

メカジキ 北大西洋

(Swordfish, *Xiphias gladius*)



最近の動き

2017年に大西洋まぐろ類保存国際委員会 (ICCAT) の調査統計委員会 (SCRS) により資源評価が行われた。資源評価には、Bayesian Surplus Production 2 (BSP2) と Stock Synthesis 3 (SS3) が用いられ、現在の資源量は B_{MSY} を上回るものの、前回の資源評価より若干悲観的な結果となった。また、SCRSは将来予測の結果から、TACを13,700トンで維持した場合、2028年に資源を維持できる可能性が36%であり、50%以上の可能性で資源を維持するためには、TACを13,200トンとする必要があることを指摘した。これを受けて、2017年のICCAT年次会合において、2018～2021年のTACを13,200トンと設定した。

利用・用途

刺身、寿司、切り身（ステーキ）、煮付け。

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（20,238トン）に達し1990年代に減少した（図1）。これは、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ためである。その後規制が緩和され、2003年以降に報告された漁獲量は約9,000～14,000トンの間で増減を繰り返している（図1）。過去5年の平均漁獲量は10,152トンで、2018年の漁獲量は死亡投棄も含めて8,863トンであった。これは過去最高を記録した1987年の44%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。

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、米国等の一部は比較的平坦なトレンドを示している（図2）。このような増加傾向の原因が、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、325～545トンの間で推移しており過去5年間の平均漁獲量は約427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（Anon. (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、異なる水温や塩分の水塊の境界に形成される、海洋の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

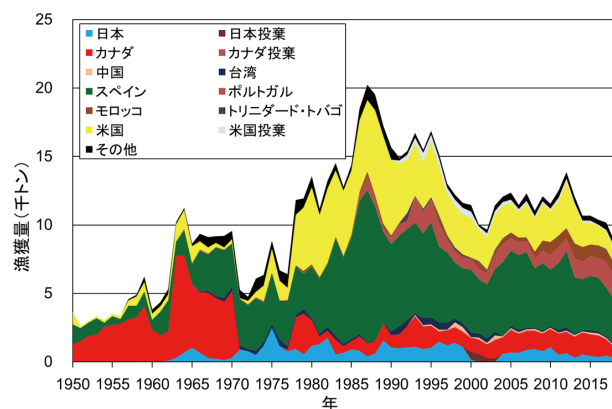


図1. 北大西洋におけるメカジキの国別漁獲量(Anon. (ICCAT) 2019) 2018年の値は暫定値。

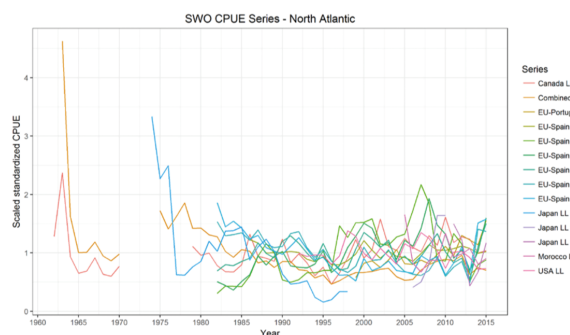


図2. 主な漁業国における北大西洋メカジキの標準化CPUE (Anon. (ICCAT) 2017a)

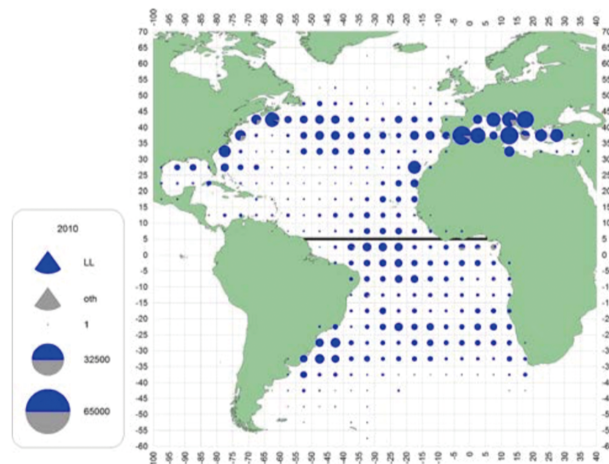


図3. 大西洋における漁船ごとのメカジキの累積漁獲量 (2010～2015年の合計) の分布図 (Anon. (ICCAT) 2017a)

