

霞ヶ浦におけるテナガエビ資源量の経年変動

— 1970年代と1980年代後期との資源量の比較 —

根本 孝 庄司 邦男*

Estimation of population dynamics of *Macrobrachium nipponense* in Lake Kasumigaura

— comparison of population between 1970' s and 1984-1992

Takashi NEMOTO

Kunio SYOJI *

Abstract

This paper estimates the population dynamics of *Macrobrachium nipponense* in Lake Kasumigaura for the two terms, (A)1971-1979 and (B)1984-1992.

From statistical analysis, main fishing gear and main fishing season for prawn are changed between the two terms. In the term (B), main fishing season are shifted to the young stage of prawn compared by term(A). By Delury model, number of annual recruitment are estimated as 16.8×10^9 (Max.) and 8.9×10^9 (min.)

These results suggest (1) shifting of main fishing season to young stage of prawn is cause of decreasing annual yield and stock and (2) reproduction rate is effected by number of stock and water temperature in the spawning season.

key words ; prawn, population dynamics, Kasumigaura, fishing structure, *Macrobrachium nipponense*

はじめに

霞ヶ浦におけるテナガエビの漁獲量は1971年から急激に増大し、それ迄1000トン台程度で推移していた漁獲量は300トン以上になり、1975年には過去最高の4305トン

を記録した。これ以降は徐々に減少傾向を示し、現在は2000トン前後で推移している。

これまでテナガエビの資源量推定に関する報告は少なく、テナガエビの豊漁時期と現在との資源量の比較はなされていない。しかも近年になるにつれて、テナガエビに対する主要漁法が張網から漁船漁法へと変化がみられるため、この操業形態の変化が漁獲量変動に影響を及ぼしているともいえる。

ここではテナガエビ漁獲量が大きく変動下1970年代と現在(1984年から1992年)の漁獲統計の分析から、操業形態の変化を検討し、資源量の推定を試みた。

あわせて1985年から1994年に行ったテナガエビの現存量調査から再生産と環境要因についても検討した。

漁獲統計資料の分析にあたっては、御協力と有益な御助言をいただいた農林水産省茨城統計情報事務所ならびに同出張所の方々に厚く御礼申し上げます。

方 法

資源量推定のための基本統計資料は、テナガエビの月別漁法別漁獲量統計であるが、これは農林水産省茨城統計情報事務所の漁獲統計の原票をもとに、独自に再構成したものである。

解析期間は1971年から1979年まで(以下A期とする)と、1984年から1992年まで(以下B期とする)である。

* 水産振興課

Fishing Industry Promotion Division

テナガエビの月別体重は、これまでのトロール調査及び張網調査など各種調査結果を収集整理したもから、曳網調査及び張網調査毎に平均体重を求めた。ここで1973年から1979年までの平均月別体重をA期の、1986年から1992年までの平均月別体重をB期の月別体重とした。平均月別体重の求められなかった欠測月の値については、同年代間、同一漁法間で比較した平均月別体重の回帰式から推定した。

資源量(N_0)との間には以下の関係がある。

$$(C/X) = q N_0 - q K t \quad (1)$$

$$\ln(C/X) = \ln(q N_0) - q E t \quad (2)$$

C : 漁獲量

X : 漁獲努力量

q : 漁獲効率

$K t$: (t-1)期までの累積漁獲量

$E t$: (t-1)期までの累積努力量

N_0 : 初期資源量

本報告では(1)、(2)式の2つの関係式を用いて資源量を推定し、さらに得られた推定値の算術平均値を初期資源量とした。このときテナガエビの漁獲は複数の漁法によって行われているため、漁獲努力量の標準化を行った。

テナガエビ漁における複数の漁法とは、漁船漁業のトロール、いさごろ曳網と定置性漁業の張網、笹浸の4漁法であり、漁獲努力量の標準化についてはいさごろ曳網を基準とした。補正係数については、以下の換算式により期別にそれぞれいさごろ曳網との比較を行った。統計上いさごろ曳網漁が記録されなかった期があり係数が求められない場合は、期別補正係数の平均値をもちいた。

漁獲努力量の換算：

漁期 i において、基準漁法 a の漁獲量を $C(ia)$ 、努力量を $X(ia)$ とするとき、漁法 b の換算努力量 $X(ib)'$ は、その補正係数を $k(iba)$ とすると

$$X(ib)' = k(iba) * X(ib)$$

$$k(iba) = CPUE(ib) / CPUE(ia)$$

$$= (C(ib) / X(ib)) / (C(ia) / X(ia))$$

である。

結 果

(1) 年間漁獲量の変動傾向

1969年から1993年までのテナガエビの漁獲量の推移を示した(図1)。2つの分析期間における

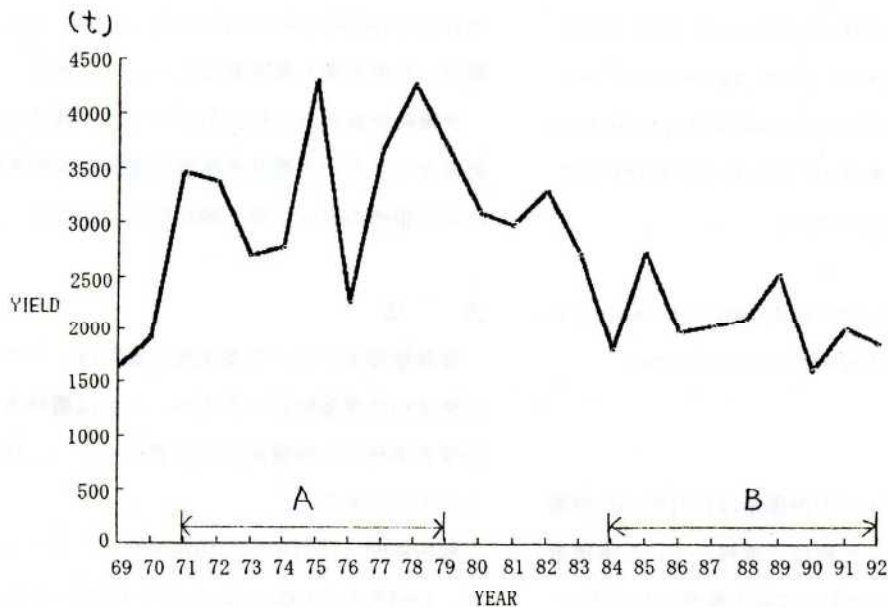


Fig.1 Annual yield of prawn in Lake kasumigaura

図1 霞ヶ浦におけるテナガエビ漁獲量の推移(農林統計)

Table.1 Annual variation in catch of prawn with 4 kinds of gear

表1 漁法別テナガエビ漁獲量の推移

	TATOL	TRAWL	GORD	SASA	HARI	OTHERS	TRAWL	GORD	SASA	HARI	OTHERS
	t	t	t	t	t	t	%	%	%	%	%
1971	3461	826	160	248	2091	136	23.9	4.6	7.2	60.4	3.9
1972	3369	993	292	207	1829	48	29.5	8.7	6.1	54.3	1.4
1973	2687	707	344	169	1446	21	26.3	12.8	6.3	53.8	0.8
1974	2763	495	482	132	1633	21	17.9	17.4	4.8	59.1	0.8
1975	4305	1003	1092	231	1955	24	23.3	25.4	5.4	45.4	1.6
1976	2256	633	417	128	1047	31	28.1	18.5	5.7	46.4	1.4
1977	2663	422	1676	179	1350	36	11.5	45.8	4.9	36.9	1.0
1978	4281	1113	1267	191	1694	16	26.0	29.6	4.5	39.6	0.4
1979	3705	963	1114	130	1487	11	26.0	30.1	3.5	40.1	0.3
1984	1803	625	485	101	587	5	34.7	26.9	5.6	32.6	0.3
1985	2725	508	1301	97	814	5	18.6	47.7	3.6	29.9	0.2
1986	1974	360	984	99	525	6	18.2	49.8	5.0	26.6	0.3
1987	2037	457	994	110	451	25	22.4	48.8	5.4	22.1	1.2
1988	2107	558	1084	104	356	5	26.5	51.4	4.9	16.9	0.2
1989	2536	1059	789	94	591	3	41.8	31.1	3.7	23.3	0.1
1990	1614	799	503	55	253	4	49.5	31.2	3.4	15.7	0.2
1991	2008	1112	560	48	284	4	55.4	27.9	2.4	14.1	0.2
1992	1862	1150	475	49	187	1	61.8	25.5	2.6	10.0	0.1

Source:lbaraki statistics and intrmation office of agriclnture,forestry and fisheryes

GORO: "lsaza-Goro Hikiami", traditional trawling for prawn and gobies

SASA: "Sasa-bitashi", bundle of tree-branches as shelter for prawn

HARI: "Hari-ami, set net"

1979年までは、張網漁獲量にあじろ網による漁獲量も含む

漁法別漁獲量及び漁法別比率を示した(表1)。漁獲量の変動に関わらず、テナガエビはトロール曳網、いさごろ曳網、張網及び笹浸による漁獲が総漁獲量のほぼ100%を占めていた。傾向としては、A期は張網の漁獲比率が高く、A期において平均48.8%を占めた。B期では張網の比率が低下し、平均21.2%となっていた。笹浸の比率はA、B期とも5%以下であった。また、A期の漁船漁業ではトロール、

いさごろ曳網はそれぞれ平均23.6%、21.4%であり、B期では、平均36.5%、37.8%であった。なかでも近年、トロールの比率はたかまる傾向がみられ、1992年には16.8%を占めるまでとなった。

(2) 時期別漁獲量の変動傾向

月別漁法別漁獲量統計から、年間漁獲における時期別漁獲量をもとめた(附表1、表2)。

table.2 Periodical variation in catch of prawn

表2 時期別テナガエビ漁獲量の推移

(ton)

	TOTAL	JAN-APR	MAY-AUG	SEP-DEL	J-A%	M-A%	S-D%
1971	3461	438.6	1173.7	1848.7	12.69	33.91	53.42
1972	3369	211.1	1204.2	1953.7	6.27	35.74	57.99
1973	2687	231.7	1141.0	1314.3	8.62	42.46	48.91
1974	2763	108.9	1313.4	1340.7	3.94	47.54	48.52
1975	4305	379.1	1909.0	2016.9	8.81	44.34	46.85
1976	2256	134.0	1048.4	1073.6	5.94	46.47	47.59
1977	2663	132.8	1210.3	2319.9	3.63	33.04	63.33
1978	4281	157.9	2350.5	1772.6	3.69	54.91	41.41
1979	3705	138.3	2063.8	1502.9	3.73	55.70	40.56
1984	1803	95.1	467.6	1240.3	5.27	25.93	68.79
1985	2725	77.1	1385.2	1262.7	2.83	50.83	46.34
1986	1974	69.2	736.6	1168.2	3.51	37.32	59.18
1987	2037	80.8	1061.3	894.9	3.97	52.10	43.93
1988	2107	47.8	623.9	1437.3	2.27	29.61	68.22
1989	2536	49.0	792.4	1694.6	1.93	31.25	66.82
1990	1614	26.7	494.3	1093.0	1.65	30.63	67.72
1991	2008	34.8	666.5	1306.7	1.73	33.19	65.07
1992	1862	34.5	462.6	1364.9	1.85	24.84	73.30

