

メカジキ 北大西洋

(Swordfish, *Xiphias gladius*)



最近一年間の動き

2012 年度は北大西洋のメカジキの資源評価は行われていない。最後に開催された 2009 年秋の資源評価において、現在の資源量は、おそらく 1990 年代中期に出現した卓越年級群と近年の漁獲量の減少によって回復したことが示された。大西洋まぐろ類保存国際委員会 (ICCAT) は、本資源の再生産力と MSY をそれぞれ $r=0.44$ 、13,730 トンと推定した上で TAC を 13,700 トン以下に抑えること、小型個体の漁獲量制限を継続するよう勧告を出した。2013 年秋に北大西洋のメカジキの資源評価が行われる予定である。

漁業の概要

北大西洋のメカジキは、かつて米国において筋肉に水銀が多く含まれているという理由で水揚げが禁止されていたが、その後規制が緩和されたために、1970 年代後半から漁獲量が急増し、1987 年にピーク (20,236 トン) に達した。

過去 10 年の平均漁獲量は 11,530 トンで、2011 年の漁獲量は死亡投棄も含めて 12,836 トンと推定された。これは、過去最高を記録した 1987 年の 37% 減であり、規制の効果と漁船の南大西洋及び大西洋外への移動によるものと考えられる。また、従来メカジキを専門に漁獲していたカナダ、スペイン、米国及びポルトガルのはえ縄漁船は、経済的な理由で対象魚種をまぐろ類及びさめ類に変更している。2002 年以降に報告された漁獲量は 2005 年まで緩やかな増加傾向にあったが、近年は 11,500 ~ 12,500 トンの間で増減を繰り返している (図 1、表 1)。近年の主要国における漁獲率の傾向としては、1990 年代後半以降増加を示す国が多いものの、米国の

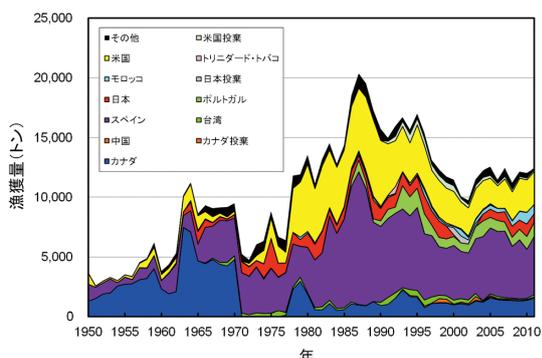


図 1. 国別漁獲量の年推移 (ICCAT 2012) 2011 年の値は暫定値。

表 1. 近年の国別漁獲量及び投棄量 (トン) (ICCAT 2012)

| 国名/年 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| カナダ | 1,348 | 1,334 | 1,300 | 1,346 | 1,551 |
| カナダ投棄 | 61 | 39 | 9 | 15 | 8 |
| 中国 | 85 | 92 | 92 | 73 | 75 |
| 台湾 | 103 | 82 | 89 | 88 | 192 |
| スペイン | 5,564 | 4,366 | 4,949 | 4,147 | 4,885 |
| ポルトガル | 778 | 747 | 898 | 1,054 | 1,203 |
| 日本 | 889 | 935 | 778 | 1,047 | 723 |
| 日本投棄 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| モロッコ | 237 | 430 | 724 | 963 | 782 |
| トリニダード・トバゴ | 29 | 48 | 30 | 21 | 0 |
| 米国 | 2,463 | 2,387 | 2,730 | 2,714 | 2,752 |
| 米国投棄 | 220 | 205 | 148 | 131 | 135 |
| その他 | 686 | 570 | 421 | 438 | 133 |
| 合計 | 12,463 | 11,237 | 12,169 | 12,060 | 12,439 |

一部は、比較的平坦なトレンドを示している (図 2)。この原因が近年の規制の変化によるものかどうかは、今後検討が必要である。

北大西洋 (地中海除く) において、本種はもっぱら浮きはえ縄によって漁獲されているが、刺し網漁業においても漁獲されており、前線域や海山周辺水域に主漁場が形成されている (図 3)。このうち、米国、カナダ、スペイン、ポルトガル、ブラジル、モロッコ、ナミビア、南アフリカ、ウルグアイ及びベネズエラは、メカジキを専門に狙って操業する浅縄 (夜縄) 操業による漁獲が大部分であるのに対して、日本、台湾、韓国は、まぐろ類を狙ったはえ縄操業 (熱帯域では深縄操業) による混獲である。また、近年の資源水準の悪化を受けて、日本、米国、カナダ、スペインが次のような自主規制を行っている。

