

相模湾における近底層の生物群集

ドゥーグル・リンズィー*¹ ジェイムズ・ハント*¹ 橋本 惇*¹
藤倉 克則*¹ 藤原 義弘*¹ 土田 真二*¹ 伊藤 健二*¹

日本近海で行われている潜水調査船や無人探査機を用いた中・深層生物の研究調査は非常に少ないが、相模湾においては、遊泳性生物の一部が海底近くに特有に生息している可能性が、これらの調査で明らかとなった。このような生物は近底層種と言われ、最近では海底から中層への物質輸送に大きな役割を果たしていると指摘されている。相模湾においては、通常のベントス群集に加え、化学合成生物群集が存在しており、海底における生物量が極めて高い地点があると考えられている。これらのベントス群集と中層生物群集の物質移動量と、その移動の経路を把握するのにまず必要となるのが近底層生物群集の種組成、バイオマス、水平分布、そして鉛直分布の情報である。本研究では近底層種と思われる生物の鉛直分布を調べ、海底との関係を調べると共に、これまでの潜航調査のビデオアーカイブを用い、近底層種の水平的な分布を相模湾内と他の日本近海海域で調べた。さらに、季節変化を把握するために、相模湾初島沖にある化学合成生物群集付近で3月、6月、9月、そして11月に行われていた潜航のビデオを解析し、近底層種の出現数を調べた。

キーワード：中・深層生物、近底層、相模湾、鉛直分布、水平分布、季節変化

The Benthopelagic Community of Sagami Bay

Dhugal J. LINDSAY*² James C. HUNT*² Jun HASHIMOTO*²
Katsunori FUJIKURA*² Yoshihiro FUJIWARA*² Shinji TSUCHIDA*²
Kenji ITOH*²

Surveys on the midwater fauna of Sagami Bay have revealed the existence of several species that are associated to varying degrees with the ocean floor. Such benthopelagic forms have recently gathered attention as important recyclers and transporters of organic matter back into the pelagic realm. Sagami Bay contains abundant benthic communities, both chemosynthetic and based on the photosynthetic food web. In order to understand the extent and form of coupling between such benthic communities and the fauna of the water column above it is necessary first to characterize the benthopelagic community. In this study the vertical distributions of the dominant benthopelagic forms were determined and their relationships with the bottom were examined. The JAMSTEC video archive was consulted to gain information on the horizontal distributions of benthopelagic forms both inside and outside Sagami Bay and the relative seasonal abundances of key benthopelagic species were examined at the "Off Hatsushima" cold seep community.

Keywords : midwater biology, benthopelagic layer, Sagami Bay, vertical distribution, horizontal distribution, relative seasonal abundance

* 1 海洋科学技術センター海洋生態・環境研究部

* 2 Marine Ecosystems Research Department, Japan Marine Science and Technology Center

1. はじめに

今までに、海洋科学技術センターの潜水調査船や無人探査機で行ってきた潜航調査のほとんどは、海底付近のみを対象としてきた。海の90%以上を占める中・深層の調査は非常に少なく、なおかつ、相模湾でしか行なわれていなかった (Toyokawa et al., 1997)。しかし、1996年から、我々の中・深層生物の研究調査に着手し、相模湾を初め、伊豆小笠原海域や日本海溝などにおいても成果を挙げている (Hunt et al., 1997; Hunt & Lindsay, 1998)。その結果、相模湾において一部の遊泳性生物種が海底近くに特有に生息している可能性が出てきた (Hunt & Lindsay, forthcoming)。海底付近にのみ出現する生物の存在は様々な海域で報告されており、海域によってはその種組成が異なることも報告されている (e.g. Childress et al., 1989)。その中でよく出現するのはクラゲ (Hartman and Emery, 1956; Smith 1982)、浮遊性のナマコ類 (Barnes et al., 1976)、メンダコ (Roper and Brundage, 1972)、カイアシ類 (Grice, 1972; Wishner,

