

## バイオテレメトリー手法によるアイゴと ノトイスズミの行動解析

山口敦子,<sup>1\*</sup> 井上慶一,<sup>2</sup> 古満啓介,<sup>2</sup> 桐山隆哉<sup>3</sup>  
吉村 拓,<sup>4</sup> 小井土 隆,<sup>1</sup> 中田英昭<sup>1</sup>

(2006年1月25日受付, 2006年5月15日受理)

Behavior and migration of rabbitfish *Siganus fuscescens* and grey seachub  
*Kyphosus bigibbus* off Nomozaki, Kyushu, tracked by biotelemetry method

ATSUKO YAMAGUCHI,<sup>1\*</sup> KEIICHI INOUE,<sup>2</sup> KEISUKE FURUMITSU,<sup>2</sup>  
TAKANARI KIRIYAMA,<sup>3</sup> TAKU YOSHIMURA,<sup>4</sup>  
TAKASHI KOIDO<sup>1</sup> AND HIDEAKI NAKATA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Fisheries, <sup>2</sup>Graduate School of Science and Technology, Nagasaki University, Nagasaki 852-8521,  
<sup>3</sup>Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Nagasaki 851-2213, <sup>4</sup>Coastal Fisheries and Aquaculture Division,  
Seikai National Fisheries Research Institute, Nagasaki 851-2213, Japan

A total of 21 specimens of *Siganus fuscescens* and *Kyphosus bigibbus* were released on November 16, 2004 off Nomozaki, where a relatively high-density seaweed patch remained, and were tracked for more than 4 months using a biotelemetry system. During the survey, signals from the *S. fuscescens* were recorded with high frequency in the daytime and with low frequency at night. These was a similar trend of signals from *K. bigibbus*, but nove was recorded at night. The total signals per day decreased when the water temperature fell to 20°C for *S. fuscescens* and to 16-17°C for *K. bigibbus*. The movement patterns of *S. fuscescens* and *K. bigibbus* may change with water temperature, however, they still stayed around the seaweed patch off Nomozaki during the winter and never migrated. There is a possibility of causing serious damage to seaweed during autumn and winter, because the activity of fish extended over a long period of time as a consequence of the recent rise of water temperature.

キーワード：アイゴ，磯焼け，藻食性魚類，テレメトリー，ノトイスズミ，ピンガー

近年，日本の沿岸域では藻場の衰退が進んでおり，<sup>1-3)</sup>藻食性魚類による摂食と藻場の再生阻害との関連がその一因として指摘されるようになった。<sup>4-8)</sup>天然藻場での藻食性魚類による食害実態，また摂食と磯焼けとの因果関係は未だ解明されていないが，従来では日本の西南部地方にほぼ限られていた被害が<sup>2,5,8,9)</sup>日本の各地に広がりつつあり，<sup>3)</sup>近年の海水温上昇傾向により南方系の魚類が分布を北上させるなど，魚類の生息場所や行動に変化をもたらしたとする見方もある。<sup>5)</sup>事実，食害は各地で指摘されており，<sup>1-5)</sup>その実態解明と対策を講じるための最も基本的事項である魚類の生態解明が急がれている。そこで，著者らは2003年からそれらの生態解明に

向けた総合的な調査研究を行っている。

長崎県下では1998年の秋から冬にかけて，県全域でクロメやアラメ，カジメ等のアラメ類の葉状部欠損現象が観察されており，調査の結果，魚類の食害によるものと考えられた。<sup>5)</sup>アラメ類の食害はその後も引き続き確認されている。<sup>9)</sup>2001年には，藻場に残された摂食痕と数種の魚類の摂食痕とが比較され，アイゴやイスズミなど数種の魚類が食害原因種として特定された。<sup>6,10)</sup>なお，当時の論文中<sup>6)</sup>でイスズミとされたものには，外部形態のよく似たノトイスズミが混同されていたと思われる。その後著者らが詳細な検討を行い，野母崎にはイスズミのほかノトイスズミとテンジクイサキが分布してお

\* Tel. : 81-95-819-2822. Fax : 81-95-819-2799. Email : y-atsuko@net.nagasaki-u.ac.jp

り、野母崎で漁獲されるイズズミ属魚類としては、多くがノトイズズミであったことを確認している。被害は他の有用海藻類にも及んでいる。例えばヒジキでは、秋から冬にかけての食害が顕著であり、生長初期のヒジキが甚大な被害を受けることで、春先の生産に大きな影響を与えていることが指摘された。<sup>11,12)</sup> ワカメでも同様に秋から冬にかけての食害が報告された。<sup>13)</sup> このように、いずれも海藻の再生に重要な時期である秋から冬にかけての被害が大きい。しかし、食害原因種とされた魚類は、水温の低下する12月～3月の間は刺網や定置網などの漁業ではほとんど漁獲されない。アイゴはもともと暖海性魚類であり、夏季を中心に北上した海域で被害を引き起こす回遊魚であるとの見方が有力視されているものの、実際にその移動や回遊を調査した研究例はない。

バイオテレメトリー技術は近年目覚しく発達しており、種々の生物の行動調査に用いられている。<sup>14-16)</sup> 超音波小型発信器（ピンガー）は、従来受信機を船に取り付け、1個体ずつ追跡するしかなかったため、効率が良いとはいえなかった。データロガー等の手法を用いれば、水深や水温等の長期にわたる遊泳記録を得ることが可能であるが、標識魚が再捕されなければデータを得ることができないという短所がある。アイゴやノトイズズミのような低利用魚類では、高い回収率は望めない。しかし、最近では小型の設置型受信機が開発されたことで、長期にわたる追跡も可能となった。

そこで、本研究では秋季から冬季の低水温期におけるアイゴとノトイズズミの行動特性を明らかにすることを目的とし、長崎県野母崎沿岸を実験海域として超音波バイオテレメトリーシステムを利用した4ヶ月半の追跡調査を行った。また、実験海域内の藻場近くに設置した水温計により、同期間中（11月～3月）に連続観測された環境水温のデータを用いて、水温と行動との関係を考察した。

### 試料および方法

**追跡型受信機による水平および鉛直移動追跡** はじめに、長期追跡のための受信機設置場所を検討することを目的とし、追跡型受信機によりアイゴとノトイズズミの移動範囲を調査した。実験にはカナダ Vemco 社製システムを用いた。魚体に装着したピンガー（V16P-1H）は全長62 mm、直径16 mm、水中重量9 gの円筒形で、69 kHzのパルス信号を3秒間隔で発信する。このパルス信号には水深の情報が含まれている。発信された信号を追跡船の右舷前部に設置したハイドロフォン（VR28システム）で受信し、リアルタイムでデータを取得した。船の位置はGPSによって測定し、船の位置を対象魚の位置とみなした。遊泳場所の水深は、追跡船搭載の魚群探知機により確認した。

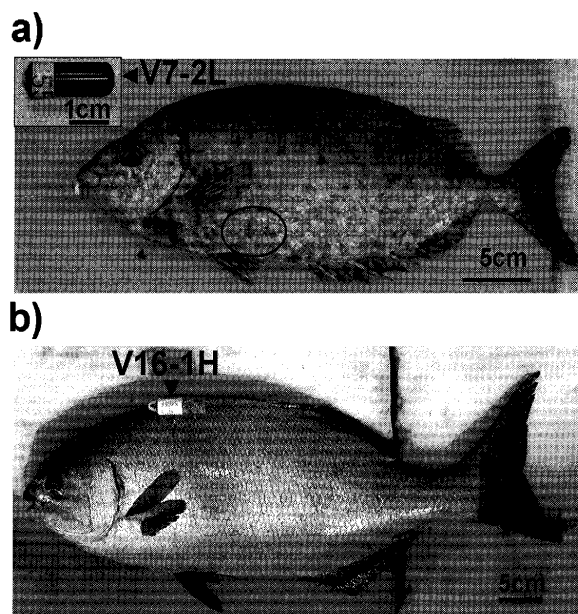


Fig. 1 *Siganus fuscescens* with transmitter inserted a) and *Kyphosus bigibbus* with transmitter attached b).

