

メカジキ 北大西洋

(Swordfish, *Xiphias gladius*)

最近の動き

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) により資源評価が行われた。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。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総漁獲可能量 (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。これを受けて、ICCAT では 2014 ~ 2016 年の TAC を 13,700 トンと設定した。2016 年の ICCAT の SCRS では漁獲量データの更新のみ行われ、年次会合では、2017 年まで現在の TAC を延長することが合意された。

漁業の概要

北大西洋のメカジキは、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 1990 年代に減少した (図 1)。2003 年以降に報告された漁獲量は 10,000 ~ 14,000 トンの間で増減を繰り返している (図 1、表 1)。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において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、過去 10 年の平均漁獲量は 11,797 トンで、2015 年の漁獲量は死亡投棄も含めて 10,520 トンであった。これは過去最高を記録した 1987 年の約 45% 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。

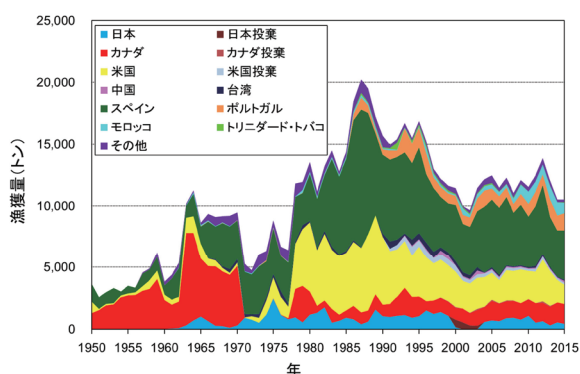


図 1. 北大西洋におけるメカジキの国別漁獲量 (ICCAT 2016)
2015 年の値は暫定値。

表 1. 北大西洋におけるメカジキの近年の国別漁獲量及び投棄量 (トン) (ICCAT 2016)

国名/年	2011	2012	2013	2014	2015
カナダ	1,551	1,489	1,505	1,604	1,579
カナダ投棄	8	111	59	12	8
中国	75	59	96	60	141
台湾	192	166	115	78	115
スペイン	4,889	5,622	4,084	3,750	4,013
ポルトガル	1,203	882	1,438	1,241	1,420
日本	523	639	300	546	436
日本投棄	0	0	0	0	0
モロッコ	782	770	1,062	1,062	850
トリニダード・トバゴ	16	14	16	26	17
米国	2,551	3,393	2,824	1,809	1,583
米国投棄	223	217	120	137	139
その他	512	513	449	197	219
合計	12,523	13,875	12,069	10,522	10,520

近年の主要国における CPUE 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、米国など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。我が国の近年の漁獲量は、300 ~ 1,091 トンの間で推移しており過去 5 年間の平均漁獲量は約 685 トンである。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)。AWP が高くなると水温の上昇により分布可能な範囲が広がるため CPUE の観測値が水温等の効果から予測される CPUE 推定値より高くなると考えられる。このことは、1967 ~ 2011 年まで高緯度域である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 (ICCAT 2014)。

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、韓国及びフランスは、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。

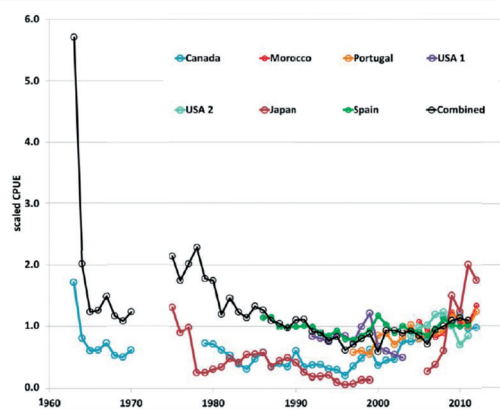


図 2. 主な漁業国における北大西洋メカジキの CPUE（標準化してある）(ICCAT 2013)

