

日本海における動物プランクトン生物量の 季節的・鉛直的分布

森岡泰啓・小牧勇蔵

Seasonal and Vertical Distribution of Zooplankton Biomass in the Japan Sea

YASUHIRO MORIOKA and YUZO KOMAKI

Abstract

A total of 537 zooplankton samples were collected by MTD net simultaneous horizontal tows and Q-net vertical dividing hauls from upper 500 m strata at a station adjacent to Sado Island monthly and at scattered stations in seasons except winter in the Japan Sea. Though the values of the biomass are very scattered, nocturnal increase at the surface layer was observed in summer-autumn in the warm-water area and in spring in the cold-water area. Zooplankton biomass showed two maxima in spring and autumn and minimum in winter. It was higher in cold-water area than in warm-water area in upper 500 m stratum, and sometimes *vice versa* in the lower 500 m. The zooplankton minimum was observed in 100–200 m layer throughout season and area. The zooplankton minimum layer is likely the very order between the tropical and subtropical fauna of the upper layer and the boreal kingdom of the lower layer in the warm-water area, and just a transient route for the diel migrants in the typical cold-water area. The top of the layer of zooplankton maximum being consisted of the boreal elements is well correlated with the 10–12 °C isotherm in the warm-water area. The annual mean amount of zooplankton in whole volume of the Japan Sea water is estimated at approximately 110 million tons in wet weight.

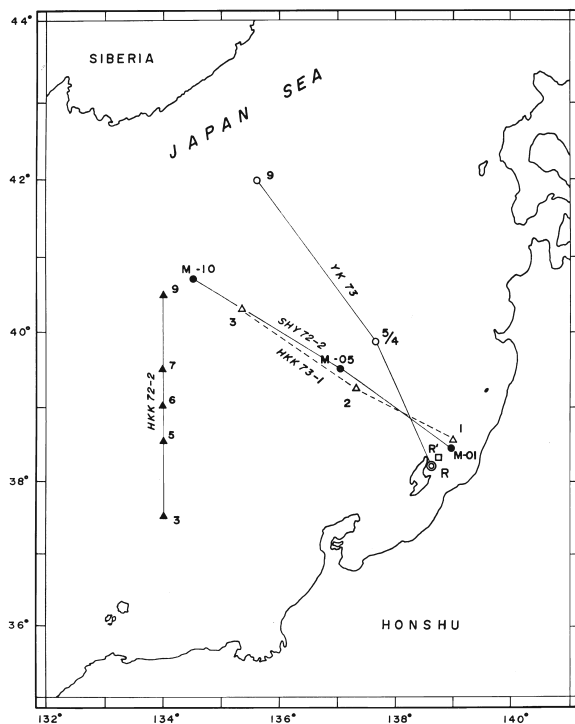
海洋における動物プランクトン生物量の測定例は近年急激に増加し、必ずしも充分とはいえないまでも、海洋ごとにそのおおよそを見積ることができるようになった（例えば太平洋海域では REID, 1962; 元田・箕田, 1972）。しかし、その見積りは表層の100m, 150mあるいは200m以浅の層についてであつて、それ以深の海洋の圧倒的大部分を占める中・深層については試料採集が容易でないため、その量的水準の検討は甚だ不十分な段階にあつて海洋の各層ごとの生物量を把握するには至っていない。海洋の第一次の生物生産活動は有光層であるおおよそ200m以浅に限られ、より高次の生物もそこに集中している観があるけれども、生物の生産・分解の全循環過程がその層内だけで完結するわけではないし、中・深層が中・深層性魚介類の索餌場であると同時に底棲性魚介類の生産の場である海底およびその近傍層と表層とをつなぐ層であることはいうまでもない。

本報文は、限られた場所、季節、水深における標本採集結果から採集物——体長およそ1 mm内外から1 cmに満たない程度の、甲殻類を主体とするいわゆる中型プランクトン——を分類学的な群に仕分けることなく、入網したプランクトン全量の鉛直分布の昼夜、季節、海域による変化を記述し、従来の資料を参照して日本海における動物プランクトン生物量を極く粗く推定しようとするものである。

I. 材料と方法

日本海区水産研究所は1972年10月から1974年4月までに佐渡島両津湾口に1つの定点 (Sta. Rと命名) を設け、調査船みずほ丸によつて概ね月に1回動物プランクトンの定量的採集を行なつた。それに加えて春季、夏季および秋季を代表すると思われる各月に、北海道区、遠洋および西海区各水産研究所の調査船北光丸、俊鷹丸および陽光丸により、日本海の中中部海域において同様の採集を行なつた (第1図)。ここで取扱つた試料は、MTD ネットの多層同時水平採集 (MOTODA, 1971) と MTD ネットの身網部そのままを3本のブライドルを有する口輪にとりつけて鉛直曳用につくり変え、口輪中央部に汜水計を装着し、シングルレリーズを施したQ-ネットの鉛直区分採集とによつて得られたものである。

MTD ネット曳は表面とおよそ300 m間の9~10層、すなわち、10mから75mまでの5層と100mから300mまでの4層とを規定層として2つのシリーズを組合わせて行なつたが、中部海域においては曳網層の間隔を拡げてさらに深部まで行われたこともあつた。また場合によつ



第1図 動物プランクトン採集地点。記号等の説明は第1表にあり。

Fig. 1. Location of sampling stations with Cruise No. Details are given in Table 1.

