

瀬戸内海のエビ漁業の合理化に関する研究

I 干潟に依存する蝦類に関する研究 特にクルマエビに就いて*

安田治三郎・鈴木正也・篠岡久夫

緒言

河川を背景に持つ砂質の干潟にはクルマエビ *Penaeus japonica*, シバエビ *metapenaeus Joyneri*, モエビ *metapenaeus affinis* 等の重要蝦類の稚蝦が依存するが、これ等の干潟は干拓、産業廃水は都市廃水により縮少又は汚染される機会が多く、上記の重要蝦類の資源量がしばしば影響を受けると言われるが事実都市を背景に持つ干潟は泥量が増してこれ等の稚蝦の棲息には不適になってくる。従ってその沖合の漁場にはクルマエビの漁獲が著しく減少した処がある。

著者等はこれ等の資源の保護対策に資するために先ず廃水による影響のないと考えられる干潟における蝦類の実態を調査したが更に蝦類の沖合への移動とその資源量の推定を試みたので現在迄に整理し得た部分をここに報告する。

なお本研究は大分県浅海漁業研究所並びに山口県内海水産試験場への委託調査資料に基く処が多く、両所の職員に少なからざる御助力を得たことを記して謝意に代えたい。又常に御助言並びに御鞭撻を賜った花岡資所長に厚く感謝する。

1. 干潟に出現する蝦類

本調査は周防灘の南北両岸、大分県豊後高田地先並びに山口県小郡湾内干潟で行ったものである。出現する種類はクルマエビ *Penaeus japonica*, モエビ *Metapenaeus affinis*, シバエビ *Metapenaeus joyneri*, ヨシコビ *Metapenaeus monoceros*, サルエビ *Trachypenaeus curvirostris*, Grago *cassiope*, テッポウエビ *Crangon*

第1表 A. 大分県豊後高田市呉崎干潟に出現するエビ類 (1954)
(47カ所, 1カ所3坪, 計94坪 (309.2m²) で採集)

Sp.	Date	6-5	7-15	7-29	8-13	8-27	9-15	9-27	10-18	11-19	12-15	2-8	3-25	Total
クルマエビ	M	78	33	27	80	122	103	85	121	99	71	60	49	928
	B. L													
Grago	N	3			1	2	2	1	68	41	10	111	153	392
	B. W	0.4~ 0.7g					0.2		0.05~ 0.1	0.05~ 0.2	0.1~ 0.9	0.2~ 0.9	0.1~ 1.0	
シバエビ	N		53	62	51	35	1	3	3	1				209
	B. L		mean 2.8	1.7~ 3.6cm	1.1~ 3.8	1.6~ 3.8	2.6	1.7~ 3.0	2.6~ 3.3	3	3.6			
モエビ	N							2						2
	B. L							4.2~ 6.2cm						
ヨシコビ	N					7	2		2					11
	B. L					2.5~ 4.9cm			2.4~ 2.9					
サルエビ	N								1	1				2
	B. L								3.3cm	3.2				
テッポウエビ	N												1	1
	B. L													
ガザミ	N		11		1	4	9	2	7	4	1		3	42
	B. L													
Total	N O	81	97	89	133	170	117	93	202	146	82	171	206	1587
クルマエビ 1m ² 当りの尾数		0.252	0.107	0.094	0.259	0.395	0.334	0.275	0.392	0.320	0.230	0.194	0.158	

N:尾数 B L:体長 BW:体重

*内海区水産研究所報告第57号

brevicristatus, 等でこの中重要なものは前三種である。

両漁場共にクルマエビが大部分を占め、その他は各干潟に応じた種類、即ち山口県側ではモエビが多く、大分県側ではシバエビが多く出現している。(第一表A, B)

第1表 B. 山口県小郡湾内干潟に出現するエビ類 (1954)
(6カ所, 1カ所6坪, 計36坪 (119m²) で採集)

