

原著論文

温排水放水口に蝟集するギンガメアジの  
火力発電所周辺海域における行動

三浦雅大<sup>\*1§</sup>・山本正之<sup>\*2†</sup>

Behavior of the Bigeye Trevally *Caranx sexfasciatus*, a Kind of  
Fish Attracted to the Thermal Effluent Outlet, in the Waters  
Adjacent to a Thermal Power Plant

Masao Miura<sup>\*1§</sup> and Masayuki Yamamoto<sup>\*2†</sup>

**要約**：南日本の発電所温排水放水口に蝟集する代表的な魚種であるギンガメアジ*Caranx sexfasciatus*の行動を九州西岸に立地する火力発電所周辺海域において超音波バイオテレメトリーによって調べた。温排水放水口近傍で釣獲した計8個体のギンガメアジに超音波発信機を装着して2002年8月21日に4尾および9月19日に4尾を放流し、これらの行動を2002年11月13日まで発電所周辺海域に設置した7台の受信機によって記録した。その結果、ギンガメアジは、昼間は温排水放水口近傍に分布するが、夜間には放水口から500~700m離れた天然岩礁域等の周辺に移動することが判明した。また、行動調査と併せて実施した胃内容物調査の結果、ギンガメアジは主に夜間に摂餌していることが示唆され、夜間に広範囲を移動して索餌しているものと推察された。

**キーワード**：ギンガメアジ, *Caranx sexfasciatus*, 発電所, 温排水, 行動, バイオテレメトリー

**Abstract**: The bigeye trevally *Caranx sexfasciatus* is a typical fish species attracted to the thermal effluent outlet of power plants in southern Japan. We surveyed the behavior of the species in the waters adjacent to a thermal power plant at the western coast of Kyusyu by ultrasonic biotelemetry. A total of 8 fish caught near the thermal effluent outlet were equipped with ultrasonic transmitters and released on August 21 and September 19, 2002. The behaviors of these fish were monitored until November 13, 2002 with 7 receivers set in the waters adjacent to the thermal power plant. The fish were distributed near the thermal effluent outlet during the daytime, but at night they migrated to the reef areas 500 to 700 m away from the outlet. The results of the stomach contents investigation suggested that the fish move over a wide area and feed at night.

**Key words**: bigeye trevally, *Caranx sexfasciatus*, thermal power plant, thermal effluent, behavior, biotelemetry

まえがき

火力・原子力発電所温排水放水口近傍への魚類の蝟集は各地で観察されており（山本ら, 2003）、放水口近傍に釣り公園を設営する等の有効利用が期待される一方、本来ならば冬季の低水温によって斃死する無効分散の生物が、放水口近傍域に生

残・定着することが問題視される場合もある（羽生・関口, 2000; 益田, 2012）。このような温排水による魚類の蝟集の促進あるいは抑制のいずれを検討するにしても、温排水に魚類が蝟集するメカニズムを解明する必要があるが、その情報は極めて少ない。

研究対象としたギンガメアジ*Caranx sexfasciatus*

（2023年11月8日受付, 2024年1月12日受理）

\*1 公益財団法人海洋生物環境研究所 中央研究所（〒299-5105 千葉県夷隅郡御宿町岩和田300番地）

§ E-mail: m-miura@kaiseiken.or.jp

\*2 元公益財団法人海洋生物環境研究所職員

† 2018年6月13日逝去



第1図 火力発電所の温排水放水口近傍に蟻集するギンガメアジ

(第1図)は、インド・太平洋、東太平洋の熱帯および亜熱帯海域に広く分布する(具志堅, 1988; 木村, 1997; 木下, 1989; Laroche *et al.*, 1984; Smith-Vaniz, 1984)。ギンガメアジは、南日本の発電所温排水放水口近傍に蟻集する代表的な魚種であり、九州西岸の火力発電所で本種の分布を調べた例(山本ら, 2003)では、周年にわたって温排水放水口近傍に集群していることが確かめられており、特に低水温期には温排水による海水温度の上昇に依存して越冬・生残しているものと推察される(三浦ら, 2020)。しかし、山本ら(2003)の調査結果は、昼間に実施した潜水目視観察によるものであることから、個体識別は困難で同じ個体が継続的に滞留しているのかは不明であり、また夜間には別の生活場に移動している可能性もある。

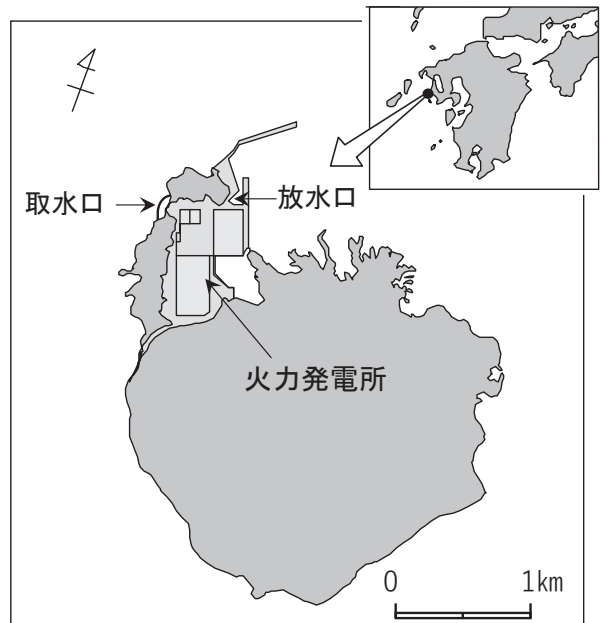
本研究では、温排水放水口への魚類蟻集のメカニズム解明ため、ギンガメアジの発電所周辺海域における行動を超音波バイオテレメトリーにより調査し、既往知見と合わせて、本種の生活場としての温排水放水口近傍域の機能について検討した。

## 方法

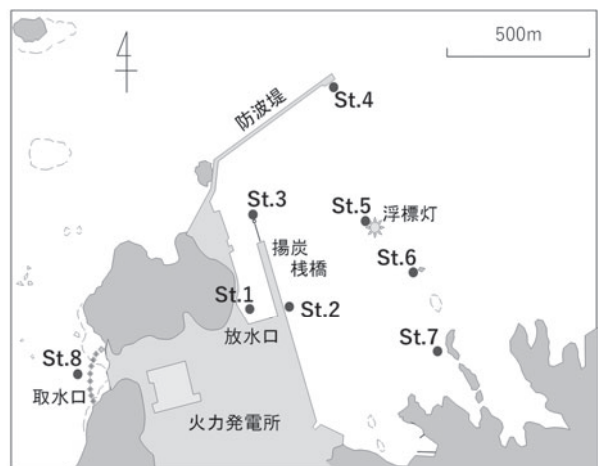
**調査海域** 長崎県西部沖合い約1.5kmにある島の北側に位置する火力発電所周辺で調査を実施した(第2図)。この発電所は、出力500,000kWの発電ユニット2基からなる石炭火力発電所で1号機は1981年1月16日から2号機は1981年6月19日から、それぞれ営業運転が開始されている。復水器冷却用海水量は2基合計43.4m<sup>3</sup>/秒で、発電所西方の外海表層から取水し、東側の湾内表層に放水してい

る。この発電所の温排水放水口近傍には、ギンガメアジをはじめとする多くの魚類が蟻集している(山本ら, 2003)。

この発電所周辺海域を調査海域とし、第3図のように調査測点(バイオテレメトリーの受信機等を設置する定点)を配置した。St.1は温排水放水口直前に設定した。St.2, 3は、それぞれ揚炭棧橋の根本、先端に配置した。なお、放水口から放出された温排水は、この揚炭棧橋の下を通過して表層を沖側に拡散していく(山本ら, 2003)。St.4は防波堤の先端部に設定した。St.5~7は、温排水放水口前面海域の岩礁域に配置した。放水口前面海域の最深部は水深25m以上になるが、調査測点を設定した岩礁域は浅く、岩礁の一部が海面に露出している。St.8は取水口直前に設定した。



