

# 2009년 가뭄대비 저수지 운영계획



안창진

한국수자원공사 수자원사업본부장  
cjahn@kwater.or.kr

금년은 홍수기에 태풍 '갈매기'를 제외하고는 큰 호우가 없어 홍수로 인한 피해가 다른 해보다는 적었다. 그러나 홍수기 말까지 이어지는 태풍과 국지성 집중호우 등이 우리나라를 비껴가므로써 현재까지 전국적으로 강수량 부족에 따른 가뭄발생으로 국민들이 많은 불편을 겪고 있다. 11월말 현재 기준으로 4개 시·도 41개시군 86,167명이 제한급수를 받고 있으며, 농작물 생육 저하로 농민들의 시름은 깊어가고 있는 실정이다. 최근 댐 및 하천으로 흘러들어오는 물의 유출율이 현저히 낮고, 또한 겨울 및 봄철 강수가 적은 우리나라의 특성을 고려해 볼 때 향후 가뭄은 더욱 심화될 것으로 예상된다.

근래의 우리나라의 가뭄은 통상 6~7년의 주기로 나타났는데, 금년에도 2001년 가을부터 2002년 초 여름까지 발생한 심각한 가뭄 후 7년 만에 다시 발생하였다. 홍수와 달리 가뭄은 장기간에 걸쳐 발생하므로 우리나라 용수의 대부분을 공급하는 15개 다목적댐의 역할은 더욱 중요하다. 따라서 이번기회에 내년 홍수기전까지 이어질 것이 예상되는 가뭄에 대비하고자 금년의 수문현황과 가뭄 원인을 분석하고, 한국수자원공사에서 가뭄에 대비하여 추진중인 저수지운영을 설명하고자 한다.

## 1. 수문현황

### 1.1 강수현황

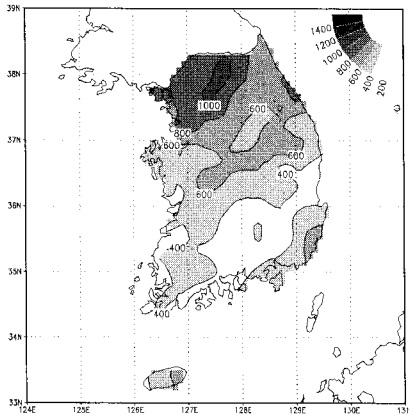
금년 초에는 전국적으로 예년수준의 강수량을 보였으나, 홍수기초반부터 이어진 마른장마로 인하여 강수량은 예년대비 76% 수준으로 다소 건조하였으며, 홍수기 후반인 9월과 10월에 걸쳐 예년대비 38.1% 수준의 가뭄현상이 나타나고 있다.

따라서 금년 1월 1일부터 현재까지(11월말)의 전국 평균 강수량은 1,013mm으로 예년 1,282mm 79% 수준으로, 특히 한강수계를 제외한 남부지방에서 강수량 부족으로 인하여 댐 및 광역상수도의 혜택을 받지 못하는 간이급수 및 도서지역에 심각한 가뭄이 지속되고 있다.

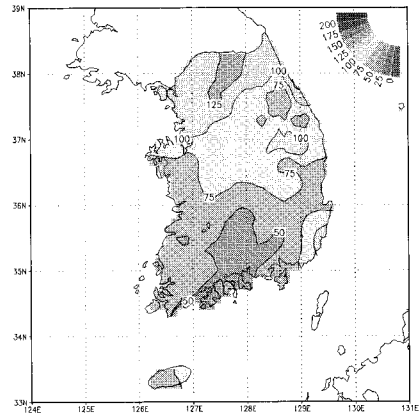
금년 상반기 기상상황은 주로 이동성 고기압의 영향을 받아 예년에 비해 기온이 높고 건조한 기후의 영향으로 전국 대부분의 지역에서 예년에 비해 75~100% 적은 강수량을 보였으며, 특히 강원, 충청, 전북, 경북 내륙지역은 예년대비 75% 수준으로 특히 내륙지역을 중심으로 적은 강수량을 보였다.