て、浅い方の採集と同時にQ-ネットの表面水平曳を併せた。これらの曳網において目的層が曳かれるよう配慮したが、海流、風、船などの条件によつて各採集間で採集層は必ずしも一定せず、また曳網中にネットの浮上・沈降がみられ、採集層にある程度の幅を生じた。しかし、後述の分布図にはその範囲の中間的な深さをもつて表わした。MTD ネットの曳網時間は30分、表面のQ-ネット水平曳は15分または30分であつた。Q-ネット鉛直曳採集はふつう水深100 mと表面との間をおもに100 mごとに区分するようにしたが、ワイヤ傾度の多様、ネット巻揚げ速度とメツセンジャー落下速度とのかねあいなどによつて、採集層がきちんと100 m単位にならないことが多かつた。資料整理の際には都合上、10 m単位で四捨五入した。

ネットの汙過水量および曳網深度の算出は、Q-ネット曳では鉛直曳の常法に従がい、MTD ネット曳ではMORIOKA (1975) と同じ方法によつた。ただし、MTD ネットの汙過率は0.9とした。使用した網地はいずれもサンライン・ニツプ(バイレン) #60で、その網目幅は3.26 mm × 3.57 mm、開孔率は42.6%である(森岡・小牧, 1977)。

得られた試料を船上でただちに約10%のホルマリン海水に浸漬し、実験室でゴミ、大型魚類、クラゲの大型破片等を肉眼下でとり除き、残り全標本の湿重量を手製の吸引汙過筒を用い、上皿直示天秤で10 mgの精度で測定した。得られた値を汙水量で除し、単位水量あたりの生物量とした。

分布量の昼夜変化を調べるため、MTD ネット曳は多くの場合昼夜1回ずつ組合せて行われたが、Q-ネット鉛直曳は昼間のみの場合が多かつた。ここで、昼および夜とは薄明および薄暮時を除いた時間帯を指し、それぞれ厳密に正午時および正子時を中心とした時間ではない。Sta. R とその極く近くに設けられた諸地点は同一の水塊に位置すると思われるので、予めSta. R に一括してとり扱つた。本報告で使用した標本数はMTD ネット曳45シリーズ430、Q-ネット曳21シリーズ107であり、採集の概要は第1表および文末の附表に示してある。

II. 結果と考察

1. 沿岸暖流域における分布

第2図にSta. R 海域においてMTD ネットおよびQ-ネットによつて得られた動物プランクトン量の昼夜の鉛直分布の季節変化を示した。プランクトン量は周年おおむね100 m以浅で多量である。春季には一年中で最も多く、200~800 mg/m³で、夏季には減少して100~200 mg/m³の水準となり、秋季には増大して200~300 mg/m³、そして冬季は周年で最低の数10 mg/m³程度である。四季を通じておよそ100~200 mに100 mg/m³未満の生物量極小がみられる。1973年早春の表層の生物量最大はその量を100 mg/m³ないしはそれを上廻る程度に減じながら晩春から下降し始めて夏-秋季には400~500 mに位し、晩秋には200~300 mに上昇する様子がうかがえる。この最大層は比較的大型の寒海性種によつて占められており、最大層の季節的な下降・上昇はおよそ10~12℃の等温線(第3図)対応している。しかし、冬季には生物量は表層から深層まで一貫して少ないために、最大および極小をたどることは難しい。1973年に比べて1974年には春の訪れは遅く、4月になつて生物量の増大が見え始めるが、生物群集を構成しているのは主に大型の珪藻類で、小型甲殻類は発生の初期にあつて生物量を支配するには至っていない。1972年7月および10月のおよそ400 m以深層に1973年にはみられない約500および1,000 mg/m³の生物集中があるが、年による違いか、あるいは同一海域として扱いはしたが、Sta. R から若干(約30マイル)離れていることによるのかは判然としない。

