

令和 3 年 5 月 18 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04631

研究課題名(和文)メコンデルタにおける水圏生物多様性予測モデルの開発

研究課題名(英文)Modelling aquatic biodiversity in the Mekong Delta

研究代表者

福田 信二 (FUKUDA, SHINJI)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：70437771

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、メコンデルタ内のベンチェ省を対象に、チュイロイ大学を拠点とし、海外共同研究により魚類相情報および物理環境情報を収集した。魚類相調査では魚種や体サイズ、位置情報等を記録し、物理環境調査では船を使用して可能な限り広域で水温および塩分濃度の鉛直プロファイルを計測した。結果として、これまでの調査により、魚類相調査では、70種以上を確認しており、魚種の空間分布が塩分濃度の影響を受けることが確認できた。物理環境調査では、主要5河川とその陸域に位置する水路における塩分濃度分布と鉛直分布特性が明らかになった。これらの情報により、対象水域の主要水路における流況解析モデルの構築と検証が可能になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義
対象水域の主要水路における流況解析モデルを構築することで、流況と塩分濃度の時空間変動の解析が可能になり、魚類の空間分布モデルを構築することにより、最終的には、流況-塩分濃度-魚類相の関係性を考慮した生物多様性予測モデルの構築が可能になる。本研究の成果は、水利構造物の建設や維持管理に伴う環境の変化が生態系に及ぼす影響の定量評価に大きく貢献する。

研究成果の概要(英文)：The aim of this project was to develop a set of species distribution models as a tool for assessing biodiversity in the Mekong Delta, Ben Tre, Vietnam. A series of field surveys on fish fauna and physical environment was conducted jointly with Thuyloi University, Vietnam. In the fish fauna survey, fishing gears were selected according to a local condition, and species name and body length were recorded with geographic location. Physical environment survey was conducted using a CTD profiler in the five major rivers in the region (namely, Tien river, Ham Luong river, Balai river, Ben Tre channel, and Binh Chanh river). As a result, over 70 fish species were observed in the region, of which species distributions were affected by salinity gradient. Spatiotemporal salinity distributions in the region was complex due to nested channel structures and tidal gates established to alleviate saline water intrusion. Such information will be used for modelling the dynamics of species distributions.

研究分野：生態水理学

キーワード：農業水利 水工水理学 水圏現象 生物多様性 データ駆動モデル

1. 研究開始当初の背景

持続可能な開発目標 (SDGs) が国連で採択され、2016年1月1日に発効した。近年、世界的な人口増加や経済発展等により、資源の逼迫、水や食料の不足、気候変動、汚染、自然環境の損傷・破壊などの問題が顕在化しており、グローバルパートナーシップによる地球規模での取り組みとともに、地域性を考慮した着実な対策が急務となっている。特に、急進国や開発途上国では、貧困や飢餓からの脱却のためのインフラ整備や産業化が急激に進められており、持続性に向けた取り組みの進展を妨げる障壁となりつつある。

開発途上国には世界の貴重な財産として保全すべき生態系・生物多様性に恵まれた地域が多数存在しており、その保全と有効利用の重要性が広く認識されている。一方、現在でも全世界の約10億人が安全な水へのアクセスが困難な状況にあり、さらなる人口増加と生活レベルの向上に伴う水需要増大による水不足の深刻化が懸念されている。世界的な水問題の本質的な解決には、自然、風土、社会・経済環境等を把握し考慮した上で、水資源をいかに効率的かつ持続的に活用するかという大局的で総合的な戦略が必要不可欠である。

2. 研究の目的

世界的な大河川であるメコン川流域の中でもメコンデルタは、ベトナムにおける巨大な農業・水産業地帯である。近年、上流におけるダム建設等や気候変動に伴う降水パターンの変化、塩水遡上等による生産性低下が懸念されており、大規模なインフラ整備を含めた持続的農業農村開発への取り組みが計画されている。その際、肥沃な土地における農業生産性の向上と豊かな生態系の保全の両立が課題となっており、その実現のためには現況の理解深化と科学的知見に基づく将来予測が必要不可欠である。

そこで本研究課題では、メコンデルタにおける水生生物の生息環境調査の結果から生物多様性データベースを構築し、種ごとの空間分布モデルを統合することによって、水圏生物多様性予測モデルを開発する。これにより、塩水遡上が水圏生態系に及ぼす影響等に関するシナリオ分析が可能になり、作物モデル等と統合することにより、農業・水産業の生産ポテンシャル評価が実現できる。



