자연재해 대책을 위한 새로운 고찰

A New Conceptual Study for Natural Disaster Prevention

서 영 제* · 조 성 우 · 이 창 희(농업기반공사)
Suh, Young-Jea · Cho, Seong-Woo · Lee, Chang-Hee

Ⅰ. 서 론

최근 지구온난화와 엘리뇨, 라니냐 현상 등으로 지구촌 곳곳에 기후변화가 심화되어 크고 작은 가뭄과 홍수 등의 재해가 더욱 빈번히 발생하고 있다. 우리나라에서도 예외 없이 크고 작은 수해가 매년 되풀이되면서 지난 10년간(1993~2002) 연평균 129명의 인명피해와 1조2,999억원의 재산피해를 가져왔다. 최근으로 갈수록 피해규모가 커져 2002년에는 인명 270명, 재산 6조1,115억원의 피해가 발생한데 이어 2003년에도 태풍「매미」로 인명 130명, 재산 4조7,810억원(9월 25일 현재)의 피해가 발생한 것으로 집계되었으며 농업부분도 농경지침수 30천ha, 수리시설 파손 567개소, 과실낙과 22천ha(9월 14일 현재)등의 피해가 발생하였다. 기상조건이 악화되면서 저수지, 배수장과 같이 규모가 커서 인명피해가 많고 복구에도 어려움이 많은 시설들의 피해가 늘어나는 추세이므로 기후변화에 맞는 새로운 방재기준 마련과 재발방지를 위한 대책이 시급한 실정이다.

본고에서는 2003년에 발생한 태풍「매미」의 자료가 취합중인 관계로 2002년 재해로 피해를 입은 저수지와 배수장을 위주로 피해현황을 살펴보고 이에 대한 근원적이고 실효성 있는 구조적(構造的) 및 비구조적(非構造的) 개선대책을 모색해 보고자 한다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 2002년 기상개황

2001년이 무태풍의 해로 기록되면서 9월 이후의 강수량이 부족하여 2002년 초에는 영농기를 앞두고 용수확보대책을 수립·추진하고 있었다. 그러나 7월 하순부터 국지성(局地性) 호우가 잦아지더니 8월에 집중호우(8.04~8.16)와 태풍으로 기상관측사상 최고의 강우량을 기록하였다. 5월부터 10월까지 재해대책기간중 1일 80㎜ 이상 내린 강우횟수가 11회였으며, 연간 총강수량도 1,511㎜로서 예년보다 230㎜나 많았다. 월별로는 집중호우와 태풍「루사」의 영향으로 8월 한달의 강수량이 607㎜(전국평균)나 되어 평년치(244㎜)의 2.5배, 연간 강수량의 40%가 집중되었다.

2002년도 우리나라에 영향을 미친 태풍은 5개였으나 직접 통과한 태풍은 제5호「라마순」과 제15호「루사」이며, 제8호「나크리」등은 직접 통과하지는 않았지만 우리나라에 막대한 양의 수증기를 공급함으로서 많은 강우를 유발하였다. 이중 태풍「루사」는 진로의 전향이 바뀌면서 진행속도가 늦어 강한 바람과 기록적인 강우가 동반되었다. 강릉지역은 870.5㎜가 8월 31일 단 하루만에 내려 기상관측 사상 최고치로 기록되기도 하였다.

2. 농업수리시설 피해현황

2002년 5월에서 10월사이에 발생한 11번의 강우중 태풍「라마순」과「루사」등 5회에 걸쳐 농경지와 수리시설물에 피해가 발생하였다. 수원공시설 4,218개소와 용·배수로 시설 2,480개소 <Table - 1 참조>가 파손되고 농경지 16,861ha가 하천제방붕괴 등으로 유실·매몰되었다. 피해금액도 8,011억원에 이르며 농경지가 3,110억원 농업수리시설이 4,901억원으로 나타났다. 피해시기는

2003년도 한국농공학회 학술발표회 논문집(2003년 11월 1일)

8월달에 97%(6,466개소)가 집중되어 있고 피해지역도 국지성 호우가 많았던 경남·강원·경북지방이 60%이상을 차지하였다. 태풍「루사」로 기록적인 폭우가 발생한 영동(嶺東) 북부지역에서는 강릉 장현지와 동막지, 고성 철통지 등 3개소의 저수지가 붕괴되었으며 경남지역도 낙동강 수위상승에 의한 제방붕괴로 김해 한림배수장이 침수되어 가옥·공장·농경지가 침수·매몰되었다.

