

メカジキ 北大西洋

(Swordfish, *Xiphias gladius*)



最近一年間の動き

2013 年に大西洋まぐろ類保存国際委員会 (ICCAT) の科学委員会 (SCRS) により資源評価が実施された。資源評価の結果、現在の資源量は 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緩やかに回復していることが示された。しかし、2002 年以降初めて 2012 年の漁獲量が (13,972 トン) が TAC (13,700 トン) を上回った。ICCAT は、本資源の再生産力と MSY をそれぞれ $r=0.42$ 、13,660 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。次回は 2016 年秋に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、かつて筋肉に水銀が多く含まれているという理由で米国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 11,500 トンで、2012 年の漁獲量は死亡投棄も含めて 13,972 トンと 2002 年以降初めて TAC (13,700 トン) を上回った。これは過去最高を記録した 1987 年の 31% 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、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 11,000 ~ 14,000 トンの間で増減を繰り返しているが近年は増加傾向になっている (図 1、表 1)。近年の主要国における漁獲率の傾向としては、

表 1. 近年の国別漁獲量及び投棄量 (トン) (ICCAT 2013)

国名/年	2008	2009	2010	2011	2012
カナダ	1,334	1,300	1,346	1,551	1,489
カナダ投棄	39	9	15	8	111
中国	92	92	73	75	59
台湾	82	89	88	192	166
スペイン	4,366	4,949	4,147	4,889	5,622
ポルトガル	747	898	1,054	1,203	882
日本	935	778	1,062	523	715
日本投棄	0	0	0	0	0
モロッコ	430	724	963	782	770
トリニダード・トバゴ	48	30	21	16	14
米国	2,387	2,730	2,714	2,551	3,435
米国投棄	205	148	138	223	216
その他	434	227	259	173	311
合計	11,099	11,974	11,880	12,186	13,790

1990 年代後半以降増加を示す国が多いものの、米国の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。

最近の研究により、温帯域の漁業の CPUE の残差 (観測値と推定値の差) と大西洋の暖水プール (AWP、大西洋数十年規模振動 (AMO) と非常に高い相関がみられるプール) の大きさに有意な相関があることが示された (Schirripa 2013)。このことは、1967 ~ 2011 年までノルウェーの沖合で下顎叉長 1.5 ~ 2.65 m のメカジキ漁獲が発生したことを支持するものである。AWP の効果は、北部の温帯域と熱帯域における矛盾する CPUE のシグナルと関係があると考えられており、メカジキの好適水温、被食魚の分布の変化、その両方との関係について更なる解析及び仮説検証の実施が求められている。

北大西洋 (地中海除く) において、本種は主に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、フランスは、まぐろ類を対象とするはえ縄操業 (熱帯域では深縄操業) による混獲である。

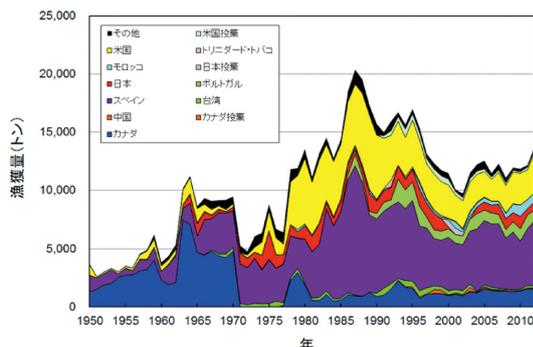


図 1. 国別漁獲量の年推移 (ICCAT 2013) 2013 年の値は暫定値。

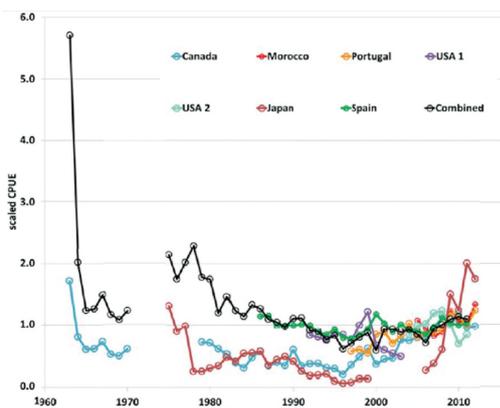


図 2. 主な漁業国における北大西洋メカジキの漁獲率（標準化してある）(ICCAT 2013)

