

課題名	RF-0903 日本の落葉広葉樹林におけるメタンおよび全炭化水素フラックスの高精度推定
課題代表者名	深山貴文（独立行政法人森林総合研究所関西支所森林環境研究グループ）
研究実施期間	平成21～22年度
累計予算額	18,506千円（うち22年度 8,766千円） 予算額は、間接経費を含む。
研究体制 （1）日本の落葉広葉樹林におけるメタンおよび全炭化水素フラックスの高精度推定 （独立行政法人森林総合研究所）	
研究概要 1. はじめに メタンは京都議定書において定義されている地球温暖化係数21の強力な温室効果ガスであり、全球レベルで排出源を特定し、各排出量を定量化すると共に、科学的データに基づいた排出源対策を行っていくことが求められている。特に近年、世界各地の森林上空において人工衛星や現地での観測によって高濃度メタン層が確認され、室内では好気的環境下における植物からのメタン放出の実験結果が得られていることから、森林におけるメタンフラックスの実態把握が必要とされている。しかし、メタンフラックスの連続観測手法はこれまで観測に適した分析機器が無かったことから十分に開発されておらず、これが森林群落レベルにおけるメタンフラックスの高精度推定において大きな問題となってきた。 一方、森林から放出される非メタン炭化水素は二次有機エアロゾルの前駆物質として注目されている。エアロゾルは雲凝結核となって雲を形成し間接的に地球の放射収支に寄与する他、直接的にも太陽光を反射することから、温室効果ガスと共に非メタン炭化水素フラックスの定量化は重要な課題とされる。今後、森林が炭化水素の放出において果たしている役割を定量的に評価し、森林破壊による雲の減少などを考慮して、地球温暖化に関連した多面的な将来予測を行っていく上で、非メタン炭化水素フラックスの連続観測手法の開発も強く必要とされている。これまでに森林起源の非メタン炭化水素の放出量は人為起源を凌ぐことが推定されているが、連続的な分析が困難であったことから未だそのフラックスの野外観測例は少なく、実態把握は十分でない。 これらのことから本研究では、近年開発された高速メタン計と陽イオン移動反応質量分析計（PTR-MS）という新たな高速分析機器を応用し、メタンおよび非メタン炭化水素の野外における炭化水素フラックスの連続観測技術を開発することとした。	
2. 研究目的 本研究の目的は、高速分析機器による炭化水素フラックス観測と分析における自動化を通じ、多点観測、連続観測、微気象学的手法とチャンバー法の並行観測を可能とする炭化水素フラックス観測手法を開発し、森林における実測によってその有効性を検証することである。そして、森林における炭化水素の発生要因と内部動態を解明し、必要な場合には森林施業におけるメタンの排出源対策を検討することである。 本研究では森林群落におけるメタンの放出源と放出要因を明らかにするため、メタン濃度プロファイル、日変化、各種有機物からのメタン発生量とその変動特性の評価を行う。また、群落メタンフラックスを高精度推定するため、溪流面積の測量と有機物堆積量の調査、自動連続分析システム、自動土壌メタンフラックス観測システム、多点メタンフラックス観測システム、渦集積法による群落メタンフラックス観測システムなどを開発し、連続的および多点でのデータの取得を可能にする。非メタン炭化水素についても森林内における現地リアルタイム分析を実現し、放出されている微量ガス成分の実体解明を行う。特に本研究ではコナラ葉から大量に放出される非メタン炭化水素のイソプレンに注目し、葉面から放出されて酸化し、大気－森林間での交換に至るまでの過程を多点同時観測で捕捉し、イソプレンから二次有機エアロゾルが形成されている可能性についての検討を行うことを目的とする。	

本研究では高速測器の性能評価を行った後、これを用いた連続観測システムを開発し、ガスクロマトグラフ(GC)と高速測器による観測結果の比較、内部動態の解明を行った。そして得られた一連の研究成果からメタンを初めとした炭化水素の発生要因や発生量の変動傾向を考慮した観測システムの利用方法などについて検討した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 測器の概要

