

강원(인제) 지역의 수해 피해 원인 및 대책방안

Causes and Measures of Flood Disasters in the Gangwon (Inje) Region

전 인 구*
Jeon, In Goo

1. 머리말

우리나라는 최근 이상기후의 영향으로 매년 크고 작은 수해 피해가 발생되고 있다. 특히 2002년 집중호우와 태풍 “루사” 등의 영향으로 대규모 수해가 발생됨에 따라, 2002년을 정점으로 수해 피해에 대한 근본적인 원인제거와 대책에 노력을 기울이고 있으나, 아직도 기상 이변에 따른 대규모 재해를 피할 수 없는 것이 현실이다.

그동안 수해피해의 원인을 분석한 결과를 살펴보면 집중호우 등 자연적인 요인 외에도 물적, 제도적인 인프라 부족 등으로 재해를 유발시키고 있다. 이는 급속한 도시화·산업화로 인하여 표면 유출량의 증가, 산림의 난개발 등으로 산지의 토사유출, 산사태 및 유목발생, 저지대 농경지 및 도심지 침수방지대책의 미비, 하천의 홍수방어능력 부족 등에 원인이 있는 것으로 평가되고 있다.

또한 수해복구는 응급복구 보다 항구적인 재해방지 차원의 복구 계획을 수립하여야 하나 예산부족 등으로 항구복구 추진의 미흡, 관계기관 간의 협조체계 및 제도적인 장치 등이 부족한 실정이다.

이번 강원지역 수해피해 사례를 통해서 우리가

자연재해로부터 자유로울 수 있는지를 다시 한번 되새겨 보고, 자연으로부터 얻은 값진 교훈을 통해 예기치 못한 대규모 재해를 최소화시킬 수 있는 계기가 될 수 있었으면 하는 바람으로 인제군 수해피해 지역을 중심으로 수해피해 원인 및 대응방안에 관해 기술하였다.

2. 피해 현황

가. 수해피해 현황

1) 강우기간

2006년 07월 10일부터 07월 18일까지

2) 피해지역

인제군 인제읍, 남면, 북면, 상남면, 서화면, 기린면 등 (인구 12,962세대 32,763명, 면적 1,646km² 강원도의 9.9%)

3) 피해현황

- 인명피해 : 29명 (사망18, 실종11)
- 이재민 : 564세대 1,444명
- 재산피해 : 302,245백만원

* 한국농촌공사 강원도본부 사업관리팀장(ikjun@ekr.or.kr)

〈공공시설〉	258,233백만원
• 도로·교량	87개소 77,782백만원
• 하천	44개소 31,393백만원
• 수리시설	222개소 22,524백만원
• 상·하수도	39개소 11,199백만원
• 사방·임도	132개소 27,061백만원
• 소규모·기타	382개소 88,274백만원
※ 농어촌도로62, 소하천77, 소규모207, 기타36	

〈사유시설〉	44,012백만원
• 주택	517동 3,523백만원
• 농경지	4,635ha 39,553백만원
• 기타	936백만원

4) 피해 복구비

487,456백만원[국고 412,676, 도비33,514, 군비41,266]

나. 강우량 및 피해지역 현황

1) 강우량

- 누적강우량 : 670mm(인제군 인제읍, 2006년 07월 10일, 00:00시~07월 18일 24:00시)
- 최대일우량 : 201.5mm(인제군 인제읍, 2006년 07월 15일, 00:00시~24:00시)
- 최대시우량 : 66mm(인제군 인제읍, 2006년 07월 15일, 10:00시~11:00시)

2) 피해지역 현황

- 하상 경사도 : 약 20° (5° ~35°)
- 집수구역의 평균 경사도 : 약30° (5° ~75°)
- 산사태 발생 지점의 평균 경사도 : 50° (40° ~75°)
- 산간지질 : 토사 (마사 및 점질토 혼합)
- 하천 설계빈도 : 30년

- 교량과 마을의 최단거리 : 약 30m
- 피해지역과 하천과의 최단거리 : 약 30m
- 피해 전 제방의 높이 : 약 4m (3m~5m)
- 피해 전 제방의 유형 : 전석쌓기, 석축(찰쌓기), 무제방