日本：日本のはえ縄漁船は、2000 年 2 月より漁獲されたメカジキのうち、生きて漁獲された個体は放流し、死亡個体は海上投棄している。2003 年をもってこの措置は解除されたが、日本政府は資源保護の観点から 2004 年以降も生きて漁獲されたメカジキの放流を各漁船に義務づけている。なお、放流・投棄された個体の内、死亡投棄された部分だけが、日本の漁獲として ICCAT の統計に計上されている。

米国：米国のはえ縄漁船は大西洋西部で展開されており、キハダとメカジキを対象種としている。漁獲規制、魚価低迷、燃油高騰等により隻数は 400 から 120 まで減少した。2001 年から米国 EEZ 内において、2 つの海区を永久禁漁区としてメカジキ小型魚の漁獲を規制すると共に、3 つの海区ではクロマグロ小型魚保護のための禁漁期が設定されている。この他、2004 年には生態系管理アプローチにのっとり、ウミガメ等の混獲生物の死亡率低減のため米国の遠洋はえ

縄漁船にサークルフックの使用が義務付けられた。北大西洋で漁獲されるメカジキの漁獲物年齢組成は2～3歳魚が中心であるが、近年米国のはえ縄漁船が漁獲するメカジキの平均体長の増加が報告されている。

カナダ：カナダのメカジキ漁業は、2002年からITQ (Individual Transferable Quota) システムを導入し、クォータの10%が突きん棒、90%がはえ縄で漁獲されている。2010年、カナダの遠洋はえ縄漁船が漁獲しているメカジキの漁獲率が更新され、1996年以降の漁獲率(標準化していない)が増加傾向にあることが示された。この変化が資源管理の効果が操業形態の変化によるものかを評価するために、引き続き漁獲率の動向をモニターする必要がある。また、ITQ制度の導入から一定の年数が経過した現在、規制前後のデータを用いて本制度の効果を検討する必要があると指摘されている。2011年に更新された、はえ縄で漁獲されるメカジキの年齢・性別の漁獲率によれば、低水準を示した2006年以降、相対豊度は1990年に記録されたレベルまで増加していることが示された。

スペイン：北大西洋で操業するはえ縄漁船の多くは、魚価の変動に対応して複数魚種を対象とした操業を行っている。また、近年モノフィラメントの幹縄を導入し、操業の効率化を図っている。

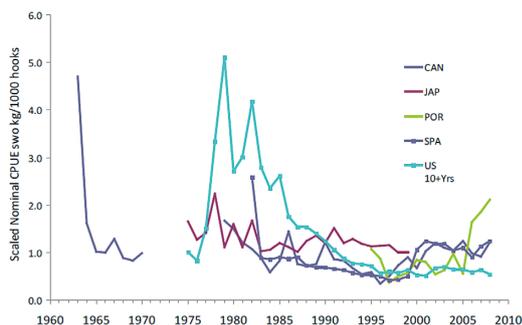


図2. 主な漁業国における北大西洋メカジキの漁獲率(基準化してある) (ICCAT 2012)

生物学的特徴

【成長と成熟】

メカジキは、若齢時に成長が早く、雌雄で成長が異なり、雌は雄よりも成長が早くかつ大型化する。

本種の年齢査定については、Eharhardt et al. (1996)が、2,000個体以上の標本について臀鰭第2棘に出現する年輪を用いて成長式を推定している(図4、表2)。この解析結果は、ICCATで漁獲物体長組成を年齢組成に変換する際に用いられている。しかしこの解析結果は、最も多くの標本に基づいたものであるが、解析に用いた個体の中に下顎全長250cm以上のものがほとんどなく、雌の大型個体に関して、推定精度が悪くなっている。寿命は、標識放流の結果より15年以上であると推定されている。

