

2001년 상반기 다목적댐 운영실적 평가 및 가뭄대처상황

신 의 상 (한국수자원공사 댐관리처장)

이 현 노 (한국수자원공사 물관리종합상황실 물관리팀장)

정 대 순 (한국수자원공사 물관리종합상황실 대리)

2001년 상반기의 댐운영은 봄가뭄에 대비한 가뭄 대책의 수립 및 수행으로 대표된다. 금년은 3월부터 본격적으로 시작된 봄가뭄에 의해 전국적으로 많은 국민들이 어려움을 겪은 시기였다. 특히 중부지방은 기상관측 이래 최소 강우량을 보인 기간으로 대다수 관측소 강우량 기록이 갱신(?)되기도 하였다. 본 고에서는 올해 상반기 전국의 수문상황을 강우량을 중심으로 정리하고, 다목적댐 운영실적을 중심으로 한국수자원공사에서 시행한 다양한 가뭄극복 상황을 정리하였다.

올해의 댐운영상 의의는 한강수계 댐군 통합운영의 본격적 시행에서 찾을 수 있다. 그간 관련 제도의 보완과 모형개발 이후 지난해 1년간의 시험운영을 거쳐 금년부터 본격적인 운영에 돌입하였다. 특히 금년 상반기에는 중부지방을 중심으로 한강수계의 수원 유입이 줄어들어 물수급에 이례적으로 어려움을 겪은 해였다. 기존의 운영조건과 대비할 때, 한강수계의 금년도 안정적인 물수급은 통합운영의 효과라고 판단되며, 만약 통합운영상황이 아니었다면 팔당댐에서의 하류 책

임 공급량 124m³/초를 만족하는데 큰 어려움을 겪었을 것으로 전망된다. 이외에 금년 한강수계내 통합운영모형에서 기존과 달리 개선된 제도적 기술적 사항에 대해서도 아울러 정리하였다.

1. 2001년 상반기 기상상황

1.1 상반기 전국 강수량 현황

금년 상반기 가뭄의 주요원인은 우리나라의 기후를 지배하는 주요 기단중 양쯔강 기단이 장기간 영향을 미쳤기 때문으로서 최근 3개월 동안 우리나라는 동서 고압대의 영향을 주로 받아 북쪽과 남쪽에서 접근하는 기압골이 한반도 부근에서 활성화되지 못한 채 남북으로 분리되어 통과하는 빈도가 많았다. 즉, 중국 내륙지방에서 10여년째 계속되는 고온건조 현상에 의한 중국 중부 양쯔강 하류 지역(화중지방)을 중심으로 발달한 이동성 고기압의 영향을 자주 받아 남쪽에서 수증기 유입이 억제되었고, 북쪽을 지나는 기압골의 세력도 약해 맑고 건조한 날씨가 지속되었다. 외신에

따르면 중국 동북부 지방과 남서부 지방의 올 봄 강수량은 평년의 10% 수준에 불과하고 중국 쓰촨성의 경우 약 22만 7000ha의 농경지에서 전혀 수확을 거둘 수 없을 것으로 예측된다. 북한지방 봄가뭄도 마찬가지

표 1. 우리나라에 영향을 미치는 기단

구분	명칭	분류	성질	발달 시기
한대기단	시베리아 기단	대륙성 한대 기단(cP)	한랭 건조	겨울
	오호츠크해 기단	해양성 한대 기단(mP)	저온 다습	늦봄~초여름
열대기단	북태평양 기단	해양성 열대 기단(mT)	고온 다습	여름
	양쯔강 기단	대륙성 열대 기단(cT)	온난 건조	봄, 가을
	적도 기단	해양성 열대 기단(mE)	고온 다습	여름

특집

2001년 상반기 다목적댐 운영실적 평가 및 가뭄대처상황

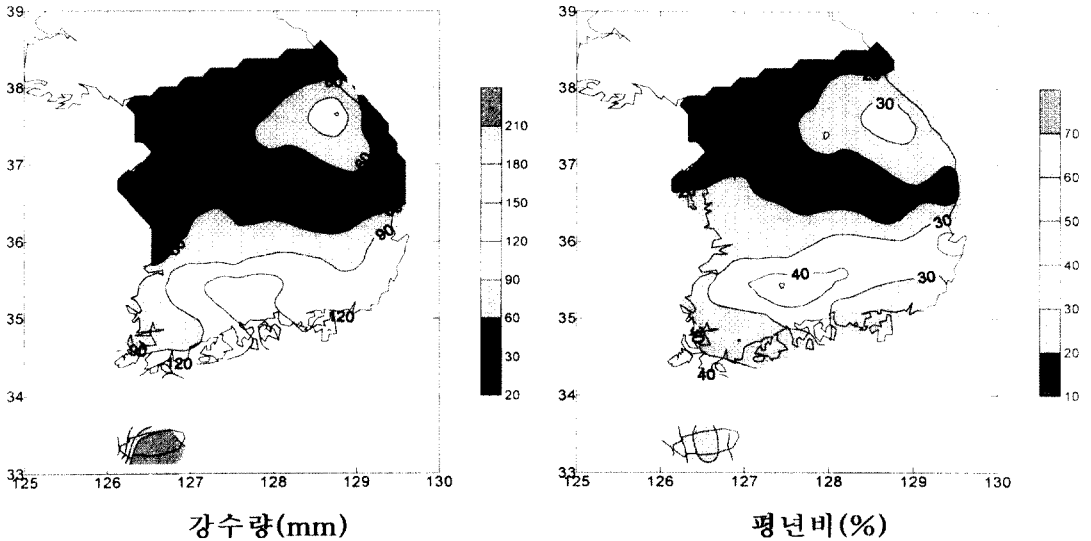


그림 1. 2001년 상반기 전국 강수량 현황(기상청 자료)

가지로서 황해도와 평안남도에서는 평년 강수량의 7~34%에 불과했다.

