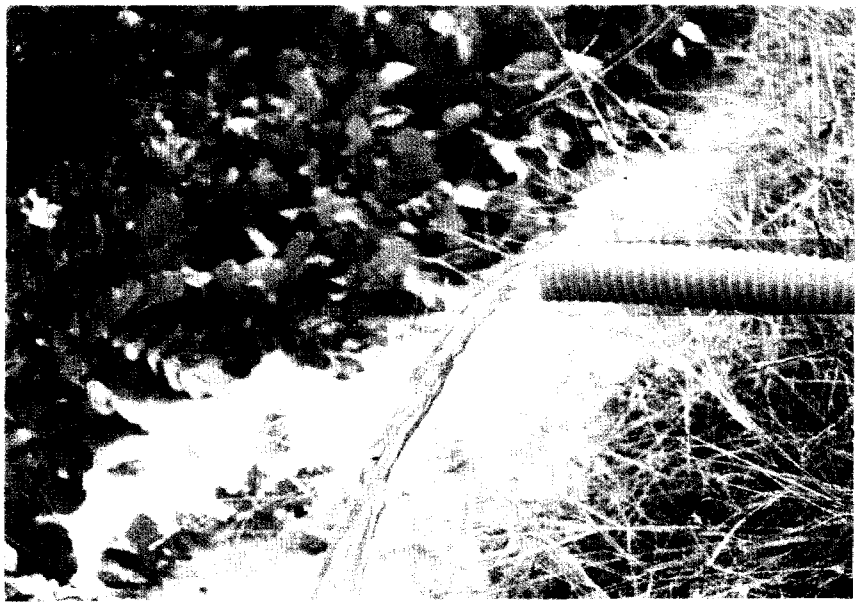
점적관개 시스템
<과수 : 포도 단지>

미니스프링쿨러의 살수광경
<사설암반관정>

점적관개 시스템
<과수 : 포도 단지>

시설원예(점적관개)

시설원예(점적관개)



말단분수공의 출수상태

말단포장에서의 물이용 형태

말단포장에서의 물이용 형태

연구보고 96-05-14

밭경지정리방안과 효율적인 관개방법 개발연구

발 행 1996. 12.
발행인 황 규 태
발행처 농어촌진흥공사 농어촌연구원
주 소 경기도 안산시 사동 1031-7
전 화 (0345) 400-7113
FAX (0345) 409-6055

▣이책의 내용을 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
단, 이책의 출처를 명시하면 인용이 가능합니다.
▣이 연구는 본 연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.