

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

## 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### 1. 기후변화로 인한 수피 태풍 발생

##### (1) 기후변화로 인한 설계 홍수량을 넘는 수피 태풍 발생 → MORAKOT

- ① 2009년 8월 대만지역에 상륙하여 큰 피해를 불러일으킨 수피태풍
- ③ 대부분의 지역의 강우량이 1,000mm를 초과, 2,000mm를 초과한 지역도 나타남



### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### (2) 낙동강 유역 강수량과 슈퍼태풍 MORAKOT

- ① 과거 1988~2007년까지의 낙동강유역의 연평균 강수량은 1,255mm
- ② 슈퍼태풍 MORAKOT, 지속시간 72hr의 강수량은 3,162mm. 낙동강유역 연평균강수량의 약2.9배

< 낙동강유역 - 빈도별 지속시간별 강수량 (밀양관측소) >

빈도 (년)	강 우 지 속 기 간									
	1hr	2hr	4hr	6hr	8hr	12hr	18hr	24hr	48hr	72hr
2	38.7	52.2	70.9	84.8	96.1	112.1	127.1	137.0	157.4	169.5
5	55.0	72.6	97.2	114.6	129.8	152.0	173.2	188.2	219.4	238.6
10	65.7	85.9	114.6	134.4	152.1	178.5	203.7	222.1	260.4	284.3
30	81.9	106.3	140.8	164.2	185.7	218.4	249.7	273.4	322.4	353.4
50	89.3	115.4	152.8	177.8	201.2	236.6	270.8	296.8	350.7	385.0
80	96.1	124.0	163.8	190.3	215.3	253.3	290.0	318.2	376.6	413.9
100	99.2	128.0	169.0	196.3	221.9	261.3	299.2	328.3	388.8	427.5
200	109.2	140.4	185.0	214.5	242.6	285.7	327.4	359.8	426.9	469.9
500	122.3	156.8	206.3	238.7	269.9	318.1	364.7	401.2	477.1	525.9

< 대만, 아라산지역 - 슈퍼태풍 'MORAKOT' >

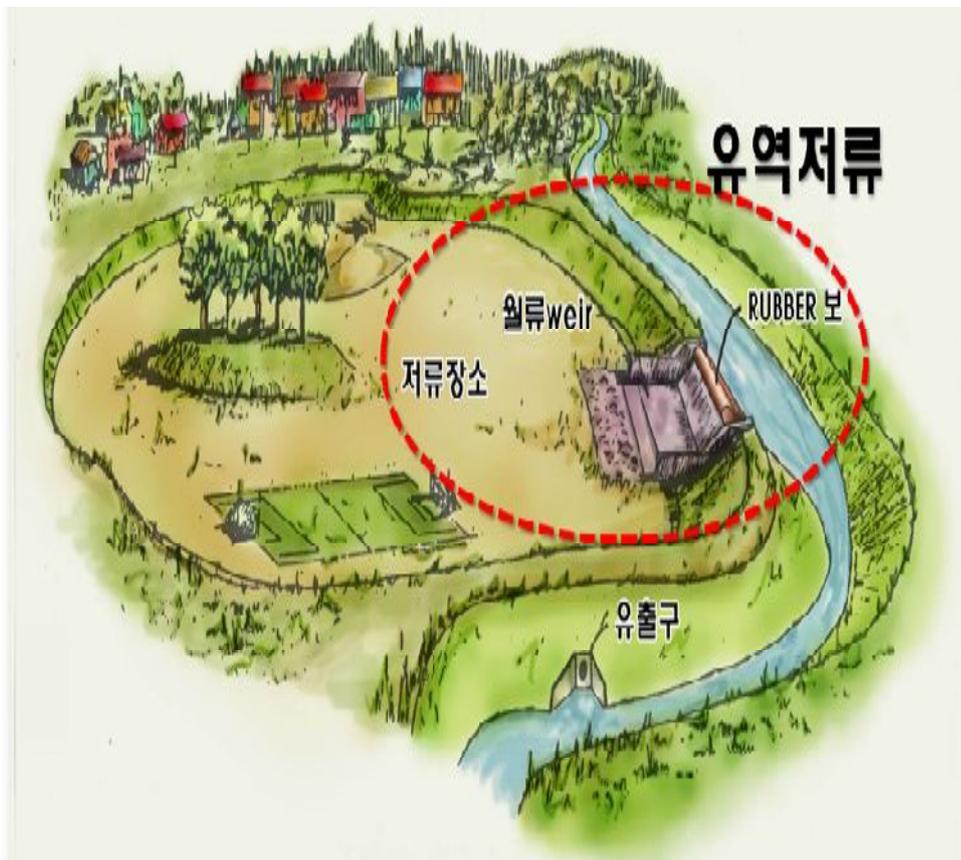
일	3	4	5	6	7	8	9	10	11
강우량	1.1	8.1	55.0	39.5	420.0	1161.5	1165.5	218.0	57.5
일	12	13	14	15	16	17	18	19	20
강우량	21.0	-	2.0	34.5	15.5	9.0	35.0	0.3	6.0