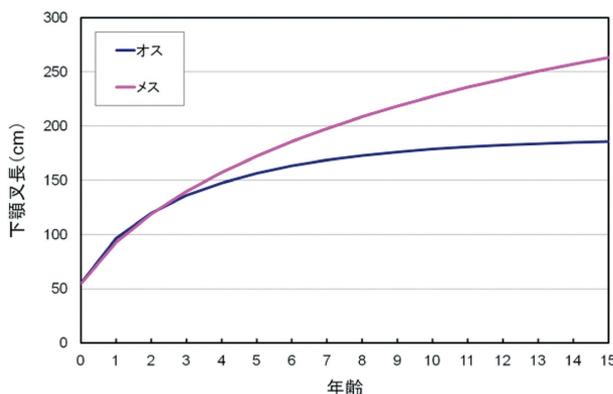


図 4. 北大西洋メカジキの成長曲線 (Eharhardt *et al.* 1996)

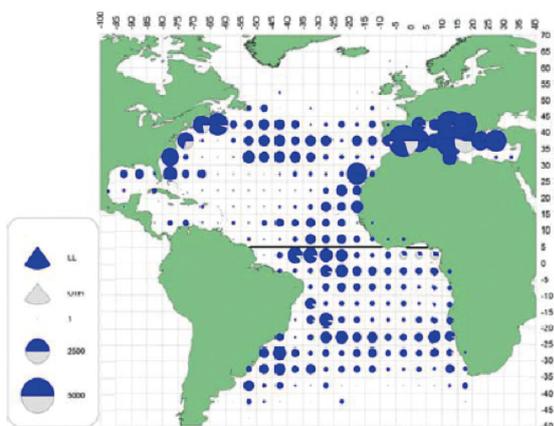


図 3. 大西洋における漁法ごとのメカジキの累積漁獲量 (2010～2011 年の合計) の分布図 (ICCAT 2013)

青がえ縄漁法、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。

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 250 cm 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 146 cm (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 180 cm、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。

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

【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。

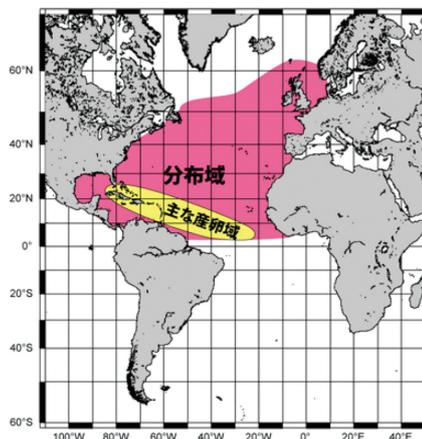


図 5. 本資源の分布

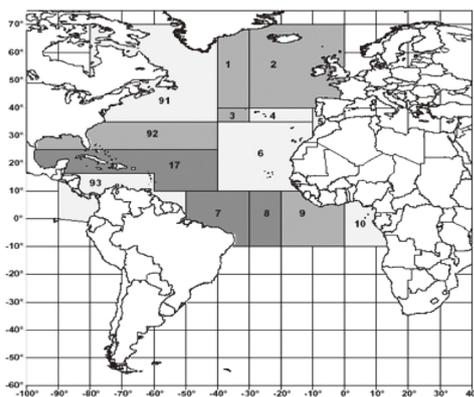


図 6. 北大西洋メカジキの水域別分布形態 (Ortiz *et al.* 2000)
 エリア 7・8・17 は産卵域、1・2・3・9・92・93 は摂餌域、
 4・5・6・10・91 は移行域を表す。

