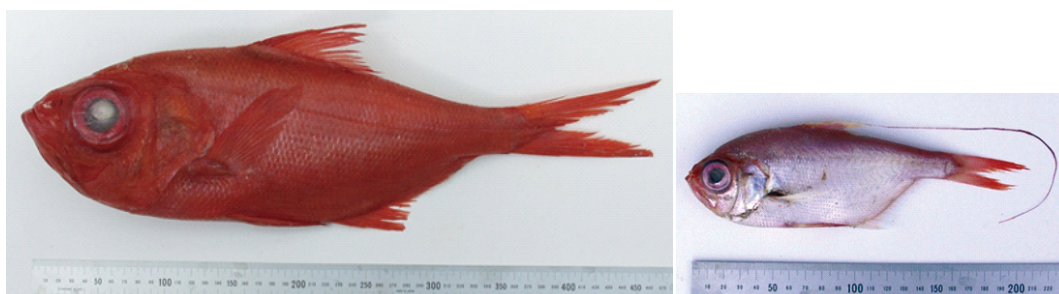


キンメダイ 天皇海山海域

(Splendid alfonsino, *Beryx splendens*)



キンメダイ (左:成魚、右:“イトヒキンメ”と呼ばれる当歳魚)

最近の動き

天皇海山海域におけるキンメダイは、クサカリツボダイ不漁時の代替漁業資源として1970年代後半から漁獲され始め、1980年代前半の漁獲量は年間1万トンに達した。それ以降は700トンから5,700トンの間で推移している。大きな卓越加入によりクサカリツボダイの漁獲量が2万トンを越えた2012年には、キンメダイは791トンしか漁獲されなかったが、2013年以降はクサカリツボダイの不漁が続いていることからキンメダイの漁獲量が増大し、2016年には10年ぶりに3,500トンを超えた。ここ数年の漁獲量の増大に伴う傾向として、底びき網の漁獲物では小型魚の割合が増加している。北太平洋漁業委員会 (NPFC) のもと、2019年には保存管理措置として網目規制が導入され、今後はその有効性のモニタリングが求められる。

利用・用途

冷凍ラウンドの形状で主に加工材料として水揚げされ、青森県産、宮城県産、ミッドウェー海域産の原産地表示のもと、干物、煮付け等として販売されている。丸魚のまま、もしくは切り身の解凍鮮魚が販売されることもある。小型魚の干物 (開き) は比較的廉価で販売されており、高級生鮮魚としての流通を主体とする日本近海産キンメダイとは異なる販売戦略がとられている。

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にわたり連なる海山列である (図1)。北緯45度以南の公海上にあり、頂上水深が300～500 mの平坦な海山が底びき網漁場として (Sasaki 1986、水産庁 2008a)、海山斜面や水深が比較的大きい海山が底刺網漁場として利用されている (水産庁 2008b)。主な漁獲対象種はクサカリツボダイであるが、卓越加入の有無により漁獲量の年変動が極端に大きいため、キンメダイ、オオメマトウダイ、ハゲヤセムツ、カガミダイ、メダイ、オキカサゴ等が代替魚種として利用されている (澤田ほか 2017)。キンメダイはこれら代替魚種の中で最も

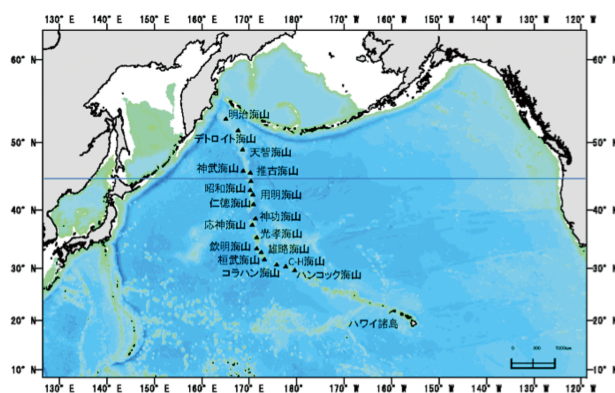


図1. 天皇海山列の地図

コラハン海山から推古海山南バンクまでが底魚漁場として利用されているが、キンメダイが漁獲されるのは仁徳海山以南である。

漁獲量が多く、水揚げ単価も高いことから、クサカリツボダイに次ぐ重要魚種となっている。

キンメダイを狙った操業は、天皇海山漁場の開発から10年を経てクサカリツボダイの漁獲量が激減した1970年代後半から始まった。1975年以前には最大でも600トンであった年間漁獲量は徐々に増加し、1980～1982年には年間8,585～11,831トンに達した (図2)。一方、1985年以降の漁獲量は、1991年を除けば年間5,000トンを下回っている。最近ではクサカリツボダイの卓越加入年であった2010年、2012年の漁獲量がそれぞれ970トン、752トンと少なかったのに対し、クサカリツボダイの加入量が極めて少なく漁獲量が低迷している2013年以降は、年間漁獲量が2,652～4,851トンと増加傾向にある (表1)。