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### 2. 강변저류지와 홍수조절지

##### (1) 강변저류지와 홍수조절지

- ① 강변저류지는 기존 범람지에 기능을 상실한 구하도를 복원하여 원래의 홍수 조절 기능을 수행할 수 있도록 하는 저류지 개념
- ② 홍수를 인위적으로 조절하는 홍수조절지와 자연적으로 발생하는 습지와는 대별되는 개념
- ③ 강변저류지의 경우 홍수와 홍수파를 일시적으로 저장할 수 있는 공간으로, 농지, 쾌적한 경치를 활용한 레크레이션 지역으로 이용 가능
- ④ 홍수조절지의 경우 저류를 통한 하류 지역의 홍수량 저감에 큰 효과가 있음



(2) 강변저류지 효과 분석

① Ecoriver 21기술보고서 (국토해양부, 2010)

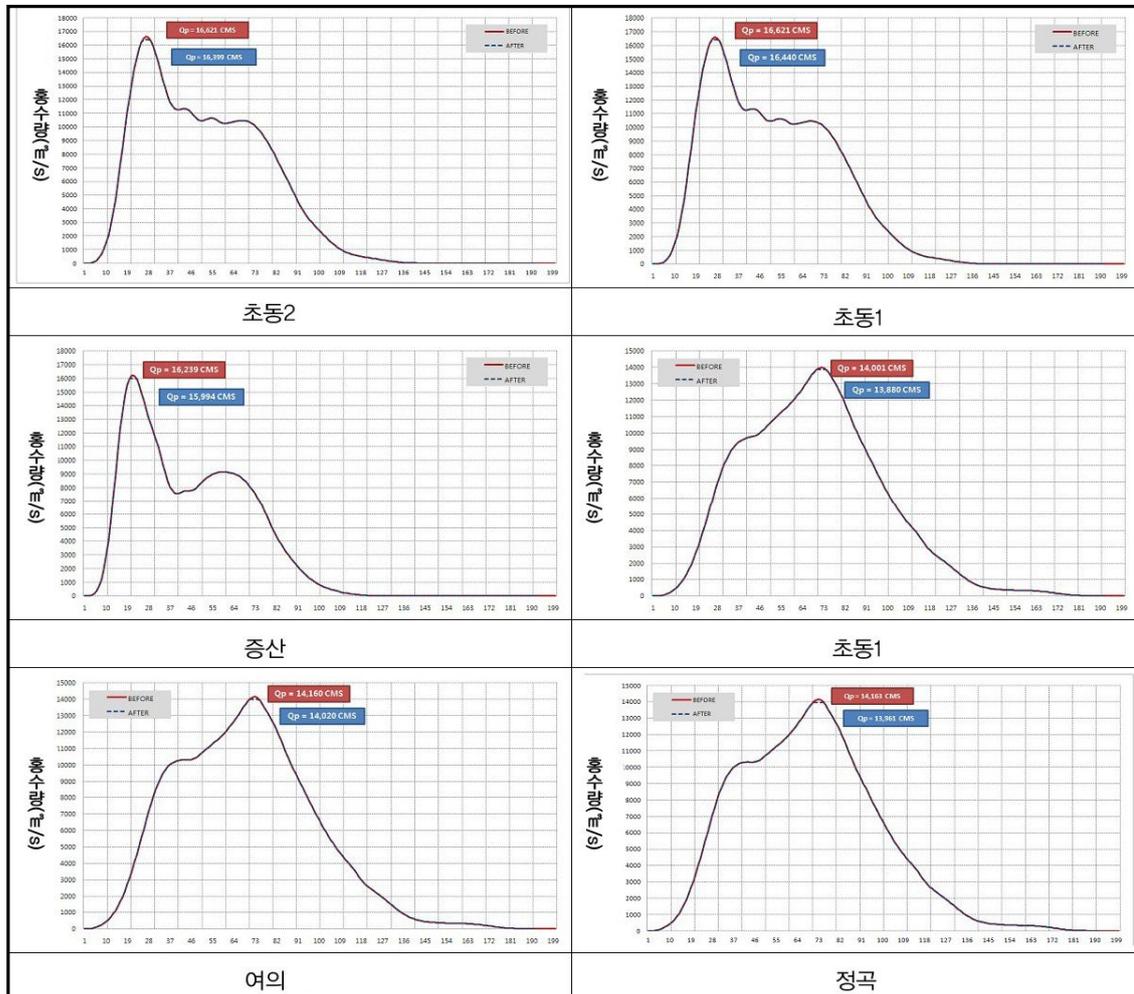
기능(효과)	기 관							비 고	
	NWP	EPA	NSF	EN	RAMSAR	COE	ER21		
수자원	단기 홍수조절	●	●	●	●	●	●	●	
	지하수 함양	●	●		●	●		●	
	지하수 방출		●		●	●		●	
	수량개선 (유황개선)			●					
	수자원 저류 (장기)					●	●	●	
	수자원 공급					●			
수 질	수질 개선 (탁류)		●			●	●	●	- ER21 : ECORIVER21
	영양염류의 제거 및 전이	●		●	●	●	●	●	
	토사퇴적 및 독성물질 체류	●		●		●		●	- NWP : National wetlands policy forum
	이토의 퇴적			●	●	●		●	- EPA : Environmental Protection Agency
	질소가스 방출				●			●	
생 태	생태계 서식처 제공		●	●	●		●	●	- NSF : National Science Foundation
	수생생태계의 다양성	●		●	●	●	●	●	
	야생생태계의 다양성	●		●		●		●	
	유기물질의 생산	●	●				●	●	- COE : Us Army Corps of Engineers
기 타	하안 및 제방 안정	●	●			●		●	
	주운					●			
	여가활동 및 관광 (친수공간)					●		●	
	농업					●		●	
	임업					●			
	조경 생태							●	

