

# 천변저류지 조성 및 활용방안

## Construction and Applications of A Washland

김형수\*, 경민수\*\*, 김상단\*\*\*, 이건행\*\*\*\*

---

### 요 지

최근 지속가능한 홍수방어 대안으로 천변저류지에 대한 관심이 증대되고 있으며, 유역종합치수계획에서도 홍수방어 대안으로 천변저류지가 검토되고 있다. 그러나 천변저류지에 대한 명확한 정의나 조성방안 및 활용방안 등에 대한연구가 미흡하여 아직 정립이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 천변저류지에 대한 개념 및 정의를 정립하고자 하였으며 그 활용방안에 대하여 제시를 하고자 한다. 또한 천변저류지 조성을 위해 필요한 각각의 요소를 분석하고, 그 조성방안을 제시하고자 한다.

**핵심용어 : 유역종합치수계획, 천변저류지, 천변저류지의 요소, 천변저류지의 조성**

---

### 1. 서 론

기존의 하천은 제방의 직선화와 정비 위주의 1차원적인 사업을 통하여 홍수량을 신속히 바다로 유출시키는데 주력하여 왔다. 그러나 하천주변의 인구 집중화와 도시화는 홍수피해의 잠재성을 증대시켜왔으며, 불투수층 증가와 기상이변으로 인한 홍수량의 증대는 하천위주의 홍수방어에 그 한계점을 보이고 있다. 따라서 최근 유역종합치수계획에 의해 홍수량을 유역내에 분담시키고자 하는 노력을 수행하고 있는데, 이는 면적 개념의 2차원적인 홍수량 분담을 통해 하천의 부담을 줄이고 하천 범람으로 인한 홍수피해의 잠재성을 경감시키고자 하는 것이다. 그러나 하천주변은 여전히 많은 부분이 농지 등으로 이용되고 있고, 직선화된 제방으로 구성되어 있어 홍수량의 유역분담을 이루기 위해서는 유역의 저류지 확보 등의 해결방안 등이 주요 과제라고 할 수 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여 하천주변에서 홍수량을 저류할 수 있는 천변저류지 개념을 도입하게 되었으며, 현재 낙동강유역종합치수계획, 삼고천유역종합치수계획 등에서 천변저류지가 검토되었다. 그러나 천변저류지에 대한 개념이나 명확한 정의가 아직 정립되지 못한 상태이고, 천변저류지의 기능, 형태, 기술 지침 등에 관한 연구 역시 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 천변저류지의 개념과 정의를 정리하고, 그 활용 방안과 기본계획수립을 위한 분석방안, 그리고 조성방안 등을 제시하고자 하였다.