<Table - 1> The Items of Flood Disaster by Irrigation Facilities 2002

시설별	시 설 물(개소)						용·배수로 (개소)
	소계	저수지	방조제	양·배수장	취입보	기 타	
개소수	4,218	503	136	387	2,845	347	2,480

※ 농림부 자료

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 주요 피해원인 및 문제점

재해가 발생하는 원인으로는 기상이변과 같은 불가항력적인 측면이 크다고 할 수 있지만 급속한 산업화·도시화로 인한 유출량 급증, 산지 토사유출 및 유목(流木) 발생, 저지대 침수방지대책 미흡, 하천정비 미비 및 시설물관리 미흡, 수방효과를 극대화할 제도적 장치와 유관기관과의 협조체계 부족 등의 구조적·제도적 인프라가 부족한 원인도 있었다. 특히, 농업수리시설의 경우에는 <Table - 2>에서와 같이 1945년 이전에 축조된 저수지가 54%나 되는 등 30년 이상 경과된 시설물이 49%에 달하고 있어 시설노후화 정도가 심하고, 설계기준에 미달되어 홍수배제 능력이 부족함에 따라 최근 빈번하게 발생하는 기상이변에 의한 돌발성 폭우에 구조적으로 취약한 실정이다. 이들 시설물의 피해원인을 명확하게 규명하기가 쉽지는 않지만 지금까지 조사된 저수지와 배수장의 피해원인과 문제점을 종합하면 다음과 같다.

<Table - 2> Status of Irrigation Facilities by Yearly Complated

구 분	시설수	1945 이전		1946~1971		1972~2001		비 고
		개 소	%	개 소	%	개 소	%	
전체시설	69,234	16,202	23.4	17,497	25.3	35,535	51.3	
저 수 지	17,882	9,648	54.0	6,208	34.7	2,026	11.3	'82이후 729개소
양·배수장	6,763	170	2.5	1,084	16.0	5,509	81.5	

※ 2002 농업생산기반정비사업통계연보

가. 농업용저수지

미국내 댐 안전진단에서 불안전한 것으로 평가된 댐에 대한 주요 결함원인은 82%가 여수토(餘水吐)·방수로(放水路) 단면부족인 것으로 나타났다. 2002년 8월초 집중호우와 태풍「루사」로 피해를 입은 농업기반공사 관리 저수지 110개소 중 54개소도 여수토·방수로가 유실·파손되어 피해가 발생한 것으로 나타났다. 피해원인을 조사한 결과 농업용저수지는 다음과 같은 문제점이 있었다.

- 현행 농업용저수지의 설계홍수량(1982년 개정)은 200년 확률홍수량, 기왕최대 홍수량, 지역최대 홍수량 중 큰 값을 설계홍수량으로 하고 있으며 휠댐에 대해서는 20%를 증가시킨 유량을 기준으로 하고 있지만(농지개량사업 계획설계기준, 댐편), 1982년 이후에 축조하여 현행 설계기준을 충족시키는 저수지는 전체의 4%<Table - 2 참조>에 지나지 않아 대다수 저수지가 최근 빈번하게 발생하는 이상강우에 의한 돌발 홍수시 위험요인을 안고 있다.

- 농업용저수지는 용수공급을 목적으로 축조되기 때문에 대부분의 저수지가 다목적댐과는 달리 인위적으로 홍수를 조절할 수 있는 수문(水門, Gate)이 설치되어 있지 않아 홍수시 수위 관리기능이 취약한 실정이다.