近年、天皇海山海域において我が国以外にキンメダイの漁獲実績があるのは、韓国の底びき網漁業であるが、2004年以降の漁獲量は年間16～513トンに留まっている。また、ロシアは1982～2009年の間、底びき網及び底はえ縄によって年間6～926トン漁獲していたが、近年はめめけ類やアブラボウズを主対象とする底はえ縄操業のみを行っており、キンメダイの漁獲量は0トンと報告されている (表1、図2)。

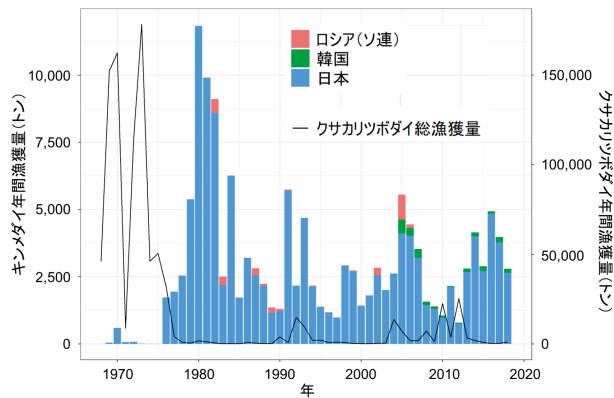


図2. 天皇海山海域におけるキンメダイの国別漁獲量及びクサカリツボダイの総漁獲量の経年変化

生物学的特性

【分類】

キンメダイ *Beryx splendens* は、キンメダイ目キンメダイ科キンメダイ属の一種である。キンメダイ属には本種の他にナンヨウキンメ *B. decadactylus* とフウセンキンメ *B. mollis* が含まれ、ナンヨウキンメは天皇海山海域に同所的に生息するが、キンメダイと比べ漁獲量は少なく、フウセンキンメについては記録がない。フウセンキンメはかつて、キンメダイと同一種として扱われることもあったが、形態的 (Yoshino *et al.* 1999, Yoshino and Kotlyar 2001)、遺伝的 (Akimoto *et al.* 2006) な相違が明らかになり、現在では別種とされている。

ナンヨウキンメは体高や背鰭軟条数により他2種と容易に区別できる。フウセンキンメは後鼻孔と鱗の形状、幽門垂や鰭条の計数形質によりキンメダイと識別可能とされているが (Yoshino *et al.* 1999, Yoshino and Kotlyar 2001、林 2013、池田・中坊 2015)、この近縁2種を外見から区別することは容易ではない。

【分布と回遊】

キンメダイは大西洋、インド洋、太平洋の温帯から熱帯域

に分布し、大陸棚外縁、陸棚斜面や海山に生息する (水産庁 2008c、Shotton 2016)。本種の分布域はナンヨウキンメとほぼ重なり (Shotton 2016)、フウセンキンメの分布域よりも高緯度まで広がる (Yoshino and Kotlyar 2001)。

本種は卵～幼魚期に表中層で浮遊生活を送る。秋元 (2007a) はいくつかの海域で漁獲された個体の最小尾叉長を元に、本種が尾叉長12～18 cmの間に着底すると推察した。さらに耳石の微細輪紋が日輪であると仮定して、前述の尾叉長と微細輪紋数の関係から浮遊期の長さは150～300日間と推定した (秋元 2007a)。着底後は水深200～800 mに多く生息し (Busakhin 1982)、日没から日出の間に中層に鉛直移動して採餌すると考えられている (Galaktionov 1984)。同様の日周鉛直移動の可能性は、天皇海山海域でも指摘されている (柳本 2004)。日本近海では着底後に大規模な移動はしないと考えられていたが、一部個体が関東沿岸から伊豆諸島や南西諸島へ移動する例が報告されている (亘ほか 2017)。ニューカレドニア海域では成長に伴い、浅い海山から深い海山へ移動する可能性が指摘されている (Lehodey *et al.* 1994, 1997)。

1970年代の漁場開発調査 (井口 1973、黒岩 1973) 及び近年の科学オブザーバー報告によると、天皇海山海域では北緯41度付近の仁徳海山から北緯30度のハンコック海山の範囲で漁獲報告がある。本種を狙った操業は、底びき網で水深300～500 m、底刺網で水深300～1,000 mで行われており (柳本 2004)、着底後はこの範囲に主に分布すると考えられるが、天皇海山海域におけるキンメダイの浮遊期間やその間の分布域、海山への着底時期、着底後の移動については十分な情報が得られていない。

【産卵】

卵巣内に完熟卵が出現する尾叉長は28～35 cm (大西 1985、芝田 1985、Lehodey *et al.* 1997、秋元ほか 2005)、50%の個体が成熟する尾叉長 (FL50) は概ね31～35 cmであり (Lehodey *et al.* 1997、González *et al.* 2003、秋元ほか 2005、Shotton 2016)、我が国沿岸における繁殖開始年齢は4～5歳と推定される (秋元ほか 2005)。ただしFL50は海域・研究で

