

Sea ice and ocean primary production and phenology in the Arctic Ocean Sea ice and ocean primary production and phenology in the Arctic Ocean

JIN, Meibing^{1*}
JIN, Meibing^{1*}

¹International Arctic Research Center, University of Alaska Fairbanks

¹International Arctic Research Center, University of Alaska Fairbanks

In the Arctic Ocean, both phytoplankton and sea ice algae are important contributors to primary production and the arctic food web. We use a coupled ice algal and pelagic ecosystem model embedded in the global physical model POP-CICE (Parallel Ocean Program- Los Alamos Sea Ice Model) to study the ecosystem response to climate changes. The model results showed a mean seasonal cycle of ice algal production from March to May and subsequent ocean production from May to September in the Arctic. The ice algal production, although smaller than that of the ocean, is of ecological importance as a food source for higher trophic levels during the long arctic winter before ice melt. The simulated mean open-ocean upper 100m primary production within the Arctic Circle was 413 Tg C/yr in the years 1998 to 2006, close to the remote sensing derived estimate of 419 Tg C /yr but with higher interannual variations. The mean sea ice algal production in the Northern Hemisphere from 1998 to 2007 was 21.3 Tg C/yr, which is in the range of multi-observational estimations of 9 to 73 Tg C/yr based on in situ measurements. Arctic organisms are adapted to the strong seasonality of environmental forcing. Climate warming causes shrinking ice coverage and earlier ice retreat in the Arctic, which is likely to change the timing of primary production. Using a synthesis of available satellite observation data and the coupled ice-ocean ecosystem model, we found that, over a large portion of the Arctic marginal seas, the timing variability of ice retreat at a specific location has a strong impact on the timing variability of pelagic phytoplankton peaks but weak or no impact on the timing of ice-algae blooms in those regions. The model predicts latitudinal and regional differences in the timing of ice algae biomass peak (varying from April to May) and the time lags between ice algae and pelagic phytoplankton peaks (varying from 45 to 90 days). The correlation between the time lag and ice retreat is significant in areas where ice retreat has no significant impact on ice-algae peak timing, suggesting that changes in pelagic phytoplankton peak timing control the variability of time lags. Phenological variability of primary production is likely to have consequences for higher trophic levels, particularly for the zooplankton grazers, whose main food source is composed of the dually pulsed algae production of the Arctic.

キーワード: Arctic Ocean, primary production, phenology, sea ice algae, phytoplankton
Keywords: Arctic Ocean, primary production, phenology, sea ice algae, phytoplankton

シベリア北東部タイガ・ツンドラ境界域における熱・炭素収支に対する気象条件の影響 The effect of meteorological condition on energy and carbon budget on taiga-tundra boundary in North-eastern Siberia

宮崎 真^{1*}; 鄭 峻介¹; ブラギン イワン⁴; 鈴木 力英²; 鷹野 真也³; 新宮原 諒³; 両角 友喜³; 杉本 敦子³; マキシモフ トロフィム⁵
MIYAZAKI, Shin^{1*}; TEI, Shunsuke¹; BRAGIN, Ivan⁴; SUZUKI, Rikie²; TAKANO, Shinya³; SHINGUBARA, Ryo³; MOROZUMI, Tomoki³; SUGIMOTO, Atsuko³; MAXIMOV, Trofim⁵

¹ 国立極地研究所, ² 海洋研究開発機構, ³ 北海道大学, ⁴ ロシア極東地質研究所, ⁵ ロシア寒冷圏生物研究所

¹National Institute of Polar Research,, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³Hokkaido University, ⁴FarEast Geological Institute, FE RAS, ⁵nstitute for Biological Problems of Cryolithozone SD RAS

1. はじめに

北極域は近年の地球温暖化による全球平均気温の上昇の約2倍の温度上昇が起きている。今後、温度上昇に伴う環境変化が予想される。タイガ域 (e.g., Ohta et al., 2008, AFM; Miyazaki et al., 2014, Polar Sci.) やツンドラ域では (e.g., van der Molen et al., 2007, Biogeosciences: 以下, VDM07; Parmentier et al., 2011, JGR)、研究例が多数あるが、タイガ・ツンドラ境界域では熱・炭素収支観測研究は殆ど行われていない。

2013年6月から北極域シベリア北東部のロシア連邦サハ共和国チョクダ近郊のエコトーン (生態系遷移域) のタイガ・ツンドラ境界域にあるコダックサイト (北緯 70.564°、東経 148.267°、標高 7m) において熱・炭素収支観測を開始した。エコトーンは地球温暖化に伴う環境変化のシグナルが出やすい領域の一つである。同地域における熱・炭素収支に対する気象条件の影響についての解析から同地域の地表面-大気相互作用の素過程を明らかにすることを本研究の目的とする。

2. 観測サイトと手法

2.1 観測サイト

コダックサイトは、シベリア北東部の北極海に流れるインディギルガ川流域 (流域面積: 324,244km² の支流域に位置しており、カラマツのあるマウンド状の少し高い地形とミズゴケがある少し低い湿地が混在している。年平均気温は -13.4°C、平均年降水量は 200mm (1979年~2008年, BMDS Ver5.0; Yabuki et al., 2011) である。熱・水・二酸化炭素フラックス観測システムは、カラマツが優占している場所の北約 200m 北の高さ 10 数 cm の灌木があるマウンドの上で、インディギルガ川の支流の東の約 200m のところに設置した。地表面は 20cm 程度の厚さの有機層に覆われ、7月上旬でも土壌層は凍結していた。

2.2 観測手法

熱・水・二酸化炭素フラックス観測システムは、超音波風速温度計 (Campbell Sci. Inc. CSAT3) と赤外線水蒸気二酸化炭素分析計 (Campbell Sci. Inc. EC150) により高さ 2.55m において 10Hz で計測を行い、渦相関法により 30分平均のフラックスを算出した。放射収支の測定には4成分 (長波・短波の上下) 放射計 (HukseFlux. NR01; 高さ 1.37m) を用い、地中熱流量は熱流板 (Hukseflux; HFP01) と地温 (Campbell Sci. Inc.; 107), 土壌水分 (Cambell Sci. Inc.; CS616, Sentek; EnviroSMART) の鉛直分布から算出した。その他に一般気象要素として気温, 相対湿度, 風向風速, 気圧, 降水量 (Vaisala WXT520; 高さ 1.6m) を測定し (10分平均値を記録), 地温と土壌水分についてはマウンドと湿地の両方において測定した。生物季節や地表面状態のモニタリングの為に定点カメラ (GardenWatchCam) を設置して画像を取得している。衛星リモートセンシングの地上検証のための分光放射観測も植生毎に行った。

3. 結果

2013年6月23日から10月27日までの解析結果を示す。日平均気温と日平均相対湿度は、それぞれ -17.9~21.9°C と 53.9%~90% の間で変動していた。期間中の総降水量は 81.6mm で、最大日降水量は 23.6mm day⁻¹ であった。日平均風速は 0~7.0 m s⁻¹ の間で変動していた。夏季には日平均気温と日平均風向の間には明瞭な関係があり、北風成分の時には気温が低く、南風成分の時には気温が高くなっていた。最表層の地温は -2.2~11.1°C の間で変動していたが、深さ 0.625m の地温は 0°C 以下を維持しており、凍結していたと考えられる。深さ 0.225m と 0.425m における地温はそれぞれ 7/18 と 8/18 に 0 度以上になり融解したこの地域の活動層厚は 0.25-0.45m (VDM07) とほぼ同程度であった。湿地の深さ 0.145m の土壌水分は 10月初めまで 50% 以上であったが、その後は急激に下降したのは、凍結によるものと考えられる。マウンド上の深さ 0.335m の7月下旬から急激に上昇し、8月上旬には 50% に達したのは、活動層底の氷の融解によるものと考えられる。日平均正味放射量は -65~200 W m⁻² の間で変動し、地中熱流量は -39~40 W m⁻² の間で変動した。日平均潜熱フラックス (期間平均: 20.8W m⁻²) は日平均顕熱フラックス (16.4W m⁻²) より少し大きかった。日平均正味