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### ② 낙동강유역종합치수계획 보고서 2009

- 2009년 신규댐적용 재산정 홍수량과
- 2005년 측량성과 및 하도정비계획
- 단면기준 하도홍수 소통능력 비교
- 전 구간에서 하도홍수소통능력이 하도분담 홍수량보다 크게 측정됨
- 강변저류지의 홍수저감효과는 사실상 국지적이고 미미함

#### <강변저류지 홍수조절효과 분석>



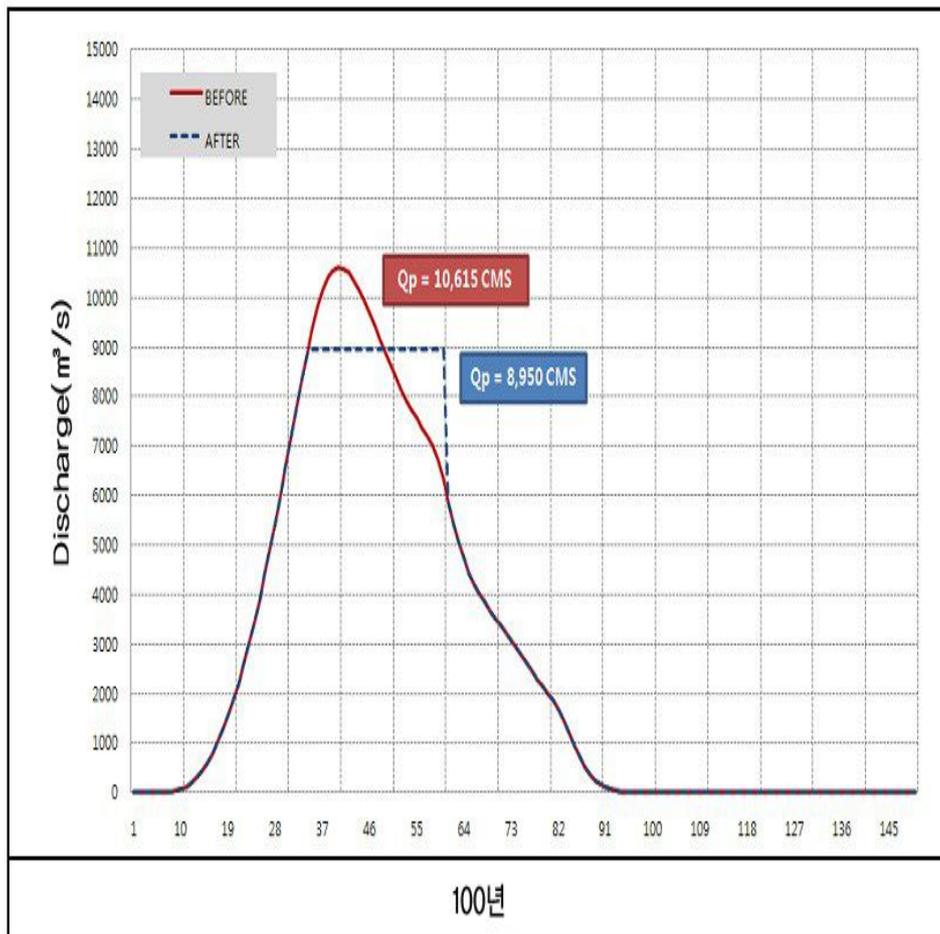
### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### (3) 홍수조절지 홍수효과 분석

