

"Western UIC SV prediction"

by HyunDuo Team

리더 박세현, 팀원 이승현

목차

01 연구주제 및 가설설정

- 연구주제
- 연구목적
- 선행연구
- 가설설정

02 데이터 분석

- 분석 데이터
- 유속과 수송량간의 상관관계 산출
- 남향 수송량 장기 추세 분석

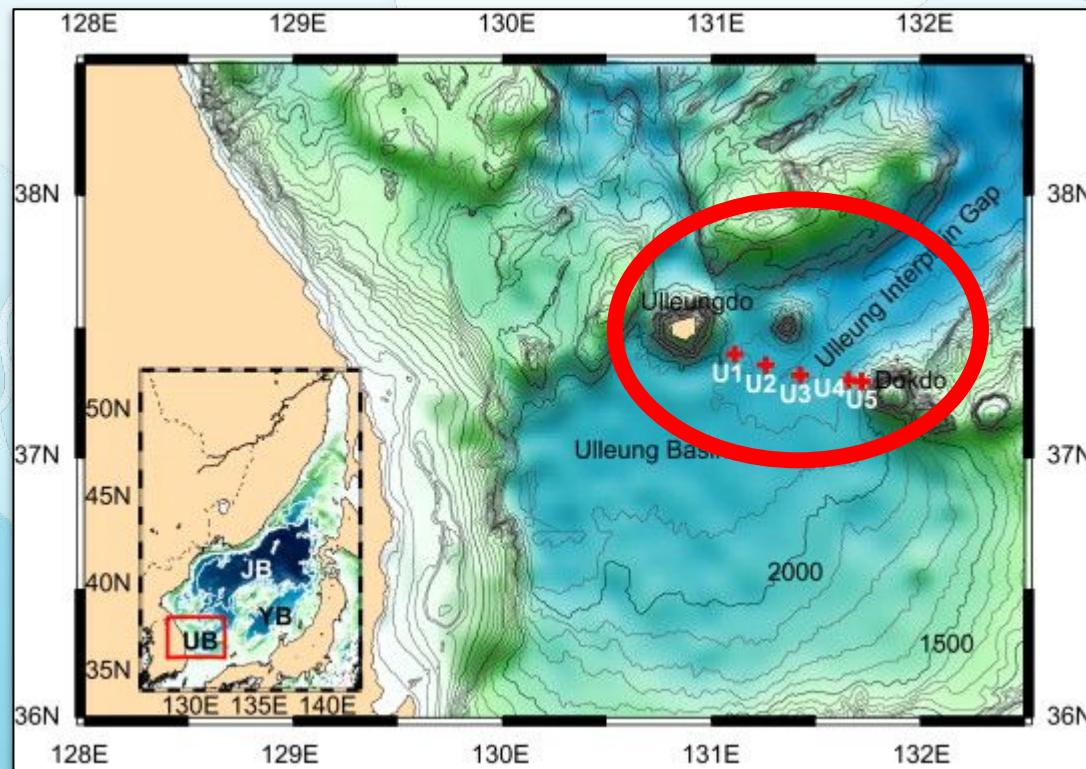
03 분석결과

- prophet을 이용한 남향 수송량 예측
- prophet 검증
- U3 1500m 심층 수온 Trend
- 표층 수온과 기온 차이 Trend

04 결론 및 참고문헌

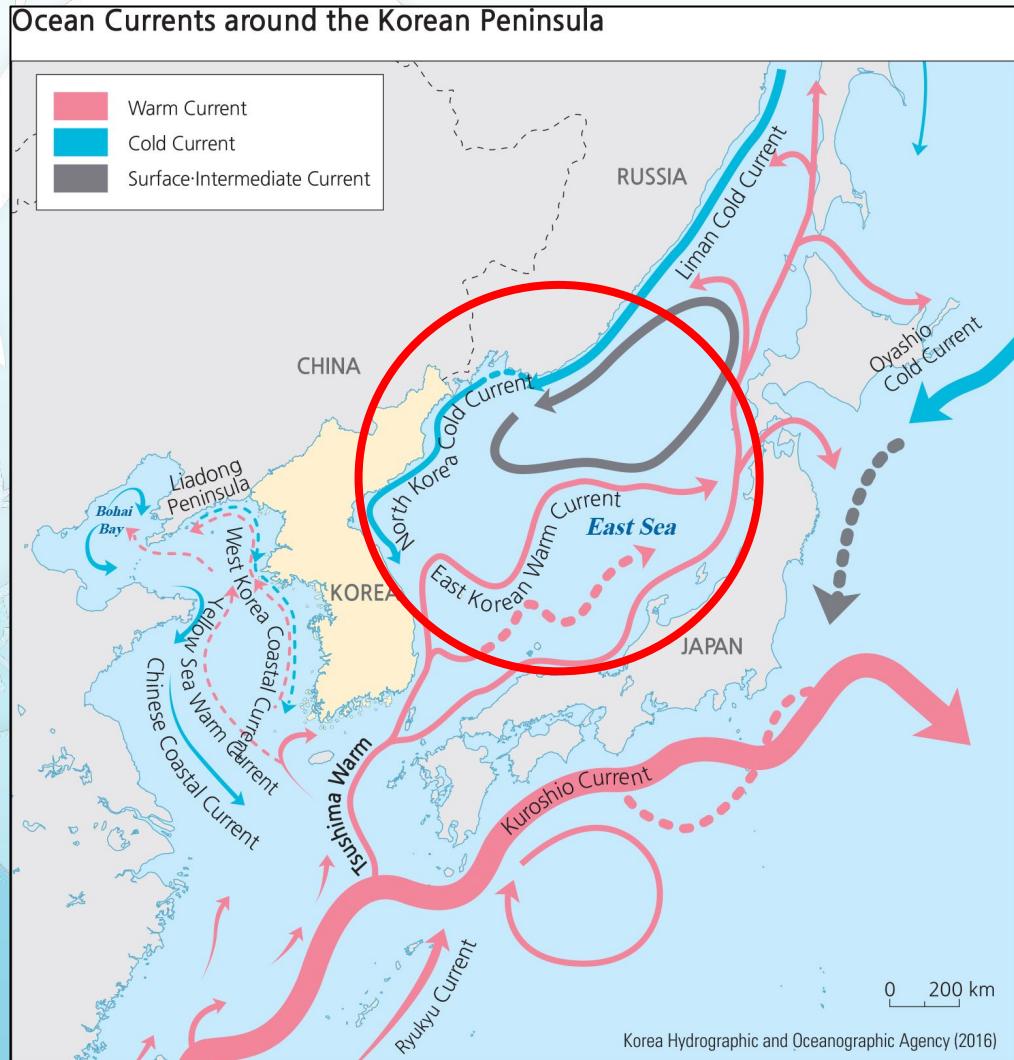
연구주제

"UIG 심층수 송량 분석 및 예측을 통한 기후온난화 심각성 재고"



- U1 ~ U3 유속자료와 해저지형 단면적을 활용해 western UIG 수송량 계산
- prophet 모델을 사용하여 western UIG 수송량 추세 예측
- 지구온난화 & 울릉도 주변 해양 연관성 및 향후 연구방향, 의의 제시

