

## 二酸化炭素安定同位体比連続観測による冷温帯針葉樹林における炭素循環の推定 Estimation of carbon cycle in a cool-temperate coniferous forest by continuous monitoring of carbon isotopic ratio

高梨 聡<sup>1\*</sup>; 檀浦 正子<sup>2</sup>; 中野 隆志<sup>3</sup>; 小南 裕志<sup>1</sup>; 深山 貴文<sup>1</sup>

TAKANASHI, Satoru<sup>1\*</sup>; DANNOURA, Masako<sup>2</sup>; NAKANO, Takashi<sup>3</sup>; KOMINAMI, Yuji<sup>1</sup>; MIYAMA, Takafumi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 独) 森林総合研究所, <sup>2</sup> 京都大学, <sup>3</sup> 山梨県富士山科学研究所

<sup>1</sup>Forestry and Forest Products Research Institute, <sup>2</sup>Kyoto University, <sup>3</sup>Mount Fuji Research Institute, Yamanashi

気候変動に対して森林の持つ炭素貯留機能が発揮されることが望まれている。さまざまな植生において、炭素吸収量が見積られているものの、森林においてはそのほかの植生と異なり、機能ごとに分化した複雑な構造を持つため、炭素吸収量を推定することは容易ではない。二酸化炭素の炭素安定同位体比の濃度やフラックスの測定により生態系の生理的プロセスやその環境変動に対する応答を知ることができる。本研究では、冷温帯針葉樹林 (Asia Flux site code:FJY) において  $^{12}\text{CO}_2$  と  $^{13}\text{CO}_2$  の樹冠内外の濃度と自動開閉閉鎖循環式チャンバーを使って土壌からの二酸化炭素安定同位体比の連続測定を可変波長ダイオードレーザー分光計 (TDLS: G2101i, Picarro Inc.) を用いて行った。大気中の二酸化炭素安定同位体比  $\delta^{13}\text{C}$  は大気  $\text{CO}_2$  濃度に応じて変動していた。土壌から放出される二酸化炭素の安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}_s$ ) の季節変動はキーリングプロットによる推定が非常にばらつき検出することができなかった。

樹木成木における炭素輸送プロセスを解明することを目的として、2012年9月、12月、2013年7月に同試験地にてアカマツ成木 (*Pinus densiflora*) の  $^{13}\text{C}$  パルスラベリング実験を行った。対象樹木は樹高約 20.5m のアカマツであり、ビニール製のチャンバーで樹冠を覆い、ラベリングチャンバーに  $^{13}\text{CO}_2$  を注入し、光合成させることでラベリングを行った。ラベリングチャンバー内の  $^{12}\text{CO}_2$  と  $^{13}\text{CO}_2$  の濃度を TDLS で測定することにより、取り込まれた炭素量を計算した。閉鎖循環型のチャンバーを幹 4 箇所 (高さ 15.5, 11.1, 7.3 and 3.8m) に設置し、幹からの炭素放出量を測定した。炭素の移動速度はそれぞれの幹チャンバーへの  $^{13}\text{CO}_2$  のパルス到着時間から推定した。取り込まれた炭素の放出パターンは、冬季においては他の時期と大きく異なっていた。炭素移動速度は 0.04m/hr から 0.24m/hr であり、比較的冬季に遅かった。幹から放出された炭素量は吸収した炭素の 14 - 20% であった。秋・夏季では幹下部での消費が多く、冬季は比較的上部での消費が多かった。

キーワード: 森林, 炭素循環, 同位体, レーザー分光, 二酸化炭素, 呼吸

Keywords: forest, carbon cycle, isotope, laser spectrometry, carbon dioxide, respiration

