

## 日射に対する地形の効果の解像度依存性

## The resolution dependency of the topographic effect on solar radiation flux on a complex topography

玉川 一郎<sup>1\*</sup>, 水野誠<sup>2</sup>, 斎藤琢<sup>1</sup>

TAMAGAWA, Ichiro<sup>1\*</sup>, MIZUNO, Makoto<sup>2</sup>, SAITOH, Taku M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学流域圏科学研究センター, <sup>2</sup> 岐阜大学工学研究科

<sup>1</sup>River Basin Research Center, Gifu University, <sup>2</sup>Graduate school of engineering, Gifu University

### Introduction

The solar radiation flux is the fundamental energy source for carbon, heat and water cycle. The topographic condition affects the radiation amount over complex topography by its shadow and inclination. The in-situ observation in the mountainous area often suffers from such topographic effects. On the other hand, the scale of the meteorological consideration still stays more than km scale or just one point observation. The resolution does not seem to be enough for mountainous area. Here, the solar radiation flux on the surface of mountainous area was studied, where we have many studies relating to "Japanese Alps Inter-University Cooperative Project".

### Data and method

The global solar radiation was estimated for 360x160 points with 100m distance in 36 km x 16 km area including Mt. Norikura in central mountainous area in Japan. The altitude ranges from 600 m to 3000 m. The Takayama field station of Gifu University is located at 1342 m. The hourly global solar radiation flux, temperature and pressure data there in 2010 were used to estimate the solar radiation flux in the area. Digital Map 50 m Grid (Elevation) by Geospatial information authority of Japan was also used. The elevation data are averaged in 100 m, 200 m, 500 m, 1000 m, 2000 m and 5000 m to know resolution dependency. The skylines from each target point were calculated using elevation data in the area of 70 km distance for 50 m grid and about 200 km for larger grids. The difference is due to the computational power, but almost all points in fine scale elevation data catch the skyline near area because fine elevation data resolves mountains well. The sky view factor was calculated using the skyline data, but the sky was projected onto the inclined surface. It often shows lower value than it for horizontal plain. The observed solar radiation was divided into direct and diffusive components using Spitters et. al. 1984 or Liu and Jordan 1960. The latter includes air mass consideration. The shadows of mountains are considered for the direct component flux and sky view factor of the diffusive component and the reflection from ground surface from other area are assumed to reach the target area. The total solar radiation received under horizontal unit area, that means large inclined area, was computed.

### Results and discussion

The standard deviation for annual mean solar radiation flux distribution is increased from several  $\text{Wm}^{-2}$  for 5000 m grid to 30  $\text{Wm}^{-2}$  for 50 m grid with forest albedo (0.15). The mean solar radiation is about 150  $\text{Wm}^{-2}$ . The increasing tendency does not show saturation. The finer scale produces larger variation. The increasing is rapid for valley area under 500 m grid. The tendency is strengthened by higher albedo. The above results are for inclined surface under unit horizontal area. Heat is exchanged in inclined surface but usual observation of global radiation is done horizontally. In such a case, the standard deviation stays only about 6  $\text{Wm}^{-2}$ . The inclination of surface is a major reason of the spacial variation. The difference between horizontal and inclined surface can be a reason of the imbalance of heat budget analysis over slope and it is necessary to be counted in observational data analysis.

The comparison between the observed global radiation of Takayama evergreen coniferous site (TKC) at 800m and the estimated one for horizontal plain shows 10% mean bias error for fine days, but the difference become much larger for cloudy days. Sometimes TKC observation shows larger value than Takayama station in spite of altitude difference due to local weather condition. The facts indicate the limitation of the approach here. Finally, the estimated results with snow albedo in winter and with forest albedo in other seasons are produced hourly with 50m grid elevation data for 2010 in the area. It may be useful for the solar radiation data in the area.

キーワード: 日射, 中部山岳, 地形効果

Keywords: Solar radiation, Japanese alps, topographic effect

## 長野県, 青木湖堆積物から解析した過去 3,4000 年間の気候と植生の変遷 Vegetation and climate history for the past 34,000 years based on the sediment core analysis from Lake Aoki, Nagano Pref

公文 富士夫<sup>1\*</sup>, 河合 小百合<sup>2</sup>, 井内 美郎<sup>3</sup>  
KUMON, Fujio<sup>1\*</sup>, KAWAI, Sayuri<sup>2</sup>, INOUCHI, Yoshio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 信州大学理学部, <sup>2</sup> 信州大学山岳科学総合研究所, <sup>3</sup> 早稲田大学人間科学学術院

<sup>1</sup>Faculty of Science, Shinshu University, <sup>2</sup>Institute of Mountain Science, Shinshu University, <sup>3</sup>Faculty of Human Sciences, Waseda University

青木湖は長野県北部西部にある大町市の北縁, 標高 822m に位置する構造湖である。湖面積は 1.8k<sup>2</sup>, 平均水深 29m, 最大水深 58m で, 切り立った山々に囲まれている。青木湖では, 1988 年に通商産業省工業技術院地質調査所(当時)によって, 活断層調査の一環として, 青木湖の主湖盆の最深部に近い地点(コア A)と北東部の副湖盆(コア B)で学術ボーリングがなされている。そのコア A(全長は 28m; 水深 55m, 北緯 36°36'29.8", 東経 137°51'8.7": 東京測地系)について花粉分析と有機炭素・窒素量の測定を行った。コアの基底層は円礫からなる礫層であるが, 大部分は砂の葉理をしばしば挟むシルト層から構成されている。指標テフラと 14C 年代測定値に基づいて年代モデルが作成し, 深度を年代に変換したところ, 下底の年代は 34000 年前と計算された。

花粉分析を約 4~15cm 間隔(50~180 年間隔)で実施し, 約 3.4 万年前の最終氷期最寒冷期の直前以降の植生変遷を明らかにした。3.4~3 万年前では亜寒帯針葉樹が卓越するものの 20% 前後の落葉広葉樹も含み, 冷涼な気候が示唆される。3 万年前~1.5 万年前にはトウヒを主とする亜寒帯針葉樹が 90% 以上と卓越し, 最終氷期最寒冷期に相当する厳しい寒さを反映していると考えられる。1.5 万年前~1.2 万年前の短い期間には植物相が激変し, 急激な温暖化が示される。すなわち亜寒帯針葉樹が 10% 以下に減少する一方, コナラやブナを主体とする落葉広葉樹が急速に増加する。その過程には「寒の戻り」を示唆する亜寒帯針葉樹の再増加も認められる。1.2 万年前以降は落葉広葉樹が卓越し, 安定した温暖な気候を示すが, 軽微な寒暖変動も認められる。

湖沼の生物生産性の指標であり, 冬の暖かさを示すと考えられる有機炭素量(TOC)と全窒素量(TN)を約 4cm(約 50 年)間隔で測定した。それらの含有率も準周期的に変動し, 最終氷期最寒冷期に低く, 完新世の温暖期には高い含有率を示す。ただし, 急激な温暖化の期間では中間的な含有率を示し, 温暖期への移行が少し遅れるようにも見える。この一因としては碎屑物の増加による希釈効果の可能性がある。TOC 量が極端に減少する層準は 2.9~2.6 年前にも認められ, その層準では花粉の産出頻度も大きく低下する。砂の葉理の挟まる頻度が増加するという岩相を考慮すると, 浸食量が増加することによって碎屑物量が増加し, 結果として TOC 量や花粉量が希釈されたと推定される。

厚さ 28 m 以上に及ぶ青木湖堆積物は, 中部山岳地域の最終氷期最寒冷期の直前以降の気候や植生変遷をよく記録しているものと結論づけられる。

キーワード: 花粉分析, 青木湖, 有機炭素量, 最終氷期最盛期, 日本アルプス, 中部山岳地域

Keywords: pollen analysis, Lake Aoki, total organic carbon, Last Glacial Maximum, Japanese Alps, Japanese central highland

## 南アルプス高山域における岩盤破碎・土砂移動の観測

### Monitoring rockwall erosion and soil transport in an alpine area, Southern Japanese Alps

松岡 憲知<sup>1\*</sup>, 西井 稜子<sup>1</sup>, 池田 敦<sup>1</sup>

MATSUOKA, Norikazu<sup>1\*</sup>, NISHII, Ryoko<sup>1</sup>, IKEDA, Atsushi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学生命環境系

