

## 森林における林野火災発生危険度の時間・空間変動 DThe estimation for temporal and spatial fluctuations of forest fire hazard index

玉井 幸治<sup>1\*</sup>  
Koji Tamai<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 森林総合研究所  
<sup>1</sup> Forestry & Forest Products Research Institute

Mapped estimates of the risk of forest fire would benefit forest management, and could be used to decide restrictions on the public use of forest areas. In this study, the litter moisture content ratios were predicted with this model and forest fire hazard were estimated the forested parks in Japan. Model was adapted to the around 40ha area in this park classified into 9 stands with tree height, tree species and slope direction. Fuel moisture decreased with each speed for each forest stand among simulated days depending the solar radiation on the each forest floor. Litter moisture was less than 0.2g g<sup>-1</sup> and fire risk is judged to be highest in 7 forest stands among 9 stands on the day after long drought period. On the otherhand, spatial variation of litter moisture was widest to be 0.198 - 0.811g g<sup>-1</sup> on the day during the drying process. This means that litter drying speed and fire risk is different between forest stands. Thus, it is significant to construct the forest fire warning system for each forest stand to manage the people activities in this public forested area to prevent the forest fire.

キーワード: 落葉層含水率, 林内日射量  
Keywords: Fuel moisture, Solar radiation on the forest floor

## 分布型水循環 - 植生動態結合モデルの開発と応用

### Developing Distributed Hydrologic-Vegetation Dynamics Coupling Model: A Case Study in African River Basins

澤田 洋平<sup>1\*</sup>, 小池俊雄<sup>1</sup>, Cho Thanda Nyunt<sup>1</sup>, 山本昭夫<sup>2</sup>, 喜連川優<sup>2</sup>

Yohei Sawada<sup>1\*</sup>, Toshio Koike<sup>1</sup>, Cho Thanda Nyunt<sup>1</sup>, Akio Yamamoto<sup>2</sup>, Masaru Kitsuregawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 社会基盤学専攻、東京大学, <sup>2</sup> 生産技術研究所、東京大学

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, The University of Tokyo, <sup>2</sup>Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

We develop an eco-hydrological model (WEB-DHM + DVM) that can simulate vegetation growth, soil moisture, river discharge, ground water dynamics and land surface fluxes at the same time in river basin scales. Modeling of vegetation dynamics in a hydrological model makes it possible to discuss the integrated management of water resources and bioresources in river basins. Moreover, dynamic vegetation modeling can contribute climate and weather prediction because we have a strong feedback of vegetation distribution to regional climate through land-atmosphere interactions especially in semi-arid regions. Considering landscape changes driven by human exploitation and climate change, we need to calculate vegetation dynamics as a diagnostic valuable in a basin-scale hydrological model. We apply the model to the Medjerda River Basin located in North Africa for a model confirmation study. The simulated river discharge has a good agreement with the in-situ observed river discharge. In addition, we show the model has adequate capacity for simulating vegetation dynamics in the semi-arid region by comparing simulated leaf area index (LAI) with the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) 8-daily LAI product. We also demonstrate the assessment of climate change impact on vegetation dynamics in the Volta River Basin located in West Africa by using WEB-DHM + DVM and multi General Circulation Models (GCMs) output. Our future projections and sensitivity analyses show that an extension of dry season duration and high land surface temperature produced by climate change may cause a dieback of vegetation in West Africa, while an increase of atmospheric humidity has a positive impact on vegetation growth. The negative impacts of certain climate forcings sometimes overwhelm the positive impacts of the other forcings, and positive and negative impacts sometimes cancel each other. Thus, there are different magnitudes of change in biomass amount in different GCMs, although we select three GCMs whose climatologies agree well with past climate. This approach demonstrates that multi-model climate change assessment is crucial, and the sensitivity analysis developed here is useful for extracting principal environmental drivers of terrestrial biomass under a changing climate. The method in this study makes it possible to address the impact of future change of terrestrial biomass on climate and water resources on a regional scale.

