

八重山海域の産卵保護区を利用する魚類の釣獲調査 (八重山海域の魚類資源管理技術の確立)

秋田雄一*, 山内 岬

Fishing survey around reserved spawning site off Yaeyama Islands

Yuichi AKITA*, Misaki Yamauchi

八重山海域で、フエフキダイ科やフエダイ科の産卵集団を対象に設定されている保護区の保護効果範囲を明らかにするため、石垣島南側に位置するユイサーグチ保護区で日没前から夜半過ぎまでの釣獲調査を計5回実施し、活度の高い個体7種319尾に標識放流を実施した。釣獲尾数と放流尾数が最も多かったのはイソフエフキで354尾中286尾放流、次いでニセクロホシフエダイ46尾中18尾放流、ヒメフエダイ37尾中7尾放流であった。放流できずに持ち帰った個体の生殖腺の組織観察から、イソフエフキは、19時30分～21時頃にかけて産卵していることが推察された。本研究の結果と八重山海域全体でのイソフエフキ産卵親魚の釣獲状況から、ユイサーグチにおける産卵期間は、全産卵期の一部であると推察され、保護効果を高めるには保護区の増設が望ましいと考えられた。なお、放流魚の再捕報告は、現時点で(2012年12月現在)得られていない。

熱帯・亜熱帯のサンゴ礁域では、特定の月齢や時間帯に、特定の場所に集まって産卵する「産卵集団」を形成する魚種が多く知られている(Russell, 2001)。国内最大のサンゴ礁を擁し、魚類を始め多様性に富んだ漁獲物を産する沖縄県南西部の八重山海域では、これまでハタ科やフエフキダイ科の産卵集団が大量に漁獲され、資源に大きな影響を及ぼしてきた。そこで八重山漁協では、産卵集団の漁獲を減らして資源の回復を図るため、漁業者からの産卵場所に関する聞き取り情報をもとに、フエフキダイ科やフエダイ科、ハタ科などの産卵場を4～6月の間を禁漁とする保護区を2008年から5カ所に設定している。保護区は、リーフ内から礁縁、礁斜面、礁原を包括し、複数の魚種の産卵場所が保護されるように設定されているが、実際にどういった種がいつどこで産卵しているかは、漁業者の経験に基づく情報しかない。それらによると、保護区には、産卵期中ずっと産卵群が形成されているわけではなく、特定の時期・時間帯に産卵場所に移動してくるという。当該産卵場を利用しているとされているイソフエフキの移動については、数週間程度の短期間では大きな移動をせず、大きくても1 km程度の生活圏を形成するが(海老沢, 2003)、数ヶ月の長期間では、成長段階の変化や産卵に伴う長距離の移動をすることが示唆されている(木曾ほか, 2008)。しかし、産卵場に集まった魚がその後どのように分散していくかは不明である。産卵群の分散範囲を明らかにす

ることは、保護区の設定がどの程度の範囲に普段生息している魚を保護する効果があるかを評価する指標となる。また、産卵時間帯や集団が形成される時間帯を明らかにすることは、潮流による卵の運搬・分散経路を明らかにする上で重要であり、また保護区内での違反操業に対する巡回をする際の有用な情報となる。そこで本研究では、八重山海域における保護区のうち、石垣島の南側に位置するユイサーグチのリーフ外で釣りによる標識放流調査を実施し、保護対象種の一つであるイソフエフキの移動について調査すること、また同調査において他にどのような種がユイサーグチを産卵場としているかを調べ、ユイサーグチの保護区効果を評価することを目的とした。さらに、イソフエフキの生殖腺を組織学的かつ時系列的に観察して、ユイサーグチにおける産卵時期や産卵時間帯を明らかにすることも目的とした。

材料及び方法

八重山漁協が4～6月の間を自主的な保護区に設定している石垣島南沖のユイサーグチ(図1)において、2011年4月16日～5月30日の間に5日間八重山漁協所属の漁船「みちたけ丸」を備船し、日没前から夜半過ぎまで釣獲調査を実施した。この際、詳細な調査海域は、漁業者の判断により決定した。釣獲作業は、5ないし6人でおこない、釣獲器具は、電動リール4機および手動リール1ないし2機を使用した。