生態系炭素交換量 (NEE) は、8/25 までは数日を除いて負の値で、地表面が大気中の二酸化炭素を吸収していたが、その後は数日を除いて正の値で地表面から大気中に二酸化炭素が放出されていた。期間中の積算 NEE は $-64 \text{ g C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ で、この値はツンドラで観測された値 ($-92 \text{ g C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$; VDM07) より吸収量が少なめだが、本研究では生育期間開始 (おそらく 5 月下旬) から 6 月中旬までの観測値が含まれていないので来年以降の観測結果を用いた検討が必要である。さらに、フラックス観測時のフットプリント解析を行い、測定値に影響した地表面の土地被覆について検討を行う必要がある。

謝辞：本研究は GRENE 北極気候変動事業により実施された。

キーワード: タイガ・ツンドラ境界域, シベリア, 熱・炭素収支

Keywords: Taiga-Tundra boundary, Siberia, Energy and carbon budget

Year to year variations in larch growth and their controlling factors in taiga-tundra boundary ecosystem, NE Siberia Year to year variations in larch growth and their controlling factors in taiga-tundra boundary ecosystem, NE Siberia

LIANG, Maochang^{1*}; TEI, Shunsuke¹; SUGIMOTO, Atsuko²; MAXIMOV, Trofim C.³; KIYASHKO, Sergey⁴; VELIVETSKAYA, Tatiana A.⁵; IGNATIEV, Alexander V.⁵
LIANG, Maochang^{1*}; TEI, Shunsuke¹; SUGIMOTO, Atsuko²; MAXIMOV, Trofim C.³; KIYASHKO, Sergey⁴; VELIVETSKAYA, Tatiana A.⁵; IGNATIEV, Alexander V.⁵

¹Graduate School of Environmental Sci. Hokkaido Univ., ²Faculty of Environmental Earth Sci. Hokkaido Univ., ³Inst. Biological Problems of Cryolithozone, SBRAS, Yakutsk, Russia, ⁴Far East Inst. of Marine Biology, FEB RAS, Vladivostok, Russia, ⁵Far East Inst. of Geological, FEB RAS, Vladivostok, Russia

¹Graduate School of Environmental Sci. Hokkaido Univ., ²Faculty of Environmental Earth Sci. Hokkaido Univ., ³Inst. Biological Problems of Cryolithozone, SBRAS, Yakutsk, Russia, ⁴Far East Inst. of Marine Biology, FEB RAS, Vladivostok, Russia, ⁵Far East Inst. of Geological, FEB RAS, Vladivostok, Russia

Eastern Eurasia is covered by permafrost which is the largest and the deepest in the world. In its arctic region of lowland of Indigirka River, taiga-tundra boundary ecosystem covers the area. For better understanding of this boundary ecosystem, it is important to understand controlling factors on the growth of larch trees which is the dominate tree species of taiga. Larch growth can vary spatially and temporally. In spatial variation, we found that high soil moisture influences mortality of the larch trees and N availability explains differences in trees ability of C assimilation among the sites. To know the controlling factors on temporal variation of larch growth, we conducted field measurements on photosynthesis, needle nitrogen (N) content, needle mass and isotopic ratios in larch needle and stem in every summer from 2009 to 2013 at four sites in the Indigirka River Basin, near Chokurdakh (70°37'N, 147°53'E), northeastern Siberia.

There was no seasonal variation in needle mass during the growing season after needles were fully open, while needle N content showed seasonality. Needle N content in the year positively correlated with July air temperature and stem $\delta^{13}\text{C}$ and following year needle $\delta^{13}\text{C}$. These results indicates that, in the year with higher July air temperature, more N was allocated to needle and larch trees exhibited higher photosynthetic rate and photosynthetic C used for needle production was one year delayed. Higher air temperature in the year possibly indicates higher solar radiation based on positive correlation between July temperature and sun hours. Therefore, it can be said that larch growth shows strong dependence on solar radiation. In terms of temperature itself, we found higher temperature could limit photosynthetic rate. In addition, wet event, occurred at some sites in 2011 and 2012, caused low photosynthetic rate and low needle N content in 2012, and higher needle $\delta^{13}\text{C}$ in 2012 and 2013. These results indicate that high soil moisture could limit larch photosynthesis and reduce N uptake and cause stomata closure as well.

Our observational results indicate that solar radiation is one of the most important controlling factors on larch growth, and high soil moisture and high temperature can limit larch growth.

キーワード: Carbon and nitrogen isotopes, Needle N content, Photosynthesis, Air temperature and solar radiation, Soil moisture, Vegetation change

Keywords: Carbon and nitrogen isotopes, Needle N content, Photosynthesis, Air temperature and solar radiation, Soil moisture, Vegetation change

東シベリアタイガ-ツンドラ境界における植生の空間分布 Spatial distribution of vegetation at taiga-tundra boundary ecosystem in eastern Siberia

両角 友喜^{1*}; Bragin Ivan⁵; Starostin Egor⁶; 新宮原 諒¹; 鄭 峻介²; 鷹野 真也¹; 宮崎 真²; Maximov Trofim C.⁷; 杉本 敦子³

MOROZUMI, Tomoki^{1*}; BRAGIN, Ivan⁵; STAROSTIN, Egor⁶; SHINGUBARA, Ryo¹; TEI, Shunsuke²; TAKANO, Shinya¹; MIYAZAKI, Shin²; MAXIMOV, Trofim C.⁷; SUGIMOTO, Atsuko³

¹北海道大学大学院環境科学院, ²情報・システム研究機構 国立極地研究所 北極観測センター, ³北海道大学地球環境科学研究所, ⁴海洋研究開発機構 地球環境変動分野, ⁵Far East Geological Institute, Far Eastern Branch Russian Academy of Science, ⁶North-Eastern Federal University, ⁷Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences

¹Hokkaido University Graduate School of Environmental Science, ²National Institute of Polar Research, Arctic Environment Research Center, ³Hokkaido University Faculty of Environment Earth Science, ⁴Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Research Institute for Global Change, ⁵Far East Geological Institute, Far Eastern Branch Russian Academy of Science, ⁶North-Eastern Federal University, ⁷Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences

東シベリア、インディギルカ川低地チョクダ周辺(70° N, 148° E)にはタイガ-ツンドラ境界生態系が広がっている。比較的乾燥した立地にはカラマツ (*Larix gmelinii* etc.) が生育し、湿潤になるにつれて中間域には灌木 (*Betula nana* etc.) が、中湿域にはミズゴケ (*Sphagnum* sp. etc.) が、湛水域にはスゲ (*Eriophorum angustifolium* etc.) が生育している。より河川側の氾濫原には広大なヤナギ灌木林 (*Salix udensis* etc.) が存在する。土壌水分はこれらの植生タイプを決める支配的因子である。メタンなどの温室効果ガス放出速度も土壌水分によってコントロールされるので、その放出速度の空間的な分布を知るためには地表植生の分類がカギとなる。

