

임진강 유역 대홍수('99. 8)의 피해 원인과 대책

Causes and Measures of Flood Damage('99. 8) in Imjin River Basin

김 현 영* 이 용 직**
Kim, Hyun-young, Lee, Yong-jig

1. 머리말

1998년 8월 5일 ~ 8월 8일까지 강화, 동두천, 서울, 양평 등 경기북부 지역에 집중호우가 발생하여 농경지 및 수리시설물에 큰 피해가 발생하는데 이어, 금년도에도 7월 31일~8월 3일간 임진강 유역인 철원, 파주, 문산 등지에 기록적인 집중호우가 발생하여 지방도시 및 농촌마을의 침수와 함께 많은 면적의 농경지가 침수되었고 양수장 등 수많은 수리시설물이 침수, 파손되었다. 임진강 유역에는 1996년도에도 대홍수가 발생한 적이 있어 최근 4년 중 3년간 홍수 피해를 겪은 바 있다.

중앙재해대책본부의 잠정집계에 의하면 금년도 7월 23일부터 8월 4일까지 호우 및 태풍에 의해 전국에 발생한 피해는 인명피해가 사망 57명, 실종 10명 등 67명, 주택 침수가 14,435동으로서 이재민이 7,033세대 25,237명이나 발생하였으며, 농경지 침수도 52,293ha에 달하여 피해액도 1조 49억원에 달하는 엄청난 것이었다.

홍수는 매년 어느 유역에서나 발생하고 있다. 그러나 홍수 피해는 수방대책이 잘 수립된 곳은 그리 심각하게 일어나지 않으나, 임진강 유역은 최근에 3번이나 홍수가 심대하게 발생하였다. 다른 유역과 달리 홍수 때마다 피해가

뒤따라 일어남으로써 우리를 당혹하게 하고 있으며, 여기에는 원인 분석과 대책이 적절하지 못했던 것으로 귀착되어진다.

이런 상황에서 올해는 홍수 중에 직접 현장 조사를 통해 그 원인을 분석하기로 하였으며, 이 결과에 따라 응급복구와 항구적인 대책을 수립하였다. 본문에서는 이러한 재해를 유발한 임진강 유역 홍수의 특성과 수해발생의 원인 등을 살펴보고 특히 농업수리시설물을 중심으로 한 대책을 검토해 보고자 한다.

2. 임진강 유역 개황

가. 유역특성

임진강의 유역면적은 8,118km²로서 금강의 유역면적 9,828km²의 82.6%에 달할 정도로 우리나라에서는 큰 하천에 속한다. 그럼에도 불구하고 통상적으로 거론되는 우리 나라 4대 하천이나 10대 하천에 속하지 않는 이유는 하천 유역의 63%에 해당하는 5,109km²가 군사분계선 이북지역에 위치하며 나머지 37%만이 군사분계선 이남에 위치하여 실제로 우리 나라 치수 및 이수 대상으로 삼을 수 없기 때문이다.

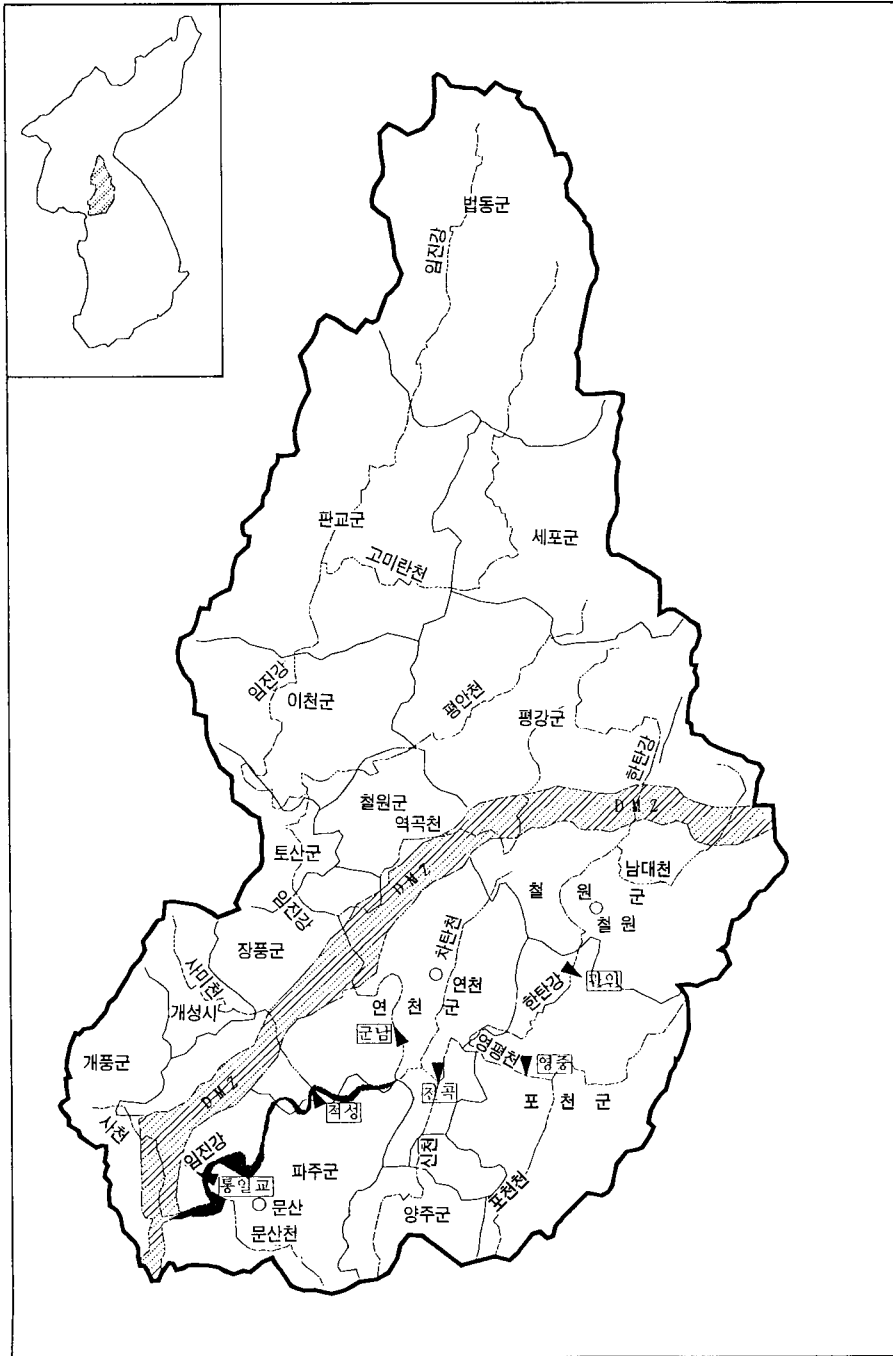
<그림 - 1>과 같이 임진강 본류의 상류 유

* 농어촌진흥공사 경기지사

** 농어촌진흥공사 농어촌연구원

역은 대부분 군사분계선 이북지역이며, 임진강의 제1지류인 한탄강도 상류 유역 일부가 군

사분계선 이북지역에 위치하고 있다. 한탄강의 유역은 2,436km²로서 임진강 전체 유역의 30%



〈그림 - 1〉 임진강 유역도

정도를 점유하고 있다.