*Email : akitaich@pref.okinawa.lg.jp

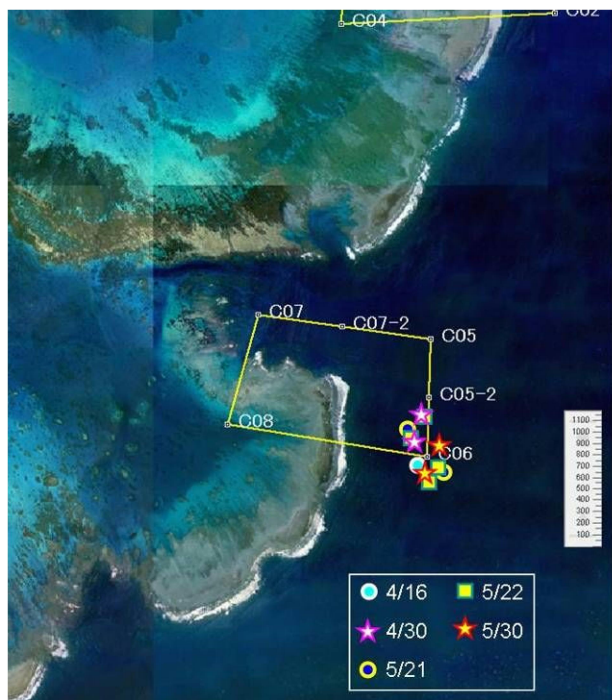


図1. 標識放流調査を実施したユイサーグチ保護区周辺海域の航空写真。C05～C08で囲われた範囲が保護区となっている。

釣針は管付きムツ 20 号を各竿 3 ないし 2 本取り付け、餌には、ムロアジまたはサンマとソデイカの切り身を使用した。釣獲物は、種を判別して計測板で尾叉長 (fork length: FL) を 1 cm 単位で測定した。釣獲した個体は、可能な限り精子や完熟卵の漏出、腹部の膨張を確認して性を判別した。しかし、調査に対する熟練や釣獲数の関係から、5 月 21 日以前の調査では、ほとんど性判別しなかった。釣獲した個体のうち、活度が高かったものについては体側左背面に Hallprint 社製ダートタグ (図 2) を装着し、活魚槽で 15 分以上静置した。その後、死亡または腹部を上にして浮き上がらなかった個体を釣獲した場所で放流した。



図2. 放流した個体に装着した標識 (ダートタグ)。

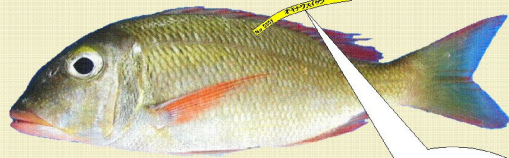
またイソフエフキでは、活度の低かった個体のうち、34 個体を標本として持ち帰り、開腹して生殖腺を摘出し性を判定した。生殖腺は、その外観から完熟卵の有無を確認後、ブアン氏液で固定し、定法に従い生殖腺をパラフィン包埋してヘマトキシリン・エオシン染色の組織切片を作成した。切片は、光学顕微鏡下で雌雄の判別および、精巣では輸精管への精子の充満状況、卵巣では卵の発達段階と排卵後濾胞の有無に着目して観察した。精巣は、産卵に伴う放精状況を判断するた

め、以下の 2 種類に区分した：①成熟しており、輸精管は精子で満たされ、放精できる状態と判断できる個体 (Milt: M)、成熟しているものの輸精管に精子が見られない、あるいはごく少量で、放精できる状態にないと判断できる個体 (Empty: E)。卵巣の発達段階は、産卵に伴う時系列な変化を判断するために、以下の 3 種類に区分した：①新しい排卵後濾胞が見られず、その日には産卵しなかったと判断される第 3 次卵黄球期 (Tertiary yolk globule: TYG)、②完熟卵が卵巣腔に排卵され、産卵の直前、あるいは最中と判断される完熟期 (Mature: M) ③排卵直後の濾胞組織が見られ、産卵直後と判断される第 3 次卵黄球期 (Tertiary yolk globule with Post ovulatory follicle: TYG-POF)。なお、これらのうち 5 月 21 日に持ち帰った 9 個体は、個体識別が不十分で個別の釣獲時刻が不明確となったため、時系列的な発達段階の解析からは除いた。5 月 22 日、30 日に得た 25 個体については、性および成熟の状況と釣獲時刻の解析をおこなった。

本研究では、調査日および時間ごとの釣獲状況の変化を比較するために、単位時間 (30 分) あたりの釣獲数を、使用針数 (便宜的に、調査初日の針数を 1 とした) で割って標準化し、これを調査日ごとのデータセットとして準備した。各データセットは、Kruskal-Wallis 検定で全体の有意差を判定し、有意差が認められた場合 Steel-Dwass の方法により群間での差異を検定した。

放流魚の再捕報告を促すため、標識魚の提供依頼ポスター (図 3) を漁協や漁船保全施設に掲示し、ユイサーグチ周辺で操業する機会の多い漁業者には直接提供を依頼した。

WANTED!



