

ISSN 0914-6989

平成28年度

# 高知県水産試験場事業報告書

第114巻

2018年3月



平成28年度  
高知県水産試験場事業報告  
総目次

課名	番号	題名	頁
総務課	1	総括事項	1
漁業資源課	2	地域レベルでの漁況海況情報の提供事業	
	I	概要	9
	II	漁場探索情報の収集	11
	III	アカムツの資源生態調査	27
	3	資源評価調査委託事業	35
	4	日本周辺高度回遊性魚類資源調査委託事業	41
	5	浮魚礁モニタリング調査	
	I	平成28年浮魚礁効果調査	45
	II	浮魚礁設置状況調査	50
	6	急潮に強い定置網漁業への転換に向けた現場潮流の解析	67
増養殖環境課	7	赤潮・貧酸素水塊対策推進事業	71
	8	赤潮等発生監視調査事業	78
	9	養殖衛生管理体制整備事業	94
	10	アサリ資源回復試験	100
	11	ハダムシ被害軽減・省力化試験	115
	12	べこ病に関する疫学調査と中間宿主の探索	120
	13	クロマグロ種苗生産技術高度化試験	126
	14	藻場造成支援	149
	15	栽培漁業推進支援	156



# 総務関係

## 1 総括事項



## 総 括 事 項

### 1 名称・所在地

高知県水産試験場

(本場)

高知県須崎市浦ノ内灰方1153-23

電 話：088-856-1175 e-mail：040409@ken.pref.kochi.lg.jp

F A X：088-856-1177 HP：http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040409/

交通機関：JR高知駅(高知市)から高知県交通バス宇佐行き乗車、宇佐終点から徒歩10分

(古満目分場)

高知県幡多郡大月町古満目330

電 話：0880-72-1072 F A X：0880-72-1073

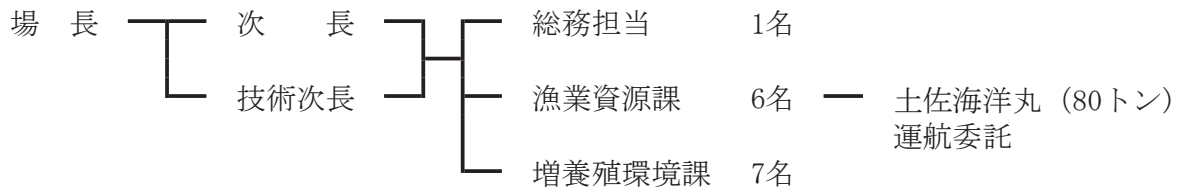
交通機関：高知西南交通 古満目バス停で下車

### 2 沿 革

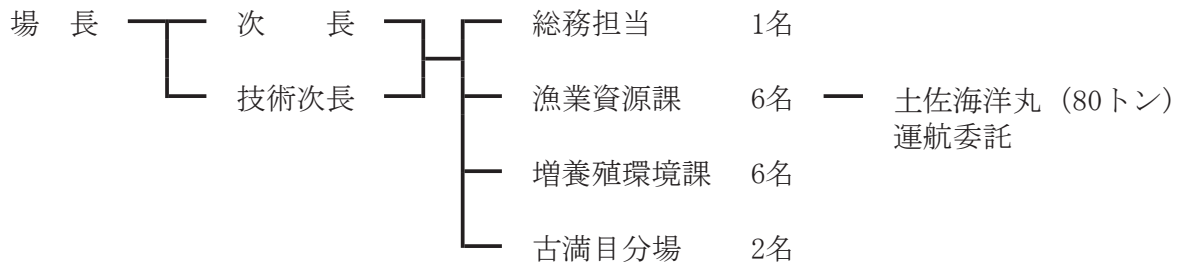
明治34年	県庁内に設立
35年	須崎町に新庁舎建設し移転
大正9年	講習部新設
昭和元年	無線電信陸上局新設
19年	講習部廃止
21年	南海地震により庁舎一部破損、備品類大部分を流失
29年	15号台風により庁舎全壊
30年	庁舎新築
43年	幡多郡大月町古満目に実験室設置
46年4月	須崎市浦ノ内灰方に庁舎新築移転
46年4月	大月町古満目に試験地設置
48年4月	大月町古満目に実験所設置
53年3月	土佐市宇佐町竜に無線局移転
57年4月	無線局業務を須崎無線漁業協同組合へ移管
58年1月	海洋開発調査船「土佐丸」竣工
58年4月	親漁業センターの設置に伴い古満目実験所を廃止、大月町に貸与
61年3月	海洋漁業調査船「土佐海洋丸」竣工
61年7月	皇太子殿下下行啓
平成3年2月	海洋漁業センター新築
9年4月	機構改革により、5課(科)体制が4課(科)体制となる
10年4月	機構改革により、産業技術委員会事務局へ移管
15年12月	海洋開発調査船「土佐丸」廃船
17年4月	機構改革により、4課(科)体制が3課(部)体制となる
17年9月	横浪林海研究交流センターの設置
19年4月	機構改革により産業技術部に組織替え及び3課(部)体制が3課体制となる
20年7月	海洋漁業調査船「土佐海洋丸」廃船
20年9月	新海洋漁業調査船「土佐海洋丸」竣工
21年4月	機構改革により、水産振興部に移管
23年4月	機構改革により、3課体制が2課体制となる
28年10月	大月町古満目に古満目分場設置

### 3 平成28年度機構及び人員

平成28年4月～9月



平成28年10月～平成29年3月



### 4 平成28年度職員一覧表

場長 鍋島 浩  
 次長 宮脇 五男  
 技術次長 岡部 正也

職名	職種	氏名	備考
主任（総括）	行政職	池田 由美	
漁業資源課長	研究職	児玉 修	
チーフ	研究職	大河 俊之	
主任研究員	研究職	杉本 昌彦	
主任研究員	研究職	稲葉 太郎	
主任研究員	研究職	山下 慶太郎	
主任研究員	研究職	猪原 亮	
増養殖環境課長	研究職	渡辺 貢	10月から古満目分場
		岡部 正也	10月から兼務
チーフ	研究職	黒原 健朗	
主任研究員	研究職	堀田 敏弘	
主任研究員	研究職	林 芳弘	
主任研究員	研究職	山下 樹徹	
主任研究員	研究職	池部 慶太	
主任研究員	研究職	鈴木 怜	10月から古満目分場
主任研究員	研究職	齊田 尚希	10月から本場
古満目分場長	研究職	渡辺 貢	
主任研究員	研究職	鈴木 怜	



5 平成28年度当初予算

(単位：千円)

事業名	予算額	うち 国庫支出金	うち 受託事業収入
水産試験場管理運営費	106,586	0	4,559
管理運営・共通経費・施設整備費	22,599		4,559
調査船運航事業費	83,987		
水産業試験研究費	64,761	0	13,124
地域レベルでの漁況海況情報の提供	6,448		1,590
資源評価調査委託事業	9,768		9,768
日本周辺高度回遊性魚類資源調査委託事業	1,721		1,721
浮魚礁モニタリング調査事業	1,073		
急潮に強い定置網漁業への転換に向けた現場潮流の解析	1,230		
アサリ資源回復試験	2,663		
クロマグロ種苗生産技術高度化試験	26,434		
ハダムシ被害軽減・省力化試験	2,828		
べこ病に関する疫学調査と中間宿主の探索	994		
技術支援事業費	1,011		
藻場造成支援	(579)		
栽培漁業推進支援	(432)		
非常勤職員経費	10,591		45
水産振興部からの令達事業	1,754	413	648
赤潮等発生監視調査事業	280		
赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業	648		648
養殖衛生管理体制整備事業	826	413	
合計	173,101	413	18,331

<参考>

水産試験場当初予算額の推移

年度	金額（千円）	対前年比（％）
9	259,376	100.4
10	240,965	92.9
11	206,537	85.7
12	216,315	104.7
13	215,814	99.8
14	206,028	95.5
15	185,881	90.2
16	141,467	76.1
17	141,753	100.2
18	128,976	91.0

年度	金額（千円）	対前年比（％）
19	131,877	102.2
20	114,156	86.6
21	119,434	104.6
22	119,763	100.3
23	177,210	148.0
24	165,789	93.6
25	190,066	114.6
26	155,751	81.9
27	159,503	102.4
28	173,101	108.5

## 6 平成28年度の業務実績

### (1) 学習会・研修会等

開催月日	講師	講演内容	会議・研修会等名称	開催場所	対象者	参加人数
4/16	黒原健朗	高知県水産試験場の研究内容について（増養殖環境課業務を中心として）	シーズ・研究内容紹介ダイジェスト	高知県産学官民連携センター	大学、県内企業ほか	50
4/16	猪原 亮	H27年度のブリとメジカの漁況と今後について	以布利・窪津大敷組合合同役員会	土佐清水市「ひろ」	定置網漁業者、定置網組合役員	20
4/21	黒原健朗	野見湾におけるハダムシの動向について	ネイリ部会	大谷漁業協同組合	養殖業者、水産経営指導者	5
6/2	堀田敏弘	県内で発生したカレニア赤潮について	養殖ビジネススクール	大谷漁業協同組合	養殖業者、医薬品販売業者	8
6/3	堀田敏弘	県内で発生したカレニア赤潮について	養殖ビジネススクール	宿毛漁業指導所	養殖業者、医薬品販売業者	9
6/9	大河俊之	キンメダイの資源状況について	キンメダイの資源に関する勉強会	安芸漁業協同組合	漁業者、漁協関係者	25
6/21	山下樹徹	浦戸湾における被せ網によるアサリ資源回復の可能性について	高知地区漁業改良協議会	高知市役所鷹匠庁舎	漁業者、漁協、高知市役所	20
6/29	大河俊之	キンメダイの資源状況について	キンメダイの資源に関する勉強会	高知県漁業協同組合室戸岬支所	漁業者、漁協関係者	17
6/30	池部慶太	高知県の海面養殖魚における魚病診断状況	養殖ビジネススクール	大谷漁業協同組合	養殖業者、医薬品販売業者	9
7/1	池部慶太	高知県の海面養殖魚における魚病診断状況	養殖ビジネススクール	宿毛漁業指導所	養殖業者、医薬品販売業者	7
7/5	大河俊之	キンメダイの資源状況について	キンメダイの資源に関する勉強会	土佐清水漁業指導所	漁業者、漁協関係者	6
7/28	黒原健朗	EPを用いたカンパチの制限給餌飼育について	養殖ビジネススクール	大谷漁業協同組合	養殖業者、医薬品販売業者	7
7/29	黒原健朗	EPを用いたカンパチの制限給餌飼育について	養殖ビジネススクール	宿毛漁業指導所	養殖業者、医薬品販売業者	2
7/29	稲葉太郎	イワシ類の漁獲動向と海面水温の長期的な変化	芸東地区沿岸漁業協議会	高知県漁協室戸支所	沿岸漁業者、漁協理事	20
8/8	稲葉太郎	高知県の漁業について	職員の子ども対象の職場見学会	県庁第二応接室	県職員の子供（主に小学校低学年）	35
10/7	児玉修	カツオの生態等の学習	都市と漁村の交流学習in伊野南	伊野南小学校	小学校5年生、保護者ほか	67
10/14	稲葉太郎 大河俊之	平成28年下半年の漁海況予報	すくも湾漁協まき網部会	宿毛漁業指導所	中型まき網漁業者及びすくも湾漁協職員	15
11/30	山下樹徹	天皇洲におけるアサリ資源回復策について	高知県産業振興アドバイザー講演会	高知県漁協宇佐統括支所	宇佐地区協議会、漁協関係者、土佐市役所ほか	15
1/24	大河俊之	高知県の漁業と魚 ～東部編①～	市場合同会議	クラウンパレス新阪急	市場買受人	57
2/6	稲葉太郎 大河俊之	平成29年上半年の漁海況予報	すくも湾漁協まき網部会	宿毛漁業指導所	中型まき網漁業者及びすくも湾漁協職員	15
2/10	猪原 亮 大河俊之	2016年度の急潮の経過と今季のブリ漁況 高知県における主要定置の水揚傾向について	高知県定置漁業組合研修会	水産会館	定置網漁業者、網メーカー、定置網漁業関連業者等	100
3/15	大河俊之 黒原健朗	高知県水産試験場の取組	シーズ研究・内容紹介	高知県産学官民連携センター	大学、県内企業ほか	35
3/17	山下樹徹	浦ノ内湾におけるアサリ資源回復の取組	高知県海区漁業調整委員会	高知共済会館	高知県海区漁業調整委員	14
3/21	児玉 修 山下樹徹	水産試験場アサリ調査経過報告	宇佐地区協議会	高知県漁協宇佐統括支所	宇佐地区協議会、土佐市役所	13
3/23	黒原健朗 堀田敏弘 池部慶太	寄生虫対策について 低水温期のカレニア・ミキモトイ増殖について レンサ球菌症の発生とワクチンの使用動向について	平成28年度養殖関連の調査研究報告会	大谷漁業協同組合	養殖業者、医薬品販売業者	2