ここでは1年をテナガエビの生態に対応させて4ヶ月毎に3期に分けた。Ⅰ期は1月から4月の越冬期、Ⅱ期は5月から8月の親エビ期、Ⅲ期は9月から12月の稚エビ期である。

時期別漁獲量比率では、Ⅰ期はA、B期ともに平均値で数%程度で同じといえるが、Ⅱ・Ⅲ期においてはA・B期に違いがみられた。A期においては平均値でⅡ期43.8%、Ⅲ期49.8%と同程度の比率であ

るが、B期は平均値でⅡ期35.1%、Ⅲ期62.2%となっていた。このことからテナガエビの主たる漁期はⅡ、Ⅲ期であり、近年は漁獲の比重がⅢ期において高まりつつあることが示された。

(3) 時期別漁法別漁獲量の変動傾向

テナガエビの漁獲の主要な時期であるⅡ・Ⅲ期について漁法別漁獲量を検討した。時期別漁獲量における漁法別漁獲量比率を示した。(表3, 4)。

Table.3 Periodical variation in catch of prawn by each gear for Ⅱ, May-Aug.
表3 親エビ(Ⅱ, 5-8月)における漁法別漁獲量(上)と比率(下)の推移

	TOTAL	TRAWL	GORO	SASA	HARI	OTHERS
	t	t	t	t	t	t
1971	1173.7	147.5	65.4	34.7	899.9	26.2
1972	1204.2	249.9	178.2	24.2	741.9	10.0
1973	1141.0	67.9	257.9	20.2	791.1	3.9
1974	1313.4	101.5	438.0	11.9	755.1	6.9
1975	1909.0	201.9	707.3	45.9	948.4	5.5
1976	1048.4	119.0	296.2	25.2	598.4	9.6
1977	1210.3	58.2	433.9	26.5	680.2	11.5
1978	2350.5	172.7	1135.6	29.0	1004.7	8.5
1979	2063.8	195.1	924.2	39.8	898.4	6.3
AVERAGE	1490.5	146.0	493.0	28.6	813.1	9.8
1984	467.6	28.3	163.9	7.4	264.3	3.7
1985	1385.2	39.7	848.0	15.2	480.0	2.3
1986	736.6	3.0	440.2	25.0	264.3	4.1
1987	1061.3	35.1	767.3	22.8	219.9	16.2
1988	623.9	37.9	373.6	23.7	185.8	2.9
1989	792.4	83.1	435.0	18.5	253.0	2.8
1990	494.3	56.0	306.4	5.9	122.8	3.2
1991	666.5	53.8	449.1	9.5	151.3	2.8
1992	462.6	61.7	320.3	3.5	76.8	0.3
AVERAGE	743.4	44.3	456.0	14.6	224.2	4.3

	TRAWL	GORO	SASA	HARI	OTHERS
	%	%	%	%	%
1971	12.57	5.57	2.96	76.67	2.23
1972	20.75	14.80	2.01	61.61	0.83
1973	5.95	22.60	1.77	69.33	0.34
1974	7.73	33.35	0.91	57.49	0.53
1975	10.58	37.05	2.40	49.68	0.29
1976	11.35	28.25	2.40	47.08	0.92
1977	4.81	35.85	2.19	56.20	0.95
1978	7.35	48.31	1.23	42.74	0.36
1979	9.45	44.78	1.93	43.53	0.31
AVERAGE	10.06	30.06	1.98	57.15	0.75
1984	6.05	35.05	1.58	56.52	0.79
1985	2.87	61.22	1.10	34.65	0.17
1986	0.41	59.76	3.39	35.88	0.56
1987	3.31	72.30	2.15	20.72	1.53
1988	6.07	59.88	3.80	29.78	0.46
1989	10.49	54.90	2.33	31.93	0.35
1990	11.33	61.90	1.19	24.84	0.65
1991	8.07	67.38	1.43	22.70	0.42
1992	13.34	69.24	0.76	16.60	0.06
AVERAGE	6.88	60.19	1.97	30.40	0.55

Table 4 Periodical variation in catch of prawn by each gear for III, Sep-Dec.

表4 稚エビ期(Ⅲ 9-12月)における漁法別漁獲量(上)と比率(下)の

	TOTAL	TRAWL	GORO	SASA	HARI	OTHERS
	t	t	t	t	t	t
1971	1848.7	678.5	3.2	100.3	1007.3	59.4
1972	1953.7	743.1	62.9	88.3	1037.0	22.4
1973	1314.3	639.1	0.0	59.5	606.9	8.8
1974	1340.7	393.5	18.1	86.2	834.2	8.7
1975	2016.9	801.1	155.8	92.6	962.9	4.5
1976	1073.6	514.0	120.8	45.7	378.9	14.2
1977	2319.9	363.8	1219.2	90.4	632.3	14.2
1978	1772.6	940.3	119.5	54.8	650.8	7.2
1979	1502.9	767.9	134.2	48.0	549.7	3.1
AVERAGE	1682.6	649.0	203.7	74.0	740.0	15.8
1984	1240.3	596.7	295.2	40.0	307.9	0.5
1985	1262.7	468.3	430.0	35.4	326.5	2.5
1986	1168.2	357.0	525.8	29.2	254.5	1.7
1987	894.9	421.9	197.4	44.3	222.5	8.8
1988	1437.3	520.1	706.1	41.1	167.9	2.1
1989	1694.6	975.9	346.0	36.0	336.5	0.2
1990	1093.0	743.0	194.1	25.9	129.2	0.8
1991	1306.7	1058.2	105.7	1.4	130.2	1.2
1992	1364.9	1088.3	152.0	13.7	110.2	0.7
AVERAGE	1273.6	692.2	328.0	30.8	220.6	2.1

	TRAWL	GORO	SASA	HARI	OTHERS
	%	%	%	%	%
1971	36.70	0.17	5.43	54.49	3.21
1972	38.04	3.22	4.52	53.08	1.15
1973	48.63	0.00	4.53	46.18	0.67
1974	29.35	1.35	6.43	62.22	0.65
1975	39.72	7.72	4.59	47.74	0.22
1976	47.88	11.25	4.26	35.29	1.32
1977	15.68	52.55	3.90	27.26	0.61
1978	53.05	6.74	3.09	36.71	0.41
1979	51.09	8.93	3.19	36.58	0.21
AVERAGE	40.01	10.22	4.44	44.39	0.94
1984	48.11	23.80	3.23	24.82	0.04
1985	37.09	34.05	2.80	25.86	0.20
1986	30.56	45.01	2.50	21.79	0.15
1987	47.14	22.06	4.95	24.86	0.98
1988	36.19	49.13	2.86	11.68	0.15
1989	57.59	20.42	2.12	19.86	0.01
1990	67.98	17.76	2.37	11.82	0.07
1991	80.98	8.09	0.87	9.96	0.09
1992	79.73	11.14	1.00	8.07	0.05
AVERAGE	53.93	25.72	2.52	17.64	0.19

Ⅱ期(5月-8月):

テナガエビの生態では、成長のほとんどみられない越冬期を過ぎた後、この期間に急激に成長し始め、7、8月に産卵のピークを迎える。なおトロール漁は7月下旬が解禁である。このⅡ期の漁獲量はA期の平均1490トンに対し、B期は平均743トンと半減している。このときA期の中心は張網による漁獲で平均813トン(57.1%)であり、次いでいさざごろ曳網の492トン

(30.1%)であった。B期では、いさざごろ曳網が456トン(60.2)、次いで張網が224トン(30.4%)と逆転した。しかし、いさざごろ曳網での漁獲量はほぼ一定であったことから、B期の大幅な漁獲量の減少は、張網の漁獲量の減少による影響が大きいといえる。

以上から、A期は張網中心の漁獲であったものが、B期には張網の漁獲が大幅に減少し、いさざごろ曳網中心へと変化したことが特徴といえた。

Ⅲ期(9月-12月)

8月に産卵のピークを迎えた後、再生産された稚エビは9月から着底期に入り資源に添加されてくる。Ⅲ期の漁獲量は、A期の平均1683トンから、B期の平均1274トンへと減少したが、Ⅱ期のような大幅な減少ではなかった。A期の中心は張網の平均740トン(44.4%)、トロールの649トン(40.0%)であったがB期になるとトロールが平均692トン(53.9%)、次いでいさざごろ曳網328トン(25.7%)の順となり、張網は平均221トン(17.6%)へと減少した。

このとき、B期にはいりⅢ期の漁獲量は減少したにも関わらず、トロールやいさざごろ曳網の漁船漁業による漁獲量は増加していることから、Ⅲ期は相対的な張網の漁獲量の減少だけでなく、漁船漁業の

漁獲率の上昇という操業形態の変化も生じているといえた。

(4) 初期資源尾数の推定

初期資源尾数は9月における資源量である。霞ヶ浦のテナガエビは生存期間がほぼ1年程度であるので、当歳の稚エビが加入する9月から翌年8月までが一つの年級群の漁獲を示しているとみなせる。したがって、資源量の推定においては、月別漁獲統計の9月から翌年8月までを1年として計算した。

漁獲尾数への換算は、期別に求めた曳網調査からの平均月別体重をトロール及びいさざごろ曳網での漁獲に、張網の平均月別体重を笹浸、張網での漁獲にあてはめ、月別総漁獲尾数及び総出漁日数を求めた(表5、付表2.3)

Table.5 Monthly growth in weight (g) of prawn

表5 テナガエビの平均月別体重

MONTH	TRAWL		HARIAMI	
	1979-1979	1986-1992	1973-1979	1986-1992
1	0.140	0.100	0.387	0.243
2	0.140	0.079	0.503	0.419
3	0.140	0.121	0.307	0.457
4	0.150	0.116	0.870	0.851
5	0.260	0.159	0.639	0.905
6	0.910	0.412	0.701	0.508
7	1.200	0.826	0.920	1.244
8	0.595	0.337	0.563	0.433
9	0.183	0.119	0.368	0.316
10	0.140	1.125	0.544	0.317
11	0.140	0.129	0.421	0.453
12	0.134	0.102	0.435	0.425

HARIAMI:set net

累積漁獲量とCPUEの回帰関係とそれによる推定値を示した(図2、表6)。それらの多くは9月のCPUEが10月よりも低く、資源の再生産による添加が完了していないことを示していた。よって、このような場合10月のCPUEから回帰関係を求め、それまでの漁獲尾数を加えることで、9月の初期資源尾数とした。特にデラリーの第2式では、I期にあたる1月から4月のCPUEは原則として除

