

공유하천을 통한 남북 상생

대진대학교 교수/ 장 석 환



I 서론

II 공유하천 현황

III 공유하천 치수문제

IV 공유하천 이수문제

V 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

VI 남북 공유하천과 상생방안





I 서론

II 공유하천 현황

III 공유하천 치수문제

IV 공유하천 이수문제

V 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

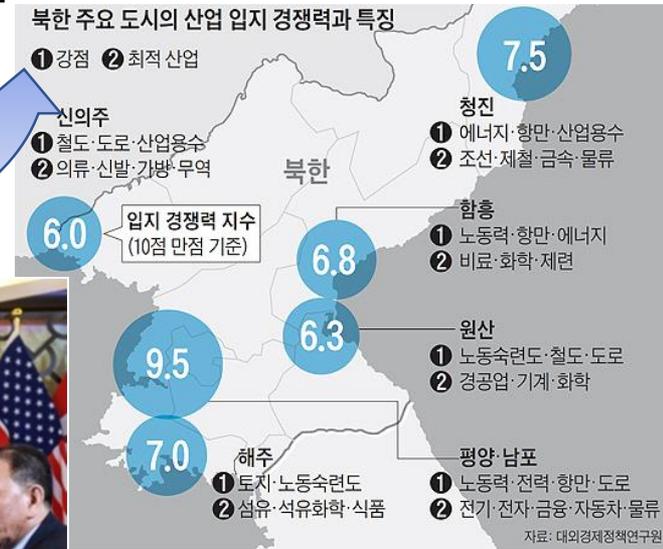
VI 남북 공유하천과 상생방안



추진배경

대외적 배경

- 2018 북미정상회담 이후 북한 주요도시 경제투자 기회 모색
- - 1차: 2018. 6.12 (싱가폴), 2차: 2019. 2.28 (하노이), 3차: 2019. 6.30. (판문점)
- 美 트럼프 대통령: “북한은 부동산 입지 측면에서 엄청난 잠재력이 있다. 향후 북한 해변에 콘도를 지을 수 있을 것이다” .



유엔 안전보장이사회, 대북제재위원회에서 대북제재 면제 조치 17건을 허가 (2018. 12. 31)

북한의 관심분야

악화된 남·북, 북·미 관계

- [2021.03.17] 북한 노동당 중앙위 부부장 김여정은 3월 16일 진행된 한·미 연합훈련을 문제 삼아 “남조선 당국은 붉은 선을 넘어서는 얼빠진 선택을 했다” 와 “3년전의 따뜻한 봄날은 다시 돌아 오기 쉽지 않을 것” 이라고 발언
- [2021.03.24] 조 바이든 미국 대통령이 일주일 전 북한이 발사한 단거리 미사일 실험 발사에 대해 “별로 달라진 것이 없다는 것을 알았다.” 라고 발언
- 워싱턴포스트(WP)는 ‘조 바이든 미국 대통령에 대한 김정은 북한 국무위원장의 첫 직접적 도전 ‘ 이라고 평가

김여정 “3년전 봄날 다시 안와” 한미훈련 맹비난

미국무·국방 방한 전날 담화 발표

국제 >

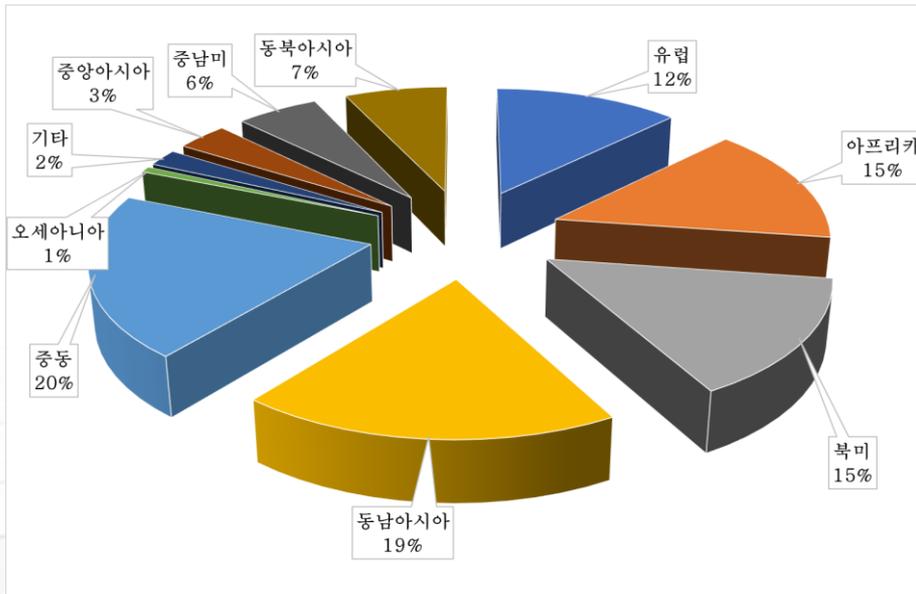
바이든, 김정은 미사일 발사에 “北 별로 달라진 게 없다”



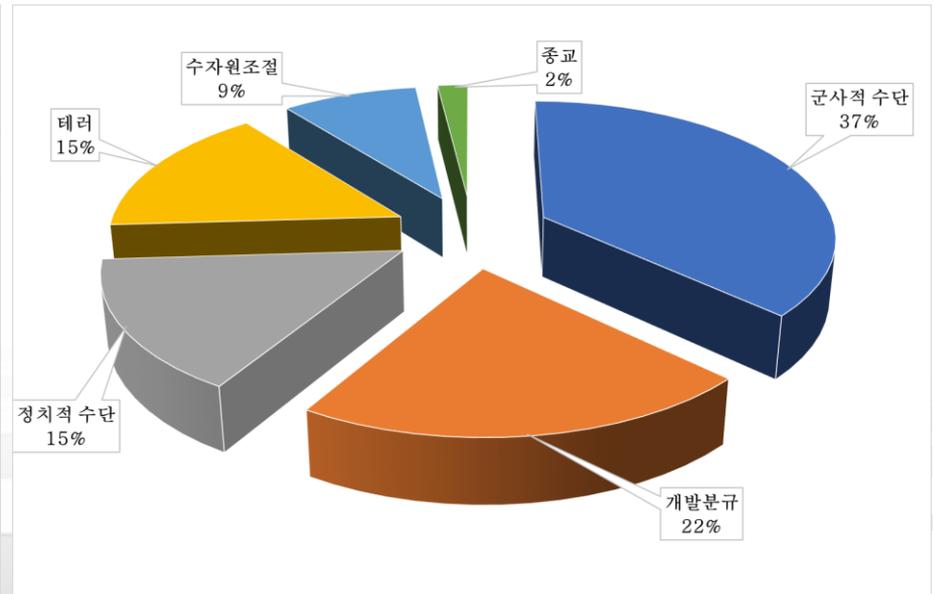
1. 서론

전세계 공유하천 현황

- 공유하천 유역의 면적은 지구 표면적의 약 47%를 차지하고 지구촌 인구의 40%가 공유하천 유역에 거주
- 공유하천의 유량은 전체 담수 유량의 60%
- 총 145개 국가의 영토에 공유하천 존재, 21개 국가는 영토전체가 공유하천 유역에 포함
- 33개 국가에서는 전체 영토의 95% 이상 공유하천 유역에 속해 있음
- 물 분쟁으로 인해 군사적 충돌로 이어진 경우가 가장 많음



<2개국 이상 관련된 대륙별 하천분쟁(이광민 등, 2008)>



<물 분쟁 원인 비율>

I. 서론

공유하천 개념

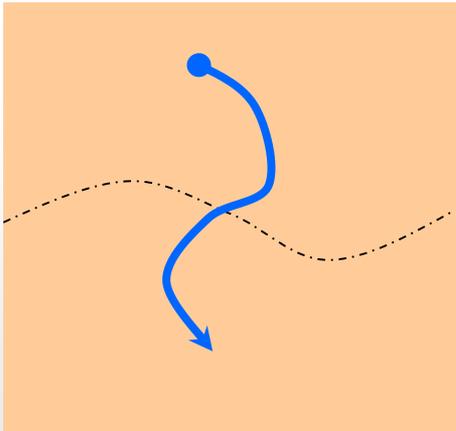
- 공간적 범위

- 2개국 이상의 국가 사이에서 경계를 이루거나 이들 국가의 영토를 연속적으로 흐르는 하천

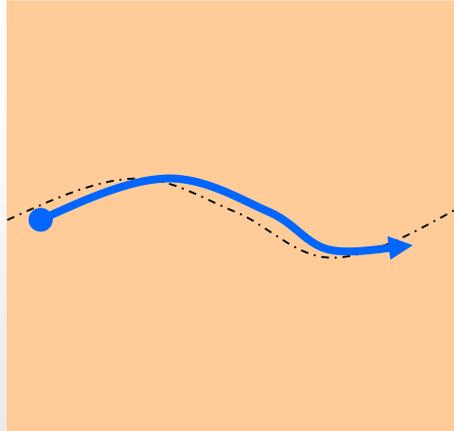
- 수자원의 범위

- 최근에는 국가간 물 분쟁 조정, 환경오염 규제가 필요성 때문에 유역 전체를 모두 포괄 인식

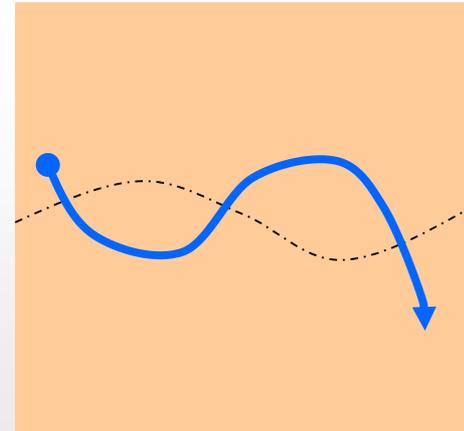
공유하천 분류



<Transboundary river>



<Boundary river>



<Shared river>

1. 서론

국제 공유하천의 공동관리의 일반적 경향

- **일반적 원칙이 없고, 협정 및 조약의 강제성이 한계**
각 국가들은 자국의 이해에 **부합하는 원칙 주장**
국제법이나 기구는 강제적인 구속력을 갖지 못함 → **국제법이나 수리권적 접근 한계**
- **연안국가들 간의 협력 및 적대관계, 세력관계가 반영 됨**
순수한 물 문제만으로 무력충돌까지 비화한 경우는 거의 없음
물 문제 협상 이전에 관련국들 사이의 관계 개선 필요
공유하천 의존도가 높을수록 분쟁의 정도 심함, 물 스트레스가 작을 때 협약 체결
- **상·하류 국가의 경제력과 군사 차이에 따라 다른 해결 방식**
상류국가가 **군사적, 경제적으로 우월한 지위**에 있을 경우
하류국가는 항상 피해를 감수 : 미국과 멕시코, 인도와 방글라데시, 중국과 베트남

공유하천 국가들은 자국의 이익에 가장 유리한 원칙 적용

구분	내용	특징	사례
절대영토 주권주의	자국 영토 내 물을 자유롭게 이용할 권리	현행국제법 원칙에 반함	리오그란데강(미국) 유프라테스강(터키)
선점 우선주의	선행된 이용행위가 법적으로 우선권을 가진다는 원칙	상류지역 국가선호	콜럼비아강(미국) 나일강(이집트)
절대영토 보전주의	하천 유역의 수량·수질에 피해를 주는 개발 행위 제한	하류지역 국가선호	인더스강(파키스탄) 다뉴브강보존위원회
상호 개발이론	하천유역의 개발은 모든 연안국가의 합의 하에 진행 필요	-	메콩강 위원회
상호 사용원칙	적절한 피해보상을 받지 못할 경우 국제하천 사용 협정 거부	-	라인강 상류 (독일, 네덜란드)
연계원칙	관련 국가들에 이득을 줄 수 있는 다른 문제들과 하천관련 협정을 연계	-	이스라엘-요르단 협정
중대피해 방지원칙	연안국, 유역국은 다른 연안, 유역국에 중대한 피해를 끼치는 이용행위를 중지, 예방해야 할 “적정주의 의무” 를 가짐	-	유럽지역(완화된 중대피해 방지원칙)
수요 우선주의	인구 등에 기초한 필요량에 따라 물을 분배	-	중동국가
헬싱키 원칙	다른 국가에 피해를 주지 않는 범위에서 “합리적이고 공평한” 수 자원 이용권을 가져야 함	합리적인 원칙	나일강 상류 국가



