

수문학 측면의 태풍 루사(RUSA)

김 현 준

한국건설기술연구원 선임연구원

(Correspondence : hjkim@kict.re.kr)

1. 서론

지난 8월 31일, 제15호 태풍 루사(RUSA)가 한반도를 관통하며 전국적으로 사상 초유의 피해를 입히고 지나갔다. 특히 강원도의 영동지역은 지형적인 영향으로 기상관측이래 일 최대강우량을 기록하기도 하였다. 하천이 범람하고 도심의 저지대가 침수되었으며 제방, 도로, 교량이 유실되는 등 그 피해가 다른 지역보다 극심하였다. 중앙재해대책본부는 이번 태풍으로 모두 5조1천479억원의 재산피해가 발생하고 인명피해는 실종자 33명을 포함 246명으로 최종 집계 발표하였다.

1990년대에 들어서 전국적으로 태풍과 집중호우에 의한 피해가 급증하고 있다. 집중호우(1990), 집중호우와 태풍 글래디스(1991), 집중호우 및 태풍 제니스(1995), 집중호우(1996), 집중호우 및 태풍 야니(1998), 집중호우(1999), 태풍 프라피론(2000) 등 역대 홍수로 인한 피해 규모 20위 중에서 9 차례나 90년대 이후에 발생하였고, 최대 피해액 1위부터 3위까지가 이 기간에 포함되어 있는 것으로 보아, 홍수피해는 점점 증가하는 추세라고 할 수 있다.

본 고에서는 이번 태풍 피해와 관련하여 한국건설기술연구원을 비롯한 한국수자원공사, 한국수자원학회, 한국방재협회 등 수자원관련 전문기관에서 수행한 조사 중에서, 수문학적 분석(강우와 유출)과 피해내용을 간략히 정리하여 소개하고자 한다.

2. 태풍 루사(RUSA)의 수문학적 특성

2.1 강우 특성(김남원, 원유승, 2002)

2.1.1 강우의 공간 분포

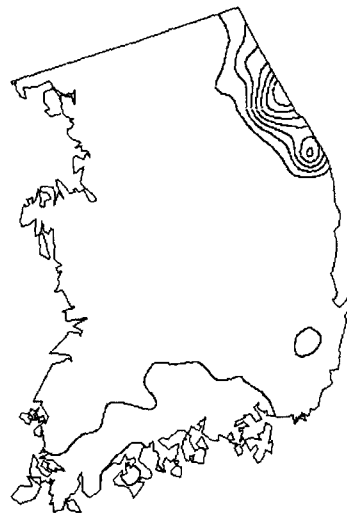
8월 31일 0시부터 9월 1일 6시까지 지속기간 6시간의 강우량을 3시간씩 지체시킨 강우의 공간분포를 그림 1에 도시하였다. 태풍 루사는 제주와 고흥반도를 거쳐서 중서부, 북동부로 이동하였고 서서히 세력이 약화되면서 한반도를 빠져나갔다. 태풍이 우리나라에 영향을 미치기 시작한 8월 31일부터 9월 1일까지 영동지방은 동풍에 의한 지속적인 수분유입과 지형적인 영향으로 태풍의 중심부보다 큰 호우가 계속 이어졌다.

이를 좀 더 상세히 살펴보면, 8월 30일 18시부터 24시까지 누가강우량의 중심은 제주도, 대흑산도, 진도 등 남서지역에 있었으며, 8월 31일 0시부터 6시까지 태풍의 영향권은 남해안지역으로 확대되었다. 그러나 호우의 중심은 삼척지역에 있었고, 삼척시 신기면은 6시간 지속강우량이 107.0mm, 미로면은 95.0mm를 기록하였다. 8월 31일 6시부터 12시까지 태풍의 영향권은 전라남도, 경상남도 지역까지 확대되었고, 강우의 중심은 북쪽으로 약간 이동하여 강릉지역에 있었으며, 강릉지점(000105) 237.5mm, 대관령지점(000100) 180.0mm의 강우량을 나타냈다. 태풍이 제주도, 전라남도 고흥반도 남쪽해안, 전라남도 지방을 통과한 8월 31일 12시부터 18시까지 강우는 남부 및 영동지방을 중심으로 비가 내렸으며, 태풍의 왼쪽에 위치한 충청남·북도와 경기도는 상대적으로 적은 강우량을 보였다. 누가강우의 중심은 섬진강 상류유역인 쌍계지점(050980)과 중산리지점(000902)에서 각각 261.0mm, 252.5mm를 기록하였다. 이후, 태풍은 계속 북동진하여 8월 31일 18시부터 24시까지 남해안 지역은 태풍의 영향권에서 벗어났으나, 영동지방은 태풍에 동반된 호우와 북동기

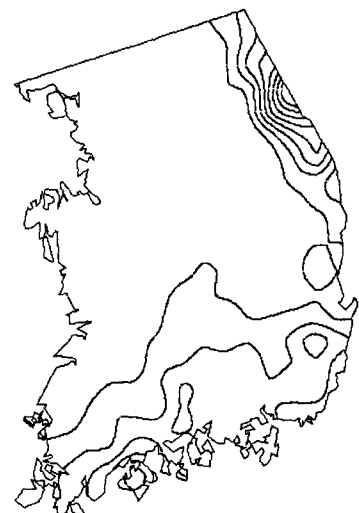
류에 의한 호우가 중첩되어 강릉지역에 시간당 50.0mm 이상의 강우가 5시간 정도 지속하였다. 이때 강릉지점(000105)에서 지속기간 5시간 최대 강우량은 365.5mm였고, 6시간 지속강우량은 강릉지점(000105)에서 397.5mm, 양양군 서면에서 368.0mm를 기록하였다. 9월 1일 0시부터 6시 사이에서 태풍은 세력이 약화되면서 계속 북동진하여 강릉-동해지방으로 빠져나갔으며, 강우중심은 강릉지역에서 약간 북상하여 양양군에서 139.0mm, 속초지점(000090)에서 119.0mm를 나타내었다.



