

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (海外学術調査)

研究期間：2012～2016

課題番号：24255014

研究課題名(和文)長期タワー観測に基づいた気候変動に対する熱帯雨林 大気間交換過程の応答評価

研究課題名(英文) Evaluation of the response of gas exchange between tropical rainforests and the atmosphere to the climate change based on the long-term tower observation.

研究代表者

小杉 緑子 (Kosugi, Yoshiko)

京都大学・農学研究科・教授

研究者番号：90293919

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,000,000円

研究成果の概要(和文)：東南アジア熱帯雨林に属する拠点タワー観測サイト(Pasoh)において、乱流変動法によるタワーフラックスおよび微気象の長期観測を行い、最終的には14年分のデータセットとし、幅広い環境変動に対するガス交換の応答特性を定量評価した。また同時に、バイオマス動態の長期調査を行い、22年分のデータセットとした。これに枯死率・分解率に関する情報を加え、タワー観測により得られた情報とのクロスチェック解析を行うことで、バイオマス、ネクロマス、NEEの3者がどのように振動しながら動的平衡を保っているのかを定量評価した。これらの情報を統合し、気候変動が熱帯雨林-大気間の交換過程に与える影響について考察した。

研究成果の概要(英文)：This study evaluated the response of gas exchange between tropical rainforests and the atmosphere to the climate change based on the long-term tower observation. We conducted the long-term observation of the eddy covariance tower fluxes and micrometeorology at Pasoh, a leading tower site in a tropical rainforest in Peninsula Malaysia, to compile 14 years' dataset. At the same time, we also conducted the census of above ground biomass to compile 22 years' dataset. Adding the information on dead rate and decomposition rate to these datasets, we cross-checked these data and evaluated the dynamic equilibrium of the temporal variations of biomass, necromass, and NEE. We analyzed the influences of the climate change to the gas exchange processes between tropical rainforests and the atmosphere.

研究分野：生物環境物理学

キーワード：群落CO2交換 蒸発散 炭素動態 水分動態 気候変動

1. 研究開始当初の背景

熱帯雨林は「地球の肺」として CO₂ 吸収などの重要な機能を担うことが期待されている。「地球の肺」機能、即ち森林と大気間の交換過程の 2 大要素は「群落 CO₂ 交換 (NEE, Net Ecosystem Exchange)」および「蒸発散」であり、乱流変動法を用いたタワー観測により直接測定が可能である。タワー観測の真の価値は、30 分間隔等の短いタイムスパンで森林と大気間の交換過程を直接測定できるゆえに、環境変動に対する応答特性を詳細に検出できる点にあり、新しい情報源として高い意義をもっている。しかしまだ歴史が浅く、特に熱帯雨林での長期データは重要な植生であるにも関わらず不足しており、数年間に渡るデータを解析した例はアマゾンおよび東南アジア熱帯雨林で数例にとどまる。

これら先駆的な長期タワー観測サイトのひとつである半島マレーシアの Pasoh (パソ) では、2002 年より樹冠上フラックス (= 交換速度) の連続観測を行っている。7 年間のデータを解析した結果、観測された範囲の環境変動に対して、NEE・蒸発散ともに驚くべき安定性を保っていることが明らかになってきた。一方で、タワーデータからインバース法により樹冠スケールでの気孔開閉・光合成に関する情報を抽出し、また素過程観測によって得られた情報とも併せて予備解析を行ったところ、蒸発散については、1) 表層 50cm までの土壌水分量変動では少雨期の蒸発散を説明できないことから、少雨期にはより深部からの水の供給が蒸発散を支えていること、2) 年間約 1,300mm という安定的な蒸発散は気孔開閉の制御によって調整された結果であること、3) 少雨年に僅かながら蒸発散の減少傾向が見られたことから、より極端な乾燥下では平衡が崩れる可能性があること、が示唆された。また NEE については、4) 樹冠光合成が光環境の変動では説明できず、多雨期少雨期を問わず不均一な気孔閉鎖を伴う光合成の日中低下が起こっていること、5) 生態系呼吸量および生態系総光合成量 (GPP) がともに少雨期に若干減少するため、両者が相殺し乾燥下でも安定的な NEE となっていること、などが示唆されている。