本研究ではこれまでのGC分析では不可能だった炭化水素の高速分析を下記の2種類の測器、簡易渦集積法(REA法)、チャンバー法を組み合わせ実現した。

a. 高速メタン計：高速メタン計は米国のLos Gatos Research社が開発した可変波長半導体レーザーを利用したレーザー分光法による測器である。2枚の高反射率(99.99%)のミラーを向かい合わせた中でレーザーを多重反射させ数kmの長い光路を確保し、その強度の減衰量や減衰時間を測定する。このようなレーザーを用いた手法では、従来ミラーや光源のアラインメント調整が必要とされ、その煩雑性が野外観測における大きな課題となっていた。しかし、本測器はレンズを用いた光学的な工夫などによってこの問題を解消している。一方で本測器はセルの容量が408ccと大きく、測定時に真空ポンプによってセル内部を104torrの低圧に維持する必要があるため、構造上、セルの内部空気の入れ替えにやや時間を要す特徴を持つ。分析精度は0.1%と非常に安定した性能を持つ。

b. PTR-MS：PTR-MSはオーストリアのIonicon Analytik社が開発したソフトイオン化法質量分析計である。これはプラズマ放電によってイオン化した純水の蒸気を微量ガスに加えて陽子移動反応を生じさせ、 $H^+$ の付加された微量ガスイオンを質量数別にカウントする測器である。質量分析の前にカラムなどで成分の分離を行わない手法上、同じ分子量の成分は分離できない。このため、一般にガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)で干渉成分の有無を確認しながら用いられる。プロトンとの親和性が水よりも小さいアルカン、エチレン、プロピレン、アセチレンや、無機ガス(硫化水素を除く)以外のガスの検出が可能である。大気導入時における成分の濃縮などの前処理が不要で、定量分析においてはGC-MSよりも測定誤差が少なく、非常に高精度かつ連続的に分析が可能な特徴を持つ。また本測器は、数秒間隔で同時に複数の微量ガスの定量が可能な特徴を持つ。

#### (2) 試験地

本研究では、これまで実態解明されていない森林内での炭化水素フラックスの動態と発生源の特定を行うため、野外を中心としたフラックス観測手法の開発、連続観測、多点観測、実験的手法による研究を行った。これらの一連の研究を行った試験地は、京都府木津川市北谷国有林に位置する山城試験地(34°47'N135°51'E, 標高180m~250m)である(図-1、表-1)。

本試験地は淀川水系木津川の支流である不動川の源流で尾根に挟まれた小流域からなり、流域面積は約1.6haである。植生はコナラ、ソヨゴ等の約50樹種が混交する暖帯広葉樹二次林で、1999年に行われた毎木調査によると、DBH3cm以上の立木バイオマスは51.01 MgC ha<sup>-1</sup>であった。本試験地の年平均気温は15.5℃、暖かさの指数は125.6℃・month、平均年降水量は1,627.0mmである。土壌は風化花崗岩を母材とする砂質の未熟土で、層位の分化は不十分で土層は全体的に薄い。



図-1 山城試験地

表-1 試験地の概要

場所	京都府木津川市 NL34°47', EL135°51'
標高	220m
主要樹種	落葉樹 コナラ <i>Quercus serrata</i> , <i>Lyonia neziki</i> 常緑樹 ソヨゴ <i>Ilex pedunculosa</i> , <i>Eurya japonica</i>
平均樹高	12m
土壌型	未熟土
チャンバー用タワー高	10m
平均気温	15.8℃
平均湿度	74.6%
年間降水量	1627.0mm

### (3) 研究項目

本研究において実施した主な研究項目は下記の通りである。

#### 1) メタン濃度の時系列及び空間変動特性に関する研究

本研究では、はじめにメタン濃度の鉛直分布、日変動、季節変動の観測を行い、森林におけるその変動特性と変動要因についての検討を行った。鉛直分布の評価としては尾根タワーにおいて定期観測を行った。メタンフラックスの空間変動特性の評価としては、乾燥した森林内の土壌フラックスとコナラ葉面フラックスのチャンバー法による定期観測を行った。