(a) 08/31 00 ~



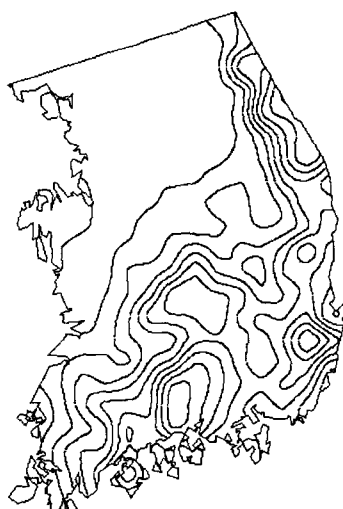
(b) 08/31 03 ~



(c) 08/31 06 ~



(d) 08/31 09 ~



(e) 08/31 12 ~



(f) 08/31 15 ~

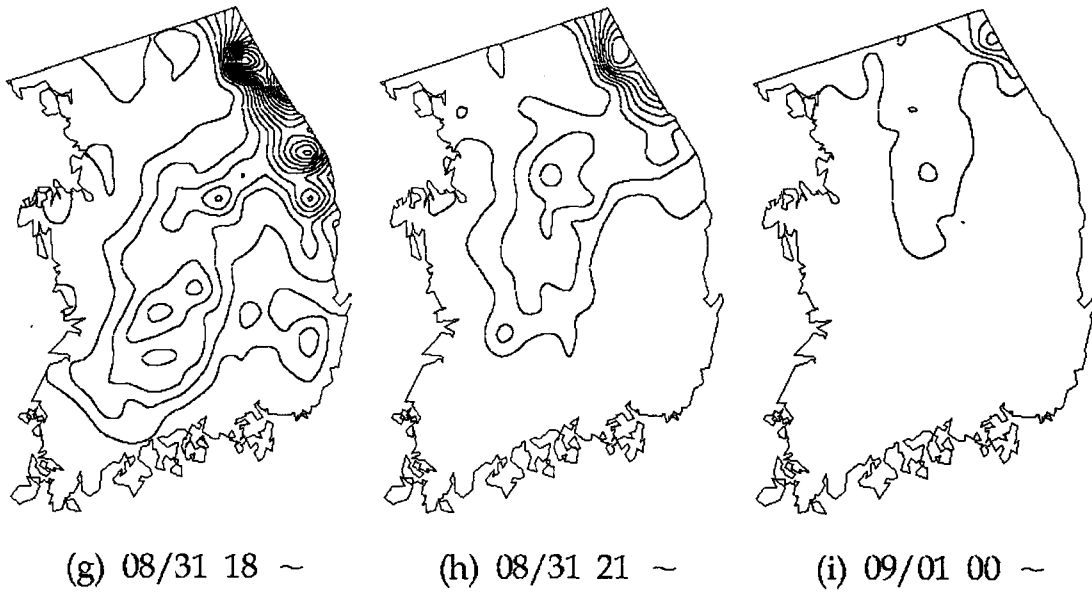


그림 1. 지속기간 6시간 강우의 공간분포

그림 2는 최대 강우량이 발생한 지속기간별 강우의 공간분포와 최대강우량을 도시한 것이다. 지속기간 6시간의 경우 최대 강우량은 양양군에서 403.0mm, 발생시간은 8월 31일 20시부터 9월 1일 2시까지였다. 지속기간 12시간부터 48시간까지 최대강우량은 모두 강릉지점(000105)에서 발생하였고, 지속기간별 최대강우량 발생시간과 최대강우량은 지속기간 12시간인 경우 8월 31일 12시부터 24시까지 576.0mm, 지속기간 24시간인 경우 8월 31일 1시부터 9월 1일 1시까지 880.0mm, 지속기간 48시간인 경우 8월 30일 5시부터 9월 1일 5시까지 897.5mm 였다.

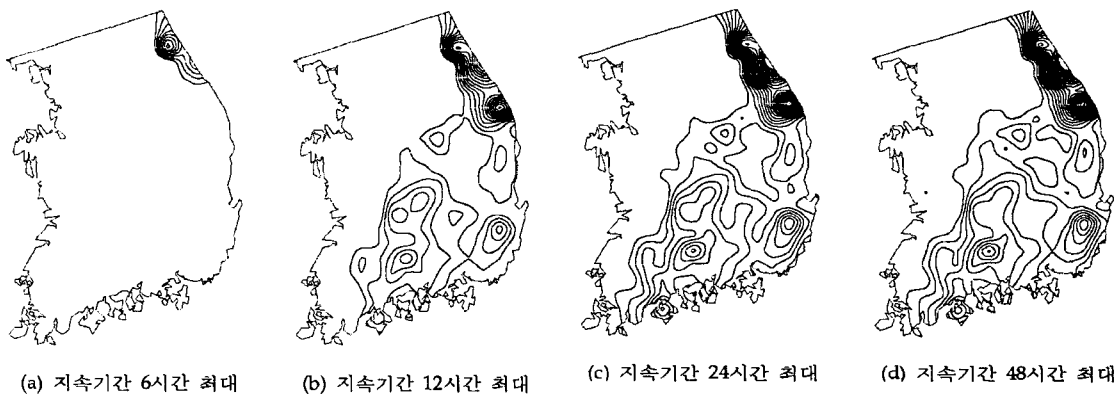


그림 2. 지속기간별 최대 강우의 공간분포

2.1.2 강우의 시간분포

강수량이 크게 기록된 지점을 대상으로 강우의 시간적 분포를 그림 3에 제시하였다. 그림 3의 (a)와 (b)는 김천지역, (c)와 (d)는 강릉지역의 남쪽에 위치한 삼척/동해지역, (e)와 (f)는 강릉지역, (g)와 (h)는 강릉지역의 북쪽에 위치한 양양/속초지역에 대하여 대표적인 관측소의 시간분포를 나타낸 것이다.

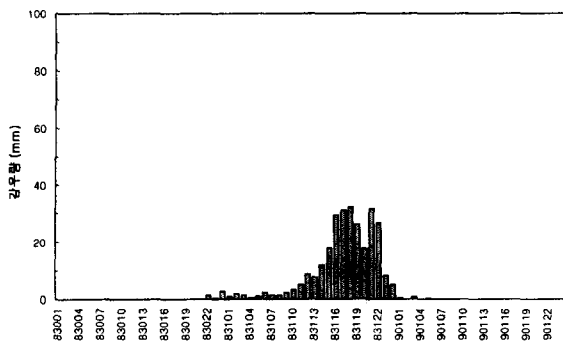
강릉지역(그림 3 (e), (f) 참조)의 경우 강릉지점(000105)과 대관령지점(000100)의 시간분포 특성을 살펴

보면 8월 31일 18시 이전에는 두 지점에서 강우의 시간적 분포가 유사하나, 이후부터 강우강도의 차이가 크게 나타난다. 이러한 현상은 인접지역인 두 관측소 즉, 미로면과 동해지점(그림 3 (c), (d) 참조), 양양군과 속초지점(그림 3 (g), (h) 참조)에서도 나타나는데, 이로부터 태풍 루사의 영향으로 많은 강우가 발생한 영동지역내에서도 지역적인 강우량 편차가 상당히 큼을 알 수 있다.

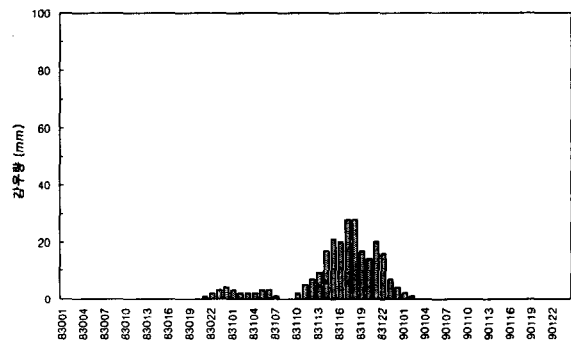
또한, 강우량의 시간적 분포에서 최대강우량이 발생한 시간대와 강우의 종점을 살펴보면, 김천지역에 위치한 추풍령지점(000135)과 김천지점(025200)은 다른 지점에 비해 상대적으로 강우강도가 작고, 삼척시 미로면과 동해지점(000106)과 비교하여 최대강우량이 발생하는 시간과 강우의 종점이 빠르다. 삼척시 미로면과 동해지점(000106)은 강릉지점(000105)과 대관령지점(000100)에 비교하여 최대강우량의 발생시간과 강우의 종점이 빠르며, 양양군과 속초지점(000090)이 최대강우량 발생시간과 강우의 종점이 가장 늦은 시간대에서 발생한다. 이로부터 태풍으로 인한 최대강우량 발생시간과 강우의 종점은 김천지역, 삼척/동해지역, 강릉지역, 양양군/속초지역 순이며, 이러한 순서는 태풍의 진행방향에 의한 지속기간별 최대강우의 발생경로 및 태풍의 진행경로와 일치한다.

2.1.3 지점별 최대 강우량

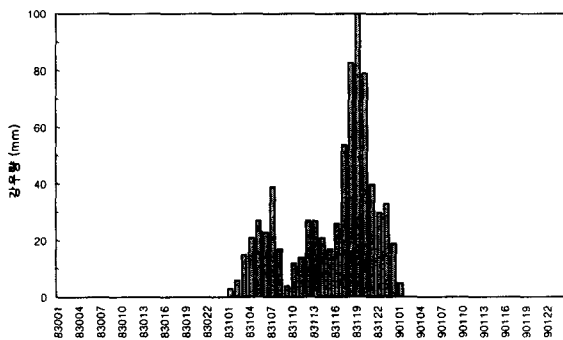
그림 3에서 지역별로 선정한 8개의 관측소 중 강우량이 큰 관측소를 지역별로 1개씩 선택하여 지속기간별 확률강우량과 지점관측 강우량을 표 1에 제시하였다. 추풍령지점(000135)이 지속기간 1시간에 대하여 5년 빈도 이하의 강우량임을 제외하면, 4개의 지점에서 전 지속기간에 대하여 200년 빈도 이상의 강우량이 관측되었다.



