

홍수 재해와 '96년 7월 대홍수

물 난리가 났다. 올해는 홍수재해를 당하지 않고 장마를 넘기는 줄 알았는데, 예상은 완전히 빗나갔다. 경기도와 강원도 북부에 누구도 예상하지 못했던 큰 비가 7월 26일부터 28일까지 사흘동안 내렸다. 이번 홍수는 댐붕괴, 저수지붕괴, 제방붕괴, 산사태 등 엄청난 재해를 가져 왔으며, 인명피해만도 89인에 달하였고, 35,000여명의 이재민과 5,000억원을 넘는 재산피해를 가져왔다.

기상청 발표에 의하면 7월 26일 새벽부터 28일 아침까지 강원 영서 중북부인 철원지방을 중심으로 집중호우가 발생하였다. 이번 호우는 고온다습한 북태평양 고기압의 연변에서 대기의 불안정으로 강한 소낙성 강우대가 형성되고 서해안에서 수증기가 유입되면서 발생하였으며, 강우 지속시간도 길었고 많은 양의 비를 기록하였다. 특히 철원, 연천, 적성 지역에서는 하루에 400mm가 넘고, 사흘동안 700mm를 초과하는 강수량이 기록되었다. 이번에 기록된 호우는 일강수량으로 볼 때 1925년 을축년 홍수때보다도 크며, 연천 농촌지도소에서 보통우량계로써 계속한 72시간 강수량이 700mm를 넘어 빈도계산도 어려운 실정이다.

이번 홍수는 수자원분야에 여러가지 문제점을 제기하고 있다. 우선 홍수를 예보하지 못하여 인명과 재산피해를 줄이지 못하였고, 댐이나 저수지와 같은 중요한 수리구조들이 전혀 예상하지 못한 상황에서 붕괴되었다는 것을 들 수 있다. 또한, 홍수기간 중에 홍수의 특성과 규모를 가능할 수 있는 하천유량에 관한 정보가 제공되지 못한 점은 수자원분야 종사자로서 안타까운 일이었다.

수자원학회에서는 이번 홍수의 중요도를 감안하여 학회장의 지시에 따라 홍수조사단을 편성하였다. 조사단은 최예환 부회장, 전병호 교육분과 위원장, 이종태 편집위원장, 김 승 수문분과위원회 간사로 구성하였다. 8월 9일에는 경기도 연천과 파주 등 임진강 지역을, 8월 12일에는 강원도 철원과 화천지역의 홍수피해 현황을 조사하였다. 조사단은 군청과 도청에서 수집한 자료를 바탕으로 오는 9월 말까지 조사보고서를 회장에게 제출할 예정이다.

이번호 특집은 '홍수재해'이다. 특집은 우리나라의 홍수재해를 여러가지 각도로서 이해하고 앞으로 피해를 줄이기 위한 대책을 찾아보는 것으로 구성하였다. 우선 홍수와 관련한 기상현상을 이해하기 위하여 기상전문가들이 태풍과 호우예측에 대한 원고를 썼으며, 관에서 실무를 담당하고 있는 전문가들이 '홍수예경보시스템', '홍수재해 현황과 대책', 그리고 '도시수해 및 수방대책', '재해평가제도의 도입'에 대한 원고를 작성하였다. 또한, 지난 달에 발생한 경기강원북부지역의 홍수에 대하여 '호우의 특성'과 '홍수피해 양상'에 대한 원고를 게재하였다.

홍수재해는 전혀 예기치 못한 순간에 불쑥 찾아와 우리에게 엄청난 피해를 강요한다. 그동안 힘들게 쌓아왔던 우리의 성과를 순식간에 수포로 만들어 버리고 만다. 홍수재해를 완전히 막을 수는 없다. 예방하기도 어렵다. 그렇다고 우리는 대비를 게을리 할 수는 없다. 대비를 철저히 하면 손실을 줄일 수 있기 때문이다. 이번 특집이 홍수재해로 인한 손실을 줄이는 데 도움이 되길 바란다. ☞

〈편집위원 : 김 승〉

태풍과 홍수 재해

정 순 갑*

1. 우리 나라의 기상재해 현황

우리 나라는 중위도 지방인 아시아의 북동쪽의 반도에 위치하여 있으므로 날씨 변화의 폭이 크고 또한 계절별, 지형적 특성으로 인하여 해마다 악기상(집중호우, 태풍 등)에 의한 기상재해로 귀중한 인명과 재산 피해가 있었다.

