

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) の科学委員会 (SCRS) により資源評価が行われた。資源評価には、ベイジアン・プロダクションモデル (Bayesian Surplus Production 2: BSP2) と統合モデル (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、総漁獲可能量 (Total Allowable Catch: 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。なお、2020年の年次会合は、新型コロナウイルスの影響のため、中止となり、管理方針は更新されていない。

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 10,158 トンで、2018年の漁獲量は死亡投棄も含めて 8,893 トンであった。これは過去最高を記録した1987年

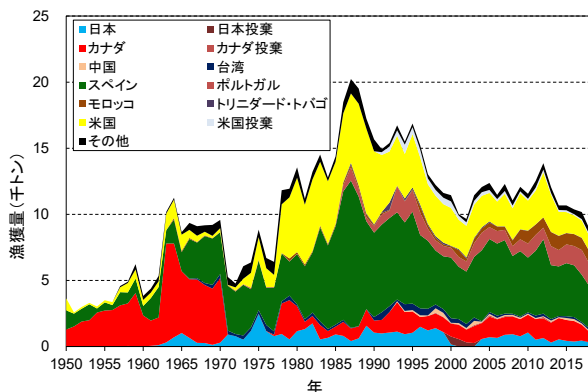


図1. 北大西洋におけるメカジキの国別漁獲量 (ICCAT 2020)

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マグロ類及びサメ類に変更している。

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) と大西洋暖水プール (AWP) 及び大西洋数十年規模振動 (AMO) 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 (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

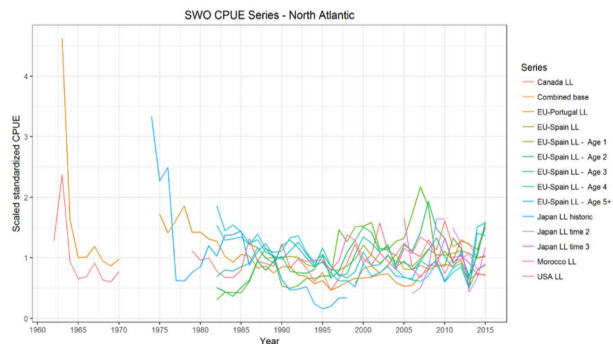


図2. 主な漁業国における北大西洋メカジキの標準化 CPUE (ICCAT 2017)

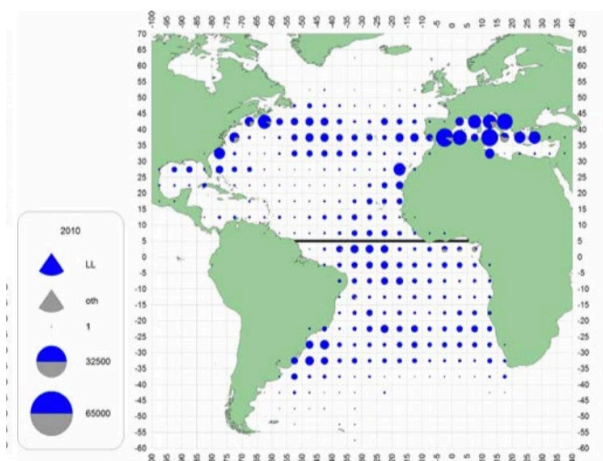


図 3. 北大西洋における漁法ごとのメカジキの累積漁獲量（2010～2015年の合計）の分布図（ICCAT 2017）
 青がはえ縄漁法、灰色がその他の漁法による漁獲量を示す。円の大きさは漁獲量の相対的な比を表す。凡例の丸は上から 32,500 トン、65,000 トン。南北の系群は北緯 5 度（太線）で仕切られている。

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、マグロ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（Neilson *et al.* 2013）。また、本種は主要な繁殖

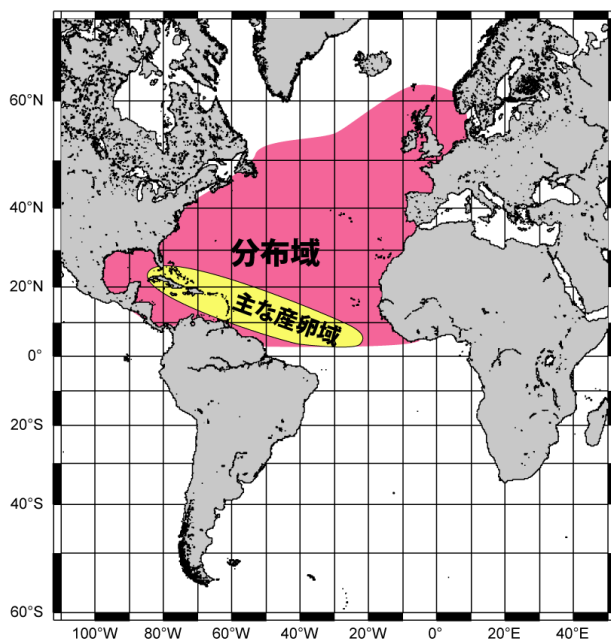


図 4. 北大西洋におけるメカジキの分布

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（Pop-up Satellite Archival Tag: 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、下顎又長が 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）が腎臓第 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（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

