

## 美國의 灌排水 研究 現況

權 純 國\*

본 資料는 美國土木學會(ASCE) 灌漑 排水分科研究委員會에서 특별위원회를 구성하여 美國의 灌排水分野에 대한 研究現況을 조사한 것을 토대로 요약, 소개한 것이다. 본 자료의 原文은 Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol 110, No.1 Mar., 1984 ASCE의 55~74 페이지에 수록되어 있다.

### 1. 背 景

灌漑와 排水는 作物生産에 부족한 물 또는 過剩의 물을 조절하는 것으로서 美國에서의 作物生産의 安定과 増産을 위하여 결정적인 역할을 담당하여 왔다. 앞으로의 지속적인 作物生産과 해외수출을 감안한다면 이 분야의 중요성은 더욱 커질 것으로 전망된다.

그러나 作物 生産費用이 계속 상승하고 있으며 특히 에너지의 비용 및 사용이 증가되고 있으므로 灌排水 技術의 改善과 개발을 기하고 또, 개발된 기술들을 적용하여 물의 공급 및 물관리를 개선하는 일이 필요하다.

본 ASCE에서는 물 研究 分野에서의 研究 努力을 살펴본 바 등한시되어 온 分野 및 研究調整이 必要한 分野를 찾아내고 더욱 긍정적인 해결책을 제시하기 위하여 특별위원회를 설치하여, 美國에서의 灌漑排水 研究現況 및 잠재력을 조사케 하였다.

美國 전체의 農業研究에 투입된 자금은 1981會計年度를 기준으로 할 때 약 10억에 달하고 있으며 이 중에서 灌排水研究에 1,500萬弗, 流域管理研究에 3,100萬弗이 쓰였다. 그러나 灌排水 研究費는 전체 농업연구비의 1.5%를 약간 상회하는 미미한 것이다. 앞으로도 研究豫算이 감축되고 他分野와의 研究

費 경쟁이 커짐에 따라 該分野의 研究費는 줄어들 것으로 展望되고 있다.

### 2. 灌漑 排水의 範圍

美國의 총 경작지면적은 1억8,700萬ha이다. 그러나 1978년 作物收穫面積은 1억3,000萬ha였으며, 灌漑面積은 약 1,780萬ha로서 收穫面積의 약 14%를 차지하고 있다. 그리고 美國 西部 14個州가 전체 灌漑면적의 90%를 가지고 있다.

地表面排水 또는 地下排水를 시행하는 農耕地는 약 4,300萬ha(전농경지의 23%)에 달하고 있으며 美國의 中西部, 東部 15個州가 배수를 요하는 전 농경지 면적의 80%이상을 차지하고 있다.

### 3. 물 供給 및 消費

美國 水資源委員會(US Water Resources Council)의 보고에 의하면 연간 미대륙에 내리는 총강수량은 약 5,900km<sup>3</sup>이고 그중 71%에 해당되는 4,200 km<sup>3</sup>가 증발되는 것으로 추정되었다. 이러한 증발의 대부분은 農地, 林地 및 放牧地에서 생긴다.

美國대륙에서의 총 淡水 引水量(withdrawal)은 1975년에 468km<sup>3</sup>이며 引水量의 약 76%는 地表面水로부터이고, 나머지는 地下水로부터 引수된 것으로서 地下水의 과잉양수가 문제가 되고 있다.

灌漑用 引水量은 219km<sup>3</sup>인데 이중 54%에 해당되는 119km<sup>3</sup>가 소비되었다. 이 소비수량은 미국 전체 引水 消費水量의 약 81%를 차지하고 있다.

貯水池 또는 farm pond에 貯水되는 물의 貯水量은 약 555km<sup>3</sup>에 달한다.