<sup>1</sup> University of Tsukuba

#### 観測目的と手法

高山の岩壁、特に土砂生産の著しい崩壊地を対象に、現在の侵食速度と土砂生産量を定量化し、その制御要因について調べために、2010年8月に南アルプス・間ノ岳のアレ沢崩壊地で観測を開始した。制御要因として、気象条件（凍結融解・融雪・豪雨）と岩盤条件（節理、強度、微地形）に着目する。間ノ岳では気象要素、岩盤すべり（Nishii & Matsuoka, 2010）、表土の凍結融解侵食（Matsuoka, 1998, 2005）の観測も長期間継続しており、これらのデータと合わせて、地形変化と土砂生産・移動を総合的に評価する。

Matsuoka (1990, 2001) が岩盤剥離量・亀裂変位・岩盤温度・岩石飽和度の計測を行った岩壁で、以下に示す、より詳細な観測を企画した。

- 1) ペンキ塗布と落石トラップによる土砂生産量計測
- 2) 亀裂変位と岩盤温度の自動計測
- 3) インターバルカメラとレーザスキャナ（数年間隔）による地形変化計測

#### 観測結果

2010年8月～2011年10月のデータを取得した。ただし、電池の消耗やインターバルカメラの異常動作による欠測も生じた。冬季でも岩壁表面温度の日変化が大きく、また岩壁の積雪は限定される。ペンキ塗布岩盤の破碎、トラップへの土砂堆積、カメラの映像を比較したところ、特に2011年7月7日～8日の夜間（降水量約30mm）と2011年9月1日～4日の台風12号通過時（降水量計700mm）に局所的な崩壊と土砂移動が発生したことがわかった。前者はトラップA、後者はトラップBでの土砂堆積量に反映された。それ以外にも凍結融解期に着実に小規模な岩盤剥離・落石が発生したようである。Matsuoka (1990), Matsuoka & Sakai (1999) によると、通常年は凍結融解期や融雪期の岩盤剥離・落石が大半を占めることが示されており、2011年の夏季は例外的に大きい土砂生産が起こったと推測される。

#### 文献

Matsuoka 1990. Earth Surf Process Landf 15, 73-90.

Matsuoka 1998. Permafrost Periglac Process 9, 397-409.

Matsuoka 2001. Earth Surf Process Landf 26, 601-614.

Matsuoka 2005. Earth Surf Process Landf 30, 41-58.

Matsuoka & Sakai 1999. Geomorphology 28, 309-328.

Nishii & Matsuoka 2010. Eng Geol 115, 49-57.

図：A トラップ堆積量に基づく岩壁後退量．B 岩盤表面と40cm深温度．C 日降水量．D 2011年12月4日の岩壁の積雪状況．

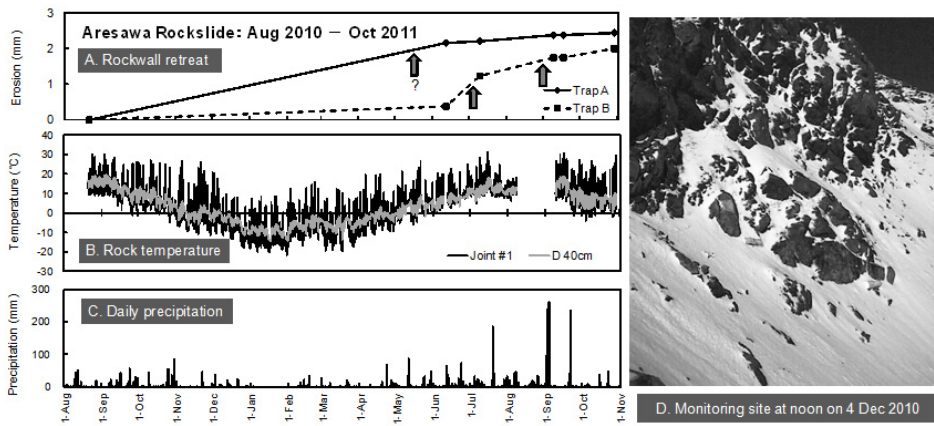
キーワード: 岩盤崩壊, 風化, 凍結融解, 周氷河, 観測, 日本アルプス

Keywords: rockfall, rock weathering, freeze-thaw, periglacial, monitoring, Japanese Alps

AHW28-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月20日 17:00-18:00



## 山岳地における大規模崩壊地の削剥速度 Denudation rate of a large landslide in the Japanese Alps

西井 稜子<sup>1\*</sup>, 今泉文寿<sup>1</sup>, 村上 亘<sup>2</sup>, 大丸裕武<sup>2</sup>, 宮前 崇<sup>2</sup>, 小川泰浩<sup>2</sup>

NISHII, Ryoko<sup>1\*</sup>, IMAIZUMI Fumitoshi<sup>1</sup>, MURAKAMI Wataru<sup>2</sup>, DAIMARU Hiromu<sup>2</sup>, MIYAMAE Takashi<sup>2</sup>, OGAWA Yasuhiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学, <sup>2</sup> 森林総合研究所

<sup>1</sup>University of Tsukuba, <sup>2</sup>Forestry and Forest Products Research Institute

Akakuzure landslide, one of large landslides in the Japanese Alps, has an anacinal structure as a result of deep-seated gravitational slope deformation. Denudation rate of the bare ground in the landslide was evaluated from two kinds of geodetic surveys. The airborne LiDAR survey was performed for the whole landslide in 2003 and 2007. In contrast, the ground-based LiDAR was performed for the upper area of the landslide in October 2010, June and November 2011. In addition, meteorological parameters (air and ground surface temperatures and precipitation) were also monitored. The average denudation rate during 2003 to 2007 and during 2007 to 2010 indicated 0.22 m/yr and 0.18 m/yr, respectively. On one part, denudation rate during winter (October 2010 to June 2011) was about three times of that during summer (June to November 2011). Annual and diurnal frost actions probably cause such seasonal variation in denudation.

キーワード: LiDAR 測量, 凍結融解作用, 重力性変形, 削剥速度

Keywords: LiDAR monitoring, frost action, gravitational deformation, denudation rate



## 南アルプス南部，悪沢岳周辺の周氷河環境 Periglacial Environment around Mount Warusawa, Southern Japanese Alps

小山 拓志<sup>1\*</sup>, 澤口晋一<sup>2</sup>, 青山 雅史<sup>3</sup>, 菅澤雄大<sup>1</sup>, 天井澤暁裕<sup>4</sup>, 高橋伸幸<sup>5</sup>, 増沢武弘<sup>6</sup>

KOYAMA, Takushi<sup>1\*</sup>, Shin-ichi Sawaguchi<sup>2</sup>, AOYAMA, Masafumi<sup>3</sup>, Yudai Sugawara<sup>1</sup>, Akihiro Amaizawa<sup>4</sup>, Nobuyuki Takahashi<sup>5</sup>, Takehiro Masuzawa<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 明治大学大学院, <sup>2</sup> 新潟国際情報大学, <sup>3</sup> (財)日本地図センター, <sup>4</sup> 洗足学園, <sup>5</sup> 北海学園大学, <sup>6</sup> 静岡大学

<sup>1</sup> Graduate Student, Meiji Univ., <sup>2</sup> NUIS, <sup>3</sup> Japan Map Center, <sup>4</sup> Senzoku Gakuen, <sup>5</sup> Hokkai-gakuen Univ., <sup>6</sup> Shizuoka Univ.

<はじめに> 南アルプス北部，間ノ岳（3189m）周辺では，松岡によって地温の通年観測や斜面の物質移動に関わる各種観測が集中的に実施され（松岡 1991; Matsuoka 1994, 1996, 1998），中緯度山岳地域における周氷河プロセス研究としては，世界的にみても特筆すべき成果があがっている．一方，南アルプス南部地域には周氷河性平滑斜面が広範囲に分布し，多様な周氷河現象が認められているが（岡沢ほか 1975; 小山 2010），十分な成果があがっているとは言い難い．筆者らは 2005 年以降，悪沢岳（3141m）を中心とした南アルプス南部地域の周氷河地形およびそれに関する気象条件の観測を実施してきた．それらの成果の一部は既に報告しているが，本発表では，2007 年以降に新たに得られた地温観測データを中心に，南アルプス南部地域の現在の周氷河環境について報告する．

<年平均気温> 地上気温の観測は，丸山山頂部近辺（3020m）において実施した．観測期間は，2006 年 9 月 7 日～2008 年 8 月 31 日である．この期間で欠測が無く良好な観測値が得られた 2007 年 1 月から 12 月までの 1 年間に限って年平均気温を算出すると，2007 年の年平均気温は - 1.6 であった．

