

한국 SCM학회 하계 발표대회

한반도 대운하와 국가 발전



2007. 7. 5.
서울 COEX 아셈홀

이화여자대학교 공과대학 환경공학과
교수 박 석 순

1. 왜 운하인가?

1. 왜 운하인가?

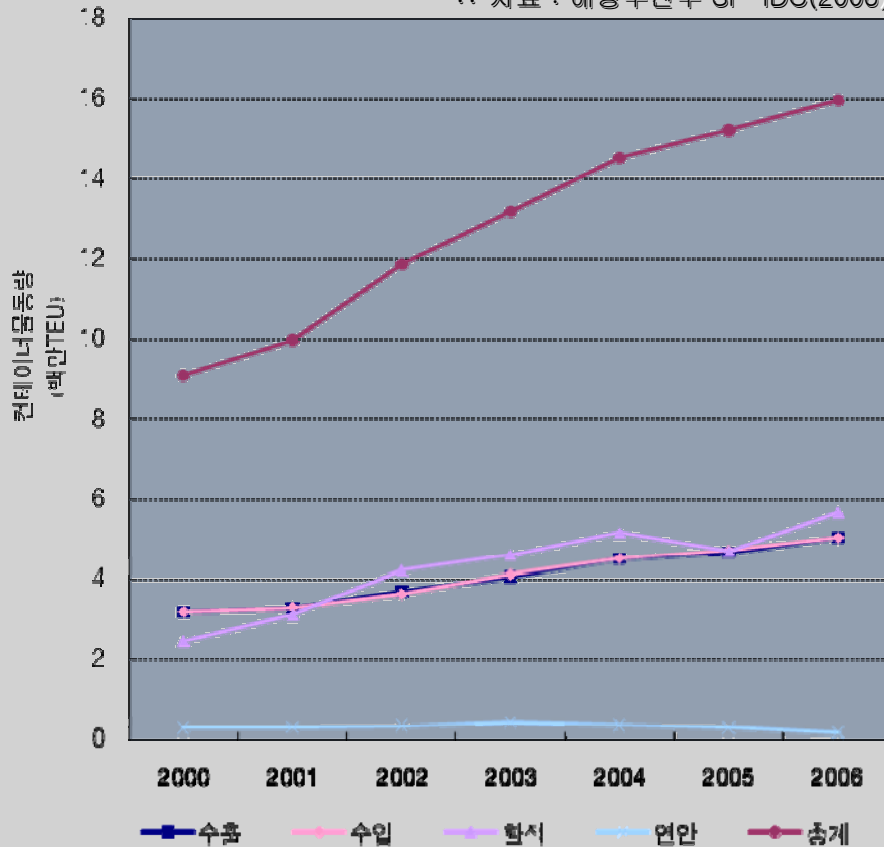


물류 개혁

국내 물동량 증가추이 : 2020년 현재의 2~3배 새로운 국가물류 운송수단 추가 확충 불가피 ※ 한미 FTA로 부산항 10년내 3800만톤 증가 예상

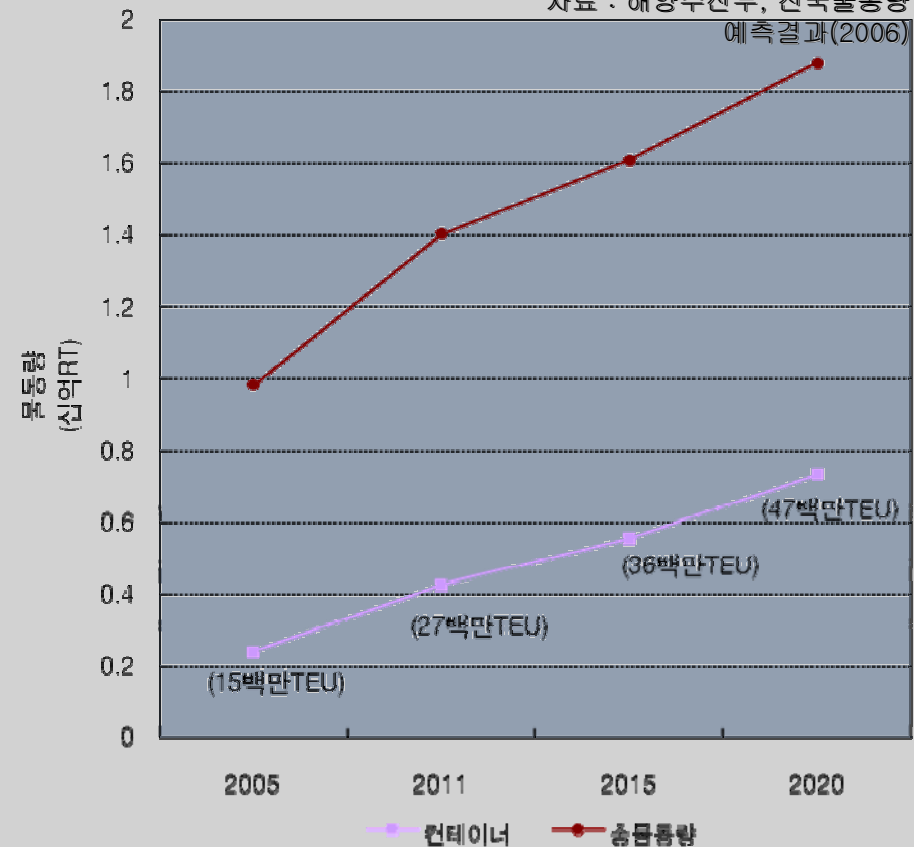
■ 최근 컨테이너 물동량

자료 : 해양수산부 SP-IDC(2006)

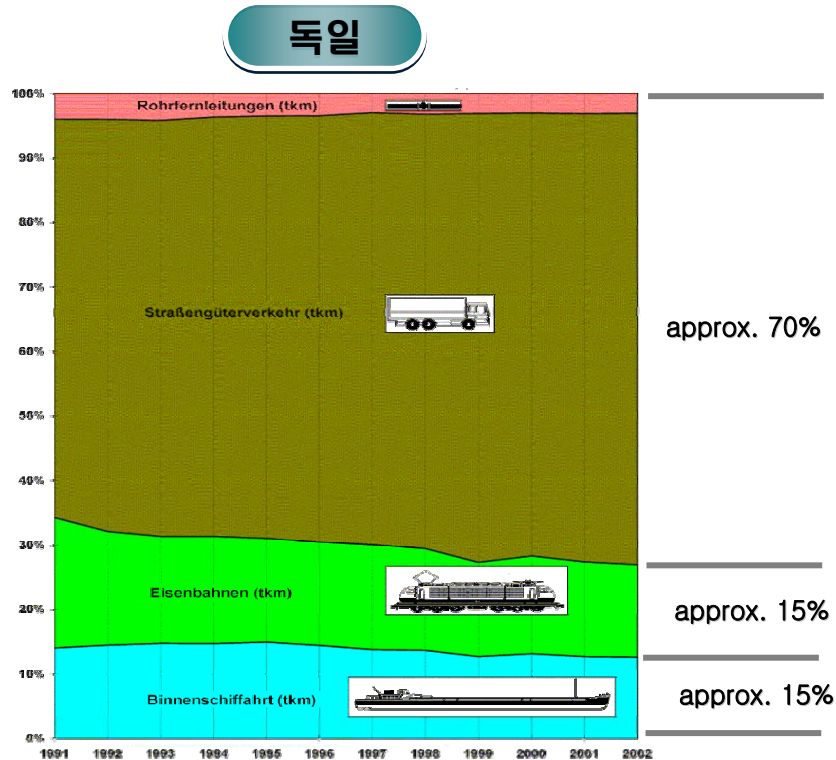


■ 향후 물동량 예측

자료 : 해양수산부, 전국물동량
예측결과(2006)



현재 도로운송에 과도하게 편중 물류비용 GDP 대비 12%(선진국 8%)



※ 2004년 컨테이너 물동량 기준

※ 독일의 운하

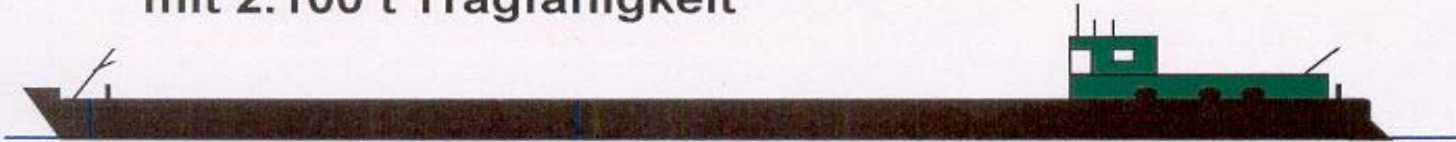
- 총연장(7,500 km)은 도로의 1%
- 수송분담율은 총물동량의 15%

물류
개혁

친환경 · 고효율 새로운 운송수단 필요

※ 2천5백톤 급 선박 1대 = 트럭 150 대

1 modernes Binnenschiff (GMS)
mit 2.100 t Tragfähigkeit



ersetzt

105 Lkw
mit je 20 t Tragfähigkeit



물류 개혁

친환경 · 고효율 새로운 운송수단 필요

※유류 소비: 트럭의 32%, 이산화탄소 발생:
트럭의 20%

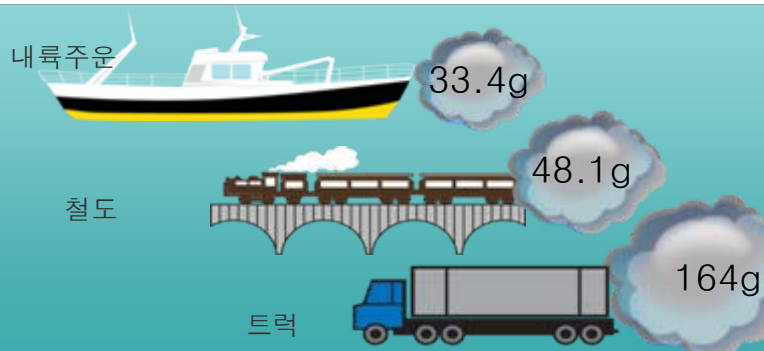
유류 소비량 (100톤 화물, 1Km 운반)



수송거리 (동일유류, 1톤 화물 운반)



이산화탄소 배출량 (1톤 화물, 1Km 운반)



유럽연합(EU):
2003년 Marco Polo Plan
(비도로교통지원정책) 수립
8억2천 유로 지원

물 관리

수질개선, 수량증대

■갈수기 수량 증대 효과

-경부운하: 7억톤 → 17억톤 증가.

