

# 저수지규모 및 지역별 용수공급지수(WSI) 조사분석

## Investigation and Analysis of Water Supply Index by Reservoir Scale and Region

김 선 주\*, 이 광 야\*\*, 양 용 석\*\*\*  
Kim, Sun-joo, Lee, Kwang-ya, Yang, Yong-suck

### Abstract

Drought index calculation method using principal hydrological factors, such as precipitation amount and reservoir storage ratio, can estimate the duration and the intensity of drought. It is not easy to establish an universal criteria of drought, since the conditions consisting drought change variously by the reliability of precipitation. In Korea, the drought happened during April that is close to rice plantation period resulted in serious damage.

Water demand have been increased sharply, and on the contrary, the number of sites suitable to develop water resources have been decreased, therefore it is recommendable to develop new management system for the existing irrigation facilities than construct new ones that is a great expense.

Water demands can be estimated from the estimated drought characteristics, and from the calculated results, the generalized and effective water management method can be established.

The Water Supply Index(WSI) of the studied forty eight representative reservoirs selected from eight provinces was calculated using the hydrological and reservoir storage data from 1981 to 1985, and the characteristics of drought by the scale of reservoir and region were analyzed.

### I. 서 론

우리는 장기간에 걸친 강수의 부족으로 인하

여 사용할 물이 없을 때 단순히 가뭄이 들었다고 한다. 미국 기상국(U. S. Weather Bureau)에서는 '가뭄이란 어느 지역의 동식물 생육에 저

\* 건국대학교 농공학과  
\*\* 농어촌진흥공사 조사설계처  
\*\*\* 건국대학교 대학원

키워드 : 용수공급지수(WSI), 저수지 규모별 WSI 분석, 지역별 WSI 분석, 한발지수, 한발특성, 한발대책

해를 가져올 수 있을 정도로 강수의 부족이 매우 심각하게 장기간 지속되는 상태이거나 생활용수와 수력발전에 필요한 용수를 정상적으로 확보하지 못한 상태'로 정의하고 있다.

강수량의 부족이나 증발산의 기상변수들과 같은 농업상의 한발을 일으키는 요인들은 시간과 공간적인 측면에서 일정하지가 못하다. 홍수나 한발과 같은 불규칙한 자연재해에 대항하는 일반적인 방법들은 보험이나 구조물의 설계와 같은 실리적인 방법들과 같이 어떤 발생 확률로서 어느 정도의 피해를 감수하고 있다.

한발대책을 기간에 따라 분류하면 장기대책과 단기대책으로 구분할 수 있다. 장기적인 대책은 저수지, 양수장, 보 등과 같은 수리시설물을 꾸준히 설치해 가는 것으로서 시설물의 시공에 관한 연구, 운영, 관리기법 등에 관한 연구 등이 이러한 대책을 수립하기 위해 수행되었다. 단기적인 대책은 한발 피해를 최소화 하는데 연구의 중점이 되고 있다. 농어촌용수의 활용을 극대화시키기 위해서는 많은 재원을 필요로 하는 수리구조물의 증설보다 기존 구조물의 보강 및 새로운 조작체계를 개발하는 것이 바람직할 것이며, 이를 위해서는 객관적으로 평가할 수 있는 방법이 요구되고 있다.

본 연구에서는 기존의 정성적인 한발측정에서 정량적인 정의, 즉 한발의 정도를 수치화하여 지역적인 편차없이 용수공급의 활용성을 표현하는 지수를 저수지 규모 및 지역별로 산정하고, 이를 바탕으로 지역 용수공급의 원활함을 기하고자 하며, 자료의 통계적 확률분석을 통하여 국부적이고 지역적인 편차가 큰 우리나라의 한발특성을 규명함으로써 기초 수문자료로서 한발지수를 이용하는 계기를 만들고자 한다.

## II. 내용 및 방법

### 1. WSI(Water Supply Index : 용수공급지수) 산정방법

미 서부지역에서 개발된 표면유출공급지수

(Surface Water Supply Index : SWSI)는 4개의 수문인자(설원, 강수, 유출, 저류량)의 비초과 확률을 누적하고, 가중치를 둔 합계로써 수식화 되었다. 이 방법을 우리 나라 지형, 수문학적 특성에 맞게 변화하여 다음과 같은 공식을 유도하였으며 그 적용절차는 아래와 같다.

$$WSI = \frac{a P_{prec} + b P_{resv} - 50}{12}$$

여기서  $P_{prec}$ ,  $P_{resv}$  : 강우, 저수량 인자의 비초과 확률(%)

a, b : 각 수문인자의 가중계수 (a+b=1)

50을 빼는 것은 WSI 값들을 0 가까이 집중시키는 것이고, 12로 나누는 것은 -4.17과 +4.17 사이 값들의 범위를 제한시키는 것이다. WSI 산정절차는 아래와 같다.

- 1) 저수지 유역의 선정
- 2) 유역내의 강우량과 저류량을 파악
  - 강우자료와 저수지 저류량은 시간적 자료로 구성되며, 각각의 측정치는 서로 큰 상관성을 표현한다.
- 3) 확률 분포 : Log-Normal 함수의 비초과 확률 산정
- 4) 저수지 저류량은 순별 자료를 이용
- 5) WSI의 순별 시계열 산출
  - 단계 3)의 확률 분포를 이용하여 저수지 저류량과 강우 변수에 대한 비초과 확률 산정
  - 지수 산정

WSI의 이론적 발생주기는 다음의 범위에 속하게 된다.

+2 이상 :	시계열의	26 %
-2~+2 :	"	48 %
-3~-2 :	"	12 %
-4~-3 :	"	12 %
-4 이상 :	"	2 %

### 2. 연구 대상 유역

우리 나라 8개도(경기, 강원, 충북, 충남, 전북,

전남, 경북, 경남)의 무작위로 선정한 160여개 저수지의 1981년부터 1995년까지 15년간 순별 저류량 및 저수지 특성인자 자료를 수집하였다. 저수

지의 규모는 유역면적과 유효저수량으로 구분하고, 8개의 도별로 지역을 구분, 고찰하였다.

