

日本農業気象学会 2013 年大会 オーガナイズドセッション OS-C：「地表面の改変が 農耕地フラックスに及ぼす影響の評価とモデル化」 の報告

小野圭介*・宮田 明*・間野正美**

〔*独立行政法人農業環境技術研究所
**千葉大学〕

喜・麓多門・片柳薫子・間野正美・林健太郎・宮田明)

1. 概 要

日 時：2013年3月26日(火)15:45-18:15

場 所：石川県立大学 K117 会議室(B会場)

オーガナイザー：JapanFlux (小野圭介, 宮田 明(独立行政法人農業環境技術研究所), 間野正美(千葉大学)]

講 演：

- OS-C1 水田における空気力学的粗度長の季節変化～特に非作付期間に着目して～ (石田祐宣・小野圭介・丸山篤志・桑形恒男・間野正美・宮田明)
- OS-C2 草地更新に伴う地表面の改変が草地 CO₂ フラックスに及ぼす短期的な影響 (松浦庄司・寶示戸雅之・森昭憲・佐々木寛幸)
- OS-C3 表面から土壌の内部を観察するー二酸化炭素発生量の垂直プロファイルの推定ー (櫻井玄・横沢正幸・米村正一郎・福井眞・岸本(莫)文紅・長谷川利拡・白戸康人・小原洋・Nayeon Lee・村山昌平・石島健太郎・小泉博)
- OS-C4 野焼きは単作田の炭素収支にどう影響するか? (岩田徹・小野圭介・林健太郎・岡山大 ORB 実験チーム)
- OS-C5 土地利用変化および圃場管理が農耕地からの温室効果ガスフラックスにおよぼす影響 (永田修)
- OS-C6 地表面の物理的特性の変化が水田の炭素・窒素動態に及ぼす影響 (小野圭介・堅田元)

2. 趣 旨

農業生態系では、作付けにともなう、少なくとも見た目には自然生態系の攪乱と同程度の地表面の改変が頻繁に生じる。例えば、作物の倒伏あるいは収穫によって地表面の粗度やアルベドが急激に変化し、耕起毎に作土層の気相率、温度、水分、二酸化炭素やその他の微量ガスの濃度が均一化される。これらの改変は直接・間接的に農耕地のエネルギー・炭素・窒素循環に大きな影響を及ぼすと考えられ、知見の蓄積も進みつつある。そこで本オーガナイズドセッション(OS)では、地表面の改変に関するプロセス研究の成果や数値モデルでの取り扱いを俯瞰し、今後の研究の方向性を探る。なお、攪乱の影響評価やモデル化は自然生態系でもホットなテーマであり、JapanFlux では 2011 年の全国大会でオーガナイズドセッション「炭素循環プロセスから見た陸域生態系の攪乱と回復」(平田他, 2012)を開催している。

3. 発表内容

本 OS は日本農業気象学会 2013 年全国大会の初日に企画された 3 つ OS の 1 つで、他の OS(田中他, 2013)と並行開催となったが、フラックス研究者を中心に約 30 名の参加があった。農耕地フラックスを研究対象としている 6 名の方々に話題提供を依頼したところ、地表面改変にともなう地表面物理パラメータ(OS-C1)やフラックス(OS-C2, OS-C4, OS-C5)の変化、数値モデルによる感度実験的な解析(OS-C6)、未知パラメータの推定手法の提案と適用事例(OS-C3)といった幅広いテーマで講演いただけることに

<http://www.agrmet.jp/sk/2013/D-1.pdf>

2013 年 10 月 26 日 掲載

Copyright 2013, The Society of Agricultural Meteorology of Japan

なった。2 時間半の枠であったため、各講演の発表と質疑応答の時間をそれぞれ 15 分間と 5 分間とし、最後に 30 分間の総合討論を設けた。当日は概ねこの予定どおりに進行した。以下に各発表の概要を紹介する。

石田(弘前大)は、真瀬サイトの風速プロファイルデータを用いて算出した水田地表面の空気力学的粗度長の季節変化の特徴を報告した。粗度長は、非作付け期間においても地表面の状態によって 1 桁以上変化し、生育期間も含めると $2 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^{-1} \text{ m}$ の範囲に及んだ。非作付け期間の粗度長の変化は残渣のすき込みや耕起に対応した。粗度長が 1 桁異なると交換係数が約 2 倍変化することから、圃場管理のこのような側面も物質循環を考える上で重要であることが示唆された。

