

댐운영 실적 및 효과분석

김 계 호 (한국수자원학회 고문, (주)유니세크 회장)

강 종 수 (한국수자원공사 댐사업본부장)

장 기 환 (한국수자원공사 댐관리처장)

황 만 하 (한국수자원공사 선임연구원)

1. 서 언
2. 기상현황
 - 2.1 전국 기상개황
 - 2.2 호우 사례
3. 다목적댐 수문현황
 - 3.1 다목적댐 홍수조절 제원
 - 3.2 댐유역 강우현황
4. 수계별 다목적댐 운영현황
 - 4.1 한강수계
 - 4.2 낙동강수계
 - 4.3 금강수계
 - 4.4 섬진강수계
5. 홍수조절효과
 - 5.1 기존 다목적댐의 홍수조절 효과
 - 5.2 계획댐(건설중인 댐 포함)의 홍수조절 효과
6. 결론 및 향후대책

댐운영 실적 및 효과분석

김 계 호 한국수자원학회 고문, (주)유니세크 회장
강 종 수 한국수자원공사 댐사업본부장
장 기 환 한국수자원공사 댐관리처장
황 만 하 한국수자원공사 선임연구원

1. 서 언

매년 겪는 연례적인 장마를 끝으로 지난 7월 31일 부터 시작된 집중호우는 지리산, 서울, 충청, 전라 및 경상지방 등 우리나라 전국 곳곳에 커다란 홍수피해를 가져왔다. 아직 최종 피해규모는 공식적으로 발표되지 않았으나, 8월 21일 06:00시를 기준으로 226명의 인명피해와 16만9천652명의 이재민, 13,800억원의 재산피해가 발생하였으며, 추가 피해를 고려하면 2조원 이상인 것으로 알려져 그 피해규모가 막대한 것으로 나타났다.

이번 집중호우의 특징은 예년의 장마를 끝으로 불볕더위가 시작되는 경향과는 달리 기상청의 장마가 소멸될 것이라는 7월 24일 예보이후 예고없이 집중적으로 호우가 발생되었다. 이후 우리나라에 집중호우대가 정체되면서 비구름 이동통로가 형성되어, 중국화남지방의 고온다습한 공기가 시시각각 우리나라로 유입되었고 우리나라 전역에 강한 집중호우를 보였다. 특히 이번 호우는 기상관측 이래 각종 강우기록이 사상최대를 보였으며, 설상가상으로 홍수피해가 발생한 후 복구에 여념이 없는 지역에 또다시 집중호우가 발생함으로써, 언제 어디서 또다시 발생할지도 모르는 집중호우에 가슴졸여야 하는 상황의 연속이었다. 금번 제릴라성 호우는 지역적으로 심한 편차를 나타냈으며, 강우는 주로 밤9시에 시작되어 다음날 새벽까지 이어져 야간에 기습적으로 내렸다. 7월 31일부터 지리산 일대에서 기습적으로 시작된 호우는 순천지방의 시간강우량이 1942년 서울의 118mm를 갱신하는 145mm를 보였으며, 이후 8월 5일 밤9시에서 6일 오전까지 강화지방에 619.5mm의 강우량을 보였다. 서울지역은 8월에 들어서만 869mm의 비가 쏟아져 1998년 연강수량이 8월 현재 1,745mm로 연평균 1,370mm를 훨씬 상회하였다. 이번 집중호우로 한강, 낙동강, 금

강 등 우리나라 대부분의 하천이 홍수통제에 들어갔으며, 가장 피해가 컸던 서울지방을 가로지르는 한강의 인도교수위는 8.55m를 기록하였다.

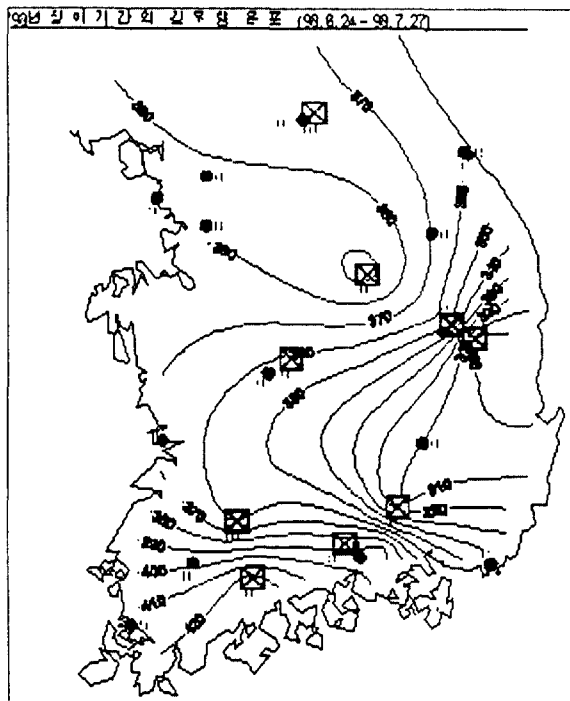
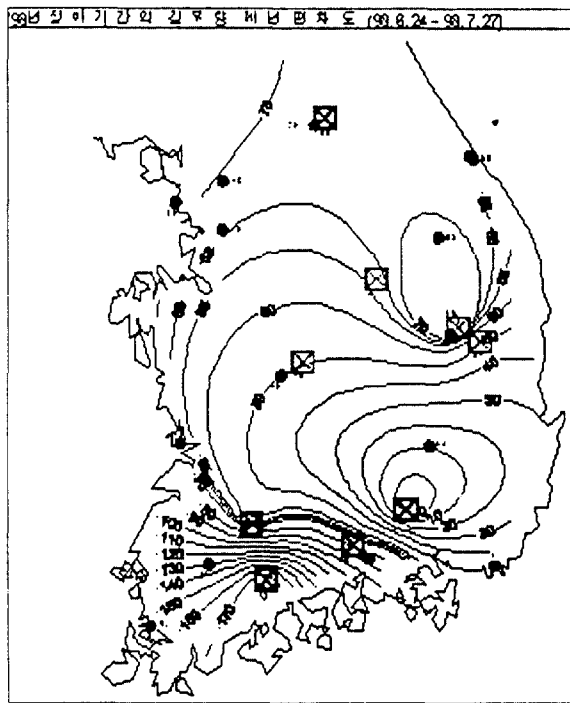
본 보고서는 다목적댐의 효율적 관리를 위해서 각 지역의 집중호우와 홍수상황에 관련된 자료를 수집하고, 유관기관에서 자료를 제공받아 강우상황, 주요지점의 수위 상황 및 유출상황, 홍수피해상황 등과 한국수자원공사가 관리하는 다목적댐 운영상황 등을 조사·분석한 결과를 요약한 것이다. 또한 수계별 다목적댐에 의한 홍수조절효과와 현재 건설중인 영월댐과 용담댐이 완공되었을 경우를 가정하여 하류의 상황을 분석하므로써 홍수조절효과를 분석하였다. 마지막으로, 금번 게릴라성 호우로부터 교훈을 되새기고, 이로부터 홍수피해를 경감하는 대책을 살펴보고자 한다.

2. 기상현황

2.1 전국 기상개황

'98년 홍수기가 시작되는 6월초까지는 북태평양고기압(mT)의 강력한 발달로 우리나라는 고온현상이 나타났고, 일본 남쪽의 장마전선은 평년보다 20여일이나 일찍 형성되었다. 우리나라 내륙에서 '98년 장마는 예년과 비슷한 6월 24일 시작하여 평년보다 일주일 정도 긴 7월 29일 종료하였고, 이 기간동안 댐유역에는 374mm(예년 대비 122%)의 다소 많은 강우가 있었다. 장마전선의 활동은 최근 몇 년간 비정상적인 패턴을 보였던 것에 비해 정상적인 활동을 했으며 국지적인 집중호우가 없었다. 또한 태풍 발생이 1회(예년대비 10%)로서 극히 적은 편이었다.

장마 후반기에는 10일 정도 뚜렷한 강우현상이 없었고, 장마전선이 일본 부근까지 물러나면서 기상청에서는 장마 종료를 발표하였으나 (7/29), 7/31부터 8/17까지 일명 게릴라성 집중호우가 전국을 돌며 발생, 이 기간동안 댐유역에는 456mm의 호우가 발생했다. 특히 순천지역에서 시간당 145mm의 극최고기록(7/31/23시)이 발생했으며, 서울에서는 연강수량과 맞먹는 1,202mm의 강우가 있었다.



<그림2-1> 장마기간동안의 전국 강우량분포와 예년대비 편차도

2.2 호우 사례

(1) 장마기 호우사례(6/24~7/29)

'98년 장마기에는 유역평균 50mm 이상의 호우사상이 3차례 발생했다. 주로 장마전선기에 발생했는데, 장마전선내 저기압이 발달하여 우리나라에 영향을 줌으로서 다소 많은 비가 왔다. 장마 후반에는 비가 적었으며, 98년 장마 특성을 기술하면 다음과 같다.

최근 몇 년간 우리나라에서 활성을 띄지 못했던 장마전선이 올해에는 정상적인 활동을 했고, 장마기 동안 태풍 발생이 거의 없었으며, 국지적으로 집중화된 호우가 적은 편이었다. 또 '98년 장마의 큰 특징은 해양성한대기단(mP)의 영향이 컸다는 것이다. 보통 장마전선은 덥고 습한 북태평양고기압(mT)과 차고 습한 오호츠크해고기압(mP) 사이에서 나타나며 mT가 세력을 확장하면서 장마전선이 북한 지역으로 북상시킴으로 장마가 종료되는데, 올 장마전선은 mP의 활성으로 북한지역으로 북상하지 못하였다. 또한 일본 남쪽으로 남하한 장마전선이 7/31일 이후 다시 북상, 우리나라에 오랫동안 머물며 일명 게릴라성 집중호우를 발생시켰다.

<표2-1> 장마기 주요 호우사례

장마기 호우사례		다목적댐유역 평균강우량	기압배치 형태
1차강우	6/24~28	125.6	장마전선+남서저기압
2차강우	6/30~7/2	97.3	장마전선+남서저기압
3차강우	7/8~13	58.1	장마전선

(2) 장마이후 게릴라성 집중호우 사례(7/31~8/18)

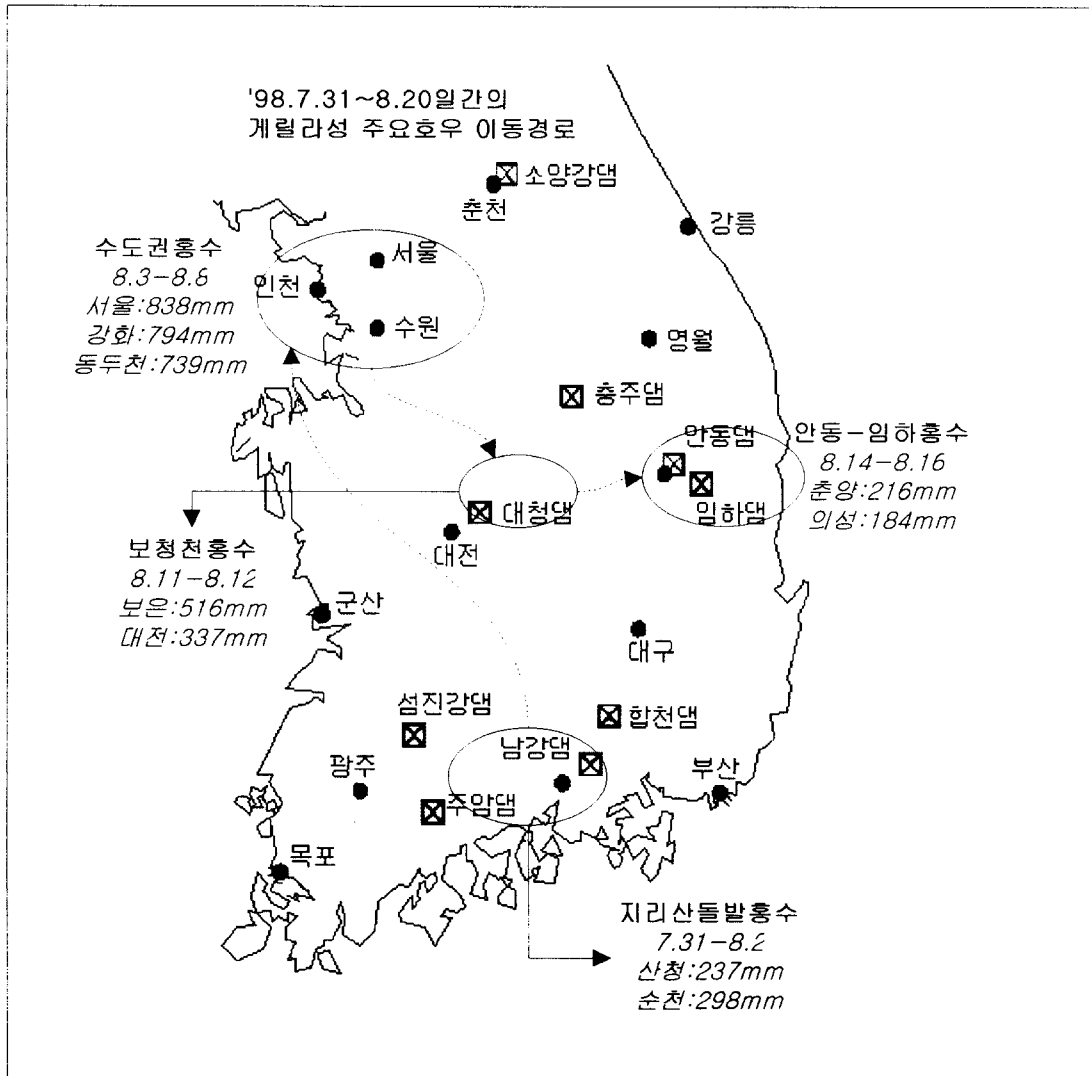
기상청의 장마 종료 선언후 이틀 후부터 발생한 게릴라성 집중호우는 서울에만 년강우량과 맞먹는 1202mm의 강우가 있었고, 순천에서는 시간강우량이 145mm/h로서 '42년 장흥에서 발생한 118.2mm/h의 극최고 기록을 갱신했다. 특히 낮동안은 비

가 없다가 밤과 새벽에 기습적인 호우가 내리고, 전국을 순회하며 예측불허로 발생했기 때문에 게릴라성 호우라는 신조어까지 만들게 되었다.