第2図 調査対象とした火力発電所の位置

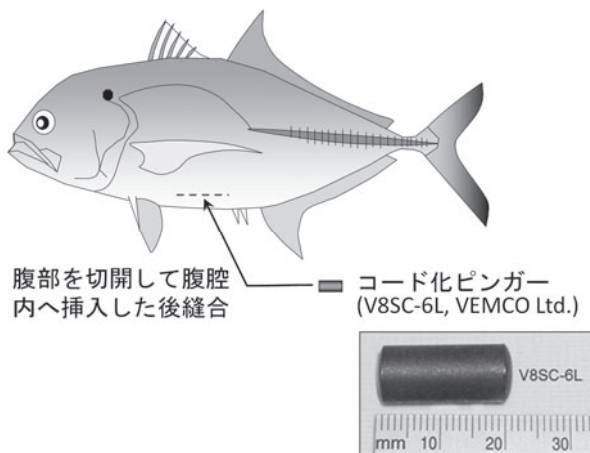


第3図 調査海域と調査測点の配置

**供試魚への発信機の装着** 2002年8月21日および9月19日に、放水口近傍 (St.1) においてギンガメアジを釣獲し、発信機を装着した後に同日・同場所に放流した。尾叉長200mm前後の個体が多く採捕されたが、発信機装着による負荷を考慮し、採捕されたうち比較的大型 (尾叉長280mm以上) の個体を選び、各日ともに4個体 (計8個体) を供試魚とした (第1表)。なお、これらの個体は、三浦ら (2003) の年齢と尾叉長の関係から1歳魚と推定された。供試魚は、フェノキシエタノール海水溶液 (濃度400ppm) に浸漬して麻酔し、尾叉長を測定した後、第4図のように各個体の腹部を1cm程度切開して発信機 (ベムコ社製、V8SC-6L, 直径9mm, 長さ22mm, 水中重量2.0g, 平均発信間隔を40秒に設定, 電池寿命96日) を腹腔内に挿入した後縫合した。放流は、麻酔からの覚醒後に行った。

第1表 発信機を装着したギンガメアジのサイズとID

放流年月日	尾叉長 (mm)	発信機のID
2002年8月20日	287	169
〃	295	170
〃	298	171
〃	293	172
2002年9月19日	295	173
〃	280	174
〃	301	175
〃	314	176

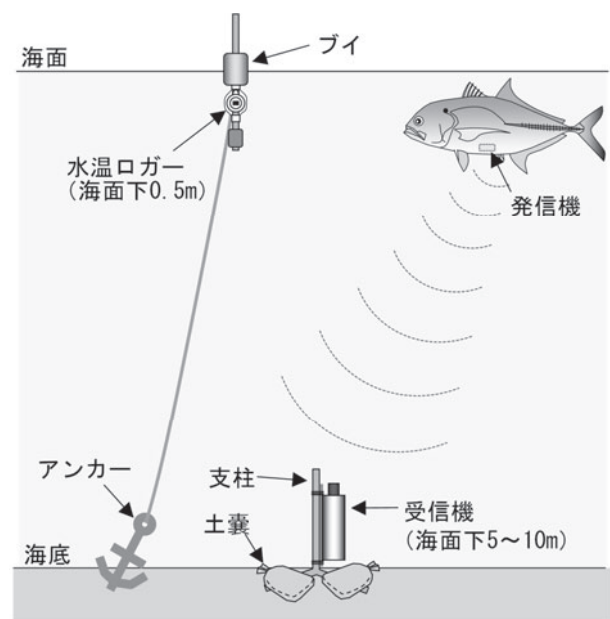


第4図 供試魚への発信機の装着方法

**受信機等の設置** 発信機を装着して放流したギンガメアジの行動を追跡するために、温排水放水口前面海域のSt.1~7に受信機 (ベムコ社製, VR2受信機) を配置した。また、ギンガメアジの行動と水温の関係を検討するために、St.1~7およびSt.8に水温ロガー (オンセット社製, ティドビット, 測定間隔は10分間とした) を設置した。

受信機については、第5図のようにスチールアングルで作成した架台に取り付けて水深5~10mの海底に土嚢等を用いて固定し、水温ロガーについては、ブイ、ロープ、アンカー等を用いて海面下0.5mに設置した。これらの方法による設置が困難な調査測点においては、第2表に示すように既存の構造物に取りつけた。なお、St.2,3の水温ロガーについては、揚炭棧橋のタラップに固定したため、潮位によって測定層の水深が変化した。また、St.5においては、既設の浮標灯の下側にある係留チェーンとの連結部 (水面下約1m) に取りつけたため、測定層が他の調査測点より深くなった。

受信機設置後に発信機を用いて受信範囲を確認したところ、受信機を中心におよそ半径100mの範囲であった。この範囲内において発信機から信号 (69kHz, 139dB) が発せられれば、受信機によって発信機のIDと受信日時が記録されることになる。



第5図 受信機および水温ロガーの設置方法

第2表 各調査測点における受信機、水温ロガーの設置方法

調査測点	設置方法	
	受信機	水温ロガー
1	海底に土嚢等で固定した。	オイルフェンスの海面下0.5mの位置に取り付けた。
2	揚炭棧橋のタラップに取り付けた。	揚炭棧橋のタラップに取り付けた。 <sup>*1</sup>
3	揚炭棧橋のタラップに取り付けた。	揚炭棧橋のタラップに取り付けた。 <sup>*1</sup>
4	防波堤先端部のタラップに取り付けた。	ブイ等で海面下0.5mに設置した。
5	海底に土嚢等で固定した。	既設の浮標灯に取り付けた。 <sup>*2</sup>
6	海底に土嚢等で固定した。	ブイ等で海面下0.5mに設置した。
7	海底に土嚢等で固定した。	ブイ等で海面下0.5mに設置した。
8	設置しなかった。	ブイ等で海面下0.5mに設置した。

\*1 タラップに固定したため、潮位によって測定層の水深が変化した。

\*2 測定層がやや深かった（海面下約1 m）。

測機設置から約1カ月間隔（2002年9月19日、10月16日、11月13日）で各調査測点に設置した受信機、水温ロガーを回収して受信データおよび水温測定データを取得した。最後の撤収時（11月13日）以外は、データ取得後に再び各調査測点に測機を設置して観測を継続した。なお、St.8の水温ロガーについては、2回目の回収時（10月16日）に流失していることが確認されたため、9月19日～10月16日の期間は欠測となった。

**胃内容物調査** ギンガメアジの行動と摂餌の関係を調べるために、2002年9月19日および11月13日の日出前後および日没前後の時間帯に温排水放水口近傍（St.1）においてギンガメアジを釣獲し、（財）海洋生物環境研究所、中央研究所に持ち帰って胃内容物の観察を行った。胃内容物については、種類毎（種あるいは分類群毎）の質重量を計測し、胃内容物重量指数（SCI=胃内容物（g）×100/体重（g））を計算した。