2004年11月8日に、実験魚3個体（アイゴ2個体；ID6241, 6242, ノトイズズミ1個体；ID6243）の背鰭基部付近にテグスでピンガーを取り付け、小立神（以下、小立）にて10:00から16:00までの間に船上から放流し、それぞれ追跡を行なった。

**設置型受信機による長期の行動追跡調査** 長期の追跡調査には、同様に Vemco 社製システムを用いた。魚体には二種類のコード化ピンガー① V7-2L（長さ18.5 mm、直径7 mm、水中重量0.75 g、136 dB）または、② V16-1H（長さ48 mm、直径16 mm、水中重量9 g、152 dB）のいずれかを装着した（Fig. 1）。①は40～120秒の間にランダムに一回送信されるようにセットされたもので、電池寿命は162日、②については同様に、40～114秒の間に一回の送信で、電池寿命は137日と見積もられた。① V7-2Lについては内部装着とし、腹部を開腹してピンセットでピンガーを挿入した後、開腹部分を縫い合わせた。② V16-1Hについては内部装着できない大きさであるため外部装着とし、背鰭の基部付近にテグスで取り付けた。どちらのピンガーについても調査に先立ち1ヶ月間の実験飼育を行い、水槽内ではピンガー装着による死亡等の影響がないことを確認した。V7-2Lは小型で電池寿命は長く、腹部に埋め込むことで装着によるストレスを最小限に抑えると同時に脱落の危険性を低くすることを目指したが、出力が低いという欠点がある。それに比べてV16-1Hの出力は高く、外部装着することで受信の機会が増す可能性があるが、供試魚が天然海域で海藻の生い茂った中を常に移動するとすれば、その分脱落の危険性が高くなる。また、V7-2Lに比べれば比較的大型であり、魚体への負担は

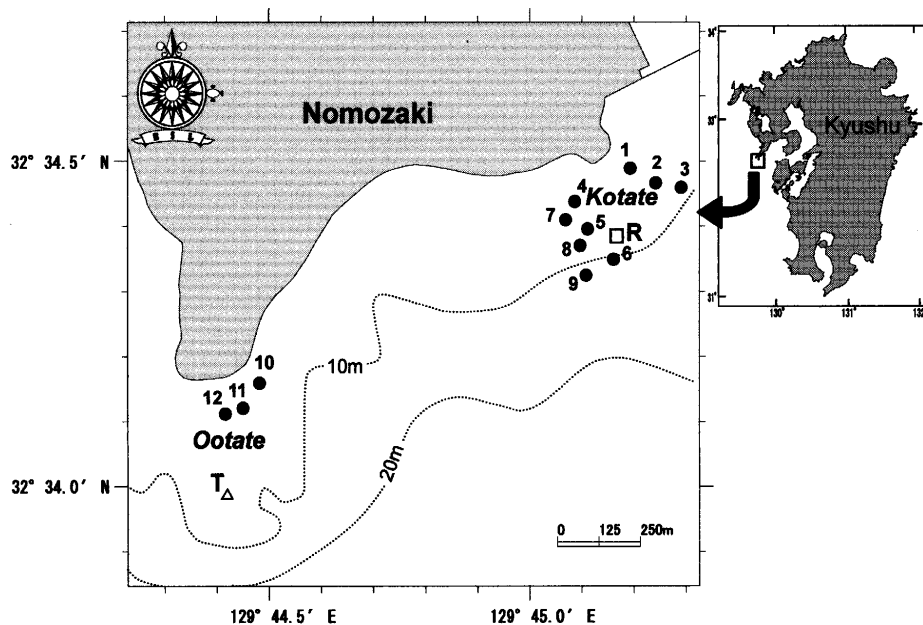


Fig. 2 Study area in Nomozaki, Nagasaki. The circles (●) and numbers denote the positions of each receiver. The triangle (△) and the square (□) denote the position of a thermometer (T) and fish release points (R).

Table 1 Tracking summary of *Siganus fuscescens* (S) and *Kyphosus bigibbus* (K)

ID number	species	Total length (mm)	Pinger type	Release date	Last recorded date
226	S	372	①V7-2L	Nov. 16 2004	Dec. 21 2004
227	S	365	①V7-2L	Nov. 16 2004	Nov. 18 2004
228	S	359	①V7-2L	Nov. 16 2004	Nov. 18 2004
229	S	337	①V7-2L	Nov. 16 2004	Nov. 24 2004
230	S	364	①V7-2L	Nov. 16 2004	Dec. 16 2004
231	S	353	①V7-2L	Nov. 16 2004	Nov. 30 2004
232	S	331	①V7-2L	Nov. 16 2004	Nov. 26 2004
233	S	367	①V7-2L	Nov. 16 2004	Nov. 26 2004
234	K	378	①V7-2L	Nov. 16 2004	Nov. 16 2004
235	S	348	①V7-2L	Nov. 16 2004	Nov. 30 2004
236	K	588	②V16-1H	Nov. 16 2004	Mar. 02 2005
237	K	507	②V16-1H	Nov. 16 2004	Nov. 17 2004
238	S	340	②V16-1H	Nov. 16 2004	Nov. 17 2004
239	S	348	②V16-1H	Nov. 16 2004	Mar. 29 2005
240	S	342	②V16-1H	Nov. 16 2004	Dec. 02 2004
242	S	328	②V16-1H	Nov. 16 2004	Dec. 04 2004
243	S	344	②V16-1H	Nov. 16 2004	Mar. 16 2005
244	S	369	②V16-1H	Nov. 16 2004	Dec. 01 2004
245	S	345	②V16-1H	Nov. 16 2004	Mar. 22 2005
246	S	353	②V16-1H	Nov. 16 2004	Nov. 19 2004

大きい可能性がある。以上の理由から、実験データを確実に取得するため、二種のピンガーを併用することにした。

設置型受信機には VR2 (VEMCO 社製) を使用し、野母崎に残された有数のクロメ藻場 (小立と大立) 周辺を中心に、小立に 9 台 (No. 1~No. 9)、大立に 3 台

(No. 10~No. 12)、合計 12 台を海底設置した (Fig. 2)。藻場の規模は小立の方が大立よりも大きく、小立周辺に敷設されている小型定置網ではアイゴが良く漁獲されている。なお、あらかじめ調査海域内で受信範囲を知るための予備試験を行ったところ、有効な受信範囲は 80 m 程度であることが確認されたので、小立、大立と

もに各受信機を 80 m 間隔で設置した。

ピンガーはアイゴ 18 個体とノトイズズミ 3 個体の計 21 個体に装着し (Table 1), 2004 年 11 月 16 日に小立で放流した (Fig. 2)。なお, ピンガーの電池寿命も考慮に入れ, 3 月末までの 4 ヶ月半を実験期間とし, 受信機に記録されたデータの回収は月に一回, 現場で専用の磁気プローブと PC インターフェースを使ってダウンロードした。

**調査海域における環境水温の連続観測** 野母崎大立の海底 (平均水面下 7 m) に固定した自記式小型水温計 (オンセット社製ティドピット) により, 調査期間中における環境水温の連続観測 (30 分間隔) を行った。

### 結果と考察

#### 追跡型受信機による鉛直移動および移動範囲の追跡

ピンガーを装着したアイゴ (ID6241) は, 放流した 11 時 11 分から約 1 時間放流地点に近い小立周辺を遊泳した (Fig. 3)。放流直後に水深とほぼ同じ 15 m 付近まで移動した後, 追跡中は終始底層近くを遊泳した (Fig.

