

2011년 7월말 집중호우의 홍수특성 분석



윤 광 석 >>>

한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실
연구위원
ksyoon@kict.re.kr



서 린 >>>

한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실
석사후연구원
seolynn@kict.re.kr



박 상 진 >>>

한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실
석사후연구원
yaaho1@kict.re.kr

1. 서론

기상청 자료에 의하면 2011년 7월 26일부터 7월 29일까지 동두천 679.5mm, 서울 595.0mm, 춘천 555.5mm, 문산 494.0mm 등 서울, 경기, 강원영서를 중심으로 500mm 안팎의 많은 비가 내렸다. 서울, 경기 및 강원영서 지방은 1월 1일 이후 7월말까지의 강수량이 평년(1981~2010) 연 강수량의 115~125% 가량 내렸으며, 특히 7월 26일 이후 강수량은 평년 연강수량의 30~45%를 차지하였다. 이번 집중호우는 북동쪽 사할린 부근에 위치한 저지고기압

이 기압계의 흐름을 정체시키고, 강한 남서풍을 타고 유입된 따뜻하고 습한 공기가 건조한 여름철 대기에 부딪치면서 대기불안정 현상이 지속되어 강수가 좁은 지역에 집중되었다.

이번 집중호우로 인하여 강변북로, 올림픽대로가 침수되어 일부 구간이 통제되었다. 잠수교도 보행자와 차량 통행이 통제되었으며, 반포공원, 여의도생강 생태공원 등 한강 시민공원 12곳이 일시 폐쇄되었다. 동두천의 신천 일대와 경안천 지류인 목현천 주변이 침수되는 피해를 입었고, 곤지암천은 제방이 월류되어 범람피해가 발생하였다. 이처럼 수도권을 포함한 한강 유역의 홍수피해 원인을 분석하기 위한 기초자료로서 홍수특성을 분석하여 제공하고자 한다.

2. 홍수예보 발령현황

이번 집중호우로 인하여 임진강 유역을 포함한 한강 유역에서는 12차례의 홍수예보가 발령되었다. 표 1에 보인 바와 같이 7월 26일 18:50에 왕숙천 퇴계원 지점의 홍수주위보 발령을 시작으로 중랑천, 탄천, 한탄강 등 지류에서 홍수주의보 및 경보가 발령되었고, 한강과 임진강 본류에서도 홍수주위보가 발령되었다. 특히, 왕숙천과 한탄강은 한차례씩 홍수경보로 변경 발령되었다. 홍수예보 발령상황으로만 보면, 이번 집중호우가 국지적으로 발생했으며 중소 규모의 지류하천에서 유출이 많았음을 알 수 있다. 그림 1은 이번 집중호우로 홍수예보가 발령된 지점의 위치이다.

표 1. 홍수예보 발령상황

지점	발령일시	발령내용
왕숙천 퇴계원	2011-07-26 18:50	주의보 발령
중랑천 중랑교	2011-07-26 19:10	주의보 발령
왕숙천 퇴계원	2011-07-27 03:00	주의보 발령
왕숙천 퇴계원	2011-07-27 03:50	경보 변경발령
탄천 성남	2011-07-27 06:00	주의보 발령
중랑천 중랑교	2011-07-27 08:30	주의보 발령
왕숙천 퇴계원	2011-07-27 10:30	주의보 변경발령
한탄강 전곡	2011-07-27 20:00	주의보 발령
한탄강 전곡	2011-07-27 20:40	경보 변경발령
임진강 적성	2011-07-27 21:30	주의보 발령
한강 한강대교	2011-07-28 02:00	주의보 발령
한탄강 전곡	2011-07-28 06:30	주의보 변경발령



그림 1. 홍수예보 발령 지점 위치도

3. 유출량 및 댐방류량 현황

2011년 7월 25일부터 31일까지의 호우기간 동안 발생한 홍수피해의 원인을 분석하기 위해 한강 수계 댐의 방류량 및 주요 지점의 유량을 살펴보았다. 한강 중류 및 하류의 예보 지점인 여주 지점과 한강대교, 여주 지점과 한강대교 지점의 유량에 큰 영향을 미치는 충주댐과 팔당댐의 유량 수문곡선을 분석하였다. 또한, 한강 지류 중 이번 호우기간 동안 홍수예보가 발령된 왕숙천의 퇴계원 지점, 탄천의 성남 지점,

표 2. 한강 수계 댐의 침투방류량 및 침투유량

하천명	지점	침투방류량 및 침투유량(m ³ /s)	발생시간
한 강	충주댐	762	7월 27일 17:10
	충주조정지	1,252	7월 30일 07:40
	여주	2,691	7월 27일 17:10
	팔당댐	17,940	7월 28일 02:20
	한강대교	21,023	7월 28일 05:20
왕숙천	퇴계원	1,292	7월 27일 04:10
탄천	성남	1,836	7월 27일 07:10
중랑천	중랑교	1,343	7월 26일 20:00

중랑천의 중랑교 지점의 유량도 살펴보았다.