## 結 果

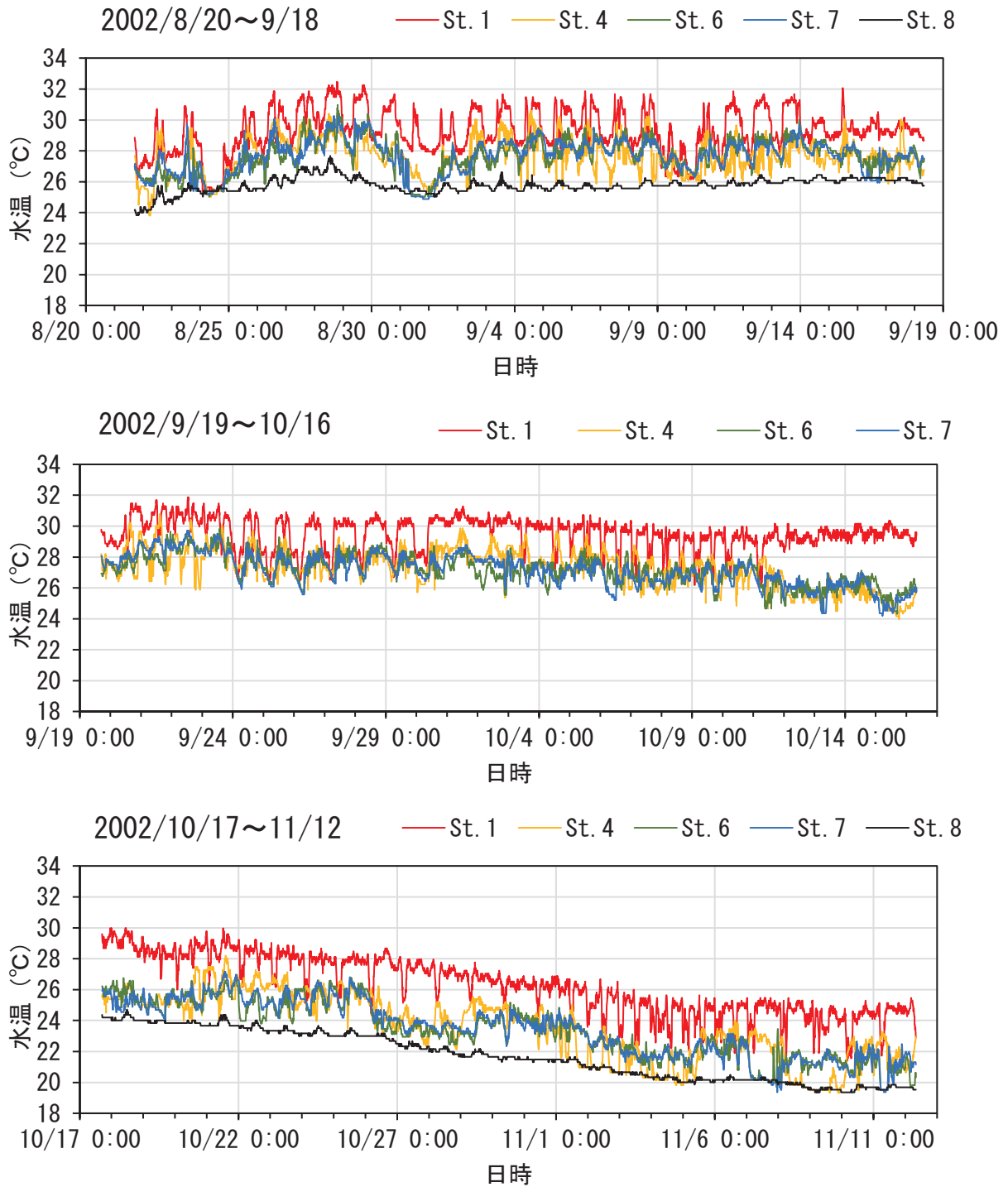
**調査海域の水温** 第6図に水温ロガーによって観測した各調査測点における調査期間中の表層（海面下0.5m）の水温の推移を示す。なお、St.2, 3については測定層が潮位によって変化すること、St.5については他の調査測点より測定層が深いことから、これらにおいて観測した水温データについては検討対象外とした。

取水口直前のSt.8は温排水の拡散範囲外に位置

するため、その水温を自然水温とみなす。自然水温については、8月28日に最高値の27.7℃が観測され、その後一旦25.0℃まで低下したが9月1日に再び上昇し、9月2～18日の期間は26℃前後であった。9月19日～10月16日の期間は欠測となったが、これ以降は徐々に低下し、11月9日に最低値の19.4℃が観測された。

放水口直前のSt.1における水温は、8月21日～9月30日の期間には、発電所の稼働状況の変化により夜間に昼間よりも3～4℃低下するが多かった。10月以降は、8～9月に比べて昼夜の温度差が小さくなるとともに夜間に水温が低下する時間帯が短くなった。最高値は8月28日に観測された32.5℃で、9月23日頃まで一日の最高水温が32℃付近にまで達する高水温の状態が続いたが、以後徐々に低下し、最低値は11月10日の未明に観測された21.4℃であった。St.1の水温は、欠測期間を除く同時刻のSt.8の水温に比べると平均で4.0℃高かった。

その他の調査測点の水温は、St.8の欠測期間を除くと、ほぼSt.8とSt.1の水温の間で変化した。防波堤先端部のSt.4の水温は19.3～30.8℃の範囲で、欠測期間を除く同時刻のSt.8の水温と比べて平均で1.8℃高かった。温排水放水口前面海域の岩礁域のSt.6, 7の水温は、それぞれ19.5～31.0℃、19.4～30.3℃の範囲であった。また、欠測期間を除く同時刻のSt.8の水温との差はともに平均で1.8℃であり、防波堤先端部のSt.4と同等であった。



第6図 調査期間中の各調査測点における水温の推移

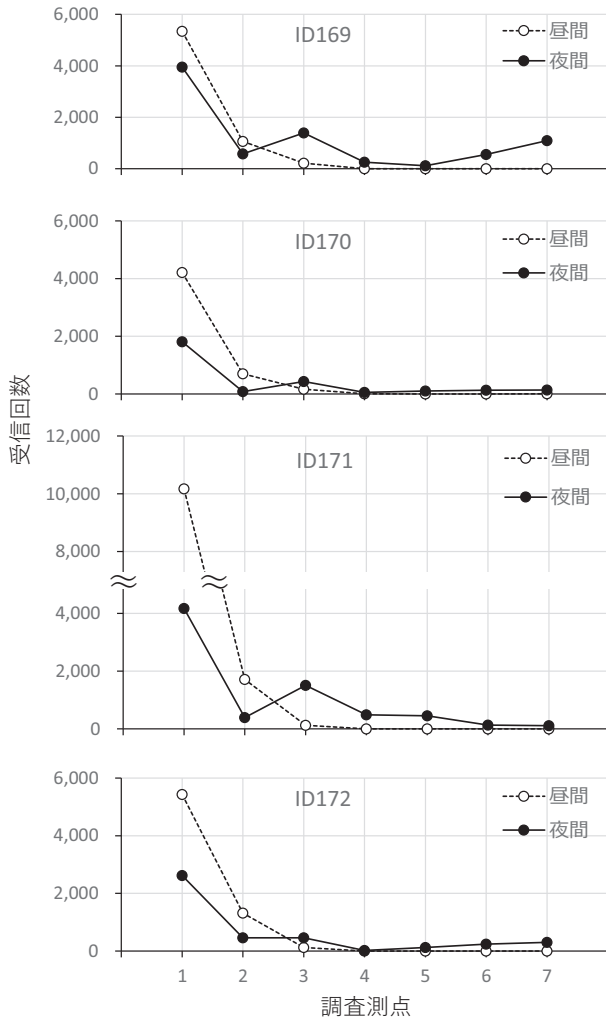


**供試魚の行動** 8月21日に発信機を装着して放流した供試魚ID169～172の昼夜別の各調査測点における受信回数を第7図に示す。なお、放流日の8月

21日の日出時刻、日没時刻が、それぞれ6時8分および18時20分であり、調査終了日の11月13日においては、それぞれ6時48分および17時21分であることから、おおよその昼間、夜間をそれぞれ6時～18時、18時～6時として集計した。

