モンゴル半乾燥ステップにおける物質生産に及ぼすＣ３・Ｃ４植物の寄与

筑波大学生命環境科学研究科　浦野　忠朗

１．はじめに

モンゴルを含む東アジアの草原における炭素循環研究がここ数年間に進んできている。モンゴル半乾燥ステップにおいても、微気象学的手法によるタワー観測が行われ、生態系のCO_2フラックスが報告されている（Li *et al.* 2005)。しかし、タワー観測では生態系全体の光合成と呼吸のフラックスからCO_2収支が明らかになるものの、これらのフラックスの時空間変動やそれを規定する植生構造や環境因子の影響について詳細な解析を行うことは困難である。半乾燥ステップは光合成特性の異なるC3・C4植物を含む混成草原であり、植生構造が生態系フラックスに与える影響は生態学的な物質循環研究において興味ある問題である。

モンゴルはほぼ全土にC4植物が生育しており、乾燥の強い地域では植物種の半数以上がC4植物である(Pyankov *et al*, 2000)。このためC4植物が行う物質生産(とくに光合成生産)が生態系のCO_2フラックスに及ぼす効果は無視できないものと考えられる。モンゴル半乾燥ステップ草原における物質生産の変動とそれに及ぼすC3・C4植物の寄与率の解析を行うことを目的として調査を行った。C3・C4植物の物質生産フラックスを明らかにするには、植物の種ごとのフラックスをチャンバー法によって測定することが必要である。しかし、半乾燥草原においては、チャンバー法によるフラックス測定はほとんど行われてこなかった。調査対象とした草原は、モンゴル国Kherlen川流域のKherlen-Bayaan-Ulan(KBU)のステップである。

２．フラックス測定手法: Dynamic closed chamber method（DC 法）

DC法は、PV製のカラーを草原群落の土壌に埋め込み、透明アクリルのチャンバーをセットし、チャンバー内のCO_2濃度の変化を測定することでフラックスを測定する手法である。最初に、アクリルチャンバーのみをセットし、明条件でNEP(生態系純生産)の観測を行った。次にチャンバー内を一度換気し、再びセットした後に遮光箱で覆って内部を完全な暗条件にした後Re(生態系呼吸)を観測する。この測定値から以下の式を用いてGPP（総一次生産)を算出する。

$$GPP = NEP + Re$$

また、チャンバー内に組み込まれた光量子センサーと温度計により、PPFD(光合成有効放射)と気温、地温の測定が行われた。

3. 測定１：植生調査

植生調査は、2003年6、7、8、9 月にKBUの植生保護区域内で行われた。50cm×50cmのコドラート12カ所を設置し、出現した植物種を記録し、地上部を刈り取ってバイオマスを測定した。

3. 測定２：GPP

C3植物とC4植物のGPPの測定は、カラー内のターゲット以外の植物を刈り取り、C3植物だけの測定区(N = 4)、C4植物だけの測定区(N = 3)を設置し、DC法により測定した。また、混成群落におけるC3・C4植物の寄与を明らかにするために、混成群落のGPP(N = 10)も同様の方法で測定した。GPPの測定は、2003年7月、8月、10月に植生調査と同じ区域で、合計10日間の測定が行われた。測定では、光-光合成の関係を測定するため、一日の間でも異なる光条件及び気温条件の下で3～6回の測定が行われた。

4. 結果１：植生

KBU地域の植生は、出現種数27、そのうちイネ科1種（*Cleistogenes squarrosa)*、アカザ科2種（*Kochia scoparia*、*Salsola collina*）がC4植物だった。

