

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：34303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K04405

研究課題名(和文)大規模穀倉地帯における衛星リモートセンシングによる土壌劣化推定手法の開発

研究課題名(英文)Development of a method for estimating soil degradation using remote sensing in agricultural area

研究代表者

沖 一雄 (Oki, Kazuo)

京都先端科学大学・工学部・教授

研究者番号：50292628

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、代表者が研究を進めているオーストラリア、西オーストラリア州のWheatBelt地帯の小麦農場、米国、アリゾナ州のピーカンナッツ農場、タイ国、コンケンの水田を対象地として、衛星および高空間分解能(数cm)で観測ができるUAV(無人飛行体)のリモートセンシングデータを利用したより軽度の土壌塩害化地域の検出手法の実施した。その結果、リモートセンシングデータより算出された植生指標にDEM(標高データ)の情報を統合することにより、土壌劣化のタイプとその程度を分類できることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

広域を観測できるリモートセンシングデータから軽度の土壌劣化(塩害化)情報を把握することにより、各農耕地において早期に耐塩性などの作物を植えるなどの対策により影響を受ける地域の生活インフラや農業生産・世帯収入を維持していくことが可能になると思われる。さらに、将来において、各地域の特性を考慮したアクションプランや法制度等に本研究の成果が役立つと考えられ、社会的意義が大きいと言える。各国の海外共同研究機関と協働で、今後の更なる実用化に向けたベースが整ったと言える。

研究成果の概要(英文)：In this study, a method was developed to detect areas with milder soil salinity using remote sensing data from satellites and UAVs (unmanned aerial vehicles) that can observe with high spatial resolution (several centimeters) at wheat farms in the Wheat Belt region of Western Australia, Australia, pecan nut farms in Arizona, USA, and rice paddies in Khon Kaen, Thailand where the representative is currently conducting research. As a result, we showed that by integrating vegetation index calculated from remote sensing data with DEM (elevation data) information, it is possible to classify the type and degree of soil degradation, with an accuracy of over 90%.

研究分野：リモートセンシング

キーワード：リモートセンシング ドローン 塩害化 土壌劣化

### 1. 研究開始当初の背景

L.R.Brown, (2006)によると、世界の農耕地のおよそ 40%は深刻な土壌劣化の状態にあると言われ、現在の農耕地においても土壌劣化に伴う土地生産性の低下が報告されている。また、2007年のアメリカ合衆国農務省の報告では、世界中で毎年 1000 万 ha の農耕地が灌漑による塩害が原因の土壌劣化で失われているとされている。世界の農耕地での食糧生産性向上は食糧確保の面から緊急の問題である。特に海外の大規模穀倉地帯で生産されている食糧の輸入に依存している我が国にとっても、海外の大規模穀倉地帯における土壌劣化は、食糧確保と価格の安定のいずれの面からも看過できない問題である。

穀物の生産量は気象条件、土壌条件、作付・管理状況等によって支配される。気象は人間の手で管理することはできないが、土壌条件および作付や管理手法はコントロール可能である。本研究は、リモートセンシング技術を用いた土壌特性の正確な把握を目指すものである。その成果として、劣化した土壌に適した品種を導入するといった作付や管理手法の導入が可能となり、土壌劣化が進む農耕地において収量の向上が期待される。

### 2. 研究の目的

本研究では、代表者が研究を進めているオーストラリア、西オーストラリア州の WheatBelt 地帯の小麦農場、米国、アリゾナ州のピーカンナッツ農場、タイ国、コンケンの水田を対象地として、衛星および高空間分解能 (数 cm) で観測ができる UAV (無人飛行体) のリモートセンシングデータを利用したより軽度の土壌塩害化地域の検出手法の開発することを研究目的とした。

### 3. 研究の方法

リモートセンシング技術による土壌劣化推定手法を確立するために、土壌情報を可視・近赤外域のマルチスペクトルセンサと熱赤外センサ搭載の衛星データと組み合わせ、土壌水分量及び土壌塩分濃度の定量的推定手法の開発を実施する。また、土壌水分、塩分濃度の推定には、地上での土壌サンプル採集と同期したリモートセンシングデータの取得が求められる。このため、土壌サンプリングに同期して UAV (無人飛行体) にマルチスペクトルセンサや熱赤外センサを搭載し、疑似的な Landsat データを作成し、土壌水分量及び土壌塩分濃度の定量的推定に用いて、リモートセンシング技術による土壌劣化推定手法の開発を実施した。

