

화포천 유역의 천변저류지 조성을 통한 홍수 저감효과 분석

The Reducing Effects Analysis of Floods through Washland Construction in Hwapocheon Basin

정영원*, 김영도**, 박재현***, 윤병만***

Young Won Jeong, Young Do Kim, Jae Hyun Park, Byung Man Yoon

Abstract

The disaster with many casualties every year by floods, and the economic loss will occur in Korea. The establishment and the recovery measures are necessary. In this research, we analyzed the effect for reducing flood by making washland in flood season, where is used as the wetland in non-flood season in Hwapocheon basin of Nakdong River, Korea. We prepared drainage of inner basin for flood in the past because the water elevation of Hwapocheon is lower than the water elevation of the Nakdong River. On the other hand, now a days, drainage capacity of the expansion and change of the height of the embankment have limitations, because of the increase in torrential rains. In this study, HEC-RAS is used for the unsteady flow routing for the effectiveness analysis of flood level mitigation in flood season. This analysis was performed according to the scenarios of washland construction location and its scale.

Key words : HEC-RAS, Storage, Unsteady, Over-flow, Washland

요 지

우리나라는 매년 홍수에 의해 엄청난 재난과 인명손실, 경제적 손실 등이 발생하여 이에 대한 대책 수립과 피해 복구에 많은 부담을 가지게 된다. 본 연구에서는 낙동강 유역에 위치한 김해 화포천 유역에 천변 저류지를 조성함으로써 홍수기의 홍수위 저감효과를 분석하고 비홍수기시에는 천변저류지를 습지로 활용하는 방안을 모색하기 위해 수리학적 분석을 실시하였다. 화포천의 경우 과거 홍수에 취약한 지역으로 화포천의 수위가 낙동강 본류의 수위보다 낮아 내수배제 방식으로 홍수를 대비해왔다. 그러나 최근 증가되고 있는 집중호우 등으로 배수 용량 증설과 제방고 변화의 구조적 방안들의 한계점을 나타내고 있다. 따라서 홍수기시 홍수위 저감효과 분석을 위해 HEC-RAS의 부정류 해석을 이용하였다. 천변저류지의 조성은 그 위치와 규모에 따라 HEC-RAS 모형에 시나리오별로 적용하여 홍수위 저감효과를 모의·분석하였다.

핵심용어 : HEC-RAS, 비정상모의, 홍수터, 천변저류지

- * 정회원 · 인제대학교 환경공학부 석사과정 · E-mail : comicfilm@naver.com
- ** 정회원 · 인제대학교 환경공학부 조교수 · E-mail : ydkim@inje.ac.kr
- *** 정회원 · 인제대학교 토목공학과 부교수 · E-mail : jh-park@inje.ac.kr
- *** 정회원 · 명지대학교 토목환경공학과 교수 · E-mail : bmyoon@mju.ac.kr

1. 서론

홍수범람에 의해 발생한 인명피해 및 재산손실과 이를 치유하기 위해 구호 및 복구에 들어가는 노력 등 손해가 가져오는 여러 가지 사회경제적 역기능은 홍수의 특성을 정확하게 이해하고 이를 예방하기 위한 적절한 계획수립 및 시행을 포함하는 과학적인 홍수예방 대책을 통해서만 해결될 수 있다. 이를 위해 구조적으로는 다목적 댐의 건설과 지속적인 하천 개·보수사업의 전개, 수해 상습지등 취약시설의 개선도 필요하며, 비구조적으로는 정확한 홍수 예·경보, 적극적인 홍수터 개발통제, 홍수보험제도 등의 도입도 필요할 것이다. 또한 적극적인 면 개념의 홍수방어를 위한 방안 중 하나인 천변저류지의 도입도 적극적으로 검토되어야 한다. 또한 이들 대책에 대한 정확한 수문학적 분석을 통하여 각 대책들의 홍수방어효과를 평가할 수 있는 기술을 확보하여야 할 것이다. 최근 국내에서는 과거 선진국에서 설치하여 운영 중인 천변저류지의 도입을 검토하고 위치 선정과 효과 분석 등이 이루어지고 있으나, 이들에 대한 많은 연구가 진행되지 않은 상황이다. 특히 강제배수 형태로 운영되는 하천유역에서의 천변저류지의 수문학적 분석은 아직 검토되지 못하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 과거 홍수 피해가 빈번히 발생 하였던 김해 화포천 유역을 대상으로 하여 홍수 위험도를 산정하고 이를 통해 천변 저류지의 홍수조절 기능과 생태적인 기능을 분석하고자 한다. 화포천은 과거 홍수 취약지역으로 수위가 낙동강 본류의 수위보다 낮아 내수 배제의 방식으로 홍수를 대비하여 왔다. 하지만 최근 늘어난 집중호우와 이상기후 등으로 배수 용량 증설과 제방고 상승과 같은 구조적인 방법을 통해 대비하고 있지만, 많은 문제점이 있어 잠재적인 피해 위험에 노출되어 있다. 따라서 김해시 화포천 유역을 연구대상 유역으로 하여 내수배제의 유역에서 천변저류지 설치시 어떠한 문제점이 있으며, 위치에 따라 수문학적으로 어떠한 효과가 있는지를 분석하였고, 이를 위해 과거 홍수 피해가 빈번히 발생 하였던 김해 화포천 유역의 홍수 위험도를 산정하였고, 대비책으로서 천변 저류지 설치를 설정하고 각 경우에 따른 홍수조절특성을 분석하여 내수배제 하천에서 홍수방어를 위해 고려해야 할 조건들을 시나리오화 하여 검토하였다.