##### ① 낙동강유역종합치수계획 보고서 2009

- 낙동1 홍수조절지: 경북 문경시 예천군 풍양면 위치
- 시설물별 홍수 분담량을 2,000만 $\text{m}^3$ 로 반영하였을 경우 본류에 홍수조절용량 3,776만 $\text{m}^3$ (49.3%), 지류에 3,888만 $\text{m}^3$ (50.6%)등 총 7,664만 $\text{m}^3$ 을 조절할 수 있는 것으로 나타남

<낙동1 홍수조절효과 분석>



3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

(4) 하천공간의 분류 및 관련내용

	근거 법률	목적	범위
하천구역	하천법 (제10조)	하천의 적정관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 완성제방 또는 계획제방의 부지 및 완성제방 하심측(河心側) 토지</li> <li>- <u>계획하폭에 해당하는 토지</u></li> <li>- <u>댐·하구둑·홍수조절지·저류지의 계획 홍수위 아래 토지</u></li> <li>- 철도·도로 등 선형 공작물의 하천 측 비탈머리의 하심 측에 해당하는 토지</li> <li>- [하천기본계획 미수립 하천] 매년 1회이상 물이 흐를 것으로 판단되는 수면아래 토지</li> </ul>
홍수관리구역 (舊연안구역)	하천법 (제12조)	하천보전 및 홍수피해방지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- [하천기본계획 수립 하천] <u>계획 홍수위 아래의 토지로 하천구역을 제외한 지역</u></li> <li>- [하천기본계획 미수립 하천] 홍수범람 우려가 있는 지역 중 하천구역 경계선부터 일정한 범위 (대통령령으로 규정, 舊 500m) 안의 지역</li> </ul>
수변구역	한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률 등 (제4조)	수질관리 및 오염예방	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 하천·호소 경계로부터 500m 이내</li> <li>- [수질보전 특별대책지역] 하천·호소 경계로부터 1km 이내</li> <li>- [금강 본류에 직접 유입하천] 하천 경계로부터 300m 이내</li> </ul>
상수원보호구역	수도법 (제7조) 상수원관리규칙 (제4조)	상수원 확보 및 수질보전	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 취수시설 설치 및 설치예정 지역</li> <li>- 하천수·복류수: 취수 기점 유하거리 4km를 표준거리로 정함 (상·하류 각각)</li> <li>- 호소수: 위의 기준 또는 호소의 만수위선</li> <li>- 지하수: 지하심도, 수질, 투수계수 등을 고려하여 지정</li> </ul>

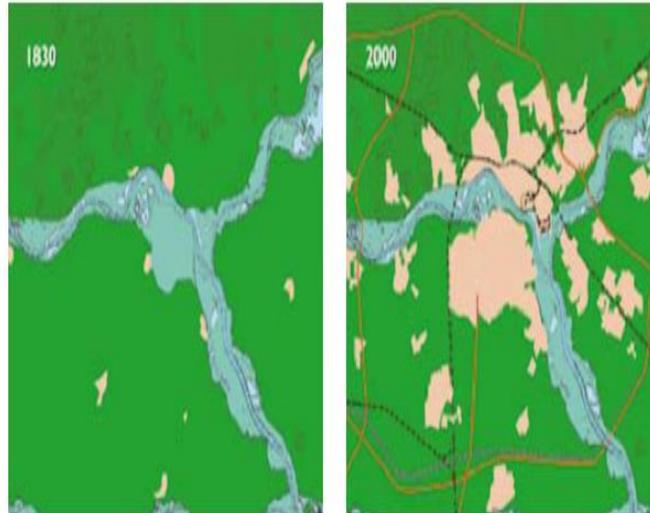
### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### 3. 하천공간 확보전략

