

ALOS-AVNIR2・PALSARを用いた湿潤年における東シベリア北方林内の永久凍土融解・湛水被害域の抽出 Detection of regional extent of permafrost thawing and waterlog damage area in boreal forest in eastern Siberia during w

飯島 慈裕^{1*}; 阿部 このみ²; 伊勢 紀²; 増澤 直²
IJIMA, Yoshihiro^{1*}; ABE, Konomi²; ISE, Hajime²; MASUZAWA, Tadashi²

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構, ² 株式会社 地域環境計画
¹JAMSTEC, ²Regional Environmental Planning Inc.

永久凍土が広く分布する東シベリアでは、2000年代後半に、冬季積雪と夏季降雨が共に大きく増加した気候が過剰に湿潤化した状態が複数年継続した。活動層（地表面直下の凍結融解土壌層）の土壌水分量が大幅に増加したことで、土壌の熱的性質が変化した。その結果、永久凍土表層の融解が進み、活動層が深くなると共に、この土壌の過剰な湿潤化によって、谷や平坦地、アラス（凍土融解による陥没地形）周辺といった水が集まりやすい地形では、長期的に湛水状態が継続する事態となった。さらに、湛水した地表面上では、北方林（カラマツ (*Larix cajanderi*) を優占種とする）の生育環境が悪化し、森林の枯死・荒廃が数年の時間差をもって進行した。

これら一連の現象の連鎖は、気候湿潤化の広がりによって東シベリアに広域的に生じていると考えられる。すなわち、過湿な地表面と森林が枯死・荒廃した地域を特定することによって、気候湿潤化による永久凍土荒廃現象の空間的広がりが示されることになる。この際、従来の森林リモートセンシングで使われる可視・近赤外の情報に加えて、水分状態を検出できるマイクロ波衛星の情報を組み合わせることで、水環境変化を伴う北方林内の永久凍土環境変化の検出が有効であると考えた。以上から、本研究では、ALOS-AVNIR2・PALSARを用いた衛星データ解析と現地調査結果に基づき、ヤクーツク近郊での湿潤化による水域の拡大状況と、それによる永久凍土・活動層変化を伴う北方林変化域の抽出を試みた。

本研究では、レナ川中流域で活動層内土壌水分の過剰な湿潤化が進行した2006~2009年の夏季のALOS-PALSARおよびAVNIR2画像を利用した。研究対象地域は、地上検証データが得られるレナ川左岸のスパスカヤパッド地域と、右岸のユケチ地域である。各対象地域として、現地観測点を含む10x10kmの領域を設定した。PALSAR画像データは、ジオコーディングとノイズ軽減の平滑化処理を行った後、PALSARのマイクロ波後方散乱係数から、2007年時点の値と2009年と2007年との差分を組み合わせた閾値として段階的な区分をすることで、通常の森林と、過湿で林床面まで湛水した森林の違いの抽出を試みた。また、同期間のAVNIR2画像から、土地被覆状態として、草原と北方林、ならびに枯死・荒廃が進行した北方林の教師付分類を行い、同様に複数年度の分類図から、北方林が変化した領域を抽出した。

レナ川左岸スパスカヤパッド地域は、地下水が少ない砂質ロームからなる河岸段丘上に北方林が広がっており、永久凍土融解に伴う陥没地形であるアラス湖沼は少ない。この地域のPALSAR分類図では、段丘を刻む谷筋や平坦面に沿って北方林内の湛水域が拡大し、それに対応してAVNIR2分類図からは筋状に森林の変化域が抽出された。これは、左岸では谷や地形的に平坦になった地域の土壌水分飽和度が高く、カラマツが選択的に枯死していた現地観測結果とよく一致する。

一方、レナ川右岸ユケチ地域は、凍土氷を多く含む平地が広がり、アラス湖沼の密度が非常に高い。そこでは、同期間にアラス湖沼の面積が拡大し、湖沼の周囲を囲むように、森林内の湛水域が広がる様子が抽出された。右岸では閉鎖水域のアラス湖沼に多くの融雪水と降水が流入し、水域面積が拡大すると共に湖水があふれる縁辺部では活動層が湛水状態となってカラマツが倒伏、枯死しており、この解析結果もこれらの現地の観察状況とよく一致する。