홍수기(6.21~9.20) 동안 전국 강수량(539.5mm)은 예년(706.5mm)대비 76.4%로 지역별로는 경기, 강원 일부지방을 제외한 전국이 예년보다 강수가 적었으며, 경남, 전남일부지역은 예년의 50%에도 미치지 못하는 강수량을 기록하였다.

다목적댐 유역의 강우량을 살펴보면 한강을 제외한 모든 수계에서 예년대비 60%대 수준에 머물렀다. 특히 합천댐, 남강댐, 밀양댐 등 낙동강수계 일부 댐들은 댐 준공이래 최저수준의 강수량을 기록하였다.

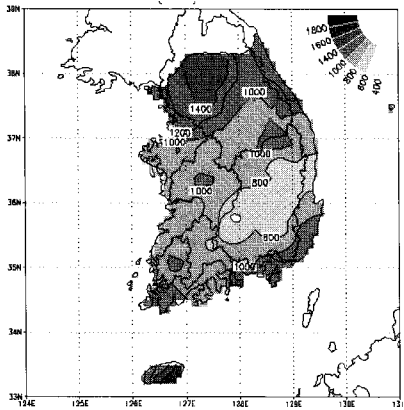


누적 강수량(mm)

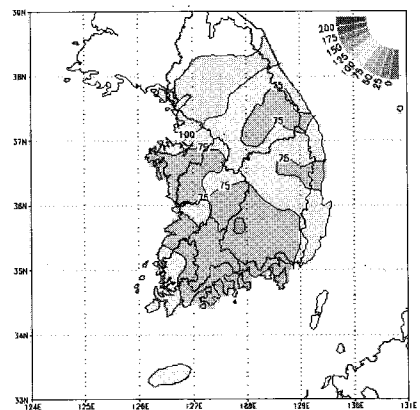


예년대비 강수율(%)

그림 1. 2008년 홍수기 전국 강수량 현황 (6월 21일~9월 20일)



누적 강수량(mm)



예년대비 강수율(%)

그림 2. 2008년 1월 1일~11월 30일까지 전국 강수량 현황

표 1. 수계별 댐유역 강수량 현황 (2008.1.1~11.30)

구 분	평 균	한 강	낙동강	금 강	섬진강	기 타
금년(mm)	888	986	801	785	895	934
예년(mm)	1,267	1,225	1,287	1,265	1,364	1,484
대비(%)	70	80	62	62	66	63

### 1.2 유입량현황

현재 수계별로 구성된 다목적댐 유역의 유입량현황을 살펴보면 금년 11월말까지 특히, 낙동강유역의 임하댐, 합천댐, 남강댐이 예년대비 27~38%수준이며, 섬진강수계의 주암댐도 예년대비 37% 수준으로

매우 낮은 유입상황을 나타내고 있다. 홍수기 동안 유입량도 전 수계 평균이 예년대비 51% 정도에 불과하는 등 가뭄이 전국적으로 발생하고 있음을 알 수 있다. 또한, 홍수기 이후 각 수계별 유입량을 분석한 결과 한강수계는 20~30년, 낙동강수계 50~80년, 금강수계 10~20년, 섬진강수계 5~10년, 기타수계

표 2. 다목적댐 유입량 현황

(단위:백만㎥, %)

다목적댐	전체(1.1~11.30)			홍수기(6.21~9.20)			10~11월유입량	
	금년	예년	대비	금년	예년	대비	금년	갈수빈도
계	8,914	17,962	50	6,316	12,428	51	303	20~30년
한 강	4,693	7,837	63	3,941	5,430	73	139	20~30년
낙동강	1,857	4,718	39	1,132	3,213	35	64	50~80년
금 강	1,326	3,667	36	797	2,553	31	78	10~20년
섬진강	602	1,356	44	348	961	36	2	05~10년
기 타	167	385	43	98	271	36	1	20~30년

주) 한강:소양강,충주,황성, 낙동강:안동,임하,합천,남강,밀양, 금강:대청,용담 섬진강:주암,섬진강, 기타:부안,보령,장흥댐

20~30년 빈도의 갈수유입량을 나타내고 있다. 낙동강의 경우 다른 수계에 비해 댐 유입량이 현저히 악화된 상황으로 가뭄이 매우 심하게 나타나고 있음을 알 수 있다.

