

# 海洋深層水によるメダイの飼育について

上野幸徳・山口光明

## 1. はじめに

高知県海洋深層水研究所は、資源としての深層水を有効利用し、深層水を用いた水産生物の増養殖に関する技術開発を進めるため、科学技術庁と海洋科学技術センターの協力により、高知県が1989年4月に設立した、わが国初の深層水研究施設である。

当研究所では開所以来、新魚種の飼育技術開発の一環として、深海性魚類メダイの飼育技術に関する研究を実施してきた。

メダイ (*Hyperoglyphe japonica*) は、イボダイ亜目イボダイ科メダイ属の魚で、北海道以南の我が国各地、なかでも関東、静岡県、長崎県の沖合海域に多く分布し、味も良く高級魚として珍重されている<sup>1)</sup>。メダイは幼魚期には海面の流れ藻について生息し、成長に伴って深部に移動し、成長すると全長1mを超える深海中層部(150~400m)に生息する魚類である<sup>1,2)</sup>。当研究所の深層水はメダイの生息域である水深320mから汲み上げられており、メダイの飼育には低温安定性、清浄性<sup>3,4)</sup>からも適した海水であろうと考えられたので、メダイを飼育対象種として取り上げ飼育を試みた。

深層水を利用することによって、深海性魚類のメダイを陸上の水槽内で初めて長期間飼育することができ、その飼育結果と飼育中に得た成長、摂餌生態、成熟、疾病などの概要を報告する。

## 2. 2才魚の継続飼育(1989年度に入手した種苗の継続飼育)

### 1) 試験方法

1989年6月から養成している未成魚9尾(平均尾叉長55.4cm、平均体重3,960g)を継続飼育した。主な飼育条件を表1に示す。

表1 飼育条件

項目	内容
試験期間	1991年4月1日~1993年6月22日
開始時の尾数	9尾
開始時の尾叉長	平均尾叉長54cm
開始時の体重	平均体重3,600g
飼育水槽	4㎡円形水槽(実容量3.6㎡)、1面
飼育水	深層水
換水率	0.5換水/時
餌の種類	モイスペレット(イカナゴ、アジ、サバなどの小魚ミンチ+マッシュ+総合ビタミン剤)
給餌量	体重の0.3~0.4%/1回/日

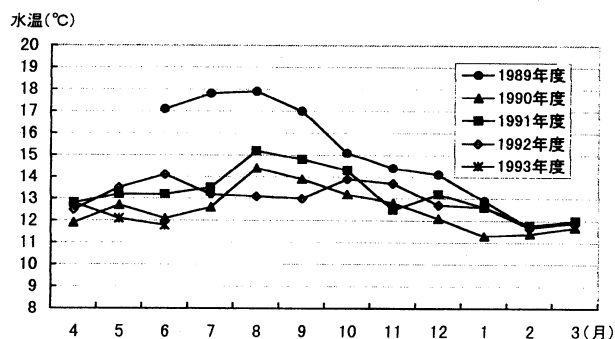


図1 飼育水温の月別変化

## 2) 結果及び考察

### (1) 飼育水温

飼育水温の推移を図1に示す。

これまでの飼育例<sup>5-7)</sup>によると、メダイは夏季高水温期の飼育が難しく、特に水温が24°Cを超えた状態ではへい死魚が急増するといわれている。また、メダイは尾叉長30cm、体重500gに成長するとそれまでの表層での生活から、深海中層部へと生活域を移動するので、飼育開始から約7カ月間は深層水で飼育水温を20°C以下にコントロールして飼育した(水温15~19°C)。これ以後は深層水のみで飼育した。飼育期間中の平均的な飼育環境は水温13.4°C、塩分34.4‰、pH7.8前後であった。

(2) 生残、成長、日間摂餌率および増肉係数

飼育結果を表2に示した。

1989年6月16日に飼育を開始したメダイ幼魚24尾は、4年後の6月22日現在2尾が生存していたが、うち1尾に眼球の白濁と突出がみられたので試験を終了した。

飼育開始時における平均尾叉長21.1cm、平均体重248gのメダイは、4年間の飼育で、それぞれ59.4cm、5,710gに成長した(図2)。メダイは、満1年で尾叉長48cm、体重2.6kg、満2年で尾叉長55cm、体重3.7kg、満3年で尾叉長58cm、体重4.7kg、満4年で尾叉長59cm、体重5.9kgに成長した。メダイの成長速度は飼育開始後の2年間は極めて早く、それ以降は鈍化したものの、天然資源