팔당댐(2.4억톤) 5개 건설 효과

- 갈수시 필요용수 공급량 확보 및 하천 경관 개선

■자연형 수변공간(통로, 공원 등) 조성

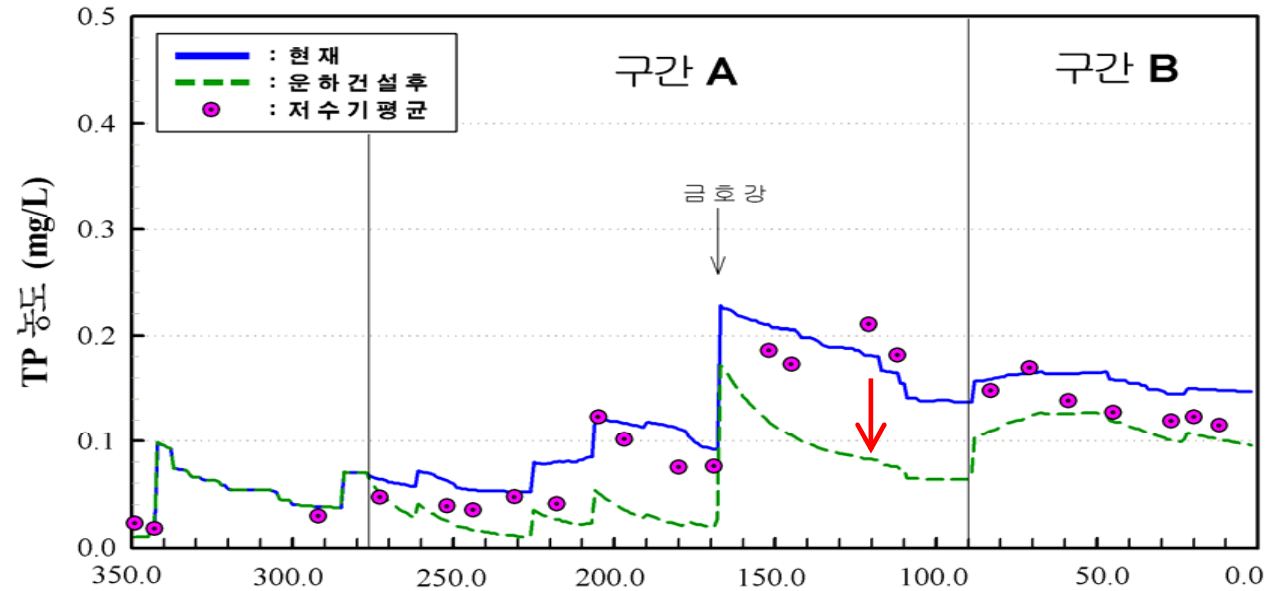
- 접근성이 용이한 휴식공간 확대

- 오염원 배출 억제효과 기대

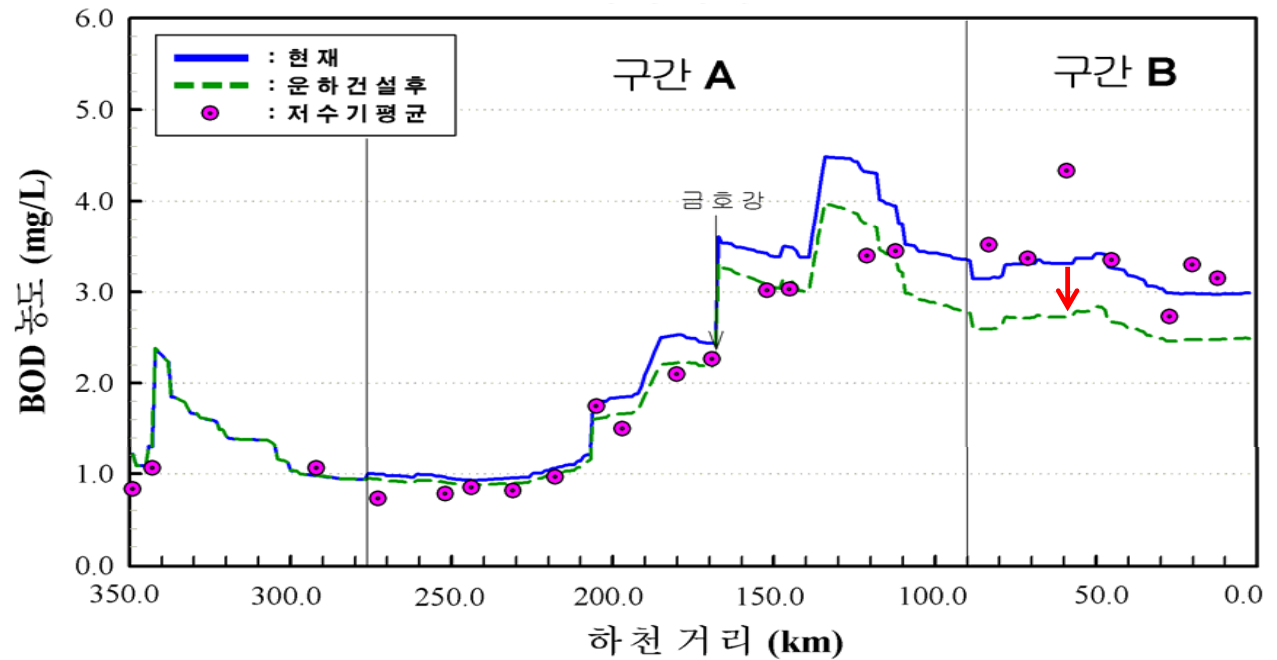
■생태하천 및 습지 조성으로 하천생태계 개선



총인



생물화학적
산소요구량

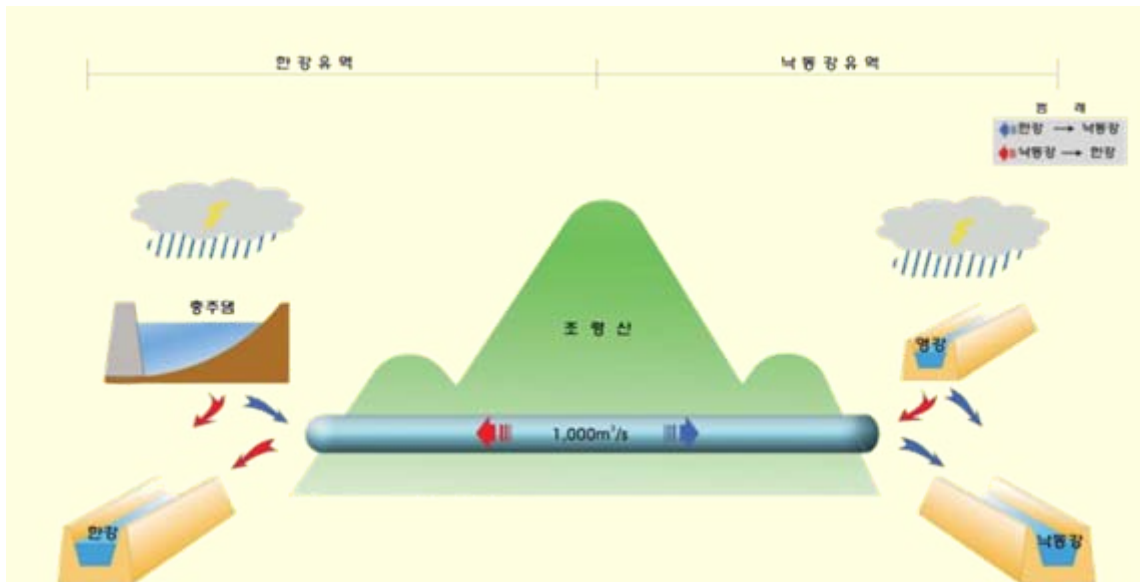


- 낙동강 하류 수질개선에 상당한 기여 (갈수기와 저수기)

물 관리

물 부족 및 홍수방지 효과 가뭄과 홍수의 나라, 물그릇 부족 국가

- 하상굴착에 의한 주운수로 조성으로 홍수위 저하
 - 치수안정성 제고(수해방지)
 - 저지대 농경지 등의 내수침수 개선 : 토지이용도 증가
 - 지류하천의 홍수배제 개선
- 주운시설을 이용한 홍수 분담
 - 홍수 발생시 유역을 변경(한강 ⇄ 낙동강)하여 홍수 배제
 - 최대 가능홍수분담량 : $1,000\text{m}^3/\text{s}$



내륙 개발

물류산업기반의 新내륙항구도시 개발을 통해 진정한 국토균형발전 추진

※ 내륙항과 외국항의 직접 교역, 신산업단지 육성

◇경인 공업지역

- 서울과 인천을 중심으로 부천, 성남, 안양, 시흥, 수원 등의 수도권
- ① 우리나라 최대의 종합공업지역 (공업원수 47%, 사업체수 54%, 생산액 44%)
- ② 해안에서 내륙방향으로 중화학공업 중심에서 경공업중심의 공업배열

◇중부 내륙 공업지역

- 대전권을 비롯한 신탄진·충주·천안·아산·음성·부강(美江) 등을 중심으로 하는 공업지역
- ① 섬유, 전자, 식품 등 경공업 위주
- ② 각종 과학기술연구기관 집중(대전)
- ③ 아산군 일대 : 중화학 공업 단지

◇호남 공업지역

- 광주, 목포, 군산, 전주 등
- ① 이리 : 수출자유지역, 귀금속 가공
- ② 서해안 시대를 맞아 개발이 기대되는 지역
- ③ 문정산업 단지 조성 → 제 2의 한일 공업 단지
- 자동차, 화학, 목재, 금속, 식품, 석탄

◇태백산 공업지역

- 동해와 삼척에서 영월, 원주에 걸친 지역
- ① 지하·동력·수산자원 풍부
- ② 원료 지향성 중화학 공업 발달 (시멘트, 카바이트, 석회 비료 등)
- 시멘트, 화학, 식품, 석탄 등

◇영남 내륙 공업지역

- 대구, 경산, 김천, 구미 등
- ① 대구(섬유, 기계, 화학), 구미(전자)
- 섬유 공업, 전자 공업 등

◇남동 해안 공업지역

- 부산권을 중심으로 포항, 울산, 창원, 마산, 광양에 이르는 지역
- ① 포항, 광양(철강), 여천(석유화학, 비료), 거제(조선), 울산(비철금속제련), 창원(기계), 마산(수출자유지역, 섬유), 울산(석유화학, 중공업, 자동차)



- 내륙항 개발로 연안항 무역항 발달: “내륙운하가 바다를 살린다”
- 경조선업 등 새로운 산업 개발
- 수상버스, 수상택시 등 다양한 수로 교통수단 활용 가능



주요 내륙항

대구 지역



주요 내륙항

광주 지역



관광 자원

수많은 내륙도시들이 운하연변에 포함되어 새로운 *Eco-Tour* 관광수요 창출

■ 관광산업의 고용유발계수

- 일반적으로 다른 산업에 비해 월등히 높음

관광산업의 생산 · 소득 · 고용유발 계수				
지역	산업	생산유발계수	소득유발계수	고용유발계수
전국	전산업평균	1.851	0.325	0.022
	관광산업	1.693 (18)	0.334 (11)	0.042 (3)
강원도	전산업평균	1.380	0.357	0.026
	관광산업	1.442 (6)	0.359 (15)	0.046 (6)
제주도	전산업평균	1.322	0.360	0.040
	관광산업	1.406 (6)	0.361 (15)	0.034 (13)

주: 괄호 안의 숫자는 28개 산업 가운데 순위를 나타냄.
자료: 이강욱·최승목, 관광산업의 지역경제 기여효과 분석, 한국문화정책연구소.

新내륙운하관광산업 육성

차별화된
관광개발계획
제시와
관광이미지
제고

운하 권역
네트워크 구축

기존
관광산업을
정비,보완
활성화

신규
관광프로그램
개발 및 활성화
전략 수립

체계적인
관광개발계획
수립

관광산업: 21세기 국가 GNP의 10% 생태관광(Eco-Tour)은 새로운 수요



일자리
창출

한반도대운하 건설을 통한 70만개 일자리 창출과 지역경제 활성화

운하건설 中

경부운하(30만 명)

호남운하(18만 명)

일자리 창출
70만명

운하건설 後

관광단지 조성 및 투자
신규 일자리 창출

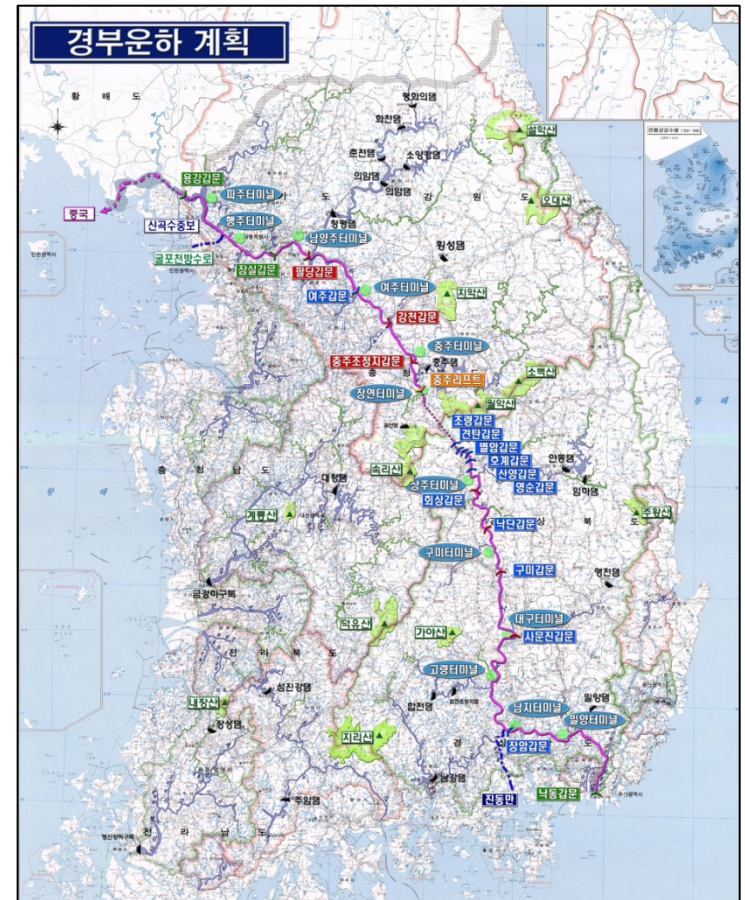
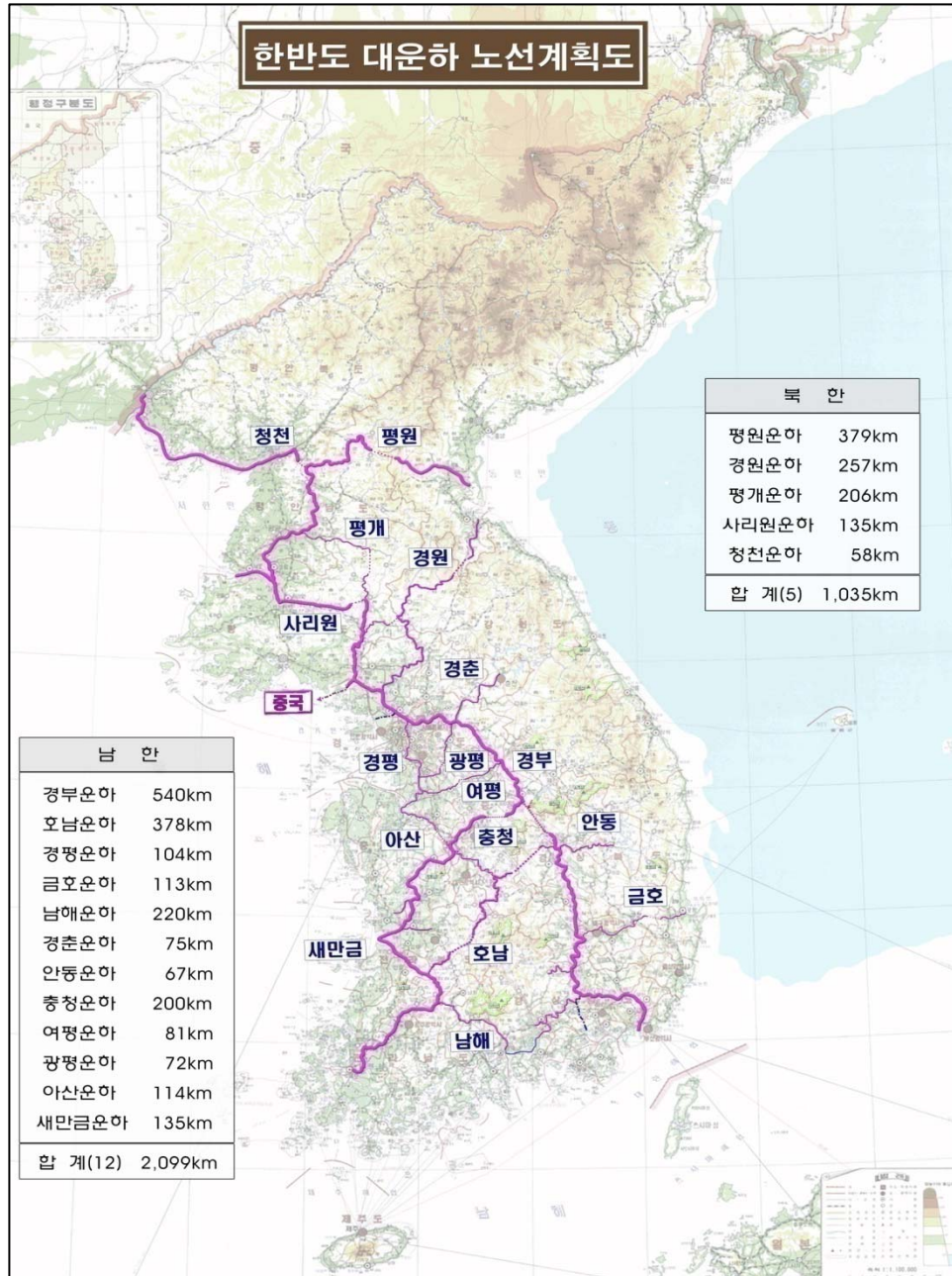
운하 운영 및 유지관리
직접고용 3만 5천(경부운하)

