

愛媛県東中予海域に造成された増殖場と キジハタ資源の関係についての検証

加村 聡¹・穴口 裕司²・青山 智²・
薬師寺 房憲³・伊藤 靖⁴

¹ 正会員 海洋建設株式会社 (〒711-0921 岡山県倉敷市児島駅前 1-75)
E-mail: skamura@kaiyoh.co.jp

² 海洋建設株式会社 (〒711-0921 岡山県倉敷市児島駅前 1-75)

³ 愛媛県農林水産部水産局 水産課 (〒790-8570 愛媛県松山市一番町 4-4-2)

⁴ (一財) 漁港漁場漁村総合研究所 (〒101-0032 東京都千代田区岩本町 3-4-6 9F)

愛媛県海域の栽培漁業による漁業振興とその放流基盤の効果検証のため、貝殻増殖礁の潜水目視によるキジハタの観察事例と県内水揚量に関するデータを解析し、種苗放流と増殖場造成の役割及びその関連性について考察を行った。キジハタは放流尾数の増加に伴い増殖礁内でも幼魚～未成魚の観察個体数が増加し、その成長に同調して水揚量も増加する傾向が示された。また夏季には婚姻色を呈した大型個体も確認されており、増殖礁が放流の受け皿として機能するだけでなく幼魚～未成魚の保護育成、成長に寄与し、また、繁殖場としても貢献していることがわかった。

Key Words: red spotted grouper, artificial reef, Ehime Prefecture

1. はじめに

キジハタ *Epinephelus akaara* は青森県以南の日本各地～朝鮮半島南部、台湾および中国の沿岸浅所の岩礁地帯に生息する、全長60 cm程度まで成長する中型のハタ科魚類である。本種は主に建網や底曳網、一本釣りで獲られ高値で取り引きされる重要水産資源の1種で^{1,2)}、白身で味が良く、特に愛媛県東予海域の島しょ部で獲られたものは「来島海峡のアコウ」としてプライドフィッシュに認定されている。定着性が強いことから栽培漁業の対象種としても研究が進み、当県でも1996年頃から種苗生産に着手³⁾、東予地方である今治市海域では2006年頃より年間20,000～40,000尾余りが継続的に放流されている。

他方、愛媛県東中予地方を取り巻く燧灘、安芸灘及び伊予灘では、かねてより水産基盤整備事業により人工構造物による増殖場造成が行われている。著者らがこれまでに実施してきた潜水調査では頻りにキジハタの蟄集が確認され⁴⁾など、増殖場が特に移動性の乏しい幼稚魚の保護・育成に大きな役割を果たしていることが実証されている⁵⁾。しかし、その造成が強い魚礁性を示す本種⁶⁾の水揚げ量増加にも貢献しているものと推察されるものの、その関係性について検証した知見は少ない。

そこで、著者らが15年以上にわたり実施している東中予海域（ここでは松山市、今治市、上島町海域とする）における潜水調査の結果と当該海域における種苗放流、

漁獲統計情報をそれぞれ比較・検討し、キジハタ資源増産にそれぞれどのような役割を担っているかについて検証した。

2. 材料と方法

(1) 対象とした増殖場と記録手法

愛媛県東中予海域に2000～2017年度にかけて計38箇所に造成された増殖礁延べ506基(図-1)を対象とした。当海域の水深5～26 mには図-2を一例とするマガキヤホタテガイなどの貝殻を使用した増殖礁が設置されており、2002年4月～2018年7月の間の延べ140回、SCUBAを用いた潜水目視観察を行い蟄集していたキジハタの個体数及び全長を確認・記録し⁷⁾、以下の分析に供した。尚、調査時の潜水時間は概ね30分程度で観察者は2名、時間と配置等の制限内で観察出来た当該増殖礁は1～10基で経過年数は3カ月～15年11カ月、経過年数毎の観察基数は延べ2～182基/年であった(10年目及び13～15年目は観察例無し)。また、増殖場はキジハタ種苗の放流基盤として利用されている場合も多く、放流より経過1年未満の潜水調査で見られた当該サイズの個体は今回の分析の対象外とした。水温はCTD(JFEアドバンテック(株)製 RINKO-Profiler) もしくはダイブコンピュータによる記録を用いた。

