

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450365

研究課題名(和文) 東南アジア地域における衛星リモセンによる農作物洪水被害の判別と適応策の再評価

研究課題名(英文) Assessing the degree of flood damage to rice crops by satellite imaging and re-evaluating adaptation measures in the South-East Asia region

研究代表者

小寺 昭彦 (Kotera, Akihiko)

神戸大学・先端融合研究環・助教

研究者番号：10435589

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではこれまでの農作物冠水被害調査方法が抱えていた安全性・迅速性・効率性・公平性・正確性といった諸問題を解決すべく、衛星リモセンによる被害判別手法の確立を目的とし、さらに東南アジアの各デルタ地域の過去・現在の農作物冠水被害ならびに適応策の評価を行った。その結果、本手法による被害判別結果は現地で実施した過去の被災状況の調査結果ともよく一致することが確認され、また、被害状況とそれらに対する適応策の地域間差についても明らかになった。

研究成果の概要(英文)：In this research project, we aimed to develop a new method for detecting crop flood damage by using satellite remote sensing technique, to solve various problems in conducting field survey for flood damage such as safety, speediness, efficiency, fairness and accuracy. In addition, past and present crop flood damage and adaptation measures of each delta region in Southeast Asia were assessed. As a result, it was confirmed that the result of damage evaluation by this method agreed well with the survey result of the past damage situation, and it was also revealed about the damage situation and the regional difference of adaptation measures against them.

研究分野：農業環境情報学

キーワード：災害モニタリング リモートセンシング

1. 研究開始当初の背景

(1) これまで洪水による農作物の被害状況を把握する方法としては現場調査に頼らざるを得ない状況にあった。しかしながら被害発生時および直後における調査の実施には危険が伴い、またそのような状況において広域を迅速に把握することは極めて困難であった。調査の遅れは災害対応に影響を及ぼす。

洪水後の調査では主にインタビューやアンケート形式がよく用いられるが、被害発生から時間が経過することで正確性は徐々に失われ、時には補償金目的等による過大申告によって公平性が失われるケースもある。さらにこれらの現場調査には莫大な人員と経費が必要とされるため、途上国等では実施そのものが困難となる場合も多い。洪水被害調査手法の改善はこのような問題を持つ地域において喫緊の課題となっていた。

(2) 近年、衛星リモートセンシングによる洪水監視技術が発展したことで、実際の洪水対策や災害復旧等の場面で既に活用される段階となっている。衛星リモセンが持つ広域性・迅速性といった特徴が極めて強力であることはよく知られていることである。ただしこれらはあくまでも冠水域の観測であり、農作物被害についての直接的な情報を得ることはできないことが問題となっていた。農地においては冠水したからといって必ずしも被害が発生するとは限らないためである。

(3) 東南アジアデルタ等の洪水常襲地域における農業はこれまで長い間、洪水の季節的なリズムに合わせた栽培形態によって洪水被害を回避してきた。近年になり近代的な治水開発や栽培技術の導入が急速に進められると、生産力は大幅に増加したが、それに伴い新たな洪水被害問題が頻発するようになる。これらの洪水被害の発生要因も変化していると考えられるが、その要因を明らかにするには、まずは洪水被害発生状況およびその時の栽培や水管理状況について時間的・空間的な変化を詳細かつ広域に調査する必要があるだろう。本調査は先述の衛星リモセンによる洪水被害判別手法が確立されることではじめて可能となる。

2. 研究の目的

以上の背景から、本研究では(1)冠水被害判別法の開発およびその実用化を目的とした。さらに、(2)本手法をカンボジア・メコン川デルタおよびタイ・チャオプラヤ川デルタに適用し、過去の洪水被害状況を明らかにするとともに被害回避策の相違について検討した。

3. 研究の方法

農作物の冠水被害判別で基準となるのは、洪水発生時において収穫前であったか収穫後であったかという点である。前者においては被害は免れないが、後者においては少なく

とも圃場上で冠水被害はなかったものと考えられる。以上の観点から本研究では時系列衛星データから得られた洪水の発生時期およびその時の生育状況から、冠水被害を No damage (冠水被害無し)、Total loss (全損被害)、Partial loss (部分的被害)の3段階に分類し評価した(図.1)。

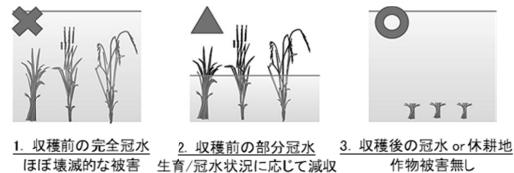


図1. 冠水被害状況の判別基準

冠水域および生育段階の判別にはMODIS センサから得られた植生指数 EVI (Enhanced vegetation Index)、陸面水指標 LSWI (Land Surface Water Index)を用いた。精度向上のための試みとして MODIS/Aqua および MODIS/Terra の合成による雲ノイズ処理能力の改善を行い、冠水域判別精度については合成開口レーダー (PALSAR) 画像による冠水域判別結果を基準とし MODIS 冠水域判別のパラメータを最適化することで改善を図った。