표 2에 분석 대상 지점의 침투방류량 및 침투유량 그리고 각각의 발생시간을 나타내었다. 표에 나타난 바와 같이 여주 지점의 침투유량은 2,691m³/s이고, 한강대교 지점의 침투유량은 21,023m³/s로서 여주 지점과 한강대교 지점 사이에서 유출이 집중되었다는 것을 알 수 있다.

그림 2와 3은 충주댐과 충주조정지댐의 방류량을 도시한 것이며, 그림 4는 여주 지점의 관측유량을 도시한 것이다. 충주댐은 7월 27일 17시를 기하여 방류량이 762m³/s로 증가한 이후 호우기간 내내 동일 방류량을 유지한 것으로 나타났고, 충주조정지댐의 경우 충주댐과 같은 시기에 방류량을 증가시킨 후 비슷한 수준의 방류량을 유지시켰다. 여주 지점은 충주댐이 침투방류량을 기록한 7월 27일 17시에 침투유량을 기록한 후 유량이 완만히 감소된 것으로 나타났다.

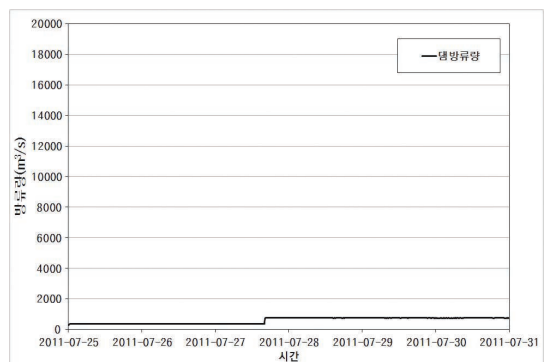


그림 2. 충주댐 방류량

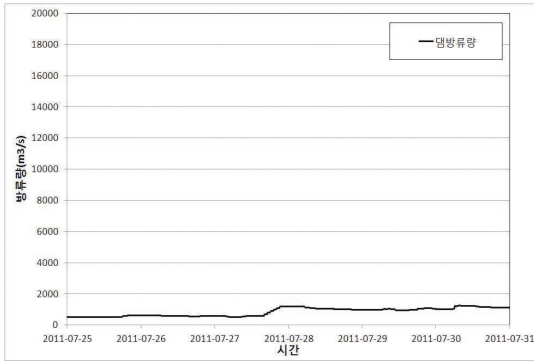


그림 3. 충주조정지댐 방류량

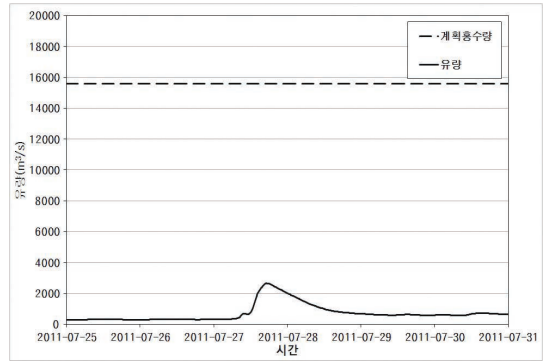


그림 4. 여주 지점 관측유량

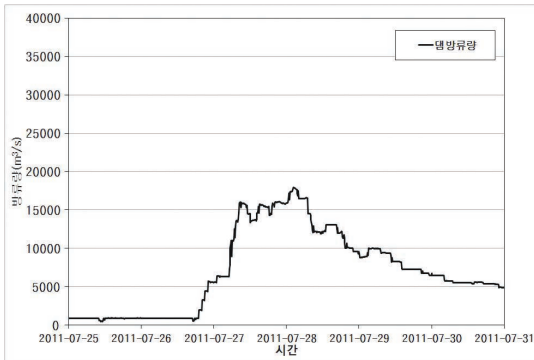


그림 5. 팔당댐 방류량

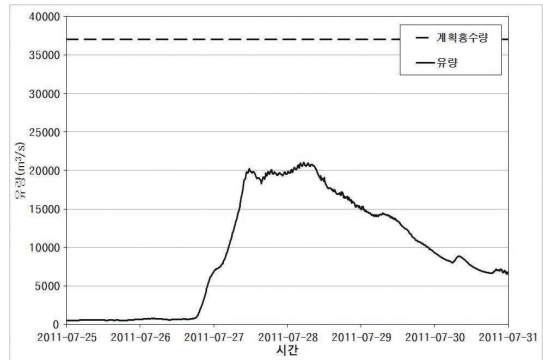


그림 6. 한강대교 지점 관측유량

그림 5와 6은 각 각 팔당댐의 방류량과 한강대교 지점의 관측유량을 도시한 것이다. 팔당댐의 침투방류량은 7월 28일 2시 20분에 기록되었으며, 7월 27일 9시부터 7월 28일 9시까지 침투방류량에 가까운 유량이 방류되었다. 이 기간 동안 한강대교 지점 역시 침투유량에 가까운 유량이 방류되었다.

한편, 이번 집중호우기간 동안 한강대교 지점의 침투유량은 21,023m³/s이다. 홍수예보가 발령된 왕숙천의 퇴계원 지점, 탄천의 성남 지점, 중랑천의 중랑교 지점의 침투유량 합이 4,471m³/s인 반면, 팔당댐의 침투방류량은 17,940m³/s로서, 팔당댐 방류량이 한강 하류 홍수량의 대부분을 차지하였다.