I 서론

II 남북 공유하천 현황

III 공유하천 치수문제

IV 공유하천 이수문제

V 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

VI 남북 공유하천과 상생방안



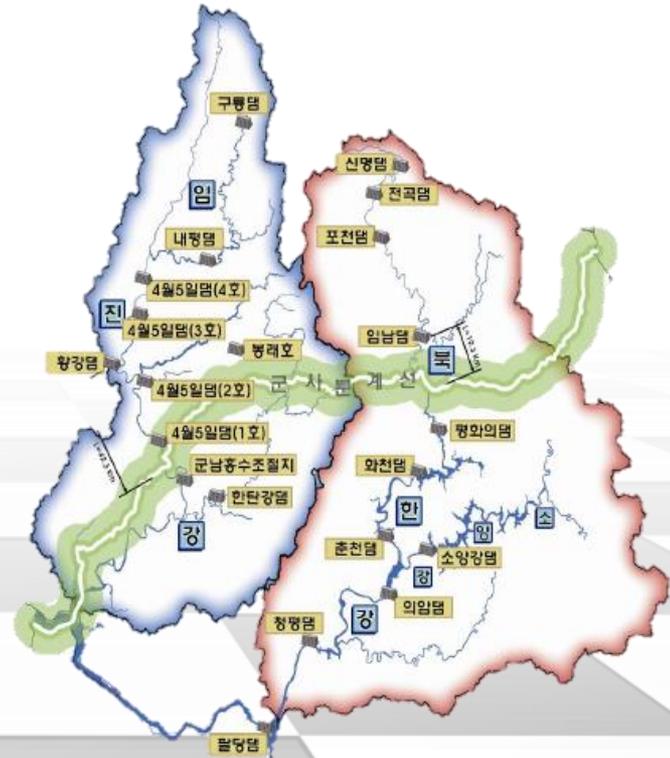
II. 공유하천 현황

남북 공유하천 현황

공유하천은 북한강, 임진강 유역으로 각 유역의 23%, 63%가 북한에 속함

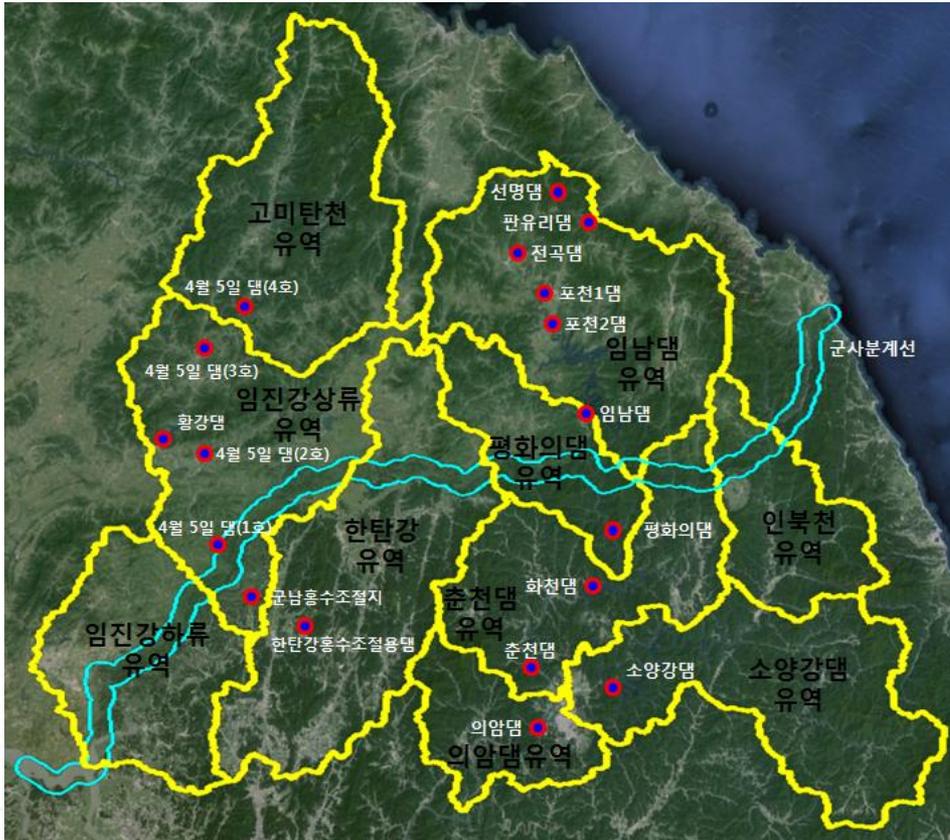
- 면적 : 북한강 10,124km², 임진강 8,118km²
- 연장 : 북한강 291km, 273km

하천명	구분	전체	남한	북한
북한강	유역면적(km ²)	10,124	7,787 (76.9%)	2,337 (23.1%)
	유로연장(km)	291.3	158.8	132.5
임진강	유역면적(km ²)	8,118	3,009 (37.1%)	5,109 (62.9%)
	유로연장(km)	273.5	91.1	182.4



II. 공유하천 현황

북한강 및 임진강 유역 댐 현황



구분	북한강 유역	임진강 유역
북한	판유리댐	4월 5일댐 (1호)
	선명댐	4월 5일댐(2호)
	전국댐	황강댐
	포천 1댐	4월 5일댐(3호)
	포천 2댐	4월 5일댐(4호)
대한민국	평화이의댐	군남홍수조절지
	화천댐	
	소양강댐	
	춘천댐	한탄강 홍수조절용댐
	의암댐	
	청평댐	
	팔당댐	

주) 적색 : 홍수조절용댐, 파란색 : 수력발전댐

- 북한강 유역 : 대한민국 7개소 / 북한 5개소
- 임진강 유역 : 대한민국 2개소 / 북한 5개소



I 서론

II 공유하천 현황

III 공유하천 치수문제

IV 공유하천 이수문제

V 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

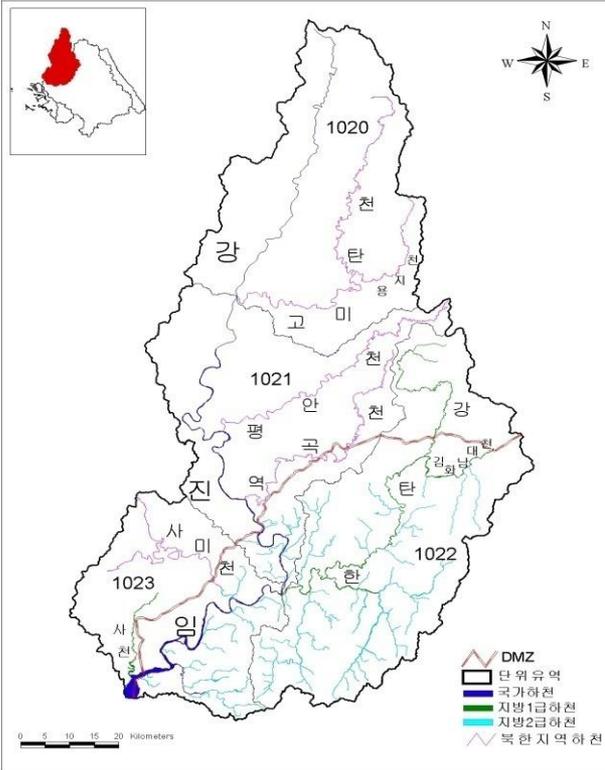
VI 남북 공유하천과 상생방안



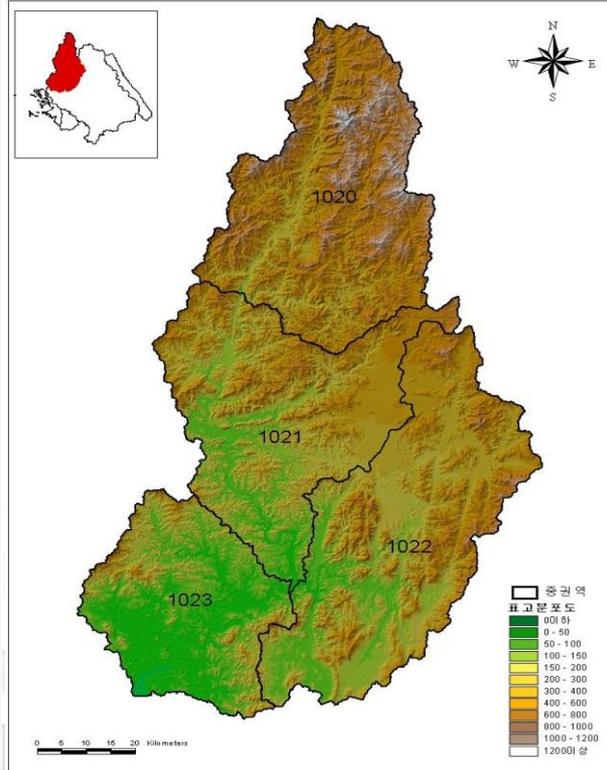
III. 공유하천 임진강 치수문제

임진강 유역특성 분석

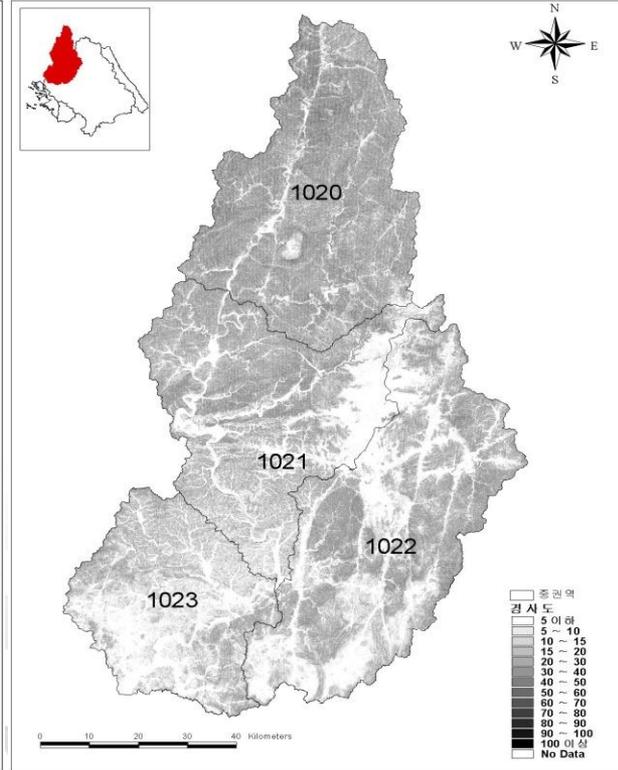
▶ 하류부 하상경사는 완만한 편으로 조위의 영향을 받으며, 퇴적층 심도가 깊어 문상 등 하류 구간은 수해 발생 가능성이 높은 지역임



