

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成24年6月11日現在

機関番号：24506

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2009～2011

課題番号：21688012

研究課題名（和文）

東南アジア熱帯林における土壌呼吸のホットスポット現象における研究

研究課題名（英文）

Studies on soil respiration hot spots in tropical forests in Southeast Asia

研究代表者

大橋 瑞江 (OHASHI MIZUE)

兵庫県立大学・環境人間学部・准教授

研究者番号：30453153

研究成果の概要（和文）：

近年、東南アジア熱帯林で発見された土壌呼吸の局所的な大量発生（ホットスポット）は、熱帯地域の土壌呼吸量の正確な評価には、土壌動物による寄与を明らかにする必要があることを示唆している。そこで本研究では、1) 熱帯雨林と同様に広く分布する熱帯季節林を対象に、ホットスポットの有無、2) アリの巣またはコロニーからのCO₂放出量と巢のない周辺土壌の呼吸量との比較、ホットスポット現象の普遍性と土壌動物の関与を明らかにすることを目的に実験を行った。その結果、タイの熱帯季節林においても季節を問わずホットスポット現象が生じていることが明らかとなり、熱帯林の炭素収支の解明にはホットスポットのインパクトを考慮する必要があることが示唆された。また、マレーシアの熱帯多雨林におけるアリの巣からのCO₂放出量は、周辺土壌呼吸量よりもはるかに大きく、ホットスポットの形成にはアリの造巣活動が一因となっていることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

Recent studies reported that there can be hot spots of soil respiration (extremely high efflux of CO₂ from the soil surface) in a tropical rainforest. Since the hot spots appear and disappear temporally and spatially, nesting and feeding activity of ants and termites could be a source of the hot spots. In this study, therefore, we aimed to 1) determine the hot spots of soil respiration in a dry evergreen forest in Thailand and 2) compare the CO₂ efflux from ant nests and surrounding soil in a tropical rain forest in Malaysia, in order to clarify the frequency of hot spot occurrence in tropical forests and impact of ants on the formation of hot spots. We found there were extremely high CO₂ efflux locations in the dry evergreen forest in Thailand suggesting the importance of this phenomenon for estimating carbon budget of the ecosystem accurately. The CO₂ efflux from the nests of ants were significantly higher than those of surrounding soil showing the ant nesting activity would be one of the reasons of the occurrence of hot spots in tropical forests.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	9,100,000	2,730,000	11,830,000
2010年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
2011年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
総計	17,100,000	5,130,000	22,230,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：土壌呼吸、熱帯林、アリ、シロアリ、炭素循環、ホットスポット、変動特性、環境要因

1. 研究開始当初の背景

| 土壌から発生する二酸化炭素(CO₂)、すなわ

ち土壌呼吸は生態系呼吸量の 20–90% を占め (Longdoz et al. 2000)、陸域では光合成に続く炭素の主要な移動経路である。その量は化石燃料の消費など人間活動由来の CO₂ 放出量の 10–20 倍も高く、土壌呼吸のわずかな増減は大気中の CO₂ 濃度に深刻な影響をもたらす恐れがある。土壌呼吸は土壌微生物の分解作用や根の呼吸など土壌中の様々な生物活動に由来しており、環境条件や土壌条件など多様な要因の影響を受けて変動する。熱帯林は陸域全体の炭素プールの約 40% を占めることから、気候変動による気温や降水量の変化は、熱帯林床からの土壌呼吸量に影響し、地球規模での炭素収支を変化させる可能性がある。しかし、生物活動が盛んで土壌の不均一性が著しい熱帯林において、土壌呼吸の変動特性や発生過程を明らかにし、林分レベルで精度よく土壌呼吸量を見積もることはきわめて難しい。特に東南アジア熱帯林は、アクセスが困難で研究環境の整備が遅れている発展途上地域に分布するため、土壌呼吸の研究例が少なく、データの蓄積が最も必要な地域の一つである。