본 연구에서는 주수원공 저수지의 규모 및 지

〈Table 1〉 WSI weighted coefficient by the watershed area

Weighted coefficient	Area (ha)				
	0~500	500~1,500	1,500~2,000	2,000~10,000	10,000~
a	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9
b	0.7	0.6	0.5	0.2	0.1

〈Table 2〉 Characteristics of representative reservoir

Reservoir	FLIA	Year of const.	Basin area(ha)	Irrigated area(ha)	Effective storage(m <sup>3</sup> )
Banwol	Suhwa	57	1,220	402.0	146.10
Gosam	Kiho	63	7,100	1,824.3	1,515.00
Idong	Kiho	72	9,300	1,932.0	1,720.00
Wondang	Paju	79	337	156.0	110.70
Sanjung	Pochun	45	1,537	401.0	227.80
Gomo	Pochun	84	400	134.3	127.62
Gungchon	Wonju	71	2,126	169.2	73.20
Bangae	Wonju	58	2,500	166.3	166.70
sonkok	Wonju	84	990	142.3	90.05
Kangneong	Kangneong	83	10,900	365.6	402.46
Joyeon	Chunchun	48	1,533	215.8	100.00
Susang	Chunchun	57	290	36.1	42.40
Daejae	Jungwon	45	351	80.0	5.00
Miho	Chungwon	85	4,994	250.9	258.00
Gaesim	Occhun	55	1,390	302.7	35.23
Baekgog	Jinchun	84	8,479	1,812.5	232.33
Sangi	Goesan	63	1,050	419.3	22.20
Idam	Goesan	45	535	128.3	17.00
Tabjung	Nonsan	45	21,880	6,360.0	3,131.10
Ocsan	Buyoe	45	1,700	730.0	238.20
Yaedang	Yaedang	64	37,360	10,887.5	4,607.02
Ocgae	Yaedang	57	1,182	431.9	30.15
Sangchun	Buyoe	45	353	110.0	68.40
Sanmuk	Yaedang	82	220	93.2	71.43
Sumjin	Dongjing	65	82,932	33,681.0	60,144.60
Daea	Jeonbuk	45	12,000	12,228.9	5,464.60

〈Continued〉

Rreservoir	FLJA	Year of const.	Basin area(ha)	Irrigated area(ha)	Effective storage( m <sup>3</sup> )
Ibam	Jungeob	58	1,080	546.0	340.90
Ildae	Namwon	49	634	230.8	79.90
Goshu	Gochang	56	1,586	890.3	255.77
Geomma	Geomkang	45	452	172.2	93.00
Jangsungho	Youngsan kang	76	12,280	11,978.9	8,217.10
Najuho	Youngsan kang	76	10,470	9,492.9	3,911.20
Unchun	Seongju	70	633	239.2	759.80
Bangkwang	Gulae	45	1,160	139.8	41.30
Daipo	Yuchun	45	1,450	260.6	20.20
Jeongkwang	Bosung	78	860	371.0	32.33
Josung	Easung	59	1,855	684.9	359.69
Otae	Sangju	63	15,040	1,025.0	516.90
Daesung	Sunsan	59	17,800	352.4	350.05
Jasan	Sungju	70	650	115.7	53.48
Bangkok	Youngil	45	2,850	274.3	128.30
Songnae	Kuyngsan	75	530	88.6	178.45
Kasan	Milyang	45	1,570	715.5	294.10
Jinrae	Kimhae	78	450	250.7	113.40
Kuyong	Sachun	58	2,826	255.7	315.02
Bokgok	Namhae	84	560	400.6	154.95
Kibuk	Guchang	82	3,450	1,034.2	512.40
Yeyang	Guchang	87	1,160	305.4	214.40

역별로 용수공급지수를 산정, 분석을 수행하기 위하여 〈Table 2〉와 같이 각 도별로 대, 중, 소 2개씩(총 48개)의 저수지를 유역면적과 유효저수량으로 구분하여 도별 대표 저수지로 선정하였다.

저수지의 규모에 따라 다른 가중치를 부여함으로써 WSI의 확률반응을 원활히 표현할 수 있다. 또한 WSI의 주 지배인자를 저수지 규모에 따라 구분함으로써 일반적인 물관리 양상이 지수 산정에 포함되며, 적용한 가중계수는 〈Table 1〉과 같다.

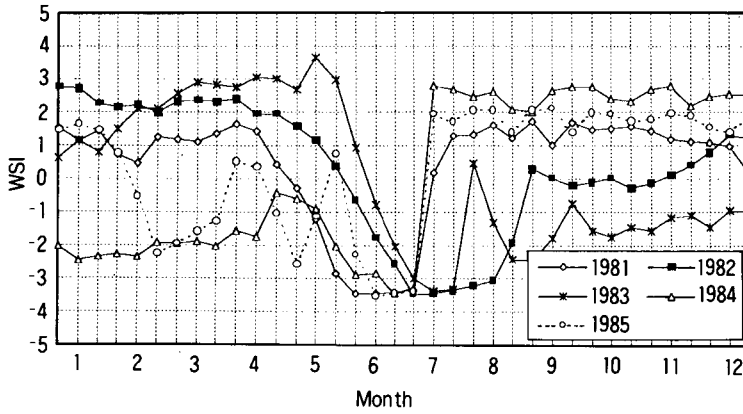
### Ⅲ. 용수공급지수(WSI) 산정 및 분석

#### 1. 규모별 WSI 분석

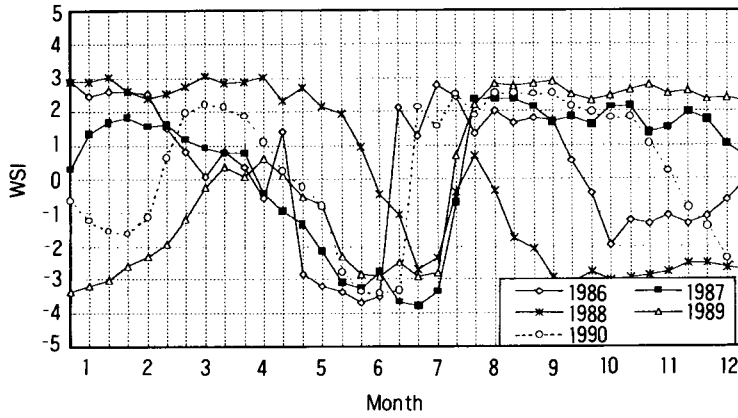
##### 가. 대규모 저수지의 WSI

표준 저수지로 선정된 섬진 저수지는 관개면적은 33,681ha, 동진농조 관할이며 전북 임실군에 위치하고 있다. 〈Fig. 1〉, 〈Fig. 2〉, 〈Fig. 3〉은 순별로 작성한 WSI 값이다.