(2) 学会・研究会等での発表（口頭発表・ポスターセッションとも）

発表日	所属	発表者名	演題	学会・研究会等名称	開催場所
8/4～5	高知水試	猪原 亮	高知県における急潮研究	日本海及び日本周辺海域における環境急変現象（急潮）のモニタリング、モデリング及びメカニズム解明に関する研究集会	九州大学筑紫キャンパス応用力学研究所東アジア海洋大気環境研究センター
8/10	高知水試	猪原 亮	高知県における急潮研究	豊後水道研究会	宮崎県庁
8/10	高知水試	大河俊之	高知県沿岸における定置網の漁獲傾向について	豊後水道研究会	宮崎県庁
9/23～26	1. 高知大理 2. 水産機構中央水研 3. 高知水試	遠藤広光 <sup>1</sup> ・柳本卓 <sup>2</sup> ・大河俊之 <sup>3</sup>	土佐湾から得られたニギス科ニギス属の1未記載種	日本魚類学会	岐阜大学
10/27	高知水試	猪原 亮	室戸岬東岸において2015年に起きた急潮	資源海洋調査研究会	高知城ホール
12/7	高知県水産試験場	杉本 昌彦	2016年における沿岸カツオ漁の水揚げ状況と近海カツオ船の漁況	水産関係者との意見交換会（カツオの資源状態と漁況予報をめぐって）	高知会館
3/26～30	1. 水産機構中央水研 2. 宮崎水試 3. 大分水研 4. 愛媛水研セ 5. 高知水試 6. 和歌山水試 7. 三重水研 8. 水産機構西海水研	武邑沙友里 <sup>1</sup> ・西口政治 <sup>2</sup> ・中尾拓貴 <sup>3</sup> ・橋田大輔 <sup>4</sup> ・大河俊之 <sup>5</sup> ・原田慈雄 <sup>6</sup> ・岡田誠 <sup>7</sup> ・高橋素光 <sup>8</sup> ・古市生 <sup>1</sup> ・渡邊千夏子 <sup>1</sup>	太平洋沿岸で漁獲されたマアジ稚魚の孵化日組成と成長履歴	日本水産学会	東京海洋大学
3/26～30	1. 高知大農 2. 高知水試 3. 北里大海洋	山口晴生 <sup>1</sup> ・谷本祐子 <sup>1</sup> ・林 芳弘 <sup>2</sup> ・鈴木 裕 <sup>2</sup> ・山口峰生 <sup>3</sup> ・足立佐雄 <sup>1</sup>	近隣二海域における有害 <i>Chattonella</i> 属の消長比較～赤潮発達の最大要因の抽出～	日本水産学会	東京海洋大学

(3) 投稿論文・執筆等

所属	著者名	題目	投稿学会・書籍名等
1. 高知大農 2. 高知水試 3. 北里大海洋	山口晴生 <sup>1</sup> ・谷本祐子 <sup>1</sup> ・林 芳弘 <sup>2</sup> ・鈴木 裕 <sup>2</sup> ・山口峰生 <sup>3</sup> ・足立佐雄 <sup>1</sup>	Bloom dynamics of noxious <i>Chattonella</i> spp. (Raphidophyceae) in contrastingly enclosed coastal environments: a comparative study of two coastal regions	Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom (2017) 1-7
高知県水産試験場	山下慶太郎	高知県におけるモジャコ調査の概要	月刊海洋552・553 pp 499-503
1. 高知大理 2. 高知水試	Naohide Nakayama <sup>1</sup> , Toshiyuki Ohkawa <sup>2</sup> , and Hromitsu Endo <sup>1</sup>	Record of a rare sandperch, <i>Parapercis fuscolineata</i> , from southern Japan (Actinopterygii: Perciformes: Pinguipedidae)	Species Diversity (21)85-90
1. 国立科学博物館 2. 高知大理 3. 柏島ダイビングサービス 4. 高知水試 5. Republic of Palau	片山英里 <sup>1</sup> ・遠藤広光 <sup>2</sup> ・松野靖子 <sup>3</sup> ・大河俊之 <sup>4</sup> ・坂上治郎 <sup>5</sup>	高知県から得られたハゼ科魚類4種の記録	日本生物地理学会会報 (71)189-198

(4) 研究会、シンポジウム等の開催

開催月日	開催名称	開催場所	参加人数
10/27～28	中央ブロック資源海洋調査研究会	高知城ホール	62
1/23	水産技術研究報告会	高知県水産試験場	30

総括事項

(5) 県外での主要会議への出席状況

開催月日	会議名	開催場所	出席者
5/16～17	平成28年度赤潮・貧酸素水塊対策推進事業結果検討会議及び沿岸海域水質・赤潮分布情報説明会	広島市	堀田敏弘
6/16	平成28年度第1回かつおSU推進検討会	静岡市	杉本昌彦
7/7	第1回ブリ類養殖振興勉強会	横浜市	岡部正也、黒原健朗
7/7～8	瀬戸内海ブロック水産試験場長会	高松市	鍋島 浩
7/26～28	中央ブロック卵・稚仔、プランクトン調査研究担当者協議会 資源評価調査担当者会議	横浜市	大河俊之、稲葉太郎、山下慶太郎、猪原 亮
8/9～10	第14回種苗生産技術交流会	広島県尾道市	林 芳弘
8/25～26	平成28年度中央ブロック水産業関係研究開発推進会議	名古屋市	鍋島 浩
8/26	太平洋クロマグロの資源・養殖管理に関する全国会議	東京・三田	杉本昌彦
9/8	日本水産学会秋季大会漁業懇話会講演会	奈良県	渡辺 貢
9/17	日本水産工学会秋季シンポジウム「ドローンを用いた水産工学の可能性を探る」	東京都品川区	山下慶太郎
9/20～21	平成28年度ブリ資源評価事前検討会及びブリ資源検討会	富山市	猪原 亮
9/28～29	平成28年度瀬戸内海・四国ブロック魚病検討会	山口市	池部慶太
10/25～26	第56回ブリ予報技術連絡会議	鹿児島市	猪原 亮
11/9	平成28年度国際水産資源関係研究開発推進会議	静岡市	児玉 修
11/9	平成28年度瀬戸内海ブロック水産業関係研究開発推進会議生産環境部会藻類情報交換会	広島市	林 芳弘
11/10～11	第46回南海・瀬戸内海洋調査技術連絡会	広島県呉市	岡部正也
11/17～18	平成28年度全国水産試験場長会全国大会	甲府市	鍋島 浩
11/21	平成28年度第3回沿岸域における漁船漁業ビジネスモデル研究会	横浜市	大河俊之
11/28～29	東京大学大気海洋研究所共同利用シンポジウム「変動期に入った日本周辺海域の漁業資源」	千葉県柏市	山下慶太郎
11/29～30	平成28年度磯焼け対策全国協議会	東京都	林 芳弘
12/1～2	スルメイカ及びブリ資源評価会議	横浜市	猪原 亮
12/2	平成28年度中央ブロック資源評価会議（サバ類）	神奈川県横浜市	大河 俊之
12/6	平成28年度水産増養殖関係研究開発推進会議 養殖産業部会	伊勢市	岡部正也、黒原健朗、池部慶太
12/7	平成28年度水産増養殖関係研究開発推進会議 育種情報交換会	伊勢市	黒原健朗、鈴木 怜
12/7	平成28年度水産増養殖関係研究開発推進会議 ブリ類の難治癒性疾患連絡協議会	伊勢市	岡部正也、池部慶太
12/7～8	平成28年度魚病症例研究会	伊勢市	池部慶太、鈴木 怜
12/8	平成28年度魚病部会	伊勢市	池部慶太
12/8～9	平成28年度漁場環境保全関係研究開発推進会議 赤潮・貝毒部会	広島市	堀田敏弘
12/10～11	都道府県水産主務課長会議出席及び漁港マーケット等視察	東京都	鍋島 浩
12/13	小型浮魚類年齢査定研修会	横浜市	山下慶太郎
12/13～15	平成28年度第2回太平洋いわし類、マアジ、さば類長期漁海況予報会議及び第3回漁海況情報分析検討会	横浜市	猪原 亮
12/13～14	平成28年度瀬戸内海ブロック水産業関係研究開発推進会議及び第2回瀬戸内海ブロック水産試験場長会	広島市	鍋島 浩
12/15	平成28年度ブリ類養殖技術研究会	宇和島市	池部慶太
12/19～20	平成28年度中央ブロック水産業関係研究開発推進会議 合同部会	横浜市	岡部正也
12/19～20	平成28年度中央ブロック水産業関係研究開発推進会議 漁業資源部会及び海洋環境部会	横浜市	児玉 修
1/24	全国クロマグロ養殖連絡協議会	東京都中央区	山下慶太郎
1/24	水産研究・教育機構 成果発表会「国境なき魚たち」	東京都中央区	山下慶太郎
1/26～27	平成28年度第3回かつおSU推進検討会及びカツオ研究部会	静岡市	杉本昌彦
2/7	平成28年度第2回広域種資源造成型栽培漁業推進検討会（太平洋南海域）	名古屋市	林 芳弘
2/15～16	平成28年度南中九州・西四国水族防疫会議及び抗菌剤取扱説明会	宇和島市	池部慶太
2/21～22	アサリ・干潟関連調査研究事業合同報告会及びアサリ研究会	東京都	山下樹徹
2/22～24	平成28年度国際漁業資源調査年度末打合せ及びまぐろ調査研究成果報告会	静岡市	杉本昌彦
2/22～23	平成28年度養殖衛生管理技術者養成特別コース アクアレオウィルス研修	三重県	齋田尚希
2/23	第2回ブリ類養殖振興勉強会	大阪市	黒原健朗
2/27～28	平成28年度ハモ・タチウオ資源動向調査検討会	広島県廿日市市	大河俊之
3/7～8	平成28年度赤潮・貧酸素水塊対策推進事業結果検討会議	広島市	堀田敏弘
3/10	平成28年度全国養殖衛生推進会議	東京都	黒原健朗
3/11～12	平成29年度日本魚病学会春季大会	神奈川県	池部慶太
3/16	平成28年度第4回沿岸域における漁船漁業ビジネスモデル研究会	神奈川県横浜市	大河俊之、猪原 亮
3/24	マアジ太平洋系群情報交換会	神奈川県横浜市	大河俊之
3/27～28	日本水産学会 春季大会	東京都品川区	山下慶太郎

(6) 平成28年度 海洋漁業調査船「土佐海洋丸」運航実績

航海期間	調査項目	運航日数 (待機日除く)
4/4～13	土佐湾・宿毛湾定線調査、足摺室戸沖合定線調査、漁場一斉調査	9
5/9～14	土佐湾定線調査、漁場一斉調査	6
5/23～27	浮魚礁モニタリング調査、黒潮牧場13号点検	5
6/1～7	土佐湾定線調査	6
6/27	ウルメイワシ調査	1
7/1～6	土佐湾定線調査	6
7/19～20	浮魚礁モニタリング調査、黒潮牧場6・8・17号点検	2
8/2～9	土佐湾定線調査、足摺室戸沖合定線調査	8
9/1～23	修繕ドック（奈半利港）	2
9/24～29	土佐湾定線調査	6
10/6	海底地形調査	1
10/7～12	土佐湾定線調査	6
10/18～21	浮魚礁モニタリング調査、黒潮牧場13号点検	4
11.1～9	土佐湾・宿毛湾定線調査、足摺室戸沖合定線調査	9
11/14～18	浮魚礁モニタリング調査、海底地形調査	5
12.1～8	土佐湾・宿毛湾定線調査、海底地形調査	8
12/19～20	海底地形調査	2
1/4～13	土佐湾・宿毛湾定線調査、黒潮牧場13号点検	9
1/24～26	海底地形調査、ウルメイワシ調査	3
2/1～7	土佐湾・宿毛湾定線調査	7
2/8～3/10	修繕ドック（奈半利港）	2
3/11～19	土佐湾・宿毛湾定線調査、足摺室戸沖合定線調査、漁場一斉調査	9
計		116



# 漁業資源課

- 2 地域レベルでの漁況海況情報の提供事業
  - I 概要
  - II 漁場探索情報の収集
  - III アカムツの資源生態調査
- 3 資源評価調査委託事業
- 4 日本周辺高度回遊性魚類資源調査委託事業
- 5 浮魚礁モニタリング調査
  - I 平成28年浮魚礁効果調査
  - II 浮魚礁設置状況調査
- 6 急潮に強い定置網漁業への転換に向けた現場潮流の解析





# 地域レベルでの漁況海況情報の提供事業

## I 概要

漁業資源課 児玉 修  
山下 慶太郎

### 1 目的

高知県海域における漁況、海況を調査するとともに、関係機関から関連する情報を収集し、漁海況速報として漁業関係者等に広報する。併せて本県の主要な漁獲対象魚種であるイワシ類、マアジ、サバ類等の漁況及び海況の長期予報を行い、広報する。さらに、重要水産資源（メジカ・アカムツ）に関する漁場情報の収集や資源生態調査を行う。

以上のことから、本事業は水産資源の合理的利用と漁業の効率化を図り、より安定した漁業経営に貢献することを目的とする。

### 2 方法と結果

#### (1) 調査事業

##### 1) 海洋観測調査（沿岸定線調査）

沿岸定線調査を平成 28 年 4 月から平成 29 年 3 月まで毎月 1 回行った。

##### 2) 沿岸定地水温調査

土佐湾沿岸の 7 地点（柏島、足摺、土佐清水市、田野浦、浦ノ内、室戸、甲浦）において水温の観測を行った。さらに、土佐湾に設置された黒牧 9 号（佐賀沖）、10 号（室戸沖）、12 号（高知沖）、13 号（足摺沖）において自動観測された水温データを収集、整理した。

#### (2) 速報作成・通報業務

##### 1) 漁況聞き取り及び漁獲統計調査

高知県漁協の 9 支所（清水、下ノ加江、田野浦、佐賀、宇佐、手結、室戸、椎名、甲浦）、すくも湾漁協、窪津漁協、久礼漁協、錦浦漁協、春野町漁協及び安芸漁協に協力を依頼し、週ごとの漁獲量を収集した。さらに、各産地市場の月別統計資料を収集し、主要魚種別漁協別（支所別）及び主要漁業種類別の漁獲量を整理した。