近年、Ohashi et al. (2007a) はマレーシアの熱帯多雨林で土壌呼吸の変動特性を研究し、土壌呼吸は時空間的に激しく変動するだけでなく、局所的な大量発生 (ホットスポット) を起こしていることを発見した。ホットスポットから放出される CO₂ 量は通常の 6 倍に達し、発生する場所・時期ともにランダムに変化した。同林分ではホットスポットが土壌呼吸全体に占める割合は約 10% であり、その量はアマゾンなどのデータから見積もられている熱帯雨林の炭素固定能力に匹敵する大きさであった。これまでの土壌呼吸の動態研究は、その殆どが経時変化と空間変動を個別に検討したもので、一時的に発生するホットスポット現象についてはこれまで殆ど報告が見られない。土壌呼吸が極端に高い場合、データ処理の段階で外れ値として扱われる場合が多く (Chambers et al. 2004 他)、熱帯林におけるホットスポットの重要性や発生メカニズムは全く不明である。

一方、ヨーロッパの冷温帯や亜寒帯林の炭素循環では、ヤマアリのアリ塚からの CO₂ 放出量が周辺の土壌呼吸量の 6–8 倍に達することが明らかにされた (Ohashi et al., 2007b など)。これらの研究成果は、熱帯多雨林で観察されたホットスポットもまた土壌動物の活動に起因する可能性を示唆している。土壌呼吸は地中のあらゆる生物活動で放出する CO₂ に起因するが、これまでの研究の殆どが根と土壌微生物の役割に集中しており、土壌動物に関する知見は少ない。その原因の一つとして、熱帯ではシロアリやアリの巣は土中に作られており、分布や巣密度の評価が困難であること、多様な種が存在するた

め、動物群集としての機能的特性を評価することが困難であったことなどが挙げられる。しかしアリやシロアリなどの社会性昆虫は、本体の呼吸だけでなく採餌や造巣活動に伴う土壌構造や土壌養分の変化を通して生態系改変者として物質循環に影響する可能性があり、土壌呼吸に関するこれらの昆虫の役割について評価することは、今後、熱帯林土壌の炭素動態モデルを構築していくうえで極めて重要であると考えられる。

2. 研究の目的

そこで本研究は、アジア熱帯林における土壌呼吸のホットスポットの重要性とその発生メカニズムの解明、土壌呼吸に対する土壌動物の関与を明らかにするために、次の二つの研究を行った。

(1) タイ熱帯季節林における土壌呼吸の空間変動の季節変化

ここでは、ホットスポット現象の普遍性を評価するために、タイの熱帯季節林において、ホットスポットの出現特性を明らかにした。

(2) マレーシア熱帯多雨林におけるアリの巣からの CO₂ 放出量と周辺土壌呼吸量との比較

ここでは、すでにホットスポット現象が確認されているマレーシア熱帯多雨林でアリのコロニーからの CO₂ 放出量を土壌呼吸量と比較し、これらの土壌動物群集が土壌呼吸のホットスポット形成にかかわる可能性を明らかにした。

3. 研究の方法

(1) タイ熱帯季節林における土壌呼吸の空間変動の季節変化

(1)–① 試験地

研究はタイ北東部 (バンコクから北東に 180km) に位置するサケラート環境研究所 (14° 30' N, 101° 56' E) 内の熱帯季節林で行った。年間平均気温、年間平均降水量はそれぞれ 26.2°C、1,240mm である。標高は 250m–650m。7 月～10 月が雨季、11 月～3 月が乾季となり、月平均降水量は雨季で約 1500mm、乾季で 50mm 以下となる。林冠は 30～40m で優占種の *Hopea ferrea* で閉鎖している。地下 60cm までの土壌は赤黄ポドゾルに分類される。この試験地に、20m のラインをランダムに設置し、ラインに沿って 1m ごとに土壌呼吸を測定した。

(1)–② データの取得

土壌呼吸の測定は 2010 年 7・8 月 (雨季前期)、9・10 月 (雨季後期)、11・12 月 (乾季前期) の 3 回に分けて行った。サンプル数は雨季前期で 140 点、雨季後期で 160 点、乾季

前期で 120 点。土壤呼吸は市販の土壤呼吸測定装置 (EGM-4, PP-systems, USA) 赤外ガス分析計・土壤チャンバーを用いて測定した。密閉式循環法を用い、80 秒間のチャンバー内の二酸化炭素濃度の増加を直線回帰して土壤からの二酸化炭素放出速度を求めた。土壤の攪乱を防ぐためそれぞれのマイクロサイトの土壤に直径 10.4cm、高さ 3cm の PVC カラーを置き、カラーの周囲を粘土で固定した。カラーは測定の数日前から直前に置かれた。カラーの上にチャンバーを設置し、測定値が安定するまで 1~3 回の測定を行った。降雨中に測定を行うことはなかった。土壤呼吸の測定と同時に地下 10cm の土壤温度を 2 か所、土壤含水率を 3 か所で測定した。

