

2008/01/12

VPAによるマイワシ資源量の順応的管理 — 海域肥沃化時の検討 —

指導教官 多部田 茂 准教授

60805 松田 昌賢

目次

I. 背景と本研究の目的

II. モデル構築

- ・VPA
- ・海域肥沃化の影響
- ・順応的管理方策の検討

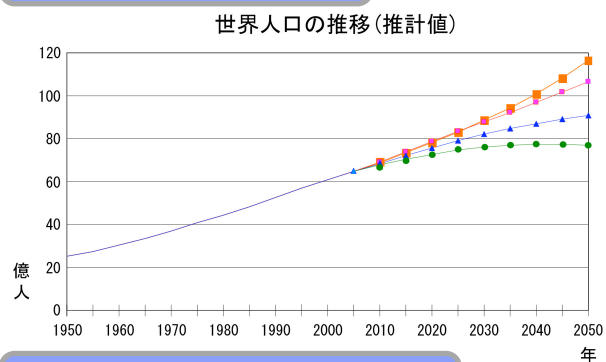
III. シミュレーション結果

IV. 結論

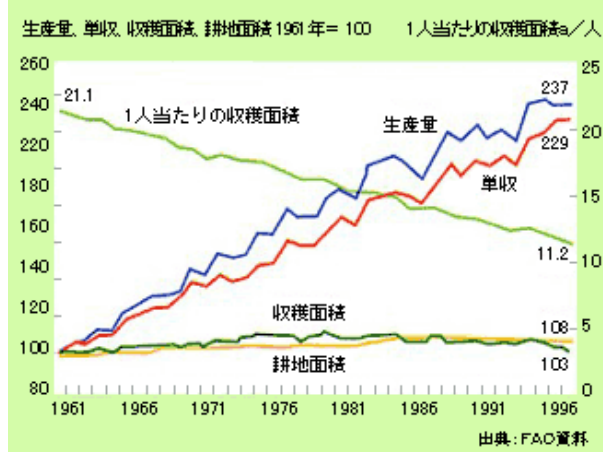
I. 背景

世界的な食糧問題による水産物需要の高まり

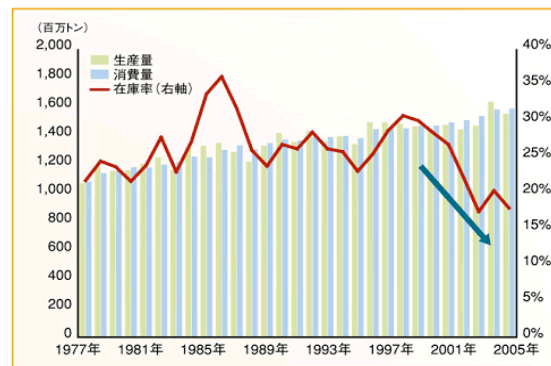
世界人口の増加



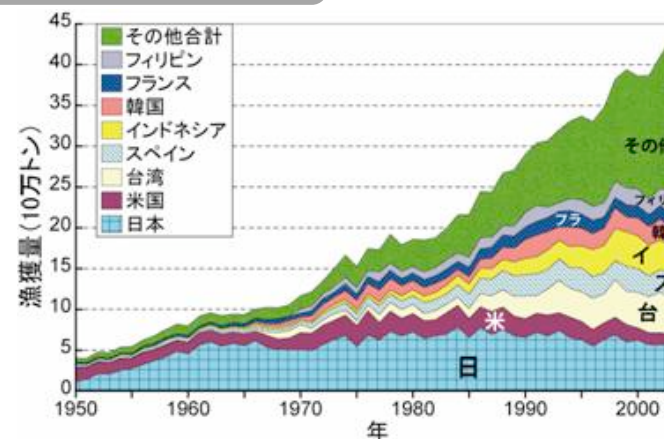
穀物の生産量は限界



世界の穀物在庫率は歴史的低水準



漁獲量の増大



I. 本研究の目的

資源量の歴史的低水準にあるマイワシにおいて、海域肥沃化技術による資源量回復措置を採った場合の「将来予測モデル構築」、「既存の漁獲圧管理方策の評価」、「不確実性への対応としての順応的管理手法を組み込んだ新たな管理方策について評価・検討すること」を目的とする。

