

# 서울지역의 7월 집중호우특성과 침수피해 조사

이 종 태 (경기대학교 토목환경공학부 교수)

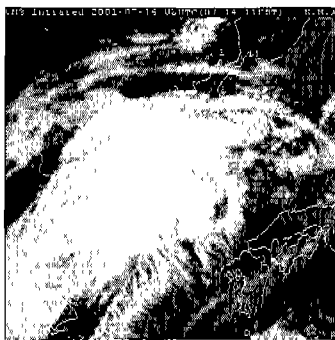
## 1. 서울지역의 7월 강우특성

기상청은 중국 화남지방에서 형성된 저기압이 장마전선과 함께 북동진하여 14일 우리나라 남부지방을 시작으로 점차 북상함으로써 한반도의 중북부지방에 집중호우를 내렸던 것으로 설명하고 있다. 즉, 북상하던 장마전선이 14일 밤 한반도의 북쪽에 위치한 차가운 성질의 고기압에 막혀 서울·경기도 및 강원도 영서지방에서 정체되었고, 하층 제트기류에 의

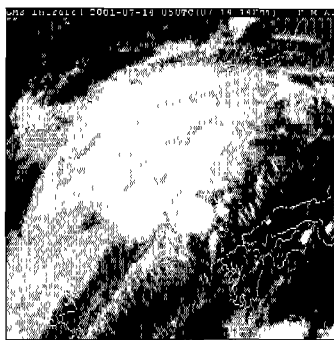
하여 매우 강한 남서류가 장마전선 상으로 유입되면서 폭이 좁고 강한 수렴대가 중부지방에 형성된 가운데 서울 지역에는 1시간 최대 약 99.5mm의 집중호우가 발생하였다(그림 1.1). 당시 강우기간(14~15일 14시)의 누적강우량은 서울지방에서 약 310.1mm를 기록하였다. 또한 인천 220.5mm, 강화 156.5mm, 동두천 175.4mm, 양평 149.5mm, 철원 143.7mm, 홍천 168.0mm 등의 강우량을 기록하였다(표 1.1).

표 1.1 2001년 7월 14~15일 주요지역의 호우 강수특성 비교

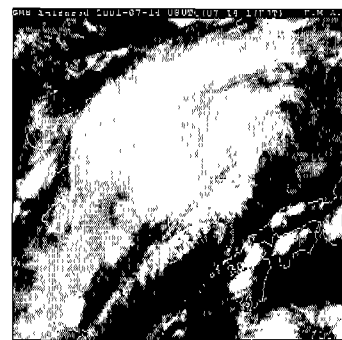
구분	1시간 최대강수량 (mm)	총 강수량 (mm)	강수 지속시간 (hr)	시간별 평균강수량 (mm/hr)	연평균 강수량 (mm)	연강수량 대비 (%)
철 원	32.5	143.7	22.8	6.3	-	
동두천	68.0	175.4	22.7	7.7	-	
서 울	99.5	310.1	22.0	14.1	1369.8	23
인 천	71.3	220.5	18.1	12.2	1170.1	19
강 화	68.0	156.5	12.4	12.6	1321.1	12
양 평	57.5	149.5	14.0	10.7	1280.7	12



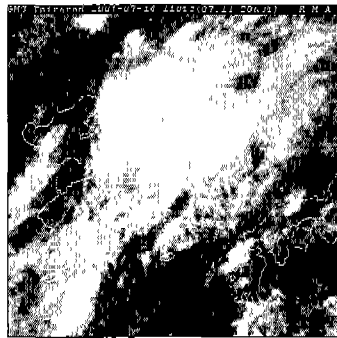
(a) 2001. 7.14 11:00



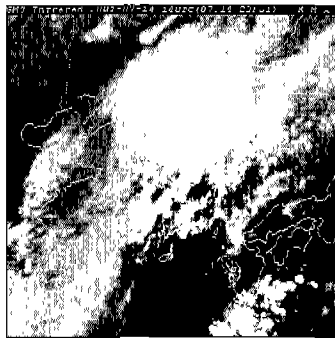
(b) 2001. 7.14 14:00



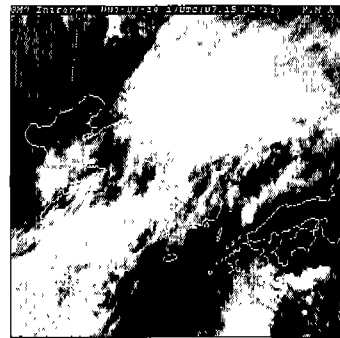
(c) 2001. 7.14 17:00



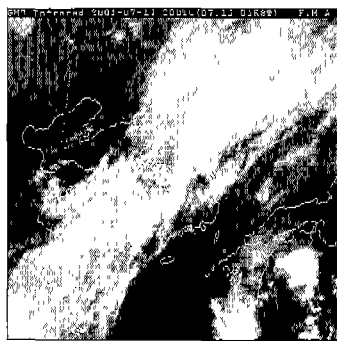
(d) 2001. 7.14 20:00



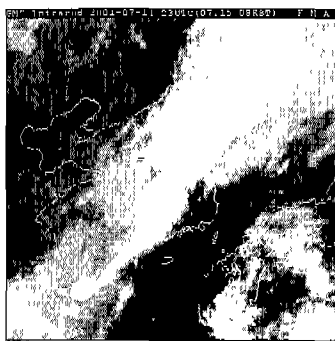
(e) 2001. 7.14 23:00



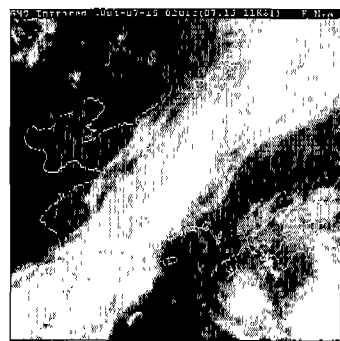
(f) 2001. 7.15 02:00



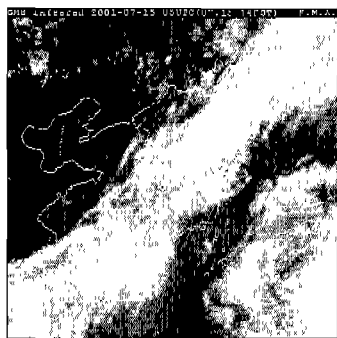
(g) 2001. 7.15 05:00



(h) 2001. 7.15 08:00



(i) 2001. 7.15 11:00



(j) 2001. 7.15 14:00

그림 1.1 한반도의 기상개황 (GMS위성사진 7월 14, 15일/ 기상청 자료)

이번 강우는 국지성이 매우 강하여 서울·경기도 지방에서도 30~310mm의 강수량 분포를 보였다. 한편, 강원도 지방은 51~217mm, 경상남북도 지방은 10~231mm, 전라남북도 지방은 6~84mm의 분포를 보였다(그림 1.2).

그림 1.3은 7월 15일 자정부터 05:00시까지 서울 지역의 강우 분포를 시간대별로 작성한 것으로서 서울 지역에서는 남서에서 북동 방향을 축으로 하는 강

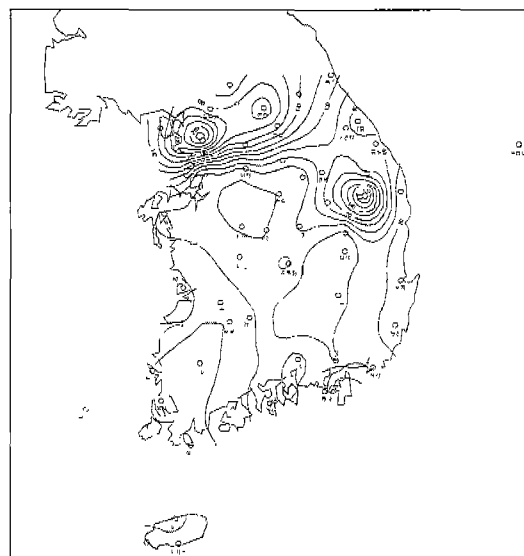


그림 1.2 총 강수량 분포도(2001년 7월 14~15일, 자료 : 기상청 예보국)

**학술기사**

서울지역의 7월 집중호우특성과 침수피해 조사

우가 특히 00:00~03:00시까지의 3시간 동안에 201.4mm(서울기상청)로 평균 67.1mm의 집중호우를 보였다(표 1.2).

