

# 2002년 태풍 루사에 의한 강원지역 홍수피해

## Flood Damages by Typhoon Rusa in Gangwon Province in 2002

최 예 환\*  
Choi, Ye Hwan

### 1. 서 론

1990년대 우리는 태풍과 집중호우에 의한 홍수로 많은 인명과 재산 피해를 입었다. 특히, 1995년 태풍 재니스(Janis), 1996년 집중호우, 1998년 게릴라성 집중호우와 태풍 애니 (Yanni)에 의해서 피해를 입었고, 1999년에는 경기 북부지방과 강원 북부지방의 집중호우는 1996년에 발생한 양상과 비슷한 상황으로 1조2천억원이라는 재산 피해를 내어 홍수규모와 피해가 거대화되고 최고의 기록치를 갱신하고 있는 실정이다.

2002년 8월 중순에 발생한 호우는 8월 4일부터 8월 17일까지 지속되어, 최근 10년 동안의 양상과는 사뭇 다른 이동성, 국지성 호우가 여러 곳에서 발생하였다. 이때, 입은 피해가 인명피해 23명, 재산피해가 9,181억원 이었다.

이어서 2002년 8월 30일부터 9월 1일에는 태풍 루사(Rusa)가 제주도로부터 북·동진 하여 전라남도 고흥 지방에 상륙하여 내륙지방을 관통한 후 강원지방 중심부를 경유하여 영동지방을 빠져나감으로서 강원도에 극심한 피해를 입혔다. 이 때 내린 강우량은 기록치를 갱신할 만큼 큰 강우량과 강우강도를 가져왔고 그 피해는 인명피해가 246명이고 재산피해가 5.1조원이었다. 집계된 총 피해액은 6조 1,038억원으로 지금까지 가장 큰 피해 규모이다. 특히 강원지역인

강릉, 대관령, 동해, 고성, 속초, 삼척 등에서 피해가 컸으며, 복구하는데 경제적 부담은 물론 많은 시간과 노력이 요구되고 있다. 복구 지역의 설계치도 기록치를 그대로 적용하기는 너무 큰 극치이므로 경비부담이 크며, 통계적으로 기존의 설계기준치를 적용할 경우 불안정할 우려가 있어 합리적 빈도와 설계치를 적용할 수 있도록 관계당국과 학계가 의견일치를 하여 향후 복구사업에 만전을 기해야 할 것이다.

### 2. 강우 상황

#### 가. 기상 상황

2002년 8월 31일의 기상상황을 보면, 엄청난 강수량을 가져온 태풍 루사가 북상할 때 우리나라 동서에 북태평양 고기압이 놓여 있었고, 상층의 편서풍이 평소보다 약해 상층 기압골 이동이 늦어지는 관계로 정체된 기층에 북쪽의 찬 기단과 동해안 쪽의 고온다습한 공기가 전선을 이루었다. 태풍의 이동속도와 전향에 영향을 주지 못하였으며, 강원도 영동지방에 내습한 태풍 루사는 북태평양 고기압의 가장자리에 위치한 관계로 저온다습한 동풍이 지속되어 두터운 습윤 구름층이 형성되어 그림 1과 같이 이때, 찬 기단과 태풍에 의해 공급되는 남쪽 해상의 더운 공기와

\*강원대학교 농업생명과학대학 (yhchoi@cc.kangwon.ac.kr)

동해 해상에서 부딪히며, 전선을 형성하게 되었다. 또한 다습한 동풍기류가 태백산맥에 막혀 상승하면서 상층부에 이미 형성된 비구름대를 더욱 발달시킨 것으로 보고 있다. 따라서 많은 양의 비구름이 정체되어 동해안의 해안선 일대에 많은 폭우가 발생하였다.

**나. 강우 상황**

강우에 의한 유출 특성을 보면, 강원도 지역은 태백산맥을 중심으로 영서 지역은 경사가 완만하고 유로연장이 길며, 영동지역은 경사가 급하고 유로연장이 짧고 유역면적이 적은 유역 형태를 가지고 있다. 따라서, 영동지역은 호우에 따른 홍수피해가 심하지 않은 지역으로 알려져 있다. 그러나, 2002년 8월 31일부터 9월 1일 사이에 강원지역을 통과한 태풍 Rusa는 기압중심이 950~960hPa의 대형 태풍으로 영동지역의 호우발생의 기록사상 유례없는 큰 강우기록과 피해를 주고 말았다.