外して回帰式を求めた。これは、この間は他の時期に比較して漁獲尾数や努力量が極端に小さいため、そのCPUEを資源量指数とするには不適當で、それらを含めることが回帰式の精度の低下につながるためである。

その結果、9月における初期資源尾数は、A期は118億から168億尾、平均148億尾、B期は89億から167億尾、平均128億尾となった。漁獲尾数はA期B

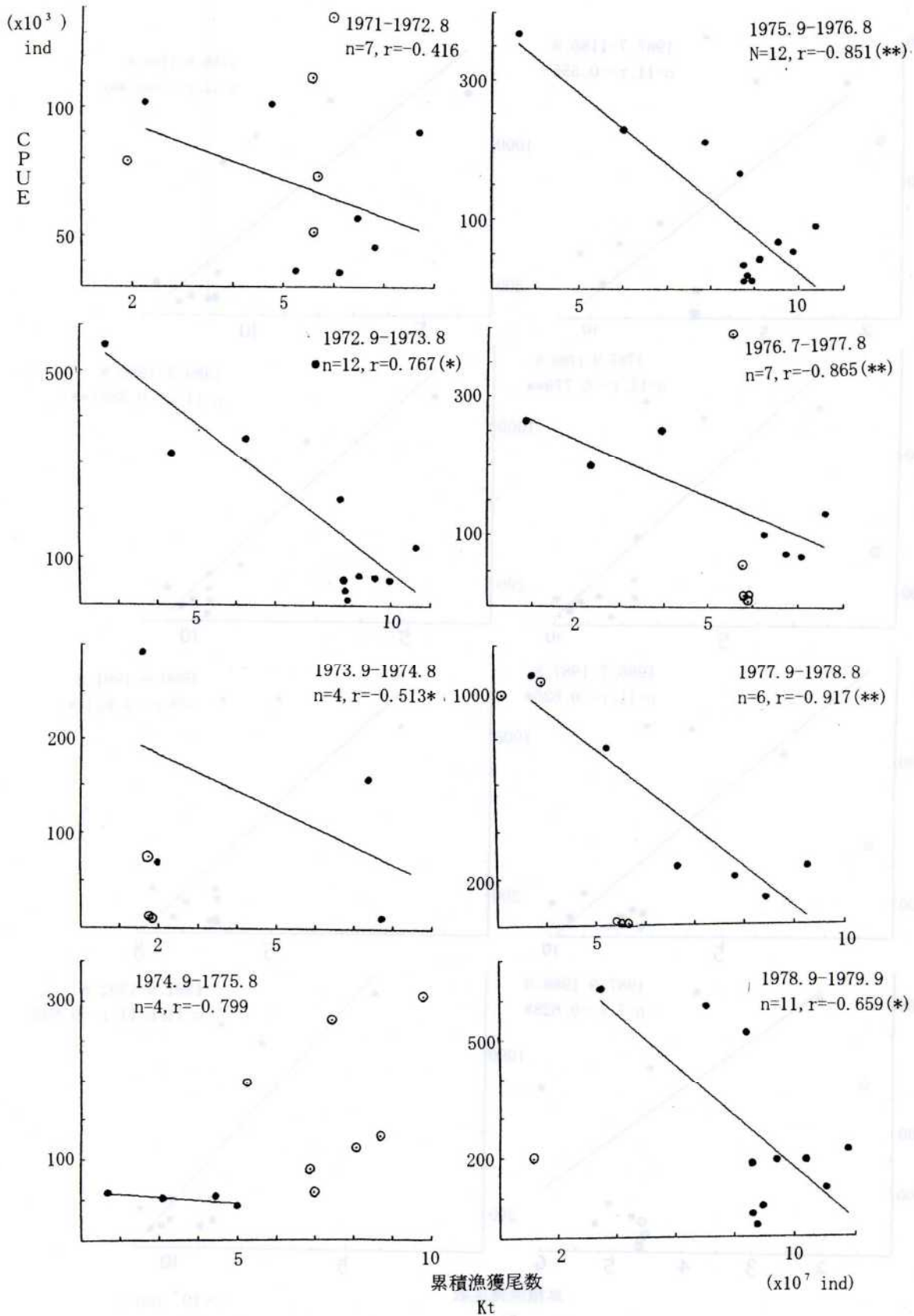


Fig.2 Relationship between accumulated catch in number and CPUE of prawn

図2 累積漁獲尾数とCPUEの関係

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

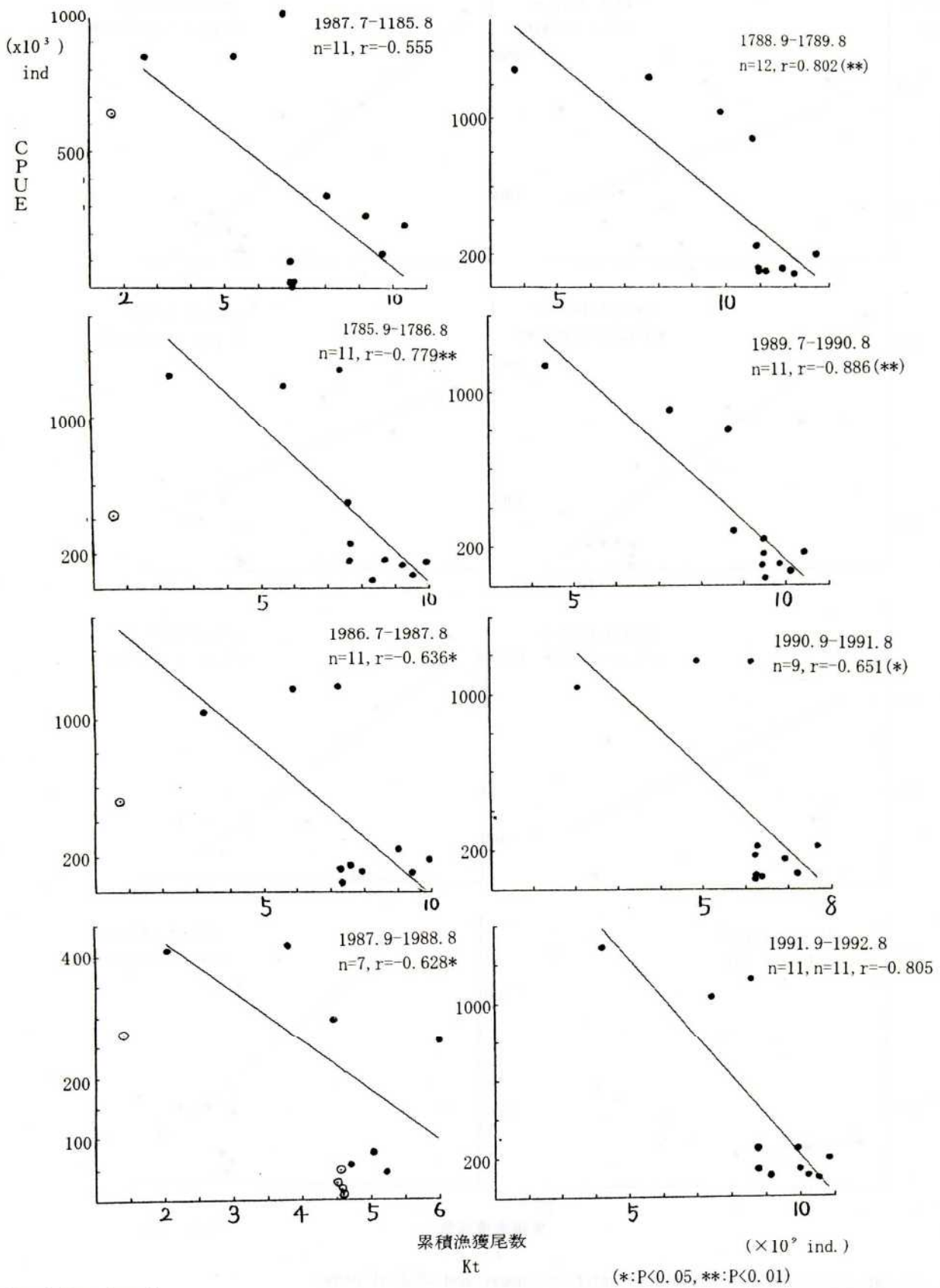


Fig. 2 (continued)

Table.6 Estimation of number of recruitment(No) and catch in number (Yn) and stock (N8)
 表6 初期資源尾数の推定結果

	NO(SEP) *10 ⁶	TOTAL-Yn *10 ⁶	YIELD(9-8) t	Yn(9-12) *10 ⁶	Yn(5-8) *10 ⁶	N8 *10 ⁶	T-Yn/NO %	(9-12)/NO %	(5-8)/NO %	N8/NO %
1971-9	16306.7	9504.4	3264	7174.3	1708.5	6802.3	58.29	44.00	10.48	41.71
1972-9	12310.0	10472.9	3326	7887.8	1674.9	1837.1	85.08	64.08	13.61	14.92
1973-9	14449.9	12915.7	2737	6190.7	1745.0	1534.2	89.38	42.84	12.08	10.62
1974-9	16164.3	9579.9	3629	4894.1	2766.7	6584.4	59.27	30.28	17.12	40.73
1975-9	14774.8	10213.9	3179	8555.5	1421.6	4560.9	69.13	57.91	9.62	30.87
1976-9	11778.0	7485.3	9417	5445.5	1663.7	4292.7	63.55	46.23	14.13	36.45
1977-9	16846.4	16206.6	4828	12271.1	3501.4	639.8	96.20	72.84	20.78	3.80
1978-9	16112.0	12535.0	3975	9157.8	2814.1	3577.0	77.80	56.84	17.47	22.20
1984-9	16680.0	11894.0	2703	8369.2	3155.6	4786.0	71.31	50.18	18.92	28.69
1985-9	11520.1	10936.2	2068	8433.2	1550.2	583.9	94.93	73.20	5.07	5.07
1986-9	12590.0	10712.6	2310	8054.5	2258.3	1877.4	85.09	63.98	14.91	14.91
1987-9	8918.8	7310.7	1565	5815.4	1339.4	1608.1	81.97	65.20	18.03	18.03
1988-9	13785.1	12470.5	2279	10661.5	1610.7	1314.6	90.46	77.34	9.54	9.54
1989-9	15729.4	13642.7	2216	11933.0	928.2	2086.7	86.73	75.86	13.27	13.27
1990-9	10303.8	9626.6	1794	8129.7	1362.5	677.2	93.43	78.90	6.57	6.57
1991-9	12781.4	11823.1	1804	9930.8	911.6	958.3	92.50	77.70	7.50	7.50

No(Sep) :recruitment at Sep.

