

中部山岳大学間連携事業

Japanese Alps Inter-Universities Cooperative Project

要旨 Abstract

<http://jalps.suiri.tsukuba.ac.jp/>

中部山岳は、①世界的に稀な地質・地形の多様性、②生物進化の大実験場であり固有で豊かな生物多様性、③都市圏の水がめ、④気候変動に最も脆弱な生態系、を擁す地域です。**気候変動が、中部山岳の生物多様性・生態系と人間に与える影響を解明・予測し、その緩和策を探るため**、筑波・信州・岐阜大学の、気候、地学、水・炭素・物質循環、生物多様性の専門家が分野横断的に連携しています。Japanese Alps harbors 1) world-rare geography & topography, 2) rich endemic biodiversity through great natural evolution experiment, 3) water source for metropolises and 4) most vulnerable ecosystem to climate change. To **elucidate and predict impact of climate change on ecosystem & biodiversity and human in Japanese Alps and to find appeasements**, specialists in climate, geography, hydrological-carbon-matter cycle, and biodiversity in universities of Tsukuba, Shinshu and Gifu are cooperating.

中部山岳地域の特徴・重要性

Japanese Alps - their features and the importance

中部山岳地域は①3つの地殻プレートの交差点、②標高による劇的な環境勾配に豊かな生物相、③大都市圏の水がめ、④流域全体の防災の要として、きわめて特徴的・重要な地域です。

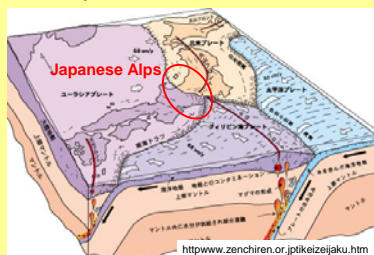
Japanese Alps is an extremely unique and important for 1) unique geographic point on the earth, 2) harboring endemic biodiversity, 3) providing water for huge population, and 4) key to disaster prevention for the population in downstream.

空間データベース・デジタルアルプス による中部山岳
Japanese Alps by our spatial database, Digital Alps



①中部山岳は地球の特異点 - 3つの地殻プレートの交差点

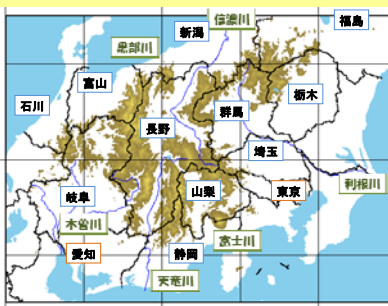
Japanese Alps is on earth's unique point - crossroads of three crust plates



③首都圏と中京圏の水がめ

Provides water to Tokyo and Nagoya areas.

11県にまたがる中部山岳地域は、首都圏・中京圏を含む日本の40%の人口の水がめです。
Japanese Alps and mountains over 11 prefecture provides water to 40% Japanese population including Tokyo and Nagoya areas.

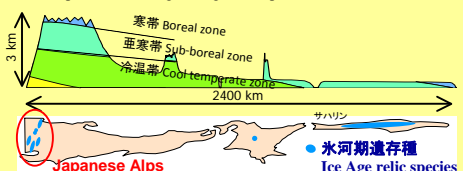


中部山岳地域 (標高1000m以上) 40°
Japanese Alps and mountains (> 1000m alt.)

②水平距離2400kmに匹敵する環境勾配の中に固有種がひしめく

Endemic species packed in environmental slope corresponding to 2400km in horizontal axis.

3kmの標高差は水平2400km (中部日本からサハリン北端までの距離) の温度差に匹敵します。この顕著な環境勾配にまたがる多くの独立山塊の中で、氷河期遺種を含む多数の固有種が進化した。In terms of temperature, 3km altitude difference corresponds to 2400km in horizontal axis, distance between Central Japan and northern Sakhalin. In independent mountains over such wide environment slope, many endemic species, including Ice Age relic species, have evolved.



④流域の防災の要 Key to basin disaster prevention

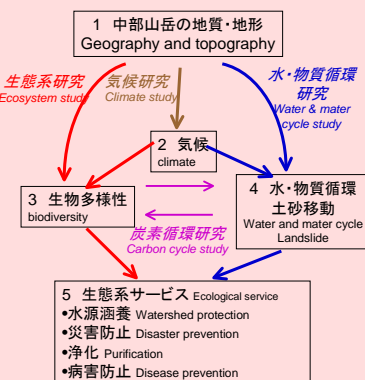
気候変動によって中部山岳の生態系が変化すると、土砂・水災害や水質・衛生の悪化を通じて、流域の人々の生命・健康・財産を脅かす懸念があります。When Climate change causes ecosystem change in Japanese Alps, it's concerned that it affects people's life, health and estate through water & sediment disaster and water quality & health degradation.