(2) 観察データの抽出・分析

本論においては、潜水調査で得られたデータより、キジハタの出現頻度を月別、調査年度別に抽出し、経時による推移を検証した。ここで言う出現頻度 Fr は年間でキジハタが確認された調査回数 n を年間で実施した調査回数 N で除した値を百分率で表したものとした。また、1回の調査で確認された増殖礁1基当たりの個体数を算出し、同様に年度毎にまとめて経時的な傾向を見た。

(3) 漁獲統計の整理

キジハタの漁獲量については、松山市公設水産地方卸売市場が公表している鮮魚統計表より、愛媛県産キジハタの項を県内の漁獲傾向の代表値として参照し解析に用いた。また、キジハタ放流尾数は愛媛県内で放流が実施された全長 80 mm 前後の種苗を抽出の対象とした。

3. 結果と考察

(1) 潜水目視観察による出現傾向

キジハタの月別の出現頻度を図-3に示す。キジハタは $N_{Sep}=2$ であった9月を除いて6~12月に $Fr_{Jun-Dec}=57\sim 88\%$ ($N_{Jun-Dec}=7\sim 52$) と頻度高く見られた一方、1~5月にかけては $N_{Jan-May}=0\sim 7$ と調査回数自体少なかったこともあるが、 $Fr_{Apr}=14\%$ を例外としてほとんど観察されなくなった。底層水温の月別変化を追うと 25.0°C を記録した8月をピークとして、6~12月で平均 17.8°C 以上を示したが、魚類は一般的に適水温から離れていくほど行動が鈍くなることが知られており¹⁰⁾、当海域では概ね 18°C



図-1 調査実施箇所

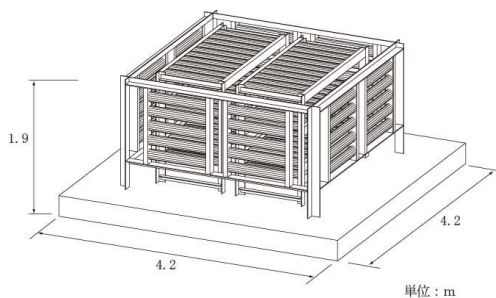


図-2 貝殻を利用した増殖礁の一例

前後を基準として活性が低くなっていくものと推察された。

観察されたキジハタの全長と増殖礁の設置水深の関係を図-4に示す。キジハタは全長に関わらず水深5~20m程度まで確認されたが、全長10cm未満の個体については概ね水深12m以浅に分布の中心が見られ、その後水深17m以浅まで範囲を広げる様子が窺われた。また、観察された水深と季節との間には関連性は見受けられず、少なくとも当海域では水温の変動に応じた垂直移動はないものと考えられた。

キジハタの出現頻度の経年変化については、2004年以前は $Fr_{2002-2004}=14\sim 50\%$ (図-5: $N_{2002-2004}=4\sim 7$) であったが、2007年以降は年による増減はあるものの $Fr_{2007-2018}=55\sim 100\%$ と高い水準で推移していた ($N_{2007-2018}=7\sim 17$ 。尚、2005年は $N_{2005}=1$ であったため結果から無視した)。

出現個体数についても同様の傾向を示し、2004年度以前は0.1未満~0.2個体/基に留まっていたものの、2008年度以降、最大18.0個体/基にまで大きく伸びし、年間

