

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12413

研究課題名（和文）モンスーンアジアにおける湿地の水質浄化機能のメカニズム解明

研究課題名（英文）Mechanism analysis of water purification in wetlands in Monsoon Asia

研究代表者

乃田 啓吾（Noda, Keigo）

岐阜大学・応用生物科学部・准教授

研究者番号：60646371

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、モンスーンアジアにおける湿地の水質浄化機能のメカニズム解明を目的とし、都市河川、自然河川、灌漑排水路網における水質観測を実施した。その結果、都市河川と灌漑排水地区の排水を比較すると、雨季の電気伝導度はほぼ同程度であるが、乾季においては、都市河川の値が灌漑排水地区の排水よりも2倍程度高い値となった。ラオスの都市河川は生活排水と雨水排水が流入しており、雨季には乾季の2倍程度の水質負荷が希釈されていると考えられる。一方、灌漑排水地区の排水は通年で電気伝導度の変動が小さくほぼ一定の値であった。これは、乾季においても水田からの排水による希釈効果が発揮されているためと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

（学術的意義）本研究では、都市部から排出される汚濁負荷と農村部から供給される希釈水を考慮し、その湿地域の水質浄化機能への影響を明示的に評価した。特に、そのメカニズムがモンスーンアジアの特徴である雨季と乾季によって大きく異なることを示した。これは、従来の水質浄化機能の「固有の許容量」という考え方とは異なる新しい知見である。

（社会的意義）この成果に基づき、水質悪化が顕著な乾季に焦点を当てた「乾季環境用水量」の必要性と灌漑地区の排水がその供給源となりうることが示された。

研究成果の概要（英文）：In this study, water quality was observed in urban rivers, natural rivers, and irrigation drainage networks in order to elucidate the mechanism of water purification function of wetlands in Monsoon Asia. The results showed that EC value of urban rivers and irrigation drainage area was about the same in the rainy season, but in the dry season, EC of urban rivers was about two times higher than that of irrigation drainage area. Urban rivers in Laos receive both domestic wastewater and rainwater runoff, which is thought to dilute the water quality load to about twice as much during the rainy season as during the dry season. On the other hand, EC of wastewater from irrigated drainage areas was almost constant with small fluctuations throughout the year. This may be due to the dilution effect of drainage from rice paddies during the dry season.

研究分野：農業水文学

キーワード：水環境 湿地 水質浄化 生態系サービス 農地

### 1. 研究開始当初の背景

モンスーンアジアでは、都市化の進展に伴う農村部の社会変化により、都市と農村を含む流域の水・物質循環が変化しつつある。従来、モンスーンアジア地域は、熱帯気候で水資源が豊富な地域であるため、これまで人々の生活にかかわる水利用の大部分は生態系サービスに依存してきた。生態系サービスとは、気候や地形のような自然条件に加え、その地域の人間活動によって形作られるものである。しかしながら、従来の生態系サービスの評価は、「森林によるサービス」や「水田によるサービス」といった個々の構成要素の機能評価にとどまっており、構成要素間の相互作用を考慮した上で、どのように持続可能で豊かな地域社会を構築するか？という工学的視点が欠けている。

以上を踏まえ、モンスーンアジアにおける湿地の水質浄化機能のメカニズム解明には、地域の気候的特徴である雨季/乾季の違いを明確にしたうえで、水・物質動態における都市と農村の相互作用を考慮した評価が必要であるとの着想を得た。

### 2. 研究の目的

本研究では、人々の生活と農業における水利用の関わりが深い、モンスーンアジアの水稲栽培地域における湿地の水質浄化機能のメカニズムを解明する。従来の湿地の水質浄化機能評価は、気候、湿地の地形等の自然条件のみによって行われていたのに対し、本研究では、都市部から排出される汚濁負荷と農村部から供給される希釈水を考慮し、その湿地域の水質浄化機能への影響を明示的に評価できる点が特色である。