3)。いったん別の個体を追跡するため現場を離れ, 3 時間後に再び現場近くの小立周辺に戻ったところ, アイゴはほとんど移動しておらず, 容易に発見できた。各個体の移動経路は Fig. 4 に示した通りである。もう 1 個体のアイゴ (ID6242) については, 15 時 26 分から追跡を開始し, 16 時 54 分に追跡を終了するまで, 小立周辺の底層付近を遊泳していた。

ノトイズズミ (ID6243) は, 13 時 48 分の追跡開始から 14 時 25 分頃までは水深 10~15 m の底付近を上下しながら遊泳していたが, その後表層に移動し, ごく浅瀬の潮間帯まで移動したため, 船ではそれ以上追跡できなかった。追跡から約 1 時間後の満潮時であった。

以上のことから, アイゴは比較的定着性が強く, 通常は海底近くを遊泳しているが, ノトイズズミは水平的にも鉛直的にもアイゴに比べて移動性が高いと推定された。また, どちらの種も夕方まで野母崎地先の藻場周辺 (小立) から離れることはなかったが, 特に移動性が高いと推定されたノトイズズミについては半島の西側 (外海域) への移動状況を確認する必要があることから, 長

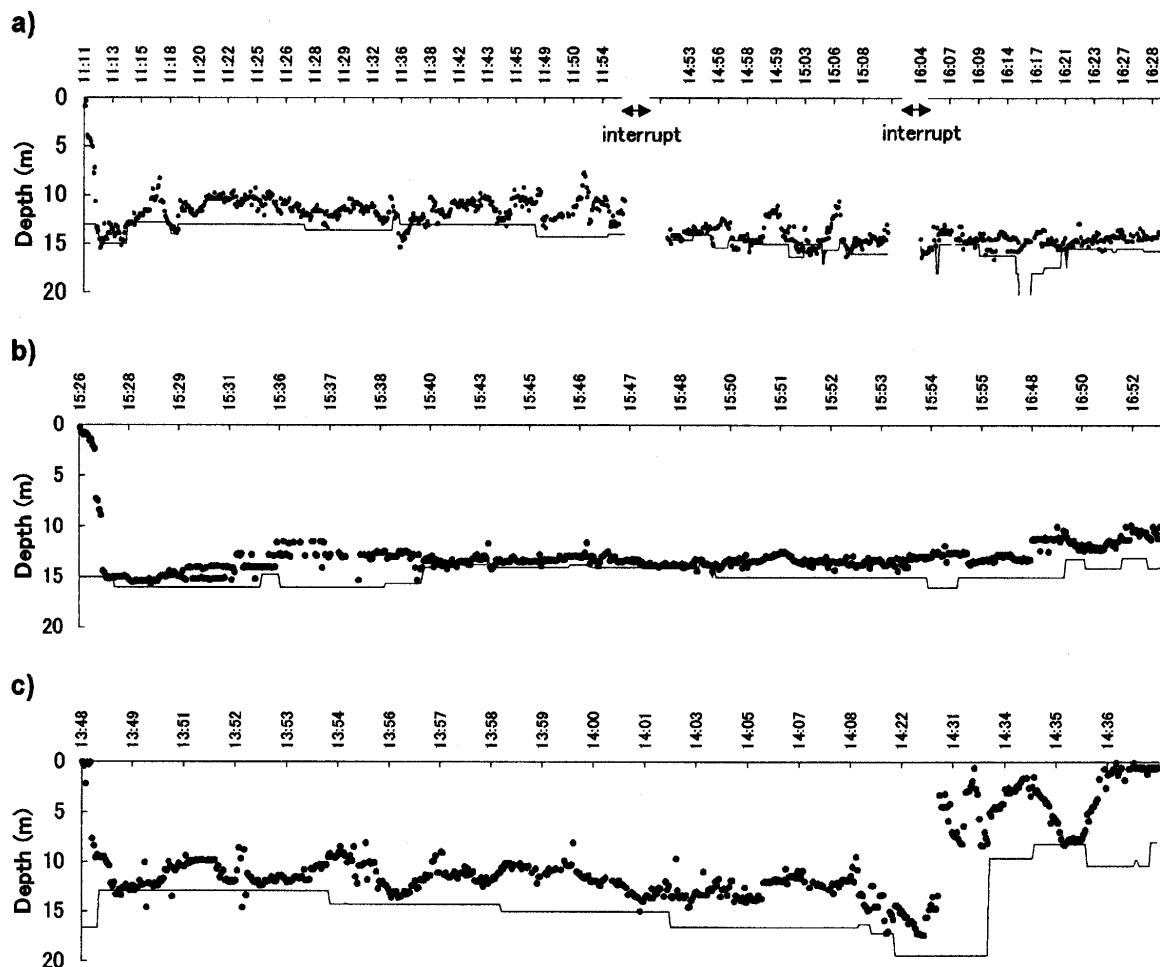


Fig. 3 Vertical movements of *Siganus fuscescens* (a, ID6241; b, ID6242) and *Kyphosus bigibbus* (c, ID6243) with continuous ultrasonic coded transmitters, V16P-1H. The dots and lines denote swimming depth recorded by transmitters and water depth recorded by a fishfinder on board, respectively.

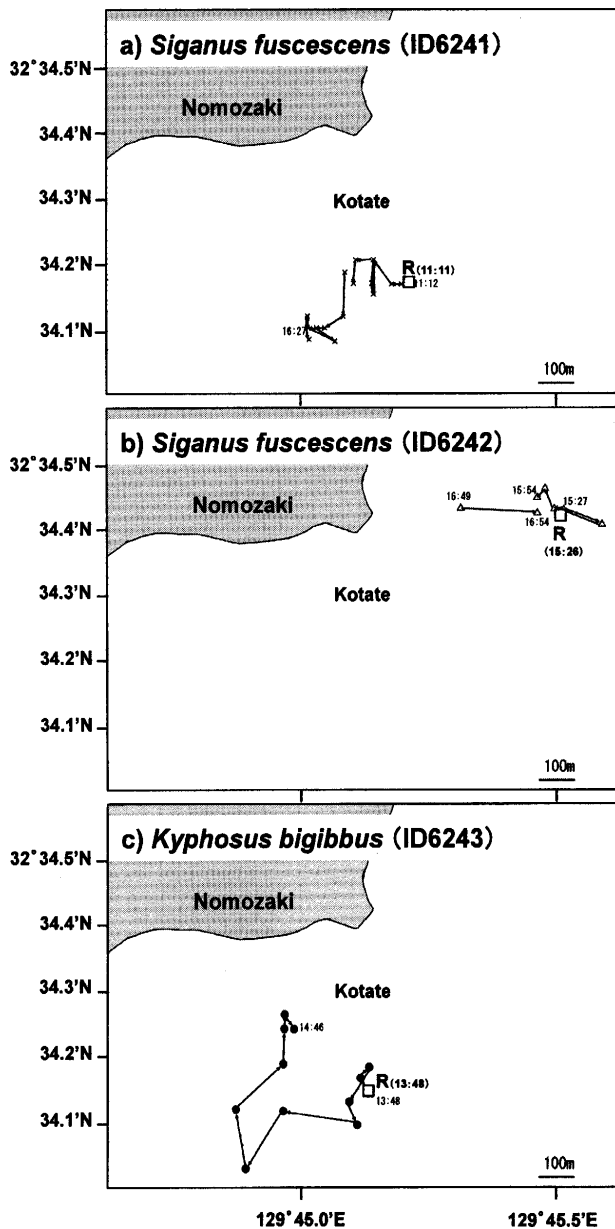


Fig. 4 Horizontal movements of *Siganus fuscescens* and *Kyphosus bigibbus* with continuous ultrasonic coded transmitters, V16P-1H. The squares (□) denote fish release points (R).