공업단지 조성 및 투자
신규 일자리 창출

지역경제 활성화
新내륙물류도시 조성
내륙관광단지 및 공업단지 조성

2. 한반도 대운하 개요

1. 한반도 대운하 노선계획



■경부운하 개요

- 총연장 : 540km(인공수로 40km)
- 주운보 : 16개소(기존 4개소 포함)
- 갑문 : 19개소
- 주운용수 공급시설 : 터널(10km), 댐 2개소
- 화물터미널 : 12개소 예정

한강

(1) 한강-낙동강 본류 구간

- 서울(한강)-남한강-충주
- 문경(상주)-낙동강-부산

태백산맥

금강운하

(2) 연결구간(한강-낙동강 연결구간)

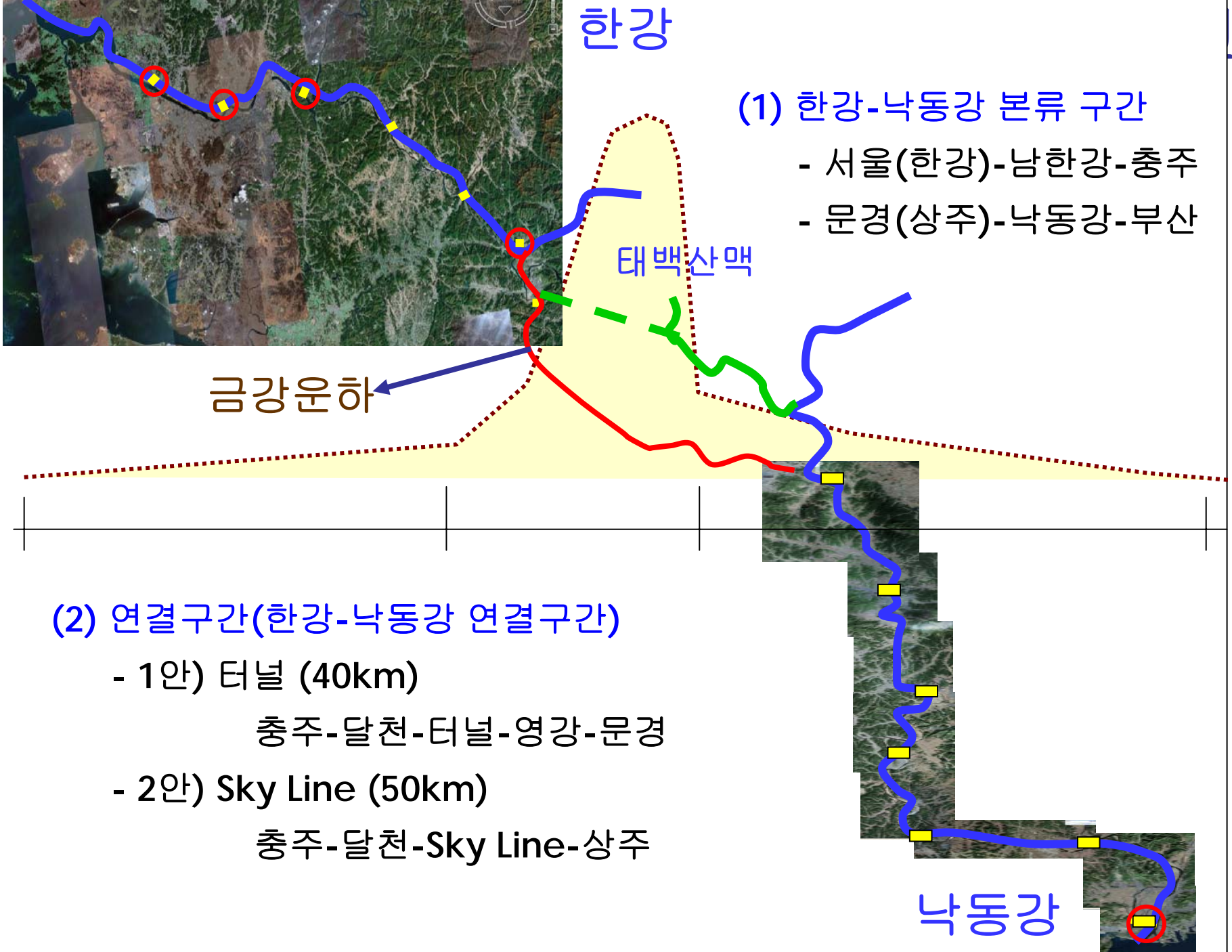
- 1안) 터널 (40km)

충주-달천-터널-영강-문경

- 2안) Sky Line (50km)

충주-달천-Sky Line-상주

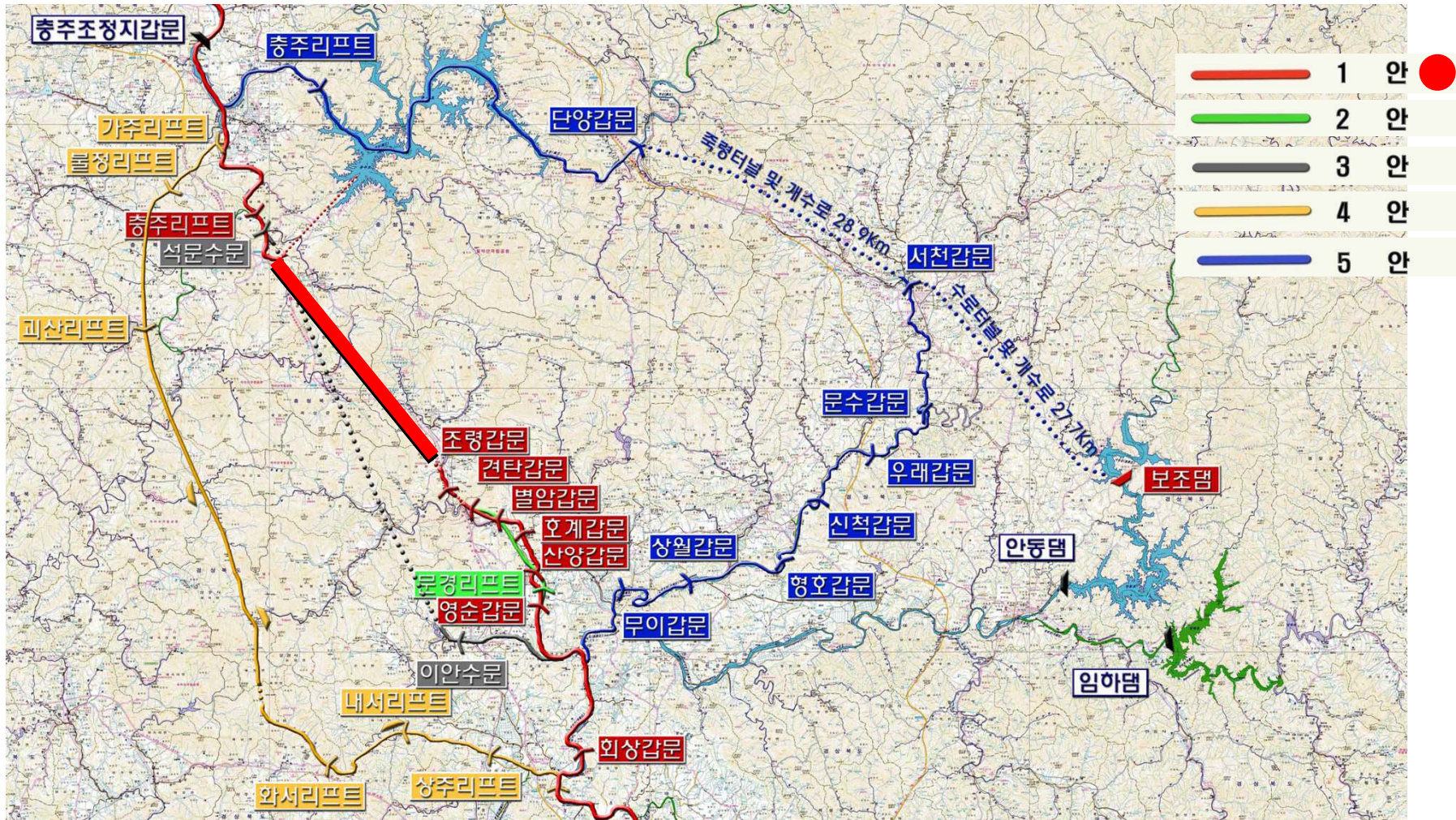
낙동강



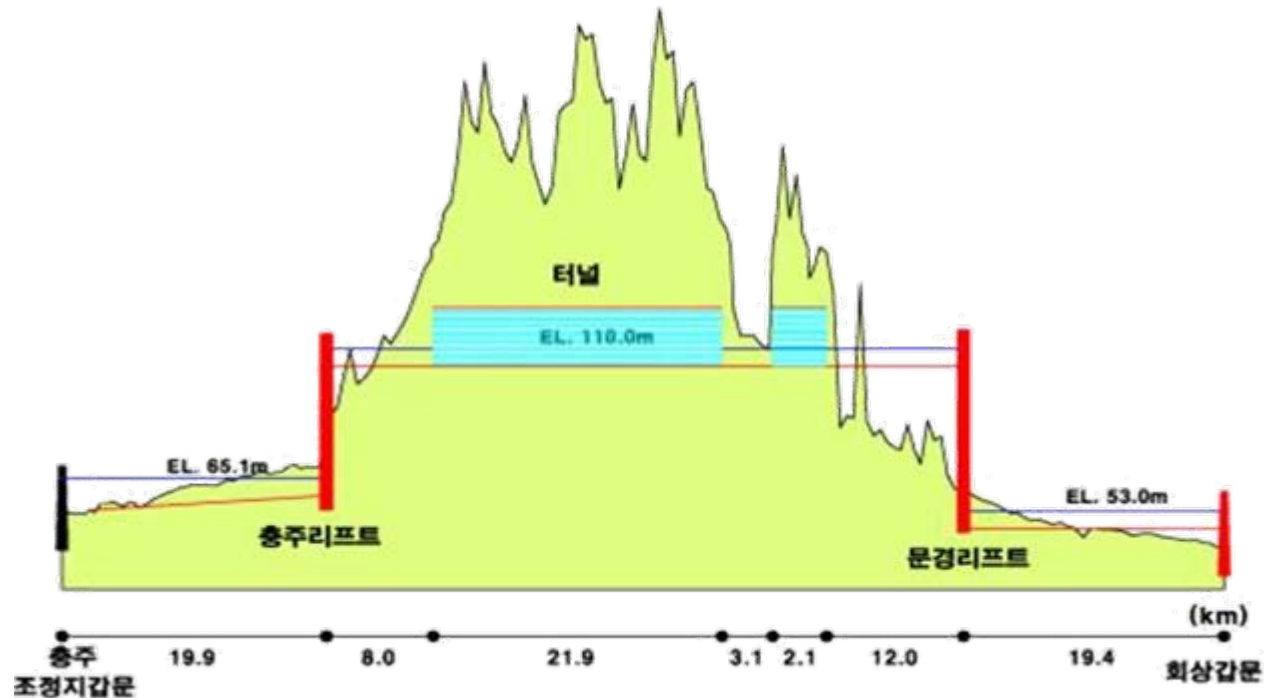
한강-낙동강 본류구간



연결구간 1안) 터널



연결구간 1안) 터널



구 분

내 용

주요시설

터널 2개소(21.9km, 4km), 리프트 2개소(45m, 57m), 일반 갑문 1개소

공사비

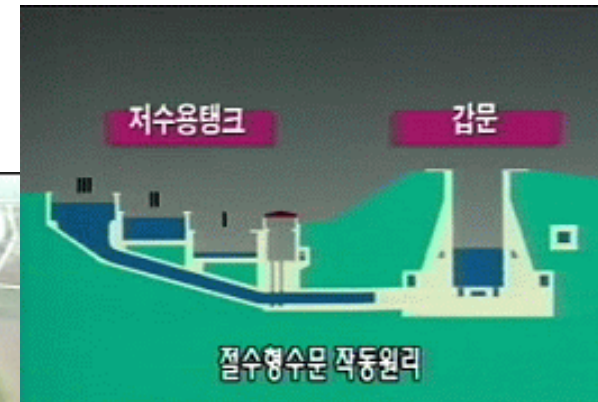
14.9 조원(단선터널 반영)

전구간 운항시간

32시간 예상(설계 기준 시간: 24시간)