1.3 댐저수현황

금년 현재 전국 15개 다목적댐에서는 예년의 81%인 58.1억㎥의 저수량을 확보하고 있으며 이 저수량은 예년평균 저수량인 72.1억㎥보다는 낮으나, 과거 가뭄이 심했던 2001년 49.5억㎥의 129% 수준으로 높다. 금년 홍수기 강우량은 예년대비 73%, 유입량은 예년대비 50% 수준으로 아주 낮음에도 홍수기말 저수율이 예년대비 84%인 것은 홍수기에 마른장마가 진행되어 가능한 무효방류를 줄이고 하류상황을 고려한 가뭄대비 저수지운영을 시행하였기에 저수량을 과거보다 증대시킬 수 있었다. 수계별로는 한강 32.3억㎥(56%), 낙동강 10.0억㎥(33%), 금강 10.6억㎥(46%), 섬진강 3.7억㎥(32%), 기타 1.5억㎥(41%)으로 한강은 예년대비 93%수준의 비교적 높은 저수율을 확보하고 있

나, 낙동강 및 섬진강은 예년보다는 낮으나 2001년도의 저수율과는 비슷한 것을 알 수 있다.

1.4 가뭄현황

(1) 가뭄원인분석

현재 남부지방을 중심으로 지속되고 있는 가뭄의 주요 원인은 여름철 북태평양 고기압이 예년과 달리 장기간 우리나라에 머무르며 장마전선을 남북으로 분리·약화시켰으며, 홍수기 후반 북상하는 태풍들도 중국까지 확장한 북태평양 고기압 세력에 밀리며 우리나라에 별다른 영향을 주지 못하였다. 금년 태풍은 홍수기 초반 제 7호 태풍 갈매기(6.19 ~20)의 한 차례 영향이 있었으나 주로 서울·경기, 충청 서해안에 집중호우가 발생되었으며, 또한 8월말에서 9월초까지 발생하던 2차 장마도 형성되지 못하였다. 홍수기 후반이후에도 중국에서 다가오는 동서고압대(대륙성 열대기단)의 지속적인 영향으로 9월 중순 최고기온을 경신하면서, 강수가 없는 건조한 날씨가 계속되었다.

표 3. 수계별 저수량 현황 (2008.11.30일 기준)

구 분	구 분		합 계	한 강	낙동강	금 강	섬진강	기 타
	저수량	억㎥						
금년	저수량	억㎥	58.1	32.3	10.0	10.6	3.7	1.5
	저수율	%	46.2	56.3	33.3	46.1	31.7	40.7
예년	저수량	억㎥	72.1	34.8	15.4	13.8	5.9	2.2
	저수율	%	57.3	60.6	51.1	59.7	50.4	61.9
2001년	저수량	억㎥	45.0	24.0	10.6	5.8	3.9	0.8
	저수율	%	39.1	41.8	36.0	38.7	33.5	47.4

표 4. 가뭄의 주기성

가뭄년	1968년	1977년	1982년	1988년	1994년	2001년	2008년
년강우량(mm)	1,053	965	971	906	918	1,058	985

### (2) 가뭄 주기성

1960년대 이후 우리나라의 주요 가뭄으로는 1968년, 1977년, 1982년, 1988년, 1994년, 2001년으로써 대략 6~7년에 한번 정도 가뭄이 발생하였다. 표에서 알 수 있듯이 금년 전국 강우량은 985mm로써 과거 심각한 가뭄이 발생되었던 1994년 보다는 70mm 정도 많으나 2001년 가뭄보다는 70mm정도 적게 발생되었다.

### (3) 가뭄특성비교

최근 발생한 심각한 가뭄으로는 지난 1994~1995년과 2001~2002년에 2년간에 걸쳐서 발생한 가뭄이 있으며, 그 당시 수문상황을 금년에 발생한 가뭄과 비교·분석하여 현재의 상황이 어느 정도에 도달해 있는지 평가해 보았다.

