

# 관개용저수지 용수공급지수(IRWSI)의 확률통계 분석

## Statistical Analysis of Irrigation Reservoir Water Supply Index

김 선 주\* · 이 광 야\*\* · 강 상 진\*\*\*  
Kim, Sun Joo · Lee Kwang Ya · Kang Sang Jin

### Abstract

Irrigation Reservoir Water Supply Index(IRWSI), which can be applied to the effective supply and management of the irrigation water resources, was developed. IRWSI was formulated as rescaled nonexceedance probabilities of two hydrologic components : reservoir storage ratio and precipitation.

To generate nonexceedance probability of hydrologic component, it was important to define the optimal one among the various probability distribution function in the state of nature. To define an optimal probability distribution, in this study, four types of probability distribution function were tested by the K-S fitting, and for the calculation of IRWSI, reservoir storage ratio(%) and precipitation used Normal distribution & Gamma distribution, respectively.

In this study, the weight coefficients of  $a$  and  $b$  for each hydrologic component, which is precipitation and reservoir storage ratio, was decided as 0.8 and 0.2, respectively. While some studies changed weight coefficients according to the size of basin area, this study used same values without considering that.

From the analysis of drought characteristics, it was found that the IRWSI was sensitive to the size of irrigation area rather than the size of basin area, and the south-eastern region of Korea had been suffered from severe drought damage.

### I. 서 론

가뭄의 발생조건은 기상학적 강수한발, 기후학적 강수한발, 대기 한발, 농업 한발, 수문 한발 등 다양한 사상이 접목되어 발생하는 자연현상 중의 하나이다. 이처럼 한발 즉, 가뭄을 규정하

는 조건들은 지역이나 강수량에 따라 다양하게 변화하기 때문에 가뭄이 어느 때부터 시작하여 끝나는지를 명확하게 구분하고, 보편적인 기준을 세우기란 매우 어렵다. 지금까지의 가뭄대책 관행은 지역적으로 지난날 가뭄을 겪은 경험과 기상관측 데이터에 의하여 가뭄의 징후가 나타나면

\* 건국대학교 농업생명과학대학  
\*\* 농어촌진흥공사 조사설계처  
\*\*\* 건국대학교 대학원

키워드 : 관개용저수지, 용수공급지수, IRWSI, 가뭄지수, 한발지표

가뭄에 대한 사전대비 조치가 취해지고, 실제 여러곳에서 물부족이 확산되는 단계에서 본격적인 가뭄대책기구가 가동되기 시작하는데 이 시점을 가뭄에 대한 응급대책 시점으로 보고 있고, 이 기간을 가뭄발생 기간이라 보고 있다.

이처럼 가뭄을 경험적이고 관행적으로 대처하는 현시점에서 능동적이고 탄력적으로 대처하기 위해서는 이를 정립하고 정량적으로 수치화해야 할 필요성이 대두되고 있다. 미국의 경우 4개의 수문인자(설원, 강수, 유출, 저수)의 비초과확률로부터 유도한 SWSI(가뭄지수, SCS)와 Palmer Index 등이 개발되었고, 우리나라에서는 이와 같은 통계적인 해석을 김(1994, 1995, 1997)<sup>7,18,20)</sup> 등이 한 바 있다.

본 연구는 강우발생에 의한 기상·기후학적 한발과 저수지의 저류량에 의한 수문학적 한발을 접목시켜 확률통계적인 해석을 통해 신뢰도가 높은 관개용저수지의 용수공급지수(Irrigation Reservoir Water Supply Index : IRWSI)를 산정함으로써 한발대책에 가장 큰 비중을 차지하고 있는 관개용저수지의 용수공급 능력을 정량적으로 수치화하고자 한다. 차후 추계학적 확률분석을 통한 한발 예측과 스펙트럼 분석을 통해 한발의 주기성 분석으로 가뭄의 피해를 최소화하는 데 목적이 있다.

## II. 관개용저수지의 용수공급지수 산정 방법

### 1. 관개용저수지의 용수공급지수(IRWSI)

자연현상의 하나인 가뭄을 능동적이고 탄력적으로 대처하기 위하여 이를 정립하고 수치화해야 할 필요성이 대두되어 SCS는 4개의 수문인자(설원, 강수, 유출, 저수)의 비초과확률로부터 유도한 SWSI(Surface Water Supply Index, 1993)<sup>6)</sup>를 개발하여 가뭄대책 수립과 수자원 이용계획에 활용하고 있다. SWSI는 기존의 Palmer index(1965)<sup>14)</sup>가 토양의 수분상태를 표현하

고 있는 것에 반하여, 미서부의 건조지역에서 원활한 용수공급을 추정하기 위해 Shafer와 Dezman(1982)<sup>15)</sup>에 의해 발표된 후 David(1993)<sup>6)</sup>에 개발 수정되었다. SWSI에서는 비초과확률  $P(X \leq x)$ 을 기본개념으로 이용하고 있다. 용수공급률을 단지 퍼센트(%)로만 표시한다면 그 값의 비교 분석과 다른 지역과의 공급능력 상태를 파악할수 없는 반면에 비초과확률  $P(X \leq x)$ 을 이용한 SWSI는 여러 지역을 일반화시켜 용수공급지수의 빈도와 주기성을 함께 비교할 수 있다.

