

# 水産資源管理における新規加入量予測の有効性の評価

2009年3月 自然環境学専攻 76745 森田博之

指導教員 平松一彦 准教授

キーワード ; 加入量予測、水産資源管理、海洋環境

## 1. はじめに

水産資源の新規加入量は、海洋環境の影響を受け、年によって大きく変動する。新規加入量の決定メカニズムを解明し、その予測精度を上げることは資源管理に有効であると言われ、この分野では日本の研究が世界をリードしてきた。現在、加入量と相関のある環境指標を見つけ、その関係性を考察する段階まで研究が進んでいる。しかし、実際の資源管理では、環境指標を用いた加入量の予測は行われていない。今後は、基礎研究にとどまらず、加入量予測をどのように管理に取り入れるのか、どのくらい管理効果が改善されるのか、といった、資源管理に関する具体的な議論が必要だろう。そこで本研究では、加入量予測精度の向上が、管理効果の改善にどの程度有効なのかを数理モデルで事前評価する手法を考案し、国内のいくつかの漁業に適用した。

## 2. 方法

生活史による違いを明らかにするため、年魚、短寿命、長寿命の種の代表として、スルメイカ・マイワシ・スケトウダラを対象にシミュレーションを行った。日本の資源評価で用いられている個体群動態モデルを使用した。毎年の漁獲量を決める管理ルールはABC算定ルールを参考にした(図1)。管理ルールを規定する3つのパラメータを網羅的に変化させることにより様々な管理ルールをテストした。管理ルールごとに100年間のシミュレーションを100回行い、それぞれの管理効果を平均漁獲量(average catch)と最低親魚量(minimum SSB, Spawning Stock Biomass)の2つの基準で評価した。加入量の予測精度を向上させた場合にこれら2つの基準がどの程度改善されるのかを調べ、以下の指標 $Imp_{0,1}$ によって定量化した。

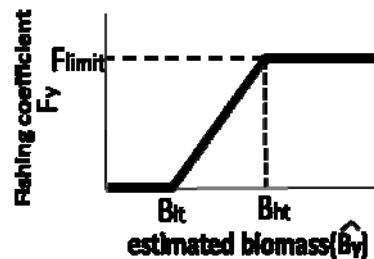


図1 管理ルールの例。漁獲の強さ( $F_y$ )は資源量に依存して変化させる。管理ルールの形は $F_{limit}, B_{lt}, B_{ht}$ の3パラメータにより決定される。

$$opt\_manage_0 = \max(\text{平均漁獲量} * \text{最低親魚量}) \text{ when } R^2 = 0$$

$$opt\_manage_1 = \max(\text{平均漁獲量} * \text{最低親魚量}) \text{ when } R^2 = 1$$

$$Imp_{0,1} = \frac{opt\_manage_1}{opt\_manage_0}$$

$R^2$ は環境指標によって説明できる加入量変動の割合であり、0~1の値を取る。 $R^2 = 1$ は完璧な加入量予測が可能な場合である。また、加入後の資源量推定精度の改善を3段階設定し ( $\alpha$ によって表現)、それが結果に与える影響を調べた。

### 3. 結果

同じ加入量の予測精度でも CR によって管理効果に大きな違いがあった(図 2)。

加入量予測の精度向上の効果はスルメイカ、マイワシ、スケトウダラの順に大きかった (図 3)。

また、加入後の資源の推定精度が良いほど ( $\alpha$ が小さいほど)、加入量予測の効果は小さくなった (表 1)。

### 4. 考察

寿命が短く、加入変動の大きな魚種ほど、加入量予測が有効であることが示唆された。また、加入量の予測精度を上げなくても、加入後の資源量推定の精度向上や加入変動に頑健な管理ルールを採用によっても管理効果を大きく改善できることが分かった。

加入量予測は研究に時間・金銭的成本がかかる。また、どの程度予測できるのかは、研究をやってみないと分からない。加入量予測による管理効果の改善を事前に評価し、代替の方法を考慮に入れた上で、コストに見合う効果が期待できる資源に対して、重点的に研究を進めるべきであろう。