VPA (Virtual Population Analysis)

海域肥沃化技術

順応的管理

Ⅱ. モデル構築

漁獲方程式：

$$C_{a,y} = \frac{F_{a,y}}{F_{a,y} + M} \left(1 - \exp(-F_{a,y} - M) \right) N_{a,y}$$

$C_{a,y}$	y年におけるa歳魚の 漁獲尾数
$N_{a,y}$	y年におけるa歳魚の 資源尾数
$F_{a,y}$	y年におけるa歳魚の 漁獲死亡係数
M	自然死亡係数

[関係式]

全死亡係数 $Z = F + M$

生残率 $S = \exp(-Z) = \exp(-F - M)$

全減少率 $1 - S = 1 - \exp(-F - M)$

漁獲率 $E = \frac{F}{Z} (1 - S)$

II. モデル構築

年齢別漁獲尾数Cと自然死亡率Mを既知として、

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0	A ↖					
1	B ↖	A ↖				
2	C	B ↖	A ↖			
3	D	C	B ↖	A ↖ ①		
4	F	D	C ↖ ②	B ↖ ②	A ↖ ②	①
5+	G	F	D	C	B	A

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0		H ↖	I	J	K	L
1			H ↖	I	J	K
2				H ↖	I	J
3			B	A	H ↖ ④	I
4			C	B	A	H ↖ ③
5+				C	B	A

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}} \right)$$

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

$$F_{a,y} = \frac{1}{3} (F_{a,y-1} + F_{a,y-2} + F_{a,y-3})$$

$$N_{a,y} = C_{a,y} \frac{\exp\left(\frac{M}{2}\right)}{1 - \exp(-F_{a,y})}$$

II. モデル構築

VPA (Virtual Population Analysis)

海域肥沃化技術

順応的管理

海域肥沃化時の検討のために

ダウンスケール

Age/Year	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0	13,511	7,796	7,404	2,579	4,830	2,543	1,312	1,161	1,283	1,768	773
1	3,303	6,643	4,632	4,593	1,679	2,361	1,072	859	645	615	1,013
2	1,341	1,681	2,293	2,292	946	917	400	343	239	163	346
3	467	624	759	1,136	630	325	159	156	126	88	89
4	105	208	305	388	416	158	57	64	46	71	34
5+	46	69	153	133	158	119	36	23	23	33	24
合計	18,773	17,020	15,546	11,121	8,658	6,424	3,036	2,607	2,362	2,737	2,280



神奈川県のマイワシ漁獲量

マイワシ太平洋系群漁獲量

マイワシ太平洋系群の年齢別漁獲尾数(百万尾)

神奈川県漁獲量全国比

チューニング

産卵量(マイワシの産卵期に対応して前年10月～当年9月の合計値を、当年の年級群に対応した値としている)により親魚量を、黒潮親潮以降域における幼稚魚調査に基づく加入量指数により0歳魚加入尾数をそれぞれチューニングした。