우리나라 주 용수원인 저수지의 저류량과 강수량의 비초과확률값의 가중합계인 IRWSI는 다음과 같다.

$$IRWSI = \frac{aP_{resv} + bP_{prec} - 50}{12}$$

여기서  $a, b$  ; 저수지, 강수량 수문인자의 가중치( $a+b=1$ )

$P_{resv}, P_{prec}$  ; 저수지, 강수량 수문인자의 비초과 확률  $P(X \leq x)$

비초과확률 P는 퍼센트(%)로 나타내고, 식에서 50을 빼는 것은 IRWSI값을 0 가까이 집중시키는 것이고, 12로 나누는 것은 -4.0과 +4.0 사이에 값들의 범위를 제한시키는 것이다. 이는 기존의 Palmer Index, SWSI와 같은 범위에 들게 하는데 목적이 있다.

IRWSI를 산정하기 위한 절차는 다음과 같다.

- ① 분석 대상 저수지의 선정
- ② 대상 구역내의 강수량과 저류량 파악
  - 강우자료와 저수지 저류량의 시계열 자료로 구성
  - 시계열 자료로 구성된 저수량을 저수율로 환산하여 확률해석
- ③ 이론확률분포형 선정
  - 이론확률분포함수 : Normal Distribution, Log Normal Distribution, Gamma Distribution, Log Pearson Type-III Distribution

-4가지의 이론확률분포형을 선정하고, 강우 사상과 저수율사상에 가장 적합한 이론확률분포형 선정

④ 각 수문인자의 가중치 산정

-각 수문인자의 가중치는 시산법을 이용하여 산정

⑤ IRWSI의 산정

-단계 ③에서 선정된 최적 이론확률분포형을 이용하여 저수지 저수율과 강우 변수에 대한 비초과확률  $P(X \leq x)$  산정

-단계 ④에서 산정된 각 수문인자의 가중치를 이용하여 IRWSI 산정

2. IRWSI 산정

가. 유역선정

무작위로 선정한 9개 저수지의 저류량 자료로부터 대상 유역의 IRWSI를 산정하고, 한발의 특성을 저수지의 규모 및 지역별로 나누어 분석하였다. 저수지의 구분은 박(1997)<sup>25)</sup>의 전국유역별 저수지 등급을 이용하여 유역면적에 따라 대규모저수지는 유역면적이 3,000ha 이상, 중규모저수지는 유역면적이 500~3,000ha, 소규모저수지는 유역면적이 500ha 이하로 구분하였으며, 지역별로는 중부, 호남, 영남지역으로 구분하였다.

나. 저수지 자료

규모 및 지역별로 구분된 저수지의 제원은

Table 1에서 보는 바와 같으며 IRWSI의 수문인자는 저수율과 해당 측후소의 강우량이다. Table 1은 유역 및 지역별 대표 저수지의 저수지명, 관할농조, 소재지, 준공년도, 유역면적, 관개면적, 유효저수량, 측후소에 대한 제원을 기록하였으며, 관측자료는 1981~1995년 15년 동안의 순별 관측자료를 이용하여 IRWSI를 산정하였다.

저수지 수문인자는 유효저수량에 대한 순별 저류량을 백분율로 표시한 저수율로서, 각각의 저수지 유효저수량이 다르기 때문에 총 9개의 대표 저수지를 일반화할 수 있는 저수율을 저수지 수문인자로 결정하였다. 또한 강우 수문인자는 저수지의 관측자료수와 동일해야 하며, 1981년부터 1995년 까지 15년간의 저수지 해당측후소의 순별 강우량자료를 이용하였다.

다. 확률분포형 선정 및 검정

각종 수문사상의 통계학적 특성을 규명하기 위하여 여러가지 확률분포형이 사용되고 있으나 이들 이론적 확률분포형은 자연현상을 정확하게 대표하기에는 어려움이 있으며, 단지 어떤 현상에 대한 관측자료를 적당한 이론적 분포형에 맞추어 그 관측자료를 추정하는 방법으로 이용되고 있다. 특정의 관측자료를 이론적 분포형에 맞추기 위해서는 확률분포형의 선정방법이 외국의 적용 사례나, 기술자의 경험적인 판단으로 이루어지고 있다.

