

## 相模湾におけるヒラメ種苗の摂食生態および摂食日周期性

片山 知史・一色 竜也・張 成年・渡部 諭史

Feeding habit and diel change in feeding activity of hatchery-produced Japanese flounder  
*Paralichthys olivaceus* in Sagami Bay

Satoshi KATAYAMA\*, Tatsuya ISSHIKI\*\*, Seinen CHOW\*, and Satoshi WATANABE\*

## Abstract

Feeding habit and diel change in feeding activity of the juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, released at Sagami Bay were examined based on the stomach contents and fauna in the habitat. Gammaridean amphipods and mysids were predominated in the stomach contents, and prominent feeding activity was observed in dusk. Comparison between the stomach contents and fauna indicated positive selectivities towards gammarid, *Pontogeneia rostrata*, and mysid, *Nipponomysis lingvura*, but negative for mysids, *Archaeomysis vulgaris* and *Nipponomysis impairs*. This study provided valuable information for seed release strategy of the flounder.

## はじめに

沿岸漁業の重要種であるヒラメは、浮遊生活を経た後、水深10m以浅の砂浜浅海域を成育場とする<sup>1)2)3)</sup>。神奈川県相模湾沿岸においても、天然魚、放流魚ともに水深15m以浅の砂浜浅海域に分布することが報告されている<sup>4)</sup>。全国各地で種苗放流による資源増殖が図られているヒラメの効果的、効率的な資源培養を実現するためには、種苗の放流後の生残率を高める必要があり、放流時期、放流場所、放流尾数といった放流技術の向上が求められる。

放流個体は、浮遊生活期そして着底前後に大きな減耗がある天然個体とは減耗パターンが異なり、放流後1 - 2週間のうちに大きな減耗が生じると考えられている<sup>5)</sup>。ヒラメの着底後の減耗要因としては、被食<sup>6)7)8)</sup>、底質<sup>9)</sup>や食物条件が関係すると考えられる。その食物条件については、体長約10cm未満の段階では、アミ類が主たる食物であり<sup>10)11)12)13)</sup>、アミ類の分布量がヒラメの摂食量<sup>10)</sup>および成長速度<sup>14)</sup>を左右することが明らかにされている。相模湾における放流個体の放流後の摂食生態に関する報告は少ないが、Watanabe et al.<sup>15)</sup>は、放流魚の炭素及び窒素の安定同位体比およびRNA:DNA比、肥満度等を放流直後から経時的に分析し、生息環境が良いと判断される海域では摂食活動を通じて約1週間でその環境に馴致するものの、ヒラメにとって相応しくないと判断される海域では、食物の摂取および同化がほとんど行われないことを報告している。このことは、放流後の生息環境として食物条件が重要であることを示している。し

かし、その食物条件については、天然ヒラメ幼魚のアミ類の種に対する選択性の記載があるものの<sup>16)</sup>、放流種苗個体の摂食生態については調査報告がない。したがって、本研究では、ヒラメ放流個体の24時間採集調査を行い、放流個体と小型甲殻類・アミ類の種レベルでの食物選択性や摂食日リズムを明らかにすることを目的とした。

## 材料および方法

神奈川県では、相模湾を中心に種苗放流が行われており、体長約6~8cmのヒラメが毎年20~43万尾放流(1992年~2003年)されている<sup>17)</sup>。本研究では、ヒラメ種苗の放流が行われており、天然個体の成育場となっている<sup>16)</sup>ことがわかっている三浦半島西側の長者ヶ崎海岸に調査場所を設定した(図1)。放流に用いた種苗は、2005年1月に孵化した仔魚を神奈川県水産技術センターにおいて飼育したヒラメである。ALC標識を施した5,286尾を、2005年4月15日に、長者ヶ崎海岸水深約2mの場所に放流した。採集はその3-4日後の4月18-19日に行った。これまでの調査によって、長者ヶ崎海岸において放流されたヒラメ種苗は、砕波帯付近の水深約1mの水域に多く分布し、投網を用いると効率的に採集できることがわかっている。したがって、ヒラメの採集は、砕波帯近辺の水深0-1mの場所において投網(直径4m、メッシュサイズ5mm)を用いて行った。環境中の食物生物である小型甲殻類の採集は、ソリネット(図2、幅60cm、高さ40cm、メッシュサイズ1.0mm)を用いて行った。投網の回数は、10回、ソリネットの曳網距離は40mとした。なお、