定期観測は4月から10月までの間の晴れた日の正午頃に週1回の頻度で行った。メタン濃度の鉛直分布調査における空気のサンプリングは手動で尾根タワー（高さ26m）の基部から先端まで2m間隔で行った。土壌面と葉面におけるメタンフラックスの測定には、土壌チャンバー（直径20cm、高さ15cm、塩化ビニル製、円筒形）と葉群チャンバー（内径36×50×30cm、透明アクリル樹脂製、直方体）を用いた。メタンフラックスの測定時にはアクリル製の蓋を用いて閉鎖した。これらのチャンバーは、チャンバー内の圧力補正を行うため、圧力補正用テドラーバッグに接続した。チャンバー内の空気は観測開始から0、15、30分後にエアタイトシリンジによって採取し、濃度変化の速度からフラックスを求めた。

#### 2) ルートリターからのメタンの発生特性に関する研究

本研究では森林におけるメタン発生のメカニズムの解明において、嫌氣的空間に存在する地中有機物としての溪畔域のルートリターに特に注目した。ルートリターのメタン発生源としての潜在性を明らかにすると共に、メタン発生量の変動特性を明らかにするため、ルートリターの量や直径と、そこからのメタン発生量の関係性についての研究をクロズドチャンバー法による定期調査で行った。本研究では溪畔域のルートリターが高水位時に地下水位以下に存在する環境をモデル的に再現することを目的として試験地の溪流内に人工的な調査プロットを作成した。水温の計測にはサーミスタ温度計を用い、フラックス観測の直後にチャンバー内の水面付近での計測を行った。

ルートリターの試料としては山城試験地内で採取したコナラの根系を用いた。コナラは山城試験地の地上部現存量の約3割を占める優占樹種で、根系の分布量が最も多いことから選定した。試験地内で採取したコナラの根系は直径に応じて太根（平均直径1cm以上）、中根（同5mm以上1cm未満）、細根（同5mm未満）の三段階に分けた。

#### 3) 溪流におけるメタン発生箇所に関する研究

急峻な山地溪流内の多くの箇所は流水による攪乱の影響でメタン菌の滞留時間が短いため、その菌相の形成環境として一般的に適していないと考えられる。しかし、溪流には落葉のリターに覆われた砂州や岸があり、ここではメタン菌も比較的長い滞留時間を有し、潜在的なメタン放出源となっている可能性が考えられる。そこで、本研究ではこのようなメタン発生箇所の空間変動特性に注目し、多点観測用土壌チャンバーを用いた評価を行うこととした。この多点チャンバー法の特徴としては、これまでバイアル瓶とエアタイトシリンジを用いたサンプリングであったところを、バッテリーを備えた電動ポンプとテドラーバッグを多数のチャンバーに組み込んだことである。これによりスイッチ1つで同時にサンプリングできるようになり、採取と分析を省力化して多くの実測データを取得できるようになった。本研究では特に砂州や岸周辺の空間変動特性を評価するため、試験地内の溪流沿いに5m間隔で38個の土壌チャンバーを挿入し、6月に1回、メタンフラックスの空間変動特性を調査した。一方、溪流の砂州や岸周辺を横断する形で溪畔域プロットを設け、8個のチャンバーを挿入し、4月から12月にかけて週1回の頻度でメタンフラックスの定期観測を行った。また実験的にリターによる被覆がメタン発生量に及ぼす効果を評価するため、20g及び40gのコナラの落葉、木材組織、堅果を調査プロットのチャンバー内に入れ、同じ頻度でメタン放出量を定期観測した。林内鞍部においても嫌氣的箇所が発生する可能性が考えられたため、これを評価するための鞍部プロットを設け、同じ頻度でメタン放出量を定期観測した。これらの観測によって大量に得られたサンプルは自動連続分析装置を自作し、自動でGC分析を行った。また、これらの定期調査と並行し、尾根部と谷部におけるメタンフラックスの季節変動特性の評価を目的として尾根と谷（溪流内汀線部）に自動土壌チャンバーを設置した。