오늘날 세계 어느 곳에서나 이상기상으로 인한 기상재해로 몸살을 앓고 있는 실정이며, 더구나 도시화, 산업화에 따른 도시의 인구 및 산업 시설의 과밀화로 호우(홍수) 및 태풍과 같은 기상재해로 인한 인명 및 재산 피해의 규모도 점점 증가하고 있다. 최근 우리 나라에서도 기상재해에 의한 피해 규모가 커지는 경향을 보이고 있다. 지난 10년간(1986년~1995년) 우리 나라에서 발생한 기상재

해에 따른 피해액은 1995년 가격 기준으로 무려 4조 5천여 억원에 달하였다.

현재 우리 나라에서 직면하고 있는 기상재해 중에서 가장 중요한 것은 강수량에 관련된 재해와 태풍에 의한 재해이다. 표 1은 지난 92년간(1904년~1995년) 우리 나라에서 발생한 기상재해의 발생 빈도를 월별 및 종류별로 나타낸 것이다. 대부분의 재해가 6월~9월에 집중되어 있으며 그 중 발생 빈도가 높은 재해는 호우와 태풍에 의한 것임을 알 수 있다.

2. 태풍재해

열대성 저기압 중에서 중심 최대 풍속이 초속 17m 이상의 폭풍우를 동반하는 것을 태풍이라고 한다.

표 1. 주요 기상재해 발생 수(1904~1995)

(단위: 건)

재해종류	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
호우	1	1	3	18	19	56	143	125	49	12	3	2	432
태풍	44	57	55	48	30	24	22	20	23	30	33	39	425
폭설					1	14	81	103	69	7			275
지진	63	37	17	5							8	28	158
산사태				2	16	32	8	7	9	11	4		89
해일			3		4	13	21	26	2	1			70
합계	8	4		4	2	1	6	9	10	3	5	1	53
합계	116	99	78	77	72	140	281	290	162	64	53	70	1502

* 기상청 예보국 수치예보과장

표 2. 태풍의 구분

열대성 저기압 Tropical Depression (TD)	열대성 폭풍 Tropical Storm (TS)	강한열대성 폭풍 Severe Tropical Storm (STS)	태풍 Typhoon (TY)
열대성 저기압	태풍		

지구상에 연간 발생하는 열대성 저기압은 평균 80개 정도이며 이를 발생 해역별로 서로 다르게 부르고 있다. 즉, 북태평양 남서 해상에서 발생하는 것을 태풍(Typhoon; 30개), 북대서양, 카리브해, 멕시코만 그리고 동부 태평양에서 발생하는 것을 허리케인(Hurricane; 23개)이라 부른다. 인도양과 호주 부근 남태평양 해역에서 발생하는 것을 사이클론(Cyclone; 27개)이라 부른다. 다만, 호주 부근 남태평양 해역에서 발생하는 것을 지역 주민들은

윌리윌리(Willy-Willy; 7개)라고 부르기도 한다. 세계 기상 기구(WMO: World Meteorological Organization)는 최대 풍속에 따라 표 2에서와 같이 4계급으로 분류하며, 열대성 폭풍(TS)부터 태풍의 번호나 이름을 붙인다. 태풍의 번호는 WMO에서 지정한 아시아 지역의 RSMC(Regional Specialized Meteorological Centre)인 동경(RSMC-Tokyo)에서 붙이고, 태풍의 이름은 미국 태풍 합동경보센터(팜도)에서 지정하여 붙인다(표 3).

