

'95년 8월 대홍수 현황

- 충청북 지역을 중심으로 -

The August 1995 Flood Results in North and South Chung-Cheong Provinces

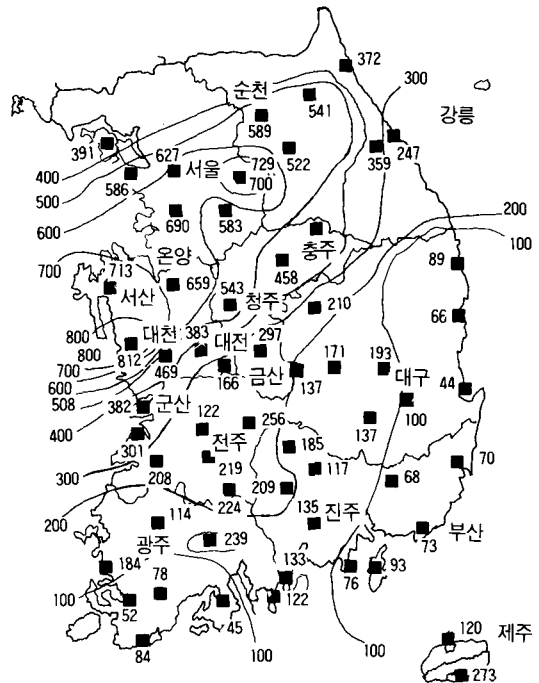
김 현 영*, 장 중 석*
Kim, Hyun-young Jang, Jung-seak

1. 머리말

'95년 한해는 가뭄과 홍수에서 수문학적으로 매우 특이한 경향을 보인 한해였다. '94년에 이어 계속된 전국적인 가뭄으로 영농뿐만 아니라 생활 및 공업용수까지 꺾박을 받아 왔으며, 특히 경북 남동부 포항, 경주, 영천 지방은 '95년 8월 홍수까지도 가뭄이 계속 되었다. 실제로 8월19일 부터 25일 까지 홍수기간 중에도 경북 동남부 지역은 가뭄으로 고생하고 있었으며 농림수산부의 가뭄대책 상황실도 계속 운영되고 있었고, 농어촌진흥공사와 더불어 이 지역의 항구적 가뭄 대책을 강구하고 있었다. 이 지역의 가뭄 해소는 8월26일 이후 태풍 제니스의 동반으로 해소되기에 이르렀다. 이와 같이 올해는 가뭄과 홍수가 지역적으로 매우 편기되고 심화된 특징을 보여준 한해였다.

'95년 8월의 호우는 <그림-2>에서 보는 바와 같이 19일 부터 28일 까지 약 11일간 계속되었다. 이를 지역별로 볼 것 같으면 <그림-1>과 같이 대전을 중심으로 약 800mm가 발생하였으며, 서산과 광주, 이천 지역이 700mm대를 기록하고 있다. 그의 영호 남지역은 200mm 이하의 강우량을 보여주고 있다. 그러나 이들 지역도 경북 북부지역은 곳에 따라 강우강도가 높은 경우도 있어 홍수피해가 발생하기도 하였다. 따라서 이번 호우는 한강과 금강의 미호천 유역을 중심으로 발생하였음을 알 수 있다.

이를 일별로 살펴보면 <그림-2(a)>에서 보는 바와 같이 19일과 20일에는 10일 전체 강수량 중 30%가 왔으며 이는 본격적인 호우가 시작된 25일 전후의 호우 유출을 증가시킨 원인이 되고 있다. 이후 21일과 22일에는 소강 상태를 보이다가 23일부터 다시 호우가 재개되어 25일에 절정에 달하였다가 26일에는 열대성 저기압인 제니스의 북상으



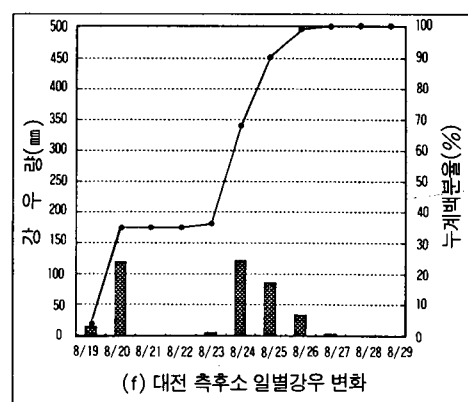
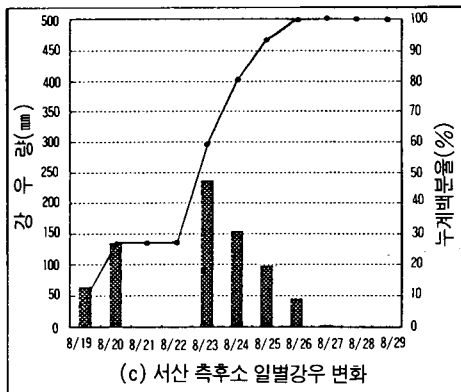
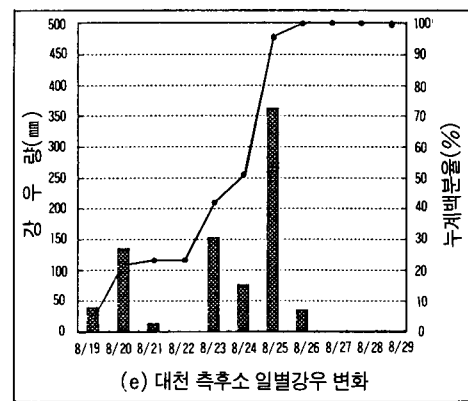
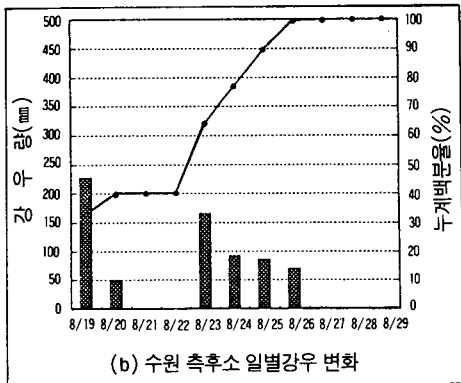
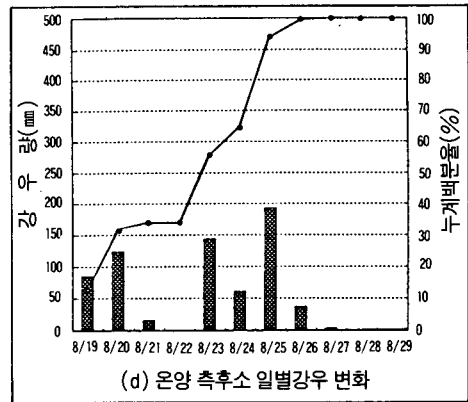
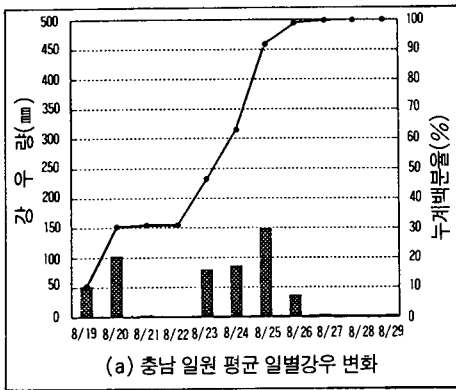
<그림-1> '95년 8월 호우의 등우량 곡선도(8.19~8.28)