Yn(9-12):catch in number of young prawn for Sep-Dec. (young stage)

Yn(5-8) :catch in number of adult for May-Aug. (Adult stage)

期とも平均111億尾程度で同じであったが、9月から翌年8月までの総漁獲量(年級漁獲量)では、A期が平均3397トンであるのに対し、B期は平均2092トンとなった。これらの平均値の徐算から、テナガエビ1尾当たりの平均漁獲体重はA期0.31g、B期0.19gとなった。これはB期では、稚エビ期である

9月から12月の漁獲割合が高まったためである。

(5) 漁獲量と初期資源尾数との関係

初期資源尾数とその年級漁獲量との関係では、両者には正の相関関係(p<0.01)があり、初期資源尾数が漁獲量に影響を及ぼしていることが示された(図3)。

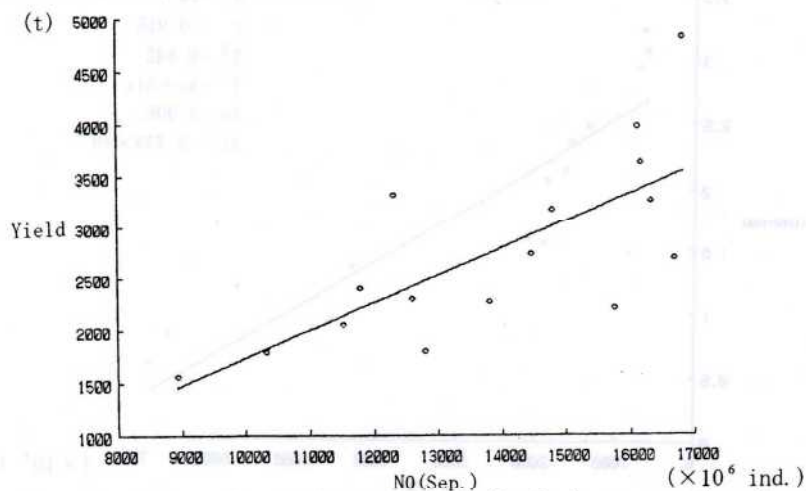


Fig.3 Relationship between the number of recruitment and yield of that generation (for Sep.-Aug.)

図3 初期資源尾数と年級漁獲量の関係 (n=16, r=0.728, p<0.01)

(6) 再生産関係

デラリーの方法では漁獲以外による死亡はないものと仮定しているの、初期資源尾数とその年級群

の総漁獲尾数との差を残存親魚尾数として、翌年の初期資源尾数との関係を示した(図4)。その結果、両者の間の明確な関係は認めにくく、むしろ、初期

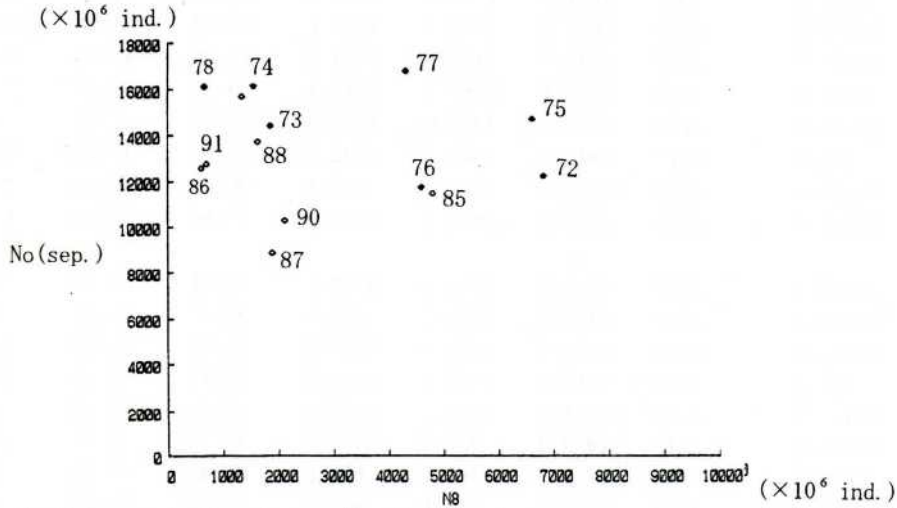


Fig. 4 Relationship between stock and recruitment in number

図4 残存親魚尾数と初期資源尾数との再生産関係

資源尾数は残存親魚尾数とは独立に一定の傾向があるとも考えられた。このとき残存親魚尾数は、5.8億尾から68億尾まで約11.6倍の変動がみられるなか、初期資源尾数は89億尾から168億尾まで約1.9倍の変動にとどまっている。ここで残存親魚尾数と残存尾数あたりの初期資源尾数(対数值)との関係を見る

と、残存親魚尾数の増加にともない、親1尾当りの仔の量は減少しており、両者には有意な回帰関係が示された(図5 ; $p < 0.01$)。したがって、少なくとも初期資源尾数は、残存親魚尾数に比例しないことが示された。

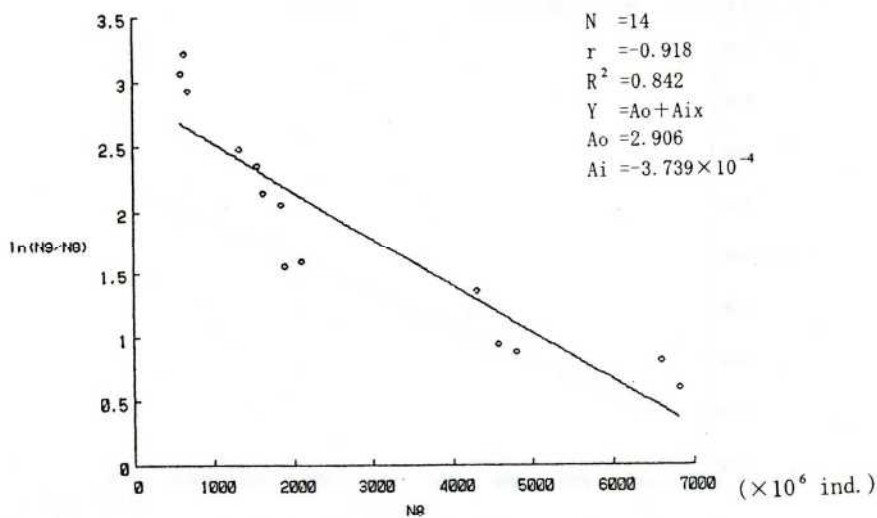


Fig. 5 Relationship between stock in number and reproduction rate in log.

図5 残存親魚尾数と残存親魚あたり初期資源尾数(対数)の関係

(7) 漁獲率と残存親魚尾数との関係

初期資源尾数に対する稚エビ期(9月から12月まで)の漁獲尾数の割合を初期漁獲率として、残存尾数との関係を示した(図6)。両者には負の相関関係

がみられたことから、稚エビ期の漁獲率の増大は残存親魚尾数の減少をまねくと考えられ、近年はその傾向が著しいといえた。

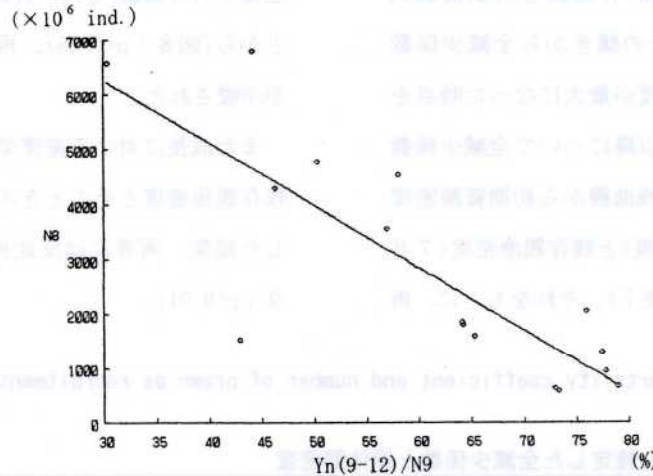


Fig. 6 Relationship between ratio of catch in young stage per recruitment and Stock

図6 初期漁獲率と残存親魚尾数との関係

(8) 環境要因とテナガエビの資源変動

テナガエビの資源変動に関連するものとして餌料環境、水温に着目して、資源量推定値との関係を検討した。

テナガエビ資源量は稚エビ期の生残過程に関係しており、その生残過程は餌となる底生動物量に依存することが知られている⁽¹⁾。またテナガエビの胃内

容物調査から、餌料としてはイトミミズ類への依存度が高いことが明らかであるので^(2,3)、底生動物量の調査資料^(4,5,6,7,8,9)からイトミミズ類分布量と年級漁獲量との関係を検討した(図7)。その結果、イトミミズ類量として9月から翌年4月までの月平均個体数(/675cm²;エクマン採泥器)の対数値と年級漁獲量との間には、弱い相関ながらも有意な正の相関

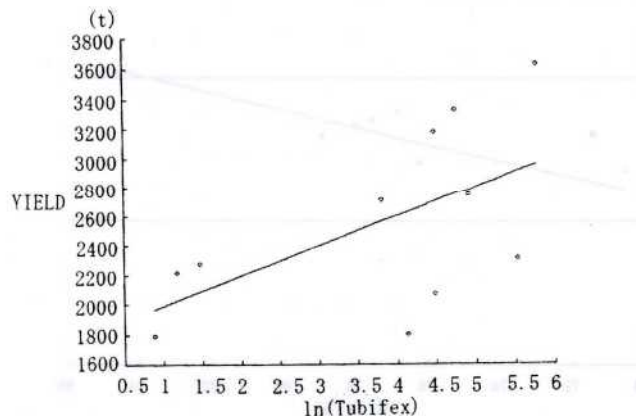


Fig. 7 Relationship between log number of Tubifex sp. for Sep.-Apr. in monthly average and yield of the generation for Sep.-Aug. (n=11, r=0.573, p<0.05)

図7 9月から翌年4月までのイトミミズ類の月平均個体密度(ind. m²)と年級漁獲量との関係

関係が認められた ($p < 0.05$)。

ここで、1985年に行っているビームトロールによるテナガエビ現存量調査結果^(10,11) 9月から翌年7月までの個体数密度(/m³)の推移を対数直線式(生残曲線)にあてはめ、その傾きから全減少係数(Z)を推定した。なお、密度が最大になった時点を加入完了とみなして、それ以降について全減少係数の推定を行った。また、生残曲線から初期資源密度(9月又は10月における密度)と残存親魚密度(7月における密度)を算出した(表7)。それをもとに、再

生産率(初期資源密度/残存親魚密度)を求め、産卵期の水温との関係を検討した。その結果、産卵期にあたる7月から9月までの月平均水温の合計値と再生産率((対数值)とは、有意な相関関係が認めれたことから(図8; $p < 0.55$)、再生産における水温の影響が示唆された。

また成長に対する密度効果の存在について、この残存親魚密度とそのときの平均体重との関係を検討した結果、両者には反比例の関係が認められた(図9; $p < 0.01$)。

