

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 Impact of proportions crossing concrete canals on frog population disappearance

○渡部恵司*・森 淳*・小出水規行*・竹村武士*・朴 明洙**

Keiji WATABE・Atsushi MORI・Noriyuki KOIZUMI・Takeshi TAKEMURA・Myeong Soo PARK

1. はじめに

農村地域に生息するカエル類の中には、かつては普通種だったにもかかわらず絶滅が懸念され、環境省レッドデータブック等に記載されている種もいる。その原因の1つとして農業水路のコンクリート化（転落したカエルが脱出できない）が指摘され、対策としてコンクリート水路に設置する転落防止工や脱出工に関する研究が進みつつある^{3) 4) 5)}。

一方、対策工による効果に関して「○%の個体が水路を横断できるか、水路から脱出できるか」だけでなく、「対策工を設置した地区で個体群を維持できるか」すなわち個体群の動態にも注目する必要がある。しかし、その検討をフィールドのデータから検討するには、未だ蓄積は十分でない。そこで本稿では、解析的な手法により、水路の横断率が個体群の消失確率に与える影響を検討した。なお、本研究は科研費(21780228)の助成を受けたものである。

2. 研究手法

2.1 モデルの概要

本稿では、生態の知見の多さと水路横断のモデルの作成し易さから、ニホンアカガエル *Rana japonica* を対象とした。本種は平地や丘陵地に生息し、主に水田で産卵する。繁殖後の親個体及び変態・上陸後の当歳個体は、周辺の斜面林へと分散する。また1割に満たないが谷底の草地等で生活する親個体もいる²⁾。

図1のように谷底の水田・湿地と斜面林との境界にコンクリート水路が設置されている

谷津を想定し、谷津内でのメス個体のみの移動と個体数の動態を考えた。モデルでは、①比率 P ($0 \leq P \leq 100\%$) の個体が非繁殖期には水田から斜面林に移動する ($100-P\%$ は谷底に残る)、②水田から斜面林への移動時及び斜面林から水田への移動時に水路を横断する、③谷底に残る個体は水路では死亡しないと仮定して、生存率 S_n を式1で表した。

$$S_n = Sf_n \cdot P_n \cdot Do_n \cdot Di_n + Sv_n \cdot (100 - P_n) \quad \text{式1}$$

ただし、 Sf_n : 斜面林での生存率、 Sv_n : 谷底での生存率、 Do_n : 谷底から斜面林へ移動する際の水路横断率、 Di_n : 斜面林から谷底へ移動する際の水路横断率であり、添え字 n は年齢を表す。

また、 T 年及び翌年 ($T+1$ 年) での n 歳 ($n=1:1$ 歳, $2+:2$ 歳以上) の個体数をそれぞれ $N_{T,n}$, $N_{T+1,n}$ として、両者の関係を式2で表した。ただし、 F_n : 繁殖メス1個体あたりの1歳まで生存するメス個体数とした。

$$\begin{pmatrix} N_{T+1,1} \\ N_{T+1,2+} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_1 & F_{2+} \\ S_1 & S_{2+} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_{T,1} \\ N_{T,2+} \end{pmatrix} \quad \text{式2}$$

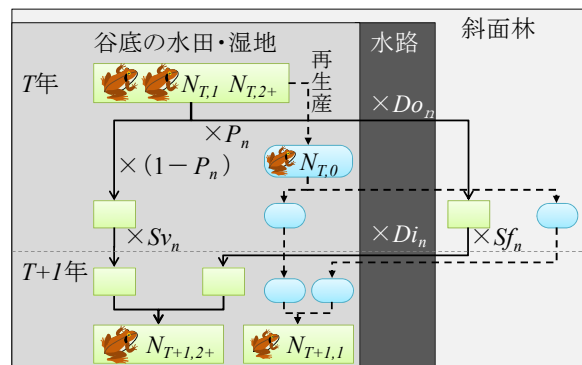


図1 想定した谷津の概念図

* 農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

** 韓国農漁村研究院 Korea Rural Community Corporation

キーワード: 農業水路, ニホンアカガエル, 脱出工, 転落防止工, シミュレーション, 生態系配慮

2.2 パラメータの設定

パラメータを少なくするため、 $Sv_1=Sv_{2+}=Sf_1=Sf_{2+}=S'$ 、 $Di_1=Di_{2+}=Do_1=Do_{2+}=D$ と仮定した。また、本種の産卵開始は1歳又は2歳であることから¹⁾、1歳個体のうち産卵する個体の割合を α ($0 \leq \alpha \leq 1$) として、 $F_1 = \alpha \cdot F$ 、 $F_{2+} = F$ と仮定した。

