

八浜農場でのCO₂フラックス

北垣順大・牛川希望・岩田 徹・大滝英治 (環境理工学部)

1. はじめに

1997年のCOP3 (京都会議) では、陸上生態系による炭素固定量を評価し、これを国別排出量から差し引くことが合意された。このため、陸域生態系における高精度の二酸化炭素、水蒸気、熱フラックス等の長期観測に基づいた科学的知見を集積し、対策を決めることが緊要課題となっている。このような社会的要請に応えるために、アメリカやヨーロッパ諸国では植生-大気相互作用の長期観測ネットワーク (EuroFlux, AmeriFlux) 化が始まっている。日本でも1999年9月、日本を拠点としてアジアのネットワーク (AsiaFlux) の構築が決議された。我々は、AsiaFluxネットワークの一員として、岡山県南部の干拓農地に立置している岡山大学農学部附属農場において、二酸化炭素、水蒸気、熱フラックスの通年観測を実施している。本年度は、(1)岡山地方の一般的な農業形態をとっている八浜農場における炭素と熱収支の実態把握、(2)渦相関法では熱収支が閉じないという問題点の検討、という2つの課題に取り組んだ。本年度の成果の概要を報告する。

2. 観測場所

八浜農場は、岡山市の南方約 20 km、岡山県玉野

市八浜町の児島湾干拓地にあり、面積は、約 300 × 300 m²である。周辺は、私有地であるが、同じような水田が広がっている。観測地は、主風向に対する最短の吹走距離が約 500 m であり、微細気象観測場として非常に優れた立地条件を備えている (図 1)。八浜農場では、5月中旬に稲籾が播種され、約2週間後に発芽する。6月中旬に水稲の高さは0.15mになり、灌漑水が導入される。7月下旬までの水稲の成長は著しい。8月下旬には出穂し、9月中旬に平均草高は1mに達する。10月下旬に稲は収穫され、0.15mの刈り株が残される。したがって、地表面は6月から10月までの5ヶ月間は水稲群落で覆われ、11月から翌年の5月までの7ヶ月間は0.15mの稲の切り株が残されていた。測定要素は以下の通り：風速変動、気温変動、二酸化炭素と水蒸気変動、二酸化炭素濃度、純放射、地表面温度、乾球・湿球温度、相対湿度。これらの信号は、10Hzでサンプリングし、ハードディスクに記録。二酸化炭素 (CO₂) フラックス等の統計量は30分のデータを使って計算。