Table. 7 variation of total mortality coefficient and number of prawn as recruitment and stock (ind./m³)

表7 ビームトロール調査から推定した全減少係数と個体群密度

SEP. -AUG.	Z	Recruit 9or10	Stock 7	BW(g) 7	R/E
1985-86	0.4010	29.62	0.802	0.8780	
1986-87	0.4036	21.10	1.383	0.6803	26.31
1987-88	0.3336	7.27	0.259	1.0517	5.26
1988-89	0.2662	10.67	0.972	0.9452	41.20
1989-90	0.4332	38.47	0.505	0.9535	39.58
1991-91	0.3151	23.74	1.017	0.8766	47.01
1991-92	0.4392	53.51	0.662	0.3874	52.62
1992-93	0.3328	39.57	1.419	0.7310	58.26
1993-94	0.4964	32.44	0.227	0.9532	22.86
1994-95	0.2083	64.54			284.32

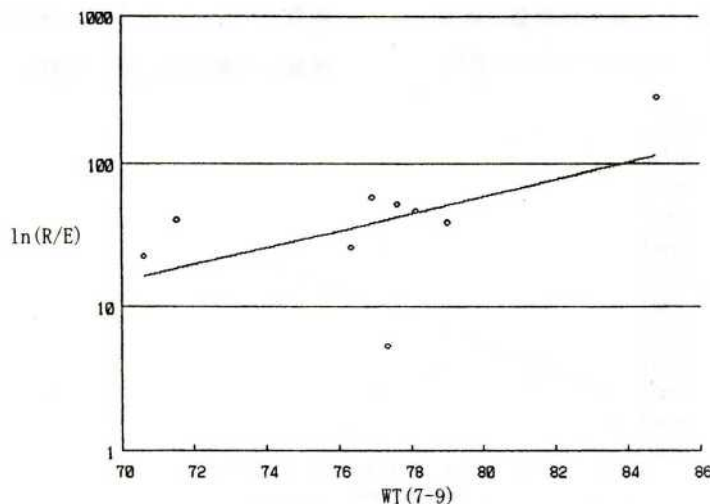


Fig. 8 Relationship between sum total of WT(°C) in average for Jul.-Sep. and reproduction rate in log. ($n=9, r=0.730, p < 0.05$)

図8 7月から9月の月平均水温の総和と残存親魚あたり初期資源尾数(対数)の関係

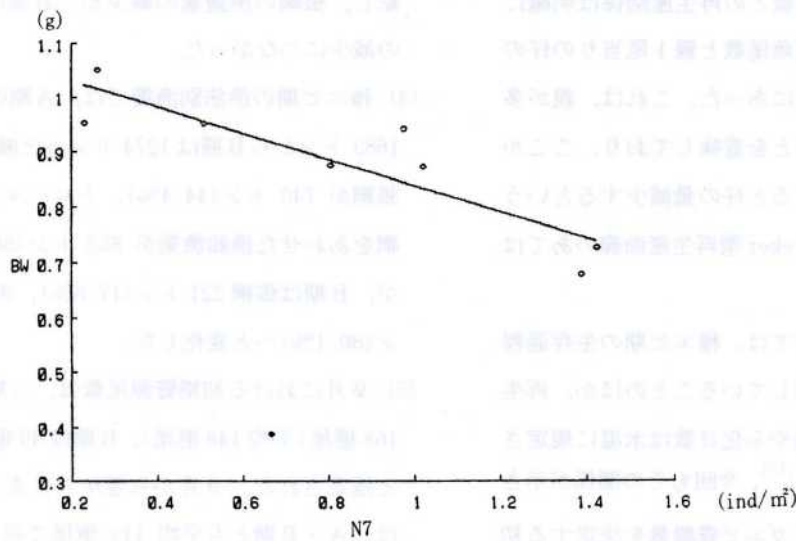


Fig. 9 Relationship between number of stock (ind/m²) and mean body weight (n=8, r=-0.888, p<0.01)

図9 残存親魚密度と平均体重の関係

考 察

今回、テナガエビの資源量推定をデラリーの方法により行ったが、この方法の前提条件には漁獲以外による死亡はないとする点がある。しかし霞ヶ浦におけるテナガエビは、その生活史のほとんどの段階で他の魚種の餌料として捕食されていることが明かである^(3,12,13)。よって自然死亡を考慮していない今回の推定値は、初期資源料の下限値としてとらえられるべきものであろう。

テナガエビの漁獲方法は、トロール、いさざごろ曳網の漁船漁業と張網、笹浸の定置漁業に大別されたが、その操業水域は漁船漁業は沖帯、定置漁業は湖岸帯と分離できる。テナガエビの一般的な生態として、稚エビ期は霞ヶ浦全域に分散しているが、親エビ期になると湖岸よりへの移動傾向がみられるので⁽¹⁴⁾、漁獲効率(漁獲努力量の標準化)の算出は時期別に行う必要があった。A期はB期に比べて、張網の努力量が極めて大きいので、努力量を標準化した後のCPUUEは、A期は相対的にB期よりも小さくなっているが、計算上問題はない。なお、デラリー法による資源量推定は、昭和60年代のテナガエビについて報告があるが⁽¹⁵⁾、漁獲尾数への換算方法に若干の違いがみられるものの、結果的にその推定値はほぼ同じ値が得られている。

現場採集から求めた平均体重は本来の成長過程を正確には表していない。これは稚エビの加入が連続的に行われることや同一世代でも雌雄間で成長差のある複数の個体群が現れるため⁽¹⁶⁾、同一発生群を追跡しにくいことである。したがって個々のサンプル測定時の変動を平均化する目的で、今回はA期B期毎に平均月別体重を求めた。その結果では張網ではA Bの時代間の成長の違いはみられなかったといえる。トロールでは若干の差があるが、これは漁獲圧力や漁獲効率の違いが反映しているためと考えられた。

豊漁期を示したA期に比べて近年のB期では、やはり初期資源尾数の減少がみられた。しかしその減少率以上に漁獲量の減少率が大きいことは、漁獲形態の変化によるところが大きいといえる。漁獲形態の比較からいえる特徴は、B期では親エビ期における張網漁獲量の減少と稚エビ期のトロール漁獲量の増加である。張網は漁獲努力量の減少もみられるため、それ自体が漁獲量減少の一因とも考えられるが、少なくとも稚エビ期の漁獲率の上昇が親エビ資源量を低下させていることは明かとなった。親エビ期ではその成長に密度効果がみられるものの、増重分を上まわる密度の急激な低下が、親エビ期の急激な漁獲量の減少につながっていると考えられた。

残存親魚尾数と初期資源尾数との再生産関係は明確に認められなかったが、残存親魚尾数と親1尾当りの仔の量(対数值)とは反比例の関係にあった。これは、親が多ければ仔の生存が悪くなることを意味しており、ここから、ある量以上の親が生存すると仔の量減少するという密度依存的な関係としてのRicker型再生産曲線のあてはめも可能と考えられた。

資源変動と環境要因については、稚エビ期の生存過程が餌となる底生動物量に依存していることのほか、再生産過程においても、産卵回数や孵化日数は水温に規定されていることが知られており⁽¹⁷⁾、今回もその関係が示された。以上のことから、テナガエビ資源量を決定する初期資源尾数は、その再生産過程において、残存親魚密度だけでなく、環境条件にも大きく影響をうけていることが示された。

要 約

1971年から1979年まで(A期)、及び1984年から1992年まで(B期)の2つの期間におけるテナガエビの月別漁法別漁獲量をもとに、漁獲形態の変化を検討し、デラリーの方法による初期資源尾数を推定した。また、資源量変動と環境要因との関係を検討した。

- (1) テナガエビの主要漁法はトロール、いさざごろ曳網の漁船漁業と、張網、笹浸の定置漁業に大別される4漁法である。漁法別漁獲量比率からみると、A期は張網による漁獲比率は平均48.4%を占めたが、B期は平均21.2%に低下し、漁船漁業の比率が高まった。
- (2) 時期別漁獲量比率からみると、A期は親エビ期(5-8月)は平均43.8%、稚エビ期(9-12月)49.8であるが、B期はそれぞれ35.1%、62.2%に変化し、主要漁期が稚エビ期へ移動した。
- (3) 親エビ期の漁法別漁獲では、A期の平均漁獲量は1490トンからB期は平均743トンに半減した。A期は張網平均813トン(57.1%)、いさざごろ曳網492トン(30.1%)であったが、B期は張網224トン(30.4%)、いさざごろ曳網が456トン(60.2%)と逆

転し、張網の漁獲量の減少が、B期の大幅な漁獲量の減少につながった。

- (4) 稚エビ期の漁法別漁獲では、A期の平均漁獲量は1683トンからB期は1274トンへと減少した。A期は張網が740トン(44.4%)、トロールといさざごろ曳網をあわせた漁船漁業が853トン(50.7%)を占めたが、B期は張網221トン(17.6%)、漁船漁業1020トン(80.1%)へと変化した。
- (5) 9月における初期資源尾数は、A期は118億から168億尾(平均148億尾)、B期は89億から167億尾と推定された。9月から翌年8月までの総漁獲尾数は、A・B期とも平均111億尾で同じであったが、その間の平均漁獲量はA期3397トン、B期2092トンとなった。これはB期には稚エビ期の漁獲比率が高くなったためである。
- (6) 年級漁獲量は、その初期資源尾数及び稚エビ期のイトミミズ分布量と、それぞれ有意な正の相関関係を示した。
- (7) 初期漁獲率と残存尾数との関係は、有意な負の相関がみられ、B期はその傾向が著しい。
- (8) テナガエビ現存量調査から得られた再生産率(初期資源密度/残存密度)は、産卵期にあたる7月から9月の平均水温の和と、有意な正の相関関係を示した。
- (9) テナガエビ現存量調査から、親エビ期において分布密度と平均体重の間には負の相関がみられ、成長に対する密度効果が示唆された。

参考文献

- (1) 酒井光夫(1986):霞ヶ浦におけるテナガエビ資源に関する研究,東京大学農学系研究科学位論文,73-108
- (2) 位田俊臣(1979):霞ヶ浦産テナガエビ資源の動態に関する研究-I 摂餌生態と消化間内容物,茨城内水試調研報,15, 1-14
- (3) 小沼洋司,高橋 惇,鈴木健二,藤富正毅(1984):霞ヶ浦における底生動物の生産に関する研究-I ハゼ類及びテナガエビの生態と現存量,国立公害研究所