以上から、ALOS-AVNIR2とPALSARデータの複合に基づく森林内湛水域と森林変化域を抽出し複合させる手法によって、湿潤化が永久凍土、森林荒廃をもたらす一連の現象を広域的に捉えることができ、地形や凍土状態の異なる地域で特徴的な荒廃状況を時系列的に示す可能性が確認された。凍土の性質が異なる左岸・右岸ともに湛水領域と森林枯死域が短期間の気候湿潤化で大きく広がっており、森林変化による熱・水・炭素循環における影響は無視できないと考えられる。今後は更なる現地検証と、広域への適用を進める方針である。

キーワード: ALOS, 永久凍土, 気候湿潤化, 北方林, 荒廃, 東シベリア

Keywords: ALOS, permafrost, wet climate, boreal forest, degradation, eastern Siberia

静止気象衛星を用いた降雨域推定マップの作成と GSMaP A potential map of precipitation area using the geostationary meteorological satellite for the GSMaP

広瀬 民志^{1*}; 樋口 篤志¹; 牛尾 知雄²; 妻鹿 友昭²; 山本 宗尚³; 重 尚一³; 里村 雄彦³; 濱田 篤⁴
HIROSE, Hitoshi^{1*}; HIGUCHI, Atsushi¹; USHIO, Tomoo²; MEGA, Tomoaki²; YAMAMOTO, Munehisa³; SHIGE, Shoichi³
; SATOMURA, Takehiko³; HAMADA, Atsushi⁴

¹ 千葉大学環境リモートセンシング研究センター, ² 大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻, ³ 京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻, ⁴ 東京大学大気海洋研究所

¹Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University., ²Division of Electric and Information Engineering, Osaka University., ³Division of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, Kyoto University., ⁴Atmosphere and Ocean Research Institute, Tokyo University.

GSMaP は広域・高時間分解能の降水観測データの需要に応えるために複数台の衛星に搭載されたマイクロ波放射計の輝度温度観測から全球の降水量を推定している。さらにマイクロ波放射計搭載衛星の観測がない場所や時間帯では、静止気象衛星の赤外線観測から雲の移動ベクトルを計算し、前後の時間のマイクロ波観測で得た降雨域の移動先を推定することで1時間毎という高時間分解能の降水観測を可能にしている (GSMaP_MVK, GSMaP_NRT; v5.222.1)。しかしこの手法では短時間に発生する対流性降水を見逃す危険性が指摘されており (Ushio et al. 2009)、また雲の移動ベクトルの推定には静止気象衛星の赤外1チャンネル (IR1) のみしか用いられていない。そこで本研究では静止気象衛星のマルチチャンネルを用いてより精度の高い降雨域推定マップ (降雨域ポテンシャルマップ) を作成し、ポテンシャルマップを用いて GSMaP_MVK・NRT の降雨域を修正することでどの程度精度の向上が見込めるのかを検証した。

静止気象衛星から降雨域を推定する指標は MTSAT-1R が観測する 10.5~11.5 μm の IR1 と 6.5~7 μm の水蒸気チャンネル (WV) の差分を用いた。これは IR1 と WV の輝度温度差が小さい場所は降雨を伴う深い対流雲の存在する確率が高いという Ohsawa et al.(2001) の結果に基づいており、また IR1 と WV はほとんどの静止気象衛星に搭載されているため広範囲・長期観測が容易である。降雨域の真値として熱帯降雨観測衛星 (TRMM) 降雨レーダー (PR; 2A25, V7) の地上降水強度と気象庁全国合成レーダーの換算降水強度を用い、MTSAT-1R との同時観測から輝度温度を降雨確率に変換することでポテンシャルマップを作成した。

最初に GSMaP の降雨域とレーダー観測から得られた降雨域を比較した結果、海上のマイクロ波放射計搭載衛星が使えない場所で GSMaP_MVK が降雨域を過大評価しているという結果が得られた。そこで GSMaP の降水量とポテンシャルマップの降雨確率が一定の閾値以下の場所を晴れと判定し直した結果、海上の GSMaP_MVK の降雨域推定精度が向上するという結果が得られた。パラメタスウィープの結果最も精度がよいのは GSMaP の降水量が 1.0mm/hr 以下かつポテンシャルマップの降雨確率が 15% 以下を閾値に設定した時で、降雨域推定のスレットスコア (TS) が 0.37 から 0.41 まで向上しマイクロ波放射計搭載衛星が利用可能な場合の TS の値である 0.45 に近づいた。また一方でマイクロ波搭載衛星が使えない陸域・海岸域において GSMaP_NRT が降雨域を過小評価しているという結果が得られたため、作成したポテンシャルマップの降雨確率が 40% 以上の場所を降雨域と判定し直して GSMaP の降雨域に加えた結果、陸域・海岸域の GSMaP_NRT の TS が 0.27 から 0.34 まで向上するという結果が得られた。