표 3. 태풍의 이름

1996.1.1 부터

ANN	앤	ABEL	에이블	AMBER	앰버	ALEX	알렉스
BART	바트	BETH	베스	BING	빙	BABS	백스
CAM	캠	CARLO	칼로	CASS	캐스	CHIP	칩
DAN	댄	DALE	데일	DAVID	데이비드	DAWN	도온
EVE	이브	ERNE	어니	ELLA	엘라	ELVIS	엘비스
FRANKIE	후랭키	FERN	핀	FRITZ	후리츠	FAITH	페이쓰
GLORIA	글로리아	GREG	그레그	GINGER	진저	GIL	길
HERB	허브	HANNAH	한나	HANK	헝크	HILDA	힐다
IAN	아이언	ISA	아이사	IVAN	아이번	IRIS	아이리스
JOY	조이	JIMMY	지미	JOAN	조앤	JACOB	제이콥
KIRK	커크	KELLY	켈리	KEITH	키이스	KATE	케이트
LISA	리사	LEVI	리바이	LINDA	린다	LEO	리오
MARTY	마티	MARIE	매리	MORT	모트	MAGGIE	매기
NIKI	니키	NESTOR	네스터	NICHOLE	니콜	NEIL	니일
ORSON	오슨	OPAL	오편	OTTO	오토	OLGA	올가
PIPER	파이퍼	PETER	피터	PENNY	페니	PAUL	폴
RICK	릭	ROSIE	로지	REX	렉스	RACHEL	레이철
SALLY	샬리	SCOTT	스코트	STELLA	스텔라	SAM	샘
TOM	툼	TINA	티나	TODD	토드	TANYA	테나
VIOLET	바이올렛	VICTOR	빅터	VICKI	빅키	VIRGIL	버질
WILLIE	윌리	WINNIE	위니	WALDO	왈도	WENDY	웬디
YATES	예이츠	YULE	율리	YANNI	예니	YORK	요크
ZANE	제인	ZITA	지타	ZEB	제브	ZIA	지아

태풍과 홍수 재해

표 4는 지난 92년간(1904년~1995년) 태풍 통과시 관측된 최대 풍향, 풍속과 최대 순간 풍향, 풍속의 기록 값을 나타낸 것이며, 여기서 태풍의 이름은 1945년부터 부여되었으므로 1904년부터

1944년까지의 태풍에는 연도와 1904년부터 영항을 준 태풍의 일련번호를 나타내는 4자리 숫자로 수록하였다.

표 4. 태풍 통과시 풍향, 풍속 순위

○ 최대 풍향, 풍속(1904~1995)

1	5412	JUNE	울릉도	SSW45.0	9.14 21:30
2	0401	-	목포	SE 42.4	8.18 09:00
3	0505	-	목포	SE 42.3	9. 2 20:00
4	4008	RUTH	포항	NNW 39.8	10.14 22:00
5	1428	-	목포	S 39.5	7.23 19:00
6	5522	-	목포	SSE 37.9	9.11 22:00
7	5209	LOUISE	울릉도	ENE 37.8	9.30 14:50
8	6110	KAREN	목포	SE 37.5	8.18 08:00
9	5211	HELEN	울릉도	S 36.7	8. 4 04:10
10		MARY	목포	SSW 36.2	9. 3 10:53

주: 최대 값은 태풍별로 1위 값을 취함.

○ 최대 순간 풍향, 풍속(1904~1995).

1	9219	TED	울릉도	N 51.0	9.25 06:18
2	8613	VERA	울진	SE 49.0	8.28 17:10
3	5914	SARAH	제주	NNE 46.9	9.17 05:24
4	9503	FAYE	통영	SE 46.6	7.23 16:20
5	5612	EMMA	여수	NE 45.7	9.10 02:40
6	5522	LOUISE	울릉도	ENE 44.3	9.30 14:54
7	8712	DINAH	서귀포	NNE 44.0	8.30 22:52
8	6411	HELEN	서귀포	NE 43.0	8. 2 12:48
9	8013	ORCHID	울릉도	NE 41.5	9.11 16:45
10	9307	ROBYN	울릉도	N 42.0	8.10 22:45

주: 최대 값은 태풍별로 1위값을 취함.

표 5는 태풍에 의한 피해의 다른 한 원인이 되는 강우량의 기록 값을 알아보기 위하여 역시 지난 92년간(1904년~1995년) 태풍 통과시 관측된 일 최대 강우량과 1시간 최대 강우량의 순위를 나타

낸 것이다. 태풍별로 1위 값 하나만 최대 값으로 취하였으며 1945년부터의 태풍 번호는 연도와 그 해 발생한 태풍의 일련번호를 나타내는 4자리 숫자로 수록하였다.