の結果<sup>2,3)</sup>と比べて同程度の成長であった(図3)。成長が鈍化したことについては、成長したメダイには飼育水槽が小さいことによるものと考えられた。

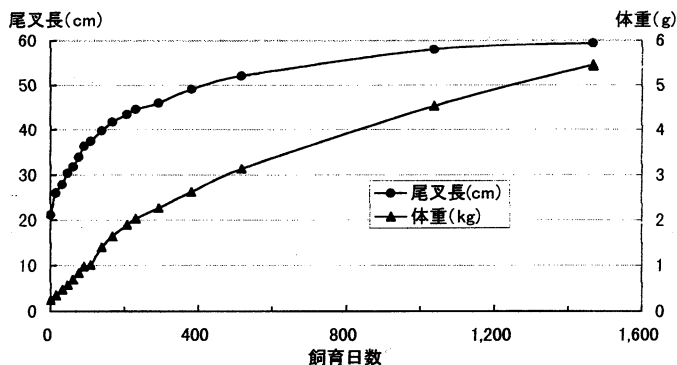


図2 飼育メダイの成長

表2 飼育結果

飼育期間	飼育尾数		総重量		投餌量 (g)	日間 給餌率 (%)	増肉	備考	
	開始 (尾)	終了 (尾)	開始 (g)	終了 (g)					
'89. 6.16~ 6.30	24	24	5,961	8,448	10,085	9.3	4.1	8.15、1尾分槽 (61g)	
7. 1~ 7.17	24	24	8,448	11,346	11,840	7.0	4.1		
7.18~ 7.31	24	24	11,346	13,822	12,196	6.9	4.9		
8. 1~ 8.15	24	24	13,822	16,771	12,035	5.2	4.0		
8.16~ 8.31	23	23	16,771	19,386	12,305	4.3	4.7		
9. 1~ 9.13	23	23	19,386	22,595	13,650	5.0	4.3		
9.14~10. 1	23	23	22,595	23,300	17,600	4.0	5.6		
10. 2~10.31	21	21	23,300	29,419	30,250	3.8	4.9		10.1、2尾分槽 (2,414g)
11. 1~11.30	21	21	29,419	34,582	31,550	3.3	6.1		1.8、2尾分槽 (3,506g)
12. 1~'90. 1. 8	21	20	34,582	33,930	34,250	2.4	7.7		
'90. 1. 9~ 1.31	18	18	33,930	36,596	19,220	2.4	7.2		1.1、1尾へい死 (1,608g)
2. 1~ 4. 3	18	17	36,596	38,502	33,030	1.4	10.3		
4. 4~ 7. 1	17	15	38,502	39,300	41,220	1.1	10.7	4.4、1尾へい死 (1,437g)	
								7.1、1尾へい死 (1,610g)	
7. 2~11.14	15	13	39,300	40,778	69,720	1.2	10.8	7.2、1尾へい死 (1,890g)	
								9.24、1尾へい死 (3,110g)	
								11.15、2尾へい死 (6,321g)	
								11.16、1尾へい死 (2,738g)	
								12.11、1尾へい死 (2,931g)	
								3.17、1尾へい死 (3,200g)	
'92. 4.18~'93. 6.21	5	2	22,660	10,950	29,320	0.3	12.5	4.15、1尾へい死 (4,985g)	
								7.12、1尾へい死 (4,420g)	
								7.15、1尾へい死 (2,900g)	
								7.3.2、2尾へい死 (8,950g)	
'93. 6.22	2	2	10,950	10,840				1.10、1尾へい死 (5,100g)	
通 算	24	2	5,961	69,321	480,456	0.9	7.6	終了	