과거에는 지형적 영향으로 영서지역이 영동지역보다 강하게 나타났으나 이번에는 태풍 루사에 의한 집중호우로 영동지역이 강하게 나타났다. 시우량은 PMP(가능최대강수)에 육박한 56~107mm가 5시간 이상이나 지속되는 등 집중 경향이 매우 컸다. 따라서 교량붕괴, 제방 및 도로유실, 저수지 붕괴, 농경지 침수, 도시지역 침수, 주택

매몰 및 침수, 산사태 대량발생, 상수도 및 하수도 시설의 침수 및 파괴, 전기 및 통신시설 파괴, 대규모 인명피해와 재산 피해를 가져왔다.

강우는 표 1과 같이 1시간 우량 53.0~107.0mm로 매우 강한 강우강도였으며, 임의 1시간 최대 시우량은 59.0~113.5mm를 나타내었다. 24시간 강우는 사천 1944.5mm, 강릉, 대관령 880~718.0mm 동해, 속초 334.0~407.0mm이었다. 강릉과 대관령지역은 연평균강수량 1,283mm의 73%에 달하는 비가 하루에 내렸다는 것을 말해주고 있다. 과거 기록과 비교해보면 1904년 기상관측이래 강릉지역 1일 최대강수량은 870.5mm로, 강릉 연평균 강수량 1,401.9mm의 62%, 강릉 8월 평균 강수량 288.3mm의 3.3배이고, 우리 나라 2일 연속 강우량 극치인 거제의 635.5mm와 3일 연속 강우량 752.9mm 기록보다 큰 값으로 나타났다. 또한, 1981년 7월 2일 장흥지방에서 발생한 1일 강우량 547.4mm를 훨씬 초과한 값이며, 또한 시간 최대 우량인 105.0mm는 강릉지역의 기존 극값인 1987년 7월 16일에 발생한 60.0mm 보다도 무려 175%나 되는 값이다.

1시간 최대 우량이 사천 지점이 113.5mm, 강릉 105mm, 대관령이 67.5mm, 동해 57mm, 속초 59mm를 기록하고 있다. 이 값은 기존 강릉지역의 최대치의 98~190%에 해당하는 값이다.

표 2는 영동지역과 영서지역의 시·군별 강우량 기록치를 8월 31일과 9월 1일에 기록한 값을 비교한 것이다.

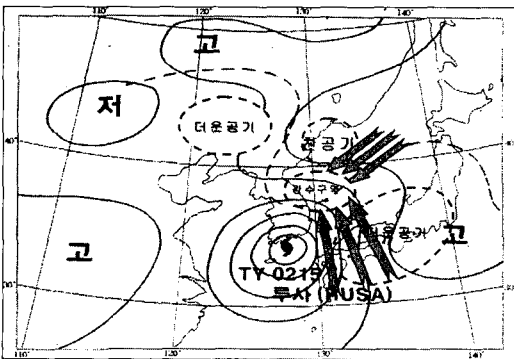


그림 1. 집중호우 모식도 (2002. 8. 31 09시 기압배치)

**3. 홍수피해**

**가. 강릉지역**

1) 강릉시

표 3의 도로 및 교량에는 농로, 농어촌도로, 소교량 등이 포함된 것이며, 하천에서는 소하천의 피해 내용이 포함되어 있다. 교육 시설도 국공립 및 사립학교와 기타 교육시설 피해 내용을 총 망

표 1. 태풍 루사에 따른 영동지역 주요 지점의 강우 특성

관측기관		강릉대학교		기상청				비고
지 점		사천1	사천2	강릉	대관령	동해	속초	
강우량 (mm)	총강우량	959.0	892.0	897.5	760.0	336.0	422.0	
	24시간최대	944.5	877.0	880.0	718.0	334.0	407.0	
	1시간최대	107.0	88.0	98.0	60.5	57.0	53.0	
	임의1시간최대	113.5	92.0	105.0	67.5	57.0	59.0	
PMP (mm)	1h/100km <sup>2</sup>	116.0	116.0	116.0	116.0	115.0	117.0	건설교통부 (2000)
	24h/25km <sup>2</sup>	840.0	840.0	840.0	810.0	840.0	830.0	

