

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) 亜成魚、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)

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年以降卓越加入の発生頻度が増していたが、2013年から7年連続して加入が低い状態が続いており、2015年の我が国漁獲量は717トン、2016年は184トン、2017年は314トン、2018年は793トン、2019年は351トンであった。2018年7月に開かれた北太平洋漁業委員会(NPFC)第4回委員会会合で採択された順応的管理プロセス(計画、行動、モニタリング、評価)に基づき、加入状況を把握するためのモニタリング調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塩竈、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3,000km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(240~2,800m)は北へ行くほど深い。そのうち、水深300~500mで頂上が平坦な海山(平頂海山、ギョー)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年に日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。開発から8年間の漁獲量は、日ソ合計で年間最高15万トンを超え、我が国の漁獲量も年間3万トンに達する高水準にあったが、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。しかし、近年は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(表1)。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。2012年までは1980年代、1990年代に比べ卓越加入の発生頻度が増加傾向にあったが、2013年以降7年連続して加入が低い状態が続いている。

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、底刺網船1隻であった。我が国以外では、2004年から

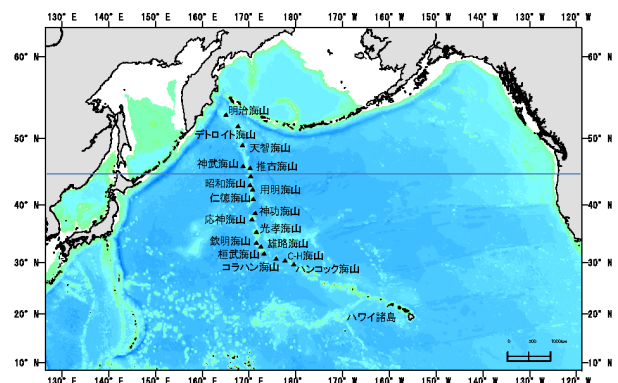


図1. 天皇海山海域の主要海山群

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。

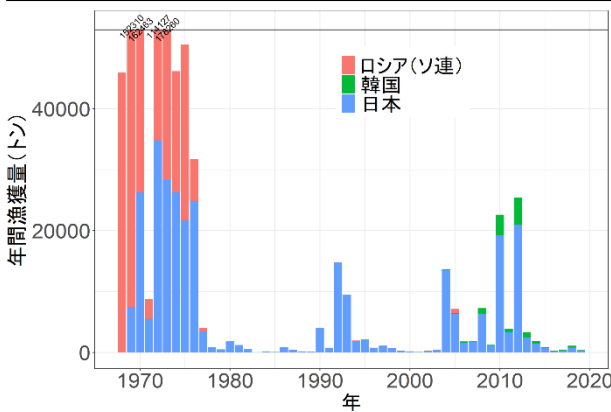


図 2. 天皇海山海域におけるクサカリツボダイ国別漁獲量の推移 (1968～2019年)

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。

韓国漁船が参入し、底びき網船1～2隻が操業している。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年にはアブラボウスを主対象とした小規模な底はえ縄操業を行った。

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 (ほかにも同海域にはツボダイ *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, 渋谷ほか 2019) 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、仔稚魚期の回遊経路や経験水温と漁

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 | 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 | |
| 2006年 | 1,488 | 124 | 1,612 | 139 | 0 | 139 | 98 | 0 | 98 | 1,849 |
| 2007年 | 1,607 | 116 | 1,723 | 89 | 0 | 89 | 0 | 0 | 0 | 1,812 |
| 2008年 | 5,874 | 498 | 6,372 | 892 | 0 | 892 | 0 | 0 | 0 | 7,264 |
| 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 |

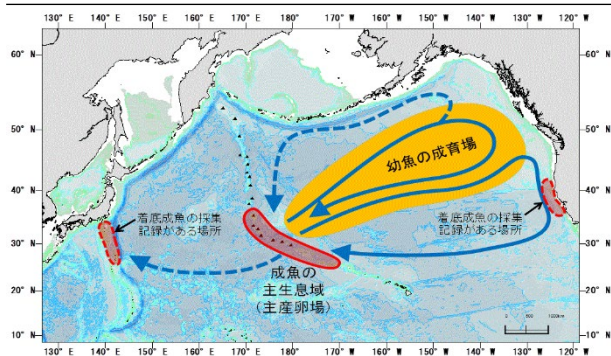


図3. クサカリツボダイの産卵場及び回遊経路の模式図 (Kiyota *et al.* 2016 を改変)

獲量との関係が粒子追跡実験によって調べられているが、加入量の強弱と海洋環境との間に明瞭な関係性は分かっていない (米崎ほか 2017)。田中 (2019) は、耳石の日輪幅を年級群間で比較し、その差が表層生活期にあたる1歳までの若齢期に顕著に認められることを示した。

【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ヶ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30 cm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ことに痩せて体高が低くなる (Somerton and Kikkawa 1992)。

【食性】

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.* 2016a)。成魚の中でも着底直後の肥満型は摂餌量が少なく、トガリムネエソなど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など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)。