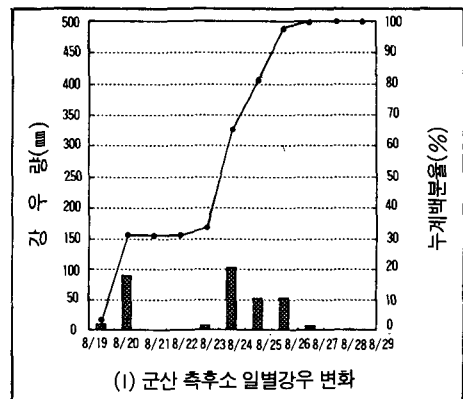
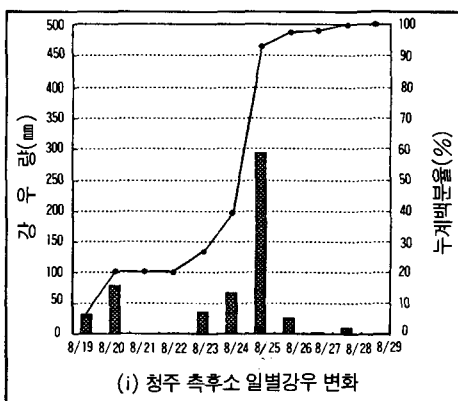
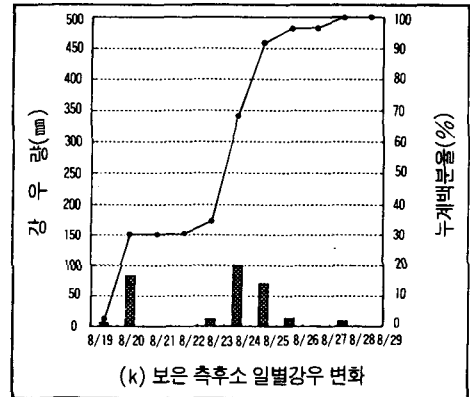
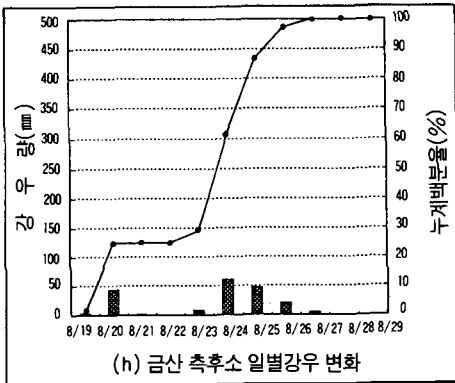
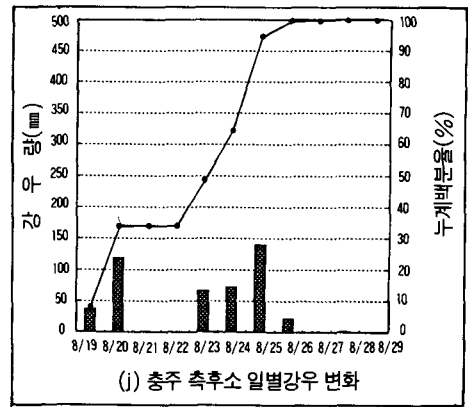
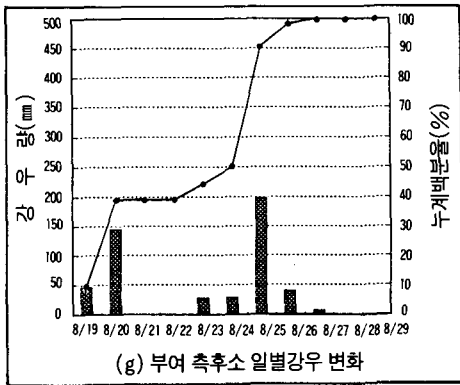
* 농어촌진흥공사 조사설계처

로 더욱 중부지방의 기압골에 수분을 공급하여 더욱 많은 비가 내리게 되었고 그후 28일이 되어서야 종료되었다. 따라서 각 하천의 홍수피해는 25일 전후로 발생하였다.

이러한 호우현상은 다른 해에 비해 몇 가지 특징을 가지고 있다. 우선 호우의 지속시간이 이틀 간

의 소강상태가 있었지만은 무려 10일간 계속되었다는 점과 중간에 태풍 제니스의 영향으로 우리나라 상공에 머물고 있던 기압골에 수분을 공급하여 더욱 두터운 비구름이 형성되었다는 점이다. 본격적인 호우(23~25일) 이전의 호우(19~20일)는 유역의 토양수분을 포화시키고 저수지를 만수시킴





(그림-2) 관측소별 일별강우 및 누가울 곡선

으로써 유역 자체와 댐 내에서 홍수유출을 억제하거나 지체시킬 능력을 상실하게 만들었으며, 이는 하천으로의 유출을 증가시키고 이는 다시 동일한 호우에서 보다 하천을 범람시키는 요인이 되었다.

만약에 8월 19일 이전에 가뭄이 없어 평상시와 같은 여름철 저수율(보통 90%이상)이었다면 더욱 방대한 하천 유출로 인해 그 피해는 급격히 늘어났을 것으로 판단된다. 반대로 전북지방의 경우 비슷

한 호우였는 데도 큰 홍수피해가 없었던 이유는 이 지역의 저수지가 중부지방에 비해 그때까지도 평균 저수율이 약 39% 내외로서 많이 비어 있었기 때문으로 풀이된다.

다른 특징 하나는 기존의 온대성 저기압에 열대성 저기압이 가지고 있는 풍부한 수분을 공급함으로써 비구름을 더욱 두텁게 하였다는 것이다. 이는 가능 최대 강수량(Probable maximum precipitation)을 산정할때 사용하는 수분량의 최대화(Moisture maximization)와 같은 현상이다. 만약 이러한 현상이 조금더 늦게(9월경) 발생하였다면 더욱 낮은 노점으로 인해 응결시간은 매우 짧아지고 강우강도가 심히 높은 단시간의 많은 호우가 발생하였을 것으로 판단된다. 이와 같이 우리나라의 호우도 가능 최대 강수량의 산정원리에 적용됨을 알 수 있으며 이는 향후 수리시설물의 설계기준을 결정할 때 고려해야 함을 말해주고 있다.

이번의 홍수는 중부지방에 집중되었지만 한강 유역은 비교적 다목적 댐들이 홍수통제를 적절히 하여 큰 피해는 없었으나 미호천과 삼교천 유역은 심대한 수해가 있었다. 또한 이 지역 일대는 예당저수지, 삼교호, 대호, 서산A, B호, 금강호 등 대규모 농업 수리시설물이 산재되어 있어 이번 홍수와 관련하여 우리의 특별한 관심을 끌고 있는 지역이다. 한편 각 수리시설은 관리주체도 다양하고, 관리방법과 관리능력도 상이하여 수해의 정도도 상이하다. 따라서 이번 홍수를 통하여 홍수발생 개황과 각 시설물의 홍수관리의 문제점을 파악하고 적절한 대안을 제시하여 향후 시설물의 설계, 시공, 관리기술의 향상은 물론 안전한 시설물이 될수 있도록 할 필요가 있을 것이다.

'95년 8월 홍수에 대한 자료수집은 주로 관련 기관을 대상으로 행하였다. 호우기록은 기상청으로부터, 재해관련 자료는 내무부 중앙 재해대책 본부, 금강 및 삼교천의 홍수위 자료는 금강홍수통제소와 농어촌진흥공사 금강사업단, 수리시설 수해 자료는 농림수산부 시설관리과, 하천 범람과 수해 지역의 자료는 현지 답사와 농어촌진흥공사 대호사업단 등으로부터 수집한 것이다. 수해지역에 대한 피해면적이나 홍수흔적 조사 등 현지에서 정밀

한 측량이 필요한 사항에 대해서는 추후 실시할 예정이며, 우선은 홍수 당시의 사진촬영한 것과 각 하천 정비 계획서를 참고하였다.

