

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^{1*}
Koji Tamai^{1*}

¹ 森林総合研究所
¹ 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⁻¹ 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⁻¹ 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^{1*}, 小池俊雄¹, Cho Thanda Nyunt¹, 山本昭夫², 喜連川優²

Yohei Sawada^{1*}, Toshio Koike¹, Cho Thanda Nyunt¹, Akio Yamamoto², Masaru Kitsuregawa²

¹ 社会基盤学専攻、東京大学, ² 生産技術研究所、東京大学

¹Department of Civil Engineering, The University of Tokyo, ²Institute 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^{1*}, 杉田 倫明²

Tatsuki Shimizu^{1*}, Michiaki Sugita²

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

¹Environmental Science, Life & Environ. Sci., University of Tsukuba, ²Geoscience, 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=554mm、蒸散がT=256mm、蒸発がE=298mm、冬作との間の非耕作期間でET(=E)が221mm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

CO₂ flux over the Lake Kasumigaura and factors influencing its variation: a preliminary analysis of 5-year observation

高橋 孝生¹, 杉田 倫明^{2*}

Takanari Takahashi¹, Michiaki Sugita^{2*}

¹ 筑波大・生命・地球, ² 筑波大・生命

¹Geoscience, Life & Environ. Sci., University of Tsukuba, ²Life & 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/m²/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/m²/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, CO₂ 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^{1*}, 杉田 倫明²

Kazuya YAMAMOTO^{1*}, SUGITA, Michiaki²

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科, ² 筑波大学生命環境系

¹Graduate School of Life & Environ Sci., University of Tsukuba, ²Faculty 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^{1*}, 金龍元¹, ロバート・C・ピュシー¹, 鈴木 力英², 永井信², 小林秀樹², 朴昊澤², 杉浦幸之助², 伊藤昭彦³
Taro Nakai^{1*}, KIM, Yongwon¹, BUSEY, Robert C.¹, Rikie Suzuki², NAGAI, Shin², KOBAYASHI, Hideki², PARK, Hotaek², SUGIURA, Konosuke², ITO, Akihiko³

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

¹IARC, UAF, ²JAMSTEC, ³NIES

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

Tetsuya Hiyama^{1*}, Shamil Maksyutov², Heonsook Kim², Takahiro Sasai³, Yasushi Yamaguchi³, Atsuko Sugimoto⁴, Hitoshi Yonobu⁵, Takeshi Ohta⁶, Ayumi Kotani⁶, Kazukiyo Yamamoto⁶, Takeshi Yamazaki⁷, Kazuhiro Oshima¹, Hotaek Park⁸

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

¹Research Institute for Humanity and Nature, ²National Institute for Environmental Studies, ³Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, ⁴Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, ⁵Department of Health and Living Sciences Education, Naruto University of Education, ⁶Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, ⁷Graduate School of Science, Tohoku University, ⁸Research 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^{1*}, 竹内 亮太¹, 高井 百合子¹, 高橋 善幸², 安宅 未央子³, 高橋 けんし⁴, 小杉 緑子³, 鱧谷 憲¹
Masahito Ueyama^{1*}, Ryota TAKEUCHI¹, Yuriko TAKAI¹, Yoshiyuki Takahashi², Mioko ATAKA³, Kenshi Takahashi⁴, Yoshiko KOSUGI³, Ken HAMOTANI¹

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

¹Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University, ²Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, ³Graduate School of Agriculture, Kyoto University, ⁴Research 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、CO₂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、CO₂、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 (Q₁₀) 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、CO₂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 CH₄ m⁻² y⁻¹ となり、適用しない場合で700 mg CH₄ m⁻² y⁻¹ 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^{1*}, セガ ヘンドリック¹, クシン キツソ², リミン スウイドー², 高橋 英紀¹, 大崎 満¹

Takashi Hirano^{1*}, SEGAH, Hendrik¹, KUSIN, Kitso², LIMIN, Suwido², TAKAHASHI, Hidenori¹, OSAKI, Mitsuru¹

¹ 北海道大学大学院農学研究院, ² パランカラヤ大学

¹Hokkaido University, ²University 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 (CO₂) through peat combustion intensively but occasionally, whereas drainage increases CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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⁻² y⁻¹, 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 CO₂ emissions of 79-238 gC m⁻² probably because of the enhancement of oxidative peat decomposition. In addition, CO₂ 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^{1*}
Kanehiro Kitayama^{1*}