---

\* 인하대학교 환경토목공학부 부교수·공학박사 E-mail: sookim@mail.inha.ac.kr

\*\* 인하대학교 환경토목공학부 박사과정 E-mail: gigatg@inha.ac.kr

\*\*\* 부경대학교 환경시스템공학부 전임강사·공학박사 E-mail: skim@pknu.ac.kr

\*\*\*\* 인하대학교 환경토목공학부 박사과정 E-mail: ggun@inha.ac.kr

## 2. 천변저류지의 정의

우리나라의 경우는 홍수조절의 한 가지 목적에서 천변저류지를 정의하고 있고, 영국도 비슷한 개념으로 천변저류지를 정의하고 있다. 그러나 영국 자연청의 정의를 보면 홍수조절을 주 목적으로 하고 있으나 ‘습지와 같은 서식처 환경을 형성할 수 있는 잠재력을 가진 지역’으로써도 정의하고 있다. 그리고 다른 외국의 경우 저류지도 습지의 일부로써 홍수조절의 기능을 설명하고 있음을 알 수 있다. 본 연구에서는 천변저류지를 홍수기와 비홍수기의 활용 측면에서 정의하고자 한다. 즉, 홍수기는 홍수조절을 주 목적으로 하고, 비홍수기에는 천변저류지를 습지로 활용한다는 전제하에 천변저류지를 정의하고 분류하도록 한다. 천변저류지를 크게 기능적인 측면과 물리적인 측면으로 나누어 정의하여 보면 다음과 같다. 천변저류지는 홍수터와 흡사한 개념의 용어로 물리적, 사회적, 환경적, 생태학적인 의미가 내포될 수 있도록 정의하여야 한다고 판단된다. 따라서 천변저류지의 정의는 ① 물리적으로 홍수와 가뭄에 대해 동적인 물의 순환 관계를 의미한다고 볼 수 있다. 즉, 홍수시 물을 저류하고, 때에 따라서는 가뭄시 물의 공급을 받을 수 있는 저류지내의 물 순환관계로부터 개념을 정의할 수 있을 것으로 생각된다. ② 사회적 측면에서는 주차장이나 각종 체육시설등으로 설치함으로써 비홍수기에는 시민을 위한 공간으로 활용할 수도 있을 것이다. ③환경적 측면에서는 각종 오염물질에 대한 수질조절과 토사유출로 인한 수질악화를 방지하는 수질 정화 기능을 하는 저류지를 의미한다. ④생태학적으로는 비 홍수기 습지로 활용할 경우 다양한 종의 식물과 생물들이 서식할 수 있도록 습지생태계의 서식처를 제공하는 습지 개념의 저류지로 정의할 수 있을 것으로 생각된다. 천변저류지의 정의에 대하여 앞에서 설명한 내용들을 종합하여 두 가지 측면에서 정의를 내리고자 하는데 첫 번째는 천변저류지를 홍수조절을 목적으로 하는 물리적 관점에서 정의하는 것이고, 두 번째는 비홍수기 습지의 관점에서 천변저류지를 정의하는 것이다. 즉, 첫 번째 관점에서 “천변저류지란 하천변의 홍수터로써 홍수조절을 주 목적으로 하고, 일정한 수표면을 유지하거나 토양이 항상 또는 일정기간 동안 포화되는 저류지를 말한다.”로 정의하고, 두 번째 관점에서 “천변저류지는 저류지내 물의 순환관계를 유지시켜주고, 수량 및 수질 조절 기능을 수행하며, 생태계의 다양성을 위해 서식처를 제공하여주는 하천변 홍수터 습지”로서 정의를 하고자 한다. 천변저류지를 위와 같이 정의하고자 하는 판단의 근거는 천변저류지를 홍수기와 비홍수기로 나누었을 때 홍수기에는 홍수조절 목적의 저류지로서의 기능과 역할을 할 수 있도록 하자는 것이고 비홍수기에는 환경과 생물 다양성의 서식처로서의 기능을 보존하고자 함이다. 천변저류지를 홍수기와 비 홍수기로 나누었을 때 특히, 비 홍수기에는 시민의 휴식공간이나 편의시설 또는 농지 등으로 다각적인 측면에서 이용할 수도 있을 것이다. 이러한 측면에서 그 활용방안에 대하여 다음의 3절에서 다루기로 한다. 그러나 본 연구에서는 비홍수기 때는 주로 하천변 홍수터 습지라는 전제하에 정의를 하고자 하였다.

## 3. 천변저류지 활용 방안

천변저류지를 그 활용 목적에 따라 구분하기 위하여 보호구역, 완충구역, 활동구역으로 구분하고자 한다. 여기에서 보호구역은 비홍수기 생태적기능을 중요시하는 습지 등으로 사용되는 경우를 말하고, 인위적인 활동으로부터 보호해야 할 필요가 있는 지역을 의미한다. 또한 완충구역은 비홍수기 습지 논이나 골프장 등으로 이용될 수 있는 천변저류지로서 홍수기에는 저류지의 역할을 함으로써 홍수피해의 완충역할을 담당하는 구역을 말한다. 마지막으로 활동구역은 하류지역의 도심지

등의 주변지역에 조성되는 천변저류지로 비홍수기시 체육공원, 주차장, 시민 휴식공간 등으로 활용하는 경우를 말한다. 천변저류지의 활용성에 따라 조금더 자세히 기술하면 다음과 같다.

### 3.1 보호구역

천변저류지가 보호구역으로 구분되어질 경우는 비홍수기시 습지등으로 이용되거나 활용되어지는 경우를 의미하는데 이때는 습지로서의 기능과 가치가 존재하여야 한다. 즉, 생물종의 다양성과 생태적가치에 대한 내용을 포함하고, 수문환경적 측면(유출량, 증발산량, 오염에 대한 측면 등)에 대한 분석이 이루어져야 할 것이다. 또한 이와 더불어 이들 지역에 대한 지속적인 모니터링과 함께 가치적 측면에서 얼마만큼 보호의 가치가 있는지, 그 정도에 대해서도 조사가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 따라서 보호구역에 대한 정의는 습지나 생물다양성을 가질 수 있는 천변저류지로 정의하고, 보호의 정도는 조사와 검토를 통하여 분류할 수 있을 것으로 판단된다.

