

氏名(国籍)	い ぎる ぜ 李 吉 宰 (韓 国)		
学位の種類	博 士 (理 学)		
学位記番号	博 甲 第 3994 号		
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	温帯 C3/C4 混生草原の CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O フラックスと植物成長の統合化シミュレーションモデルの開発と検証		
主 査	筑波大学教授	理学博士	及 川 武 久
副 査	筑波大学教授	工学博士	福 島 武 彦
副 査	筑波大学助教授	理学博士	杉 田 倫 明
副 査	筑波大学助教授	農学博士	鞠 子 茂

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は C3 植物と C4 植物が混生する温帯湿潤草原において、1999 年に渦相関法を用いて得られた草原の CO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>O フラックスの観測値 (Li et al., 2003) と、月別に得られたバイオマスの実測値を同時に再現できる生態系炭素動態モデル Sim-Cycle Fine を開発し、その性能を精査した研究である。

新たに開発された Sim-Cycle Fine は、以前開発された Sim-Cycle (Ito and Oikawa, 2000) を基礎としながらも、計算時間の間隔を 1 月から 1 時間と 1/720 に短縮し、渦相関法で得られた CO<sub>2</sub> フラックスと H<sub>2</sub>O フラックスの観測値を直接再現可能にした。さらには 1 時間ごとの CO<sub>2</sub> フラックスの観測値を積分することにより、1 月ごとのバイオマスデータも再現し、検証できるようにした。

#### 【Sim-CYCLE Fine の特徴】

生理・生態モデル Sim-CYCLE Fine (Simulation model of Carbon cYCLE in Land Ecosystems for Fine resolution) は陸域生態系炭素循環モデル Sim-CYCLE (Ito and Oikawa, 2000; 計算時間は 1 月ステップ) を改良し開発された。このモデルの計算時間は 1 時間ステップであり、モデル構造は五つのコンパートメント(葉, 茎, 根, リター層, 土壌有機物層) で構成され、各コンパートメント間の炭素・水動態は緊密に繋がっている。

このモデルの最大の特徴は短時間の炭素・水フラックスだけでなく植物の成長も計算できるということである。これにより渦相関法から得られた 1 時間単位の CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O フラックスだけでなく刈り取り法から得られた C3/C4 植物群落それぞれの LAI/ バイオマスも検証できるようになっている。

このモデルでは C3/C4 混生群落の生理・生態変化をより詳しく再現するために、各群落の発芽-成長-落葉の成長段階を積算温度と土壌水分との関係から求め、また、各成長段階における光飽和時の光合成速度 ( $PC_{MAX}$ ), 比葉面積 ( $SLA$ ), C3/C4 植物群落それぞれの群落割合 ( $PGC$ ), リターフォールなどは変化するものとした。

#### 【モデルシミュレーション結果】

筑波大学の陸域環境学研究センター (TERC) の C3/C4 混生草原を対象としたシミュレーション結果は同

じ場所で行われた渦相関法からの CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O フラックスと刈り取り法からの LAI/ バイオマスと検証実験を行った。モデル結果はそれぞれ C3 植物優占期(5月), C4 植物優占期(8月), 最大成長期(9月), 落葉期(10月)の各期間中に得られた1時間単位の渦相関データと高い水準の一致を見せた (CO<sub>2</sub> フラックスは  $r^2 > 0.8$  以上, H<sub>2</sub>O フラックスは  $r^2 > 0.7$  以上)。また, 発芽から落葉までの昼間の平均値も植物成長全期 (150日から300日まで) にかけて良い一致を見せた (CO<sub>2</sub> フラックスは  $r^2 = 0.84$ , H<sub>2</sub>O フラックスは  $r^2 = 0.72$ )。C3/C4 植物群落それぞれのモデル結果は, 渦相関法は群落全体のみを対象とする特徴を持っているため, 刈り取り法から得られた LAI/ バイオマス (月単位) と  $r^2 > 0.9$  以上のかなり高一一致を見せた。

モデルから得られた GPP, NPP, 蒸発散はそれぞれ 2982 gC m<sup>2</sup> y<sup>-1</sup>, 1714 gC m<sup>2</sup> y<sup>-1</sup>, 614 mm y<sup>-1</sup> と推定された。群落全体の NEP は 117 gC m<sup>2</sup> y<sup>-1</sup> と吸収フラックスとして推定されたが, C3 植物群落は逆に 38.8 gC m<sup>2</sup> y<sup>-1</sup> の放出し, C4 植物群落は 155.8 gC m<sup>2</sup> y<sup>-1</sup> を吸収した。各 C3/C4 植物群落の GPP, NPP の貢献度は C3 植物群落が約 45%, C4 植物群落が約 55% であった。ただし, 蒸散は両群落に大きな LAI (C3 群落: 1.5 ~ 2.5, C4 群落: 3 ~ 4.2) の違いがあったにも関わらずその差は 5% 以内に留まると推定された。これは C3 植物と C4 植物の気孔コンダクタンスに対する生理的違いがあり C3 植物群落の蒸散が大きかったからであった。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

1時間ごとに得られる草原の CO<sub>2</sub> と水蒸気フラックスといった微気象学的なデータとバイオマスの月別変化といった生態学的データとが密接な相互関係があることをモデルを用いて示したことは評価される。さらに実測では得られない C3 植物群落と C4 植物群落の CO<sub>2</sub> と水蒸気フラックスを別個に評価できることもモデル研究の大きな利点である。この研究では 1999 年のみの実測値を対象にしており, 他の年も同様にうまく再現可能かどうかは今後の重要な問題になっている。

よって, 著者は博士 (理学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。