

# バイオテレメトリーによるマダイの行動追跡

誌名	広島県水産試験場研究報告
ISSN	03876039
著者名	高場,稔
発行元	広島県水産試験場
巻/号	17号
掲載ページ	p. 71-84
発行年月	1992年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# バイオテレメトリーによるマダイの行動追跡

高 場 稔

Observation of Swimming Movement of Red Sea Bream (*Pagrus major*)  
by Ultrasonic Telemetry

Minoru TAKABA

## Abstract

Daily behavior of red sea bream was monitored by biotelemetry at sea area around Toyoshima island and Yaginada situated in the center of Hiroshima prefecture.

The red sea bream equiped a ultrasonic transmitter were released and the fish were pursued for 24 hours. The pursuit were carried out six time over.

Daily swimming distance of red sea bream ranged from 2.5 to 50.8km and the cruising radius was within 11.0km.

Average swimming speed ranged from 0.97 to 2.12km/hour and there was no noticeable difference between flood tide and ebb.

マダイに限らず、魚類の行動範囲を把握することは資源生態を明らかにする上で欠くことのできない重要な項目の一つであり、漁場造成では魚礁の設置範囲、放流魚についてはその効果範囲の把握、また資源培養管理については管理範囲の設定など基本的な判断材料の一つになると考えられる。これまで放流魚にはアンカータグやスパゲティタグの装着、或は腹鰓抜去標識で放流し、その再捕場所から移動範囲を把握していた。この方法は万尾或は十万尾単位で大量に放流し、再捕尾数から資源量の把握や比較的長い期間にわたっての群としての行動を擋むのに適している。しかし、これらの方法では再捕されるまでの経路や1日の行動は不明である。

魚の行動範囲、遊泳水深、速度など1日の行動の把握も漁場造成の区域や水深などの決定に必要であり、この調査法の一つに、バイオテレメトリーがある。本邦ではこの方法を用いたブリ、ヒラメ、マダイ、サクラマス<sup>1)</sup>、クロダイ<sup>2)</sup>、クロソイ<sup>3)</sup>、イシダイ<sup>4)</sup>、シロザケ<sup>5)</sup>などの報告がある。マダイについては島根<sup>6)</sup>、石川<sup>7)</sup>、新潟<sup>1)</sup>県海域など日本海沿岸での報告はあるが、瀬戸内海では鳴門海峡<sup>8)</sup>での報告しかみられない。そこで、潮汐流の大きい瀬戸内海中部海域におけるマダイ成魚の一日の行動生態を把握するため、超音波テレメトリーにより追跡し、若干の知見が得られたので報告する。

### 材料および方法

調査は1986年3月21日から1988年10月31日の間、広島県中部斎灘に面した豊島、大崎下島南方海域と八木灘に面した大崎上島北方海域で併せて6回行った。

**供試魚** 供試マダイは尾叉長38.7～61.5cm、体重1,100～3,200gのマダイ成魚であり、豊島海域での養成魚の1例を除いて、調査海域周辺で一本釣、吾智網で漁獲されたものを用いた（表1）。

表1. 供試マダイと追跡状況

Table 1. Area, date, duration of observation, and size of red sea bream of surveys.

調査海域 Area of survey	調査年月日 Date of survey	開始時刻 Strating time	追跡時間 Pursuit time	供試マダイ Size of red sea bream		
				尾叉長mm Fork length	体重g Body weight	
豊島 Toyoshima	1986. 3. 21	8:11	38:24	550	3,200	天然魚 Wild fish
"	1986. 3. 24	9:29	24:01	420	2,200	養成魚 Cultured fish
"	1987. 3. 26	9:00	24:00	470	2,500	天然魚 Wild fish
八木灘 Yagi-nada	1986. 10. 13	9:40	24:00	387	1,100	"
"	1987. 6. 9	10:00	24:00	430	1,400	"
"	1987. 10. 31	10:15	24:05	615	3,100	"

**テレメトリーシステム** 調査に使用したテレメトリーシステムは魚体に装着した発信機と追跡船に装備した受波器、受信記録器から構成されている。発信機は長さ12cm、直径2cm、空中重量27gの測深用で、各調査毎に発信機の深度更正を行った。発信機は体長、体重を測定した供試魚に外科用手術針を用いて肛門後方で臀鰭基部にかかるようにテグスで装着した（図1）。

**追跡方法** 発信機を装着したマダイを放流後、受信機を

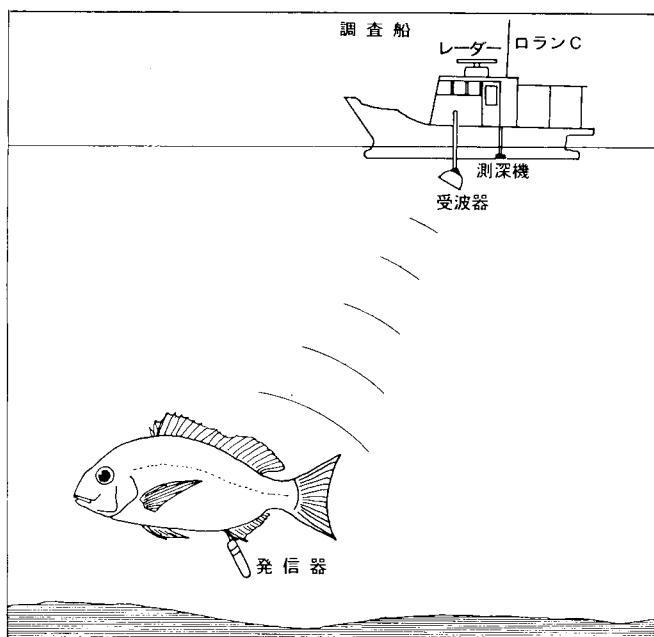


図1. 調査概要図

Fig. 1. Diagram showing the surveying system

積んだ調査船で追跡を開始した。追跡船の左舷中央部に設置した受波器は半減全角43°の指向性があり、発信機からの音圧が高い方向を探知しながら、常にその方向に船首を保つように操船した。マダイの水平移動情報は追跡船の位置とし、ロランC、レーダー、六分儀を使用して位置を確認した。また、マダイの遊泳場所の水深は追跡船登載の魚群探知機を使用した。また、追跡期間中は20分ごとにCSTDにより水温、塩分の測定を行った(表2)。

表2. 調査に使用した機器類

Table 2. Devises used in these surveys.

