

# 다차원법을 이용한 천변저류지의 홍수조절 효과분석

곽재원\* / 김덕길\*\* / 윤선화\*\*\* / 김형수\*\*\*\*

## Washland Constructions and Effectiveness Analysis of Flood Control using MD-FDA

Kwak, Jae Won\* / Kim, Duck Gil / Yin, Shan Hua / Kim, Hung Soo

**요약** : 최근에 들어서 홍수조절과 생태적 기능을 모두 만족시키는 방안으로서 천변저류지에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 연구에서는 경상남도 창원군의 토평천 유역을 대상으로 하여 천변저류지를 설치하였을 경우 천변저류지로 인한 홍수조절 효과를 분석, 검토하였다. 천변저류지는 우포늪의 상류 및 중하류에 끌고루 분포하는 것을 가정하였으며, 홍수위 저감 효과 이외에도 침수 면적과 피해 저감 등의 홍수 조절 효과를 분석하였다. 연구 결과 천변저류지로 인하여 홍수 조절 효과가 있는 것으로 나타났으나, 여러 천변저류지의 형식이나 조합에 따라서 조절 효과는 상이하게 나타났다. 따라서, 천변저류지를 설치할 경우 저류용량의 극대화 보다는 실제적인 홍수 조절 효과 분석을 통한 홍수 조절 효과의 극대화를 지향하는 것이 타당하다고 보여진다.

**핵심용어** : 천변저류지, 홍수조절효과 분석, MD-FDA, HEC-RAS모형

**Abstract** : In recent, we have a growing interest in the washland construction for the satisfaction of flood mitigation and ecological function in the river. This study performed the flood mitigation analysis for washland construction plan in Topyoung-cheon basin in Changyeong-gun, Gyeongnam. Several cases were considered for the washland construction on Topyoung-cheon basin, and we analyzed flood stage, inundation and flood damage mitigation for each case. From the result of flood mitigation analysis, we found some significant results according to the combination of each washland case and form. Therefore, to maximize flood mitigation effect by flood mitigation analysis is more desirable than guarantee the maximum storage area in washland construction.

**Keywords** : Washland, Flood mitigation analysis, MD-FDA, HEC-RAS

### 1. 서 론

지금까지의 하천 재해관련 치수대책에서는 제방의 증축, 홍수터 정비 등의 1차원적인 정비를 통하여 하도의 통수능을 확보해 유역에서 발생한 홍수량을 최대한 빨리 하천의 하류로 유출시키는 방법을 사용 하였다. 그러나, 홍수 유출량을 무조건적으로 하천으로 유출시키는 대안은 하도에 큰

부담으로 작용하여 왔고, 특히, 하천 주변의 토지 이용 변화, 도시화와 인구집중 등으로 홍수 피해의 잠재위험성을 증가시키고 있다. 따라서, 유역 종합치수계획에서는 홍수량을 유역 내에서 분담할 수 있는 대안들을 통해 홍수량을 저감시켜 하도의 부담을 덜어주는 계획을 수립하고 있다. 이는 2차원의 면적개념에 의해 홍수량을 유역에 배분함으로써 홍수피해의 잠재성을 경감시키고자

+ Corresponding author : k1004dk@hanmail.net

\* 정희원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 토목공학과 박사과정

\*\* 정희원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 토목공학과 박사과정

\*\*\* 비회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 토목공학과 석사과정

\*\*\*\* 비회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 토목공학과 부교수

하는 것이다(건설교통부, 2005b). 이들 대안 중에서 최근 천변저류지에 대한 관심이 높아지고 있는데 이는 치수와 생태적 측면을 동시에 고려하기 위한 방법으로 간주되기 때문이다. 천변저류지에 대한 연구를 보면, 건설교통부(2005a)에서 처음으로 천변저류지의 기본계획수립에 대한 연구를 하였고, 또한 건설교통부(2007)에서는 치수와 생태적 측면을 고려한 천변저류지 이용방안에 대한 연구를 수행하였다. 천변저류지의 개념과 분석방안(김형수 등, 2005), 천변저류지 홍수조절 효과의 불확실성 분석(전경수 등, 2006), GIS 를 이용한 천변 저류지 적지분석에 관한 연구(하성룡 등, 2006), 생태형 천변저류지 조성의 수문분석과 홍수위저감 효과 (김덕길 등, 2007a, 2007b, 2008), 천변저류지를 활용한 화포천 유역에서의 홍수조절능력에 대한 분석(박창근 등, 2007) 등이 있다. 또한 천변저류지를 조성함에 있어서 수문 및 수리적 운영(안태진 등 2008)과 천변저류지 조성의 생태적 접근방안(전승훈, 2007)이나 천변저류지 조성에 따른 저류량 분석(김재철 등, 2008) 등 에 대한 연구가 있으며, 홍수피해액 산정에 대한 연구(김형수 등, 2002, 2003)와 다차원법에 대한 연구들이 있다(최승안 등, 2006a, 2006b; 이건행 등, 2006).

