

2009年度環境プロジェクト 結果まとめ (増測メモ)

2010年2月10日 (水)

文責 増測 継之助

1 定点観測 (大山) におけるフラックスの、測定月との関係 (スライド 1~3)

- CO₂ の場合、9月は大きな値を示しているが、これの誤差範囲が不明であることと、7月、8月のデータが存在しないため、夏期にCO₂フラックスが大きくなることは断定できない?
- CH₄ の場合、夏~秋にかけてフラックスの絶対値が最小になると考えられる (このフラックスは負数であるから、この場合CH₄の吸収量が少なくなるという意味であることに注意)。
- N₂O の場合、6月と10月で同じくらいのピークが見られる。夏期においてこれより大きなフラックス値をとるかどうかは、これからはわからない (と思う)。

2 標高とフラックスの関係 (スライド 4~6)

- どの気体も大きく分散している (定点観測だけを見ても明らか)。標高よりもむしろ土温や、標高によって異なる植生の種類のほうが重要な因子なのではないか?

3 定点観測における土温とフラックスの関係 (スライド 7~9)

データ数が少ない (2009年11月地点で4つ) ので、確かなことはわからない。

- CO₂ の場合、温度の上昇とともにフラックスが大きくなるように思われる。
- CH₄ の場合も、温度の上昇とともにフラックスが大きくなっている。これは、夏にフラックスが最大になることと対応している?
- N₂O の場合、10°Cより少し大きいくらいの温度では正の値をとるが、15°Cをこえるとまた0に近づいている。あまり暑いとN₂O生成菌のはたらきが弱められるのだろうか?
- 農耕地においては夏作期に土壌吸収速度は地表面温度と高い正の相関を示し、土壌含水率とは負の相関を示した、という報告あり (木村真人ら著「土壌圏と地球温暖化」p.36)。

4 定点観測における水分量とフラックスの関係 (スライド 10~12)

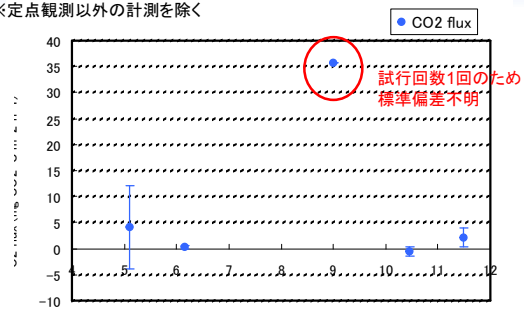
- CO₂ は、関係が不明である。
- CH₄ は、水分量が大きいほどフラックスが小さくなっている (=吸収量増加)。
- N₂O も、水分量が大きいほどフラックスが小さくなっている (=放出量減少)。

5 今後の方針

- 5月から12月まで定期的に測定したが、夏季 (高温域) のデータが不足しているように感じる。そのため、とりあえず今年の8月ごろまでは現行の測定を継続するのがよい。
- 現在の測定地点にここ数か月、何者かが出入りしているようである。(工事か?) 自然の状態を測定する上での障害となり、また、今後こちらの立ち入りができなくなる可能性があるため、丹沢の管理事務所等に公式な許可をとりたい。
- 正式な許可を取ったら、固定式のチャンバーを設置することで精度の向上を図りたい。チャンバーの調達を行い、3月までに日吉周辺でテストを行う (トランゼクトの予行演習の意味もある)。

測定月 vs. フラックス (CO₂)

※定点観測以外の計測を除く



2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

1

測定月 vs. フラックス (CH₄)

※定点観測以外の計測を除く



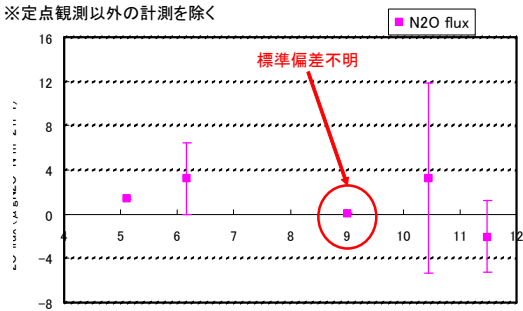
2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