(1) - ③ 統計解析

この生態系での土壤呼吸の空間変動の特徴を決定するために、最大値・最小値・変動幅・変動係数を求めた。土壤呼吸と環境要因の関係を明らかにするため、ケンドールの順位相関係数を用いた。土壤呼吸の外れ値を求めるために箱ひげ図を用いた。まず 25%-75% 四分位点を求め、25%-75% 四分位間の幅の 1.5 倍を 75% 値に加えたものより大きい値を外れ値とした。解析は雨季前期、雨季後期、乾季前期それぞれで行った。

(2) マレーシア熱帯多雨林におけるアリの巣からの CO₂ 放出量と周辺土壤呼吸量との比較

(2) - ① 試験地

研究はマレーシア サラワク州ボルネオ島に位置するランピルヒルズ国立公園内の熱帯多雨林で行った。平均気温は 26.3°C、年間降水量 2649 mm である。公園内の森林は熱帯多雨林の代表である低地混交フタバガキ林が成立しており、東南アジアの森林の中でも特に多様性に富んでいる。土壤の大半は、赤黄色のポドゾル性土である。フタバガキ樹種が優占する林冠層は 40m に達し突出木は 70m を超える。また、昆虫の多様性も非常に高く、アリ種は 470 種を超える。

(2) - ② 測定個所の設定

調査時期は、2011 年 4 月~7 月、2011 年 12 月~2012 年 1 月とした。測定個所を設定するために、まず、アリの巣もしくはコロニーを探索することから始めた。探索方法は、ベイトトラップを用いた。アリが好む砂糖水や粉チーズ、ツナを使用したベイトトラップを森林内に設置し、ベイトに引き付けられたアリを追跡してアリが出入りしている穴などを発見した。探索したアリの巣またはコロニーから測定プロットを計 124 個作成した。測定プロットは、アリが出入りを行っている部分を含む土壤を巣口またはコロニーの出

入り口とし、その周囲の地面に巣口の無いことが確認できる土壤を含む範囲とした。出入り口を含む土壤 1 か所と周辺土壤 6 か所の計 7 点を含めて 1 つの測定プロットとして設計し、それらの土壤にカラーを設置した。このカラーは、土壤のかく乱を防ぎ、測定機器を設置する際に機器と土壤を密着させるために用いた。

(2) - ③ 野外での測定

野外での計測はアリの巣または、コロニーからの二酸化炭素放出量の測定と、土壤温度、土壤含水率を計測した。測定プロットの 7 つの測定点からの二酸化炭素放出量と土壤呼吸量を市販の土壤呼吸測定装置 (EGM-4, PP-systems, USA) 赤外ガス分析計・土壤チャンバーを用いて測定した。巣口上の測定点からは、二酸化炭素放出量は 3 回計測し、コロニー以外の土壤からの土壤呼吸量は、それぞれ 2 回計測した。カラー付近の土壤温度測定は土壤温度センサー (CT-430WP, Custom Co. Ltd) を用いてそれぞれの測定点につき 1 か所から土壤温度を測定した。また、カラー付近の土壤含水率の測定は土壤含水率センサー (Delta Probe type ML2x, Delta-T Devices) を用いた。1 測定点につきそれぞれ 3 か所から含水率を測定した。

4. 研究成果

(1) タイ熱帯季節林における土壤呼吸の空間変動の季節変化

(1) - ① 土壤呼吸の季節変動

土壤呼吸値の平均値±標準偏差はそれぞれ $8.4 \pm 3.3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、 $8.8 \pm 4.2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、 $5.5 \pm 2.0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であった (図 1)。雨季の方が乾季よりも大きかった ($P < 0.001$) が、雨季の前期と後期の土壤呼吸値に有意差はみられなかった。土壤温度は雨季前期の 25.8°C から乾季前期の 20.2°C まで減少し、季節間には差があった ($P < 0.001$)。土壤含水率は雨季前期から雨季後期にかけて上昇し、雨季から乾季は減少した。季節間には有意差がみられた ($P < 0.001$)。

(1) - ② 土壤呼吸の空間変動

土壤呼吸の変動は雨季前期で $3.0 - 25.2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、雨季後期で $1.7 - 27.0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、乾季前期で $2.4 - 14.7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であった。この値は、アジア熱帯林で行われた先行研究の結果に比べ、最小値・最大値・変動幅が大きい傾向がある。

