

ヒラメ増殖上の諸問題に関する基礎的研究

Ⅱ. ヒラメ幼魚とアミ類の分布量に関する一考察

安永義暢¹⁾・興石裕一²⁾

Basic Studies of Problems on the Propagation of Plaice, *Paralichthys olivaceus* II. A Consideration of Relation between Distribution Density of Juvenile Plaice and of Mysids

YOSHINOBU YASUNAGA¹⁾ AND YUICHI KOSHIISHI²⁾

Abstract

Relationship between the distribution of juvenile plaice, *Paralichthys olivaceus*, and their food animals was investigated in the coastal water at Igarashihama, Niigata City in summer of 1980. At first, composition of stomach content of juvenile plaice were examined and ninety two percent of them were mysids, equivalent to one to two percent of plaice in weight.

Then samples of mysids were sorted. They were composed of four species and dominant one was *Neomysis japonica* which accounted for ninety eight percent in number.

Nevertheless the density distribution of juvenile plaice was not correlative to that of mysids in this area. On the one side mysids were distributed abundantly along the river mouth bank and in the shallow zone (0-2 meter depth), while plaice were so in the more distant (200-400 meter from the bank) and deeper zone (2-4 meter depth).

ヒラメを対象として各地で種苗放流事業あるいは増殖場造成事業がはかられているが、いずれの事業においても害敵生物の防除とともに餌料条件の確保が主要な課題となる。ヒラメに限定される訳ではないが種苗放流量、増殖対象量を増大させようとするれば相対的に餌料条件の比重が高まる。

過去のヒラメに関する生態調査報告によれば地域によつて多少の相違はあるが幼稚魚期から未成魚期・成魚期にかけて、アミ類を主体とした小甲殻類～シラス類～魚類・イカ類、という餌料組成が示されている。同成長過程でのマダイがベントス類、植食動物、ネクトン類と多様な餌料組成を有するのとくらべてヒラメは比較的単純で、かつ、高次栄養の食性を有すると言えよう。

- 1) 〒314-04 茨城県鹿島郡波崎町海老台 水産工学研究所
(National Research Institute of Fisheries Engineering, Ebidai, Hazaki-cho, Ibaraki 314-04, Japan)
- 2) 〒951 新潟市水道町1丁目5939-22 日本海区水産研究所
(Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, Suido-cho, Niigata 951, Japan)

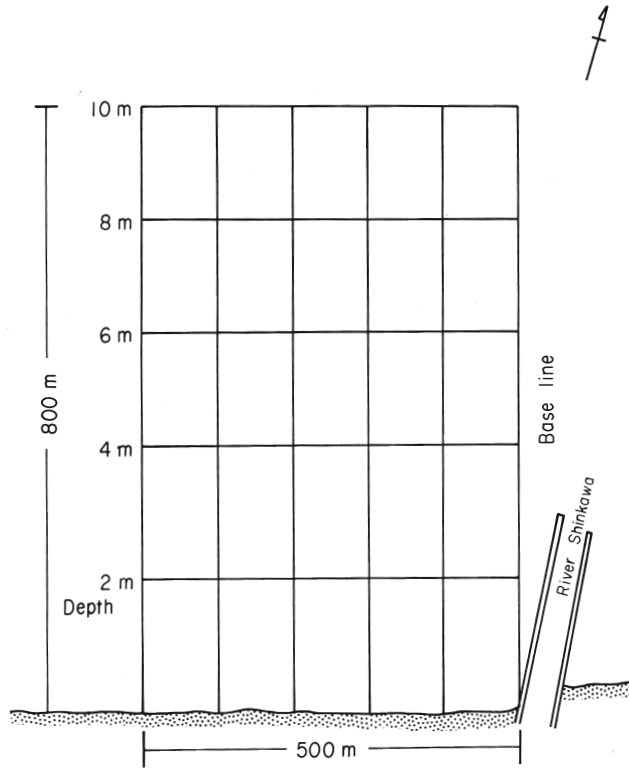
したがって、ヒラメの増殖をはかるにあたってはマダイ、カレイ類のような多様な食性を示す魚種の場合よりも餌料条件の確保に注意を払う必要があると考えられる。今回当面増殖の対象サイズとなる幼稚魚期（全長3～15cm程度）の主要餌料となつているアミ類をとりあげ、ヒラメの分布量との関係、ヒラメの増殖可能量等に検討を加えたので報告する。

1. 方 法

本調査は1980年に実施した。調査地点は新潟市五十嵐浜の新川河口左岸浅海域で、本海域は過去の生物調査でヒラメ幼魚とアミ類の分布が認められている。調査時期はヒラメ幼魚が確実に採集される7月～8月とした。今回調査対象としたのは同海域中河口堤防基部より海岸線に垂直に延ばした基線と同基線より500m左側の線、および水深10mの線で囲まれる水域で、本水域は細砂を主体とする底質からなるが、新川の影響を受けて泥質帯が点在する砂浜性海域である（第1図）。

ヒラメおよびアミ類の採集用具は以下の通りである。ヒラメは袋部の目合い5mm、網口幅1.7mの小型底曳網、アミ類は袋部の目合い1mm、1m×0.5mのアルミ製口枠のソリネットであるが、後者の場合目合いが細かく目づまりが生じて長距離の底面曳網は困難であるため口枠底部を5cmほど高くして用いた。

採集方法はヒラメ、アミ類の場合ともに海岸線から2m間隔の水深別、また、河口堤防側基線から100m間隔の距離別の2つの方式をとり、測距儀による定距離曳網によつた。曳網は各



第1図 ヒラメおよび餌料生物調査水域の区分図

Fig. 1. Blocking of the surveyed area for density distribution of *Paralichthys olivaceus* and food animals.

区域2回平均とし、直線的に曳くようにした。また、採集終了後底曳網については潜水によるヒラメの日視測定との比較により、ソリネットについては底面曳きとの比較により採集効率の検討を行った。

Ⅱ. 結 果

調査項目別に以下に結果を述べる。

1. ヒラメの分布

8月2日に水深別採集を、8月5日に距離別採集を行ったが両採集日に採集されたヒラメは総数51尾、平均全長86.9mmであった(第1表)。まず、水深別採集では2~4m層が14尾、曳網面積(網口幅×曳網距離)あたり 16.5×10^{-3} 尾/ m^2 ともつとも多く、次いで4~6m層、0~2m層となっており、深部の8~10m層では採集されなかつた(第2表、第2図)。

また、距離別採集では300~400m区域が8尾、採集面積あたり 8.5×10^{-3} 尾/ m^2 ともつとも多く、200~300m区域がこれに次ぎ、0~100m区域が1尾、 1.0×10^{-3} 尾/ m^2 と最小になっている(第3表、第3図)。

第1表 採集されたヒラメの全長および体重

Table 1. Total length and body weight of captured *Paralichthys olivaceus*.

Total catch (numbers)	Total length (mm)		Body weight (g)	
	Range	Average \pm SD	Range	Average \pm SD
51	55.1~130.8	86.87 \pm 16.47	1.47~17.85	6.55 \pm 3.64

第2表 ヒラメの水深別採集個体数、全長、体重および平米あたりの採集量と生息量

Table 2. Number, total length, body weight and actual and theoretical abundance of *Paralichthys olivaceus* in each range of depth.