生物量が100 m以浅層において多い季節にはその層内の生物は夜間に昼間よりも多量なよう

第1表 本研究に用いられた標本
Table 1. Range of sampling depths and number

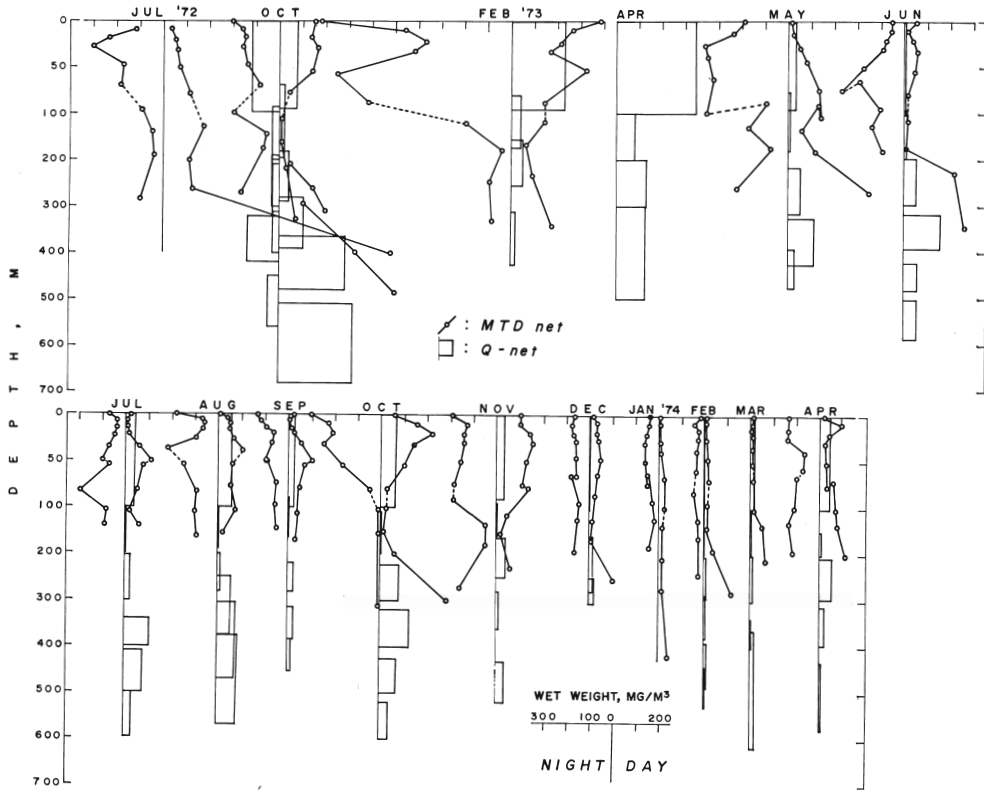
Cruise No.		HKK 72-2				
Sta. No.		3	5	6	7	9
Date		Apr. 27 1972	Apr. 28	Apr. 29	Apr. 30	May 1
MTD net	Night	13-345m ³⁾ (9)	—	—	13-365m (10)	11-355m ³⁾ (9)
	Day	12-380m (9)	12-85m (5)	13-100m (5)	—	12-385m (8)
Q-net	Night	—	—	—	—	—
	Day	—	—	—	—	—
Cruise No.		HKK 73-1			MZ 73-02	MZ 73-03
Sta. No.		1	2	3	R	R
Date		Apr. 25 1973	Apr. 26	Apr. 27	May 22	June 12-13
MTD net	Night	—	—	—	0-260m ¹⁾ (10)	0-190m ¹⁾ (10)
	Day	—	—	—	0-270m ¹⁾ (10)	0-345m ¹⁾ (10)
Q-net	Night	0-498m ¹⁾ (4)	0-679m (5)	0-624m (5)	—	—
	Day	—	0-658m (5)	0-440m (5)	0-473m ¹⁾ (5)	0-587m ¹⁾ (6)
Cruise No.		YK 73		MZ 73-07	MZ 74-08	
Sta. No.		9		R	R	
Date		Oct. 20 1973		Nov. 13	Dec. 20-21	
MTD net	Night	0-280m ¹⁾ (9)		0-270m ¹⁾ (10)	0-190m (10)	
	Day	0-330m ¹⁾ (10)		0-230m ¹⁾ (10)	0-255m (10)	
Q-net	Night	—		—	—	
	Day	0-801m (5)		0-520m ¹⁾ (6)	0-308m ¹⁾ (5)	

^{1, 2, 3)}: Details of sampling operation are given in MORIOKA 1975, 1976 and MORIOKA *et al.* 1977, HKK-, SHY-, MZ and YK- in Cruise No. are abbreviations of the name of research vessels Hokko

の採集深度と標本数（括弧内）
of samples (in parentheses) in each sampling

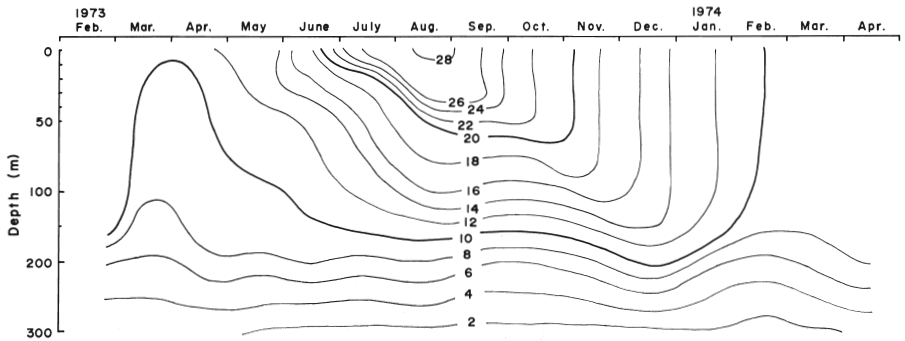
SHY 72-2			MZ 72-K1		MZ 73-01
M-01	M-05	M-10	R'		R
July 25	July 29	July 28	Oct. 9-15		Feb. 26-27 1973
10-285m ³⁾ (9)	13-290m (9)	11-285m ³⁾ (9)	0-270m ²⁾ (10)	65-260m ²⁾ (5)(dusk)	0-355m ¹⁾ (10)
11-400m (9)	10-280m (9)	10-250m (9)	0-484m ²⁾ (15)	55-220m ²⁾ (5)(dawn)	0-340m ¹⁾ (10)
—	—	—	0-559m (5)	—	—
—	—	—	0-680m ¹⁾ (6)	—	0-424m ¹⁾ (4)
MZ 73-04	MZ 73-05	MZ 73-06	YK 73		
R	R	R	R	5/4	
July 18-19	Aug. 19-20	Sept. 18	Oct. 16	Oct. 18	
0-165m ¹⁾ (10)	0-165m ¹⁾ (10)	0-145m (10)	0-310m ¹⁾ (10)	0-310m ¹⁾ (9)	
0-165m ¹⁾ (10)	0-155m ¹⁾ (10)	0-170m (10)	0-300m ¹⁾ (10)	0-310m ¹⁾ (9)	
—	—	—	—	—	
0-596m ¹⁾ (6)	0-571m ¹⁾ (6)	0-452m ¹⁾ (5)	0-600m ¹⁾ (6)	0-389m ¹⁾ (3)	
MZ 74-01	MZ 74-02	MZ 74-03	MZ 74-04		
R	R	R	R		
Jan. 23, 30 1974	Feb. 22, 24	Mar. 18, 20	Apr. 15, 17		
0-185m (10)	0-245m ¹⁾ (10)	—	0-195m (9)		
0-420m (10)	0-285m ¹⁾ (10)	0-210m (10)	0-205m (10)		
—	—	—	—		
—	0-530m ¹⁾ (5)	0-613m ¹⁾ (5)	0-577m ¹⁾ (5)		