### 3. 研究の方法

本研究では、ラオスの首都ビエンチャン近郊を流れるマグヒアオ川に水田からの排水が合流する前後に検査区間 I および II を設け、雨季/乾季それぞれにおける栄養塩類(窒素・リン)の物質収支を解析する。ラオスの首都ビエンチャンでは、地下浸透分を除く都市部からの生活排水は排水路に流入し、未処理のままマグヒアオ川を経てメコン川へと流出している。マグヒアオ川の中流域には湿地状の氾濫原が広がっており(以下、湿地)、ビエンチャン中心部からの排水は湿地を流下する過程で水質浄化されていると認識されている。本研究は、研究代表者：乃田、研究分担者：木村、研究協力者：Dr. Keoduangchai (ラオス国立大学)の3者の共同研究として実施する。現地観測は効率的に進めるため、全員共同で実施する。特に、検査区間の設定は、Dr. Keoduangchai 主導で検討し、付近の住民や村長の理解を得るように努める。採水サンプルの水質分析は主に木村が担当する。研究全体の統括および物質収支解析は主に乃田が担当する。

### 4. 研究成果

水質モニタリング地点の選定にあたっては、都市河川、自然河川、灌漑排水路網による地域の水動態を考慮し、以下の7地点を選定した。都市上流の湿地：St.22、都市河川の入口：St.1、都市河川の出口：St.2、排水河川の入口：St.5、灌漑地区の排水：St.7、排水河川の出口：St.9、都市下流の湿地：St.11。図に都市河川の出口：St.2、排水河川の入り口：St.5 および灌漑地区の排水：St.7 における電気伝導度(EC)の季節変化を示す。都市河川のSt.2 および St.5 と灌漑排水地区の排水 St.7 を比較すると、雨季の電気伝導度はほぼ同程度であるが、乾季においては、都市河川の値が灌漑排水地区の排水よりも2倍程度高い値となった。

都市部における主な排出負荷は生活排水であり、季節変化が小さいと想定される。ラオスの都市河川は生活排水と雨水排水が流入しており、雨季には乾季の2倍程度の水質負荷が希釈されていると考えられる。

一方、灌漑排水地区の排水は通年で電気伝導度の変動が小さくほぼ一定の値であった。農村地域では、用排水路沿いに集落が形成されており、生活排水は灌漑排水用の水路に流入している。灌漑排水地区の排水における水質負荷は都市河川と同様に季節変動が小さいと考えられるが、電気伝導度の季節変動が都市河川と比較して小さいのは、乾季においても水田からの排水による希釈効果が発揮されているためと考えられる。