¹ 京都大学大学院農学研究科

¹ 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}C pulse labeling technique for study carbon allocation in tree

檀浦 正子^{1*}

Masako Dannoura^{1*}

¹ 京都大学大学院地球環境学学

¹ 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}C

Keywords: Stable carbon isotope, pulse labeling, carbon allocation, ^{13}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^{1*}

Hiroyuki Muraoka^{1*}

¹ 岐阜大学, JaLTER

¹ 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

明治期から現代への流域環境変化に伴う水循環の応答：水文モデルによる霞ヶ浦の 対照的な2支流域における検討 Hydrologic Responses to the changes in watersheds environments from Meiji-era to present

渡邊 拓馬^{1*}, 杉田 倫明²

Takuma Watanabe^{1*}, Michiaki Sugita²

¹ 筑波大学生命環境学群地球学類, ² 筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻

¹College of Geoscience, School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, ²Doctoral Program in Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

本研究では準分布型的水文モデルを用い、霞ヶ浦支流域の一つである小野川流域および園部川流域における1903年頃から2003年までの約100年間の土地利用変化が水・熱収支へ与える影響を明らかにした。モデル計算として気象条件は現在の値を適用し土地利用変化のみによる影響を比較するものである。

小野川流域における明治と現在の比較結果から、明治から現在にかけて主に蒸発散量の減少、流出量の増加、地下水面の上昇、正味放射量の減少が見られた。年平均値として比較すると蒸発散量では約30%減少、流出量では2倍以上の増加が見られ、また正味放射量は約15%減少、潜熱フラックスは約30%の減少が見られた。分布図と土地利用の関係を調べた結果、上記の変化は主に針葉樹林から市街地・畑地に土地利用が変化した点において顕著であった。これは樹冠貯留水分量の減少による蒸発量の減少、それに起因する流出量の増加、不透水域の増加による表面流の増加、アルベドの高い草地・市街地の増加による顕熱フラックスの増加が主な要因として考えられた。

また園部川との比較では都市・農地増加割合の違いによる水・熱収支への影響の差が顕著に見られた。特に小野川では上流部で主に市街地、中流部では畑地、下流部では水田の増加割合がそれぞれ多く分布が塊状であったのに対し、園部川は散在的に土地利用が変化している傾向が見られ、その点が水・熱収支の変化にも影響していた。

キーワード: 準分布型水文モデル, 土地利用変化, 霞ヶ浦, 流域水収支

Keywords: semi-distributed hydrological model, Land use change, Lake Kasumigaura, catchment water budget

森林流域における土壌流出と流出寄与域を組み合わせた溶存有機炭素流出モデルの開発と改良

Developing and improving a simple runoff model of dissolved organic carbon considering soil infiltration and river runoff

江端 一徳^{1*}, 西田 継²

Kazunori Ebata^{1*}, Kei Nishida²

¹ 山梨大学, ² 山梨大学・国際流域環境研究センター

¹UY, ²ICRE-UY

近年、地球規模や地域における炭素移動量の把握は、地球炭素循環の定量化、適切な水質管理の観点から重要性が高まっている。特に、陸域における河川中の溶存有機炭素(DOC)は、水生生物の餌資源となり河川生態系を維持し、河川環境を保全する上で重要な役割を担っており、その物質の動態を把握する意義は大きいと言われている。炭素移動量の代表的な推定手法として、渓流水中のDOC濃度またはDOC負荷量と河川流量との近似による回帰モデルでの推定が行われてきたが、流域内部で起きている複合的なDOCの変動プロセスを考慮することが困難であるため、精度が安定せず流域内部の現象の考慮が難しいという問題があった。この問題を解決するため、新たな推定手法としてDOCの変動プロセスを考慮したモデル開発(例えばINCA-CやDOC-3 modelなど)が試みられているが、土壌のDOC生産プロセスと水文学的なプロセスとの両方を組み合わせたモデルは少なく、また、パラメーターが複雑で汎用性に乏しい、降雨流出の時間スケールに対応していない、などの課題が残されている。