1980; Roe, 1988)、十脚類 (Hargreaves, 1984; Domanski, 1986)、そして魚類 (Marshall and Merrett, 1977; Sedberry and Musick, 1978) である。これらの生物は生物学的に興味深いだけでなく、海底と中層間における物質移動という地球化学的な側面からも注目を集めている (e.g. Robison and Lancraft, 1984)。そこで本研究では、相模湾に出現する近底層種と思われる生物の詳細な深度分布と種組成を、異なる海域と比較しながら明らかにすると共に、近底層生物群集の季節変化についても予備調査した。

2. 材料・方法

相模湾における近底層種の鉛直分布を調べるため、1997年5月から6月にかけて「ドルフィン-3K」及び「しんかい2000」の潜航調査を行った (表1)。「ドルフィン-3K」による調査は7回行ったが、その内の6回は1997年5月27日～30日にかけて、海底深度が約1,200mである初島沖の化学合成生物群集付近において行われ

Dive No.	Date	Area	Latitude	Longitude	Bottom Depth
<u>Vertical Distribution</u>					
3K#321	27/5/1997	Sagami Bay (Off Hatsushima)	35-00.0N	139-13.5E	1195m
3K#322	27/5/1997	Sagami Bay (Off Hatsushima)	35-00.0N	139-13.5E	-
3K#323	28/5/1997	Sagami Bay (Off Hatsushima)	35-00.0N	139-13.5E	1222m
3K#324	29/5/1997	Sagami Bay (Off Hatsushima)	35-00.0N	139-13.5E	1177m
3K#325	29/5/1997	Sagami Bay (Off Hatsushima)	35-00.0N	139-13.5E	1122m
3K#326	30/5/1997	Sagami Bay (Off Hatsushima)	35-00.0N	139-14.0E	1211m
3K#327	28/6/1997	Sagami Bay (Sagami Trough)	34-59.5N	139-19.5E	1526m
<u>Horizontal Distribution within Sagami Bay</u>					
3K#75	11/7/1990	Sagami Bay (Okinoyama Bank)	34-58.3N	139-31.4E	1125m
3K#220	2/6/1995	Sagami Bay (Sagami Knoll)	35-08.5N	139-19.0E	851m
3K#221	2/6/1995	Sagami Bay (Sagami Knoll)	35-06.0N	139-20.5E	1410m
3K#295	24/7/1996	Sagami Bay (Sagami/Miura Knoll)	35-07.0N	139-25.5E	892-1128m
3K#296	24/7/1996	Sagami Bay (Sagami/Miura Knoll)	35-07.0N	139-25.5E	1018-1120m
2K#945	21/5/1997	Sagami Bay (Sagami Trough)	35-00.5N	139-22.0E	1450m
2K#956	11/7/1997	Sagami Bay (Oiso Spur)	35-14.5N	139-17.5E	554m
2K#957	12/7/1997	Sagami Bay (Atsugawa Offing)	34-53.0N	139-15.5E	1200m
2K#960	17/7/1997	Sagami Bay (Atsugawa Offing)	34-54.5N	139-18.0E	1333m
<u>Horizontal Distribution around Japan</u>					
2K#950	9/6/1997	Izu Islands (Suiyo Seamount)	32-06.0N	139-52.5E	1350m
2K#955	25/6/1997	Izu Islands (Myojin Knoll)	32-06.0N	139-52.5E	1350m
2K#979	26/9/1997	Nansei Islands (Iheya Knoll)	27-47.0N	126-54.5E	1070m
2K#1023	27/6/1998	Nansei Islands (Off Kikaijima)	28-26.5N	130-19.5E	1580m
10K#46	24/8/1997	Nankai Trough	33-36.3N	137-32.3E	3800m
<u>Seasonal Variation in Relative Abundances</u>					
3K#169	11/11/1993	Sagami Bay (Off Hatsushima)	35-00.2N	139-13.5E	1210m
3K#171	12/3/1994	Sagami Bay (Off Hatsushima)	35-00.2N	139-13.5E	1270m
3K#191	23/9/1994	Sagami Bay (Off Hatsushima)	35-00.0N	139-13.5E	1194m
3K#329	30/6/1997	Sagami Bay (Off Hatsushima)	35-00.0N	139-13.5E	1183m