【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。

資源状態

2013 年の ICCAT の SCRS において、2011 年までのデータに対して、非平衡プロダクションモデル (ASPIC) とベイジアンサープラスプロダクションモデル (BSPM) を用いて資源解析が行われた。両モデルともに資源量指数として、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 を用いた。

ASPIC (ベースケースモデル) で計算した結果、資源量は 1997 年以降増加傾向にあり B_{MSY} 以上であること、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、2000 年以降の漁獲死亡率 (F) は F_{MSY} 以下であることが示された (図 8)。2011 年の資源状態は、2009 年の資源評価で推定した値に比較的似ており、90% の確率で資源量は B_{MSY} 以上であった。本種の再生産力は、最近年の推定では前回の推定値とほぼ同じであった ($r=0.42$)。BSPM モデルの漁獲死亡率と資源のトレンドは ASPIC の結果と類似しており、全体を通して BSPM の方が資源量の水準は高く、漁獲死亡率の水準は低く推定された。それでも、推定結果は、両モデルで類似していた。

これらの結果は、2009 年の資源評価と同様に資源は回復していることを示している。2009 年の ASPIC による資源評価と比べて、1990 年代までの資源量と漁獲死亡率の年変化は似ているが、その後わずかに漁獲死亡率が減少し相対的な資源量が増加した。

ASPIC を用いて TAC を 8,000 トンから 20,000 トンまで

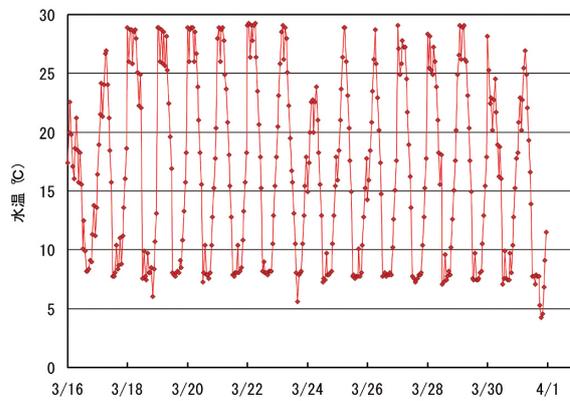
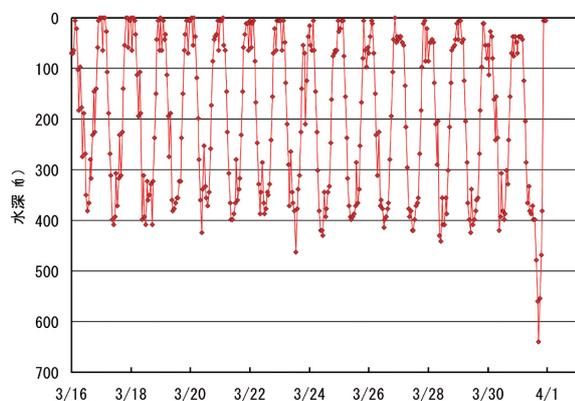


図 7. ポップアップアーカイバルタグによるメカジキの鉛直行動パターン (Matsumoto *et al.* 2003)
 左図は水深を右図は水温を表す。2002 年 3 月にダカール沖で操業中の日本のはえ縄漁船で漁獲された個体 (推定下顎叉長 160 cm) から得られたデータに基づいて作図。

1,000 トンずつ変化させて 2021 年までの将来予測を行った結果、90% 以上の確率で資源量が回復し、 B_{MSY} 以上になることが示され、委員会による資源回復計画の目標が達成された。例えば、TAC を 15,000 トンにすると、今後 10 年間に $B > B_{MSY}$ となる確率は 50% 以下になる一方で 13,000 トンにした場合には 90% 以上の確率で資源状態を MSY レベルに維持できることが示された (表 3)。