キーワード: 植生動態, 分布型水循環モデル, 気候変動

Keywords: vegetation dynamics, distributed hydrological model, climate change

作物生産と蒸発散：2層キャノピーモデルを用いたエジプトナイルデルタでの蒸散と地面蒸発の分離と防風林導入による蒸発抑制  
Separation of ET in Nile delta into transpiration and evaporation (E) by canopy model and E reduction by windbreak trees

清水 達輝<sup>1\*</sup>, 杉田 倫明<sup>2</sup>

Tatsuki Shimizu<sup>1\*</sup>, Michiaki Sugita<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学生命環境科学研究科環境科学専攻, <sup>2</sup> 筑波大学生命環境科学研究科地球科学専攻

<sup>1</sup>Environmental Science, Life & Environ. Sci., University of Tsukuba, <sup>2</sup>Geoscience, Life & Environ. Sci., University of Tsukuba

農業活動は人為的な生態系改変ととらえることもでき、その水循環への影響評価は重要な課題である。本研究では農地の蒸発散を対象に、蒸散と蒸発に成分分離することで農業の影響を調べた。対象は

農業による水消費を抑制することが課題となっているナイルデルタで、トウモロコシ畑において2011年5月から6月の農閑期と同年6月から9月の作物生育期間に蒸発散を渦相関法で求め、2層キャノ

ピーを適用することで蒸散と地面蒸発を評価した。さらに、防風林が導入されたとき、これらがどのように変化するのかを観測結果に基づき推定した。結果として、トウモロコシの生育期間のET=554 mm、蒸散がT=256 mm、蒸発がE=298 mm、冬作との間の非耕作期間でET(=E)が221 mmであること、ここに防風林を導入すると耕作期間でE、Tとも20-25%、非耕作期間でEが30%程減少することが分かった。防風林そのものの蒸散は相対的に小さい。

キーワード: ナイルデルタ, 耕作地, 蒸発散, 地面蒸発と蒸散, 防風林

Keywords: Nile-delta, croplands, evapotranspiration, soil evaporation and transpiration, Windbreak trees

## 霞ヶ浦湖面における二酸化炭素フラックスとその変化要因の考察 - 5年間の観測の予備解析結果

### CO<sub>2</sub> flux over the Lake Kasumigaura and factors influencing its variation: a preliminary analysis of 5-year observation

高橋 孝生<sup>1</sup>, 杉田 倫明<sup>2\*</sup>

Takanari Takahashi<sup>1</sup>, Michiaki Sugita<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 筑波大・生命・地球, <sup>2</sup> 筑波大・生命

<sup>1</sup>Geoscience, Life & Environ. Sci., University of Tsukuba, <sup>2</sup>Life & Environ. Sci., University of Tsukuba

本研究では、渦相関法を用いて霞ヶ浦湖面における二酸化炭素フラックスを5年間にわたり測定した。今回はその予備解析の結果と今後の研究の方向性を示す。観測は、2007年6月～2012年11月において、霞ヶ浦湖心観測所で主に渦相関法により二酸化炭素フラックスの測定が行った。二酸化炭素フラックスは時間スケールでは全期間約-0.5～0.5 mg/m<sup>2</sup>/sの範囲で変動していた。つまり二酸化炭素の吸収と放出が交互に生じていて、これは日中でも夜間でも両過程が起きていた。他の地表面でのデータと比較すると、霞ヶ浦湖面における単位面積当たりの二酸化炭素フラックスは森林よりもやや小さく、草原よりは大きい、そして海洋よりは数桁大きかった。