표 2. 영동지역과 영서지역의 시·군별 강우량 비교

지 역	영 동					영 서						해양
	강릉	대관령	속초	동해	태백	춘천	철원	원주	영월	홍천	인제	울릉도
강수량 (mm)	898.0	760.0	422.0	336.0	285.5	75.6	41.0	121.0	147.1	94.0	74.0	28.5

라 했고 현재 조사된 피해액은 5,461억 2,537만 원이며, 예상 복구액도 약 6,460억 8,800만원으로 집계되어 있다.

2) 장현 저수지와 동막 저수지의 붕괴

강릉시 섬석천 유역의 상류부에는 장현, 동막, 칠성 저수지가 설치되어 있는데 장현 저수지와 동막 저수지의 붕괴로 막대한 재산상의 피해를 가져왔다. 섬석천의 하천 피해는 2.5 km에 걸쳐 12억 8천만원에 달하는 농경지 및 가옥침수와 인명피해를 가져왔다.

장현 저수지는 제당길이가 170 m이고, 댐 높이가 15 m인 농업용 저수지로 유역면적이 11.52 km<sup>2</sup>이고, 섬석천 수계이며 물넘이 설계홍수량이 190 m<sup>3</sup>/s인데 금번 홍수량은 313 m<sup>3</sup>/s로서 1.65배나 되는 홍수량을 감당 못하여 물넘이를 포함한 제당이 약 53 m 유실되었다. 장현저수지 물넘이는 폭 80 m로서 측구식 물넘이 형식으로 되어 있고, 우안측을 월류한 홍수량이 좌안측 월류부 직하류와 합류하도록 설계되었다. 장현 저수지는 8월 31일 오전 10시 50분경 홍수위를 넘어서 11시 10분경 여수로가 유실되었고, 21시10분경 완전 붕괴되어 약 200만 m<sup>3</sup>의 저수량이 약

1시간에 걸쳐 유실되었다. 원인은 물넘이에서 과도한 홍수량으로 인하여 방수로에서 발생한 수류가 좌안측 댐 제체에 영향을 주어 약 80m 정도가 유실되었다. 그 결과 저수지가 붕괴되고 하류지역에 위치한 13가구가 유실되고, 큰 인명피해를 입었고, 저수지로부터 약 1.5 km 구간의 농경지가 침수 또는 매몰되었다.

동막 저수지는 제당길이가 320 m이고, 댐 높이가 25 m이며, 유역면적이 1.86 km<sup>2</sup>로 섬석천 수계에 위치하고 있다. 이 저수지 붕괴도 물넘이 설계홍수량이 14 m<sup>3</sup>/s인데 67 m<sup>3</sup>/s 이상의 홍수량이 발생하여 4.79배에 달하는 이상홍수량으로 물넘이를 포함한 약 57m의 제방이 유실되었다. 물넘이의 형식은 측구식 물넘이이고, 월류한 물이 물넘이의 중앙으로 모이게 되어있다. 동막 저수지는 계획 홍수위를 초과하는 수위상승과 저수지 붕괴에 따른 수위 급강하에 의한 제체의 세굴이 약 175 m 정도나 발생하였다. 이 저수지는 8월 31일 20시경에 완전 붕괴되었고, 하류지역의 주택 침수 및 붕괴, 농경지 침수, 하천 범람, 교량파괴 등을 가져왔다.

