

대기물리 분과 [P-043]

# 방출률 변화를 물리적으로 고려한 해수면 온도 산출 방법 개발: SLSTR을 이용한 새로운 접근

강다현<sup>1,2</sup>, 이상무<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 지구환경과학부

<sup>2</sup>서울대학교 지구과학교육과

<sup>3</sup>서울대학교 과학데이터혁신연구소

해수면 온도는 대기와 해양 간 상호작용을 이해하는 데 핵심 요소로, 정확한 해수면 온도 자료는 현재의 기상 현상뿐 아니라 미래의 기후를 예측하는 데 중요하게 활용된다. 인공위성 기반 해수면 온도 자료는 다중채널휘귀분석법(MCSST; Multi-channel Sea Surface Temperature)에 기반하며, 이 방법에서는 해양의 표층 온도를 여러 위성 관측 채널 사이의 휘도 온도 차이로부터 다중회귀식을 도출한다. 하지만 해당 방법은 해수의 탁도에 따른 방출률의 변화를 무시하기 때문에, 탁도가 높은 해수나 연안 지역 등에서 큰 오차가 발생할 수 있다. 따라서 해당 지역에서는 해수의 방출률을 정밀하게 계산하여, 해수면 온도 측정의 정확도를 높이는 것이 필요하다.

본 연구에서는 극궤도 위성인 Sentinel-3A에 탑재된 복사계인 SLSTR (The Sea and Land Surface Temperature Radiometer)의 Level-1B 자료 중 대기의 창(10.8- $\mu\text{m}$ ) 채널의 복사로 산출한 굴절률에 기반하여 해수면 온도를 계산했다. 이때 해수면에서 방출된 복사는 대기를 통과하면서 수증기 등의 미량 기체에 의해 감쇄되므로, 복사전달모델인 RTTOV (Radiative Transfer for TOVS)로부터 산출한 대기 상향 복사 및 투과율 자료를 이용해 위성 관측 복사를 보정하였다. SLSTR은 근직하점 관측과 사선 관측을 동시에 수행하는 이중 뷰 방식으로 관측을 수행한다. 방출률은 특정 온도에서 물체가 방출하는 복사 휘도와 흑체 복사의 비로 정의되므로, 서로 다른 관측각에서의 방출률의 비는 곧 서로 다른 관측각에서의 복사 휘도의 비와 같다. 해수에서 반사도와 방출률의 합은 1에 매우 가까우며, 프레넬 방정식에 따라 반사도는 두 매질의 굴절률과 입사각에 대한 함수임을 이용하면 해수의 굴절률을 수치적으로 계산할 수 있다. 이렇게 산출한 굴절률은 특정 관측각에서의 방출률을 구하는 데 활용되고 최종적으로 해수면 온도를 계산하는 데 쓰인다.

산출된 해수면 온도의 정확도를 검증하기 위해, 2023년 3월부터 2025년 2월까지 2년간 한반도 주변 해역의 해수면 온도를 계산하여 이를 해양부이의 해수면 온도와 비교하였다. 총 531개의 일치점 자료에 대해, 해당 알고리즘을 통해 산출한 해수면 온도와 해양부이 해수면 온도 사이의 편차가 0.283 K, 평균 제곱근 오차가 0.601 K, 결정계수가 0.993으로 나타났다. 기존 해수면 온도 산출물과 해양부이 해수면 온도 사이의 편차가 -0.364 K, 평균 제곱근 오차가 0.821 K, 결정계수가 0.987임을 고려하면, 해당 방식은 한 파장의 복사만을 활용함에도 불구하고 기존 해수면 온도 산출물에 준하는 높은 정확도를 보였다. 추가적으로 본 연구에서 제시한 방법을 통해 굴절률을 산출할 수 있으므로, 해수 오염물질 탐지 등으로의 추가 활용성도 기대된다.

**Keywords:** Sentinel-3A/SLSTR, 해수면 온도, 해수 방출률, 이중 뷰 관측

※ 이 연구는 한국연구재단 과학기술분야 기초연구사업 (RS-2023-00211218) 지원으로 수행되었습니다.