## プロットスケールと生態系スケールのフラックス測定によって明らかになった温帯林におけるメタン動態

### Methane dynamics in a temperate forest revealed by plot-scale and ecosystem-scale flux measurements

坂部 綾香<sup>1\*</sup>; 小杉 緑子<sup>1</sup>; 高橋 けんし<sup>2</sup>; 伊藤 雅之<sup>3</sup>; 植山 雅仁<sup>4</sup>; 岩田 拓記<sup>5</sup>; 安宅 未央子<sup>1</sup>  
SAKABE, Ayaka<sup>1\*</sup>; KOSUGI, Yoshiko<sup>1</sup>; TAKAHASHI, Kenshi<sup>2</sup>; ITOH, Masayuki<sup>3</sup>; UEYAMA, Masahito<sup>4</sup>;  
IWATA, Hiroki<sup>5</sup>; ATAKA, Mioko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学農学研究科, <sup>2</sup> 京都大学生存圏研究所, <sup>3</sup> 京都大学東南アジア研究所, <sup>4</sup> 大阪府立大学大学院生命科学研究科, <sup>5</sup> 信州大学理学部

<sup>1</sup> Graduate School of Agriculture, Kyoto University, <sup>2</sup> Research Institute for Sustainable Humansphere, Kyoto University, <sup>3</sup> Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University, <sup>4</sup> Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University, <sup>5</sup> Faculty of Science, Shinshu University

メタン (CH<sub>4</sub>) は二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) に次ぐ温室効果ガスである。地球温暖化問題が深刻化している中、土壌による CH<sub>4</sub> の放出源、吸収源としての両面の役割を定量評価する必要がある。湛水した嫌氣的土壌では、CH<sub>4</sub> 生成菌による CH<sub>4</sub> 生成が、水分不飽和な酸化的土壌では、CH<sub>4</sub> 酸化菌による CH<sub>4</sub> 酸化が起こる。森林土壌の大部分は酸化的土壌から成るため、主要な CH<sub>4</sub> の吸収源と考えられてきた。しかし、アジアモンスーン気候の下では、CH<sub>4</sub> 生成菌、CH<sub>4</sub> 酸化菌両方の活性が盛んな夏に多雨を迎え、流域内に湿地が多く存在するため、森林地帯全体として見た場合に、CH<sub>4</sub> 吸収源とは限らない可能性がある。そこで本研究では、滋賀県南部に位置するアジアモンスーン気候下の温帯ヒノキ林 (桐生水文試験地: 35° N, 136° E) において、チャンバー法によるプロットスケールと、微気象学的手法である簡易渦集積法 (REA 法) による生態系スケールの CH<sub>4</sub> フラックス測定に取り組むことで、CH<sub>4</sub> 動態の解明を目指した。

まず、湿地と水分不飽和な林床それぞれ 60 点において行ったマニュアルチャンバー法による土壌 CH<sub>4</sub> フラックス測定の結果から、湿地における CH<sub>4</sub> 放出は、水分不飽和な林床土壌における CH<sub>4</sub> 吸収に比べて量的に大きく、また時空間変動性が大きいことが明らかになった。そのため、森林における CH<sub>4</sub> 動態の理解には、湿地における CH<sub>4</sub> 動態の理解が重要であることが分かった。さらに、湿地と林床それぞれ 9 点において、2 週間ごとに継続して行ったマニュアルチャンバー観測の結果から、湿地では、降雨が続いた夏から秋にかけて著しく大きな CH<sub>4</sub> 放出が観測された。一方、林床における CH<sub>4</sub> 吸収の季節変化は、単純に温度変化に付随したのではなく、集中的な降雨の前の春に大きな CH<sub>4</sub> 吸収が観測された。さらに、林床 3 点において、自動連続チャンバー測定による CH<sub>4</sub> フラックスの環境応答性を調べた結果、CH<sub>4</sub> 吸収は、夏の集中的な降雨によって、著しく弱まったが、降雨後、土壌含水率が低下するにつれて回復し、夏に最大となるといった時間的に詳細な季節変化の様子が捉えられた。CH<sub>4</sub> フラックスの降雨応答性は、プロットによって異なった。土壌含水率が低く腐植層の厚いプロットでは、降雨強度がピークに達したときに CH<sub>4</sub> 吸収が急激に減少し、降雨後吸収は徐々に回復した。土壌含水率が高いプロットと、土壌含水率が低い腐植層のほとんどないプロットでは、そのような CH<sub>4</sub> 吸収の急激な減少は観測されず、吸収は徐々にゼロ付近になった。また、CO<sub>2</sub> フラックスを同時に測定し、それと CH<sub>4</sub> フラックスの挙動との比較によって、ガス拡散性や微生物活性の観点からみた CH<sub>4</sub> フラックスの変動要因の評価情報が得られた。