これらの仮説はいずれも、「安定的」であることが、即ち「静的」であることを意味するものではないことを表しており、現在までに得られているデータよりほんの少し幅広い環境変動、例えば ENSO (エルニーニョ・南方振動) に伴う強乾燥など、に対しては平衡が崩れる可能性があることを強く示唆している。Pasoh サイトは東南アジア熱帯雨林の中では境界域と位置づけられ、より乾燥した地域との中間的な降雨量や降雨パターンの特性を持っている。それゆえ長期にタワー観測を継続していくことで、湿潤から乾燥への環境変動のなかで、生態系スケールでの熱帯雨林の平衡とその限界を示す生の応答データが得られ

る。また、これまでの観測では測定手法上の制約から降雨時フラックスが欠測し不確定性を残していたので、新たに降雨時の観測体制を整えるとともに、深部に及ぶ土壌水分量変動の把握や根系分布・吸水深度・気孔開閉とのクロスチェック、光合成を制御する樹冠フェノロジーの連続的な把握、タワー観測だけでは不確定性の高い生態系呼吸についての情報補強、等を行うことで、上記の動的平衡の仮説を定量的に検証していくことができると考えた。

また一方で、熱帯雨林は莫大なバイオマスおよびネクロマスを内部に蓄えており、バイオマス・ネクロマス・NEE の三者が振動しつつ動的平衡を保っている。そこで、タイムスパンの短い測定により NEE の応答特性を検出できるタワー観測に加えて、長期にわたるバイオマス動態、ネクロマス動態調査とのクロスチェックが重要な意味を持つ。Pasoh は IBP 研究以来の重要な炭素動態研究の拠点サイトであり、分担者および連携研究者らの研究グループが 20 年近く生態学的調査を行っている。1990 年代後半の ENSO に由来する連続する乾燥期には枯死木の増加を伴うバイオマスの減少が見られ、また近年の湿潤期には持ち直す傾向が見られている。一方、これまでのタワー観測で得られている NEE は少雨期と多雨期の間で目立った差が見られず、一見矛盾するかに見える。しかし乾燥期に光合成が低下し枯死木が増加するも分解が進まないため NEE にはそれほど反映されず、また湿潤期には光合成および分解による生態系呼吸がともに増加しバランスしているとすれば、整合する可能性がある。我々は過去にも地球環境総合推進費プロジェクトのもとでクロスチェック研究を試みたが、その際には 3 年分のタワー観測データしか利用できず、両者の不一致を指摘するのにとどまった。本研究において 14 年にわたる長期タワーデータが得られれば、初めて真の意味でのクロスチェック研究が可能となるとの着想に至った。

2. 研究の目的

本研究は、気候的にみて東南アジア熱帯雨林の境界域に位置づけられる拠点タワー観測サイト (Pasoh) において、下記 3 点の課題を設定し、海外学術調査を行うものである。

(1) 幅広い環境変動に対する境界域東南アジア熱帯雨林の NEE・蒸発散、ならびに気孔開閉・光合成・生態系呼吸の応答特性を、長期にわたる増強されたタワー観測に基づいて定量評価する。

(2) タワー観測とバイオマス & ネクロマス動態とのクロスチェック解析により、バイオマス、ネクロマス、NEE の 3 者がどのように振動しながら動的平衡を保っているのかを定量評価する。

(3)これらの情報を統合し、気候変動に際して熱帯雨林 - 大気間の交換過程がどのような影響をうけるのかを明らかにする。

3. 研究の方法

東南アジア熱帯雨林に属する拠点タワー観測サイト (Pasoh) において、下記 3 点の課題を設定し、研究を行った。

(1)乱流変動法によるタワーフラックスおよび微気象の長期観測を増強して行い、最終的には 14 年分のデータセットとし、幅広い環境変動に対する NEE・蒸発散、ならびに気孔開閉・光合成・生態系呼吸の応答特性を定量評価する。