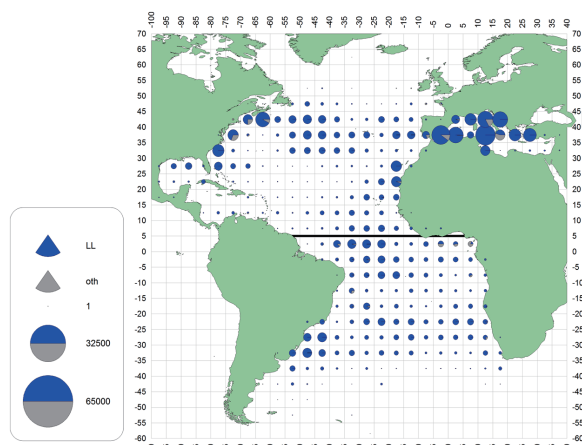


図 3. 大西洋における漁法ごとのメカジキの累積漁獲量（2010～2014 年の合計）の分布図 (ICCAT 2016)

青がはえ縄漁法、灰色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。凡例の丸は上から 32,500 トン、65,000 トン。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

メカジキは熱帯域から温帯域にかけて広く分布している (Palko *et al.* 1981) (図 4)。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 4)、季節性 (春から初夏にかけて) も示唆されている (Beardsley 1978, Arocha 1996)。北大西洋のメカジキは、5 月以降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 (Neilson *et al.* 2013)。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 (Neilson *et al.* 2013) (図 5)。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 (Neilson *et al.* 2009)。

メカジキは、若齢時に成長が早く、雌は雄よりも成長が早くかつ大型化する (Neilson *et al.* 2013)。本種の年齢査定については、Eharhardt *et al.* (1996) が臀鰭第 2 棘に出現する年輪を用いて成長式を推定しており (図 6、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

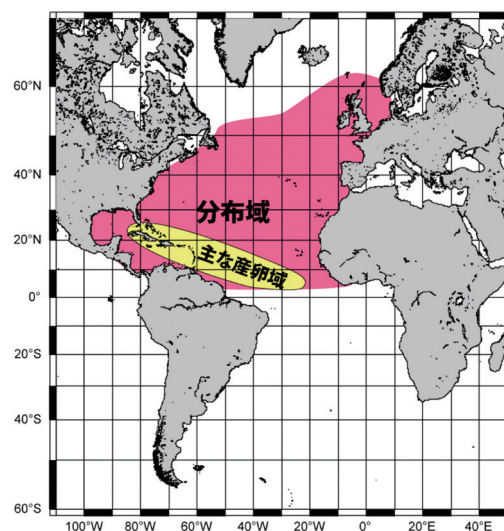


図 4. 大西洋におけるメカジキの分布

表 2. メカジキの性別年齢別下顎叉長 (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

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 (2,000 個体以上) に基づいたものであるが、標本中に下顎全長 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、過去の成長に関する研究から 25 歳を超えることは稀であると考えられている (Neilson *et al.* 2013)。

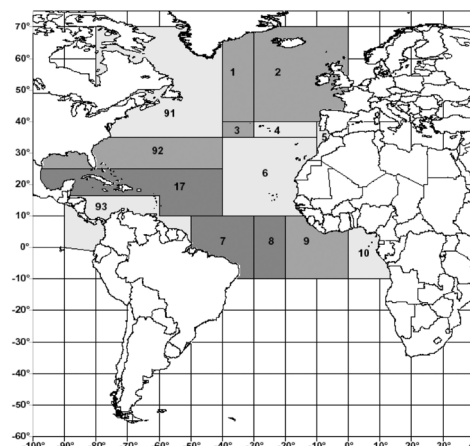
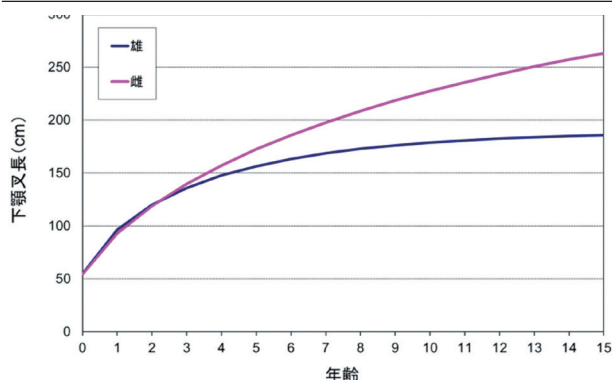


図 5. 北大西洋メカジキの水域別分布形態 (Ortiz *et al.* 2000)
エリア 7・8・17 は産卵域、1・2・3・9・92・93 は摂餌域、4・5・6・10・91 は移行域を表す。

図 6. 北大西洋メカジキの成長曲線 (Eharhardt *et al.* 1996)