期追跡を行うための受信機の設置場所を Fig. 2 に示したような配置とした。

**二種類のピンガーを用いた設置型受信機での長期間の追跡結果** 設置型受信機を11月16日に設置し、同日の午後に小立付近でアイゴ18個体とノトイズズミ3個体の合計21個体を放流した後、追跡を開始した。実験終了の3月28日までの受信記録から見ると、二種類のピンガー①V7-2Lと②V16-1Hの受信状況は大きく異なっていた (Fig. 5)。比較的小型の①V7-2L (R-1~R-11, G-1,3) の受信期間は最長35日間であったが、それに対して②V16-1Hの受信状況は明らかに良好であり、9個体中4個体で約4ヶ月以上の追跡に成功した。

全調査期間中の1個体あたりの平均受信回数を二種のピンガー間で比較したところ、①V7-2Lは1033回、②V16-1Hは14227回と、②の方が約14倍高かった。以上のことから、アイゴとノトイズズミの追跡を行なうには、V16-1Hが有効であることがわかった。

設置した12台の各々の受信機における総受信回数を調べたところ (Fig. 6)、アイゴでは小立に設置したNo. 8の受信機で68422回と最も多く、No. 6と9では2万回以上の受信が確認できた。受信はNo. 4~9までに集中しており、No. 1~3と大立のNo. 10~12での受信は著しく少なかった。これに対して、ノトイズズミでは全ての受信機でよく受信されており、アイゴに比べて移動性が高いことが示された。

**アイゴとノトイズズミの活動時間帯** 場所別、時間帯別の受信状況を調べたところ、アイゴ、ノトイズズミともに、夜間の受信に比べて日中の受信が多いことがわかった。最も受信回数の多かったアイゴID243について、11月の追跡結果を詳しく見ると (Fig. 7)、大立のNo. 10~12では全く、No. 1~3ではほとんど受信しておらず、受信範囲は小立のNo. 4~9に集中していた。また、水深の浅い受信機No. 4, 5, 7, 8での受信は日中の方が多かったが、夜間には最も沖側に設置したNo. 6, 9での受信が増加した。特にNo. 9については夜間の受信の方が多く、その傾向は12月の下旬までは変わらなかった。濃密な藻場が残されている小立付近では秋から冬にかけてアイゴやイズズミ類による摂食痕が確認されていることや、<sup>5)</sup> 食性調査からは大型褐藻類が最もよく出現することをあわせて考えると (未発表データ)、アイゴの活動時間帯、つまり、藻場周辺の浅場へ索餌のために来遊するのは日中であり、夜間には少し深場へと移動するが、昼夜を問わず藻場周辺に生息場所を持つと推定された。

同様に、ノトイズズミID236についても11月の解析結果を詳しく調べたところ、日出から日没前後までの受信のみが確認できており、いずれの受信機においても夜間は全く受信していなかった (Fig. 8)。また、大立 (No. 10~12) ではちょうど日出の時間帯である6時~7時の間と、夕方の16時頃を中心とした19時までの時間帯に受信のピークがあり、9時~14時頃までの受信はいったん途絶えた。一方、小立のNo. 4~9では、大立で見られた朝のピークから少し遅れた8時~9時頃にピークがあり、11時~12時頃の受信がいったん減少したのち、14時頃に受信のピークが見られた。No. 1~3では朝7時頃を除けばほとんど受信していなかった。以上のことから、ノトイズズミも同様に昼間に小立の藻場へ来遊するが、夜間はアイゴと異なり同藻場を離れることがわかった。

**設置型受信機から解析した活動期の代表的な行動パ**

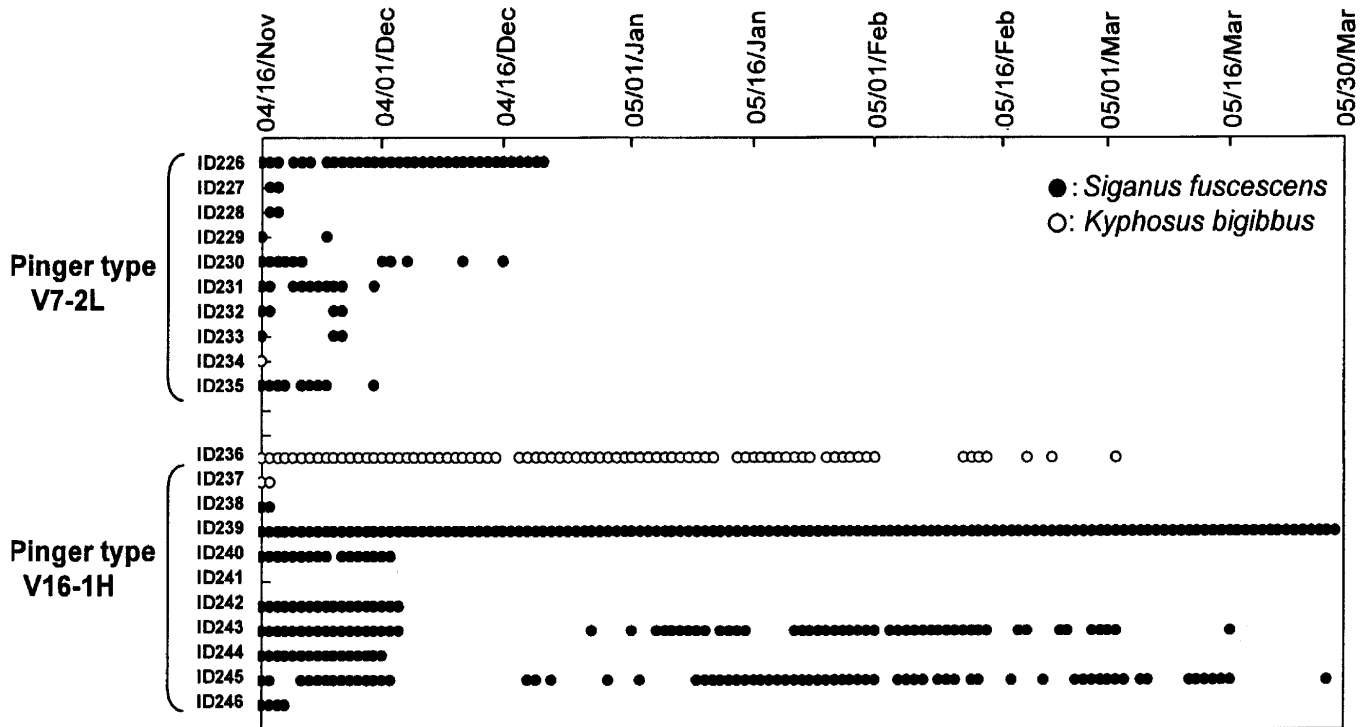


Fig. 5 The results of tracking periods for 21 specimens with pingers of V7-2L or V16-1H. The circles show the dates on which at least one signal was received. The solid and open circles denote *Siganus fuscescens* and *Kyphosus bigibbus*, respectively.

