

2010年10月～2012年9月ノースウィンド深海平原における珪質植物プランクトンの沈降フラックス
Sinking fluxes of siliceous phytoplankton in the Northwind Abyssal Plain, Oct. 2010-Sep. 2012

小野寺 丈尚太郎^{1*}, 原田 尚美¹, 本多 牧生¹, 田中 裕一郎²
Jonaotaro Onodera^{1*}, Naomi Harada¹, Makio Honda¹, Yuichiro Tanaka²

¹ 海洋研究開発機構地球環境変動領域, ² 産業総合技術研究所地質情報研究部門
¹JAMSTEC-RIGC, ²AIST-IGG

Time-series sinking fluxes of siliceous phytoplankton (diatom, silicoflagellate, chrysophyte cyst, endoskeletal dinoflagellate *Actiniscus*, and edridian) were studied at Station NAPt in seasonal sea-ice area of the Northwind Abyssal Plain (75N 162W, 1975m water depth) from 4 Oct. 2010 through 18 Sep. 2012. Total of 51 sediment trap samples obtained at 180m water depth were applied in this study. Sinking flux of total mass (mainly composed of lithogenic materials) was relatively high in Nov.-Dec. 2010, July-Aug. 2011, and Nov.-Dec. 2011. However, total mass and siliceous phytoplankton fluxes in summer 2012 were relatively low compared to those in 2011. High diatom flux was observed in early winter (Nov.-Dec.) and Aug.-Sep. 2011. The diatom sinking flora except for Aug.-Sep. 2011 was mainly composed of *Chaetoceros* spp., their resting spores, and *Thalassionema nitzschioides*. This flora is similar to the diatom assemblage in the Canada Basin. The diatom sinking flora in Aug.-Sep. 2011 was mainly composed of *Fossula arctica* and *Fragilariopsis oceanica*. In this period, abundant gelatinous house of Appendicularia was also contained in the samples. The high abundances of *Fossula*, *Fragilariopsis*, and Appendicularia were not observed in summer 2012. Silicoflagellate flux showed maxima in early winter and summer both 2011 and 2012. Based on the comparison of diatom sinking flora around the study area, the absence of diatom flux peak in summer 2012 is probably due to significant influence of Beaufort Gyre waters rather than shelf waters. Chrysophyte cysts and heterotrophic siliceous dinoflagellate genus *Actiniscus* were observed throughout the sampled duration. The sinking flux of edridian *Ebria tripartita*, which is mainly observed in the outer continental shelf of Chukchi Sea, increased in Nov. 2010. The high biogenic flux in early winter did not reflect the high primary production at Station NAPt due to limited light condition in polar night. The large portion of high total mass flux in every early winter is probably explained by lateral particle transportation into the Northwind Abyssal Plain from the Chukchi Sea shelf.

キーワード: 珪藻, 植物プランクトン, 沈降粒子フラックス, セディメントトラップ, ノースウィンド深海平原, 北極海
Keywords: diatom, phytoplankton, sinking particle flux, sediment trap, the Northwind Abyssal Plain, the Arctic Ocean

西太平洋テレコネクションパターンの維持メカニズムと海氷への影響 Maintenance Mechanism of the Western Pacific Teleconnection Pattern and Its Impact on Sea Ice

田中 翔^{1*}, 中村 尚¹, 西井 和晃¹, 宮坂 貴文¹

Sho Tanaka^{1*}, Hisashi Nakamura¹, Kazuaki Nishii¹, Takafumi Miyasaka¹

¹ 東京大学先端科学技術研究センター

¹ RCAST, University of Tokyo

冬季北西太平洋において高度偏差の南北双極子構造を持つ西太平洋テレコネクションパターン (WP パターン; Wallace and Gutzler, 1981) がしばしば観測される。この北側の循環偏差はカムチャツカ半島上空に存在し、これが高気圧性偏差となる正位相時には、海氷は例年よりもオホーツク海及びベーリング海のロシア沿岸付近では減少し、ベーリング海アラスカ沿岸付近では増加する傾向が知られている (Linkin and Nigam, 2008)。海氷分布への影響のみならず、WP パターンは日本に寒波をもたらすなど極東の気候に大きな影響を与えるが、その維持メカニズムは未解明である。

本研究では、大気再解析データを用いて、1948年から2010年冬季 (DJF) に卓越した32イベントの正位相のWPパターンを抽出し、偏差場の持つ運動エネルギーと有効位置エネルギーの収支の観点からWPパターンの維持メカニズムを調査した。この32イベントに基づく合成図解析により、WPパターンに伴う南北の気圧偏差の鉛直構造は、大まかにみれば等価順圧構造を示すものの、対流圏下層から中層にかけて高さとともに南西に傾く傾圧構造を持つことが初めて示された。この特徴は、海洋上で冬季に卓越する他のテレコネクションパターンに伴う循環変動が等価順圧構造を持つことと対照的である。従来、海洋上の停滞性の循環変動パターンは等価順圧構造を持つと考えられてきたため、移動性擾乱からの渦度フラックスを介した順圧的フィードバックや西風ジェット気流出口での運動エネルギー変換が、その維持にとって重要であると考えられてきた。WPパターンにおいてもこれらの維持メカニズムは働いているものの、傾圧構造に伴う熱フラックスを介した気候平均場から偏差場への有効位置エネルギー変換が最も重要であることが見出された。この有効位置エネルギー変換には、気候平均惑星規模波動に伴う北西太平洋上空の東西気温傾度を横切る東西風偏差による熱輸送が特に重要なことも示された。一方、移動性擾乱活動の変調に伴う降水偏差やWPパターンに伴う下層気温偏差による海洋からの顕熱供給偏差は、WPパターンの有効位置エネルギーを効果的に減衰させようと働くことも分かった。しかしながら、減衰の効果を加味しても気候平均場からの傾圧的・順圧的エネルギー変換や移動性擾乱からの順圧的フィードバックが効率的にWPパターンにともなう偏差を維持・強化することが見出された。大会当日は、以上のエネルギー収支に基づくWPパターンの維持メカニズムと共に、WPパターンの海氷分布への力学的・熱力学的影響についても発表する予定である。

