

# 이수관리곡선과 WWW 에 의한 관개저수지의 이수관리

## Management of Irrigation Reservoir to Overcome Drought by Operation Rule Curve and WWW

민진우<sup>\*</sup>(충남대) · 문종필(충남대) · 김영식(충남대)  
박승기(충남대) · 김태철(충남대)  
Min, Jin Woo · Moon, Jong Pil · Kim, Young Sik  
Park, Seung Ki · Kim, Tai Cheol

### Abstract

It is difficult to know how to restrict the amount of water supply in the drought season, because there is no objective standard rules. The purpose of the study is to present management rules to overcome the drought in the irrigation reservoir by forecasting the water level and restricting water supply according to the operation rule curve and the pattern of rotation-irrigation system. From the operation rule curve drawn up by analyzing the observed water level of reservoir, the water supply rules and rotation-irrigation patterns using WWW and GIS are suggested.

### I. 서론

국토자연환경과 국가산업구조를 유지하기 위하여, 관개저수지를 이용하여 농업생산기반과 농촌생활환경을 개선할 필요성이 대두되고 있다. 가뭄시에 농민들은 무제한 급수를 요구하고 있으나 관개저수지의 저수량이 적으므로 제한급수를 해야 한다. 그러나, 어느 저수위일 때, 어떤 양을 제한급수해야 할 지를 알 수 있는 객관적인 규정이 없어 애로가 많다. 이 연구에서는 가뭄시에 관개저수지의 저수위변화를 예측하는 한발예측기법과 효율적으로 제한급수를 할 수 있는 윤환관개지침을 제시하고자 한다.

관측된 과거의 저수위거동을 분석하여 구한 이수관리곡선과 강우-유출모형으로 추정된 유역토양수분과 현재의 저수위로부터 관개저수지의 한발예측기법을 개발하여 가뭄시 저수지 제한급수 관리지침을 제시하고자 한다.

### II. 자료 및 방법

대상저수지로는 유역면적 37,360ha, 관개면적 6,900ha인 예당지로 하고, 과거 30년간의 저수율, 강우량, 증발산량, DAWAST모형의 의한 토양수분, 유출량 자료 등을 기초로 분석하였다.

#### 가. 관개저수지의 한발예측기법

가뭄시에는 장기기상예보와 유역토양수분변화로 부터 저수지 저수위변화를 예측하고 관개기별로 저수량에 따라 제한급수율을 제시하는 이수관리곡선에 의한 제한급수지침과 GIS를 이용한 유휴관개지침을 제시하므로써 가뭄피해를 최소화하는데 연구의 목적이 있다. 실시간 강수량과 유역토양수분변화로 부터 관개저수지의 가뭄정도와 해갈강수량을 파악하는 방법과 저수율로부터 가뭄특보설정과 급수량 및 급수구역을 제시하는 방법을 연구한다.

1. 실시간 강수량에 의한 가뭄정도 파악

내무부 방재망을 통하여 해당지 상류 8개소 원격강우관측소에서 실시간으로 입수되는 일강수량을 누가하여 오늘(예 : 6월 10일)까지의 누가강수량이 과거 30년간의 일강우자료로 분석된 최고강수년, 최저강수년, 10년빈도 강수년, 평균강수년의 누가강수량과 비교하여 판단할 때, 현재 어느 정도 가뭄지를 파악할 수 있도록 하였다.

2. 유역토양수분상태로부터 가뭄추정 및 예측

가뭄의 정도와 해갈강수량을 알기 위한 유역토양수분변화를 DAWAST모형으로부터 추정할 수 있다. DAWAST모형(그림.1)으로 유역의 토양수분변화를 일별로 파악하여 가뭄진행을 예측할 수 있다. 즉, 현재의 가뭄이 몇 년빈도에 해당되는 지, 앞으로 가뭄지속일수가 진행됨에 따라 용수공급부족량과 피해액이 얼마나 될 지, 앞으로 몇 mm의 강우가 있어야 가뭄해갈이 될지를 예측하여 적절한 저수지 이수관리지침을 세울 수 있다.