一地域の気候環境を議論する際には，平年値を利用する方が望ましいが，こうした場所での長期観測は一般に困難である．そこで，次善の策として，長期間にわたって継続的に気象観測がおこなわれている気象庁の富士山測候所（3775m：以下，富士山）の観測値（2007 年）と，丸山の観測値（2007 年）とを比較して，気温遞減率から丸山の平年値を推定した．富士山は丸山と同じような地形条件，すなわち山頂が突出しており自由大気の状態を強くおびた環境であるため，局地風の影響を受けやすい山麓の観測点と比較するよりも，強い正の相関が期待できる．

まず，2007 年の日平均気温で富士山と丸山の比較をおこない，双方の年変化の特徴について検討した．その結果，丸山と富士山の日平均気温は，季節毎にやや異なる変動を見せるものの，冬季を除いてかなり高い相関が認められた．次に富士山の観測値から気温遞減率（0.6 /100m）を用いて丸山の推定平年値を見積もった．その結果，推定平年値は - 1.8 となった．よって，丸山の気候値的な年平均気温は - 1.8 前後であると考えられる．

<地温環境> 丸山南北両斜面のマトリックスフリーの表面角礫層（粗粒部）と細粒物質に富む箇所（以下，細粒部）にそれぞれ観測点を設け，地温観測を 2007 年 10 月 1 日～2008 年 9 月 30 日にかけて実施した．その結果，南向き斜面に設置した観測点 A では，粗粒部・細粒部の地温変化は各深度ともに類似の傾向を示した．地表面での日周期性の凍結・融解回数は細粒部で 62 回，粗粒部で 69 回であった．北向き斜面に設置した観測点 B における地温変化も観測点 A と類似した傾向を示した．凍結・融解回数は細粒部で 54 回，粗粒部で 56 回であった．

丸山では，南向き斜面（観測点 A）よりも北向き斜面（観測点 B）の全深度で平均地温が低かった．とくに北向き斜面の粗粒部の年平均地温が最も低く（地表面で - 1.5 ），南向き斜面との差は 2 以上であった．北向き斜面の粗粒部は，地表面温度の年平均地温を見る限り，永久凍土が存在しうる深度（少なくとも 1 m 以下）の年平均地温も通年で 0 以下を示す可能性が高いと推定される．粗粒部で地温が低くなる原因は，斜面方位による積雪環境や植生環境の違いのほか，粗粒部がマトリックスフリーであるため細粒物質よりも寒気が早く深い位置まで侵入し，角礫層の下部に滞留するためと考えられる．

<山岳永久凍土存在の可能性> Harris（1981a, b）は，世界各地の永久凍土地域における凍結指数と融解指数を指標としたダイアグラム上で，連続的・不連続的・点状的永久凍土帯を区分した．そのダイアグラムに 2007 年の観測値をプロットすると，丸山は不連続的永久凍土帯に位置付けられる．一方，藤井（1980）は，山岳永久凍土の分布下限高度の年平均気温を - 2 ～ - 4 と推定した．丸山の気候値的な年平均気温は - 1.8 前後と推測されることから，丸山山頂部は山岳永久凍土の分布下限付近に位置していると考えられる．

また，丸山で実施した地温観測により，丸山北向き斜面の粗粒部にのみ山岳永久凍土が存在する可能性が示された．しかし，永久凍土はある程度の空間的な広がりのもとに形成されると考えられるため，このようなきわめて限られた場所でのみ分布するとは考えにくい．つまり，温度条件からみた場合の山岳永久凍土存在の可能性は，やや不明瞭といえる．よって，南アルプス南部地域の高山帯は，きわめてクリティカルな気候環境に位置すると考えられる．

キーワード: 周氷河環境, 周氷河地形, 気象観測, 山岳永久凍土, 南アルプス

Keywords: Periglacial environment, Periglacial landform, Meteorological observation, Mountain Permafrost, Southern Japanese Alps

## 中部山岳地域における積雪層中の化学成分の空間分布

## Spatial distribution of chemical components in snow layers at mountainous area, central Japan

狩山 裕昭<sup>1\*</sup>, 鈴木啓助<sup>2</sup>

KARIYAMA, Hiroaki<sup>1\*</sup>, SUZUKI Keisuke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 信州大学理工学系研究科, <sup>2</sup> 信州大学理学部物質循環学科

<sup>1</sup>Division of Science and Technology, Shinshu University, <sup>2</sup>Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

In mountainous area where less affected by human activities, we are able to collect efficiently chemical components in the snow layers, which is transported long-range from continent. In recent years, increase of acid material by the artificial source has been concerned. Although the studies about spatial distribution of chemical components have been executed actively on plain field and seacoast region, it is few in mountainous area of central Japan because of the difficulty of access. Therefore, it is significant to collect the data of chemical components in snow layers at mountainous area.

This study purposes of two things. First, we aim to clarify the origin of the chemical components preserved in snow layers on mountainous area of central Japan. Second, we discuss the spatial distribution of the chemical components in snow layers at mountainous area of central Japan.

We collected the samples of snow layers during February to April of 2011 in mountainous area of central Japan, and then we performed chemical analysis the samples using the ion chromatography.

In the results, it has become clear that the source of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , and  $\text{Cl}^-$  are sea salt components. On the other hand, the source of  $\text{SO}_4^{2-}$  and  $\text{NO}_3^-$  are mainly non-sea salt components. Additionally,  $\text{Na}^+/\text{Cation}$  and  $\text{Cl}^-/\text{Anion}$  are decreased with distance from the Sea of Japan. The opposite way round,  $\text{nssSO}_4^{2-}/\text{Anion}$  (non-sea salt  $\text{SO}_4^{2-}/\text{Anion}$ ) is increase with distance from the Sea of Japan.

## 中部山岳地域における積雪層中の化学成分濃度の変化 Changing of snow chemistry in the Japanese Alps

鈴木 大地<sup>1\*</sup>, 倉元 隆之<sup>2</sup>, 佐々木 明彦<sup>2</sup>, 鈴木 啓助<sup>2</sup>  
SUZUKI, daichi<sup>1\*</sup>, KURAMOTO Takayuki<sup>2</sup>, SASAKI Akihiko<sup>2</sup>, SUZUKI Keisuke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 信州大学理学部物質循環学科, <sup>2</sup> 信州大学山岳科学総合研究所

<sup>1</sup>Dept. Environ. Sci., Shinshu University, <sup>2</sup>IMS, Shinshu University

Various chemical materials were included in precipitation. Precipitated chemical materials have been stored in the snow layers before the start of snowmelt. Therefore, we get the atmospheric information in winter season from snowpack. We conducted the snow pit study, and the chemistry of snow layer was studied in detail. In this study, we aim to clarify characteristics of snow chemistry in the Japanese Alps. We conducted the sequential snow pit study during winter in Mt. Nisi-hodaka, the Japanese Alps. The snow pits were dug through the entire snowpack. We observed the cross-section of the snow pit to clarify snow conditions, which are snow stratigraphy, temperature, and density of snow. Afterwards we collected the snow samples. The snow samples were melted in a clean room. The pH and electric conductivity and concentrations of major ions were measured. Almost snow samples are acid snow (less than pH 5.62).



## 中部山岳地域における新雪の化学特性と空間分布 Spatial distribution of chemical components in fresh snow at the Japanese Alps

倉元 隆之<sup>1\*</sup>, 鈴木 大地<sup>2</sup>, 佐々木 明彦<sup>1</sup>, 鈴木 啓助<sup>1</sup>

KURAMOTO, Takayuki<sup>1\*</sup>, SUZUKI Daichi<sup>2</sup>, SASAKI Akihiko<sup>1</sup>, SUZUKI Keisuke<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 信州大学山岳科学総合研究所, <sup>2</sup> 信州大学理学部物質循環学科

<sup>1</sup>IMS, Shinshu University, <sup>2</sup>Dept. Environ. Sci., Shinshu University

The Japanese Alps area is one of the world's best snowy regions. In this area winter precipitation is observed mainly two patterns such as winter monsoon pattern and low pressure pattern. Therefore, the chemical characteristics of the snowpack are different by snowfall types. In order to understand hydro-chemical cycle of this area, it is important to evaluate the influence of snowfall. The purpose of this study was to clarify spatial distribution of chemical components in fresh snow. We conducted a snow pit study immediately after snowfall, on the route from Matsumoto to the city of Japan Sea side. Snow density and temperatures were measured every 0.03 m. After these measurements, we collected fresh snow samples. The samples were melted, then pH, electric conductivity and major ions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ ) were analyzed in clean room. The concentrations of the sea salt components in fresh snow were lower at the inland observation point.

