

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、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、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、ICCAT では 2018 ~ 2021 年の TAC を 13,200 トンと設定した。

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)。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 10,000 ~ 14,000 トンの間で増減を繰り返している (図 1、表 1)。過去 10 年の平均漁獲量は 11,728 トンで、2016 年の漁獲量は死亡投棄も含めて 10,447 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。

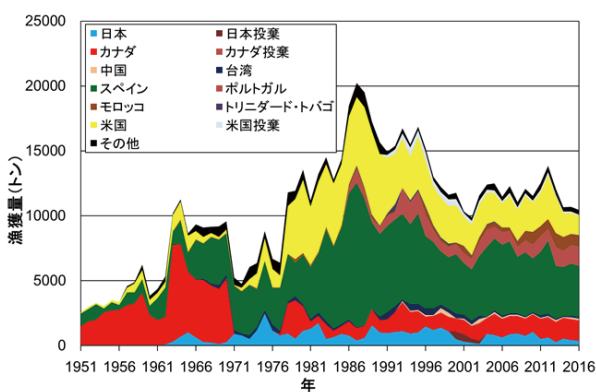


図 1. 北大西洋におけるメカジキの国別漁獲量 (Anon. (ICCAT) 2017)
2015 年の値は暫定値。

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) (Anon. (ICCAT) 2017)

国名／年	2012	2013	2014	2015	2016
カナダ	1,489	1,505	1,604	1,608	1,568
カナダ投棄	111	59	12	8	11
中国	59	96	60	141	135
台湾	193	115	85	133	152
スペイン	5,622	4,084	3,750	4,013	3,917
ポルトガル	882	1,438	1,241	1,420	1,460
日本	639	300	545	430	383
日本投棄	0	0	0	0	0
モロッコ	770	1,062	1,062	850	900
トリニダード・トバゴ	14	16	26	17	13
米国	3,393	2,824	1,809	1,581	1,456
米国投棄	217	120	137	137	89
その他	479	450	346	370	364
合計	13,869	12,070	10,678	10,710	10,447

2016 年の値は暫定値。

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 ~ 639 トンの間で推移しており過去 5 年間の平均漁獲量は約 460 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 (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、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、ウルグアイ及びペネズエラは、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 (熱帶

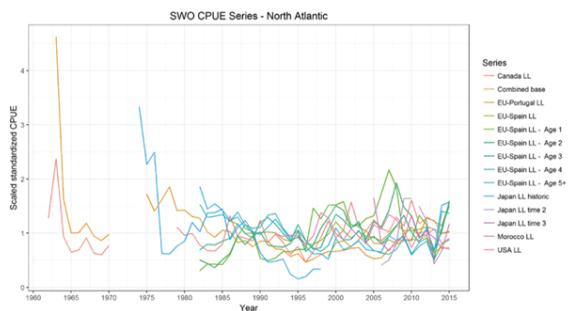


図 2. 主な漁業国における北大西洋メカジキの標準化 CPUE (Anon. (ICCAT) 2017)

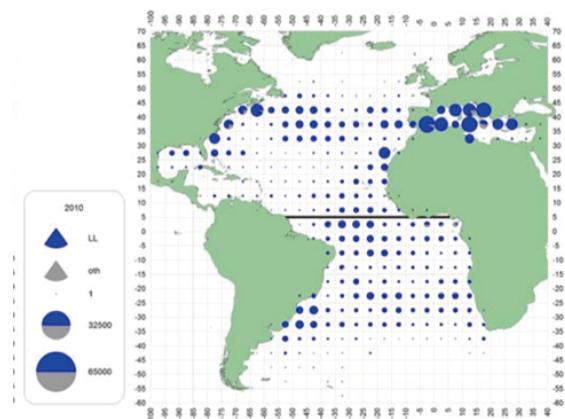


図 3. 大西洋における漁法ごとのメカジキの累積漁獲量 (2010～2014 年の合計) の分布図 (Anon. (ICCAT) 2016)
青がはえ縄漁法、灰色がその他の漁法による漁獲量を示す。円の大きさは漁獲量の相対的な比を表す。凡例の丸は上から 32,500 トン、65,000 トン。南北の系群は北緯 5 度 (太線) で仕切られている。

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つ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)。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 2)、この

