

資源管理型漁業推進総合対策事業

(2) 重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査 (クルマエビ)

上田 拓・相島 昇・秋本 恒基・佐野 二郎

有明海は、福岡、佐賀、熊本、長崎の4県に囲まれた内湾性の強い海域である。有明海においてクルマエビは、漁業対象種として重要であり、各県独自に盛んに人工種苗放流が行われている。しかしながら、これまで有明海全域におけるクルマエビの生態等及び漁業実態に関する知見はあまり明らかにされていなかった。本調査では、4県が統一手法を用いて調査を行い、将来の共同放流事業等を含む栽培漁業を展開するための基礎的事項を説明する事を目的としている。

方 法

1. 漁獲実態調査

1) 農林統計調査

農林統計をもとに有明海のクルマエビの漁獲量の年別及び季節的推移について調査した。

2) 標本船調査

福岡県はげんしき網業者5名、三重流網業者2名、佐賀県はげんしき網業者9名、長崎県はげんしき網業者9名、小型底曳網業者5名、熊本県はげんしき網業者2名、三重流刺網業者1名に操業日誌の記帳を依頼し、漁場利用状況やC P U E (kg/日)等について調査した。

2. 生態環境調査

1) 標識放流追跡調査

天然クルマエビの移動生態、成長について明らかにすることを目的としてリボンタグで標識装着後、放流を行い、追跡調査した。放流は平成6年6月と10月の計2回行った。各県が放流した時期、体長、尾数については表1に示した。

2) 成熟状況調査

産卵場と産卵時期を明らかにすることを目的に、各県の地先漁場で漁獲されたクルマエビについて原則として6~12月までの間、月2回、雌30尾の卵巣重量を測定し、生殖腺指数(G I :卵巣重量/体重×100)を求めた。

3) 干潟調査

干潟域での稚エビの出現及び成長、放流された人工種苗の定着等を把握することを目的として、福岡県では平

表1-1 平成6年度第1回放流の内容

項目	福岡	佐賀	熊本	長崎
放流月日	6月8,11日	6月15日	6月30日	6月15日
放流場所	大牟田地先	峰の洲	白川沖	島原沖
放流サイズ(平均体長)	120.1mm	121.5mm	106mm	139.6mm
放流尾数	558尾	240尾	709尾	426尾
標識番号	F 1~	S 1~	K 1~	N 1~
標識種類	リボンタグ	リボンタグ	リボンタグ	リボンタグ

表1-2 平成6年度第2回放流の内容

項目	福岡	佐賀	熊本	長崎
放流月日	10月5,6日	10月19,20日	10月7日	10月7日
放流場所	大牟田地先	峰の洲	白川沖	島原沖
放流サイズ(平均体長)	145.1mm	121.5mm	142.3mm	169.6mm
放流尾数	977尾	832尾	269尾	548尾
標識番号	F 1~	S 1~	K 1~	N 1~
標識種類	リボンタグ	リボンタグ	リボンタグ	リボンタグ

成6年3月から、佐賀県では同年9月から、月に1~2回の割合でそれぞれ図1に示すT F 1, T S 2の地点で、長崎県では同年8月にT N 1~T N 7の地点で、関西電業社製パルスエビかき器(12V・電極幅50cm・電極間隔10cm)による調査を実施した。また、福岡県では平成6年5月から9月まで月1~2回パルス調査海域の沖側である地盤高-1~0mの海域について、小網による調査を実施した。生息尾数と体長を測定した。体長のヒストグラムは測定誤差を考慮して3項移動平均を用いて作成した。

4) 精密測定調査

有明海におけるクルマエビの成長を把握する事を目的に、体長等に関する精密測定を行った。

結果および考察

1. 漁獲実態調査

1) 農林統計調査

農林統計をもとに県別の年別漁獲量について図2に、

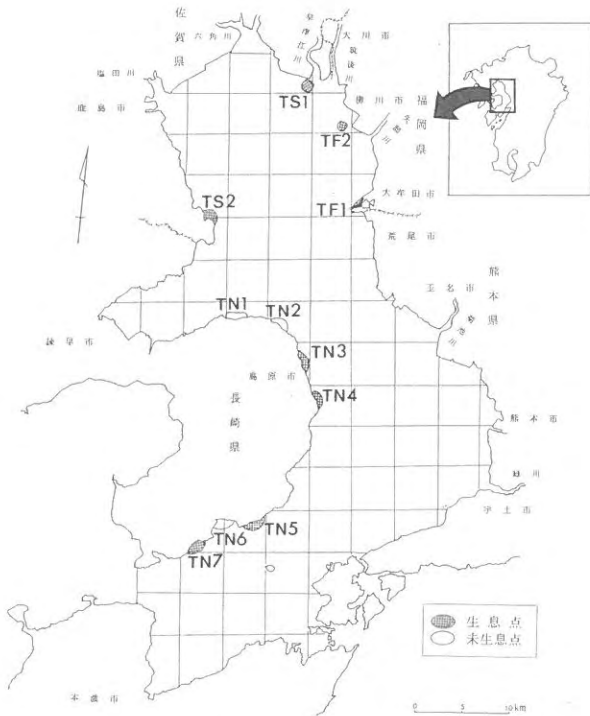


図1 干潟調査によるクルマエビ生息場所

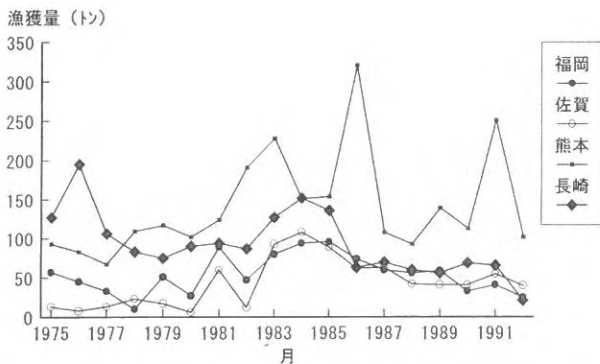
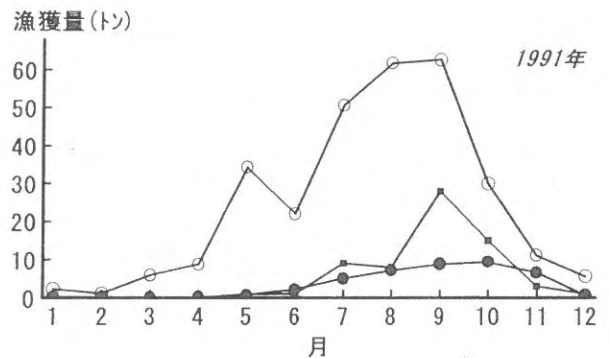
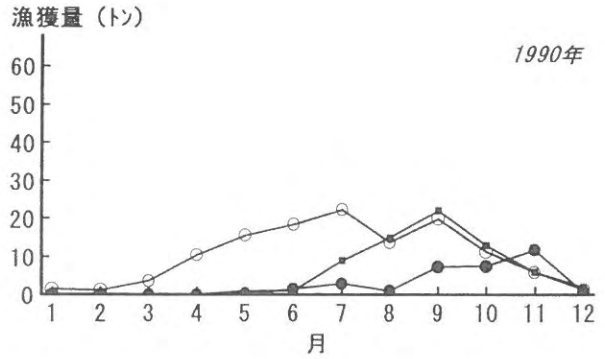


図2 有明海におけるクルマエビ漁獲量の経年変化

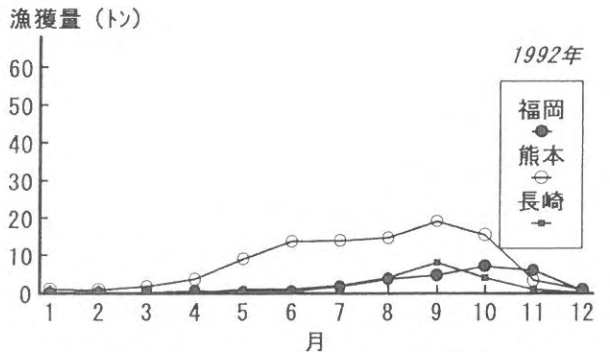


図3 県別クルマエビ漁獲量の経月変化

月別漁獲量について図3に示した。有明海における昭和50年から平成4年までの過去17年の漁獲量は、昭和50～57年代は年間200～300tで推移していたのだが、58～61年代は増加に転じ約500tとなった。その後、再び減少し、昭和62～平成4年は200～300tとなった。(ただし平成3年は413t)平成4年の内訳を見ると熊本が102tで最も多く、ついで佐賀40t、福岡25t、長崎21tであった。

2) 標本船調査

時期別CPUEの推移を図4に示した。湾奥部に位置する福岡、佐賀は4～5月にかけて漁獲が始まり7月にピークを迎え、8月に1度減少している。熊本も8月に減少するが、長崎のみ8月に増加する傾向にある。この理由として、標識放流調査によると、平成6年6月に湾奥部

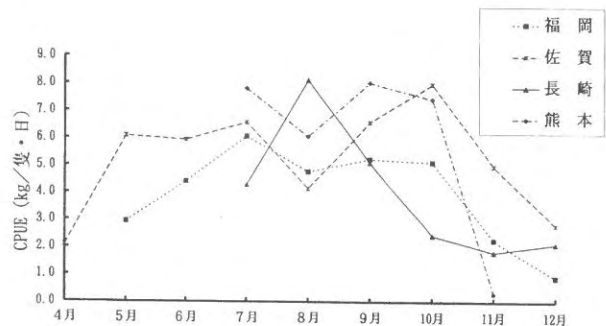


図4 標本船調査による時期別CPUEの推移

において放流された個体が長崎地先や、有明海をでて橋湾で採捕されていることより、湾奥部の浅所から移動し長崎沖を通過する産卵群の存在によるものと思われる。

9月～10月にかけては佐賀、熊本とも増加するが、福岡の増加は前者ほどは顕著でない。この増加の理由としては、クルマエビの成長及び若齢個体の新規加入が考えられる。四県とも10月以降は減少しており、これは水温低下にともなう深所への移動が考えられる。

また、標本船調査による時期別CPUEの水平分布を図5に示した。操業場所は4月～12月まで湾奥より湾中央部まで広範囲を漁場としている。7月以降、熊本、長崎県が加わってから両県の操業場所は熊本市、島原市沖を主漁場とし、湾口部の湯島周辺海域での操業は少ない。その理由として、湾口部湯島周辺海域での操業漁家データの不足が考えられる。しかしながら、漁業者からの聞き取りによると、湯島周辺海域での操業は無視できるほど少なくないと思われる。

2. 生態調査

1) 標識放流追跡調査

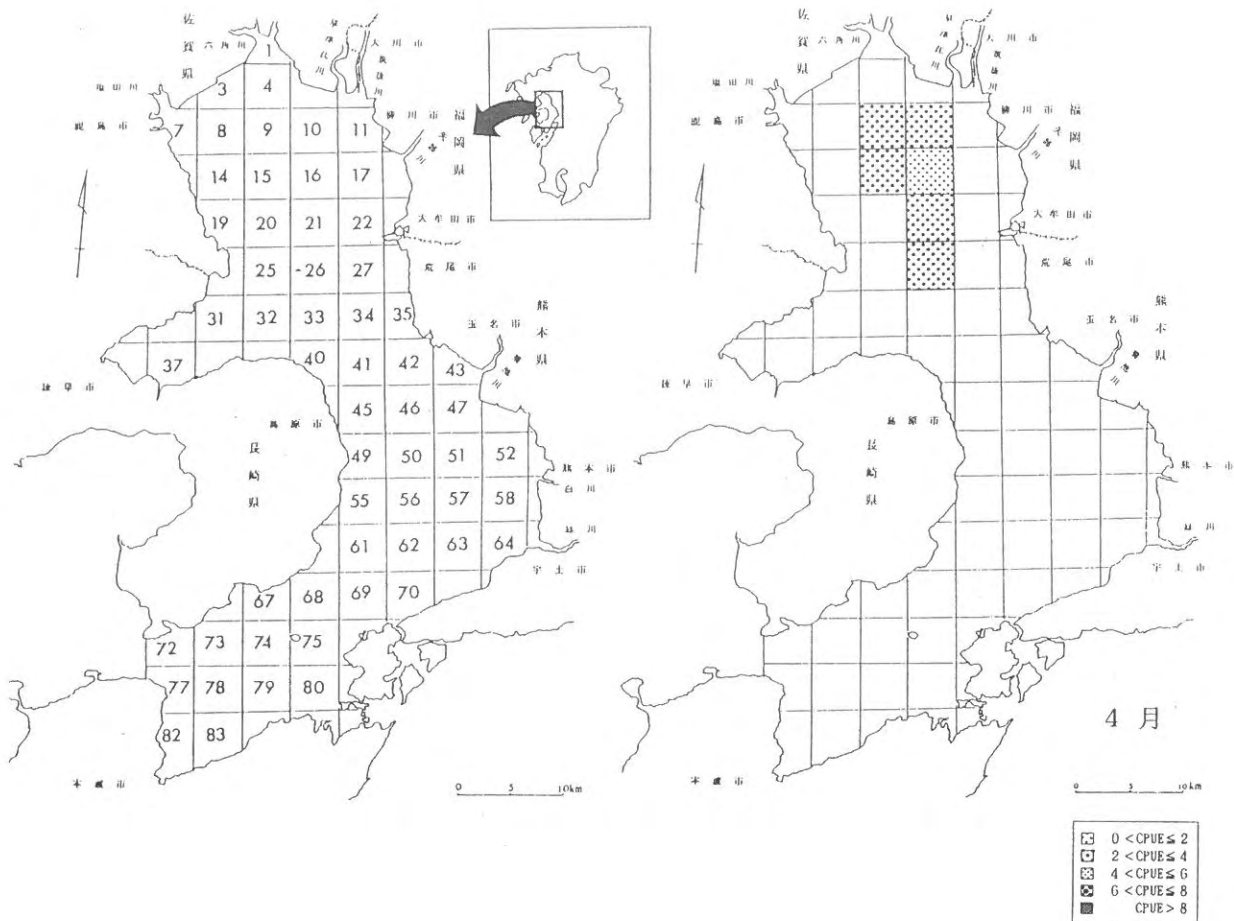
放流後の経過日数別の採捕尾数及び採捕率を表2に示した。第1回目の放流の採捕率は、福岡7.2%、佐賀3.3%、熊本1.4%、長崎2.1%であった。放流後の経過日数