#### 4) 高速測器を用いた連続観測手法の開発と野外観測

本研究でははじめに自動連続観測に向けての高速メタン計、PTR-MSの性能評価を行った。そして、これらの新測器を組み込んだ、メタンおよび非メタン炭化水素フラックス観測用のREA法とチャンバー法の並行観測を目的とした炭化水素フラックス連続観測システムの開発を行った。本システムでは、データの記録とシステム全体の中央制御をプログラマブルロガーであるCampbell社のCR3000で行った。一方、これと信号線で接続されたプログラマブルリレー群（オムロン社製、ZEN）で葉

群チャンバー、湿地域土壌チャンバー、森林内土壌チャンバーの開閉動作と炭化水素濃度の分析動作、REA法における貯蔵容器の分析動作と排気動作などを制御した。

この観測システムの有効性を検証するため、山城試験地において2009年の3月から1年間、炭化水素フラックスの観測を実施した。観測システムの制御部と分析部は谷タワーの観測小屋内に設置し、自動土壌チャンバーは観測小屋付近の溪流内と森林内、葉群チャンバーはコナラの樹冠付近の陽葉に各1基設置した。

#### 4. 結果及び考察

チャンバー法で測定されたメタンフラックスはコナラ陽葉では検出限界以下であったが、森林内で吸収のフラックスが観測された。プロファイル観測では大気の安定度が高い条件下において樹冠高付近でメタン濃度が僅かに高まる傾向が観測された。またこの傾向は尾根タワーと谷タワーで共通して認められた。メタン濃度の分散は夏期、地上部及び樹冠高付近で大きくなる傾向が認められ、地上部と樹冠高付近にメタン濃度の変動要因が存在している可能性が示唆された。

ルートリターからのメタン発生量については、細根が密集する45g区のチャンバーでメタンの放出が早期に観測された。これは嫌気的環境下において密集した細根の存在がメタン生成菌や有機酸などの基質の流出阻止の上で有利に働き、効率的な増殖と発酵の環境が形成された可能性が考えられた。今後、水位上昇時における早い段階でのメタン発生メカニズムを解明する上で、特に高いルートリター密度条件下での実験的研究が重要と考えられた。一方、直径の異なるルートリターからのメタン発生量を比較した結果、直径の違いに関わらずルートリターは嫌気的環境に置かれると20日目以降にメタンの発生源となる潜在性を持つことが示唆された。

溪流内におけるメタン発生量の空間変動特性を調査した結果、比較的平坦な砂州上にある落葉の堆積地においてメタン放出量が高い場合があることが認められた。そこで堆積有機物量とメタン放出量の関係性を検討するため、異なる量の落葉、落枝、堅果をプロット内のチャンバーに実験的に投入し、4月から12月まで週1回チャンバー法でメタン放出量を観測した結果、約640g m<sup>-2</sup>以上の有機物を投入したチャンバーで地温が15°C以上になった条件下でメタン放出が観測された。水温とORPの関係を見ると、種類にかかわらず有機物の投入されたチャンバー内では夏期の水温の上昇によって還元的な環境になる傾向にあったものの、観測期間中の平均メタン発生量については堆積量の多い落葉からの放出が突出して多かった。これはメタン菌の生息環境として表面積の大きい落葉が流水による菌相の流亡の影響を妨げ、落葉下においてメタンの発生環境を形成した可能性があると考えられた。これらの結果から溪畔域では大量の落葉の堆積箇所では夏期にメタン発生量が高まっている可能性があると考えられた。

山城試験地の尾根付近にある鞍部プロットでは夏期にプロット内の多くのチャンバーでメタン吸収量が減少する傾向にあり、特に鞍部の底部では7月の一時期、吸収量と同等の小さい値の放出のメタンフラックスも観測された。鞍部底部でのメタンフラックスの観測期間中の標準偏差は大きく、平均メタン吸収量も他のチャンバーに比べて若干少なかったが、概ね森林内に設置したチャンバーにおけるメタン吸収量の季節変動と空間変動は一定の範囲にあった。以上の結果から、森林土壌は梅雨期の短期間、土壌含水率の増加によってメタン酸化菌の活動が抑制され、鞍部の底面などの非常に限られた地下水位面の高い土壌では水位上昇によって嫌気的環境が形成されメタン菌によるメタン発酵が生じている可能性があるが、森林土壌は概ね一定の範囲の速度でメタンの吸収を行っていると考えられた。