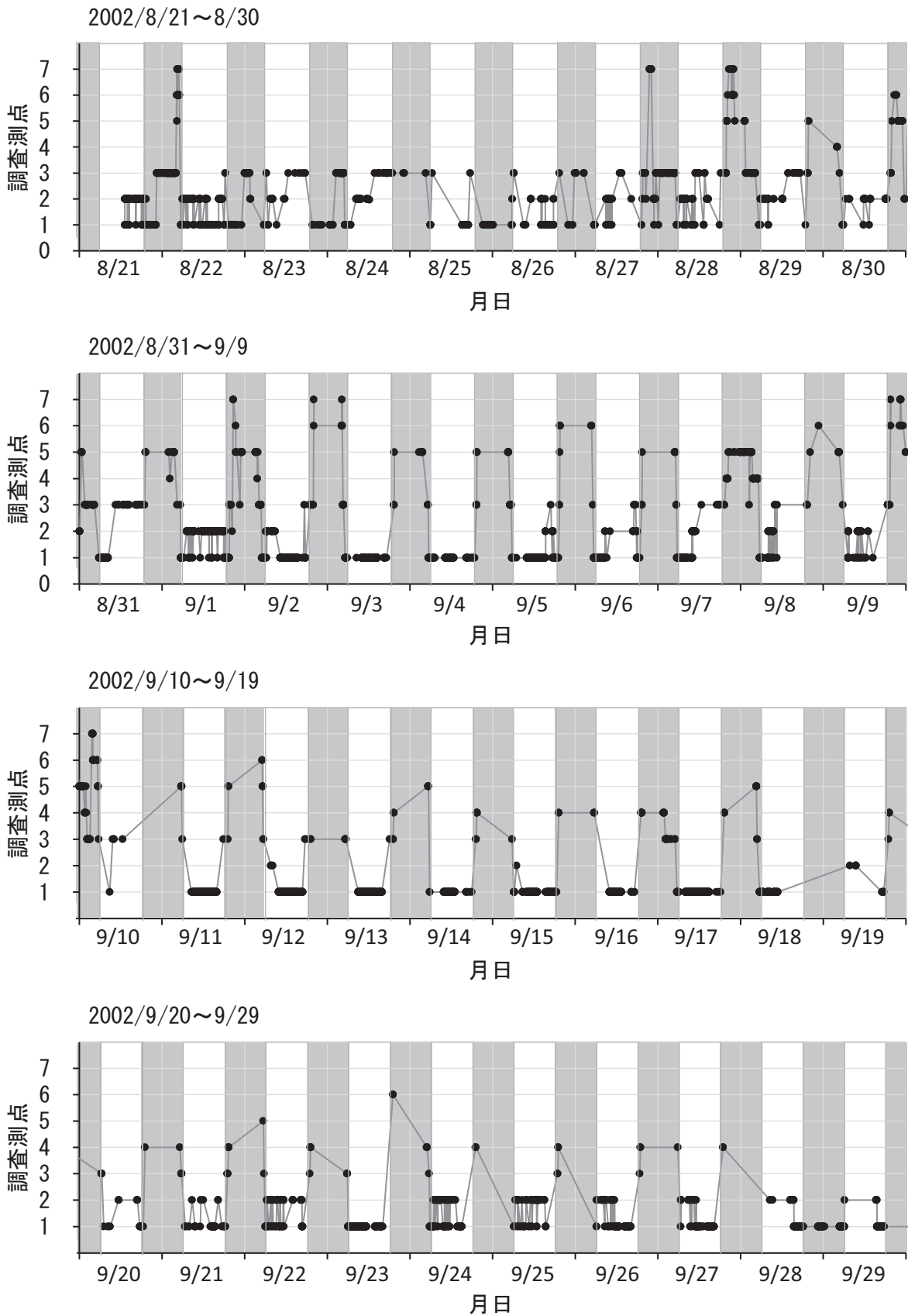
昼間は全ての個体で放水口直前のSt.1における受信回数が著しく多く、次いで揚炭栈橋根本のSt.2が多かった。揚炭栈橋先端部 (St.3) の受信回数は僅かであり、これより沖側 (St.4～7) ではまったく受信されなかった。夜間においてもSt.1における受信回数が最も多かったが、全ての個体で昼間よりも減少した。また、St.3の受信回数がSt.2よりも多く(あるいは同等と)なり、St.4～7でも僅かながら受信された。

8月21日に放流した個体の中で最も総受信回数が多かったID171の行動(各調査測点における受信記録)をそれぞれ第8～10図に示す。放流から数日間は主に放水口から揚炭栈橋周辺 (St.1～3) に出現したが、8月27日以降には沖の岩礁域 (St.5～7) にも出現するようになった。日周期的に出現場所が変化し、昼間は放水口近傍 (St.1, 2) において多くの受信記録が得られたが、夜間には放水口近傍ではほとんど受信されなくなり、日没後および日出前に揚炭栈橋先端 (St.3)、放水口先端 (St.4)、放水口前面海域の岩礁域 (St.5) に出現するパターンが多かった。9月30日から10月6日にかけて、一時的にこのパターンが消失し、夜間も放水口近傍 (St.1) に滞留するようになったが、10月6日以降には、また日周期的な移動が見られるようになった。他の個体でも同様の日周期的な行動が見られたが、ID169では特に夜間に放水口前面海域の岩礁域 (St.6, 7) における出現が多かった (第11～13図)。



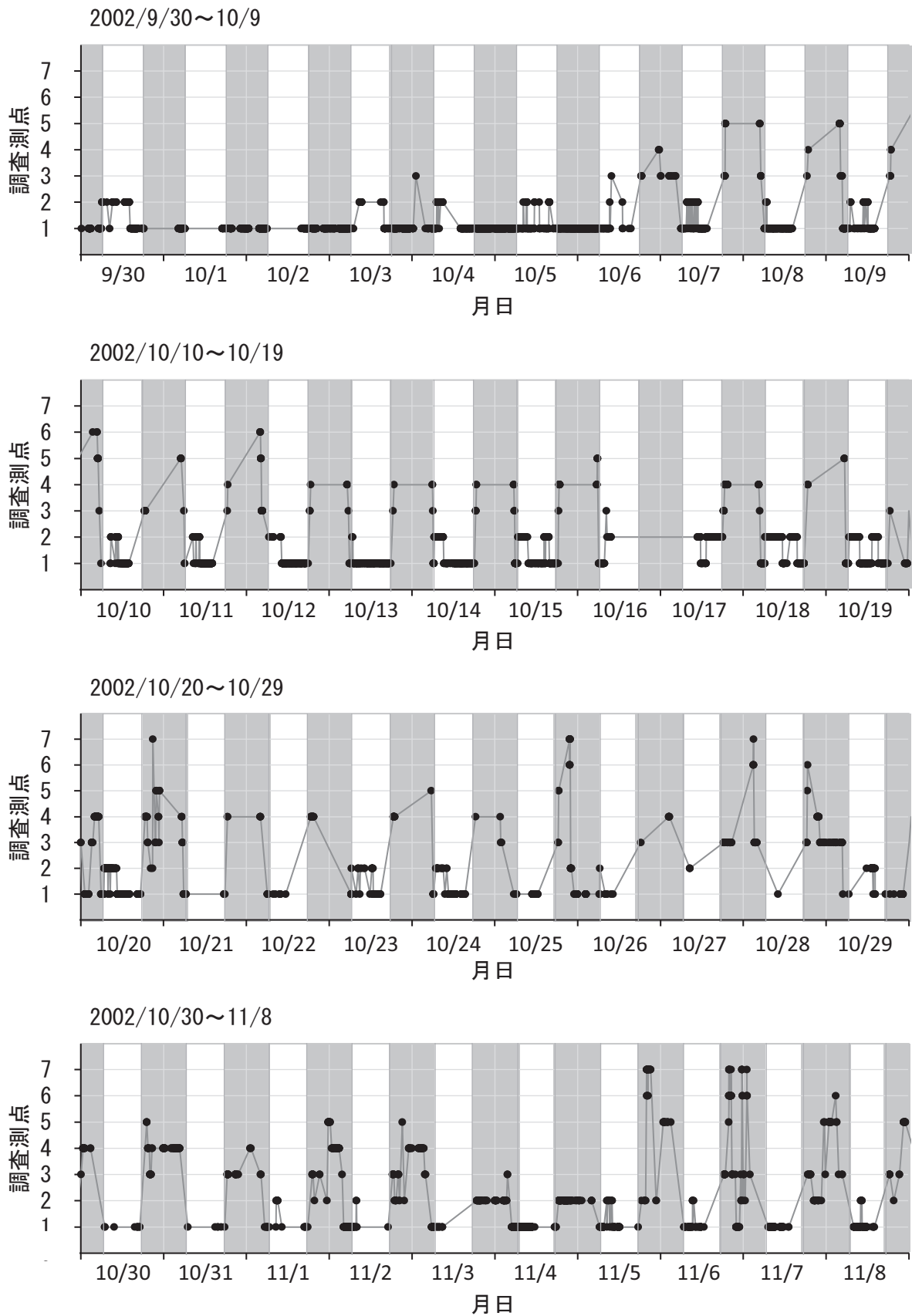
**第7図** 8月21日に放流したID169～172の昼夜別の各調査測点における受信回数

三浦・山本：ギンガメアジの行動



第8図 ID171の行動（2002年8月21日～9月29日）  
 ●は各調査測点における受信日時を示す。  
 グレーの領域は夜間の時間帯（日没時刻～日出時刻）を示す。

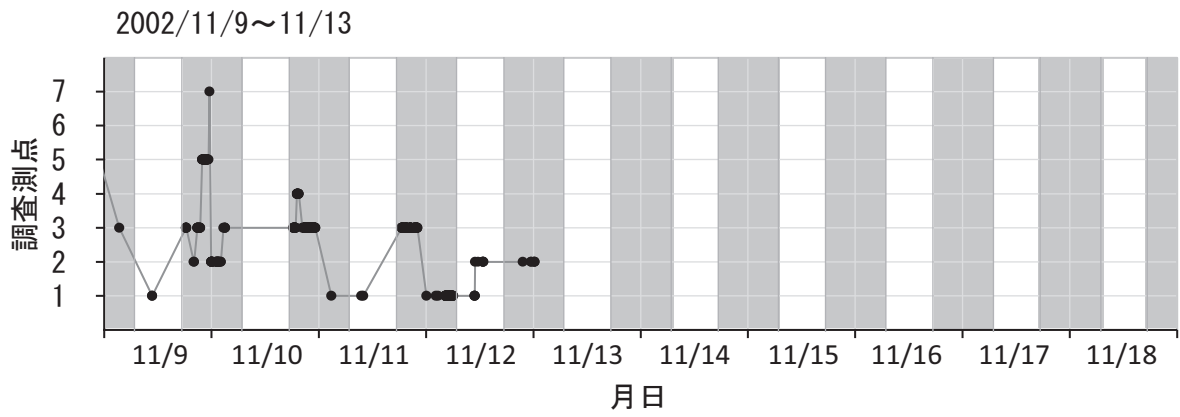
三浦・山本：ギンガメアジの行動



第9図 ID171の行動（2002年9月30日～11月8日）  
 ●は各調査測点における受信日時を示す。  
 グレーの領域は夜間の時間帯（日没時刻～日出時刻）を示す。