## 上高地・明神地域における湧水の特徴

## The regional and chemical characteristics of spring water in Kamikochi, the Japanese Alps

倉元 隆之<sup>1\*</sup>, 佐々木 明彦<sup>1</sup>, 鈴木 啓助<sup>1</sup>

KURAMOTO, Takayuki<sup>1\*</sup>, SASAKI Akihiko<sup>1</sup>, SUZUKI Keisuke<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 信州大学山岳科学総合研究所

<sup>1</sup>IMS, Shinshu University

There are much spring waters in the Azusa River which flows through Kamikochi. These spring waters form the branch of the Azusa River. Spring water shows the characteristics reflecting an underground water flow. Therefore, in order to understand the water cycle of Kamikochi, it is important to understand the formation mechanism of spring water. In this study, we aimed to clarify the characteristics of spring water which forms the branch of Azusa River in Kamikochi. We set up the thermometer in five places of a basin for the measuring of spring and river water temperature. The water samples were collected in water temperature measuring site and Azusa River from July 2011. The pH, electric conductivity and major ions were analyzed with the pH meter, conductivity meter, and ion chromatographs (Dionex: ICS-2000), respectively. In addition,  $\text{HCO}_3^-$  concentration was measured using the sulfuric acid titration method. The temperatures of spring waters were almost constant from the end of August to the beginning of October.

## 硝酸態窒素濃度の異なる2つの小溪流域での窒素動態 Nitrogen dynamics in two small watersheds with different stream nitrate concentrations

戸田 任重<sup>1\*</sup>, 小松仁美<sup>1</sup>, 内田祐未<sup>1</sup>, 國頭 恭<sup>1</sup>

TODA, Hideshige<sup>1\*</sup>, KOMATSU Hitomi<sup>1</sup>, UCHIDA Yumi<sup>1</sup>, KUNITO Takashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 信州大学理学部

<sup>1</sup> Faculty of Science, Shinshu Univ.

渓流水の硝酸態窒素濃度が異なる2つの溪流域で窒素動態を比較した。渓流水の硝酸態窒素濃度は、3林班が平均1.6 mgN/L、7林班が平均0.3 mgN/Lで、常に3林班が高かった。窒素沈着量は7林班が3林班より大きく、地表下40cmの溶脱量は3林班が7林班を上回っていた。7林班の集水域末端部では硝酸態窒素の窒素同位体比の上昇がみられ脱窒が示唆された。3林班では、窒素の植物吸収、微生物による不動化が少なく、下流部での脱窒も明瞭ではない。その結果、窒素流出の増大、渓流水の硝酸態窒素濃度の上昇が引き起こされていると考えられた。

キーワード: 窒素動態, 硝酸態窒素, 溪流, 同位体比

Keywords: nitrogen dynamics, nitrate, stream, isotope ratio

## 中部山岳地域における降水同位体マッピングとその検証 Mapping of Stable Isotopes in Precipitation over the Japan Alps Area and Its Verification

牧野 裕紀<sup>1\*</sup>, 脇山 義史<sup>2</sup>, 山中 勤<sup>2</sup>, 鈴木 啓助<sup>3</sup>

MAKINO, Yuki<sup>1\*</sup>, WAKIYAMA, Yoshifumi<sup>2</sup>, YAMANAKA, Tsutomu<sup>2</sup>, SUZUKI, Keisuke<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科, <sup>2</sup> 筑波大学陸域環境研究センター, <sup>3</sup> 信州大学山岳総合科学研究所

<sup>1</sup>Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, <sup>2</sup>Terrestrial Environment Research Center, University of Tsukuba, <sup>3</sup>Institute of Mountain Science, Shinshu University

日本の代表的な山岳地帯の一つであり、首都圏や中京圏の水資源を担っている中部山岳域を対象に水循環を評価することは重要である。水の安定同位体比は、水や物質の挙動を知るうえで有用な情報を与えてくれるものとして多くの研究が行われてきた。また同位体マップは同位体の空間分布の把握や観測されていない地点の推定ができるだけでなく、広範囲における流域特性を評価する上で有効なツールである。同位体マップを作成する上で安定同位体比の時空間変動の把握が必要であるが、降水の同位体観測は空間的に密な観測網が少なく、山岳地域における観測はさらに少ないのが現状である。そのため本研究では、中部山岳地域を対象とした降水の安定同位体比の時空間変動の把握と精度の高い同位体マップを作成することを目的とした。また河川水の $\delta$ 値を推定し実測値と比較することで同位体マップの妥当性の検証とともに流域特性の評価を試みた。

降水の観測地点は14地点、河川水は千曲川流域で24地点、富士川流域で21地点、計45地点において採水を行った。観測期間は2010年7月から月単位で採水を行い、今回の報告では2011年6月までのデータを用いた。河川水の採水時期は季節を考慮して2010年8月、10月、2011年2月、および5月に行った。水素・酸素安定同位体組成の測定はレーザー分光式同位体分析計 (Piccaro, L1102-ib) を用いた。

標高と $^{18}\text{O}$ との間では、暖候期に負の相関が見られ、冬季は相関が認められなかったが、降水量で加重平均した年平均値は緯度や経度に比べて強い相関が見られた。そのため同位体マップ作成にあたる内挿手法は、標高を説明変数とした回帰式を用いたモデル、地球統計モデル、およびハイブリッドモデルの3つを用いた。また作成されたマップを用いて降水の予測値と河川水の実測値との比較をおこなった。その結果、流域によって適しているモデルが異なることが示唆された。また残差には空間的な違いが表れ、それぞれの流域特性を反映している可能性が見出された。

キーワード: 安定同位体, 中部山岳地域, 高度効果, 空間分布

Keywords: Stable isotope, Japan Alps area, Altitude effect, Spatial distribution

## Estimation of catchment transit time in Fuji River Basin by using an improved lumped model

Wenchao Ma<sup>1\*</sup>, Tsutomu Yamanaka<sup>1</sup>, Yoshifumi Wakiyama<sup>1</sup>, Yuki Makino<sup>1</sup>  
MA, Wenchao<sup>1\*</sup>, YAMANAKA, Tsutomu<sup>1</sup>, WAKIYAMA, Yoshifumi<sup>1</sup>, MAKINO, Yuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Geoscience Union

<sup>1</sup>Japan Geoscience Union

As an important parameter that reflects the characteristics of catchments, the catchment transit time (CTT) has been given much more widely attentions especially in recent years. The CTT is defined as the time water spends travelling through a catchment to the stream network <sup>[1]</sup>, and it describes how catchments retain and release water and solutes and thus control geochemical and biogeochemical cycling and contamination persistence <sup>[2]</sup>. Conventional approaches for estimating CTT require specific hydrological characteristics such as transit time distribution (TTD) functions. The objectives of the present study are to develop a new approach for estimating CTT without prior information on such TTD functions and to apply it to the Fuji River basin in the Central Japan Alps Region.

In this study, an improved Tank model <sup>[3]</sup> was used to compute mean CTT and TTD functions simultaneously. It involved water fluxes and isotope mass balance. Water storage capacity in the catchment, which strongly affects CTT, is reflected in isotope mass balance more sensitively than in water fluxes. A model calibrated with observed discharge and isotope data is used for virtual age tracer computation to estimate CTT. This model does not only consider the hydrological data and physical process of the research area but also reflects the actual TTD with considering the geological condition, land use and the other catchment-hydrological conditions. For the calibration of the model, we used river discharge record obtained by the Ministry of Land, Infrastructure and Transportation, and are collecting isotope data of precipitation and river waters monthly or semi-weekly. Five sub-catchments (SC1~SC5) in the Fuji River basin was selected to test the model with five layers: the surface layer, upper-soil layer, lower-soil layer, groundwater aquifer layer and bedrock layer (Layer 1- Layer 5). The evaluation of the model output was assessed using Nash-Sutcliffe efficiency (NSE), root mean square error-observations standard deviation ratio (RSR), and percent bias (PBIAS) <sup>[4]</sup>.

Using long time-series of discharge records for calibration, the simulated discharge basically satisfied requirements of reproducing water fluxes and their balance, while improvements in parameter estimations relating to isotope mass balance is necessary. The results of each sub-catchment demonstrated that the mean CTT of SC4 (1873 days = 5.13 years) is the longest among the other sub-catchments. However, the mean CTT of SC5 was estimated to be 316 days as the smallest one. The time of 6.78 years are required to renew 99.9% of the water volume in the SC5. The other sub-catchments need more than ten years to get 99.9% water volume refreshed. The estimated TTD functions demonstrate their dependence on precipitation amount and area of the catchment.

