

有機物分解モデルによる pH 緩衝能を持つ土中の窒素・炭素成分の移動

512156 松岡 健介(土壌圏循環学教育研究分野)

はじめに 有機物分解に伴う土中の窒素・炭素成分の定量的移動予測には数理モデルの構築が重要である。これまでの荷電を考慮しない形態変化モデルでは、 NH_4^+ と NO_3^- の土へのイオン交換現象、硝化に伴う土壌の酸性化が表現できず、特に変異荷電量の大きい黒ボク土への適用に限界があった。そこで本研究では、荷電を考慮した硝化反応 ($\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$) を有機物分解モデルに組み込んだ。この反応はプロトン反応を含むため、 CO_2 と NH_3 の電離平衡及び土の pH 緩衝能を与える変異荷電モデルも追加した。有機物分解に伴う諸反応と変位荷電モデルは地球化学反応プログラム PHREEQC を用い、HP1 プログラムを用いて HYDRUS-1D の水分・熱・溶質・ガス移動と結合した(図 1)。そして、pH 緩衝能の異なる様々な土中における有機物分解過程を対象に数値実験を行い、土中の窒素・炭素成分の形態変化と移動や pH 変化について調べた。

有機物分解モデル 土中有機物 (SOM) は分解されてバイオマス (Biomass)、腐植 (Humus)、二酸化炭素 (CO_2)、アンモニア (NH_3) が生成される。SOM は一次分解され、バイオマスは SOM として再分解される。窒素と炭素成分の分解は各成分の C/N 比で関係づけられる。 NH_4^+ から NO_3^- への硝化は、 O_2 の消費と H^+ の生成を伴う一次反応として表現した。

変異荷電モデル プロトンの吸脱着により変異正負荷電の発現を表す変異荷電モデルを用いて、黒ボク土の陽イオン交換容量 (CEC) と陰イオン交換容量 (AEC) の pH 依存性を与え、土の pH 緩衝能を表現した。また、 NH_4^+ の陽イオン交換と NO_3^- の陰イオン交換を考慮した。

黒ボク土中の窒素・炭素成分の移動 黒ボク土と荷電を持たない土の表層に有機物を投入したときの有機物分解に伴う窒素・炭素成分の挙動を計算した。土の pH 緩衝能が高いほどより多くの NH_4^+ と NO_3^- がイオン交換により土に吸着されるため、硝酸態窒素の地下水への流出と硝化反応に伴う土壌の酸性化は抑制された。

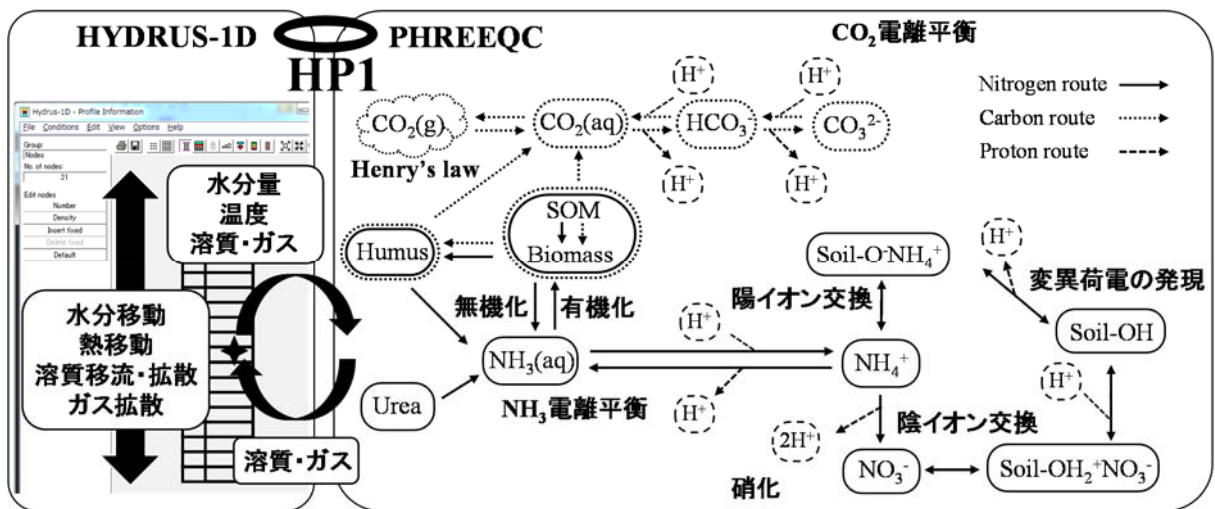


図 1 地球化学反応プログラム PHREEQC による有機物分解モデル及び変異荷電モデルと HYDRUS-1D による水分・熱・溶質・ガス移動モデルを結合した HP1 プログラム