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。

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。

生物学的特性

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)。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)。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)。最も大きな個体では、下顎叉長が4.68 m、体重が500 kg程度になると考えられている。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5、表1)、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(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(下顎先端から尾鰭末端まで)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、15歳以上と考えられるが、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指摘されている(Neilson *et al.* 2013)。

Mejuto and García-Cortés (2014) によると、雌の繁殖行動

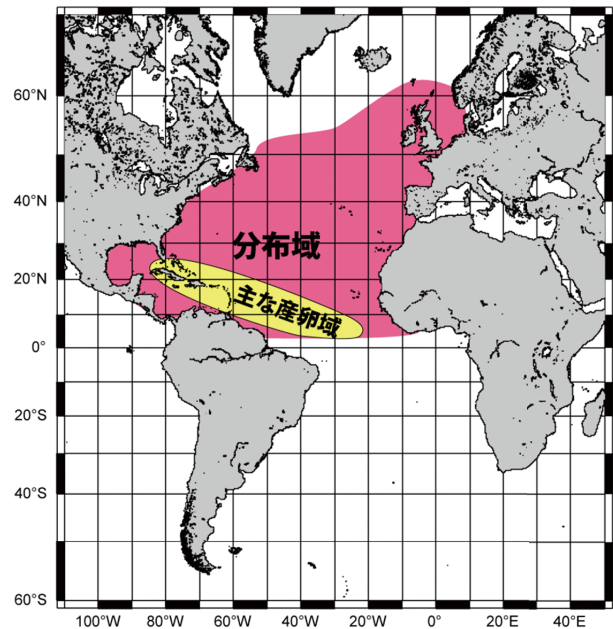


図4. 大西洋におけるメカジキの分布

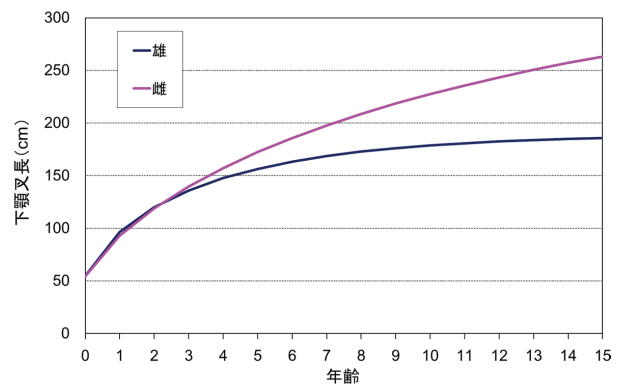


図5. 北大西洋メカジキの成長曲線 (Eharhardt *et al.* 1996)

表1. 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

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(Anon. (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 (Pop-up Satellite Archival Tag) のデータから示されている(Matsumoto *et al.*

2003)。胃内容物には、浮魚類、底魚類、深海魚、軟体動物等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 (Anon. (ICCAT) 2006, ICCAT 2006)。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、ICCATでの資源評価 (2017年) においては、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 (Anon. (ICCAT) 2015)。

資源状態

最新の資源評価は2017年にICCATの調査統計委員会 (SCRS) によって実施された。資源評価モデルにはBayesian Surplus Production 2 (BSP2) とStock Synthesis 3 (SS3) が用いられ、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が使用された。なお、資源評価の期間は1950年から2015年である。

BSP2の計算結果では、資源量は1994年以降 B_{MSY} 以下の状態から増加し、2015年に B_{MSY} 程度まで回復した (図6)。一方、漁獲係数 (F) は資源量の増加に伴い減少の傾向を示し、2015年には F_{MSY} を下回った (図6)。SS3で計算した結果、資源量は1997年以降増加傾向にあり2003年以降は B_{MSY} 以上であること、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7)。これらの結果から、本種の資源状態はほぼ B_{MSY} にあり、過剰漁獲も起きていないことが合意された。しかし、推定された資源量は以前の資源評価 (2009及び2013) と比較して、若干悲観的

