

# 관개저수지의 기준저수량 곡선에 의한 한발 평가

## Evaluation of the State of Drought by the Operation Rule Curve in the Irrigation Reservoir

이 재 면\*(충남대) · 김 영 식(충남대) · 김 태 철(충남대)

Lee, Jae Myun · Kim, Young Sik · Kim, Tai Cheol

### Abstract

The state of drought was evaluated by the operation rule curve. From the present percentage of reservoir storage and the operation rule curve, it could be determined to restrict the irrigation water supply to a certain level and eventually to overcome the shortage of water in the irrigation reservoir.

### I. 서론

우리나라 연평균강수량은 1,274mm로 세계평균 973mm보다 많으나, 1인당 수자원부존량은 세계평균의 1/11에 불과한 물부족국가이다. 현재 건설 및 추진중에 있는 용담, 남강, 횡성 등의 다목적댐이 계획대로 완료되더라도 10년 후면 물수요를 충족시킬수 없을 것으로 예상된다.

한발시에 관개저수지를 효율적으로 이용하려면 한발을 정확히 평가해야 한다. 한발을 평가하는 방법에는 Palmer지수, SPI지수, 누가강수량곡선 등이 제시되고 있으나, 이 연구에서는 과거 관개저수지의 운영실적인 저수위기록으로부터 작성한 이수관리곡선(기준저수량곡선과 제한급수량 곡선)에 의하여 시기별 저수위와 필요수량으로부터 한발을 평가하는 방법을 제시하였다. 한발 수준에 따라 급수량을 적절하게 제한하므로써 궁극적으로는 부족한 저수량으로 가뭄을 극복할 수 있다.

### II. 자료 및 방법

분석대상 저수지인 예당저수지는 유역면적 37,360ha, 관개면적 8,788ha 이다. 수문자료는 과거의 강우량, 저수위, 기온, 계기증발, 상대습도, 평균풍속, 일조시간 등의 자료로, 이를 분석하여 작성한 기준저수량곡선과 기준저수량곡선에 급수제한률을 고려한 급수제한곡선을 만들고, 과거30년간의 저수율자료로 이용하여 가뭄의 지수화를 나타내고자 하였다.

표. 1 예당지 제원

구분	단위	성과	구분	단위	성과
유역 면적	ha	37,360	관개 면적	ha	8,788
총 저수량	ha-m	4,710	유효저수량	ha-m	4,607
만수위	El.	22.5	사수위	El.	14.5
제한수위	El.	21.5	홍수조절용량	MCM	10.0

표. 2 예당지의 수문자료

자료명	적용기간	코드	자료명	적용기간	코드
관측 일강우량	1910-1996	OPDH	관측 일기온	1950-1989	ATDH
관측 일저수위	1978-1991	OLDH	관측 일 상대습도	1950-1988	RHDH
관측 일유출량	1975-1996	OQDH	관측 일조시간	1950-1988	DSDH
관측 일증발량	1910-1996	EPDH	관측 평균풍속	1950-1988	WSDH

가. 기준저수량곡선

기준저수량곡선은 관개기말일에는 저수량이 零이 되도록 일정 확률 기준년을 고려하여 시기별로 갈수기 필요저수량곡선을 기초로 작성하게 된다. 작성하는 방법은 다음과 같다. 관개기간의 각 기별(일 또는 5일별)로 저수지 유입량과 포장의 조용수량과의 차이인 물 부족량을 관개기 말일을 시점으로 역순으로 각 기별 누가 필요 저수량을 구한 다음, 이로부터 농업용수 설계 빈도가 10년이므로, 10년 빈도에 해당하는 곡선을 그린다.

$$DEF(i) = INF(i+1) - GDW(i) \text{ -----(1)}$$

$$STV(i) = STV(i+1) - DEF(i) \text{ -----(2)}$$

$$STV(i) < 0, STV(i) = 0 \text{ -----(3)}$$

여기서, i : 일 또는 5일의 기별, INF : 저수지 유입량

GDW : 포장의 조 용수량, DEF : 물부족량, STV : 필요저수량

나. 방류제한곡선

실제 저수량이 기준저수량곡선보다 낮게 되면, 방류 제한을 하게 되며, 잔유 저수량의 정도에 따라 급수제한률 S(= 급수제한률 / 필요수량)를 나타내는 저수량 수준을 설정하고 이를 급수제한곡선이라고 한다. 급수제한곡선을 그리는 방법은 기준저수량 곡선을 그리는 방법의 절차와 거의 같다. 즉 관개기 말일에서부터 급수제한률 S를 적용하여 기별로 식(1)의 GDW(i) 대신에 급수제한률 S를 고려한 기별 물 부족량을 계산하여 작성한다. 이 때 S는 보통 10, 30, 50, 70% 등이 적용된다.