目的 Aim

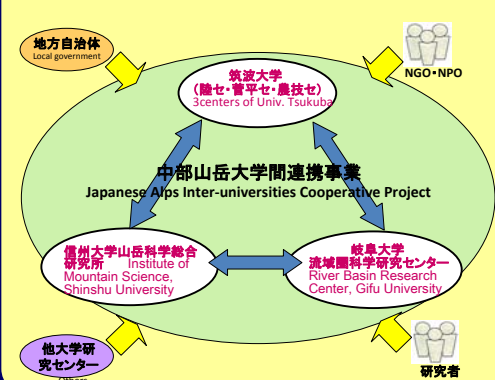
気候変動が中部山岳の生態系・生物多様性と人間に与える影響を解明・予測し、緩和策を探る。To elucidate and predict the impact of climate change on ecosystem, biodiversity and human in Japanese Alps, and to find appeasements.

①ユニークな地質・地形、②地域レベルの気候変動、③生物多様性、④物質循環は、お互いに影響を及ぼしあう相互作用・フィードバック系であり、それが⑤生態系が人間にもたらすサービスを決定しています。1) Unique geography & topography, 2) regional-level climate change, 3) biodiversity and 4) matter cycle are interactive & feedback system and the system determines ecological services to human



組織 Organization

大学間 (筑波・信州・岐阜大学) と大学内で連携し、関連団体の協力を仰ぎます。
Cooperated inter- & intra- universities (Tsukuba, Shinshu, & Gifu Univ.), we ask collaboration with related groups.



研究・観測拠点 Observatory stations

7つの研究拠点、8つの観測施設で組織されています。
This project is organized by seven research centers and eight observation stations.



気象変動を知る一過去から未来まで一 Estimating climate changes in past and future

地域スケールの過去の気候変動を解明した上で、様々な気象変数の将来予測モデルを開発しています。

We first clarify past regional-scale climate change in Japanese Alps and then develop predictive model for various metrological variables.

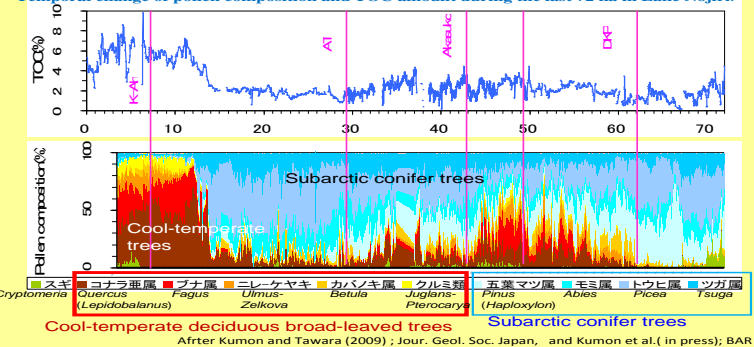
過去7.2万年間の植生変遷と気候変動の再現

Estimating vegetation and climate change history during the last 72,000 years

過去の気候の解明は未来を予測する鍵となる。北アルプスの野尻湖の堆積物から、冬気温の指標となる有機炭素含有率(上)と花粉組成(下)を調べ、植生が急激な大変動を繰り返してきたことが分かった。

Understanding to past climate is key to future prediction. We studied Total Organic Carbon amount, which indicates winter temperature, and pollen composition from sediments in Nijori-Lake in Northern Japanese Alps, revealing that the vegetation drastically repeated drastic and large change.

野尻湖ボーリングコアにおける過去7.2万年間の花粉組成と全有機炭素量(TOC)の変遷
Temporal change of pollen composition and TOC amount during the last 72 ka in Lake Nijori.