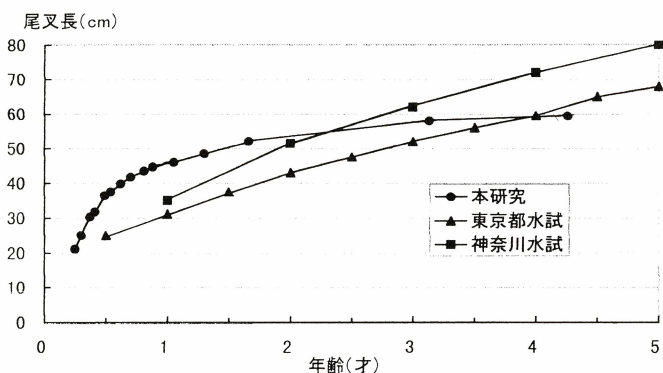


図3 飼育下及び天然におけるメダイの成長比較

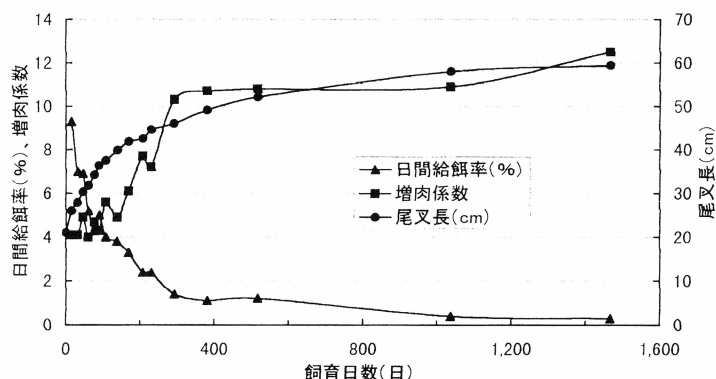


図4 飼育メダイの日間給餌率、増肉係数及び尾叉長の推移

日間摂餌率は0年魚3.1%、1年魚1.1%、2年魚0.4%、3～4年魚0.3程度と少なく、増肉係数は0年魚5.7、1年魚10.7、2年魚10.9、3～4年魚12.5と、少ない餌料で飼育が可能であることがわかった(図4)。

(3) 満4年に達したメダイ(1993年6月22日、試験終了により取り上げたメダイ:尾叉長60.8cm、体重6.170g)には生殖腺の発達の兆しがみられ、生殖腺の重量は36.4gで、生殖腺指数は0.6、卵の発達段階は第一次成長期の周辺仁期であった(図5)。

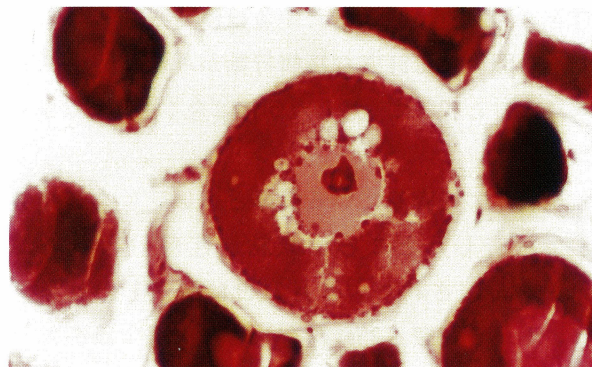


図5 メダイ生殖腺組織

メダイの成熟年齢については、これまでの資源調査により、年齢4～5年以上(尾叉長60cm以上)と見積もられている(生物学的最小形は尾叉長50～60cm、年齢3年魚?)<sup>2,8)</sup>。このことから、深層水を用いれば陸上水槽においてメダイが成熟する年齢まで飼育できる可能性があることがわかった。

#### (4) 疾病

4年間の飼育期間中に出現した主な疾病は、コスタア症、エドワジェラ症、眼球に主徴が現れる生理障害であった。このうち、眼球の突出や白濁および眼球の脱落を伴う生理障害が最大の死亡原因であり、飼育期間中本症によるへい死は8%以上に達した。この生理障害の原因としては、メダイの生息域の環境(高水圧、低酸素)と著しく異なる陸上水槽での飼育により、これらの環境条件に適應できずに生理不全を起こすのではないかと疑われており<sup>9)</sup>、メダイを大気圧下の陸上水槽で飼育することは容易でないと考えられる。

なお、1990年飼育開始群ではウイルス性の赤血球壊死症<sup>9)</sup>が出現し、短期間で飼育魚が全滅に至った。

### 3. 1991年度入手メダイ幼魚の飼育(平成3～5年度)

#### 1) 試験方法

土佐湾周辺海域において、1991年4月～5月にかけて流れ藻で採捕されたメダイ幼魚を同年5月20日から6月21日の間に漁業者から購入した。購入月日、数量及び搬入状況を表3に示す。

