

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 9 月 14 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06592

研究課題名(和文) 気象衛星ひまわりを活用した準実時間洪水氾濫検知

研究課題名(英文) Near real-time flood detection using meteorological satellite Himawari

研究代表者

竹内 渉 (Takeuchi, Wataru)

東京大学・生産技術研究所・教授

研究者番号：50451878

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：衛星を用いた洪水氾濫検知は、空間分解能は低いが全天候型のマイクロ波を用いる方法と、空間分解能は高いが雲の影響を受ける可視・赤外を用いる方法に大別されるが、即時性、高い空間分解能、雲の影響を受けない高い観測精度、の全てを満たす手法の開発が待ち望まれている。本研究では、マイクロ波放射計を用いた低空間分解能の日単位の浸水域図と、可視画像を用いた中空間分解能の週単位の雲なしモザイク画像をデータベース化し、ひまわり画像との間で時空間ミクセル解析を行うことにより、世界で類を見ない、10分に1度、500mの分解能で洪水氾濫を検知するアルゴリズムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、実務および研究の基盤技術となる、ひまわり画像の処理を主に扱うが、これを海外に依存することは、国際競争力を損なうことになりかねない危険性がある。ひまわり画像による洪水氾濫検知技術は未開発分野であり、我が国が世界に先駆けて、実務利用者が真に欲している環境・災害情報を環太平洋地域に向けて発信することは、国土基盤情報の形成に大きく寄与する。東京大学生産技術研究所が有するデータ統合・解析システム(DIAS)と連携し、既存のシステムで開発した要素技術と組み合わせることにより、気象衛星ひまわりの社会基盤インフラとしての真価を発揮できる可能性があることを示している。

研究成果の概要(英文)：There are two main types of satellite-based flood detection methods: the all-weather microwave method with low spatial resolution, and the visible/infrared method with high spatial resolution but affected by clouds. In this study, we developed an algorithm to detect flood inundation with a resolution of 500 m once every 10 minutes, which is unprecedented in the world, by using a database of daily inundation maps with low spatial resolution using microwave radiometers and weekly cloudless mosaic images with medium spatial resolution using visible images, and by performing spatio-temporal mixel analysis between them and Himawari images.

研究分野：環境・災害リモートセンシング

キーワード：可視画像 雲 湛水 ミクセル分解 マイクロ波放射計

科学研究費助成事業 研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

近年、気候変動の影響により、洪水とそれに伴う氾濫が増加しており、観測範囲の点で無人飛行機(UAV)や航空機に対して優位性を持つ、衛星リモートセンシングを用いた浸水域の即時把握に、これまで以上に期待が寄せられている。衛星を用いた洪水氾濫検知は、空間分解能は低い全天候型のマイクロ波を用いる方法と、空間分解能は高いが雲の影響を受ける可視赤外を用いる方法に大別される。

マイクロ波を用いると、雲の影響を受けない全天候型の観測が可能であるが、空間分解能と時間分解能にはトレードオフの関係にある。複数運用されている商用の合成開口レーダーを使用すれば、即時性の低さをある程度克服できるが、費用の点で問題がある。可視センサを用いると、浸水域のスペクトル特性から、洪水氾濫検知を比較的容易に行うことができるが、時間分解能と雲の影響を受ける点で問題がある。Google クライシスレスポンスや国連の Disaster charterなどで商用データが公開されつつあり、限定的であるが費用の問題は改善しつつある。

新型ひまわりは、10分の時間分解能を持つので即時性の点では圧倒的な優位性を誇り、2015年9月の鬼怒川の洪水でも、雲の合間を縫って浸水域を観測したことが報告されている。唯一の弱点である雲があるときのひまわり観測を、マイクロ波観測で補うことができれば、即時性の高い空間分解能の洪水氾濫情報が提供可能になる。

2. 研究の目的

本研究では、マイクロ波放射計を用いた低空間分解能の日単位の浸水域図と、可視画像を用いた中空間分解能の週単位の雲なしモザイク画像をデータベース化し、ひまわり画像との間で時空間ミクセル解析を行うことにより、世界で類を見ない、10分に1度、500mの分解能で洪水氾濫を検知するアルゴリズムを開発した。