### 4. 研究成果

以下に、本研究で得られた成果を示す。

- (1) リモートセンシングデータより算出された植生指標に DEM (標高データ) の情報を統合することにより、土壌劣化のタイプとその程度を分類できることを示し、その精度は 90%以上であった。
- (2) 熱赤外センサにより観測された農場の地表面温度マップから、塩害による生育阻害の可能性があるとことを示した (図 1)。
- (3) タイ国全土の地表面水分状況を衛星画像から評価できるシステムを開発した (図 2)。
- (4) 土壌劣化マッピング情報の提供のみで終わらないよう、期間内に、現地での耕作者とその指導を行う研究機関を含めた利活用体制を構築した。今後、本研究の成果をもとに実用化を進める予定である (図 3)。

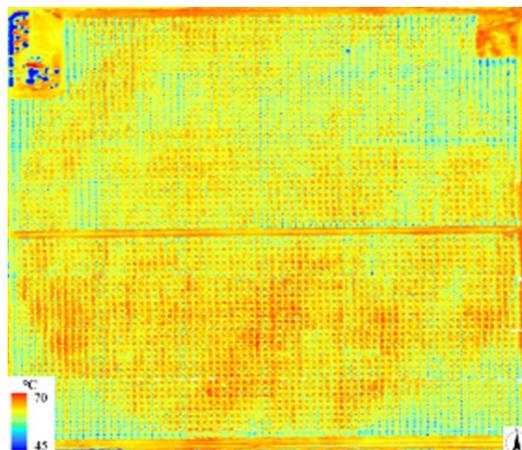


図 1 : 熱赤外センサにより観測された農場の地表面温度マップ

# Evaluation of Drought (Wet) Conditions Using Satellite Images

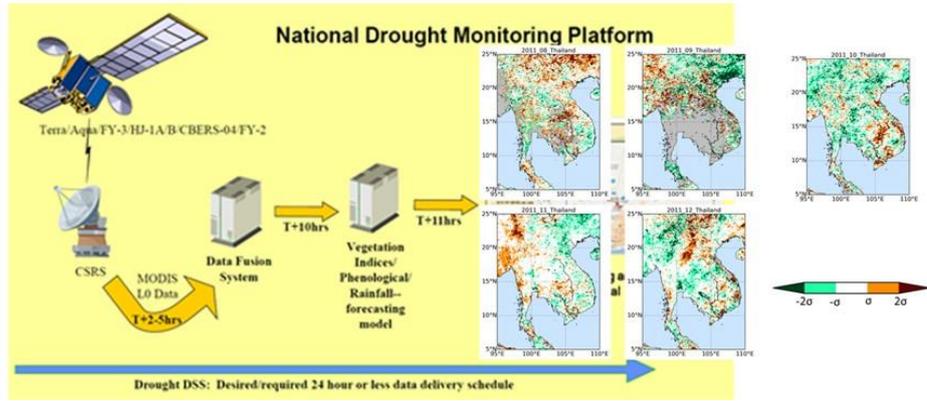


図2：タイ国における衛星観測システム

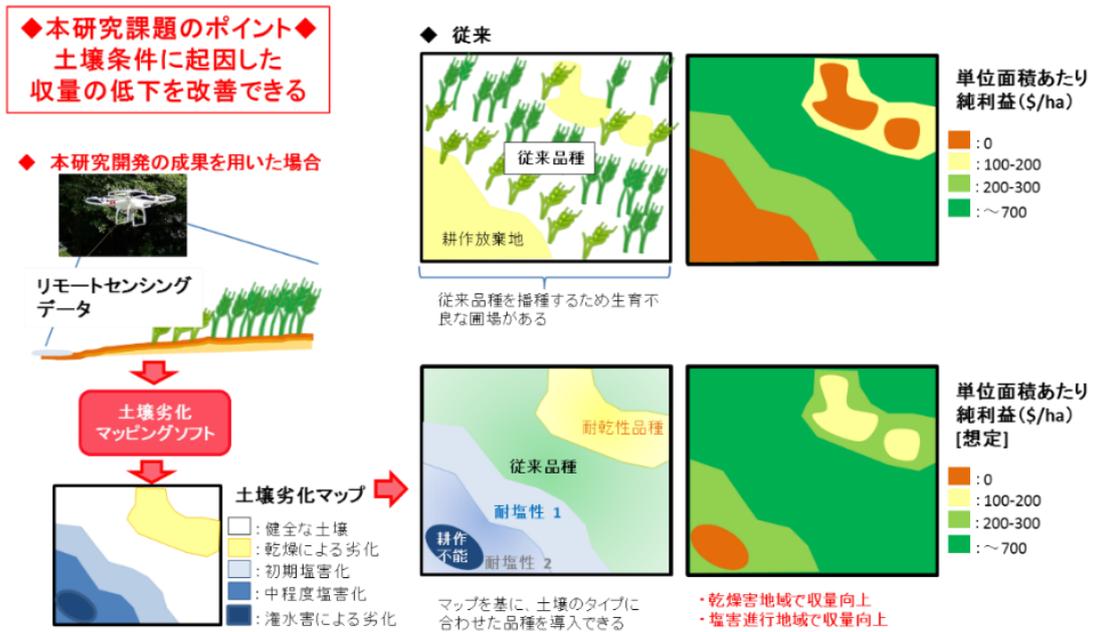


図3：本提案手法の社会的貢献

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 6件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Yi Yang, Rongling Ye, Mallika Srisutham, Thanyaluck Nontasri, Supranee Sritumboon, Masayasu Maki, Koshi Yoshida, Kazuo Oki, and Koki Homma	4. 巻 14
2. 論文標題 Rice Production in Farmer Fields in Soil Salinity Classified Areas in Khon Kaen, Northeast Thailand	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 9873
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/su14169873	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Yang Yi, Oki Kazuo, Homma Koki, Maki Masayasu, Ye Rongling, Saito Daiki, Nontasri Thanyaluck, Srisutham Mallika, Sritumboon Supranee, Sukchan Somsak, Yoshida Koshi	4. 巻 16
2. 論文標題 Yearly change in severely salt-damaged areas in paddy fields in Ban Phai in Northeast Thailand	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Hydrological Research Letters	6. 最初と最後の頁 7-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3178/hrl.16.7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Koshi Yoshida, Supranee Sritumboon, Mallika Srisutham, Koki Homma, Masayasu Maki, Kazuo Oki	4. 巻 15(4)
2. 論文標題 Climate change impact on soil salt accumulation in Khon Kaen, Northeast Thailand	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Hydrological Research Letters	6. 最初と最後の頁 92-97