気候変動が炭素循環に及ぼす影響 Impact of climate change on carbon cycle

温暖化に伴って植物の呼吸量と光合成量(生産量)がどのように変化するかを明らかにするために、広域での炭素循環を予測するモデルを開発しています。

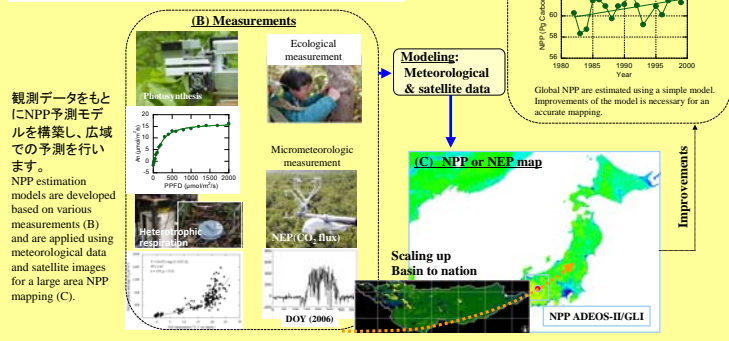
We develop a model demonstrating the carbon cycle in large area, and try to clarify the fluctuations of the plant respiration and photosynthesis (production) amounts in future, in accordance with warming.

広域NPPマッピング NPP mapping in a large area

植物は光のエネルギーを利用して光合成によって二酸化炭素中の炭素を炭水化物として植物体に固定します。このため植物は大気中の二酸化炭素濃度を減らして温暖化を抑制できると考えられています。広域で植物の成長量(純一次生産量:NPP)を推定すれば、植生が吸収する二酸化炭素量の分布、つまり温暖化抑止への貢献状況が分かります(Fig. A)。

Plants fix carbon from carbon dioxide (CO_2) as carbohydrates in their body (Fig. A). Therefore, plants could reduce atmospheric CO_2 concentration and delay global warming. Mapping of plant growth (Net Primary Production: NPP) reveals states of CO_2 absorption, namely contribution of delaying global warming by terrestrial vegetation (A).

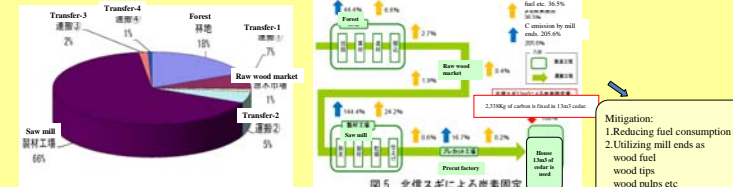
NPP = Ph - R Ph: 光合成量(Photosynthesis) R: 呼吸量(Respiration)



炭素排出緩和策 Mitigation of carbon emission

日本は天然資源に乏しく、森林は貴重な再生可能な資源です。しかし、日本の木材自給率は28%と低く、伐期に達した森林が未利用のまま放置されています。このような木材資源を有効に活用すれば木材中の炭素を固定し、低炭素社会の実現に貢献できます。伐採から製材に至る過程では未利用材や燃料消費によって二酸化炭素(CO_2)が生じるため(Fig. 1, 2)、各プロセスを検証して CO_2 排出を削減する手立てを講じることが必要になります。材木として利用される寿命を長く保つことにより多くの炭素を固定できます。

Japan has little natural resource and forest is an important renewable resource. Although mature forests are unused and only 28% of timbers are supplied by domestically. If we use such forest resources, we can fix carbon within timber and contribute on attaining low carbon use society. Unused wood materials and fuel consumption emits CO_2 in the process from logging to sawing lumber (Fig. 1, 2), therefore evaluating each process and mitigating CO_2 emission is required. Keeping the life of timber longer makes fixing more carbon.

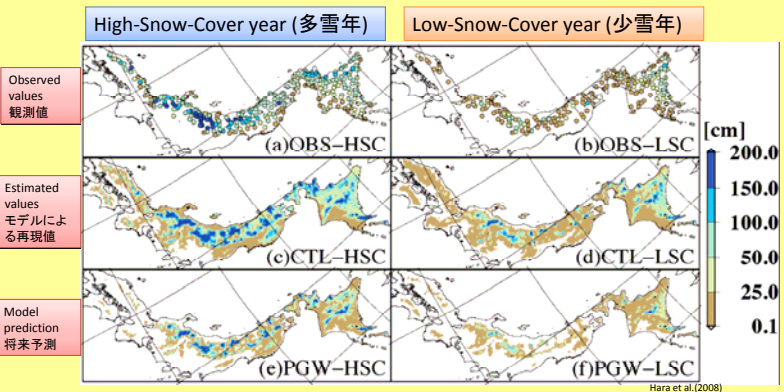


積雪を分布の再現と将来予測

Distribution of snow depth

地域レベルの気候変動(温度、降水量、積雪、蒸発量など)を将来予測するためのモデルを開発中です。開発中のモデルを検証するために、例として過去(2005年12月31日)の降雪量をモデルが再現できるかを試したところ、モデルから予測された多雪年と小雪年が、実際に観測された値とよく合いました。そこでこのモデルで将来予測が可能となり、ここでは積雪の減少が予測されています。今後は、空間解像度を高めて中部山岳の地域スケールで、特に、生態系や人間活動への影響が大きい極端値の予測に力を入れます。