次に二酸化炭素フラックスの季節変化を見てみると日平均二酸化炭素放出量は、全期間を通じて約-10～10 g/m<sup>2</sup>/dayの範囲で変動していた。全体としては負の値(吸収)となっている時期が多く、霞ヶ浦は二酸化炭素を吸収する傾向が強いことが分かった。また、フラックスの変化要因としては、水中の二酸化炭素濃度  $C_w$  の変化が考えられる。さらに  $C_w$  の変化要因としては、内部要因と外部要因が挙げられる。霞ヶ浦流入河川水や湖沼水中の  $C_w$ 、湖沼水中の植物プランクトンの組成などを調べた結果、これら1つ1つが単独で直接関わっているのではなくて、様々なものが同時に起こり、複雑に絡み合い、 $C_w$  は変化する、ということが分かった。

キーワード: 渦相関法, 霞ヶ浦, 二酸化炭素フラックス, 光合成, 植物プランクトン

Keywords: eddy correlation method, Lake Kasumigaura, CO<sub>2</sub> flux, photosynthesis, phytoplankton

## 霞ヶ浦流域の環境変化と霞ヶ浦の水収支：1970年代と現在の差異

### Changes in watershed environments and water balance of Lake Kasumigaura from 1970s to present

山本 和也<sup>1\*</sup>, 杉田 倫明<sup>2</sup>

Kazuya YAMAMOTO<sup>1\*</sup>, SUGITA, Michiaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科, <sup>2</sup> 筑波大学生命環境系

<sup>1</sup>Graduate School of Life & Environ Sci., University of Tsukuba, <sup>2</sup>Faculty of Life & Environ Sci., University of Tsukuba

霞ヶ浦の水収支は1970年代を対象に村岡(1981)により評価されている。その後、流域の様々な環境変化や用水事業などの人為的な大規模な働きかけが行われたにもかかわらず、総合的な水収支の評価は行われてこなかった。本研究ではまず村岡(1981)の方法に従って、現在の水収支を評価した。その上で、技術的進歩や観測網の整備により水収支項の評価方法が向上した項目について、新たなデータに置き換えて現在の水収支を再評価した。例えば、湖面蒸発がそれに該当する。

結果として、村岡(1981)の方法に従うと、2008年の年間の湖の全流入量・流出量は共に1972年～1979年の平均値よりも30%程度増加していた。増加した大きな原因は、人工的な水循環の項目であり、たとえば、上水取水が約5倍、工業用水取水が約2倍、処理下水排水は1979年の約7倍であった。一方、降水、河川流出、地下水流出などの自然的な水循環項目の増加は5-35%程度であった。これらは各流域の土地利用変化、生態系変化などが影響を与えていると考えられる。

キーワード: 水収支, 霞ヶ浦, 取水, 水循環

Keywords: water balance, Lake Kasumigaura, water intake, hydrological cycle

## アラスカ内陸の永久凍土上のクロトウヒ林における熱収支の通年観測 Year-round observation of energy balance components within a permafrost black spruce forest in interior Alaska

中井 太郎<sup>1\*</sup>, 金龍元<sup>1</sup>, ロバート・C・ピュシー<sup>1</sup>, 鈴木 力英<sup>2</sup>, 永井信<sup>2</sup>, 小林秀樹<sup>2</sup>, 朴昊澤<sup>2</sup>, 杉浦幸之助<sup>2</sup>, 伊藤昭彦<sup>3</sup>  
Taro Nakai<sup>1\*</sup>, KIM, Yongwon<sup>1</sup>, BUSEY, Robert C.<sup>1</sup>, Rikie Suzuki<sup>2</sup>, NAGAI, Shin<sup>2</sup>, KOBAYASHI, Hideki<sup>2</sup>, PARK, Hotaek<sup>2</sup>, SUGIURA, Konosuke<sup>2</sup>, ITO, Akihiko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> アラスカ大学国際北極圏研究センター, <sup>2</sup> (独) 海洋研究開発機構, <sup>3</sup> (独) 国立環境研究所