수계망도



표고분석도



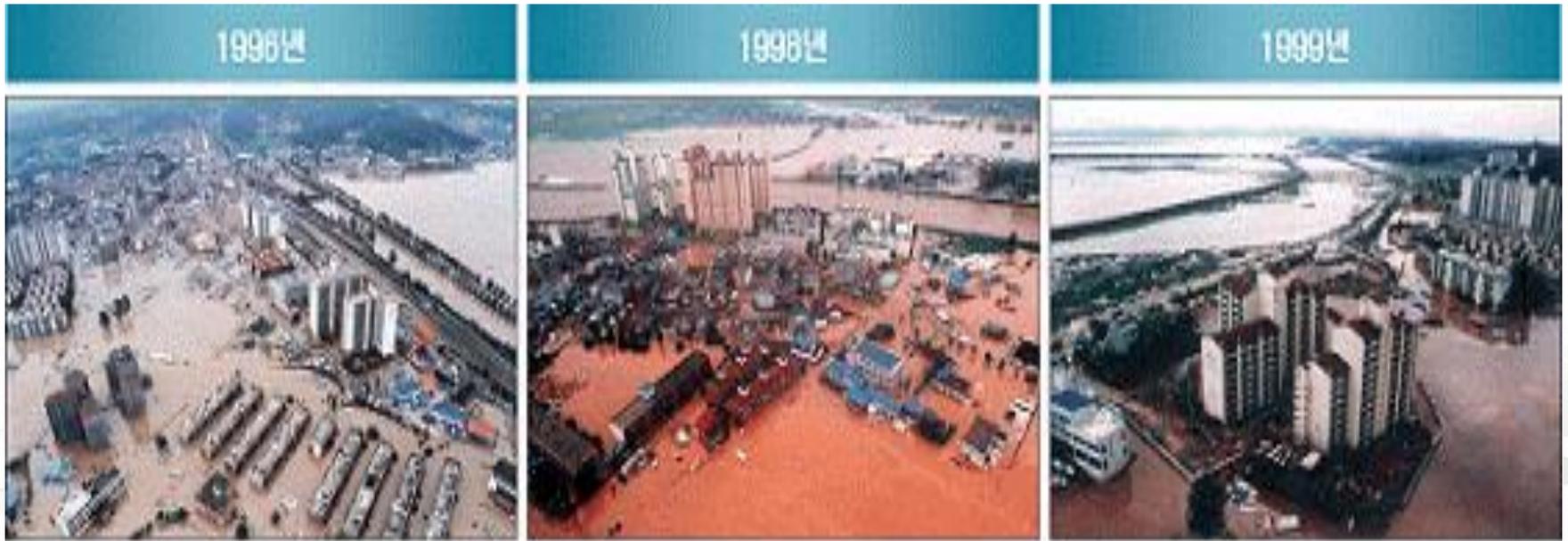
경사분석도

Ⅲ. 공유하천 임진강 치수문제

군남조절지, 한탄강댐 사업 개요

- ▶ 「**임진강 유역 홍수대책**」 일환 홍수피해 경감을 위한 **한탄강 홍수전용댐, 군남 홍수조절지** 추진

※ '96, '98, '99 홍수피해 현황 : 인명피해 128명, 재산피해 9,006억 원



III. 공유하천 치수문제

북한댐 건설이 하류에 미치는 영향

☒ 홍수피해

- 군사적 긴장과 경쟁이 첨예한 접경지역의 특수성, 북측의 수문정보 취득불가, 북측의 유량독점으로 남측은 직간접 피해 경험
- 하류 여건을 고려치 않은 북측의 댐 무단방류로 인해 수차례의 인명 및 재산 피해 발생

구분	북한강		임진강		비고
	인명	재산피해 (단위: 백만원)	인명	재산피해 (단위: 백만원)	
2001	-	-	-	130	
2002	-	33	-	60	북한강(2002.1.17~1.24)
2005	-	-	-	18	
2006	-	-	-	120	
2007	-	-	-	70	
2009	-	-	6	143	2009.9 임진강 사고
2016	-	-	-	163	황강댐 무단 방류(5.16)
합계	-	33	6	704	

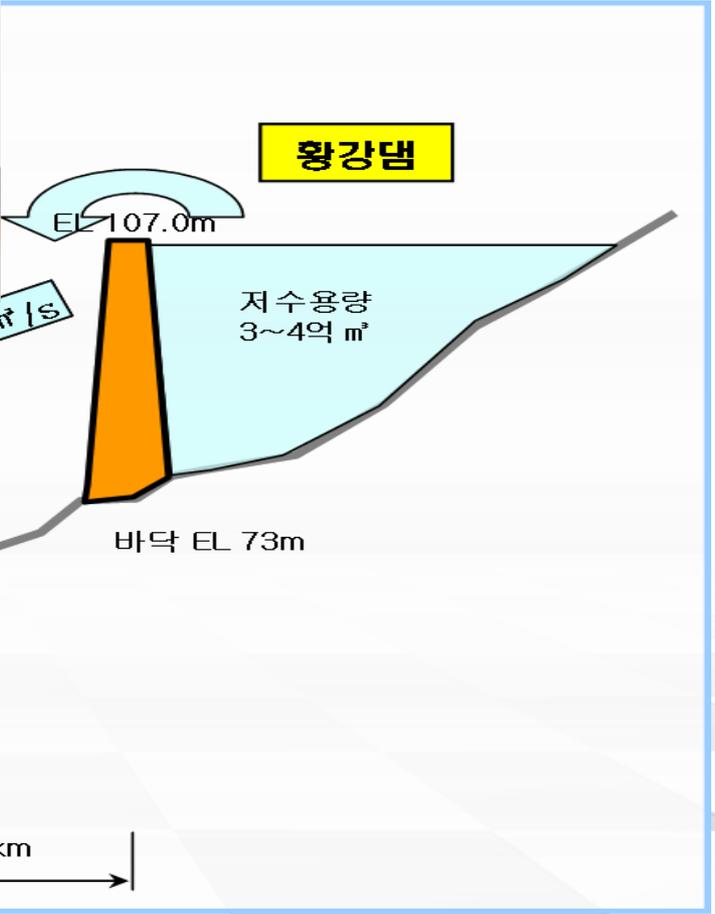
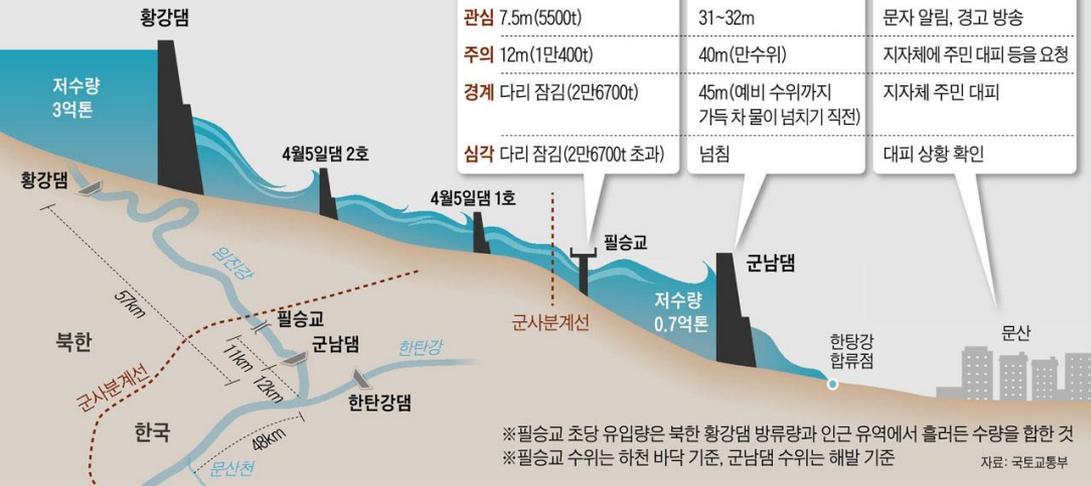
- 임진강 범람 반복의 원인



III. 공유하천 치수문제

임진강 수량 증가에 따른 상황 변화 및 대응

필승교 수위(초당 유입량)	군남댐 수위	대응
준비 1m(250t)	24~27m	문자 알림, 경고 방송
관심 7.5m(5500t)	31~32m	문자 알림, 경고 방송
주의 12m(1만400t)	40m(만수위)	지자체에 주민 대피 등을 요청
경계 다리 잠김(2만6700t)	45m(예비 수위까지 가득 차 물이 넘치기 직전)	지자체 주민 대피
심각 다리 잠김(2만6700t 초과)	넘침	대피 상황 확인



군남홍수조절지

III. 공유하천 치수문제

임진강 황강댐



북한지역 임진강 황강댐

→ 안정성 및 치수 문제



III. 공유하천 치수문제

북한댐 건설이 하류에 미치는 영향

2020홍수피해 (파주)



- 파주(문산읍) 관측소 ●
 - 총강우량(8/1~8/11일): 551.8mm
- 피해상황
 - 비룡대교 일대 주민 대피 (적성면 두지리 42가구, 파평면 울곡리 7가구)
 - 파주시 탄현면 주민 86명 대피
 - 공공시설 79건, 개인시설 23건, 농경지 침수(740ha)
- 파주 통일대교 홍수경보 수위 도달
- 임진강 하류지역 피해액
 - 약 80억원 집계
- 인명피해: 없음

III. 공유하천 치수문제

임진강 관련 남북한 협력 일지

시기	협약 내용	시기	협약 내용
2001년 2월	제1차 수해방지를 위한 남북한 실무회의 개최평양 ·공동조사 세부사항에 관한 실무의견 교환	2004년 4월	제3차 임진강수해방지실무협의회개성 ·현지조사와 관련된 조사항목 복측에 제공할 조사용 기자재 품목 복측의 기상 수문 자료제공 항목 등 합의
2001년 10월	“4월5일담” 의 갑작스런 방류로 경기도 파주·연천지역 등 임진강 하류지역 주민들이 급격한 수위상승으로 수해	2006년 4월	제18차 장관급 회담 평양 ·수도권 골재난 해소, 임진강 홍수피해 완화 군사적 긴장완화를 위한 「한강하구 공동이용 사업 추진 제안
2002년 8월	제2차 남북경제협력추진위원회(서울) ·현지조사 착수 등에 대해 합의	2006년 6월	제12차 남북경제협력추진위원회(제주) ·한강하구 골재채취 사업을 군사적 보장조치가 취해지는데 따라 협의 추진하기로 합의
2002년 10월	제2차 남북임진강수해방지실무협의회(평양) ·산림조성, 묘목생산 기자재 지원 등에 대해 협의	2006년 6월	제1차 임진강수해방지 실무접촉개성 ·2005년 실시한 쌍방의 단독조사결과 검토, 임진강 유역 공동조사 실시방안, 홍수피해 방지에 필요한 세부대책 등에 대해 논의 하였으나, 이견을 좁히지 못하고 회담 종료
2003년 8월	제6차 남북경제협력추진위원회(서울) ·문서교환을 통하여 임진강수해방지에 대해 계속 협의하기로 합의	2007년 4월	제13차 남북경제협력추진위원회(평양) ·임진강수해방지와 관련한 합의서를 5월초에 문서교환방식으로 채택하지는 합의가 이루어졌고 합의서 이행에 따른 설비·자재 제공과 현장방문 및 기술지원 협력방안 논의
2004년 3월	제8차 남북경제협력추진위원회(서울) ·남북의 단독조사, 공동조사 후 수방대책 시행하기로 합의	2009년 10월	남북 임진강수해방지 실무회담 ·임진강 사고에 대한 유감과 유가족에 대한 조의를 표시하고 남한은 무단방류의 사전통보를 요구하고 공유하천의 수해방지와 공동이용에 관한 방안을 계속 논의한다는 내용을 합의함

II. 남북 공유하천 현황 및 활용방안

북한강 홍수조절 능력(평화의댐 ~ 팔당댐)