表 1. 日本、韓国、ロシアによる漁業種類別キンメダイ漁獲量

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	
2005年	3,877	242	4,119	513	0	513	926	0	926	5,557
2006年	3,656	375	4,031	289	0	289	127	0	127	4,447
2007年	3,016	192	3,207	325	0	325	0	0	0	3,532
2008年	1,183	261	1,444	121	0	121	0	10	10	1,575
2009年	1,080	229	1,309	83	0	83	0	6	6	1,397
2010年	812	158	970	87	0	87	0	0	0	1,057
2011年	2,067	55	2,122	34	0	34	0	0	0	2,156
2012年	707	45	752	38	0	38	0	0	0	791
2013年	2,453	226	2,679	123	0	123	0	0	0	2,802
2014年	3,940	64	4,003	140	0	140	0	0	0	4,143
2015年	2,701	9	2,710	180	0	180	0	0	0	2,890
2016年	4,830	21	4,851	78	0	78	0	0	0	4,929
2017年	3,751	33	3,784	190	0	190	0	0	0	3,974
2018年	2,583	68	2,652	140	0	140	0	0	0	2,791

との違いも大きく、例えばチリの個体群では、40～44 cmと見積もられている (Flores *et al.* 2012)。卵母細胞の発達様式は非同期発達型であることから、一産卵期に複数回の産卵を行うと考えられている (増沢ほか 1975、Aleksseev 1986)。卵巣内卵数は日本近海の体長40 cm前後の個体で30～50万粒 (増沢ほか 1975)、ニューカレドニア海域の尾叉長34～40 cmの個体で27万～38万粒 (Lehodey *et al.* 1997) と推定されている。産卵期は海域によって異なるが (Flores *et al.* 2012)、日本近海では夏に産卵すると考えられている (増沢ほか 1975、芝田 1985)。

これまで天皇海山海域において本種の卵は採集されていないが (柳本 2004)、1984年7月にハンコック海山南東部において標準体長6.0～27.5 mmの稚魚が採集されていることから (Mundy 1990)、天皇海山では夏に繁殖している可能性が考えられる。しかし、これ以外には本種の天皇海山における産卵に関する知見は見当たらない。科学オブザーバーが収集したサンプルの生殖腺重量指数や高橋 (2018) による耳石日輪数と生殖腺重量指数の解析から夏が産卵期であると推定されている。

【食性】

一般にキンメダイの主な餌生物は、ハダカイワシ類等の中深層性魚類、いか類、えび類、オキアミ類であり (増沢ほか 1975、Dürr and González 2002、堀井 2007)、成長に伴い魚食傾向が強くなることが指摘されている (Dubochkin and Kotlyar 1989、堀井 2007、Horn *et al.* 2010)。仔稚魚の食性は不明である (亘ほか 2017)。

天皇海山海域での胃内容分析によれば、空胃率は約1割と低く、胃内容からはオキアミ類、アミ類、よこえび類、カイアシ類、翼足類、ハダカイワシ類、小型いか類、海藻類が検出された (井口 1973、奈須・佐々木 1973、柳本 2004)。また成長に伴い、有殻翼足類、浮遊性えび類等のプランクトン食から魚類、頭足類等のマイクロネクトン食に移行する傾向が示されている (Nishida *et al.* 2016)。

【捕食者】

天皇海山海域における捕食者は不明である。日本近海ではさめ類やいるか類による食害が報告されており (亘ほか 2017)、ナマカザメの胃内容から記録されている (Taniuchi 1988)。その他の海域ではシイラ (Varghese *et al.* 2013)、メカジキ (Clarke *et al.* 1995)、タスマニアクジラ (Best *et al.* 2014) 等の胃内容から記録されている。

【系群】

ミトコンドリアDNAの部分塩基配列分析では、大西洋とインド洋・太平洋の間、並びに、北大西洋内の一部海域間に遺伝的分化が認められている。しかし、インド洋と太平洋間における遺伝的分化は認められず、大洋間で共通するハプロタイプが検出されている (Hoarau and Borsa 2000、柳本ほか 2015)。日本近海のキンメダイを対象としたマイクロサテライトDNA分析では、遺伝的分化は認められなかった (大河ほ

か 2008)。標識放流調査では、関東沿岸で放流された個体の8割以上が関東沿岸から伊豆諸島北海域で再捕された一方、伊豆諸島南部海域や黒潮上流域である高知県沖、さらに1,000 km以上離れた南西諸島で再捕された個体も存在することから (木幡ほか 1992)、本種は黒潮流域において大規模な回遊を行っている可能性がある (亘ほか 2017)。

千国 (1971)、柳本 (2004) は本種が日本沿岸と天皇海山海域の間を移動回遊するという仮説を提唱している。上述のように本種は150～300日に亘る浮遊期間を持ち、着底後に1,000 km以上移動する個体もあることから、日本沿岸と天皇海山海域間を移動回遊している可能性も考えられるが、仮説を直接的に支持する研究成果は未だ得られていない。そのため、天皇海山海域におけるキンメダイは独立した系群として取り扱われている (亘ほか 2017)。

