

# 水域のネットワーク化による魚類個体群の再生過程予測モデル Fish population dynamics model for planning of networking water areas

○竹村武士\*・水谷正一\*\*・森 淳\*・小出水規行\*・渡部恵司\*  
Takemura, T., Mizutani, M., Mori, A., Koizumi, N. and Watabe, K.

## 1. はじめに

効果的に魚類個体群の保全, 再生を図るにはネットワークの配置の検討, 個体群動態(以下, 動態)の予測が重要である. 著者らは個体の移動を考慮した動態モデルの開発を目指し, タモロコを対象に必要なパラメータを検討してきた. 本研究では, 動態モデル開発の考え方の紹介, 仮想水路におけるネットワーク化前後のシミュレーション結果を報告する.

## 2. 材料と方法

1) 動態モデル ロジスティック型増殖モデル(式(1), 松田<sup>1)</sup>)を用いた. 増加率 $r_t$ には竹村ら<sup>2)</sup>を, 環境収容力 $K$ には現地調査(2009年4月上旬, 15区間(平均延長約40m)で実施)で観測の最高個体数密度(1.696/m<sup>2</sup>)を用いた.

$$N_{i,t+1} = [1 + r_t(1 - N_{i,t}/K)]N_{i,t} \quad (1)$$

ここに,  $N_{i,t}$ は時刻 $t$ (年)におけるメッシュ番号 $i$ (後述)の個体数である.

2) 個体の移動と再生産 個体の移動の表現には移動モデル<sup>3)</sup>を, 水路の表現にはメッシュ分割を用いた(図1). 移動モデルは50日間を1単位期間とするため, 1年間を7単位期間で表した. 簡単のため個体の位置座標は1単位期間毎にそのとき位置するメッシュの中心座標で置換した. 再生産は各年の7単位期間目に同一メッシュ内の個体間で行われるものとした(図1).

3) 仮想水路 A 延長2km区間を仮想した(図2). 図のNo.20の上流端とNo.01の下流端には移動障害が在り, 上・下流からの当該区間への供給個体はゼロとした. 当該区間内から区間外への降下移動は自由に行えるものとし, No.20より上流移動する個体は移動障害によりNo.20に留まるものとした.

4) 仮想水路 B, C 移動障害の解消により, 仮想水路 B または C の生息地利用が可能となる場合を想定する(図2). 各場合では, No.20-21間, 10-31間は自由に移動でき, No.30または40より上流移動する個体はそこに留まるものとした. 仮想水路 C の利用可能時には, No.10より上流移動する個体はNo.11/31方向の何れかをランダム選択するものとした.

5) シミュレーション まず, 仮想水路 A のみを対象に任意の初期条件(各メッシュに100個体)でシミュレーションを行った(期間は30年, 回数は1,000回). 各メッシュの

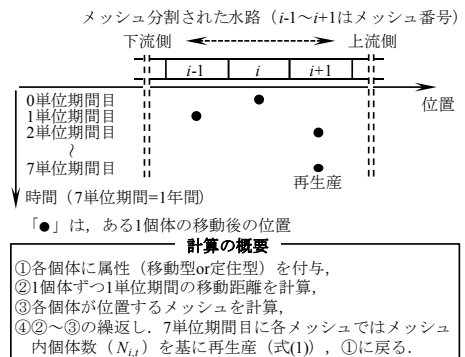


図1 水路内での個体の移動の表現 (Expression of movement of each individual in a canal)

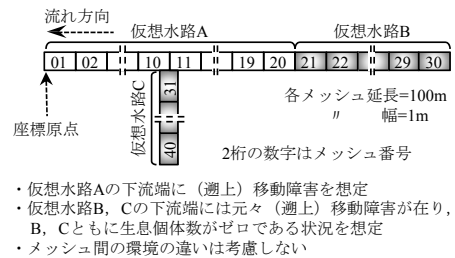
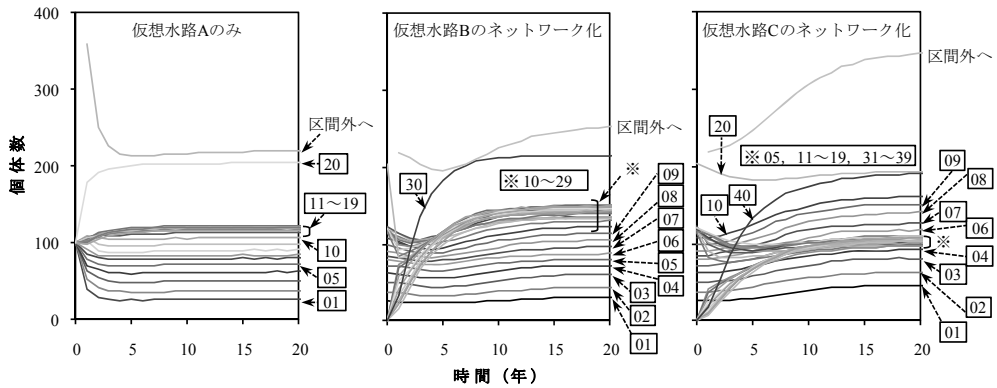


