

금강하구 배수갑문 개방 실증사업 추진 대비를 위한

전문가 워크숍



금강하구 배수갑문 개방 실증사업 추진 대비를 위한 전문가 워크숍 개최계획(안)

1 개 요

- 목 적 : 금강하구 배수갑문 개방 실증사업 추진을 위한
낙동강하구 기수역 복원 추진현황 소개 및 논의
- 일 시 : 2021년 11월 30일(화), 15:00~17:00
- 장 소 : 충남연구원 2층 회의실(충남 공주시 소재)
- 주최/주관 : 충남연구원
- 참 석 자 : 발표자, 토론자 등
 - 원남일(K-water연구원), 김억수(서천생태문화학교), 김성환,
서윤석(충청남도 기획조정실), 김윤섭, 이돈우(충청남도 물관리정책과),
이상진, 김영일(충남연구원)

2 추진일정

| 시 간 | 내 용 | 비 고 |
|-------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 15:00~15:10 | 개회 및 참석자 소개 | 사회자 |
| 15:10~15:50 | 낙동강 하굿둑 개방과 기수 생태계 복원 추진현황 및 시사점 | K-water 연구원 원남일 박사 |
| 15:50~16:50 | 종합토론 | 참석자 전체 |
| 16:50~17:00 | 폐회 | |

낙동강 하굿둑 개방과 기수 생태계 복원 추진현황 및 시사점

K-water연구원 유역물관리연구소
원남일 물환경연구팀장

금강하구 배수갑문 개방 실증사업 추진 대비를 위한 전문가 워크숍
(‘21. 11.30, 충남연구원)

낙동강 하굿둑 개방과 기수 생태계 복원 추진 현황 및 시사점

하굿둑의 걸어온 길

- 1983 : 건설 시작
- 1987 : 운영 개시
- 2019 : 개방 실증
- 2021 : 시범 개방

추진 현황

2021 Highlights

참고자료 : 언론, 개방계획





참고) 언론보도 변화

2015.11.16



2018.01.15



2019.04.14



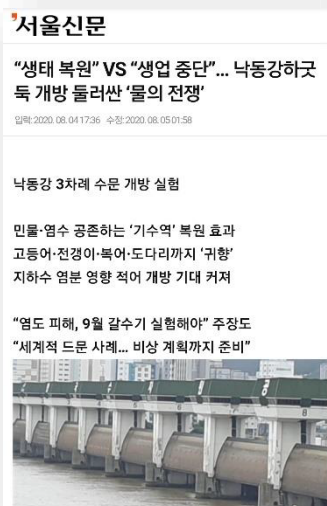
2019.06.06



2019.09.17



2020.08.04



2020.11.10



2021.10.25

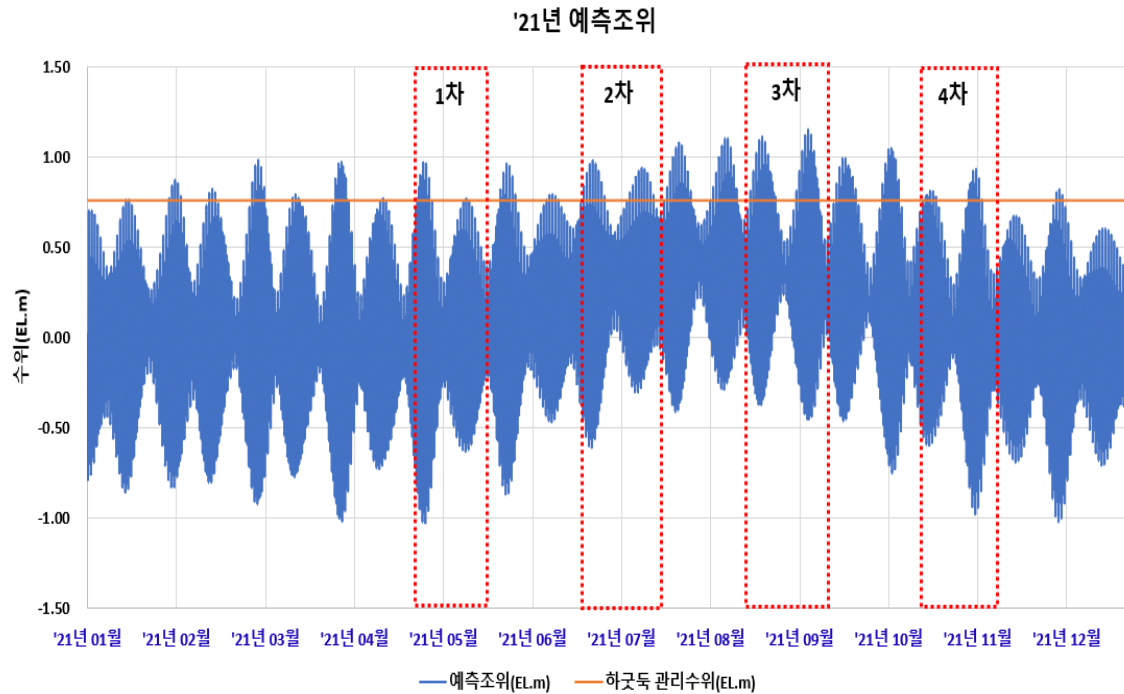


2021.11.14 KNN



참고) 연간 시범개방 계획

해수유입 시범운영 세부계획

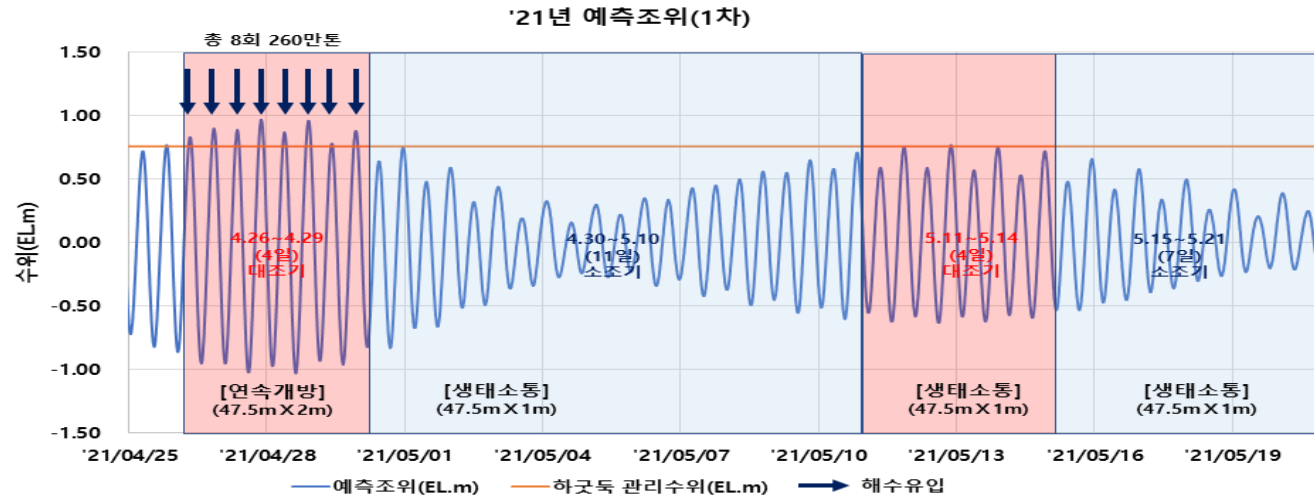


시범운영 가능시기 및 실행방식

| 구분 | 해수유입가능시기 예상시기 | 제약사항 여류이동 | 해수 유입 | 개방방식 |
|-----|-------------------------------|---|----------|--|
| 1월 | 1.14 ~ 1.15 1.29 ~ 2.2 | -(문화재)철새도래기 -(김양식)수확시기 | - | 상시저류방류 (생태소통) |
| 2월 | 2.13 ~ 2.15 2.28 ~ 3.2 | | - | |
| 3월 | 3.28 ~ 3.31 | -(김양식)수확시기 - <u>장어(치어), 용어, 은어, 큰가시고기</u> 소상 | - | -고조시 연속 해수 유입 (월류위주) -상시저류방류 (생태소통, 여류소상) |
| 4월 | 4.26 ~ 4.29 | | ● | |
| 5월 | 5.24 ~ 5.29 | - <u>송어</u> 소상 | - | 상시저류방류 (생태소통) |
| 6월 | 6.10 ~ 6.13 6.22 ~ 6.30 | | - | -고조시 연속 해수 유입 (월류+저류) -상시저류방류 |
| 7월 | 7.8 ~ 7.16 7.22 ~ 7.30 | | ● | |
| 8월 | 8.6 ~ 8.14 8.19 ~ 8.27 | - <u>장어(성어)</u> 소하 - <u>연어(성어), 송어</u> 소상 | - | 상시저류방류 (생태소통) |
| 9월 | 9.4 ~ 9.12 9.20 ~ 9.24 | | ● | -고조시 연속 해수 유입 (월류+저류) -상시저류방류 |
| 10월 | 10.6 ~ 10.10 10.19 ~ 10.23 | | - | |
| 11월 | 11.4 ~ 11.8 | - <u>연어(성어), 송어</u> 소상 -(문화재)철새도래기 | ● | -상시저류방류 -고조시 연속 해수 유입 (월류+저류) |
| 12월 | 12.4 ~ 12.6 | -(김양식)채묘기 | - | |

참고) 연간 시범개방 계획

시범운영 해수유입 상세계획



| 구 분 | 해수유입 시기 | 해수유입량 | 수문 운영 |
|----------------|---|---|---------------------------|
| 연속 개방 | 4.26 ~ 4.29 (4일) ·1차: 4.26 07:20~08:40 ·2차: 4.26 19:30~21:30 ·3차: 4.27 07:40~09:30 ·4차: 4.27 20:00~22:20 ·5차: 4.28 08:30~10:10 ·6차: 4.28 20:40~23:00 ·7차: 4.29 09:40~10:20 ·8차: 4.29 21:30~23:30 | 총 260만톤 내외 (바다(외측)조위가 하천(내측)수위보다 높을 때만 유입 可) | · 수문 일부개도(표·저층, 1~2m) |
| 생태 소통 개방 | 4.30 ~ 5.21 (22일) ·하천수위와 바다수위가 유사한 시기에 일부 유입 ·상류 상황에 따라 해수유입 검토· 시행 | 1만톤/일 내외 | · 수문 일부개도(표·저층, 1m) |