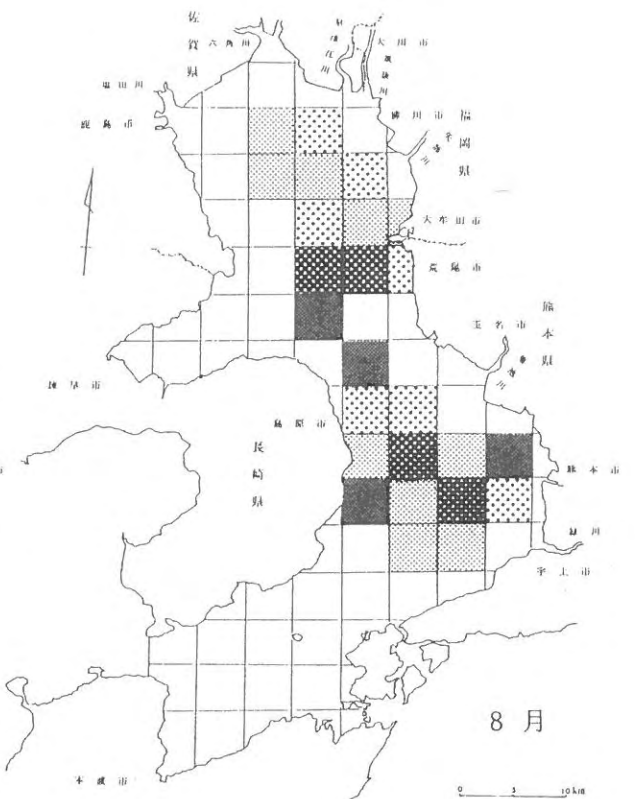
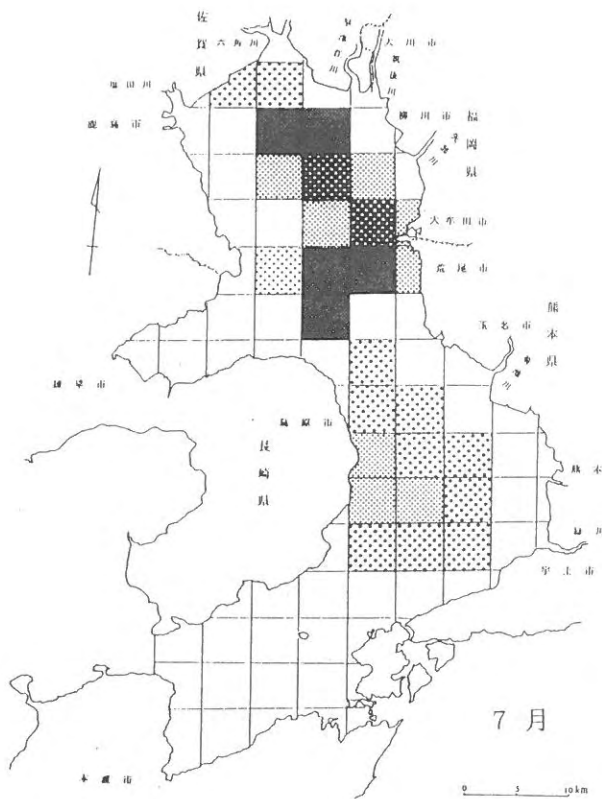
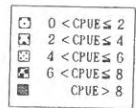
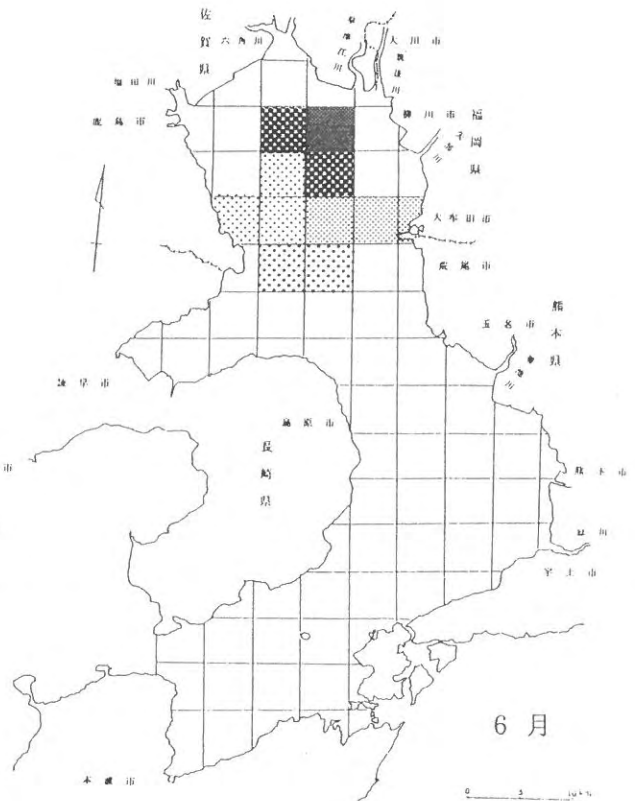
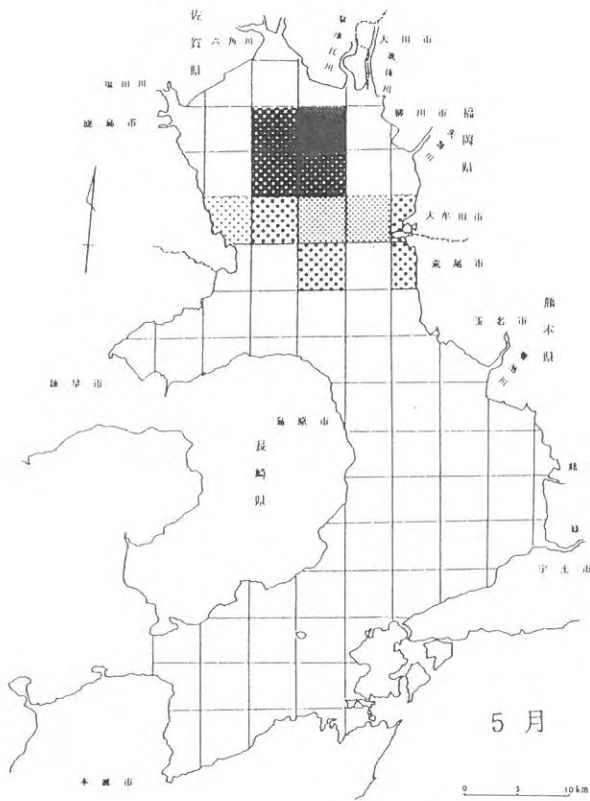
ごとの採捕尾数を見ると各県とも30日以内に採捕されたものが多く、50日以降に採捕されたものは5尾（福岡4尾、佐賀1尾）と少なかった。

第2回目の放流の採捕率は、福岡4.4%、佐賀4.5%、熊本0.4%、長崎2.9%であった。放流後の経過日数ごとの採捕尾数を見ると各県とも30日以内に採捕されたものが多く、50日以降に採捕されたものは1尾（福岡1尾）と少なかった。しかしながら、クルマエビを対象とした操業が1月以降ほとんどないという実態を考慮すると、平成7年の4月以降、操業開始とともに採捕される可能性がある。

第1回放流群の採捕結果から想定されたクルマエビの移動経路を図6に示した。福岡、佐賀の湾奥部で放流されたものは放流周辺海域か、南下して長崎、熊本海域で採捕された。特に福岡で放流されたものは、有明海を出て橋湾で6個体採捕された。熊本、長崎で放流されたものも移動は小さいが南下傾向を示した。

第2回放流群の採捕結果から想定されたクルマエビの移動経路を図7に示した。これによると、福岡、佐賀の湾奥部で放流されたものは第1回放流群とほぼ同様な移





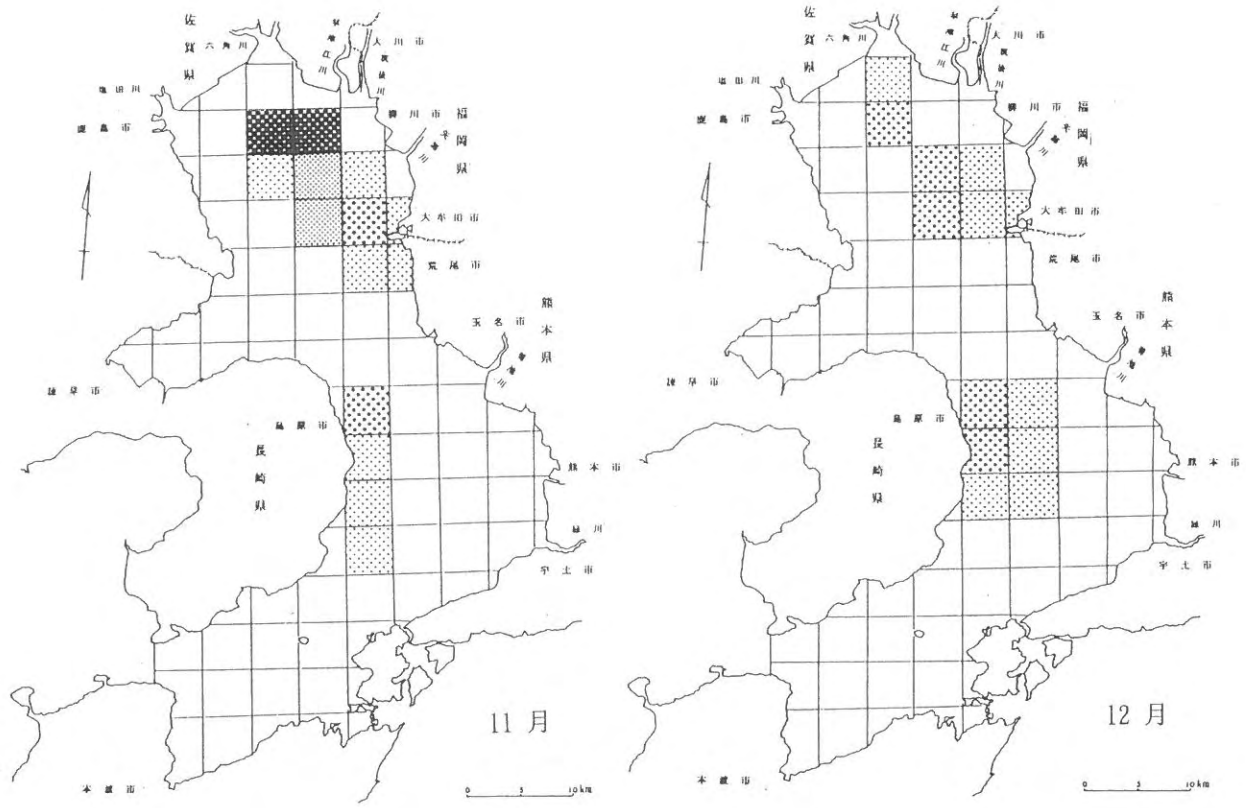
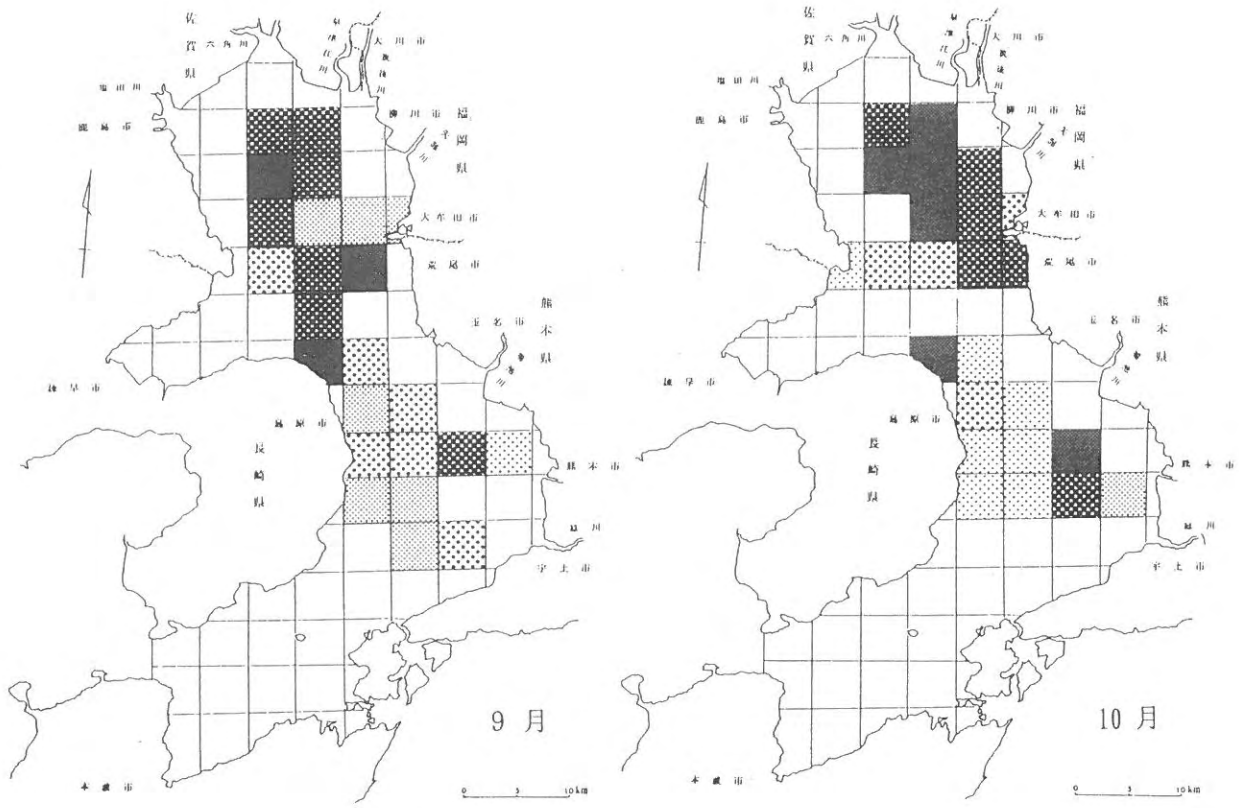


図5 標本船調査による時期別CPUEの水平分布

□	0 < CPUE ≤ 2
▤	2 < CPUE ≤ 4
▥	4 < CPUE ≤ 6
▧	6 < CPUE ≤ 8
■	CPUE > 8

表2 放流後の経過日数別の採捕尾数

放流後の経過日数		0~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	合計	採捕率(%)
第1回放流	福岡	14	8	7	5	2	1			3	40	7.2
	佐賀	2		2	3		1				8	3.3
	熊本		1	6			3				10	1.4
	長崎	2	2	2	2	1					9	2.1
第2回放流	福岡	12*	22	2	4	2			1		43	4.4
	佐賀	17	6	1	13	1					38	4.5
	熊本		1								1	0.4
	長崎	1	7	6	1	3					17	2.9

*：放流当日に捕獲された30尾は除いた。

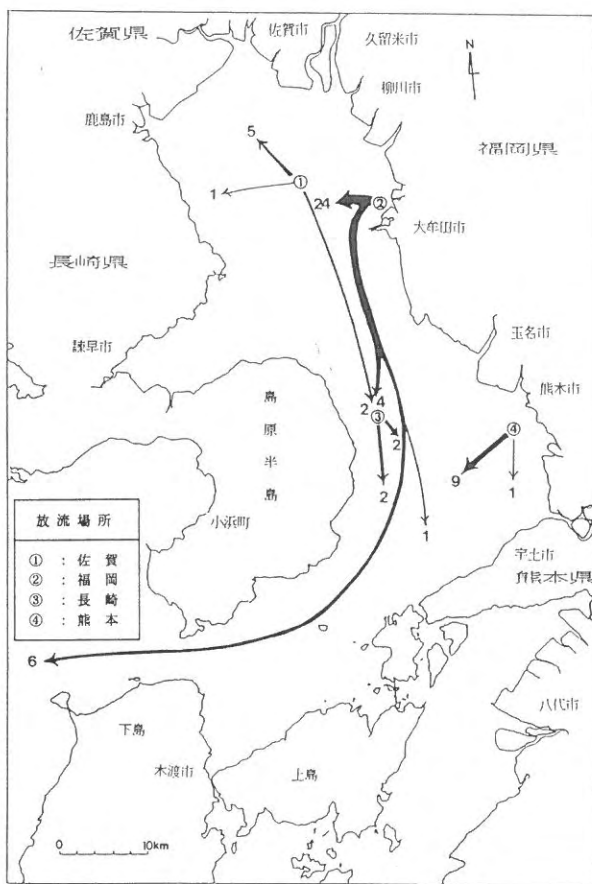


図6 第1回放流群の放流後の移動径路

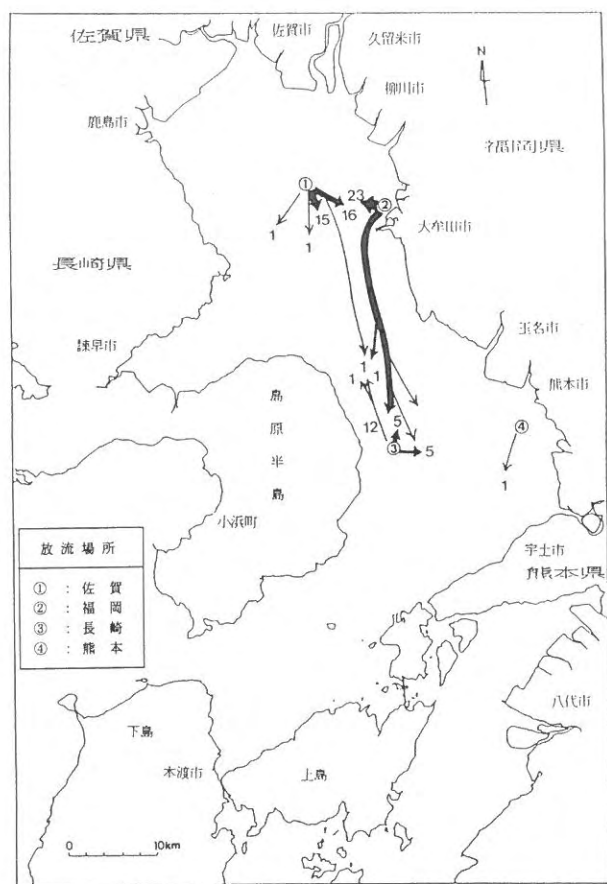


図7 第2回放流群の放流後の移動径路

動を見せた。しかしながらその移動は第1回放流群に比べ小さく有明海より出たものはいなかった。熊本、長崎で放流されたものも移動は小さいが南下傾向を示した。

採捕された第1回放流群の放流後の成長を図8に、第2回放流群の成長を図9に示した。成長は個体によってばらつきがあるが、第1回放流群では平均0.8mm/日、第2回放流群では平均0.3mm/日であった。降温期より昇温期のほうが成長が良い傾向があった。