表1 ビデオ解析に用いられた潜航一覧

Table 1 List of the dives analyzed in this benthopelagic community study

た。残りの1回は6月28日に相模トラフの海底深度約1,500mで行われた。「しんかい2000」による潜航調査は、5月21日に相模トラフの海底深度約1,450mで行われた。相模湾における水平分布の情報は、すべて5月～7月の間に行われた潜航によるものを用い、相模湾以外の日本近海海域での出現についても調べた(表1)。季節変化の情報は相模湾初島沖にある化学合成生物群集付近で3月12日、6月30日、9月23日、そして11月11日に行われていた「ドルフィン-3K」の潜航のビデオを解析して求めた。これらの調査潜航の詳細は表1に示されている。

3. 鉛直分布

5～6月にかけては、相模湾で潜水調査船や無人探査機の潜航調査で確認されている中・深層生物の内の5種類の生物は深度600m以浅には出現せず、分布密度が海底付近に一番高いことが明らかとなっている(Hunt & Lindsay, forthcoming)。これらの生物の内、個体数が極めて多かったのはMunnopsid 'spider' isopod (ミズムシ), Arctapodema (仮名: ヒゲクラゲ), そしてCrossota (クロクラゲ)であった(図1a～1e)。個体数は多くはなかったが、black cydippid (仮名: クロクシクラゲ)とlobate sp. a (仮名: オオミミカブトクラゲ)が時折出現した(図1f～1g)。これらの生物の鉛直分布を深度と比較して表したのは図2a, 海底よりの高度と比較したのは図2bである。図2aでは、海底深度が異なると出現深度が変化するが、600m以浅にはこれらの種類は出現していないことが分かる。図2bでは、これらの生物の出現数が一番多かったのは海底付近であることが分かる。相模トラフの海底深度約1,500mで行われた「ドルフィン-3K」第327回潜航調査では、海底付近に30分航走していたのにも関わらず、ミズムシは一匹しか観察できなかった。また、クロクシクラゲはまったく出現しなかったのに対して、同じクシクラゲの仲間であるオオミミカブトクラゲは、この潜航にしか出現しなかった。この相違は深度によるものなのか、それとも化学合成生物群集の有無や堆積物の質によるものなのかは現在のデータ数では言えない。相模トラフの海底深度約1,450mで行われた「しんかい2000」第945回潜航調査では、海底付近で10分ほど航走し、クロクラゲは10個体以上確認でき、クロクシクラゲは3個体出現していた。しかし、ヒゲクラゲの出現数が2個体と少なく、海底付近にはミズムシはまったく出現しなかった。ただし、高度250m～800mの間には、ミズムシが11個体も出現していたことで、この種類に関しては底質によって出現数に変動すること

よりは、鉛直分布は深度によって制限されている可能性が強いと考えられる。また、「しんかい2000」第46回潜航調査において、海底深度が3,800mであった南海トラフの海域で、ミズムシが深度800mで出現していたこともこれを裏付けている。とは言え、このミズムシが海底まで降りて堆積物の上を歩き回り、エサに出会っては摂餌する場面が確認されており、また自分の脱皮殻を水中で振り払おうとしている場面も確認されているので(Lindsay, personal observation), ミズムシの鉛直分布は複雑な要因によって決まってくる可能性が指摘される。クロクラゲについても「しんかい2000」第945回潜航調査では、高度700mまで出現していたことも近底層種の生態の複雑さを指摘している。

4. 水平分布

5月～7月にかけては、近底層生物群集の組成は場所によって異なっていた(図3)。いずれの種類に関しても湾奥の1,000m以浅では確認できなかった。クロクシクラゲの水平分布範囲が一番狭かったが、相対的な個体数ではミズムシ、ヒゲクラゲ、クロクラゲに比べ少ないので、さらに調査を重ねることでこの分布範囲が広がる可能性はある。