4. 홍수위 특성

2011년 7월말 수문사상에 따른 한강 수계 수위관

측소 수위 현황은 표 3과 같고, 한강 중류의 예보 지점인 여주와 한강 하류의 예보 지점인 한강대교의 수위 수문곡선을 그림 7과 8에 나타내었다. 여주 지점

표 3. 한강 수계 수위관측소 수위 현황 (단위 : EL.m)

하천	지점	침투 수위	주의보 수위	경보 수위	계획 홍수위
한강 중류	강천	41.44	-	-	49.89
	우만	40.10	-	-	48.12
	여주	36.06	40.03	42.03	43.54
	이포	31.20	-	-	37.85
	양평	28.11	-	-	34.58
한강 하류	팔당대교	15.32	-	-	21.09
	잠수교	10.96	-	-	15.64
	한강대교	10.58	10.57	12.57	14.81
	행주대교	9.20	-	-	11.52
왕숙천	퇴계원	25.21	24.35	25.35	25.92
탄천성남		15.69	15.06	16.56	18.01
중랑천	중랑교	14.38	14.16	15.66	15.99

※자료출처 : 한강홍수통제소 홈페이지(www.hrfco.go.kr)

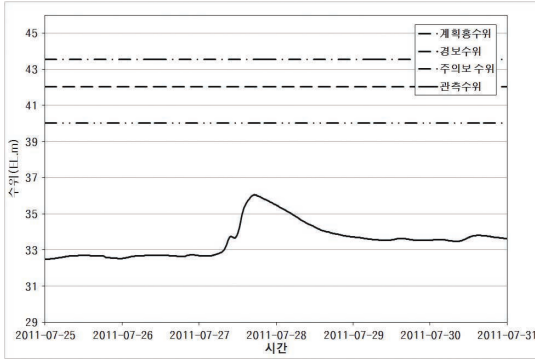


그림 7. 여주 지점 관측수위

은 침두수위가 주의보수위보다 4m 정도 낮았으며, 한강대교 지점은 팔당댐의 방류량이 크게 증가한 27일 오전부터 높은 수위를 기록하다가 28일 2시에 주의보수위를 초과하였다.

그림 9~11은 홍수예보가 발령되었던 왕숙천, 탄천, 중랑천 등 한강 지류의 수위수문곡선을 나타낸 것이다. 3개 지류 모두 7월 26일 저녁을 기해 주의보

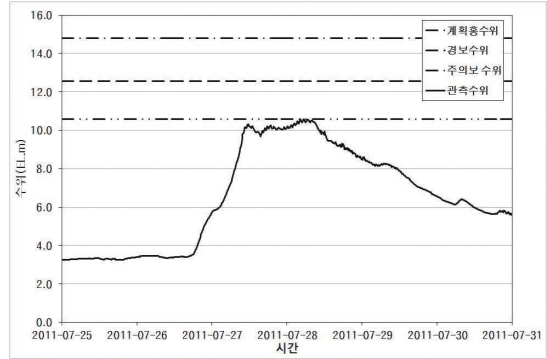


그림 8. 한강대교 지점 관측수위

수위를 넘고 있으며, 28일까지 수위가 상승 및 하강을 반복하였다.