一方、同時に定期観測を行った溪畔域プロットでは6月下旬から8月上旬にかけて溪流の汀線部でメタンの放出が観測された。溪畔域のメタン放出量の時系列変動は大きかったが、ピーク地点からの距離に従った年平均放出量の減少傾向は明瞭であった。特に大きなメタンの放出は汀線上だけでなく、その斜面上方でも観測された。これは降雨後に水位がピークとなった時期に汀線上からのメタン放出が抑制され、やや上部での放出が増えてメタン放出のピーク地点となり、その翌週に水位の低下と共に岸上でメタン放出量が回復して、放出のピーク地点も汀線上に戻るといった空間変動が観測された可能性が考えられた。この結果からはメタン放出量の推定における水位評価の重要性も示唆された。

自動チャンバーによる連続観測では尾根におけるメタン吸収量が概ね一定であったのに対し、谷の汀線部に設置したチャンバーでは大きなメタンの放出量の季節変動が観測された。この季節変動は概ね気温の季節変動と一致したが、気温のピーク付近では突発的に高いメタン放出量が観測された。一方、観測期間中の平均値と標準偏差についてみると、谷部において経時変動の幅は大きかったものの、平均放出量は平均吸収量と同程度であった。これは谷部においてメタン放出が観測された期間が短かったためと考えられる。これらの結果から、溪畔域におけるメタン放出量は複雑な時系列および空間変動特性を持つものの、限られた放出面積と放出期間の範囲の中で限定されて放出されている可能性が高いと考えられた。

自動炭化水素フラックス観測システムを開発し、タワー上に吸引口を設けて二酸化炭素濃度と並

行してメタン濃度の日変化の観測を行った結果、二酸化炭素については光合成に伴って日中と夜間の間で周期的で明瞭な濃度変化が観測された。しかし、メタンに関しては夜間と早朝に二酸化炭素に類似した変動傾向を示すこともあったものの、比較的、周期的な日変動は不明瞭であった。この変動は森林外部からの高濃度メタンの移流によって生じていた可能性も考えられ、森林外部がもたらす変動要因についても検討する必要があると考えられた。

森林土壌表面と群落上でメタンフラックスの連続観測を行った結果、土壌メタンフラックスについては、概ね一定の弱いメタンの吸収が通年で観測された。このメタン吸収量と地温の間には顕著な相関は認められなかった。一方、溪畔域の嫌氣的土壌においては顕著な土壌メタンフラックスの経時変動があることが、連続観測によって確認された(図-2)。このメタン放出において大きな経時変動が生じた要因としては、降雨による溪畔域における嫌氣的環境の攪乱の可能性が挙げられる。水温が約15℃を越えるとメタン放出量が増加していた。これは、メタン菌の増殖が活発化し、菌相を形成したことによると考えられる。しかし、降雨開始と共にその放出量は急減し、降雨停止後、概ね1日から2日以内に速やかにメタン放出量が回復していた。この変動から、渓流水の増加によって菌相全体が流亡することはないが、渓流水中に含まれる溶存酸素の影響でメタン菌の活動の一部が停止した可能性が高いと考えられる。

メタン放出量の季節変動としては、降水量が少なく水温の高まる7月に放出量が特に高まる傾向が観測された。気温との関係性としては、5月においても僅かながらメタンが放出を開始しており、弱いメタン放出量についても水温の変動に追従する傾向が認められた。連続的なデータについて気温とメタン放出量の関係をプロットすると、メタン放出量は18℃を越える時期から急速に高い値が観測され、渓流水の攪乱の影響を受けて変動幅も非常に大きくなっていった。今後、溪流からのメタン放出量をモデル化していく上で、フラックスの自動連続観測と土壌の嫌氣的環境のモニタリングが温度環境と共に重要と考えられた。