【年齢と寿命】

本種の年齢は、耳石 (扁平石) の輪紋 (透明帯・不透明帯) の年周性に基づいて推定されてきた (Massey and Horn 1990、Lehodey and Grandperrin 1996、Adachi *et al.* 2000、Rico *et al.* 2001、明神・浦 2003、Santamaría *et al.* 2006、秋元 2007b)。海域により若干の違いはあるものの、成長式より算出された年齢-尾叉長関係から (表2)、本種は一般に1歳で約16～22 cm、3歳で24～28 cm、5歳で28～32 cm、10歳で37～41 cm、15歳で41～46 cm (全て尾叉長) に成長すると考えられる。日本周辺での耳石の年齢査定による最高齢は26歳 (明神・浦 2003) であり、標識放流した個体が18年後に再捕された例があることから、寿命は少なくとも20年を超える (亘ほか 2017)。

天皇海山のキンメダイの耳石輪紋も年周性を示すと考えられ (高橋 2018)、これに基づいた年齢査定が行われている (柳本 2004、高橋 2018)。柳本 (2004) の成長式では他海域に近い成長速度を示すが、この推定では若齢魚 (1～4歳) のみを用いているため、成長速度が過大推定されている可能性がある。より幅広い体長範囲 (1～13歳) を対象とした高橋 (2018) は、若齢魚の成長速度が他海域と比べて小さい傾向を指摘している。

上記の年齢-尾叉長関係と乗船オブザーバーが報告している体長組成データを照合すると、天皇海山海域の底びき網漁業の漁獲開始年齢は1歳未満 (尾叉長10 cm前後)、体長モードは概ね1～2歳 (尾叉長18～24 cm) に相当し、着底直後の未成魚から漁獲対象になっていることがわかる (Sawada *et al.* 2018)。2009年以前の経年的な漁獲物体長組成は不明だが、底びき網では1974年と1993年にも1歳前後 (尾叉長のモードが18～20 cm) を漁獲していた記録があることから (高橋・佐々木 1977、柳本 2004)、このような小型魚の漁獲は歴史的に行われてきた可能性がある。また、ここ数年で漁獲物の平均尾叉長はさらに小さくなる傾向にある (Sawada *et al.* 2018)。一方、底刺網の漁獲開始年齢は1～2歳 (尾叉長20 cm前後)、モードは概ね4～7歳 (尾叉長28～31 cm) である。

高橋 (2018) の推定した雌の漸近尾叉長・漸近体重はそれぞれ約53 cm、約2 kgであり、これは漁獲物中の最大サイズ

表2. 天皇海山とその他海域におけるキンメダイの年齢-体長関係

文献	海域	年齢	1	2	3	4	5	10	15
		性別	年齢に対する尾叉長 (mm)						
高橋 2018	天皇海山	オス	194	223	249	272	294	376	428
		メス	195	225	252	276	298	384	438
Adachi <i>et al.</i> 2000	日本近海	オス	197	228	254	278	298	369	405
		メス	166	206	240	269	294	377	415
オス		176	217	251	280	304	376	406	
メス		178	220	256	286	312	393	429	
両性		178	224	263	298	329	432	485	
Taniuchi <i>et al.</i> 2004		オス	173	206	235	262	285	371	422
秋元 2007b		メス	187	223	254	283	308	401	456
		オス	174	212	245	273	297	377	416
Lehodey & Grandperrin 1996	ニューカレドニア近海	メス	168	211	248	281	309	406	456
		両性	195	223	248	271	293	377	432
Santamaría <i>et al.</i> 2006	南西インド洋	両性	195	223	248	271	293	377	432
Massey & Horn 1990 ニュージーランド近海	Palliser Bank	オス	202	234	263	289	312	396	445
		メス	208	239	267	293	317	409	468
	Tuaheni High	オス	214	243	271	295	318	404	458
		メス	246	267	287	307	326	408	476
	Paoanui Ridge	オス	163	207	245	278	307	401	447
		両性	215	247	275	299	319	386	417
Rico <i>et al.</i> 2001 マカロネシア	カナリア諸島	両性	195	217	239	259	278	358	418
	マデイラ諸島	両性	205	240	270	295	317	382	410
	アゾレス諸島	両性	205	240	270	295	317	382	410

(Sawada *et al.* 2018) と概ね一致する。

資源状態

【資源の評価方法】

2008年に天皇海山海域のキンメダイを対象とした余剰生産モデルによる資源解析が行われたが(水産庁 2008c、Nishimura and Yatsu 2008)、内的自然増加率 r の値が他海域のキンメダイ(Wiff *et al.* 2012)と比べて大幅に高く推定されており($r = 0.9 \sim 1.6$)、本種のような長寿命・低成長の深海性魚類としては不自然な値となっている等、疑問点も多い。キンメダイはクサカリツボダイ不漁時の代替魚種として狙い操業の対象となるため、補正を行わない見かけ上の単位努力量あたり漁獲量(ノミナルCPUE)はクサカリツボダイの卓越加入の有無によって大きく変動し(例えば、クサカリツボダイの卓越加入があればゼロに近い値まで落ち込む)、本種の資源動向を反映しない可能性が高い。キンメダイ・クサカリツボダイの漁獲量の対数比を用いて努力量を補正した調整CPUE (adjusted CPUE) も用いられているが、この計算によって狙い努力量(クサカリツボダイ及びキンメダイをそれぞれ狙った操業の努力量)の変化を適切に補正できているか検証されていない。漁獲物組成から狙い操業を検出するdirect ed CPUE法(Biseau 1998)を近年のデータに適用した解析によれば、優先的に漁獲されるクサカリツボダイの卓越加入とその後の減少に応じて、狙い操業の比率は漁獲量の対数比よりもはるかに激しく変動しており、調整CPUEは狙い操業の影響を十分補正できていない可能性が高い(澤田ほか 2017)。また上述のように、近年はより小型の個体が漁獲されており、漁獲対象年齢範囲が若齢魚まで拡大することで、産卵親魚量の低下に反してノミナルCPUEが高止まりや上昇傾向を示す

