

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 3 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2012～2015

課題番号：24405040

研究課題名(和文)メコンデルタ高洪水稲作地域における気候変動に向けたダイクシステムの再構築

研究課題名(英文) Reassembly of dyke-system in high flood rice area in the Mekong delta to cope with climate change

研究代表者

藤井 秀人 (FUJII, Hideto)

山形大学・農学部・教授

研究者番号：80446393

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：メコンデルタの常襲洪水稲作地域を対象に稲3期作実現のためのダイクシステムについて、住民や行政機関からの聞き取り調査、対象地域の上下流のメコン河の水位変動、衛星画像などにより、フルダイク化の進展が周辺の水文環境に与える影響を明らかにした。さらにフルダイク化が進展したアンジャン省周辺地域への洪水期の水理・水文環境への影響を定量的に評価するための水理モデルを開発し、同モデルでフルダイク進展による水文環境への影響を評価した。

研究成果の概要(英文)：This study tried to assess the impact on hydrological regime caused by full-dyke that has been developed to enable triple rice cropping in flood prone area in the Vietnamese Mekong Delta. An Giang Province, adjacent to Cambodian border, was selected from flood-prone rice area in the Mekong Delta and issues and impact of full-dyke system to surrounding hydrological regime were analyzed based on the survey to the farmers, satellite imagery and water level of the main-distributaries of Mekong River.

研究分野：水利環境学

キーワード：気候変動 洪水 輪中堤 環境 稲3期作 水資源

### 1. 研究開始当初の背景

(1) ベトナムの米生産を支える一大稲作地帯であるメコンデルタは、エジプトのナイルデルタとともに温暖化による気候変動の影響を最も大きく受けるデルタとして懸念されており、沿岸部のみならず、デルタ全域で気候変動の影響が顕在化しつつあり、ベトナム政府は、海面上昇による塩水遡上、洪水の氾濫、淡水の不足、の3つの問題への対処を早急に必要としている。

(2) メコンデルタはメコン河の最下流部に位置し、カンボジアで氾濫したメコン河の洪水は、氾濫したまま国境を越えてベトナムに入る。カンボジア国境に近いメコンデルタの上流部は氾濫した洪水水位が1～3mにもなる常襲洪水地域であるが、稲作地帯として土地利用が進んでおり、水路や運河が網の目のように張り巡らされている。さらに、氾濫水が水田に流入しないように水田を囲む堤防が多くこの地区で構築されている。

(3) 水田地帯を囲む堤防は、堤高が高く洪水を完全に阻止するフルダイクと、堤高が低く(80cm程度)稲の収穫時期の8月までの洪水を阻止するが、その後は洪水が水田内に流入するセミダイクの2種類がある。

フルダイクは、洪水のピーク期でも水田に流入しないため、水田の3期作が可能となる。一方、セミダイクは稲の収穫後の9月～11月頃までは水田に洪水が湛水するため2期作となる。

(4) しかし、洪水が水田に流入することで、魚の収穫、洪水による土壌肥沃度の向上、病害虫の削減、水質改善などのメリットがあるとの意見が農家の聞き取り調査から得られている。また洪水を排除するフルダイクシステムは周辺地域の洪水位、湛水深、湛水期間を高めるなどのデメリットも多いと想像されるが、科学的な研究や検証はほとんど行われていない。

### 2. 研究の目的

(1) 地球温暖化による気候変動と思われる現象は世界各地で顕在化している。気候変動に関する研究は影響評価、緩和策、適応策に分類されるが、開発途上地域においては適応策に関する研究は始まったばかりである。

(2) 気候変動の影響を最も大きく受けるメガデルタの一つとされるメコンデルタの高洪水稲作地域において、メコンデルタの洪水特性の把握、メコンデルタの洪水氾濫が灌漑農地環境に及ぼす影響の解明、メコンデルタ氾濫域の季節変動とダイクシステム、ダイクシステムがフローレジュームに与える影響の評価を行い、気候変動による洪水リスクの増大に適応でき、洪水と共生可能なダイクシステムの再構築を目的とする。