오봉 댐의 8월 31일 20시에 최대 방류량은 1,040 m<sup>3</sup>/s로 9월 1일까지 유지되었으며, 댐의

표 3. 강릉시 시설물별 피해조사 결과(강릉시 제공)

시설분야	관련부처	피해물량 (m, 건)	피해금액 (천원)
도로 및 교량	건교부, 행자부	199,882m, 290건	226,163,038
하천 및 제방	건교부	165,390m	74,426,820
교육시설	교육부	40	2,939,493
군사시설	국방부	22	56,274,330
수리시설	농림부	212	71,999,093
문화·체육·관광시설	문광부	63	10,420,621
복지시설	보건복지부	14	2,742,466
임간도로 및 산사태	산림청	23,932m, 10건	50,499,034
산업시설	산자부	1	206,604
철도	철도청	17,606m	26,594,752
해양·항만시설	해수부	3	697,515
상하수도 및 환경시설	환경부	77	19,009,735
총계			546,125,374

21 km 하류지점인 보광천의 합류전 남대천이 계획홍수량 716 m<sup>3</sup>/s으로 324 m<sup>3</sup>/s를 초과한 홍수량이다.

### 3) 산불지역 산사태

강릉지역에 위치한 연곡천, 사천천 유역은 산사태가 발생하여 유목과 토사가 많이 발생하였다. 강릉지역에서 총 3,012개소에서 5.95 km<sup>2</sup>의 산사태가 발생하였으며, 강릉 임야면적의 0.7%에 해당하는 것으로 사천천과 구라미천 유역은 1998년과 2000년에 대규모 산불이 발생한 지역으로 산사태 발생의 48.3%가 산불지역에서 발생하였다. 이로 인하여 교량 좌우측 제방범람 및 유실, 교량파괴, 도로유실이 발생된 곳이 많았다. 최근 건설된 교량 외에는 대부분 교량이 파괴되고, 연곡천의 행신교와 신천리의 신리교는 하상의 세굴로 교각이 전도되어 교량이 파괴되었다.

### 나. 영동 북부지역

영동 북부지역은 태풍 루사로 인한 홍수피해는 후천과 오색천 유역은 거의 없었으나, 하천부지에 제방을 쌓고 도로를 만들었던 남대천 본류 지역은 거의 황폐화되었다.

영북지역은 표 4와 같이 인명피해가 43명이며 모든 제방이 거의 유실되었고, 소규모 교량을 포함한 91개소의 교량이 파괴되었다. 농경지 유실과 매몰은 농경지 전체의 약 40%에 달하고, 올해 추수를 못하는 농경지는 무려 80%에 이르고 있다. 피해액은 지방자치단체의 예산액을 훨씬 상회하는 시·군이 3개인데, 특히 양양군의 경우는 9월 25일 현재 2002년 예산액보다 4배에 해당하는 피해를 입었다.

### 다. 정선, 동해, 삼척지역

정선, 동해, 삼척 지역의 피해 규모는 사망·실종 39명과 시설물의 파괴 등 피해액은 7,460 억원으로 추산하고 있다.

정선지역의 피해는 9월 19일 현재 사망·실종 9명, 이재민 1,799세대에 4,800명, 도로 및 교량유실이 105개소, 하천제방유실 113개소, 주택전파 89동, 반파 308동, 주택침수 1,390동, 농경지 침수 및 유실 499 ha, 공공시설 490개소 등 피해액이 2,553억원에 달하고 있다.

동해지역 피해는 사망·실종 8명, 제방유실 및 호안파손 5개소, 저수호안세굴 6개소, 고수부지세굴 2개소, 삼화동 및 북평동 전역침수 등 피해

표 4. 영북지역의 홍수피해 현황

피해상황	속초	고성	양양	계
사망 (명)	9	11	23	43
도로 (km)	7.6	163	66	236.6
교량 (개소)	12	16	63	91
제방 (km)	68	51	150	269
농경지 (ha)	408	1,797	1,821	4,026
각종 수리시설 (개소)	22	185	137	344
건물 (동)	871	845	2,672	4,388
피해액 (억원)	1,838	2,699	5,165	9,702
2002년 예산액	1,467	1,131	1,291	3,889

액이 115억원으로 추산하고 있다.

삼척지역 피해는 9월 18일 현재 사망·실종 22명, 교량파괴 및 유실 173개소, 하천붕괴 및 유실 157개소, 철도 교량 및 철도 유실 23개소, 주택 전파 417동, 반파 686동, 피해물량 194,052건에 총 피해액 4,792억원으로 추산된다.