【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)。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 (Bae *et al.* 2018)。

【年齢と寿命】

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る (Uchiyama and Sampaga 1990)。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ことに減少する (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)、着底成魚の消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こ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】

本種成魚は体成長が停止し年齢査定が困難であるため、サイズ構成モデルや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が大きな不確実性を含むこと、卓越加入が不規則に発生し親魚量と加入量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替えが起こっており、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、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)。

【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

るものを加えると年間17万トンに達し、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こらず、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1万7,000トン、2012年2万1,000トンと高い漁獲量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2016年には184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(2019年の漁獲量は同年より設定された推奨漁獲量の影響を受けた可能性があるが、実際の漁獲量は推奨漁獲量よりも少なかった)。

2019年から、後述する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、所定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(ノミナル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4回連続かつ、2つのモニタリングブロックで満たした場合、強加入と判断される(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.* 2016b)に基づいて定められた。2019年にはこの基準は満たされず、2020年には操業隻数の減少によって規模を縮小したモニタリング調査が行われたが、やはり基準は満たされず(Ota 2020)、兩年とも加入は弱いと判断された。

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)。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域漁業管理機関を設立するための交渉を開始した。2006年の国連総会では、地域漁業管理機関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、地域漁業管理機関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。2007年の関係国の政府間会合では、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、科学オプザーバーの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として設立された「北太平洋漁業委員会(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%過大である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(底びき網漁業操業時間)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。さらに、クサカリツボダイの産卵親魚及び宝石サンゴ類保護の観点から光孝海山南東部を操業禁止とした(水産庁 2008a、2008b(現在は、C-H海山も同目的で操業禁止となっている)) (図1)。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ることから、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回委員会会合で採択され、2017年1月に発効した(NPFC 2017)。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(計画、行動、モニタリング、評価)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回委員会会合では、本調査の実施が採択された(NPFC 2018a)。モニタリングブロックは光孝海山の南東部と桓武海山の北西部の2つのブロックとし、期間は3~6月となった。強加入水準の閾値は、上述(【資源及び加入量の水準・動向】)のとおりであり、この閾値をモニタリング

期間中に4回連続かつ、2つのモニタリングブロックで満たした場合に、強加入と判断される。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（NPFC 2019）。2019年・2020年は弱加入と判断され、推奨漁獲量は700トンとされた。なお、2020年には操業隻数の減少に伴い規模を縮小したモニタリング調査となり、2021年以降も規模を縮小する計画が提案されている（Japan 2020）。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た。

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

水産資源研究所 水産資源研究センター

社会・生態系システム部 漁業生態系グループ

竹茂 愛吾

水産資源研究所 水産資源研究センター 広域性資源部

一井 太郎

参考文献

- Abe, T. 1957a. New, rare or uncommon fishes from Japanese. 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 Histioperidae. 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 oogenesis 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 Translation 106)
- 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.
- 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.
- 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., 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.
- 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.
- Japan. 2020. Proposed amendment to CMM2019-05, Annex 6. NPFC-2020-SSC BFME01-WP09. 4 pp.
- 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., 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.
- 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.
- 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.
- 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 *Histiogaster typus* (Pisces, Percoidei, Pentaceroidei). *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.
- 奈須敬二・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.
- Nishida, K., Kiyota, M., Yonezaki, S., and Okuda, T. 2016b. Estimation of recruitment period of North Pacific armorhead *Pentaceros wheeleri* based on CPUE and fatness index. NPFC01-2016-SSC NPA01-WP02. 10 pp.
- 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., Murakami, C., Yonezaki, S., Miyamoto, M., and Kiyota, M. 2016a. 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.
- 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(8): 380-385.
- 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.
- Ota, S. 2020. Revised schedule and results of monitoring survey for North Pacific armorhead in the Emperor Seamounts in 2020. NPFC-2020-SSC BFME01-IP03. 6 pp.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 (2019年10月31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 (2019年10月31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 (2019年10月28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・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.
 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.
 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.
 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)

| | |
|--------------------|--|
| 資源水準 | 低位 |
| 資源動向 | 減少 |
| 世界の漁獲量 (最近5年間) | 234~1,092 トン 最近 (2019) 年: 371 トン 平均: 600 トン (2015~2019 年) |
| 我が国の漁獲量 (最近5年間) | 184~793 トン 最近 (2019) 年: 351 トン 平均: 472 トン (2015~2019 年) |
| 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 |
| 資源評価の方法 | 除去法を検討している |
| 資源の状態 | 2013~2015 年の加入は低水準、2010~2012 年の $F=2.48$ (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 SSB が非常に少ない 2019 年・2020 年の加入は低水準 |
| 管理措置 | NPFC 保存管理措置: ・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 量を占める天皇海山の特定海域の底魚漁業を禁止 <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: ・刺網の網目の結節から結節までの長さ 12 cm 以上 (許可の制限または条件) ・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 |
| 次回の資源評価年 | 未定 |