ミズムシの水平分布範囲は最も広く、海底がほとんど岩石で覆われる場所にも、分布していた。潜航調査によってミズムシは日本近海で相模湾、南海トラフ、そして南西諸島の喜界島沖で、3つの海域で確認できた(図4)。喜界島沖のミズムシの種類は、相模湾の海底近くに一番よく出現するMunneurycope sp. II (Fig. 10e: Marshall and Diebel, 1995)と異なっていた。相模湾にもこのMunneurycope sp. IIと別の種類も分布していると考えられている(菊池・戸田, 私信)。しかし、現在のデータ数では鉛直的な棲み分けなど生息分布の相違は認められない。南海トラフの深度800mに分布していたミズムシの種は不明である。

ヒゲクラゲとクロクラゲに関しては図4に記されている相模湾以外の海域のいずれにおいても潜航調査では確認できていない。また、両種とも海底が岩石で覆われる場所では確認されていない。

5. 季節変化

近底層種で出現個体数が多かったミズムシ、クロクラゲ、そしてヒゲクラゲの相対的な個体数を調べた(図5)。その中で6月を除いて最も高かったのは、ミズムシであ

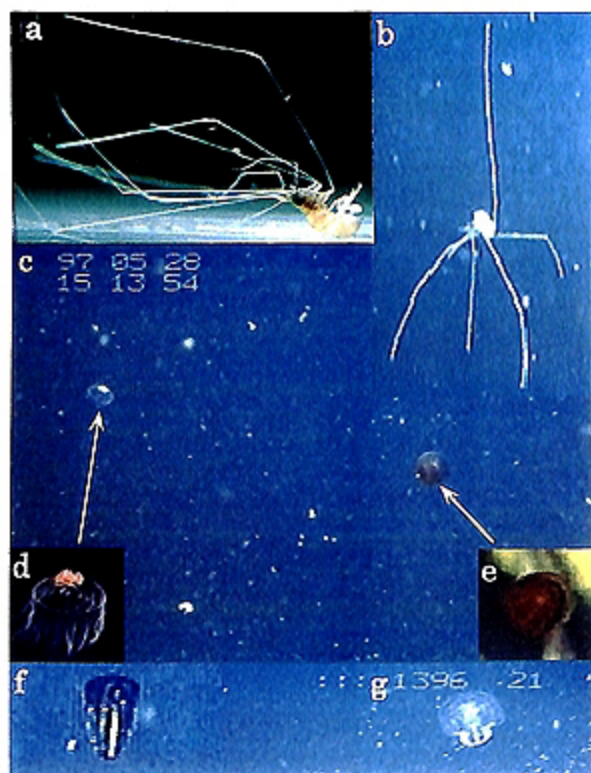


図1 相模湾によく出現する近底層種。(a) ミズムシの形態、頭部は上左、(b) in situにおけるミズムシ、(c) 海底近くの静止画面、(d) ヒゲクラゲ、(e) クロクラゲ、(f) クロクシクラゲ、(g) オオミミカブトクラゲ

Fig. 1 Common benthopelagic animals from Sagami Bay. (a) Morphology of a munnopsid 'spider' isopod, (b) in situ still of a munnopsid isopod, (c) scene from the ROV/Dolphin-3K at an altitude of 8m, (d) *Arctapodema* sp., (e) *Crossota* sp., (f) the black cydippid ctenophore, (g) lobate ctenophore sp. a.