Depth range (m)	Total catch (numbers)	Total length (mm)		Body weight (g)		Catch per area hauled (numbers/ m^2)	Theoretical abundance (numbers/ m^2)
		Range	Average \pm SD	Range	Average \pm SD		
0~2	6	75.7~101.1	89.1 \pm 9.24	3.97~9.33	6.47 \pm 2.09	7.1×10^{-3}	0.065
2~4	14	55.1~111.1	80.9 \pm 16.62	1.47~11.52	5.45 \pm 3.40	16.5×10^{-3}	0.150
4~6	9	60.7~85.8	71.6 \pm 7.44	2.11~5.99	3.55 \pm 1.14	10.6×10^{-3}	0.096
6~8	1	—	86.6	—	6.46	1.2×10^{-3}	0.011
8~10	0	—	—	—	—	0	0
Total	30	55.1~111.1	79.9 \pm 13.96	1.47~11.52	5.12 \pm 2.75	7.1×10^{-3}	0.064

2. ヒラメ胃内容物組成

採集したヒラメ全数の胃内容物を調べた。餌料生物種はアミ類、エビジャコ類、魚類の3種で、出現頻度はヒラメ個体別にみるとアミ類がもつとも高く47尾、ヒラメ全数の92.2%に、次いでエビジャコ類が4尾、同7.8%に、魚類が3尾、同5.9%に認められた。空胃の個体は1尾だけで空胃率2.0%であった(第4表)。

胃内容物の組成別に出現頻度をみるとアミ類の単独摂餌が43尾で空胃個体を除く86%を占めた。次いでアミ類とエビジャコ類、アミ類と魚類、エビジャコ類単独がいずれも2尾、4.0%、また、魚類単独、魚類とエビジャコ類は各1尾、0尾といずれも些少であった(第5表)。

第3表 ヒラメの河口堤防基線からの距離別採集個体数, 全長, 体重および平米あたりの採集量と生息量

Table 3. Number, total length, body weight and actual and theoretical abundance of *Paralichthys olivaceus* in each range of distance from the bank.

Distance range from the bank (m)	Total catch (numbers)	Total length (mm)		Body weight (g)		Catch per area hauled (numbers/m ²)	Theoretical abundance (numbers/m ²)
		Range	Average±SD	Range	Average±SD		
0~100	1	—	106.8	—	10.67	1.0×10 ⁻³	0.0091
100~200	3	82.5~94.0	90.2±6.64	4.97~7.97	6.96±1.72	2.7×10 ⁻³	0.025
200~300	6	89.7~123.8	101.2±12.13	6.07~16.50	9.53±3.71	6.5×10 ⁻³	0.059
300~400	8	74.7~112.3	90.4±13.95	3.63~13.04	7.13±3.33	8.5×10 ⁻³	0.077
400~500	3	83.4~130.8	108.3±23.80	5.36~17.85	11.63±6.25	3.6×10 ⁻³	0.033
Total	21	74.7~130.8	96.8±14.82	3.63~17.85	8.60±3.83	4.5×10 ⁻³	0.041

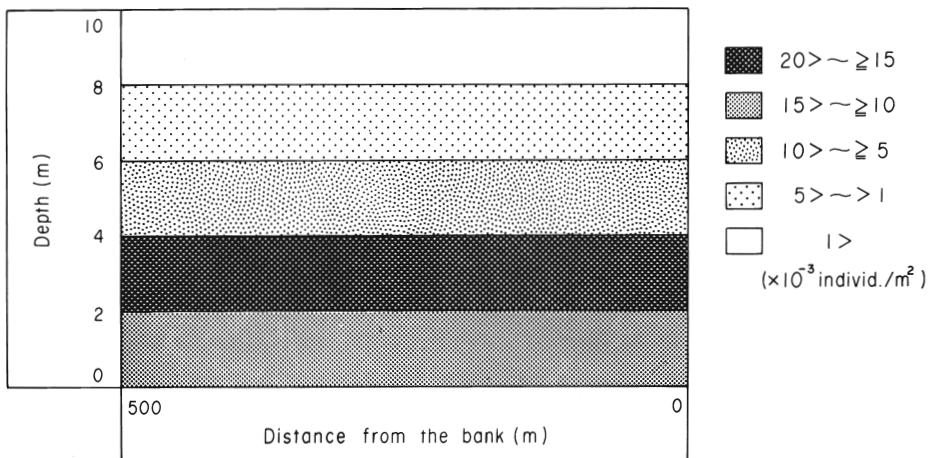
餌料組成とヒラメ全長の関係ではアミ類単独の個体もつとも小さく平均83.52mm, 次いでエビジャコ類または魚類の単独が101.50mm, アミ類とエビジャコ類または魚類の組み合わせが102.73mmの順であつた。また, アミ類単独摂餌個体とそれ以外の個体の全長には95%の確率で有意差が認められた(第6表)。

餌料生物中のアミ類に限定してヒラメ胃内の個体数, 湿重量を測定したが個体数で1~77, 平均23.32尾, 対ヒラメ体重比(wet/wet)で0.30~5.36%, 平均1.75%であつた(第7表)。

なお, 胃内のアミ類のうちハマアミ属 *Acanthomysis* sp. が9.8%, ニホンイサザアミ *Neomysis japonica* が39.2%であつたが, 消化が進んで査定不可能な個体が51.1%と多く, 全体の種構成を明確にするまでには至らなかつた。

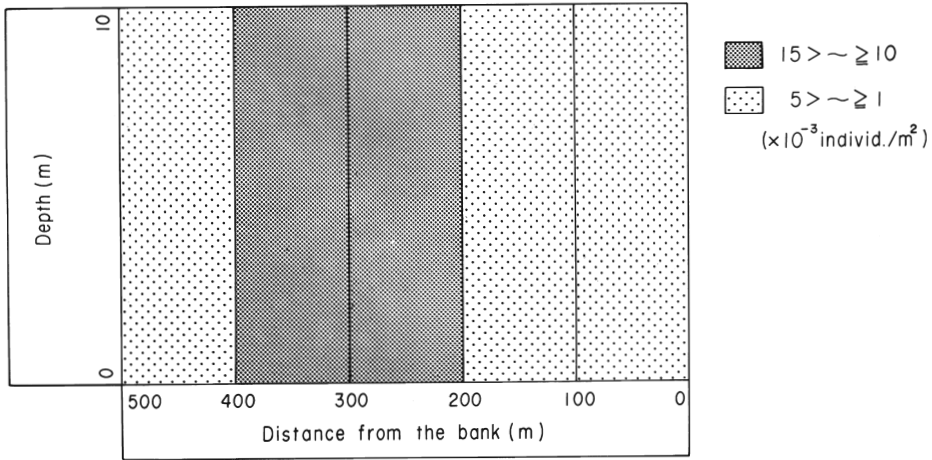
3. アミ類の分布

7月30日に水深別採集, 8月5日に距離別採集を行つた。両採集日を通じて採集されたアミ類および混獲甲殻類は各46,231個体, 12,595個体の合計58,826個体であつた。アミ類ではニホンイサザアミ *Neomysis japonica* が45,294個体でアミ類全数の97.97%と圧倒的に多く, ハマアミ属の1種 *Acanthomysis* sp. の911個体がこれに次いだ。その他の種類ではワタセヨアミ



第2図 ヒラメの水深別単位曳網面積あたりの採集量

Fig. 2. A change of *Paralichthys olivaceus* catch per square meter by depth.



第3図 ヒラメの河口堤防基線からの距離別単位曳網面積あたりの採集量

Fig. 3. A change of *Paralichthys olivaceus* catch per square meter by distance from the bank.

Siriella watasei koreana, *Archaeomysis grebnitzkii*, 不明1種の3種が出現したが個体数はあわせて26個体と些少であつた(第8表).

十脚類ではアキアミ *Acetes japonicus* が6,795個体で十脚類全数の53.95%を占めたが, 他は不明種の幼生期個体であつた.

アミ類採集量を水深別採集でみると0~2m層が500m曳網あたり23,600個体でもつとも多く, 次いで2~4m層の6,522個体であつた. 以下4~6m層が61個体, 6~8m層が9個体と急速に減少し, 8~10m層では採集されなかつた(第9表).

第4表 各種餌料生物摂餌ヒラメ個体数および全採集個体数(51尾)に対する比率

Table 4. Incidence of animal groups in the stomach of *Paralichthys olivaceus*.