그러나, 천변저류지에 대한 연구는 홍수위 저감이나, 홍수량 배분 등의 조절 효과만을 다루고 있으며 천변저류지 설치에 따른 여러 가지 효과를 다루는 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 천변저류지의 조성에 따른 홍수 조절 효과와 홍수로 인하여 발생할 수 있는 피해에 대한 저감 효과등을 동시에 분석해 천변저류지를 설치함으로써 발생하는 치수적 측면의 효과를 살펴보고자 한다. 천변저류지에 의한 홍수조절효과분석은 HEC-RAS를 이용해 홍수위저감효과를 분석하였으며, 홍수피해저감효과는 예상홍수피해액을 산정하기 위해 건설교통부(2004)에서 개발한 다차원법(Multi-Dimensional Flood Damage Analysis, MD-FDA)을 이용하였다.

## 2. 천변저류지의 홍수위 저감 및 홍수피해저감 효과분석 방법

### 2.1 홍수위 저감 효과분석 방법

천변저류지의 구성에 따른 홍수위의 저감과 그에 따른 홍수조절 효과를 분석하기 위하여 홍수위의 산정이 필수적이다. 이를 위하여 해당 지역 내의 강우 특성에 대한 통계 분석을 수행한 후, 이를 강우-유출 모형과 해당 유역의 특성, GIS 자료 등을 이용하여 홍수위를 검토한다.

홍수위 검토를 위해서는 해당 유역의 시 강우 자료를 통한 확률강우량을 산정한 후 빈도별 홍수량을 산정하여야 한다. 빈도별 홍수량의 산정 시에는 하천 시설기준에 제시되어 있는 유역추적법, Kajiyama, 수정 Kajiyama, Nakayasu, 합리식 등의 방법과 각종 강우-유출 모형을 이용하여 홍수량을 산정하며, 이후 HEC-RAS 등의 홍수 특성 해석이 가능한 수리모형을 이용하여 홍수위 검토를 수행한다. 이를 위하여 Fig. 1 과 같이 하천의 횡단면 및 하천 구조물의 입력을 통해서 Geometry 를 구성하고 산정된 홍수량을 경계조건으로 입력하여 홍수위를 모의하였다.

### 2.2 홍수피해 저감 효과분석 방법

홍수 피해의 분석은 천변저류지의 효과를 검토하기 위하여 반드시 필요한 부분이나, 홍수 피해의 특성상 넓은 범위의 사회/경제적인 요소 및 간접 편익 등의 정량화하기 힘든 내용을 포함하기 때문에 정확한 산정이 난해한 실정이다. 현재 국내의 홍수 피해의 산정은 2004년 건설교통부가 수행한 ‘치수사업 경제성분석 방법 연구’ 를 통하여 새로이 도입된 다차원 홍수피해 산정방법을 하천설계기준(건설교통부, 2005c)에서 채택하여 사용하고 있다. 다차원법은 기존의 간편법과 개선법에서 제시된 미비점을 보완한 것으로써, GIS 소프트웨어 및 분석 기법을 이용하여 기존의 개선법이 산정하지 못하는 침수피해의 공간적인 분포를 고려하는 방안이다.

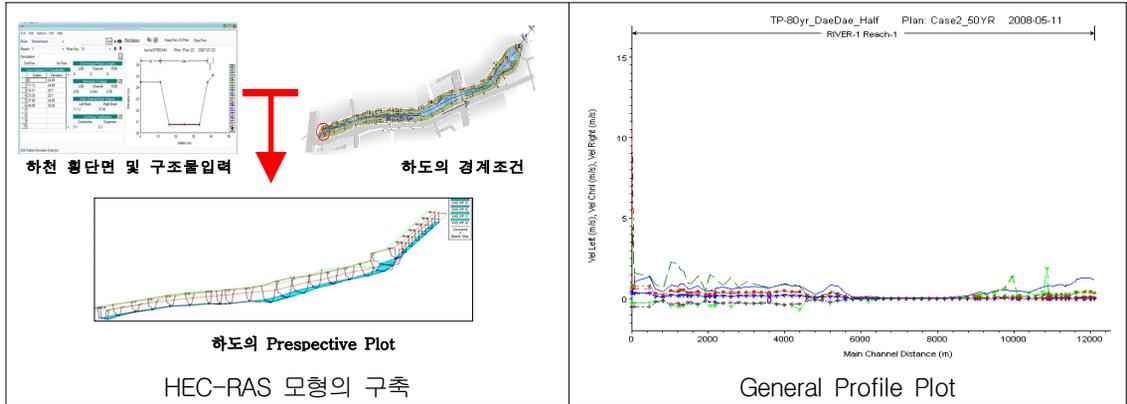


Fig. 1. 치수효과 검토를 위한 HEC-RAS 모형의 수행

홍수 피해액은 Fig. 2에 나타난 것과 같이 대상지역의 자산을 주거지역, 농업지역, 산업지역으로 분류하고 있다. 이들 지역의 자산에 침수편입율과 침수심별 피해율을 이용하여 홍수피해액을 산정한다. 침수편입율과 침수심별 피해율은 행정구역 내에서 주거, 농업, 산업의 지역특성요소의

총자산가치를 실제 침수된 부분에 대한 자산가치로 환산한 요소로서 대상 지역의 공간정보를 중첩하여 나타낸다. 산정된 피해액에 공공시설물 피해액과 인명피해액을 고려하여 최종적인 직접피해액을 산정하게 된다.