하천연장은 255km로서 한강의 1/2 정도이며 유역의 토지이용은 임야가 73%, 논이 11%로서 타 유역에 비해 논의 비율이 상당히 낮은 편이다. 금강의 경우 논의 비율이 15%이며 영산강의 경우 22%임과 비교할 때 논의 비율이 4~11% 정도 낮은 편으로서 논이 다른 어느 토지이용 형태보다 홍수의 일시 저류능력이 큼을 고려할 때 상대적으로 유역의 홍수 저류능력이 적다고 할 수 있다.

나. 하천지형 특성

임진강은 하천의 양안은 단애절벽으로 협곡을 형성한 지역이 많아 상대적으로 인공제방이 설치되어 있지 않은 지역이 많으며, 특히 한탄강의 경우는 추가령 구조곡의 일부를 형성하고 있어 협곡부를 흐르고 있는 하천이다.

하천의 경사는 평균 1/500로서 규모가 유사한 타 하천에 비해 매우 급한 편이며 조석간만의 차이가 큰 서해로 유입되어, 갈수기에는 조석의 영향이 하구에서 약 30km 정도 상류인 연천군 고랑포까지 미치고 있어 치수 및 이수에 불리한 특성을 가지고 있다. 이번 홍수에 큰 피해를 입은 파주, 문산 지역은 조석의 영향을 받는 하천 연변에 넓은 평야를 형성하고 있는 저지대에 위치하고 있어 홍수의 위협에 노출된 상태이다.

다. 수리시설물 현황

군사분계선 이남지역을 중심으로 수리시설물 현황을 살펴보면 저수지는 임진강 본류에 8개소, 지류에 61개소가 있으나 다목적댐은 설치되어 있지 않으며 소수력 발전용인 연천댐이 '85년도에 한탄강 하류에 설치된 바 있다. 또한 이 지역에는 파주농조, 연천농조, 중앙농조 등 3개 농조가 있어 양수장 96개소, 배수장 11개소를

관리하고 있으며, 이중 21개소의 양·배수장이 임진강과 한탄강 연변의 협곡에 설치되어 있다. 이중 가장 규모가 크며 한탄강 본류에 건설된 연천댐의 제원은 다음 <표-1>과 같다.

<표-1> 연천댐의 주요 제원

유역면적	1,838km ²	만수면적	2.1km ²
계획홍수량	5,230m ³ /s	수문	10.5m(B)X11.3m(H)X7련
댐고 및 길이	23m(H), 244m(L)	댐 형식	콘크리트 중력식
발전설비 용량	3,000kW X 2대	연간 발전량	28,891MWh

3. '99. 8 홍수의 특성

가. 기상특보 상황

'99년 7월 31일~8월 3일간 임진강 유역에 대홍수를 유발한 집중호우에 따른 기상특보 상황을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 7. 30 09:30에 경기, 서울지역에 호우주의보를 발령한데 이어 18:00에는 경기 북부와 강원 중북부에 호우경보를 발령하였음
- 7. 29~7. 31. 사이 경남 등 남부지방의 호우로 인해 140억원의 재산 피해 발생
- 2) 8. 1. 01:00 파주지역에는 시간당 91mm의 호우에 의해 최초 이재민 66세대가 발생
- 3) 8. 1. 06:00에는 임진강 군남지점의 수위가 8.4m를 기록하여 위험수위 7.5m를 넘어 홍수경보 상태에 돌입 하였음
- 4) 8. 2. 05:00에 임진강 군남지점의 수위가 위험수위 이하로 내려가자 홍수경보를 주의보로 대체하였으나 17:00에 다시 8.83m로 상승하자 홍수경보로 승격 하였음
- 5) 8. 3. 10:00에는 태풍 올가로 인해 전 육

상에 태풍경보를 발령하고 임진강의 홍수경보는 주의보로 대체함

- 상기 시각 현재 경기북부 지역은 호우 및 태풍 경보가 동시 발령중으로서 파주·연천지역에는 850mm 이상 강우를 기록하여 갈수년의 연강수량을 상회하고 있었음

6) 8. 4. 04:00를 기해 태풍이 중국으로 건너가 소멸됨으로써 기상특보가 해제 됨

나. 호우발생 상황

7. 31.부터 4일 연속 누계 강수량은 파주시 적성면에서 1,032mm의 사상 최대를 기록하였고, 인접지역인 연천, 철원, 동두천은 각각 823.0, 805.2, 800.6mm를 기록하여 모두 갈수년의 연강수량을 상회하는 강우량이 4일간에 발생하였다.

2일 연속 강수량을 확률 빈도치와 비교하면 연천은 631mm로서 약 200년 빈도에 해당하고, 적성의 경우 704mm로서 400년 빈도에 해당되

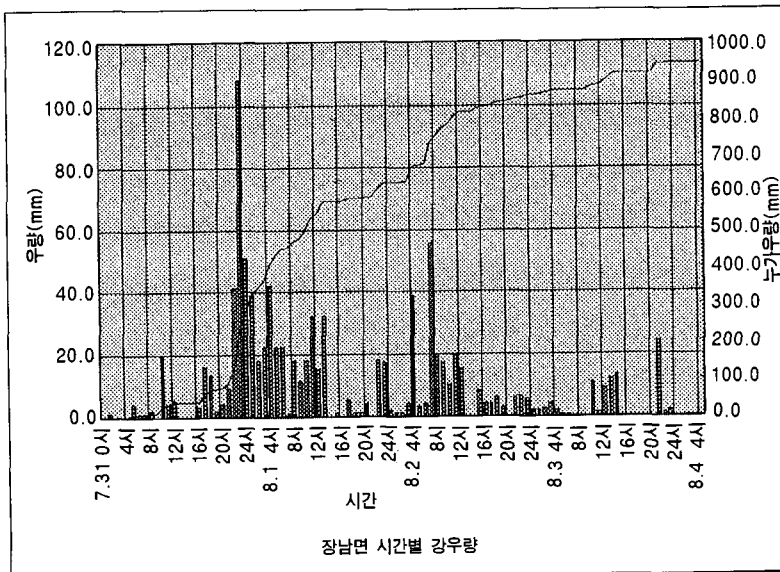
는 기록적인 강우이다. <표-2>에서와 같이 48시간 강우량이 697.9~859.0mm를 기록함으로써 이 지역에 대한 가능 최대 강수량(PMP)이 지속시간 48시간 기준으로 850mm로 평가되고 있음과 비교할 때 가능 최대 강수량의 80~100%가 실제로 발생한 것이다.