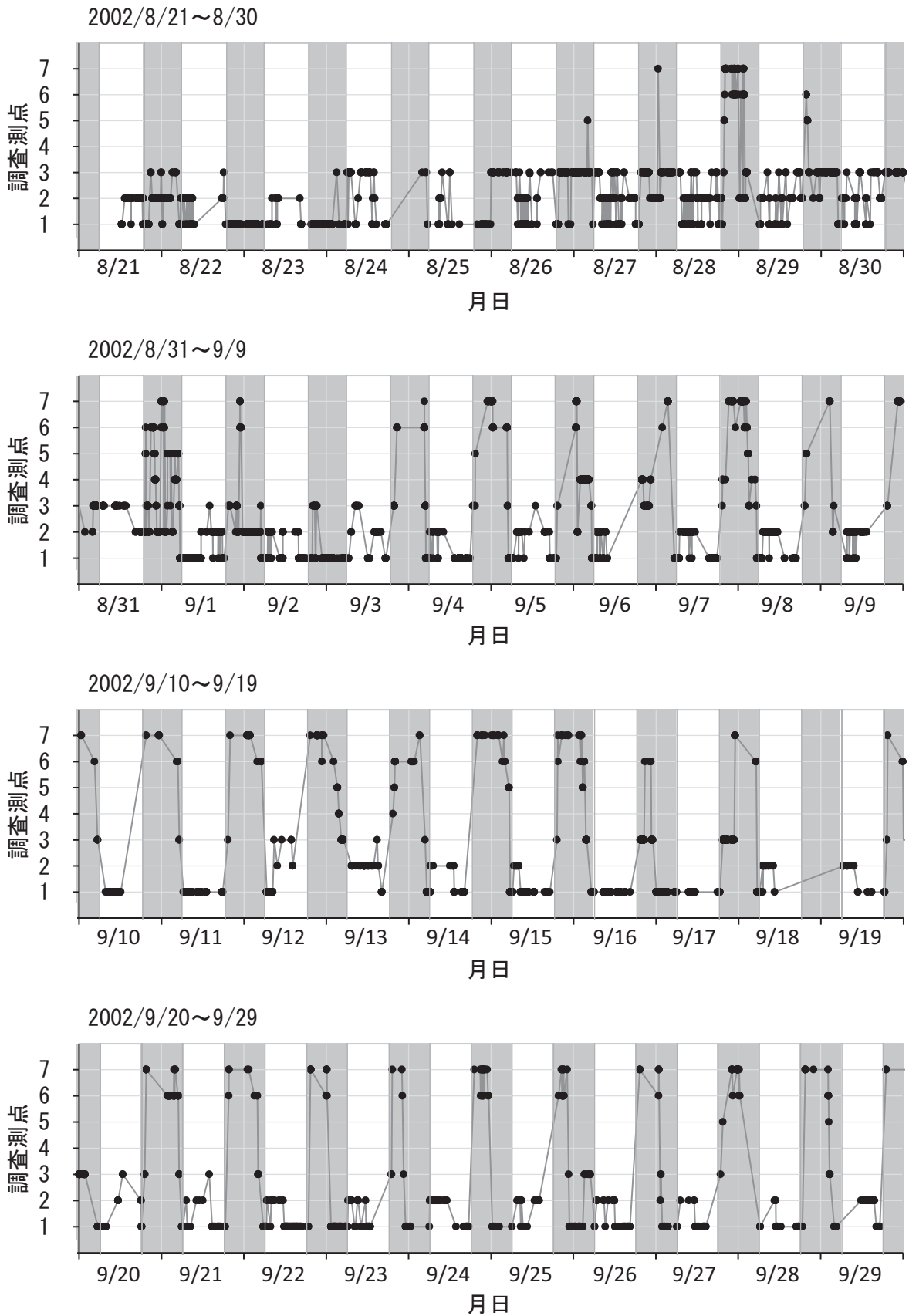


三浦・山本：ギンガメアジの行動



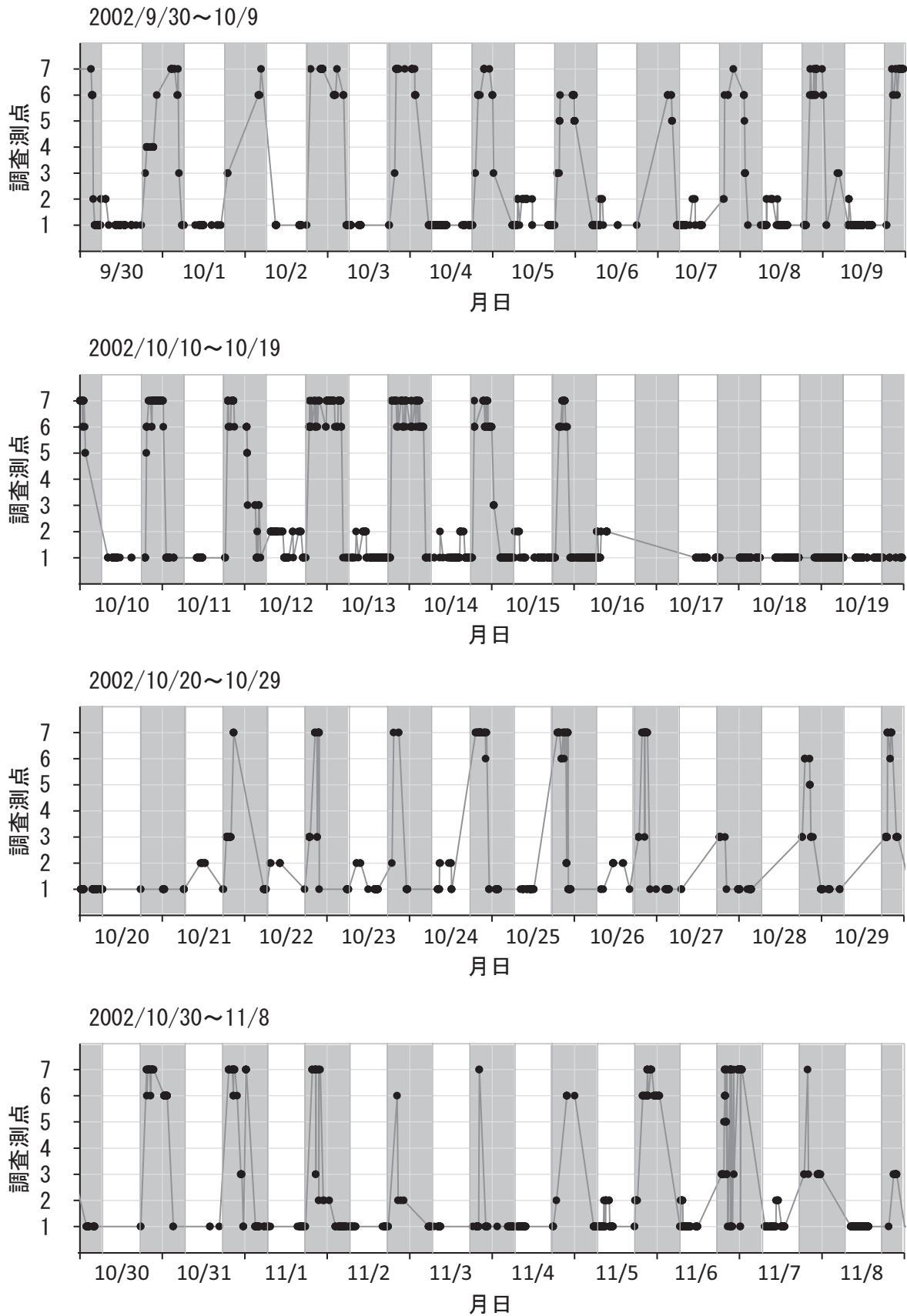
第10図 ID171の行動（2002年11月9日～11月13日）  
●は各調査測点における受信日時を示す。  
グレーの領域は夜間の時間帯（日没時刻～日出時刻）を示す。