可能性も考えられる。さらに本種のような集群性魚類は、魚群探知機で群れを探し出して操業することにより、資源量が低下しても直ちにCPUEが低下しない可能性もある。さらに、漁獲の多くを占める日本籍底びき網漁船に虚偽報告が発覚したため、詳細な漁獲データには不確実性が大きい(Sawada *et al.* 2018、澤田 2019)。

一方、成長乱獲抑制を目的とした「加入量あたり漁獲量モデル」(YPRモデル)や加入乱獲抑制に役立つ「加入量あたり産卵資源量モデル」(SPRモデル)は、資源量指数や詳細な漁獲データがなくても適用可能である。したがって、これら生活史ベースの管理指標に基づき、漁獲開始年齢や漁獲死亡係数を調節するアプローチが有効と考えられる(Sawada *et al.* 2018、Sawada and Yonezaki 2019)。

【資源の水準・動向】

天皇海山漁場の開発当初は、資源の豊富なクサカリツボダイが主要な対象魚種であり、キンメダイの年間漁獲量はほとんどの年でゼロから数十トン程度であった。しかし、クサカリツボダイ資源量の減少に伴い1976年頃からキンメダイの漁獲量が急増し(佐々木 1985)、1980年には1万トンを超えた。1980年前後にはノミナル CPUEだけでなく調整CPUEも急増したことから、Nishimura and Yatsu (2008)はこの時期にレジームシフトが生じ、キンメダイ資源が急増したという見解を示した。しかし、これはクサカリツボダイからキンメダイに主対象魚種がシフトした時期と一致しており(佐々木 1985)、上記の通り調整CPUEの狙い操業補正効果には疑問があるため、レジームシフトではなくキンメダイ狙い操業の増加を反映したものである可能性が高い(澤田 2019)。佐々木 (1985)は、1982年ごろからキンメダイのCPUEが頭打ち傾

向にあるとして、資源動向に警鐘を鳴らしている。1985年以降の漁獲量はまれに6,000トン弱の年があるものの、1,000～4,000トン程度の年が多い。

2008年の余剰生産モデルを用いた資源評価では、漁獲死亡率がMSY水準に比べて20～28%過大であると推定された。底びき網漁業のノミナルCPUEは2012年から2016年にかけて増加傾向にあるが、これは上記のように、クサカリツボダイの資源枯渇に伴うキンメダイ狙い操業の増加、並びに小型魚の漁獲量増大等を反映している可能性があり、親魚資源量の増加と見なすべきではない。実際に、directed CPUEでは同じ期間に明瞭な増減傾向は認められなかった（澤田ほか2017）。

本種については、小型魚の過剰漁獲が資源に悪影響を及ぼす可能性が複数の海域で指摘されており、天皇海山における資源も例外ではない。Shotton (2014) は南インド洋産キンメダイのYPR診断により、漁獲開始年齢を2.8歳（標準体長22 cm）から8.4歳（標準体長35 cm）に引き上げれば、漁獲量はおよそ10倍に増加すると試算している。日本沿岸（千葉県・東京都・神奈川県・静岡県）では小型魚の保護策として、全長22～30 cm以下（海域により異なる）の再放流が実施されている（亘ほか2017）。天皇海山海域の底びき網漁業（後述する網目規制の導入前）では、前述のように尾叉長10 cm前後の当歳魚から漁獲を開始し、2016年時点では漁獲物の平均尾叉長が20-22 cm（1-2歳に相当）となっているため、成長乱獲が懸念される。高橋（2018）は、天皇海山におけるYPR曲線を作成して資源診断し、漁獲係数が低い場合を除き、漁獲開始年齢を3歳以上とすることで、加入あたり漁獲量を大きく減少させることはなく、自然死亡係数の不確実性も考慮すると、漁獲開始年齢を4歳とすることが望ましいと指摘している。またSawada and Yonezaki (2019) も同様にYPR診断を行い、1-2歳に相当する小型魚を漁獲している2018年までの状況は望ましくないとした。本種の成熟開始年齢は4歳～5歳と考えられており、加入量あたり産卵親魚量の観点からも、漁獲開始年齢を引き上げることが望ましい。これらの懸念から後述する網目規制措置が導入されており、その有効性の検証が求められている。