respectively. Sampling data without remarks are given in Appendix Table of this text.
Maru, Shynyo Maru, Mizuho Maru and Yoko Maru of the Fisheries Agency.



第2図 定点Rおよびその近傍海域においてMTD ネット各層同時水平曳およびQ-ネット鉛直曳によって得られた動物プランクトン生物量の鉛直分布。

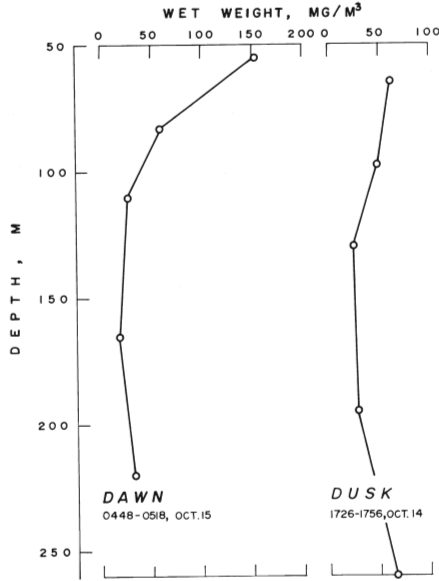
Fig. 2. Vertical distribution of zooplankton biomass obtained by simultaneous horizontal tows with MTD net and by vertical dividing hauls with Q-net at Sta. R and adjacent waters.



第3図 定点Rにおける温度(°C)の鉛直分布の季節変化(MORIOKA, 1975より)。

Fig. 3. Seasonal variation of temperature (°C) profile at Sta. R (after MORIOKA, 1975).

であるが、その鉛直分布の型が昼夜で著しく異なることによつて鉛直移動をうかがえるのは夏季から秋季にかけてである。これらの季節には昼間の分布層である10~20mから表面までの極く小規模の鉛直移動を行なつているようである。ここで議論を100m以浅に限定したのは、薄明、薄暮時の観察(第4図)から夜間100~200m以深から100m以浅に生物が上昇しないと考



第4図 1972年10月地点R'においてMTDネットによつて得られた動物プランクトン生物量の薄明および薄暮時の分布.

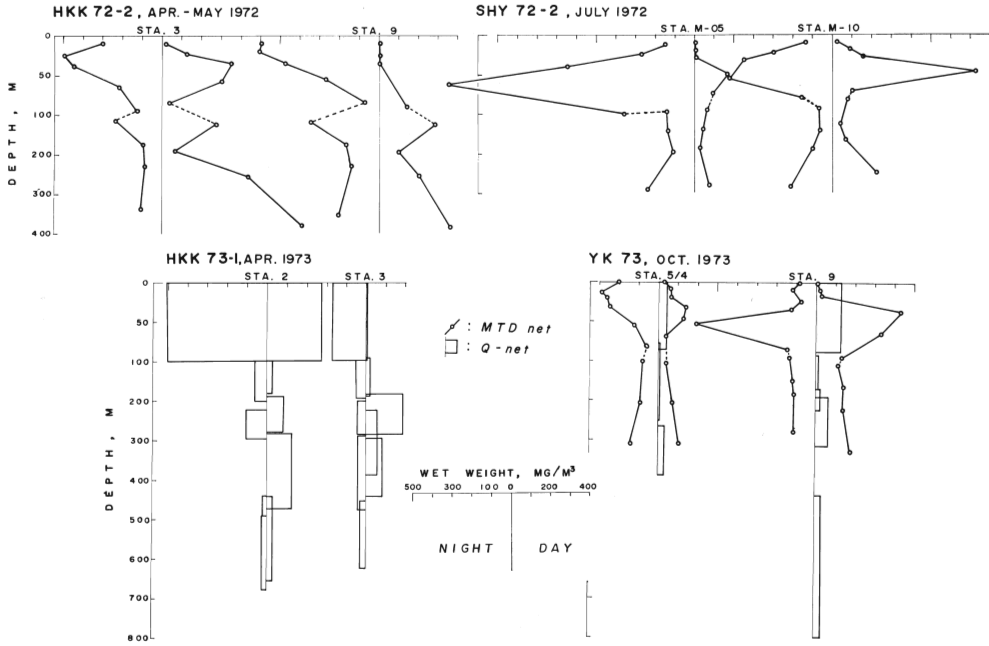
Fig. 4. Vertical distribution of zooplankton biomass obtained by MTD net tows at dawn and dusk at Sta. R', October 1972.

