아라서해갑문 방류로 인한 염하수로 부근 수리학적 특성 변화 연구

이경문[1], 김명환[1], 김종욱[2], 송윤지[1], 우승범[1,*]
[1]인하대학교 해양과학과
[2]인하대학교 인공지능융합연구센터
* 연락처: beekm0416@gmail.com, sbwoo@inha.ac.kr

Introduction

- 아라뱃길은 한강과 경인항을 연결하는 수로로서, 아라서해갑문의 비정기적인 개방에 의해 인공 방류가 이루어진다.
- 선행연구에서 아라뱃길 내부 수위 변화에 관한 연구가 진행되었지만, 아라서해갑문 방류에 의한 인근해역의 수리학적 환경 변화는 연구되지 않았다.
- 본 연구에서는, 수치모델을 사용하여 아라서해갑문 방류로 인한 잔차류 변화를 분석하였다.

Methodology

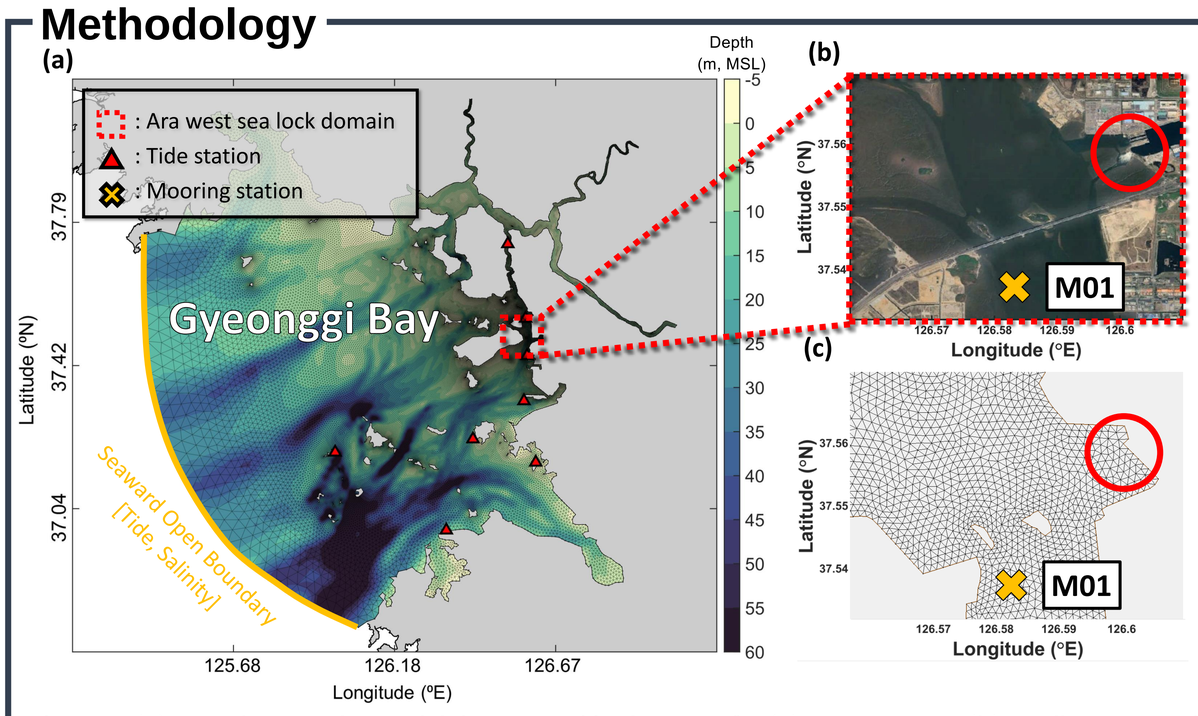


Figure 1. (a) Map showing the model domain and bathymetry for (a) Gyeonggi Bay, (b) satellite image of the Ara west sea lock, and (c) grid of the model in the near of the Ara west sea lock. In (a), red tringles indicate tide stations. In (b) and (c), red circles indicate the location of Ara west sea lock, where the discharge occurs. Yellow cross indicates the mooring (M01) located near by Yeongjong bridge.