管理方策

天皇海山を含む北西太平洋公海域の底魚漁業に対して、NPFCによる保存管理措置が2016年に採択されている。そのうち本種の漁業に直接的に影響するものとしては、漁獲努力量（漁船数等）を2007年レベルから増加させないこと（我が国では底びき網7隻、底刺網1隻以内）、C-H海山と光孝海山南東部の禁漁（主目的は冷水性さんご類等の保全）、11月～12月（クサカリツボダイの産卵期の一部）の禁漁、底刺網のフットロープを海底から70 cm以上離して敷設することがある。これらの措置はNPFC設立準備国によって2009年に導入された暫定措置を引き継いだものである。さらに2019年から、本種の小型魚保護を目的とした底びき網の網目規制（5 kgの張力で網目を引っ張った際のコッドエンド目合い13 cm以上）が順応的管理措置の一環として導入された。

さらに我が国では、底びき網船の合計曳網時間を5,600時間以下に抑える自主措置も導入している。これは2008年の余剰生産モデル解析（【資源の水準・動向】参照）に基づき漁獲努力量を20%削減することを目的とし、NPFC設立準備国によって2009年に導入されたものを引き継いでいる。しかし、曳網時間制限の根拠とされた余剰生産モデル解析は、上に指摘した狙い操業の変化と小型魚を主体とする漁獲への移行によるCPUEのバイアスを含み、資源動向と漁獲の影響を適切に反映していない恐れがある。その他に天皇海山水域における底刺網漁業の許可の制限又は条件として、底刺網の網目の結節から結節までの長さは12 cm以上に制限されている。我が国の漁業者団体の自主措置として1ケース16 kg 120尾入り以上となる小型魚の製品の生産を自粛していたが、この措置はNPFCによる網目規制の導入に伴い2019年に廃止された。

NPFCでは本種をクサカリツボダイと並ぶ底魚資源評価の優先対象種に掲げている。5カ年作業計画において2020年には漁獲管理ルールの開発、順応的管理プロセスの採択と資源状況のモニタリングを行うこととされており、2019年に導入された順応的管理措置の有効性評価と必要に応じた改善が求められる。

執筆者

外洋資源ユニット

外洋底魚サブユニット

国際水産資源研究所 外洋資源部 外洋生態系グループ

澤田 紘太・竹茂 愛吾・一井 太郎

参考文献

- Adachi, K., Takagi, K., Tanaka, E., Yamada, S., and Kitakado, T. 2000. Age and growth of alfoncino *Beryx splendens* in the waters around the Izu Islands. Fish. Sci., 66: 232–240.
- 秋元清治. 2007a. ミトコンドリアDNA分析によるキンメダイの集団遺伝構造及び卵仔魚の分布様式の解析. 神奈川県水産技術センター論文集, 1: 1-64.
- 秋元清治. 2007b. 伊豆諸島周辺海域におけるキンメダイの年齢と成長. 神奈川県水産技術センター研究報告, 2: 13-19.
- Akimoto, S., Itoi, S., Sezaki, K., Borsa, P., and Watabe, S. 2006. Identification of alfoncino, *Beryx mollis* and *B. splendens* collected in Japan, based on the mitochondrial cytochrome b gene, and their comparison with those collected in New Caledonia. Fish. Sci., 72: 202-207.
- 秋元清治・久保島康子・三谷 勇・斎藤真美. 2005. 伊豆諸島周辺海域におけるキンメダイ *Beryx splendens* 雌の成熟. 日本水産学会誌, 71(3): 335-341.
- Alekseev, F.E., Alekseev, E.I., Trunov, I.A., and Shlibanov, V.I. 1986. Macroscale water circulation, ontogenetic geographical differentiation and population structure of alfoncino, *Beryx splendens* Lowe, in the Atlantic Ocean. ICES CM 10. 16 pp.
- Best, P.B., Smale, M.J., Glass, J., Herian, K., and Heyden, S.V.D.