Animal groups	Incidence	
	Number	Percentage
Mysidacea	47	92.2%
Crangonidae	4	7.8
Fish	3	5.9
Empty	1	2.0

第5表 各種餌料生物の組合せ別にみた場合の摂餌ヒラメ個体数, カッコ内はパーセント

Table 5. Incidence of animal groups in the stomach of *Paralichthys olivaceus* expressed in two-way combination. Percentages in parentheses.

Mysidacea	43 (86.0)		
Crangonidae	2 (4.0)	2 (4.0)	
Fish	2 (4.0)	0 (0.0)	1 (2.0)
Animal groups	Mysidacea	Crangonidae	Fish

距離別採集では曳網距離が490~670mと区域により相違しているが河口堤防側基線より100mまでが11,149尾ともつとも多い。以下100~400mまでは各区域1,300~1,700尾前後ではほぼ同

第6表 ヒラメ胃内容物中の各種餌料生物とヒラメ個体数および全長

Table 6. Relationship between total length of *Paralichthys olivaceus* and their food animals.

Food animals	Number	Range of total length (mm)	Average total length and reliable range (95%)
a Only Mysidacea	43	55.1~108.1	83.52± 4.16
b Mysidacea and (Crangonidae or Fish)	4	83.4~130.8	102.73±22.56
c Only Crangonidae or only Fish	3	84.4~111.1	101.50±14.80
d b+c	7	83.4~130.8	102.20±13.30

第7表 ヒラメ胃内容物重量体重比およびアミ類の出現数とその体重比

Table 7. Percentage of stomach contents weight against body weight, number of mysids in the stomach per fish and percentage of mysids weight in the stomach against body weight of *Paralichthys olivaceus*.

	Stomach contents weight against body weight	Mysidacea in the stomach	
		Numbers	Weight/BW
Range	0.19~7.38%	1~77	0.30~5.36%
Average	2.00	23.32	1.75
Standard deviation	1.57	17.13	1.30
Reliable range (95%)	2.00±0.44	23.32±4.90	1.75±0.38
Number of <i>P. olivaceus</i>	50	47	45

第8表 ソリネットによつて採集された甲殻類の種組成

Table 8. Species composition of crustaceans caught by a beam net.

Total catch (number percent)	Mysidacea (percent)				Macrura		
	<i>Neomysis japonica</i>	<i>Acanthomysis</i> sp.	Others	Total	<i>Aceles japonicus</i>	Others	Total
58,826	45,294 (97.97)	911 (1.97)	26 (0.06)	46,231 (100)	6,795	5,800	12,595
100%	77.0	1.5	0.04	78.6	11.6	9.9	21.4

第9表 ソリネット採集甲殻類の水深別個体数

Table 9. Catch of crustaceans by a beam net in each range of depth.

Depth range (m)	Haul distance (m)	Total catch of crustacean (numbers)	Mysidacea (numbers)				Macrura (numbers)		
			<i>Neomysis japonica</i>	<i>Acanthomysis</i> sp.	Others	Total	<i>Aceles japonicus</i>	Others	Total
0 ~ 2	500	29,290	23,392	208	0	23,600	4,366	1,324	5,690
2 ~ 4		8,556	6,509	12	1	6,522	1,449	585	2,034
4 ~ 6		155	27	34	0	61	31	63	94
6 ~ 8		28	9	0	0	9	9	10	19
8 ~ 10		0	0	0	0	0	0	0	0
Total		38,029	29,937	254	1	30,192	5,855	1,982	7,837

じレベルにあり、400～500mの区域は13尾と急減した（第10表）。

前述のようにアミ類ではニホンイサザアミが圧倒的な優占種であり、ヒラメ胃内容物としても確実に認められる点から本種についてのみ定量的検討を加えることとした。まず、水深別採集では曳網面積（網口幅×曳網距離）あたり0～2m層が個体数で46.8尾/m²、湿重量で59.04mg/m²でもつとも多く、2～4m層の同13.0尾/m²、36.21mg/m²がこれに次いだ（第11表、第

第10表 ソリネット採集甲殻類の河口堤防側基線からの距離別個体数

Table 10. Catch of crustaceans by a beam net in each range of distance from the bank of River Shinkawa.

Distance range from the bank (m)	Haul distance (m)	Total catch of crustacean		Mysidacea (numbers)			Macrura (numbers)		
		<i>Neomysis japonica</i> (numbers)	<i>Neomysis japonica</i>	<i>Acanthomysis</i> sp.	Others	Total	<i>Acetes japonicus</i>	Others	Total
0～100	584	13,016	10,526	606	17	11,149	333	1,533	1,866
100～200	667	2,696	1,732	13	0	1,745	200	752	952
200～300	540	2,430	1,356	2	0	1,358	191	881	1,072
300～400	552	2,612	1,742	25	7	1,774	214	624	838
400～500	489	43	1	11	1	13	2	28	30
Total		20,797	15,357	657	25	16,037	940	3,818	4,758

第11表 ニホンイサザアミの水深別平米あたりの採集量および生息量

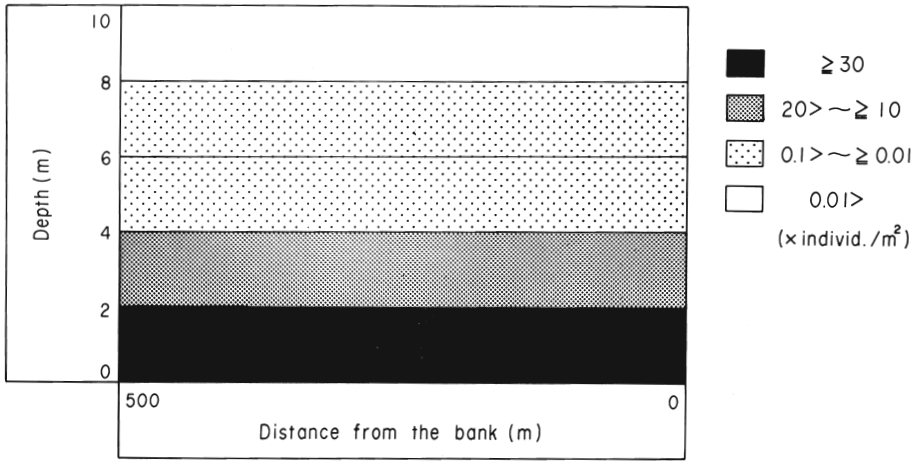
Table 11. Catch of *Neomysis japonica* per unit area and theoretical abundance of them in each range of depth.

Depth range (m)	Actual catch		Theoretical abundance	
	numbers/m ²	mg/m ²	numbers/m ²	mg/m ²
0～2	46.8	59.04	4,160.0	5.25
2～4	13.0	36.21	1,157.6	3.22
4～6	0.05	0.16	4.8	14.0×10 ⁻³
6～8	0.02	0.050	1.6	4.5×10 ⁻³
8～10	0	0	0	0
Total	11.97	19.09	1,064.8	1.70

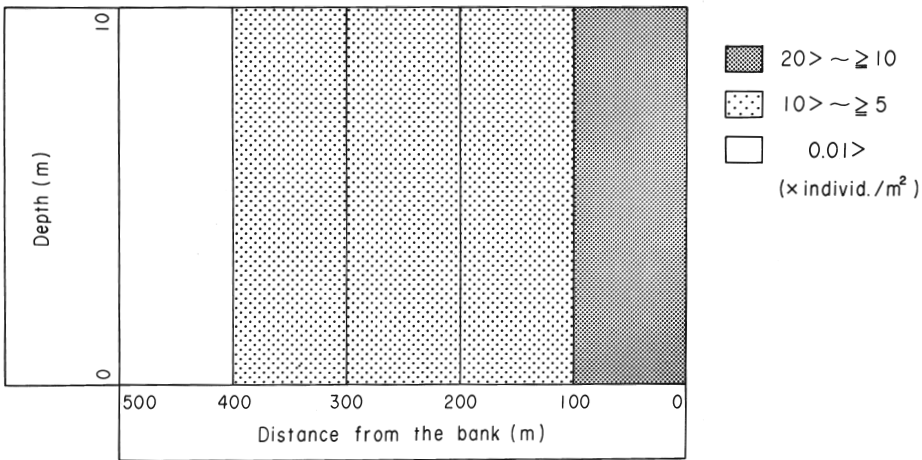
第12表 ニホンイサザアミの河口堤防側基線からの距離別平米あたりの採集量および生息量

Table 12. Catch of *Neomysis japonica* per unit haul area and theoretical abundance of them in each range of distance from the bank of River Shinkawa.

