

# 集中 물管理 體制에 의한 灌溉組織의 運用

## Operation of Irrigation Networks Using Integrated Water Management Systems

朴 昌 彦\*      鄭 夏 禹\*\*      朴 承 禹\*\*  
Park, Chang-eon    Chung, Ha-woo    Park, Seung-woo

### Abstract

Integrated water management systems are introduced that significantly help efficient operations and management of an irrigation system for paddies. They are constituted by three components: real-time monitoring viatelemetering, modeling of system operational performance, and the user-interface subsystem. They are an irrigation decision support system(DSS) that helps operators and managers decide when and how to operate the system. Major benefits are expected to include better irrigation scheduling, more efficient water distributions within a district, and thus, reduced operation costs, as compared to the conventional schemes. This paper describes the software features of a DSS for a small irrigation district. Emphases are given upon irrigation scheduling and the real-time irrigation controls. An illustrated scheme for the timing and controls of irrigation water supply is fully described, that guarantee even water allocations among irrigation units at the district.

### I. 서    론

우리나라의 경우는 논벼의 생육기간인 5-9월의 平均降水量이 919mm로서 이양용수 140mm, 침투 손실 440mm, 증발산량 550mm를 포함하는 필요 수량 1,130mm보다 작아 用水源을 필요로 하며, 降水量의 불규칙적 분포를 고려할 때 관개시기와 양의 결정이 물관리의 주요한 과제가 된다.

灌溉組織을 구성하고 있는 用水源은 대부분이 충분한 저수용량을 갖지 못하며, 새로운 用水源의 개발에 제한이 크기 때문에 기존의 用水源에 대한 활용성을 높이는 방법이 제고되어야 한다. 또한 用水路施設은 노후화 되어 있고, 토공수로의 잡초생장

등으로 인하여 설계시의 기능을 발휘할 수 없어 용수손실이 큰 실정이다.

물리구역내에서는 합리적인 計劃給水가 이루어지지 못하여 농구 및 포구단위로 적절한 給水 및 配水가 되지 않아 관개량의 불균등성을 보이고 있으며, 포장에서의 물관리 미숙으로 퇴수가 발생하여 포장관개효율이 낮은 실정이다.

이상의 관행물관리의 문제점을 해소함과 동시에, 水利施設의 조작현황을 파악하고, 取水施設 및 排水施設의 조작지침을 제시하며, 물관리개선에 따른 灌溉效率를 분석하고, 用水源의 적정운용을 통하여 용수를 절약하고, 灌溉地區 및 排水地區의 운용비용을 절감할 목적으로 集中물管理組織을 개발하였

\* 1) (재)생산공학연구소

\*\* 2) 서울대학교 농업생명과학대학

키워드 : 관개조직, 집중물관리조직, 결정지원, 사용자편의시스템

다.

본 연구에서는 集中물管理組織에 대한 개략적인 설명과 함께, 用水路를 중심으로한 실제 灌溉組織에서의 운용예를 보이고자 한다.

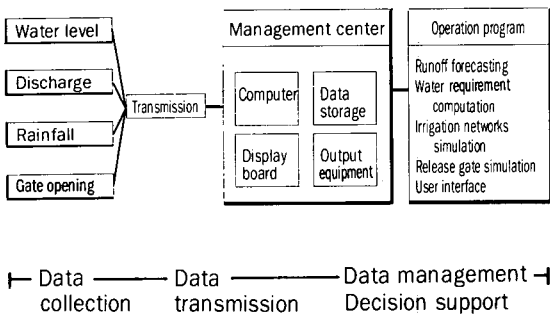
## II. 集中 물管理組織

### 1. 定義

灌溉 및 排水를 위한 農業水利施設이 목적에 알맞는 기능을 최대한 효율적으로 발휘하기 위해서 관리대상 구조물들을 單一意志에 의해 체계적으로 관리하도록 구성되어진 조직을 集中물管理組織이라 한다.