Sp. \ Date	5-20	6-3	6-16	7-1	7-29	8-12	8-27	9-27
クルマエビ { NO { B. L	13	7	7	2	3	6	19	9
モエビ { NO { B. L	1 2.6~4.0cm		8 3.3~4.6				1	
Crago NO	3							
Total NO	17	7	15	2	3	6	20	9
クルマエビ 1m ² 当り尾数	0.109	0.059	0.059	0.017	0.025	0.050	0.160	0.071

Sp. \ Date	10-18	11-10	12-26	1-26	2-23	3-25	4-26	Total
クルマエビ { NO { B. L	8	15	7	14	8	20	4	142
モエビ { NO { B. L		5 2.0~3.4	4 2.0~3.0	9 2.0~3.7	8 2.0~3.7	3 2.3~3.7	3.4	39
Crago NO		2						5
Total NO	8	22	11	23	16	23	4	186
クルマエビ 1m ² 当り尾数	0.067	0.126	0.059	0.118	0.067	0.168	0.034	

クルマエビが周年出現するのに対し、モエビは主として11月から3月迄と6月中旬であり、シバエビは7、8月を主とし秋季迄残る。Crago cassiope は周年出現するが、盛期は10月から3月である。この他大分県側にヨシエビ、サルエビが8月下旬から10月中旬の間に少し出現する。

これ等の中 Crago cassiope を除いて何れも稚蝦のみが出現しているが、特にクルマエビの稚蝦はこのような砂質の干潟以外には全く採集されないし、又シバエビ、モエビの稚蝦も大部分は砂質の干潟に採集されている。⁽³⁾ヨシエビの稚蝦が大分県側で採集されているが、本種は河口区汽水の潮溜りに多いもので、むしろ異例と考えられるし、又サルエビはこれ等とは逆にこれ等の沖合の砂質か、更に沿岸を遠く離れた稍急潮区(砂質を多く含む)に多く採集されるもので干潟の場合は稀れである。

以上の採集から干潟に棲息する量を計算すると、大分県側はクルマエビは1m²当り最も多い10月中旬で0.392尾、最も少ない7月下旬で0.094尾となり、これは後で記す漁場の棲息量の13.9~3.3倍に相当する。

※採集方法

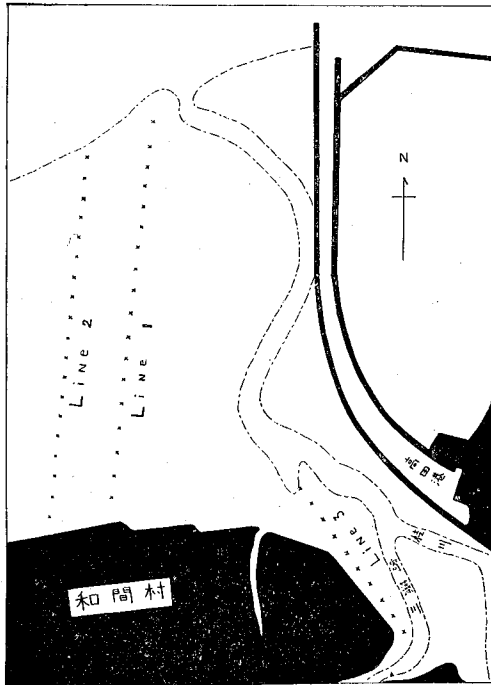
大分県：干潟に間隔150kenの縦断線2線と河口に1線をとって夫々50K間隔に採集地点を定め、各地点2坪を粹取りした。採集時期は6月から翌年3月迄、月1回乃至2回行った。(第1図)

山口県：干潟A・B2線を選び小潮満潮線から大潮の間にAは6点、Bは3点間隔200~300mにとり1地点6坪を粹取りした。採集時期は5月より翌年4月迄毎月1回乃至2回行った(第2図)