<sup>1</sup>IARC, UAF, <sup>2</sup>JAMSTEC, <sup>3</sup>NIES

クロトウヒは、北米の北方林で最も優占する森林タイプの一つで、内陸アラスカの森林の約44%を占める。本研究では、内陸アラスカの永久凍土上に成立するクロトウヒ林において、2011年に渦相関法によるフラックス観測と放射などの微気象観測による熱収支の通年観測を実施したので、その結果を報告する。観測サイトは、アラスカ大学のポーカーフラット実験場にあり、本研究は(独)海洋研究開発機構(JAMSTEC)とアラスカ大学(UAF)国際北極圏研究センター(IARC)との共同研究であるJAMSTEC-IARC Collaboration Study(JICS)の一環で行われている。

地中熱流量の測定において、熱流板の熱伝導率にデフォルト値を用いた場合、夏期に顕熱・潜熱フラックスの和が有効エネルギーを上回った。地中熱流量に係数0.74を乗じることによって、夏期の熱収支の残差は最小になった。この0.74という係数値は、熱流板(HFP01SC)の熱伝導率のデフォルト値が $0.8 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ であるのに対して、含水率が高い場合のミズゴケ(Sphagnum)の熱伝導率が0.5ないし $0.6 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ と報告されている事実と矛盾しない。結果として、夏期の熱収支はほぼ閉じ、地中熱流量が夏期熱収支において重要な役割を果たしていることが分かった。6月から8月までの夏期の熱収支において、地中熱流量は正味放射量の26.5%を占めた。

一方で、熱収支の残差は春に大きかった。積雪調査を実施した日から消雪日までの熱収支を計算したところ、この期間に評価された熱収支の残差は、実測した積雪水量から求められた融雪の融解潜熱でほとんど説明されることが分かった。

この森林の夏期の平均日蒸発散量は $1.37 \text{ mm day}^{-1}$ であり、北方林としては典型的な結果であった。年間の蒸発散量と昇華量の総和は $207.3 \text{ mm year}^{-1}$ であり、年降水量より遥かに少なかった。このうち、年間の昇華量は全体の8.8%( $18.2 \text{ mm year}^{-1}$ )と見積もられ、北方林の水収支を考える際に昇華量は無視できないということが分かった。

キーワード: 熱収支, クロトウヒ, 永久凍土, 地中熱流量, 蒸発散, 昇華

Keywords: energy balance, black spruce, permafrost, ground heat flux, evapotranspiration, sublimation

## 気候変化にともなうシベリア凍土生態系の生態水文変化

### Climate change and the ecohydrological feedback of Siberian permafrost ecosystems

檜山 哲哉<sup>1\*</sup>, マクシュートフ シャミル<sup>2</sup>, 金 憲淑<sup>2</sup>, 佐々井 崇博<sup>3</sup>, 山口 靖<sup>3</sup>, 杉本 敦子<sup>4</sup>, 米延 仁志<sup>5</sup>, 太田 岳史<sup>6</sup>, 小谷 亜由美<sup>6</sup>, 山本 一清<sup>6</sup>, 山崎 剛<sup>7</sup>, 大島 和裕<sup>1</sup>, 朴 昊澤<sup>8</sup>

Tetsuya Hiyama<sup>1\*</sup>, Shamil Maksyutov<sup>2</sup>, Heonsook Kim<sup>2</sup>, Takahiro Sasai<sup>3</sup>, Yasushi Yamaguchi<sup>3</sup>, Atsuko Sugimoto<sup>4</sup>, Hitoshi Yonobu<sup>5</sup>, Takeshi Ohta<sup>6</sup>, Ayumi Kotani<sup>6</sup>, Kazukiyo Yamamoto<sup>6</sup>, Takeshi Yamazaki<sup>7</sup>, Kazuhiro Oshima<sup>1</sup>, Hotaek Park<sup>8</sup>

<sup>1</sup> 総合地球環境学研究所, <sup>2</sup> 国立環境研究所, <sup>3</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科, <sup>4</sup> 北海道大学大学院地球環境科学研究院, <sup>5</sup> 鳴門教育大学大学院学校教育研究科, <sup>6</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究科, <sup>7</sup> 東北大学大学院理学研究科, <sup>8</sup> 海洋研究開発機構 地球環境変動領域