1시간 최대 강수량은 연천군 장남면(파주시

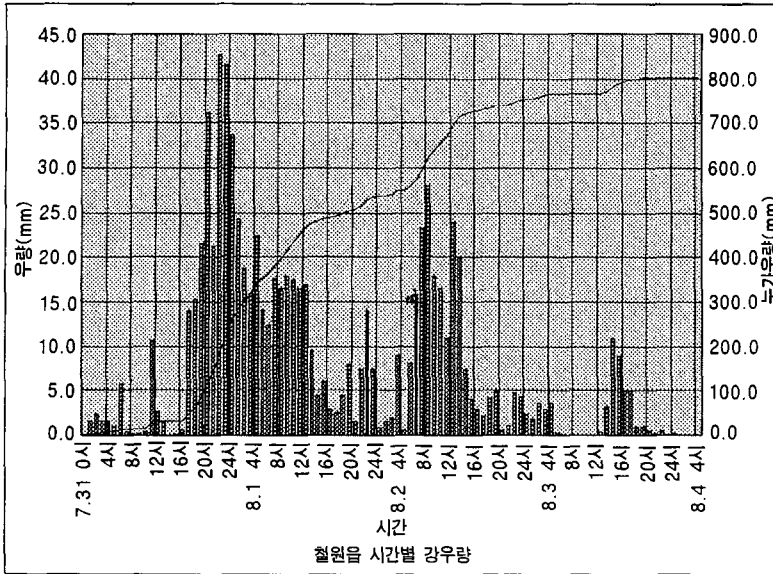
<표-2> 주요 지점의 지속시간별 강수량(mm)

구 분	1시간	2시간	3시간	6시간	12시간	24시간	48시간
연천읍	97.0	175.0	233.0	316.0	423.0	552.0	739.0
장남면	108.0	159.0	200.0	280.0	395.0	540.0	786.0
철원읍	42.6	84.1	117.8	199.6	307.8	460.2	697.9
적성면	79.0	138.0	199.0	325.0	462.0	613.0	859.0

적성면의 임진강 북측에 위치)에서 7. 31. 22:00~23:00사이에 108mm를 기록하여 연천관측소 기준 200년 빈도에 해당되는 강우량을 나타내었으며, 시간당 30mm 이상 3시간 지속된 관



<그림-2> 장남면 강우량



〈그림 - 3〉 철원읍 강우량

축소는 연천, 장남, 군남, 적성, 파평으로서 임진강 중하류에 집중되었음을 보여주고 있다.

<표 - 2>는 강우가 집중되었던 연천읍, 장남면, 철원읍, 적성면의 강우량을 지속시간별로 정리한 것이다 <그림 - 2~3>은 4개 지점의, 누계강우량과 시간별 강우량을 도시한 것이며 <표 - 3>은 시간별 강우량을 정리한 것으로서 행정기관의 자료이다.

다. 홍수발생 상황

한탄강 하류인 전곡과 한탄강 합류지의 임진강에 위치한 군남의 수위는 7. 31 17:00에 1.0m에서 6시간만에 무려 15.0m로 급상승하여 일부 낮은 협곡을 월류하여 침수피해를 유발하였다. 한탄강 합류이후에는 적성지점에 수위표가 있으나 수위표가 설치된 교량의 월류로 기록의 오류가 발생하여 정확한 수위는 알 수 없으나 홍수 흔적으로 보아 약 20.0m 이상으로 추정되는 수위가 발생되었으며, 임진강 본류 및 지천 곳곳에서 제방이 월류되는 주원인

이 되고 있다. 특히 군남 수위표 지점은 조석의 영향을 직접적으로 받는 위치가 아니며 상류부가 대부분 군사분계선 이북 지역임에도 급격한 수위 상승이 발생한 것으로 미루어 보아 군사분계선 이북지역에도 남측과 마찬가지로 집중호우가 발생한 것으로 추정된다.

군남지점의 중상류에 발생한 홍수가 급류로 유하하면서 지천의 유입량과 더해지면서 5시간 후 40km 하류에 위치한 통일교 부근에서 12.5m로 상승하였고, 이러한 수위상승이 문산천을 범람시키는 요인이 되었다. 주요 수위표 지점의 시간별 수위기록은 <그림 - 4>과 같으며, 다행히 통일교에서의 침투홍수량 발생시간이 간조시간과 겹쳐 조석의 영향을 크게 받지 않았다는 점이다.

이러한 홍수위는 <표 - 4>에서 보는 바와 같이 임진강 및 한탄강의 모든 수위관측소에서 계획 홍수위를 2~5m나 초과하는 것으로서 본천에서의 제방 붕괴 및 월류, 또는 무제방구간의 협곡에서의 수위상승으로 인한 침수는 물론, 임진강으로 유입되는 여러 지천으로 역