2. 호우 분석

2.1 관측소별 강우량

충남북지역에 산재하는 기상관측소는 서산, 온양, 대천, 대전, 청주 등 삼교천과 금강 유역내 9개소로 계수되고 있다. 여기에 인접 관측소로서 수원, 군산 등 타 지역의 강수량을 대비하기 위해 포함시켰다. <표-1>에서 보는 바와 같이 대천 관측소가 95년 8월 호우시 812.5mm를 기록하여 가장 많은 강우량을 보여주고 있다. 이 강우량은 대천 관측소의 평균 연우량 1,220mm의 67%에 해당하여 동 기간 동안에 집중적으로 호우가 발생하였음을 알 수 있다. 참고적으로 대천 관측소 주위의 농업수리시

<표-1> 충남북지역 일별 호우기록('95.8.19~8.28)
(단위 : mm)

월 일	수원	서산	온양	대천	대전	부여	금산	청주	충주	보은	군산
8.19	227.3	63.5	84.0	39.0	14.4	46.0	2.5	31.0	37.0	7.0	10.5
8.20	49.5	133.4	123.0	135.0	119.3	144.0	43.0	78.7	118.0	83.0	89.8
8.21			16.0	13.5			0.5		1.0		
8.22								0.5			
8.23	165.0	236.1	143.5	152.5	5.2	27.0	8.5	35.5	66.0	12.5	7.9
8.24	91.8	152.7	60.0	75.0	121.8	28.5	60.0	67.0	72.0	100.0	102.3
8.25	85.0	97.2	192.5	361.5	85.5	197.0	47.0	293.0	140.0	70.0	52.0
8.26	69.1	44.5	37.0	35.0	33.9	39.5	20.0	25.0	22.0	14.0	53.3
8.27	2.2	2.9	3.0	1.0	3.4	7.0	5.0	2.8	1.0	1.0	6.4
8.28	1.0							10.4	1.5	9.5	
계(1)	690.9	730.3	659.0	812.5	383.5	489.0	186.5	543.9	458.5	297.0	322.2
순 위	3	2	4	1	8	6	11	5	7	10	9
평 균 연우량(2)	1307.0	1216.1	1219.0	1219.8	1359.9	1310.8	1252.0	1216.0	1162.2	1249.6	1190.2
(1)/(2)	52.8	60.0	54.0	66.6	28.2	37.3	14.8	44.7	39.4	23.7	27.0

설로서는 현재 공사중에 있는 홍성호와 보령호 등 [홍보지구사업]이 있는 곳이다.

이 지역의 제2위를 기록한 관측소는 <표-1>에서와 같이 서산이며, 제 3, 4, 5위는 각각 수원, 온양, 청주 등이다. 이들 관측소의 강우 기록을 살펴볼 것 같으면, 각각 730.3mm, 690.9mm, 659.0mm, 543.9mm로서 대부분 평균 연강우량의 50% 이상이 약 10일 동안에 집중되었음을 알 수 있다. 이들 관측소의 일별 강우변화를 비교하면, 충남지역 북쪽에 위치하는 수원 관측소와 충남지역의 관측소들 간에 뚜렷한 차이를 발견할 수 있다. 예를 들면 수원 지방은 8월 19일과 20일에 호우가 집중된 반면, 충남지방은 8월 23일에서 25일 사이에 집중되었다. 이러한 현상은 경기도 지역보다 충남지역의 홍수 피해를 더 심하게 한 요인이 되었다. 왜냐하면 강우의 시간별 분포형과 홍수 유출간의 관계에서 강우의 후기 첨두형이 전기 첨두형보다 유역의 토양 수분을 포화시킴으로써 홍수유출을 더 촉진시키기 때문이다. 참고적으로 이들 지역에는 서산A호, 삼교호, 예당지, 대호 등 대단위 간척사업의 시설물이 있으며, 그외 미호천 등에 중소규모의 수리시설과 배수개선 시설물 등이 산재하고 있다.

2.2 빈도 분석

상기 11개 충남북 지역 기상관측소의 시간별 강

우량 자료를 수집하여 강우 지속 기간별 발생빈도를 계산하였다. 강우 지속기간은 1시간, 1일, 2일 및 3일 연속 등 4개 기간을 선정하였으며, 호우발생기간인 8월19일 부터 28일 까지 10일 동안 발생한 강우량중 지속기간별 최대 강우량을 추출하였다. 각 관측소별, 지속기간별 강우량의 빈도계산은 해당 관측소의 실측 자료를 근거로 확률분포 함수의 적합도 검증을 거친후 선택하여야 하나 이미 과거부터 자료 연수에 따라 발생빈도의 신뢰성을 고려할 수 있는 Gumbel의 극치분포를 적용하여 분석한 결과가 유효하므로 여기서도 이를 적용하였다.

<표-2>는 충남북 지역 11개 강우 관측소의 과거 실측 자료를 빈도분석한 결과이다. 빈도분석에 사용된 자료의 연수는 최대 청주 측후소의 1929년부터 1994년 까지 68개년이며 최소 연수로는 충주 등 6개 관측소는 22개년이다. 시간 우량에 대한 자료는 이보다 짧아 최대 수원 측후소의 31개년 부터 온양 관측소의 22개년 까지 분포하고 있다.

보통 수문설계에 많이 사용되는 1일 우량을 기준으로 하여 각 빈도별, 관측소별 강우량을 비교하면, 각 빈도년 마다 부여와 대천 관측소의 강우량이 타 관측소의 그것 보다 많음을 알 수 있으며, 이는 이 지역이 강우 강도가 높은 호우가 자주 발생하고 있음을 말해 주는 것이다. 시설물을 설계하고 유지관리하는 입장에서 이러한 사실들을 주의깊게 살펴

<표-2> 충남북 지역 빈도별 강우량

빈도별 지 점	시 우 량				1 일 최 대				2 일 연 속 최 대				3 일 연 속 최 대				자료연수(~'94)	
	10	50	100	500	10	50	100	500	10	50	100	500	10	50	100	500	시우량	일우량
수 원	65.1	84.6	92.8	111.8	207.2	281.6	313.0	385.7	298.2	412.9	461.4	573.6	321.8	439.4	489.1	604.1	31	57
서 산	58.0	76.1	83.8	101.6	175.4	231.5	255.2	310.0	241.1	324.2	358.9	439.2	274.7	369.7	409.8	502.6	27	43
온 양	66.1	90.3	100.5	124.2	160.7	205.7	224.8	268.8	229.0	298.6	328.0	396.1	245.7	317.4	347.8	417.9	22	22
대 천	69.7	92.6	102.2	124.5	219.6	311.4	350.2	439.9	253.5	349.9	390.6	484.8	275.8	379.8	423.8	525.6	22	22
대 전	65.9	86.7	95.4	115.7	217.2	303.9	340.6	425.4	282.3	393.5	440.5	549.3	317.0	442.1	495.0	617.3	26	65
부 여	71.1	95.6	105.9	129.9	274.7	412.6	471.0	605.8	312.8	460.1	522.4	666.4	338.1	492.8	558.1	709.4	22	22
금 산	59.5	80.2	89.0	109.3	152.0	192.8	210.0	249.9	207.0	262.7	286.3	340.7	222.4	275.2	297.5	349.1	22	22
청 주	59.5	77.9	85.7	103.6	183.6	252.7	281.9	349.4	232.4	316.2	351.7	433.7	254.0	341.1	377.9	463.0	28	68
충 주	67.0	92.7	103.6	128.8	193.5	269.2	301.2	375.2	258.5	360.3	403.4	503.0	322.8	458.5	515.9	648.6	23	22
보 은	50.0	63.8	69.6	83.0	205.1	292.6	329.6	415.1	249.1	345.9	386.9	481.5	293.7	411.1	460.8	575.6	22	22
군 산	52.4	65.9	71.6	84.7	207.5	296.3	333.8	420.6	269.3	387.2	437.0	552.2	285.4	404.2	454.4	570.4	27	43

