

国際漁場における漁業資源の管理技術向上にむけた生態学的研究

米田道夫（水産総合研究センター 中央水産研究所）

myoneda@fra.affrc.go.jp

乱獲により資源水準が著しく低下した東シナ海および北大西洋北海における主要漁業資源の生物特性を明らかにし、新たな資源管理にむけた基礎資料を提供した。この中で、北海産マダラでは、個体群における生殖特性の長期的変異が強い漁獲圧に伴う遺伝子組成の変化に由来することを見出し、産卵親魚群の年齢構成の多様性を維持することが資源管理の一基準として重要であることを明示した。

はじめに

近年、世界的な水産物需要の増大を背景として、我が国周辺海域のみならず、国際漁場や公海における水産資源の多くが低位水準にある。このような状況に対応するためには、各国が排他的経済水域のみならず国際漁場や公海の資源生産力の向上、資源の回復・管理に取り組むとともに、国際的な共同資源管理の推進が必要である。

東シナ海および北大西洋の北海は広大な大陸棚を有する国際漁場であるが、近隣諸国の長年にわたる高い漁獲圧により、それら海域の魚類資源の水準は著しく低迷し、その生物特性にも変異が認められている。このため、漁業資源の乱獲防止および環境保護を念頭に置いた新たな国際資源管理方策の実施には、現在の個体群における生物学的情報の収集・整備をするとともに、その変異要因を解明することが不可欠である。本稿では、東シナ海および北海における魚類複数種について、フィールド調査および室内実験により明らかにされた生物学的諸特性を紹介する。

東シナ海産魚類の生物特性

キアンコウ *Lophius litulon*、アンコウ *Lophiomus setigerus*、クロエソ *Saurida* sp. 1、マトウダイ *Zeus faber* について、選定された硬組織（耳石、脊椎骨）から年齢査定を行った結果、雌は雄よりも成長が良く、長寿であることが明らかとなった¹⁻⁴⁾。

アンコウ、キアンコウ、カイワリ *Kaiwarinus equula*、マトウダイについて、産卵期間、成熟年齢、産卵数、産卵頻度などを明らかにした⁵⁻⁹⁾。東シナ海産キダイ *Dentex tumifrons* はこれまで春と秋に1回ずつ、1年に計2回の産卵と考えられてきた。しかし、東シナ海における周年・昼夜にわたる標本採集の結果から、本種は春～秋の長期にわたりほぼ毎日産卵を繰り返していることが判明した^{10, 11)}。本種の1回当たりの産卵数は既往知見とほぼ一致することから、キダイの年間総産卵数における過去の推定値は過小評価されていたことを裏付けた。

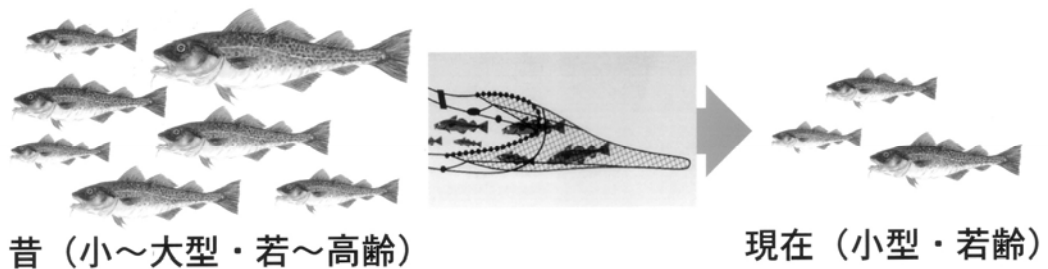
キアンコウは東シナ海陸棚域における水温の季節変動に伴い東シナ海と黄海を移動する^{7, 12)}。さらに、成熟調査と漁獲物組成の結果から、キアンコウの産卵場所は東シナ海陸棚域および九州沿岸域であり、雄は産卵期の数カ月前から産卵場所へ移動するのに対し、雌は産卵期直前に卵巣の成熟とともに産卵場所へ移動することが示された。

乱獲に伴う個体群の生物特性の変異—理論と実例（北海産マダラ）—

魚類の成長・生殖関連形質には自然環境のみならず、遺伝的要因が関与していることが知られている。漁獲対象魚種の多くでは、資源量の変動に伴う性成熟の長期的変異が典型例として認められてい

る。例えば、激減した個体群にみられる早熟化は、個体レベルにおける補償作用のみならず、個体群レベルにおける遺伝子組成の変化に起因している可能性が指摘されている。補償作用とは次の一連の過程によって生じると考えられる。すなわち、漁獲によって餌を競合する種内外の相手が減少することにより、生き残った個体はより多くの餌を獲得することができる。このため、1.個体の栄養状態の改善、2.余剰エネルギーの増大、3.成長速度の増加、4.種特異的な成熟サイズへの早期到達、により成熟年齢が低下すると考えられる。一方、漁業活動は一般に大型・高齢魚に対して高い漁獲圧をかけるため、乱獲の進んだ個体群では産卵親魚群の小型・若齢化が顕著となる（図1）。このような状況下において、小型・若齢で成熟する早熟系の遺伝形質を有する個体は、大型・高齢で成熟する晩熟系の個体よりも、生残率および繁殖成功度が高くなると予測される。配偶子生産においても同様のことが考えられ、多産系の個体は、少産系よりも選択的に淘汰されると予測される。生活史理論および室内実験などから、このようなサイズ選択的な死亡は成長特性の改善を伴わない個体群の生殖投資の増大を引き起こすことが示されている。