### 2. 基本構成

集中물管理組織의 基本構成은 <Fig. 1>과 같다.



<Fig. 1> Integrated water management systems

#### 가. 資料蒐集

貯水池 水位, 用水路 通水量, 圃場 湛水深, 降雨量, 分水門 및 排水門의 개폐정도 등의 資料를 관측하기 위하여 주요지점에 計測機器를 설치하여 資料를 蒐集한다.

#### 나. 資料電送

計測機器로 부터 관측되어진 각종 資料를 中央管理所에 설치된 電子計算機(computer)에 유선 혹은 무선에 의해서 전송한다.

#### 다. 運用프로그램

貯水池를 비롯한 用水源으로의 流入量, 用水路 각 지점의 通水量, 圃場의 必要水量 및 平均湛水深, 分水門 혹은 排水門의 放流量 등을 계산하고, 자연 현상에서 발생할 수 있는 일련의 과정을 미리 계산하여 보는 模擬發生을 실시할 수 있도록 하는 모든 프로그램을 運用프로그램이라 하며, 대상지구에 대한 조사 및 분석이 이루어진 후에 그 지구에 맞는 運用프로그램이 완성된다.

#### 라. 中央管理所

電子計算機를 비롯한 첨단시설을 구비하여 計測施設로 부터 전송되어진 資料들을 보관하고 이들 資料를 이용하여 運用프로그램에 의해 대상지구를 분석한 후 물管理에 대한 제반 결정사항을 지원한다.

#### 마. 決定支援

물管理에 있어서의 불확실하고 구체적이지 못한 문제를 해결하기 위해 決定者(管理者)가 電子計算機를 기초로 한 상호대화방식으로 쉽게 각종 資料와 運用프로그램을 이용하여 문제의 제기에서 부터 해결에 이르기 까지 決定事項을 支援한다.