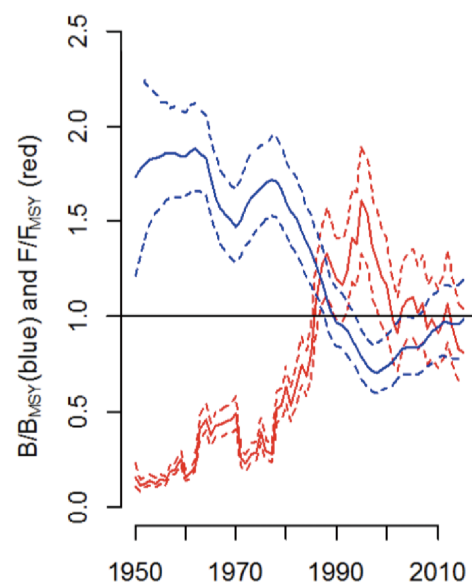


図6. BSP2で推定された F / F_{MSY} (赤) と B / B_{MSY} (青) の点推定値の年変化 (Anon. (ICCAT) 2017a)
点線は95%信頼区間を示す。

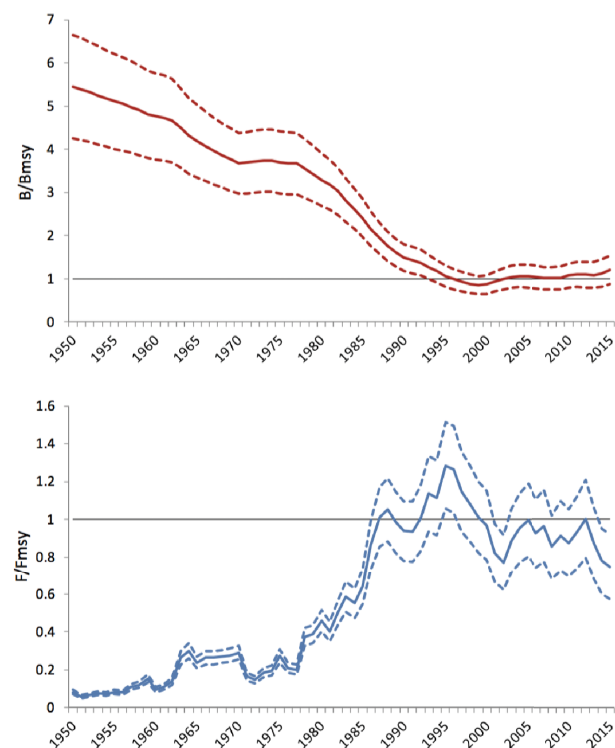


図7. SS3で推定された B / B_{MSY} (上図) と F / F_{MSY} (下図) の点推定値の年変化 (Anon. (ICCAT) 2017a)
点線は95%信頼区間を示す。

な結果となった。これらの結果を踏まえ、資源水準はほぼ B_{MSY} にあることから中位と判断した。また、近年5年の資源量は増加の傾向が見られるため、資源動向は増加と判断した。

SCRSは、資源評価の結果を用いて、漁獲量を8,000トンから19,000トンまで1,000トンずつ変化させて2028年までの将来予測を行った。漁獲量を既存のTAC (13,700トン) とした場合では、10年の間資源量と漁業を MSY レベル ($B > B_{MSY}$ 、 $F < F_{MSY}$) に保つことができる可能性は36%であり、50%の

表2. 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 (Anon. (ICCAT) 2017b)
灰色の部分はいずれも $B > B_{MSY}$ 、 $F < F_{MSY}$ となる確率が50%以上を示す。

TAC	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
12000	73	73	75	74	76	76	77	77	77	78	77
12200	72	72	72	73	74	74	74	74	74	74	74
12400	71	71	71	71	71	72	72	71	71	71	70
12500	71	70	70	70	70	70	70	70	69	69	68
12600	70	69	69	69	69	68	68	68	67	67	66
12700	69	68	68	68	67	66	66	66	65	64	64
12800	68	67	67	67	66	65	64	64	63	62	61
12900	67	66	65	65	64	63	62	62	60	59	59
13000	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56
13100	66	64	62	62	60	59	57	57	56	55	53
13200	64	63	61	60	58	57	55	54	53	52	50
13300	64	62	60	58	56	54	53	51	50	49	48
13400	62	61	58	57	55	52	50	49	47	46	45
13500	61	59	57	55	53	50	48	46	45	43	42
13600	60	57	55	53	51	48	46	44	43	41	39
13700	59	56	54	51	49	46	44	42	40	38	36
13800	57	54	52	49	47	44	42	40	37	36	34
14000	54	51	48	46	43	40	37	35	33	31	29