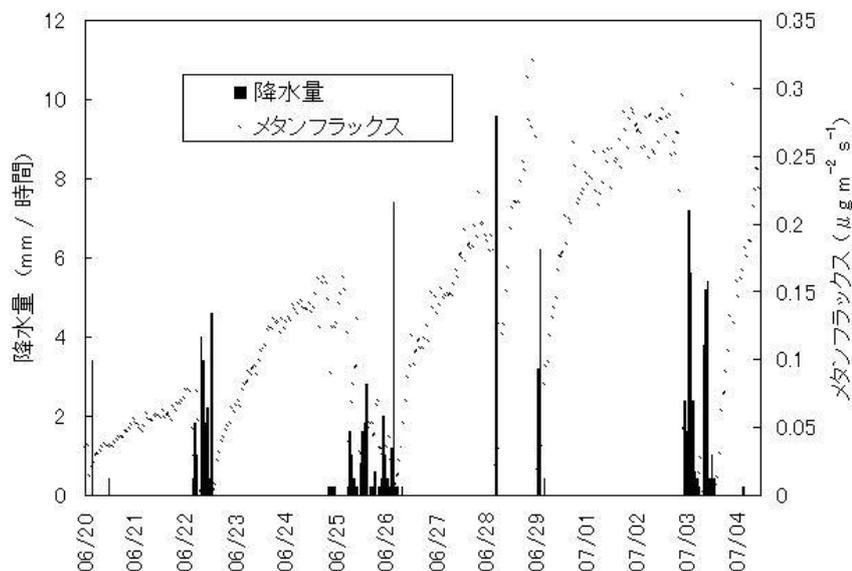
REA法による群落レベルのメタンフラックスの日変化のパターンは不明瞭だった。得られた平均メタンフラックスはKepplerらが好氣的環境下で植生からメタンが放出されていると仮定した値より大幅に小さく、森林がこの規模のメタンの放出源でない可能性が高いことを示していると考えられた。自動土壌チャンバー法の観測結果から群落フラックスを推定するために測量を行った結果、山城試験地全体に占める溪流面積は0.6%であった。また、多点チャンバー法による観測では顕著なメタン放出は溪流内の汀線か砂州上からしか観測されず、コナラ葉面からのメタン放出量は検出限界以下であった。さらに、連続観測における年平均メタン放出量は、年平均吸収量と同オーダーであった。このことから、実質的にこの試験地におけるメタンフラックスは森林土壌の平均吸収量にほぼ等しいと推定され、この試験地はメタンの吸収源となっていると考えられた。このチャンバー法による推定結果は微気象学的手法で非常に弱いフラックスしか観測されなかった結果を支持するものと考えられた。またこの結果から、現時点でこの森林についてのメタン排出源対策は必要ないものと判断された。

PTR-MSを山城試験地において炭化水素フラックス自動観測システムに接続し、フラックスの日変化を観測した結果、土壌チャンバーでは降雨後にメタノールとアセトアルデヒドと考えられる成分の放出量が増加する例があった。この観測結果は降雨による土壌中微生物の代謝量の急激な変化を反映している可能性があり、森林生態系において炭素循環に深く関わる微生物活動をリアルタイムでモニタリングし、短期的な変動を評価する上でこの様な連続観測システムが非常に有効である可能性が示唆された。