本研究では、森林河川のDOC流出量の推定を目的として、土壌プロセス(土壌浸透水量の変化と季節変動)と流出プロセス(流出寄与域からの流出割合)を考慮した、より汎用性の高いモデルの開発を初めて試みた。モデルの開発と検証には、山梨県瑞牆山試験流域の3スケール(15ha、98ha、1800ha)で得た、2年間の観測データを用いた。土壌サブモデルでは、乾湿及び季節変動を移流拡散と溶出で定式化し、短期および長期の変動傾向の再現と推定精度の向上に成功した。また、水分移動量が計算結果に大きく影響し、特に乾燥土壌での溶出の過大評価を修正する必要性を示した。流出サブモデルでは、土壌サブモデルの結果を河川流出と連結させ、表層流、中間流、基底流の流出経路と湿地率を用いて流出寄与域を表現し、上流域での適応性が十分高いことを示した。一方、下流域では実測値と計算値の誤差が大きくなり、適応性が低い結果となった。誤差を大きくした要因は、基底流出成分の評価を誤るためであり、これは基底流出成分のDOC流出に対する寄与が過大評価されていること、そして、流出寄与域としての河畔湿地の定量誤差に起因すると推測された。さらに、この課題評価の問題を解決するため、水文モデル(TOPMODEL)の導入し、流出サブモデルの改良を試みた。

キーワード: 溶存有機炭素, 流出モデル

Keywords: DOC, runoff model

大気汚染物による土壌の酸性化と樹木の立ち枯れの関係・木炭による立ち枯れ防止 Acidification of the soil by air pollution and the relation of withering of trees.

大森 禎子^{1*}, 吉池雄藏², 岡村 忍³, 岩 眞理⁴

Teiko Omori^{1*}, YOSIIKE Yuzo², OKAMURA Sinobu³, IWASAKI Masato⁴

¹ 元東邦大学理学部化学科, ² 元東邦大学理学部化学科, ³ 東邦大学理学部化学科, ⁴ 足利工業大学附属高校

¹ Department of Science, Toho University(former), ² Department of Science, Toho University(former), ³ Department of Science, Toho University, ⁴ A Comprehensive School affiliated with Ashikaga Institute of Technology

はじめに

樹木は二酸化炭素を吸収し、生物生存に必須元素の酸素を大量に供給できる唯一の天然資源であるが、樹木は世界中で枯れ始めている。原因は化石燃料の燃焼で発生する硫酸である。硫酸は酸性雨になり、大気中の硫酸は風の通過量と樹木の表面積に比例して樹木の付着量が多くなる。付着した硫酸は水分のみ蒸発して、濃縮と蓄積で濃度が高くなり、雨で土壌に落とされて土壌を酸性化する。土壌から溶出した金属イオンは、水と吸収されて樹木の中のリン酸と化合して、不溶性の金属リン酸塩になる。樹木はリン酸不足と同じ現象になり衰退して病虫害に対する防御成分が減少する。マツは樹脂の生成量が減少し、ナラ等はタンニンが金属イオンと化合して無毒化し、虫は食料と住居が確保されて大繁殖して枯れる。タケは土壌が酸性化するとシリカが不溶性のケイ酸になり吸収できなくなる。樹木の立ち枯れの主な原因は土壌の酸性化である。樹木は生長に必要な Na、K、Mg、Ca、P 等を含み、炭化すると炭酸塩や酸化物になって木炭の中に残り、雨が木炭に掛かるとアルカリ溶液になり、酸性土壌を中和する。残った元素は必要な割合で含む理想的な栄養源になる。木炭は保水剤や土壌微生物の住み家となって、土壌を活性化して樹木の立ち枯れを防止する。

調査方法

土は樹木の根元から 50cm と 1m、傾斜地では低い方向で、深さ 0、10、20cm で採取した。試料は乾燥後、石以外の成分は粉碎して孔径 2mm のフルイを全部通過させて混合した。測定は試料 10g に水 25g の割合で加え、60 分間後にろ過し、pH は pH メーターで、イオンはイオンクロマトグラフィーで測定した。

