

## 水産資源学と情報技術

2015年1月23日(金)

大阪工業大学情報科学部  
情報ネットワーク学科

島野 顕継

shimano@hitomi.is.oit.ac.jp

## 本日の講演主旨

- 水産学の中でも演者が学生時代に勉強/研究していた「水産資源学」という分野の概要を紹介する。
- 水産資源学の中で、情報技術がどのように使われてきたかを紹介する。
- 水産資源学またはその関連分野で、今後どのように情報技術が使えるかを模索する。

20年前と、現在に近い年代の比較を重点に

## 水産資源学とは

### 水産資源

人間が漁業を通じて利用している有用な生物の集団(松宮, 1996). →自己再生産する。

### 水産資源学

**水産資源の量を扱う学問**。それに附随して、水産生物の生態等の生物学的特性も扱う。

学問発祥のきっかけ: 19世紀末に北大西洋の北海で、底魚資源が乱獲された。

## 水産資源学に深く関連する主な分野

### 生物学関係

生態学, 個体群生態学, 集団遺伝学 等

### 数学関係

微分方程式論, 統計学, ゲーム理論 等

### 物理学関係

海洋物理, 気象 等

### 情報学関係

数値計算, データベース, 統計処理, 画像音響処理 等

## 水産資源学における量の例

水産資源学は**水産資源の量を扱う学問**。

- 産卵された卵の量, 孵化した割合, 親になった割合
- 漁獲量
- 過去/現在/未来の資源量
- 資源のサイズ(成長すると大きくなる)
- 種苗放流効果(量的, 経済的)

## 水産資源学における研究手法

- フィールド調査, 魚海況情報観測(入手)
- モデル解析(シミュレーション等)
- 統計解析  
等々

これらの手法により, 資源変動(動態)を明らかにしたり, 加入量・漁獲量を予測する。

加入: 水産資源が成長し, 漁獲対象となること(松宮, 1996)。

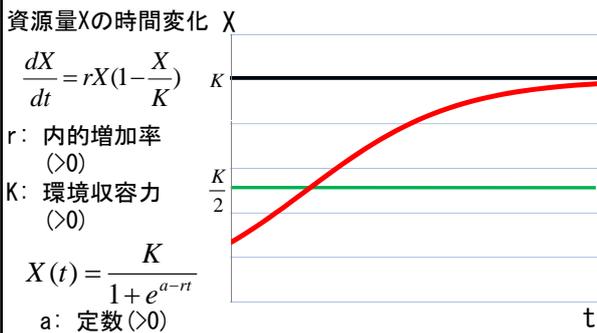
## フィールド調査の例(1)

- 標識放流  
標識を魚体に装着して元の資源に戻し，全漁獲尾数に対する標識再捕個体の割合から資源量を推定.
- 試験漁獲  
対象資源の分布域を分け，あらかじめ決めておいた定点上で試験漁獲を行う．その分布密度から全体を推定.
- 卵・稚仔調査  
卵・稚仔を対象とした試験採集.

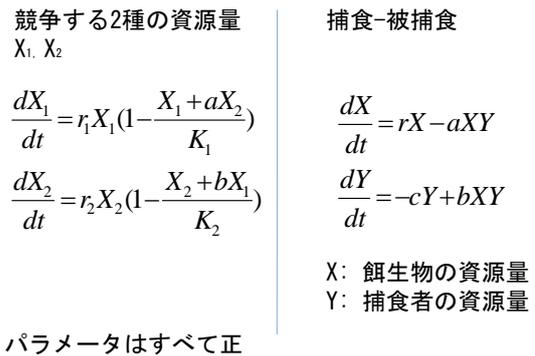
## フィールド調査の例(2)

- 目視調査  
船や航空機等を用いて，調査区画内で目視されたウミガメ類，クジラ類，(河川に上る/下る時期の)サケ・マス類等の個体数を観測.
- 音響学的調査  
魚群探知機(主に垂直方向)，ソナー(主に水平方向)
- リモートセンシング  
人工衛星，航空写真，ビデオ撮影