##### 2) 漁海況速報の発行

人工衛星情報等から判断した黒潮の流路及び沿岸表面水温の分布状況並びに漁業協同組合から聞き取った週間の漁獲量及び近県（宮崎県、和歌山県、三重県）の漁況情報を収集、整理し、漁海況速報として年間計 52 回の情報提供を行った。

##### 3) 海洋観測表及び海況図の作成・通報

海洋観測調査により得られた結果を海洋観測表としてとりまとめるとともに、水温、塩分、透明度、流向・流速の水平分布図を作成した。

##### 4) 土佐黒潮牧場（以下、黒牧）海況情報テレホンサービスの提供

電話応答装置により黒牧 9 号、10 号、12 号、13 号での風向、風速、表面の水温、流向、流速の情報を提供した。

本年度の当サービスの利用回数は計 170,569 回であった。

**5) 高知県漁海況ホームページへの情報提供**

当场が収集・作成した海水温情報、漁海況情報（漁海況速報、漁況の概況、長期予報）及び黒潮牧場ブイで計測された海象情報は、高知県漁海況ホームページで公開した。本年度の当ホームページへの訪問者数は計 596,144 人であった。

（高知県漁海況ホームページ：<http://www.suisan.tosa.pref.kochi.lg.jp/>）

**(3) 予報作成業務**

**1) 漁海況長期予報の発行**

中央水産研究所、関係各県による中央ブロック資源評価会議及び漁海況情報分析検討会で検討した内容を基に、上半期（1～6月）と下半期（7～12月）の漁海況の経過を整理し、次半期の予想を行った。作成した長期予報は関係機関に文書で提供するとともに、高知県漁海況システムに掲載し公表した。

**(4) 漁場探索情報の収集**

詳細は別項に示した。

**(5) 重要水産資源（アカムツ）の資源生態調査**

詳細は別項に示した。

## II 漁場探索情報の収集

漁業資源課 児玉 修

### 1 目的

高知県漁業協同組合(以下、高知県漁協)の下ノ加江支所と清水統括支所所属の漁業者によって、主に操業されているマルソウダ(以下、メジカ)曳縄釣漁業と、同漁協の室戸統括支所所属の漁業者によって、主に操業されているキンメダイ立縄釣漁業(通称「樽流し漁」)は、何れも当該地域において極めて重要な漁業となっている。

これらの漁業について、GPS データロガーを漁船に搭載して、位置情報や表面水温などのデータをリアルタイムで取得することで当該漁業の操業実態を把握するとともに、海象・気象条件による漁場形成要因を明らかにして、当該漁業の効率的な操業に資することを目的とした。

### 2 方法

メジカ曳縄釣漁業を行う高知県漁協下ノ加江支所所属の漁船(以下、メジカ探索船)4隻と、キンメダイ立縄釣漁業を行う同漁協室戸統括支所所属の漁船(以下、キンメ探索船)4隻に、データ転送機能付きGPS データロガーを搭載した。

GPS データロガーは、(株)環境シミュレーション研究所製のリアルタイム漁況情報収集システムで、漁獲情報を入力するためのテンキー及びデータ送信機で構成される。探索船からは、10秒ごとの位置情報と表面水温及びテンキーで入力される操業開始・終了位置、漁獲魚種及び漁獲量(目算)のデータが送信され、水産試験場でそれらの情報を受信してデータベースに蓄積した。

探索船データの収集期間は、2014年10月1日から2017年3月31日までの2年6か月間(以下、調査期間)とした。当該漁業の漁場形成要因等を解析するため、探索船のデータに加え、以下のデータを用いた。

- ・土佐黒潮牧場(以下、黒牧)9号、13号及び10号ブイが観測した海況・気象データ(流向・流速、風向・風速及び表層水温)  
([http://www.suisan.tosa.pref.kochi.lg.jp/bui\\_inf/show\\_search](http://www.suisan.tosa.pref.kochi.lg.jp/bui_inf/show_search))
- ・高知県漁協の水揚データ(下ノ加江支所、清水統括支所及び室戸統括支所)
- ・気象衛星NOAAによる高知県沿岸海表面温度画像  
([http://www.suisan.tosa.pref.kochi.lg.jp/kaisuion\\_inf/search\\_old](http://www.suisan.tosa.pref.kochi.lg.jp/kaisuion_inf/search_old))、
- ・海上保安庁が公開している黒潮流路図「海流図」  
(<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/2018/backno18.html>)
- ・同庁が公開している黒潮流軸距離情報「地点別流軸距離情報」  
(<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/kurosio-num.html>)

### 3 結果

#### (1) メジカ曳縄釣漁業

##### 1) 漁場位置と漁獲量

メジカ探索船による漁獲位置(操業終了時の位置)と漁獲量(1隻1操業当たり)を、便宜的にA区画、B区画及びC区画の3区画(以下、漁場区画)に分けて図1に示した。

調査期間中のメジカ探索船4隻によるメジカ総漁獲量は575トンで、同期間のメジカの漁協水揚量(下ノ加江支所と清水統括支所の合計)8,543トンの6.7%であった。

漁場区画別では、A区画から順に、408トン、106トン及び61トンであった。足摺岬南方の大陸棚上に位置するA区画の漁獲量が全体の71%を占めており、この区画が主漁場と考えられた。

平均CPUEは、868kg/隻・日であり、漁場区画で比較すると、A区画から順に、832kg/隻・日、817kg/隻・日及び794kg/隻・日で、漁場区画による差はほとんどなかった。

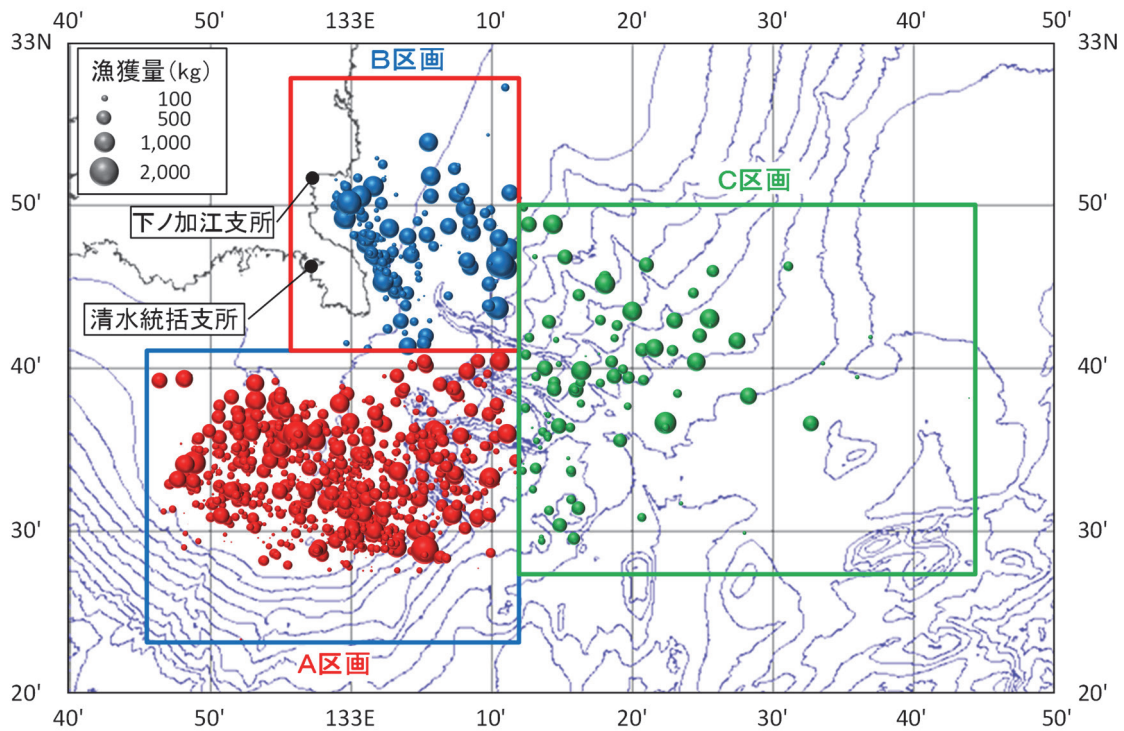


図1 メジカ探索船の漁獲位置と漁獲量

メジカ探索船の漁獲量と漁協水揚量(下ノ加江支所+清水統括支所)の推移を図2に示した。

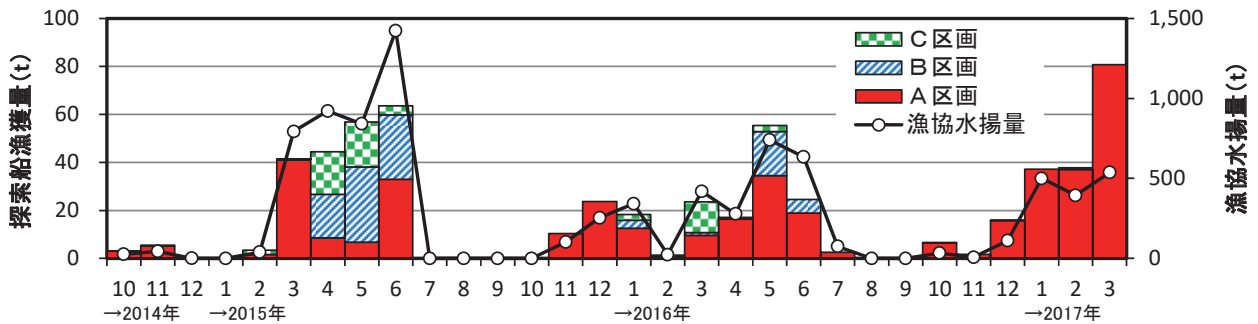


図2 メジカ探索船の漁獲量と漁協水揚量の推移

本県におけるメジカ曳縄漁の主漁期は、夏期を除く11月から翌年6月で、春漁期と秋漁期に分けられる。

図2から、メジカ探索船の漁獲量が多かった期間は、2015年3～6月、2015年11月～2016年1月、2016年3～6月及び2016年12月～2017年3月(3月で調査終了)で、2014年と2016年の秋漁期は2015年と比較して漁獲量が少なかった。また、漁協水揚量の推移も同様の傾向であった。

漁場区画で比較すると、B区画は4～6月、C区画は3～5月の漁獲がほとんどで、両区画とも春漁期だけで秋漁期の漁獲がほとんどなく、A区画より漁期が限定的であった。

## 2) 海水温との関係

### ① メジカ探索船が観測した表層水温との関係

メジカ探索船が漁獲時に観測した表層水温毎の漁獲量の分布を図3に、漁獲時に観測した表層水温の出現頻度分布を図4に示した。

図3と4から、19.0～25.0℃の水温帯で漁獲量が多く出現頻度も高かった。また、メジカ探

索船漁獲時の平均水温は 21.7℃であった。

これらの結果から、メジカ曳縄釣漁業の操業に適した水温帯は 19.0～25.0℃と考えられた。また、漁場区画で比較すると、漁獲量が多く操業頻度も高かった水温帯は、A 区画から順に、19～25℃、19～23℃及び 20～23℃であった。A 区画より B 区画と C 区画の水温範囲が狭かったのは、前述したように漁期が限定的であったためと考えられた。

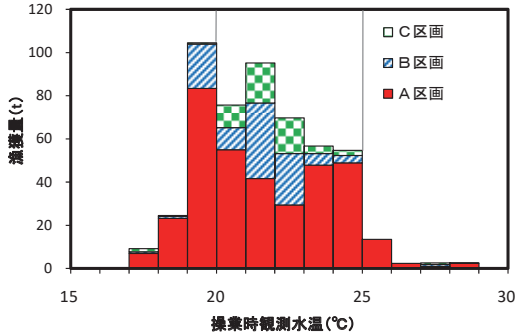


図3 メジカ探索船が漁獲時に観測した表層水温と漁獲量の関係

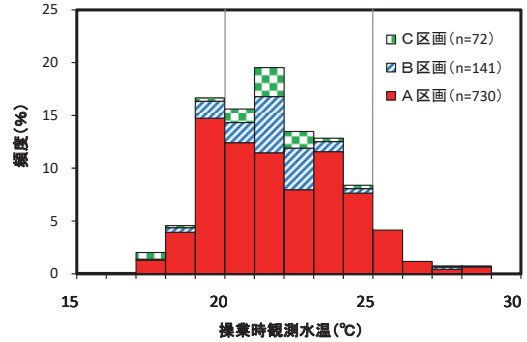


図4 メジカ探索船が漁獲時に観測した表層水温の出現頻度分布

② 漁場周辺の黒牧ブイが観測した表層水温との関係

メジカ探索船が漁獲した同時刻（操業終了時の時刻、以下同じ）に黒牧9号で観測（10m層、1時間平均、以下同じ）された表層水温毎の漁獲量の分布を図5に、メジカ探索船が漁獲した同時刻に黒牧9号で観測された表層水温の出現頻度分布と、黒牧9号の全調査期間における表層水温の出現頻度分布を比較して図6に示した。