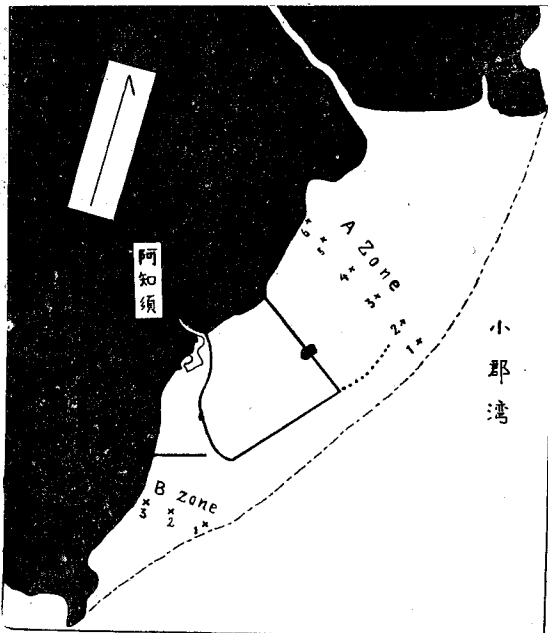
2. 干潟に出現するクルマエビの消長と移動

クルマエビの稚蝦は周年干潟に出現するが、その盛期は繁殖期と直接関連する。藤永(1942)は体長10mm^頃迄は浮游又は游泳するとしている。干潟で採集される最小型は胸甲長2mm(体長10mm内外)であるから、游泳時代から底棲に移った直後に相当し、この事実は底棲への移行は干潟で行われるとを示すものと