次に、生態系スケールの CH<sub>4</sub> フラックスの測定によって、アジアモンスーン気候下の温帯ヒノキ林が生態系スケールで、CH<sub>4</sub> 放出源、CH<sub>4</sub> 吸収源として、季節ごとに切り替わる様子が明らかになった。そして、その変化パターンは、年によって異なっていた。夏から秋にかけて CH<sub>4</sub> 放出源となる傾向があり、乾燥した時期には CH<sub>4</sub> 吸収源に転じた。また、数時間単位、数日単位で、CH<sub>4</sub> フラックスは、降雨に敏感に反応し、降雨後に CH<sub>4</sub> 放出の増加、吸収の減少、吸収から放出へ切り替わる様子が観測された。アジアモンスーン気候下の温帯ヒノキ林における CH<sub>4</sub> フラックスの時間的変化は、プロットスケールでも生態系スケールでも降雨の影響を顕著に受けており、流域内の湿地や林床で CH<sub>4</sub> フラックスが地温や土壌含水率に敏感に反応した結果、生態系スケールで季節的に CH<sub>4</sub> の放出源として働くことが示された。

## モンゴルに生育するシベリアカラマツの過去100年間の環境変動に対する応答 Response of Siberian larch in Mongolia to environmental variability for the last century

北山 あさみ<sup>1\*</sup>; 杉本 敦子<sup>2</sup>; 米延 仁志<sup>3</sup>; ミジズーレン ビアンバズーレン<sup>4</sup>; ロペス ラリー<sup>5</sup>  
KITAYAMA, Asami<sup>1\*</sup>; SUGIMOTO, Atsuko<sup>2</sup>; YONENOBU, Hitoshi<sup>3</sup>; MIJIDSUREN, Byambasuren<sup>4</sup>;  
LOPEZ, Larry<sup>5</sup>

<sup>1</sup>北海道大学環境科学院, <sup>2</sup>北海道大学地球環境科学研究所, <sup>3</sup>鳴門教育大学大学院学校教育研究科, <sup>4</sup>モンゴル農業大学, <sup>5</sup>山形大学農学部

<sup>1</sup>Graduate school of environmental Science, Hokkaido University, <sup>2</sup>Faculty of Earth Environmental Science, Hokkaido University, <sup>3</sup>College of Education, Naruto University of Education, <sup>4</sup>Plant Protection Research Institute, Mongolian state university of Agriculture, <sup>5</sup>Faculty of Agriculture, Yamagata University

モンゴルの森林はシベリアタイガ林の南限域に位置し、降水量はモンゴル国内では比較的多い300-400mm程度の山岳地域の永久凍土上にパッチ状に分布する。このことから、水分環境が樹木生育を制限する支配要因であると予想される。近年、モンゴルでは気温上昇や降水量の減少が報告され(Batima, 2006)、これらの変化が樹木の枯死や分布域の変化、それに伴い永久凍土層の融解を引き起こす可能性がある。本研究では、水分条件や生育環境が異なると予想されるヘンティー山脈に位置するテレルジ(47N, 107E)、森林域北部のフグスブル湖周辺のサガンヌール(51N, 99E)とハトガル(50N, 100E)、ハンガイ山脈に位置するタリアット(48N, 100E)とウヤンガ(51N, 102E)の5地域を調査対象地に設定した。各地域でシベリアカラマツの年輪コアを採取し、年輪幅を測定した。これらのうち、2地域の炭素安定同位体比データを測定し、環境変動に対する樹木の応答を調べ、サイト間で比較を行った。