Mejuto and García-Cortés (2014) 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（下顎叉長）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 (ICCAT 2014)。

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いる (Matsumoto *et al.* 2003) (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 (Beardsley 1978)、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)。

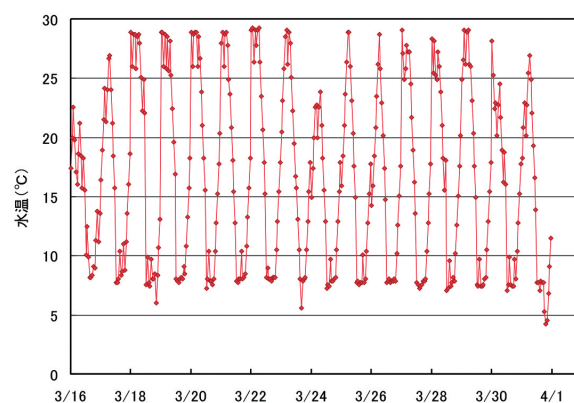
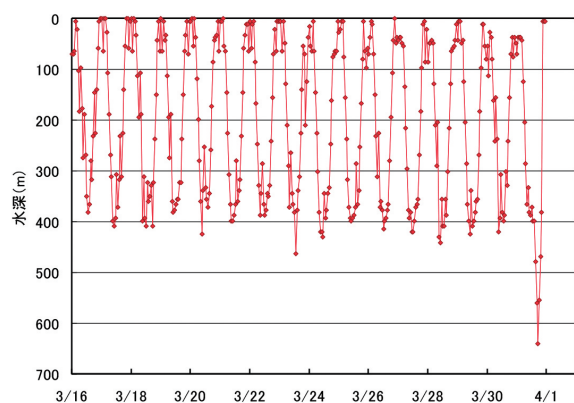
メカジキの資源構造については、1990 年代中期から 2000 年代中期にかけて分子遺伝学的手法による研究が精力的に行われ、2006 年には ICCAT でメカジキの資源構造に関するワークショップが開催された (ICCAT 2006a,b)。過去の一連の研究は、ミトコンドリア DNA・核 DNA の塩基配列の違いに基づき、地中海、北大西洋、南大西洋、太平洋の 4 つの独立した系群の存在を示唆しており、ICCAT では大西洋メカジキを、北緯 5 度を境界線として南北の 2 系群に分

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。最新の遺伝解析による知見 (Smith *et al.* 2015) では、南北大西洋の境界線が北緯 20 ～ 25 度、西経 45 度付近にあり、地中海と大西洋の境界線が西経 10 度にあることが示されたが、資源の境界線については、資源分布の季節的な変化の影響を十分に調べる必要があるため、現在の境界線を維持することとなった (ICCAT 2015)。

資源状態

最新の資源評価は 2013 年に ICCAT の SCRS において実施され、2011 年までのデータについて、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、漁獲係数 (F) 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 年以降は F_{MSY} 以下であることが示された (図 8)。2011 年の資源量は 90% の確率で B_{MSY} 以上であった。BSPM モデルの漁獲係数と資源量の傾向は ASPIC の結果と類似しており、資源量の水準は全体を通して BSPM の方が高く、漁獲係数の水準は低く推定された。これらの結果は、資源状態は乱獲ではなく漁獲の強さは過剰漁獲にないこ

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。

とを示している。

ASPIC を用いて TAC を 8,000 トンから 20,000 トンまで 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)。この結果、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。

次の資源評価は 2017 年 7 月に行われる予定である。

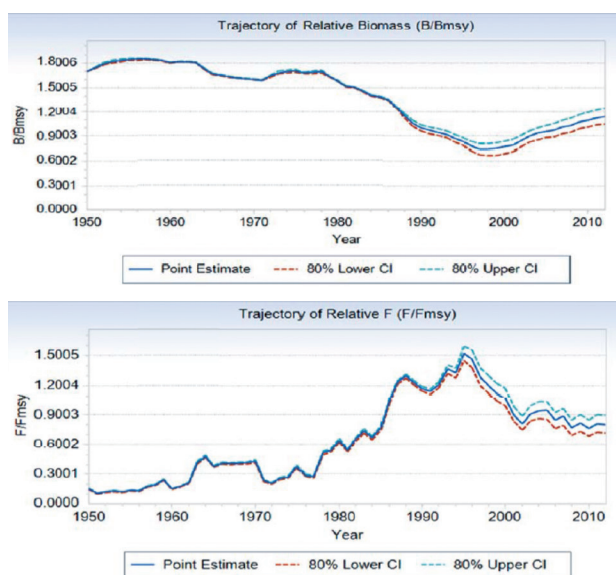


図 8. 非平衡プロダクションモデル (ASPIC) で推定された F/F_{MSY} (上図) と B/B_{MSY} (下図) の点推定値の年変化 (ICCAT 2013) 点線は 80% 信頼区間を示す。