금년 수문상황을 1994년도와 비교하면 강수량은 금강수계를 제외하고는 금년이 '94년 대비 82~94% 정도 수준을 보이고 있고 유입량은 1994년 이후 건설된 댐(횡성댐, 남강보강댐, 밀양댐, 용담댐, 부안댐, 보령댐, 장흥댐)등의 영향으로 약 119~200%정도이며, 홍수기말인 9월말 기준 저수율은 섬진강수계만

과거 1994년 가뭄대비 약 91% 수준이나, 타 수계는 137~149% 정도의 높은 상황을 나타내고 있다.

또한 2001년도의 가뭄과 비교하면 금년 강수량이 한강수계에서는 많으나 낙동강과 금강 및 섬진강수계는 65~96%로 적었으며 유입량도 한강과 금강수계는 많았으나 낙동강 및 섬진강수계는 55~61% 정도로 적은 상황이었음에도 9월말 저수율은 94~148% 수준으로 높은 상황이다.

전반적으로 금년 홍수기 수문상황은 과거 가뭄해인 1994년과 2001년도에 비해 상당히 어려운 상황이었으나 홍수기말 가뭄대비 사전예방적인 댐방류량 조정 등의 적극적 대응방안 수립으로 홍수기말 저수율은 매우 양호한 수준을 보이고 있다.

## 2. 가뭄대비 저수지운영계획

### 2.1 기본방향

금년과 같은 가뭄피해를 최소화하기 위하여 대상

표 5. 과거 가뭄년도와의 강우량 비교 (6.21~11.30)

구분		한강	낙동강	금강	섬진강	기타
금년	강수량(mm)	717	465	512	467	485
	'94년 대비(%)	93.5	91.0	111.1	81.5	-
	'01년 대비(%)	113.6	67.9	95.9	65.3	79.0
1994년 강수량(mm)		767	511	461	573	-
2001년 강수량(mm)		631	685	534	715	614

표 6. 과거 가뭄년도와의 유입량 비교 (6.21~11.30)

구분		한강	낙동강	금강	섬진강	기타
금년	유입량(억㎥)	41.4	12.2	8.0	3.8	1.0
	'94년 대비(%)	124.7	200.0	190.5	118.8	-
	'01년 대비(%)	143.3	55.2	127.0	61.3	167.0
1994년		33.2	6.1	4.2	3.2	-
2001년		28.9	22.1	6.3	6.2	0.6

표 7. 과거 가뭄년도와의 홍수기말 평균저수율 비교 (9월말)

구 분	한강	낙동강	금강	섬진강	기타	
금년	저수율(%)	65.5	38.8	52.9	35.4	50.3
	'94년 대비(%)	137.3	149.2	139.6	90.5	-
	'01년 대비(%)	147.9	108.4	143.0	97.5	93.7
1994년	47.7	26.0	37.9	39.1	-	
2001년	44.3	35.8	37.0	36.3	53.7	

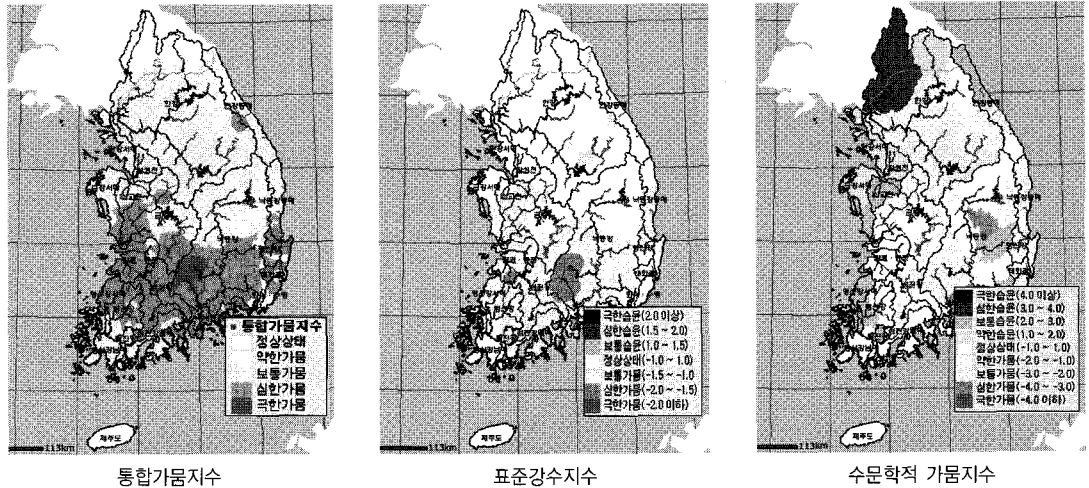


그림 3. 가뭄지수 현황(가뭄정보시스템, 08. 11. 30현재)