Table 1. Model configurations

Numerical model	Compositions	Configuration
Finite Volume Community Ocean Model (FVCOM)	Grid type	Triangular unstructured grid
	Grid resolution	55 – 4,500 m
	Bathymetry	Korea Hydrographic and Oceanographic Agency (KHOA)
	Freshwater runoff	Water resource Management Information System (WAMIS), Korea Water Resources Corporation (K-water)
	Tidal forcing	TPXO8-atlas (M2 , S2 , K1 , O1 , and N2)
	Simulation period	2020/01/20~2020/03/15 (56 days)

Validations

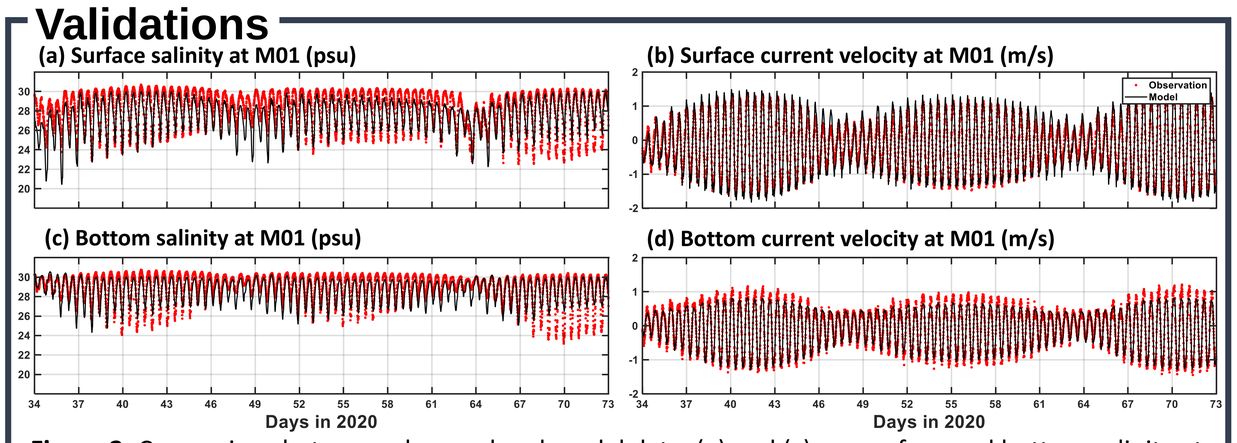


Figure 2. Comparison between observed and model data. (a) and (c) are surface and bottom salinity at M01. (b) and (d) are surface and bottom current velocity at M01. Surface data are observed at 4 m under the surface and bottom data are observed at 0.27 m above the bed.

Table 2. Model assessment

Variables	Period	Skill: Salinity (psu)	Skill: Current velocity (m/s)
Surface	01/20 ~ 03/15 in 2020	0.90	0.98
Bottom	01/20 ~ 03/15 in 2020	0.90	0.98

- **Skill score**

$$\text{Skill} = 1 - \frac{\sum(M_n - On)^2}{\sum(|M_n - \bar{O}| + |On - \bar{O}|)^2}$$

M : model data
O : observation data
$\bar{O}$: time averaged observation data

Skill : 관측 값에 대한 모델 결과의 일치도 (0-1)