### Reference:

[1] Jeffrey. J. McDonnell, Kevin J. McGuire, Aggarwal, P., et al. 2010. How old is stream water? Open questions in catchment transit time conceptualization, modeling and analysis. *Hydro. Process.* 24, 1745-1754.

[2] Kevin J. McGuire, Jeffrey J. McDonnell. 2006. A review and evaluation of catchment transit time modeling. *Journal Hydrology.* 330, 543-563.

[3] Sugawara, M.,1995. Tank model. In: Singh, V.P. (Ed.). *Computer Models of Watershed Hydrology*, Water Resources Publications, Colorado, pp. 165-214.

[4] D. N. Moriasi, J. G. Arnold, M. W. Van Liew et al. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE.* v. 50, no. 3, p. 885-900.

キーワード: Catchment transit time, Tank model, isotope tracer, water flux

Keywords: Catchment transit time, Tank model, isotope tracer, water flux



## キネマティック GPS による涸沢圏谷における積雪深観測 Snow Depth Measurement using Kinematic GPS on Karasawa Cirque, Japanese Northern Alps

佐々木 明彦<sup>1\*</sup>, 榎 拓登<sup>2</sup>, 鈴木啓助<sup>1</sup>  
SASAKI, Akihiko<sup>1\*</sup>, MAKI Takuto<sup>2</sup>, SUZUKI Keisuke<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 信州大学山岳科学総合研究所, <sup>2</sup> 信州大学理学部物質循環学科  
<sup>1</sup>IMS, Shinshu University, <sup>2</sup>Dept. Environ. Sci., Shinshu University

In the mountainous area, snow depth is known to increase so as to become of high altitudes. However, the snow depth distribution are hardly measured in the high mountain. It is significant to clarify the snow depth distribution based on actual measurement of snow depth in order to calculate the water equivalent of snow in its hydrographic basin. The measurement using GPS is attracted to attentions because the method of the GPS measurement is simple and high resolution. Especially, the Kinematic GPS measurement using two GPS receivers make possible to the measurement a wide area in a short time. We aim to measure the snow depth based on the Kinematic GPS measurement in Karasawa Cirque where is one of the biggest cirque in Japan.

キーワード: 全地球測位システム, キネマティック測位, 積雪深, 涸沢圏谷  
Keywords: GPS, Kinematic measurement, Snow depth, Karasawa Cirque

## 中央アルプス木曽駒ヶ岳における気温とハイマツ年枝長との対応関係 A relationship between air temperature and shoot elongation of alpine dwarf pine at Mt. Kisokomagatake

浜田 崇<sup>1\*</sup>, 尾関雅章<sup>1</sup>, 飯島慈裕<sup>2</sup>

HAMADA, Takashi<sup>1\*</sup>, Masaaki Ozeki<sup>1</sup>, Yoshihiro Iijima<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 長野県環境保全研究所, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>Nagano Environmental Conservation Research Institute, <sup>2</sup>JAMSTEC

日本の山岳地では長期間にわたる気象データはほとんど存在しない。しかし、さまざまな観測データや代替データを結合することで、過去から現在における気候を復元することが可能となる。

本研究では、中央アルプス木曽駒ヶ岳において得られたハイマツの年枝の年々の長さと同年の7月の平均気温との対応関係を、1980年から2009年までの期間において調べた。その結果、両者には正の相関 ( $r=0.5$ ) がみられた。このことから、ハイマツの年枝長の計測により、夏季の気温をある程度復元できる可能性が示唆された。今後は、年輪等の他の代替データによる山岳地における気候の復元の検討を行いたい。

キーワード: 山岳地, 気温, ハイマツの年枝長

Keywords: mountainous area, air temperature, shoot elongation of alpine dwarf pine

## 中央アルプスにおける写真撮影を活用した高山植生モニタリング Alpine vegetation monitoring using digital photography in the Kisokomagatake, central Japan

下野 綾子<sup>1\*</sup>, 小熊 宏之<sup>2</sup>

SHIMONO, Ayako<sup>1\*</sup>, OGUMA, Hiroyuki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学遺伝子実験センター, <sup>2</sup> 国立環境研究所環境計測研究センター

<sup>1</sup>Gene Research Center, University of Tsukuba, <sup>2</sup>National Institute for Environmental Studies

The arctic and alpine floras are regarded as highly sensitive to the impacts of climate change. The climate changes will become increasingly pronounced over the next one hundred year. Therefore, we should accelerate our effort to assess and monitor trends in conditions of alpine vegetation to obtain early-warning signals of environmental change. However, most alpine regions are poorly monitored in Japan due to the harsh climate and difficult access.

We started the vegetation investigation at Mt. Koma and Mt. Sannosawa in central Japan. We also developed an automated green vegetation cover extraction methods using digital photography to simplify and accurately quantify the investigation. This study reported vegetation changes between 2008 and 2011.

We set 4 permanent quadrats of 1 m<sup>2</sup> at 14 sites on 6 regions and divided the each quadrat into 100 small grids (0.1 m<sup>2</sup>). All vascular plant species were recorded each grids. Percentage of green vegetation cover was calculated using digital photography of each quadrats as follows. The classification of green vegetation and background was achieved by determining a threshold in one-dimensional colour space, which is based on transform values ( $G/(R + G + B)$ ) from RGB image. Soil surface temperature (at depth of 0.5-1 cm) was automatically recorded with data loggers at 1-h intervals to determine the timing of snowmelt.

Species richness per quadrats slightly increased during three years. Total number of emerged species in 100 small grids significantly increased. Vegetation cover also significantly increased in some quadrats. These results seem to be primarily caused by the recent warming in the region. Unusually high summer temperatures, which were 1.5 degrees higher than usual, have recorded in 2010. Vegetation cover of shrub species, such as *Pinus pumila*, increased in some quadrats. Because species richness tended to decrease at the quadrats that shrub species were dominant, species composition would be changed if these trends continue.

The results of this study suggest that changes in the vegetation cover will precede detectable changes in number of species and composition. The vegetation cover can be obtained by digital photography, which is more effective, objective, and accurate than human conducted methods.

It should be considered that short-term studies are not enough to resolve the uncertainty of whether recorded signals are consistent trends towards serious changes in numbers of species and composition. We will continue the monitoring to reveal longer term vegetation changes.

キーワード: 植生モニタリング, 高山植物, 種多様性, 植被, デジタル写真

Keywords: vegetation monitoring, alpine plant, species richness, plant cover, digital photography

## 中部山岳地域における氷河遺存種 *Chou no Skesou* の遺伝的多様性の喪失 Marked loss of genetic diversity within glacial-relic populations of *Dryas octopetala* in the Japanese Alps

平尾章<sup>1\*</sup>, 渡邊幹男<sup>2</sup>, 下野綾子<sup>3</sup>, Liu, Qi-Jing<sup>4</sup>, Li, Xuefeng<sup>5</sup>, 増沢武弘<sup>6</sup>, 大原雅<sup>7</sup>, 和田直也<sup>8</sup>

HIRAO, Akira<sup>1\*</sup>, WATANABE, Miki<sup>2</sup>, SHIMONO, Ayako<sup>3</sup>, LIU, Qi-Jing<sup>4</sup>, LI, Xuefeng<sup>5</sup>, MASUZAWA, Takehiro<sup>6</sup>, OHARA, Masashi<sup>7</sup>, WADA, Naoya<sup>8</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学・菅平高原実験センター, <sup>2</sup> 愛知教育大・教育学部, <sup>3</sup> 筑波大学・遺伝子実験センター, <sup>4</sup> 北京林業大, <sup>5</sup> 中国科学院・応生研, <sup>6</sup> 静岡大学・理学部, <sup>7</sup> 北海道大学・環境科学院, <sup>8</sup> 富山大学・極東地域研究センター

<sup>1</sup>Sugadaira Montane Research Center, University of Tsukuba, <sup>2</sup>Faculty of Education, Aichi University of Education, <sup>3</sup>Gene Research Center, University of Tsukuba, <sup>4</sup>Department of Forest Sciences, Beijing Forestry University, <sup>5</sup>Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, <sup>6</sup>Faculty of Science, Shizuoka University, <sup>7</sup>Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, <sup>8</sup>Center for Far Eastern Studies, University of Toyama

For arctic-alpine species with wide-ranging distributions throughout circum-arctic regions and southward into mid-latitude mountains, range shifts in response to climatic change were both latitudinal (especially in circum-arctic areas) and altitudinal (in mountain regions). Latitudinal range shifts occurred over large areas and involved long-distance dispersal, whereas altitudinal shifts were more localized. Therefore, the genetic consequence of these types of range shift can be predicted to differ. *Dryas octopetala* L., an arctic-alpine plant, is widely distributed from the Eurasian and American arctic tundra to temperate mountains in Europe, in North America, and in Asia south to Japan, which is one of the southernmost areas for the cold-adapted species. In this study, we compared the genetic structure of *D. octopetala* populations along latitudinal transects from the High Arctic to mid-latitude mountains in the Japanese Alps. Investigation of genetic variation within *D. octopetala* populations inhabiting the Japanese Alps provides an example of how cold-adapted organisms survived at the southernmost limits of the distribution, at least since Holocene warming.