標識の付いたクチナギを探しています!

No.0000 オキナワスイケン TEL: 0980-88-2255

長さ6cm

標識が付いたクチナギを見つけた方は、
漁獲した

①日時 ②海域 ③水深

を教えてください。研究用標本として買い取りいたします!

沖縄県水産海洋研究センター石垣支所では、禁漁区の資源保護効果や産卵場からの移動について調べる目的で、背中に黄色い標識を付けたクチナギをユイサーグチ禁漁区で約300匹放しました。クチナギの資源回復のために、調査へのご協力をお願いいたします。

地図

禁漁区(黄色い枠内)

4-6月のあいた産卵期

石垣島

西表島

伊豆山

サトウキビ・ハチマキ

カカラチ

イサーグチ

アングチ

連絡先

907-0453 石垣市川平828-2

沖縄県水産海洋研究センター石垣支所

(0980-88-2255)

担当: 秋田 雄一: 090-6862-5562 (携帯)

協力: 八重山漁協資源回復管理委員会

図3. 標識魚の再捕報告を促すポスター

表1. 釣獲された魚種とその個体数および努力量. カッコ内は, 標識放流数

種	4月16日	4月30日	5月21日	5月22日	5月30日	計
コバンザメ			2			2
ウツボ属				1		1
トガリエビス	1	1	1			3
スマリエビス		4				4
アカマツカサ属	4	4	2	3	2	15
オオメカマス	1					1
ニジハタ				1		1
アズキハタ	1	1				2
アカハタ		1(1)	1	1		3(1)
スミツキハタ			1			1
ヒレグロハタ	2	1	2	1		6
アミメフエダイ			5(3)	3	5	13(3)
ニセクロホシフエダイ	1	3	27(17)	5	10(1)	46(18)
イッテンフエダイ		1		1		2
ヒメフエダイ	1(1)	3	6(2)	13(3)	14(1)	37(7)
ノコギリダイ	1(1)	2	1	14	2	20(1)
イソフエフキ	1(1)	6(6)	90(81)	116(90)	141(108)	354(286)
ハマフエフキ					2	2
タテシマフエフキ			2(2)	1(1)		3(3)
全釣獲個体数	13	27	140	160	176	516
釣針の本数	14	14	16	11	14	

また, 同年 4~6 月に年齢と成長, 成熟を再検討する目的で購入したイソフエフキ標本のうち, 雌 126 個体の生殖腺を組織学的に観察し, 本研究の標本と合わせて解析に用いた. これらの生殖腺の発達段階は, 高野 (1989) を参考に, 卵巢内で最も発達した卵母細胞を基準に以下の 3 段階に区分した. すなわち, 周辺二期から卵黄胞期を第 1 成長期 (Primary Growth Stage: PG), 第 1 次卵黄球期から第 3 次卵黄球期を 2 成長期 (Secondary Growth stage: SG), 核移動期から完熟期を成熟期 (Mature stage: M) とした. なお, これらの標本を購入する際, 可能な限り漁業者から漁場の聞き取りをおこなった.

結果

魚種別釣獲・放流数と釣獲数の変化

延べ 5 回の調査で, 合計 19 種 516 個体を釣獲した. 釣獲数が最も多かったのはイソフエフキで 354 個体, 上位 5 種としてニセクロホシフエダイ 46 個体, ヒメフエダイ 37 個体, ノコギリダイ 20 個体, アミメフエダイ 13 個体と続いた. 釣獲した魚種とその個体数および標識放流数を表 1 にまとめた. 上記の 5 種について, 調査日ごとの釣獲数を比較したところ, イソフエフキとノコギリダイについて有意差が見られた ($P<0.001$, $P<0.01$; 別表 1-5). なお, 4 月 30 日以外の調査では, 多くの個体が保護区から 50~200 m 程度離れた海域で釣獲された.

標識魚の放流

5 日間の調査を通して, 合計 7 種 319 個体に標識を装着して放流した. 最も多く放流したのは, イソフエフキで 286

個体, 次いでニセクロホシフエダイが 18 個体, ヒメフエダイが 7 個体, アミメフエダイとタテシマフエフキが 3 個体, アカハタとノコギリダイが 1 個体であった. 釣獲した個体の放流率は, それぞれ 80.8%, 39.1%, 18.9%, 23.1%, 100%, 33.3%, 5.0% であった. イソフエフキでは, 標識装着後の活度が比較的高かったため放流率が高かったが, フエダイ類, 特にヒメフエダイでは, 水圧の変化から鰾の膨張や胃の反転を生じ, 活度も低かったため放流率が低かった. また, 釣獲後死亡したイソフエフキ 1 個体は, 体側に大型魚によって受けたと考えられる咬傷が見られた. さらに, 釣り上げる際に仕掛けを切断されることが複数回あり, 切断面が鋭利であったことからサメ等の食害を受けたと考えられる. 2011 年に放流した標識魚は, 2012 年 10 月現在未だ再捕がない.