2) 成熟状況調査

図10に県別のG I 指数の季節的推移を示した。

佐賀の海域のクルマエビは6月上旬まで卵巣の発達は見られず、G I 指数は2以下であった。6月下旬から7月上旬には一部の個体はG I が10を越えたが、8月になるとG I は急激に低下し、ほとんどが3以下になった。G I の変化を雌の体長組成と比較すると、G I が上昇していく6月下旬から7月下旬の間は、体長のモードは約

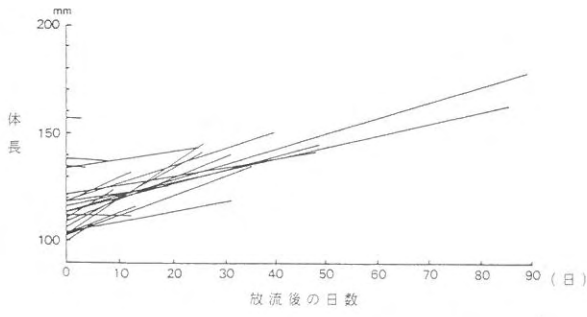


図8 採捕された第1回放流群の放流後の成長

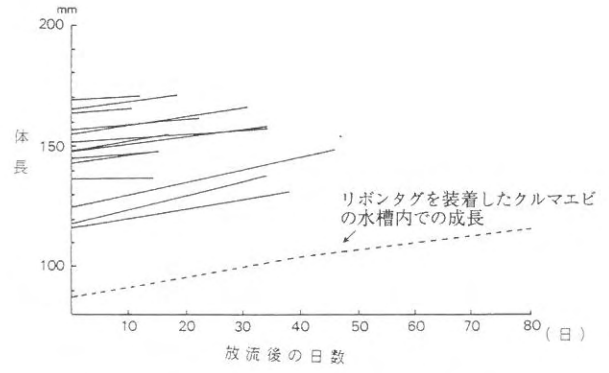


図9 採捕された第2回放流群の放流後の成長

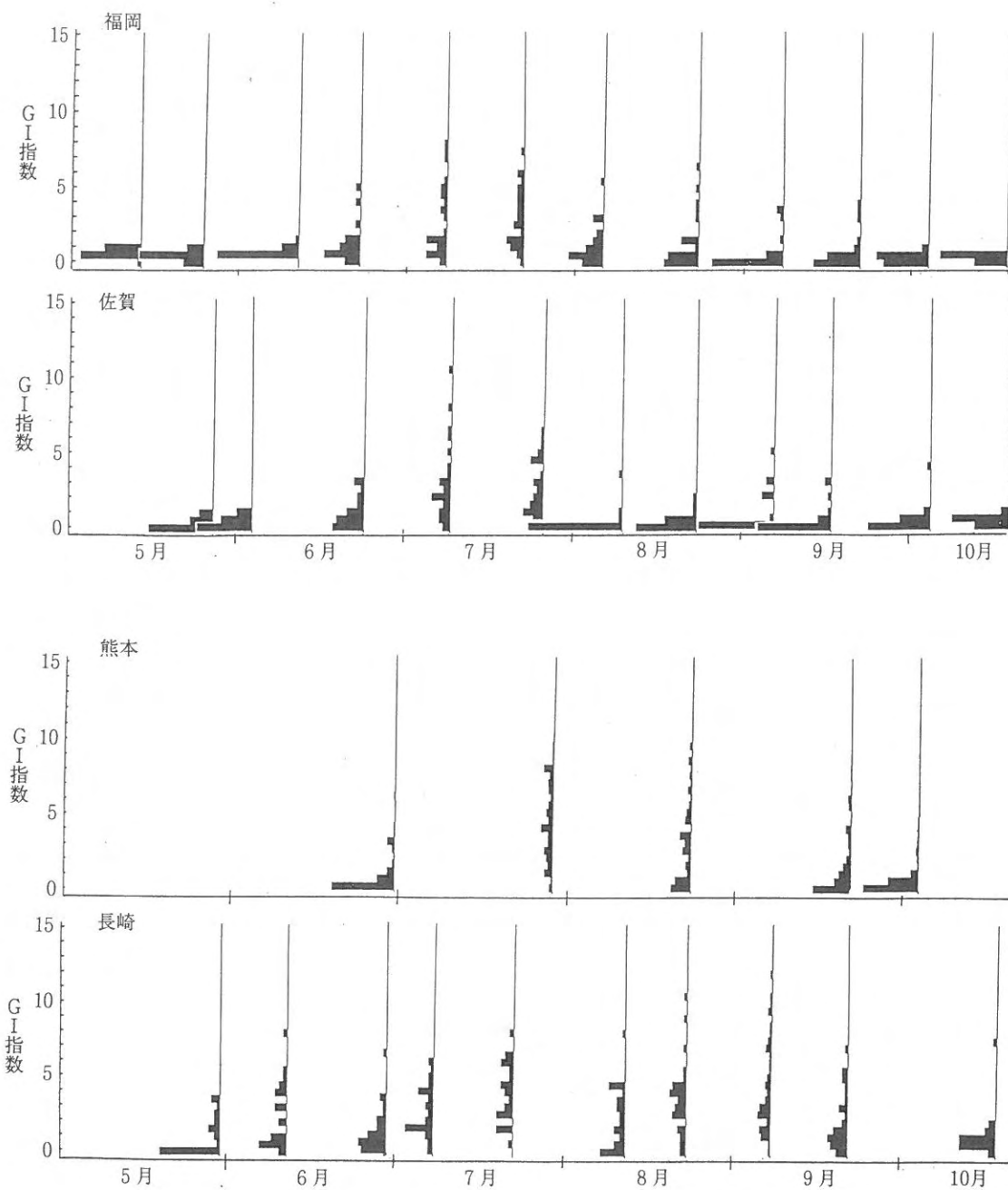


図10 GI指数の季節的推移

12~14cmになっており、成長とともに卵巣の熟度が増している様子が観察された。一方、G Iが低下した8月になると同時に体長組成にも変化が見られ、7月に漁獲された個体よりも小型化した。こうしたことから湾奥部であるこの海域では、成長に伴い、ある程度成熟すると別の海域へ移動することが推察された。

福岡はほぼ佐賀と漁場が重なっており従って同様の傾向を示した。すなわち、雌の体長は6月下旬からG Iの上昇が始まり、7月にピークが見られたがそれでも8を越えるものは無かった。10月以降にはすべてG Iが2以下となった。

長崎は5月下旬にすでにG Iの上昇が始まり、6月にはすでに8以上の個体が出現した。その後、9月まで同様の水準で推移した。10月上旬になるとG Iのモードは2であるが、一部では8以上の高い個体もあり、全体的に見て、湾奥部の福岡、佐賀に比べ成熟が進んでいる様子がうかがえた。一方、7月下旬から9月上旬までの雌の体長を見ると、体長16cm以上の個体が半数近くを占めた。

熊本県は6月から卵巣が発達し、7月下旬~8月中旬に一部の個体に8以上のG I指数を示す物が出現した。また、体長組成を見るとこの時期にすでに体長16cmを越えるものも出現してきており、長崎と近い傾向を示した。

クルマエビが成熟できるG Iは矢野は9以上¹⁾²⁾、またその体長は矢野¹⁾、今井らは13cm以上³⁾京都府立海洋センターが16cm以上であるとしている。こうした報告より、クルマエビの成熟はG Iが9以上で、かつ体長が13cm以上であるとあることを条件とすると、有明海では長崎と熊本の湾中央部では産卵の可能性が認められたが、その場合産卵期は7月下旬から9月上旬までの短期間に限られる事が示唆された。

3) 干潟調査

福岡県大牟田市地先(T F I)の干潟におけるクル

マエビの採捕位置を図11に示した。

また採捕されたクルマエビの体長組成を、小網調査結果も含め図12に示した。メッシュで示した体長組成は福岡県地先の人工種苗放流群(放流日:第1回平成6年6月26日,第6回同年7月29日)の組成を示す。大牟田市地先においては3月~5月にかけて、体長20~110mmの天然越冬群と思われる稚エビがみられた。第1回放流翌日の6月27日と、2回放流12日後の8月10日に干潟域における生息密度が最も高くなっており、放流群の干潟への定着が確認された。その後は成長に伴い徐々に深場へ移動、分散していると推察される。また、9月以降体長20mm前後の天然群と思われる干潟への加入群が2~3ヶ月の長期にわたり出現している。放流群は年内に漁場加入したであろうが、成長から考えると天然群の漁場加入は翌年の春以降と推定される。

佐賀県太良町地先(T S 2)におけるクルマエビの体長組成を図13に示した。9月以降の調査で、対岸の福岡県同様長期間にわたり稚エビの干潟への加入が確認された。

長崎県でも図1に示した全7地点中4点で稚エビの生息が確認され、干潟域の稚エビの成育場としての重要性が再確認された。

4) 精密測定

各県のクルマエビ体長組成を図14に示した。有明海で漁獲されるクルマエビの大きさは漁場によって異なり、干潟周辺部の、比較的浅海域を漁場としている福岡、佐賀、及び熊本県では5~9月までは概ね体長10~17cmで占められ、10cm以降になって17cmを越えるクルマエビが出現した。

一方、長崎県で漁獲されたクルマエビは、漁場が他の3県に比べ深いためクルマエビは少し大型であった。これは、標識放流の結果等より考えると、湾奥部の比較的浅海域で成育し、成長に伴い深所に生息域を変えているためと考えられる。

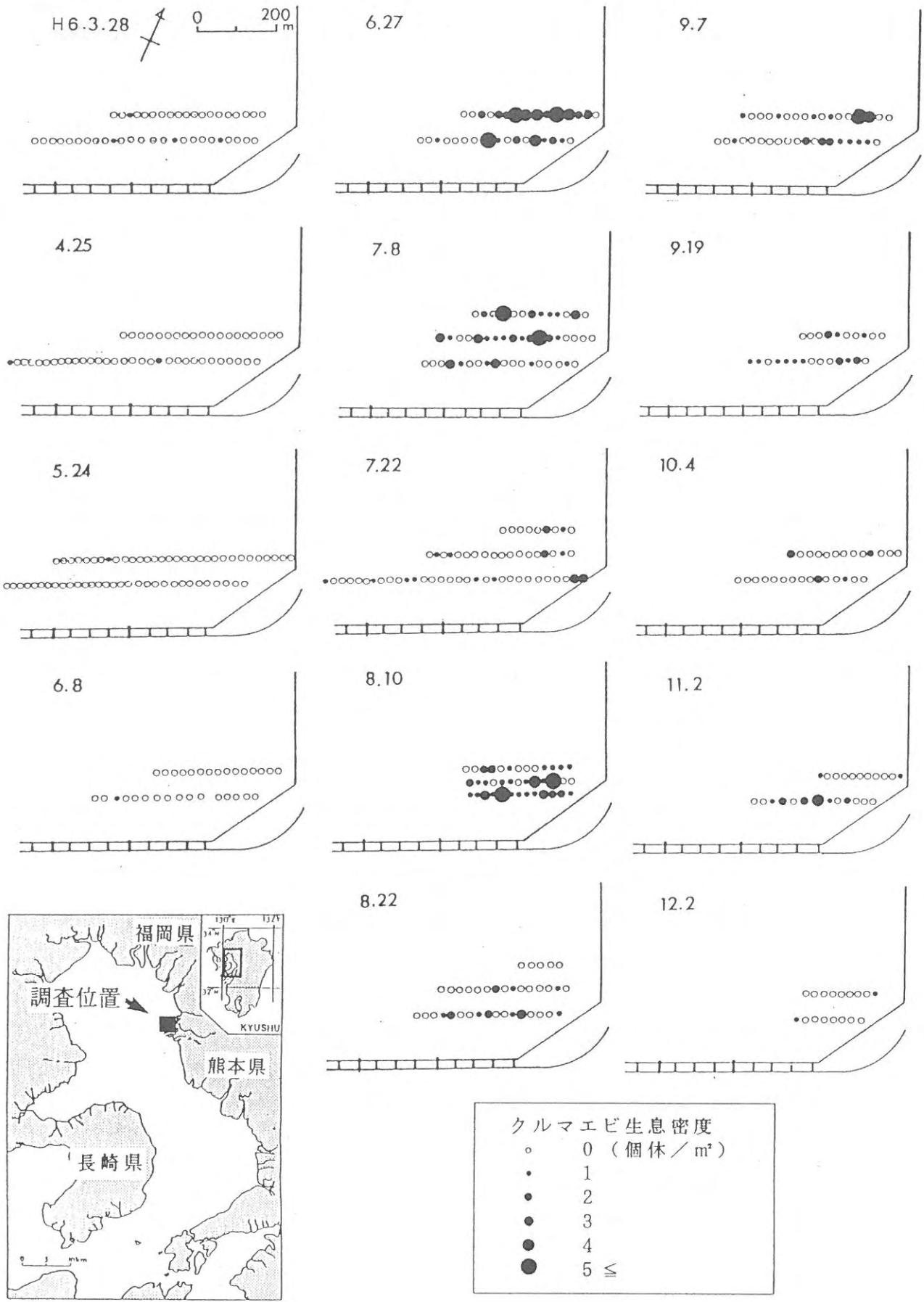


図11 パルスエビかき器によるクルマエビ採捕位置 (福岡県大牟田地先)

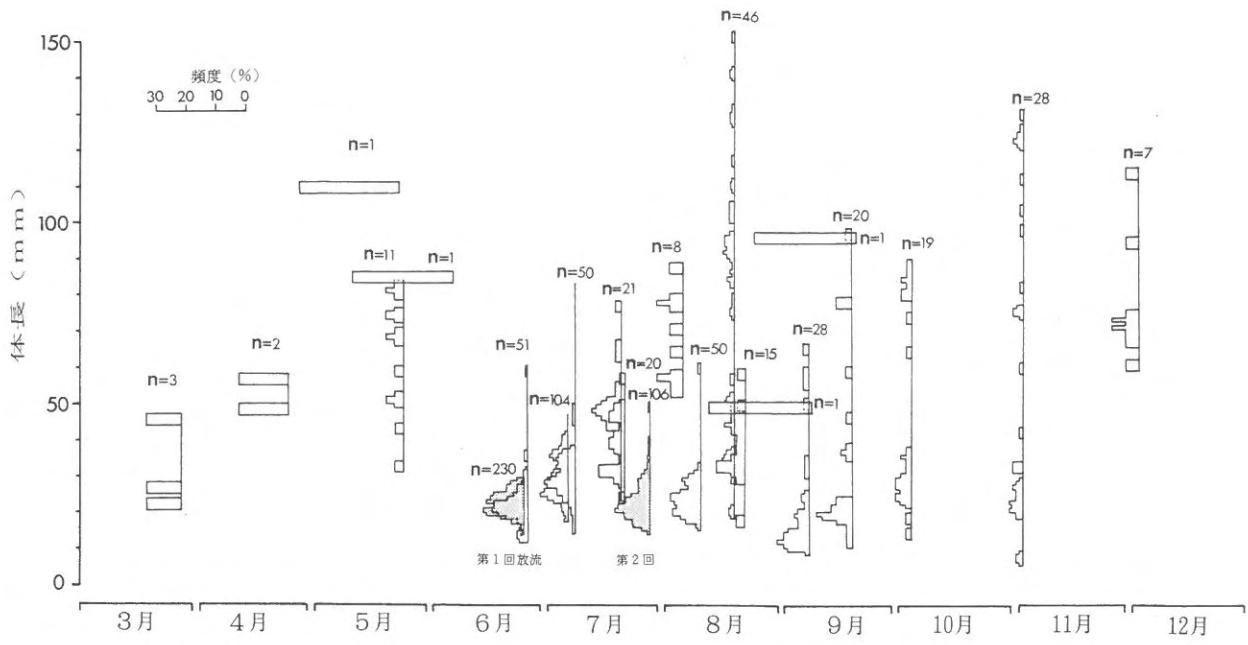


図12 干潟調査によるクルマエビ体長組成 (福岡県大牟田市地先)

