

個体群変動モデルを用いた 外来魚の除去と繁殖阻止の努力量に対する抑制効果の評価

安部倉完・堀道夫(京大・理・動物生態) 竹門康弘(京大・防災研)

本研究の目的

- 1) 密度効果を加味した個体群動態モデルを用いて努力量に対する抑制効果を検証する
- 2) 将来予測と検証を毎年行うことによって捕獲努力量を調節し、順応的な外来魚対策を行う

図1 調査地



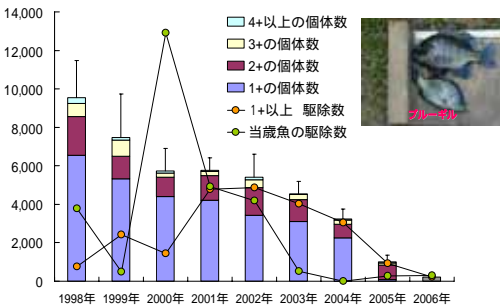
京都市深泥池(面積約9ha, 周囲約1km)は、北方系と南方系の多様な動物種が共存するため天然記念物に指定されている。しかし、外来魚の侵入によってその生物群集は大きく変わってしまっており、深泥池では水生生物研究会を設立させ、1998年からブルーギルとオオクチバスを対象とした外来魚対策事業を市民と研究者が中心となって実施している。

図2 漁法・対象魚



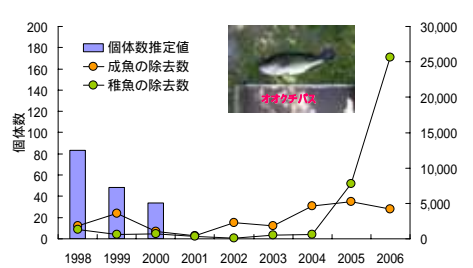
駆除方法は、エリ網、投網、罟し、モンリ、両岸破壊の複数の方法を組み合わせを行った。
ブルーギルとオオクチバスのみ除去し、それ以外の魚種は再放流した。

図3 ブルーギルの個体数変動



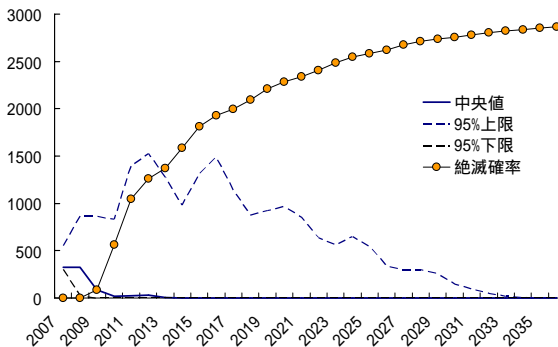
1998年に9,545尾だったブルーギル個体群は、2006年には210 ± 42尾まで減少し、駆除開始から9年目にしてようやく個体群の根絶を検討する段階に達した。

図4 オオクチバスの個体数変動



2004年以降、成魚の駆除数はあまり変化していないが稚魚の捕獲数は大きく増加している。ブルーギルの密度が減り、稚魚期の捕食圧が低下した為と思われる。

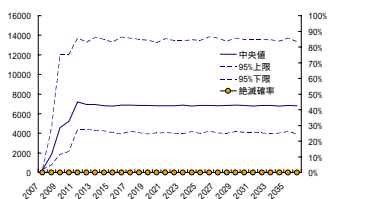
図5 ブルーギルの個体数の将来予測



2006年の駆除努力量を継続すれば、成魚の駆除率85-98%、産卵床の破壊率70-90%、繁殖前の成熟魚の駆除成功率35-45%の成果が期待できると仮定し、エクセルのマクロで、10,000回の試行を行い絶滅確率を求めた。
その結果、2014年には根絶確率は30%となる。30年後に36%で横ばいとなることが分った。しかし、2007年の個体数は2006年と同程度に留まると予測された。モデルでは、産卵床を一つでも破壊し損ねると個体数は200-300尾になると推定される。

根絶には2004年のように産卵床の全破壊が重要。

図6 モンリによる捕獲をやめた場合の将来予測



2000年の努力量では、成魚の駆除率25-35%、産卵床の破壊率0%、繁殖前の成熟魚の駆除成功率5-10%の成果が期待できると仮定した。
モンリによる駆除をやめた場合、個体数は7000尾にまで増加してしまうと推定された。
このように、仮定を変えることにより、事業規模に応じた努力量に対する抑制効果も推定できる。

ホームページ上でエクセル上で動くプログラムとして公開予定。
深泥池水生動物研究会 <http://www.ica.apc.org/~non/> (HP管理者 高井利憲)

密度依存を考慮した個体数動態モデル

Beverton and Holt の再生産曲線

$$M_{t,y} = (1 - Rb_y)(1 - R_s)N_{t-4,y}$$

y: 年 My: y年の繁殖個体数
Rb: 産卵床の破壊率 Rs: 繁殖期前の3月から5月までに除去された個体数の割合
N_{t,y}: 四歳魚以上の個体数

$$N_{1,y} = \frac{\alpha M_t}{1 + \beta M_t}$$

$$\lambda_{t,y} = \frac{\alpha_t M_t}{1 + \beta_t M_t} \frac{1}{N_{t-1,y}}$$

密度と生存率を指数関数に近似した内田モデル

$$D_{t,y} = (1 - R_{t,y})P_{t-1,y}$$

Ry: 除去率 = 除去数/(1+)以上の個体数
Py: y年の1+以上の個体数
Dy: y年の個体数密度 = y年に駆除されずに残った個体数

$$S_{t,y} = \alpha_y \exp(-\beta_y D_{t,y}) \quad (a = 1, 2, 3)$$

a: 年齢級数 Sa,y: 生存率

式より、a, a (a=1,2,3)を求める。その際、個体数を推定値の偏差に従い正規分布にプログラムでばらつかせ、a, aを求めた。その試行を10,000回繰り返す。a, aの平均値と誤差を定数として用い将来予測を行った。

個体数変動モデル

$$\begin{bmatrix} N_{1,t} \\ N_{2,t} \\ N_{3,t} \\ N_{4,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \lambda_{t-1} \\ S_{1,t-1}R_{t-1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_{2,t-1}R_{t-1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_{3,t-1}R_{t-1} & S_{4,t-1}R_{t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} N_{1,t-1} \\ N_{2,t-1} \\ N_{3,t-1} \\ N_{4,t-1} \end{bmatrix}$$

$$P_t = N_{1,t} + N_{3,t} + N_{2,t} + N_{4,t}$$

絶滅確率はPyが四捨五入して1以下となった時、絶滅と仮定した。

まとめ

- 1) 1998年に9,545尾だったブルーギル個体群は、2006年には210尾まで減少し、駆除開始から9年目にしてようやく個体群の根絶を検討する段階に達した。
- 2) 将来の個体数変動と絶滅率をシミュレーションした結果、2006年レベルの駆除努力量を継続すれば、2009年には50尾以下に減少し、2014年には絶滅確率が50%を超えると予測された。