3. 수해피해 원인

이번 강원지역에서 발생한 수해피해 원인을 보면 ① 기록적인 집중호우, ② 사면붕괴 및 산사태로 인한 토사유출 및 유목발생, ③ 하천의 인위적 변경 등에 따른 통수단면 부족으로 범람, ④ 하천 구조물의 설계규모 부적정 (교량 교각 등), ⑤ 수해상습 저지대 도시기반 조성 미비, ⑥ 홍수시 저류 기능을 할 시설 및 면적의 절대부족, ⑦ 산, 하천, 계곡 주변의 무분별한 난개발, ⑧ 표층토사와 심층암반의 경계면 붕괴 등으로 원인을 찾을 수 있으며 세부적인 내용은 아래와 같다.

가. 기록적인 집중호우

2006년 7월15일, 09:30부터 12:00시까지 최대 시우량 약 70mm~100mm 달하는 폭우가 유역 산간지 평균 경사도 약50° (40° ~75°) 의 급경사면에 집중적으로 내렸으며, 집수구역의 평균경사도 약30° (5° ~75°)의 산간 협곡은 갑자기 쏟아지는 급류를 감당하지 못해 계곡의 임야와 농경지를 유실시키고, 혼합된 토사와 유목은 하천으로 유입돼 하천범람으로 이어진다. 특히 집중호우 전 태풍 “위니아”로 인하여 자연경사면 표토층이 과포화되어 토양의 응집력이 약화된 상태에서 집중호우가 내려 토사유출 및 산사태가 증가되었다 <그림 1>.



토사유출로 인한 농경지 및 가옥피해



산사태로 인한 토사유출 피해

그림 1. 토사유출 및 산사태 피해전경



사면붕괴 및 유목유실 피해



유목 및 토석이 교량에 걸려 제방범람

그림 2. 토사유출 및 유목발생 피해전경

나. 사면붕괴 및 산사태로 인한 토사유출 및 유목발생

집중호우에 의한 지반의 포화로 산간 곳곳에서 사면붕괴 및 산사태가 발생하였고, 이로 인해 붕괴된 사면에서 유실된 나무와 토사가 함께 하천으로 대량 유입되어 하천에 설치된 교량교각에 걸려 홍수의 흐름을 방해하게 됨으로서 교량 위쪽 부근의 수위가 상승하여 제방의 범람을 가중시켰다 <그림 2>.

다. 하천의 통수단면 부족으로 범람, 하천 구조물의 규모 부적정 (교량·교각 등)

하폭이 좁거나 교량의 교각에 의한 통수단면 부족으로 제방의 범람, 붕괴를 가져왔다. 하천에 설치된 교량의 경간이 짧거나 높이가 낮을 경우 유목이 걸리거나 토사의 퇴적, 하상세굴 등에 의해 제방의 범람으로 도로 및 가옥, 농경지 유실 등 피해(그림 3참조)를 가중시킨다.

최근의 우리나라의 강수량 추세를 보면 매년 증가추세에 있다. 특히 여름철은 강수량이



하천 통수단면 부족으로 범람



하천 구조물 부적정에 의한 피해

그림 3. 하천의 통수단면 부족으로 범람 및 구조물 부적정에 의한 피해



하천주변 저지대 기반시설 미비



홍수시 저류시설 기능 미흡으로 피해

그림 4. 저지대 기반시설 미비 및 홍수시 저류기능 시설부족 등

증가하는 반면 강수일수는 감소하고, 강우강도는 증가추세에 있으며, 앞으로도 이와 같은 추세는 지속될 것으로 기상전문가들은 전망하고 있다. 아직도 우리나라 수리시설물 중 예산부족 등으로 소요시설 규모보다 작게 계획되었거나 노화되어 제 기능을 수행할 수 없는 상태에 있는 시설이 꽤 많은 실정이다. 이는 재해를 가중시키며, 피해보상 책임한계를 따지는 집단민원을 유발케 한다.

라. 수해상습 저지대 도시기반 조성미비 및 홍수시 저류기능 시설부족

도시지역의 홍수피해는 주로 내수처리의 문제로 인해 침수피해가 많이 발생한다. 지형특성상 강우도달 시간이 짧아 집중강우가 발생할 때, 단시간에 도달하여 하류 하천구간의 수위를 급상승시킨다. 이때 수해상습 저지대의 도시기반 조성이 잘 되어있지 않았을 경우 침수피해는 불가피하다.