2. 화포천 유역의 개요 및 홍수량 산정

화포천은 낙동강의 제1지류로서 표2-1에서 나타난 바와 같이 총 유역면적 134.42km², 유로연장 21.20km인 지방2급 하천이며 본류 외에 8개의 법정하천(지방2급 하천)인 제1지류하천 및 2개의 제2지류하천이 유입되고 있다. 위도상으로 동경 128°43'17" ~ 128°53'58", 북위 35°11'54" ~ 35°21'08" 사이에 위치하고 있으며, 남북 길이 약 19.2km, 동서 길이 약 16.0km로 비교적 남북으로 타원형의 형태를 이루며 남쪽에서 북쪽으로 향해 흐르고 있다

표 1. 유로연장 및 유역면적

하 천	기 점	종 점	유로연장L(km)	유역면적A(km ²)
행정구역	김해시 진례면 신안리	김해시 한림면 금곡리 (낙동강 합류점)	21.20	134.42

유역추적을 위한 소유역은 전체유역에 대해 유역크기 및 하천의 특성을 적절히 고려하여 분할하게 되며, 주로 지천, 본류의 시설물 등을 기준으로 분할하였다. 이러한, 일련의 과정은 HEC-HMS모형을 이용하였으며, 소유역의 유역추적을 위해서는 Clark의 유역추적법에 의한 모의홍수량을 빈도별 홍수량으로 채택하였고, 하도추적에 대해서는 Muskingum방법을 이용하였으며, 인제대학교에서 수행중인 화포천 수위 모니터링 자료를 이용하여 검정 및 검증과정을 거쳐 모형의 정확성을 향상시켰다. 다음에서는 홍수량 산정지점을 화포천 소유역 별로 분류하고 소유역 합류 전,후를 나누어 정리하였다.

3. 천변저류지의 홍수저감 효과 분석

낙동강 유역종합치수계획의 화포천 수해방지대책(안)에서 제시한 홍수조절용 저류지 후보지역을 중심으로 서부농장, 퇴은, 어은, 장재1, 장재2 등 5개 대상지역에 대해 현황측량을 실시하고 나머지 규모가 작거나 화포천 유역의 상류 또는 지류하천에 위치하여 홍수조절효과가 미미할 것으로 판단되는 대상지역에 대해서는 수치지도 및 GIS기법을 이용하여 저류용량 계산하였으며 다음 <표 2>와 같다. 이는 1:5,000 수치지도를 이용하여 작성된 DEM을 이용하였으며 표고 7 m에서의 수위에 따른 저류용량을 분석하였다.