えられてのことであり、その理由は100~200 m以深と100 m以浅の生物相が明らかに異なつており、両者が棲息圏を原則として共有しない(MORIOKA, 1976)からである。つまり、さきの100~200 mの生物量極小層は表層の暖海性生物相と深層の寒海性生物相の分布の境界にあたるといえる。

2. 沖合寒流域における分布

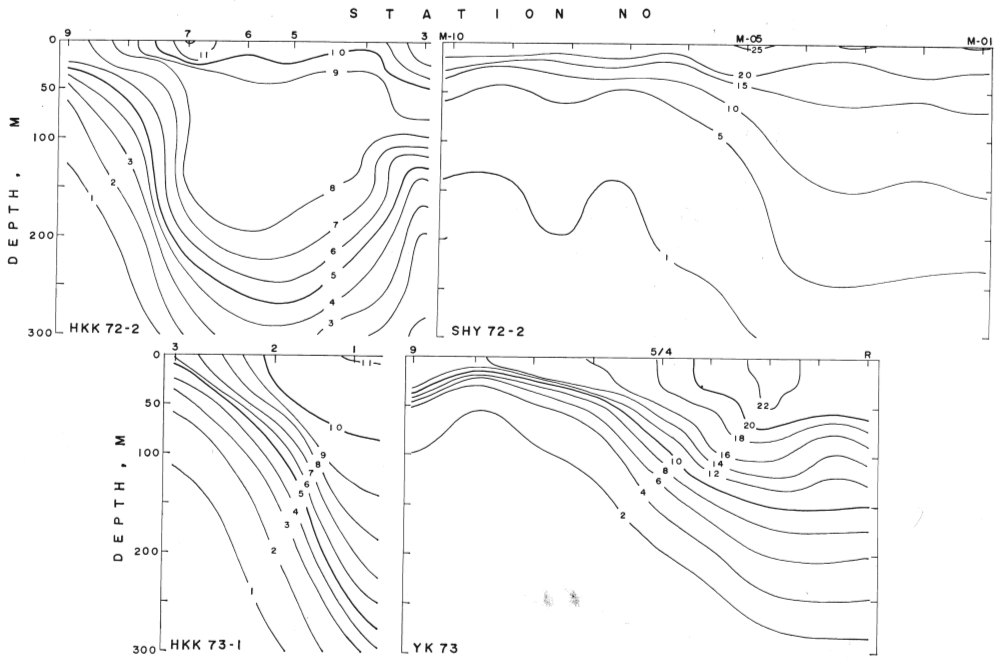
沿岸域に比較して沖合海域は春, 夏, 秋季とも生物量が多く, 最大層のそれは200 mg/m³から1,000 mg/m³の範囲にあつてふつう数100 mg/m³であつた。明らかな昼夜移動は春季の典型的な寒海域(HKK 72-2 航海, Sta. 9)にのみみられ, 生物量はそれ以外の季節, 場所では表面近くで100 mg/m³内外と少なく, 最大層は昼夜とも50~100 mにあつて, 100~200 mに100 mg/m³未滿の極小を示し, それ以深で僅か増加し, 500 m以深で再び減少する傾向がある(第5図)。生物量が表層において少ないのは, 寒流域といえども夏, 秋季には表面が温暖化するために寒海性種にとつて好適とはいえない条件となるからであらう。その温暖な層の厚さは生物量分布からYK 73航海のSta. 5/4では100 m, 同Sta. 9で20 m, SHY 72-2のSta. M-05, M-10で20~30 m, そしてHKK 72-2のSta. 3では10 m程度と判断される。この結果は各航海ともに温度の鉛直断面図(第6図)とよく対応している。表面近くの生物量が少ない層は沿岸流域の100~200 m層にみられた生物量極小と同じ性質のものでかつそれと連続して存在するものと考えられる。日本海における動物プランクトン量の鉛直分布の従来の研究(BRODSKY, 1941*; KUSMORSKAYA, 1950*; MESHERYAKOVA, 1954*; PONOMAREVA, 1954*; VINOGRADOV, 1968)のうちVINOGRADOV(1968)以外に何等かの生物量極小が示されており, そのほとんどが100~200 m

* ZENKEVITCH (1956) より引用, 以下同じ。



第5図 春季、夏季および秋季沖合海域における MTD ネット曳および Q-ネット曳による動物プランクトン生物量の鉛直分布。

Fig. 5. Vertical distribution of zooplankton biomass obtained by MTD net tows and Q-net hauls at scattered stations in selected months.



第6図 沖合海域各航海における温度 (°C) の鉛直断面。

Fig. 6. Temperature (°C) in vertical sections on the lines of some cruises appeared in Fig. 1.