(3) なお、本研究の対象とする洪水の氾濫とは、堤防を越流して堤内地に氾濫する状況でなく、メコン本川の水位上昇により、支川や小河川が逆流し、水田につながる水路の水

位が上昇し、水田内に氾濫する状態のことである。

### 3. 研究の方法

メコンデルタの常襲洪水稲作地域を対象に稲3期作実現のためのダイクシステム(輪中堤防)のフルダイク化進展が周辺の水文環境に与える影響について、住民・行政機関からの聞き取り調査、対象地域の上下流のメコン河の水位変動、衛星画像、水文・水理モデルにより明らかにする。

(1) アンジャン省の上下流の洪水、水位観測データを収集し、フルダイク普及によるメコンデルタの洪水常襲地区の洪水特性の変化を分析する。

(2) 合成開口レーダ画像から氾濫域の季節変動を推定し、作成済みのダイクマップと重ね合せ、ダイクシステムが洪水氾濫に及ぼす影響と効果を評価する。

(3) 水文・水理モデル(Mike11)のキャリブレーションと検証を行い、シミュレーションによるダイク普及の影響の評価を行う。

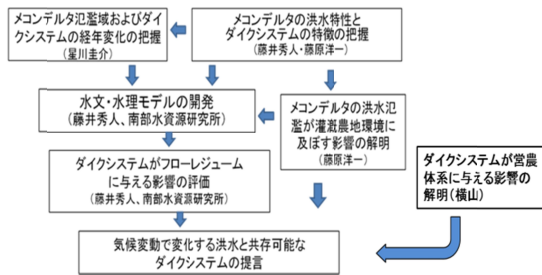


図1 研究の流れと研究課題の関連

### 4. 研究成果

(1) アンジャン省のダイクシステムの現状地図を作成した。フルダイクシステムの効果と問題点を明らかにし、フルダイクの普及が周辺地域の洪水特性(期間、氾濫地域)に与えた影響を現地調査、本川水位分析、R/S画像解析により評価した。また、セミダイク内の溜池による養魚・畑作の実証調査として、農家・関係機関から聞き取り調査を行い、養魚・畑作の収益性、ダイクシステム・洪水管理に関する省・県の見解、農家の意向、養魚・畑作導入に関する農家の意向その効果を分析した。



図2 アンジャン省におけるダイクシステムの問題点

(2) メコンデルタの常襲洪水稲作地域のアンジャン省を対象に稲3期作実現のためのダイク(輪中堤)システムについて、その進展とフルダイク化が周辺域の水文環境に与える影響について調査と分析を行った。フルダイク地区とセミダイク地区の住民や行政機関からの聞き取り調査をもとにフルダイクの効果と問題点を明らかにした。また調査地区上下流のメコン河の水位変動とフルダイク普及前後の衛星画像の分析を行い、フルダイク化が周辺水文環境に与えた影響を明らかにした。その結果、洪水を阻止するフルダイク内農地では、土壌肥沃度の低下、病虫害の多発、水路水質悪化などが生じている。アンジャン省の南側下流地点 Can Tho の水位が近年上昇傾向にあること、アンジャン省西側のキエンジャン省、北側のカンボジアではフルダイクの影響とみられる洪水の長期化傾向が認められた。

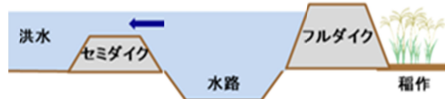


図3 セミダイクとフルダイク

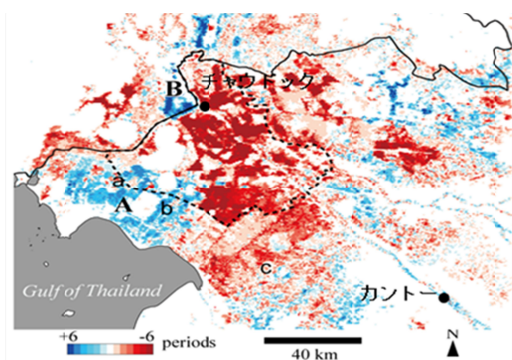


図4 2000年洪水と2011年洪水の湛水期間の比較 (MODIS 画像のNDWI 値から推定)

