

学 位 論 文 題 名

LCA (Life Cycle Assessment) 法による
漁業の環境影響評価に関する研究

学位論文内容の要旨

【背景と目的】

近年、環境問題に対する意識が高まる中で、漁業の分野においても「環境負荷（温室効果ガス）」という新たな視点から捉えた産業のあり方が見直され始めようとしている。LCA (Life Cycle Assessment) は、資源の採掘から廃棄にいたるまで、対象とする製品やサービスに関わる物質/技術の連鎖を一貫して捉え、物質やエネルギーの消費量と環境への排出物質を定量し、その環境への影響を評価する手法である。LCA は、漁業の分野においても適用事例が報告されているが、これまでの報告は断片的な事例でしかない。

そこで、本研究では物質的な収支とエネルギー的な収支を総括し、産業連関分析法を応用した漁業のマクロ分析および積み上げ分析の2つのアプローチにより漁業を対象としたLCAを実施することで、漁業における定量的な環境影響評価手法の確立を目指す。また、この手法を用いることで、漁業の現状を明らかにする。さらに、得られた結果から環境負荷の削減可能性について検討するとともに、漁業における環境影響評価のあり方を提言することを目的とした。

【漁業のマクロ分析】

既存の産業連関分析は、すべての漁業や養殖業が一つの大きな枠組みにまとめられて評価されているという問題点があった。このような問題点を解決するために、産業連関分析に漁業統計を付加することで、漁業の細分化が可能となるマクロ分析法を考案した。また、この分析法により、漁業種類別、漁獲魚種別、養殖業種別の環境負荷量を算出した。

分析をおこなうために、漁業経済調査報告、漁業動態統計年報、漁業養殖業生産統計年報から必要データを収集し、漁業のデータベースを構築した。環境負荷の算出に使用する環境負荷排出原単位については、環境負荷原単位データブック (3EID) を利用した。

3EID は、1995 年のデータを使用したものなので、漁業統計もすべて 1995 年のものを用いて 1995 年の環境負荷を求めた。分析の機能単位は、水産物を 1t 生産することと定義して、業態ごとの環境負荷は、これらのデータから対応する項目を機能単位ごとに繋いでいくことで算出した。

漁船漁業は総じて燃油への依存度が高く、定置網漁業を除いた漁業の環境負荷は、7～8 割が直接的な燃油消費によるものであった。生産の多い漁獲魚種では、「貝類」が 2.40 (t-CO₂/t-product), 「イカ類」が 2.06 (t-CO₂/t-product), 「イワシ類」が 1.63 (t-CO₂/t-product) などとなっており、「サケ・マス類」などは定置網漁業への依存度が大きいことから 0.98 (t-CO₂/t-product) と全漁獲魚種の中で最も小さな値であった。一方、養殖業では魚類養殖が貝類や藻類などに比べて大きく、「ブリ類」が 6.8 (t-CO₂/t-product), 「タイ類」が 6.8 (t-CO₂/t-product) であった。魚類養殖では、餌料が環境負荷排出の 8 割を占めており、大きな要因となっていた。

【漁業の積み上げ法による分析】

個々の漁業を評価するための分析手法を確立することは、重要なテーマである。そこで、漁業に積み上げ法を適用することで、現場における漁業の定量的な環境影響評価手法を確立した。また、この手法を用いることで、漁業の環境負荷量を算出した。

北海道で生産が盛んなホタテガイとイカを調査対象として選定した。データはヒアリングによる入手を基本とし、不足分については文献で補った。また、環境負荷量は NIRE-LCAver3 を用いて算出した。

いか釣り漁船については、排ガス濃度を煙道からプローブで計測し、排ガスデータも取得した。これらの収集データからデータベースを構築し、地域漁業の操業実態を明らかにし、9.9 トン級のいか釣り漁船を対象として、エネルギー収支の定量をおこなった。解析にあたっては、エネルギーの収支原単位 E_t (GJ/百万円) は以下の式で算出した。

$$E_t = F \times F_h \times 4186.1 \times 10^9 \quad (3-1)$$

ここで F は燃油エネルギーの投入原単位 (l/百万円), F_h は重油の発熱係数 (kcal/l) である。

その結果、ほたてがい漁業では、地まき式漁業が 887.5 (kg-CO₂/百万円), 垂下式養成法では 1,175.2 (kg-CO₂/百万円) が排出されていた。いずれも燃油消費が環境負荷の主な要因となっていたが、多くの資材を投入する垂下式養成法ではパールネットや浮子などによる養殖資材も幾分影響していた。地まき式漁業と垂下式養成法では使用している燃油の