<sup>1</sup>Research Institute for Humanity and Nature, <sup>2</sup>National Institute for Environmental Studies, <sup>3</sup>Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, <sup>4</sup>Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, <sup>5</sup>Department of Health and Living Sciences Education, Naruto University of Education, <sup>6</sup>Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, <sup>7</sup>Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>8</sup>Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

シベリアのレナ川中流域では例年に比べて2005年～2008年にかけて降水量が多く、一部で土壌の過湿や植生劣化が生じ、地表環境を変化させた。ヤクーツ近郊のフラックスモニタリングサイト付近ではカラマツの枯死が目立つようになり、群落レベルの蒸発散特性に変化が生じた。ただし、衛星リモートセンシング解析からは広域な変化を検知することができず、現時点では地表環境の劣化がスポット的に発生することがわかった。これは、凍土生態系に発生するサーモカルスト現象のひとつの現れである。我々が開発・改良中の凍土生態系に着目した熱・水・物質輸送モデルによれば、土壌水分量の増加は土壌の熱環境を変え、年最大融解深を深くし、群落レベルの光合成特性や蒸発散特性にも影響を及ぼしていることが明らかになってきた。レナ川の長期河川流出量データを解析した結果、年最大融解深の増加は夏季の基底流量を変化させていた。これらの土壌水分量、年最大融解深、夏季河川流出量は、降水量の十年規模変動に付随した形で長期変動を示すことがわかってきた。シベリアの地表の熱・水環境はメタンや二酸化炭素など温室効果ガスの交換にも多大な影響を与える。インパースモデルによって推定されたメタン発生量の地域分布を見ると、2007年と2008年の夏季には西シベリアの湿地を起源とするメタン発生量は高かったものの、その後の発生量は減少に転じていた。一方、東シベリアでは2008年以降に増加傾向を示し、東西シベリアでメタンの発生量に地域差（非対称性）があることがわかってきた。これらの非対称性は光合成量や生態系呼吸量にも表れており、2000年～2010年の光合成量と生態系呼吸量は、西シベリアで減少傾向、東シベリアで増加傾向を示した。これらの非対称性は、第一義的には気温や地温によって決まり、気温や地温が高いほどメタン発生量、光合成量、生態系呼吸量が高くなる傾向を示す。降水量の大小に起因する水環境の変化は、律速にならない範囲ではそれらに影響を与えることはない。ただし、東シベリアの凍土生態系で2005年～2008年に見受けられたように、サーモカルストに代表される地表と植生の劣化といった形で、スポット的に影響を与えるものと思われる。

キーワード: 地球温暖化, 永久凍土, 年最大融解深, メタン, 二酸化炭素

Keywords: global warming, permafrost, annual maximum thawing depth (AMTD), methane, carbon dioxide

## レーザー分光計を用いた森林におけるメタンフラックスの多面的観測 Methane flux observation over a forest ecosystem by micrometeorological and chamber methods using laser based analyzers

植山 雅仁<sup>1\*</sup>, 竹内 亮太<sup>1</sup>, 高井 百合子<sup>1</sup>, 高橋 善幸<sup>2</sup>, 安宅 未央子<sup>3</sup>, 高橋 けんし<sup>4</sup>, 小杉 緑子<sup>3</sup>, 鱧谷 憲<sup>1</sup>  
Masahito Ueyama<sup>1\*</sup>, Ryota TAKEUCHI<sup>1</sup>, Yuriko TAKAI<sup>1</sup>, Yoshiyuki Takahashi<sup>2</sup>, Mioko ATAKA<sup>3</sup>, Kenshi Takahashi<sup>4</sup>, Yoshiko KOSUGI<sup>3</sup>, Ken HAMOTANI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>大阪府立大学生命環境科学研究科, <sup>2</sup>国立環境研究所 地球環境研究センター, <sup>3</sup>京都大学 農学研究科, <sup>4</sup>京都大学 生存圏研究所