〈표 - 3〉 주요 지점의 강우 기록

일 자	시간	연천읍	장남면	철원읍	적성면	일 자	시간	연천읍	장남면	철원읍	적성면
7.30	24	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	4	27.0	39.0	0.5	3.0
7.31	1	1.0	1.0	1.6	0.0	"	5	2.0	3.0	8.2	11.0
"	2	0.0	0.0	2.4	0.0	"	6	3.0	4.0	15.0	11.0
"	3	0.0	0.0	1.6	0.0	"	7	39.5	56.0	23.3	34.0
"	4	0.0	0.0	1.5	1.0	"	8	14.5	20.0	28.0	41.0
"	5	1.0	4.0	1.0	0.0	"	9	6.5	17.0	17.9	20.0
"	6	1.0	1.0	5.8	1.0	"	10	10.5	10.0	16.6	21.0
"	7	1.0	1.0	0.4	2.0	"	11	9.0	20.0	11.0	20.0
"	8	15.0	2.0	0.2	12.0	"	12	16.5	15.0	24.0	15.0
"	9	0.0	0.0	0.1	1.0	"	13	9.5	0.0	20.0	10.0
"	10	10.0	20.0	0.4	4.0	"	14	6.5	0.0	7.5	5.0
"	11	9.0	4.0	10.7	18.0	"	15	3.5	8.0	4.0	2.0
"	12	4.0	5.0	2.7	2.0	"	16	3.0	4.0	2.9	4.0
"	13	3.0	0.0	1.5	1.0	"	17	4.0	4.0	2.1	5.0
"	14	0.0	0.0	0.0	0.0	"	18	4.0	6.0	4.2	4.0
"	15	0.0	0.0	0.1	0.0	"	19	2.0	2.7	5.1	4.0
"	16	5.0	3.0	0.5	2.0	"	20	2.5	0.0	0.5	4.0
"	17	18.0	16.0	14.0	17.0	"	21	3.5	6.0	1.1	4.0
"	18	20.0	13.0	15.3	17.0	"	22	7.0	6.4	4.7	4.0
"	19	11.0	2.0	21.6	13.0	"	23	6.5	5.6	4.4	4.0
"	20	17.0	4.0	36.2	6.0	"	24	5.0	2.0	2.4	3.0
"	21	38.0	9.0	21.3	31.0	일 계		190.5	234.7	215.9	231.0
"	22	58.0	41.0	42.6	61.0	8.3	1	1.0	2.0	1.8	2.0
"	23	78.0	108.0	41.5	59.0	"	2	6.0	2.2	3.6	5.0
"	24	97.0	51.0	33.7	79.0	"	3	3.0	4.0	3.0	7.0
일 계		387.0	285.0	256.7	327.0	"	4	4.5	2.1	3.6	3.0
8.1	1	28.0	39.0	24.3	45.0	"	5	0.0	0.3	0.3	2.0
"	2	13.0	18.0	18.8	13.0	"	6	0.0	0.3	0.1	0.0
"	3	16.0	22.0	16.0	68.0	"	7	0.0	0.0		0.0
"	4	29.0	42.0	22.4	1.0	"	8	0.0	0.0		0.0
"	5	16.0	22.0	14.1	1.0	"	9	0.0	0.0		0.0
"	6	16.0	22.0	12.3	24.0	"	10	0.0	10.5		2.0
"	7	1.0	1.0	17.6	25.0	"	11	0.5	1.2		2.0
"	8	13.0	18.0	16.5	38.0	"	12	0.5	8.6	0.4	5.0
"	9	8.0	11.0	18.0	48.0	"	13	4.5	12.0	3.2	16.0
"	10	12.5	18.0	17.5	35.0	"	14	13.0	13.0	11.0	10.0
"	11	22.5	32.0	16.5	4.0	"	15	9.5	0.0	9.0	8.0
"	12	11.0	15.0	17.0	6.0	"	16	5.5	0.0	5.0	10.0
"	13	23.0	32.0	9.5	5.0	"	17	7.5	0.0	5.0	12.0
"	14	0.0	0.0	4.5	13.0	"	18	1.0	0.0	1.0	3.0
"	15	1.0	1.0	6.0	2.0	"	19	1.5	0.0	1.0	3.0
"	16	0.0	0.0	3.0	2.0	"	20	8.5	0.0	0.5	2.0
"	17	3.5	5.0	2.5	6.0	"	21	0.5	24.0	0.3	0.0
"	18	1.0	1.0	4.5	2.0	"	22	0.0	1.2	0.5	0.0
"	19	0.5	1.0	8.0	8.0	"	23	0.0	2.0	0.2	3.0
"	20	3.0	4.0	1.5	15.0	"	24	0.0	0.0	0.3	0.0
"	21	0.0	0.0	7.5	15.0	일 계		67.0	83.4	49.8	95.0
"	22	12.5	18.0	14.0	1.0	8.4	1	0.0	0.0	0.0	1.0
"	23	12.0	17.0	7.5	0.0	"	2	1.0	0.0	0.0	1.0
"	24	1.5	2.0	0.8	0.0	"	3	0.5	0.0	0.0	0.0
일 계		244.0	341.0	280.3	377.0	"	4	0.5	0.0	0.0	0.0
8.2	1	1.0	1.0	1.5	0.0	일 계		2.0	0.0	0.0	2.0
"	2	1.0	1.0	2.0	2.0	합 계		890.5	944.1	802.7	1032.0
"	3	3.0	4.0	9.0	0.0						

〈표 - 4〉 주요 수위표 지점 최고홍수위 기록

관측소명	수위(m)			비고
	계획홍수위	최고홍수위	초과치	
관인	9.25 (80년)	12.30	3.05	한탄강 중하류
전곡	10.30 (80년)	15.15	4.85	한탄강 하류
군남	12.08(100년)	14.52	2.44	임진강 하류 (한탄강 합류전)
통일교	10.19(100년)	12.44	2.25	임진강 하구

주) (): 계획 빈도년

류되어 지천 유입홍수와 부딪쳐 수위 상승을 유발하였고 광범위한 침수를 발생시켰다. <표 - 5>는 각 수위관측소의 기록값을 시간별로 정리한 것이다.

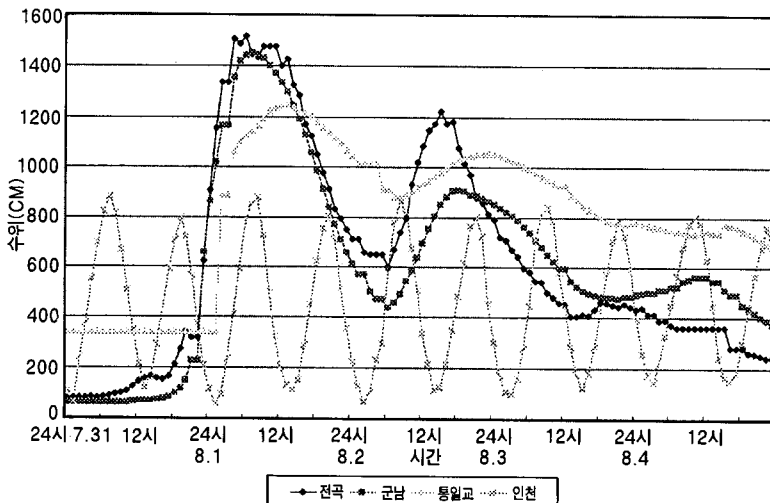
4. 수해발생의 원인과 대책

가. 홍수피해 규모

금년도 경기북부 지역의 홍수피해는 중앙재해대책본부의 잠정집계에 의하면 피해규모가 1996년 및 1998년도의 피해와 유사한 규모가

될 것으로 추산된다. 서울, 경기, 강원, 인천 지역의 1996년 및 1998년도의 피해는 태풍 및 호우로 인한 피해액 순위로 5위내에 속한다는 것을 감안할 때 이번 홍수의 피해도 엄청남을 알 수 있다. 1998년도에 건물의 침수가 상대적으로 많은 것은 서울지역에서 많은 침수가 발생하였기 때문이다. 다행스러운 것은 '98년도에 비해 인명피해가 크게 감소한 것으로서 이는 '98년도의 홍수 경험으로 신속한 경보 및 대피 등이 이루어졌기 때문으로 판단된다.