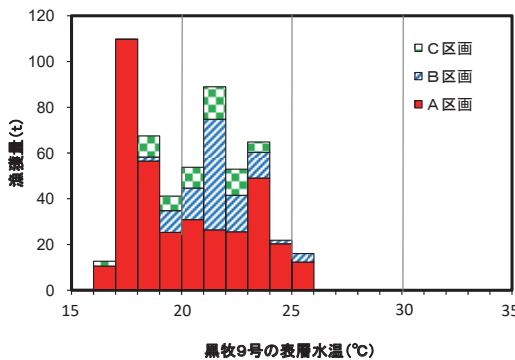


図5 黒牧9号の表層水温とメジカ探索船の漁獲量の関係

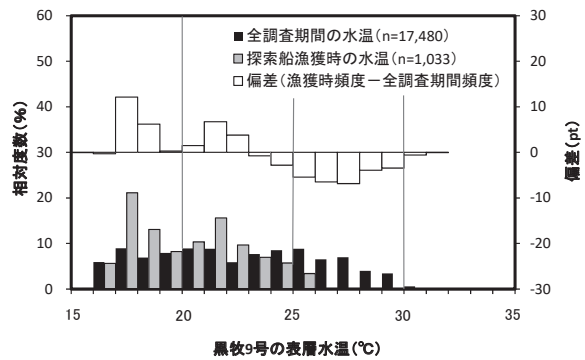


図6 メジカ探索船漁獲時と全調査期間の黒牧9号の表層水温の出現頻度分布

図5の表層水温毎の漁獲量の分布では、16.0～26.0℃における漁獲量がほとんどを占め、17℃台と21℃台にピークを持つ二峰型の分布となった。また、漁場区画で比較すると、B区画とC区画は18.0～24.0℃における漁獲量がほとんどを占め、A区画より水温範囲が狭かった。

図6の表層水温の出現頻度分布比較では、探索船漁獲時が17℃台と21℃台をピークとして全調査期間より出現頻度が高く、24.0℃以上で低かった。また、平均水温の比較では、メジカ探索船漁獲時が20.2℃で、全調査期間の22.5℃より2.3℃低かった。

メジカ探索船が漁獲した同時刻に黒牧13号で観測された表層水温毎の漁獲量の分布を図7に、メジカ探索船が漁獲した同時刻に黒牧13号で観測された表層水温の出現頻度分布と、黒牧13号の全調査期間における表層水温の出現頻度分布を比較して図8に示した。

図7の表層水温毎の漁獲量の分布では、19.0～26.0℃における漁獲量がほとんどを占め、20℃台と24℃台にピークを持つ二峰型の分布となった。また、漁場区画で比較すると、B区画は20℃台と23.0～26.0℃、C区画は21.0～25.0℃における漁獲量がほとんどを占め、A区画より水温範囲が狭かった。

図 8 の表層水温の出現頻度分布比較では、メジカ探索船漁獲時が 20℃台と 24℃台をピークとして全調査期間より出現頻度が高く、25℃以上で低かった。また、平均水温の比較では、メジカ探索船漁獲時が 22.5℃で全調査期間の 24.1℃より 1.6℃低かった。

これらの結果から、出現頻度分布において、全調査期間の出現頻度が単峰性の分布であったのに対して、探索船漁獲時は、黒牧 9 号、13 号共に二峰性の分布を示した。この結果は、比較的漁獲量が多かった 2～3 月の表層水温が黒牧 9 号で 17℃台、13 号で 20℃台が多く、同様に、5～6 月の表層水温が黒牧 9 号で 21℃台、13 号で 24℃台が多かったためと考えられた。黒牧 9 号で 24℃以上、13 号で 25℃以上で全調査期間と比較して出現頻度が低かったのは、夏期が休漁期で操業頻度が低かったためと考えられた。A 区画より B 区画と C 区画の水温範囲が狭かったのは、漁期が限定的であったためと考えられた。

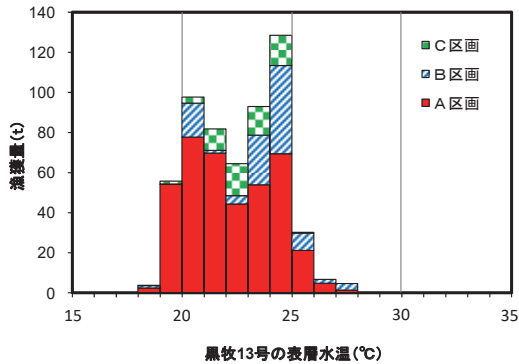


図 7 黒牧 13 号の表層水温とメジカ探索船の漁獲量の関係

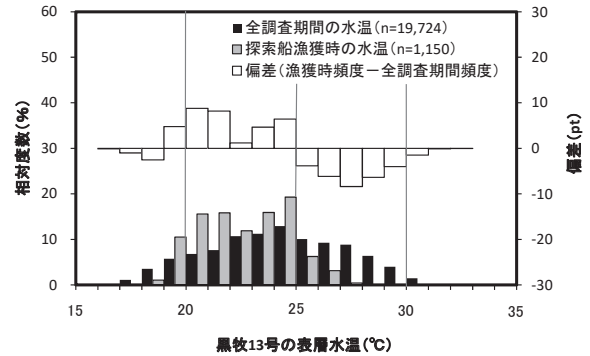


図 8 メジカ探索船漁獲時と全調査期間の黒牧 13 号の表層水温の出現頻度分布

### ③ 海表面温度分布との関係

メジカ探索船の漁獲量が比較的多かった日を選択して、漁獲位置と漁獲量、気象衛星 NOAA による海表面温度画像（漁場周辺の画像が確認できるもののみ選択）を加工した画像及び黒潮流路図（海上保安庁の公開している「海洋速報（海流図）」を加工したものを）を漁場区画別に図 9 に示した。

海表面温度画像から、全ての漁場区画で、黒潮北側縁辺部の温度勾配が比較的大きい海域にメジカの漁場が形成される傾向が認められた。

以下、漁場区画別に海表面温度と黒潮流路の特徴を検討した。

A 区画(図 9 上段)は、前述した黒潮北側縁辺部の温度勾配が比較的大きい海域に漁場が形成される傾向以外に、特徴的な傾向は認められなかった。

B 区画(図 9 中段)は、足摺岬南方に黒潮の小蛇行が発生して、足摺岬に比較的近い位置に黒潮北側縁辺部が北上し、A 区画と C 区画が 23～25℃の水温になった場合に、より低水温の B 区画で漁場が形成される傾向がみられた。

C 区画(図 9 下段)は、B 区画と同じく足摺岬に比較的近い位置に黒潮北側縁辺部が北上した海況で漁獲量が多かったが、黒潮の小蛇行との関係性は認められなかった。

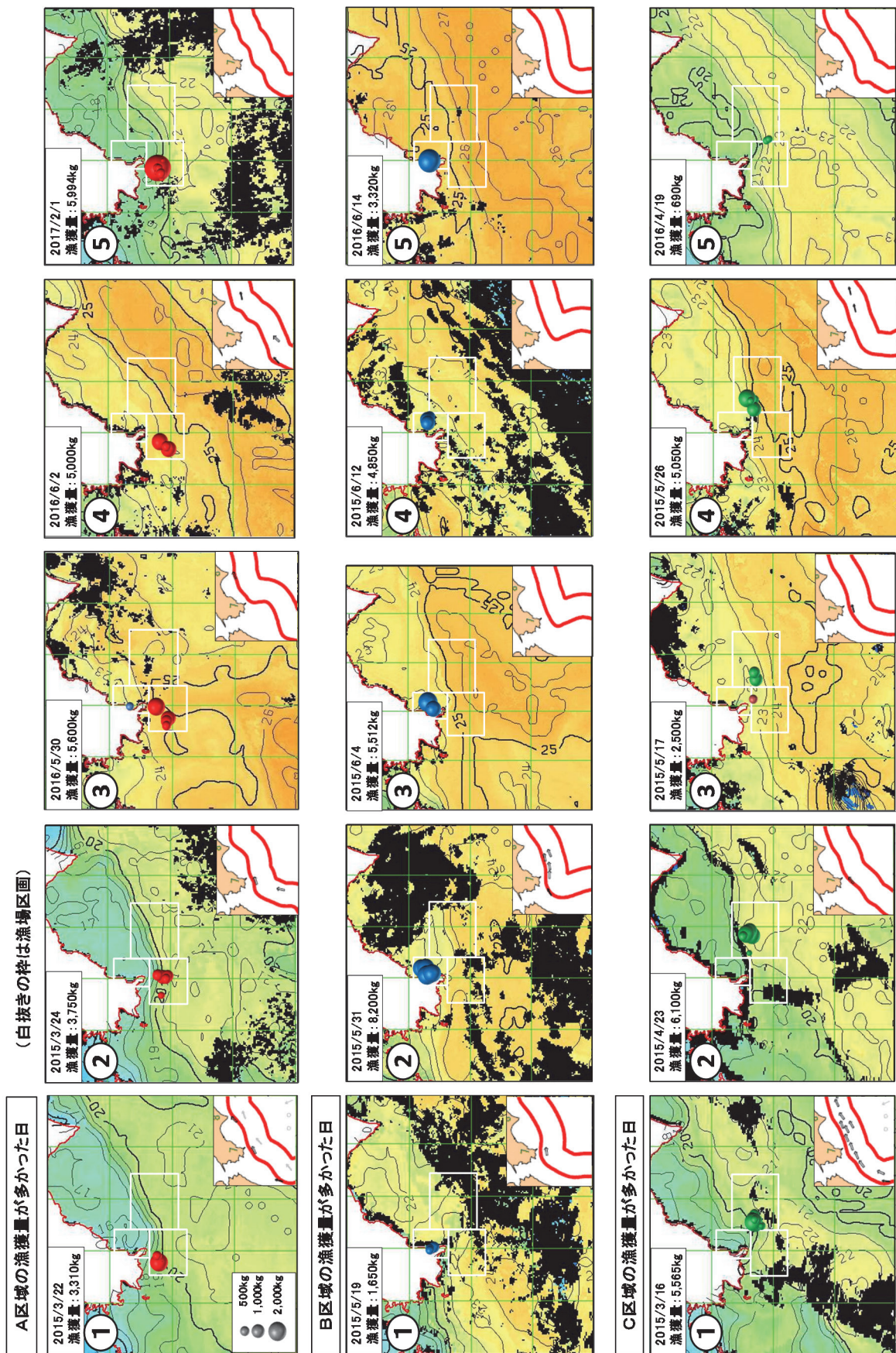


図9 メジカ探索船による漁獲量が多い日の漁獲量と漁獲位置、海表面温度分布及び黒潮流路

3) 潮流との関係

① 漁場周辺の黒牧ブイが観測した流向・流速との関係

メジカ探索船が漁獲した同時刻に黒牧9号と13号で観測された流向の出現頻度分布と、各黒牧ブイの全調査期間の流向の出現頻度分布を漁場区画別に比較して図10に示した。

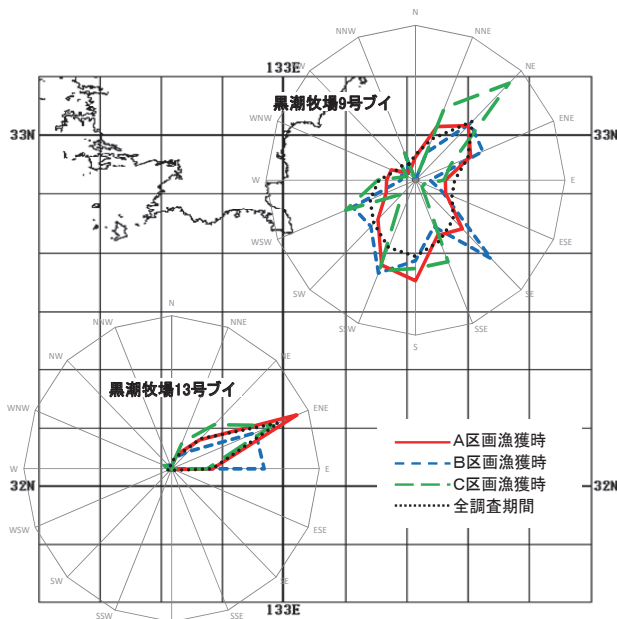


図10から、黒牧9号の全調査期間の流向分布は、大きく分けて、主に北東方向を中心とした潮流(以下、上り潮)と、南南西方向を中心とした潮流(以下、下り潮)に分かれる傾向がみられ、流向の変動は上り潮より下り潮の方が大きかった。また、漁場区画の比較では、A区画とB区画は全調査期間と比較して下り潮の出現頻度がやや高かった。

黒牧13号の流向分布は、東北東方向の出現頻度が卓越しており、流向の変動は小さかった。漁場区画の比較では、全調査期間と比較して流向のばらつきが大きかったものの、総じて全調査期間と同じく東北東方向の出現頻度が高かった。

図10 全調査期間及びメジカ探索船漁獲時に黒牧9号と13号で観測されたの流向頻度分布

探索船が漁獲した同時刻に黒牧9号で観測された流速毎の漁獲量の分布を図11に、メジカ探索船が漁獲した同時刻に黒牧9号で観測された流速の出現頻度分布と、黒牧9号の全調査期間における流速の出現頻度分布を比較して図12に示した。

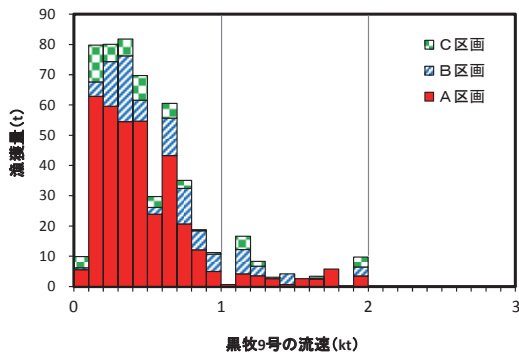


図11 黒牧9号の流速とメジカ探索船の漁獲量の関係

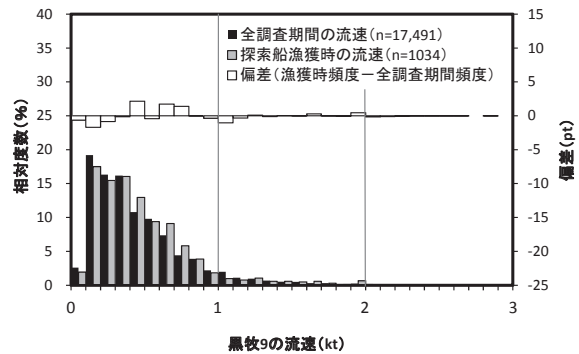


図12 メジカ探索船漁獲時と全調査期間の黒牧9号の流速の出現頻度分布

図11の流速毎の漁獲量の分布では、0.1~0.5ktで漁獲量が多く、流速が速くなるに従って漁獲が減少する傾向がみられた。また、漁場区画で比較すると、傾向差はほとんど認められなかった。

