

## ツバル国フナフチ環礁を対象とした植生生育環境の調査

### Field Survey of Coastal Vegetation using satellite image and surveying data at Funafuti Atoll, Tuvalu

桑原 祐史<sup>1\*</sup>, 横木裕宗<sup>2</sup>

Yuji Kuwahara<sup>1\*</sup>, Yokoki Hiromune<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 茨城大学 広域水圏環境科学教育研究センター, <sup>2</sup> 茨城大学 工学部 都市システム工学科

<sup>1</sup>Center for Water Environment Studies, Ibaraki University, <sup>2</sup>Department of Urban and Civil Engineering, Ibaraki University

The objective of this study is to investigate land cover around the shoreline, and the geographical feature conditions of coastal vegetation growing on Funafuti Atoll, Tuvalu. In order to maintain the living environment of the South Pacific islands countries, sea-level rise is a serious problem. Thus, in this study, analyzed was the relation of land cover of shoreline area and hinterland by using aerial photograph (1984) and satellite image (2004). Then, geographical feature conditions of the coastal vegetation growing under natural condition were surveyed, and it was found that the coastal vegetation was growing in the altitude of about 2.2m.

キーワード: 気候変動, 海面上昇, 海岸植生, 土地被覆分析, 標高

Keywords: climate change, sea-level rise, coastal vegetation, land cover analysis, altitude

## 閉鎖性水域における土地利用の変化と水問題に関する研究(中国白洋淀を例として) The changes in land use change and water research in the closed water area (Baiyangdian in China as an example)

黄琳<sup>1\*</sup>, 近藤 昭彦<sup>1</sup>

Lin Huang<sup>1\*</sup>, Akihiko Kondoh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

<sup>1</sup> Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

白洋淀は豊かな自然に恵まれていることから「華北の玉」と呼ばれており、周辺地域の生活用水や産業用水の水源となっている。さらに洪水の抑止、水質浄化、生物多様性の保全などの生態系サービス機能を有している。しかし、現在では白洋淀の水質汚染と水不足は深刻な社会問題となっており、生態系サービス機能は劣化している。

一方、中国の経済発展に伴い白洋淀上流域の郷鎮企業が増えている。同時に白洋淀周辺地域の人口も増加し、宅地開発も進行している。また、従来からの畑作も重要な地域の産業となっている。これに伴い、白洋淀流域における水資源の需要量および排水による負荷は年々増加している。半乾燥地域である白洋淀では、近年降水量が減少していること、また上流域におけるダム建設によって地表水がせき止められたため、白洋淀の水の貯留量も減り、何度も枯渇を経験している。

本研究の研究地域は白洋淀を含む北緯 38°40' - 39°05'、東経 115°35' - 116°10' の範囲である。白洋淀は上流の太行山地に発する 9 本の河川水を集めて、最終的に渤海湾に流れこむ。沼沢地には約 3700 本のクリークが掘削され、河道で連結される 146 個の大きさの湖沼群が形成されている。総面積は 366 平方キロメートルであり、湖沼群中の島と湖畔には、36 の村がある。冬季は寒く乾燥し、夏季は暑く雨も多い。年平均降雨量は 563.9mm であり、年蒸発散量(蒸発パンによる計測)は 1369mm である。年降水量の 80% が 6~9 月にかけて降り、降雨量の多寡によって白洋淀の水量も大きく変化する。

白洋淀の生態系サービス機能を維持するため、適切な保全が必要とされているが、湿地の水資源は農業や地域の産業に有効利用し、生産の向上に貢献することも重要である。本研究では生態系サービスの保全に資することを目標として、衛星データによる白洋淀の湿原の植生の変動と水面積の変化を明らかにし、また、水質項目の現地観測を行い、白洋淀の水域、湿原植生の現状との関係を明らかにすることを目的とする。

時系列衛星リモートセンシングデータを用いて、1989 年から 2001 年の白洋淀の水域と湿原植生の変化を解析した。その結果、白洋淀の水面積は経年的に減少傾向にあった。湿原植生の面積は当初増加、その後減少の傾向にあった。減少分は埋立による宅地開発と新たな畑地開発であった。特に、白洋淀の上流側で減少面積が大きかった。また、白洋淀に当初存在した大面積の水域は、小さな水域に分断されたことも明らかとなった。