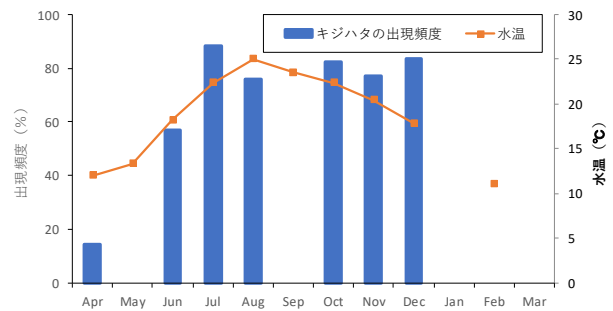


図-3 潜水調査におけるキジハタの月別の出現頻度と平均水温の変化

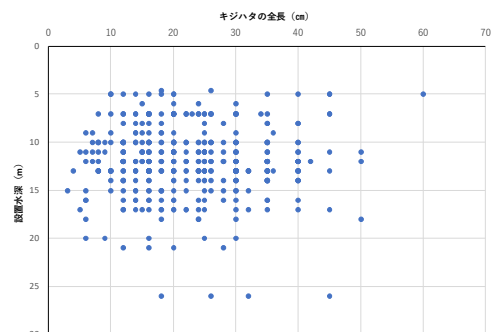


図-4 水深毎に観察されたキジハタの全長

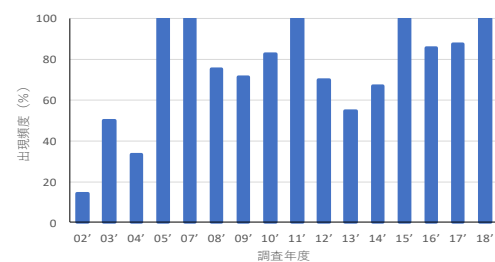


図-5 潜水調査におけるキジハタの出現頻度の推移

平均の推移についても有意に増加する傾向を示した (図-6: $R^2=0.3094$, $p<0.05$). 尚, 水温 $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上では個体数の観測誤差は少ないとされ¹¹⁾, 先述した月別の出現傾向を鑑みても調査期間中の信頼性は高いと考えられた.

出現頻度の高くなった2007年度以降について, 山口県の10月時点の全長-年齢の関係¹²⁾を参考に各年齢の個体数組成を追ったところ, 期間を通じて2歳未満の個体が60%以上を占めた(図-7). 貝殻増殖礁については, これまでの調査・研究により魚介類の有効な天然餌料となり得るエビ・カニ類等の小型動物を効率よく発生・増加させ, かつ様々なサイズの魚介類の生息環境を同時に提供できることが実証されているが^{6), 13), 14)}, このキジハタの消化管からも増殖礁内で発生・増加する小型動物が出現しており, 多くの幼魚~未成魚が増殖礁を隠れ場としてだけでなく効率の良い餌場として有効に活用していることが示唆された. また, キジハタは増殖礁の造成後1年未満で1.9個体/基を記録しその後4年目まで増加傾向が見られ, それ以降, 増減はあるものの約3個体/基で推移した. これは餌料培養効果が約2~4年の間で最大を迎え, その後長期に持続する貝殻増殖礁の特徴に沿うものと考えられた(図-8)¹⁵⁾.

その一方で, 7~8月には婚姻色を呈していた大型個体も頻繁に見られており, 当増殖場が繁殖の場としても利用されていることが確認された. キジハタは2~3歳から産卵に加入することが知られており¹⁶⁾, この世代が繁殖に参加することでより効果的に資源量が增大することが期待される.

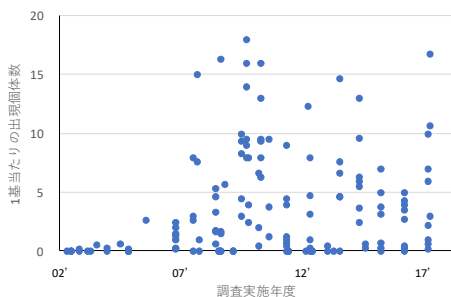


図-6 潜水調査におけるキジハタの出現個体数の推移

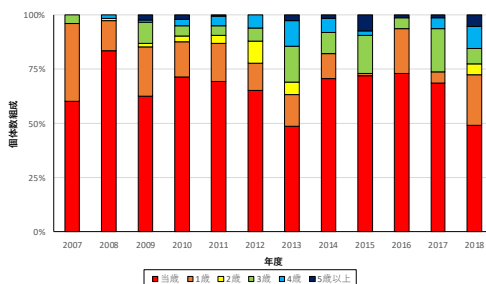


図-7 潜水調査におけるキジハタの年齢ごとの個体数組成 (2007年度以降)

県内の事例として, 今治地区の一例を示す. 当該地区の水深 7 m の砂泥底には2006年度事業にて増殖礁計16基が設置されており, 造成約1年後となる2007年11月に約 9 cm の種苗約1,000尾を放流した.

2005年12月の事前調査で観察されなかったキジハタは, 種苗放流後, 2010年8月までに計6回に亘り実施した追跡調査において毎回確認されるようになり, さらに, 全長組成のピークが放流1年後には $10\sim 15\text{ cm}$, 2年後には $16\sim 20\text{ cm}$, 3年後には $21\sim 25\text{ cm}$ と年月の経過に伴い徐々に大きくなっていったことから(図-9), 増殖礁内で様々な成長段階のキジハタが保護・育成されている様子が見て取れた.