図2 仮想水路 A~C (Hypothetical canal-A-C)

\*農村工学研究所 (National Institute for Rural Engineering), \*\*宇都宮大学農学部 (Faculty of Agriculture, Utsunomiya University) キーワード: 魚類, 個体群動態, タモロコ, ネットワーク, シミュレーション



注) 四角囲いの数字はメッシュ番号. 何れも1,000回の計算の平均. 21年目以降は省略.  
 図3 各場合におけるメッシュ毎の個体数の推移 (The number of individuals in each mesh in each case)

個体数は平均 (n=1,000 回) でみれば, 時間が経てば収束すると考えられる. その時の各メッシュへの分布がネットワーク化前の分布と考えた. そして, その分布を初期条件に仮想水路 B または C のネットワーク化後のシミュレーション (期間は 30 年, 回数は 1,000 回) を行った.

### 3. 結果と考察

1) 仮想水路 A ほぼ定常状態に至って以降 No.01~10 では下流ほど個体数が少ない (図 3 左). No.01~10 で数 10~100 個体強, No.11~19 で 110~120 個体程, No.20 で 200 個体程, 区間外への移動個体が 220 個体程に収束する.

2) 仮想水路 B, C のネットワーク化 何れがネットワーク化されるかで結果は異なった (図 3 中, 同右). とくに仮想水路 C のネットワーク化では区間外への移動個体が多いこと, 合流点の下流で合流点に近いほど個体が多いこと, 多くのメッシュが 100~110 個体前後に集中することなどが, 仮想水路 B のネットワーク化と較べて対照的である.

図 4 はある特定の区間毎に個体数を求めたもので, 黒色が仮想水路 B の, 灰色が仮想水路 C の結果の要約といえる. 実線は区間外への移動個体も含めた総個体数を示している. Y 軸切片がネットワーク化前の状態である. ネットワーク化後の利用可能面積は何れも事前の 1.5 倍であるが, 個体数にはそれ以上の増加が期待される (図 4). ただし, その程度は, 形成される水路網の線形形状に影響される (図 4). なお, 本シミュレーションでは環境の違いは未考慮であり, その結果は環境が同じであるならば, という前提を必要とする.

### 4. おわりに

移動を考慮した動態モデルは, 効果的なネットワーク化の在り方を様々なシナリオから比較, 検討するツールとなる. ただし, その精度向上や考慮すべき事項, 例えば環境の考慮など今後の課題も多く, 実証的な調査研究とのフィードバック関係が不可欠である.

参考文献 1) 松田裕之 (2004): ゼロからわかる生態学, 共立出版, 41-77. 2) 竹村恵司, 水谷正一, 小出水規行, 森 淳, 朴 明洙 (2011): 農業農村工学会論文集, 271, 9-16. 3) 竹村恵司, 小出水規行, 水谷正一, 森 淳, 渡部恵司 (2010): 農業農村工学会論文集, 269, 55-62.

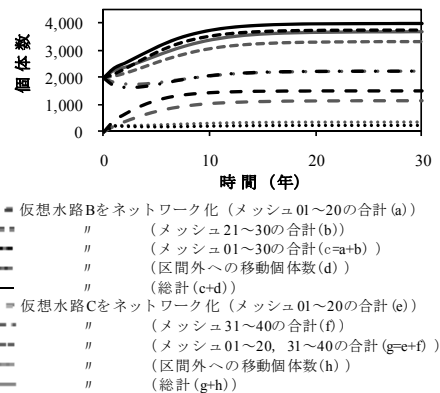


図4 特定の区間毎に求めた個体数 (The number of individuals, summed up for each specific reach)