確率で資源量と漁業をMSYレベルにするためには漁獲を13,200トンにする必要があることが示唆された(表2)。この将来予測には、未報告の漁獲や漁獲割当の持ち越し等の不確実性が考慮されていないため、結果の幅はさらに広がる可能性がある。

管理方策

SCRSからの報告を受けてICCATのコミッションは、2014～2017年のTACを13,700トンとしていたが、2017年のICCAT年次会合において、2018～2021年までのTACを13,200トンとした。日本の漁獲割当量は年間842トン、2018～2021年の4年間合計で3,368トンである。国別割当分を超過もしくは余った場合には、2018～2021年の範囲内で次年の割当から差し引きまたは上乗せを行い調整することができる(Anon. (ICCAT) 2017a)。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(Anon. (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(Anon. (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
井嶋 浩貴

参考文献

Anon. (ICCAT) 2006. 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)

Anon. (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.

Anon. (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.

Anon. (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.

Anon. (ICCAT) 2017a. 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 2 to 6, 2017). 156-178 pp.

Anon. (ICCAT) 2017b. International commission for the conservation of Atlantic tunas. Report for biennial period, 2016-17 PART II (2017) - Vol. 1 English version. 241-244 pp.

Anon. (ICCAT) 2019. ICCAT statistical databases. Nominal Catch Information. https://www.iccat.int/Data/t1nc_20191104.7z (2019年11月26日)

- Arocha, F., and Lee, D.W. 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., 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.
- 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.
- 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. 2006. 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)
- 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. Oceanogr., 49(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., Arocha, F., Cass-Calay, S., Mejuto, J., Ortiz, M., Scott, G., and Smith, C. 2013. The Recovery of Atlantic Swordfish: The Comparative Roles of the Regional Fisheries Management Organization and Species Biology. Rev. Fish. Sci., 21(2): 59-97.
- Neilson, J.D., Smith, S., Royer, R., Paul, S.D., and Porter, J.M. 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.
- Palko, B.J., Beardsley, G.L., and Richards, W.J. 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, B.L., Lu, C.-P., García-Cortés, B., Viñas, J., Yeh, S.-Y., and Alvarado Bremer, J.R. 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)	8,863～10,678トン 最近(2018)年:8,863トン 平均:10,152トン(2014～2018年)
我が国の漁獲量 (最近5年間)*1	325～545トン 最近(2018)年:325トン 平均:427トン(2014～2018年)
管 理 目 標	B_{MSY} : 目標値82,640 (51,580～132,010)トン*2
資源評価の方法	BSP2、SS3
資 源 の 状 態	$B_{2015} / B_{MSY} = 1.04$ (0.82～1.39) *3 $F_{2015} / F_{MSY} = 0.78$ (0.62～1.01) *3
管 理 措 置	・2018～2021年 のTACを13,200トン。日本の割当は年間842トン、2018～2021年の4年間合計で3,368トン。国別割当について、割当分を超過もしくは余った場合には、2018～2021年の範囲内で次年の割当から差し引きまたは上乗せを行い調整。 ・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	2017年
次回の資源評価年	2021年

*1 暫定値。生存放流分は含まれていない。
 *2 BSP2 の結果。
 *3 中央値と95%信頼区間は、BSP2 とSS3 の結果を合わせて算出。

付表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) (Anon. (ICCAT) 2019)

国名／年	2014	2015	2016	2017	2018
カナダ	1,604	1,579	1,548	1,188	782
カナダ投棄	12	8	11	21	5
中国	60	141	135	81	86
台湾	85	133	152	96	169
スペイン	3,750	4,013	3,916	3,588	3,186
ポルトガル	1,241	1,420	1,460	1,871	1,691
日本	545	430	379	456	325
日本投棄	0	0	0	0	0
モロッコ	1,062	850	900	900	950
トリニダード・トバゴ	26	17	13	36	3
米国	1,809	1,581	1,408	1,294	1,137
米国投棄	137	137	90	111	138
その他	346	362	366	529	390
合計	10,678	10,673	10,376	10,169	8,863

2018年の値は暫定値。