피해지역에 위치한 농지개량조합은 파주, 연천, 중앙 농조 등 3개 농조가 있으며, 주요 시설에 대한 피해로는 저수지에 대한 피해는 경미하나 양·배수장이 많은 피해를 입었다. 이 지역은 상시배수가 용이한 지역이 많아 배수장은 많지 않은 지역으로서 3개 농조가 관할하는 양수장은 96개소, 배수장은 11개소가 있다. 이중 양수장은 39개소로 41%, 배수장은 4개소로 36%가 피해를 입은 상태로서 피해 내용은 대부분 기계실 침수 및 배전반과 변전반 침수로서 전기시설의 경우 부분 또는 완전 교체가 필요하여 급수에 곤란을 겪고 있어 물난리 속에서 물 부족을 겪고 있다.



〈그림 - 4〉 주요 수위표의 시간별 수위기록

<표 - 5> 주요 수위표 지점의 시간별 수위 기록(m)

일 자	시간	전곡	군남	통일교	인천	일자	시간	전곡	군남	통일교	인천	일자	시간	전곡	군남	통일교	인천
7.30	24	0.81	0.65	3.40	1.15	8. 1	16	11.69	11.28	12.14	2.89	8. 3	8	5.40	6.82	9.62	8.16
7.31	1	0.82	0.64	3.40	0.66	"	17	11.22	10.57	12.01	4.51	"	9	5.01	6.51	9.48	8.41
"	2	0.83	0.64	3.40	2.41	"	18	10.49	9.84	11.81	6.23	"	10	4.82	6.23	9.38	7.84
"	3	0.85	0.64	3.40	3.76	"	19	9.75	9.11	11.59	7.52	"	11	4.58	5.96	9.28	5.78
"	4	0.86	0.64	3.40	5.54	"	20	9.10	8.40	11.38	8.04	"	12	4.53	5.96	9.28	4.47
"	5	0.85	0.64	3.40	6.95	"	21	8.34	7.73	11.16	7.11	"	13	4.04	5.45	8.89	2.83
"	6	0.86	0.64	3.40	8.19	"	22	7.94	7.12	10.93	5.18	"	14	4.04	5.22	8.69	1.79
"	7	0.92	0.64	3.40	8.81	"	23	7.50	6.59	10.68	3.55	"	15	4.11	5.08	8.49	1.25
"	8	0.98	0.64	3.40	8.12	"	24	7.10	6.12	10.43	2.24	"	16	4.07	4.96	8.32	1.80
"	9	1.03	0.64	3.40	6.65	8. 2	1	7.11	5.70	10.12	1.32	"	17	4.30	4.88	8.15	2.83
"	10	1.11	0.65	3.41	5.06	"	2	6.57	5.70	10.12	0.68	"	18	4.61	4.84	8.01	4.27
"	11	1.28	0.67	3.41	3.47	"	3	6.49	5.03	10.12	1.05	"	19	4.59	4.79	7.88	5.76
"	12	1.49	0.70	3.42	2.14	"	4	6.50	4.72	10.12	2.29	"	20	4.51	4.79	7.81	7.08
"	13	1.57	0.71	3.42	1.21	"	5	6.50	4.72	9.12	2.96	"	21	4.41	4.78	7.75	7.86
"	14	1.65	0.72	3.42	1.58	"	6	6.03	4.37	9.12	5.97	"	22	4.54	4.83	7.73	7.21
"	15	1.57	0.75	3.42	2.91	"	7	6.69	4.57	8.82	7.81	"	23	4.42	4.83	7.78	5.98
"	16	1.55	0.79	3.42	4.43	"	8	7.38	4.93	8.78	8.67	"	24	4.30	4.90	7.75	3.92
"	17	1.67	0.88	3.42	5.95	"	9	7.95	5.46	8.87	8.14	8. 4	1	4.39	4.95	7.71	2.59
"	18	2.11	1.02	3.42	7.06	"	10	9.29	5.86	9.02	6.74	"	2	4.13	4.98	7.66	1.74
"	19	2.74	1.21	3.42	7.99	"	11	10.18	6.38	9.19	5.06	"	3	4.11	4.98	7.62	1.46
"	20	3.40	1.51	3.42	7.18	"	12	10.81	6.95	9.33	3.34	"	4	3.84	5.11	7.57	2.16
"	21	3.19	2.26	3.42	5.67	"	13	11.46	7.51	9.47	2.17	"	5	3.91	5.11	7.54	3.27
"	22	3.19	2.26	3.42	3.74	"	14	11.73	8.04	9.63	1.12	"	6	3.72	5.23	7.49	4.51
"	23	6.24	6.57	3.42	2.09	"	15	12.22	8.51	9.80	1.25	"	7	3.59	5.23	7.44	5.66
"	24	9.07	8.63	3.42	1.18	"	16	11.74	8.83	9.96	2.15	"	8	3.59	5.44	7.40	6.81
8. 1	1	11.54	10.19	3.42	0.59	"	17	11.82	9.03	10.12	3.48	"	9	3.59	5.54	7.35	7.73
"	2	13.35	11.64	8.89	0.97	"	18	10.76	9.09	10.27	4.83	"	10	3.59	5.62	7.34	8.01
"	3	13.35	11.64	8.89	2.34	"	19	10.15	9.04	10.38	6.15	"	11	3.59	5.62	7.41	7.74
"	4	15.04	13.54	10.57	4.12	"	20	9.68	8.90	10.43	7.64	"	12	3.59	5.62	7.43	6.31
"	5	14.87	14.17	10.98	5.94	"	21	8.78	8.84	10.49	8.01	"	13	3.59	5.46	7.37	4.45
"	6	15.15	14.43	11.26	7.76	"	22	8.59	8.73	10.53	7.21	"	14	3.59	5.46	7.37	2.41
"	7	14.45	14.52	11.43	8.52	"	23	8.13	8.61	10.52	4.54	"	15	3.59	5.09	7.73	1.68
"	8	14.35	14.45	11.66	8.79	"	24	7.90	8.52	10.49	2.97	"	16	2.81	4.92	7.66	1.50
"	9	14.77	14.30	11.92	7.25	8. 3	1	7.18	8.37	10.41	1.74	"	17	2.81	4.92	7.57	1.84
"	10	14.77	14.00	12.21	5.13	"	2	7.09	8.22	10.33	1.06	"	18	2.81	4.52	7.47	2.97
"	11	14.75	13.70	12.36	3.22	"	3	6.70	8.05	10.24	0.97	"	19	2.61	4.37	7.35	4.26
"	12	14.01	13.35	12.43	2.05	"	4	6.42	7.86	10.14	1.58	"	20	2.56	4.18	7.22	5.67
"	13	14.25	12.96	12.44	1.34	"	5	5.97	7.61	10.03	2.78	"	21	2.50	4.02	7.06	6.77
"	14	13.23	12.43	12.38	1.12	"	6	5.82	7.37	9.90	4.46	"	22	2.43	3.90	6.92	7.61
"	15	12.84	11.91	12.24	1.51	"	7	5.44	7.08	9.77	7.11	"	23	2.41	3.75	6.83	6.84

