

諫早湾漁場調査結果報告書

平成14年1月

九州農政局 諫早湾干拓事務所

目 次

A. はじめに	1
B. 調査概要	3
C. 有明海のタイラギ漁獲量の推移	6
D. 干拓工事の実施状況	8
E. 生息環境調査	11
(1) 底層流況	11
(2) 水温・塩分	15
(3) 底層水質	22
(4) 底質	26
(5) 底生生物	30
F. タイラギ資源調査	37
(1) 浮遊幼生	37
(2) 着底稚貝	39
(3) 幼・成貝	43
G. 参考資料	53
H. 摘要	53
I. 考察	55
J. おわりに	58
参考文献・引用文献	59

諫早湾漁場調査結果報告書

～諫早湾におけるタイラギ資源減少の原因調査～

A. はじめに

諫早湾において冬の漁業の中心として採捕されてきたタイラギの漁獲量が平成3年度に大幅に減少したことにもない、地元漁業者は諫早湾干拓事業との関連を指摘するとともに、タイラギ漁の不漁の原因について調査することを国、県に求めた。

このため、諫早湾干拓事務所は、平成5年度から学識経験者、行政担当者、漁業者からなる諫早湾漁場調査委員会を設置し、この助言、指導を得ながら単年度毎に調査計画をたて、結果を検討し、調査内容を改良しつつ平成8年度まで調査を行ってきた。

本報告は、各年度の調査結果をもとに総合的なとりまとめを行ったものである。

御多忙のところ、本とりまとめに際し、助言、指導を頂いた秦委員長及び御参加頂いた各委員並びに御協力頂いた関係機関に深甚なる謝意を表する次第である。

九州農政局

諫早湾干拓事務所長

諫早湾漁場調査委員会委員

(委員長)	秦	章男	元長崎県水産部長
(専門委員)	宇野	寛	東京水産大学名誉教授
	松清	恵一	元長崎県水産試験場長
	四井	敏雄	前長崎県総合水産試験場長
	(立石	賢	長崎県水産試験場長)
	(藤木	哲夫	長崎県水産試験場長)
(委員)	落合	嘉男	元諫早湾地域振興基金専務理事
	塚原	義晴	元長崎県南部海区漁業調整委員
	酒井	八洲仁	国見町土黒漁業協同組合 組合長
	田村	正孝	国見町神代漁業協同組合 組合長
	(堂本	善之	国見町神代漁業協同組合 組合長)
	矢坂	眞一郎	瑞穂漁業協同組合 組合長
	新宮	隆喜	小長井町漁業協同組合 組合長
	(森	文義	小長井町漁業協同組合 組合長)
	國弘	実	長崎県農林部参事監
	(小林	和行	長崎県農林部参事監)
	(奥村	太樹雄	長崎県農林部参事監)
	(池田	文雄	長崎県農林部参事監)
	町田	晏胖	諫早湾地域振興基金専務理事
	(安部	治光	諫早湾地域振興基金専務理事)
	(田崎	剛	諫早湾地域振興基金専務理事)
	吉野	学	諫早湾干拓事務所 所長
	(川嶋	久義	諫早湾干拓事務所 所長)
	(池田	文雄	諫早湾干拓事務所 所長)
	(田村	亮	諫早湾干拓事務所 所長)
	(立花	貴	諫早湾干拓事務所 所長)
	(田中	興基	諫早湾干拓事務所 所長)

(敬称略、委員は、最終委員であり、()は、過去携わって頂いた委員、役職である。)

B. 調査概要

平成5年度から平成8年度にかけての調査内容は次のとおりである。

平成5年度には、11月にタイラギが生息する底層の水の動きを把握するため底層流況、水温・塩分の調査を行うとともに幼・成貝の現存量調査を行った。

平成6年度からは、タイラギの幼・成貝の現存量調査及び浮遊幼生の密度、幼生の着底と稚貝の生残の状況を把握するための調査を7月から11月にかけて行うとともに、水温・塩分、底層水質、底質、底生生物の調査を最も環境が悪化するとと思われる7月から10月にかけて行った。

平成7年度、平成8年度には、平成6年度の調査内容に加えて諫早湾内に生息するタイラギの成熟状態の調査並びに幼・成貝の現存量追跡調査を行った。

以上の内容を整理すると調査実施状況は表1-1、2、図1に示すとおりである。本調査に先立ち平成3年度～平成4年度に実施された調査についてもあわせて示す。

表1-1 調査した項目と時期

調査項目\年度		平成3年度	平成4年度	平成5年度	平成6年度	平成7年度	平成8年度
環境	底層流況			11月			
	水温・塩分			11月	7-8月	7-8月	7-8月
	底層水質				8-9月	8-9月	8月
	底質	11月	11月		8-9月	8-9月	8月
	底生生物				8-9月	8-10月	7-9月
タイラギ	浮遊幼生				7-8月	7-8月	7-8月
	着底稚貝				8-9月	8-10月	7-9月
	幼・成貝	11月	11月	11月	11月	11月	11月
	幼・成貝追跡					2-3月	5-8月
	寄生生物・外観 成熟度		11月	11月	11月	11月 6-9月	11月 5-8月

註) 1. 正確な調査点は調査Ⅲ表11(288頁)を参照のこと。

2. 調査点と各調査項目を表1-2に示した。

表1-2 調査内容一覧表

項目	調査年度	調査日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
底層流況	平成5年度	11/15-30														
水温・塩分	平成5年度	11/15-30														
	平成6年度	7/8, 22 8/7, 8	○				○									○
	平成7年度	7/14, 30 8/13	○				○									○
	平成8年度	7/16, 30 8/13, 29	○				○									○
底層水質	平成6年度	8/31, 9/1	○			○	○	○			○		○			○
	平成7年度	8/30-9/2	○			○	○	○			○		○			○
	平成8年度	8/20, 21	○			○	○	○			○		○			○
底質	平成3年度	11/12, 13	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	平成4年度	11/18, 19	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	平成6年度	8/31-9/2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	平成7年度	8/30-9/2	○			○	○	○			○		○			○
	平成8年度	8/20, 21	○			○	○	○			○		○			○
底生生物	平成6年度	8/31-9/2	○			○	○	○			○		○			○
	平成7年度	8/4, 5 8/30-9/2 10/2, 3	○			○	○	○			○		○			○
	平成8年度	7/25, 26 8/20, 21 9/19	○			○	○	○			○		○			○
浮遊幼生	平成6年度	7/8, 22 8/7, 8	○				○									○
	平成7年度	7/14, 30 8/13, 30	○				○									○
	平成8年度	7/16, 30 8/13, 29	○				○									○
着底稚貝	平成6年度	8/31-9/2	○			○	○	○			○		○			○
	平成7年度	8/4, 5 8/30-9/2 10/2, 3	○			○	○	○			○		○			○
	平成8年度	7/25, 26 8/20, 21 9/19	○			○	○	○			○		○			○
幼・成貝	平成3年度	11/12, 13	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	平成4年度	11/18, 19	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	平成5年度	11/23-25	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	平成6年度	11/9-11	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	平成7年度	11/14-17	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	平成8年度	11/16-18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
幼・成貝追跡	平成7年度	2/15 3/1					○									
	平成8年度	5/27 6/24, 26 7/24 8/23					○									
成熟度	平成7年度	6/6 7/4 9/3														
	平成8年度	5/27 6/24, 26 7/24 8/23					○									

註) タイラギの寄生生物・外観調査は、平成4～8年度の幼・成貝調査において、採取されたタイラギについて実施

調査点																						
13	14	15	16	17	18	19	20	6'	6''	6A	A	B	B1	B3	C	A6	02	06	W-1	W-2	W-3	D1~D10
																			○	○	○	
																			○	○	○	○
	○			○	○ 8/7.8	○ 8/7.8	○ 8/7.8					○										
	○			○	○	○	○					○										
	○			○	○	○	○					○										
	○			○						○			○									
	○			○					○			○										
	○			○					○			○										
○	○	○	○	○	○			○	○		○	○			○							
○	○	○	○	○	○			○	○		○	○		○	○							
○	○	○	○	○	○			○		○	○		○	○	○							
	○			○					○			○										
	○			○					○			○										
	○			○					○			○										
	○			○					○			○										
	○			○					○			○										
	○			○	○ 8/7.8	○ 8/7.8	○ 8/7.8					○										
	○			○	○	○	○					○										
	○			○	○	○	○					○										
	○			○						○			○									
	○			○					○			○										
	○			○					○			○										
○	○	○	○	○	○			○	○		○	○		○	○							
○	○	○	○	○	○			○	○		○	○		○	○							
○	○	○	○	○	○			○	○		○	○		○	○							
○	○	○	○	○	○			○	○		○	○		○	○							
○	○	○	○	○	○			○	○		○	○		○	○							
								○								○	○					
								○								○	○					
														○								
								○								○	○	○				

実施した。

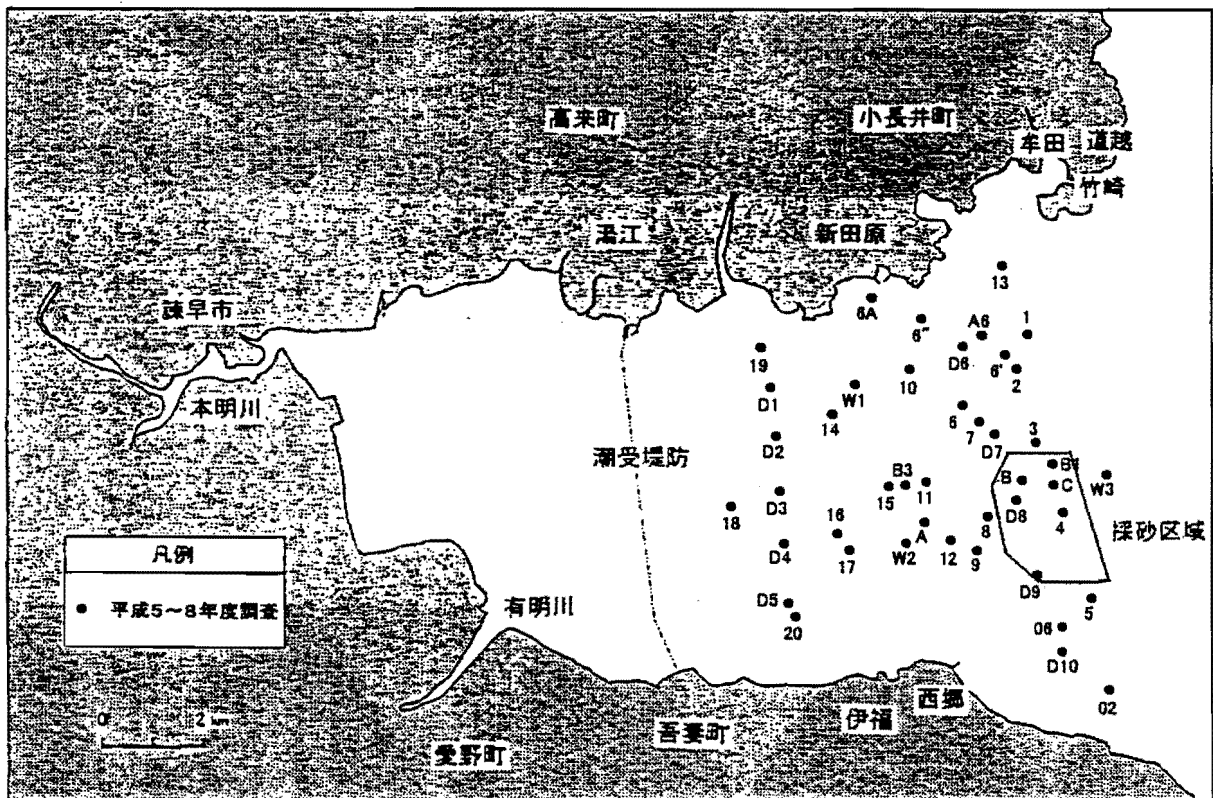
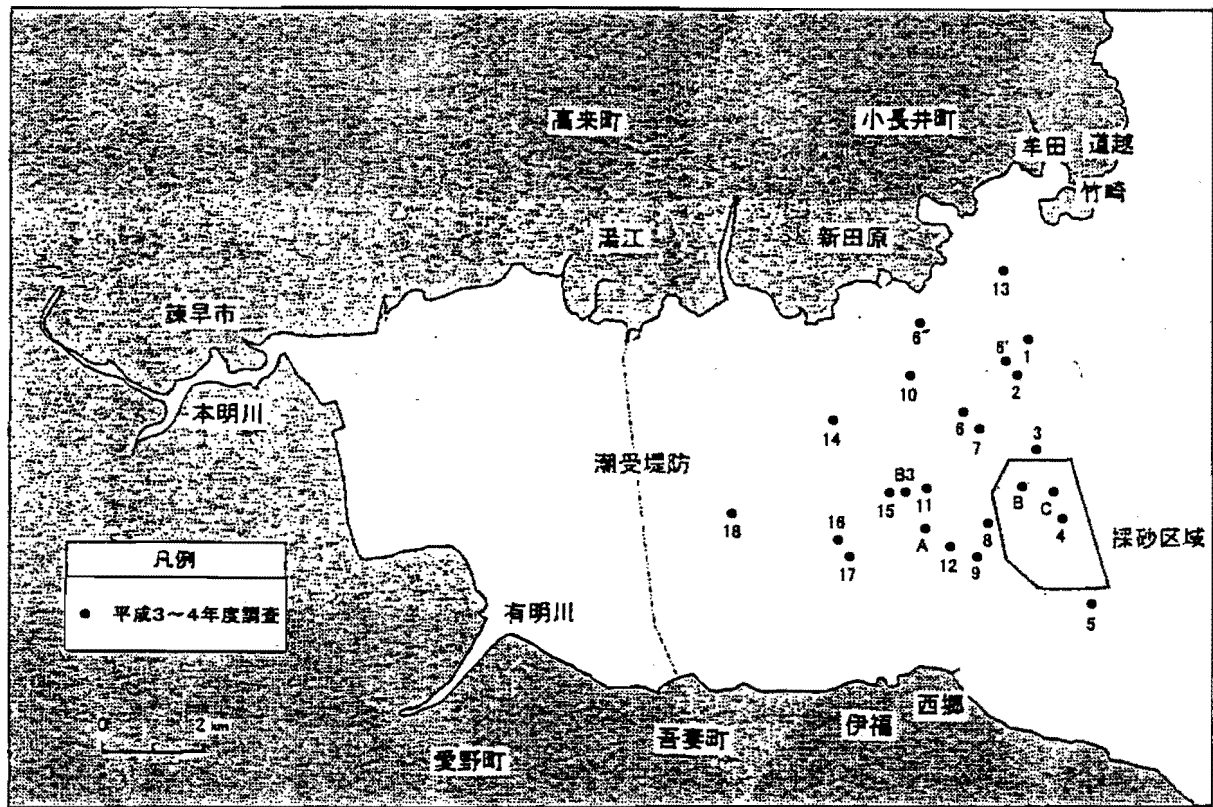


図1 全調査点 (正確な位置は調査Ⅲ表11(288頁)参照のこと)

・有明海のタイラギ漁獲量の推移

近年（昭和49年～平成11年）の有明海（福岡、佐賀、長崎、熊本各県の有明海）におけるタイラギ漁獲量を表2、図2に示す。

有明海全体では概ね2万トン以上の漁獲が昭和51、54、55年の3年間で見られたが、これを除くと多い年で5,000～7,000トン、少ない年では200～1,000トンと大きい変動を示している。昭和49年からの変化を見ると、昭和49～58年、昭和59～平成5年、平成6年以降と周期的に増・減の変動を示しているように思われるが、漁獲量は一貫して減少傾向にある。

県別に漁獲が多かった年を見ると、佐賀が昭和51年（1番:13,395トン）、昭和54年（2番:12,307トン）、昭和55年（3番:5,140トン）、福岡は昭和54年（1番:2,913トン）、昭和55年（2番:2,782トン）、昭和51年（3番:1,725トン）、熊本は昭和55年（1番:9,103トン）、昭和54年（2番:8,496トン）、昭和51年（3番:2,303トン）であった。一方、長崎は昭和54年（1番:5,199トン）、平成2年（2番:3,796トン）、平成元年（3番:3,658トン）の順に多かった。昭和51～55年にかけて漁獲量が多い傾向は4県ではほぼ一致した。しかし、熊本では昭和57年以降漁獲が減少して回復しないという他の3県とは異なる傾向を示した。福岡、佐賀、長崎3県では、昭和59年以降の増加傾向の中で、昭和61年と平成2年にピークを持つ点は一致したが、長崎の漁獲が最も多くなると言う若干の相違を示した後、平成4年以後は同様に減少した。その後、佐賀、福岡では平成8、9年に1,000トン以上に復帰したが、長崎のみ復帰せず、平成5年12月からは資源水準の低下のため休漁に至り、そのまま平成12年に至っても休漁が続いている。

長崎は、これまでも、昭和50、57年など福岡や佐賀に比べて漁獲が少なかったことはあるが、このように8年間も連続して漁獲ができなかったことはかつてなかったことであり、これまでとは性質を異にする現象ではないかと考えられる。このことは、諫早湾における関係漁業者の漁業経営に深刻な影響を与えている。

表2 有明海のタイラギ漁獲量の経年変化

(単位: トン)

年	長崎有明	佐賀有明	福岡有明	熊本有明	天草有明	合計
昭和49	359	612	87	6		1,064
50	637	2,595	85	1,042		4,359
51	2,465	13,395	1,725	2,303	2	19,890
52	2,113	2,475	1,292	2,045	6	7,931
53	1,811	2,654	1,005	1,948	392	7,810
54	5,199	12,307	2,913	8,496	390	29,305
55	2,821	5,140	2,782	9,103	156	20,002
56	488	1,027	778	2,225	118	4,636
57	* 96	1,473	618	803	60	3,050
58	1,050	769	259	125		2,203
59	828	355	172	146		1,501
60	1,390	745	172	72		2,379
61	1,875	2,129	1,200	74		5,278
62	553	1,899	851	52		3,355
63	3,017	990	926	71		5,004
平成 1	3,658	754	718	43		5,173
2	3,796	2,482	1,034	31		7,343
3	1,233	2,976	1,430	60		5,699
4	403	1,398	790	46		2,637
5	67	397	248	11		723
6		134	95	15		244
7		343	465	6		814
8		2,245	1,490	51		3,786
9		1,792	1,394	246		3,432
10		553	525	103		1,181
11		79	175	65		319

註1. *は、「むき身」重量であるため参考値である。

2. 漁獲量は、潜水器以外の漁業を含むものである。

3. 長崎有明は平成5年から11年まで休漁している。

(出典: 「九州及び東シナ海における漁業動向 (九州農政局統計情報部)」ただし、昭和55年福岡有明・佐賀有明、昭和57年福岡有明、昭和58年長崎有明については「農林水産統計年報 (九州農政局統計情報事務所)」)

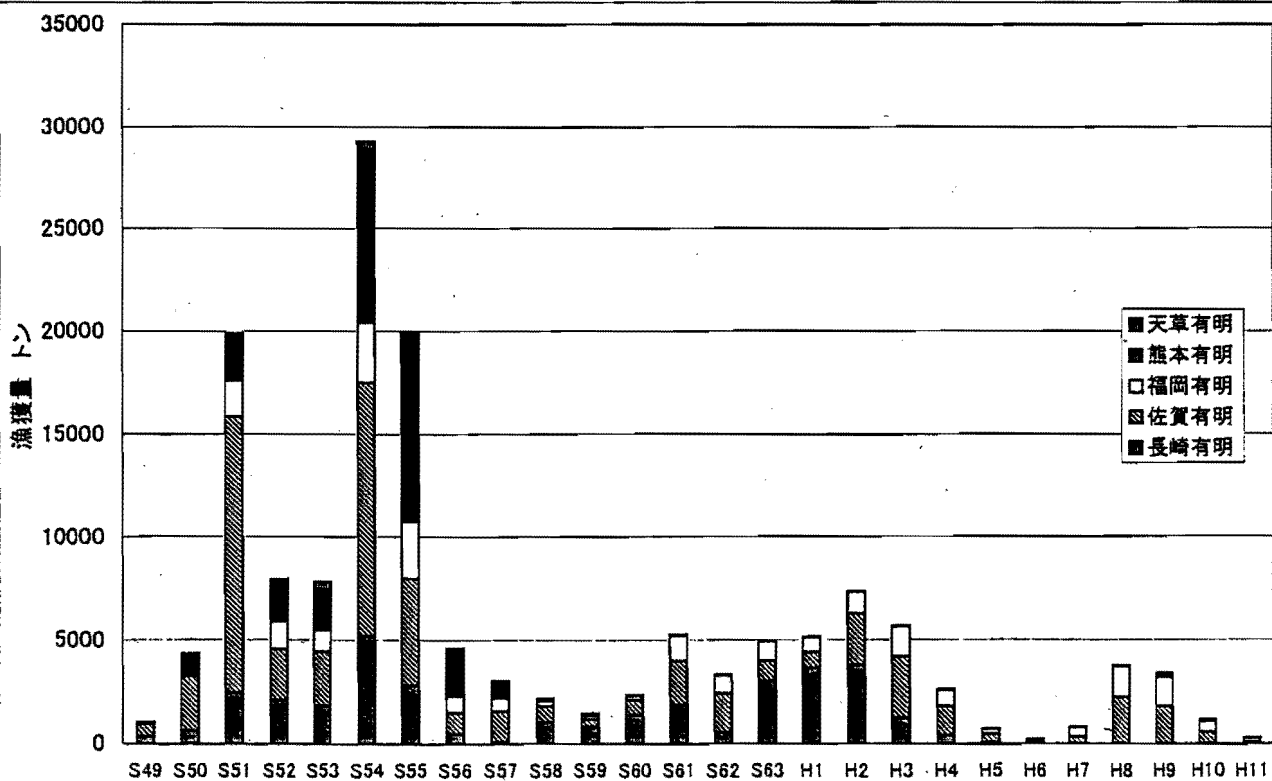


図2 有明海のタイラギ漁獲量の経年変化

D. 干拓工事の実施状況

諫早湾干拓事業の位置を図3-1に計画平面図を図3-2に示す。

諫早湾奥部を締め切る潮受堤防は全長約7キロメートルで、自然の石材と砂を築堤材料とし造られている。工事は主として海上工事により行い、諫早湾湾口部南岸よりに採砂地を確保し、工事に必要な砂の採取を行うとともに、資材運搬船により、築堤材料の運搬を行った。

工事に伴う漁場への影響としては、海上工事に伴う濁りの発生、並びに、採砂に伴う採砂地周辺の地形変化及び底質の細粒化が懸念された。このため、工事の実施に当たっては、採砂は、濁りが出来るだけ出ないようにグラブ浚渫工法を採用し、さらに濁りの拡散を少なくするためにグラブ枠を施し、海底まで汚濁防止膜を設置した上で施工した。築堤における敷砂は、濁りの発生を抑えるため、特殊作業船（円筒状の筒を海底面近くまでおろし、砂投下時の濁りの発生を防ぐもの）を使用し施工した。加えて、漁業者の意見をもとに航行調整（湾内に入出域する隻数・条件など）の上、資材運搬船等の航行を行った。

潮受堤防に係る工事は、平成元年度から試験堤防工事に、平成3年度から砂採取工事に着手しており、これらに合わせ資材運搬船等の航行を開始した。試験堤防工事は平成3年度前半に完了し、潮受堤防の本格的な工事着手は平成4年度の後半からとなり、この後、資材運搬船等の航行及び海底からの採砂が大きく増加した。

干拓事業に係る石材・砂の使用数量は、平成元年、2年度は各年度約11万 m^3 、平成3年度は約19万 m^3 、平成4年度は約43万 m^3 、平成5年度は約146万 m^3 、平成6年度は約209万 m^3 、平成7年度は約120万 m^3 、平成8年度は約90万 m^3 であった。

築堤工事の進捗状況を図3-3に示す。平成9年4月14日の仮締切りまでに、約1.2kmの潮止区間を除き標高3mまでの築堤を行っており、標高3mまで築堤が進んだ時期は区間別に、①北側～北部排水門まで（約0.4km）：平成2年度、②北部排水門～試験堤防まで（約2.3km）：平成7年度、③試験堤防（約0.2km）：平成3年度、④試験堤防～潮止区間まで（約1.7km）：平成8年度、⑤南部排水門～南岸まで（約0.9km）：平成2年度であった。