Distance range from the bank (m)	Actual catch		Theoretical abundance	
	numbers/m ²	mg/m ²	numbers/m ²	g/m ²
0～100	18.0	50.04	1,602.0	4.45
100～200	2.6	7.20	230.9	0.64
200～300	2.5	6.97	223.3	0.62
300～400	3.2	8.77	280.6	0.78
400～500	0.002	5.74×10 ⁻³	0.2	0.51×10 ⁻³
Total	5.3	14.60	467.5	1.30



第4図 ニホンイサザアミの水深別単位曳網面積あたりの採集量
 Fig. 4. A change of *Neomysis japonica* catch per square meter by depth.



第5図 ニホンイサザアミの河口堤防基線からの距離別単位曳網面積あたりの採集量
 Fig. 5. A change of *Neomysis japonica* catch per square meter by distance from the bank.

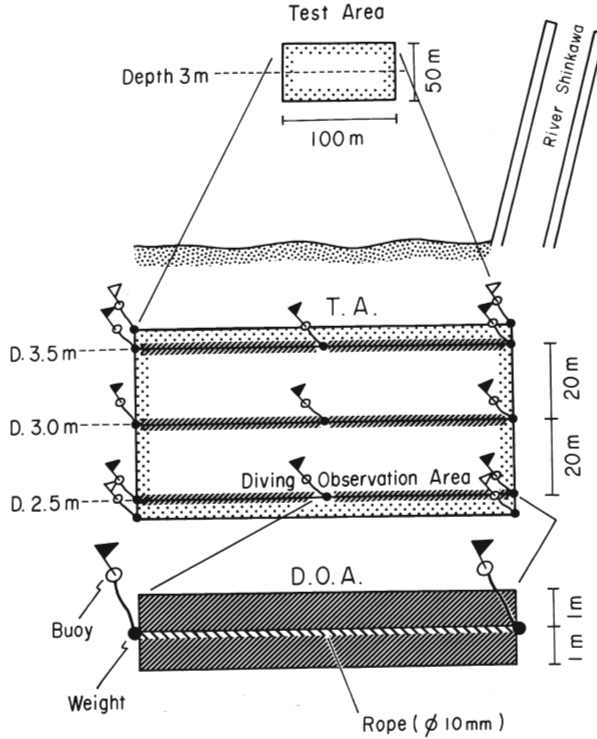
4図)。

一方、距離別採集では0~100m区域が同じく18.0尾/m²、50.04mg/m²ともつとも多く、100~400mの各区域が同2.5~3.2尾/m²、6.97~8.77mg/m²とほぼ同じレベルであった(第12表、第5図)。

4. 採集用具採集効率の測定

ヒラメの採集尾数の多かつた2~4m層を測定水深に選び潜水によるヒラメ幼魚の目視観察を行つた。潜水は予め沈設した長さ100mの目印用ロープに沿つて行い、潜水者1人につきロープの片側1mの範囲内に認められたヒラメの尾数を数えた。ロープは約20m間隔で3本沈設し、延べ6回の潜水観察を行つた。また、ロープ両側各1mの幅の決定は潜水者が長さ1mの塩ビ管を携行し、基準とする方法によつた(第6図)。

潜水調査に引き続き同調査区域内で底曳網の定距離(100m)採集を計9回行つた。まず潜水



第6図 ヒラメ採集用小型底曳網の漁獲効率の測定水域

Fig. 6. Test area and equipments used for measurement of catch efficiency of the small beam trawl net for *Paralichthys olivaceus*.

第13表 ヒラメの潜水観察による目視数 (x) と単位面積あたりの目視数 (X) および同水域での底曳網による採集個体数 (Y) と単位曳網面積あたりの採集量 (Y)

Table 13. Numbers observed (x) and those per square meter (X) by diving observation, and catch (y) and catch per square meter (Y) by a small beam trawl net of *Paralichthys olivaceus*.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Average	\bar{Y}_n / \bar{X}_n
x_n	4	2	3	4	1	4				3.0	0.1093
X_n	0.04	0.02	0.03	0.04	0.01	0.04				0.030	
y_n	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0.055	
Y_n	0	0	0	0.0059	0.0118	0	0.0059	0.0059	0	0.00328	

1回あたりの目視尾数は1~4尾, 平均3.0尾で目視面積あたり0.030尾/ m^2 であった。一方, 1曳網あたりの採集尾数は0~2尾, 平均0.55尾で曳網面積あたり0.00328/ m^2 であった。したがって, 目視による分布密度を基準とした底曳網の採集効率は約11%と計算された(第13表)。

次にアミ類の採集尾数の多かつた0~2m層を基準水深に選り沖合方向50m, 海岸線と平行に50mの範囲を設定し, 今回行つた離底曳と口枠底部を下げて海底面を曳く底面曳でのソリネットによるアミ類の採集量の比較を行つた。

離底曳、底面曳とも各5回の定距離採集を行つたがアミ類(ニホンイサザアミのみ)採集量は離底曳が0~22個体、平均7.40個体/ m^2 、一方、底面曳は335~1,057個体、平均658.0個体/ m^2 であつた。したがつて、底面曳を基準とした離底曳の採集効率は約1.13%と計算された(第14表)。

第14表 ソリネットによる底面曳(X')および離底曳(X)でのニホンイサザアミの採集個体数
Table 14. Comparison of the numbers of *Neomysis japonica* caught by beam net between on-bottom (X') and off-bottom (X) hauling.

n	1	2	3	4	5	Average	\bar{X}_n/\bar{X}'_n
X_n	22	3	0	7	5	7.40	0.01125
X'_n	335	367	543	1,057	538	658.0	

III. 考 察

幼稚魚期のヒラメの餌料としてアミ類が主要な役割りを果していることについては日本海ブロックでの過去のヒラメに関する生態調査報告書(鳥取水試, 1972; 島根水試, 1972; 京都水試, 1972; 富山水試, 1972; 秋田水試, 1972)で明らかにされている。したがつて、ヒラメ幼稚魚の分布がアミ類の分布と一定の関係を持つてであろうことは容易に想像されよう。

事実、ヒラメ稚魚が蝟集する河口周辺域にアミ類が多量に分布すること、また、ヒラメ幼稚魚の出現時期、出現量とアミ類の発生時期、発生量との間に類似性のあることが数例報告されている(西田ほか, 1974; 今林, 1980; 野沢, 1974; 梶川, 1974)。

今回の調査においてもヒラメ、アミ類がいずれも水深4m以浅に濃密に分布し、また、ヒラメの胃内容物としてアミ類が中心であることが明らかにされた。ただし、ヒラメとアミ類(ニホンイサザアミ)の平米あたり採集量の比較においては両者の値の間の相関は明確ではなく、水深別採集、距離別採集ともに採集量の最大となる区分は一致していない。換言すれば、アミ類の最大濃密部と認められる水深0~2m層、堤防基線から100mまでの間が必ずしもヒラメの最大分布域とはなつていない。

そこでヒラメとアミ類(ニホンイサザアミ)の分布をさらに細かく知るために便法として両者の水深別採集と距離別採集での各採集量のクロス平均値を下記のごとく求め、水深線と河口堤防基線とでできる各ブロックのみかけの採集量として表わすこととした。