Table 1. Specifications of the studied reservoirs

Reservoir	FIA	Location	Year of const.	Basin area (ha)	Irrigation area (ha)	Effective storage ( $\times 10^3 m^3$ )	Met. station
Miho	Chongwon	Jinchun, Chungbuk	85	4,994	250.9	258.00	Chungju
Gaesim	Okchun	Okchun, Chungbuk	55	1,390	302.7	35.23	Boeun
Idam	Goaesan	Goaesan, Chungbuk	45	535	128.3	17.00	Chongju
Daesung	Sunsan	Sunsan, Kyongbuk	59	17,800	352.4	350.05	Sunsan
Bangog	Youngil	Youngil, Kyongbuk	45	2,850	274.3	128.30	Pohang
Songnae	Kyongsan	Kyongsan, Kyongbuk	75	530	88.6	178.45	Daegu
Sumjin	Dongjin	Imsil, Jeonbuk	65	82,932	33,681.0	60,144.60	Imsil
Ildae	Namwon	Namwon, Jeonbuk	49	634	230.8	79.90	Namwon
Sinbang	Bosung	Bosung, Jeonnam	73	71	110.9	2.70	Goheung

저수지 저수율 및 강우량 자료에 대응시켜 최적의 확률분포형의 선정하기 위하여 Normal Distribution, Log Normal Distribution, Gamma Distribution, Log Pearson Type-III Distribution의 4가지 확률분포형을 이용하여 검정하였으며, K-S 검정을 이용하여 최적 확률분포형을 선정하였다.

1) 저수율

K-S 검정의 기본적 절차는 표본자료의 누가 확률분포형과 가정된 이론 확률분포의 누가확률분포를 비교하는 것으로서 양자의 최대편차(D)가 표본의 크기와 유의수준에 따라 결정되는 한계오차보다 크면 이 확률분포형은 기각된다.

최적의 이론확률분포형을 선정하기위해 9개의 대표저수지에 대해 4가지의 이론확률분포형에 적용시켰다. 변량은 1981~1995년의 15개년 동안의 순별 저수율 관측치이며, 저수지 한 개당 4가지의 이론확률분포형을 적용시킨 후 K-S 검정방법으로 최대편차값(D)을 구하였다.

Table 2는 9개의 대표저수지에 대해 수문학에서 일반적으로 가장 많이 사용하는 4가지 형태의 이론적 확률분포형을 K-S 검정방법으로 계산된 최대편차값(D)을 보여주고 있으며 최대편차값이 작을수록 실측자료와 이론확률분포함수의 적합성이 크다. 9개의 대표저수지에 적용된 이론적 확률분포함수중에서 신방저수지를 제외한 모든 저수지에서 표준정규분포의 최대편차값(D)이 가장 작은 값을 얻었다. 신방저수지도 표준정규분포

**Table 2. Maximum difference value(D) of reservoir storage ratio**

Name	ND	LND	GD	LPⅢ
Miho	0.211	0.272	0.249	1.35
Gaesim	0.238	0.290	0.266	0.333
Idam	0.270	0.322	0.297	0.342
Daesung	0.171	0.262	0.236	1.22
Bangog	0.297	0.376	0.330	1.6
Songnae	0.227	0.281	0.261	1.11
Sumjin	0.148	0.220	0.191	0.155
Ildae	0.204	0.313	0.259	1.311
Sinbang	0.006	0.168	0.115	0.005

최대편차값(D)과 Log-Pearson Type-Ⅲ분포 최대편차값(D)은 그리 큰 차이를 보이지 않으므로 4가지 이론적 확률분포형중에 표준정규분포형이 저수율에 대한 이론적 확률분포형으로 가장 적합하다고 볼 수 있다.

2) 강우량

강우량에 대한 최적 이론확률분포형 선정방법도 앞에서 언급한 저수율에 대한 최적 이론확률분포형 선정방법과 동일하다. 강우량자료는 1981~1995년의 15개년 동안 순별관측자료를 가지고 4가지 형태의 이론적 확률분포형을 적용하였다.

Table 3에서 보는 바와 같이 각각의 이론확률분포형 최대편차값(D)를 비교하면, 청주축후소를 제외한 다른 축후소의 최대편차값은 Gamma분포형의 최대편차값이 가장 적음을 알수 있다. 청주나 임실축후소의 Gamma 분포형 최대편차값과 Log-Pearson Type-Ⅲ형 분포형 최대편차값의 차이는 크지 않으므로 최적의 확률분포형을 Gamma 확률분포형으로 선정하였다.

