

천변저류지를 활용한 화포천 유역에서의 홍수조절능력에 관한 연구

Analysis for Flood control in Hwapocheon watershed using WashLand

박창근*, 박재현**, 이종진 ***
Chang Kun Park, Jae Hyeon Park, Jong Jin Lee

요 지

본 연구에서는 과거 홍수 피해가 빈번히 발생 하였던 김해 화포천 유역의 홍수 위험도를 산정하고 이를 통해 천변 저류지의 기능인 홍수조절과 생태적인 기능을 검토하고 제시하고자 한다. 화포천의 경우 과거 홍수에 취약한 지역으로 화포천의 수위가 낙동강 본류의 수위보다 낮아 내수배제의 방식으로 홍수를 대비하여 왔다. 하지만 최근 들어난 집중호우와 이상기후 등으로 배수 용량 증설과 제방고 상승과 같은 구조적인 방법을 통해 대비를 하고 있으나 많은 문제점을 가지고 있어 잠재적인 피해위험에 노출되어 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 김해시 화포천 유역을 연구대상 유역으로 하여 내수배제의 유역에서 천변저류지 설치를 고려할 경우 어떠한 문제점이 있으며, 위치에 따라 수문학적으로 어떠한 효과가 다르게 나타나는지 분석하였다. 이를 위해 본 연구에서는 우선 과거 홍수 피해가 빈번히 발생 하였던 김해 화포천 유역의 홍수 위험도를 산정하였으며, 이를 방어하기 위한 천변 저류지 설치 시나리오를 설정하고 각 경우에 따른 홍수조절특성을 분석하여 화포천과 같이 내수배제 하천에서 홍수방어를 위해 고려해야 할 조건들을 검토하였다.

핵심용어: 천변저류지, 홍수방어, 화포천, 내수배제

1. 서 론

최근 하천의 직강화와 제방증고 등 하천을 위주로 하는 선 개념의 치수정책이 면 개념의 치수정책으로 전환되고 있다. 이는 홍수량의 유역 내 분담을 통해 하천의 부담을 줄이고 하천 범람으로 인한 홍수피해의 잠재성을 경감하고자 하는 것이다. 하지만 하천주변은 많은 부분이 여전히 농지와 주거지 등으로 이용되고 있어 홍수량의 유역분담을 이루기 위해서는 유역의 저류지 확보 방안은 주요한 과제라고 할 수 있다. 특히 천변저류지의 수문학적 특성을 분석하여 적절한 위치와 규모를 선정하는 것은 장기적인 치수정책을 수립함에 있어 매우 중요한 요소기술이라 할 수 있다.

본 연구에서는 홍수 시 지천의 수위가 본류 수위보다 낮아 펌프를 통해 강제내수배제를 하는 대표적인 낙동강 하류의 지천인 김해시 화포천 유역을 대상유역으로 하여 홍수에 따른 유역 내 천변저류지의 수문학적 특성을 분석하였다. 특히 천변저류지의 위치, 규모 등이 유역의 홍수방어에 어떠한 영향을 주는지 검토하고자 한다.

* 정회원 · 관동대학교 SOC공학부 정교수 · E-mail : ckpark@kwandong.ac.kr

** 정회원 · 인제대학교 토목공학과 조교수 · E-mail : jh-park@inje.ac.kr

*** 정회원 · 인제대학교 토목공학과 석사 · E-mail : jongjineee@yahoo.co.kr

2. 화포천 유역의 천변저류지 적용

2.1 천변저류지의 정의 및 기능

유역종합치수계획에서는 일반적으로 과거 농경지 조성 및 보호를 목적으로 기존 범람지에 제방을 축조함으로써 홍수조절 기능을 상실한 구 하도를 복원하여 원래의 홍수조절 기능을 수행 할 수 있도록 하는 천변저류지로 정의하고 있다. 이는 그럼 1과 같이 제방의 일부를 낮춰 월유언으로 이용하여 첨두 유량의 일부를 저류하는 형식으로 설치가 되는데, 이런 경우 하도 흐름에 직접적으로 영향을 미치는 첨두 홍수량 조절효과가 있으며, 그 효과가 즉시 나타나는 장점이 있고, 이로 인해 하천의 상류로는 수위저감 효과와 하류에는 홍수량 저감 효과를 기대 할 수 있다. 또한 다른 저류 시설에 비해 농경지의 손실이 거의 없고, 대부분의 천변저류지가 침수취약 구역에 설치된다는 점을 고려한다면 침수 취약 지역을 해소하면서 다른 지역의 치수안전성을 제고 할 수 있다는 점에서 홍수방어 대안으로 우수하다고 할 수 있다.