2010 年の 4 月、6 月、9 月と 2011 年 9 月に現地調査を行い、全窒素、全リン、硝酸性窒素、等の水質項目の測定を行った。その結果、各項目の濃度は、白洋淀の入水口(上流)が排水口(下流)よりかなり高いことがわかった。その理由の一つは湿地植生が成長時に窒素とリンなどを吸収して、水が浄化されたためであると考えられる。さらに、各観測月の結果を比べると、9 月の各濃度は 4 月と 6 月より小さい傾向が見える。8 月から 9 月は葦のバイオマスが最大になる時期であるため、窒素とリンの吸収も一因と考えられる。2011 年 9 月には白洋淀の透視度の現地観測を行った。白洋淀の上流側では、保定市の排水が流入すること、また白洋淀中の宅地からの生活用水排出のため、透視度が低い。また、葦群落が多いところの透視度が高いことが明らかとなった。

今回は衛星リモートセンシングにより白洋淀の水域および湿原植生の分布の経年変化を明らかにした。また、2010 年と 2011 年の調査により全窒素、全リン、硝酸性窒素、透視度等の水質項目の分布を明らかにした。都市化の進行に伴い、生活用水の排出も多くなっている。そのため、白洋淀の水質問題も深刻になっている。今後は白洋淀流域の水循環について研究を進める予定である。

## 衛星リモートセンシングによる新疆における農作物構造の経年変化に関する研究 Study on the Secular Changes of Agricultural Structure in Xinjiang Using Satellite Remote Sensing

シャオケイテイ アジ<sup>1\*</sup>, 近藤 昭彦<sup>2</sup>

Aji Xiaokaiti<sup>1\*</sup>, Akihiko Kondoh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

<sup>1</sup>Graduate School of Science Chiba University, <sup>2</sup>Center for Environmental Remote Sensing Chiba University

農村改革前、新疆は食糧生産に力点を置いてきたが、農村改革後「食糧生産を維持しつつ多角経営を積極的に発展させる」という自治区政府の農業生産方針の下で、食糧作物の作付面積は近年綿花を中心とした換金作物の生産拡大によって減少しつつあり、同自治区の食糧確保が重要な課題となっている。本研究では新疆各県ごとの地方志、新疆統計年鑑の各年版を使い、印刷資料をデジタル化することにより、新疆における農作物構造の経年変化について解析を行った。その結果、食糧生産量は持続的に増えてきたが、作付面積は1960年頃から増加傾向は認められなくなり、1968年以降は減少傾向にある。1960年当時に新疆における食糧生産の作付面積は $2347.8 \times 103\text{ha}$ であり、綿花も含めた全作付面積に占める比率が84.5%であったが、2008年では食糧生産の作付面積は $1649.9 \times 103\text{ha}$ となり、全作付面積に占める比率はわずか38.3%となった。空間的な変化を見ると、1990年代の食糧生産は総量でも単収でも南新疆が主生産地であったが、2008年では全新疆まで拡大していることがわかった。以上の時期区分と空間解析は統計データに基づいた解析である。新疆の農業はオアシス農業であり、灌漑施設の周囲にまとまって存在する。そこでSPOT/VEGETATIONデータを用い、新疆における主な食糧作物である冬小麦の面積を抽出したとともに、新疆における農作物構造の経年変化について解析を行い、統計情報により解析結果を確認した。

キーワード: 新疆, リモートセンシング, 農産物構造, 時期区分, 空間解析

Keywords: Xinjiang, Remote sensing, Agricultural Structure, Period classification, Spatial analysis

## 中国の半乾燥地域における AMSR-E 土壌水分の時空間変動の特徴について -山西省を例として-

### Spatio-temporal Variations of AMSR-E Soil Moisture in Semi-arid Region, China -A Case Study in Shanxi Province-

ソンバイ<sup>1\*</sup>, 近藤昭彦<sup>2</sup>  
mei sun<sup>1\*</sup>, Akihiko Kondoh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学 理学研究科地球生命圏科学専攻, <sup>2</sup> 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

<sup>1</sup> Graduate School of Science, Chiba University, <sup>2</sup> Center for Environment Remote Sensing, Chiba University