#### 4. 신규댐의 설계기준과 기존댐의 보강

표 1과 같이 태풍 루사의 PMP로 1hr/100 km<sup>2</sup> 강우로 볼 때 시유량 116.0 mm에 거의 육박한 107.0 mm가 내렸으며, 24h/25 km<sup>2</sup> 본 강우량도 840.0 mm보다 훨씬 상회한 944.5 mm (사천1)로 104.5 mm 이상이나 더 강하하였으므로 PMP의 조정이 불가피할 것으로 보고 있다.

따라서 강우량에 따른 유출량 분석도 함께 하여 통수 단면과 하천의 하폭 결정과 홍수위도 다시 재산정하여 하천계획 설계기준도 다시 정립하여 기준치를 마련해야 될 것으로 본다.

기존 댐의 보강은 물넘이의 이상홍수시 발생시에 방류능력을 신규 PMP에 맞추어 계산하거나, 이번 홍수가 200년 빈도 이상에 해당하는 것으로 분석되므로 물넘이의 월류폭과 저수지의 유입량 곡선과 월류량 곡선에 따른 저수지의 내용적 저류능을 다시 검토하여 제당을 송상한다든지 저수지의 홍수위 조절을 하는 댐 Operation을 다시 정립하여 앞으로 태풍 루사와 같은 이상

홍수가 발생할 경우를 가정하여 충분히 대처할 수 있는 대책을 강구하여야 할 것이다. 또한 비상 물넘이를 저수지 나름대로 신설을 고려해야 하고 기존 댐은 물넘이 통수능력을 충분히 검토하여 보강해야 할 것이다. 따라서 기존 저수지의 실태 조사와 취약점을 미리 조사하여 대책을 강구하고, 보강계획을 수립해야 할 것이다.

#### 5. 이상 홍수의 대책

태풍 루사를 통해서 기상학적 요인 외의 피해 원인을 보면, 홍수시에 저류능을 할 수 있는 시설이나 유수지가 부족하고, 하천부지의 인위적인 변경, 제방, 저수지 등 하천시설의 부적절한 건설, 도심지 내수 침수 처리를 위한 배수시설의 미비, 도심 유수지 부족 및 하수 관거의 통수능력부족, 하천 및 하구의 퇴적 및 하구 폐쇄 현상에 의한 배수불량, 저수지 등 수리시설에 대한 관리체제의 미비, 산불지역의 조림미완성 및 급경사지의 부적절한 수종식재, 사방댐과 간벌목 및 토석류의 제어 시설 미비, 건설 및 방재 담당 기술직 공무원의 부족 등을 들 수 있다.

##### 가. 하천의 설계빈도 상향 조정

하천의 설계규모는 태풍 루사와 같은 이상홍수가 발생시에는 현재 PMP 수준으로는 감당이 어려

우므로 상향조정 해야 한다. 따라서 제방의 통수 능력과 기능의 구조로 볼 때 홍수 발생 시 홍수량을 감당하고 설계규모를 증대시켜 하천의 유기적 기능이 발휘되도록 관리해야 한다. 또한 설계빈도가 소하천은 50~80년 빈도를 100~200년, 대하천은 200년 이상의 빈도로 상향조정해야 한다.

#### 나. 합류지점의 하폭 조정과 구조물 설치 금지

하천의 합류지점에서 토사퇴적에 의한 하상의 상승은 통수 단면적의 부족을 초래하여 하천의 범람을 가져오며, 제방 월류로 인한 제방 유실이 발생할 가능성 크므로 본류와 지류의 합류지점에서는 하폭은 증대시키고 교량과 같은 시설물의 설치도 단면의 부족이나 유수에 지장을 주는 일이 없도록 해야 한다.

#### 다. 토사 유출 저감 대책

산사태를 줄이기 위해서 조림이나 집중 호우시에 퇴사의 유출을 저감하는 방안으로 사방댐을 축조하거나 홍수시에 유목이나 퇴사가 하천의 홍수 소통에 큰 지장을 초래하지 않도록 해야 한다. 따라서 유목 차단을 위해서 스크린이나 사방댐을 계곡에 설치하여 상류로부터 하류에 토사 및 통수능에 영향이 없도록 한다.