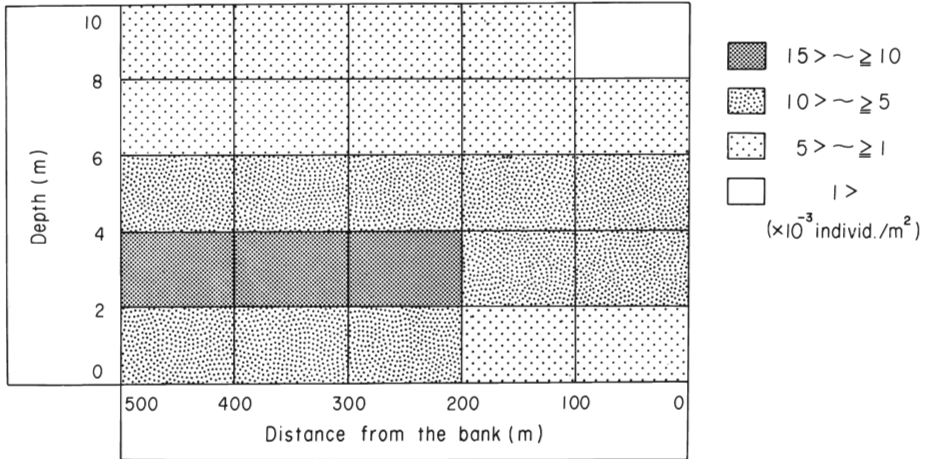
$$\{(水深 d_1 \sim d_2 \text{ 層の平米あたり採集量}) + (\text{距離 } l_1 \sim l_2 \text{ 間の平米あたり採集量})\} \div 2$$

$$= \text{水深 } d_1 \sim d_2, \text{ 距離 } l_1 \sim l_2 \text{ の線で囲まれるブロックのみかけ上の採集量}$$

上式による計算値はあくまでみかけの値を示すに過ぎず各ブロックの本米の採集量を表す訳ではないが、ブロック別にみたヒラメ、アミ類の分布の概要を把握する上では有効であろう。

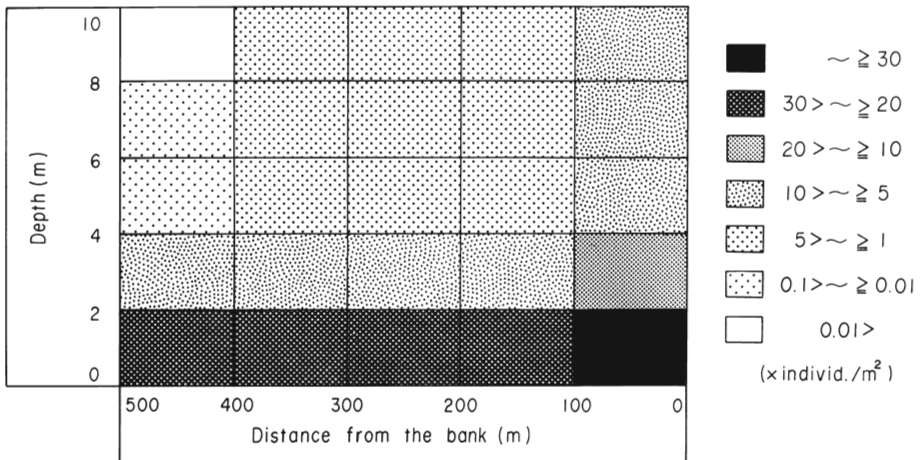
この方法によればまずヒラメの場合、水深2~4m、堤防基線から300~400mの線で囲まれるブロックに最大値 12.50×10^{-3} 個体/ m^2 があり、同ブロックを中心に分布する傾向が認められる(第7図)。一方、アミ類は水深0~2m、堤防基線から0~100mの線で囲まれるブロックに最大値32.40個体/ m^2 があり、同ブロックを中心に海岸線、堤防基線沿いに分布する傾向が認められる(第8図)。

このようにブロック別の比較でもヒラメとアミ類の主要な分布域は異なつており、両者のブロック別の平均採集量の間にも相関性は乏しい(第9図)。したがつて、ヒラメはアミ類を最重要の餌としながらも水深2m間隔、距離100m間隔というマイクロな面積スケールではその分布



第7図 ブロック別にみたヒラメの単位曳網面積あたりの採集量

Fig. 7. A change of *Paralichthys olivaceus* catch per square meter in each block.



第8図 ブロック別にみたニホンイサザアミの単位曳網面積あたりの採集量

Fig. 8. A change of *Neomysis japonica* catch per square meter in each block.

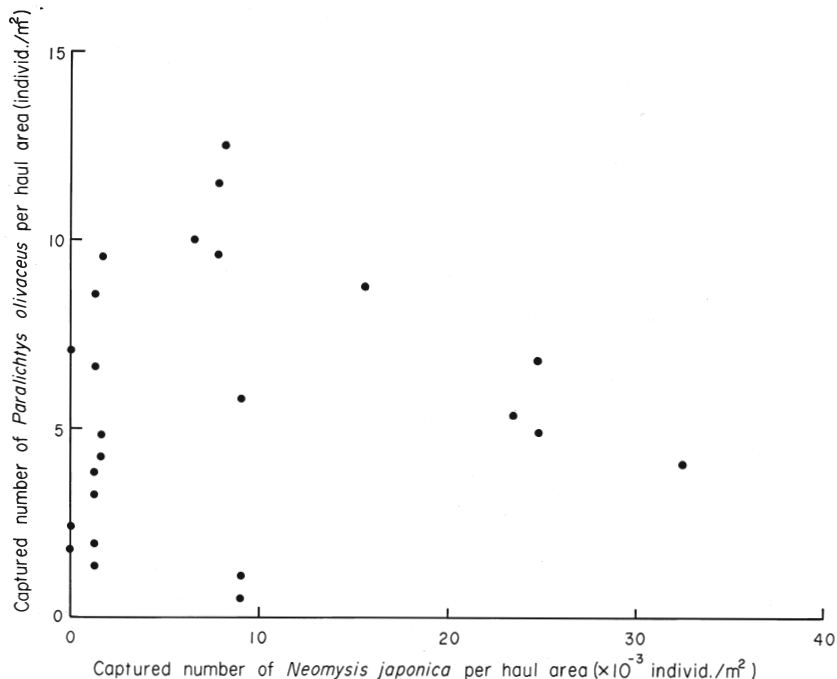
は必ずしも常時アミ類と一致する訳ではないとみられる。

この理由としては両者の採集量が生息密度に比例するという前提のもとで以下の諸点が一応考えられる。

- 1) 両者の最適生息環境条件が異なる。
- 2) ヒラメはその最大成長を確保し得る量のアミ類が存在する水域に分布する。

1)の点は特に距離別採集においてアミ類が堤防基線側に濃密であつたのに対してヒラメは基線から200~400mと離れた水域に濃密であり、堤防沿いの水域はむしろ少なかつたという結果に顕著に現われている。

今回の調査では環境調査を行なつていないので明確にはできないが新川河口からの河川水が向岸流との関係で堤防から汀線域にかけて滞留しやすく同水塊中に含まれる有機分(泥分)がアミ類の飼料として有効(村野, 1974)であれば当然アミ類が堤防から汀線域にかけて濃密に分布することが予想される。事実、アミ類の採集時同水域はアミ類とともにワラ屑その他の河川



第9図 ブロック別にみたヒラメおよびニホンイサザアミの単位曳網面積あたりの採集量の関係. $r = 0.11644$

Fig. 9. Relationship between densities of *Paralichthys olivaceus* and *Neomysis japonica* in each block. $r = 0.11644$