(2)バイオマス動態の長期調査結果から、バイオマスおよびネクロマス参入量変動の 22 年分のトレンドを抽出する。これに直径変動データから得られた短期バイオマス応答に関する情報や枯死率・分解率に関する情報を加え、タワー観測により得られた情報とのクロスチェック解析を行うことで、バイオマス、ネクロマス、NEE の 3 者がどのように振動しながら動的平衡を保っているのかを定量評価する。

(3)これらの情報を統合し、気候変動が熱帯雨林 - 大気間の交換過程に与える影響について考察する。

4. 研究成果

タワー上で NEE および蒸発散を連続観測するとともに、高度 (or 深度) 毎の放射各成分・気温・湿度・風速・CO₂ 濃度・土壌水分・地温等の環境要因を連続観測し、最終的に 14 年分のデータベースとした。同時に、今後にもわたって持続可能な長期拠点サイトを築きあげた。フラックス観測にあたっては、降雨時にも信頼できるデータが得られるようシステムを増強し、得られた情報をもとに過去の降雨時欠測部の補完を行った。NEE および蒸発散の重要な決定要因として、土壌表層に加えて深部における水分変動をモニタリングした。また継続中の分光観測および樹冠カメラによる連続モニタリングデータをもとにした樹冠フェノロジーの評価手法を開発した。得られた長期タワー観測データから、NEE および蒸発散の応答特性を解析した。

同時に、タワー観測が捉えるフットプリントの主要部を占める「6ha プロット」において、1994 年以来分担者 (新山) らのグループによって行われているセンサスを継続し、最終的には 22 年分のデータベースとし、バイオマスおよびネクロマス参入量の 2 年毎の変動を得た。この際、地下部バイオマス変動量についても推定を行った。また同プロットでは連携研究者 (米田) らのグループが、枯死率および分解率の時空間変動についての多面的な調査を長年おこなってきている。これらの生態学的調査に基づいたバイオマス・ネクロマス変動動態と、タワーフラックスデータから得られる NEE との関係について、詳細

なクロスチェック解析を行った。

Pasoh は 1995 年から連続した微気象データがあり、その中には 1997 年の強乾燥年が含まれている。最終的には 1995 年から 2016 年までの 21 年間の気象各要素の変動に対する気孔開閉・光合成・生態系呼吸、およびその結果としての NEE、蒸発散の振幅を定量評価し、また一斉開花との関係についても考察した。

本研究は、一拠点サイトにおける長期タワー観測から環境変動に対する熱帯雨林の応答を抽出し、またこれにバイオマス・ネクロマス動態とのクロスチェックを組み合わせることで、熱帯雨林における動的平衡の実態を明らかにしたものである。今日、気候変動が熱帯雨林 - 大気間交換過程に与える影響を調べる手法としては、よりミクロなスケールでの応答解析、操作実験、サイト間比較、数値モデルによるシミュレーションなどがある。しかし、現実の熱帯雨林生態系における 14 年にわたる長期タワーフラックスデータに基づいた解析は、現時点においておそらく世界に一例もない。また 22 年にわたるバイオマス動態観測データとのクロスチェック研究も過去に例がない。

気候変動に際して熱帯雨林がどのような影響をうけるのかを真に評価するためには、いかにして平衡を保っているのか、またその平衡が現実にとどこまでは保たれ、どこからは崩れていくのかの限界を知ることが不可欠である。現実の森林生態系における長期タワー観測による応答抽出と、内部メカニズム解明の組み合わせによる解析が非常に重要な意義をもつ理由はこの点にある。本研究の結果は、IBP の成果により描出された熱帯雨林の姿に、新たに動的な視点による知見を加えたものであり、学術上重要な意義を持つ。今後気候変動に対する熱帯雨林の応答を知り、予測する上で、本研究の成果は極めて貴重な情報源となっていくと考えている。

5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計 13 件)

Marryanna Lion, Kosugi, Y., Itoh, M., Noguchi, S., Takanashi, S., Katsuyama, M., Tani, M., Siti Aisah (2017) Temporal variation in the stable isotopes in precipitation related to the rainfall pattern in a tropical rainforest in peninsular Malaysia, Journal of Tropical Forest Science, in press
Tan, Z, Zeng, J., Zhang, Y., Slot, M., Gamo, M., Hirano, T., Kosugi, Y., da Rocha, Humberto R., Saleska, S.; Goulden, M., Wofsy, S., Miller, S., Manzi, Antonio O., Nobre, A., de Camargo, P., Restrepo-C. N., Optimum air temperature for tropical forest photosynthesis: Mechanisms involved

and implications for climate warming, Environmental Research Letters, 査読有、2017, in press

