

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成23年 6月11日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21780228

研究課題名（和文）カエル類を指標とした圃場整備事業の影響評価・予測手法に関する研究

研究課題名（英文）Evaluation method of influence of land improvement projects on frog habitats and populations

研究代表者

渡部 恵司（WATABE KEIJI）

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・農村工学研究所・資源循環工学研究領域・研究員

研究者番号：50527017

研究成果の概要（和文）：茨城県桜川中流域でトウキョウダルマガエル・ニホンアカガエル・シレーゲルアオガエルの生息状況を調べ、生息状況と圃場整備などの環境条件との関係を明らかにした。3種の生息を環境条件から予測する手法を構築し、生息予測マップを作成した。また、ニホンアカガエルの個体数の推移を予測する手法を構築し、圃場整備に伴うコンクリート水路の敷設による個体数への影響と生態系保全対策を行なった場合の効果を評価した。

研究成果の概要（英文）：Abundance of three frog species (*Rana porosa porosa*, *R. japonica*, and *Rhacophorus schlegelii*) was investigated in the middle Sakura River basin, Ibaraki, Japan. The investigation suggested that some artificial factors including implementation of land improvement project as well as natural factors would affect frog abundance. Based on the investigation, the simulation model to predict frog inhabitation and to build their potential maps was constructed. A population dynamics model for *R. japonica* was also developed, and the model calculated impact of constructing concrete agricultural canals on its population and effectiveness of installation of eco-friendly countermeasures in the concrete canals.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：水田生態工学

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：両生類、個体群存続性分析、PVA、農村生態系、環境保全型農林水産

1. 研究開始当初の背景

農林水産省生物多様性戦略（2007年）や生物多様性基本法（2008年）が策定され、圃場整備や農業水路の整備などの農業農村整備事業を行なうにあたり生物多様性の保全がいつそう望まれるようになってきている。一方で、

保全対策の効果を定量的に把握できる科学的根拠に基づく指標はなく、その早急な開発が必要とされる。

カエル類は、生態的特徴や食物網での位置づけから環境の指標種とされる。近年、農村地域でかつて普通にみられたカエル類の絶滅が懸念され、例えばトウキョウダルマガエ

ルやニホンアカガエルが環境省レッドリストや都道府県版レッドデータブックで絶滅危惧種に指定される状況にある。数種のカエルは農業農村整備事業の直後に個体数が激減することが多く、整備事業の影響を受ける生物種といえる。一方で、その後の生息環境の復帰に伴い個体数が回復することもある。そのため、時間経過を考慮しながら、カエル類の生息に影響の大きい自然的・人為的要因を明らかにし、影響を予測・評価できる手法を開発することが、農業農村整備の際にカエル類の保全をはかる上で重要である。

2. 研究の目的

- (1) カエル類の生息状況と自然的環境因子（地形など）、人為的環境因子（周辺の土地利用、圃場整備事業の実施年や内容、工数など）を現地調査や文献調査などにより定量的に把握し、統計解析により各因子がカエル類の生息に与える影響を明らかにする。
- (2) (1) で明らかになった関係性を考慮しつつ、生息環境因子からカエルの生息確率を予測するための統計モデル（以下、「生息予測モデル」）を構築するとともに、生息予測マップを作成する。
- (3) 個体群存続性分析により、圃場整備に伴うコンクリート水路の敷設の影響を評価するとともに、生態系保全策を導入した場合の効果を予測する。

3. 研究の方法

(1) カエル類の生息への影響因子解析

①カエル類の生息調査

茨城県桜川中流域（つくば市・土浦市）での現地調査に基づき、流域内の水田 115 地点を調査地点に設定するとともに、トウキョウダルマガエル *Rana porosa porosa*、ニホンアカガエル *R. japonica*、シュレーゲルアオガエル *Rhacophorus schlegelii* の 3 種を対象種に設定した。

各地点において、鳴き声の聞き取り調査によりトウキョウダルマガエルおよびシュレーゲルアオガエルの生息量を、卵塊調査によりニホンアカガエルの生息量を調べた。

②カエル類の生息環境調査

カエル類の生息に影響すると予測される環境因子について、以下のように各調査地点のデータを得た。調査地点の水田を踏査し、水田の排水状況（早春期の水たまりの有無）末端用・排水路の形状、水深・流速、植生の有無を調べた。また、整備事業の実施年を事