**Table 3. Maximum difference value(D) of rainfall**

Station Name	ND	LND	GD	LPⅢ
Chungju	0.276	0.092	0.057	0.052
Boeun	0.262	0.117	0.060	0.072
Chongju	0.258	0.112	0.054	0.055
Sunsan	0.263	0.101	0.064	0.077
Pohang	0.255	0.128	0.080	1.00
Daegu	0.257	0.114	0.067	0.079
Imsil	0.236	0.081	0.060	0.038
Namwon	0.257	0.106	0.054	0.057
Goheung	0.270	0.109	0.046	0.053

라. 가중계수 산정

가중계수의 결정과정은 저수지 수문인자와 강우량 수문인자가 IRWSI에 얼마나 영향을 끼치는가에 대한 고려가 필요하다. 이제까지의 연구에서 이(1994)<sup>17,18,20</sup>, 신등(1995)<sup>18</sup>은 가중계수의 결정방법에서 저수지의 유역면적에 따라 유역면적이 큰 대규모 저수지에서는  $a=0.8$ ,  $b=0.2$ ,

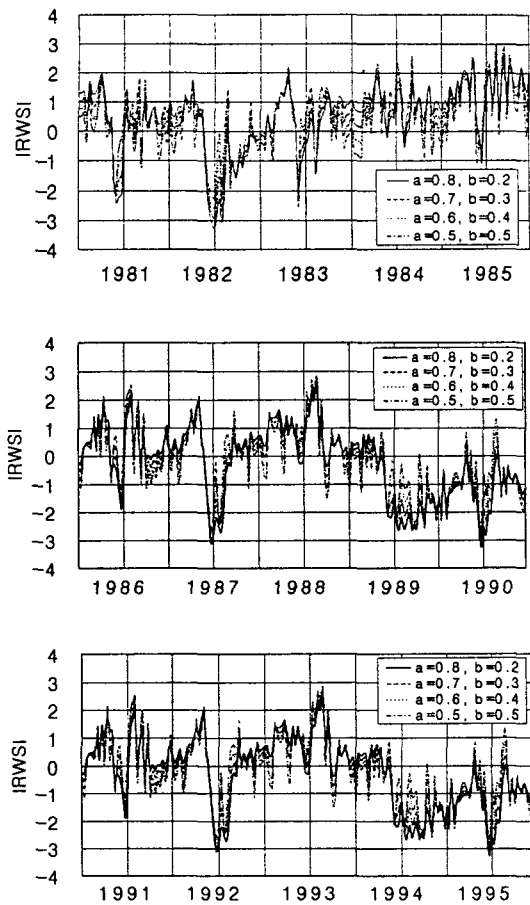


Fig. 1. Average IRWSI of nine reservoirs by different weight coefficients(1981-1995)

중규모 저수지는  $a=0.7$ ,  $b=0.3$ , 소규모 저수지는  $a=0.6$ ,  $b=0.4$ 로 가중계수를 적용하여 IRWSI를 산정하였다.

Fig. 1은 4가지 경우로 가중계수를 다르게 적용한 9개 저수지의 IRWSI를 평균하여 5개년도씩 구분하여 표현한 것이다. 관개기간에는 첫번째 유형( $a=0.8$ ,  $b=0.2$ )일 때 한발지수가 가장 낮은 값을 나타냈고, 비관개기간인 겨울철에는 네번째 유형( $a=0.5$ ,  $b=0.5$ )일 때 한발지수가 가장 낮은 값을 나타냈다. IRWSI는 관개기간에 저수지 수문인자에 민감한 반응을 나타냈고, 비관개 기간에는 저수지 수문 인자보다 강우량 수문인자에 더욱 민감한 반응을 나타냈는데 이는

년평균 강우량의 약 70%가 6월~9월 사이에 발생하는 우리나라의 수문특성에 불구하고 관개기간에 저수지의 사용률이 매우 크다는 것을 나타내고 있다. 이와는 반대로 비관개기간에는 저수지의 사용이 거의 없기 때문에 저수지 수문인자가 강우량 수문인자보다 상관성이 크다는 것을 알 수 있다.

관개기간중에는 가중계수를 달리한 4가지 경우의 IRWSI 차이가 거의 발생하지 않았는데 이는 유역규모별 가중계수와 저수지 유역규모와는 거의 상관성이 없는것을 나타내는 것이다. 강우량은 유역의 크기에 따라 저수량에 상당한 영향을 미칠 것이라고 볼 수 있지만, 관개용저수지의 유효저수량은 해당지역의 관개면적을 고려하므로, 유역규모별가중계수는 저수량에 대해서는 상관성을 보일 수 있지만, 저수율에 대한 상관성은 거의 없다고 판단된다. 즉, 저수지수문인자에 대한 확률분포함수는 저수율의 변수이기 때문이다. 따라서 유역규모별로 가중계수를 달리 적용하는 것 보다 한가지의 형태의 가중 계수를 선정하는 것이 범용적인 IRWSI를 산정할 수 있다. 본 연구에서는 각 수문인자의 가중계수를 IRWSI의 반응이 가장 민감하게 표현되는  $a=0.8$ ,  $b=0.2$ 로 결정하였다.