〈표-3〉 충남북지역 관측소별 호우빈도 분석(8.19~8.28)

구분 지점	최대시우량				1일 최대			2일연속최대			3일연속최대		
	발생일시	시우량	빈도년	발생일	강우량	빈도년	발생일	강우량	빈도년	발생일	강우량	빈도년	
수 원	23일 14:00	37.9	5년	19일	227.3	20년	19~20	276.8	10년	23~25	341.8	10년	
서 산	23일 13:00	54.5	10년	23일	236.1	50년	23~24	388.8	200년	23~25	486.0	400년	
온 양	25일 9:00	50	10년	25일	192.5	30년	24~25	252.5	20년	23~25	396.0	300년	
대 천	25일 12:00	68	10년	25일	361.5	100년	24~25	436.5	200년	23~25	589.0	600년	
대 전	24일 1:00	36	5년	24일	121.8	5년	24~25	207.3	5년	24~26	241.2	5년	
부 여	25일 2:00	96.3	50년	25일	197.0	5년	24~25	225.5	5년	24~26	265.0	5년	
금 산	25일 15:00	17.5	2년	24일	60.0	2년	24~25	107.0	2년	24~26	127.0	2년	
청 주	25일 3:00	52.8	10년	25일	293.0	100년	24~25	360.9	100년	23~25	395.5	100년	
총 주	25일 7:00	36.5	5년	25일	140.0	5년	24~25	212.0	5년	23~26	278.0	5년	
보 은	24일 4:00	22	2년	24일	100.0	2년	24~25	170.0	2년	24~26	184.0	2년	
군 산	20일 7:00	33.7	5년	24일	102.3	5년	24~25	154.3	2년	24~26	207.6	2년	

불 필요가 있다.

〈표-3〉은 충남북 지역의 관측소별 강우량 자료를 8월 호우 기간중 지속 기간별로 정리하여 〈표-2〉의 발생빈도의 값을 찾아 수록한 것이다. 대체적으로 1시간 우량은 부여 관측소의 50년 빈도를 제외하고 10년 빈도를 기록하고 있다. 같은 10년 빈도라 하더라도 대천, 온양, 서산 등의 관측소는 50mm/h 이상의 값을 보여주고 있으며, 나머지 관측소는 30mm/h를 나타내고 있다. 이로 부터 충남 해안 지방에 강우 강도가 센 호우가 자주 발생하였다는 사실을 알 수 있다. 한편 이번 8월 호우기간이 10일 이상 계속되었으므로 3일 연속 최대 우량의 기록이 관심의 대상이 되고 있다. 대천, 서산, 온양 등 3개 관측소의 3일 강우량이 200년 빈도 이상을 나타내고 있는데 반해, 1일 우량의 빈도년은 20년에서 100년 사이의 값을 나타냄으로써 이번 호우가 장기간 계속되었음을 말해주는 증거로 볼 수 있으며, 향후 담수호와 유달시간이 긴 저수지등의 설계에서 3일 이상의 연속 강우에 대해 검토가 되어야 할 것으로 판단된다.

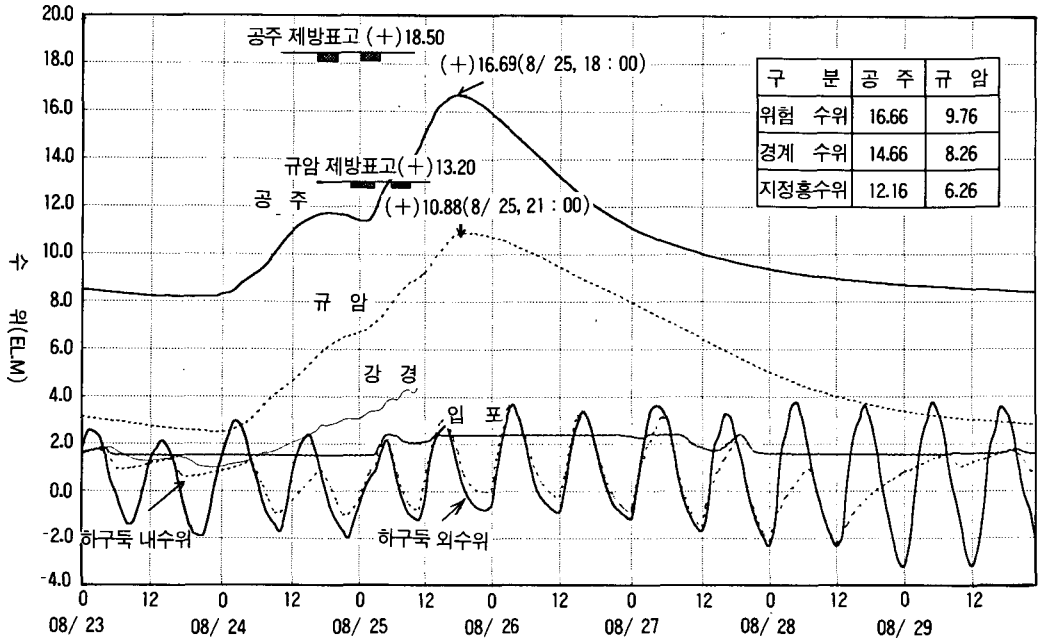
3. 홍수 분석

3.1 금강 유역

1. 공주지점

금강의 공주지점은 금강 홍수통제소가 위치하는 지점으로서 금강의 수문사상을 대표하는 매우 중요한 지점이다. 이 지점은 금강의 전체 수문사상을 대표할 뿐만 아니라 하류로 약 85.0km 떨어진 금강 하구둑에 의해 조성된 금강호의 물관리에 절대적인 영향을 미치는 지점이다. 예를 들면 공주지점의 수위자료로 부터 동 지점의 유출량을 추정하게 되고, 이 양은 평상시인 경우 금강호의 유입량을 판단하는 자료의 근거가 되어 효율적인 용수공급 계획수립을 가능하게 하며, 홍수시에는 이 지점의 수문곡선이 부정류 모형의 상류단 경계조건이 되어 이 지점부터 하구둑을 거쳐 군산 외항까지 시간별 수위변화를 예측함으로써 금강하류 구간의 홍수통제에 있어 매우 중요한 기초자료를 제공하게 되는 지점이다.