Mejuto and García-Cortés (2007)によると、雌の繁殖行動は表層水の水温と関連しており、大西洋西部熱帯域の暖水の影響を強く受けること、雌の初成熟体長は146cm(下顎又長)であることが明らかになった。また、雌の50%成熟体長・年齢は180cm、5歳と推定されていたが、近年の調査ではより小型・若齢であることが報告されている。

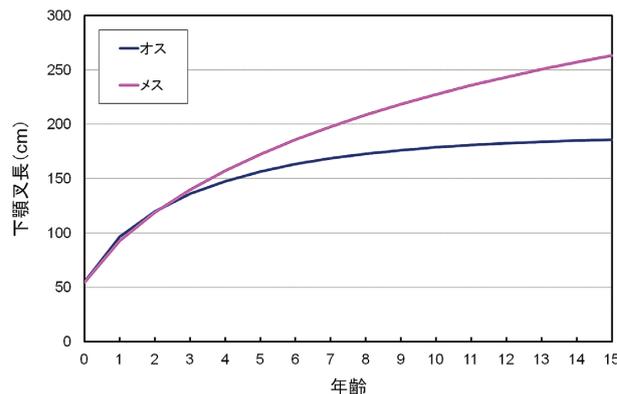


図4. 北大西洋メカジキの成長曲線 (Eharhardt et al. 1996)

表2. メカジキの性別年齢別下顎又長 (cm) (Eharhardt et al. 1996)

| 年齢(歳) | 雄 | 雌 |
|----------------|-------|-------|
| 1 | 95.1 | 93.0 |
| 2 | 118.2 | 119.0 |
| 3 | 134.9 | 139.9 |
| 4 | 146.1 | 158.1 |
| 5 | 154.3 | 172.1 |
| 6 | 162.1 | 186.2 |
| 7 | 169.1 | 198.6 |
| 8 | 169.5 | 207.5 |
| 9 | 176.3 | 218.1 |
| 10 | 178.0 | 226.1 |
| L _∞ | 189.6 | 364.7 |

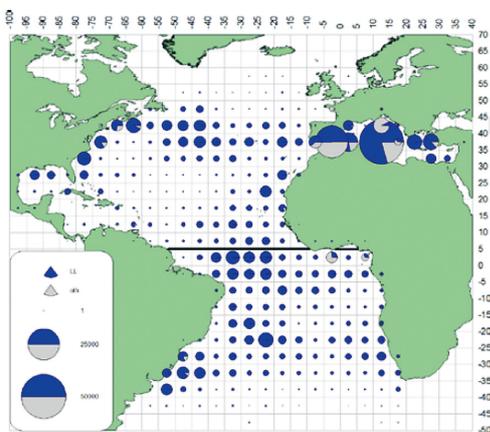


図3. 大西洋における漁法ごとのメカジキの累積漁獲量(2000～2009年の合計)の分布図 (ICCAT 2012)

青がはえ縄漁法、白がその他の漁法による漁獲量を示す。円の大きさは漁獲量の相対的な比を表す。南北の系群は北緯5度(太線)で仕切られている。

【産卵と回遊】

産卵は西大西洋熱帯・亜熱帯域（カリブ海～南米北西岸）において周年にわたって行われるが（図5）、季節性（春から初夏にかけて）も示唆されている。北大西洋のメカジキは、季節と共に熱帯域から温帯域へと摂餌回遊を行うが、雄は産卵場からあまり離れず、雌の方が長距離回遊を行うことが最近の研究によって指摘されている。また、本種は主要な繁殖域と、散在的な季節性を持った繁殖域及び非繁殖域との間で棲み分けを行っていることが示唆されている（図6）。ポッ