より流入したと見られるゴミの類やソリネットの網地への付着物の多い点が経験されている。

こうした懸濁物や沈澱物の多い水域が逆にヒラメの生息に適さないとすればアミ類の分布量は多くともヒラメの分布は少ないという現象に帰結するであろう。この点についてはアミ類、ヒラメ双方の理化学上の適正環境について、具体的には底質、底部形状と分布密度との関係を主とした調査を重ねることによつて明らかにしていく必要がある。

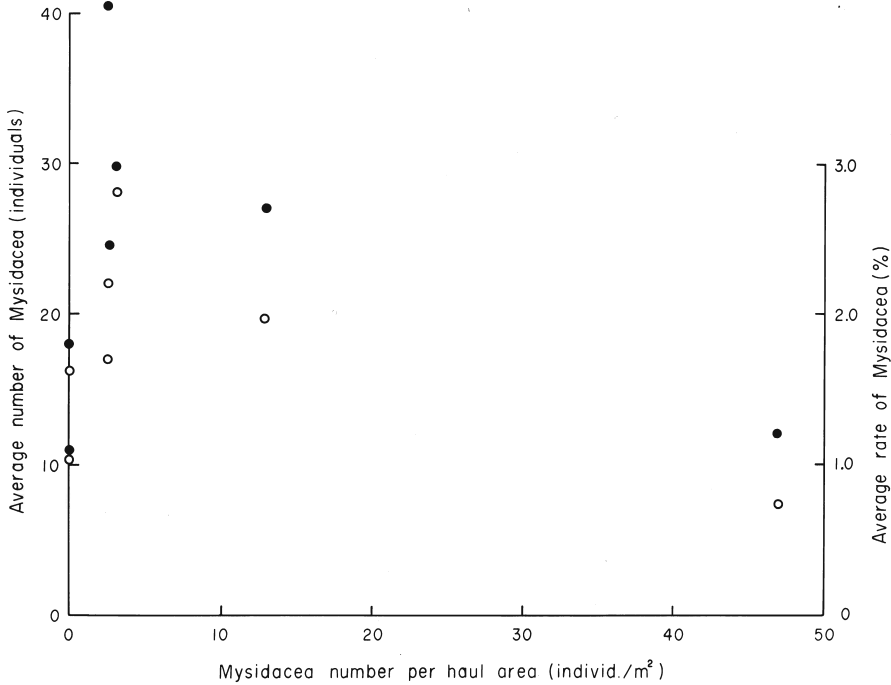
2)の点はヒラメがどの程度のアミ類の分布密度を成長のために必要とするのかということと関連しており、究極的には天然下でのヒラメの餌料要求量、栄養要求量の問題に結びつく。

生物の餌料要求量が基本的には生存のみを保証する量を最低値とし、成長途上においては最大成長速度を維持し得る量を最大値として索餌活動を行う、という仮定に立てばヒラメとアミ類の量的関係についても以下の解釈が与えられよう。

たとえば水深別採集においてアミ類の採集されなかつた8~10m層ではヒラメも採集されていない。アミ類に対する餌料依存性の強いこの時期のヒラメはおそらく前述最低値にも達していない程度のアミ類の生息密度にある同水深帯には分布せず当然より高密度の水深帯に移動することになる。

6~8m層になるとアミ類もヒラメも採集され、平米あたりの採集個体数の比率はアミ類/ヒラメとして $1.60 \times 10^{-3} / 1.18 \times 10^{-3} = 1.36$ となる。同様に4~6m層では1.02となり、ヒラメ採集尾数1尾あたり1~1.5個体の比率でアミ類が採集される水域であればヒラメは一応餌料条件が満たされ、同水域に分布するものと考えられる。

しかしながら、6~8m層、4~6m層の $1.60 \times 10^{-3} \sim 54.0 \times 10^{-3}$ 個体/ m^2 というアミ類の



第10図 水深別および距離別曳網におけるニホンイサザアミの単位曳網面積あたりの個体数とヒラメ胃中のアミ類の平均個体数（黒丸）および胃中アミ類のヒラメ体重比（白丸）の関係。 $r = -0.39454$ （黒丸）， $r = -0.57767$ （白丸）

Fig. 10. Relationship between *Neomysis japonica* density and mysids amount in the stomach of *Paralichthys olivaceus* in each depth or distance from the bank. Mysids amount in the stomach is shown in two ways: Solid circle; average number per individual *P. olivaceus*; Blank circle; average percentage of weight of mysids against weight of *P. olivaceus*. $r = -0.39454$ (solid circle), $r = -0.57767$ (blank circle).

採集密度がヒラメのアミ類必要量をどの程度満足させているかについては上記の採集量の比率からは不明である。この点についてはアミ類の曳網面積あたり個体数とヒラメの胃内のアミ類の平均個体数あるいは重量比が間接的な判断材料となる。

これによればヒラメ胃内のアミ類の量と同一採集水域のアミ類の曳網面積あたり個体数との間に明確な相関性は認められず、 $0.002 \sim 3.2$ 個体/ m^2 といった低いアミ類の曳網面積あたり個体数でもヒラメ胃内には重量比で $1.03 \sim 2.81\%$ のアミ類が捕食されている。逆に 46.8 個体/ m^2 といった高い採集密度の水域（水深 $0 \sim 2$ m 層）でも同重量比は 0.62% にとどまっている（第10図）。

前述アミ類とヒラメの曳網面積あたり個体数の関係で求めた水深別、距離別採集のクロス平均法をヒラメの胃内のアミ類の個体数および重量比についても適用し、アミ類の曳網面積あたり個体数との関係を求めたが、やはり両者間に相関性は認められない（第11図）。

したがって、ヒラメはアミ類の分布密度の些少な水域でも高密度の水域と比較して遜色なくアミ類を捕食しているとみられる。加えて空胃率やアミ類以外の生物の捕食率が各 2% 、 14% と小さかった結果（第4・5表）から一応アミ類は不足状態にはなかつたとみなせよう。

以上の諸点からアミ類の曳網面積あたり個体数の低い水域でも調査期のヒラメのアミ類必要量をほぼ満たしているため必ずしもアミ類の最大分布水域へ移動する必要性がなかつたものと理解される。

たとえば、アミ類はハッチ状に分布すると推定されており（平本，1974），仮に生息密度が小さくともハッチ状のアミ類を求めればヒラメは十分な量の捕食が可能と考えられる。

なお，ヒラメの分布とサイズの関係に関し，水深別採集では採集個体が1個体であつた6～8m層を除けば水深が浅くなるにつれ平均全長が大きくなつており，成長に伴つて浅部に移動してくる傾向がうかがえる（第2表）。

また，ヒラメのサイズと胃内容物組成の関係では全長100mm前後にアミ類から他の餌料への転換傾向が認められる（第6表）。この傾向は全長3～10cmではアミ類を主餌料とし，11～25cmではアミ類と魚類その他の混合摂餌となる（日本海北部ブロック，1972），あるいは120mm前後まではアミ類の占める比率が高いが120mmを越えると魚類の比率が高くなる（今林，1980），等の既往の知見とほぼ符合する。

ヒラメ胃内のアミ類量（ m ）が日間捕食量（ m' ）の何パーセントに相当するかを求めることは採集されたヒラメの摂餌状態，餌料豊度を判定する上で有効と考えられる。しかし，ヒラメに限らず天然下の魚類の日間摂餌量を測定することは現在のところ極めて困難である。したがつて，飼育条件下のヒラメの摂餌量をもとに近似的に求める以外ないがアミ類を餌料とした飼育実験例がないため配合飼料による実験例（興石ほか，1980）およびアミ類（*Neomysis integer*）の成分分析報告（RAYMONT *et al.* 1964）を援用して以下のごとく求めた。