- > 초당 방류능력 : [최대] 팔당댐 25,000톤, [최소] 화천댐 5,420톤 → 상류 < 하류
- > 계획 홍수위 이상 : 댐 마루고까지 [최소] 팔당댐 2m, [최대] 소양강댐 5m 여유
- > 총저수량 : [최대] 소양강댐 29억 톤, [최소] 의암댐 0.8억 톤



III. 공유하천 치수문제

북한강 유역 : 임남댐 대응 평화의 댐 홍수 조절

1단계댐 축조 (' 87~' 88 / ')
[올림픽 안전 개최]

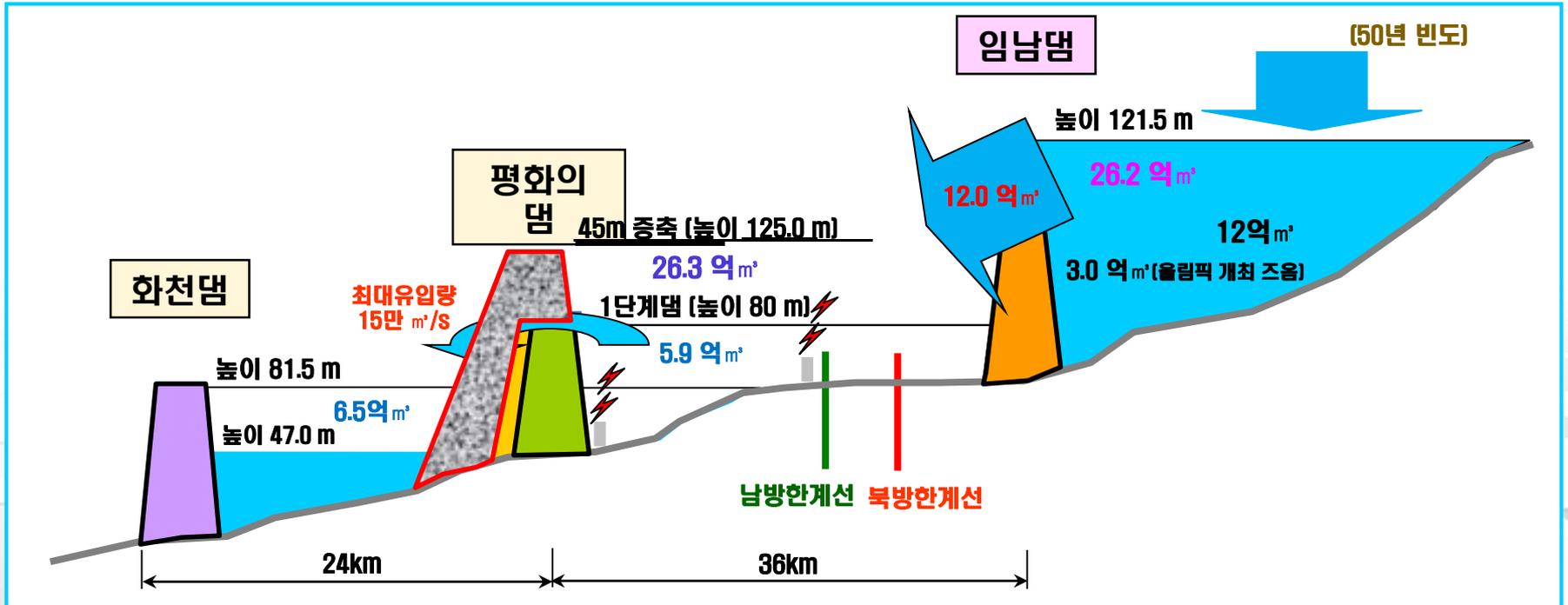
1단계댐 보강 (' 02)
[1단계 댐 보호]

2단계댐 축조 (' 02~' 04)
[임남댐 증고/붕괴 대책]

- 저수용량 확보 : 12.4억 m³
 - 화천댐 6.5억 m³
 - 평화의댐 5.9억 m³

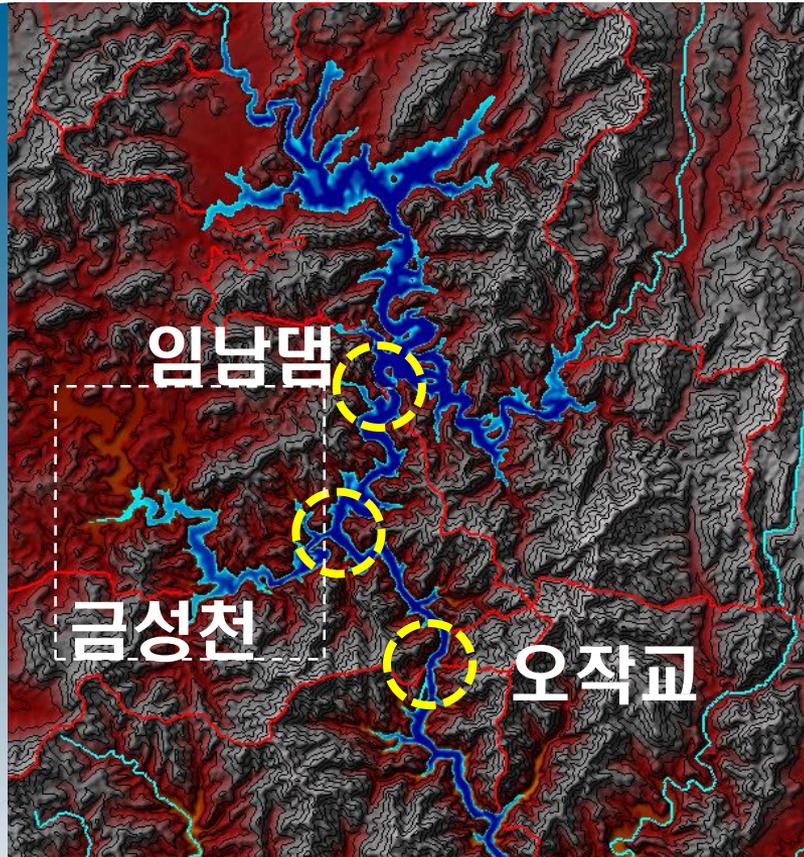
- 1단계 보강공사
 - 하류사면 사석 쌓기,
 - 물넘이 Con' c / 수위국 설치

- 2단계 45m 증축
 - 저수용량 확보 26.3억 m³
 - 화천댐 정상 운영

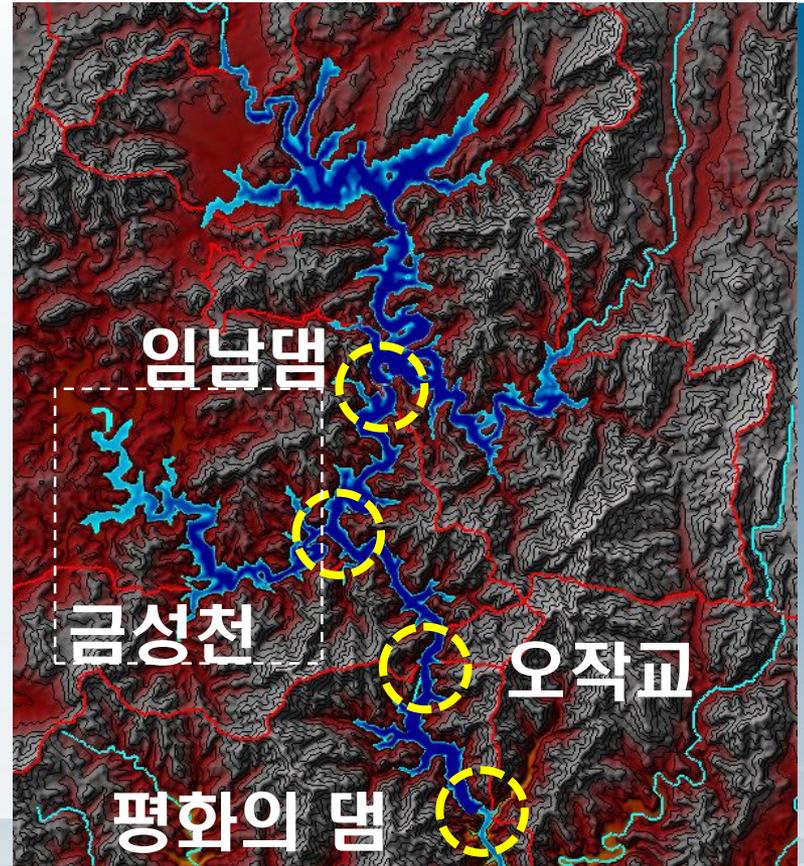


III. 공유하천 치수문제

시나리오 : 임남댐 PMF + 평화의 댐 건설



평화의 댐 미건설



평화의 댐 건설



I 서론

II 공유하천 현황

III 공유하천 치수문제

IV 공유하천 이수문제

V 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

VI 남북 공유하천과 상생방안



IV. 공유하천 이수문제

유역변경



- 임진강 유역변경(황강댐 예성강 청년 1호 발전소→예성강 청년 2호 발전소)
- 임진강 연간 1억 4000만톤 유량 부족

IV. 공유하천 이수문제

북한 댐 건설 전후 유량 감소

☒ 물 이용

- Ⓢ 하천 유량의 감소는 임진강하류 농업용수 부족(파주·문산),
- Ⓢ 한강하류 수도권 물 부족 위험 가중 및 발전량 감소(북한강)
 - 생공용수 : 2014~2016년 극한가뭄시, 3.1억^{m³} 부족(임진강 1.4, 북한강 1.7)
 - 농업 : 2014년 파주지역 8,700여 농가 중 1,000여 가구 피해 발생
 - 어업 : 2003년 부터 피해 악화, 2014년 파주시 어선 90척 중 50%~80% 출조 어려움 경험
 - 발전 : 임남댐 건설 후 북한강 수계 내 댐 발전량 감소

☒ 수질, 수생태 악화

- Ⓢ 하천유량의 감소에 따른 수질 및 생태계 악화

IV. 공유하천 이수문제

북한 댐 건설 전후 유량 감소

북한강

- 1981년부터 2015년까지 화천댐 실측유입량을 이용하여 北임남댐 건설 전·후 화천댐 지점의 유입량 및 유황분석을 실시
- 임남댐 건설 후 화천댐 평균유입량 69.6 – 38.0 m³/sec (31.6 m³/sec) (45.4% 감소)

구분	임남댐건설전	임남댐 건설후 (01년~15년)	감소분
평균유입량	69.6	38.0	31.6(45.4%)

<임남댐 건설 전·후 화천댐 평균 유입량 변화>

임진강

- 2011년부터 2015년까지 군남댐(2010년 건설) 지실의 실측유입량을 이용하여 유입량 및 유황변화 분석
- 北황강댐 건설후 평균유입량은 56.1m³/sec로 황강댐 건설전 69.4m³/sec 에서 13.3m³/sec(19.2%)감소

구분	임남댐건설전	임남댐 건설후 (01년~15년)	감소분
평균유입량	69.4	56.1	13.3(19.2%)