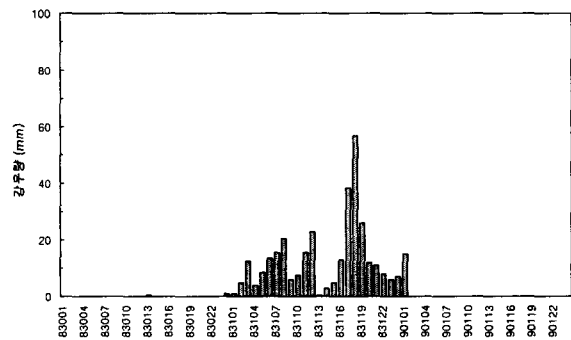
(a) 추풍령



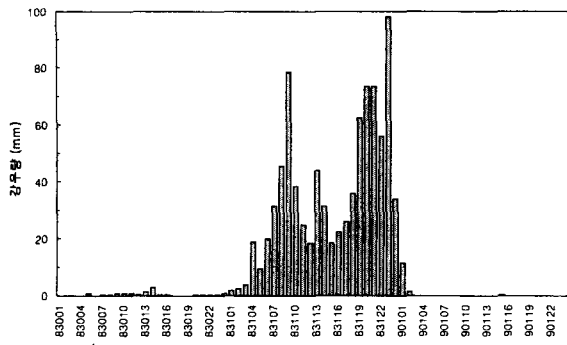
(b) 김천



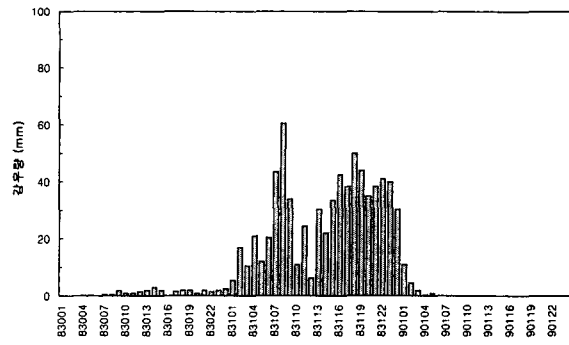
(c) 미로면



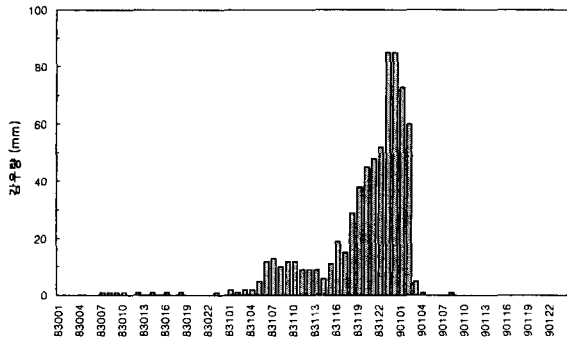
(d) 동해



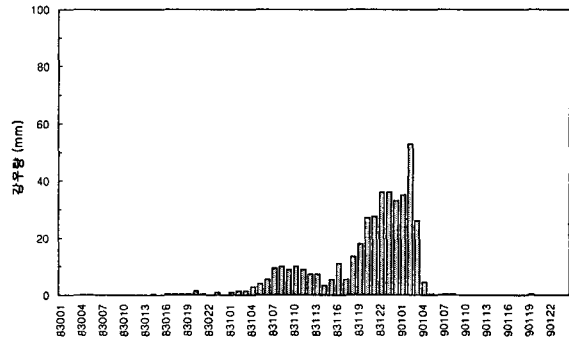
(e) 강릉



(f) 대관령



(g) 양양군



(h) 속초

그림 3. 지점별 강우의 시간분포

표 1. 지점별 확률강우량 비교

| 관측소 | 구 분 | 지속기간 (hr) | | | | |
|-----------------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 6 | 12 | 24 | 48 |
| 추풍령 (000135) | 빈 도 | 5년 이하 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 |
| | 강우량(mm) | 32.5 | 170.0 | 252.5 | 280.0 | 287.0 |
| 삼척시 미로면 | 빈 도 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 |
| | 강우량(mm) | 100.0 | 386.0 | 537.0 | 739.0 | 742.0 |
| 강릉 (000105) | 빈 도 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 |
| | 강우량(mm) | 98.0 | 399.5 | 576.0 | 880.0 | 897.5 |
| 양양군 | 빈 도 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 | 200년 이상 |
| | 강우량(mm) | 83.0 | 403.0 | 560.0 | 664.0 | 679.0 |

2.2 유출 특성

2.2.1 양양/속초/고성 지역(정성원, 문장원, 2002)

양양, 속초, 고성군 지역에는 기상청 우량관측소 1개소(속초기상대), 건교부 우량관측소 2개소(한계령, 갈천 우량관측소), 건교부 수위관측소 1개소(양양 수위관측소) 등 4개 지점과 행정자치부 각 읍면사무소의 우량관측시설과 기상청 AWS가 운영되고 있다.

이번 호우를 통해 양양, 속초, 고성지역에는 평균 약 590mm 가량의 폭우가 발생하였으며, 양양군 강현면

의 경우 866.5mm라는 기록적인 호우가 관측되었다. 상대적으로 총 강우량이 적게 나타난 고성군 지역 또한 정전으로 인해 결측되었던 점을 고려한다면 평균 약 500mm의 강우가 발생하였다고 추측할 수 있다.

각 지점별로 이번 호우의 시간분포 양상을 살펴보면 대부분 8월 31일 17시부터 9월 1일 4시까지 약 10시간 동안 평균 400mm의 엄청난 양의 폭우가 지속되었음을 알 수 있다.

그림 4는 각 지역별로 대표적인 지점들을 선정하여 우량의 시간분포 양상을 비교한 것이다. 이를 통해 가장 남쪽에 위치한 현북면은 강우가 처음 발생한 후 거의 동일한 강도로 호우기간 전반에 걸쳐 꾸준히 지속되었다고 볼 수 있으나, 다른 지점들은 8월 31일 17시 이후 대부분의 우량이 집중되어 매우 급격히 증가하는 형태를 나타내고 있음을 알 수 있다.

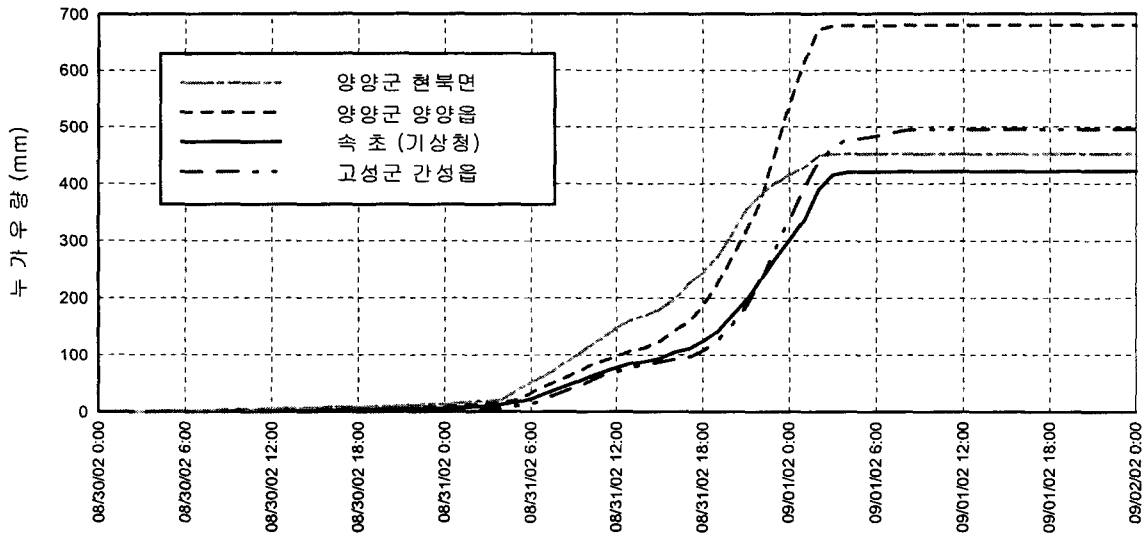


그림 4. 각 지역별 대표지점들의 누가우량 비교

그림 5는 양양군의 평균강우량과 양양 지점의 수위를 나타낸 것이며, 비교를 위해 양양교 지점의 100년 빈도 계획홍수위(EL. 8.51m, 양양교 목자관으로 환산한 수위는 5.70m)를 함께 도시하였다.