これらの結果から、マイクロ波放射計搭載衛星が使えない場所では静止気象衛星マルチチャンネルを用いた降雨域ポテンシャルマップを利用することで GSMaP の降雨域推定精度の向上が期待される。

キーワード: マイクロ波放射計, 衛星全球降水マップ, 静止気象衛星, 降水レーダー, 高時間分解能, 中高緯度
Keywords: microwave radiometer, GSMaP, GMS, precipitation radar, high time resolution, mid-high latitude

多地点・多変数解析手法を用いたエアロゾル特性の推定のための衛星リモートセンシング手法の研究

A study of multi-pixel and multi-parameter satellite remote sensing for aerosol properties

橋本 真喜子^{1*}; 森本 祥太郎¹; 竹中 栄晶¹; 中島 映至¹

HASHIMOTO, Makiko^{1*}; MORIMOTO, Shotaro¹; TAKENAKA, Hideaki¹; NAKAJIMA, Teruyuki¹

¹ 東京大学大学院大気海洋研究所

¹ AORI, the University of Tokyo

We have developed a new satellite remote sensing algorithm to retrieve the aerosol optical characteristics using multi-pixel information of satellite imagers. In this algorithm, the inversion method is a combination of the MAP method (Maximum a posteriori method, Rodgers, 2000) and the Phillips-Twomey method (Phillips, 1962; Twomey, 1963) as a smoothing constraint for the state vector. Retrieved parameters in our algorithm are aerosol optical properties, such as aerosol optical thickness (AOT) of fine mode, sea salt, and dust particles, a volume soot fraction in fine mode particles, and ground surface albedo of each observed wavelength. We simultaneously retrieve all the parameters that characterize pixels in each of horizontal sub-domains consisting the target area. Then we successively apply the retrieval method to all the sub-domains in the target area.

We conducted numerical tests for the retrieval of aerosol properties and ground surface albedo for GOSAT/CAI imager data to test the algorithm for the land area. The result of the experiment showed that AOTs of fine mode and dust particles, soot fraction and ground surface albedo are successfully retrieved within absolute. We discuss the accuracy of the algorithm for various land surface types. Our future work is to extend the algorithm for analysis of AGEOS-II/GLI and GCOM/C-SGLI data.

Keywords: GCOM/C-SGLI, Aerosol, Satellite remote-sensing

水色衛星観測による海洋植物プランクトンのグループ別一次生産速度の推定 Estimation of Phytoplankton Group-Specific Primary Production in Kuroshio Waters Using Ocean Colour Remote Sensing

平田 貴文^{1*}; 杉江 恒二¹; 鈴木 光次¹; 齋藤 宏明²
HIRATA, Takafumi^{1*}; SUGIE, Koji¹; SUZUKI, Koji¹; SAITOH, Hiroaki²

¹北海道大学 大学院地球環境科学研究院, ²水産総合研究センター 東北海区水産研究所

¹Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, ²Tohoku National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency

The ocean is a major sink of carbon dioxide released into the atmosphere. Phytoplankton conducting primary production plays a significant role on temporal and spatial variability in the absorption of the carbon. Also phytoplankton transfers carbon to higher trophic levels in a marine ecosystem, and the carbon pathways to the higher trophic levels affect vulnerability of food web, or the ecosystem, against external forcings. Tremendous efforts to measure primary productivity of the total phytoplankton community in the global oceans have been made historically. On the other hand, measurements of primary productivity of individual phytoplankton groups composing of the total community are relatively sparse. This is partly due to methodological difficulties to differentiate such productivity of individual groups in situ, on top of practical circumstance that in situ observation requiring ship time is usually expensive. Therefore, it is of great interest if satellite remote sensing can overcome these problems, given that a number of earth observation satellites have been and will be launched. Especially, it is a great advantage of satellite observation that one can hindcast primary productivity of individual phytoplankton groups using historical remote sensing data, once a remote sensing methodology/algorithm is developed. In this presentation, we show a primitive result of development of such methodology to estimate primary productivity of diatoms and haptophytes in Kuroshio waters using ocean colour remote sensing.