平成9年4月14日に仮締切りを行い、標高7mまでの築堤を進め、平成11年3月に完成するに至った。

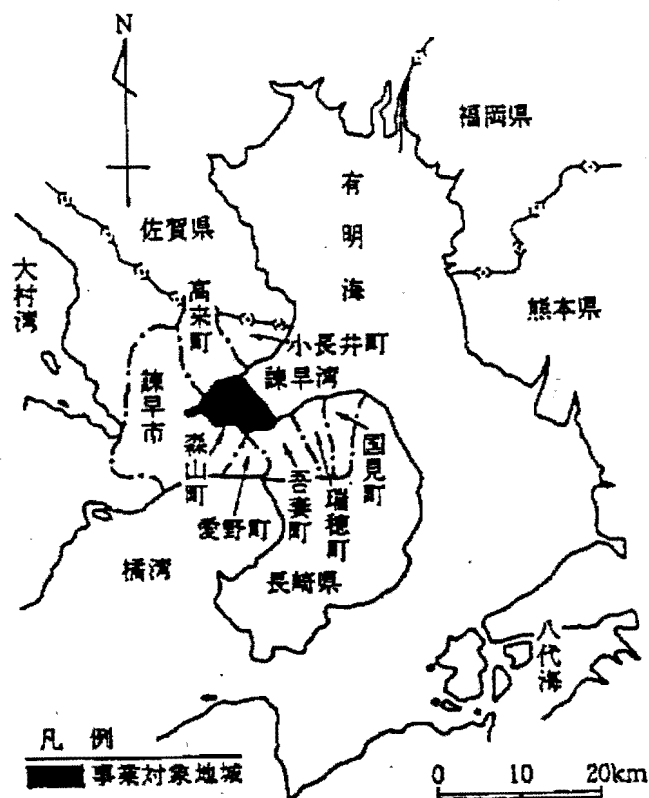


図3-1 事業対象地域

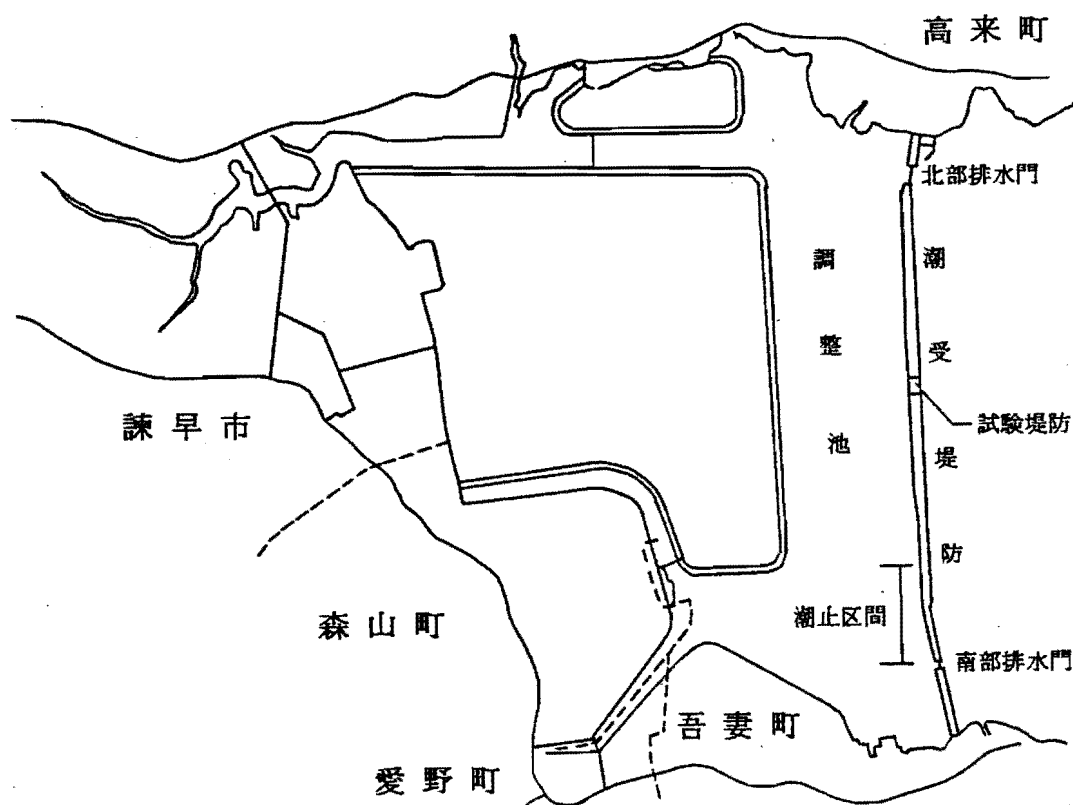
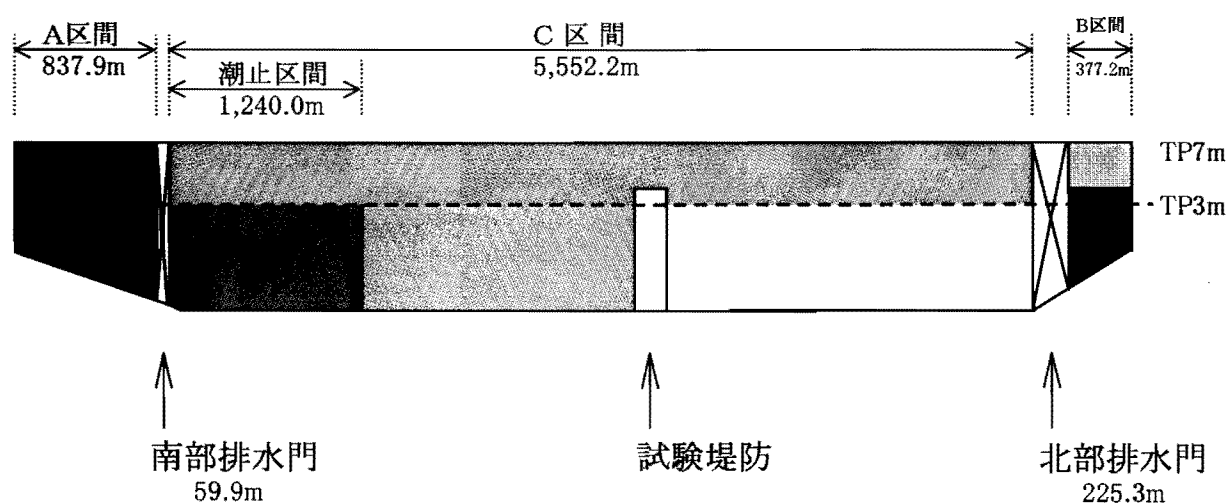


図3-2 諫早湾干拓事業計画平面図



凡 例 (施工時期)	
平成2年度	
平成2年度～3年度	
平成4年度	
平成6年度～7年度	
平成7年度～8年度	
平成7年度～10年度	
平成8年度～10年度	
平成9年度	
平成9年度～10年度	

図3-3 潮受堤防築堤工事進捗概略図

E. 生息環境調査

(1) 底層流況

諫早湾内の底層流況については、平成5年11月に図4に示す湾内2点、湾口部1点の調査点を設けて底上1mにおいて、インペラー型自記式流向流速計（アンデラー流速計PRCM4）を用いて15昼夜の連続調査を行った。

調査点における流速ベクトル、流速の経時変化、北方・東方分速は調査I図1-1～3(1～5頁)に示した。

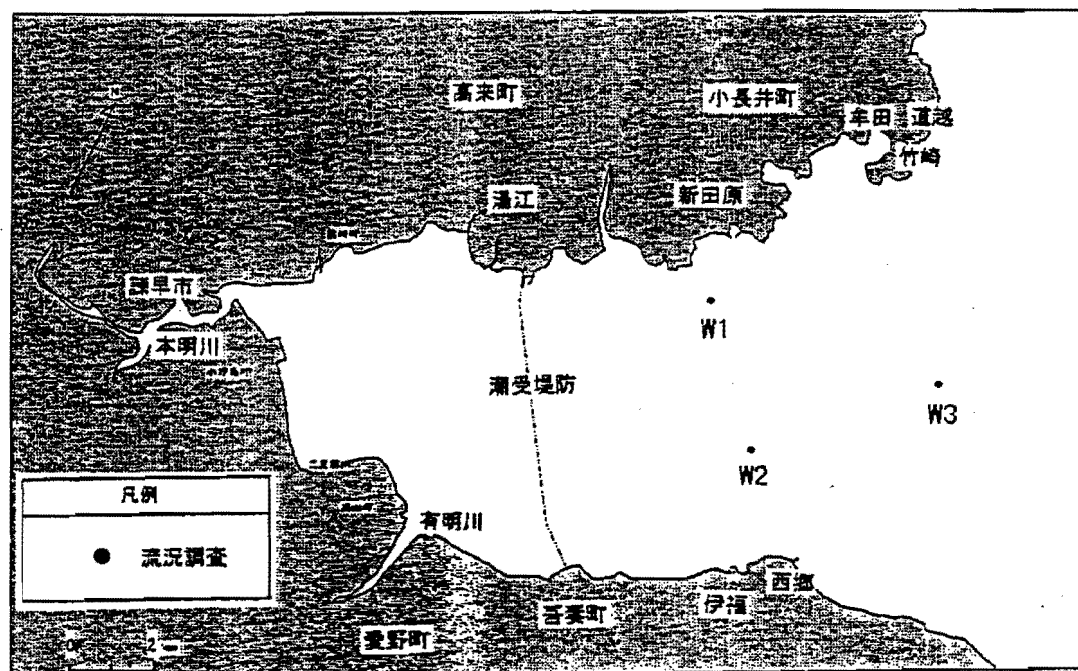


図4 底層流況調査点 (正確な位置は調査Ⅲ表11(288頁)参照のこと)

流向・流速の出現頻度は図5-1、平均大潮期の底層流況は図5-2に示すとおりである。各調査点とも最大流速30cm/s以上を示しており、平均大潮期の底層流況から、上げ潮時には湾外南側から湾外水の流入、下げ潮時には湾外南側への流出があり、湾口部では有明海全体の流れに引きずられ南向きの流向を示していた。各調査点での調和解析の結果は表3-1～3に示すとおりであり、諫早湾内の底層流況は完全な半日周潮型であるといえる。

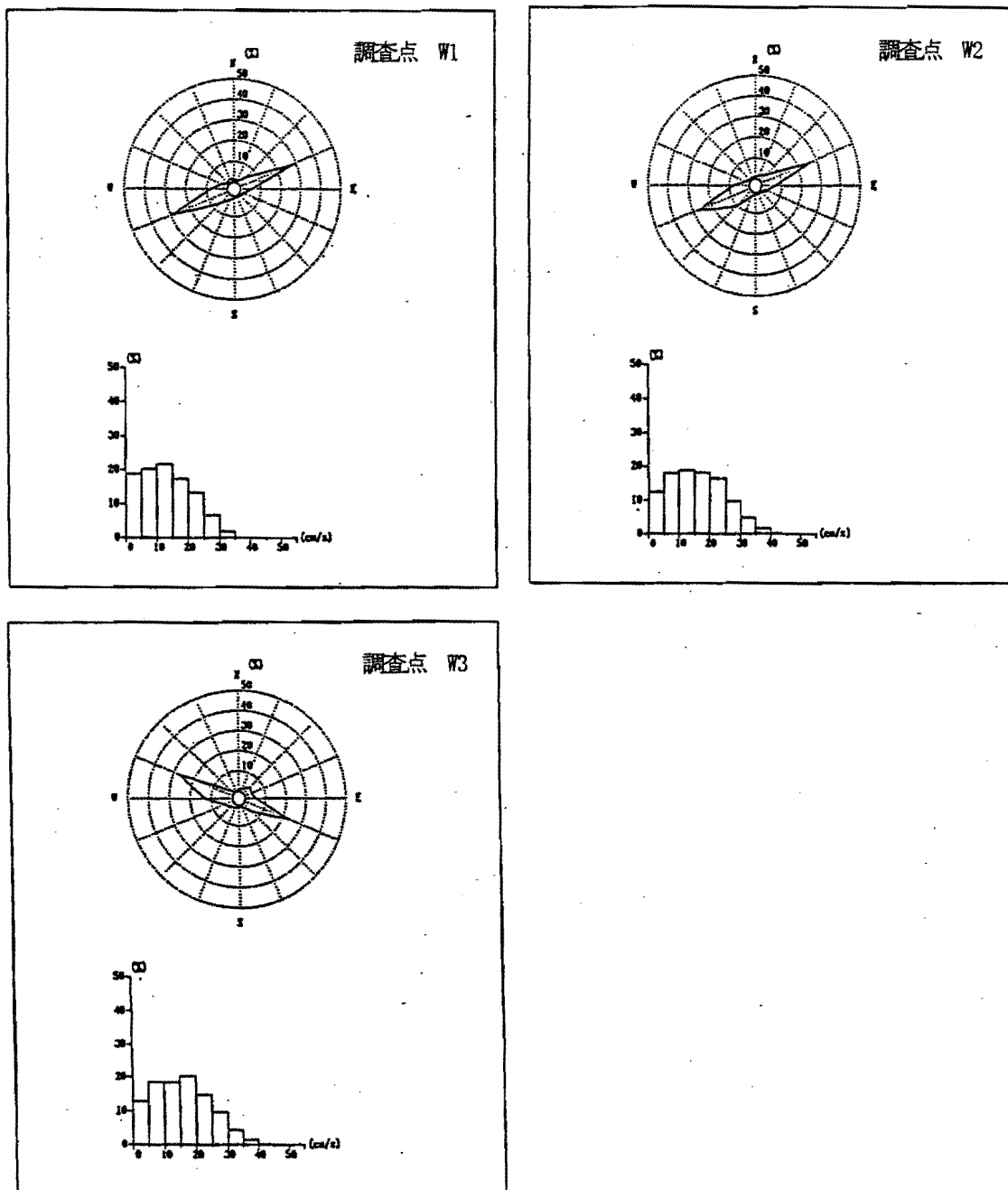
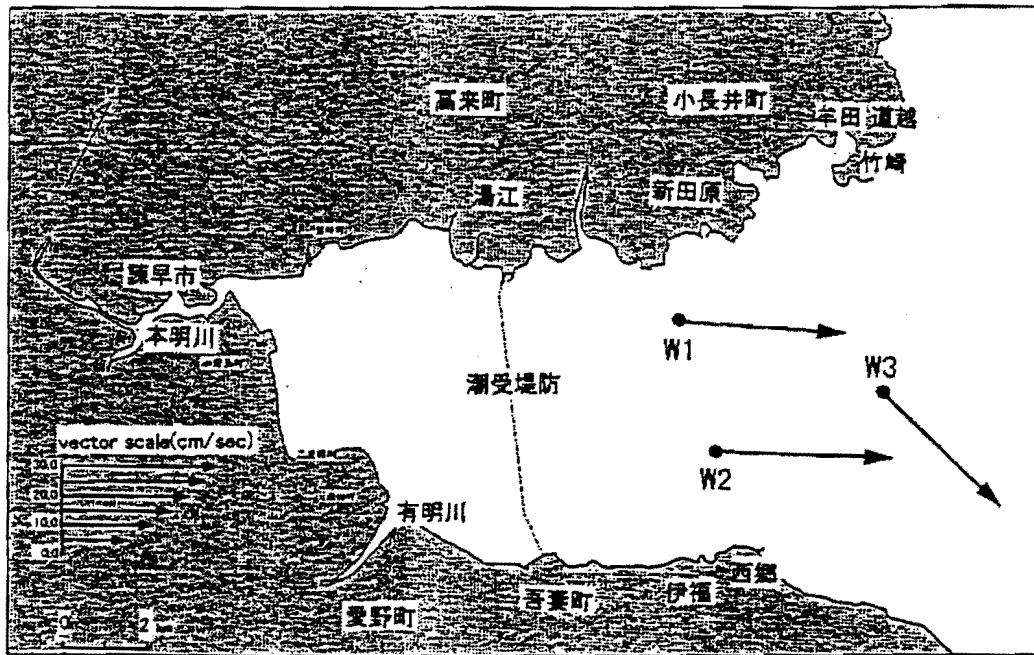
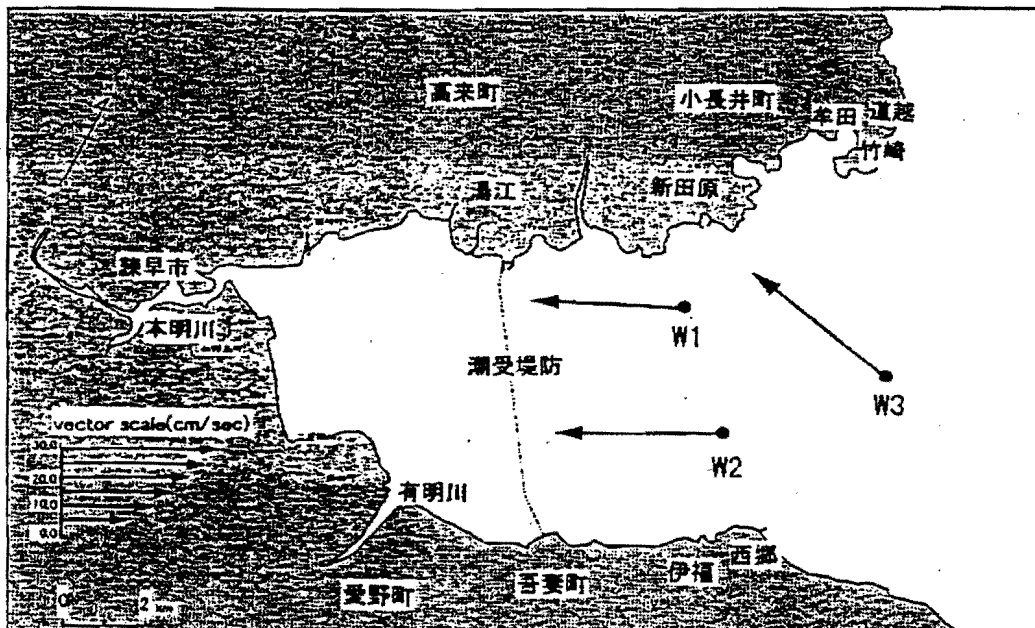


図 5-1 流向・流速の出現頻度



平均大潮期底層流況 (竹崎満潮後 3.0 時間)



平均大潮期底層流況 (竹崎満潮後 9.0 時間)

図 5-2 平均大潮期の底層流況

表 3-1 調和解析結果 (調査点 W1)

分潮	東方分速		北方分速		橢 円 要 素					
					長 軸			短 軸		
	流速 (cm/s)	遅角 (°)	流速 (cm/s)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/s)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/s)	遅角 (°)
K1	2.29	313.5	0.82	273.2	74.0	2.38	309.9	164.0	0.51	39.9
O1	1.59	317.3	1.00	251.2	69.7	1.66	306.2	159.7	0.88	36.2
P1	0.76	313.5	0.27	273.2	74.0	0.79	309.9	164.0	0.17	39.9
Q1	0.30	343.8	1.00	241.2	355.9	1.00	240.0	85.9	0.29	330.0
M2	18.40	354.6	8.36	359.2	65.6	20.20	355.4	155.6	0.61	265.4
S2	7.91	26.9	3.39	20.1	66.9	8.59	25.9	156.9	0.37	115.9
N2	2.20	36.9	2.38	10.4	42.5	3.16	22.5	132.5	0.74	112.5
K2	2.15	26.9	0.92	20.1	66.9	2.34	25.9	156.9	0.10	115.9
M4	1.64	79.4	0.20	204.5	274.1	1.65	259.0	4.1	0.16	169.0
MS4	1.00	89.9	0.22	339.6	274.5	1.00	270.8	4.5	0.20	0.8
C	-1.01 (cm/s)		-0.41 (cm/s)		247.8 (°)			1.09 (cm/s)		

表 3-2 調和解析結果 (調査点 W2)

分潮	東方分速		北方分速		橢 円 要 素					
					長 軸			短 軸		
	流速 (cm/s)	遅角 (°)	流速 (cm/s)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/s)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/s)	遅角 (°)
K1	2.76	299.7	1.21	289.4	66.5	3.01	298.0	156.5	0.20	28.0
O1	0.98	317.9	0.91	276.7	47.8	1.25	299.1	137.8	0.47	29.1
P1	0.92	299.7	0.40	289.4	66.5	1.00	298.0	156.5	0.07	28.0
Q1	0.02	17.0	0.45	307.6	0.9	0.45	307.7	90.9	0.02	37.7
M2	21.31	350.9	10.46	2.8	64.2	23.66	353.2	154.2	1.94	263.2
S2	8.49	21.4	4.39	36.1	63.1	9.51	24.5	153.1	1.00	294.5
N2	2.14	35.2	2.77	5.7	36.6	3.39	16.4	126.6	0.86	106.4
K2	2.31	21.4	1.20	36.1	63.1	2.59	24.5	153.1	0.27	294.5
M4	1.07	54.9	0.24	147.4	270.6	1.07	234.8	0.6	0.24	144.8
MS4	0.54	57.6	0.18	112.7	78.5	0.55	60.6	168.5	0.14	330.6
C	-1.70 (cm/s)		-1.28 (cm/s)		233.0 (°)			2.13 (cm/s)		

表 3-3 調和解析結果 (調査点 W3)

分潮	東方分速		北方分速		橢 円 要 素					
	流速 (cm/s)	遅角 (°)	流速 (cm/s)	遅角 (°)	方向 (°)	長 軸 流速 (cm/s)	遅角 (°)	方向 (°)	短 軸 流速 (cm/s)	遅角 (°)
K1	2.28	298.1	1.55	187.8	290.5	2.38	130.5	20.5	1.39	220.5
O1	1.91	315.5	1.24	211.6	284.3	1.95	144.3	14.3	1.18	234.3
P1	0.76	298.1	0.52	187.8	290.5	0.79	130.5	20.5	0.46	220.5
Q1	0.44	92.2	0.94	255.9	335.4	1.03	258.7	65.4	0.11	168.7
M2	22.10	357.6	4.56	169.9	281.6	22.55	177.3	11.6	0.60	87.3
S2	9.10	27.7	3.18	158.0	283.6	9.84	204.2	13.6	2.37	114.2
N2	2.96	41.4	1.89	303.9	277.9	2.97	226.4	7.9	1.87	316.4
K2	2.47	27.7	0.87	158.0	283.6	2.54	204.2	13.6	0.64	114.2
M4	0.41	155.3	0.51	153.4	38.8	0.66	154.2	128.8	0.01	244.2
MS4	0.31	28.5	1.38	197.5	347.7	1.42	198.0	77.7	0.06	108.0
C	-2.20 (cm/s)		-0.18 (cm/s)		265.3 (°)		2.20 (cm/s)			

以上の結果から、諫早湾では潮汐流が卓越し、12 時間周期の往復流があり、日本全国沿岸海洋誌(1985)¹⁾に示される有明海の流況特性とほぼ同様である。底層において 30cm/s 以上の流速を示していた。

(2) 水温・塩分

1) 15 昼夜連続の水温・塩分調査

平成 5 年 11 月 15 日～30 日にわたって、底層水の動きを把握するため図 6-1 に示す St. W1, W2 及び W3 の 3 地点にインペラー型自記式流向流速計に取り付けた水温塩分計により、底層流況調査にあわせ底上 1m の水温・塩分を連続測定した。その結果は図 7-1 ～2 に示す通りである。各調査点の水温と塩分は半日周期の上昇・下降を繰り返し、潮汐と同調していた。すなわち、西流 (湾内流入) 時に水温・塩分は上昇し、東流 (湾外流出) 時に下降した。水温・塩分は湾口部の調査点の方が湾奥部の調査点より高く、水温・塩分の周期的変化は湾外水の潮汐による出入によるものと考えられる。この周期変化は大潮期に顕著であるが、小潮期には不明瞭となっていた。

2) 水温・塩分の鉛直分布調査

平成 5～8 年に STD 水温塩分計により行った。調査位置は図 6-1, 2 に示す。平成 5 年は、底層流況調査にあわせ 11 月、平成 6～8 年は、浮遊幼生調査にあわせ 7, 8 月大潮期に調査を行った。なお、平成 5 年は、満潮時、上げ潮時、干潮時、下げ潮時の 4 回、平

成6,7年は満潮時3回、干潮時3回、平成8年は満潮時のみ4回とした。

平成5年の調査では、満潮時と上げ潮時の結果は、上下層の差をみると水温は0~0.4℃、塩分は0~0.8で一様な分布を示した。一方、干潮時と下げ潮時の上下層の差をみると水温は0~2.5℃、塩分は0~2.2で、湾中央部(D1~D5)では小さく湾口部(D9,D10)では大きくなるという相違があった。これは、湾口部では下層で高温、高塩分になるため、上層と下層の差が大きくなるためである。これらの状況の一例として11月17日(満潮時)のD1とD9、11月24日(干潮時)のD1とD9を比較して図8-1に示す。その詳細は調査I表2-2(26~29頁)の通りである。

平成6年以降の調査結果の平均値、標準偏差を表4,5に示す。水温と塩分の上下層の差は7月と8月を比べると、7月の方が大きい。調査点14,Bにおける平成6年7月8日(満潮時)と平成6年8月7日(満潮時)の結果を示した図8-2から分かるように、7月は下層の水温が低いために上下層の差が大きくなり、塩分は逆に下層が高くなっている。満潮時と干潮時の比較では、湾奥部で満潮時の方が大きい。その状況の一例として湾奥部の調査点14と湾口部の調査点Bにおける平成6年7月22日の満潮時と干潮時の水温、塩分の鉛直分布を図8-3に示す。これは、湾奥部では満潮時に下層の水温が大きく低下し、塩分は高くなるため上下層の差が大きくなったものである。

平成7年7月14日の調査は降雨後にあたり、湾の北側で南側の調査点よりも低塩分になる傾向がみられ、表面海水の塩分が12.7まで低下した。図8-4に塩分変化が大きかった小長井沖の湾口部北側調査点1と変化が少なかった湾口部南側調査点Bの水温塩分の鉛直分布を示す。これらの詳細については調査I表2-3~5(30~45頁)の通りである。

水温、塩分の上下差が大きくなる場合、上層より下層において、11月は、水温、塩分とも高く、7,8月は、水温は低く、塩分は高い傾向を示しており、下層で塩分が、上層よりも高くなる傾向は一致した。これは、潮汐流によって下層に湾外水が流入することを示すもので、前述した平均大潮期における底層流速の大きさとも関連する現象と思われる。外気温の影響を受ける上層水温と影響の少ない湾外水の水温との差が大きい7月に大きい鉛直差が認められたものと考えられる。

なお、平成7年7月14日に認められた塩分躍層は、降雨による淡水の流入によって上層が低塩分化したために形成されたものと考えられる。

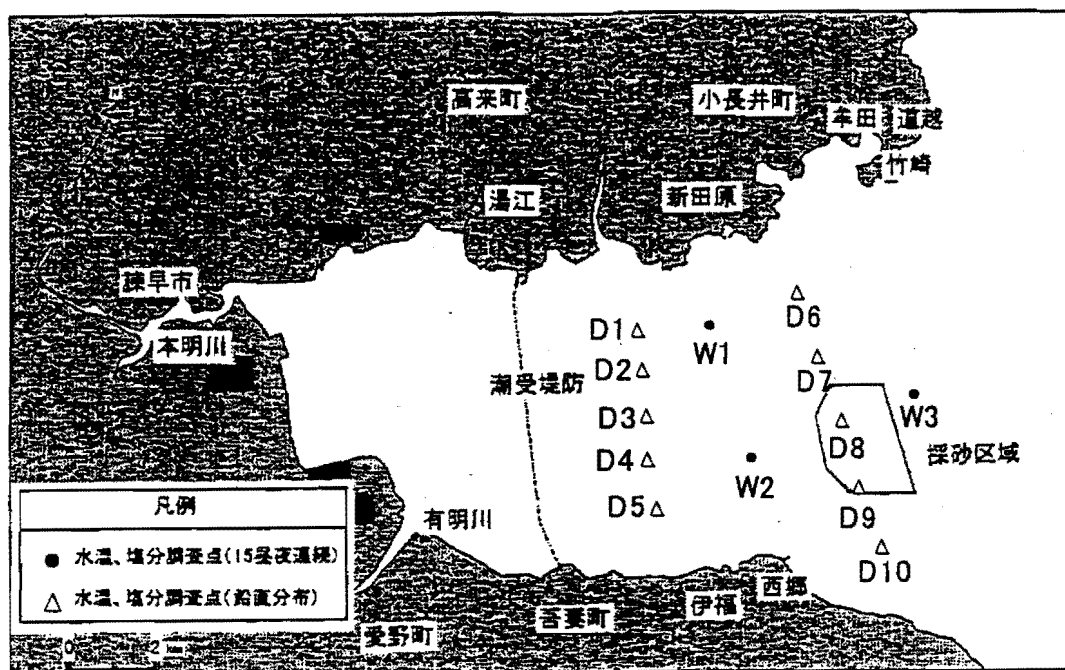


図6-1 平成5年の水温・塩分調査点

(調査点の正確な位置は調査Ⅲ表 11 (288 頁) 参照のこと)