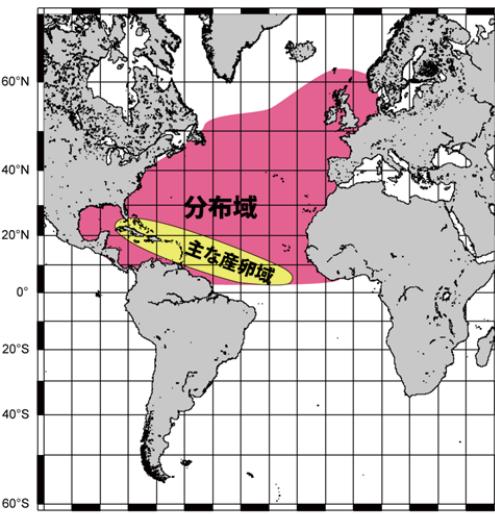


図 4. 大西洋におけるメカジキの分布

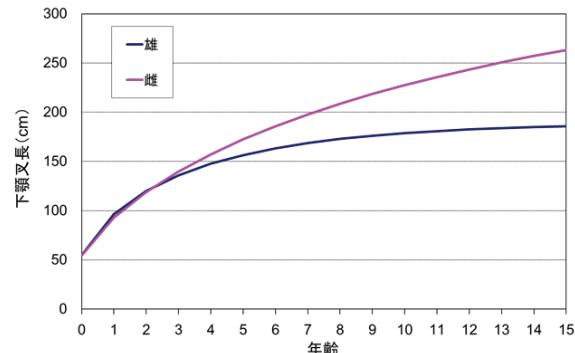


図 5. 北大西洋メカジキの成長曲線 (Eharhardt *et al.* 1996)

表 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

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 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)。

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 (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 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なう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 では北大西洋メカジキを、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 (Anon. (ICCAT) 2015)。

資源状態

最新の資源評価は 2017 年に ICCAT の科学委員会 (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 年以降增加傾向にあり 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 および 2013) と比較して、若干悲観的な結果となった。

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 3)。この将来予測には、未報告の漁獲や漁獲割り当ての持ち越し

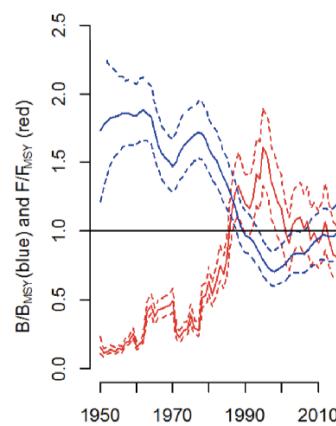


図 6. Bayesian Surplus Production 2 (BSP2) で推定された F/F_{MSY} と B/B_{MSY} の点推定値の年変化 (Anon. (ICCAT) 2017)
点線は 95% 信頼区間を示す。

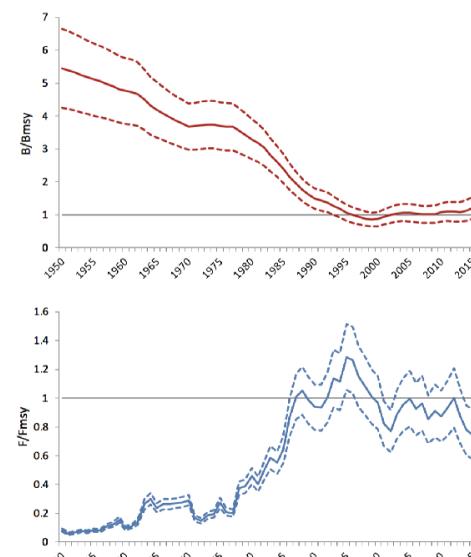


図 7. Stock synthesis 3 (SS3) で推定された F/F_{MSY} (上図) と B/B_{MSY} (下図) の点推定値の年変化 (Anon. (ICCAT) 2017)
点線は 95% 信頼区間を示す。

など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 のコミッショーンは、2014～2017 年の TAC を 13,700 トンとしていたが、2017 年の年次会合において、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 40%（割り当てが 500 トン未満の国）を超えない範囲とする（Anon. (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（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)

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 (Anon. (ICCAT) 2017)

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	77	77	77	78	77	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

(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) 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.

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., 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)	10,447 ~ 13,869 トン 最近 (2016) 年 : 10,447 トン 平均:11,554 トン (2012 ~ 2016 年)
我 が 国 の 漁 獲 量 (最近 5 年間)	300 ~ 639 トン 最近 (2016) 年 : 383 トン 平均 : 460 トン (2012 ~ 2016 年) (注)暫定値。生存放流分は含まれていない。
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	Bayesian Surplus Production 2 (BSP2) と Stock Synthesis 3 (SS3) による。
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	2018~2021 年 の TAC を 13,200 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 40% (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	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。