図1 CastAway-CTD 計測機器

3. 研究の方法

本研究課題が対象とするメコンデルタは、ベトナム国で急激な成長を続ける農業・水産業地帯である。同地域は、非常に広大であるため、海外共同研究者が所属するテュイロイ大学 (ホーチミン市) を拠点とし、魚類相情報および物理環境情報を収集した。現地調査は、ベンチェ省を対象に、魚類相調査には陸路を使用し、物理環境調査では船を使用して可能な限り広域での調査実施を試みた。その際、水生生物の捕獲には、現地で使用されている漁具を水域特性に応じて選択し、魚種や体サイズ、位置情報等を記録した。また、塩分濃度の指標として水温と電気伝導度を Myron L[®] Company 社製 ULTRAPEN PT1 で計測した。物理環境調査では、SonTek 社製の CastAway-CTD (図1) を使用し、水温と塩分濃度の鉛直分布を計測した。同機器には、GPS 機能があるため、計測地点の位置情報 (緯度・経度) も記録される (図2)。なお、CastAway-CTD では、1秒間に5回の計測が行われ、データ補間機能により鉛直プロファイルが作成される (図3)。得られた塩分濃度データは河川ごとに整理し、雨季と乾季で比較することにより、淡水と海水の混合特性について検討した。



図2 物理環境調査地点の例

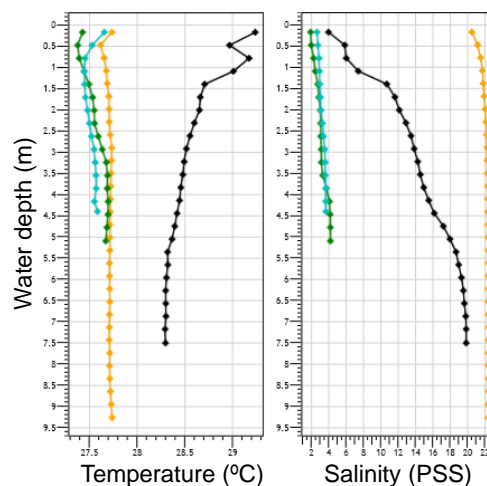


図3 CastAway-CTD での計測例

その他、水位と塩分濃度の定点観測結果に基づいて、機械学習による時系列解析を実施し、欠測値の補間を試みた。また、調査地間で解析結果を検証し、水位および塩分濃度の変動特性について検討した。

4. 研究成果

結果として、計 81 地点での魚類相調査により、70 種以上を確認しており、魚種の空間分布が塩分濃度の影響を受けることが確認できた(図 4)。*Rasbora* sp. は比較的広範囲で採捕されたが、塩分濃度が高い時期には、潮位によって生息環境が堰内に限られるケースがみられた。また、既往の研究では、*Periophthalmus* sp. の一種の分布域が上流域に拡大しているとの報告があり、塩分濃度との関係性の解析の重要性が示唆された。

物理環境調査では、主要 5 河川 (Tien 川、Ham Luong 川、Balai 川、Ben Tre 水路、Binh Chanh 川) とその陸域に位置する水路において、計 6 回 (2017 年 8 月、同 10 月、2018 年 1 月、同 4 月、同 7 月、2019 年 3 月) の網羅調査により、水温および塩分濃度の鉛直プロファイルを測定した。これにより、塩分濃度の空間分布の概要が明らかになり、乾季に塩分濃度が上昇することを確認した(図 5)。Balai 堰は防潮水門ではあるが、4 月には堰の上流側で若干の塩分濃度の上昇が観察された(図 5 b)。これには、地域内の複雑な水路網を通じて、塩分濃度の高い河川水の流入したものと考えられる。周辺地域には、エビの養殖池が散在していることから、その影響もあるかもしれない。

以上の調査結果に加えて、水路の接続状況や水面幅を衛星画像等から取得し、対象水域の主要水路において、流況解析モデルで解析したところ、水位については比較的良く再現できたが、塩分濃度の解析には課題が残った。モデルの再現精度の改善には詳細な断面計測や流量観測が必要である。