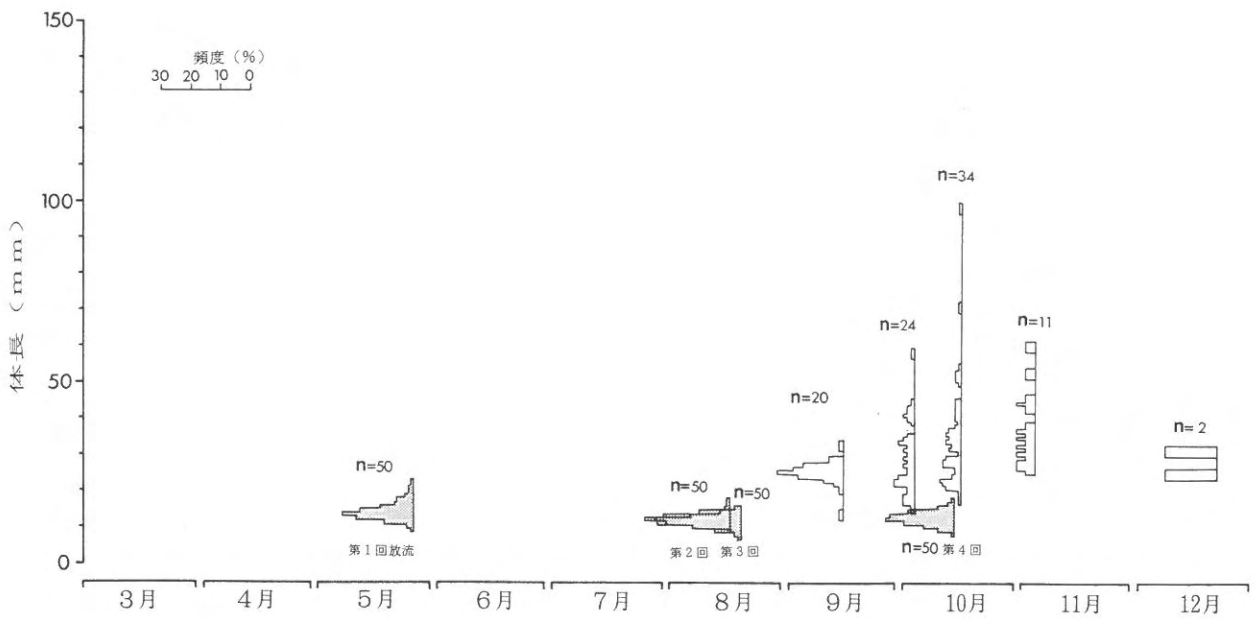


図13 干潟調査によるクルマエビ体長組成 (佐賀県太良町地先)

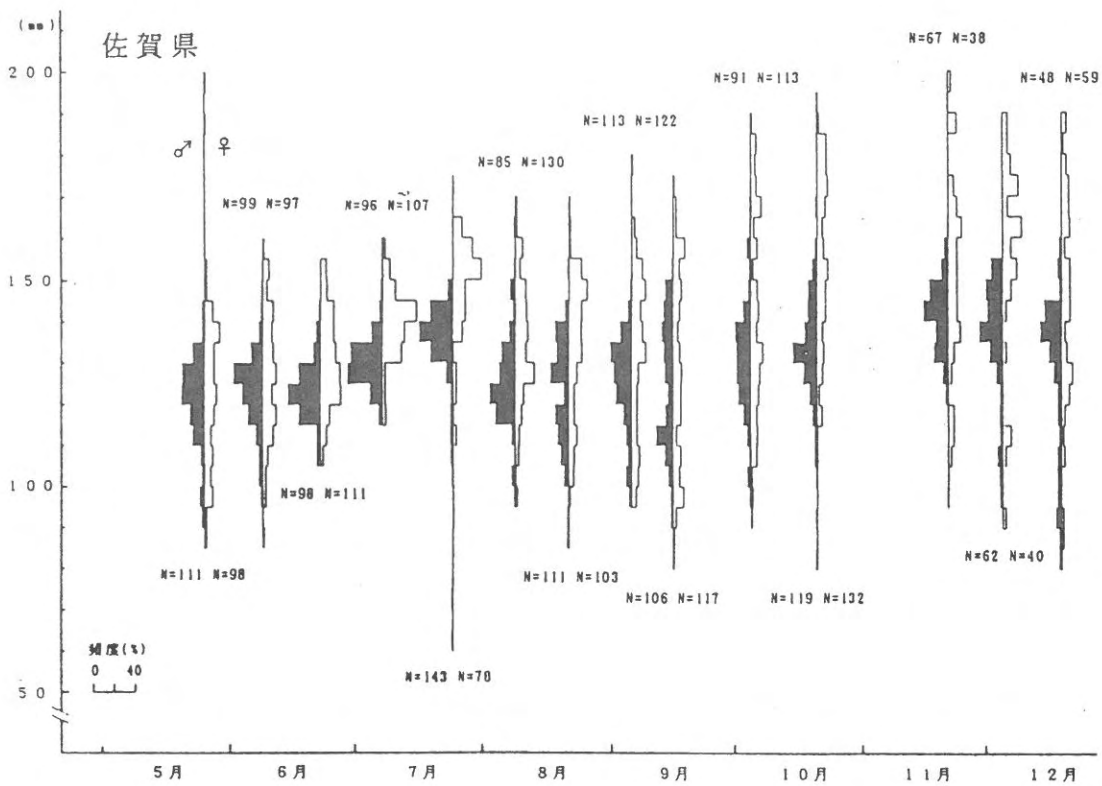
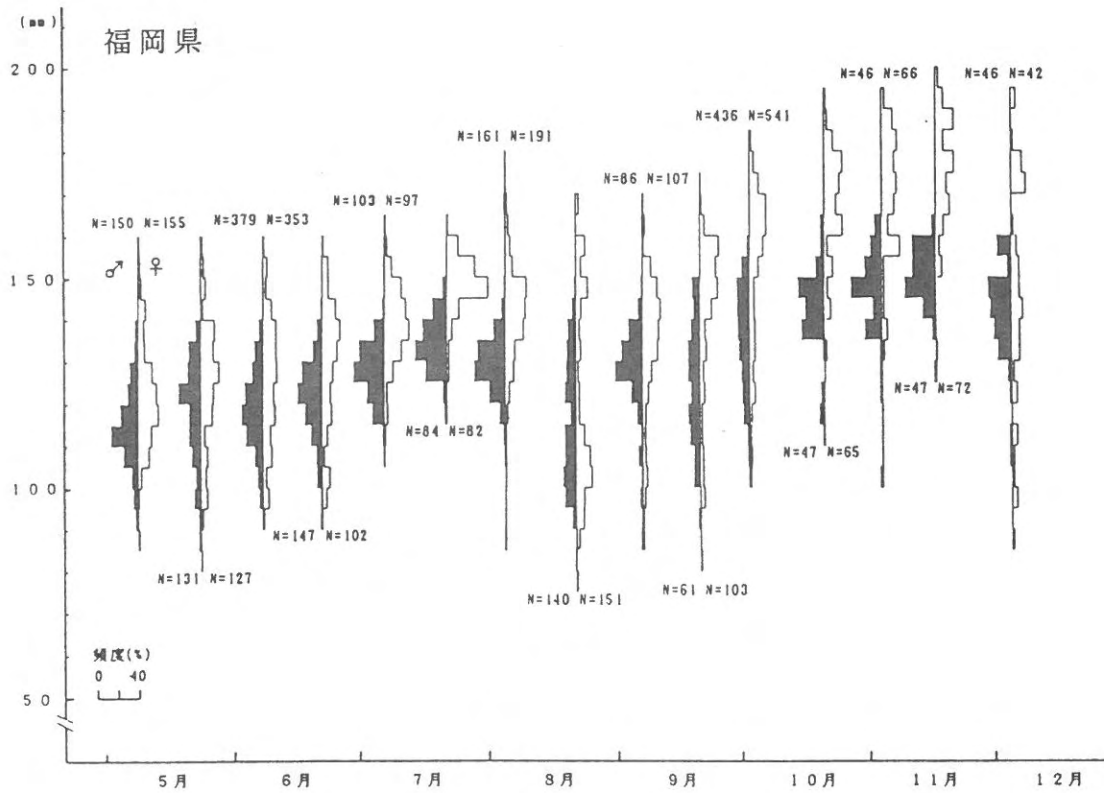


図14-1 体長組成の推移

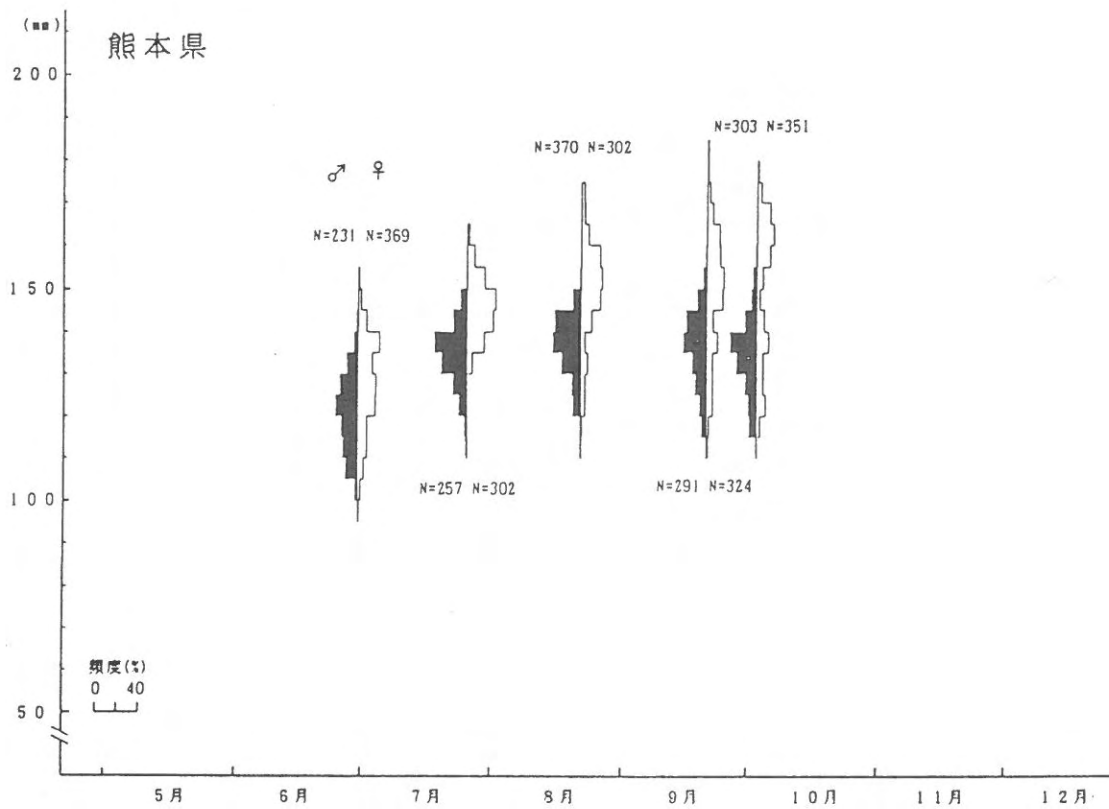
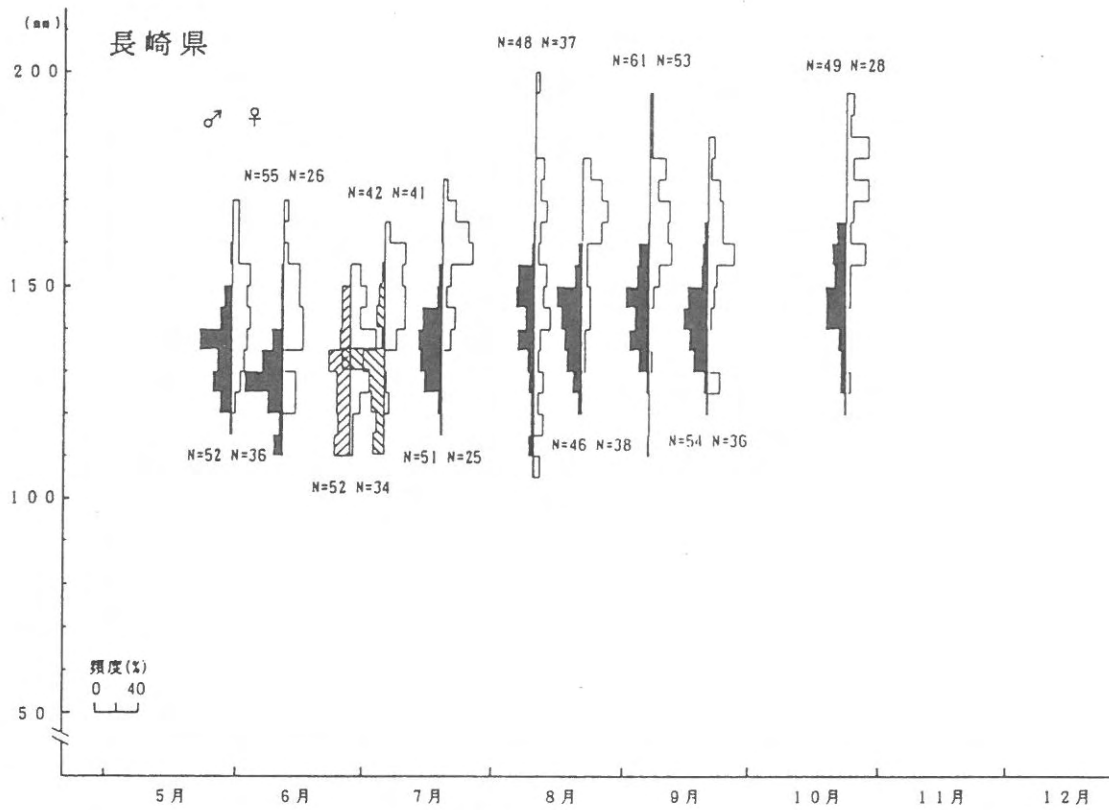


図14-2 体長組成の推移

文 献

- 1) 矢野勲：エビ・カニ類の種苗生産，クルマエビ属，水産学シリーズ71，54-63（1988）
- 2) 矢野勲&Claudio Chavez Justo:世界のエビ類養殖，3-21（1990）
- 3) 今井利為：東京湾クルマエビの研究-1・産卵期・生物学的最小形．神奈川水試研報第7号1-4，（1986）
- 4) 京都府立海洋センター:重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査事業，京都1-24（1992）

貝類資源に関する調査

—アサリ資源管理に関する調査—

上田 拓・秋本 恒基・佐野 二郎・相島 昇

有明海福岡県地先のアサリ資源量は、近年減少傾向にあったが、昨年度は平成4年度発生群と思われる稚貝の発生が広範囲で見られた¹⁾。高密度発生域から移植等を行うことによって、アサリ資源を有効利用することを目的に資源量調査を行った。

方 法

アサリ全域分布状況調査

有明海福岡県地先全域のアサリ分布状況調査を、平成6年4月7日に約80点で、長柄じょれんによる杓取り法で行った。

アサリ稚貝発生調査

柳川沖の塩塚川の滯筋に接する海域にあるのり区画漁場8号に柳川・大川地区地先型増殖場造成事業で造成された漁場に高密度に稚貝が発生していることが、全域調査の際に判明したため、平成6年4月13日に手堀による杓取り法で稚貝発生調査を行った。同漁場のアサリを平成6年6月21日に各漁協が一部とり上げ移植を行った後、再度平成6年7月8日に生息密度等について同様の調査を行った。