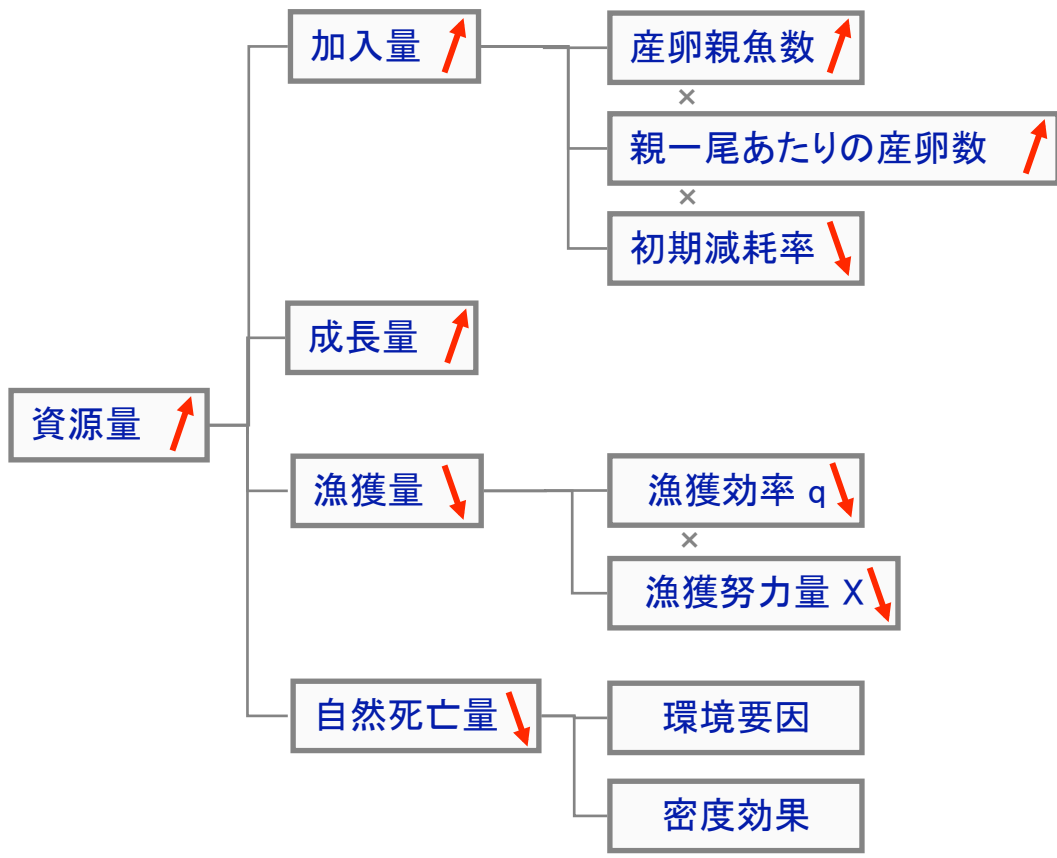
$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qN_y))^2$$

II. モデル構築

ラッセルの方程式(重量ベース)

$$B_{t+1} = B_t + A + G - Y - V$$

加入量
成長量
漁獲量
自然死亡量



海域肥沃化による影響

- ...変化なし
- ...変化なし
- ...再生産成功率: RPS=57.20尾/kg(1996)
- ...変化なし: 年齢別体重 = 近年3年間の平均体重
- ...M=4.0

II. モデル構築

VPA (Virtual Population Analysis)

海域肥沃化技術

順応的管理

▼RPSの将来シナリオ

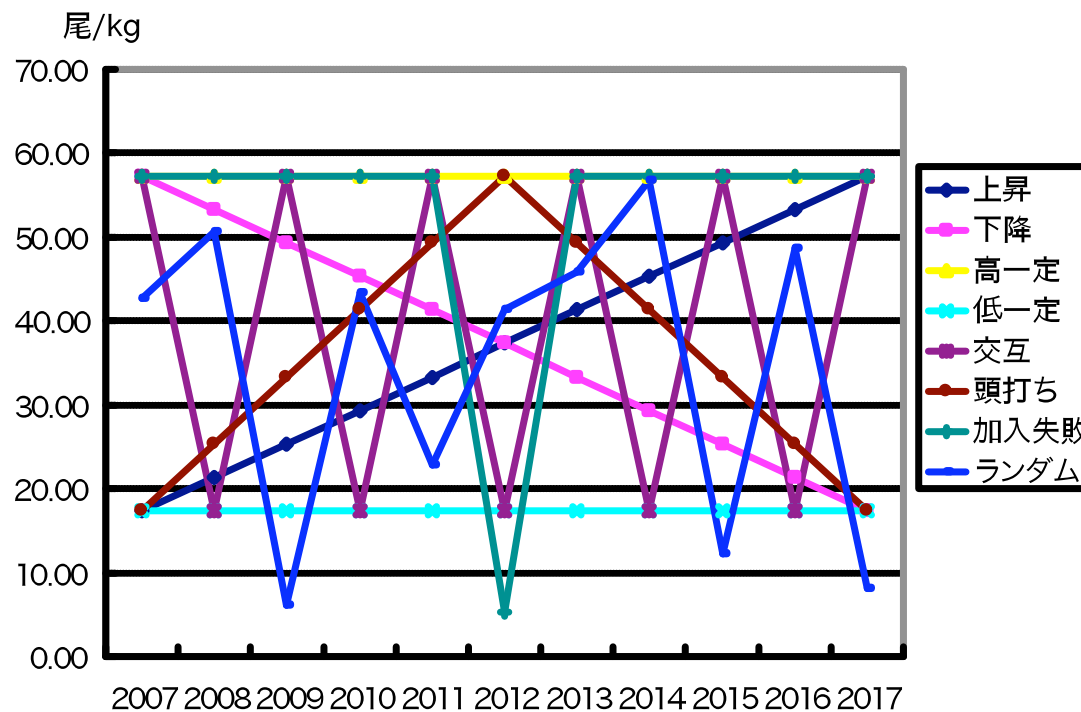
- ① 上昇シナリオ 17.44(1997~2005の平均)から57.20(1996~2005最高値)まで段階的に上昇する。
- ② 下降シナリオ 57.20(1996~2005最高値)から17.44(1997~2005の平均)まで段階的に下降する。
- ③ 高一定シナリオ 常に57.20(1996~2005最高値)で一定。
- ④ 低一定シナリオ 常に17.44(1997~2005の平均)で一定。
- ⑤ 交互シナリオ 17.44(1997~2005の平均)と57.20(1996~2005最高値)が毎年交互に現れる。
- ⑥ 頭打ちシナリオ 中間の2012年時点で57.20(1996~2005最高値)になるよう、段階的に上昇した後、頭打ちし、また元に戻る。
- ⑦ 加入失敗シナリオ 常に57.20(1996~2005最高値)で一定の中、途中2012年(中間)に一度だけ加入に失敗し、1996~2005年間で最低値である5.3となる。
- ⑧ ランダムシナリオ 17.44(1997~2005の平均)から57.20(1996~2005最高値)の間でランダムに変化する。