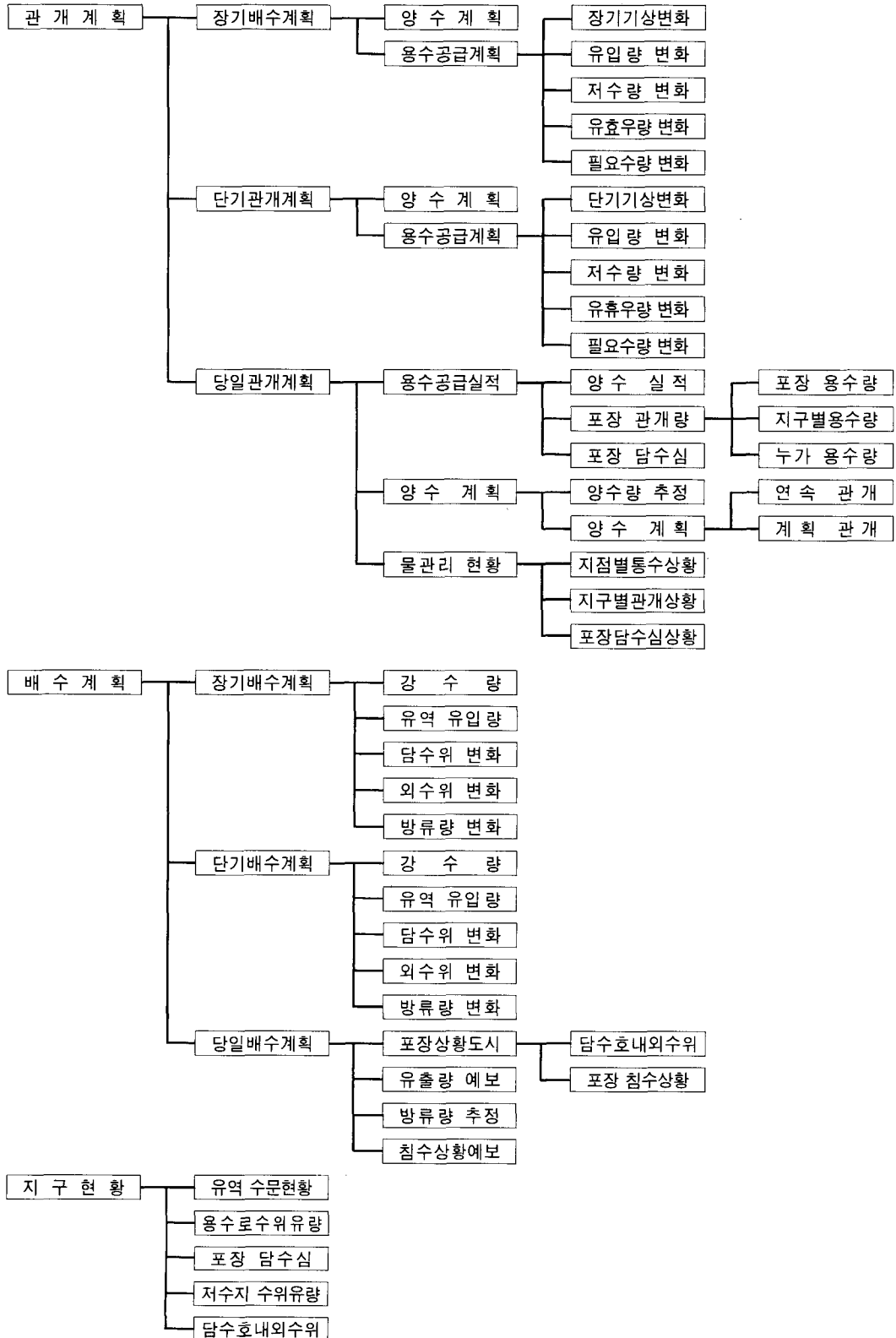
## 3. 使用者 便宜시스템

集中물管理組織의 운용을 위하여 相互對話方式로 구성되어진 使用者 便宜시스템은 <Fig. 2>와 같이 구성되었다. <Fig. 2>에서 볼 수 있듯이, 集中물管理組織의 주메뉴는 資料處理, 灌溉計劃, 排水計劃, 地區現況, 作業終了, 도움말 등으로 구성된다.

## III. 灌溉組織의 運用

### 1. 灌溉單位의 構成

集中물管理 體制에 의한 灌溉組織의 운용을 위하여 集中물管理組織이 계획되고 있는 海南于拓地區 第2工區 灌溉地區에 대하여 적용하기로 하였다. 대부분의 用水路가 개수로로 구성되고 지거를 관수로로 계획하고 있는 대상지구에서의 관개급수의 기본단위인 灌溉單位를 <Fig. 3>과 같이 구분하였다. 灌溉單位는 지선단위를 기본으로 하여 총 13개로



<Fig. 2> Menu systems for user interface of integrated water management systems.

구성되었으며, 한 단위별 평균면적은 82.2ha였다. 이렇게 구성되어진 灌溉單位는 灌溉組織의 운용에 있어서 기본단위가 되는 것으로서, 集中물管理組織의 灌溉計劃 부분도 이들 單位로 계획되고 운영된다.

