

岡村 寛

独立行政法人水産総合研究センター 中央水産研究所
グループ長

海洋生態学と機械学習法の融合によるデータ不足下の生態系評価手法の開発

§ 1. 研究実施体制

(1)「生態系モデル」グループ

- ① 研究代表者:岡村 寛 ((独)水産総合研究センター 中央水産研究所 資源管理研究センター 資源管理グループ長)
- ② 研究項目
 - ・研究総括
 - ・データベース構築(主担当)
 - ・アロメトリー関係と確率的種間関係を利用した生態系モデルの開発(主担当)
 - ・機械学習手法を利用した生態系評価指標の開発(副担当)
 - ・機械学習手法を利用した生態系評価指標の適用・有効性の検証(副担当)
 - ・生態系モデルを利用した現状評価と将来予測(主担当)

(2)「生態系評価指標グループ」グループ

- ① 主たる共同研究者:江口真透 (情報・システム研究機構 統計数理研究所 数理・推論研究系 教授)
- ② 研究項目
 - ・機械学習手法を利用した生態系評価指標の開発(主担当)
 - ・機械学習手法を利用した生態系評価指標の適用・有効性の検証(主担当)
 - ・アロメトリー関係と確率的種間関係を利用した生態系モデルの開発(副担当)
 - ・生態系モデルを利用した現状評価と将来予測(副担当)

§ 2. 研究実施の概要

本研究課題は、限られたデータを利用して、我が国周辺および世界の海洋生態系の評価を行う手法を構築することを目的としています。平成 25 年度は、生態系評価に関する我が国周辺のデータおよび世界規模のデータベースから抽出したデータの整理・編集を行い、開発をすすめている生態系評価手法を利用して、予備的な分析を行いました。本年度に行った分析として、主に以下の 5 つの項目を実施しました：

- ・ 体重量と生物の特徴の関係を利用した生態系モデルの基礎を構築し、太平洋浮魚の実データに適用して、種間関係の影響が大きいという結果を得た。
- ・ Convergent Cross Mapping という生物種間の因果関係を検出する方法をコンピュータプログラムとして記述し、太平洋の資源に適用した。
- ・ 最大持続生産量(Maximum Sustainable Yield (MSY))の補正方法を開発し、グローバルな資源評価データ(RAM Legacy data)に適用した。
- ・ 系群の生態ラベル(健全・枯渇)を予測するために漁獲量時系列、体長、栄養段階、地域情報などから機械学習によるパターン認識の方法を開発した。
- ・ 健全・枯渇ラベルに対して非対称な統計モデリングを提案し、混合効果モデルを RAM Legacy data に適用した結果、良好な性能が確認された。

体重量と生物の特徴に関する関係式をもとに一般的な海洋水産データからパラメータ推定を行うモデルでは、シミュレーションテストを使って、従来の単一種モデルよりも、複数種のモデルが良い結果をもたらす傾向があることが確認されました。太平洋のマサバ、マイワシ、カタクチイワシの漁獲量と生物量推定値のデータにモデルを適用したところ、環境の影響よりも種間の影響の方が大きい傾向があることが分かりました。この方法では、種間関係や環境との関係の大きさは分かりませんが、どのようなメカニズムでそのような関係が分かるかは不明ですので、因果関係を明らかにするために最近開発された Convergent Cross Mapping (CCM) という方法で因果関係の有無を調べました。データにノイズが多く、はっきりした結論はまだ得られなかったですが、カリフォルニアの同種とは違う傾向があるかもしれないという示唆は得られました。さらに、MSY を補正して、より正しい生態系の状態を評価する統計的手法について検討しました。

また、健全・枯渇の結果がアンバランスで対称性が成り立たない場合により良い予測が可能な新しく開発した機械学習手法を RAM Legacy データに適用し、従来使われていた方法よりも良い性能を持つことを確認しました。

§ 3. 成果発表等

(3-1)原著論文発表

論文詳細情報(国際)

1.Okamura, H., McAllister, M. K., Ichinokawa, M., Yamanaka, L., and Holt, K. 2014. Evaluation of the sensitivity of biological reference points to the spatio-temporal distribution of fishing effort when seasonal migrations are sex-specific. Fisheries Research (<http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2013.10.022>).

2.Notsu, A., Komori, O., and Eguchi, S. 2014. Spontaneous Clustering via Minimum Gamma-Divergence. Neural computation, 26(2), 421-448. (DOI:10.1162/NECO_a_00547)

3.Notsu, A., Kawasaki, Y., and Eguchi, S. 2013. Detection of heterogeneous structures on the Gaussian copula model using projective power entropy. ISRN Probability and Statistics, Volume 2013. (DOI:10.1155/2013/787141)

4.Ohara, A., and Eguchi, S. 2013. Group invariance of information geometry on q-Gaussian distributions induced by beta-divergence. Entropy 15: 4732-4747. (DOI:10.3390/e15114732)