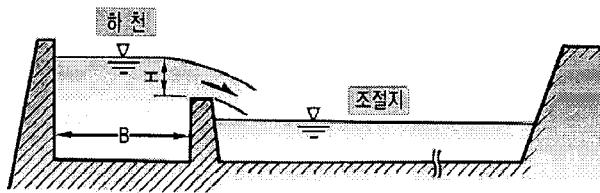


그림 1. 천변저류지의 홍수조절 개념도

2.2 모형의 기본방정식

천변저류지가 가지는 저류공간에 대한 평가를 실시하기 위해서는 수치지도를 이용하여 화포천 유역에서 보존 가능하거나 신설 가능한 지역을 선정하여 GIS 툴을 이용하여 삼각망을 생성하여 면적 및 저류 가능량을 산정하고, 이를 이용하여 하천 부정류 모델인 HEC-RAS에서 Storage기능을 사용해 입력한다. 다음으로 빈도별 홍수량에 따른 홍수위를 산정하고 천변저류지 설치 전후를 비교하여 효과를 분석한다. 천변저류지의 조성에 따른 유지유량을 계산하기 위하여 수리모형인 HEC-RAS모형을 이용하였다. 유지유량을 계산하기 위해서는 부정류 해석이 필요하다. 다음은 부정류 해석의 기본식을 보여준다.

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0 \quad (1)$$

여기서,

x = 수로에 따른 거리

t = 시간

Q = 유량

A = 단면적

S = 저류량

q_l = 단위 거리당 축방유입량

3. 천변저류지 설치 시 홍수조절 능력 평가

3.1 저류용량 분석

본 연구에서는 화포천 유역에서 천변저류지 설치가 가능한 지역과 위치에 따른 효과를 분석하기 위해서 GIS 프로그램인 Arc-View를 사용하여 등고선 정보를 기준으로 보정을 하여 등고선 간격을 구하고, 추출된 등고선을 각각의 면적과 용량을 구한 후 모형에 적용하였다. 이를 천변저류지 설치 대상 지역은 그림2과 같이 과거 화포천 유역의 침수구역으로 홍수 피해에 대한 잠재적인 위험을 가지는 지역들로 산정하였다.

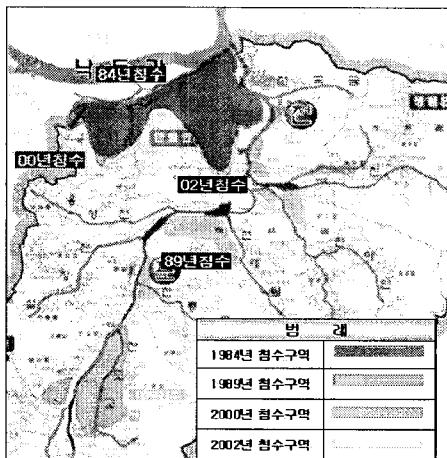


그림 2. 과거 침수구역
(화포천수계 유역종합치수계획)

3.2 홍수조절효과 검토방법 및 모의조건

계획된 홍수조절용 저류지의 홍수조절효과를 검토하기 위해서는 유입수문곡선과 저류지 및 월류언의 제원 등을 입력 자료로 하는 홍수추적이 필요하다. 본 연구에서 검토되는 홍수조절용 저류지는 과거 홍수피해를 입은 잠재적인 위험도를 가지고 있는 지역으로 모두 하천변을 따라 설치되는 시설물로 하천 종단을 따라 청월류 구조를 갖게 되므로 시간에 따른 본류 수위와 저류지 내 수위변동에 따라 월류량이 변동된다. 따라서 이러한 홍수조절과정을 모의하기 위해서 수리학적 홍수추적(부정류해석)을 이용하여 대상 저류지의 홍수조절효과를 검토하였다. 모의 유량은 HEC-HMS의 결과로 나온 각 소유역별 유출량을 입력자료로 이용하여 100년빈도 12시간 지속시간의 경우에 대해서 천변저류지의 효과를 분석하였다. 또한 저류지의 홍수조절효과에 가장 큰 영향을 주는 저류지의 크기 결정은 과거 홍수피해를 조사하고 가장 크기를 극대화 할 수 있는 굴착에 의한 방안을 이용하여 저류용량을 증대시켰다.