이번 게릴라성 집중호우는 북태평양고기압(mT)의 미발달로 장마전선이 다시 우리나라로 북상, 활성을 띄었고 여기에 양쯔강 대홍수를 일으켰던 습윤류가 지속적으로 우리나라에 유입하여 3차례의 호우를 발생시켰다. 특히 우리나라 부근에서 미세한 특정 기단이 형성되지 못함으로 지속적으로 집중호우형 대기상태가 동서로 유지되었다. 또한 2호 태풍 오토(Otto)와 3호 페니(Penny)가 중국대륙에 상륙후 저기압으로 변하여 2차례 집중호우를 발생시켰다. 게릴라성 주요호우 사례 및 이동경로가 표2-2 및 그림 2-4에 나타나 있다.

<표2-2> 게릴라성 주요 호우사례

지역적인 호우사례		주요 댐유역 평균 강우량	주요지점 강 우 량	기압배치 형태
지리산 호우	7/31~8/2	주 암 226.3 남 강 196.4	산 청 237.0 순 천 298.0	장마전선+남서저기압
수도권 호우	8/3~8	소양강 254.2 충 주 234.4	서 울 838.1 강 화 794.0 동두천 739.4	장마전선 + 간접적 태풍(OTTO)
보청천 호우	8/11~12	대 청 143.6 섬진강 76.8	보 은 516.0 대 전 337.0	장마전선+북서저기압
안동, 임하 호우	8/14~16	안 동 155.0 임 하 155.4	춘 양 216.5 의 성 184.0	장마전선 + 간접적 태풍(PENNY)



<그림2-2> 게릴라성 주요호우 이동경로

3. 다목적댐 수문현황

3.1 다목적댐 홍수조절 제원

현재 한국수자원공사가 관리하고 있는 다목적댐은 한강수계의 소양강 및 충주댐 2개소, 낙동강 수계의 안동, 임하, 합천, 남강댐 4개소, 금강수계의 대청댐, 섬진강수계의 섬진강댐, 주암댐 2개소등 총 9개소로 총저수용량은 108.32억 m^3 이며, 이중 홍수조절용량은 20.41억 m^3 에 이른다.

9개 다목적댐의 각 유역면적, 상시만수위, 저수용량 등 제원특성과 홍수조절에 관여되는 제한수위 및 홍수조절용량등 홍수조절제원을 비교한 결과는 표3.1과 같다.

표3.1에 나타난 바와 같이 9개 다목적댐중 홍수조절용량이 가장 큰 댐은 한강유역의 소양강댐으로 7.7억 m^3 이며 충주댐은 6.16억 m^3 으로, 한강유역 2개댐의 홍수조절용량은 14억 m^3 정도이다. 소양강댐 및 충주댐의 홍수조절 용량에 대해 유출을 70%를 고려한 상당우량은 각각 407mm, 133mm정도이다.

금강수계는 현재 대청댐의 홍수조절용량 2억5천만 m^3 으로 홍수조절을 하고 있으나, 유역면적 대비 저수용량비가 0.36에 불과하여 인근유역의 주요 다목적댐과 비교할 때 유역면적에 비하여 홍수조절규모가 작은 댐이며, 유출을 70%를 고려한 상당우량은 86mm에 불과하다.

섬진강수계는 섬진강댐과 주암본댐, 주암조절지등에서 홍수조절을 할 수 있으며, 그 규모는 1.12억 m^3 이다. 이를 각 유역에 대한 상당우량으로 비교하면 60mm-85mm에 불과하여 홍수조절에 많은 어려움을 겪고 있다.

낙동강수계는 현재 안동, 임하, 합천, 남강댐등 4개댐에서 홍수조절을 할 수 있으며, 총홍수조절 규모는 3.13억 m^3 이다. 4개댐중 홍수조절기능이 매우 미약한 남강댐을 제외한 3개댐의 상당우량은 84mm-124mm정도이다.

<표3.1> 주요 다목적댐 홍수조절제원

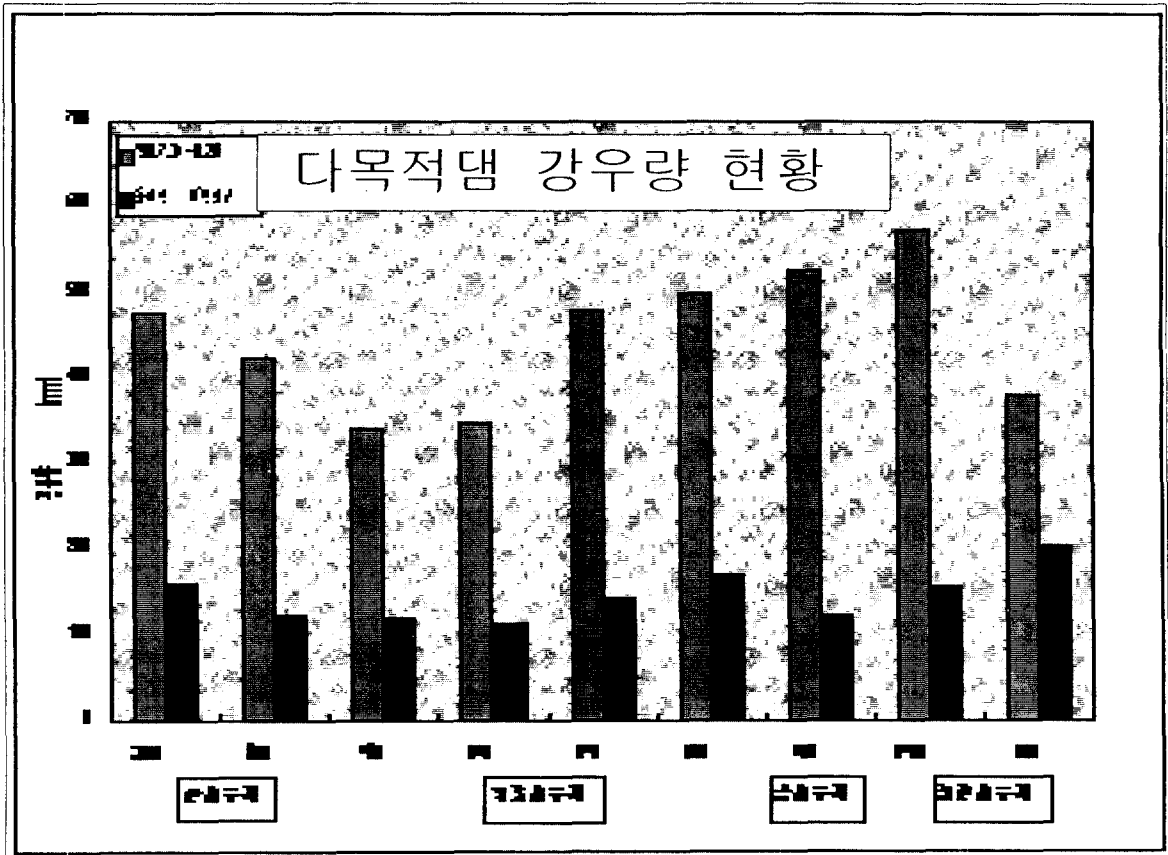
구 분	단 위	한강수계		낙동강 수계				금강 수계	섬진강수계		
		소양강	충 주	안 동	임 하	합 천	남강	대 청	섬진강	주암	주 암 조절지
유역 면적	km ²	2,703	6,648	1,584	1,361	925	2,285	4,134	763	1,010	134.6
댐높이	m	123	97.5	83	73	96	21	72	64	58	99.9
댐정상 표고	EL.m	203.0	147.5	166.0	168.0	181.0	42.0	83.0	200.0	115.0	115.0
홍수위	EL.m	198.0	145.0	161.7	164.7	179.0	39.5	80.0	197.5	110.5	111.1
상시 만수위	EL.m	193.5	141.0	160.0	163.0	176.0	37.5	76.5	196.5	108.5	108.5
홍수기 제한 수위	EL.m	185.5	138.0	-	161.7	-	35.5	72.0 ~ 76.5	-	-	-
여수로 표고	EL.m	185.5	126.0	151.0	151.4	166.0	31.0	64.5	192.7	98.5	108.5
총 저수 용량	백만 m ³	2,900	2,750	1,248	595	790	136	1,490	466	457	250
단위 면적당 저수 용량비	백만 m ³ /km ²	1.07	0.41	0.79	0.44	0.85	0.06	0.36	0.61	0.45	1.86
홍수 조절 용량	백만 m ³	770	616	110	80	80	43	250	32	60	20
상당 우량	mm	407	133	99	84	124	27	86	60	85	212

*상당우량 : 조절용량을 채울 수 있는 유역평균 강우량(유출률 70% 고려)

3.2 댐유역 강우현황

장마기인 6월 24일부터 7월 30일까지 다목적댐 유역에는 평균 310 ~ 450mm의 강우가 내렸다.

한편 케릴라성 집중호우로 7월31일부터 8월20일까지 내린 강우량은 다목적댐 유역에 평균 456mm(예년대비 330%)를 기록하여 장마기보다 상대적으로 짧은 기간에도 불구하고 강우량이 많이 내렸다. 이 기간동안 한강수계의 소양강과 충주댐 유역에는 각각 474.4mm, 423.9mm의 강우가 내렸다. 낙동강수계는 각각 안동댐 339.4mm, 임하댐 346.9mm, 합천댐 480.5mm, 남강댐 500.0mm를 기록하였으며, 8월 14-16일사이에 집중적으로 내렸다. 한편 금강수계의 대청댐은 523.2mm의 강우가 내렸으며, 8월 12일에는 집중호우우로 인해 보청천이 범람하기도 하였다. 섬진강 수계의 섬진강댐과 주암댐유역에는 각각 573.4mm, 378.8mm를 기록하였다.



<그림3.1> 다목적댐 유역의 예년평균강우량과 1998.7.31-8.20일 강우량

<표3.2> 다목적댐 유역의 평균강우량

단위 : mm

구 분	한강수계		낙동강 수계				금강	섬진강수계			전체 평균
	소양 강	충 주	안 동	임 하	합 천	남강	대 청	섬진강	주암	주암 (조)	
1차 호우 (6.24~6.28)	81.0	91.7	101.1	78.3	153.8	206.0	142.4	193.2	228.3	230.0	125.6
2차 호우 (6.30~7. 2)	106.8	126.3	116.2	42.1	64.5	60.8	98.7	78.2	52.4	59.0	97.3
3차 호우 (7. 8~7.13)	91.0	93.1	70.4	104.5	0.8	8.9	21.0	2.3	55.7	57.0	58.1
4차 호우 (7.14~7.17)	11.9	15.1	16.6	12.4	33.2	60.8	62.2	57.9	53.4	43.0	32.8
5차 호우 (7.18~7.24)	40.8	41.1	33.1	19.8	36.2	51.5	19.7	26.1	44.2	44.0	35.4
6차 호우 (7.25~7.30)	50.6	36.2	36.0	53.1	23.2	26.6	10.3	4.0	13.7	43.0	30.4
소 계 (6.24~7.30)	382.1	403.5	373.4	310.2	311.7	414.6	354.3	361.7	447.7	476.0	379.5
7차 호우 (7.31~8. 4)	106.1	88.2	52.1	54.8	92.1	196.4	111.1	155.9	226.6	190.0	113.0
8차 호우 (8. 5~8.16)	357.8	325.8	273.2	260.9	307.1	238.6	374.3	314.6	108.4	129.0	312.2
9차 호우 (8.17~8.20)	10.5	9.9	14.1	31.2	81.3	65.0	37.8	102.9	43.8	83.0	31.0
소 계 (7.31~8.20)	474.4	423.9	339.4	346.9	480.5	500.0	523.2	573.4	378.8	402.0	456.3
합 계	856.5	827.4	712.8	657.1	792.2	914.6	877.5	935.1	826.5	878.0	835.8