특 징

갈수기 운하용수 공급 불필요, 용지보상비 필요



연결구간 2안) Sky Line



구 분

주요시설

공사비

전구간 운항시간

특 징

리프트 5개소(80m), 갑문 4개소, Sky구간 50km, 수로구간 51km

15.8 조원

32시간

해발 300m, 협곡담수(935km-45km), 홍수조절댐, 수변생태공간 조성, 휴양-관광 특구

연결구간 2안 Sky Line

상주 리프트



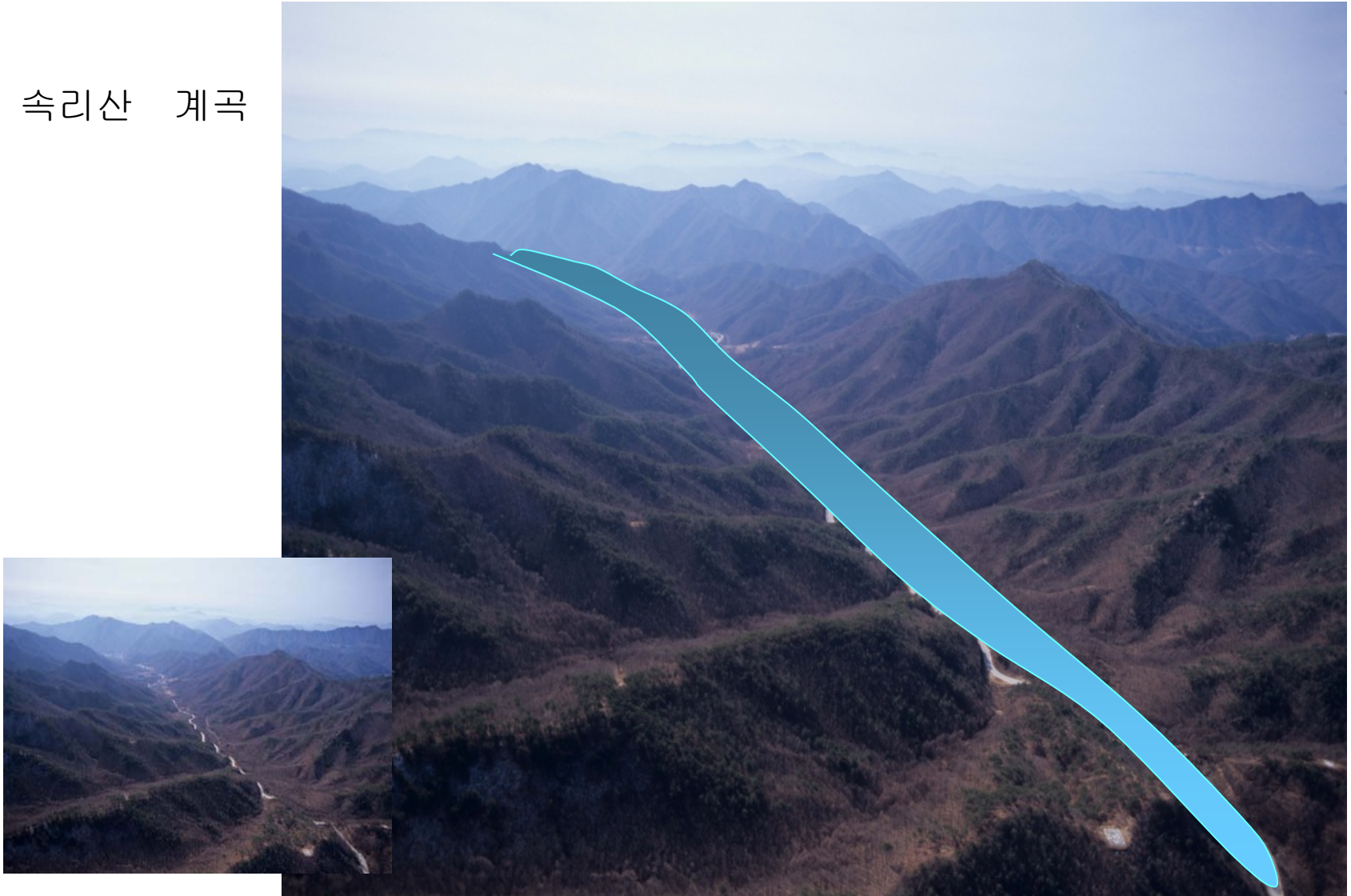
연결구간 2안) Sky Line

문장대-관광-휴양지



연결구간 2안) Sky Line

속리산 계곡



3. 경제성 분석

사업비 및 공사기간

■ 개략공사비 : 14.1조(1안)

- 보 및 갑문	: 3.8조
- 주운수로	: 3.7조
- 수로터널	: 2.3조
- 하천환경정비	: 1.4조
- 터미널 및 대체시설	: 2.3조
- 제방보강 등 기타	: 0.6조

■ 공사기간 : 4년

- 보 및 갑문	: 개소별 3년
- 수로조성(생태하천 포함)	: 구간별 2년
- 터널(22km)	: 4년

작업갱 4개소, 서비스터널 1개소 및 횡갱 10개소 이용

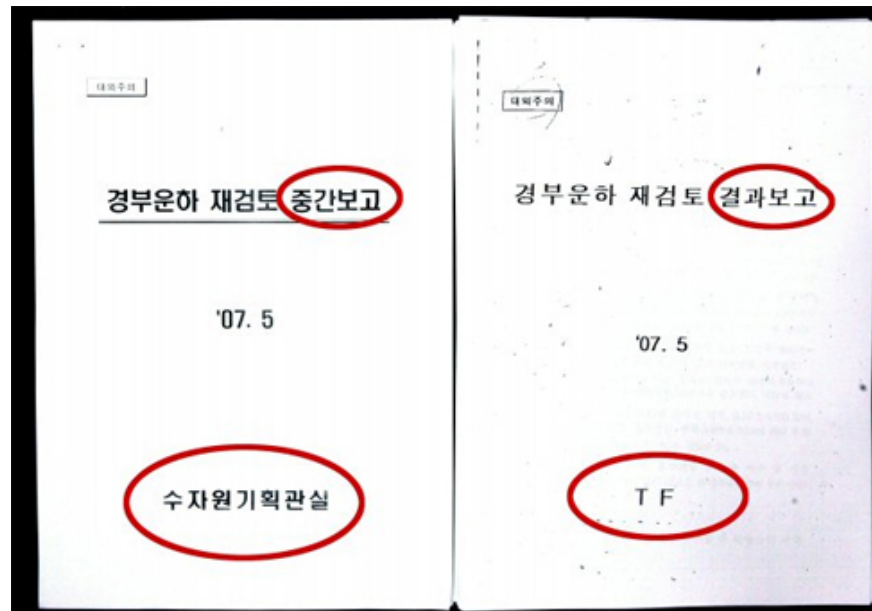
- 터미널 및 대체시설	: 개소별 3년
--------------	----------

B/C Ratio 비교 분석

단위 : 억 원

구 분		곽승준	이상호	수자원공사('97)	비 고
물류	수송비절감	32,164	50,000	-25,136	주운수송비는 도로의 1/5
	교통혼잡비용절감	16,787	41,000	33,635	
	대기질개선	73,315	12,000	0	
골재	골재판매	83,432	60,000	784	골재량 : 곽&이(800백만㎡), 수(13백만㎡)
	골재대체환경편인	4,754	0	0	
운하변 공간개선		16,842	7,000	0	곽(경관, 여가 등 개선) 이(부지획득)
수자원	홍수방지 및 용수공급	16,206	41,000	7,385	
환경개선		14,498	12,000	25,456	수 : 공기,수질,토지,사고 포함
부가가치효과		117,000	0	0	
관광효과		0	40,000	0	
총편익		374,998	263,000	42,144	
총비용		163,000	229,823	44,455 (98,073)	수 : 운하내구연한50년 총비용 9.8조中 20년 비용 반영
B/C Ratio		2.3	1.145	0.948	

4. 한반도 대운하 쟁점 사항



물동량이 없다

■ 연간 1800톤 vs 500만톤(TF)

- 컨테이너 화물 2020까지 3배 증가(해양수산부 예측)
- 계획안: 2011년 기준 경부축 수출입 컨테이너(760만 TEU)의 14%(104만)=서울 부산 직송 도로 80%+철도 10%
- TF의 주장: 서울 부산 직송 도로 화물 20%(500만톤)
KTX 완공, 철도 물량이 현재 600만톤에서 3000만톤(5배)으로 증가

※ 반론

- KTX가 완공되어도, 기존 철도에는 새마을, 무궁화 등 여객열차 유지, 화물처리 부지 및 시설 필요
- 한미 FTA로 예측량(3배) 보다 더 많은 물동량이 늘어남
- 내륙 산업단지 활성화가 물동량 증가로 이어짐
- 관광산업 활성화로 운항 선박 증가

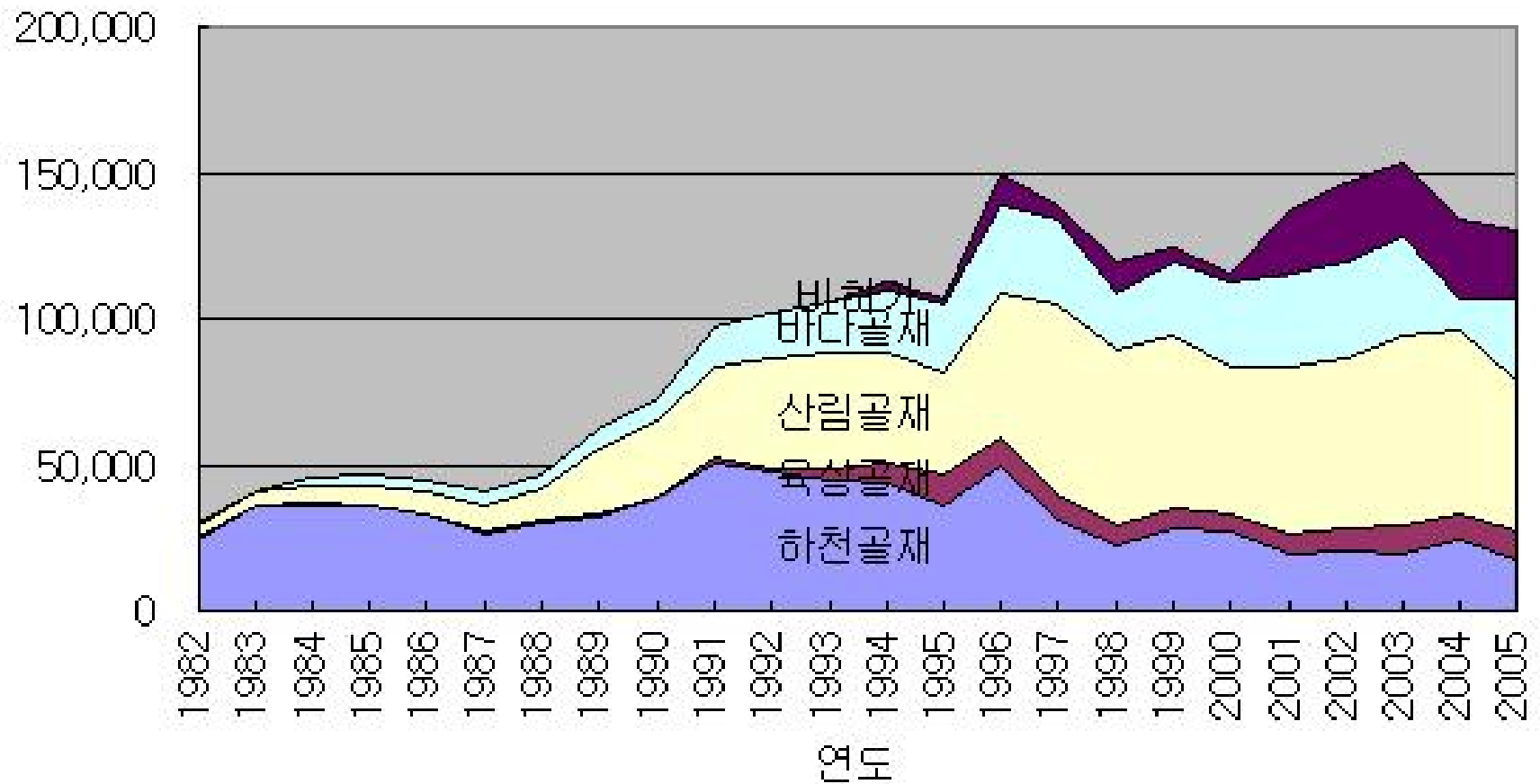
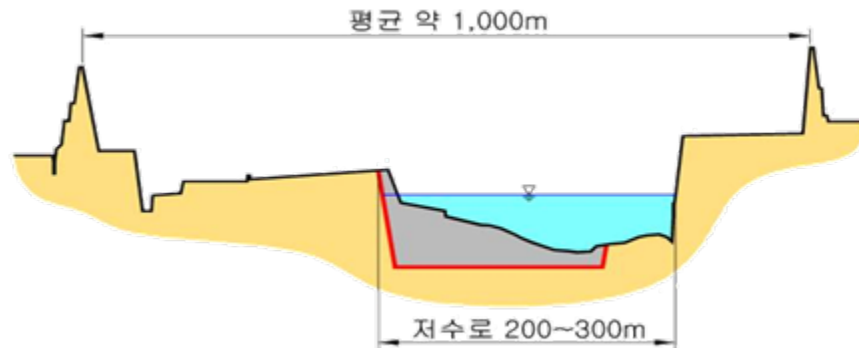
골재 수익은 5천억에 불과하다

■ 8조 수익 vs 5천억 수익(TF)

- 지질자원연구원, 수자원 공사 등에서
- 골재개발 가능량: 남한강 2억6천 만톤(부존량 5억 2천만톤)
낙동강 5억 7천만톤(부존량 12억 4천만톤)
- 골재 수요량(연간): 모래(1억 4천만톤), 자갈(1억 천만톤)
- TF의 주장: 하폭 100미터 4미터 깊이 준설 가정하고, 생산
운반 비용 고려, 골재 값 폭락

※ 반론

- 하폭 200-300미터, 최소 수심 6미터, 유입지천 일부 준설
- 석산과 바다 모래대체, 운하 건설이 곧 생산 과정



활용도가 떨어진다(속도)

■ 서울 부산간 거리는 시간 24시간 vs 46시간(TF)

- 하루 일찍 선적하면 물류비용 1/3-1/5
- 이틀 일찍 선적해야, 초고속 첨단시대에 무용지물(TF)
- 계획안은 500km는 30km/h, 인공수로 20km는 18km/h, 터널 구간 10km/h, 갑문, 선박승강기(Ship Lift) 고려
- TF: 540km 전구간 18km/h, 갑문 고려, 유럽운하에 기준

※ 반론

- 유럽 운하의 선박속도는 18km/h, 라인강에서는 30km/h
- 운항 시간의 차이는 활용도에 영향을 주지 못함,
- 정시성이 중요

활용도가 떨어진다(운항 불가일)

■ 15일 vs 35-45일(TF)

- 결빙, 홍수, 태풍 등 고려
- 한달 이상 무용지물(TF): 결빙, 안개, 태풍, 홍수 등으로
한강유람선 운항불가일수 40-50일 기준

※ 반론

- 한강유람선 운항불가는 겨울에 추워서 승객이 없어서
- 올해도 한강 얼지 않았다.
- 레이더 기술 발달로 시속 30km이하, 비혼잡 운하에서
안개는 더 이상 장애물이 아님
- 터널은 여름에 냉장고 겨울에 온장고 역할(섭씨 13-16도)

경제성이 없다

■ B/C 2.3 vs 0.16(TF)

- 물동량과 골재 수익에서 큰 차이
- 내륙개발, 일자리 창출, 관광산업, 수자원확보, 환경개선 편익을 없는 것으로(TF)
- 계획안은 내륙개발 편익 고려, 나머지는 B/C에 포함 안함
이를 포함하면 더 큰 B/C가 나올 것, 환경훼손 비용도 고려
- ※ ‘누가 민자에 투자하겠나’
 - 선박 운항비: 컨테이너 개당 15만원 정도(?), 트럭42.7만원
 - 12개의 화물터미널, 50여개의 여객 터미널, 수변개발 등
- ※ 투자 없이 삼성그룹 두 개 만드는 효과

4년만에 완공 못한다

■ 4년 내 완공 vs 완공 불가(TF)

- 많은 것들이 준비되어 있음
- 사업자 선정기간, 대규모 공사 등으로 불가(TF)

※ 반론

- 물 공급원(충주호, 안동호 등) 준비됨
- 한강 주운보(신곡, 잠실, 팔당댐, 충주 조정지댐) 준비
- 두 개의 주운보 추가, 갑문 달면, 서울에서 충주까지 운항
- 낙동강 하구언 완공
- 호남운하: 영산강에 두개 주운보, 광주 나주까지 운항
- 특별법으로 시간 단축

엄청난 환경파괴를 유발한다

■ 환경을 살린다 vs 엄청난 환경파괴(환경단체)

- 자연이 만든 물길 500km와 터널 및 인공수로 40km
- 도로나 철도보다 대기오염배출량과 환경파괴가 적다
- 모든 하천과 국토를 파괴한다(환경단체).