호우기간의 시간별 자료에 의하면 지속시간 1시간 강우는 관악구 100mm, 서초구 93mm, 강남구 90mm, 성동구(뚝섬빛물펌프장) 84mm의 순서로 큰 강우를 기록하였으며, 2시간 강우로는 관악구 191mm, 서초구 156mm, 노원구 152mm, 성북구 151mm의 순으로 큰 강우를 보였다. 또한 3시간 강우로는 관악구 245mm, 성북구 218mm, 노원구 214mm, 동대문구(회경빛물펌프장) 209mm의 순

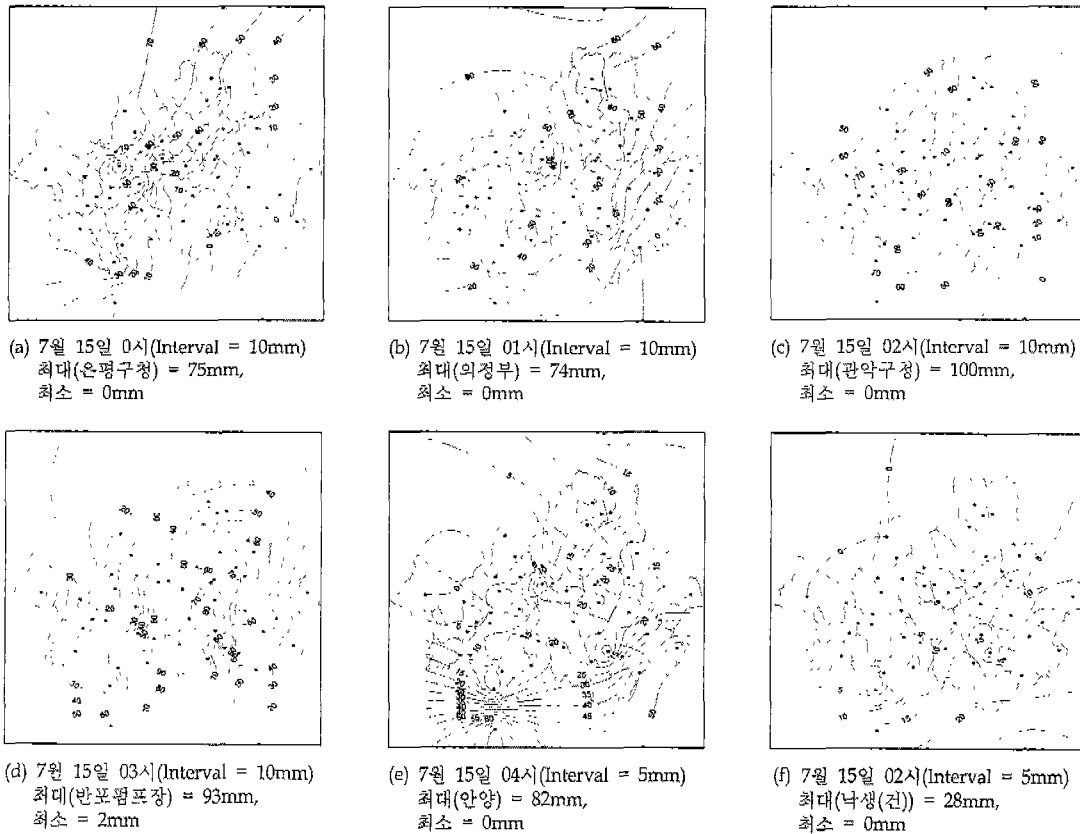
서로 강우가 컸으며, 일강우량으로서는 관악구 361mm, 강북구 294mm, 성북구 274mm, 노원구 270mm의 강우량을 기록하였다.

이상의 결과로부터 당시 강우의 중심은 서울의 남쪽인 관악, 서초, 강남 지역으로부터 시작하여 북동방향으로 옮겨가면서 성북, 노원, 강북구 지역인 북동방향으로 이동하였음을 알 수 있다(그림 1.4). 이 과정에서 특히, 관악구 도림천 유역와 동대문, 중랑, 성북구 등의 중랑천 유역에 강우가 집중되었던 것을 알 수 있다.

이들 강우 기록치는 각 구청에서 측정한 시간단위

**표 1.2 서울지역 새벽 시간대별 강수량(7월 15일)**

시각	00~01	01~02	02~03	03~04	05~06
매시 강수량(mm)	58.9	52.5	90.0	33.0	10.5
누적 강수량(mm)	58.9	111.4	201.4	234.4	244.9



**그림 1.3 서울지역(7월 15일 00~05시)의 시간대별 등우선도**

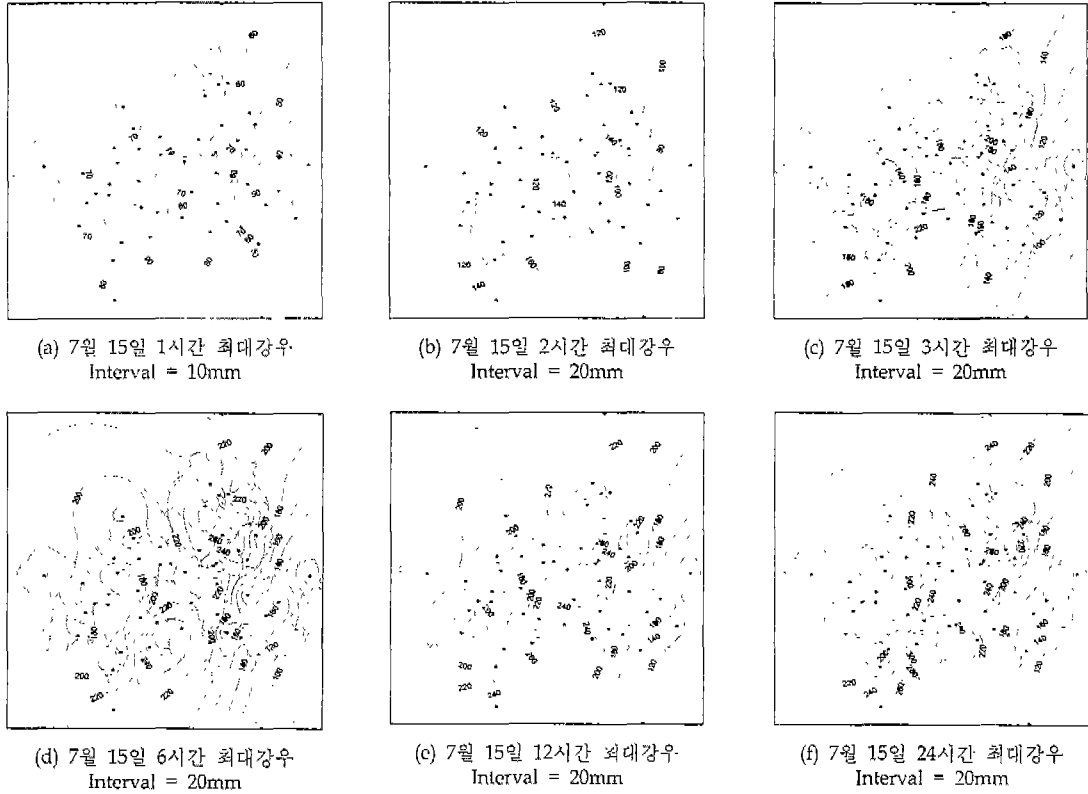


그림 1.4 서울지역(2001. 7. 14~15일)의 지속시간별 최대강우량 등우선도

기록에 근거한 것으로서 10분단위 기록으로부터 산정한 결과치보다는 다소 작을 것을 감안하더라도 당시의 강우가 기록적이었음을 보여주고 있다. 특히 1~6시간 강우기록은 서울의 대부분지역에서 우수배수계통의 계획빈도 10년을 크게 상회함으로써 서울 지역 여러 곳에서의 침수피해가 불가피하였음을 알 수 있다(표 1.3).

한편, 서울시내 기상청 AWS 강수량 분포도(그림 1.5)에서 보면 중랑구가 351mm로 가장 많았으며, 강서구가 120mm로 가장 작았다. 특히, 300mm 이상 많이 내린 구역은 한강을 중심으로 하여 용산구, 서초구, 강남구, 관악구, 성동구, 광진구, 동대문구, 노원구 부근의 일대로 분석되는 바 구청자료에 의해 판단한 내용과 비교적 합치되는 결과를 보였다.