高梨聡、長期タワーフラックスの現場、砂防学会誌、査読無、69(1)、2016、pp.48-51

Noguchi, S., Kosugi, Y., Takanashi, S., Tani, M., Niiyama, K., S. Siti Aisha, Lion, M., Long term variation in soil moisture in the Pasoh Forest Reserve, Malaysia, Journal of Tropical Forest Science, 査読有、28, 2016, pp.324-333

Yoneda, T., Mizunaga, H., Uchimura, T. T., Niiyama, K., Sato, T., Kosugi, Y., Takanashi, S., Tani, M., Okuda, T., Wan Rashida W. K., Abdul Rahman K., Inter-annual variations of net ecosystem productivity of a primeval tropical forest basing on a biometric method with a long-term data in Pasoh, Peninsular Malaysia, Tropics, 査読有、25, 2016, pp.1-12
<http://dx.doi.org/10.3759/tropics.25.1>

Kamakura, M., Kosugi, Y., Takanashi, S., Uemura, A., Utsugi, H., Abdul Rahman K., Occurrence of stomatal patchiness and its spatial scale in leaves from various sizes of trees distributed in a South-east Asian tropical rainforest in Peninsular Malaysia, Tree Physiology, 査読有、35, 2015, pp.61-70
<http://dx.doi.org/10.1093/treephys/tpu109>

Nakaji, T., Kosugi, Y., Takanashi, S., Niiyama, K., Noguchi, S., Tani, M., Oguma, H., Abdul Rahim N., Abd Rahman K., Estimation of light-use efficiency through a combinational use of the photochemical reflectance index and vapor pressure deficit in an evergreen tropical rainforest at Pasoh, Peninsular Malaysia, Remote Sensing of Environment, 査読有、150, 2014, pp.82-92
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2014.04.021>

新山馨、松浦陽次郎、梶本卓也、山下多聞、Azizi Ripin, Abd.Rahman K., Nur Supardi Noor、半島マレーシア低地フタバガキ林の地下部調査、水利科学、査読無、58, 2014, pp.104-120

中路達郎、小熊浩之、日浦勉、森林における葉形質のリモートセンシング、日本生態学会誌、査読有、64(3)、2014、pp.215-222

野口正二、小杉緑子、谷誠、高梨聡、Abdul Rahman K., Siti Aisha、半島マレーシア・パソ森林保護区における土壌水分の変動、関東森林研究、査読有、65、2014、pp.133-134

Sato, T., Niiyama, K., Yagihashi, T., Noguchi, M., Abd. Rahman K., Azizi

Ripin, Comparison of forest carbon stocks between canopy conditions in two typical dipterocarp forest types in Peninsula Malaysia, 森林総合研究所研究報告、査読有、12、2013、pp.177-178

Kosugi, Y., Takanashi, S., Yokoyama, N., Philip, E., Kamakura, M., Vertical variation in leaf gas exchange parameters for a Southeast Asian tropical rainforest in Peninsular Malaysia. Journal of Plant Research, 査読有、2012, 125, pp.735-748,
<http://dx.doi.org/10.1007/s10265-012-0495-5>

Itoh, M., Kosugi, Y., Takanashi, S., Kanemitsu, S., Osaka, K., Hayashi, Y., Tani, M., Abdul Rahim N., Effects of soil water status on the spatial variation of carbon dioxide, methane and nitrous oxide fluxes in tropical rain-forest soils in Peninsular Malaysia. Journal of Tropical Ecology, 査読有、28, 2012, pp.557-570,
<http://dx.doi.org/10.1017/S0266467412000569>

[学会発表](計36件)

東若菜、野口結子、鶴田健二、鎌倉真依、小杉緑子、Lion, M., *Dipterocarpus sublamellatus* の高所における葉の水分生理特性、第64回日本生態学会大会、2017.3.16、早稲田大学