### III. 결과 및 고찰

각 수문인자의 비초과확률( $P(X \leq x)$ )산정시 저수율에 대해서는 표준정규분포함수와 강우량에 대해서는 Gamma분포함수를 적용하여, 9개 저수지에 대하여 1981~1995년(15개년)동안의 순별 IRWSI를 산정하였다.

#### 1. 지역별 IRWSI

Table 1의 저수지에 대하여 중부지역은 미호, 개심, 이담저수지, 영남지역은 대성, 반곡, 송내저수지, 호남지역은 섬진, 일대, 신방저수지를 지역별 대표저수지로 선정하였다. Fig. 2에서 보는

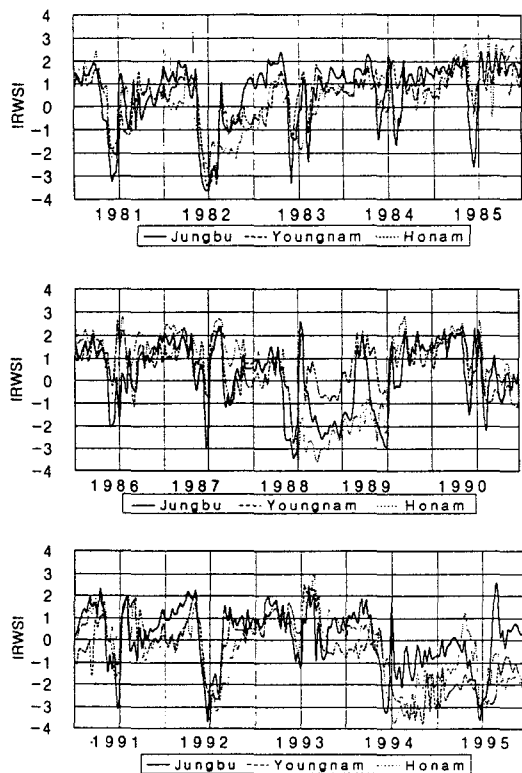


Fig. 2. IRWSI calculated by the region (1981-1995)

바와 같이 IRWSI는 지역별 차이가 크게 나타났다. 중부지역에서는 1981, 1982, 1983, 1988, 1992, 1994, 1995년도에 IRWSI가 -3이하로 내려간 것으로 보아 이때 용수공급이 원활하지 못한 것으로 판단된다. 특히, 비관개기간에 IRWSI가 빨리 회복하는데, 이로부터 중부지역이 다른 지역보다 용수공급능이 원활하다는 것을 알 수 있다. 영남지역에서는 1982, 1992, 1994, 1995년도에 IRWSI가 -3이하로 내려가고, 비관개기에 IRWSI는 다른 지역보다 상대적으로 작은 값을 보이고 있다. 특히 1994년과 1995년 사이의 비관개기간에서는 이례적으로 IRWSI가 -2이하로 떨어져 있어 이 기간에 저수지로 유입되는 유입량이 거의 없었음을 알 수 있다. 호남지역에서는 1982, 1988, 1992, 1994, 1995년도에 IRWSI가 -3이하로 내려가 있다. 호남지역의 IRWSI 회복

기간이 다른지역의 회복기간보다 상대적으로 길게 나타다 있다. 영남지역에서는 1994년도에 강우가 상당히 적은 양상을 보인 반면, 호남지역에서는 1988년 비관개기에 RWSI가 -2이하로 나타났는데 이 시기에 저수지로 유입되는 유입량이 거의 없었음을 알 수 있다.

가뭄극복(농림수산부, 1996)<sup>24)</sup>에서 규정한 우리나라의 가뭄연도는 1981, 1982, 1988, 1992, 1995년이다. 본 연구에서 1982, 1992, 1994, 1995년도에 3개 지역이 모두 -3이하를 나타냈으며, 전국적인 가뭄이 발생했음을 IRWSI로부터 알 수 있다. 특히 1994년과 1995년에 남부지역의 IRWSI가 다른 지역보다 상대적으로 낮은 값을 나타냈으며 기록에 의하면 1994년과 1995년이 남부지역의 가뭄 피해가 가장 극심한 해로 나타났는데, 이는 본 연구에서 분석한 결과와 일치되는 것이다.