황자료이다(기상청 자료). 금년 전국의 평균 강수량은 약 228mm로서 예년의 60% 수준을 보이고 있다.

1.2 상반기 전국 강수량 현황

6월 10일 기상청 자료에 따르면 3월 이후의 기상관측소 76개소 중 기간 최소 강수량을 기록한 관측소가 51개소로서 67%에 달하였다. 나머지 관측소들도 기간 최소 강수량의 기록을 갱신하지는 못하였더라도 2위 또는 3위권 내의 기록을 갱신하고 있다. 금년 상반기 강수량은 예년 대비 42~74%까지의 편차를 보인다. 특히 한강수계를 중심으로한 중부지방에서 극심한 강수량 부족을 보이는데, 그림 1은 금년의 강수량 현

2. 상반기 다목적댐 운영실적

2.1 다목적댐 강수량

6월 11일 현재 전국 11개 다목적댐의 상반기평균 강수량은 예년 306.9mm의 50.8%인 156.0mm이며, 전국적으로 5~100년 빈도의 상황을 보였다. 표 2를 볼 때, 금년 상반기 강수량은 다목적댐을 기준으로 한강수계가 100년, 낙동강수계가 10~50년, 금강수계가 100년, 섬진강수계가 5~50년빈도의 가뭄에

표 2. 상반기 다목적댐 강수량 현황(2001. 3. 1~6. 11일 기준)

구분	전체평균	한강수계			낙동강수계			금강수계	섬진강수계		
		소양강	충주	안동	임하	합천	남강	대청	섬진강	주암(본)	주암(조)
금년(mm)	156.0	118.1	117.7	135.3	123.9	237.7	284.8	134.9	270.0	213.2	196.0
전년(mm)	186.1	184.7	216.7	178.0	120.9	182.0	149.9	182.7	224.6	160.3	175.0
예년(mm)	306.9	280.1	281.2	289.5	250.8	352.4	421.4	288.4	342.1	381.6	440.7
전년대비(%)	83.8	63.9	54.3	76.0	102.5	130.6	190.0	73.8	120.2	133.0	112.0
예년대비(%)	50.8	42.2	41.9	46.7	49.4	67.5	67.6	46.8	78.9	55.9	44.5
빈도	댐별	100년	100년	50년	50년	10년	10년	100년	5년	50년	50년
	수계별	100년			10~50년			100년	5~50년		

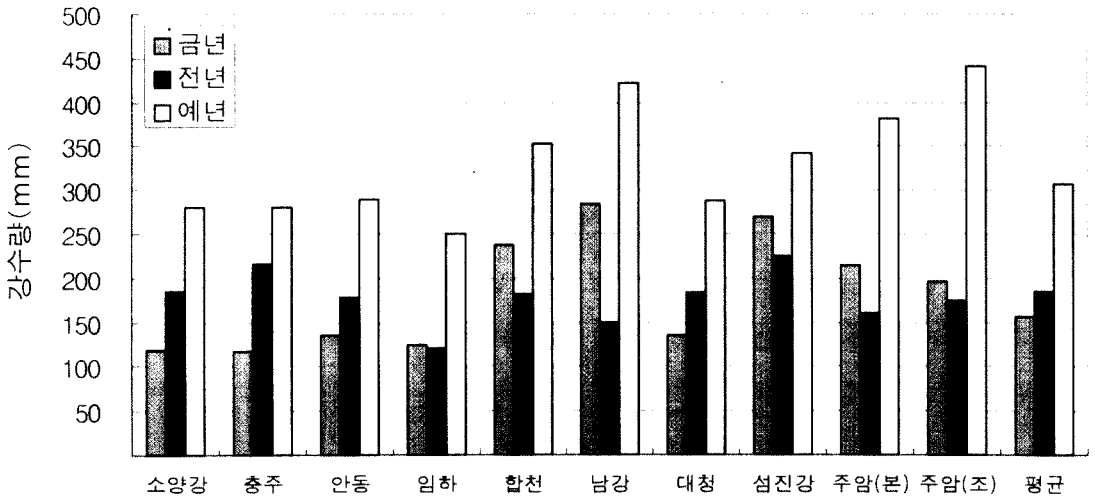


그림 2. 상반기 다목적댐 강수량 실적(1.1~6. 11 현재)

상당하는 강수량 부족을 보였다.

전국 10개 다목적댐 유입량은 금년에 1,842백만^m³ 으로서 예년 3,304백만^m³의 55.7%에 불과하며, 과거 극심한 가뭄이 있었던 94년의 97.2% 수준에 불과