기술적 성과

1.1 계획

1.2 실행

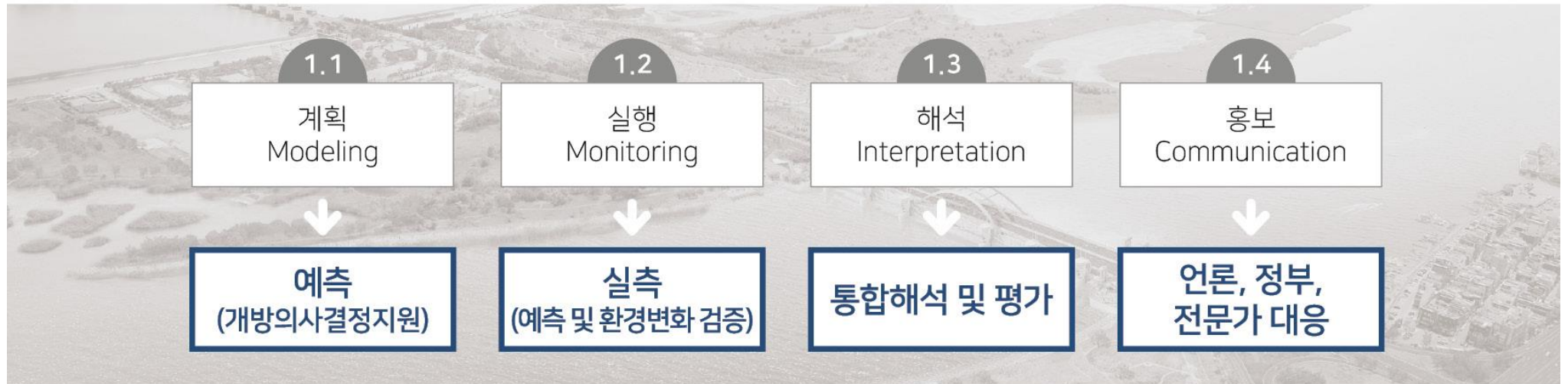
1.3 해석

1.4 홍보



1. 기술적성과

참여연구원 K-water연구원 전체 참여 / 본사, 현업 부서 협업



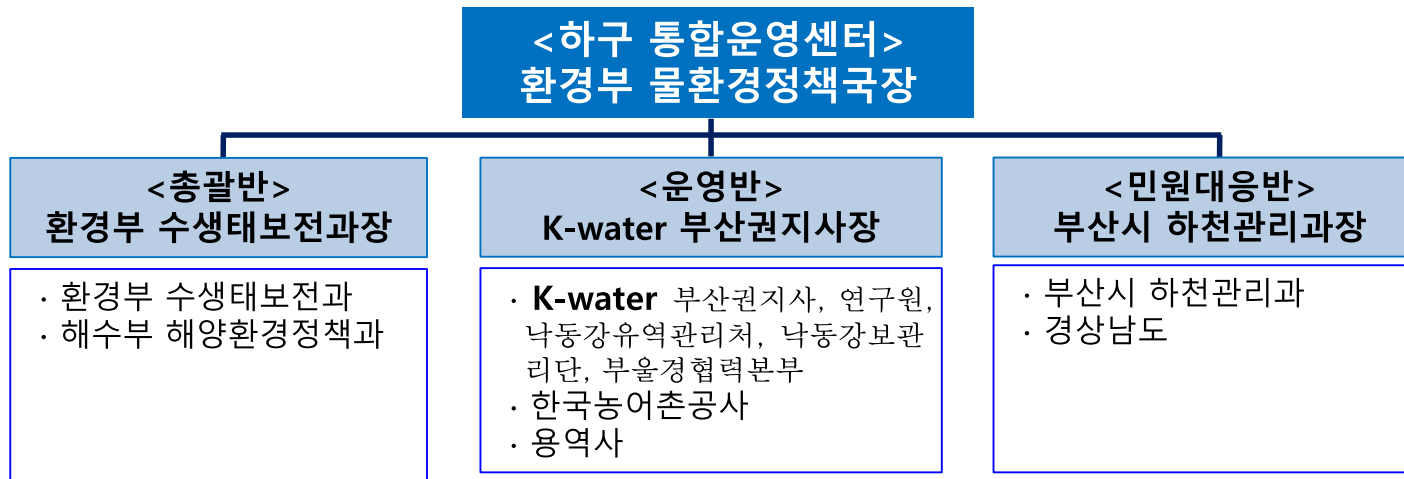
시범개방 연구

시범개방 의사결정 및 영향평가 분야별 지원(20여명 이상)

| 분 야 | | 수행업무 | 담당 연구원 |
|------|--------|--|--------------------------------------|
| 총 괄 | | <ul style="list-style-type: none"> 현장 대응반 총괄(연구원↔현장) - 내부방침, 일일보고, 일정 관리 등 | 원남일, 장수형, 봉왕근, 이혜숙 |
| 모델링 | | <ul style="list-style-type: none"> 운영 시나리오 계획 및 수리·염분·DO 예측, 분석 | 허영택, 이상욱, *정석일(낙동강유역관리처) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 수문운영 자동화 및 염분/수질 예측 AI 기술개발 | 김성훈, 정지영, 김용섭(AI研) |
| 모니터링 | 유량 | <ul style="list-style-type: none"> 하굿둑 유출입량 및 바닥보호공 변화 모니터링 | 김영성, 이상진, 김호준, 최광순, 김동균 |
| | 지하수 | <ul style="list-style-type: none"> 관측성 지하수 조사(염분 및 EC) 용역 감독 모니터링 용역 결과 분석 및 대응방안 모색 | 박재현, 유정아, 안경환, 김양아, 김병우 |
| | 수질/수생태 | <ul style="list-style-type: none"> 수질·수생태 모니터링 용역 지사 공동 감독 모니터링 실행 및 용역 결과 해석 검토 | 원남일, 김동균, 최광순, 이승윤, 정선아, 이혜숙, 김호준 |

참고) 관계기관 협업 (하구통합운영센터)

- 하굿둑 개방 시범운영 관계기관 합동 센터근무 및 상황 대비 비상연락체계 유지



| 구분 | 주요임무 | |
|-------|--|---|
| 총괄반 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 시범운영 상황 및 지원 총괄 ▪ 하굿둑 조작 및 방류조정 의사결정 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 정부 상황보고 및 필요시 대외협력 요청 ▪ 운영반과 민원대응반 협조체계 구축 |
| 운영반 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 시범운영 운영반 총괄 ▪ 자동계측 및 현장측정 모니터링 및 분석 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하굿둑 조작 및 방류 시행 ▪ 하굿둑 개방 후 시설물 전반에 대한 점검 실시 |
| 민원대응반 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 시범운영 민원대응 총괄 및 대응 ▪ 주요 언론동향 파악 및 언론대응 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 지하수 염분침투 농가 상수도 지원 및 처리 |

참고) 관계기관 협업 (하구통합운영센터)

(주요회의) 시범운영 사전 점검 회의, 일일 상황점검 및 의사결정 회의(해수유입시 매일 17시), 종료 회의

* 1차 시범개방



(인력투입) 상황·운영·모니터링·모델링·시설점검 등 시범운영 전반에
K-water 자체인력 총 514인(평균 19인/일) 투입

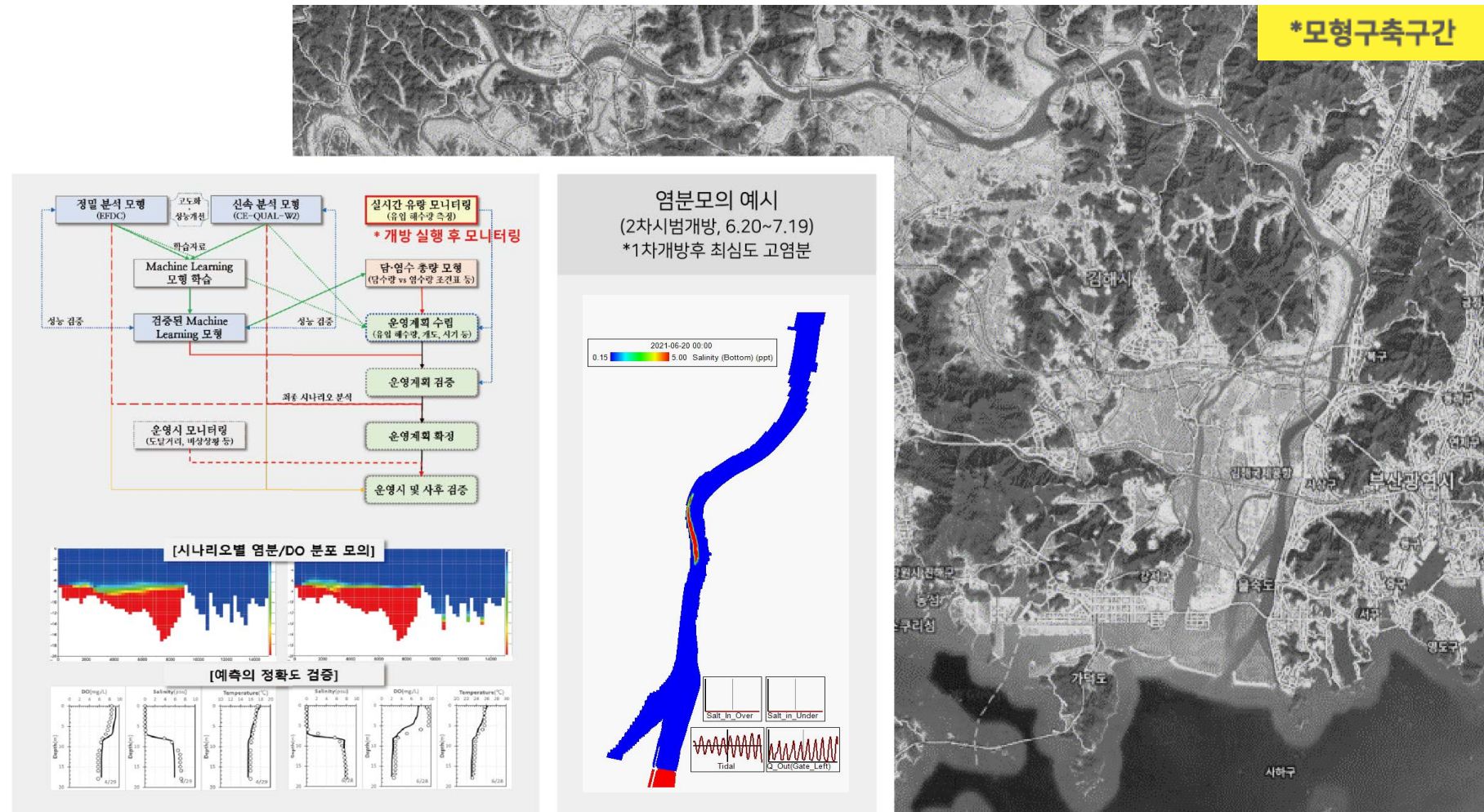
| 구분 | 상황반 | 운영반 | 모니터링반 | 모델링반 | 점검·언론반 |
|----------|----------------|---------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| 투입 인력 | 162인 (6인/일) | 27인 (1인/일) | 181인 (7인/일) | 81인 (3인/일) | 63인 (2인/일) |
| 역할 | 개방총괄 | 수문운영 | 현장모니터링 | 염분·DO모델링 | 시설점검, 언론모니터링 |
| 부서 | 지사, 본부(낙동강) | 지사 | 지사, 연구원, 본부(낙동강부울경) | 연구원, 본부(낙동강) | 지사 |

1.1 계획 Modeling

참여연구원 허영택, 이상욱 / (SI연구소) 김성훈, 정지영, 김용섭

2D/3D 모델링 - Machine Learning 등 다양한 분석 및 기술

개방 운영계획 제공

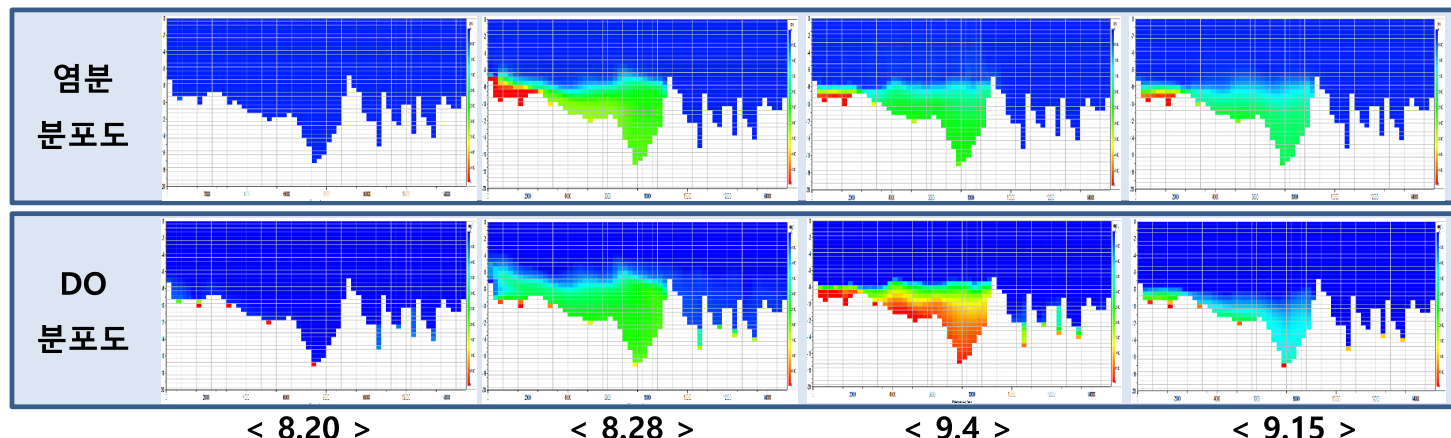


참고) 계획단계 검토(모델링)

● 시범운영 염분모델링 결과 (*3차 예시)

