

7. 加入当たり漁獲量と加入当たり産卵親魚量 一魚を上手に利用する一

7.1 概要

加入してきた水産資源は成長により増加し、死亡により減少します。そこで、何歳から漁獲を始め、どのような強度で漁獲すると、加入してきた資源を最大限に利用できるかを検討することができます。しかし、水産資源の加入量は年によって大きく変動しますし、加入量を正確に予測することは困難です。そこで、これまで求められている個体の成長や寿命、自然死亡係数、加入年齢を利用し、漁獲係数と漁獲開始年齢を変化させながら、加入してきた魚1尾当たりに換算した漁獲重量を考えると、加入量の大きさにかかわらず資源の効率的な利用を検討することができます。このように漁獲係数と漁獲開始年齢で決まる加入当たりの漁獲量を示した図を等漁獲量曲線図と呼びます。この等漁獲量曲線図により現在の漁獲の仕方が加入してきた資源を最大限に利用しているか、無駄をしているかを判断することができます。

しかし、等漁獲量曲線図は、加入量の効率的な利用を考えるだけで、資源の持続的な生産は考慮していません。そこで、ある漁獲開始年齢のもとで、加入量を1として漁獲が全くない時の親魚量を求め、次にそれぞれの漁獲係数ごとの親魚量を求め、それぞれの漁獲係数の時の親魚量の減少割合を求めます。このような親魚量の減少割合を参考に、親魚量を確保しながら、資源の持続的な生産を達成する漁獲開始年齢や漁獲係数などの資源管理方策を考えることができます。

7.2 具体例

7.2.1 等漁獲量線図による資源管理方策 (7-ypr_spr.xls - Sheet 7.2.1)

Sheet 7.2.1 は東シナ海・黄海産マダイの等漁獲量線図の例を示しています。個体の成長・寿命に関するパラメータは、ベルタランフィ어의成長曲線の最大到達体長 l_{∞} から体長・体重関係を用いて求まる最大到達体重 W_{∞} 、成長係数 K 、体長 0 とした時の年齢 t_0 、寿命 t_L を用います。また生物個体群に関するパラメータとして、自然死亡係数 M 、加入年齢 t_r を入力します。加入年齢は漁場に来遊する年齢です。加入年齢が不明の場合、漁獲される最小の年齢でもかまいません。漁獲係数 F はコホート解析から求まる値を参考に 0～大きめの値を入力します。また漁獲開始年齢 t_h は 0～寿命までを入力します。等漁獲量曲線図はこの表に基づいて描いています。

7.2.2 加入当たり漁獲量による資源管理方策および管理基準値 (7-ypr_spr.xls - Sheet 7.2.2)

加入当たり漁獲量を最大にする漁獲係数を F_{max} といい、資源管理基準値の1つです (Sheet 7.2.2-1)。しかし、 F_{max} を用いると加入乱獲になりやすいこと、 F_{max} の近傍では F を変化させても漁獲量の変化は小さいため、近年では $F_{0.1}$ が推奨されています (Sheet

7.2.2-2)。これは原点での加入当たり漁獲量曲線の傾き 1/10 の傾きのときの F の値です。つまり、 $F_{0.1}$ のところでは単位努力当たりの漁獲量の増加が、未開発の資源に初めて加えられた単位努力によって産み出される漁獲量の増加の 1/10 に当たります。従って、 $F_{0.1}$ は生物資源を管理するという発想とは直接関係無く、むしろ獲る側の経済性から提案された資源管理基準ということもできます (桜本 1998)。

7.2.3 加入当たり産卵親魚量による資源管理方策および管理基準値 (7-ypr_spr.xls - Sheet 7.2.3)

Sheet 7.2.3 に示した $F_{30\%SPR}$ は漁獲が全くない $F=0$ のときの親魚量を 100%として、親魚量が 30%になるときの漁獲係数で、経験的に資源が維持される漁獲係数として、資源管理基準値の一つになっています。

F_{max} 、 $F_{0.1}$ 、 $F_{30\%SPR}$ ともに、ソルバーにより求めることができます。これらの資源管理基準の漁獲係数とコホート解析などから求められる漁獲係数との大小を比較して、漁獲係数の制御を提案できます。