유역의 예상유입량과 용수수요 및 공급량을 미리 산정하여 가용수자원을 적절하게 관리할 필요성이 있다. 다목적댐의 경우 가뭄이나 갈수상황에서 용수공급의 안정성을 확보하기 위하여 댐의 유입량은 통상 20년 갈수빈도를 적용하여 당해 연도 홍수기말인 10월초부터 다음 연도의 홍수기전까지인 6월말까지 수계별 유입량을 산정하고 저수지운영에 활용하고 있다. 한국수자원공사에서는 9월말 연간 저수지운영계획 수립시 9월말 저수량에 내년도 홍수기전까지의 20년 갈수유입량과 용수공급량을 고려하였다.

## 2.2 가뭄대비 저수지운영

### (1) 기준수위 설정

다목적댐은 용수량 확보의 사회·경제성을 고려하여 공학적으로 안전한 기준하에 운영하고 있다. 이를 위해 안정적 용수공급 및 홍수조절의 배타적 기능을

모두 충족시킬 수 있는 Guide-line으로 댐운영 기준수위를 설정 운영 중에 있다. 이중 안정적 용수공급을 위해서는 용수공급 확보수위를 설정운영 중이며, 확보수위란 익년도 홍수기전까지 댐 설계시 고려된 가뭄상황(통상 20년빈도 갈수조건)이 발생하더라도 안정적 용수공급이 가능한 수위를 말한다. 실제 가뭄이나 갈수기 댐 운영은 설정된 확보수위를 고려하여 강우 및 댐 수문상황에 따라 탄력적으로 방류량 조절을 실시하고 있다.

### (2) 단계별 저수지운영

현재 한국수자원공사의 가뭄대비 저수지운영은 매일의 수문 및 저수지상황과 하류의 유황 및 용수수요를 감안하여 홍수기전까지 예상 갈수빈도 유입량과 물이용량을 산정한 후 댐 방류량을 결정한다. 다목적댐은 저수지의 저류상태에 따라 다음과 같은 4단계의 저수지운영방식을 적용하고 있으며 저수지 수위가 내

려 갈수록 용수공급을 주요 목적으로 운영하고 있다.

금년도는 홍수기 초반 장마전선 소강으로 인한 마른장마 등을 감안하여 4대강 전체 수계에 대해 생공용수 여유량을 감량하는 저수지운영을 조기에 시작함으로써 홍수기 후반 별다른 태풍의 영향이 없음에도 저수량을 최대한 확보할 수 있었다. 현재 한강, 금강, 섬진강수계의 경우 댐 저수량 및 용수수요 등을 고려하여 실수요량 수준의 용수공급중에 있으며, 낙동강수계는 예년대비 낮은 저수량으로 내년 홍수기전인 6월말까지 생공용수의 안정적 공급을 위해 하천유지용수 중 일부를 감량하여 공급중이다. 향후에도 강우상황 및 댐 하루 하천유황을 고려하여 생공용수수급에 지장이 없는 범위내에서 댐 방류량을 탄력적으로 조정해 나갈 예정이다.

### 2.3 용수공급전망

현재 11월말 기준으로 수계별 다목적댐의 용수공급 전망을 분석한 결과 <표 9>와 같다. 이 표에서 보는 바와 같이 20년 갈수유입이 내년 홍수기전까지 지속될 경우 가용 수자원량은 52.7억㎥으로써 용수공급량인 41.9억㎥ 대비 11억㎥ 정도 여유가 있어 다목적댐으로부터 혜택을 받는 지역은 심각한 물 부족을 겪지 않을 것이 예상된다. 다만 낙동강유역은 가용량보다 용수공급량이 다소 많으나 댐 하루 하천의 유량상황을 반영한 저수지운영을 시행하고 하천유지

용수를 일부 감량공급하면 생공용수 및 농업용수에 대한 실수요량 수준의 공급은 문제가 없을 것으로 예상된다.