テレルジの年輪幅は前年及び当年の気温と負、降水量とは正の相関が見られ、同位体比は前年及び当年の気温と正、降水量とは負の相関が見られた。年輪幅は前年の降水量と、同位体比は当年の降水量とより明瞭な関係が見られた。これは前年の水分環境が翌年の幹の肥大成長を決定し、幹に固定される炭素はその年の光合成産物の寄与が大きいという可能性を示す。さらに近年(1997年以降)、テレルジのカラマツの年輪幅は非常に狭く、同位体比は高い値を示し、この地域に生育するシベリアカラマツが厳しい乾燥ストレスを受けていることを示唆している。一方、森林域北部サイトの年輪幅と同位体比は気象変数との間に明瞭な相関関係を示さず、テレルジよりも比較的湿潤な環境下でカラマツが生育しているためと推察される。また、テレルジで見られた近年の大きな同位体比の上昇も見られなかった。

キーワード: モンゴル, カラマツ, 年輪幅, 炭素安定同位体比, 乾燥ストレス  
Keywords: Mongolia, Larch, Tree-ring, Carbon isotope ratio, Drought stress

## 温帯森林における一酸化炭素の土壌での放出・吸収速度の現地観測 In situ measurement of soil carbon monoxide flux in temperate forest

川井 英美<sup>1\*</sup>; 高橋 けんし<sup>2</sup>; 坂部 綾香<sup>3</sup>; 小杉 緑子<sup>3</sup>  
KAWAI, Amy<sup>1\*</sup>; TAKAHASHI, Kenshi<sup>2</sup>; SAKABE, Ayaka<sup>3</sup>; KOSUGI, Yoshiko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都大学農学部, <sup>2</sup> 京大大学生存圏研究所, <sup>3</sup> 京都大学農学研究科

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Kyoto University, <sup>2</sup>Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, <sup>3</sup>Graduate School of Agriculture, Kyoto University

対流圏における一酸化炭素 (CO) は、OH ラジカルの主な反応相手であるため、OH 濃度への影響を介して対流圏の微量成分の濃度にも影響を与える。CO は、OH との化学反応に次いで、土壌による吸収が重要な消失源であると考えられている。しかし、CO の土壌での放出・吸収速度を森林現地環境で連続的に観測した例はこれまでにないため、温帯域の森林生態系における CO の動態、とりわけ、微気象や土壌環境の変化に対する応答という視点での理解は進んでいない。本研究では、チャンバー法を用いて土壌の CO 放出・吸収速度をレーザー分光装置で測定し、土壌環境の違いなどが与える影響を明らかにすることを目的とした。

滋賀県南部の桐生水文試験地 (KEW) において、土壌の CO 放出・吸収速度を観測した。KEW は 55 年生のヒノキ林で、林床の優先種はヒサカキがまばらに生えている。有機物量と土壌含水率の異なる 3 つのプロットにおいて、閉鎖循環式チャンバー法でチャンバー閉鎖時の 3 分間の濃度変化を小屋内の CO 濃度分析計で測定し、その濃度の変化速度から放出・吸収速度を見積もった。同時に 3 つのプロットにおいて土壌含水率と地温を測定し、土壌環境および気象要素と放出・吸収速度の関係に着目した解析を行った。土壌の CO 放出・吸収速度に関しては、吸収が有意であることが分かった。プロットによる違いに注目したところ、腐植層の少ないプロットで吸収が少ない傾向が見られた。また、周辺の CO 濃度が高いときにより吸収が多かった。



## 複数の樹液流計測手法によるスギ壮齢木の樹液流動特性の把握の試み Application of three sap flow techniques for Japanese cedar: attempting to estimate the characteristics of sap movement

飯田 真一<sup>1\*</sup>; 竹内 真一<sup>2</sup>; 清水 貴範<sup>1</sup>; 玉井 幸治<sup>1</sup>

IIDA, Shin'ichi<sup>1\*</sup>; TAKEUCHI, Shin'ichi<sup>2</sup>; SHIMIZU, Takanori<sup>1</sup>; TAMAI, Koji<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 森林総合研究所 水保全研究室, <sup>2</sup> 南九州大学