2.2 다목적댐 유입량 및 방류량 실적

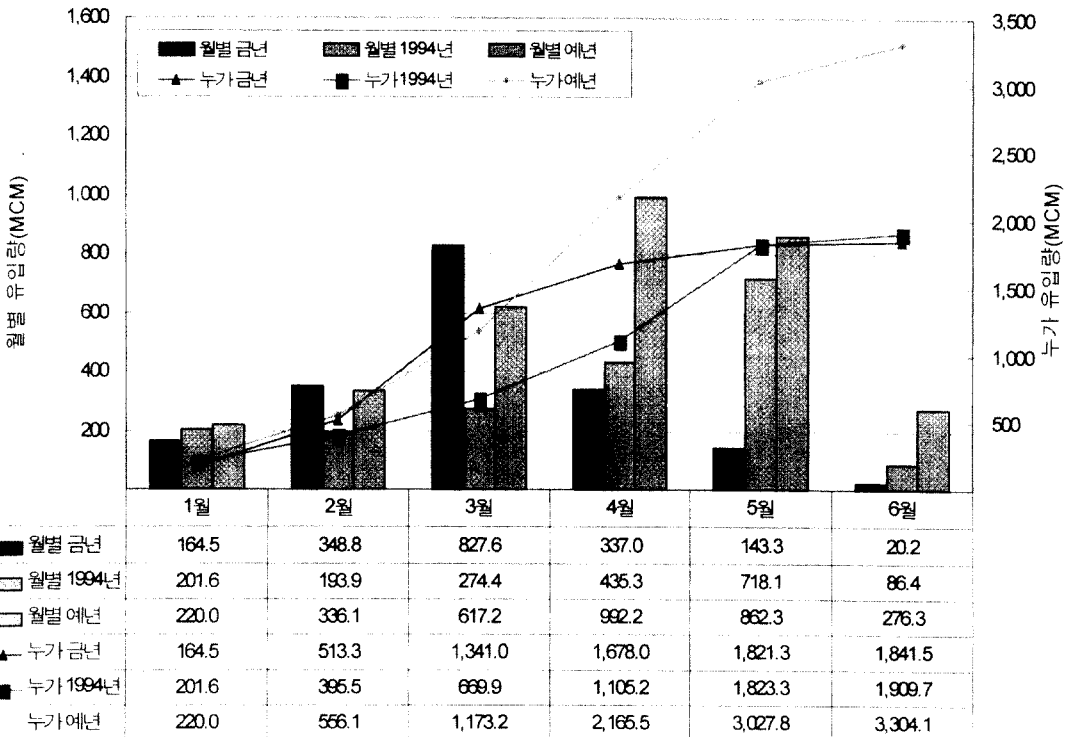


그림 3. 상반기 다목적댐 유입량 실적(1.1~6.11, 단위: 백만^m³)

한 유입상황을 보이고 있다. 그림 3을 볼 때, 특히 금년 가뭄상황은 3월까지 예년수준 유입이 들어오던 중 3월이후 강수량이 최저치를 기록하면서 가뭄이 급격히 심해진 경향을 보이고 있다.

전국 10개 다목적댐의 금년도 총 방류량은 3,678 백만^m으로서 전체 유입량의 200%를 공급하는 실적을 기록하였다. 가뭄이 극심한 최근의 댐 유입량은 하루 2.7백만^m에 불과하나 댐에서의 용수공급은 이보다 10배가 많은 하루 26백만^m을 공급하는 등 다목적댐의 갈수대응 능력을 충분히 발휘하였다. 그림 4는 금년 다목적댐 운영실적으로서 유입량과 방류량에 대한 대비를 나타낸다. 3월 이후 급감된 강수량에 의해 4월 이후의 유입량 감소가 현저했으나, 다목적댐 방류량은 지속적으로 증가되어 하류 용수공급에 지장이 없도록 탄력적으로 공급되어 졌다.

3. 가뭄대비 비상대책 수행실적

3.1 비상대책반 편성 및 운영

한국수자원공사는 4월 이후 강수량 부족으로 인한 생공용수 제한급수 및 농업용수 부족에 대한 문제 발생이 예상되자 평갈수기 물관리업무를 확대하여 5월 4일부터 가뭄대책반을 가동하였다. 이로부터 본사 및

현장 41개 사업단에서 가뭄대책반이 가동되어 현장 인근의 가뭄피해 예상지역 및 발생지역에 대한 지원 활동이 본격화 되었으며, 가뭄피해가 심화되던 5월 25일부터는 24시간 상시 근무체제로 전환하여 비상대책 및 각종 지원활동을 수행하였다. 이를 위한 주요 활동으로는 가뭄극복 비상대책반의 운영을 통하여 전국의 가뭄상황 및 실태를 조사하고, 댐 저수량과 수용가 실태를 점검하여 댐 방류량을 탄력적으로 조정하였으며, 지방상수도과 광역상수도 및 공업용수도와의 비상연계공급, 비상급수 물차의 운영, 물절약 홍보 등에 전체 사업단이 참여하였다.

3.2 상반기 제한급수 상황

6월 14일 현재 전국에서 생활용수 제한급수를 받는 지역은 강원, 충북, 전남, 경북, 경남지역을 중심으로 80개 시군, 80,073세대로서 총 270,560명이 제한 및 운반급수를 겪고 있는 실정이다. 그림 5는 현재 전국 용수수급 현황으로서 다목적댐과 광역 및 공업용수도의 수혜를 받는 지역에서는 물사용에 문제가 없음을 알 수 있다.

현재 물부족 상황은 산간 또는 해안 도서지방의 수원 개발이 어렵거나 대규모 광역·공업용수도가 도달하지 못하는 지역에서 집중적으로 발생하고 있다. 이

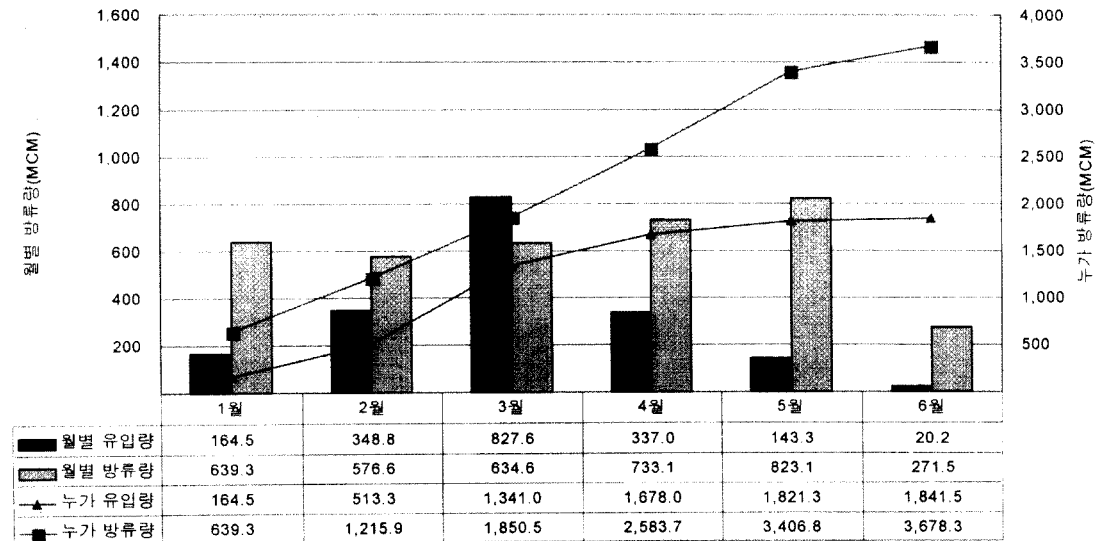


그림 4. 상반기 다목적댐 방류량 실적(1.1~6.11, 단위 : 백만^m)