#### 1. はじめに

乾燥地域において、水・エネルギー循環に大きな影響を与える要素の一つである土壌水分量の推定はリモートセンシングに課せられた重要な課題である。衛星を用いたマイクロ波リモートセンシングは、土壌水分の広域情報収集のために有効な手段であり、AMSR-E 土壌水分データセットが作成されている。AMSR-E 土壌水分は多様な地域で検証する必要があり、各地上観測地点における土壌水分測定結果との比較は十分ではない。そこで、本研究では Kaihotsu et al.(2009) による AMSR-E 土壌水分データセット (Koike Ver5.31) を使用し、中国山西省における実測土壌水分量データおよび APHRODITE 日降水量データセット (Yatagai et al.,2009) と合わせて土壌水分と降水量の時空間変動について比較検討した結果を報告する。

#### 2. 解析対象領域と用いたデータ

##### (1) 解析対象地域の概要

山西省は(東経 110~115 度、北緯 34~41 度)に位置し、北は万里の長城、東は太行山脈、南と西は黄河によって囲まれている。東西約 350km、南北約 750km、総面積は 156800km<sup>2</sup> であり、標高は 180~3058m の範囲にある。黄土高原など黄土に覆われた山や丘陵などの高地が省面積の 72% を占める。気候は大陸性の温帯モンスーン気候に属し、年平均気温は 6.4℃ で、年較差が大きく、最寒月の 1 月の月平均気温が -11.3℃、最暖月の 7 月の月平均気温は 21.8℃ である。年平均降水量は 400mm で、その多くは夏季に集中しており、農事暦(小麦、トウモロコシ)は 1 年 2 作である(山西省気象局ホームページ)。

##### (2) 使用データの概要

###### a. AMSR-E 土壌水分データ (Koike Ver5.31)

改良型高性能マイクロ波放射計 AMSR-E (Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS) は、宇宙航空研究開発機構が開発し、NASA (National Aeronautics and Space Administration) の地球観測衛星 Aqua に搭載された世界最高性能のマイクロ波放射計である。空間分解能が 0.125° の日土壌水分データセットを利用した。

###### b. 実測土壌水分量データ

中国の山西省の 109 地点において、深度 0~10cm の土壌水分を炉乾燥法によって 10 日ごとに測定したデータセットの提供を受けた。2006 年および 2007 年 4 月から 9 月の土壌水分データが利用可能であった。

###### c. APHRODITE 降水量データ

アジア地域における空間分解能 0.25° の日降水量グリッドデータであり、収集した衛星観測データや地上観測データを空間的に内挿することにより作成されている (Yatagai et al.,2009)。本研究では 2006 年と 2007 年の日降水量データセットを使用した。

###### d. ASTER GDEM 標高データ

研究対象地域の標高図作成には METI (Ministry of Economy, Trade and Industry) と NASA が公開している ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Model) 標高データを使用した。空間分解能は 30 m であり、詳細な地形情報を得ることができる。

#### 3. 結果

##### (1) AMSR-E 土壌水分量と実測土壌水分量結果の比較

2006 年および 2007 年 6 月から 8 月まで地上で土壌水分が測定されている日付を対象として、AMSR-E 土壌水分量と実測土壌水分量の分布図を作成した。全部で 36 組の分布図を比較したところ、両者の間に概ね良好な一致が得られた。ただし、一部の地域で AMSR-E 土壌水分量が実測土壌水分量を過大評価する場合があった。

HTT31-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月19日 18:15-19:30

## (2)2006年と2007年のAMSR-E 土壌水分量と実測土壌水分量の相関係数の分布

2006年の相関係数は低い地点も認められるが、2007年は全体的に高い値を示した。また、2007年において山西省の南部、中部太原周辺と南東部でAMSR-E 土壌水分量と実測土壌水分量の相関係数が大きいことがわかった。

## (3) 土壌水分量と降水量の関係

2006年のAMSR-E 土壌水分量と実測土壌水分量の相関は2007年より低かった。日降水量の時系列と比較すると、2006年においても降水イベントとAMSR-E 土壌水分量の変動は良く一致していた。2006年の相関が低かったのは、実測土壌水分量の測定間隔が10日ごとであることも影響行したと考えられる。AMSR-E 土壌水分量は地表面における土壌水分の変動を捉えていると考えられる。

## 4. まとめ

(1)AMSR-E(Koike Ver5.31) 土壌水分データと実測土壌水分量データを比較した結果、AMSR-E 土壌水分量は実際の土壌水分の分布を精度良く捉えているといえる。しかし、時折認められた過大評価となる場合について今後の検討が必要である。