- 상류 유입량 : 350 m³/s
- 해수 유입량 : 224만 m³(총 16회 해수유입(1대조기 8회, 2대조기 8회))
- 수문개도 : 0.3~3m(해수유입 : 0.3~3m, 상시개방 : 수문유지용 수문 조작)
 - (염분) 유입 종료 시 최대 9.0 km 도달(0.5psu 및 1.0 psu 기준 동일)
 - (D O) 유입 종료 시 DO 3 mg/L 내외 유지 후 감소

| 최대거리 (0.5/1.0psu 기준, km) | 8.20(시범운영 시작) | 8.28(1대조기 후) | 9.4(2대조기 전) | 9.15(종료시점) |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 0.0km / 0.0km | 9.0km / 9.0km | 9.0km / 9.0km | 9.0km / 9.0km |



1.2 실행 Monitoring 해수유입 | 수질변화 | 지하수

참여연구원 김영성, 이상진, 김호준, 최광순, 김동균
허영택, 이상욱, 정석일; 지사, 본부

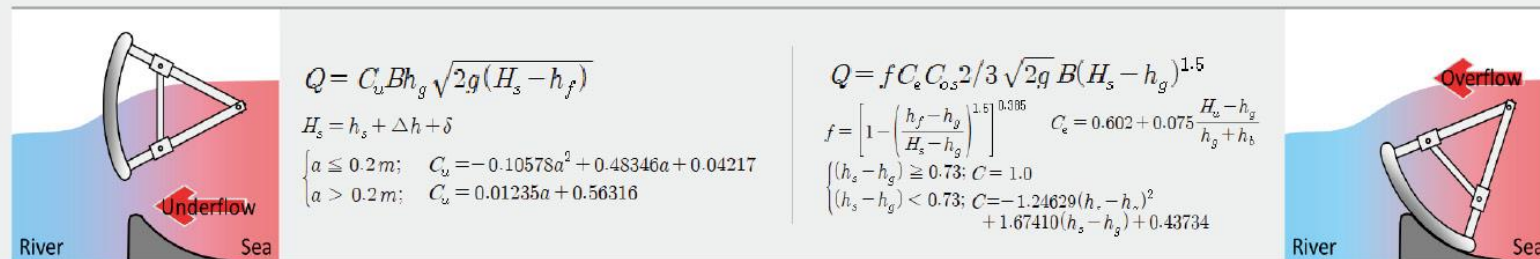
시험운영 시 실시간 해수 유입량 측정 개방 운영계획 검증

- (이동식 ADCP)면단위 유량측정 → 유량 정확도 개선, 해수 유입량 측정 결과를 운영에 실시간 반영



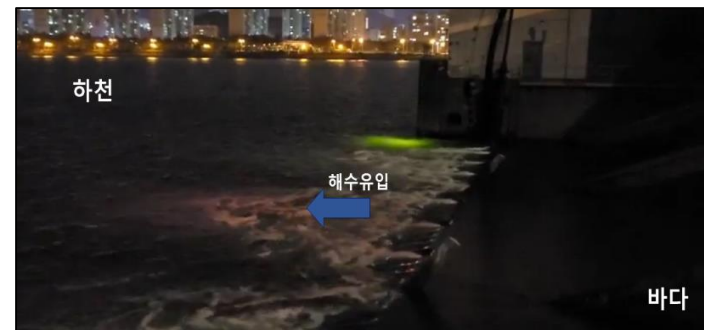
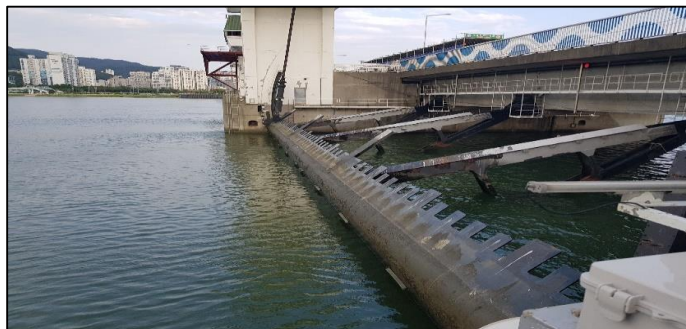
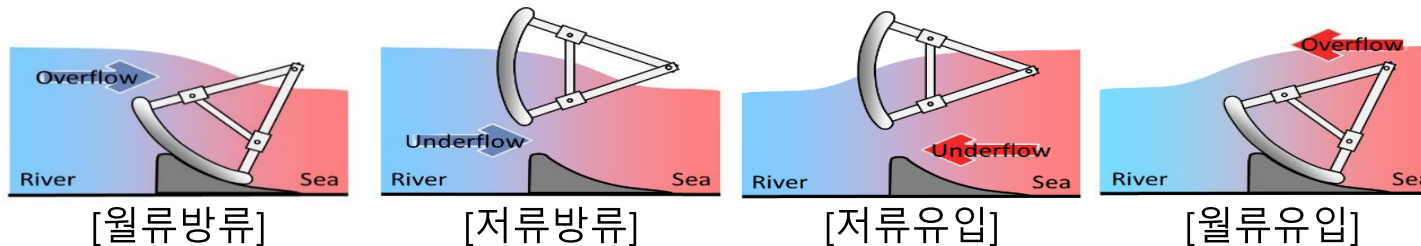
Data를 기반으로 해수 유입량에 대한 정확도 높은 유량공식(계수) 도출

- 저류(Underflow) 유입 : 개도고와 내외 수위차 반영, 월류(Overflow) 유입 : 형태(잠수/완전), 상단표고, 수위차 반영
- 방류 → 유입 전환시점 추정 및 유량 산정의 정확도 대폭 향상(오차 3% 이내)



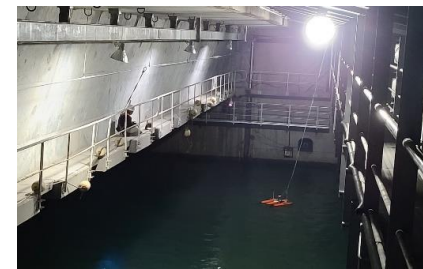
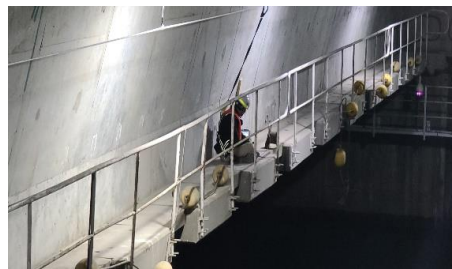
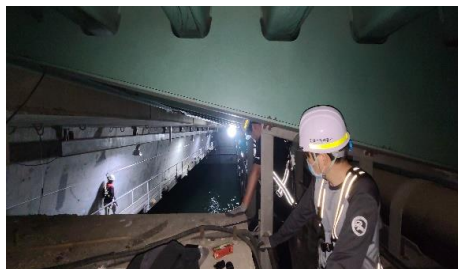
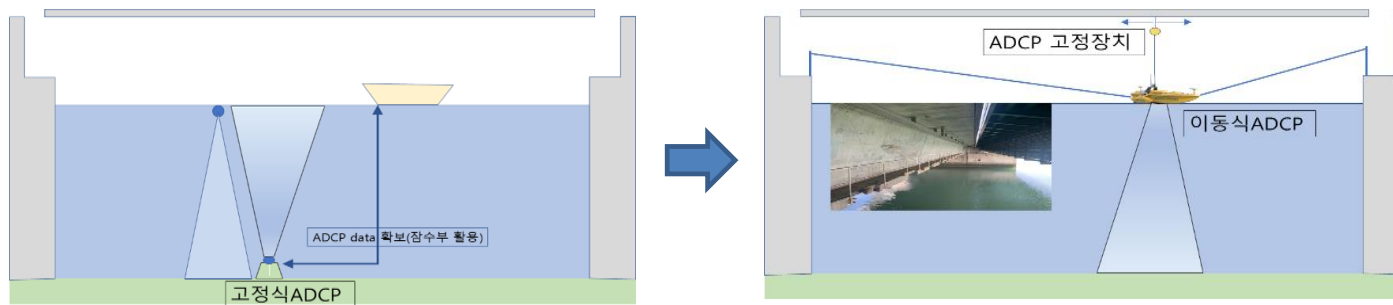
참고) 해수유입 및 모니터링

- (수문운영) 해수유입 기간_(8.20, 9.6~11) 수문 1~2문 저류·월류 개방
- 강우로 하굿둑 통과유량 증가_(최대 5,712m³/s) 및 해측 염분농도 저하_(25→0.13psu)로 기수 역 조성이 어려워 해수유입 중지*_(8.21~9.5)
 - * 해수유입 중지 기간 하굿둑 홍수기(수문 10문 전수문 개방) 운영(8.24~27. 9.1~9.3)
- 해수유입량 산정식 고도화에 필요한 고유량 범위 수문개도 Test



참고) 해수유입 및 모니터링

- (해수유입량) 시범운영 시 이동식 ADCP 활용 면단위 유량측정 결과를 바탕으로 해수유입량 산정 방식 신뢰도 개선
- (측정방식) 이동식 ADCP 활용 면단위 유량 측정 (기존 고정형 ADCP 측정)

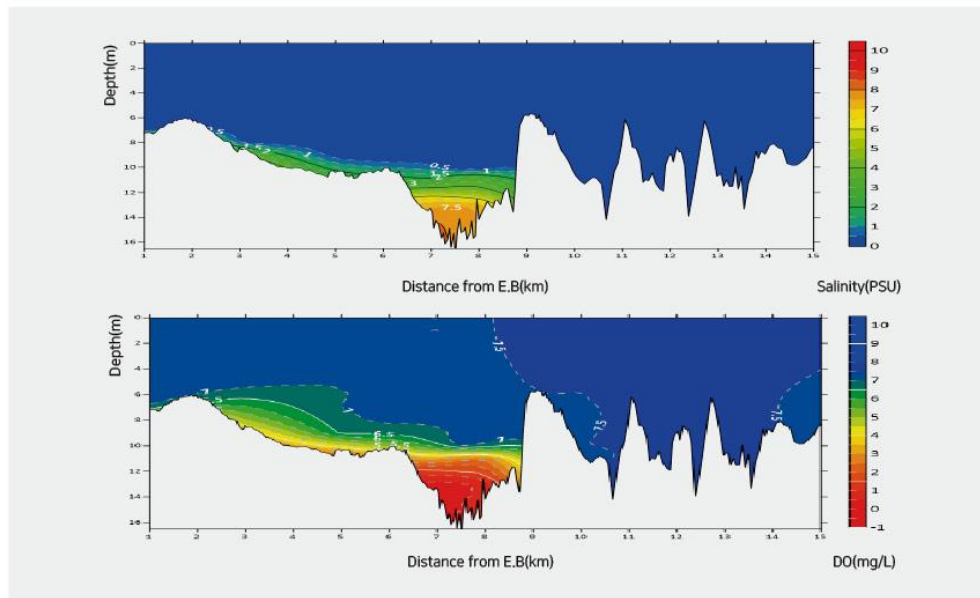


1.2 실행 Monitoring 해수유입 | 수질변화 | 지하수

참여연구원 원남일, 김동균, 김호준, 최광순
이승윤, 김영성, 정선아, 이혜숙, 박형석

수질(염분, DO) 공간 분포 모니터링 예측치 검증 및 기수환경 형성과정 해석

*염분 및 DO 공간 분포 관측 및 거동 해석, 고정형 자동모니터링과 비교분석
- 저층(<50cm) 염분 유입 확인 및 저층 확산, 빈산소 발생 거동 해석



실측기반 염분·DO의 시공간적 변화
4.26~5.21(1차개방 시, 실측자료 변화)



참고) 수질 모니터링

● 염분, DO 모니터링 위치도



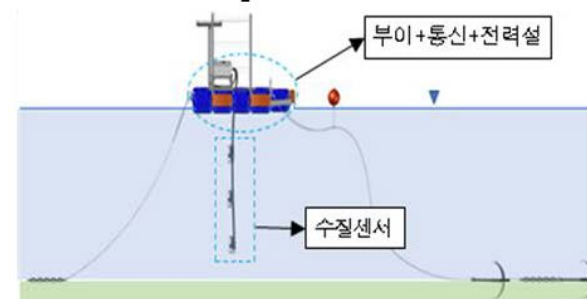
[고정식 염분 측정장치]

- (내측) 0, 5, 10, 12, 16km
- (해측) 0.5, 2km



[부이식 염분 측정장치]

- 3km, 7.5km, 9km



[선박 염분 측정]