2

測定月 vs. フラックス (N₂O)

※定点観測以外の計測を除く

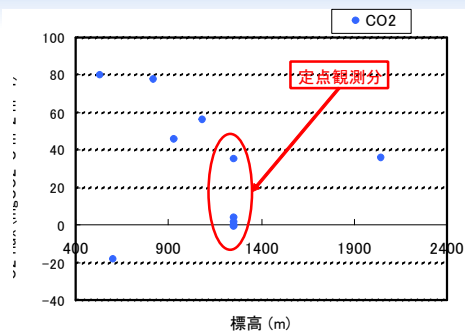


2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

3

標高 vs. フラックス (CO₂)

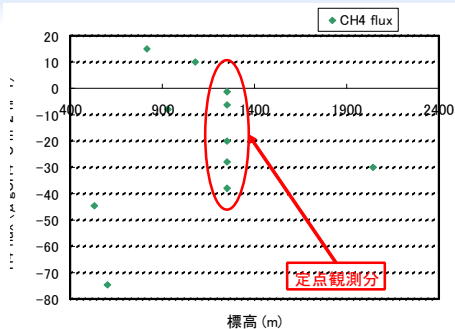


2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

4

標高 vs. フラックス (CH₄)

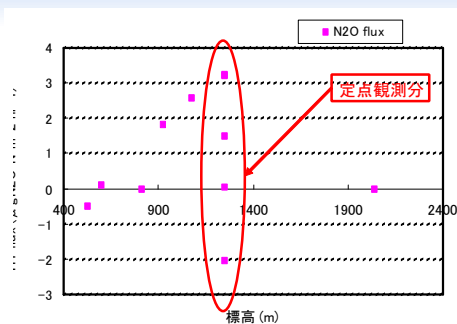


2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

5

標高 vs. フラックス (N₂O)



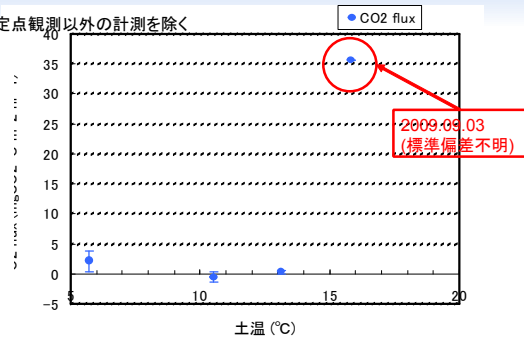
2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

6

土温 vs. フラックス (CO₂)

※定点観測以外の計測を除く



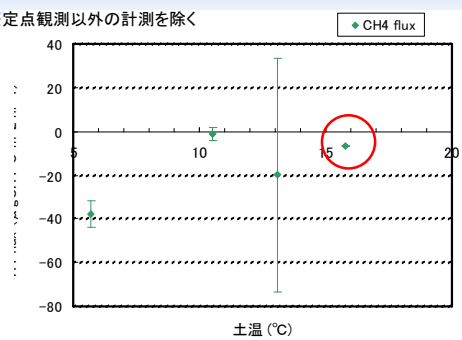
2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

7

土温 vs. フラックス (CH₄)

※定点観測以外の計測を除く



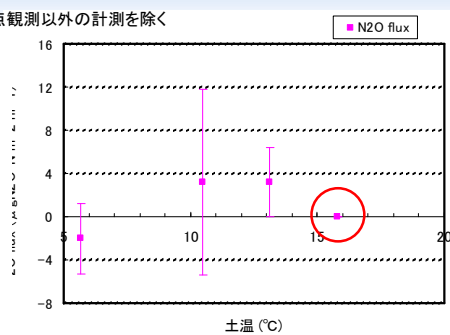
2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