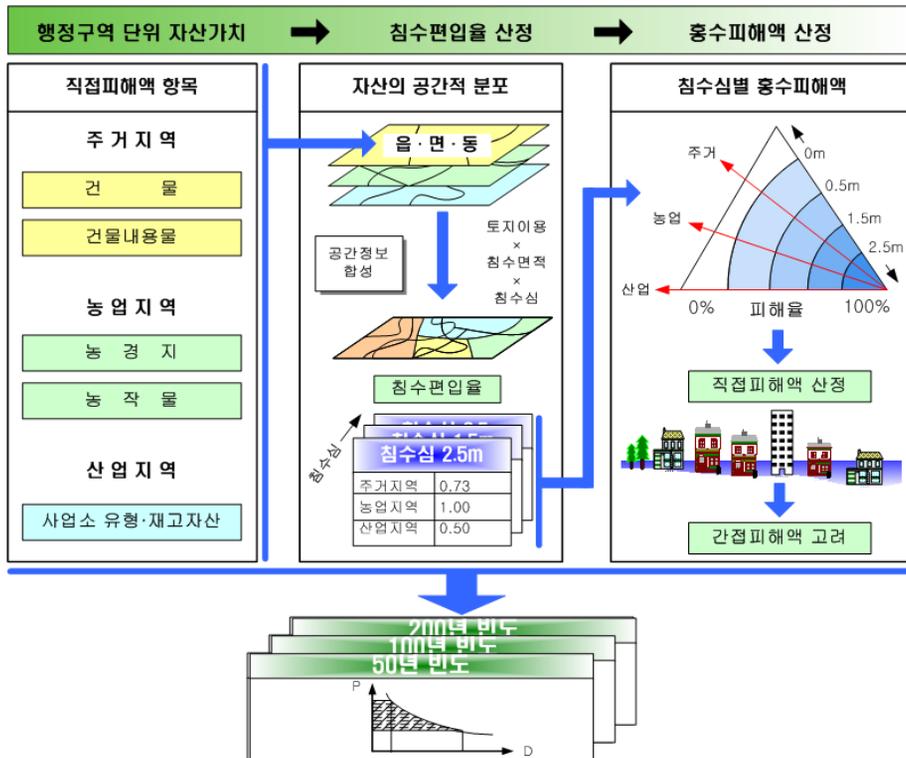


Fig. 2. 다차원 홍수피해산정방법(MD-FDA)의 개념도

### 3. 천변저류지에 의한 홍수위 및 홍수피해액 저감 산정

#### 3.1 대상유역 및 자료 수집

본 연구의 대상유역인 토평천 유역은 낙동강의 제 1지류로서 하구로부터 상류 약 108 km 지점의 좌안에서 유입하는 지방 2급 하천이다. 토평천의 유역면적은 123km<sup>2</sup>, 하천의 유로연장은 29.57 km이며 고도는 10.0~756.0m(평균 112.7m), 표면경사는 0~43.6%(평균 11.2%)이다. 토평천의 중하류부에는 4개 늪(우포, 목포, 사지포, 쪽지벌)이 형성되어 있으며 늪과 토평천 하구 사이에는 하상 경사가 완만하여 낙동강 홍수위가 높아지면 본류 홍수가 우포늪 상류부(토평천 하류로부터 10.6km 상류 지점 효정중보 직하)까지 역류한다. 이 때 늪의 수위가 높아지고 토평천 하류지역이 침수되기도 한다. 우포늪은 낙동강변의 배후습지로서 홍수 시에는 토평천에서 유입되는 강우 유출수와 낙동강에서 역류되는 홍수로 인하여 여름철 우기에는 수위가 약 2~3m 상승하는 지형적 조건을 가지고 있다.

본 연구에서 조성하고자 하는 천변저류지의 위치는 토평천 유역에 위한 우포늪을 중심으로 하는 주변지역으로 Fig. 3에 나타나 있는 것과 같다. 모곡, 세진, 대대지역의 경우 현재 농지로 이용되고 있는 지역이며, 사지포와 목포 지역은 현재 습지의 형태를 띠고 있으나 우포늪과 제방으로 차단되어 있다. 천변저류지의 생태학적 기능을 보존하기 위하여 사지포 및 목포 지역은 제방을 철거하고 우포늪과 직접 연결하는 것으로 가정하며, 모곡, 세진, 대대 지역은 축방 유입 구조물을 이용하여 천변저류지 기능을 수행하는 것으로 모의하였다.

#### 3.2 HEC-RAS를 이용한 홍수위 산정

##### 3.2.1 홍수량 산정

대상 유역인 토평천 구간에 대해서 홍수위 저감효과를 분석하기 위하여 홍수량을 산정하였다.

