

生息確率モデルの他地区への適用性：水田水域に生息するカエル4種を対象として Transferability of habitat preference models for 4 species of frogs living in paddy areas

○渡部恵司*・森 淳*・松森堅治*・島武男*・林光武**
K.WATABE・A.MORI・K.MATSUMORI・T.SHIMA・T.HAYASHI

1. はじめに

農業農村整備事業において地域の生態系保全等を計画的かつ効率的に実施できるよう、生態系の定量的予測・評価手法の開発が望まれている。そのゴールの1つは広域に適用可能な汎用モデルの開発であるが、ある地区のデータを用いて作成したモデルが別の地区で適用できるか検討した知見は少ない。

本発表では、比較的近距離にある2地区において、カエル4種（ニホンアマガエル *Hyla japonica*, トウキョウダルマガエル *Rana porosa porosa*, ニホンアカガエル *Rana japonica* 及びシュレーゲルアオガエル *Rhacophorus schlegelii*) の生息確率モデルを作成し、作成したモデルを別地区に適用した際の予測精度を検討した。なお、これらのカエルは、いずれも生活史の全部もしくは一部を水田水域に依存し、保全対象生物として選定されることが多い。

2. 研究手法

2.1 調査地と調査方法 栃木県高根沢町（高根沢地区）と、約40km離れた茨城県つくば市（つくば地区）を対象とした。高根沢地区では、67地点において両生類の生息状況を2005～2007年に、**Table 1**に示す環境因子を2007年に調査した。つくば地区では、2001に行われたつくば市環境マップ作成事業¹⁾の調査地点のうち無作為に選んだ65地点での結果を生息分布のデータとするとともに、その地点の環境因子を2006年に調査した。

2.2 モデルの作成 調査地区に生息する種のうち両地区の10%以上の地点に出現した4

種（ニホンアマガエル、トウキョウダルマガエル、ニホンアカガエル、シュレーゲルアオガエル；以下それぞれ「ニホンアマ」、「トウキョウダルマ」、「ニホンアカ」、「シュレーゲル」）について、高根沢地区、つくば地区、及び両地区を統合したデータセットを用いた3モデル（以下それぞれ「高根沢モデル」、「つくばモデル」、「統合モデル」）を作成した。

各モデルは、個々の種の生息有無（2値データ）を目的変数、環境因子を説明変数とするロジスティック回帰モデル（式1）とした。解析にはデータ解析環境Rを使用し、Ward法・ステップワイズ法を用いた。

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}} \cdots \text{式1}$$

ただし、 P ：生息確率、 β_0 ：定数項、

β_k ：環境因子 k の係数、 X_k ： k の調査値

2.3 モデルによる分布予測 作成した3モデルを用いて、3地区（高根沢地区、つくば地区、両地区）の各地点における4種の生息確率 P を環境因子の調査値から予測した。 $P < 0.5$ を「いない」、 $P \geq 0.5$ を「いる」とした時の予測の正解率〔全地点数に占める実際の分布と予測が一致する（ともに「いる」もしくはともに「いない」）地点数の割合〕を算出した。

Table 1 分析に用いた環境因子

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">・用排兼用／分離・用水路の護岸、幅、深さ、壁面の傾斜、付着植生・排水路の護岸、幅、深さ、壁面の傾斜、付着植生・非灌漑期の通水の有無・畦畔の植生・圃場の土壌水分、区画面積・平地林／斜面林／池までの距離、障害の有無 |
|---|

* 農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, ** 栃木県立博物館 Tochigi Prefectural Museum
キーワード：生息確率モデル、水田生態系、定量的評価、カエル、ロジスティック回帰

Table 2 生息確率モデルのパラメータの例
(ニホンアカガエル)

	高根沢 モデル	つくば モデル	統合 モデル
β_0 定数	+6.2*	-2.6	+4.16**
β_1 用排分離／兼用			-3.62*
β_2 用：土水路		+3.2*	+1.56
β_3 用：幅		-0.032*	-0.0033
β_4 用：深さ		+0.031*	
β_5 用：垂下植物	+4.8**		+3.36**
β_6 排：土水路		-22	
β_7 排：幅	-0.0014*		
β_8 排：壁斜め		+23	
β_9 排：垂直壁	-1.9		-1.4*
β_{10} 排：垂下植物	-3.1*		-1.1
β_{11} 排：非灌漑期流水	+2.9*		+1.0
β_{12} 土壌水分	-1.4		-0.77
β_{13} 斜面林との距離		-0.47	
β_{14} 池との距離		+1.0*	+0.71*
AIC	54	71	131

用：用水路，排：排水路；*：p<0.05，**：p<0.01

3. 結果とまとめ

3.1 カエルの分布状況 高根沢地区では9種，つくば地区では8種の両生類が出現した．出現率はニホンアマ 83%（高根沢地区：93%，つくば地区：74%），トウキョウダルマ 69%（94%，43%），ニホンアカ 64%（63%，65%），シュレーゲル 14%（4%，23%）の順に高かった．

3.2 モデルの作成 作成されたモデルのパラメータについて，ニホンアカを代表させて **Table 2** に示した．

3.3 別地区への適用性 作成した3モデルを用いて3地区における分布を予測した際の正解率について，ニホンアカを代表させて **Table 3** に示した．モデルの作成地区と予測地区が同一の時（例えば高根沢モデルで高根沢地区の分布を予測する），正解率は76%（ニホンアカ；高根沢地区）～100%（ニホンアマ；つくば地区）となり，良好に予測できた．しかし，モデルの作成地区と予測地区が異なる時，正解率は9%（トウキョウダルマ，ニホンアマ；いずれもつくばモデルを高根沢地区に適用）～88%（シュレーゲル；つくばモデルを

Table 3 モデルの正解率の例
(ニホンアカガエル)

	予測地区		
	高根沢	つくば	両地区
高根沢モデル	76%	48 %	78 %
つくばモデル	60%	77%	77%
統合モデル	68%	62%	77%

高根沢地区に適用）となった．一方で，両地区のデータから作成した統合モデルで個別地区を予測した時，正解率は74%（トウキョウダルマ；つくば地区）～98%（シュレーゲル；つくば地区）となり，比較的高かった．

3.4 まとめ 以上の結果から，個別地区で作成したモデルを別の地区に適用した場合に正解率が著しく低いことがあり，適用性は低いと推察された．一方で，2地区のデータを統合して作成したモデルは，個別地区のモデルでその地区を予測する場合よりも正解率は低かったが，概ね精度よく予測できることが示唆された．

ある地区について作成した PHABSIM 等のモデルが必ずしも他地区に適用できないことや，同じデータを使用しても選定したモデルによって予測結果が全く異なること等，選好性モデルや生息確率モデルの汎用化に向けた課題が河川における数種の魚類等で報告されている^{2) 3)}．複数地区のデータの統合がこれらの課題の解決に貢献すると期待されることから，地区数を増やして検証する必要がある．

引用文献

- 1)平成理研（2002）：平成13年度つくば市環境マップ作成事業報告書 資料編．
- 2)Nykänen, M; Huusko, A (2004) Transferability of habitat preference criteria for larval European grayling (*Thymallus thymallus*), Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Volume 61, pp 185-192
- 3)P. Parasiewicz, J. D. Walker (2007): Comparison of MesoHABSIM with two microhabitat models (PHABSIM and HARPHA). River Research and Applications, Volume 23, Issue 8, pp904 -923