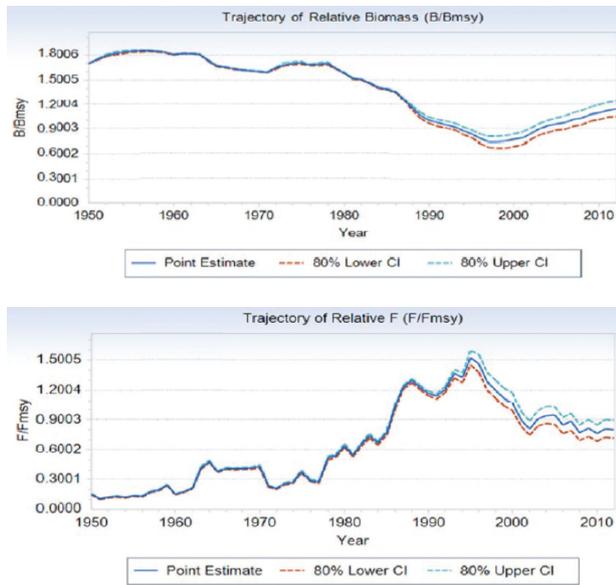


図 8. 非平衡プロダクションモデル (ASPIC) で推定された F/F_{MSY} (上図) と B/B_{MSY} (下図) の点推定値の年変化 (ICCAT 2013) 点線は 80% 信頼区間を示す

表 3. 将来予測による一定の漁獲量 (Y 軸: TAC) に対してある年までに $B > B_{MSY}$ 、 $F < F_{MSY}$ となる確率 (ICCAT 2013) 灰色の部分はそれぞれ $B > B_{MSY}$ 、 $F < F_{MSY}$ となる確率が 50% 以上を示す。

TAC	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
13000	88	91	92	92	92	92	93	93
13200	88	91	91	92	92	91	91	91
13400	88	90	90	89	89	89	89	89
13600	88	88	88	88	87	87	86	85
13700	88	88	88	87	85	84	84	83
13800	88	87	86	85	83	82	82	81
13900	88	86	84	83	82	80	79	77
14000	88	84	82	80	79	77	75	74
14100	88	82	80	78	76	74	72	69
14200	88	81	79	76	73	71	67	63
14300	88	80	76	73	70	65	61	56
14400	88	78	74	71	65	60	54	47
14600	88	74	69	63	56	47	40	33
14800	88	70	62	51	43	34	29	22
15000	88	64	55	42	32	25	17	13

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。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、90% 以上の確率で 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。

これらの SCRS からの報告を受けて ICCAT のコミッションは、2014 ~ 2016 年の TAC を 13,700 トンとした。日本の漁獲割当量は年間 842 トンである。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。現在、大西洋全域について、①下顎又長 125 cm / 体重 25 kg 未満の個体の水揚量を 15% 以下に抑える、②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) 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 (体長別の漁獲量) 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。

なお、北大西洋メカジキについては、リミット・リファレンス・ポイント (LRP) を用いた「暫定的な漁獲管理規則 (HCRs)」の導入が検討されている。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 ICCAT の規制により、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た。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。その他、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か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指摘されている。2011 年に更新されたはえ縄で漁獲されたメカジキの年齢・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。

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

甲斐 幹彦

国際水産資源研究所 国際海洋資源研究員

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. 2013. 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, September 30 to October 4, 2013). 161-180 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.
- Schirripa M. J. 2013. A hypothesis of a recent poleward shift in the distribution of North Atlantic Swordfish (version 1.0). SCRS/2013/161.

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)	11,052 ～ 13,972 トン 平均:12,325 トン (2008 ～ 2012 年)
我が国の漁獲量 (最近5年間)	523 ～ 1,062 トン 平均: 803 トン (2008 ～ 2012 年) (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 (13,250 ～ 14,080) トン
資源の現状	$B_{2011}/B_{MSY}=1.14$ (1.05 ～ 1.24) $F_{2011}/F_{MSY}=0.82$ (0.73 ～ 0.91)
管理措置	2014～2016 各年の 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。 下顎又長 125 cm / 体重 25 kg 未満の個体の水揚量を 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