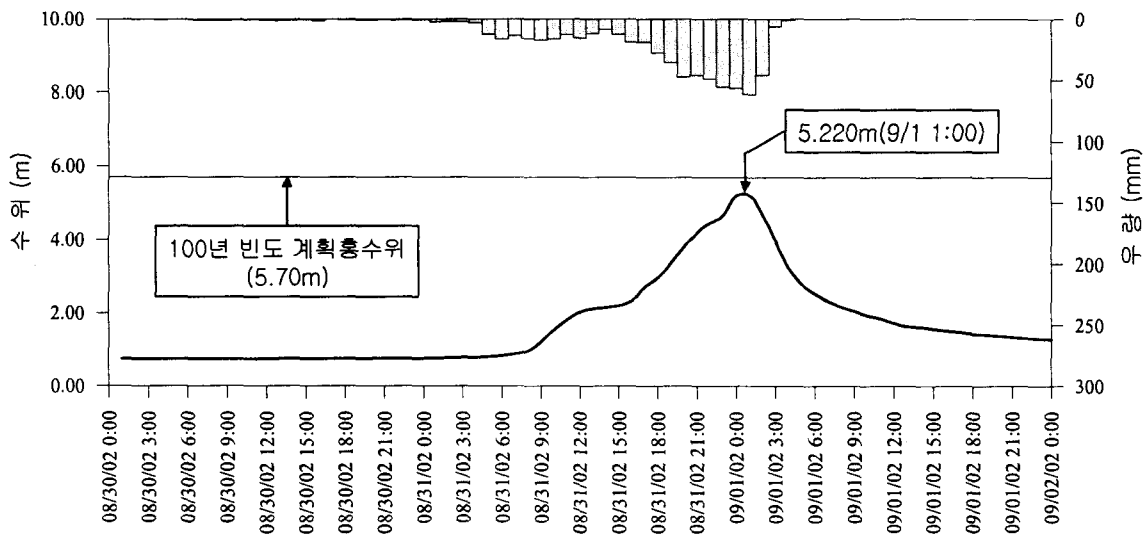


그림 5. 양양 수위관측소의 수위수문곡선(2002. 8. 30 ~ 9. 1)

도시된 결과를 살펴보면, 이번 호우로 양양 지점의 목자관 수위는 9월 1일 1시에 5.22m까지 상승하였으며, 100년 빈도 계획홍수위수가 5.70m인 점을 고려하면 양양남대천의 수위가 매우 높은 수준까지 상승하였다고 판단할 수 있다. 하천정비기본계획에 나타나 있는 100년 빈도 계획홍수량은 2,928m³/sec이므로 비록 양양 지점의 수위-유량관계가 없어 이번 호우로 인한 침투홍수량을 산정할 수는 없으나, 개략적으로 이번 홍수의 규모를 추정해 볼 수 있다.

2.2.2 강릉 지역(김형섭 등, 2002)

강릉지역에는 8월 30일 01:00부터 9월 1일 02:00까지 총강우량이 897.5mm(강릉 우량관측소)가 내렸고, 대관령 우량관측소의 경우도 8월 30일 01:00부터 9월 1일 05:00까지 총강우량 760mm가 내린 것으로 관측이 되었다. 이에 반해 서쪽에 위치한 대기 우량관측소와 월정 우량관측소의 경우는 463.5mm, 192.5mm로서 강릉, 대관령 우량관측소에 비하면 적은 강우량을 기록하였다.

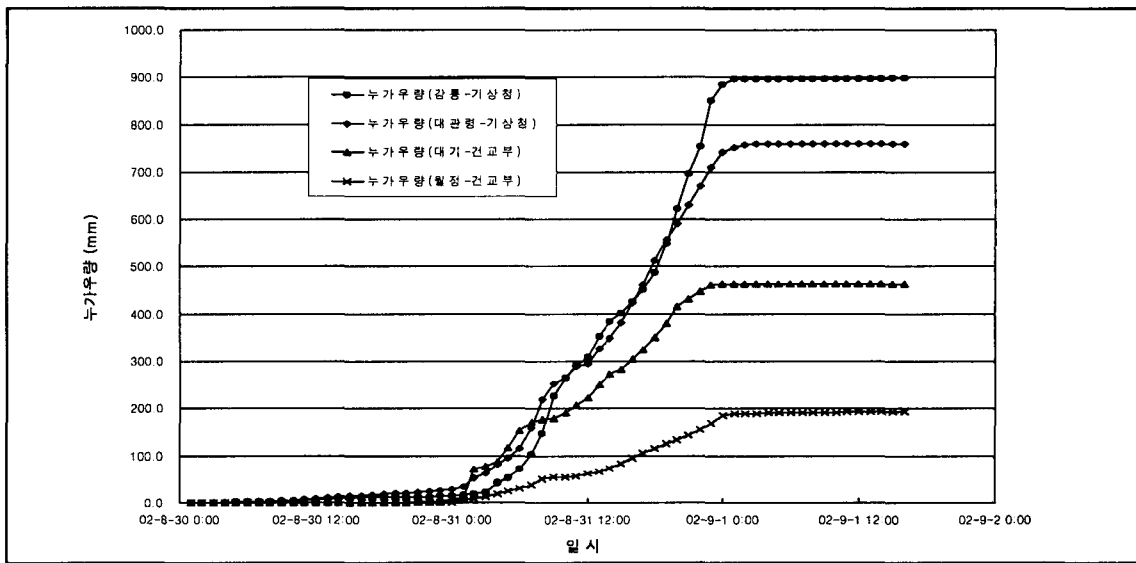


그림 6. 강릉 지역 대표 지점들의 누가 우량

지속기간별 최대우량(최대강우강도)을 계산해 본 결과 표 2와 같다. 강릉남대천 하천정비기본계획(강원도, 1992)에 수록된 강릉, 대관령 우량관측소 경우만 고려해 볼 때, 일 최대우량과 2일 최대우량 모두 금번 호우사상이 과거 최대값에 비하여 2배 이상의 강우강도를 나타내는 매우 큰 호우였다고 판단된다.

표 2. 관측소별 최대우량

(단위: mm)

| 관측소명 | 일최대 | | 2일최대 | | 3일최대 | | 연속최대 | |
|------|----------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | 일자 | 우량 | 일자 | 우량 | 일자 | 우량 | 일자 | 우량 |
| 강릉 | '21 9.24 | 305.5 | '54 9.13-14 | 477.5 | '54 9.12-14 | 532.4 | '54 9.11-15 | 534.2 |
| 대관령 | '90 9.11 | 330.8 | '90 9.10-11 | 450.8 | '90 9.10-12 | 484.5 | '88 7.11-28 | 568.8 |

*자료출처: 강릉남대천 하천정비기본계획(강원도, 1992)

강릉 수위관측소의 수위자료를 이용하여 시간대별 유량을 환산할 수 있었다. 유출수문곡선에서 첫 번째 첨두유량 발생시간인 8월 31일 09시부터 두번째 첨두유량 발생시간인 8월 31일 23시까지 약 15시간 가량 첨두 지속시간이 길어서 이 기간동안 내수배제가 곤란하였을 것으로 추정된다.