(2) 愛媛県の漁況

愛媛県におけるキジハタ種苗放流尾数(累計)と松山市公設水産地方卸売市場での県内産キジハタ取扱量の推移を図-10に示す. 取扱量については, 2007年以前は10トン未満で推移していたが, 2008年頃より増加の傾向が顕著になり, 2009年以降 $16.8\sim 22.9$ トンと高い水準を維持するようになった. また, 放流尾数については2002年度の2,000尾を皮切りとして2006年には累計約120,000尾を超えるに至り, その後も毎年約72,000~133,000尾を安定して供給するようになった. キジハタの主たる漁獲サイズを全長 25 cm とすると概ね2歳前後となるが¹²⁾, 放流尾数と2年後の取扱量との間の相関を求めたところ, $r=0.8067$ と強い相関が見られた(図-11).

さらに, 増殖場における漁獲サイズのキジハタの出現個体数は卸売市場におけるキジハタ取扱量が急増した2009年に多く見られるようになり, 2012年に一旦減少に転じたものの, 概ね取扱量に同調して増減し, 当期間中の両者の相関係数は $r=0.5722$ を示した(図-12).

取扱量が高位に安定したと判断された2009年以降について, 漁獲サイズ以上の個体重量を全長-体長の関係式: $BL(\text{mm})=0.784TL(\text{mm})+0.7813$ 及び体長-体重の関係式: $BW(\text{g})=5.03\times 10^{-6}\cdot BL(\text{mm})^{3.350}$ を用いて換算したところ¹⁷⁾, 平均して 189.7 g/基 ($49.1\sim 460.3\text{ g/基}$) が資源として増殖場内に直接加入していると試算された. ただし, 当増殖場はあくまで放流基盤及び幼魚~未成魚の保護・

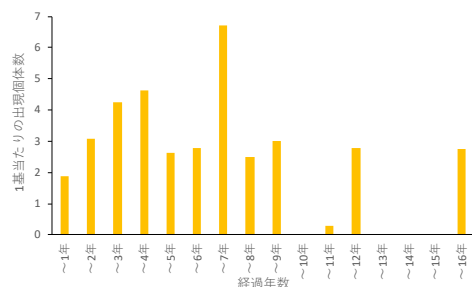


図-8 増殖礁造成の経過に伴うキジハタの出現個体数の推移

育成を主目的としており、実際には成長した個体が順次近隣の天然・造成漁場へと移動・拡散し、そこで漁獲されることを期待されている。

いずれにせよ、キジハタの近年の資源量増大は種苗放流により安定的に幼稚魚が供給されるようになったこと、保護育成及び餌料供給基盤を整備したことで幼魚～未成魚の生残率が向上したことが相互に働き、漁場への資源添加量が増加したことが寄与していると推察された。さらには、増殖場が大型個体の繁殖の場としても利用されることで、生活史全体に即した生息環境を創出しているものと考えられる。

キジハタの移動経路や拡散後の生残率等については未だ不明な点が多く、増殖場造成に伴う具体的な増産量を導くにはより詳細な利用実態や競合種間もしくは種内関係を押さえて当海域の資源特性を明らかにする必要がある。また、海岸線の総延長約1,700 kmにおよぶ愛媛県内の中でより効果的な放流手法もしくは適地及び配置、増殖礁の構造を探るためには、それぞれ大きく異なる効果