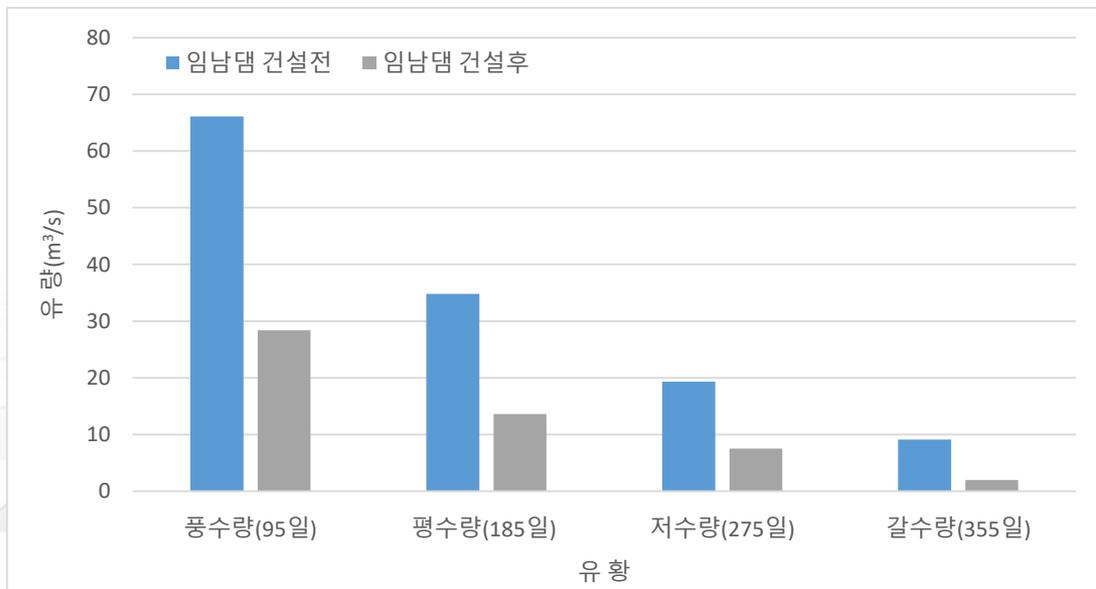
<황강댐 건설 전·후 군남댐 평균 유입량 변화>

IV. 공유하천 이수문제

북한 댐 건설 전후 유량 감소

북한강 유황변화

구분	풍수량(95일)	평수량(185일)	저수량(275일)	갈수량(355일)
임남댐 건설전 (1996년 이전)	66.1	34.8	19.3	9.1
임남댐 건설후 (01년~15년)	28.4	13.6	7.5	2.0
감소분	37.7(57.0%)	21.2(60.9%)	11.8(61.1%)	7.1(78.0%)



<임남댐 건설 전 · 후 화천댐 유황 변화>

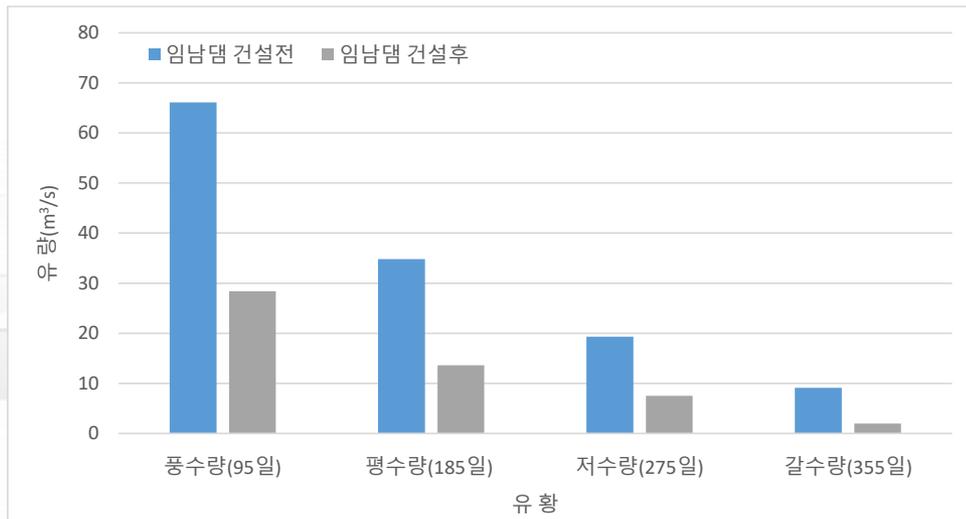
IV. 공유하천 이수문제

북한 댐 건설 전후 유량 감소

▣ 임진강 유황변화

- 황강댐 건설 전·후 군남댐 유입량의 유량 규모별 변동률은 28.9%~49.4% 사이로 유량 규모가 작아질수록 유량 감소율이 큰 것으로 분석

구분	풍수량(95일)	평수량(185일)	저수량(275일)	갈수량(355일)
임남댐 건설전 (1996년 이전)	66.1	34.8	19.3	9.1
임남댐 건설후 (01년~15년)	28.4	13.6	7.5	2.0
감소분	37.7(57.0%)	21.2(60.9%)	11.8(61.1%)	7.1(78.0%)

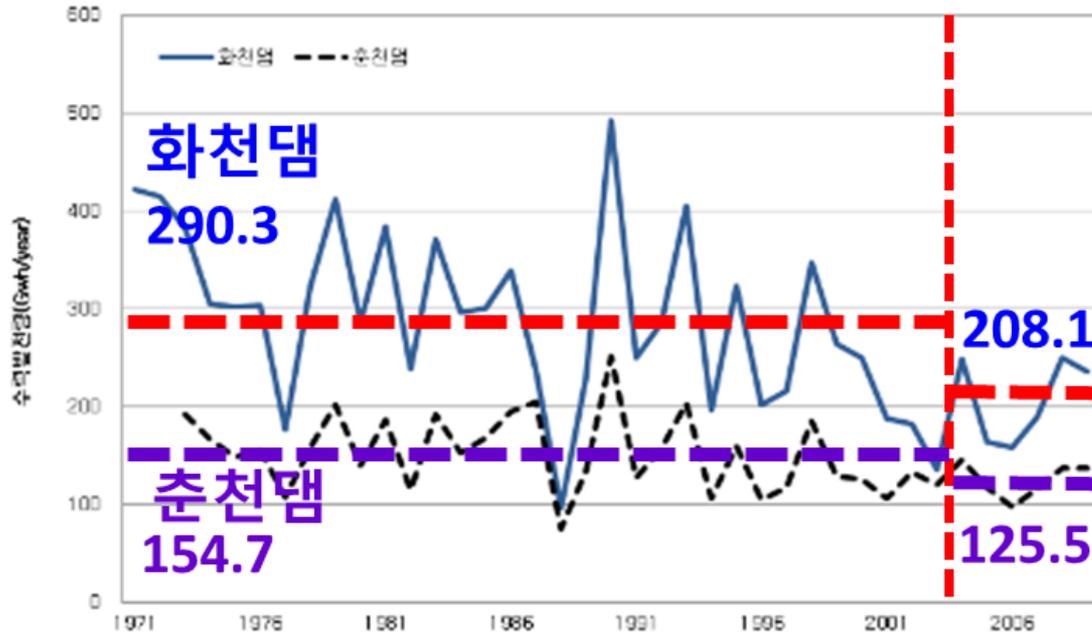


〈황강댐 건설 전·후 군남댐 유황 변화〉

IV. 공유하천 이수문제

임남댐 건설로 인한 북한강 수계 내 발전량 변화

- 임남댐의 하류에 위치한 화천댐의 경우 **임남댐 건설 전 대비 30%이상 감소**
소양감댐 추가 방류량에 따라 **춘천댐의 경우 20%정도 감소**
- 의암댐과 청평댐의 경우 **발전량의 미소한 감소**가 있었음
- 팔당댐의 경우 **발전량 증가** 발생, 이는 팔당댐 수력발전용량 **증대공사의 영향**으로 판단됨

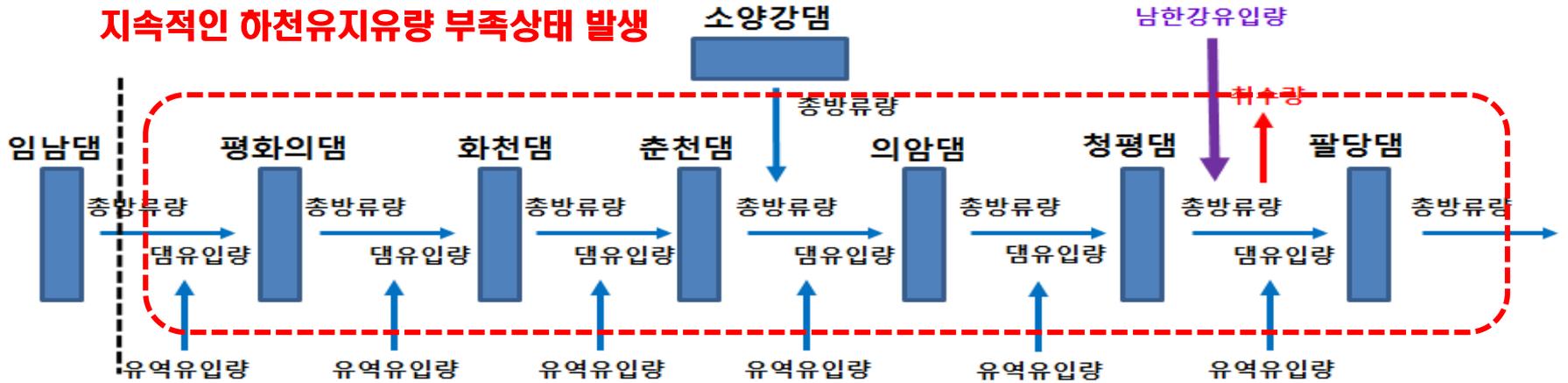


〈임남댐 운영에 따른 화천댐과 춘천댐 수력발전영향〉

IV. 공유하천 이수문제

지속적인 하천유지유량 공급을 위한 기존댐 활용방안

지속적인 하천유지유량 부족상태 발생



구분	평화의댐	화천댐	춘천댐	의암댐	소양강댐	청평댐	팔당댐
하천유지유량(cms)	1.1	4.6	5.2	19.1	10.5	9.6	61.2
하천유지유량 총부족량(cms)	-38,981.0	-581,440.6	-578,909.4	-1,471,113.2	-1,192,871.5	-755,495.8	-235,487.7
하천유지유량 부족시간(hr)	-33,050.0	-125,733.0	-111,676.0	-77,921.0	-119,076.0	-79,670.0	-4,455.0
하천유지유량 평균부족량(cms)	-12	-4.6	-5.2	-18.9	-10.0	-9.5	-52.9
연간 하천유지유량 부족량	37.2	145.8	163.5	595.4	315.9	299.0	1,667.0
	$\times 10^6 \text{ton}$						