Niiyama, K., Sato, T., Yagihashi, T., Iida, S., Kimura, K., Azizi Ripin, Abdul Rahman K., Kosugi, Y., Phenology of vegetative growth and reproduction in lowland and hill dipterocarp forests in Peninsular Malaysia、第64回日本生態学会大会、2017.3.16、早稲田大学

Lion, M., 小杉緑子、伊藤雅之、野口正二、高梨聡、勝山正則、松尾奈緒子、Siti Aisha、半島マレーシア熱帯雨林における降雨・植物・土壌および渓流水中の酸素水素安定同位体比、第128回日本森林学会大会、2017.3.27-28、鹿児島大学

鎌倉真依、小杉緑子、高梨聡、奥村智恵、谷誠、上村章、Marryanna Lion、半島マレーシア熱帯雨林の樹冠木で不均一な気孔開閉が起こる頻度と要因の検討、第63回日本生態学会大会、2016.3.20-24、仙台市佐藤保、新山馨、八木橋勉、Abd Rahman K.、Azizi Ripin 他、半島マレーシア低地フタバガキ林の粗大有機物量について、第127回日本森林学会大会、2016.3、藤沢市

Nakaji, T., Nakamura, M., Hiura, T., Potential of near-surface remote sensing for ecological study of forest canopy, International workshop on forest canopies: Frontiers of ecosystem services, 2015.10.27-28, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, 雲南省

Chen Yu-Yun, Satake, A., Numata, S.,

Kosugi, Y., Tani, M., Yeoh Shat Hui, Nur Supardi Mhd. Nor, Wright, S. J., Sun I-Fang, Tani, N., Exploring the mechanism of mass flowering using long-term dipterocarp phenology data, 100th Annual Meeting of Ecological Society of America, 2015.8.9-14, ボルチモア
Ichie, T., Yoshihara, R, Igarashi, S., Kenzo, T., Niiyama, K., Abd. Rahman K., Christine Dawn Fletcher, Tayasu, I., Analysis of the past 50 years' tree growth by using ¹⁴C dating in an seasonal tropical rain forest, 52nd Annual Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation, 2015.7 ホノルル
新山馨, 佐藤保, 八木橋勉, 田中憲蔵, 飯田滋生, 木村勝彦, Azizi Ripin, Abd. Rahman K., 小杉緑子, マレーシア半島、低地フタバガキ林での NPP の長期変動と一斉開花、日本熱帯生態学会年次大会、2015.6 京都市
小杉緑子, 高梨聡, 新山馨, 中路達郎, 野口正二, 奥村智恵, 鎌倉真依, 谷誠, Lion M., Siti Aisha, 半島マレーシア低地フタバガキ林の生態系フラックスは一斉開花の影響を受けるか?, 2015.3.26-28, 第126回日本森林学会大会、札幌市
新山馨, 佐藤保, 八木橋勉, 田中健三, 飯田滋生, 木村勝彦, Azizi Ripin, Abd. Rahman K., 小杉緑子, マレー半島の低地および丘陵フタバガキ林での乾燥と一斉結実、2015.3.26-28, 第126回日本森林学会大会、札幌市
Noguchi, S., Kosugi, Y., Takanashi, S., Tani, M., Siti Aisha, Marryanna Lion, Soil moisture variation of Pasoh Forest Researve, Peninsula Malaysia, ISAM2014, 2015.3.17-3.21, つくば市
佐竹暁子, Yu-Yun Chen, 沼田真也, 小杉緑子, 谷誠, 一榮智明, 谷尚樹, 長期フェノロジーデータ解析から一斉開花メカニズムを解明する、第62回日本生態学会大会、2015.3.18-22, 鹿児島市
齋木拓郎, 松尾奈緒子, 吉藤奈津子, 小杉緑子, 市榮智明, 高梨聡, 同位体分析による年輪の無い熱帯樹木の環境応答履歴の解明、第62回日本生態学会大会、2015.3.18-22, 鹿児島市
鎌倉真依, 小杉緑子, 高梨聡, 奥村智恵, 谷誠, Abd Rahman K., 半島マレーシア熱帯雨林において不均一な気孔開閉特性が個葉および樹冠スケールのCO₂フラックスに与える影響、第62回日本生態学会大会、2015.3.18-22, 鹿児島市
Yeoh Shat Hui, 佐竹暁子, 沼田真也, 一榮智明, Soon Leong Lee, Basherudin Norlia, Muhamad Norwati, Chen, Yu-Yun, 小杉緑子, 谷誠, 谷尚樹, 一斉開花と環境変: 温帯林と熱帯雨林の比較研究、2015.3.16-18, 第56回植物生理学会年会