地上部バイオマスは6月から7月にかけて急速に増加し、8月以降減少した。また、C4植物のバイオマスは7月に最大となった（図1）。

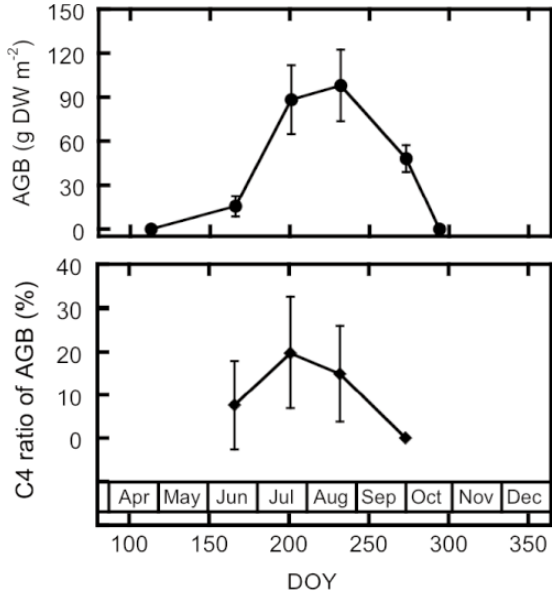

図１KBU地域の地上部バイオマス（AGB）とC4植物の比率の季節変化。

4. 結果２：GPPの変動とC3・C4植物の寄与

バイオマスベースのGPPはPPFD>1000 μ molm^{-2} s^{-1}で光飽和していることから、飽和GPP（GPPsat）の値をC3植物、C4植物、混成群落の間で比較した（図2）。GPPは、7月では、C4植物でC3植物より有意に大きく、混成群落ではC4植物より低く、C3植物よりやや高い値となった（図2a）。7月11日から16日にかけてはC3植物と混成群落のGPPは低下したが、C4植物には変化がなかった。この間には降雨がなく、土壌含水率は6%から5%に減少した。したがって、乾燥の進行は乾燥に弱いC3植物のGPP を減少させたが、乾燥に強いC4植物には影響を与えなかったものと考えられた。一方、16日から17日にかけて降雨があり、降雨後のGPPは全て増加した。増加の割合はC3植物と混成群落で有意に大きかった。同様に降雨イベントのあった8月には、7月のようなGPPの増加は見られなかった。これは土壌含水率が9%もあったため、降雨前の乾燥化が十分に進んでいなかったためと考えられた。

地上部バイオマスおよびC4植物のバイオマス比率（図1）とC3・C4植物の単位バイオマス当たりのGPPから面積ベースのGPPを推定した。その結果、C3植物とC4植物のGPP合計値は混成群落のGPP とほぼ同じ値となった。この結果から、C4植物のGPPは7月の乾燥時に最大で群落GPPの34%の寄与を示したが、ほぼ同じ気温条件でも降雨後には27%まで低下すること、さらに、8月にはC4植物のGPPはC3植物以下まで低下し、寄与率は15%以下となることが明らかとなった。

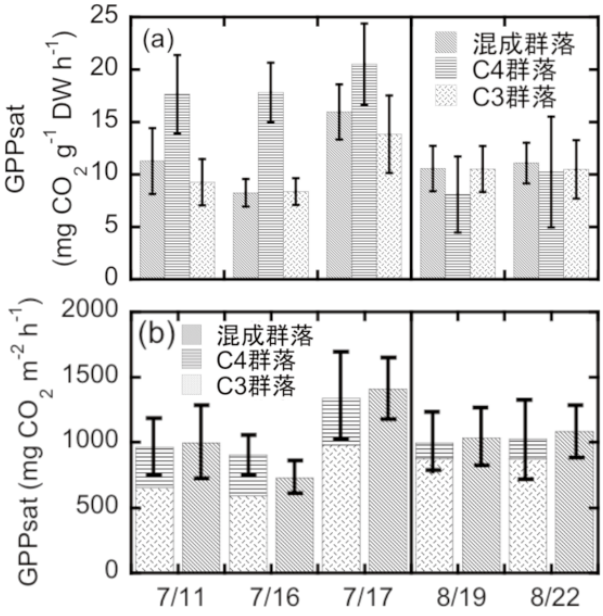

図２単位バイオマス当たりの各GPP(a)、測定された地上部バイオマスから推定されたGPPと実測されたGPPの比較(b)

謝辞

本研究は、科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業「水の循環系モデリングと利用システム」によるRAISEプロジェクト（代表：杉田倫明）の研究成果である。

キーワード： CO_2フラックス，植生，C3植物，C4植物，GPP

参考文献

Li, S.-G., Asanuma, J., Eugster, W., Kotani, A., Liu, J.-J.,Urano, T., Oikawa, T., Davaa,G., Oyunbaatar, D., Sugita, M. (2005):Global Change Biol. 11, pp. 1-15

Pyankov, V. I.,Gunin, P. D.,Tsoog,S., Black, C. C. (2000): Oecologia. 123, pp. 15-31