

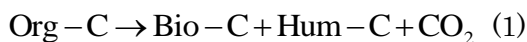
土中の有機物分解に伴う二酸化炭素と窒素成分の移動予測 Fate and Transport of Carbon Dioxide and Nitrogen as a result of decomposition of organic matters in soils

○三木真隆 取出伸夫
Masataka Miki and Nobuo Toride

はじめに 土中に投入された有機物は、最終的には二酸化炭素と無機態窒素へと分解される。有機物分解に伴う地表面からの二酸化炭素の放出量やアンモニアや硝酸の土中の移動予測には、土中の水分・溶質・ガス移動モデルに有機物分解モデルを組み込む必要がある。筆者らは、LEACHM (Hutson, 2005)に基づく窒素・炭素循環連結モデルを PHREEQC によるモジュールとして表現し、HP1 を用いて HYDRUS-1D と結合させたプログラムの開発を行っている。本研究では、HYDRUS-1D の気相中のガス拡散の機能を利用し、有機物分解により発生する二酸化炭素が気相中を拡散する機能を追加した。そして、土中の有機物分解に伴う無機態窒素の下方への移動と、地表面からの二酸化炭素の放出量について検討を行った。

窒素・炭素循環連結モデル Fig.1 は、気相中の CO₂ 拡散を含む炭素・窒素分解モデルの模式図である。

土中に投入された有機態炭素 (Org-C) は、バイオマスの炭素画分 (Bio-C)、腐植の炭素画分 (Hum-C)、CO₂ に分解される。



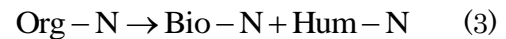
有機態炭素の分解速度は、一次分解反応で与える。

$$\frac{dC_{\text{Org-C}(d)}}{dt} = -k_{\text{Org-C}} C_{\text{Org-C}} \quad (2)$$

分解反応におけるそれぞれの生成割合を一定と仮定すると、Bio-C、Hum-C、CO₂ の生成速度を Org-C の分解速度で表すことができる。また、有

機物分解プール中で生成されるバイオマスは、再び有機物として分解される。発生した CO₂ は溶液中の溶存態と気相中のガス態が平衡し、気相中の CO₂(g) は拡散により移動して地表面から放出される。気相は大気圧で一定と仮定した、

有機態窒素 (Org-N) は、バイオマスの窒素画分 (Bio-N) と腐植の窒素画分 (Hum-N) に利用される。



この窒素経路の分解と生成速度は、有機物、バイオマス、腐植の C/N 比を用いて、(1) 式の有機炭素の分解、生成速度と関連づけられる。この Org-N の分解過程で、Org-N の分解による窒素成分の供給が Bio-N と Hum-N の生成の要求を上回ると、余剰分は NH₄ として無機化される。逆に、供給が不足すると、土中の NH₄ が有機化されて利用される。このとき、土中の NH₄ が十分に存在しないと、NH₄ の利用可能量に応じて有機物分解速度が遅くなる。

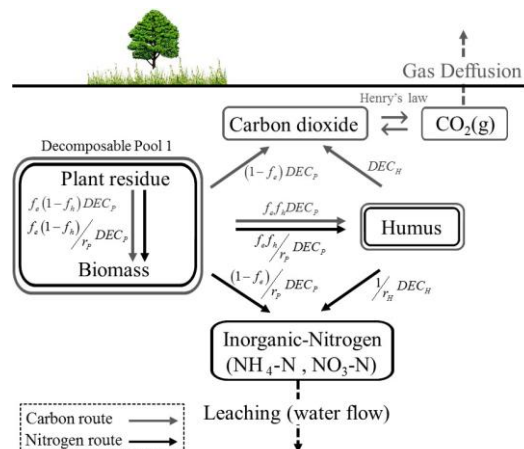


Fig. 1 Coupled nitrogen and carbon cycling model with CO₂ diffusion in the air phase.

HP1 による計算例 土中の有機物の CN 比が $CN_{Org} > 20$ で NH_4 の有機化, $CN_{Org} < 20$ で無機化の生じる条件で, 100cm 深に地下水が存在するローム土層の深さ 10-25 cm に $CN_{Org} = 30$ の有機物を与えた. 温度は $10^\circ C$ で一定, 地表面水分フラックス 0.15 cm d^{-1} の定常水分流れ, NH_4 の吸着と硝化は生じないと仮定し, 土中水の初期 NH_4 濃度は $C_{NH_4} = 0.005 \text{ g L}^{-1}$, $CO_2(g)$ の初期条件と上端境界条件は大気中の $CO_2(g)$ 濃度, 下端はフラックスゼロとした. Fig.2 は地表面から大気中へと放出された $CO_2(g)$ フラックスの時間変化である. Fig. 3 は, (a) 定常流れの体積含水率 θ と気相率 a , (b) NH_4 量 (θC_{NH_4}), (c) $CO_2(g)$ 量 ($a C_{CO_2(g)}$), (d) Org-C, (e) Org-N, (f) CN_{Org} 分布である.