機器名 Nomenclature	内 容 Purpose	型式 Type	会社名 The name of maker
発信機 Transmitter	超音波送信機 Ultrasonic transmitter	MBK-450 A	株光電製作所 Koden electronics Co., Ltd.
受信機 Receiver	アナログ受信記録機 Analog recoder	MBK-100	"
受波器 Sound corector	狭指向角超音波受波器 Narrow angled Ultrasonic corecter	受信機に付属 Attachment to reciever	"
ロランC Roran C	船位測定機 Postion meter	LC-85 C	古野電気株 Furuno electric Co., Ltd.
CSTD	塩分、水温計 Salinometer, thermometer	ADR-500	富士工業株 Fuji Industry Co., Ltd.
測深機 Depth meter			古野電気株 Furuno electric Co., Ltd.

## 結 果

## 1. 水平移動

豊島海域 (1) 1986年3月21日、8時11分から開始した。放流後南西に約200m移動し、船磯周辺に着底した。その後は全く動きがみられず、同日20時風雨が激しくなったため、一旦調査を中断した。翌22日10時から調査を再開した。マダイは依然として前日と同じ場所に定着していたが、11時過ぎから活動を開始し、約500m北上した後、20時まで同じ場所に着底した。その後20時30分頃から下げ潮にのって南下し始め、豊島南方約2kmに移動し、21時55分調査を終了した。調査期間中の移動距離は2.58km、放流点からの移動範囲は1.4kmであった(図2)。

(2) 1986年3月24日、9時30分斎島東北東約2kmの人工礁に放流した。放流後、一旦東方に約150m移動し、13時20分までの間に放流点の西側約100m付近まで僅かづつ移動した。この付近で翌25日の1時20分頃まで滞留した。その後、下げ潮にのって西方向に向い、斎島の北を通って4時頃には斎島の西方約4km付近に達し、その周辺を約2時間遊泳した。その後、上げ潮にのって北東に進み、9時には大崎下島南東雀磯の南東500m付近の魚礁に移動し、その付近に滞留した。調査期間中の移動距離は15.0km、放流点からの移動範囲は6.4kmであった(図3)。

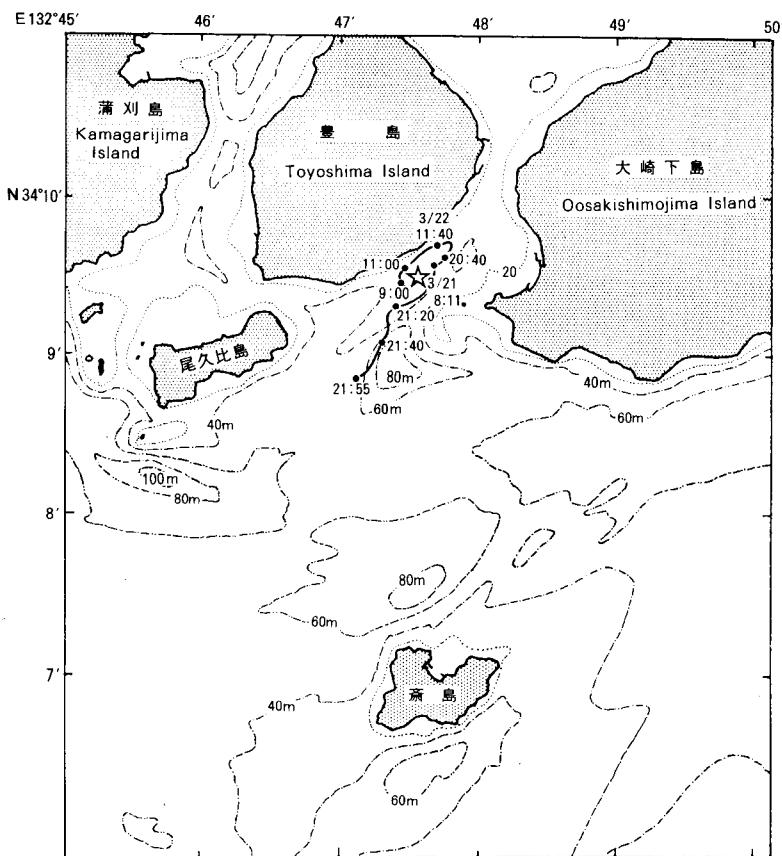


図2. マダイの水平移動 豊島海域(1)

Fig. 2. Horizontal movement of red sea bream (No. 1) in waters around Toyoshima island. ☆ Released point.

(3) 1987年3月26日8時58分に斎島の東1.5km付近に放流した。放流後、徐々に北上し、9時40分から10時40分までは非常にゆっくりした速度で東方に移動した。その後、14時頃までは下げ潮にのって、斎島北西海域に移動した。その後、南下して15時には斎島西側1kmに達し、16時まで約2km北上した。その周辺海域でしばらく滞留した後、17時40分から上げ潮にのって東に向かい、22時には10km離れた岡村島南方2kmに達した。下げ潮になると反転して南西方向に進路を変え、27日2時には斎島南方700m付近に達し、斎島西側を北上し、4時からは上げ潮にのって北東方向に移動し、調査終了時の9時には大下島南1.5kmまで達した。調査期間中の移動距離は50.8km、放流点からの移動範囲は11.0kmであった(図4)。