4. 수계별 다목적댐 운영현황

4.1 한강수계

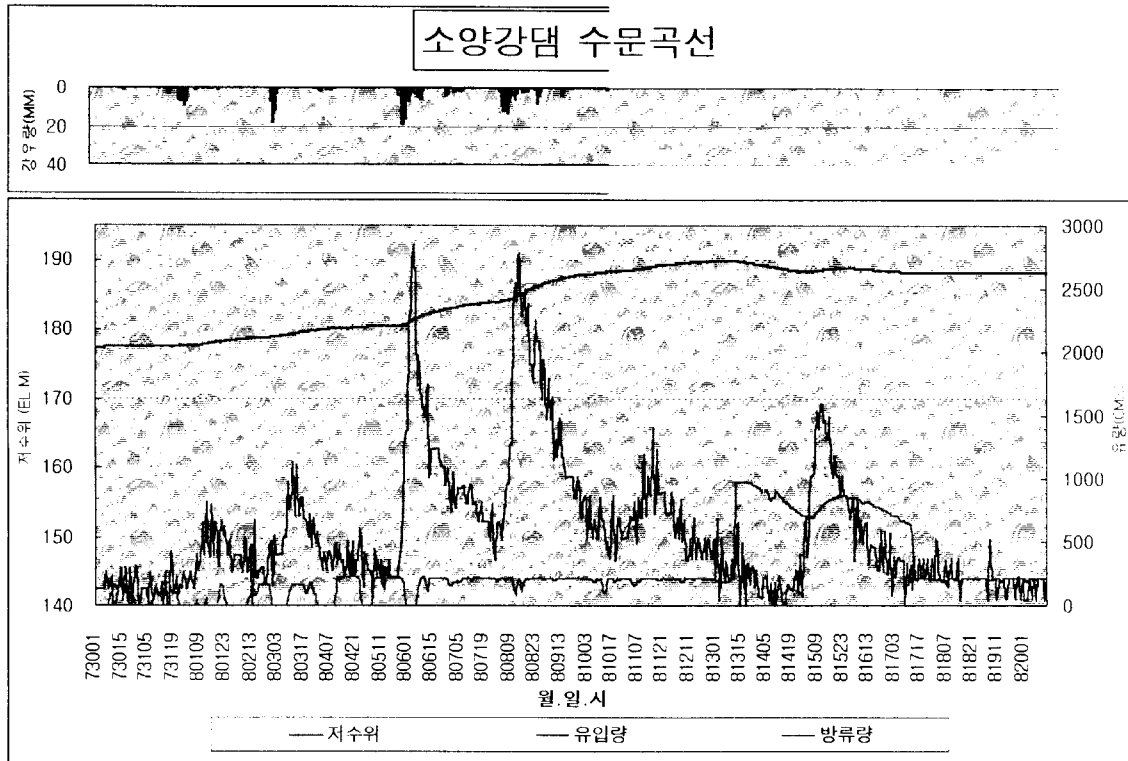
(1) 소양강댐

한강수계의 소양강댐은 금번 7월 31일부터 8월 20일까지 댐 유역평균 474.2mm의 강우가 내렸으며, 이로인해 8월6일 06:00시에 2,833cms가 유입되어 최대치를 기록하였다. 8월8일 19:00시에는 저수위가 제한수위인 EL. 185.50m를 초과하였으나 계획홍수위까지는 아직 여유량이 있는 반면, 한강본류 상황은 8월8일 22:00시에 인도교수위가 8.55m로 최고를 기록하면서 계속 상승하였다. 이에따라 소양강댐의 수문방류량을 약 179시간동안 지체한후 8월13일 12:00시부터 발전방류 220cms를 포함한 1,000cms의 수문방류 승인을 득하여 8월13일 17:00시에 최대방류량 979cms로 홍수조절 하였다.

홍수조절 기간동안 최고수위는 8월13일 11시에 EL. 189.96m를 기록하였으며, 첨두홍수량 대비 65%의 홍수조절을 실시하였다. 7월 31일부터 8월 20일까지의 댐으로의 총유입량은 1,102백만 m^3 이며, 이 기간동안 총방류량은 551백만 m^3 으로 댐에 551백만 m^3 이 저류되었다.

<표4-1> 홍수조절 현황

구 분	유입량	수위변동	방류량	홍수조절을
홍수조절 (8/5 12:00~ 8/17 20:00)	최대:2,833cms (8/6 6시)	방류개시:EL.189.96m (8/13 12시) 최고수위:EL.189.96m (8/13 11시)	○ 승인방류량 : 1,000cms ○ 첨두방류량 : 979cms (8/13/17)	65.4 %



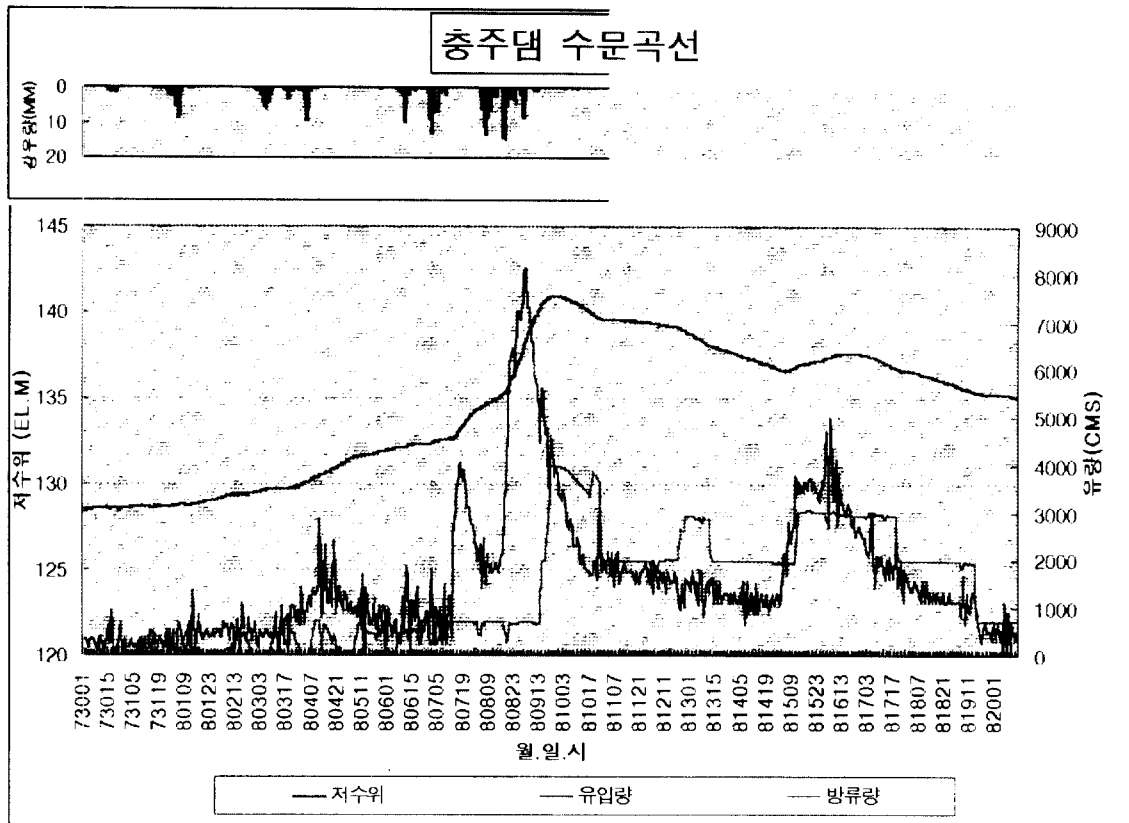
<그림4-1> 소양강댐 수문현황(실시간물관리시스템 제공)

(2) 충주댐

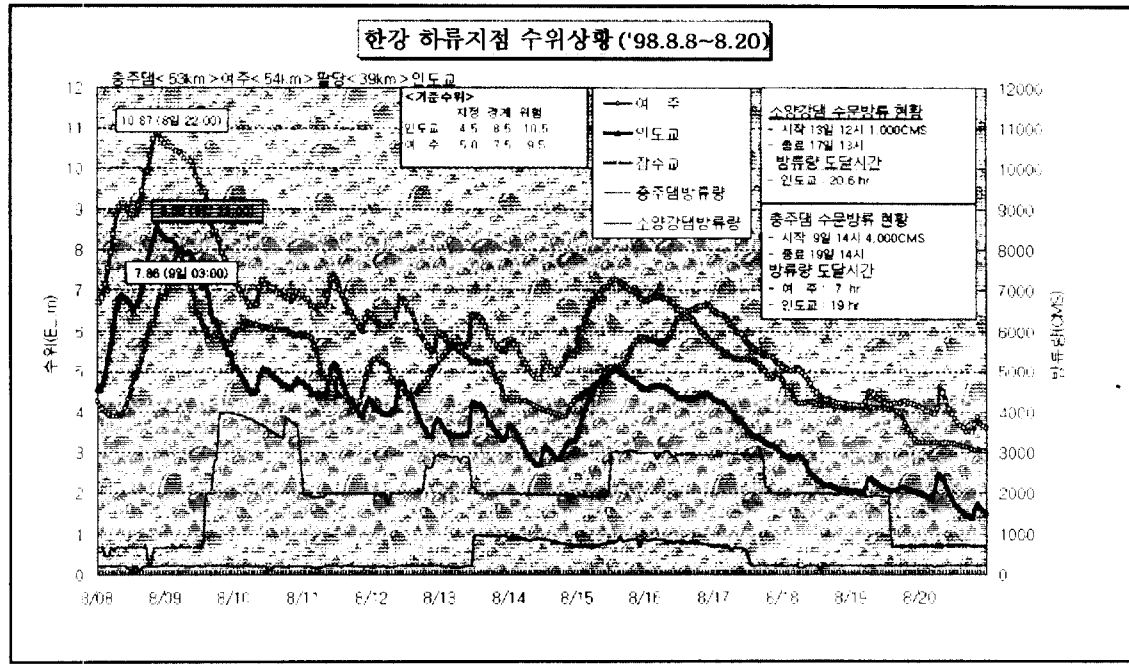
충주댐은 7월 31일부터 8월20일까지 댐 유역평균 423.9mm의 강우를 기록하였으며, 이로 인해 댐으로의 최대유입량은 8월 9일 05:00시에 8,068cms가 유입됨에 따라 시간당 수위가 30cm씩 증가 하였다. 8월 9일 05시에는 댐 제한수위인 EL. 138.00m가 초과하여 계속 상승함에 따라 8월 9일 14:00시에 발전방류 700cms를 포함하여 4,000cms로 수문방류량 승인을 득하였다. 이후 8월 9일 22:00시에 최대방류량 3,986cms로 방류하여 홍수조절을 하였으며, 첨두유입량 대비 51%의 홍수조절을 실시하였다. 홍수조절기간동안 최고수위는 8월 9일 21:00시에 EL. 140.99m 기록하였다. 7월 31일 이후 8월 20일까지 댐에 유입된 량은 2,964백만m³이며, 이 기간동안 총방류량은 2,531백만m³으로 433백만m³의 물이 저류되었다

<표4-2>홍수조절 현황

구 분	유입량	수위변동	방류량	홍수조절율
홍수조절 (8/5 22:00~ 8/17 20:00)	최대:8,068cms (8/9 5시)	방류개시:EL.140.36m (8/9 14시) 최고수위:EL.140.99m (8/9 21시)	○ 승인방류량 : 4,000cms ○ 첨두방류량 : 3,986cms (8/9/22)	50.6 %



<그림4-2>충주댐 수문현황(실시간물관리시스템 제공)

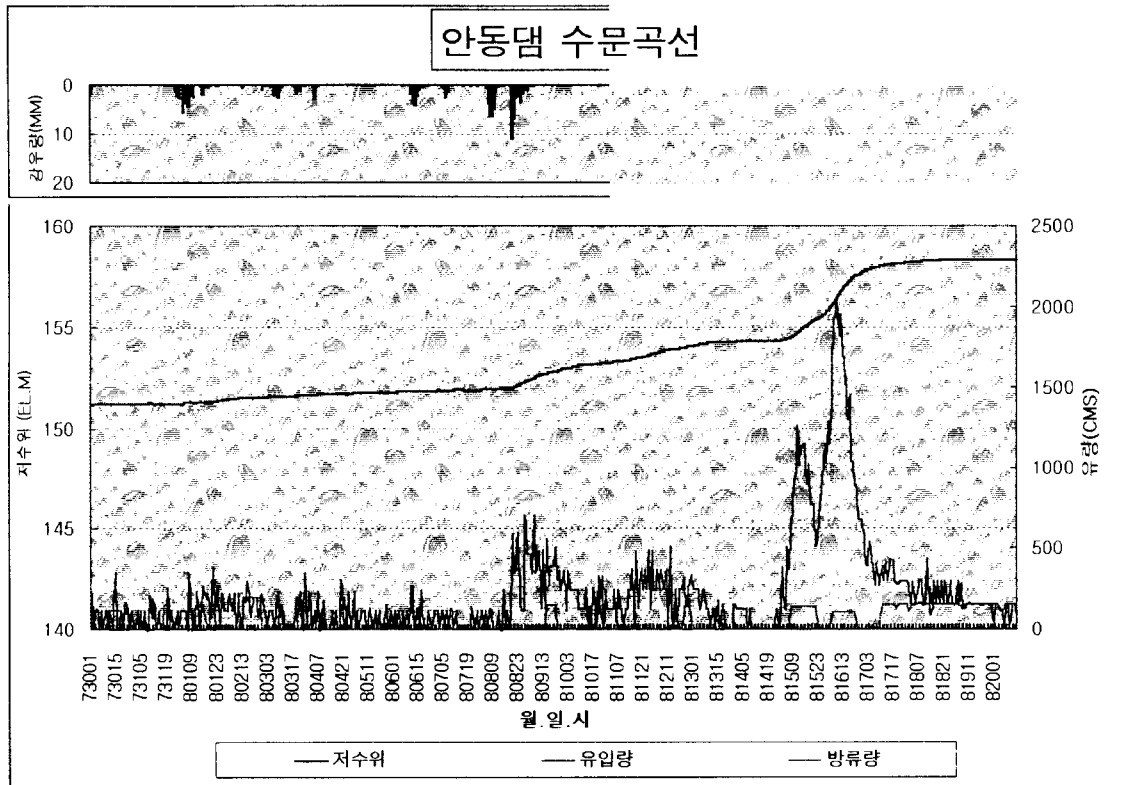


<그림4-3> 한강본류 주요 수위표지점의 수위변화(실시간물관리시스템 제공)