7.3 補足

7.3.1 Y_w/R の式の導き方 (能勢ほか 1988)

漁獲重量の変化量 dY_w/dt を次のように定義する。

$$dY_w/dt = FN_t W_t \quad (1)$$

W_t は個体の重量で、下記のベルタランフィ어의式から次のように導く。

$$L_t = L_\infty \{1 - e^{-K(t-t_0)}\}$$

$$W_t = qL_t^3$$

$$W_\infty = qL_\infty^3$$

$$W_t = W_\infty \{1 - e^{-K(t-t_0)}\}^3 \quad (2)$$

$$= W_\infty \{1 - 3e^{-K(t-t_0)} + 3e^{-2K(t-t_0)} - e^{-3K(t-t_0)}\}$$

$$= W_\infty \sum_{n=0}^3 A_n e^{-nK(t-t_0)} \quad (3)$$

$$(n=0 \text{ で } A_0=1, n=1 \text{ で } A_1=-3, n=2 \text{ で } A_2=3, n=3 \text{ で } A_3=-1)$$

$$***和の3乗公式 (a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 ***$$

N_t には次式を用いる。

$$N_t = R' e^{-Z(t-t_0)} \quad (4)$$

$$Z = F + M$$

(3)と(4)を(1)に代入して積分すると

$$Y_w = FR W_\infty e^{-M(tc-tr)} \sum_{n=0}^3 A_n e^{-nK(tc-t0)} \{1 - e^{-(F+M+nK)(t\lambda-tc)}\} / (F+M+nK) \quad (5)$$

(n=0 で $A_0=1$, n=1 で $A_1=-3$, n=2 で $A_2=3$, n=3 で $A_3=-1$)

$$Y_w/R = FW_\infty e^{-M(tc-tr)} \sum_{n=0}^3 A_n e^{-nK(tc-t0)} \{1 - e^{-(F+M+nK)(t\lambda-tc)}\} / (F+M+nK)$$

(n=0 で $A_0=1$, n=1 で $A_1=-3$, n=2 で $A_2=3$, n=3 で $A_3=-1$)

7.3.2 F30%SPRの求め方

前項の加入当り漁獲量は積分により求めているが、ここでは加入当り親魚量を各年齢での親魚量の和とする簡便な方法を用いた。

t歳の成熟率を m_t 、体重を w_t として以下の式を満たす F を求めている。

$$0.3 = \frac{\sum_{t=0}^{tr} m_t w_t \exp(-M \cdot t) + \sum_{t=tr+1}^{t\lambda} m_t w_t \exp(-M \cdot t - F \cdot (t - tr))}{\sum_{t=0}^{t\lambda} m_t w_t \exp(-M \cdot t)}$$

7.4 引用文献

- 7.4.1 能勢幸雄・石井丈夫・清水 誠. 1988. 水産資源学. 東京大学出版会. 217pp.
 7.4.2 桜本和美. 1998. 漁業管理のABC-TAC制がよくわかる本-. 成山堂書店.
 200pp.

7.5 雛形になる文献

- 7.5.1 相澤 康. 2001. 神奈川県沿岸海域におけるマダイ, *Pagrus major*, の資源状況と加入量あたり漁獲量解析による資源管理方策. 神水研研報, 6:71-75.
 7.5.2 相澤 康. 2001. 種苗放流を考慮した加入量あたり産卵資源量解析による神奈川県におけるマダイ資源管理. 水産増殖, 49(4):417-424.
 7.5.3 佐野二郎. 2004. SPR, YPR解析による糸島地先におけるシロギス資源管理. 福岡水海技セ研報, 14:87-95.
 7.5.4 三原英次・山口宏史・上田祐司・松石 隆. 2005. 北海道噴火湾におけるケガニの甲長に基づく資源評価と資源管理. Nippon Suisan Gakkaishi, 71(6):935-941.
 7.5.5 根本芳晴・石田敏則. 2006. 福島県沿岸におけるメバルの生態および資源解析. 福島水試研報, 13:63-76.
 7.5.6 井本有治・木村 博・吉岡直樹・銭谷 弘. 2007. 加入量あたり産卵資源量を用いた周防灘マコガレイの資源管理. Nippon Suisan Gakkaishi, 73(4):684-692.