연구목적



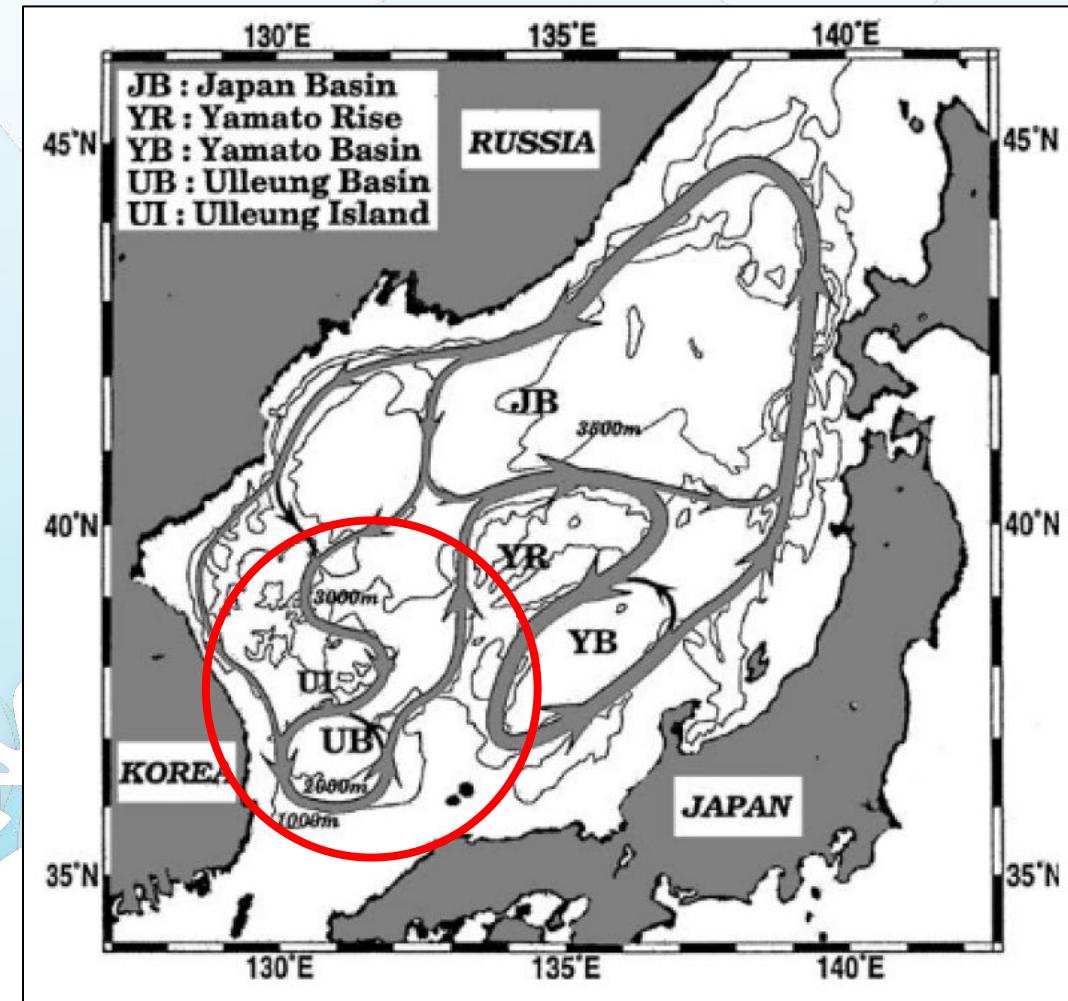
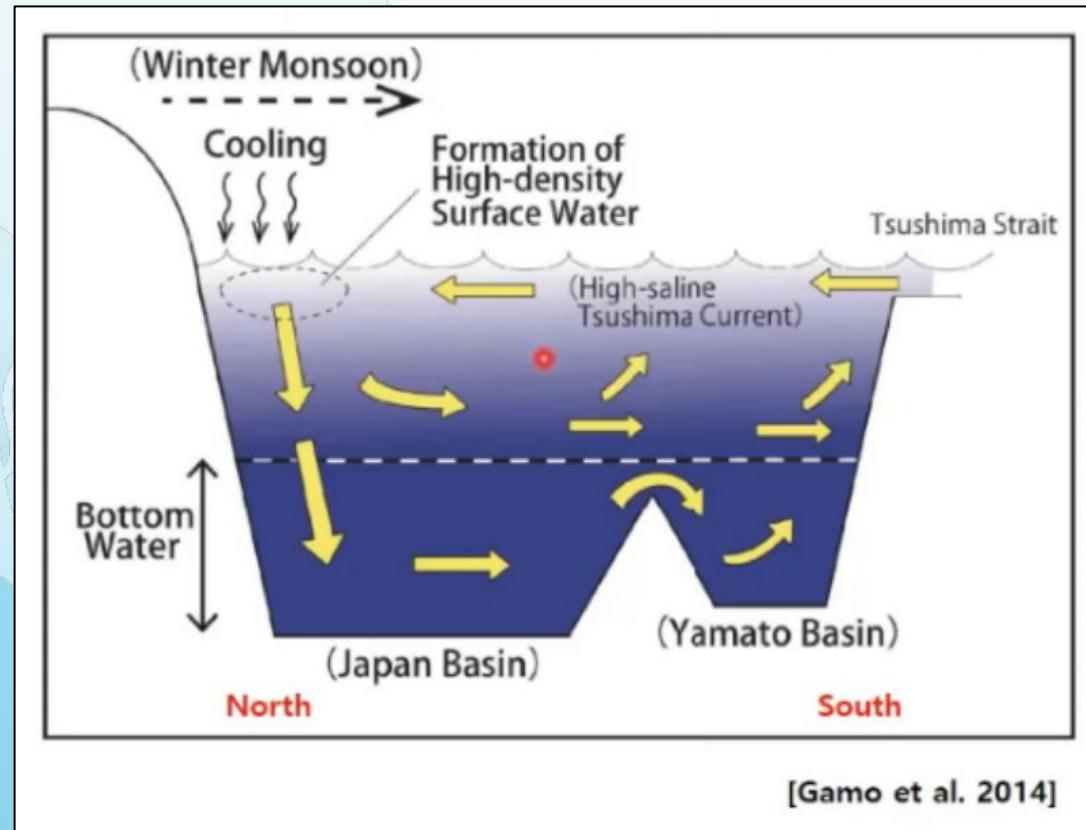
- 해양 기상과 밀접한 상호작용
- 동해 = '대양의 미래 모습을 예측할 수 있는 자연실험실'
(상대적으로 빠른 동해의 순환속도)
- 북한한류와 동한난류가 만나는 지점

선행연구(1)

- 1) 1990 ~ 2013년까지 해류 운동에너지가 10년마다 대략 15% 정도 증가한다.
 - 지구온난화로 인해 해류 속도가 빨라지고 있다.
- 2) 빠른 속도로 녹고 있는 북극 빙하
- 3) 계절별로 동해 심층순환 방향 세기가 달라진다.
- 4) 최근 10년간 북한한류의 수온이 약 0.1도 감소하는 추이를 보이며 한류의 영향 증가 추론
- 5) 북한한류계수의 영향은 동계보다 하계에 더욱 우세하다.
- 6) 위도에 따른 열 불균형은 기온과 표층수의 온도 차이와 관련 있다.
 - 이는 해수의 순환에 영향을 준다.

선행연구(2)

차가워진 표층수의 침강 현상 -> 심층수 생성



가설 설정

“북한한류계수의 영향력이 점점 커질 것으로 추정되며, western UIG 분기별 심층 수송량은 해가 지남에 따라 변화폭이 점점 커지는 방향으로 증가할 것이다.”