이날 내린 서울(기상청)의 1시간당 99.5mm(15일 02:10~03:10)는 서울관측소(종로구 송월동 소

재) 관측 이래 3위(1위는 1942년 8월 5일 118.6mm, 2위는 1964년 9월 13일 116.0mm임)를 기록하는 규모이며, 7월중 1시간 최대 강수량으로

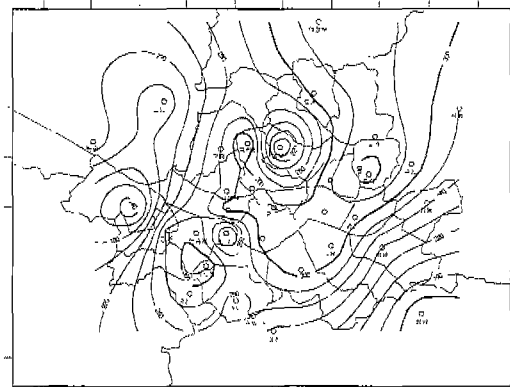


그림 1.5 서울지방 AWS 강수량 분포도(2001년 7월 14~15일, 자료 : 기상청 예보국)

■ 학술기사

서울지역의 7월 집중호우특성과 침수피해 조사

표 1.3 서울 주요 지역별 강우특성

구 분	지속시간		1시간	2시간	3시간	6시간	24시간	비 고
	우량(mm)	재현기간(년)						
서울기상청	우량(mm)		90.0	142.5	201.4	247.4	273.4	시간단위 산정
	재현기간(년)		28	44	105	136	7	
의정부(건)	우량(mm)		74.0	125.0	160.0	185.0	202.0	
	재현기간(년)		9	20	23	18	2	
퇴계원(건)	우량(mm)		87.0	169.0	234.0	294.0	315.0	
	재현기간(년)		23	148	348	683	14	
관악구(관악구청)	우량(mm)		100.0	191.0	245.0	265.0	361.0	
	재현기간(년)		54	406	521	248	31	
7월 15일	강북구(강북구청)	우량(mm)	73.0	136.0	197.0	266.0	294.0	
		재현기간(년)	9	33	90	257	10	
실	성북구(상월곡동)	우량(mm)	78.0	151.0	218.0	247.0	274.0	
		재현기간(년)	12	65	193	134	7	
추	노원구(공릉2동)	우량(mm)	76.0	152.0	214.0	245.0	270.0	
		재현기간(년)	11	68	167	126	7	
강	서초구(반포캠프장)	우량(mm)	93.0	156.0	211.0	245.0	268.0	
		재현기간(년)	34	81	150	126	7	
우	동대문(회경캠프장)	우량(mm)	76.0	146.0	209.0	242.0	262.0	
		재현기간(년)	11	52	139	114	6	
성북구(북삼캠프장)	우량(mm)		84.0	147.0	200.0	233.0	257.0	
	재현기간(년)		18	54	100	84	6	
동작구(흑석캠프장)	우량(mm)		74.0	146.0	198.0	222.0	247.0	
	재현기간(년)		9	52	93	59	5	
강남구(강남구청)	우량(mm)		90.0	140.0	183.0	221.0	244.0	
	재현기간(년)		28	39	54	57	4	
성북구(성북구청)	우량(mm)		73.0	134.0	192.0	214.0	239.0	
	재현기간(년)		9	30	75	45	4	

는 1위(종전 1위 1966년 7월 15일 83.0mm임)를 기록하였다. 또한 15일 서울지방 일강수량은 273.4mm로 관측이래 5위(종전 237.2mm, '72년 8월 19일)를 경신하였다.

또한, 이번 강우는 지역적인 편차가 극심하였던 것이 큰 특징으로서 불과 1~2km에 인접한 우량관측소 기록치의 비교에서도 상당한 강우량의 차이를 보여줌을 알 수 있다(그림 1.6~7)

2. 홍수상황 및 홍수규모의 평가

호우기간의 홍수상황을 당시 강우가 집중되었던 중랑천 유역에 대하여 분석하였다. 그림 2.1은 중랑천 유역의 주요지점별 시간 강우의 분포를 나타낸 것으로서 15일 00:00시경부터 급격히 증가한 강우는 의정부지역에서는 01:00시 경, 서울지역의 노원, 도봉, 성북지역은 02:00시경, 그리고 동대문, 성동(뚝

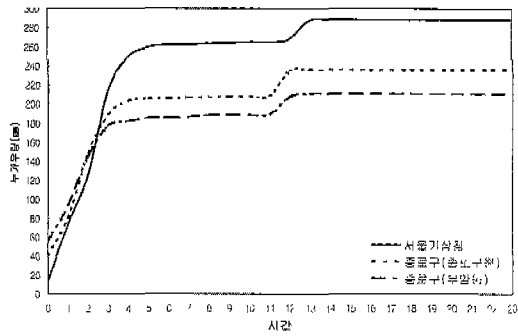


그림 1.6 누가우량곡선(2001.7.15 00:00~23)

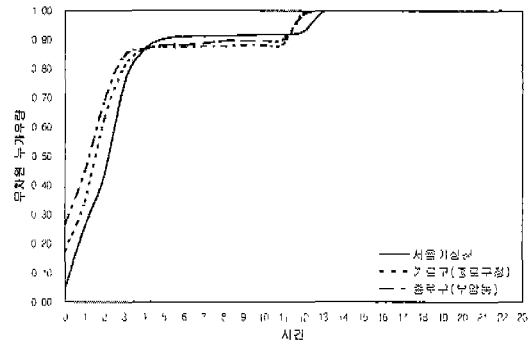


그림 1.7 무차원 누가우량곡선(2001.7.15 00:00~23)

섬) 지역은 02:00~03:00시경에 최대 강우가 집중되었다가 05:00시경 이후로는 전반적으로 강우가 멈춘 양상을 보였다. 이와 같은 불과 3~4시간에 집중된 강우는 내·외수위를 급격히 상승시켰으며 이로

인한 침수피해가 컸다.

그림 2.2는 이번 건물 침수가 가장 많이 발생하였던 중랑천 주요지점별 홍수량 수문곡선으로서 경기도와 서울 경계지점에서의 산정 침투홍수량은 약

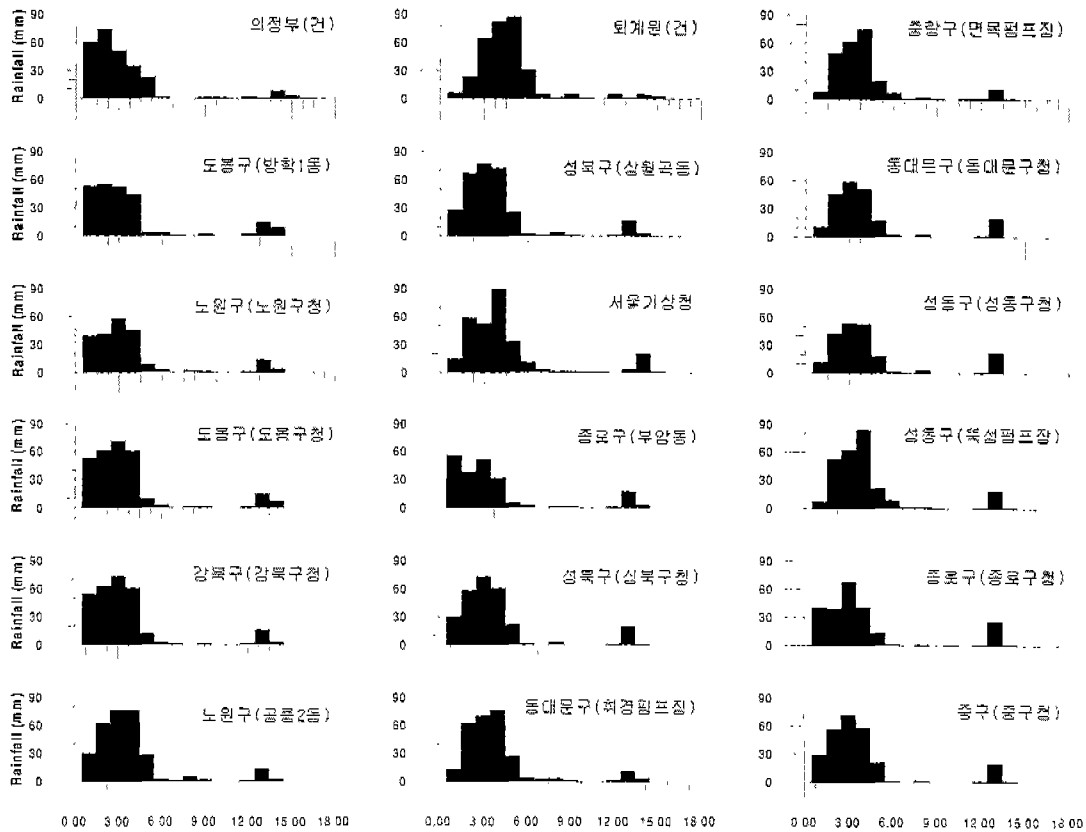


그림 2.1 중랑천 유역의 주요지점별 강우분포 (2001년 7월 15일 00:00~18:00)

■ 학술기사

서울지역의 7월 집중호우특성과 침수피해 조사

표 2.1 중랑천 유역의 주요지점별 강우량 분포(지점별 시간 강우)