3. 研究の方法

本研究は、a) 可視画像を用いた中空間分解能の週単位の雲なしモザイク画像データベース作成、b) マイクロ波放射計を用いた低空間分解能の日単位の浸水域図データベース作成、c) 時空間ミクセル解析を用いた洪水氾濫検知アルゴリズムの開発、の3つに分けられる。

4. 研究成果

可視画像を用いた中空間分解能の週単位の雲なしモザイク画像データベース作成

本研究で使用した1999年から利用可能なMODISの可視画像は250mの解像度であり、時間方向に複数の観測データを並べ、反射率の著しく高い雲である画素を除外し、複数年間の平均的な変動パターンを考慮して、統計的な時間内挿を施すことにより、雲除去を行った。データの提供元であるNASAからはこのような処理を施したデータセットが公開されていないため、今回改めて1999年から2015年までの長期間にわたるデータセットを作成し、参照データとして整備を行った。

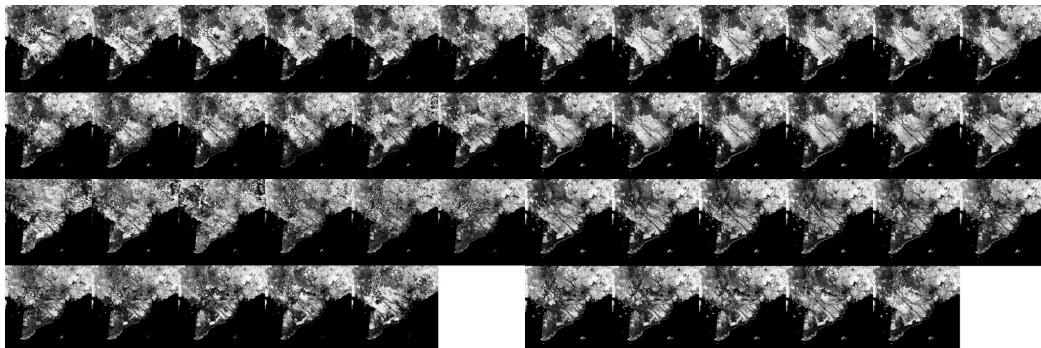


図 1. メコンデルタを対象とした雲なしモザイク NDVI 画像データベース作成の例。左図が NASA の MOD13A2 プロダクト(2018 年の 16 日コンポジット画像)、右図がカルマンフィルタを用いて時間内挿を施した雲なし画像を示している。

マイクロ波放射計を用いた低空間分解能の日単位の浸水域図データベース作成

マイクロ波放射計を用いて地表面を観測すると、植生や建物のない裸地では、土壌含水率が高いほど垂直偏波 V と水平偏波 H の差が大きくなることが知られているが、36.5GHz の周波数帯を使用して 10km の空間分解能で地表面の冠水状態を把握できることを明らかにした。

10km の解像度で問題となる、海岸線、湖沼、河川の境界での複数カテゴリの混在(ミクセル)、植生や都市域のビルや住宅などからの散乱成分の減衰は、MODIS から得られた植生指数、浸水域分布図を利用し補正を行った。これにより、高時空間分解能を有する洪水氾濫データベースを作成した。これらのデータは [Satellite-based flood monitoring and early warning system \(S-FMEWS\)](http://wtlab.iis.u-tokyo.ac.jp/FMEWS/) <http://wtlab.iis.u-tokyo.ac.jp/FMEWS/> からダウンロードすることができる。