분석 데이터

- 지정 데이터셋

2002년 ~ 2004년 Western UIG (U1,U2,U3) 유속 데이터

1996년 ~ 2020년 U3(EC1) 유속 데이터

U1 ~ U5 각 지점 위도/경도 및 UIG 지형 깊이에 따른 경도 데이터

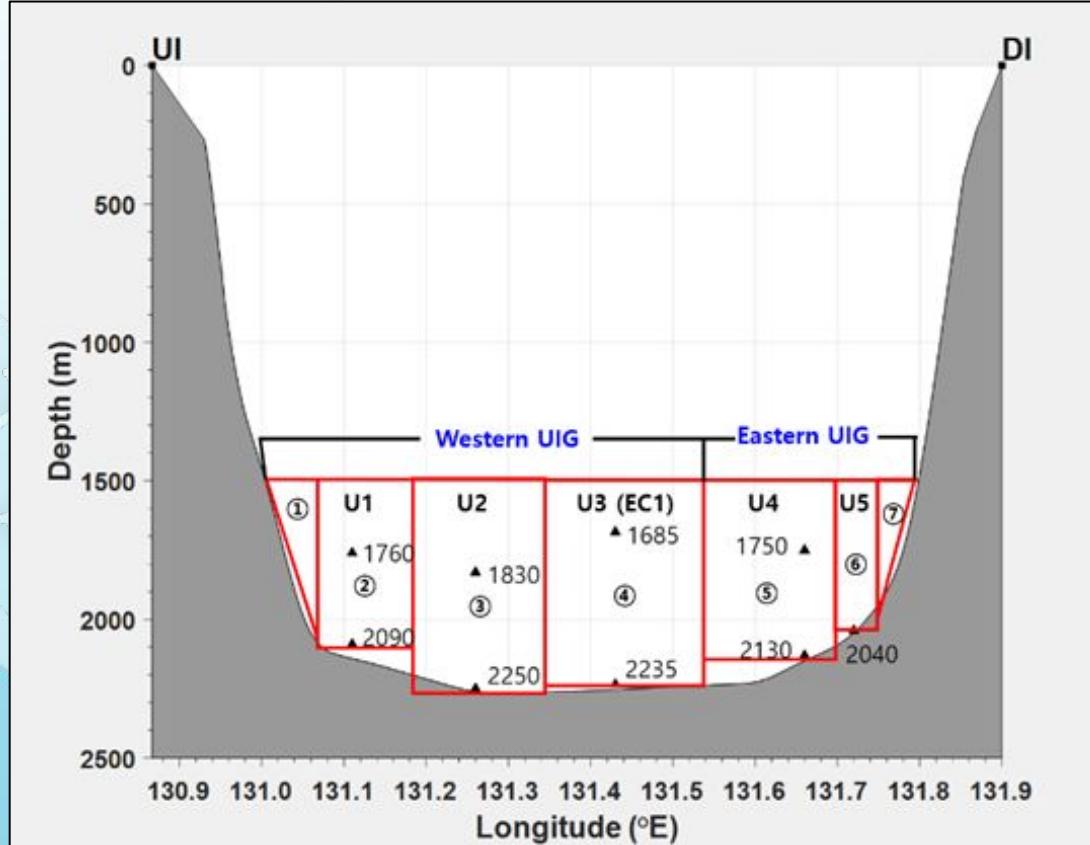
- 외부 데이터셋

1996년 ~ 2020년 U3(EC1)의 깊이별 수온 데이터 (SEANOE)

2012년 ~ 2020년 울릉도 조위관측소

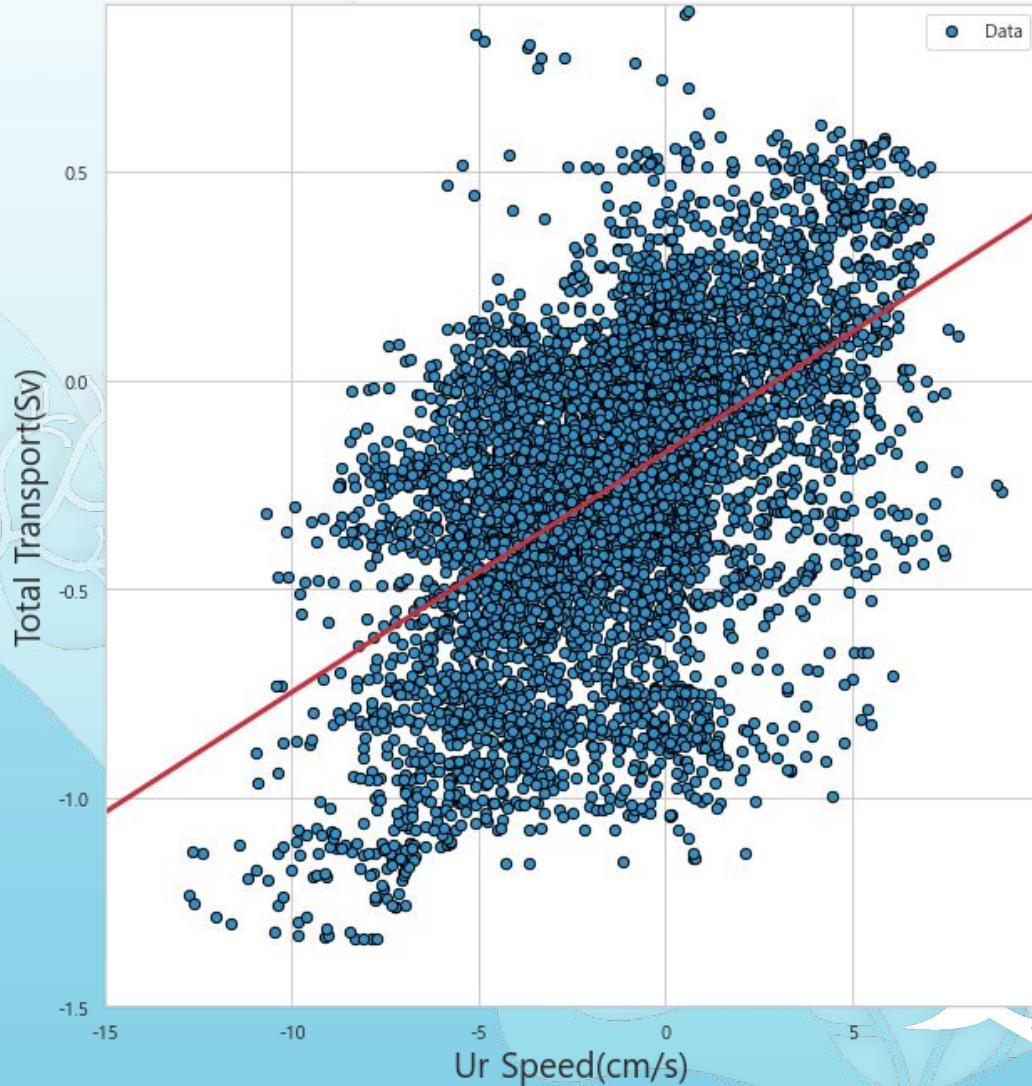
- 수온 Open API (바다누리해양정보서비스)
- 기온 Open API (바다누리해양정보서비스)