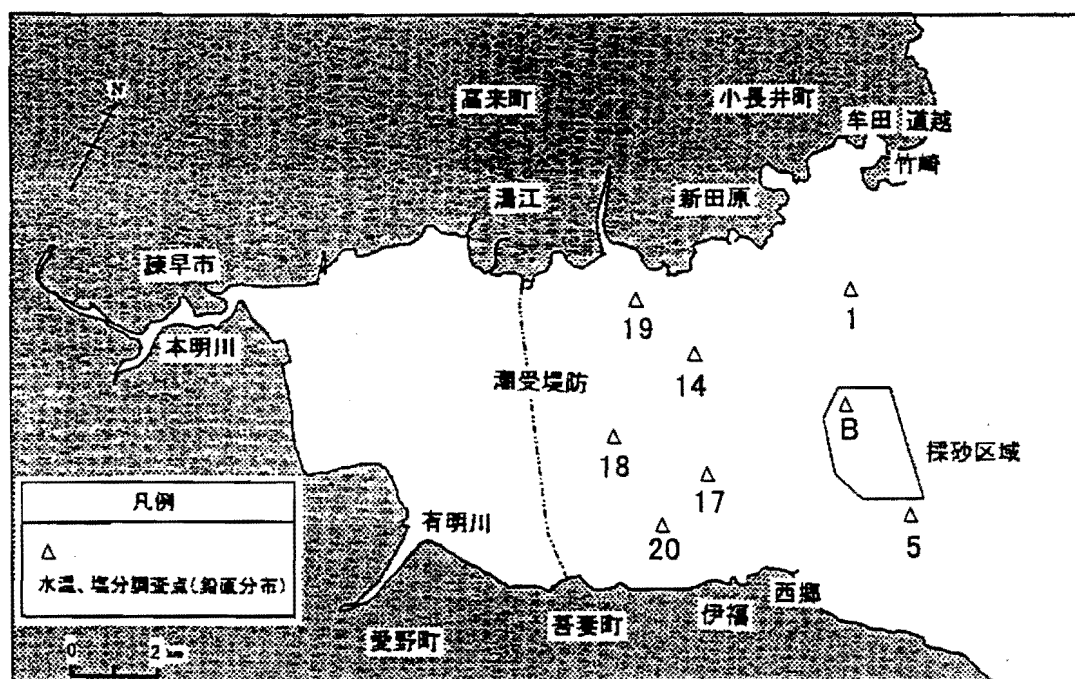


図6-2 平成6～8年の水温・塩分調査点

(調査点の正確な位置は調査Ⅲ表 11 (288 頁) 参照のこと)

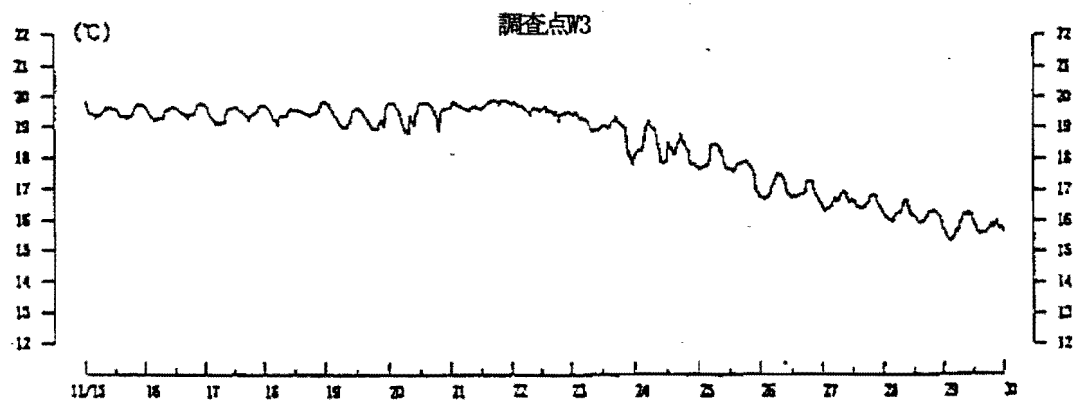
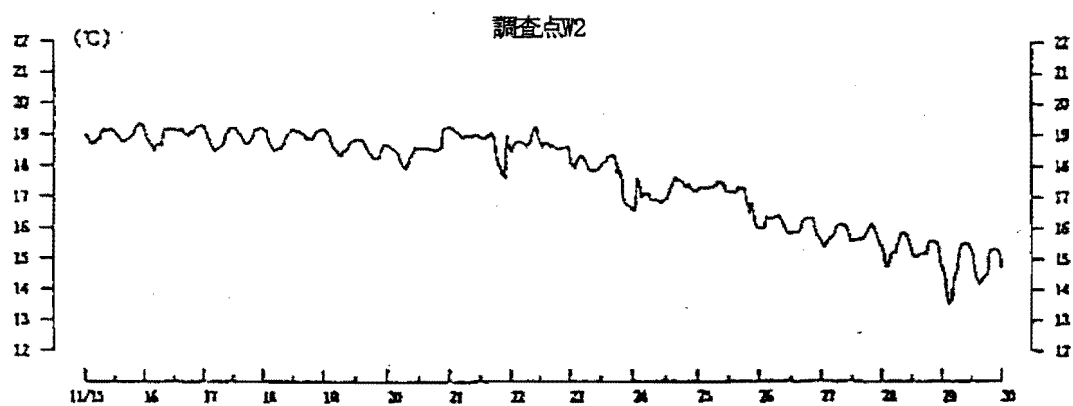
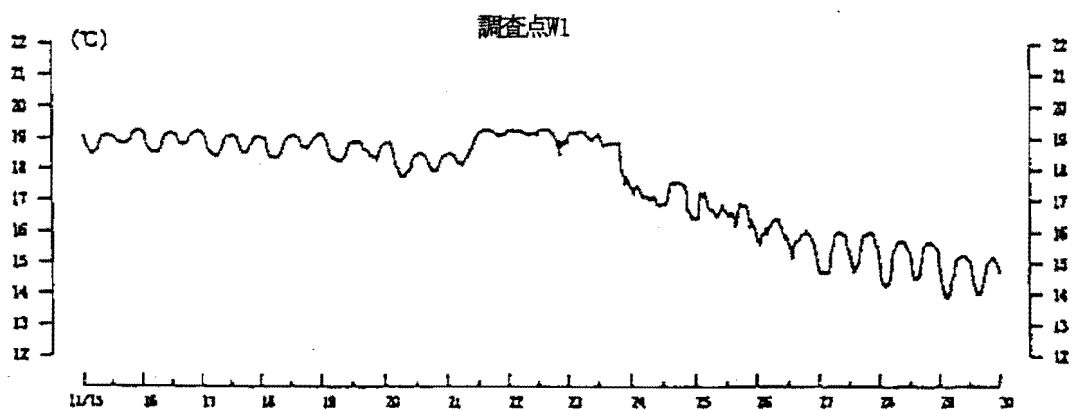


図7-1 水温の経時変化（調査期間：平成5年11月15日～平成5年11月30日）

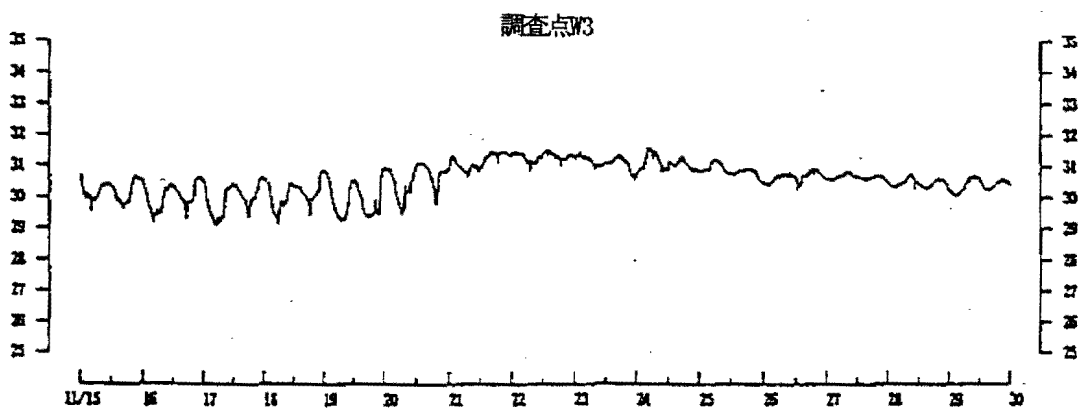
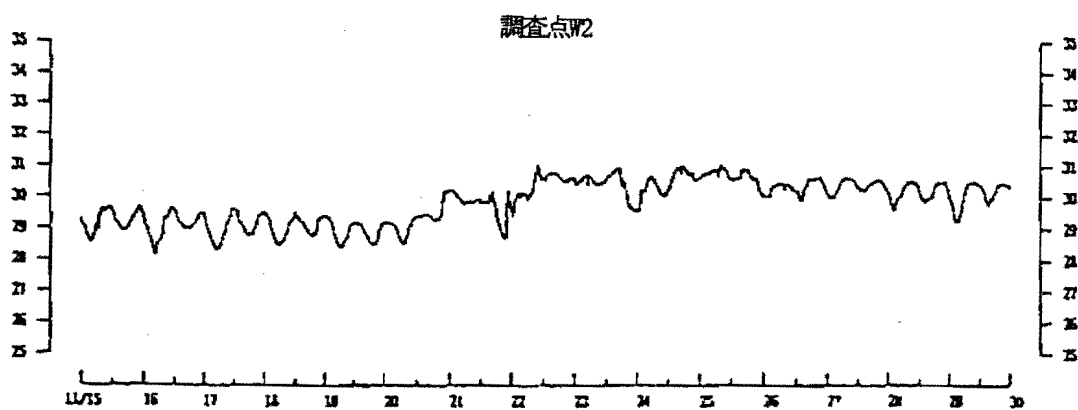
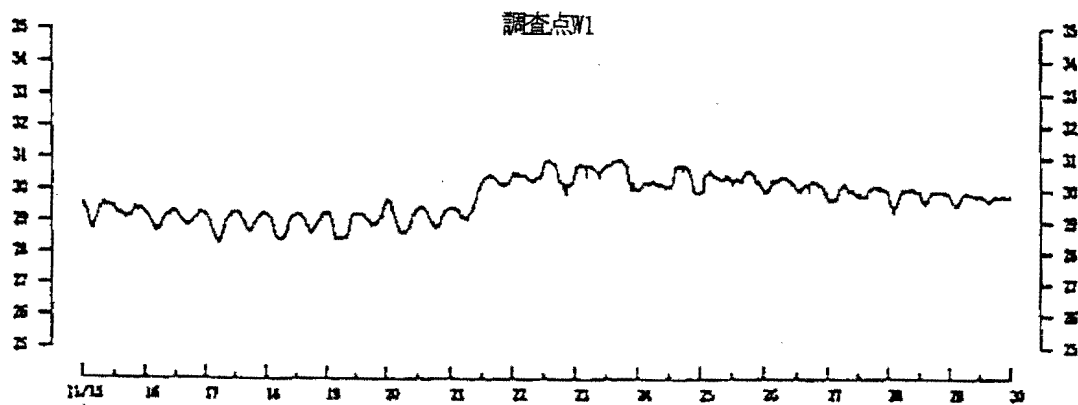


図 7-2 塩分の経時変化 (調査期間 : 平成 5 年 11 月 15 日 ~ 平成 5 年 11 月 30 日)

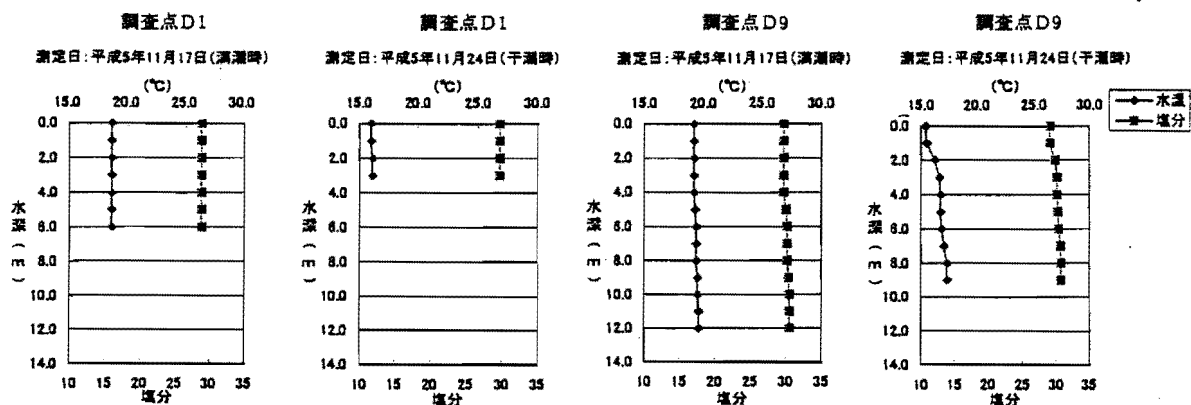


図8-1 水温、塩分の鉛直測定結果（平成5年11月17日：満潮時、平成5年11月24日：干潮時）

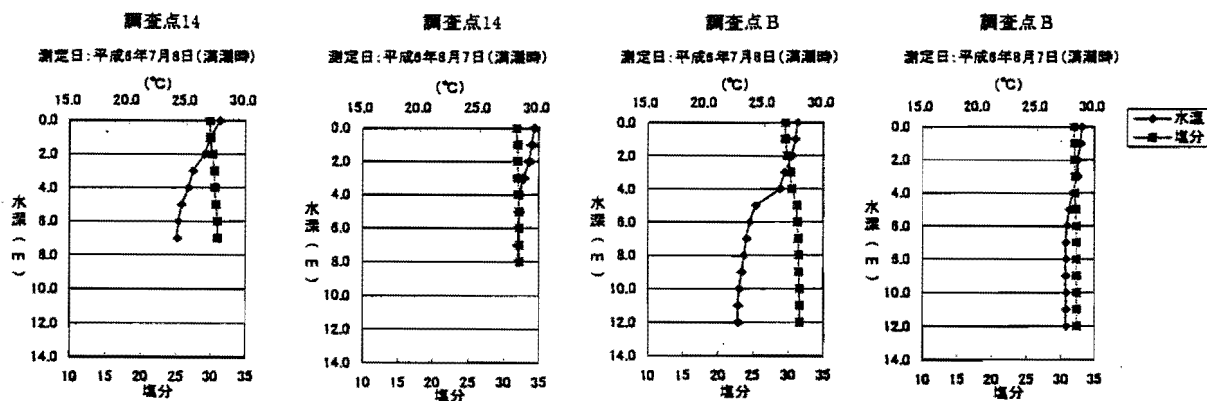


図8-2 水温、塩分の鉛直測定結果（平成6年7月8日、平成6年8月7日：満潮時）

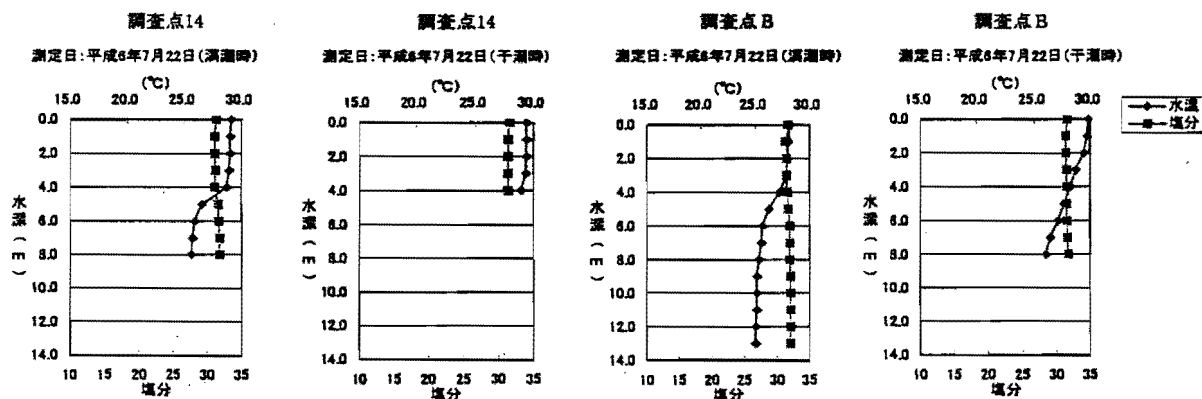


図8-3 水温、塩分の鉛直測定結果（平成6年7月22日：満潮時、干潮時）

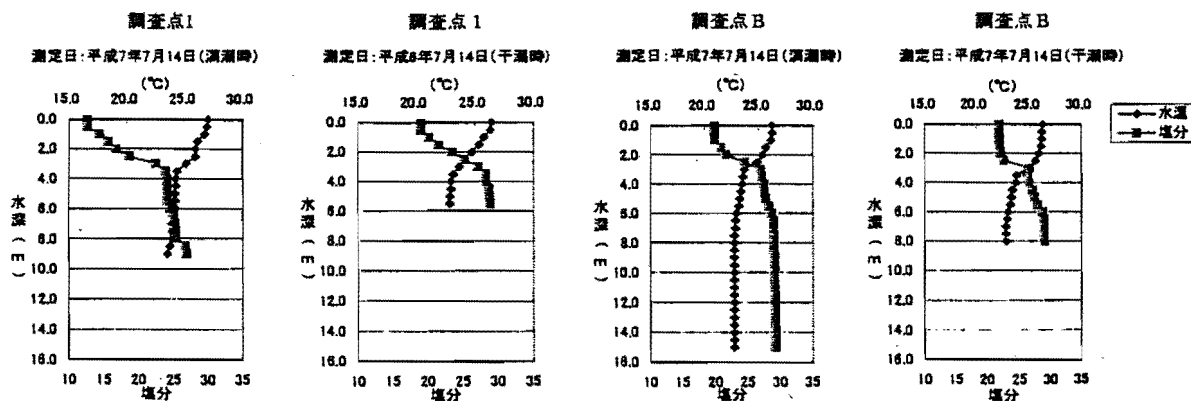


図8-4 水温、塩分の鉛直測定結果（平成7年7月14日：満潮時、干潮時）

表4 夏季の水温分布

単位: °C

		1 m層		3 m層		6 m層	
		満潮	干潮	満潮	干潮	満潮	干潮
6年度	7/8	27.3 ±0.5	28.8 ±0.6	26.0 ±0.4	27.4 ±0.7	24.3 ±0.8	24.9 ±0.4 ⁽²⁾
	7/22	28.3 ±0.6	29.6 ±0.4	27.9 ±0.7	29.1 ±0.6	25.8 ±0.4	26.9 ±0.3 ⁽²⁾
	8/7, 8	29.3 ±0.7	30.7 ±0.8	28.7 ±0.8	30.0 ±1.1 ⁽⁶⁾	28.3 ±0.8	28.6 ±0.0 ⁽²⁾
7年度	7/14	25.9 ±0.6	26.2 ±0.5	24.4 ±0.7	24.5 ±0.7 ⁽⁶⁾	23.8 ±0.9	23.0 ±0.1 ⁽²⁾
	7/30	27.0 ±0.4	28.6 ±0.6	25.8 ±0.8	27.4 ±1.5	24.9 ±0.9	25.1 ±0.6 ⁽⁴⁾
	8/13	27.2 ±0.4	28.1 ±0.6	26.9 ±0.2	27.9 ±0.6	26.8 ±0.2	27.4 ±0.6 ⁽³⁾
8年度	7/16	25.5 ±0.4	-	24.5 ±0.6	-	23.5 ±0.5 ⁽⁷⁾	-
	7/30	29.3 ±0.9	-	28.6 ±1.0	-	27.0 ±1.4	-
	8/13	28.8 ±0.7	-	28.8 ±0.7	-	28.1 ±1.4	-
	8/29	27.2 ±0.2	-	27.1 ±0.1	-	27.0 ±0.1	-

注1. 平均値±標準偏差で示した。

2. 調査点数は、平成6年度7/8、7/22は5地点、他は8地点。但し、水深の関係でデータ数が少ない場合は、()内にデータ数を記した。

表5 夏季の塩分分布

単位: ‰

		1 m層		3 m層		6 m層	
		満潮	干潮	満潮	干潮	満潮	干潮
6年度	7/8	29.8 ±0.4	30.0 ±0.7	30.5 ±0.2	30.2 ±0.5	31.0 ±0.4	30.9 ±0.4 ⁽²⁾
	7/22	31.2 ±0.2	31.2 ±0.1	31.4 ±0.2	31.3 ±0.1	31.8 ±0.1	31.6 ±0.1 ⁽²⁾
	8/7, 8	32.0 ±0.1	32.1 ±0.1	32.1 ±0.1	32.0 ±0.1 ⁽⁶⁾	32.2 ±0.2	32.1 ±0.1 ⁽²⁾
7年度	7/14	19.1 ±3.5	20.9 ±1.6	24.3 ±2.7	25.2 ±1.9 ⁽⁶⁾	25.7 ±2.9	28.5 ±0.4 ⁽²⁾
	7/30	27.2 ±0.3	27.2 ±0.2	28.1 ±0.5	27.7 ±0.5	28.8 ±0.7	28.6 ±0.3 ⁽⁴⁾
	8/13	29.1 ±0.2	28.9 ±0.4	29.3 ±0.2	28.9 ±0.4	29.4 ±0.1	29.2 ±0.2 ⁽³⁾
8年度	7/16	28.6 ±0.3	-	29.1 ±0.3	-	29.7 ±0.4 ⁽⁷⁾	-
	7/30	27.3 ±0.7	-	27.7 ±0.7	-	28.8 ±0.8	-
	8/13	29.5 ±0.3	-	29.5 ±0.3	-	29.9 ±0.6	-
	8/29	29.9 ±0.3	-	30.0 ±0.2	-	30.1 ±0.2	-

注1. 平均値±標準偏差で示した。

2. 調査点数は、平成6年度7/8、7/22は5地点、他は8地点。但し、水深の関係でデータ数が少ない場合は、()内にデータ数を記した。

以上の結果から諫早湾内の水温、塩分は、潮汐によって規則的な経時変化を示すことが明らかとなった。水温・塩分の鉛直分布に関しては、特に満潮時に下層で高塩分となる傾向が認められた。これは、潮汐流による下層への湾外水の流入によるものと思われ、底層流速の大きさとも関連する現象と思われる。また、降雨の影響を受けやすく、降雨後に塩分躍層が発達することが平成7年7月14日の観測から推定される。水温は、外気温の影響を受ける上層水温と影響の少ない湾外水の水温との差が大きい7月に大きい鉛直差が認められたものと考えられる。

下上層の塩分は？
解消されるのか

(3) 底層水質

底層水質の調査は、平成6～8年の8月末に行った。採水は、潜水土により海底直上約0.5mでバンドーン採水器を横にして両端の蓋を閉じるという方法で行い、底層水の濁り、溶存酸素量、植物プランクトン量を調査した。調査点は図9に示すとおり底生生物調査点と同様に設定した。その結果は表6-1、図10-1,2に示すとおりである（植物プランクトンの調査の詳細は調査I表3-2～4(49～56頁)参照のこと）。

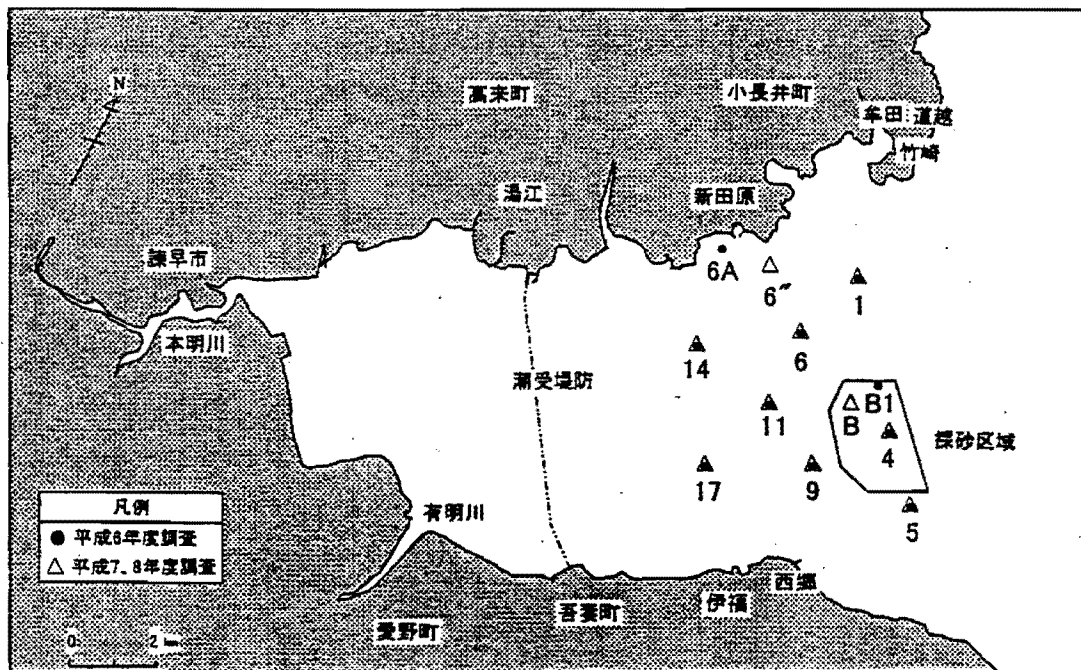


図9 底層水質調査点

(調査点の正確な位置は調査Ⅲ表11(288頁)参照のこと)

1) 濁り (SS(浮遊物質質量)、VSS(揮発性浮遊物質質量))