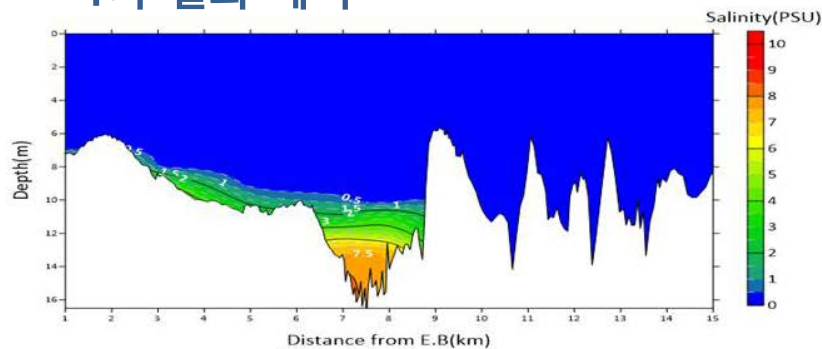
- 염분선단
- 1~2km 좌증우



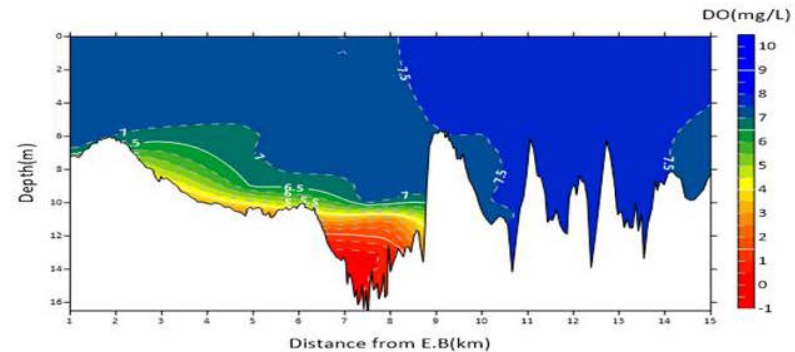
참고) 수질 모니터링

- (수질) 해수 유입에 따라 연직방향으로 강한 성층 형성
- (염분) 10km 지점까지 유입(5.4, 0.23psu) 후 하천유량 증가로 9km 이하 유지
- (DO) 염분 성층에 따른 최심부 저층 일부 감소했으나, 좁은 구간에 국한

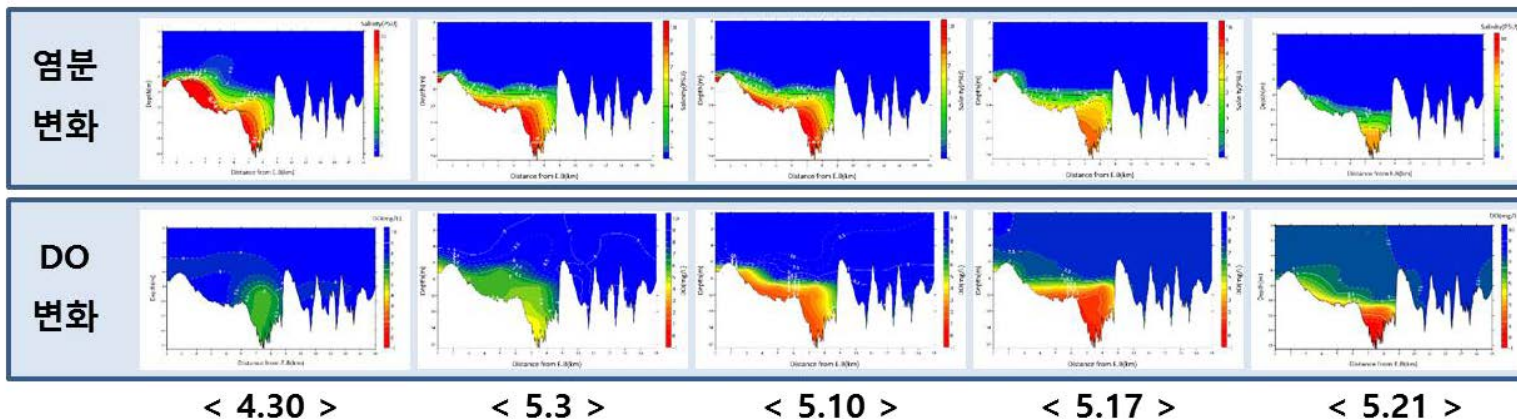
* 1차 결과 예시



< 염분 현황(5.21) >

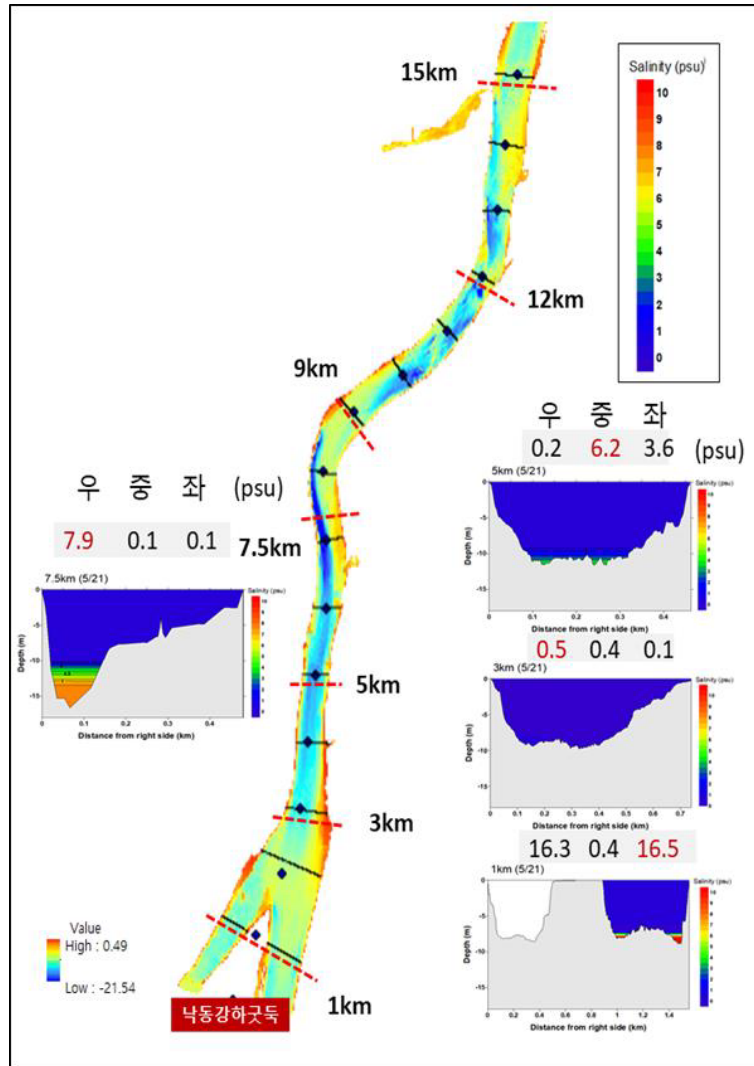


< DO 현황(5.21) >

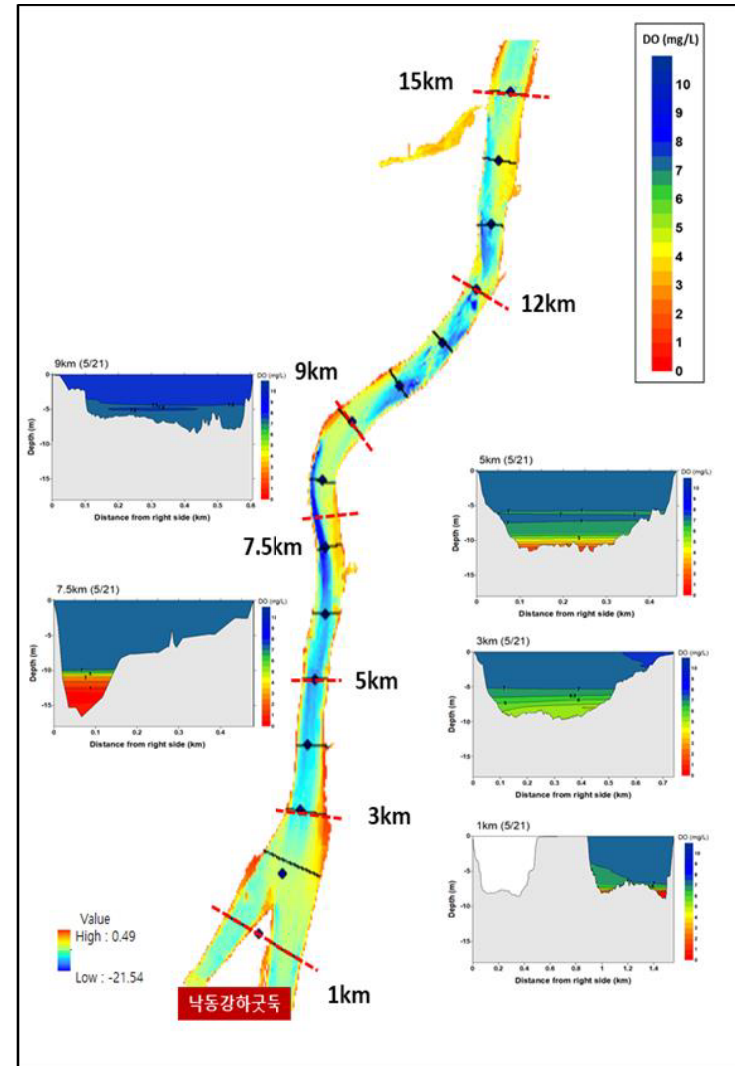


참고) 수질 모니터링

- (수질) 횡단 수심 별 성층 및 공간적 분포



< 횡단 염분 현황(5.21) >



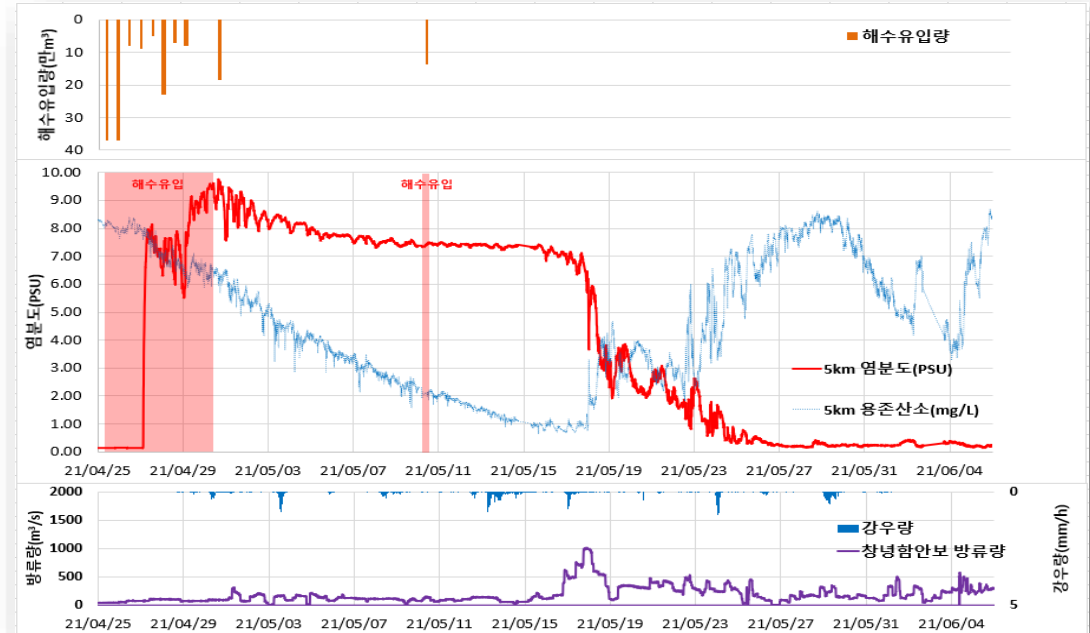
< 횡단 DO 현황(5.21) >

참고) 수질 모니터링

● 고정식 자동모니터링

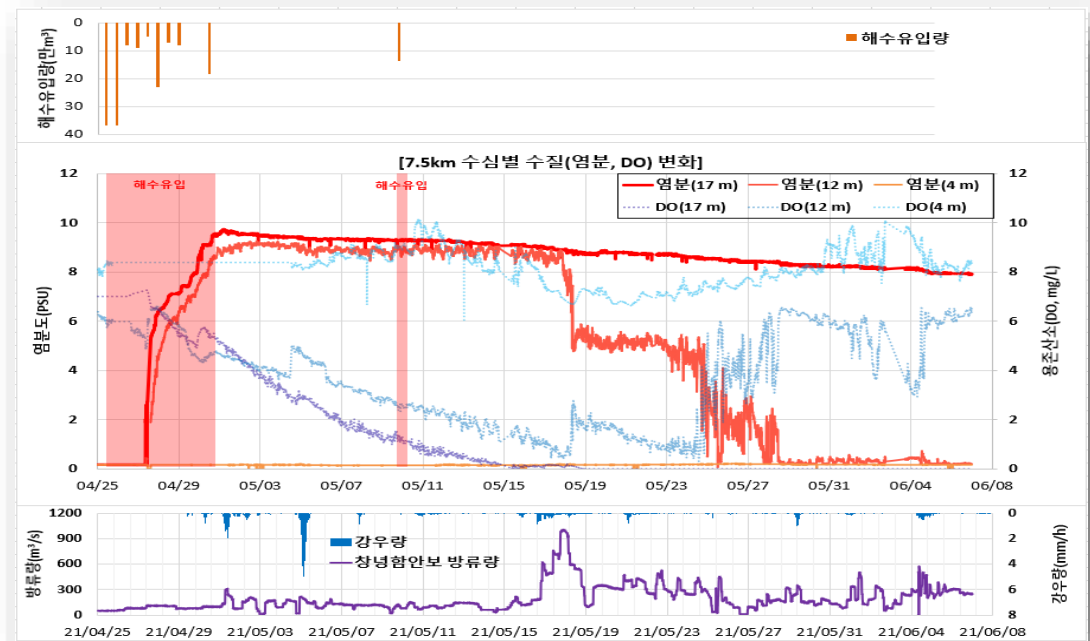
(5km 수질변화)