※ 반론

- 이산화탄소 배출량: 자동차의 1/5
- 한강과 낙동강의 본류 지천은 각각 7,256km, 7,460km
이중 500km 사용
- 중부내륙고속도로(여주에서 김천까지 151km): 터널
20곳(18.3km), 절개지 405곳(94km), 용지(여의도 3.6배)
- 하천골재 사용으로 석산, 바다모래 개발 중단

19세기 유물이다

■ 21세기 자전거다 vs 철도와 도로 발달로 유물이 됨
-육로 교통 혼잡 방지, 유류 사용 1/3, 값싼 물류 비용,
안전한 교통수단, 오염물질 배출 1/5, 환경파괴 줄임,
에코투어 관광자원 등

➔ 21세기의 자전거와 같은 운명, 새롭게 부활

-속도가 느려 활용도 없음

※ 반론

유럽의 각국의 운하 확대 계획, EU의 마르코 폴로 계획,
미국 에리운하 재개발, 중국 대운하 재개발

물이 고여 썩는다

■ 수질개선 vs 수질오염(환경단체)

- 갈수기에도 수량이 풍부해져 수질이 개선됨
- 고인 물은 썩는다

※ 반론

- 체류 시간이 증가하나 희석이 수질에 더 중요
- 고인 물이 아니고 천천히 흐르는 물이다.
- 우리나라에서 가장 수질이 좋은 물은 댐으로 연결된 북한강물(화천, 춘천, 소양, 의암, 청평, 팔당으로)
- 운하 건설 가정하여 낙동강 수질 예측: BOD 감소

식수 재앙 온다

■ 1급수 식수원 공급 vs 식수 재앙(환경단체)

- 운하로 물이 풍부해져 선진국형 간접 취수 가능
- 배 다니는 물로 식수공급, 선박사고, 준설로 토사 유출

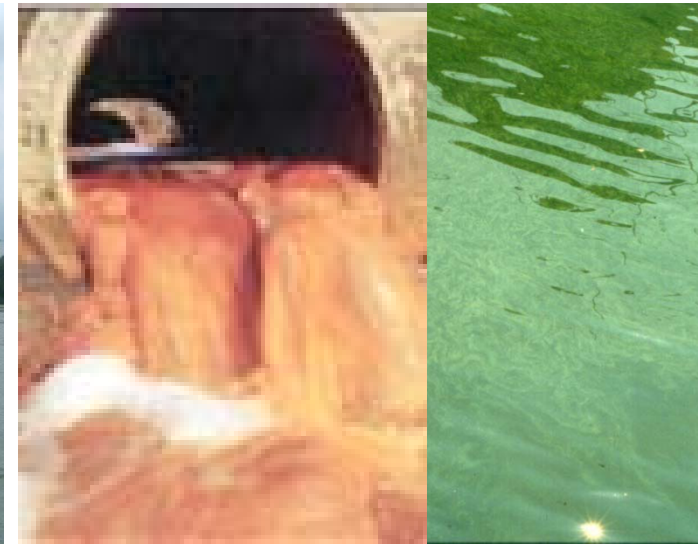
※ 반론

- 운하 만들면 2급수로 수질개선
- 배 다니는 물로 식수 만들지 않는다
- 별도의 식수 대책
(1급수 공급, 상류 규제 해제, 수질개선 예산 낭비 방지)
- 가장 안전한 운송수단, 상수원일 경우 독극물 운반 불가
- 공사시 펌프 준설, 오탁 방지막 설치

5. 식수 대책

현황

- ➡ 현재 4대강 대부분이 2등급 이하의 수질 상태, 특히, 강우시 토사 및 쓰레기 유출, 녹조 발생, 고농도 대장균 검출
- ➡ 수돗물 불신(국민 70% 이상이 수돗물을 식수로 부적합, 1-2% 음용)
- ➡ 수돗물 바이러스 검출, 낙동강 수계의 잦은 수돗물 사고(1991년 페놀 사고, 1994년 벤젠톨루엔 사고, ..., 2004년 1,4 다이옥산 사고)
- ➡ 부산, 대구 등 낙동강 주민들의 수돗물 불만 팽배



▶ 상수원 보호 규제에 대한 주민 불만 및 재산권 침해
(예, 팔당 상수원 규제로 인한 피해액 수십조 추산)



▶한강 수계의 잠실 상수원에 대한 서울 시민들의 불만 (현재 경기도에서 상수원 규제 해제를 위한 취수 지점 이전 추진)



목표

1. 모든 지역에 1급수 원수만으로 수돗물을 생산, 공급한다.
2. 상·하류가 공생하고, 상수원 보호 규제 없는 균형발전을 도모한다.
3. 매년 낭비되는 국가 수질 관리 예산을 대폭 줄인다.

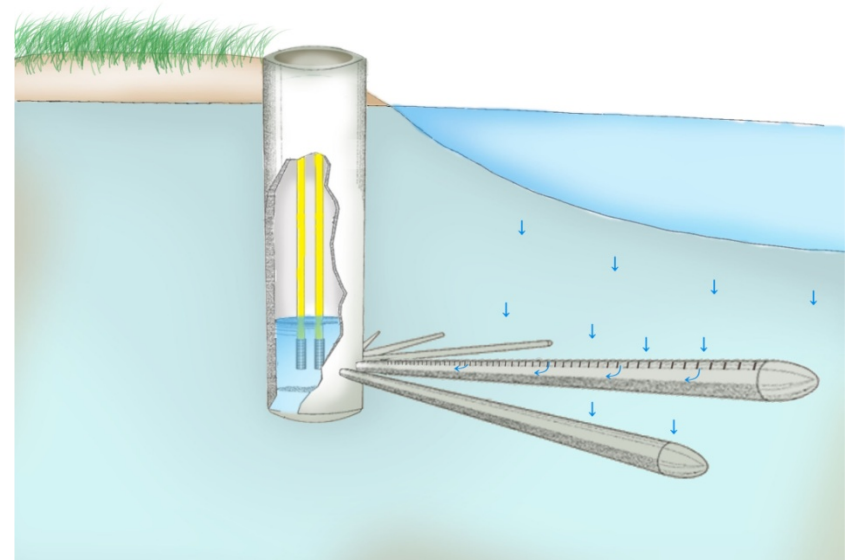
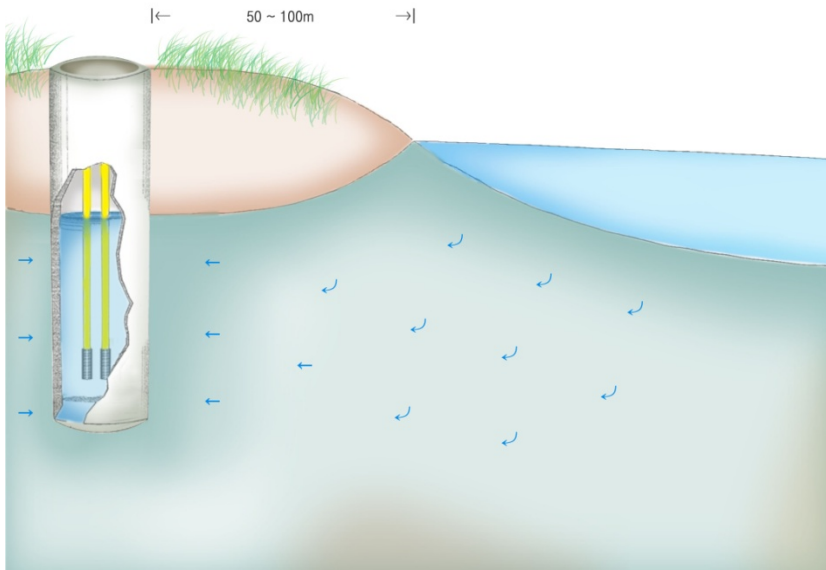
← 운하 건설로 하천 수량이 풍부해짐으로 선진국 형 간접 취수 도입 가능

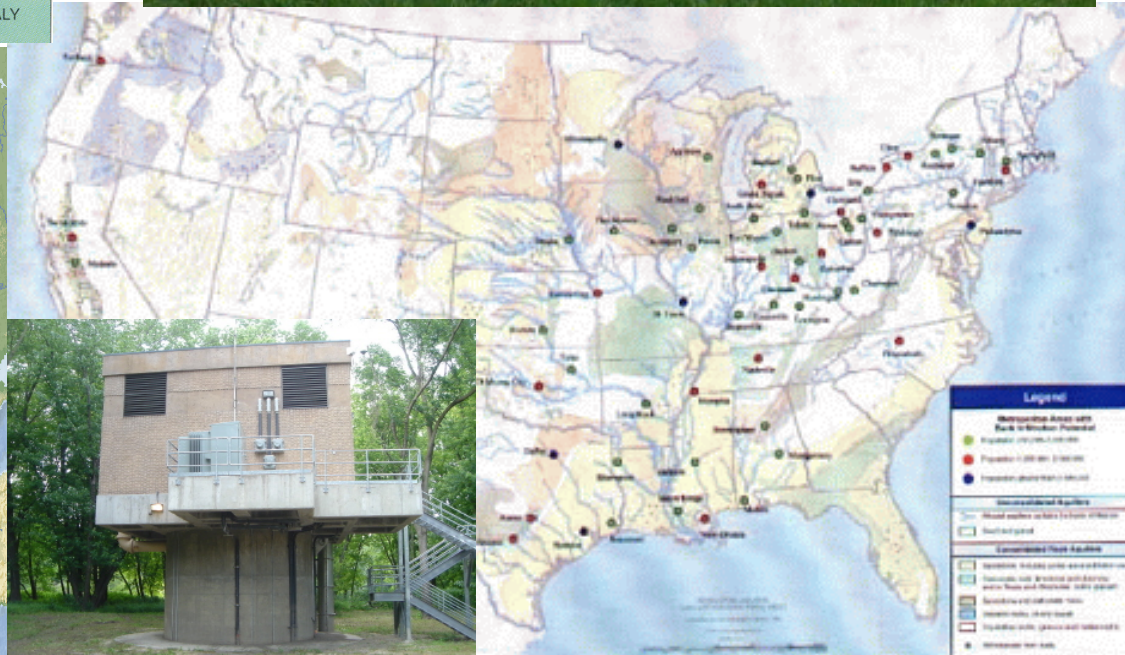
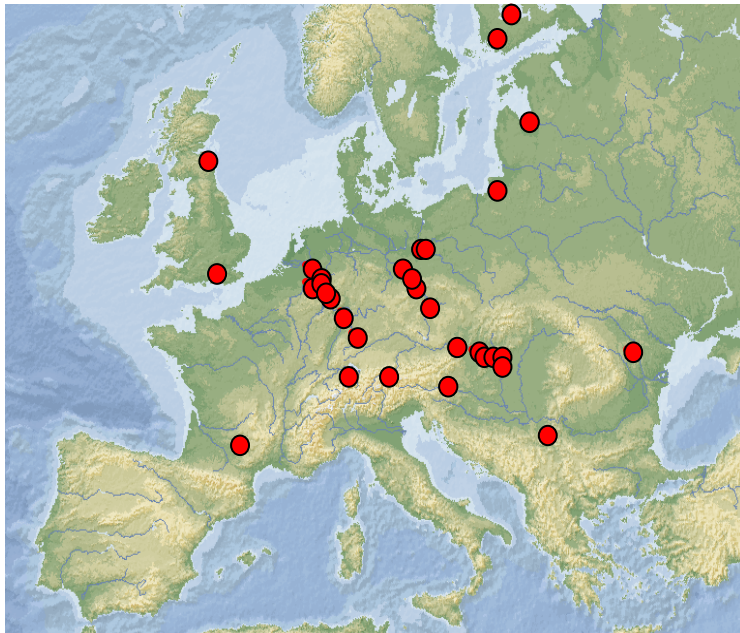


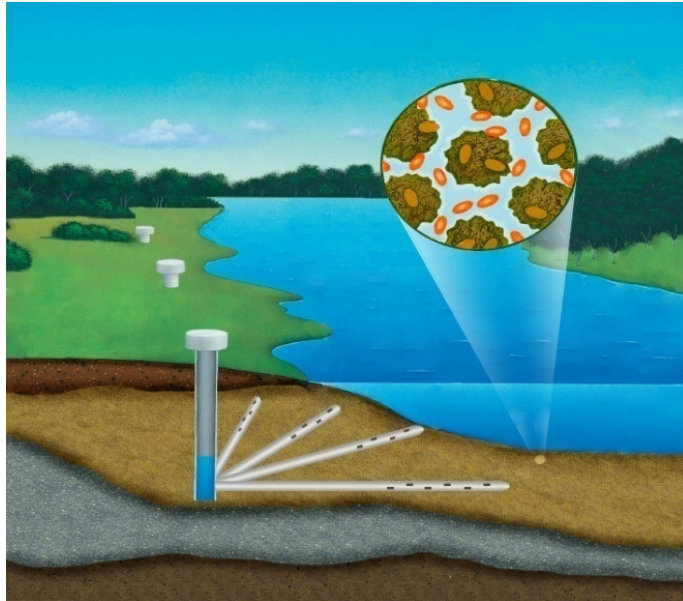
선진 취수 방법

1. 간접취수 (강변여과수, 하상여과수)