SSは、表6-1をみると各年とも調査点4,6'で比較的小さい傾向がみられる。一方、平成6年の調査では、湾南側の調査点5,9で25 mg/L、39 mg/L、湾中央部B1で25 mg/L、湾口部北側の調査点1で34 mg/Lと高い値が観測され、平成7年では湾南側の調査点5,17で25 mg/L、58 mg/L、平成8年では調査点6,9,11,17で26～50 mg/Lと高い値が観測された。

底層水のSSは、泥分が多い調査点9,11,17で高い値が観測され、海水の動きによる底泥の巻き上げが生じているものと考えられるが、砂分が多い調査点5でも高い値が観

測されることもあり、底質との間に一定の傾向は認められなかった。年によっても変動が大きく、一定の傾向は認められなかった。

底層水の濁りは、生物起源の有機物（生体及び死骸の分解過程にあるもの）と、鉱物質の土粒子等から形成される。有機物の多くは強熱下で CO_2 , NO_2 として蒸散するためその分が減量する。この減量分を VSS（濾紙上に残った浮遊懸濁物を 600°C で恒量となるまで燃焼させた時の減量分）として表示している。

SS 値に対する VSS 値の割合は、平成 6 年 14~44 %、平成 7 年 12~39 %、平成 8 年 16~40 % で、各年ともほぼ同じ様な割合であった。年毎の平均値は表 6-2 に示すとおりで、諫早湾底層の浮遊物中の有機物は 23~25 % であった。

2) DO (溶存酸素量)

表 6-1 に示すとおり、平成 6 年は 2.8~7.3 mg/L、平成 7 年は 4.1~6.0 mg/L、平成 8 年は 4.4~5.8 mg/L であった。DO は生物の生息条件として重要な水質項目であり、水産用水基準(1995 年版 (社) 日本水産資源保護協会, 1995)²⁾ では、内湾漁場の夏季底層における水生生物保護のための基準は溶存酸素量で 4.3 mg/L 以上としている。本調査時の底層の DO は、調査点 11, 14, B1 (平成 6 年) 及び 17 (平成 7 年) を除いて、概ね良好な値 (4.3 mg/L 以上) であった。しかし、平成 6 年の調査点 14 では 2.8 mg/L と低い値がみられたが、これは小潮の最干潮時であり、このような時には潮汐流の大きい諫早湾でも DO が低くなることもあると思われる。

以上の結果から、底層水の濁りは、調査点あるいは年によって一定の傾向は認められなかった。VSS/SS も年度間に相違は認められなかった。

次に DO については、平成 6 年に小潮期に 3 点で、平成 7 年には大潮期に 1 点で、水産用水基準以下の低い値が認められた。ただ、平成 6 年に DO が低かった調査点 14 は、平成 7、8 年にタイラギが現存した数少ない調査点であり、加えて低い値が認められていない他の多くの調査点でタイラギの生息が認められていない。

表 6-1 底層水の水質

項目\調査点		1	4	5	6	6"	6A	9	11	14	17	B	B1
SS (mg/L)	H6	34	11	25	11	-	7.1	39	18	7.1	13	-	25
	H7	7.4	10	25	5.1	7.1	-	8.5	4.7	5.0	58	7.7	-
	H8	13	6.2	17	26	4.5	-	32	50	19	41	19	-
VSS (mg/L)	H6	7.3	4.4	4.0	2.1	-	3.1	6.7	2.7	1.6	1.8	-	5.6
	H7	1.6	2.2	5.0	2.0	2.0	-	1.2	1.7	0.6	8.4	1.8	-
	H8	3.5	2.2	3.7	5.3	1.8	-	5.7	7.9	3.9	6.7	5.0	-
DO (mg/L)	H6	6.5	5.4	6.1	5.4	-	7.3	4.7	3.1	2.8	5.9	-	3.7
	H7	5.8	4.9	5.4	5.6	5.7	-	5.2	6.0	5.2	4.1	4.7	-
	H8	5.1	4.8	4.9	4.9	5.8	-	4.9	4.6	4.4	5.0	4.8	-
植物 プランクトン	種 H6	43	35	38	35	-	42	37	45	30	25	-	34
	類 H7	38	34	36	43	47	-	35	47	37	25	37	-
	数 H8	22	21	19	10	23	-	8	9	12	14	17	-
	細 H6	28	13	10	14	-	26	9.0	20	8.9	20	-	15
	胞 H7	1.8	2.8	3.2	2.5	6.7	-	3.9	5.0	1.7	3.2	3.5	-
	数 H8	0.7	0.5	0.5	0.4	2.3	-	0.7	0.4	0.5	0.8	0.6	-

註) 1. 植物プランクトンの細胞数は ($\times 10^5$ 細胞/L) である。

2. 各年度の調査日は次のとおりである。平成 6 年は 8 月 31 日～9 月 1 日で小潮期、平成 7 年は 8 月 30 日の大潮期、平成 8 年度は 8 月 20～21 日の小潮期

表 6-2 底層水の VSS/SS の平均値

項目 年次	m	s d	N
H6	0.233	0.100	10
H7	0.230	0.090	10
H8	0.253	0.093	10

註) m: 平均値, s d: 標準偏差, N: 標本数

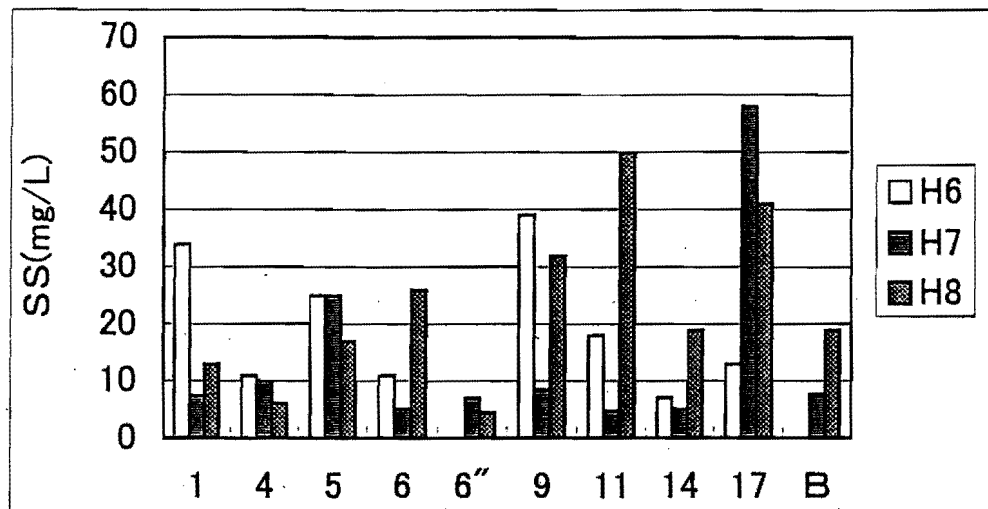


図10-1 調査点別・年度別底層水質 (SS) (表6-1より作成)

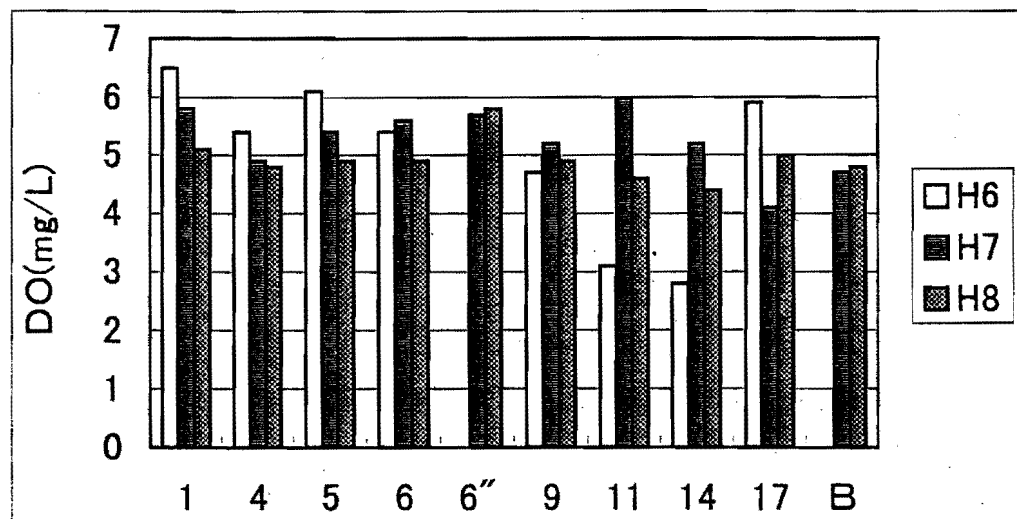


図10-2 調査点別・年度別底層水質 (DO) (表6-1より作成)

(4) 底質

底質調査は図 11 に示す地点で行った。潜水土がアクリルパイプを海底に差し込み柱状試料を採取した。調査時期は、平成 3～4 年は幼・成貝採捕調査にあわせ 11 月に、平成 6～8 年は着底稚貝調査にあわせ 8 月に行った。

採取した試料は、ふるい分析及び沈降分析により粒度試験を行うとともに、強熱減量、COD(化学的酸素要求量)、硫化物を測定した。結果の詳細は調査Ⅱ表 4-2～9(61～175 頁)、まとめは表 7 に示す。

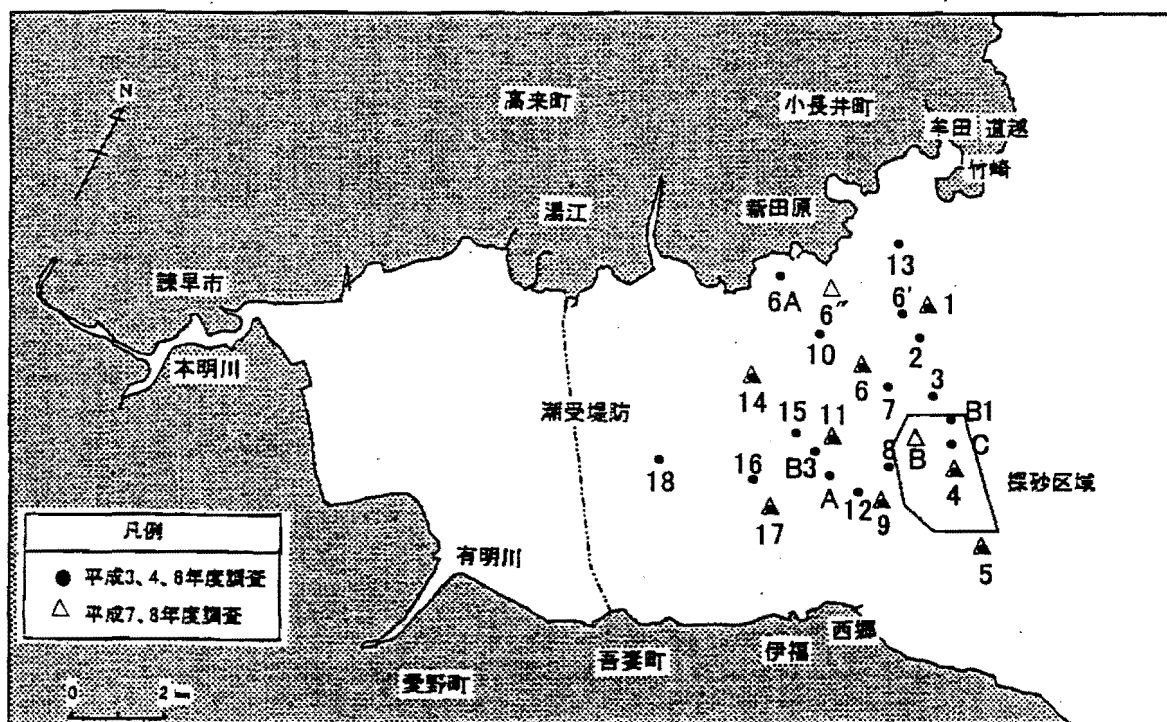


図 11 底 質 調 査 点

(調査点の正確な位置は調査Ⅲ表 11(288 頁) 参照のこと)

1) 泥分(シルト分+粘土分)の変化

諫早湾内の底質の分布は、平成 6～8 年の調査結果では、泥分 50% 以下の砂質の海底は調査点 4, 5, B (西郷沖の湾口部南側) と調査点 6' (新田原沖の湾口部北側) に認められた。泥分 80% 以上の泥質の海底は調査点 1, 14 (湾北側)、調査点 6 (湾中央部)、調査点 9, 17 (湾南側) に認められた。底質の変化を泥分の変化という観点から検討する。

今回の調査に先行し、別途平成 3 年から調査を行っていた点を加え、平成 3 年から平成 8 年にわたって比較的に連続して調査が行われている 10 点を選び、シルト分、粘土分の変化を調査Ⅱ表 4-5～9(65～175 頁)によりまとめると、表 8 及び図 12 に示すようになる。泥分全体としてみると大きい変化は見られないが、泥分をシルト分と粘土分に分けて見ると 1 つの傾向が読み取れる。即ち、調査点 4, 5, 6', B のように変動が小さいものと調査点 1, 6, 9, 11, 14, 17 のように大

きいものに分けられる。変動が大きい調査点は泥分が 70 %以上の場所である。これら、変動の大きい場所では平成3～6年はシルト分が増加し粘土分は減少しているが、逆に平成6～8年には逆にシルト分が減少し、粘土分が増加しているという傾向がある。

2) 底質の化学的性状

強熱減量は 2.9～11%、CODは 4.8～28mg/g、硫化物は 0.01～0.95 mg/g であり、泥分と強熱減量、COD、硫化物との関係は図13の通り泥分の多い底質で高くなる傾向を示した。この点は泥質堆積物が多い有明海湾奥部の知見と同様である（古賀 1991³⁾）。

以上の底質調査結果を整理すると以下ようになる。

粒度試験から、泥分を構成するシルト分と粘土分の割合に変化が見られた。泥分が多い場所で、泥分自体の割合には大きい変化は無かったが、シルト分が減少し、粘土分が増加する、即ち泥分が細粒化する傾向が平成6～8年にかけて認められた。

底質の化学的性状は調査を行った3年間に変化は認められなかった。

表7 底質調査結果

項目\調査点		1	4	5	6	6"	9	11	14	17	B
泥分(%)	H3	77	15	23	82	37	83	67	81	86	42
	H4	85	24	25	91	29	100	73	80	88	59
	H6	89	17	18	92	-	98	76	82	96	-
	H7	58	27	25	90	29	92	79	73	98	39
	H8	75	22	33	84	28	93	77	88	96	42
強熱減量(%)	H6	10	4.0	4.4	10	-	9.8	9.6	10	9.9	-
	H7	7.0	4.4	4.1	9.5	3.8	9.4	9.6	10	9.8	5.4
	H8	10	4.6	5.9	8.5	2.9	8.3	7.9	11	8.7	5.6
COD(mg/g)	H6	23	5.9	6.4	26	-	28	15	25	27	-
	H7	10	7.5	6.2	22	6.5	20	21	25	23	8.1
	H8	16	5.6	7.1	21	4.8	18	20	20	18	7.0
硫化物(mg/g)	H6	0.60	0.09	0.15	0.64	-	0.88	0.40	0.67	0.78	-
	H7	0.28	0.65	0.12	0.72	0.21	0.71	0.45	0.40	0.52	0.31
	H8	0.11	0.01	0.06	0.21	0.15	0.83	0.60	0.77	0.95	0.20

註) 1. 各年度の調査日は次のとおりである。平成6年は8月31日～9月2日で小潮期、平成7年は8月30日の大潮期、平成8年度は8月20～21日の小潮期。

2. 泥分とは調査Ⅱにみられるシルト分と粘土分の質量百分率の合計である。

3. H3, 4年は10～30cm、H6～8年は10～10cmの試料による結果。

表8 諫早湾底質試験によるシルト分と粘土分の調査点別年変化
(調査Ⅱ表4-5~9(65~175頁による))

St/ 年次	H3		H4		H6		H7		H8	
	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C
1	33.0	44.0	44.0	41.0	61.0	28.0	24.5	33.9	26.2	49.0
4	5.0	10.0	7.5	16.0	10.0	7.0	10.4	16.9	8.5	13.8
5	10.0	13.0	11.0	14.0	12.0	6.0	9.8	14.9	14.7	18.5
6	42.0	39.5	49.5	41.5	66.0	26.0	48.4	41.6	35.7	48.4
6~	23.0	14.0	14.5	14.0	-	-	9.5	19.8	9.6	18.3
9	40.0	42.5	49.7	50.0	69.0	29.0	43.3	48.4	40.9	52.5
11	37.0	30.0	39.0	34.0	55.0	21.0	39.9	39.3	27.1	50.3
14	36.0	44.5	38.0	42.0	47.0	35.0	31.7	41.4	33.4	54.2
17	41.0	44.5	45.5	42.5	57.0	39.0	50.8	47.2	41.8	54.1
B	18.0	24.0	29.0	30.0	-	-	16.9	21.7	17.8	23.9

註) S シルト分(%、粒径0.005~0.075mm)

C 粘土分(%、粒径0.005mm以下)

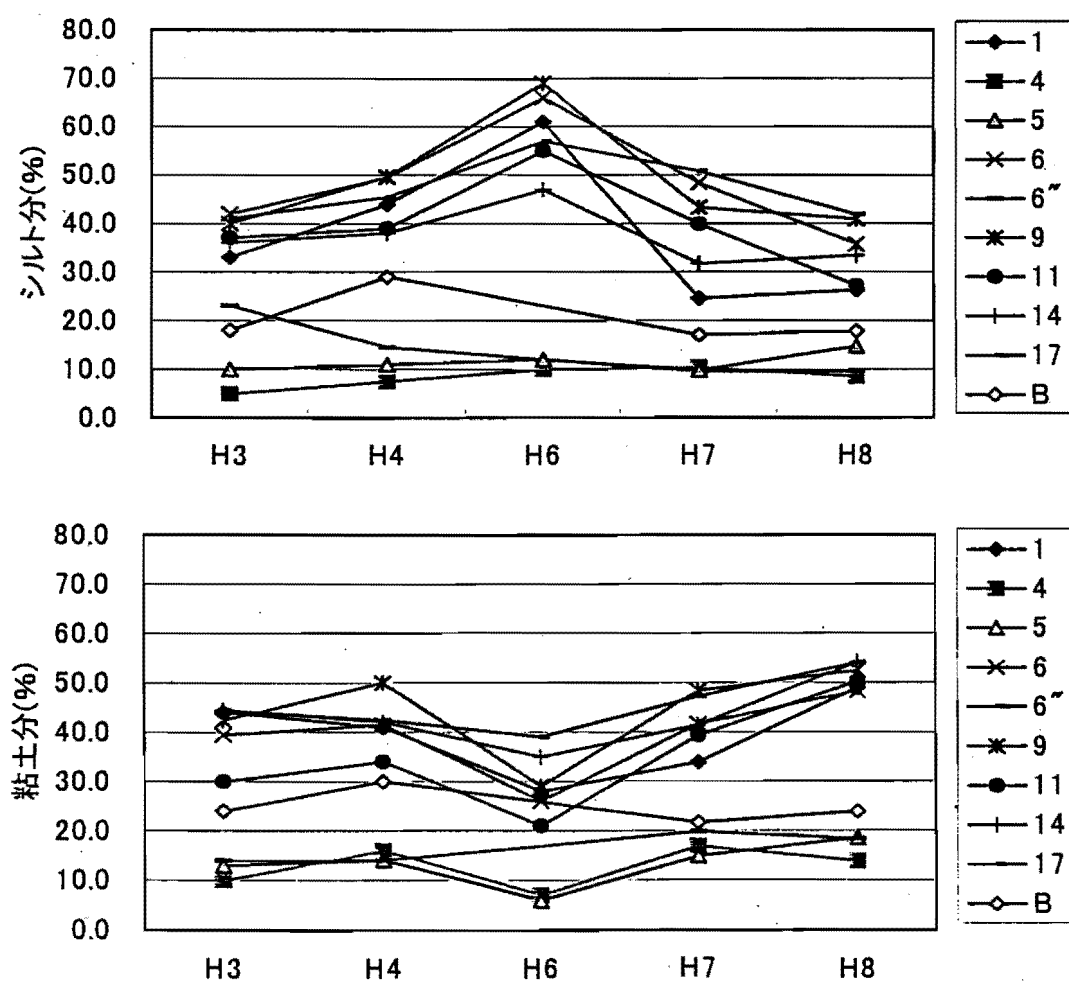


図12 各調査点でのシルト分、粘土分の経年変化

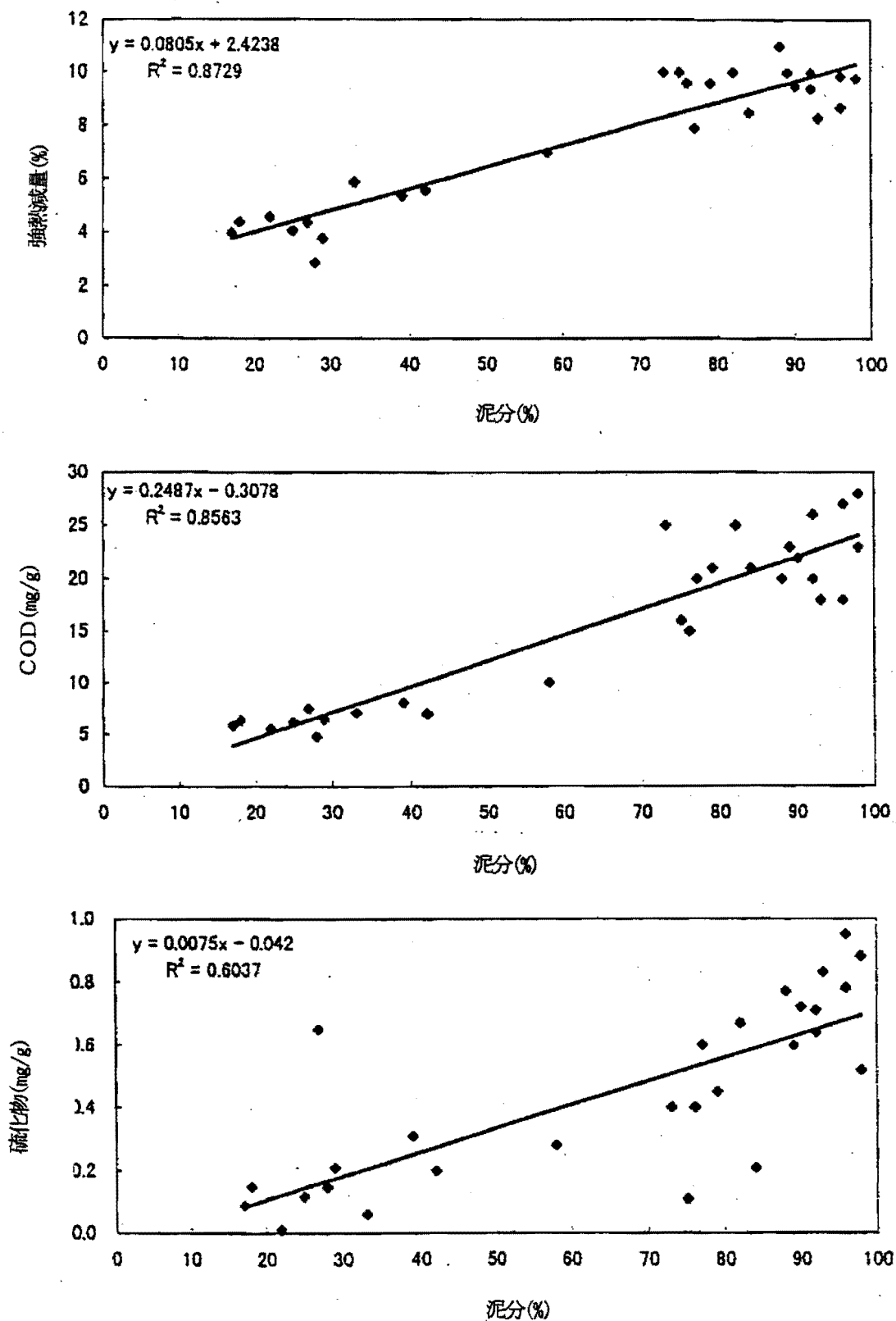


図13 泥分と他の底質項目との相関

(5) 底生生物

底生生物調査は、平成6～8年に行った。平成6年は8月31～9月2日にわたり1回、平成7年は8月4～5日、8月30日～9月2日及び10月2～3日、平成8年は7月25～26日、8月20～21日、9月19日に調査した。

採集方法はスミス・マッキンタイヤ型採泥器を用い、図14に示す12地点で底土を約0.1m²採集し、1mm目合いのふるいでこし、ふるい上に残った生物を調べた。

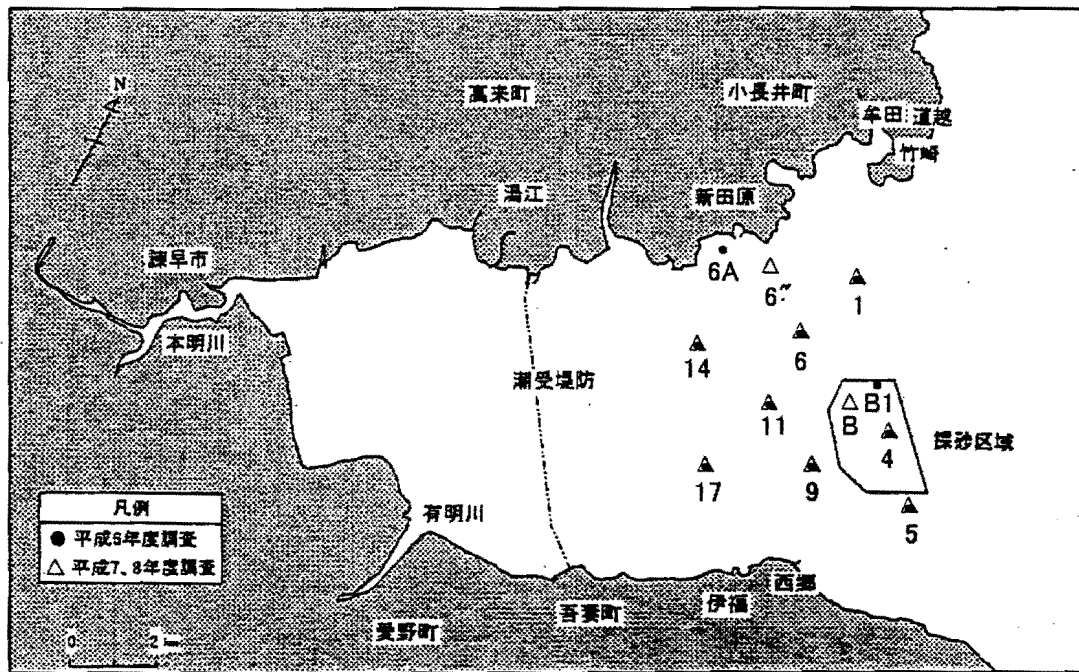


図14 底生生物調査点

(調査点の正確な位置は調査Ⅲ表11(288頁)参照のこと)