第1図 大分県豊前海吳崎地先の干潟及び採集地点



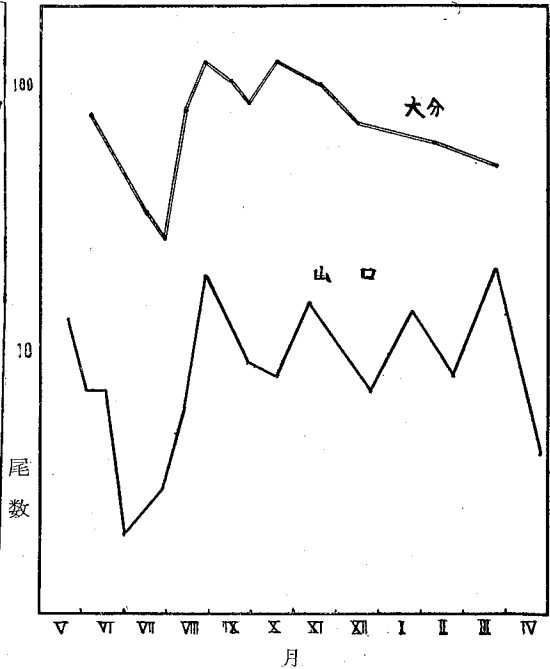
第2図 山口県小郡湾の干潟及び採集地点



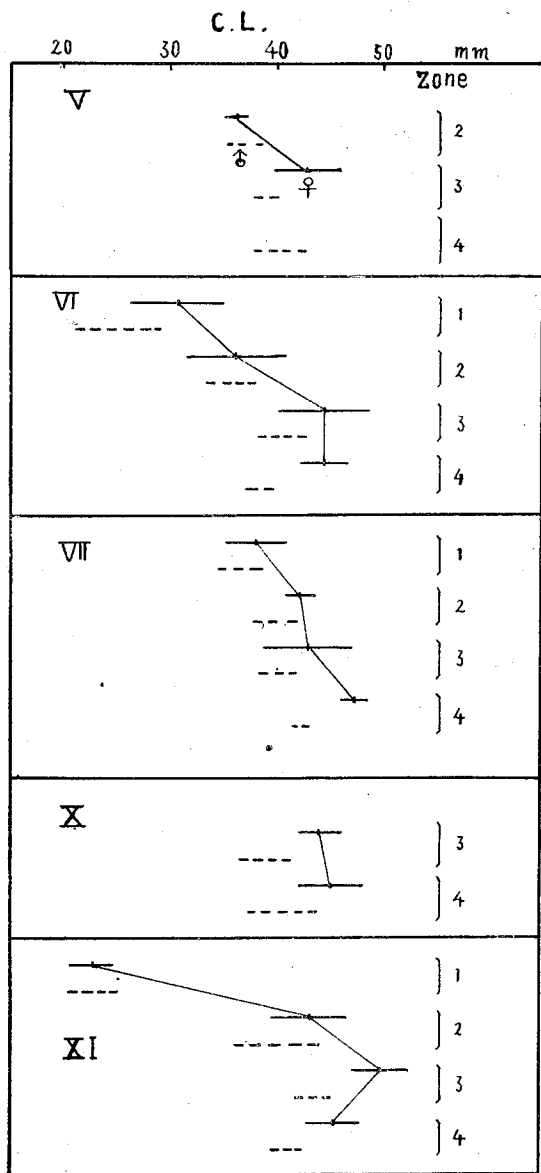
して、先ず間違ひなからう。これ等の最小型は8月中旬から9月上旬に亘って最も多く出現する。干潟の出現盛期の間には二つの山が見られるが(第3図)これは産卵に二つの山があるが、産卵は持続しても生残りに二つの山があるかの何れかであろうが、この二つの山がエビの成長生態に二つの型を作っている。即ち前期の山に属する個体は早く成長して秋季漁業の対照となり、後期のものは成長が遅く、多くは干潟に越冬して春から夏の漁業の対照になる⁽¹⁾。従って秋季の漁獲量は早期産卵の良否並に夏季の海況に大きく左右され、春季より初夏に亘る漁獲は晩期の産卵の外に長期に亘る冬期の海況によって影響を受けると考えられる。

一般にクルマエビは稚蝦期を干潟に過ごして後その沖合に移動するとされている。山口県の干潟面での移動については八柳、前川が報告したが更に干潟を離れて沖合へ向う移動については大分県側の調査によって説明し得る。第4図は干潟(第一線)大干潮線附近(第二線)水深3.4m附近(第三線)並に7.8m線附近(第四線)で夜間満潮時に曳網で採集した蝦の胸甲長の平均値並にその信頼限界(P>90%)である。これ等は時期による幾分かの相違はあるが、一般に干潟から沖合に向って移動することとその大きさに応じた移動範囲を暗示している。

第3図 干潟に於けるクルマエビ稚蝦の出現の消長



第4図 干潟並びにその沖合のクルマエビの採集地点別の胸甲長の信頼限界 (P>90%)



1: 干潮帯, 2: 長干潮線附近, 3: 水深3.4m線, 4: 水深7.8m線

3. 干潟の性状と棲息量並 Pool 区造成について

干潟の性状が同質でないことから、他の生物と同様エビの分布は一樣ではない。採集地点を Pool 区と exposure 区に二分して比較すると Pool 区に何れの蝦も多い、特に6月、7月、10月、11月、12月に多い。差の小さいのは8、9月の繁殖期で、稚少な時代には exposure 区に多いことを示している。(第2表)

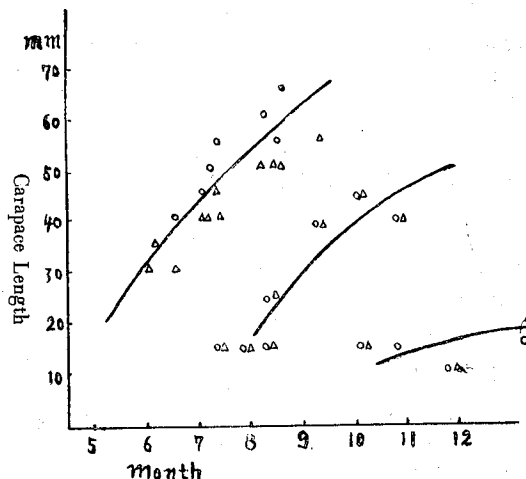
これ等の事実は干潟に依存する蝦類に対する干潟の抱容力を増大する工夫があると考えられる。試みに