キーワード: テレコネクションパターン, 西太平洋パターン, オホーツク海, ベーリング海, 傾圧エネルギー変換

Keywords: Teleconnection Pattern, Western Pacific Pattern, Sea of Okhotsk, Bering Sea, Baroclinic Energy Conversion

2012年8月に発生した顕著な北極低気圧：北極低気圧への遷移機構 An Intense Arctic Cyclone in August 2012: A Transition Mechanism to Arctic Cyclone

相澤 拓郎^{1*}, 田中博²

Takuro Aizawa^{1*}, Hiroshi L. TANAKA²

¹ 筑波大学生命環境科学研究科, ² 筑波大学計算科学研究センター

¹Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, ²Center for Computational Sciences, University of Tsukuba

An intense arctic cyclone in August 2012 is investigated in this study. Especially, we analyzed i) three dimensional structures and ii) mechanisms of the development focused on a transition process to arctic cyclone from extratropical cyclone.

The center pressure of the arctic cyclone decreases to 965 hPa, which is an all-time minimum in August arctic cyclones. In the early phase, the arctic cyclone is a shallow baroclinic cyclone originated with an arctic front of 60 degree north. Then the baroclinic cyclone undergoes the transition process of the arctic cyclone due to the merger with a relatively weak (990 hPa) preceding arctic cyclone. The shallow baroclinic cyclone becomes a deeper and wider barotropic cyclone with a couple of stratospheric warm core and tropospheric cold core. Analyses show that the transition to arctic cyclone plays some important role in the development of the arctic cyclone.

キーワード: 北極低気圧, 温帯低気圧, 遷移過程

Keywords: arctic cyclone, extratropical cyclone, transition process

4倍大気二酸化炭素時の温暖化と極域増幅に対するサブグリッド積雪分布の寄与 The contribution of sub-grid snow distributions to climate change and polar amplification in a quadrupled CO₂ world.

大石 龍太^{1*}, 新田友子¹, 高田久美子¹, 末吉哲男², G. E. Liston³, 阿部彩子⁴

Ryouta O'ishi^{1*}, NITTA, Tomoko¹, TAKATA, Kumiko¹, SUEYOSHI, Tetsuo², G. E. Liston³, ABE-OUCHI, Ayako⁴

¹ 国立極地研究所, ² 海洋研究開発機構, ³ コロラド州立大学, ⁴ 東京大学大気海洋研究所

¹National Institute of Polar Research, ²Research Institute for Global Change, JAMSTEC, ³Colorado State University, ⁴AORI the University of Tokyo

大気大循環モデルを用いた将来気候予測において、積雪被覆の変化は積雪アルベドフィードバックを通じて極域増幅に対して寄与する重要な要素である。本研究では、サブグリッド積雪被覆スキーム SSNOWD(Liston 2004) を大気大循環モデル MIROC の陸面サブモデル MATSIRO に組み込んだ。この SSNOWD を導入した MIROC を用いて産業革命前と 4 倍大気二酸化炭素実験を行い温暖化を推定した。

また、簡易な経験式に基づいて積雪被覆を表現している現行の MIROC による 4 倍大気二酸化炭素実験と比較することで、サブグリッド積雪被覆の導入による large-scale の気候変動と極域増幅に対する寄与を推定した。

キーワード: 積雪被覆, 大気大循環モデル

Keywords: snow cover, GCM

MIROC 気候モデルにおけるフィードバックプロセスの北極域温暖化増幅への寄与 Relative contribution of feedback processes to Arctic amplification of temperature change in MIROC GCM

吉森 正和^{1*}, 渡部 雅浩¹, 阿部 彩子¹, 塩竈 秀夫², 小倉 知夫²

Masakazu Yoshimori^{1*}, Masahiro Watanabe¹, Ayako Abe-Ouchi¹, Hideo Shiogama², Tomoo Ogura²