1) 出現状況

各年8月末時期の底生生物出現状況の詳細は調査Ⅲ表5-1～3(176～198頁)に示し、まとめは表-9及び泥分との関係図を図15-1, 2に示す。

平成6年(8月31～9月2日)の調査結果では、調査点4, 5, 14, B1で種類数が20種以上、調査点4, 5, 14, 17, B1で個体数が50個体/0.1m²以上であった。

平成7年(8月30日～9月2日)での調査結果では、調査点4, 5, 6'', 14, Bで種類数が20種以上、調査点4, 5, 6'', 11, 14, Bで個体数が50個体/0.1m²以上であった。

平成8年(8月20, 21日)での調査結果では、調査点4, 5で種類数が20種以上、調査点4, 5, 6'', 14で個体数が50個体/0.1m²以上であった。

調査点4, 5は種類数、個体数とも多く底生生物相の豊富な地点といえた。

古賀(1991)³⁾は1989年8月下旬から9月上旬にかけて有明海の湾奥部で底生生物調査を行っている。それによると、種類数は3～78種類、平均29種類/地点、個体数密度は3～2,480個体/0.1m²、平均312個体/0.1m²であった。今回の諫早湾の8月末の調査では、平成6年の種類数は、2～35種類、平均15種類/地点、個体数密度は、4～2,123個体/

0.1m²、平均264個体/0.1m²、平成7年の種類数は、7～55種類、平均24種類/地点、個体数密度は、8～762個体/0.1m²、平均175個体/0.1m²、平成8年の種類数は、1～34種類、平均14種類、個体数密度は、3～158個体/0.1m²、平均56個体/0.1m²となっている。このうち、平成6年の個体数密度は1調査点においてヤマホトトギスが大量に出現したために高くなったもので、これを除けば69個体/0.1m²となる。諫早湾の平成6～8年8月末の平均は、18種類/地点、165個体/0.1m²であり、有明海の湾奥域に比べ、諫早湾では種類数、個体数共に少なかった。諫早湾の調査結果を前述した(26頁)底質泥分を考慮して検討してみると、図15-1,2に示すように、泥分が低いと種類数、個体数密度は増加し、高くなると両者とも減少する傾向が認められる。有明海湾奥域と諫早湾でみられた相違には両海域における底質の相違が影響を与えているように思われるが、これと共に年による変動も影響している可能性が考えられ、この点を明らかにするには両海域における複数年にわたる比較調査が必要である。

表9 底生生物の出現状況(8月末)

項目\調査点		1	4	5	6	6 "	6A	9	11	14	17	B	B1
種類数	H6	17	23	35	7	—	11	5	2	23	11	—	20
(種類/0.1m ²)	H7	7	55	36	8	39	—	11	16	24	9	37	—
	H8	11	28	34	7	18	—	7	11	13	1	9	—
個体数	H6	39	193	2,123	10	—	28	7	4	95	88	—	51
(個体数/0.1m ²)	H7	8	762	224	11	262	—	20	86	238	21	121	—
	H8	45	65	158	34	98	—	16	25	101	3	15	—

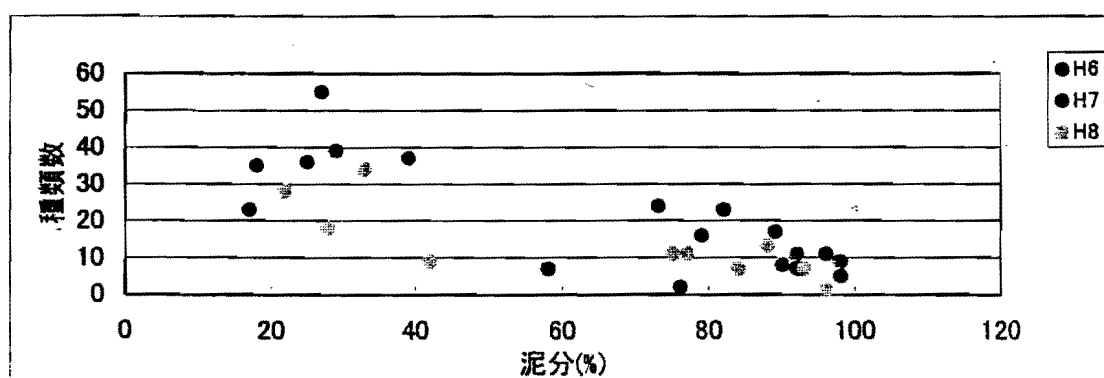


図15-1 泥分と底生生物の種類数

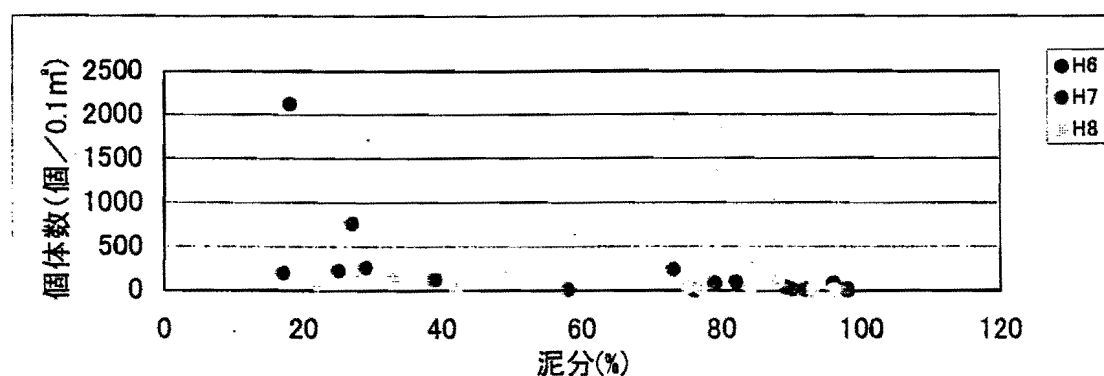


図15-2 泥分と底生生物の個体数

次に、平成7, 8年には夏季の変化をみるため平成7年は8月～10月、平成8年は7月～9月に調査を行っており、その結果を図16-1, 2及び17-1, 2に示す。

平成7年の調査では、泥分の多い調査点 (6, 9, 17) において種類数、個体数共に少なく、8月～10月にかけて種類数、個体数共に減少する傾向が認められた。砂分の多い調査点 (4, 5, 6^B, B) は種類数、個体数共に多く、8月～10月の減少傾向は認められなかった。

平成8年の調査では、7月～9月にかけてほとんどの調査点において種類数、個体数の減少傾向が認められた。泥分の多い調査点において種類数、個体数が少ない傾向は平成7年と同様であった。

以上のとおり、泥分の多い調査点では砂分の多い調査点と比較し、種類数、個体数とも少なく、夏季3ヶ月間の個体数の減少傾向が明瞭であった。

平成7年と8年を比較すると平成8年7月調査に調査点1, 6において底生生物の個体数が特異的に多くなっている。これは、シズクガイが多数出現したためで、シズクガイは内湾奥の泥底に最も普通な種であり、沿岸の有機汚染域あるいは貧酸素状態になり易い所にも多く出現し (北森, 1975⁴⁾)、短期的な個体数の変動も大きいことが知られており、7月に高密度期を、8, 9月に減少期を捉えたものと考えられる。

底生生物調査の中で出現したタイラギとサルボウ類並びにそれらの遺骸についてとりまとめて表10に示す。タイラギの出現は、平成6年に4個体、平成7年に3個体、平成8年に2個体であった。出現した調査点は、いずれも砂分の多い調査点であった。サルボウ類の出現は、平成6年に13個体、平成7年に35個体、平成8年には出現しなかった。タイラギと同様に砂分の多い調査点で多かったが、泥分の多い調査点14でも出現した。

平成8年に3回実施した遺骸の調査では、タイラギ、サルボウ類ともにほぼ全地点で遺骸がみられた。

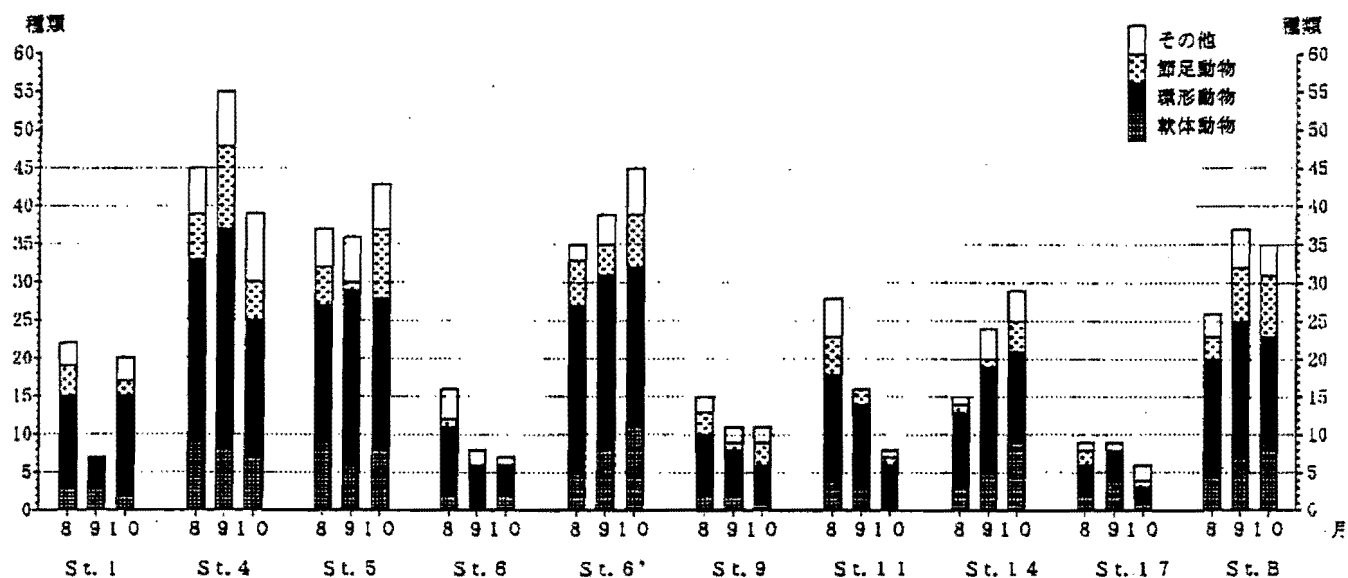


図16-1 底生生物の種類数 (平成7年)

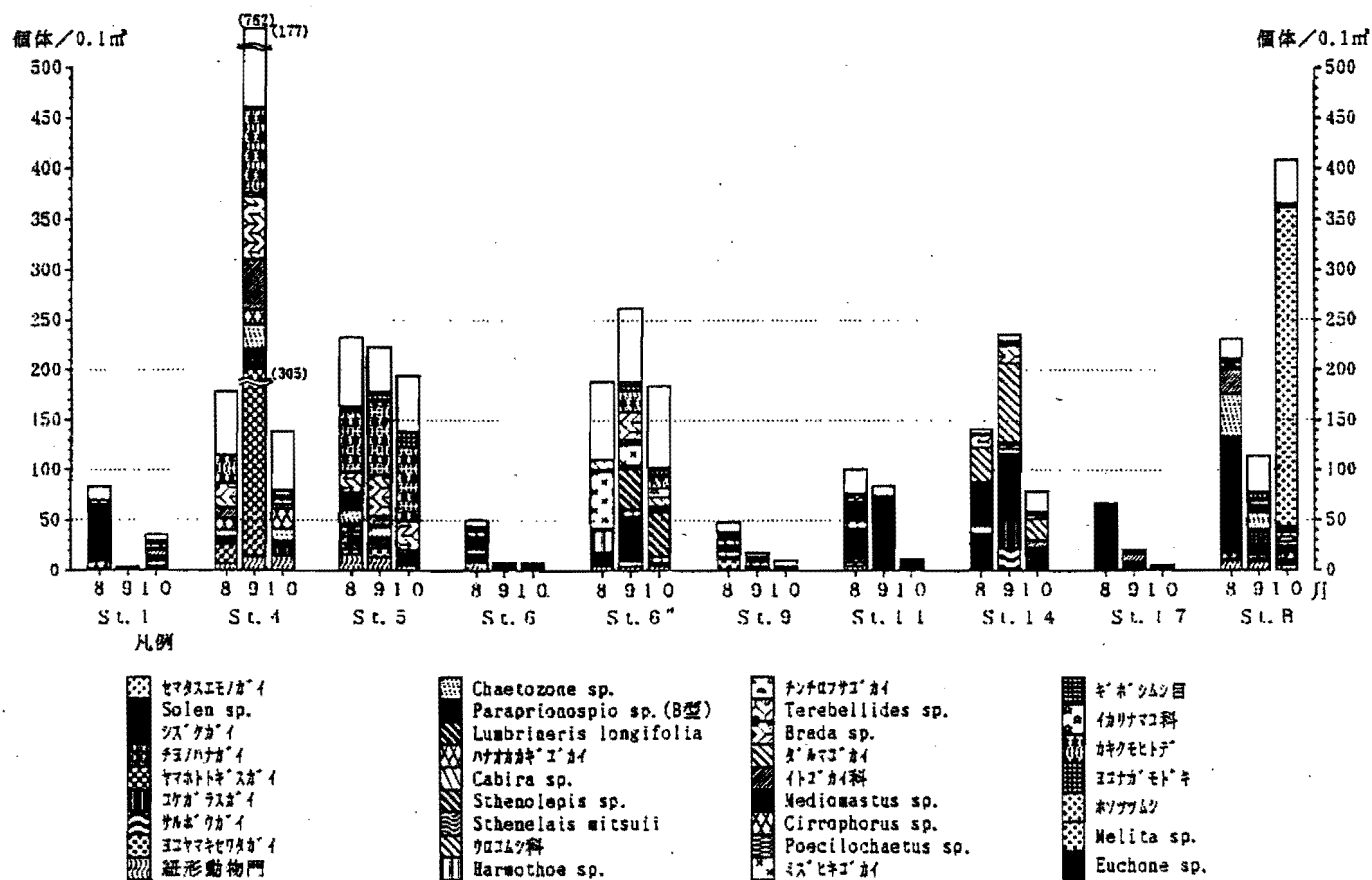


図16-2 底生生物の個体数 (平成7年)

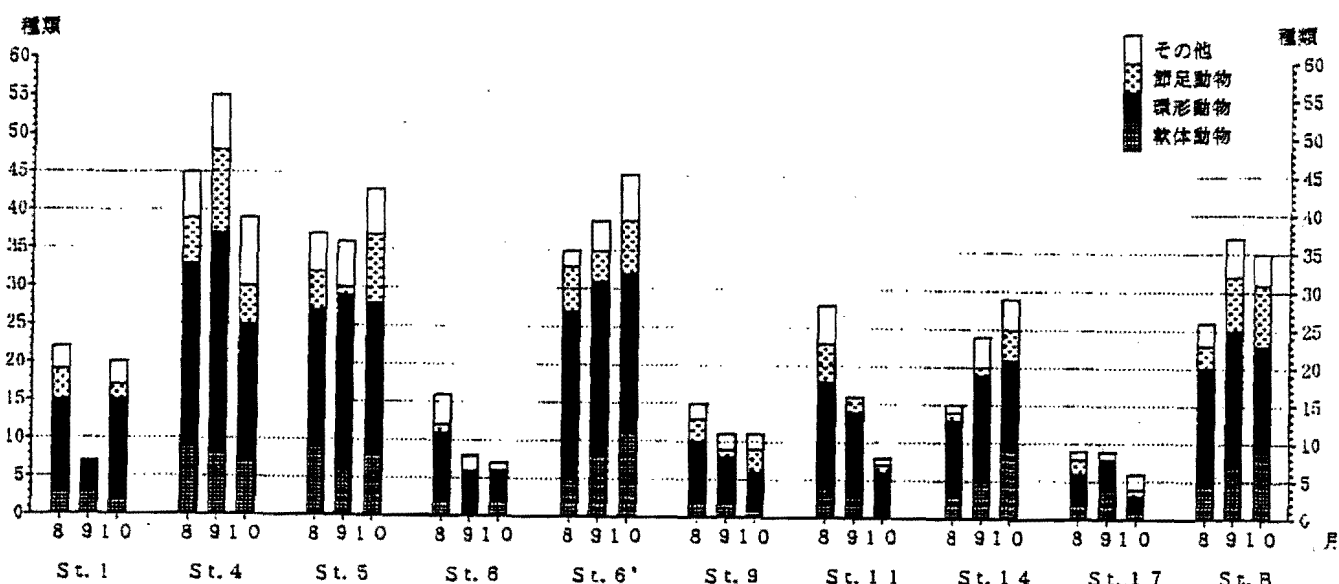


図16-1 底生生物の種類数 (平成7年)

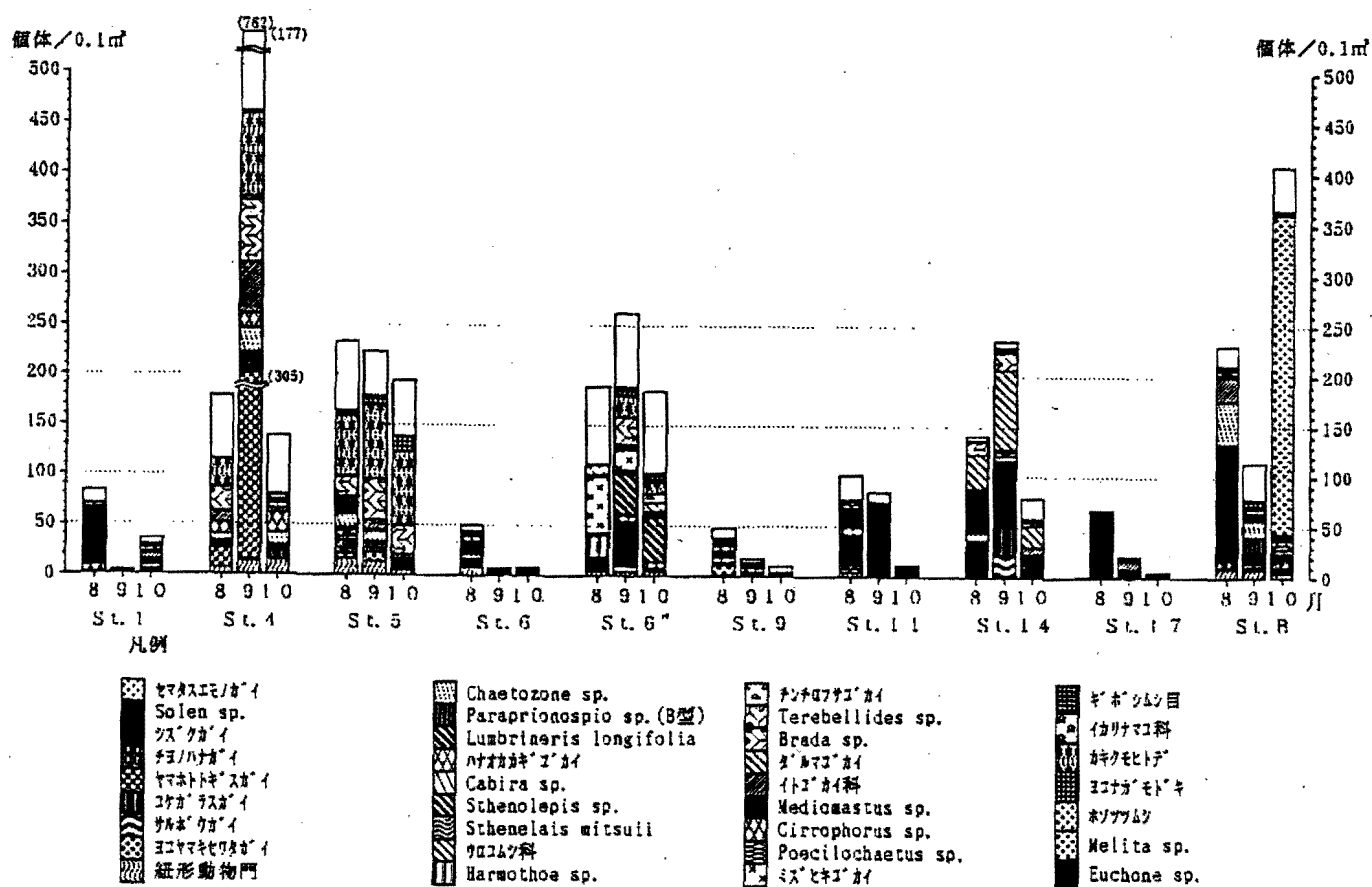


図16-2 底生生物の個体数 (平成7年)

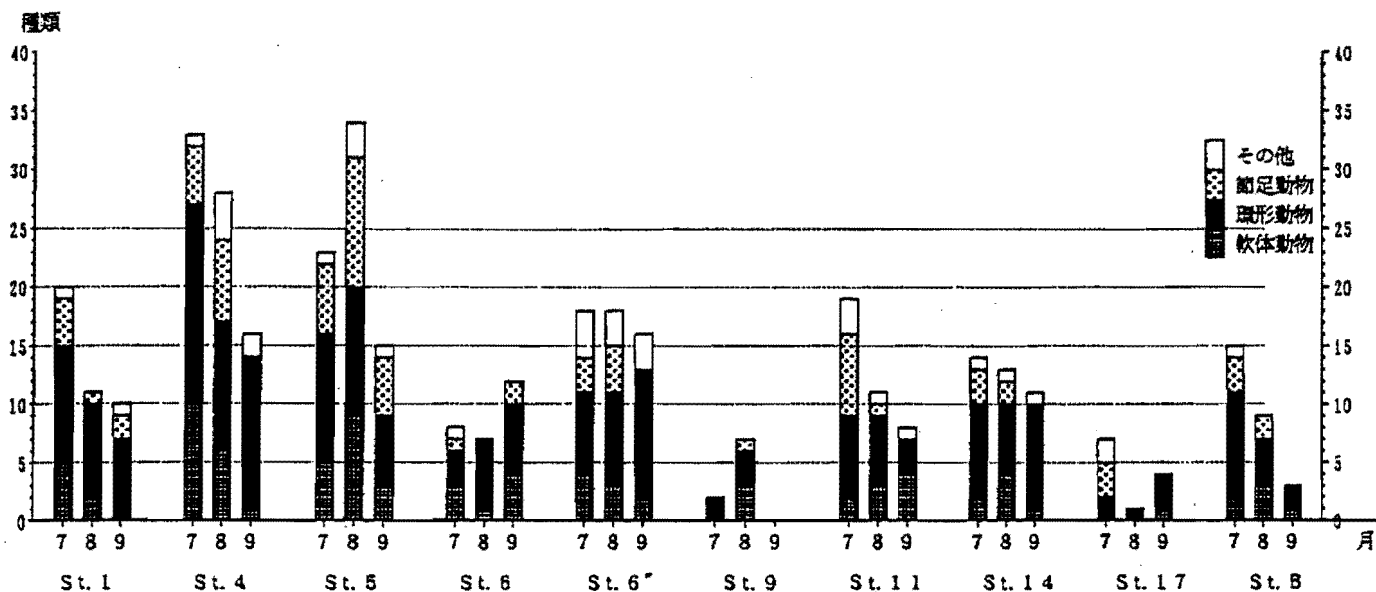


図17-1 底生生物の種類数 (平成8年)

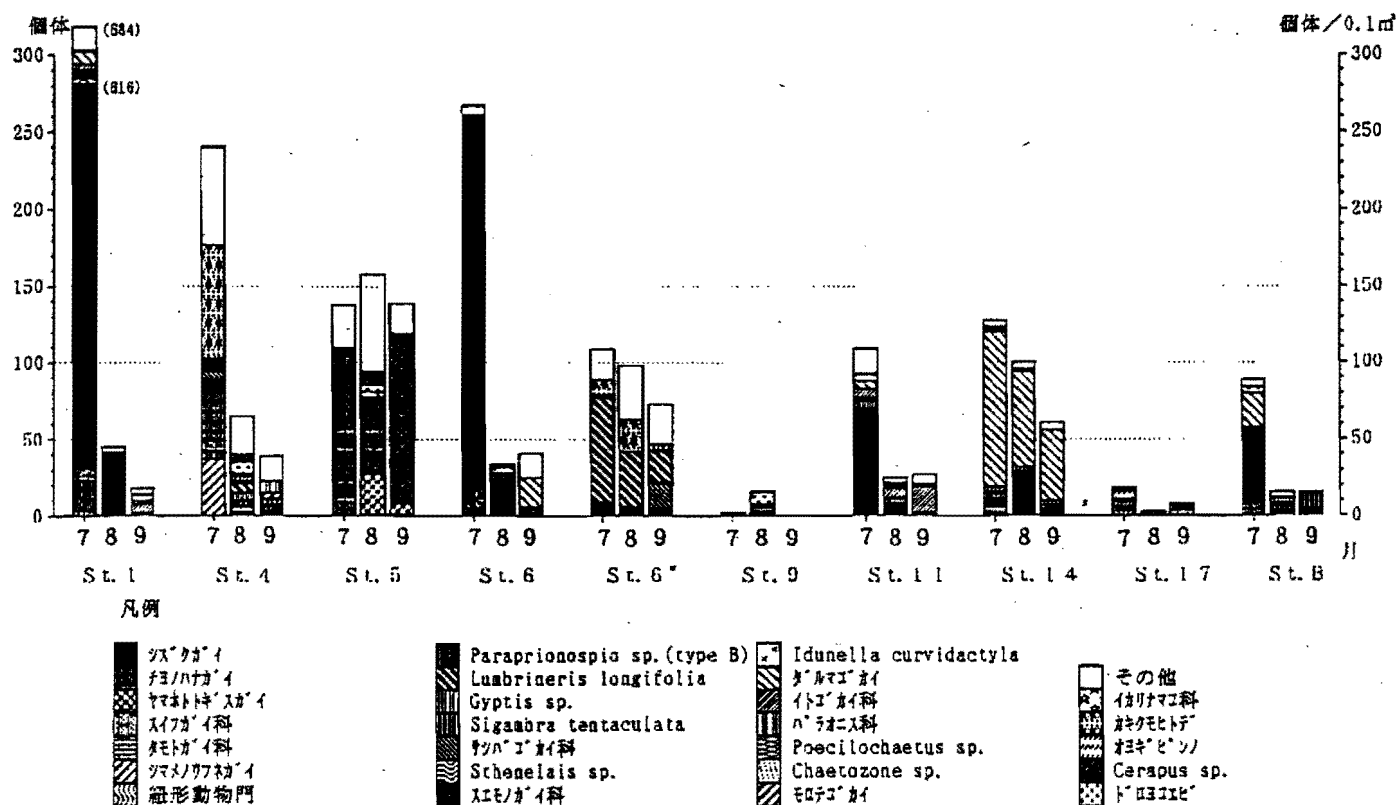


図17-2 底生生物の個体数 (平成8年)