분석 - 심층 수송량 계산



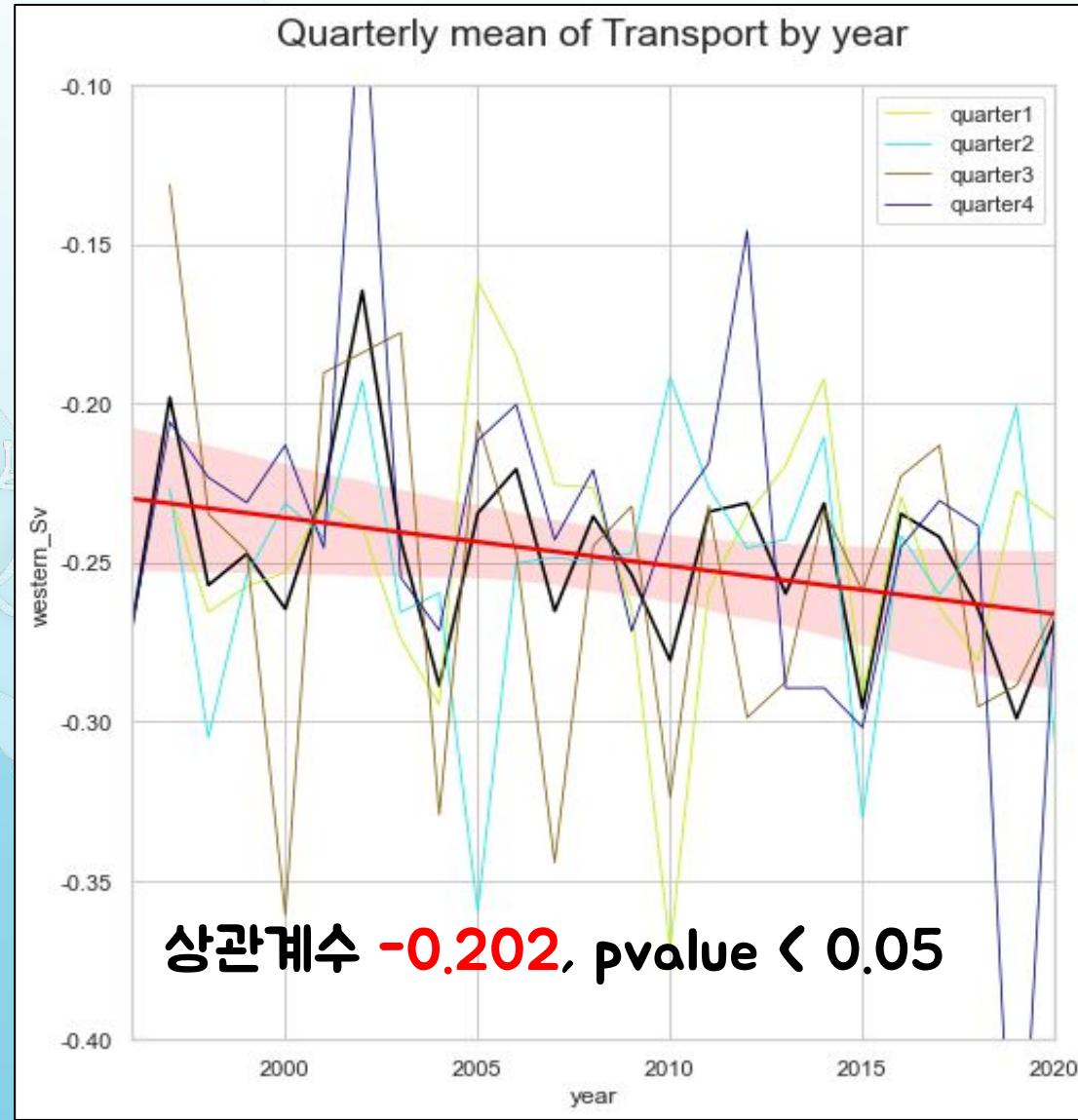
| | Time | Ur Current speed (cm/s) | Total transport(Sv) |
|------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| 0 | 2002-11-29 19:00:00 | 1.870974 | 0.000009 |
| 1 | 2002-11-29 21:00:00 | 2.434369 | 0.000081 |
| 2 | 2002-11-29 22:00:00 | 1.654482 | 0.000190 |
| 3 | 2002-11-30 06:00:00 | 0.992245 | 0.009049 |
| 4 | 2002-11-30 07:00:00 | 1.047320 | 0.011503 |
| ... | ... | ... | ... |
| 6107 | 2004-04-06 22:00:00 | 0.484607 | -0.798744 |
| 6108 | 2004-04-07 06:00:00 | 1.053669 | -0.525348 |
| 6109 | 2004-04-07 07:00:00 | 1.174643 | -0.532629 |
| 6110 | 2004-04-07 09:00:00 | -1.362262 | -0.544414 |
| 6111 | 2004-04-07 10:00:00 | -2.087719 | -0.548349 |
| 6112 | rows × 3 columns | | |

분석 - 유속(Ur) & 수송량(Sv)

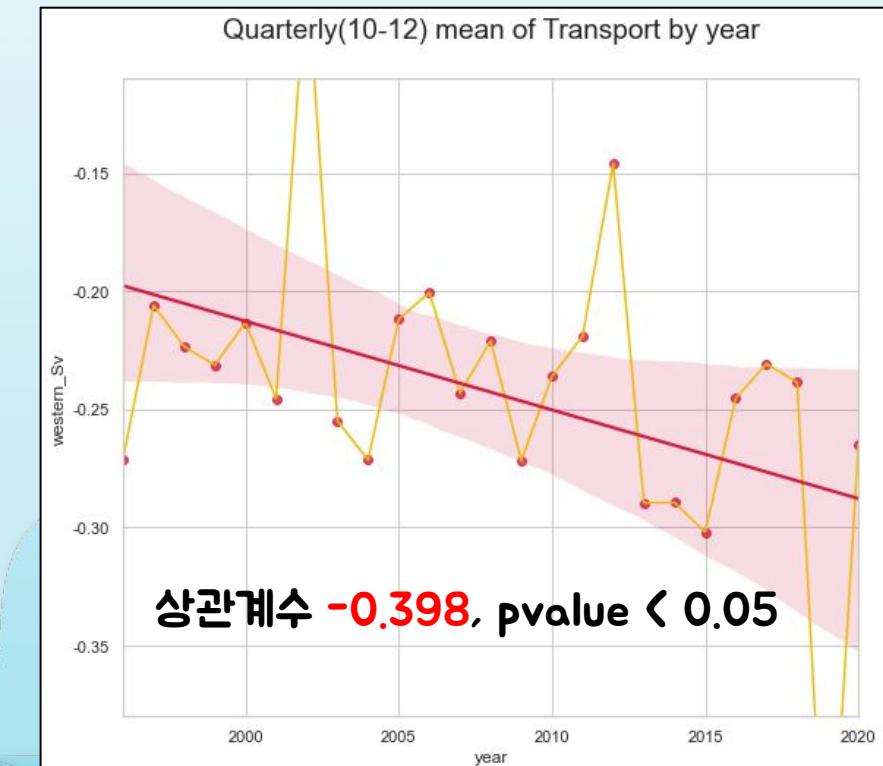


- 수송량 계산식
 $\text{Transport}(Sv) = 0.058 \text{ Ur(cm/s)} - 0.173$
($1Sv = 10^6 \text{m}^3/\text{s}$)
- 상관계수 0.521, pvalue < 0.05