- 研究報告, R-53, 61-84
- (4) 中村 誠(1976):霞ヶ浦北浦の底生動物について 特にイトミミズ類及びユスリカ幼虫の個体数について, (本誌), 13, 55-65
- (5) 小林 稔(1988):昭和61年度霞ヶ浦北浦湖沼観測結果 底生動物, (本誌), 24, 153-159
- (6) 河崎 正(1992):霞ヶ浦北浦環境調査結果報告 底生動物について, (本誌), 28, 148-154
- (7) 河崎 正(1993):1992年度霞ヶ浦北浦環境調査結果(2)底生動物について, (本誌), 29, 141-144
- (8) 河崎 正(1994):1993年度霞ヶ浦北浦環境調査結果(2)底生動物について, (本誌), 30, 157-160
- (9) 河崎 正(1995):1994年度霞ヶ浦北浦環境調査結果(2)底生動物について, (本誌), 31
- (10)根本 孝(1992):定期試験操業漁獲結果, (本誌), 28, 251-258
- (11)根本 孝(1994):定期試験操業漁獲結果, (本誌), 30, 134-139
- (12)位田俊臣, 鈴木健二(1979):霞ヶ浦テナガエビ資源の動態に関する研究-II ゾエアの被捕食構造, (本誌), 16, 99-109
- (13)鈴木健二, 位田俊臣(1977):霞ヶ浦における漁業資源の生産構造に関する研究-I 食物連鎖におけるワカサギの地位, (本誌), 14, 1-10
- (14)I. Kubo (1949):Oecological studies on the Japanese fresh-water shrimp, *Palaeomonis nipponensis* I. Seasonal migration and monthly size composition with special reference to the growth and age, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 15(3), 125-130
- (15)庄司邦男(1993):昭和60年代のテナガエビの初期資源量について, (本誌), 29, 28-35
- (16)根本 孝(1992):霞ヶ浦におけるテナガエビのシェルターへの蝟集行動に関する研究, (本誌), 28, 20-34
- (17)位田俊臣(1983):霞ヶ浦産テナガエビ資源の動態に関する研究-III 抱卵期などについて, (本誌), 20, 36-42

Annexed table.1 Monthly variation of catch and fishing effort with 4 kinds of gear for prawn

付表1 月別漁法テナガエビ漁獲量及び出漁日数の推移

MONTH	YIELD (t)	TRAWL	GORO	SASA	HARI	OTHERS	TR-X (days)	GORO-X	SASA-X	HARI-X
1971-1	75.6	0.0	16.1	34.3	10.1	15.2	0	1066	988	2093
2	61.0	0.0	12.2	32.7	0.9	15.1	0	325	976	561
3	45.9	0.0	9.9	23.2	2.0	10.7	0	312	909	1860
4	256.1	0.0	53.2	22.8	170.7	9.	0	784	834	5163
5	96.1	0.0	13.2	8.8	73.0	1.2	0	640	594	7149
6	190.5	0.0	41.3	9.1	136.4	3.7	0	1008	703	8134
7	318.7	14.5	10.6	7.8	281.7	4.1	2716	538	509	8724
8	568.4	133.0	0.3	9.1	408.7	17.2	6178	129	638	9687
9	561.7	161.1	0.2	7.3	388.3	4.8	5066	63	578	9577
10	597.0	228.6	0.0	25.4	337.7	5.3	4716	0	717	8359
11	514.0	254.7	0.0	28.3	226.6	4.4	4858	0	739	9036
12	176.0	34.0	3.0	39.3	54.7	44.9	1834	91	1001	5507
1972-1	77.1	0.0	19.9	42.2	11.3	3.7	0	1077	1042	2629
2	31.5	0.0	0.0	26.2	0.4	4.9	0	119	923	278
3	28.5	0.0	1.2	17.0	3.9	6.4	0	16	769	1785
4	73.9	0.0	29.8	9.1	34.5	0.5	0	452	615	4535
5	108.2	0.0	7.0	5.0	95.4	0.9	0	1303	420	7760
6	163.4	0.0	88.0	5.1	168.5	1.8	0	1949	504	8548
7	345.8	28.6	83.2	6.1	224.7	3.2	2251	846	630	10322
8	486.9	221.3	0.0	8.0	253.4	4.2	5816	0	702	10391
9	681.0	314.6	0.0	8.9	353.3	4.2	5551	0	576	9642
10	503.4	142.5	0.0	14.6	341.7	4.7	5753	82	631	10002
11	452.2	156.2	0.0	22.3	270.7	2.9	5720	66	901	9516
12	317.1	129.8	63.0	42.4	71.3	10.6	2636	448	1220	5564
1973-1	130.9	0.0	75.6	40.0	12.9	2.4	0	1174	1026	2148
2	39.7	0.0	10.5	18.4	7.8	3.0	0	1002	830	567
3	20.9	0.0	0.0	17.6	1.1	2.1	0	515	720	1379
4	40.2	0.0	0.0	13.2	26.3	0.7	0	941	606	3814
5	121.7	0.0	42.4	5.8	72.7	0.7	0	1415	526	6782
6	305.4	0.0	145.4	6.8	152.2	1.0	0	2086	658	9478
7	345.0	5.8	70.2	4.1	263.2	1.7	1832	1151	518	10915
8	368.9	62.1	0.0	3.4	303.0	0.4	3932	0	413	10483
9	347.3	20.3	0.0	3.8	322.1	1.2	4110	0	384	11063
10	429.2	257.5	0.0	10.4	160.8	0.5	4911	0	467	9851
11	281.5	168.7	0.0	15.6	94.5	2.7	4844	0	538	7571
12	256.3	192.6	0.0	29.7	29.5	4.4	2888	0	851	4009
1974-1	39.6	0.0	23.6	12.3	1.3	2.4	0	436	666	1004
2	13.1	0.0	0.7	10.3	0.9	1.2	0	482	623	559
3	14.1	0.0	0.0	9.2	3.7	1.3	0	1301	546	1358
4	42.1	0.0	1.6	2.1	37.9	0.5	0	1576	337	5124
5	70.6	0.0	2.0	2.0	66.3	0.3	0	544	286	6691
6	439.9	0.0	334.9	2.9	101.5	0.5	0	1864	317	8326
7	388.1	15.9	100.9	3.1	263.5	4.7	2584	989	312	10252
8	414.9	85.6	0.2	3.9	323.8	1.4	6589	20	396	10910
9	490.7	133.6	0.1	3.8	352.4	0.8	5909	15	339	10786
10	375.5	117.7	6.0	31.0	219.2	1.6	4854	611	582	9775
11	321.3	113.6	0.0	19.6	187.0	1.2	5405	0	830	8009
12	153.2	28.6	12.0	31.8	75.6	5.2	1629	606	979	4465

Source:ibaraki statistics and information office of agriculture, forestry and fisheries

GORO : "Isaza-Goro Hikiami" traditional trawling for prawn and gobies

SASA : "Sasa-bitashi" bundle of tree-branches as shelter for prawn

HARI : "Hari-ami" Set-net

-X : number of fishing effort in each gear.

1979年までは張網漁獲量にあじろ網(大規模定置網)漁獲量を含む

1975-1	73.0	0.0	25.9	31.8	3.5	11.8	0	816	704	1535
2	216.7	0.0	188.0	27.2	0.6	0.8	0	594	658	393
3	37.2	0.0	9.0	24.8	2.2	1.1	0	1264	534	1438
4	52.3	0.0	6.0	8.6	37.4	0.2	0	931	379	4592
5	182.3	0.0	89.1	9.2	79.9	4.2	0	173	352	8338
6	480.3	0.0	333.1	9.8	137.0	0.4	0	3065	415	10430
7	606.4	12.8	230.2	12.2	351.0	0.2	2463	1992	486	11456
8	639.9	189.0	55.0	14.7	380.6	0.6	5617	380	626	11283
9	882.3	392.6	69.3	13.9	405.1	1.3	5048	715	586	10857
10	561.6	207.7	30.9	29.8	291.8	1.4	5454	511	762	10456
11	407.3	152.2	27.2	23.9	202.8	1.1	4737	880	793	7901
12	165.8	48.6	28.5	25.1	63.1	0.6	1784	465	765	5178
1976-1	29.1	0.0	0.0	16.3	9.8	3.0	0	553	588	585
2	18.2	0.0	0.0	16.9	0.4	0.9	0	839	634	315
3	21.7	0.0	0.0	11.9	6.7	3.2	0	1034	383	1794
4	65.0	0.0	0.0	12.0	52.9	0.1	0	1059	446	4821
5	99.0	0.0	12.8	8.0	76.6	1.6	0	1242	360	8148
6	334.9	0.0	175.9	6.6	150.9	1.6	0	2890	453	9730
7	321.4	25.3	88.0	5.9	197.7	4.5	2684	1375	507	10260
8	293.1	93.8	19.5	4.7	173.2	0.9	5119	472	548	10125
9	247.5	53.1	34.4	4.7	151.4	3.9	3602	292	469	9249
10	286.2	133.1	37.3	9.0	100.4	6.3	4076	335	440	7846
11	284.0	169.2	20.2	13.5	78.1	3.0	3537	325	713	6089
12	255.9	158.6	29.0	18.5	49.0	0.9	2059	403	776	3434
1977-1	64.3	0.0	22.0	29.5	6.0	6.8	0	355	701	1518
2	22.0	0.0	0.0	17.2	2.5	2.2	0	0	610	216
3	16.5	0.0	0.9	7.5	7.0	1.1	0	1497	327	2739
4	30.3	0.0	0.0	8.0	22.0	0.1	0	1200	285	4514
5	190.0	0.0	26.4	7.5	154.7	1.4	0	1250	306	7887
6	380.7	0.0	236.0	8.2	132.9	3.6	0	3323	383	9808
7	338.6	6.7	141.3	5.5	182.5	2.6	2567	1469	257	9878
8	300.9	51.5	30.1	5.3	210.1	3.9	5460	406	335	10324
9	700.5	222.2	232.2	5.2	236.4	4.5	3692	1424	231	9955
10	719.9	55.5	437.7	13.3	209.6	3.9	2807	2197	580	9004
11	641.6	50.4	416.9	32.8	137.8	3.5	2923	2008	777	7691
12	258.0	25.8	132.4	39.0	48.4	2.4	1578	969	800	4713
1978-1	56.8	0.0	10.4	39.9	6.4	0.1	0	910	669	1001
2	32.2	0.0	0.0	32.2	0.0	0.0	0	0	591	0
3	43.1	0.0	1.0	29.3	12.8	0.0	0	1528	558	1634
4	25.8	0.0	0.5	5.8	19.3	0.2	0	889	258	2660
5	315.9	0.0	202.7	4.6	106.7	1.9	0	2157	262	7436
6	945.8	0.0	661.9	6.2	275.6	2.2	0	3390	270	8957
7	614.0	36.9	237.7	10.6	326.6	2.1	1548	2173	356	10460
8	474.7	135.8	33.3	7.5	295.8	2.3	3988	430	382	9306
9	317.4	59.4	10.8	3.7	241.5	2.0	3982	125	284	8868
10	606.7	370.2	47.1	12.6	174.1	2.7	4039	323	389	7945
11	645.7	409.9	8.3	22.1	203.4	2.1	3908	291	706	11309
12	202.8	100.9	53.4	16.4	31.7	0.4	1376	534	679	2834
1979-1	43.2	0.0	27.0	9.3	6.3	0.7	0	397	621	442
2	21.0	0.0	0.0	20.5	0.0	0.5	313	0	539	0
3	23.8	0.0	2.2	8.0	13.6	0.0	404	1051	357	2389
4	50.3	0.0	26.5	4.4	19.0	0.4	0	1056	206	3876
5	194.9	0.0	85.6	6.1	99.5	3.7	0	968	815	7204
6	786.9	0.0	500.0	6.3	278.8	1.8	0	3023	259	8966
7	656.3	24.3	316.6	13.4	291.5	0.4	1570	2322	259	10241
8	425.7	170.8	22.0	3.9	228.6	0.5	3652	394	222	8524
9	489.0	265.5	9.5	2.8	210.2	1.0	3358	216	168	8328
10	479.2	217.3	51.1	8.1	202.2	0.4	3292	38	251	8001
11	343.4	172.9	41.9	22.0	105.3	1.4	3043	48	569	6163
12	191.2	112.2	31.7	15.1	32.0	0.2	1195	507	786	3044