キーワード: 水色, 衛星観測, 植物プランクトン, 一次生産

Keywords: Ocean Colour, Satellite Observation, Phytoplankton, Primary Production

NICTのGPM/DPR地上校正および検証実験について NICT Calibration and Validation experiment for DPR/GPM

中川勝広^{1*}; 花土弘¹; 川村誠治¹; 岩井宏徳¹; 高橋暢宏¹; 井口俊夫¹
NAKAGAWA, Katsuhiko^{1*}; HANADO, Hiroshi¹; KAWAMURA, Seiji¹; IWAI, Hironori¹; TAKAHASHI, Nobuhiro¹; IGUCHI, Toshio¹

¹ 独立行政法人情報通信研究機構

¹ National Institute of Information and Communications Technology

GPMの主衛星の打ち上げは、2014年2月28日に予定されている。主衛星には、JAXA（宇宙航空研究開発機構）とNICT（情報通信研究機構）が開発した13.6GHz帯（KuPR）と35.5GHz帯（KaPR）の二周波降水レーダが搭載されている。NICTは、NICT小金井において主に、2台のレーダのビーム一致度の評価を目的にした校正実験を予定している。またNICT神戸（未来ICT研究所）とNICT沖縄（沖縄電磁波技術センター）の2箇所でも地上検証実験を計画している。現在開発中のX帯フェイズドアレーレーダ（PANDA：PANDA: Phased Array radar Network DATA system）は、短時間での体積観測が可能で二周波降水レーダの観測体積を一致させたレーダ反射因子の厳密な比較・評価を実施する。NICT沖縄のC帯偏波降水レーダ（COBRA）の偏波情報を用いたレベル2アルゴリズムで用いられている雨滴粒径分布パラメータや融解層行動の検証などを行う。さらに、地上設置の2次元ビデオディストロメータ（2DVD）、衝撃型ディストロメータ（Joss-type Disdrometer）、レーザ雨滴計（Parsivel）を用いたk-Z関係の評価についても引き続き実施する。

キーワード: GPM, DPR (二周波降水レーダ), ビーム一致度, 地上検証, PANDA (Phased Array radar Network DATA system), COBRA

Keywords: GPM, DPR, Beam matching, Ground Validation, PANDA (Phased Array radar Network DATA system), COBRA

地上観測によるGPM/DPR検証 Ground-based Validation of GPM/DPR

金子有紀^{1*}; 沖理子¹; 中川勝広²; 中村健治³

KANEKO, Yuki^{1*}; OKI, Riko¹; NAKAGAWA, Katsuhiko²; NAKAMURA, Kenji³

¹ 独立行政法人宇宙航空研究開発機構, ² 独立行政法人 情報通信研究機構, ³ 獨協大学経済学部

¹Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), ²National Institute of Information and Communications Technology, ³Faculty of Economics, Dokkyo University

The Global Precipitation Measurement (GPM) mission is an expanded follow-on mission to TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) and GPM core satellite carries dual frequency precipitation radar (DPR) and GPM Microwave Imager on board. The DPR is expected to advance precipitation science by expanding the coverage of observations to higher latitudes than those of the TRMM/PR, measuring snow and light rain by the KaPR, and providing drop size distribution information based on the differential attenuation of echoes at two frequencies. After launch of GPM core satellite JAXA will perform evaluation of DPR L2 products, for example, precipitation rate, measured radar reflectivity, and drop size distribution. Those physical values will be compared with ground-based observations. This poster presentation will show the preliminary report of DPR evaluation comparison between DPR products and ground-based instruments during the first 2 months after launch, including a ground-based Ka-band radar system.

Keywords: GPM, DPR, validation

EarthCARE/MSIのための地表面反射率推定方法とエアロゾルモデル Optimal choice of surface reflectance and aerosol types for Multi-Spectral Imager on board EarthCARE

福田 悟^{1*}; 中島 映至²; 竹中 栄晶²
FUKUDA, Satoru^{1*}; NAKAJIMA, Teruyuki²; TAKENAKA, Hideaki²

¹ 宇宙航空研究開発機構, ² 東京大学大気海洋研究所

¹Japan Aerospace Exploration Agency, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