그림 12는 한강 본류 수위관측소 지점의 수위변화를 나타낸 것이다. 한강 본류에 위치한 5개 지점은 7월 25일 16시~18시에 침두수위를 기록한 후 수위가 하강하는 것을 알 수 있다. 하지만 한강 하류인 팔당대교, 잠수교, 한강대교, 행주대교는 7월 27일 오전

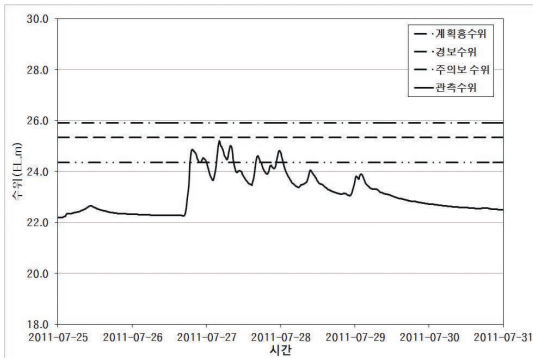


그림 9. 퇴계원 지점 관측수위

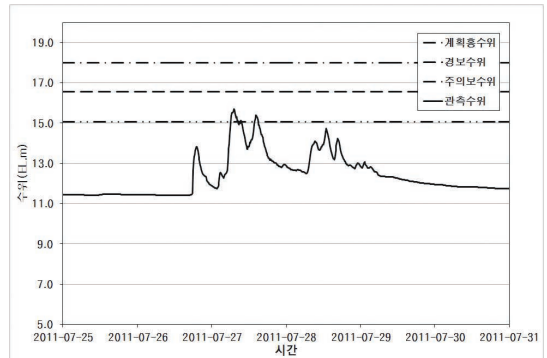


그림 10. 성남 지점 관측수위

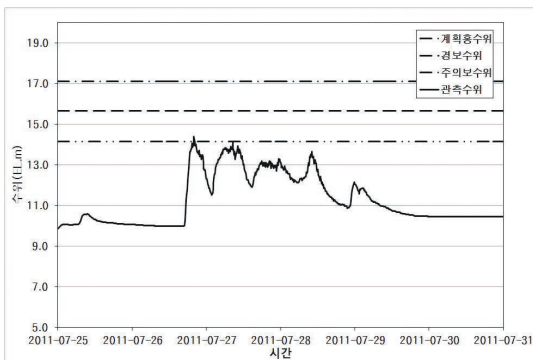


그림 11. 중랑교 지점 관측수위

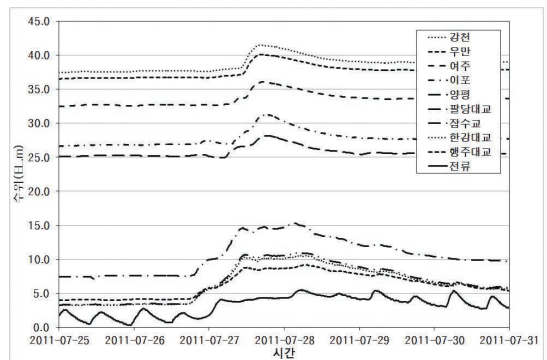


그림 12. 한강 본류 지점의 수위변화

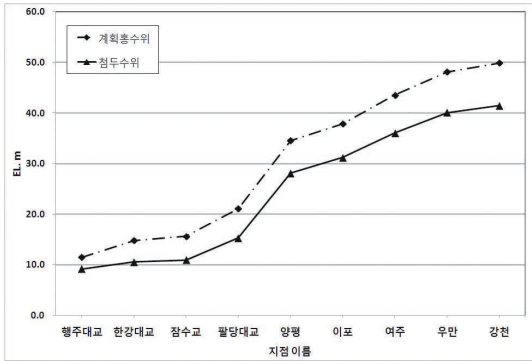


그림 13. 한강 본류 지점의 수위 현황

부터 7월 28일 오전까지 수위가 떨어지지 않고, 침두수위에 가까운 높은 수위를 유지하다가 수위가 하강하였다. 이 기간 동안에 올림픽대로, 강변북로, 한강시민공원이 침수되었다.

여기서 주목할 만한 점은 한강 하류 구간이 중류 구간에 비해 수문곡선의 상승부가 더 일찍 나타나는 점이다. 이는 강우가 하류 구간에 집중되었음을 의미한다. 또한, 왕숙천, 탄천 및 중랑천이 한강 하류 구간의 지류인 점을 고려하면 한강 하류의 수위 상승에 3개 지류가 영향을 준 것으로 판단할 수 있다.