#### 라. 도시 하수 및 토사유출 대책

도시지역에 따라 다르지만 일반적으로 자연녹지 및 개발지에서 발생하는 사면붕괴로 인하여 많은 토사가 유출되어 도시 하수관을 폐쇄시켜서 하수도의 통수 능력을 저하시키므로 도시 하수관과 도로의 우수토실 설계시에 토사의 유입을 저감하는 방안을 수립해야 한다.

#### 마. 우수지 설치

농경지 개발에 따른 용수공급 및 배제시에 완

충역할을 할 수 있는 우수지를 적절히 배치함으로써 농경지에 필요시 용수공급원의 기능과 이상 홍수시에 저류기능과 홍수 완충기능을 기할 수 있다. 또 도심지역에도 배수 우수지를 설치하면 홍수시 완충작용도 할 수 있다.

#### 바. 소형 저수지 건설

하천 상류부에 퇴사와 유목을 1차 차단하고 조정하는 기능을 갖게 하고, 한발시에 용수공급원으로 사용될 수 있도록 곳곳에 소형 저수지를 축조함이 이상적이다.

#### 사. 홍수 예경보 시스템 설치

대하천뿐만 아니라 중·소유역의 하천에도 홍수 정보시스템을 도입하여 상류 유역에 이상 홍수시에는 하류유역에 미리 대피와 대형 저수지의 수문조작으로 홍수조절 및 관리기능을 원활히 할수 있도록 각 중소하천에도 홍수 예경보 시스템을 도입하는 것이 바람직하다.

#### 아. 평상시에 재난의 대비 수립

재난은 언제든지 발생할 수 있으므로 평상시에 홍수와 같은 재난에 대비한 대책으로 응급대책과 구호 및 수해방지에 대한 훈련과 국민 교육과 홍보가 필요하다. 따라서 공무원은 물론 일반 국민들에게도 경각심과 예비 지식교육을 강화시켜야 할 것이다.

## 6. 결 론

2002년 8월 31일부터 9월 1일 사이에 우리나라 전역에 발생한 태풍 루사(Rusa)의 집중호우 피해는 사상 유례 없는 천문학적 피해를 가져왔으며, 특히 강원지방의 피해를 저울삼아 몇 가지를 제언코자 한다.

1. 과거에 발생하지 않았던 이상 기후 양상이

엘리뇨 현상과 라니뇨 현상으로 언제든지 발생할 수 있으므로 기상재해를 항상 대비해야 한다.

2. 인공위성을 통한 구름량의 관측으로 강수량을 미리 예측할 수 있는 첨단 기상 관측 기구와 통신망 구축이 필요하다.
3. 대하천 뿐만 아니라 중소 하천의 유역관리와 빈도 설계치를 PMP 이상의 안전율을 고려한 값으로 채택해야 한다. 특히 중·소하천 및 농업용 저수지의 설계기준은 100~200년 빈도로 상향 조정해야 한다.
4. 중소형 댐의 신축 및 보강을 해서 특히 농업용 댐이 설치 연도가 20~50년이 넘은 노후된 시설을 가지고 있으므로 사전 조사하여 보수·보강에 만전을 기해야 한다.
5. 유역관리에는 홍수 소통에 지장을 초래하는 시설물로 교량 및 취입보 등과 유로의 변경 및 제어 등에 철저한 관리가 필요하다.
6. 도시 지역의 배수관로 정비와 배수체계를 평소에 잘 구축하고 점검해야 한다.
7. 난개발과 평야부에 아파트 신축 등은 억제하고 환경 영향 평가와 수문학적으로 이상 홍수시에 대비한 검토가 선행된 후 개발해야 한다.

### 참고문헌

1. 건설부, 1993, 댐시설 기준.
2. 한국대담회, 2000, 댐시설물의 효율적인 관리방안, pp. 61-218.
3. 한국수자원학회, 1996, 1996년 7월 경기·강원북부지역홍수피해, pp. 1-302.
4. 한국수자원학회, 1997, 소하천 시설물편람, pp. 1-213.
5. 한국수자원학회, 2002, 2002년 홍수피해 종합 조사 보고서, 한국수자원학회, pp. 1-502.
6. 한국건설기술연구원, 2002, 2002년 태풍 루사에 의한 강원도 지역 대홍수, pp. 1-291.