

クサカリツボダイ 天皇海山海域

(North Pacific armorhead *Pentaceros wheeleri*)



クサカリツボダイ

(上は着底直後の通称「本ツボ」と呼ばれる体高が高い(肥満型)垂成魚、

下は着底後2年以上経過した、通称「クサカリ」と呼ばれる体高が低い(痩せ型)成魚)

管理・関係機関

北太平洋漁業委員会 (NPFC)

最近の動き

天皇海山海域におけるクサカリツボダイの漁獲量は年変動が極端に大きく、加入が少ない年は年間1,000トン前後もしくは

はそれ以下まで低下するが、加入量が多かった2010年や2012年には2万トンを超える漁獲量を記録した。2004年から2012年には比較的高い頻度で卓越加入が発生していたが、2013年からは加入が少ない状態が続いている。2016年以降の我が国漁獲量は数百トンから数十トンで推移している。2018年7月に開かれたNPFC第4回委員会会合で採択された順応的管理プロセスに基づき、加入状況を把握するためのモニタリング調

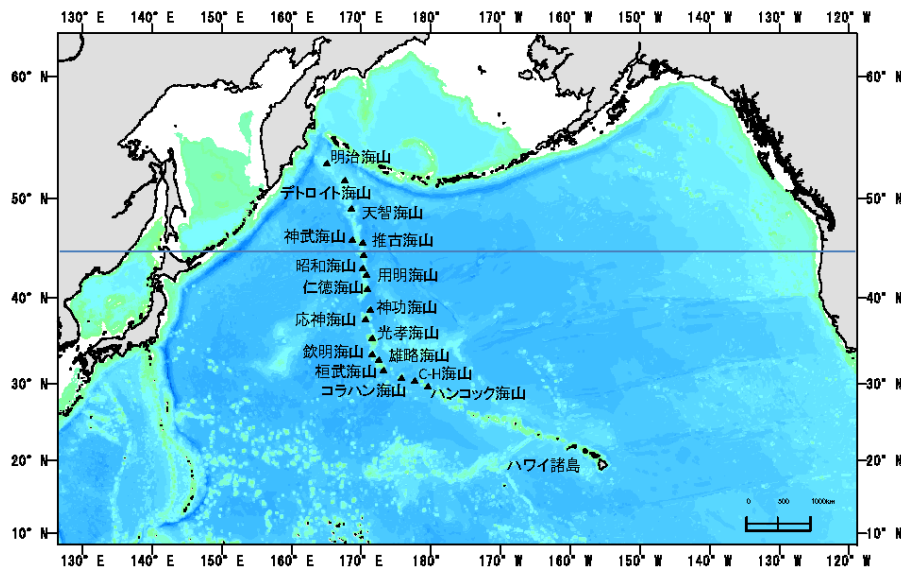


図 1. 天皇海山海域の主要海山群

現在北緯45度以北、C-H海山及び光孝海山南東部は操業禁止となっており、ハンコック海山より南東は米国EEZ内にある。

査と推奨漁獲量の設定が2019年より実施されている。

利用・用途

本種は冷凍ドレスとして八戸で水揚げされ、干物、みそ漬け等の加工品の原料となる。

漁業の概要

天皇海山はハワイ諸島北西からアリューシャン列島まで約3,000 km にわたり連なっており（図1）、形成年代は北方の海山ほど古く（3,000万～8,500万年前）、一般に水深（240～2,800 m）は北へ行くほど深い。そのうち、水深300～500 m で頂上が平坦な海山が、底びき網漁場として利用されている（Sasaki 1986、水産庁 2008a）。また、海山斜面域や水深が深い海山では、底刺網漁業が行われている（水産庁 2008b）。クサカリツボダイは天皇海山海域で操業する底びき網漁業及び底刺網漁業の主対象魚種であり、その他にキンメダイ、オオメマトウダイ等が漁獲されている。

天皇海山海域のクサカリツボダイ漁業は1967年に旧ソ連によって開始され、我が国は北転船の代替漁場として1969年から参入した（佐々木 1978）。1976年までの漁獲量は、日ソ合計で年間15万トンを超える年もあり、我が国の漁獲量も年間3万トンに達するほどの高水準にあったが、1977年から漁獲量が急減し、ソ連船が撤退した1978年以降は1,000トン前後の年が続いた（図2）。1992年には14,800トンの漁獲を記録したが、その後1990年代後半から2000年前後は低水準であった。2000年以降では2004、2005、2008、2010、2012年の漁獲量が比較的大きく、なかでも2012年には1976年以来36年振りに2万トンを超える漁獲量を記録したが、それ以降は漁獲量の低迷が続いている（表1）。これは、2012年までは1980年代、1990年代に比べ卓越加入が頻繁に生じていたが、2013年以降は卓越加入が生じていないことを反映している。このように天皇海山海域のクサカリツボダイ漁業では、卓越加入の有無によって漁獲量が大きく変動する。

2013年には、東日本大震災で被災した底びき網船1隻も天皇海山海域での操業に加わり、同海域で操業する日本漁船は底

びき網船6隻、底刺網船1隻となった。本種の漁獲低迷に伴い操業隻数は近年減少し、2019年に操業したのは底びき網船3隻及び底刺網船1隻、2020年以降に操業しているのは底びき網船1隻及び底刺網船1隻である。我が国以外では、2004年から韓国漁船が参入し、底びき網船1～2隻が操業しているが、2020年以降は操業を行っていない。ロシア漁船は2010年以後操業していなかったが、2014年から2018年にはアブラボウズを主対象とした小規模な底はえ縄操業を行い、また2019年には調査船によるトロール調査を行った（Small Scientific Committee on Bottom Fish and Marine Ecosystems 2020）。2021年にはごく短期間の底はえ縄操業、2022年には同じく短期間のかにかご操業が行われたが、クサカリツボダイの漁獲はなかった。