4.2 낙동강수계

(1) 안동댐

낙동강수계의 안동댐은 7월31일부터 8월20일까지 댐 유역평균 339.4mm의 강우가 내렸으며, 댐의 최고수위는 8월 19일 07시에 158.34m를 기록하였으나 제한수위인 EL. 160.0m보다 약 1.66m여유가 있어 수문방류는 실시하지 않고 최대 발전방류만 실시했다. 이 기간동안 저수지로의 최대유입량은 8월 16일 10시에 2,053cms를 기록하였으며, 방류량은 최대발전방류량 150cms를 유지하였다. 이 기간동안 침투 홍수 유입량 대비 93%의 홍수조절을 실시하였다. 7월 31일부터 8월 20일까지 댐으로의 유입된 양은 374백만 m^3 이며, 이 기간동안 총방류량은 143백만 m^3 으로 231백만 m^3 의 물이 저류되었다



<그림4-4> 안동댐 수문현황(실시간물관리시스템 제공)

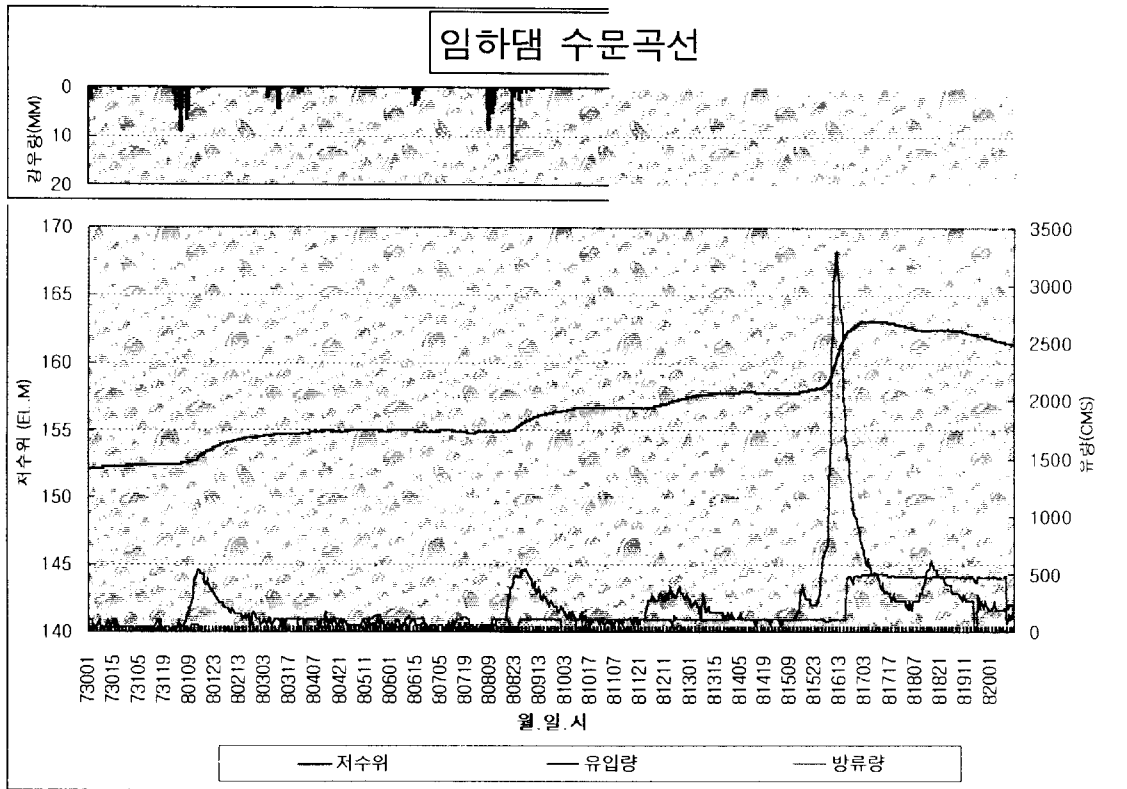
(2) 임하댐

임하댐은 금번 7월 31일부터 8월20일까지 유역평균 346.9mm의 강우가 내렸으며, 특히 8월16일 01시부터 약 100mm의 집중호우가 내리므로 인해 댐의 제한수위인

EL. 161.70m를 8월 16일 15:00시에 초과 하였다. 댐으로의 최대유입량이 들어온 시점에서 댐 수위는 시간당 50cm씩 증가 하였으며, 이 호우로 인해 댐으로의 최대유입량은 8월 16일 10시에 3,372cms가 유입 되어 수위가 계속 상승하여 8월 16일 16:00시에 발전방류를 포함, 500cms 수문방류 승인을 득하였다. 이 당시 낙동강 본류에는 홍수경보 가 발령되어 매우 위험한 상황이어서 댐에서는 댐 상.하류 상황을 고려하여 최대유입량에서 500cms만을 방류 할 때까지 약 22시간을 지체하여 방류 하였다. 이번 홍수조절 기간동안 첨두홍수량 대비 85%의 홍수조절을 실시하였으며, 댐의 최고수위는 8월17일 05시에 EL 163.08m를 기록하였다. 7월 31일부터 8월 20일까지 댐으로의 총 유입된량은 353백만m³이며, 이 기간동안 총방류량은 253백만m³으로 약 100백만m³의 물이 저류되었다

<표4-3> 홍수조절 현황

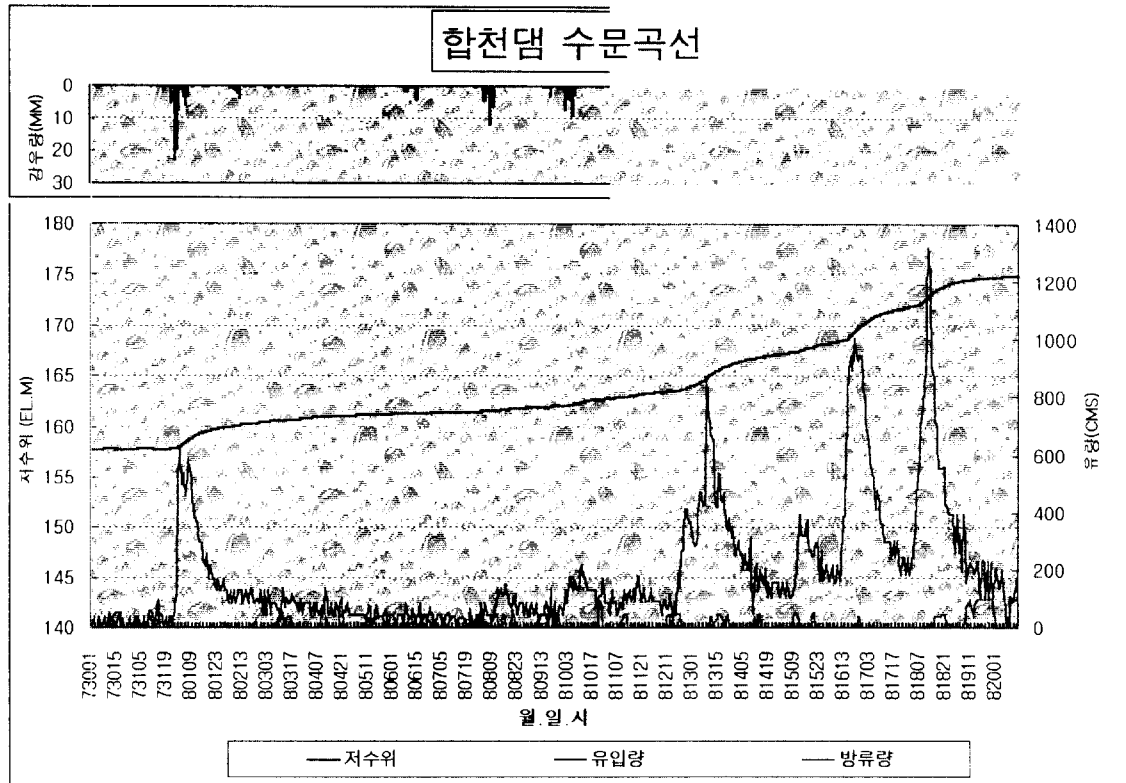
구 분	유입량	수위변동	방류량	홍수조절을
홍수조절 (8/15 1:00~ 8/17 24:00)	최대:3,372cms (8/16 10시)	방류개시:EL.162.19m (8/16 16시) 최고수위:EL.163.08m (8/17 5시)	○ 승인방류량 : 500cms ○ 첨두방류량 : 500cms (8/17/8)	85.2 %



<그림4-5> 임하댐 수문현황(실시간물관리시스템 제공)

(3) 합천댐

낙동강수계중 하류유역에 위치한 합천댐은 7월31일부터 8월20일까지 댐 유역평균 480.5mm의 강우가 내렸다. 이 기간중 8월 18일 04시부터 9시간에 걸쳐 내린 약 75mm의 집중호우는 선행강우로 인한 유출량과 합쳐져, 8월 18일 12시에 댐으로의 최대 1,251cms가 유입되었다. 당시 저수지 수위는 시간당 20cm씩 상승하고 있었지만 댐의 제한수위인 EL. 176.0m보다 약 3.0m정도의 여유가 있어 수문방류는 실시하지 않고 발전방류만 실시하였다. 한편, 8월 17일 21:30분에는 낙동강 본류 진동지점 수위가 계속상승하여 발전방류까지 임시 중단하였다. 댐의 최고수위는 8월 21일 07시에 EL. 175.06m를 기록하므로써 준공이래 최고수위를 갱신하였으며, 첨두유입량 대비 93%의 홍수조절을 실시하였다. 7월 31일부터 8월 20일까지 댐으로의 총 유입량은 349백만 m^3 이며, 이 기간동안 총방류량은 28백만 m^3 으로 321백만 m^3 의 물이 저류되었다.



<그림4-6> 합천댐 수문현황(실시간물관리시스템 제공)

(4) 남강댐

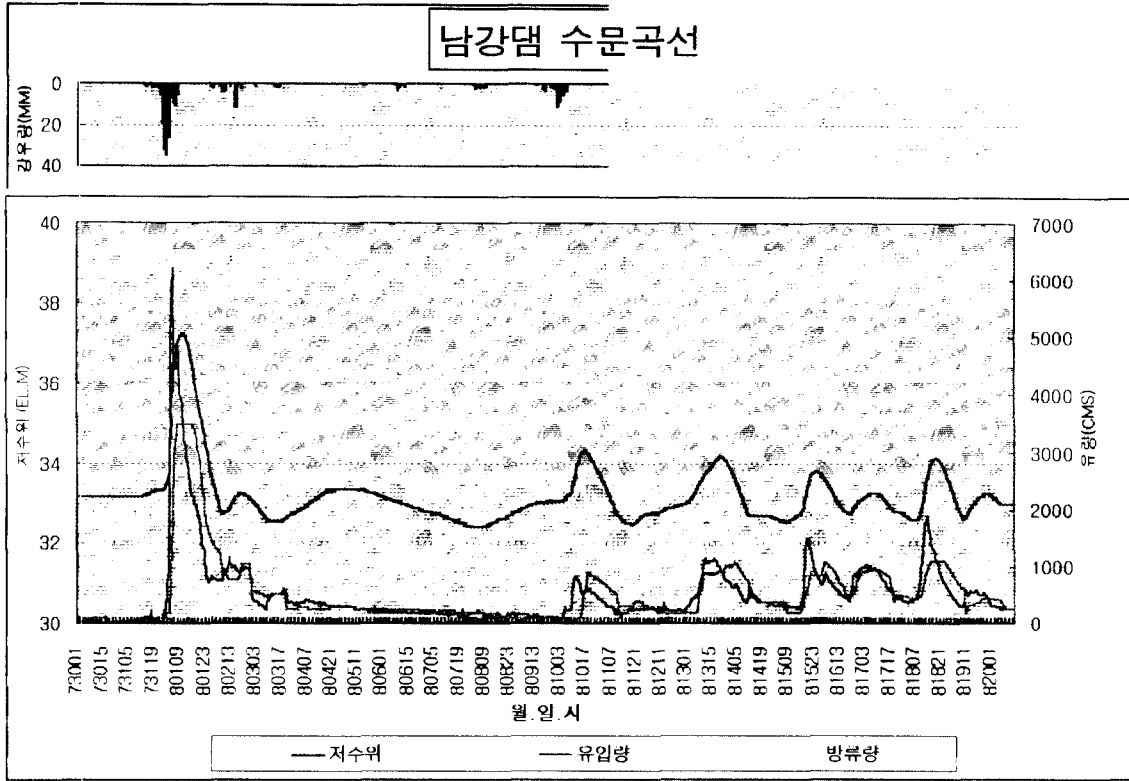
남강댐은 금번 7월 31일부터 8월 20일까지 댐 유역평균 500.0mm의 강우가 내렸으며, 7월 31일 23시부터 8월 1일 08시까지 10시간에 걸쳐 내린 150mm의 게릴라성 집중호우로 인해 1차 홍수조절을 실시하였고, 8월 9일 21시부터 내린 약 50mm의 강우로 2차 홍수조절을 실시하였다. 1차 홍수조절시 댐 유역에는 유역평균 강우량이 시간당 20 ~ 30mm가 내렸고 8월 1일 02:00시에는 시간당 최대강우량 34.3mm를 기록하였다. 이로 인해 최대유입량은 8월 1일 06:00시에 6,776cms가 유입되어 저수지 수위가 시간당 1.02m 증가하였다. 이에 따라 신속·정확한 의사결정을 실시하여 8월 1일 04:30분에 2,200cms 수문방류를 실시하였고, 1시간 후인 8월 1일 05:30분에 3,700cms로 수문방류량을 증가시켰다. 1차 수문방류 종료는 8월 8일 09:00시에 댐 상·하류 수문상황을 고려하여 종료하였다. 이 당시 최고수위는 8월1일 11시에 EL. 37.24m를 기록하였다.