アミ類を単独摂餌していた全長5.5～10.8cm，平均8.35cmのヒラメに関し，

a：胃内のアミ類の平均重量比（%）

b：配合飼料飼育実験における最大成長に必要な最小の体重あたり日間蛋白摂取量（%），
水温22～24℃（第12図）

c：アミ類の蛋白含有率（%）

d：bのアミ類相当量 = $\frac{b}{c} \times 100$

とすれば

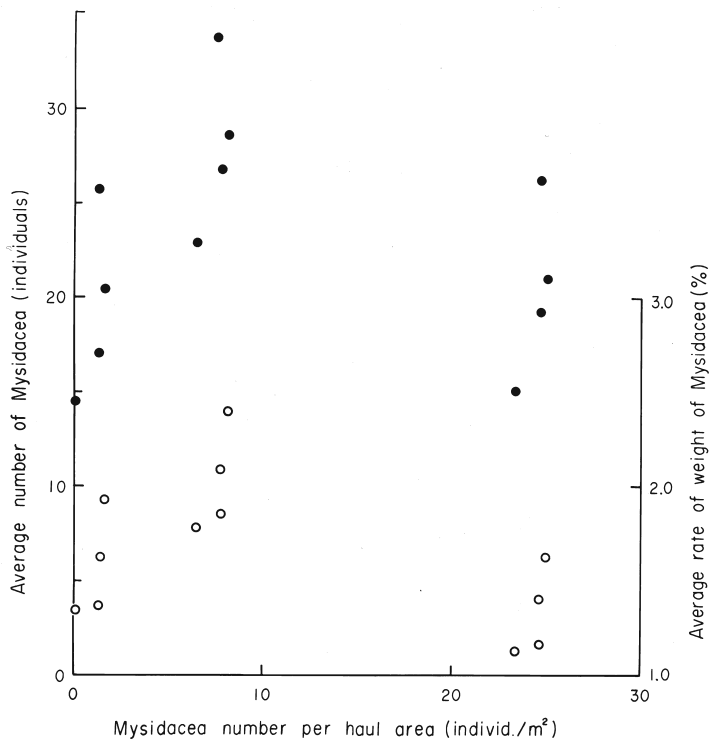
$$m/m' = a/d = \frac{a \cdot c}{b} \times 100$$

で求められる。ただし，配合飼料およびアミ類中の脂質各5.89%（wet），2.87%（wet）は蛋白に換算の上b，c中に含め，また，炭水化物は微量であるため無視する。

既往のデータにより $a = 1.75\%$ ， $b = 1.62\%$ ， $c = 20.70\%$ ，を代入すれば $m/m' = 0.2236$ ，約22.4%となる。この m/m' の逆数 $m'/m = 4.47$ は胃内容物の日間回転数を表わす。したがつて， m/m' ， m'/m の値より今回採集したヒラメの胃内のアミ類の量は日間捕食量の22.4%に相当し，1日約4.5回同量に相当する摂餌を行うということとなる。

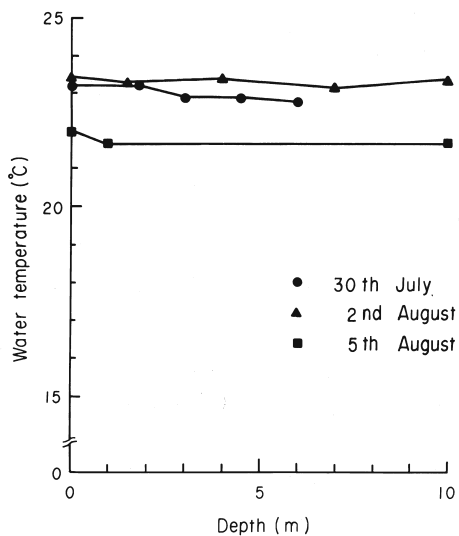
1日4.5回という摂餌は1日のヒラメの摂餌時間を調査期間中の日出～日没までの約14時間とすれば14/4.5 = 3.1時間/1回，となり，約3時間7分に1回の摂餌の割合に相当する。この摂餌頻度が調査水域でのヒラメのアミ類捕食の実態に適うか否かはさらにヒラメの摂餌生態に関する補足調査を必要としよう。ただし，調査対象サイズのヒラメがアミ類のみで最大成長を確保しようとするればアミ類の大きさからみてかなりの摂餌努力，あるいは濃密な同類のハッチとの遭遇が必要であろうことは容易に想像される。また，そのことがアミ類からエビ類，魚類などの大型餌料への転換の一要因となるとも考えられよう。

なお，アミ類とともにほぼ同サイズかやや大きめのアキアミを主体としたエビ類幼生が多量



第11図 ブロック別にみたニホンイサザアミの曳網面積あたりの個体数とヒラメ胃中のアミ類の平均個体数 (黒丸) および胃中アミ類のヒラメ体重比 (白丸) の関係. $r = -0.06368$ (黒丸), $r = -0.37155$ (白丸)

Fig. 11. Relationship between *Neomysis japonica* density and mysids amount in the stomach of *Paralichthys olivaceus* in each block. Solid or blank circle: see the footnote in Fig. 10. $r = -0.06368$ (solid circle), $r = -0.37155$ (blank circle).



第12図 調査水域における水深と底層水温の関係

Fig. 12. Depth and water temperature of the bottom layer in the surveyed area.

に混在しているにも関わらずヒラメ胃内には認められていない。その理由として第一点にヒラメのアミ類選択性の強さ、第二点にエビ類捕食のむずかしさが考えられる。後者についてはエビ類幼生とアミ類の遊泳層、成群性、逃避能力の差異についての調査が必要であろう。また、前者については幼稚魚期のヒラメの摂餌生態とアミ類の行動の関係、また、ヒラメの成長とアミ類中の栄養物質との関係等についての詳細な調査により今後明らかにしていく必要がある。

次にヒラメおよびアミ類の採集用具の採集効率についてであるがヒラメ採集については約11%、アミ類採集については1.13%という値が得られた。ヒラメ用底曳網の場合は潜水による目視でヒラメの実尾数を求めたが今後できれば大型水槽を用いた測定方法、あるいは写真撮映その他の機械的手段によつて直接分布密度を求め得る方法の開発が望まれよう。

一方、アミ類用ソリネットの場合底面曳での採集効率100%を前提としているがこの点の確認を含めヒラメ用底曳網と同様の方法の開発が望まれよう。いずれにせよ採集用具の採集効率の確認は対象生物の現存量を的確に求める上に不可欠であり、今後とも方法の改善をはかつて測定精度を高める努力が必要であろう。

なお、ヒラメ、アミ類ともに平米あたり採集量を採集効率で除することによつて生息密度が求められる(第2, 3, 11, 12表)。この値にもとづき調査水域内(面積 $500 \times 800 m^2$)のヒラメ、アミ類の総生息量が算出される。

まずヒラメの場合、水深別採集では

$$\begin{aligned} \text{平均生息密度} &= \text{平均曳網面積あたり採集尾数} / \text{採集効率} = 7.1 \times 10^{-3} / 0.1093 \\ &= 0.064 \text{尾} / m^2 \end{aligned}$$

$$\text{総生息尾数} = 0.064 \times 400,000 = 25,600 \text{尾}$$

同様に距離別採集では

$$\text{総生息尾数} = 0.041 \times 400,000 = 16,400 \text{尾}$$

となる。

一方、アミ類の場合ニホンイサザアミに限定されるがヒラメと同様の手順によつて水深別採集では

$$\begin{aligned} \text{平均生息密度} &= 11.97 \div 0.01125 \\ &= 1,064 \text{個体} / m^2 \end{aligned}$$

$$\text{総個体数} = 1,064 \times 400,000 = 425.6 \times 10^6 \text{個体}$$

同様に距離別採集では

$$\text{総個体数} = 471.1 \times 400,000 = 188.4 \times 10^6 \text{個体}$$

となる。

この計算結果ではヒラメ、ニホンイサザアミともに距離別採集における生息量の方が少なく見積られている。この理由としては

①距離別採集では曳網水深が0~10mと大きく変化するため曳網効率が低下する。

②アミ類のバッチがおもに海岸線と平行方向にひろがるよう形成される。

の2点が考えられる。

①については底曳網類の場合水深が大幅に変わると網のいわゆる“スキッピング”が生じやすくなり、一定水深曳網にくらべて採集効率が低下することは十分に予想される。②の点は潜水その他での確認が必要ではあるがアミ類の分布する汀線近くの水深帯は一般的に海岸線に平行な沿岸流が卓越すると予想される。沿岸流に影響されてアミ類が海岸線と平行方向にバッチを形成すると考えられぬことではない。

