

# 個体群存続性分析を用いたホトケドジョウの絶滅リスクの推定と保全策の検討 Estimation of extinction risk and examination of conservation plan for *Lefua echigonia* by Population Viability Analysis (PVA)

○松崎真澄\*，山口亮\*\*，水谷正一\*\*\*，後藤章\*\*\*

MATSUZAKI Masumi\*，YAMAGUCHI Ryo\*\*，MIZUTANI Masakazu\*\*\*，GOTO Akira\*\*\*

## 1. はじめに

貴重な生態系が形成されている谷津環境は、近年の環境改変で大きく変化<sup>1)</sup>するとともに、水田生態系の劣化の進行<sup>2)</sup>によって、水田周りに生息する生物にとって決定論的要因（生息地の分断や縮小、消失等）が生じ、個体群を絶滅の危機に追いやるのが危惧されている<sup>3)</sup>。そして、さらに確率論的要因（人口学的確率性や環境変動、カタストロフィ、遺伝的確率性等）が作用し、「絶滅の渦」と呼ばれるフィードバックサイクルを経て、個体群は絶滅に向かうとされる<sup>3)</sup>。こうした絶滅の危機に瀕する種の保全は生物多様性の観点から重要であり、そのためには個体群動態に影響を与える要因を特定して、対策を講じる必要がある。決定論的要因や確率論的要因を基に個体群動態や絶滅リスクを推定する手法として、個体群存続性分析（PVA）があり、絶滅危惧種に対する保全策の比較ツールとして広く使用されている。

そこで本研究では、PVA をホトケドジョウに適用して絶滅リスクを推定するとともに、シナリオ分析より必要と考えられる保全策を検討することを目的とした。

## 2. 研究の方法

**研究対象地** 栃木県東部に位置し、小貝川上流域にある杉山入の谷津とした。本地区では2005年12月から2006年5月にかけて生態系保全型圃場整備が実施された。**現地調査** 個体群サイズ推定のために、谷津内水路で標識再捕調査を繁殖前後（2008年9月、2009年3-4月）に2回実施した。**VORTEX** モンテカルロシミュレーションにより個体群内の各個体の生活史を追跡するタイプで、シミュレーション中の個体数変化は1年ごとに起こる不連続な出来事として処理される<sup>4)</sup>。基本的なイベントサイクルを Fig. 1 に示した<sup>4)</sup>。なお、本研究ではシミュレーション期間は20年、繰り返し数は1000回（感度分析では500回）に設定した。**パラメータ決定方法** パラメータは現地調査結果および既往研究より推定した（Table 1）。**感度分析** 各パラメータが絶滅リスクに与える影響を把握するために、個体群ごとに実施した。対象項目は、環境収容力、雄の割合、死亡率、移動関連とした。**シナリオによる保全策の検討** 感度分析の結果および杉山入の谷津の問題点を基に、絶滅リスクを減少させる保全シナリオを設定し、結果より保全策を検討した。

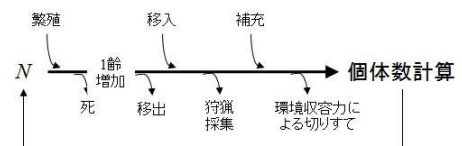


Fig. 1 VORTEX のイベントサイクル  
Event cycle of VORTEX

Table 1 パラメータ決定方法  
Decision method of parameter

個体群数	水域ネットワークの繋がり
年齢構成	既往研究(Aoyama 2007)
初期個体数	標識採捕結果(2009年3-4月)・Petersen法・体長分布・雄雌比
環境収容力	標識採捕結果(2008年9月)・Petersen法
繁殖関連	既往研究(勝呂 2002)
死亡率	0~1 { [1-(t+1)年の1歳個体数/(t年の成熟雌個体数×産子数)] × 100 }
	1~ 繁殖前後の成体の年齢構成
移動	標識個体の移動状況

\*農林水産省農村振興局（元宇都宮大学大学院）（Rural Development Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries）、\*\*宇都宮大学大学院（Graduate School of Utsunomiya University）\*\*\*宇都宮大学（Utsunomiya University）  
キーワード PVA（個体群存続性分析）、リスク分析、保全策、シナリオ分析、個体群動態

### 3. 結果と考察

**パラメータ値** Table 2 に示す。なお、VORTEX では産子数の入力上限値が 10 のため、シミュレーション中で翌年の 1 歳個体数を表現するため、産子数を圧縮している (Table 2 の括弧内の数値は想定される値)。**絶滅リスク推定結果** 20 年間のシミュレーションの結果、メタ個体群としての絶滅確率は 0% であったが個々の個体群では個体群②で 73.6%、個体群④で 26.0% と高い絶滅確率を示し、僅かだが個体群⑦で 0.2% の絶滅確率を示した (Fig. 2、Table 3)。