そこで本研究の目的は衛星画像と空撮写真データによる地表植生の分類とした。植生分類と植生分布図作成には高解像度マルチスペクトル衛星データ (GeoEye-1, WorldView-2) とラジコンヘリを用いた空撮写真 (2013) とを用いた。空撮写真に基づき衛星画像データについて教師付分類を行った。また、地上観測で得られた出現植物種の記載等と照らし合わせて分類結果の検証を行った。本研究結果は観測によって得られた温室効果ガスや生産量などのデータとあわせて広域評価のために利用される。

キーワード: タイガ-ツンドラ境界域, 植生分布図, リモートセンシング, シベリア

Keywords: Taiga-Tundra boundary, vegetation map, remote sensing, Siberia

北極データアーカイブシステム (ADS) による北極域雪氷圏変動の衛星観測 Satellite observation of cryospheric change using Arctic Data archive System (ADS)

アリマス ヌアスムグリ^{1*}; 榎本 浩之¹; 矢吹 裕伯³; 杉村 剛¹; 亀田 貴雄²

ALIMASI, Nuerasimuguli^{1*}; ENOMOTO, Hiroyuki¹; YABUKI, Hironori³; SUGIMURA, Takeshi¹; KAMEDA, Takao²

¹ 国立極地研究所, ² 北見工業大学, ³ 海洋研究開発機構

¹National Institute of Polar Research, ²Kitami Institute of Technology, ³JAMSTEC

GRENE 北極気候変動研究プロジェクトでは、北極域のデータアーカイブシステム (Arctic Data archive System : ADS) が整備されている。ADS は衛星データの可視化機能を備えている。北極圏の海氷減少は環境の変化のみならず、沿岸地域の産業や居住環境にも影響を与えている。ADS では 1978 年からの衛星マイクロ波観測データとして SMMR, SSM/I, AMSR, AMSR-E, AMSR2 のデータを収納している。これらのデータにより 35 年以上の北極の積雪域や海氷域の長期変動の解析が可能である。データ全天候性で、極夜の期間でも観測可能である。この発表では、ADS を使って各地の衛星マイクロ波データをサンプリングし、雪氷域の長期変動についてまとめる。

キーワード: 北極, 雪氷圏, 衛星, データアーカイブ

Keywords: Arctic, Cryosphere, Satellite, Data archive

SF₆によるカナダ海盆における太平洋冬季水の水塊年齢の分布 Age of the Pacific Winter Water in the Canada Basin estimated from SF₆

荻原 佑介^{1*}; 川合 美千代²

OGIWARA, Yusuke^{1*}; KAWAI, Michiyo²

¹ 東京海洋大学 大学院 海洋科学技術研究科, ² 東京海洋大学 先端科学技術研究センター

¹Tokyo University of Marine Science and Technology, ²Tokyo University of Marine Science and Technology

In the Pacific sector of the Arctic Ocean, Pacific Winter Water (PWW) distributes between 100m and 200m depths. Because the PWW has high nutrient concentrations and low pH, its spreading pathway has implications on primary production and ocean acidification in the Arctic Ocean. In this study, we have observed distribution of SF₆, a transient tracer alternative to CFCs, in order to trace newly formed PWW into the Canada Basin.

Sampling was carried out in summer of 2013 on the CCGS Louis S. St-Laurent. Seawater at the core of PWW (salinity = 33.1) were collected in Niskin bottles and then transferred into custom-made glass bottles. Samples were kept at low temperature and brought back to Japan. Concentrations of SF₆ in seawater samples were determined by an ECD-GC following the method described in Bullister and Wisegarver (2008).

Results show that younger PWW distributes at the periphery of the Beaufort Gyre, a major anticyclonic circulation in Canada Basin. The age of PWW estimated from SF₆ was 13~15 years in the center of the gyre, whereas age was 6~9 years around the gyre. From the distributions of SF₆ age, dissolved oxygen and nutrients, it is suggested that there is a pathway of PWW from the Siberian shelves or slopes into the northeastern Canada Basin.

キーワード: 北極海, 時系列トレーサー, 六フッ化硫黄, 海洋循環

Keywords: arctic ocean, time transit tracer, SF₆, ocean circulation

北東シベリアインディギルカ川低地における土壌有機物の無機化速度 Mineralization Rate of Soil Organic Carbon at the Lowland of Indigirka River in North-eastern Siberia

新宮原 諒^{1*}; 田辺 真一²; 鷹野 真也¹; Ivan Bragin³; 村瀬 潤⁴; 鄭 峻介⁵; Trofim C. Maximov⁶; 杉本 敦子⁷
SHINGUBARA, Ryo^{1*}; TANABE, Shinichi²; TAKANO, Shinya¹; BRAGIN, Ivan³; MURASE, Jun⁴; TEI, Shunsuke⁵; MAXIMOV, Trofim C.⁶; SUGIMOTO, Atsuko⁷

¹北海道大学大学院環境科学院, ²北海道大学理学部, ³Far East Geological Inst. FEB RAS, Vladivostok, Russia, ⁴名古屋大学大学院生命農学研究科, ⁵国立極地研究所, ⁶Inst. for Biol. Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia, ⁷北海道大学大学院地球環境科学研究院

¹Grad. School of Env. Sci., Hokkaido Univ., ²School of Sci., Hokkaido Univ., ³Far East Geological Inst. FEB RAS, Vladivostok, Russia, ⁴Grad. School of Bioagr. Sci., Nagoya Univ., ⁵National Inst. of Polar Research, ⁶Inst. for Biol. Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia, ⁷Faculty of Earth Env. Sci., Hokkaido Univ.

北極域には多量の土壌有機炭素が蓄積されている。北極域の温暖化増幅のもと、地温の上昇や活動層の深化が起これば、土壌有機炭素の分解が促進され、温室効果気体であるCO₂およびCH₄の放出量が増大する懸念がある。CO₂やCH₄の放出速度を決める主要な因子である有機物の分解速度は、有機物の量だけでなく有機物の質にも依存すると考えられる。本研究では北東シベリアインディギルカ川低地の表層土壌層を一定温度(5, 10℃)で培養することにより、CH₄およびCO₂の生成速度を評価し、土壌有機物の分解性を検討した。

土壌層はチョクルダ(70.62 N, 147.90 E)の周辺域で採取した。この地域は東シベリアの連続的永久凍土帯の中に位置し、タイガ林とツンドラの境界域にあたる。カラマツが生育し比較的乾燥した立地のマウンドと、土壌水分が高くスゲやミズゴケが生育する湿地の計7か所において深度約10-60 cmの土壌層を採取した。7月に採取した融解層(10, 20, 30 cm)を現地で8日間嫌気培養したほか、6月の早夏に採取した融解前の土壌層(13-62 cm)を日本へ輸送し、34-42日間の嫌気培養および好気培養を行った。採取した土壌は、この地域の活動層(約20-50 cm)と最上部の永久凍土層を含む。

マウンドの土壌ではCO₂は生成したもののCH₄生成が確認されず、通常乾燥した地点ではメタン菌数が少なく、嫌気条件に変化してもCH₄生成の起こらないことが示唆された。一方湿地の土壌はCH₄生成が検出されたうえ(0-0.88 μmol (g dry soil)⁻¹ day⁻¹)、特に浅い深度でCO₂とともに活発な生成が見られ、易分解性の有機物が表層で多いことに対応していると考えられる。CH₄生成速度の温度依存性は、表層(約10-40 cm)において10℃での生成速度が5℃の0.9-1.1倍であったのに対し活動層の中下部(32-50 cm)では1.9-3.3倍となり、表層よりも活動層中下部で大きいことが明らかとなった。