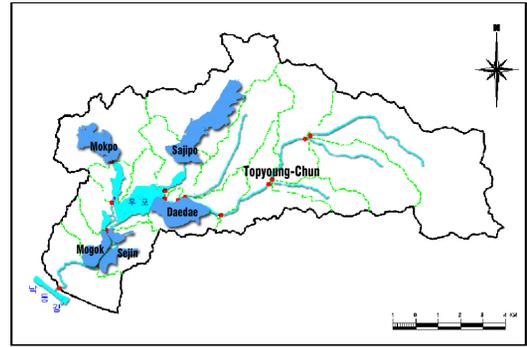


Fig. 3. 대상 유역도 및 천변저류지 조성지역

이를 위해서 창녕 관측소의 강우자료를 이용하여 확률강우량(Gumbel 분포)을 산정하였으며, 유효우량은 표준강우-유출관계곡선법의 가장 대표적인 방법인 미국 자연자원보호국(Natural Resources Conservation Service, NRCS)의 유출곡선지수(Curve Number, CN)에 의한 유효우량 산정법이 비교적 객관적이라 판단하여 사용하였다. 유역 추적을 위해서는 유역의 지형적 특성 및 도달 시간 특성을 반영할 수 있도록 Clark 유역 추적법을 사용하였으며, 홍수량 산정 시 필요한 각종 매개변수 및 유역 특성은 “토평천 하천정비 기본계획(건설교통부, 2005d)”을 참고하였다. 다음의 Fig 4는 최종적으로 산정된 토평천 유역의 80년 빈도 홍수 유출 곡선이다.

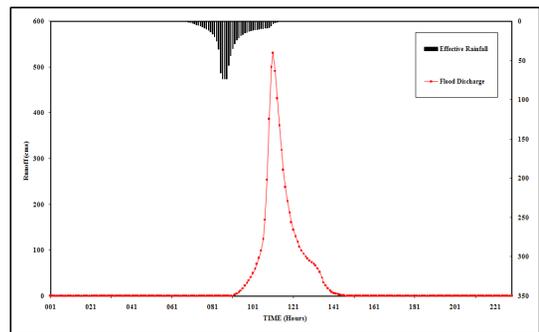


Fig. 4. 우포늪 상류 지점의 홍수수문곡선 (80년 빈도)

##### 3.2.2 홍수위 산정

HEC-RAS 모형을 이용하여 토평천 유역에 대

하여 홍수위를 모의하였다. 천변저류지의 경우 저류용량의 개념이 들어가기 때문에 부정류 해석을 시행하여야 하며 이를 위한 경계조건 및 각 조건의 입력을 통하여 모형을 구축하였다. 모형 구축 시 하천 횡단면 및 구조물자료는 도평천 유역의 하천 단면자료를 이용하였으며, 경계조건으로는 앞 절에서 구축한 도평천 홍수유출곡선을 이용하고, 낙동강 본류의 수위를 하류단 경계조건으로 사용하였다.

가장 중요한 천변저류지의 제원은 HEC-RAS 모형 내에서 지원하는 Storage Area 의 개념을 이용하여 모의하였다. Storage Area 를 구축하는데 필요한 고도별 누가체적은 도평천 유역의 1/5,000 축적의 DEM을 이용하여 산정하여 입력하였으며, 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 조성된 천변저류지와 도평천을 연결하는 방식은 HEC-RAS 모형 내에서는 암거, 수문, 웨어 등이 있으나, 이 경우에는 실제 천변저류지를 설치하게 될 경우 가장 적합하다고 보여지는 수문을 사용하였다. 그러나, 홍수 유출에 따른 수문 운용을 모의하기에는 어려움이 따르므로 비가동식 수문으로 가정 하였다. 수문의 폭과 높이는 천변저류지의 효율을 결정하는 핵심적인 요소이므로 삼교천 유

역종합치수계획(건설교통부, 2005a)에서 제시한 90m 를 기준으로 시행 착오법을 이용하여 100m 의 폭이 가장 적합한 것으로 산정하였으며, 수문의 높이 역시 동일한 방법을 이용하여 16.7~17.8m 사이의 수문 높이를 결정하였다.

천변저류지 모의 조건으로는, 유역 내의 모곡, 세진, 대대, 사지포, 목포 지역에 대하여 천변저류지를 모의 하였다. 대상 지역 중 모곡, 세진, 대대 지역은 측방 유입 구조물을 이용하는 천변저류지로 모의하고, 사지포와 목포지역은 현재 우포늪과 가로막고 있는 제방을 철거하고 우포늪과 평행하게 연결하는 것으로 모의하였다. 각각의 천변저류지를 각 지구의 외곽 지역 일부를 천변저류지로 조성하는 것과 전체를 조성하는 것으로 나누어 모의하였으며, 그 결과 다음의 Table 2에 나타내었다.