に納まつている。これらの研究の対象海域は主に本節と同じ寒海域なので、今回観察されたいまひとつの極小、すなわち100~200mの極小は従来の報告のものと同じのものと推測される。VINOGRADOV (1968) の観察は採集層の間隔が広すぎるため、今回の結果と比較できない。100~200 m層の動物プランクトン極小は季節、海域を問わず普く日本海に存在するようである。

動物プランクトン量極小層がみられるのはひとり日本海だけに限らない。MOTODA and MORIOKA (未発表) がベーリング海および北部北太平洋の4地点において夜間2回、昼間3回のMTD ネット曳を表面から約1,000 m間に行なつたところ、昼夜にかかわらず生物量極大が200~400mにあり、夜間にはこのほか表面にも濃密な成層がみられ、その結果として約100 m層に生物量極小が形成された。

MORIOKA (1972) によると、親潮の支配する釧路沖海域で昼夜の別なく200~400 mに分布の中心を有する種および夜間その層から表層に極めて多量に上昇する種が橈脚類のうちいくつかある。夜間における極小の生成過程を理解するためには、昼夜1回ずつだけでない連続的な観察によつて多様な行動をもつプランクトンそれぞれの移動を追跡しなければならないが、約100m層の極小は、ある種の動物プランクトンの多くが昼間は200m以深に棲息し、夜間100m層を通過して表層に成層することによると考えることができよう。春季のSta. 9のごとく海表面から深層まで寒冷な水塊が占める純粋な寒海域における極小はいま述べた様式によつて成つたものと思われる。しかしながら、夏一秋季の沖合海域にみられる100~200m層の極小の生成はこの考えでは説明されない。BOGOROV and VINOGRADOV (1955) は千島海溝海域において100~200m層に動物プランクトン量極小を観察し、それが温度極小と対応していることを述べている。その海域はさきのMOTODA and MORIOKA (未発表) と同様な海洋構造をもつているので、BOGOROV and VINOGRADOV (1955) の観察がもし、昼夜の採集結果をこみにしてのことであれば、その極小もさきの極小と同質のものであらうと思われるのである。

3. 動物プランクトン生物量総量の見積り

本観察で得られた動物プランクトン生物量の値は、昼夜はもちろん各月ごとあるいは各層ごとにあまりに広い幅をもつて変化している。昼夜をこみにし、層の区分を大まかにして生物量が類似している月々をまとめて四季に分けることによつて、暖・寒両海域ごとに生物量の平均値を求めると第2表となる。最右欄は各季節の平均値の算術平均である。

これらの値を比較の対象がある寒海域の既往のそれ(第3表)と比べると、年平均においてBRODSKY (1941)* よりも全般的に低く、夏季にはMINODA *et al.* (1972) よりも表層で低く、深層で高いようである。MARUMO *et al.* (1972) はマイクロネットを主対象としているため網目がより粗いので、それとは比較できない。従来の研究(第3表)のうち、今回と同じ網目のネットを使用して夏季の寒海域の6地点で242標本を得たMINODA *et al.* (1972) および使用器具、標本数は不明ながら冬季寒海域のBRODSKY (1941)*、PONOMAREVA (1954)*の資料を第2表の当該の季節、海域の値にこみにして年平均を計算すると第4表A欄となる。生物量は500 m以浅層で暖海域では寒海域よりも少なく、500 m以深でその逆である。この結果は、VINOGRADOV (1961) の、生物量が浅層で多い海域では深層でも多く、浅層で少なければ深層でも少ないという考えに一致しないが、今回は深層の採集例が非常に少なかったことによるのかもしれない。寒海域と暖海域の海水の容量が各層ごとに同じであると仮定すれば、宇田(1936)より、それらは第4表B欄の値となる。生物量に水量を乗じてC欄の値を得る。暖海域の1,000~1,500 mの資料はないが、1,500 m以浅の日本海の動物プランクトン生体量の総量の年平均はおよそ1億1千万トンと計算される。

採集に協力された調査船北光丸, 俊鷹丸, 陽光丸およびみずほ丸の乗組員各位ならびに配船に基かれた関係各位に感謝する。

第2表 暖・寒2海域においてMTDネットおよびQ-ネットによつて得られた動物プランクトン生物量 (mg/m³) の各層の季節変化

Table 2. Seasonal variation of zooplankton biomass (mg/m³) in each stratum obtained by MTD nets and Q-net hauls in the warm and cold water areas

1) Warm-Water Area (Stas. R, R', M-01, 1, 5/4)

Stratum (m)	Spring		Summer		Autumn		Winter		Annual mean b)
	Mean ^{a)} (Number) ^{b)}	Range ^{c)} s. d. ^{d)}	a) b)	c) d)	a) b)	c) d)	a) b)	c) d)	
0-100	204.5 (42)	17.6-825.4 195.5	80.3 (78)	1.2-303.0 60.5	133.6 (59)	23.6-297.2 66.7	29.0 (53)	0.5-74.6 21.0	111.9 (4)
100-200	89.6 (17)	8.8-193.3 54.7	65.1 (23)	0.3-371.6 77.3	27.0 (23)	1.1-75.0 20.2	22.3 (17)	0.4-65.1 18.7	51.0 (4)
200-300	126.4 (9)	48.5-349.5 99.4	78.0 (7)	11.4-215.0 74.3	84.4 (18)	0.3-288.5 67.8	34.0 (9)	8.2-114.8 34.4	80.7 (4)
300-400	90.2 (6)	20.4-176.0 61.7	266.5 (6)	32.8-977.4 357.8	114.1 (11)	1.9-315.0 89.1	8.1 (2)	6.6-9.6 2.1	119.7 (4)
400-500	53.9 (3)	4.5-129.2 66.2	60.9 (4)	25.5-79.1 25.0	157.3 (6)	8.9-497.1 194.1	20.3 (4)	9.3-40.4 14.3	73.1 (4)
500-1000			61.8 (3)	29.8-98.0 34.3	178.7 (2)	39.0-318.4 197.6			120.3 (2)
Data source	Feb-May'73, Apr'74		Jul'72, Jun-Sep'73		Oct'72, Oct-Nov'73		Dec'73-Mar'74		

