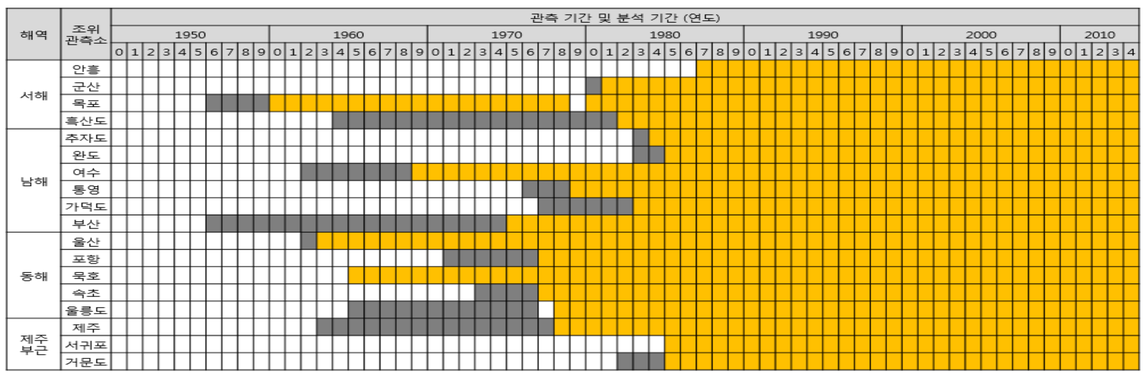
조위 자료 분석을 통한 우리나라 주변 해역 장기 해수면 상승 추세 산정 방법 분석

Chaewook Lim[1], Sang-hoonPark[2], Do-Youn Kim[2], Seung-Buhm Woo[1], SeongEun Kim[2]
Department of Oceanography, Inha Univ.[1], ARA Consulting&Technology[2]

Introduction

• 해수면 상승 추세 산정은 분석기간, 선형 회귀식, 장주기 및 단주기 제거 방법 등 분석 방법에 따라서 달라질 수 있음.
• 본 연구에서는 이러한 요인들을 고려하여 해수면 상승 추세 산정에 가장 적합한 방법을 찾고자 함.

Data



• 국립해양조사원 실시간 해양관측 정보시스템(Korea Ocean Observing and Forecasting System, KOOFS)에서 제공하는 매시간별 조위 관측 자료 이용.
• 우리나라의 관측소 중 관측기간이 20년 이상인 관측소를 선정한 결과 18개소 (안흥, 군산, 목포, 흑산도, 추자도, 완도, 여수, 통영, 가덕도, 부산, 제주, 서귀포, 거문도, 울산, 포항, 묵호, 속초, 울릉도)가 선정.
• 1시간 조위 자료에서 (1)자료가 없는 경우와 (2)"0"값이 연속으로 2시간 이상 나타난 경우에 결측 되었다고 판단.
• 결측 자료를 보간 하기 위하여 PSMSL(Permanent Service of Mean Sea Level)에서 제공하는 조화 분석 프로그램(PSMSL, 1999)인 TASK-2000(Tidal Analysus Software Kit 2000)을 사용하여 산출된 조화 상수를 이용하여 보간.
• 매 1년간 자료를 조화 분해하여 62개 조화 상수를 산출한 후, 당해년도 조화 상수의 예측 조위로 결측 자료를 대체. 만약 결측 자료가 1개월 이상이면 전년도 조화 상수를 이용하여 예측 조위를 산출.

분석 방법 1 : 기존 방법

(1)각 지점의 시간별 조위 자료에서 매 1년 자료를 분리하여 결측 자료 보간
(2)보간된 자료를 이용하여 월평균 해수면 산출
(3)월별 평균해수면을 누년 평균하여 계절 주기 산출
(4)월별 평균해수면에서 계절 주기를 제거한 월평균해수면 자료 산출
(5)선형회귀식을 이용한 해수면 상승률 산출

분석 방법 2 : 장주기 분조를 이용한 계절 변동 제거

(1)각 지점의 시간별 조위 자료에서 매 1년 자료를 분리하여 결측 자료 보간
(2)보간된 자료를 이용하여 월평균 해수면 산출
(3)Sa(태양년주조), Ssa(태양년반주조) 이용하여 계절 주기 산출
(4)월별 평균해수면에서 계절 주기를 제거한 월평균해수면 자료 산출
(5)선형회귀식을 이용한 해수면 상승률 산출