<sup>1</sup> Forest Hydrology Laboratory, Forestry and Forest Products Research Institute, <sup>2</sup> Minami Kyushu University

Forests cover about 66% of land area of Japan, and Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) occupies 18% of total forested area. Recently, the water balance of a stand of Japanese cedar has been made clear quantitatively by using eddy-covariance method and sap flow technique in Kyushu Island, Japan (Kumagai et al., 2014; Shimizu et al., 2015). Although Japanese cedar is one of the most representative planted species in Japan, few studies have been carried out except in Kyushu Island. The most common technique of sap flow is thermal dissipation method (TDM, Granier, 1985) in Japan. Heat ratio method (HRM, Burgess et al., 2001) and heat field deformation method (HFD, Nadezhdina et al., 2012) have been widely used among foreign countries, and advantages and disadvantages of these techniques were described (e.g., Vandegehuchte and Steppe, 2013). However, HRM and HFD have not been applied for Japanese cedar in Japan. In this study, we applied TDM, HRM and HFD for a tree of Japanese cedar, and carried out preliminary comparison among three techniques. Based on field measurements, we attempted to estimate the sap flow characteristics within the target tree by three techniques.

We conducted measurements in a mature stand of Japanese cedar, whose age is 62, within Tsukuba Experimental Watershed located in southern part of Mt. Tsukuba, Japan. We picked up a tree of Japanese cedar whose height is 24.9 m and diameter at breast height is 40.4 cm, and applied sensors of TDP, HRM and HFD. We used handmade sensors for TDM (e.g., Iida et al., 2013) and sensors for HRM and HFD manufactured by ICT international Pty Ltd (type SFM1 and HFD8, respectively). Japanese cedar has white zone, in which water movement stops, near the sapwood area. We injected acid fuchsin into a stem, and determined colored area as sapwood. The length of TDM sensor was 20 mm, and sap flux density, which is mean value along the sensor length, was computed by the calibration equation by Granier (1985). The width of sapwood was 44 mm, and additional TDM sensor was inserted into the sapwood at the depths from 20 to 40 mm. On the other hand, the length of HRM sensor was 35 mm, and the sap flow movement was detected at the depths of 12.5 and 27.5 mm. For HFD, the sensor length was 96 mm, and the depths of sap flow detecting were 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 and 90 mm.

The sap flux densities measured at the depth from 20 to 40 mm with TDM was larger than that at the depth from 0 to 20 mm. Similar trend was found in the outputs of HRM and HFD. The results of measurements by three techniques show that active sap flow movement occurred up to the depth of 40 mm of sapwood. The diurnal variations in sap flow movement measured by three techniques were almost same, suggesting the applicability of these techniques to evaluate the characteristics of sap flow for a Japanese cedar. However, additional measurements including thermal diffusivity of wood are necessary to obtain sap flux density by HRM and HFD (e.g., Vandegehuchte and Steppe, 2013): in current stage, we have only qualitative comparisons among three techniques. Moreover, to compare the sap flux densities measured by TDM, HRM and HFD, we have to make clear the azimuthal changes in sap flux density within the target tree: three sensors inserted into different part of a stem in this study. We will present the results including these topics.

### Cited paper

Burgess, 2001. *Tree Physiol.*, 21:589-598.

Granier, 1985. *Ann. Sci. For.*, 42: 193-200. [English translation, in *Evaporation, Benchmark Papers in Hydrology 2*. Gash JHC, Shuttleworth, WJ (eds). IAHS Press: Oxfordshire; 61-63].

Iida et al., 2013. *JARQ*, 47: 319-327.

Kumagai et al., 2014. *J. Hydrol.*, 508: 66-76.

Nadezhdina et al., 2012. *Trees*, 26:1439-1448.

Shimizu et al., 2015. *J. Hydrol.*, 522: 250-264.

Vandegehuchte and Steppe, 2013. *Function. Plant Biol.*, 40: 213-223.