齋木拓郎, 松尾奈緒子, 高梨聡, 吉藤奈津子, 小杉緑子, 市英智明, 中塚武, 木部セルロースの酸素安定同位体比に基づく年輪のない熱帯樹木の木部形成年代の推定、第4回同位体環境学シンポジウム、2014.12.22, 京都市
野口正二, 小杉緑子, 谷誠, 高梨聡, Abd. Rahman Kassim, Siti Aisha, 半島マレーシア・パソ森林保護区における土壤水分の変動、第4回関東森林学会大会、2014.10.17, 甲府市
Okumura M., Iwata, H., Kosugi, Y., Takanashi, S., Abd Rahman K., Measurements of CO₂/H₂O fluxes during rainfall by an enclosed path eddy covariance system in a tropical dipterocarp forest in Malaysia, Asiaflux Workshop 2014, 2014.8.18-23 Philippine
鎌倉真依, 小杉緑子, 高梨聡, 上村章, 宇都木玄, Abd Rahman K., Imaging-PAMを用いた半島マレーシア熱帯雨林における不均一な気孔閉鎖の時空間変動、第61回日本生態学会大会、2014.3.14-18, 広島市
21 奥村智恵, 岩田拓記, 小杉緑子, 高梨聡, Abdul Rahman K., マレーシア熱帯フタバガキ林におけるエンクロードパス渦相関法を用いた降雨時のCO₂・H₂Oフラックスの観測、日本農業気象学会2014年全国大会、2014/3/17-21, 札幌市
22 齋木拓郎, 松尾奈緒子, 高梨聡, 吉藤奈津子, 小杉緑子, 中塚武, 炭素・酸素安定同位体比の高解像度分析に基づく年輪のない熱帯樹木の年輪解析、第3回同位体環境学シンポジウム、2013.12.17-18, 京都市
23 Nakaji, T., Oguma, H., Aiba, M., Nakashizuka, T., Hiura, T., Estimation of leaf traits of East Asian forest tree species by using hyperspectral reflectance, Synthesis Workshop on the Carbon Budget and Forest Ecosystem in the Asian Monitoring Network, 2013.10.24-26, 高山市
24 野口正二, 小杉緑子, 谷誠, 高梨聡, Abd. Rahman K., Siti Aisha, 半島マレーシア森林保護区における土壤水分の変動、第3回関東森林学会、2013.10.4, 府中市
25 新山馨, 飯田滋生, 木村勝彦, 佐藤保, 田中憲蔵, 八木橋勉, Azizi Ripin, Abd. Rahman K., 小杉緑子, マレーシア半島、パソ保護林での20年間のリターデータから見た一斉開花・結実現象、日本熱帯生態学会、2013.06.16, 福岡市
26 小杉緑子, 高梨聡, 谷誠, 野口正二, Abdul Rahman K., 半島マレーシア熱帯雨林はどのようにして気候変動に対して熱・水・二酸化炭素フラックスの平衡を保っているか?, 第124回日本森林学会大会、2013.3.26-28, 盛岡市
27 高梨聡, 小杉緑子, 谷誠, 半島マレーシア熱帯雨林における群落と樹木のガス交換