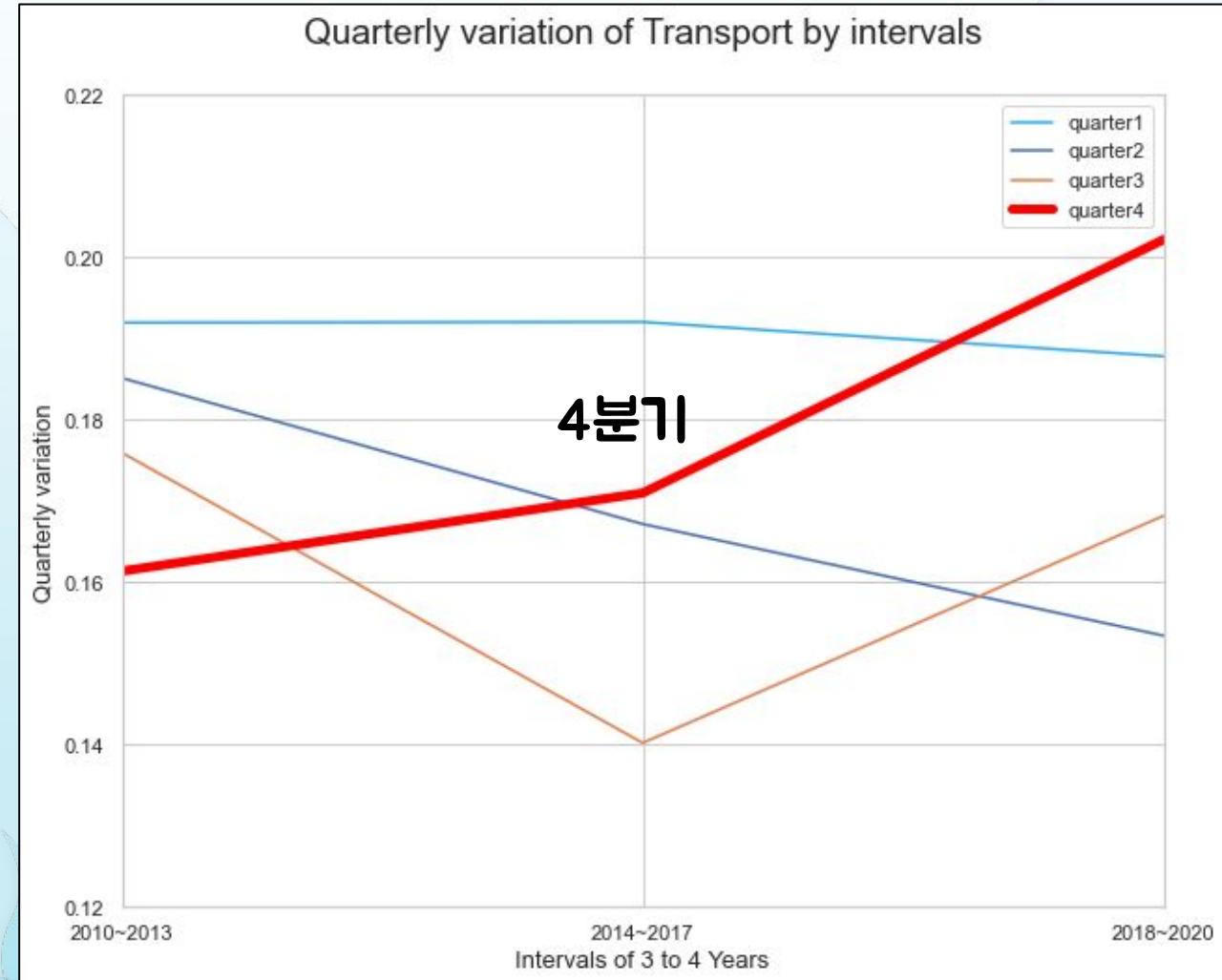
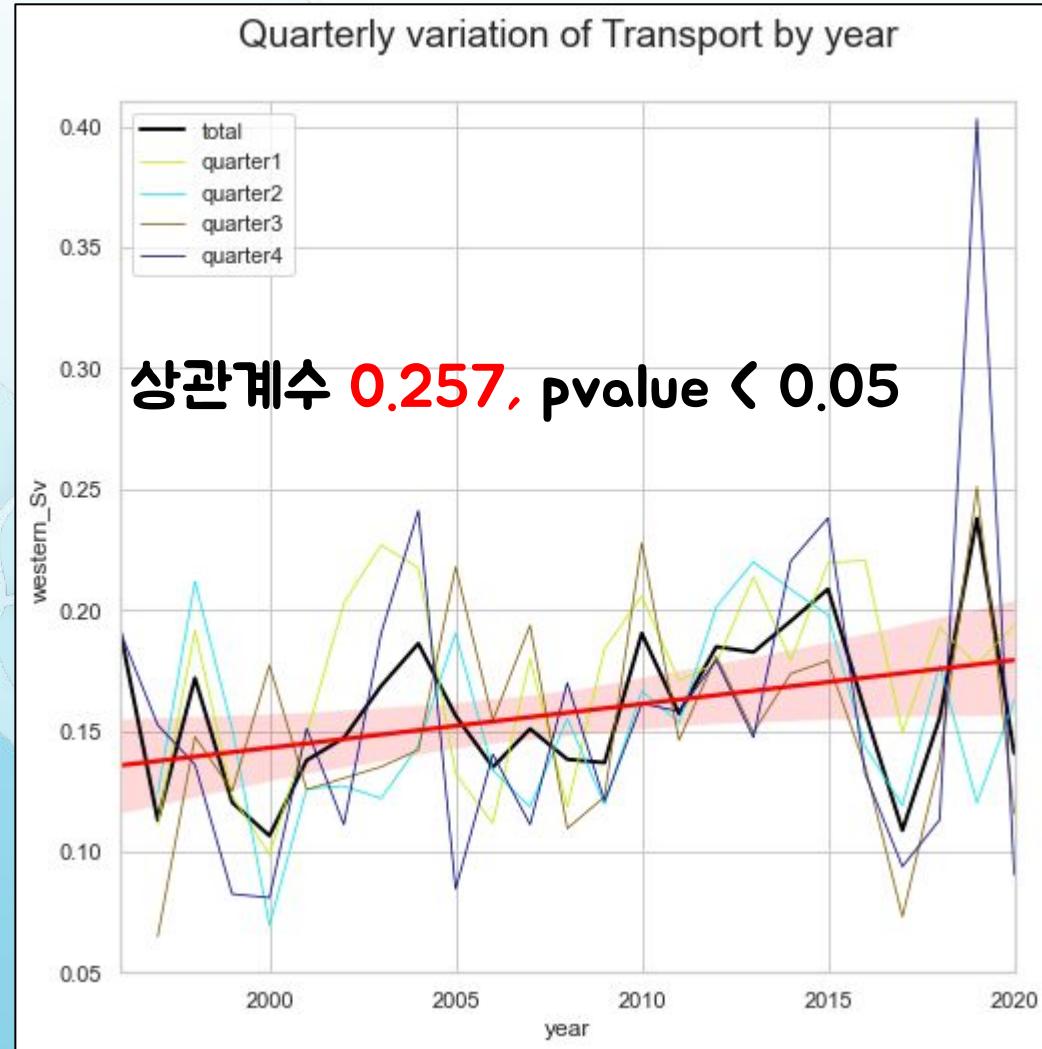
분석 - 남향 수송량 장기 Trend



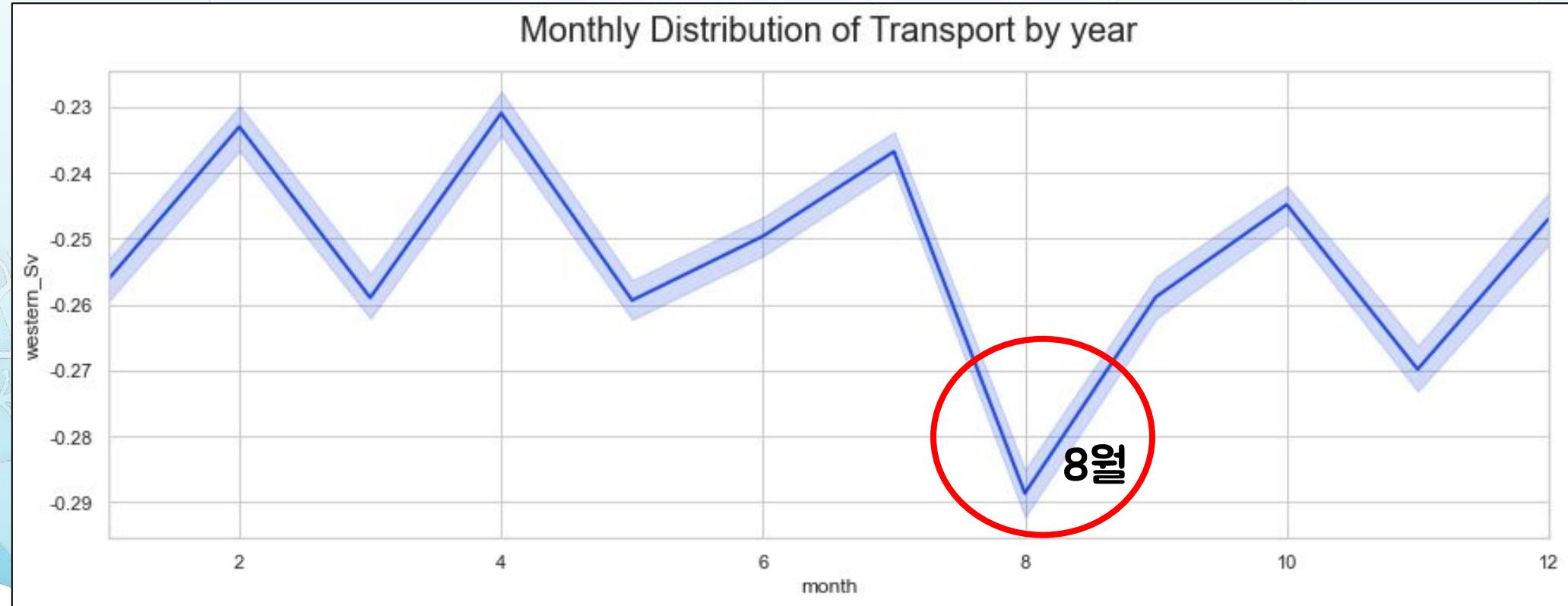
- 1분기: 1~3월
- 2분기: 4~6월
- 3분기: 7~9월
- 4분기: 10~12월