RPS

= 加入尾数(尾)/産卵親漁量(kg)

・再生産成功率

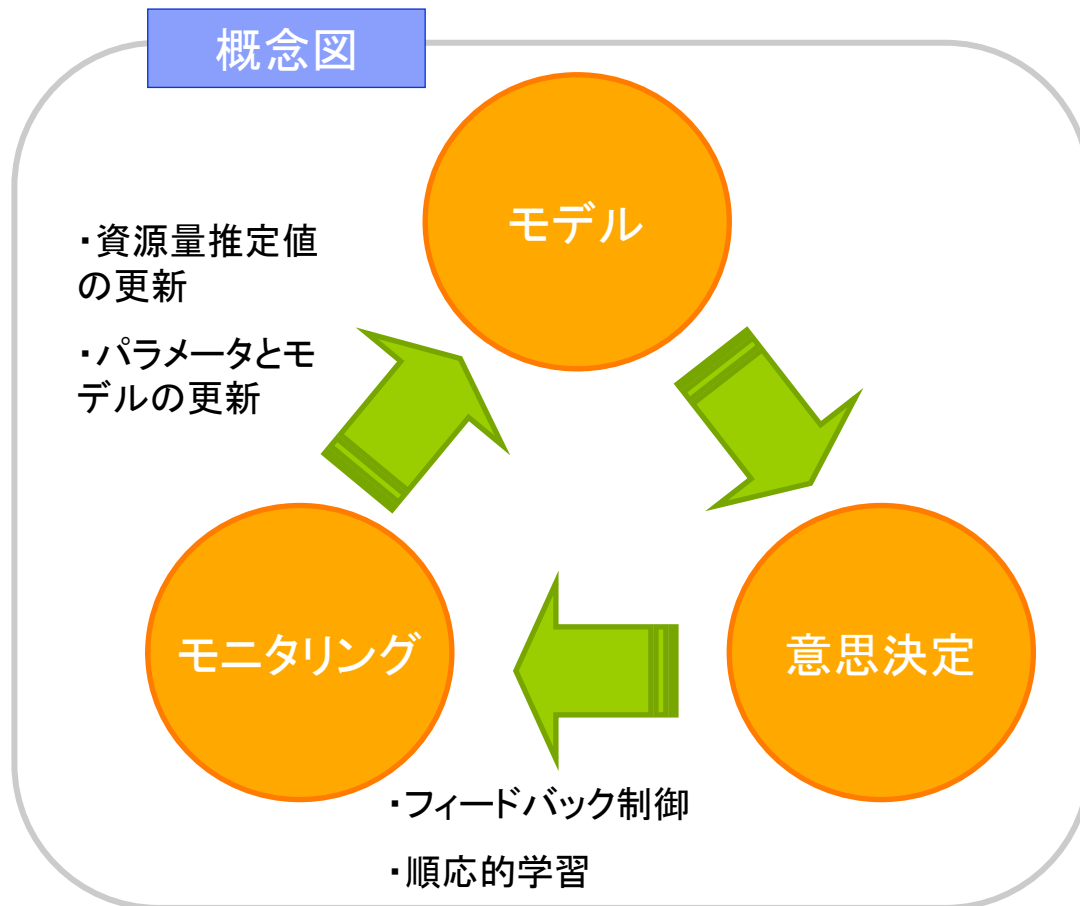
・親魚1kgあたりの加入尾数



Ⅱ. モデル構築

順応的管理

概念図



- 陸上希少種の管理に利用
- エアコンの温度調節のようなもの
- 決して「行き当たりばったり」ではない
- 資源が減ってから「どうしよう」と考えるのは順応的ではない。順応的管理では、資源が予想外の変動をする可能性を認めた上で、その結果にどう対応するかを事前に決定する。

II. モデル構築

VPA (Virtual Population Analysis)

海域肥沃化技術

順応的管理

▼従来の管理方策:F

	Fsus	0.8*Fsus	Fmed	F0.1	F30%SPR	Fcurrent	Frec	Fmax
本モデル	0.46	0.37	0.39	0.42	0.48	0.83	0.28	0.89
太平洋系群	0.47	0.37	-	0.57	0.75	0.62	0.27	1.40

▼順応的管理方策

《方策A-1》

2年毎に漁獲量を評価し、漁獲尾数が増加している場合、次の2年間の漁獲係数を現状維持Fcurrent、減少している場合、漁獲係数をFsusとする。

《方策A-2》

0歳魚保護のため、漁獲開始年齢を1歳に引き上げる。あとはA-1と同様。

《方策B-1》

2年毎に得られた漁獲量データを既存のVPAに追加し、RPS値の増加・減少傾向を評価する。RPSが増加している場合、次の2年間の漁獲係数を現状維持Fcurrent、減少している場合、漁獲係数をFsusとする

《方策B-2》

0歳魚保護のため、漁獲開始年齢を1歳に引き上げる。あとはB-1と同様。ただし、ここでは0歳魚の漁獲が0となるため、RPSを求めることができない。そこで、1歳魚を加入量としたRPSを計算し、これを判断基準とした。

Ⅲ. シミュレーション結果

管理目標

『親魚量を2017年(10年以内)に1996年水準(9,352トン)まで回復させる』

Ⅲ. シミュレーション結果

▼ RPS=57.20、非0歳魚保護

	Frec	0.8*Fsus	Fmed	F0.1	Fsus	F30%SPR	Fcurrent	Fmax
① 上昇	○	○	○	○	○	×	×	×
② 下降	○	○	○	○	○	○	○	○
③ 高一定	○	○	○	○	○	○	○	○
④ 低一定	○	×	×	×	×	×	×	×
⑤ 交互	○	○	○	○	○	○	×	×
⑥ 頭打ち	○	○	○	○	○	○	○	×