- 저층(10m 이하)은 염분 성층 형성 이후, 상류 유량 증가에 따라 염분배제 및 DO증가
- 중층 및 저층은 큰 변화 없음



(7.5km 수질변화)

- 저층(14m 이하)은 염분 성층 형성,
- 중층(10~12m)은 염분층 형성, 유량증가로 배제
- 표층(8m 이상)은 특별한 변화 없음



참고) 생태모니터링

● 수생태 모니터링 위치도

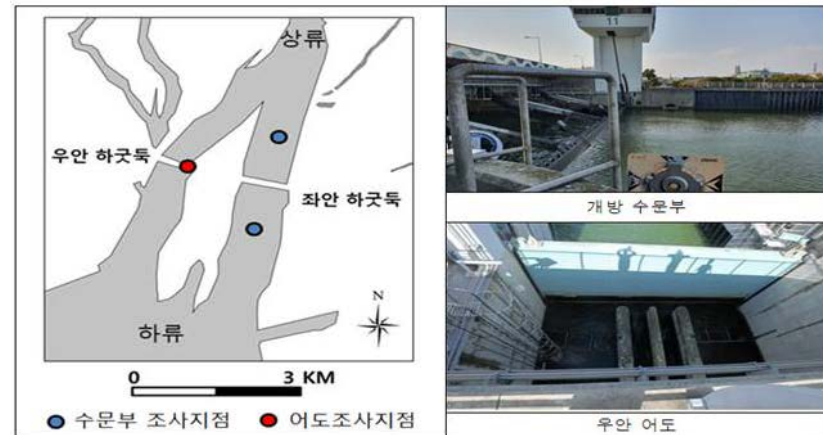
[수질, 수생태, 구조물, 어류CCTV 등]



[어류 CCTV]



[실뱀장어]



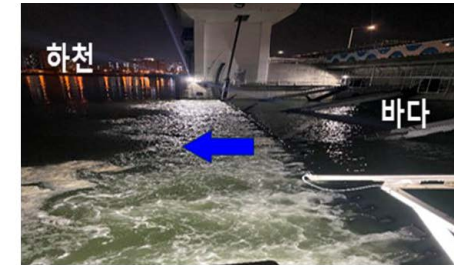
참고) 생태모니터링

● 어류이동 중심 조사

- 회유성 어종 중심 : 이동 확인
- 실뱀장어, 치어 등 상하류 조사



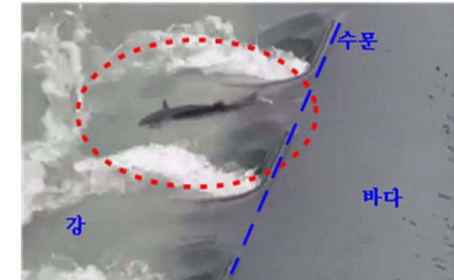
<생태소통 (#9수문, 0.5~1m 저류개도)>



<월류유입 (#9수문)>



<어류이동 (#9수문 하류)>



<어류이동 (#9수문 월류)>

● 패류조사

상하류 5지점에 대한 조사 결과,
총 7종 1,016개체 확인, 담수구역
에서는 패류가 거의 발견되지 않음



<송어치어 (#9수문 상하류)>



<실뱀장어 (#9수문 하류)>



<뱀장어 (상류 3.9km, 7.9km)>



<뱀장어 채집(주낙)>

참고) 조사 모습

● 외부용역 및 직접조사

- 외부연구진에 의한 모니터링 중심 조사
- 내부전문가에 의한 프로세스 연구 조사

● 수생태 현장조사 사진(실뱀장어)

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 승선조사 | 수문 하류 최근접 조사 | 수문 상류 최근접 조사 |
|  |  |  |
| 해파리 대량 분포(하류) | 뱀뱀이(하류) | 실뱀장어(하류) |
|  |  |  |
| 조사선박 | 승어치어(4/28) | 청어치어(5/12) |

● 수생태 현장조사 사진(수심별 수질 관측 및 채수)

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 조사준비 | 채수 및 플랑크톤 채집 | |
|  |  |  |
| 현장 수질 계측1 | 시료 현장 전처리 | 저층 퇴적물(1km, 빈산소) |
|  |  |  |
| 현장 수질 계측2 | 현장 수질 계측3 | 조사 중지 상황(강풍, 파랑) |

1.2 실행 Monitoring 해수유입 | 수질변화 | 지하수

참여연구원 박재현, 유정아, 안경환, 김양아, 김병우

지하수 염분 변화 모니터링 농업영향 우려 해소 및 모니터링 기술 개발 추진

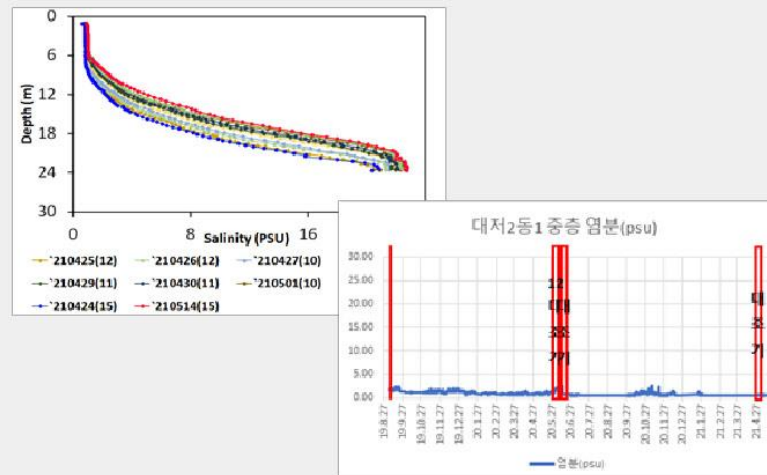
✓ 기존 관정 및 신규 관측정의 장기 모니터링을 통한 수위/수질 변화 관측(약 300공)

* 해수유입에 따른 특별한 염분변화는 없음
지속적인 장기 모니터링 시행 중

** 지하수 모니터링 결과 백서 발간

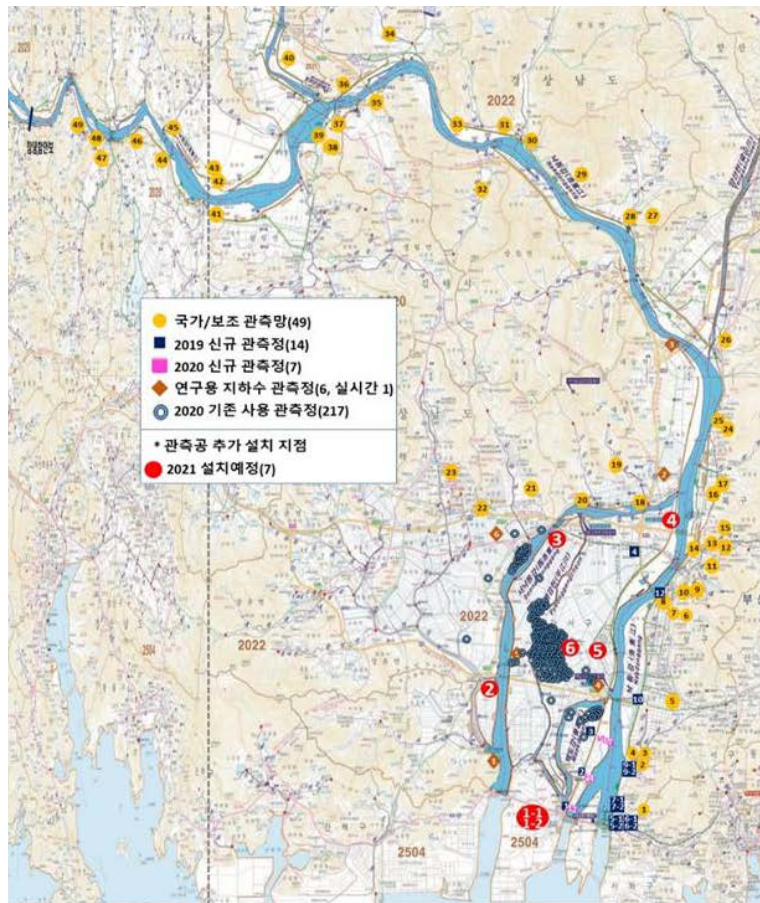
✓ 지하수 염분 침투 예측을 위한 기존 시스템 성능 고도화 및 탑재

현장조사 및 데이터 분석 결과(예)

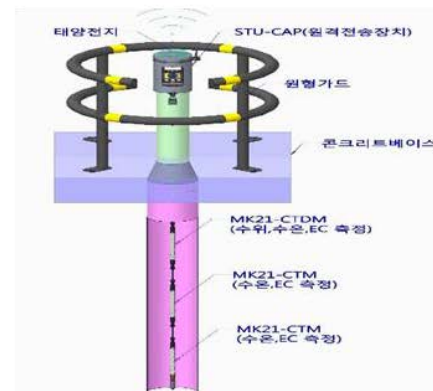


참고) 지하수 모니터링

- 개방 전·후 지하수관측정 실시간 염분변화^(71공) 및 현장 수질조사^(222공)



| 수량 | 수량 | 관리주체 | 비고 |
|-------|------|-------------|------------|
| 신규 | 2019 | 14 | K-water |
| | 2020 | 7 | K-water |
| 국가/보조 | 49 | 지자체 (부산 등) | |
| 연구용 | 6 | K-water 연구원 | 1개소 실시간 |
| 농업용 등 | 217 | 개인 | 채수 측정 |
| 총계 | 293 | | |