MONTH	YIELD	TRAWL	GORO	SASA	HARI	OTHERS	TR-X	GORO-X	SASA-X	HARI-X
1984-1	48.1	0.0	25.9	19.9	2.3	0.0	0	344	509	636
2	16.5	0.0	0.0	16.5	0.0	0.0	0	71	448	0
3	19.3	0.0	0.0	15.2	4.1	0.0	0	0	448	1173
4	11.2	0.0	0.0	2.0	8.4	0.8	0	0	125	2188
5	12.8	0.0	0.0	3.6	8.3	0.9	0	0	160	3163
6	89.4	0.0	60.8	0.5	27.1	0.9	0	1732	104	4408
7	157.8	3.9	70.5	1.4	81.2	0.8	2468	2111	149	6855
8	207.6	24.4	32.5	1.9	147.7	1.1	5087	987	224	7353
9	303.8	130.8	15.3	2.5	154.9	0.2	5188	223	181	6998
10	390.3	190.0	102.8	6.7	90.7	0.1	4813	935	256	6168
11	377.6	199.5	121.2	10.3	46.6	0.1	4558	1006	278	5038
12	168.5	76.4	55.8	20.6	15.6	0.0	1606	429	558	2451
1985-1	35.6	0.0	16.1	19.4	0.0	0.0	0	179	553	319
2	16.1	0.0	0.0	16.0	0.0	0.1	0	0	491	0
3	12.3	0.0	2.3	9.9	0.0	0.1	0	1191	334	1182
4	13.1	0.0	4.6	1.0	7.5	0.0	0	1586	70	2985
5	197.2	0.0	137.0	2.6	57.6	0.0	0	1893	112	4744
6	479.6	0.0	353.5	3.5	121.6	1.0	0	3075	137	6218
7	464.4	6.2	287.3	5.3	164.6	1.0	2164	2354	243	7777
8	243.9	33.4	70.2	3.9	136.2	0.3	4807	1083	218	7509
9	189.9	28.4	36.5	1.5	123.3	0.3	5022	343	127	7055
10	391.9	168.5	106.9	3.9	111.7	1.0	4869	781	274	2162
11	483.2	212.6	186.5	7.5	75.6	1.0	4578	1178	328	4745
12	197.6	58.8	100.1	22.5	15.9	0.3	1556	590	602	2162
1986-1	32.5	0.0	15.1	16.1	1.2	0.0	0	205	535	216
2	14.3	0.0	0.0	14.2	0.1	0.0	0	0	505	7
3	16.8	0.0	2.8	11.0	3.0	0.1	0	20	383	901
4	5.6	0.0	0.0	3.5	2.0	0.1	0	55	115	2712
5	68.0	0.0	45.7	3.7	18.5	0.1	0	1105	126	3818
6	232.8	0.0	173.9	4.7	54.1	0.1	0	2844	170	5327
7	269.7	0.2	162.9	7.4	97.5	1.8	2350	2558	228	6553
8	166.1	2.8	57.7	9.3	94.2	2.0	5713	1350	209	6233
9	184.7	45.2	17.3	3.4	117.5	1.1	5465	298	173	5269
10	462.4	110.1	268.0	4.2	79.5	0.5	4722	1889	218	3931
11	367.7	158.4	161.7	5.8	41.7	0.0	4664	1046	269	1648
12	153.5	43.2	78.8	15.7	15.8	0.0	1919	516	498	522
1987-1	21.6	0.0	20.	16.6	3.0	0.0	35	57	559	13
2	12.7	0.0	0.0	12.7	0.0	0.0	79	7	464	763
3	11.3	0.0	0.0	9.2	2.1	0.0	0	10	339	1957
4	35.2	0.0	27.2	4.4	3.5	0.0	0	1239	128	3253
5	69.8	0.0	44.0	5.2	18.0	2.6	0	2155	124	4604
6	452.6	0.0	371.1	7.4	69.2	4.9	0	3488	165	4962
7	342.1	5.3	256.6	6.0	70.1	4.1	1963	2635	184	4883
8	196.7	29.8	95.6	4.2	62.6	4.6	3604	1674	153	4727
9	231.1	44.1	92.7	3.0	87.3	3.9	3368	2009	126	4190
10	304.3	157.1	66.5	5.7	70.2	4.8	4241	1209	181	3173
11	261.1	175.1	27.2	15.3	43.5	0.1	4793	204	270	1926
12	98.4	45.5	11.1	20.3	21.6	0.1	1841	283	350	

1988-1	15.4	0.0	0.4	14.5	0.5	0.0	0	12	432	675
2	9.2	0.0	2.8	6.2	0.1	0.0	0	19	188	48
345	6.3	0.0	0.8	5.3	0.2	0.0	0	144	183	710
	14.8	0.0	0.2	13.2	1.4	0.0	0	549	378	1941
	35.5	0.0	8.3	7.2	19.7	0.3	0	611	333	3159
6	148.6	0.0	82.8	7.3	57.9	0.7	0	2970	328	4643
7	178.2	0.6	103.2	5.2	68.8	0.4	2226	2600	151	5017
8	261.7	37.3	179.4	4.0	39.5	1.5	4429	1274	138	4628
9	491.9	186.8	241.5	2.0	61.5	0.2	3741	1602	89	4483
10	517.5	128.1	327.7	10.0	51.2	0.5	3333	1854	332	3806
11	301.3	161.2	93.9	13.0	33.1	0.0	4000	647	363	2845
12	126.6	44.0	42.9	16.2	22.0	1.4	1658	412	419	1553
1989-1	20.7	0.0	4.5	15.6	0.6	0.0	0	80	281	451
2	15.0	0.0	0.9	14.0	0.1	0.0	0	16	253	118
3	8.9	0.0	1.3	7.5	0.1	0.0	0	40	136	685
4	4.4	0.0	1.2	2.5	0.7	0.0	0	39	53	1575
5	41.6	0.0	25.9	2.4	13.4	0.0	0	899	31	2497
6	210.5	0.0	168.8	6.2	33.3	2.2	0	2687	84	3714
7	307.7	32.9	179.0	5.5	90.2	0.2	2251	1893	128	4387
8	232.6	50.2	61.4	4.4	116.1	0.4	4313	873	114	4404
9	494.3	265.8	78.1	3.3	147.0	0.1	4593	538	76	4163
10	615.0	319.3	184.4	6.2	105.0	0.1	4120	1042	80	3544
11	414.3	302.4	45.6	12.3	54.0	0.0	4496	258	122	2435
12	171.0	88.5	37.8	14.2	30.6	0.0	1616	509	143	1351
1990-1	15.4	0.0	0.1	15.3	0.0	0.0	0	8	283	163
2	2.9	0.0	0.0	2.9	0.0	0.1	0	0	86	107
3	4.3	0.0	1.7	2.6	0.0	0.0	0	18	82	403
4	4.1	0.0	0.7	2.4	1.0	0.0	0	15	45	1631
5	14.3	0.0	3.0	3.2	8.1	0.1	0	432	59	2457
6	142.1	0.0	115.7	1.8	23.6	1.0	0	2506	29	3188
7	219.8	6.6	158.1	0.6	52.4	1.9	2094	2282	20	3945
8	118.2	49.4	29.6	0.3	38.7	0.2	4846	507	33	4010
9	170.0	63.4	38.0	2.8	65.5	0.3	4231	670	46	3720
10	414.6	251.0	117.0	4.7	41.7	0.2	4559	705	73	2792
11	367.2	320.6	23.6	4.5	18.3	0.2	4418	179	90	2053
12	141.2	108.1	15.5	13.9	3.7	0.0	1678	99	454	972
1991-1	14.5	0.0	0.4	14.0	0.1	0.0	0	22	270	386
2	9.3	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0	15	266	67
3	2.8	0.0	0.8	2.0	0.0	0.0	0	31	79	564
4	8.2	0.0	3.9	1.8	2.4	0.0	0	81	46	1210
5	27.5	0.0	15.7	1.3	9.9	0.6	0	1146	63	2116
6	206.9	0.0	173.7	2.1	30.7	0.4	0	2466	66	2998
7	256.9	1.9	192.7	4.1	57.5	0.7	2233	2170	66	3660
8	175.2	52.0	67.0	1.9	53.1	1.1	4780	918	36	3533
9	178.2	73.7	32.0	1.0	70.6	0.9	4765	462	19	2920
10	550.1	483.0	34.3	2.0	30.6	0.1	4660	203	31	2073
11	423.1	374.3	21.8	3.9	23.0	0.1	4454	155	81	1435
12	155.4	127.2	17.7	4.6	5.9	0.1	1687	94	270	780
1992-1	27.4	0.0	1.4	26.0	0.0	0.0	0	23	326	224
2	4.5	0.0	0.4	4.1	0.0	0.0	0	7	63	30
3	1.2	0.0	0.1	1.1	0.0	0.0	0	4	18	358
4	1.5	0.0	0.8	0.6	0.0	0.0	0	16	11	949
5	14.6	0.0	12.3	0.7	1.5	0.0	0	341	24	1594
6	106.0	0.0	98.7	0.8	6.4	0.1	0	1999	40	2199
7	228.2	5.4	180.0	0.8	41.9	0.1	2304	1797	50	3387
8	113.8	56.3	29.3	1.1	27.0	0.1	5097	571	35	3062
9	136.6	73.5	18.9	1.8	42.2	0.2	4638	643	38	3022
10	600.8	497.7	58.7	1.9	42.1	0.3	4626	734	40	2626
11	489.9	412.7	55.2	2.6	19.2	0.1	4791	319	61	1934
12	137.6	104.3	19.2	7.4	6.6	0.1	1714	124	132	1411

Annexed table 2 Monthly growth in weight(g) of prawn caught by set-net(A) and boats(B)