業計画書もしくは空中写真から調べた。周辺の土地利用について、国土数値情報土地利用細分メッシュデータをもとに、各調査地点から一定範囲（中心から半径 50m、100m、200m、300m、400m、500m の範囲。以下、「バッファ」）内の土地利用種別の面積率を算出した。周辺水田の整備状況について、第 4 次土地利用基盤整備基本調査データをもとに、各バッファ内の整備状況（区画の形状、農道・末端用水路の状態、圃場排水の状態）別の水田面積率を計算した。標高について、数値地図 50m メッシュ（標高）をもとに、各バッファ内の標高の最高・最低・平均・標準偏差を算出した。

③カエル類の生息に影響する因子の解析

方法①によるカエル 3 種の生息状況データ（生息する・しないの 2 値データに変換）と方法②の生息環境データとの関係を解析し、それぞれの種の生息有無と関連する因子を抽出した。

(2) 生息予測モデルの構築

(1) で得られたデータを用いて、生息環境データからカエル 3 種それぞれの生息確率を予測するための生息予測モデル（ロジスティックモデルによる）を構築した。

生息予測モデルの外挿により、流域内の水田におけるカエル 3 種の生息確率を計算し、地図（生息予測マップ）に表した。計算に際し、流域内にある水田を 839 区画に分け、(1) ②の方法により各区画における生息環境データを得た。得られた生息環境データから、各区画におけるそれぞれの種の生息確率を計算した。

(3) コンクリート水路の敷設によるカエル個体群への影響評価

ニホンアカガエルを対象種として、任意期間後の個体群存続率を計算するための個体群動態モデルを構築した。ニホンアカガエルは、水田で繁殖し、非繁殖期には隣接する樹林に移動する生態を持つ。そのため、整備が行なわれた谷津田などで見られるように、水田と樹林の間にコンクリート水路が敷設されていると、移動する個体が水路に転落し、その後脱出できずに死亡することが問題となる。個体群動態モデルでは、本種の移動生態をモデルに組み込み、コンクリート水路による生息場間のネットワークの状態をパラメータに加えた。

ネットワークの状態のパラメータ値を変えながら 40 年（コンクリート水路の標準耐用年数に相当するため、水路改修の間隔の目安として設定）後の個体群存続率を試算し、コンクリート水路でのネットワークの状態が本種の生息に与える影響を評価した。

4. 研究成果

(1) カエル類の生息への影響因子解析

桜川中流域の水田 115 地点で調査した結果、トウキョウダルマガエルは 33 地点（全体の生息率 28%）、ニホンアカガエルは 53 地点（46%）、シュレーゲルアオガエルは 45 地点（39%）で生息が確認された。

カエル 3 種の生息有無と生息環境データとの関連を解析し、3 種それぞれの生息と関連する生息環境因子を抽出した（表 1 に結果の一部を掲載）。例えば、ニホンアカガエルおよびシュレーゲルアオガエルは、圃場整備済みの水田での生息率が低かった。トウキョウダルマガエルおよびニホンアカガエルは、水たまりができやすい水田での生息率が高かった。概して、整備が進んだ水田（圃場整備済み、用水路がパイプライン、排水路が三面コンクリートなど）では 3 種とも生息率が低いことが明らかであった。なお、自然的な環境因子について、トウキョウダルマガエルは標高が低い水田での生息率が高かったのに対し、ニホンアカガエルおよびシュレーゲルアオガエルは標高が高い（結果的にバッファ内の水田面積の割合が低く、森林面積の割合が高い）水田で生息率が高かった。