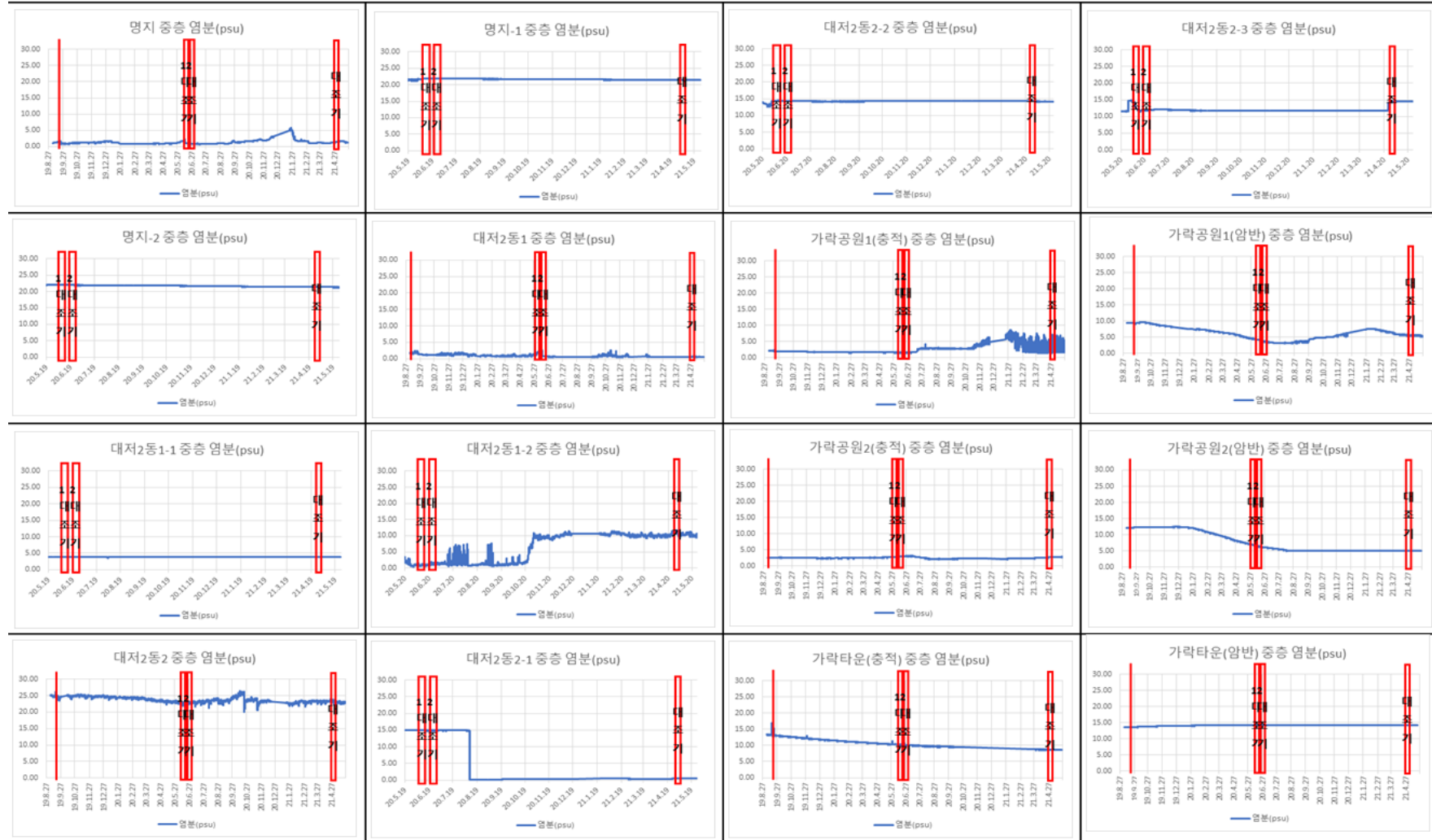
<자동측정(심도별 3개)>



<현장조사>

참고) 지하수 모니터링

- 실시간 자료 분석 예시 : 유입영향 없음 (없는 범위내로 개방)



