

LEACHN을 이용한 경작지의 질소 유출 평가

Assessment of Nitrate Leaching from Cultivated Land by LEACHN

정영욱* · 김미정** · 오동식*** · 박재우****

Jung, Young Wook · Kim, Meejeong · Oh, Dong Sik · Park, Jae Woo

Abstract

LEACHN is the computer simulation model which can be used to simulate field-scale N transformations and movement and has three organic pools (plant residue, manure, and soil humus), three inorganic pools (urea, nitrate and ammonium) and plant. Pot experiment operated May to October in 2004. LEACHN simulated the nitrogen movement and transformation in soil using method of PEST and trial and error.

key words : LEACHN, Nitrate, Model, PEST

LEACHN은 식물체의 잔류물, 퇴비, 부식질의 세 개의 유기물원과 비료, 질산염, 암모늄의 세 개의 무기질 원 그리고 식물체사이에서의 질소의 변화 및 이동을 관찰하는 모델이다. 2004년 5월부터 10월 동안 pot 실험을 통해 얻은 자료를 바탕으로 trial and error 방법과 PEST를 이용한 방법을 사용하여 LEACHN를 시물레이션 하여 국내 토양 내의 질소의 이동을 관찰하였다.

1. 서 론

현재 국내는 농작물의 생산량을 증가시키기 위해 화학 및 유기 비료를 통하여 토양의 영양분을 보충하고 있다. 그러나 필요 이상의 비료는 근부 지역을 지나서 지하수나 지표수로 흘러들어간다. 전국적인 지하수 관측 프로그램인 KGWQMN(Korean Groundwater Quality Monitoring Networks)에 따르면 질산염은 국내 지하수에서 측정되는 주요 오염물 중에 하나이다. 따라서 농경지 지역에서의 지하수내 질산염의 원인에 대한 연구나 축산지역에서의 지하수의 오염물질의 분석에 대한 연구가 점점 증가하고 있다. 하지만 지하수의 수질과 질산염의 표면 부하의 관계에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았다.

지하 토양 및 근부 지역을 통한 질산염의 침출에 대한 예측을 하기 많은 컴퓨터 모델 프로그램들이 개발되어 지고 사용되어 졌다. 모델은 복잡함의 단계와 개념적인 접근 속에서 변화하며, 변수들을 입력한다. 토양과 식물, 지하수 내에서 질소는 수많은 상호 작용과 변화를 수반하고 있기 때문에 매우 복잡한 거동을 가지고 있다. 컴퓨터 모델 프로그램은 토양에서 지하수로 들어가는 물과 그에 포함된 질소의 이동을 이해하는데 매우 유용하게 사용되고 있다.

LEACHN은 매우 복잡하지 않으며 입력할 자료가 있는 특성을 가진 불포화성 토양에서 현장크기에서의 질소 변화와 이동을 시물레이션에 사용된다. LEACHN에서 세 개의 유기물원은 C:N 비와 분해율에 의해 정의되어 지는 식물체의 잔류물 및 퇴비, 부식질로 가정되어 진다. 무기물 질소원으로는 비료, 질산염, 암모늄이 있다. LEACHN은 질산·탈질화뿐 아니라 암모니아의 휘발, 무기고정화, 식물의 흡수, 퇴비 및 화학비료의 사용등 다양한 기작을 적용할 수 있다. 그리고 토양 변수 및 토양내의 질소의 농도, 일일 최고 및 최저 온도,

* 한양대학교 토목공학과 · 석사과정 · E-mail:doyaji815@hanyang.ac.kr

** 국방부 · 박사

*** 농업과학기술원 · 박사

**** 정회원 한양대학교 토목공학과 · 교수

강우 및 휘발 등을 모델의 변수로 입력할 수 있다.

본 연구는 농작물의 재배에 따른 지하수내의 질산염의 농도를 LEACHN 모델을 이용, 평가하며 토양내의 질소의 이동을 관찰하는 것이다.

2. 연구방법

2.1 LEACHN

LEACHN은 식물체의 잔류물, 퇴비, 부식질의 세 개의 유기물원과 비료, 질산염, 암모늄의 세 개의 무기질 원 그리고 식물체사이에서의 질소의 변화 및 이동을 관찰하는 모델이다. LEACHN의 입력 자료는 크게 1) 투수계수 및 지면보류 모델의 변수 등인 토양의 특성, 2) 밭아 및 수확일, 식물체의 뿌리의 깊이 등의 식물체와 관련된 특성, 3) C:N 비, 합성 변수, 부식도화 등의 질소 순환과 관련된 변수, 그리고 4) 휘발 및 강우 등의 기후와 관련된 변수의 범주로 구분한다.

