

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：82708

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24654031

研究課題名(和文)野生生物の鉛直移動データのモデリング

研究課題名(英文)Modelling vertical migration patterns of wild animals

研究代表者

岡村 寛 (OKAMURA, HIROSHI)

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

研究者番号：40371942

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：野生生物の鉛直移動データを取り扱うために、状態空間モデルと混合モデルを融合した新しいアプローチを開発した。シミュレーションデータを使って方法の有効性を調べたところ、パラメータ推定の精度は良かった。実データでは、個体差が大きく、集団全体での鉛直移動にどのような要因が効いているかを把握するまでには至らなかった。

研究成果の概要(英文)：We developed a new approach to deal with vertical migration of wild animals using a combination of state-space model and mixture model. This approach enables us to know what factor affects the migration pattern of wild animals. Simulation tests showed that the model could provide accurate estimation of parameters of interest. However, for the applied study using the real migration data, the general trend of migration patterns on whole population was vague due to great difference in individual migration patterns.

研究分野：水産資源学

キーワード：鉛直移動モデル 状態空間モデル 混合モデル

1. 研究開始当初の背景

近年、データロガーなどの機器の発達により、大量の野生生物の移動データが容易に得られるようになってきた。移動は動物の生活史を知る上で重要な情報であり、個体群の特徴や、その個体群の生態系における役割を知るのに有用なものとなる。しかし、移動がどのような要因に基づいて行われるかについてはまだまだ分からないところが多い、というのが現状である。また、水平方向の移動データとともに、鉛直方向の移動に関するデータも得られるようになってきた。鉛直移動は捕食や被食回避などを伴う行動と考えられるので、その水平移動との関係を知ることは、動物の移動要因を解明するための第一歩となるものである。

2. 研究の目的

鉛直移動情報を含む動物の移動データから、動物の移動軌跡とその移動に関する要因分析を行うモデルの開発を行う。また、漁業データの中に深度別の漁獲量・努力量のデータがあることから、魚の鉛直移動パターンが効率的で持続的な漁業の成立にどのような影響を与えるかを調査することを目的とする。

3. 研究の方法

野生生物の移動データに対して、鉛直移動がどのような影響を与えるか、という観点でモデルを構築した。移動モデルとして、動物の以前の速度ベクトルが、今の速度ベクトルに影響を与えると同時に、海流が移動に影響を与えるとする混合モデルを使うことにした。このモデルは、correlated random walk と呼ばれるモデルを基礎にしており、correlated random walk は移動のモデリングに広く利用されるものである (Jonsen et al. 2013)。

さらに、遊泳速度の観測値には測定誤差があるとして、真の速度に正規分布による誤差を加えた。このモデルでは、移動に伴う誤差 (多変量正規分布) と観測に伴う誤差の両方が扱われることになり、状態空間モデルと呼ばれるモデルになっている。

また、このモデルは、その特殊な場合として、ランダムウォークや、海流の影響だけによって移動するモデルを含むことになる。

モデル内のパラメータを夜/昼、鉛直移動深度、水温等によって変化するとして、モデル化を行った。

パラメータ推定には AD モデルビルダー (Fournier et al. 2012) と呼ばれるフリーの高速計算ソフトを用いた。推定したパラメータを利用して、対数尤度から AIC (Akaike Information Criterion) を評価することにより、有意な影響を与えている要因の選択を行った。

また、鉛直移動が、野生生物に対する漁獲

に与える影響を見るために、鉛直移動情報と季節移動情報を組み合わせた複数種のシミュレーションモデルの開発を行った。このモデルでは、努力量をパラメータとして、どの季節、どの深度に努力を配分するのが一番効率的で生物資源保護にも有用化を調べることが可能である。統計ソフト R を使って、複雑な複数種データを利用して、深度の影響を調べることが可能なモデルを作成した。カナダの底魚資源データを利用して、魚の分布深度の影響を調べる。