生物学的特性

【分類】

天皇海山海域で漁獲されているクサカリツボダイは、スズキ目カワビシヤ科ツボダイ亜科の *Pentaceros wheeleri* である（Kiyota *et al.* 2016）。当初、南半球に生息するミナミクサカリツボダイ *Pentaceros richardsoni* と同一種と考えられたが（Borets 1981）、Hardy（1983）は北半球の個体群を *P. richardsoni* とは異なる2種 *Pseudopentaceros wheeleri* と *Pseudopentaceros pectoralis* として新種記載し、これら比較的細長い体型のツボダイ類3種をツボダイ属 *Pentaceros* からクサカリツボダイ属 *Pseudopentaceros* に分割した。その後Humphreys *et al.*（1989）は計数形質とアイソザイムから、*P. wheeleri* と *P. pectoralis* は同一種内の肥満度の異なる二型であるとみなし、*P. wheeleri* を有効名とした。さらにKim（2012）はカワビシヤ科の分類体系を見直し、系統推定の結果に基づいてクサカリツボダイ属をツボダイ属に再統合した。その結果、クサカリツボダイの学名は *Pentaceros wheeleri* となった。このように学名に変遷があったが、天皇海山海域における、*richardsoni*、*wheeleri*、*pectoralis* のいずれかの種小名が与えられているツボダイ類は、どれも現在でいうクサカリツボダイ *Pentaceros wheeleri* と判断できる（ほかに同海域にはツボダ

表1. 日本、韓国、ロシアによる漁業種別クサカリツボダイ漁獲量（単位：トン）

漁業国 漁業種類	日本			韓国			ロシア			計
	底びき網	底刺網	計	底びき網	底はえ縄	計	底びき網	底はえ縄	計	
2009年	1,043	43	1,085	174	0	174	0	0	0	1,259
2010年	18,215	1,006	19,221	3,401	0	3,401	0	0	0	22,622
2011年	3,175	145	3,320	532	0	532	0	0	0	3,852
2012年	19,623	1,350	20,973	4,487	0	4,487	0	0	0	25,460
2013年	2,350	87	2,437	880	0	880	0	0	0	3,316
2014年	1,441	32	1,472	404	0	404	0	0	0	1,876
2015年	714	2	717	172	0	172	0	0	0	889
2016年	176	8	184	50	0	50	0	0	0	234
2017年	261	53	314	100	0	100	0	0	0	414
2018年	674	119	793	298	0	298	0	0	0	1,092
2019年	328	24	351	20	0	20	0	0	0	371
2020年	26	54	81	0	0	0	0	0	0	81
2021年	16	9	25	0	0	0	0	0	0	25
2022年	7	27	34	0	0	0	0	0	0	34

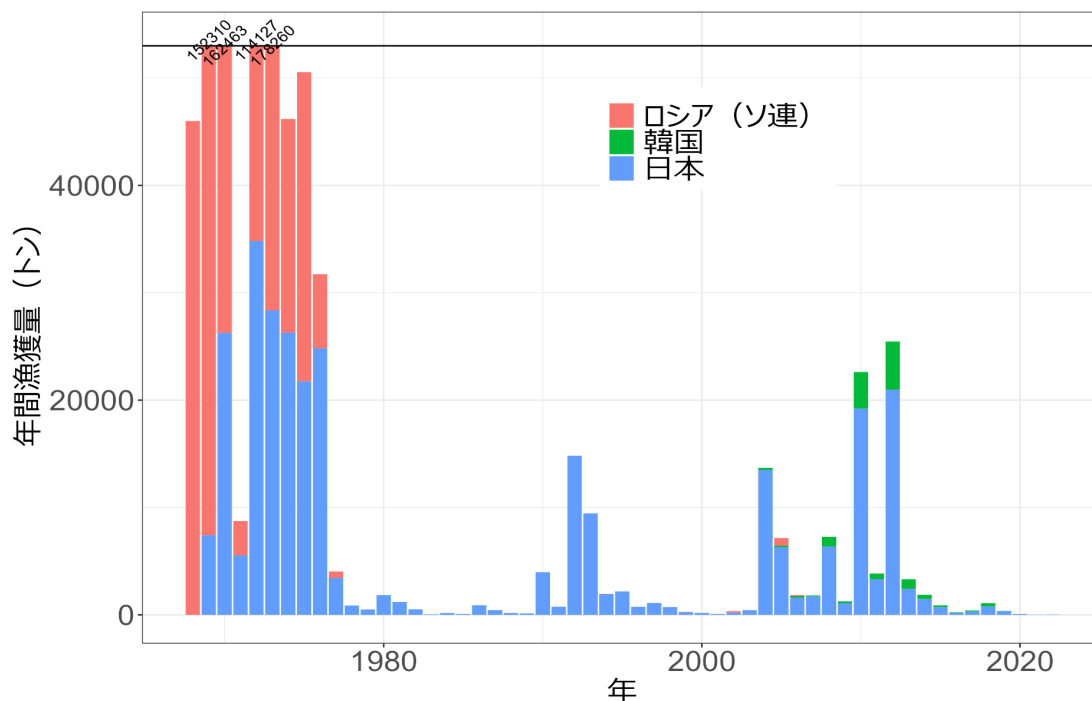


図2. 天皇海山海域におけるクサカリツボダイ国別漁獲量の推移（1968～2021年）
 開発初期の1969年、1970年、1972年、1973年は漁獲量が極端に大きいため、グラフの上部を省略し漁獲量を数字で示した。

イ *P. japonicus* が分布する）。

日本の漁業者及び市場関係者も外観の違いによって、体高が高い肥満型を「本ツボ」、体高の低い痩せ型を「クサカリ」と呼んで区別し、異なる銘柄として取引を行っているが、どちらも同種のクサカリツボダイである。一般に「本ツボ」の方が「クサカリ」よりも脂の乗りが良く高値で売買されている。