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	92	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

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 トンとしていたが、2016 年の年次会合において、2017 年 (次の資源評価実施年) まで現在の TAC の延長を決めた。日本の漁獲割当量は年間 842 トンである。国別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・上乗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 15% (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 (ICCAT 2013)。現在、大西洋全域について、①下顎叉長 125 cm / 体重 25 kg 未満の個体の水揚げ量を 15% 以下に抑える、または②下顎叉長 119 cm / 体重 15 kg 未満の個体の水揚げ量を 0% にする (投棄量の評価含む)、という 2 種類の最小体長規制がある (ICCAT 2013)。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 (ICCAT 2013)。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、「限界管理基準値 (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。

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

参考文献

- Arocha, F., and D. W. Lee. 1996. Maturity at size, reproductive seasonality, spawning frequency, fecundity and sex ratio in swordfish from the Northwest Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 45(2): 350-357.
- Beardsley, G. L. 1978. Report of the swordfish workshop held at the Miami laboratory southeast fisheries center, National Marine Fisheries Service Miami Florida. June 7-9. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 7(1): 149-158.
- 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. 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.
- ICCAT. 2014. 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 29 to October 3, 2014). 145-164 pp.
- ICCAT. 2015. 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 28 to October 2, 2015). 158-176 pp.
- ICCAT. 2016. 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 3 to 7, 2016). 166-186 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. 2014. Reproductive activity of swordfish *Xiphias gladius*, in the Atlantic Ocean inferred on the basis of macroscopic indicators. Rev. Biol. Mar, Oceanogra, Vol49. No.3.
- 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.
- Neilson, J. D., Smith, S., Royer, R., Paul, S. D., Porter, J. M., et al. (2009) Investigations of horizontal movements of Atlantic swordfish using pop-up satellite archival tags. Rev.: Methods Technol. Fish Biol. Fish 9: 145-159. doi: 10.1007/978-1-4020-9640-2_9
- Neilson, J., Arocha, F., Cass-Calay, S., Mejuto, J., Ortiz, M., Scott, G., Smith, C. 2013. The Recovery of Atlantic Swordfish: The Comparative Roles of the Regional Fisheries Management Organization and Species Biology. Reviews in Fisheries Science 21 (2), 59-97.
- 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.
- Palko, B. J., G. L. Beardsley and W. J. Richards. 1981. Synopsis of the biology of the swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus. NOAA Technical Report NMFS Circular 441/FAO Fisheries Synopsis No. 127.
- Schirripa M. J. 2013. A hypothesis of a recent poleward shift in the distribution of North Atlantic Swordfish (version 1.0). SCRS/2013/161.
- Smith BL, Lu C-P, García-Cortés B, Viñas J, Yeh S-Y, Alvarado Bremer JR (2015) Multilocus Bayesian Estimates of Intra-Oceanic Genetic Differentiation, Connectivity, and Admixture in Atlantic Swordfish (*Xiphias gladius* L.). PLoS ONE 10(6):e0127979. doi:10.1371/journal.pone.0127979

メカジキ（北大西洋）の資源の現況（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)	10,520 ～ 13,875 トン 最近 (2015) 年 : 10,520 トン 平均 : 11,902 トン (2011 ～ 2015 年)
我 が 国 の 漁 獲 量 (最近 5 年間)	300 ～ 639 トン 最近 (2015) 年 : 436 トン 平均 : 489 トン (2011 ～ 2015 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	13,660 (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	2017 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・上乗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 15% (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。 下顎叉長 125 cm / 体重 25 kg 未満の個体の水揚げ量を 15% 以下に抑えるか、下顎叉長 119 cm / 体重 15 kg 未満の個体の水揚げ量を 0% にする (投棄量の評価含む)。
管理機関・関係機関	ICCAT
最新の資源評価年	2013 年
回目の資源評価年	2017 年