2) Cold-Water Area (HKK 72-2: Stas. 3-9, SHY 72-2, Stas: M-05, M-10, IKK 73-1: Stas. 2, 3, YK 73: Sta. 9)

Stratum (m)	Spring		Summer		Autumn		Winter		Annual mean b)
	a) b)	c) d)	a) b)	c) d)	a) b)	c) d)	a) b)	c) d)	
0-100	280.2 (38)	1.0-2172.4 368.6	247.2 (24)	5.1-1246.4 291.6	168.5 (14)	2.2-606.2 171.8			232.0 (3)
100-200	150.4 (14)	24.9-341.5 109.9	70.9 (8)	29.8-127.0 33.6	80.9 (5)	14.3-147.4 58.6			100.7 (3)
200-300	156.8 (10)	35.6-438.5 118.6	187.1 (4)	77.9-234.8 73.6	105.7 (3)	67.4-139.1 36.1			149.9 (3)
300-400	220.2 (9)	33.4-707.2 205.8			177.6 (1)				198.9 (2)
400-500	18.4 (1)								18.4 (1)
500-1000	24.3 (3)	22.2-27.8 2.9			29.9 (1)				27.2 (2)
Data source	Apr-May'72, Apr'73		Jul'72		Oct'73				

s. d.: standard deviation

第3表 従来の研究による日本海における動物プランクトン量 (mg/m³) の鉛直分布

Table 3. Vertical distribution of zooplankton biomass (mg/m³) in the Japan Sea by previous authors

Author	BRODSKY, 1941†		PONOMAREVA, 1954†		VINOGRADOV, 1968	MINODA <i>et al.</i> , 1972	MARUMO <i>et al.</i> , 1972	
Sea area	Northwestern		Northern		?	Cold water	Cold-water	Warm-water
Season	Winter	Annual mean	January mean		?	July-August	July-August	
0	313.....530				500			
50	305.....230		180			390.4(84).....290.0(6).....14.0(3)		
100	89.....120		70		300	62.1(75).....16.5(4).....12.5(2)		
200			150			58.4(40).....9.0(4).....14.5(2)		
300	147.....114		180			100.1(23).....14.5(2).....33.0(1)		
500	89.....90		170		220	76.3(11).....28.0(6).....14.5(2)		
1000			120		55	28.4(9).....7.5(2).....1.0(1)		
1500	0.3.....0.3				5.5			
2000								

Numbers in parentheses are those of samples

Values except for by BRODSKY, 1941 were introduced from text figures

†: cited from ZENKEVITCH 1956

第4表 日本海における動物プランクトン生物量の年平均

Table 4. Annual mean zooplankton biomass in the Japan Sea

Stratum (m)	Warm-water area			Cold-water area			Total zooplankton (10 ⁴ ton)
	A	B	C	A	B	C	
	Biomass (mg/m ³)	Vol. of water (10 ² km ³)†	Amount of plankton (10 ⁴ ton)	Biomass (mg/m ³)††	Vol. of water (10 ² km ³)	Amount of plankton (10 ⁴ ton)	
0 - 200	94.8	1,160.4	1,100.1	200.3	1,160.4	2,324.3	3,424
200 - 500	94.0	1,446.3	1,359.5	134.6	1,446.3	1,946.7	3,306
500-1,000	120.3	2,126.0	2,557.6	64.4	2,126.0	1,369.1	3,927
1,000-1,500	?	1,797.3	?	44.3	1,797.3	796.2	796+
Total			5,017+			6,436	11,453+

† Assuming that the volume of water of the warm area is the same as that of cold water area. Data of whole volume of water at each depth was derived from UDA (1936)

†† Data by BRODSKY (1941) and PONOMAREVA (1954) (both cited from ZENKEVITCH, 1956) in winter and MINODA *et al.* (1972) in summer were added to the authors' original ones of the cold water area

文 献

- BOGOROV, V. G. and M. E. VINOGRADOV (1955). Some essential features of zooplankton distribution in the northwestern Pacific Ocean. *Trudy Inst. Oceanol. Acad. Sci. USSR*, **18**: 113-123 (English translation by W. G. Van Campen, *Spec. Sci. Rep. -Fish.*, (192): 6-15, Washington, 1956)
- MARUMO, R., T. NEMOTO, M. OMORI, Y. AIZAWA, M. TERAZAKI, M. ARAKI, K. KAWAGUCHI, Y. KOMAKI, and T. HONDA (1972). Distribution of zooplankton collected with Norpac net, ORI net and IKMT. *Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH-70-4 (IBP Cruise)*: 16-22 and 47, Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo, 49 pp.
- MINODA, T., Y. MORIOKA and N. SHIGA (1972). Distribution of zooplankton collected with MTD net. *Ibid*: 23 and 48.
- MORIOKA, Y. (1972). The vertical distribution of calanoid copepods off the southeast coast of Hokkaido. In *Biological Oceanography of the Northern North Pacific Ocean* (Ed. A. T. Takenouchi *et al.*): 309-321, Idemitsu Shoten, Tokyo, 626 pp.
- (1975). A preliminary report on the distribution and life history of a copepod, *Pareuchaeta elongata*, in the vicinity of Sado Island, the Japan Sea. *Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, (26): 41-56.
- (1976). Vertical invasion of boreal calanoid copepods into the shallow warm stratum. *Ibid.*, (27): 91-101.
- 森岡泰啓・小牧勇蔵(1977). ブランクトンネット網地の網目幅と開孔率. 日水研報告, (28): 59-62.
- MORIOKA, Y., M. NAGAHARA and Y. KOMAKI (1977). Calanoid copepods as indicators of the cold watermass in the Japan Sea. *Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, (28): 51-58.
- MOTODA, S. (1971). Devices of simple plankton apparatus. V. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, **22**: 101-106.
- 元田 茂・箕田 嵩(1972). ペーリング海の生物群集. 海洋科学, **4**: 451-459.
- REID, J. L., JR. (1962). On circulation, phosphate-phosphorus content, and zooplankton volumes in the upper part of the Pacific Ocean. *Limnol. Oceanog.*, **7**: 287-306.
- 宇田道隆(1936). 日本海及びその隣接海区の海況(第2次). 水試報告, (7): 91-151.
- VINOGRADOV, M. E. (1961). Quantitative distribution of deep-sea plankton in the western Pacific and its relation to deep-water circulation. *Deep-Sea Res.*, **8**: 251-258.
- (1968). *Vertical distributon of the oceanic zooplankton*. Academy of Sciences of the USSR, Institute of Oceanography, Moscow. (English translation by A. Mercado and J. Salkind, IPST, Jersalem, 339 pp. 1970)
- ZENKEVITCH, L. (1956). *Biology of the Seas of the U. S. S. R.* (English translation by S. Botcharkaya, George Allen & Unwin Ltd., London, 955 pp. 1963)