최대 연간 1,667백만 톤 부족



I 서론

II 공유하천 현황

III 공유하천 치수문제

IV 공유하천 이수문제

V 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

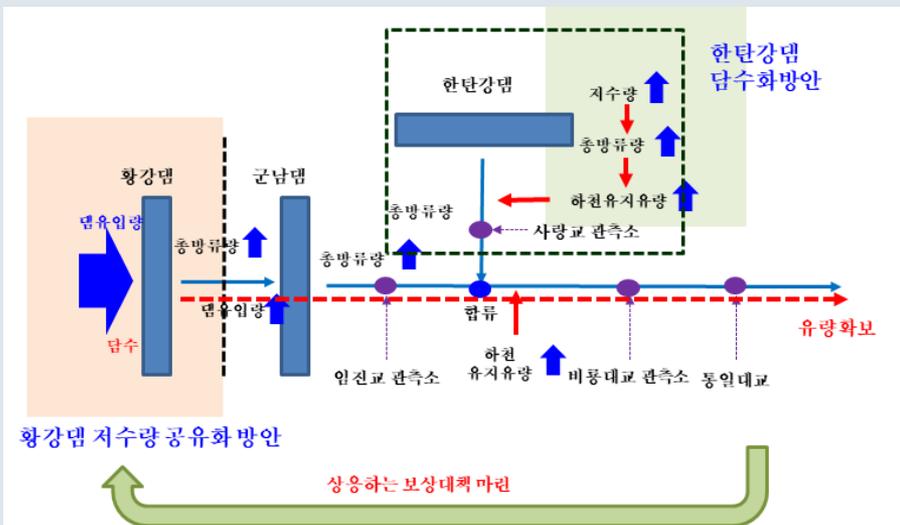
VI 남북 공유하천과 상생방안



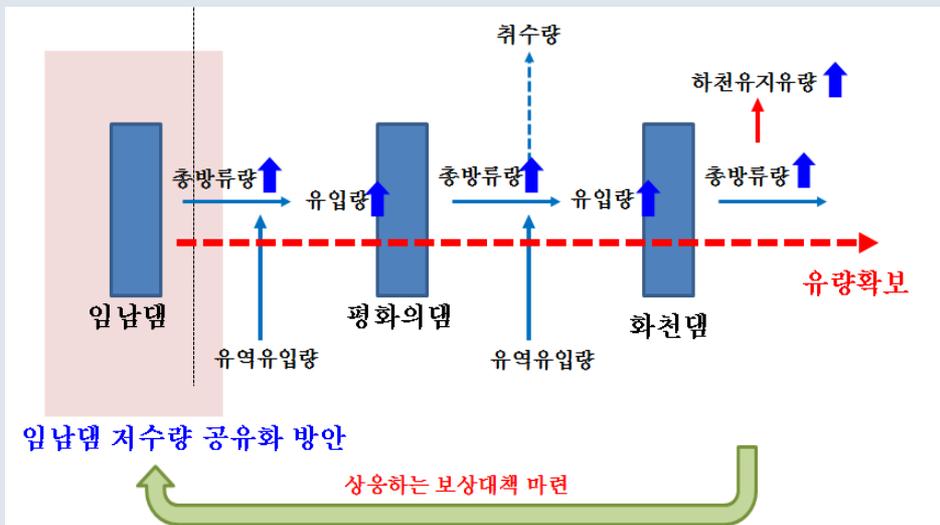
V. 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

남북 공유하천 편익

남북 공유하천 편익 계산 개념도



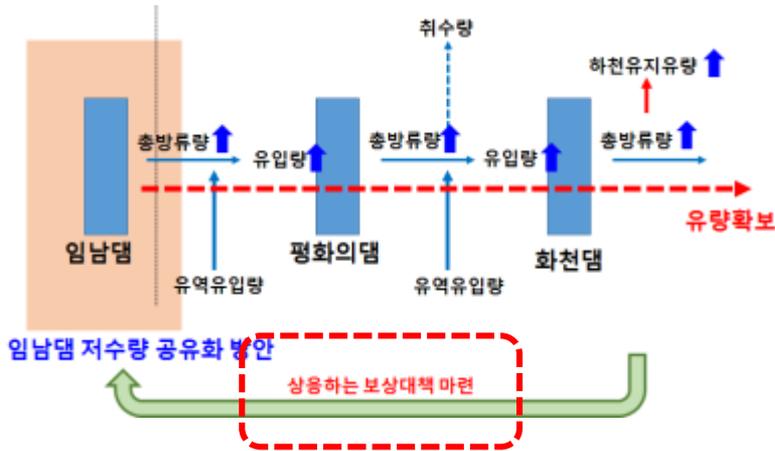
<임진강 하천유지유량 확보를 위한 북한 황강댐 연계 공유하천 활용 방안 개념도>



<북한강 하천유지유량 확보를 위한 북한 황강댐 연계 공유하천 활용 방안 개념도>

V. 공유하천 물 교역(Water Swap)

지속적인 하천유지유량 공급을 위한 북한댐 연계의 공유하천 활용방안



비용산정

생태계서비스기반 정책 적용

PES (Payments for Ecosystem Services)

: 생태계서비스 수혜자 또는 이용자가 생태계 공급자 또는 지킴이에게 제공하는 지불



비용산정방안 예시

Table 3. Aggregated values of freshwater ecosystem services by 5 main watersheds

Main watershed	Minimum	Average	Maximum
Water quantity regulation (million won/year: 2010=100)*			
Han River	14,930	261,056	616,919
Nakdong River	8,162	142,712	337,253
Geum River	3,479	60,823	143,735
Seomjin River	696	12,163	28,744
Yeongsan River	1,399	24,462	57,808
Total	28,666	501,216	1,184,459
Water purification (million won/year: 2010=100)*			
Han River	46,776	213,794	517,493
Nakdong River	25,571	116,875	282,899
Geum River	10,898	49,812	120,570
Seomjin River	2,179	9,961	24,112
Yeongsan River	4,383	20,033	48,491
Total	89,808	410,475	993,565
Natural disaster controls (million won/year: 2010=100)*			
Han River	12,728	126,266	448,034
Nakdong River	6,958	69,026	244,928
Geum River	2,965	29,419	104,387
Seomjin River	593	5,883	20,875
Yeongsan River	1,193	11,832	41,983
Total	24,436	242,425	860,207

한강유역 생태계 가치

물공급 가치 = 2,610억 원

수질정화 가치 = 2,138억 원

재해방지 가치 = 1,263억 원

* 안소은 등(2016). KSEE. 38(10).

V. 공유하천 물 교역(Water Swap)

지속적인 하천유지유량 공급을 위한 북한댐 연계의 공유하천 활용방안

공유하천 보상방안 : K-eco 제시 협력사업

분야	108주요사업	예산(억 원)
대기 (2개)	• 북한지역 대기오염 배출사업장 실태조사	10
	• 미세먼지 저감기술 실증화 테스트베드 사업	40
물 (3개)	• 대북 하수도 인프라 구축 시범사업	616
	• 대북 상수도 인프라 구축사업	106,700
	• 대동강 수질개선방안 수립	0.5
도시지역 개성공단 (3개)	• 개성공단 운영재개(폐수, 폐기물) 사업	17
	• 개성공단 재활용 선별장 설치 및 통합운영 사업	90
	• 개성공단 가축분뇨 지원화 시설 설치 및 운영사업	300
300안전진단 (66개)	• 북한환경시설 기술진단 지원 및 운영요원 교육	40
	• 유해화학물질 취급시설 안전관리 사업	20
	• 북한지역 슬레이트 지원사업	300
	• 북한지역의 수은 잔류실태 조사사업	6
	• 북한 환경인프라 구축을 위한 기본계획 수립	108
	• 개성공단 내 폐기물 안전관리 시스템 도입사업	30

V. 공유하천 물 교역(Water Swap)

북한 물 분야 현황

ECCO, 2012: 북한 공식 발표 자료

현황	과제
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 급격한 경제 성장으로 산업, 농업, 및 식수 수요 증가 ➤ 물 공급은 댐과 저수지가 주된 역할을 함 ➤ 지표수는 수력 발전에 이용됨 ➤ 연강수량은 변동폭이 심함. 홍수와 가뭄 문제가 있음. ➤ 수질은 계절과 지리에 따라 차이가 큼. ➤ 식수와 농공용수는 대동강, 압록강 두만강, 청천강에서 공급. 4개 강의 수질이 저하 중 ➤ 산업폐수, 농촌지역에서 나오는 미처리 오수, 농지의 유출수 등이 수질 오염 유발 ➤ 산림황폐화로 수로에 토사가 많음 ➤ 기존의 수질 모니터링 프로그램은 제한적이며 수질정보를 제공하지 못함 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 종합수질전략과 이행 계획 수립 및 국가경제계획과 통합 ➤ 통합유역관리전략과 계획 수립(대동강, 압록강, 두만강) ➤ 지하수 이용 관리 및 감독 체계 마련 ➤ 종합수질모니터링 체계(GIS 데이터베이스) ➤ 물 저장 및 개천-대성 수로 및 대규모 수력발전소 건설 ➤ 물 소비 모니터링, 관리, 물 보존에 대중 참여를 위하여 공공기관, 기업 주거용공간에 물 소비 계량기 설치 ➤ 물 소비, 폐수 처리 및 에너지 이용 감소를 위한 청정생산 및 환경건전기술 도입 ➤ 지역 오폐수 정화 시설 구축 ➤ 토양 침식과 하천 최적화 방지 위하여 유역 주변에 식재 ➤ 대동강과 보통강 수로에 토사물 제거 ➤ 댐과 수력발전 확장시 환경 평가와 환경영향평가 실시

V. 공유하천 물 교역(Water Swap)

북한 주요관심 분야

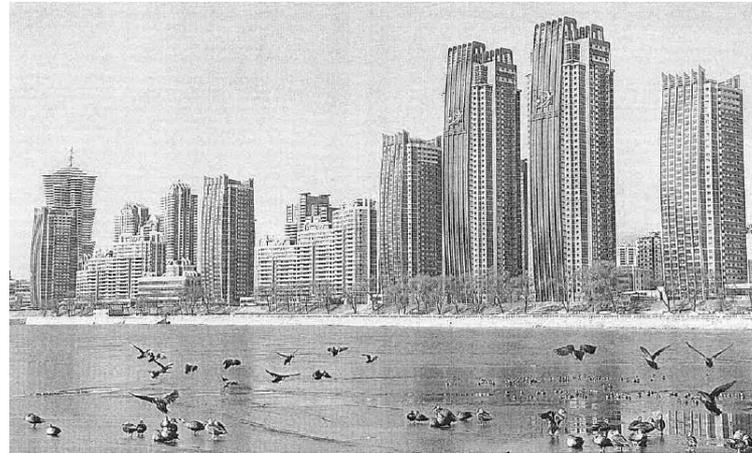
도시환경

➤ 기본적으로 **수질·대기질이 쾌적한 도시환경 조성을 목표**

현시기 도시건설에서 나서는 중요한 요구

위생문화적이고 아름다운 도시를 건설하기 위하여서는 도시 내에 가스, 먼지, 냄새, 소음을 발생시키는 공장을 배치하지 말아야 한다. 그리고 상하수도를 비롯한 기술시설망들과 오수정화시설을 현대적요구에 맞게 배치하여야 한다. 도로에서 자동차배기가스에 의한 오염을 없애고 소음과 진동을 방지하기 위한 기술적 대책을 세워야 한다. 이와 함께 도시복화사업에 계속 힘을 넣어 언제나 맑고 깨끗한 공기가 차넘치게 하여야 한다.

평양건축종합대학 강좌장 박창식
2019.01.16(수)



대동강의 맑은 물을 위해

수도시민들치고 대동강을 사랑하지 않는 사람은 없다. 하지만 대동강의 맑은 물을 위해 밤잠도 깨고 잇고 사는 사람들이 있다는것을 다는 모르고 있다.

그들속에는 **평천정화장관리소 일꾼들과 종업원들**도 있다.

이 관리소는 중구역물 비롯한 여러 구역의 생활오수를 정화하여 대동강에 맑은 물을 내보내는 일을 맡은 단위이다.

잠시라도 설비가동이 중지된다면 돌이킬수 없는 후과가 생기는것이 정화사업이다. 자기 직업에 대한 애착, 깨끗한 랑심과

책임감이 없이는 감당하기 어려운 초소가 바로 정화장이다.

더욱이 설비마다에는 우리 인민들에 대한 당의 크나큰 은정이 깃들어있다. 하기에 이들은 그것을 한시도 잊지 않고 설비에호환리에 정성을 다하고있다. 비록 자기들이 하는 일이 사람들의 눈에 띄우지 않아도 인민들에게 깨끗한 생활환경을 마련해주는데 이바지한다는 긍지를 안고 설비들의 가동률을 높이기 위해 애쓰고있다.

설비의 만가동이자 정화실적이라는것을 명심한 종업원들은 설비들에 대한 점검과 정비를 제

때에 질적으로 진행하면서 정상인 상태에서 다음교대에 넘겨주고있다. 이때 교대를 넘겨받는 종업원들에게 설비운전과정에 있었던 일들과 주의할 점들에 대해 구체적으로 알려주고있다. 이들은 정화공정이 흐름식으로 되어있는 조건에 맞게 설비의 특성을 잘 알고 운전과정에 비정상적인 현상이 나타나지 않도록 사전에 대책을 세우고있다.