いずれにしろ今回の採集効率の測定はヒラメ、アミ類とも海岸線と平行に曳網し、水深別採集に準拠して行っていることから水深別採集での総生息量の算定に相対的な妥当性があると考えらるべきであろう。

ちなみに水深別採集でのヒラメとニホンイサザアミの総生息量を対比させると、個体数については

$$\begin{aligned} & (\text{ニホンイサザアミ総個体数}) / (\text{ヒラメ総生息尾数}) \\ & = 425.6 \times 10^6 / 25,600 = 16,625 \end{aligned}$$

重量 (g 単位) については

$$\begin{aligned} & (\text{ニホンイサザアミ平均生息重量} \times \text{調査面積}) / (\text{ヒラメ総生息尾数} \times \text{採集個体平均重量}) \\ & = (1.70 \times 400,000) / (25,600 \times 5.12) = 680 \times 10^3 / 131,072 = 5.187 \end{aligned}$$

となり、ヒラメ 1 尾あたりのニホンイサザアミの量は 16,625 個体、約 5.2 倍の重量となる。

平均 5.12 g のヒラメが 1 日につき捕食するアミ類の量は“ヒラメの胃内のアミ類の量とヒラメの日間摂餌量の関係”で d として既出し、体重の 7.83% (wet/wet) と算出された。したがって、調査水域内のヒラメが最大成長を得る最小の日間アミ類捕食量は (ヒラメ総生息重量) \times 0.0783 = 10.263 \times 10³ g 約 10.3 kg となる。したがって、上記ニホンイサザアミの総重量 680 kg は 680 \div 10.263 = 66.25 日、約 2 カ月分の捕食量に相当する。実際には 2 カ月経過すればヒラメの平均全長は 10 cm を越え、アミ類から他の大型餌料へ食性転換されよう。したがって、アミ類を主餌料とする小型のヒラメが調査水域内に多少加入してきてもアミ類の量は十分であり、同水域でのヒラメの分布量および成長に対してアミ類の量が制限要因になる可能性は小さいと一応判断されよう。

ただし、以上の論議は以下の i), ii) の前提条件を要する。

i) 採集されたニホンイサザアミの全サイズが捕食対象となる。

ii) 採集されたニホンイサザアミの寿命は採集時点から 2 カ月以上ある。

i) の点はヒラメ胃内のアミ類の種の査定と体長の測定によつて今後明らかにする必要がある。ii) についてはニホンイサザアミの生活史 (石川ほか, 1951), あるいは近縁種のイサザアミ *Neomysis intermedia* の成長 (村野, 1964), に関する知見から本種は成体に達するまで約 1 カ月、寿命はふ化後約 2 ~ 3 カ月とみられる。仮に未成体も含め全サイズが餌料対象になるとすればヒラメの捕食期間は 2 ~ 3 カ月間となり、成体のみが餌料になるとすれば 1 ~ 2 カ月間となる。

今回採集されたニホンイサザアミの成体がふ化後何カ月経過しているか未検討であり、どの程度の余命を有するか不明である。ただし、水深別採集、距離別採集における 1 個体あたりの重量は 1.26 ~ 3.20 mg にあり、同重量と分布密度の関係では平均 1.26 mg の小型群の分布密度が 2.5 ~ 3.2 mg の中・大型群よりはるかに大きい (第 11, 12 表)。したがって、大型群が寿命に達し減少しても中・小型群の成長でカバーされるとすれば、ニホンイサザアミの分布量が急速に減少してヒラメが餌料不足の状態になる恐れは少ないと考えられる。

IV. 結 語

以上採集量、推定分布量にもとづきヒラメとアミ類の量的関係を検討し、調査水域内でのヒラメのアミ類餌料条件は満たされていると判断されるとの一応の結論を得た。

しかしながら、現存量のみを基礎として魚と餌生物の関係を論じるには本論のごとく多くの仮定条件の設定、検討が必要であり、自ずと理論の展開に限界を生ずる。

たとえば天然発生群の 2 ~ 3 倍の量のヒラメを新たに増殖しようとするれば当然現存のアミ類

だけでは天然群との間に競合が生じ、両群とも餌料が不足する可能性がある。増殖しようとするヒラメの量に見合ったアミ類の発生、増産が見込めるかどうかについてはアミ類の生産力についての基本的な検討が不可欠となる。

ヒラメに限らず増殖対象魚類の増産目標量が天然発生量に対して小さい場合は餌料条件を厳密に考慮するまでもなからうが、増産量を天然発生群の数倍にするとした場合には魚、餌生物双方の成長、減耗、対象水域での集散、環境条件変化、等の時空間的要因を十分検討しておく必要がある。

本論を終えるにあたり調査に種々の御助力を頂いた日本海区水産研究所浅海開発部第3研究室田中室長、同赤嶺技官、同長沼技官に深謝の意を表す。

また、本研究は水産庁沿岸漁場整備開発事業調査として昭和54～55年度の2カ年にわたり行った「浅海域における異体類（ヒラメ）幼稚仔の生理生態に関する研究」の一部であることを付記し、同研究開始に際し種々御尽力頂いた水産庁小金沢研究管理官にあわせて深謝いたす次第である。

文 献

- 秋田県水産試験場 (1972). 日本海栽培漁業漁場資源生態調査報告書
- 平本義春 (1974). 餌料生物分布調査. 鳥取水試報告 (15) : 60~64.
- 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-I 個体群の種内関係. 日本水誌, 46(4) : 427~435.
- 石川 昌・大島泰雄 (1951). ニホンアミ *Neomysis japonica* NAKAZAWA の生活史について. 日本水誌, 16(10) : 461-472.
- RAYMONT J. E. G., J. AUSTIN and EILEEN LINFORD (1964). Biochemical studies on marine zooplankton, I. The biochemical composition of *Neomysis integer*. *J. Cons. Explor. Mer.*, 28(3) : 354-363.
- 梶川 晃 (1974). 発育段階別の食性. 鳥取水試報告 (15) : 25~33.
- 興石裕一・安永義暢 (1980). ヒラメ幼稚魚の栄養生理に関する二・三の知見. 日本研報告 (31) : 33~40.
- 京都府水産試験場 (1972). 日本海栽培漁業漁場資源生態調査事業結果報告
- 村野正昭 (1964). イサザアミ, *Neomysis intermedia* CZERNIAWSKY の漁業生物学的研究, IV. 生活史, 特に成長について. 水産増殖, 12 : 109-117.
- (1974). 海洋学講座 10 海洋プランクトン (九茂隆三編 東大出版会) : 111~128.
- 日本海北部ブロック (1972). 日本海栽培漁業漁場資源生態調査結果概要
- 西川輝己・野沢正俊・網尾 勝 (1974). 鳥取砂岸沿岸域におけるアミについて-I, 鳥取水試報告 (19) : 1~52.
- 野沢正俊 (1974). ヒラメ稚魚前期の分布. 鳥取水試報告 (19) : 6~15.
- 島根県水産試験場 (1972). 日本海栽培漁業漁場資源生態調査報告書
- 鳥取水試報告 (1972). 日本海栽培漁業漁場資源生態調査報告書
- 富山県水産試験場 (1972). 日本海栽培漁業漁場資源生態調査報告書