キーワード: メタン, 二酸化炭素, 培養実験, 東シベリア, タイガ-ツンドラ境界, 安定同位体比

Keywords: methane, carbon dioxide, incubation experiment, Eastern Siberia, taiga-tundra boundary, stable isotope ratio

ヤクーツクにおける高精度降雪観測 Accurate snowfall measurement at Yakutsk, Russia

平沢 尚彦^{1*}; 杉浦 幸之助²; 保坂 征宏³; Maximov T.⁴

HIRASAWA, Naohiko^{1*}; SUGIURA, Konosuke²; HOSAKA, Masahiro³; MAXIMOV, Trofim⁴

¹ 国立極地研究所/総合研究大学院大学, ² 富山大学極東地域研究センター, ³ 気象研究所, ⁴ 寒冷圏生物問題研究所

¹National Institute of Polar Research, ²Center for Far Eastern Studies, University of Toyama, ³Meteorological Research Institute,

⁴Institute for Biological Problems of Chryolithozone

地球温暖化において、水循環もまた地球規模の変動を起こす。極域では降雪の変動が積雪被覆の面積や期間を変えることによって、アイス-アルベドフィードバックに影響を及ぼす。極域において、現在、気候変動がどのように顕在化し、気候システムがどのように変わってきているのかを理解するためには、気温だけでなく降水量・降雪量の変化も知る必要がある。気温、気圧、風向風速などは天気予報や気候の記述に関して十分な精度で観測することができるようになったが、降水量、とりわけ降雪量の観測精度は現在においても十分とは言えない。世界中で使われている筒状のゲージタイプの降雪量計では、その降雪粒子捕捉率が 50 % 以下になることは少なくない。極域寒冷域では降水強度の弱い降水の頻度が高く、降水イベントを通した総降水量が少ないため、蒸発による過小評価もより深刻に影響する。極域の気候研究において、降水(雪)量を正しく観測することは焦眉の課題となりつつある。

本研究は北極域における降水量を高い精度で観測することを第一の目的とし、その結果に基づいて、既存の降水量データの修正及び気候モデルの精緻化に貢献しようとしている。ゲージタイプの降雪量計における問題を回避するために、ディストロメーター(個々の降水粒子粒径、落下速度の計測の統計)を利用する。本講演では、2013 年初冬に測定した降雪イベントの解析結果を示す。

キーワード: ヤクーツク, 降雪量, ディストロメーター

Keywords: Yakutsk, Snowfall, Disdrometer

スバルバル諸島ニーオルスンにおける大気中酸素濃度連続観測 Continuous measurements of the atmospheric O₂/N₂ ratio at Ny-Ålesund, Svalbard

後藤 大輔^{1*}; 森本 真司²; 青木 周司²; 中澤 高清²; 村山 昌平³
GOTO, Daisuke^{1*}; MORIMOTO, Shinji²; AOKI, Shuji²; NAKAZAWA, Takakiyo²; MURAYAMA, Shohei³

¹ 国立極地研究所, ² 東北大学大学院理学研究科, ³ 産業技術総合研究所

¹National Institute of Polar Research, ²Graduate School of Science, Tohoku University, ³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Simultaneous observations of atmospheric O₂ (defined as O₂/N₂ ratio) and CO₂ concentrations provide valuable information about the global carbon cycle. For a better understanding of the global carbon cycle, several laboratories have developed precise measurement systems for the O₂/N₂ ratio and carried out systematic observations since the early 1990s. To elucidate the variations of the atmospheric O₂/N₂ ratio in detail and to contribute to a better understanding of the role of Arctic region on the regional and global carbon cycle, we developed a continuous measurement system using a differential fuel-cell O₂ analyzer, and then initiated systematic observation at Ny-Ålesund, Svalbard in November 2012, which is the first continuous observation in the Arctic region. The system is equipped with NDIR analyzer to measure CO₂ concentration simultaneously. The analytical precisions of O₂/N₂ ratio and CO₂ are estimated to be ±1.4 per meg and ±0.03 ppmv, respectively. Here, we will present observational results of the first year.

The O₂/N₂ ratio observed at Ny-Ålesund shows a clear seasonal cycle with peak-to-peak amplitude of about 120 per meg, which reaches a minimum in late March to early April and a maximum in August. On the other hand, the CO₂ concentration varies seasonally in opposite phase with the O₂/N₂ ratio, showing the amplitude of 16 ppm. Short-term variations on time scales of several hours to several days are also clearly seen. In winter, it is often observed that the O₂/N₂ ratio sharply declines in a short time, accompanied by an increase in the CO₂ concentration, and the low values last for several hours or days. The O₂:CO₂ exchange ratio defined as the slope of a linear regression line between the measured values of O₂/N₂ ratio and CO₂ range between -1.6 and -1.5 ppm/ppm, which are close to the average O₂:CO₂ exchange ratio expected from fossil fuel burning in Europe. The results of backward trajectory analysis indicated that the air masses arrived at Ny-Ålesund during the periods when such short-term variations were observed passed near or over Scandinavian Peninsula. Therefore, such a decline in the O₂/N₂ ratio is ascribed to transport of urban air influenced by human activities in Europe. In spring to summer, irregular fluctuations of O₂/N₂ ratio are often observed. The amplitude of such fluctuations reaches 50-60 per meg (corresponding to about 10-13 ppm). Similar fluctuations of CO₂ are also found in opposite phase with O₂/N₂ ratio. However, their amplitudes are 5 ppmv at most. The comparison of backward trajectories of air parcels with the distributions of marine biotic net primary production suggests that such fluctuations of O₂/N₂ ratio are closely related to O₂ emission due to marine biological activity near Norwegian Sea.

キーワード: 大気中酸素濃度, 炭素循環, O₂:CO₂ 交換比, 大気-海洋間 O₂ フラックス
Keywords: atmospheric O₂, carbon cycle, O₂:CO₂ exchange ratio, air-sea O₂ flux

北極圏氷河のクリオコナイト粒の地域特性と形成過程 Geographical variations in formation process of cryoconite granules on Arctic glaciers

藤澤 雄太^{1*}; 竹内 望¹; 永塚 尚子²; 植竹 淳²; 宮入 匡矢¹

FUJISAWA, Yuta^{1*}; TAKEUCHI, Nozomu¹; NAGATSUKA, Naoko²; UETAKE, Jun²; MIYAIRI, Masaya¹

¹ 千葉大学大学院理学研究科, ² 国立極地研究所

¹Graduate School of Science, Chiba University, ²National Institute of Polar Research