모의조건은 하류경계조건이 낙동강 수위의 영향을 받을 경우와 현재 배수문이 설치되어 배수문의 영향을 받고 펌프장의 배수에 따라 수위가 변화하는 경우와 신설 배수장 만이 가동이 될 경우 세가지 경우로 나누어 분석하였으며, 다음 표 1과 같이 3가지 케이스를 수행하였다.

표 1. 모의 조건

CASE	모의내용
1	배수문이 미설치되어 낙동강 하류수위의 영향을 받는 경우로 기점수위가 4m일 경우
2	현재 배수문의 영향을 고려하고 현재 배수펌프장 용량을 고려 시 (배수용량: 143.6CMS)
3	현재 배수문의 영향을 고려하고 신설 배수펌프장 용량만을 고 려 시 (배수용량: 112CMS)

3.3 모의결과

3.3.1 Case1의 결과

천변 저류지의 위치에 따라 최대 0.8m의 흥수위 저감 효과가 나타났으며. 상류, 중류, 하류의 개별적인 효과보다는 두지점 이상의 조합으로 설치 할 경우에 수위저감 효과가 크게 나타났다. 또한, 하류 수위의 저하는 낙동강 수위의 영향을 받으면서 상승이 적게 나타났으며, 하류부의 하폭이 급격하게 좁아지는 지형적인 영향을 받은 것으로 나타났다.

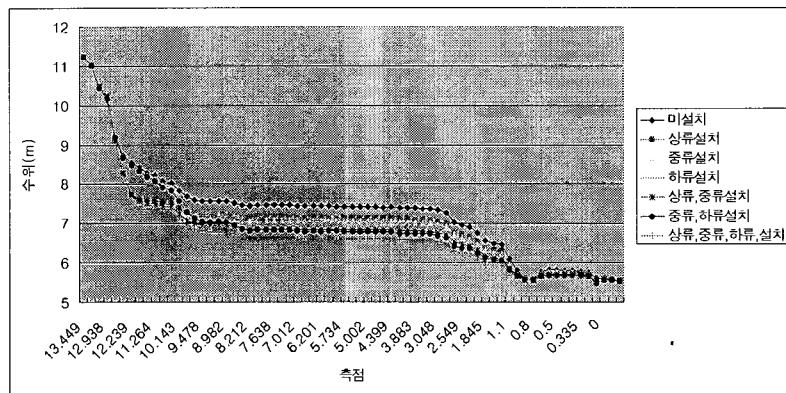


그림 4 Case1의 결과

3.3.2 Case2의 결과

Case1의 결과 저류지 설치 지점이 한가지의 경우 효과가 두 개 이상을 설치한 경우보다 보다 적게 나타났으므로 Case2에서는 2개 이상의 설치했을 경우를 모의하였으며, 이 결과 화포천의 경우 상류와 중류부 2지점에서 천변저류지를 설치했을 경우 가장 효과가 크게 나타났으며, 하류의 경우 배수문의 영향으로 시간이 경과함에 따라 수위저감 효과가 거의 나타나지 않았다.

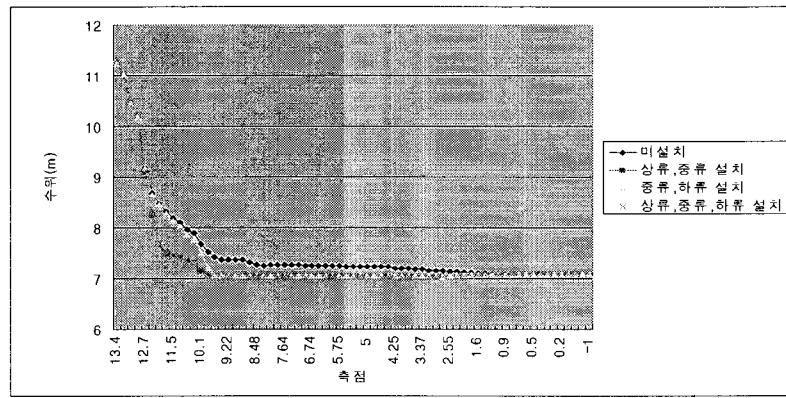


그림 5 Case2의 결과

3.3.3 Case3의 결과

Case2와 비교하여 미설치 시 중류부의 수위가 40cm정도 차이가 나타났으며, 저류지의 조합에 따라 50cm 까지 차이가 나는 것으로 나타났다.