나. 배수장

2002년 8월초 집중호우와 태풍「루사」내습시 총 65개소의 농업기반공사관리 피해 배수장 중에서 34개소의 배수장이 배수능력 부족에 의해서 침수가 된 것으로 나타났다. 이외로는 기전시설물이 침수되거나 한전선로가 피해를 보아 배수장이 기능을 상실한 경우와 하천제방을 통과하는 토출관 되메움부 시공불량으로 제방이 붕괴되어 배수장이 침수되는 등의 원인이 있었다. 피해원인 조사결과 드러난 배수장의 문제점으로는 다음과 같은 것이 있었다.

- 현행 배수장 설계기준(20년 빈도 2일연속강우, 24시간 이내 배제)은 1983년에 개정되었으나 최근 기상이변이나 국지성 호우로 설계기준 이상의 강우가 단시간에 내리는 등의 기상조건 변화에 대응하기에는 배수능력이 미흡한 실정이다.
- 1986년 이전에 설치된 배수장 기전시설의 41%(238개소)가 홍수위 및 제방표고보다 낮아서 변전소와 수·배전반이 침수위험에 노출되어 있고 기설배수장의 72%가 침수에 취약한 횡축펌프로서 하천수위가 상승하거나 제방붕괴로 인한 배수장 침수시 가동이 불가능하다.

2. 개선대책

가. 구조적 개선대책

노후된 시설물에 대하여는 2002년 5월 수립된 수리시설개보수사업(총사업비 80,754억원) 중장기계획에 따라 연차적으로 보수를 추진중에 있으며 이 계획에는 저수지와 배수장 809개소가 포함되어 있다. 한편, 2002년 수해를 반영하여 재해대비 수리시설 설계기준을 강화하고 전국의 저수지 및 배수장 시설을 일제조사를 실시하였다. 강화된 설계기준에 미달되거나 홍수조절수문 설치가 필요한 시설이 5,003개소가 조사되었으며 이들 시설에 대하여 재해대비시설보강계획(총사업비 32,011억원)을 수립하였다. 2002년 집중호우와 태풍에 의하여 피해를 입은 저수지와 배수장에 대하여 구조적 개선대책을 기술하면 다음과 같다.

- 농업용저수지는 홍수조절 기능이 부여되도록 수위조절용 수문 및 비상방수로를 설치하고 피해잠재성이 큰 지구는 확률최대홍수량이 아닌 가능최대홍수량(Possible Maximum Flood, PMF)으로 설계기준을 강화토록 하여야 한다. 특히 1982년 이전에 설치된 시설의 경우 100년 빈도 설계홍수량을 200년 빈도로 상향조정하여 시설보강, 여수토·방수로의 제체 접촉부와 정수지(靜水池) 배면(背面) 보강, 방수로옹벽 여유고 상향조정 및 정수지 길이확장, 노후화로 강도가 저하된 여수토·방수로 옹벽교체 및 하류하천 보강 등의 대책이 필요하다.
- 배수장은 설계기준을 20년 빈도에서 30년 또는 50년 빈도로 상향조정 검토하고 1986년 이전에 설치되어 배수능력이 부족한 배수장에 대한 보강개발사업을 시행토록 하여야 한다. 또한 하천제방에 배수장 토출관을 매설시는 토출관 되메움 재료에 대한 시공관리 및 다짐시험을 강화하고 제방 미절개 토출관 매설공법 및 누수방지공법을 개발하는 등의 설계·시공방법을 개선하는 것이 필요하다. 기전시설물도 침수에 취약한 횡축펌프를 침수시에도 기능을 유지할 수 있는 수중펌프로 교체하고 변전소 및 수·배전반 등 기전시설은 옥상이나 인근 고지대로 이설하며 전력공급 중단에 대비하여 비상수전 방식을 도입하고 진입도로 침수에 대비하여 원격가동시설을 설치하는 등의 개선방안을 강구하는 것도 필요하다.