(2) 生息予測モデルの構築

カエル 3 種それぞれの生息予測モデルを構築した。変数選択の結果、例えばトウキョウダルマガエルでは、4 変数（最寄りの生息場

表 1 カエルの生息有無と統計的に関連があった生息環境因子（結果の一部を掲載）

	ト	ニ	シ
整備状況など			
・圃場整備 (0:未整備, 1:整備済み)		-	-
・圃場の排水状況 (0:水たまりはない, 1:水たまりができやすい)	+	+	
・用水路内の植物 (0:なし, 1:植物が垂下)	+		
・排水路の構造 (0:土水路, 1:三面コンクリート)	-		
300m バッファ内の土地利用			
・田面積の割合		-	-
・森林面積の割合		+	+
300m バッファ内の標高			
・平均値	-		+
・最大値	-	+	+
300m バッファ内の農地の整備状況			
・0.3~1.0ha 区画の田面積の割合	-		
・排水不良の田面積の割合	+	+	
・末端用水路未整備の田面積の割合			+

ト：トウキョウダルマガエル，ニ：ニホンアカガエル，シ：シュレーゲルアオガエル
 +：値が大きいほど出現しやすい，-：値が大きいほど出現しにくい

までの距離、300m バッファ内の田面積の割合、300m バッファ内の 0.2ha 未満区画の田面積の割合、300m バッファ内の排水良好の田面積の割合）を説明変数に持つ生息予測モデルが、最も当てはまりの良いモデルとして採用された。

生息予測モデルの外挿により、流域内にある水田 839 区画におけるカエル 3 種の生息確率を計算した。図 1 に、トウキョウダルマガエルの生息予測マップに示した。このようなマップは、地域における自然環境の保全計画を検討する際などに活用できるものである。

(3) 農業水路のコンクリート化によるカエル個体群への影響評価

ニホンアカガエルを対象とした個体群動態モデルを構築するとともに、シミュレーションに必要な生存率や繁殖率などのパラメータの値を推定した（図 2）。この個体群動態モデルは、パラメータ値を変更することによって、他地域の個体群においても適用可能である。

ネットワークの状態（0：コンクリート水路を横断できる個体はいない～100：全個体がコンクリート水路を横断できる）を変えながらシミュレーションを繰り返した。その結果、ネットワークの状態が 100 のときには 40 年後の個体群存続率は 81%（初期個体数 100）～92%（同 1000）であったが、ネットワークの状態が 90 以下では、40 年後の個体群存続率は 25%未満に低下した（図 3）。このことから、コンクリート水路の敷設による生息場間のネットワーク分断（ネットワークの状態の悪化）が、本種の個体群の存続に致命的に影響すると考えられた。