F 、 S' 及び α は既往の知見から推定した。移動障害のない谷津で本種の齢構成の年変動を明らかにした Marunouchi et al. (2002)¹⁾ から、 $D=1$ と仮定して各パラメータ値を推定し、 $F=1.6 \pm 1.6$ (平均±標準偏差)、 $S'=0.15 \pm 0.09$ 、 $\alpha=0.53 \pm 0.15$ とした。

2.3 解析手法

P 、 D 及び初期個体数 N_0 の値を固定し、乱数を用いて各年の F 及び S' を決定しながら、各個体の翌年までの生存可否を乱数から計算し、個体数 $N_{T,1} + N_{T,2+}$ の年変動を調べた。コンクリート水路の標準耐用年数 (20~40年) を踏まえて、次期の改修までの期間に相当する40年間を計算期間とした。毎年の個体数の計算を繰り返し、40年間で $N_{T,1} + N_{T,2+}$ が0になる (個体群が消滅する) 事象の発生割合を調べた。 P {80, 90, 100%}, D {0, 5, ..., 100%}, N_0 {100, 500} の各ケースについて計算を行い、反復は1000回とした。計算にはMS Excel 2007のVBAを用いた。

3 結果と考察

計算結果を図2に示す。横断率 D が0~85%での個体群の消失確率は概ね100%であったが、 D が85~100%では D の値が高いほど消失確率は低下した。本モデルでは、消失確率を低くするのに極めて高い横断率が要求されることが明らかになった。

計算結果は各パラメータ値に依存しており、例えば生存率を0.1もしくは0.2高く設定した場合 (S' の平均はそれぞれ0.25, 0.35) には、消失確率は大きく異なった (図3)。しかし S' の平均が0.35と高い場合にも、消

失確率を50%以下とするのに80%以上の横断率が求められる結果となった。パラメータ値の範囲を決定するため、未整備地区や整備済み地区での本種の個体数動態に関する知見を収集・整理することが今後の課題である。

土地改良事業後には、水田の暗渠敷設に伴う再生産可能な水たまりの減少等も懸念される。本種を含めて影響が懸念されるカエル類の生態や事業後の個体数変動の知見を更に蓄積しながら、モデルやパラメータを改良していく必要がある。

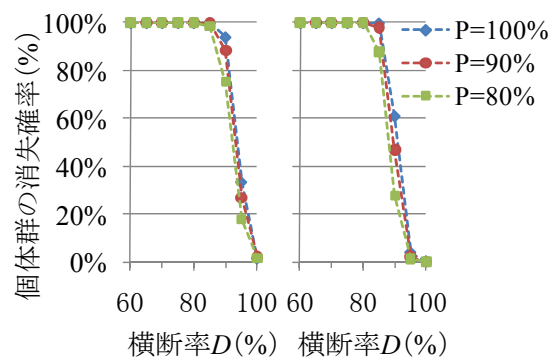


図2 ニホンアカガエル個体群の消失確率 (左: $N_0=100$, 右: $N_0=500$)

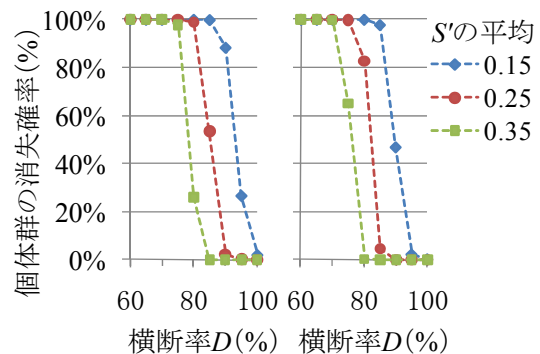


図3 生存率 S' の値による個体群の消失確率の違い (左: $N_0=100$, 右: $N_0=500$; P は90%に固定)

引用文献

- 1) Marunouchi et al. (2002) : ZOOLOGICAL SCIENCE, 19, 343-350
- 2) 水谷ら (2005) : 農土論文集 73 (1), 77-78.
- 3) 森ら (2008) : 農業農村工学会講演要旨, 700-701.
- 4) 渡部ら (2008) : 自然環境復元学会講演要旨, 11-12.
- 5) 渡部ら (2009) : 農業農村工学会論文集, 263, 15-21.