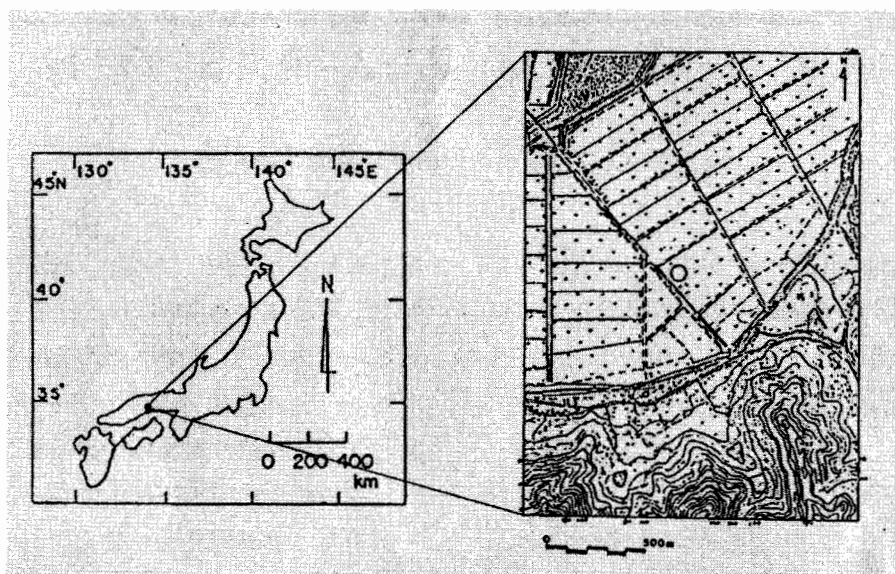


図1 観測地 (○印) と周辺の地形

3. 結果の概要

3.1 CO₂フラックスの季節変化

1999~2001年における二酸化炭素 (CO₂) フラックス日平均値の季節変化 (図2) の特徴は次のようにまとめられる。

- 1) 6月下旬から7月下旬にかけて、水稲の生育状態を反映して鉛直下向きのCO₂フラックスの増加が顕著。(昼間の最大下向き輸送量の増加率 $\approx 0.35\text{mgm}^{-2}\text{s}^{-1}/5\text{days}$; 水稲の草高は40cmから70cmとなる)
- 2) 8月上旬から9月中旬までは、CO₂フラックス

は $-0.15\sim-0.25\text{mgm}^{-2}\text{s}^{-1}$ で推移。

- 3) 9月下旬から10月中旬にかけて、水稲群落のCO₂取り込み量は低下。
- 4) 水稲収穫後、圃場はCO₂を放出。
水稲生育時 5ヶ月間のCO₂吸収量: 1.65kgm^{-2}
裸地状態時 7ヶ月間のCO₂放出量: 1.52kgm^{-2}
- 5) 水稲生育時のCO₂吸収量は灌漑水の有無で異なる。
- 6) 裸地状態時のCO₂放出量は地表面温度の上昇と共に増加。