분석 방법 3 : 단기 변화 제거

(1)각 지점의 시간별 조위 자료에서 매 1년 자료를 분리하여 결측 자료 보간
(2)보간된 자료를 이용한 62개 조화상수 산출
(3)예측 조위 산출
(4)잔차 성분 산출(매시별 관측 조위 – 예측조위)
(5)이상해면 : 매시별 잔차 성분이 3σ이상 자료
(6)매시간별 관측 조위에서 이상 해면 제거
(7)매시간별 조위 자료를 이용하여 월평균 해수면 산출
(8)월별 평균 해수면을 누년 평균하여 계절 주기 산출
(9)월별 평균 해수면에서 계절 주기를 제거한 월평균 해수면 자료 산출
(10)선형회귀식을 이용한 해수면 상승률 산출

분석 방법 4 : 분석 기간 재설정(기본 수준면 결정 이후)

(1)각 지점의 시간별 조위 자료에서 매 1년 자료를 분리하여 결측 자료 보간
(2)보간된 조위 자료를 이용하여 월평균 해수면 산출
(3)월별 평균해수면을 누년 평균하여 계절 주기 산출
(4)월별 평균해수면에서 계절 주기를 제거한 월평균해수면 자료 산출. 단, 각 조위 관측소의 기본수준면(Datum Level) 결정 이후의 관측자료를 이용.
(5)선형회귀식을 이용한 해수면 상승률 산출

지점	관측 개시	DL 산정 기간
안흥	1986.10	86.12~87.12
군산	1980.02	80.03~82.04
추자도	1983.10	83.12~84.12
울산	1962.09	74.01~77.01
묵호	1965.02	65.07~66.07
울릉도	1965.09	82.06~82.09

분석 방법 5 : 분석 기간 재설정(동일기간)

(1)각 지점의 시간별 조위 자료에서 매 1년 자료를 분리하여 결측 자료 보간
(2)매 시간별 조위 자료를 이용하여 월평균 해수면 산출
(3)월별 평균해수면을 누년 평균하여 계절 주기 산출
(4)월별 평균해수면에서 계절 주기를 제거한 월평균해수면 자료 산출. 단, 기본수준면 결정이 가장 늦은 안흥 조위관측소를 기준으로, 그 이후(1989~)의 자료를 이용
(5)선형회귀식을 이용한 해수면 상승률 산출

결과

(단위 : mm/yr)

해역	방법 1	장주기 성분 제거 (방법2)	이상해면 제거 (방법3)
서해	1.31	1.32	1.31
남해	2.05	2.06	2.05
제주	4.56	4.56	4.56
동해	2.69	2.68	2.69

• 1년 조화 분석을 통한 장주기 성분인 Sa, Ssa 성분으로 매시별 자료를 산출하여 계절 주기를 제거해 주는 방법(방법 2)과 월평균 해수면에 영향을 미칠 것으로 예상되는 단기 이상해면을 제거하는 방법(방법 3)을 적용한 결과 기존의 방법(방법1)과 차이를 보이지 않음.
• 두 방안 모두 해수면 상승률에는 크게 영향이 미비한 것으로 나타남.

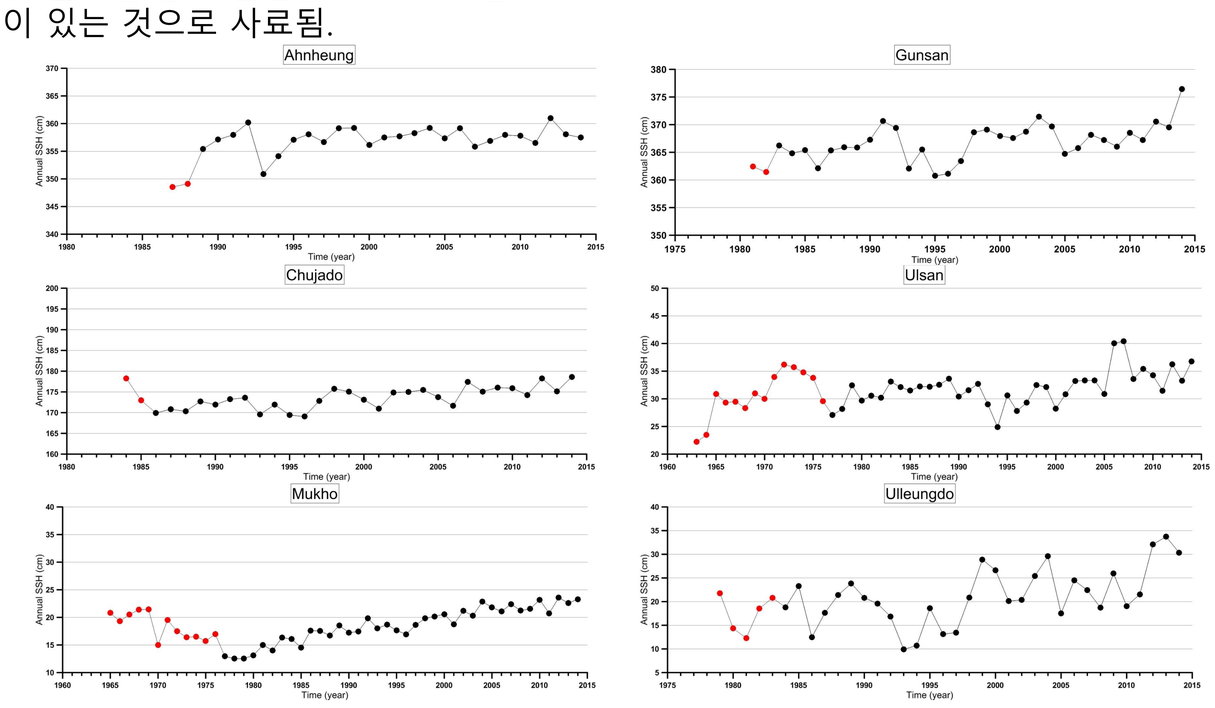
(단위 : mm/yr)