青色が濃い部分ほど2011年の湛水期間が2000年より長く、赤色が濃い部分ほど短い。白色の部分は両年の間にほとんど差がない。A地点、B地点などで洪水長期化が認められる。a、b、cはその検証地点(a:大幅に長期化、b:若干長期化、c:あまり変化なし)

(3) フルダイク化が進展したアンジャン省周辺地域への洪水期の水理・水文環境への影響を定量的に評価するための水理モデルを開発した。同モデルでフルダイク進展による水文環境への影響を評価した。

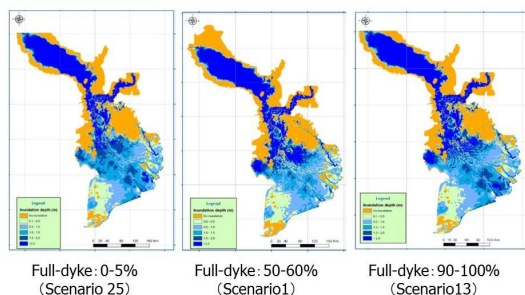


図5 モデルによるフルダイク進展の水文環境への影響

(4) メコンデルタの常襲洪水稲作地域を対象に稲3期作実現のためのダイクシステムについて、住民・行政機関からの聞き取り調査、対象地域の上下流のメコン河の水位変動、衛星画像などにより、フルダイク化の進展が周辺の水文環境に与える影響を明らかにし、持続可能な稲作栽培として3年8作の提言を行った。

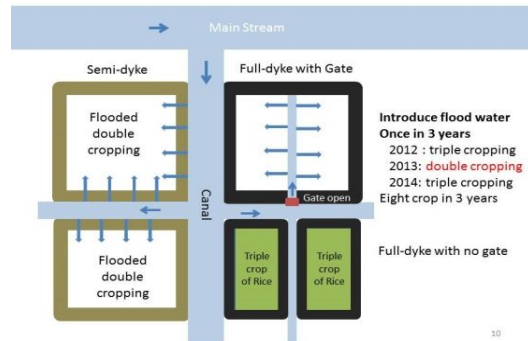


図6 ゲート付きフルダイクによる3年8作の提言

(5) アンジャン省での聞き取り調査から、AWD が低コスト、機械化促進、増収技術として普及しつつあり、フルダイクはAWDの年3作実施を可能としたことを明らかにした。排水の自由度を高める水路増設と小型ポンプの普及が個別的水管理を可能にしてAWD普及を促進した。AWDは作期統一、水管理の同調と相互学習を促し、収穫期を揃えることでコメの有利販売をもたらした。栄養成長期は湛水を保ち、登熟期は好氣的管理をすることが高収量につながることを示唆された。

(6) メコンデルタ内における河川水位が上昇傾向である点に着目し、上昇の原因について検討した。フルダイク増設による氾濫原減少に伴う洪水緩和機能の低下に加えて、洪水の大規模化、海面上昇、地盤沈下も考慮して、これらの要因が河川水位上昇にどの程度寄与しているのかを明らかにすることを試みた。その結果、この検討に利用した観測地点においては、海面上昇および地盤沈下の影響が大きいことが示唆された。さらに、各水位観測地点における海面上昇量および地盤沈下量を推定したところ、河川水位上昇に対する海面上昇と地盤沈下の寄与は、それぞれ、約20%、80%となった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計13件)

