

植物による好気性条件下でのメタン放出の測定

概 要

メタンは非常に有力な温室効果ガスです。そして、地球温暖化に対して部分的に責任があると思われます。最近の調査結果は、地球上の植物がまだ未知の生理的プロセスにより好気性の条件下で相当な量のメタンを放出しているかもしれないことを示唆しています(Keppler ら、2006)。高い放出率は、熱帯雨林上で観測されるメタンのプルーム(羽毛状に空中に上がったもの)を計算に入れるかもしれません(図 1:Frankeneng ら、2005)。Keppler らの論文は科学界で議論を引き起こしました、そして、彼らのデータが世界的なメタンモデリングに使われています(Bousquet ら、2006)。しかし、議論は1つの研究室での短期間の実験に基づいたもので、実験的なセットアップの理由で批判された (Kirschbaum ら、2006)。したがって、我々の狙いは、地球上の植物が好気的な条件下でメタンを放出することができるという彼らの研究結果を再検証することでした。一般に、メタン放出を測ることでの大きな問題は、およそ 2000ppbv という高い自然のバックグラウンド濃度です。 ^{13}C による植物のユニフォーム標識化により、この問題を解決するのを支援します。

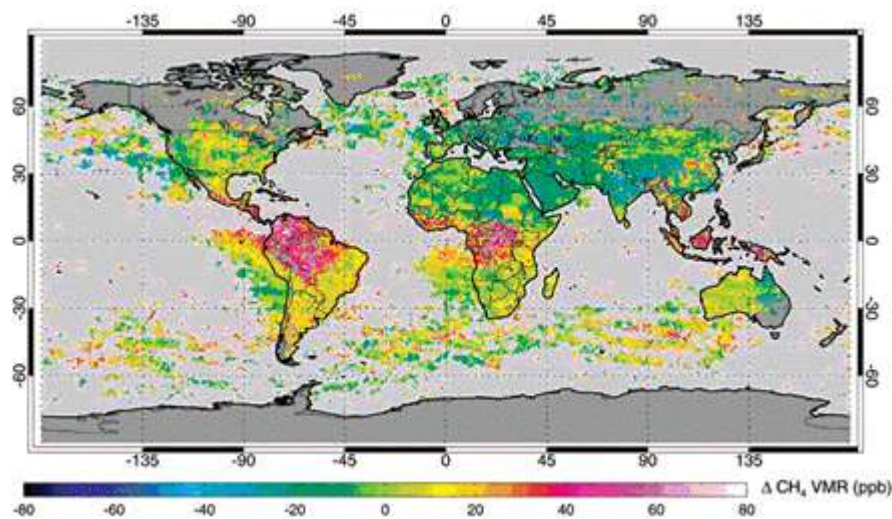


図 1。ESA の ENVISAT 衛星からの SCIAMACHY 測定と TM3 モデルの結果の間に差異。最大の矛盾は、熱帯常緑広葉樹の森の上に見ることができます。モデルは、明らかに、今まで未知のメタン源に起因する観測されたメタン濃度を過小評価しています (Frankenberg ら、2006)。

安定同位体によるソリューション：ユニフォーム ^{13}C -標識された植物

メタンの自然存在比は 2000ppbv と高いが、自然の ^{13}C -メタンのバックグラウンドはたった 22ppbv (すなわち 1.1 atom%) です。したがって、我々は、99% ^{13}C CO_2 空気中で 9 週間、種子から 4 つの植物種

(小麦、トウモロコシ/コーン、バジル、トマト、普通のマツヨイグサとセージ) を育てることを決めました(Dueck ら、2007)。最初の実験では、レーザーをベースにした検出技術を用いてのメタン測定のための連続ガス交換キュベットに7~8週間後にバジル、セージ、小麦とトウモロコシが移された。測定の感度を上げるために、我々は ESPAS ^{13}C -標識化施設で実験を行いました。施設の総植物生物量は交換キュベットよりおよそ 30 倍高かった、そして、栽培期間は 2 時間から 6 日間に増やされました。施設は、考えられるあらゆる残留するメタンを除去するために、室温で 7~9 週間後に、短時間開放されました。その後、施設は再び閉鎖されました、そして、空気サンプルが ^{13}C -メタン蓄積を測定するために 6 日間の間に 2 日間隔でサンプリングされた。