이번 호우로 인한 강릉 수위관측소 지점의 최고 수위는 8월 31일 23시에 5.34m로 평상시보다 5.5m 정도나 상승되었다. 강릉남대천 하천정비기본계획(강원도, 1992)에 따르면 이 지점의 계획홍수위는 3.538 m이며, 계획홍수량은 설계빈도 100년 빈도로 1,325 m³/s이다. 이번 호우의 최고수위는 계획홍수위에 비해 1.8m 가량 상승했으나, 제방고가 7.128m로서 제방을 월류하지는 않았으며, 첨두유량은 2,268 ~ 3,781m³/s로서 계획홍수량의 171~285%에 달한다.

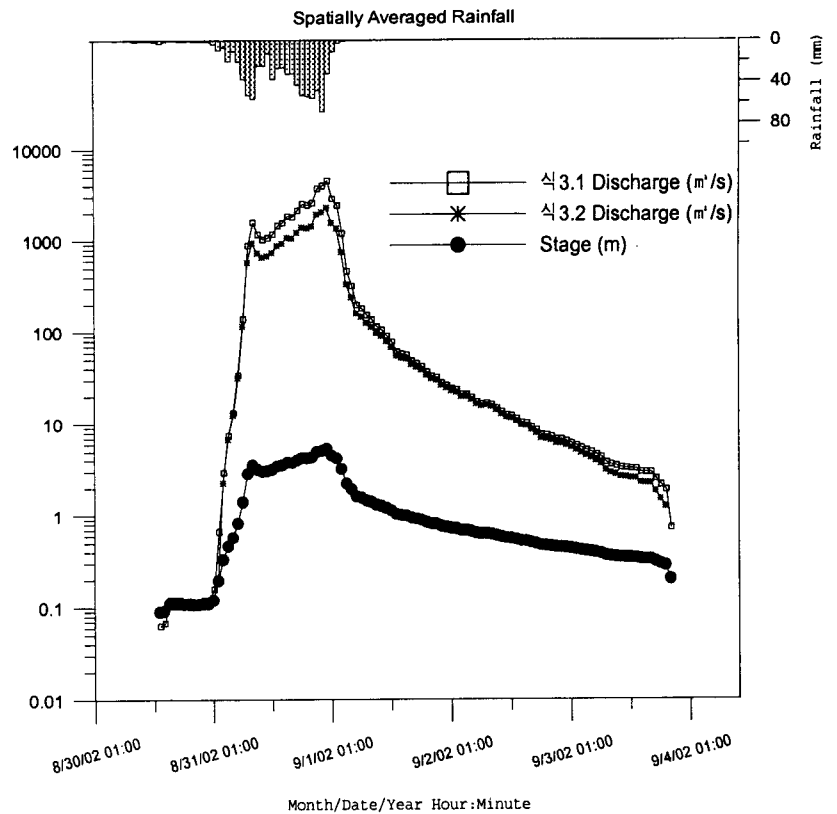


그림 7. 강릉수위관측소 지점의 수문곡선 (2002년 8월30일~9월 3일)

2.2.3 동해/삼척 지역(김현준, 장철희, 2002)

삼척 오십천 유역 인근의 유량관측소로는 삼척시청에서 관할하고 있는 시청 및 면, 읍사무소 9개소(삼척시청, 도계읍, 원덕읍, 근덕면, 하장면, 노곡면, 미로면, 가곡면, 신기면)와 기상청에서 관할하고 있는 2개소(동해, 태백), 건교부에서 관할하고 있는 3개소(번천, 심포, 황지) 등 총 14개소가 있으며, 이들 중 유역 내에는 6개소(삼척시청, 미로면, 노곡면, 신기면, 도계읍, 심포), 유역 외에는 8개소(원덕읍, 근덕면, 하장면, 가곡면, 동해, 태백, 번천, 황지)가 운영되고 있다.

삼척 오십천의 강우상황을 2002년 8월 31일 01시부터 9월 1일 01시까지 나타내면 그림 8과 같다. 그림에서 나타나듯이 삼척시 노곡면의 경우는 일 누가우량이 806mm로 최고치를 기록하였고, 미로면이 737mm, 신기면이 618mm를 나타내었다. 강우가 집중된 노곡면, 미로면, 신기면을 제외한 나머지 4개 관측소는 199mm~386mm로 이번 강우가 같은 유역에서도 지역적으로 상당히 큰 차이를 보였음을 알 수 있다. 따라서 위치적으로 볼 때 유역의 중·하류 지역에 강우가 집중적으로 내렸음을 확인할 수 있다. 또한 시간대 별로는 8월 31일 17시부터 20시 사이의 4시간 동안의 강우가 전체 강우의 32%(노곡면)~52%(미로면)로 평균 38%가 내리는 집중호우 양상을 보인 것으로 나타났다. 특히 미로면의 경우는 시우량 100mm에 이르는 등 4시간 동안 무려 316mm의 많은 비가 내린 것으로 분석되었다.

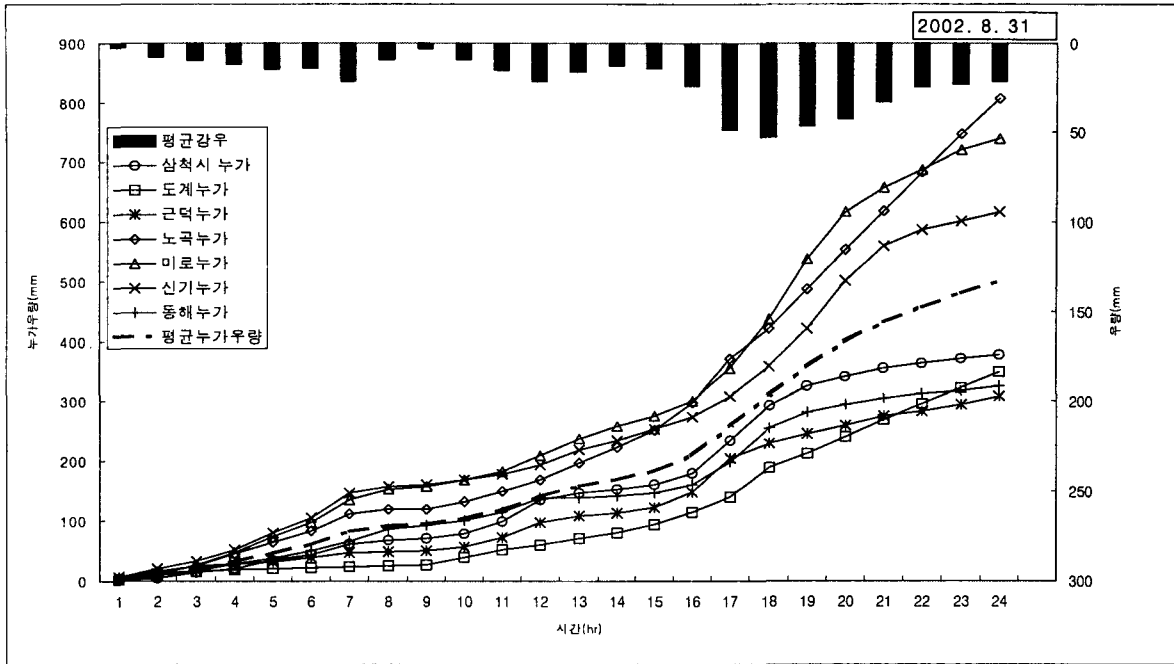


그림 8. 삼척 오십천 유역 평균강우량 및 누가우량

삼척 오십천 유역의 우량관측소별 기왕 최대 일우량은 표 3과 같다. 기왕의 일 최대 강우량은 이번 호우 기간 중에 발생한 일 최대 강우량(유역평균 510mm, 지점최대(노곡면) 806mm)과 비교하면 큰 차이가 나는 것을 알 수 있다.

삼척 오십천 유역에는 건교부와 삼척시에서 운영하는 2개의 수위관측소(삼척, 상정교)가 있으나, 홍수시에 모두 파손되어 신뢰성 있는 수위자료를 확보할 수 없었다.