氷河上にはクリオコナイトと呼ばれる暗色の不純物が堆積している。クリオコナイトは主に雪氷微生物由来の有機物や鉱物粒子で構成されている。これらの構成物は、氷河上に生息する糸状のシアノバクテリアの働きによってクリオコナイト粒と呼ばれる粒状の複合体を形成していることが多い。クリオコナイト粒は通常1mmほどの球形で、バクテリアの腐食作用により黒色に近い色をしている。近年、グリーンランド氷床裸氷域南西部の表面には、クリオコナイト粒の堆積による暗色域が出現していることが明らかになっている。衛星画像の解析から、暗色域の拡大に伴い氷河表面のアルベドの低下が大きくなっていることが確認されている。このようなクリオコナイト粒による表面の暗色化は、氷河の融解に大きな影響を及ぼす可能性がある。したがって、クリオコナイト粒の形成過程についての理解は、氷河生態系の理解や氷河の質量収支への影響を考える上で重要である。しかし、質量減少著しいグリーンランド氷床をはじめとする北極圏の氷河では、クリオコナイト粒の形成過程は明らかになっていない。本研究では、北極圏に位置する氷河のクリオコナイト粒の表面状態や形態、内部構造を分析し、氷河による形成過程の違いを明らかにすることを目的とした。

本研究では、グリーンランドの氷床北西部、スバルバードのロングヤービン氷河、シベリアのスタルハヤタ氷河、アラスカのグルカナ氷河の各消耗域で採取されたクリオコナイト粒サンプルの分析を行った。実体顕微鏡、透過型光学顕微鏡を用いてクリオコナイト粒の表面を観察し、その形態的特徴や構成物の特徴、粒径の測定を行った。さらに、クリオコナイト粒の内部構造を明らかにするためにサンプルを樹脂で包埋し、研磨によって薄片を作成し、断面構造の顕微鏡観察を行った。

クリオコナイト粒の顕微鏡観察の結果、同じ北極圏に位置するグリーンランド、スバルバード、シベリア、アラスカの氷河間で、クリオコナイト粒の形態の違いがあることがわかった。クリオコナイト粒の平均粒径は、スバルバードが最も大きく、シベリア、アラスカ、グリーンランドの順であった。スバルバードのクリオコナイト粒の平均粒径は0.63mm、色は褐色。シベリアのクリオコナイト粒の平均粒径は0.50mm、色は黒色。アラスカのクリオコナイト粒の平均粒径は0.49mm、色は灰色から褐色。グリーンランドのクリオコナイト粒の平均粒径は0.43mm、色は褐色から黒色であった。各氷河のクリオコナイト粒サンプルの薄片を作成し、内部構造を観察した結果、クリオコナイト粒の内部には複数の構造が存在することがわかった。グリーンランドでは、粒同士が融合してひとつの粒を形成する構造が観察され、スバルバードでは、主に褐色の層とそれよりも濃い色の層の同心円状の層構造が観察された。シベリアでは、比較的大きな鉱物粒子を取り込む構造が観察され、アラスカでは、粒がひとつの層からなる単層の構造が多く観察された。これらの構造の違いは、各地域でのクリオコナイト粒の形成段階、また氷河上の形成環境の条件を反映していると考えられる。

アラスカ・デナリハイウェイ沿いのパルサの発達史 Development of a Palsa along the Denali Highway, Alaska

岩花 剛^{1*}; 内田 昌男²; 近藤 美由紀²; 吉川 謙二¹; ラリー ヒンズマン¹
IWAHANA, Go^{1*}; UCHIDA, Masao²; KONDO, Miyuki²; YOSHIKAWA, Kenji¹; LARRY, Hinzman¹

¹ アラスカ大学フェアバンクス校, ² 国立環境研究所

¹University of Alaska Fairbanks, ²National Institute for Environmental Studies

パルサは、連続および不連続永久凍土地帯の泥炭湿原に分布する多年凍結丘である。地中が凍結する際に形成される層脈状の析出氷晶による凍上現象が隆起の主要因である。上層部はピートに覆われ、下層は鉱物土を含む層になっており、堆積層の年代測定や凍土の地球雪氷学的特徴、パルサの内部構造から、周辺地域における氷河後退前後の環境変動に関する情報が得られることが期待される。対象のパルサは、アラスカ・デナリハイウェイ沿いに位置し、1957年に開通したハイウェイの建設によって削られ、内部構造が露呈していた。現在は約20m後退して完全な断面は見えないが、露頭の一部からある程度の内部構造情報が得られた。Pewe (1983) によってパルサと紹介され、底面ピートの年代測定から、この地域での氷河後退が少なくとも約10500年以前であったとした。本発表では、6.5mのボーリングコアの分析と地温測定、露頭の観察から推測される対象パルサの発達史と環境変化について報告する。

キーワード: アラスカ, デナリハイウェイ, パルサ

Keywords: Alaska, Denali Highway, Palsa

北極域の積雪中に含まれるダストのSr-Nd同位体比を用いた供給源推定 Sr-Nd isotopic ratios of mineral dust in Arctic snow

永塚 尚子^{1*}; 小川 佳美¹; 東 久美子¹; 杉浦 幸之助²; 榎本 浩之¹; 山田 廣宣¹; 中野 孝教³
NAGATSUKA, Naoko^{1*}; OGAWA, Yoshimi¹; GOTO-AZUMA, Kumiko¹; SUGIURA, Konosuke²; ENOMOTO, Hiroyuki¹
; YAMADA, Hironobu¹; NAKANO, Takanori³

¹ 国立極地研究所, ² 富山大学, ³ 総合地球環境学研究所

¹NIPR, ²Toyama University, ³RIHN

極地に分布する積雪や氷河の氷の中には、様々な大気降下物が保存されている。このうち、黒色炭素や鉱物ダストなどの光吸収性エアロゾルは雪氷面に沈着してアルベドを低下させることで最近の北極域の温度上昇に寄与しており、地球の気候に対して正の放射強制力を持つ。これらの大気エアロゾルは主に大陸からの長距離輸送によって極域に供給されていることが明らかだが、その輸送経路や空間分布は近年の急速な地球表層環境の変化の影響を受けて著しく変動することが予想され、アイスアルベドフィードバックの変化などを通じたさらなる地球環境変動をもたらすと考えられる。

量が少なくても分析が可能なSr-Nd同位体比は、積雪中に含まれるダストの分析に応用可能な供給源特定法の1つである。しかしながら、このような同位体比を使った積雪中のダストの供給源に関する研究は、表面に大量のダストが堆積するアジアの雪氷圏では行われているが、極域の雪氷圏で行われた例はまだほとんどない。そこで本研究では、モンゴル、アラスカ、およびグリーンランドの積雪中に含まれるダスト濃度、およびそのSr-Nd同位体比を測定し、各地域のダストの供給源を明らかにすることを目的とした。得られた結果を、各地域で報告されている砂漠の砂やレスなどの堆積物の値と比較し、各地域の積雪中に堆積している鉱物ダストの供給源の解釈を試みた。

分析を行ったのは、2012年にモンゴル、アラスカ中部、およびグリーンランド北西部のカナック氷帽の積雪域で採取された鉱物ダストである。分析の結果、鉱物ダストの同位体比は各積雪域で大きく異なる値を示した。モンゴルのダストはSrが低くてNdが高い傾向を示したのに対し、グリーンランドのダストはSrが低くてNdが高い傾向を示した。また、アラスカのダストはモンゴルよりもわずかに低いNd比を示した。これは積雪中のダストの供給源がアラスカ・モンゴルとグリーンランドとで大きく異なることを示している。このダストの値を先行研究で報告されている各地の堆積物の値と比較すると、モンゴルはアルタイや中国北部の砂漠、アラスカはカザフスタンの砂漠やタクラマカン砂漠、グリーンランドは積雪域周辺のモレーンや土壌にそれぞれ近い値を取った。このことから、2012年のモンゴルとグリーンランドの積雪中に含まれるダストは、遠方から飛来したものではなく、それぞれ比較的近距离の供給源から供給されたものであることがわかった。先行研究によるSr-Nd同位体比分析の結果、グリーンランド内陸域で掘削されたアイスコア中ダストは、主にゴビ砂漠などのアジアの砂漠を起源とする風送ダストであることが明らかにされているが、本研究で分析を行ったダストは沿岸域の氷河で採取したことから、沿岸域には風送ダストよりも周辺のモレーン由来の鉱物が多く供給されている可能性が考えられる。一方、アラスカの2012年の積雪に含まれるダストは周辺から供給されたものではなく、主に太平洋を超えたアジアの砂漠から供給された可能性があることが明らかになった。