We're developing a regional-scale predictive climate model (for temperature, precipitation, snow depth, evaporation, etc). To validate the model, we tested, for example, whether the model realize the past snow depth (31 Dec., 2005). The predicted values by the model were close to the observed values. Then we made future prediction using the model and it predicts decline in snow depth. We're now improving the model to increase spatial resolution for regional-scale prediction in Japanese Alps. In particular we aim to predict extreme values which have significant impact both on ecosystem and human activities.

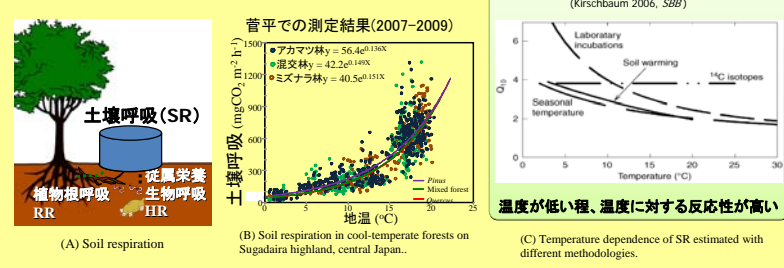


土壌呼吸と温暖化の影響 A warm response by soils

土壌呼吸(SR)とは、土壌表面からの CO_2 の放出現象であり、植物の根呼吸と従属栄養生物(微生物)による土壌有機物の分解呼吸を含む(A)。最近20年間の温暖化に伴いSRは増加しているが、その動態についての理解は進んでいない。SRは、一般的に温度(地温)に対して指数関数的に増加する(B)。SRの温度反応性は地温が 10°C 上昇したときのSRの増加率 Q_{10} としてあらわされるが、温度が低いほど Q_{10} は高くなる(C)。

Soil respiration, SR, the flux of microbially and plant-respired carbon dioxide (CO_2) from the soil surface to the atmosphere. SR has increased with climate warming over the past 20 years, however, the dynamics of SR are not well understood and the global flux remains poorly constrained. Q_{10} is the proportional increase in SR for a 10°C increase in temperature. Decomposition rate are much greater at higher than at lower temperatures.

NEP = NPP - SR NEP: Net Ecosystem production) HR: 土壌呼吸量 (Heterotrophic respiration)



標高により温暖化影響の顕著化が違う⇒高山帯での温暖化による脆弱性評価が急務

→ 次頁の山岳森林限界での温暖化実験も参照

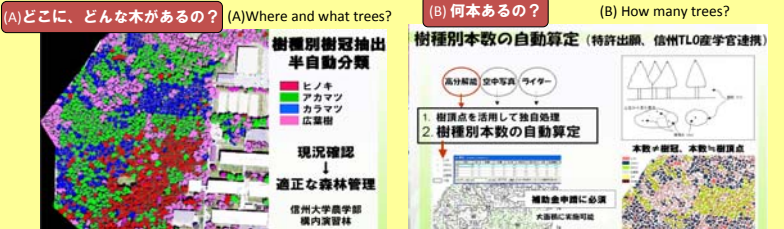
See Warming experiment on mountain forest line in the next page

緊急に管理が必要な森林を判別する

Discriminates forests which require urgent management

防災や炭素吸収などの森林の機能を発揮させるには、適正な森林管理が必要です。特に、密度の高すぎる人工林の間伐は急務です。そこで、リモートセンシング(衛星画像)から、樹木の種類と密度を求め、間伐の優先度の高い森林を自動的に判別する技術を開発しました(特許出願中)。今後は、この判別を中部山岳域全体に自動拡張することを目指します。

Appropriate forest management is necessary to make forests to exercise their functions of disaster prevention and carbon assimilation. In particular, tree thinning in too dense artificial forest is urgent issue. We developed the method (in patent application) where we make automatic discrimination of forests which need urgent thinning by tree type identification and density measurement by remote-sensing (satellite images). We're now developing way to enlarge this automatic discrimination to Japanese Alps broad area.