三浦・山本：ギンガメアジの行動

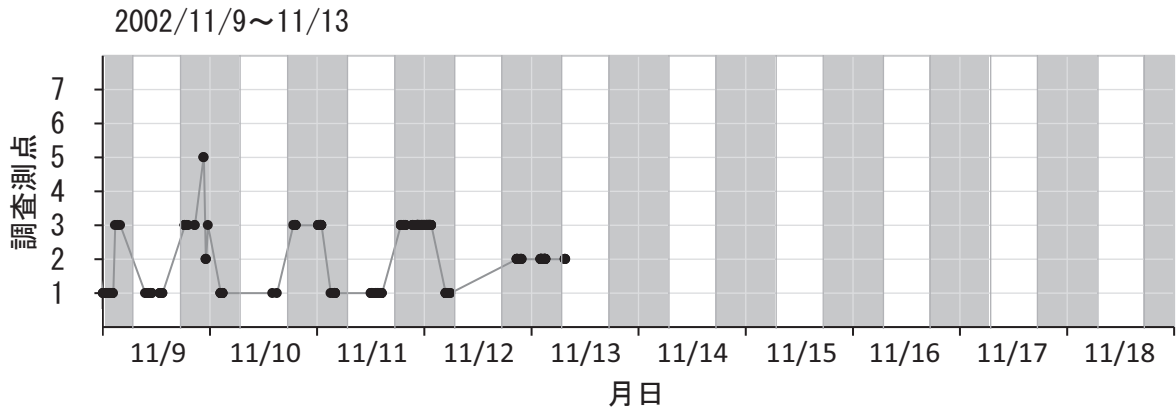


第11図 ID169の行動（2002年8月21日～9月29日）  
 ●は各調査測点における受信日時を示す。  
 グレーの領域は夜間の時間帯（日没時刻～日出時刻）を示す。

三浦・山本：ギンガメアジの行動



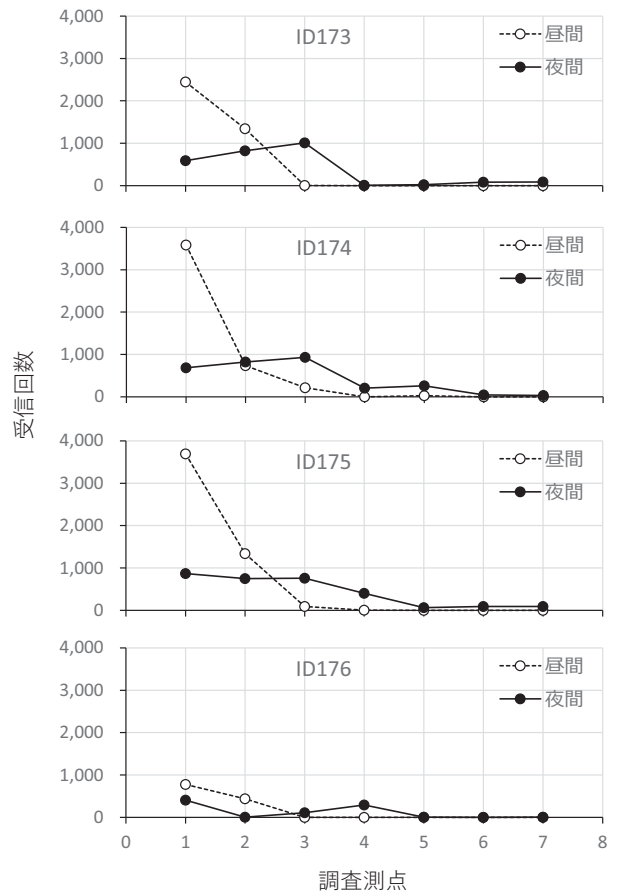
第12図 ID169の行動（2002年9月30日～11月8日）  
 ●は各調査測点における受信日時を示す。  
 グレーの領域は夜間の時間帯（日没時刻～日出時刻）を示す。



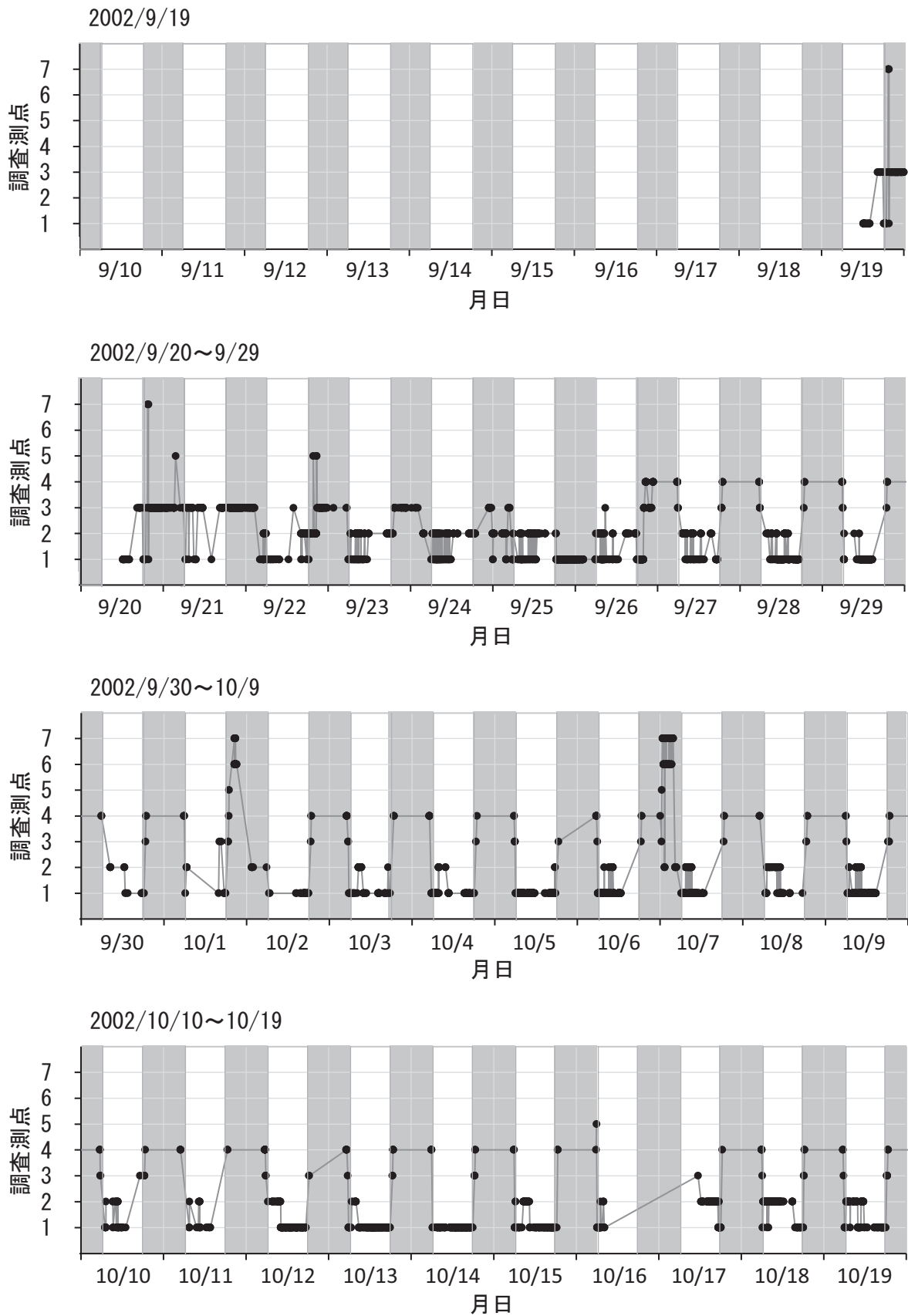
第13図 ID169の行動 (2002年11月9日～11月13日)  
 ●は各調査測点における受信日時を示す。  
 グレーの領域は夜間の時間帯 (日没時刻～日出時刻) を示す。