##### (1) 네덜란드 라인강의 Room for the River

###### ① 종합계획 수립배경

- 자원의 수송과 교통의 문제로 하천을 따라 도시개발이 이루어지면서 높은 제방사이의 토지로 하천공간이 국한됨
- 지속적인 개발로 불투수 면적이 증가하고 기후변화로 인해 해수면이 상승하고 육지 하강현상이 진행됨



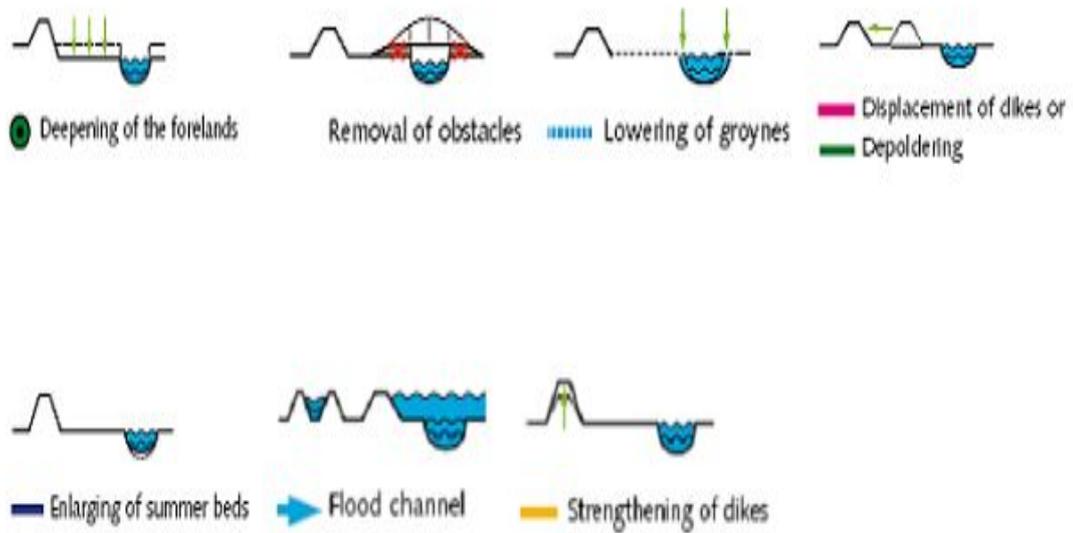
<Arnhem 인근 개발>

- 생명, 자연, 문화, 역사 유적지 보존과 공간 특성 강화, 사회 및 환경 관심이 급증하면서 제방강화 보다는 강의 수평(widening), 수직(deeping) 공간을 확보하여 하천 수위를 낮추자는 의견이 대두됨
- 이에 따라 Spatial Planning Key Decision Room for the River (SPKD) 계획을 수립하여 하천공간을 확보하여 범람하는 라인강으로부터 도시를 보호하고 홍수피해를 농지에 일어나도록 하는 국가 위기 관리시스템을 구축 중

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### ② 하천공간 확보 대안의 구성

- 준설, 장애물 제거, 방사제 저하, 제방후퇴 등의 방안으로 하천공간을 확보하여 2015년 라인강 지류가 16000m<sup>3</sup>/s의 유량을 저류할 수 있게 하며, 유역의 환경질을 개선시키고자 함.
- 제내지가 충분한 공간을 제공할 수 없는 경우, 홍수수로(Flood Channel)를 건설
- 해안간척지에 위치한 주거지 및 수자원 구조물을 내륙으로 이동(Depoldering)
- 상기 방안들이 적용이 불가능하고 고비용이 요구될 시, 제방을 강화하는 방안을 채택





### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### (2) 미국 UMRCP(Upper Mississippi River Comprehensive Plan)

##### ① 종합계획 수립 배경

- 1993년 대홍수로 인한 피해
  - 인명피해 : 47명
  - 재산피해 : \$150~200억(미시시피강 및 홍수터 피해 : \$29억)
- 전체 유역을 관장하는 체계적인 치수 계획 부재

##### ② 사업 개요

- 목적 : 미시시피 강 상류의 홍수 위험 관리를 위한 종합적인 전략 수립 및 이행계획 마련
- 수행기관 : US ACE, 연방주정부 기관, 비정부기구
- 대상구역 : 미시시피 강 및 일리노이 강의 홍수터
- 대상유역 면적 : 479,000km<sup>2</sup>