8

土温 vs. フラックス (N₂O)

※定点観測以外の計測を除く



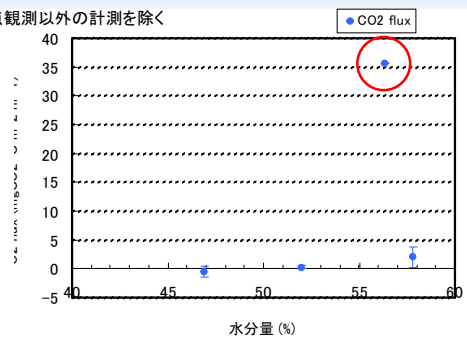
2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

9

水分量 vs. フラックス (CO₂)

※定点観測以外の計測を除く



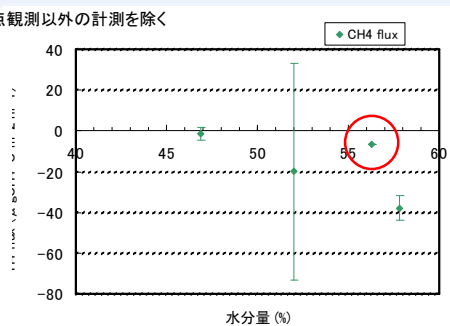
2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

10

水分量 vs. フラックス (CH₄)

※定点観測以外の計測を除く



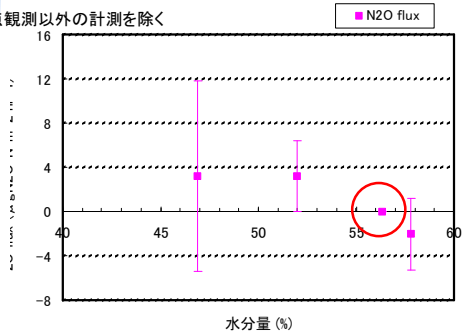
2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

11

水分量 vs. フラックス (N₂O)

※定点観測以外の計測を除く



2010/02/10

KSTAC 学生ミーティング資料

12

6 補足

フラックスの算出 温室効果ガスの発生・吸収量を把握するために、一定面積における気体の流れの束（フラックス）を考える。フラックス F は、以下の式で与えられる。

$$F = \rho \frac{V}{S} \frac{\Delta C}{\Delta t} \quad (1)$$

ただし、 ρ は気体密度、 V はチャンパー体積、 S は底面積、 $\Delta C/\Delta t$ は気体濃度の時間変化である。テントチャンパー（角錐）では $V = Sh/3$ (h は高さ) として表されるので、これを (1) 式に代入して

$$F = \frac{\rho h}{3} \frac{\Delta C}{\Delta t} \quad (2)$$

を得る。

気体の時間変化は、チャンパーを密閉した直後（1分）、5分、10分、20分、40分のチャンパー内部の気体を採取したのち、GC法により定量した気体濃度を時間と共にプロットし、その傾きから求める。CO₂ は比較的飽和するまでの時間が短く、20分頃から時間変化が緩やかになることが多いので、1分～10ないし20分までの傾きから、また、N₂O は飽和までの時間が長いので1分～40分の傾きで算出することが多い。

土壌呼吸量と生態系全体の炭素固定量の関係 土壌呼吸 SR は根呼吸 R_r（主に温度に依存）と、微生物と土壌動物の呼吸 R_o（地温のみならず土壌炭素ストックにも依存）の合計として表される。

$$SR = R_r + R_o \quad (3)$$

また、光合成などによる炭素固定量を GPP、純一次生産（GPP から植物地上部の呼吸 R_a と根呼吸 R_r をのぞいた量）を NPP、また、炭素固定量（NPP と R_o の差で表される量）を NEP で表す（詳しくは図1を参照）。すなわち、