단위 : mm

관측소 \ 시간	15일 0시	15일 1시	15일 2시	15일 3시	15일 4시	15일 5시	15일 6시
서울기상청	15.0	58.9	52.5	90.0	33.0	10.5	2.5
의정부(건)	61.0	74.0	51.0	35.0	23.0	2.0	0.0
퇴계원(건)	6.0	24.0	65.0	82.0	87.0	31.0	5.0
강북구청	32.0	54.0	63.0	73.0	61.0	12.0	0.0
광진구청	1.0	28.0	28.0	28.0	10.0	10.0	10.0
노원구청	39.0	41.0	58.0	46.0	9.0	3.0	0.0
공릉2동	30.0	62.0	76.0	76.0	28.0	2.0	1.0
도봉구청	53.0	61.0	71.0	61.0	10.0	3.0	0.0
방학1동	53.0	55.0	52.0	44.0	4.0	4.0	1.0
동대문구청	11.0	46.0	59.0	51.0	17.0	2.0	0.0
휘경펌프장	13.0	63.0	70.0	76.0	27.0	4.0	2.0
성동구청	12.0	42.0	54.0	53.0	18.0	2.0	0.0
북삼펌프장	7.0	53.0	63.0	84.0	22.0	9.0	2.0
성북구청	30.0	58.0	73.0	61.0	21.0	1.0	0.0
상월곡동	28.0	67.0	78.0	73.0	26.0	2.0	1.0
종로구청	41.0	40.0	68.0	41.0	14.0	2.0	0.0
부암동	56.0	38.0	52.0	32.0	5.0	3.0	0.0
중구청	29.0	57.0	72.0	59.0	21.0	1.0	0.0
중랑구청	10.0	48.0	57.0	58.0	16.0	2.0	0.0
면목펌프장	8.0	50.0	62.0	75.0	20.0	7.0	1.0

표 2.2 중랑천 주요 지점별 홍수량 산정

단위 : mm

지 점	'98.8.4일	'98.8.6일	'98.8.8일	'01.7.14~7.15일	'92 정비계획 (100년빈도)
서울시 경계	-	1,259	746	1,139	1,234
도봉천 합류점	56	1,387	845	1,170	1,306
방학천 합류점	98	1,478	917	1,146	1,241
당현천 합류점	168	1,670	1,058	1,158	1,329
묵동천 합류점	258	1,813	1,206	1,168	1,339
우이천 합류점	260	2,024	1,436	1,374	1,609
면목천 합류점	731	2,138	1,520	1,271	1,576
진농천 합류점	1,012	2,213	1,637	1,229	1,583
청계천 합류점	1,536	2,518	2,034	1,513	1,915
중랑천 하구	1,627	2,550	2,094	1,468	1,878

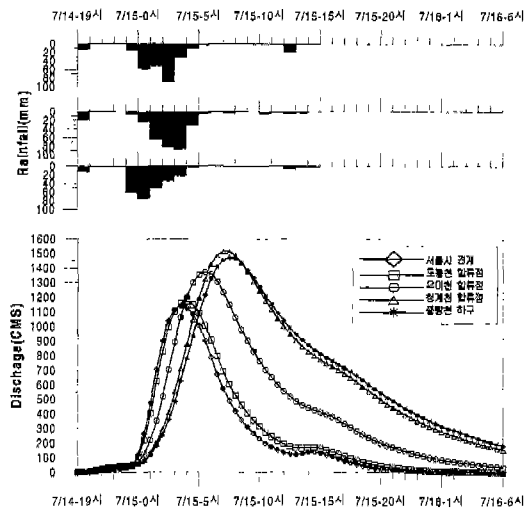


그림 2.2 중랑천 유역의 주요 지점별 유출수문곡선(2001. 7. 14~15일)

1,139CMS, 우이천 합류점에서 약 1,374CMS, 중랑천 하구에서 약 1,468CMS로서 계획홍수량(92년, 100년빈도)에는 못미치는 결과를 보였다(표 2.2).

그림 2.2에서 볼 수 있는 바와 같이 첨두홍수량은 경기·서울경계에서 7월 15일 03:30시, 우이천 지점에서 05:30시 중랑천하구에서 07:40시 등으로 기록하였다.

한편, 금번 홍수량은 최근의 기록적인 홍수였던 98년 8월 홍수에 비하여서는 위치에 따라 차이는 있

으나 홍수량이 약 30% 작았던 것으로 산정되었다. 이는 금번 호우는 98년에 비하여 강우의 지속시간이 짧은 약 6시간내외로서 이보다 강우가 오래 지속되었던 98년의 강우량에는 훨씬 못 미치는 강우량을 기록하였기 때문인 것으로 판단된다. 즉, 표 2.3에서 알 수 있는 바와 같이 중랑천 서울-경기도 경계지점에서의 금번 강우량(24시간 면적강우)은 약 202mm로서 98년 8월 6일의 365mm와 계획강우량(92년 하천정비기본계획,100년) 354mm에는 크게 미달하는 규모였다(그림 2.3).

그림 2.4는 호우기간 중랑천 주요지점의 수위관측 기록을 나타낸 것으로서 월계1교에서의 최고 수위는 03:00시경에 약 19.12 EL.m를 기록하였는 바 이는 이 지점의 위험홍수위 17.84 EL.m를 약 2.28m 초과하는 수위이며 이 지점의 계획홍수위 18.85 EL.m보다 약 0.27m 높은 홍수위였다.

한편, 월계1교지점에서의 기록 최고홍수위(약 19.12 EL.m)는 98년 8월 6일의 최고홍수위 약 20.46 EL.m에는 약 1.14m 낮은 것으로 산정되었으며 우이천 합류부 하류의 하도 전구간에서는 계획홍수위에 다소 미달하는 홍수위를 보였는 바 한강 하류부의 경계수위가 계획조건보다 낮았던데 기인한다(그림 2.5, 표 2.5). 이 지점에서의 예상 홍수량 약 1,158CMS는 계획홍수량 1,329CMS보다 약 13% 작았음에도 불구하고 홍수위는 계획홍수위를 초과한

표 2.3 중랑천 유역의 주요지점별 강우량(24시간)과 '98년 강우량과의 비교

산정지점 \ 일시	'98. 8. 6일 (mm)	'01. 7. 14~15일 (mm)	'92년 정비계획 (50년, mm)	'92년 정비계획 (100년, mm)
서울시 경계	365.0	291.0	319.9	354.0
도봉천 합류점	365.0	291.0	319.9	354.0
방학천 합류점	365.0	291.0	319.9	354.0
당현천 합류점	364.0	291.3	320.4	354.0
목동천 합류점	344.4	295.0	318.3	351.7
우이천 합류점	320.7	296.5	316.9	350.5
면목천 합류점	305.3	298.7	315.5	349.1
전농천 합류점	291.7	299.6	314.7	348.4
청계천 합류점	262.5	301.4	313.1	346.9
중랑천 하구	258.5	301.6	312.8	346.7