## 2. 저수지 유역규모별 IRWSI

저수지 유역규모별 IRWSI 산정을 위하여 9개의 대상저수지를 유역규모별로 구분하였다. 대규모는 미호, 대성, 섬진 저수지, 중규모는 개심, 반곡, 일대 저수지, 소규모는 이담, 송내, 신방저수지로 구분하여, 유역규모별 저수지 IRWSI를 산출하였다.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 유역규모별 IRWSI 분포는 관개기와 비관개기에 뚜렷한 차이를 나타냈다. 관개기에서 유역규모별 IRWSI 차는 거의 1미만이지만 비관개기간에서는 IRWSI 차가 거의 1이상을 보이고 있다. 또한 중규모저수지에서 IRWSI가 상대적으로 낮은 값을 가지고 있으며, 소규모 저수지 IRWSI의 변동폭이 크게 나타났다.

대규모저수지에는 1982, 1988, 1992, 1994년도에 IRWSI가 -3이하로 내려간 것으로 보아 이때 용수공급이 원활하지 못한 것으로 판단되고, IRWSI 변동폭은 다른 경우보다 변동폭이 작은 양상을 보이고 있다. 중규모저수지에서는 1982, 1992, 1994, 1995년도에 IRWSI가 -3이하로 내

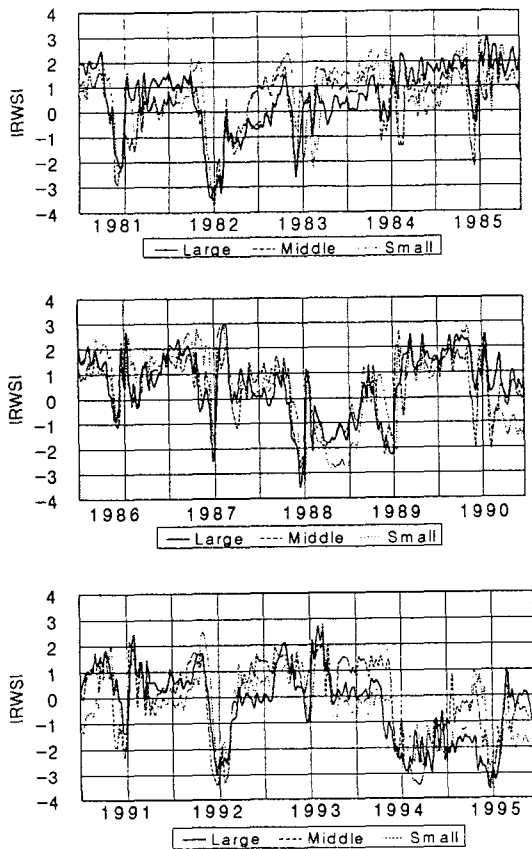


Fig. 3. IRWSI calculated by the size of basin (1981-1995)

려가고 있고, 비관개기에서 IRWSI는 다른 경우보다 상대적으로 높은 값을 나타내고 있다. 소규모 저수지에서는 1982, 1988, 1992년도에 IRWSI가 -3이하로 나타났고, 1994, 1995년도에 IRWSI는 -3이하로 내려가지 않았지만 1988년도에서 보는 바와 같이 장기간 동안 IRWSI가 음의 값을 나타내었다. 관개기에 있어 지역별 IRWSI와는 달리 대규모, 중규모, 소규모 저수지로 구분된 유역규모별 IRWSI는 각 경우별로 두드러진 특징을 보이지 않고 있다. 이는 유역규모별 가중계수 선정시 언급했던 것처럼 유역규모별 차이보다는 관개면적에 IRWSI가 더 민감하다고 판단된다.

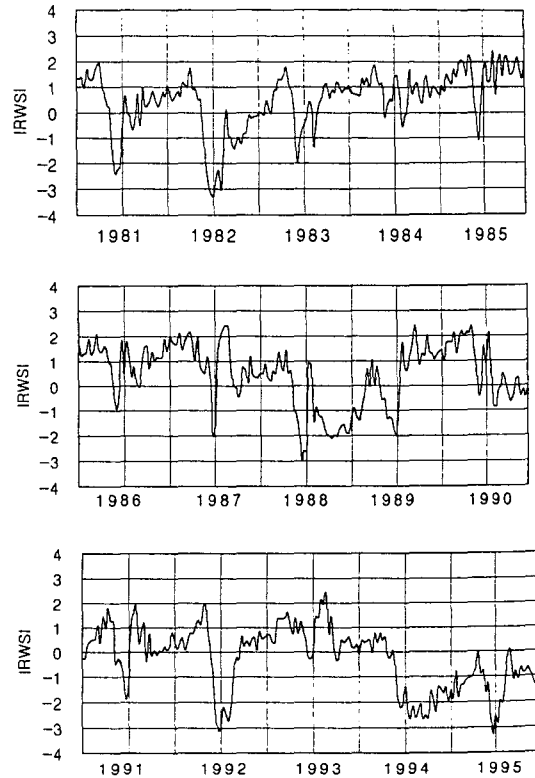


Fig. 4. Total average IRWSI of representative reservoir (1981-1995)