2014. Identification of stomach contents from a Shepherd's beaked whale *Tasmacetus shepherdi* stranded on Tristan da Cunha, South Atlantic. J. Mar. Biol. Assoc. 94: 1093-1097.
- Biseau, A. 1998. Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. Aquat. Living Resour. 11(3): 119-136.
- Busakhin, S.V. 1982. Systematics and distribution of the family Berycidae (Osteichthyes) in the world ocean. J. Ichthyol., 22: 1-21.
- 千国史郎. 1971. 北太平洋の海山と底生魚類. 水産海洋研究会報, 19: 1-14.
- Clarke, M.R., Clarke, D.C., Martins, H.R., and Silva, H.M. 1995. The diet of swordfish (*Xiphias gladius*) in Azorean waters. Arquipélago 13A: 53-69.
- Dubochkin, A.S., and Kotlyar, A.N. 1989. On the Feeding of Alfonsino (*Beryx splendens*). J. Ichthyol., 1: 1-7.
- Dürr, J., and González, J.A. 2002. Feeding habits of *Beryx splendens* and *Beryx decadactylus* (Berycidae) off the Canary Islands. Fish. Res., 54: 363-374.
- Flores, A., Wiff, R., Gálvez, P., and Díaz, E. 2012. Reproductive biology of alfonsino *Beryx splendens*. J. Fish Biol., 81(4): 1375-1390.
- Galaktionov, G.Z. 1984. Features of the schooling behavior of the Alfonsino, *Beryx splendens* (Berycidae) in the thalassobathyal depths of the Atlantic Ocean. J. Ichthyol., 24: 148-151.
- González, J.A., Rico, V., Lorenzo, J.M., Reis, S., Pajuelo, J.G., Afonso Dias, M., Mendonça, A., Krug, H.M., and Pinho, M. R. 2003. Sex and reproduction of the alfonsino *Beryx splendens* (Pisces, Berycidae) from the Macaronesian archipelagos. J. Appl. Ichthyol., 19: 104-108.
- 林 公義. 2013. キンメダイ. In 中坊徹次 (編), 日本産魚類検索 第三版, 東海大学出版会, 神奈川. 577-578 pp.
- Hoarau, G., and Borsa, P. 2000. Extensive gene flow within sibling species in the deep-sea fish *Beryx splendens*. C.R. Acad. Sci. Paris, 323: 315-325.
- 堀井善弘. 2007. キンメダイの食性を明らかにして資源管理方針に役立てる. 平成18年度東京都島しょ農林水産総合センター主要成果集.
<https://www.ifarc.metro.tokyo.lg.jp/archive/26,360,52,215.html> (2019年10月30日)
- Horn, P.L., Forman, J., and Dunn, M.R. 2010. Feeding habits of alfonsino *Beryx splendens*. J. Fish Biol., 76: 2382-2400.
- 井口健一. 1973. 北部中央太平洋における底びき網漁場企業化調査概要II. 水産海洋研究会報, 23: 47-56.
- 池田博美・中坊徹次. 2015. キンメダイ・フウセンキンメ. 南日本太平洋沿岸の魚類. 東海大学出版部, 神奈川. 78 p.
- 木幡 孜・今井正昭・杉浦暁裕・戸井田伸一・久保島康子・田島良博. 1992. 標識放流・海域別年齢漁獲尾数・漁獲支援によるキンメダイの分布生態. 神奈川県水産試験所研究報告, 13: 41-51.
- 黒岩道徳. 1973. 北部中央太平洋における底びき網漁場企業化調査概要I. 水産海洋研究会報, 23: 42-47.
- Lehodey, P., and Grandperrin, R. 1996. Age and growth of the alfonsino *Beryx splendens* over the seamounts off New Caledonia. Mar. Biol., 25: 249-258.
- Lehodey, P., Grandperrin, R., and Marchal, P. 1997. Reproductive biology and ecology of a deep-demersal fish, alfonsino *Beryx splendens* over the seamounts off New Caledonia. Mar. Biol., 128: 17-27.
- Lehodey, P., Marchal, P., and Grandperrin, R. 1994. Modelling the distribution of alfonsino *Beryx splendens*, over the seamounts of New Caledonia. Fish. Bull., 92: 748-759.
- Massey, B.R., and Horn, P.L. 1990. Growth and age structure of alfonsino (*Beryx splendens*) from the lower east coast, North Island, New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshwater Res., 24: 121-136.
- 増沢 寿・倉田洋二・大西慶一. 1975. キンメダイその他底魚類の資源生態. 水産研究叢書, 28, 日本水産資源保護協会, 東京. 105 pp.
- Mundy, B.C. 1990. Development of larvae and juveniles of the Alfonsins, *Beryx splendens* and *B. decadactylus* (Berycidae, Beryciformes). Bull. Mar. Sci., 46(2): 257-273.
- 明神寿彦・浦 吉徳. 2003. 高知県産キンメダイの年齢と成長. 黒潮の資源海洋研究, 4: 11-17.
- 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., Murakami, C., Yonezaki, S., Miyamoto, M., Okuda, T., and Kiyota, M. 2016. Prey use by three deep-sea fish in the Emperor Seamount waters, North Pacific Ocean, as revealed by stomach contents and stable isotope analyses. Environ. Biol. Fish., 99(4): 335-349.
- Nishimura, A., and Yatsu, A. 2008. Appendix C: キンメダイの資源評価のためのプロダクションモデル. Application of surplus-production models to splendid alfonsino stock in the Southern Emperor and Northern Hawaiian Ridge (SE-NHR). 11 pp.
http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/pdf/appendix_c.pdf (2019年10月30日)
- 大河俊之・秋元清治・明神寿彦. 2008. マイクロサテライトDNA分析からみた日本沿岸域におけるキンメダイ *Beryx splendens* の集団構造. 黒潮の資源海洋研究, 9: 73-78.
- 大西慶一. 1985. キンメダイの資源補給に関する研究—(2) 産卵生態について. 伊豆分場だより, 219: 6-8.
- Rico, V., Lorenzo, J.M., González, J.A., Krug, H.M., Mendonça, A., Gouveia, E., and Afonso Dias, M. 2001. Age and growth of the alfonsino *Beryx splendens* Lowe, 1834 from the Macaronesian archipelagos. Fish. Res., 49: 233-240.
- Santamaría, M.T.G., Abellán, L.L., and González, J.F. 2006. Growth of alfonsino *Beryx splendens* Lowe 1834 in the South-West Indian Ocean. Afr. J. Mar. Sci., 28(1): 33-40.