2007. 1. 15 受理 神水セ業績No.06-22

脚注\* 水産総合研究センター 中央水産研究所 浅海増殖部、〒238-0316横須賀市長井6-31-1  
[skata@affrc.go.jp](mailto:skata@affrc.go.jp) Coastal Fisheries and Aquaculture Division, National Research Institute of Fisheries Science, 6-31-1 Nagai, Yokosuka, Kanagawa 238-0316, Japan

\*\* 栽培技術部Sea-Farming Technique Division

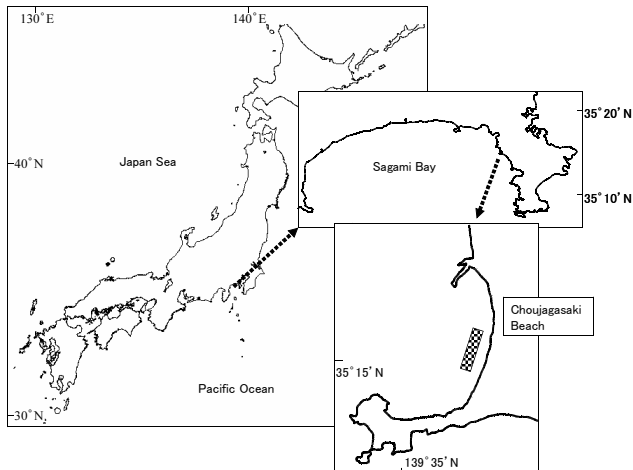


図1 調査場所（相模湾長者ヶ崎海岸）  
Fig. 1 Study site in Choujagasaki beach of Sagami Bay.



図2 小型甲殻類の採集に用いたソリネット  
Fig. 2 Dredge used for collecting benthic animals in the beach.

両日ともに天候は曇から晴であり、日出、日入の時刻は各々5:05、18:15であった。また、18日の潮汐は、満潮が2:24、11:09、干潮が8:23、19:15であった。

採集したヒラメは、全長、標準体長、体重、胃内容物重量を測定した。体重に対する胃内容物重量の割合(%)を胃内容物重量指数(SCI)とした。放流種苗の確認は、耳石のALC標識の有無によって行った。胃内容物は実体顕微鏡下で、生物分類群毎に個体数を計数し、アミ類については、種を同定し組成を求めた。アミ類の分類形質である尾肢や腹肢の形態の観察には、蛍光顕微鏡(WUフィルター)を用いた。環境中の小型甲殻類の分布密度(指数)については、ソリネット曳網10mあたりの個体数を求めた。

ヒラメの小型甲殻類に対する摂食選択性については、Vanderploeg and Scavia<sup>18)</sup>の選択性指数E\*を用いた。

$$E^* = (W_i - (1/n)) / (W_i + (1/n)) ,$$

$$W_i = (r_i / p_i) / (r_i / p_i)$$

(n:食物生物の種類数、i:食物生物の種類、p<sub>i</sub>:環境中の食物iの割合、r<sub>i</sub>:胃内容物中の食物iの割合)

### 結果

#### 環境中の小型甲殻類の組成

ソリネットによる小型甲殻類の採集結果を図3に示す。10m曳網当たりの採集個体数は、最も少なかったのが18:00の約390個体、最も多かったのが14:00の約1230個体であった。組成としてはヨコエビ類gammaridsが優占し、18:00以外では常に80%以上を占めた。なお、採集されたヨコエビ類のほとんどは、いずれの時間帯もアゴナガヨコエビ*Pontogeneia rostrata*であった。ヨコエビ類以外の小型甲殻類は全てアミ類であり、10m曳網当たりのアミ類の採集個体数は6:00には30個体程度であったが、その他の時間帯では150~225個体で比較的安定していた。しかし、種組成は、時間帯によって異なっており、アミ類の中ではシキシマフクロアミ*Archaeomysis vulgaris*が全体的に優占していたものの、18:00にはカワリモアミ*Nipponomysis imparis*が、22:00にはアシナガヨアミ*Siriella longipes*が最も多くなった。