용수공급 현황도

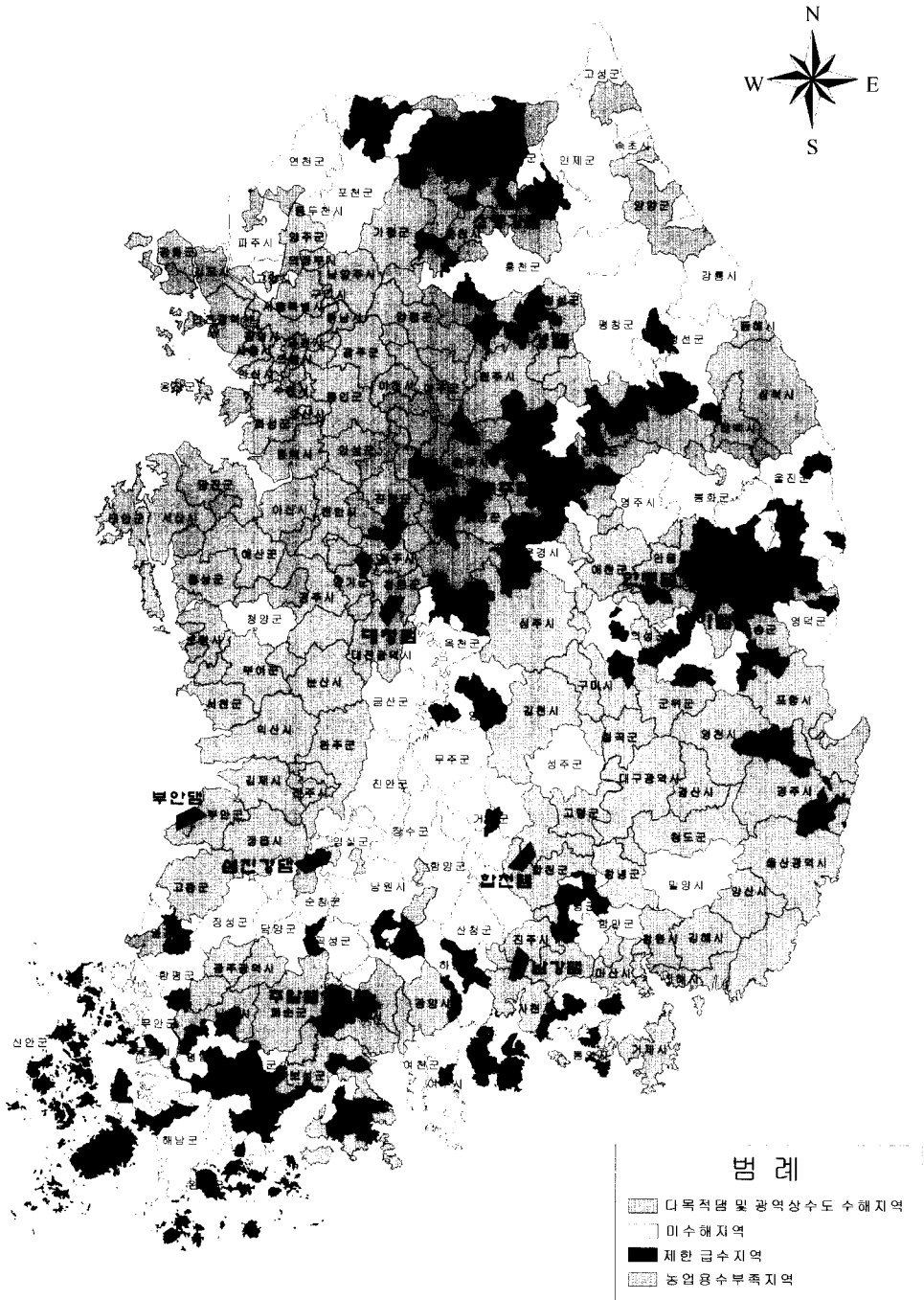


그림 5. 전국 용수공급 현황도

리한 제한급수 상황은 지난 5월 22일 기준으로 1만 7천여 세대에서 58,000명이 제한·운반 급수를 받았던 것과 비교할 때 가뭄의 정도가 갈수록 급격히 심화되고 있음을 보여준다. 이는 적정 수원의 개발과 함께 '개발된 수원을 어떻게 기술적 제도적으로 광역에 배분할 것인가?' 라는 문제를 극명하게 보여준다.

3.3 한국수자원공사의 비상용수 공급실적

금번 가뭄기간중 한국수자원공사의 비상용수 공급은 다양한 방식을 통하여 이루어졌다. 비상급수 지원 대책에 따라 소양강댐 등 6개 다목적댐에서 수질개선 및 농업용수 공급을 위하여 9천7백만m³을 비상공급하였으며, 용수공급전용 댐에서 여유수량을 전환하여 농업용수가 부족한 인근 지역에 비상용수공급을 실시하였다. 기존의 이러한 비상용수 공급 방안들 외에도 광역상수도과 공업용수도에서의 여유수량을 농업용수로 전환하여 인근 농지에 공급하는 방안도 새로이 시도되었으며, 특히 5월 13일부터 급수중단상황에 있던 동두천시에는 광역상수도과 지방상수도의 연계를 통한 비상급수를 수행하여 10,000m³/일의 비상급수를 공급하였다(동두천 취수장 급수인원은 25,600세대 총 69,000명).

