

02. アジアの水田での農事暦作成と干ばつ監視システム

1. 本研究の背景と目的

水田は、世界の総面積のおよそ 90%がアジアに分布するとされており、数十億人の食料源である米の生産場所として重要な地位を占めており、これから抱える人口増加問題、水問題、メタンガスの発生源としてその重要性を増すと考えられる。アジア地域では、降雨の非均一性や起伏のある地形など、様々な負の自然条件を工夫しながら稲作を行ってきた。とりわけ、稲の成長初期段階には十分な灌水が必要であるが、灌漑設備は充分に行き渡っておらず、どのような水田がどこに分布しているのか、また、その水田環境がどのように変動しているのか、正確な情報は時空間的に限定的である。

本研究では、最終的には米の生産量予測を視野に入れ、世界最大の稲作地帯であるアジアを対象に、MODIS と MTSAT による可視・赤外のリモートセンシング、GSMaP と AMSR-E によるマイクロ波のリモートセンシングを利用することにより、水田の農事暦作成と干ばつ監視システムを構築した。

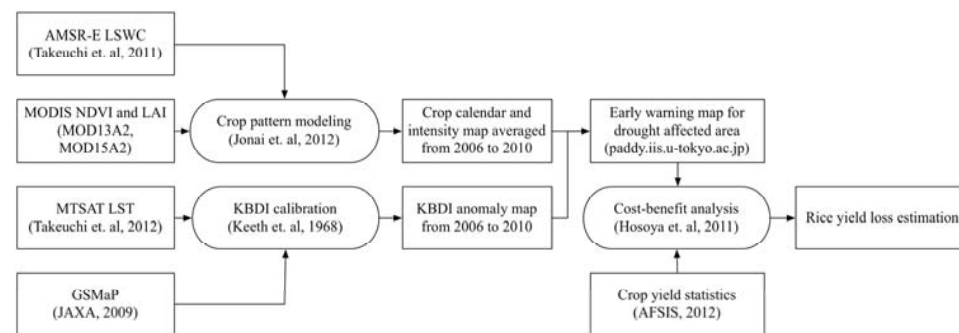


図1 リモートセンシングと社会統計データを用いた水田での干ばつ監視システムのデータ処理の流れ

2. データ処理の流れと干ばつ監視指標

図 1 は、リモートセンシングと社会統計データを用いた水田での干ばつ監視システムのデータ処理の流れを示している。

まず、水田の季節変化を考慮するために、稲の生長を MODIS NDVI と LAI とを用いて評価し、主に雨季に行われる水田への灌水を、雲の影響を受けにくい AMSR-E LSWC プロダクトを用いて評価した (Takeuchi and Gonzalez 2009)。具体的には、これら

稲の生長と水田への灌水の時空間分布を組み合わせ、稲の生長ピークが灌水時の 60 日以内に観測された場合にそれを水田と判定する。2006–2010 年の 5 年間にわたってフーリエ解析を実施することにより、稲作が行われている地点と農事暦を 1km の解像度でグローバルに作成した (Jonai and Takeuchi 2012)。

次に、農地の干ばつを監視するため、modified Keeth-Byram Drought Index (mKBDI) を 2006-2010 年の 5 年間にわたって作成した。KBDI は、森林火災の早期警戒のために森林の乾燥度を評価するために作成された指標である (Keetch and Byram 1968)。本研究では、これを農地用に改良するため、MTSAT から求めた日最大地表温度 (LST) と GSMaP から求めた日積算降雨量を用いて mKBDI として新たに定義した。準実時間で作成した mKBDI を過去の同時期の平均値と比較して日ごとの偏差画像を作成し、農事暦を同時に参照することにより、特に稲の作付け前の地域について干ばつの早期警告を発するシステムを作成した。

3. 水田農事暦と干ばつ監視システム作成の結果

図 2 は、フーリエ解析を用いて作成したアジアの水田での農事暦データセットを示している。5 年間分の NDVI と LSWC の時系列データにフーリエ解析を適用し、最大のパワースペクトルを持つ周期をその画素の代表値として選定した。大規模に水田耕作が行