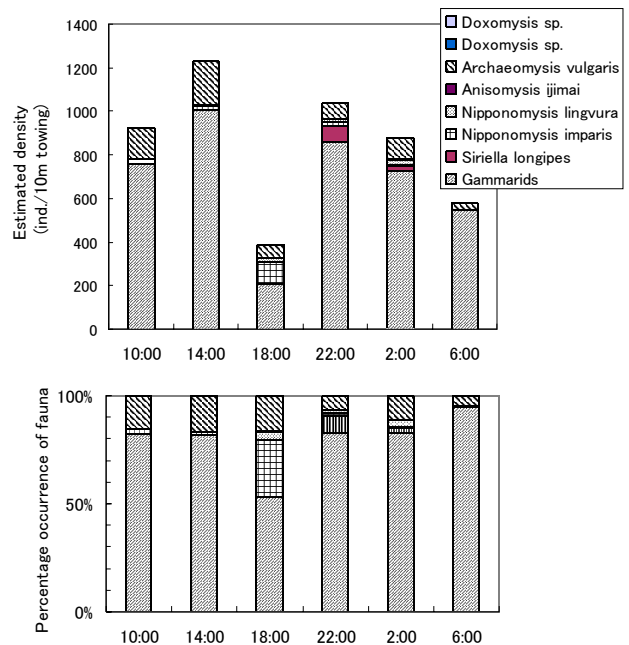


図3 長者ヶ崎海岸において採集された小型甲殻類（上段はソリネット10m曳網当たりの採集個体数、下段は組成%）  
Fig. 3 Estimated density (top: ind./10m towing) and percentage occurrence (bottom) of fauna in Choujagasaki beach of Sagami Bay.

表 1 相模湾長者ヶ崎海岸における放流ヒラメの採集尾数、空胃率および体長（全長）

Table 1 Numbers, vacuity rate and total body length (mean and SD) of Japanese flounder caught in Choujagasaki beach of Sagami Bay.

Time	Numbers	Vacuity rate (%)	Total body length (mm)	
			Mean	SD
10:00	25	24	70.2	7.9
14:00	12	25	69.3	4.8
18:00	20	5	68.6	6.0
22:00	16	12.5	68.8	7.2
2:00	23	26.1	69.8	7.3
6:00	18	55.6	65.8	6.6

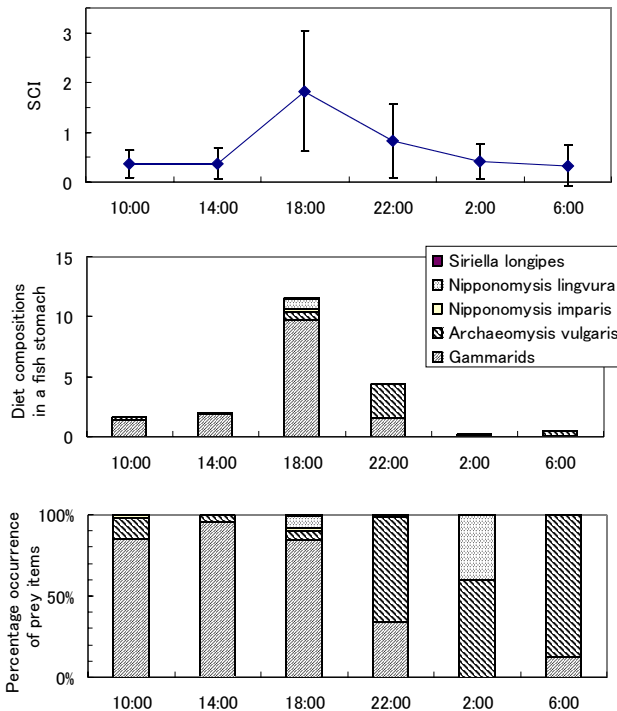


図 4 長者ヶ崎海岸において採集されたヒラメ放流個体の胃内容物。上段は胃内容物重量指数SCI（平均±標準偏差）、中段はヒラメ一尾当たりの胃内容物中にみられた個体数、下段は胃内容物組成%。

Fig. 4 Temporal changes in SCI (top: stomach content index, mean±SD) and diet compositions (middle: mean numbers of each prey item in a fish stomach, bottom: percentage occurrence of prey items) of released Japanese flounder.