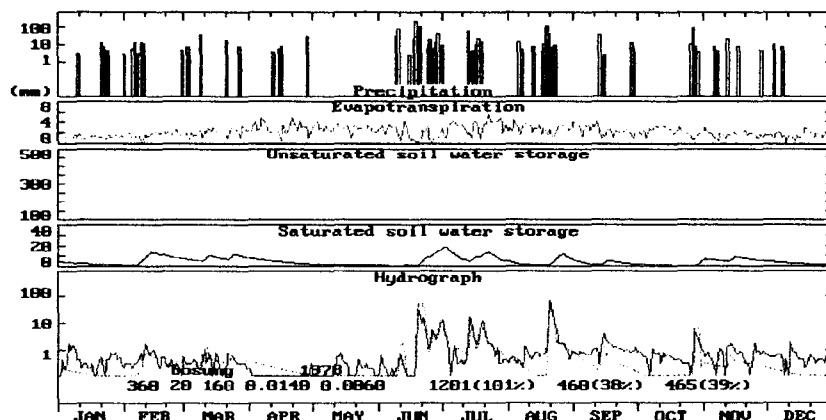


그림.1 DAWAST모형에 의한 수문반응해석과 유역토양수분량

기상청 Internet상의 장기 기상예보(월간, 주간예보 등)를 연결하여 유역내 예상강수량으로부터, 현재의 저수량으로 급수가능면적과 제한급수방법을 제시한다. 예상강수량이 해갈강수량보다 적으면 제한급수 및 유휴관개를 실시해야 한다.

WWW를 활용하기 위해서 우선적으로 기존의 수문자료 및 실시간으로 받은 자료를 서버로 전송한다. 서버에서는 강우, 토양수분 등의 자료를 누가적으로 표시한 그래프를 CGI(Common Gate Interface)기법을 이용해서 GIF형식의 그래프를 WWW상에 Web-Browser를 통해 볼 수 있도록 하였다. 이수관리곡선은 기존의 자료를 분석하여 작성한후 현재의 저수율을 입력받아 저수율별 제한급수율에 따라 유휴관개구역을 도시한다. 이 때 유휴관개구역은 Workstation에서

GIS Tool인 ARC/INFO를 이용해서 작업한 Database를 DXF로 변환하여 서버에 저장하였다. 실시간 강우 및 과거 수문기상자료들은 충남대학교 농공학과 실험실에서 운영하는 서버에서 WWW방식으로 접속하여 신속하게 가뭄과약을 할 수 있다. 홈페이지구성은 그림.3과 같다

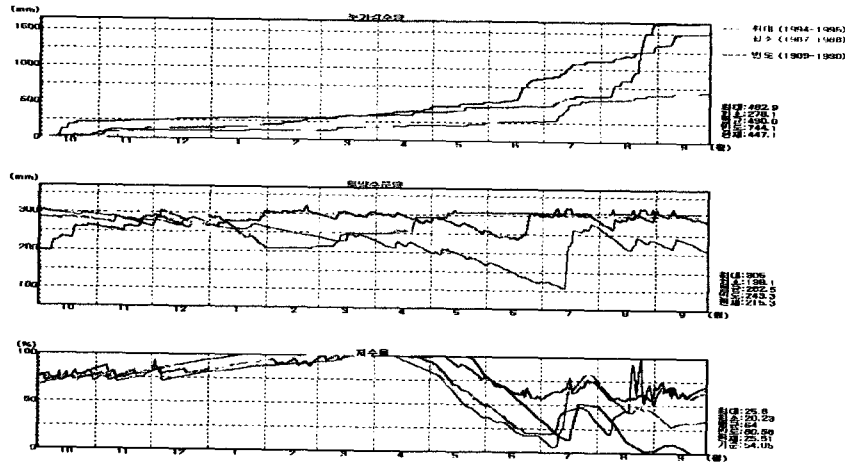


그림.2 예당저수지의 누가강우량, 토양수분량, 저수위의 통계치

### 3. 실시간 강수량자료와 유역토양수분상태로부터 해갈강수량 제시

UMAX값은 320mm이고 현재의 토양수분량 WSU는 215.3mm이므로 Sa는 104.7mm이다. Qs는 기준저수량에서 현재의 저수량을 뺀 필요저수량을 유역면적으로 나눈다. 현재 저수위가 25.5%라면 Qs와 Sa를 대입하면 해갈강수량은 140mm이다.