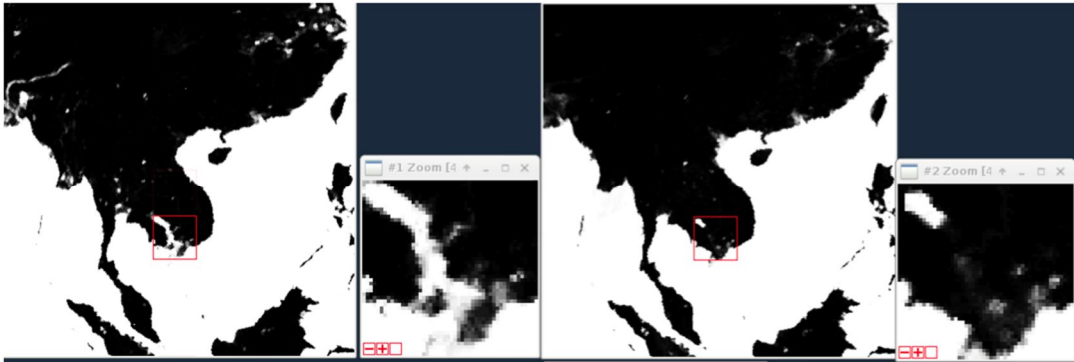


図 2. マイクロ波放射計 AMSR2 を用いて作成した浸水域図の例。左図が 2016 年 9 月 1 日、右図が 2016 年 2 月 1 日の浸水域図を示している

時空間ミクセル解析を用いた洪水氾濫検知アルゴリズムの開発

ひまわりからは MODIS と同様に RGB 可視画像が得られるため、雲のない地域では比較的容易に洪水を検知できると考えられるし、10 分という時間分解能を考えると、雲が移動していくため、1 日 1 回しか観測できない MODIS よりも雲がない画像が得られる可能性が高くなる。雲と判定された場合には、過去の高時空間分解能洪水氾濫データベース(T1 fine)を参照し、洪水氾濫発生頻度に応じて重み付けを行い洪水画像をシミュレーションし、雲のないひまわり画像(T0 と T1 coarse)と組み合わせて、時空間ミクセル解析により推定を試みた。また、フィールドサーバや SAR から得られたデータを用いて検証を行った。