産卵の兆候

釣獲時の性判別の結果イソフエフキ, ノコギリダイ, ヒメフエダイ, アミメフエダイ, ニセクロホシフエダイの 5 種では, 5 月 21~30 日の調査において精子や完熟卵の漏出する個体が確認された. イソフエフキを除く 4 種について, 性判別を実施した個体のうち精子の漏出が確認された個体の割合は, ニセクロホシフエダイで 16 個体中 14 個体, アミメフエダイでは 7 個体中 6 個体, ヒメフエダイでは 16 個体中 4 個体で, ノコギリダイでは性判別した 7 個体のうち 4 個体から完熟卵が, 1 個体からは精子の漏出が確認された.

多くの個体について性判別をおこなった 5 月 22, 30 日のイソフエフキ釣獲物の性比について, 2 日分を合計して時系列的に見ていくと, 19 時 30 分~21 時までは, その後の時間帯に比べ雌が多く釣獲され, 完熟卵が漏出する個体も観察された. その後 21~23 時までは, 精子を漏出する雄および判

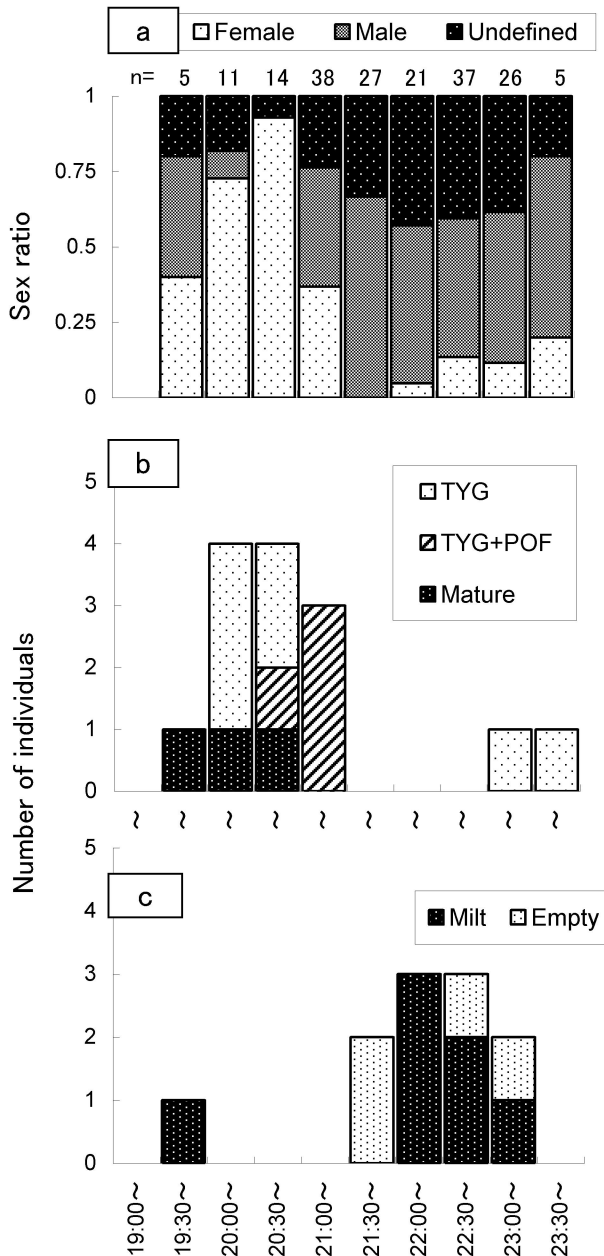


図4. 5月22, 30日の調査で判別したイソフエキの性比の時系列的変化(4-a), 雌の生殖腺における排卵後濾胞の有無と発達段階の時系列的変化(4-b), 精巣輸精管の精子充満状況(4-c).