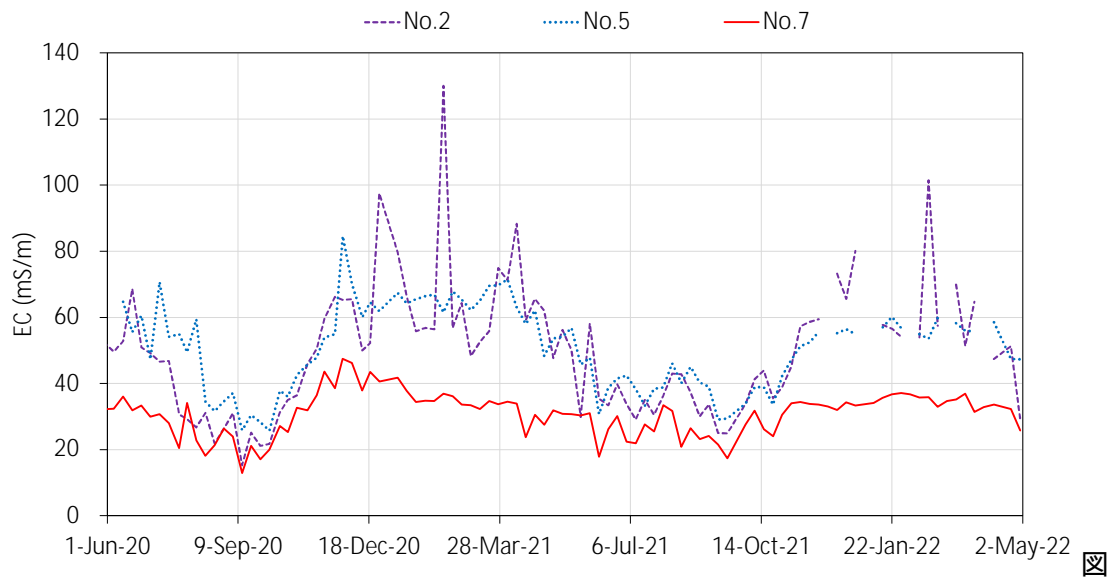


図 電気伝導度の季節変化

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Kawai H, Zaki M K, Noda K	4. 巻 724
2. 論文標題 Geographical and seasonal characteristics of APHRODITE and GSMaP in Lao P.D.R	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	6. 最初と最後の頁 012045 ~ 012045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1755-1315/724/1/012045	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 -
1. 著者名 Chanthavong Barkham, Phompila Chittana, Van Khoa Phung, Noda Keigo, Thongmanivong Sithong, Chanthavong Houngphet	4. 巻 22
2. 論文標題 A rapid assessment of burned areas in Nam Kading National Biodiversity Conservation Area (NBCA), Laos	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Remote Sensing Applications: Society and Environment	6. 最初と最後の頁 100490 ~ 100490
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rsase.2021.100490	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 Kondo F, Noda K, Phompila C	4. 巻 423
2. 論文標題 Potential of land classification by CubeSat in Monsoon Asia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	6. 最初と最後の頁 012021 ~ 012021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1755-1315/423/1/012021	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 Okiria Emmanuel, Zaki Muhamad Khoiru, Noda Keigo	4. 巻 13
2. 論文標題 A Review of Payment for Ecosystem Services (PES) in Agricultural Water: Are PES from the Operation of Agricultural Water Control Structures Ubiquitous?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 12624 ~ 12624
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su132212624	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 -

1. 著者名 Zaki Muhamad Khoiru, Noda Keigo	4. 巻 13
2. 論文標題 A Systematic Review of Drought Indices in Tropical Southeast Asia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 833 ~ 833
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos13050833	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 Okiria Emmanuel, Okazawa Hiromu, Noda Keigo, Kobayashi Yukimitsu, Suzuki Shinji, Yamazaki Yuri	4. 巻 9
2. 論文標題 A Comparative Evaluation of Lumped and Semi-Distributed Conceptual Hydrological Models: Does Model Complexity Enhance Hydrograph Prediction?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Hydrology	6. 最初と最後の頁 89 ~ 89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/hydrology9050089	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 -

1. 著者名 加藤亮, 乃田啓吾, 木村匡臣, 大倉芙美, 堀切友紀子, 小山知	4. 巻 89
2. 論文標題 ラオス国首都近郊の水環境整備におけるグリーンインフラの実装可能性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 水土の知	6. 最初と最後の頁 843 ~ 846
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 -

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Kawai H, Zaki M K, Noda K
2. 発表標題 Geographical and seasonal characteristics of APHRDITE and GSMaP in Lao P.D.R
3. 学会等名 International Conference on Climate Change 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kondo F、Noda K、Phompila C
2. 発表標題 Potential of land classification by CubeSat in Monsoon Asia
3. 学会等名 International Conference on Climate Change 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Okada, Keigo Noda, Masaomi Kimura, Ken Hiramatsu, Hiromasa Hamada, Keoduangchai Keokhamphui, Somphasith Douangsavanh
2. 発表標題 Estimation of unit load of total nitrogen from domestic wastewater of urban areas in Vientiane, Lao PDR
3. 学会等名 PAWEES 2019 International Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤福之, 乃田啓吾
2. 発表標題 キューブサット衛星画像を用いた湿地・水田域の氾濫域解析モデルの開発
3. 学会等名 農業農村工学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田拓哉、乃田啓吾、木村匡臣
2. 発表標題 メコン川からの希釈水利用による乾季の年排水路システム維持向上の検討
3. 学会等名 農業農村工学会京都支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤亮, 口分田彩夏, 大倉芙美, 乃田啓吾
2. 発表標題 ラオス国ビエンチャン市への栄養塩類の生態系サービスモデルInVESTの適用
3. 学会等名 農業農村工学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柳原未伶, 乃田啓吾, 辻岡義康, 中村晋一郎, 木村匡臣, 西原是良, 渡部哲史
2. 発表標題 ため池群の生態系保全機能評価手法の開発
3. 学会等名 農業農村工学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 乃田啓吾, 鎖柱, 千家正照
2. 発表標題 都市化に伴う水田面積の減少が広域水田用水量に与える影響
3. 学会等名 水文水資源学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Chittana Phompila, Vongphet Sihapanya, Bakham Chanthavong, Sithong Thongmanivong, Phung Van Khoa, Keigo Noda, Krishna Prasad Vadrevu	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 14
3. 書名 Agricultural Land Use/Cover Changes in the Vientiane, Laos in Remote Sensing of Agriculture and Land Cover/Land Use Changes in South and Southeast Asian Countries	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

## 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)	

## 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			
ラオス	National University of Lao			
インドネシア	Gadjah Mada University			