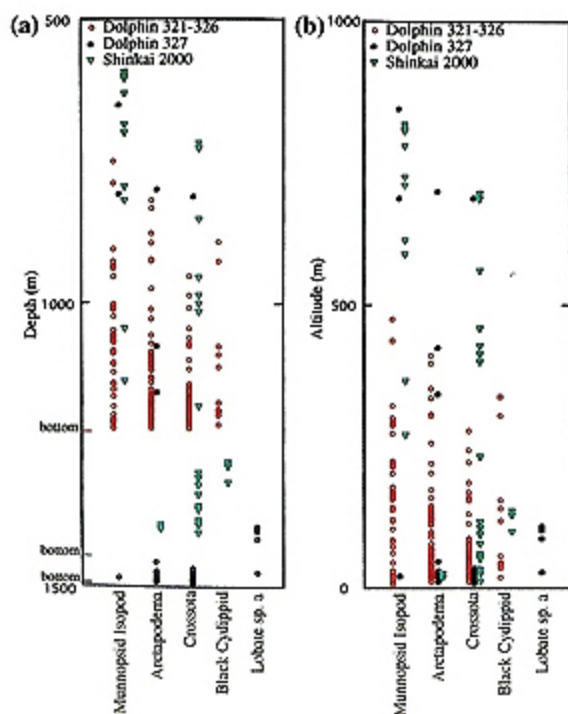


図2 近底層種と思われる生物の1997年5月～6月における鉛直分布。(a) 深度によるもの、(b) 高度によるもの

Fig. 2 The vertical distributions of proposed benthopelagic animals in Sagami Bay during May-June 1997. (a) according to depth from the surface, (b) according to altitude above the bottom.