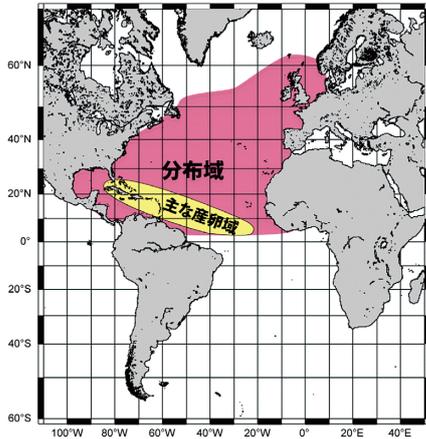


図5. 本資源の分布

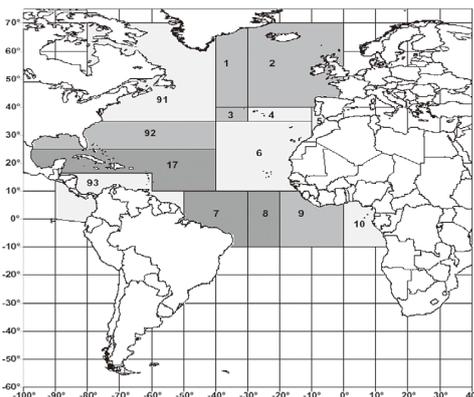
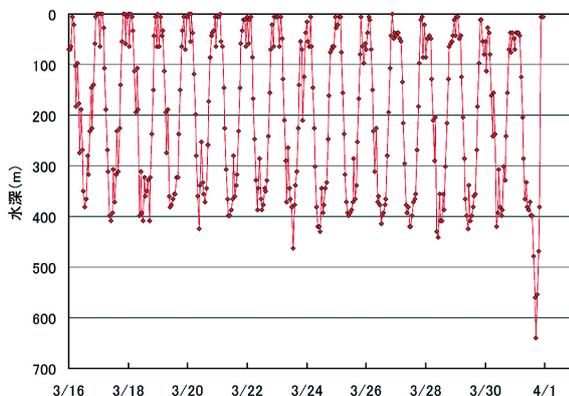


図6. 北大西洋メカジキの水域別分布形態（Ortiz *et al.* 2000）
エリア7・8・17は産卵域、1・2・3・9・92・93は摂餌域、
4・5・6・10・91は移行域を表す



プアップアーカイバルタグ（PSAT）を用いた最新の知見では、本種は索餌域にとどまる傾向を示し、通常標識で得られた結果と同様に北西部から北東部への移動はほとんど見られないことが明らかになった。

【食性】

成魚は日周鉛直移動を行い、昼間は水深 300～400 m に夜間は水温躍層の上部に生息することが、PSAT のデータから示されており（図7）、胃内容物には、浮魚類、底魚類、深海魚、軟体動物など幅広い生物が出現するので、活発な鉛直移動を行いながら幅広い水深帯で捕食活動を行っていると考えられている。胃内容物は季節・地理によって大きく異なるが、近年、ブラジル南岸のメカジキについて行われた調査では、頭足類が最も優占していることが報告された（Gorni *et al.* 2011）。

【資源構造】

メカジキの資源構造については、1990年代中期から2000年代中期にかけて分子遺伝学的手法による研究が精力的に行われ、2006年にはICCATでメカジキの資源構造に関するワークショップが開催された（ICCAT 2006a,b）。過去の一連の研究は、ミトコンドリアDNA・核DNAの塩基配列の違いに基づき、地中海、北大西洋、南大西洋、太平洋の4つの独立した系群の存在を示唆しており、ICCATでは、大西洋メカジキを北緯5度を境界線として南北の2系群に分けて管理している（Miyake and Rey 1989）。一方で、境界線は更に北（北緯8～20度の間）にあるとする研究結果も報告されているが（Chow and Takeyama 2000）、分析に供した標本の時空間的カバレッジが低い点が指摘され、境界線を変更するには不十分であると判断されていた。その後、北緯10～20度において広く標本が収集・分析され、境界線が北緯15度付近にあることが示されているが（Chow *et al.* 2007）、資源評価に反映されるまでには至っていない。Kasapidis *et al.* (2007) は、地中海、大西洋、インド洋と3つの主要な個体群の存在を示し、中でも大西洋においては北から南へ行くに従いインド洋メカジキに固有の遺伝子をもつ個体の割合が増加することを明らかにした。