이 외에도 비상급수를 위하여 지하수 조사용으로 개발된 169개 관측정의 농업용수 공급지원, 물차 지원, 양수기 지원, 물절약 홍보 등 다양한 조직 및 매체를 통한 활발한 활동이 수행되었다. 본사 및 41개 사업단을 통하여 금번 가뭄기간에 수행된 비상용수 급수내역은 표 3에 정리하였다. 5월 4일 이후 가뭄대책 비상근무를 수행하면서 6월 14일까지 총 9천9백만m³의 비상급수를 수행하였다.

4. 한강수계 댐군 통합운영 효과

4.1 댐군통합운영의 필요성

서로 다른 관리목적을 가지고 상호 연계된 댐군을 각기 서로 다른 기관에서 운영하는데서 발생하는 기초자료의 공유 결핍과 댐운영계획의 수립단계에서 상호간의 입장을 반영할 수 없는 수계내 댐운영계획은 가용수자원의 비효율성을 발생시킬 수 밖에 없다. 더욱이 이들 댐관리기관들의 운영에 관련된 이해관계가 상충되는 경우, 각 기관의 운영계획을 조정할 기구가 부재했던 현실에서 한강수계 댐군 통합운영의 의의는 매우 크다고 할 수 있다. 이러한 한강수계 댐군통합운영은 금년 상반기와 같은 극심한 가뭄시기에 뚜렷하

유사수문년도 수문량 비교

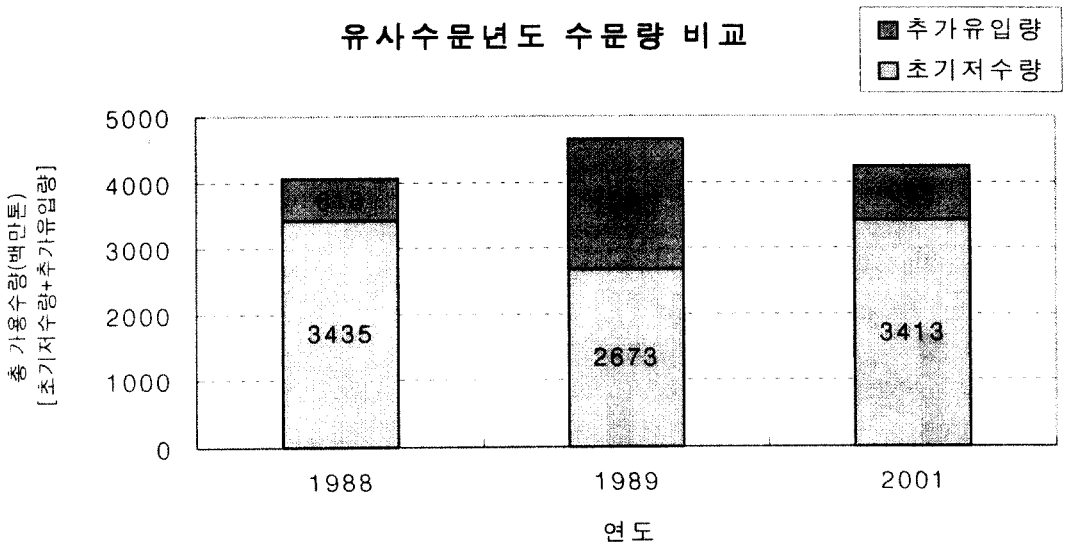


그림 6. 유사수문년도 선정

표 3. 비상용수 급수실적(6. 13일까지 실적)

구분	공급지역	공급원	공급량(천㎥)				
			전일까지	금 일	누 계		
계			98,212.57	969,828	99,182,398		
1. 다목적댐 공급			96,070	743.5	96,813.5		
한 강	서울시,한전(주) 등	소양강,충주댐	38,882	-	38,882		
금 강	석성정수장(부여권)	대 청 댐	6,048	-	6,048		
낙동강	부산,마산,함안군,함천군	안동,남강,합천	42,383	432	42,815		
	밀 양 시	밀 양 댐	210	52.5	262.5		
	대구광역시	임하댐(영천도수로)	8,547	259	8,806		
2. 광역상수도 및 용수댐 공급			2,034.819	223.028	2,257.847		
용수 전용댐	생활	경북	경주시 안강읍	안 계 댐	238.53	-	238.53
		강원	동해시(이원정수장)	달 방 댐	-	6	6
	농업	강원	동해시,태백시	달방댐,광동댐	26.2	-	26.2
	소계				264.73	6	270.73
광 역 상 수 도	생활용수	충남	천 안 시	대청댐광역	341	11	352
		경기	동두천,양주군	수도권광역Ⅴ	442	17	459
		경남	창 념 군	밀양댐광역	330	15	345
	농업용수	경기	시흥시 등	수도권Ⅲ,Ⅳ단계	62	45.62	107.62
		경남	축동면 반응리	남강댐광역	14	1	15
	소계				1,189	89.62	1,278.62
공 업 용 수 도	농업	경북	경주시, 포항시	포항공업용수도	91.9	10	101.9
	농업	울산	울주군 청량면	울산공업용수도	48.4	5.76	54.16
	농업	전남	순천시 해룡면	여천공업용수도	9	-	9
	농업	충남	삼교호(농기반)	아산공업용수도	354.7	91.2	445.9
	소계				504	106.96	610.96
기타	농업	충남	아 산 시	아산정수장	30.4	3.29	33.69
	농업		부 여 군	석성정수장	19.21	2.5	21.71
	농업	충북	충주시 목벌1.2동	충 주 댐	0.14	0.03	0.17
	농업		청주시 성화동	청주정수장	-	0.02	0.02
	농업		청원군 가덕면	대청취수장	-	11.2	11.2
	농업	경기	고 양 시	일산정수장	0.043	-	0.043
	농업	전북	장수군 번암면	동화정수장	0.02	-	0.02
	농업		군산시 내흥동	군산정수장	19.376	0.855	20.231
	농업	경기	양평군 양평읍	혹천 표류수	7.5	2.5	10
	농업	경남	밀 양 시	밀양정수장	0.4	-	0.4
	농업	부산	강서구 녹산동	녹산동 저수지	-	0.053	0.053
	소계				77.089	20.448	97.537
	3. 국가 지하수 조사용 관측정을 이용한 농업용수공급			107.75	3.3	111.05	
강원도,	고 성 군		105	3	108		
경기도경북도	양평군, 영양군		2.75	0.3	3.05		