結果

4~12g (乾燥重量) の植物材料が入っている植物キュベットでの最初の実験では、 $-10\sim 42\text{ng}^{-1}\text{h}^{-1}$ 、平均で $21\text{ng}^{-1}\text{h}^{-1}$ 変化する 4 種類についてのメタン放出率を測定した。放出率は、ゼロから統計学的に有意ではなかった。連続フローシステムによる検出可能な放出率は、Keppler ら(2006)によって唱えられている平均メタン放出率 $119\sim 374\text{ng}^{-1}\text{h}^{-1}$ より 6~18 倍低かった。第 2 のずっと感度が高い実験でさえ、Keppler ら(2006)による報告で、それぞれ『太陽光』と『暗黒』条件下での放出率に基づいて期待された放出のたったの 0.1%~0.3%の間である $-0.9\sim 0.4\text{ng}^{-1}\text{h}^{-1}$ (図 2) のメタン放出を示しました。

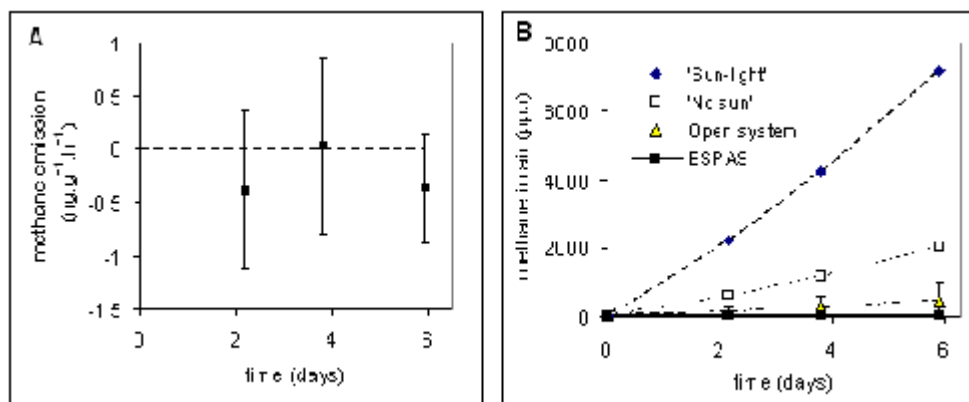


図 2. 長期定常状態メタン放出。

- A. ESPAS ^{13}C -標識化施設での ^{13}C 標識植物による ^{13}C -メタン放出の測定。植物バイオマスは、289 g (0 日) から 374 g (6 日) g に乾燥重量が増加しました。
- B. ESPAS ^{13}C -標識化施設で、 ^{13}C 標識植物によってメタンの予想される蓄積 (点線) と測定された蓄積 (実線)。測定されたメタン濃度 (実線、■) と我々の連続フロー実験から予測されるメタン濃度 ($21\text{ng}^{-1}\text{h}^{-1}$ 、点線△)、Keppler ら (2006; 太陽光下、 $374\text{ng}^{-1}\text{h}^{-1}$ 、点線◇、と暗黒下 $119\text{ng}^{-1}\text{h}^{-1}$ は、点線□)。

我々は、好気性条件下で地球上の植物によるメタンの相当な放出の証拠がないと結論づけた(Dueck ら、2007)。熱帯雨林生態系のメタン放出源は、このようにミステリーが残っています。

References

Bousquet P, P Ciais, JB Miller, EJ Dlugokencky, DA Hauglustaine, C Prigent, GR van der Werf, P Peylin, E-G Brunke, C

Carouge, RL Langenfelds, J Lathière, F Papa, M Ramonet, M Schmidt, LP Steele, SC Tyler, J White. 2006.

Contribution of anthropogenic and natural sources to atmospheric methane variability.

Nature 443: 439-443.

Dueck TA, R de Visser, H Poorter, S Persijn, A Gorissen, W de Visser, A Schapendonk, J Verhagen, J Snel, FJM Harren,

AKY Ngai, F Verstappen, H Bouwmeester, LACJ Voeseek, A van der Werf. 2007.

No evidence for substantial aerobic methane emission by terrestrial plants: A ¹³C-labelling approach.

New Phytologist 175: 29-35. Ask a [reprint](#).

Frankenberg C, JF Meirink, M van Weele, U Platt, T Wagner. 2005.

Assessing methane emissions from global space-borne observations.

Science 308: 1010-1014.

Keppler F, JTG Hamilton, M Braß, T Röckmann. 2006.

Methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions.

Nature 439: 187-191.

Kirschbaum MUF, D Bruhn, DM Etheridge, JR Evans, GD Farquhar, RM Gifford, KI Paul, AJ Winters. 2006.

Comment of the quantitative significance of aerobic methane release by plants.

Functional Plant Biology 33: 521-530.