### 3. 전국평균 IRWSI

Fig. 4는 9개 대표저수지 IRWSI의 평균값을 산정하여 15년간의 IRWSI 값을 보여주고 있다. 전국평균 IRWSI 산정은 지역 및 유역규모에 대한 가중치를 고려하지 않고 산술 평균하였다.

비가뭄년도에 있어 비관개기간의 IRWSI는 1~3의 범위에 있으며, 관개기간중(4~6월) IRWSI가 년중 최저치를 나타낸다. 7~9월에 집중적인 강우로 IRWSI가 일시적으로 양의 값을 보이고 있지만 전반적으로 음의 값을 보이고 있다.

가뭄년도의 IRWSI의 성향은 관개기에 IRWSI가 -3~-4의 값을 가지며 강우집중 기간인 6~9월사에도 IRWSI가 거의 1이하를 나타내고 있다. 특히 가뭄이 극심한 1994, 1995년도에는 비관개기간에서도 IRWSI가 0이하를 나타내고 있다.

Fig. 4에서 보는 바와 같이 1982, 1988, 1992, 1995년에 IRWSI가 -3이하로 떨어지고 있으며, 1994년도에는 비관개기간에도 IRWSI가 -2이하로 지속되는 것으로 보아 용수공급에 상당한 어려움을 겪은 해로 볼 수 있다. 기존의 보고서에 의하면 1981~1995년 사이에 우리나라의 가뭄년도는 1982, 1988, 1992, 1994, 1995년으로 나타나는데, 이는 본 연구의 IRWSI 분석을 통해 가뭄년도로 결정한 연도와 일치하고 있다.

#### IV. 결 론

본 연구는 농업용수의 효율적인 이용 및 관리를 위한 가뭄대책의 수립을 위하여 관개용저수지의 용수공급능력을 수치화함으로써 지역적인 편차없이 용수공급의 활용성을 표현하였다. 관개용저수지의 용수공급지수(IRWSI)를 저수지의 규모 및 지역별로 산정하여 우리나라 가뭄특성을 고찰한 바, 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 수문인자의 비초과확률을 산출하기 위하여 표준정규분포, 대수정규분포, Gamma분포, Log-Pearson Type-III분포의 4가지 확률분포형을 적용하였다. 적용된 4가지 확률분포에 대해 K-S 검정을 이용하여 각각의 실측 데이터와 이론확률분포함수간의 최대편차값을 산출하여, IRWSI의 산정시 확률분포형을 저수율은 표준정규분포함수, 강우량은 Gamma분포 함수로 선정하였다.

2. 가중계수의 경우 기존의 연구에서 저수지 유역규모별로 가중계수를 달리하여 지수를 산정하던 방식과는 달리 본 연구에서는 저수지 유역규모별에 대한 가중계수를 같은 값을 적용하였으며, 각 수문인자의 가중계수는 IRWSI의 반응이 가장 민감하게 표현되는  $a=0.8$ ,  $b=0.2$ 로 결정하였다.

3. IRWSI는 지역별로 큰 차이를 나타냈는데, 특히 1994~1995년에는 영남지역의 IRWSI가 다른지역보다 상대적으로 낮은 값을 보여주고 있고, 기록에 의하면 1994년과 1995년 가뭄중 영

남지역의 가뭄 피해가 가장 극심한 해인 것으로 나타나는데, 이는 본 연구에서 분석한 결과와 일치하고 있다.

4. 유역규모별 IRWSI는 비관개기에 큰 차이를 보이고 관개기에는 별 차이가 나타나지 않아 농업용저수지의 용수이용을 고려해볼 때 IRWSI는 유역크기와의 상관성보다는 관개면적에 더 민감한 것으로 판단된다.

5. 전국 평균 IRWSI에서 1982, 1988, 1992, 1995년도에 IRWSI가 -3이하로 떨어지고 있으며, 1994년도에는 비관개기에도 IRWSI가 -2이하로 지속되는 것으로 보아 극심한 가뭄년도이었던 것을 알 수 있었다.