購入したメダイ幼魚は表4に示す水槽に収容して飼育を始めた。飼育水には水温調整のために表層水に深層水を混合した海水を用い、徐々に水温を下げ(20→13℃)、4カ月が経過した10月からは深層水のみで飼育した。注水量は1時間1回転とした。餌料はイカナゴ、アジ、サバなどのミンチ、マッシュ、総合ビタミン剤を添加したモイスベレットで、1日1回朝に投与した。

表3 メダイ幼魚の購入月日、数量及び搬入状況

購入月日	購入先	尾数	平均 尾叉長 (cm)	平均 重量 (g)	輸送容器	通気	水温 (°C)	溶存酸素 (ppm)
'91.5.20	佐賀町佐賀	188	18.1	91.4	250L断熱活魚タンク	空気	18.7~19.5	9.9~16.9
6.3	同上	73	20.6	151.3	同上	酸素	19.5~19.7	6.8~18.1
10	須崎市浦ノ内	70	19.7	130.7	同上	酸素	22.9~23.4	9.9~16.9
21	佐賀町佐賀	55	21.3	181.3	500Lヒドロタンク	空気	21.5~22.5	7.2~7.8
"	"	44	21.2	172.3	同上	酸素	21.6~22.6	7.1~13.8

表4 飼育水槽別メダイのへい死状況

購入日 (飼育開始)	水槽 (実容量) (m <sup>3</sup> )	収容 尾数 (尾)	大きさ		搬入後のへい死状況
			平均体長 (cm)	平均体重 (g)	
'91.5.20	2トン角形 (1.8)	30	18.1	91.4	
"	2トン角形 (1.8)	28	同上	同上	
"	2トン円形 (1.8)	28	同上	同上	
"	4トン円形 (3.6)	70	同上	同上	
6.3	4トン円形 (3.6)	73	20.6	151.3	翌日からへい死、3日後に全滅
10	4トン円形 (3.6)	70	19.7	130.7	翌日全滅
21	2トン円形 (1.8)	55	21.3	181.3	7日~18日後に全滅
"	2トン角形 (1.8)	44	21.2	172.3	同上

## 2) 結果及び考察

メダイ幼魚を4回にわたり購入し、計430尾を確保したが、5月20日に確保したもの以外は搬送した翌日から1週間以内に殆どがへい死した(表4)。へい死した個体は外観がやや痩せている以外、多くの個体に尾鰭付近の鱗が脱落しているのが特徴として認められた。

1990年度の飼育事例で、輸送や水槽飼育での環境変化が、メダイの劇症的なへい死を発生させた可能性が大きいのではないかと考えた。なかでも、輸送中の酸素通気による高い溶存酸素濃度がメダイに悪影響を及ぼし発病を誘発させた可能性があると考えられていたので、空気通気と酸素通気による搬送を試み、搬送後の活力とその後のへい死状況を検討した。輸送後の活力判定は、飼育水槽へ収容後、少量のオキアミを投与し、その摂餌状況によ

り判断した。今回のメダイの搬送では、5月20日(空気通気)以外の6月3日(酸素通気)、6月10日(酸素通気)、6月21日(空気通気区と酸素通気区)区の搬入後1週間以内に殆どがへい死したことから、輸送時の溶存酸素濃度がメダイ幼魚に及ぼす影響は把握できなかった。しかしながら、搬入後のオキアミ摂餌による活力判定で、5月20日と6月21日に搬送した幼魚は飼育水槽へ収容して1時間後には旺盛な摂餌行動がみられた。一方、6月3日と10日に輸送した幼魚は全く摂餌しなかった。

発病して狂奔している個体とへい死魚を高知大学で検査したところ、類結節症菌(Pasturella sp.)が分離された。6月21日に搬送した幼魚にはオキシリン酸(25mg含有)を魚体重1kgあたり0.5gを7日間投与したがへい死数は減少せず、

全て滅した。

飼育の対象となったのは5月20日に搬送した幼魚で、表5に示す条件で1992年4月18日までの334日間(約10カ月)飼育し、生残、成長を比較した。開始時の収容密度が低い水槽(収容密度15.6~16.7尾/㎡・1.4~1.5kg/㎡)と収容密度が高い水槽(収容密度38.9尾/㎡・3.6kg/㎡)の生残率、成長を比較したところ、差は認められなかった。さらに最も生残率の良い水槽では平均体重1.8kgのメダイが㎡当たり60kg飼育でき、深層水はメダイの飼育に適していると考えられた。