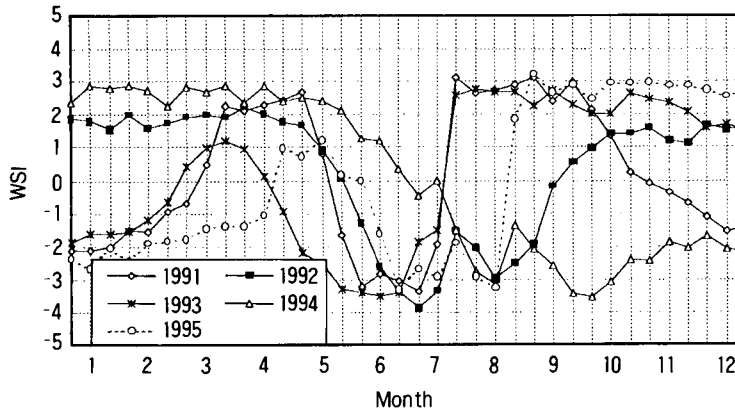
〈Fig. 4〉, 〈Fig. 5〉와 같이 연도별 WSI 분포에서 15년간 모두 관개기인 5월을 전후하여 큰



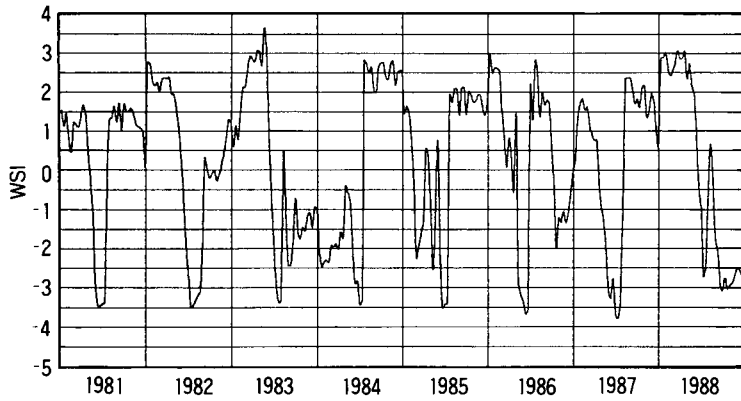
〈Fig. 1〉 Times series analysis of Sumjin reservoir (1981~1985)



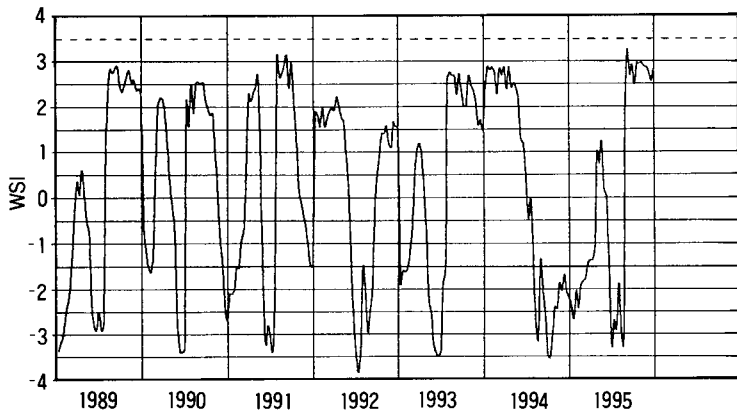
〈Fig. 2〉 Times series analysis of Sumjin reservoir (1986~1990)



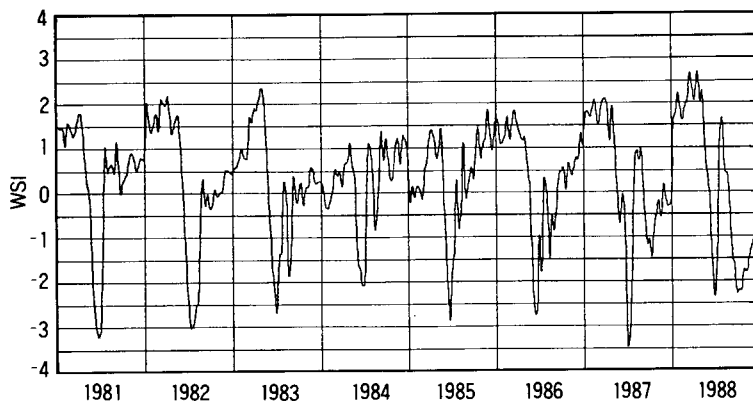
〈Fig. 3〉 Times series analysis of Sumjin reservoir (1991~1995)



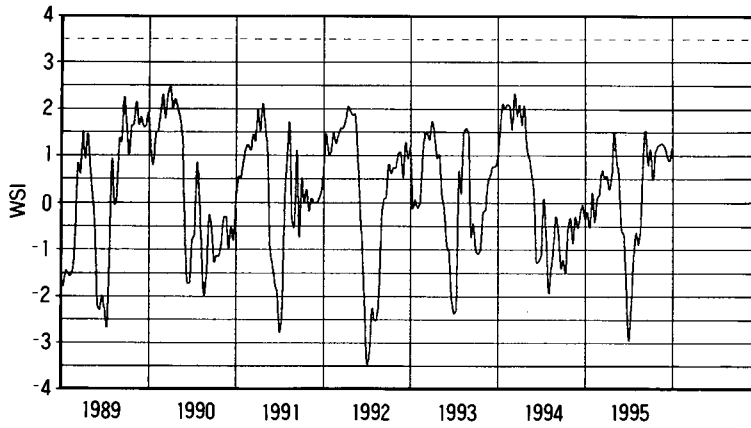
〈Fig. 4〉 WSI of Sumjin reservoir representing large scale reservoirs( 1981~1988)