### 3.2 완충구역

천변저류지를 완충구역으로 활용하는 가장 좋은 사례는 논이라고 할 수 있을 것이다. 이는 천변저류지의 적정 대상지역이 논일 경우, 홍수기에는 홍수조절 역할을 하고 비홍수기에는 농산물을 생산할 수 있는 천변저류지로서 홍수파를 완화 시키는 완충지역의 역할을 담당하게 하는 것이다. 이 방안이 현재 우리나라에 천변저류지 개념을 적용한다고 하였을때 가장 많은 부분을 차지할 것으로 생각된다. 논을 천변저류지를 조성하여 홍수조절기능의 역할을 할 수 있도록 하는 것이다. 하지만 무엇보다 중요한 것은 홍수시 유입되는 홍수량에 의해서 기존의 논의 기능이 저하 되지 않도록 운영 관리 하는 것이다.

### 3.3 활동구역

마을과 같은 거주지역 주변이나 하류의 도시주변 하천지역 같은 곳에 천변저류지를 조성 할 경우, 비홍수기에 주차장이나 체육공원 또는 레크레이션 목적 등으로 활용가능한 천변저류지를 활동구역으로 정의하기로 한다. 즉, 홍수기에는 홍수조절 목적으로 비홍수기에는 주민들의 여가활동 및 기타 친수공간 등 다양한 활용을 할 수 있는 천변저류지의 구역을 활동구역으로 정의하는 것이다. 천변저류지를 활동구역으로 활용하는데 있어서 가장 중요한 것은 홍수기에 지역민들이나 천변저류지 구역의 활동구역을 이용하는 이용자들이 급작스런 홍수에 대해 충분한 대책이 마련되는 것이라 할 수 있다. 즉, 홍수에경보 등을 통해서 인명과 재산의 피해를 막을수 있도록 준비된 방안이 있어야 한다. 다음 그림 1과2는 미국의 해리스 카운티에 위치한 Oak Bayou 유역에 조성한 홍수저감 시설의 예이다.



그림 1. 미국 해리스 카운티 (평상시)



그림 2. 미국 해리스 카운티 (홍수시)

## 4. 천변저류지 기본계획수립을 위한 분석

### 4.1 대상지역의 선정

천변저류지의 대상지역을 선정할 때 여러 가지 사항들을 고려하여야 하나 우선적으로 과거의 침수경험이 있거나 홍수피해 발생이 빈번한 지역을 선정하는 것이 합리적일 것이다. 이는 상습범람지의 경우 지형적인 요건이 천변저류지의 기능을 가지고 있다고 할 수 있고, 천변저류지의 조성을 위해 경제적인 측면에서도 유리하다고 할 수 있기 때문이다.

### 4.2 적지분석

GIS기술을 활용한 공간자료 모델링의 가장 중요한 기능중의 하나는 시설물의 최적 입지 또는 특정 시설물에 대한 입지 적합성(site suitability)을 분석하는 것이다. 또한 새로운 공공 시설물이나 입지조건이 매우 까다로운 시설물의 입지를 찾는 경우에 먼저 입지해서는 안 되는 지점이나 입지하기에 적합하지 못한 지점들을 먼저 찾아내고 나머지 지역들 가운데 접합한 입지를 찾아내는 경우도 있다.