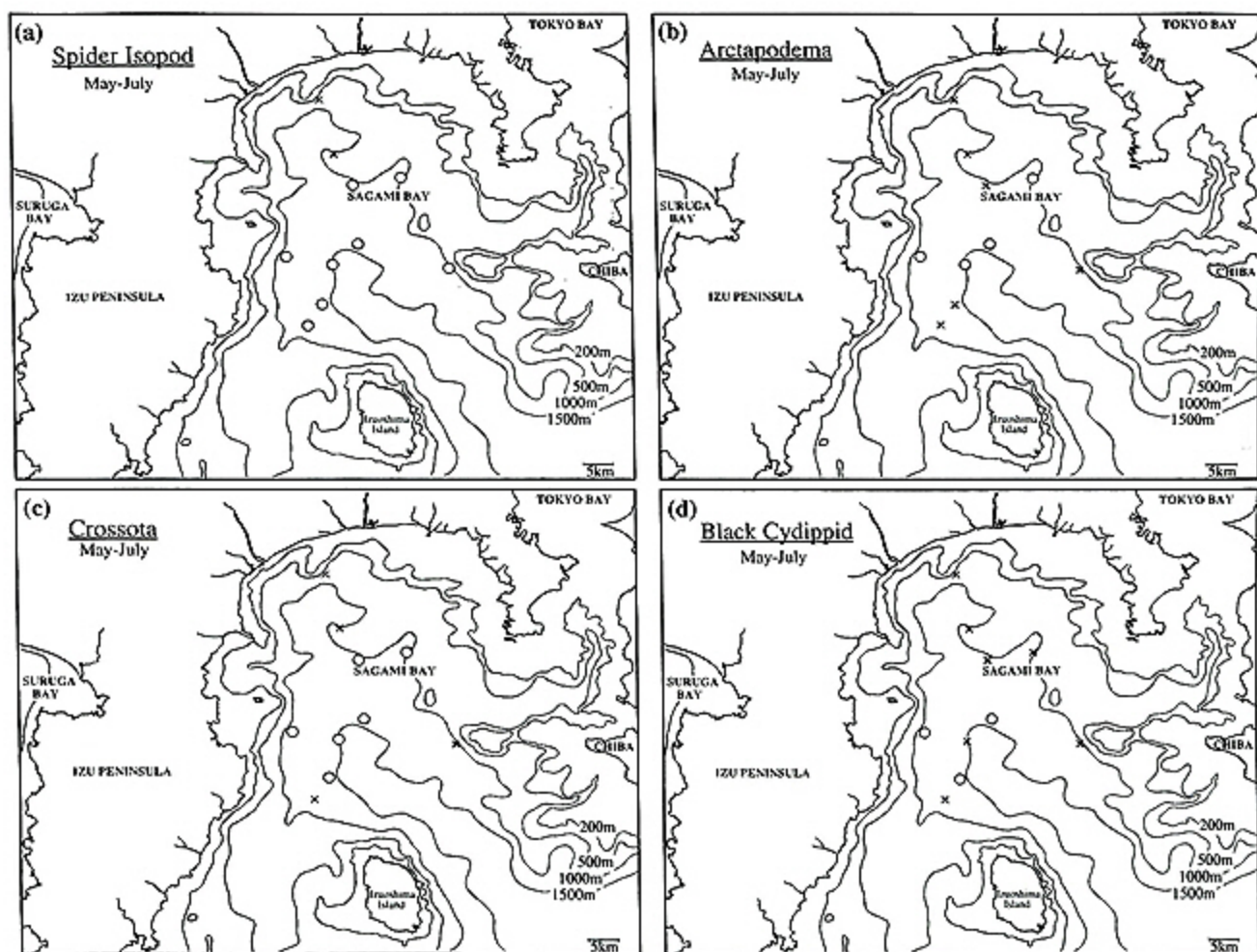


図3 近底層種と思われる生物の5月～7月の相模湾における水平分布。(a) ミズムシ, (b) ヒゲクラゲ, (c) クロクラゲ, (d) クロクシクラゲ

Fig. 3 The horizontal distributions of benthopelagic animals in Sagami Bay during the May-July period. (a) munnopsid 'spider' isopod, (b) *Arctapodema* sp., (c) *Crossota* sp., (d) the black cydippid ctenophore

った。海底を航行中に確認できるミズムシの個体数の割合は3月12日には83%で最も多く、9月23日には69%で再びピークを示した。11月11日にはミズムシが占める割合は47%であり、6月30日には29.5%で一番低かったのに対し、ヒゲクラゲの割合は3月12日(約1%)と9月23日(約2%)には最も低く、6月30日(29.5%)と11月11日(24.5%)にピークがあり、ミズムシと逆のパターンを示した。クロクラゲの個体数は3月12日には15.6%で最も低く、6月30日には41%とピークを示し、9月23日と11月11日には29%と28%であった。どの季節においてもヒゲクラゲが占める割合よりはクロクラゲの割合の方が高かった。

6. おわりに

以上のような研究結果は相模湾における近底層種の生

態の複雑さを示している。その生態を明らかにするのに、また、その生態が物質移動に関わる程度を定量するのに、近底層種の分布やバイオマスの季節変化に関するデータの蓄積が最も重要であると考えられる。そのためには、潜水調査船や無人探査機の全ての潜航において、高度100mよりビデオの撮影を行うことが最も有力であろう。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、海洋科学技術センター海洋生態・環境研究部及び深海研究部各位、日本海洋事業(株)の観測技術員の方々、「しんかい2000」運航チーム、「ドルフィン-3K」操縦班、「かいこう」操縦班、「なつしま」及び「かいかい」乗組員の皆様には調査にご協力いただいた。また、多くの方々が「しんかい2000」や「ドルフィン-3K」で得た画像記録の使用を認めていた