● 乱獲に伴う個体群構造の変化



● 北海産マダラの生殖特性の変異

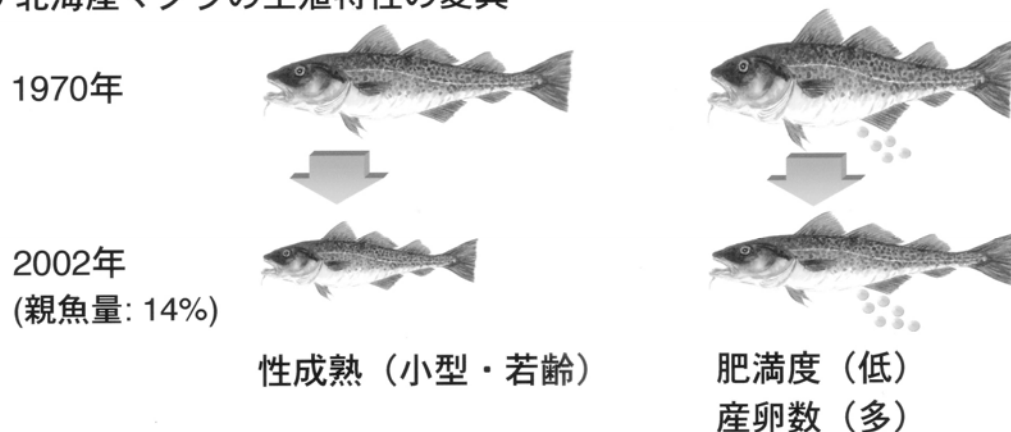


図1. 乱獲に伴う個体群構造の変化と北海産マダラの生殖特性変異のイメージ図

2002年における北海産マダラの産卵親魚量は1970年の約14%にまで減少した。

北海産マダラ *Gadus morhua* の産卵親魚量(SSB)は、乱獲の影響により減少の一途をたどっている。そこで、北海北西産マダラの生殖特性における長期変異を調べるため、SSBの高い時期(1969, 1970年)と低い時期(2002, 2003年)における性成熟、栄養状態、産卵数(1産卵期に生産される総卵数)などを比較した(図1)¹³⁾。その結果、2002、2003年のマダラ雌魚の50%成熟全長は、約30年前に比

べ、23cm 小さくなり (59→36 cm)、成熟年齢の低下も認められた。また、肥満度の変化に伴う孕卵数と全長の関係から、肥満度が 50%増加すると、同全長の孕卵数は両年代ともに約 46%増加することが明らかとなった。しかし、同じ肥満度である同全長の個体において、2002、2003 年の孕卵数は 1969、1970 年よりも約 32%高いことが判明した。すなわち、北海北西産マダラにおける近年の孕卵数の増加は、体内の栄養状態の向上によるものではないことを示している。一方、2002、2003 年における北海北方周辺海域産マダラには性成熟や孕卵数の地理的変異が明確に認められ、体内の栄養状態が同じであるにもかかわらず、北海北西産が最も小型で成熟し、多産であった。北海北方海域における底曳網漁船の漁獲努力量の変遷から、北海北西海域は他の海域に比べ、高い漁獲圧にさらされてきたことが明らかとなっている。これらのことから、北海北西産マダラにおける生殖特性の長期変異の一因が、先に述べた個体群の遺伝子組成の変化に由来するのではないかと考えられた。

大西洋マダラ初回産卵魚の生物特性に及ぼす環境の影響

近年、漁業資源の産卵親魚群における小型・若齢化が顕著になっており、産卵親魚群において初回産卵魚（生涯で初めて産卵する個体）の占める割合が増加している。そこで、生息環境が初回産卵魚の生物特性に及ぼす影響を調べるため、水温と給餌量を調整した処理区を設け、マダラ初回産卵魚の成長、性成熟、孕卵数などを調べた¹⁴⁻¹⁶⁾。その結果、初回産卵魚は、①産卵期直前の僅かな水温低下で卵巣成熟の開始を停止させること、②摂取エネルギーの多寡にかかわらず、卵生産には体サイズに応じたある一定量のエネルギー投資しか行わないこと、などが明らかとなった。