이곳 일꾼들과 종업원들의 헌신적인 노력에 의해 오수정화설비들은 언제나 만가동의 동음을 높이 울려가고있다.

본사기자

관심분야 도시환경

— 2월의 대동강에 물오리떼 날아든다 —
풍치좋은 대동강반은 벌써 봄기운에 젖어있다. 밝은 햇빛이 쏟아져내리는 미래과학자거리의 창가마다에서 행복의 웃음소리 들려오고 대동강물결위에 물오리떼 날아오니 《2월은 봄입니다》의 노래소리가 금시라도 귀가에 울려오는듯하다.

한쪽의 그림처럼 아름다운 대동강반의 풍경을 바라볼수록 아버지장군님에 대한 한없는 그리움에 가슴은 마냥 울렁거린다.

한평생 인민을 위한 헌신의 길을 걷고걸으신 아버지장군님, 장군님의 그 넉원이 현실로 꽃피는 오늘의 이 행복을 담아내고 대동강은 힘없이 흘러흐른다.

인민의 기쁨 넘치는 대동강이 하도 좋아 물오리떼도 깃을 치며 날아든다.

글 및 사진 본사기자 한 광 명

2019.02.15(금)

2019.05

38

V. 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

물-위생(Water-Sanitation 교역)

기본 방향

- 북측으로부터 공유하천 물 부족분을 제공 받는 대신, 편익에 상당하는 상수도 시설 제공
- 평양 상수도 공급 부족량 25만톤/일, 북한 전체 하수처리를 19%(UNEP)
- 정수처리방법에 의한 정수된 물을 마시는 인구 비율 16.5%
- UN안보리 대북 제재 국면에서 인도적 지원에 해당하는 위생시설인 상수도과 하수도시설 지원

구분	담수			지하수
	수질 양호	보통 수질	수질 불량	
일반 수처리 (정수장)	* 완속/급속 여과 * MF/UF	* 전처리-완속여과 * MF/UF-GAC(임상 활성탄) * 혼화/응집	* 표준정수처리-고도처리 * MF/UF-산화-GAC	* 폭기설비 * 완속/급속여과 * 막(나노)여과
필터 장치형	* 여과필터	* 여과/흡착 필터	* 여과/흡착 필터 * 질산성 질소 및 비소제거 필터	* 여과 Filter * 질 산성 질소 및 비소제거 * 필터(나노, 역삼투)

⊙(수 원) 깨끗하고 안전한 관정 및 지하수 개발 우선 고려

⊙(수처리) 원수 수질조건 고려, 적정 수처리 공정 검토 및 적용

V. 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

물-위생(Water-Sanitation 교역)

소규모 식수공급 시설 구축 (안)

- ▶ [에너지] 현지 전력 상황 및 환경여건을 고려한 적정 신재생 에너지 융복합 방안 접목, 안정적인 운영여건 확보 필요
- ▶ 지속가능한 현지 운영인력 전문성 및 경제적 여건을 고려한 적정 기술 개념의 수처리 시설 필요

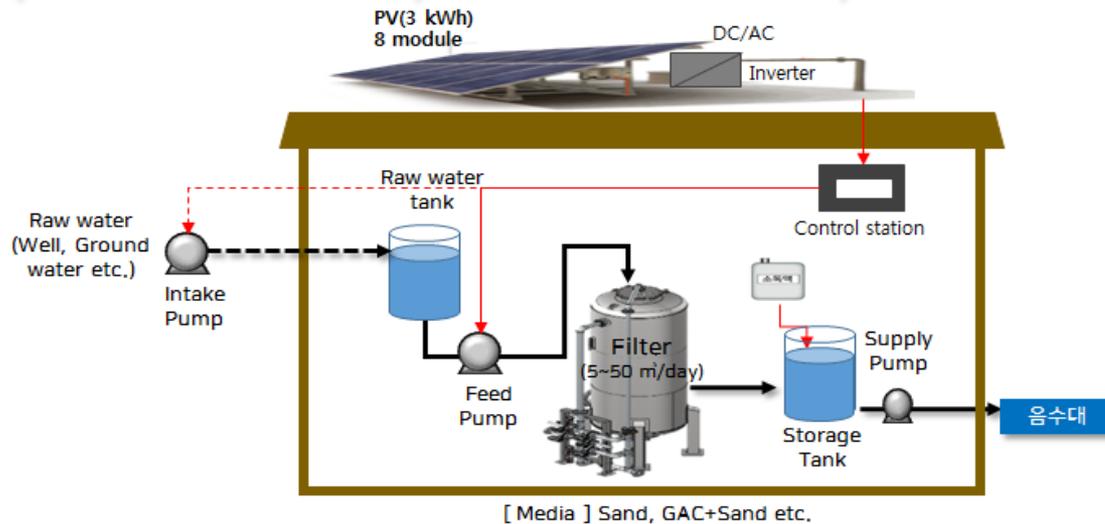
지하수(펌핑)

저류조(위치)

급속여과(위치)

저류조(펌핑)

공동수도



〈식수공급 시설 요약도〉

V. 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

물-물 교역(Water-Water Trade)

홍수예방을 위한 하천 정비

- 하천의 치수기능을 증대하기 위해서는 하천정비사업 필요
- 위성사진을 활용하여, 공유하천 본류와 주요 지류의 하천정비구간을 간접적으로 조사

유역	정비구간	제방 연장(km)	하도정비 연장(km)
북한강	본류 구간	129	65
	지류 구간	150	-
	계	279	65
임진강	본류 구간	151	75
	지류 구간	123	-
	계	274	75

〈북한강, 임진강 유역의 신규범 위치〉



V. 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

물-에너지(Water-Energy)교역

☒ 적정 기술 에너지 공급

- 북측으로부터 공유하천 물 부족분을 받는 대신, 편익에 상당하는 신재생 에너지 시설 제공
- 전력 생산량 수력의존도 60%이나 대수력 56개소 중 40년 이상 54% 설비 노후화로 효율 부족
- 농어촌 지역의 에너지 자립을 위한 신재생 에너지 시스템 구축 사업 지원 필요



Ⓢ 신재생 에너지는 전력공급이 어려운 지역, 저개발 국가에서 간이 정수처리용, 적정기술 형태(무동력, 대체에너지형)로 지속개발 중

Ⓢ 환경여건에 따라 지역별 활용이 가능하나, 에너지 자립형 시스템의 구축에는 기술적, 경제적 한계가 있는 상황

V. 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

물-에너지-식량(Water-Energy-Food : WEF) 교역

기본방향

- 북측으로부터 공유하천 물 부족분을 받는 대신, 편익에 상당하는 W-E-F 패키지 자립 시설 제공
- 소규모 마을 단위 자립을 위한 <물정화-신재생에너지-비닐하우스>형태의 자립마을 형태 모델

◆ Water-Energy-Food(WEF Nexus 개념)

- 물, 에너지, 식량 자원의 연계성 파악 및 자원의 효율적 이용을 위한 통합 관리 기술
- 각각의 자원이 생산, 공급, 소비될 때 다른 자원들과 밀접하게 연관되어 전체 효율 고려
- 각 자원의 현황을 유기적으로 판단 - 생산, 공급, 소비에 대한 효율적 관리 가능



<물-에너지-식량 개념도>



I 서론

II 공유하천 현황

III 공유하천 치수문제

IV 공유하천 이수문제

V 남북 공유하천 물 교역(Water Swap)

VI 남북 공유하천과 상생방안



VI. 남북 공유하천과 상생방안

공유하천 관리의 중요성 및 전망

- **근본적인 홍수예방과 물 이용**
 - 북한강과 임진강의 홍수 문제는 남북협력으로만 해결 가능
- **하천이용의 합리적인 원칙 필요**
 - 수해예방, 용수부족, 하천생태 환경 악화
- **남북한의 경협사업의 축인 공유하천**
 - 개성공단, 도로 및 철로 연결사업, 금강산 관광
- **DMZ의 생태 및 환경보존 문제**
 - 공유하천 관리에 따른 환경 및 생태계 영향
- **남북과 화해와 협력의 시금석 및 소통의 장**
 - 일방적 지원이 아닌 남북간의 호혜의 원칙
 - 개성공단 및 서해지역 공동 개발
- **남북간 교류와 협력으로 세계적 관광지 가능**
 - 공유하천을 통한 관광 생태벨트

VI. 남북 공유하천과 상생방안

남북 공유하천 편익

기본 방향

- ▶ 게임 이론(비협조, 제로섬)에 의한 공유하천 메커니즘과 물헤게모니(Hydro-hegemony)와 물정치(Hydro-politics)기반 해석 필요
- ▶ 적절한 연계와 보상을 이용하여 상호 이익을 얻을 수 있는 협조게임으로 전환
- ▶ 특히 임진강 이수, 치수, 환경, 생태 등의 다양한 남북한 편익 발생-집중적 연구 필요함

북한의 편익

- ▶ 댐 건설로 전력생산
- ▶ 골재거래로 인한 편익
- ▶ 남한의 인도적 지원
(수해복구, 전력지원, 농업지원)
- ▶ 남한과의 경협(공단개발, 관광사업)
 - 남북 댐의 연계운영과 전력지원
 - 수자원 거래(생활용수 공급)

남한의 편익

- ▶ 수해 예방 편익
(임진강, 북한강 수해)
- ▶ 용수편익 (하류 수자원 확보)
- ▶ 발전 편익
(북한강 발전용 댐 등)
- ▶ 긴장완화 편익
- ▶ 경협 (공단개발, 관광편익)

VI. 남북 공유하천과 상생방안

공유하천 국외 협력 사례

- 1948 ~ 199년까지 물 관련 사건 중 분쟁으로 이어진 경우는 1/3이나 협력적인 사례는 2/3으로 (Yoffe et al, 2003), 수자원을 둘러싼 갈등이나 물 전쟁 가능성보다 **협력사례가 더 많은 것으로 나타남**
- 일반적으로 수자원관리의 평가기준으로 지속 가능한 용수공급 적정한 수질 유지, 장단기 경제발전의 기여 등이 있으며(Heathcote, 1998; 강부식과 이광만, 2005), 이 중 지속가능한 수자원 확보를 위해서는 **물 수요자 간의 협력과 조정이 가장 중요**
- 국가간의 공유하천은 “**이익공유**” 를 기반으로(Haas, 2009; Sadoff and Grey, 2002) 관련당사국들로 구성된 하천관리위원회, 법적 구속력을 갖는 협약체결, 그리고 협력적 문제해결을 위한 **거버넌스 시스템** 구축이 핵심적임(강부식과 이광만, 2005)
- 전 세계적으로 국가간 공유하천을 둘러싼 이익공유의 사례를 살펴보면 다음과 같음(이승호, 2015)
 - 미국과 캐나다간에 체결한 1964년 컬럼비아강 조약
 - 서아프리카 세네갈 유역의 주권협상(연안국간 상호협력)
 - 남아프리카공화국, 레소토, 보츠와나, 나미비아간 오렌지-센쿠강 협력

VI. 남북 공유하천과 상생방안

남북 공유하천 편익

공유하천 유형에 따른 해결사례

하천 유형	조약의 수	보상(Side Payment)			비용분담(Cost Sharing)		
		보상없음	하류가 보상	상류가 보상	동등한 비용분담	비용분담 없음	불평등하거나 정해지지 않음
국경관통	37	10 [27%]	25 [67%]	2 [5%]	-	-	-
경계하천	9	9 [100%]	-	-	5 [56%]	4 [44%]	-
혼합형	20	17 [85%]	3 [15%]	-	5 [25%]	9 [45%]	6 [30%]