雨季前期、雨季後期、乾季前期の順に、変動係数は 39、48%、36% である。雨季後期が他の季節と比較して変動係数が大きい、他の熱帯林で報告された変動係数より小さかった。

雨季前期は土壤含水率との間に正の相関

がみられた ($r=0.25$, $P<0.001$)。土壌温度の影響はみられなかった。雨季後期は土壌呼吸と土壌温度に正の相関がみられた ($r=0.19$, $P<0.001$) が、水分の影響はみられなかった。乾季前期は土壌呼吸と土壌温度に正の相関がみられた ($r=0.37$, $P<0.001$) が、水分の影響はみられなかった。

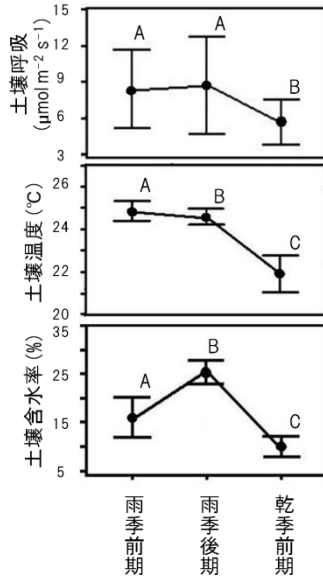


図1 土壌呼吸と環境因子の季節変動

(1) - ③ ホットスポット

タイの熱帯季節林でも、極端に測定値の高い土壌呼吸ホットスポットが確認された。外れ値と定義された値は季節によって異なり、雨季前期で $14.0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上、雨季後期で $18.8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上、乾季前期で $9.0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上となり、雨季でホットスポットと定義された値はマレーシアの $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ より大きかった。雨季前期では 140 点中 10 点、雨季後期では 160 点中 5 点、乾季前期では 120 点中 8 点確認された。森林内でホットスポットは時間・空間的にランダムに出現した。

ホットスポットのデータを加えた場合と除いた場合の土壌呼吸値の平均値・変動係数の変化率と相関係数の変化率はマレーシアが一番大きかった。したがってタイの熱帯季節林よりもマレーシアの熱帯多雨林の方がホットスポットの影響が大きかったといえる。ホットスポットのデータを加えた場合と除いた場合の相関係数の差は $0.01\sim 0.03$ であり、ほとんど変化しなかった。しかし時間・空間的にランダムに出現するホットスポットは、土壌呼吸の変動性を増加させるため、ホットスポットを見落とさないためにはサンプルサイズを大きくするなどの工夫が必要がある。適切なサンプル方法を選択するためにも、時間・空間変動に加えて土壌呼吸ホットスポットの発生メカニズムを解明す

る必要があると考えられた。

(2) マレーシア熱帯多雨林におけるアリの巣からの CO_2 放出量と周辺土壌呼吸量との比較

アリの巣からの二酸化炭素放出量は、平均 $9.84 \pm 14.8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であるのに対し、周辺の巣のない土壌呼吸量の平均値は $3.06 \pm 1.9 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ となり、前者の値のほうがはるかに高かった(図 2)。巣からの二酸化炭素放出量の最低値は $1.19 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、最高値は $99.25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であり、計測対象にした巣もしくはコロニーによって二酸化炭素放出量は大きく変化した。また、属間で二酸化炭素放出量を比較した結果にも差がみられた。10 属のうち、二酸化炭素放出量の平均最高の属は $36.15 \pm 36.0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で、最低の属は、 $1.97 \pm 1.0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ と、最高約 18 倍の値が観測された。平均土壌温度は、巣では、 $25.2 \pm 0.7^\circ\text{C}$ 、巣のない土壌の土壌温度共に、 $25.2 \pm 0.6^\circ\text{C}$ となり、巣またはコロニーと巣のない土壌の土壌温度に差は見られなかった。

土壌含水率についても、巣の土壌含水率は $30.0 \pm 8.0\%$ 、巣のない土壌では、 $31.9 \pm 7.2\%$ であり、両者には差が見られなかった。