おわりに

乱獲は自然環境がもたらす選択圧（自然淘汰）よりも遥かに強力であるため、僅かな時間でも漁獲対象となる個体群を急速に“進化”させていく可能性がある。ある一定期間の禁漁や保護区の設定、大幅な漁獲規制などによっても資源水準が低迷したままである大西洋のマダラ個体群の実例は、乱獲による漁業資源衰退の深刻さを認識させるものであろう。一方、東シナ海をはじめとする我が国周辺海域の水産有用種の多くでは、その資源水準が低迷し、漁獲物の小型・若齢化が顕著になっている。今後、我が国周辺海域の漁業資源を持続的に利用していくには、国内および近隣諸国の政府、試験研究・漁業従事者、地域社会、産業の連携が不可欠であり、それが近い将来実現することを期待する。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、国内外の大学・試験研究機関、漁業会社の方々による惜しみのないご助力をいただきました。特に、九州大学大学院の松山倫也教授、松浦修平教授、英国 FRS Marine Laboratory の Peter J. Wright 博士、水産総合研究センター西海区水産研究所の時村宗春部長、水産大学校の竹下貢二教授には格段のご指導、ご助言をいただきました。さらに、本受賞にあたり、ご推薦下さった日本水産学会の會田勝美会長および同学会会員の皆様に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Yoneda M, Tokimura M, Fujita H, Takeshita N, Takeshita K, Matsuyama M and Matsuura S (1997) Age and growth of anglerfish *Lophius litulon* in the East China Sea and the Yellow Sea. *Fisheries Science* 63: 887-892.
- 2) Yoneda M, Tokimura M, Fujita H, Takeshita N, Takeshita K, Matsuyama M and Matsuura S (1998) Age

- and growth of the anglerfish *Lophiomus setigerus* in the East China Sea. *Fisheries Science* 64: 379-384.
- 3) Yoneda M, Sakai T, Tokimura M, Horikawa H and Matsuyama M (2002) Age and growth of the lizardfish *Saurida* sp. 1 in the East China Sea using otolith ring marks. *Fisheries Research* 55: 231-238.
 - 4) Yoneda M, Yamasaki S, Yamamoto K, Horikawa H and Matsuyama M (2002) Age and growth of John Dory, *Zeus faber* (Linnaeus, 1758), in the East China Sea. *ICES Journal of Marine Science* 59: 749-756.
 - 5) Yoneda M, Tokimura M, Fujita H, Takeshita N, Takeshita K, Matsuyama M and Matsuura S (1998) Ovarian structure and batch fecundity in *Lophiomus setigerus*. *Journal of Fish Biology* 52: 94-106.
 - 6) Yoneda M, Tokimura M, Fujita H, Takeshita N, Takeshita K, Matsuyama M and Matsuura S (1998) Reproductive cycle and sexual maturity of the anglerfish *Lophiomus setigerus* in the East China Sea with a note on specialized spermatogenesis. *Journal of Fish Biology* 53: 164-178.
 - 7) Yoneda M, Tokimura M, Fujita H, Takeshita N, Takeshita K, Matsuyama M and Matsuura S (2001) Reproductive cycle, fecundity, and seasonal distribution of the anglerfish *Lophius litulon* in the East China and Yellow seas. *Fishery Bulletin* 99: 356-370.
 - 8) Yoneda M, Futagawa K, Tokimura M, Horikawa H, Matsuura S and Matsuyama M (2002) Reproductive cycle, spawning frequency and batch fecundity of the whitefin jack *Kaiwarinus equula* in the East China Sea. *Fisheries Research* 57: 297-309.
 - 9) Yoneda M, Yamamoto K, Yamasaki S and Matsuyama M (2006) Growth and maturation variability of John Dory *Zeus faber* in the East China Sea in relation to thermal gradients. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 86: 885-892.
 - 10) Yoda M and Yoneda M (2002) Assessment of spawning frequency and batch fecundity in the yellow sea bream, *Dentex tumifrons*. *Fisheries Science* 68(Sup. 1): 443-444.
 - 11) 米田道夫, 依田真理 (2006) キダイの生殖特性 —東シナ海の海洋環境がもたらす影響—. 水研センター研究報 4(別冊): 125-129.
 - 12) Yoneda M, Tokimura M, Horikawa H, Yamamoto K, Matsuyama M and Matsuura S. (2002) Spawning migration of the anglerfish *Lophius litulon* in the East China and Yellow seas. *Fisheries Science* 68(Sup. 1): 310-313.
 - 13) Yoneda M and Wright PJ (2004) Temporal and spatial variation in reproductive investment of Atlantic cod *Gadus morhua* in the northern North Sea and Scottish west coast. *Marine Ecology Progress Series* 276: 237-248.
 - 14) Yoneda M and Wright PJ (2005) Effects of varying temperature and food availability on growth and reproduction of first-time spawning female Atlantic cod. *Journal of Fish Biology* 67: 1225-1241.
 - 15) Yoneda M and Wright PJ (2005) Effect of temperature and food availability on reproductive investment of first-time male Atlantic cod *Gadus morhua*. *ICES Journal of Marine Science* 62: 1387-1393.
 - 16) 米田道夫 (2006) 水温変動に伴う大西洋マダラ生殖特性の影響. 水研センター研究報告 4(別冊): 31-39.

**Studies on the ecological traits of exploited fish species in the International fishing grounds:
implication for improvement of fisheries management**

Michio Yoneda (Fisheries Research Agency, National Research Institute of Fisheries Science)

myoneda@fra.affrc.go.jp