$CN_{Org} > 20$ である 30 日目以前 (Fig.3(f)) では, NH_4 が有機化されるため 10-25 cm の NH_4 量は減少するが, その後無機化により増加し, NH_4 は下方へと移動した (b). そのため, Org-C は 10 日

までに大きく分解が進むのに対して, Org-N は 30 日以降に減少した (d, e). Org-C と Org-N の減少が 25 cm 付近で小さいのは, NH_4 量が要求量に比べて小さく, 分解速度が減少したためである. 有機物の指数関数的な分解に対応して $CO_2(g)$ は発生し, 上方と下方へ拡散した (c). 下端のフラックスはゼロであるため, 地表面から大気へと $CO_2(g)$ は放出された (Fig. 2). なお, 今回は無機化総量として NH_4 量を示したが, 硝化, 脱窒は, 同じく一次分解反応として表現できる.

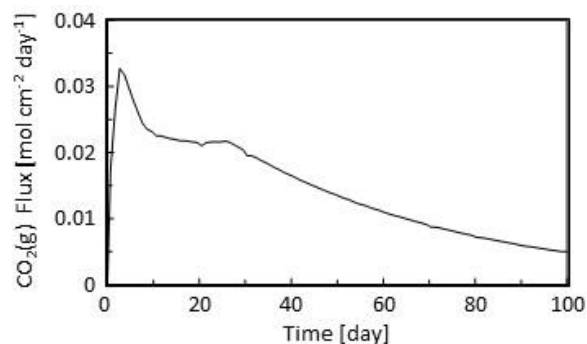


Fig. 2 $CO_2(g)$ flux at the soil surface vs. time

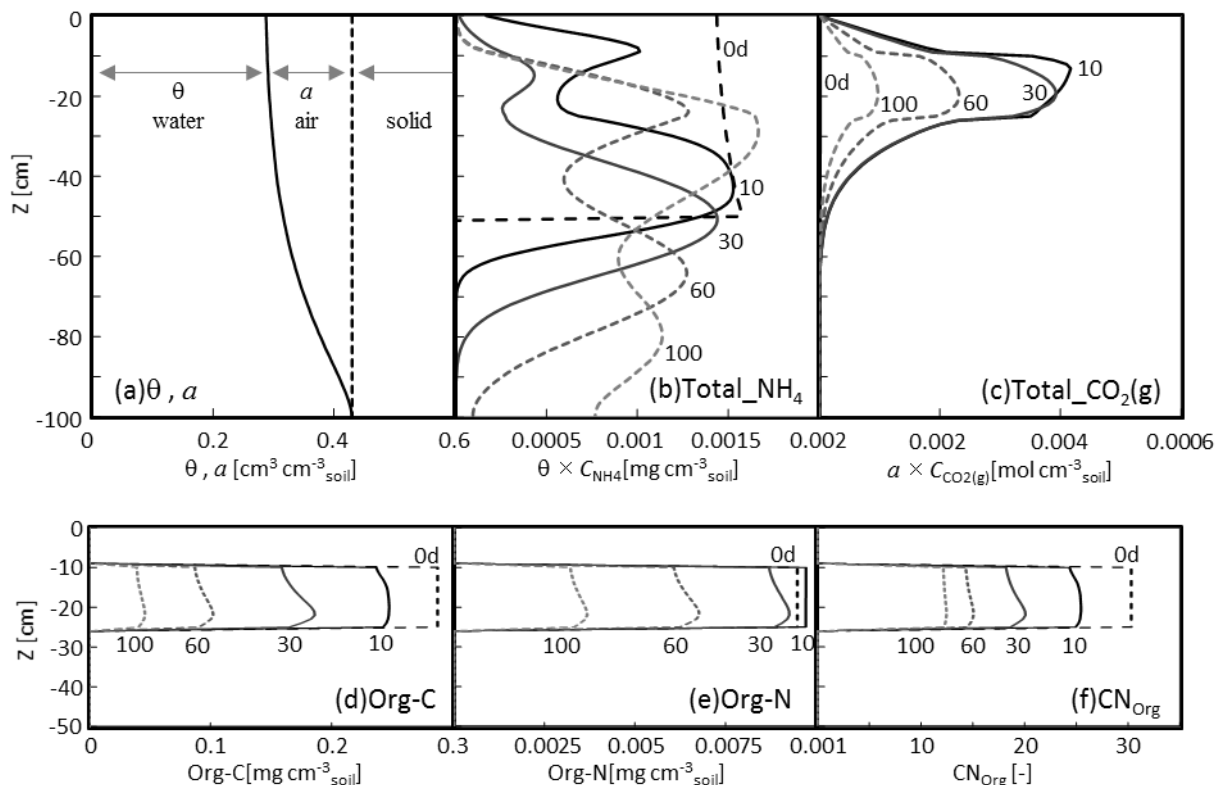


Fig. 2 Degradation of organic matters in a loam soil under an isothermal steady water flow condition: (a) θ, a , (b) θC_{NH_4} , (c) $a C_{CO_2(g)}$, (d) Org-C, (e) Org-N, and (f) CN_{Org} profiles.