例えば6月では第一線と第二線を見ると、その胸甲長平均値は後者が大きい、その信頼限界では分離出来ない。又第二線と第三線の間ではその信頼限界は明らかに分離される。又第三線と第四線はその平均値も殆んど同一で、大きさによる分布差は認められない。(但し雄の場合は之と稍異るときもある)

以上を総合すると7月及び11月は6月と異り干潟と大干潮線間、蝦は明きり分離される。即ち7月は前年生れの蝦が成長が早く干潟から沖合への移動も又早いことが推定される。又11月では完全に分離してこの頃の小型の蝦(胸甲長20~25mm)は全く移動せず干潟に越冬することを意味するものである。又一旦干潟を離れた蝦は6、7月は沖合程大きい処から成長に応じて沖合に移動する傾向が見られるが、11月ではこの傾向は認められない、むしろ第三線附近に大きいのが多い。

次に移動の速度を推測するならば、これらの採集区毎の胸甲長平均値と夫々の時期による蝦成長度(第5図 山口県側の測定値)を組合せると移動に要する期間が大略推測されよう。即ち5、6、7月は第一線より第二線へは約12日、第二線から第三線へは5、6月は約25日、7月は約10日となる。

第5図 クルマエビ群成長度 (山口県委託調査並に山口水試調査資料参照)



第2表 大分県干潟のクルマエビ採集尾数
(2坪当りの平均値)

採集月日	Pool区	exposure区
VI—15	1.97	0.29
VII—14	0.94	0.13
VII—29	0.68	0.57
VIII—12	1.44	2.33
VIII—27	2.14	2.91
IX—15	2.56	2.00
IX—28	3.08	1.80
X—18	4.40	0.14
XI—16	3.42	0.45
XII	2.45	0.00

exposure 区のみを深さ5寸程掘ってPoolを造成すると(9月下旬)翌日の干潮時にそれに集る蝦は今迄あったPool区よりも遙かに多いことを知った(第3表)

これ等の実験の結果と干潟に棲息する蝦の大きさ及びその移行を併せ考えると、干潟に依存せねばならない大きさの蝦例えば11月胸甲長20~24mmのものは干潮時になった時に干潟に止まるが、この稚蝦の数はPoolを造成することによって大きく増大させ得る筈で、従って同一面積の干潟により多くの稚蝦が生残ってその後蝦の成長に伴い沖合即ちクルマエビ漁場へ移動することが考えられる。

4. クルマエビの食性並に活動時

クルマエビの胃並びに腸を取出してその内容物から見ると、平潟のクルマエビは主として二枚貝の稚貝(ホトトギス、シホフキ、ヒメシラトリ、アサリ、シズクカイ、ハマグリ、その他)キセワタ、多毛類、甲殻類(稚蝦、稚蟹、Mysidaceae)及びdetritus等を餌とするようであり。これ等は何れもMandibleによって粉碎されている、但し採集が何れも昼間行われたために胃の内容量は多くは空虚で腸に送られたものから判定したが、蝦の摂餌の状態はその活動時を標示し得るが、以上の結果は当然クルマエビの夜行性を立証する。併し7、8月頃には約半数の胃の充満した蝦のあることを知った。併しこれ等の蝦は殆んど胸甲長10mm以下の稚少のもので、10mm以上のものは大部分胃が空虚である点から推定して10mm以下の稚蝦時代は昼行性であるように考えられる。

5. クルマエビの標識並びに放流試験

蝦類の標識方法には脱皮による阻害条件が伴って長期に亘り得ることは極めて困難である。現在迄にはイセエビではかなり多く行われたがPenaedeaやGarideaでは久保(1954)がPandalus kessleriで額角基部に標識して約25日間の効果を得ているに過ぎない。又 Nile blue の染色法で Racek (1955) が実験して脱皮

第3表 干潟にPoolを造成した時の効果

A. Ooita

Tidal Zone		Ist day (Per 3 tsubo)		(After building) pool Next day (Per 3 tsubo)		Contrast (Per 1 tsubo)	
Station	Condition	Number of shrimps		Number of shrimps		Number of shrimps	
		P·j	other	P·j	other	P·j	other
Center of tidal zone	Pool	3	1	7	1	3	1
	Exposure	0	0	16	1	0	0
Near to land	Pool	6	1	5	0	8	0
	Exposure	0	0	17	4	0	0

P·J : *Penaeus japonicus*
other shrimps : *metapenaeus joyneri*, *Crago cassiope*.