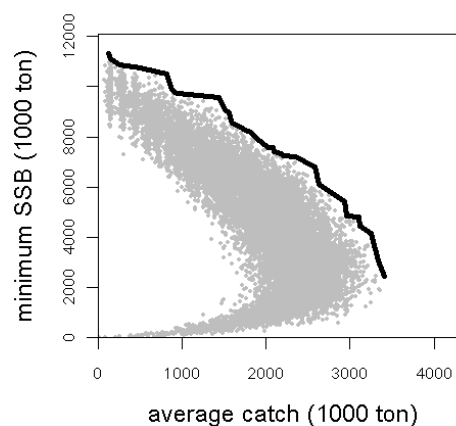


図 2 結果の例。マイワシ、 $R^2=0.5$ の場合。全ての管理ルールの管理効果をプロットした後、右上の境界がこの加入量予測精度における最適な管理となる。

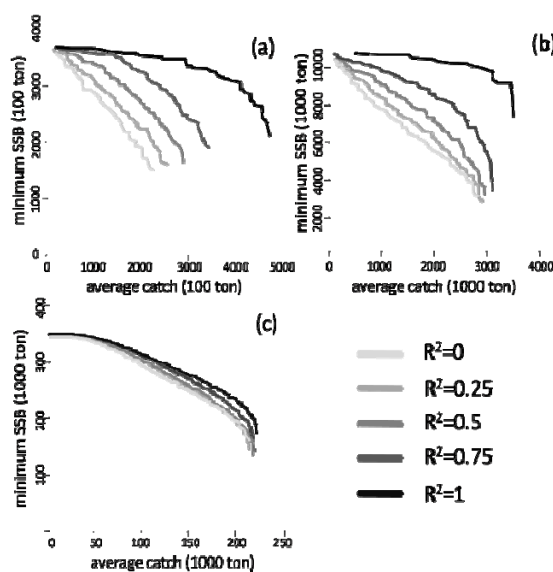


図 3 各線はそれぞれの加入量の予測精度における最適な管理を表す。 $R^2$ が大きいほど予測精度は良く、5本の線が離れているほど、加入量予測の精度向上が管理効果に貢献することを意味する。(a)スルメイカ (b)マイワシ(c)スケトウダラ。加入後の推定精度が中間 ( $\alpha = 0.75$ ) の場合。

表 1 各設定での  $Imp_{0.1}$ 。値が大きい程、加入量予測の効果が大きい。 $\alpha$ が小さいほど加入後のモニタリングが充実している。イタリックは図 3 で用いられた設定を表す。

	$\alpha = 1$	$\alpha = 0.75$	$\alpha = 0.5$
スルメイカ	<b>3.24</b>	-	-
マイワシ	-	5.12	<b>2.77</b>
スケトウダラ	-	1.79	<b>1.15</b>

# Evaluation of effectiveness of recruitment prediction in fisheries management

March 2008, Department of Natural Environmental Studies, 76745 Hiroyuki Morita  
Supervisor: Associate professor Kazuhiko Hiramatsu

Key words: recruitment prediction, fisheries management, oceanographic environment

## 1. Introduction

It is well known that recruitments of many marine organisms are affected by oceanographic environments and largely fluctuate. There are many studies on relationships between ocean environments and recruitments. These studies focused on finding environmental factors which correlate with recruitment and discussed the mechanism by which the environmental factors affect recruitments. Although most of these studies set their goals are improvement of fisheries managements, there are few cases in which managers incorporate environmental index in setting catch quota to predict recruitment. Moreover, there were few discussions on how to incorporate environmental index in management or how much will recruitment prediction improve management. Thus, this study formulated a computer simulation scheme which evaluate the effectiveness of recruitment prediction in fisheries management and applied to three Japanese fisheries.

## 2. Materials and Methods

Because the effects of recruitment prediction seem to be different by species, I used Japanese common squid, Japanese sardine and Walleye pollock as examples of annual fish, short-lived

pelagic fish and long-lived demersal fish, respectively. I used the population dynamics models of the annual stock assessment reports and catch control rules (CRs) based on ABC basic rule by Fisheries Agency (Fig. 1). Various CRs

were tested by changing parameters which determine the CR. The management performance of each CR was measured by average catch and minimum Spawning Stock Biomass (SSB). The effectiveness of recruitment prediction was evaluated by seeing how much these 2 measures were improved with better recruitment prediction. This was quantified by the index  $Imp_{0,1}$  below,

$$opt\_manage_0 = \max(\text{average yield} * \text{minimum SSB}) \text{ when } R^2 = 0$$