9月19日に発信機を装着して放流した供試魚ID173～174の昼夜別の各調査測点における受信回数を第14図に示す。昼間の受信回数は、ID176の総受信回数が著しく少なかったことを除くと、8月に放流した個体の場合と同様に放水口直前のSt.1が著しく多く、その他の傾向も8月放流の場合とほぼ同様であった。夜間については、昼間に比べてSt.1における受信回数が減少する傾向は8月放流の場合と同様であったが、より減少の度合いが大きく、St.2, 3よりも少ないか同等となった。また、8月放流の場合と同様に、夜間にはSt.4～7においても僅かながら受信された。

9月19日に放流した個体の中で最も総受信回数が多かったID175の行動を第15, 16図に示す。放流直後には昼間は放水口近傍 (St.1, 2) に、夜間は揚炭栈橋先端 (St.3) に多く出現したが、9月27日以降には、昼間は放水口近傍に、夜間は日没後および日出前にのみ防波堤先端部 (St.4) に出現するパターンを繰り返すことが多くなり、放水口前面海域の岩礁域 (St.5～7) における出現は少なかった。他の個体でも同様の日周期的な行動が見られたが、ID174は他の個体に比べて放水口前面海域の岩礁域 (St.5) における出現がやや多かった (第14図)。

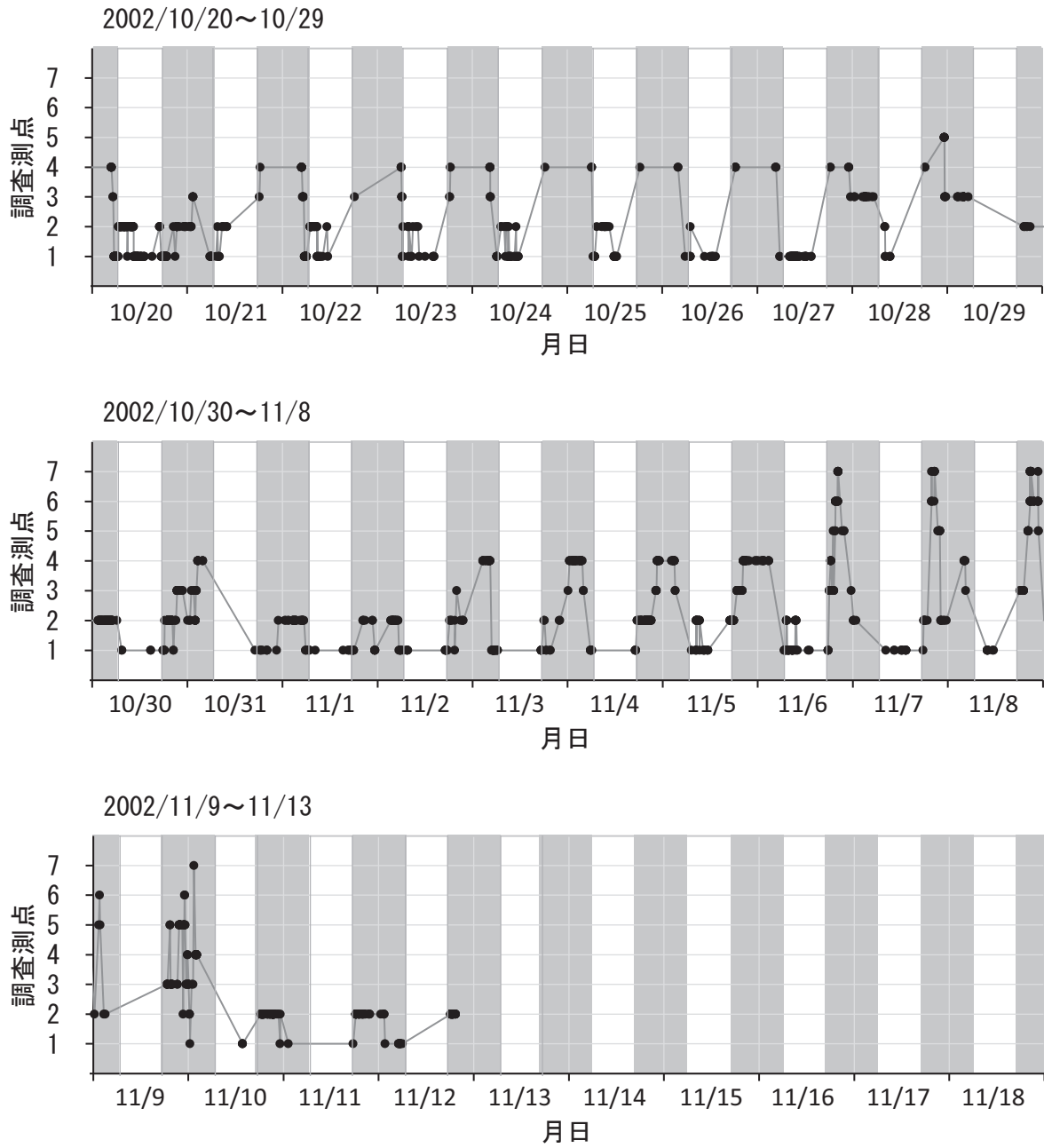


第14図 9月19日に放流したID173～176の昼夜別の各調査測点における受信回数



第15図 ID175の行動 (2002年9月19日~10月19日)  
 ●は各調査測点における受信日時を示す。  
 グレーの領域は夜間の時間帯 (日没時刻~日出時刻) を示す。

三浦・山本：ギンガメアジの行動



第16図 ID175の行動 (2002年10月20日~11月13日)

●は各調査測点における受信日時を示す。

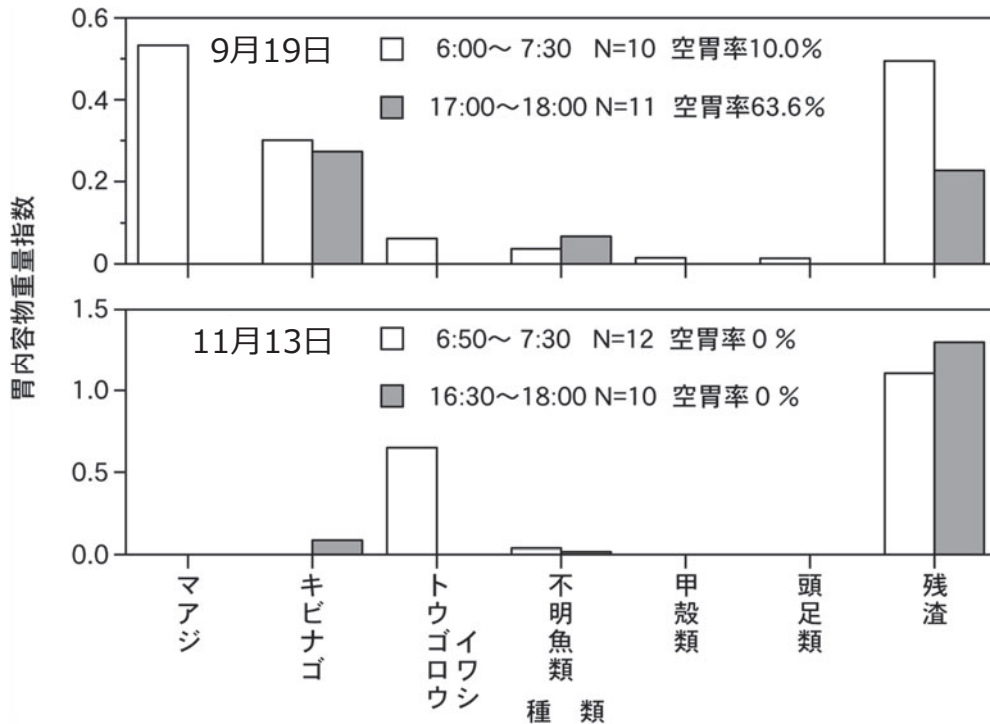
グレーの領域は夜間の時間帯 (日没時刻~日出時刻) を示す。



**胃内容物** 放水口近傍において、9月19日には日出前後に10個体（尾叉長範囲182～320mm）および日没前後に11個体（尾叉長範囲197～374mm）が釣獲され、11月13日には日出および日没前後にそれぞれ28個体（尾叉長範囲176～415mm, 187～413mm）が釣獲された。尾叉長400mm前後の大型の個体は、日没後や日出前の薄暗い時間帯に採捕されることが多かった。なお、11月13日に採捕した個体（計56個体）については、尾叉長300mm以上の個体（計22個体, 1歳以上と推定される）の胃内容物を観察した。