(2)AMSR-E 土壌水分データと実測土壌水分量の相関係数は2007年が全体的に2006年より高かった。また、2007年、特に山西省の南部、中部太原周辺と南東部でAMSR-E 土壌水分量と実測土壌水分量の相関が高かった。

謝辞:山西省における土壌水分データセットを提供頂いた Dr.Ailikun、広島大学の開発一郎教授、また、小池俊雄教授はじめAMSR-E 土壌水分データセットを開発グループに心より御礼申し上げます。

キーワード: 土壌水分, AMSR-E, 検証, 山西省

Keywords: soil moisture, validation, AMSR-E,, ShanXi Province



## 福島における放射能対策を目指した航空機実験 - ヘリコプター搭載ビデオカメラによる土地被覆分類マップの作成 - Creating the vegetation and land-cover classification map by video camera onboard helicopter

野呂 直樹<sup>1</sup>, 高良 洋平<sup>2</sup>, 安藤 史識<sup>3</sup>, 藤森 雄大<sup>4\*</sup>, 松下 龍之介<sup>5</sup>, 近藤 昭彦<sup>6</sup>

Naoki Noro<sup>1</sup>, Yohei Takara<sup>2</sup>, Fuminori Ando<sup>3</sup>, Takahiro Fujimori<sup>4\*</sup>, Ryunosuke Matsushita<sup>5</sup>, Akihiko Kondoh<sup>6</sup>

<sup>1</sup> エバ・ジャパン株式会社, <sup>2</sup> エバ・ジャパン株式会社, <sup>3</sup> エバ・ジャパン株式会社, <sup>4</sup> 千葉大学環境リモートセンシング研究センター, <sup>5</sup> 千葉大学大学院理学研究科, <sup>6</sup> 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

<sup>1</sup>EBA JAPAN CO.,LTD., <sup>2</sup>EBA JAPAN CO.,LTD., <sup>3</sup>EBA JAPAN CO.,LTD., <sup>4</sup>Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, <sup>5</sup>Graduate School of Science, Chiba University, <sup>6</sup>Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

### 1. はじめに

2011年3月に発生した東電福島第一原発事故により環境中に放出された放射性物質は阿武隈山地における広域放射能汚染をもたらした。汚染の状況を調べるために、国は航空機モニタリングを行い、空間線量率・沈着量マップを作成しているが、300~600mのフットプリントで約2kmごとに測定されたデータを空間的に補間しているため、地域の詳細な汚染状況を捉えることは困難である。特に、山林地域では、森林の樹種や地形により放射性物質の沈着状況が異なることがわかっている。例えば、落葉樹林では事故当時は落葉していたために放射性物質は地表に沈着したが、常緑針葉樹では樹冠に沈着した放射性物質が時間をかけて地表面に移行しつつある。そのため、山地森林域では、放射能対策を立案するために植生や地形の把握が重要である。また、都市域、住宅地においても、屋根に使われている素材の種類によって除染方法は細かく分けられており、それを事前に地図化しておくことにより効率的な放射能対策を立てることができる。

そこで、計画的避難区域に指定されている福島県川俣町山木屋地区において、歩行サーベイによる空間線量率の測定を行い、また有人航空機から撮影した航空写真を利用して、この土地の土地被覆分類マップを作成し、土地利用によって放射線量の分布にどのような影響が生じるかを検討した。

### 2. 測定手法

#### 歩行サーベイ

GPSと連動させたGEORADIS社製のガンマー線スペクトロメータRT-30を地上1m高となるようにザックに格納し、山地斜面を歩行した。

#### ビデオ撮影

有人ヘリコプターに防振装置にマウントした民生用のビデオカメラを鉛直下向きに取り付け、地表を撮影した。撮影は2012年12月7日に行い、川俣町山木屋地区(37.4平方キロメートル)のほぼ西側半分の領域を撮影することができた。ヘリコプターの運用はエバ・ジャパン株式会社に委託した。

### 3. 結果

航空撮影を実施した2012年12月7日には積雪はなかったが落葉広葉樹はすべて葉を落としている状況であり、落葉広葉樹と常緑針葉樹の色調には明瞭な差があった。ビデオ画像はシーンごとにキャプチャーし、既存のオルソ空中写真をベースマップとして幾何補正を施し、モザイク画像を作成した。