2차 홍수조절은 8월 9일 내린 호우로 인해 8월 10일 16시에 2,000cms 수문방류 승인을 득하여 방류를 실시하였다. 8월 17일 22:40분에 낙동강 본류 진동지점 수위가 계속 상승함에 따라 일류문 방류량 100cms를 임시 중단하고 사천만 방류만 실

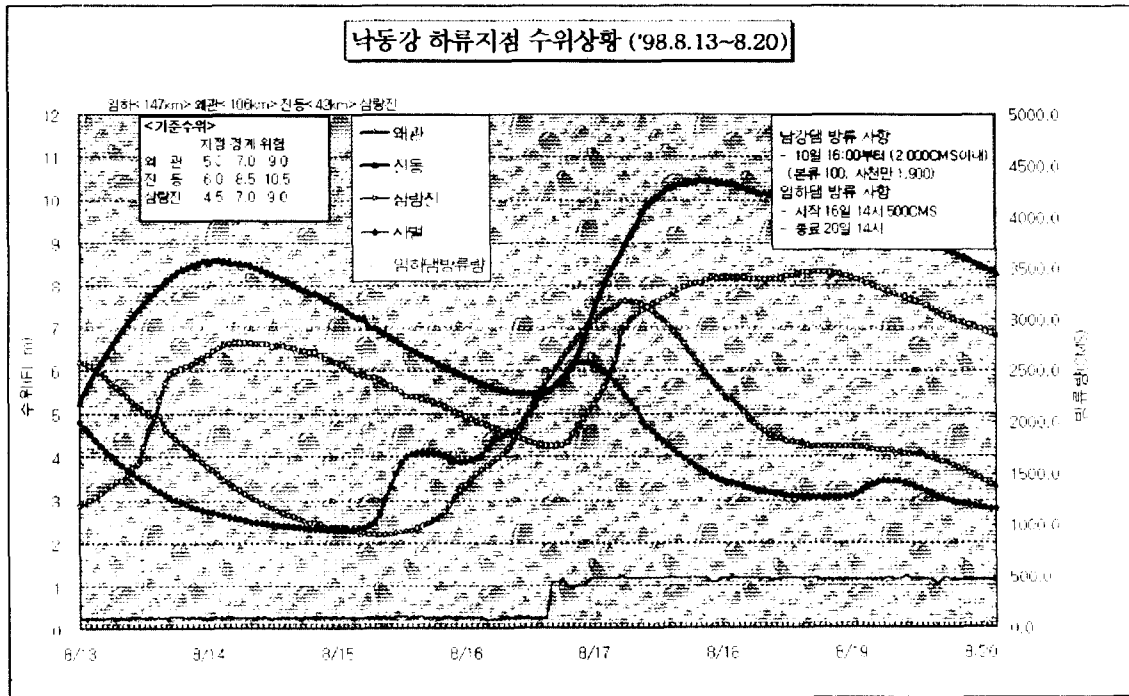
시 하였으며, 그 이후 8월 21일 18:00시에 사천만 방류를 종료하였다. 이 당시 최대 유입량은 8월 18일 14시에 1,893cms가 유입 되었다.

<표4-4> 홍수조절 현황

구 분	유입량	수위변동	방류량	홍수조절을
1차홍수조절 (7/31 01:00~ 8/2 24:00)	최대:6,776cms (8/1 6시)	방류개시:EL.34.50m (8/1 4시30분) 최고수위:EL.37.24m (8/1 11시)	○ 승인방류량 : 2,200cms ⇒ 3,700cms ○ 침투방류량 : 3,500cms (8/1/8)	48.3 %
2차홍수조절 (8/10 01:00~ 8/20 24:00)	최대:1,893cms (8/18 14시)	방류개시:EL.34.31m (8/10 15시) 최고수위:EL.34.34m (8/10 18시)	○ 승인방류량 : 2,000cms ○ 침투방류량 : 1,095cms (8/18/23)	42.2 %



<그림4-7> 남강댐 수문현황(실시간물관리시스템 제공)



<그림4-8> 낙동강하류 주요지점의 수위변화(실시간물관리시스템 제공)

4.3 금강수계

(1) 대청댐

금강수계의 대청댐 유역에서는 2차례의 집중호우가 있었다. 1차호우는 속리산 및 보은 지방을 중심으로한 기습적인 호우로 8월11일 06시부터 8월13일 13시 사이에 보은 533mm, 군북 392mm, 댐지점 341mm의 강우를 기록 하였으며, 댐 유역평균 186mm의 집중호우가 발생하였다. 이후 2차 강우는 8월14일 12시부터 8월17일 06시 사이에 무주 252mm, 진안 229mm, 댐지점 92mm등 댐 상류유역에 집중적인 호우를 보였으며 댐 유역평균 164mm를 기록하였다.

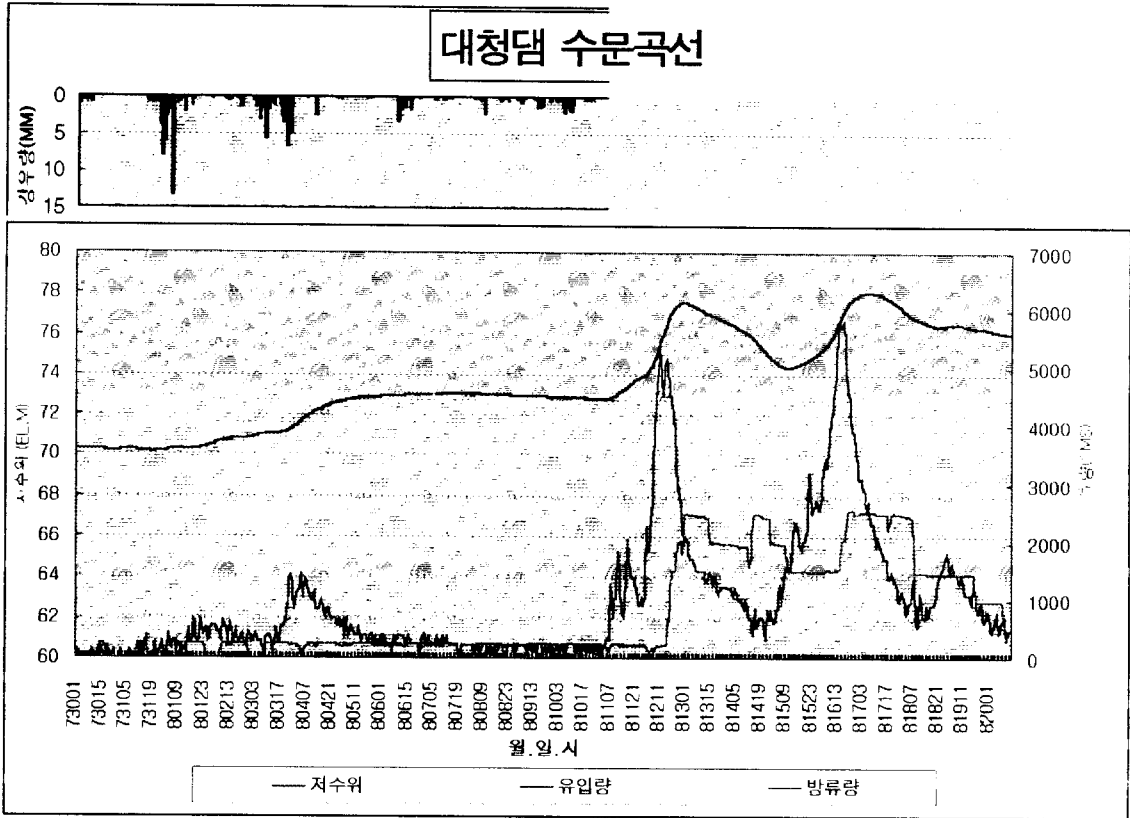
대청댐은 금번 7월 31일부터 8월 20일까지의 댐 유역평균 523.2mm의 강우가 내렸으며, 1차 홍수조절은 댐 유역평균 186mm의 집중호우로 인해 8월12일 11시에 댐으로의 최대유입량은 5,338cms를 기록하였고, 8월 12일 03:00시에는 이미 제한수위인 EL. 74.0m를 상회하였으며 댐 수위가 시간당 30cm씩 상승하였다. 이로인해 8월 12일 15시에 발전방류 240cms를 포함, 1,500cms를 수문 방류토록 승인을 득하였고 계속적인 댐 수위상승에 따라 동일 20시에 2,000cms로 증가, 24시에는 3,000cms로 증가 하였으나 금강 본류 상황이 악화되어 2,500cms만 방류 하였다. 그 이후 댐상·하류상황이 다소 호전되는 8월 13일 14시에 2,000cms로 수문방류량을 줄였다. 이 기간동안 최대 첨두방류량은 8월 14일 16시에 2,500cms를 실시하여 첨두 홍수량 대비 53%의 홍수조절을 하였고, 댐의 최고수위는 8월12일 24시 EL. 77.59m를 기록 하였다.

2차 홍수조절은 8월15일부터 8월16일까지 댐 유역평균 약 180mm의 강우가 내림에 따라, 8월 16일 15시에 댐으로의 최대유입량 5,834cms가 유입되었다. 이 당시 댐저수위는 시간당 21cm씩 상승 하였으며, 이미 제한수위인 EL. 74.0m를 상회하고 있는 상황이었고, 또한 1차 홍수조절시 댐 수문방류량을 지속적으로 실시하고 있는 상황이어서 8월 16일 15시에 발전방류포함 수문방류량을 1,500cms에서 2,000cms로 증가하였다. 동일 18시에는 다시 2,500cms로 증가하여 운영하다가 댐 상황이 호전됨에 따라 방류량을 점차적으로 줄여 8월21일 13:40분에 수문방류를 종료 하였다. 2차 홍수조절기간 동안 댐의 최고수위는 8월 17일 07시에 EL. 78.07m를 기록 하였고 첨두 홍수유입량 대비 57%의 홍수조절을 나타냈다.

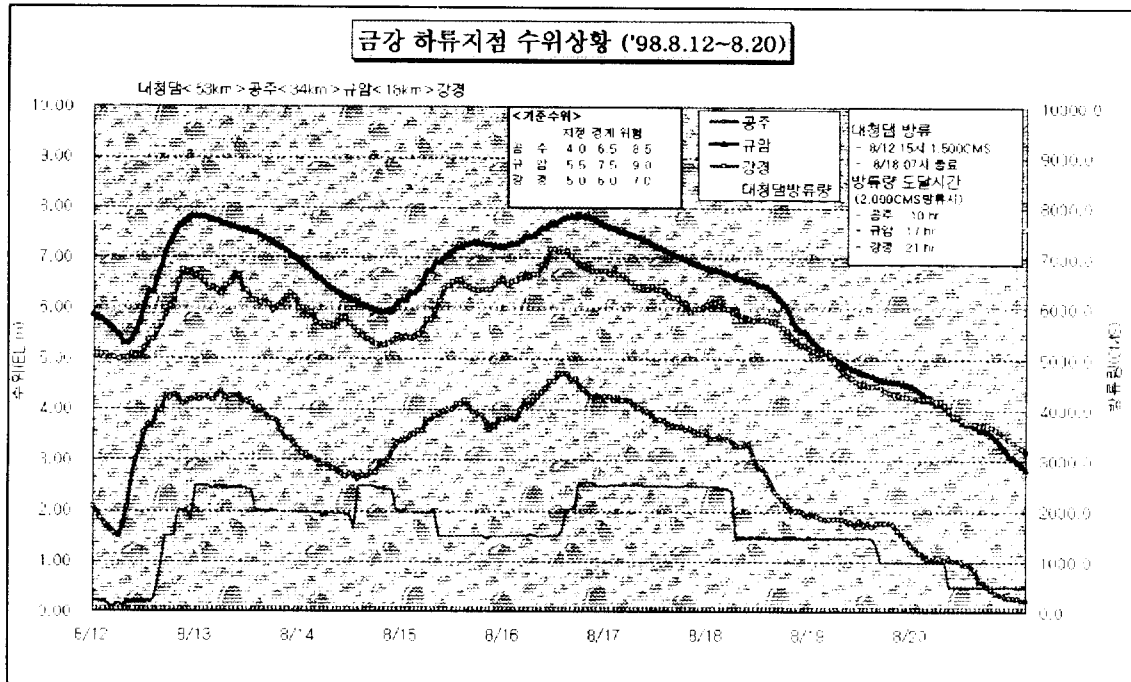
7월 31일부터 8월 20일까지 댐으로의 총유입량은 1,836백만 m^3 이며, 이 기간동안 총방류량은 1,482백만 m^3 으로 354백만 m^3 의 물이 저류되었다

<표4-5> 홍수조절 방류

구 분	유입량	수위변동	방류량	홍수조절율
1차홍수조절 (8/12 15:00~ 8/15 12:00)	최대:5,338cms (8/12 11시)	방류개시:EL.76.52m (8/12 16시) 최고수위:EL.77.59m (8/12 24시)	○ 승인방류량 :1,500cms ⇒2,000 ⇒3,000 ⇒2,000 ○ 첨두방류량 : 2,500cms (8/14/16)	53.2 %
2차홍수조절 (8/15 13:00~ 8/20 24:00)	최대:5,834cms (8/16 15시)	방류개시:EL.74.37m (8/15 9시) 최고수위:EL.78.07m (8/17 07시)	○ 증감방류량 : 2,000cms ⇒ 1,500cms ⇒ 2,000cms ⇒ 2,500cms ⇒ 1,500cms ⇒ 점차감소 ○ 첨두방류량 : 2,500cms (8/16/22)	57.1 %