### 3. 가뭄대비 물관리대책

다목적댐 건설과 함께 우리나라 하천 유황은 과거 가뭄이 발생하던 상황과 비교하여 상당히 큰 변화가 이루어졌다. 금년에도 홍수기 말까지 강수량은 예년 평균대비 70% 정도이고, 유입량은 지속된 이상고온에 따른 토양 건조 상태로 예년 평균대비 50% 수준으로 심각한 가뭄상태를 나타내었다. 그러나 다목적댐의 홍수기말 저수율을 예년대비 84%로 유지하게 된 것은 홍수기 마른장마와 향후 지속될 가뭄에 대비하고자 홍수기가 종료되는 9월 19일부터 가뭄대비체제로 전환하고 신속하게 생·공용수의 여유수량을 감량하는 가뭄 1단계의 저수지운영을 실시하였기 때문이다. 따라서 현재까지 다목적댐 수혜지역이나 광역상수도 급수지역에는 물문제가 없는 실정이다. 그러나 경남, 전남 및 전북지역에서 다목적댐이나 광역상수도의 혜택을 받지 못하는 지방하천의 인근 지역이나 해안 도서지역에 심각한 가뭄이 발생한 것은 우리가 얼마나 수자원확보를 미리 준비하고 다양한 가뭄 및 물관리대책을 수립해야 하는지를 명확하게 나타내주고 있다. 한국수자원공사에서 안정적인 용수공급을

표 8. 가뭄대비 단계별 저수지운영

구 분	저수지 수위 기준	저수지운영
1단계	저수지수위 > 월별 정상수위	기본계획 공급량 수준 공급
2단계	저수지수위 < 월별 정상수위	실수요량 수준의 용수공급
3단계	저수지수위 < 저수위	비상용수 공급관로를 통한 용수공급
4단계	저수지수위 < 사수위	펌핑을 이용하여 비상용수 공급

표 9. 수계별 용수공급전망 (2008.11.30기준)

구 분	합계	한강	낙동강	금강	섬진강	기타	
현재가용량	억㎥	34.0	19.7	4.7	5.4	3.0	1.2
예상유입량	억㎥	18.7	8.2	5.2	3.6	1.3	0.4
용수공급량	억㎥	41.9	18.5	11.3	8.2	3.1	0.8

위하여 과거부터 지속적으로 추진하고 있는 주요 저수지운영대책은 다음과 같다.

### 3.1 저수지운영 대책

#### (1) 댐군 연계운영

다목적댐은 동일 수계내 댐군 연계운영을 통해 댐의 용수공급능력을 극대화를 도모하고 있다. 댐군의 연계운영은 수계내 최하류 댐(또는 조절점)을 기준으로 용수수요량을 상류 댐의 수문상황에 따라 합리적으로 배분하여 최적의 댐별 공급계획을 수립함으로써 불필요한 무효방류를 최소화할 통해 한정된 수자원을 효율적으로 이용할 예정이다.

#### (2) 댐 유입상황 및 하류 하천유량을 고려한 순운적 방류량 조정

현재의 가뭄상황 및 향후 가뭄심화에 대비하기 위해 일 단위 댐 공급능력 검토 및 하류 하천 물수지 분석 결과를 바탕으로 댐 유입상황 및 하류 하천유량을 고려한 댐 방류량의 탄력적 조정으로 귀중한 물이 효율적으로 이용되도록 추진하고 있다.

### 3.2 가뭄지역 지원대책

안정적인 용수공급을 위한 저수지운영대책과 함께 추진중인 가뭄지역 지원대책으로는 광역 및 지방상수도간 연계운영 방안, 지하수 관측정의 활용방안, 비상급수 및 병물지원 등이 있다.