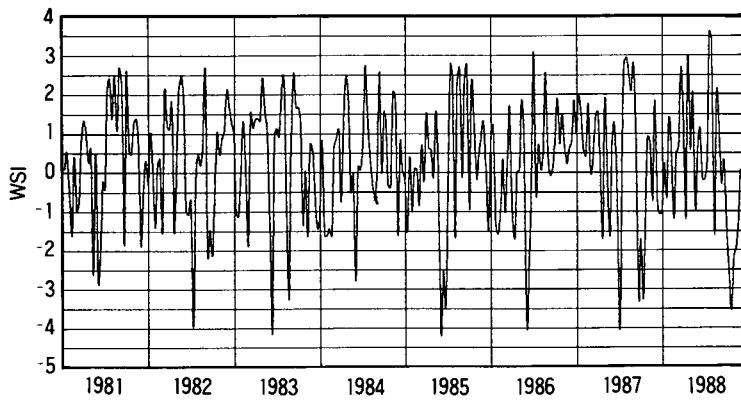
〈Fig. 5〉 WSI of Sumjin reservoir representing large scale reservoirs( 1989~1995)



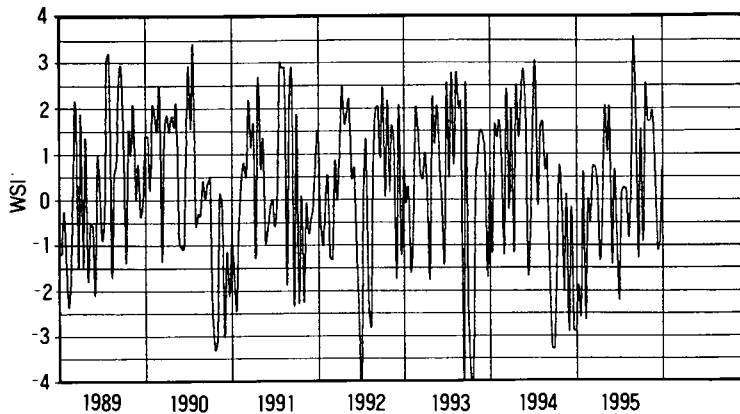
〈Fig. 6〉 Average WSI of large scale reservoirs( 1981~1988)



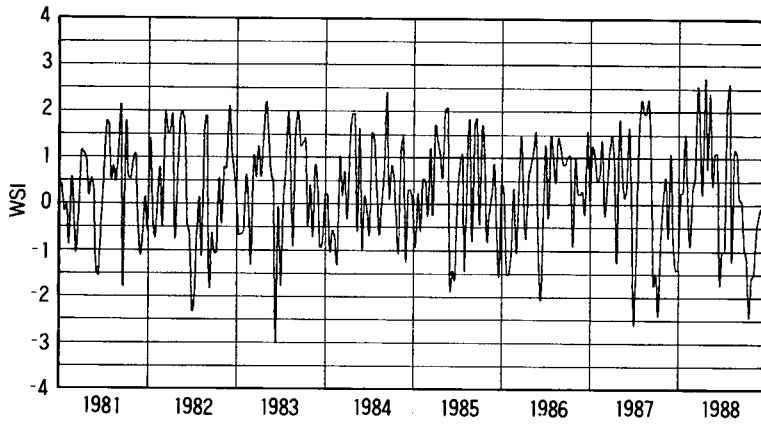
〈Fig. 7〉 Average WSI of large scale reservoirs(1989~1995)



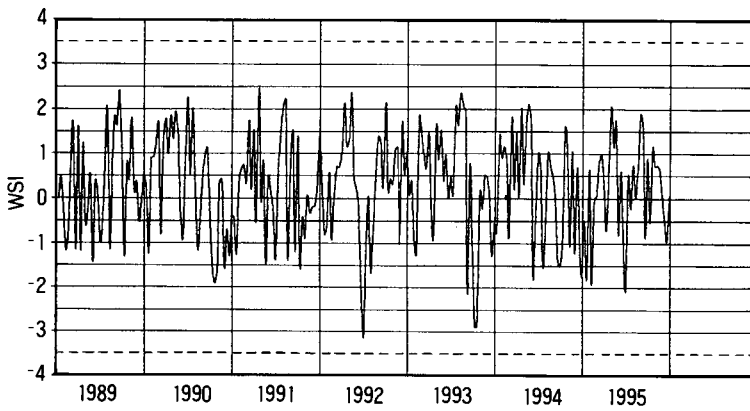
〈Fig. 8〉 WSI of Gaesim reservoir representing medium scale reservoirs(1981~1988)



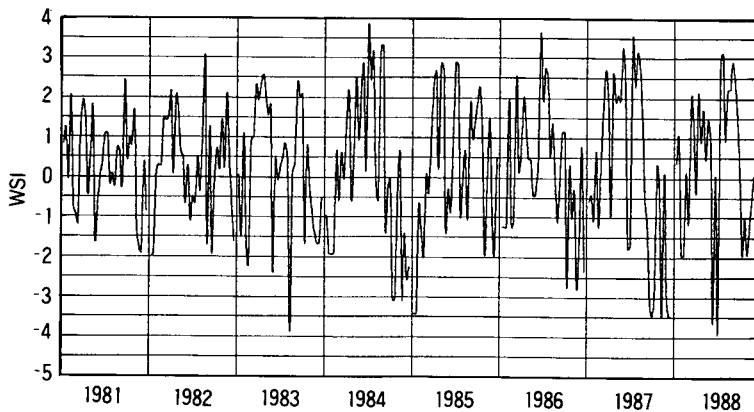
〈Fig. 9〉 WSI of Gaesim reservoir representing medium scale reservoirs(1989~1995)