이번 8월 홍수시 공주지점은 〈그림-3〉에서 보는 바와 같이 8월 25일 18:00에 위험수위인 (+)16.66m(수심 8.5m)까지 상승하였다. 이 수위에서 홍수량은 〈그림-4〉에서와 같이 5,738m³/s이며 이는 공주지점에서 장기 유량관측 결과를 기초로 빈도분석하면 약 10년 빈도에 해당한다(농업진흥공사, 1983). 공주지점 상류 유역의 강우발생은 〈그림-1〉과 〈표-2〉에서와 같이 미호천 유역의 청주 측 후소가 544mm이고, 대청댐 유역의 보은 관측소가 297mm를 나타내어, 주로 미호천 유역이 대청댐 유역보다 약 55%가 더 내려갔음을 알 수 있다. 이로



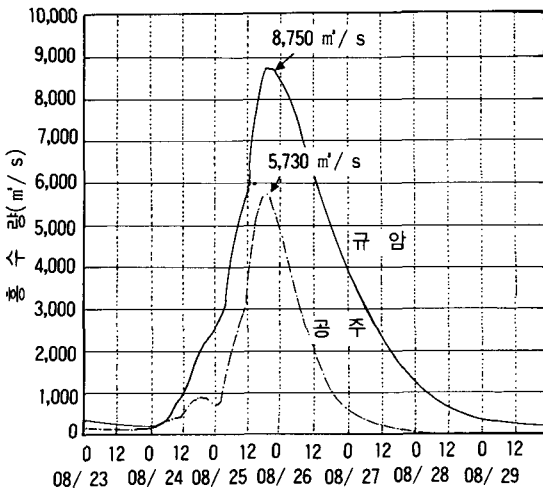
〈그림-3〉 금강 하류 홍수위 수문 곡선

말미암아 대청댐에서는 동 기간중 방류량 없이 홍수조절이 가능하였을 것으로 판단되는 반면에, 미호천의 홍수가 금강 본류의 홍수에 절대적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 공주 지점에서 수위가 위험수위에 도달되었음은 향후 홍수관리를 위해 주의깊게 이번 홍수를 분석할 필

요가 있다. 즉 대청댐의 방류가 동시에 있었을 경우를 고려하여 최악의 상황에 대해 준비할 필요가 있다.

2. 규암지점

규암지점은 8월 25일 21:00에 위험수위 (+)9.76m보다 약 1.0m 높은 (+)10.88m까지 상승하였다. 이를 유량으로 환산하면 〈그림-4〉와 같이 8,752m³/s가 된다. 다행히 이 근방의 제방 높이는 (+)13.20m이기 때문에 범람은 되지 않았다. 이 지점은 〈그림-3〉에서 보는 바와 같이 평소 수위가 낮을 때는 금강호의 수위(이는 규암지점에서 하류로 약 52km 떨어진 하구둑 조위의 영향을 다시 받음)변화의 영향을 받지만 홍수시(약 3.0m 이상)에는 금강호의 수위변화와는 상관없이 상류의 유량에 의해 수위가 형성되는 곳이다.



〈그림-4〉 공주 및 규암 지점의 홍수량 수문곡선(1995. 8)

3. 강경지점

강경수위표 지점은 8월 25일 12:00까지 TM (Tele-Metering)에 의한 수위자료가 수신되었으나 이후는 시스템의 작동이 불량하여 홍수위의 변

화를 파악하기 어렵다. 그러나 12:00까지의 홍수 변화와 예전의 부정류 모형에 의해 홍수분석한 결과에 의하면 약 1.0m 내외의 수위에서는 금강호의 수위변화와 같은 경향을 보이지만 그 이상 되면 금강호 수위의 영향이 대폭 줄어든 수위현상을 보여 주는 것으로 분석된 바 있다. 추후 현장을 방문하여 자료수집이 되면 상세히 언급할 수 있을 것으로 생각된다. 참고적으로 본 강경지점은 하구둑이 생기기전 염수침입으로 인해 금강 본류에서 취수하여 관개용수를 공급하던 마지막 지점이며 현재는 금강호의 관리수위에 직접적으로 영향을 받는 곳이다.

4. 입포지점

입포지점의 전 홍수기간의 시간별 자료가 TM에 의해 수집되었으나 자료자체에 문제가 있음을 알 수 있다. <그림-3>에서 보는 바와 같이 홍수 상승기인 8월 25일 12:00부터 홍수 종료기간인 8월 27일 12:00까지 (+)2.38m를 보여 주고 있어 자료 송수신에 착오가 발생한 것으로 해석된다. 왜냐하면 입포지점은 하폭이 타 지점에 비해 병목 현상을 보임으로써 홍수시에는 이 지점을 기점으로 하여 조석의 영향이 차단되는 특성을 가지고 있어 홍수위의 형상이 상류의 강경지점의 홍수위 변화와 닮아야 하기 때문이다. 그럼에도 불구하고 아무런 변화도 없이(그렇다고 하구둑의 내수위와 같은 변화도 아닌) 일정한 수위를 유지한다는 것은 동 기간 중에 송수신된 자료에 하자가 발생하였음이 확실하다.

5. 하구둑 지점

하구둑, 즉 금강호의 수위를 조절하기 위해 순폭이 600m인 배수갑문이 있다. <그림-3>에서 보는 바와 같이 이번 홍수기간 중 사전 예비방류에 의해 금강호의 수위를 최대한 낮추어 놓음으로써(평시 관리수위: (+)2.0m인데 8월 23일은 (+)1.0m 임) 홍수조절로 인한 수위상승을 8월 26일 04:00에 (+)3.66m로 억제할 수 있었으며, 또한 홍수가 피크를 이룰때의 수위 변화는 거의 하구둑의 외측 수위(조위)의 변화와 같은 것임을 볼때 배수갑문

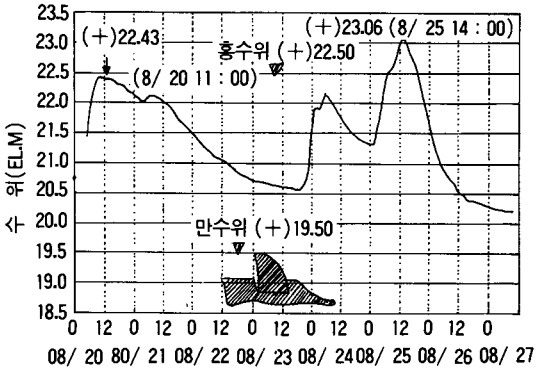
의 홍수배제 능력은 충분한 것으로 판단된다. 참고적으로 하구둑 지점에서 100년 빈도 계획 홍수위는 (+)4.62m임을 고려할때 약 1.0m의 여유가 있었으며, 이번의 최고 홍수위 (+)3.66m는 동 시각의 외조위 (+)3.68m로서 내외수위의 변화가 거의 동일함을 볼 때 금강호의 홍수배제 능력은 탁월하다고 할 수 있다.

3.2 삼교천 유역

1. 예당 저수지

예당 저수지는 삼교천의 지류인 무한천 유역내에 위치하고 있다. 예당 저수지의 유역면적은 6km²로서 삼교천 하구에 건설한 삼교호 유역의 약 23%를 점하고 있어, 무한천과 삼교호의 홍수 및 급수관리에 지대한 영향을 미치는 저수지이다. 이번 8월 홍수시 저수지 홍수위 변화는 <그림-5>와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 최고 홍수위는 8월 25일 14:00에 (+)23.06m를 기록하였다. 원래 예당 저수지의 계획 홍수위는 (+)22.5m이고 관리수위는 (+)21.50m로서 약 1.0m의 홍수조절용량 1,021.3ha·m(전체 유효저수량의 약 22%)를 가지고 있는 셈이다. 그러나 8월 19일 부터 20일의 호우기간 중 1차 홍수조절을 한후 23일에는 평소 관리 만수위 부근인 (+)21.54m를 유지하였으나 동일 오후부터 시작된 약 450mm가 넘는 장시간 큰 호우에 의해 (+)23.06m에 이르렀다.