**학술기사**

서울지역의 7월 집중호우특성과 침수피해 조사

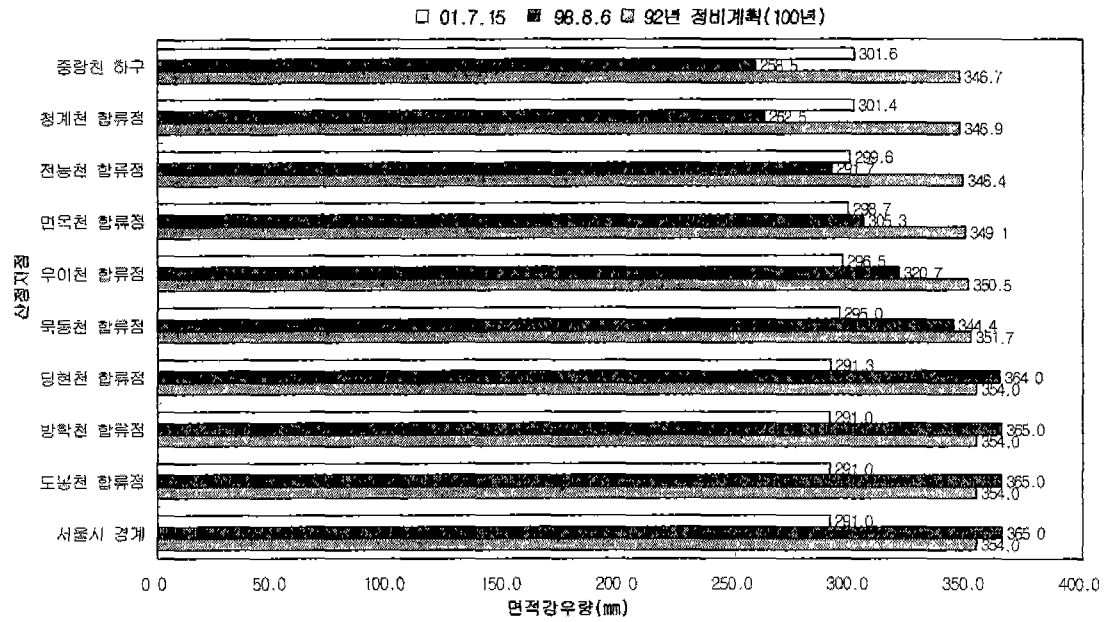


그림 2.3 중랑천유역의 주요지점별 강우량(24시간)과 '98년 강우량과의 비교

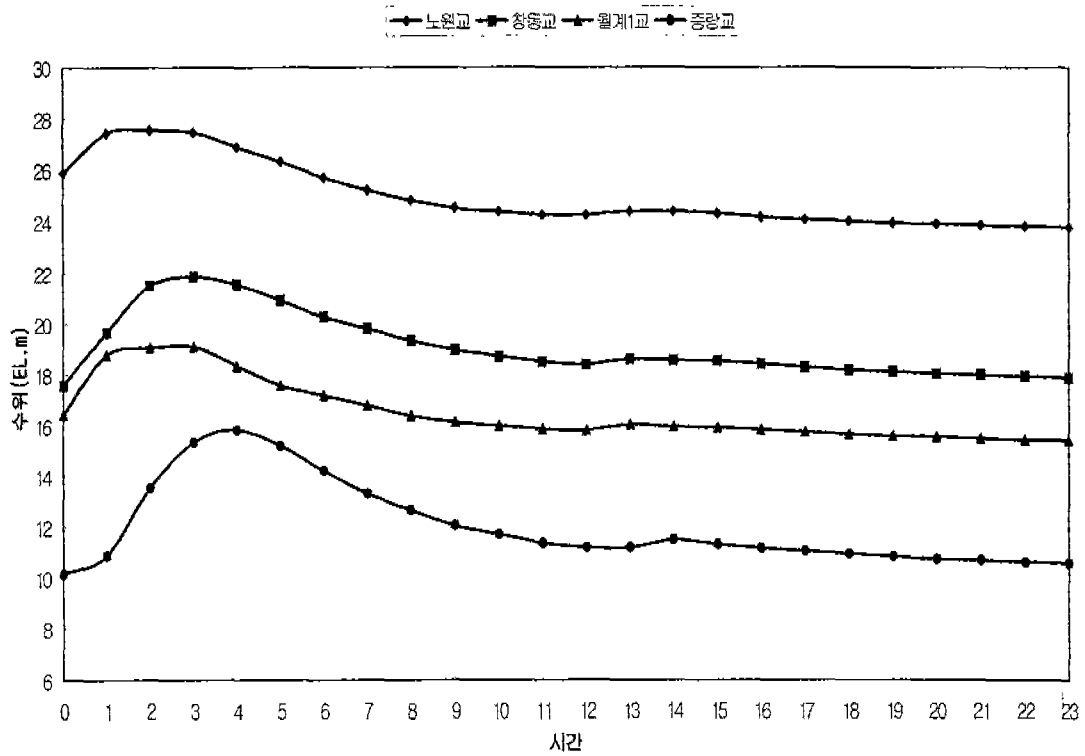


그림 2.4 중랑천의 주요지점별 홍수위 관측기록(2001. 7. 15)

표 2.4 중랑천 주요 지점별 홍수위(관측기록 2001. 7. 15)

단위 : EL.m

시간	노원교	창동교	월계1교	중랑교
15일 0:00	25.87	17.57	16.45	10.15
1:00	27.42	19.68	18.78	10.87
2:00	27.55	21.50	19.08	13.55
3:00	27.46	21.85	19.12	15.34
4:00	26.89	21.54	18.34	15.83
5:00	26.31	20.94	17.58	15.19
6:00	25.69	20.29	17.19	14.20
7:00	25.20	19.82	16.79	13.32
8:00	24.82	19.35	16.40	12.66
9:00	24.53	18.99	16.14	12.05
10:00	24.38	18.73	16.00	11.70
11:00	24.26	18.52	15.86	11.37
12:00	24.25	18.40	15.82	11.18
13:00	24.39	18.62	16.04	11.18
14:00	24.39	18.56	15.96	11.49
15:00	24.31	18.54	15.93	11.31
16:00	24.17	18.44	15.85	11.16
17:00	24.07	18.31	15.76	11.06
18:00	24.02	18.19	15.66	10.95
19:00	23.93	18.12	15.59	10.84
20:00	23.91	18.05	15.57	10.75
21:00	23.86	17.99	15.50	10.68

결과로 관측된 것에 관하여서는 계획홍수위 산정 당시의(1992년) 유역 및 하도 조건이 이후 상당한 변화를 겪은 것에 기인하는 것으로서 이에 대한 심층적인 검토가 요망된다.

한편, 중랑천 수계의 주요지천인 청계천, 목동천, 면목천 및 전농천의 홍수량은 98년 및 계획홍수량을 초과하는 규모였던 것으로 산정되었으며 우이천의 경우는 98년 및 계획홍수량에 근사한 규모였던 것으로 추정되었다. 특히

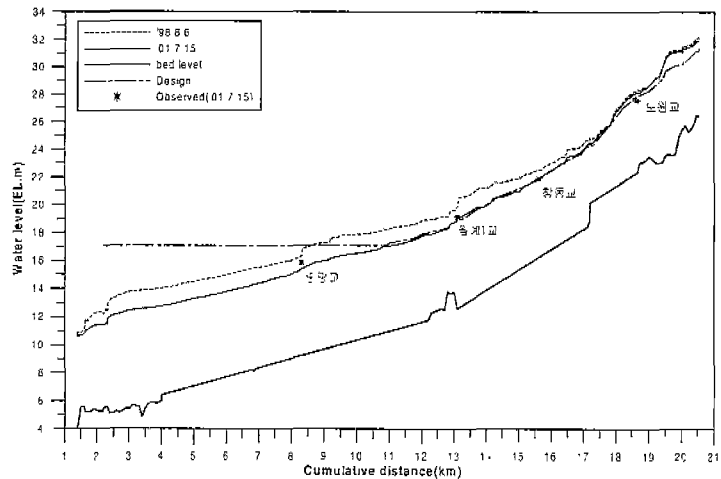


그림 2.5 중랑천(서울구간)의 홍수위 비교

■ 학술기사

서울지역의 7월 집중호우특성과 침수피해 조사

표 2.5 중랑천(서울구간)의 홍수위 비교

단위 : EL.m

지점 번호	계획 홍수위	HEC-RAS 산정홍수위				기록수위				비고
		'98.8.4	'98.8.6	'98.8.8	'01.7.15	'98.8.4	'98.8.6	'98.8.8	'01.7.15	
205	31.38	27.19	32.17	30.69	31.44					서울시경계
186.4	27.86	23.30	28.26	27.08	27.70					도봉천 합류점
186.1	27.82	23.30	28.26	27.07	27.66				27.55	노원교
165	23.19	19.15	23.98	22.63	23.30					방학천 합류점
156.2	21.90	17.60	22.49	21.06	21.90				21.85	창동교
138	19.72	15.93	21.16	19.35	19.94					당현천 합류점
131.09	18.85	15.53	20.46	18.62	19.12	16.14	18.67(기록상한)	18.24	19.12	월계1교
110	17.22	13.99	18.25	16.90	17.03					목동천 합류점
107	17.05	13.88	19.74	18.07	16.84					우이천 합류점
83	17.05	12.99	16.28	15.32	15.36	12.65	15.72	14.79	15.83	중랑교
64	17.05	12.51	15.20	14.44	14.00					면목천 합류점
22	17.05	10.88	12.20	12.09	11.37					전능천 합류점
19	17.05	10.89	12.22	12.11	11.37					청계천 합류점

표 2.6 중랑천 수계 주요하천유역에서의 강우량 및 홍수량의 비교

단위 : CMS

지점	면적강우량(mm)				홍수량(CMS)			
	'98.8.6	'98.8.8	'01.7.14 ~7.15	'92 정비계획 (50년빈도)	'98.8.6	'98.8.8	'01.7.14 ~7.15	'92 정비계획 (50년빈도)
도봉천	365.0	243.0	292.0	319.9	104	95	99	151
방학천	365.0	243.0	292.0	319.9	71	69	67	108
당현천	344.4	251.5	297.6	317.0	122	137	122	166
목동천	169.1	322.8	344.1	293.0	97	128	170	157
우이천	177.2	312.6	305.9	308.4	290	296	320	312
면목천	159.4	324.9	336.9	295.6	77	101	162	148
전능천	122.9	332.8	310.0	305.1	51	80	118	94
청계천	122.9	332.8	310.0	305.1	466	539	629	528

자료 : '98 수해백서(1999), 서울특별시, 한국수자원학회

청계천에서의 홍수량 629CMS는 계획홍수량 528CMS를 약 19.1% 초과하는 것으로 산정되었으며 청계의 지천인 정릉천의 일부 구간에서는 하도의 소통능력 부족으로 제방범람이 발생하기도 하였다.