【分布と回遊】

クサカリツボダイの生活史は、外洋表層で生活する仔稚魚～未成魚期と、水深300～500mの海山に着底して生活する成魚期に分けられる (Kiyota *et al.* 2016) (図3)。未成魚は北太平洋中東部に広く分散し、1～数年表層での生活を続ける (Boehlert and Sasaki 1988, Uchiyama and Sampaga 1990, Humphreys 2000, Murakami *et al.* 2016, 田中 2019)。天皇海山は成魚の主要な生息域で、体長30cm前後まで成長すると3～9月 (通常ピークは4～5月) に海山に着底する (Humphreys *et al.* 1993, Humphreys 2000)。一部個体は外洋表層での生活を3～5年以上続け、大型になってから着底するものもある (Uchiyama and Sampaga 1990)。一旦着底した魚が、海山間を移動することはないと考えられている (Humphreys 2000)。天皇海山以外では、成魚のまとまった生息域や産卵場は知られていないが、北米西岸沖で数例の成魚の採集記録があり (Wagner and Bond 1961, Follet and Dempster 1963)、日本近海では九州・パラオ海嶺、西七島海嶺の正保海山、種子島、八丈島と小笠原諸島の周辺から成魚が報告されている (Abe 1957b, Zama *et al.* 1977, 望月 1982, 渋谷ほか 2019, Koeda *et al.* 2021)。また駿河湾でもまれに漁獲される (藤原 2015) ほか、Abe (1957a) は市場で得られた標本の産地を房総半島南部と推測している。本種の大規模な

加入変動要因については、太平洋十年規模振動 (PDO) 等の指標値で表される地球規模の環境変動との関連等が指摘されているが (柳本 2016, Lavery *et al.* 2023)、粒子追跡シミュレーションによれば加入量と仔稚魚の輸送経路・経験環境との間に明瞭な関係は見られない (米崎ほか 2017, Lavery *et al.* 2023)。また、田中 (2019) は、表層生活期にあたる1歳までの若齢期において、年級群間での耳石日輪幅の差が顕著に認められることを示し、初期の経験環境を推定する手掛かりになることを示唆した。

【産卵】

雌の生殖腺指数 (GSI) の月変化 (佐々木 1974)、生殖腺の組織観察 (Yanagimoto and Humphreys 2005)、幼魚の耳石日周輪からの逆算 (Uchiyama and Sampaga 1990, Murakami *et al.* 2016) により、クサカリツボダイは冬季11～2月に産卵すると考えられている (Kiyota *et al.* 2016)。卵巣の発達過程より、1尾の雌が1シーズンに4～6回産卵するという報告もある (Bilim *et al.* 1978)。卵稚仔は浮遊性で、冬季に海山付近の表層域に分布する (Mundy and Moser 1997, 水産庁 1997)。耳石の日輪幅から推定した成長速度は、孵化後2～3か月後の春季にかけて増大し、体成長速度のピークを迎えることが示唆されている (田中 2019)。約2年半とされる表層生活期を経て体長30cmに達した未成魚は、春～夏に海山に着底して最初の冬に向けて成熟 (すなわち、約3歳で成熟する) し (Humphreys *et al.* 1989)、その後4～6年間生存して産卵越冬を繰り返すごとに痩せて体高が低くなる (Somerton and Kikkawa 1992)。

【食性】

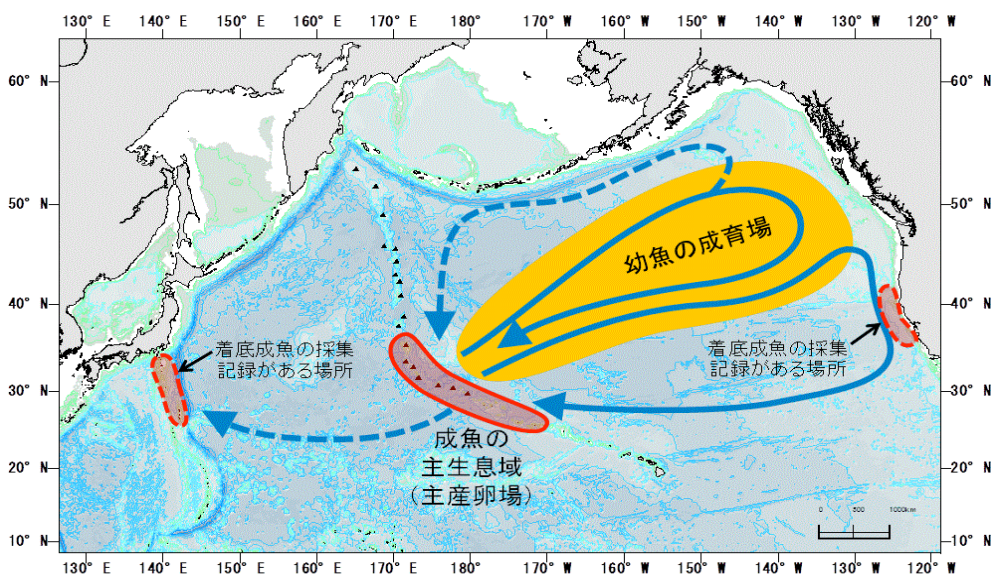


図3. クサカリツボダイの産卵場及び回遊経路の模式図 (Kiyota *et al.* 2016 を改変)。
破線の矢印は仮説的な回遊経路を示す。

表層生活期の未成魚は、主にカイアシ類を食べており、尾索類、翼足類、ヤムシ類等を食べることもある (Borets 1975)。底層生活に移行した成魚は、積極的に摂餌を行わず空胃個体が多いが (Seki and Somerton 1994)、餌生物として、甲殻類 (カイアシ類、端脚類、オキアミ類、アミ類、サクラエビ類)、クラゲ類、カイメン類、翼足類、ヤムシ類、尾索類、ハダカイワシ類等が報告されている (奈須・佐々木 1973、佐々木 1974、Borets 1975、Fedosova 1976、西田ほか 2014、Nishida *et al.* 2016b)。成魚の中でも着底直後の肥満型は摂餌量が少なく、トガリムネエソ等のマイクロネクトンを主に食べているのに対し、越冬した痩せ型の個体は摂餌量が多く、マイクロネクトンに加えてクラゲ類等のゼラチン質動物も多く利用し、またマイクロネクトンのなかでもオキヒオドシエビをはじめとする甲殻類の出現割合が高かった (北村 2020)。

【捕食者】

クサカリツボダイの捕食者についての知見は限られ、散発的な報告に留まっている。表層生活期のクサカリツボダイはイワシクジラに捕食されることがあり (Kawamura 1973)、特定時期に多くのイワシクジラの胃内容から多数のクサカリツボダイが確認された例もある (千国 1970、Boehlert and Sasaki 1988)。そのほかに、ハワイモンクアザラシの吐き戻しから本種が報告された事例がある (Longenecker 2010)。