분석 - 남향 수송량 장기 | Trend



분석 - 남향 수송량 장기 추세



분석 - prophet

모델 기법: **Prophet** 시계열 예측 모델

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + e_t$$

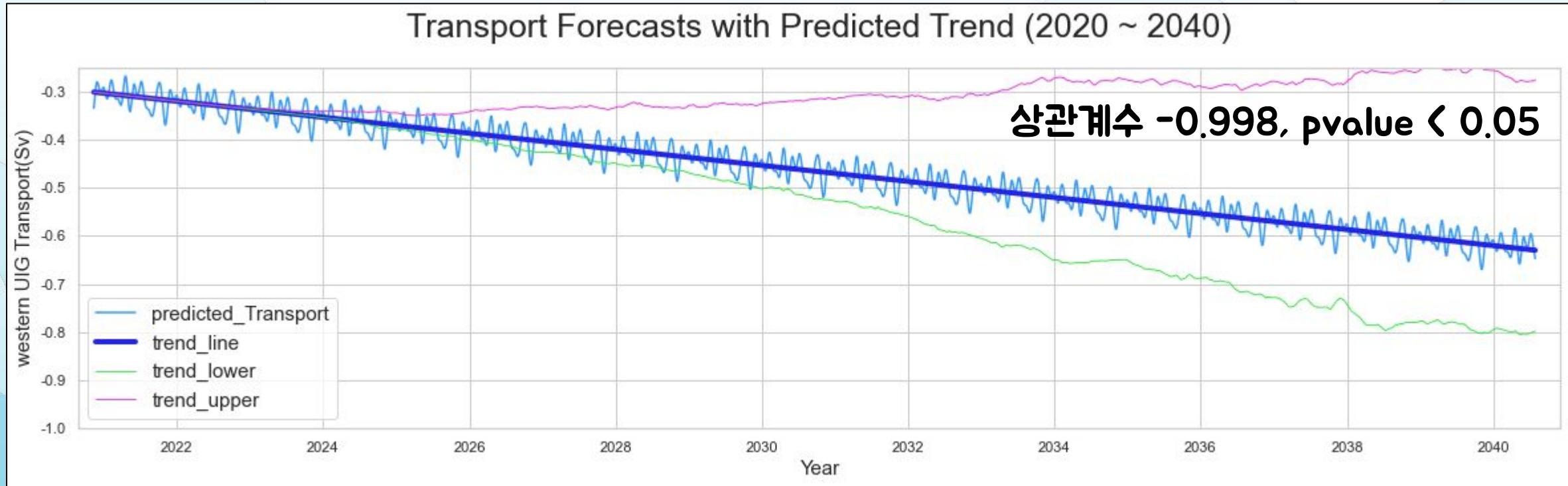
$g(t)$: Trend (주기적이지 않는 변화)

$s(t)$: Seasonality (주기)

$h(t)$: holidays and events (다소 큰 영향을 미칠 수 있는 요소)

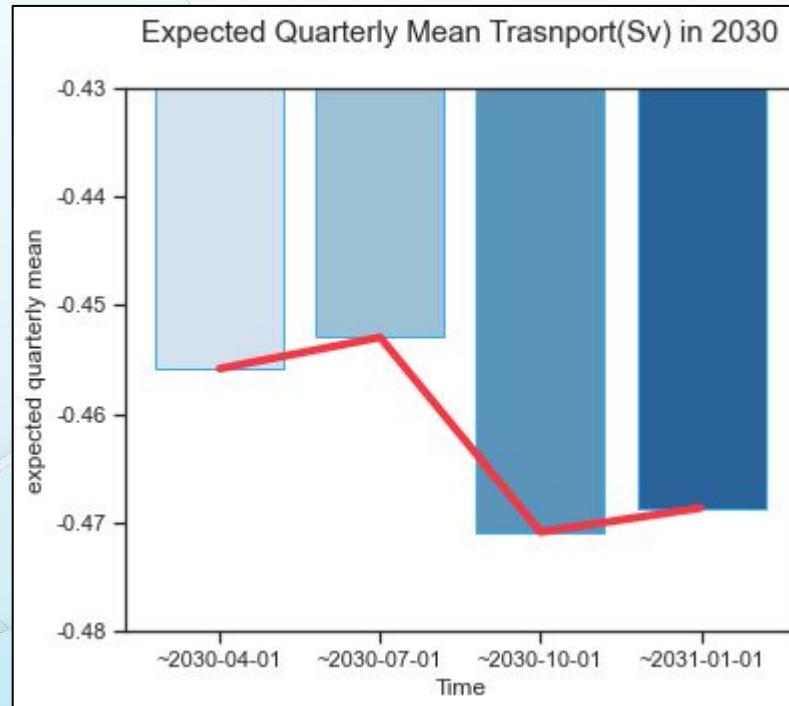
e : error(정규분포라고 가정한 오차)