八木灘海域 (1) 1986年10月31日9時41分に津々木島と津久賀島の中間付近で放流した。放流後、マダイは尾部ケ鼻に向い、その周辺を3時間位遊泳しながら徐々に南下した。12時42分頃上げ潮と同時に北東に向い、14時40分には長島大橋下を通過し、15時40分まで上げ潮に乗って北東に向かった。その後は、潮流とは逆方向の南東に向かい、向山と箱島の間を通って脇ノ浦沖を約

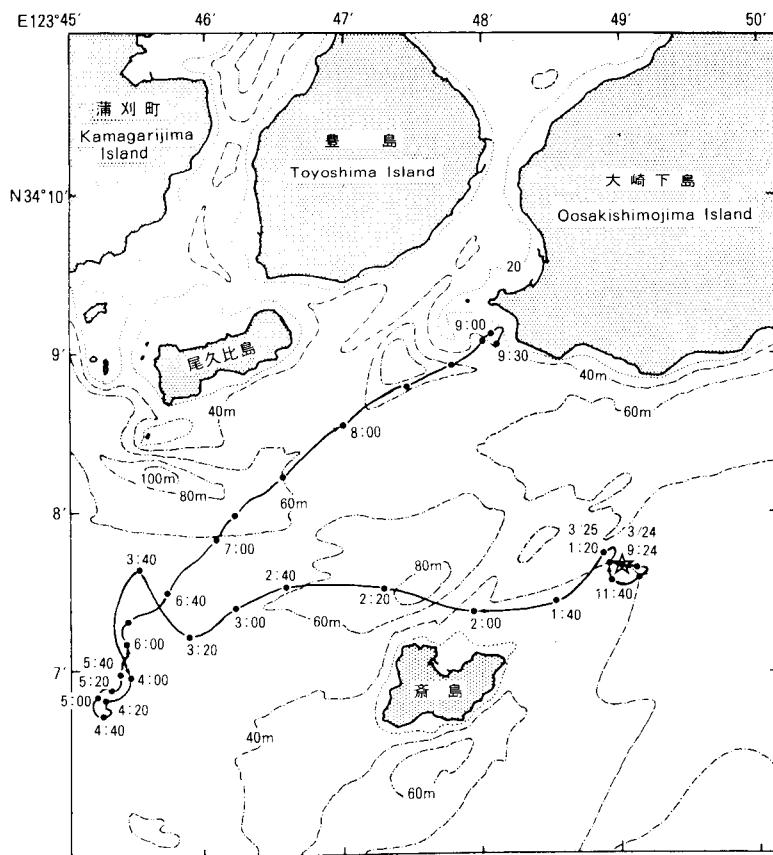


図3. マダイの水平移動 豊島海域(2)

Fig. 3. Horizontal movement of red sea bream (No. 2) in waters around Toyoshima island.

2時間遊泳した後、北上し始めた。

下げ潮は19時29分から14日0時41分の間であった。21時40分に供試魚は北方向の小臼島南東800m付近に達したが、この間の遊泳速度は遅く、時には潮流とは逆方向に遊泳することもあった。

0時10分過ぎに柳ノ瀬戸に出て、下げ潮にのって南西方向に進んだが、1時過ぎに本流から離れて箕島に向かい、一旦、津々木島に戻った。2時40分に反転して東方向に進み、以後、長島の東岸を南下して7時には向山沖に達し、さらに上げ潮にのって臼島東に移動した。調査期間中の水平移動距離は26.0kmであり、放流点からの移動範囲は4.9kmであった(図5)。

(2) 1987年6月9日10時津久賀島の東約500mの地点でマダイを放流した。放流直後の移動はほとんどなく、1時間後に放流点から南方向へ300m移動した。その後は、下げ潮にのって南西方向に移動し、13時に来島に達した。つづいて北西に進路をとて八木灘を横断し、横島南東1km地点から北上し、馬島南まで移動した。18時頃から南下し始め、下げ潮にのって再び八木灘を

高場：バイオテレメトリーによるマダイの行動追跡

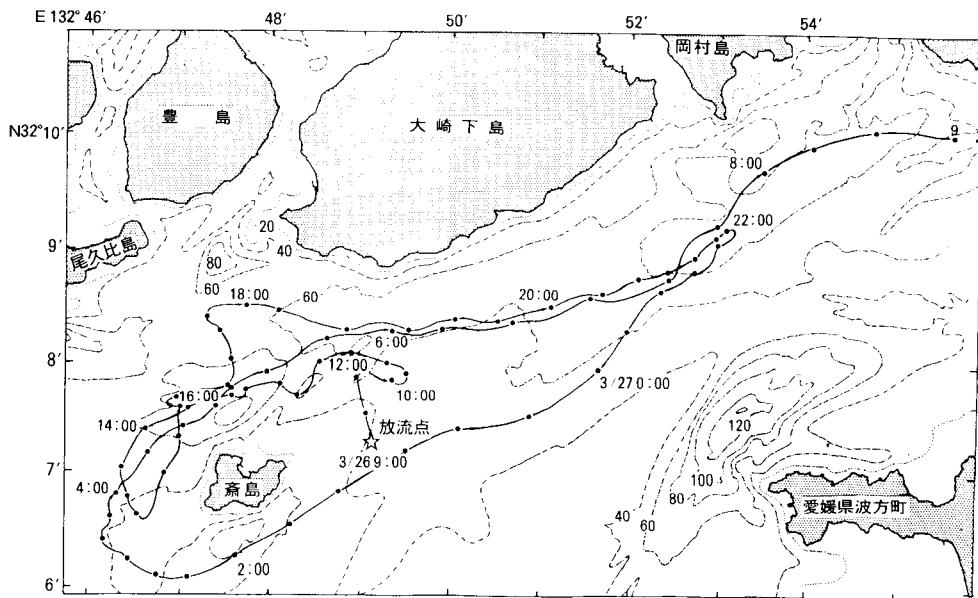


図4. マダイの水平移動 豊島海域(3)

Fig. 4. Horizontal movement of red sea bream (No. 3) in waters around Toyoshima island.

