

# 대기복사식을 이용한 남한지역 순 장파복사량의 추정 Estimation of Net Longwave Radiation in South Korea using Stefan Boltzmann Equation

김현우<sup>1)</sup>·황교택<sup>2)</sup>·최민하<sup>3)</sup>  
Kim, Hyun Woo·Hwang, Kyotaek·Choi, Minha

순 장파복사량은 지표면으로 입사되는 하강 장파복사량(Downward Longwave Radiation,  $R_{ld}$ )과 지표면에서 반사되는 상승 장파복사량(Upward Longwave Radiation,  $R_{lu}$ )의 차이로 정의되는데 이는 에너지 수지 및 농업기상 연구의 중요한 주제 중 하나로서 다루어져 온 순복사량의 중요한 요소이다. 일반적으로  $R_{lu}$ 의 경우 지표면 온도와 방사율(emissivity)를 이용하여 산출되므로 정확히 추정이 가능하나,  $R_{ld}$ 의 경우 대기 최상층에서 관측되는 방사량과 지표면 근처의 방사량을 함께 고려해야 하므로 실측이 어렵다.  $R_{ld}$ 는 야간 복사계(pyrgometer)를 이용하여 직접적으로 측정할 수 있지만 관측 기기 자체가 구비되어있는 관측소가 적어 매우 드물게 이용된다. 또한 단파 복사 에너지 측정 기기에 비해 비용이 많이 들고 종종 관측값이 큰 오차를 가지고 있기 때문에 실무에 적용하기 힘든 단점이 있다. 따라서 기상 관측소에서 얻어지는 증기압과 온도 관측치를 물리식, 경험식 등에 적용하여 산정하게 된다. 현재는  $R_{ld}$ 의 추정은 관측된 방사량간의 관계를 나타내는 경험식을 기반으로 지표면 근처의 대기 온도와 습도를 이용하여 산출하는 방법이 널리 사용되고 있다. 본 연구에서는 증발산 산정 알고리즘 개발의 시발점으로써  $R_{ld}$ 를 먼저 구하고  $R_{lu}$ 를 구하였다. 신뢰성 높은 방법을 이용하여  $R_{ld}$ 를 구하게 되면 정확도 높은  $R_N$ 을 구하는 데 기여할 수 있으며, 궁극적으로 보다 정확한 증발산을 산정할 수 있게 된다.  $R_{ld}$ 는 일반적으로 clear sky 조건 하에서의 복사 에너지 플럭스( $R_{ldc}$ )를 구한 후 구름의 양에 따라 보정한다. 하강 장파복사량의 경우 널리 사용되는 공식 중 하나인 Brutsaert의 공식을 사용하였다. 광릉, 해남 에 위치한 플럭스 타워지점에서 실측된 기온과 실제 수증기압을 입력인자로 사용하여 지점별  $R_{ldc}$ 를 먼저 구하고 Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer(MODIS) 영상자료를 이용하여 검증한 뒤 최종적으로 남한지역을 대상으로 순 장파복사량 지도를 작성하였다. 이를 위해 MODIS 07 대기 프로파일 산출물(Atmospheric Profile Product)중 기온 및 이슬점온도를 추출하여 산정식의 입력자료로서 사용하였다. 상승 장파복사량의 경우 MODIS 11 지표면 온도 산출물(Land Surface Temperature product)를 이용하여 산정하였다. 이는 남한 지역의 증발산량 추정 및 에너지 수지 연구를 위한 중요한 기본 자료로서 유용하게 사용될 수 있으리라 사료된다.

핵심용어 : 순장파 복사량, MODIS, Stefan Boltzmann equation

---

1) 한양대학교 건설환경공학과 연구교수·(E-mail : k4ecohydro@hanyang.ac.kr)  
2) 한양대학교 건설환경공학과 석사과정  
3) 정회원, 한양대학교 건설환경공학과 조교수(교신저자)