別不能個体が多く釣獲され、完熟卵を漏出する個体は釣獲されなかった(図4-a). 組織学的観察に供した標本25個体は、釣獲時に雄11個体、雌6個体が性判別できたが8個体は性判別できなかった。これらの個体は、組織学的観察により、21時台に得られた2個体が雌、21時30分以降に得られた6個体のうち1個体が雌、5個体が雄と判明した。これらも含め、生殖腺組織の観察結果を時系列的に記述していくと、完熟期の個体は19時30分~21時まで出現し、その後21時台には、形成直後の排卵後濾胞を持つ第3次卵黄球期の個体が出現した(図5-a)。また、新しい排卵後濾胞や完熟卵を持たない第3次卵黄球期の個体が20時~20時30分台と23時~23時30分台に出現した。(図4-b)。雄では、19時30分~21時までの時間帯に輸精管に精子の充満した個体が1個体得られ、21時半以降に得られた10個体のうち、4個体では、輸精管に精子がほとんど見られなかった(図4-c, 5-b)。また、時系列的な発達段階を解析しなかった5月21日の標本9個体のうち、7個体は雌で、そのうち1個体からは、排卵後濾胞や完熟卵などが観察されず、残りの6個体からは、排卵後濾胞や完熟卵が観察された。これらを含め、調査期間中に得た雌の標本21個体中13個体は、釣獲当日の産卵に関与している兆候が見られたが、残りの8個体については、成熟しているものの当日産卵している兆候は見られなかった。

産卵期における排卵後濾胞の出現

2011年4~6月に得られた標本のうち、成熟期の個体は4月12日以降に出現した。また排卵後濾胞を持つ個体が4月25日は、6個体中5個体、5月21日は、7個体中5個体、22日は、8個体中7個体、30日は6個体中5個体、6月6日は1個体中1個体、30日は3個体中3個体観察された(図6)。

考察

再捕が得られない要因

本研究を通して7種319尾に標識放流を実施したが、2012年12月現在、再捕の情報は得られていない。八重山海域におけるイソフエキの移動範囲を明らかにする目的で、2001~2003年におこなわれた標識放流調査では、カゴ網によって採集した575尾を放流し、9個体(再捕率1.6%)が

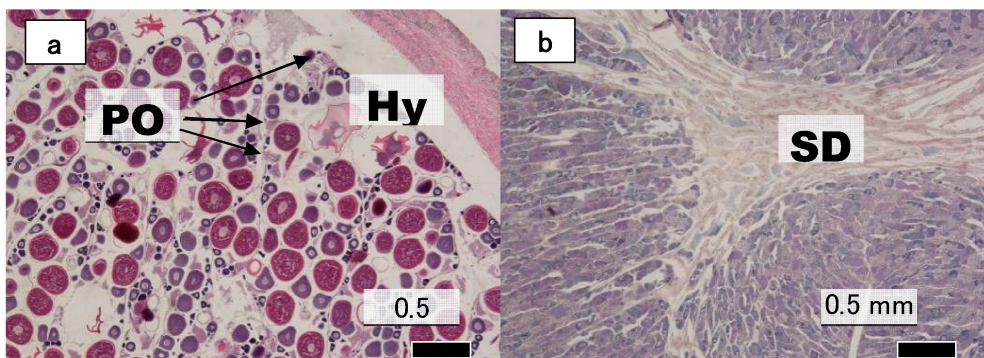


図5. 5月30日に得られた真新しい排卵後濾胞(Post Ovulatory Follicle: POF)と、産卵後に残存したと推察される吸水卵(Hydrated Oocyte: HyO)を持つ雌(5-a)と、輸精管(Sperm Duct: SD)内の精子が非常に少ない雄(5-b)。