**2. 必要水量的 推定**

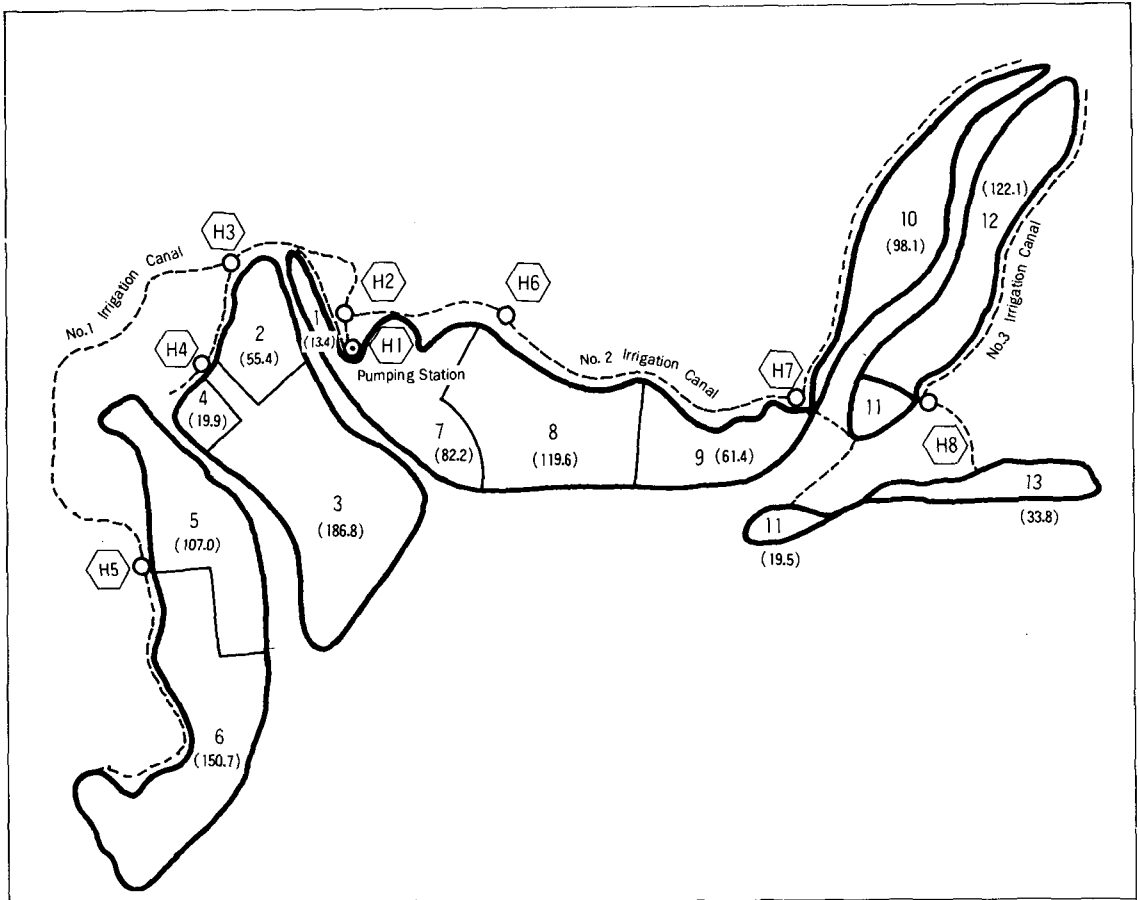
海南2工區 于拓地區의 총 1,067ha에 대하여 관개기간중 강우가 발생하지 않는다는 가정하에 4월1일부터 9월10일까지의 관개기간동안 必要水량을 산정한 결과는 <Table. 1>과 같다. 표에서 나타나는 必要水량은 가정되어진 營農計劃하에서 계산되어진 순별로 표시된 日別 必要水量으로서 5월중순에 177,034m<sup>3</sup>로 가장 많은 用水를 필요로 하였다.

<Table. 1>에서의 관개시간은 設計用水量만큼

통수할 경우의 必要水량을 채우는데 소요되는 시간을 나타낸 것으로서, 이를 통하여 灌溉方式別 비교가 가능하다. 5월 중순이나 8월 중순과 같이 많은 양의 灌溉用水가 필요한 경우는 매일 관개를 실시하고, 그외의 기간에는 間斷灌溉 즉, 2일급수 / 1일단수 혹은 1일급수 / 1일단수 등의 灌溉方式이 용수손실을 감소시키는데 유리할 것으로 판단되었다.