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3178/hrl.15.92	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Yang Yi, Oki Kazuo, Homma Koki, Maki Masayasu, Ye Rongling, Saito Daiki, Nontasri Thanyaluck, Srisutham Mallika, Sritumboon Supranee, Sukchan Somsak, Yoshida Koshi	4. 巻 16(1)
2. 論文標題 Yearly change in severely salt-damaged areas in paddy fields in Ban Phai in Northeast Thailand	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Hydrological Research Letters	6. 最初と最後の頁 7-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3178/hrl.16.7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 H. Yamagata, K. Noda, J.J.Randall,H, Kamiya, K. Oki	4. 巻 28
2. 論文標題 Consecutive monitoring method for pecan orchards and discovery of a mysterious circle in a pecan orchard with UAV	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 OPTICAL REVIEW	6. 最初と最後の頁 738-744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10043-021-00696-y.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ryota Nomura, Kazuo Oki	4. 巻 28
2. 論文標題 Development of health monitoring method for pecan nut trees using side video data and computer vision	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 OPTICAL REVIEW	6. 最初と最後の頁 730-737
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10043-021-00694-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ryota Nomura, Kazuo Oki	4. 巻 13
2. 論文標題 Downscaling of MODIS NDVI by Using a Convolutional Neural Network-Based Model with Higher Resolution SAR Data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Remote Sens.	6. 最初と最後の頁 732
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs13040732	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mongkol Raksapatcharawong, Watcharee Veerakachen, Koki Homma, Masayasu Maki, and Kazuo Oki	4. 巻 12
2. 論文標題 Satellite-Based Drought Impact Assessment on Rice Yield in Thailand with SIMRIW-RS	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 REMOTE SENSING	6. 最初と最後の頁 1-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs12132099	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------