Keywords: Thermal dissipation probe, Heat ratio method, Heat field deformation

## 地上タワー観測によるクロロフィル蛍光を利用したスギ・ヒノキ植林の光合成機能の季節変化 Seasonal change in photosynthetic function of cedar and cypress forest estimated by tower-based chlorophyll fluorescence

辻本 克斗<sup>1\*</sup>; 加藤 知道<sup>2</sup>; 平野 高司<sup>2</sup>; 斎藤 琢<sup>3</sup>; 永井 信<sup>4</sup>; 秋津 朋子<sup>5</sup>; 奈佐原 顕郎<sup>5</sup>  
TSUJIMOTO, Katsuto<sup>1\*</sup>; KATO, Tomomichi<sup>2</sup>; HIRANO, Takashi<sup>2</sup>; SAITOH, Taku M.<sup>3</sup>; NAGAI, Shin<sup>4</sup>; AKITSU, Tomoko<sup>5</sup>; NASAHARA, Kenlo N.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学農学院, <sup>2</sup> 北海道大学農学研究院, <sup>3</sup> 岐阜大学流域圏科学研究センター, <sup>4</sup> 海洋研究開発機構, <sup>5</sup> 筑波大学  
<sup>1</sup>Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, <sup>2</sup>Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University, <sup>3</sup>River Basin Research Center, Gifu University, <sup>4</sup>Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, <sup>5</sup>University of Tsukuba

陸域生態系の炭素循環を把握することは、将来の気候変動を予測するうえで非常に重要である。植生指数を用いたりリモートセンシングは、陸域生態系の炭素収支を全球規模で評価する際に有用なツールとなっている。しかし、従来の植生指数 (NDVI など) は植生の緑度に反応するため、冬に葉を落とさない常緑林における総一次生産 (GPP) 評価は困難であった。そこで、より直接的に光合成を評価できる、クロロフィル蛍光 ( $F_S$ ) という指標が注目されている。植物の葉は、光合成に利用されなかった光エネルギーの一部 (最大約 2%) をクロロフィル蛍光という光に変換して解放する。クロロフィル蛍光はこれまで、個葉のストレス診断に用いられるのみであった。しかし Frankenberg et al. (2011) GRL は、衛星 GOSAT から観測した、非常に広域なスケールでの  $F_S$  とモデル GPP の間に、強い正の線形相関が存在することを明らかにした。しかし、その結果を検証するための地上での観測はほとんど行われておらず、個葉レベルと、衛星が捉える広域スケールの中間的な規模で行われた研究は数少ない。

そこで本研究では、常緑針葉林における、生態系レベルでのクロロフィル蛍光 ( $F_S$ ) と GPP および光利用効率 (LUE) の関係を明らかにすることを目的とした。

本研究は、岐阜県高山市のスギ・ヒノキ植林 (40~50 年生) で 2007 年と 2008 年に観測されたデータを用いた。 $F_S$  は、高さ 30 m のタワー上で観測した植生の反射分光放射データから、FLD 法によって算出した。GPP は、同じタワーで観測した渦相関  $\text{CO}_2$  フラックスデータから、生態系呼吸を差し引いて算出した。

単回帰分析の結果、 $F_S$  は GPP と日変化 (晴れ:  $r^2 = 0.80$ , 曇り:  $r^2 = 0.87$ ), 季節変化 (2008 年 30 分値:  $r^2 = 0.68$ , 2008 年日平均値:  $r^2 = 0.83$ ) において高い相関を示したが、GPP は  $F_S$  に対して飽和した。そこで、次式のような直角双曲線を用いて GPP を  $F_S$  で回帰した。

$$GPP = \alpha GPP_{SAT} F_S / (GPP_{SAT} + \alpha F_S)$$

ここで  $\alpha$  は回帰曲線の初期勾配、 $GPP_{SAT}$  は最大  $\text{CO}_2$  吸収速度である。このパラメータを月ごとに算出したところ、両パラメータは季節変化を示し、年間を通じて高い精度で回帰することができた (RMSE(2008 年) =  $4.56 (\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})$ )。また、日平均  $F_S$  と LUE の関係を調べたところ、月ごとに非常に強い負の対数相関が得られた ( $r^2 = 0.46 \sim 0.95$ )。これは、森林の光合成能力が主に気温とフェノロジーによって変化することに起因すると考えられる。このことから、 $F_S$  は生態系レベルでの光合成 (GPP), 光合成機能 (LUE) の評価に有用であること、 $F_S$  と GPP の関係は気温などの環境要因の影響を反映することが明らかになった。