図12の流速の出現頻度分布比較では、メジカ探索船漁獲時と全調査期間の出現頻度の差は僅かであった。また、平均流速の比較でも、メジカ探索船漁獲時が0.42ktで、全調査期間の0.41とほとんど差がなかった。

メジカ探索船が漁獲した同時刻に黒牧13号で観測された流速毎の漁獲量の分布を図13に、メジカ探索船が漁獲した同時刻に黒牧13号で観測された流速の出現頻度分布と、黒牧13号の全調査期間における流速の出現頻度分布を比較して図14に示した。



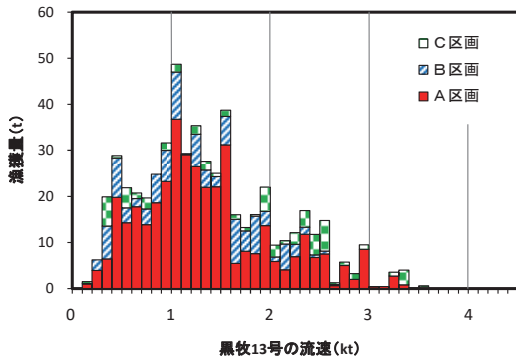


図 13 黒牧 13 号の流速とメジカ探索船の漁獲量の関係

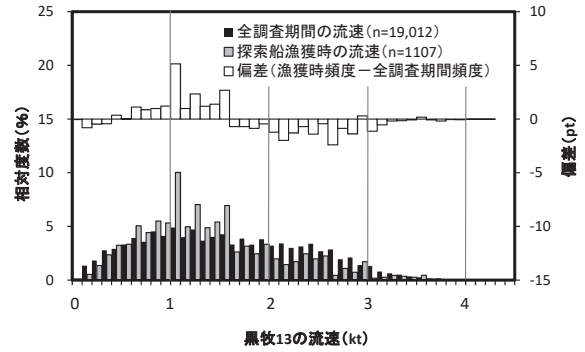


図 14 メジカ探索船漁獲時と全調査期間の黒牧 13 号の流速の出現頻度分布

図 13 の流速毎の漁獲量の分布では、1.6 kt 以上で漁獲量が減少する傾向がみられた。また、漁場区画で比較すると、傾向差はほとんど認められなかった。

図 14 の流速の出現頻度分布比較では、メジカ探索船漁獲時が 1.6 kt 以上で全調査期間より出現頻度が低かった。また、平均流速の比較では、メジカ探索船漁獲時が 1.33 kt で全調査期間の 1.53 kt より 0.27 kt 遅かった。

これらの結果から、黒牧 9 号では、流速の出現頻度分布の傾向が、メジカ探索船漁獲時と全調査期間でほぼ同じであったため、流速と漁獲量に関係性が認められなかった。一方、黒牧 13 号では、メジカ探索船漁獲時に 1.6kt 以上で漁獲量と操業頻度が低下する傾向がみられた。黒牧 13 号の場合は、主漁場である A 区画に近く流速も速いため、1.6kt 以上の流速でメジカ曳縄釣りに不利な操業条件となって漁獲量と操業頻度が低下したと推定された。一方、黒牧 9 号は、比較的漁獲量の少ない B 区画に近く、全調査期間の平均流速が 0.41kt で 13 号の 1.53kt よりかなり遅いため、操業に直接影響しなかったと考えられた。

② 足摺岬沖黒潮流軸離岸距離との関係

メジカ探索船が漁獲した日の足摺岬沖黒潮流軸離岸距離（海上保安庁が公開している地点別流軸距離情報。以下、足摺離岸距離）毎の漁獲量の分布を図 15 に、メジカ探索船が漁獲した日の足摺離岸距離と全調査期間における足摺離岸距離の出現頻度分布を比較して図 16 に示した。ただし、足摺離岸距離のデータがない日の漁獲データを除外したため、漁獲日 241 日のうち 184 日分のデータを用いた。

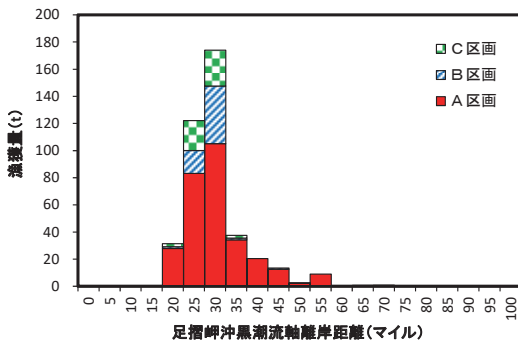


図 15 足摺岬沖黒潮流軸離岸距離とメジカ探索船の漁獲量の関係

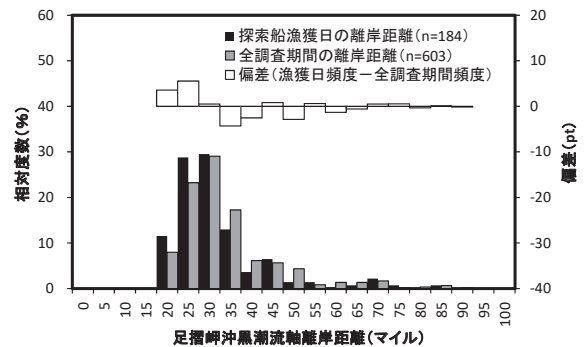


図 16 メジカ探索船漁獲時と全調査期間の足摺岬沖黒潮流軸離岸距離の出現頻度分布

図 15 の足摺離岸距離毎の漁獲量の分布では、25 と 30 マイルの時に漁獲量が多く、60 マイル以上ではほとんど漁獲がなかった。また、漁場区画で比較すると、B 区画と C 区画は、25 と 35 マイルにおける漁獲がほとんどを占めていた。

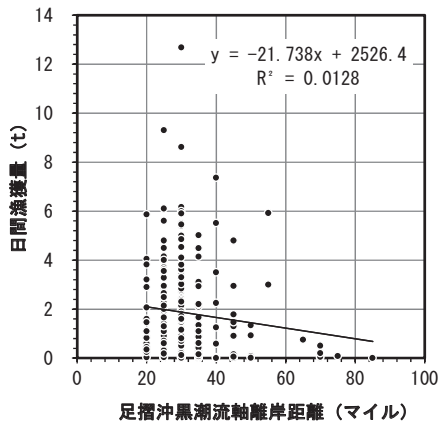


図 17 足摺岬沖黒潮流軸離岸距離と漁獲量の関係

図 16 の足摺離岸距離の出現頻度分布比較では、メジカ探索船漁獲日は全調査期間より 20 と 30 マイルで出現頻度が高く、35 マイル以上で低い傾向がみられた。

足摺離岸距離とメジカ探索船による日間漁獲量の関係を図 17 に示した。

図 17 から、60 マイル以上の日は何れも漁獲量が少なかったが、足摺離岸距離と探索船による日間漁獲量の関係に有意の相関関係は認められなかった。

これらの結果から、足摺離岸距離が 60 マイル以上ではほとんど漁獲がなく、黒潮が接岸した足摺離岸距離 25～35 マイルで特に漁獲量が多く操業頻度も高い傾向が認められたものの、足摺離岸距離が近いほど漁獲が多いという明確な関係性は認められなかった。

### ③ メジカ探索船 CPUE、黒牧の潮流データ及び足摺沖黒潮流軸離岸距離の時系列比較

全ての漁場区画で漁獲があった期間 (2015/2/1～6/30 と 2016/1/1～6/30) について、漁場区画別のメジカ探索船 CPUE (kg/隻・日)、黒牧 9 号と 13 号の流向・流速 (25h 移動平均ベクトル図) 及び足摺離岸距離を時系列で対比して図 18 に示した。なお、比較のため、B 区画か C 区画において CPUE が 500kg/隻・日以上の日について縦のラインで示した。

図 18 から、3 区画それぞれで CPUE が大きかった日と比較すると、互いに重複していない場合が多く、複数の漁場区画で漁獲量が多かった日でも、漁場区画の境界付近で複数の漁場区画にまたがっている場合が多かった。この結果、3 区画のうち、何れかの漁場区画で漁場が形成された場合が多かったと考えられた。また、漁場区画で比較すると、A 区画で CPUE が大きかった日については、潮流や黒潮離岸距離との関係で一定の傾向は認められなかった。一方、B 区画と C 区画で CPUE が大きかった日は、黒潮が比較的接岸していた日が多かった。

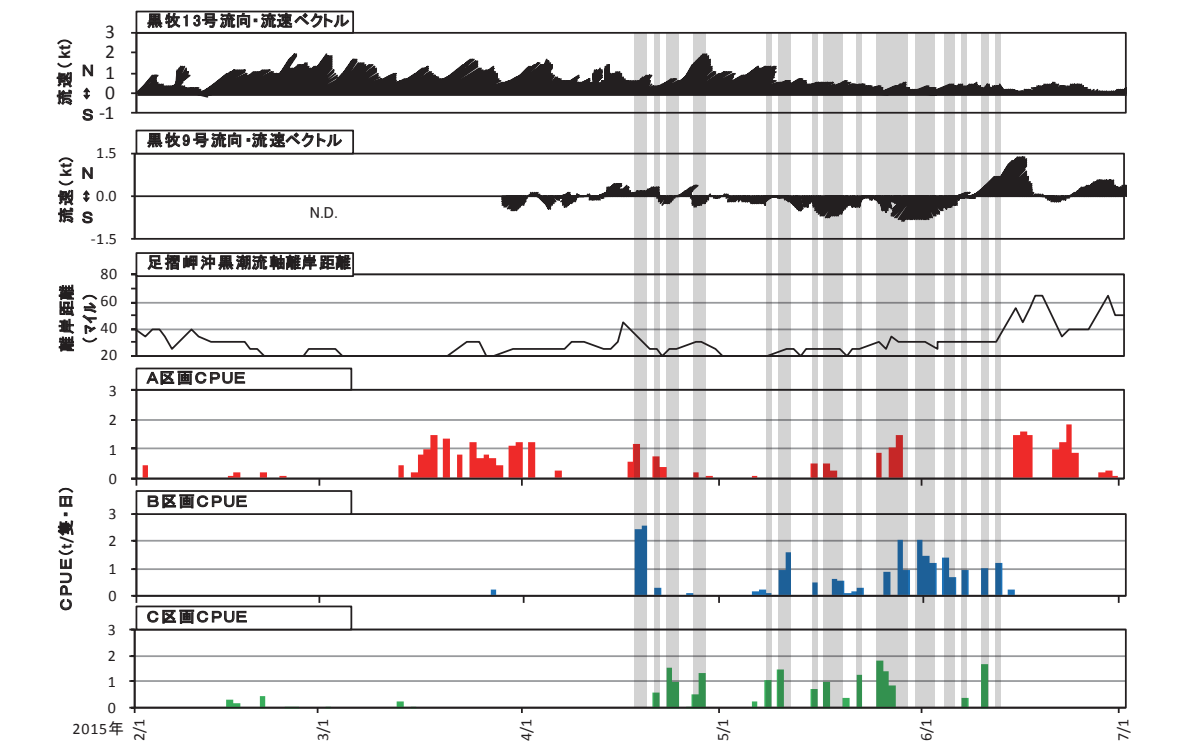


図 18-1 漁場区画別のメジカ探索船 CPUE、黒牧 9 号・13 号の流向・流速及び足摺岬沖黒潮流軸離岸距離 (2015/2/1～6/30)

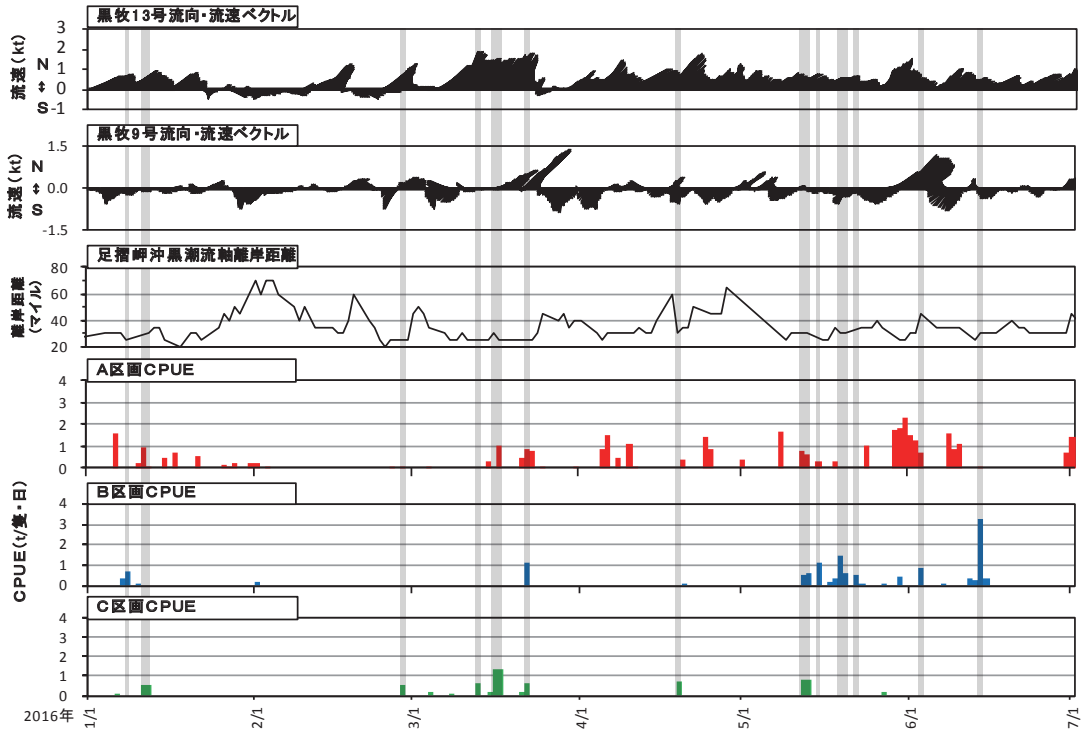


図 18-2 漁場区画別のメジカ探索船 CPUE、黒牧 9 号・13 号の流向・流速及び足摺岬沖黒潮流軸離岸距離 (2016/1/1~6/30)