これらの結果から、巣や種によって、アリの巣がある地点は土壌呼吸のホットスポット現象の要因の 1 つとなることが明らかとなった。値が大きく変化に富む理由として、種や巣による個体数の違いや、巣口の大きさ・開口する向き、巣の構造などの特徴が二酸化炭素の放出を変化させている可能性がある。特に熱帯ではアリは種数は膨大で、存在量も他の地域と比べて多いが、それと同時に造営される巣の特徴や規模も多岐にわたる。そのため計測対象にした巣またはコロニーのそれぞれの放出傾向により、二酸化炭素放出量の変化がみられたと考えられる。

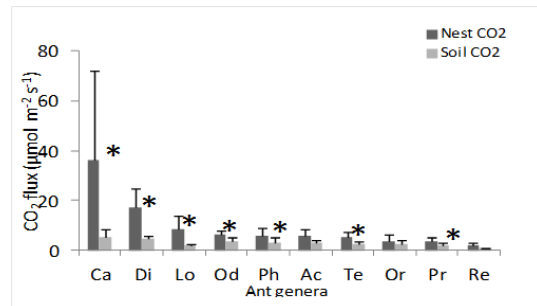


図2 アリの巣と周辺土壌からの CO_2 放出量の比較

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 14 件)

1. Ohashi, M., Domisch, T., Finér, L. Jurgensen, M.

- F., Sundström, L., Kilpeläinen, J., Risch, A. C., Niemelä, P. (2012) The effect of stand age on CO₂ efflux from wood ant (*Formica rufa* group) mounds in boreal forests. *Soil Biol. Biochem.*, in press. 査読有
2. Okada, R., Akamatsu, T., Iwata, K., Ikeno, H., Kimura, T., Ohashi, M., Aonuma, H., Ito, E. (2012) Waggle dance effect: dancing in autumn reduces the weight loss of a honeybee colony. *J. Exp. Biol.*, in press. 査読有
 3. Nakano, A., Ikeno, H., Kimura, T., Sakamoto, H., Dannoura, M., Hirano, Y., Makita, N., Finér, L., Ohashi, M. (2012) Automated analysis of fine root dynamics using a series of digital images. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, in press. 査読有
 4. Neuvonen, S., Saikkonen, T., Sundström, L., Punntila, P., Risch, A. C., Domisch, T., Niemelä, P., Kilpeläinen, J., Ohashi, M., Finér, L. (2012) Stand type is more important than red wood ant abundance for the structure of ground-dwelling arthropod assemblages in managed boreal forests. *Agr. For. Entomol.*, DOI:10.1111/j.1461-9563.2012.00569.x. 査読有
 5. Okada, R., Ikeno, H., Kimura, T., Ohashi, M., Aonuma, H., Ito, E. (2012) Mathematical analysis of the honeybee waggle dance. *Acta Biologica Hungarica*, 63, 201-205. 査読有
 6. Kimura, T., Ohashi, M., Okada, R., Ikeno, H. (2011) A new approach for the simultaneous tracking of multiple honey bees for analysis of hive behavior. *Apidologie*, 42, 607-617. 査読有
 7. Finér, L., Ohashi, M., Noguchi, K., Hirano, Y. (2011) Fine root production and turnover in forest ecosystems in relation to stand and environmental characteristics. *For. Ecol. Manag.*, 262, 2008-2023. 査読有
 8. Domisch, T., Neuvonen, S., Sundstrom, L., Punntila, P., Finer, L., Kilpelainen, J., Niemela, P., Risch, A. C., Ohashi, M., Jurgensen M. F. (2010) Sources of variation in the incidence of ant-aphid mutualism in boreal forests. *Agr. For. Entomol.*, DOI: 10.1111/j.1461-9563.2011.00530.x. 査読有
 9. Finer, L., Ohashi, M., Noguchi, K., Hirano, Y. (2010) Factors causing variation in fine root biomass in forest ecosystems. *For. Ecol. Manag.*, 261, 265-277. 査読有
 10. Park, S-G., Ohashi, M., Kurosawa, K., Kim, Y-J., Yahata, H., 2010. Evaluation of the physical properties of water treatment residue for use as a soil substitute as compared to decomposed granite soil. *Soil Sci. Plant Nutr.*, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 56, 361-365. 査読有
 11. Hirano, Y., Noguchi, K., Ohashi, M., Hishi, T., Makita, N., Fujii, S., Finer, L. (2009) An easier method for placing root meshes for estimating fine root production. *Plant Root*, 3, 26-31. 査読有