表10 タイラギとサルボウ類並びにそれらの遺骸の出現状況

単位：個体数/0.1m²

項目\調査点	1	4	5	6	6"	6A	9	11	14	17	B	B1
タイラギ 個体数	H6.8	0	0	1	0	—	0	0	0	0	—	3
	H7.8	0	0	1	0	0	—	0	0	0	0	—
	H7.9	0	1	0	0	1	—	0	0	0	0	—
	H7.10	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	—
	H8.7	0(+)	0	0(+)	0(+)	1(+)	—	0	0	0(+)	0	—
	H8.8	0(+)	0(+)	1(+)	0	0(+)	—	0	0	0(+)	0	0(+)
	H8.9	0(+)	0(+)	0(+)	0(+)	0(+)	—	0	0(+)	0	0	—
サルボウ 類個体数	H6.8	0	0	0	0	—	0	0	0	13	0	—
	H7.8	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	—
	H7.9	0	2	0	0	5	—	0	0	19	1	—
	H7.10	0	0	1	0	5	—	0	0	0	1	—
	H8.7	0(++)	0(+)	0(+++)	0(++)	0(+++)	—	0	0(++)	0(+++)	0(++)	0(+)
	H8.8	0(++)	0(++)	0(+)	0(+)	0(+++)	—	0(+)	0(+)	0(+++)	0(+)	0(+)
	H8.9	0(++)	0(+)	0(++)	0(+)	0(++)	—	0	0(++)	0(+++)	0	0(+)

注 1. 平成8年度のみ遺骸調査を実施。

2. () 内は遺骸数を示す。(+) 10個体未満；(++) 10～100個体未満；(+++) 100個体以上

2) 底生生物相からみた調査点の特徴

平成7, 8年調査の夏季における底生生物の種類数、個体数の詳細は調査Ⅲ表5-2, 3 (178～198 頁) に示し、まとめは図16-1, 2, 図17-1, 2に示した。以下に底生生物相からみた調査点の特徴を示す。

調査点4 (湾口部南側)

カキクモヒトデ、ヤマホトトギスなどの出現する地点であり、平成7年の9月初旬には出現個体数が多いが、平成8年の出現状況では7月にはカキクモヒトデが優占し、出現個体数も多く、8, 9月には大きく減少していた。

調査点5 (湾口部南側)

平成7年は各月ともカキクモヒトデ、平成8年は7, 8月にチヨノハナガイ、9月に*Cerapus* sp. (セアス属の一種) が優占し、年度により優占種が変わるが、出現種類数、個体数とも多く安定していた。チヨノハナガイはシズクガイと同様、沿岸の有機汚染域、あるいは貧酸素条件を生じやすい所にも出現することで知られている二枚貝である (北森, 1975⁴⁾)。

調査点6, 9, 17 (湾中央部・湾南側)

調査点9, 17 (湾南側) は夏季に底生生物の出現種類数、個体数が少なかった。調査点6 (湾中央部) は平成8年の7月にシズクガイが大量に出現したが、8月以降は減少しており、出現種類数も少ないことから、調査点9, 17と同様の底生生物の出現傾向であるとみられる。

調査点6" (湾北側)

各月とも多毛類の *Lumbrineris longifolia* (ルブリネリス ロングフォリア)、棘皮動物のカキクモヒトデが出現し、個体数変動は少なかった。

Lumbrineris longifolia は富栄養化した海域の指標生物として知られている多毛類である (北森, 1975⁴⁾)。カキクモヒトデは湾口に近い潮通しの良い砂泥底に出現することが知られている (堀越・菊池, 1976⁵⁾)。

調査点14 (湾北側)

ダルマゴカイが優占し、個体数変動は少ない地点であった。ダルマゴカイは沖合水の影響域に出現することが知られている (北森, 1975⁴⁾)。

以上の調査結果から、湾口部南側の調査点4, 5と湾中央部北側の6", 14で底生生物の種類数、個体数共に多く、湾北側の調査点1、湾中央部調査点6, 11、湾南側調査点9, 17の各点で種類数、個体数共に少ない傾向にあった。この傾向は湾内の位置というよりは、調査点14を除き泥分の多少と関連するものと考えられた。

F. タイラギ資源調査

(1) 浮遊幼生

タイラギの浮遊幼生については平成6～8年に図18に示す8地点で干潮時・満潮時（平成8年は満潮時のみ）の上層・底層の調査を実施した。

幼生の採集はポンプ（イワキMD-70R型）を用い、上層（海面下1m）及び底層（海底面上1m）の2層よりそれぞれ180L採水し、船上でプランクトンネット（網目：NXX13）でろ過し試料とした。この調査ではアカガイ型、イガイ型、ナミマガシワ型、ユキミノ型、カキ型、アサリ型等の幼生も同時に出現した。タイラギ幼生の同定は、殻頂期幼生について、輪郭、大きさ、厚み、殻の表面の彫刻、色合いなどの諸点に着目し、佐賀県有明水産試験場から入手した標本や田中(1979)⁶⁾を基に実施した（田中によるとタイラギ幼生は成長とともに形が変わるとされており、佐賀県有明水産試験場からは色々な成長過程にある標本の提供を受けた。ここに謝意を表す。）。結果の詳細は調査Ⅲ表6-2～4(205～219頁)に示す通りである。

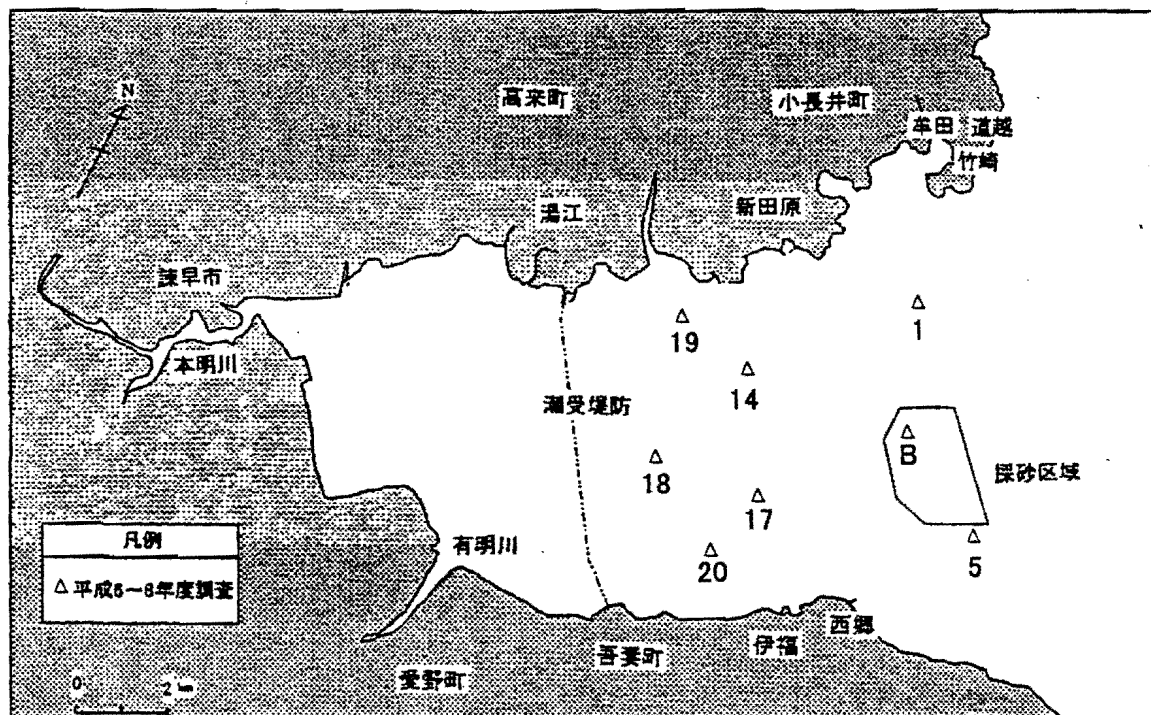


図18 浮遊幼生調査点

(調査点の正確な位置は調査Ⅲ表11(288頁)参照のこと)

満潮時と干潮時における浮遊幼生の出現状況は表11に示すように平成6年と7年の結果から満潮時に多い傾向があった。次に上層と底層の出現状況を比較すると、表12に示すように底層で多かった。満潮時の底層における出現状況を調査点毎にみると、表13に示すように平成6年には調査点1, B、平成7年には調査点1, 5, B、平成8年には調査点1, 5, 14, 18, 19, Bで多く、全体としてみると諫早湾湾口部で多い傾向があった。出現数が多かったのは、平成6年は8月7, 8日、平成7年は8月13, 30日、平成8年は7月16, 30日で、年により若干の

相違があるが、7月中旬から8月末にかけて多いものと考えられた。

表 11 タイラギ浮遊幼生の潮時別出現状況

調査日	平成6年			平成7年				平成8年			
	7/8	7/22	8/7,8	7/14	7/30	8/13	8/30	7/16	7/30	8/13	8/29
満潮時	1	6	14	2	7	20	108	259	117	1	2
干潮時	2	2	2	1	6	5	-	-	-	-	-

単位：個体/m²

註) 全地点、全層（上層と底層）の平均値を示した。

表 12 タイラギ浮遊幼生の層別出現状況（満潮時）

調査日	平成6年			平成7年				平成8年			
	7/8	7/22	8/7,8	7/14	7/30	8/13	8/30	7/16	7/30	8/13	8/29
水温(6m)	24.3	25.8	28.3	23.8	24.9	26.8	-	23.5	26.9	28.1	27.0
上層	0	0	6	0	1	2	-	108	60	0	1
底層	2	11	23	4	13	37	108	411	174	2	3

単位：個体/m²

註) 全地点の平均値を示した。

表 13 タイラギ浮遊幼生の調査点別出現状況（満潮時・底層）

		単位：個体/m ²							
時期\調査点		1	5	14	17	18	19	20	B
6年	7/8	0	11	0	0	0	-	-	-
	7/22	6	6	11	17	-	-	-	17
	8/7,8	50	17	0	6	6	17	6	83
7年	7/14	6	6	0	0	0	0	0	17
	7/30	6	11	28	0	17	0	0	39
	8/13	78	6	44	6	17	22	44	78
	8/30	22	172	17	0	-	-	-	328
8年	7/16	344	1039	544	144	306	517	17	378
	7/30	794	167	161	17	22	22	33	178
	8/13	0	11	0	0	0	0	6	0
	8/29	6	0	6	0	11	0	0	0

以上の結果からみると、諫早湾内における浮遊幼生は、7月中旬～8月末までの満潮時に上層よりは底層で多く、水平的には湾奥よりも湾口部で多い傾向を示した。

このような出現状況から諫早湾内の浮遊幼生は上げ潮に伴って湾外から補給され、その密度は有明海湾奥部の佐賀県海域（島崎・杉原・山下, 1983⁷⁾）と大差ないと思われた。諫早湾における浮遊幼生の出現は7～8月に多くこの期間内で浮遊幼生の出現盛期は年によって1ヶ月程度の差があった。

(2) 着底稚貝

貝類の着底稚貝調査は平成6～8年に図19に示す12地点で行った。

平成6年には、8月31日～9月2日にかけて、スミス・マッキンタイヤ型採泥器（グラブ式）を用い、 0.1 m^2 採泥し、目合いNGG46（ 0.4 mm ）のネット地で作成したふるい上に残った生物を試料とした。平成7年には、平成6年と同様の方法により、8月4～5日、8月30日～9月2日、10月2～3日の3回行った。兩年ともタイラギ稚貝を採集できなかったが、この理由として、稚貝の着底密度の低さや稚貝分布域の局在化などが考えられた。そこで、平成8年には、採泥方法を変更し、グラブ式では採泥面積を 0.25 m^2 に広げるとともに、ポンプにより採泥面積を 1 m^2 とする方法も併用し、7月25～26日、8月20～21日及び9月19日の3回調査を行った。結果の詳細は調査Ⅲ表7-1～4（220～222頁）に示すとおりである。

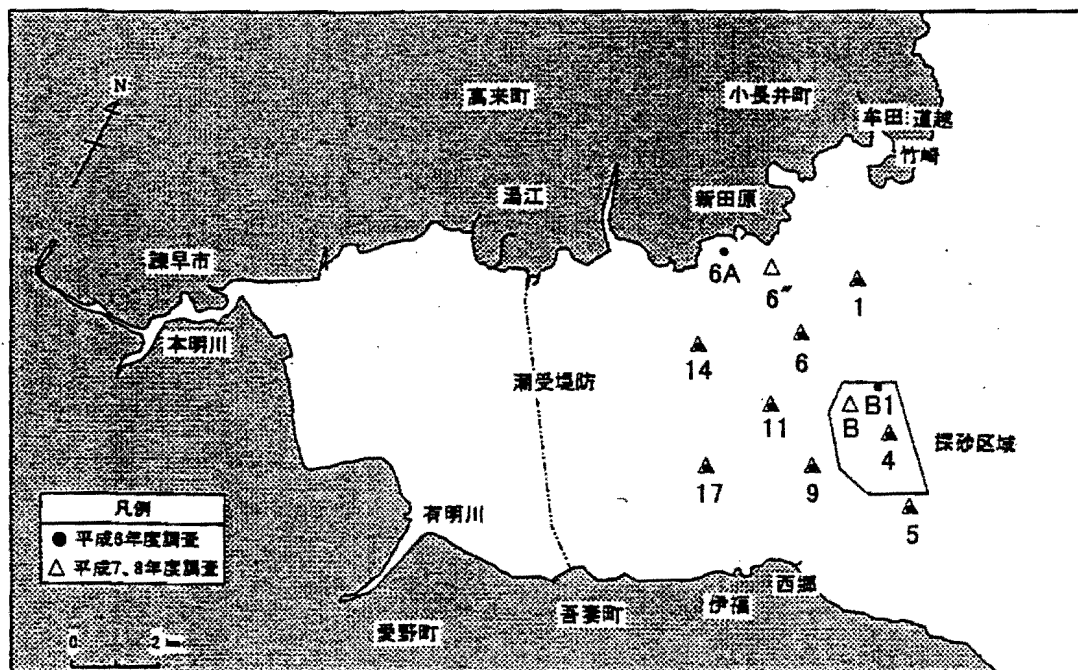


図19 着底稚貝調査点

(調査点の正確な位置は調査Ⅲ表11(288頁)参照のこと)

平成 6, 7 年の調査ではタイラギ稚貝は採集されなかった。しかし、サルボウが平成 6 年の調査で表 14 にみられように調査点 4, 5, 6, 17 で採集された。

表 14 サルボウ、クマサルボウの採集状況

調査年月日：平成 6 年 8 月 31 日～9 月 2 日

種類/調査点	単位：個体/㎡									
	1	4	5	6	6A	9	11	14	17	B1
サルボウ類	0	30	100	20	0	0	0	0	130	0

註) 0. 1㎡採集結果を 1㎡当りに換算した。

平成 8 年の結果は表 15、16 に示す通りである。

ポンプ採集では表 15 に示すように、7 月には各調査点とも稚貝が出現し合計は 223 個体であった。これらの稚貝は殻長 0. 5～0. 7mm の原殻及び殻長 1～3mm の角柱質の薄い新生殻が伸張しており、着底間もない稚貝と推定された。

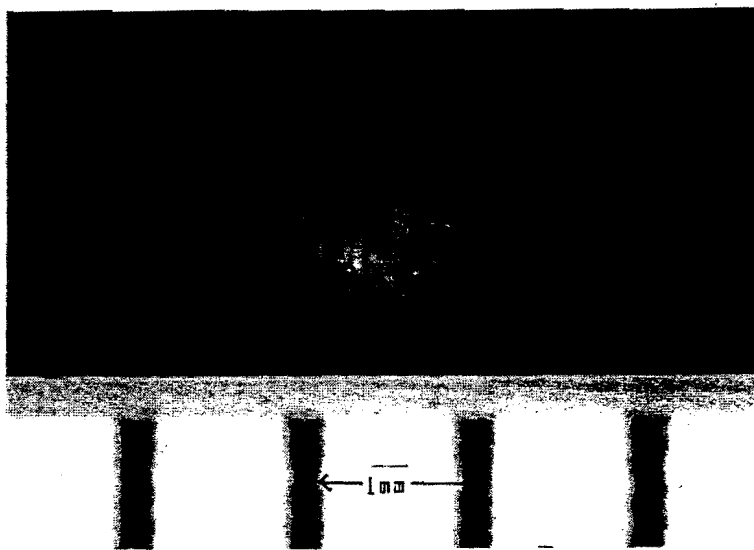
採集稚貝数は調査点 1 (湾口部北側) で最も多く、調査点 6, 11, B (湾口部から湾中央部) がこれに次いだ。これらの稚貝には、写真 1 (調査Ⅲの写真 7-1、223～224 頁) に示すように、海底のデトライタスに絡みあった個体も観察された。しかし、8 月には、調査点 5 (湾口部南側) で殻長の平均 16. 4mm、標準偏差 4. 84mm の稚貝が 17 個、9 月には、調査点 5 で 1 個体 (殻長 1. 6mm) が採集されたのみで激減した。

表 15 ポンプによるタイラギ稚貝の採集状況 (平成 8 年)

単位：個体/㎡

調査月 調査点	7 月 25, 26 日		8 月 20, 21 日		9 月 19 日	
	生貝	遺骸	生貝	遺骸	生貝	遺骸
1	153	41	0	0	0	0
4	3	11	0	2	0	7
5	6	6	17	10	1	23
6	14	2	0	3	0	2
6"	3	5	0	0	0	10
9	2	3	0	0	0	0
11	10	2	0	1	0	1
14	4	6	0	0	0	2
17	9	2	0	0	0	0
B	19	13	0	0	0	3
合 計	223	91	17	16	1	48

註) 遺骸は殻頂の数で計数した。



1996年7月採集
調査点1

着底直後の稚貝



1996年7月採集
調査点1

着底直後の稚貝

足糸が海底上の
デトライトに
絡みついている

写真1 着底稚貝

遺骸の全稚貝に対する割合は、7月25～26日29.0%、8月20～21日48.5%、9月19日98.0%と生貝の減少と反対に増加していた。

グラブ式採集 (0.25m²採泥) では表16に示すように7月には調査点6[※]で着底直後の個体 (殻長1.6mm) 4個が採集され、8月には調査点5で殻長20mm程度の個体が採集されたが、9月には稚貝は採集されなかった。生貝と同時に遺骸も採集され、全稚貝に占める割合は7月25～26日94.7%、8月20～21日89.5%、9月19日100%であった。

表16 スシ・マキタ付型採泥器(グラブ式)によるタイラギ稚貝の採集状況(平成8年)

単位: 個体/㎡

調査月 調査点	7月25, 26日		8月20, 21日		9月19日	
	生貝	遺骸	生貝	遺骸	生貝	遺骸
1	0	24	0	8	0	4
4	0	0	0	0	0	12
5	0	20	8	24	0	4
6	0	4	0	20	0	4
6"	4	24	0	16	0	0
9	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	4
14	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
合 計	4	72	8	68	0	28

註) 0.25㎡採集結果を1㎡当たりに換算した。遺骸は殻頂の数で計数した。

サルボウ類の稚貝については、表17に示すようにポンプ式、グラブ式共にかんりの調査点で採集されたが、ポンプ式のほうが採集数は多かった。何れの方法でも採集数は、9月に減少したが、これはタイラギの減少が8月にみられたのに比較するとやや遅かった。

表17 ポンプ及びグラブ式(スシ・マキタ付型)によるサルボウ・クマサルボウ稚貝の採集状況(平成8年)

単位: 個体/㎡

調査月 調査点	7月25, 26日		8月20, 21日		9月19日	
	ポンプ式	グラブ式	ポンプ式	グラブ式	ポンプ式	グラブ式
1	14	12	15	0	2	0
4	0	8	17	0	0	0
5	6	4	2	4	5	0
6	4	0	36	0	4	0
6"	68	16	713	696	135	16
9	0	0	0	0	0	0
11	26	0	1	12	4	0
14	89	4	110	12	10	16
17	0	0	0	0	1	0
B	0	0	12	8	1	0
合 計	207	44	906	732	162	32

註) グラブ式は0.25㎡採集結果を1㎡当たりに換算した。

以上の結果から、諫早湾内においてタイラギ稚貝は、湾央部北側を中心に幅広い範囲で着底していることが分かった。稚貝の着底については、サルボウ、クマサルボウ共に同様のことが言える。ただ、タイラギでは時期の進行とともに生貝は減少し、遺骸は増加、9月には

生貝は殆ど採集されなくなり、大きい減耗が認められた。

(3) 幼・成貝

1) 現存量

タイラギの現存量調査は図 20 に示す 24 地点で平成 3 年～平成 8 年に行った。

平成 3 年から平成 5 年にかけては潜水器漁業者による 10 分間採捕によってタイラギを採集した。平成 6、7 年には幼貝の資源保護のため 10 分間採捕では幼貝を採集せず目視に止め成貝を採捕し、別途、1m²枠内で全量採捕調査を行った。平成 8 年は 1m²枠内での全量採捕調査のみ行った。

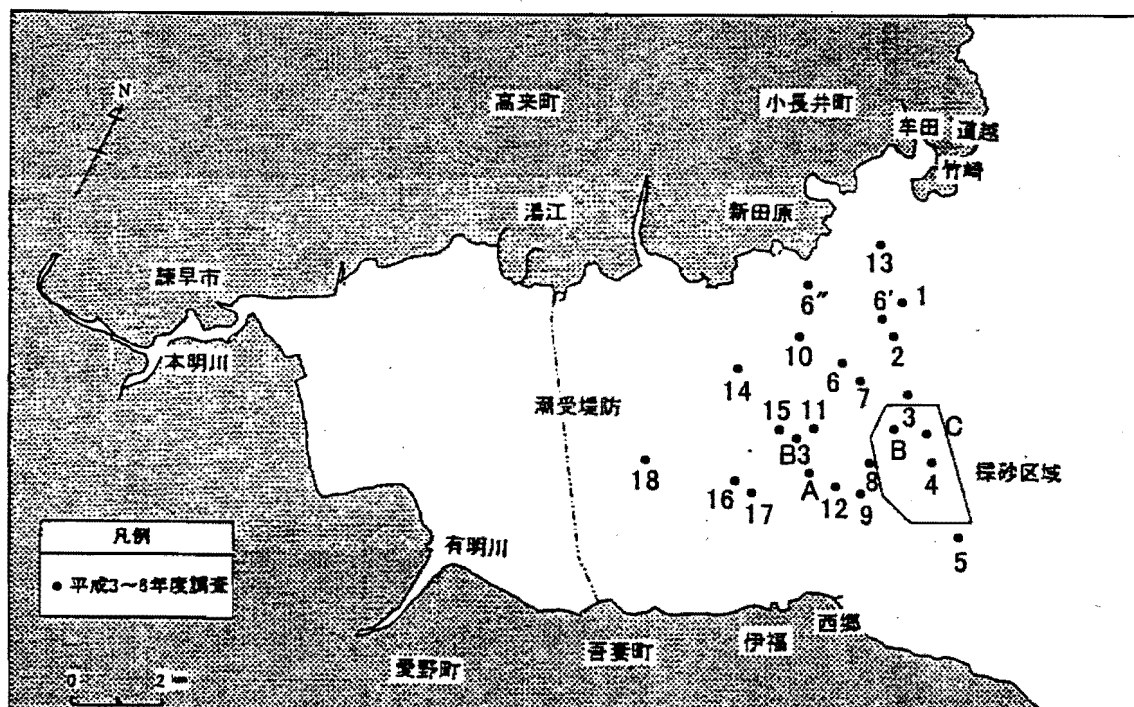


図 20 タイラギ等貝類資源調査点

(調査点の正確な位置は調査Ⅲ表 11 (288 頁) 参照のこと)

タイラギの現存量調査結果の詳細は調査Ⅲ表 8-1～6 (225～250 頁) の通りである。その経年変化を表 18 及び図 21-1, 2 に示す。

平成 3 年から平成 5 年にかけての採捕数を比較すると、平成 4 年にやや減少した後、平成 5 年に大きく減少した。平成 6～8 年は調査方法を変更しているためこの後の変化を同一の基準で論じることとはできないが、平成 6 年には湾口部の調査点 2, 5, 6' で幼貝が多数潜水器漁業者の目視により確認され、この年には稚貝が順調に生育していたと考えられ

た。平成7年は、調査点5, 6', 6'', 9で平成6年年級群と考えられる小型貝(殻長140~170mm)がかなり認められた。平成8年には調査点5で14個体採捕されたが、他の調査点では採捕されても1~4個であり、調査点5で採捕された個体もそのほとんどが殻長100mm程度の当歳幼貝であった。

表 18 タイラギ生貝現存量の経年変化

調査年月\調査点	1	2	3	4	5	6	6'	6''	7	8	9	10
H3. 11(10分間)	0	4	0	19	15	7	0	18	0	2	0	4
H4. 11(10分間)	6	2	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0
H5. 11(10分間)	0	0	0	0	0	0	0	9	0	7	0	0
H6. 11(10分間)	0	*	0	+	*	0	*	+	+	+	0	+
(1m ²)	0	1	0	0	16	0	3	0	0	0	0	0
H7. 11(10分間)	3	4	6	28	22	0	0	4	0	0	52	0
(1m ²)	0	0	0	3	38	0	15	26	0	0	9	0
H8. 11(1m ²)	0	0	0	2	14	0	0	0	0	0	0	0