B. Yamaguchi

Tidal Zone		Ist day (Per 3 tsubo)		(After building) pool Next day (Per 3 tsubo)		Contrast (Per 2 tsubo)	
Station	Condition	Number of shrimps		Number of shrimps		Number of shrimps	
		P·j	other	P·j	other	P·j	other
far to land	Pool	15	30	5	29	15	23
	Exposure	10	4	9	4		
Center of tidal zone	Pool	11	4	3	7	6	0
	Exposure	3	0	17	1		

other shrimps : *metapenaeus affinis* Crayo *cassiope*,
Parapenaeopsis tenella, *Leuder serrifer*, *Athanas
lamellifer*,

迄の短期間の効果を発表している。今回の実験はクルマエビの telson に0.5mm 径のステツレス針金の輪を標識した。その結果クルマエビ（胸甲長10mm以上）が6月頃約15日間隔で脱皮するのに対し標識によって脱皮が抑制されて、約20日間隔になり途中2回の脱皮にも拘らずそのまま附着することを確めた。従って約40日間の効果があると言える。併し第2回の脱皮を終ると telson の形が著しく萎縮するために、その後は脱落の危険の大きいことが予想された。この方法によって大分県で放流した結果は第4表の通りで、最も長期のものは放流後51日に再捕し実験の結果とよく一致する。

以上51日間の再捕率は0.123である。併し標識付け並びに脱皮による減耗が当然起ることが予想されるが、これ等は今後の研究に待たねばならない。

6. クルマエビ資源量の推定

資源推定には色々の方法があるが、Deluryの方法を試みた。

$$\log_{10} C(t) = \log_{10} k N_0 - k E(t) \log_{10} e \dots (1)$$

C(t) : t時間内の単位漁獲努力当りの漁獲高

E : 月別出漁延舟数

E(t) : t時間内の累積出漁舟数

k : 漁獲努力の累積に伴う単位漁獲努力当り漁獲量の減少率

N₀ : t = 0 に於ける資源量

第5表は大分県豊前海高田市地先の手操網の一部により漁獲されたクルマエビ尾数である。

クルマエビの漁獲の大部分は5月から11月迄で、この内5月から8月迄は昨秋生れの産卵群が大部であり、9月以降は本年6月以降生れの早期出現のものが大部分である。併し8月は両者がかなり混合するため一応この月のものは除いて推定を試みた。作図（第5図）の結果9～11月は良い配列をする、これは recruitment があっても微量なことを示す。5～7月は余りよい配列をしない、この場合は recruitment がかなりあることを示すものであろう。