推定結果の検証は、カンボジア南部7州およびタイ中部9県における洪水被害統計の水稲冠水被害に関するデータとの比較および現地聞き取り調査によって行った。また同時に洪水被害後の対応策等についても聞き取り調査を行った。

4. 研究成果

(1)カンボジア南部7州における被害統計値と衛星画像解析による被害推定値の相関関係は強く(図2, $R^2 = 0.95$)、また被害農地の空間分布も現地調査結果とよく一致した。一方でタイ中部9県における比較では(図3)、被害面積の推定値が現地の統計値よりも過小に評価される結果となった。

タイにおける現地調査からは統計値にはイネの冠水被害以外の洪水影響、例えば灌漑設備の被害等も加算されている場合が時々見られたことに加え、一部地域(Lop Buri や2006年のAyutthaya等)では水稲冠水被害が実際よりも過大に報告されている可能性も示唆された。しかしながら今回用いた衛星データの時間・空間解像度(250 m, 8 days)ではイネの冠水を明確に捉えきれなかった可能性も考えられる。タイ中部では年間2~3期作が行われており1作の栽培期間が短く土地利用も複雑なため、ミクセル効果による誤差も多く含まれていると考えられる。一方でカンボジアの作付け回数は年間1~2回であり土地利用も比較的単純であるため、高い推定精度が得られたものと考えられた。

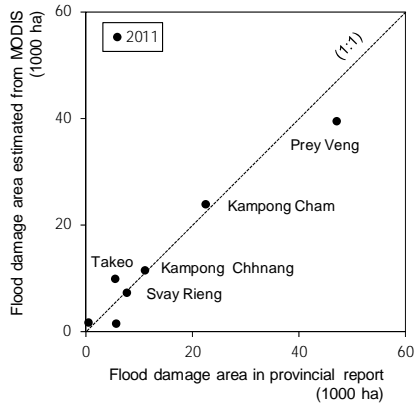


図 2 . カンボジア州別被害面積の比較
MODIS vs. 現地統計

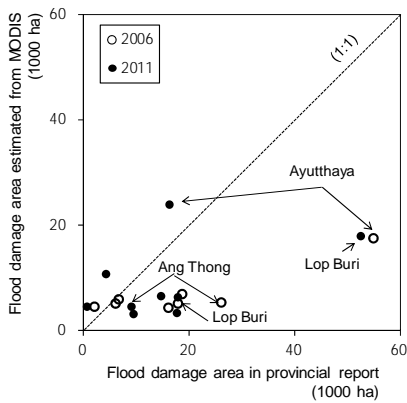


図 3 . タイ県別被害面積の比較
MODIS vs. 現地統計

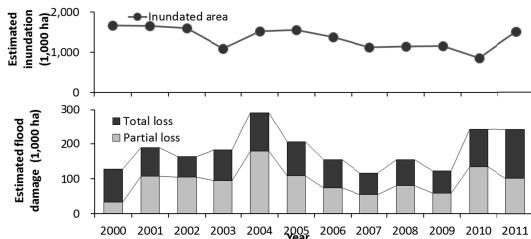


図 4 . カンボジア・メコン川デルタ地域 7 州の冠水面積、被害面積の年変化

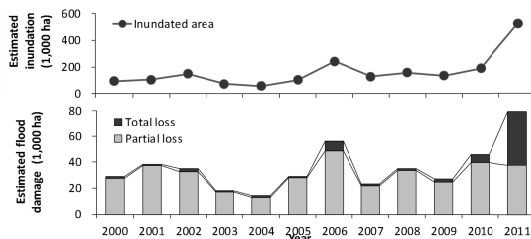


図 5 . タイ・チャオプラヤ川デルタ地域 9 県の冠水面積、被害面積の年変化

(2) カンボジア・メコン川デルタでは壊滅的な被害が広い面積で毎年発生していた(図 4)。しかしながら冠水面積との相関は低い。過去 12 年間に於いて複数回被害を受ける農地も多く、多い所ではサップ川東岸で 6 回発生していたことも明らかになった。

一方でタイ・チャオプラヤ川デルタでは 2011 年に記録的な大洪水が発生し被害面積が過去の平均値と比較して 220%までに拡大した。前回の大規模洪水が発生した 2008 年も被害面積は大きく、冠水面積との相関は高い。また、カンボジアとは異なり過去 12 年間で複数回被害を受けた農地がほとんどなかったことが明らかになった。

農作物の洪水被害を根本的に回避するための条件とは、洪水を発生させないこと(治水)あるいは洪水時期に農地で何も栽培されていないこと(作付時期の調整)のいずれかであるが、特に後者の被害回避策については、洪水頻度が少なくなった地域すなわち治水条件が整っている地域では軽視されがちであり、そのことが大洪水年における被害拡大につながる一因となっていたと考えられる。

また、両地域の被害発生の違いについても治水レベルの差に起因するものであり、その結果農家で講じることのできる被害回避策に差が生じていると考えられる。

本被害判別手法は、当初の予想以上に実用的であることが確認できたため、今後はモニタリングシステム等、社会実装に向けた応用研究にも取り組んでいく。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 7 件)

Fujihara, Y., Hoshikawa, K., Fujii, H., Kotera, A., Nagano, T. and Yokoyama, S. Analysis and attribution of trends in water levels in the Vietnamese Mekong Delta. Hydrological Processes, 査読有, 30(6), 2016, 835-845.