第17図に採集したギンガメアジの胃内容物組成

（種類毎の胃内容物重量指数の平均値）を示す。9月に採捕した個体の胃内容物は、日没時より日出時の方が多く、空胃率も日出時の方が低かった。種類を判別できない残渣以外ではマアジ *Trachurus japonicus*、キビナゴ *Spratelloides gracilis* が多く、特にマアジは日出時にもみ見られた。11月の結果では、日出時、日没時ともに空位率が0%であり、胃内容物の量も9月ほどの差は見られなかった。ただし、日没時はほとんどが残渣なのに対し、日出時には残渣のほかにトウゴロウイワシ *Hypoatherina bleekeri* も多く見られた。



第17図 放水口近傍において採捕したギンガメアジの胃内容物組成  
胃内容物重量指数=胃内容物 (g) ×100/体重 (g)

## 考 察

超音波発信機を装着した8個体全ての行動には、昼間は放水口近傍 (St.1, 2) に分布しているが、夜間にはこれらの場所における受信回数が減少し、防波堤先端部 (St.4) や天然岩礁域 (St.5~7) に出現するという明瞭な日周行動が確認された。ただし、防波堤先端部や天然岩礁域周辺における夜間の受信記録数は、昼間の放水口近傍に比べると著しく少なく、特定の調査測点の近傍に滞留していたと言うよりは、遊泳している間に各調査測点に設置した受信機の受信範囲 (約100m) に進入したものである。また、日没時よりも日出時の方が胃内容物の量あるいは原形を留めた内容物が多いことから、ギンガメアジは主に夜間に摂餌していたものと推測される。これらの結果は、Allen and Erdmann (2012) の「ギンガメアジは昼間にはあまり移動せずに大きな群れを形成するが、夜間は分散して索餌する。」という報告と符合するものであり、発電所周辺海域に生息するギンガメアジは、昼間は温排水放水口近傍に蟄集し、夜間には放水口前面海域を広く遊泳して索餌していると考えられる。また、発信機を取り付けた8個体全ての信号が調査期間中継続して受信され、夜間に沖の岩礁域等に移動しても昼間には放水口近傍に戻っていることから、本調査を実施した8月下旬~11月中旬の期間に限れば、放水口に蟄集する個体が発電所周辺海域を離れて他の海域に移動した可能性は低い。

夜間の行動範囲が沖側のどこまで及ぶかは不明であるが、9月に放流したID175等に見られた日没後と日出前にのみ防波堤先端部 (St.4) で受信されるパターンについて、日没後に放水口近傍から索餌場へ、日出前に索餌場から放水口近傍へ移動する途中で防波堤先端部に設置した受信機によって受信されているものと考え、ギンガメアジの行動範囲は防波堤先端部よりもさらに沖側に広がっている可能性がある。ただし、本種は高水温を好み、低温耐性が乏しい (三浦ら, 2020) ため、冬季に向かってさらに水温が低下すると行動範囲が制限されることが予想される。各調査測点に設置した水温ロガーによる水温の測定結果とギンガメアジの行動の間に明瞭な関係は見られなかったが、これは本調査期間中の水温が、ギンガメアジの行動を制限するほどではなかったためと思われる。今回の調査期間中における自然水温 (St.8の

水温) の最低値は19.4℃であり、三浦ら (2020) による本種の100%生残温度 (LST<sub>100</sub>, 17.3℃) や50%生残温度 (ULLT<sub>50</sub>, 15.1℃) に比べて十分に高い温度である。しかし、本調査海域の自然水温は、12月下旬には本種のULLT<sub>50</sub>に達し (三浦ら, 2020, 発電所が観測した取水温度)、さらに2月には14℃台にまで低下する (山本ら, 2003, 測定位置は本稿のSt.8とほぼ同じ) ことが知られているので、このような低水温期には温排水による昇温がないエリアに留まることはできない。防波堤先端部 (St.4) や沖合の岩礁域 (St.5~7) は温排水の拡散範囲内に含まれるため、その表層水温は自然水温に対して平均で1.8℃程度高く、最も水温が低い条件 (山本ら, 2003により観測された最低の自然水温は14.4℃) においてもULLT<sub>50</sub>を上回るので、冬季においてもこれらのエリアを含む範囲での活動は可能かもしれない。しかし、LST<sub>100</sub>よりは低い水温であること、温排水による昇温幅は発電所の稼働状況や温排水の拡散状況によって変動することから、これらのエリアにおける冬季の活動は高水温期に比べて制限されるものと推察される。

以上の研究結果とこれまでの知見 (山本ら, 2003; 三浦ら, 2003; 三浦ら, 2020) を考え合わせると、ギンガメアジにとって温排水放水口近傍域は、越冬場であるとともに周年を通じ主に昼間の休息場としても機能しており、沖側の岩礁域等を含む放水口前面海域は、夜間の索餌場として機能していると考えられる。本来ならばこの海域では無効分散となる本種は、これらの放水口前面海域を季節的・日周期的に上手く利用して生息していると考えられる。なお、温排水放水口に蟄集する個体群が再生産を行っているのか、海流による稚仔魚の移送に依存して存続しているのかは不明であるため、それを明らかにすることが発電所周辺海域における本種の生態および温排水放水口近傍域の機能を解明するうえでの今後の課題である。

## 謝 辞

本研究の現地調査の実施にあたっては、当該発電所の関係者の方々、地元漁業協同組合の方々、現地作業を担当して頂いた調査会社の方々に多大なご支援とご協力を頂いた。また、本報告のとりまとめに関しては、公益財団法人海洋生物環境研究所の顧問 石丸 隆博士 (東京海洋大学名誉教授)

ならびに清野通康博士に貴重なご助言を賜るとともに、役職員の方々に多くの励ましや有益なご意見を頂いた。ここに記してお礼申し上げる。なお、本稿は、経済産業省原子力安全・保安院(当時)から委託された平成14年度大規模発電所取放水影響調査(発電所海域ビオトープネットワーク確立調査)の調査結果の一部を公表するものであり、関係各位に謝意を表す。

#### 引用文献

- Allen, G. R. and Erdmann, M. V. (2012). Reef Fishes of the East Indies. Volume II. Tropical Reef Research, Perth, Australia, 425-856.
- 具志堅宗弘 (1988). ギンガメアジ. 「日本産魚類大図鑑2版」(益田一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野輝男編), 東海大学出版会, 東京, 151.
- 羽生和弘・関口秀夫 (2000). 伊勢湾と三河湾に出現したミドリイガイ. *Sessile Organisms*, **17**, 1-11.
- 木村清志 (1997). ギンガメアジ. 「山溪カラー名鑑 日本の海水魚」(岡村 収・尼岡邦夫編), 山と溪谷社, 東京, 317.
- 木下 泉 (1989). ギンガメアジ. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」(川那部浩哉・水野信彦編), 山と溪谷社, 東京, 518.
- Laroche, W. A., Smith-Vaniz, W. F. and Richardson, S. L. (1984). Carangidae: development. In “Ontogeny and systematics of fishes” (eds. Moser, H. G., Richardson, W. J., Cohen, D. M., Fahay, M. P., Kendall, A. W. Jr. and Richardson, S. L.), Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol., Special Publication, No. 1, 510-522.
- 益田玲爾 (2012). 局所的温暖化: 原発温排水に依存した魚類群集の持続性と崩壊. 科学, **82**, 1339-1342.
- 三浦雅大・山本正之・益原寛文・余吾 豊・遠藤康之 (2003). 九州西岸の火力発電所周辺海域におけるギンガメアジの年齢-尾又長組成の季節変化. 海生研研報, **No.5**, 13-19.
- 三浦雅大・山本正之・瀬戸熊卓見・土田修二 (2020). 発電所温排水放水口に蟻集する魚類の一種ギンガメアジの温度耐性・選好性. 海生研研報, **No.25**, 41-51.
- Smith-Vaniz, W. F. (1984). Carangidae. In “FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51)” (eds. Fisher, W. and Bianchi, G.), Vol. 1. FAO, Rome, 1-23.
- 山本正之・三浦雅大・益原寛文・余吾 豊・遠藤康之 (2003). 九州西岸の火力発電所周辺海域における沿岸魚類の分布と放水口近傍の魚類群集の特徴. 海生研研報, **No.5**, 1-12.