1.3 해석 Interpretation

다양한 분석도구 활용한 모델링과 High Frequency 현장관측자료 통합 해석

다학제적 연계연구로 시범개방 실행 및 상시개방 기술적 기반 마련

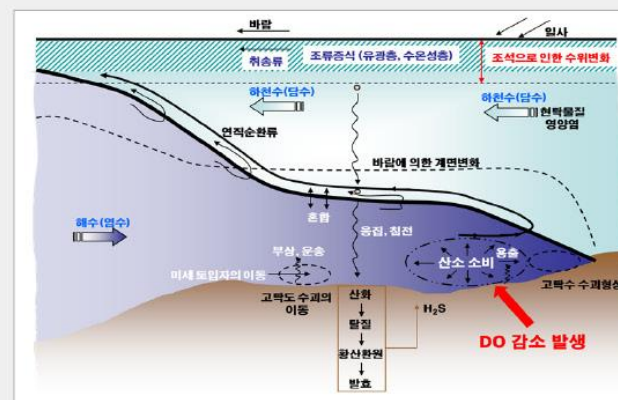
수문운영계획 수립 프로그램 개발

- ✓ 조위, 수위 및 수문개도에 따른 통과유량 산정
- ✓ 하천유량 보정기능을 포함한 수문 개방
- 물수지를 고려한 수문운영 계획 수립 및 양질의 모형 입력자료 활용 가능 → EIWMS 탑재 예정 ('22년초)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | AA | AB | AC | AD | AE | AF | AG | AH | AI | AJ | AK | AL | AM | AN | AO | AP | AQ | AR | AS | AT | AU | AV | AW | AX | AY | AZ | BA | BB | BC | BD | BE | BF | BG | BH | BI | BJ | BK | BL | BM | BN | BO | BP | BQ | BR | BS | BT | BU | BV | BW | BX | BY | BZ | CA | CB | CC | CD | CE | CF | CG | CH | CI | CJ | CK | CL | CM | CN | CO | CP | CQ | CR | CS | CT | CU | CV | CW | CX | CY | CZ | DA | DB | DC | DD | DE | DF | DG | DH | DI | DJ | DK | DL | DM | DN | DO | DP | DQ | DR | DS | DT | DU | DV | DW | DX | DY | DZ | EA | EB | EC | ED | EE | EF | EG | EH | EI | EJ | EK | EL | EM | EN | EO | EP | EQ | ER | ES | ET | EU | EV | EW | EX | EY | EZ | FA | FB | FC | FD | FE | FF | FG | FH | FI | FJ | FK | FL | FM | FN | FO | FP | FQ | FR | FS | FT | FU | FV | FW | FX | FY | FZ | GA | GB | GC | GD | GE | GF | GG | GH | GI | GJ | GK | GL | GM | GN | GO | GP | GQ | GR | GS | GT | GU | GV | GW | GX | GY | GZ | HA | HB | HC | HD | HE | HF | HG | HH | HI | HJ | HK | HL | HM | HN | HO | HP | HQ | HR | HS | HT | HU | HV | HW | HX | HY | HZ | IA | IB | IC | ID | IE | IF | IG | IH | II | IJ | IK | IL | IM | IN | IO | IP | IQ | IR | IS | IT | IU | IV | IW | IX | IY | IZ | JA | JB | JC | JD | JE | JF | JG | JH | JI | IJ | JK | JL | JM | JN | JO | JP | JQ | JR | JS | JT | JU | JV | JW | JX | JY | JZ | KA | KB | KC | KD | KE | KF | KG | KH | KI | KJ | KK | KL | KM | KN | KO | KP | KQ | KR | KS | KT | KU | KV | KW | KX | KY | KZ | LA | LB | LC | LD | LE | LF | LG | LH | LI | LJ | LK | LL | LM | LN | LO | LP | LQ | LR | LS | LT | LU | LV | LW | LX | LY | LZ | MA | MB | MC | MD | ME | MF | MG | MH | MI | MJ | MK | ML | MM | MN | MO | MP | MQ | MR | MS | MT | MU | MV | MW | MX | MY | MZ | NA | NB | NC | ND | NE | NF | NG | NH | NI | NJ | NK | NL | NM | NN | NO | NP | NQ | NR | NS | NT | NU | NV | NW | NX | NY | NZ | OA | OB | OC | OD | OE | OF | OG | OH | OI | OJ | OK | OL | OM | ON | OO | OP | OQ | OR | OS | OT | OU | OV | OW | OX | OY | OZ | PA | PB | PC | PD | PE | PF | PG | PH | PI | PJ | PK | PL | PM | PN | PO | PP | PQ | PR | PS | PT | PU | PV | PW | PX | PY | PZ | QA | QB | QC | QD | QE | QF | QG | QH | QI | QJ | QK | QL | QM | QN | QO | QP | QQ | QR | QS | QT | QU | QV | QW | QX | QY | QZ | RA | RB | RC | RD | RE | RF | RG | RH | RI | RJ | RK | RL | RM | RN | RO | RP | RQ | RR | RS | RT | RU | RV | RW | RX | RY | RZ | SA | SB | SC | SD | SE | SF | SG | SH | SI | SJ | SK | SL | SM | SN | SO | SP | SQ | SR | SS | ST | SU | SV | SW | SX | SY | SZ | TA | TB | TC | TD | TE | TF | TG | TH | TI | TJ | TK | TL | TM | TN | TO | TP | TQ | TR | TS | TU | TV | TW | TX | TY | TZ | UA | UB | UC | UD | UE | UF | UG | UH | UI | UJ | UK | UL | UM | UN | UO | UP | UQ | UR | US | UT | UU | UV | UW | UX | UY | UZ | VA | VB | VC | VD | VE | VF | VG | VH | VI | VJ | VK | VL | VM | VN | VO | VP | VQ | VR | VS | VT | VU | VV | VW | VX | VY | VZ | WA | WB | WC | WD | WE | WF | WG | WH | WI | WJ | WK | WL | WM | WN | WO | WP | WQ | WR | WS | WT | WU | WV | WW | WX | WY | WZ | XA | XB | XC | XD | XE | XF | XG | XH | XI | XJ | XK | XL | XM | XN | XO | XP | XQ | XR | XS | XT | XU | XV | XW | XX | XY | XZ | YA | YB | YC | YD | YE | YF | YG | YH | YI | YJ | YK | YL | YM | YN | YO | YP | YQ | YR | YS | YT | YU | YV | YW | YX | YZ | ZA | ZB | ZC | ZD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|---|----------------|---|----------------|---|----------------|---|----------------|---|----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|----------------|----|----------------|----|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|--------------|--|
| 1 | 7월 4일(수) 12:00 | | 7월 5일(목) 12:00 | | 7월 6일(금) 12:00 | | 7월 7일(토) 12:00 | | 7월 8일(일) 12:00 | | 7월 9일(월) 12:00 | | 7월 10일(화) 12:00 | | 7월 11일(수) 12:00 | | 7월 12일(목) 12:00 | | 7월 13일(금) 12:00 | | 7월 14일(토) 12:00 | | 7월 15일(일) 12:00 | | 7월 16일(월) 12:00 | | 7월 17일(화) 12:00 | | 7월 18일(수) 12:00 | | 7월 19일(목) 12:00 | | 7월 20일(금) 12:00 | | 7월 21일(토) 12:00 | | 7월 22일(일) 12:00 | | 7월 23일(월) 12:00 | | 7월 24일(화) 12:00 | | 7월 25일(수) 12:00 | | 7월 26일(목) 12:00 | | 7월 27일(금) 12:00 | | 7월 28일(토) 12:00 | | 7월 29일(일) 12:00 | | 7월 30일(월) 12:00 | | 7월 31일(화) 12:00 | | 8월 1일(수) 12:00 | | 8월 2일(목) 12:00 | | 8월 3일(금) 12:00 | | 8월 4일(토) 12:00 | | 8월 5일(일) 12:00 | | 8월 6일(월) 12:00 | | 8월 7일(화) 12:00 | | 8월 8일(수) 12:00 | | 8월 9일(목) 12:00 | | 8월 10일(금) 12:00 | | 8월 11일(토) 12:00 | | 8월 12일(일) 12:00 | | 8월 13일(월) 12:00 | | 8월 14일(화) 12:00 | | 8월 15일(수) 12:00 | | 8월 16일(목) 12:00 | | 8월 17일(금) 12:00 | | 8월 18일(토) 12:00 | | 8월 19일(일) 12:00 | | 8월 20일(월) 12:00 | | 8월 21일(화) 12:00 | | 8월 22일(수) 12:00 | | 8월 23일(목) 12:00 | | 8월 24일(금) 12:00 | | 8월 25일(토) 12:00 | | 8월 26일(일) 12:00 | | 8월 27일(월) 12:00 | | 8월 28일(화) 12:00 | | 8월 29일(수) 12:00 | | 8월 30일(목) 12:00 | | 8월 31일(금) 12:00 | | 9월 1일(토) 12:00 | | 9월 2일(일) 12:00 | | 9월 3일(월) 12:00 | | 9월 4일(화) 12:00 | | 9월 5일(수) 12:00 | | 9월 6일(목) 12:00 | | 9월 7일(금) 12:00 | | 9월 8일(토) 12:00 | | 9월 9일(일) 12:00 | | 9월 10일(월) 12:00 | | 9월 11일(화) 12:00 | | 9월 12일(수) 12:00 | | 9월 13일(목) 12:00 | | 9월 14일(금) 12:00 | | 9월 15일(토) 12:00 | | 9월 16일(일) 12:00 | | 9월 17일(월) 12:00 | | 9월 18일(화) 12:00 | | 9월 19일(수) 12:00 | | 9월 20일(목) 12:00 | | 9월 21일(금) 12:00 | | 9월 22일(토) 12:00 | | 9월 23일(일) 12:00 | | 9월 24일(월) 12:00 | | 9월 25일(화) 12:00 | | 9월 26일(수) 12:00 | | 9월 27일(목) 12:00 | | 9월 28일(금) 12:00 | | 9월 29일(토) 12:00 | | 9월 30일(일) 12:00 | | 9월 31일(월) 12:00 | | 10월 1일(화) 12:00 | | 10월 2일(수) 12:00 | | 10월 3일(목) 12:00 | | 10월 4일(금) 12:00 | | 10월 5일(토) 12:00 | | 10월 6일(일) 12:00 | | 10월 7일(월) 12:00 | | 10월 8일(화) 12:00 | | 10월 9일(수) 12:00 | | 10월 10일(목) 12:00 | | 10월 11일(금) 12:00 | | 10월 12일(토) 12:00 | | 10월 13일(일) 12:00 | | 10월 14일(월) 12:00 | | 10월 15일(화) 12:00 | | 10월 16일(수) 12:00 | | 10월 17일(목) 12:00 | | 10월 18일(금) 12:00 | | 10월 19일(토) 12:00 | | 10월 20일(일) 12:00 | | 10월 21일(월) 12:00 | | 10월 22일(화) 12:00 | | 10월 23일(수) 12:00 | | 10월 24일(목) 12:00 | | 10월 25일(금) 12:00 | | 10월 26일(토) 12:00 | | 10월 27일(일) 12:00 | | 10월 28일(월) 12:00 | | 10월 29일(화) 12:00 | | 10월 30일(수) 12:00 | | 10월 31일(목) 12:00 | | 11월 1일(금) 12:00 | | 11월 2일(토) 12:00 | | 11월 3일(일) 12:00 | | 11월 4일(월) 12:00 | | 11월 5일(화) 12:00 | | 11월 6일(수) 12:00 | | 11월 7일(목) 12:00 | | 11월 8일(금) 12:00 | | 11월 9일(토) 12:00 | | 11월 10일(일) 12:00 | | 11월 11일(월) 12:00 | | 11월 12일(화) 12:00 | | 11월 13일(수) 12:00 | | 11월 14일(목) 12:00 | | 11월 15일(금) 12:00 | | 11월 16일(토) 12:00 | | 11월 17일(일) 12:00 | | 11월 18일(월) 12:00 | | 11월 19일(화) 12:00 | | 11월 20일(수) 12:00 | | 11월 21일(목) 12:00 | | 11월 22일(금) 12:00 | | 11월 23일(토) 12:00 | | 11월 24일(일) 12:00 | | 11월 25일(월) 12:00 | | 11월 26일(화) 12:00 | | 11월 27일(수) 12:00 | | 11월 28일(목) 12:00 | | 11월 29일(금) 12:00 | | 11월 30일(토) 12:00 | | 11월 31일(일) 12:00 | | 12월 1일(월) 12:00 | | 12월 2일(화) 12:00 | | 12월 3일(수) 12:00 | | 12월 4일(목) 12:00 | | 12월 5일(금) 12:00 | | 12월 6일(토) 12:00 | | 12월 7일(일) 12:00 | | 12월 8일(월) 12:00 | | 12월 9일(화) 12:00 | | 12월 10일(수) 12:00 | | 12월 11일(목) 12:00 | | 12월 12일(금) 12:00 | | 12월 13일(토) 12:00 | | 12월 14일(일) 12:00 | | 12월 15일(월) 12:00 | | 12월 16일(화) 12:00 | | 12월 17일(수) 12:00 | | 12월 18일(목) 12:00 | | 12월 19일(금) 12:00 | | 12월 20일(토) 12:00 | | 12월 21일(일) 12:00 | | 12월 22일(월) 12:00 | | 12월 23일(화) 12:00 | | 12월 24일(수) 12:00 | | 12월 25일(목) 12:00 | | 12월 26일(금) 12:00 | | 12월 27일(토) 12:00 | | 12월 28일(일) 12:00 | | 12월 29일(월) 12:00 | | 12월 30일(화) 12:00 | | 12월 31일(수) 12:00 | | 1월 1일(목) 12:00 | | 1월 2일(금) 12:00 | | 1월 3일(토) 12:00 | | 1월 4일(일) 12:00 | | 1월 5일(월) 12:00 | | 1월 6일(화) 12:00 | | 1월 7일(수) 12:00 | | 1월 8일(목) 12:00 | | 1월 9일(금) 12:00 | | 1월 10일(토) 12:00 | | 1월 11일(일) 12:00 | | 1월 12일(월) 12:00 | | 1월 13일(화) 12:00 | | 1월 14일(수) 12:00 | | 1월 15일(목) 12:00 | | 1월 16일(금) 12:00 | | 1월 17일(토) 12:00 | | 1월 18일(일) 12:00 | | 1월 19일(월) 12:00 | | 1월 20일(화) 12:00 | | 1월 21일(수) 12:00 | | 1월 22일(목) 12:00 | | 1월 23일(금) 12:00 | | 1월 24일(토) 12:00 | | 1월 25일(일) 12:00 | | 1월 26일(월) 12:00 | | 1월 27일(화) 12:00 | | 1월 28일(수) 12:00 | | 1월 29일(목) 12:00 | | 1월 30일(금) 12:00 | | 1월 31일(토) 12:00 | | 2월 1일(일) 12:00 | | 2월 2일(월) 12:00 | | 2월 3일(화) 12:00 | | 2월 4일(수) 12:00 | | 2월 5일(목) 12:00 | | 2월 6일(금) 12:00 | | 2월 7일(토) 12:00 | | 2월 8일(일) 12:00 | | 2월 9일(월) 12:00 | | 2월 10일(화) 12:00 | | 2월 11일(수) 12:00 | | 2월 12일(목) 12:00 | | 2월 13일(금) 12:00 | | 2월 14일(토) 12:00 | | 2월 15일(일) 12:00 | | 2월 16일(월) 12:00 | | 2월 17일(화) 12:00 | | 2월 18일(수) 12:00 | | 2월 19일(목) 12:00 | | 2월 20일(금) 12:00 | | 2월 21일(토) 12:00 | | 2월 22일(일) 12:00 | | 2월 23일(월) 12:00 | | 2월 24일(화) 12:00 | | 2월 25일(수) 12:00 | | 2월 26일(목) 12:00 | | 2월 27일(금) 12:00 | | 2월 28일(토) 12:00 | | 2월 29일(일) 12:00 | | 2월 30일(월) 12:00 | | 3월 1일(화) 12:00 | | 3월 2일(수) 12:00 | | 3월 3일(목) 12:00 | | 3월 4일(금) 12:00 | | 3월 5일(토) 12:00 | | 3월 6일(일) 12:00 | | 3월 7일(월) 12:00 | | 3월 8일(화) 12:00 | | 3월 9일(수) 12:00 | | 3월 10일(목) 12:00 | | 3월 11일(금) 12:00 | | 3월 12일(토) 12:00 | | 3월 13일(일) 12:00 | | 3월 14일(월) 12:00 | | 3월 15일(화) 12:00 | | 3월 16일(수) 12:00 | | 3월 17일(목) 12:00 | | 3월 18일(금) 12:00 | | 3월 19일(토) 12:00 | | 3월 20일(일) 12:00 | | 3월 21일(월) 12:00 | | 3월 22일(화) 12:00 | | 3월 23일(수) 12:00 | | 3월 24일(목) 12:00 | | 3월 25일(금) 12:00 | | 3월 26일(토) 12:00 | | 3월 27일(일) 12:00 | | 3월 28일(월) 12:00 | | 3월 29일(화) 12:00 | | 3월 30일(수) 12:00 | | 3월 31일(목) 12:00 | | 4월 1일(금) 12:00 | | 4월 2일(토) 12:00 | | 4월 3일(일) 12:00 | | 4월 4일(월) 12:00 | | 4월 5일(화) 12:00 | | 4월 6일(수) 12:00 | | 4월 7일(목) 12:00 | | 4월 8일(금) 12:00 | | 4월 9일(토) 12:00 | | 4월 10일(일) 12:00 | | 4월 11일(월) 12:00 | | 4월 12일(화) 12:00 | | 4월 13일(수) 12:00 | | 4월 14일(목) 12:00 | | 4월 15일(금) 12:00 | | 4월 16일(토) 12:00 | | 4월 17일(일) 12:00 | | 4월 18일(월) 12:00 | | 4월 19일(화) 12:00 | | 4월 20일(수) 12:00 | | 4월 21일(목) 12:00 | | 4월 22일(금) 12:00 | | 4월 23일(토) 12:00 | | 4월 24일(일) 12:00 | | 4월 25일(월) 12:00 | | 4월 26일(화) 12:00 | | 4월 27일(수) 12:00 | | 4월 28일(목) 12:00 | | 4월 29일(금) 12:00 | | 4월 30일(토) 12:00 | | 4월 31일(일) 12:00 | | 5월 1일(월) 12:00 | | 5월 2일(화) 12:00 | | 5월 3일(수) 12:00 | | 5월 4일(목) 12:00 | | 5월 5일(금) 12:00 | | 5월 6일(토) 12:00 | | 5월 7일(일) 12:00 | | 5월 8일(월) 12:00 | | 5월 9일(화) 12:00 | | 5월 10일(수) 12:00 | | 5월 11일(목) 12:00 | | 5월 12일(금) 12:00 | | 5월 13일(토) 12:00 | | 5월 14일(일) 12:00 | | 5월 15일(월) 12:00 | | 5월 16일(화) 12:00 | | 5월 17일(수) 12:00 | | 5월 18일(목) 12:00 | | 5월 19일(금) 12:00 | | 5월 20일(토) 12:00 | | 5월 21일(일) 12:00 | | 5월 22일(월) 12:00 | | 5월 23일(화) 12:00 | | 5월 24일(수) 12:00 | | 5월 25일(목) 12:00 | | 5월 26일(금) 12:00 | | 5월 27일(토) 12:00 | | 5월 28일(일) 12:00 | | 5월 29일(월) 12:00 | | 5월 30일(화) 12:00 | | 5월 31일(수) 12:00 | | 6월 1일(목) 12:00 | | 6월 2일(금) 12:00 | | 6월 3일(토) 12:00 | | 6월 4일(일) 12:00 | | 6월 5일(월) 12:00 | | 6월 6일(화) 12:00 | | 6월 7일(수) 12:00 | | 6월 8일(목) 12:00 | | 6월 9일(금) 12:00 | | 6월 10일(토) 12:00 | | 6월 11일(일) 12:00 | | 6월 12일(월) 12:00 | | 6월 13일(화) 12:00 | | 6월 14일(수) 12:00 | | 6월 15일(목) 12:00 | | 6월 16일(금) 12:00 | | 6월 17일(토) 12:00 | | 6월 18일(일) 12:00 | | 6월 19일(월) 12:00 | | 6월 20일(화) 12:00 | | 6월 21일(수) 12:00 | | 6월 22일(목) 12:00 | | 6월 23일(금) 12:00 | | 6월 24일(토) 12 | |

기수환경 변화 해석 및 메커니즘 제시

- ✓ 제한적 개방 시, 저층(<8m) DO 감소 상시 발생
- ✓ 상류 방류 등 연간 하천-해양 연속성 고려 해석
 - 상시개방을 대비한 기수환경 변화 메커니즘 제시로, 생태계기반관리(Ecosystem Based Management)와 기수생태계 복원 연구기반 마련
(‘22년부터 복원프로세스 규명 장기연구 추진)