〈Fig. 10〉 Average WSI of medium scale reservoirs(1981~1988)

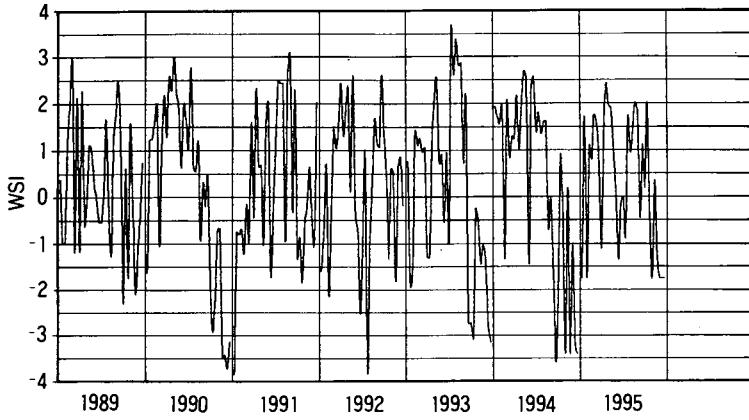


〈Fig. 11〉 Average WSI of medium scale reservoirs(1989~1995)

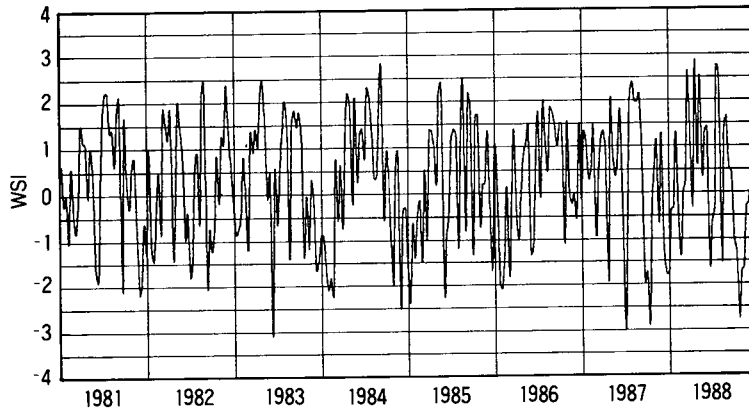


〈Fig. 12〉 WSI of Songlae reservoir representing small scale reservoirs(1981~1988)

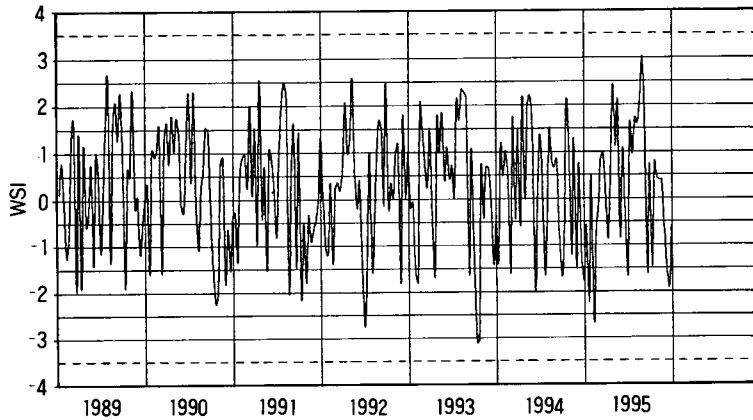




<Fig. 13> WSI of Songlae reservoir representing small scale reservoirs(1989~1995)



<Fig. 14> Average WSI of small scale reservoirs(1981~1988)



<Fig. 15> Average WSI of small scale reservoirs(1989~1995)

폭으로 감소하고 있으며, 관개기인 5~8월 사이에는 모두 음의 값을 보이고 있으나, 크게 두가지 양상으로 대별되고 있음을 알 수 있다. 먼저, '82년의 경우에는 4월말경부터 연속적으로 큰 폭의 하락세를 보이다가 7월 상순에 WSI 값이 약 -3.5에 가까운 최저치를 나타냈으며, 8월 중순까지 약 40여일 이상 -3이하의 범위내에서 머물고 있는 것을 볼 수 있다. 이와 유사한 형태를 가지는 해로는 가뭄년인 '81, '82, '87, '88, '92, '94년으로써 모두 연이은 하락세 뒤에 최저치에 이르러서는 1~2개월 정도 최저치에 가까운 값이 지속되었다.

반면, '84년의 경우, '83년 8월 중순부터 그해 연말까지 음의 성향을 보여 연초부터 6월 하순까지 음의 WSI 값을 가졌으나 중간 중간 소폭이나마 상승곡선이 보이고 있음을 알 수 있다. WSI 값이 -3이하로 떨어져 연속된 기간은 10여일 정도에 불과하여 앞서 언급한 가뭄년도와는 다른 양상을 나타내었다.

전국 평균 대규모 저수지의 WSI 값의 분포는 <Fig. 6>, <Fig. 7>과 같으며, 앞에서 언급한 점진 저수지와 유사한 경향이 나타났음을 알 수 있다. 15년 동안 '89년을 제외하고는 모두 연초에 양의 값 범위내에서 소폭의 굴곡을 보이다가 관개기인 5~8월 사이에서 모두 음의 성향을 나타냈고, 그 중 가뭄년에는 WSI 값이 최저치에 이르러 30~40여일간 -2이하 값으로 분포하였다. 반면, 가뭄이 아닌 해에서는 최저치에 이르러 바로 상승곡선을 그리거나 소폭의 상하 굴곡을 보이고 있다.