植生・土地被覆分類はオブジェクトベース分類を行うことができるTrimble社製の「eCognition8.8」を用いて行い、土地被覆の要素を「落葉広葉樹」「常緑針葉樹(スギ)」「常緑針葉樹(マツ)」「土壌・草地」「畑」「人工物」「小道」の7種類に分類し、解析を実施した。

結果は添付の図に示す。航空写真の目視判読と現地調査により精度評価を行ったところ、7~8割程度の精度は確保されている。この土地被覆分類マップに、歩行サーベイにより測定した放射線量の分布を重ね合わせ、放射線量の分布と土地被覆との関係を検討したところ、樹冠に放射性物質が沈着していると思われる常緑針葉樹の周辺では放射線量が高いことが明らかとなった。

### 4. 今後の展望

有人ヘリコプターに搭載した民生用ビデオカメラにより取得した可視画像に対してオブジェクト分類を適用することにより、精度の高い土地被覆分類マップを作成することができた。歩行サーベイによる空間線量率の分布図を重ねることにより、空間線量率と土地被覆の関係が明らかとなった。

筆者らは山地流域における放射能対策は、汚染状況の不均質性に鑑み、里山の小流域ごとに行うべきであるとの主張を行っているが、正確な土地被覆図は対策立案のための必須の情報である。本研究においてリモートセンシング手法による低コストの土地被覆図作成手法を確立させたことで、放射線対策に利用できる高精度の詳細土地被覆データセット



## 福島における放射能対策を目指した航空機実験 - ハイパースペクトルデータによる植生・土地被覆分類マップの作成 - Creating the vegetation and land-cover classification map by hyperspectral camera on-board helicopter

野呂 直樹<sup>1</sup>, 高良 洋平<sup>2\*</sup>, 安藤 史識<sup>3</sup>, 藤森 雄大<sup>4</sup>, 近藤 昭彦<sup>5</sup>  
Naoki Noro<sup>1</sup>, Yohei Takara<sup>2\*</sup>, Fuminori Ando<sup>3</sup>, Takahiro Fujimori<sup>4</sup>, Akihiko Kondoh<sup>5</sup>

<sup>1</sup> エバ・ジャパン株式会社, <sup>2</sup> エバ・ジャパン株式会社, <sup>3</sup> エバ・ジャパン株式会社, <sup>4</sup> 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター, <sup>5</sup> 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

<sup>1</sup>EBA JAPAN CO.,LTD., <sup>2</sup>EBA JAPAN CO.,LTD., <sup>3</sup>EBA JAPAN CO.,LTD., <sup>4</sup>Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, <sup>5</sup>Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

### 1. はじめに

2011年3月に発生した東電福島第一原発事故により環境中に放出された放射性物質は阿武隈山地における広域放射能汚染をもたらした。汚染の状況を調べるために、国は航空機モニタリングを行い、空間線量率・沈着量マップを作成しているが、300~600mのフットプリントで約2kmごとに測定されたデータを空間的に補間しているため、地域の詳細な汚染状況を捉えることは困難である。特に、山林地域では、森林の樹種や地形により放射性物質の沈着状況が異なることがわかっている。例えば、落葉樹林では事故当時は落葉していたために放射性物質は地表に沈着したが、常緑針葉樹では樹冠に沈着した放射性物質が時間をかけて地表面に移行しつつある。そのため、山地森林域では、放射能対策を立案するために植生や地形の把握が重要である。また、都市域、住宅地においても、屋根に使われている素材の種類によって除染方法は細かく分けられており、それを事前に地図化しておくことにより効率的な放射能対策を立てることができる。

そこで、計画的避難区域に指定されている福島県川俣町山木屋地区において、植生・土地被覆の地図化を目的として、「ハイパースペクトルカメラ」を有人航空機に搭載し、航空撮影及び、土地被覆分類マップの作成を試みた結果を報告する。

### 2. 測定手法

使用したハイパースペクトルカメラはエバ・ジャパン社製「NH-7」で、画像解像度：130万画素（1280×1024pixel）、撮影速度：7秒（130万画素時）、測定波長域：350nm~1100nm、波長分解能：5nm、データビット数：10ビット、重量：750gの性能を持つ。NH-7を有人ヘリコプターに搭載し、福島県川俣町山木屋地区の航空撮影を行った。

ヘリコプターは民間の機材で、事前にNH-7専用の防振装置を取り付け、ヘリコプターが持つ固有の微振動を吸収し、また風等によってヘリコプターが傾いても、自動で重力方向（真下）にカメラが向くように調整した。