ヒラメ幼魚の胃内容物組成

採集されたヒラメは、全長が54.1～83.8mmの合計114個体であった（表1）。時間帯による体長の差異は認められなかった（one-way ANOVA,  $f=0.997$ ,  $p>0.05$ ）。全ての個体の耳石にALCマークが観察され、4月15日に放流した種苗であることが確認された。ヒラメの胃内容

物には、ヨコエビ類とアミ類のみが観察された（図4）。胃内容物中のこれら生物の平均個体数は、日中は2-3個体と少なかったものの、日没付近の18:00に約12個体に急増し、その後減少し、夜中から日出後にかけてはほとんど見られなくなった。胃内容物重量指数（SCI）や空胃率も同様の変化を示し、18:00にSCIは最も高く、空胃率は最も低い値となった（表1）。

胃内容物の組成は、10:00から18:00はヨコエビ類が80%以上を占めており、ほぼ全てがアゴナガヨコエビであった。夜間の22時から6時は、アミ類が優占した。アミ類で最も多かったのはシキシマフクロアミであった。全体的に、ヒラメの胃内容物は、環境中の生物組成とよく似た組成となっていた。

ヒラメ幼魚の食物選択性

ヒラメ幼魚はVisual day feederであり、夜間に採集されたヒラメ幼魚の胃内容物は、消化が進行していた。また、胃内容物量も経時的に減少しており、夜間に胃内容物を消化しているものと考えられた。したがって、食物選択性については、日中の10:00から18:00のデータを用いて選択性指数 $E^*$ を算出し、解析した。ただし、胃内容物組成は、それ以前に捕食した結果である可能性が考えられるので、環境中の生物組成については、ヒラメ幼魚を採集した同じ時間帯と4時間前のデータを用いて計算した（表2）。なお（-1）は、環境中のみにわずかに出現していた場合であり、括弧付きで示した。最も多く摂食されていたヨコエビ類はほとんどが正の値であり、正の選択性があるものと判断された。アミ類については、種によって値が異なっており、アミ類の中では最も多かったシキシマフクロアミ $Archaeomysis vulgaris$ やカワリモアミ $Nipponomysis imparis$ はほとんどが負の値であり、負の選択性が示唆されたのに対し、マルオモアミ $Nipponomysis lingvura$ は18:00のデータが明らかに+を示し、正の選択性があると判断された。

考 察

ヒラメはVisual day feederであることが知られているが、摂食活動のピークは日出と日没、もしくはそのいずれかであり、調査海域によって、また調査日によって異なっている<sup>19)20)21)</sup>。本研究では種苗を用いた1回のみの調査であったが、日没前18:00に唯一ピークがあった。日出付近6:00では環境中に小型甲殻類が分布していたものの、ほとんど摂食がみられなかった。日出時は満潮干潮にも重なっていない。種苗を飼育している間の投餌の時刻も朝方、昼、夕方の3回であり、摂食活動が日出時に不活発であった理由は不明である。いずれにせよ、種苗放流後に生残状態を把握するための再捕調査は、通常日中に行われるが、胃内容物の量を調べる際には過小評価になる可能性があると考えられる。

表2 小型甲殻類の種類に対するヒラメ幼魚の相対選択性指数

Table 2 Relative electivity indices of Japanese flounder for prey items.

Time		Prey item				
Flounder	Benthic animals	Gammanids		Mysid		
		<i>Siriella longipes</i>	<i>Nipponomysis impairs</i>	<i>Nipponomysis lingvura</i>	<i>Archaeomysis vulgaris</i>	
10:00	10:00	0.28	(-1)	0.30	(-1)	0.15
14:00	10:00	0.61	(-1)	(-1)	(-1)	-0.03
	14:00	0.61	(-1)	(-1)	(-1)	-0.06
18:00	14:00	-0.90	(-1)	-0.90	0.66	-0.96
	18:00	0.19	0.06	-0.91	0.34	-0.51