気候変動が土砂災害と物質循環に及ぼす影響

Impact of climate change on landslides and sediment disasters

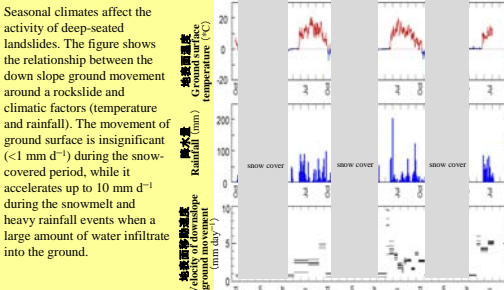
気候変動によって、土砂災害の危険や物質循環がどのように変わるのかを予測するモデルの開発を進めています。

We're developing a model to **predict risk of landslides and sediment disaster, and matter cycle when climate changes.**

気候が深層崩壊の活動性に及ぼす影響

Impact of climate on the activity of deep-seated landslides

気候は大規模崩壊地の活動性に大きく関わっている。下図はその事例であり、大規模崩壊地周辺の地面の移動速度におよぼす積雪、降雨の影響を示している。積雪期には地面はほとんど移動しないが、融雪期や降雨時など、水が多量に岩盤へ浸透する時期には、地面は斜面下方へ急速度で移動する。

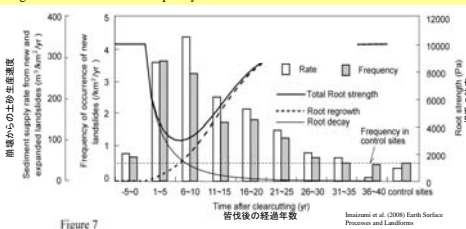


気候変動→植生変化→斜面崩壊？

Climate change -> vegetation change -> landslides?

気候変動は植生変化を通じて斜面崩壊の発生に影響する可能性があります。図は植生が斜面崩壊に与える影響の例であり、皆伐後の崩壊の発生状況の変化を示しており、皆伐により崩壊が多発する様子がわかる。同様に気候変動により植生が変化すると崩壊の発生率が変わる可能性があります。

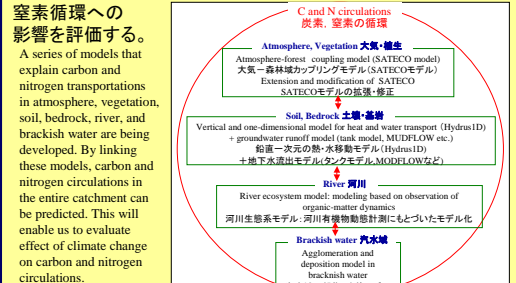
Climate change can affect occurrence of landslides through vegetation. The figure is an example how vegetation cover affects landslides, showing temporal changes in landslide frequency after clear cutting. Landslide frequency increases significantly after clear cutting. Thus, vegetation change caused by climate change might affect the landslide frequency.



大気－陸域－河川－沿岸域をつなぐ統合的物質循環モデル

Model for the material circulation linking atmosphere, land, rivers, and coastal zone

現在大気、植生、土壌、基岩、河川、汽水域における炭素・窒素の移動を示す一連のモデルの開発が進められている。これらのモデルを連携させることで、流域全体の炭素・窒素循環の予測が可能となる。さらにそれにより、気候変動があった場合の炭素・窒素循環への影響を評価する。



気候変動が生物多様性へ及ぼす影響

Impact of climate change on biodiversity

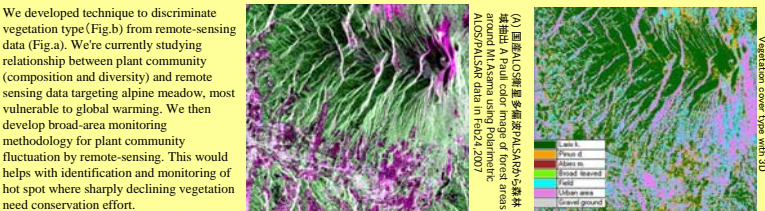
気候変動が生物多様性に与える影響を、1)生物多様性ホットスポットの判別と追跡、2)標高傾度に沿って生物群集(種間)と遺伝子(種内)がどう変化するか、3)森林限界と湖を対象にした生態系温暖化実験、で調べています。

We're examining the **impact of climate change on biodiversity** by 1) identification & monitoring of **biodiversity hotspot**, 2) how **biological community (inter-species) and genes (intra-species) change over altitude cline**, and 3) **ecosystem warming experiments** on a forest limit line and a lake.