### 4.3 수리분석

천변저류지의 가장 주된 기능은 홍수조절 기능이다. 따라서 홍수조절 효과를 알아보기 위하여 수리분석을 실시하여야 한다. 천변저류지의 경우 체적 개념이 들어가기 때문에 홍수조절 효과 분석을 위해서는 부정류해석이 가능한 모형을 선정하여야 한다. 현재 다양한 부정류 해석 모형이 개발되어 사용되고 있으며 그 중에서 가장대표적인 모형이 미공병단에서 개발한 HEC-RAS모형이므로 천변저류지 수리분석을 HEC-RAS의 Storage area 기능을 이용하여 평가할 수 있다. 여기서 중요한 것은 홍수량을 어떻게 하면 가장 효율적으로 저류지로 보낼 수 있을지에 대한 방안을 마련하는 것이다. 가령 천변저류지의 적지가 경사가 급한 상류지역으로 분석되었다면 관성으로 인하여 홍수량을 월류 시키기가 매우 어려울 것이므로 이에 대한 공학적 대안을 마련해야 하면 그 효율성을 수리모형을 이용하여 입증하는 과정이 필요할 것이다.

### 4.4 수문환경분석

천변저류지의 수문학적 분석을 위해서는 우선 유역의 저·갈수기 하천 수량 및 환경·생태적인 관리를 위한 모형이 필요하다. 또한 적용 가능성 및 적용 편의성을 고려하고 매개변수의 특징 즉, 국내 수문 여건에서의 매개변수 추정 가능 여부 등을 비교·평가하여 추진 중인 천변저류지의 조성 시 환경 및 생태 분석을 위한 적정 장기유출모형을 선정하여야 한다. 본 연구에서는 증발산, 유출, 비점오염원등을 모의할 수 있는 모형인 SWAT 모형(Neitsch 등, 2002)을 예제로 제시하고자 하나 목적에 따라서는 다양한 모형들이 이용되어질 수 있을 것이다.

### 4.5 생태모델링

생태 모델링을 위한 방법론은 천변저류지 내의 일일 수심에 대한 식생의 반응을 예측하는 것을 중심으로, 수문 모형 부분과 식생 성장 모형으로 크게 나누어 볼 수 있다(Ahn 등, 2004). 수문 모형에서는 지표면 고도별로 천변저류지가 침수되는 횟수와 기간, 침수심 등을 파악하는 것으로 이는 전술한 수문환경 분석을 위한 절차를 통하여 획득될 수 있다. 침수기간 및 그에 따른 침수 수심은 사전에 파악된 식물 성장 단계에 따른 식물의 반응을 결정하는데 중요한 요소가 되며, 식물 성장 모형 부분은 로지스틱 성장 방정식을 이용하여 식물 성장을 적절하게 모의하도록 모형의 주요 매개변수를 보정하여 구축할 수 있다.

#### 4.6 치수경제성 분석

건설교통부(2004)에서 제시한 다차원법을 이용하여 천변저류지 설치에 따른 치수 경제성 분석이 가능할 것이다. 그러나 실제 홍수조절의 효과를 볼 수 있는 대규모 또는 많은 수의 천변저류지를 조성할 경우 치수적 측면에서 경제성이 있는 천변저류지는 많지 않을 것으로 판단된다. 따라서 치수경제성분석 뿐 아니라 활용방안에 따른 편익이 함께 고려될 수 있는 경제성 분석도 이루어져야 할 것으로 생각된다. 즉, 치수적 측면과 비홍수기 활용적 측면의 편익을 함께 한 경제성 분석이 수행될 필요가 있다는 것이다. 따라서 이에 대한 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

### 5. 천변저류지 조성방안

#### 5.1 천변저류지 조성을 위한 요소

본 연구에서는 비홍수기때 천변저류지를 습지로 활용할 경우, 습지 조성을 위한 절차 단계로서 그 요소를 살펴보면 크게 조사·분석·검토, 계획·설계, 구축·조성, 모니터링·평가 의 4 단계로 나누어 볼 수 있다.

#### 5.2 천변저류지 조성을 위한 절차

5.1절과 같은 내용을 토대로 천변저류지 조정절차에 대하여 자세히 살펴보면 다음과 같다.