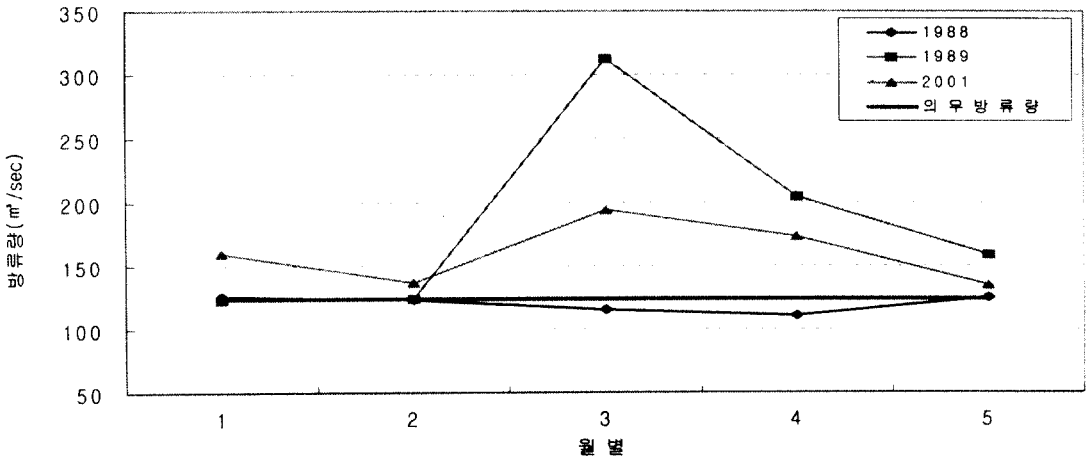


그림 7. 팔당댐 월평균 방류량 비교

계 그 효과를 보였다.

4.2 유사 수문년 분석

기존 5개댐(소양강댐, 충주댐, 화천댐, 청평댐, 팔당댐)이 연계운영되어진 기존의 수문기간인 과거 15개년도('86~'00년)에 대하여 수계내 저수지의 초기저수량과 5월말까지의 유입량을 합산해서 금년 상반기의 실적과 비교하였다. 이를 통하여 금년 가뭄기간의 수문사상과 유사한 경우가 '88년 및 '89년의 경우로 선정되었다. '88년은 연초 상류댐의 확보 저수량은 금년과 유사하였으나, 5월말까지 유입상황은 금년보다 다소 저조하였다. '89년은 초기 저수량이 금년보다 적었던 반면 유입조건은 금년보다 양호하였는데, 이들의 자료를 도시한 결과는 그림 6과 같다.

'89년도 당시 한강수계의 상반기 가뭄상황은 기존 '94~'95 기간중의 가뭄보다 더욱 극심한 상황으로서 팔당댐의 하루 책임공급량 124m³/sec를 만족시킬 수 없는 상황이 발생하였다. 그림 7은 팔당댐의 월별 방류량 자료를 도시한 결과로서 '88년과 '89년 1월경에 팔당댐의 월별 방류상황이 악화된 상황이었음을 알 수 있다. 그러나 수계내 댐군을 연계운영한 결과 금년의 경우 총 가용수량이 '88, '89년과 유사한 상황이었으나 책임 공급량은 100% 만족시키면서 안정적인 용수공급이 가능하였다.

4.3 모의운영을 통한 통합운영효과 분석

□ 금년 상반기 운영실적(통합운영조건)

금년 상반기 운영실적을 집계하여 수계내 주요 구간별 물 사용량을 확정하고, 이를 기준으로 실적 방류량 및 수위를 기준으로하여 지류의 유입수량을 확정하였다. 금년 상반기 운영실적을 정리한 결과는 그림 8과 같다.

□ 통합운영전 운영상황 모의결과(기존 운영조건)

기존 운영조건은 소양강 및 충주 다목적댐에 대한 기본계획방류량 충족을 위한 운영방식과 한전 수력댐의 예년평균 방류량 적용방식으로 볼 수 있다. 이외에 팔당댐의 책임방류량 124m³/sec 충족을 위한 사항도 작용하였다. 본 검토에서는 기존의 '94, '95년에 대한 운영실적을 분석하여 수자원공사 및 한국전력기술댐의 운영방식을 결정하고 이를 금년도 상반기 통합운영 대상댐에 대하여 적용하여 그림 9와 같은 기존 운영조건을 도출하였다.