キーワード: リモートセンシング, 光利用効率, 渦相関法, 炭素循環

Keywords: Remote sensing, Light use efficiency, Eddy covariance, Carbon cycle

## 日本の落葉林の着葉期間の年々変動 Year-to-year variability in the timing of start and end of growing season in deciduous forests in Japan

永井 信<sup>1\*</sup>; 斎藤 琢<sup>2</sup>  
NAGAI, Shin<sup>1\*</sup>; SAITOH, Taku<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構地球表層物質循環研究分野, <sup>2</sup> 岐阜大学流域圏科学研究センター  
<sup>1</sup> Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, <sup>2</sup> Gifu University

Accurate detection of the spatio-temporal variability in the timing start (SGS) and end of growing season (EGS) is important but challenging task to evaluate the ecosystem functioning and service in deciduous forests under meteorological and climate changes. Here, (1) we detected the spatio-temporal variability in the timing of SGS and EGS in Japan from 2001 to 2013 by analysing Terra/Aqua MODIS satellite-observed daily green-red vegetation index (GRVI) with a 500-m spatial resolution; (2) we examined the spatio-temporal variability in the timing of blooming of cherry, leaf-flushing of ginkgo, leaf-colouring of ginkgo and maple, and leaf-fall of ginkgo and maple based on dataset of *in situ* phenological observation; and (3) we evaluate the relationship between year-to-year variability in the timing of satellite-observed SGS and EGS and those of *in situ*-observed SGS and EGS. We found that (1) the year-to-year variability in the timing of SGS, EGS, blooming, leaf-flushing, -colouring, and -fall showed characteristics along vertical and/or horizontal gradients; and (2) the year-to-year variability in the timing of SGS correlated with those of blooming of cherry and leaf-flushing of ginkgo in Hokkaido and Tohoku.

キーワード: 衛星データ, 生物気象観測データ, 落葉林, 日本, フェノロジー, 年々変動  
Keywords: satellite data, biometeorological data, deciduous forest, Japan, phenology, year-to-year variability

## 気候特性が異なる二地点における様々な植物の開花日・発芽日の経年変動性の違い Differences in inter-annual variation in flowering and budding dates at two different climatological sites in Japan

井上 智晴<sup>1\*</sup>; 永井 信<sup>1</sup>

INOUE, Tomoharu<sup>1\*</sup>; NAGAI, Shin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人 海洋研究開発機構

<sup>1</sup> Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

To investigate the relationship between the inter-annual variability of the flowering and budding phenology and their geographical characteristics in Japan, we analysed the first flowering and budding dates of various plant species during winter and spring (Japanese camellia, persimmon, ginkgo, mulberry, narcissus, cherry, Japanese apricot, rhododendron, dandelion, Japanese wisteria, and Japanese lawn grass) from 1953 to 2011 at two different climatological study sites (Takayama, a northern colder site; Gifu, a southern warmer site). We found that (1) fewer than half of the species showed a trend of earlier phenology at both sites, (2) mean phenological dates at Gifu were distributed at wider range (DOY [day of year] 21.9 to 145.2) than those at Takayama (DOY 95.5 to 165.5), and (3) the species with earlier flowering or budding at Gifu showed higher variability and advanced phenology compared with plants that had later flowering and budding. These findings (a) suggest the possibility that flowering and budding phenology in central Japan has a localized response to increasing air temperature and (b) suggest the importance of the long-term and continuous observation of flowering and budding phenology for a range of plant species at multiple sites (Inoue and Nagai, *under review*).

キーワード: 生物季節観測, 開花日, 発芽日

Keywords: phenological observation, flowering date, budding date