<그림4-9> 대청댐 수문현황(실시간물관리시스템 제공)



<그림4-10> 금강하류 주요지점의 수위변화(실시간물관리시스템 제공)

4.4 섬진강수계

(1) 섬진강댐

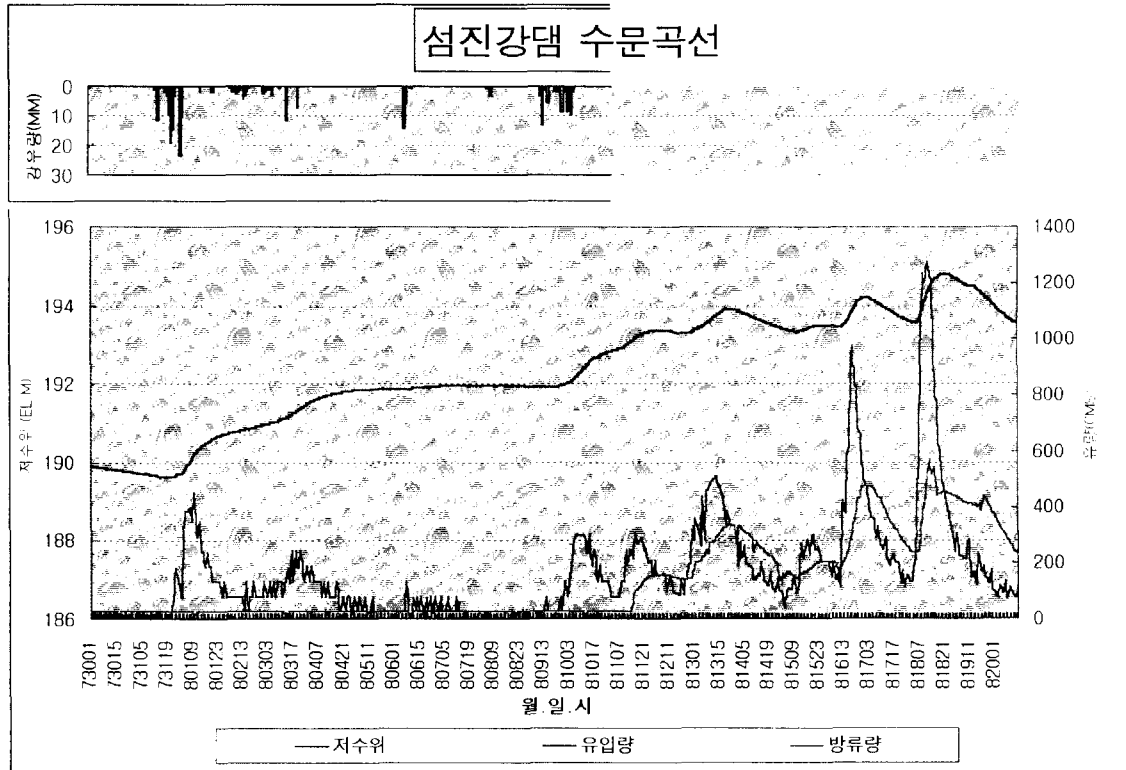
섬진강수계의 섬진강댐은 댐 제원상 여수로 월류언부 표고가 EL. 192.70m로 수위가 이를 초과하지 않을 경우는 칠보발전 및 운암수궤를 제외하고는 달리 홍수조절을 할 수 없는 불리한 점을 가지고 있으며 또한 댐 상류에는 불법 취락단지가 많아 홍수조절에 어려움을 가지고 있는 댐이다.

섬진강댐은 금번 7월 31일부터 8월 20일까지 댐 유역평균 573.4mm의 강우가 내렸으며, 특히 7월31일 14시부터 8월 1일 05시까지 약 102mm의 1차 집중호우와 8월 18일 01시부터 동일 09시까지 약 102mm의 2차 집중호우가 있었다. 이 기간동안 댐 유역평균 최대강우량은 8월 18일 06시에 시간당 25.2mm를 기록하였다. 이로 인해 섬진강댐은 8월18일 12시에 최대유입량은 1,273cms가 유입 되었고, 여수로 월류언부인 EL. 192.70m를 상회한때는 8월 10일 19시였다. 수문방류 승인은 8월11일 14시에 400cms를 득하여 수문방류를 실시 하였다. 또한 계속적으로 이어지는 강우로 인해 저수지 수위가 계속 상승함에 따라 8월 16일 21시에 수문방류량을 700cms로 증가 하였으며 댐 상류상황이 호전된 8월 22일 10시에 수문방류를 종료하였다. 이 기간동안 댐의 최고수위는 8월18일 20시에 EL. 194.80m를 기록하였고, 첨두 홍수유입량대비 55%의 홍수조절을 나타냈다.

7월 31일부터 8월 20일까지 댐으로의 총유입량은 319백만m³이며, 이 기간동안 총방류량은 249백만m³으로 70백만m³의 물이 저류되었다

<표4-6> 홍수조절 현황

구 분	유입량	수위변동	방류량	홍수조절율
홍수조절 (7/31 01:00~ 8/20 24:00)	최대:1,273cms (8/18 12시)	방류개시:EL.193.10m (8/11 14시) 최고수위:EL.194.80m (8/18 20시)	○ 승인방류량 : 400cms ⇒ 700cms ○ 첨두방류량 : 573cms (8/18/13)	55.0 %



<그림4-11> 섬진강댐 수문현황(실시간물관리시스템 제공)

(2) 주암댐

주암댐은 금번 7월 31일부터 8월 20일까지 댐 유역평균 378.8mm의 강우가 내렸으며, 7월31일 13시부터 8월1일 08시까지 댐 유역평균 약 132mm의 강우로 1차 홍수조절을 실시하였고, 8월13일 01시부터 동일 13시까지 내린 댐 유역평균 73mm 집중호우로 인해 2차 홍수조절을 실시하였다

1차 홍수조절시 상황은 섬진강댐, 남강댐 호우상황과 비슷하지만 시간상으로는 좀더 빠른 7월31일 19시부터 본격적으로 호우가 시작되어 동일 22시에는 댐 유역평균 시간당 최대강우 30.5mm를 기록하였다. 이로 인해 댐으로의 최대유입량은 7월31일 24시에 1,708cms가 유입 되어 댐의 제한수위인 EL.108.50m를 상회 할 것으로 분석되었다. 이에따라 8월1일 13시에 700cms 수문방류 승인을 받아 수문방류를 실시 하였으나 댐 저수위의 지속적인 상승으로 8월2일 19시 1,000cms로 증가하여 수문방류를 실시 하였다. 이후 댐 상류 호전된 상황과 지리산 계곡의 인명피해에 따른 섬진강 본류의 사체인양 조사작업을 위해 8월4일 16시에 수문방류를 종료 하였다. 이 기간동안 댐의 최고수위는 8월 2일 23시에 EL. 109.35m로 주암댐 준공이후 최고수

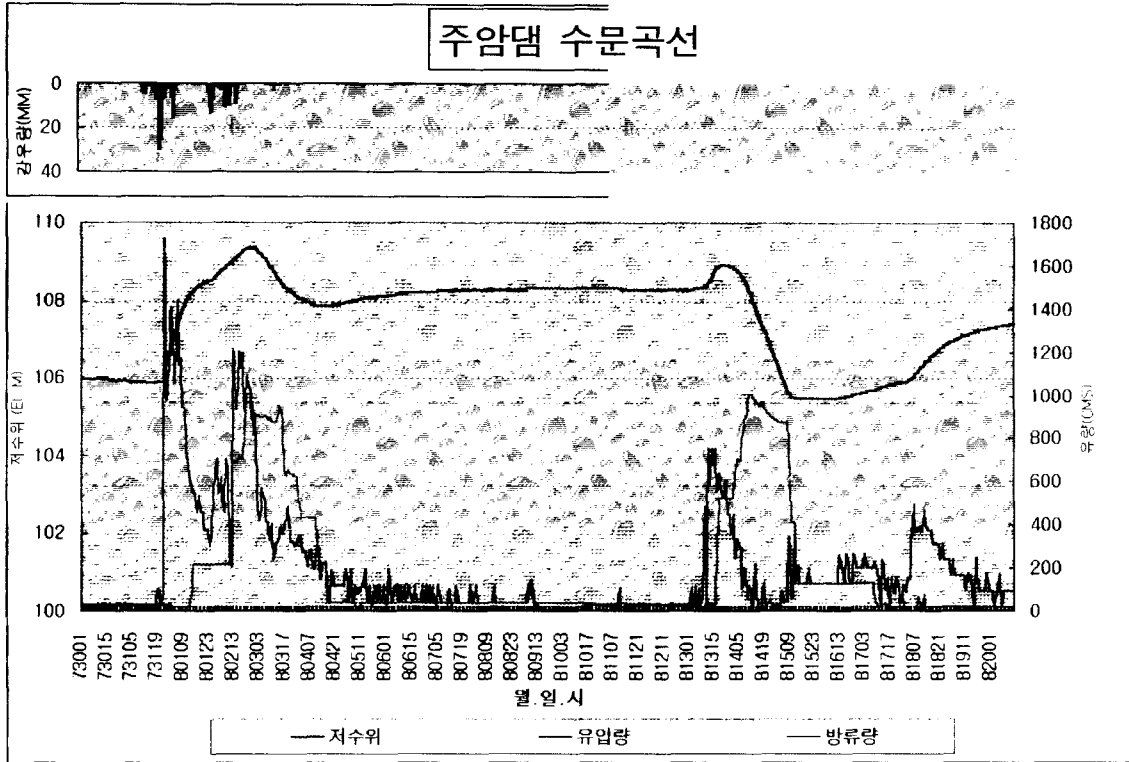
위를 갱신 하였으며, 댐의 침투 홍수유입량대비 홍수조절율은 41%를 나타냈다.

2차 홍수조절은 8월 13일 내린 호우로 인해 8월 13일 16시에 500cms 수문방류 승인을 득하여 방류를 실시하였으나 계속적인 수위의 상승으로 8월 14일 06시에 1,000cms로 증가 하였다. 그 이후 8월 17일 08시에 수문방류를 종료하였다. 2차 홍수조절 기간동안 최대유입량은 8월13일 16시에 755cms가 유입 되었고, 이 기간동안 댐의 최고수위는 8월13일 22시에 EL. 108.92m를 기록하였다.

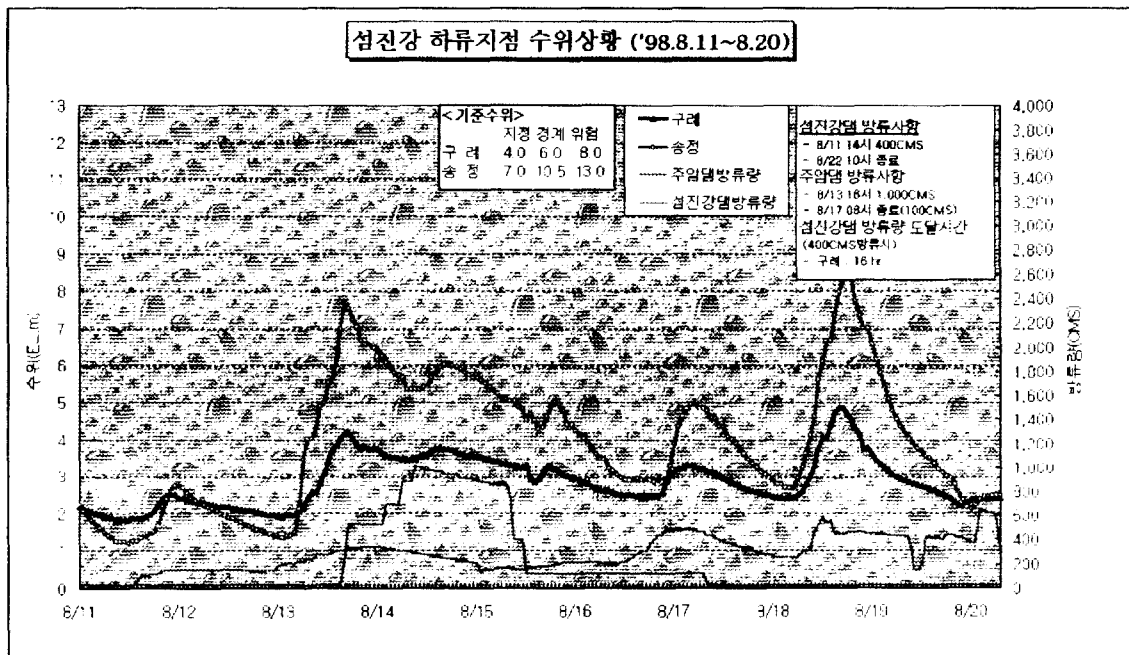
7월 31일부터 8월 20일까지 댐으로의 총유입량은 326백만m³이며, 이 기간동안 총 방류량은 40백만m³으로 286백만m³의 물이 저류되었다

<표4-7> 홍수조절 현황

구 분	유입량	수위변동	방류량	홍수조절율
1차홍수조절 (7/31 01:00~ 8/2 24:00)	최대:1,708cms (7/31 24시)	방류개시:EL.108.17m (8/1 13시) 최고수위:EL.109.35m (8/2 23시)	○ 승인방류량 : 700cms ⇒ 1,000cms ○ 침투방류량 : 1,000cms (8/1/8)	41.4 %
2차홍수조절 (8/13 01:00~ 8/20 24:00)	최대:755cms (8/13 16시)	방류개시:EL.108.82m (8/13 16시) 최고수위:EL.108.92m (8/13 22시)	○ 승인방류량 : 500cms ⇒ 1,000 ⇒ 점차감소 ○ 침투방류량 : 1,000cms (8/14/11)	



<그림4-12> 주암댐 수문현황(실시간물관리시스템 제공)



<그림4-13> 섬진강하류 주요지점의 수위변화(실시간물관리시스템 제공)

5. 홍수조절효과

5.1 기존 다목적댐의 홍수조절 효과

금번 게릴라성 집중호우의 시작일인 7월 31일부터 8월 20일까지의 다목적댐 홍수조절 현황을 요약하면 표 5.1과 같다. 이번 호우 기간동안 다목적댐으로의 총유입량은 85.0억 m³에 달했으며, 이 기간중 총방류량은 63.3억 m³으로 21.7억 m³의 물이 다목적댐에 저류되었다.