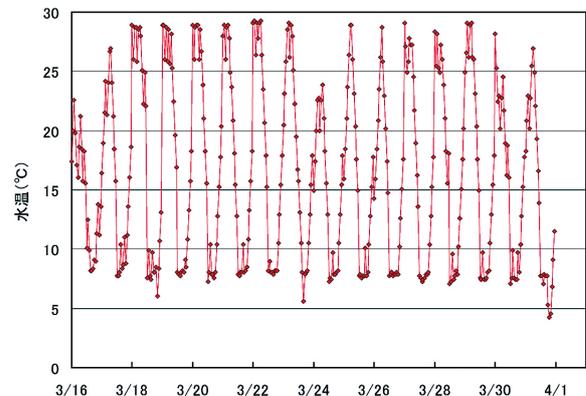


図7. ポップアップアーカイバルタグによるメカジキの鉛直行動パターン（Matsumoto *et al.* 2003）
左図は水深を右図は水温を表す。2002年3月にダカール沖で操業中の日本のえ縄漁船で漁獲された個体（推定下顎叉長160 cm）から得られたデータに基づいて作図。

資源状態

2009 年の ICCAT のメカジキ資源評価作業部会において非平衡プロダクションモデルと VPA (コホート解析) を用いた資源解析が行われた。プロダクションモデルには資源量指数として、米国、カナダ、日本、スペイン、モロッコ及びポルトガルのはえ縄データを 1 つにまとめて標準化した CPUE を、VPA のチューニングには、資源豊度指数として 4 か国(米国、カナダ、日本、スペイン) の漁業の年齢別 CPUE (釣り鉤 1,000 本当たり漁獲尾数) を用いた。

非平衡プロダクションモデルで計算した結果、バイオマスは 2000 年以降増加傾向にあり B_{MSY} を上回ること、漁獲死亡率は 1995 年をピークとして若干の増減はあるものの減少傾向を示し、2005 年以降の漁獲死亡率 (F) は F_{MSY} (MSY レベルで漁獲を行った時の F) 以下であることが示された (図 8)。これらの結果は、ICCAT の資源回復計画が一定の効果をあげたことを示唆している。2003 年以降、TAC を下回る漁獲量が続いたことにより資源が回復したとする一方で、回復傾向が緩やかであることから、本種の再生産力は従来の仮定よりも低く修正された (r : 0.49 から 0.44 に修正)。VPA による解析結果もおおむねこの結果を支持しており、産卵親魚量のトレンドは 1999 年までは顕著な減少傾向を示すものの、1999 年以降急増しており (図 9)、漁獲死亡率はすべての年級で 1996 年ごろまで増加傾向にあったがそれ以後大きく減少傾向を示していた。各国から提出された年齢別の資源量指数も最近年を除いて、トレンドは良く似ており、1990 年代終盤に比較的強い年級群の加入があり、それらが順調に産卵親魚に成長していることを示している。

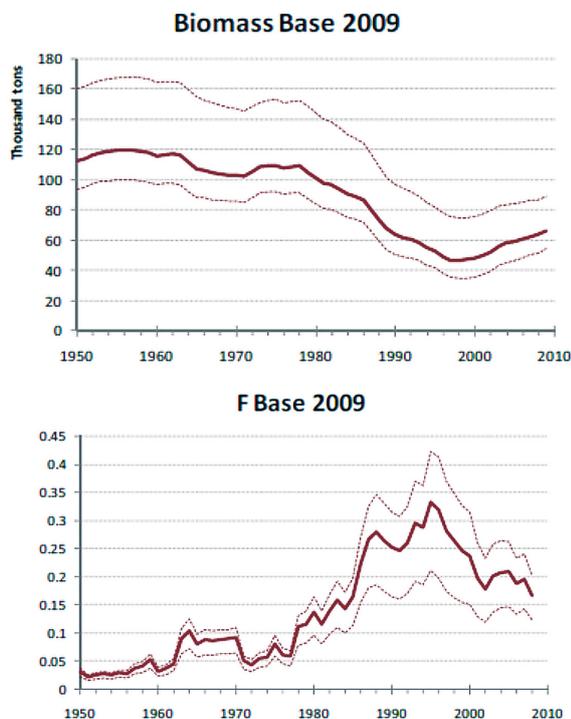


図 8. プロダクションモデルで推定された資源量 (上) と漁獲死亡率 (下) (ICCAT 2009)
資源量の単位はトン、点線は 80% 信頼限界を示す。

非平衡プロダクションモデルにブートストラップ法を適用し、様々な TAC 下におけるバイオマスの将来予測を行った結果、例えば TAC を 14,000 トンにした場合、数年後には $F > F_{MSY}$ となる確率が 50% 以上になる一方で 13,000 トンにした場合には 75% の確率で資源状態を目標とするレベルに維持できることが示された (図 10)。