표 3. 삼척 오십천 유역의 관측소별 기왕최대우량

(단위: mm)

| 관측소 | 관측 년 수 | 일 최대 | | 2일 최대 | | 3일 최대 | | 연속 최대 | |
|-----|-----------|-------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|------------------|-------|
| | | 기간 | 우량 | 기간 | 우량 | 기간 | 우량 | 기간 | 우량 |
| 황지 | 23 | 1972. 8. 19 | 200.9 | 1981. 8. 30-31 | 335.2 | 1981. 8. 29-31 | 469.7 | 1981. 8. 29-9. 3 | 651.7 |
| 삼척 | 78 | 1990. 9. 11 | 232.0 | 1991. 9. 10-11 | 308.0 | 1990. 9. 10-12 | 340.5 | 1981. 8. 29-9. 4 | 365.0 |

* 자료출처: 삼척오십천 하천정비기본계획(강원도, 1992)

3. 태풍 루사(RUSA)의 홍수 피해

3.1 전국 홍수 피해

태풍 루사로 인하여 전국적으로 5조1천479억원의 재산피해가 발생하였고 인명피해는 실종자 33명을 포함 246명이었다. 이는 역대 홍수 피해 중에서 가장 큰 것으로 집계되었다. 특히 강원도 지역의 피해가 전체 피해의 절반(2조5천305억원)에 달하여 이 지역의 피해가 어느 지역보다 큰 것을 알 수 있다. 태풍 루사 외에도 8월 4일부터 11일까지의 집중호우로 9,000억원 이상의 피해를 입었는데, 2002년도는 홍수피해 규모가

가장 큰 해로 기록될 수 있을 것이다.

표 4. 역대 집중호우 및 태풍피해 현황

| 연도 | 2002 | 1998 | 1999 | 2002 | 1990 | 1987 | 1995 | |
|-------------|----------------|-------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------|-------------|
| 피해원인 | 태풍 8.30~9.1 | 집중호우 7.31~8.18 | 집중호우/태풍 7.23~8.4 | 집중호우 8.4~8.11 | 집중호우 9.9~9.12 | 태풍 7.15~7.16 | 집중호우/태풍 8.19~8.30 | |
| 피해지역 | 전국 | 전국 | 전국 | 전국 | 중부 | 남부, 동해안 | 중부 | |
| 이재민(인) | 63,085 | 24,531 | 25,327 | 8,107 | 187,265 | 99,498 | 24,146 | |
| 사망/실종(인) | 246 | 324 | 67 | 23 | 179 | 345 | 65 | |
| 건물(동) | 35,196 | 2,793 | 2,373 | 15,906 | 47,000 | 9,364 | 11,068 | |
| 농경지(ha) | 17,749 | 7,888 | 3,879 | 2,172 | 7,796 | 9,669 | 6,433 | |
| 농작물(ha) | 231,847 | 78,079 | 190,518 | 30,367 | 47,088 | 171,910 | 78,592 | |
| 피해액 (천원) | 2000기준 | - | 1,246,819,091 | 1,070,442,512 | - | 730,622,313 | 596,572,769 | 548,414,963 |
| | 당해년도 | 5,147,917,215 | 1,247,817,345 | 1,049,042,054 | 918,131,949 | 520,320,144 | 391,297,894 | 456,252,049 |
| 피해액 순위 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |

3.2 강원도 지방 홍수 피해

강원도 영동 지역은 이번 태풍 루사에 의한 집중호우로 매우 극심한 피해가 발생하였다. 양양, 강릉, 동해, 삼척 등의 지역에서 피해가 크게 있었다. 이들 피해의 유형은 크게 내수침수, 교량붕괴, 제방범람, 저수지 붕괴, 도로 유실, 산사태 등으로 구분할 수 있으며 이를 중심으로 소개한다. 이들 지역의 자세한 피해내용은 홍수피해 종합보고서(한국수자원학회, 2002; 한국건설기술연구원, 2002)에 수록되어 있다.

3.2.1 내수 침수

대부분의 도시 홍수에서 발생하는 문제이지만, 홍수시 외수(하천수위)의 상승으로 도심지 저지대의 자연배수가 원활하지 못하게 되고, 배수범프장의 작동이 제대로 되지 않은 경우 저지대의 침수가 시작된다. 이러한 피해는 강릉시, 동해시, 삼척시 등 대부분의 시가지에서 발생하였다.



사진 1. 강릉시 시가지 침수(조선일보)



사진 2. 동해시 도시 소하천의 범람 지역

3.2.2 교량 붕괴

하천 상류의 산지에서 발생한 산사태로 토사 및 잡목과 같은 부유물질이 하류로 떠내려와 홍수피해를 가중시켰다. 교량 등에 걸려서 통수단면을 축소하고, 하중의 증가와 함께 하천의 수위를 상승시켜 교량과 제방이 파괴되는 원인을 제공하게 되었다.



사진 3. 강릉시 왕산면 도마리 세재교



사진 4. 삼척시 신기3교 철교의 유실

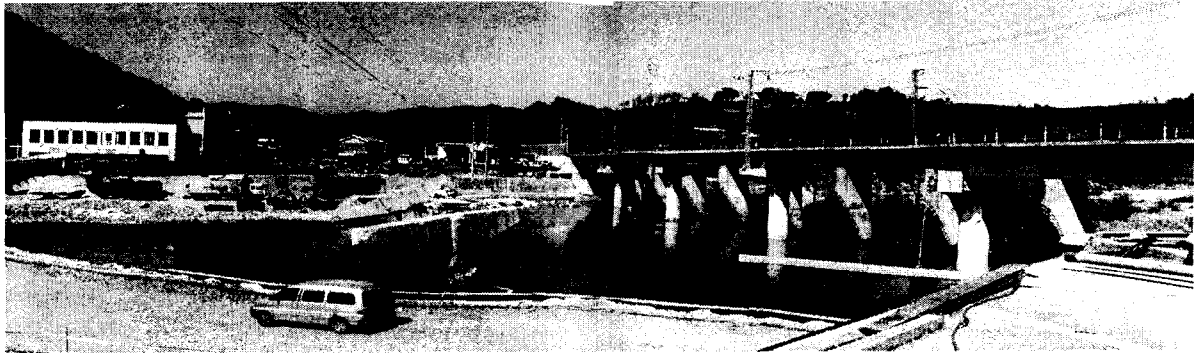


사진 5. 삼척시 미로면 미로1교 교량 유실

3.2.3 제방 범람

직강화한 하천은 이번 집중호우로 원래의 자연하천 모습을 찾아 물길을 돌렸다. 인위적으로 하천을 직선으로 하여 홍수터를 농경지 등으로 개발하였지만 대홍수 앞에는 무기력하였으며, 향후 하천정비와 홍수관리의 방향점을 암시하고 있다.



사진 6. 유실된 하천제방(고성군, 강원도민일보)



사진 7. 토사로 매몰된 농경지(양양군 서면)

3.2.4 저수지 붕괴

이번 집중호우로 많은 수의 농업용 저수지가 붕괴되고 일부 제방이 유실되거나 위험수준에 도달하기도 하였다. 강릉시에 소재한 강릉저수지(오봉댐)의 월류 직전까지 수위가 상승하여 주민대피령이 발령되기도 하였다. 관리자에 의하면 만수위 118,5m를 넘어 9월 1일 00:00에는 최고수위 120.2m를 기록하였다고 하며, 강릉시 저지대의 전주민에 대한 대피령이 발령되었다고 한다. 인근에 소재한 장현저수지는 여수로와 제방 일부가 유실되어 하류지역에 큰 피해를 입혔다.

