

メコンデルタの水文状況に洪水期稲作拡大が及ぼす影響
 Effects of expanding flood-season rice on hydrological situations in the
 Mekong Delta

○星川圭介*, 藤原洋一**, 藤井秀人***, 横山繁樹****

Keisuke Hoshikawa, Yoichi Fujihara, Hideto Fujii, Shigeki Yokoyama

1. はじめに

インドシナ半島を貫く流域面積 795,000 km²のメコン川の河口には、メコンデルタと呼ばれる広大な三角州がカンボジアとベトナムにまたがって広がっており、その大部分で水稲作がおこなわれている。このメコンデルタの中央部はもともと氾濫常襲地域であり、洪水期である 9 月から 11 月ごろを避けての水稲二期作が行われてきたが、2000 年代半ば以降、ベトナム側の領域で水田を輪中化しての三期作が広まった。衛星画像の解析結果によれば、2002 年から 2012 年までの間にデルタの中央部はほぼ輪中化され、新たに三期作が行われるようになった地域は約 10 万ヘクタールに及ぶと推測される。氾濫原におけるこうした大規模な変化は当然、輪中地域周辺の氾濫状況に影響を及ぼしているものと考えられる。本報告では 2000 年から 2014 年までの各年洪水期における冠水域の時系列変化を、MODIS 画像を用いて分析し、氾濫水動態の経年変化の抽出を試みた結果を示す。

2. 研究手法とデータ

対象地域での輪中建設が本格化してからの期間は 10 年程度と短い一方で、洪水規模の年変動が大きい。また、近年導入された灌漑等の影響もあるため、冠水期間や冠水面積によって建設前後の変化を評価することは困難である。したがって本研究では洪水期終盤以降の冠水深の時系列変化パターンとその空間分布が 2000 年から 2014 年にかけてどのように変動してきたか着目し、その定性的変化の抽出を試みた。

冠水深の指標としては正規化水指標 (NDWI) を用いた。ここでの NDWI は可視光赤と短波長赤外の差分を正規化して得られる値であり、解放水面において高い値が得られる。本研究ではそれぞれ MODIS のバンド 1 と 6 を用いた。MODIS の空間解像度は約 500m 四方であり、陸上についてはほとんどの場合ミクセルとなる。高い NDWI が得られるピクセルは水面の比率が高いピクセルであるとみなせ、さらに対象地域ではきわめて平坦な地形にほぼ一様な景観が広がっているため、水面比率の高いピクセルについては冠水深が大きいために畦畔などが水没したり、稲が不作付けとなったりしているものと想定できる。本研究では 8 日間の雲除去合成を行った MODIS 画像を用いて NDWI を算出した。対象期間は各年 11 月 1 日以降の 48 日間 (6 画像) である。

ここで、個々のピクセルについて NDWI 変動に着目すると複雑になり、却って変化を捉えにくくなる。したがって年ごと 6 期間の各ピクセルの NDWI を変数とする *k*-means 法によるクラスタリングを行い、類似の変化パターンを有するピクセルを 1 クラスタに集約し、各クラスタの NDWI 中央値に着目して分析を行った。

*富山県立大学工学部 Toyama Prefectural University, **石川県立大学 Ishikawa Prefectural

University, ***山形大学農学部 Yamagata University, ****国際農林水産業研究センター JIRCAS

キーワード：メコンデルタ，洪水，MODIS

3. 結果と考察

分析を行った15か年のうち、輪中地域拡張前後で規模の大きな洪水が生じた2000年と2011年について、図1にクラスタの空間分布、図2に各クラスタ各時点のNDWI中央値を示す。いずれも生成された9つのクラスタのうち、いずれかの期間に冠水したクラスタ（NDWI中央値 >0.2 ）のみについて示している。クラスタの番号はk-meansのアルゴリズムによってランダムに割り当てられたものである。また図1ではより高いNDWIが長期間継続したクラスタほど暗い色を割り当てている。2011年の冠水域の中心部が白く抜けているのは輪中化された地域である。