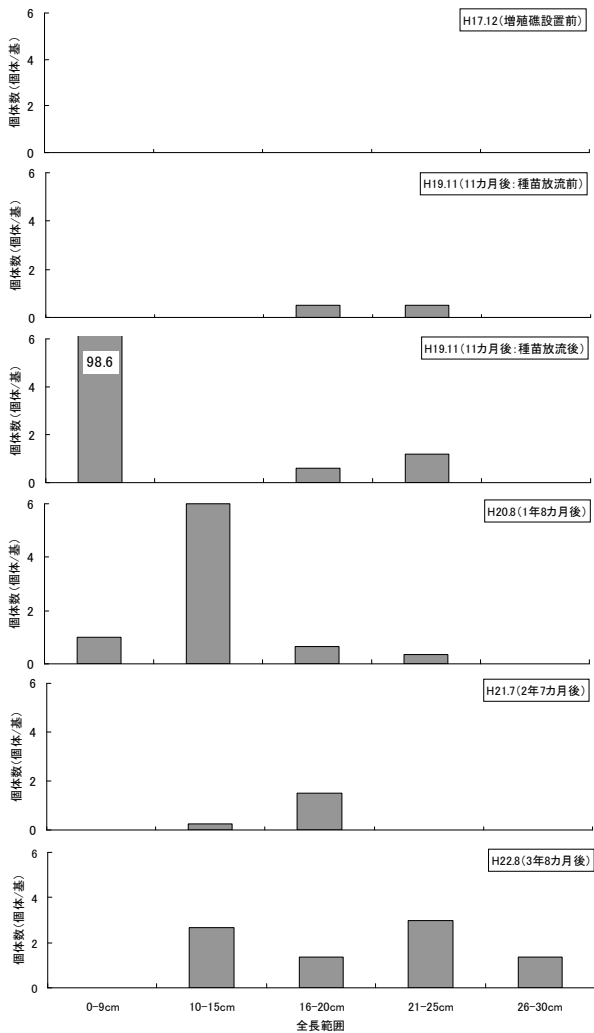


図-9 愛媛県今治地区の増殖礁で確認されたキジハタの全長組成の推移

の発現速度を比較し、その海域特性を正しく把握することが肝要である。

4. おわりに

愛媛県東中予海域の増殖場整備の事後調査となる潜水目視の実施に併せて、種苗放流量及び県内産取扱量のとりまとめを行ったことで、水産重要種であるキジハタについて以下の事項が明らかとなった。

- キジハタは水温約18℃以上となる6～12月に水深5～20m前後で頻度高く出現したが、当歳魚は未成魚～成魚に比べて若干浅場に生息していた。特に2006

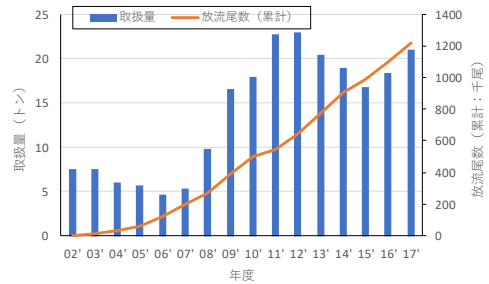


図-10 愛媛県におけるキジハタ種苗放流尾数(累計:千尾)と松山市公設水産地方卸売市場での県内産キジハタ取扱量の推移

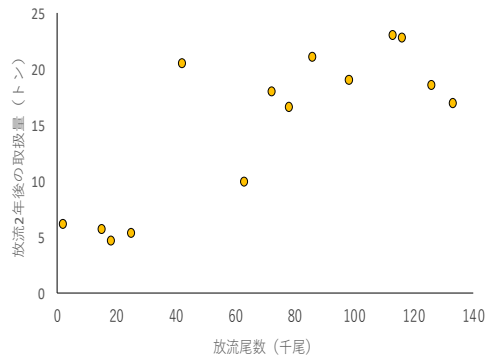


図-11 愛媛県におけるキジハタ種苗放流尾数と放流2年後の松山市公設水産地方卸売市場での県内産キジハタ取扱量

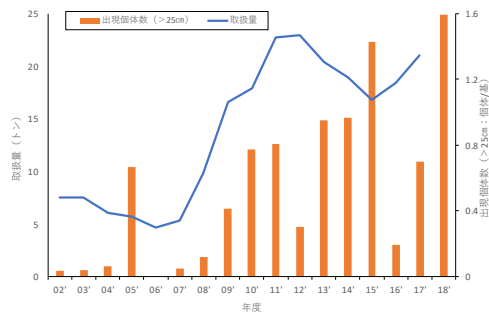


図-12 松山市公設水産地方卸売市場での県内産キジハタ取扱量と増殖礁におけるキジハタ(>25 cm TL)の出現個体数の推移

年以降出現頻度が高くなり同時に出現個体数も増加。その大半が2歳以下の幼魚～未成魚であった。

- 種苗の放流尾数と取扱量との相関から、キジハタは2～3年程度をかけて増殖場内外で漁獲サイズにまで成長し、順次、資源として加入するものと考えられた。実際の種苗放流の事例においても約3年の間に蛸集個体が徐々に大型化している様子が見受けられ、増殖礁が種苗の放流基盤として有効なだけでなく、幼魚～未成魚期の保護育成及び餌料供給基盤として機能していることが実証された。
- 大型個体の観察個体数と県内産キジハタの取扱量には相関関係が示されており、増殖場への蛸集に同調して県内の広い海域でキジハタ資源が増大していることが推察された。
- 以上のことから、種苗放流と増殖場造成を並行して行うことで、重要水産魚種の生活史に即した円滑な資源増産がなされるものと考えられた。