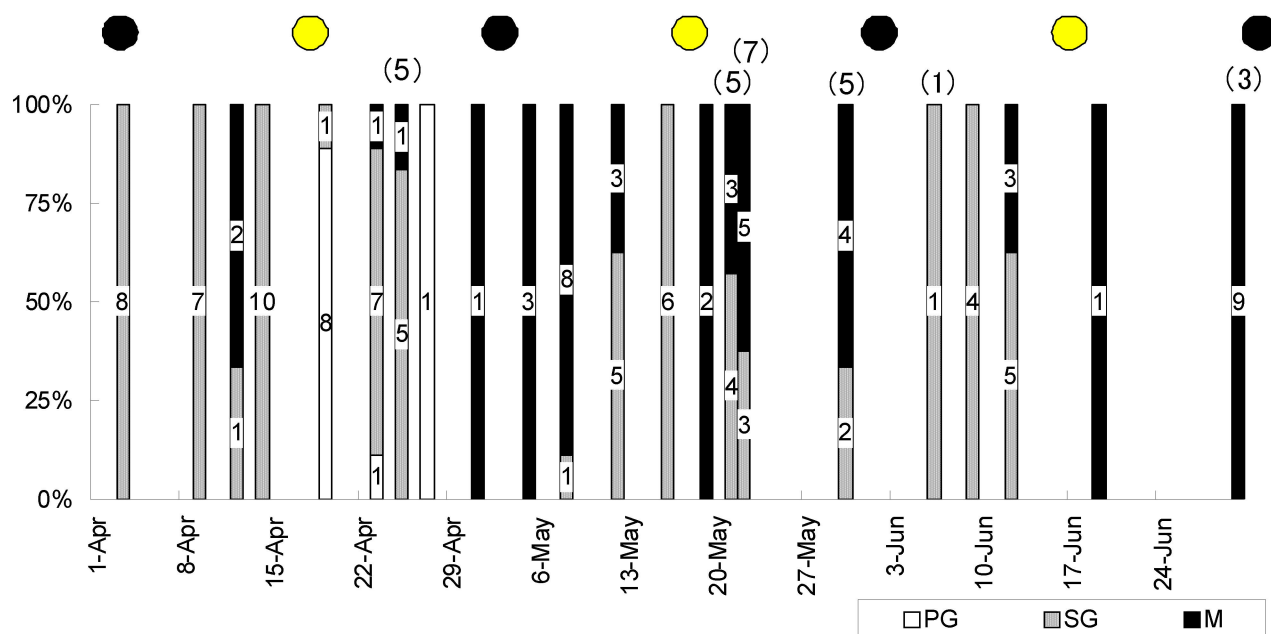


図6. 2011年4～6月に購入したイソフエフキ雌の成熟段階. バーの中の数字は各標本数を, カッコ内の数字は排卵後濾胞を持った個体の数を表す. また, グラフ上の円は, 満月と新月を示す. PG: 第1成長期, SG: 第2成長期, M: 成熟期

再捕されている (木曾ほか, 2008). また本研究では, 調査時に大型魚やサメによって釣獲物が傷つけられたり捕食されたりすることがあった. これらのことから, 本研究において放流魚の再捕が得られていない原因は, 放流数が少ないことに加え, 釣りによる魚体への負荷や当該海域に捕食者となる大型魚が存在していると推察された.

努力量あたり釣獲数の変化と産卵の兆候

釣獲数が多かったイソフエフキ, ニセクロホシフエダイ, ヒメフエダイ, ノコギリダイ, アミメフエダイのうち, イソフエフキとノコギリダイでは, 時間あたり釣獲数の有意な増加が見られた. またこれらの種では, 釣獲数の急増と共に完熟卵を持つ個体が得られたことから, 産卵集団を形成している可能性が示唆された.

他の種に関して, 当該海域での産卵を示す直接的な証拠は得られていないものの, ニセクロホシフエダイの産卵期は4—9月 (下瀬・名波, 2012), アミメフエダイのそれは6—10月 (Nanami et al., 2010) で, 主産卵期直前にあたる5月後半の調査日で成熟した雄が多く得られた. これは, 産卵集団を形成するハタ科魚類でよく知られるように, 産卵に際して雄が先に産卵場に集群する現象 (Rhodes and Sadovy, 2002; 太田・海老沢, 2009) である可能性が考えられるが, 6月は調査を実施しなかったため判断ができない. これらの種については, ユイサーグチを産卵場として利用している可能性はあるものの, 本研究からは判断できなかった.

ユイサーグチにおけるイソフエフキの産卵期間

本研究では, イソフエフキの主産卵期であるとされる4月の調査日での釣獲数が極端に少なかった. しかしながら, 4～6月に購入した標本のうち, 4月12日には成熟期 (Mature

stage)を最初に確認し, 4月25日には排卵後濾胞を持った個体を確認した. 標本を購入した際の漁場聞き取り調査から, 成熟期の卵巣あるいは排卵後濾胞を持った個体の漁獲場所は, 竹富島周辺や石垣島北部西側の富野沖, 石垣島北部東側のカラ岳沖などであった. このうち竹富島周辺では, 産卵に集まった群れを狙って漁獲していた. 八重山海域におけるイソフエフキの産卵集団は, 鳩間島や西表島周辺の西方海域から始まり, ユイサーグチなどの東方へ移動してくるという (金城國雄氏 (漁業者) 私信). これらのことを総合して八重山海域におけるイソフエフキの産卵期間について考察すると, 全体での産卵期は3～6月であるが, 産卵場によって集団形成の時期が異なっており, このうちユイサーグチでの集団形成期間は5月後半以降であると推察された.

イソフエフキの産卵時間帯と産卵群の性比

産卵直前か産卵の最中と推察される個体が19時30分～21時00分までの間に掛けて出現し, 新しい排卵後濾胞を持ち, 産卵直後と考えられる個体が21時台に出現したことから, ユイサーグチにおけるイソフエフキの産卵時間帯は, 19時30分～21時頃であると推測された.