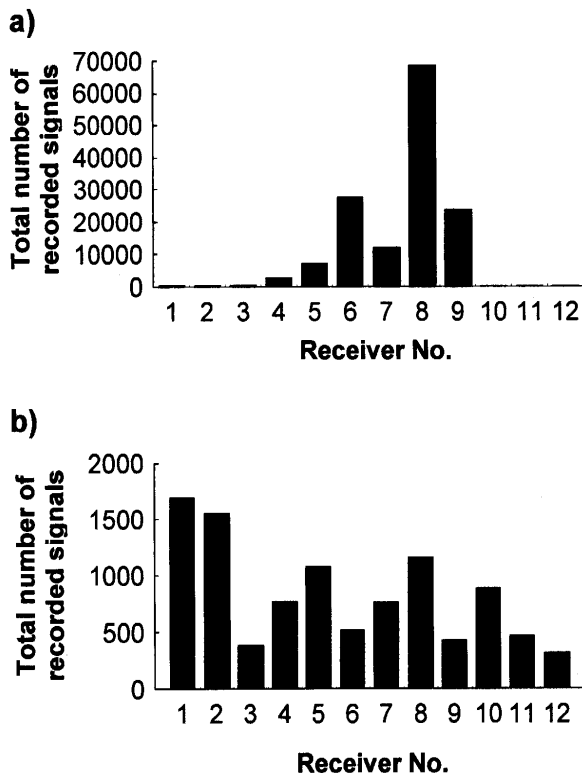


Fig. 6 Total number of signals recorded in 12 receivers. a) *Siganus fuscescens* ( $n=16$ ) and b) *Kyphosus bigibbus* ( $n=3$ ).

ターン 各個体について連続的な1日の移動状況を解析した結果、11月~12月にかけて、それぞれ代表的な

行動パターンをもつことが明らかになった (Fig. 9)。受信記録から、アイゴは夜間にはほとんど動かないものの藻場周辺にとどまっておき、日出とともに活動を開始して小立周辺を活発に遊泳した後、日没とともに活動が低下することが読み取れた。また、大立周辺では記録がなく、生息場所の中心は小立周辺であった。一方、ノトイスズミでは、大立のNo. 12の受信機で1日の朝夕に限られた最初と最後の受信があったことから、日出とともに野母崎半島の西側から大立を通過して藻場周辺に来遊し、活発な水平移動を行った後、日没頃には再び大立を通過しておそらく半島の西側へと帰っていくことがわかった。西側は岩礁地帯となっており、そこに夜間の生息場所を持つものと考えられる。

以上のように、どちらの種も日出から日没までの日中活動すること、毎日のように小立付近の藻場へ来遊すること、小立周辺の藻場が餌場となっていることが明らかとなった。

**低水温期に見られた行動パターンの変化** 水温の低下とともに、アイゴとノトイスズミの代表的な行動パターンは変化した。藻場 (No. 1~12) での一泊あたりの受信回数を、長期の追跡が出来た4個体についてまとめたところ、アイゴでは12月初旬以降、ノトイスズミでは1月初旬以降、急激に減少することがわかった (Fig. 10-a~d)。また受信回数が増加した後の代表的な受信パターンから (Fig. 11)、アイゴ、ノトイスズミともにかろうじて小立の藻場へは来遊するものの、動きが鈍く

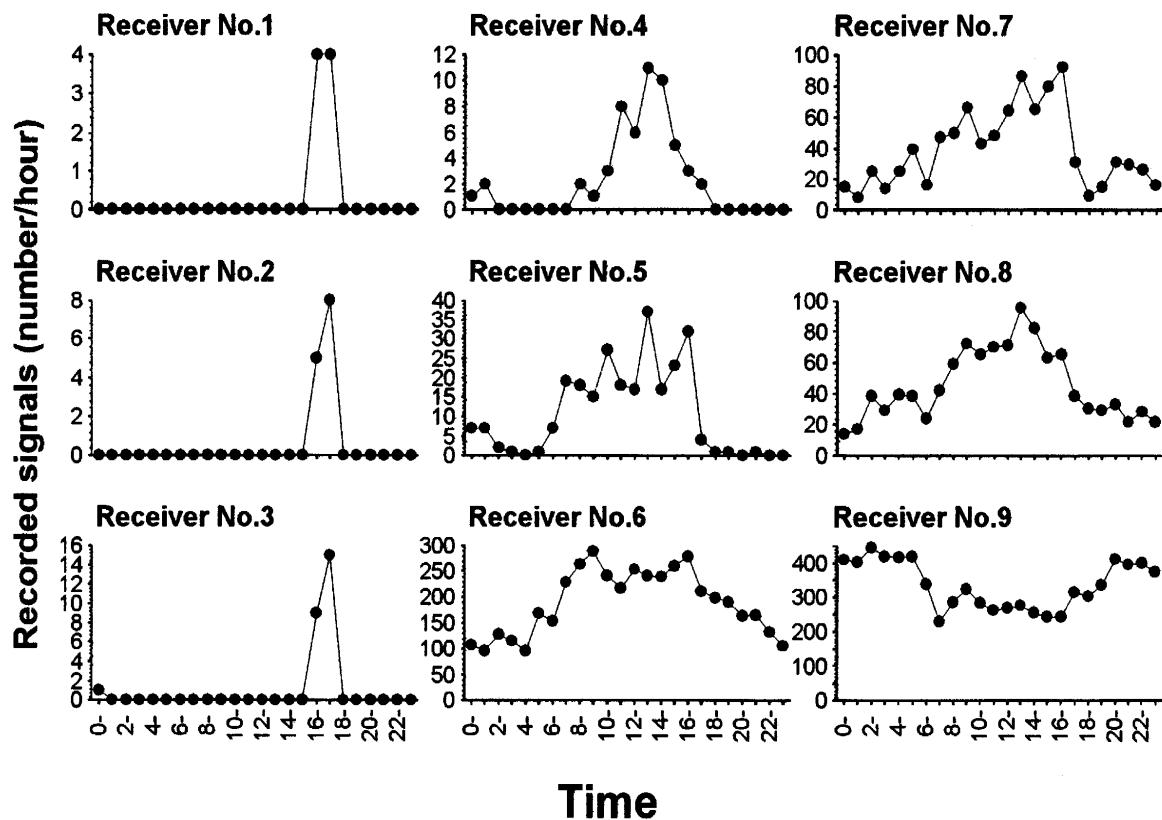


Fig. 7 The number of recorded signals per hour in each receiver for *Siganus fuscescens* (ID 243) from 17 to 30 November. There was no signal at receiver No. 10–12.