キーワード: Sr-Nd 同位体比, 積雪中ダスト, 北極域

Keywords: Sr-Nd isotopic ratio, mineral dust in snow, Arctic region

北極陸域における全球再解析データ比較 -観測に基づく陸面モデル入力データセットの作成に向けて-
Intercomparison of Arctic atmospheric reanalysis data: Deriving observation-based forcing data for terrestrial models

森 淳子^{1*}; 斉藤 和之²; 宮崎 真¹; 末吉 哲雄²; 飯島 慈裕²; 羽島 知洋²
MORI, Junko^{1*}; SAITO, Kazuyuki²; MIYAZAKI, Shin¹; SUEYOSHI, Tetsuo²; IJIMA, Yoshihiro²; HAJIMA, Tomohiro²

¹ 国立極地研究所, ² 海洋研究開発機構

¹National Institute of Polar Research, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2011 年度から文部科学省の「グリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス (GRENE) 事業北極気候変動分野「急変する北極気候システム及びその全球的な影響の総合的解明 (GRENE Arctic Climate Change Research Project (GRENE-ACCRP))」が開始された。同事業の研究課題「環北極陸域システムの変動と気候への影響 (GRENE Terrestrial Ecosystem in Arctic: GRENE-TEA)」は、気候システムにおける北極陸域システムの役割と機能を明らかにして、全球の気候への北極域の変化の影響を評価する事を目的としている

北極陸域における観測値を用いたモデルの相互比較「北極陸域モデル相互比較プロジェクト (GTMP)」は、GRENE-TEA のモデリンググループのプロジェクトの一つである。GTMP では、GRENE-TEA などによる現地観測で得られたデータを用いて、モデル入力データ及び検証データを作成し、モデル間および各サイト間の比較を行う。

現地観測データを入力値として用いる場合、実際の観測値には欠測値や観測されていない項目があるため、そのままではモデル入力データとはならない。そこで、GTMP では以下のような手順で観測サイトごとの入力データセットを作成している。まず、再解析データ (モデルベースの全球再解析およびステーションベースの CRU) をベースにした 7 要素 (気温、比湿、降水量、風速、気圧、下向き短波・長波放射量) 30 年分の連続データ (version.0; v0) を作成する。その後、現地観測データを用いて v0 を補正することで、観測サイトの特徴を持ち、かつ、モデル入力に適したデータセット (version1; v1) を作成する。このようにして作成された v1 を入力とするモデル出力を用いることにより、現地観測された検証データ (地温、土壌水分、積雪深や葉面積指数など) との比較に際して、モデル以外の要素に起因する誤差が少なくなることが見込まれる。

使用する再解析データについては、異なる特性を持つ数種類のデータセットが現在利用可能である (例えば、提供期間が比較的長い NCEP/NCAR や、2013 年に公開されたばかりの JRA-55 など)。これらのうち、GRENE 北極プロジェクトの観測サイトが分布する北緯 60 度以北の状況を最もよく再現しているデータセットを選択することを目的として、以下の主要な全球再解析データ間で比較を行った。比較した再解析データは ERA Interim, JRA-55, MERRA, NCEP/NCAR Reanalysis 1, NCEP-DOE Reanalysis 2, NCEP-CFSR の 6 種類であり、比較対象は CRU とした。本研究では、入力データセットとして GTMP で提供する予定の 7 要素のうち、より本質的と考えられる 2 m 気温と降水量について検討を行った結果を示す。

キーワード: 北極域, 陸域モデル, 再解析データセット

Keywords: Arctic region, Terrestrial model, Reanalysis dataset

自動測定システムによるアラスカ凍土コアサンプルの各種微量ガス交換量測定 Automatic measurement of gas emission/uptake of Alaskan permafrost soils

米村 正一郎¹; 内田 昌男²; 近藤 美由紀^{2*}
YONEMURA, Seiichiro¹; UCHIDA, Masao²; KONDO, Miyuki^{2*}

¹ 農業環境技術研究所, ² 環境研究所

¹NIAES, ²NIES

温暖化にともない凍土からの急激な温室効果ガスの発生が懸念されている。本研究ではアラスカ凍土を採取して、室内実験により採取された凍土コアからのガス発生量に関する実験の方法論を構築したのでこれについて報告する。CO₂は負の温度でも発生が見られた。CO, H₂についても発生がみられた。NO, N₂Oについては窒素含量の多いサンプルほど多くの発生が見られる傾向にあった。

キーワード: 凍土, アラスカ, 二酸化炭素, 窒素酸化物, 室内実験

Keywords: permafrost soil, Alaska, CO₂, NO, laboratory experiment

自然火災がアラスカの北方林とツンドラの土壌炭素蓄積量に及ぼす影響のシミュレーション解析
Simulating effects of natural fire disturbance on soil carbon storage of boreal forest and tundra ecosystems in Alaska

王新^{1*}; 横沢正幸²; 荒木田葉月³; 森健介⁴; 伊勢武史⁵; 近藤美由紀⁶; 内田昌男⁶; 串田圭司⁷; 戸田求¹
WANG, Xin^{1*}; YOKOZAWA, Masayuki²; ARAKIDA, Hazuki³; MORI, Kensuke⁴; ISE, Takeshi⁵; KONDO, Miyuki⁶; UCHIDA, Masao⁶; KUSHIDA, Keiji⁷; TODA, Motomu¹

¹ 広島大学生物圏科学研究科, ² 静岡大学工学部・工学研究科, ³ 神戸理科学研究所, ⁴ カルガリー大学地球情報学部, ⁵ 兵庫県立大学シミュレーション学研究科, ⁶ 国立環境研究所地球環境研究センター, ⁷ 日本大学生物資源科学部

¹Department of Environmental Dynamics and Management, Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima, ²Department of Mathematical and Systems Engineering, Graduate School of Engineering, Shizuoka Univ., ³Riken Kobe Branch, Kobe, ⁴Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, ⁵Graduate School of Simulation Studies, University of Hyogo, ⁶Center for Environment Measurement and Analysis, National Institute for Environmental Studies, ⁷College of Bioresource Sciences, Nihon University

Boreal forest and tundra are the major ecosystems in the northern high latitudes and represent one of the largest reservoirs of carbon over terrestrial ecosystems in the world. Most of the carbon is stored in permafrost where frozen organic matter is protected from decomposition due to biotic activity in the underlying soil. The surface humus layers that should work as the protective layers insulate the permafrost soil far away from the effect of climate warming. Hence, the removal of protective layers by natural fire episodes increases the vulnerability of permafrost to thaw, and the carbon stored in permafrost to decomposition under climate warming in the near future. To elucidate effects of fire severity and temperature sensitivity on the soil carbon storage of boreal forest and tundra ecosystems in Alaska, we conducted simulations using the Physical and Biogeochemical Soil organic carbon Dynamics Model (PB-SDM), which consists of meteorologically-relevant land surface model and soil organic carbon dynamics model. The PB-SDM model of fire severity, designed from the analysis of the field observations, describes the effects of fire characteristics in frequency and size on the reduction of the soil organic layer. The simulation captured realistic annual variations in soil organic carbon storage and thickness in boreal forest and tundra ecosystems individually by finding optimal model parameters in terms of the frequency and size of fire events and temperature sensitivity. The result reveals that our model can be used for predicting soil carbon storage in boreal forest and tundra ecosystems at regional scales where fire regimes play a key role in the soil organic carbon storage as affected by climate warming.