最近年の加入水準に関する情報は、小型魚の主たる情報源である国々のデータ提出が滞っていること、小型魚漁獲規制のための禁漁期・禁漁区が設定されたこと等の理由により不足しており、例えば 1 歳魚の情報は 2001 年以降更新されていない。

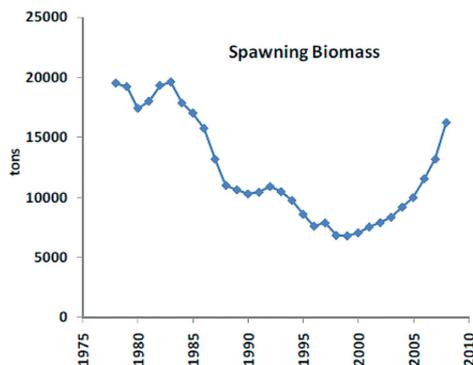


図 9. VPA のベースケースで推定された産卵親魚量の豊度変化 (ICCAT 2009)

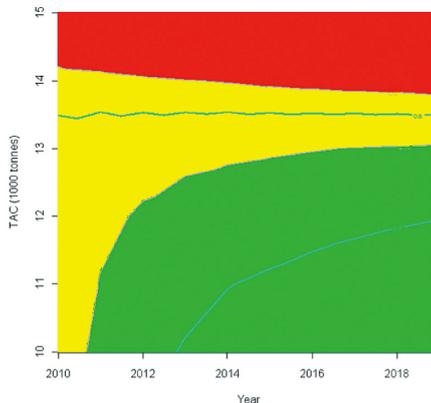


図 10. 一定の漁獲量 (Y 軸: TAC) に対する $B > B_{MSY}$ 、 $F < F_{MSY}$ となる確率を示す等高線図 (ICCAT 2012)
赤・黄色・緑の部分はそれぞれ $B > B_{MSY}$ 、 $F < F_{MSY}$ となる確率が 50% 以下、50-75%、75% 以上を示す。

管理方策

本資源水準を 50% 以上の確率で MSY 達成レベルに維持するためには、年間漁獲量を 13,700 トン未満に制限するべきとの勧告が出された。この漁獲量を遵守することで、現在の海洋環境及び漁業の状況下で最大生産量の利用を達成することができると考えられる。予防的アプローチとして、漁獲量を 13,000 トンに制限することで、50 ~ 75% の確率で 10 年間は資源を健全な状態に保つことができるとの予測が得られている。

現在、大西洋全域について、①下顎又長 125 cm 以下の魚の混獲率を 15% 以下に押さえる、②下顎又長 119 cm 以下の魚の混獲率を 0% とする、という 2 段階の最小体長規制がある。2006～2008 年に北大西洋で漁獲された 125 cm 以下の個体の割合は 28% (尾数) と推定されている。ただし、この推定値は全体の漁獲物の catch at size を使って得られた推定値であるので、解釈には注意が必要である。

上記規制あるいは各国が独自に導入している漁業規制によって、いくつかの漁業国においては、漁獲量、CPUE、及びサイズデータの利用可能性及び継続性が損なわれた結果、解析の質的な低下が認められており、今後の資源評価の不確実性に及ぼす影響が懸念されている。

執筆者

- かつお・まぐろユニット
- かじき・さめサブユニット
- 国際水産資源研究所 かつお・まぐろ資源部
- まぐろ漁業資源グループ
- 仙波 靖子・余川 浩太郎

参考文献

Chow, S., and Takeyama, H. 2000. Nuclear and mitochondrial DNA analyses reveal four genetically separated breeding units of the swordfish (*Xiphias gladius*). J. Fish Biol. 56:1087-1098.

Chow, S. Clarke, S. Nakadate, M. and Okazaki, M. 2007. Boundary between the north and south Atlantic populations of the swordfish (*Xiphias gladius*) inferred by a single nucleotide polymorphism at calmodulin gene intron. Mar. Biol. 152:87-93.