第6図 大分県豊前海におけるクルマエビの単位漁獲努力当りの漁獲量と累積出漁船数との関係

i) 5～7月

満足すべきものではないが、第5表より作図して得た係数より次の如く計算される。

$$\log C(t) = 2,475 - \frac{2,475 - 2.0}{127.3} E(t)$$

を得る。

$$\text{従って } \log_{10} k N_0 = 2,475 + \log 298.5$$

$$k N_0 = 298.5$$

$$k \log_{10} e = \frac{2,475 - 2.0}{127.3} = \frac{0.475}{127.3}$$

$$k = \frac{0.4750}{127.3 \times 0.4343} = 0.859 \times 10^{-2}$$

$$N_0 = \frac{360.25}{0.856 \times 10^{-2}} = 42,000 \text{尾}$$

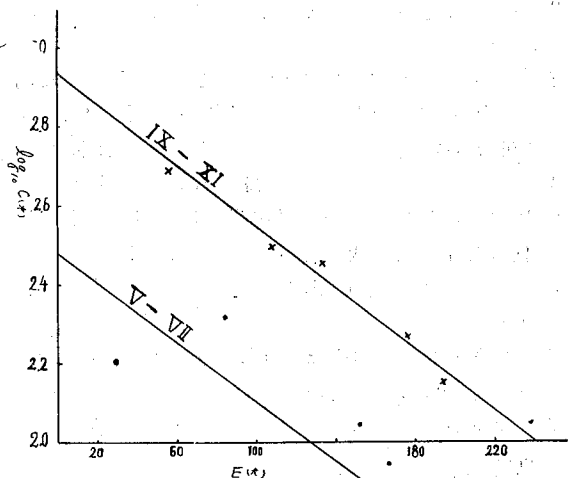
$$f = \frac{22,852}{42,000} = 0.545$$

即ち5月上旬におけるこれ等の漁船の対象となるクルマエビ資源は約42,000尾と推定され漁獲率は0.545と算定される。

ii) 9月～11月

第4表

放流月日	再捕月日	放流数	再捕数
9月28日	10月2日	560尾	
	3日		1
	4日		.1
	14日		1
	23日		1
	28日		1
	11月18日		1
計		560	7



前と同じく同様にして次の結果を得た。

$$\log C(t) = 2,935 - \frac{2,935 - 2.0}{241} E(t)$$

No=96,500尾

f=0.62

第5表

Date	E	C	C(t)	K(t)	log C(t)	E(t)
may 7~21	29	4681	161.5	4.681	2.2082	29
Jun 22~5	55	11490	208.2	16.171	2.3185	84
6~20	35	2121	60.7	18.292	1.7832	119
July 21~5	33	3670	111.1	21.962	2.0457	152
5~12	14	890	63.6	22.852	1.9494	166
Sep. 1~15	56	27150	485	27150	2.6857	56
16~30	52	16200	312	43350	2.4924	108
Oct. 1~15	25	7115	285	50465	2.4548	133
16~30	43	6890	186	57355	2.2695	176
Nov. 1~5	18	2560	142	59915	2.1523	194

以上に推定した資源量は高田の小型手操網5艘によるもので、同型の手操網がこの他37艘が同一資源と考えられる漁場で操業している。これ等が高田と全く同じ漁獲強度として大分県豊前海沿岸に棲息するクルマエビの概数を計算すると、

5月上旬の資源量は352,800尾

7,432貫32

9月1日の資源量は810,600尾

19,022貫08

となる。又、これ等の操業する漁場面積

は略12,400,000m²であるから、9月1

日における1Km²当りの推定値は28.4尾

となる。これは前述したように干潟の棲

息量に比べ $\frac{1}{13.9} \sim \frac{1}{3.3}$ に相当する。この

他に一部漁場の交錯するエビ漁網があっ

て、これによる漁獲があるが目下調査中である。

摘 要

1. 干潟がクルマエビ、シバエビ、モエビにとって不可欠であるにも拘わらず、工場や都市廃水によって汚濁されたり、干拓により縮小されていくので、干潟に棲息するエビ類の実態を山口、大分の両県で調査し繁殖保護に対する対策の一つの資料を提供した。
2. 干潟に出現する蝦類は7種であったが、その中最も多いのがクルマエビでシバエビ、モエビがこれに次いでいる。
3. クルマエビの底棲の初めは干潟で、その大きさは胸甲長2mmである。周年棲息するが、最も多いのは8月中旬から9月上旬である。8月下旬の他に10月中旬か11月に山があるが、前期の山のものは早く成長し沖合へ移動して秋季の漁獲の源泉となり、後期の山のものは干潟に越冬して来夏の漁獲の源泉となる。
4. クルマエビが干潟面上に棲息する時、その大きさには限度がある。又干潮時に干潟が露出した時、その中に残る Pool 区にエビが多く潜伏し、露出区には極めて少ない。今露出区に Pool を造成すると翌日の干潮時には多く潜伏したエビを得ることが出来る。
5. クルマエビの胃内容物には二枚貝の稚貝が最も多く巻貝、キセワタ、多毛類、甲殻類、detritus が見られる。
6. 標識方法として telson に0.5mm径のステンレス針金を附した結果、40日以上の効果のあることを認めた。又これによる放流試験の結果再捕率は0.124であった。
7. 大分県地先のクルマエビ資源を推定した結果9月1日に1Km²当り28.4尾を得たが、これは干潟の棲息量の $\frac{1}{13.9} \sim \frac{1}{3.3}$ に相当する。