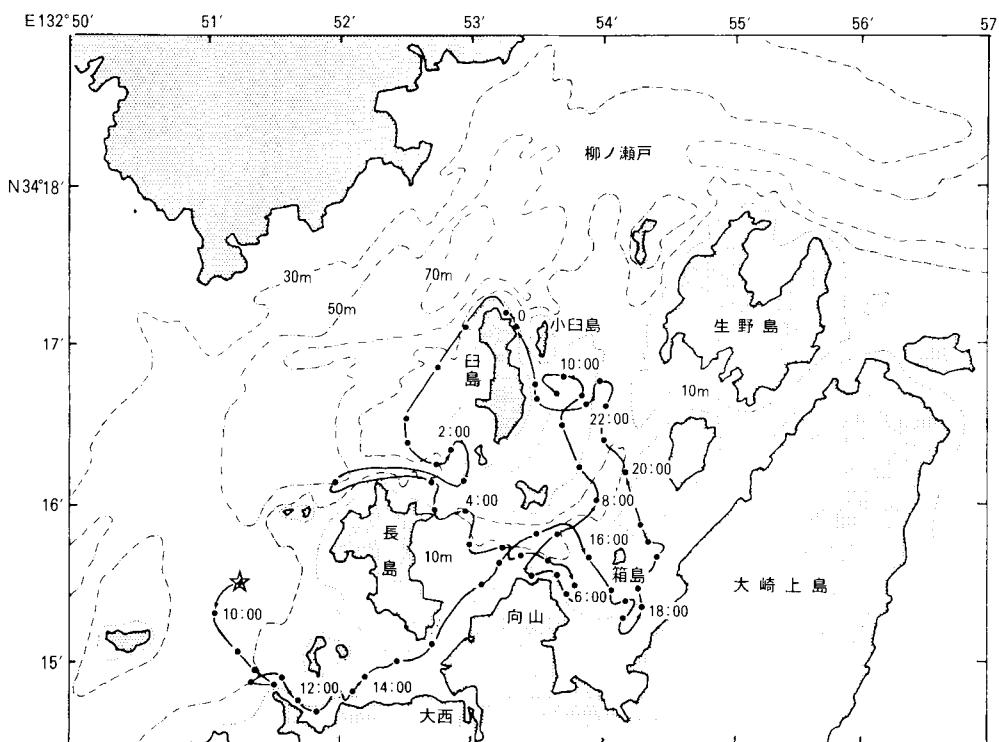


図5. マダイの水平移動 八木灘海域(1)

Fig. 5. Horizontal movement of red sea bream (No. 1) in waters around Yaginada. ☆ Released point.

横断し、4時頃には蒲刈島沖の八木灘に達した。明け方に蒲刈島北岸を東走し、豊島との水道を横切った時点で調査を終了した。追跡期間中の移動距離は26.7km、放流点からの移動範囲は10kmであった(図6)。

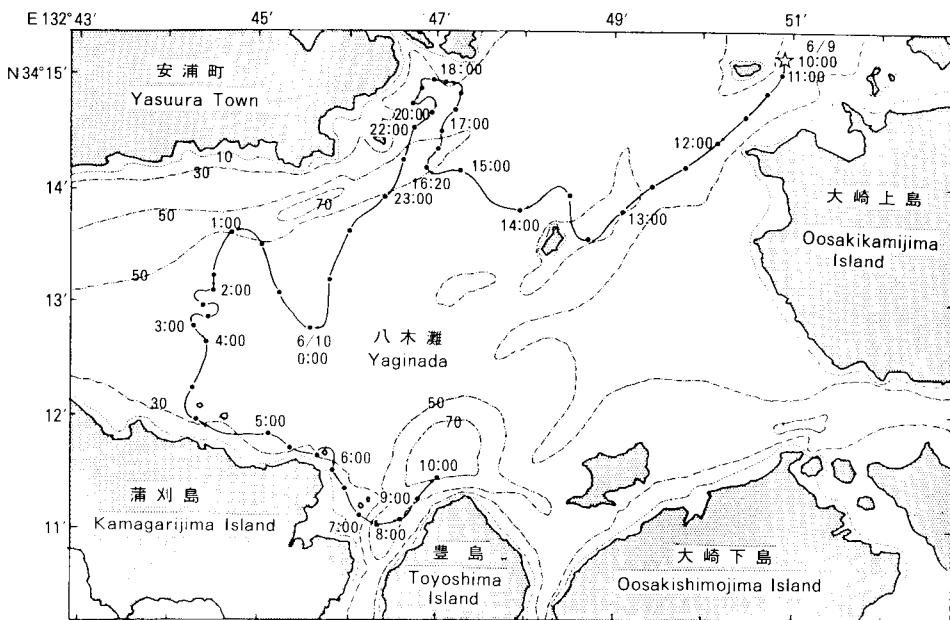


図6. マダイの水平移動 八木灘海域(2)

Fig. 6. Horizontal movement of red sea bream (No. 2) in waters around Yaginada.

(3) 1987年10月31日10時15分に津々木島と津久賀島の中間付近で放流を行った。放流後、徐々に南下し、11時から13時頃まで津久賀島東約600m付近に留まっていた。その後徐々に南下し、13時から北東方向に進み、15時20分には長島北側約900m、16時20分には臼島北側約300m、19時には生野島北約500m付近に達した。その後、11月1日の午前3時まで北上してきた経路を南下した。この間の供試魚の移動は潮流方向にはば一致し、潮流の影響を受けたものとなっているが、マダイ自身の積極的な遊泳もあった。その後、東方向に遊泳を始め、5時には長島北側に達し、海岸線をゆっくり遊泳した速度で津々木島周辺を遊泳し、10時30分調査を終了した。この間の水平移動距離は29.4kmであり、放流点からの移動範囲は7kmであった(図7)。