4) 風速との関係

メジカ探索船が漁獲した同時刻に黒牧 9 号で観測された風速の出現頻度分布と、黒牧 9 号の全調査期間における流速の出現頻度分布を比較して図 19 に、同様に黒牧 13 号のグラフを図 20 示した。

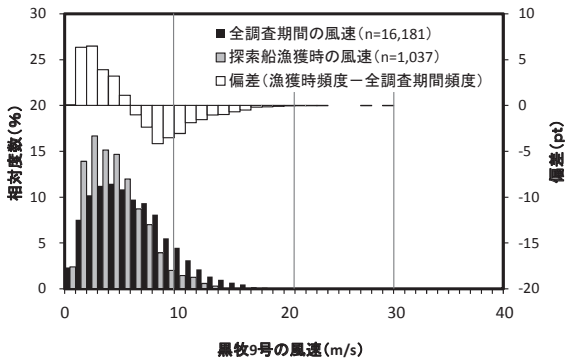


図 19 メジカ探索船漁獲時と全調査期間の黒牧 9 号の風速の出現頻度分布

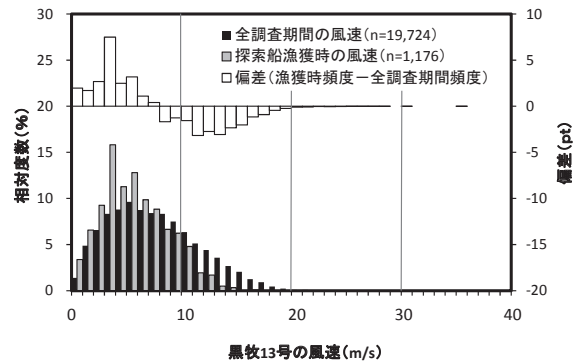


図 20 メジカ探索船漁獲時と全調査期間の黒牧 13 号の風速の出現頻度分布

図 19 から、全調査期間との比較では、6 m/s 以上でメジカ探索船漁獲時が全調査期間より出現頻度が低かった。また、漁獲時の平均風速の比較では、メジカ探索船漁獲時が 4.5 m/s で、全調査期間の 6.1m/s より 1.6m/s 遅かった。

図 20 の風速の出現頻度分布比較では、メジカ探索船漁獲時が 8 m/s 以上で全調査期間より出現頻度が低かった。また、漁獲時の平均風速の比較では、メジカ探索船漁獲時が 5.6 m/s で、全調査期間の 7.6m/s より 2.0m/s 遅かった。

これらの結果から、黒牧 9 号で 6m/s 以上、黒牧 13 号で 8 m/s 以上の風速では、操業に支障が生じて操業頻度が低下したと考えられた。

(2) キンメダイ立縄釣漁業

1) 漁場位置と漁獲量

キンメ探索船によるキンメダイの漁獲位置（操業終了時の位置）と漁獲量を図 21 に示した。なお、キンメダイ立縄釣漁業の主漁場となっている室戸海丘（通称「サウス山」）と推定される場所で漁獲されたデータのみを抽出して示した（以下も同様）。また、キンメ探索船 4 隻分のデータから、操業時以外の航跡を極力除去するため船速 6 kt 以下のデータを抽出（全調査期間）して、1 分間毎の GPS 位置情報をプロットした航跡図を図 22 に示した。

キンメ探索船 4 隻によるキンメダイの総漁獲量は 43.5 トンで、同期間のキンメダイの漁協水揚量（室戸統括支所）520.6 トンの 8.4% であった。また、キンメ探索船の平均 CPUE は、165kg/隻・日であった。

図 21 から、漁獲位置は、操業終了時の位置（樽漁具を流して回収した位置）をプロットしているため、潮下側となる室戸海丘の北東側に多かった。

図 22 から、立縄釣漁具の投入位置は、室戸海丘の最浅部（水深 228m）のやや西側（潮上側）と、その 2 マイル程度北側の 2 か所に集中していた。また、立縄釣漁具の流れた方向は北東から東北東方向が中心であった。

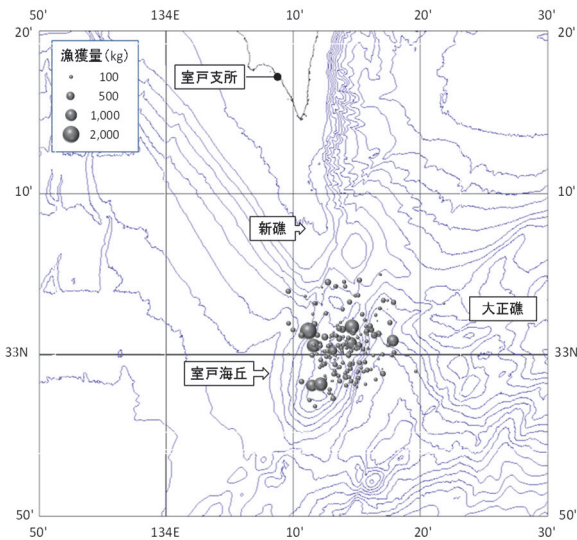


図 21 キンメ探索船の漁獲位置と漁獲量

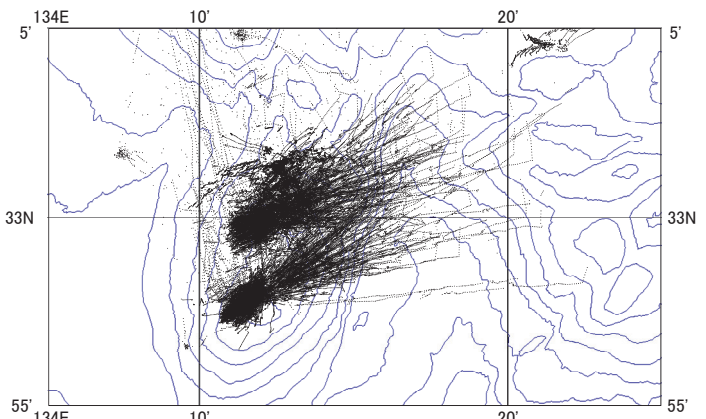


図 22 キンメ探索船の操業時の航跡図

キンメ探索船の漁獲量と漁協水揚量（室戸統括支所）の推移を図 23 に示した。なお、2016 年 6～10 月については、GPS データロガーの故障により漁獲量のデータが欠損している。

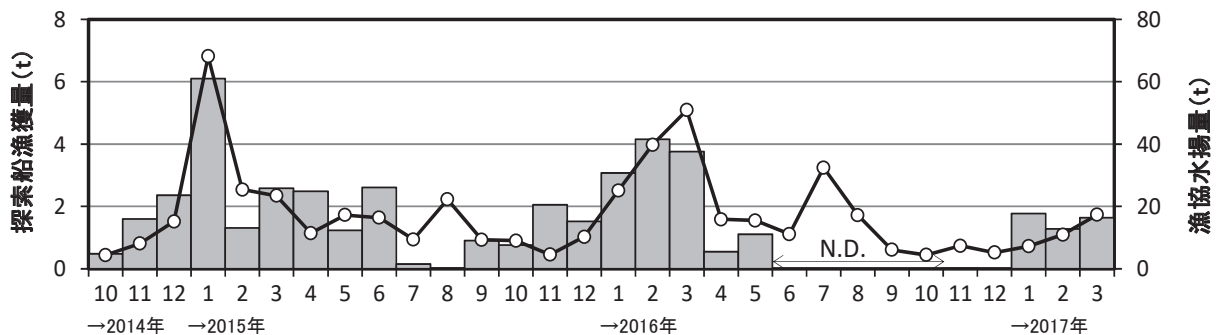


図 23 キンメ探索船の漁獲量と漁協水揚量の推移

室戸海丘におけるキンメダイ立縄釣漁業は、冬期が盛漁期で夏期の漁獲は少ない。図 23 から、キンメ探索船による漁獲時期は、2014 年 10 月から 2015 年 6 月まで、2015 年 9 月から 2016 年 5 月まで（6～10 月はデータ欠損）及び 2017 年 1 月から 3 月（3 月で調査終了）であり、1～3 月の漁獲量が多かった。また、漁協水揚量の推移も同様の傾向であった。

## 2) 海水温との関係

### ① 漁場周辺の黒牧ブイが観測した表層水温との関係

キンメ探索船が漁獲した同時刻に黒牧10号で観測(10m層、1時間平均、以下同じ)された表層水温毎の漁獲量の分布を図24に、探索船が漁獲した同時刻に黒牧10号で観測された表層水温の出現頻度分布と、黒牧10号の全調査期間における表層水温の出現頻度分布を比較して図25に示した。なお、キンメ探索船が漁獲時に観測した表層水温データは、データ件数が少なすぎて解析に用いることができなかったため、黒牧ブイの観測データのみで漁獲量と水温との関係を検討した。

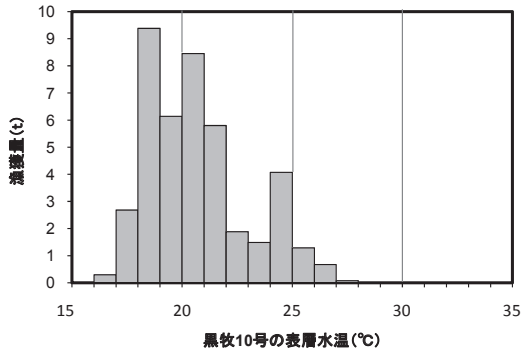


図24 黒牧10号ブイの観測水温とキンメ探索船の漁獲量の関係

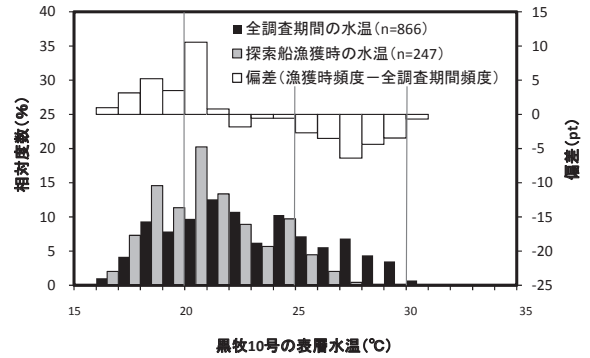


図25 キンメ探索船漁獲時と全調査期間の黒牧10号の表層水温の出現頻度分布

図24の表層水温毎の漁獲量の分布では、16.0~27.0°Cにおける漁獲量がほとんどを占め、18~22°Cと24°C台にピークを持つ二峰型の分布となった。

図25の表層水温の出現頻度分布比較では、キンメ探索船漁獲時が17~21°Cで全調査期間より出現頻度が高く、25°C以上で低かった。なお、全調査期間では27°C以上の水温がある程度出現するのに対して、探索船漁獲時はほとんど出現しなかった。また、平均水温の比較では、キンメ探索船漁獲時が21.0°Cで全調査期間の22.9°Cより1.9°C低かった。

これらの結果から、表層水温の出現頻度の分布において、キンメ探索船漁獲時が全調査期間より25°C以上で低く、27°C以上でほとんど出現しなかったのは、当該漁業が冬期中心の操業であるためと考えられた。また、表層水温毎の漁獲量の分布が二峰性となったのは、黒牧10号の水温の出現頻度分布が元々二峰性の分布であったことを反映したものと考えられた。

## 3) 潮流との関係

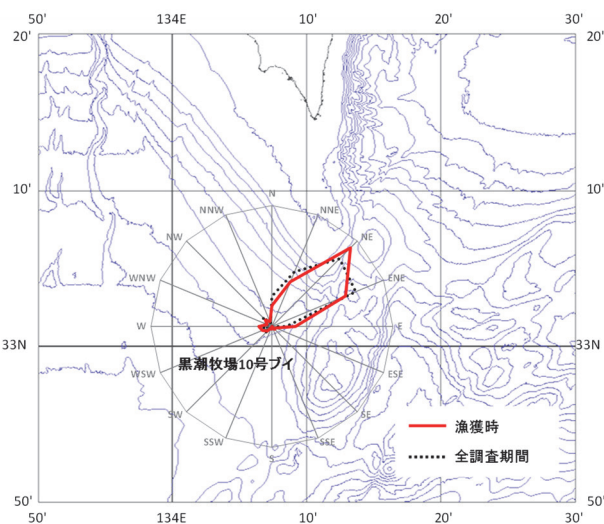


図26 キンメ探索船漁獲時に観測された黒牧10号の流向頻度分布(100m層)