$$DEF(i) = INF(i+1) - (1-S) \cdot GDW(i) \text{ ----- (4)}$$

$$STV(i) = STV(i+1) - DEFS(i) \text{ ----- (5)}$$

$$STV(i) < 0, \quad STV(i) = 0 \text{ ----- (6)}$$

여기서, DEFS : 급수제한률을 고려한 물 부족량, S : 급수제한률

### 다. 급수제한강도

이수관리곡선(기준저수량곡선과 급수제한곡선)과 관측저수위 기록으로부터 급수제한일수와 급수제한률을 종합적으로 나타내는 지표로서 급수제한률(%)×제한지속일수(day)로 구하고 이를 농업가물의 크기로 지수화하여 이 농업가물저수위에 해당되는 시기별 과거의 피해실적으로부터 농업가물피해를 평가할 수 있다.

## III. 결과 및 고찰

### 가. 기준저수량곡선

저수량을 최대한으로 이용하는데 가장 큰 문제점은 미리 유입량을 예측할 수 없다는 것이다. 유입량 예측은 불과 몇 일 후만 가능하기 때문이다. 따라서 관측된 저수위 거동을 분석하여 기준저수량 곡선과 급수제한 저수량 곡선으로 구성된 이수관리곡선을 작성하면 효율적인 저수지 운영이 가능할 것이다. 관개 저수지의 일별 물 수지 분석을 추정 저수위 모의 발생 과정에서 결정된 침투량 3mm/day, 평균 관리손실률을 20%를 적용하여 기준저수량곡선을 구한 결과는 다음과 같다.

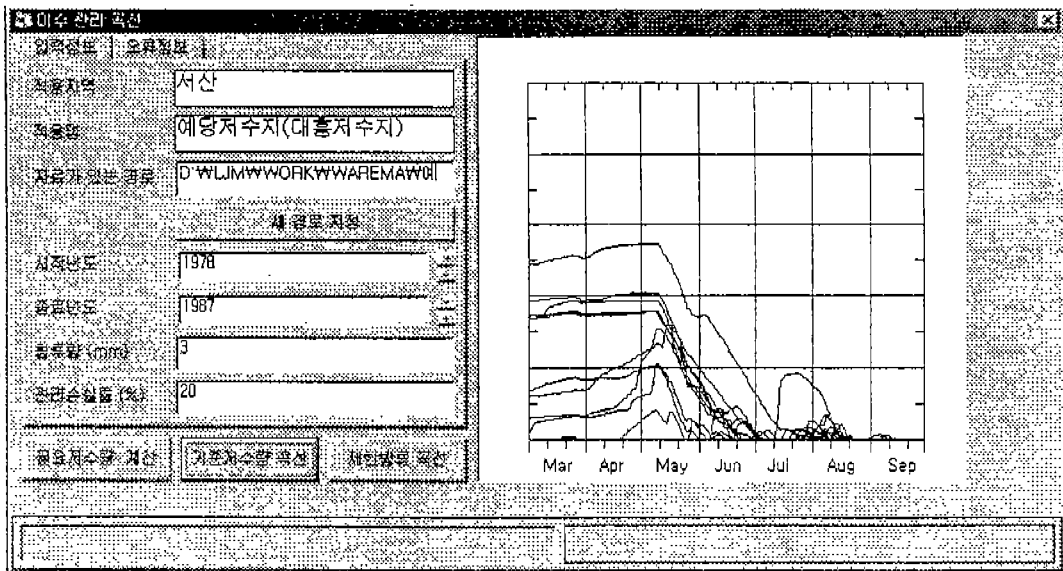


그림. 1 예당지의 기준저수량곡선의 예

나. 급수제한곡선

관개저수지의 일별 물수지분석에서 추정 저수위 모의발생과정에서 결정된 삼투량 3mm/day, 평균 관리손실률에서 20%를 적용한 기준저수량곡선에 급수제한률 S를 고려한 급수제한곡선을 다음과 같다.