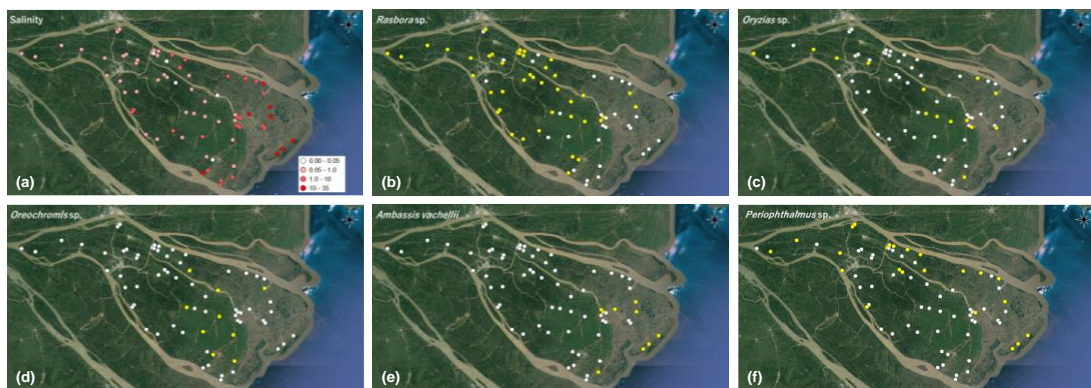


図 4 魚類相調査地点の塩分濃度と魚類の空間分布 : (a) 塩分濃度, (b) *Rasbora* sp., (c) *Oryzias* sp., (d) *Oreochromis* sp., (e) *Ambassis vachellii*., and (f) *Periophthalmus* sp.

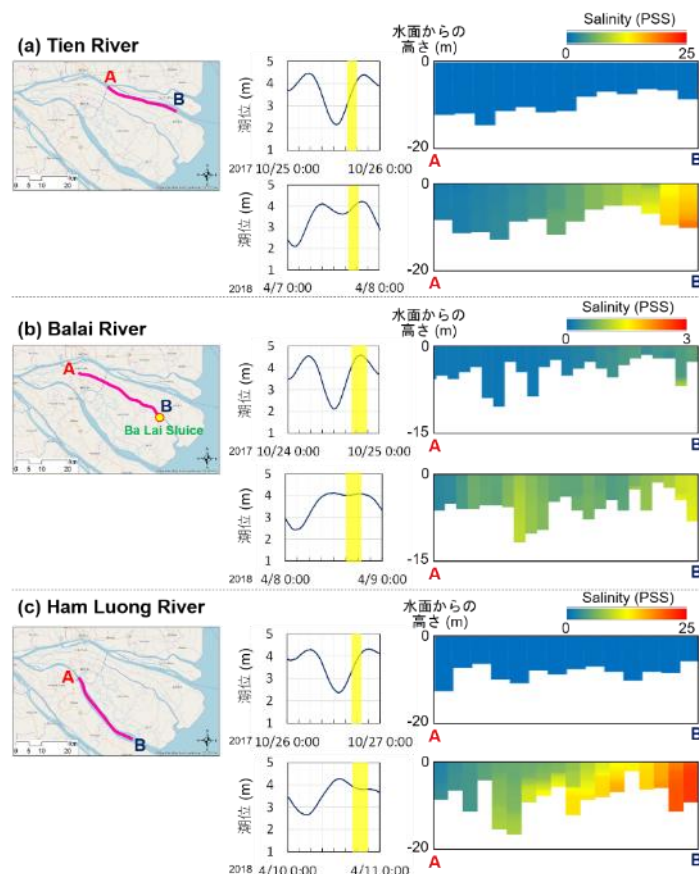


図 5 塩分濃度 (PSS) の鉛直プロファイルの空間分布 : (a) Tien River, (b) Balai River, and (c) Ham Luong River

