

氏名（本籍）	ADAM RUS NUGROHO（インドネシア共和国）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第633号
学位授与日付	令和4年6月30日
専攻	環境エネルギーシステム専攻
学位論文題目	Teleconnections of El Niño–Southern Oscillation (ENSO) and Indian Ocean Dipole (IOD) to streamflow in Java, Indonesia (エルニーニョ南方振動およびインド洋ダイポールモード現象とインドネシアジャワ島での河川流量とのテレコネクション)
学位論文審査委員	(主査) 教授 小林 智尚 (副査) 教授 玉川 一郎 准教授 原田 守啓

論文内容の要旨

気候変動の影響を考慮して河川流量を予測することは、水資源の予測や水防災の観点から重要である。インドネシアにおいても気候変動と降水量の関係はよく調べられているが、河川流量に対して検討したものはほとんどない。見つかった唯一の研究では、気候と河川流量の関係を統計的にモデリングすることはその非線形性により難しいとされていた。そこで本研究では、インドネシア・ジャワ島の河川の流量を対象に、エルニーニョ南方振動（ENSO）とインド洋ダイポール現象（IOD）を示す2つの気候変動指数を使い、3次までの非線形の多項式を用いて統計的関係を求めた。

ジャワ島中央南部の Code（チョデ）川の21年間のデータについて調べた所、河川流量の統計的状況を示す流況指数（ Q_{10} , Q_{50} , Q_{90} ）の指数が、ENSOとIODの気候変動指数でよく表現され、特に3か月あるいは6か月の移動平均とよく表現されることが見いだされた。この移動平均処理は、より短周期の現象であるマデン・ジュリアン振動の影響を軽減することに対応していると考えられる。またIODによる変動は、ENSOによる変動を変調してラ・ニーニャ時の流量の増加傾向を示すことが分かった。また流況指数に先立つ気候変動指数を用いても、6か月先の6か月移動平均値に対して相関係数0.7以上の予測が可能であり、気候変動指数を用いた流況の予測の可能性を示すことができた。

次にデータがよくそろっているジャワ島の7河川を加えて、より長い1970～2018年の期間について同様の解析を行ったところ、チョデ川のような良好な関係は見いだされなかったが、雨季の始まりに相当する9～11月の季節平均値については、同期間の気候変動指数と流況指数の間に最も良い関係が得られた。しかし、ジャワ島の西部地域の河川に対してはあまり良い関係は得られなかった。期間を1970～1989年と1990～2018年に分けて解析すると西部の河川に対しても、1970～1989年の期間では良好な気候変動指数と流況指数の間の対応関係が得られることが分かった。西部の河川でのこの変化は、この領域での開発の進展による物理的变化によるものと推測される。このことから、河川の物理環境の変化を除けばENSOとIODが示す気候変動の河川流況に対する影響はジャワ島の全域に及ぶと考えられる。またチョデ川の非常に良い気候変動指数と流況指数との関係は、その地域では年内の季節変化が大きくないことによるものであること、また一般的に9～11月の季節について、上位10%の流量（ Q_{10} ）の方が比較的良好に気候変動指数と関係づけられることなどが示された。

論文審査結果の要旨

本論文では、インドネシア・ジャワ島の河川を対称に、研究例がほとんどなく、またそこでは困難とされていた気候変動と河川流量との直接的な統計的関係の構築に挑み、非線形の多項式をENSOとIODの2つの気候変動の指数に適用して流況指数について解析し、移動平均や季節平均を用いることなどを提案した。その結果、一部の河川については定量的に予測可能と考えられる関係を得たこと、他の河川についても、雨季の始まりの時期の季節平均値では気候変動指数と流況指数の間に関係が見られることを見出した。またその関係が西部地域

では開発の進展と見られる変化を見せていることなど気候変動と河川流況の間の定量的関係についての知見が示されている。本研究は、降水量などの気象要素との関係に留まっていたインドネシアを対象とした気候変動影響の研究を河川流量に直接定量的に結びつけるものであり、そこで提案された手法とともに、同地域の河川管理に資するものである。また、本研究は下記の発表論文2編をまとめたものであり、それらの研究の学術的価値はすでに確認されている。学位論文審査委員会では、以上の学位申請論文および発表論文（原著2編）を慎重に検討した結果、提出された論文は上述のように工学的価値が高く、かつ、学術的に完成された内容を有しているものと認め、論文審査に合格と判定した。

最終試験結果の要旨

学位論文審査委員会では、申請者に対し、5月16日に行われた学位論文公聴会等において、学位審査論文や発表論文の内容、および、それに関連した事項について質疑を行うとともに、別途、細部にわたる口頭試問を行った結果、適切な解答等を得たので、最終試験に合格と判定した。

発表論文（論文名、著者、掲載誌名、巻号、ページ）

1. The Relationship between River Flow Regimes and Climate Indices of ENSO and IOD on Code River, Southern Indonesia, Nugroho, A.R.; Tamagawa, I.; Harada, M., *Water* **2021**, *13*, 1375. <https://doi.org/10.3390/w13101375>
2. Spatiotemporal Analysis on the Teleconnection of ENSO and IOD to the Stream Flow Regimes in Java, Indonesia. Nugroho, A.R.; Tamagawa, I.; Harada, M., *Water* **2022**, *14*, 168. <https://doi.org/10.3390/w14020>