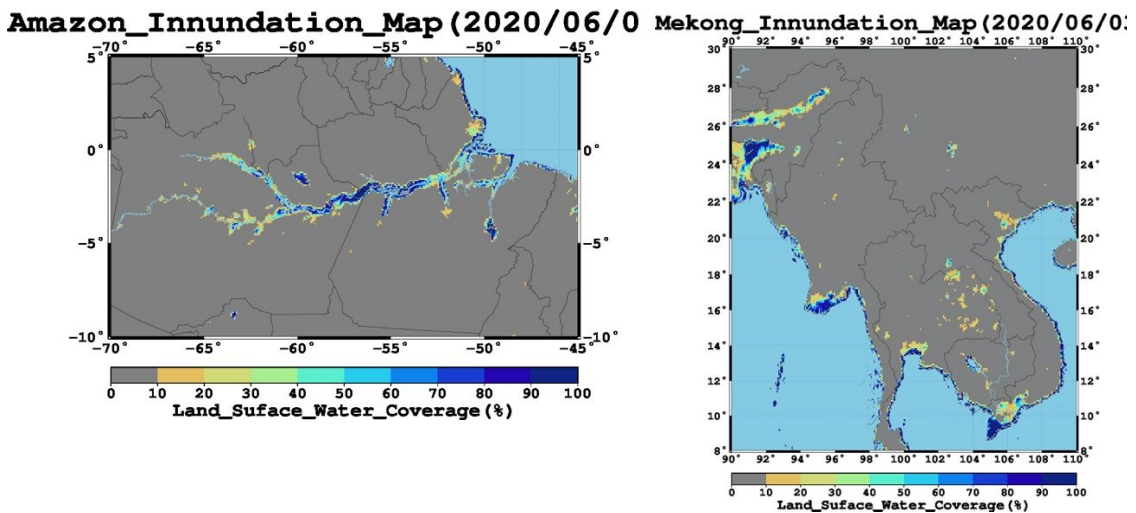


図 3. 時空間ミクセル解析によって得られた冠水比率分布図の例、アマゾン川、メコン川を切り出して表示した。



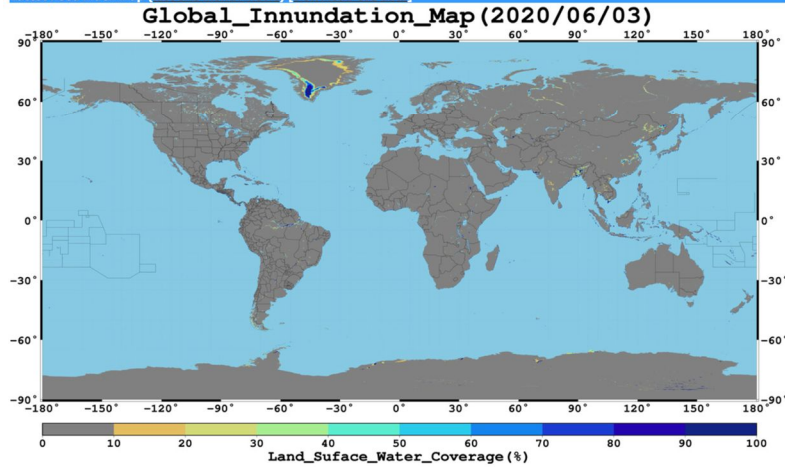
Satellite-based flood monitoring and early warning system (S-FMEWS)

Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Japan

About this site

This system is an application of space based technology (SBT) with passive microwave sensors with SSM/I, AMSR-E and AMSR2. The benefit of this system are to develop satellite-based flood monitoring and early warning system (S-FMEWS) in global scale using freely available data, and to develop capacity of policy makers in those countries to apply the developed system in policy making.

[Latest flood index map](#) [\(last one month movie\)](#) [Download GIS data](#)



☒ 4. Satellite-based flood monitoring and early warning system (S-FMEWS)

<http://wtlab.iis.u-tokyo.ac.jp/FMEWS/>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Zin Win Win, Kawasaki Akiyuki, Takeuchi Wataru, San Zin Mar Lar Tin, Htun Kyaw Zaya, Aye Thet Hnin, Win Shelly	4. 巻 13
2. 論文標題 Flood Hazard Assessment of Bago River Basin, Myanmar	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Disaster Research	6. 最初と最後の頁 14～21
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jdr.2018.p0014	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 Zin Win Win, Kawasaki Akiyuki, Takeuchi Wataru, San Zin Mar Lar Tin, Htun Kyaw Zaya, Aye Thet Hnin, Win Shelly	4. 巻 13
2. 論文標題 Flood Hazard Assessment of Bago River Basin, Myanmar	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Disaster Research	6. 最初と最後の頁 14～21
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jdr.2018.p0014	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 Sritarapipat Tanakorn and Wataru Takeuchi	4. 巻 13
2. 論文標題 Land Cover Change Simulations in Yangon Under Several Scenarios of Flood and Earthquake Vulnerabilities with Master Plan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Disaster Research	6. 最初と最後の頁 50～61
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jdr.2018.p0050	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

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 3件/うち国際学会 4件）

1. 発表者名 郭栄珠, 朴鍾杰, 竹内渉
2. 発表標題 MODIS時系列データによる広域洪水マッピングの長期的分析
3. 学会等名 日本写真測量学会平成30年秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Wataru Takeuchi
2. 発表標題 Principle and application of remote sensing for flood mapping
3. 学会等名 3rd BWDB-ICHARM workshop on flood risk management (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Wataru Takeuchi and Kwak Yongjoo
2. 発表標題 Blending MODIS and AMSR2 to predict daily global inundation map in 1km resolution
3. 学会等名 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2018 (IGARSS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kwak Yongjoo, Ramona Pelich, Jonggeol Park and Wataru Takeuchi
2. 発表標題 Multiple satellite-based algorithm coupled with in-situ data for global flood mapping
3. 学会等名 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2018 (IGARSS) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Young-Joo Kwak, Jonggeol Park and Wataru Takeuchi
2. 発表標題 Long-term flood detection mapping using multi-satellite data for international river basin
3. 学会等名 第26回 生研フォーラム「宇宙からの地球環境・災害のモニタリングとリスク評価」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Wataru Takeuchi
2. 発表標題 Linking Space Technology, Industry and Government in Japan
3. 学会等名 The 5th Geoinformation Science Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>東京大学生産技術研究所 竹内渉 研究室 Satellite-based flood monitoring and early warning system (S-FMEWS) http://wtlab.iis.u-tokyo.ac.jp/FMEWS/</p>
--

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