그림 13은 한강 본류 수위관측소 지점의 계획홍수위와 수위관측소 지점의 침두수위를 나타낸 것이다. 그림의 우측에 표시된 한강 중류 5개 지점은 침두수위와 계획홍수위의 차이가 비교적 커서, 이번 홍수 기간동안 유출이 크지 않았음을 알 수 있으며, 하류로 갈수록 침두수위와 계획홍수위의 차이가 적어지는 것으로도 이번 호우가 한강 하류에 집중되었다는 것을 설명할 수 있다.

5. 경안천 및 인근 관측소 수위 검토

이번 집중호우로 인해 발생한 근지암천의 범람피해를 분석하기 위해 팔당호 인근 지점의 수위 현황을 검토하였다. 그림 14는 팔당호 인근의 수위관측소 위치를 나타낸 것이다. 팔당호 인근 침두수위 및 계획홍수위는 표 4와 같다. 도평 지점은 7월 17일 13시경



그림 14. 팔당호 인근의 수위관측소 위치

수위가 수위계의 측정가능수위를 초과하여 일정시간 동안 수위가 표시되지 않았다. 표 4에 보인 바와 같이 근지암천 도평 지점의 침두수위는 43.35EL.m로서 계획홍수위인 42.87EL.m를 초과한 것으로 나타났다.

그림 15는 5개 지점 수위수문곡선을 나타낸 것으로 수문곡선만으로 판단할 때 근지암천의 도평 지점은 경안천 수위의 영향을 받지 않은 것으로 판단되

표 4. 팔당호 인근 지점의 수위 현황 (단위 : EL.m)

하천	지점	침두수위	계획홍수위
근지암	천도평	43.35	42.87
경안천	경안	40.52	51.89
	광동	26.32	50.50
한강	양평	28.11	34.85
	팔당댐	25.20	27.00

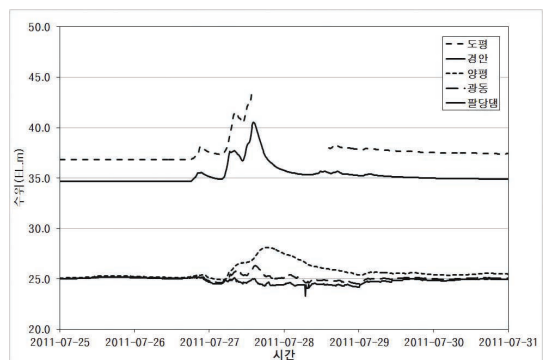


그림 15. 팔당호 인근 지점의 관측수위

나, 합류부의 수위 상승 영향에 대해서는 보다 면밀한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

6. 결론

2011년 7월 26일부터 7월 29일까지 서울, 경기, 강원영서를 중심으로 500mm 안팎의 많은 비가 내렸다. 이번 집중호우로 인하여 한강 유역에서는 총 12차례의 홍수예보가 발령되었고, 이 중 11차례가 지류하천에서 발령되어, 중소 규모의 지류하천에서 유출이 많았음을 알 수 있었다.

한강 수계 댐의 방류량 및 주요 지점의 유량을 검토한 결과, 한강 하류의 홍수량은 여주 지점과 한강 대교 지점 사이의 구간에서 유출이 집중된 것으로 파

악되었다. 한강 본류의 홍수위 특성 파악을 위하여 한강 본류 수위관측소 10개 지점의 수위수문곡선을 분석한 결과, 한강 하류 구간의 수위수문곡선 상승부가 한강 중류 구간보다 더 빨리 나타났는데, 이러한 현상도 강우가 일부 구간에 집중되었음을 의미한다.

이번 홍수에서 특징적인 사항은 전술한 바와 같이 지류의 홍수량이 계획규모를 초과하거나 주의보 및 경보수위를 넘는 경우가 많았다는 점이다. 따라서, 향후 하천기본계획 수립시 국지적인 집중호우에 의한 지류하천의 홍수량 증가를 반영할 수 있는 방안을 고려해야 할 것으로 판단된다. 또한, 강우가 하류 유역에 집중되는 경우, 상류에서 유하하는 홍수량과 중첩되어 첨두수위 규모의 수위가 지속되는 시간이 길어질 수 있으므로 이에 대해서도 검토가 필요할 것으로 사료된다. 🌊

참고문헌

1. 건설교통부(2001), 경안천수계하천정비기본계획 보고서
2. 건설교통부(2001), 곤지암천수계하천정비기본계획 보고서
3. 건설교통부(2002), 한강하천정비기본계획(보완)(팔당댐~하구) 보고서
4. 건설교통부(2009), 한강하천정비기본계획(보완)(팔당댐~충주댐 구간) 보고서
5. 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr)
6. 한강홍수통제소 홈페이지(www.hrfco.go.kr)