結果および考察

アサリ全域分布状況調査

全域のアサリ分布状況を図1に示した。柳川沖、大和沖、大牟田沖の主要発生域で生息が見られた。しかしながら平成5年度に比べ稚貝生息密度は低く、平成5年度の発生群は少ないことが推測された。

アサリ稚貝発生調査

資源量の多かったのり区画漁場8号に造成された漁場で、4月13日に、また移植後の平成6年7月8日に行った調査の結果を図2に示した。また平均殻長、平均殻付き重量、平均生息密度、推定生息量について表1に示した。推定生息量は、平均生息密度に平均重量及び生息面積を乗じて求めた。平成6年4月13日の調査結果では、 $8315.1/m^2$ と非常に高密度に稚貝が生息していた。移植

基準である 4000 個体/ m^2 をはるかに越えていたため、平成6年6月21日に約 $138t$ をとり上げ他の海域に移植した。その後の平成6年7月8日の調査結果では $5774.7/m^2$ であり以前として基準を越えていた。その後、平成6年9月2日に $37t$ の取り上げを行ったが基準以下の適正な生息密度に引き下げることができなかった。福岡県有明海区漁業調整委員会指示により平成6年9月5日から平成7年5月31日までの期間、この漁場を禁漁区に設定しアサリ資源の繁殖保護を計ったが、違反操業が多く見られ、増産効果が薄かった。現在有明海区では、アサリの資源管理に対する意識が低いいため、今後、資源管理への取り組みを推進させるための方策が必要である。

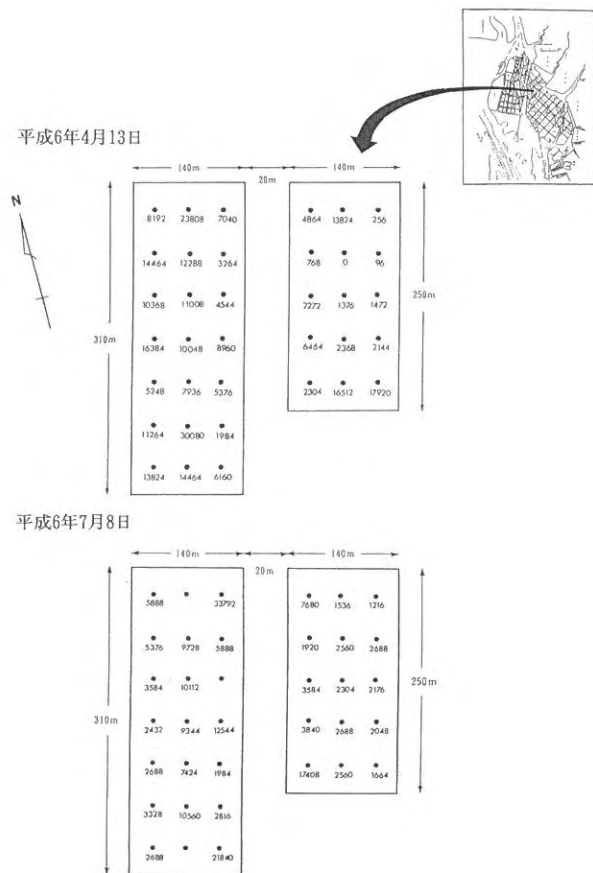


図1 アサリ生域分布状況調査（個体/ m^2 ）

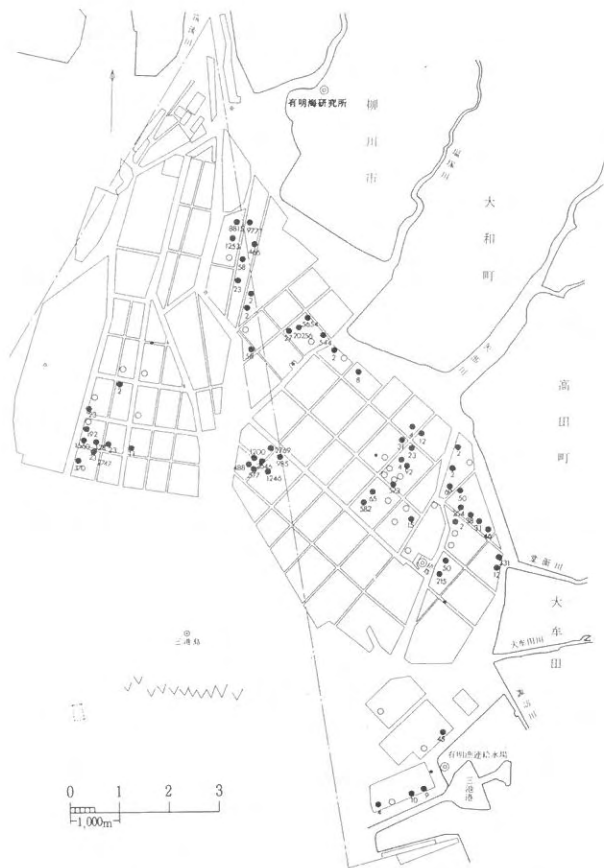


図1 アサリ全域分布状況調査 (個体/m²)

表1 調査日ごとの平均殻長, 平均重量, 平均生息密度, 推定生息量

調査年月日	平均殻長 (mm)	平均重量 (g)	平均生息密度 (個体/m ²)	推定生息量 (t)
平成6年4月13日	12.3	0.4	8,315.1	298.1
6月21日	20.7	1.5	—	138t取り上げ移植
7月8日	21.5	1.9	5,774.7	717.1
9月2日	22.5	2.1	—	37t取り上げ移植

文 献

- 1) 秋本恒基・渡辺裕介・相島昇・佐野二郎・藤井直幹：
貝類資源に関する調査. 福岡県水産海洋技術センター
事業報告 平成5年度, 231-232 (1994)

アサリ資源培養・管理適正化方式策定事業

上田 拓・秋本 恒基・佐野 二郎

有明海福岡県地先は、全国的に有数なアサリ漁場である。しかしながら、近年、アサリ資源は減少傾向にあるため資源増大のための有効な手法の開発が望まれている。有明海では初期稚貝の沈着は極めて多く、多い年には50万個体/m²以上に達する¹⁾といわれている。しかしながら着底稚貝は着底後、塩分、水温、波浪等の環境要因の変化や、害敵等の生物要因によって短期間に著しく減耗する。できるだけ小さなサイズの稚貝を大量に採取し、陸上施設等において保護、育成する事により減耗を抑え、再び海域に移植する事が資源増大につながると考えられる。天然稚貝採集方法について開発試験を行ったので報告する。

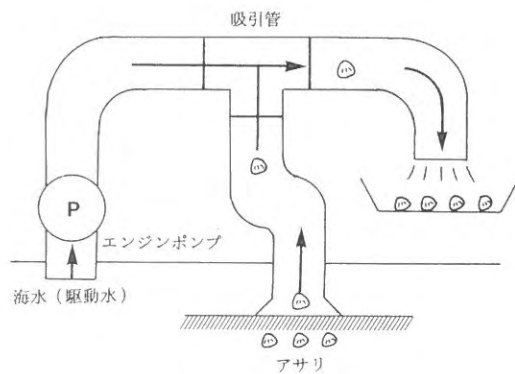
方 法

特殊な構造の吸引管を用いて、天然漁場においてアサリ稚貝の採集を行った。図1に示すように2つの異なる様式で採集を行い、採集効率を比較した。採集したアサリについて、殻長、重量について測定した。採集の際に殻の割れた割れ貝も計数した。採取したアサリのうち100個を砂を敷いたパンライト水槽で10日間の無給餌飼育を行い、採集の際のストレスがアサリに与える影響について、2枚貝の活性を示すと言われる潜砂率（採取1日後）やその後の生残率によって検討した。対照区としてエクマンバージ採泥器により採取したアサリを用いた。

結果および考察

1分の作業時間あたり採集したアサリの生貝及び割貝の平均個数、百分率比、採集を行った漁場のアサリ生息密度について表1に示した。アサリの平均殻長、平均重量、潜砂率及び採取から10日後の生残率について表2に示した。A、B両型とも採集を行った漁場に生息しているほぼすべてのサイズのアサリを採集することができた。しかしながら、A型では、吸引してきてから排出される際に吸引物が流れる方向を変えるため一部が管内に衝突すると思われ、対照区に比べ割れ貝の率も高く、潜砂率、生残率ともに低かったのに対し、B型では吸引から排出まで管内を同方向にスムーズに流れるため、対照区に比

A 型



B 型

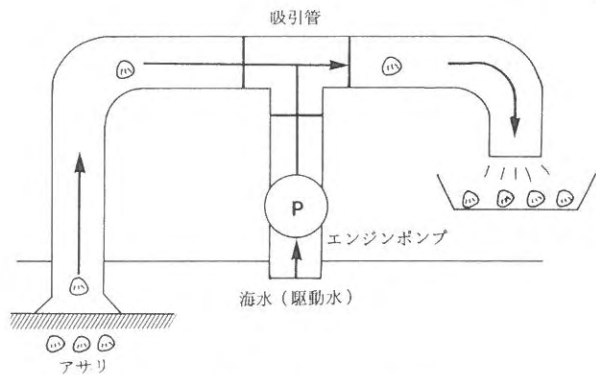


図1 アサリの採集方法

表1 ポンプ様式ごとのアサリ採集効率について

調査日	ポンプ様式	生貝数 (%)	割貝数 (%)	漁場の生息密度 (個数/m ²)
平成6年10月13日	A型	854(92.3)	71(7.6)	4,975
11月28日	B型	607(97.9)	13(2.1)	1,081

表2 採集したアサリの測定値、活性について

採集方法	平均殻長 (mm)	平均重量 (g)	潜砂率 (%)	生残率 (%)
A型	22.1(15.6-32.2)	2.1(0.7- 6.2)	62	48
対照区	22.5(8.4-37.5)	3.1(0.8-10.0)	94	90
B型	21.0(16.4-26.0)	1.6(0.7- 3.1)	98	97
対照区	22.5(14.3-30.5)	1.8(0.8- 2.9)	99	98

べても、割れ貝率、潜砂率、生残率ともに遜色無い値を示した。稚貝採集にはB型が適当であるが、大きい貝殻等を一度に大量に吸引したとき目詰まりを起こすことがあるためさらに改良を加える必要がある。本年度の調査では、数ミリサイズのアサリが大量に生息している海域を見つけることができず、減耗以前の稚貝を大量採集するには至らなかった。今後、稚貝発生状況の簡易に把握

する手法、及び、採集物から稚貝のみを効率よく分離する方法について、調査実験を重ねていく必要がある。

文 献

- 1) 池末 弥：アサリの生態的研究－I，沈着期と初期成長.日水誌, 22 (12), (1957)

漁海況予報事業

— 浅海定線調査 —

尾田 成幸・小谷 正幸・本田 一三・白石 日出人

I 有明海湾奥部の海況と水中栄養成分の消長

有明海福岡県地先漁場は、広大な干潟と筑後川、矢部川、六角川等の大小多数の河川があり、河川から流入する高栄養塩類濃度は、海水と混合し適度の塩分濃度となりプランクトンが発生し水産動植物の好漁場となり、漁場環境変動の大きな特色のある海域である。

この調査は、有明海福岡県地先の海況の短期変動および長期変動と、漁業生産基盤となる生産力との関連を求め、漁業生産の安定を図ることを目的とする。漁業生産および水産生物に及ぼす漁場環境の基礎資料を得たので、その結果を報告する。

方 法

調査は、毎月1回原則としてその月の朔（旧暦の1日および2日の2日間）の昼間満潮時に実施した。観測地点は図1に示す18地点で実施した。観測層は、沿岸域は表層および底層の2層で、沖合い域は、表層、5m層および底層の3層である。

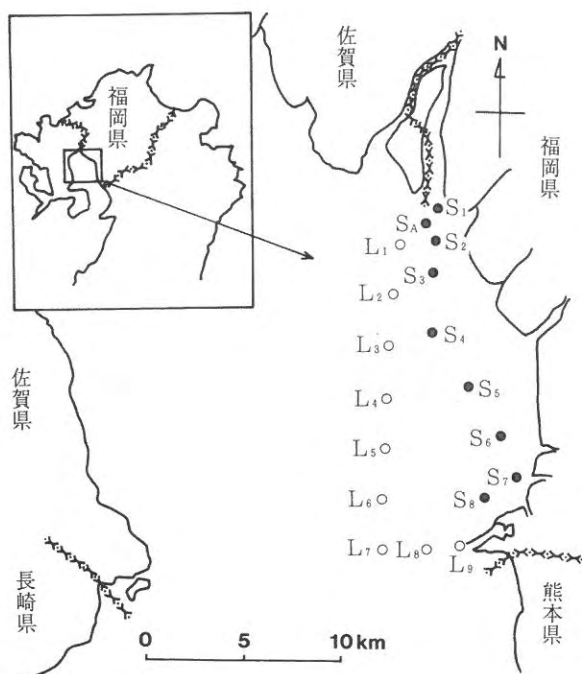


図1 調査地点

観測項目は一般気象および一般海象である。分析項目は、珪酸塩 ($\text{SiO}_2\text{-Si}$)、磷酸塩 ($\text{PO}_4\text{-P}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、実用塩分、CODおよびDOの8項目である。

分析方法は、珪酸塩、磷酸塩、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、アンモニア態窒素および実用塩分は海洋観測指針¹⁾の方法、CODおよびDOは新編水質汚濁調査指針²⁾の方法に従った。

試水の取扱は、CODの測定については生海水をそのまま使用し、その他の項目については濾過して使用した。試水は冷蔵保存 (5℃) し速やかに分析した。DOは、観測現場で固定し持ち帰って測定した。

調 査 結 果

海況諸要素の月変動を図2、海況諸要素の変動および平年値との比較を図3、地点別栄養塩類等水質変動を図4~図12、無機三態窒素の濃度比率を図13、気温および降水量の旬変動を図14、筑後川河川流量の月変動を図15に示した。

水 温

水温は、気温の変化を受けやすく内湾特有の変動を示し、外海水に比べ夏期は高い水温を示し、冬期は低い水温を示す変動で推移する。

本年度の水温は、8月に最高値を、1月に最低値を示し、地点別の水温変動を見ると、水温の最高値は8月のStn.S_Aの表層水で31.2℃であり、最低値は1月のStn.S₁、Stn.S_Aの表層水で7.2℃であった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、8、9、12月は著しい高め、7、10、11、3月は高め、2月は+基調の平年並み、5月は-基調の平年並み、4、6、1月は低めで経過した。特徴として、夏季から秋季における高温、小雨の影響をうけて7~12月に高水温で経過した。