**3. 模擬灌溉**

8월중순의 日 必要水量인 163,249m<sup>3</sup>을 13개 灌溉單位에 관개를 실시하기로 하고 6시 정각에 通水를 시작하는 것으로 하여 模擬灌溉를 진행하였다. 灌溉의 진행은 관행의 물관리방식대로 양수장에서 가까운 灌溉單位부터 용수로의 최대가능통수량을 우선적으로 확보하는 것으로 하였으며, 이로 인하



<Fig. 3> Irrigation units in Haenam-2 (area:ha)

<Table. 1> Daily water requirement in Haenam-2 area

Month	Ten-days	Water requirement		Irrigation duration (hour)					
		(m <sup>3</sup> )	(mm)	* 1/0	2/1	1/1	2/1	3/2	2/2
4	1	3,263.	0.3	0.47	0.65	0.86	0.57	0.54	0.86
	2	1,780.	0.2	0.23	0.35	0.46	0.31	0.29	0.46
	3	1,780.	0.2	0.23	0.35	0.46	0.31	0.29	0.46
5	1	1,780.	0.2	0.23	0.35	0.46	0.31	0.29	0.46
	2	177,034.	16.6	23.22	34.83	46.44	30.96	29.03	46.44
	3	96,413.	9.0	12.65	18.98	25.3	16.87	15.81	25.3
6	1	104,134.	9.8	13.65	21.49	27.32	18.21	17.08	27.32
	2	77,251.	7.2	10.13	15.20	20.26	13.51	12.66	20.26
	3	50,122.	4.7	6.58	9.87	13.16	8.77	8.23	13.16
7	1	83,588.	7.8	10.97	16.46	21.94	14.46	13.71	21.94
	2	59,280.	5.6	7.78	11.67	15.56	10.37	9.73	15.56
	3	94,459.	8.9	12.39	18.59	24.78	16.52	15.49	24.78
8	1	55,246.	5.2	7.25	10.88	14.5	9.67	9.06	14.5
	2	163,249.	15.3	21.42	32.13	42.84	28.56	26.78	42.84
	3	87,750.	8.2	11.51	17.27	23.02	15.35	14.36	23.02
9	1	69,290.	6.5	9.09	13.64	18.18	12.12	11.36	18.18
	2	44,259.	4.1	5.81	8.72	11.62	7.75	7.26	11.62

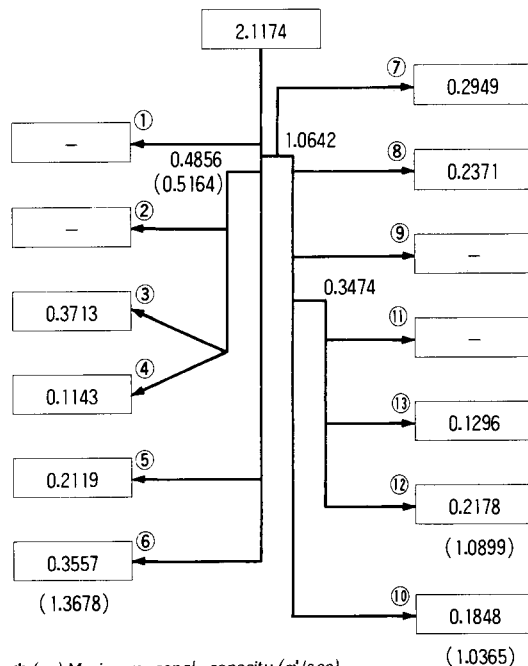
\* Days to supply water/ days cut off water

Q=2.1174 m<sup>3</sup>/ sec

여 하류에 위치하는 灌溉單位로의 통수량은 용수로의 설계용수량보다 적은 량에 불과하였으며, 일부 말단의 灌溉單位로는 통수가 이루어 지지 않음을 알 수 있었다. 또한, 각 灌溉單位의 灌水深이 채워지기 시작하는 시간은 양수장으로부터 물머리가 도달하는 시간부터 이므로 물머리 계산모형을 통하여 각 灌溉單位別 관개시작시간을 계산하도록 하였다.