예당 저수지의 계획 홍수 방류능력은 (+)22.5m에서 100년 빈도에 1,645m³/s이다. 또한 하류 무한천에 홍수피해를 유발하지 않는 예당 저수지의 무해 방류량은 677m³/s이고(예당농조, 1982) 무한천의 100년 빈도 계획 홍수량은 삼교천 합류 지점에서 1,480m³/s이다(건설부, 1994). 한편 이번 홍수시 예당 저수지의 홍수위가 (+)23.06m까지 상승하였으므로 예당농조에서 기록한 최대 방류량 1,645m³/s보다 실제 방류량은 더 많았을 것으로 추측된다. 또한 무한천의 하천정비는 하상이 정비되기는 하였으나 관목과 잡초가 무성하였으며, 홍수터는 벼, 비닐하우스, 기타 작물에 경작되고 있었고, 잠수교와 교량 시설에 따른 구 교량의

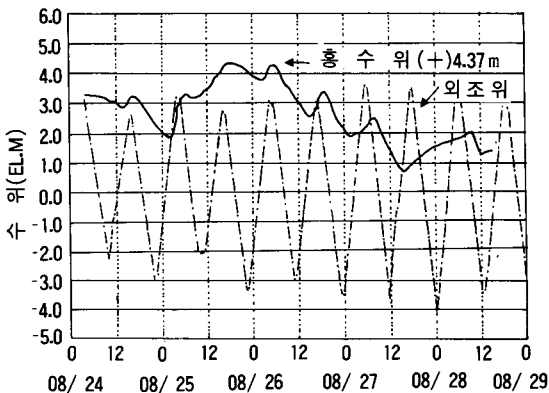


〈그림-5〉 예당 저수지 홍수위 변화('95.8.19~8.27)

미철거 등으로 해서 일반적으로 하천정비시 적용하는 조도 계수인 0.023-0.027보다 큰 0.04-0.05 정도로 추정되었다. 기타 삼교천 본류나 삼교호 부근은 제방의 범람은 없었던 것으로 조사되었다.

2. 삼교호

삼교호는 삼교천 하구에 제방을 축조하여 조성된 담수호이다. 유역면적은 1,645km²이고 유입하천으로서는 삼교천, 무한천, 곡교천 등이 있다. 삼교호의 홍수배제를 위해 폭 20m짜리 6련의 배수갑문이 설치되어 있다. 이 배수갑문은 500년 빈도 유역 평균 강수량 308mm(2일)에 대해 첨두 유입 홍수량 약 5,400m³/s을 방류할수 있도록 계획되었으며 이 경우 계획 홍수위는 (+)5.1m이다. 그러나 실제 계획 홍수위에서 대조 간조시에는 최대 8,500m³/s까지 방류할 수 있는 능력을 갖추고 있



〈그림-6〉 삼교호 홍수위 및 외조위 수문곡선(1995.8)

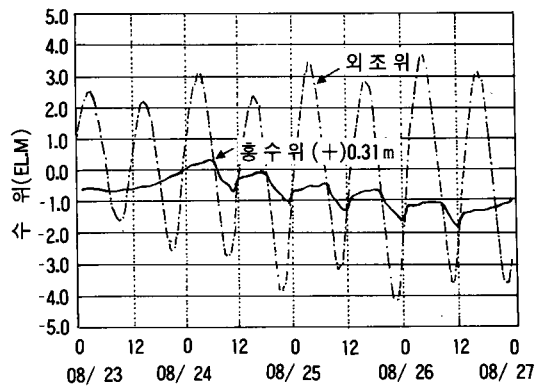
다.

이번 홍수시에 삼교호 최고 홍수위는 〈그림-6〉에서 보는 바와 같이 1차 호우가 끝난후 8월 20일 (+)3.0m 근처에서 관리되면서 8월 26일 06:00에 (+)4.37m를 기록하였다. 이는 계획홍수위 (+)5.1m보다 약 0.73m 낮은 수위이다. 참고적으로 삼교호 유역내에 있는 온양 관측소의 500년 빈도 2일 강수량은 〈표-2〉에서 알 수 있듯이 396mm이다. 이러한 사실은 삼교호 배수갑문 설계 당시 사용 가능한 수문자료의 기간이 짧아 최근의 빈발하는 집중호우가 반영되지 못한 결과 같은 500년 빈도라도 약 90mm의 차이를 보여주고 있는 것이다. 최근의 배수갑문의 설계빈도는 100년을 사용하고 있으며 온양 관측소의 100년 빈도 2일 최대 강수량은 328mm임을 비교할때 당시의 배수갑문의 설계는 비교적 합리적이라고 생각되지만 현 시점에서 여건 변화에 대한 검토는 필요할 것으로 판단된다.

3.3 기타 유역

1. 대호

이번 홍수시 대호의 홍수위는 〈그림-7〉에서 보는 바와 같이 1차 호우가 끝나고 8월 23일에는 (-)0.6m 근처에서 관리되고 있었다. 이 수위는 상시 관리 만수위인 (-)0.5m보다, 약 10cm 낮은 경우이며 1차 호우가 있기 전에는 (-)1.0~(-)2.0m 부근에서 관리하고 있었음을 볼 때 홍수에 대비하여 담수호의 수위를 낮추어 놓은 결과로 볼



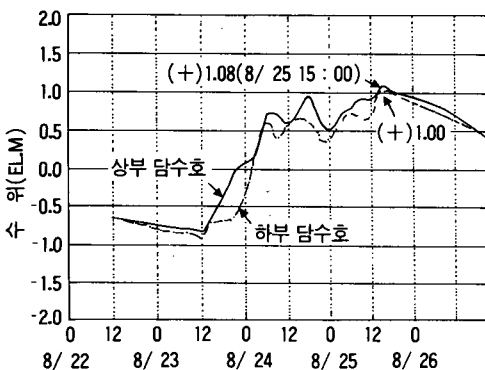
〈그림-7〉 대호 홍수위 및 외조위 수문곡선(1995. 8)

수 있다. 이러한 조치로 말미암아 대호지구에서는 홍수피해가 발생하지 않았다. 이후 최고 홍수위는 8월 24일 06:00에 (+)0.31m까지 도달하였다. 대호의 200년 빈도 계획 홍수위는 (+)0.4m로서 이번의 최고 홍수위 (+)0.31m보다 약 10cm정도 더 여유가 있었다. 참고적으로 이번 서산 관측소의 2일 최대 강우량이 389mm이고 이는 <표-3>에서 보는 바와 같이 200년 빈도에 해당한다. 또한 설계 강우량은 365mm임을 고려할때 대호의 배수갑문은 충분한 홍수 배제 능력이 있다고 볼수 있다.

2. 서산 A호

서산 A호는 충남 서산의 가로림만에 민간 간척 사업으로 조성된 2개 담수호 서산 A, B호 중 하나이다. 이 담수호의 홍수량 1,970m³/s (200빈도 설계강우량 410mm)를 배제하기 위해 폭 80m의 배수갑문이 설치되어 있다. 이때의 계획 홍수위는 (+)1.25m이며 참고로 논바닥의 최저표고는 (-)2.0m이고 이를 기준으로 간척지의 논 개발면적은 6,372ha이다(농업진흥공사, 1979).

이번 홍수시의 담수호 수위변화를 살펴보면, <그림-8>에서 보는 바와 같이 1차 홍수가 지나고 2차 홍수가 있기전 8월 22일경에 (-)0.7m를 유지



<그림-8> 서산 A호 홍수위 및 외조위 수문곡선(1995.8)

하고 있었다. 그후 본격적인 호우가 시작된 8월 23일 부터 수위는 점차 상승하여 25일 15:00경에 최고 홍수위 (+)1.08m에 도달되었다. 이때 이 홍수위에 의해 (+)0.4m까지의 논은 침수피해를 입

었으며, 나머지 (+)0.4m부터 (-)2.0m까지의 저지대 논(6,372ha의 1/3 정도인 약 2,100ha)은 완전히 관수침수를 입은 것으로 추정된다.