- 강변, 하상의 자갈, 모래, 토양 층 통과
- 유럽을 중심으로 150년 역사
- 토양치환공법과 수평우물 기술 개발로 토질조건 및 수량부족 극복

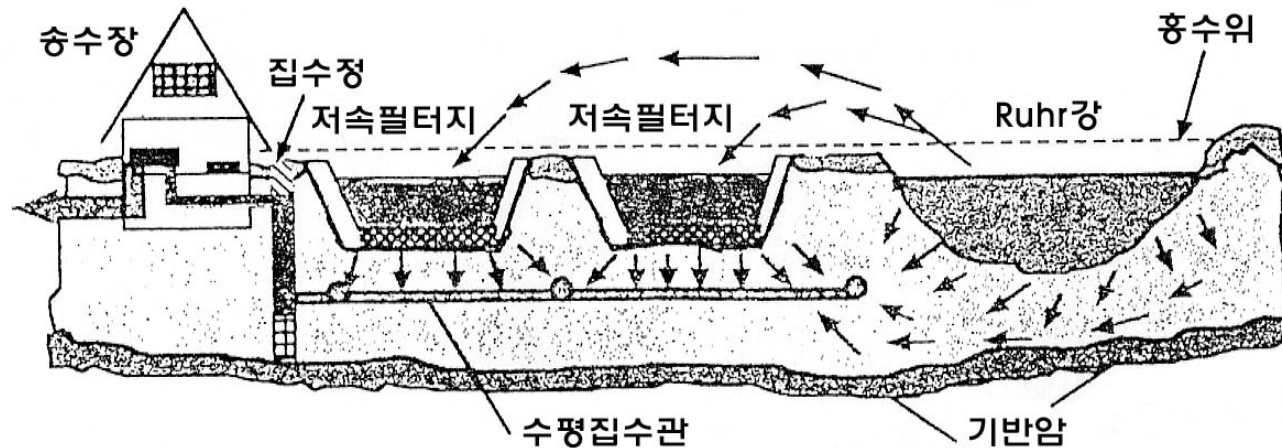






2. 인공함양수(강변여과+인공함양)

-하천수를 토양에 침투, 유럽과 미국에서 널리 사용



3. 식수 전용댐(낙동강)

4. 취수지점 이전(한강)

수계별 적용 방안

1. 낙동강 수계(사용량 400만 톤)

- 영남권 7개 댐을 연결하여 광역 상수도망 구축(150-200만톤)
- 부족분은 강변여과수와 인공함양수로 보충.
- ➔1급수 상수원 공급, 과도한 상수원 규제 해제

2. 한강 수계(사용량 800만 톤)

- 수도권 광역상수도 취수지점 북한강(양수리 부근)으로 이전.(500-600만톤)
- 부족분은 강변여과수와 인공함양수로 보충.
- ➔1급수 상수원 공급. 과도한 상수원 규제 해제



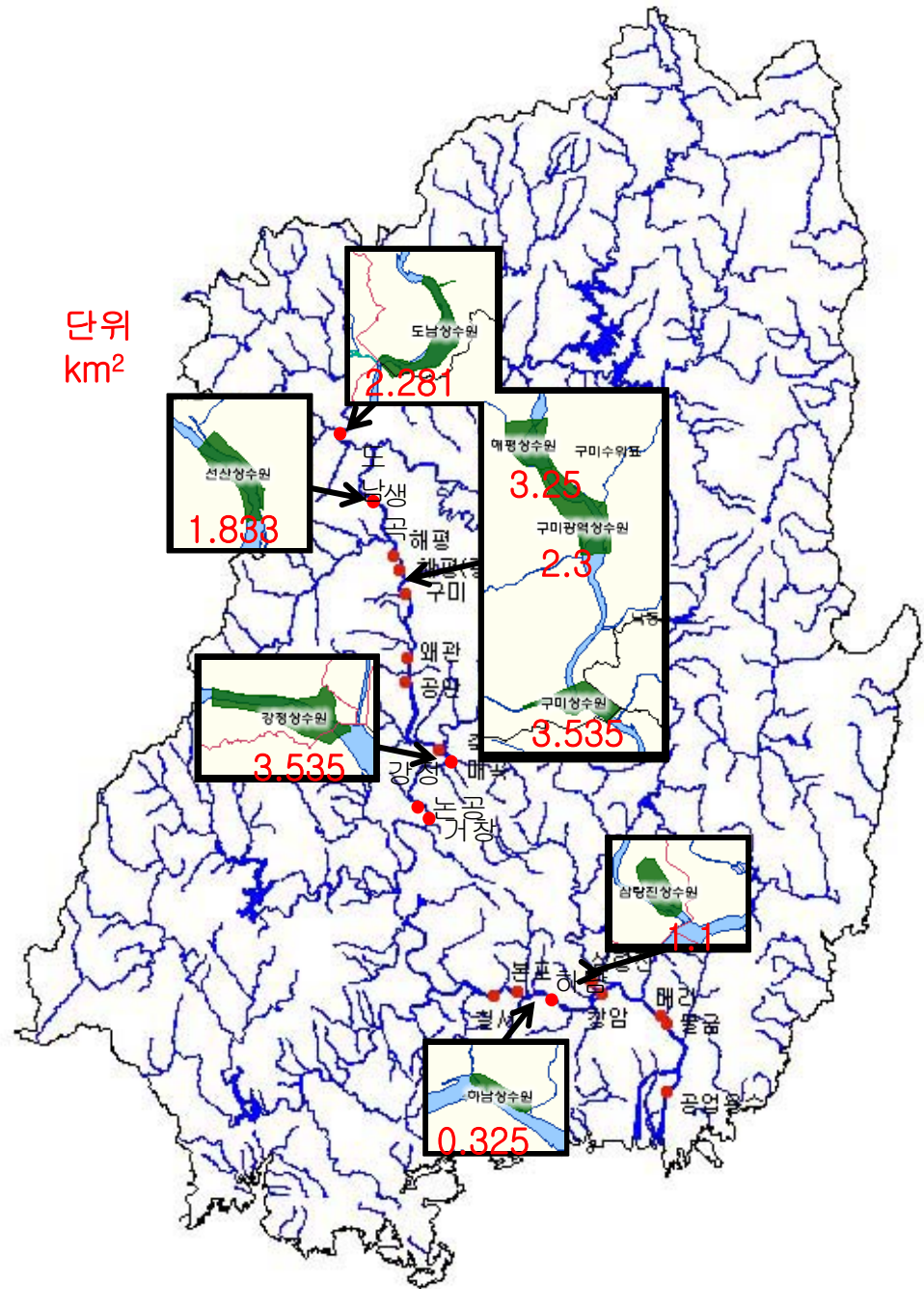
경기도 팔당유역 7개 시·군 규제현황도 (용인, 이천, 광주, 여주, 양평, 남양주, 가평)

NOTE

1. 자연보전권역은 특별대책지역을 포함한다.
2. 특별대책지역은 팔당상수원보호구역과 개발제한구역 일부(광주시부분)를 포함한다.
3. 개발제한구역은 팔당상수원보호구역을 포함한다.
4. 수변구역은 자연보전권역과 특별대책지역에 포함된다.

범	례
	팔당유역 규제구역
	시·군 경계
	자연보전권역
	특별대책지역
	개발제한구역
	팔당상수원보호구역
	수변구역
	군사시설보호구역

단위
km²



타당성 검토

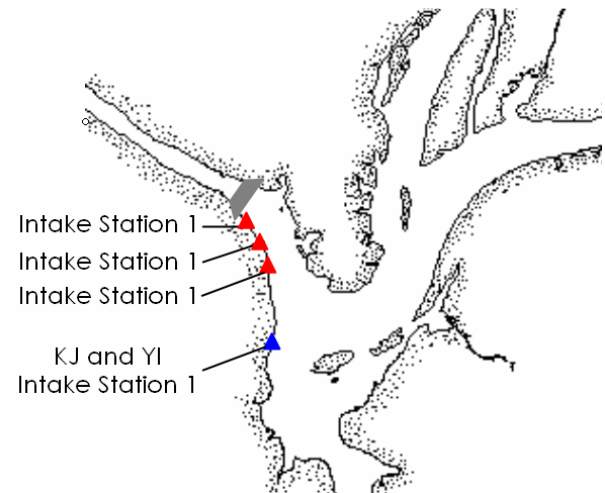
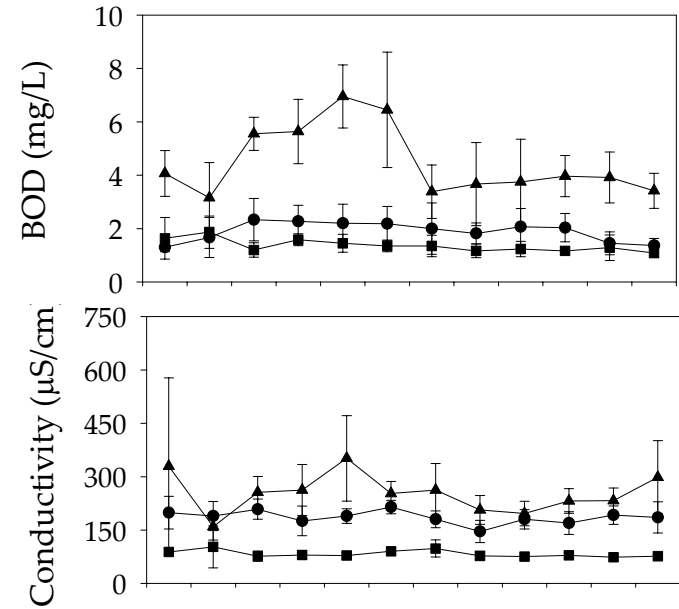
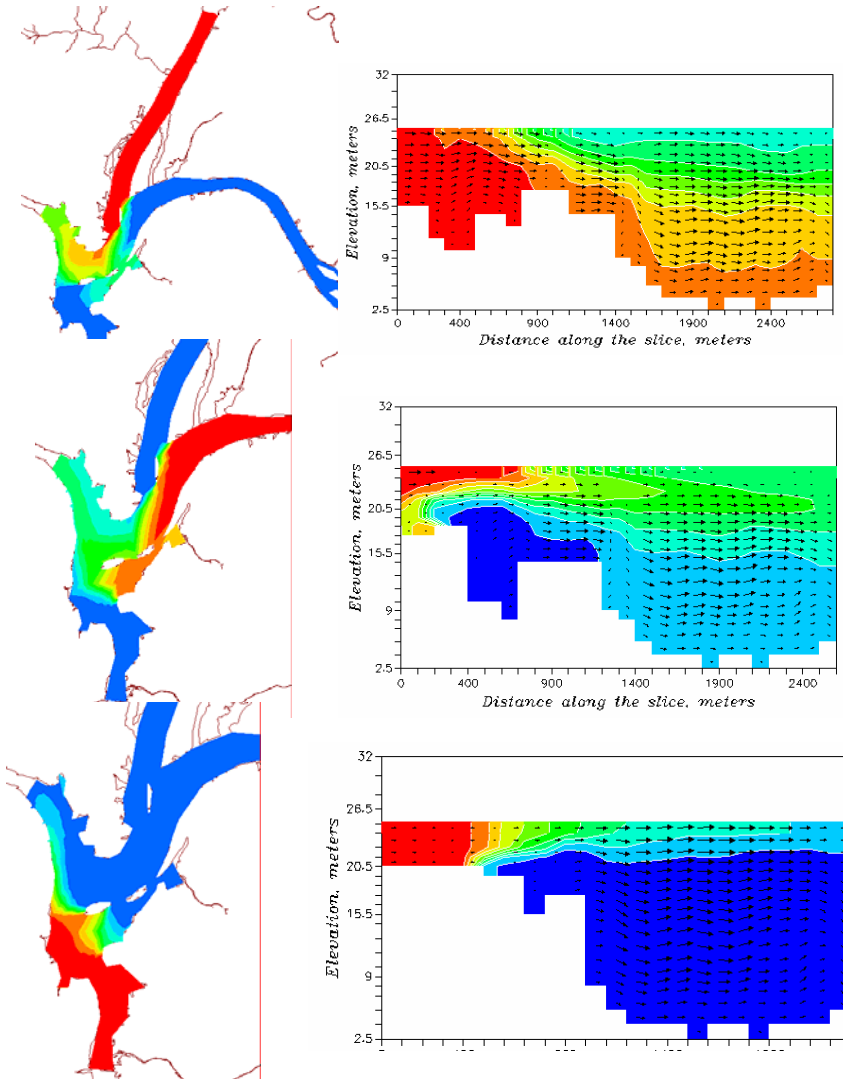
1. 낙동강 수계

- 영남권 7개 댐(안동, 임하, 영천, 운문, 밀양, 남강, 합천)의 수량 42% 여유분
- 화북댐, 성덕댐 추가 건설 중
- 강변여과수 개발 가능성 검토 완료
(창원시 사용 중, 김해시 시공 중)
상주(119만톤), 구미(105만톤), 칠곡(98만톤)
고령(133만톤), 대구(112만톤), 함안(91만톤)
김해(119만톤), 부산(70만톤) 등