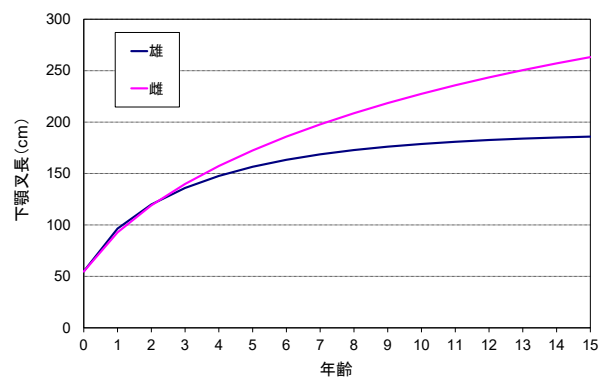


図 5. 北大西洋メカジキの成長曲線（Eharhardt *et al.* 1996）

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

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 (ICCAT 2006a, 2006b)。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 (ICCAT 2015)。

資源状態

最新の資源評価は、2017年にICCATのSCRSによって実施された。資源評価モデルにはBSP2と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年) と比較して、若干悲観的な結果となった。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

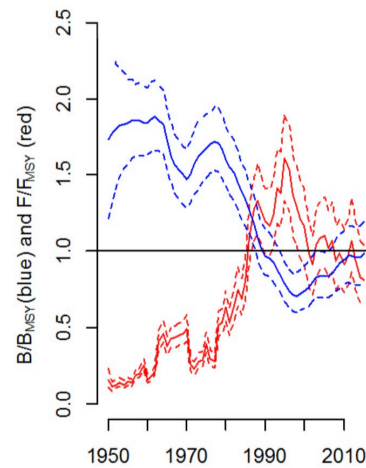


図6. BSP2で推定された F/F_{MSY} (赤) と B/B_{MSY} (青) (ICCAT 2017)
点線は95%信頼区間を示す。

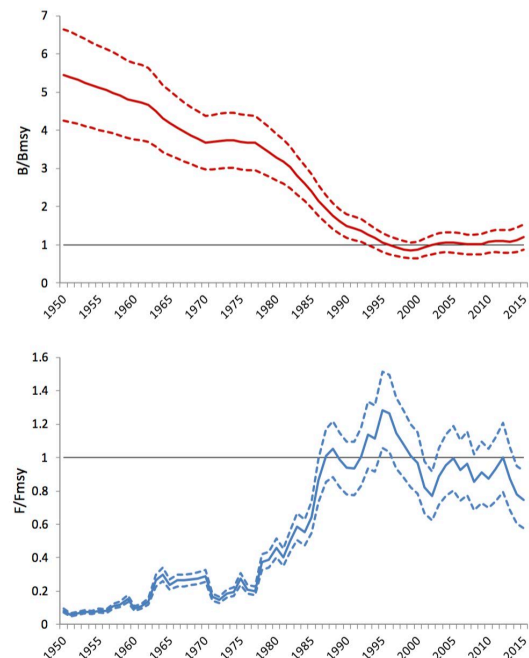


図7. SS3で推定された B/B_{MSY} (上図) と F/F_{MSY} (下図) (ICCAT 2017)
点線は95%信頼区間を示す。

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。

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 (ICCAT 2018)
 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	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

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 (ICCAT 2017)。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。

また、本資源は、「限界管理基準値 (Limit Reference Point : LRP)」を用いた「暫定的な漁獲管理規則 (Harvest Control Rule : HCR)」の導入が検討されており、管理戦略の評価 (Management Strategy Evaluation : MSE) が進められている。2020年の年次会合は、新型コロナウイルスの影響のため、中止となり、管理方策は更新されていない。

執筆者

かつお・まぐろユニット
 かじき・さめサブユニット
 水産資源研究所 水産資源研究センター
 広域性資源部 まぐろ第4グループ
 井嶋 浩貴

参考文献

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. 2006a. 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> (2020年12月4日)

ICCAT. 2006b. 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> (2020年12月日)
- 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. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00166/27703/25895.pdf> (2020年11月27日)
- 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. https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2014-SCRS-REP_ENG.pdf (2020年11月27日)
- 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. 2017. 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. https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2017_SCRS-REP_ENG.pdf (2020年11月27日)
- ICCAT. 2018. International commission for the conservation of Atlantic tunas. Report for biennial period, 2016-17 PART II (2017) - Vol. 1 English version. 241-244 pp. https://www.iccat.int/Documents/BienRep/REP_EN_16-17_II-1.pdf (2020年11月27日)
- ICCAT. 2020. ICCAT statistical databases. Nominal Catch Information. https://www.iccat.int/Data/t1nc_20200115.7z (2020年11月19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. Oceanogra., 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., Mejute, 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)	8,893～10,678 トン 最近(2018)年: 8,893 トン 平均: 10,158 トン(2014～2018年)
我が国の漁獲量 (最近5年間)	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 ^{*1}
資源評価の方法	ベイジアンプロダクションモデル(BSP2)、統合モデル(SS3)
資源の状態	$B_{2015} / B_{MSY} = 1.04$ (0.82～1.39) ^{*2} $F_{2015} / F_{MSY} = 0.78$ (0.62～1.01) ^{*2}
管理措置	<ul style="list-style-type: none"> ・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125cm/体重25kg未満の個体の水揚量を15%以下に抑えるか、下顎叉長119cm/体重15kg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
最近の資源評価年	2017年
次回の資源評価年	未定

*1 BSP2の結果。

*2 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) (ICCAT 2020)

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	421
合計	10,678	10,673	10,376	10,169	8,893