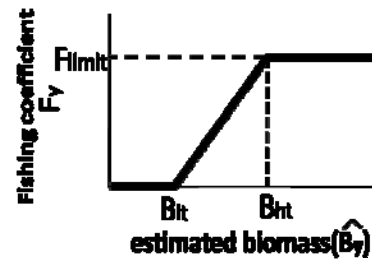


Figure 1 An example of catch control rule. Fishing mortality ( $F_y$ ) is a function of stock biomass. Each control rule is determined by 3 parameters  $F_{limit}, B_{lt}, B_{ht}$ .

$$\text{opt\_manage}_1 = \max(\text{average yield} * \text{minimum SSB}) \text{ when } R^2 = 1$$

$$\text{Imp}_{0,1} = \frac{\text{opt\_manage}_1}{\text{opt\_manage}_0}$$

$R^2$  represents the rate of recruitment variation which can be explained by environmental index and varies from 0 to 1. I assumed 3 levels of stock biomass estimation accuracy for old ages and checked how much these assumptions affect the results.

### 3. Results

There were large variations of management

performance between CRs in same recruitment prediction accuracy (Fig.2). The effect of recruitment prediction of squid was improved the most. On the other hand, that of pollock was hardly improved (Fig.3). The effects of recruitment prediction were small when stock biomass of old ages are estimated precisely (Table 1).

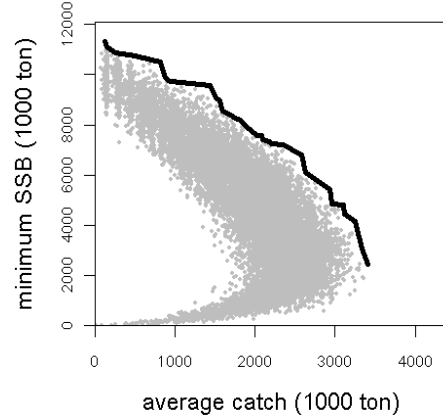


Figure 2 An example of results; for sardine when  $R^2=0.5$ . Management performances of each CR are represented by each plot. Upper-right boundary means the optimum managements in that recruitment prediction accuracy.

### 4. Discussion

These results indicate that managements of short-lived and highly recruitment fluctuating stock can be largely improved with better recruitment predictions. I also

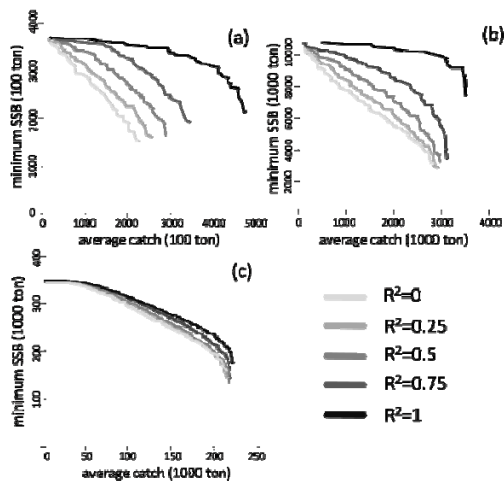


Figure 3 Each line represents optimum management for each recruitment prediction accuracy. Large  $R^2$  means precise recruitment prediction. Distinct 5 lines indicate that better recruitment prediction can greatly contribute to fisheries management. (a)squid(b)sardine(c)pollock. With intermediate estimation accuracy for old ages.

found that developing a good monitoring system after recruitment or choosing a robust CR to recruitment uncertainty can also improve management performance without precise recruitment prediction. Managers should compare alternative methods and examine whether recruitment prediction has the first priority.

Table 1  $\text{Imp}_{0,1}$  for each simulation setting. Large value means that recruitment prediction works well. The smaller  $\alpha$  is, the better biomass after recruitment is estimated. Values in italic text are for simulation settings used in Figure 3

	$\alpha = 1$	$\alpha = 0.75$	$\alpha = 0.5$
squid	<i>3.24</i>	-	-
sardine	-	5.12	<i>2.77</i>
pollock	-	1.79	<i>1.15</i>