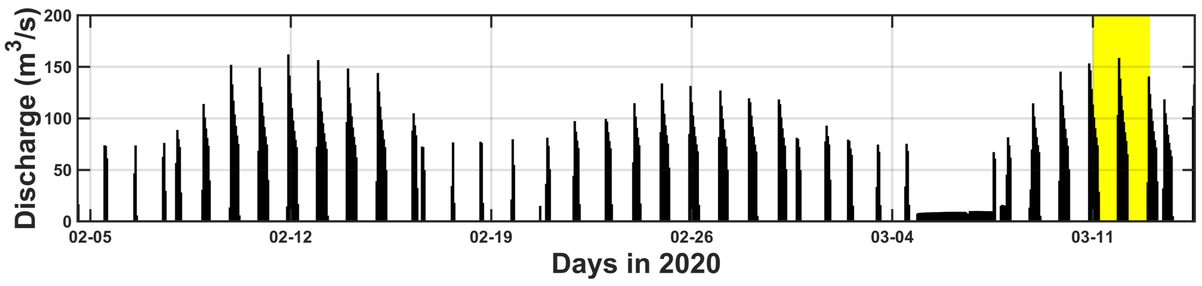
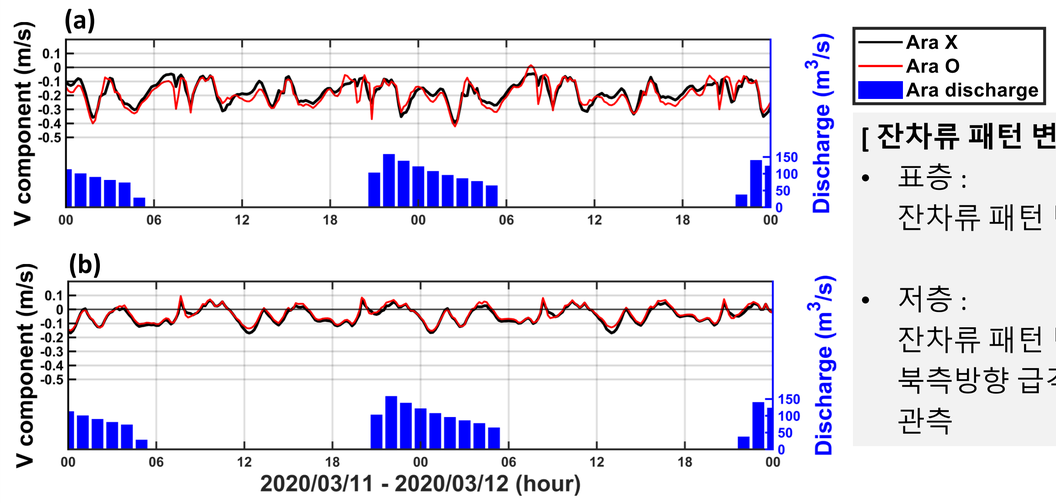


Figure 3. Ara west sea lock discharge data. The observation was conducted in hourly intervals. The main analysis period was selected based on the period of high discharge.

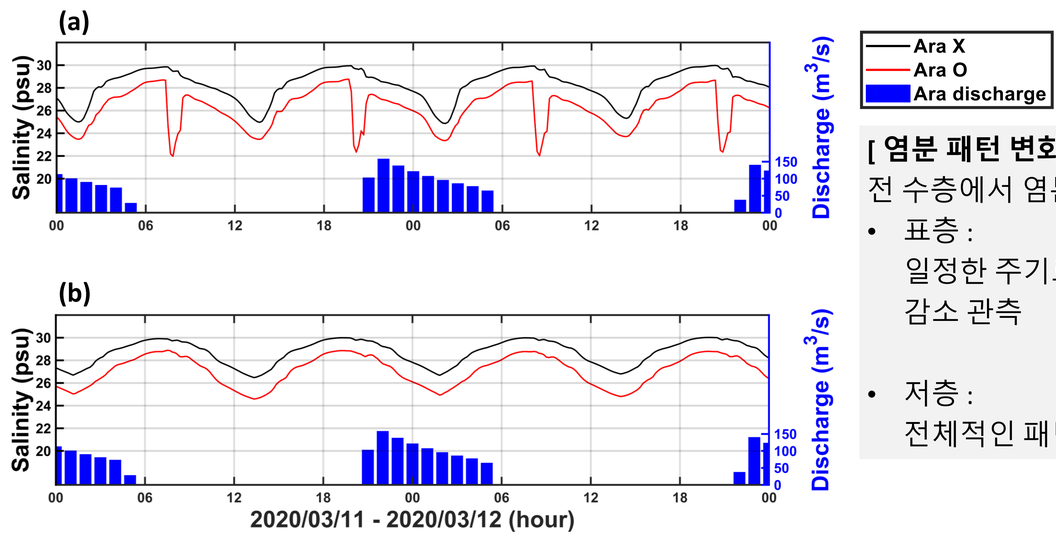
Results and discussion



[잔차류 패턴 변화]

- 표층 :
  잔차류 패턴 변화량 ↑
- 저층 :
  잔차류 패턴 변화량 ↓
  북측방향 급격한 상승 관측

Figure 4. Residual component model result data for V. The velocity results with the residual components removed based on the presence or absence of the Ara west sea lock. The black color represents the case without the Ara west sea lock, and the red color represents the case with the Ara west sea lock. The blue bar graphs below each table show discharge data from the Ara west sea lock. (a) and (b) are residual velocities in the surface and bottom layers in the V direction.



