【382】

氏　名（本籍）	下　田　星　児（北 海 道）（しも だ せい じ）
学 位 の 種 類	博　　士（理　　学）
学 位 記 番 号	博　乙　第　2197　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 2 項該当
審 査 研 究 科	生命環境科学研究科
学 位 論 文 題 目	**Micrometeorological Factors of Interannual Variation in CO_2 and H_2O Fluxes over a C3/C4 Mixture Grassland: An Experimental Study** （C3/C4　混生草原における CO_2・水蒸気フラックスの年々変動をもたらす微気象要因の実験的解析）

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，2001 年から 2003 年の 3 年間にわたり，渦相関法を用いて草原の CO_2 フラックスと水蒸気フラックスの長期連続観測を行うとともに，フラックスの年々変動特性を実験的に解析した研究である。

研究対象地域は，アジアモンスーン気候下にあるため，前線停滞（梅雨）により一般に初夏に多量の降雨があり，非常に湿潤である。しかし，調査した 3 年間を詳細に見ると，2001 年は空梅雨で雨が少なく猛暑であったのに対し，2003 年は長梅雨の冷夏で寡照であった。中間の 2002 年は平年並みの気象条件であった。

［実験結果 1］フラックス観測

2001 年と 2002 年の潜熱 LE は，純放射量 Rn が最大となる梅雨明け直後の 7 月に最大となった。ピークの後，8 月から 9 月には Rn の半減に伴い，LE も半減した。一方，2003 年は，Rn，LE ともに明らかなピークは見られなかった。この結果，空梅雨であった 2001 年の LE（1633 MJ m^{-2}）よりも寡照であった 2003 年の LE（1499 MJ m^{-2}）は約 1 割小さかった。

総生産 GPP は LAI の増加とともに大きくなり，どの年も生長期間前半（4 月～ 7 月）より，後半（8 月～ 11 月）で大きくなった。2002 年は梅雨明け後に好天が続き，後半の GPP は 1369gCm^{-2} と他の年より 200 gCm^{-2} 以上大きくなった。2001 年は前半の GPP が 1018gCm^{-2} と他の年より大きかった。この結果，2002 年の GPP が最大（2426gCm^{-2}）となり，2003 年は最小（2285gCm^{-2}）だった。

本研究地は乾燥ストレスの生じにくい湿潤環境にあり，Rn に対する LE は，観測期間を通して 0.7 を超え，他の草原に比べて高かった。また，日中の NEE は，高山草原（チンハイ－チベット）や C4 プレーリー（カナダ）の 2 倍程度の値となり，LAI も 2 倍以上を示し，生産力の高い草原であった。また，湿潤地域が多い森林生態系と比べると，日本など温帯地域の森林よりも，むしろ熱帯雨林に近い，高い生産力を示した。その一方で，生態系呼吸量も大きかったため，日中と夜間を合計した NEE は -17gCm^{-2}（2003 年）～ 78gCm^{-2}

（2002 年）と，他の草原より小さくなった。

［実験結果 2］熱画像解析

空梅雨であった 2001 年の 7 月に連続して得た，C3，C4 タイプ別の熱画像情報を解析した結果，梅雨明け直後の 7 月上旬には，C4 より C3 の群落温度が低かったが，晴天がほぼ 1 ヶ月続いた後の 7 月下旬には，C3 と C4 の群落温度に有意差がなくなった。

7 月上旬に，C3 の群落温度が低かった原因は，湿潤状態では C3 の蒸散が活発だったためと考えられる。C3 の個葉の気孔コンダクタンスは C4 の約 2 倍だった。C4 に比べ蒸散による潜熱放出が大きいために，C3 の群落温度が低くなったと考えられる。一定の環境条件（チャンバー温度 30℃，湿度 60％）で測定したにもかかわらず，7 月下旬には，C3 の気孔コンダクタンスは，7 月上旬の約 70％にまで減少していた。乾燥とともに，C3 群落に水ストレスが生じ，気孔が閉鎖した可能性が高い。この夏の C3 群落の水ストレスが，草原バイオマスの C3，C4 割合の逆転時期を早めたと考えられる。

［実験結果 3］安定同位体比分析

C3 植物と C4 植物での同位体分別はプロセスが異なり，C4 植物の ^{13}C が相対的に多くなる。このような C3 と C4 植物の同位体分別過程の違いを利用し，^{13}C を生態系呼吸 / 光合成分別由来（$\delta\ ^{13}C_R$/ $\delta\ ^{13}C_P$）に区分するため，夜間 / 日中の炭素安定同位体大気を収集した。$\delta\ ^{13}C_R$ は，5 月の -24‰から 9 月には -19‰に増加し，10 月から 11 月までほぼ一定だった。$\delta\ ^{13}C_R$ の減少傾向は，地上部バイオマスの少ない 5 月以外は C4 割合の増加と一致していた。$\delta\ ^{13}C_P$ の季節変化は，$\delta\ ^{13}C_R$ の季節変化の傾向と一致しなかった。$\delta\ ^{13}C_P$ は，5 月から 8 月まで徐々に増加し，それ以降減少した。気温の低下により C3 植物の光合成寄与率が高くなったと推測される。豊富なサンプル数により，光合成 / 呼吸由来のフラックスに対する C3/C4 植物の寄与の季節変動が検出できた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

3 年間にわたり，草原の CO_2 フラックスと水蒸気フラックスの連続観測値を求めて年変動特性を明らかにした点は評価に値する。熱画像装置を用いた群落表面温度の解析や，$\delta\ ^{13}C$ の季節変化についても，C3 植物群落と C4 植物群落の特性を捉えており，有益な情報をもたらしている。得られたデータが豊富なだけに，解析に未熟さが残っており，今後の一層の精進が望まれる。

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。