홍수위 저감 효과를 분석한 결과 하류로 갈수록 저감 효과는 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 하류로 갈수록 각종 유입량이 증가하게 되어서 상대적으로 천변저류지의 수위저감 효과가 떨어지는 것으로 판단된다. 또한, 저류용적이 큰 대대와 사지포, 목포 등이 수위 저감효과가 큰 것으로 나타났으며, 넓은 저류용적을 가진 천변저류지가 높은 홍수위 저감 효과가 나타내었다. 그러나, 목포와

Table 1. 천변저류지별 고도별 누가체적

고도(m)	누가체적 (m <sup>3</sup> )							
	대대외곽	대대전체	목포	사지포	세진 외곽	세진 전체	모곡 외곽	모곡 전체
7	-	-	0	-	-	-	-	-
8	-	-	25,612	-	-	-	-	-
9	0	0	362,422	0	0	0	0	0
10	2,817	2,817	855,990	187,046	7,542	11,552	7,598	7,598
11	136,999	141,208	1,449,402	643,247	73,487	213,376	129,927	230,128
12	512,491	544,975	2,102,003	1,267,682	166,570	492,669	351,428	726,468
13	1,116,104	1,364,159	2,838,006	2,075,123	277,796	825,386	610,415	1,352,966
14	1,908,676	2,642,289	3,628,929	3,097,022	409,456	1,214,798	911,019	2,083,074
15	2,760,411	4,161,447	4,491,843	4,415,966	574,088	1,671,325	1,244,476	2,909,242
16	3,666,936	5,778,541	5,477,892	6,375,054	822,909	2,254,121	1,636,439	3,865,521
17	4,600,515	7,426,642	6,505,066	8,546,832	1,082,153	2,862,589	2,036,742	4,838,871
18	5,552,818	9,098,791	7,572,533	10,941,496	1,349,459	3,506,061	2,443,782	5,824,209
19	6,509,244	10,777,017	8,682,171	13,616,211	1,625,246	4,189,041	2,854,012	6,819,475
20	7,465,944	12,457,298	9,831,792	16,664,577	1,909,639	4,911,905	3,267,475	7,827,717

Table 2. 주요지점의 수위저감효과

(단위 : m)

하도지점	홍수 발생 빈도	# of CASE							
		대대 외곽	대대 전체	세진 외곽	세진 전체	모곡 일부	모곡 전체	사지포 연결	목포 연결
11.38 (상류)	80	0.09	0.23	0.05	0.08	0.06	0.24	0.16	0.2
	100	0.21	0.20	0.02	0.03	0.01	0.2	0.12	0.15
	200	0.21	0.21	0.02	0.05	0.03	0.07	0.14	0.22
6.4 (우포늪)	80	0.11	0.34	0.06	0.09	0.07	0.33	0.17	0.26
	100	0.32	0.32	0.06	0.06	0.04	0.3	0.14	0.23
	200	0.19	0.19	0.02	0.05	0.03	0.07	0.14	0.24
3 (하류)	80	0.09	0.27	0.05	0.08	0.06	0.26	0.14	0.21
	100	0.25	0.25	0.05	0.05	0.03	0.24	0.12	0.19
	200	0.17	0.17	0.03	0.05	0.03	0.06	0.13	0.2

사지포 지역의 경우 상대적으로 높은 저류용적에 비하여 수위저감 효과가 낮게 나타났다. 저류용적의 차이에 따르면 사지포와 목포의 홍수위 저감 효과는 다른 천변 저류지보다 더 높아야 하나, 실제로는 대대 지역을 천변저류지로 조성했을 때와 유사하거나 좀 더 낮은 저감효과를 보이는 것으로 나타났다. 이는 다른 천변저류지가 측방웨어를 이용하여 침투 홍수량 도달 시점에서 홍수량을 월류 시키는데 비하여 사지포와 목포는 제방을 철거하고 우포늪 지역과 직접 연결되므로 침투 홍수점에 도달하기 전에 이미 많은 홍수량이 유입되어 상대적으로 침투 홍수위의 저감 효과는 떨어지는 것이 원인으로 판단된다. 따라서, 사지포와 목포 지역은 다른 천변저류지와 다른 홍수 거동을 보이기에 맞는 홍수 방어 대안을 적용하여야 할 것으로

생각된다.

### 3.3 다차원법을 이용한 홍수피해액 산정

#### 3.3.1 천변저류지 모의

근래에 들어서 천변저류지의 조성은 단순한 홍수 조절 목적보다는 생태적, 환경적 기능을 모두 고려하여 설치되므로 하나의 대형 저류공간 보다는 각각의 기능을 살린 여러 개의 천변저류지로 조성되는 경우가 많다. 토평천 유역에서도 각각의 공간적인 특성을 살려 여러 개의 천변저류지 지구로 나누어 조성하는 것이 타당한 방법으로 판단된다. 또한, 천변저류지의 조성 규모에 따른 홍수피해의 저감 효과를 살펴보기 위하여 각각의 천변저류지 조성 조건을 Table 3과 같이 Case 별로 가

Table 3. 천변저류지 조성 CASE

천변저류지 조성 CASE		면적(천m <sup>2</sup> )
case 1	대대외곽 + 세진 전체 + 모곡전체 천변저류지 조성	3,137
case 2	대대외곽 + 세진 상류 + 모곡전체 천변저류지 조성	2,475
case 3	대대외곽 + 세진 하류 + 모곡전체 천변저류지 조성	2,842
case 4	대대전체 + 세진 전체 + 모곡전체 천변저류지 조성	3,778
case 5	대대전체 + 세진 상류 + 모곡절반 천변저류지 조성	2,507
case 6	대대전체 + 세진 하류 + 모곡절반 천변저류지 조성	2,875
case 7	대대전체 + 세진 전체 + 모곡절반 천변저류지 조성	3,169
case 8	대대절반 + 세진 전체 + 모곡절반 천변저류지 조성	2,528
case 9	대대절반 + 세진 상류 + 모곡절반 천변저류지 조성	1,866

정 하였다. 목포와 사지포의 경우에는 우포늪과 직접적으로 연결되어 홍수 조절 기능을 담당하기 어렵고 천변저류지의 거동 특성도 판이하므로 천변저류지로서 모의하지 않았다.