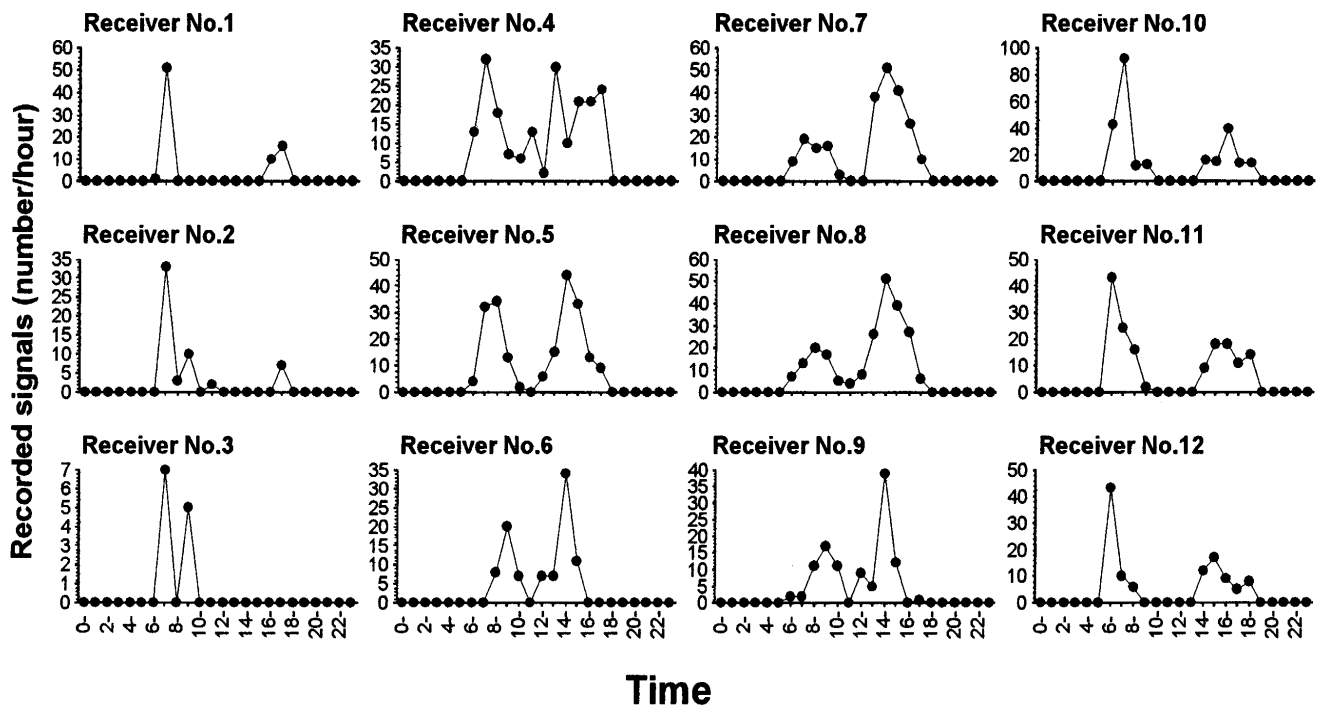


Fig. 8 The number of recorded signals per hour in each receiver for *Kyphosus bigibbus* (ID 236) from 17 to 30 November.

なっている様子が明らかであった。ノイズズミについては、1月6日以降、毎日必ずあった大立 (No. 10~12) での受信は途絶え、小立 No. 1~2 での受信のみとなった (Fig. 11)。アイゴについては冬季に漁獲されないこ

とからこれまででは南方へと回遊するものとする考えが強かったが、今回の結果からは少なくとも調査個体の約半数について、冬季の間も引き続き受信記録は残されており、野母崎の藻場周辺にとどまっていることが明らかに

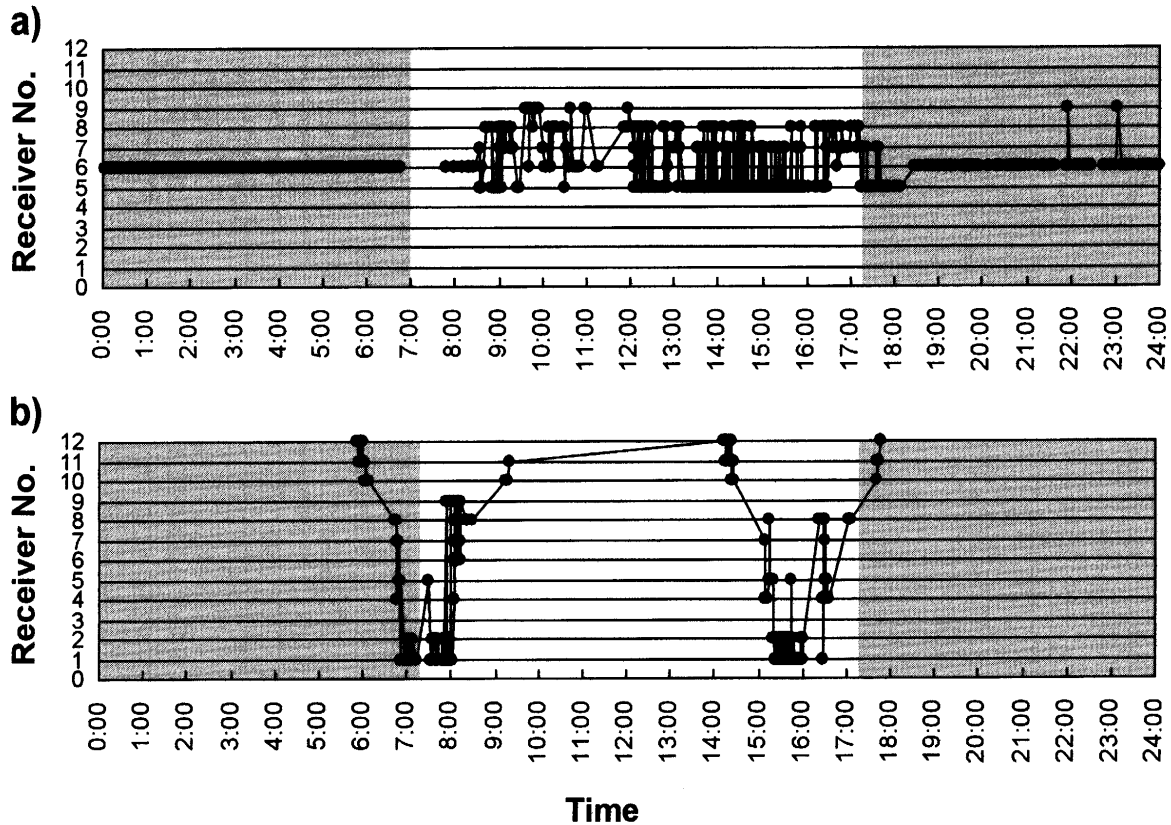


Fig. 9 The typical daily migration patterns of *Siganus fuscescens* (a, ID226) and *Kyphosus bigibbus* (b, ID236) during November and December, respectively.

なった。

低水温期におけるこれらの行動パターンを変化させた環境要因として、連続計測した水温データと併せて見ると (Fig. 10-e), アイゴの行動に変化が見られた12月初旬の水温は20°C以下に低下し始め, 12月10日頃からは水温が18°Cを下回っている。ノトイスズミに変化が見られた1月初旬の水温は16~17°Cであり, 受信回数が著しく減少した1月末の水温は15°Cを下回り始めている。アイゴについての水槽内実験からは, 水温が18~23°Cの範囲にあった11月には摂食量のある程度の減少が見られ, 14~19°Cに低下した12月には著しく摂食量が減少したこと, また, それに対してノトイスズミでは14~19°Cであった12月にもそれほど大きな摂食量の減少を示さなかったことが報告されており,<sup>6)</sup> 今回の結果と一致するものであった。

本研究の結果から, アイゴは冬季になると活動が鈍くなるために当地の主要な漁法であり, かつ魚の行動に依存した定置網や刺網漁業で漁獲されないのであって, 一般に言われるような大規模な回遊はしていないと考えるのが妥当である。アイゴについての著者らの調査では, 冬季の初めの肥満度と春季に再び漁獲され始めるときの肥満度には大きな変化はなく, 逆に消化管を取り巻く脂肪量が相当増加していることを確認している (未発表データ)。加えて, 本研究で用いたアイゴ ID235 と

ID226については, 調査から約7ヶ月後の6月20日と約9ヶ月半後の9月2日に同じ野母崎半島の北西沖にあたる蚊焼の定置網でそれぞれ再捕されており, アイゴの定着性が強いことを裏付ける結果となった。