##### ③ 후보계획(Alternative Plan) 구성

- 도시지역 : 200년, 500년 빈도 홍수 대비
- 농촌지역 : 50년, 100년, 200년, 500년 홍수 대비 보호되지 않는 마을
- 신규 제방건설(500년 빈도) 또는 마을 매입 (비용에 따라 선택)



### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### (2) 미국 UMRCP(Upper Mississippi River Comprehensive Plan)

##### ④ 주요 대안 계획(alternative plans)

계획	No Action	B	C	D	E	F	G	H	I	J	M
설명	현상 태 변화 없음	도시 농 촌 500 년	도시 500년, 농 촌 200년	도시 500년, 농 촌 100년	도시 500년, 농 촌 50년	도시 500년 , 주 요 도 로 및 교 량 접 근 로 보 강	도시. 농 촌 500년, 하 류 수 위 영 향 무 시, 저 류 지 조 성	도시 500년, 비 용 을 고 려 한 농 지 매 입	100년 빈 도 홍 수 터 외 각 으 로 도 시 자 원 재 배 치	홍수 터 매 입, 홍수 터 개 발 제 한, 농 촌 지 역 치 수 시 설 철 거	도시. 농 촌 500년, 하 류 수 위 영 향 무 시, 저 류 지 조 성
도시 지역	100~ 500년 (연방 정부 관할지 역)	500 년	500년	500년	500년	500년	500년	500년	100년 홍수 위 하 역 매 입	500년	500년
농촌 지역	대부분 50~ 200년 (연방 정부 관할지 역)	500 년	200년	100년	50년	마을 및 주 요 교 량 만 보 호 (500 년), 농 지 비 보 호	500년	토지 매입 또는 제방 보강 (비용 고려)	토지 매입	제방 철거, 마을 및 시 설 물 매 입	500년
보호 지역 외	보호 안됨	윤 중 제 건 설 (50 0년)	윤 중 제 건 설 (500 년)	윤 중 제 건 설 (500 년)	윤 중 제 건 설 (500 년)	윤 중 제 건 설 (500 년)	윤 중 제 건 설 (500 년)	윤 중 제 건 설 (500 년)	마을 매입	마을 매입	윤 중 제 건 설 (500 년)

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

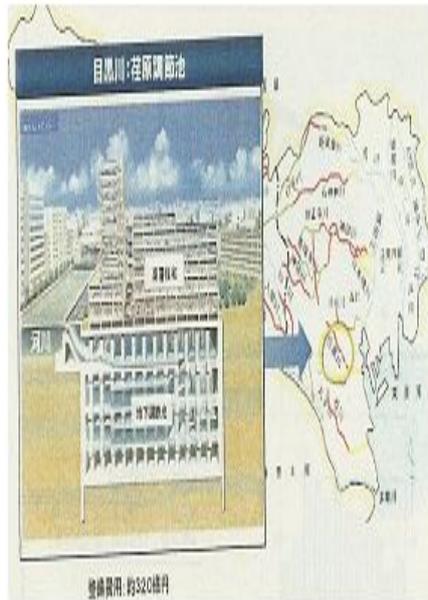
#### (3) 일본 아라카와 강

##### ① 아라카와 강의 하천공간 확보 방안

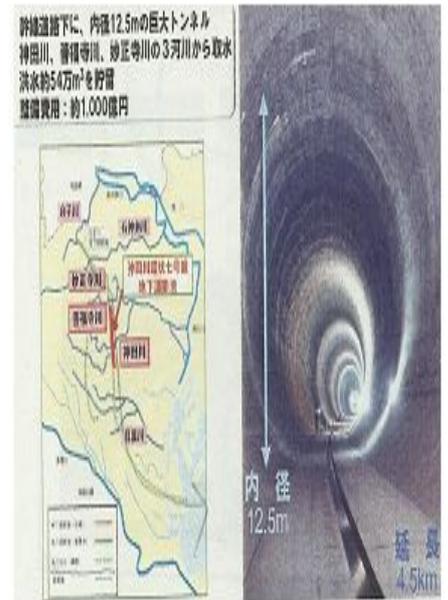
- 일본은 기존의 치수 혹은 치수+이수 하천정책에서 치수+이수+환경 하천정책으로 변화하면서, 생태습지형 홍수저류지 및 조절지를 조성하여 하천공간을 확보하고 있음
- 아라카와강 하류 지역은 지하수 개발로 지반이 침하되면서 해수면 0m 이하의 지역이 확대되어
- 홍수방어 및 용수 공급을 목적으로 부지를 확보하고 방수로 및 저류지, 조절지를 조성
- 도시용지와 같이 하천공간 확보가 어려운 경우, 슈퍼제방, 지하저류지, 지하터널을 조성
- 물과의 만남지역, 자연보존지역, 야외활동지역을 조성하여 문화생태가 어우러진 공간으로 활용