천변저류지의 조성 Case는 천변저류지 조성 면적에 따른 홍수 피해의 저감 추이를 보기 위하여 면적 별로 총 9개의 Case로 구분하였다. Case 조성 기준은 현장 조사 결과를 바탕으로 실질적으로 천변저류지 조성이 타당하다고 판단되어진 대대, 세진, 모곡 지역을 대상으로 각각의 천변저류지 조성지역을 이용하여 내/외곽을 개발하는 경우로 나누어서 조합하여 구성하였다. 각각의 천변저류지는 모두 주민 거주지역과 일정 거리 이내에 위치하고 있다.

### 3.3.2 홍수피해액 산정

천변저류지의 설치에 의하여 발생하는 홍수조절 효과를 판단하기 위하여 앞 절에서 설정한 9개 대안에 대하여 각각 침수 피해 경감량을 산정하였다. 침수피해 저감량의 검토를 위하여 조사대

상 지역에 대한 주거지역, 산업지역의 공간적 분포를 1/5,000 수치지형도를 통해 입력하였으며, 농업지역의 경우 환경부에서 제작한 토지피복도(1/25,000, 중분류)를 이용하였다. 주거지역의 경우 침수편입율의 세분류로 단독주택, 아파트, 연립주택이 있으나, 실제 우포늪 유역계 내에서는 아파트와 연립주택이 없으며 단독주택만이 존재하고 있는 것으로 나타났다. 농업지역의 경우 논, 밭으로 구분하였다. 또한, 해당 유역내의 각종 자산은 창녕군 통계연보(창녕군, 2006) 및 해당 행정구역의 행정 자료를 참고 하였다.

우포늪의 기준 홍수방어 빈도인 80년 빈도 호우에 대해서 약 1140 ha의 침수가 발생한 것으로 나타났으며, 대부분의 침수구역은 농업지역이나 일부 주거지역과 산업지역에도 침수가 발생한 것으로 나타났다. 분석시, 천변저류지는 홍수 발생시 최적 치수효과 발생을 위하여 저류량이 없는 것으로 모의 하였다. 분석결과에 따른 침수구역도는 Fig. 5와 같으며 그로 인하여 발생한 기준 홍수방어 빈도 80년에 대한 직접 침수피해 발생량은 Table 4와 같다.

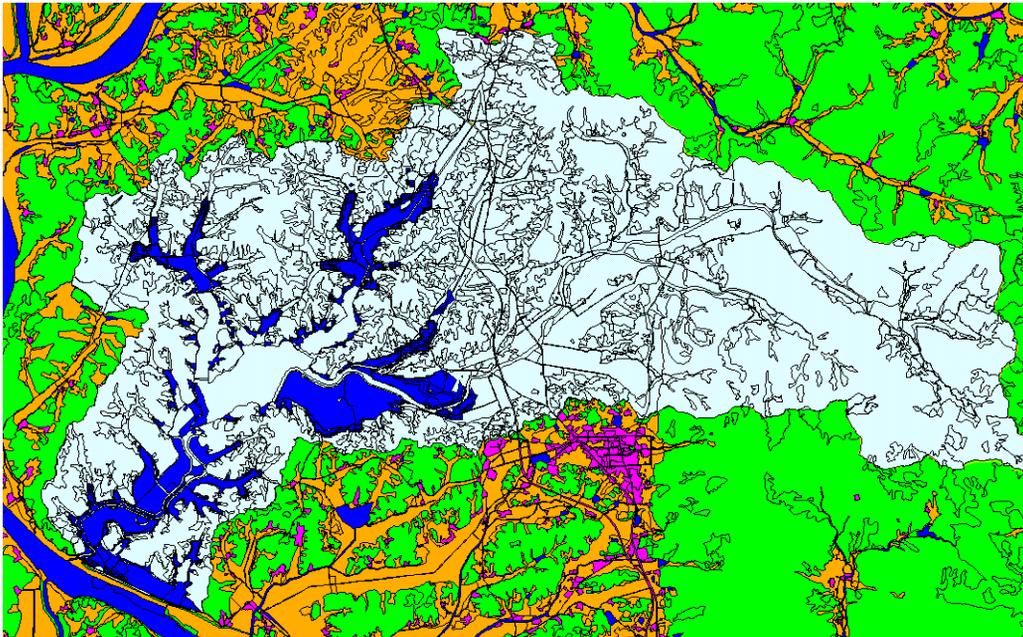


Fig. 5. 천변저류지 조성시 침수구역도 (제 1안)

Table 4. 기준 빈도 및 천변저류지 대안별 피해액

(단위:백만원)