특집 : 홍수재해

표 5. 태풍 통과시 최대 강우량 순위

○ 일 최대 강우량 (1904~1995)

1	8118	AGNES	장흥	547.4	1981. 9. 2
2	9112	GLADYS	부산	439.0	1991. 8.23
3	7214	BETTY	해남	407.5	1972. 8.20
4	7119	OLIVE	삼척	390.8	1971. 8. 5
5	9507	JANIS	보령	361.5	1995. 8.25
6	9307	ROBYN	대관령	349.0	1993. 8.10
7	7911	JUDY	충무	340.5	1979. 8.25
8	8412	JUNE	속초	314.2	1984. 9. 2
9	9429	SETH	삼척	307.5	1994.10.12
10	2145	-	강릉	305.5	1921. 9.24

주: 최대 값은 태풍별로 1위 값을 취함.

○ 태풍 통과시 1시간 최대 강우량 순위 (1904~1995).

1	2968	-	제주	105.0	1927. 9.11
2	8120	CLARA	남해	90.5	1981. 9.24
3	7613	BILLIE	온양	90.0	1976. 8.14
4	8412	JUNE	부산	86.7	1984. 9. 2
5	7911	JUDY	완도	86.0	1979. 8.25
6	7611	WILDA	진천	85.0	1976. 7.25
	7612	ANITA			
7	8118	AGNES	제주	82.0	1981. 9. 2
8	7214	BETTY	해남	80.0	1972. 8.20
9	6110	HELEN	전주	79.4	1961. 8. 4
10	9429	SETH	삼척	76.5	1994.10.12

주: 최대 값은 태풍별로 1위값을 취함.

태풍에 의한 재해는 막대하며, 특히 태풍이 진행하는 방향 오른쪽에 해당하는 지역에 풍해가 집중된다. 대체로, 중심 기압이 950hpa 정도의 태풍이 갖는 에너지는 약 1018J(수소폭탄 100개의 파괴력)을 가지고 있으나, 대부분의 에너지가 태풍 역내의 바람의 순환을 유지하는데 사용되고 약 10% 정도만이 재해를 일으키는 파괴력으로 나타나는 것으로 보고 있다.

그림 1은 태풍 재해의 종류를 나타낸 것으로 매우 여러 방면에서 다양한 피해의 가능성이 많으므로 태풍으로 인한 인명 및 재산 피해는 다른 기상

재해보다 심각함을 알 수 있다.

표 6은 지난 92년간(1904년 ~1995년) 우리나라의 태풍에 의한 인명 및 재산 피해를 연대별 피해 상황과 인명 및 재산 피해 10위까지를 나타냈다. 인명 피해는 오래 전에 발생한 태풍이, 재산 피해는 최근 발생한 태풍이 상위에 나타나 있는 것은 시사해주는 바가 크다고 생각된다.