【系群】

天皇海山海域の各海山から収集したクサカリツボダイのミトコンドリア DNA を分析 (PCR 産物制限酵素断片長多型解析: PCR-RFLP) した研究によれば、海山間での遺伝的差異は認められていない (Martin *et al.* 1992)。天皇海山、北太平洋表層域、八丈島から収集したサンプルを用いた同様の研究でも遺伝的差異は検出されなかった (柳本ほか 2008)。ミトコンドリア DNA 調節領域の分析では、2つの系統群を含む高い遺伝的多様性がみられたが、海山間での違いは認められなかった

(Bae *et al.* 2018)。このように海山間及び海域間に遺伝的差異は認められていない。

【年齢と成長】

上記のように、クサカリツボダイは卵稚仔から未成魚まで表層域で生活し、孵化後約 1.5~2.5 年で体長 30 cm、体重 600 g ほどに成長した後、海山に着底する (Humphreys 2000)。一部は表層生活を 3~5 年以上続け大型になるものもあり (Uchiyama and Sampaga 1990)、Fadeev (2005) は最大体長を 44 cm、最大体重を 1.2 kg としているが、より大きな個体も散発的に報告されている (Kiyota *et al.* 2016)。着底前から体軸方向の成長が停滞し (田中 2019)、着底後には体高と体重が越冬するごとに減少する (Somerton and Kikkawa 1992)。1970 年代に日本沿岸の底層から採集された成魚の中にも痩せ型個体が含まれていたことから (Zama *et al.* 1977)、着底成魚の削瘦は天皇海山海域に限らない現象であると考えられる。着底後は体成長が著しく停滞することから、漁獲物の体長組成に基づいて年級群を識別することができないが、田中 (2019) は、着底個体の耳石日輪の計数から年級群の推定が可能であることを示した。

成魚の体高が越冬するごとに減少することから、Somerton and Kikkawa (1992) は体高を体長で割った値 (肥満度指数: Fatness Index) の組成から卓越年級群を経年的に追跡し、着底後 4~6 年間海山で生存することを示し、自然死亡係数 (M) を年あたり 0.54 と推定した。Borets (1975) は、特定の年齢群の単位努力量あたり漁獲尾数の経年変化に基づき M を 0.25 と推定した。表層生活期と底層生活期を合わせると、寿命は 7~8 年と考えられている (Humphreys 2000)。

資源状態

【資源の評価方法】

本種成魚は海山着底後に体成長が停止するため、年齢と体長の関係 (Age-length key) を用いた漁獲物の年齢組成把握がで

きないこと、耳石等の形質を用いた年齢査定も困難であることから、サイズ構成モデルや年齢構成モデルを用いた資源解析は困難である。また、開発当初の漁獲量や努力量には大きな不確実性が含まれること、卓越加入が不規則に発生し親魚量と加入量の間に明瞭な関係が認められないことから (Somerton and Kikkawa 1992)、余剰生産モデルによる資源解析も適していない (Yonezaki *et al.* 2012)。さらに、操業形態の経年変化や対象魚種の切り換えが起こっており、CPUE が資源豊度を正確に反映しない恐れもある。以上のことから、一般的な手法による資源評価はこれまで成功していない (Lavery *et al.* 2020、Sawada and Ichii 2020)。従来本種の資源状態及び動向は、便宜的に漁獲量の経年変化に基づき判断されてきた。しかし、加入が比較的短期間に起こり着底後ほとんど移動しないことから、除去法 (DeLury 法) を用いた各年の資源量や加入量の推定が検討されている (Kiyota *et al.* 2013、2014、奥田ほか 2013)。後述する NPFC 小作業部会では、除去法に加えて、生活史の各段階における個体レベルのエネルギー収支から加入成功を推定するモデル (Gibson *et al.* 2019) の適用に向けた議論も進められている (Sawada 2023)。

【資源及び加入量の水準・動向】

1960年代末の開発当初から8年間の漁獲量は、旧ソ連によるものを加えると1971年を除いて4万トンを超え、年間17万トンに達した年も見られ、日本だけでも年間2万トンを超える高い状態が続いた。その後は急速に低下して1,000トン前後の低い水準で推移し、数年から10数年に一度卓越年級群が加入した年のみ1万トン前後の漁獲量が記録された (図2)。1970年代の旧ソ連の漁獲量は不確実性が大きいといわれているが、開発当初と比べると、1980年代以降の資源量は低いレベルにあると判断される。特に1994~2003年までの10年間は卓越加入が起らず、漁獲量2,000トン以下の非常に低い状態が続いた。2004年以降には、2004年1万4,000トン、2008年6,000トン、2010年1万9,000トン、2012年2万1,000トンと高い漁獲量 (日本による) を示す年が複数あり、卓越加入が頻繁に発生したと考えられる。一転して2013年以降は加入が悪く、日本の漁獲量は2013年、2014年にそれぞれ2,437トン、1,472トンを記録した以降は800トンを上回ることはなく、最も少ない2020年には81トンまで落ち込んだ (表1)。日本と韓国の底びき網漁業データを用いて2005年から2012年の旬別、海山別 CPUE と累積漁獲量の除去法解析を行った結果、春に着底した加入魚の大半は10月末の漁期終了までに漁獲され、2010~2012年の加入魚に対する平均漁獲率は0.92と高く、卓越加入年であっても産卵越冬する親魚が不足していることが示された (Kiyota *et al.* 2014)。豊漁年も不漁年も漁獲率が非常に高いことから、漁獲量を資源豊度の指標とみなし開発初期を除く1977年以降の最大値と最小値の間を三等分し、16,900トン以上を高位、8,500トン以下を低位とした。2014年以降は2,000トン以下で低位、動向は減少と判断した。なお、2019年以降の漁獲量は後述する推奨漁獲量の設定や操業隻数の減少に影響されて少なかった可能性があるが、2019年以降の実際の漁獲量は推奨漁獲量よりも大幅に少なかった。また、日本の漁業者は資源の低迷するクサカリツボダイへの狙い操