피해항목		천변저류지 설치안								
		미설치	case 1	case 2	case 3	case 4	case 5	case 6	case 7	case 8
산업 지역	유형자산	41,152	32,041	32,041	32,041	32,041	32,041	32,041	32,041	30,432
	재고자산	4,463	3,560	3,560	3,560	3,560	3,560	3,560	3,560	3,318
농업 지역	논	7,837	7,634	7,688	7,631	7,634	7,688	7,631	7,634	7,595
	밭	2,737	3,215	2,690	2,651	3,215	2,690	2,651	3,215	2,644
주거 지역	건물	13,306	10,633	11,211	10,475	10,633	11,211	10,475	10,633	10,347
	건물내용물	37	29	32	29	29	32	29	29	29
침수피해액		69,533	57,112	57,222	56,387	57,112	57,222	56,387	57,112	54,366
공공시설물		117788	96748	96934	95519	96748	96934	95519	96748	92096
인명피해		593	568	572	566	568	572	566	568	561
총직접피해액		187,914	154,428	154,728	152,472	154,428	154,728	152,472	154,428	147,024

산정한 피해액을 이용하여 홍수의 구간 생기 확률(빈도의 역수)에 빈도별 구간 피해액에 곱하여 연평균피해액을 산정한 후 한해에 발생 가능한 홍수에 대한 기대 피해액을 산정하였으며, 이를 각 빈도별 홍수 및 할인율을 적용하여 침수 저감 피해액을 산정하였다.

천변저류지 설치로 인한 침수피해 저감은 “수자원(담) 부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 연구(제3판)”(한국개발연구원, 2003)에서 제시한 바와 같이 완공 후 50년 간 홍수조절로 인한 침수 저감이 발생하는 것으로 가정하였다. 향후 발생하는 침수 편익에 대한 할인율의 적용은 “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정보완연구(제5판)”(한국개발연구원, 2007)의 사회적 할인율을 참고하여 운영 30년까지는 5.5%, 이후 4.5%를 사용하였다.

또한, 장래 경제가 성장함에 따라 총자산과 총생산액은 더 늘어날 것이므로 범람예상지역의 자산 증가를 고려하였다. 『수자원(담)부문사업의 예

비타당성조사 표준지침 연구(제3판)』(한국개발연구원, 2003)에 의하여 자산 증가를 반영하기 위한 연평균 경제성장률은 향후 10년간(2008~2017년) 5.2%로 가정하였고, 2017년 이후 10년간(2017~2027년) 성장률이 매년 0.1%씩 둔화하고, 2027년 이후에는 4.2% 계속 유지된다고 가정하였다. 최종적으로 성장률 및 할인율을 적용하여 산정한 각 천변저류지 설치대안별 침수 피해 저감량은 Table 5와 같으며, Fig. 6에 천변저류지 조성면적에 대비한 침수피해 저감액을 나타내었다.

Fig. 6의 결과를 보면 천변저류지의 조성 면적이 증가함에 따라서 침수피해액의 저감액이 증가하지 않는 것을 알 수 있다. 이는 천변저류지의 조성으로 인하여 저감되는 침수 피해가 단순 저류면적의 증가보다는 여러 다른 요인에 의하여도 영향을 받는 것으로 생각 된다. 따라서, 천변저류지의 조성시 최대 저류용적의 확보보다는 대상 지역에 대한 실질적인 홍수조절효과의 분석을 통하여 최적의 홍수 조절 효과를 가지는 대안을 도출하는

Table 5. 천변저류지 설치대안별 침수편익

(단위:백만원)

항목	홍수방어대안별 침수편익								
	case 1	case 2	case 3	case 4	case 5	case 6	case 7	case 8	case 9
대안별 총 침수편익	8,734	11,710	12,723	12,074	13,568	13,471	12,878	13,605	10,807

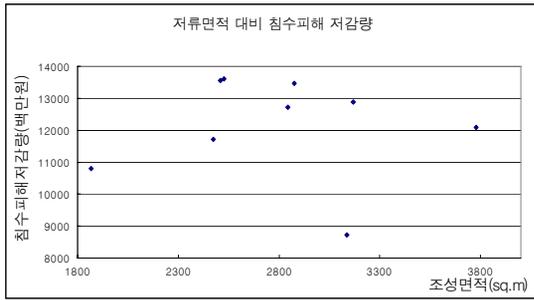


Fig. 6. 천변저류지 조성면적에 따른 침수피해저감액

것이 타당한 방안으로 판단된다.

#### 4. 결 론

본 연구는 토평천의 우포늪 주변 유역을 대상으로 하여 천변저류지의 조성에 따른 홍수 조절 효과를 검토하고 HEC-RAS 모형과 GIS tool 을 이용하여 각각의 Case별로 홍수위를 모의하고 분석하였다. 연구 결과에 따라서 도출된 결론은 다음과 같이 요약된다.