#### 나. 중규모 저수지의 WSI

표준 저수지로는 옥천농조 관할 개심지를 선정하였으며, 관개면적 302.7ha이다. WSI 값은 <Fig. 8>, <Fig. 9>이며 중규모 저수지의 전국 평균치는 <Fig. 10>, <Fig. 11>과 같다. 그림에서 보듯이 앞서 언급한 대규모 저수지의 WSI 분포와는 확연히 구분됨을 알 수 있다. 15년간 모두 심하게 상하곡선으로 변동되는 것을 볼 수 있으며, 이는 저수 용량이 대규모 저수지에 비

해 상대적으로 적어 강수량에 보다 민감한 반응을 보이기 때문인 것으로 판단된다.

개심지의 관할 측후소인 보은의 연도별 강수량을 보면 연누계치로 볼 때 '82, '83, '86, '92, '94년도에 평균치를 밑도는 강수량을 기록하였고, 그 중 '82년도는 평균 강수량보다 약 500mm가 적어 심한 강수 부족 현상을 보였다. '82년도의 순별 강수기록을 보면 WSI 값과 매우 밀접한 상관성을 갖고 있어 강수인자가 WSI에 미치는 영향이 큼을 나타내며 기타 다른 연도에서도 마찬가지로의 양상을 보였다.

한편, 가뭄년도인 '82, '87, '92년도에는 관개기인 5~8월 사이에 WSI가 -4까지 떨어진 것을 볼 수 있으며 전체적으로 음의 성향이 두드러졌음을 알 수 있다. 또한 가뭄연도인 '81, '94년에는 이 기간 동안에 소폭의 하향곡선을 그리다 바로 회복되고 있으며, 단지 '94년의 경우에는 관개기 이후에도 약간의 하향곡선을 그리고 있다. 반면, 가뭄연도가 아닌 '83, '85년에는 관개기간 동안에 WSI 값이 -4이하로 떨어지고 있고 '93년의 경우는 관개기 이후 큰 폭으로 떨어지고 있는 것을 볼 수 있었다.

전국 평균 WSI 값의 분포는 표준 저수지인 개심지와 비슷한 양상을 나타내었다.

#### 다. 소규모 저수지의 WSI

경북 경산에 위치한 송내지의 관개면적은 88.6ha로 경산농조 관할이다. 송내지의 WSI는 <Fig. 12>, <Fig. 13>, 전국 평균치는 <Fig. 14>, <Fig. 15>에 나타나 있다. 이 경우도 중규모 표준저수지인 개심지와 유사한 양상을 보였는데, 특정 가뭄년도의 특징은 볼 수 없었으나 매년별 강수량에 의해 WSI 값이 큰 폭의 변동을 보이고 있는 것을 알 수 있었다. 한 예로 '88년의 경우에는 6월 중순과 7월 상순의 강수량이 1mm 미만을 기록하여 WSI 값이 -4 가까이 큰 폭으로 떨어진 것을 볼 수 있으나, 6월 중순의 경우 6월 하순의 22mm의 비교적 적은 강수량에도 불구하고 WSI 값이 0을 기록, 소우(少雨)에도 불구하고 상승폭이 큼을 볼 수 있다.

전국 평균 WSI 값의 분포는 중규모와 동일한 양상으로 이 또한 연도별 특징을 구분짓기가 어려웠다.

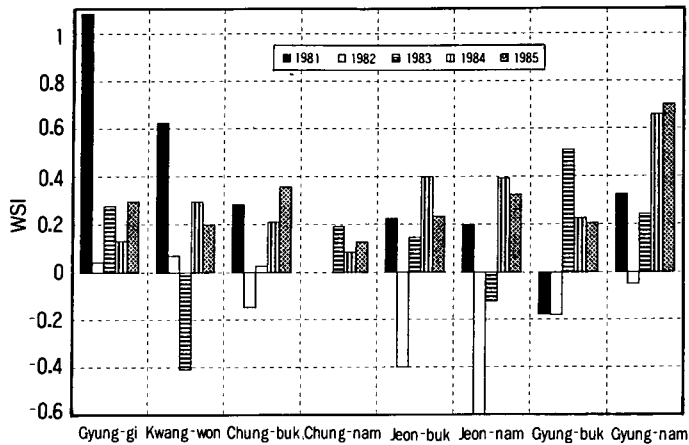
## 2. 지역별 WSI 분석

〈Fig. 16〉, 〈Fig. 17〉, 〈Fig. 18〉에서 보는 것처럼 지역별 WSI 값의 특성을 고찰하기 위하여 연도별 평균값을 구하여 도별로 비교하였다. 도별 평균값은 대, 중, 소규모의 저수지를 각각 2개씩 총 6개를 선정하여 4월부터 10월까지의

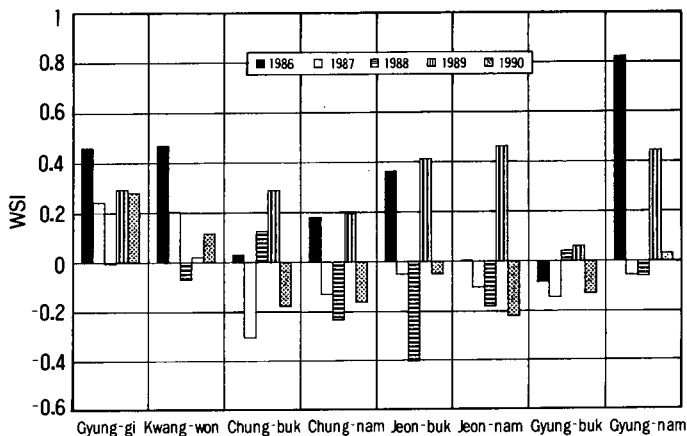
순별값을 평균하였으며 평균값은 8개도 15개년 모두 -1~1사이의 값을 나타내었다.