3. 서울지역의 홍수피해

지난 7월 14~15일에는 서울 지방을 비롯한 인

천, 경기, 강원지역에 기록적인 집중호우가 발생하였으며 이로 인하여 막대한 홍수 피해가 겪었다. 약 66명의 인명 피해와 5,553세대의 이재민이 발생하였고 주택 약 95,481세대가 침수되었으며 약 1,816억원의 피해가 발생하였다. 특히 호우는 일요일 자정부터 새벽 3~4시까지 서울지역에 집중적으로 발생하였으며 대도시의 특성상 그 피해의 규모는 매우 컸다. 홍수 피해는 주로 하천 연안의 저지대의 광범위한 지역



표 3.1 01.7.14~15일 호우기간중 서울시 홍수 피해 현황

구	분	계	종로구	중구	영선구	성동구	광진구	동대문구	종로구	성북구	강북구	도봉구	마포구	양천구
이재민	주택(세대/명)	60/338						1/3	2/6			1/5	1/4	
	기타(세대/명)													
인명	계	60/338						1/3	2/6			1/5	1/4	
	사망	40	2		2			3	3	2				1
사유시설	부상	104				1			3	5		2		1
	전파(동)	62	1							5				
건물	반파(동)	93		1				2	4	6				1
	침수(동)	94,375	1,825	876	1,449	3,291	9,136	10,536	10,949	6,730	717	688	1,777	5,302
공공시설	피해액(천원)	2,929,500	27,000	13,500				27,000	54,000	216,000				13,500
	유실매물(ha)	1.48							0.80					
농경지	피해액(천원)	14,361							8,594					
	침수(ha)	60.46				0.64			1.80			4.80	2.04	3.30
농작물	사유시설피해액(천원)	142,758				6,127	2,826	8,638	7,696	471	3,486	4,869	2,513	4,241
	(천원)	18,795,193	399,214	89,216	1,062,215	1,312,477	114,284	192,119	626,871	1,949,642	148,637	766,740	79,917	200,298
총 피해액	(천원)	21,924,875	426,214	102,716	1,062,215	1,319,953	117,110	227,757	701,415	2,166,113	152,123	772,456	86,755	223,235
	구분	강서구	구로구	금천구	영등포구	동작구	노원구	은평구	서대문구	관악구	서초구	강남구	송파구	강동구
이재민	주택(세대/명)		2/3						0/9	52/304			1/4	
	기타(세대/명)													
인명	계		2/3						0/9	52/304			1/4	
	사망	1	1	1		4	2	1		11	5		1	
사유시설	부상	6	1	4	1	12	3			64	1			
	전파(동)					1				52				
건물	반파(동)		1					3	6	69				
	침수(동)	2,698	4,843	2,469	6,511	4,332	2,296	738	453	7,005	5,234	1,886	1,860	774
농경지	피해액(천원)		13,500			27,000		40,500	162,000	2,335,500				
	유실매물(ha)	0.35					0.02				0.3	0.01		
농작물	피해액(천원)	3,105					59				1,689	914		
	침수(ha)	5.80	1.58				2.00				3.90	3.00	19.60	12.00
공공시설	사유시설피해액(천원)	4,271	6,643	943		472	19,002	3,298				40,722	14,291	12,249
	(천원)	434,480	404,400	902,104	201,039	1,562,250	1,337,415	1,462,900	726,900	3,285,163	1,371,424	34,272	78,500	13,716
총 피해액	(천원)	454,152	427,861	903,047	201,039	1,569,722	1,360,658	1,506,698	888,900	5,600,663	1,373,656	82,268	124,438	53,711

자료: 서울특별시 치수과

표 4.1 중랑천 유역의 수해 발생 요인

구분	지역별		서울시 전체	중랑천 유역	종로구	중구	성동구	광진구	동대 문구	중랑구	성북구	강북구	도봉구	노원구	
	유실전과	동													
건물	유실전과	동	62	6	1						5				
	반 파	동	93	13		1			2	4	6				
	침 수	동	94,375	47,044	1,825	876	3,291	9,136	10,536	10,949	6,730	717	688	2,296	
	계	동	94,530	47,063	1,826	877	3,291	9,136	10,538	10,953	6,741	717	688	2,296	
	피해액	천원	2,929,500	337,500	27,000	113,500			27,000	54,000	216,000				
공 공 시 설	도 로	도 로	개소/m	28/4,611	10/930	3/120					5/280		1/30	1/500	
		교 량	개소/m	-											
	하 천	피해액	천원	1,494,323	624,516	52,000					86,000		374,329	112,187	
		하 천	개소/m	18/14,472	11/5,063	1/45		1/782			2/72	1/660	3/1,054	3/2,450	
	수 도	피해액	천원	2,878,645	1,430,645	77,922		442,000			60,000	49,678	237,000	564,045	
		소하천	개소/m	5/481	1/10	1/10									
	철 도	피해액	천원	44,138	20,000	20,000									
		상하수도	개소	35	13	5		3				5			
	도	피해액	천원	2,431,359	751,423	87,000		544,307				120,116			
		철 도	개소/m	6/563	1/80										1/80
도	피해액	천원	782,500	60,000										60,000	
	총 피해액		10,560,465	3,224,084	263,922	13,500	986,307		27,000	54,000	482,116	49,678	611,329	736,232	

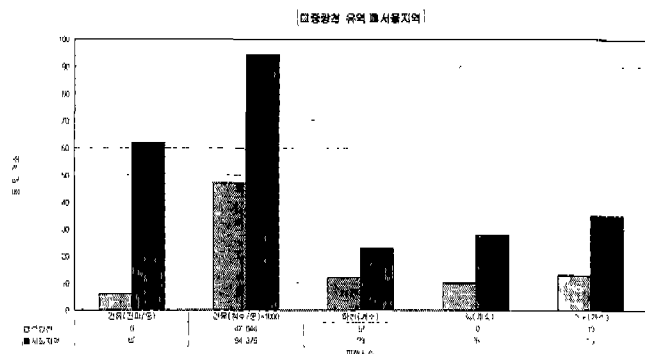


그림 4.1 피해유형별 피해액의 비교

이번 호우로 서울지역에서 홍수피해가 집중적으로 발생한 지역은 대부분 하천연안의 저지대로서 이들 대부분의 지역은 서울시에서 그 동안 상당한 노력과 예산을 투입하여 수방에 노력해 온 지역들이다.

특히 강우가 집중되었던 중랑천 연안에 위치한 공릉동, 석관, 이문, 휘경동, 중곡동 등의 지역에서는

노면수가 신속히 배제되지 못하고 상당한 깊이로 정체됨으로써 많은 지하층이 침수 피해를 겪었다. 즉, 중랑천유역 10개 구에서는 약 47,044동이 침수피해를 겪었는데 이는 서울시 전체 94,530동의 약 49.8%에 해당됨으로써 이 지역의 침수 피해가 심각하였음을 알 수 있다(그림 4.1, 표 4.1). 특히 홍수피해액의 산정에서 침수로 인한 개인 재산피해액은 제외되었음을 감안하면 실제 이들 지역에서의 홍수피해는 공식 통계치를 크게 상회할 것으로 본다.

이들 지역의 침수를 근절하기 위하여 서울시에서는 관거의 확충, 빗물펌프장의 증설 등의 다양한 방법을 강구해 오고 있지만 자연으로부터의 재해를 근절함에는 한계가 있음을 절감케 하고 있다. 그럼에도 불구하고 우리는 홍수재해의 경감을 위한 노력은 지

■ **약술기사**

서울지역의 7월 집중호우특성과 침수피해 조사

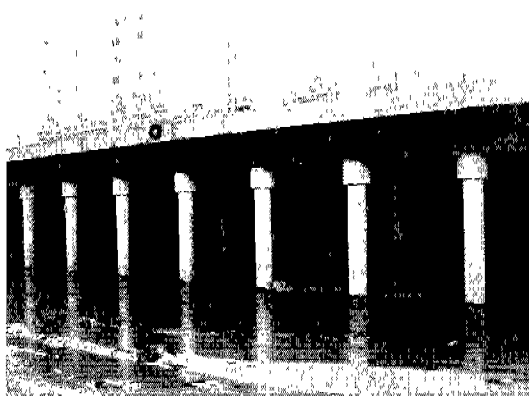


사진 4.1a 하천의 과다 점용과 복개(정릉천)

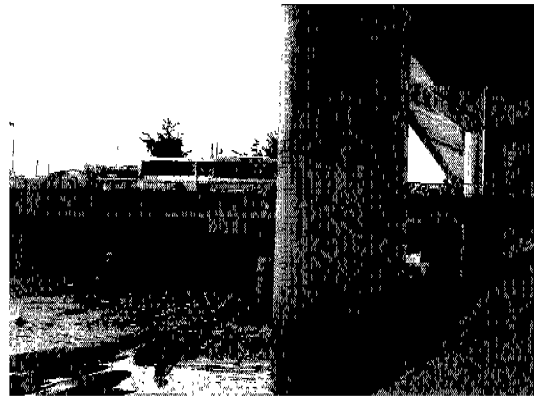


사진 4.1b 하천횡단 장애물(정릉천 용두교)

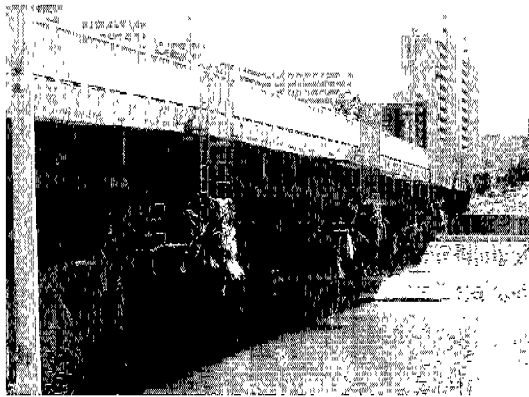


사진 4.1c 하천횡단 장애물(중랑천 월계1교)

속적이어야 하며 이를 효율적으로 추진하기 위해서는 서울지역의 홍수피해 양상을 면밀히 검토하고 그 원인을 분석하는 노력이 필수적인 바, 필자는 이번 홍수직후 침수피해지역을 답사하면서 검토된 각종 피해원인들 중에서 대부분의 침수지역에 공통적으로 해결하여야 할 주요 문제점들을 다음의 4가지로 크게 요약할 수 있다.