Lake Town



지하저류지



지하터널

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### (4) 사례종합 및 분석

##### ① 선진국

- 생명, 자연, 문화.역사 유적지를 보존할 수 있으며 하천 공간 특성을 강화시킬 수 있는 공간을 확보하여 강의 역동성을 되찾아 줄 수 있는 대안을 모색, 적용
- 하천공간 확보를 가장 중요한 목표로 삼고 있으며, 이를 위한 방안으로 강변저류지 신설, 홍수터 복원, 하천 양안 사이의 거리 확대 등을 제시

##### ② 우리나라

- 이수, 치수 기능을 보장하면서 환경 기능을 보전, 개선, 복원하는 기술 및 시스템이 개발 중에 있음.
- 그러나, 기후변화로 인한 자연재해, 하천개수사업에 따른 생물서식처 훼손, 산업 및 도시화에 따른 수변개발 확대, 하천 생태유지용량의 확보 부족 문제를 해결할 수 있는 하천공간 확보를 위한 정책적 접근은 부족  
→ 치수, 이수 외 생태, 문화, 지역개발을 고려한 하천공간 확보를 위한 하천공간계획 및 정책 도입이 필요한 시기

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### (5) 하천공간 확보전략

- ① 생명, 자연, 문화·역사 유적지를 보존할 수 있으며 하천의 공간 특성을 강화시킬 수 있는 공간을 확보하여 강의 역동성을 되찾아 줄 수 있는 대안 제시

제방후퇴	제방축조로 인해 축소된 하도공간을 확보하고자 가능한 한 뒤로 후퇴시켜 넓은 하천구역을 확보함으로써 충분한 생태 서식처를 확보하고 치수안전도를 높임
습지복원	산업화/도시화로 인해 사라진 습지를 복원하여 생물다양성 보유, 수질정화, 기후조절, 생태관광, 홍수조절, 농업 용수 공급 및 하천공간을 확보. 종다양도를 높여 환경생태적 역할을 도모.
강변저류지 조성	논, 밭으로 전환되면서 소실된 범람공간을 확보하고자, 낮은 수준의 홍수 조절 기능을 수행하는 홍수와 홍수파를 일시적으로 저장할 수 있으며 생태공간 기능을 하는 하천공간 확보 방안임.
폐도 구하도 복원	하천 직강화로 인한 하도 경사의 변화, 하천유역의 감소, 하천수위 저감 등으로 홍수 피해가 증대, 지하수 고갈, 하천생태계가 파괴되면서 경관/친수공간을 제공할 수 있는 방안이 제시됨.
홍수터 관리	치수, 이수, 환경 기능을 종합적으로 유지하면서 적정 이용을 보장할 수 있는 공간인 홍수터를 확보하여 자연상태 홍수터, 농경지 활용 홍수터, 친수공간 활용 홍수터 등으로 활용하고자 함
준설	홍수의 직접적 원인이 되는 하천에 퇴적된 골재를 준설하여 하천공간을 확보하고자 함. 상습침수 피해를 방지 하고 오염물질과 토사를 제거하여 수질 개선을 도모하고자 하는 방안임

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### 4. 하천공간 확보방안

##### (1) 하천공간의 매입

###### ① 토지의 매입

- 중장기적 관점에서 가장 직접적이고 강력한 하천공간 관리방안
- 사유재산권 침해문제를 원천적으로 해소
- 오염원 사전차단 및 반환경적 토지 이용 예방

###### ② 문제점

- 사업의 시행에 많은 비용이 소모됨
- 토지 소유자와의 협의가 어려움
- 공장이나 취락시설 등 하천오염에 크게 영향을 미치는 대상시설의 매입이 어려움
- 매입된 토지의 사후관리와 모니터링 체계가 잘 갖춰지지 않음
- 산발적 토지 매수로 대규모 계획적 생태사업의 추진이 어려움

##### (2) 하천공간의 매입 및 임대 유형

###### ① 미국 / 일본

- 주로 개발권(Development Right)의 법적인 개념에 기초
- 개발권의 양도(TDR)나 보전지역권(Conservation Easement)의 설정  
법제화