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Fukuda, S., Tanaka, N., Yasuda, Y., Tsubaki, R., Muraoka, K., Asaeda, T.	4. 巻 4(2)
2. 論文標題 International contributions in advancing ecohydraulics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Ecohydraulics	6. 最初と最後の頁 86-87
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/24705357.2019.1697845	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 福田信二・青木興大・松澤優樹	4. 巻 76(2),
2. 論文標題 ホトケドジョウの臨界遊泳速度と粗石による生息環境修復効果の定量評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1（水工学）	6. 最初と最後の頁 I_1327-I_1332
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松澤優樹・福田信二・大平 充	4. 巻 76(2),
2. 論文標題 都市湧水河川におけるホトケドジョウ未成魚の生息環境評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1（水工学）	6. 最初と最後の頁 I_1321-I_1326
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 相原 星哉・福田 信二	4. 巻 88(1)
2. 論文標題 群集解析と生息場モデルに基づく魚類の生息環境評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 農業農村工学会論文集	6. 最初と最後の頁 I_93-I_103
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11408/jsidre.88.I_93	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松澤優樹・福田信二・大平 充	4. 巻 75(2)
2. 論文標題 ランダムフォレストを用いたホトケドジョウの生息環境評価モデルの構築	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1 (水工学)	6. 最初と最後の頁 I_541-I_546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.75.2_I_541	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 De-Miguel-Gallo, M., Martinez-Capel, F., Munoz-Mas, R., Aihara, S., Matsuzawa, Y., Fukuda, S.	4. 巻 4(2)
2. 論文標題 Habitat evaluation for the endangered fish species Lefua echigonia in the Yagawa River, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Ecohydraulics	6. 最初と最後の頁 147-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/24705357.2019.1614886	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Fukuda, S., Kimura, M.
2. 発表標題 On the distribution of salinity and fish species in a channel network in the Mekong delta, Vietnam
3. 学会等名 22nd Congress of the International Association for Hydro-Environment Engineering and Research -Asia and Pacific Division (IAHR-APD2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅田洋平・木村匡臣・安瀬地一作・福田信二・乃田啓吾・飯田俊彰
2. 発表標題 パイプラインシステムにおける管内圧力変動特性を利用した漏水検知法の検討
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤雅人・福田信二
2. 発表標題 湧水小河川の物理環境変動がホトケドジョウの移動に及ぼす影響
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松澤優樹・福田信二
2. 発表標題 都市小河川におけるホトケドジョウの生息環境～3年間の調査で見えたこと～
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 相原星哉・福田信二
2. 発表標題 物理環境条件に基づく水生植物の生息環境解析
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Fukuda, S., Kimura, M.
2. 発表標題 Data-driven modelling of salinity dynamics at estuarine monitoring stations in Ben Tre, Vietnam
3. 学会等名 2019 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笠原太一・福田信二・木村匡臣・乃田啓吾
2. 発表標題 宮良川における優占魚種および塩分濃度の流程分布に関する基礎調査
3. 学会等名 2019年度応用水理研究部会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimura, M., Fukuda, S.
2. 発表標題 Characteristics and modeling of spatio-temporal salinity variation in canal networks in the Mekong Delta
3. 学会等名 2019 Seoul INWEPP-PAWEES International Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笠原太一・福田信二・木村匡臣・乃田啓吾
2. 発表標題 石垣島宮良川における魚類および塩分濃度の流程分布
3. 学会等名 2019年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aihara, S., Fukuda, S.
2. 発表標題 Fish habitat assessment based on instream flow conditions and aquatic vegetation assemblage
3. 学会等名 12th International Symposium on Ecohydraulics (ISE2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohira, M., Fukuda, S.
2. 発表標題 Fish species turnover along hydraulic heterogeneities: designing environmental flows for species co-existence in an irrigation channel network
3. 学会等名 12th International Symposium on Ecohydraulics (ISE2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 De Miguel Gallo, M., Martinez-Capel, F., Fukuda, S., Kajisa, T.
2. 発表標題 Application of SEFA, system for environmental flow analysis, to assess the habitat availability for competing fish species in a spring-fed urban stream in Tokyo, Japan
3. 学会等名 12th International Symposium on Ecohydraulics (ISE2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福田信二
2. 発表標題 データ駆動モデルによる生物の空間分布解析
3. 学会等名 平成30年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 相原星哉・福田信二
2. 発表標題 水生植物群落の機能と構成に基づく生息環境解析
3. 学会等名 平成30年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村匡臣・福田信二
2. 発表標題 携帯型投げ込み式CTD 計を用いたメコンデルタ水路網における塩分観測
3. 学会等名 平成30年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福田信二・木村匡臣
2. 発表標題 メコンデルタ水路網における塩分濃度と魚類相に関する基礎調査
3. 学会等名 平成30年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 船越 寛・相原星哉・福田信二
2. 発表標題 水生植物による流速低減効果に関する野外調査と室内開水路実験
3. 学会等名 平成30年度応用水理研究部会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤雅人・福田信二
2. 発表標題 矢川の網羅的水理解析に向けた地形測量と生態水理調査
3. 学会等名 平成30年度応用水理研究部会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福田 信二
2. 発表標題 府中用水と矢川における生態水理調査概要
3. 学会等名 平成30年度応用水理研究部会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 相原 星哉・福田 信二
2. 発表標題 群集解析と生息場モデルを用いた淡水魚類の生息環境評価手法の比較検討
3. 学会等名 平成30年度応用水理研究部会講演会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究室ホームページ http://shinjifukuda-medaka.com/
--

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
研究分担者	木村 匡臣 (KIMURA MASAOMI) (80725664)	近畿大学・農学部・講師 (34419)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	チエウ アイン ゴック (Trieu Anh Ngoc)	Thuyloi University・Faculty of Water Resources Engineering・Associate Professor	
研究協力者	ヴ ハイ ソン (Vu Hai Son)	Thuyloi University・Faculty of Water Resources Engineering・Lecturer	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ベトナム	Thuyloi University			