実用塩分

有明海の塩分濃度は、内湾域特有の変動を示し、外海 (東シナ海域) に比べ3~4低い値を示す。特に筑後川河口域はさらに2~3低い値を示す。河口域では、梅雨

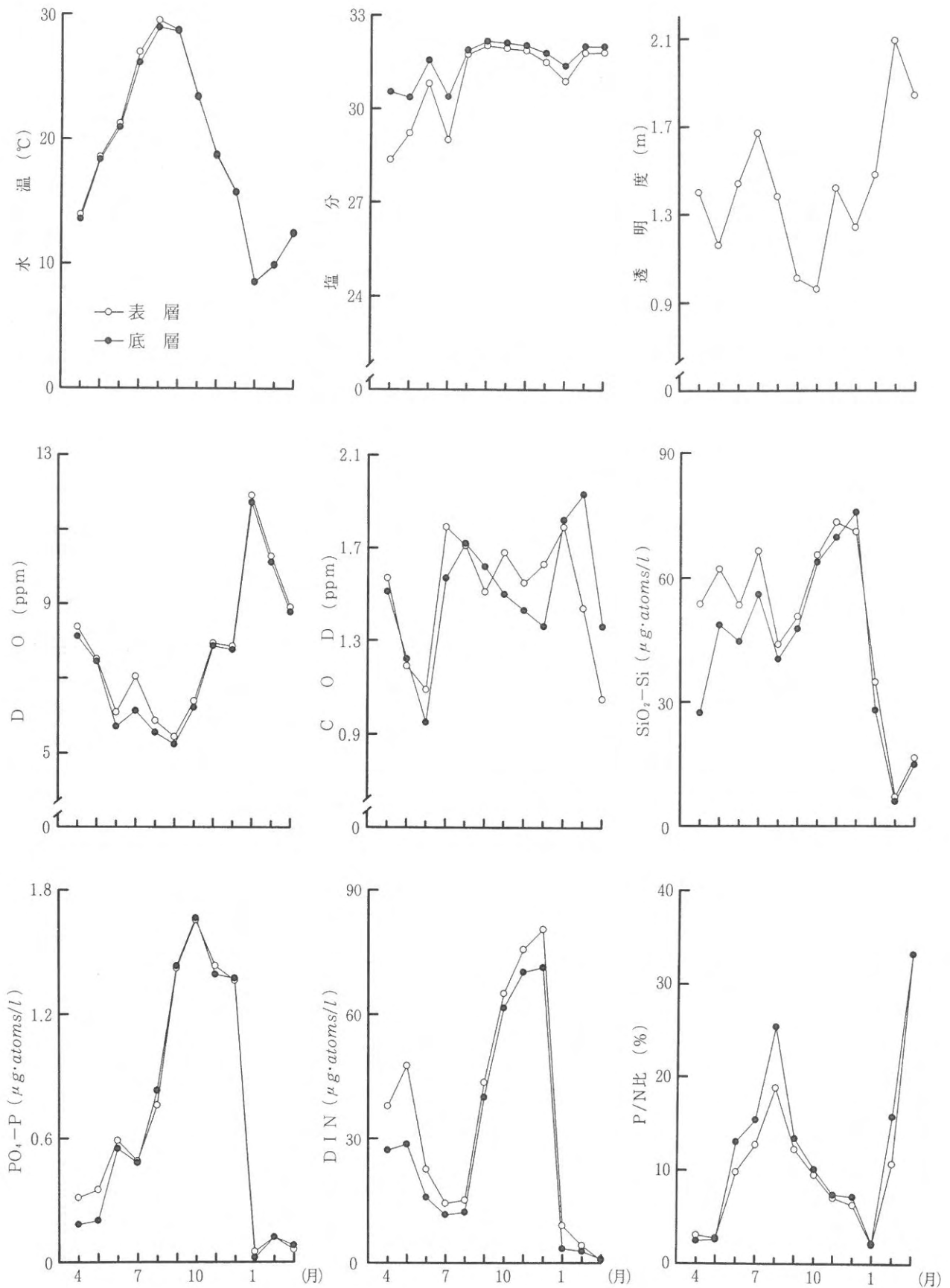


図2 平成6年度表層および底層の海況変動

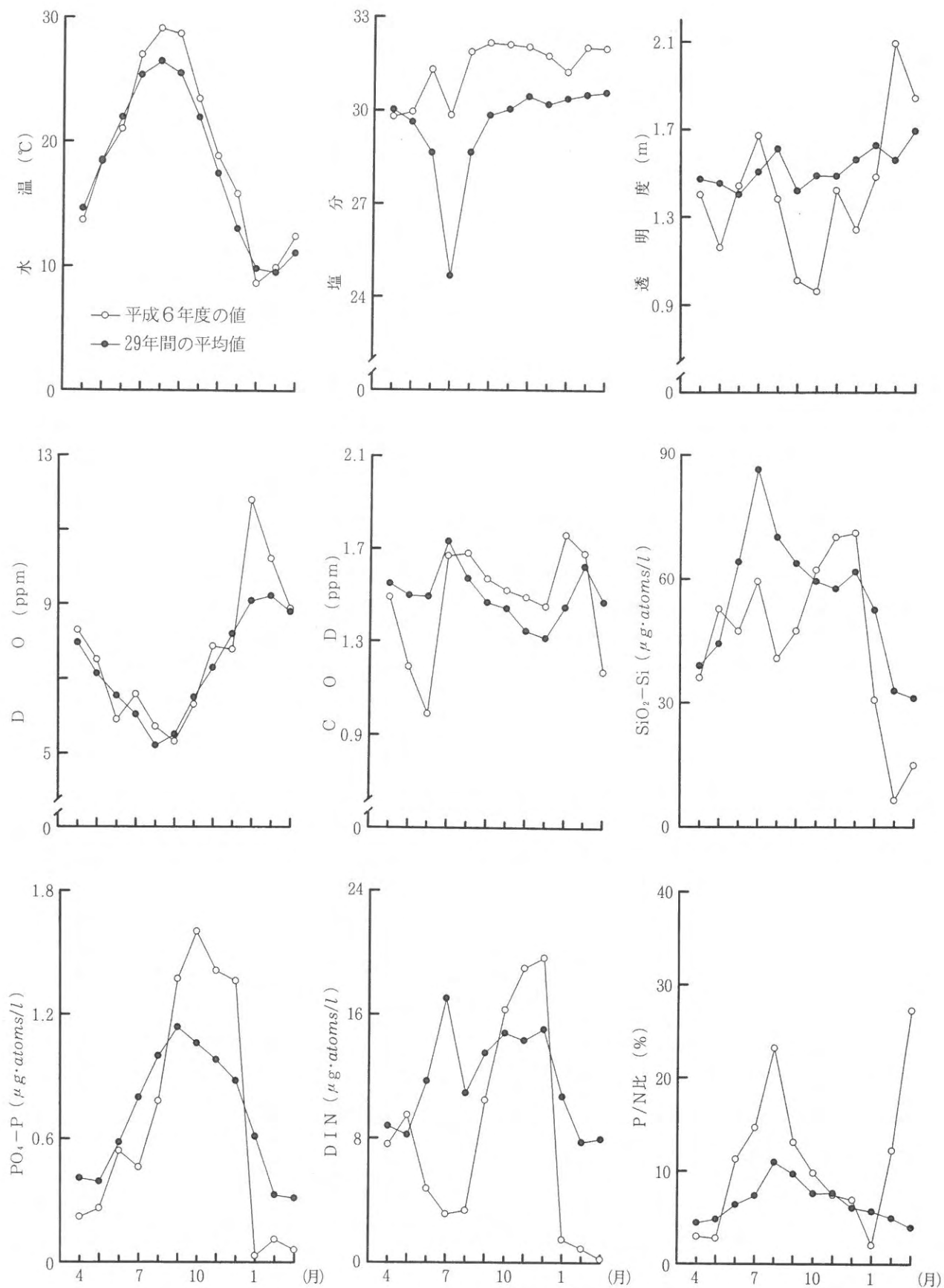


図3 平成6年度の海況と平均値の変動（全層平均）

時期に河川流量が多くなり、極端な低塩分値を示すことが多く、筑後川河口域ではこの傾向が特に著しい。

本年度の実用塩分は、9月に最高値を、4月に最低値を示し、地点別の塩分変動を見ると、実用塩分の最高値は11、2月のStn.L₈の底層水で32.83であり、最低値は5月のStn.S₁の表層水で21.39であった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、7月は著しい高め、6、8～12、2、3月は高め、5、1月は+基調の平年並み、4月は-基調の平年並みで経過した。特徴として、夏季に降水量が極端に少なかったため、7～10月に高塩分で経過した。

透明度

有明海の透明度は、夏期はプランクトンの発生や河川水からの砂泥や浮泥の流入により低めの傾向を示し、冬期はこの逆の変動で推移する。透明度はプランクトンと強い相関を示す。

本年度の透明度は、2月に最高値を、10月に最低値を示し、地点別の透明度変動を見ると、透明度の最高値は9月のStn.L₈で4.5mであり、最低値は9、10、12、1月のStn.S₁およびStn.S_A、5、11月のStn.S_Aで0.3mであった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、7、2、3月に高め、6月に+基調の平年並み、4、11月に-基調の平年並み、5、8～10、12、1月に低めで経過した。特徴として、夏季から冬季にかけて低めで経過した。

溶存酸素量 (DO)

溶存酸素量は、冬季に高く夏季に低い値を示す変動で推移する。

本年度の溶存酸素量は、1月に最高値を、9月に最低値を示し、地点別の溶存酸素量変動を見ると、溶存酸素量の最高値は1月のStn.L₂の表層水で12.66ppmであり、最低値は8月のStn.S_A及び9月のStn.L₇の底層水で4.95ppmであった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、1月は著しい高め、4、5、7、8、11、2月は高め、3月は+基調の平年並み、9、10月は-基調の平年並み、6、12月は低めで経過した。特徴として、冬季の珪藻赤潮の発生により1月に著しく高めであった。

化学的酸素要求量 (COD)

化学的酸素要求量は、有明海ではプランクトンや浮泥量に大きく影響を受けて変動する。従って、春先および夏季は浮泥量が多く、また冬季はプランクトンの発生が多く高い値で推移する。

本年度の化学的酸素要求量は、1月に最高値を、6月

に最低値を示し、地点別の化学的酸素要求量変動を見ると、化学的酸素要求量の最高値は2月のStn.S₇の底層水で6.86ppmであり、最低値は10月のStn.L₄の5m層水及びStn.L₇の底層水で0.61ppmであった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、11～1月に高

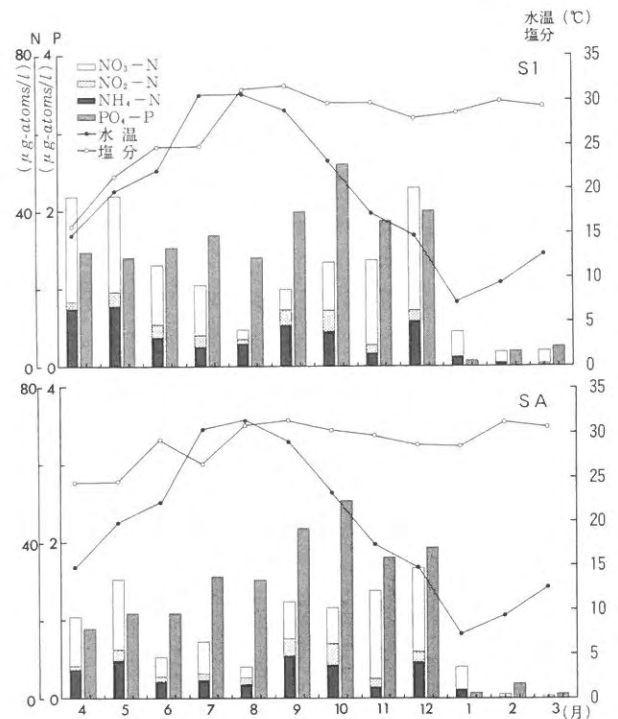


図4 地点別栄養塩類等水質変動(表層)

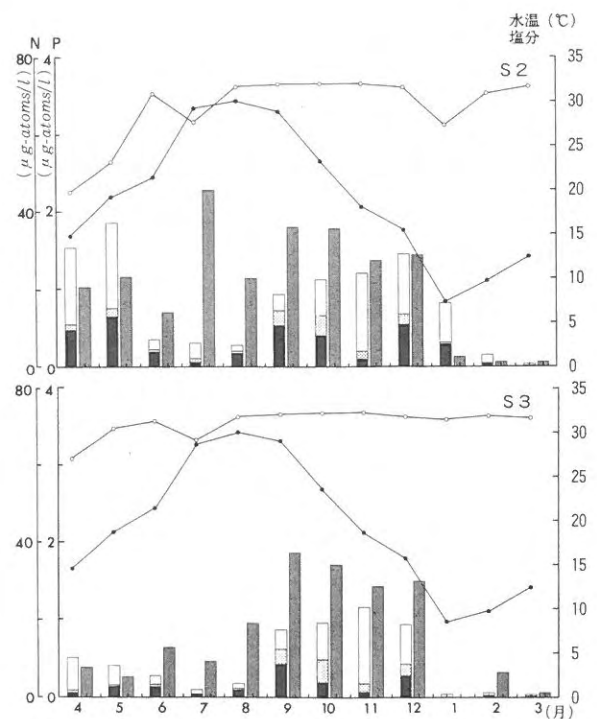


図5 地点別栄養塩類等水質変動(表層)

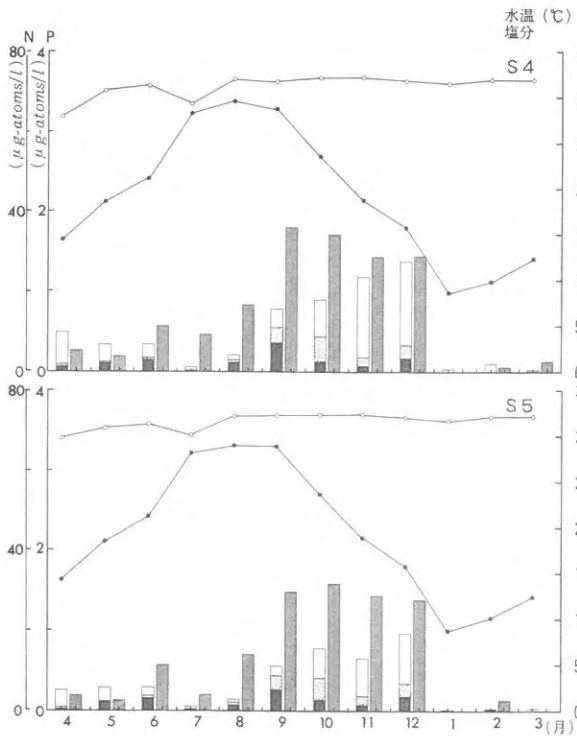


図6 地点別栄養塩類等水質変動（表層）

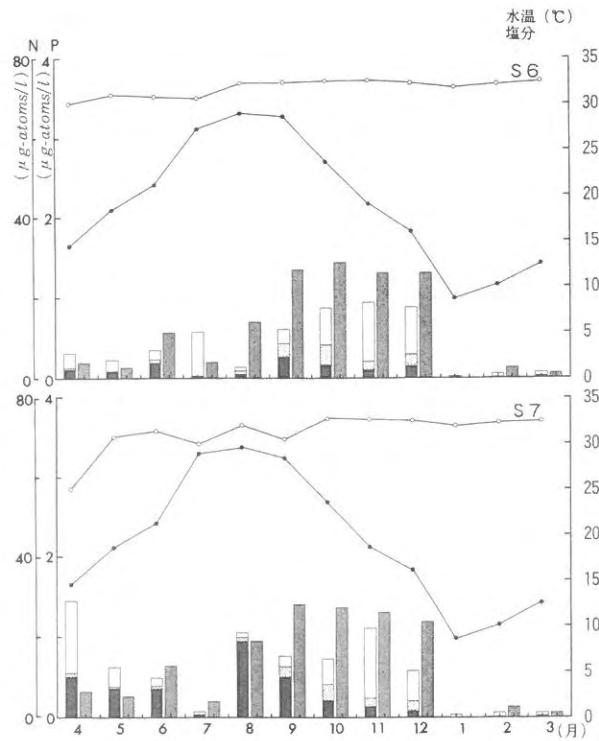


図7 地点別栄養塩類等水質変動（表層）

め、8～10、2月に+基調の平年並み、4、7月は-基調の平年並み、5、6、3月は低めで経過した。特徴として、夏季に降水量が極端に少なかったため、河川からの浮泥の流入量が少なく6月に低めで経過した。

珪酸塩 (SiO₂-Si)

珪酸塩は河川からの供給が主で、河川流量の多い夏季(7月)に大きなピークを示し、河川流量の少ない冬季(12月)に小さなピークを示す二峰型で推移する。

本年度の珪酸塩は、12月に最高値を、2月に最低値を示し、地点別の珪酸塩変動を見ると、最高値は4月のStn.S₁の表層水で220.81 μg·at/lであり、最低値は2月の数点で3.17 μg·at/lであった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、5、11、12月に低め、10月に+基調の平年並み、4月に-基調の平年並み、6、9、3月に低め、7、8、1、2月に著しい低めで経過した。特徴として、夏季に降水量が少なかったため河川からの供給が少なく7、8月に低く、また、冬季に発生した珪藻赤潮による珪酸塩の大量消費により1、2月に著しく低めで経過した。

磷酸塩 (PO₄-P)