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 国立環境研究所

¹The University of Tokyo/AORI, ²National Institute for Environmental Studies

The finding that surface warming over the Arctic exceeds that over the rest of the world under global warming is a robust feature among general circulation models (GCMs). While various mechanisms have been proposed, quantifying their relative contributions is an important task in order to understand model behavior and operating mechanisms. Here we apply a recently proposed feedback analysis technique to a GCM under different external forcings including elevated and lowered CO₂ concentrations, and increased solar irradiance. First, the contribution of feedbacks to Arctic temperature change is investigated. Surface air temperature response in the Arctic is amplified by albedo, water vapor, and large-scale condensation feedbacks from that without a feedback although a part of it is suppressed by evaporative cooling feedback. Second, the contribution of feedbacks to Arctic amplification (AA) relative to global average is investigated. Under the positive radiative forcings, the albedo feedback contributes to AA predominantly through warming the Arctic more than the low latitudes while the evaporative cooling feedback contributes to AA predominantly by cooling the low latitudes more than the Arctic. Their relative effects vary with the applied forcing, however, and the latter dominates over the former in the increased solar irradiance and lowered CO₂ experiments. The large-scale condensation plus evaporative cooling feedback and the dynamical feedback contribute positively and negatively to AA, respectively. These results are consistent with an increase and a decrease of latent heat and dry-static energy transport, respectively, into the Arctic under the positive radiative forcings. An important contribution is thus made via changes in hydrological cycle and not via the 'dry' heat transport process. A larger response near the surface than aloft in the Arctic is maintained by the albedo, water vapor, and dynamical feedbacks, in which the albedo and water vapor feedbacks contribute through warming the surface more than aloft, and the dynamical feedback contributes by cooling aloft more than the surface. In our experiments, ocean and sea ice dynamics play a secondary role. It is shown that a different magnitude of CO₂ increase introduces a latitudinal and seasonal difference into the feedbacks.

キーワード: 北極域温暖化増幅, 全球気候モデル

Keywords: Arctic amplification, global climate model

北極温暖化増幅と北極振動 Arctic Amplification and Arctic Oscillation

田中 博^{1*}

Hiroshi Tanaka^{1*}

¹ 筑波大学

¹University of Tsukuba

最近の地球温暖化研究の最前線は、北極圏の温暖化の研究にあると言っても過言ではない。地球温暖化は北極圏で最も顕著に現れ、北極圏で昇温が増幅することから、この現象を北極温暖化増幅と呼ぶ。北極温暖化増幅が起こる原因として、アイス - アルベドフィードバックが考えられてきた。その後の研究ではこの効果を除いても北極温暖化増幅は生じることから、大気と海洋による極向き熱輸送の増大が原因で、アイス - アルベドフィードバックがそれを増幅していると考えられる。この北極温暖化増幅が原因となって、最近では内部変動としての北極振動(AO)が負となっている。北極圏で気温が上昇する一方で、中緯度で気温が低下する大気固有の自然変動が進行している。ここで、北極温暖化増幅の意味を考えてみる。放射平衡から計算される極と赤道の温度差は約 100K もあり、力学的不安定により極域に熱が輸送されることで極域の気温は放射平衡よりも 50K も高くなっている。よって寒い極域が冷却地域になっている。したがって、北極温暖化増幅は、熱の再配分によって最も効率よく地球を冷やすメカニズムなのである。自然変動である北極振動も AO マイナスとなることで地球を冷やす方向に働く。二酸化炭素の増加で地球大気が一様に加熱される中、極向き熱輸送が高まり、海水が融けると、北極温暖化増幅が起こり、AO が負にシフトし、効率よく地球を冷却することから、全球気温の温暖化が足踏み状態となるのである。IPCC - AR4 では、今後 AO は正傾向となると予測されているが、北極温暖化増幅理論から AO は負傾向になるのが正しいと予測される。

キーワード: 北極, 北極振動, 地球温暖化, 北極温暖化増幅, アイスアルベドフィードバック, 熱輸送

Keywords: Arctic, Arctic Oscillation, Global Change, Arctic Amplification, Ice-Albedo Feedback, Heat Transport

グリーンランドの氷河の暗色化とクリオコナイト Darkening glaciers and ice caps in Greenland by cryoconite

竹内 望^{1*}, 植竹 淳², 永塚 尚子², 島田 利元¹

Nozomu Takeuchi^{1*}, Jun Uetake², Naoko Nagatsuka², Rigen Shimada¹

¹ 千葉大学, ² 国立極地研究所

¹Chiba University, ²National Institute of Polar Research

近年、グリーンランド氷床の表面が暗色化していることが注目されている。氷河の暗色化は、アルベドの低下によって日射の吸収を増やし、氷河の融解を促進する効果がある。したがって、暗色化のプロセスを理解することが重要である。暗色化の原因は雪氷面に含まれる不純物と考えられるが、その中でもクリオコナイトとよばれる微生物由来の物質が効果が大きいと考えられる。しかしながら、不純物の実態、起源や形成過程は、まだ明らかになっていない。そこで本研究では、2012年にグリーンランドで行った氷河表面の調査、および衛星画像の解析から、氷河の暗色化の実態と原因を明らかにすることを目的とした。

調査の結果、グリーンランド北西部のカナック氷帽の特に中流部に、顕著な量の不純物が堆積し暗色化していることがわかった。顕微鏡分析の結果、その不純物の大部分は微生物由来のクリオコナイトであった。衛星画像の分析の結果、2000年代初期に比べても、2010年以降、顕著に暗色化していることがわかった。2004年と2012年の画像の比較の結果、不純物量に換算すると1 m²あたり約30 gの不純物が増えていると見積もられた。この不純物の増加には、雪線の後退、シアノバクテリアという微生物の増加などが原因として考えられる。