結果と考察

調査地は福島県の国有林で、南に 1000m に近い山々と北には飯豊山、西吾妻山を控え、近くに只見川が流れ、標高 450m から 490m の位置で、広さは 8ha である。樹木の構成は、コナラが 215 本で 82%、枯死木は 7 本で 3%、虫の穿孔は 56% が受けている。その他の木はミズナラ、クリ、ホウ等である。コナラは穿孔数別に木の太さを見ると、穿孔数無(0 孔)は太さ 20cm の木が 100%、中(11 から 300 孔)は太さ 40cm の木が 85%、多(300 孔以上)は太さ 60cm の木が 80% を占めている。コナラの太さ別の根元の土壌の pH は、太さ 20cm は 4.44、太さ 40cm は 3.96、太さ 60cm は 4.00 である。太さ 60cm の木が太さ 40cm の木の pH に近い理由は、虫の穿孔数多の木は太さ 60cm の木が 80% を占めていることから、葉の面積が縮小し、硫酸の収集量が減少して pH が高いと考えられる。各地区の標準木の下の方層土の pH と非海塩硫酸イオン濃度を比較すると、只見川に接する地区の土壌の pH は(3.94)、奥地の pH(4.28)より低く、非海塩硫酸イオン濃度は 8 倍も高い。また、森林の中の林道は風の通り道になり、林道に近い土壌の pH は 3.50-4.23 と低く、非海塩硫酸イオン濃度は奥地より 3 倍から 5 倍も高い。硫酸は樹木の表面積と風の通過量に比例して土壌の酸性化が早く、樹木が衰退する事が実証された。立ち枯れは土壌の酸性化で、アルカリ成分の流出が関係するとの説があるが、アルカリ成分は(Na, K, Mg, Ca) 落葉の分解により補給され、深さ 10cm の土は 30cm の土より 2 倍から 6 倍も高い。立ち枯れの主な原因は土壌の酸性化によるので、2011 年 10 月に炭化温度 700 から 800 度のスギ 80%、マツ 20% の木炭をコナラ 1 本に約 20kg 撒布した。結果、2012 年 10 月の土壌の pH は上昇したが、1 部は樹勢の回復で葉の面積が拡大し、硫酸の捕集量が増加して pH が下がった。撒布した木炭は樹勢回復に役だったが、新たに加わる硫酸の中和には不足で、追加が必要である。2011 年は穿孔口から樹液が大量に流出していたが、2012 年は止まり、穿孔口が塞がり、新たに枯れた木は無い。木炭は立ち枯れを防止できる事が明らかである。

調査地のナラ山は各地で撒かれた殺虫剤により蝶も蛾も、それらを食料とする蜘蛛の巣も見あたらない。今後は虫媒花の樹木の子孫が無くなる事が予想される。

謝辞

本調査は、会津森林管理署、NPO 法人森びとプロジェクト委員会(理事長岸井成格氏)の方々のご協力によるもので感謝申し上げます。

調査地

福島県大沼郡金山町大字栗山上平国有林 547 ち林小班

会津森林管理署(23 会管理署 418 号)、平成 23 年 9 月 27 日から 28 年 3 月 31 日使用許可協定書締結

文献

大森禎子・岩崎眞理(2010) 大気汚染による樹木の立ち枯れのメカニズム・炭による立ち枯れ予防と CO2 削減、木質炭化 7.(1)3-11。

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AHW28-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 18:15-19:30

大森禎子 (2010) 硫酸化物と樹木の立ち枯れの関係、河川文化、河川文化を語る会講演集 (その 30)p.85-163、日本河川協会発行。

キーワード: 大気汚染, 立ち枯れ, 木炭, 金属リン酸塩, タンニン酸鉄, 酸性土壌

Keywords: Air pollution, Withering., Charcoal., Metal phosphate., Tannic acid iron, Acidification of soil.

ユネスコエコパークに指定された宮崎県綾の森における酸性沈着量の評価 Evaluation of the acid deposition on to Aya forest, the UNESCO biosphere reserve forest in Miyazaki, Japan

中澤 暦^{1*}, 永淵 修², 西田友規², 金谷整一³

Koyomi Nakazawa^{1*}, Osamu Nagafuchi², Yuki Nishida², Seiichi Kanetani³

¹ 大阪大学大学院, ² 滋賀県立大学, ³ 森林総合研究所

¹Osaka University, ²The University of Shiga Prefecture, ³Forestry and Forest Products Research Institute

The Aya forest is located at the northern limit of the evergreen broad-leaved forest zone in East Asia. In addition, it has various endemic species in Japan. People who live near Aya forest have been using these natural resources with a sustainable way for more than five decades until now. In July 2012, Aya forest was designated as a UNESCO biosphere reserve, the Man And the Biosphere programme (MAB). In order to preserve this area and its culture, we evaluate the effect of long-range transport air pollution on to the Aya forest ecosystem. The research was conducted in two years, from 2010 to 2012. We installed bulk deposit samplers and Ogawa passive samplers both in-canopy and the outside of forest experimental site. After collecting samples, we measured major ion concentration for wet deposition and NO, NO₂, NH₃, O₃ and SO₂ gaseous concentration for dry deposition, respectively. In addition, to evaluate the actual deposition amount on to Aya forest, we collected conifer needle tree leaves from six trees, which grow up in this area.