$$NPP = GPP - R_a - R_r \quad (4)$$

$$NEP = NPP - R_o \quad (5)$$

である。

少なくとも森林・畑作物では、NEP と NPP は実験的に以下の近似式で表現できることがわかっている¹。

$$NEP = 0.705NPP - 425 \quad (r = 0.947) \quad (6)$$

（単位：kgC ha⁻¹ y⁻¹）この式を (5) 式に代入すると以下の式 (7) を得る。

$$NEP = 2.39R_o - 1441 \quad (7)$$

つまり、R_o が大きくなるほど、NEP も大きくなることがわかる。（R_o とともに SR（≒ CO₂ フラックス）も大きくなると考えられるので、SR と NEP も正の比例関係で表される？）

CO₂ フラックス測定の意義 前述のように、炭素固定量の大小を CO₂ フラックスで議論できる。また、CO₂ フラックスは温度上昇の効果が、土壌によって一様ではない。冷涼な気候下で多量に有機物が蓄積された土壌では、低い地温の割には有機物分解量が多く²、また、温度変化に対するこれの変化も大きいと考えられ（？）、調査によりこのことを検証できる。

¹長谷川周一ら著「環境負荷を予測するーモニタリングからモデリングへ」p.189（博友社）

²木村真人ら著「土壌圏と地球温暖化」p.79（名古屋大学出版会）

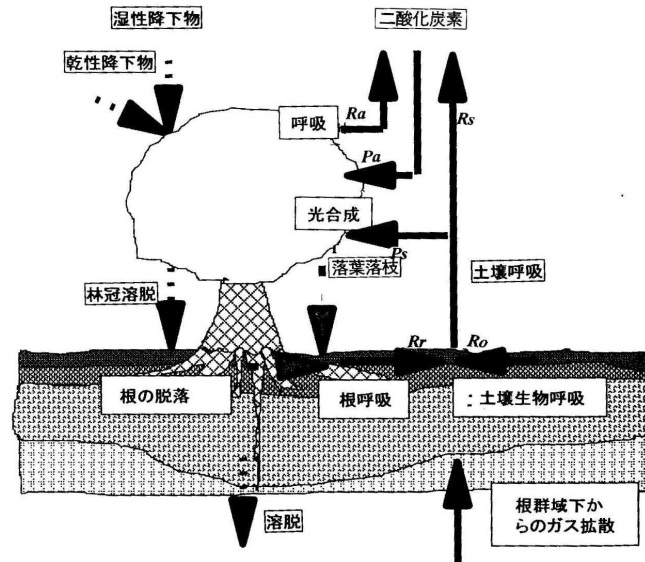


図 1 土壌植物系における炭素循環物理過程（「環境負荷を予測するーモニタリングからモデリングへ」 p.176）

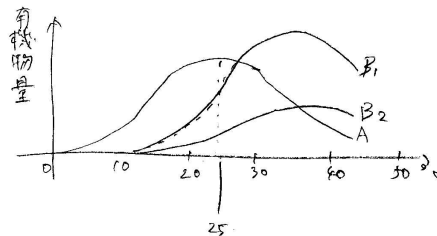


図 2 温度と有機物量の関係（A: 植物による有機物生産, B₁: 好氣的条件下の土壌有機物の分解, B₂: 湛水下の土壌有機物の嫌氣的分解）（「土壌圏と地球温暖化」 p.7）

N_2O フラックスについて 好氣的環境では脱窒よりも硝化のほうが考えやすい。硝化によって生成された NO_3^- の一部は土壌に留まる。これに対し、その副産物として同時に生成される N_2O は大気に揮散する（これがフラックスとして測定される）。

N_2O フラックスの大きさに影響を与える要素としては、硝化菌の活性度（地温に比例？）や蓄積されたアンモニウムイオンの量が考えられる。このうち後者は、（その月の）降水量とフラックスの関係からその土壌が窒素飽和しているかどうか分かる（窒素飽和していなければ、降雨による窒素分のインプットの少ない月ではフラックスが小さくなると考えられる）。