飼育期間中の水温は11~15℃を推移した。溶存酸素量は低密度飼育が5.1~8.2ppm、高密度飼育が4.2~8.2ppmであった。取り上げたメダイ132尾のうち、74尾を引き続き飼育し、58尾をメダイ飼育技術開発を実施している日本栽培漁業協会南伊豆事業場へ分与した。1994年3月3日現在、生存しているメダイは26尾で平均尾叉長56.4cm、平均体重4.1kgに成長した。

表5 メダイ幼魚の飼育結果

飼育開始 年月日	水槽 実容量 (㎡)	収容 尾数 (尾)	開始時 収容密度 尾/㎡	開始時 平均尾叉長 (m)	開始時 平均体重 (g)	終了年月日	終了時 平均尾叉長 (cm)	終了時 平均体重 (g)	生残数 (尾)	生残率 (%)	終了時 飼育密度 尾/㎡	終了時 kg/㎡
'91.5.20	1.8	30	16.7	1.5	18.1	'92.4.18	43.3	1873	14	46.7	7.8	14.6
(角)					(11.7~28.0)		(35.0~51.0)	(919~3005)				
	1.8	28	15.6	1.4			45.4	2098	16	57.1	8.9	18.6
(角)							(26.5~49.3)	(1337~2714)				
	1.8	70	38.9	3.6	同上	同上	43.6	1831	59	84.3	32.8	60.0
(円)							(35.8~47.0)	(1180~2727)				
	3.6	60	16.7	1.5	同上	同上	43.0	1765	46	76.7	12.8	22.6
(円)							(26.6~49.6)	(774~2505)				

表6 メダイの薬剤別麻酔率および回復率

薬剤種類	全長 (cm)	体重 (g)	水温 (℃)	濃度 (ppm)	麻酔率					死亡率					24時間後の死亡魚 の発生率(%)
					5分	10分	15分	30分	60分	5分	10分	15分	30分	60分	
2-フェノキシ エタノール	25.7	272	15.6	100				100		100					0
	25.2	274	15.5	200		20	80			75	100				0
	24.5	213	15.5	300	100							100			0
	25.8	278	15.4	400	100							25	100		0
	40.7	1203	16.1	100				30	100	100					0
	45.9	1381	16.2	200			100			100					0
	49.3	1862	16.2	300	100					100					0
	48.5	1783	16.0	400	100						66		100		0
	68.4	5120	14.2	200					100	100					0
	59.8	4165	12.5	300		17	83	100			33	67	100		0
59.9	3944	12.5	400		20	80	100			10	30	100		0	
パラアミノ 安息香酸 エチル	41.9	1832	16.2	10						0					0
	35.6	952	16.4	20		100				100					0
	37.9	1098	16.2	30		100				100					0
	33.4	937	16.0	40		100				100					0
オイゲノール	48.4	1561	14.3	5				66	33			100			33
	45.1	1780	14.0	10						100					100
	48.4	2257	13.9	20		66	100			33			100		100
	44.9	1981	13.9	30		66	100						100		100

#### 4. メダイの適正麻酔の検討

メダイ（全長25.7～59.9cm）に対する麻酔剤2フェノキシエタノールとパラアミノ安息香酸エチル及びオイゲノールの麻酔効果を検討した。メダイを30分以内に鎮静状態にし、麻酔中および麻酔後清水中へ戻し、24時間を経ても死亡魚が出なかった2-フェノキシエタノールの鎮静濃度は200～400ppmで、パラアミノ安息香酸エチルの鎮静濃度は20～40ppmであった。一方、オイゲノールの場合は、メダイを鎮静状態にするのに30分以上を要する低濃度であってもメダイは過敏に反応し、麻酔後には殆どの個体が死亡した。2-フェノキシエタノールとパラアミノ安息香酸エチルは低濃度でメダイを麻酔することができ、しかも速やかに回復させることができる麻酔薬であることが確かめられた（表6）。

#### 5. 酸素消費量

メダイの酸素消費量を平均水温14.9℃（14.0～15.9℃）の条件下で、流水式及び閉鎖止水式の測定装置<sup>10)</sup>を用いて測定した。酸素消費量及び単位当たりの酸素消費量と体重の間には次式が成立した（図5）。

$$\begin{aligned} \text{酸素消費量 (mgO}_2/\text{fish,hr)} &= \\ & 108.0\text{BW} + 63.9 \quad (r^2=0.946) \\ \text{単位当たり酸素消費量 (mgO}_2/\text{kg,hr)} &= \\ & 179.2\text{BW}^{-0.311} \quad (r^2=0.819) \end{aligned}$$