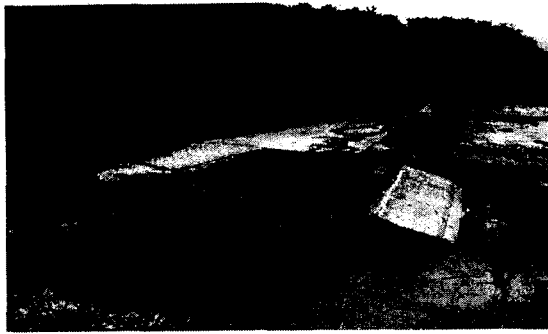


사진 8. 장현 저수지 여수로 손상



사진 9. 동막저수지 붕괴 전경

3.2.5 도로 유실 및 산사태

영동지역 곳곳의 국도와 지방도가 유실되었다. 영동지역은 산지가 많은 지형이기 때문에 산사면을 절개하거나 하천변에 접하여 도로를 건설할 수 밖에 없었다. 하천변에 접하거나 원래의 하천을 잠식하여 설치된 도로는 거의 예외없이 유실되었으며, 산사태로 인한 도로의 매몰도 상당수가 있었다. 특히 영동지역은 과거 몇 차례의 대규모 산불 피해를 입었던 지역이라서, 더욱 산사태의 피해가 크게 있었다.



사진 10. 양양군 원일전리 59번 국도 유실



사진 11. 산불지역의 산사태(동해시, 조선일보)

4. 역사 속의 태풍 및 홍수 기록

4.1 태풍기록

삼국사기, 고려사 및 조선왕조실록에는 과거의 기상이변이나 자연재해에 대해서도 상세하게 기록을 하고 있다. 이들 역사서에 수록된 태풍과 홍수의 역사를 살펴보는 것도 현재의 자연재해를 이해하는데 도움이 될 수 있다는 생각으로 몇 가지 기록들을 조사하여 소개한다.

4.1.1 삼국시대

삼국사기에 수록된 태풍의 기록은 총 9건으로써, 신라가 6회, 고구려가 3회 이었다. 최초의 기록은 고구려에서 볼 수 있는데, 고구려의 모본왕 2년(서기 49) 3월에 폭풍으로 나무가 뽑혔다고 하였다. 신라의 기록도 역시 폭풍이 불어서 나무가 뽑혔다는 내용이 대부분이며, 발생한 시기를 보면 2월에 1회, 3월에 3회, 4월에 4회, 7월에 1회 등이다.

4.1.2 고려시대

고려사의 태풍에 대한 기록은 태조(918~943)부터 공양왕(1389~1392)까지 총 139회로 조사되었다. 이들 내용도 삼국사기와 비슷한 수준이었는데, 바람이 불어서 나무가 뽑혔거나 기와를 날렸다는 정도뿐이었다.

4.1.3 조선시대

조선왕조실록과 고종순종실록에서 찾아본 태풍 기록은 모두 177건이나 되었다. 이들을 왕대별로 살펴보면 명종(1545~1567) 대에 29회로 가장 많았고, 정종, 문종, 단종, 예종, 경종, 철종 대에는 기록이 없었다.

조선시대의 왕대별로는 재위기간이 크게 차이가 나기 때문에 왕대별 태풍 발생 기록수를 왕의 재위기간으로 나누어 재위 1년 동안에 발생한 폭풍 기록건수를 비교하여 보았다. 그림 8에서 보듯이 태조, 명종, 성종, 태종, 현종 때에 폭풍 기록이 많이 있는 것을 알 수 있다. 순종 대에도 3건의 태풍 기록이 있지만, 법령 반포에 대한 기록이 2건이 포함되어 있다.

한편, 월별 기록건수를 살펴보면 그림 10과 같다. 삼국사기와 고려사에 수록된 태풍 기록건수도 같이 비교하였다. 일년 내내 폭풍이 발생한 것으로 보아서, 기록된 태풍 관련 내용들이 모두 현재와 같은 태풍이 아닌 것을 알 수 있다. 다만, 고려사와 조선왕조실록에서는 6월부터 9월까지의 기록건수가 고려사의 경우는 65건(42%), 조선왕조실록은 110건(62%)으로서 비교적 많은 기록을 보이고 있어, 과거에도 이 기간동안 태풍이 자주 발생하지 않았나 미루어 짐작할 뿐이다.

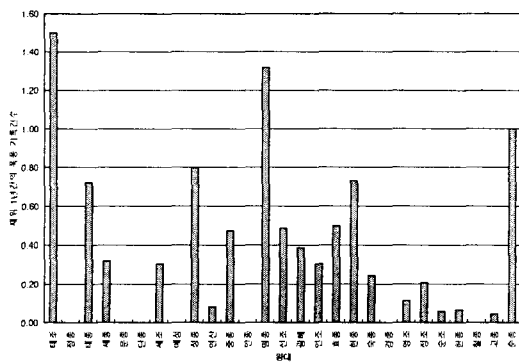


그림 9. 조선시대 왕대별 재위 1년 동안의 폭풍 기록건수

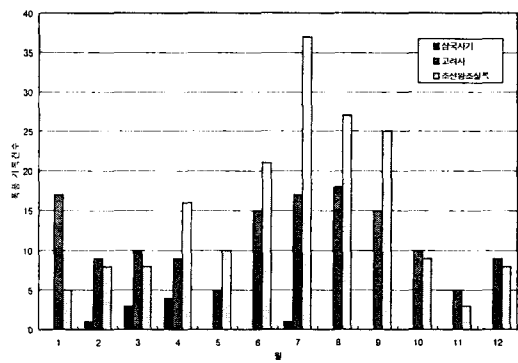


그림 10. 역사서에 수록된 월별 폭풍 기록건수

4.2 강원도 지방 홍수 기록

조선왕조실록에 수록된 강원도 지역의 홍수 기록은 총 36건으로 조사되었다(그림 12 참조). 최초의 기록

은 태종 7년(05/5/27(경진), 서기 1407/07/11)에 강원도 평창군에 물이 넘쳐서 민가 30여 호가 표몰(漂沒) 하였다는 기록이었다. 마지막 기록은 정조 20년(20/06/10(갑신), 1796/07/14)에 기록된 강원도 금강산의 표층사의 건물이 유실되어 복원하라는 내용의 기록이 있다.

여러 번의 홍수 피해 기록 중에서도 선조 38년 7월에 발생한 홍수 피해는 이번 태풍 루사와 발생 시기와 피해 지역 및 피해 규모가 유사한 점이 많이 있고, 실록에 기록된 강원도 지역의 홍수 피해중 최대의 피해가 있었음을 기록하고 있다. 지역별 피해 상황과 당시 정황을 상세하게 기록하고 있다.

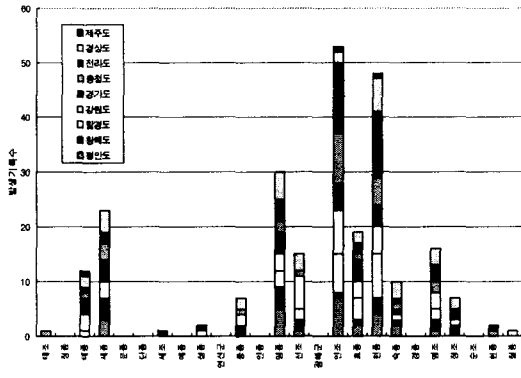


그림 11. 조선시대의 홍수기록 건수(연도별)

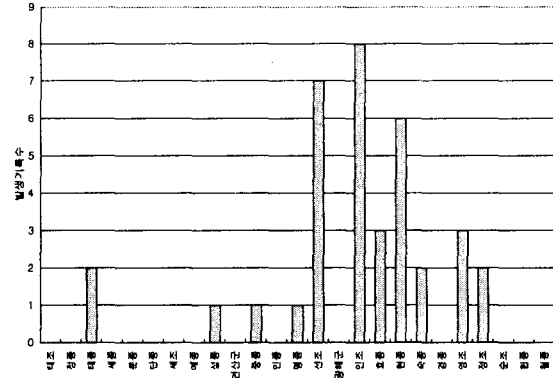


그림 12. 강원도 지역의 홍수 발생 기록

4.2.1 400년전의 강원도 지역 홍수 피해

1) 발생일 : 선조 38년 7월 17일(1605/08/31) ~ 7월 20일(1605/09/03)

2) 피해 지역 : 춘천, 인제, 원주, 평창, 영월, 정선, 강릉, 양양 등

3) 피해 상황 종합

- 7월 17일(1605/08/31)부터 동풍이 매일같이 크게 불더니,
- 갑자기 큰 홍수가 저 객사와 관청, 군기(軍器)·창곡(倉穀)을 휩쓸어 버렸고,
- 크개는 사찰과 작개는 촌락이 물이 지나친 곳은 모조리 쓸려나갔으며,
- 우마(牛馬)와 가재 도구도 남김없이 모두 익사하거나 떠내려 갔다.
- 50~60년이래 경진년¹⁾의 수재가 크다고 하였으나 지금과 같지는 않았다.