小嶋ら<sup>22)</sup>、Yamamoto et al.<sup>23)</sup>はヨコエビ類への負の選択性を報告しているが、今回は明確ではないものの、正の選択性を示す傾向があった。ヨコエビ類に関しては生活型によって、魚種との種間関係が明瞭に異なってくることが知られている<sup>26)</sup>。長者ヶ崎海岸において、優占して出現し、ヒラメにも捕食されていたアゴナガヨコエビについてはその生活型が不明であるが、ソリネットで一日を通して採集されていたことから、浅潜砂性 (shallow burrower) であろうと考えられ、ヒラメ幼魚にとって利用可能度 (availability) が高かったものと思われる。同様に、アミ類についても、種毎の生活型や生活様式は、ヒラメの摂食選択性を左右するものと考えられる。一般的にアミ類は分布や行動を日周的に変化させる。特に砂浜に生息するフクロアミ属の種は、日中には汀線付近で潜砂と遊泳を繰り返しているが、夜間には水中に泳ぎ出て活発な遊泳行動を示す<sup>24)25)</sup>。今回、シキシマフクロアミは、日中にも環境中で多く採集されたが、ヒラメ幼魚は負の選択性を示した。一方、マルオモアミに対しては正の選択性が認められた。ヒラメ幼魚のアミ類の種に対する選択性については、今回と同様にモアミ属 (*Nipponomysis* 属) への正の選択性、アルケオミシス属 (*Archaeomysis* 属) への負の選択性が報告されている<sup>3)</sup>。このような種による違いについては、アミ類の分布や遊泳行動の種間の差異によって、底砂上に生息するヒラメ幼魚にとっての利用可能度や遭遇度合が異なっていたことに起因すると考えられる。ヨコエビ類やアミ類など、砂浜浅海域に生息する小型甲殻類の生活型や行動様式は不明な点が多い。しかし、今回の調査でも、ヒラメ放流個体の胃内容物組成は環境中の生物組成と非常に良く似ており、ヒラメ幼魚が分布している場所において日中にソリネットで採集される小型甲殻類は、ヒラメにとって利用可能で摂食の対象となっていると判断される。したがって、ヒラメ種苗を放流する際には、砂浜域の近底層の小型甲殻類の分布を確認する必要があると考えられる。

## 要約

1. 相模湾・長者ヶ崎海岸において、放流したヒラメ幼

魚の24時間採集を行い、ヒラメ幼魚の胃内容物組成と環境中の小型甲殻類組成を比較した。

2. ヒラメ幼魚は、ヨコエビ類とアミ類のみを摂食し、夕刻ににおいて最も活発に摂食していた。
3. 各生物種について食物選択性指数を求めたところ、アゴナガヨコエビおよびマルオモアミには正の選択性、シキシマフクロアミには負の選択性が示された。
4. 総じて、ヒラメ放流個体の胃内容物組成は、環境中の生物組成と非常に良く似ており、ヒラメ種苗を放流する際には、放流場所の近底層における小型甲殻類の分布を確認する必要があると考えられた。

## 謝辞

中央水産研究所・興石裕一氏、神奈川県水産技術センター・今井利為氏、武富正和氏には、本研究の遂行、および本論文の作成に対して、貴重なご助言を頂いた。ここに謝意を表す。また、山田敦氏をはじめとする神奈川県水産技術センター・種苗生産施設の皆様には、種苗の飼育にご尽力いただいた。深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) 野沢正俊 (1974): ヒラメ稚魚前期の分布, 鳥取水試報告, 15, 6-15.
- 2) 藤井徹生・首藤宏幸・畦田正格・田中克 (1989): 志々伎湾におけるヒラメ稚魚の着底過程, 日水誌, 55, 17 - 23.
- 3) 田中 庸介, 大河 俊之, 山下 洋, 田中 克 (2006) ヒラメ *Paralichthys olivaceus* 稚魚の食物組成と摂餌強度にみられる地域性, 日本水産学会誌, 72, 50-57.
- 4) 中村良成 (1995): 相模湾におけるヒラメ放流と生態, 水産海洋研究, 59, 197-203.
- 5) Tanaka M., Goto T., Tomiyama M. and Sudo H. (1989): Immigration, settlement and mortality of flounder (*Paralichthys olivaceus*) larvae and juveniles in a nursery ground, Shijiki Bay, Japan. Neatherlands Journal of Sea Research, 24, 57-67.