謝辞：県内キジハタの放流尾数についてデータを提供頂いた愛媛県水産研究センター栽培資源研究所 高島景様、並びに潜水目視調査を実施するに当りご協力頂いた愛媛県漁業協同組合連合会及び各漁協関係者に感謝の意を述べる。

参考文献

- 1) 南部智秀：7章 種苗放流への取り組みと問題点～キジハタを例として～。ハタ科魚類の水産研究最前線（征矢野清、照屋和久、中田久編）、恒星社厚生閣、東京、pp.96-108, 2015.
- 2) 日本産魚類検索一全種の同定—（中坊徹次編）東海大学出版会、東京、p1477, 1993.
- 3) 加藤利弘、森実庸男：種苗生産技術開発研究 キジハタ種苗生産試験、愛媛県水産試験場事業報告、pp.97-99, 1994.
- 4) 田原 実、片山貴之、片山敬一、野田幹雄、柿元 皓：貝殻

- を利用した魚礁の小型魚介類に対する生息場機能、平成11年度日本水産学会講演要旨集、1999.
- 5) 奥村重信：漁港や魚礁を利用したキジハタの放流試験、さいばい、97, 59-63.
 - 6) 萱野泰久：人工魚礁域に蛸集するキジハタの食性、水産増殖、49(1), 15-21, 2001.
 - 7) 穴口裕司、瀧岡仁志、川畑智彦、伊藤 靖：岩礁性魚類を対象とした幼稚魚保護育成施設の開発～カサゴ、キジハタによる種苗放流実験～、平成18年度日本水産工学会講演要旨集、2006.
 - 8) 大原啓史、藤澤真也、木代寛士：キジハタ幼魚の保護に特化した保護育成礁の効果についての検証、平成29年度日本水産工学会学術講演会 学術講演論文集、pp.1-4, 2017.
 - 9) 杉戸俊一：7章 魚介類調査。海洋調査技術マニュアル—海洋生物調査編—（第3版）、（社）海洋調査協会、東京、pp.172-196, 2006.
 - 10) 川本信之：水質及び水温。新版魚類生理生態学、恒星社厚生閣、東京、pp.177-201, 1959.
 - 11) （社）日本栽培漁業協会、岡山県水産課・水産試験場：沿岸漁場整備開発調査委託業務沿岸漁場造成調査（放流キジハタの保護育成礁造成技術開発）調査報告書、P153, 2002.
 - 12) 山口県：キジハタ、栽培てびき（改訂版）、44-51, 2012.
 - 13) 野田幹雄、田原実、片山貴之、片山敬一、柿元皓：内部空隙をもつ管状基質が無脊椎動物、特に魚類餌料動物の加入に与える効果、水産増殖、50(1), 37-46, 2002.
 - 14) 奥村重信、萱野泰久、草加耕司、津村誠一、丸山敬悟：ホタテガイ貝殻を利用した人工魚礁へのキジハタ幼魚の放流実験、日本水産学会誌、69(6), 917-925, 2003.
 - 15) 木代寛士、藤澤真也、加村 聡、大西弘泰、井上弘之：貝殻構造物の水深別増殖効果の検討、平成27年度日本水産工学会学術講演論文集、pp.53-54, 2015.
 - 16) 沿岸漁場整備開発事業人工魚礁漁場造成計画指針 平成12年度版（水産庁監修）、（社）全国沿岸漁業振興開発協会、東京、p226, 2000.
 - 17) 松村眞作、福田富男：刺網標本船によるキジハタの漁獲状況と若干の生物学的知見、岡山水試報、1, 27-32, 1986.

(2019.2.7 受付)

(2019.4.24 受理)

A CONSIDERATION OF RELATIONSHIP BETWEEN RED SPOTTED GROUPER RESOURCES AND ARTIFICIAL REEFS AT THE MID-EAST AREA OF EHIME PREFECTURE

Satoru KAMURA, Yuji ANAGUCHI, Satoshi AOYAMA
Fusanori YAKUSHIJI and Yasushi ITO

In this study, we considered how releasing red spotted grouper seedlings have worked and how artificial reefs contribute with their growth at the coast of Ehime Prefecture. Interrelationships in the amount of seedlings, underwater observed information and catch statistics are investigated. Young and semi-adult tended to observe more often at the reef areas with total seedlings increasing, and the grown-sized were caught at some years later. In summer, breeding colored individuals were also confirmed. Accordingly, it is suggested that the role of artificial reefs is not only their early shelter, but also growing and breeding sites, all life cycle bases.