業を自粛しており、このことが漁獲量の少ない年が継続していることに影響している可能性もある。

2019年から、モニタリング調査によって加入の強弱が判断されている。春季から初夏にかけて、2つの調査ブロック内で着底トロールによるモニタリングひき網を行い、一定の閾値 (CPUE が10トン/時間以上かつ、肥満度指数が0.3以上となる個体の占める割合が80%以上) が2つのモニタリングブロック両方で4回連続して満たされた場合に、強加入と判断されるという基準が設定された (NPFC 2018)。この閾値は強加入年であった2010年・2012年に得られた値 (Nishida *et al.* 2016a) に基づいて定められた。しかし2020年には底びき網船の操業隻数の減少により、この規模の調査を実施することが困難になった。そのため、新規に追加された2か所を含む4つの調査ブロック内のうちのいずれか1つ (調査3日前の漁船位置に最も近いブロック) で一定の間隔をおいて調査を行い、4回連続で前記の基準が満たされた場合に強加入と判断されるという基準に臨時で変更された。2021年以降も同様の状況が予期されたため (Japan 2020)、この基準が保存管理措置に採用された (NPFC 2021)。モニタリング調査の開始以降、強加入と判断された年はない。

管理方策

底魚資源の持続的利用と冷水性サンゴ類等の脆弱な海洋生態系 (VME) 保全に関して、公海底びき網漁業の影響を懸念する指摘が国際的に高まり、2004年の国連総会において、VMEを破壊する着底びき網漁業等の暫定的停止を検討し、地域漁業管理機関 (RFMO) が存在しない海域では新たな管理機関の設立に向け緊急に協力することが決議された (奥田・清田 2015)。2006年の国連総会では、RFMO等は底びき網漁業等がVMEに重大な悪影響を及ぼすか否かを評価し、重大な影響が認められた場合には、その悪影響を防止する措置を講じない限り底びき網漁業等の操業を認めない等の措置を2008年末までに講じること、また、RFMOの設立交渉を行っている海域では、上記と整合性のある暫定措置を2007年度末までに導入することが決議された。これを受けて、日本、韓国、ロシア及び米国は北太平洋公海域に新たな地 RFMO を設立するための交渉を開始し、2007年の政府間会合において、漁獲努力量 (隻数、総トン数等) の現状凍結、北緯45度以北の新規漁場での操業暫定停止、底魚資源とVMEに対する影響評価の実施と報告書の作成を決定した。評価結果に基づき、我が国は自主管理措置として、天皇海山海域における操業隻数を現状凍結し、更なる削減を検討することとし、2009年から漁獲量の20%削減、11~12月の操業停止、C-H海山の暫定閉鎖、科学オブザーバーの100%乗船を導入した。2012年9月には、底魚漁業資源だけでなく、サンマやアカイカ等の浮魚資源も対象とする「北太平洋における公海の漁業資源の保存及び管理に関する条約」が策定された。2013年に日本は最初の条約締結国となり、同年9月の第5回準備会合において、同条約に基づく地域漁業管理機関 (RFMO) として設立された NPFC の事務局を東京に設置することが決定された。その後カナダ、ロシア及び中国が締結したことから、2015年7月に同条約は発効し、同年9月に東京で第1回委員会会合が開催された。

クサカリツボダイの資源評価は困難で具体的な管理基準を導き出すには時間がかかることから、上記の暫定管理措置、自主管理措置は、底びき網漁業、底刺網漁業と同様に漁獲されるキンメダイの資源評価結果に基づきつつ、クサカリツボダイに対しても資源回復効果が期待できる形で導入された。キンメダイの余剰生産モデル解析では、1997～2006年の平均漁獲努力量が F_{MSY} に対して20～28%高いとの結果が得られた(水産庁2008c)。そこで、1997～2006年の平均漁獲努力量(底びき網年間総曳網時間)を20%削減した年間5,600時間が漁獲努力量の上限として設定された。それと同時に、クサカリツボダイの産卵期にあたる11～12月が禁漁期とされた。またVMEの保全を主目的として、光孝海山南東部及びC-H海山を操業禁止とした。しかし、これら措置の下でも、卓越加入魚の多くを産卵期前に漁獲する傾向が認められたことから、産卵親魚の確保と漁獲の安定のために2014年1月から15,000トンの漁獲上限が我が国の自主措置として導入された。これら暫定・自主措置を一部継承する形で底魚漁業の保存管理措置が2016年8月のNPFC第2回委員会合会で採択され、2017年1月に発効した(NPFC2017)。2017年4月に開かれたNPFC第2回科学委員会では、近年漁獲量が低迷していることから、将来的に追加措置が必要との見解が示され、また科学者、管理者及び漁業者間で、本種の順応的管理プロセス導入の検討がなされた。2018年4月の第3回科学委員会では、このプロセスに基づいた加入量基準把握のためのモニタリング調査が提案され、第4回委員会合会では、本調査の実施が採択された(NPFC2018)。

【資源及び加入量の水準・動向】で説明した基準により強加入と判断された漁期は、漁獲量上限を12,000トン(日本:10,000トン、韓国:2,000トン)とすることが推奨されると同時に、強加入年であった2010年及び2012年に半分の漁獲量があった天皇海山の特定海域(桓武海山北部及び雄略海山)での底びき網による底魚漁業が禁止される。また強加入と判断されない漁期については、推奨される漁獲量上限は700トン(日本:500トン、韓国:200トン)と定められている(NPFC2019)。2019年以降はいずれの年も弱加入と判断され、推奨漁獲量は700トンとされた。なお、この一連の方策を順応的管理と呼ぶことは「順応的管理7つの鉄則」(松田・西川2007)に照らし適切ではないことが指摘されている(澤田2020)。

NPFCでは本種をキンメダイと並ぶ底魚資源評価の優先対象種に掲げている。2020年のNPFC科学委員会においては、本種とキンメダイの資源評価に関連する議論を進めるための小作業部会の設立が合意され、2021年からはこの小作業部会内で資源評価手法やデータの集約について議論が行われている。