キーワード: グリーンランド, 氷河, 氷床, 微生物, アルベド

Keywords: greenland, glacier, icesheet, microbes, albedo

グリーンランド SIGMA-A で観測された積雪粒径と不純物濃度がアルベドに与える効果

Possible effects of snow grain size and snow impurity concentration on the albedo measured at SIGMA-A in Greenland

青木 輝夫^{1*}, 的場 澄人², 山口 悟³, 谷川 朋範⁴, 庭野 匡思¹, 山崎 哲秀⁵, 朽木 勝幸¹, 本山 秀明⁶, 堀 雅裕⁴

Teruo Aoki^{1*}, Sumito Matoba², Satoru Yamaguchi³, Tomonori Tanikawa⁴, Masashi Niwano¹, Tetsuhide Yamasaki⁵, Katsuyuki Kuchiki¹, Hideaki Motoyama⁶, Masahiro Hori⁴

¹ 気象研究所, ² 低温科学研究所, ³ 防災科学技術研究所, ⁴ 宇宙航空研究開発機構, ⁵ 北極探検家, ⁶ 国立極地研究所

¹Meteorological Research Institute, ²Institute of Low Temperature Science, ³National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, ⁴Japan Aerospace Exploration Agency, ⁵Arctic Explorer, ⁶National Institute of Polar Research

Snow and ice in the Arctic are presently undergoing drastic changes. The snow surface albedo strongly depends on snow grain size and mass concentration of light absorbing impurities. To clarify the contributions of light absorbing snow impurities to recent abrupt melting of snow/ice in Greenland, intensive observations of meteorological and snow parameters have carried out at the site SIGMA-A (78°03'N, 67°38'W, 1,490 m a.s.l.) on northwestern Greenland ice sheet during the intensive observation period (IOP) from June 26 to July 16, 2012. We installed automatic weather station to measure the meteorological elements, radiation budget, snow temperatures, and relative snow height. We have also performed snow pit work and snow samplings for light absorbing snow impurities. During the IOP no precipitation was observed in the first two weeks and a large amount of rainfall with remarkable lowering of snow surface was observed in the middle of July, when a melting event of surface snow/ice over 97% of Greenland ice sheet occurred. Snow grain shapes observed from snow pit work for snow layer of about 80 cm (annual accumulation) changed from melt forms for upper layer and depth hoar beneath that to melt forms for all layers during the IOP. Light absorbing snow impurities found from snow samples were black carbon (BC) and mineral dust, whose concentrations at surface were both increased from 0.9 ppbw to 4.9 ppbw and from 102 ppbw to 1327 ppbw during the IOP, respectively. We calculated the possible albedo reduction by the measured snow impurity concentrations using a physically based snow albedo model. The maximum albedo reduction due even to EC of 4.9 ppbw is less than 0.01 for typical grain size of melt forms, while it could be enhanced by the effect of dust of 1327 ppbw. BC equivalent total impurity concentration is estimated to be about 15 ppbw (albedo reduction -0.015). This result was consistent with the albedos measured during the IOP. The particle size of mineral dust found in surface snow during the latter half period of IOP was larger than 5 micrometers. This indicates a possible transport of mineral dust onto ice sheet surface. Mineral dust is important as nutrient salt for glacial microbial activities, which reduce the albedo in ablation area and could accelerate the melting of ice sheet.

キーワード: グリーンランド, アルベド, 積雪粒径, 光吸収性積雪不純物, 黒色炭素, ダスト

Keywords: Greenland, albedo, snow grain size, light absorbing snow impurities, black carbon, dust

積雪変質モデルを用いた、2012年夏期の北西グリーンランド SIGMA-A における急激な表面融解の解析

Assessing the extreme surface melt at SIGMA-A, northwestern Greenland during 2012 summer using a physical snowpack model

庭野 匡思^{1*}, 青木 輝夫¹, 的場 澄人², 山口 悟³, 谷川 朋範⁴, 本山 秀明⁵, 朽木 勝幸¹

Masashi Niwano^{1*}, Teruo Aoki¹, Sumito Matoba², Satoru Yamaguchi³, Tomonori Tanikawa⁴, Hideaki Motoyama⁵, Katsuyuki Kuchiki¹

¹ 気象研究所, ² 北海道大学 低温科学研究所, ³ 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター, ⁴ 宇宙研究開発機構 地球観測研究センター, ⁵ 国立極地研究所

¹Meteorological Research Institute, ²Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, ³Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, ⁴Earth Observation Research Center, Japan Aerospace Exploration Agency, ⁵National Institute of Polar Research

It is reported that extreme surface (or near surface) melt occurred on the Greenland Ice Sheet (GrIS) across 98.6 % of its entire extent on around 12 July 2012. At the site SIGMA-A (78°03'N, 67°38'W, 1,490 m a.s.l.), which locates on northwest part of GrIS, we also observed near-surface melt, and accompanying rapid surface lowering especially during the latter half of our intensive field observation carried out from 26 June to 16 July. In this study we focus extreme near-surface melt occurred during 10 to 13 July at SIGMA-A. During the period average air temperature rose noticeably compared to the first half of the expedition period (30 June to 9 July) by about 1.6 °C, and we encountered heavy rain on snow event. Furthermore, near-surface mass concentrations of snow impurities (black carbon and dust) slightly increased to about 4.9 ppbw and 1327 ppbw, respectively.