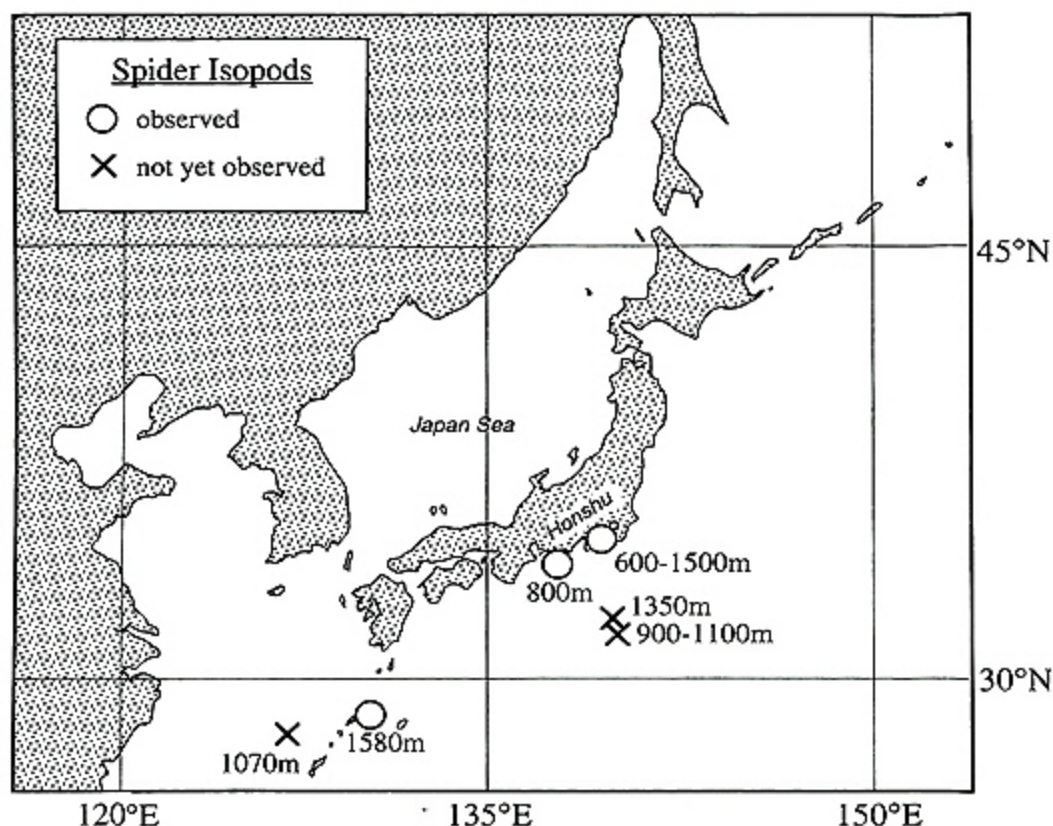


図4 潜航調査によって確認できたミズムシの日本近海における出現海域。○：出現確認，×：出現未確認

Fig. 4 Sumersible sightings of munnopsid isopods in areas around Japan. Circles denote submersible sightings, Crosses that no positive identifications have been made

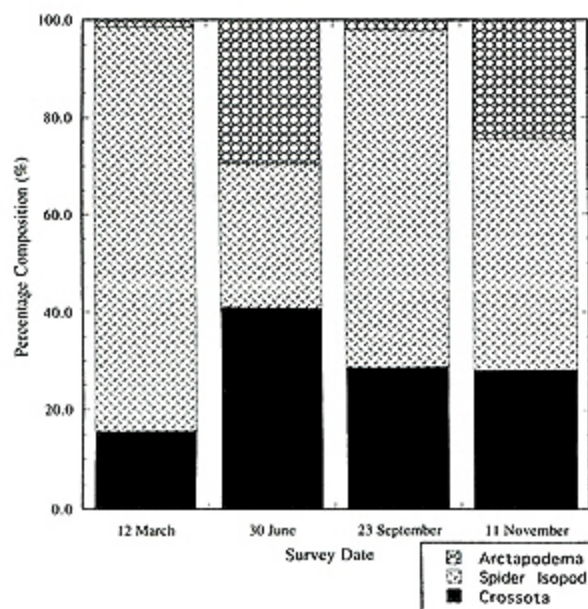


図5 1,100～1,500mの近底層で最も多く出現するミズムシ、クロクラゲ、そしてヒゲクラゲの相対的な個体数の割合の季節変化

Fig. 5 Seasonal variation in the relative abundances of the three most common benthopelagic organisms in the 1,100-1,500m depth range of Sagami Bay