撮影は2012年12月7日に行ったが、地上付近の風速が最大6m/s程度に達することがあり、空撮には不利な環境下であった。しかし、「NH-7」の持つ撮影速度やカメラゲインの自由選択機能を活用することにより、悪条件の下でも画像を撮影することができた。ハイパースペクトル画像の撮影は山木屋小学校・幼稚園を対象とした。校庭は除染（表土はぎ取り）が行われているが、周辺地域の除染は行われていない。近隣には落葉広葉樹林、常緑針葉樹、混交林および建物等、様々な土地被覆が存在している。撮影した画像を用いてハイパースペクトルカメラによる土地被覆分類解析のパフォーマンスを検証した。

### 3. 結果

解析には画像解析ソフト「ENVI」を使用し、ハイパースペクトルデータが持つ膨大なスペクトル情報から、その土地の要素を大まかに「建物」「樹種」「土壌」「アスファルト（路面）」に分類し、そこからさらに細かい諸要素に分け、最終的に18種類の要素に分類した。

結果を図に示す。ビデオ画像との比較および現地における確認により「建物」「樹種」「土壌」「アスファルト（路面）」のいずれの要素においても、正確な分類ができており、建物の屋根の素材ごとや落葉広葉樹、常緑広葉樹の判別もできている。

### 4. 今後の展望

今回は天候の制約で山木屋小学校・幼稚園周辺地域の撮影しか出来なかったが、今回の結果からもハイパースペクトルデータによる土地被覆分類解析が、土地利用状況を迅速かつ正確に把握する上で有効な手法であることを示すことができた。今後は、今回の解析の結果得られた各要素が持つスペクトルパターンの知見を活用し、より広範囲をより短時間で解析する方法を構築し、山木屋地区全体において同様の土地被覆分類解析を試みたいと考えている。また、NH-7はUAVにも搭載できるため、飛行機材の運用に左右されない観測も今後行う予定である。

得られた山木屋地区の土地被覆分類マップを、現地の状況に即した、効率的な放射能対策、除染計画の策定に役立て



HTT31-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月19日 18:15-19:30

たいと考えている。

キーワード: ハイパースペクトルカメラ, 分光イメージング, 近接リモートセンシング, 原子力災害, 福島, 山木屋  
Keywords: Hyperspectral Camera, Spectral imaging, Proximal Remote Sensing, Nuclear Disaster, Fukushima, Yamakiya

ビデオカメラ画像



ハイパースペクトルカメラによる土地被覆分類マップ



- |         |           |           |           |       |       |       |
|---------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|
| ■ 常緑針葉樹 | ■ 常緑広葉樹   | ■ 落葉広葉樹   | ■ 草地      | ■ 土壌1 | ■ 土壌2 | ■ 土壌3 |
| ■ 汚染土   | ■ アスファルト1 | ■ アスファルト2 | ■ アスファルト3 | ■ 建物1 | ■ 建物2 |       |
| ■ 建物3   | ■ 建物4     | ■ 建物5     | ■ ソーラーパネル | ■ 未分類 |       |       |

## リモートセンシングによる下部対流圏オゾン量導出のための検証観測 Validation observation for the derivation of lower tropospheric ozone by remote sensing

山口 裕樹<sup>1\*</sup>, 福寿 旅人<sup>1</sup>, 北 和之<sup>2</sup>, 板橋 良平<sup>1</sup>, 谷中 郁哉<sup>2</sup>, 木名瀬 健<sup>1</sup>, 入江 仁士<sup>3</sup>, 野口 克行<sup>4</sup>, 中山 智喜<sup>5</sup>, 松見 豊<sup>5</sup>, 永井 智広<sup>6</sup>, 酒井 哲<sup>6</sup>, 財前 祐二<sup>6</sup>, 森野 勇<sup>7</sup>, 田中 智章<sup>8</sup>  
Yuuki Yamaguchi<sup>1\*</sup>, Tabito Hukuju<sup>1</sup>, Kazuyuki Kita<sup>2</sup>, Ryohei Itabashi<sup>1</sup>, Humiya Yanaka<sup>2</sup>, Ken Kinase<sup>1</sup>, Hitoshi Irie<sup>3</sup>, Katsuyuki Noguchi<sup>4</sup>, Tomoki Nakayama<sup>5</sup>, Yutaka Matsumi<sup>5</sup>, Tomohiro Nagai<sup>6</sup>, Tetsu Sakai<sup>6</sup>, Yuji Zaizen<sup>6</sup>, Isamu Morino<sup>7</sup>, Tomoaki Tanaka<sup>8</sup>