なお、温帯森林土壌では N_2O 全発生源の約 7% にあたる 0.1~2.0 TgN の放出が見積もられているが、調査は北米とヨーロッパでしか行われておらず、そのため温帯林についての見積もりにはこのような 20 倍もの推定幅がある。よって今研究は、 N_2O の循環を明らかにする上で大変有意義であると考えられる。

7 わからないこと

- メタンのフラックスは温度の上昇とともに大きくなっているが、メタン生成菌のはたらきが温度によりどのように変化するのか？
- 水分量が変化すると、土壌中の微生物の活動はどのようになるか？

8 スケジュール

3月3日	筑波ミーティング
日	固定チャンバーによるリハーサル（日吉）
3月中	丹沢，黒戸尾根での設置許可申請
5月？	丹沢でトランゼクト？
～7月初旬	黒戸尾根トランゼクト計画（詳細）の完成 必要に応じてチャンバー作成
8月	トランゼクト実行

このほか，毎月丹沢・大山での定点観測を行う。

決めておきたいこと

- 黒戸尾根での調査の前に，丹沢で練習を兼ねたトランゼクトを行う方がよいか
- 黒戸尾根，丹沢（行う場合）で固定式チャンバーを最低いくつ設置すればよいか．一カ所につきいくつ，また，測定地点は何メートルおきにするか（等距離でいくのか，等高度でいくのか）

3月3日筑波ミーティングでの決定事項

作成 2010年3月8日(月)
文責 増渕 継之助

1 定点観測に関して

- CO₂ フラックスの値が異常に小さい。普通9・10月であれば50 mgCO₂-C m⁻² h⁻¹ くらいになるはず。その他、CH₄ フラックスの絶対値も小さい。
- 上記のようになったのは、チャンバーの密閉性に欠陥がある可能性が考えられる。
- 雨による窒素降下物の量が増えれば、その地点のN₂O フラックスが増えることが考えられる。また、土壌が酸性化すると考えられる。
- CH₄ の吸収は温度上昇と共に上昇する。ただし、むしろそれ以上に水分量に左右されると考えられる。

2 平成22年度の目標

1. 固定型チャンバーを導入し、測定精度の向上を図る。結果をテントチャンバー作成にフィードバックする。
2. トランゼクトの実施。

3 トランゼクト実施に関して

- 3月下旬に、日吉で固定型チャンバー3個によるリハーサルを行う。目的は、測定手順の確認、精度の把握。同時にテントチャンバーも用い、比較の対象とする。
- 丹沢・大山でのトランゼクトは、黒戸尾根での実施に向けての練習にもなるので行う方向で進める。実施時期は5月下旬(22日(土)・23日(日)が有力)で日帰り。2個×5か所=10個の固定型チャンバーを設置して行う。
- 黒戸尾根でのトランゼクトでは、2個×7か所(標高300mおき)=14個の固定型チャンバーを設置する。
大まかな日程は以下の通り。なお、予備日を2日設ける。

0日目 夜、東京を出発。(夜行泊)

1日目 A班(高いほう)、B班(低いほう)に分かれて入山。(テントまたは小屋泊)

2日目 この日までにチャンバーの設置を完了する。(テントまたは小屋泊)

3日目 トランゼクト実行(時刻…6(一部)・9・11時)。チャンバーを回収して下山。

- 以上の日程にフル参加する人員のほかに、2日目から合流する人員をもうける(食料の補充)。合計で14人(測定者)+3人(予備)+3人(本部)。
- 台風などの荒天が事前に予想される場合は中止。雨天の場合は安全に行える範囲で決行する。
- チャンバーの他にナイフ(刃渡り10~15cm, 設置用)、温度計7台、水分量計2台と無線3台が必要。