ノトイスズミについてはミナミイスズミやイスズミと混同されており, 1991年に新称をつけられたばかりで,<sup>17)</sup> その分布や生態はアイゴ以上に分かっていない。近縁種では大型褐藻類を摂食することが報告されているが,<sup>18)</sup> 藻場の食害原因種としてはこれまで注目されていなかった。しかし, ノトイスズミはアイゴよりも1ヵ月以上後まで活発に遊泳していたことを今回の調査で確認しており, アイゴに比べて低水温にも強く, 冬季に入ってもしばらくの間引き続き活発な摂食活動を行うものと推定された。以上のことから, アイゴと同様に, 冬季にはアイゴ以上に藻場へ食害を与える可能性のある魚類として, 今後考慮に入れる必要がある。アイゴ, ノトイスズミはともに, 大型褐藻類などの海藻類を主に摂食すると考えられており,<sup>6,10)</sup> 響灘ではアイゴがコンブ目やヒバマタ目の大型褐藻類を幅広く摂食していたことが報告されたが,<sup>19)</sup> 各種の食性を定量的に調査し, その季節ごとの食性の全容と特徴を明らかにした研究は未だない。これらの二種以外にも, 野母崎ではブダイが春にクロメ群落中に出現したワカメを選択的に摂食しており, その選択的な摂食が海藻群落構造に変化を生じさせる可能性



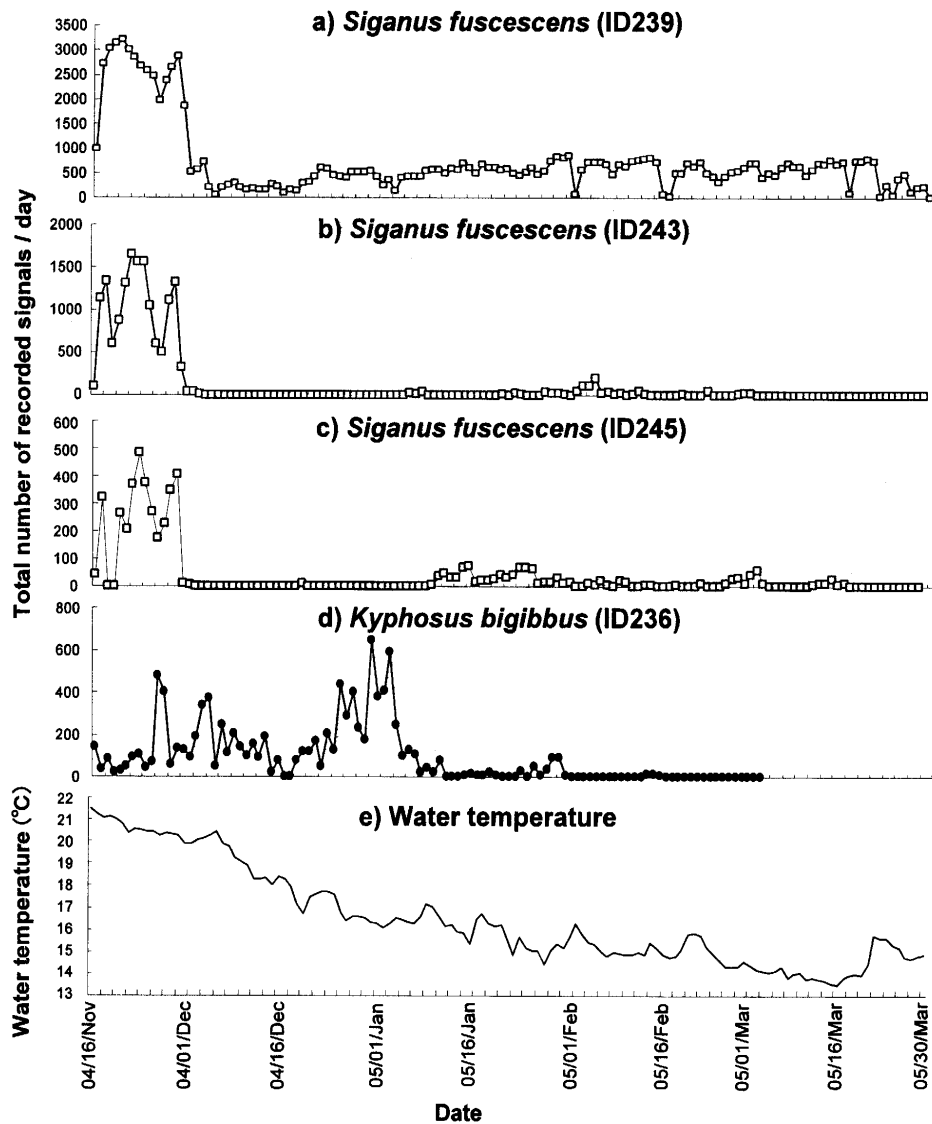


Fig. 10 The total number of recorded signals per day from 16 Nov. 2004 to 30 Mar. 2005 for four specimens (a-d), and changes in water temperature at study area off Nomozaki at the depth of 7 m (e).

について指摘されている。<sup>10)</sup> 今後はそれぞれの魚種が海藻群落の再生や変化に及ぼしている影響を明らかにする必要がある。

**海水温上昇がアイゴとノトイズズミの行動に与えた影響** 近年、海水温の上昇傾向が指摘されている。長崎海洋気象台発行の西日本海況旬報<sup>20)</sup>による長崎県女島の1955年～2001年までの年平均水温を調べたところ、50年間に0.9°C上昇し、特にこの10年間に目立って水温が上昇していることがわかった。また、月別に検討した結果からは、冬季(11月～3月)の表面水温の上昇が95年以降、最も顕著であると推定された。このことと最も食害の深刻な時期が9月～12月の間であることとの関連が注目される。そこで、最後に本研究で得られた知見をもとに、海水温が上昇したと近年の藻食性魚類による食害との因果関係について考察した。

仮に、過去の野母崎における水温が女島のように現在

よりも2°C低かったと仮定すると、本研究で調査を開始した11月中旬には既に20°Cを下回っていた可能性があり、すでにアイゴの活動が鈍くなっていたものと考えられる。同様に、ノトイズズミの活性が低下しはじめた17°C以下の水温には、ひと月早い12月にはすでに達していたはずであり、活動時期が以前よりも長期にわたっていると考えることができる。このことに加えて、水温の上昇が摂食活動を活発化させたのかどうかを明らかにするためには、詳細な食性の解析が必要となる。このように、近年の海水温上昇傾向が秋から冬季にかけての藻食性魚類の活動を長期化、活発化させた可能性があり、この時期と春先の食害を深刻なものにした可能性がある。磯焼けと藻食性魚類による摂食との直接的な因果関係についてはまだ述べることは出来ないが、様々な環境要因等による海藻の減少や植生の変化に加えて、海水温が上昇したことで魚類の行動生態に変化が生じ、結果と