###### ② 우리나라

- 주로 협정(Covenant) 개념에 의한 보상
- 개발행위의 제한과 직간접 보상을 통한 주민지원사업 시행

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### ③ 하천공간 확보방안의 유형 및 내용

접 근	정책 수단	내용	비고
개발권 보상	개발권 양도제	토지의 소유권과 개발권을 분리하여 개발권을 추가적인 개발을 원하는 다른 지역에 양도하는 방식	국내에 적용하기에는 법적인 기초가 약하며 사유재산권 침해의 논란이 있음
	개발권 매수제	개발 행위의 제한에 대해 보상하고 해당 지역에서 추가적인 개발을 금지하는 방식	규제 대상으로 설정된 지역의 무형의 개발권을 국가가 매수함
소유권 매입	토지 매수제	토지의 소유권을 직접적으로 국가가 매입하는 방식	국내 수변구역에 적용되고 있는 대표적인 방식임
이용권 보상	토지 휴경제	토지의 이용권 제한에 대한 보상이 이뤄지는 방식	미국의 상수원보호구역에서 현재 사용되는 제도로서 토지의 이용권을 제한할 뿐 소유권을 인정하고 있기 때문에 소유자와의 협상이 유리하다는 장점이 있음
지역권 설정	보전 지역권 설정	소유권의 변동이나 이용권의 제한이 없음	토지의 소유권과 이용권을 유지하는 가운데 토지의 생태적 가치를 보전하는 데에 협의하는 조건으로 경제적 보상을 제공함

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### ④ 토지개발권 매입 방안

- 토지에 대한 권리를 소유권과 개발권으로 구분하여 규제
- 개발권 선매제도:
  - ▶ 토지소유권은 인정하되 개발권을 정부가 토지소유자로부터 미리 매입하는 제도
  - ▶ 농지보전의 영속성과 농민의 재정적 안정성을 높임
  - ▶ 개발권 매입에 소요되는 자금을 정부가 부담하게 됨
- 개발권 양도제도:
  - ▶ 특정지역 토지소유주에게 개발권을 행사하지 못하게 하는 대신 다른 지역에서 그 개발권을 행사하게 허용하는 제도
  - ▶ 송출지역에서의 추가개발이 금지되지만 기존 이용권에는 제약이 없어 소유자와의 협상 유리

- 개발권에 대한 개념이 법적으로 명시되지 않음
- 개발권 산정(토지 면적기준/토지가치 기준) 방식에 논란의 여지가 있음

#### ⑤ 토지이용권 매입 방안

- 토지 휴경제(Conservation Reserve Enhancement Program)의 형태
- 수질 개선을 위해 토지 이용이 중단되고, 오염원의 유입이 차단됨
- 주로 미국에서 주정부가 보전대상 지역의 개발 규제를 실행하는데 이용
- 예, 옥수수 1 부셴(약 25kg) 생산면적당 2달러 지급 (1987년 미국 농무성 지급)

### 3차시. 기후변화에 대응하는 적정 하천공간 확보방안

#### ⑥ 토지소유권 매입 방안

- 국내에서 적용되고 있는 토지매수 사업
- 직접적으로 하천공간의 토지를 국가가 매입하는 방식
- 토지소유권이 국가에 귀속되어 가장 안정적이고 장기적인 방식으로 하천공간 확보 가능
- 토지소유자가 양도의사가 없을 경우 강제 매각이 불가능
- 안정적인 대규모 재원 확보와 체계적 하천공간 복원 및 활용 계획이 선행되어야 함

#### ⑦ 지역권 활용 방안

- 보전 지역권(Conservation Easement)을 설정하는 형태
- 생태적인 가치를 보전할 필요가 있는 지역에 대해 소유자가 지역권을 양도하는 조건으로 국가가 보상하는 방식
- 토지의 현 시장가치와 규제로 인한 향후 부동산 가치 하락을 추정하여 줄어든 가치를 지역권 양도의 형태로 국가가 보상
- 소유권과 이용권은 모두 토지의 원 소유자에게 유지되나 대상 토지에서의 행위 규제에 대한 보상을 국가가 지원
- 오염을 유발하지 않는 토지이용이 허가되어 소유자의 반발이 적고 협상이 원활하게 이루어짐

#### ⑧ 상수원 관리 협정 방안

- 상수원 지역의 오염 방지를 위해 관리청과 주민대표 집단이 행위제한 협정을 체결하고 보상 논의
- 주민들의 욕구와 의사를 사업에 반영할 수 있고 주민 스스로의 참여와 관리 능력을 고취시키는 자율적이고 공동체적인 규제 방식
- 소유권의 매입이 아닌 상호 신뢰와 상호 책임에 기초한 협의를 통해 개발행위 제한