3. 호우 재해

집중호우란 시간적 집중성과 공간적 집중성이 때

태풍과 홍수 재해

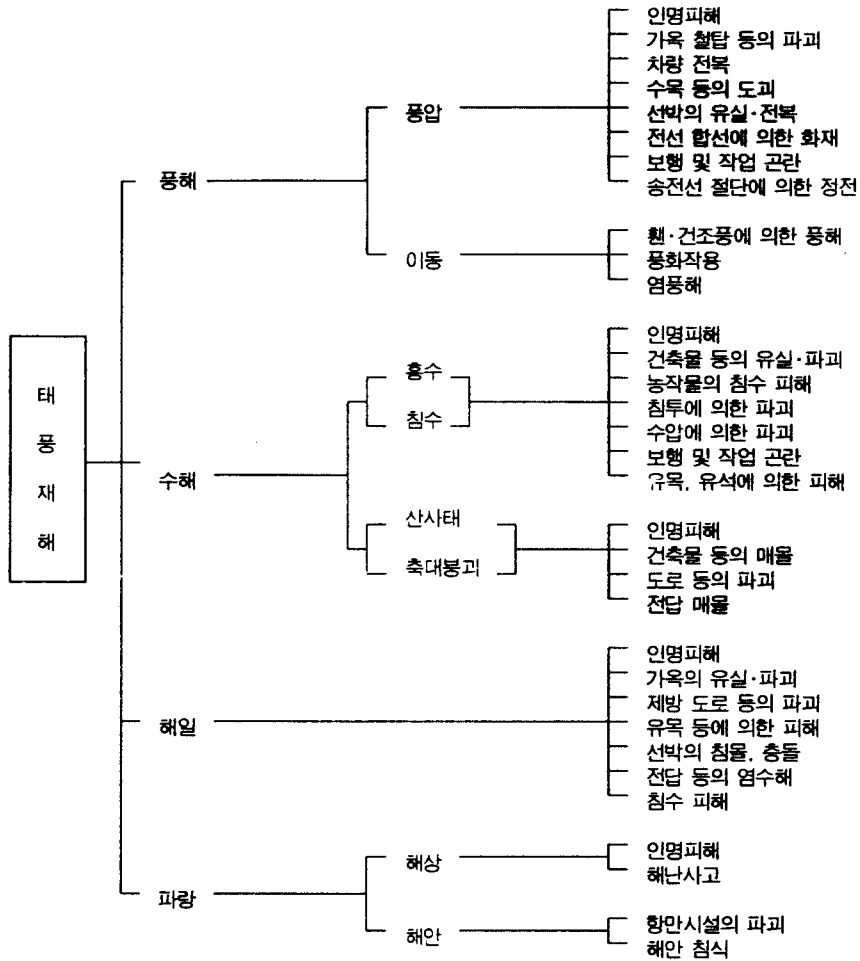


표 6. 태풍에 의한 인명 및 재산피해

○ 연대별 피해상황

단위 : 백만원

연도	인명피해	재산피해	인명피해	재산피해
1904-09	156	21	*	*
1910	543	54	300	12,312
1920	2,154	474	294,866	27,255
1930	2,350	2,016	698	25,266
1940	60	48	*	*
1950	1,150	2,679	389,730	2,112,139
1960	579	374	249,380	210,560
1970	1,150	721	847,802	664,589
1980	1,105	637	547,688	1,184,276
1990-95	380	80	55,115	913,064
합 계	9,927	7,104	2,385,577	5,149,461
연평균	105	78	31,389	67,756

* : 자료부족으로 미수록

특집 : 홍수재해

○ 인명 및 재산피해순위(1904~1995)

1	36.8.20~8.28	3693호	1,232	1,646	87.7.15~7.16	THELMA	496,243,989
2	23.8.11~8.14	2353호	1,157	-	95.8.25~8.27	JANIS	456,252,049
3	59.9.15~9.18	SARAH	849	2,533	91.8.22~8.26	GLADYS	262,971,560
4	72.8.19~8.20	BETTY	550	405	84.9.2~9.3	JUNE	208,145,100
5	25.7.15~7.18	2560호	516	275	59.9.15~9.18	SARAH	204,145,100
6	14.9.7~9.13	1428호	432	54	72.8.18~8.20	BETTY	184,637,926
7	33.8.3~8.5	3383호	415	84	89.7.28~7.29	JUDY	145,022,592
8	34.7.20~7.24	3486호	265	158	87.8.30~8.31	DIANA	140,266,794
9	84.9.2~9.3	JUNE	189	150	81.8.31~9.4	AGNES	131,392,774
10	87.7.15~7.16	THELMA	178	138	79.8.24~8.26	JUDY	116,193,720

우 큰 비를 말하며, 일반적으로 급격한 상승 기류에 의해 형성되는 적란운에 의하여 매우 짧은 시간에 비교적 좁은 지역에서(보통 10~20km²)에서 쏟아지는 경우와 태풍, 장마전선, 대규모 저기압에 동반되어 2~3일간 계속되는 경우로 크게 구별된다.

우리 나라는 일 강우량 80mm 이상의 호우가 연평균 25일 정도이나, 많은 해는 39일(1985년) 발생한 해도 있었으며, 일 강우량 150mm 이상의 강한 호우는 연평균 7일 정도, 많은 해는 16일(1985년) 발생한 해도 있었다. 호우는 전체의 약

85%가 6월~9월 중에 발생하고 있으며, 호우 발생 빈도가 높은 지역은 남해안, 지리산 부근의 산청지방, 강화를 중심으로 한 경기 북부 지방, 그리고 대관령 부근 산간 지방과 제주도 지방이다.

우리 나라 호우 특징은 1시간 이내의 강우량 극값은 저기압, 전선에 의해 발생하는 경우가 많고, 1일 이상의 강우량 극값은 태풍이나 장마 전선에 의해 발생하는 경우가 많다. 표 7은 태풍으로 인한 호우 이외의 호우에 의한 일 최대 강우량과 1시간 최대 강우량 순위를 나타낸 것이다.