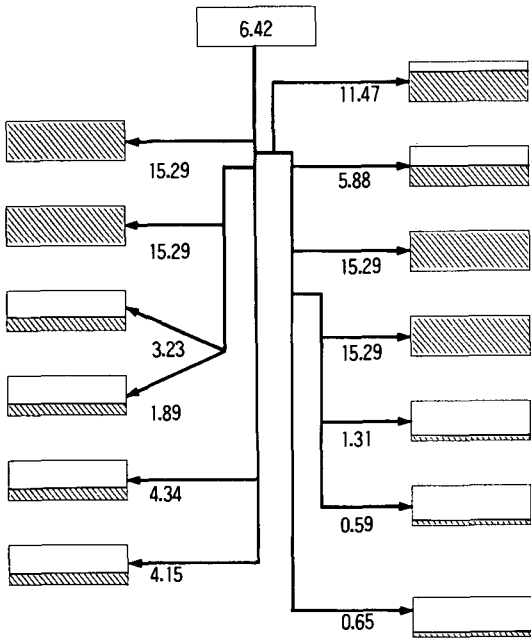
시간이 경과함에 따라 각 灌溉單位別로 灌水深이 증가하게 되며, 必要灌水深을 채운 灌溉單位에서는 물관리 요원에 의해 그 灌溉單位로의 通水가 중단되어 다른 하류측 灌溉單位로의 통수량이 증가하게 된다. <Fig. 4>는 灌溉시작 9시간 후인 15 : 00에의 각 灌溉單位別 통수량으로서 4개의 灌溉單位에서는 관개가 종료되었으며, 상류측의 灌溉單位에서 통수가 가능한 최대량을 먼저 관개함으로써 하류측 일부 灌溉單位는 용수로의 최대가능통수량보다 적은 용수가 관개되어지고 있음을 알 수 있다.

각 灌溉單位別 豫想灌水深은 시간의 경과에 따라 現況板, 電子計算機에 표시되어 관개진행상황을 알

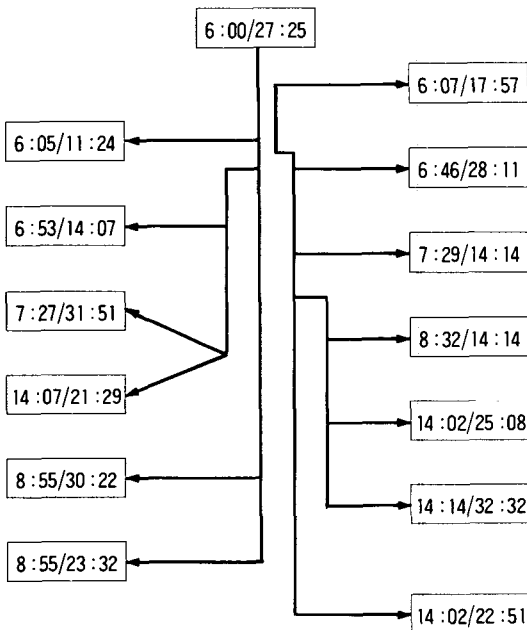


\* ( ) Maximum canal capacity (m<sup>3</sup>/sec)

<Fig. 4> Intake discharge for irrigation units (m<sup>3</sup>/sec at 15 : 00)



<Fig. 5> Simulated ponding depths at irrigation units (mm at 15 : 00)



\* Irrigation start time/Irrigation end time

<Fig. 6> Irrigation time schedule for irrigation units

려주게 되는데, <Fig. 5>는 각 灌溉單位別 15 : 00 현재의 豫想湛水深을 나타내는 그림으로서 각 單位別 湛水深이 채워진 정도를 잘 나타내 주고 있다. 여기서, 일부 상류측 灌溉單位는 벌써 필요한 湛水深을 채우고 관개가 완료되었으며, 말단에 위치한 灌溉單位들은 조금전부터 관개가 시작되어 湛水深이 채워지고 있음을 알 수 있다.