調査年月\調査点	11	12	13	14	15	16	17	18	A	B	B3	C	合 計
H3. 11(10分間)	11	14	1	2	15	1	0	0	19	5	14	34	187(17)
H4. 11(10分間)	18	0	1	3	33	2	8	2	19	3	33	4	139(16)
H5. 11(10分間)	4	1	0	6	6	0	0	2	17	0	4	2	58(10)
H6. 11(10分間)	5	0	+	6	3	+	0	+	+	+	2	+	*(18)
(1m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20(3)
H7. 11(10分間)	0	14	0	4	10	0	0	2	2	1	11	5	168(15)
(1m ²)	0	2	0	3	0	1	3	0	1	0	0	0	101(10)
H8. 11(1m ²)	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	3	0	25(6)

註) 1. (10分間)は10分間潜水採捕、(1m²)は1m²枠採捕。

2. H6. 11(10分間)は幼貝の扱いについては資源保護のため採捕せず潜水器漁業者による目視観察だけ行った。

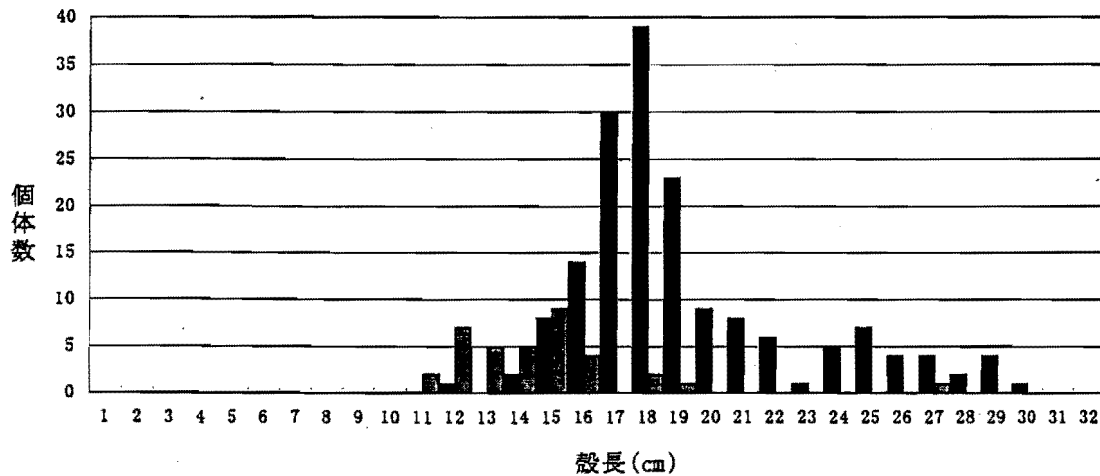
3. +は目視により観察されたことを、*は目視により多く観察されたことを示す。

4. 合計の()は、採捕した地点数の合計を示す。

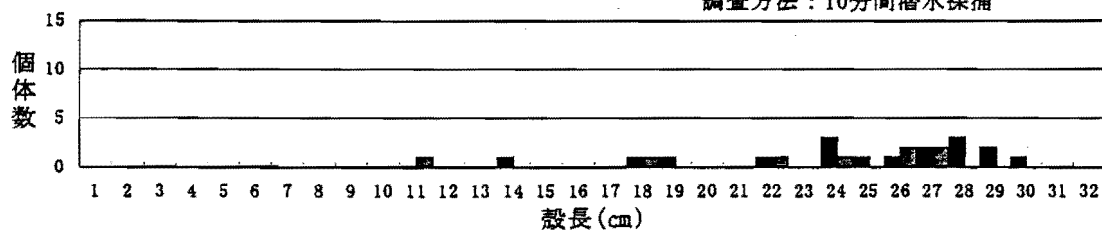
以上の結果から、平成5年に現存量が激減した後、平成6年にはかなりの発生があり、平成7年にも引き続き生存が確認されたが、平成8年には、この年の年級群は激減した。平成7, 8年にも少ないながら幼貝の発生はみられたが、殆どが当歳貝で1歳以上に生育する個体は少なかった。現存量が低下していった状況については、表18で平成3, 4年にタイラギが現存したのは17地点、16地点であったが、平成8年11月には6地点に減少していることから推察される。図21-1, 2をみると200mm以上の成貝は、平成5年以降減少傾向となっており、平成6年に多数の幼貝が発生したが、平成8年に大きく減耗し、漁獲するまでに至らなかった。

調査期日：平成7年11月14～17日
調査方法：10分間潜水採捕

凡 例
■：生貝
□：遺骸

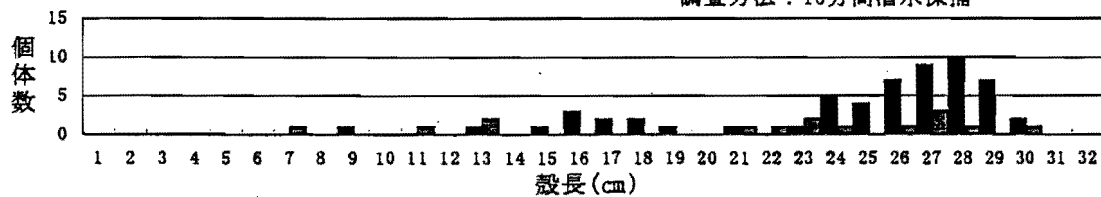


調査期日：平成6年11月9～11日
調査方法：10分間潜水採捕

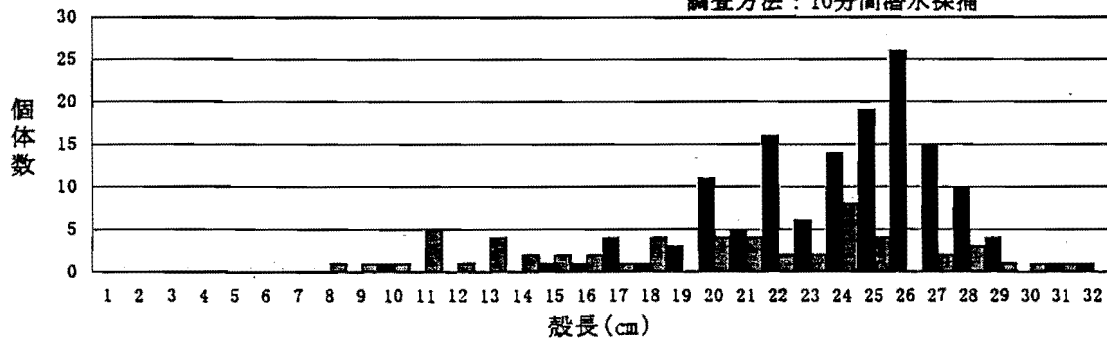


註) 幼貝(15cm程度以下)については、資源保護のため採捕せず、目視観察

調査期日：平成5年11月23～25日
調査方法：10分間潜水採捕



調査期日：平成4年11月18～19日
調査方法：10分間潜水採捕



調査期日：平成3年11月12～13日
調査方法：10分間潜水採捕

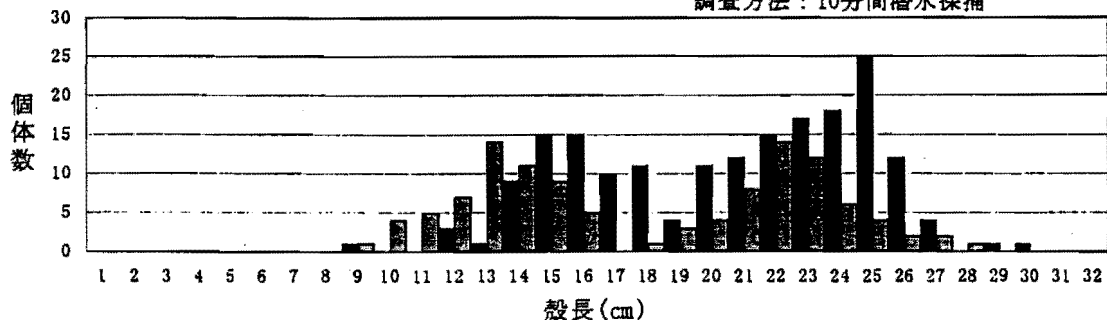
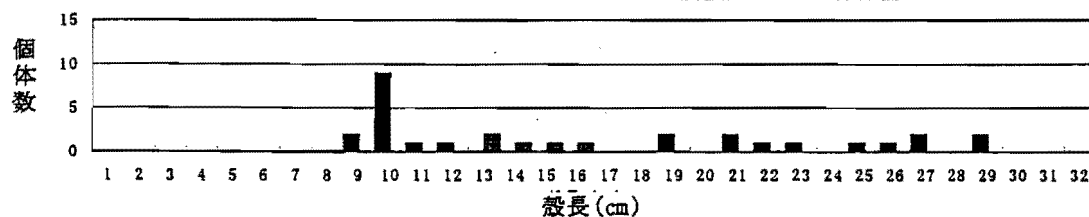


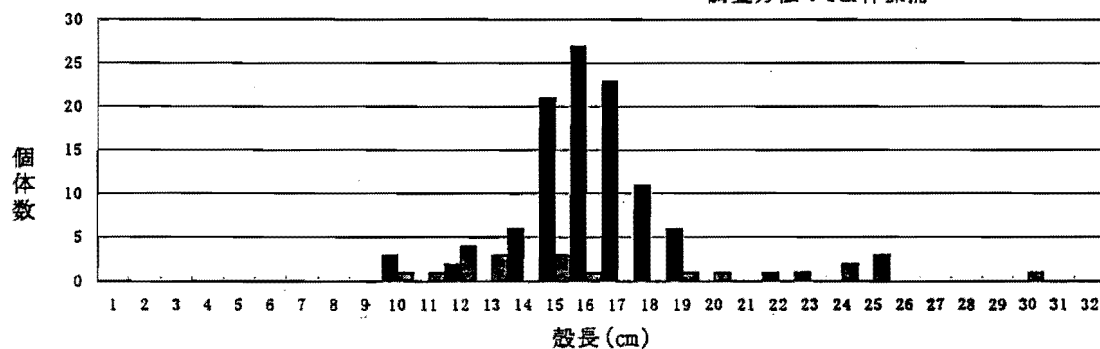
図 21-1 タイラギ現存量調査の年別殻長組成 (生貝・遺骸全数、10 分間潜水採捕)

凡 例
 ■：生貝
 □：遺骸

調査期日：平成8年11月16～18日
 調査方法：1m²枠採捕



調査期日：平成7年11月14～17日
 調査方法：1m²枠採捕



調査期日：平成6年11月9～11日
 調査方法：1m²枠採捕

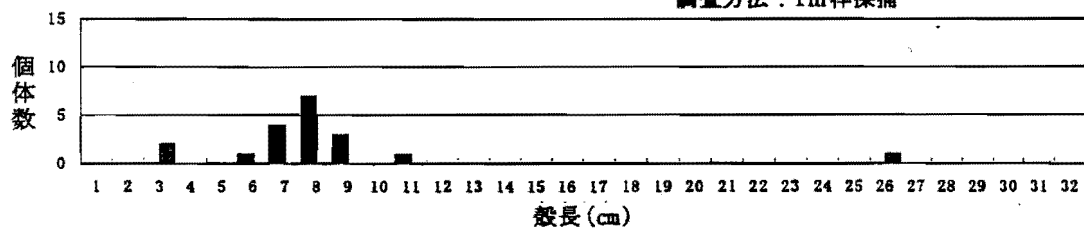


図 21-2 タイラギ現存量調査の年別殻長組成 (生貝・遺骸全数、1m²枠採捕)

タイラギ調査時に同時に採捕されたクマサルボウ、サルボウの採捕結果を表 19, 20 に示す。これらの貝類の採捕を目的として調査点を選定したものではないことから、諫早湾全体の傾向として捉えることはできないが、調査した範囲内において、クマサルボウ、サルボウについては減少傾向が認められた。

表 19 クマサルボウ生貝の経年変化

単位:個												
調査年月\調査点	1	2	3	4	5	6	6'	6''	7	8	9	10
H5.11(10分間)	14	6	0	6	0	1	8	2	9	3	0	6
H6.11(10分間)	18	16	0	31	0	2	16	3	11	1	0	10
(1m ²)	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
H7.11(10分間)	1	5	7	0	0	4	3	2	5	0	5	0
(1m ²)	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
H8.11(1m ²)	1	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0

調査年月\調査点	11	12	13	14	15	16	17	18	A	B	B3	C	合計
H5.11(10分間)	9	6	1	2	4	0	2	1	15	3	1	4	103
H6.11(10分間)	10	10	2	4	4	2	1	0	11	14	5	1	172
(1m ²)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
H7.11(10分間)	0	0	7	0	7	1	0	0	0	0	0	5	52
(1m ²)	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	1	13
H8.11(1m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	8

註) 1.(10分間)は10分間潜水採捕、(1m²)は1m²枠採捕。

2.タイラギ現存量調査時付属採捕結果

表 20 サルボウ生貝の経年変化

単位:個												
調査年月\調査点	1	2	3	4	5	6	6'	6''	7	8	9	10
H5.11(10分間)	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
H6.11(10分間)	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0
(1m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H7.11(10分間)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(1m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H8.11(1m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

調査年月\調査点	11	12	13	14	15	16	17	18	A	B	B3	C	合計
H5.11(10分間)	0	0	0	147	5	2	0	55	0	0	52	0	276
H6.11(10分間)	0	0	0	219	0	1	0	15	0	0	0	0	324
(1m ²)	0	0	0	53	0	0	0	1	0	0	0	0	54
H7.11(10分間)	0	0	0	48	0	70	14	0	0	0	0	0	132
(1m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H8.11(1m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

註) 1.(10分間)は10分間潜水採捕、(1m²)は1m²枠採捕。

2.タイラギ現存量調査時付属採捕結果

2) 現存量追跡調査

幼・成員の現存量追跡調査については、潜水器漁業者との話し合いにより図 22 に示すとおり、湾口部北側に 2 点、南側に 2 点に調査点を定め、調査時ごとに 1m^2 枠を設定し、枠内の全量採捕調査を 2、3 月及び 5 月から 8 月までの各月に 1 回行い、その詳細は調査 III 表 8-7 (251～260 頁) に示し、要約して表 21 及び図 23 に示す。

生育数は、2、3 月には殆ど変化はなかったが、5、6 月にはやや減少傾向を示した後、7 月に大きく減少し、8 月もその傾向は続いた。遺骸は生貝の減少につれて増加しなかったが、これは、斃死貝が逸散するためと思われた。

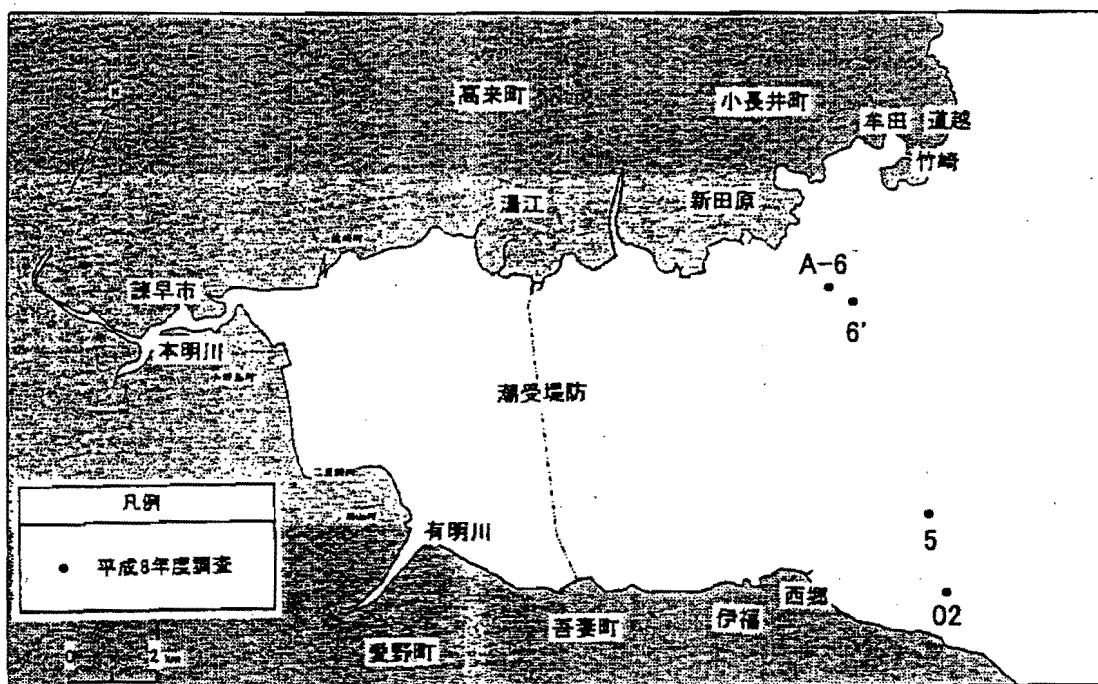


図 22 幼・成貝現存量追跡調査点

(調査点の正確な位置は調査 III 表 11 (288 頁) 参照のこと)

表 21 タイラギ採捕数の経月変化 (1m^2 採捕) (平成 8 年)

調査月日 調査点	2月15日		3月1日		5月27日		6月24, 26日		7月24日		8月23日	
	生貝	遺骸	生貝	遺骸	生貝	遺骸	生貝	遺骸	生貝	遺骸	生貝	遺骸
北側 A-6	18	11	20	11	5	11	11	19	2	2	1	1
側 6'	3	3	4	2	4	2	4	7	1	1	0	1
南側 5	22	0	3	0	5	3	0	2	1	2	0	3
側 02	42	4	60	1	39	5	23	0	7	1	3	1
合 計	85	18	87	14	53	21	38	28	11	6	4	6

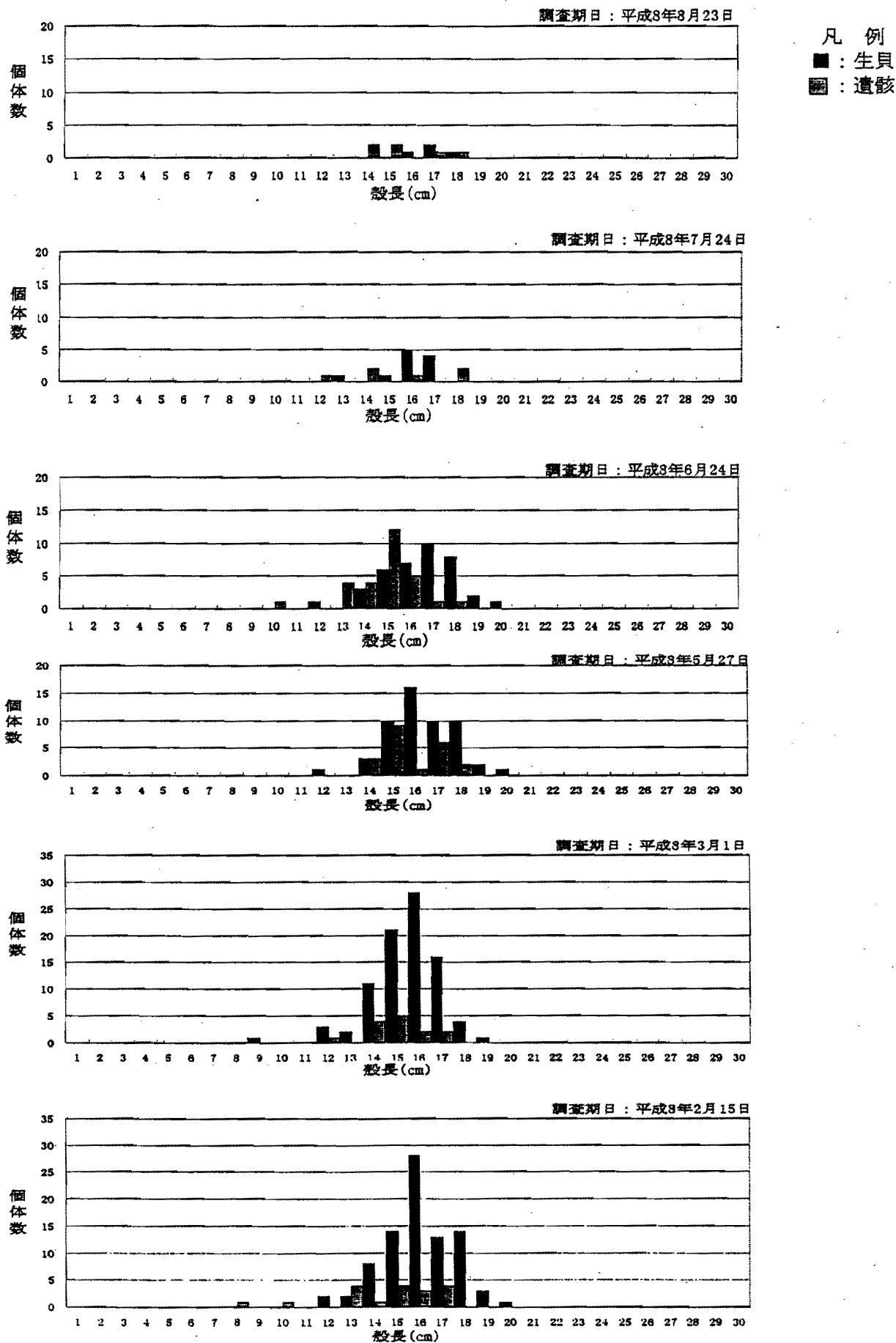


図 23 タイラギ追跡調査の月別殻長組成 (生貝・遺骸全数)

以上の結果から平成8年の現存量追跡調査では、7月以降に採捕数が激減し、この頃に斃死が発生したものと思われた。

3) 貝柱重量

平成3～8年に採捕されたタイラギの全重量、貝柱重量、及び貝柱歩留り（貝柱重量／全重量）の結果の詳細は調査Ⅲ表 8-1～6(225～250 頁)の通りであり、これをまとめると表 22 に示す通りである。

平成6、7年は10分間の成貝採捕と1m²枠の全量採捕の方法でタイラギを採捕しているが、ここでは、採捕したタイラギ全ての測定結果を用いている。

各年の採捕タイラギの貝柱歩留りをみると、平成3～4年の貝柱歩留りは平均9.3～10.4%、平成5～6年の貝柱歩留りは平均5.0～6.7%、平成7～8年の貝柱歩留りは平均7.1～9.5%であった。

山下・島崎・杉原(1982)⁸⁾によれば、有明海湾奥部でのタイラギの歩留りについて、夏季には産卵のためと思われるが、貝柱歩留りは最も低く3%程度まで減少するが、秋～冬には7～10%にまで増加する季節的変動があることを述べている。

このような知見と諫早湾内の調査結果を比較してみると、平成5、6年の貝柱歩留りは5～6%台であり低かったが、他の年度の貝柱歩留りは特に低いものではなかった。平成6年以降は大型貝が少なく、漁獲の対象となる大きさのものは少なかった。

表 22 タイラギの年別貝柱歩留り

年		全重量(g)	貝柱重量(g)	歩留り(%)	殻 長(mm)	備 考
平成3年 (10分間潜水採捕)	最小	16	1	2.9	114	個体数 184
	最大	570	57	22.2	300	
	平均	219±129.5	21±12.7	10.4±3.8	204±41.9	
平成4年 (10分間潜水採捕)	最小	70	5	4.8	150	個体数 135
	最大	770	76	16.1	315	
	平均	331±136.6	30±14.3	9.3±2.3	241±30.6	
平成5年 (10分間潜水採捕)	最小	4.5	0.6	3.0	81	個体数 57
	最大	751.7	44.2	13.3	295	
	平均	354.9±192.7	20.4±10.5	6.7±2.4	242±48.4	
平成6年 (10分間潜水採捕、 1m ² 枠採捕合計)	最小	1.5	0.1	2.3	59	個体数 36
	最大	435.9	25.3	9.7	291	
	平均	136.5±171.8	7.7±9.6	5.0±1.7	162±90.2	
平成7年 (10分間潜水採捕、 1m ² 枠採捕合計)	最小	11.9	0.2	0.4	94	個体数 267
	最大	494.8	41.1	25.1	294	
	平均	89.0±80.4	8.2±6.9	9.5±3.6	177±34.1	
平成7年 (1m ² 枠採捕)	最小	11.9	0.2	0.4	94	個体数 100
	最大	137.0	18.8	17.4	225	
	平均	54.1±19.2	5.0±3.0	8.9±3.7	156±19.3	
平成8年 (1m ² 枠採捕)	最小	6.4	0.3	2.8	89	個体数 25
	最大	665.5	42.5	12.7	282	
	平均	184.7±234.2	11.9±14.0	7.1±2.3	162±74.8	

註) 歩留りは、貝柱重量／全重量×100 で示した。

4) 黒斑及び穿孔性多毛類

タイラギ殻内の黒斑の出現率は平成4～8年に調査した。試料は平成4,5年は10分間採捕で得た全個体、平成6～8年は1m²採捕調査の枠内で得た全個体について黒斑出現率を調査した。その結果の詳細は調査Ⅲ表8-2～6(230～250頁)の通りである。その結果を要約すると表23に示す通りである。

黒斑出現率は生貝44.3%、遺骸61.9%と遺骸の方が高かった。さらに、生貝で大型貝(殻長150mm以上、1年貝以上)では51.8%、小型貝(当才貝と1年貝)では14.5%、遺骸で大型貝では74.6%、小型貝では34.3%といずれも大型貝の方が高い出現率を示した。佐賀県、福岡県の有明海で穿孔性多毛類の着生率が多い地点で100%、平均82%と報告されており(島崎・杉原・山下, 1983⁷⁾)、あきらかに諫早湾より高い。この点から考え、漁獲に至らない程までに資源水準を低下させた要因であるとは言えない。諫早湾のタイラギに寄生する穿孔性多毛類は*Polydora* 属の3タイプが確認された(種の査定については国立科学博物館の今島実博士の同定によった。ここに謝意を表す。)(調査Ⅲ表8-8～10(261～269頁))

表23 黒斑の出現状況

		生 貝			遺 骸		
		個体数	黒斑個体	黒斑出現率	個体数	黒斑個体	黒斑出現率
H4	合計	139	76	54.7	56	37	66.1
	<150mm	1	1	100.0	14	6	42.9
	>150mm	138	75	54.3	42	31	73.8
H5	合計	58	41	70.7	20	16	80.0
	<150mm	3	0	0.0	5	2	40.0
	>150mm	55	41	74.5	12	11	91.7
H6	合計	20	0	0.0	3	1	33.3
	<150mm	20	0	0.0	2	0	0.0
	>150mm	0	0	-	1	1	100.0
H7	合計	101	22	21.8	21	8	38.1
	<150mm	32	8	25.0	11	3	27.3
	>150mm	69	14	20.3	10	5	50.0
H8	合計	25	13	52.0	5	3	60.0
	<150mm	13	1	7.7	3	1	33.3
	>150mm	12	12	100.0	2	2	100.0
H4	合計	343	152	44.3	105	65	61.9
～	<150mm	69	10	14.5	35	12	34.3
H8	>150mm	274	142	51.8	67	50	74.6