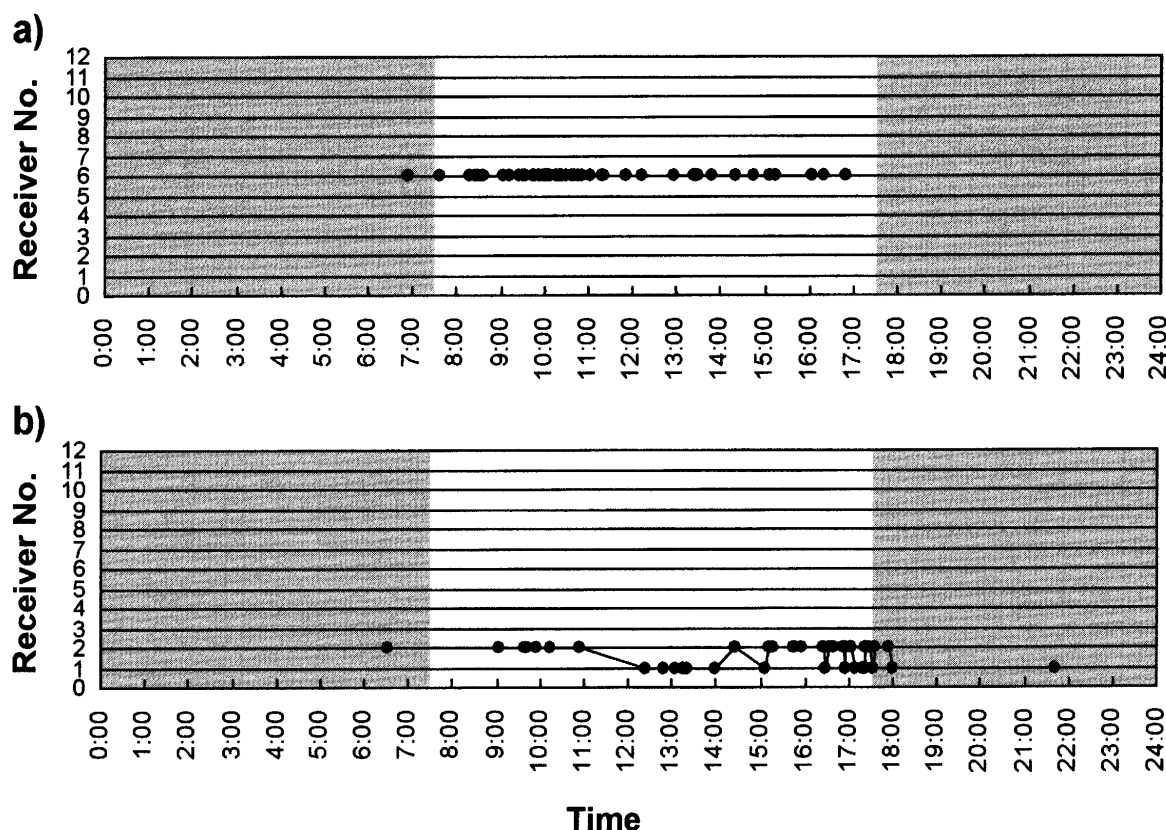


Fig. 11 The typical daily migration patterns of *Siganus fuscescens* (a, ID245) and *Kyphosus bigibbus* (b, ID236) during January and March, respectively.

して藻場に大きなダメージを与えているとすれば、最近の藻場の衰退には魚類による摂食が大きく関わっている可能性は否定できない。秋から冬は海藻の再生が行われる重要な時期であり、従来はなかったであろう魚類による活発な摂食活動により海藻の新芽が被食されることで海藻の生育が阻害され、藻場が衰退する原因となっている可能性がある。早急に対策を講じるためにも、アイゴやノトリスズミ等の藻食性魚類の行動生態と回遊、特に水温と摂食行動との関連の解明、海水温の上昇と個体数変化との関連、成長、繁殖や食性等の基本的な生態解明が急がれる。

#### 謝 辞

供試魚の運搬と追跡にあたり、ご協力いただきました長崎大学附属練習船鶴水丸の古川素直船長はじめ乗組員の方々にお礼申し上げます。野外調査にあたりご協力いただきました長崎市野母崎行政センターの秀島明和氏、(株)水産土木建設技術センターの福島順也部長、石丸聡氏、漁業士の三浦凡夫氏、受信機 VR28 の借用と飼育実験にあたりご配慮をいただきました長崎県総合水産試験場海洋資源科の山本憲一科長、同介藻類科の藤井明彦科長、VR2 の借用を快諾してくださいました長崎大学水産学部征矢野 清 助教授に厚く御礼申し上げます。

#### 文 献

- 1) 川尻正博, 佐々木 正, 影山佳之. 下田市田牛地先における磯焼け現象とアワビ資源の変動. 静岡水試研報 1981; 15: 19-30.
- 2) 山内 信, 小川満也, 堀木信男, 翠川忠康. 水産業関係特定研究開発促進事業 藻場の変動要因の解明に関する研究. 平成 7~9 年度中間報告書 1998; 1-26.
- 3) 坂本龍一, 松本正勝. 都農・川南地区のクロメ群落衰退原因調査. 宮崎水試研報 1995; 144: 1-72.
- 4) 長谷川雅俊, 小泉康二, 小長谷輝夫, 野田幹夫. 静岡県棒南海域における磯焼けの持続要因としての魚類の食害. 静岡水試研報 2003; 38: 19-25.
- 5) 桐山隆哉, 藤井明彦, 吉村 拓, 清本節夫, 四井敏雄. 長崎県下で 1998 年秋に発生したアラメ類の葉状部欠損現象. 水産増殖 1999; 47: 319-323.
- 6) 桐山隆哉, 野田幹雄, 藤井明彦. 藻食性魚類数種によるクロメの摂食と摂食痕. 水産増殖 2001; 49: 431-438.
- 7) 野田幹雄, 長谷川千恵, 久野孝章. 水槽内のアイゴ *Siganus fuscescens* 成魚によるアラメ *Eisenia bicyclis* の特異な採食行動. 水産大学校研報 2002; 50: 151-159.
- 8) 四井敏雄. 九州沿岸における藻場修復, 磯焼けの機構と藻場修復, 谷口和也編, 恒星社厚生閣, 東京, 1999; 111-120.
- 9) 清本節夫, 吉村 拓, 新井章吾, 桐山隆哉, 藤井明彦, 四井敏雄. 長崎県野母崎において 1998 年秋に発生したクロメ葉状部欠損現象の経過観察. 西水研研報 2000; 78: 57-65.
- 10) 清本節夫, 吉村 拓, 新井章吾. 長崎県野母崎の潮下帯に生育する大型褐藻 5 種に対する藻食性魚類の採食選択性. 西水研研報 2000; 78: 67-75.

- 11) 桐山隆哉, 光永直樹, 安元 進, 藤井明彦, 四井敏雄. 対馬豆酛浦でみられた食害が疑われるヒジキの生育不良現象. 長崎水試研報 1999; **25**: 27-30.
- 12) 桐山隆哉, 藤井明彦, 四井敏雄. 長崎県下で広く認められたヒジキの生育阻害の原因. 水産増殖 2002; **50**: 295-300.
- 13) 桐山隆哉, 藤井明彦, 四井敏雄. 島原半島沿岸の養殖ワカメに発生した魚類の食害が疑われる葉状部欠損現象. 長崎水試研報 2000; **26**: 17-22.
- 14) 小井土隆, 宮部尚純. 5. マグロ類. 「テレメトリーによる水生生物の行動解析. 水産学シリーズ 80」(添田秀男編) 恒星社厚生閣, 東京, 1990; 55-66.
- 15) 笠井亮秀, 坂本 旦, 光永 靖, 山本章太郎. マイクロデータロガーによるイナダの遊泳行動解析. 日水誌 1998; **64**: 197-203.
- 16) Mitamura H, Arai N, Sakamoto W, Mitsunaga Y, Maruo T, Mukai Y, Nakamura K, Sasaki M, Yoneda Y. Evidence of homing of black rockfish *Sebastes inermis* using biotelemetry. *Fish. Sci.* 2002; **68**: 1189-1196.
- 17) 坂井恵一. 日本のイスズミ属は4種. *I.O.P. Diving News*, 1991; **2**(8): 2-5.
- 18) Clements KD, Choat JH. Comparison of herbivory in the closely-related marine fish genera *Girella* and *Kyphosus*. *Mar. Biol.* 1997; **127**: 579-586.
- 19) 野田幹雄, 北山和仁, 新井章吾. 響灘蓋井島の秋季と春季における成魚期のアイゴの食性. 水産工学 2002; **39**: 5-13.
- 20) 長崎海洋气象台. 西日本海況旬報. 253号~1944号, 1955年~2001年.