その一方で, 成熟しているものの産卵の兆候が見られない個体も20時から20時30分台と23時から23時30分台に出現した. 5月21日に得られた標本も含め, 調査日当日の産卵には関与しなかったと考えられる個体は, 21個体中8個体出現し, このことから集団の約6割は産卵し, 残りの約4割は産卵しないものの産卵場に集まっていると推察された.

5月22, 30日の調査では, 21時以降, 釣獲時に性判別が不能であった個体が20～40%程度出現したが, これらの性比を, 解剖後に性が判明した個体の性比から推測すると, 21時台の性判別不能個体の多くは雌で, 21時30分以降の8割程

度は雄であると考えられた。従って、それぞれの時間帯に出現した性判別不能個体は、産卵行動に伴って卵や精子を放出したため性が判別できなかったと推測される。Ebisawa (1999) では、イソフエフキの産卵場における性比が雄に偏ることについて、雌は産卵後に産卵場から移動するが、雄は期間中産卵場に残る、あるいは、雌は産卵後漁獲されにくくなる、と推察している。本研究では、推定された産卵時刻以降、雄の釣獲割合が高くなり、またその日に産卵しなかったと考えられる雌が釣獲された。これらの現象について、Ebisawa (1999) と同様の要因が推察されるが、いずれにしても実際の要因は不明であり、潜水観察などによって直接確認する必要があると思われる。

保護区の効果

本研究の目的であった標識放流による保護区からの移動については、標識魚の再捕がなく未解明である。今後は、釣獲数を増やす、標識方法を改良するなどして、再捕が得られるよう改善していく方針である。

ユイサーグチでは少なくともイソフエフキとノコギリダイが産卵している可能性が高く、ヒメフエダイ、ニセクロホシフエダイ、アミメフエダイについても産卵の可能性が示唆され、これらの種に対する保護効果が期待された。しかしながら、本研究で調査をおこなった海域は、保護区から最大で 180 m ほど離れていたため、現状の保護区は産卵群の保護効果が不十分である可能性が示唆された。

ユイサーグチにおいてイソフエフキでは、5 月後半から集群を形成し、日没後 19 時 30 分～21 時頃に産卵していると推察された。しかしながら、八重山海域におけるイソフエフキの産卵期は 3～6 月と長期にわたることされており (Ebisawa, 1999)、ユイサーグチで保護できる産卵群は、相対的な規模の大小は不明ながら、全体の一部と考えられる。近年の八重山海域におけるイソフエフキの CPUE は、5 kg/ 隻/ 日程度で推移しており (沖縄県水産海洋研究センター、未発表資料)、2008 年から実施している 5 海域の産卵保護区では、対象魚種の資源を回復させるまでの効果が得られていない可能性が示唆される。イソフエフキの親魚産出卵数と加入量には正の相関が見られており (海老沢、私信)、産卵群の保護による加入量の増大という資源管理の目標からすれば、3～6 月を全面禁漁にすることが最も効果的と考えられるが、漁業経営の観点から現実的ではない。従って、より一層の資源回復を目指すには、産卵場から育成場への加入経路などを解明し、加入個体の供給源となっている大規模な産卵場を保護区に追加することが、現実的であり効果的な資源管理策で

あると考えられる。

謝辞

本研究をおこなうにあたり、八重山漁協職員の方々には多くの便宜を図っていただきました。また、同漁協所属の玉城浩行氏、山城 忍氏、下里 登氏、與儀 正氏の協力無くしては、効率的な調査はできませんでした。さらに、標識魚の再捕依頼ポスターの掲示に快く応じていただいた個人冷凍業者の方々にも併せて、深く感謝いたします。

文献

- 海老沢明彦, 2003: 琉球列島海域におけるフエフキダイ属魚類 4 種の生物学的研究. 博士学位論文. 鹿児島大学, 鹿児島.
- Ebisawa A., 1999: Reproductive and sexual characteristics in the Pacific yellowtail emperor, *Lethrinus atkinsoni*, in waters off the Ryukyu Islands. *Ichthyological Research*, 46, 341–358.
- 木曾克裕, 山田秀秋, 加藤雅也, 栗原建夫, 2008: 標識放流試験から推定した八重山列島周辺水域におけるイソフエフキの移動. *沖縄生物学会誌*, 46, 49–53.
- Nanami A., Okuzawa K., Yamada H., Suzuki N., Aonuma Y., 2010: Reproductive activity in the checkered snapper, *Lutjanus decussatus*, off Ishigaki Island, Okinawa. *Ichthyological Research*, 57, 314–318.
- 太田 格, 海老沢明彦, 2009: ナミハタの産卵集群形成と月周期および水温との関係. 平成 20 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書, 70, 28–35.
- Rhodes K. L. and Sadovy Y., 2002: Temporal and spatial trends in spawning aggregations of camouflage grouper *Epinephelus polyphekadion*, in Pohnpei, Micronesia. *Environmental Biology of Fishes*, 63, 27–39.
- Russell M., 2001: Spawning aggregations of reef fishes on the Great Barrier Reef: Implications for management. Great Barrier Reef Marine Park Authority. pp.37.
- 下瀬 環, 名波 敦, 2012: 八重山諸島におけるニセクロホシフエダイの年齢と成長. 平成 24 年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, p 30.
- 高野和則, 1989: 1-1. 卵巣の構造と配偶子形成, 「水族繁殖学」(隆島史夫, 羽生 功編), 緑書房, 東京, 3–34.