<표 5.1> 홍수조절 현황

구 분	단위	소양강댐	충주댐	안동댐	임하댐	합천댐	남강댐	대청댐	섬진강댐	주암댐
□ 강우량 ○강우개시일 ○누계강우량 (7/31~8/20)	mm	7/31 474	7/31 424	7/31 339	7/31 347	7/31 481	7/31 500	7/31 523	7/31 573	7/31 379
□ 저수위 ○강우전수위 ○최고수위 (일시)	EL.m "	177.61 189.96 (8/13/11)	128.69 140.99 (8/9/21)	151.22 158.34 (8/19/07)	152.38 163.08 (8/17/5)	157.79 175.06 (8/21/7)	33.19 37.24 (8/1/11)	70.26 78.07 (8/17/7)	189.71 194.80 (8/18/20)	105.92 109.35 (8/2/23)
□ 유입량 ○강우전유입량 ○최고유입량 (일시)	CMS "	125.4 2,833 (8/6/6)	214.9 8,068 (8/9/5)	50.9 2,053 (8/16/10)	34.8 3,372 (8/16/10)	21.8 1,251 (8/18/12)	73.1 6,776 (8/1/6)	49 5,834 (8/16/15)	17.1 1,273 (8/18/12)	155.7 1,708 (7/31/24)
□ 방류량 ○개시일 ○최고방류량 (일시)	CMS	8/13/12 979 (8/13/17)	8/9/14 3,986 (8/9/22)	- 150 -	8/16/16 500 (8/17/8)	- 90 -	8/1/04:30 3,500 (8/1/8)	8/12/15 2,500 (8/16/22)	8/11/14 573 (8/18/13)	8/1/13 1,000 (8/2/20)
□ 98.8.20 24:00 ○총유입량 ○총방류량 - 발전 - 수문	백만m ³ " " "	1,102 551 323 228	2,964 2,531 968 1,563	374 143	353 253 131 122	349 28	878 1,054	1,836 1,482 369 1,113	319 249 58 191	326 40
□ 홍수조절율	%	65.4	50.6	92.7	85.2	92.8	48.3	57.1	55.0	41.4

(1) 소양강 · 충주댐

이번 호우기간동안 소양강댐의 홍수조절은 최대유입량 2,833cms(8/6/6)을 179시간 저류시킨 후 한강 하류의 수위가 충분히 저하한 후 979cms(8/13/17)로 수문방류를 실시하여 홍수조절을 65.4%를 기록하였다.

충주댐은 최대유입량 8,068cms(8/9/5)을 17시간 저류시킨 후 한강하류의 수위상황이 호전되는 것을 보고 3,986cms(8/9/22)로 수문방류를 실시하여 홍수조절을 50.6%를 기록하였다.

한강수계 소양강댐 및 충주댐의 홍수조절로 본류하천의 위험수위를 초과하지 않음으로써 수도권지역의 침수등 호우피해를 경감시켰으며, 하류 주요지점인 인도교의 수위를 검토한 결과 약 2.6m 저하시켰다. 이는 약 3,400억원의 홍수로 인한 재산피해를 줄이는데 기여했다.

(2) 안동 · 임하 · 합천댐

낙동강수계의 안동댐은 최대유입량 2,053cms(8/16/10)를 발전방류량 150cms를 제외한 전량을 저류시킴으로써 홍수조절을 93%를 나타냈으며, 임하댐의 홍수조절은 최대유입량 3,372cms(8/16/10)을 댐에 22시간 저류시킨 후 500cms(8/17/8)로 수문방류를 실시하여 홍수조절을 85%를 기록하였다. 합천댐의 홍수조절은 최대유입량 1,251cms(8/18/12)를 발전방류량 90cms를 제외한 전량을 저류시킴으로써 홍수조절을 93%를 나타냈으며, 남강댐의 홍수조절은 최대유입량 6,776CMS(8/1/6)을 댐에 2시간 저류시킨 후 3,500CMS(8/1/8)로 수문방류를 실시하여 홍수조절을 48.3%를 기록하였다.

낙동강수계 안동댐, 임하댐 및 합천댐의 홍수조절로 낙동강본류 진동지점의 수위를 1.98m 저하시킨 것으로 분석되어 낙동강 본류 하류의 범람을 막는데 결정적인 역할을 한 것으로 나타났다. 이는 약 6,600억원의 홍수로 인한 재산 피해를 줄이는데 기여했다.

(3) 대청댐

대청댐의 1차 홍수조절시 최대유입량 5,338CMS(8/12/11)을 29시간 저류시켰으며, 금강하류의 수위가 저하한 후 2,500CMS(8/14/16)의 수문방류를 실시하여 홍수조절을 53.2%를 기록하였다. 대청댐의 2차 홍수조절시에는 최대유입량 5,834CMS(8/16/16)을 댐에 6시간 저류시킨 후 2,500CMS(8/16/22)로 수문방류를 실시하여 홍수조절을 57.0%를 기록하였다.

대청댐의 홍수조절로 하류 주요지점인 공주지점의 수위를 약 4.12m 저하시켜 금강 하류지역의 호우피해를 크게 경감 시켰으며, 약 780억원의 홍수피해를 줄이는데 기여하였다.

(4) 주암·섬진강댐

섬진강댐의 홍수조절시 최대유입량 1,273CMS(8/18/12)을 댐에 1시간 저류시킨 후 573CMS(8/18/14)로 수문방류를 실시하여 홍수조절을 55%를 나타냈다. 주암댐은 최대유입량 1,708CMS(7/31/24)을 댐에 44시간 저류시킨 후 1,000CMS(8/2/20)로 수문방류를 실시하여 홍수조절을 41%를 기록하였다.

상기 두 개댐의 홍수조절로 구례, 송정지점의 수위를 각각 1.42m, 2.49m저하시켜 경계수위 이하를 유지하므로써 하류지역의 홍수피해를 크게 경감 시켰다.

(5) 화천·팔당댐등 발전전용댐

북한강수계에 발전단일목적으로 화천댐, 춘천댐, 의암댐, 청평댐, 팔당댐이 상류로부터 직렬로 위치하고 있으며, 각 댐들의 주요제원은 표 5-2에 정리되어 있다. 금번 계절라성 호우 발생시, 한국전력공사에서 관리하고 있는 상기의 발전전용댐군의 운영실적으로부터 홍수조절 효과를 살펴보면 그림 5-1에 나타나 있다. 이들 그림으로부터 댐내로 유입되는 홍수량이 전량 방류되어 홍수조절 효과가 전혀 없음을 알 수 있으며, 단지 Flow-through-reservoir의 역할에 충실하였음을 알 수 있다.

금번, 계절라성 호우가 수도권에 집중된 8.5일부터 8.9일까지 소양강 및 충주댐에 내린 총강우량은 약 7억 m^3 으로 발전방류 일부를 제외하고는 홍수량의 거의 모두를 저류하여 한강 인도교의 수위를 약 2.6m정도 낮추므로써 수도권의 홍수피해를 결정적으로 줄일 수 있었다. 소양강댐은 7.7억 m^3 홍수조절 용량에 5.51억 m^3 의 홍수유입량을 저류하여 약 72%의 홍수조절 용량을 활용하였으며, 충주댐은 6.16억 m^3 의 홍수조절 용량에 4.33억 m^3 의 홍수유입량을 저류하여 약 70.3%의 홍수조절 용량을 활용하였다. 이로부터, 소양강댐과 충주댐이 집중호우의 재차 기습 위험성을 감수하면서 홍수유입량의 많은 부분을 저류하여 수도권의 홍수조절에 지대한 역할을 수행하였음을 알 수 있다.

북한강은 소양강댐, 화천댐이 건설되어 비교적 홍수조절이 원활한 반면, 남한강은 충주댐을 제외하고는 홍수조절을 위한 댐이 없어 홍수조절의 탄력성에 많은 제약을 지니고 있다. 이러한 의미에서 발전전용댐군의 홍수조절 효과가 전혀 없는 가운데 현재 환경권과 생존권 수호의 두 양측에 끼어있는 영월다목적댐 건설의 긍정적인

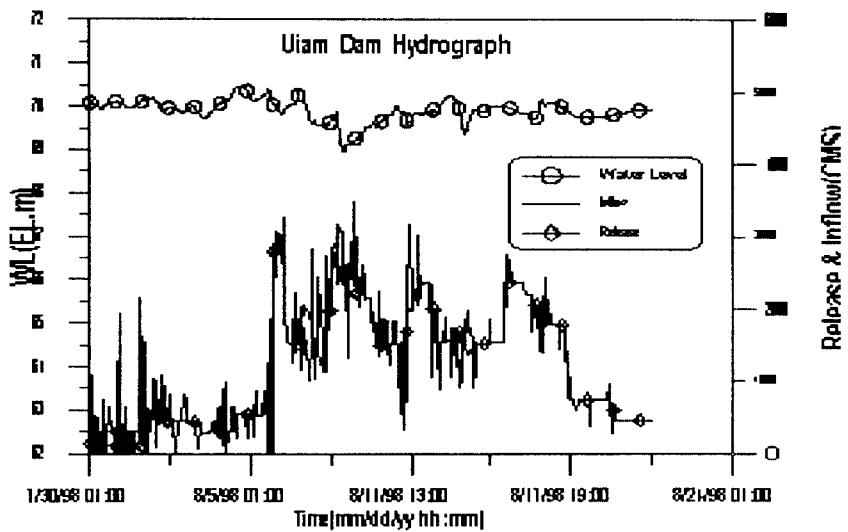
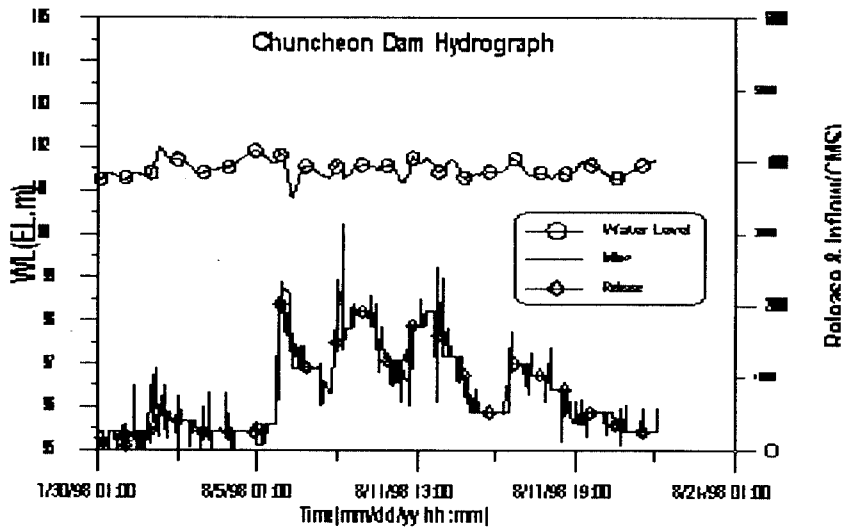
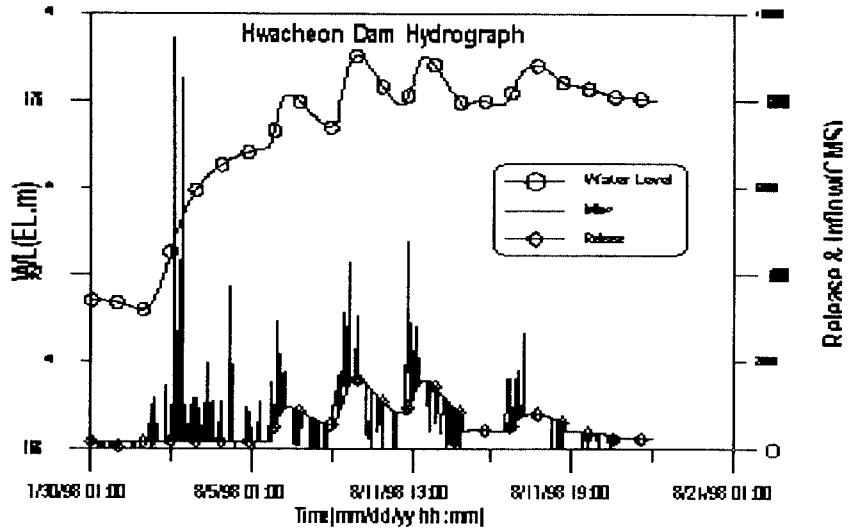
평가가 시급함을 알 수 있다. 북한강의 홍수조절 효과를 높이기 위해서는 이미 발전 및 홍수조절의 다목적으로 운영되고 있는 화천댐을 평화의 댐과 연계하는 방안도 생각해 볼 수 있다. 화천댐은 본래의 목적인 수력발전 기능과 1973년 이래 홍수기 제한수위 설정으로 홍수조절에 기여하고 있으며, 2.15억 m^3 의 홍수조절용량을 확보하고 있다. 따라서, 수도권 용수공급과 홍수조절 기능 향상을 기하기 위해서는 충주댐 상류에 영월댐을 건설하여 남한강 유역의 홍수조절의 탄력성을 부여하는 동시에, 화천댐 및 평화의 댐을 연계하므로써 최적의 용량배분과 시스템 운영방안을 수립해야 할 것이다.