Keywords: High-latitude soil, fire severity, Soil organic carbon, boreal forest, tundra

北東シベリアタイガ - ツンドラ境界域湿地土壌のメタン酸化ポテンシャル Methane Oxidation Potential of Arctic Wetland Soil of a Taiga-Tundra Ecotone in North-eastern Siberia

村瀬 潤^{1*}; 杉本 敦子²; 新宮原 諒³; Maximov Trofim C.⁴
MURASE, Jun^{1*}; SUGIMOTO, Atsuko²; SHINGUBARA, Ryo³; MAXIMOV, Trofim C.⁴

¹ 名大院生命農学, ² 北大院地球環境, ³ 北大院環境科学院, ⁴ ロシア科学アカデミー寒冷圏生物学研究所
¹Grad. Sch. Bioagr. Sci., Nagoya Univ., ²Fac. Earth Environ. Sci., Hokkaido Univ., ³Grad. Sch. Environ. Sci., Hokkaido Univ.,
⁴Inst. Biol. Problems of Cryolithozone

北極域の湿地帯は大気メタンの重要なソースであり、気候変動にともなう温暖化と永久凍土の融解は北極域湿地帯のメタン生成を促進すると考えられる。メタン酸化は湿地から大気へのメタン放出を制御する鍵となるプロセスであり、本研究では北東シベリアのタイガ-ツンドラ移行帯における湿地土壌の潜在的なメタン酸化活性を、その空間分布と環境要因の影響に着目して測定した。2012年、2013年の夏期にミズゴケ、スゲの泥炭、および隣接するカラマツ、コケ植生のマウンドから表層土壌(0-10cm)を採取した。採取した土壌を均質にした後に一定濃度のメタン(0.5-0.8% v/v)とともにガスクロバイアル中で培養し、経時的にメタン濃度を測定した。マウンドの土壌ではメタン酸化活性は認められなかったが、泥炭土壌では活発なメタン酸化(培養温度15℃のとき190-270 nmol h⁻¹ g⁻¹ 乾土)が観察された。層位別のメタン酸化活性を測定したところ、最大活性は水飽和層の直上(ミズゴケ泥炭:4-6 cm, スゲ泥炭:0-2 cm)で観察された。また、嫌氣的と考えられる水飽和層の土壌でも活発なメタン酸化が認められ、メタン酸化細菌が環境の変化に素早く反応したものと推察された。0-15℃の範囲で温度依存的なメタン酸化活性の変化が確認されたが、0℃でもメタンの酸化は観察され、メタン酸化が起こる最低温度は-4~-11℃と推定された。大気から供給されると想定される無機養分やブラックカーボンの添加はメタン酸化活性に影響を与えなかった。

キーワード: メタン酸化, ツンドラ, 泥炭
Keywords: Methane oxidation, tundra, peat

極域データアーカイブシステムにおけるオンライン可視化アプリケーション「VISION」の開発 Online visualization tool "VISION" on Arctic Data archive System (ADS)

杉村 剛^{1*}; 矢吹 裕伯²
SUGIMURA, Takeshi^{1*}; YABUKI, Hironori²

¹ 国立極地研究所, ² 独立行政法人 海洋研究開発機構

¹National Institute of Polar Research, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

GRENE 北極気候変動分野において、我々は北極域研究に関するデータの一元的な収集・蓄積・公開を目指して「北極域データアーカイブシステム」(以下、ADS: Arctic Data archive System)の構築を進めている。このシステムでは、北極域研究に関わる研究者や研究機関がそれぞれの流儀でまとめたそれぞれの分野のデータ(例えば観測データやサンプルデータ、分析データ、モデルによる計算データ)を系統的に管理することで、各研究者や研究機関によるデータの相互利用を分野横断的に実現させようとしている。

そもそもデータの相互利用には、データの管理形式の差異という壁に加えて、極論を言えば、データの内容が作成者本人以外には理解しづらいという大きな壁がある。そのため、研究者にとって、同分野ならまだしも、異分野のデータの内容は類推することすら容易ではない。すなわち逆に、データ内の情報をあらゆる研究者が容易に把握できるシステムを提供できれば、研究者間で異なる分野のデータに対する理解が進み、分野間でのデータ相互利用が促進されると期待できる。

そこで、ADS 開発に伴い我々は、特に北極域研究に関わるあらゆる研究者が容易に操作可能なオンラインデータ可視化アプリケーション"VISION"の開発を行った。

本講演では、可視化アプリケーション"VISION"の仕組みや機能を紹介する。

キーワード: オンライン可視化, 衛星データ, SSMI, AMSR

Keywords: online visualization, satellite data, SSMI, AMSR

縮小する東シベリアースンタル・ハヤタの氷河 Shrinking glaciers in Suntar Khayata, east Siberia

門田 勤^{1*}; 白川 龍生²; 日下 稜²; 高橋 修平²; Galanin Andrey³; Fedorov Alexander³; 榎本 浩之⁴; 大畑 哲夫¹; 矢吹 裕伯¹

KADOTA, Tsutomu^{1*}; SHIRAKAWA, Tatsuo²; KUSAKA, Ryo²; TAKAHASHI, Shuhei²; GALANIN, Andrey³; FEDOROV, Alexander³; ENOMOTO, Hiroyuki⁴; OHATA, Tetsuo¹; YABUKI, Hironori¹

¹ (独) 海洋研究開発機構, ² 北見工業大学, ³ メルニコフ永久凍土研究所, ⁴ 国立極地研究所

¹Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ²Kitami Institute of Technology, ³Melnikov Permafrost Institute,

⁴National Institute of Polar Research

Introduction

Since Northern Hemisphere high latitude regions are noticeable trend of global warming and climate change, appearance of its impact is interest. Northeastern Eurasia is area of blank of observational research. One of a few regions studied in the past is Suntar Khayata in east Siberia, where Russian scientists carried out wide range of study during IGY (1957-1959).

Study area

Suntar Khayata region, located in the latitudes between 62 and 63 degree north and in the longitudes between 140.7 and 142 degree east, forms a divide between the Arctic Sea and the Sea of Okhotsk. Oymyakon depression, known as the cold pole in the Northern Hemisphere, is located to the northeast. Glacier inventory of this region was prepared based on the aerial photographs taken in 1944-1947 (Koreisha, 1963). Total number and area of glaciers were 205 and 206.28 km². Three glacierized region are recognized, namely Northern massif, Central massif and Southern massif. The highest elevation of each massif is 2959 m, 2933 m and 2944 m.

Glaciers observed are No. 29 to 33 in Northern massif including No. 31 which was intensively studied during IGY.

Observation

We carried out glaciological observations such as mass balance (stake method), ice thickness measurement (radio-echo soundings), and topographic survey (DGPS) in July/August in 2012 and 2013. Automatic weather stations were also set on/around the glaciers.

