

20. Lee, E., B. S. Felzer, and Z. Kothavala (2013), Effects of nitrogen limitation on hydrological processes in CLM4-CN, J. Adv. Model. Earth Syst., 5, 741-754, doi:10.1002/jame.20046.

### 1. 연구목적

- CLM-CN의 기공전도도와 질소 제한으로 down-regulated된 광합성 반응의 연관성이 설명되지 않음. CLM-CN에서는 질소 제한의 관점에서 잎의 광합성, 캐노피 발산, 수문학적 과정의 연결성이 드러나지 않음.
- 질소 제한을 했을 때, CLM-CN모델에서 어떤 수문학적 프로세스가 나오는지 연구.

### 2. DATA와 방법론 & 결과

-기본CLM4-CN(대조군)과 Downregulation(fixed CLM4-CN)을 비교

CLM3에서 토양수문, 눈, 토양깊이, 유기물질, 일시적인 토지피복변화 모델링 부분을 수정/ 탄소순환에서 질소 제한의 효과 표현등이 개선된 모델 -> CLM4. Downregulation은 모델에 leaf-level 질소제한 추가. 모델은 60°S~90°N, time scale : 1975-2004.

-FLUXNET-MTE -> CO<sub>2</sub>, water and energy fluxes, resolution : 0.5°x0.5°

GSWP-2(Global Soil Wetness Project2) -> surface and subsurface runoff, resolution : 1°x1°

-Effects of leaf-level nitrogen limitation on hydrological process

Nitrogen Limitation... 연평균 광합성량 감소 -> 기공전도도 감소 -> 캐노피 증산 감소  
대기중 이산화탄소 농도가 증가 -> 부분적 기공 막기 -> 잎의 증산 감소 -> 지표로부터 수분 끌어오기 감소 -> 지표면(surface+subsurface) runoff(유출량) 증가 (건조지역에서는 5% 넘게 증가함)  
downregulation... 토양수 증가 -> 건조지역에서는 GPP 증가, 습윤지역에서는 광합성 감소, GPP 감소  
LAI는 C-N-water 커플링 반응에 의해 건조지역에서 증가, 습윤지역에서는 감소  
물 다물-> 분해 증가 -> N영양분 증가 -> LAI증가. 물 가용성은 건조지역에서 증가, 습윤지역에서 감소.

-Evaluating model output

대조군과 비교했을 때 하향규제한 것에서 carbon-water flux의 개선이 있는가?  
하향규제일 때, 캐노피 증산 감소 -> 총 지표 유출량 증가 : GSWP-2와 CLM4-CN를 이용해 일관성이 있는지 공간분포 확인 -> 열대, 고위도지역의 낮은 편향도(300mm/yr)  
CLM4-CN의 비교군, 대조군과 GPP(FLUXNET-MTE) 분석. CLM4-CN이 열대지역의 GPP가 너무 높게 나옴. boreal 지역도 높은 편향도를 보이지만, 사바나와 남아메리카지역은 편향도가 낮음. downregulation은 열대, boreal지역에서 GPP 낮음, 스텝, 사바나지역에서는 GPP높음.

### 3. 결론

- 하향조절(downregulation) 했을 때 : 습한지역(boreal, tropical)에서는 GPP감소.  
건조지역(steppe, savana)에서는 GPP증가.
- C-water 피드백. 잎 내부에서는 positively 하게 stomatal conductance와 결합.  
잎 표면에서는 negatively 하게 stomatal conductance와 결합.  
CO<sub>2</sub>가 증가하면 C-water피드백이 증가.  
잎 표면에서 질소제한과 수문학적 프로세스의 변화가 미기후나 종관규모의 기후에 변화를 줄 수 있다.
- CLM-CN으로 특정지역의 식생성장(vegetation productivity)과 잎면적지수(LAI)를 이해할 수 있음.  
건조지역은 VP, LAI 모두 평가 가능. 습한 지역은 VP, LAI가 과대평가 될 수 있다.  
질소 제한은 수문학적 과정을 축소시키거나 기후영향모델의 요소가 되는데 인간이 키우는 작물량의 차이와 토양수 유출량의 실질적 차이를 만든다.

\* \* \* \* \* WORDS \* \* \* \* \*

\*GPP(Gross Primary Productivity) : 총일차생산량. 생산자가 호흡으로 사용하기 전에 생산한 총광합성량.

\*NPP(net primary productivity) : GPP-호흡량.

\*LAI(Leaf area Index) : 엽면적지수. (한 군락의 총 면적)/(군락의 재배면적). 광합성량과 수분소모량 측정에 사용됨.

\*stomatal conductance : 기공전도도. 단위 시간당 C(또는 CO<sub>2</sub>)의 이동량.

\*CLM-CN(Community Land Model with coupled Carbon and Nitrogen cycles)