磷酸塩は、夏季の水温が高く分解能が高い時期は高い値を示し、冬季の水温が低く分解能の低い時期は低い値を示す、一峰型で推移する。

本年度の磷酸塩は、1月に最高値を、7月に最低値を

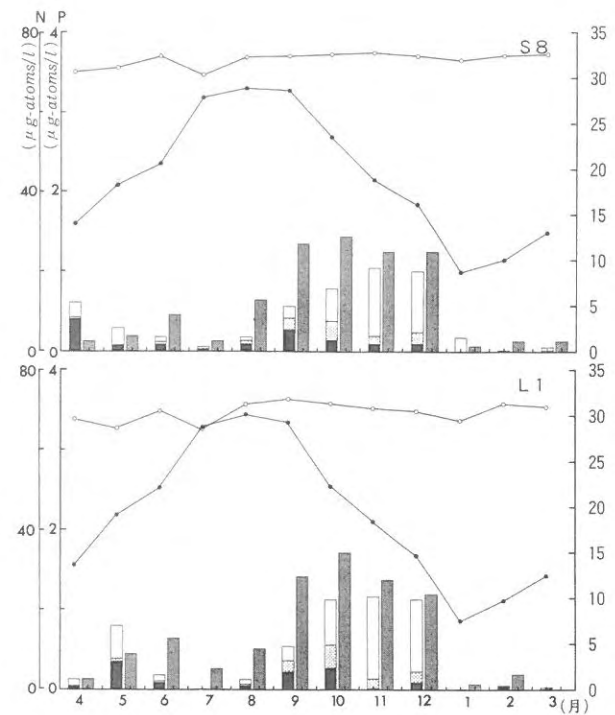


図8 地点別栄養塩類等水質変動（表層）

示し、地点別の磷酸塩変動を見ると、磷酸塩の最高値は10月のStn.S₁の表層水で2.60 μg·at/lであり、最低値は1月と3月の数点で0.0 μg·at/lであった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、10～12月は著

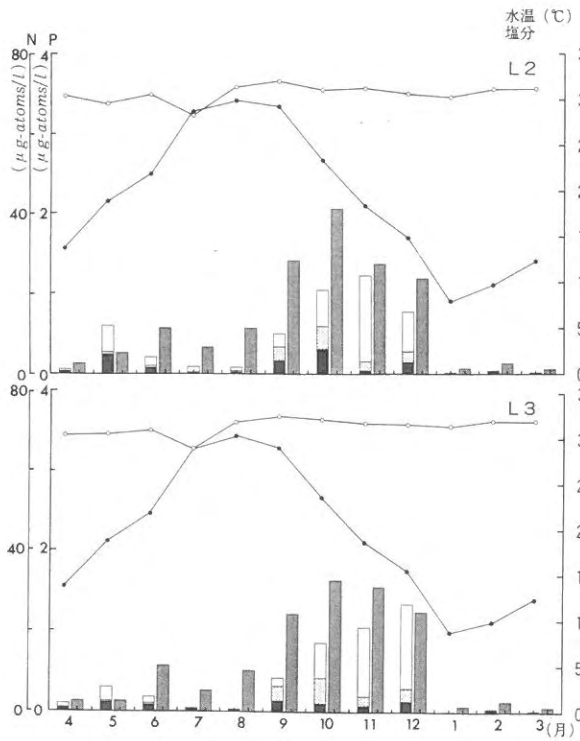


図9 地点別栄養塩類等水質変動(表層)

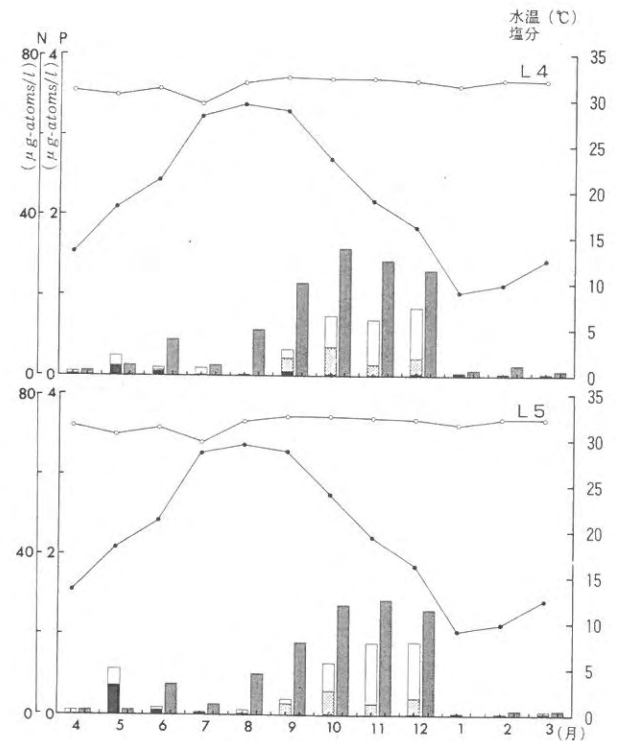


図10 地点別栄養塩類等水質変動(表層)

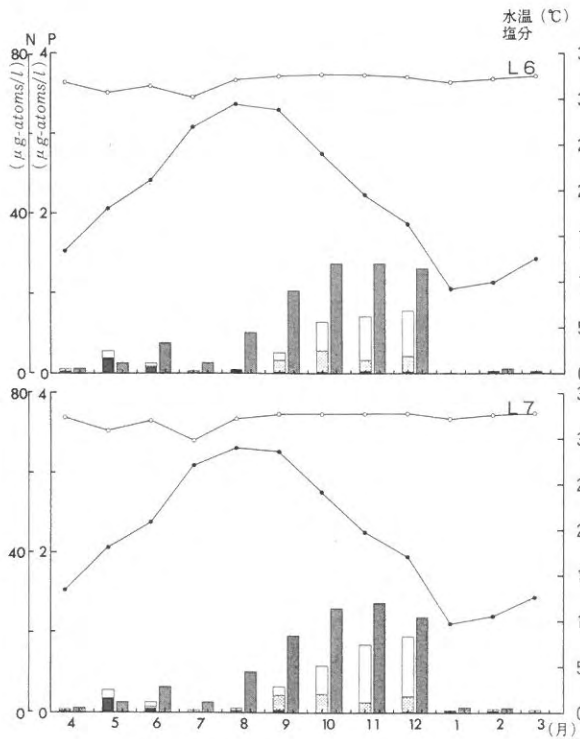


図11 地点別栄養塩類等水質変動(表層)

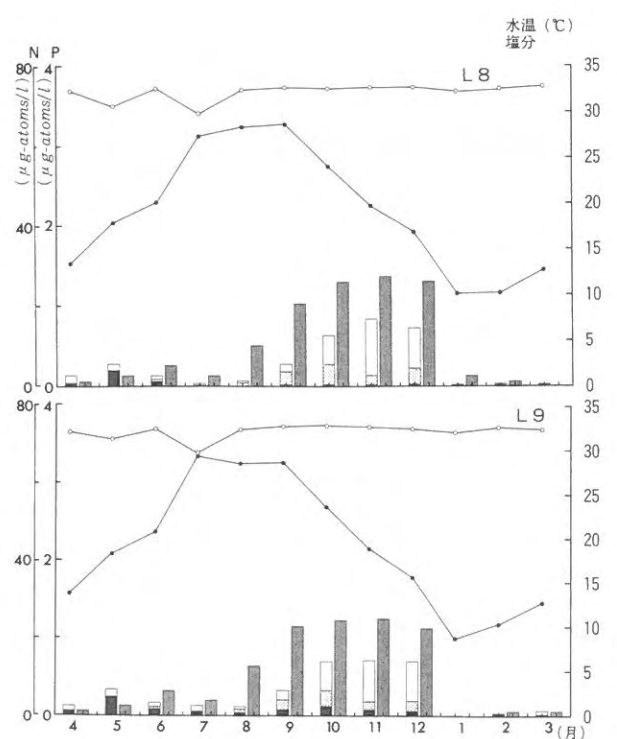


図12 地点別栄養塩類等水質変動(表層)

しい高め, 9月は高め, 6月は-基調の平年並み, 4, 5, 7, 8, 2, 3月は低め, 1月は著しい低めで経過した。特徴として, 10月に大きなピーク, 6, 2月に小さなピークを持つ三峰型で経過した。

亜硝酸態窒素 (NO₂-N)

亜硝酸態窒素の変動は, 9月にピークを持つ変動で推移する。

本年度の亜硝酸態窒素は, 10月に最高値を, 1月に最

低値を示し、地点別の亜硝酸態窒素変動を見ると、亜硝酸態窒素の最高値は10月のStn.S₄の表層水で6.17 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であり最低値は4月の5m層及び2月の数点で0.0 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、10月は著しく高め、9、11、12月は高め、5月は-基調の平年並み、4、6~8、1~3月は低めで経過した。特徴として、夏季と冬季に低め秋季に高めで、10月と12月にピークを持つ二峰型で経過した。

硝酸態窒素 (NO₃-N)

硝酸態窒素の変動は、7月と12月にピークを持つ二峰型で推移する。

本年度の硝酸態窒素は、11月に最高値を、8月に最低値を示し、地点別の硝酸態窒素変動を見ると、硝酸態窒素の最高値は12月のStn.S₁の表層水で31.56 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であり、最低値は2月のStn.L₄の5m層水で0.07 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、11月はかなり高め、12月は高め、5月は+基調の平年並み、4、10月は-基調の平年並み、6、8~10、2、3月は低め、7、1月は著しく低めで経過した。特徴として、夏季と冬季に低く秋季に高く、5月と11月にピークを持つ二峰型で経過した。

アンモニア態窒素 (NH₄-N)

アンモニア態窒素の変動は、7月、12月にピークを持つ二峰型で推移する。

本年度のアンモニア態窒素は、9月に最高値を、3月に最低値を示し、地点別のアンモニア態窒素変動を見ると、アンモニア態窒素の最高値は12月のStn.S₁の表層水で18.80 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であり、最低値は8月、9月、2月および3月の数点で0.0 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、5、9月は高め、4、10月は-基調の平年並み、6、8、12~3月は低め、7月は著しく低めで経過した。特徴として、7、11月に低く、5、9、12月にピークを持つ三峰型で経過した。

無機三態窒素 (D I N)

無機三態窒素の変動は、7月および12月にピークを持つ二峰型で推移する。

本年度の無機三態窒素は、12月に最高値を、3月に最低値を示し、地点別の無機三態窒素変動を見ると、無機三態窒素の最高値は12月のStn.S₁の表層水で45.89 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であり、最低値は3月のStn.L₉の表層水で0.16 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であった。

昭和40年度からの平均値と比較すると、5、10、11、12月は高め、4、7、9月は低め、6、8、1~3月は著しく低めで経過した。特徴として、夏季は少降水量の影響で低く経過したが、秋季には回復し高めで、5月と1月にピークを持つ二峰型で経過した。

磷酸塩と無機三態窒素の比率 (P/D I N)

磷酸塩と無機三態窒素の比率は、夏季に高く、冬季に低い磷酸塩と同様の変動で推移する。これは、磷酸塩の変動幅に比べて、無機三態窒素の変動幅が大きいことを示している。

本年度の磷酸塩と無機三態窒素の比率は、7月に最高値を、3月に最低値を示した。

昭和40年度からの平均値と比較すると、8、3月は著しい高め、6、7、9、10、2月は高め、1月は低め、12月は+基調の平年並み、4、5、11月は-基調の平年並みで経過した。特徴として、8月と3月にピークを持つ2峰型経過した。

無機三態窒素 (NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N) の濃度比率

硝酸態窒素の割合は50%を超えることが多かった。筑後川河口域は硝酸態窒素の割合が大きく、沖合に行くに従って低くなる傾向が認められた。このことから、硝酸態窒素の補給は河川水に由来するものと考えられる。

亜硝酸態窒素の割合は他の項目に比べて小さい時期が多くみられ、その割合はおおよそ0~60%の範囲であった。筑後川からの距離で見ると、河口域は亜硝酸態窒素の割合が少なく、沖合に行くにつれて高くなる傾向が認められた。

アンモニア態窒素の割合は、おおよそ0~70%を示し、筑後川河口域はアンモニア態窒素の割合が大きく、沖合に行くにつれて少なくなる傾向が認められた。

表層水と底層水を比べると、硝酸態窒素は表層水の方が、亜硝酸態窒素は底層水の方が、アンモニア態窒素は表層水の方が高い割合を占める傾向が認められた。

本年度は夏季から秋季にかけて降水量が極端に少なかったため、河川流量も少なく河川水由来の硝酸態窒素の割合が少なかった。そのため、この時期の亜硝酸態窒素の割合は大きい傾向を示した。

気 温

九州農業試験場の観測による平均気温は、7、8月は著しく高め、4、10~12月は高め、5、1~3月は+基調の平年並み、6、9月は-基調の平年並みで経過した。

降 水 量

九州農業試験場の観測による降水量は、4、12月は高

め、1月は一基調の平年並み、5、6、11、2、3月は低め7~10月は著しく高めで経過した。

年間降水量で見ると、平年値(1,865mm)に比べてかなり少なめ(828mm)で推移した。

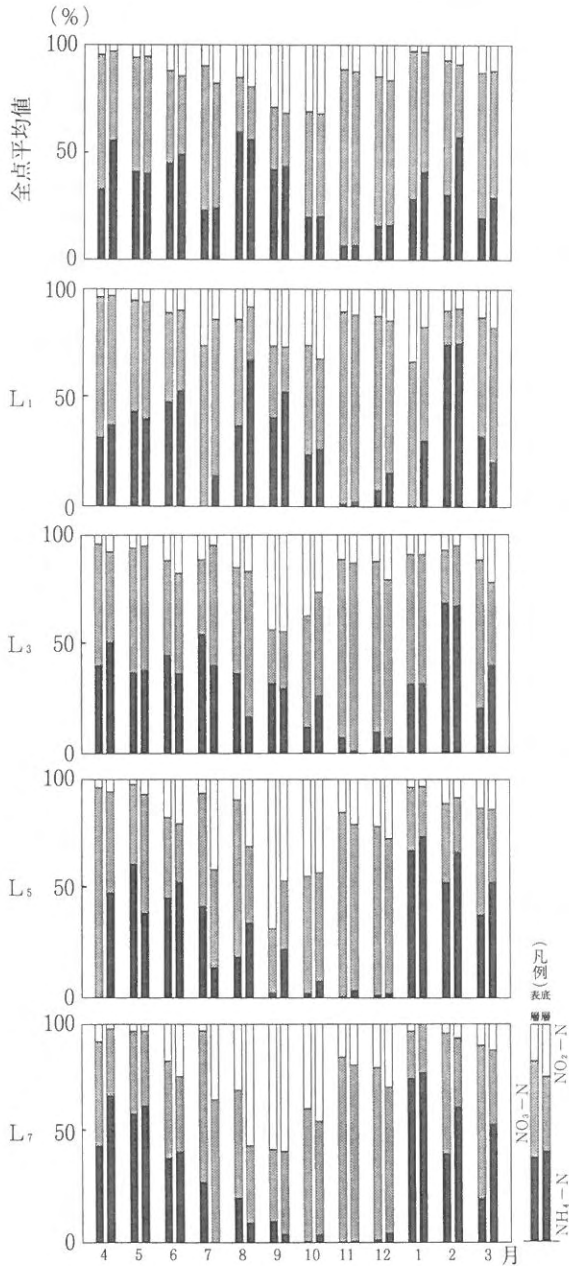


図13 平成6年度溶存態窒素の比率

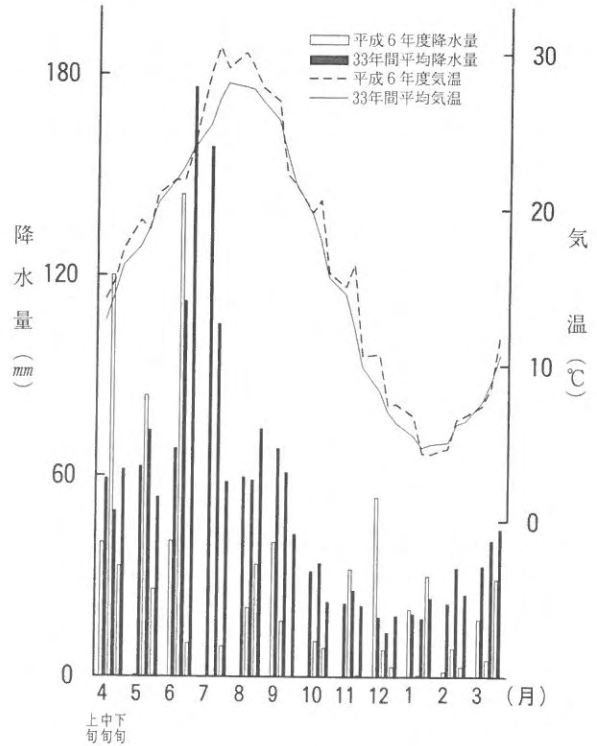


図14 平成6年度気温、降水量の旬変化(九州農業試験場調)