<sup>1</sup>Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University, <sup>2</sup>Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, <sup>3</sup>Graduate School of Agriculture, Kyoto University, <sup>4</sup>Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

レーザー分光法を用いた分析計が近年になって実用化されたことから、陸域生態系におけるメタンフラックスを高精度に評価するための連続測定が世界中で始められている。これらの測定では、メタンの放出源とされる湿原や農耕地を対象としたものが多く、森林などのメタンの吸収源と目される生態系を対象としたものは少ない。森林のメタンフラックスは湿地等の放出フラックスと比べて一桁程度小さく、計測が容易でない。そこで本研究では、微気象学的手法とチャンパー法を組み合わせることで森林におけるメタンフラックスの多面的観測を実施し、空間代表性を有するフラックスの定量化、プロセスの解明、測定技法の向上を行った。

観測は、山梨県富士吉田市の富士北麓フラックス観測サイトにおいて実施された。観測地では、樹齢約50年のカラマツ人工林が粗粒火山灰土の上に均質に生育していた。双曲線簡易渦集積 (Hyperbolic Relaxed Eddy Accumulation; HREA) 法を用いて群落スケールでのメタンフラックスを2011年8月から連続測定した。分析計への配管をタイムシェアすることでHREA法によるフラックス測定と同時に、5高度においてメタン濃度の鉛直プロファイル計測した。HREA法システムの精度は、CO<sub>2</sub>フラックスについて渦相関法による観測と比較することで保障された。HREA法によるフラックスはプロファイラーにより観測された貯留項を考慮して補正された。2012年10月からは6つの自動開閉式閉鎖型チャンパーを森林土壌に設置し、プロットスケールでのメタンフラックスを連続測定した。HREA法、チャンパー法のシステムからの空気はナフィオンドライヤーにより除湿された後、それぞれレーザー分光計 (GGA-24r-EP and FGGA-24r-EP, Los Gatos Research Inc., USA) に通され、メタン、CO<sub>2</sub>、水蒸気の濃度が計測された。分析計は、1日に1回2点校正された。

2011年8月から2012年12月までの期間において、HREA法により観測されたメタンフラックスは季節をとおして吸収を示した。メタン吸収量は、地温の季節変化と概ね対応がとれた季節変化を示し、夏季に大きくなり、冬季に小さくなった。この期間における地温に対するメタン吸収量の温度依存係数 (Q<sub>10</sub>) は1.8であった。冬季において30cm程度の積雪が観測されることがあったが、その時のメタン吸収量はゼロ近くとなった。年間メタン吸収量は、CO<sub>2</sub>フラックスの場合と同様に、摩擦速度 (u\*) の閾値により大きく異なった。2012年のメタン吸収量は、u\*閾値を適用した場合で900 mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup> となり、適用しない場合で700 mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup> と見積もられた。鉛直プロファイルの観測で土壌近傍のメタン濃度が上層に比べて常に低い値をとったことから、HREA法によって観測されたメタン吸収は土壌によるものと推測された。チャンパーにより観測されたメタンフラックスもHREA法によるフラックスと同程度の吸収を示したことから、この森林におけるメタンの主な吸収源は土壌であるということが示唆された。

キーワード: メタンフラックス, HREA 法, 閉鎖式自動開閉チャンパー, 森林, 連続観測, レーザー分析計

Keywords: Methane flux, HREA method, automated dynamic chamber method, forest, continuous observation, laser-based analyzer



## 熱帯泥炭生態系の二酸化炭素収支 Carbon dioxide balance of tropical peat ecosystems

平野 高司<sup>1\*</sup>, セガ ヘンドリック<sup>1</sup>, クシン キツソ<sup>2</sup>, リミン スウイドー<sup>2</sup>, 高橋 英紀<sup>1</sup>, 大崎 満<sup>1</sup>