#### 나. 이수관리곡선

기준저수량곡선은 관개기말일에는 저수량이 0이 되도록 일정 확률기준년을 고려하여 시기별로 갈수기 필요저수량곡선을 기초로 저수관리조작의 편리성을 감안해서 작성하게 된다.

$$DEF(i) = INF(i) - GDW(i) \dots\dots\dots (1)$$

$$STV(i) = STV(i+1) - DEF(i) \dots\dots\dots (2)$$

$$STV(i) < 0, \quad STV(i) = 0 \dots\dots\dots (3)$$

여기서, i : 일별, INF : 유입량, GDW : 조용수량, DEF : 물부족량, STV : 필요저수량  
실제 저수량이 기준저수량곡선보다 낮게 되면, 급수제한을 하게되며 남은 저수량의 정도에 따라 급수제한률 S(=급수제한량/필요수량)를 나타내는 곡선을 제한급수량곡선이라고 한다. 저수위가 점점 감소하면 이에 해당되는 점점 증가된 급수제한률을 적용하여 급수하게 된다.

$$DEFS(i) = INF(i) - (1 - S) \cdot GDW(i) \dots\dots\dots (4)$$

$$STV(i) = STV(i+1) - DEFS(i) \dots\dots\dots (5)$$

$$STV(i) < 0, \quad STV(i) = 0 \dots\dots\dots (6)$$

여기서, DEFS : 급수제한률을 고려한 물부족량, S : 급수제한률

기준저수량곡선은 Microsoft사의 Visual Basic 5.0로 작성하여, Windows95환경에서 작동한다. WWW상에서도 이수관리곡선을 구하는 작업이 진행중이다. 강수, 증발, 유출, 기온, 상대

습도, 풍속, 일조시간, 표고별, 수면적, 관측 일별 저수위 등이 있다. 출력결과는 그림.5와 같다.

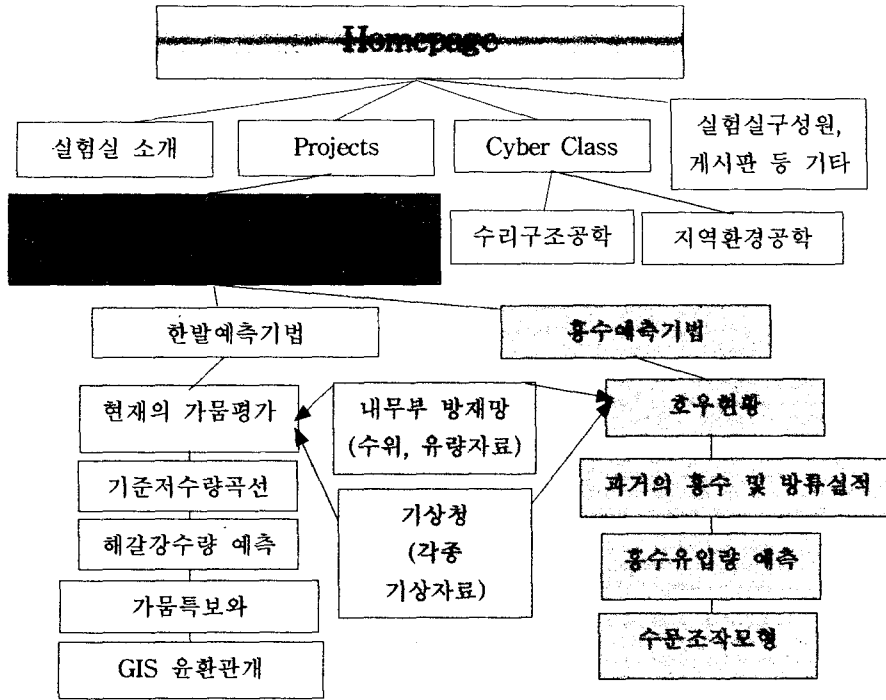


그림.3 홈페이지 구성도

### III. 결과 및 고찰

#### 가. 가뭄시 제한급수 계획

관개기간중 저수량 고갈방지를 위하여 관개저수지의 저수위 기록으로부터 유입량과 방류량의 실적을 분석하여 구한 이수관리곡선과 포장시험에 의한 생육기별 유회관개방법을 종합하여 효율적인 급수량을 매일 제시한다. 일례를 들면, 어느 저수지의 6월 3일 필요수량이  $16\text{m}^3/\text{s}$  일 때, 강우가 없고 저수위가 그림.4와 같이 El.20.0m(저수율 39%)이고 이에 해당되는 제한급수율이 20%이라면  $13\text{m}^3/\text{s}$  로 제한급수하는 방안이다.