분석결과 - 남향 수송량 예측 Trend

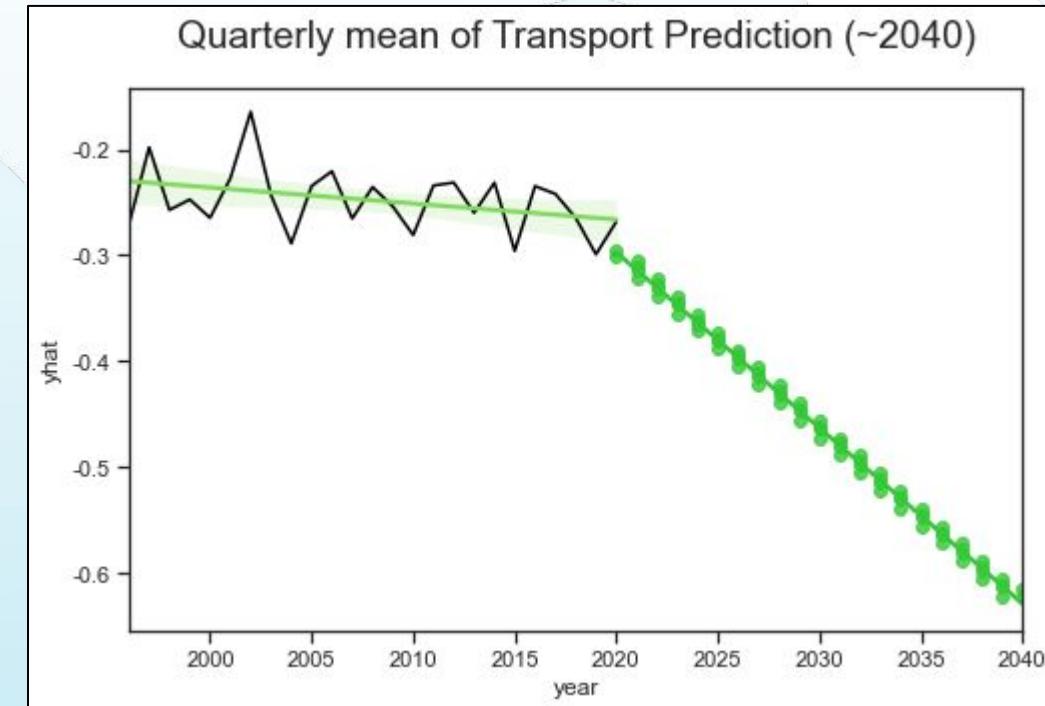


남향 수송량이 점점 증가할 것으로 예측됨

분석결과 - 남향 수송량 예측

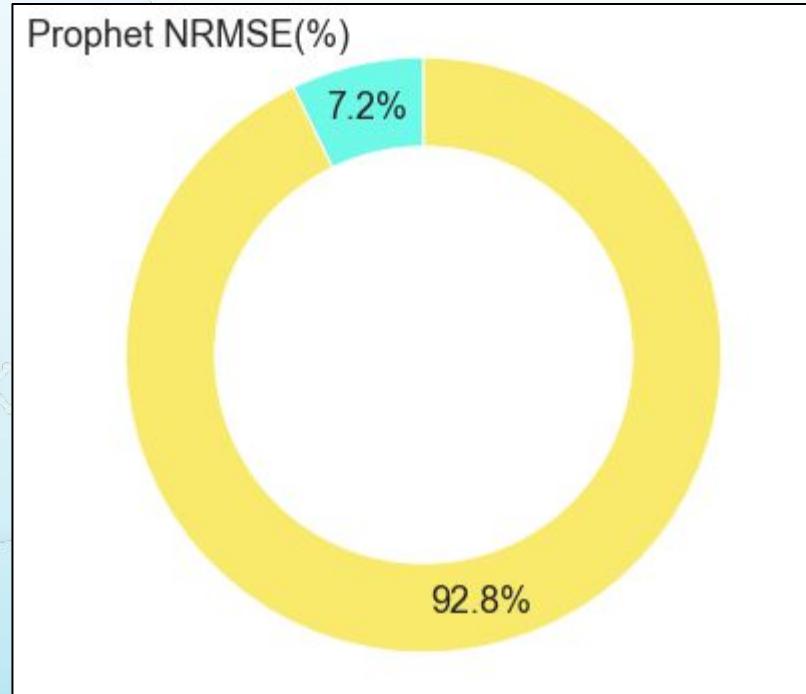


2030년 남향 예측 수송량
(여름에 비해 겨울에 수송량 증가)



1996년 ~ 2040년
(예측 포함) 남향 수송량

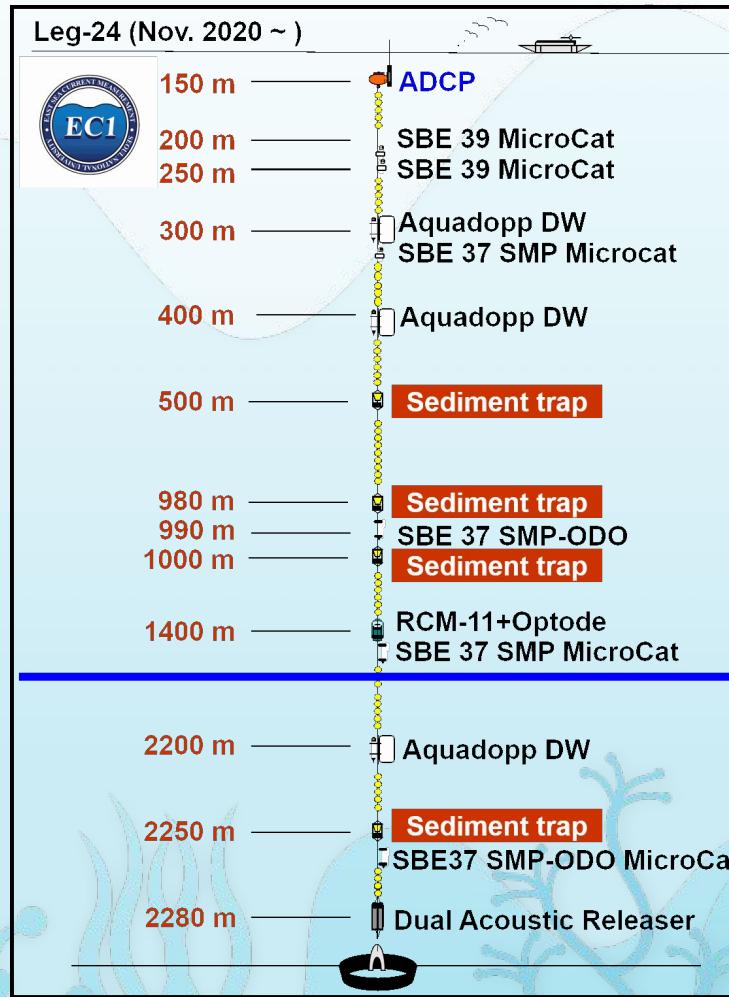
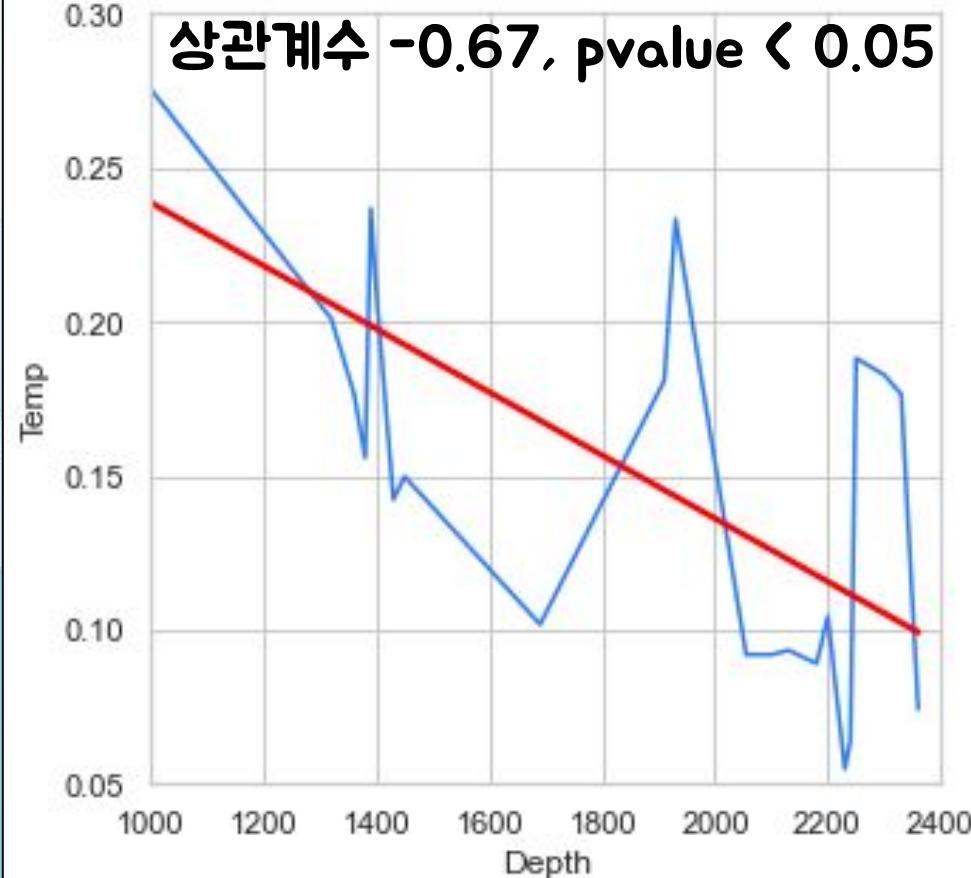
분석결과 - 모델 검증