だいた。以上の方々へ心より感謝する。

引用文献

- Barnes, A. T., L. B. Quetin, J. J. Childress and D. L. Pawson (1976): Deep-sea macroplanktonic sea cucumbers: Suspended sediment feeders captured from deep submergence vehicle. *Science* 194: 1083-1085.
- Childress, J. J., D. L. Gluck, R. S. Carney and M. M. Gowing (1989): Benthopelagic biomass distribution and oxygen consumption in a deep-sea benthic boundary layer dominated by gelatinous organisms. *Limnol. Oceanogr.* 34 (5): 913-930.
- Domanski, P. (1986): The near-bottom shrimp faunas (Decapoda: Natantia) at two abyssal sites in the Northeast Atlantic Ocean. *Mar. Biol.* 93: 171-180.
- Grice, G. D. (1972): The existence of a bottom-living calanoid copepod fauna in deep water with descriptions of five new species. *Crustaceana* 23: 219-242.
- Hargreaves, P. M. (1984): The distribution of Decapoda

- (Crustacea) in the open ocean and near bottom over an adjacent slope in the northern north-east Atlantic Ocean during autumn 1979. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 64: 829-857.
- Hartman, O. and K. O. Emery (1956): Bathypelagic coelenterates. *Limnol. Oceanogr.* 1: 304-312.
- Hunt, J.C. and D. J. Lindsay (1998): Observations on the behavior of *Atolla* (Scyphozoa: Coronatae) and *Nanomia* (Hydrozoa: Physonectae): use of the hypertrophied tentacle in prey capture. *Plank. Biol. Ecol.* (in press)
- Hunt, J.C. and D. J. Lindsay (1999): Methodology for creating an observational database of midwater fauna using submersibles: results from Sagami Bay, Japan. *Plank. Biol. Ecol.* (accepted)
- Hunt, J.C., J. Hashimoto, Y. Fujiwara, D. J. Lindsay, K. Fujikura, S. Tsuchida and T. Yamamoto (1997): The development, implementation, and establishment of a meso-pelagic and benthic-pelagic biological survey program using submersibles in the seas around Japan. *JAMSTEC J. Deep Sea Res.* 13: 675-685.
- Marshall, N. B. and N. R. Merrett (1977): "The existence of a benthopelagic fauna in the deep-sea." p483-497. In: *A voyage of discovery*. Edited by M. Angel, Pergamon.
- Marshall, and Diebel (1995): 'Deep-sea spiders' that walk through the water. *J. Exp. Biol.* 198: 1371-1379.
- Robison, B. H. and T. M. Lancraft (1984): An upward transport mechanism from the benthos. *Naturwiss.* 71: 322-324.
- Roe, H. S. J. (1988): Midwater biomass profiles over the Madeira Abyssal Plain and the contribution of copepods. *Hydrobiologia* 167/168: 169-181.
- Roper, C. F. E. and W. L. Brundage, Jr. (1972): Cirrate octopods with associated deep-sea organisms: New biological data based on deep benthic photographs (Cephalopoda). *Smithson. Contrib. Zool.* 121: 1-46.
- Sedberry, G. R. and J. A. Musick (1978): Feeding strategies of some demersal fishes of the continental slope and rise off the mid-Atlantic coast of the U.S.A. *Mar. Biol.* 44: 357-375.
- Smith, K. L., Jr. (1982): Zooplankton of a bathyal benthic boundary layer: In situ rates of oxygen consumption and ammonium excretion. *Limnol. Oceanogr.* 27: 461-471.
- Toyokawa, M., T. Toda, T. Kikuchi and S. Nishida (1998): Cnidarians and ctenophores observed from the manned submersible Shinkai 2000 in the midwater of Sagami Bay, Pacific coast of Japan. *Plankton Biol. Ecol.* 45: 61-74.
- Wishner, K. F. (1980): Aspects of the community ecology of deep-sea, benthopelagic plankton, with special attention to gymnopleid copepods. *Mar. Biol.* 60: 179-187.

(原稿受理：1998年7月31日)