<sup>1</sup> 茨城大学大学院理工学研究科, <sup>2</sup> 茨城大学理学部, <sup>3</sup> 千葉大学 CeRES, <sup>4</sup> 奈良女子大学理学部, <sup>5</sup> 名古屋大 STE 研, <sup>6</sup> 気象研究所, <sup>7</sup> 国立環境研, <sup>8</sup> JAXA/EORC

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, <sup>2</sup> College of Science, Ibaraki University, <sup>3</sup> Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, <sup>4</sup> Faculty of Science, Nara Women's University, <sup>5</sup> Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, <sup>6</sup> Meteorological Research Institute, <sup>7</sup> National Institute for Environmental Studies, <sup>8</sup> JAXA/EORC

対流圏下部のオゾンは、大気汚染物質として人体の健康や農作物・生態系にとって重要である。その増加傾向は北半球で広く認められており、中国など新興国からの越境汚染が原因の一つと考えられているが、その実態はまだ良くわかっていない。越境汚染など広域的な変化を観測するためには、衛星等からのリモートセンシングが有効であると考えられるが、下部対流圏オゾンについては従来困難であった。そのため、本研究では衛星リモートセンシングによる下部対流圏オゾン観測の実現に向けて、多波長同時分光観測ならびに紫外光マルチアングル観測の2つの手法を提案し、その検証のため航空機観測を実施した。並びにオゾンリトリーバルアルゴリズムの精度検証のため、太陽直達光観測によるオゾンカラム量導出も行っている。

多波長同時同時分光観測では、オゾンが紫外・可視・赤外・ミリ波と異なる波長域の光を吸収し、かつ各波長域で吸収の高度依存性が異なることを利用し、その違いから下部対流圏オゾン濃度を推定する手法である。今回は、紫外域と可視域での太陽散乱光スペクトルを観測することにより、主にレイリー散乱強度の違いを利用して下部対流圏で生じる光路長の差から、下部対流圏オゾン量を導出する。紫外光マルチアングル観測は、直下および斜め方向(今回の観測では20°)からの太陽後方散乱光スペクトル観測を行い、この散乱角の違いによる光路長の差を利用して、下部対流圏オゾン量を導出する方法である。

2012年9月10日および13日に筑波上空にて航空機による検証実験を行った。航空機には、分光器 Maya2000pro とオゾン計を搭載し、25000 ft (7600 m) と 2500 ft (760 m) の2つの高度で紫外・可視散乱光スペクトル観測とオゾンの直接観測を行った。同時に、気象研究所で CRDS や PASS、PSAP による地上エアロゾル観測、オゾン計による地表オゾンの観測、ライダー観測によるオゾンおよびエアロゾルの高度分布観測が行われた。また、オゾンゾンデによるオゾン高度分布の直接観測を行った。航空機からは、紫外(波長 300~380nm)および可視(波長 400~700nm)域での天頂散乱光、鉛直下方およびそこから20°斜め方向からの散乱光を観測している。とくに可視域では、下方からの散乱光に地表反射光が大きく寄与しているため、オゾン量を精度よく推定するためには、地表反射スペクトルの推定が重要となる。今回、高度の低い2500ft(760m)にて、水田、森林、市街地など地表状態で異なる地表反射スペクトルを測定した。航空機観測では、天頂方向観測によって得られたスペクトルと各直下方向の観測スペクトルとの比から差分吸光フィッティングより傾斜オゾンカラム量を求める。

2012年11月16日には、航空機観測と同じ装置を用いて、茨城大学構内にて太陽直達光観測を行った。直達光の光路長は幾何学条件にのみ依存し、散乱光による影響が十分小さい。そのため紫外・可視両波長の光路長は等しくなり、得られる傾斜オゾンカラム量も等しくなるはずである。それぞれの波長で、太陽高度の最も高い正午前後の直達光スペクトルと夕方の太陽高度が低くなったときの直達光スペクトルとの比をとり、差分吸光フィッティングより傾斜オゾンカラム量を求め比較検討を行う。

現在これらの解析を鋭意行っており、観測の詳細および中間結果について講演会にて発表したい。

キーワード: リモートセンシング

Keywords: remote sensing