註) 1. 平成4,5年は10分間採捕、平成6～8年は1m²採捕

2. 平成5年は破損遺骸3個体を除いている。

5) 成熟度

調査は平成7, 8年に行い、その結果の詳細は調査Ⅲ表9-1, 2(270~271頁)の通りである。その結果を要約すると表24に示す通りである。平成7年は6, 7, 9月、平成8年は5, 6, 7, 8月に調査を行った。

生殖巣を含んだ内臓重量の経時変化、生殖巣の外観観察、組織観察の結果から、諫早湾内でのタイラギは湾内でも産卵しており、6月中旬から8月上旬までが産卵盛期であるとみられた。

平成8年には殻長200mm以下の1歳群と考えられる小型貝しか採集されなかったが、これらが全て成熟しており、現在の諫早湾内のタイラギは1歳群から産卵に加入すること、生物学的最小形は少なくとも殻長132mmであった。

表24 タイラギの生殖巣発達状況

単位: 個体

年	雌 (卵巣)			雄 (精巣)		
	成熟期	放出期	退行期	成熟期	放出期	退行期
H7	6月6日	7		3		
	7月4日	3	2	5		
	9月3日		5			5
H8	5月27日	4		6		
	6月24, 26日	4		6		
	7月24日	3		7		
	8月23日	1	3	2		4

註) 生殖巣の発達段階区分と発達状態は次の通り

発達段階	生殖細胞及び濾胞の状態	
	雌 (卵巣)	雄 (精巣)
成熟期	濾胞腔は成熟した卵母細胞で充満し、卵巣断面全体が卵母細胞で充満した濾胞で占められる。この発達段階の初期では、周縁部にみられる卵母細胞は濾胞上皮と癒合した後期の成長期卵母細胞である。	濾胞腔は放射状に集合した精子で充満する。濾胞周縁部には各発達段階の精母細胞や精細胞がみられる。この発達段階の初期では精巣の断面積に占める濾胞の比率は低い。後期になると、断面全体が精子で充満した濾胞で占められる。
放出期	濾胞腔には卵の放出による空隙がみられ、放出されなかった成熟期卵母細胞が残存する。濾胞周縁部には成長期卵母細胞が少数みられる。濾胞は萎縮し、卵巣断面に占める割合は低くなる。	濾胞腔には精子の放出による空隙がみられ、放出されなかった精子が残存する。濾胞周縁部には精母細胞が多数みられる。濾胞は萎縮し、精巣断面に占める割合は低くなる。
退行期	濾胞は萎縮し、卵巣断面に占める割合が低くなる。濾胞腔の残存卵及び濾胞周縁部に残存した成長期卵母細胞には崩壊が認められる。	濾胞はさらに萎縮し、精巣断面に占める割合も低くなる。濾胞腔の残存精子には崩壊が認められる。濾胞周縁部には、第一精母細胞が多数みられる。

註) 「水族繁殖学 水産養殖学講座第4巻」を参考に調査結果を基に作成。

G. 参考資料

諫早湾の環境に関連する要素として、台風・赤潮などもあるがこれらが水産業に大きく影響したという記録がなく、今回のタイラギ資源減少と明瞭な関連を見出すことはできなかった。ここでは参考資料として調査Ⅲ(292～299頁)に付記した。

H. 摘要

諫早湾におけるタイラギ資源の減少について原因を明らかにするため平成5年から平成8年にかけて調査した結果を要約すると、次の通りである。

- 1) 有明海におけるタイラギ漁獲量はこれまでも大きい変動を示してきた。しかし、平成3年にタイラギ資源が大幅に減少し、平成5年度以降長崎有明でみられている操業できないまでに資源水準が落ち込んだ現象は、これまでとは性質を異にする現象ではないかと考えられる。
- 2) 諫早湾干拓事業に伴う工事は平成4年度から本格化し、諫早湾の海況に影響すると考えられる諸作業が増加した。平成8年度までに工事に使用した主な材料の石材・砂は総計約650万 m^3 に達した。
- 3) 諫早湾の流向・流速の測定とその調和解析結果から、湾内流況には潮汐流が卓越し、12時間周期の往復流が存在しており、有明海全体における流況特性とほぼ同様であった。底層でも30 cm/s 以上の流速があった。
- 4) 水温・塩分の連続観測調査から水温・塩分の変化は、半日周期の上昇・下降を繰り返して潮汐と同調する。鉛直分布調査から水深が深い方で高塩分になる傾向があり、これは、潮汐流によって下層に湾外水が流入することを示すもので、底層流況の大きさとも関連する現象と思われる。また、外気温の影響を受ける上層水温と影響の少ない湾外水温との差が大きい7月に大きい鉛直差が認められたものと考えられる。
- 5) 底層水の浮遊物質質量(SS)、揮発性浮遊物質質量(VSS)、溶存酸素量(DO)の測定結果から、各調査点で、SSは4.7～58.0 mg/L の広い範囲の値を示し、VSS/SSは0.230～0.253であった。DOは4.3 mg/L 以上の概ね良好な値を示したが、平成6年に調査点11, 14,

B1、平成7年に調査点7で低い値が観察された。

- 6) 底質について、粒度組成と強熱減量、COD、硫化物の分析を実施した。泥分50%以下の砂質海底は調査点 4, 5, B (西郷沖の湾口南側) と調査点 6* (新田原沖の湾口部北側) に、泥分80%以上の泥質海底は調査点1, 14 (湾北側)、調査点 6 (湾中央部)、調査点 9, 17 (湾南側) にみられた。泥分が多い場所では、底質に占める泥分の割合に大きい変化はなかったが、泥分を構成するシルト分と粘土分のうち、粒子が小さい粘土分の割合が平成6～8年にかけて増加し、これらの場所における底質の細粒化が推察された。強熱減量、COD、硫化物は有明海湾奥部の特徴を示した。

7) 底生生物

有明海の湾奥域と諫早湾では、諫早湾の方が種類数、個体数共に少なかったが、これは、両海域における底質の相違及び年による変動も影響していると思われる。

種類数、個体数の傾向は、湾内の位置というよりは、調査点14を除き、泥分の多少と関連するものと考えられた。

8) タイラギ資源調査

浮遊幼生は湾口部、満潮時及び底層に多く出現し、その出現時期は7月中旬～8月末にかけて多いものと考えられた。着底直後と思われるタイラギ稚貝はポンプ式採集法により容易に採集でき、毎年7～8月、広範囲に出現することが推定できる。

タイラギ現存量調査から、平成4年から平成8年にかけて現存を確認した地点が減少しており、資源水準の低下を示している。さらに、幼・成貝の現存量追跡調査から7月以降に現存量が大きく低下することが分かった。すなわち、幼生は着底するものの、着底貝は激減し、加えて生き残った貝も翌年の7月以降に大きく低下した。

- 9) タイラギ貝柱の歩留りは平成3～4年で平均 9.3～10.4%、平成5～6年で 5.0～6.7%、平成7～8年で 7.1～8.9%であった。
- 10) 殻内の黒斑出現率は生貝 44.3%、遺骸で 61.9%と遺骸の方が高く、生貝の大型貝(殻長150mm以上)で 51.8%、小型貝(殻長150mm以下)で 14.5%であり、遺骸では大型貝 74.6%、小型貝が 34.3%といずれも大型貝が高かった。

- 11) 生殖巣を含んだ内臓重量、生殖巣の外観及び組織を観察した結果、成貝個体の卵巣

が成熟し産卵する盛期は6月中旬から8月上旬までと推察された。

平成8年の結果より現在の諫早湾内のタイラギは1歳群から生殖巣が成熟し、産卵活動に参加すると考えられた。

平成8年の結果より現在の諫早湾内のタイラギは1歳群から生殖巣が成熟し、産卵活動に参加すると考えられた。

I. 考察

1) 諫早湾におけるタイラギ資源減少について

有明海のタイラギ資源は漁獲統計からみると各県の漁獲量ともこれまでに大きい変動を示しており、タイラギは環境条件によって資源水準が影響を受けやすい種と言える。しかし、平成5年度以降長崎有明（諫早湾）で見られているような、操業ができない程度に資源水準が低下し、それが現在に至るまで長年にわたって続いているような例は、諫早湾のみでなく佐賀、福岡両県でもこれまでに見られたことはない。このことから近年の諫早湾におけるタイラギ資源の減少はこれまでとは性質を異にする現象ではないかと考えられる。

漁業が成立しない程に資源水準が低くなり、これが何年間も続いていることに関し、最初の資源水準の低下は別として、低水準が継続している原因として、先ず幼生の添加機構に問題があるのではないかという疑問が生じる。この点については、今回の調査では、諫早湾内において、浮遊幼生が佐賀県海域での調査結果⁷⁾以上の密度で観察され、着底も広い範囲で確認されている。このことから諫早湾においては、タイラギの資源水準は低い、幼生の供給は佐賀県と同程度にはあるものと推察することができる。

次に着底後についてみると、着底稚貝は時間の経過と共に激減した。加えて、現存量調査から、0～1才貝は見られても、2才貝になる以前に大きく減耗し、その時期は7月頃と推察された。着底稚貝の減耗が大きい点は佐賀県海域でも同様であるが、諫早湾の場合には減耗が稚貝に止まらず、幼・成貝にまで継続して起こることから、これらの減耗が諫早湾におけるタイラギ資源減少の大きい原因と思われた。

そこで、諫早湾におけるタイラギ資源減少の原因を明らかにするためには、上述した減耗と環境との関係を解明することが重要な課題になる。

2
この目的では、この目的では、この目的では、この目的では、

2) タイラギ資源減少と環境要因との関係

タイラギ資源に影響を及ぼすと思われる環境要因として底層流況、水温、塩分、底層水質、底質、穿孔性多毛類等の調査を行うと共に赤潮との関係についても検討した。その結果、平成6、7年夏の調査時に一部の調査点で確認された低酸素水、泥分の多い海底で見られた平成6年以降の底質の細粒化がタイラギの斃死に関係した環境要因ではないかという疑問が残った。

低酸素水については、タイラギの斃死に直接影響が及ぶと思われる環境因子であり、諫早湾のように干満差が大きく潮汐流が速い海域で認められたことは注目すべき事実と思われた。ただ、低酸素水が観察された調査点とタイラギ現存量が減少した調査点は一致していないこと、低酸素水が認められたのは平成6、7年の一部の調査点のみであり、認められなかった平成8年においてもタイラギは斃死していることなどから、諫早湾全域において継続して発生しているタイラギ斃死との因果関係を説明することはできなかった。

泥分が多い海底で見られた底質の細粒化は、タイラギの斃死に直接結びつくとは思えないが、もし細粒化がタイラギの生育にとって重要な意味をもつ底質の安定性を欠いた結果として起こったとすれば、タイラギの斃死原因に結びつく可能性が考えられた。この時期に諫早湾で底質の不安定化が起きるとすれば、表25に示すように平成4年度からの干拓事業による影響が考えられる。工事に伴う濁りの発生と採砂地周辺における底質の細粒化は着工以前から予想されたため、これを防ぐ目的でグラブ浚渫工法の採用及び工事船の運航航路や時間の規制等の対策が施されてきた。その結果として、採砂工事の影響は最小限に抑えられたが、運搬船の通過後に濁りが発生するという漁業者の指摘等から資材運搬船の通行による影響について懸念があった。この点については、平成6年から底層水中のSSとVSSを調べ、両者の割合、年や場所による変化等について検討したが、場所による特徴や年による増加等に一定の傾向は認められず、運搬船の通行と濁りの発生との関係と共に、泥分の多い地点での底質の細粒化、ひいては底質の不安定化が起こったかどうかについても明らかにすることは出来なかった。

以上のように、低酸素水については、諫早湾全域でタイラギを斃死させるような広がりや継続を示したのかどうか、細粒化については、どのような経過で起こり、どのようにタイラギの斃死に関係したのか等について事実関係を明らかにすることは出来なかった。

諫早湾において平成3年度にタイラギ漁獲量が大幅に減少し、平成5年度以降の資源水準の低下はこれまでとはやや異なり、何らかの新たな負の要因が働いた可能性が考えられた。今回の調査では、既存の機器、通常の方法によって関係が予想される要因について可能な限り調査をしたが、因果関係を持つ因子を明らかにすることは出来なかった。このことは、

もい 評価に中々
主観的にして

26.3
2.10+1.1

タイラギの絶死は今回の調査方法では把握することが出来なかったような場所の環境要因によって左右されていることを示唆しているものと思われる。

水たまり

表 25 諫早湾における干拓工事の実施状況と底質及びタイラギ資源

年 度	諫早湾干拓工事の実施状況	底 質	タイラギ資源の状況
H元	試験堤防工事、A区間工事に着手 (砂の使用数量約 11万 m^3)		S63からH2の漁獲量は近年にな い高水準で推移。有明海区で高 い割合を占める。 H元からH2にかけて漁獲量は 微増。
H2	A・B区間工事に着手 (石材・砂の使用数量約 10万 m^3)		
H3	砂採取工事に着手 平成3年度前半で試験堤防工事完了 (石材・砂の使用数量約 19万 m^3)	H3からH6にかけて泥分の 多い箇所でシルト分が増 加、粘土分が減少。	H3からH4にかけて漁獲量大きく 減少。 現存量調査の結果、H3年から H5年にかけて採捕数減少。 H5タイラギ漁休漁。
H4	平成4年度後半に潮受堤防及び南・北排水門の本 格的な工事に着手 (石材・砂の使用数量約 43万 m^3)		
H5	(石材・砂の使用数量約 146万 m^3)		
H6	(石材・砂の使用数量約 209万 m^3)		
H7	(石材・砂の使用数量約 121万 m^3)	H6からH8にかけて泥分の 多い箇所でシルト分が減 少、粘土分が増加。	H6. 11現存量調査では幼貝の多数発 生を確認。H6タイラギ漁休漁。
H8	(石材・砂の使用数量約 91万 m^3)		H7. 11現存量調査では小型成貝 (殻 長140~170mm) が主体。 H7タイラギ漁休漁。
H9. 4. 14	潮受堤防仮締切		H8. 2からの追跡調査では16月以降に 激減。H8. 11現存量調査では殻長10 0mm程度の幼貝が殆ど。 H8タイラギ漁休漁。

J. おわりに

今回の調査は、諫早湾におけるタイラギ資源減少に関係する環境要因を明らかにし、その環境要因を介して、干拓工事がタイラギ資源減少に影響を及ぼしたかどうかを検討するために実施した。しかし、前述したような幾つかの環境要因について疑問が持たれるものの、今回得られた変化の範囲では斃死との因果関係と共にタイラギ資源減少に対する干拓工事の影響も明らかにならなかった。

諫早湾においては、現在もなおタイラギの休漁状態が続き、近年は佐賀、福岡両県漁場においても同様な減少が見られており、これらの原因究明は以前にも増して重要な課題になりつつある。今回の調査から、タイラギを斃死させるような不良な環境要因の発生と持続、移動の様子をどのようにして把握するかという調査を進める上で最も基礎になる部分に検討すべき課題が多いことが痛感された。

有明海全域に広がり、更に重要性を増しているタイラギ資源の減少問題を解明するには、適切な調査手法の開発と共に調査体制の確立を早急に取り組まなければならない。諫早湾における抜本的な対策は、このような検討結果に基づいて可能となると考えられる。

しかしながら、平成5年から休漁状態を余儀なくされている湾内のタイラギ潜水器漁業者の漁業経営不振の深刻化と生活不安に思いをいたすときに、現時点で考えられる湾内漁業の振興対策を早期に実施することが肝要である。この点については、先般発足した諫早湾地域資源等利活用検討協議会の場を通じ、諫早湾の漁業者及び国、県、関係市町が一体となり、湾内のタイラギ等重要貝類の増養殖、海域環境の改善対策などを中心に据えた総合的な水産振興対策に積極的に取り組むことが必要である。

引用文献

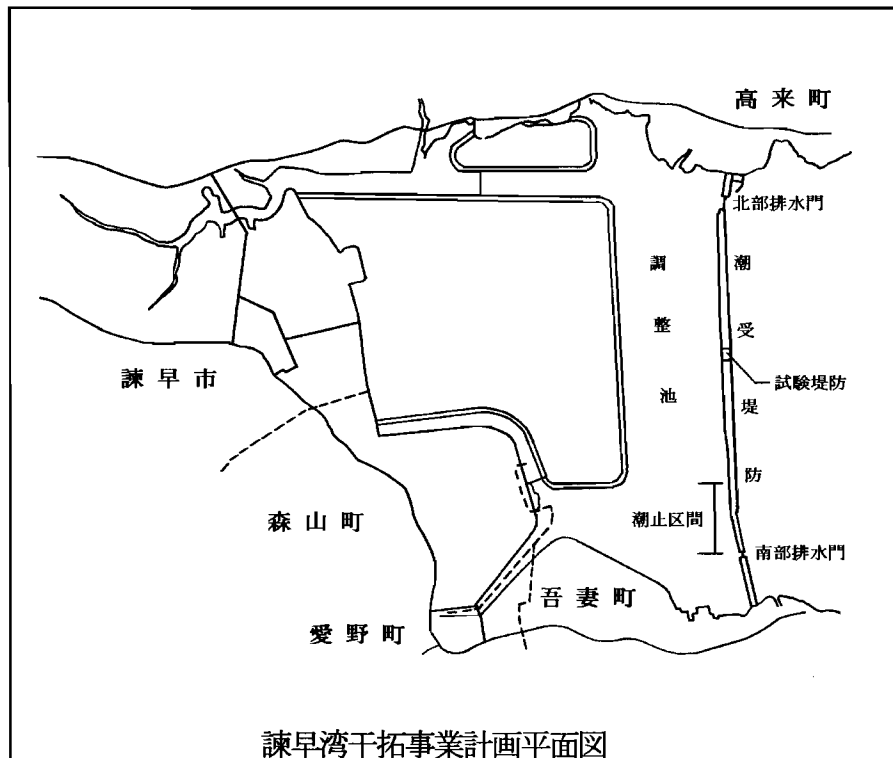
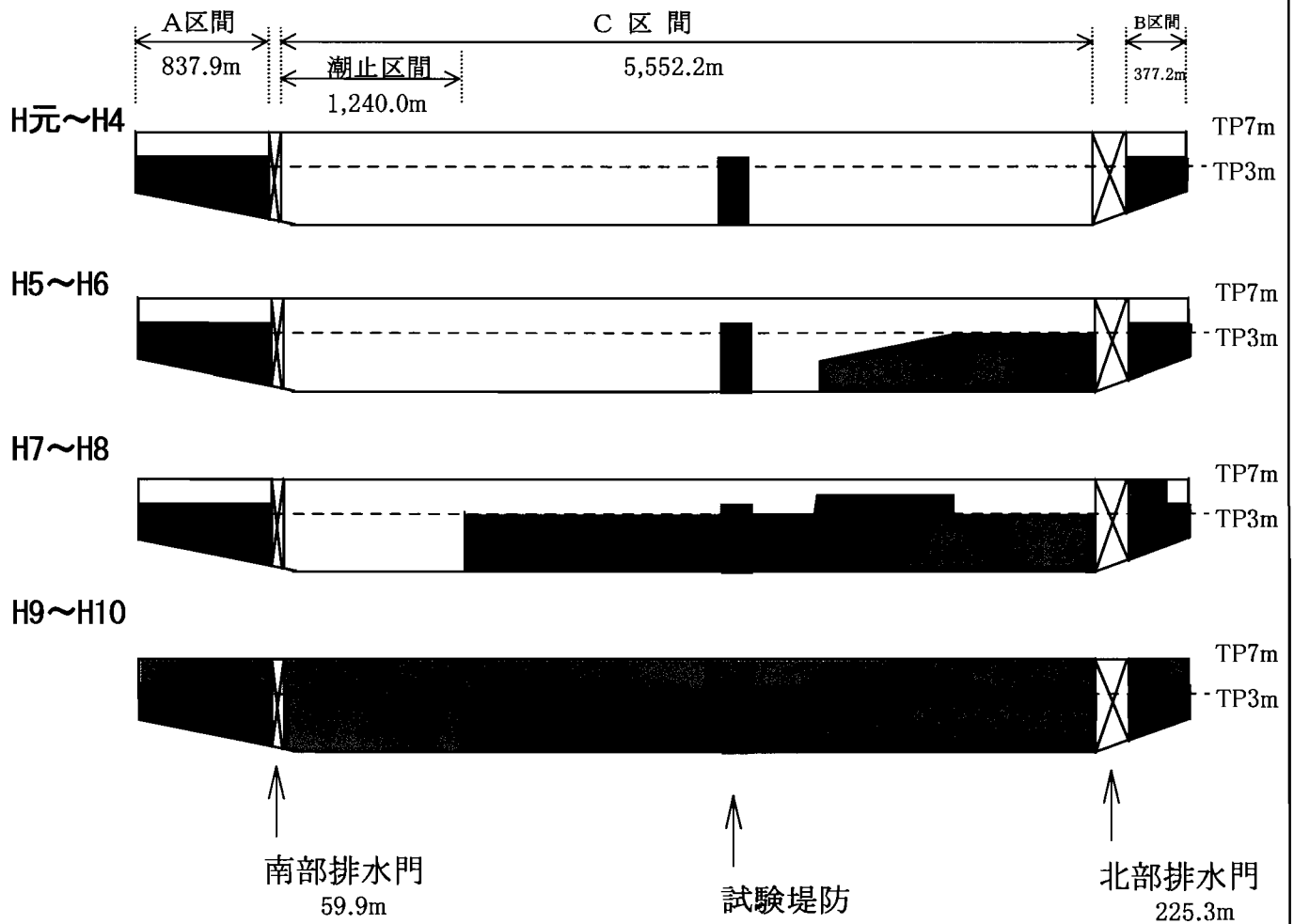
- 1) 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編. 1985. 日本全国沿岸海洋誌. 815-878.
- 2) (社) 日本水産資源保護協会. 1995. 水産用水基準 (1995 年版). 1-5.
- 3) 古賀秀昭. 1991. 有明海北西海域の底質及び底生生物. 佐有水試研報 1. 57-80.
- 4) 北森良之介. 1975. 環境指標としての底生動物(2). 環境と生物指標 2-水界編. 265-273. 共立出版.
- 5) 堀越増興・菊池泰二. 1976. 浅海の群集. 海藻・ベントス. 218-240. 東海大学出版会.
- 6) 田中彌太郎. 1979. 二枚貝類幼生の同定(4). 海洋と生物 1(5). 56-59.
- 7) 島崎大昭・杉原雄二・山下康夫. 1983. タイラギ漁場の形成条件・特に付着基質に関する研究. 昭和 57 年度指定調査研究総合助成事業報告書. 佐賀県有明水試. 1-24.
- 8) 山下康夫・島崎大昭・杉原雄二. 1982. 昭和 56 年度 タイラギ漁場の形成条件・特に付着基質に関する研究. 昭和 56 年度指定調査研究総合助成事業報告書. 1-42.

参考文献

- 9) 島崎大昭・杉原雄二・山下康夫. 1984. タイラギ漁場の形成条件・特に付着基質に関する研究 (昭和 56~58 年度総括). 昭和 58 年度指定調査研究総合助成事業報告書. 佐賀県有明水試. 1-24.
- 10) 山下康夫・小野原隆幸. 1980. 有明海産タイラギに関する研究一Ⅲ. 地理的分布、形態、性比、多毛類による被害について. 佐賀県有明水試研報 7. 95-109.
- 11) 吉本宗央. 1992. 自動観測システムの利用-I-水温の日周変化と潮候-. 佐有水試研報 14. 25-38.
- 12) 渡辺深・藤本昌宣. 1983. 海象観測システムによる有明海の海象気象の解析. V. 浅海域の塩分特性について. 佐賀大農彙 55. 73-80.
- 13) 藤本昌宣. 1989. 有明海湾奥部底質の粒度分布について. 農業土木学会誌 57(2). 105-110.
- 14) Imabayashi, H・Tsukuda, S. 1984. A population Ecology of Small Bivalve *Theora lubrica* in Northern Bingo-Nada. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.. 50(11). 1855-1862.
- 15) 玉井恭一. 1993. シズクガイの貧酸素耐性. 日本水産学会誌. 59(4). 615-620.
- 16) 玉井恭一. 1994. シズクガイの硫化水素耐性. 日本ベントス学会誌. 46. 41-48.
- 17) 明染晴子. 1998. タイラギの種苗生産の技術開発について. うみうし通信. 18. 財団法人 水産無脊椎動物研究所. 8-9.
- 18) 三井所正英. 1963. タイラギの浮遊仔貝および初期稚貝について. 佐賀県養殖試験場報告 1. 31-37.
- 19) 吉田裕・井上泰. 1954. タイラギの生物学的研究 (概報). 山口県内海水試調研業績 6(1). 31-36.

- 20) 穂山展志. 1964. タイラギの漁業と増殖に関する研究. 山口県内海水試調研業績第15(1). 1-19.
- 21) 山下康夫. 1980. 有明海産タイラギに関する研究-1, 漁獲量変動の周期性について. 佐賀県有明水試報7. 85-88.
- 22) 水本三郎・阪口清次. 1964. アコヤガイ貝殻の病害に関する研究-I. 国立真珠研報9. 1143-1155 (荒川好満(1974). 付着生物による水産業の被害. 海洋科学54より).
- 23) 入江章・秋本恒基・福永剛. 1993. 1991年度冬季に見られた有明海大牟田地先におけるタイラギへの死の原因. 福岡水技研報1. 165-169.
- 24) 水産庁九州漁業調整事務所. 九州海域の赤潮(昭和63年から平成8年報告書のうち赤潮発生状況).
- 25) 山本護太郎. 1956. 種々の成長段階の帆立貝の環境に対する抵抗性について 特に鰓纖毛運動に対する懸濁浮泥、酸素欠乏などの影響. 日本生態学会誌. 5(4). 172-175.
- 26) 大隅斉・野田進治・北島博卿. 有明海域-珪藻類の出現状況と水質環境-. 平成3年度 九州海域赤潮調査報告書.

潮受堤防築堤工事進捗概略図



施工範囲凡例	
H元~H4	
H5~H6	
H7~H8	
H9~H10	