

氏名	Mohamad Natsir
学位名	博士（システム情報科学）
学位記番号	第62号
学位授与年月日	令和4年3月22日
学位論文題目	Smart Fisheries for Sustainable Fisheries in Indonesia: A Study of Sardine Fishery in the Bali Strait
論文審査委員	主査 和田 雅昭 副査 岡本 誠 副査 鈴木 恵二 副査 安井 重哉 副査 畑中 勝守（東京農業大学 教授）

論文要旨

In this study, a comprehensive strategy based on information and communication technology (ICT) for capture fisheries data digitalization, big data analysis, and decision support systems (DSS) was utilized to support and realize smart fisheries with the goal of promoting sustainable sardine capture fisheries in the Bali Strait, Indonesia. To establish smart fisheries, it is first necessary to create digital capture fisheries data; these data provide a basis for robust stock assessment and the generation of policies recommendations and adaptive fisheries management measures. In the Bali Strait, a broad ICT strategy was used, including the development of a platform for digital capture fisheries data by creating the MICT-L (Marine ICT-Landing) digital recorder application, the installation of IoT (internet of things) GPS tracker devices, including 12 satellite-based and 20 cellular-based GPS tracking devices, and the establishment of an online database platform. To evaluate the total allowable catch (TAC) that ensures sustainable fisheries exploitation, a non-equilibrium surplus production analysis using a stock production model incorporating covariates (ASPIC) and a Bayesian surplus-production model (BSM) were conducted using catch time series data for 1980–2019. The MSY from ASPIC were introduced to the MICT-L system, and the model results revealed that the annual maximum sustainable yield (MSY) for Bali Strait sardines was 28,540 tons/year, effort at MSY

was 10,790 trips per year, and sardine biomass level was 47,770 tons; consistent with previous studies, the sardine fisheries were classified as overexploited. To displaying the catch condition and fish stock resource exploitation status and increase stakeholder awareness of the landing and stock status, we developed an Android-based smart dashboard for daily monitoring. To understand the relationships between catch and environmental conditions and to develop catch and fishing ground predictions, we analyzed data from the capture fisheries database, environmental data from satellites (i.e., the sea surface temperature and sea surface chlorophyll), and environmental indexes (i.e., the southern oscillation index, Niño 3.4, and dipole mode index (DMI) for the Indian Ocean). The most significant determinant of catch fluctuations was yearly factorial variation followed by monthly factorial and DMI parameter factorial variation, while CPUE fluctuation was strongly influenced yearly factorial variation followed by Niño 3.4. The models projected catch and CPUE with 57% accuracy. A spatial productivity analysis revealed monthly variation, and a further area-based analysis showed that fishing operations are frequently conducted in the northeastern Bali Strait, followed by the northwestern area. Most of the fishing operations were within the Bali Strait waters, with only several fishing fleets operating in areas in the southern part of the Bali Strait. Using the catch monitoring status from MICT-L and the model projection, simple decision-making scenarios were developed. This decision-making process was based on the conditions necessary to achieve the sustainable use of the sardine fish stock. This study provides a novel smart fisheries system based on local fishery characteristics to support decision-making by managers and other stakeholders and thereby to realize the sustainable use of the sardine stock and efficient data-based fisheries activity. Future work will be aimed at evaluating and improving DSS performance, user/stakeholder benefits, effective fisheries management, the impact of the SMART FISHERY system, and system sustainability. The full implementation and effectiveness of the system will require iterative dissemination and communication through broad channels to increase stakeholder understanding, awareness, and capacities and to support recommendations and the implementation of management measures.

Keywords: Capture Fisheries, Data Digitalization, Decision Support System,
Smart Fisheries

審査結果の要旨

・ 学位論文の構成

本研究の最終目標は、インドネシアにおける主要な沿岸漁業であるバリ海峡のイワシ巾着網漁業を持続可能な地域産業として確立することであり、本論文では国が資源管理を制度化するために必要となる資源評価について述べている。

第1章では、イワシ資源の状況と資源管理に向けた道筋について触れており、第2章では日本のスマート水産業をはじめとする諸外国の水産資源管理を参考に、インドネシアに実装し得る水産資源管理を提案している。第3章では、琵琶湖のアユ漁を題材としてICTの活用による漁場評価の有効性を確認しており、第4章では、バリ海峡のイワシ漁において実施したデータ収集とデータの時空間分析による漁場利用評価の結果を示している。第5章では、資源水準と漁獲圧力から資源状態の推移を可視化し、衛生リモートセンシングを用いることで、漁獲量に影響を与える環境要因について考察している。そして、第6章では研究成果の社会実装に向けて展望している。

・ 研究目的の妥当性、従来の手法との比較においての有意性、および理論・実験手法の新規性

本論文はプラクティス論文であり、目的とする資源評価を実現するために必要となるシステムの開発と運用、データの収集と解析に取り組んでいる。

従来の資源評価は漁獲量のみ、または漁獲量と漁獲努力量の組み合わせによるもの、すなわち統計データに基づく資源評価であったが、IoTの活用により個別の漁船の位置情報を活用した空間評価が可能となっている。これにより、漁場区画毎に漁獲圧力や漁獲効率を算出することができ、衛星リモートセンシングとの組み合わせによって環境要因が漁場形成に及ぼす影響を評価することができるようになった。

資源評価に必要なデータ収集のためのシステムは、日本におけるスマート水産業を先行事例として、インドネシアで継続的に運用できるスタイルを提案、構築している。

・ 得られた知見のシステム情報科学の分野における意義

持続可能な漁業における世界のトレンドはMSYベースの資源管理である。日本においてもMSYベースの資源管理に移行するため、水産庁がスマート水産業の社会実装に取り組んでいるように、ICTを活用したデータの収集が資源管理の第一歩となる。しかしながら、とりわけ開発途上国におけるデータ収集では、未だデータエントリーの大部分をヒューマンオペレーションに依存していることから、社会実装のためのシステム提案には情報システムだけではなく情報デザインの視点が不可欠である。

本研究の成果は、インドネシアにおけるスマート水産業の展開に向けた布石として位置づけられ、過度にICTに依存しないユーザ参加型の仕組みづくりは、インドネシアだけで

はなく主に東南アジア諸国に展開できるシステム情報科学のプラクティスであると言える。