지형 하천에 유입되는 토사나 유목 등을 차단하고 홍수시 저류기능을 할 수 있는 공간 또는 저지대 습지, 경작지 등의 면적이 없어 집중호우 대부분이 하천으로 직접 유출하기 때문에 하천 최대홍수량을 증가시켜 피해를 가중시킨다.



난개발 등으로 유역홍수피해 가중



산사면 경계면에서의 슬라이딩 피해

그림 5. 난개발 및 산사면 경계면의 붕괴피해 전경

마. 하천, 계곡 주변의 무분별한 난개발 및 표층토사와 심층암반 경계면의 붕괴

산, 하천, 계곡 주변의 무분별한 난개발로 파놓은 웅덩이에 고인 빗물 또는 나대지로 방치된 임야는 산사태의 발원지가 되며, 사면 유실로 홍수시 하상에 많은 토사가 퇴적되고, 퇴적된 토사는 하천 통수단면을 감소시키며 단면감소에 따른 하천의 물 흐름지체 등은 홍수피해를 가중시키고, 자연생태계를 파괴시킨다.

인제지역의 유역은 대부분 산악형의 급경사면과 협곡으로 구성되어 있으며, 지표면으로부터 약 0.5-1.0m의 토사층과 그 아래 암반층이 경계면을 이루고 있다. 이러한 지층구조에서는 지층으로 강하하던 침투수가 암반층에 의해 차단되고, 차단된 침투수는 토사층과 암반층의 경계면을 따라 낮은 계곡으로 침출수로 형성하게 된다. 또한 지표면 토사층의 과포화로 급경사면에서 자중을 이기지 못한 토사가 침출수와 함께 슬라이딩하게 되는데, 이때 사면토사와 나무가 함께 쏟아진 유목은 작은 협곡으로 쏟아지게 된다.

4. 수해피해 감소 방안

가. 강우예측 및 계측시스템 보강

요즘 기상이변으로 강우형태가 예전의 패턴과는 달리 시간적으로나 공간적으로 집중호우가 자주 발생하는데 이를 정확하게 예측하고 계측 자료를 분석하여 재해를 사전에 줄일 수 있는 방안을 강구해야 한다. 그러기 위해서는 하천의 상류지역에 강우계측 망을 수립하여 계측밀도를 높임으로서 기상정보의 신뢰성을 확보하고 계측된 자료를 활용함으로써 재해를 예방할 수 있다. 또한 계측시설이 낙뢰나 폭우 등에 의해 전원공급이 중단되지 않도록 축전기를 이용하거나 태양열을 이용하는 방안도 고려해 보아야 한다.

나. 하천 공작물 설치 억제

수해가 크게 발생한 인제군 북면 한계천 유역은 유로연장이 짧고 상류부의 하상경사가 크고 유속이 빠르는데 단시간에 집중호우가 내리면 급경사면에서 산사태가 발생하게 되고, 하천으로 유입된 유목과 토석이 교량교각에 걸려 제방이 범람하게

되므로 교각을 없애거나 경간을 넓혀 유목과 같은 장애물이 걸려 물 흐름을 방해하지 않도록 계획을 세워야하며, 긴급적 물 흐름을 저해하는 공법으로 공작물은 설치하지 말아야 한다.

다. 하천시설물 일제점검 및 정비

하천 수리시설물을 설계할 때 사용되는 기상 자료와 설계기준에 의한 하천시설물 일제점검을 실시하여 능력이 부족한 시설은 조속히 적정 규모의 시설물로 확장 정비하고, 불필요한 시설은 철거토록 해야 하며, 이상 경우에 대비한 하천은 물론 조그마한 계곡까지도 설계빈도를 상향조정하는 방안을 검토해야 한다.

라. 소규모 저수지 건설 및 기존시설 보강

하천에 유입되는 토사와 유목을 차단하기 위하여 하천 상류에 소규모 저수지를 설치하는 방안을 검토해야 한다. 물론 예산확보에 다소 어려움은 예상되나 생활용수 및 농업용수, 관광용수 확보, 재해방지 등 다목적용으로 계획할 수 있어 산사태가 많이 발생하는 지역에서는 특히 토사와 유목 차단을 위한 효과적인 방안이 될 수 있다. 특히 강원지역 대부분이 산림이 울창하여 산불이 발생할 경우 대형 피해가 우려되는 만큼 방화용수 목적으로도 기여할 수 있는 소규모 저수지의 필요성은 대두되고 있다. 또한 기존의 저수지나 저류시설은 가능한 재해예방 및 다목적 용수차원으로 규모를 늘리는 방향으로 재편되어야 한다.