## 2. 垂直移動

各調査時のマダイの遊泳水深の時刻別推移をみると、調査開始直後のマダイの行動はいずれの調査においても、直ちに海底近くまで潜航し、その後徐々に浮上する行動がみられた。着底後の遊泳水深は調査期間中総じて浅い水深を遊泳する場合(S型)と海底から一定の深さを保ち比較的深い水深を遊泳する場合(D型)の2型がみられた。豊島海域では3例中1例はS型、2例はD型であった。また、八木灘海域では3例中3例はS型であった。このうち1例はS型であるが

高場：バイオテlemetryによるマダイの行動追跡

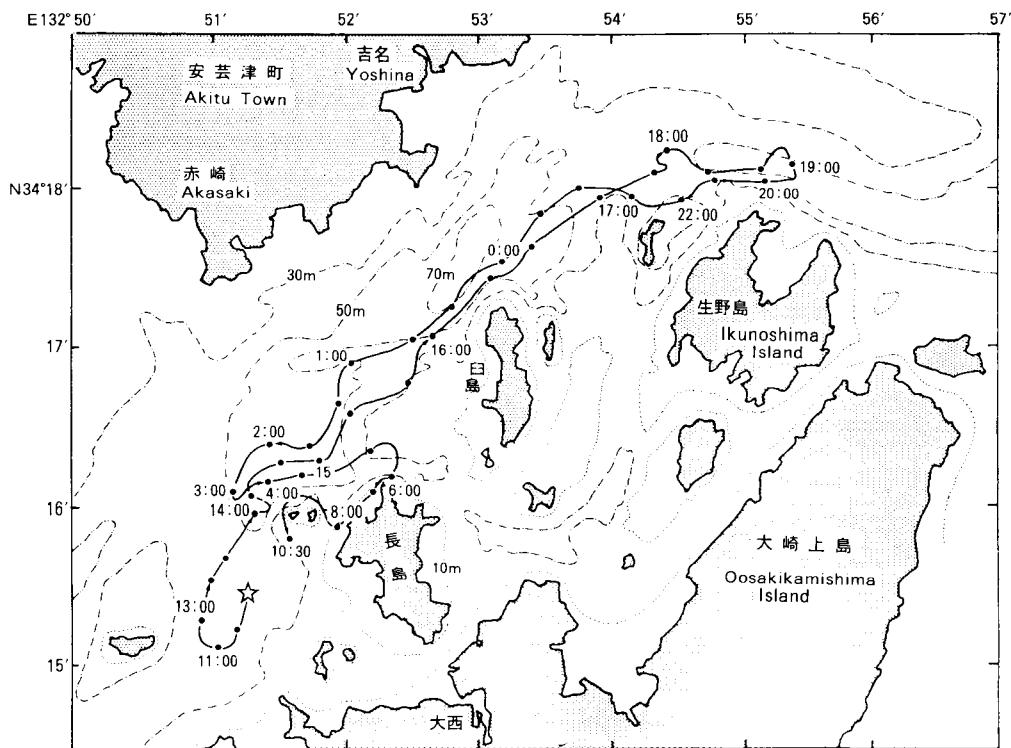


図 7. マダイ水平移動 八木灘海域(3)

Fig. 7. Horizontal movement of red sea bream (No. 3) in waters around Yaginada. ☆ Released point

やや中層を遊泳した（図8～13）。

20分ごとに計測した遊泳水深の度数分布は、D型では35～40mにモードがあり、S型では0～

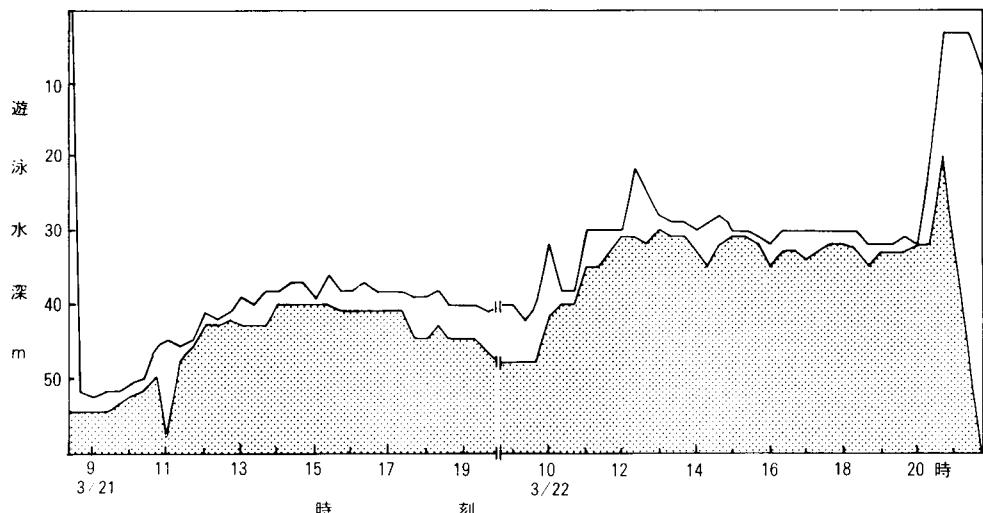


図 8. マダイの垂直移動 1986年3月21日

Fig. 8. Vertical movement of red sea bream at March 21, 1986.

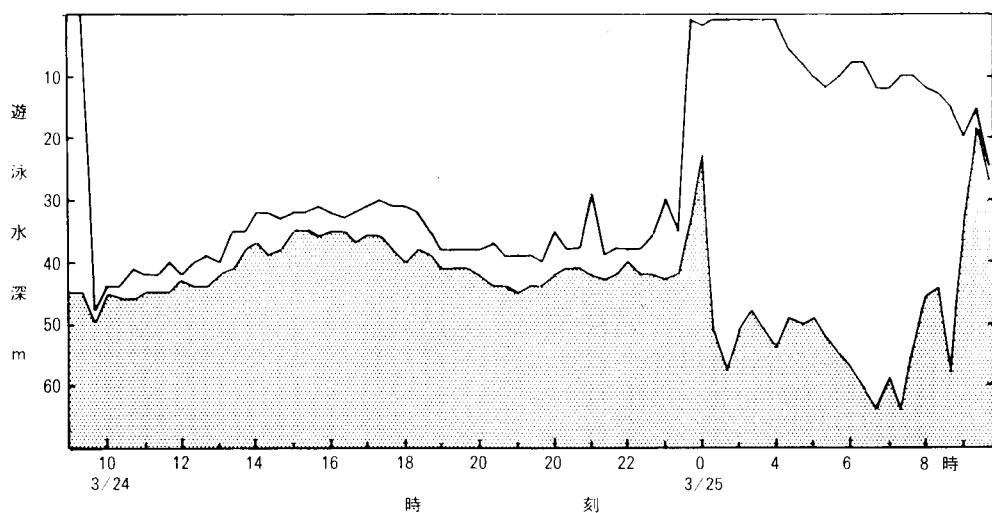


図9. マダイの垂直移動 1986年3月24日

Fig. 9. Vertical movement of red sea bream at March 24, 1986.