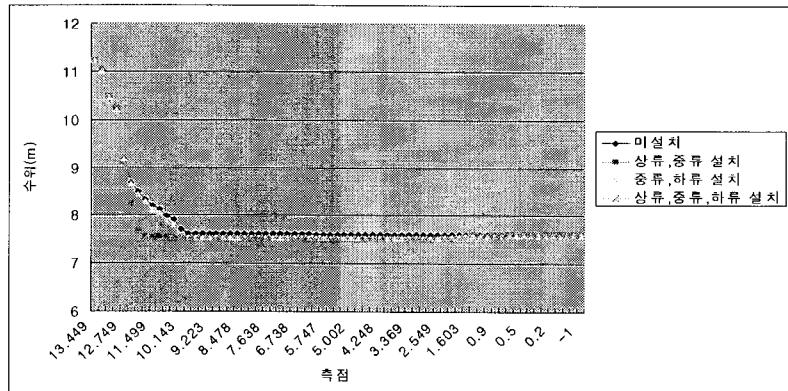


그림 6 Case3의 결과

4. 결 론

낙동강 본류 수위의 영향이 직접적으로 영향을 주는 조건일 경우 천변 저류지의 위치에 따라 최대 0.8m의 홍수위 저감 효과가 나타났는데, 상류, 중류, 하류 등에 단독으로 천변저류지를 설치하는 것 보다 두지점 이상의 조합으로 설치 할 경우 수위저감 효과가 크게 나타나는 결과를 보였다. 특히 화포천과 같은 내수배제의 경우에는 유량이 하류부의 하도에 저류되는 형태로 나타나기 때문에 하류에 설치된 천변저류지의 경우 수위 저감을 위한 저류지로의 효과는 거의 없는 것으로 나타났다. 현재 화포천은 내수배제의 형태로 집중호우나 홍수 시 낙동강 본류로 강제 배수한다. 이러한 상황을 만족하는 조건의 경우에 대한 분석을 수행한 결과 천변저류지를 상류와 중류부 2지점에 설치했을 경우 가장 큰 효과를 보였는데, 이 원인은 화포천 유역에서 가장 큰 소유역인 사촌천과 진례천이 위치하는 상류부와 중류부에서 나오는 홍수량을 바로 하류에 위치한 천변저류지에서 유입시켜 수위 상승을 억제하는 효과가 있었던 것으로 판단되었다. 또한 하류부에서는 효과가 거의 나타나지 않았는데, 원인은 하류부에서는 배수문의 영향으로 하도 수위 상승과 하류부에 위치한 천변저류지는 크기가 작아 효과가 적게 나타나는 것으로 판단된다.

화포천 유역과 같이 유역 내에 비교적 큰 소유역이 상류와 중류부에 위치하는 경우에는 즉시 홍수량이 유입이 가능하도록 천변저류지를 바로 하류부에 설치하는 것이 홍수위 상승 억제에 많은 도움을 주는 것으로 나타났으며, 화포천과 같이 하류경계가 막혀 있는 경우 하류부의 하도가 배수가 신속하게 이루어 지지 않기 때문에 천변저류지 설치에 의한 홍수조절 특성은 미미한 것으로 나타났다. 오히려 화포천 하류부는 하도록이 좁아져 원활한 소통이 이루어지지 않아 홍수 시 상류로부터 내려온 퇴적물이 쌓여 수위 상승을 강화 시킬 가능성이 있으므로, 이와 같은 하류부의 좁은 하도록은 하도화를 통해 저류량의 증대와 수위 상승을 고려하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

1. 전경수 (2006). 천변저류지의 홍수조절 효과에 대한 계산수리학적 분석방법, 한국수자원학회 2006학술발표회 논문집, pp.89-93
2. 김형수, 경민수, 김상단, 이건행 (2006), 천변저류지 조성 및 활용방안, 한국수자원학회 2006학술발표회 논문집, pp.83-88
3. 김해시(1999), 화포천 하천정비기본계획 보고서
4. 오규창 (2006), 천변저류지 계획수립 방안, 한국수자원학회 2006학술발표회 논문집, pp.78-82