During this experimental campaign, we found following things. In 2010, the effect of eruption of Mt. Shin'moe was observed. However, we couldn't find the effect of long range transport of air pollution from East Asian continent which was shown in Yakushima Island experimental site. The result of conifer needle tree leaves provide us the different SO₄²⁻ concentration level between north and south side of leaves which were collected from the same tree. This tendency was observed in all collecting samples.

キーワード: 綾, ユネスコエコパーク, 酸性沈着物, 長距離輸送, 針葉樹

Keywords: Aya biosphere reserve, Atmospheric acid deposition, Long range transport, Man And the Biosphere, conifer needle tree

陸上生態系の水文・フラックス観測の継続発展のために

Toward the continuous development of hydrological and flux monitorings in terrestrial ecosystems

谷 誠^{1*}

Makoto Tani^{1*}

¹ 京都大学農学研究科

¹Graduate School of Agriculture, Kyoto University

水・物質循環と陸上生態系の相互作用は、かけがえのない地球を健全に維持するために最も重要な基盤である。気候・地殻変動を扱う地球科学と生物応答を扱う生態系科学は、意識的に学際的な協調関係を強める必要がある。そのためには、生態系試験地における長期観測継続データが不可欠であるが、組織的な維持体制は構築されていない。今後への作戦を議論する。

キーワード: 陸上生態系, 水文観測, フラックス, 継続観測, 大気陸面ガス交換

Keywords: terrestrial ecosystem, hydrological monitoring, flux, continuous observation, gas exchange between land and the atmosphere

攪乱を受けたインドネシア泥炭湿地における地下水・河川水質の動態 Characteristics of Water Chemistry in Degraded Peatland Groundwater and Riverwater in Indonesia

伊藤 雅之^{1*}, アフマッド ムハンマド², コックブーン ネオ¹, 渡辺 一生¹, ハリス グナワン², レザ シャロニ², エド フルナンド², 甲山 治¹
Masayuki Itoh^{1*}, MUHAMMAD, Ahmad², NEOH, Kok-Boon¹, WATANABE, Kazuo¹, GUNAWAN, Haris², SYAHRONI, Reza², FURNANDO, Edo², KOZAN, Osamu¹

¹ 京都大学東南アジア研究所, ² リアウ大学数学自然科学部

¹Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University, ²Faculty of Mathematics & Natural Sciences, Riau University

東南アジアの熱帯泥炭湿地は 24 万平方キロメートルに及び、膨大な量の炭素が蓄積されている。特に近年の人為活動の増大による環境変化が、大量の二酸化炭素放出や全球レベルの炭素循環にも影響を及ぼすと考えられている。

本研究は伐採・火災・排水・植林地化等の人為活動による泥炭湿地の攪乱が、物質循環に及ぼす影響について調査した。人為攪乱や土地利用の変化が泥炭地地下水や泥炭地から流出する河川水の溶存物質群の量的質的な変化に及ぼす影響について着目し、伐採後の裸地やオイルパームプランテーション化された泥炭地において地下水・河川水の動態とその水質の違いについて検討した。

観測は、インドネシア・スマトラ島東部のリアウ州に位置するブキットバトゥにおいて行った。泥炭湿地林が伐採され、火災が起こった後の裸地と、伐採後にオイルパームプランテーションとなっている 2 プロットを設置した。地下水の採取には塩化ビニルパイプ製のピエゾメータを 1 プロット (40 × 80m) につき 20 点設置し、地下水位の観測と、地下水の採取を行った。

雨季と乾季に観測を行い、それぞれの地点における地下水位変動や地下水中溶存物質の空間分布の異なりについて調査した結果を報告する。

キーワード: 熱帯泥炭湿地, 地下水, 生物地球化学, 溶存有機物質

Keywords: Tropical Peatland, Groundwater, Biogeochemistry, Dissolved Organic Matter