参 考 文 献

八柳健郎, 前川兼佑 (1955) 瀬戸内海産クルマエビ *Penaeus japonicus* Bate の生態, 山口, 内水試験績

第7巻第1号

八柳健郎, 前川兼佑 (1954) 瀬戸内海産シバエビ *Metapenaeus joyneri* の生態的研究. 山口, 内水試業績
第6巻第1号

久保伊津男 (1955) クルマエビの群生長度 日水誌 第20巻第10号

M. Hudinaga (1942) Reproduction, Development and Rearing of *Penaeus japonicus* Bate. Japanese
Journal of Zoology VolX No. 2

池末 弥 (1955) 有明海産シバエビの生活史について 日水誌 第20巻第11号

安田治三郎 (1956) 内湾における蝦類の資源生物学的研究(II)各論 各種類の生態に関する研究. 内海区
水産研究所報告 第9号

久保伊津男, 森下恵一 (1954) 野付湾ホッカイエビの漁業, 資源, 繁殖保護. 資源科研究報 第33号

A. A. Racek (1955) Penaeid prawn fisheries of Australia with special reference to New South Wales
Indo-Pacific fisheries Council 6th Section

Summary

Study of rationalization of the shrimp fishery in Seto-inland sea.

I On Shrimps living in beach, with special reference to Kuruma-ebi, *Penaeus japonicus* Bate.

1. Notwithstanding the beaches are indispensable for the living of shrimps. Kuruma-ebi (*Penaeus japonicus* Bate), Shiba-ebi (*Metapenaeus joyneri* (Miers)), and Mo-ebi (*Metapenaeus affinis* (H. Milne-Edwards)), these beaches are ruining by industrial wastes, sewages and dry-reclamation. Authors have investigated the living state of the shrimps on the beaches in Yamaguchi and Ōita prefectures and present several materials for propagation and protection of these shrimps.
2. In the seven species which had appeared on the beaches. Kuruma-ebi appeared abundantly and next were in the order of Shiba-ebi and Mo-ebi.
3. The bottom-living habit of Kuruma-ebi begins on beaches primarily, growing to 2mm in the length of Carapace. They live on beach in a whole year making peak from middle in Aug. to early in Sept. Another peak is found from early Oct. to Novem, but the former appearing in summer after rapid growth moves to off the coast of beach and forms a source of catch in autumn, and the latter appearing in autumn passes the winter on the beach and forms a source of the catch in the next summer.
4. Kuruma-ebi which has only a definite size lives on beaches. Many shrimps flock together in the tidal pools but do not be found elsewhere on the beach. If we make pool on the beach, we maybe able to get many shrimps in it at the next Low tide.
5. In the stomach of Kuruma-ebi there are abundant in young Lamellibranchia-shell, and the rests are Gastropoda, Kiseiwata (*Philine japonica* Lischke), Polycheta, Crustacea and detritus.
6. Marking method that stick a stainless wire 0.5mm in diameter was recognized useful more long than forty days. Re-catch rate of this discharging test was 0.124.
7. Presumption of the stock of Kuruma-ebi was 28.4 in number per 1km² off the coast of beach in Ōita prefecture at 1st Sept., and this corresponds to 1/13.9~1/3.3 of the living mass on its beach.