#### (1) 광역 및 지방 상수도간 연계운영

가뭄으로 인한 지방상수도 취수중단에 대비하여 광역상수도에 인접해 있는 지역을 대상으로 총 41개소의 비상 연결관로 설치하여 1일 1백5십만톤의 용수를 가뭄에 즉각 대응할 수 있는 체계를 이미 점검 완료하였다. 이 시설은 가뭄 악화로 인한 지방상수도 취수중단시 설치된 비상 연결관로를 이용 즉각적인 지원을 실시할 계획이다. 과거 2001년 가뭄시에도 수도권광역상수도과 동두천 지방상수도간 연결관로를 이용하여 527천㎥을 공급한 바 있으며, 아산공업용수도를 통해 삼교천 농업용수를 비상 공급한바 있다.

#### (2) 지하수 관측용 관정 활용

소규모 마을 상수도 급수나 농업용수 부족시 인근

표 10. 수계별 연계대상댐 및 하류 조절점

구 분	한강	낙동강	금강	섬진강
대상댐	소양강, 충주, 횡성, 화천, 팔당, 춘천, 의암, 청평, 괴산댐	안동, 임하, 합천, 남강, 밀양댐, 영천, 운문댐	웅담, 대청댐	섬진강, 주암, 수어댐
조절점	팔당댐	진동	공주	송정

표 11. 방류량 조정 의사결정 절차

구 분	의사결정지수		방류량 조정	비 고
	댐 공급능력	하천 물수지		
A단계	댐수위<저수위	유량>고시유량	- 방류량 유지 또는 증가	
B단계	댐수위<저수위	유량>고시유량	- 방류량 감량 - (유량 - 고시유량)이내	
C단계	댐수위<저수위	취수량<유량<고시유량	- 방류량 감량 - (유량 - 취수량)이내	- 관계기관(홍수통제소, 환경청 등) 협의
D단계	댐수위<저수위	취수량>유량	- 방류량 증량 - (취수량-유량) 이상	비상활용용수 조기 공급

※ 댐수위(6월말 예상수위), 유량(하천유량), 고시유량(하천유지유량)

지역에서 한국수자원공사 자체 관리중인 지하수 조사용 관정 320개소를 이용하는 방안을 강구하고, 현재 남부지방의 심한 가뭄에 대비하기 위하여 이 지역에 위치한 지하수 조사용 관정 109개소, 1일 최대 9,100톤의 용수공급 방안을 수립하였다. 과거 2001년 가뭄에도 128천m<sup>3</sup>의 지하수를 공급한 바 있다.

### (3) 비상급수 및 병물 지원

또한 한국수자원공사에서는 본부 및 현장 관리단에서 비상시 운반급수를 위해 급수차량(16대), 급수탱크 88개(226톤)를 보유중에 있으며, 1일 45,000개(500ml) 생산규모의 병물공장을 갖추고 있다.

이러한 다양한 방안을 토대로 가뭄지역 지원대책을 강구하므로써 가뭄으로 인한 급수 중단이나 용수이용에 어려움이 발생할 경우 물공급 대국민 서비스를 신속하고 체계적으로 수행하여 국민들에게 보다 더 신뢰받는 공기업이 될 수 있도록 하는데 최선을 다할 것이다.

### 참고문헌

1. 한국수자원학회, 1995.4, '94 가뭄의 수문특성과 용수공급전망
2. 한국수자원학회, 1996.4, 가뭄극복방안
3. 한국수자원공사, 2001, 가뭄극복 비상대책 활동보고서
4. 건설기술연구원/한국수자원공사, 2002, 가뭄관리 종합대책 수립연구
5. 한국수자원학회, 2006.3, 국내외의 가뭄관리 현황 및 개선 방향
6. 기상청, 2008, 기상 및 가뭄분석
7. 한국수자원공사, 2008, 연간 저수지운영계획
8. 한국수자원공사, 2008, 다목적댐 운영 종합보고서
9. 한국수자원공사, 2008.1, 국가안전관리세부집행계획
10. 한국수자원공사, 2008.10, 가뭄극복대책 수립보고
11. 국토해양부/한국수자원공사, 가뭄정보시스템 