- 도시하천의 과다 점용
- 도시개발에 따른 유출 요인의 증가
- 하천연안 저지대의 주거 밀집지역
- 계획빈도를 초과하는 강우의 빈번한 발생과 시민 의식

(1) 도시하천의 과다 점용

청계천의 복개로 시작한 하천의 복개는 불과 수년



사진 4.2 동부간선도로로 침수와 차량

전까지 서울 전역에서 이루어져 왔으며 일부 구간을 제외한 대부분의 하천이 복개됨으로써 하천의 관리를 어렵게 하고 있다. 즉, 중랑천 유역에서만 보더라도 당현천, 화계천, 면목천, 전농천, 정릉천, 청계천 등의 상당구간이 복개되었으며 도시순환 고속도로 등의 신설 도로의 많은 구간이 하천을 종단하여 건설되었으며 또한 추가로 계획이 추진되고 있는 실정이다. 이미 알려진 바와 같이 하천의 복개는 더 이상의



사진 4.3 신림동 지역의 침수

하천의 고유기능을 불가능하게 하며 오직 제한된 단면을 갖는 하수도로만 그 기능을 강요하게 함으로써 하천 단면의 개수, 하천 환경 개선 등의 모든 수단을 불가능하게 하고 있다. 하천복개와 더불어 하천 종단 교각은 하천의 통수능을 저해함과 아울러 하천의 경관을 훼손하며 일광을 차단하여 하천 생태를 악화시키는 결과를 초래한다.

홍수시의 하천 수위 상승은 범람위험은 물론이러니와 원활한 내수배제를 악화시키며 경우에 따라서는 제내지로의 역류를 발생시킴으로써 홍수위험을 가중시킨다. 사진4.1은 정릉천(용두동)이 복개와 교각 등으로 크게 잠식당한 모습을 보여주고 있다. 또한 중랑천 제외지에 위치한 동부간선도로는 하도의 흐름을 왜곡시키며 하천의 자연성을 훼손하는 대표적인 사례로서 특히 돌발홍수시의 급격한 수위상승에 대처하지 못한 많은 차량들이 침수됨으로서 하천의 통수능을 추가로 방해하는 결과를 초래할 수 있다(사진4.2, 사진4.3).

#### (2) 도시개발에 따른 유출 요인의 증가

서울의 대부분의 지역은 주거 및 각종 시설물로 포화상태에 이르렀음에도 불구하고 상류지역의 개발은 아직도 지속되고 있다. 특히 산발적으로 진행되고 있는 재개발 및 재건축으로 인하여 기존의 배수체계가 왜곡될 수 있으며 유출계수를 증가시킨다. 이는 결국 인근 저지대의 침수를 조장하는 결과를 초래함으로써 지역 주민간의 갈등으로 발전될 수도 있다.

1972. LANDSAT-1



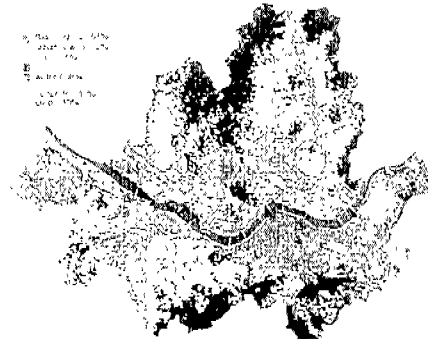
(a) 1972년

1985. LANDSAT-5



(b) 1985년

1992. LANDSAT-5



(c) 1992년

그림 4.2 서울지역 토지이용의 경년변화

서울지역은 1970년대 이후의 산업화에 따른 농촌 인구의 급속한 유입으로 인하여 도시하천 연안의 저지대를 포함하는 상당지역의 녹지가 주거지역으로



■ 학술기사

서울지역의 7월 집중호우특성과 침수피해 조사

변모하게 되었으며 이러한 도시화는 1980년대에 더욱 가속화됨으로써 유출의 증가요인으로 크게 작용하게 되었다. 그러나 이 과정에서 도로의 확장이라는 명목으로 하폭이 축소되는 곳이 많아졌고 제대로 관리되지 못하는 열악한 하천환경을 복개를 통하여 해결할 수 있다고 믿었다(그림4.2).

1990년대에 들어서 하천의 중요성이 인식되고 도시의 자연환경을 복원하고자 하는 의식이 확산되면서 하천의 추가 복

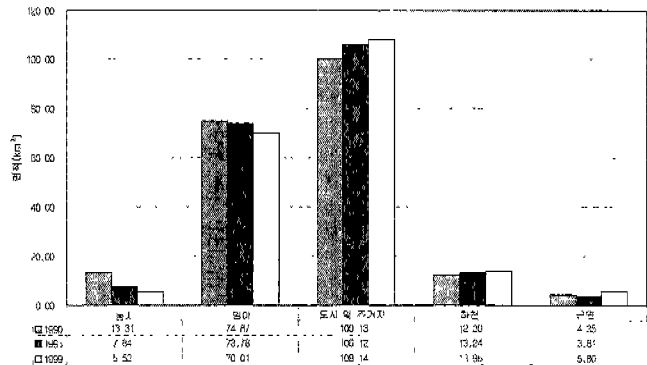


그림 4.3 중랑천 서울 지역 도시개발에 따른 토지이용 변화

표 4.2 중랑천 서울지역의 연도별 토지이용현황

단위 : km<sup>2</sup>

구분	년도	계	농지	임야	도시 및 주거지	하천	공원및유원지
노원구	1990	35.61	5.02	18.39	8.91	1.54	1.70
	1995	35.49	2.48	18.01	12.19	1.54	1.24
	1999	35.45	1.20	17.37	14.16	1.54	1.19
도봉, 강북	1990	44.55	2.46	23.62	16.39	1.30	0.76
	1995	44.47	1.09	23.87	17.85	1.31	0.34
	1999	44.43	0.89	23.50	18.09	1.23	0.46
중랑	1990	18.12	2.70	5.91	8.58	0.71	0.14
	1995	18.52	2.12	5.74	9.17	1.32	0.11
	1999	18.51	1.55	4.83	9.97	1.36	0.80
종로	1990	24.00	1.08	10.80	11.35	0.46	0.31
	1995	23.92	0.98	10.70	11.45	0.47	0.32
	1999	23.91	0.92	9.44	11.41	0.47	1.66
성북	1990	24.30	0.26	9.29	13.90	0.75	0.10
	1995	24.55	0.25	9.02	14.44	0.75	0.09
	1999	24.55	0.17	8.91	14.48	0.74	0.21
동대문	1990	14.76	0.30	1.46	11.64	1.22	0.14
	1995	14.20	0.19	1.33	11.80	0.77	0.10
	1999	14.21	0.17	1.29	11.78	0.76	0.18
중구	1990	9.99	0.00	1.50	8.11	0.11	0.27
	1995	9.97	0.00	1.46	8.11	0.10	0.31
	1999	9.97	0.00	1.43	7.92	0.07	0.51
성동, 광진	1990	33.89	1.49	3.90	21.25	6.21	0.93
	1995	33.89	0.73	3.65	21.11	6.98	1.30
	1999	33.89	0.62	3.24	20.33	7.79	0.79
총계	1990	205.22	13.31	74.87	100.13	12.30	4.35
	1995	205.01	7.84	73.78	106.12	13.24	3.81
	1999	204.92	5.52	70.01	108.14	13.96	5.80

개가 다소 억제 되고 하천의 공간의 확보에 관심을 갖게 되었다. 그림4.4는 중랑천 서울지역의 90년대 토지 이용상황 변화를 정리한 것으로서 90~99년의 9년간 녹지와 임야의 공간면적이 약 7km<sup>2</sup> 줄어들었으며, 주거면적은 약 8km<sup>2</sup> 증가되었음을 알 수 있다. 한편 하천면적은 약 1.7km<sup>2</sup>, 공원은 약1.5km<sup>2</sup> 늘어나는 것으로 분석됨으로써 90년대에도 도시의 팽창은 지속되면서 이 시기부터 비로소 하천과 공원시설의 확충에도 투자를 확대하기 시작한 것으로 분석되었다(표 4.2).

