

## 統計手法による全国のアカミミガメ総個体数の推定について

## 1. 分析方法の概要

日本国内（北海道、南西諸島等を除く。）におけるアカミミガメを対象に、以下の式のように、生息地の好適度合いに応じて生息密度が対応していることを前提にした個体数推定モデルを開発し、階層ベイズモデル（※1）によって日本全国のアカミミガメ総個体数を推定した。

総個体数の推定値 =  $\Sigma$  (①生息可能面積 × ②環境別生息密度)

## ※1 ベイズモデル

現存する類似性を持つ複数のデータについて、その因果関係の連鎖を階層的に組み込んで、事後分布を推定するというベイズ統計の原理によって推定する統計モデル。

## 【総個体数の推定】

- 第3次地域区画（以下、「3次メッシュ」という。）ごとに個体数を推定し、全国の生息可能3次メッシュすべてについて合計し、総個体数を推定する。
- 1つのメッシュ内の個体数は、メッシュ内の生息可能面積に生息密度を掛け算したものである。

## 【生息可能面積】

- 日本国内に存在するアカミミガメの生息適地を、既存の分布情報と環境変数をもとに、MaxEnt（※2）を用いて、3次メッシュ単位での生息適地率を推定した。そのうえで閾値を設定し、生息適地率が0.27以上となる3次メッシュを生息好適地として抽出した。
- アカミミガメが生息可能な環境は河川やため池とその周辺であるため、3次メッシュ単位で、河川やため池等開水面と水際から50mの範囲を生息可能面積として集計した。
- 生息好適地として抽出されたすべての3次メッシュについて、そこに含まれる生息可能面積を集計した。

## ※2 MaxEnt

MaxEntとは、生物の分布を、その生物が確認された場所の位置データ（在データ）を基に、その場所に関するさまざまな環境要因の値から、その生物が存在する確率を環境要因ごとに評価する統計学的手法。環境要因のデータはあるが、その生物の情報がない地点の生息適地確率を推定することができるため、広範囲の生物分布を予測する手法として、環境保全の分野で近年急速に普及してきている手法である。

### 【環境別生息密度】

- 3次メッシュごとの生息個体数は、生息可能面積に生息密度の推定値を掛けた値である。生息密度は、密度指標を捕獲効率で除した値として求められる。この密度指標（単位捕獲努力あたりの捕獲数：Catch per unit effort の略として CPUE を用いる）は罝を一定期間設置して捕獲されたカメの数を、罝の延べ設置数で除した値である。  
CPUE は3次メッシュごとに集計し、3次メッシュ内の環境要因を説明変数とする回帰分析によって推定式を得た。CPUE は1つの定まった値ではなく、環境要因によって左右される値であり、地形の傾斜度合い、年間降水量が負の効果をもち、水田面積、農地面積、最高気温が正の効果をもっていた。そのうえで、実際に捕獲調査を行っていない3次メッシュについては、そのメッシュ内の環境要因の値を外挿して CPUE を推定した。
- 千葉県内の1河川で行われた標識・再捕獲調査の結果から、まず真の個体数を推定し、そこから捕獲効率を推定した。捕獲数を罝数で除した密度指標（CPUE）は、真の生息密度に捕獲効率を乗じたものなので、真の個体数と密度指標から捕獲効率を逆算した。  
本調査では、千葉県内の1河川で行われた標識・再捕獲調査の結果に基づいて、1つの捕獲効率の値を得たものである。
- 環境別生息密度は、3次メッシュごとに CPUE 値を捕獲効率値で除して推定した。

### 2. 外来のカメ類の個体数推定に階層ベイズ法を用いる理由

階層ベイズモデルは、局所個体群の生息密度、生息密度と密度指標の関係、密度指標と環境要因の関係という3つの推定を同時に扱える統計モデルであるため、このモデルを構築して個体数推定を行った。この手順によるパラメータ推定には、マルコフ連鎖モンテカルロ法（MCMC 法）により行い、計算にはフリーソフトの JAGS(ver3.4.0)を用いて、50,000回計算し、後半の30,000回から50回ごとに計算結果をサンプリングし、事後分布として1,800回の計算結果を得た。

推定した総個体数は、3次メッシュごとの推定個体数を日本全国の約40,000メッシュについて総計したものである。そのため、1つ1つの3次メッシュの推定誤差は全メッシュで合計すると非常に大きな推定誤差となってしまう。

### 3. 結果の解釈に関する注意点

本解析は、カメ類の生息環境評価において、人為的な環境改変としての河川改修事業などの影響が組み入れられていない。この解析では、アカミミガメにとって好適な生息地にはすべてアカミミガメが生息していると仮定している。実際には、アカミミガメの移動分散を阻む環境要因によって、生息可能でありながら、生息していないという結果があり得る。一方で、日本の自然がアカミミガメを受け入れた際の最大可能個体数を概算した値であるとみなすこともできる。

また、以下の理由等から過小又は過大評価になっている可能性がある。

- 推定の元となったデータは、主にワナで捕獲した背甲長 10cm 以上の個体であるため、小さなカメは推定に考慮できていないこと。
- 基礎的な情報が不足している地域があること。
- 現在も個体数が増加している地域があること。
- 捕獲効率の推定値が、千葉県内のある特定の局所個体群について、特定の季節に実施した密度推定に依拠していること。
- 関東地方以北での捕獲調査の不足や、環境要因などのデータ整備の不足のため、北海道、南西諸島、大東諸島、小笠原諸島等の島嶼は含まれていないこと。
- カメ類の生息環境評価において、人為的な環境改変としての河川改修事業などの影響が組み入れられていないこと。
- アカミミガメにとって好適な生息地にはすべてアカミミガメが生息していると仮定していること。