### ① 黒牧ブイが観測した潮流との関係

キンメ探索船が漁獲した同時刻に黒牧10号で観測された流向の出現頻度分布(100m層)と、全調査期間における黒牧ブイの流向の出現頻度分布を図26に示した。なお、黒牧10号の流速データは、観測している10m、30m及び100m層の中で、キンメ立縄釣漁業の操業に最も影響すると考えられる100m層のデータを用いた(以下、同じ)。

図26から、黒牧10号の全調査期間の流向出現頻度は、北北東~東北東方向がほとんどを占め、特に北東~東北東方向が卓越していたが、流向の変化は少なかった。また、漁獲時と全調査期間で流向出現頻度分布の傾向差は認められなかった。

キンメ探索船が漁獲した同時刻に黒牧10号で観測された流速毎の漁獲量の分布（100m層）を図27に、キンメ探索船が漁獲した同時刻に黒牧10号で観測された流速の出現頻度分布と、黒牧10号の全調査期間における流速の出現頻度分布を比較して図28に示した。

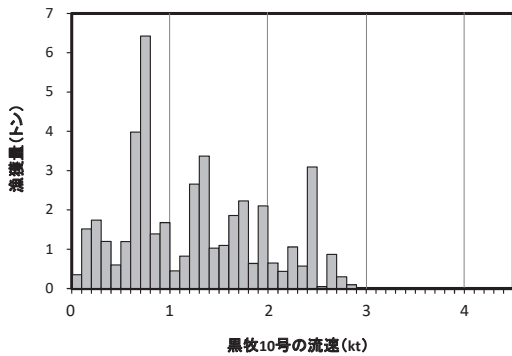


図27 黒牧10号の流速とキンメ探索船の漁獲量の関係（100m層）

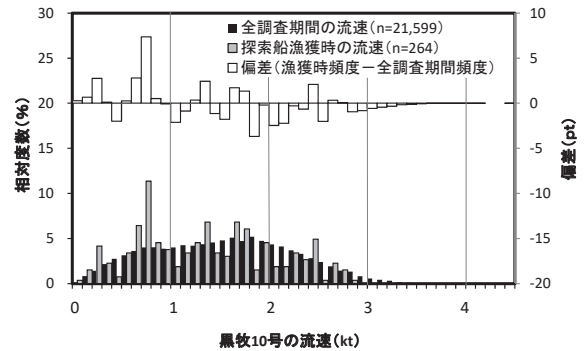


図28 キンメ探索船漁獲時と全調査期間の室戸岬沖黒潮流軸離岸距離の出現頻度分布（100m層）

図27の流速毎の漁獲量の分布では、分布のばらつきが大きく、漁獲量と黒牧10号の流速の関係に一定の傾向は認められなかった。

図28の流速の出現頻度分布比較では、全調査期間が比較的なだらかな一峰型の出現頻度分布であったのに対して、キンメ探索船漁獲時はらつきが大きく異なる傾向を示した。また、平均流速（100m層）の比較では、キンメ探索船漁獲時が1.30ktで全調査期間の1.50ktより0.20kt遅かった。

当該漁業においては、水深によって潮流の流れ方が大きく異なる状況（以下、二枚潮）になると操業に支障が出ると言われている。そこで、黒牧10号で調査期間中に観測された10m層と100m層の流向差と流速差の関係を図29に、キンメ探索船が漁獲した同時刻に黒牧10号で観測された10層と100層の流向差と流速差及び漁獲量の関係を図30に示した。

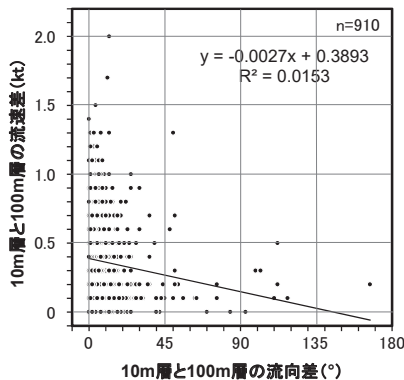


図29 黒牧10号における10m層と100m層の流向差と流速差の関係（全調査期間）

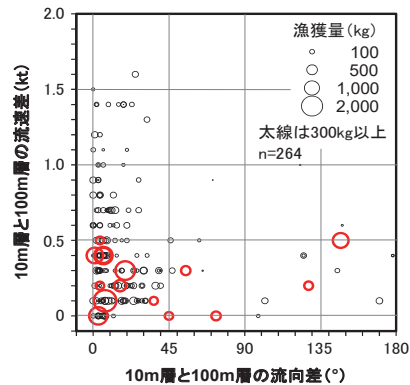


図30 黒牧10号における10m層と100m層の流向差と流速差及び漁獲量の関係（探索船漁獲時）

黒牧10号の平均流速は、10m層1.49ktに対して100m層1.45ktでほとんど差はなかったが、流速の標準偏差（10m層、100m層ともn=908）は、10m層0.80ktに対して100m層0.68ktで、10m層の方が100m層より流速の変動が大きかった。

図29から、調査期間中の流速差の最大値は2.0ktでほとんどは1.5kt以下、流向差の最大値は167°で45°以下が多かった。また、流速差と流向差に有意の相関関係は認められなかった。

図30から、キンメ探索船漁獲時の流速差の最大値は1.6ktでほとんどは1.5kt以下、流向

差の最大値は 178° で 45° 以下が多かった。流向・流速差と漁獲量の関係では、268 件の漁獲データのうち 300kg 以上の漁獲があった 16 例の流速差は何れも 0.5kt 以下で、流向差は 45° 以下が 12 例と多かったが、147° や 128° などの比較的大きな流向差も出現した。

黒牧 10 号は、室戸海丘最浅部の北西 4.6 マイル付近に位置 (図 26) してキンメダイ漁場に近ことから、黒牧 10 号の流速差と流向差が大きい時に室戸海丘で二枚潮となっている可能性が高いと考えられた。

② 室戸岬沖黒潮流軸離岸距離との関係

室戸岬沖黒潮流軸離岸距離 (以下、室戸離岸距離) と黒牧 10 号における 10m 層と 100m 層の流向差の関係を図 31 に、同様に離岸距離と流速差の関係を図 32 に示した。

図 31 と 32 から、何れもデータのばらつきが大きく有意の相関関係が認められなかったものの、流速差については、黒潮が接岸すると大きくなる傾向がみられた。

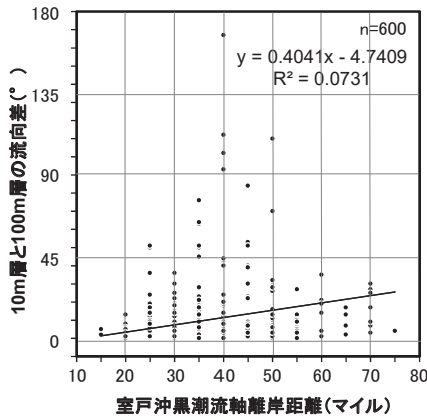


図 31 黒潮流軸離岸距離と黒牧 10 号における 10m 層と 100m 層の流向差の関係

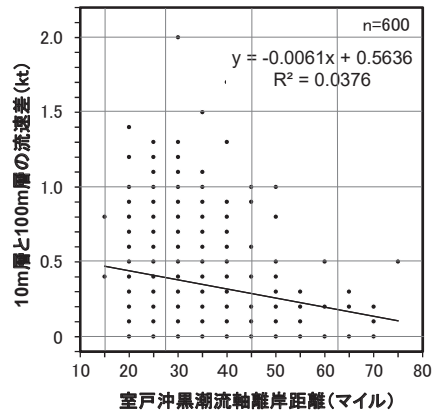


図 32 黒潮流軸離岸距離と黒牧 10 号における 10m 層と 100m 層の流速差の関係

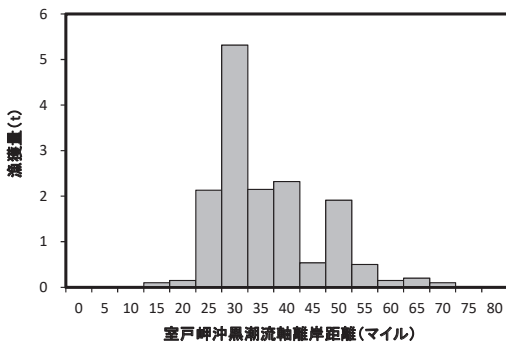


図 33 室戸岬沖黒潮流軸離岸距離とキンメ探索船漁獲量の関係

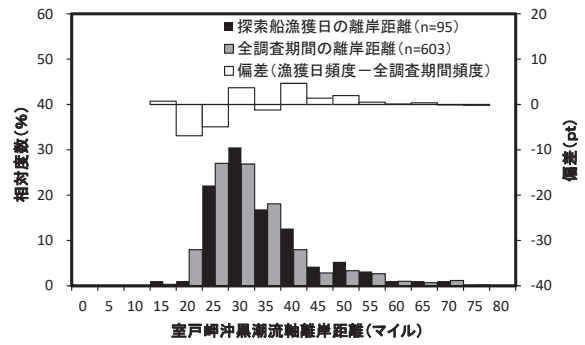


図 34 キンメ探索船漁獲時と全調査期間の室戸岬沖黒潮流軸離岸距離の出現頻度分布

キンメ探索船が漁獲した日の室戸離岸距離毎の漁獲量の分布を図 33 に、探索船が漁獲した日の離岸距離と全調査期間における室戸離岸距離の出現頻度分布を比較して図 34 に示した。但し、室戸離岸距離のデータがない日の漁獲データを除外したため、漁獲日 148 日のうち 95 日分のデータを用いた。

図 33 の室戸離岸距離毎の漁獲量の分布では、30 マイルで漁獲量のピークを示した。

図 34 の室戸離岸距離の出現頻度分布比較では、キンメ探索船漁獲時が 20 と 25 マイルで全調査期間より出現頻度が低く、30 マイル以上で高い場合が多かった。

室戸離岸距離とキンメ探索船による日間漁獲量の関係を図 35 に示した。

図 35 から、離岸距離とキンメ探索船の漁獲量に有意の相関関係は認められなかった。

これらの結果から、室戸離岸距離が 20 と 25 マイルで最も黒潮が接岸した時期に操業頻度が低下したと考えられた。

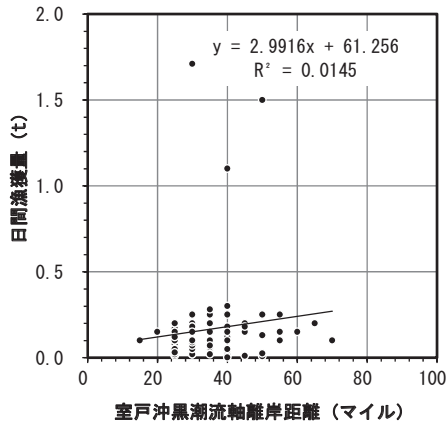


図 35 室戸岬沖黒潮流軸離岸距離と漁獲量の関係

③ 探索船 CPUE、黒牧の潮流データ及び室戸岬沖黒潮流軸離岸距離の時系列比較

キンメ探索船の CPUE (kg/隻・日)、黒牧 10 号の流向・流速 (100m 層、25h 移動平均ベクトルグラフ)、黒牧 10 号の流速差 (10m 層と 100m 層) 及び離岸距離を時系列で対比して図 36 に示した。なお、比較のため、CPUE が 300kg/隻・日以上の日について縦のラインで示した。

図 36 から、CPUE が 300kg/隻・日以上あった日の流速差は何れも 0.5kt 以下で小さく、逆に流速差の大きい日の漁獲量は比較的少なかった。また、室戸離岸距離が大きい日に、比較的漁獲が多い傾向が認められた。

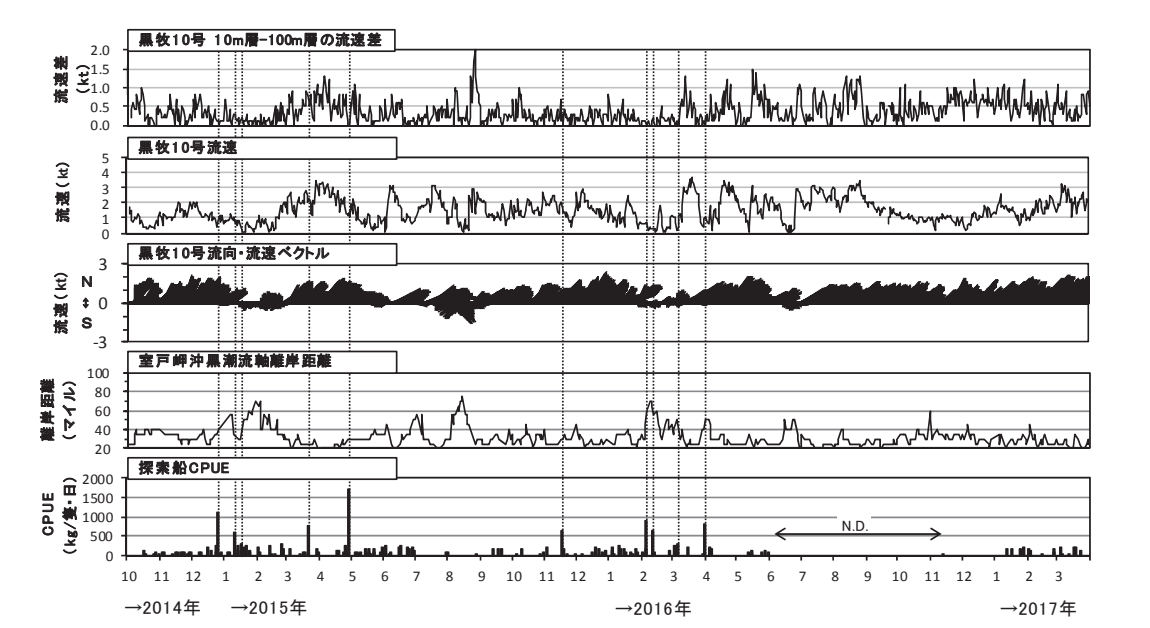


図 36 キンメ探索船 CPUE、黒牧 10 号の流向・流速及び室戸岬沖黒潮流軸離岸距離 (2014/10/1~2017/3/31)