付表2 漁法別テナガエビ月別平均体重

(A) BW(g) HARI-AMI

MONTH	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	平均
1								
2								
3		0.307						0.307
4		0.580	1.204	0.826				0.870
5		1.408	0.578	0.769		0.799		0.639
6	0.640	0.682	0.749	0.471		0.812	0.850	0.701
7	0.970	1.404	0.982	0.577		0.741	0.842	0.920
8			0.651	0.237		0.538	0.826	0.563
9	0.229	0.311	0.483	0.216		0.634	0.332	0.368
10	0.502	0.329	0.391	0.340	0.441	0.919	0.888	0.544
11	0.311	0.225		0.481		0.669		0.421
12	0.260		0.497	0.432		0.230	0.756	0.435

MONTH	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	平均
1		0.219		0.246	0.194	0.329	0.229	0.243
2								
3								
4			1.465	0.472	0.616			0.851
5		0.719	1.272	0.470	0.328	0.688	1.652	0.905
6	0.336	0.299		0.556	0.598	0.807	0.451	0.508
7	3.844	0.989	0.836	0.781	0.582	0.940	0.734	1.244
8	1.041	0.615		0.224	0.134	0.400	0.185	0.433
9	0.106	0.774	0.498	0.195	0.226	0.185	0.229	0.316
10	0.243	0.557	0.212	0.218	0.227	0.381	0.379	0.317
11	0.313	1.011	0.488	0.154		0.451	0.303	0.153
12	0.280	0.525	0.240	0.247		0.893	0.366	0.425

(B) BW(g) by BOAT (TRAWL&GORO)

MONTH	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	平均
1						0.140		0.140
2						0.140		0.140
3						0.140		0.140
4						0.150		0.150
5						0.260		0.260
6						0.910		0.910
7						1.200		1.200
8			0.595					0.595
9								
10					0.140			0.140
11					0.140			0.140
12			0.138		0.140			0.134

MONTH	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	平均
1	0.087	0.041	0.172	0.062	0.069	0.179	0.092	0.100
2	0.084	0.059	0.143	0.091	0.021			0.079
3	0.072			0.097	0.193	0.120		0.121
4		0.054	0.200	0.142	0.083	0.120	0.096	0.116
5	0.056	0.135	0.215		0.138	0.191	0.218	0.159
6	0.335	0.374	0.475	0.356	0.561		0.373	0.412
7	0.878	0.680	1.052	0.954	0.954	0.877	0.387	0.826
8	0.357	0.767	0.555	0.170	0.146	0.093	0.269	0.337
9		0.143		0.148	0.119	0.090	0.093	0.119
10	0.072	0.172	0.062	0.181	0.135		1.131	0.125
11	0.064	0.178	0.080	0.147	0.144	0.131	0.154	0.129
12	0.044	0.136	0.099	0.085	0.147	0.096	0.105	0.102

Annexed table 3 Monthly variation total number of catch and effort for prawn

付表3 総漁獲尾数と総出漁日数の推移

		(×10 ⁶)		(days)
		TOTAL-N	TOTAL-X	T-CPUE
1971	1	2229.6	2968	77.3
	2	154.2	1425	108.2
	3	153.2	2028	75.5
	4	576.9	4145	139.2
	5	178.7	7702	23.2
	6	2523.0	9056	27.9
	7	335.6	10641	31.5
	8	966.2	13240	73.0
9	1956.0	24971	78.4	
10	2300.0	22648	101.6	
11	2425.0	213955	101.2	
12	492.6	133351	36.9	
1972	1	280.3	2508	111.8
	2	52.9	1022	51.7
	3	76.7	1044	73.4
	4	248.5	1827	136.0
	5	183.8	4983	36.9
	6	344.4	6014	57.3
	7	344.0	7363	46.7
	8	836.2	9105	91.8
9	2703.0	4844	558.1	
10	1673.0	5114	327.1	
11	1812.0	5017	361.2	
12	1700.0	3264	520.8	
1973	1	676.4	2939	230.1
	2	127.1	2130	59.7
	3	61.1	1721	35.5
	4	45.4	2636	17.2
	5	285.9	4076	70.1
	6	386.6	5792	66.8
	7	353.9	5765	61.4
	8	648.5	4878	132.9
9	996.4	10224	97.5	
10	2154.0	10252	210.1	
11	1467.0	8912	164.6	
12	1574.0	5382	292.4	
1974	1	203.8	2760	73.8
	2	27.1	2352	11.6
	3	41.8	3631	11.5
	4	56.6	6425	8.8
	5	114.7	1655	69.3
	6	5167.0	3244	159.4
	7	387.1	2904	13.3
	8	726.2	2393	303.5
9	16699.0	28177	60.3	
10	1343.0	25971	51.7	
11	1302.0	23687	55.0	
12	550.0	12837	42.8	
1975	1	276.3	1400	197.4
	2	1398.0	1049	1333.1
	3	152.3	1731	88.0
	4	92.8	1573	59.0
	5	481.8	1751	275.2
	6	575.4	5033	114.3
	7	597.3	4648	128.5
	8	1112.0	3656	304.2
9	3663.0	9961	367.7	
10	2295.0	9981	230.0	
11	1820.0	8628	210.9	
12	777.6	4646	167.4	

		TOTAL-N	TOTAL-X	T-CPUE
1976	1	67.3	1841	36.5
	2	34.4	2044	16.9
	3	60.4	2700	22.4
	4	74.6	4597	16.2
	5	181.6	39123	46.3
	6	417.9	6098	68.5
	7	315.7	5561	56.8
	8	506.4	5407	93.7
9	902.4	3435	262.7	
10	1418.0	7089	200.1	
11	1570.0	6261	250.8	
12	1555.0	3998	388.8	
1977	1	248.9	4262	58.4
	2	39.3	2753	14.3
	3	53.5	4507	11.9
	4	34.4	5068	6.8
	5	355.5	3443	103.2
	6	460.7	6051	76.1
	7	327.7	4485	73.1
	8	519.9	3848	135.1
9	3139.0	3217	975.9	
10	3932.0	3799	1035.0	
11	3744.0	3528	1061.2	
12	1456.0	1929	754.8	
1978	1	193.9	12587	15.4
	2	64.0	8519	7.5
	3	144.3	12880	11.2
	4	32.2	10004	3.2
	5	953.8	3680	259.2
	6	1129.0	5217	216.5
	7	595.5	4660	127.8
	8	822.9	3238	254.1
9	1050.0	5191	202.3	
10	3323.0	5255	632.4	
11	3523.0	5967	590.4	
12	1262.0	2397	526.3	
1979	1	232.7	1196	194.5
	2	40.8	594	68.6
	3	86.0	2067	41.6
	4	203.5	2295	88.7
	5	494.6	2423	204.1
	6	956.1	4694	203.7
	7	626.4	4650	134.7
	8	736.9	3149	234.0
9	2082.0	5175	402.2	
10	2304.0	5226	440.9	
11	1837.0	4785	383.8	
12	1182.0	2509	471.2	

		TOTAL-N	TOTAL-X	T-CPUE
1971	1	350.7	667	525.8
	2	39.3	322	122.0
	3	42.3	320	132.2
	4	12.2	199	61.4
	5	13.2	1187	11.1
	6	202.1	3346	60.4
	7	156.5	4888	32.0
	8	514.3	4255	120.9

	9	1726.0	2772	622.6
	10	2650.0	3182	832.8
	11	2611.0	3137	832.5
	12	1382.0	1387	996.3
1972	1	241.4	2521	95.8
	2	38.3	2019	19.0
	3	40.6	2819	14.4
	4	49.5	2518	19.7
	5	928.4	2775	334.5
	6	1104.0	4230	261.1
	7	491.9	3934	125.0
	8	630.9	3758	228.7

	9	940.2	2315	406.2
	10	2567.0	2083	1232.5
	11	3278.0	2784	1177.3
	12	1648.0	1299	1268.6
1973	1	222.8	452	492.8
	2	33.9	228	148.8
	3	53.7	216	248.8
	4	642.4	175	36.7
	5	312.0	1987	157.0
	6	537.8	4072	132.1
	7	28.7	4096	68.8
	8	418.7	2918	143.5

	9	908.7	1821	499.0
	10	3289.0	3205	1026.3
	11	2587.0	2220	1165.2
	12	1270.0	1072	1184.4
1974	1	101.0	841	120.1
	2	30.3	608	49.9
	3	24.7	538	46.0
	4	244.1	1637	149.1
	5	302.4	2737	110.5
	6	1051.0	4307	244.1
	7	378.2	3682	102.7
	8	5262	2828	186.1

	9	1436.0	5402	265.8
	10	2029.0	4977	407.6
	11	1698.0	4055	418.8
	12	653.0	2197	297.2
1975	1	66.0	2490	26.5
	2	51.1	1070	47.8
	3	190.	1241	15.3
	4	19.0	2867	6.6
	5	81.9	1449	56.5
	6	329.1	4122	79.8
	7	185.2	3998	46.3
	8	743.4	2833	262.4

	9	3800.0	2979	1275.6
	10	3839.0	3120	1230.5
	11	2080.0	2012	1033.8
	12	942.2	1069	881.4

		TOTAL-N	TOTAL-X	T-CPUE
1976	1	111.8	423	264.3
	2	44.8	322	139.1
	3	27.5	211	130.2
	4	14.5	120	120.6
	5	180.1	1537	117.2
	6	487.5	3664	133.1
	7	333.4	3486	95.6
	8	609.7	2841	214.6

	9	3366.0	3683	913.9
	10	4380.0	3831	143.4
	11	2844.0	3125	910.1
	12	1343.0	1622	807.9
1977	1	63.8	228	279.9
	2	687.7	67	102.6
	3	19.6	84	233.4
	4	10.1	61	165.5
	5	31.1	893	34.8
	6	330.8	3067	107.9
	7	242.1	3280	73.8
	8	324.5	1942	167.1

	9	1068.0	2911	366.8
	10	3090.0	2987	1034
	11	2718.0	2322	1170.7
	12	1254.0	1074	1167.2
1978	1	62.1	355	174.8
	2	22.1	332	66.7
	3	10.9	143	76.5
	4	39.0	175	222.6
	5	110.9	1572	70.6
	6	486.2	3055	159.1
	7	285.1	3137	90.9
	8	480.3	2135	225.0

	9	1115.0	3724	299.3
	10	4242.0	3274	1295.6
	11	3130.0	3018	1037.0
	12	1145.0	1274	1133.9
1979	1	120.6	484	249.1
	2	14.3	96	149.3
	3	338.6	29	116.8
	4	806.0	32	251.9
	5	80.0	525	152.5
	6	253.8	2255	112.5
	7	258.8	2470	104.8
	8	319.0	1547	206.2

	9	915.6	4941	185.3
	10	4591.0	4965	924.6
	11	3675.0	4597	799.5
	12	1245.0	1827	681.2