### 가. 경기지방의 WSI

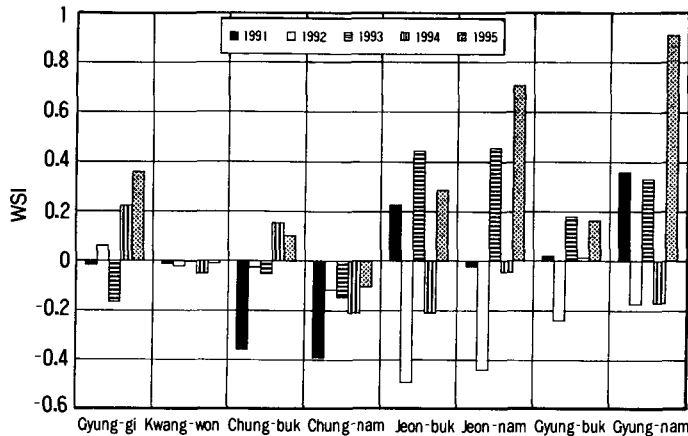
경기도의 경우 대체로 남부지방보다 다소 높은 WSI 값을 나타내고 있으며, 연도별 차이도 비교적 적었다. 비교적 풍부한 강우조건과 한강을 통한 강원, 충청의 유출량의 유입으로 가뭄년이 적게 나타났다. '93년도 WSI 평균값이 -0.15~-0.2사이의 분포를 보여 15년동안 최저치를 기록하고 있으며, 그외 연도에는 '91



〈Fig. 16〉 Average WSI by the region(1981~1985)



〈Fig. 17〉 Average WSI by the region(1986~1990)



〈Fig. 18〉 Average WSI by the region( 1991~1995)

년도를 제외하곤 양의 값을 보이고 있다. 이는 가뭄연도 관개기에 음의 성향을 나타냈으나 비 관개기인 연초와 연말의 양의 성향이 가감작용을 한 것으로 판단된다.

**나. 강원지방의 WSI**

강원지방의 경우는 경기도와 함께 중부권을 나타내는데 경기도와 유사한 성향을 나타냈다. 그러나 '83년과 '88년은 다른 성향을 보여주고 있는데 이는 우리나라의 국부적인 한발을 표현하는 것으로 사료된다. 또한 '91년도 이후 값이 전반적으로 음의 값을 나타내고 있는데, 이는 강우에 의한 편차가 같은 중부권에서도 크게 나타났음을 알수 있으며 대규모 저수지가 거의 없는 강원도의 수문특성을 표출하고 있음을 알 수 있다.

**다. 충청지방의 WSI**

충청남·북도의 WSI 값은 서로 유사한 성향을 나타냈는데 이는 수문특성상 많은 유역이 서로 공유됨을 나타낸 것으로 생각된다. 그러나 '81~'83년과 '88년, '94년, '95년의 미미한 차이가 충남의 해안성 기후 영향으로 발생한 것으로 고찰되었다.

**라. 호남지방의 WSI**

8개도중 최저치를 기록한 횟수가 가장 많았

다. '81~'95년의 15년동안 '82, '88, '92년에서 도별 최저치를 기록하여 상대적인 물부족 현상을 나타냈으며 기타 연도에도 전반적으로 타도에 비하여 적은 WSI 평균값을 나타내어 국부적 가뭄 상승지임을 보여주었다.

**마. 영남지방의 WSI**

가뭄상습지로 알고 있는 경북지방의 연도별 평균 WSI 값은 중부지방에는 다소 떨어지나 기타 남부지방보다는 다소 높은 성향을 보여주고 있다. 전국 최저치를 기록한 것은 '93년 한 해였으며, 특히 전국적으로 낮게 분포했던 '88년도에는 전국 최고치를 기록하였다. 이는 '88년 관개기 이후에 전국적인 WSI 값의 음의 성향이 두드러졌으나, 경북지방에는 그렇지 않았던 결과로 추정된다. 경남의 경우 '95년에 평균 WSI 값이 전국 최저치를 보였으며, '82, '88, '94년도에 기타 연도보다 다소 낮은 성향을 보이고 있다. 전반적으로 남부지방의 평균치와 비슷한 경향을 보이고 있다.

**3. 결과 및 고찰**

가. 대규모 저수지의 WSI는 가뭄년에는 WSI 값이 최저치에 이르러 30~40여일간 -2이하 값으로 분포하였다. 반면, 가뭄이 아닌 해에서는

최저치에 이르러 바로 상승곡선을 그리거나 빈번한 상하 굴곡을 보이고 있다.

나. 중규모 저수지의 WSI는 대규모에 비해 상하변동이 심하게 나타났는데 이는 저수용량이 대규모에 비해 상대적으로 적어 강우량에 보다 민감한 반응을 보이기 때문인 것으로 판단된다.

다. 소규모 저수지의 경우는 중규모 저수지와 유사한 경향을 나타냈으며 연도별 특성은 정확히 파악하기 어려웠다.

라. 규모별 고찰 결과 지수의 값만으로는 가뭄년을 구별하기 어려웠다. 가뭄년을 규정하는 것으로 규모별 특성에 따른 지수의 값과 지속기간이 함께 고려되어야 한다.

마. 김 등(1995)은 한발지수 값의 범위를 +2 이상은 충분한 용수공급, +2~-1은 거의 정상적 용수공급, -1~-2는 약간의 가뭄, -2~-4는 심한 가뭄, -4 이하는 매우 심한 가뭄으로 분류하였으나, 본 연구에서 저수지 규모별 대, 중, 소로 구분한 결과, 대규모 저수지의 경우 가뭄에 해당하는 용수공급지수 값은 -2이하가 2~3개월 지속되는 것이고, 중규모 및 소규모의 경우에는 -4값에 가까운 최저치를 가지면서 전반적으로 음의 성향이 강한 것임을 알 수 있었다.

바. 지역별 특성은 중부지방과 충청, 호남, 영남지방으로 구분되었으며 중부권의 경기, 강원은 남부권에 비해 WSI가 양의 성향을 보였으며, 남부권의 충청은 영·호남권과는 다른 양상을 나타냈고, 영남과 호남은 국부적 한발피해가 빈번히 나타났다.

#### IV. 결 론

앞으로 다가올 용수부족을 해결하기 위해 현재까지는 주로 수리구조물을 신설하거나 증축함으로써 부족한 용수를 보충하고자 하였으나 농업용 수리시설물의 현황을 정확히 파악하여 관리의 효율을 제고하는 기법의 도입과, 한발을 정량적으로 파악하여 용수관리에 있어 능동적인 대책을 수립하는 소프트웨어의 증대가 요구

된다.