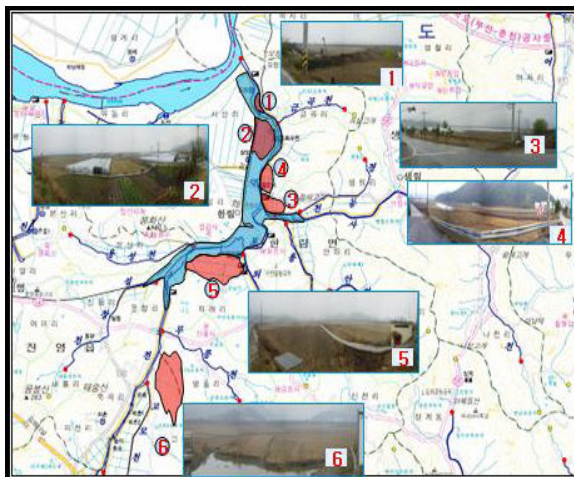


그림 1 천변저류지의 위치

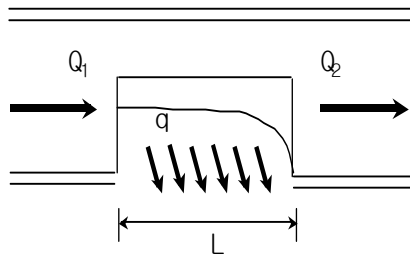
표 2. 천변저류지 용량표고(7 EL.m)

저류지 위치	저류지 크기 (1000m ³)
서부농장(2)	1,639
장재(3,4)	1,838
퇴은(5)	4,058
고모(6)	2000

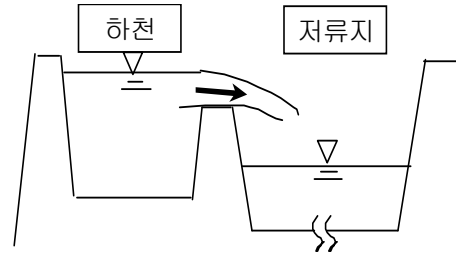
저류지 검토시 저류지의 홍수조절방식은 제방을 따라 설치된 월류언을 가정하여 월류언의 폭과 월류고를 여러 가지 경우로 나누어 분석하였다. 월류고의 경우 인근 하천의 최심표고에서부터 월류고를 증가시켜 가면서 분석하였으며 월류언의 폭은 10 m에서 160 m까지의 범위에서 너비를 변화시켜 가며 분석하였다. 또한 저류지를 복수로 설치하였을 때의 홍수위 저감효과를 분석하였다. 월류언에서의 월류량 관계식은 아래와 같으며, <그림 2>는 월류언을 통한 저류지로의 홍수조절을 모식화한 것이다.

$$Q_w = C L h^{\frac{3}{2}}$$

여기서, Q_w 는 월류량(m³/s), C 는 유량계수, L 는 월류폭(m) 그리고 h 는 월류수심(m)을 뜻한다.



<저류지로의 유량유입(평면도)>



<저류지로의 유량유입(단면도)>

그림 2 월류언을 통한 저류지의 홍수조절

홍수시 저류지 사용 후 다음 홍수대비를 위해 저류지의 하류 쪽에 배수문을 설치하여 조절 저류수량을 배제하도록 하며 짧은 시간 간격을 두는 홍수가 빈번하게 발생할 시에는 홍수조절효과를 극대화하기 위해서 홍수사상 간 짧은 시간 동안 원활한 저류수량 배제를 위해 배수펌프시설을 고려하는 것도 가능하다. 화포천은 고모천 합류점까지 낙동강 외수위 또는 배수문에 의한 배수위 영향이 미치며 중·하류에는 하도습지가 넓게 발달하였다. 특히 설창천 합류 후에서 서부농장 상단까지의 구간에는 최대 하폭 900 m의 습지가 발달되어 있으며 하도경사는 1/2,500 이하로 완만하다. 따라서 저류지가 설치되는 화포천의 하도구간은 배수문의 폐쇄시 전구간이 흐름이 미약한 저수지와 같은 수리특성을 나타내므로, 홍수량만을 토대로 검토대상 저류지의 홍수조절효과를 검토하는 것은 어려우므로, 부정류 해석을 통해 저류지설치에 따른 수위저감효과를 검토하였다.