種類が異なっていたことから評価指標とする環境負荷により、結果に差異が確認された。

イカの生産に関係する漁業として、いか釣り漁船のエネルギー収支を算出すると、183 (GJ/百万円) であった。また、NO_x を指標に排ガス濃度をみると、航走時において、1,000ppm から 1,200ppm、操業時は 1,350ppm であった。また、作成したインベントリからいか漁業の環境負荷を、CO₂ を指標として算出すると、いか釣り漁業が 14.4 t-CO₂/百万円、大型定置網漁業が 0.5 t-CO₂/百万円、沖合底曳網漁業が 9.3 t-CO₂/百万円であった。これら 3 漁法の中では、いか釣り漁業が最も大きな値であった。また、いか釣り漁業と大型定置網漁業の CO₂ ペイバックタイムを求めると、累積 CO₂ 排出原単位はおよそ 1.3 年で逆転し、年間生産額 100 万円あたり 20 年間では 4,150t の差を生じることが確認された。いか釣り漁業から排出される CO₂ は 99% が直接的な燃油消費であり、そのおよそ 70% は集魚灯の光のためのものであることから、過剰な光力の抑制により CO₂ 排出量の削減が可能となることが定量的に示唆された。

【考察】

漁業のマクロ分析により、はじめて漁業種類別、漁獲魚種別、養殖業種別の環境負荷を定量することが可能となった。この分析手法により、各業態における環境負荷の差を明確に示すことができた。環境負荷の分布図において、受動的な漁業である定置網漁業、はえ縄漁業、刺網漁業は環境に対して優良な漁業に分類された。また、水産物の生産における漁業と養殖業の比較では、ブリやタイなどの魚類生産では漁業が養殖業より優れており、貝類や海藻類では養殖業が漁業よりも優れた値を示した。マクロ分析法は、トップダウン的に水産業全体を俯瞰できることから、水産業全体における改善へ向けた国や地方の漁業政策において、有効に活用できるものと考えられる。一方、現場のデータを利用した分析として、漁業における積み上げ法を確立した。積み上げ法は対象とした漁業生産システムの環境負荷を評価できることから、現状、あるいは漁業改善の度合いを把握するときに有効となる。環境対応は、環境報告書などを利用してアピール可能であり、生産物についても他との差別化が図れる。また、漁業の当事者が環境情報を入手することは、環境税のような新税が課されたときにも、適切な対応が可能となる。このような利用においても本研究で得られた結果は活用できる。

本研究において、物質的な収支とエネルギー的な収支を総括した漁業における環境影響評価手法が確立された。本手法は、持続可能な漁業を環境的な側面から支えるための重要な方法論であり、今後は自然科学や社会科学的な知見と融合することにより、更なる発展がなされなくてはならない。

学位論文審査の要旨

主査	教授	三浦汀介
副査	教授	木村暢夫
副査	助教授	清水晋
副査	助教授	藤森康澄
副査	産総研	田原聖隆

学位論文題名

LCA (Life Cycle Assessment) 法による

漁業の環境影響評価に関する研究

環境調和型の漁業生産システムを構築するために、漁業活動にともない発生する温室効果ガス等の環境負荷の定量が必要となり、漁業の環境影響評価に対する要求が高まっている。ISO14000s で規格化された LCA は、環境に対する影響を評価する手法として高い注目を集めているが、漁業の分野におけるこれまでの報告は断片的な事例ではない。そこで、本研究は物質的な収支とエネルギー的な収支を総括し、産業連関分析法を応用したマクロ分析および積み上げ分析の2つの手法を用いて漁業を対象とした LCA を実施することにより、漁業における定量的な環境影響評価手法を確立し、この手法を用いて漁業の環境負荷の現状を明らかにするとともに、環境負荷の削減可能性について提言することを目的とするものである。得られた知見は以下のとおりである。

- 1) 既存の産業連関分析法に漁業統計を付加することで、漁業分野から排出される環境負荷を俯瞰することが可能となる新たなマクロ分析法を考案した。
- 2) 考案したマクロ分析法により、漁業種類、漁獲魚種、養殖業種別の環境負荷を定量し、各魚種別、業態別における環境負荷の差を明確に示した。
- 3) LCA への漁業統計の利用において、統計各種項目の連関をたどれるデータ構造が望ましく、推定精度の向上には漁業統計各種資料のデータ構造の整備が必要であることを指摘した。

- 4) 積み上げ法により、ほたてがい漁業、養殖業といか釣り漁業の環境負荷を定量した。生産額 100 万円あたりの CO₂ 排出量に着目すると、ほたてがい漁業では 0.8 t-CO₂/百万円、ほたてがい養殖業では 1.2 t-CO₂/百万円であった。一方、イカの生産に関わる漁業では、いか釣り漁業が 14.4 t-CO₂/百万円、大型定置網漁業が 0.5 t-CO₂/百万円、沖合底曳網漁業が 9.3 t-CO₂/百万円であった。
- 5) 漁業のインベントリ構築において重要な項目は燃油であることを示した。一例として、いか釣り漁業の CO₂ 排出は、99%が直接的な燃油消費によるものであった。また、燃油消費の 70%は集魚灯の使用によるものであることから、集魚灯利用の改善により、環境負荷を効果的に削減できることを示唆した。

以上の成果は、これまで検討されなかった漁業分野における環境影響評価の手法を具体的に示し、漁業の環境影響水準をより詳細に明らかにしたものであり、今後の漁業研究の新たな展開に寄与するものとして高く評価できる。よって、審査員一同は、本論文が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。

なお、平成 18 年 2 月 15 日の研究科委員会最終審査において、投票の結果、総投票数 32 票、可とするもの 32 票で研究科委員全員が合格と判定した。