1. 천변저류지로 인하여 저감되는 홍수피해액을 산정한 결과 각 모의 조건별로 차이가 있으나, 약 87 ~ 130 억원 정도의 홍수 피해액이 저감되는 것으로 나타났다. 따라서, 천변저류지가 홍수 시 발생하는 홍수량을 분담하여 실제적으로 홍수 조절 기능을 수행하는 것으로 판단된다.
2. 천변저류지 대상지역중 목포와 사지포 지역은 다른 천변저류지 지역보다 높은 저류용적을 지니고 있으나, 반대로 홍수위 조절 효과는 낮게 나타났다. 이는 목포와 사지포 지역의 경우 생태적인 특성을 유지하기 위하여 기존의 제방을 철거하고 우포늪과 직접 연결되는 것이 원인으로 나타났다. 다른 천변저류지가 측방 유입구조물을 통하여 침두 홍수위를 월류시키는 구조인데 반하여, 목포와 사지포 지역은 침두 홍수위 이전에 이미 홍수량이 저류되어 상대적으로 홍수 조절

효과는 크지 않은 것으로 판단된다. 따라서, 하천과 직접적으로 연결되는 천변저류지의 경우 홍수조절 효과는 그다지 크지 않으며 해당 형식에 맞는 다른 홍수 조절 대안이 적용되어야 하며 이에 대한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

3. 동일한 천변저류지에 대하여, 조성 위치 및 지역적 조합 등에 따라서 실제 홍수 조절 효과는 상이하게 나타나는 것으로 나타났다. 따라서, 단순히 최대 저류 용적의 천변 저류지를 설치하기 보다는 실제적인 홍수 조절 효과의 분석을 통하여 최적의 홍수 조절 효과를 이끌어 낼 수 있는 천변저류지의 설계가 필요할 것으로 판단되며 이에 관련된 추가연구가 필요하다.

#### 감사의 글

본 연구는 건설교통부 한국건설교통기술평가원의 이상기후대비시설기준강화 연구단에 의해 수행되는 2005 건설기술기반구축사업(05-기반구축-D03-01)에 의해 지원되었습니다.

#### 참 고 문 헌

건설교통부(2004). 치수사업 경제성분석 방법 연구

건설교통부(2005a). 천변저류지 기본계획 수립에 관한 연구

건설교통부(2005b). 삽교천 유역종합치수계획

건설교통부(2005c). 하천설계기준

건설교통부(2005d). 토평천 하천정비 기본계획

건설교통부(2007). 우포늪의 생태치수기능 개선방안연구

김덕길, 경민수, 김형수, 김상단, 김재근(2007a). 생태형 천변저류지 조성을 위한 수문분석, 2007년 한국습지학회 학술발표회논문집, 한국습지학회

김덕길, 경민수, 김상단, 김형수(2007b). 천변저류지 조성에 따른 홍수위저감효과 분석, 2007년 대한토목학회 학술발표회논문집, 대한토목학회

김덕길, 경민수, 김상단, 김형수 (2008). 천변저류지 조성에 따른 수리·수문분석, 한국수자원학회논문집, 제41권, 제5호, pp 483-489

김재철, 유재정, 김상단 (2008). 천변저류지 조성에 따른 토평천 유역의 저류량 분석, 한국습지학회지, 제10권, 제2호, pp 39-52

김형수, 이상식, 정상만, 박수영 (2002). 폐천의 습지 이용과 치수경제성분석, 한국습지학회지, 제4권, 제1호, pp 43-50

김형수, 김유진, 이지원 (2003). 불확실성을 고려한 연피해 기대치 산정, 한국습지학회지, 제5권, 제1호, pp 41-52

김형수, 경민수, 김상단, 박창근, 김보경, 이진행, 안경수(2005). 천변저류지 개념과 분석 방안, 2005년 한국습지학회 학술발표회 논문집, 한국습지학회

박창근, 박재현, 이종진 (2007). 천변저류지를 활용한 화포천 유역에서의 홍수조절 능력에 관한 연구, 2007 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 한국수자원학회

안태진, 강인웅, 백천우 (2008). 수문학적 홍수저감효과 기반의 천변저류지 최적 위치 선정을 위한 의사결정 모형의 개발, 한국수자원학회논

문집, 제41권, 제7호, pp 725-735

이진행, 박석근, 김형수, 임우생(2006). 다차원 홍수피해산정방법을 이용한 도시지역의 홍수피해액 산정, 2006년 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 2006-2010

전경수, 김원, 윤병만 (2006). 천변저류지 홍수조절 효과의 불확실성 분석, 2006년 대한토목학회 학술발표회 논문집, 대한토목학회

전승훈 (2007). 천변저류지 조성의 생태적 접근방안, 한국수자원학회지, 제40권 제4호, pp 33-38

창녕군(2006). 통계연보

최승안, 이충성, 심명필, 김형수 (2006a). 다차원 홍수피해산정방법(I):원리 및 절차, 한국수자원학회논문집, 제39권, 제1호, pp 1-9

최승안, 이충성, 심명필, 김형수 (2006b). 다차원 홍수피해산정방법(I):적용, 한국수자원학회논문집, 제39권, 제1호, pp 11-22

하성룡, 이재일 (2006). GIS를 활용한 천변저류지 적지분석에 관한 연구, 한국습지학회지, 제8권 제1호, pp 107~112

한국개발연구원(2003). 수자원(담)부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 연구(제3판)

한국개발연구원(2007). 예비타당성 조사 수행을 위한 일반지침 수정보완연구(제5판)