In order to understand the detailed mechanism of the extreme near-surface melt, we employed a physically based 1-D snowpack model named Snow Metamorphism and Albedo Process (SMAP) forced by in-situ meteorological and snow data, and performed numerical sensitivity tests to assess relative contributions of temperature rise (Test-I), rain fall (Test-II), and snow impurities (Test-III), which can heat near-surface snowpack. SMAP with the default setting (CTL) was already tested using these data and we obtained reasonable results (root mean square errors for shortwave albedo and snow surface temperature were 0.024 and 0.373 °C, respectively) during 30 June to 14 July. In the Test-I input air temperature was reduced by 1.6 °C and downward longwave radiant flux was also modulated accordingly. For the Test-II we input no precipitation. Finally, in the Test-III we performed "pure snow" run where no snow impurities were input to drive SMAP.

Comparing each result by these sensitivity tests (Test-I, Test-II, Test-III) against that by CTL, and found average reductions in shortwave albedo (0.000, -0.003, and -0.013) and average increases in snow surface temperature (0.106 °C, 0.000 °C, and 0.002 °C) due to temperature rise, precipitation, and snow impurities, respectively during 10 to 13 July at SIGMA-A. These results indicate that albedo reduction is mainly caused by snow impurities, however, its extent is not sufficiently large to modulate surface energy balance dramatically. Instead, temperature rise increases net longwave radiant flux and sensible heat flux at the snow surface and heat the surface significantly, suggesting that temperature rise played an important role in the extreme surface melt at SIGMA-A during 10 to 13 July.

Keywords: Greenland, extreme melt event, snowpack model, snow albedo, snow surface temperature

3次元氷床モデルより求められた氷床融解史によるグリーンランドの地殻変動 Crustal rebound in Greenland inferred from ice sheet history derived from three-dimensional ice sheet modelling

奥野 淳一^{1*}, 齋藤 冬樹², 阿部 彩子³, 高橋 邦生²

Jun'ichi Okuno^{1*}, Fuyuki SAITO², Ayako Abe-Ouchi³, Kunio Takahashi²

¹ 国立極地研究所, ² 海洋研究開発機構, ³ 東京大学大気海洋研究所

¹NIPR, ²JAMSTEC, ³AORI, Univ. Tokyo

It is very important to determine the temporal variation of meltwater volume and the spatial extent of ice sheets in late Quaternary for studying past and future climate changes and for constraining mantle rheology. Most of the melting histories of ice sheets from Last Glacial Maximum have been inferred on the basis of geophysical and geological constraints (e.g., Peltier, 2004) using the glacial isostatic adjustment (GIA) modelling. However, such reconstructions have ice thickness that is unconstrained in regions from which the required geophysical data are unavailable and furthermore insufficient constraint that might support them to be glaciologically self-consistent. And also there are some difficulties in the geophysical reconstructions that are the ambiguity between ice load magnitude and the timing of ice load removal.

On the other hand, three-dimensional ice-sheet modelling (e.g., Abe-Ouchi et al. 2007) produces physically self-consistent ice sheet which further constrains the history and spatial variations of the load, but have difficulties due to their high sensitivity to the various climate forcing as well as from uncertainties associated with basal processes. However, it is clear that the combination of these two approaches would be expected to lead to a much more highly constrained reconstruction of ice sheet history.

In this study, we try to combine the two methodologies based on the three-dimensional thermo-mechanically coupled ice-sheet model and the bedrock deformation derived from GIA model. As a first step, we evaluate the crustal deformation in Greenland based on the ice models deduced by ICIES (Ice sheet model for Integrated Earth system Studies: Abe-Ouchi et al., 2007). Crustal deformation includes vertical uplift and subsidence, geoid height variations, and regional sea level variations along the coasts of Greenland. We compare the sensitivity of the adoption of ice sheet histories. In particular, we clarify the effect of Laurentide ice sheet on crustal deformation in Greenland.

キーワード: グリーンランド氷床, 氷床モデル, アイソスタシー, 地殻変動, 海水準変動

Keywords: Greenland Ice Sheet, ice sheet modelling, isostasy, crustal deformation, sea level change

アラスカにおける大規模森林火災発生時の気象条件 Weather Conditions for Large Scale Forest Fire Occurrence in Alaska

早坂 洋史^{1*}
Hiroshi Hayasaka^{1*}

¹ 北海道大学工学研究院
¹ Graduate School of Hokkaido University

近年の気候変動に伴いアラスカでは大規模な森林火災が頻発する傾向が見られる。この背景には、温暖化傾向下での雷の発生回数の増加などの影響があると考えられる。本研究では、アラスカ火災局 (AFS) の有する 1956 年からの火災データと、2000 年頃からの雷データとを分析し、アラスカの大規模な森林火災の発生特性を明確にすると共に、大規模な火災の発生した気象条件につき考察を加えた。