◀ 국경을 관통하는 하천을 공유하는 경우 어느쪽도 보상하지 않는 경우가 10%, **하류가 보상하는 경우가 67%**, 상류가 보상하는 경우는 5%

VI. 남북 공유하천과 상생방안

주요 공유하천 공동관리 기구

➤ 리오그란데-콜로라도강

- 미국과 멕시코는 1944년 조약을 통한 **국제국경과물위원회**(IBWC; International Boundary and Water Commission of the United States and Mexico) **설립**
- 1993년 말 미국, 멕시코, 캐나다의 **“북미 자유무역 협정”**의 서명을 한 후 미국과 멕시코의 접경지역 문제만을 다루기 위한 **국경환경조정위원회(BECC)** **설립**
- 공개적이고 투명한 정책 추진을 위하여 **첫째, 대중적인 자문위원회의 자문 필요, 둘째, 공개 토론, 셋째, BECC의 모든 문서 공개, 넷째, 최종적인 정책은 공개투표에 의해 결정**

➤ 오대호

- 자원개발과 국경문제를 해결하기 위한 **국경물조약 체결** 및 **국제합동위원회(IJC International Joint Commission)** **발족**
- IJC는 오대호와 세인트로렌스강의 기후변화의 영향, 수위와 유량의 안정 및 이를 위한 국제기준 마련, 전력 공유, 수질과 대기오염 문제, 용수 수급과 배분, 물 수출 등을 담당

VI. 남북 공유하천과 상생방안

➤ 요르단강

- 요르단강은 다른 지역보다 물 분쟁이 매우 심각한 지역으로 많은 평화회의와 협정, 조약들이 체결됨
- 1991년 개최된 **마드리드 중동평화회의**에서 물 문제를 5개 의제 중 하나로 채택 및 물 분쟁 해소를 위한 팀 구성
- 1993년 물 분쟁을 해결하기 위해 이스라엘과 PLO내에 물 관리기구 설치를 약속하였으며, 1994년 **평화조약 체결**

➤ 티그리스-유프라테스강

- 1980년 두 강의 물 문제 조사를 위한 **합동기술위원회**(Joint Technical Committee) **설립**, 1983년에는 시리아가 위원회에 참여함
- 물 문제를 **정치적인 문제와 분리**하여 상호간의 신뢰구축, **통합유역관리시스템**(Integrated river basin management system)과 **신뢰성 있는 자료를 공유**하기 위한 자료뱅크 설립 등 **정보교환체계 구축**

➤ 라인강

- 강물에 **페놀, 염분 유입**으로 **극심한 수질오염**을 겪음
- 1950년 7월 11일 라인강 연안국의 “**라인강 수질보존을 위한 국제위원회**(ICPR; International Commission for the Protection of the Rhine against Pollution)” 구성 및 1972년 10월 **헤이그에서 최초 회의 개최**

VI. 남북 공유하천과 상생방안

공유하천 국외 협력 사례_동독·서독

- 동서독간의 공유하천 및 수자원 협력관계는 동독의 경제산업과 농업분야의 성장으로 인한 수질오염문제가 원인이 되었음
- 동독의 하천오염의 영향으로 서독의 하천까지 오염되자 서독은 동독과 하천을 보호할 수 있도록 협력
- 서독은 수자원이 비교적 풍부하였기 때문에 공유하천 문제는 수량배분 문제보다는 동독지역의 엘베강 수질오염문제가 가장 문제점이었으나 동독은 하천을 보호하려는 조치가 적극적이지를 못했고 오염문제를 해결할 재정력과 기술력이 부족하여 서독의 재정적 지원이나 기술지원에 의존할 수 밖에 없었음
- 이에 따라 동독과 서독은 **접경위원회 설치** → **상호협약 체결** → **협력적 거버넌스 구축**의 순서로 문제를 해결

〈동독과 서독 통합수자원관리 특성〉

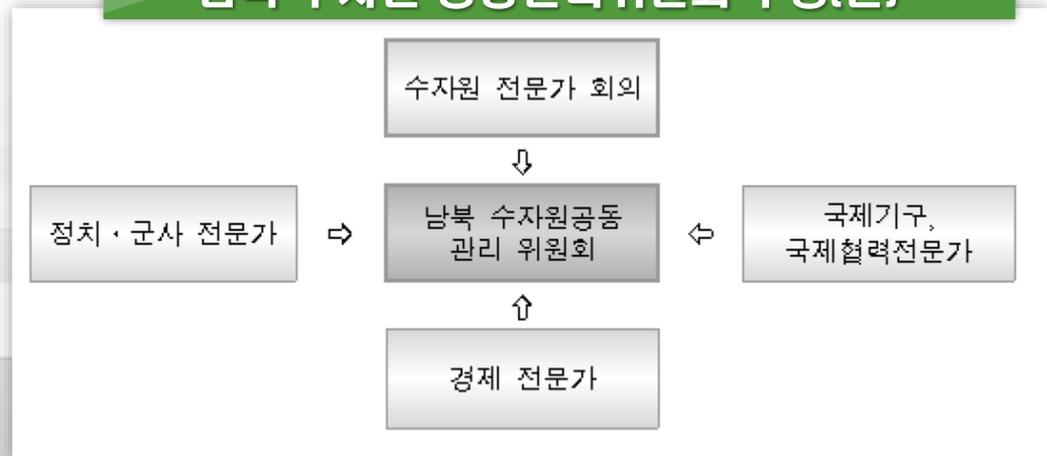
구분	공유하천 해결기구	협약체결	거버넌스 구축
통합수자원관리	◎ (접경위원회 등)	○ (다양하게 협약체결)	△ (유역별 설치)
갈등해결 (공유이익)	○ (통일/통합)		

VI. 남북 공유하천과 상생방안

공유하천 수계 공동 관리 기구 구성

- **상설적인 협의가 가능한 공동관리 기구의 구성**
 - 수해방지, 공동개발, 국제적인 하천관리 원칙 등을 포함
 - 남북 하천 공동관리위원회를 구성
- **민간기구와 정부의 거버넌스 형태의 위원회**
 - 남북 경협, 공동 사업 발굴, 상호 호혜의 원조
- **북한강 유역의 전력지원과 수자원 관리를 연계**
 - 수자원 및 댐 건설 기술의 제공 및 학술적 자료교환
 - 식량지원과 농업/가축지원사업을 연계

남북 수자원 공동관리위원회 구성(안)



VI. 남북 공유하천과 상생방안

물길을 여는 생태 관광 공동 개발

- **임진강 뱃길을 통한 생태 관광 개발**
 - 임진강의 공동 관리 및 **뱃길을 통한 관광자원화**
- **남북한 민간 교류의 초석 기틀 마련**
 - 상호 호혜적인 이익 배분, **남북한 상호 방문 발전 가능**

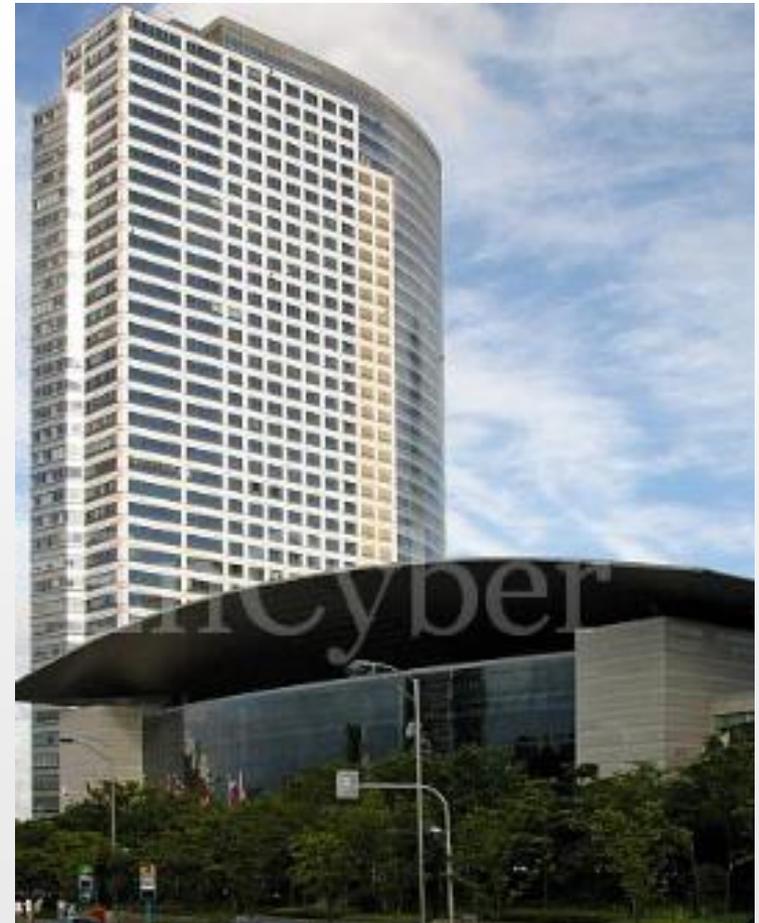
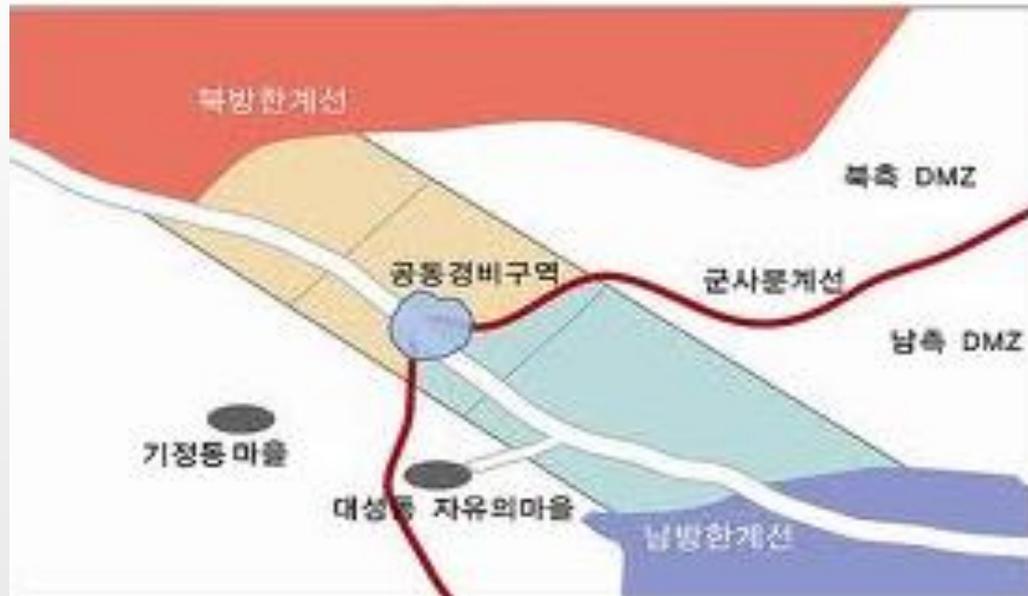


VI. 남북 공유하천과 상생방안

DMZ 내 통일 컨벤션센터 건립

➤ DMZ 내 통일 컨벤션센터 건립

- 세계인들이 가장 가고 싶은 곳 한반도 DMZ
- 대서동마을(남) 혹은 기정동 마을(북) 위치
- 세계 35개국 경제 학술대회(물 포럼, G20 등)



VI. 남북 공유하천과 상생방안

서해안 조력(류) 발전 검토, 북한의 부족한 전력난 해소(W-E Nexus)

- 신재생 에너지 차세대 사업
- 시화 조력 5억 5천만kw/년 :
- 제 2 개성공단, 해주산업단지 전력공급



결론

공유하천 흘러야 통일이 가까워진다



감사합니다

Thank you