마. 하천의 준설 및 유로 변경

토사의 퇴적으로 상승된 하상을 준설하고 유로가 크게 변경된 구간에는 새로 형성된 유로를 따라 하천정비 선형을 계획하고, 하천에 설치한

교량이나 취입보 등 인위적인 요인에 의거 유로가 변경되었을 때에는 유로를 기존 선형으로 하고 긴급적 구조물을 현지에 부합되도록 구조물을 설치, 개선하는 방안이 필요하다.

바. 관개배수 및 수자원 관련분야 전문가 또는 기관의 주도적 참여

하천시설의 계획은 기상, 지형, 역사, 문화 등 인문지리적인 요소와 자연적인 요소를 종합적으로 검토하여 친환경적이며 경제적인 수리시설을 계획하기 위해서는 관개배수 및 수자원 관련 전문가의 의견이나 경험을 사업계획에 반영함으로써 재해가 반복되는 시행착오와 수해피해를 대폭 줄일 수 있을 것이다. 이를 위해서는 제도적으로 수자원분야 및 관개배수분야 전문가가 참여할 수 있는 기구 등을 설치하여 자문 및 심의역할을 수행하여야 한다.

5. 맺는말

이번 강원지역의 피해는 언론·매체 등을 통해 피해의 실상을 볼 수 있듯이 매년 반복적으로 발생하는 수해피해에 대한 근본적인 대책을 제시하고 복구사업 위주보다 재해를 예방하는 차원의 항구적인 자연재해 대책사업을 분야별·체계적으로 시스템을 도입하여 재해관련 전문기관이 상호 연계되어 유역의 상·하류의 개별적인 사업을 시행할 경우 하천변 주변의 개별사업 등을 시행 할 경우는 재해를 사전에 저감시킬 수 있는 계획을 수립하여야 할 것이다.

인제군의 수해피해복구사업 중 한국농촌공사 강원도본부에서 참여하고 있는 수리시설복구사업의 세부적인 추진내용을 보면 표 1과 같다.

수리시설은 단순 토목구조물이 아니므로 자연재해의 예방과 이용의 편의성 및 경제성이

표 1. 인제군 수리시설복구사업 추진현황

구 분	내 용
사 업 명 칭	인제군 수리시설 수해복구 감리
사 업 위 치	강원도 인제군 인제읍 외 5개면
사 업 규 모	수리시설 222개소(양수장 7, 취입보 93, 용수로 28km)
총 사 업 비	수리시설 33,660백만원(감리비 1,575백만원)
감 리 기 간	2006.08.29~2007.12.31 (17개월간)
참 여 인 력	토목12명(상주인원: 9명, 비상주인원: 3명)

※ 추진현황 ('06.10.27일 현재)
 세부설계 - 총 222지구 중 126지구 완료
 공사감리 - 총 222지구 중 16지구 착공
 입찰공고 - 매주 약10지구 입찰공고

충분히 고려된 복구계획을 수립하여야 하겠으며, 금년도 강원도 인제군과 평창군의 수리시설 복구사업 감리업무 참여를 계기로 우리공사는 우리나라 농업토목은 물론 수리시설 분야의 전문기술력과 노하우를 가진 공신력 있는 기관임을 인정받았다는 점에서 매우 고무적이라 하겠으며, 이를 계기로 시·군 관리 수리시설에 대한 전반적인 실태조사를 통한 사전 대비로 재해 위험으로부터 안전성을 확보해야 할 필요가 있다고 하겠다.

참고문헌

1. 강릉시, "태풍『루사』연구 논문집", 2003. 11.
2. 강원도, "수방 5개년 계획", 2004. 5.
3. 농림부, 농업기반공사, "'98~'99 태풍. 수해대책 : 교훈과 과제", 2000. 7. 15.
4. 인제군, "수해피해현황 및 복구계획", 2006. 8.
5. 소방방재청, "기상자료", 2006. 7.