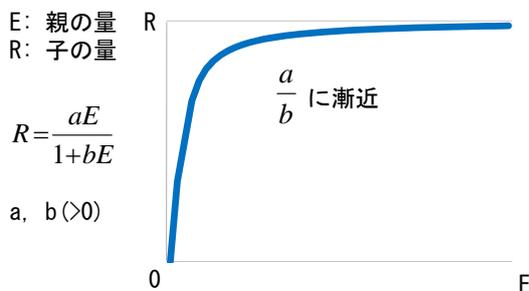
## モデル: Logistic方程式



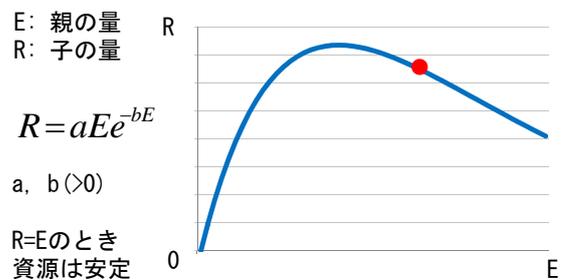
## モデル: Lotka-Volterra 方程式



## モデル: Beverton-Holt型再生産曲線



## モデル: Ricker型再生産曲線



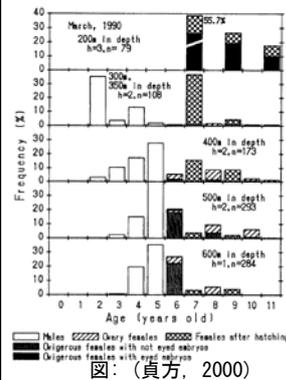
## モデルの修正

- Logistic方程式, Lotka-Volterra方程式, 再生産曲線等は人間が介在せずに生物の個体数が増減する状態をモデル化したものである.
- 漁業では**放流**, **漁獲**という要因が資源量に大きな影響を与える.
- 生物には**年齢組成**, **雌雄差**がある.

例 
$$\frac{dX}{dt} = rX\left(1 - \frac{X}{K}\right) + R - FX$$

R: 放流分  
F: 漁獲係数

## ホッコクアカエビの例



- 寿命は約11年
- eyed embryos: 発眼卵 (黒眼が見える状態)
- females after hatching: 産卵後のメス

図: (真方, 2000)

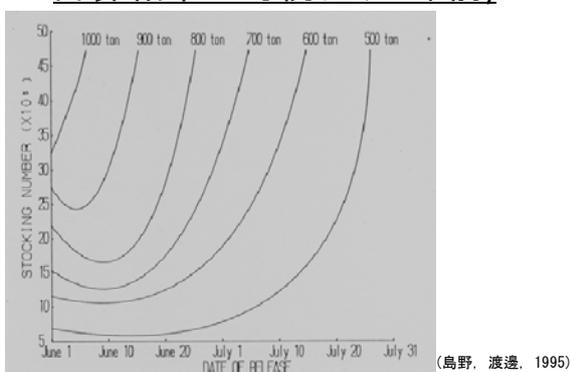
## 情報技術の応用(データベース)

- フィールド調査結果, 魚海況情報, 資源動向等を整理し, データベース化, 可視化.
- (インフラとしての) インターネットの利用.

## 情報技術の応用(計算)

- 解析的に解けない微分方程式の数値計算
- シミュレーション
- 統計データを利用してモデルのパラメータ推定
- 将来の資源量や伝染病流行予測
- 各種統計計算

## 計算結果の可視化(20年前)



## 情報技術の応用(エコー, 画像処理)

- 大型クラゲ *Nemophila Nomurai*
- 大型クラゲの音響データから, クラゲの識別と傘径の推定方法を開発 (松裏 他, 2014).
- 大型クラゲの鉛直分布を水中カメラで調査 (本多, 渡部, 2007).



(写真: Wikipediaより)

- 魚体画像処理データにニューラルネットワークを適用し, 魚種を識別 (平 他, 2004).
- カタクチイワシのターゲットストレングス (TS) と体長の関係式を推定 (甘糟 他, 2010).