執筆者

外洋資源ユニット

外洋底魚サブユニット

水産資源研究所 水産資源研究センター

広域性資源部 外洋資源グループ

澤田 紘太・大澤 裕美子・新井 慧・

山口 素臣・エアー クリストファー ガードナー

参考文献

- Abe, T. 1957a. New, rare or uncommon fishes from Japanese waters VI. Notes on the rare fishes of the family Histiopteridae. Jpn. J. Ichthyol., 6(1-2): 35-39.
- Abe, T. 1957b. New, rare or uncommon fishes from Japanese waters VI. Notes on the rare fishes of the family Histiopteridae. Jpn. J. Ichthyol., 6(3): 71-74.
- Bae, S.E., Kim, H., Choi, S.G., and Kim, J.K. 2018. Evidence of shallow mitochondrial divergence in the slender armorhead, *Pentaceros wheeleri* (Pisces, Pentacerotidae) from the Emperor Seamount Chain. Mitochondrial DNA Part A, 29: 1156-1164.
- Bilim, L.A., Borets, L.A., and Platoshina, L.K. 1978. Characteristics of ovogenesis and spawning of the boarfish in the region of the Hawaiian Islands. In Fisheries Oceanography, Hydrobiology, Biology of Fishes and Other Denizens of the Pacific Ocean. Izv. Tikhookean Nauchno-Issled Inst Ryb. Khoz. Okeanogr., 102: 51-57. (US Translation106)
- Boehlert, G.W., and Sasaki, T. 1988. Pelagic biogeography of the armorhead, *Pseudopentaceros wheeleri*, and recruitment to isolated seamounts in the North Pacific Ocean. Fish. Bull., 86: 453-466.
- Borets, L.A. 1975. Some results of studies on the biology of the boarfish (*Pentaceros richardsoni* Smith). Invest. Biol. Fish. Fish. Oceanogr. TINRO, Vladivostok, 6: 82-90. (US Translation No. 97)
- Borets, L.A. 1981. The distribution and structure of the range of the boarfish *Pentaceros richardsoni*. J. Ichthy., 20: 141-142.
- 千国史郎. 1970. “幻の魚”素描—クサカリツボダイ—. 遠洋, 3: 1-4.
- Fadeev, N.S. 2005. Guide to Biology and Fisheries of Fishes of the North Pacific Ocean. TINRO-Center, Vladivostok, 266 pp.
- Fedosova, R.A. 1976. Some data on the feeding of boarfish, *Pentaceros richardsoni* Smith, on banks of the Hawaiian ridge. Invest. Biol. Fishes Fish. Oceanogr. TINRO, Vladivostok, 7: 29-36. (US Translation No. 111)
- Follet, W.I., and Dempster, L.J. 1963. Relationships of the percoid fish *Pentaceros richardsoni* Smith, with description of a specimen from the coast of California. Proc. Calif. Acad. Sci. 4th Ser., 32(10): 315-338.
- 藤原昌高. 2015. 美味しいマイナー魚介図鑑. マイナビ出版, 東京. 319 pp.
- Gibson, G.A., Stockhausen, W.T., Coyle, K.O., Hinckley, S., Parada, C., Hermann, A.J., Doyle, M., and Ladd, C. 2019. An individual-based model for sablefish: Exploring the connectivity between potential spawning and nursery grounds in the Gulf of Alaska. Deep Sea Res 2 Top Stud Oceanogr, 165: 89-112