<표5-2> 한강수계 발전전용댐 제원

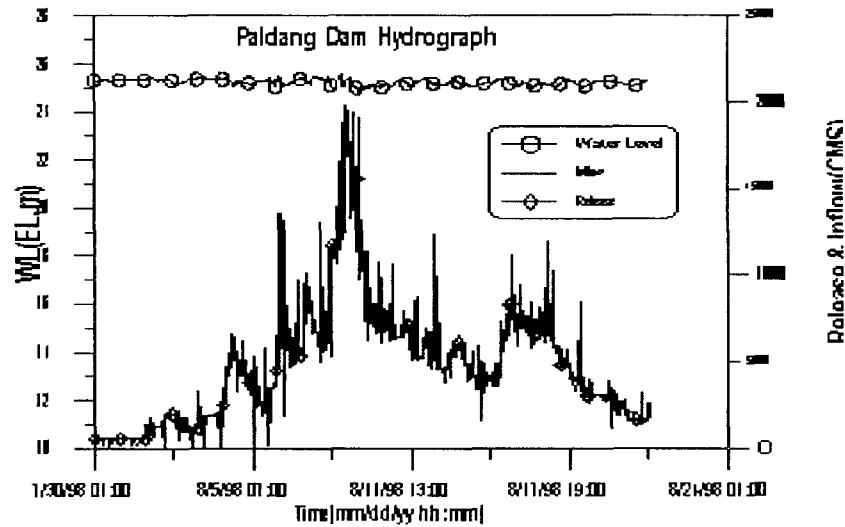
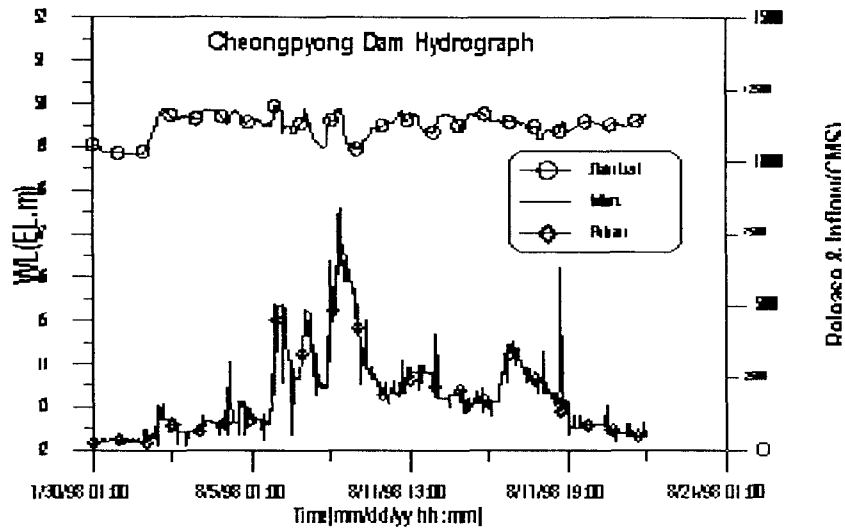
구 분	단위	화천댐	춘천댐	의암댐	청평댐	팔당댐	괴산댐
유역면적	km ²	3,901	4,736	7,709	9,921	23,800	671
연평균유입량	CMS	90.6	107.3	181.8	229.8	524.5	13.8
연평균강우량	mm	1,132.1	1,325.1	1,283.1	1,333.2	1,277.5	1,302.7
저수면적	km ²	38.15	14.32	15	17.6	36.5	1.75
댐 형 식	-	C.G	C.G	C.G	C.G	C.G	C.G
높 이	m	81.5	40	23	31	29	28
길 이	m	435	453	273	407	575	171
계획홍수위	EL.m	183.00	104.90	73.36	52.00	27.00	136.93
상시만수위	EL.m	181.00	103.00	71.50	51.00	25.50	135.65
홍수기제한수위	EL.m	175.00	102.00	70.50	50.00	-	134.00
저 수 위	EL.m	156.80	98.00	66.30	46.00	25.00	131.65
총저수용량	MCM	1,018	150	80	185.5	244	15.3
유효저수량	MCM	658	61	57.5	82.6	18	5.7
계획홍수량	CMS	9,500	12,000	16,000	20,000	34,400	2,711
계획방류량	CMS	5,428	12,600	3,000	20,736	26,000	3,080
발전시설용량	MW	108	57.6	45	79.6	80	2.6
년간발전량	GWh	326	145	161	271.5	338	10.8
정격낙차	m	74.5	28.8	15.9	26.2x2 24x1	11.8	22.42
발전최대사용수량	CMS	185	228.4	344	372.9	800	11.54

※ C.G : Concrete Gravity Dam, R.F : Rockfill Dam

자료원 : 수력발전소 자료집(한전)



<그림5-1> 한강수계 발전댐 운영실적



<그림5-1> (계속)

5.2 계획댐(건설중인 댐 포함)의 홍수조절 효과

(1) 한강수계

계획 다목적댐을 포함한 홍수조절 효과분석은 남한강수계에 영월댐의 건설시 '98 집중호우에 대한 홍수조절효과를 분석하기 위한 것이다. 구체적으로, 영월댐 지점으로부터 충주댐을 거쳐 여주지점에서의 수위 강하량을 추정하고, 계속해서 팔당댐을 지나 여주, 인도교, 잠수교 수위에 대한 영향을 분석하는 것이다. 현재의 유량, 유입

량, 방류량 등의 실측자료들을 이용하여 영월댐이 건설되었을 경우의 상황을 추적하였으며, 실측자료를 이용하여 추정치를 구하기 위해 사용한 방법은 각 지점의 관측자료들을 누가시켜 추정치와의 총용량 차이와 비례법을 이용해 각 지점의 값들을 산정하였다. 영월댐 방류량을 추정하기 위하여 영월2의 유량을 영월댐의 유입량으로 고려하였다. 저수위, 저수용량, 그리고 방류량의 관계곡선으로부터 각각의 값들을 읽고, 이들 값들과 유입량을 이용하여 storage indication method에 의하여 상시 만수위때의 방류량을 계산하였다. 그리고, 이에 따라 충주댐 유입량과 방류량을 결정하였고 여주, 인도교, 잠수교 수위를 계산하였다.

분석한 결과, 영월댐이 건설되었을 경우, 여주지점 침투수위가 1.08m 강하하였으며, 인도교 지점은 0.87m, 그리고 잠수교 지점은 1.18m의 수위가 각각, 강하되는 결과를 보였다.

(2) 금강수계

금강수계에서는 2000. 12월 완공 예정인 용담댐이 하류수위에 미치는 영향을 분석한다. 용담댐이 건설되었을 경우, 금번 집중호우시 홍수조절효과를 분석하기 위하여 용담댐으로부터 대청댐을 거쳐 공주, 규암, 강경 각 지점의 수위 양상을 추적하였으며, 영월댐의 분석방법을 그대로 적용하였다.

분석한 결과, 용담댐이 건설되었을 경우, 침투치의 감소효과가 공주 지점은 0.77m, 규암 지점은 1.01m, 강경 지점은 0.89m의 수위가 각각 강하되는 결과를 보였다.

6. 결론 및 향후대책

예측하기가 어려운 폭우에 맞서 댐상하류 상황을 고려하여 댐의 수문방류 의사결정을 하기란 매우 어려운 일이다. 7월 31일 새벽 경남남서내륙지역에 내린 집중호우(남강댐유역평균 192mm)에 따른 남강댐의 수문방류를 필두로 잠시 숨돌릴 여유도 없이 이어진 각댐의 수문방류는 한국수자원공사 댐관리 이래 안동, 합천댐을 제외한 7개 댐 모두 수문방류를 실시한 전무한 사례로 남는다. 그러나 하루 앞을 내다볼 수 없이 시시각각 급변하며 20여일간 지속된 폭우속에서도 한강유역의 소양강, 충주댐은 수문방류를 최대한 지연함으로써 한강이 더 이상 범람하는 것을 막았으며, 낙동강 유역의 안동·합천댐은 최악의 폭우 상황에서도 수문을 굳게 닫고 경북지역 낙동강변의 수많은 가옥과 농경지를 지켰다. 대청댐은 보청천의 범람으로 엄청난 양의 홍수가 상류에서 유입 되었음에도 불구하고 방류시간을 지연시킴으로서 금강하류의 침수를 방지하는 등 전국적으로 9개의 다목적댐은 홍수조절 기능을 십분 발휘, 홍수피해를 최소화 하는데 결정적인 역할을 수행하였다. 이번 호우기간동안 소양강댐 및 충주댐의 홍수조절로 한강하류 주요지점인 인도교의 수위를 약 2.6m 저하시켜 약3,400억원의 피해를 줄인 것으로 분석되었으며, 금강수계의 대청댐은 초당 5,834m³의 최대유입량을 2,500m³내에서 수위조절방류를 실시함으로써 공주지점의 수위를 약 4.12m 저하시킬 수 있었다. 특히 낙동강수계는 안동, 임하, 합천댐의 홍수조절로 하류 주요지점인 진동의 수위를 약 1.98m 저하시켜 낙동강 하류지역의 범람을 막는데 결정적 역할을 수행한 것으로 분석되었으며, 약 6,600억원의 피해를 줄이는데 기여하였다. 이번 호우는 전례없이 4대강 유역 모두 홍수통제에 들어가는 등 기습적이고 대규모인 홍수를 유발하였으며, 야간성, 기습성, 국지성으로 인해 다목적댐의 홍수조절은 그 어느해보다 어려움을 겪었으나, 각 유역의 유일한 홍수조절기능을 갖는 다목적댐이 그 기능을 충실히 수행함으로써 많은 피해를 줄일 수 있었다. 특히 다목적댐들이 홍수에 대비하여 사전에 저류공간을 충분히 확보하고 있었으며, 정확한 수문분석과 의사결정시스템으로 댐 상·하류 홍수피해를 절감하는데 결정적 도움을 주었다. 다만 종관규모의 기상예보에 익숙해져 있는 상황에서 이번과 같이 돌발적인 국지성 집중호우로 인한 홍수에 대한 각 지역의 대비체계는 매우 취약하였다.

급변 홍수로부터 얻은 교훈을 즉시 수자원 관리 정책수립에 반영하므로써 점진적이면서도 지속적으로 변모되는 치수관리 분야의 기술선도적 자세를 보여야 할 때이다. 이러한 의미에서, 향후 홍수조절 대책을 다목적댐과 관련하여 구조적 측면과 비

구조적 측면에서 고찰해보면 다음과 같이 요약해 볼 수 있다.

가. 구조적 측면을 살펴보자면, 단적으로 다목적댐의 건설을 추진하여 홍수조절 용량을 확보하는 것이라 할 수 있다. 충주댐의 경우, 소양강댐과 규모는 비슷하나 유역면적이 2.46배나 넓어 같은 양의 비가 오더라도 방대한 홍수유입량으로 수위 상승률이 높게 된다. 따라서, 충주댐 상류유역에 하천홍수로 인한 피해를 경감하기 위해서는 영월댐을 건설하여 홍수조절기능을 분담시켜 댐운영의 탄력성을 부여해야 할 것이다.

나. Technical ROM, Rigid ROM 및 최적화기법 등을 이용하여 홍수조절용량을 최대 활용하는 과학적인 댐운영을 위해서는 전제조건으로 댐내로 유입되는 홍수량 예측의 신뢰도가 높아야 한다. 이를 위해서는 정확한 국지기상 및 산악형 강우의 예보에 많은 투자와 노력이 경주되어야 하며, 강우 레이다를 댐 유역상류에 설치하여 막대한 피해를 유발하는 돌발강우를 예측할 수 있어야 한다.

다. 비구조적 측면을 살펴보면, 다목적댐 운영측면을 주로 생각해 볼 수 있다. 이를 위해서는 안동댐-임하댐 및 주암댐-보성강댐의 연계방안의 수립이 필요하며, 8.11~8.12일간의 게릴라성 집중호우로 침수피해가 막심했던 보청천 유역의 치수대책이 시급하다.

라. 홍수기 다목적댐 운영정책을 수립하기 위해서는 수계내의 댐군을 연계하여 하류 홍수피해 최소화와 댐 안전도의 상충되는 목적들이 안전한 선에서 타협되는 홍수기 저수지 연계 최적모형의 개발도 서둘러야 할 것이다. 이를 위해서는, GIS에 기반을 둔 하류홍수 피해평가 모형이 구성되어 하류 홍수피해 최소화와 댐 안전도 간의 상호이해분석(trade-off)이 선행되어야 할 것이다.

마. 하천홍수는 하천의 수위를 상승시켜 도시의 내수배제를 불량하게 하므로써 도시홍수의 주요한 원인이 되는 이상, 기존 댐을 포함하여 홍수조절과 관련된 주요 수자원시설물의 이상홍수에 대한 수문학적 안정성 검토를 수행하여야 한다. 이로부터, 해당 유역에 대한 적정 홍수조절 규모가 설정되고 이에 따른 기존 시설물의 홍수조절 용량 증가와 신규 시설물의 홍수조절용량이 결정되어 종합적인 유역계획을 수립하여야 할 것이다.