附 表 動物プランクトン採集記録

Appendix Table. Plankton sampling data

Cruise No.	Sta. No.	Date	Hour	Depth (m)
MTD net Horizontal Tow				
HKK 72-2	3	Apr. 27, '72	1236-1405	11-12, 21-24, 32-36, 54-60, 80-90†, 119-133, 180-200, 240-266, 360-400†
	5	Apr. 28, '72	1246-1316	11-12, 21-24, 32-36, 54-60, 80-90†
	6	Apr. 29, '72	1240-1310	13, 26, 40, 67, 100†
	7	Apr. 30, '72	1944-2118	10-15, 20-29, 30-44, 50-74, 75-110†, 106-136, 160-205, 213-273, 266-341, 320-410†
	9	May 1, '72	1258-1328	12, 24, 36, 60, 90†, 119-136, 180-205, 240-273, 360-416†
SHY 72-2	M-01	Jul. 25, '72	1705-1845	10-11, 20-21, 30-32, 50-53, 75-80†, 133, 200, 266, 400†
	M-05	Jul. 29, '72	1403-1527	9-11, 18-21, 28-32, 47-53, 70-80†, 87-100, 130-150, 173-200, 260-300†
	"	"	2108-2228	13, 27, 40, 67, 100†, 87-107, 130-160, 173-213, 260-320†
	M-10	Jul. 28, '72	1404-1526	8-11, 16-21, 24-32, 40-53, 60-80†, 83, 125, 167, 250†
MZ 73-06	R	Sep. 18, '73	1330-1512	0, 5-8, 11-16, 16-24, 27-40, 40-60†, 47-67, 70-100, 93-133, 140-200†
	"	"	2110-2250	0, 5-8, 11-16, 16-24, 27-40, 40-60†, 30-67, 45-100, 60-133, 90-200†
MZ 73-08	R	Dec. 20, '73	1850-2015	0, 8-9, 16-19, 24-28, 40-47, 60-70†, 73-53, 110-80, 147-107, 220-160†
	"	Dec. 21, '73	0840-1003	0, 8-9, 16-19, 24-28, 40-47, 60-70†, 100-70, 150-105, 200-140, 300-210†
MZ 74-01	R	Jan. 23, '74	0113-0235	0, 7-13, 13-27, 20-40, 33-67, 50-100†, 50-73, 75-110, 100-147, 150-220†
	"	Jan. 30, '74	1157-1320	0, 13, 27, 40, 67, 100†, 140, 210, 280, 420†
MZ 74-03	R	Mar. 18, '74	1404-1543	0, 5-9, 11-17, 16-26, 27-43, 40-65†, 40-100, 60-150, 80-200, 120-300†
	"	"	1845-2021	0, 5-7, 11-13, 16-20, 27-33, 40-50†, 40-100, 60-150, 80-200, 120-300†
MZ 74-04	R	Apr. 15, '74	1417-1558	0, 7-13, 15-25, 22-38, 37-63, 55-95†, 37-100, 55-150, 73-200, 110-300†
	"	"	2136-2310	0, 7-8, 15-16, 22-24, 37-40, 55-60†, 60-70, 90-105, 120-140, 180-210†
Q-net Vertical Dividing Haul				
MZ 72-K 1	R'	Oct. 9, '72	1949-2123	99-0, 199-88, 500-185, 418-318, 559-452
HKK 73-1	2	Apr. 26, '73	1044-1212	100-0, 180-99, 280-187, 473-284, 658-447
	"	"	2107-2241	100-0, 198-106, 297-215, 491-442, 679-490
	3	Apr. 27, '73	1221-1356	98-0, 185-90, 280-179, 383-219, 440-291
	"	"	2103-2312	99-0, 196-102, 285-200, 481-290, 624-454
YK 73	5/4	Oct. 18, '73	0953-1035	87-0, 252-80, 389-265
	9	Oct. 20, '73	0902-1039	87-0, 227-170, 168-92, 315-189, 801-442

† Depths at which Depth Recorder was mounted