We analyzed a total of 656 individuals across 14 populations (six in the Japanese Alps, one in Hokkaido, one in China, three in North America, two in North Europe, one in the High Arctic) using nine nuclear microsatellite loci. Population genetic structure was assessed by analyzing genetic diversity indices for each population, examining clustering among populations.

The clustering analysis among the populations revealed an isolated marginal group of populations in the Japanese archipelago. The populations in the Japanese Alps exhibited low genetic diversity within populations compared with those in high latitude regions. Loss of genetic diversity was especially pronounced in the Southern Japanese Alps. High level of genetic diversity was detected in two Alaskan populations, supporting the Beringia refugium hypothesis for arctic and alpine plants. No significance of isolation-by-distance in the populations demonstrated that genetic drift was a strong force shaping the genetic structure in the Japanese Alps. The resulting stochastic reduction of genetic diversity in the cold-adapted plants at the southernmost limit of the distribution may constrain their evolutionary potential, thereby inhibiting adaptation under climate change.

キーワード: 周北極植物, 遺伝的多様性, 遺伝構造, 氷河遺存種

Keywords: arctic-alpine plant, genetic diversity, genetic structure, glacial relic

## ブナ成熟林における土壌圏有機物分解:ギャップモザイク構造を考慮して Effects of gap-mosaic structures on biodegradation of organic matter in soil ecosystems in old-growth forest

飯村 康夫<sup>1\*</sup>, 廣田充<sup>2</sup>, 井田秀行<sup>3</sup>, 大塚俊之<sup>1</sup>  
IIMURA, Yasuo<sup>1\*</sup>, HIROTA Mitsuru<sup>2</sup>, IDA Hideyuki<sup>3</sup>, OHTSUKA Toshiyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大流圏センター, <sup>2</sup> 筑波大生命環境, <sup>3</sup> 信州大教  
<sup>1</sup>Gifu University, <sup>2</sup>University of Tsukuba, <sup>3</sup>Shinshu University

Old-growth forests serve as a global carbon sink, but they are not protected by international treaties, because it is generally thought that ageing forests cease to accumulate carbon in live woody tissues (kira & shidei 1967; Odum 1969). Recently studies reported however, old-growth forests can continue to accumulate carbon, contrary to the longstanding view that they are carbon neutral (Luyssaert et al. 2008; Lewis et al. 2009). If this is true, most of carbon may move into non-living pools such as litter (leaf and woody detritus) and soil. In addition, Old-growth forests generally have higher spatial heterogeneous structures (gap-mosaic structures). These forests structural properties may be greatly contributed to the carbon cycling of old-growth forests. In this study, we therefore focused on determining the litter decomposition rates and chemical properties of soil organic matter (SOM) in three stages of forest standings plots of old-growth forest to clarify the relationship between spatial heterogeneous and organic matter decomposition in surface soil ecosystems.

We conducted this study on Kayanodaira Research Station, Shinshu University, Japan (a permanent plot of 1 ha was set on a research station in 2005). The study area has a seasonal cool-temperate climate. The dominant species are *Fagus crenate* Blume (300~500 age). From November 2010, three experimental plots (15 m<sup>2</sup>) were established by differences of vegetation conditions to gap, young, and mature sites. Litter decomposition rate was estimated by litterbag methods from November 2010 to October 2011. Characterization of SOM was performed by optical properties. All investigation was performed 5 replicate.

Litter mass remaining rate during 350 days decreased from gap (86.8) > young (82.1) > mature (81.6) at L layer and decreased from gap (94.6) > young (89.0) > mature (85.5) at FH layers. Degree of biodegradation of SOM estimated from aliphaticity (Alkyl C:O-alkyl C ratio) in gap site showed significantly lower values. These results strongly suggest that gap structure slow the microbial activities in soil ecosystems in old-growth forest.



## 森林生態系の光合成生産力の生理生態学的動態とそのリモートセンシング Ecophysiological dynamics of forest canopy photosynthesis and its optical observation

村岡 裕由<sup>1\*</sup>, 野田響<sup>2</sup>, 永井信<sup>3</sup>, 本岡毅<sup>4</sup>, 斎藤琢<sup>1</sup>, 奈佐原顕郎<sup>2</sup>, 三枝信子<sup>5</sup>

MURAOKA, Hiroyuki<sup>1\*</sup>, Hibiki M. Noda<sup>2</sup>, Shin Nagai<sup>3</sup>, Takeshi Motohka<sup>4</sup>, Taku M. Saitoh<sup>1</sup>, Kenlo N. Nasahara<sup>2</sup>, Nobuko Saigusa<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学, <sup>2</sup> 筑波大学, <sup>3</sup> 海洋研究開発機構, <sup>4</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>5</sup> 国立環境研究所

<sup>1</sup>Gifu University, <sup>2</sup>University of Tsukuba, <sup>3</sup>JAMSTEC, <sup>4</sup>JAXA, <sup>5</sup>NIES

Forest ecosystem has a crucial role in regulating the earth system as well as in supporting various ecosystem services such as primary production and biodiversity persistence. Understanding on the ecophysiological dynamics of forest canopy photosynthesis and ecosystem-scale carbon cycling is still an important theme of environmental science. In addition, the progress of satellite optical remote sensing provides us to observe the broad-scale ecosystem structure from days to years, and from plot to continental scales. In this study we aimed to reveal the functional role of leaf-level ecophysiology and forest leaf area distribution in forest canopy photosynthesis in a cool-temperate deciduous broadleaf forest at "Takayama" super-site, in central Japan. Simultaneously we made optical remote sensing of canopy structure in means of several vegetation indices (NDVI, EVI, GRVI, CI) to detect the phenological changes of canopy photosynthetic property. Our in-situ observation of leaf and canopy characteristics, which were analyzed by an ecosystem carbon cycling model, revealed that their phenological changes and summer micro-meteorology are responsible for seasonal and inter-annual variations in canopy photosynthesis. Significant correlations were found between the vegetation indices and canopy photosynthetic capacity, but the relationships changed throughout the seasons from spring to summer, and to autumn. Our next challenge goes to apply these findings to gain insights into detailed understanding on the carbon metabolism of forest ecosystem and also to assess the canopy photosynthesis at landscape - regional scales by satellite remote sensing.

キーワード: 森林生態系, 光合成, 生理生態学, リモートセンシング

Keywords: forest ecosystem, photosynthesis, ecophysiology, remote sensing

## スギ人工林の炭素動態に与える林齢の影響

## Carbon dynamics along a chronosequence of Japanese Cedar plantations in central Japan

大塚 俊之<sup>1\*</sup>, 八代裕一郎<sup>1</sup>, 飯村康夫<sup>1</sup>, 志津庸子<sup>1</sup>, 王連君<sup>1</sup>

OHTSUKA, Toshiyuki<sup>1\*</sup>, Yuichiro Yashiro<sup>1</sup>, Yasuo Iimura<sup>1</sup>, Yoko Shizu<sup>1</sup>, Lian-Jun Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 流域圏科学研究センター

<sup>1</sup>River Basin Research Center

Managed, even-aged Japanese cedar plantations are now the most extensive managed forest ecosystem in Japan, comprising ~20% of the Japanese forested landscape. The age-dependent variability of ecosystem carbon dynamics was assessed by measuring biometric based net ecosystem production (NEP) of nine cedar plantations in Takayama, central Japan. The study sites ranged in age from 3-year-old after plantation to mature stands (105 years). Total net primary production (NPP) was low immediately after plantation, highest 36 years stand, and then gradually decreased with age. In contrast, soil respiration had no clear trend with age, although root biomass related to soil respiration. After harvesting, cedar plantations are typically a net source of carbon around 5 years, followed by peak in NEP in mid-aged forest (ca. 40 years). In maturing stands, NEP declines as a result of the age-related reduction of growth.