Kotera, A., Nagano, T., Hanittinan, P., Koontanakulvong, S. Assessing the degree of flood damage to rice crops in the Chao Phraya delta, Thailand, using MODIS satellite imaging. Paddy and Water Environment, 査読有, 14, 2016, 271-280.

Nagano, T., Ono, Y., Kotera, A., Singh, A. Detecting fluctuation of rice cultivated areas in semi-arid regions by combined use of MODIS and Landsat imagery. Hydrological Research Letters, 査読有, 9 (4), 2015,

107-112.

小寺 昭彦 水管理問題における対話ツールの力. Humanity & Nature Newsletter, 査読無, No.55, 2015, 6-7

Ikeuchi, H., Hirabayashi, Y., Yamazaki, D., Kiguchi, M., Koirala, S., Nagano, T., Kotera, A., Kanae, S. Modeling complex flow dynamics of fluvial floods exacerbated by sea level rise in the Ganges-Brahmaputra-Meghna Delta. Environmental Research Letters, 査読有, 10, 2015, p.124011, DOI: 10.1088/1748-9326/10/12/124011

長野 宇規, 小寺 昭彦 世界灌漑農業アトラスが可視化する水と農業の関係, 土地改良, 査読無, 285, 2014, 56-61

Kotera, A., Khang, N. D., Sakamoto, T., Iizumi, T. and Yokozawa, M. A modeling approach for assessing rice cropping cycle affected by flooding, salinity intrusion and monsoon rains in the Mekong Delta, Vietnam. Paddy and Water Environment, 査読有, 12, 2014, 343-354, (DOI: 10.1007/s10333-013-0386-y).

〔学会発表〕(計 7 件)

Kotera, A., Nagano, T., Berberoglu, S., and Cullu, M.A. A global dataset of noiseless time-series vegetation and water indices for farmland analysis. Proceedings of Fourth International Conference on Agro-geoinformatics 2015. 20-23 Jul. 2015. Istanbul, Turkey.

Kotera, A., Ueno, Y., Nagano, T. Quasi-real-time satellite monitoring for assessing agronomic flood damage. Proceedings of THA 2015, 28-30 January 2015, Bangkok, Thailand.

Nagano, T., Ono, Y., Kotera, A., Singh, R. Detection of paddy fields at sub-state level by combined use of MODIS and Landsat imagery. Proceedings of THA 2015, 28-30 January 2015, Bangkok, Thailand.

Kotera, A. A Tool for Sharing Sense of Geography. International Symposium " Collaborative Action toward Sustainable Water Resources Management " 1st February 2016 . Wisma

Kalla, Makassar, Indonesia

Kotera, A. The Power of Dialogical Tools in Water Resource Governance. RIHN 10th International Symposium. Beyond Stakeholder Engagement: The people, cultures, institutions, and ecologies of new water governance. June 17 - 19, 2015 Research Institute for Humanity and Nature. Kyoto, Japan.

Kotera, A. 2015. Monitoring and assessing the degree of flood damage to rice crops using MODIS satellite imageries. The CoE (Center of Excellence) seminar, 24 June 2015 University of Yangon, Myanmar.

Kotera, A. The changes of land use and flood situation in RI03 region. The 5th TRF Water Policy Public Forum " Effective local water resource management for provincial level ", 25 Mar. 2014. held at Century Park Hotel, Bangkok, Thailand.

〔図書〕(計 1 件)

小寺 昭彦 情報ツールから始まる対話, 水を分かち - 地域の未来可能性の共創 - 窪田順平(編), 2016, 勉誠出版, 331p. pp.249-270

6 . 研究組織

(1)研究代表者

小寺 昭彦 (KOTERA, Akihiko)
神戸大学・先端融合研究環・助教
研究者番号 : 10435589

(2)研究分担者

(3)連携研究者

(4)研究協力者

Nguyen Duy Khang
南部水資源研究所(ベトナム)・研究員

Trinh Quang Khuong
クーロンデルタ稲研究所(ベトナム)・研究員

Sak Sakulthai
チュラーローンコーン大学(タイ)・研究員

Sucharit Koontanakulvong
チュラーローンコーン大学(タイ)・准教授