- Hardy, G.S. 1983. A revision of the fishes of the family Pentacerotidae (Perciformes). *New Zeal. J. Zool.*, 10: 177-220.
- Humphreys, R.L. 2000. Otolith-based assessment of recruitment variation in a North Pacific seamount population of armorhead *Pseudopentaceros wheeleri*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 204: 213-223.
- Humphreys, R.L., Windans, G.A., and Tagami, D.T. 1989. Synonymy and life history of the North Pacific pelagic armorhead, *Pseudopentaceros wheeleri* Hardy. *Copeia*, 1: 142-153.
- Humphreys, R.L., Crossler, M.A., and Rowland, C.M. 1993. Use of a monogenean gill parasite and feasibility of condition indices for identifying new recruits to a seamount population of armorhead *Pseudopentaceros wheeleri* (Pentacerotidae). *Fish. Bull.*, 91: 455-463.
- Japan. 2020. Proposed amendment to CMM2019-05, Annex 6. NPFC-2020-SSC BFME01-WP09. 4 pp.
- Kawamura, A. 1973. Food and feeding of sei whale caught in the waters south of 40° N in the North Pacific. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* 25: 219-236.
- Kim, S.-Y. 2012. Phylogenetic systematics of the family Pentacerotidae (Actinopterygii: order Perciformes). *Zootaxa*, 3366: 1-111.
- 北村充彰. 2020. 天皇海山海域における生態系調査-低次生産構造と食物網. *水産海洋研究*, 81(1): 40-41.
- Kiyota, M., Okuda, T., and Yonezaki, S. 2013. Stock status of the north Pacific armorhead (*Pseudopentaceros wheeleri*) and management proposal. NPFC SWG11/WP4/J. 11 pp.
- Kiyota, M., Okuda, T., and Yonezaki, S. 2014. Depletion model analysis on recent recruitment and exploitation levels of North Pacific armorhead in the Southern Emperor-Northern Hawaiian Ridge seamounts. NPFC SWG12/WP3/J. 11 pp.
- Kiyota, M., Nishida, K., Murakami, C., and Yonezaki, S. 2016. History, biology, and conservation of Pacific endemics 2. The North Pacific armorhead, *Pentaceros wheeleri* (Hardy, 1983) (Perciformes, Pentacerotidae). *Pacific Science*, 70: 1-20.
- Koeda, K., Takashima, S., Yamakita, T., Tsuchida, S., and Fujiwara, Y. 2021. Deep-sea fish fauna on the seamounts of southern Japan with taxonomic notes on the observed species. *J. Mar. Sci. Eng.*, 9:1294.
- Lavery, M., Rooper, C., and Fenske, K. 2020. Literature review and data availability for North Pacific Armorhead stock assessment. NPFC-2020-SSC BFME01-WP14 (Rev. 1). 40 pp.
- Lavery M.A.K., Rooper C.N., Sawada K., Fenske K., Kulik V., Park K.J. 2023. Effects of oceanography on North Pacific armorhead recruitment in the Emperor Seamounts. *Fish. Oceanogr.* 32(2):160-176.
- Longenecker, K. 2010. Fishes in the Hawaiian monk seal diet, based on regurgitate samples collected in the Northwestern Hawaiian Islands. *Mar. Mamm. Sci.* 26(2): 420-429.
- Martin, A.P., Humphreys, R.L., and Palumbi, S.R. 1992. Population genetic structure of the armorhead, *Pseudopentaceros wheeleri*, in the North Pacific Ocean: Application of the polymerase chain reaction to fisheries problems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 2386-2391.
- 松田裕之・西川伸吾. 2007. 自然再生事業における十の助言と八つの戒め. *日本ベントス学会誌*, 62: 93-97.
- 望月賢二. 1982. クサカリツボダイ. *In* 岡村 収・尼岡邦夫・三谷文夫 (編), 九州-パラオ海嶺ならびに土佐湾の魚類. 日本水産資源保護協会, 東京. 242-243, 384 pp.
- Mundy, B.C., and Moser, H.G. 1997. Development of early stages of pelagic armorhead *Pseudopentaceros wheeleri* with notes on juvenile *Ps. richardsoni* and larval *Histiopertus typus* (Pisces, Percoidei, Pentacerotidae). *Bull. Mar. Sci.*, 61: 241-269.
- Murakami, C., Yonezaki, S., Suyama, S., Nakagami, M., Okuda, T., and Kiyota, M. 2016. Early epipelagic life-history characteristics of the North Pacific armorhead *Pentaceros wheeleri*. *Fish. Sci.*, 82: 709-718.
- 奈須敏二・佐々木 喬. 1973. 開洋丸による中部太平洋海山調査. *水産海洋研究会報*, 23: 56-70.
- 西田一也・村上知里・米崎史郎・宮本麻衣・奥田武弘・清田雅史. 2014. 安定同位体比・胃内容物分析からみた天皇海山に生息する底魚類 3 種の生物学的特性. *東北底魚研究*, 34: 5-20.
- Nishida, K., Kiyota, M., Yonezaki, S., and Okuda, T. 2016a. Estimation of recruitment period of North Pacific armorhead *Pentaceros wheeleri* based on CPUE and fatness index. NPFC01-2016-SSC NPA01-WP02. 10 pp.
- Nishida, K., Murakami, C., Yonezaki, S., Miyamoto, M., and Kiyota, M. 2016b. Prey use by three deep-sea fishes in the Emperor Seamount waters, North Pacific Ocean, as revealed by stomach contents and stable isotope analyses. *Environ. Biol. Fish.*, 99: 335-349.
- NPFC. 2017. Conservation and management measure for bottom fisheries and protection of vulnerable marine ecosystems in the Northwestern Pacific Ocean. CMM 2017-05. 22 pp.
- NPFC. 2018. Monitoring survey plan for the detection of strong recruitment of North Pacific armorhead. CMM 2018-05 Annex 6-1. 4 pp.
- NPFC. 2019. Conservation and management measure for bottom fisheries and protection of vulnerable marine ecosystems in the northwestern Pacific Ocean. CMM 2019-05. 27 pp.
- NPFC. 2021. Monitoring survey plan for the detection of strong recruitment of North Pacific armorhead. CMM 2021-05 Annex 6-1. 4 pp.
- 奥田武弘・米崎史郎・清田雅史. 2013. 天皇海山のクサカリツ