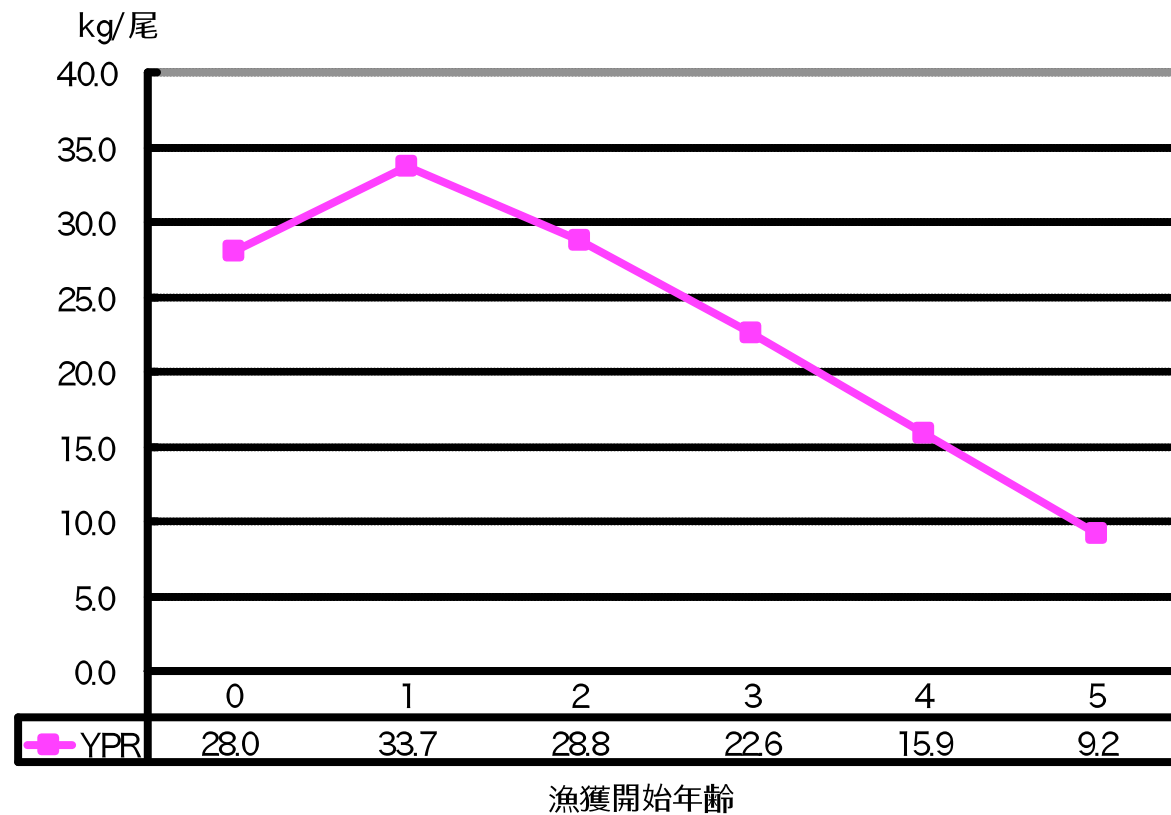
▼ RPS=57.20、0歳魚保護

	Frec	0.8*Fsus	Fmed	F0.1	Fsus	F30%SPR	Fcurrent	Fmax
⑦ 加入失敗	○	○	○	○	○	○	○	○
⑧ 上昇	○	○	○	○	○	○	×	×
② 下降	○	○	○	○	○	○	○	○
③ 高一定	○	○	○	○	○	○	○	○
④ 低一定	○	○	×	×	×	×	×	×
⑤ 交互	○	○	○	○	○	○	○	○
⑥ 頭打ち	○	○	○	○	○	○	○	○
⑦ 加入失敗	○	○	○	○	○	○	○	○

Ⅲ. シミュレーション結果

0歳魚保護の効果

各漁獲開始年齢とYPR(加入1尾あたりの漁獲重量)を比較する。



Ⅲ. シミュレーション結果

▼ ランダムシナリオにて、1000回ずつシミュレーション

	○	×	2017年までの 平均漁獲量
A-1	746	254	5,773
A-2	838	162	8,464
B-1	928	72	9,082
B-2	882	118	8,773

B-1(RPSにより増加・減少傾向判断、非0歳魚保護)が最も管理目標を達成する回数が多く、平均漁獲量も多くなる

IV. 結論

- ▶ 海域肥沃化技術の評価に適用可能なマイワシの資源量評価モデルを構築した
- ▶ 既存の管理方策Fにおける0歳魚保護の有効性を確認することができた
- ▶ 構築したモデルを用いて、4つの管理方策を検討し、以下の結論を得た。
 1. 漁獲量のみを判断基準とする場合、0歳魚を保護すべきである
 2. 漁獲量のみで資源量の変動傾向を判断するよりも、VPAを用いてRPSを求め、これを指標として使ったほうが良い
 3. RPSを用いる場合は、データの精度上、0歳魚を保護しないほうが良い