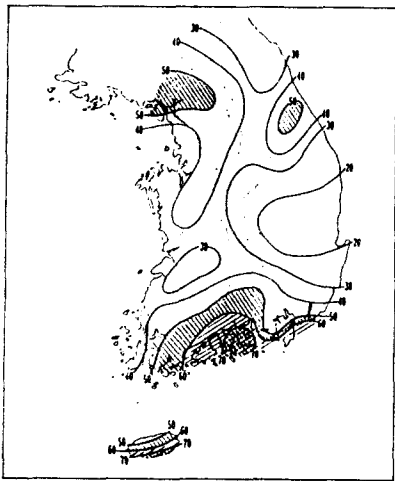


그림 2. 일 강우량 ≥ 80mm 이상 발생 일 수

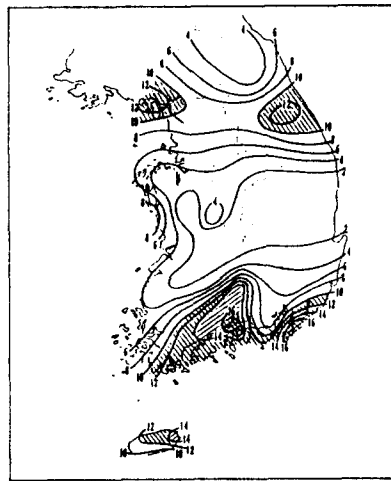


그림 3. 일 강우량 ≥ 150mm 이상 발생 일 수

표 7.1. 호우에 의한 일 최대 감수량 순위
(1904~1995)

1	부여	517.6	1987.7.22
2	거제	438.3	1985.5. 5
3	이천	376.0	1972.8.19
4	서귀포	365.5	1995.7. 2
5	서울	354.7	1920.8. 2
6	인천	347.5	1992.8.22
7	전주	336.1	1942.8. 9
8	광주	335.6	1989.7.25
9	대관령	330.8	1990.9.11
10	울산	315.8	1969.9.15

주: 태풍으로 인한 호우는 포함되지 않음.

표 7.2. 호우에 의한 1시간 최대 감수량 순위
(1904~1995)

1	서울	118.6	1942.8. 5
2	서울	116.0	1964.9.13
3	남해	112.5	1993.8.21
4	전주	109.6	1951.5.26
5	제주	105.0	1927.9.11
6	인천	103.3	1953.8.13
7	강화	102.0	1989.8.10
8	성산포	101.0	1981.8.10
9	제주	100.2	1986.8.18
10	부여	100.0	1987.7.22

주: 태풍으로 인한 호우는 포함되지 않음

우리 나라는 전 국토의 65%가 산지로 이루어져 있어 중소 하천은 급류가 많고, 호우가 하천 급류가 많고, 호우가 하천 유역에 집중되는 경향이 있어 호우시 유량이 급격히 증가하고, 대량의 토사나 암석이 밀려 내려와 홍수 가능성을 더욱 증대시킨

표 8. 호우에 의한 피해 순위(1904~1995)

1	1936	1,916	1987	1,228,655
2	1920	1,264	1990	695,080
3	1987	1,022	1989	613,130
4	1972	862	1995	600,946
5	1959	781	1991	395,340
6	1969	699	1979	324,897
7	1976	529	1980	292,324
8	1925	517	1984	284,607
9	1979	423	1986	273,928
10	1964	395	1969	255,048

주: 호우 피해 순위는 태풍, 폭풍 등을 포함한 것임

다.

호우로 인한 재해는 연평균 5회 정도이고, 가장 많이 발생한 해는 1989년 으로 14회이다. 한편 호우 재해가 한차례도 발생하지 않았던 해는 모두 1940년 이전인 1905년, 1913년, 1923년, 1939년의 5개년으로 나타났다. 연도별 발생 빈도는 1930년대 이전에 평균 2.2회로 가장 낮았고, 1940년대부터 1970년대까지 5.3회, 1980년대에는 8.8회로 점차 증가 추세에 있다.

표 8는 호우에 의한 인명 및 재산 피해 순위를 나타낸 것으로 태풍의 경우와 흡사하게 인명 순위는 오래 전에 발생한 호우가, 재산 순위는 최근 발생한 호우는 높은 순위를 차지하는 것은 인명 피해를 줄이려는 방재노력과 도시화 산업화에 따른 재산 피해 규모의 증가에 그 원인이 있다고 생각된다. ☞