Fujihara, Y., Hoshikawa, K., Fujii, H., Koteara, A., Nagano, T. and Yokoyama, S. (2016): Analysis and attribution of trends in water levels in the Vietnamese Mekong delta, *Hydrological process*, 30(6), 835-845. 【査読有】

FUJII Hideto, FUJIHARA Yoichi and HOSHIKAWA Keisuke (2016): Expansion of



Full-dyke System and its Impact in Flood-prone Rice Area in the Mekong Delta, *JIRCAS Working Report* **84**, 81-85. 【査読有】

TRINH Thi Long, VO Khac Tri, NGUYEN van Khanh Triet, PHAM The Vinh, FUJII Hideto (2016): Evaluation of Full-Dyke System Impact on the Flow Regime in the Flood Prone Area of the Mekong Delta. *JIRCAS Working Report* **84**, 67-80. 【査読有】

Shigeki Yokoyama, Takayoshi Yamaguchi, Yoichi Fujihara, Kazunobu Toriyama (2016): Dissemination condition for alternate wetting and drying (AWD) irrigation in the Vietnamese Mekong Delta *JIRCAS Working Report* **84**, 5-9. 【査読有】

須能麻葵・藤原洋一・高瀬恵次・長野峻介・一恩英二 (2016): 衛星高度計を用いたメガデルタにおける氾濫解析、*日本農業気象学会北陸支部会誌*, No. 41(印刷中) 【査読有】

Takayoshi Yamaguchi, Luu Minh Tuan, Kazunori Minamikawa and Shigeki Yokoyama (2016): Alternate Wetting and Drying (AWD) Irrigation technology uptake in rice paddies of the Mekong Delta, Vietnam: Relationship between local conditions and the practiced technology, *Asian and African Area Studies*, **15**(2). 234-256. 【査読有】

荒川舞・藤原洋一・高瀬恵次・長野峻介・一恩英二 (2015): 衛星データを利用した 2 期作、3 期作地域ごとの水稻収量推定方法の検討: ベトナム・メコンデルタを対象として、*日本農業気象学会北陸支部会誌*, **40**. 8-11 【査読有】

横山繁樹・山口哲由・藤原洋一・鳥山和伸 (2015): ベトナム・メコンデルタにおける低環境負荷型節水稻作灌漑技術の普及条件、*農業経済研究*, **87**(4), 400-405. 【査読有】

藤原洋一・佐藤嘉展・星川圭介・藤井秀人 (2014): 気候変動や人間活動が水文・水環境に及ぼす影響 - 手取川流域およびメコンデルタを対象として -, *作物研究*, **59**, 49-53. 【査読有】

Keisuke Hoshikawa and Masahiro Umezaki (2014): Effect of terrain-induced shade removal using global DEM datasets on land-cover classification. *International Journal of Remote Sensing*, **35**(4) 1331-1335. 【査読有】

Keisuke Hoshikawa, Takanori Nagano, Akihiko Kotera, Kazuo Watanabe, Yoichi Fujihara, and Osamu Kozan (2014): Classification of crop fields in northeast Thailand based on hydrological characteristics detected by L-band SAR backscatter data. *Remote Sensing Letters*, **5**

(4), 323-331. 【査読有】

藤井秀人・藤原洋一・星川圭介 (2013): メコンデルタ洪水常襲稲作地域におけるフルダイク化の進展とその影響、*農業農村工学会論文集*, **285**, 67-74. 【査読有】

藤原洋一・鳥山和伸・藤井秀人 (2013): 夏期の飽水管理が土壌環境と玄米品質に及ぼす影響、*農業農村工学会誌 水土の知*, **81**(4), 273-276. 【査読有】

〔学会発表〕(計 9 件)

山口哲由・Luu Minh Tuan・南川和則・横山繁樹: 農業技術の普及と再発明 メコンデルタの水田における節水型灌漑技術の事例, *日本地理学会*, 2016 年 3 月 22 日. 新宿区.

星川圭介・藤原洋一・藤井秀人・横山繁樹: 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. H27 年農業農村工学会大会講演 [2-01]. 2015.9.1 岡山市.