EarthCARE is a satellite which will be launched in 2016. EarthCARE is a joint mission between Europe and Japan. Four instruments such as CPR, ATLID, MSI and BBR will be equipped. MSI is a multi-spectral imager, and the purpose of it is to get the horizontal structure of aerosol and cloud. We are developing the aerosol retrieval algorithm for MSI. MSI aerosol products are consists of optical thickness over land, optical thickness over ocean, and Angstrom Exponent over ocean. Over ocean we implement two channel method with 0.68 μm and 0.86 μm (Higurashi and Nakajima, 1999) and we retrieve optical thickness and Angstrom Exponent. Over land we estimate the surface reflectance at 0.68 μm from longer wavelength. Kaufman et al (1997) used 2.2 μm to estimate the surface reflectance at 0.68 μm . In this study we tried to use 1.6 μm to estimate the surface reflectance at 0.68 μm . This is because there is a possibility to get better estimation than to use 2.2 μm and we can use this method for sensors which don't equip 2.2 μm such as GOSAT/TANSO-CAI or CAI2. We have made a scatter plot of the reflectance between 0.68 μm and 1.6 μm . As reflectance data set, we used AERONET data of 0.68 μm and GOSAT/TANSO-CAI's reflectance data of 1.6 μm . We found that there are some correlations between these two reflectances when we classified by NDVI. The correlation is larger when the NDVI is large. The error induced by this parameterization is calculated. The standard error is 0.009 when $0.5 < \text{NDVI} < 0.7$, and the standard error is 0.007 when $0.7 < \text{NDVI}$. We also calculated the error as aerosol optical thickness. The error as aerosol optical thickness at 0.5 μm is 0.18 when $0.5 < \text{NDVI} < 0.7$, and that is 0.14 when $0.7 < \text{NDVI}$. We will also develop aerosol models for each area by use of cluster method and linear classifier method.

キーワード: エアロゾル, リモートセンシング
Keywords: aerosol, remote sensing, EarthCARE

南極海とオホーツク海におけるヘリ搭載型マイクロ波放射計による観測 Helicopter-borne observation with portable microwave radiometer in the Southern Ocean and the Sea of Okhotsk

田村 岳史^{1*}; 大島 慶一郎²; リーサー ヤン³; 豊田 威信²; 舘山 一孝⁴; 野村 大樹²; 中田 和輝²; フレーザー アレックス²; ヤンセン ペーター³; ニューバリー キム³; マッサム ロバート³; 牛尾 収輝¹
TAMURA, Takeshi^{1*}; OHSHIMA, Keiichiro²; LIESER, Jan³; TOYOTA, Takenobu²; TATEYAMA, Kazutaka⁴; NOMURA, Daiki²; NAKATA, Kazuki²; FRASER, Alex²; JANSEN, Peter³; NEWBERY, Kym³; MASSOM, Robert³; USHIO, Shuki¹

¹ 国立極地研究所, ² 低温科学研究所, ³ 南極気候生態学共同研究センター, ⁴ 北見工業大学

¹National Institute of Polar Research, ²Institute of Low Temperature Science, ³ACE CRC, ⁴Kitami Institute of Technology

It has been recently recognized that sea ice production in the polar regions is controlled by the thin sea ice area with thickness of less than 0.2 m. Spatial distribution of thin ice area and its variability are important information to better understand the reduction of the sea ice covered region in a changing climate environment. We have developed a thin ice thickness algorithm for satellite passive microwave data of the Advanced Microwave Scanning Radiometer-EOS (AMSR-E) and Special Sensor Microwave Imager (SSM/I). Although the microwave skin depth of bare sea ice is about several cm at most, microwave brightness temperatures correlate with the surface salinity (brine volume fraction), which is sensitive to thin ice thickness. Here, we present in-situ observations using a helicopter-borne portable passive microwave radiometer that has the same specifications as the satellite AMSR-E and AMSR-II sensors (36 GHz-vertical and -horizontal channels), to validate and improve our thin ice thickness algorithm. This study estimates the relationship between the microwave brightness temperatures (both satellite and helicopter-borne portable sensors) and in-situ observations of sea ice thickness.

We present data from two airborne missions, one in early austral spring 2012 during the Sea Ice Physics and Ecosystem eXperiment (SIPEX-2) of the Australian Antarctic Program in East Antarctica, and one from the Sea of Okhotsk in mid-winter 2009. These microwave data are compared with the satellite AMSR-E and AMSR-II data and ice thickness estimated from Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) data, helicopter-borne IR sensor data, and ship-borne downward looking camera data. High-resolution airborne microwave brightness temperatures show good agreement with low AMSR-E and AMSR-II brightness temperatures, despite the significant resolution mismatch. In the thin ice region, the polarization ratio of 36 GHz vertical and horizontal temperatures (PR-36) is found to be well correlated with ice thickness, supporting the validity of the AMSR-E thin ice algorithm which was developed previously by our group. We also discuss the microwave characteristics of fast versus pack ice, with a view to improving a satellite fast ice detection algorithm.

キーワード: マイクロ波, ヘリ搭載型マイクロ波センサー, 薄氷域, 現場検証, 南極海, オホーツク海

Keywords: passive microwave, heli-borne portable radiometer, thin ice region, in-situ validation, Southern Ocean, Sea of Okhotsk