[염분 패턴 변화]

전 수층에서 염분 감소

- 표층 :
  일정한 주기로 급격한 감소 관측
- 저층 :
  전체적인 패턴 일치

Figure 5. Model results for salinity data: (a) salinity at the surface layer and (b) salinity data at the bottom layer. The black and red lines represent the cases without and with discharge, respectively. The blue bar plots represent the discharge data for the Ara west sea lock.

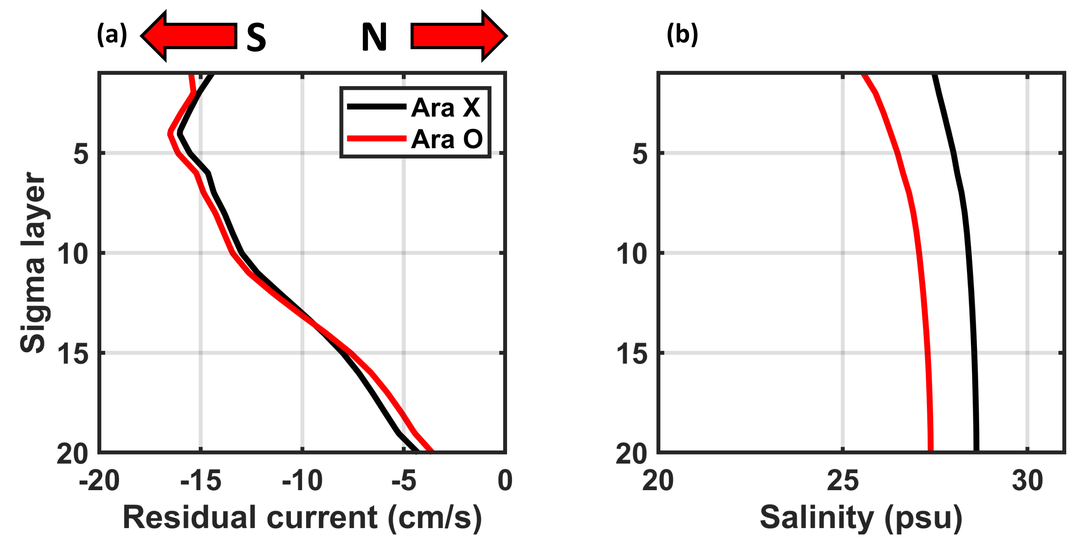


Figure 6. Model results for (a) along-channel velocity and (b) salinity profiles averaged over 30 days. The principal components were transformed by PCA. The black and red lines represent the case without and with the discharge, respectively.

[잔차류에 관한 아라서해갑문 방류의 영향]

- 전 수층 잔차 유속
  표층 : 남측 방향 ↑
  저층 : 북측 방향 ↑
- 염분
  염분변화량 : 표층 > 저층
  평균 1.4 psu 감소

Summary and Conclusions

- 아라서해갑문 염분 감소 주기와 방류 시기가 일치하지 않는 결과가 발생했다.
- 표층 남북 방향 잔차류 유속 그래프에서 급격하게 양수 값으로 상승한 시기와, 표층 염분이 급격하게 감소한 시기와 일치했다.
- 아라서해갑문 방류로 인해 잔차류 유속 변화보다 염분 변화가 더 크게 나타났다.
- 모델 입력값으로 아라 뱃길 염분은 0으로 설정했다. 하지만 실제로 조류 저감을 위해 아라 뱃길 내부로 해수가 유입되기 때문에 염분 오차가 크게 발생했다.

※ 이 연구는 2023년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220051, 경기·인천씨그랜트). 이 연구는 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국지능정보사회진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2022-데이터-위145)