1. 한강 수계

-취수 지점 이전: 팔당댐 부근 → 양수리 부근

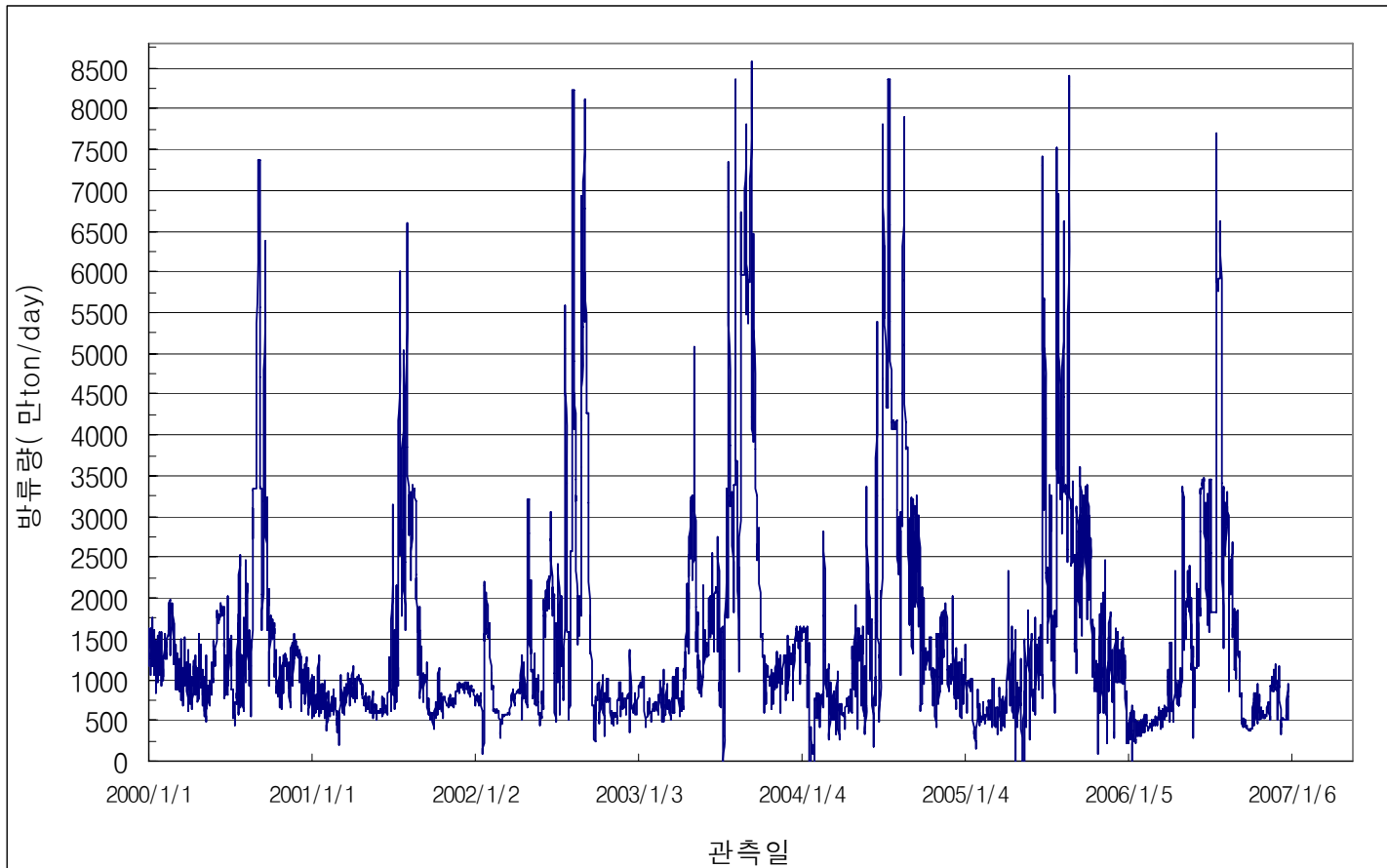
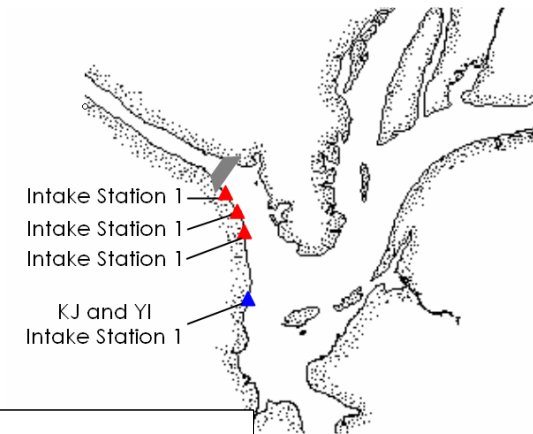


-북한강 수계 이용 가능 수량

청평댐 방류량:

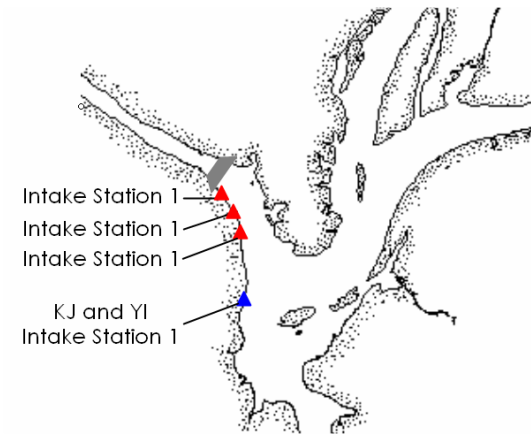
일일평균 1480만톤(연간 총방류량)

975만톤(하절기 제외)

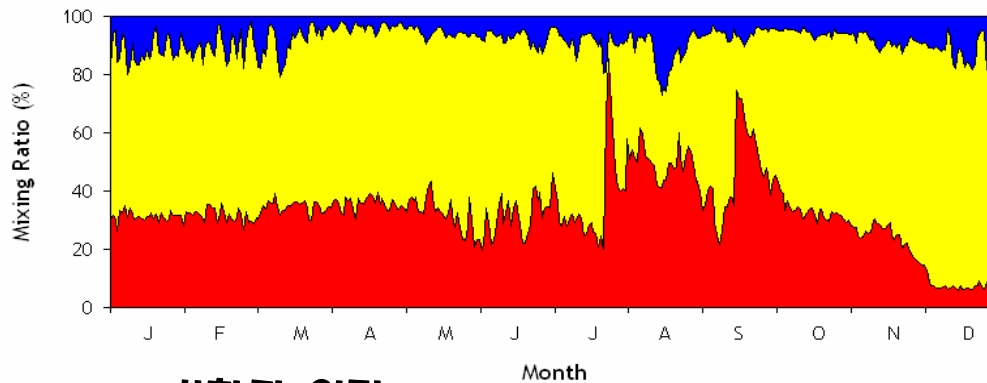


-이전 시 취수비율(시뮬레이션 결과):

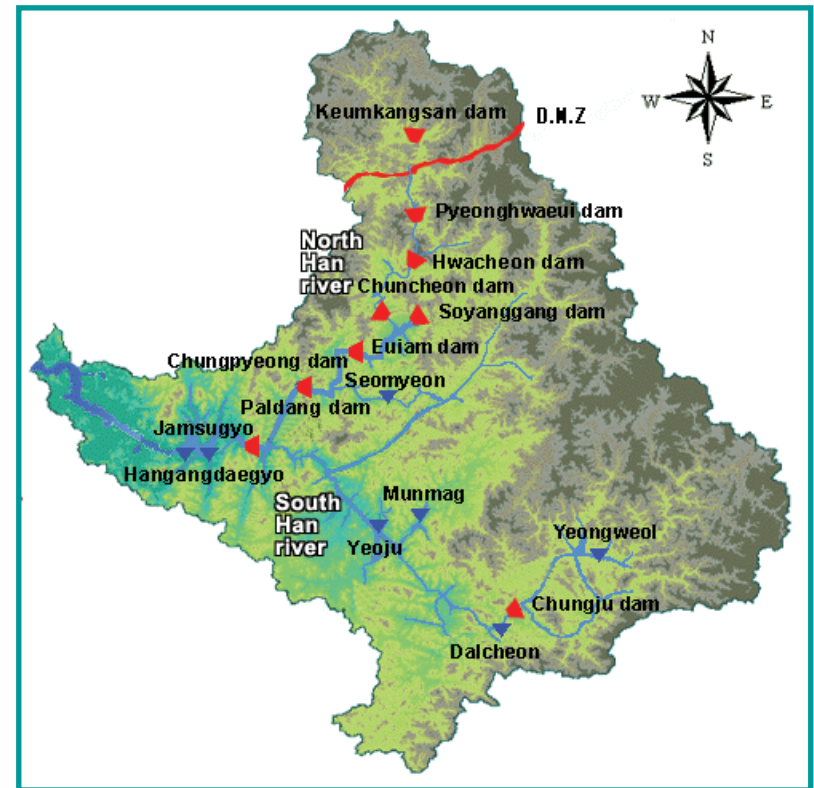
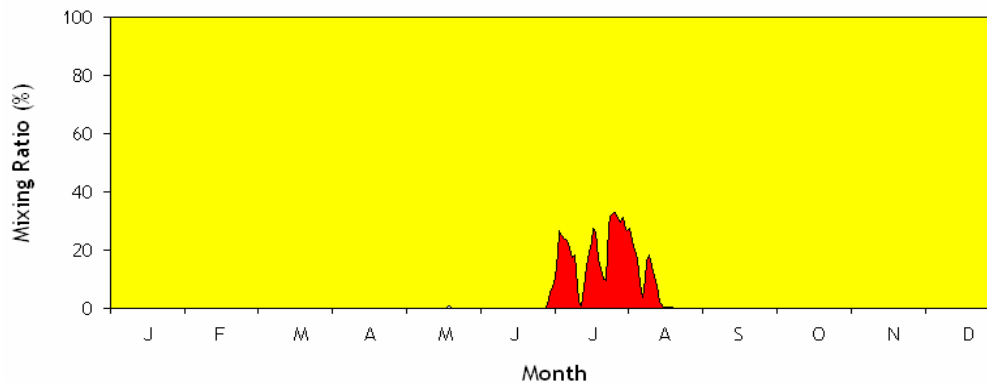
남한강 주운보 2개 설치로 하절기 수량 조절 가능