### 4. 灌漑排水分野의 問題點

灌排水에 關聯된 主要 問題點은 美國內 8個 機關으로 부터의 報告書에 자세히 밝혀져 있다. 關聯機

\* 서울대학교 農科大學

關과 보고 내용은 다음과 같다.

i) CAST (Council for Agricultural Science and Technology)의 물에 관한 보고서

ii) 1981년 10개 學會의 土壤과 물 사용의 우선 순위에 대한 위키샷 보고서

iii) 기술평가청(Office of Technology Assessment)의 농업에 있어서의 물關係 기술의 중간평가 보고서

iv) 美農務省 SCS(Soil Conservation Service)의 耕地研究 보고서

v) 1980년 자원보전법(Resources Conservation Act) 보고서

vi) 美農務省 UAB(Users Advisory Board) 1982년도 보고서

vii) 美 GAO(General Accounting Office)의 물 問題 보고서

viii) 美國 WRC(Water Resources Council)의 二次 全國 水資源 評價 보고서

이상 8個 機關의 灌排水에 關聯된 問題點은 다양하고 복잡하므로 전부 소개한다는 것은 困難하고 다만 특별위원회에서 간추린 5가지 問題點을 간단히 소개한다.

- i) 乾燥地方에서의 灌溉 排水
- ii) 長期研究를 必要로 하는 分野
- iii) 最上等 경지의 비농업적 사용으로의 전환
- iv) 其他 여러가지 문제점
- v) 技術移轉

### 5. 全國的 및 地域的 研究計劃

美農務省(USDA)은 灌排水分野와 關聯된 국가기관이다. 美農務省의 물關係 연구는 다음사항에 초점을 맞추고 있다.

- i) 현재 그리고 未來의 식량 및 섬유생산 요구량에 알맞는 물공급 체계의 확립 및 評價
- ii) 灌排水 또는 물 保全에 투자되는 비용에 대한 重要性 평가
- iii) 公共 政策의 비용과 환경적인 문제의 평가, 수질 개선에 대한 평가.
- iv) 山林의 水質에 대한 영향, 山林과 放牧地로부터 non-point pollution을 최소화 시키는 방법의 평가
- v) 美國의 長期的 資源需要量과 환경의 질적 기준에 맞추어 土地 및 水資源을 사용하기 위한 개선된 概念 및 方法의 開發

표-1. 1981회계년도 3分野 물관련研究費

(단위 : 1,000弗)

機 關 別	研究分野			合計
	103	106	107	
중앙정부(농림성USDA)				
농업연구국(ARS)	2,508	4,660	11,998	19,166
경제연구국(ERS)	0	58	201	259
산 립 국(FS)	0	0	11,310	11,310
각 주				
지역협력연구국(농림성, CSRS)	1,716	3,044	4,438	9,198
기타대학 및 연구기관(OCI)	1	0	1,138	1,139
주농사시험장(SAES)	358	1,672	2,231	4,261
합 계	4,583	9,434	31,316	45,333

註 103 : 鹽害地管理

106 : 效率的인 관계 및 배수시설

107 : 流域管理

- vi) 連續的이고 效果的인 農林産業의 유지 및 存立에 기여하는 연구 및 農村生活改善에 關한 연구
  - vii) 水資源에 대한 情報과 問題解決策에 關한 연구
- 美開拓局은 관계배수에 關聯된 地域 機關이다. 콜로라도州 덴버시에 위치하는 Engineering and Research Center와 서부 7개주에서 연구를 수행하고 있으며 연구내용 및 연구비 내역은 표-2에서 보는바와 같다.

표-2. 美 開拓局에 關聯된 1981년 研究資金

(단위 : 1,000弗)

研究 프로그램	資 金
물供給, 保全, 水質 및 生態	1,035
計劃研究, 技術評價	277
공학연구, 콘크리트, 구조	270
수 리	301
發 電	229
Geotech.	115
기타재료 및 기기	335
댐 안전 R&D	981
에너지 R&D	595
실험실 장비 및 유지	800
計	4,938

美開拓局의 물關聯 研究方向은 다음과 같다.