キーワード: 生態系純生産量, 純一次生産量, 土壌呼吸量, スギ人工林, バイオメトリック法, 高山サイト

Keywords: net ecosystem production, net primary production, soil respiration, cedar plantation, biometric, Takayama Forest

## 温暖化による生育期間延長を考慮した落葉広葉樹林における炭素収支 Carbon budget in a deciduous broad-leaved forest considering the expanded growing season length by global warming

齋藤 琢<sup>1\*</sup>, 永井信<sup>2</sup>, 吉野純<sup>1</sup>, 三枝信子<sup>3</sup>, 玉川一郎<sup>1</sup>, 村岡裕由<sup>1</sup>

SAITOH, Taku M.<sup>1\*</sup>, Shin Nagai<sup>2</sup>, Jun Yoshino<sup>1</sup>, Nobuko Saigusa<sup>3</sup>, Ichiro Tamagawa<sup>1</sup>, Hiroyuki Muraoka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構, <sup>3</sup> 国立環境研究所

<sup>1</sup>Gifu University, <sup>2</sup>JAMSTEC, <sup>3</sup>NIES

The growing season length of plants is one of the major interests in studying the current and future carbon cycles in terrestrial ecosystems, since it would directly affect the photosynthetic CO<sub>2</sub> uptake and respiratory CO<sub>2</sub> release in those ecosystems. In this study, we examined the possible effects of growing season length under current climate and in future climate on forest ecosystem CO<sub>2</sub> budget, by combining in-situ observation of canopy phenology and ecosystem carbon cycling model. First, by using daily canopy surface images and air temperature data at the Takayama deciduous broad-leaved forest site (TKY) from 2004 to 2009, we examined the dates of the beginning of leaf expansion, the beginning of autumn leaf color development, and the end of leaf-fall, and their relationships with air temperature. We found that (1) leaf expansion began when the accumulated effective air temperature from the first day of the year (based on a 5 deg C threshold) exceeded 140.0 +/- 13.5 deg C (average +/- standard deviation) during spring; (2) leaf color development began when the 5-day moving-average daily temperature fell below 10.8 +/- 1.3 deg C during autumn; and (3) the leaf-fall period, which was defined as the period between the beginning of autumn leaf color development and the end of leaf-fall, was 30.7 +/- 4.0 days. Second, we adapted these relationships between leaf phenology and air temperature to account for the seasonal variation of leaf area index (LAI) under future climatic conditions referring to the projection data of climatic conditions based on several scenarios from CMIP3 Multi-Climatic Models. As a result, the growing season length was expected to expand in future climate than present. Finally, we introduced thus simulated phenology of LAI into NCAR/LSM model to examine its possible effects on canopy photosynthesis, ecosystem respiration and resulting net ecosystem CO<sub>2</sub> budget in the future climate. Our analysis could provide the importance of phenological field observation and the consideration of phenological impact for future climate studies.

キーワード: 炭素収支, 冷温帯, 落葉広葉樹林, 将来気候シナリオ, フェノロジー

Keywords: Carbon budget, Cool-temperate, Deciduous broad-leaved forest, Future climate scenarios, Phenology

## 中部山岳域におけるニホンツキノワグマの近年の遺伝的構造の変化 Recent changes in the genetic structure of the Asian black bear *Ursus t. japonicus* in the Japanese Alps region

早川 美波<sup>1\*</sup>, 林 秀剛<sup>2</sup>, 岸元良輔<sup>3</sup>, 東城幸治<sup>4</sup>

HAYAKAWA, Minami<sup>1\*</sup>, HAYASHI, Hidetake<sup>2</sup>, KISHIMOTO, Ryouyusuke<sup>3</sup>, TOJO, Koji<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 信州大学理学部生物科学科, <sup>2</sup> NPO 法人信州ツキノワグマ研究会, <sup>3</sup> 長野県環境保全研究所, <sup>4</sup> 信州大学山岳科学総合研究所

<sup>1</sup> Fac. Bio. Shinshu Univ., <sup>2</sup> The Shinshu Bear Res. G., <sup>3</sup> Nagano Environ. Cons. Res. Inst., <sup>4</sup> Mountain Science, Shinshu Univ.

ツキノワグマ *Ursus thibetanus* は、南アジアおよび西アジア広域に生息する中型のクマで、7 亜種に区分されている。日本には本州および四国にニホンツキノワグマ *U. t. japonicus* が生息している (九州では絶滅)。中部山岳域はツキノワグマの個体密度が高く、長野県のツキノワグマの推定生息数は、2001 年に 1913 頭、2006 年に 2771 頭、2011 年に 3624 頭と増加している (長野県野生鳥獣対策室による調査) など、重要な生息地の 1 つと考えられる。

ツキノワグマは植物食傾向の強い雑食性だが、秋には冬眠に必要なエネルギーを得るため、1 日あたり 5500kcal (60kg の個体) の餌を摂取する必要がある。その大部分が、ブナ属木本類の堅果、いわゆるドングリである。そのため、ブナ類の凶作年には、餌を求めてツキノワグマの行動範囲が広がり、結果として人里に下りてくるクマが増え、大量出没、人的被害の一因となっている。長野県野生鳥獣保護管理計画では、有害駆除と狩猟を合わせた年間補殺数を通常約 150 頭を上限として制限しているが、ツキノワグマの大量出没年には 150 頭を大きく上回る個体が捕殺されている (例えば 2006 年には 558 頭、2010 年には 361 頭のツキノワグマが捕殺されている)。

日本におけるツキノワグマの遺伝的構造については、Ishibashi & Saitoh (2004) をはじめ、現在まで様々な研究がされてきた。中でも Ohnishi *et al.* (2009) では、日本全体のツキノワグマの遺伝的構造に関して報告されている。長野県内の地域個体群に関しては、木戸 (2005) や前嶋 (2006) による遺伝的研究もなされてきたが、Ohnishi *et al.* (2009) とは解析している領域が異なるため、比較することができない。また、Ohnishi *et al.* (2009) では、長野県内からのサンプル確保地域に偏りがあったために、遺伝的多様性が低く見積もられた可能性がある。このことから、本研究では、長野県広域のツキノワグマ約 100 個体を対象に、Ohnishi *et al.* (2009) で解析された mtDNA 制御領域約 625-bp を解析し、長野県ツキノワグマ個体群の遺伝的構造を究明した。

本研究から、長野県ツキノワグマ個体群は、先行研究よりも比較的高い遺伝的多様性をもつことが示され、長野県北部で特に遺伝的多様性が高いことが示された。長野県の特定鳥獣保護管理計画において 8 区分される地域個体群のうち、「南アルプス」、「中央アルプス」、「北アルプス南部」では、静岡・山梨の個体と同じハプロタイプが、「長野北部」、「越後・三国」では、新潟・群馬・栃木の個体と同じハプロタイプが検出された。分子分散分析 (AMOVA) では長野県北部、中部、南部それぞれの地域個体群間で遺伝子流動が起きていることが示された。特に「長野北部」、「越後・三国」では、共通のハプロタイプが多く検出されたことから、この 2 つの地域個体群は、遺伝的流動が認められるメタ個体群構造が維持されていると考えられる。一方で、長野県南部地域 (「南アルプス」、「中央アルプス」、「北アルプス南部」) と長野県北部地域 (「長野県北部」、「越後・三国」) 間では、東日本に広域に分布する祖先的な 1 つのハプロタイプを除くと、検出されたハプロタイプ組成が大きく異なることから、これらの地域間での遺伝的交流 (すなわちツキノワグマの移動) は極めて少ないものと考えられる。長野県ツキノワグマ個体群の保護管理を行うにあたって、本研究の結果から、管理区分ごとの保護管理計画の検討や隣接県と協力した保護管理計画の提案が必要であると考えられた。

## アブラムシによる共生アリへの化学擬態 Chemical mimicry of an aphid to mutualistic ants

遠藤 真太郎<sup>1\*</sup>, 市野隆雄<sup>2</sup>ENDO, Shintaro<sup>1\*</sup>, ITINO Takao<sup>2</sup><sup>1</sup> 信州大院・総工・山岳, <sup>2</sup> 信州大学・山岳総研<sup>1</sup>Shinshu University, <sup>2</sup>Shinshu University

アリとアブラムシは相利共生系の代表例として知られている。アブラムシはアリに甘露を提供し、アリはその見返りにアブラムシを天敵から保護する。しかし、アリは時に共生するアブラムシを捕食してしまうこともある。この相反する行動の至近要因を説明するために、Sakata (1996) は、「マーキング仮説」を提唱した。これは、アリは甘露を提供したアブラムシに目印をつけ、そのアリの巣仲間には目印のあまりついていない（甘露の少ない）アブラムシを選択的に捕食する、というものである。最近、Endo & Itino (in press) は、ヤノクチナガオアブラムシ *Stomaphis yanonis* とクロクサアリ *Lasius fuji* の共生系では、アリの巣仲間認識物質である体表炭化水素 (CHC) が、実際に目印物質として働いていることを明らかにした。