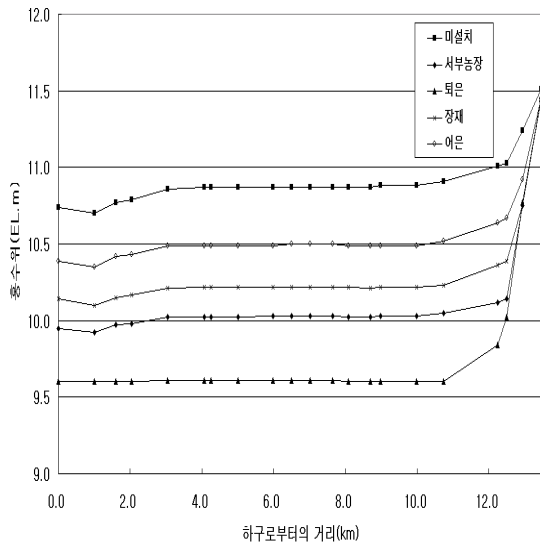


그림 3 저류지 설치에 따른 저류지별 홍수위 조절 효과 (100년 빈도)

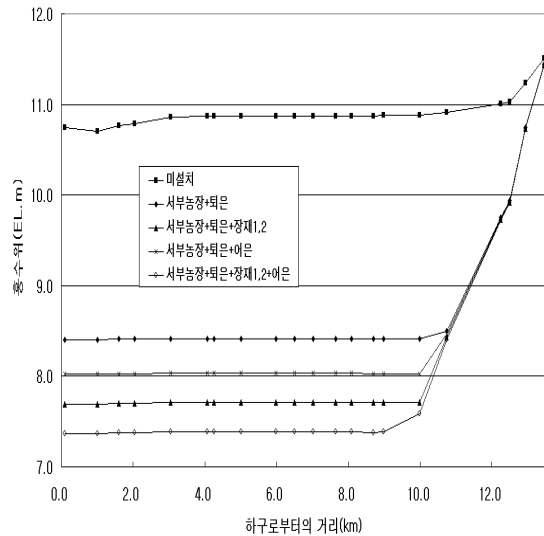


그림 4 저류지 설치 조합에 따른 홍수위 조절 효과 (100년 빈도)

4. 결론

서부농장, 퇴은, 장재1, 2, 어은 저류지 설치 및 설치 조합에 따른 화포천 하구의 홍수위 조절 효과를 분석한 결과 개별 저류지들 중에서는 저류지 규모가 가장 큰 퇴은 저류지가 화포천 하구에서 EL. 9.60 m로, 1.14 m의 홍수위 저감효과가 있어 가장 크며 서부농장, 장재1과 2, 어은 저류지 순으로 홍수위 저감효과가 큰 것으로 나타났다. 그러나 저류지를 1개소만 설치하는 경우에는 모든 저류지에 대해 화포천의 계획홍수위 EL. 8.30 m를 초과하는 것으로 검토되었다. 저류지 설치 조합은 개별 저류지의 홍수위 저감효과가 분석결과가 큰 서부농장과 퇴은 저류지 설치를 전제하여 장재 1과 2 및 어은 저류지를 추가하였을 때의 홍수위 조절 효과를 분석하였다. 그 결과 서부농장, 퇴은, 장재1,2 및 어은 저류지를 동시에 설치했을 때 화포천 하구 홍수위는 EL. 7.37 m로 3.37 m의 홍수위 저감효과가 있어, 그 효과가 가장 크게 나타났다. 그리고 서부농장과 퇴은 등 2개의 저류지를 동시에 설치했을 때 화포천 하구 홍수위는 EL. 8.40 m가 되는 것으로 분석되었다. 홍수위 조절 효과 분석결과 저류지 설치와 관계없이 화포천의 하도구간내의 각 측점별 홍수위는 화포천 하구에서부터 고모천 합류 후까지 큰 변화가 없는 것으로 나타났으며 이로써 화포천의 낙동강 외수위 또는 하구 배수문 및 낮은 하도경사로 인한 배수위 영향구간을 고모천 합류 후 지점까지로 추정할 수 있다. 향후 각 저류지의 굴착을 통해 홍수저감 효과 분석을 추가하여 저류지 규모 변화가 홍수위 저감에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 심층적인 연구를 지속적으로 할 계획이다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 전경수, 천변저류지의 홍수조절 효과에 대한 계산수리학적 분석방법, 한국수자원학회 2006학술발표회 논문집, 2006, pp.89-93
2. 전경수, 월류흐름을 포함한 부정류 계산모형에 관한 연구, 한국수자원학회, 제 29권 제 2호, pp.153-165
3. 한건연, 조완희, 백진규, 낙동강유역에서의 천변저류지에 의한 홍수 저감영향 분석, 한국수자원학회 2006학술발표회 논문집, 2006, pp.231-236