- i) 水力發電 및 電力送出的 效率성과 신뢰도 提高

美國의 灌排水 研究 現況

- ii) 水資源 開發의 社會, 경제, 환경적 影響을 측정하고, 표시하는 수단을 개발, 확인하는 연구
  - iii) 水資源開發에 의하여 이득될 수 있는 경제, 社會, 환경적 이익을 결정하는데 관한 연구
  - iv) 水資源開發의 生態 및 水質에 미치는 影響
  - v) 事業의 計劃, 節次에 대한 概念 개선
  - vi) 축조재료 및 시공방법의 개선
  - vii) 새로운 에너지 개념의 적용
- 農務省 以外的 中央政府기관에서 수행한 관계배수, 유역관리에 關聯되는 研究內容 및 研究費는 표-3에서 보는 바와 같다.

표-3. 농무성이외의 중앙정부기관에서 수행한 관계배수 관련연구 (단위 : 1,000弗)

機關  및  研究프로그램	1981회계년도  金
美國國際원조처(AID)	2,600
국방성(공병단)	
환경  및  수질연구	4,900
수자원  계획/分析  技術	600
폐수관리  연구	500
환경청(EPA)	
환경과정  및  효과	2,000
내무성(USID)	
토지관리국	400
개혁국,  대기,  수자원관리	8,800
국립공원국	2,400
미지질조사소	
토지자료  적용	2,600
국가물자료시스템	16,100
항공우주국(NASA)	
AGRISTARS	3,700
국립과학재단(NSF)	
대기,  지구  해양연구	300
합  계	44,900

6. 最近의 主要 研究結果

가. 灌漑分野

- i) 整地장비에 레이저 광선의 이용
- ii) 同時 滲透가 있는 地表流의 복잡한 문제를 해결하는 電算프로그램
- iii) 電算 補正 水量測定 flume
- iv) 灌漑水 조절용 自動 valve 및 水門

- v) 開水路用 自動水位 조절장치
- vi) 스프링클러용 특수 저압노즐
- vii) 複雜한 水理問題와 시스템의 規格 自動선택을 위한 電算프로그램
- viii) 스프링클러 물分配에 있어 바람의 속도 및 效果를 예측하는 電算프로그램
- ix) 點滴灌漑 設計에 있어서 滲透시스템, 土壤 水移動등의 복잡한 設計問題를 해결하는 전산프로그램
- x) 實時間 蒸發散量을 예측하고 관계 scheduling을 위한 미래중발산량을 예측할 수 있는 전산프로그램
- xi) 각종 시스템의 에너지요구량을 예측할 수 있는 전산프로그램
- xii) 관계에 대한 土壤鹽度, 還元水의 水質등의 長期效果를 예측하는 電算프로그램

나. 排水分野

- i) 土管 및 콘크리트관의 代替材料로서, 耐久의이고 저렴한 플라스틱관의 사용
- ii) corrugated管的 사용으로 強度증가
- iii) 뒷채움재료의 하중을 분산시키는 役割을 하는 유연한 파이프의 사용
- iv) 暗渠 施工機械의 개선
- v) 암거기울기 조정에 레이저광 사용
- vi) 배수시스템의 복잡한 水理問題를 해결하는 전산프로그램

7. 1980年代 灌排水 研究 優先順位

본 특별위원회는 여러가지 문헌, 질문서, 회의를 통하여 다음과 같은 80年代 美國에 있어서 관계수연구에 대한 우선순위를 결정하였다.

目 標 1.

「물사용 效率을 높이고 土壤鹽度를 조절하며 下流側 水質低下를 방지하기 위한 더욱더 效率的인 灌漑水 分配, 圃場시스템 및 管理 方法의 개발」

이와같은 目標을 달성하기 위한 구체적인 접근방법은 다음과 같다.