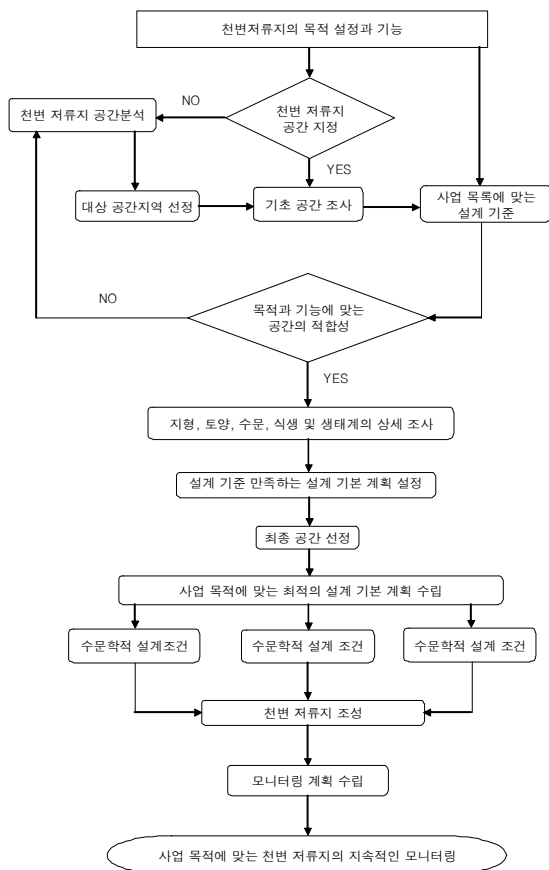


그림 3. 천변저류지의 복원과 조성을 위한 결정과정(Donald, 2000)

- 조사·분석·검토  
조사·분석·검토에는 대상지 조사, 지형특성조사, 토양특성조사, 수문환경분석, 식생환경분석 등이 포함된다.
- 계획·설계  
천변저류지의 설계 시는 이용 가능한 모든 자원이 고려되어야 하며, 대상지의 급격한 공학적 대안을 가급적 최소화해야 하고, 대상지의 제약조건을 충분히 반영하여야 한다. 천변저류지의 설계기준이라 함은 요구되는 천변저류지의 기능을 제공하는 천변저류지의 구성부분에 대한 정량적인 정보를 제공하는 것이다.
- 구축·조성  
천변저류지의 시공은 대부분의 다른 토목공사보다 더 상세한 주의가 요구된다고 할 수 있다. 시공자는 정확한 도면과 완성물의 품질, 시공오차, 재료, 시공기술 등을 시공 설계서에 기술할 필요가 있다. 시공에 대한 유연성은 문서화하여 시공에 따른 설계변경사항을 파악하여야 한다. 식생에 관해서는 대상 중, 식생 밀도, 위치 및 방법 등이 상세하게 사전에 인지될 필요가 있다.

- 모니터링·평가

생태형 천변저류지를 조성하기 위해서는 정기적인 모니터링이 필요하며 이러한 일련의 과정은 천변저류지에 식종한 식생이 정착되거나 또는 구성 변동이 완료될 때까지 수년 동안 지속하여야 한다.

## 6. 결론

본 연구에서는 우리나라에서 이제 시작되고 있는 천변저류지에 대한 개념과 정의를 정립하고자 하였다. 또한 천변저류지 분석을 위한 방안과 활용방안에 대하여 기술하였고, 조성방안에 대해서도 서술을 하고자 하였다. 유역종합치수계획수립에서도 수행사에 따라 천변저류지 적지분석을 위한 위치선정 또는 수리분석 방안 등에 대해서도 각기의 방법론을 사용하고 있다. 홍수조절목적의 천변저류지라는 개념이 외국에서도 뚜렷하지 않고, 다만, 영국의 경우 washland라는 개념으로 조성되고 있으나 이는 저류공간 확보를 통한 홍수터 확대 또는 홍수소통 구간의 확충이라고 할 수 있을 것이다. 즉, 이는 홍수범람원을 이용한 홍수조절을 하는 것인데 최근에는 이러한 목적과 더불어 생태적 측면에서도 다루어지고 있었다. 따라서 천변저류지에 대한 개념 및 정의를 새로이 정리하고, 홍수기에는 홍수조절 목적으로 비홍수기에는 천변저류지의 활용방안에 따라 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. 건설교통부(2004), 낙동강 유역종합 치수계획
2. Ahn, C., Sparks, R.E. and White, D.C. (2004), A dynamic model to predict responses of millets (*Echinochloa* sp.) to different hydrologic conditions for the Illinois floodplain-river.
3. Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Williams, J.R., King, K.W. (2002), Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation.
4. Donald F. H., Trudy J. O. and J. Craig Fischenich, (2000) Wetlands engineering Handbook. US Army Corps of Engineering, Engineering Reserch and Development Center.