Takashi Hirano<sup>1\*</sup>, SEGAH, Hendrik<sup>1</sup>, KUSIN, Kitso<sup>2</sup>, LIMIN, Suwido<sup>2</sup>, TAKAHASHI, Hidenori<sup>1</sup>, OSAKI, Mitsuru<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院農学研究院, <sup>2</sup> パランカラヤ大学

<sup>1</sup>Hokkaido University, <sup>2</sup>University of Palangkaraya

Tropical peatlands, which are widely distributed on lowlands in Southeast Asia, have accumulated a huge amount of soil carbon under peat swamp forests over millennia. However, the carbon pool is presently disturbed on a large scale by land development and management, and consequently has become vulnerable. Peat degradation occurs most rapidly and massively in Indonesia, because of fires, drainage and deforestation of swamp forests. Peat fires release carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) through peat combustion intensively but occasionally, whereas drainage increases CO<sub>2</sub> emission steadily through the acceleration of oxidative peat decomposition. Therefore, tropical peatlands present the threat of switching from a carbon sink to a carbon source to the atmosphere. However, the ecosystem-scale CO<sub>2</sub> exchange is still unknown in tropical peatlands. A long-term field experiment in Central Kalimantan, Indonesia showed that tropical peat ecosystems, including a relatively intact peat swamp forest with little drainage (UF), a drained swamp forest (DF) and a drained burnt area (DB, a former swamp forest), functioned as net carbon sources. Mean annual net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange (NEE) (with a standard deviation) for four years from July 2004 to July 2008 was 174 with 203, 328 with 204 and 499 with 72 gC m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>, respectively, for the UF, DF and DB sites. The carbon emissions increased according to disturbance degrees. We found that the carbon balance of each ecosystem was chiefly controlled by groundwater level (GWL). The NEE showed a linear relationship with GWL on an annual basis. The relationships suggest that GWL lowering of every 0.1 m causes additional net annual CO<sub>2</sub> emissions of 79-238 gC m<sup>-2</sup> probably because of the enhancement of oxidative peat decomposition. In addition, CO<sub>2</sub> uptake by vegetation photosynthesis was reduced by shading due to dense smoke from peat fires ignited accidentally or for agricultural practices. Our results may indicate that tropical peatland ecosystems are no longer a carbon sink under the pressure of human activities.

Keywords: drainage, draught, eddy covariance technique, ENSO, fire

## 森林生態系炭素動態の温暖化応答における栄養塩制限 Nutrient limitation and the responses of the carbon dynamics in forest ecosystems to global change

北山 兼弘<sup>1\*</sup>  
Kanehiro Kitayama<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Agriculture, Kyoto University

湿潤で温暖な気候条件下にある森林生態系において、純一次生産や分解の素過程がリンや窒素といった生元素により制限されることが知られている。特に、リンや窒素は光合成のカルビン回路において炭酸同化の基質や酵素を形成するので、これらの生元素が著しく不足すると森林の炭酸同化能が低下してしまう。現存の自然生態系の多くがリンか窒素いずれかの制限を受けていると考えられており、これらの自然生態系が気候変動に応答する様式は栄養塩制限の強さに依存して決まると考えられてきた。例えば、現在、栄養塩制限が強く働いている森林生態系では、温暖化してもその純一次生産速度は大きくは変動しないと考えられてきた（温度依存性は低い）。しかし、栄養塩と気候（温度）が森林生態系の純一次生産や分解、あるいは両者のバランスとしての炭素収支にどのような相互作用を及ぼすのかは実際には明らかにされていない。この問題に取り組むために、私と共同研究者は熱帯山岳をモデルに使い、土壌リンの可給性が対照的な2系列の森林を複数の標高（気温）で比較する研究を続けてきた。これまでの観測から、リン制限が強く働く場合、樹木は生産におけるリン利用効率を増大（あるいは低下）させることによって、温度によって変化するリンへの栄養要求度を調整し、生産を維持することがわかってきた。強い栄養塩制限下にあっても、このような樹木の適応や順化により、森林生態系の純一次生産速度の温度依存性はこれまで考えられてきたよりも高くなることが示唆される。このような結果を紹介しながら、生態学的な問題をどのように陸域生態系の長期観測に組み込むかについて考える。