1. 식물의 土壤水에 대한 反應, 기후적인 장애에 대한 이해와 나쁜 수질의 물을 관계하는 方法 등을 포함한 圃場水準에서의 물管理기술 개선
2. 관계방법과 관계시스템의 개선, 그리고 설계 및 시공기술의 개선

3. 기후에 대한 식물의 反應과 물부족에 대한 식물의 反應을 측정하고 예측하는 실질적인 方法的 개발

4. 浸透率, 自然排水率과 같은 土壤의 動的 파라메타를 측정, 예측, 修正하는 기술을 개발하여 관개조직의 설계등에 이용

5. 灌溉조직과 排水조직에 대한 설계 및 운영기준을 만들고 에너지의 요구량이 적은 시스템의 開發

6. 排水된 鹽水の 放流方法 改善

7. 얇은 地下水水位와 土壤鹽度を 조절하고 管理하기 위한 기술의 開發

### 目標 2.

「土壤의 生産性を 높이고 생산 效率을 改善하기 위하여 土地, 水資源을 보전하고 管理하는데 필요한, 개선된 새로운 기술의 開發」

구체적인 접근방법은

1. 土地와 水資源을 大規模로, 신속히 그리고 效率的으로 측정, 평가하며, 長期變化를 예측할 수 있는 원격탐사(Remote Sensing)와 같은 기술의 開發 및 應用

2. 물供給을 늘리고, 保全하며 管理하기 위한 개선된 方法的 개발

3. 土壤浸蝕 防止를 위한 方法的 開發

### 目標 3.

「效率적인 作物生産을 위하여 水資源을 저장하고 移送하기 위한 改善된 system과 方法的 開發」

구체적인 접근방법은

1. 물의 저장, 조절, 분배에 대한 效率적인 시스템 개발

2. 작물생산에 필요한 水量의 관개를 하고, 증발, 浸透손실, 관리손실 등을 최소화하기 위한 방안 및 관리조직의 개발

3. 水量을 測定하므로써 圃場管理손실을 감소시켜 물 管理 改善을 하기 위한 경제적인 재료 및 장비의 개발

### 目標 4.

「濕潤地域에서 作物生産에 알맞은 土壤水の 조절을 위한 더욱 效率적인 排水조직 및 方法的 開發」

구체적 접근방법으로서

1. 排水方法, 排水시스템, 시스템 component의 개선, 그리고 개선된 설계, 시공기술 및 방법의 개발

2. 기후조건 및 과잉토양수에 대한 作物의 反應을 探知하고 예측하는 實用的인 方法的 開發

3. 排水조직 설계에 必要한 각종 土壤의 動的 파라메타와 土地資源에 대한 排水의 效果를 측정하고 예측하는 더욱 개선된 기술의 개발

4. 관개 및 배수에서의 에너지요구량을 줄이기 위한 전략, 설계, 운전기준, 그리고 시스템의 개발

### 8. 豫想되는 새로운 기술

1. 一定한 量의 물을 더욱 均等하게, 시간에 맞추어 관개할 수 있는 개선된 관개 시스템

2. 作物의 물부족을 최소화시키며 필요한 用水를 작물에 공급하기 위하여 과잉수를 제거하고 지하수위를 조절하기 위한 개선된 排水조직(地下관개 및 地下排水 兼用).

3. Subhumid 地域에서의 發展된 관개 scheduling 기술

4. 灌溉水の 移送, 조절 및 측정시스템의 개선

5. 관개수管理 및 염분조절을 위한 실용적 원격탐사기술의 응용

6. 증발억제, 증발에 대한 측정기술의 개발 및 一般식생으로 부터의 증산감소 方案

7. 地區管理者가 시스템을 운영할 때 직접사용이 가능한 實用的 물관리모형

8. 더욱 엄기쉽고 신뢰할 수 있는 實時間 관개 scheduling에 대한 정보

9. 폐수의 재이용 조직

10. 耐鹽 耕作 方法

11. 灌溉水管理 및 利用效率을 提高하기 위한 實用的인 유인책