또한 중랑천 유역의 약 39.7%를 점유하고 있는 의정부, 경기도 지역의 급속한 도시화와 탄천 상류부인 경기도 용인지역의 도시화 등은 이미 포화 상태에 있는 하천의 통수능력에 추가 부담요인으로 작용하고 있는 실정이다. 그림4.5는 중랑천 상류에 위치한 의정부 지역의 도시개발에 따른 토지이용의 변화를 분석한 것으로서 1987년에 농지

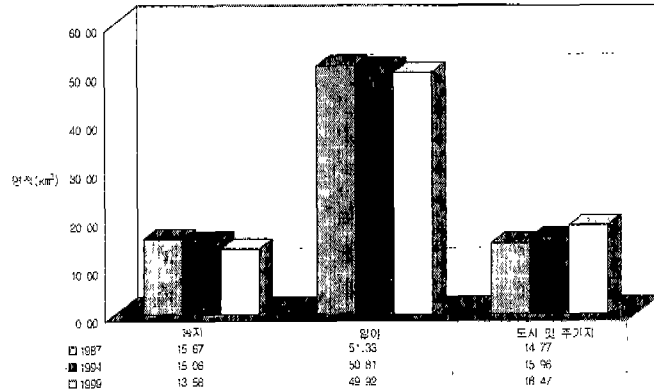


그림 4.4 중랑천 의정부 지역 도시개발에 따른 토지이용 상태의 변화

면적이 약 15.67%이었던 것이 1999년에는 약 13.58%로 줄어들었으며 도시지역은 1987년에 약 14.77%이었던 것이 1999년에는 약 18.47%로 약 3.7%의 증가를 보임으로써 이 지역의 도시화가 상당한 속도로 진행되고 있음을 알 수 있다(표 4.3).

표 4.3 중랑천 의정부 지역의 토지이용 현황

단위 : km<sup>2</sup>

년도	계	농지	임야	도시 및 주거지	비고
'87	81.77	15.67(19.2%)	51.33(62.8%)	14.77(18.0%)	(비율)
'94	81.83	15.06(18.4%)	50.81(62.1%)	15.96(19.5%)	
'99	81.97	13.58(16.6%)	49.92(60.9%)	18.47(22.5%)	



사진 4.5 지하층의 침수피해

(3) 하천연안 저지대의 주거 밀집지역

하천 연안 저지대의 대부분 지역은 과거 농경지로서 하천의 계획홍수위보다 낮은 지역이 많으며 홍수 시 정도의 침수를 허용하는 지역이기도 한 지역이었다. 그러나 1970년대의 급속한 인구집중과 주택난으로 이들 지역이 주거지역으로 변모하였으며 당시의 여건으로서는 이들지역의 개발을 체계적으로 유도하는 것이 매우 어려운 여건으로써 도로와 하천 및 상하수도 시설 등의 기반시설이 미비된 상태로 인구가 밀집한 주거지로 변화되었다. 1980년대 이후 이들 지역에 대한 뒤늦은 각종 도시 기반시설의 지원이 지속되고 있으나 투입하는 노력에 비하여 그 실효성은 크게 제약되어 있는 실정이다.

즉, 저지대의 원활한 배수를 위한 하수도망의 확충과 빗물펌프장의 증설 등의 노력이 이들 지역에 집중되고 있으나 저지대에 밀집한 지하층의 배수와 역류방지시설이 전제되지 않고서는 근본적인 해결이 어려운 실정이다.

(4) 계획빈도를 초과하는 강우의 빈번한 발생과 시민 의식

서울지역의 하수도는 경제성을 고려하여 시간당 5~10년 빈도의 강우에 대비하는 규모로 설계되어 있으며 빗물펌프장의 경우도 대부분 10년 이내의 규모로 건설되고 있다. 그러나 96, 98년 및 금년 7월의 강우는 이러한 계획빈도를 크게 초과하는 규모이다. 즉, 앞에서 상술한 바와 같이 지난 7월 15일의 1시간 강우량 99.5mm(서울 기상청)는 그 빈도가 약 28년에 해당됨으로써 계획빈도를 크게 초과하였으며 이로 인하여 발생한 일부 지역에서의 침수피해는 불가피한 것으로 보인다. 물론 계획 강우를 초과하는 강우에 대하여서도 그 침수피해를 경감시키는 노력은 당연히 필요하지만 실제로는 경제성, 지형, 지역적 제약조건 등으로 이러한 노력에는 한계가 있다. 따라서 재해경보, 피난체계 강화 등의 재해경감 노력을 통한 2차적 대응이 필요하게 된다.

즉, 앞으로의 어떠한 기상여건에 대해서도 안전을 보장한다는 것은 현실적으로 불가능 함을 우리는 직

시하지 않을 수 없는바 소위 위정자들이 수해가 날 때마다 되풀이하여 강조하는 홍수재해의 '근절' 이라든가 홍수에 대한 '항구대책' 이라는 말은 사실 실현될 수 없는 공약인 것이다. 그럼에도 불구하고 시민들의 자연재해에 대한 인식과 재해의 위험에 스스로 대처하는 노력은 충분하지 못한 실정이다. 특히, 모든 수해발생의 모든 원인을 관리자의 실책으로 치부하는 주장이 일부 수해현장에 팽배하며 이로 인하여 행정부처와 주민간의 심각한 불신과 갈등이 깊은 경우도 많은 것이 현실이다.

5. 결론

이미 앞에서 언급한 바와 같이 도시하천의 복개와 파다 점용으로 인하여 하천의 추가적인 기능의 향상은 한계에 이르렀음에도 불구하고 도시화의 과정은 지속되고 있는 실정이다. 또한 최근의 이상 기후현상은 앞으로도 더욱 심화될 전망이므로 홍수와 가뭄으로 인한 재해의 위험은 증가되고 있는 실정이다. 그동안 주로 펌프장의 증설과 하수도망의 확충에 의존하고 있는 서울시로서는 보다 적극적이고 다변화된 수단을 강구하여야만 앞으로 예상되는 재해위험을 경감할 수 있을 것으로 보여진다.

서울지역에 적합한 구조적 및 비구조적 수방대책 방안을 필자 등은 98년 수해백서(1999, 서울특별시, 한국수자원학회)에서 제안한 바 있으며, 금년 7월 수해현장을 답사하면서 효율적인 서울시 수방대책을 위하여 특별히 강조하고 싶은 주요 착안 사항들을 다음에 열거하였다.

- ① 기존의 하수도계통의 개선 및 유지관리
- ② 빗물펌프장 운영기준의 강화
- ③ 지표수의 원활한 유입 유도과 산지 및 급경사지로부터의 토석류 유입 차단시설의 강화
- ④ 다양한 형태의 저류·지체시설의 도입
- ⑤ 상습저지대의 내수성강화를 위한 구조적 및 비구조적 대책의 강구
- ⑥ 상류 지자체와의 유역관리차원에서의 협력
- ⑦ 홍수예경보 및 대피·구호체계의 강화 등.

---

주 : 본 글은 제1회 재해관리 기술세미나(2001. 9.18, 한국방재협회)에서 발표된 내용을 일부 보완, 재편집한 것입니다.

#### 〈참고 문헌〉

1. 기상청(2001), 서울·경기·강원도지방 집중호우 분석(2001.7.14~15).
2. 서울특별시(1992), 서울시 관내 하천제방안전도 검토 및 치수종합대책 수립 기본계획 보고서.
3. 서울특별시(1999), '98년 수해백서.
4. 서울특별시(1999), 중랑천 중상류지역 및 중하류지역 등 수해예방을 위한 기본계획수립 및 기본설계 기본계획 보고서.
5. 서울특별시의회(2000), 중랑천 수질환경조사.
6. 서울특별시(2000), 대학과 연계한 하천관리에 대한 연구용역(1차).
7. 서울특별시(2001), 대학과 연계한 하천관리에 대한 연구용역(2차).
8. 이종태(1998), "98 홍수재해원인과 하천관리의 문제점", 한국수자원학회지, 31(5), pp.29-32.
9. 이종태, 허성철(2000), "중랑천유역의 '98, '99 홍수특성 분석 및 문제점", 한국수자원학회 학술 발표회 논문집, pp.541-546.
10. 이종태(2001), "서울지역의 7월 홍수특성과 재해 경감 방안", 제1회 재해관리 기술세미나, 한국방재협회.
11. 행정자치부(1999), 지적통계연보.
12. 행정자치부(2001), 방재속보/방재정보.