キーワード: 栄養塩, リン利用効率, 純一次生産, 熱帯降雨林, 標高傾度, 炭素動態

Keywords: Nutrients, P-use efficiency, Net primary productivity, Tropical rain forest, Altitude gradient, Carbon dynamics

## 炭素安定同位体パルスラベリングによる樹体内炭素配分の追跡 $^{13}\text{C}$ pulse labeling technique for study carbon allocation in tree

檀浦 正子<sup>1\*</sup>

Masako Dannoura<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院地球環境学堂

<sup>1</sup> Graduate School of Global Environmental Studies

炭素は光合成によって植物に固定され、一部は成長につかわれ、また一部は貯蔵され、そしてエネルギーを得るために行われる呼吸によって再び大気に放出される。将来の気候変動を考えると、森林生態系におけるこれら炭素配分のバランスおよび、それらがどのように変動するかについて、プロセスモデルを構築し要因を考えることが必要となる。そのための手法のひとつとして、炭素安定同位体をトレーサーとして用い、いつ固定された炭素がどこでどれだけ使用されるのかを追跡する手法を紹介する。このパルスラベリング実験によって、炭素の樹体内移動速度の樹種ごとの違いや、その季節変化が明らかになってきている。国内外で行われた事例を紹介する。

キーワード: 炭素安定同位体, パルスラベリング, 炭素配分,  $^{13}\text{C}$

Keywords: Stable carbon isotope, pulse labeling, carbon allocation,  $^{13}\text{C}$

## 日本長期生態学研究ネットワーク (JaLTER) の研究活動 Japan Long-Term Ecological Research Network (JaLTER)

村岡 裕由<sup>1\*</sup>  
Hiroyuki Muraoka<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学, JaLTER  
<sup>1</sup>Gifu University, JaLTER

JaLTER was established in November 2006 to provide scientific knowledge which contributes to conservation, advancement and sustainability of environment, ecosystem services, productivity and biodiversity for a society by conducting long-term and interdisciplinary research in ecological science including human dimensions. JaLTER is a formal member network of the International Long-Term Ecological Research Network (ILTER Network). JaLTER contains 56 sites including forests, grasslands, cropland, freshwater and marine. The goal of JaLTER are (1) Creation of general knowledge based on multidisciplinary long-term and large-scale research, (2) Creation of well-designed database to exchange and share original data to support scientific communities, general public people and policy makers, and to find better solutions for critical ecological and environmental problems, (3) Promotion of education regarding long-term and large-scale changes of ecosystem and environment. (4) Facilitation of collaboration and coordination among scientists of long-term ecological researches. To achieve these goals, we are promoting research theme such as (a) Response and feedback of biodiversity and ecosystem functioning under the climate changes, (b) Hydro-biogeochemical processes and ecosystem interaction from terrestrial to marine ecosystem, (c) Development and establishment of ecosystem monitoring network and techniques with multiple scales and dimensions.

In addition to the site-network based research on ecological theme, JaLTER has been promoting to link ecosystem research networks and institutes, so called "J-community", by JaLTER, JapanFlux (CO2 flux network), JAXA (Japan Aero-Space Agency) and JAMSTEC (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology). The J-community was established to meet multidisciplinary research on ecosystem structure, function and biodiversity under climate change. As part of this activity, a joint research project to develop earth observation algorithm by a new earth observation satellite "GCOM-C" has been conducted since 2009. In addition, recently, new projects were established to clarify the relationship between biodiversity and ecosystem functions, and to evaluate their vulnerability to environmental changes.

キーワード: 長期生態学研究ネットワーク, 生態学研究, 生態系, 生物多様性  
Keywords: LTER, ecological research, ecosystem, biodiversity