別表1. 各調査日の釣針本数で標準化した30分毎のイソフエフキ釣獲数. *は, Steel-Dwassの方法による群間の検定結果を(*: $P<0.05$, **: $P<0.01$)

イソフエフキ	4月16日	4月30日	5月21日	5月22日	5月30日
釣針本数	14	14	16	11	14
19:00～	0	0	1.14	0	
19:30～	1	0	17.14	5.50	5
20:00～	0	0	10.29	6.29	7
20:30～	0	0	0	6.29	14
21:00～	0	3	4.57	23.57	35
21:30～	0	0	16.00	12.57	26
22:00～	0	0	2.29	11.00	17
22:30～	0	0	6.86	11.79	23
23:00～			5.71	10.21	13
23:30～			9.14	3.14	1
0:00～			16.00		
0:30～			13.71		
* (4月16日 vs 4月30日)					
* (4月16日 vs 5月21日)					
** (4月16日 vs 5月22日)					
* (4月16日 vs 5月30日)					
** (4月30日 vs 5月21日)					

別表2. 各調査日の釣針本数で標準化した30分毎のニセクロホシフエダイ釣獲数

ニセクロホシフエダイ	4月16日	4月30日	5月21日	5月22日	5月30日
釣針本数	14	14	16	11	14
19:00～	0	0	0	0	
19:30～	0	0	0	0	0
20:00～	0	0	0	0	0
20:30～	1	0	0	0	0
21:00～	0	1	0	0	0
21:30～	0	1	1.14	0	3
22:00～	0	1	6.86	0	1
22:30～	0	0	3.43	0.79	2
23:00～			5.71	1.57	4
23:30～			6.86	1.57	
0:00～			5.71		
0:30～			1.14		

別表3. 各調査日の釣針本数で標準化した30分毎のヒメフエダイ釣獲数

ヒメフエダイ	4月16日	4月30日	5月21日	5月22日	5月30日
釣針本数	14	14	16	11	14
19:00～	0	0	0	0	
19:30～	0	1	0	0.79	0
20:00～	1	0	0	4.71	0
20:30～	0	0	3.43	0	2
21:00～	0	2	1.14	0	4
21:30～	0	0	0	0	1
22:00～	0	0	1.14	0	4
22:30～	0	0	0	0	3
23:00～			0	2.36	0
23:30～			0	2.36	
0:00～			0		
0:30～			1.142857143		

別表4. 各調査日の釣針本数で標準化した30分毎のノコギリダイ釣獲数. *は, Steel-Dwassの方法による群間の検定結果を示す(*: $P < 0.05$)

ノコギリダイ	4月16日	4月30日	5月21日	5月22日	5月30日
釣針本数	14	14	16	11	14
19:00～	0	1	0	0	
19:30～	0	1	0	0.79	0
20:00～	0	0	0	0	0
20:30～	0	0	0	0.79	0
21:00～	0	0	0	1.57	2
21:30～	0	0	0	3.93	0
22:00～	0	0	0	3.14	0
22:30～	0	0	0	0.79	0
23:00～			1.14	0	0
23:30～			0	0.79	
0:00～			0		
0:30～			0		



 *

別表5. 各調査日の釣針本数で標準化した30分毎のアミメフエダイ釣獲数

アミメフエダイ	4月16日	4月30日	5月21日	5月22日	5月30日
釣針本数	14	14	16	11	14
19:00～	0	0	0	0	
19:30～	0	0	1.14	0.79	0
20:00～	0	0	0	0.79	0
20:30～	0	0	0	0	0
21:00～	0	0	1.14	0	0
21:30～	0	0	1.14	0	0
22:00～	0	0	0	0	1
22:30～	0	0	0	0	3
23:00～			0	0	0
23:30～			0	0.79	
0:00～			2.29		
0:30～			0		