Eharhardt, N. M., Robbins, R. J., and Arocha, F. 1996. Age validation and growth of swordfish, *Xiphias gladius*, in the northwest Atlantic. ICCAT SCRS/95/99. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 45 (2): 358-367.

Gorni, G. R. Loibel, S., Goitein, R., and Amorim, A. F. 2011. Stomach contents analysis of swordfish (*Xiphias gladius*) caught off southern Brazil: A Bayesian analysis. , ICCAT SCRS/2011/134

ICCAT. 2006a. 8 Executive summaries on species. 8.8 SWO-ATL-Atlantic swordfish. In ICCAT (ed.), Report of the standing committee on research and statistics (SCRS) (Madrid, Spain, October 2 to 6, 2006). PLE-014/2006. 83-91 pp. <http://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/PLE-014%20EN.pdf> (2008 年 10 月 31 日)

ICCAT. 2006b. Report of the 2006 Atlantic swordfish stock assessment session (Madrid, September 4 to 8, 2006). SCRS/2006/015. <http://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/SCI-040%20EN.pdf> (2008 年 10 月 31 日)

ICCAT. 2009. Report of the 2009 Atlantic swordfish stock assessment session (Madrid, September 7 to 11, 2009). SCRS/2009/016.

http://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2009_SWO_ASSESS_ENG.pdf

ICCAT. 2012. 8 Executive summaries on species.8.9 SWO-ATL-Atlantic swordfish. In ICCAT (ed.), Report of the standing committee on research and statistics (SCRS) (Madrid, Spain, October 1 to 5, 2012). 142-159 pp.

Kasapidis, P., Valeiras, X., García-Cortés, B., Magoulas, A., and Mejuto, J. 2007. Genetic and growth profiles of several specimens of swordfish (*Xiphias gladius*) tagged and recaptured in the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. ICCAT. SCRS/2007/120

Matsumoto, T., Saito, H., and Miyabe, N. 2003. Report of observer program for Japanese tuna longline fishery in the Atlantic Ocean from September 2001 to March 2002. SCRS/2002/140. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1679-1718.

Mejuto, J., and García-Cortés, B. 2007. Reproductive activity of swordfish (*Xiphias gladius*) in the Atlantic ocean on the basis of different macroscopic indicators. ICCAT. SCRS/2007/111

Miyake, P. M., and Rey, J. C. 1989. Status of Atlantic broadbill swordfish stocks. In Stroud R. H. (ed.), Planning the Future of Billfishes Part I 115-136 pp. National Coalition for Marine Conservation Incorporation, Athens, Georgia., USA.

Ortiz, M., Restrepo, V., and Turner, S. C. 2000. North Atlantic swordfish sex-ratios at size keys: Analysis and development. SCRS/1999/083. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 51 (5): 1480-1508.

メカジキ (北大西洋) 資源の現況 (要約表)

| | |
|---------------------------------|--|
| 資源水準 | 中位 |
| 資源動向 | 増加 |
| 世界の漁獲量 (最近5年間) (2007～2011年) | 11,237～12,463 トン 平均：12,074 トン |
| 我が国の漁獲量 (最近5年間) (2007～2011年) | 723～1,062 トン (注)暫定値。生存放流分は含まれていない。 |
| 管理目標 | MSY |
| 目標値 | 13,730 (13,020～14,182) トン |
| 資源の現状 | B ₂₀₀₉ /B _{MSY} : 1.05 (0.94～1.24) F ₂₀₀₈ /F _{MSY} : 0.76 (0.67～0.96) |
| 管理措置 | 2012年及び2013年のTACを13,700トン(日本の割り当ては842トン)とする。国別割り当てについて、割り当て分を超過もしくは余った場合には、2年以内であれば差し引き・上乘せを行い調整することができる。ただし、調整分は割り当て量の25% (割り当てが500トン以上の国) または50% (割り当てが500トン未満の国) を超えない範囲とする。小型個体 (下顎又長125 cm / 体重25 kg 未満) の水揚量を15%以下に抑えるか、下顎又長119 cm / 体重15 kg 未満の個体の水揚量を0%にする (投棄量の評価含む)。 |
| 管理機関・関係機関 | ICCAT |