**感度分析結果** 絶滅リスクを減少させる要因は、環境収容力の中央値の増加と標準偏差の減少、個体群間の移動確率の増加、0-1 歳死亡率の減少となった。**考察** 個体群②・④・⑦に絶滅リスクがあり、保全策の検討が必要である。ホトケドジョウ個体群に影響のある杉山入の谷津が抱える問題点は、水域ネットワークの機能低下があり、水枯れ等による生息地の安定性の低下や移動障害が生じていると考えられる。この問題点と感度分析の結果を基に、保全策の検討シナリオを Table 4 の L1~L4 まで設定した。表より、環境収容力を変化させるシナリオが最も絶滅リスクを減少させている。よって、保全策としては、環境収容力の中央値の増加と標準偏差の減少、つまり生息地の規模の増加と変動の抑制による安定性の向上が必要である。

### 4. 研究の成果と今後の課題

杉山入の谷津に生息するホトケドジョウ個体群は、メタ個体群としては存続可能であるが、局所的な絶滅危険性があることがわかった。個体群の保全には、生息地の安定性の向上のために環境収容力を高めることが必要であり、水路に通年で水を流して水枯れの発生と水深の低下を抑制することや、適度な泥浚いによって水深を確保する等、水路環境を良好に保つ必要がある。また、移動障害の改善も絶滅リスクのある個体群の保全に結びつく可能性があり、水路に常時通水することや障害物の改善もしくは撤廃、魚道のメンテナンス等により、水域ネットワークの機能を回復させる必要がある。

今後の課題としては、推定結果の妥当性を検証するために、モニタリングの継続による個体群動態の把握が挙げられる。また、長期的な観測データを基にしたパラメータ値の改良や、個体群ごとの独自性をパラメータ値に表現するための調査方法の検討も必要である。

#### 【引用文献】

- 1) 東淳樹, 武内和彦 (1999) : 谷津環境におけるカエル類の個体数密度と環境要因の関係, ランドスケープ研究, 62 (5), 573-576.
- 2) 森洋, 水谷正一, 高橋順二 (2008) : 水田生態系の特徴と変質-水田生態工学の視点から-, 農業農村工学会論文集, 254, 127-137.
- 3) R.Frankham, J.D.Ballou, D.A.Briscoe 著, 西田曉監訳 (2007) : 保全遺伝学入門, 文一総合出版.
- 4) Robert C. Lacy (2000) : Structure of the VORTEX simulation model for population viability analysis, Ecological Bulletins, 48, 191-203.
- 5) Shigeru Aoyama (2007) : Sexual size dimorphism, growth, and maturity of the fluvial eight-barbel loach in the Kako River, Japan, Ichthyological Research, 54, 268-276.
- 6) 勝呂尚之 (2002) : ホトケドジョウの初期飼育条件, 水産増殖, 50 (1), 55-62.

Table 2 パラメータ値 Parameter value

個体群数	雄の割合 (%)							年齢構成							
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
初期個体数	34	11	950	127	77	210	453								
環境収容力(中央値、標準偏差)	126	53	1293	494	80	222	516								
	26	33	169	228	20	35	133								
0-1	64.0±11.9 (96.9±1.1)														
死亡率 (%)	1~ 雄	57.1	88.2	22.1	88.5	2.3	71.0	59.4	6.1(標準偏差)						
		58.8	85.7	22.5	88.6	5.6	69.9	59.2	6.1(標準偏差)						
1~ 雌															
繁殖システム	一夫多妻							繁殖年齢							
最大一腹産子数	10 (116)							範囲 5~10 (56~116)							
移動年齢	1~4							移動時生存率 (%)							
移動確率								⑥→②:3% ⑦→②:2%							

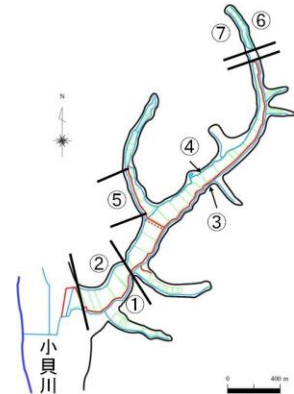


Fig. 2 個体群の概要 Outline of population

Table 3 シミュレーション結果 Simulation results

個体群	20年後の個体数	累積絶滅確率
①	124±28	0.000
②	57±27	0.736
③	1286±163	0.000
④	491±226	0.260
⑤	81±22	0.000
⑥	223±39	0.000
⑦	516±137	0.002
MP	2624±370	0.000

Table 4 保全シナリオと結果 Conservation scenario and results

シナリオ	現状からの変更点	各個体群の絶滅確率		
		②	④	⑦
現状	Table2を参照	0.736	0.260	0.002
L1	個体群間の交流を促進(障害物・魚道:12.5%)	0.669	0.262	0.000
L2	個体群間の交流を促進(障害物・魚道:25%)	0.605	0.254	0.000
L3	環境収容力(中央値:②・④・⑦)を標準偏差分増加	0.084	0.011	0.000
L4	環境収容力(標準偏差:②・④・⑦)を中央値の1割	0.000	0.004	0.000