アラスカは北緯 60 度以北に位置するが、夏には最高気温が 30 度を越え雷が発生する。一日に雷が 1 万回以上発生する日もあり、雷が原因で北方林に火災が発生する。実際に 2004 年のアラスカ最大の大火災では、雷による大規模な火災で 26,700km² が燃えた。9 箇所の焼損面積 1,000km² を越す、大規模な火災が記録的な高温と強い日照り下で発生した。2004 年の全焼損面積は、アラスカで 1956 年に記録を取り始めてからの最大のものとなった。2005 年の焼損面積、19,000km² と足し合わせた、この 2 年での焼損面積は、アラスカの森林面積の 10 % に相当した。

大規模な火災年の気象条件を明確にするため、1956 年から 2012 年の過去約半世紀の火災を分析した。その結果、年間焼損面積が 5,000km² を越した大火災年は、上述の 2004 や 2005 年などの 11 年であった。これらの年の火災発生傾向から、アラスカでは、大規模な火災は主に 6 月に発生していることが明らかになった。さらに、11 大火災年における、この他の火災と気象条件について詳しく調べた。

キーワード: 森林火災, 雷, アラスカ
Keywords: Forest Fire, Lightning, Alaska

アラスカにおける亜寒帯林の植生物理量に対する ALOS/PALSAR の後方散乱強度の感度

Sensitivity of backscatter intensity of ALOS/PALSAR to biophysical parameters of boreal forests in Alaska

鈴木 力英^{1*}, 金 龍元², 石井 励一郎¹

Rikie Suzuki^{1*}, Yongwon Kim², Reiichiro Ishii¹

¹ 海洋研究開発機構 地球環境変動領域, ² アラスカ大学フェアバンクス校 国際北極圏研究センター

¹Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ²International Arctic Research Center, University of Alaska Fairbanks

アラスカの亜寒帯林において、衛星 ALOS のマイクロ波合成開口レーダー PALSAR の観測から得られる後方散乱強度が、森林の植生物理量 (地上部バイオマス, 樹高, 胸高直径, 立木密度) に対して、どの程度感度を持っているかを調べた。アラスカの中央を南北に貫く西経 150 度線におおかた沿う、内陸部の亜寒帯林から北部のツンドラへのエコトーンにおける 29 か所の森林で 2007 年に調査を行った。ビッターリッヒ法とビッターリッヒ法によって選定される立木の胸高直径と樹高を測定する方法を組み合わせ、植生物理量を現地で測定した。得られた測定値を ALOS/PALSAR の後方散乱強度と比較した。その結果、森林地上部バイオマスについては HV モードの後方散乱強度との間に強い相関が発見された。しかし、森林地上部バイオマスがおよそ 120.7 Mg/ha を超えると後方散乱強度は飽和してしまい、十分な感度が得られなくなることが分かった。同様に樹高や胸高直径と HV モードの後方散乱強度との間にも強い相関が見られたが、立木密度に関しては明瞭な相関は得られなかった。なお、HH モードの後方散乱強度は、すべての植生物理量に関して相関が弱かった。過去の同様の研究と比較して、森林地上部バイオマスに対する HV モードの後方散乱強度は強めであった。これは、アラスカの亜寒帯林の林床が Tussock などによって凸凹しており、その微地形の影響で後方散乱が強くなっているようである。HV モードの後方散乱強度に基づき、対象地域の森林地上部バイオマスが地図化された。大局的に見て、南部の亜寒帯林から北部のツンドラへの植生変化に従い、森林地上部バイオマスが小さくなる傾向があることが分かった。

キーワード: エコトーン, クロトウヒ林, 森林地上部バイオマス, 合成開口レーダー, ビッターリッヒ法

Keywords: ecotone, black spruce forest, forest above-ground biomass, synthetic aperture radar, Bitterlich method

航空レーザー測距の反復によるカナダ北西部南北750km トランセクトの8年間のバイオマス変化の推定

Estimation of biomass change by multi-temporal airborne laser profiling along S-N 750 km transect in northwestern Canada

都築 勇人^{1*}, 末田 達彦¹, ロス・ネルソン²
 Hayato Tsuzuki^{1*}, SWEDA, Tatsuo¹, NELSON, Ross F.²

¹ 愛媛大学農学部, ² 米国航空宇宙局生物圏科学部門
¹Faculty of Agriculture, Ehime University, ²Biospheric Sciences Branch, NASA

Multi-temporal airborne laser profiling missions over S-N 750 km transect along the Dempster highway from Dawson (64.0 degrees N, 138.8 degrees W), Yukon Territory to Inuvik (68.3 degrees N, 133.5 degrees W), Northwest Territories in Canada were conducted in summer of 2003 and 2011 for estimating terrestrial biomass change and monitoring how northern plants respond to possible global warming. By processing original surface profiles of the term-head and end missions, vegetation profiles were obtained as a difference between surface and ground profiles. Then standing stock, and aboveground biomass every 100 m along transect at the term-head and end were obtained by applying equation those vital indices measured at 80 sample plots on ground against average laser vegetation height. Average vegetation height, standing stock and biomass entire 750 km transect were increased from 0.51 m, 15 m³/ha and 9.0 ton d.m./ha in 2003 to 0.81 m, 23 m³/ha and 14.0 ton d.m./ha in 2011 as average annual increment of 0.037 m, 1.1 m³/ha and 0.64 ton d.m./ha. Biomass increment was much larger in forest dominated section (0-70 km from Dawson; nearly 2 ton d.m./ha/year) than tundra dominated section (450-550 km from Dawson; 0.1 ton d.m./ha/year). Air temperature and warmth index in recent 25 years have been rising 0.34 degrees and 1.2 degrees-month (more than 0 degrees Celsius in mean monthly temperature) in Dawson, 0.63 and 0.3 in Eagle plains (the middle point of transect), and 0.78 and 1.9 in Inuvik respectively and which supports soil temperature should have also been rising in this area. Both the air and soil temperature rising causes the releasing growth limitation of plants in this region. However, biomass carbon loss from forest fire seems not significant at least along the laser transect from year 2003 to 2011 from the combination of analysis of multi-temporal airborne laser profiling data set, fire history map from Yukon Territory, and observation from the air and ground.