松浦(畜草研)は、永年草地の再播種(草地更新)にともなう CO_2 放出量を実測し、環境要因との関係性の解明を試みた。畜産草地研究所那須研究拠点において、作業を模擬するために特別に設けた小面積の区画と一般の試験圃場の両方で更新作業前後の CO_2 フラックスを測定したところ、小面積区画では、耕起・砕土後 1 日程度は $0 \sim 20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ の大きな放出ピークが観測され、72 時間後までの積算値は約 26 g C m^{-2} に達した。試験圃場でも同様に耕起時に大きなピークが見られたが、顕著な放出の終息は小面積区画より早かった。土壌水分、地温等との明瞭な関係性は認められず、パルクでのモデル化が容易ではないことが示唆された。また、草地更新にともなう CO_2 放出量は、更新作業期間の長短、すなわち光合成が行われない期間の長短の影響も大きいことがわかった。

櫻井(農環研)は、直接的な測定・観察が困難な土壌中の現象をデータ同化によって推定した事例を紹介した。高山サイトで測定された土壌呼吸データと土壌 CO_2 濃度プロファイルデータを鉛直 1 次元の土壌ガス輸送モデルに同化させ、土壌中の気相率と CO_2 発生量のプロファイルの経時変化を推定したところ、分解速度の温度感受性が各深度で異なり、20 cm の深さで最も低くなっていることがわかった。さらに、本手法を応用することで、原理的には、耕起による空隙率の変化も推定可能であることが示された。

岩田(岡山大)は、水稻収穫残渣の野焼き(圃場での焼却処理)が圃場の炭素動態に及ぼす影響を解明するために岡山県玉野市の水田で行っている総合的な観測について、現時点までの結果を報告した。焼却区と非焼却区では土壌への炭素のインプットが 20～30% 異なったが、翌年の春先に分解が急激に進み、

湛水前には土壌中の粗大有機物量はほぼ同程度となった。これにより、生育期間中の CO_2 および CH_4 フラックスに有意な差が生じなかったと考えられた。また、灌漑水への炭素の溶出量にも相違がなかった。

永田(北農研)は、泥炭農地における温室効果ガスフラックスの動態について、北海道の石狩泥炭地を対象に行ってきた研究を紹介した。基本的に泥炭地の農地化は温室効果ガスの発生を増加させる傾向であったが、その内訳は作物や管理法によって大きく異なった。通常の農地と同様に、稲わら施用は土壌炭素収支を改善させる一方で CH_4 発生量を増加させ、土壌炭素の分解抑制が期待される不耕起や省耕起において N_2O 発生量が増加するというトレードオフ関係が、連作田、復元田、転換畑を用いた試験で確認された。LCA 分析を用いて温室効果ガスの総排出量を黒ボク土の圃場と比較したところ、泥炭土転換畑では黒ボク土の畑地に比べ温室効果ガスの排出源として土壌プロセスの割合がより高く、その中の N_2O が占める割合もより高いことが明らかとなった。

小野(農環研)は、耕起および稲わらマルチによるアルベド、粗度長、蒸発効率等の変化が地温や土壌水分に及ぼす影響の重要性を、既存の生態系モデルの感度実験の結果を用いて指摘した。本感度実験の範囲では粗度長の影響が最も大きく、粗度長を 10 mm(12 月頃)から 2 mm(3 月頃)に変化させた場合、12 月のある 1 週間で地温が $1.2 \text{ }^\circ\text{C}$ 上昇し、土壌水分が 8% 低下するという結果が得られた。また、交換速度の減少は他のガスやエアロゾルの交換も抑制するため、 NH_3 の沈着は 35% 減少し、窒素循環への影響も大きいことが示された。

セッションの最後に総合討論の時間を設け、全体的な議論を行った。地表面改変や攪乱のパターンや履歴を抽出する作業をまず行う必要がある、農業活動にともなう地表面改変は自然生態系における攪乱によって生じるものとは規模や頻度が大きく異なるため無理に対比すべきではないといった意見が出された。

台風等の自然攪乱、伐採や耕起等の人為攪乱によって生じた地表面の改変は、物質フローの構造を大規模かつ直接的に様変わりさせる一方で、温度や水分条件に長期に渡って影響を及ぼす粗度長、アルベド、土性等の物理パラメータも同時に変化させる。本 OS では両者ともに影響が大きいことが示されたが、物質循環を扱う既存の生物地球化学的モデルでは、これまで前者のみ扱われる場合が多く、後者の影響が明示的に計算されることはほとんどなかった。通常、モデルが仮定する土壌有機物分解の温度反応 (Q_{10}) は 2 前後であり、わずかな地温の差が系全体に

決定的な影響を及ぼす可能性がある。今後は、地表
面改変の物理的側面についても議論が深まることを
期待したい。

引用文献

平田竜一・溝口康子・山野井克己, 2012: 日本農
業気象学会 2011 年大会オーガナイズドセッション
OS3: 「炭素循環プロセスから見た陸域生態系の攪
乱と回復」の報告. 生物と気象, **12**, D1-2.

田中博春・小林和彦・馬場健司・増富祐司・広田
知良, 2013: 温暖化フォーラム(石川)報告「温暖化
適応策と農業現場での適応行動」. 生物と気象, **13**,
B1-14.