#### 1. 저수율에 따른 가뭄특보설정

저수지에서의 유입량과 저수율을 예측하여 이수관리곡선에서 급수제한률이 0%이면 준비, 급수제한률이 10%이하이면 저수지 가뭄주의보, 10~20%이면 가뭄경보, 제한급수율이 20~40%이면 가뭄위험, 40~60%이면 가뭄특별위험, 60%이상이면 가뭄최대위험 단계 등으로 구별한다.

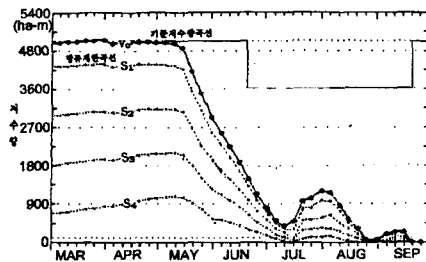


그림.4 관개저수지의 이수관리곡선

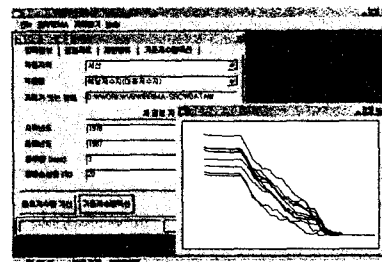


그림.5 이수관리곡선 작성프로그램 화면

2. 가뭄특보 단계별 제한급수량과 급수구역 제시

관개기간중 저수량 고갈방지를 위하여 이수관리곡선과 현재의 저수위로부터 제한급수율을 정하고 GIS를 이용한 윤환관개계획으로 급수지역과 급수량을 매일 제시한다.

첫째, 제한급수율이 20~40%일 때는 용수간선과 관개면적을 고려하여 관개구역을 3개 구역으로 구분하여 각 구역별로 4일 급수, 2일 단수체계의 급수량과 급수구역을 지정해줄 수 있다.

둘째, 제한급수율이 40~60%일 때는 용수간선과 관개면적을 고려하여 관개구역을 2개 구역으로 구분하여 각 구역별로 3일 급수, 3일 단수체계의 급수량과 급수구역을 지정해줄 수 있다.

셋째, 제한급수율이 60%이상일 때는 용수간선과 관개면적을 고려하여 관개구역을 3개 구역으로 구분하여 각 구역별로 2일 급수, 4일 단수체계의 급수량과 급수구역을 지정해줄 수 있다.