□ 통합운영 전후 비교

6월 14일 현재의 전체댐 저수위는 모의운영과 실적치가 동일하게 일치하는 조건에서 상반기 총 방류량에 대한 댐별 차이는 발생하지 않았다. 그러나 기존 운영의 경우에는 금년의 운영실적과는 달리 관개기가 시작되어 농업용수 수요가 본격화되는 4월 이후에 물

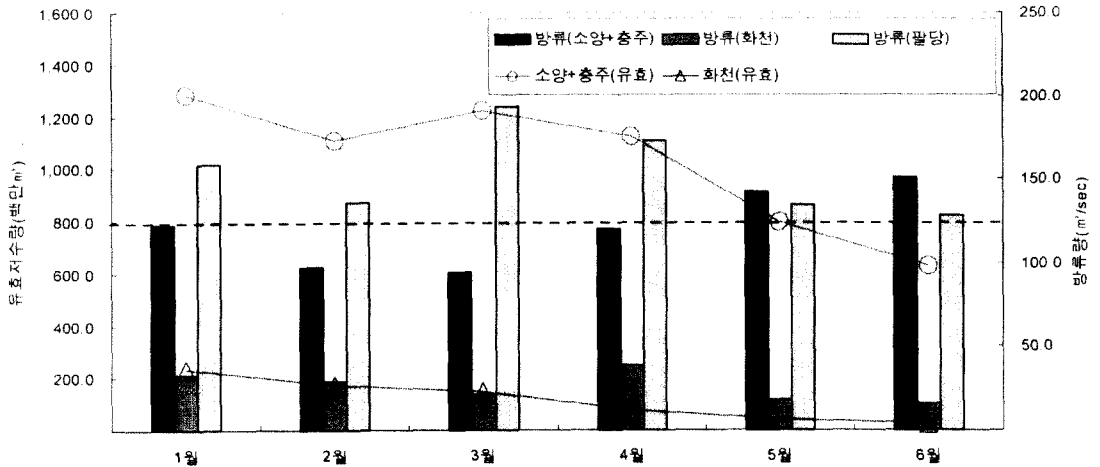


그림 8. 한강수계매년 상반기 운영실적 정리

공급상황이 급격히 악화되어지고 6월부터는 팔당댐 하류 제약사항인 124m³/sec의 조건이 불가능하게 된다. 이를 정리하면, 금번 통합운영의 효과로서 6월중 하류 책임방류량이 미달될 45백만m³의 추가 용수공급을 수행할 수 있었다고 판단된다.

5. 홍수기 운영전망

5.1 홍수기 기상전망

기상청 및 공군 73기상전대 하계 기상전망, 일본기상청 장기예보를 참조하여 작성된 금년 홍수기중의 하계 기상 전망은 표 4와 같다.

5.2 홍수기 저수지 운영계획

금년 홍수기의 저수지 운영방향은 기상이변 및 집중호우에 대비하여 2가지 측면에서 주로 수행되어질

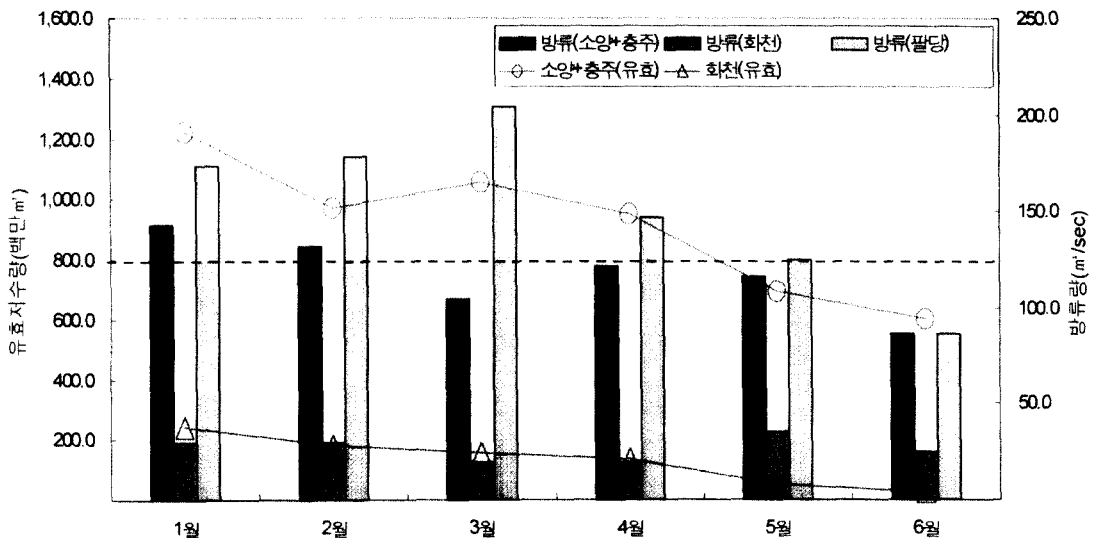


그림 9. 상반기 모의운영결과(기존 운영조건)

예정이다.

첫째는 댐별 유역 및 홍수특성을 고려한 운영으로서 예년의 강수량 조건이 발생할 경우 이수용량 확보를 위해 보다 치중해야할 댐과 치수용량의 확보를 위주로 운영되어야할 댐을 아래와 같이 구분하였다.

- ▶ 이수용량 확보 위주 운영(6) : 소양강, 안동, 임하, 합천, 대청, 섬진강
- ▶ 치수용량 확보 위주 운영(5) : 충주, 황성, 남강, 주암, 보령

둘째는 건설중인 댐 및 용수전용댐 홍수관리를 위하여 밀양 및 용담댐과 보령 및 부안댐을 대상으로 적극적으로 홍수관리시스템을 운영할 예정이다.

금년은 신규로 홍수관리를 시작하는 황성댐, 밀양댐, 용담댐에 대하여 실시간 물관리 시스템의 기능을 확장하였으며, 이들 중 지난해 2000년도에 개발이 완료된 황성댐을 제외한 밀양댐 및 용담댐에 대하여 홍수분석모형을 개발하고, 현장까지 시스템 탑재를 완료하였다. 그림 11에는 황성댐의 실시간 물관리 시스템 예가 제시되어 있다. 특히 금년을 우리나라가 홍수기 관리를 하면서 최초로 시도되는 복합저수지군에서의 홍수분석을 실용화하는 해가 될 것이다. 기존 대청

댐의 상류에 건설중에 있는 용담댐 영향을 연계해 분석할 수 있도록 대청댐 홍수분석모형을 개선하였으며 이를 위한 관련 시스템 준비도 완료하였다.