- ボダイ資源解析:限られたデータしか得られない漁業資源をどのように評価・管理していくのか. 東北底魚研究, 33: 26-32.
- 奥田武弘・清田雅史. 2015. 底魚漁業管理をめぐる最近の国際議論: 生物資源の持続的利用と生態系保全. 月刊海洋, 47: 380-385.
- 佐々木 喬. 1974. 北太平洋のクサカリツボダイ. 水産海洋研究会報, 24: 156-165.
- 佐々木 喬. 1978. 海山漁場開発の経過と現状. 水産海洋研究会報, 33: 51-53.
- Sasaki, T. 1986. Development and present status of Japanese trawl fisheries in the vicinity of seamounts. NOAA Technical Report NMFS, 43: 21-30.
- 澤田紘太. 2020. 多様な生活史と「順応的管理」: 天皇海山における底魚資源管理の現状と課題. 水産海洋研究, 81(1): 38-39.
- Sawada, K. 2023. Working Group on NPA and SA -Summary for 2023. NPFC-2023-SSC BFME04-WP09. 4pp.
- Sawada, K., and Ichii, T. 2020. Blast from the past: a brief summary on the past studies for bottom fish stocks in the Emperor Seamounts area. NPFC-2020-SSC BFME01-WP04. 9 pp.
- Seki, M.P., and Somerton, D.A. 1994. Feeding ecology and daily ration of the pelagic armorhead, *Pseudopentaceros wheeleri* at southeast Hancock seamount. Environ. Biol. Fish., 39: 73-84.
- 渋谷駿太・高山真由美・本村浩之. 2019. 種子島から得られた琉球列島初記録のクサカリツボダイ. Nature of Kagoshima, 45: 357-360.
- Small Scientific Committee on Bottom Fish and Marine Ecosystems. 2020. 1st Intersessional Meeting of the Small Scientific Committee on Bottom Fish and Marine Ecosystems Summary. NPFC-2020-SSC BFMEint01-Summary. 10 pp.
- Somerton, D.A., and Kikkawa, B.S. 1992. Population dynamics of pelagic armorhead *Pseudopentaceros wheeleri* on the Southeast Hancock Seamount. Fish. Bull., 90: 756-769.
- 水産庁. 1997. 平成8年度開洋丸第6次調査航海調査報告. 中部北太平洋海山海域におけるクサカリツボダイ仔稚魚調査, 東京. 234 pp.
- 水産庁. 2008a. 北太平洋の天皇海山及び北ハワイ海嶺水域における脆弱生態系の特定、底魚漁業操業が当該脆弱生態系及び海洋生物種に与える影響評価及び深刻な悪影響が存在する場合の保存管理措置に関する報告書(トロール漁業の場合). 15 pp. http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/pdf/t_j.pdf (2023年11月27日)
- 水産庁. 2008b. 北太平洋の天皇海山及び北ハワイ海嶺水域における脆弱生態系の特定、底魚漁業操業が当該脆弱生態系及び海洋生物種に与える影響評価及び深刻な悪影響が存在する場合の保存管理措置に関する報告書(底刺し網漁業の場合). 15 pp. http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/pdf/s_j.pdf (2023年11月27日)
- 水産庁. 2008c. Appendix D: キンメダイの資源評価. *In* 北太平洋の天皇海山及び北ハワイ海嶺水域における脆弱生態系の特定、底魚漁業操業が当該脆弱生態系及び海洋生物種に与える影響評価及び深刻な悪影響が存在する場合の保存管理措置に関する報告書(トロール漁業の場合). 15 pp. http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/pdf/t_j.pdf (2023年11月27日)
- 田中美帆. 2019. 耳石の輪紋および微量元素解析によるクサカリツボダイ *Pentaceros wheeleri* 生態解明に向けた基礎的研究. 平成30年度東京海洋大学修士論文. 60 pp.
- Uchiyama, J.H., and Sampaga, J.D. 1990. Age estimation and composition of pelagic armorhead *Pseudopentaceros wheeleri* from the Hancock seamounts. Fish. Bull., 88(1): 217-222.
- Wagner, E.J., and Bond, C.E. 1961. The percoid fish *Pseudopentaceros richardsoni* from Oregon waters. Fish. Comm. Oregon, Res. Briefs, 8(1): 71-73.
- Yanagimoto, T., and Humphreys, R.L. 2005. Maturation and reproductive cycle of female armorhead *Pseudopentaceros wheeleri* from the southern Emperor-northern Hawaiian Ridge Seamounts. Fish. Sci., 71: 1059-1068.
- 柳本 卓. 2016. 太平洋のオアシス「天皇海山」とクサカリツボダイの奇妙な生活史. *In* 猿渡敏郎(編) 生きざまの魚類学 魚の一生を科学する. 東海大学出版部, 平塚. pp 75-94.
- 柳本 卓・北村 徹・小林敬典. 2008. mtDNAのPCR-RFLP分析によって推測されたクサカリツボダイの集団構造. 日本水産学会誌, 74(3): 412-420.
- Yonezaki, S., Okuda, T., and Kiyota, M. 2012. Application of the non-equilibrium surplus production models to North Pacific armorhead in the Southern Emperor and Northern Hawaiian Ridge (SE-NHR) seamounts. The Stock Assessment Workshop for North Pacific Armorhead, Doc-2-Rev2. 22 pp.
- 米崎史郎・増島雅親・岡崎 誠・宮本麻衣・清田雅史・奥西 武. 2017. 粒子追跡実験によるクサカリツボダイ仔魚の回遊経路と漁獲量との関係. 東北底魚研究, 37: 18-25.
- Zama, A., Asai, M., and Yasuda, F. 1977. Records of the pelagic armorhead, *Pentaceros richardsoni* from Hachijo Island and the Ogasawara Islands. Jpn. J. Ichthyol., 24(1): 57-60.

クサカリツボダイ（天皇海山海域）の資源の現況（要約表）

世界の漁獲量 (最近 5 年間)	25~1,092 トン 最近 (2022) 年 : 34 トン 平均 : 320 トン (2018~2022 年)
我が国の漁獲量 (最近 5 年間)	25~793 トン 最近 (2022) 年 : 34 トン 平均 : 257 トン (2018~2022 年)
資源評価の方法	漁獲量の推移 除去法 漁船によるモニタリング調査
資源の状態 (資源評価結果)	資源状態 (漁獲量の推移) : 開発初期を除く 1977 年以降の漁獲量の最大値と最小値の間を三等分し、16,900 トン以上を高位、8,500 トン以下を低位とすると 2014 年以降の漁獲量は 2,000 トン以下であり、資源水準は低位、資源動向は減少 漁獲圧 (除去法による評価) : 2010~2012 年の漁獲死亡係数 $F = 2.48$ (平均利用率 0.92)、加入強度にかかわらず F が高く産卵期まで残る産卵親魚量が非常に少ない 加入 (モニタリング調査) : 2019 年以降の加入は低水準
管理目標	順応的管理による産卵親魚の確保と漁獲の安定 目標値 : 検討中
管理措置	○NPFC 保存管理措置 : <ul style="list-style-type: none"> ・ 操業許可漁船数の増加禁止 (我が国 = 底びき網 : 7 隻以内、底刺網 : 1 隻以内) ・ 我が国の漁獲量上限 15,000 トン ・ 北緯 45 度以北における操業禁止 ・ 水深 1,500 m 以深での操業禁止 ・ C-H 海山及び光孝海山南東部を閉鎖 ・ 底刺網を海底から 70 cm 以上離して敷設する ・ 底びき網のコッドエンド目合い 13 cm 以上 (5 kg の張力をかけて計測) ・ 産卵期である 11~12 月の禁漁 ・ 科学オブザーバーの 100% 乗船 ・ 加入水準に応じた推奨漁獲量を設定するためのモニタリング調査の実施 <u>強加入年の場合</u> : 年間総漁獲量上限 12,000 トン (日本 : 10,000 トン、韓国 : 2,000 トン)、強加入年であった 2010 年及び 2012 年の半分の漁獲量を占めた海山 (桓武海山北部及び雄略海山) での底びき網操業を禁止 <u>強加入年ではない場合</u> : 年間総漁獲量上限 700 トン (日本 : 500 トン、韓国 : 200 トン) ○我が国自主措置 : <ul style="list-style-type: none"> ・ 刺網の網目の結節から結節までの長さ 12 cm 以上 (許可の条件) ・ 漁獲努力量上限の設定 (底びき網年間総曳網時間 5,600 時間以内)
管理機関・関係機関	NPFC
最近の資源評価年	2014 年 (除去法)
次回の資源評価年	資源評価手法が確立しておらず未定