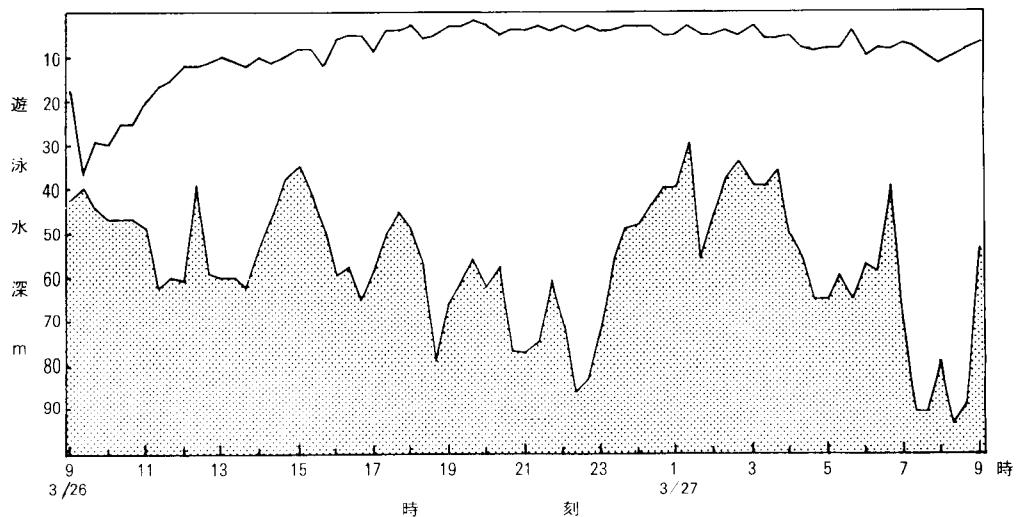


図10. マダイの垂直移動 1987年3月26日

Fig. 10. Vertical movement of red sea bream at March 26, 1987.

5 mにモードがみられる。八木灘のS型の1例では5~10mモードがみられた。また、1日の平均遊泳水深は3.6~34.4 mであった。このうち、各調査日の潮汐毎の平均遊泳水深をみると、上げ潮と下げ潮とでは平均遊泳水深が異なり、下げ潮時では4.3~41.2 m、上げ潮時では3.2~28.7 mであり、各調査日とも下げ潮時の方が上げ潮時に比べ、深い層を遊泳した(図14、表3)。

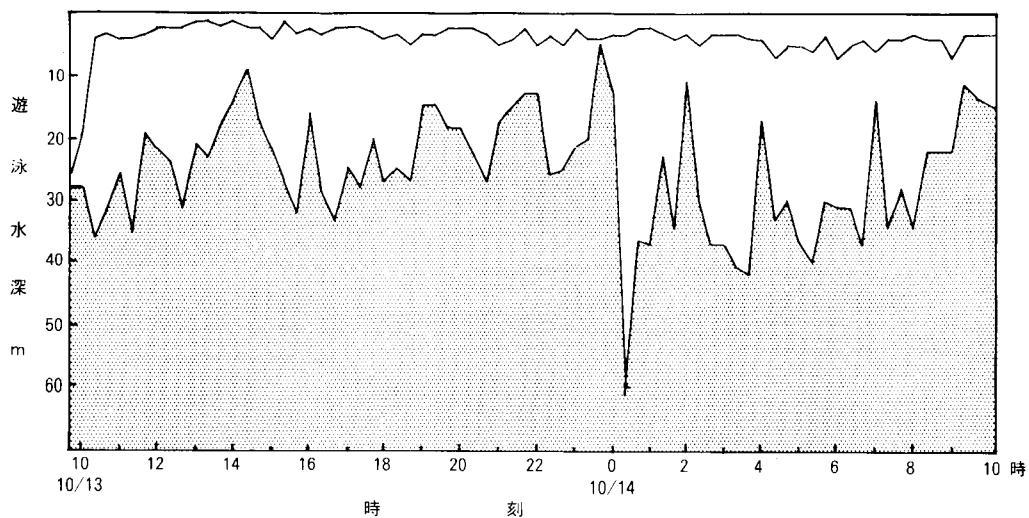


図11. マダイの垂直移動 1986年10月13日

Fig. 11. Vertical movement of red sea bream at October 13, 1986.