이런 침수피해는 설계강우량 410mm(2일 강우량)보다 약 25mm가 더 많은 435mm(서산 A호의 간척에 의한 관측 강우량)가 온 것이 직접적인 원인으로 볼 수 있다. 또한 1차 홍수가 지난후 담수호의 수위조절이 외조위에 의해 제한을 받아 (-)0.7m의 비교적 높은 수위를 유지함으로써 더 높은 홍수위가 발생하였다. 그러나 1차 홍수가 끝난 후 최저 간조위 (-)1.0m까지 배제할수 있었을 것으로 추측되며, 배수갑문의 조작을 중앙에서 내외수위 관측 결과를 바탕으로 조작할수 있는 소위 중앙통제실이 없이 조석표에 의해 현지 배수갑문까지 관리인이 자동차로 이동하여 관리하고 있는 실정임을 볼때 시설의 미비로 인한 요인도 작용하였으리라 추측된다. 배수갑문의 배제능력에 대해서는 분석에 많은 시간이 소요되므로 다음 기회로 미룰수 밖에 없다.

4. 홍수 피해

금년 8월 대홍수의 피해액은 <표-4>에서 보는

<표-4> '95. 8월 시도별 풍수해 현황(8.19~8.30)

구 분	계	서울	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
이재민 명	24,146		4,063	405	1,257	17,593	246	40	442	100	
사 망 명	65	3	6	6	5	28	1		13	3	
건 물	동	11,068	10	1,634	398	400	7,878	149	7	484	1
	억원	22.3	0.1	1.9	2.1	0.6	14.8	0.3	0.06	2.3	0.06
선 박	척	61		18	3	7	20	6	4	3	
	억원	2.5		0.5	0.1	0.1	0.5	0.8	0.3	0.2	
농경지	ha	22,148		317	625	1,261	19,411	199	0.5	298	36
	억원	577.8		23.1	56.6	117.2	329.3	20.9	0.04	27.4	3.3
공 시 공 설	억원	3,751	39	326.2	606.6	517	1,831	110.1	9.0	259.4	51.8
기 타	억원	209	2.5	16.6	12.9	35.3	116.8	8.8	0.6	12.4	0.8
총 피해액	억원	4,563	41.6	368.3	678.3	670.2	2,292.4	140.9	10.0	301.7	55.9

* 대구, 인천, 대전시의 경우 각각 경북, 경기, 충남도에 합산함
* 자료출처 : 내무부 중앙재해대책본부

〈표-5〉 과거 주요 호우 및 태풍 피해현황(1위~10위)

연도	구분 피해원인	최대일강우량 (mm)	주요피해지역	이재민	사망 및	농경지	농작물	공공시설	발생기간	피해 액 (억원)	순위
				(인)	실 증 (인)	(ha)	(ha)	(개소)	(역원)		
1990년	집중 호우 9/ 9-9/ 12	대관령 : 330.8, 강릉 : 297.5 수원 : 276.3, 원주 : 250.5 서울 : 247.5	서울, 경기, 강원, 충북	187,265	179	7,796	47,088	16,253	5,651		1
1987년	태풍(THELMA) 7/ 15-7/ 16	제주 : 163.6, 원도 : 139.1 고흥 : 216.8, 강릉 : 173.5 부산 : 135.7	남해, 동해	99,498	345	9,669	171,910	47,957	4,614		2
1987년	집중 호우 7/ 21-7/ 23	대전 : 303.3, 제주 : 224.7 부여 : 517.6, 이리 : 238.5	충부	50,472	167	10,891	182,517	13,819	3,885		3
1989년	호우 7/ 25-7/ 27	-	충남, 충북, 전남, 전북, 경남, 경북	54,041	178	3,657	65,807	9,073	3,330		4
1991년	태풍(GLADYS) 8/ 22-8/ 26	부산 : 439.0, 울산 : 417.8 거제 : 341.2 양산 : 391.6 창원 : 414.5	부산, 강원, 경북, 경남	20,757	103	2,440	65,092	8,797	2,445		5
1984년	집중 호우 8/ 31-9/ 4	속초 : 314.2, 강릉 : 204.5 서울 : 266.2	서울, 경기, 강원	355,316	189	4,702	87,792	9,328	1,935		6
1959년	태풍(SARAH) 9/ 15-9/ 17	제주 : 168.1, 여수 : 115.4 울산 : 157.4, 부산 : 90.4	영동, 영남, 호남	373,459	849	216,325	-	11,846	1,900		7
1980년	집중 호우 7/ 21-7/ 23	제주 : 217.0, 대전 : 103.5	충북, 충남, 경기, 강원	36,734	160	10,596	9,812	7,356	1,880		8
1972년	집중 호우 8/ 19-8/ 20	서울 : 273.2, 인천 : 207.0 수원 : 313.6, 춘천 : 174.2 강릉 : 206.5	서울, 경기, 강원, 충북	230,938	301	3,280	-	15,332	1,717		9
1925년	집중 호우 7/ 18-7/ 20 태풍 9/ 5-9/ 7	-	충부	-	517	-	-	-	1,520		10

바와 같이 4,563억원에 이르고 있다. 이 피해액은 〈표-5〉에서 보는 바와 같이 과거 홍수피해 중 1987년 태풍 쉘마의 피해 다음으로 제3위를 기록하고 있다. 인명피해는 〈표-4〉에서와 같이 올해는 65명으로서 쉘마때의 피해 345명보다 약 6배 가량 줄어든 것이다. 이번 홍수피해의 대부분은 공공시설의 파괴로 인해 발생한 것이다. 즉, 도로, 하천, 철도, 수리시설, 사방, 상하수도 등 사회간접자본의 피해이다. 이는 공공시설들을 설계할때 홍수에 안전한 시설이 될수 있도록 주의를 기울여야 되며, 治水에 부족한 시설들을 꾸준히 확충하여야 함을

의미한다.

이번 홍수피해의 시도별 현황을 살펴 보면 〈표-4〉에서 보는 바와 같이 충남이 2,292억원으로 집계되어 이 지역이 이번 홍수가 집중적으로 발생하였음을 말해주고 있다. 다음으로 강원도가 678억원, 충청도에 670억원의 홍수피해가 각각 발생하였다. 그외 경기도와 경북에 300억원대의 피해가 났으며 나머지 지역은 100억 미만의 피해를 입었다. 농경지 침수면적은 충청북 지역에 집중되었다. 이는 피해액이 충청지역과 유사한 강원도와 비교할때 약 2배 이상 침수피해가 일어났는데 그 이유

는 경지 면적 자체가 적기도 하지만 이번 홍수가 충북의 미호천 일대가 범람함으로써 침수피해가 확산되었기 때문으로 풀이된다.

5. 문제점 및 대책

이번 홍수관리의 문제점을 논하기 전에 홍수피해의 근본 원인에 대한 규명이 있어야 한다. 그러나 앞에서 언급한 바와 같이 원인 규명은 예상되는 가능한 여러 시나리오에 따라 수문학적으로 홍수를 재현하여 검증해야 하기 때문에 당장 가능한 일 아니다. 그러나 현장에서 일어난 여러 홍수흔적과 인접지구의 홍수관리 실적을 토대로 추정은 가능할 것으로 생각된다.