〈표 - 6〉 최근 경기북부 지역의 홍수피해 현황

년도	사망 및 실종(명)	이재민(명)	건물(동)	농지유실(ha)	농작물(ha)	피해액(억원)	집계기간
1999	38	25,011	11,611	3,444	17,002	6,769	7.23~8.4
1998	200	14,797	67,047	2,744	7,142	6,010	7.31~8.18
1996	29	16,933	13,381	5,577	18,482	4,274	7.26~7.28

- 주) 1. 피해상황은 집계기간 중 서울·인천·경기·강원의 피해 집계임
- 2. 피해액은 발생년도 당해연도 가격 기준임
- 3. 1999년도 피해상황은 '99.9.10 현재 집계 상황임

〈표 - 7〉 홍수지역 농조 주요시설물 피해현황

구 분		파주농조	연천농조	증양농조	계
양수장	피해개소수	7(16%)	13(76%)	19(53%)	39(41%)
	전체개소수	43	17	36	96
배수장	피해개소수	4(36%)	-	-	4(36%)
	전체개소수	11			11

나. 수해원인과 대책

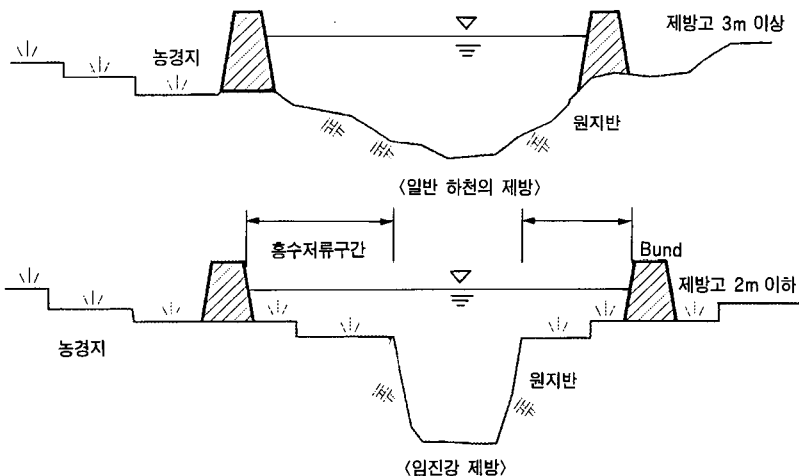
1) 임진강 유역

(가) 적성지점에서 3일간에 935mm의 강우가

발생하는 등 연평균 강수량의 70%에 해당하는 호우가 3일간 집중 발생하였으며, 협곡으로 형성된 임진강이 제방이 없는 상태에서 범람하여 수해가 가중되었다. 이러한 경우에 대비하기 위해서는 <그림 - 5>와 같이 협곡 상단에 충분한 홍수저류 용량을 갖도록 낮은 제방(Bund)을 설치하여 도로로 겸용함으로써 하천 수위 상승에 대비하여야 할 것이다.

(나) 임진강 유역에는 타 유역에 비해 홍수 조절용 댐이나 농업용 저수지가 부족하고, 홍수의 일시 저류 역할을 하는 논의 구성비율이 낮아 홍수 유출을 가중시키는 것도 한 원인이 되고 있다. 유역내에 홍수방재를 위한 다목적 댐 건설 및 농업기반시설 확충 정비를 통하여 홍수저감을 함으로써 홍수위를 조절할 필요가 있다.

(다) 이북에 위치한 유역의 2/3는 산림녹화가 빈약하여 녹색댐의 구실을 못하며, 따라서 유출율이 높고 첨두 홍수량이 커져 홍수위가 급격히 상승하여 홍수피해를 가중시키는 원인이 되고 있다. 또한 지질학적으로 화산암이 여러 층으로 퇴적되어 있어 침투된 강우가 얇은 토층에 저류되지 못하고 협곡을 통해 유출됨



〈그림 - 5〉 일반하천과 임진강 제방계획

으로써 유역의 유출율을 증가시키는 요인이 되고 있다. 이를 방지하기 위해서는 이북지역에 대해서 남북 공동으로 산림녹화 사업등 협력사업을 추진할 필요가 있다.

(라) 홍수가 조석의 영향을 받는 임진강 하구를 통과할 때 수위상승을 억제하기 위해서는 넓은 하구만(河口灣)이 필요한데 개발로 인해 수위상승이 가중되는 현상을 보이고 있다. 따라서 하천개수 및 임진강 하구둑의 설치 등 하류부에서의 조석의 영향에 의한 홍수피해가 가중되지 않도록 할 필요가 있다.

(마) 점적지역으로 인해 수문관측시설이 빈약하고 측정자료가 없어 과학적 하천관리가 되지 못하고 있다. 또한 유역의 2/3를 차지하고 있는 이북지역에 대한 수문자료의 실시간 획득이 불가능한 형편이다. 금번 호우시에도 군사분계선 바로 이남에 있는 군남관측소에서 6시간만에 홍수위가 15m가 상승하는 등 이북지역의 수문상황에 대한 정보가 홍수예정보에 필수적인 사항이다. 이를 위한 남북공동 협력사업도 시급히 이루어져야 할 것이다.