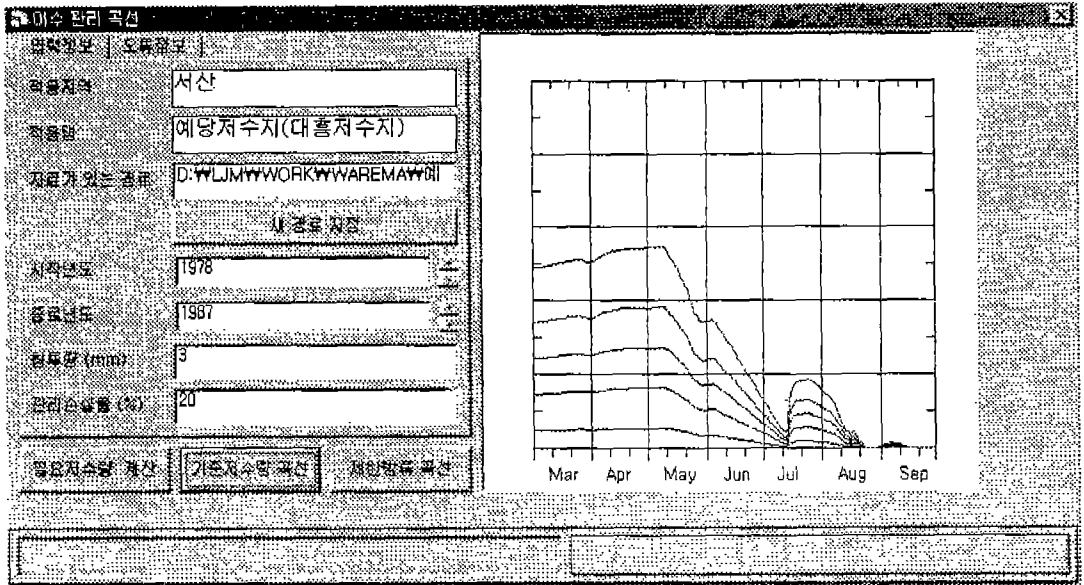


그림. 2 예당지의 방류제한곡선의 예

다. 저수율에 따른 가뭄특보설정과 급수량 및 급수구역을 제시

1. 가뭄특보설정

시기별로 저수위에 해당되는 급수제한율을 관개저수지의 가뭄종합지수로 나타낸다. 예를 들면, 급수제한율이 0%이면 준비, 급수제한율이 10%이면 가뭄주의보, 10~20%이면 가뭄경보, 급수제한율이 20~40%이면 가뭄위험, 40~60%이면 가뭄특별위험, 60%이상이면 가뭄최대위험 단계 등으로 구별할 수 있다.

2. 가뭄특보 단계별 제한급수량과 급수구역제시

관개기간중 저수량 고갈방지를 위하여 이수관리곡선과 현재의 저수위로부터 제한급수율을 정하고 이에 따라 GIS를 이용하여 용수계통에 따라 운환관개와 간단관개를 효율적으로 제시하여 급수지역과 급수량을 매일 제시할 수 있다. 즉, 오늘의 저수율에 해당되는 급수제한율을 적용하여 급수량과 가능일수를 결정하고 그 양에 따라 미리 설정해둔 운환관개구역과 제한급수량을 제시한다.(그림4)

표.3과 그림.3에서 보는 바와 같이 현재 필요수량이 11.17cms이라면, 저수량이 1263.4ha-m이면 저수율이 27.2%에 해당되기 때문에 제한급수율을 40%를 적용하여 3개의 구역에 6.7cms를 4일 급수, 2일 단수하는 방법이다.