6. IRWSI를 6개의 등급구간으로 나누어 전국 평균 IRWSI의 발생주기와, 지수분포에 따른 용수공급능력을 다음과 같이 구분하였다.

- 용수공급풍부 : +2 이상(시계열의 5%)
- 용수공급원활 : +2~+1(시계열의 27%)
- 용수공급가능 : +1~ 0(시계열의 32%)
- 용수공급절제 : 0~ -1(시계열의 16%)
- 용수공급심각 : -1~ -2(시계열의 11%)
- 용수공급불능 : -2 이하(시계열의 8%)

7. IRWSI는 강우발생에 의한 기상·기후학적 한발과 저수지의 저수량에 의한 수문학적 한발을 접목시켜 용수공급능력지표의 개발과 아울러 한발에 가장 큰 비중을 차지하고 있는 저수지의 용수공급능력을 정량적으로 수치화한 것으로서 관개용저수지의 용수공급지표로서 그 활용성이 충분히 있는 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

1. Alley, W. M., 1984, The Palmer drought severity index : limitations and assumptions, J. of Climate and Appl. Meteorology 23(7), pp. 1100~1109.
2. Alley, W. M., 1985, The palmer drought severity index as a measure of hydrologic



- drought, Water Resources Bulletin 21(1), pp. 105~114.
3. Askew A. J., W-G. Yeh, and W. A. Hall, 1972, A comparative study of critical drought simulation, Water Resources Research 7(1), pp. 52~62.
  4. Chang T. J, 1987, Drought analysis in the Ohio River Basin, Proc. Engrg. Hydro., ASCE, pp. 601~609.
  5. C. H. M. van Bavel, 1959, Water Deficits and Irrigation Requirements in the Southern United States, Journal of Geophysical Research Vol. 64(10), pp. 1597~1604.
  6. David C. Garen, 1993, Revised Surface Water Supply Index for Western United States, Journal of Water Resources Planning and Management pp. 437~454.
  7. DeGroot, M. H, 1986, Probability and statistics Ed, Addison-Wesley, Reading, Mass.
  8. Doesken, N. J, T. B. McKee and D. Garen, 1991, Drought monitoring in the western United States using a Surface Water Supply Index, 7th Conf. Appl. Climatology, Proc. American Meteorological Society, Boston, Mass.
  9. Graeme M. Smart. 1983, Drought Analysis and Soil Moisture Prediction, ASCE 109(2), pp. 251~261.
  10. Gumble E. J., Statistical Forecast of Drought, National Science Foundation, Public Health Service W. P. 00457~01.
  11. Gupta C. K., and L. Duckstein, 1975. A stochastic analysis of extreme droughts, Water Resources Research, 11(2), pp. 221~228.
  - 12 Jackson B., B. Markov, 1975, Mixture models for drought lengths, Water Resources Research, 11(1), pp. 4~63.
  13. Lamm, R. D, 1981, The Colorado drought response plan. state of Colorado, Office of the Governor, Div. of Disaster Emergency Services.
  14. Palmer, W. C., 1965, Meteorological drought, Research Paper No. 45, U.S Weather Bureau, Washington, D. C.
  15. Shafer, B. A., and Dezman. L. E. (1982). "Development of a surface water supply index(SWSI) to assess the severity of drought conditions in snowpack runoff areas" Proc. Western Snow Conf., 164-175.
  16. Whipple W. Jr. 1966, Regional drought frequency analysis, J. of Irrigation & Drainage, ASCE, 92(IR2), pp. 11~31.
  17. William H. Bruvold, 1979, Residential Respons to Urban Drought in Central California, Water Resources Research, Vol 15 (6), pp. 1297~1304.
  18. 김선주, 여운식, 이광야, 1994. 소유역의 한발지표 정립, 한국관개배수, 1(2), pp. 186~192.
  19. 김선주, 이광야, 신동원, 1995. 관개용 저수지의 한발지수 산정, 한국농공학회지, 37(6), pp. 103~111
  20. 김선주, 이광야, 박재홍, 1997, 수리시설물의 특성조사 연구, 한국농공학회지, 39(6), pp. 41~53
  21. 김선주, 이광야, 양용석, 1997, 저수지규모 및 지역별 용수공급지수(WSI) 조사 분석, 한국관개배수, 4(2), pp. 48~61
  22. 농업진흥, 1985, 한발은 있어도 한해는 없다, pp. 92~94.
  23. 농림수산부, 1993, 농업수자원 종합시스템개발.
  24. 농림수산부·농어촌진흥공사, 1993. 저수관리 시스템 개발(Ⅱ), pp. 48~53.
  25. 농림수산부·농어촌진흥공사, '94, '95 가뭄극복, pp. 10~32.
  26. 박재홍, 1997, 수리시설물의 특성조사를 위한 농업수리시설물 조회시스템의 개발, 건국대학교 석사학위논문 pp. 10~18.