 12. Katayama, A., Kume, T., Komatsu, H., Ohashi, M., Nakagawa, M., Yamashita, M., Otsuki, K., Suzuki, M., Kumagai, T. (2009) Effect of forest structure on the spatial variation in soil respiration in a Bornean tropical rainforest. *Agric. Forest Meteorol.*, 149, 1666-1673. 査読有
 13. Ohashi, M., Okada, R., Kimura, T., Ikeno, H. (2009) Observation system for the control of the hive environment by the honeybee (*Apis mellifera*). *Behavior Research Methods*, 41, 782-786. 査読有
 14. Domisch T., Finér L., Neuvonen S., Niemelä, P., Risch, A. C., Kilpeläinen, J., Ohashi M., Jurgensen M. (2009) Foraging activity and dietary spectrum of wood ants (*Formica rufa* group) and their role in nutrient fluxes in boreal forests. *Ecol. Entomol.*, DOI:10.1111/j.1365-2311.2009.01086.x. 査読有
- [学会発表] (計 25 件)
1. Ohashi, M., Kume, T., Maekawa, Y., Hashimoto, Y., Yoshifuji, N., Hasin, S., Yamane, S. Impact of ants on hot spots of soil CO₂ flux in a tropical rainforest in Borneo, Malaysia. The 8th ANeT conference. 17-21 October, 2011. Hat Yai, Thailand.
 2. Hasin, S., Yamada, A., Hashimoto, Y., Maekawa, Y., Iwayama, H., Yamane, S., Wiwatwitaya, D., Ohashi, M. Effects of ant nests on soil respiration in a tropical seasonal forest, Northeast Thailand and an insight into "hot spots" of soil respiration. The 8th ANeT conference. 17-21 October, 2011. Hat Yai, Thailand.
 3. Ohashi, M. Effect of forest managements on the carbon dynamics under the ground. Finnish-Japanese Seminar of the Dynamics of Dissolved Organic Matter in Forested Catchments under the Human and Environmental Impacts. 19-21 September, 2011. Vantaa, Finland.
 4. Okada, R., Ikeno, H., Ohashi, M., Kimura, T., Aonuma, H., Ito, E. Computational Analysis of the foraging strategy in the honeybees, *Apis mellifera*. The 8th International Congress on Comparative Physiology and Biochemistry, 31 May-5 June, 2011. Nagoya, Japan.
 5. Okada, R., Ikeno, H., Kimura, T., Ohashi, M., Aonuma, H., Ito, E. Mathematical analysis of honeybee waggle dance. 12th Symposium on Invertebrate Neurobiology. 31 August-4 September, 2011. Tihany, Hungary.
 6. Ohashi, M. Role of social insects on soil carbon dynamics in forest ecosystems. The XVI Congress of the International Union for the Study of Social Insects (IUSSI). 20-14 August, 2010. Copenhagen, Denmark.
 7. Okada, R., Ikeno, H., Kimura, T., Ohashi, M., Aonuma, H., Ito, E. Biological benefits of the honeybee waggle dance by computer simulation analyses. The 9th International Congress of Neuroethology, 2-7 September 2010. Salamanca, Spain.
 8. Kimura, T., Ikeno, H., Crailsheim, K., Schmickl, T., Okada, R., Ohashi, M. A behavioral tracking system for multiple honeybee on a plane surface. The XVI Congress of the International Union for the Study of Social Insects (IUSSI). 20-14 August, 2010. Copenhagen, Denmark, 2010
 9. Ikeno, H., Takahashi, M., Akamatsu, T., Kimura, T., Ohashi, M. An automated measurement system for behavioral analysis in the observation honeybee hive, The XVI Congress of the International Union for the Study of Social Insects (IUSSI). 20-14 August, 2010. Copenhagen, Denmark.
 10. Iwayama, H., Yamada, A., Wiwatwitaya, D., Hashimoto, Y., Kume, T., Boonriam, W., Hasin, S., Ohashi, M. Sources of hot spot of soil respiration in a dry evergreen forest in