- 6) 南卓志 (1986): 日本海産カレイ目魚類幼稚仔魚の被食事例, 日水研報告, 36, 37-47.
- 7) 山下洋・山本和稔・長洞幸夫・五十嵐和昭・石川豊・佐久間修・山田秀秋・中本宣典 (1993): 岩手県沿岸における放流ヒラメ種苗の被食, 水産増殖, 41, 497-506.
- 8) 首藤宏幸・梶原直人・藤井徹生 (2006) 佐渡島真野湾に放流したヒラメ種苗の被食減耗, 水産総合研究センター研究報告, 別冊5, 165-168.
- 9) 安永義暢・輿石裕一 (1980): ヒラメ増殖上の諸問題に関する基礎的研究, 1. 低塩分順化, 摂餌および蛸集性について, 日水研報告, 31, 17-31.
- 10) 今林博道 (1980): 生物群集内における稚魚期および若魚期のヒラメの摂餌生態-1, 個体群内の種内関係, 日水誌, 46, 427-435.
- 11) 広田祐一・輿石裕一・長沼典子 (1990): ヒラメ稚魚が摂餌したアミの大きさと摂餌日周期性, 日水誌, 56, 201-206.
- 12) 南卓志 (1982): ヒラメ初期生活史, 日水誌, 48, 1581-1588.
- 13) 山田秀秋・遠藤裕樹・武蔵達也・山下洋 (1998): ヒラメ幼稚魚育成礁周辺のアミ類とカタクチイワシシラスの分布特性, 水産増殖, 46, 487-494.
- 14) Fujii T. and Noguchi M. (1996): Feeding and growth of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) in the nursery ground, In Survival strategies in early life stages of marine resources, eds. Y. Watanabe, Y. Yamashita, and Y. Oozeki, A.A. Balkema, Rotterdam, Netherlands, 141-151.
- 15) Watanabe S., Isshiki T., Kudo T., Yamada A., Katayama S. and Fukuda M. (2006): Using stable isotope ratios as a tracer of feeding adaptation in released Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Journal of Fish Biology, 68, 1192-1205.
- 16) 片山知史・一色竜也・渡部諭史・福田雅明・工藤孝浩・山田敦 (2005) 相模湾砂浜浅海域におけるヒラメ0歳魚とアミ類の種間関係、黒潮の資源海洋研究, 6, 49-56.
- 17) 神奈川県 (2004): 平成15年度 資源増大技術開発 事業報告書 広域型中・底層性種グループ(ヒラメ)
- 18) Vanderploeg H.A. and Scavia D. (1979): Two electivity indices for feeding with special reference to zooplankton grazing. J. Fish. Res. Board Can., 36, 362-365.
- 19) Kato K. (1996): Study on resources, ecology, management and aquaculture of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* off the coast of Niigata Prefecture, Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult., Suppl., 2, 105-114.
- 20) 輿石裕一・中西孝・赤嶺達郎・田中邦三・長沼典子 (1982): ヒラメ増殖上の諸問題に関する基礎的研究, 3. ヒラメ0歳魚の摂餌日周性, 日水研報告, 33, 67-80.
- 21) 梨田一也・富永修・宮島英雄・伊藤光郎 (1984): 新潟県北部沿岸域における底性魚類の群集構造, 1. ヒラメ若齢魚の日間摂餌量の推定, 日水研報告, 34, 1-17.
- 22) 小嶋喜久雄・花淵信夫・大森迪夫・花淵靖子 (1985): 油谷湾内の渚砂底域におけるヒラメ稚魚の分布生態、マリンランシング計画(ヒラメ・カレイ) プロGRESS・レポート, 1, 81-91.
- 23) Yamamoto M., Makino H., Kobayashi J. and Tominaga O. (2004): Food organisms and feeding habits of larval and juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, at Ohama Beach in Hiuchi-Nada, the central Seto Inland Sea, Japan. Fish. Sci., 70, 1098-1105.
- 24) Takahashi K. and Kawaguchi K. (1997): Diel and tidal migrations of the sand-burrowing mysids, *Archaeomysis kokuboi*, *A. japonica* and *Iiella ohshimai*, in Otsuchi Bay, northeastern Japan. *Marine Ecology Progress Series*, 148: 95-107.
- 25) Kaneko K. and Omori M. (2003): Diel and tidal migrations and predator-prey relationships of macrobenthic animals in intertidal sandy beaches of Sendai Bay, northern Japan, Benthos Res., 58, 43-49.
- 26) 首藤宏幸 (1984): マダイとヨコエビとの連鎖関係に取り組み、海洋と生物, 6, 生物研究社, p45.