

PC9) 식생군락모형실험에 의한 토양-식생-대기 다층모델의 검토

Verification of Multilayer Soil-Plant-Atmosphere Model by Soil and Vegetation Canopy Model Experiment

김유봉 · 김동국 · 정상철 · 정정조 · 이화운¹⁾ · 라덕관
 순천대학교 환경공학과, ¹⁾부산대학교 대기과학과

1. 서 론

지표면 부근의 미기상은 인위·자연적인 지표면의 변화에 따른 복잡한 잠열 및 현열의 수송 변화에 의해 매우 크게 의존하며, 특히 식생이 존재하는 조건에서 미기상은 매우 복잡한 메커니즘을 형성한다. 이러한 미기상학적 변화를 예측하기 위해서는 대기, 식생 및 토양간의 운동량, 열 및 수분의 유송관계를 보다 정확히 재현할 수 있는 모델이 필요하다. 본 연구에서는 토양-식생-대기간의 복합계 내에서의 수, 열, 운동량 및 그 외의 관련된 물리량의 거동을 나타내는 상세한 연직 1차원의 토양-식생-대기 다층 모델(Multilayer Soil-Plant-Atmosphere Model)을 구축하여 옥외에서 모형실험의 관측결과를 이용하여 이 모델의 타당성을 검토하였다.

2. 토양-식생-대기 다층모델의 개요

토양-식생-대기다층모델의 개념도는 그림 1에 표시하였다. 본 모델에서의 대기의 기초방정식에 식생 저항, 식생과 대기간의 현열 및 잠열플럭스가 고려하였다. 식생내부에서의 난류에너지가 과대평가되기 쉬운 문제를 해결하기 위하여 식생요소에 의한 난류길이장의 감소에 따른 난류소산의 증가에 관한 계수를 난류소산율방정식에 고려하였다. 식생canopy내의 방사모델은 2-Stream 모델을 적용하였고, 토양내부에 관한 기초방정식은 열유송방정식, 수증기유송방정식, 수분유송방정식으로 구성되어있으며, 토양 내에서의 식생에 의한 수분 흡수는 식생의 증산량과 동일하다고 가정하였다.

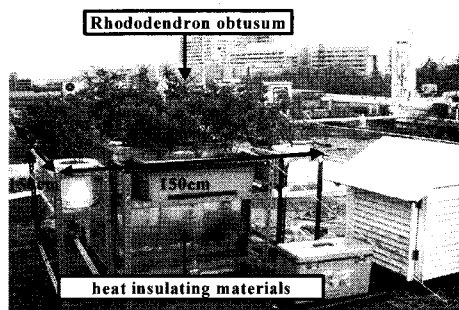
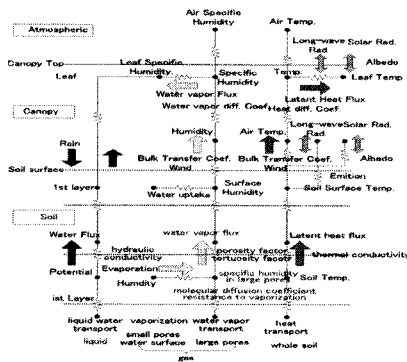


Fig. 1. Schematic Diagram of Multilayer Soil-Plant - Atmosphere Model.

Fig. 2. Photograph of the Experimental Apparatus.

3. 모형실험의 개요

토양칼럼(φ20cm, L65cm)에 모래16%, 실트 33.8%, 점토 50.2%의 토양시료를 균일하게 충전하여, 철축을 식재하였다. 칼럼상단에서만 열, 수분교환이 가능하게 하고 그 외는 단열처리하였다. 열 및 수분센서를 토양내부에 삽입하여 토양 중의 수분 및 온도를 연속측정을 하였다. 컬럼하단에 중량계를 설치하여 지표면과 식생증발산량의 변화를 연속 측정하였다. 대기 중의 온도, 풍속, 일사량, 장파방사, 습도를 임의

높이에서 연속측정하였다. 전체의 사진은 그림 2에 제시하였다. 실험기간은 2002년 10월 25일부터 2003년 10월 1일까지 행하였다.

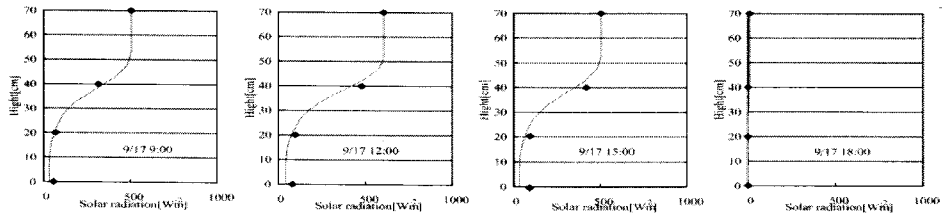


Fig. 3. Vertical distribution of solar radiation within and above vegetation canopy.