- RMSE 수치 **0.174**
- NRMSE(%)
: 전체 data range 대비 약 **7.2%**

추가분석 - U3 1500m 심층수온

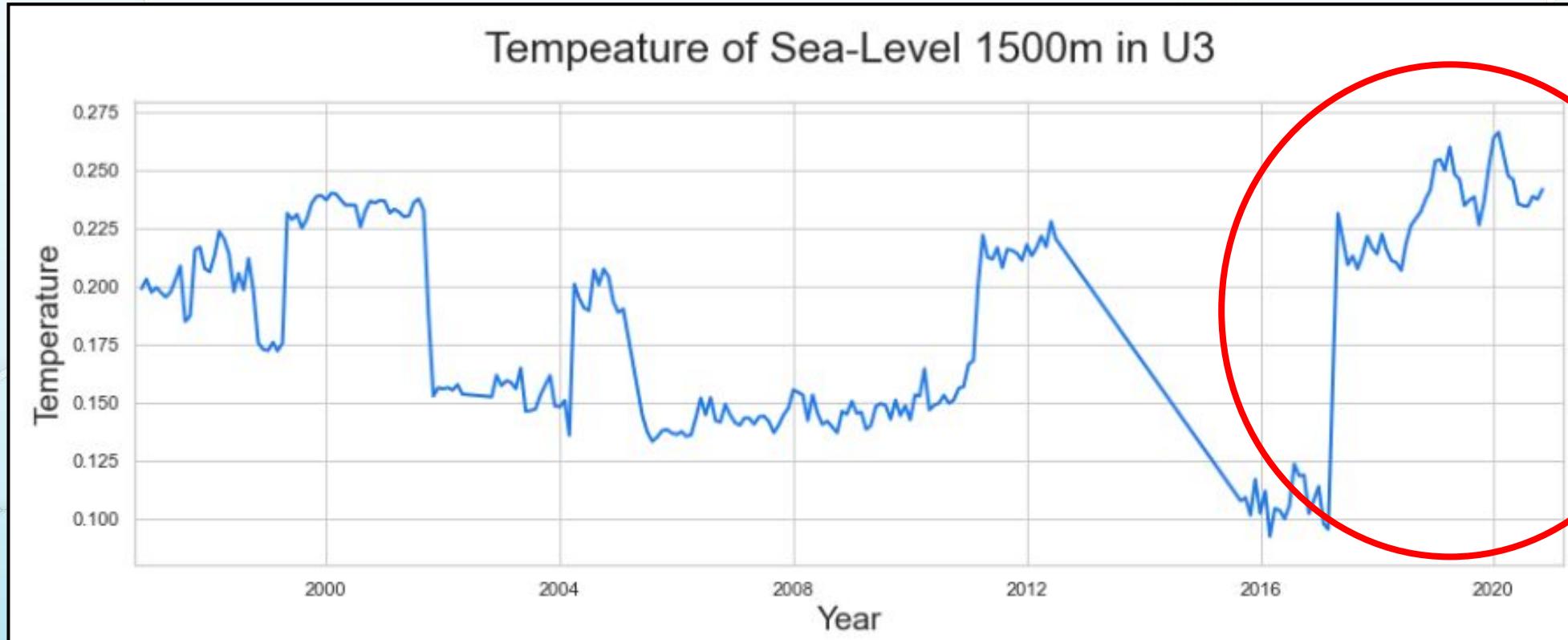
Depth & Temperature Relation at U3



* 1500m 부근 두
깊이 수온사이
선형관계 가정

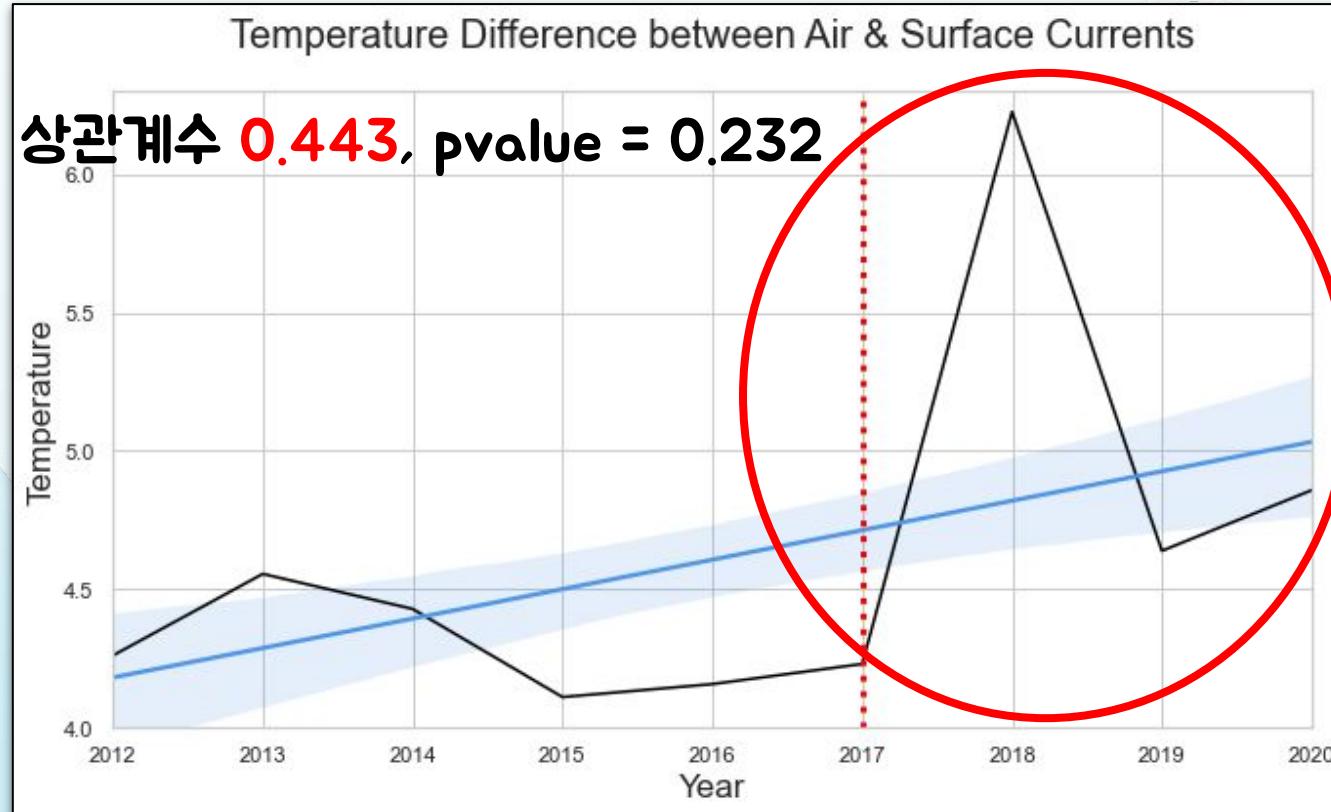
→ 선형관계를
이용한 1500m 수온
예측

분석결과 - U3 1500m 심층수온 Trend



2010년대 후반 심층 수온 증가추세

분석결과 - 표층 수온과 기온 차이 Trend



2010년대 후반 표층수온과 기온 차이 이전 시기에 비해 **증가** 추세

결론 - 1

- 빙하 융해의 증가(선행연구 (1)-2) → 표층수 **수온 하락**
- 해수 냉각 → 염분농도 상승 → **밀도차에 의한 침강 현상 발생**
- 침강 형성 → 심층해류 생성(선행연구 (2)) → 북한한류 영향력 (선행연구 (1)-4) → **남향 수송량의 증가 가능성 증명**

결론 - 2

- 해류속도 = 분기(3months)별 해류 표준편차 (시간 별 변화량)
 - 표준편차의 증가 → 해류속도의 증가
 - 지구온난화 관련 가능성(선행연구 (1)-1)
- 분기별 계절성 입증
 - 수송량 평균, 표준편차 Trend → 약한 상관관계 → 계절성(선행연구 (1)-3)
 - 북한한류 영향 하계에 크나, 동계에 trend 변화 뚜렷(선행연구 (1)-5)
- 최근 4년간(17~20)
 - U3 심층 수온 상승
 - 울릉도 표층수와 기온 차이 증가 → 열 불균형 시사(선행연구(1)-6)
 - 온난화 가능성

참고한 논문 (1)



〈Deep flow and transport through the UIG in the Southwestern East Sea〉

- 수송량 계산 과정 참고
- UB, JB 분지 위치 및 지형 참고
- UIG 해류흐름 및 방향 참고
- 수송량 단위 참고



〈동해 연안(울릉분지)의 최근 10년간 해양변화〉

- 북한한류계수(NKCW), 대마난류계수(TC) 특성 참고



〈동해 심층순환의 계절변화에 대한 수치실험〉

- 계절별 해류특성, 변화 참고
- 울릉도-독도 반시계방향 해류 내용 참고

참고한 논문(2)



〈한국 서해안 표층수 온도와
기온의 상관성 연구〉

- 표층수 및 기온 경향성 참고
- 열 불균형과의 관계성 참고



〈동해 재분석 자료에 나타난
북한한류의 계절 및
경년변동성〉

- 북한한류계수 남하경로 참고
- 북한한류 남하경향성 참고