2003년도 한국농공학회 학술발표회 논문집(2003년 11월 1일)

나. 비구조적 개선대책

효율적인 재해방지대책을 위해서는 구조적인 측면과 비구조적인 측면을 고려하여 합리적이고 종합적인 대책수립이 요구되고 있음으로 현재 미국이나 일본 등, 방재 선진국에서 운영하고 있는 방재시스템을 참고하여 비구조적 개선대책을 제시해 보면 다음과 같다.

- 하천 및 농업수리시설 등의 조사·설계·시공·유지관리 기준을 강화하고 재해위험지구 지정·관리기준을 정비하여 수해예방능력이 제고될 수 있도록 하여야겠다.
- 중·소유역의 하천에도 홍수 예·경보시스템을 설치하여 호우 및 홍수예측능력이 강화되도록 하고 이상강우에 대비하여 법적·제도적 근거마련 및 치수안전도 재검토를 통해 「비상대처계획(非常對處計劃, Emergency Action Plan, EAP)」을 수립토록 하여야겠다.
- 재해상황이 발생시 신속하게 대처할 수 있도록 방재관련 조직·인력을 전문화하고 훈련을 강화하며 시설물을 D/B화하고 재해방지를 위한 기술·연구개발을 강화하는 것이 필요하다.

Ⅳ. 결 론

1998년 이후 우리나라의 여름철 기후특성은 장마는 소강상태를 보이고 강우량이 적은 반면, 장마가 끝난 후 국지성 호우가 자주 발생하면서 많은 비가 내리는 등 지구온난화의 거대한 흐름속에서 새로운 패턴으로 변화하고 있다. 시기적, 지역적으로 극심한 편차를 보이는 극단적인 기상현상으로 집중호우의 규모도 커지고 태풍의 위력도 날로 강력해짐에 따라 유발되는 자연재해도 상상을 초월할 정도의 엄청난 규모로 발생하고 있다. 이제는 여름철 집중호우가 더 이상의 기상이변이 아니고 변화된 기후현상으로 받아들여야 할 때이며 기후변화에 맞는 새로운 방재기준과 근본적인 대책을 마련해야할 시점에 와 있는 것이다. 따라서, 자연순환적인 수문학적 시스템이 인구과밀과 대기권의 오염확산 등으로 불균형을 초래하게 되어 지표면과 하천만을 다룬 수자원 시스템을 대기권으로 확산시켜 생각해 보지 않을 수 없게 되었다. 이제 물순환 과정은 육지 - 해양 - 대기권 외에도 인간의 개입에 의한 불균형이 점점 가시화됨에 따라 이에 대한 종합적이고도 통합적인 해결방안을 제시할 때가 되었으며 이를 위한 우리 모두의 연구노력이 필요하다고 본다.

【참고문헌】

1. 농림부, 1999·2001, 농업기반시설 관리지침(저수지편, 양배수장편)
2. 농림부, 1982·2002 농지개량사업 계획설계기준(필댐편, 양배수장편)
3. 한건연 외, 2001. 1, 댐·제방의 붕괴 및 홍수범람, 한국 수자원학회지, 제34권 제1호
4. 한국관개배수위원회, 비구조적 홍수관리 편람, 1997
5. 수해방지대책기획단, 수해방지대책(안), 2003
6. 농업기반공사, 유지관리 심포지움, 2002. 11
7. 농림부·농업기반공사, 2002 농업생산기반정비사업통계연보, 2002
9. 농림부·농업기반공사, 2002년 가뭄풍수해극복사례집, 2002
10. 농업기반공사, 2002년 수해피해 기전시설물 복구현황 자료, 2003
11. 농업기반공사, 2003년도 방재세부집행계획, 2002
12. 농림부, 재해대비 수리시설 설계기준 개정, 2003
13. 농림부·농업기반공사, 재해대비 수리시설보강계획, 2003. 2
14. 중앙재해대책본부, 보도자료(9.25), 2003. 9

2003년도 한국농공학회 학술발표회 논문집(2003년 11월 1일)