TS: 1尾あたりの反射強度

## 現在, 今後の情報技術応用の 可能性(一般論)

- R等の言語(ツール)を使えば統計計算が可能で, 結果をビジュアルなグラフにすることも容易. 実際に, 水産学以外のさまざまな分野で数多く使われている.
- 直接目に見えない水中の様子を画像音響データとして取得し, 解析できるものは多いはず.
- センサーで観測した多数地点のデータをサーバへ集約.

## 現在, 今後の情報技術応用の 可能性(水産資源学分野)

- キーワード「**資源管理**」
- 次世代を維持するために十分な親を残しながら, 漁獲から得られる総利益を最大化する(松宮, 1996).
- 資源管理を行うためには多種多様なデータを多角的に分析する必要がある.

## ラッセルの方程式

$$P_2 - P_1 = R + G - D - Y$$

- $P_1$ : ある年初めの資源量
- $P_2$ : 翌年初めの資源量
- R: 加入量
- G: 成長による増重量
- D: 自然死亡量
- Y: 漁獲量

R + G - D: 自然的要因, Y: 人間の行為

## 資源管理方策

- いろいろな尺度で漁獲量Yを決定する.
  - \*最大持続生産量 (Maximum Sustainable Yield)
  - \*最大経済生産量 (Maximum Economic Yield)
  - \*生物学的許容漁獲量 (Allowable Biological Catch)

等々

## TAC

- TAC (Total Allowable Catch) 制度: 特定の魚種ごとに, 漁獲できる総量を定めた制度.
- ABCをもとに, それぞれの資源にかかわる社会的, 経済的事情を考慮し, 農林水産大臣が定める(谷津, 渡邊, 2011).
- 日本でのTAC対象魚種: マアジ, (マサバ, ゴマサバ), マイワシ, サンマ, スケトウダラ, ズワイガニ, スルメイカ

## 安全な暮らしのための 情報技術研究会

持続可能で安心・安全な社会や暮らしのための技術を扱う.

水産資源学のキーワード「**資源管理**」

## 文献

- 甘糟和男, 貞安一廣, 安部幸樹, 高尾芳三, 澤田浩一, 石井憲, 2010.  
カタクチイワシ *Engraulis japonicus* の群形状およびターゲットストレングスと体長の関係.  
海洋音響学会誌, 37(1), 46-59.
- 本多直人, 渡部俊広, 2007.  
水中ビデオカメラを装着した表中層トロール網によるエチゼンクラゲの鉛直分布調査.  
日本水産学会誌, 73(6), 1042-1048.
- 松裏知彦, 貞安一廣, 松倉隆一, 高尾芳三, 2014.  
エチゼンクラゲのエコー自動検出とエコートレースによる傘径推定.  
日本水産学会誌, 80(5), 702-712.
- 松宮義晴, 1996. 水産資源管理概論. 日本水産資源保護協会水産研究叢書46, 77pp.
- 貞方勉, 2000. 日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの海深別の分布と移動.  
日本水産学会誌, 66(6), 969-976.
- 島野顯雄, 渡邊精一, 1995.  
生物群集モデルによるガザミの種苗放流効果の評価. 日本水産学会誌, 61(1), 13-20.
- 平雄一郎, 森元映治, 富安登, 中村誠, 2004.  
画像処理データを用いたニューラルネットワークによる魚種の判別.  
水産大学校研究報告, 52(4), 139-147.
- 谷津明彦, 渡邊千夏子, 2011. 減ったマイワシ, 増えるマサバ. 成山堂書店, 146pp.

## 特にお世話になった先生方

東京海洋大学名誉教授 渡邊 精一先生  
東京海洋大学教授 北田 修一先生  
元東京海洋大学長 高井 陸雄先生  
元東京大学海洋研究所教授 松宮 義晴先生  
元中央水産研究所資源管理研究官 加藤 史彦先生  
元中央水産研究所 黒田 一紀先生