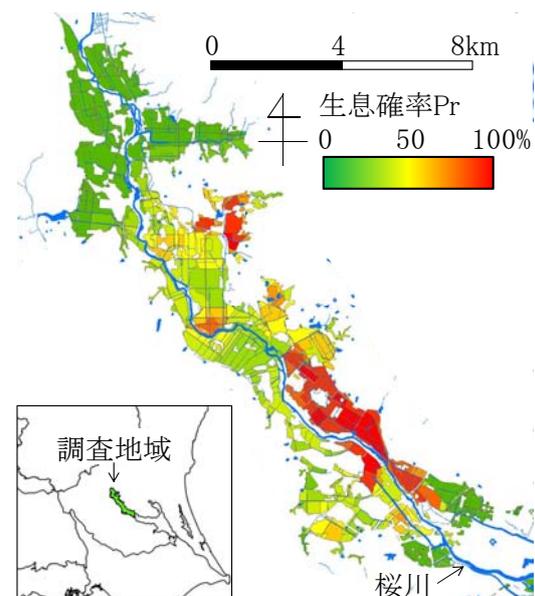


図 1 トウキョウダルマガエルの生息予測マップ

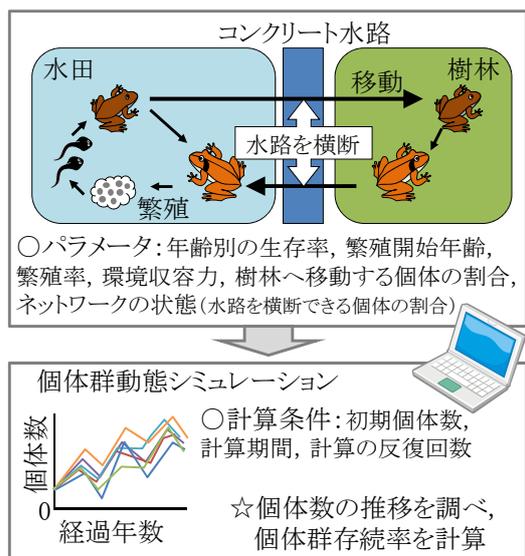


図2 構築したモデルでの計算イメージ

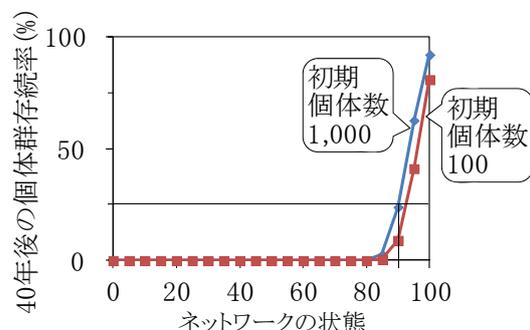


図3 ネットワークの状態と40年後の個体群存続率との関係

カエル類の移動を補助するために、コンクリート水路にスロープやフタを設置する保全対策が現場で散見される。本シミュレーションによれば、水路全体にフタを設置した場合の個体群存続率が高く、この対策は個体群の保全に効果的と考えられた。一方で、現状のスロープを設置した場合の個体群存続率は低く、若干の個体がコンクリート水路を横断できたとしても、個体群の維持には十分ではないと考えられた。

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4件)

- ① 渡部恵司、千賀裕太郎、森 淳、小出水規行、竹村武士、コンクリート水路を横断するニホンアカガエルを対象とした個体群動態予測のための数理モデル構築、農業農村工学会論文集、査読有、278巻、2012、129 - 135
- ② K. WATABE、Y. SENGU、A. MORI、N. KOIZUMI、T. TAKEMURA、K. NISHIDA、

Population model of *Rana japonica* crossing agricultural concrete canals: evaluating population conservation by improving the migration routes of frogs、Paddy and Water Environment、査読有、Online First、2012、DOI:10.1007/s10333-012-0313-7

- ③ 渡部恵司、森 淳、小出水規行、竹村武士、ニホンアカガエルの孵化率に対する産卵場の乾燥の影響—圃場整備水田における産卵場保全手法開発のための基礎的実験—、農業農村工学会論文集、査読有、265巻、2010、63 - 64
- ④ 渡部恵司、森 淳、小出水規行、竹村武士、農業水路に転落したカエル類の脱出対策に関する基礎的実験 —トウキョウダルマガエルが脱出しやすいスロープの傾斜角及び水路の水理条件—、農業農村工学会論文集、査読有、263巻、2009、15 - 21

[学会発表] (計5件)

- ① K. WATABE、Y. SENGU、A. MORI、N. KOIZUMI、T. TAKEMURA、K. NISHIDA、Population model of *Rana japonica* crossing agricultural concrete canals: evaluating population conservation by improving the migration routes of frogs、PAWEES 2011 International Conference、2011年10月27日、国立台湾大学
- ② 渡部恵司、森 淳、小出水規行、竹村武士、水域生態系調査への導入に向けた低コストな水位ロガーの試作、平成23年度農業農村工学会大会講演会、2011年9月7日、九州大学
- ③ 渡部恵司、森 淳、小出水規行、竹村武士、朴 明洙、コンクリート水路における横断率がカエル個体群の消失可能性に与える影響、平成22年度農業農村工学会大会講演会、2010年9月2日、神戸大学
- ④ K. WATABE、A. MORI、N. KOIZUMI、T. TAKEMURA、Fundamental experiments to develop eco-friendly techniques for conserving frog habitat in paddy areas: escape countermeasures for frogs falling into agricultural concrete canals、IAHR Biennial Congress Proceedings of 33th Congress、2009年8月13日、ハイアットバンクーバー (カナダ)
- ⑤ 渡部恵司、森 淳、小出水規行、竹村武士、アカガエルの産卵場保全に向けた早春期水田の水環境特性の解明、平成21年度農業農村工学会大会講演会、2009年

8月4日、筑波大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡部 恵司 (WATABE KEIJI)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究
機構・農村工学研究所・資源循環工学研究
領域・研究員

研究者番号：50527017

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者