キーワード: カナダ亜寒帯林, 周極域, 温暖化, バイオマス変化, 航空レーザー測距法, 多時点測定
 Keywords: Canadian boreal forest, circumpolar, global warming, biomass change, airborne laser altimetry, multi-temporal measurement

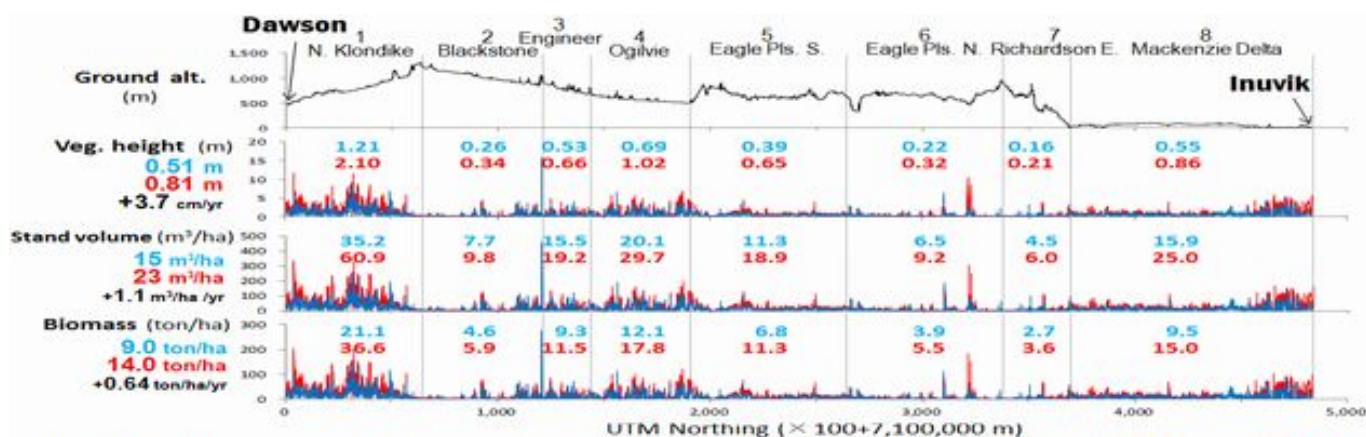


Figure Vegetation height, stand volume, and aboveground biomass in 2003 and in 2011

2005年から2008年のレナ川河川流量と正味降水量の変化

Changes in the Lena River discharge and net precipitation over the basin during 2005-2008

大島 和裕^{1*}, 飯島 慈裕², 堀 正岳², 猪上 淳³, 檜山 哲哉¹

Kazuhiro Oshima^{1*}, Yoshihiro Iijima², Masatake E. Hori², Jun Inoue³, Tetsuya Hiyama¹

¹ 総合地球環境学研究所, ² 海洋研究開発機構, ³ 国立極地研究所

¹Research Institute for Humanity and Nature, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³National Institute of Polar Research

東シベリアに位置するレナ川の河川流量は、海水生成や海洋大循環にとって重要な北極海の淡水収支に対して、大きな供給源の一つである。その流量は、他の河川流量や正味降水量（降水量と蒸発散量の差）、海流を含めた全淡水流入量の約7%を占めている。レナ川中流のヤクーツク周辺では2005年から2008年にかけて降水量が多く、これと関連して洪水の拡大や凍土活動層の深化といった顕著な陸域水循環変化が観測された。一方で同期間にレナ川河口の流量と流域全体で平均した正味降水量は多かった。そこで本研究では、前者のローカルな変化と後者の流域の広域にわたる変化との関係を明らかにするため、広域な水蒸気輸送や大気循環、低気圧活動との関係を調べ、それらの変化の原因を検討した。

過去30年間のレナ川における年平均の流量と正味降水量の経年変動は、両者に3か月程度の時間ラグがあるものの、強い正相関を示し、振幅も同程度である。これらの変動は降水量とも強い正相関を示す。よって、レナ川河川流量の経年変動は、蒸発散量や陸水貯留量の影響をあまり受けず、降水量によってコントロールされている。

月平均の変動においても、レナ川流域で平均した正味降水量は、同領域における水蒸気フラックス収束や降水量と強い正相関を示す。さらに日平均降水量データを解析すると、月平均の降水量は、強い降水の日数との相関が強く、強い雨に依存していることがわかった。これらの時系列を1997年から2010年の14年間で比較すると、2005年から2008年間の降水量は幾つかの月で多く、ヤクーツク周辺での観測結果と整合する。また、降水日数は2005年と2006年に少なく、2007年に多かった。この結果は年ごとや月ごとに大きな降水量をもたらしたプロセスが異なることを示唆する。