6. 결론

올해 갈수기 댐운영은 상반기 극심한 가뭄을 겪으면서 다양한 비상용수공급대책을 위한 방향으로 수행되었다. 특히 근래 유래없는 중부지방 가뭄으로 다목적댐의 역할이 빛을 발하는(?) 시기이기도 했다. 금년 상반기 가뭄과 관련하여 임진강 수계에서 연천댐이 철거된 이후 하루 농민들은 예년과 다른 몰부족으로 인한 어려움을 겪은 반면에 황성댐 담수이후 풍부해진 수량으로 인하여 황성댐 직하류 농민들이 예년과는 달리 비교적 풍부한 수량공급을 통해 좋아했다는 신문기사를 접한 적이 있다.

또한 금년 상반기부터는 한강수계 다목적댐 및 발전전용댐의 통합연계운영이 지난해 시범운영에 이어 본격적으로 수행되고 있다. 따라서 수문상황이 금년과 유사한 기존 '88년 및 '89년과 비교할 때 팔당댐의 책임공급량 이상으로 안정적인 방류를 수행할 수

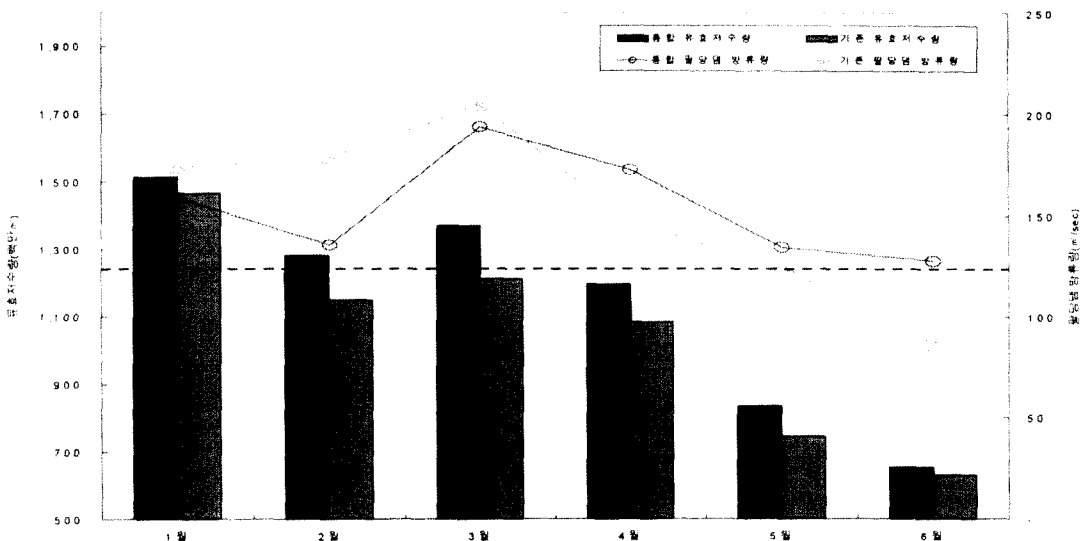


그림 10. 통합운영 전후 비교
(단, 통합저수량 : 소양, 충주, 화천댐의 유효저수량)

표 4. 2001년 하계 기상전망(물관리종합상황실)

'01년 하계 기상 전망		전 망	
기온	하 계	평년(23.8℃)과 비슷	23.5~24.0℃
	6 월	평년(21.4℃)과 비슷	21.0~21.5℃
	7 월	평년(24.8℃)과 비슷하거나 조금 낮음	24.0~24.5℃
	8 월	평년(25.4℃)과 비슷	25.0~25.5℃
강수량	하 계	평년(686.6mm)과 비슷	610~700mm
	6 월	평년(163.5mm)과 비슷	140~180mm
	7 월	평년(253.1mm)과 비슷하거나 조금 많음	260~310mm
	8 월	평년(270mm)보다 적음	190~230mm
	집중호우	7월 말~8월 중순사이에 2~3차례 예상	
태풍	2~3회		
장마	제 주	6. 19 ~ 7. 21	270~350mm
	남 부	6. 22 ~ 7. 23	350~430mm
	중 부	6. 23 ~ 7. 24	330~410mm

있었다. 만일 금년과 같은 상황에서 한강수계 댐군의 통합운영이 없었다면 팔당댐 하류 취수장에서의 취수장에 또는 수질문제가 크게 발생되었을 것으로 판단

된다.

결국 금년 상반기 다목적댐 관리 및 한국수자원공사의 적극적인 가뭄대처 노력은 기상 관측이래 최악으로 평가되는 가뭄으로 인한 피해를 실질적으로 상당히 저감시켜 주었던 것으로 판단된다. 그러나 금년과 같은 가뭄에 보다 일찍 수자원을 확보하여 대비할 수 없었던 점이 무척이나 아쉬운 느낌이다. 앞으로는 이상기후에 따른 가뭄 또는 홍수 문제가 더욱 제기될 것이 예상되므로 금년과 같은 이상가뭄에 대한 대비를 보다 철저히 해야할

것이며, 이를 위해서는 문제가 발생되기 이전에 보다 충분한 수자원을 확보할 수 있는 구조적 또는 비구조적 대책이 필요할 것이다. ●

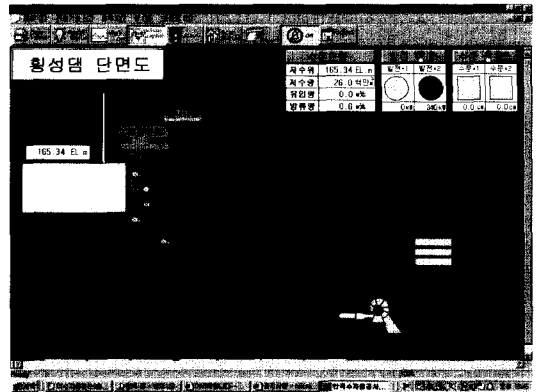


그림 11. 실시간 물관리시스템 개선(황성댐)