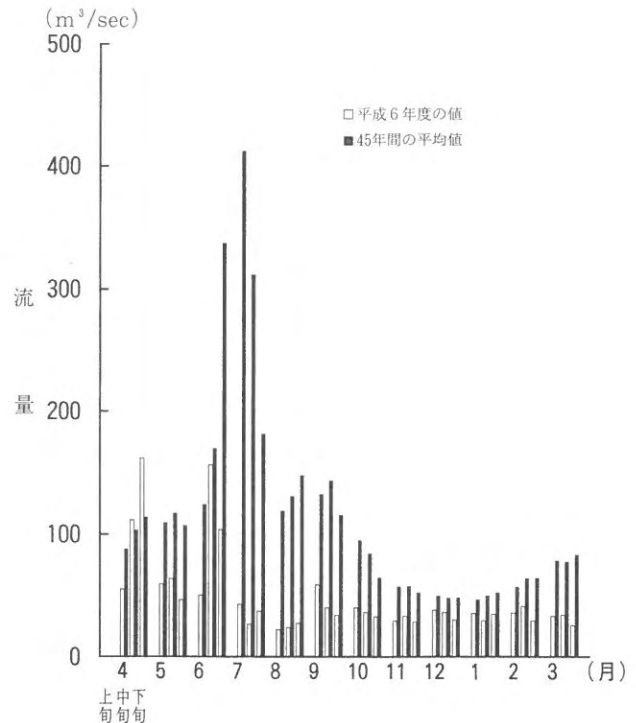


図15 平成6年度筑後川流量変動

II 有明海湾奥における植物プランクトンの季節的消長

有明海湾奥におけるプランクトンの季節的消長は、一般に春季に少なく、冬季から春季にかけて珪藻の大規模

なブルームの形成がみられることが多い。

この珪藻ブルームが形成・維持された場合、海水の栄養塩濃度は急激に減少するため、ノリ生産は大きな被害を受ける。

ここでは、漁場環境の生物要素を把握するために、プランクトン量および種組成について調査したので報告する。

方 法

プランクトン量

調査は毎月1回、朔大昼間満潮時に、図1に示した18定点について行った。プランクトンはx x 13 (孔径100 μm) のネットを使用して水面から1.5m層を鉛直にひいて採集した。

試料は現場で10%ホルマリン固定した後、実験室で沈殿管に移し、24時間後の沈殿量を測定した。

種 組 成

調査点S₄を代表として、沈殿物の上澄みを捨て20mlに定容後、0.1mlの全個体、細胞を計数した。

結果および考察

プランクトン量

プランクトン量の平均値の推移を図16に示した。

プランクトン量は、4月から12月までは年平均よりも少ない状態で推移した。1月には7.7ml/100lと多くなり、2月も5.8ml/100lと多い状態で推移し、3月には減少した。1、2月とも地理的には岸側に多い傾向がみられ、最高値は1月のL₂の13.3ml/100lであった。

平年よりも約1ヶ月プランクトンの増加が早く、ノリ養殖の終漁を平年より早める原因となった。

種 組 成

種組成の調査結果を表1に示した。

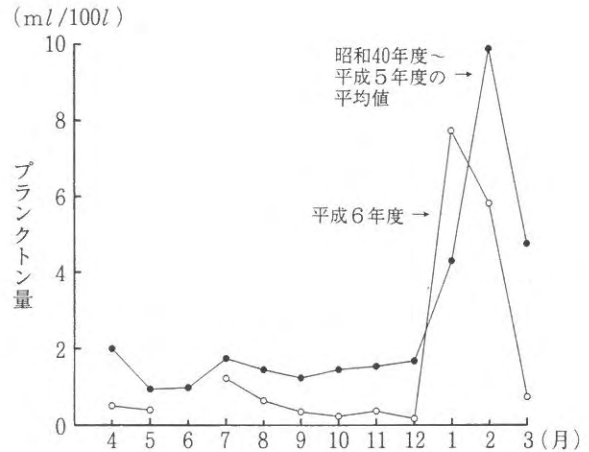


図16 プランクトン沈殿量の平均値の推移

代表的な種を見ると、*Coscinodiscus spp.*は周年見られ1月に多かった。

*Skeletonema costatum*は周年出現しており5、8、9、10および11月の優占種であった。

*Rhizosolenia spp.*は1月と2月に多く、*Rhizosolenia setigera*は2月の優占種であった。

*Chaetoceros spp.*周年出現しており11、1月の優占種となり、特に1月は*Chaetoceros curvisetus*が多かった。

*Eucampia zodiacus*は、4月と7月、1月と2月に多かった。

*Nitzschia spp.*は周年みられ、*Nitzschia seriata*は4、7および3月に優占種となった。

文 献

- 1) 気象庁：海洋観測指針。第5版，日本海洋学会，東京，1985，pp. 149-187.
- 2) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針。第1版，恒星社厚生閣，東京，1980，pp. 154-162.

表1 平成6年度のプランクトン種組成 (植物:細胞数/l, 動物:/l)

Species	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
<i>Coscinodiscus</i>	16	44		26	34	18	12	82	66	1,500	96	12
<i>asteromphalu</i>	16	36	欠	26	30	18	12	76	64	1,400	96	12
<i>radiatus</i>		8			4			6	2	28		
<i>spp.</i>			測							40		
<i>Thalassiosira spp.</i>				4	18	42	6	12		290	48	
<i>Skeletonema costatum</i>	24	290		160	3,600	180	320	120	12	1,800	7,220	860
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>					42			72		48	10	
<i>Rhizosolenia</i>	160	6			36			24		5,500	33,000	500
<i>imbricata</i>					36					220	48	180
<i>setigera</i>	140	6					4	24		5,200	33,000	320
<i>delicatula</i>	24									120		
<i>Chaetoceros</i>	12	7		58	50	12	22	110	4	37,000	2,400	200
<i>curvisetus</i>								42		32,000	1,800	120
<i>atlanticum</i>				4	12							
<i>affine</i>				12						160	12	
<i>compressum</i>										1,300	120	
<i>sociale</i>										220	460	
<i>spp.</i>	12	7		42	38	12	22	56	4	3,400		36
<i>Biddulphia</i>				8					28	200	12	4
<i>sinensis</i>				8					28	160	12	4
<i>sp.</i>										32		
<i>Triceratium favus</i>								2				
<i>Ditylium brightwellii</i>									4	240	48	
<i>Eucampia zodiacus</i>	180			180						1,700	120	4
<i>Thlassionema nitzschoides</i>					22		8	12				42
<i>Thalassiotix frauenfeldii</i>								8		28		
<i>Nitzschia</i>	190	14		7,100	250	62	54	42	4	78	22	1,700
<i>seriata</i>	190	12		7,100	230	62	54	42	4	78	22	1,700
<i>paradoxa</i>				4								
<i>longissima</i>		2		12	18							2
<i>Pleurosigm sp.</i>	2	4						2		4		4
<i>Asterionella japonica</i>										26	42	
<i>Streptothecca inndica</i>					12						8	
<i>Ceratium</i>				54		8	6	12		12		
<i>furca</i>				54				12		12		
<i>fuscus</i>						8	6					
<i>Corethron sp.</i>	4	2										
<i>Gymnodinium</i>						2						
<i>nelsoni</i>						2						
<i>spp.</i>						2						
<i>Tintinnops spp.</i>		12		4	2						8	
<i>Favella spp.</i>	2	3		26	4						4	
<i>Sagitta spp.</i>		3		4						12	22	
<i>Noctiluca cintillans</i>				4	4			12		2	8	
<i>Copepoda spp.</i>	28	130		72	42	36	26	32	26	44	32	4
<i>D-larva</i>				4						6		14

付表 1 平成6年度のプランクトン沈殿量 (ml/100l)

年・月	調 査 定 点																				
	S 1	S A	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9	L	S L
H 6	4	0.30	0.45	0.30	0.50	0.10	0.25	0.25	0.50	0.30	0.33	0.60	0.60	0.75	0.80	0.90	1.00	0.40	0.30	0.67	0.50
	5	0.30	0.45	0.40	0.30	0.35	0.60	0.30	0.50	0.25	0.38	0.50	0.30	0.65	0.35	0.30	0.45	0.30	0.40	0.40	0.39
	6	欠測																			
	7	1.40	1.15	0.80	1.00	1.20	1.00	1.40	0.90	1.00	1.09	2.00	1.45	1.30	1.50	1.65	0.75	1.20	0.45	1.34	1.22
	8	0.20	0.45	0.60	0.85	0.80	0.40	0.40	0.30	0.30	0.48	0.80	0.90	1.15	0.40	0.90	0.60	1.30	0.70	0.81	0.64
	9	0.25	0.25	0.30	0.20	0.40	0.20	0.20	0.35	0.10	0.25	0.30	0.40	0.50	0.50	0.30	0.20	0.20	1.00	0.44	0.35
	10	0.30	0.35	0.25	0.25	0.35	0.20	0.20	0.25	0.15	0.26	0.20	0.15	0.40	0.15	0.20	0.25	0.15	0.25	0.22	0.24
	11	0.20	0.25	0.40	0.60	0.80	0.25	0.40	0.25	0.30	0.38	0.30	0.25	0.50	0.60	0.50	0.10	0.45	0.25	0.36	0.37
	12	0.10	0.20	0.20	0.20	0.30	0.40	0.15	0.05	0.15	0.19	0.05	0.10	0.20	0.15	0.10	0.20	0.20	0.10	0.14	0.17
H 7	1	9.75	10.00	10.00	12.70	9.20	8.55	7.95	8.65	6.90	9.30	6.70	13.30	7.70	3.95	2.90	3.30	5.50	9.05	6.14	7.72
	2	8.35	8.70	7.15	7.80	8.95	5.50	5.30	3.85	2.75	6.48	11.25	9.05	8.60	3.00	2.30	2.75	3.05	2.70	5.13	5.81
	3	0.90	0.65	0.90	1.60	0.50	0.50	0.20	0.20	0.40	0.65	0.70	1.10	1.20	1.15	1.15	0.55	0.60	0.30	0.82	0.73

付表2 プラントトン沈澱量 (SL) の統計量

(単位: ml/100l)

年/月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均値
昭和40年度	0.10	0.18	0.42	1.88	0.89	1.12	0.31	0.36	0.24	0.13	0.60	1.07	0.61
昭和41年度	1.64	0.24	0.31	1.61	0.36	0.41	4.22	0.19	0.24	1.89	1.71	0.95	1.15
昭和42年度	0.54	0.22	0.41	0.34	0.24	0.24	0.54	0.16	0.10	2.11	3.34	1.09	0.78
昭和43年度	0.40	0.20	0.48	0.54	0.38	0.19	0.31	0.12	0.12	0.23	0.60	0.57	0.35
昭和44年度	0.75	0.31	0.43	1.10	1.32	1.47	2.23	0.37	0.22	23.69	5.00	7.74	3.72
昭和45年度	0.86	0.36	1.78	2.85	1.78	1.48	1.21	6.89	1.48	0.63	4.17	4.58	2.34
昭和46年度	0.83	0.65	1.57	2.61	8.29	1.26	1.02	0.79	0.73	0.38	0.16	8.39	2.22
昭和47年度	0.51	0.43	0.39	1.27	1.94	2.57	0.45	0.22	0.22	10.81	12.66	2.48	2.83
昭和48年度	2.13	2.05	0.74	2.57	1.99	0.63	2.52	8.06	3.68	3.77	2.40	1.56	2.68
昭和49年度	1.11	0.73	2.00	1.82	1.95	1.88	0.73	0.59	0.94	0.82	7.37	2.94	1.91
昭和50年度	4.67	0.81	0.70	1.61	1.69	1.27	0.42	1.53	9.08	8.95	15.24	1.92	3.99
昭和51年度	5.16	0.73	1.44	0.69	2.05	0.51	3.03	1.22	0.31	1.15	60.54	4.31	6.76
昭和52年度	3.15	6.28	1.35	1.69	0.97	1.77	2.95	2.97	1.97	4.92	13.15	28.13	5.78
昭和53年度	1.55	0.99	0.83	4.04	2.84	0.60	3.13	0.51	2.37	16.09	7.71	0.88	3.46
昭和54年度	2.79	0.58	2.50	8.75	1.40	4.05	1.42	0.58	3.79	14.58	10.16	2.48	4.42
昭和55年度	0.26	0.38	0.51	1.38	1.11	0.79	1.62	1.21	0.37	2.34	54.17	13.46	6.47
昭和56年度	0.82	0.52	0.43	1.40	1.39	3.99	0.75	1.35	3.62	14.65	37.35	1.07	5.61
昭和57年度	4.46	1.10	0.76	0.72	1.86	2.66	1.25	0.32	0.40	2.09	9.59	5.21	2.54
昭和58年度	1.15	2.19	0.76	1.00	1.11	0.94	0.50	5.08	15.02	3.06	4.75	6.57	3.51
昭和59年度	6.22	0.43	1.28	1.16	1.42	0.93	6.36	0.75	0.29	3.96	5.79	4.32	2.74
昭和60年度	0.76	0.43	0.83	1.72	0.72	0.63	0.50	0.72	0.57	0.57	8.56	11.86	2.32
昭和61年度	1.57	0.74	0.52	0.83	0.70	1.34	0.54	0.50	0.22	2.58	1.87	0.78	1.02
昭和62年度	0.57	0.44	0.31	0.46	0.88	0.55	0.74	0.41	0.52	1.01	5.22	3.97	1.26
昭和63年度	0.69	0.39	1.28	1.08	1.15	0.81	0.58	7.34	0.41	0.49	0.27	0.35	1.24
平成元年度	10.93	1.50	0.48	0.61	0.94	0.83	1.01	0.51	0.46	1.12	0.59	0.44	1.62
平成2年度	0.38	0.57	2.31	1.96	0.35	0.33	1.96	0.28	0.24	2.09	10.09	6.66	2.27
平成3年度	0.51	0.63	1.72	1.40	1.02	1.89	0.90	1.15	0.55	0.19	0.20	1.53	0.97
平成4年度	0.40	2.05	0.61	1.36	0.50	0.47	0.73	0.17	0.18	0.26	1.97	2.32	0.92
平成5年度	2.84	0.78	0.95	1.90	0.90	0.23	0.33	0.18	0.14	0.16	1.04	10.07	1.63
平成6年度	0.50	0.39	—	1.22	0.64	0.35	0.24	0.37	0.17	7.72	5.81	0.73	1.65
最大値	10.93	6.28	2.50	8.75	8.29	4.05	6.36	8.06	15.02	23.69	60.54	28.13	60.54
最小値	0.10	0.18	0.31	0.34	0.24	0.19	0.24	0.12	0.10	0.13	0.16	0.35	0.10
平均値	1.94	0.91	0.97	1.72	1.43	1.21	1.42	1.50	1.62	4.41	9.74	4.61	2.62
合計	58.25	27.3	28.1	51.57	42.78	36.19	42.5	44.9	48.65	132.44	292.08	138.43	
H6年偏差値	-1.44	-0.52		-0.50	-0.79	-0.86	-1.18	-1.13	-1.45	3.31	-3.39	-3.88	
標準偏差値	2.53	1.25	0.62	1.69	0.59	1.08	1.39	2.21	3.49	5.03	16.25	6.17	
標準化データ	-56.90	-41.53		-29.47	-132.65	-79.61	-84.79	-51.06	-41.60	65.73	-24.16	-63.00	
平均-標偏	-0.59	-0.34	0.35	0.03	0.83	0.13	0.03	-0.71	-1.87	-0.61	-6.52	-1.55	
平均+標偏	4.48	2.16	1.58	3.41	2.02	2.28	2.80	3.70	5.11	9.44	25.99	10.78	