(바) 본천에서의 급격한 수위상승에 의해 본천에 유입되는 지천의 홍수가 배제되지 않아 지천에서도 본류 수위이상으로 수위가 상승하고 있다. 그럼에도 불구하고 많은 지천들의 제방고가 본천의 제방고보다 낮아 지천에서의 범람이 많이 발생하고 있으며 하천내에 설치된 많은 시설물, 특히 전시 시설물 성격으로 교량이 홍수위보다 낮게 설치되어 홍수 소통에 장애 요인이 되고 있다. 따라서 본천에서의 제방고에 따라 배수곡선을 감안하여 각 지천의 접속부의 제방고도를 상향 조정해야 할 것이며, 홍수 소통에 지장을 주는 하천 시설물은 하폭을 증가시키는 등 그 영향을 최소화해야 할 것이다.

연천댐의 경우 홍수위를 (+)51.5m로 설계하였으나 이번 홍수시 (+)53.5m 이상 되어 좌안이 월류 붕괴하고 수문 통수폭이 73.5m로 하

천폭 244m의 1/3에 불과하다. 연천댐이 이렇게 설계된 배경은 한탄강에 수문관측시설이 없어 과거의 최고 홍수기록에 근거하여 설계홍수위를 추정하지 못했기 때문으로 풀이된다. 따라서 연천댐의 붕괴는 과도한 통수 폭의 축소에도 그 원인이 있지만 실측수문곡선에 근거하지 않은 설계홍수위의 추정에서 비롯되었다고 할 수 있다. 이러한 댐 붕괴는 '96년도에도 발생하였음을 고려할 때 근본적인 재검토가 필요할 것으로 판단된다.

2) 주요 농업수리시설물 피해지역

(가) 교하지구

교하지구는 파주시 교하면 와동리 일대 구역면적 262ha의 배수개선 공사 지구로서 내부 유입홍수만을 배제하도록 설계된 배수장(13.5 m³/s)에 의해 홍수를 배제하던 중이었으나 인접 하천인 소류천의 제방이 붕괴되어 외수가 침입하고 홍수위가 설계보다 상승되어 배수펌프가 침수위험이 있어 배수장 가동을 중단하였다.

이 소류천은 한강으로 유입되는 공릉천 하류에 위치한 소지천으로서 제방이 낮고 하천폭이 홍수유하량을 감당하지 못해 월류되어, 폭 20m 정도로 2개소가 붕괴하여 홍수가 곡능천으로 유입되지 못하고 교하지구로 침입하여 침수가 발생하였다. 소류천의 붕괴 당시 곡능천의 수위는 제방에서 1.5m 정도의 여유가 있었으나 소류천은 하폭이 좁고 곡능천 제방보다 둑 높이가 낮아 홍수소통 능력이 부족한 상황이었다.

당시 파주시 지부의 공사감독이 배수장 출입구에 마대 등으로 보강하고 중요장치는 침수전에 2층으로 대피시키는 등 신속한 대처로 배수장에 대해서는 큰 피해를 방지하였으나, 기계실의 침수로 배수장 가동을 중단할 수 밖에 없었으며 와동리 일대의 농경지가 1.0m 이상 침수되는 등 피해를 입었다.

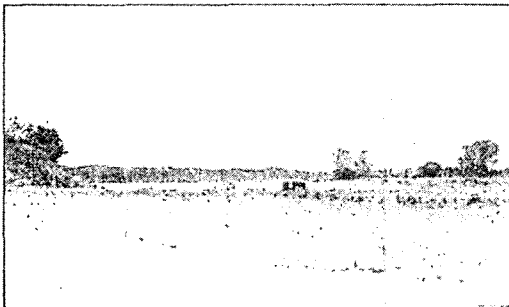
이러한 사례로 볼 때 향후 배수개선 계획시에는 구역내의 유입수 뿐만 아니라 주위 소하천의 하천정비도 병행할 수 있도록 계획하여야 하며 배수장 침수에 대비하여 배전반 등 주요 전기시설은 설계홍수위 이상에 설치되어야 할 것이다.

(나) 파주농조 구역

11개 양수장이 계획 홍수위선 이상 1.0m~4.0m까지 유입된 홍수나 하천에서의 수위상승으로 침수가 발생하였다. 피해내용은 펌프, 전동기, 배전반, 변압기 등이 침수되어 수리 및 부품교체를 필요로 하며 복구비는 토목, 기전 등 약 2,912백만원이 추정되고 있다. 특히 적성면 두지리는 임진강과 두지리를 통과하는 하천에 연한 제방이 축조되어 있으나, 임진강과의 합류점에서 본류 수위가 급상승하여 두지리 하천으로 역류되면서 제방을 월류하고 양수장이 침수되는 상황이었다.



〈그림 - 6〉 교하지구 인접 소류천의 붕괴로 인한 침수



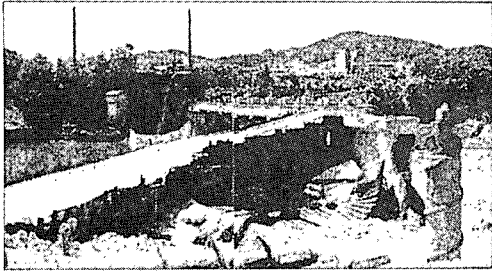
〈그림 - 7〉 적성면 두지리 임진강 합류점

이러한 경우 양수장 건축바닥을 홍수위선(50년 빈도) 이상에 재 건축하고 양배수장 중요도에 따라 계획홍수의 설계빈도를 상향 조정할 필요가 있으며 본류와 합류되는 지천의 제방 높이는 본류의 계획 홍수위에 맞추어 설계하고 배수문을 설치하여 본류의 역류를 차단할 필요가 있다.

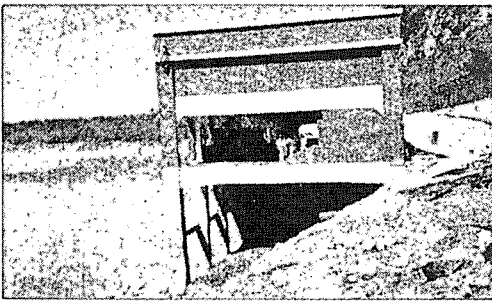
(다) 연천 및 중앙농조 구역

연천농조의 13개 양수장과 중앙 농조의 19개 양수장이 임진강과 한탄강의 수위가 협곡을 월류하여 기계실 바닥보다 1.0m~5.0m이상 침수가 발생하였으며, 피해내용은 펌프, 전동기, 배전반 등이 수리 및 부품 교체가 되어야 하고 진입로가 유실되거나 양수장 내에 토사가 매몰되었다. 복구비는 토목, 기전 등 616백만원이 추정되고 있다. 특히 백학면의 노곡양수장은 건물이 완전 침수되었으며, 한탄강의 고문양수장은 급류의 충격으로 조적벽체가 완전 유실되는 등 건축물이 파손되었고, 2km 하류에 위치한 연천댐의 붕괴로 하천수위가 저하되어 양수가 불가능한 상태이다. 고문 양수장은 2회에 걸쳐 개보수를 하였고, 연천댐에 의한 수위상승을 담보로 지금의 양수장 구조를 가지게 되었으나 연천댐의 붕괴로 다시 개보수를 할 처지에 놓였다. 고문 양수장보다 상류에 위치한 철원군 동송읍의 무당소 양수장도 한탄강의 단애절벽 계곡내에 위치하여 고문양수장과 유사한 피해가 발생하였다.