Results

Glacier-wide mass balance in 2012/2013 was -1.04 m w.e. for a glacier complex (Glaciers No. 29, 30 and 31). This value shows more negative state than those in 1957-1959.

We generated DEMs of surface and bed of the Glacier No. 31 using ice thicknesses obtained by radio-echo soundings and surface elevations by GPS survey, then we estimated the volume of the glacier to be 0.20 km³ (area: 3.02 km², mean thickness: 62 m). Ice thicknesses in its tongue reduced by 110-60 m (terminus to upstream) since 1957.

Based on multi-temporal aerial and satellite imagery, 18 investigated glaciers reduced in area by approximately 36% from 1945 to 2011.

Concluding remark

Summer (July-August) air temperature observed on the glacier in 2012 and 2013 were higher than those in 1957-1959, which brought about more negative mass balance than those in 1957-1959. Superimposed ice formation was also very limited in 2012/2013. This resulted in disappearance of accumulation area. Reconstruction of long-term mass balance history is present target.

Acknowledgement

This study has been jointly carried out by JAMSTEC (Northern Cryosphere Research Program) and GRENE Arctic Climate Change Research Project (The role of arctic cryosphere in global change).

キーワード: 氷河, シベリア, スンタル・ハヤタ, 縮小

Keywords: glacier, Siberia, Suntar Khayata, shrink

環北極の地温に及ぼす積雪の影響 Effect of snow depth on pan-Arctic permafrost thermal regimes

朴 昊澤^{1*}; フェドロフ アレクサンダー²; ワルシ ジョン³
PARK, Hotaek^{1*}; FEDOROV, Alexander²; WALSH, John³

¹ 海洋研究開発機構, ² ロシア凍土研究所, ³ アラスカ大国際北極研究センター

¹JAMSTEC, ²Melnikov Permafrost Institute, Yakutsk, Russia, ³International Arctic Research Center, University of Alaska Fairbanks

This study quantitatively evaluated how insulation by snow depth (SND) affected the soil thermal regime and permafrost degradation in the pan-Arctic area, and more generally defined the characteristics of soil temperature (T_{SOIL}) and SND from 1901-2009. This was achieved through experiments performed with the land surface model CHANGE, to assess sensitivity to winter precipitation as well as air temperature. Simulated T_{SOIL} , active layer thickness (ALT), and SND were generally comparable with in-situ or satellite observations at large scales and over long periods. Northernmost regions had snow that remained relatively stable and in a thicker state during the past four decades, generating greater increases in the T_{SOIL} . Changes in SND have led to changes in the thermal state of the underlying soil, which is strongly dependent on both the magnitude and the timing of changes in snowfall. Simulations of the period 2001-2009 revealed significant differences in the extent of near-surface permafrost, ranging from 15.6 to 18.7 million km². This spread was the result of differences in the model's treatment of meteorology. Permafrost loss was greater when SND increased in the autumn rather than in the winter, due to insulation of the soil from the early cooling. Simulations revealed that T_{SOIL} tended to increase over most of the pan-Arctic from 1901-2009, and this increase was significant in northern regions, especially in northeastern Siberia where SND is responsible for 50% or more of the changes in T_{SOIL} at a depth of 3.6 m. In the same region, ALT also increased at a rate of approximately 2.3 cm per decade. The most sensitive response of ALT to changes in SND appeared in the southern boundary regions of permafrost, in contrast to permafrost temperatures within the 60°-80°N region, which were more sensitive to changes in the SND. Finally, the modeling performed in this study suggests that snow cover contributes to the warming of permafrost in northern regions and could play a more important role under conditions of future Arctic warming.

キーワード: 活動層, 陸面過程モデル, 凍土, 積雪深, 地温

Keywords: active layer thickness, land surface model, permafrost, snow depth, soil temperature

2013年9月の北部チャクチ海における珪藻生群集と水塊環境の定点観測 Fixed-point observation of diatom biocoenosis and water mass condition in the northern Chukchi Sea during September 2013

小野寺 文尚太郎^{1*}; 西野 茂人¹
ONODERA, Jonaotaro^{1*}; NISHINO, Shigeto¹

¹ 海洋研究開発機構地球環境変動領域
¹JAMSTEC-RIGC

In order to estimate the relationship between diatom flora and water mass condition in the northern Chukchi Sea, fixed-point ocean observation was conducted at Station 41 (72.45N, 168.24W, 56 m water depth) by R/V Mirai (Cruise MR13-06) in 10-25 September 2013. The optical equipment named "Multi-wave length excitation fluorescence photometer (Multi-Exciter)" was applied with CTD observation for the estimation of chlorophyll concentration in each major phytoplankton groups (diatom, green algae, and blue algae). Chlorophyll concentration gradually increased with the weakening of summer stratification by intensified sea-surface wind. The Multi-Exciter showed the clear increase of diatom in upper water column, which were also suggested by size-fractionated analysis of chlorophyll concentration and microscopic observation by scanning electron microscope and light microscope. However, the increase of diatom cell abundance was minor compared to the increase of total chlorophyll concentration. The dominance of large diatom genus *Proboscia* and the increased chlorophyll concentration in one diatom cell were the main causes on the increase of total chlorophyll concentration. The 3-6 fold increase of chlorophyll concentration within 6 hours was rarely observed around chlorophyll maximum layer during the middle observation period, which is probably explained by not only improved habitat environment for diatom but also movement of water masses such as lateral input of high chlorophyll waters.

キーワード: 北極海, チャクチ海, 珪藻, 多波長励起蛍光, クロロフィル
Keywords: Arctic Ocean, Chukchi Sea, diatom, excitation fluorescence, chlorophyll concentration

北極海チャクチボーダーランドにおける過去15.5万年にわたる古環境変動 Reconstruction of paleoenvironmental changes in the Chukchi Borderland over the last 15.5kyr

内田 昌男¹; 熊田 英峰²; 近藤 美由紀^{1*}; レラ シュテファン¹; 芝原 暁彦³; 天野 千恵⁴; 内海 真生⁵
UCHIDA, Masao¹; KUMATA, Hidetoshi²; KONDO, Miyuki^{1*}; RELLA, Stephan¹; SHIBAHARA, Akihiko³; AMANO, Chie⁴; UTSUMI, Motoo⁵

¹ 国立環境研究所, ² 東京薬科大学, ³ 産業総合技術研究所, ⁴ 東洋大学, ⁵ 筑波大学

¹National Institute for Environmental Studies, ²Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences, ³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁴Toyo University, ⁵University of Tsukuba

Knowledge on past variability of sedimentary organic carbon in the Arctic Ocean is important to assess natural carbon cycling and transport processes related to global climate changes. However, the late Pleistocene oceanographic history of the Arctic is still poorly understood. In the present study we show sedimentary records of organic carbon(TOC, $\delta^{13}C$), $CaCO_3$, benthic and planktonic foraminiferal $\delta^{18}O$, BIT index for terrestrial organic carbon input, IP25 for sea ice condition, and the coarse grain size fraction. The 8m length sediment core was retrieved in the northern Northwind Ridge in the far western Arctic Ocean, during the MR08-05 cruise by R/V Mirai. An age model based on oxygen isotope stratigraphy, radiocarbon dating and lithological constraints suggests that the core records paleoenvironmental changes of the last 155 kyr. In this conference, we discuss presented millennial scales records of glacial erosion, intermediate water and/or surface water and sea ice variabilities during cold/warm episodes of the last two glacial interglacial cycles in the light of ice sheet and ocean-atmosphere dynamics.