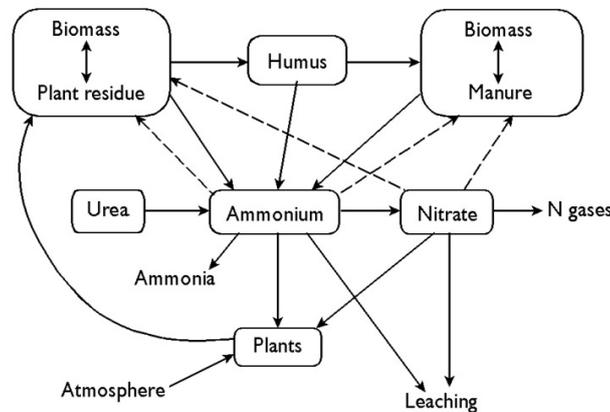


그림 1. LEACHN에서 질소 순환 과정

2.2 Pot 실험

Pot는 물과 영양분을 측정할 수 있도록 만들었으며 실제 현장과 유사하게 하기 위해서 식물체 뿌리의 깊이 및 부피에 따른 지하수위를 조절 가능하도록 만들었다. Pot는 지름이 0.38m의 원통의 플라스틱으로 제작되었다. Pot에는 세사 양토를 사용하였으며 지하수의 높이를 조절하여 근부를 1m와 2m로 조절하였다. 식물체는 콩을 식재하였으며, 식물체의 밭아에서 수확까지 기간은 2004년 5월부터 10까지였다. Pot를 통해서 배출되는 수량 및 수중의 질산염 및 암모니아, 인산염 등의 농도를 측정하였다.

2.3 Calibration

One-Factor-At-a-Time(OAT)를 이용하여 LEACHN의 민감도 분석을 실시하여 강우 유출에 큰 영향을 끼치는 변수 세 개와 질산염의 농도에 큰 영향을 끼치는 변수 세 개를 각각 선택하였다. 선택된 변수들을 trial and error 방식과 PEST 프로그램을 이용하여 각각 calibration을 한 후 그 결과 값을 비교하였다.

3. 결과

매개변수를 하나씩 변화시켜 국부적 민감도를 분석하는 OAT 결과 강우 유출에 가장 큰 영향을 끼는 영향 인자로는 토양 내의 투수계수와 공기 유입 값과 Cambell 모델의 지수 값으로 나타났다. 또한 유출수 속에 있는 질산염의 농도에 영향을 끼치는 인자로는 질산염이 토양에 흡착량과 Q10값 그리고 탈질율로 나타났다.

PEST와 trial and error 방법을 이용하여 유출수량과 유출수의 질산염의 농도는 그림 2과 같이 나타났다.

깊이가 1 m의 경우에는 trail and error 방법이 PEST 방법보다 좀 더 측정된 값에 근접한 것을 알 수 있다. Trial and error 방법에 비해 PEST의 경우에는 유출수의 양에서는 실험 후반의 값이 실제로 측정된 값보다 크게 나오는 것을 알 수 있다. 2 m의 경우에는 trial and error 방법과 PEST를 이용한 방법 사이에는 값의 차이가 나타나지 않았다. 그러나 실제 측정값과 비교하였을 때 두 방법 모두 실험 초기에 유출된 유출수의 값을 묘사하지 못하였다.