<Fig. 6>은 이상과 같이 진행되어진 관개가 완료된 시간을 표시하고 있다. 왼편에 표시된 관개시작시간은 물머리의 도달시간을 나타내는 것으로 제일 말단의 灌溉單位에서 양수장 통수후 8시간 14분 후인 14 : 14부터 관개가 시작되었음을 알 수 있다. 관개의 진행에 따라 상류측 灌溉單位부터 관개가 종료되어 32 : 32에 최종적으로 관개가 완료되었다.

이상의 결과는 관리자의 임의의 灌溉計劃에 대해서 적용이 가능하며, 일부 農組에서 시도하고 있는 각 灌溉方式에 대한 模擬灌溉가 가능하여 실제관개가 이루어지기전에 灌溉計劃에 대한 검토가 가능하게 될 것이다. 또한, 실제 관개의 진행과 함께 발생하는 實時間灌溉도 같은 방법으로 이루어질 수 있을 것이다.

#### 4. 灌溉計劃의 檢討

實時間灌溉 또는 模擬灌溉를 통하여 각 灌溉單位의 湛水深 변화에 대한 정보를 얻을 수 있음은 물론, 용수손실이 초래되는 요소를 발견할 수 있음으로 해서 그 손실을 최소화 시킬 수 있는 灌溉計劃으로의 개선을 모색할 수 있는데, 용수손실을 감소시킬 수 있는 방법으로서 양수장으로 부터의 통수량을 관개진행상황을 고려하여 탄력적으로 조절하는 방법과 일정한 시간에 전 灌溉單位에서 동시에 관개가 종료될 수 있도록 각 지선별 분수량을 통제하는 방법 등이 있을 수 있다.

#### IV. 결 론

관행의 물관리를 개선하기 위하여 集中물管理組織을 개발하고 海南于拓地區 第2工區 灌溉地區에 적용하여 그 운용을 예시하였으며, 이를 통하여 模

擬灌溉와 實時間灌溉에 의한 관개진행상황의 파악과 함께, 模擬灌溉에 의한 관개계획의 개선이 가능함으로서 관행물관리의 문제점을 해소할 수 있을 것으로 판단되었으며, 특히, 集中물管理組織의 운용으로 인하여 水利施設의 操作現況 파악, 水利施設 操作指針의 제시, 集中물管理方法에 따른 灌溉效率의 분석, 用水源의 종합적인 운용을 통한 용수 절약, 灌溉地區의 운용비용의 절감 등의 효과가 있을 것으로 판단하였다.

**참고문헌**

1. 農地改良組合聯合會, 海南農地改良組合, 1991. 海南于拓地區 集中물管理研究.
2. 農地改良組合聯合會, 保寧郡, 1991. 藍浦十拓地區 綜合물管理 研究.
3. 農地改良組合聯合會, 全北農地改良組合, 1992. 全北農組 管内地區 集中물管理 研究.

**박창언**



**약 력**

- 1984. 서울대학교 농과대학 농공학과 농학사
- 1986. 서울대학교 농과대학 농공학과 농학석사
- 1994. 서울대학교 농생대 농공학과 농학박사
- 1991. 서울대학교 농업개발연구소 특별연구원
- 현재 (재) 생산공학연구소 선임연구원

**정하우**



- 1963. 서울대학교 농과대학 농공학과 농학사
- 1968. 서울대학교 농과대학 농공학과 농학석사
- 1973. 서울대학교 농과대학 농공학과 농학박사
- 현재 서울대학교 농생대 농공학과 교수
- 서울대학교 농생대 농업개발연구소 소장

**박승우**



- 1971. 서울대학교 농과대학 농공학과 농학사
- 1975. 서울대학교 농과대학 농공학과 농학석사
- 1981. 미국 Illinois대 농공학과 Ph.D
- 현재 서울대학교 농생대 농공학과 부교수
- 서울대학교 농생대 전자계산실 실장