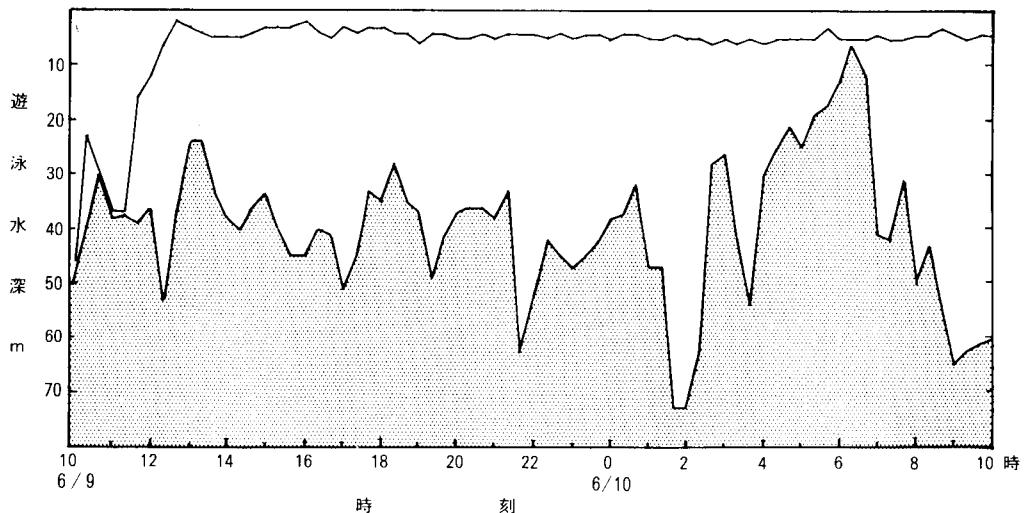


図12. マダイの垂直移動 1987年6月9日

Fig. 12. Vertical movement of red sea bream at June 9, 1987.

### 3. 遊泳速度

6回の調査時の移動距離は2.58~50.84kmであった。この移動距離を調査時間で除した平均移動速度Aとすると、豊島海域の3例では0.07~2.12km/hrで各個体で差がみられ、移動速度Aが遅かった2例は魚礁付近に長く滞留しており、その移動速度Aは0.07~0.63km/hrであった。また、八木灘海域の3例では1.01~1.22km/hrといずれの調査時とも差は少なかった。

つぎに移動停止時間を除いた平均移動速度Bは0.97~2.24km/hrとなり、移動速度Aに比べ、

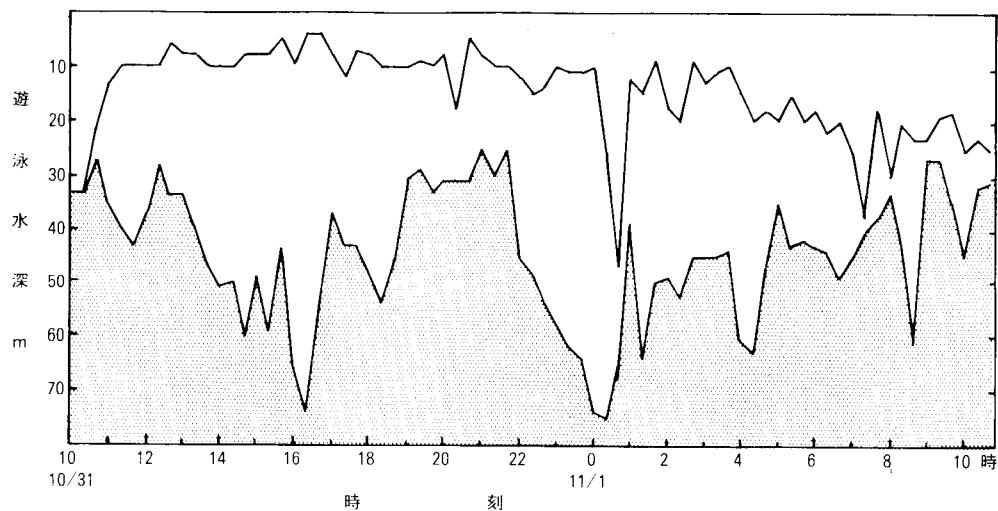


図13. マダイの垂直移動 1987年10月31日～11月1日

Fig. 13. Vertical movement of red sea bream at October 31, 1987.

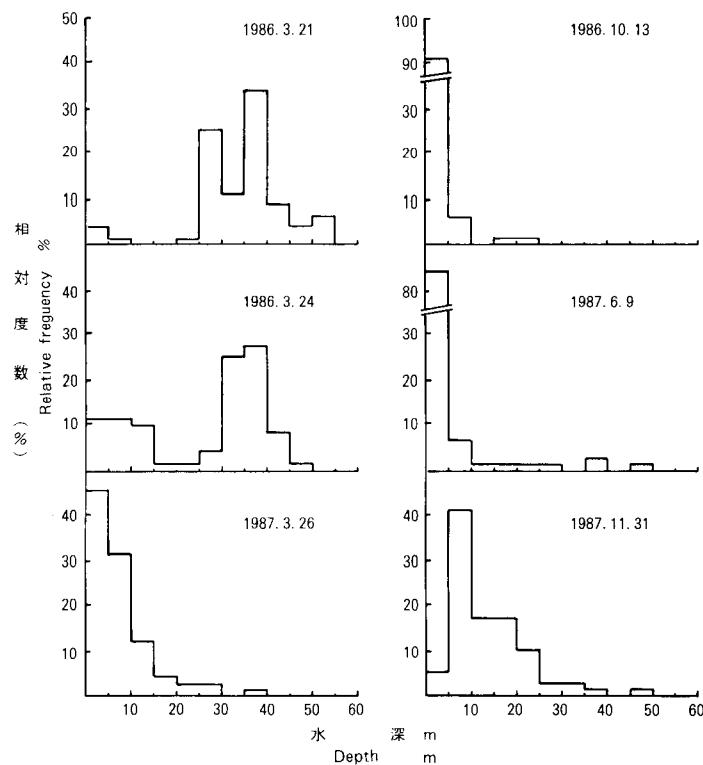


図14. マダイの遊泳水深

Fig. 14. Swimming depth of red sea bream.

表3. マダイの遊泳水深と遊泳速度

Table. 3. Swimming depth and swimming speed of red sea bream on each tide.