生物多様性ホットスポットの判別と追跡観測

Identification & monitoring of biodiversity hotspot

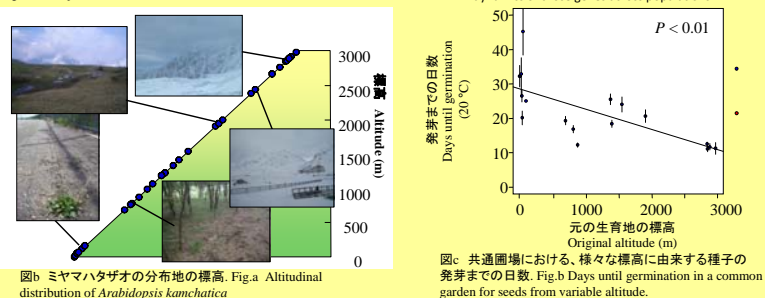
リモートセンシングデータ(RSd, 図A)から植生タイプを識別する技術を開発しました(図B)。現在、温暖化に特に脆弱な高山植物帯で、RSdと地上で測定した群集組成・種多様性の関係を調べています。そこから、植物群集の広域変動を追跡する手法を開発します。植生衰退が著しく保全が必要なホットスポットの特定と追跡に役立ちます。



標高万能植物を使った温暖化適応遺伝子の探索

Searching warming-adaptation gene using altitude-versatile plant

遺伝学のモデル植物シロイヌナズナに近縁な野生植物、ミヤマハタザオ(図a)、中部山岳周辺で標高30から3000mという驚異的な分布を示します(図b)。標高が違えば、同じ環境で育てるといくつもの形質が生理的に違ってくる(図c)。これらの形質の変異を担っている遺伝子は、標高適応に関連した遺伝子である可能性が高く、温暖化に適応していく上で重要な遺伝子と考えられます。そこで、これらの遺伝子を探索し、これらの遺伝子の集団間分布と時間動態を調べていきます。



山岳森林限界での温暖化実験

Warming experiment on mountain forest line



わずかな標高の違いによって生態系が激変する森林限界において、オープントップチャンバーによる温暖化実験を行い、温暖化が高山の生物多様性と物質循環に与える影響を調べています。1m²の通年温暖化区(温度増加、積雪期・雪圧減少)、夏期温暖化区(温度増加)、対象区を各5反復設定し、1) 植生(木・草・シダ・苔・地衣)、2) 土壌呼吸、3) 窒素無機化、4) 腐食、セルロース分解菌の変化を追跡しています。

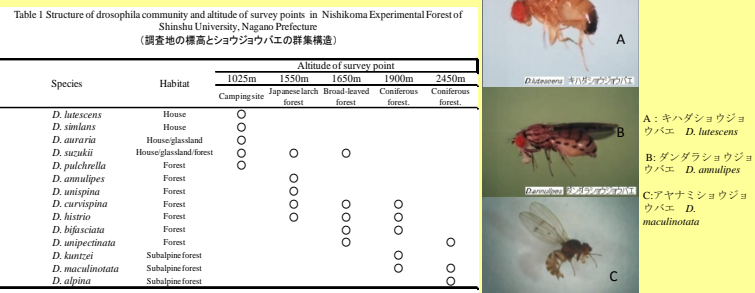
Targeting forest limit line, where slight altitudinal difference causes drastic ecosystem change, we're studying impact of global warming on alpine ecosystem by open top chamber experiment. In 5 replications (each 1m² of all-season warming (increased temperature & decreased snow season and snow pressure), summer warming (increased temperature) and control, we're monitoring changes in 1) vegetation (trees, herbs, ferns, bryophytes, lichens), 2) soil respiration, 3) nitrogen mineralisation, 4) humus, and 5) cellulose-decomposing fungi.

温暖化の生物センサー (ショウジョウバエの例)

Biological sensor for warming- example of Drosophilid

標高による生物群集や遺伝子がどのように変わるのかを明らかにすれば、温暖化が生物多様性に及ぼす影響を検出し理解する上で多くのヒントが得られます。私達はバクテリア、真菌、植物、動物などの様々な生物群集においてこのような研究を展開しています。例えばショウジョウバエ群集は標高によって明瞭に変わり、群集特性を指数化することで温暖化の生物センサーとすることができます。

To reveal change in biological communities and genes provides a lot of implication in detecting and understanding biodiversity change by global warming. We're conducting such studies for various organism including bacteria, fungi and plants. For example drosophilid community changes clearly over altitude and it can be biological sensor for warming, if we develop appropriate community index.



湖水の温暖化実験: 動物群集と食物連鎖

Warming experiment for lake water - zooplankton community and food chain