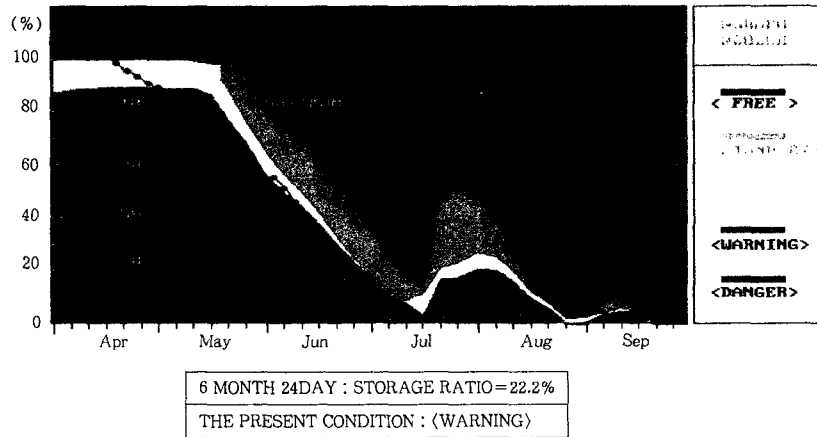


그림.6 이수관리곡선과 가뭄특보의 예

표.1 禮唐池의 생육시기별, 저수율별 제한급수율

생육 시기	제한급수율 (%)				비고	생육 시기	제한급수율 (%)				비고
	20	40	60	80			20	40	60	80	
4. 1	87.2	63.3	39.5	15.8		7. 1	11.0	7.9	5.0	2.2	
6	88.2	64.5	40.9	17.2		6	8.0	5.7	3.3	1.1	
11	89.0	65.5	42.0	18.5		11	3.3	2.3	1.4	0.5	
16	89.5	66.3	43.0	19.7		16	16.7	10.3	5.0	0.4	
21	89.5	66.4	43.3	20.2		21	17.3	11.2	5.9	1.9	
26	89.3	66.4	43.6	20.7		26	20.6	12.4	7.1	2.5	
5. 1	89.1	66.5	43.8	21.2		8. 1	20.2	13.5	6.8	3.1	
6	88.9	66.5	44.1	21.6		6	16.0	10.3	5.8	2.0	
11	87.0	65.2	43.4	21.5		11	9.7	6.8	3.8	0.8	
16	77.3	57.7	38.4	19.1		16	6.0	3.9	1.8	0.1	
21	68.6	50.3	32.4	15.9		21	0.3	0.0	0.0	0.0	
26	55.8	41.1	26.3	11.6		26	0.6	0.0	0.0	0.0	
6. 1	49.5	36.7	23.9	11.1		9. 1	3.6	1.7	0.5	0.0	
5	44.4	33.1	21.8	10.5		6	4.3	2.8	1.4	0.3	
11	37.6	28.1	18.6	9.1		11	4.5	3.0	1.4	0.5	
16	30.1	22.4	14.8	7.1		16	0.0	0.0	0.0	0.0	
21	23.2	17.2	11.3	5.3							
26	17.3	12.8	8.4	3.9							

표.2 예당용수간선의 4일 급수 2일 단수 급수일정표의 예

급수 예정일	제 1 블록 (2,475ha)		제 2 블록 (2,005ha)		제 3 블록 (2,420ha)		총급수량 (m <sup>3</sup> /s)
	급수	급수량(m <sup>3</sup> /s)	급수	급수량(m <sup>3</sup> /s)	급수	급수량(m <sup>3</sup> /s)	
'98 6. 3	○	4.8	×	-	○	4.8	9.6
6. 4	○	4.8	×	-	○	4.8	9.6
6. 5	○	4.8	○	4.8	×	-	9.6
6. 6	○	4.8	○	4.8	×	-	9.6
6. 7	×	-	○	4.8	○	4.8	9.6
6. 8	×	-	○	4.8	○	4.8	9.6
평 균		3.2		3.2		3.2	9.6

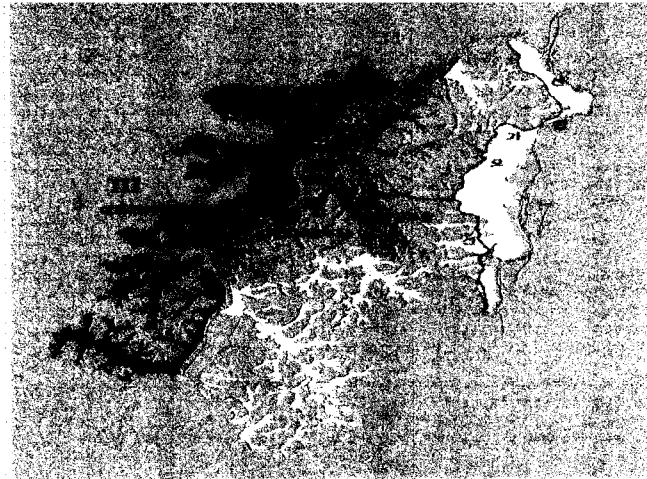


그림.7 관개구역을 3블럭으로 윤환관개할 경우의 구역도 (4일 급수 2일 단수)

#### IV. 결론

이 연구에서는 과거의 저수율자료로부터 이수관리곡선을 작성하였고, 현재의 저수율에 따라서 가뭄특보를 내리고, 그에 따라 제한급수율 및 윤환관개구역을 정하는 방안을 제시하였다. 모든 자료는 WWW를 통해 제공받을 수 있도록 하였다. 관개저수지 관리자의 입장에서 Internet에 대한 간단한 지식의 습득으로 관개저수지의 객관적인 지침을 구하기가 쉬워진다.

#### 참고문헌

1. 金泰喆, 1993, 灌溉貯水池의 利水管理模型 構造와 使用指針
2. 金泰喆, 1991, 農業 水資源 綜合管理 시스템 開發
3. 金泰喆, 1992, 韓國河川의 日流出量模型 構造와 使用指針
4. 天賀裕太郎, 1989, 水資源의 소프트사이언스
5. 건설교통부, 1995, 가뭄기록 조사보고서
6. 김선주, 1998, 수리시설물 통합관리시스템 실용화 연구, 한국농공학회지, 제40권 3호
7. 고흥석, 1998, 웹기반지리정보시스템설계 및 프로토타입 구현, 한국농공학회지, 제40권 3호