8월 대홍수의 원인은 여러 가지가 있을 수 있지만 대략 다음 다섯가지 정도로 요약할 수 있다. 첫째는, 다른 지역도 마찬가지로 충남북 지역도 저수지 등 수리시설물의 홍수조절 능력이 미미하다는 것이다. 관개용 저수지는 계획 당시부터 홍수조절 용량을 별도로 확보하지 않는 것이 일반적이긴 하나 짧은 지속 기간의 호우에 대해서는 일류수심 만큼은 홍수조절 효과가 있는 것도 또한 일반적이다. 그러나 이번 호우와 같이 10일 정도 지속되는 경우 관개용 저수지의 홍수조절 효과는 기대할 수 없다. 한편 삼교천 유역의 예당저수지의 경우도 저수지의 용량은 46백만³m³으로서 관개용 저수지로서는 매우 규모가 큰 저수지이지만 홍수조절능력은 10백만³m³으로 규정되어 있으나 실제 홍수위와 계획 만수위가 (+)22.5m로서 동일하기 때문에 홍수조절을 시행하기 위해서는 여간한 기술과 장비가 없이는 이번 홍수와 같은 경우 거의 불가능하리라 판단된다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 예당 저수지를 승상보강하여 홍수조절 용량을 대폭 확충하는 수밖에 없다.

두번째 원인으로서, 홍수조절에 대한 관리시설이 미비하다는 것이다. 우리나라 대하천의 경우 대부분 홍수 예경보 시설이 설치되어 있으나 충남북 지역의 경우 금강을 제외하고는 삼교천, 대호, 서산 A호 등과 같은 소하천이나 지류하천에 대해서는 아직 미설치 되어 있다. 홍수 예경보 시설은

유역내에 수문관측소의 강우와 수위 등을 자동으로 측정하여 홍수 통제실로 전송할수 있는 장치가 설치되며, 수신된 수문자료는 컴퓨터에 의해 홍수를 예보하여 효과적으로 홍수를 관리할수 있도록 도와준다. 유역이 작은 경우 자동 측정시설설치비는 적은 대신 홍수를 예측하는 소프트웨어는 수문학적으로 매우 복잡한 것이 특징이므로 이의 개발비는 비싸게 든다.

한편 이러한 첨단 홍수예경보 시설이 없더라도 적어도 물관리의 기초시설인 수위관측 시설만이라도 중앙 통제실에서 손쉽게 알수 있도록 되어야 하며, 물관리의 신뢰성을 확보하기 위해 관측된 자료가 기록지에 자동으로 인쇄되는 장치도 갖추어야 한다. 그렇지만 예를 들어 예당 저수지와 서산 A호의 경우는 아날로그 수위관측소가 설치되어 있었으나 중앙 통제실에서는 알수가 없었고(서산 A호의 경우는 중앙 통제실도 없음), 이와 더불어 삼교호를 포함하여, 자체 기록되는 수위관측 장치가 없어 홍수관리에 대한 신뢰성이 떨어지고 있었다. 또한 삼교호와 서산 A호 및 대호지구의 경우 수위관측소의 위치가 배수갑문의 방류시 속도수두의 영향을 받는 곳에 위치하고 있어 내외수위를 정확히 알수 없어 적절한 시기에 문비관리를 곤란하게 하는 요인이 되고 있다. 따라서 소유역 하천이라 하더라도 적절한 규모의 홍수 예경보시설이 설치되어야 하며 이와 동시에 홍수관리 관련 시설도 보강하여야 하고 특히, 유역 특성에 맞는 홍수관리 소프트웨어를 갖추어야 한다.

셋째 원인은, 홍수관리가 유역단위가 아니라 시설물 단위로 운영되기 때문에 유역내 주요 시설관리 주체간에 연계 운영이 미흡하다는 것이다. 예를 들면 삼교천 유역내에는 예당 저수지를 관리하는 예산농조와 삼교호를 관리하는 당진 농조가 있으며 이 두 관리주체 간에는 홍수시 어떠한 연계운영도 하지 못하는 실정이다. 이러한 배경에는 평상시 급수관리 위주로 시설물 관리주체를 선정하였기 때문으로 풀이된다. 또한 이러한 문제는 앞에서 언급한 홍수예경보 시설의 설치 운영도 관리주체의 일원화가 되지 않으면 문제가 될수 있다. 따라서 이런 경우 시설별 관리주체를 둘 것이 아니라 농어

촌 용수 구역의 관리와 같이(농어촌용수개발 기획단, 1989) 용수 구역별 종합물관리 차원에서 운영되어야 한다.

넷째 원인으로서, 하천의 정비계획과 실재가 맞지 않는다는 것이다. 현재 하천의 경우 하천 정비가 실질적으로 끝났는데도 불구하고 구교량과 잠수교 등이 철거되지 않아 홍수의 소통을 방해하였으며 홍수터에 비닐하우스 등 작물이 경작되고 개수상태가 미비하여 관목등이 번성하고 있어 하천의 조도계수를 계획시 보다 월등하게 높게 만들므로서 하천의 범람 요인을 제공하였다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 하천정비시와 동일한 소통 능력을 갖추어 줄 수 있도록 하상정리와 하천개수 등 하천관리를 꾸준히 실시하여야 하며 하천정비 설계시에는 이러한 상황을 고려하여 하천의 조도계수를 현실에 맞게 0.04 이상을 사용하도록 하여야 할 것이다.

다섯째, 홍수관리 등 물관리에 대한 전문지식을 갖춘 물관리 전문인력이 전무하다는 것이다. 이 전문인력은 적어도 수문학, 농업수리학, 수리학, 측량학, 전산학, 전기기계 등에 기초지식이 있어야 하는 데 현장의 관리직은 거의 모두 전기직 등에 국한되고 있는 실정이다.

기타 홍수가 종료되면 정기적으로 유역별 홍수피해 원인조사를 실시하고 자료를 정리하여 다음설계에 활용될수 있도록 하여야 한다. 이번 홍수로부터 얻은 교훈은 중요 시설물에 대해서는 가능최대강수량(PMP)을 설계기준으로 채택하여야 하며, 홍수분석 소프트웨어의 정립과 함께 이번과 같은 장기간의 호우에 대비하여 홍수조절과 관련되는 시설물에 대해서는 3일 연속 강우량에 대해서도 검토하여야 한다. 또한 삼교호의 배수갑문과 같은 주요 시설에 대해서는 설계당시와 여건 변화등을 고려하여 정기적으로 홍수배제 능력을 검토하는 등의 조치도 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 건설부, 1994. '삼교천 하천정비 기본계획'.
2. 내무부, 1993. '재해년보', 중앙재해대책본부.
3. 농업진흥공사, 1979. '서산 A, B지구 개략 설계서'.
4. 농어촌용수개발 기획단, 1989. '농어촌용수 합리화 계획', 농림수산부, 농업진흥공사.
5. 예당 농지개량조합, 1982. '예당 저수지 관리규정', 치수 417-239(1982. 5. 7).

약 력

김 현 영



1973. 서울대학교 농과대학 농공학과 졸업
 1982. 강원대학교 대학원 농학석사
 1988. 서울대학교 대학원 농학박사
 1993. 토목기술사(수자원개발)
 현재 농업진흥공사 조사설계처 기술지원부장
 KCID비구조홍수관리 분과위원장
 ICID비구조홍수관리 분과위원

장 중 석



1984. 서울대학교 농과대학 농공학과 졸업
 1987. 농업진흥공사 입사
 현재 농업진흥공사 조사설계처