4. 研究成果

発生させた移動軌跡のシミュレーションデータにこのモデルを適用し、最尤法によりパラメータの推定を行った。その結果、パラメータの推定は比較的、正確にうまくいくことが分かった。

ウナギやクジラの実データに移動軌跡推定モデルを適用し、パラメータ推定を行ったところ、移動は深度や水温の影響を受けているという結果が得られた。しかし、個体による差が極めて大きく、影響の有無や係数の値は個体間でかなり異なった。そのため、生物全体としてどのような要因のもとに移動しているかを知るところまではいかなかった。今後は、メタ分析等を用いて、全集团的移動に与える要因の探索を行えるモデル開発を進める必要があると考えられる。

クジラに対する移動モデルの考え方を応用して、回遊の影響を考慮することにより、未調査でデータが欠測しているエリアの個体数を外挿して推定する方法を考案し、小型鯨類の目視発見データに方法を適用した。その結果については、論文にまとめ、学術雑誌に投稿を行った (論文審査中)。

鉛直移動と季節移動を組み合わせたモデルの分析では、カナダの lingcod という魚の資源データにモデルを適用した結果、鉛直移動の効果が特に大きいことが分かった (Okamura et al. 2014)。その結果、鉛直分布情報に基づき、漁獲の努力量の配分を決定すれば、より効率的で、資源保護につながる管理を行うことができると考えられた。

さらに、複数種のデータを使って、深い海域に漁獲圧を与える影響が複数種にどのように影響するかを調べるシミュレーションテストを行った。複数種に対する最適な漁獲率は、深度の影響を強く受け、ここでも鉛直移動の情報の重要性が確認された。複数種の場合、混獲対象種などで資源保護を目的とする種、商業漁業対象種で漁獲効率の向上が目的となる種といったように、各魚種で管理目標が異なっている。資源保護を目的とする魚に対する目的の達成を条件にした上で、商業漁業の対象種の漁獲効率を上昇できるかを調べた。この場合、多くの魚種に対して漁獲効率を向上させることができたが、すでに乱獲状態にある種に対しては、漁獲率を下げる

ことが望ましいという結果が得られた。この成果に関しては、現在、論文を作成中で、完成次第投稿する予定である。

<引用文献>

Jonsen, I.D.m Basson, M., Bestley, S., Bravington, M.V., Patterson, T.A., Pedersen, M.W., Thomson, R., Thygesen, U.H., and Wotherspoon, S.J. (2013) State-space models for bio-loggers: A methodological road map. Deep-Sea Research II 88-89: 34-46.

Fournier, D.A., Skaug, H.J., Ancheta, J., Ianelli, J., Magnusson, A., Maunder, M.N., Nielsen, A., and Sibert, J. (2012) AD model builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. Optimization Methods and Software 27:233-249.

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 158: 116-123.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

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 158: 116-123. 査読有 .
doi:10.1016/j.fishres.2013.10.022

[学会発表](計 3 件)

Okamura, H. and Ichinokawa, M. 2014. Bootstrap confidence intervals for small sample sizes. The 27th International Biometric Conference (Italy).

Okamura, H., McAllister, M. K., Ichinokawa, M., Yamanaka, L., and Holt, K.

2013. Sensitivity tests of biological reference points caused by spatial and temporal selectivity change. CAPAM selectivity workshop (USA).

岡村 寛. 2012. 小型鯨類の個体数推定. 東京大学大気海洋研究所柏地区共同利用研究集会「小型鯨類の資源生態研究最前線」. (千葉県)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]
出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡村 寛 (OKAMURA, Hiroshi)
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

研究者番号：40371942

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

南川 真吾 (MINAMIKAWA, Shingo)

独立行政法人水産総合研究センター 国際水産資源研究所 外洋資源部 鯨類資源グループ 主任研究員

研究者番号： 90392919

仙波 靖子 (SEMBA, Yasuko)

独立行政法人水産総合研究センター 国
際水産資源研究所 かつお・まぐろ資源部
まぐろ漁業資源グループ 研究員

研究者番号： 4041603