Annual Variation of CO₂ Flux

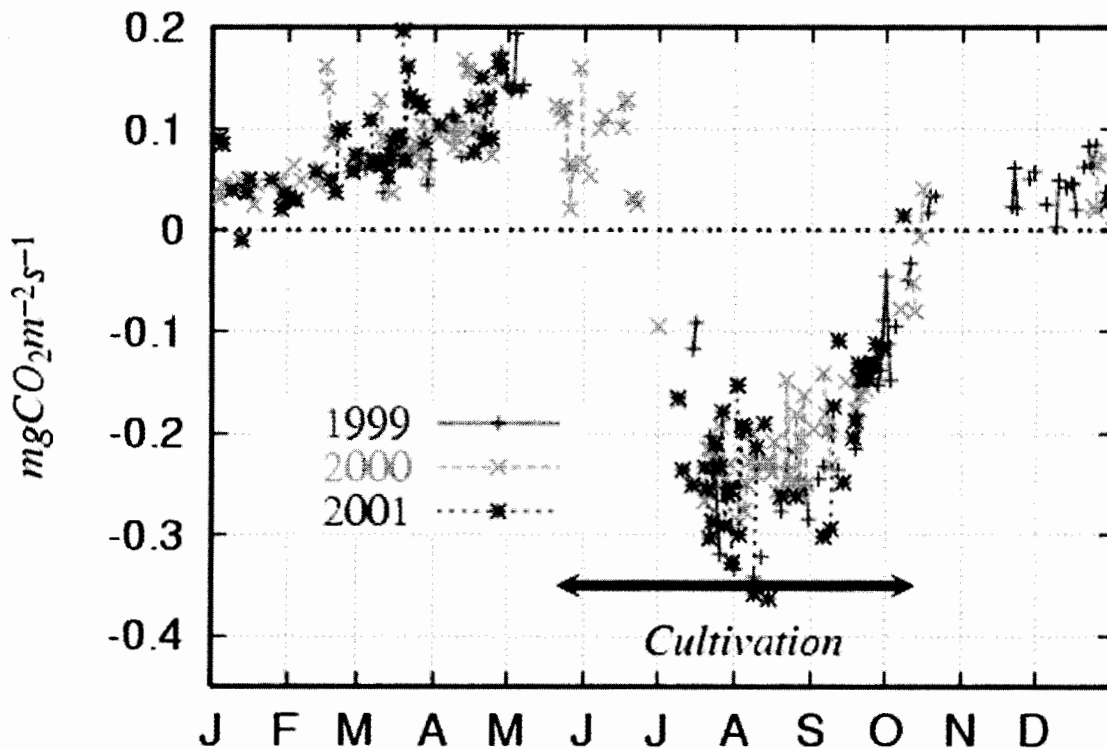


図2 CO₂フラックスの日平均値の季節変化

3.2 低周波成分によるCO₂フラックスの測定損失

森林などのように複雑地形で相関法を適用する場合、熱収支が閉じないことが多い。例えば、CGER-REPORTのFinnigann and Leuningによると、豪州の森林(樹高40m, 測定高度70m)の顕熱の誤差を10%以内にするためには少なくとも2時間の平均化時間が必要であること、低周波成分の影響は潜熱の方が顕著で、顕熱の場合の約2倍であり、CO₂フラックスについては、低周波成分の影響は10~20%程

度であることを示している。我々の測定場所は、干拓地にあり吹層距離が500m以上という立地条件に恵まれているが、観測された熱収支は閉じないことがあり、八浜農場でのCO₂フラックス値について、低周波変動成分の影響を検討しておく必要性を感じた。そこで、2001年8月1日10~14時の4時間のデータを使って平均時間を変えて、CO₂フラックス値の乱れを調べた。解析時間帯は晴天で、約 1ms^{-1} の風速があり、比較的定常的な気象状態であった。

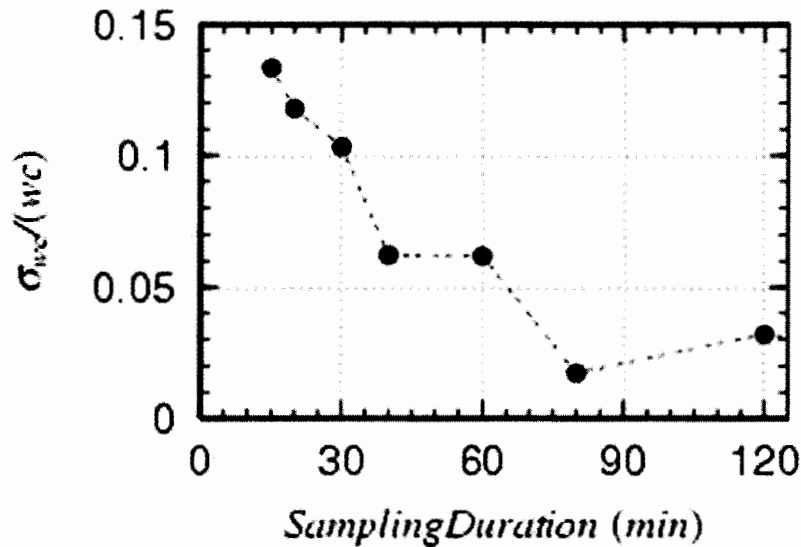


図3 平均化時間に対する変動係数の変化

CO₂フラックス値の計算時間を15, 30, 40, 60, 80, 120, 240分のように変化させた。平均時間が15分の場合, 計算されたCO₂フラックス値は-0.69mgm⁻²s⁻¹から-1.19mgm⁻²s⁻¹の範囲で変動した。CO₂フラックス値の標準偏差を測定時間4時間のCO₂フラックス値で基準化した変動係数は約0.15であった(図3)。平均時間が長くなるにつれて, CO₂フラックス値の変動幅は小さくなる。八浜農場では, 平均時間を30分にすれば, CO₂フラックス値の変動係数を約0.10に, 平均時間を60分にすればCO₂フラックス値の変動係数を約0.05に抑えることができることが分かった。上の結果とデータ取扱上での実用性の観点を考慮して, 八浜観測での気象要素の統計量は30分平均

値を用いることにした。

4. おわりに

岡山大学附属の水田観測も開始から3年が経過しようとしている。地上部でのCO₂フラックスの経年変化の傾向は把握できるようになった。今後は, 1) 土壌(水)-植物-大気系における炭素循環についての理解を深める, 2) 他の研究グループとの連携を強めて, 生態学的な情報との比較研究を行う, 3) エネルギー収支のアンバランスに関連して, 水平移流の影響評価の理解を深めたい。

快く観測圃場の使用を許して下さった八浜農場の多田正人主任に感謝します。