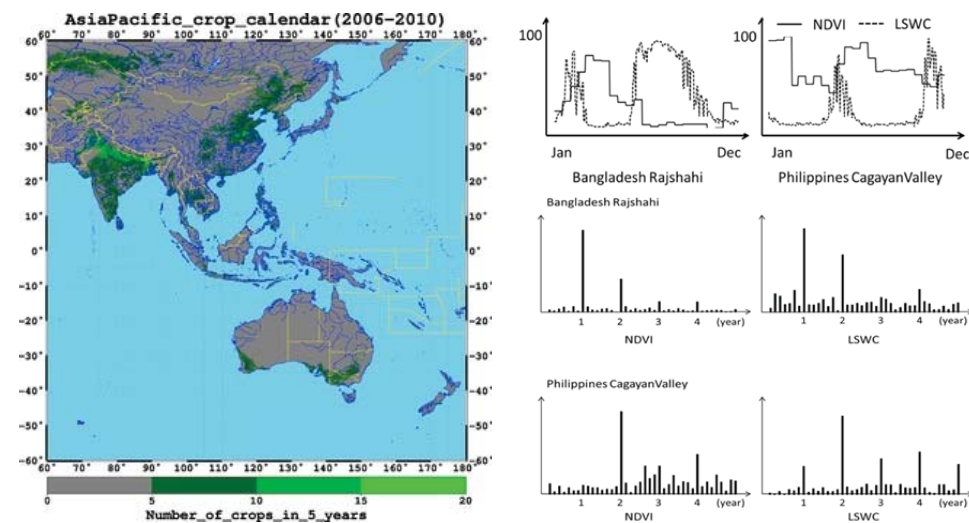


図 2 フーリエ解析を用いて作成したアジアの水田での農事暦データセット

KBDI captures 2012 drought in DPR Korea

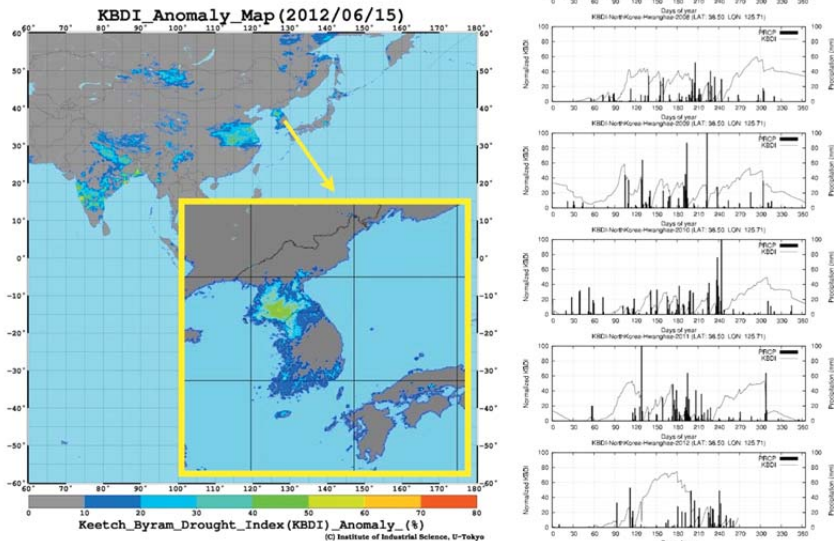


図3 2012年6月に北朝鮮で観測された干ばつの早期検知例

われている東南アジアの大河流域の水田では、1年に複数回の水田耕作が行われている。5年間の耕作回数を算出した結果、年あたりの耕作回数は必ずしも整数値にならず、年による変動も見られる。また、NDVIとLSWCのピークの回数は必ずしも一致せず、水田とその他の作物が混在して耕作が行われていることが明らかとなった。一方で、作成したデータセットは1kmの解像度であるため、耕作時期が異なる水田が混在する圃場や山岳地域等の面積の小さい水田の抽出には問題が残る。

図3は、2012年6月に北朝鮮で観測された干ばつの早期検知例を示している。左図に示すように、北朝鮮南部から西部にかけての水田耕作地域で50%を越える偏差が広範囲にわたって検知されている。右図に棒グラフで示した降雨は、例年と異なり5月から6月にかけてほとんど観測されておらず、それに伴って実線で示されているKBDIの値は上昇している様子が確認できる。この時期は、稲の作付けを行う時期であるため稲の収量に大きな影響があるものと予想される。作成した干ばつ監視システムは、ひまわりの解像度と同じ4kmでごとに行われているため、村落レベルでの情報管理が可能であり、AFSISで公開されているような稲の収量データとの比較を過去にわたって行えば、

干ばつの影響を受けた地域の特定と被害額の算定が可能となる。降雨の非均一性を克服して稲の収量を安定的に得るためには、灌漑整備が必要不可欠である。20年程度の将来にわたって灌漑に関わるインフラ整備にかかる費用と、干ばつによる損害とを定量的に比較検討する費用便益分析に適用可能と考えられる(Hosoya and Takeuchi 2011)。

4. さいごに

本研究で作成した水田の干ばつ監視システムは、東京大学生産技術研究所のウェブサイトで運用されており、準リアルタイム情報を公開している(<http://paddy.iis.u-tokyo.ac.jp/>)。本システムは、2015年に打ち上げられるひまわりで観測されるNDVI、LSTとGPMで観測される降雨情報を通じて運用予定であり、計画の継続性を考慮した長期的な展望を持つ観測手法として期待される。

引用文献

- Hosoya Yuji, Takeuchi, W., 2011, Performance of drought monitoring method towards yield estimation over rice cropping area in Java island, Indonesia, *In: Proceed. 32nd ACRS, Taipei, Taiwan.*
- Jonai Hiromi, Takeuchi, W., 2012, Global rice paddy field mapping by integrating MODIS and AMSR-E measurements, *In: Proceed. 33rd ACRS, Pathaya, Thailand.*
- Keetch, J.J., Byram, G. M., 1968, A Drought Index for Forest Fire Control, *Res. Paper SE-38. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station.*
- Takeuchi Wataru, Gonzalez, L., 2009, Blending MODIS and AMSR-E to predict daily land surface water coverage, *In proceed. International Remote Sensing Symposium (ISRS), Busan, South Korea.*

(竹内 渉)