- 佐々木 喬. 1985. 海山における日本のトロール漁業の経過と現状. 水産海洋研究会報, 47-48: 161-166.
- 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. 2019. 多魚種漁業の資源評価と管理: 天皇海山底魚漁業における“directed CPUE”解析からわかること. となつての海から, 16: 9-18.
- 澤田紘太・西田一也・米崎史郎・清田雅史. 2017. 激しく変動する資源とその代替資源: 天皇海山の多魚種底魚漁業における狙い操業を考慮したCPUEの計算. 東北底魚研究, 37: 95-104.
- Sawada, K., Nishida, K., Yonezaki, S., and Kiyota, M. 2018. Review of biology and fisheries of splendid alfonso *Beryx splendens*, especially in the Emperor seamounts area. NPFC-2018-SSC-BF01-WP03. 26 pp.
- Sawada, K., and Yonezaki, S. 2019. Yield-per-recruit analysis of splendid alfonso in the Emperor Seamounts. NPFC-2019-SSC BF02-WP01. 9 pp.
- 芝田健二. 1985. 房総海域におけるキンメダイについて—I 成熟と性比. 千葉県水産試験場研究報告, 43: 3-9.
- Shotton, R. 2014. Yield per Recruit analysis of Alfonsino and implications for their management in the Southern Indian Ocean. SIODFA Technical Paper 14/01. 17 pp.
- Shotton, R. 2016. Global review of Alfonsino (*Beryx* spp.), their fisheries, biology and management. FAO Fisheries and Aquaculture Circular. 153 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(底びき網漁業の場合). 15 pp.
http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/pdf/t_j.pdf (2019年10月30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30日)
- 水産庁. 2008c. Appendix D: キンメダイの資源評価. Information describing splendid alfonso (*Beryx splendens*) fisheries relating to the North Western Pacific Regional Fishery Management Organisation. 22 pp.
http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/pdf/appendix_d.pdf (2019年10月30日)
- 高橋侑大. 2018. 天皇海山海域におけるキンメダイの年齢、成長及び漁獲方策に関する研究. 平成29年度東京海洋大学修士論文. 78 pp.
- 高橋善弥・佐々木 喬. 1977. 北太平洋中部海山におけるトロール漁業. 北洋底魚漁業—資料(3). 45 pp.
- Taniuchi, T., Kanaya, T., Uwabe, S., Kojima, T., Akimoto, S., and Mitani, I. 2004. Age and growth of alfonso *Beryx splendens* from the Kanto District, central Japan, based on growth increments on otoliths. Fisheries Science, 70: 845-851.
- Varghese, S.P., Somvanshi, V.S., John, M.E., and Dalvi, R.S. 2013. Diet and consumption rates of common dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, in the eastern Arabian Sea. J. Appl. Ichthyol. 29: 1022-1029.
- 亘 真吾・米沢純爾・武内啓明・加藤正人・山川正巳・萩原快次・越智洋介・米崎史郎・藤田 薫・酒井 猛・猪原 亮・穴道弘敏・田中栄次. 2017. キンメダイの資源生態と資源管理. 水産研究・教育機構研究報告, 44: 1-46.
- Wiff, R., Quiroz, J.C., Flores, A., and Gálvez, P. 2012. An overview of the alfonso (*Beryx splendens*) fishery in Chile. Workshop on Management of Alfonsino Fisheries: Rome, 10–12 January 2012. FAO Technical Papers.
- 柳本 卓. 2004. 天皇海山における底魚漁業とキンメダイ *Beryx splendens* の生物学的特性. 黒潮の資源海洋研究, 5: 99-109.
- 柳本 卓・酒井 猛・越智洋介・蛭名儀富・藤野忠敬. 2015. mtDNA調節領域の塩基配列により推定されたキンメダイの集団構造. 日本水産学会誌, 81: 958-963.
- Yoshino, T., Kon, T., and Miura, A. 1999. Morphological Differences between *Beryx splendens* Lowe and *B. mollis* Abe (Teleostei: Beryciformes: Berycidae). Bull. Fac. Sci., Univ. Ryukyus, 67: 77-86.
- Yoshino, T., and Kotlyar, A.N. 2001. World distribution of the Baloon Alfonso, *Beryx mollis* (Pisces: Beryciformes: Berycidae). Bull. Fac. Sci., Univ. Ryukyus, 72: 119-123.

キンメダイ(天皇海山海域)の資源の現況(要約表)

資 源 水 準	未評価
資 源 動 向	未評価
世 界 の 漁 獲 量 (最近5年間)	2,791～4,929トン 最近(2018)年:2,791トン 平均:3,745トン(2014～2018年)
我が国の漁獲量 (最近5年間)	2,652～4,851トン 最近(2018)年:2,652トン 平均:3,600トン(2014～2018年)
管 理 目 標	未策定
資源評価の方法	加入あたり漁獲量、加入あたり産卵量を検討中
資 源 の 状 態	現状は不明だが、クサカリツボダイ資源の枯渇に伴い本種を狙った操業が増え、漁獲量の増大と漁獲物の小型化傾向が認められる
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) ・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の閉鎖 ・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) ・11～12月(クサカリツボダイ産卵期)の禁漁 ・科学オブザーバーの100%乗船 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(許可の制限又は条件) ・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
最新の資源評価年	2008年(我が国が実施)
次回の資源評価年	未定