ただし、BW=体重 (kg)。

また、メダイの窒息点における溶存酸素は2.2～2.8ppmであり、ハマチの窒息点の1.4～2.1ppm<sup>11,12)</sup>に比べてやや高かった。

#### 6. 幼魚期の適正飼育水温

メダイ幼魚期の適正飼育水温を明らかにするため、水温13、16、19、22及び25℃の5段階の水温区を設け、約2ヶ月間給餌して飼育した（表7）。飼育期間中の成長は水温19℃区がもっともよく、死亡も無かったことから、メダイ幼魚の適正飼育水温は19℃前後であると考えられた。水温25℃区では、体色が黒化し、コストア症などの寄生虫による死亡魚が出現したことより、従来からいわれていたように、表層水での飼育では夏季高水温期の飼育が困難であること<sup>5-7)</sup>が再確認された。

#### 7. おわりに

表層水では飼育が困難であった深海性魚類のメダイが、深層水を利用することによって4年間の長期に亘る飼育に成功し、小さな陸上水槽で天然に匹敵する成長が得られ、成熟する可能性のあることが示唆された。

深海性魚類は、飼育も容易でなかったことから、飼育技術に関する報告は少ない。今後は、飼育技術の向上に資する、深海性魚類の生理などについての基礎的な研究が待たれる。

表7 水温別メダイの成長

開始年月日	飼育水温 (°C)	収容尾数 (尾)	開始時		終了年月日	終了時		摂餌量 (g)	日間成長量 (mm/日)	生残率 (%)			
			平均全長 (範囲、cm)	平均体重 (範囲、g)		平均全長 (範囲、cm)	平均体重 (範囲、g)						
H4.7.29	13±1	5	32.0 (26.5～34.5)	530.0 (227～608)	H4.9.30	38.0 (33.6～40.1)	787.3 (489～1022)	4880	0.95	100			
	16±1	5	33.6 (32.3～34.3)	555.5 (503～592)		40.6 (39.4～41.5)	906.5 (788～960)				5135	1.11	100
	19±1	5	32.8 (30.0～35.8)	564.3 (349～722)		41.0 (38.5～41.3)	916.0 (712～1096)				5547	1.30	100
	22±1	5	32.1 (29.6～34.1)	543.5 (387～718)		38.3 (35.5～41.3)	719.8 (538～999)				4535	1.06	100
	25±1	5	33.4 (30.4～36.7)	587.3 (407～778)		37.6 (34.7～40.5)	602.0 (441～763)				1833	0.67	60*

\*体表が黒化し、鰓が貧血様の色調を呈する。白点病またはコストア病が発生し、斃死魚が発生した。

## 参考文献

- (1)落合 明、田中 克、魚類学（下）、恒星社厚生閣、東京、1986
- (2)1都3県水産試験場底魚資源調査グループ、キンメダイとその他底魚類の資源生態、水産研究叢書、28、日本水産資源保護協会、1975
- (3)窪田敏文、村田 宏、森山貴光、田島健司、山重政則、明神寿彦、宮本 猛、海洋深層資源の有効利用技術の開発に関する研究（第Ⅰ期）成果報告書、71-81、科技庁研究開発局、1990
- (4)鈴木智之、玉井恭一、森本晴之、吉本 淳、畑幸彦、西島敏隆、中島敏光、豊田孝義、石井進一、海洋深層資源の有効利用技術の開発に関する研究（第Ⅰ期）成果報告書、92-106、科技庁研究開発局、1990
- (5)三重県浜島水試、昭和44年度底魚資源調査研究報告書、1970
- (6)三重県浜島水試、昭和45年度底魚資源調査研究報告書、1971
- (7)東京都水試、昭和45年度底魚資源調査研究報告書（昭和43-45年総括）、1971
- (8)東京都水試、昭和46年度底魚資源調査研究報告書、1972
- (9)楠田理一、海洋深層資源の有効利用技術の開発に関する研究（第Ⅱ期）成果報告書、235-247、科技庁研究開発局、1991
- (10)明神慶一、山中弘雄、田島健司、海洋深層資源の有効利用技術の開発に関する研究（第Ⅱ期）成果報告書、220-234、科技庁研究開発局、1991
- (11)橘高二郎、日水誌、26、230-238、1960
- (12)原田輝雄、近大水産研究所報、1、1-256、1966