調査年月日 Date	遊泳水深 (m) Swimmin depth (m)			遊泳速度 (km / 時間) Swimming speed (km/hr.)		
	平均 Mean	上げ潮 Flood tide	下げ潮 Ebb	平均 Mean	上げ潮 Flood tide	下げ潮 Ebb
1986. 3. 21	34.4	28.7	41.2	1.6	—	1.6
1986. 3. 24	26.8	22.2	31.3	3.5	2.9	4.1
1986. 10. 13	3.6	3.2	4.3	1.3	1.2	1.3
1987. 3. 24	8.7	7.9	9.5	2.0	2.4	2.0
1987. 6. 9	8.1	6.1	10.2	1.6	1.4	1.7
1987. 10. 31	16.3	13.8	18.7	1.4	1.4	1.4

差が少なくなっている。このうち、豊島、八木灘でのそれぞれ3回目の調査では移動速度AとBの差が全く無いか、極めて少なく、24時間の間、常に遊泳していた。20分間の最高遊泳速度は八木灘では4.60 km/hr、豊島海域では4.35 km/hrであった（表4）。

表4. マダイの移動速度

Table. 4. Moving speed of red sea bream. Two kinds of moving speed are defined as follows. Moving speed(A): Total moving distants / time of pursuit, Moving speed(B): Average moving speed of each 20 minute's during pursuit.

調査海域 Area of survey	調査年月日 Date of survey	追跡時間 Time of pursuit hr.	移動距離 m	移動速度(A)		移動速度(B) km/hr.		
				Moving distants m	Moving speed(A) km/hr.	平均 Average	最大 Max.	最小 Min.
豊島 Toyoshima	1986. 3. 21	38:24	2,578	0.07	0.97	1.98	0.34	0.57
"	1986. 3. 24	24:01	15,003	0.63	1.50	3.55	0.27	1.01
"	1987. 3. 26	24:00	50,840	2.12	2.24	4.35	0.60	0.98
八木灘 Yagi-nada	1986. 10. 13	24:00	24,347	1.01	1.18	4.60	0.26	0.78
"	1987. 6. 9	24:00	26,070	1.09	1.60	3.90	0.42	0.80
"	1987. 10. 31	24:05	29,454	1.22	1.22	3.62	0.05	0.80

移動速度(A)：総移動距離 / 調査時間

移動速度(B)：移動時20分間毎の平均移動速度

## 考 察

マダイの1日の行動範囲は1.4～11.2 kmとかなり広範囲に移動することが明らかになった。特に移動範囲が広い場合は潮流に乗って移動する場合が多く、移動距離も長くなった。調査時期別に移動状況を比較すると、八木灘海域で放流された6月の調査では調査海域を広く遊泳し、放流場所に再び来遊することはなかった。これに対し、1986, 1987年の10月の調査ではいずれも放流点から東方向の長島、臼島など島々の間を遊泳し続け、再び放流点付近に戻った。これら6月と

10月の遊泳行動の違いについて、実験例が少なく断定はできないが、産卵期と索餌回遊期の違いとも考えられた。豊島海域ではいずれも越冬期が終わる3月下旬に調査したが、3例の内2例の移動範囲が比較的狭かったのに対し、他の1例は放流点から直線距離で11km離れた位置まで移動しており、その総移動距離は50.8kmであった。このように移動距離が大きく違った原因は、調査時の気象海況等の影響があったとも考えられ、今後この点について検討したい。

遊泳水深について、6例中2例は海底から5~6mの距離を保ちながら底層を遊泳し、残り4例は表層付近を遊泳した。八木灘の場合マダイが遊泳した海域はアマモ藻場など浅い場所もあり、調査例によっては移動海域の水深のため、このように浅い遊泳水深を示したと考えられる。しかし、水深が30~50mと深い場合でも表層付近を遊泳した例もあり、マダイは表層付近に浮上して移動するとも考えられる。

つぎに、移動速度についてみると調査回数6例の平均移動速度Bは0.97~2.24km/hrであった。遊泳速度は潮流が停滞している時より、張潮時、落潮時に速くなっている、潮流に乗って移動するものと考えられた。また、調査時の最高速度は八木灘海域では4.60km/hr、豊島海域では4.35km/hrとほぼ同等の速度が記録された。この速度はブリの8.8km/hr<sup>1)</sup>には及ばないもののヒラメの3.7km/hr<sup>1)</sup>よりも速く移動することが明かとなった。

以上述べたように、マダイ成魚の1日の行動範囲はかなり広く、この1日の行動範囲を積み重ねていけば、灘を越えて生活することも容易と考えられる。増殖場造成等の場合など、広範囲に造成する方が得策かも知れない。また、今回の調査に使用した発信機は大型であったため、成魚の調査しかできなかったが、機器が小型化されれば、若令魚に装着が可能である。今後、これら若令魚についても調査を行う必要があると考えられた。

## 文 献

1. 柿元 照・大久保久直：新潟県沿岸域における人工魚礁の総合的研究. 新潟県水産試験場. pp. 224, 1985.
2. 岡山県水産試験場：昭和59年-61年度大規模増殖場造成事業調査報告書（児島地先水域のクロダイ増殖場造成効果調査）. 65-87, 1987.
3. 山形県：昭和58年度酒田地区人工礁漁場造成事業調査報告書. 77-91, 1984.
4. 工藤基善・東 明浩・白川繁満・山田卓郎：バイオテレメトリーによるイシダイの行動追跡. 宮崎水試研報, 1982.
5. 市原忠義・中村 朗・田中 彰：バイオテレメトリーによるサケ回帰親魚の行動の解析（4ヶ年まとめ）. 幼魚期及び接岸期を中心とした沖合い生態調査総合報告, 遠洋水研, 79-87, 1981.
6. 島根県：越冬マダイ（親魚）のバイオテレメトリーによる追跡. 島前湾地区. 大規模増殖場開発事前調査報告書（昭和53年度版）, 水産庁. 36-38, 1979.

高場：バイオテレメトリーによるマダイの行動追跡

7. 町中 茂：バイオテレメトリーによるマダイの行動生態に関する研究. 石川水試研報 3, 1-20, 1980.
8. 市原忠義・中村 朗・塗師明彦・石田尚志・川口 昇：鳴門海況における重要魚種の移動回遊追跡調査, 本四架橋漁業影響調査報告, 29, 442-475, 1981.