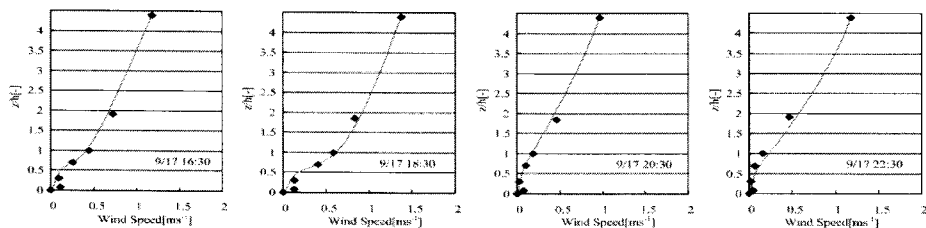


Fig. 4. Vertical distribution of wind speed within and above vegetation canopy.

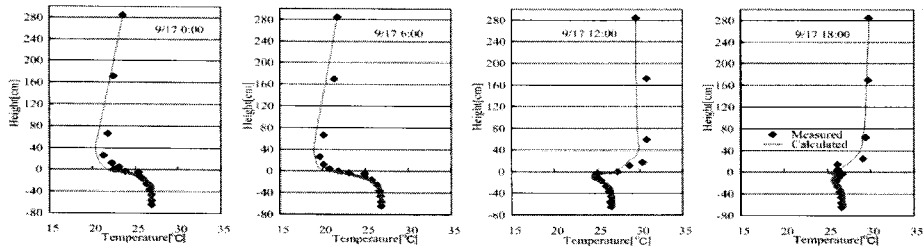


Fig. 5. Vertical distribution of potential temperature within and above vegetation canopy.

4. 계산조건

Mesh는 대기부분(275cm) 17층, 식생부분(55cm) 14층, 토양부분(65cm) 65층으로 불균일간격으로 분할하였다. 토양 파라메타(Matrix Potential, 투수계수, 열확산계수)와 식물의 특성(뿌리의 건조밀도, LAI, 기공저항계수)은 실내실험에서 행하여, 그 결과를 모델화하였다. 대기상단부(외부기온, 풍속, 비습, 일사량)과 토양 최하단의 실측치를 경계조건으로 고려하였다.

5. 결과 및 고찰

일사의 실측 및 계산결과를 보면, 일사량은 식생의 최상단부 55cm부터 감소하기 시작하여, 일면적지수(LAI)가 가장 많이 분포한 부분 20~40cm의 지점에서 급격히 차단되는 것을 알 수 있다. 풍속의 결과를 살펴보면, 일면적지수(LAI)가 가장 많이 분포한 부분 20~0cm의 지점에서에서 20~40cm의 지점에서 가장 약해지고, 상단으로 갈수록 풍속구배가 매우 크게 나타나는 것이 관측되었고, 이러한 커다란 풍속 구배에 의해 식생상단부에서 난류가 매우 크게 발달하고 있음을 알 수 있다. 일중에는 식생으로부터 현열플럭스를 발산하기 때문에 LAI가 큰 부분에서 온도가 높게 관측되었지만, 야간에는 대기 중의 열을 식생에 의해 열을 흡수하기 때문에 LAI가 큰 부분에서 온도가 낮게 나타나는 것이 관측되었다. 일반적으로 식생이 존재하지 않은 조건에서는 일반적으로 지표면부근은 매우 강한 대기의 불안정이 형성되지만, 식생이 존재함으로써 식생내부는 대기의 안정이 형성되며 식생의 상단부터는 다소 약한 불안정조건

이 형성하고 있는 것이 관측되었다. 모델에 의해 이러한 현상이 잘 재현되었음을 알 수 있다.

6. 결 론

본 연구에서는 대기-식생-토양 복합계 내의 수분, 열, 운동량 등의 물리량의 거동을 상세히 묘사된 모델의 타당성을 검토하기 위하여, 옥외모형실험에서 식생 Canopy 내외의 특유한 미기상적 특성을 관측하여 관측결과, 식생이 존재하지 않는 조건에서의 미기상과는 달리 특유한 미기상 현상을 관측할 수 있었다. 특유한 미기상 현상은 모델에 의해 재현성이 매우 잘 되었다

참 고 문 헌

- Kondo, J. and N. Saigusa (1994) Modeling the Evaporation from Bare Soil with a Formula for Vaporization in the Soil Pore, J. Meteor. Soc. Jpn., 72, 413-412.
- Liu, L., J.M. Chen, T.A. Black, and M.D. Novak (1996) E- ϵ modeling of turbulent air flow downwind of a model forest edge, Boundary-Layer Meteorol., 77, 21-44.