- 特性、第 124 回日本森林学会大会、2013.3.26-28、盛岡市
- 28 中路達郎、小熊宏之、日浦勉、ハイパースペクトルデータを用いた樹木葉形質の非破壊推定、第 124 回日本森林学会大会、2013.3.26-28、盛岡市
- 29 中路達郎、光学リモートセンシングを用いた葉形質の推定、第 60 回日本生態学会大会、2013.3.5-9、静岡市
- 30 桐山貴衣、松尾奈緒子、中塚武、高梨聡、小杉緑子、酸素安定同位体比分析に基づく熱帯樹木の高解像度年輪指標の構築、第 60 回日本生態学会大会、2013.3.5-9、静岡市
- 31 奥村智恵、小杉緑子、高梨聡、鎌倉真依、松本一穂、東野達、Elizabeth Philip、マレーシア半島部における熱帯雨林構成樹種からの揮発性有機化合物の放出、生物起源微量ガスワークショップ 2012、2012.11.21-22、沖縄
- 32 Tani, M., Resilience of forest evapotranspiration evaluated from a long-term catchment observation, EAP-LTER 2012, 2012.7.4-5, Kuala Lumpur, Malaysia.
- 33 Nakaji, T., Kosugi Y., Takanashi, S., Oguma, H., Abd Rahim Nik, Ground-based optical remote sensing study in a tropical rainforest at Pasoh, Peninsular Malaysia, EAP-LTER 2012, 2012.7.4-5, Kuala Lumpur, Malaysia.
- 34 Noguchi, S., Kosugi, Y., Tani, M., Takanashi, S., Abd Rahman K., Siti Aisah, Relation between antecedent precipitation index and soil moisture in a tropical rain forest, EAP-LTER 2012, 2012.7.4-5, Kuala Lumpur, Malaysia.
- 35 Niiyama, K., Iida, S., Kimura, K., Sato, T., Yagihashi, T., Kenzo, T., Ripin A., Abd. Rahman K., Long-term litter production patterns in Pasoh Forest Reserve, Peninsula Malaysia, EAP-LTER 2012, 2012.7.4-5, Kuala Lumpur, Malaysia.
- 36 Nakaji, T., Nakamura, M., Oguma, H., Hiura, T., Remote sensing of forest condition: estimation of foliar chemical components by using hyperspectral reflectance data, JPGU Meeting 2012, 2012.5.20、千葉市

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.bluemoon.kais.kyoto-u.ac.jp/pasoh/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小杉 緑子 (KOSUGI, Yoshiko)

京都大学・農学研究科・教授

研究者番号：9 0 2 9 3 9 1 9

(2) 研究分担者

高梨 聡 (TAKANASHI, Satoru)

国立研究開発法人森林総合研究所・森林防災研究領域・主任研究員

研究者番号：9 0 4 2 3 0 1 1

野口 正二 (NOGUCHI, Shoji)

国立研究開発法人森林総合研究所・森林防災研究領域・チーム長

研究者番号：9 0 3 4 3 7 8 0

新山 薫 (NIIYAMA, Kaoru)

国立研究開発法人森林総合研究所・国際連携推進拠点・再雇用研究専門員

研究者番号：7 0 3 5 3 7 9 5

中路 達郎 (NAKAJI, Tatsuro)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・准教授

研究者番号：4 0 3 9 1 1 3 0

岩田 拓記 (IWATA, Hiroki)

信州大学・学術研究員理学系・助教

研究者番号：1 0 4 6 6 6 5 9

(3) 連携研究者

米田 健 (YONEDA, Takeshi)

鹿児島大学・名誉教授

研究者番号：4 0 1 1 0 7 9 6

谷 誠 (TANI, Makoto)

人間環境大学・人間環境学部・特任教授

研究者番号：0 0 3 1 4 2 4 5

山下 多聞 (YAMASHITA, Tamon)

島根大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：3 0 2 6 3 5 1 0

鎌倉 真依 (KAMAKURA, Mai)

京都大学・農学研究科・研究員

研究者番号：4 0 5 2 3 8 4 0

伊藤 雅之 (ITOH, Masayuki)

京都大学・東南アジア研究所・助教

研究者番号：7 0 4 5 6 8 2 5

檀浦 正子 (DANNOURA, Masako)

京都大学・農学研究科・助教

研究者番号：9 0 4 4 4 5 7 0

田中 克典 (TANAKA, Katsunori)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境変動領域・主任研究員

研究者番号：8 0 3 4 4 2 7 4

松尾 奈緒子 (MATSUO, Naoko)

三重大学・生物資源学研究科・講師

研究者番号：0 0 4 2 3 0 1 2