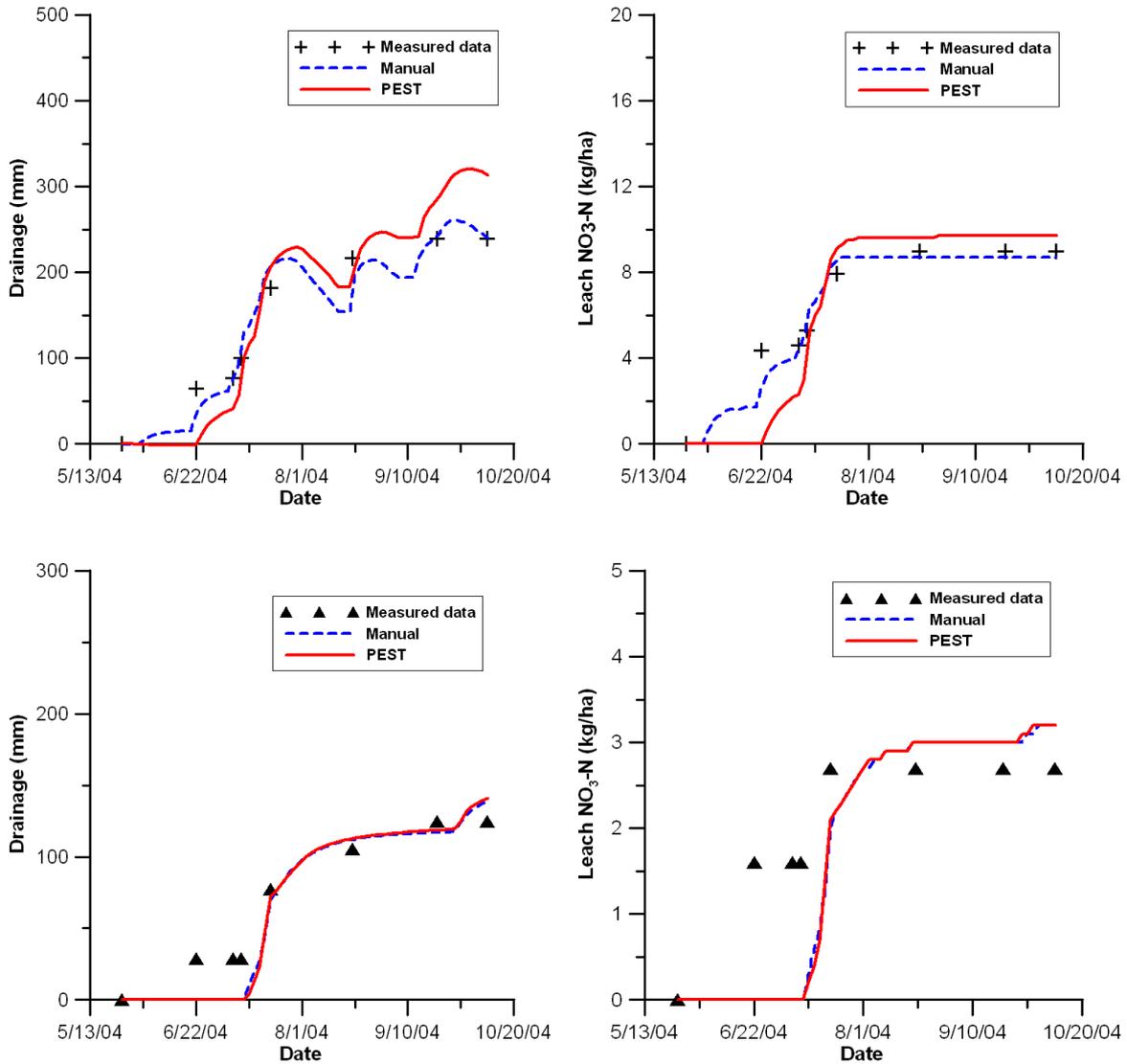


그림 2. Trail and error(manual)과 PEST를 이용한 시뮬레이션 결과 값. 1m(위), 2m(아래)

Calibration 후에 주요 변수 값은 표 1과 같이 나타났다. 1m의 경우에는 trial and error 일 때 BACM의 값은 12.4, 투수계수는 71.8이 나온 반면에 PEST에서는 각각 6.19와 101의 값이 나왔다. 또한 Q10과 탈질을 위해서는 trial and error는 2.1과 1.6이 나온 반면에 PEST의 경우에는 3.57과 2.6779의 값이 나왔다. 1m에 비해서 2m의 경우에는 Q10값을 제외한 나머지는 trial and error와 PEST 사이에 큰 차이가 나타나지는 않았다. Q10의 경우에는 trial and error의 경우에는 3, PEST의 경우에는 5의 값이 나왔다.

표 1. Calibration 후의 주요 변수 값

Depth	Method	Air-entry value (kPa)	BCAM	Conductivity (mm/day)	Sorption of nitrate (L/kg)	Q10	Denitrification rate (/day)
1 m	Manual	-0.3166	12.4	71.8	0.01	2.1	1.6
	PEST	-0.273	6.19	101	0.004	3.57	2.6779
2 m	Manual	-0.15	15	42	0.01	3	1.9
	PEST	-0.066	15.2	49.6	0.0106	5	2.0

4. 결 론

Trial and error의 경우가 PEST를 할 때 보다 실제로 측정된 값이 좀 더 정확한 값을 보이고 있다. 하지만 이러한 방법적인 문제를 떠나서 LEACHN이 경작지의 침출수나 혹은 침출수 내의 질산염에 대한 농도를 묘사하는데 있어서 충분하다는 것을 알 수 있다. 따라서 좀 더 다양한 농경지의 모의 실험을 통하여 보다 정확하고 다양한 특성 값을 알 경우에는 농경지에서 발생하는 질산염의 양을 예측할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Huston, J. L. (2003), Leaching Estimation and Chemistry Model LEACHM User's Guide, Flinders Universtiy of South Australia.
2. Schmied, B., Abbaspour, K. and Schulin, R. (2000), Inverse Estimation of Parameters in a Nitrogen Model Using Field Data, SOIL SCI. SOC. AM. J.
3. Sogbedji, J. M., Es, H. M., Melkonian, J. J. and Schindelbeck, R. R. (2006), Evaluation of the PNM model for simulating drain flow nitrate-N concentration under manure-fertilized maize, Plant and soil.