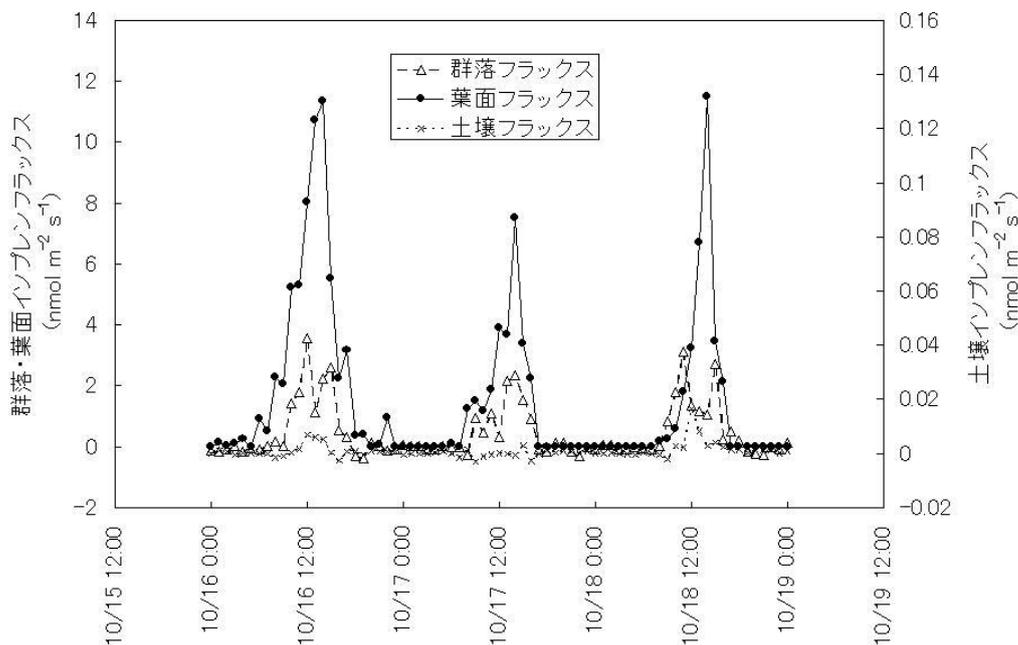
次にPTR-MSを用いて大気中の微量ガスフラックスについて傾度法による観測を行った結果、7種類の成分について日中を放出量のピークとする日変化が観測され、これらの成分は主に植生から放出されている可能性が高いと考えられた。特にイソプレンの日変化は鋭敏な波形を示しており、試験地のコナラは強力なイソプレンエミッターであることからREA法を用いた群落フラックスの連続観測ではイソプレンを測定対象とすることとした。

REA法による群落イソプレンフラックスの観測では、はじめに従来型手法のGC-MSと今回新たに連続観測用に採用したPTR-MSの観測結果の比較を行い、両手法によるフラックスの日変化の観測結果が概ね一致することを確認した。REA法は分析を後から行うため、貯蔵容器に貯蔵する時間を利用し、チャンバー法によるフラックス観測を同時並行的に行うことが可能という特徴を持つ。本研究ではこの特徴を活かして群落、葉面、土壌からのイソプレンフラックスの同時並行観測を試みた。その結果、明瞭な日変動が同時に観測され、これまで知られていたコナラ葉面からの放出以外にも乾燥した森林土壌からイソプレンが日中に放出されている現象が観測された(図-3)。これは土壌中の菌類などの活動による可能性が考えられるが、その詳細な発生メカニズムについては今後の検討が必要である。一方、同時に観測されたイソプレンの葉面フラックスと群落フラックスの関係を求めたところ、葉面から高い放出量がある時間帯に群落フラックスに頭打ちの現象が生じている可能性が考えられた。これは葉面から放出されたイソプレンが酸化しているため、葉面でのイソプレン放出量が直接的に群落フラックスに反映されないことによる可能性が考えられる。葉群から放

出されたイソプレンは大気中で酸化しエアロゾルの前駆体となっている可能性が高く、実際にこの森林では有機エアロゾルの日中の急激な増加が観測されている。この現象をフラックスの連続観測の積み重ねによって詳細に検討していくことで、森林が地球上の二次有機エアロゾル形成に果たしている役割の解明に繋げていくことが重要と考えられ、本研究によって開発された観測システムはこのような連続並行観測に非常に有効と考えられた。