해역	지점명	방법 1	분석 시점 변경 (방법 4)	증감 (방법 1 → 방법 4)
서해	안흥	1.89	0.86	-1.03
	군산	1.97	1.76	-0.21
남해	추자도	1.62	2.29	0.67
동해	울산	1.08	1.47	0.39
	묵호	1.06	2.75	1.69
	울릉도	2.77	3.30	0.53

(단위 : mm/yr)

해역	지점명	방법 1	동일기간 (´89~´14) (방법 5)	증감 (방법 1 → 방법 5)
서해	안흥	1.89	0.86	-1.03
	군산	1.97	1.91	-0.06
	목포	1.23	3.19	1.96
	흑산도	0.15	-1.11	-1.26
	평균	1.31	1.21	-0.10
남해	추자도	1.62	2.25	0.63
	완도	1.42	1.30	-0.12
	여수	1.72	0.53	-1.19
	통영	2.01	1.68	-0.33
	가덕도	2.94	3.70	0.77
	부산	2.59	2.40	-0.19
	평균	2.05	1.98	-0.07
제주 부근	제주	5.70	6.36	0.66
	서귀포	3.73	2.66	-1.07
	거문도	4.25	3.89	-0.36
	평균	4.56	4.30	-0.26
동해	울산	1.08	2.57	1.49
	포항	5.82	8.13	2.31
	묵호	1.06	2.32	1.26
	속초	2.71	2.61	-0.10
	울릉도	2.77	4.74	1.97
	평균	2.69	4.07	1.39
전체 평균		2.48	2.78	0.30

• 기본수준면 결정 기간 이후(방법4)의 자료를 사용하여 해수면 상승률 산출 결과, 안흥 조위관측소에서 상승률이 1.86 mm/yr에서 0.86 mm/yr로 감소. 추자도, 울산, 묵호, 울릉도에서 해수면 상승률은 각각 0.68, 0.40, 1.69, 0.68 mm/yr 증가. 이와 같은 결과는 선형회귀분석의 특성으로 분석 시점의 선정과 입력 자료의 신뢰성이 중요함을 나타내는 결과로 판단됨.
• 각 조위관측소 별 동일 기간(1989~2014, 방법 5)에 해수면 상승률을 산출 결과, 제주 부근과 동해에서 평균 4mm/yr 이상의 높은 해수면 상승률을 나타내고 있으며 서해 및 남해 해역은 2 mm/yr 이하의 상대적으로 낮은 해수면 상승률을 나타냄. 포항, 제주, 울릉도, 가덕도의 해수면 상승률이 인근 지점에 비해 큰 상승률을 나타내고 있다. 이러한 결과에 대해 지역적 특성, 공사 이력 등 면밀한 분석을 통해 원인을 파악해야 할 필요성이 있는 것으로 사료됨.



• 위 그림은 기본수준면 결정 기간 이후(방법4)의 자료를 사용하여 해수면 상승률 산출 결과. 빨간색으로 표시된 부분이 기본수준면 결정 기간 이전으로, 자료 포함 여부에 따라 상승률 분석시 상이한 결과를 보임.

Conclusion

• 장기 해수면 상승 추세 산정의 적합한 방법을 찾고자 5가지 방법을 적용함
• 국립해양조사원 실시간 해양관측 정보 시스템의 조위 자료를 이용하여 결측 자료를 보간하여 분석
• 계절주기를 제거 하는 방법(방법2, 방법3)은 기존의 방법(방법1)과 차이를 보이지 않았음
• 분석시점은 달리하여 분석한 결과(방법4, 방법5)는 기존의 방법(방법1)과 상이한 결과를 보임
• 울릉도,포항 등이 최근의 상승률이 급격하게 나타나고 있는데, 이에 대해서는 추후 연구가 필요함