1.4 홍보 Communication



2. 시사점



2.1 향후 계획

2.2 향후 R&D

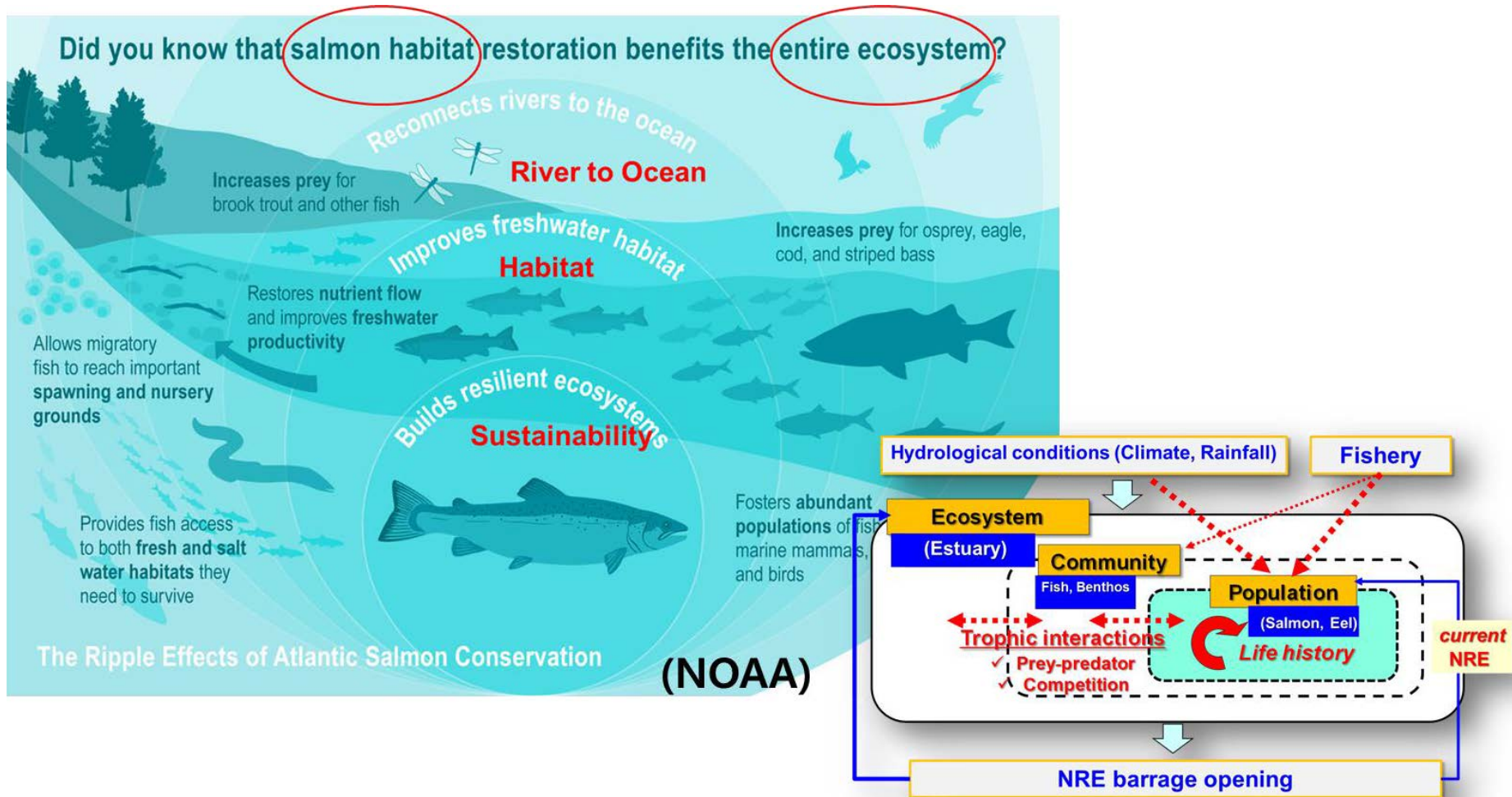
2.1 향후 계획 : 하구통합물관리를 위한 거버넌스

* 모니터링 및 중장기 계획 수립 예정



2.2 향후 R&D : 도전과제

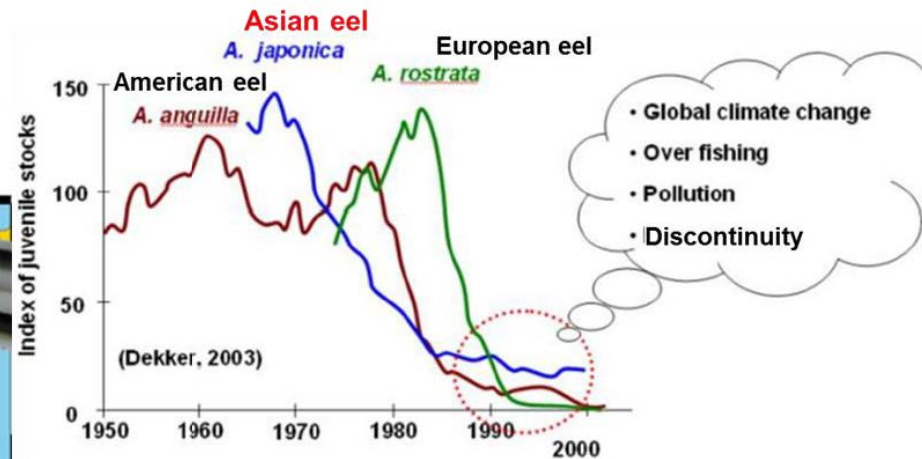
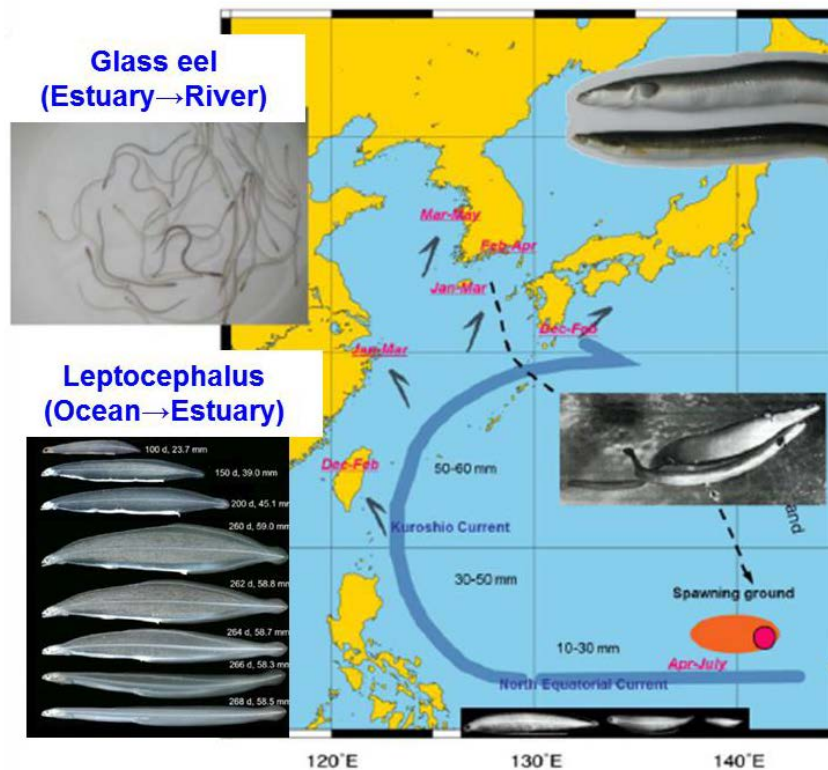
- 목표 생물종과 생태계 복원



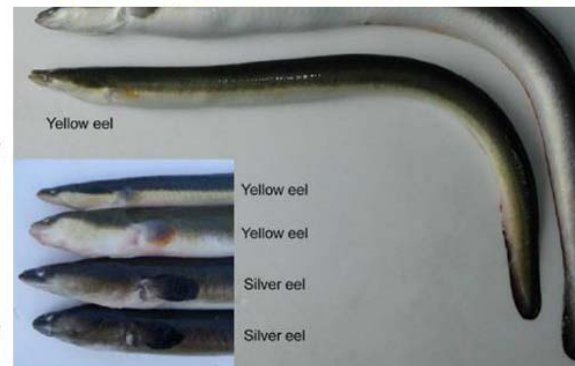
2.2 향후 R&D : 도전과제

- 목표 생물종 복원효과 정량화

Estuary Restoration & Global Implication



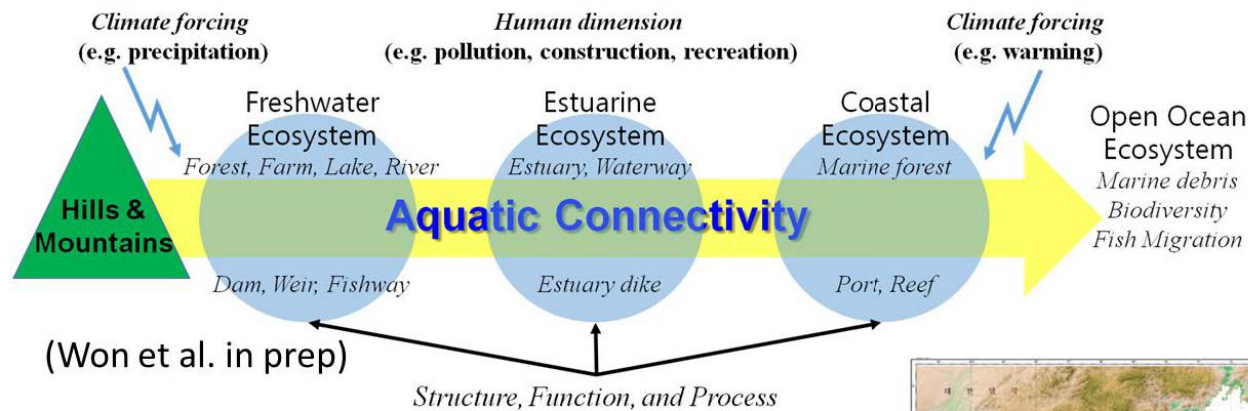
Yellow eel (6~7 y growing in River)
Silver eel(River → Ocean(산란장))
* Spawning (deep sea, Pacific Ocean)



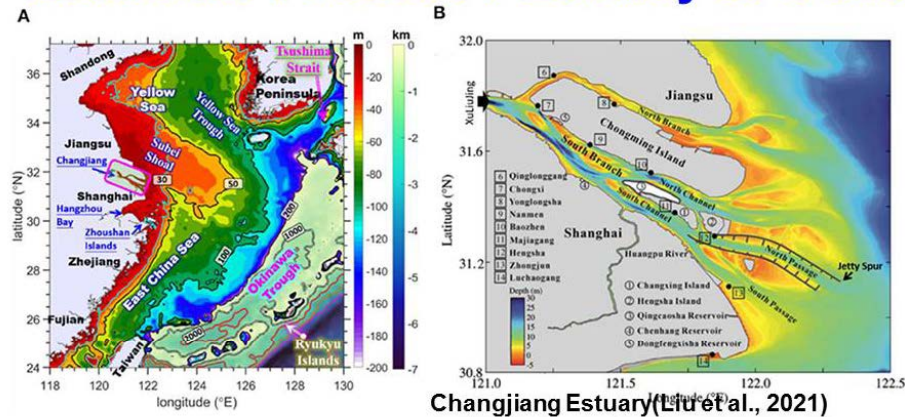
2.2 향후 R&D : 도전과제

- 유역과 연결성을 고려한 기수역 복원

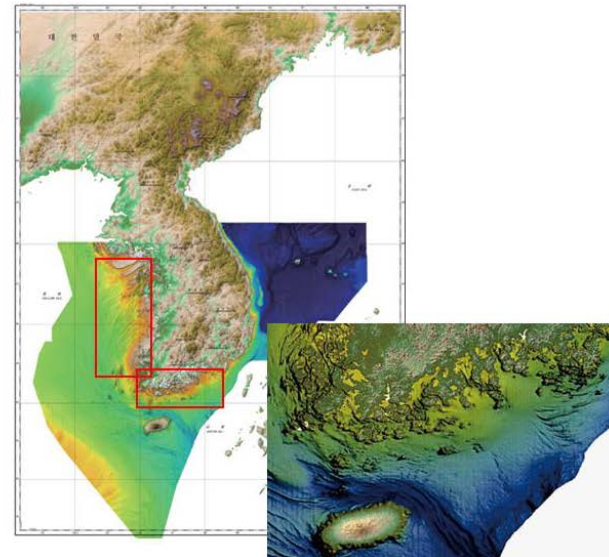
Aquatic Continuum : River to Estuary



Estuarine Process : Estuary to Coast



Changjiang Estuary (Liu et al., 2021)



경청해 주셔서 감사합니다



낙동강하굿둑 개방은 환경부의 역무대행 사업으로서
많은 K-water 직원들과 연구원들의 협업으로 수행되고 있습니다.