藤原洋一・星川圭介・藤井秀人・横山繁樹: メコンデルタにおける河川水位上昇の要因分析. H27 年農業農村工学会大会講演. 2015.9.2. 岡山市.

横山繁樹・山口哲由・藤原洋一・鳥山和伸: ベトナム・メコンデルタにおける節水稻作灌漑技術の普及条件, *日本農業経済学会大会*, 2015.3.29. 府中市.

藤井秀人, 藤原洋一, 星川圭介, 横山繁樹: メコンデルタ洪水常襲稲作地域のフルダイクの進展と水文環境への影響、*2014 年度農業農村工学会大会要旨集*, 636-637. 2014.8.28. 新潟市.

藤原洋一・星川圭介・藤井秀人・小寺昭彦・長野宇規・横山繁樹: ベトナム・メコンデルタの河川水位変動とその要因、*水文・水資源学会*, 2014 年度研究発表会要旨集, 116-117. 2014.9.27. 宮崎市.

藤井秀人, 藤原洋一, 泉太郎, 飯泉佳子: メコンデルタ高洪水稲作地域のダイクシステム、*平成 24 年度農業農村工学会大会講演会概要集*. 2012.9.20. 札幌市.

藤原洋一, 鳥山和伸, 藤井秀人: ひたひた灌漑における土壌環境と玄米品質について、*平成 24 年度農業農村工学会大会講演会概要集*. 2012.9.20. 札幌市.

星川圭介, 藤原洋一, 藤井秀人: 水稻 3 期作拡大に伴うメコンデルタ水文特性変化の評価、*水文・水資源学会*, 2012.9.27, 広島市.

〔図書〕(計 1 件)

玉田芳史・星川圭介・船津鶴代 (編) (2013): タイ 2011 年大洪水 その記録と教訓, *情報分析レポート*, アジア経済研究所, No. 22, 総頁 207.

〔その他〕

藤井秀人, 藤原洋一, 星川圭介, 横山繁樹(2014): メコンデルタ洪水常襲稲作地域におけるフルダイクの普及と水文環境への影響, *国際農林水産業研究センター成果情報*.

藤井秀人(2013): 気候変動とメコンデルタの洪水リスク 高洪水稲作地域の適応策と持続可能性, *JIRCAS NEWS*, 65:4-5.

Fujii Hideto(2013): Adaptation to increased flood risk under climate change: Toward sustainable dyke systems in flood-prone rice-growing areas in Mekong Delta, *JIRCAS Newsletter*, 65. 3-4.

Fujii Hideto(2012): Development of agricultural technologies in developing regions to respond to climate change, 2nd Annual Review and Planning Meeting, Climate Change Adaptation in Rainfed Rice Areas (CCARA), Vientiane, Lao PDR.

Fujii Hideto(2012): Climate change and flood risk in the Mekong Delta -Adaptation and coexistence in flood prone rice area, *JIRCAS International Symposium 2012, Resilient food production systems.-The role of agricultural technology development in developing regions-*, P22.

Fujii Hideto(2012): Sustainable dyke system in rice producing area in the Mekong Delta to respond to increased risk under climate change, *JIRCAS-CTU Climate Change Project Workshop*, November 2012, Can Tho, Vietnam.

## 6 . 研究組織

### (1) 研究代表者

藤井秀人 (FUJII Hideto) 山形大学農学部・教授 研究者番号 : 80446393

### (2) 研究分担者

藤原洋一 (FUJIHARA Yoichi) 石川県立大学生物資源環境学部・准教授  
研究者番号 : 10414038

星川圭介 (HOSHIKAWA Keisuke) 富山県立大学工学部・講師 研究者番号 : 20414039

### (3) 連携研究者

横山繁樹 (YOKOYAMA Shigeki) 国際農林水産業研究センター社会科学領域・主任研究員  
研究者番号 : 30425590