2000年の第3期（p3）にNDWIがそろって低下しているのは雲の影響とみられる（図2上）。この低下を除けば第2期（11月9日～16日）ごろにからすべてのクラスタでNDWIは単純な低下傾向に転じている。これはメコン川の水位変化によく対応しており、洪水による冠水の深さが11月以降低下に向かったことを示している。

一方2011年に2000年とは異なる複雑なNDWI変動がみられた理由の一つは2000年代に進められた灌漑開発等の影響と考えられる（図2下）。たとえばクラスタ1（C1）では第6期に再びNDWIが上昇に転じているが、これは氾濫水がいったん引いた後に灌漑がおこなわれているものと考えられる。一方、輪中の上流側（カンボジア・ベトナム国境周辺）に分布するクラスタ7（C7）のNDWIは、洪水期が終わった第6期（p6）まで上昇を続けている。2011年の洪水は1/10年規模と1/60年規模の2000年洪水よりも規模が小さいことから見ても、輪中による流路閉塞のために冠水が長期化している可能性が示唆される。輪中上流側地域での高NDWIの長期化は、輪中化進展後の2008年や2009年など、平年並みの洪水時にも認められた。

4. まとめ

洪水期稲作のための輪中によって氾濫水の滞留が生じていることが示唆された。今後はNDWIと冠水深や冠水の実態などより詳細な分析を進める。

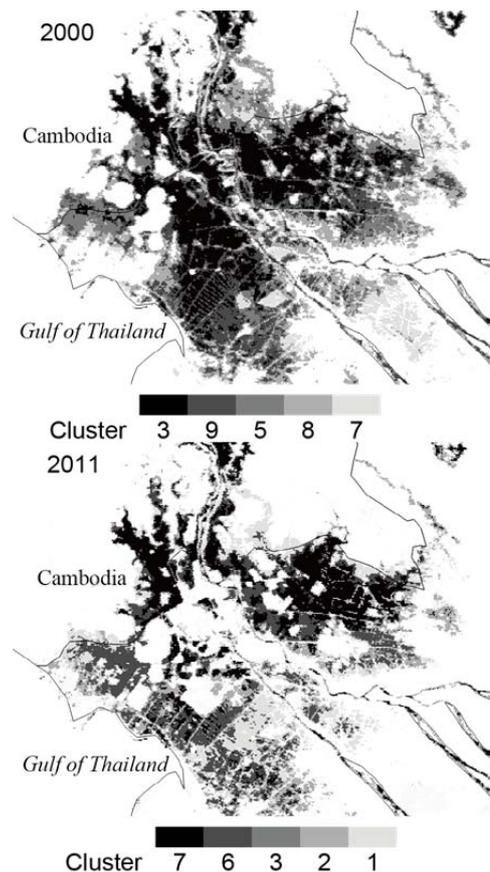


図1：クラスタの空間分布

Fig.1: Spatial distribution of the clusters

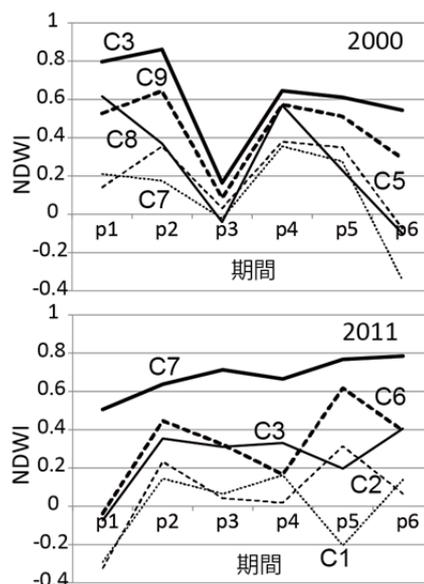


図2：各クラスタのNDWI中央値の時系列変化

Fig.2: Median of NDWI of each cluster at each period