여기에서는 가뭄 대책과 관련하여 한발의 정도를 수치화하여 지역적인 편차없이 용수공급의 활용성을 표현하는 지수를 저수지 규모 및 지역별로 산정하고 이를 바탕으로 지역 용수공급의 원활함을 기하고자 하였다. 이를 위하여 지역별, 규모별 용수공급지수를 산정, 분석하여 용수공급지수의 재정립을 피하도록 하였다.

규모별 지역별 용수공급지수(WSI) 산정결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 대규모 저수지의 WSI 값은 가뭄년에 -2 이하의 범위에서 2~3개월씩 연속적으로 나타나며, 가뭄이 아닌 연도에는 한두차례 -2이하의 값을 기록하고 바로 회복된다.

2. 중·소규모 저수지의 WSI 값은 가뭄년도는 전체적으로 음의 성향을 띠면서 WSI 값이 -4에 가까운 값이 2~3차례 나타남을 알 수 있었다.

3. 규모별 용수공급지수 고찰결과 지수의 값만으로는 가뭄년을 구별하기 어려웠다. 가뭄년을 규정하는 것으로 규모별 특성에 따른 지수의 값과 지속기간이 함께 고려되어야 한다.

4. 김 등(1995)은 한발지수의 값의 범위를 +2 이상은 충분한 용수공급, +2~-1은 거의 정상적 용수공급, -1~-2는 약간의 가뭄, -2~-4는 심한 가뭄, -4 이하는 매우 심한 가뭄으로 분류하였으나, 본 연구에서 저수지 규모별 대, 중, 소로 구분한 결과, 대규모 저수지의 경우 가뭄에 해당하는 용수공급지수(WSI) 값은 -2이하가 2~3개월 지속되는 것이고, 중규모 및 소규모의 경우에는 -4값에 가까운 최저치를 가지면서 전반적으로 음의 성향이 강한 것임을 알 수 있었다. 이는 저수지 규모에 따라 유역의 용수공급능력이 저수량과 강수 중 어느 한 인자에 주로 지배받음을 나타낸다.

5. 우리 나라 가뭄의 지역적 특성은 주로 남부지방에서 발생되었고, 전남 및 경북지방은 가뭄 상습지로서 이 지역의 수자원개발이 시급함을 알 수 있었다. 그러나 지역별 연도별 평균값으로 그 특성을 파악한 결과 가뭄년도 관계기에

음의 성향을 다소 보였음에도 비관개기인 연초와 연말의 양의 성향이 가감작용을 한 경우나 단기간의 물부족 현상 등은 정확히 분석하기 어려웠다.

**참고문헌**

1. 김선주, 여운식, 이광야, 1994. 소유역의 한발지표 정립, 한국관개배수위원회, 1(2), pp. 186~192.
2. 김선주, 이광야, 신동원, 1995. 관개용 저수지의 한발지수 산정, 한국농공학회지, 37(6), pp.103~111.
3. 선우중호, 1995. 수자원 개발과 보존 대책, 한국수자원공사.
4. 한국수자원공사, 1990. 수자원 장기종합계획보고서.
5. 황은, 최덕구, 1984. 월 강우자료에 의한 한발측정, 한국농공학회지.
6. Alley, W. M., 1984. The Palmer drought severity index : limitations and assumptions, J. of Climate and Appl. Meteorology. 23 (7), pp.1100~1109.
7. Alley, W. M, 1985. The palmer drought severity index as a measure of hydrologic drought, Water Resour. Bulletin, 21(1). pp.105~114.
8. Blake, C. D. 1967. Fundamentals of modern agriculture, Sydeny University, press.
9. Cayan, D. R. and D. H. Peterson, 1989. The influence of North Pacific atmospheric circulation on streamflow in the West, Geophysical Monograph 55, American Geophysical Union, Washington, D. C. pp. 375~397.
10. Dracup J. A, K. S. Lee, and E. G. Paulson, 1980. Jr. On the definition of droughts, Water Resour, Res, 16 this issue.
11. Doesken, N. J, T. B. McKee and D. Garen, 1991a. Drought monitoring in the western United States using a Surface Water Supply Index, 7th Conf. Appl. climatology, Proc. American Meteorological Society, Boston, Mass.
12. Doesken, N. J, T. B. Mckee and J. Kleist,

- 1991b. Development of a surface water supply index for the western United States, Climatology Report Number 91-3, Colorado Climate Ctr. Dept. of atmospheric Sci. Colorado State Univ. Fort Collins, Colo.
13. Gupta C. K., and Duckstein L. 1975. A stochastic analysis of extreme droughts, Water Resour. Res., 11(2). 221~228.
14. Lamm, R. D, 1981. The Colorado drought response plan. state of Colorado, Office of the Governor, Div. of disaster Emergency Services.
15. Millan J. & V. Yevjevich, 1971. Probabilities of Observed Drought, Hydrology Papers, Colo. State Univ, Fort Collins, Colo.

**약 력**

**김 선 주**



1980. 건국대학교 농과대학 농공학과 졸업  
 1982. 건국대학교 대학원 농학석사  
 이스라엘 Volcani Institute 연구원  
 1988. 건국대학교 대학원 농학박사  
 1989. 일본 농업공학연구소 Post Doc.  
 현재 건국대학교 농공학과 부교수  
 한국농공학과 이사  
 KCID 기계화관개분과위원장 / 편집·학술분과위원  
 ICID 기계화관개분과위원

**이 광 야**



1993. 건국대학교 농과대학 농공학과 졸업  
 1995. 건국대학교 대학원 농학석사  
 현재 건국대학교 대학원 박사과정  
 농어촌진흥공사 조사설계처  
 KCID 기계화관개분과위원 / YPF 위원

**양 용 석**



1997. 건국대학교 농과대학 농공학과 졸업  
 현재 건국대학교 대학원 (농업공학전공)