< 현재 >



< 북한강 이전 >



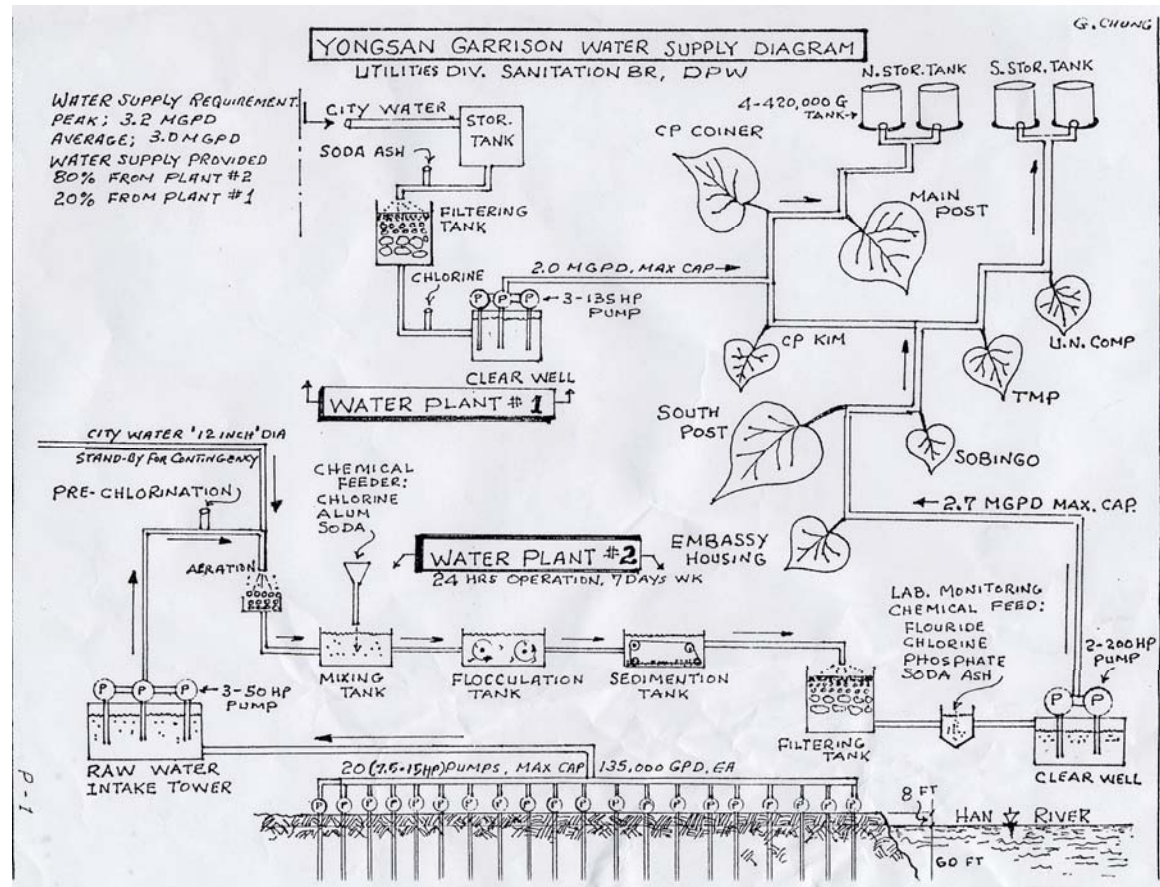
강변여과수 개발 가능성

- 용산미군기지: 1970년대부터 시행

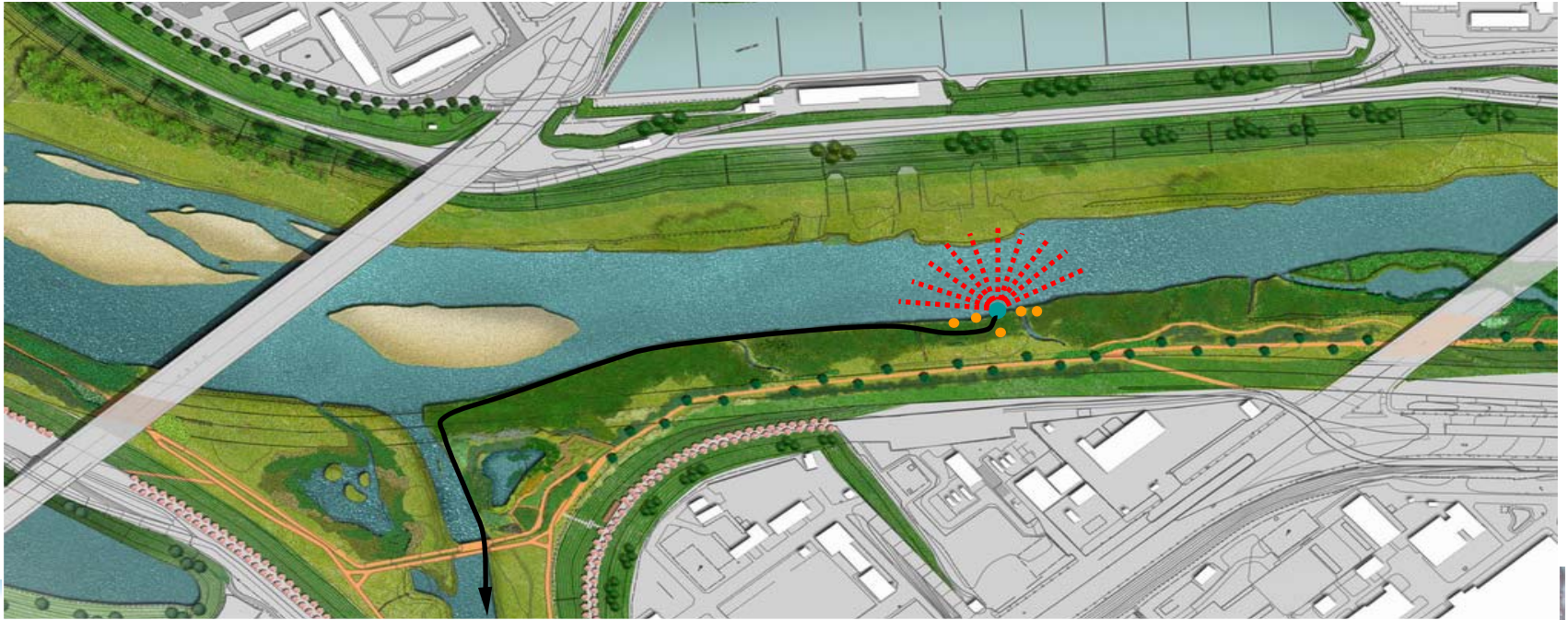
반포대교 남단 고수부지에 수직정을 설치하고, 관로로 펌프 이송

취 수 량 : 1만 m³/일

취수된 물은 제철, 제망간처리외 기존 정수처리 후 공급



-탄천 하상여과 시스템

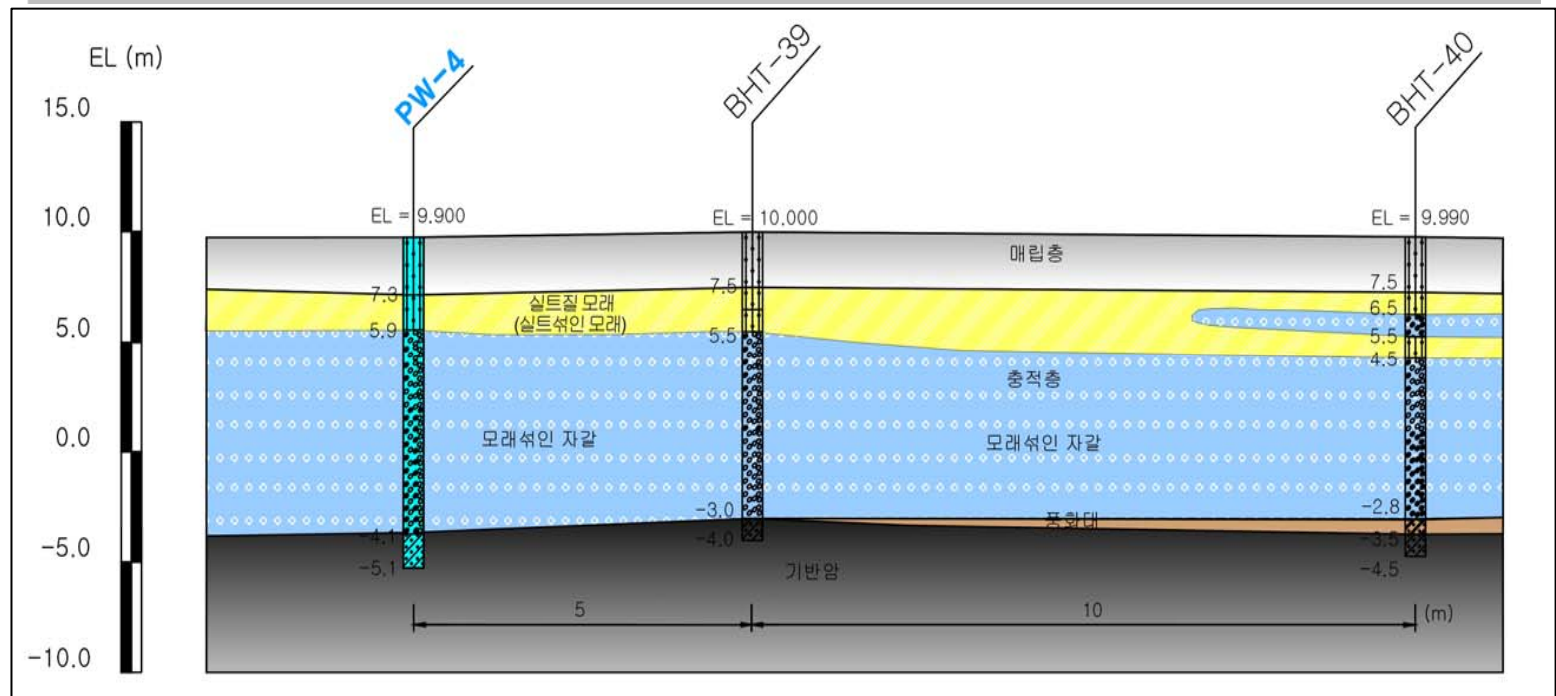
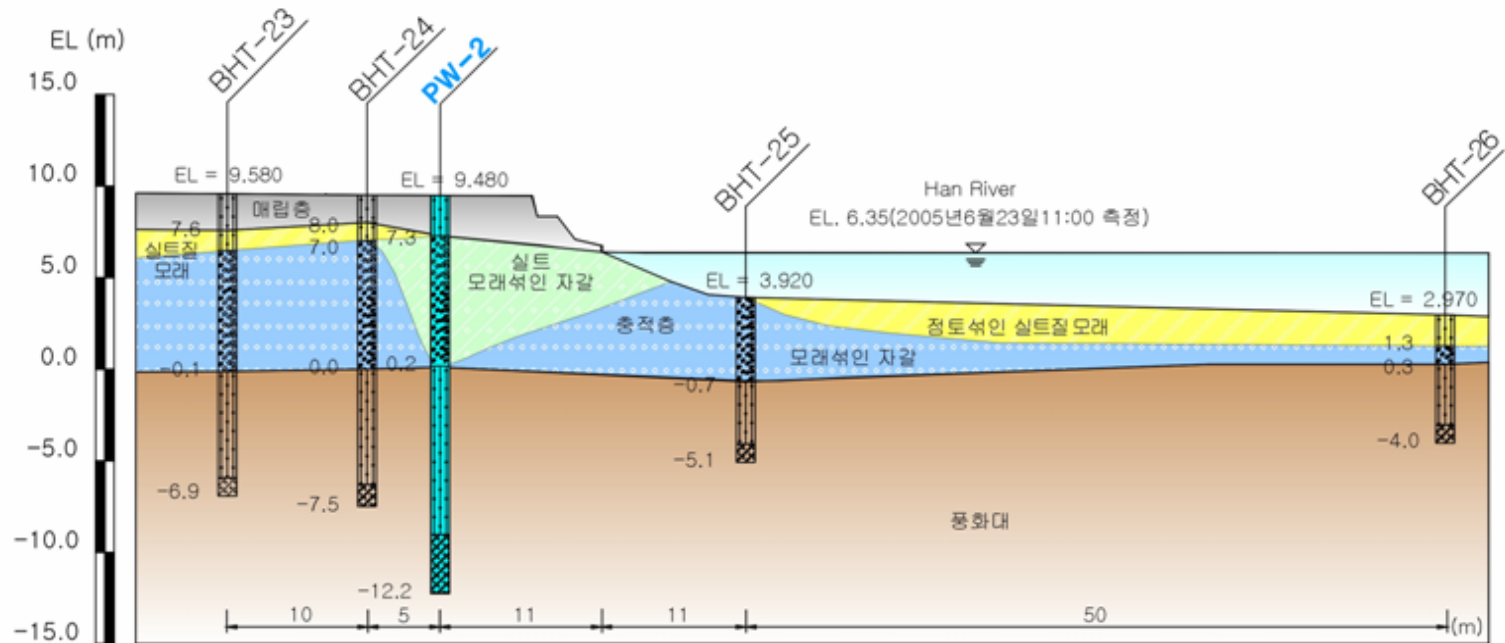


-한강의 총적층



	광나루	양화	도평	미사리
투수계수 (m/sec)	6.57×10^{-4}	3.82×10^{-4}	8.82×10^{-5}	3.66×10^{-5}





기대 효과

1. 1급수 상수원으로 값싸고, 풍부하며, 깨끗한 수돗물 공급
 - 물이용 부담금 대폭 인하(톤당 150원 → 30원)
 - 양질의 원수로 처리비용 절감
 - 강변여과수는 수자원공사에 지불하는 물값 톤당 260원 면제
2. 불필요한 상수원 보호 규제 해제로 상하류 공생하는 균형 발전
 - 경안천 및 남한강 유역 상수원
보호구역 전면 해제 가능
 - 북한강 유역 상수원 보호 구역은
유역변경식 개발 가능

(미국 미시간호 시카고, 스위스 레만호)

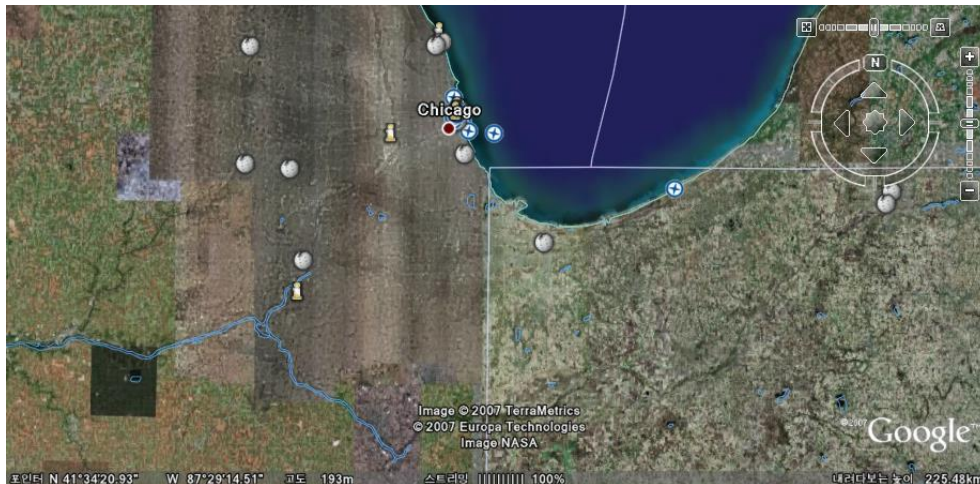
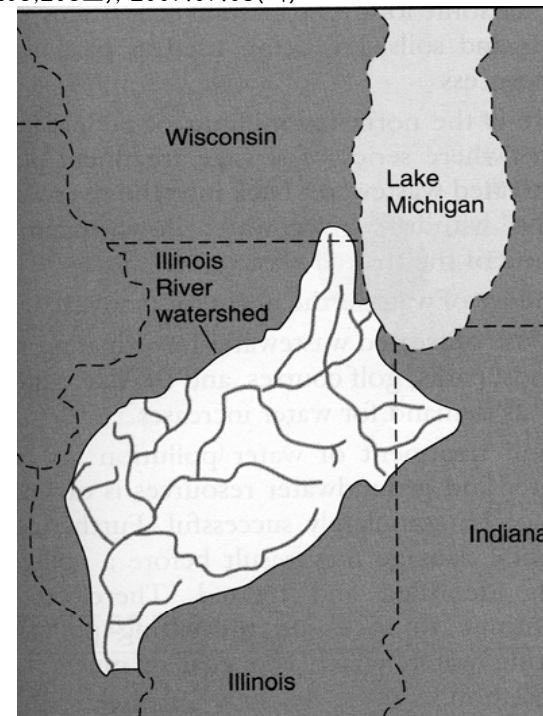
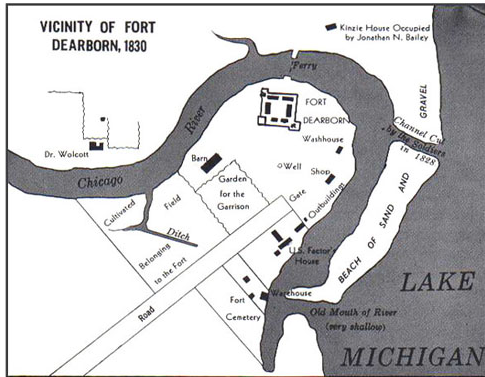


유역 변경식 개발 사례

-미국 시카고(1900년대 초)

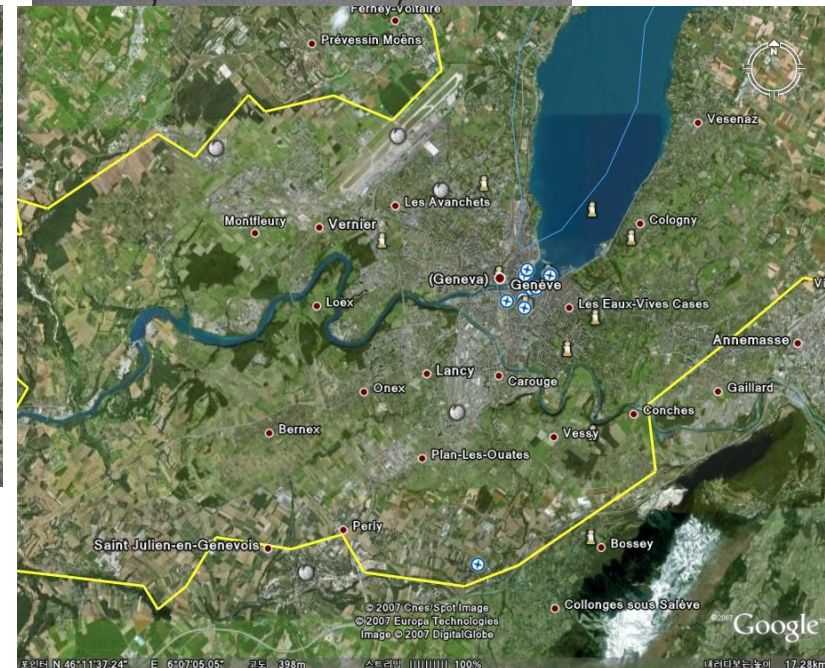
미시간호 유역 → 일리노이강 유역

→ 미시시피 강



-스위스 레만호 (1960년대)

레만호 유역 변경 라인강 지류로



한반도 대운하는 환경과
경제를 함께 추구하는
21세기 국운 융성
프로젝트입니다.

-감사합니다-