- Thailand. Symposium on the use of new techniques to understand gas exchange and carbon dynamics in the forest ecosystem. 1 November, 2010. Kyoto, Japan.
11. Yaku, R., Makita, N., Hirano, Y., Fukuda, K., Yamamoto, S., Ohashi, M. Effect of cutting and washing on the measurement of fine root respiration of *Cryptomeria japonica*. Symposium on the use of new techniques to understand gas exchange and carbon dynamics in the forest ecosystem. 1 November, 2010. Kyoto, Japan.
 12. Sakamoto, H., Ohashi, M., Kimura, T., Nakano, A., Dannoura, M., Hirano, Y., Makita, N., Ikeno, H. An automatic Segmentation and Tracking Method for Fine Root from Digital Images. 5th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants. 8-12 August, 2010. Victoria, Canada.
 13. Finér, L., Ohashi, M., Noguchi, K., Hirano, Y. A Global Analysis of Fine Root Biomass in Forest Stands, The 2nd meeting of COST Action FP0803 Belowground carbon turnover in European forests. 1-4 September, 2010. Ljubljana, Slovenija.
 14. Ohashi, M., Kume, T., Yamada, A., Takematsu, A., Hashimoto, Y., Yoshifuji, N., Yamane, S. Role of ants and termites on the soil respiration variation in Asian tropics. The 1st Sakaerat Researchers' Meeting. 22-24 February, 2010. Sakaerat, Thailand.
 15. Iwayama, H., Ohashi, M., Takematsu, Y., Hashimoto, Y., Kume, T., Yoshifuji, N., Yamane, S., Mitsumaki, K., Boonriam, W., Yamada A. Sources of hot spot of soil respiration in a tropical rain forests, Sarawak, Malaysia. The 1st Sakaerat Researchers' Meeting, 22-24 February, 2010. Sakaerat, Thailand.
 16. Ohashi, M. Role of ants and termites in the formation of hot spots of soil respiration in Asian tropics. ESJ International symposium "Effects of ants and termites on ecosystem process and biodiversity". 15-20 March, 2010, Tokyo, Japan.
 17. Kume, T., Kumagai, T., Ohashi, M., Yoshifuji, N., Suzuki, M. Water and Carbon balance in a Bornean tropical rainforest. Sarawak Biological Resources Forum. 29-30 March, 2010, Kuching, Malaysia.
 18. Ohashi, M., Toda, S., Hagiwara, Y., Yamane, S. Effect of different microenvironments on the survival of Alpine ants in Mt Fuji. The 7th ANeT meeting, 27-30 November, 2009. Cibodas, Indonesia.
 19. Toda, S., Ohashi, M., Hagiwara, Y., Yamane, S. Distribution of ants in the high altitudinal areas of Mt. Fuji, Japan. The 7th ANeT meeting. 27-30 November, 2009. Cibodas, Indonesia.
 20. Ohashi, M., Kume, T., Suzuki, M. Temporal and spatial variability in soil CO₂ efflux in relation to soil environmental factors in an aseasonal intact tropical rainforest in Sarawak, Malaysia. BIOGEMON (6th International Symposium of Ecosystem Behaviour). 29 June-2 July, 2009. Helsinki, Finland.
 21. Jeong, M. J., Yi, M. J., Ohashi, M., Son, Y. Contribution of root and litter on total soil respiration in a mixed pine-oak stand in central Korea. BIOGEMON (6th International Symposium of Ecosystem Behaviour). 29 June-2 July, 2009. Helsinki, Finland.
 22. Domisch, T., Kilpeläinen, J., Finér, L., Niemelä, P., Neuvonen, S., Jurgensen, M., Sundström, L., Risch, A. C., Ohashi, M. The effect of wood ants on carbon and nutrient fluxes in boreal forests. BIOGEMON (6th International Symposium of Ecosystem Behaviour). 29 June-2 July, 2009. Helsinki, Finland.
 23. Ohashi, M., Kume, T. Contribution of root systems on soil CO₂ efflux in a tropical rainforest in Borneo, Malaysia. 7th International Symposium on Root Research and Applications. 2-4 September, 2009. Wien, Austria.
 24. Nakano, A., Ikeno, H., Kimura, T., Sakamoto, H., Dannoura, M., Finér, L., Ohashi, M. Analysing of fine root growth from digital images. 7th International Symposium on Root Research and Applications. 2-4 September, 2009. Wien, Austria.
 25. Finér, L., Ohashi, M., Noguchi, K., Hirano, Y. A global analysis of fine root biomass and biomass production in forest stands. 7th International Symposium on Root Research and Applications. 2-4 September, 2009. Wien, Austria.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大橋 瑞江 (OHASHI MIZUE)

兵庫県立大学・環境人間学部・准教授

研究者番号：30453153