月平均の降水量が1番目と2番目に多かった2006年8月と2005年8月を例に解析した結果、この2か月間は降水量と水蒸気フラックス収束が多く、強い降水日数が多かった。しかし、成分分けをした水蒸気フラックス収束の寄与は異なっており、2005年8月は全水蒸気フラックス収束に対して擾乱成分が大きく寄与し、2006年8月は定常成分の寄与が大きかった。これらの違いは東シベリア域の水蒸気フラックス場および大気循環場の偏差においても確認された。これらの結果から、2005年8月は低気圧活動に伴う水蒸気輸送によって強い降水がもたらされ、一方で2006年8月は平均的な大気の大規模循環に伴う水蒸気輸送によって強い雨がもたらされたと考えられる。

今後は低気圧トラッキングデータを解析することで、水蒸気輸送の擾乱成分や強い降水と低気圧活動との関係を調べる。また、2005年から2008年の間で降水量が多かった期間は今回解析した2か月間だけでなく、他の期間の解析は今後の課題である。

キーワード: 東シベリア, 近年変化, 河川流量, 正味降水量, 低気圧活動

Keywords: Eastern Siberia, Recent Change, River Discharge, Net Precipitation, Cyclone Activity

東シベリアにおける野生トナカイの生態変動とその影響

Ecological changes and their influences of wild reindeer populations in eastern Siberia

立澤 史郎^{1*}, オクロブコフ・イノケンティ², トロエバ・エレナ², キリリン・イゴール², ニコラエフ・イゴール², ソロモノフ・ニキータ²

Shirow TATSUZAWA^{1*}, OKHLOPKOV, Innokentiy M.², TROEVA, Elena I.², KIRILLIN, Egor V.², NIKOLAEV, Egor A.², SOLOMONOV, Nikita G.²

¹ 北海道大学大学院文学研究科, ² ロシア科学アカデミー寒冷地生物問題研究所

¹Graduate School of Letters, Hokkaido University, Japan, ²Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Russia

北極圏および亜北極圏には、大規模な季節移動で知られるトナカイ *Rangifer tarandus* が広域分布し、多くの北方先住民がそれを糧として暮らしてきた。しかし近年の急激な気候変動は、北方文化を支えてきたこの大型草食獣の生態や生活史を変化させ、“トナカイの民”の暮らしや社会も変容しつつある。本講演では、ロシア連邦の全国土面積の5分の一を占めるサハ共和国における、1) 野生トナカイの生態変化の実態とその要因、2) それらが生態系におよぼしつつある影響、3) 1および2が先住民の生活や社会に及ぼす影響、について報告する。演者らは、東シベリアでもとりわけ著しい密度変動を示しているオレニョク地方の野生トナカイ個体群を対象とし、衛星テレメトリ法によって毎年の季節移動の実態を追跡している。その移動ルートは毎年変動するだけでなく、かつて報告された数千頭以上にも及ぶような大集団ではなく少数集団で分散的に移動し、しかも wondering 行動が頻繁に見られた。また、季節移動時のトナカイの利用植生を検討したところ、いわゆるトナカイゴケの資源量が豊かなハビタットを選択し、かつ、人為的な影響の大きい場所を避ける傾向が顕著であった。これらの結果から、直接的には近年の気候変動によるトナカイゴケ植生の衰退と土地開発の進行が、野生トナカイの季節移動行動を攪乱していると考えられた。このようなトナカイの行動パターンの変化は、トナカイ集団の増加率を低下させるだけでなく、局地的な高密度化（稀少植生への採食圧・踏圧の上昇）、野生トナカイ狩猟の高コスト化、ジャコウウシ（絶滅危惧種）との競合強化、さらにはオオカミ個体群の分布拡大や家畜被害の増加などを引き起こしており、生態系管理、北方少数民族の権利保全など、複合的な政策が求められる。

キーワード: 東シベリア, 野生トナカイ, 行動圏, 地球温暖化, 北方少数民族, 植生

Keywords: eastern Siberia, wild reindeer, migration, global warming, northern indigenous peoples, vegetation

GRENE 北極気候変動プロジェクトにおける雪氷研究 CRYOSPHERIC STUDY IN THE GRENE-ARCTIC PROJECT

榎本 浩之^{1*}
Hiroyuki Enomoto^{1*}

¹ 榎本浩之
¹Hiroyuki Enomoto

GRENE 北極気候変動研究プロジェクトにおいて、北極圏の積雪・氷河・氷床の研究が開始した。2012年から2013年にかけて、グリーンランド、シベリア、アラスカ、スカンディナビアにおける観測と記録計設置、衛星観測などが実施されている。各地の観測結果から、将来予測のためのモデル計算につなぐ計画が進められている。2012年夏季には北極圏での雪氷減少や融解が多数報告された。現地に展開していた観測グループは各地域でのそれらの観測を実施することができた。本発表では2012-13年の観測活動の紹介と各地域の変動関連性を北極圏全体の現象から議論する。

キーワード: 北極, 雪氷圏, 積雪, 氷河, 氷床
Keywords: Arctic, Cryosphere, snow, glacier, ice sheet