4) 지역별 피해 내용

○ 영월

- 이 달 17일(1605/08/31)부터 비가 오락가락 하였다.
- 동풍이 연일 사납게 불었다.
- 22일(1605/09/05) 다시 큰비가 억수 같이 퍼붓고 바람이 거세지더니,
- 인가가 3백 39채나 떠내려갔다.
- 영월은 상류에서부터 물이 모두 범람하여 횡류하는 재변이 있었다.
- 백 년 묵은 1천 장(章)²⁾이나 되는 거목(巨木)이 뿌리째 뽑혀 떠내려갔다.
- 암석도 무너져 내렸다.
- 시내가 범람하여 떠내려 간 논밭을 이루 헤아리기가 어렵습니다.
- 불시에 고을을 덮쳐 관사(官舍)·군기(軍器) 및 공해(公力) 등 여러 채가 일시에 침수되었고 군수는

1) 선조 13년(1580), 실록에서 홍수 기록은 찾아볼 수 없었다.

2) 장(丈)은 10자(尺)으로 약 3.03m인데 본 문의 장(章)은 얼마인지 확인이 어렵다.

간신히 피신하였다.

- 관사의 상방(上房)과 동루(東樓)만 겨우 남아 있고 다른 대소 공해는 유실되었다.
- 소·말·개·닭 등은 대부분 익사하였다.
- 곡식과 나무는 뿌리채 뽑히거나 말라붙어 완전히 백사장이 되었다.

○ 강릉

- 강릉도 공사(公私) 가옥이 모두 떠내려가거나 물에 잠겼고
- 사람도 1백여 명이나 익사하였다.
- 남대천(南大川)³⁾이 넘쳐서 나무가 뽑히고 집이 부서지니 일시에 떠내려가 처자와 형제 등 일가족이 줄줄이 비끄러맨 채 죽기도 하였다.
- 전답은 천여 석 지기가 모래에 뒤덮였고,
- 가옥은 크고 작은 것을 가릴 것 없이 모두 침수되었다.
- 대관령에서 해변까지 기름진 넓은 벌판에는 까마득히 백사(白沙)로 덮혔다.
- 익사한 우마가 부지기수였다.

○ 양양

- 백여호의 대소 인가가 재산과 가축이 일시에 물에 잠기고
- 사람들이 물에 빠져 죽었다.
- 부모와 자녀, 또는 부부 형제 온 가족이 물에 빠지거나 산사태에 압사하였다.

○ 금성, 간성, 평강, 홍천, 양구, 철원도 수재 피해가 극심하였다.

5) 피해 복구 및 지원 내용

○ 8월 15일(정사, 1605/09/27)의 기록을 보면 전라도·충청도의 곡식을 실어다가 풍수재를 당한 타도를 구제하자고 하였다. 충청좌도와 강원도는 서로 인접해 있으니, 충주의 수로로 원주에 운송해서 강원도의 재해가 심한 곳에 나누어주도록 하였다.

○ 8월 21일(계해, 1605/10/03)의 기록에는 강원도의 수재로 인해 사망한 자들에게 국가에서 제사를 지내 주는 것을 허락한다고 하였다.

5. 요약 및 제언

이번 홍수의 직접적인 원인은 무엇보다도 계획홍수 이상의 큰 홍수가 발생하였기 때문이다. 영동지역의 대부분의 하천은 지방하천으로 구분되어 하천정비기본계획에 따르면 100년 또는 50년 빈도를 기준으로 하천을 개수하였다. 그러나 이번 태풍으로 인해 발생한 집중호우는 200년 빈도 이상을 기록하였고 곳에 따라서는 거의 가능최대강수량(PMP)에 육박하는 수준이었다. 따라서 제방 등 수공구조물의 설계빈도보다 매우 큰 홍수가 발생하여 하천 주변 지역이 침수되는 등의 피해가 발생하였다고 볼 수 있다.

이러한 자연재해는 또 다시 찾아 올 것이다. 자연재해를 항구적으로 막을 방법은 없다. 단지, 피해를 줄이기 위하여 준비를 할 수 있을 뿐이다. 다가올 홍수재해의 피해를 줄이기 위하여 다음과 같은 사항들을 대비하여야 할 것이다.

3) 물이 넘치는 것을 막기 위해 냇가에 나무를 심고 제방을 튼튼히 쌓았는데, 본부(本府)가 설립된 이후 남문(南門) 밖에서 관노비(官奴婢) 1백여 호와 기타 백성들의 사노비(私奴婢)가 많이 살고 있었다.

5.1 수문관측시설의 강화

이번 집중호우로 발생한 홍수에 대한 분석을 수행하고 당시의 상황에 대해 보다 명확하게 규명하기 위해서 기본적으로 갖추어져야 할 것은 신뢰도 높은 수문관측자료이다. 영동지역의 수문관측은 타 수계보다 특히 열악한 형편이다. 이 지역에 위치하는 주요 하천들에 대해서도 추가적으로 수위관측소와 우량관측소를 설치·운영하여 수문현상을 모니터링할 수 있도록 하여야 한다.

5.2 하천정비 개념의 전환 및 방법의 개선

하천을 직선화하거나 제방 축조를 통해 홍수터의 기능을 상실하게 하는 등 지금까지의 하천정비 개념을 전환하여 홍수시 흐름특성을 고려하고, 홍수터를 살려야할 필요가 있는 지역은 자연상태 그대로 이들 지역을 유지할 수 있도록 그 개념의 전환과 방법의 개선이 필요하다.

5.3 유역관리의 강화

홍수에 대비하여 하천 주변 지역만을 정비하는 하천정비뿐만 아니라 유역을 종합적으로 관리할 수 있는 유역 단위의 종합적인 치수계획을 수립하여 시행함으로써 홍수피해를 저감시키고 설계를 초과하는 홍수에 대한 대응능력을 강화할 필요가 있다.

5.4 비구조적 대책 추진

각종 치수계획을 효율적인 수립하고 이를 적극적으로 시행하기 위해서는 홍수예경보시스템, 재해대응관리시스템, 치수방재 조직체계의 개선, 홍수조사/관리연구사업 등과 같은 비구조적인 대책이 병행되어 시행되어야 할 것이다.

참고문헌

김남원·원유승(2002), 2002년 강우특성 분석, 2002년 홍수피해 종합 조사보고서, 한국수자원학회, 2002.10

김양수(2002), 2002년도 전국 홍수피해 총괄, 2002년 홍수피해 종합 조사보고서, 한국수자원학회, 2002.10

김현준(1999), 조선시대 홍수기록 조사, 한국건설기술연구원, 1999.12

김현준(2002), 한반도의 태풍 역사 소고, 방재정보, 제11호, 2002.9

김현준(2002), 조선왕조실록에 수록된 강원도 지방 홍수 피해, 토목, 제50권 제10호, 2002.10

김현준·장철희(2002), 삼척지방 홍수피해 조사 출장 복명서, 한국건설기술연구원, 2002.9

김형섭·김충수·신병철(2002), 강릉지방 홍수피해 조사 출장 복명서, 한국건설기술연구원, 2002.9

정성원·문장원(2002), 양양지방 홍수피해 조사 출장 복명서, 한국건설기술연구원, 2002.9