따라서 이런 지역에서는 양수장의 구조와 위치를 홍수의 흐름방향과 최고 홍수위를 합리적으로 예측하여 급류에 저항이 없고 높은 홍수시에도 침입이 없도록 밀폐구조를 가지도록 계획할 필요가 있으며, 침수된 양수장이 자연배제 되도록 원격조정 밸브의 설치를 검토할 필요가 있다. 연천댐은 기존의 하천폭보다 큰 통수단면과 댐 높이를 기왕의 최고 홍수위 이상으로 재 설치하여야 할 것이며,



〈그림 - 8〉 붕괴된 연천댐



〈그림 - 9〉 고문 양수장 건물 파손

연천댐의 상시 수위가 유지되지 않으면 양수장을 낮추어 재 설치하고 한탄강에 보를 설치해야 한다.

5. 응급복구지원 활동과 수방대책 평가

가. 응급복구 지원

1) 홍수상황 파악 및 수해복구 협의

농어촌진흥공사에서는 정확한 홍수상황 파악과 효율적인 복구계획 수립을 위해 지자체 및 농조에 수문 및 지하수 전문가를 호우 중에 급파하여 파주시 부시장과 생활용수 급수방안을 협의하고 파주 및 연천 농조로부터 피해조사 및 복구 계획수립을 위한 기술지원을 요청 받았다. 연천 농조 관할 침수양수장 4개소의 배수를 위해 발전기 및 수증펌프의 지원을 요청 받고 긴급히 작업이 지시되었고, 경기 북부 지역에 개발한 농촌생활용수 관정 현황

파악 및 활용방안을 수립하였다.

2) 피해조사 및 복구 기술지원

농어촌진흥공사에서는 수해지역에 대해 연인원 300명을 파견하여 수리시설물 55개소에 대한 기술지원을 하였으며, 수해복구를 위한 노력지원에도 연인원 252명이 투입되어 침수 시설 청소, 유실제방 응급복구 등을 시행하였으며 주요 지원 현황은 다음과 같다.

(1) 피해조사 및 복구계획수립 기술지원

- 조사지역 : 파주시 8개소, 연천군 13개소
- 지원인력 및 기간 : 토목 5인, 기계 5인, 전기 5인, 건축 5인(8. 5. ~ 8. 9, 5일간)

(2) 침수양수장 배수 지원

- 지원양수장 : 연천 농조 학곡, 노곡, 탄부, 원당 등 4개소
- 지원인력 및 기간 : 토목, 지질분야 12명 (8. 3 ~ 8. 5, 3일간)
- 지원장비 : 발전기 1대, 양수기 4대, 수증펌프 2대, 크레인카 2대, 호스 200m
- 소요비용 : 기능공, 유류대, 부품비 등 약 570만원

(3) 농촌생활용수 관정 정비 및 급수지원

- 적성면 가월리 등 13개소 암반관정의 토사제거 및 작동 상태 정비점검 실시
- 광탄면 방축리 관정에서는 50m³/일을 양수하여 소방차로 문산읍 침수지역에 생활용수로 공급함

나. 수방대책 평가

수해발생 즉시 전문기술진을 현장에 파견하여 수해원인 조사를 시행하고 지자체 및 농조와 협의하여 응급복구 계획을 수립하였다. 심층 지하수 개발장비를 15m 이상 침수된 양수장의 배수에 응용함으로써 농진공 기술의 신뢰성을 인정받고 현장의 재해상황에 대한 신

속한 실시간 상황 파악 보고와 전문 기술지원을 착수하는 등 전반적으로 신속한 대응이 이루어졌다고 평가된다.



〈그림 - 10〉 수증펌프와 발전기를 동원한 배수작업

반면 금번 홍수에서 나타난 미흡한 점으로는 시가지 침수나 농경지 침수 배수를 위한 대용량 양수기를 보유하지 않아 문산읍 배수지원 요청에 응할 수 없었으며, 양배수장 설계시 최악의 침수상황을 고려하지 못하여 기계실 침수 및 전기시설의 피해가 컸다. 배수장 계획시 내수배제만을 대상으로 하고 인접 소하천의 홍수 안전도를 고려하지 못하고, 매년 계속되는 사상 최대 호우발생에 대해 시설물 설계 차원에서 배수개선 설계기준을 50년 빈도로 상향하고, 저수지 물넘이 설계시 가능 최대강수량을 채택하는 등 적절히 대처하지 못한 점들은 이번 홍수를 거울삼아 적극적으로 반영해야 할 사항으로 판단된다.

6. 맺는 말

임진강 유역의 홍수피해는 다른 하천유역의 양상과는 상이하다. 3년 연속 홍수발생도 그러하지만, 유역의 2/3가 군사분계선 이북에 위치하며 소위 「유역계획」 차원에서 제한이 뒤따르는 점도 그러하다. 유역특성과 하천지형특성 등 여러 가지 측면에서 상이한 점이 이 유역에 대한 관심을 기울이지 못한 이유이다. 기술

적으로 여러 정보에 친숙하지 못함으로써 생긴 결과이다. 그러나 접적지역이라는 이유만으로는 충분한 해명이 되지 못한다. 무엇보다 우선 인공위성사진을 이용해서라도 정확한 유역과 수문에 관한 정보를 얻는 것이 해결의 첫 걸음이다. 다음 단계로 이러한 정보를 토대로 과학적이고 체계적인 대안 수립이 순서일 것이다.

이러한 차제에 청와대 비서실에 수해방지대책기획단을 설치키로 하고 객관적이고 전문적인 수해방지대책을 마련한다고 하니 경기북부 지역의 수해방지에 대한 개선이 이루어질 것으로 기대된다. 특히 종합대책 수립시에는 관개배수 분야도 필히 참여해야 할 것이다. 이러한 종합적인 대책의 수립과 집행과는 별도로 수해예방을 위해서 기존의 각종 시설물에 대한 점검 및 진단에 대한 개별적인 노력도 병행되어야 할 것이다.