표. 3 제한급수율에 따른 유통관개 체제의 예

제한급수율	저수지 가뭄단계	급수 구역	급수 체계
0% 이하	준비	전 구역	정상급수
0~10%	가뭄주위보	전 구역	10% 제한급수
10~20%	가뭄경보	전 구역	20% 제한급수
20~40%	가뭄위험	3개 구역	4일 급수, 2일 단수
40~60%	가뭄특별위험	2개 구역	3일 급수, 3일 단수
60%이상	가뭄최대위험	3개 구역	2일 급수, 4일 단수

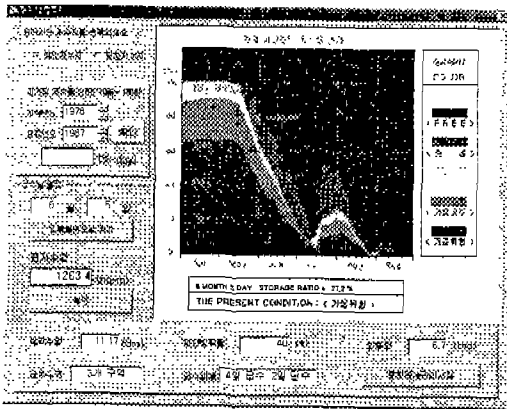


그림. 3 저수율에 따른 가뭄특보와 급수량

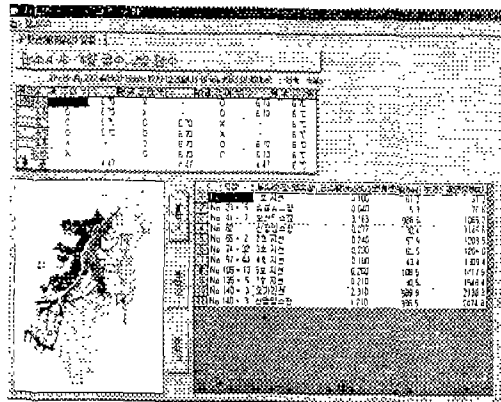


그림. 4 구역별 급수량

### 3. 급수제한강도

과거 30년('66~'95)간의 예당지의 실제 저수위 기록을 이수관리곡선에 적용하여 급수제한강도를 구하였다. 4월부터 9월까지 적용하여 일별 %-day를 구한 다음, 월별, 연도별로 10년빈도, 최대값, 최소값, 평균값을 구하면, 현재까지의 %-day가 어느 범주에 속하는지를 나타낸다.

예를들어, 1995년 6월20일까지의 %-day를 분석해 보면 4월은 90%-day, 5월은 730%-day, 6월 1일에서 6월20일까지는 510%-day이므로 4월부터 6월20일까지의 %-day는 1330%-day에 속한다. 이것으로 보아 현재까지는 연평균 %-day값인 1243.3 %-day를 뛰어 넘었다. 보통 6월 20일까지가 전체의 77%를 차지하기 때문에 앞으로의 예상을 보면 9월말이면 1727 %-day가 나올 것으로 볼 수 있다.

표. 4 월별 및 연도에 따른 급수제한강도(%-day)

월 및 연도별	10년 빈도	최대 값	최소 값	평균 값
4 월	280 (1978)	420 (1989)	0	113.3
5 월	1040 (1988)	1240 (1989)	30 (1974)	543.7
6 월	1440 (1976)	1920 (1978)	0	434
7 월	700 (1982)	1040 (1976)	0	113.3
8 월	260 (1992)	470 (1968)	0	39
연도별	3130 (1968)	3920 (1976)	30 (1974)	1243.3

#### IV. 결 론

이 연구에서는 예당저수지 지역의 과거의 기상자료와 지난 30년간의 실제 저수위 기록으로부터 기준저수량곡선과 제한급수곡선으로 구성된 이수관리곡선을 작성하고 현재의 저수율로부터 가뭄을 평가하고 이에 따른 제한급수량을 결정함으로써 용수부족에 의한 피해를 최소화 할 수 있다. 저수율별, 생육시기별 제한급수율(%)과 제한지속일수(day)로부터 급수제한강도(%-day)를 구하고 이를 농업가뭄의 크기로 지수화하여 이 농업가뭄지수에 해당되는 시기별 과거의 피해실적으로부터 농업가뭄피해를 평가할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

1. 김태철, 1993, 관개저수지의 이수관리모형 구조와 사용 지침
2. 김태철, 1991~93, 농업 수자원 종합 관리 시스템 개발
3. 민진우, 1998, World Wide Web에 의한 관개저수지의 이수관리
4. 농업진흥공사, 1989, 소비수량산정방법실용화연구
5. 박원출. 1999, "99 물관리 종합대책", 한국수자원학회지, 제32권, 3호