図－2 嫌気的な土壌で観測された降水量とメタンフラックス



図－3 PTR-MSで同時多点連続観測されたイソプレンフラックス

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

可変波長ダイオードレーザー分光法や陽イオン移動反応質量分析といった従来のGCに代わる新たな高速分析手法を野外観測に導入して炭化水素フラックス観測における実測を行うことにより、新測器のフラックス連続観測における有効性を明らかにすることができた。一方、吸収に比べて研究例の少なかった森林内におけるメタンの発生過程について、その発生源の存在箇所、発生時期、発生量などを、自動分析システム、多点チャンバー法、チャンバー法とREA法の並行観測システムといった新手法の開発を通じて明らかにした。これにより、特に汀線や砂州における細根や落葉と

いった表面積の大きい有機物の高温期のメタン放出に注目した研究の重要性が示された。また、メタン放出は一時的で水位変動による時系列変動が激しかったことから、群落レベルでのメタンフラックス観測における連続観測の重要性が明らかになり、本研究によって開発された連続観測システムによるフラックスの連続的データの取得の有効性が示された。非メタン炭化水素については、葉面、土壌面と群落レベルでの放出量の同時比較観測が可能になり、その酸化過程、降雨時の代謝量の変化による影響などを連続的に評価することが可能になった。

## (2) 環境政策への貢献

現在、二酸化炭素フラックスに関しては世界的な観測ネットワークが構築され、人工衛星による広域的な観測と比較しながらその活用が行われており、本研究で開発された炭化水素フラックス観測手法は、メタンや非メタン炭化水素についても二酸化炭素同様の観測ネットワークの構築を実現する環境政策のために技術面で貢献する。本研究によって開発された手法や情報は環境省地球環境保全試験研究プロジェクト「アジア陸域炭素循環観測のための長期生態系モニタリングとデータのネットワーク化促進に関する研究」においてタワーフラックス観測マニュアル和文版、英文版に収録され、森林総合研究所のホームページ上で公開されている他、近く冊子体で出版され関係研究者らに配布される。

一方、日本学術振興会の日中韓フォーサイト事業「東アジア陸域生態系における炭素動態の定量化のための日中韓研究ネットワークの構築」では、広大な水田面積を持つアジア地域の特徴としてメタンフラックス観測手法の情報提供についてのニーズが非常に強かった。また、アジアの熱帯域では森林破壊と共にプランテーション農業が拡大しており、そこでの窒素施肥によるNO<sub>x</sub>濃度上昇、イソプレンエミッターとしてのアブラヤシの植栽による炭化水素濃度上昇、これらの相互作用によるオゾン濃度の上昇が問題となり、非メタン炭化水素フラックスの観測手法も必要とされていた。本研究の成果はこの事業における会議、共同観測、セミナーなどを通じて日本側が行う情報提供の面で貢献すると共に、将来的に微量ガス影響を含めたより高精度の地球温暖化予測や、人為的な環境破壊の抑制のための環境政策の実現に貢献する。

## 6. 研究者略歴

課題代表者：深山貴文

1972年生まれ、東京農業大学農学部卒業、博士（林学）

現在、森林総合研究所主任研究員

研究参画者

(1)：深山貴文（同上）

## 7. 成果発表状況（本研究課題に係る論文発表状況。）

### (1) 査読付き論文

- 1) T. MIYAMA, T. HASHIMOTO, Y. KOMINAMI, K. NAKAGAWA, M. OKUMURA and S. TOHNO: J. Agric. Meteorol., 66, 1, 1-9 (2010)  
“Seasonal variation of the methane concentration profile in a warm-temperate mixed forest”
- 2) 橋本太郎, 深山貴文, 小南裕志, 吉村謙一, 牧田直樹, 金澤洋一: 森林応用研究, 19, 2, 35-39 (2010)  
“落葉広葉樹二次林におけるルートリターからのメタンの発生特性について”
- 3) T. MIYAMA, K. YOSHIMURA, Y. KOMINAMI, M. OKUMURA, M. ATAKA, N. MAKITA and J. SALLELES: J. Agric. Meteorol., 67, 1, 43-51 (2011)  
“CH<sub>4</sub> emissions from litter-covered sandbars and the edges of a mountain stream in a secondary deciduous broadleaf forest”

(2) 査読付論文に準ずる成果発表（「持続可能な社会・政策研究分野」の課題のみ記載可）  
該当せず