このようにアリは CHC による目印によってアブラムシを選択的に捕食している。このため、アブラムシはアリの捕食を回避するために大量の甘露を提供する必要があるが、過剰な甘露生産はアブラムシにとってコストとなる。このことから、アブラムシは、アリの捕食を回避するために甘露提供以外にも何らかの代替戦略を持つかも知れない。アリの社会寄生者の多くは、アリの巣仲間認識物質自ら作り出すことでアリを欺いて巣に入り込む「化学擬態」をしていることが知られている。同様に、アブラムシも化学擬態によってアリの捕食を回避しているかもしれない。

クロクサアリが CHC を目印物質として利用していることから、我々は、アブラムシがアリの捕食に対する対抗適応として、アリの CHC に化学擬態している、という仮説を立てた。本研究では、アリによるマーキングの影響を排除してアリとアブラムシの CHC を比較するため、アブラムシをアリ排除環境で飼育し、脱皮した個体から CHC を抽出して GC-MS で分析を行った。このアリ排除アブラムシの CHC を野生のアブラムシや随伴アリの CHC と比較した。その結果、アリ排除アブラムシ (成虫) の CHC は、野生アブラムシと同様にアリによく似ていることが明らかになった。

キーワード: アリ-アブラムシ相利共生, 化学擬態, 体表炭化水素 (CHC), クロクサアリ, ヤノクチナガオアブラムシ  
 Keywords: ant-aphid mutualism, chemical mimicry, cuticular hydrocarbons (CHC), *Lasius fuji*, *Stomaphis yanonis*

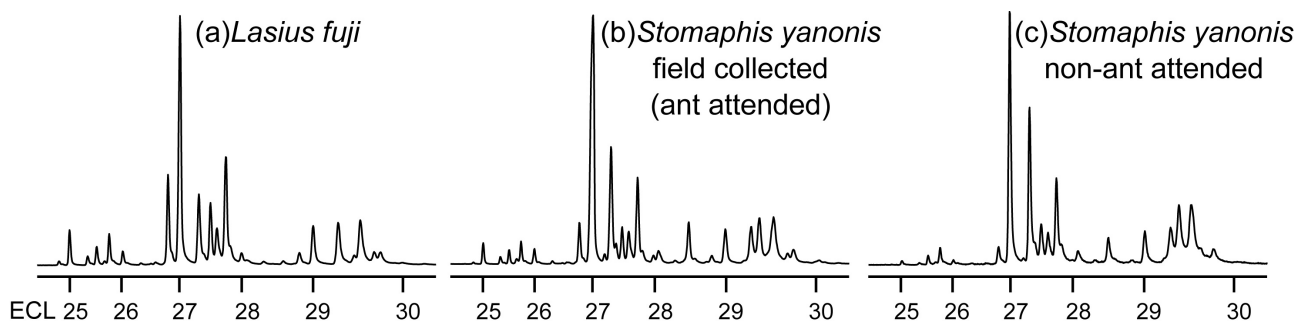


Figure Cuticular hydrocarbon profiles of (a) the ant *Lasius fuji*, (b) the aphid *Stomaphis yanonis* (field collected), and (c) *S. yanonis* (non-ant attended).



## 標高経度に沿ったヤマホタルブクロの花サイズ変異と標高上下間の遺伝子流動 Flower size variation along altitude and gene flow of *Campanula punctata*

長野 祐介<sup>1\*</sup>, 市野隆雄<sup>2</sup>

NAGANO, Yusuke<sup>1\*</sup>, ITINO Takao<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 信州大学工学系研究科, <sup>2</sup> 信州大学山岳科学総合研究所

<sup>1</sup>Division of Science and Technology, Shinshu University, <sup>2</sup>Institute of Mountain Science, Shinshu University

Abiotic environmental changes along altitude influence plant distribution and character variation. In some plants, altitudinal decrease of plant size is known as a genetic structural change in response to climatic change. Flower size variation may also be influenced by these abiotic factors. On the other hand, geographic variations of flower size have often been reported to reflect selection pressure by regional pollinator fauna. This suggests that flower size may change altitudinally in response to the size of pollinators.

*Campanula punctata* var. *hondoensis* is distributed over a broad altitudinal range, and their pollinator composition is known to be different along altitude. Thus, the selection pressure by pollinators may differ among altitudes.

Here, we investigate the pollinator fauna, flower size variation and gene flow along altitudinal gradient and found that 1. the composition of *Bombus* pollinators changes along altitude, 2. the flowers are basically smaller in higher altitudes while plant height or the number of flowers per plant does not change along altitude, 3. the flower size along altitudinal gradient correlates closely with pollinator size, 4. microsatellite analyses suggest no genetic differentiation along altitude.

These results suggest that flower size variation along altitude is influenced by the pollinators' selection pressure, and is maintained even in the presence of gene flow.

キーワード: 花サイズ, 送粉者, 遺伝子流動, 標高, 自然選択

Keywords: flower size, pollinator, gene flow, altitude, natural selection

山岳昆虫・スカシシリアゲモドキの形態的多型獲得における複雑な進化史 (昆虫綱:  
シリアゲムシ目, シリアゲモドキ科)

The complex evolutionary history of the acquisition of morphological polymorphism in  
*Panorpodes paradoxus*

鈴木 智也<sup>1\*</sup>, 鈴木 信夫<sup>2</sup>, 町田 龍一郎<sup>3</sup>, 東城 幸治<sup>4</sup>

SUZUKI, Tomoya<sup>1\*</sup>, SUZUKI, Nobuo<sup>2</sup>, MACHIDA, Ryuichiro<sup>3</sup>, TOJO, Koji<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 信州大学大学院総合工学系研究科, <sup>2</sup> 日本女子体育大学体育学部, <sup>3</sup> 筑波大学菅平高原実験センター, <sup>4</sup> 信州大学山岳科学総合研究所

<sup>1</sup>Sci. Technol., Shinshu Univ., Jpn., <sup>2</sup>Jpn. Women's Coll. Phys. Educ., Jpn., <sup>3</sup>Sugadaira MRC, Univ. of Tsukuba, Jpn., <sup>4</sup>Mountain Science, Shinshu Univ., Jpn.

山岳域広域に生息するシリアゲムシ目の昆虫、スカシシリアゲモドキ *Panorpodes paradoxus* (シリアゲモドキ科) は、体色やメスの翅の模様にはたいへん多様なパターンがあることが知られている。さらに、日本の中部山岳域および東北(青森県)の個体群では、高標高域においてメスの翅が短くなる「短翅型」の存在が知られている。

これらの「短翅型」は翅の長さが短いことに加えて、「長翅型」よりも(1)オスの触角が長いこと、(2)下付器 hypandrium 上縁の黒化した部分が丸みを帯びること、(3)メスの体色が濃い茶色であること(「長翅型」では黄色が一般的)、(4)メスの翅には斑紋があり、その斑紋パターンが「長翅型」とやや異なること(「長翅型」のメスでは斑紋が無いタイプも多く存在するが、「短翅型」では必ず斑紋がある)、(5)オスの翅にも若干の斑紋があること(「長翅型」のオスでは翅に斑紋があるのは非常に稀)など、翅形質以外にも多くの形態形質が異なることから、「短翅型」は高標高域に適応した別種である可能性も示唆されてきた(市田, 1990)。以上のことから、「長翅型」個体群-「短翅型」個体間には遺伝的な差異があるか否か、そして他の様々な形質を有する個体間においても遺伝的な差異があるか否かを確かめるため、遺伝子解析を行った。この結果、「長翅型」-「短翅型」がそれぞれ単系統群を構成することにはならなかった。また、体色や翅の模様パターンがよく似た個体同士が単系統を構成することもなかった。さらに、同地域の「長翅型」と「短翅型」がそれぞれ別々に単系統を構成することはあるものの、同地域の「長翅型」と「短翅型」が単系統を構成することはなかった。

以上のように、スカシシリアゲモドキに認められる形態多型は複雑な進化史をもつことが明らかとなった。本種においては翅長に多型が認められるが、シリアゲムシ目全般には「長翅型」が一般的であるため、本種における「短翅型」が派生的形質であると推察されるが、これらのタイプが系統進化において多系統的に分化していること、また同時に、「短翅型」においては「長翅型」よりも体色が濃く、翅斑が多い傾向がみられること、これら派生的タイプは高標高域において認められることから、寒さや強風、強い紫外線などに対して適応的な種内「ecomorph」と言えるかも知れない。