4) 風速との関係

キンメ探索船が漁獲した同時刻に黒牧 10 号で観測された風速の出現頻度分布と、黒牧 10 号の全調査期間における風速の出現頻度分布を比較して図 37 に示した。

図 37 の風速の出現頻度分布比較では、キンメ探索船漁獲時が 9 m/s 以上で全調査期間より頻度が低かった。また、平均風速の比較では、キンメ探索船漁獲時が 5.28m/s で全調査期間の 6.19 m/s より 0.84 m/s 遅かった。

これらの結果から、黒牧 10 号の風速が 9 m/s 以上の時に操業頻度が低下したと考えられた。



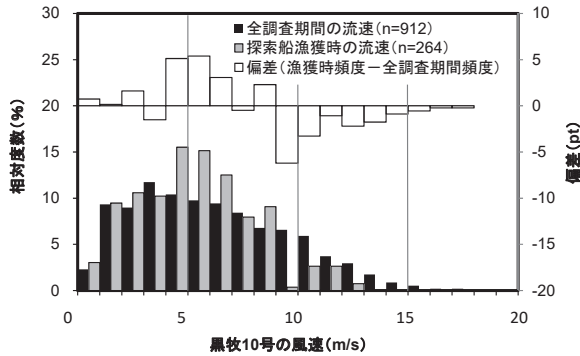


図 37 キンメ探索船漁獲時と全調査期間の黒牧 10 号の風速の出現頻度分布

## 4 考察

### (1) メジカ曳縄釣漁業

漁獲量が多く操業頻度が高かった海象・気象条件を整理して表 1 に示した。

メジカ探索船が漁場で観測した表層水温で 19~25℃、黒牧 9 号で 16.0~26.0℃（特に 17~18℃と 21℃台）、黒牧 13 号で 18.0~27.0℃（特に 20℃台と 24℃台）の水温条件で漁場が形成される場合が多いと考えられた。漁場形成を予測する場合に、漁場付近の表層水温が最も参考になると考えられるが、黒牧 9 号と 13 号の表層水温からもある程度予測が可能であると考えられた。

表 1 メジカ曳縄釣漁業で漁獲量が多く操業頻度が高かった海象・気象条件

		A 区画	B 区画	C 区画
表層水温	探索船観測	19~25℃	19~23℃	20~23℃
	黒牧 9 号	・ 16.0~26.0℃、特に 17~18℃（2~3 月）と 21℃台（5~6 月）		
	黒牧 13 号	・ 18.0~27.0℃、特に 20℃台（2~3 月）と 24℃台（5~6 月）		
海表面温度分布		—	・ A 区画と C 区画の水温が 23~25℃	—
黒潮流路		—	・ 足摺岬に比較的近い位置に黒潮が北上 ・ 足摺岬南方に黒潮小蛇行が発生	—
足摺岬沖黒潮流軸離岸距離		—	・ 60 マイル以上でほとんど漁獲がなく操業頻度も極めて低い ・ 25~35 マイルで特に漁獲量が多く操業頻度も高い ・ 離岸距離と漁獲量に有意の相関は認められず ・ 漁獲のほとんどは離岸距離が 25~35 マイルの時	
流向	黒牧 9 号	・ 全調査期間と比較して、南南西方向（下り潮）時の操業頻度がやや高い		
	黒牧 13 号	・ 漁獲量や操業頻度との関連性なし		
流速	黒牧 9 号	・ 漁獲量や操業頻度との関連性なし		
	黒牧 13 号	・ 1.6kt 以上の流速で漁獲量と操業頻度が低下		
風速	黒牧 9 号	・ 6 m/s 以上で操業頻度が低下		
	黒牧 13 号	・ 8 m/s 以上で操業頻度が低下		

足摺沖黒潮流軸離岸距離の漁場形成条件は、足摺離岸距離 60 マイル以内と考えられ、特に黒潮が最も接岸した 25~35 マイルの時に漁獲量が多い傾向が認められたが、足摺離岸距離と漁獲量に有意の相関関係は認められなかった。有意の相関関係が認められなかった理由は、水温条件、メジカの主な餌であるイワシ類の分布状況、湧昇流の有無などの様々な要因が関与していたためと考えられた。

海表面温度分布において、黒潮北側縁辺部の温度勾配が比較的大きい海域に漁場形成される傾向が認められた。黒潮北側縁辺部に 23~25℃程度の温度勾配ができた場合は、高水温を回避

してやや水温が低い海域に漁場が形成されることで説明できると考えられたが、黒潮北側縁辺部に 18~20℃程度の温度勾配が形成された場合でも同様の傾向がみられた理由については不明であった。

前述した海表面温度分布や黒潮流路との関係については、少数の事例に基づいて推定しているため、どの程度の確度で実際の漁場形成と適合するのか、また、他の海況パターンが存在するかについては不明である。特に、漁場形成時期が限定的なB区画とC区画について、今回の調査結果では、両区とも足摺岬に比較的近い位置に黒潮北側縁辺部が北上した時に漁場形成がみられ、B区画については足摺岬南方に黒潮小蛇行が発生していたが、これらが漁場形成の条件となっているのか否かを判断するためには、より多くの事例について検討する必要がある。

(2) キンメダイ立縄釣漁業

漁獲量が多く操業頻度が高かった海象・気象条件を整理して表2に示した。

表2 キンメダイ立縄釣漁業で漁獲量が多く操業頻度が高かった海象・気象条件

表層水温 (10m 層)	黒牧 10 号	・ 16.0~26.0℃、特に 18~21℃と 24℃台 ・ 夏期の漁獲が少ないため 27℃以上での漁獲がほとんどなかった
流向 (100m 層)		・ 漁獲量や操業頻度との関連性なし
流速 (100m 層)		・ 漁獲量や操業頻度との関連性なし
流向・流速差 (10m 層と 100m 層)		・ 流速差が 0.5kt 以下で流向差が 45° 以下の場合に漁獲量が多い
風速		・ 9m/s 以上で操業頻度が低下
室戸岬沖黒潮流軸離岸距離		・ 離岸距離 20~25 マイルの黒潮接岸時に漁獲量と操業頻度が低下

黒牧 10 号の表層水温 (10m 層) については、夏期の高水温期の漁獲が少ないため 27℃以上での漁獲がほとんどなかった以外に、漁獲量や操業頻度との関連性は認められなかった。

黒牧 10 号の流向・流速 (100m 層) については、漁獲量や操業頻度との関連性は認められなかった。一方、黒牧 10 号の 10m 層と 100m 層の流向・流速差については、漁獲量が多い時は流速差が 0.5kt 以下の場合が多く、流向差は 45° 以下の場合が多い結果となり、100m 層の流速よりも 10m 層と 100m 層の流向・流速差が漁獲量に大きく影響したと考えられた。また、比較的漁獲量が多かった事例では、何れも流速差が小さかったが、流向差は比較的大きな値も存在した。このことから、漁獲量に与える影響は、流向差より流速差の方が大きかったと考えられた。

室戸離岸距離との関係では、室戸離岸距離 20~25 マイルまで黒潮が接岸すると漁獲量と操業頻度が低下した。黒潮が接岸すると、10m 層と 100m 層の流速差も増加する傾向が認められたことから、黒潮が接岸すると強い二枚潮が起こりやすくなって漁獲量と操業頻度が低下したと考えられた。このように、黒牧 10 号の流向・流速差が漁獲量と関係していたことから、黒牧 10 号の流向・流速差は、室戸海丘における二枚潮の判断材料として有効であると考えられた。

## Ⅲ アカムツの資源生態調査

漁業資源課 山下 慶太郎

### 1 目的

高知県におけるアカムツ *Doederleinia berycoides* の水揚げ量は年間 20 トン前後で推移している。沿岸漁獲物の中では極めて高い単価で取引され、沿岸漁業者にとって貴重な収入源となっている。本種は高知県資源管理指針の対象魚種にも位置づけられ、資源を維持し持続可能な利用を図るためには、成長や産卵期などの科学的知見に基づく効果的な資源管理に取り組む必要がある。

そこで、本県におけるアカムツ資源の持続的利用に資するため、平成 27 年度及び 28 年度の 2 年間、本種の資源生態について調査を行い、年齢、成長、繁殖生態などの生物学的特性を明らかにした。平成 27 年度は漁獲情報の収集、銘柄別漁獲尾数の推定、生殖腺熟度指数(雌のみ)の月別推移等を明らかにした。平成 28 年度は尾叉長と体重等の関係式や胃内容物、肥満度及び生殖腺熟度指数の月別推移、鱗による年齢査定結果を用いた年齢と成長の関係を明らかにした。

### 2 方法

#### (1) 魚体測定

平成 27 年 3 月から平成 29 年 3 月に、県内の漁協に水揚げされたアカムツ 878 個体の全長(1mm 単位)、尾叉長(1mm 単位)、被鱗体長(1mm 単位)、頭長(吻端から鰓膜後端まで; 0.01mm 単位)、眼径(0.01mm 単位)、体重(0.1g 単位)、胃内容物重量(0.1g 単位)、生殖腺重量(0.01g 単位)等を測定し、年齢査定のため、耳石と鱗を採取した。

#### (2) 年齢査定

アカムツの年齢と成長に関しては、小嶋(1976)や大西(2009)等の報告で鱗を用いた年齢査定を行っていることから、本報告でも鱗による年齢査定を試みた。精密測定時に採取した鱗を用いて、輪紋判読を行い、年齢と成長の関係を明らかにした。鱗は胸鰭裏面付近から採取し、水洗して被膜を除去した後、標本 1 個体につき鱗 6~10 枚をスライドガラス 2 枚の間に挟み検鏡した。検鏡には万能投影機(ニコン製 V-16D)を用いて 10 倍に拡大し、鱗径の測定及び輪紋の判読を行った。鱗径(R)は焦点から被覆部前縁を結んだ直線距離とし、輪紋は小嶋(1976)及び河野(2010)に従い、隆起線の密帯を輪紋として採用し、焦点から輪紋までの距離(輪紋径( $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ ・・・))を計測した(図 1 参照)。

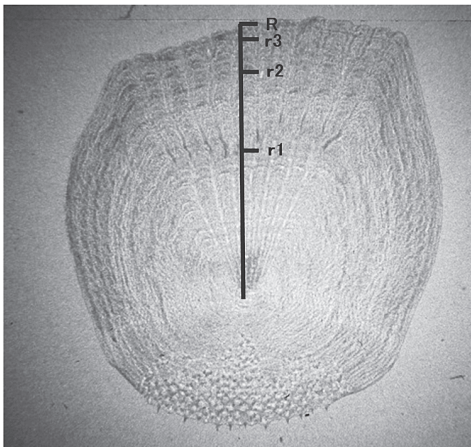


図 1 鱗径と輪紋の計測部位

### 3 結果

#### (1) 魚体測定

##### 1) 尾叉長組成

供試魚(878個体)の雌雄別の尾叉長組成を図2及び図3に示した。供試魚の雌雄比は、雌744

個体に対し雄119個体で(雌雄不明15個体)、全体の85%が雌であった。供試魚のサイズは、雌雄ともに尾叉長200mm前後が最も多く、雌の場合はそれに次いで尾叉長300mm前後も多かった。

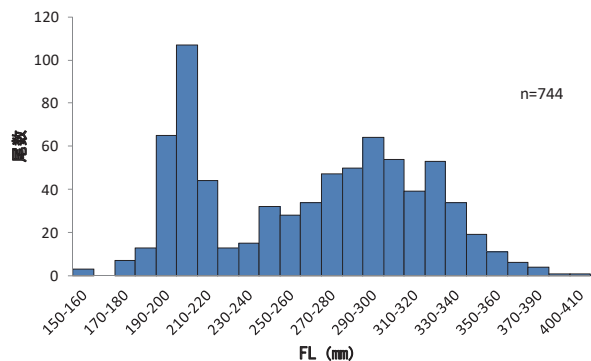


図2 供試魚の尾叉長組成(雌)

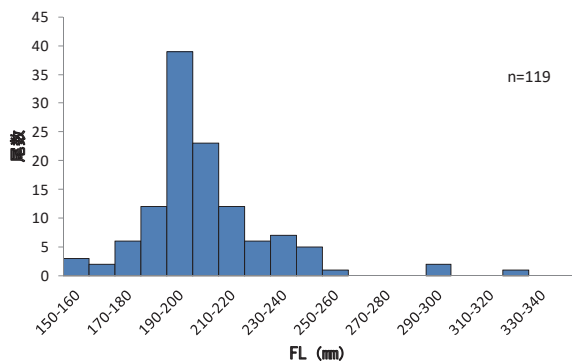


図3 供試魚の尾叉長組成(雄)

### 2) 月別の測定尾数

月別雌雄別の測定尾数を表1に示した。雌は1年を通して毎月30尾以上測定できたが、雄については最大でも4月の24尾で、1~3月及び9~12月は10尾未満にとどまり十分な供試魚を確保できなかった。

表1 月別雌雄別の測定尾数

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
雌	38	57	55	36	36	132	58	98	97	58	47	32	744
雄	3	0	1	24	17	21	14	20	6	6	5	2	119
合計	41	57	56	60	53	153	72	118	103	64	52	34	863

### 3) 全長、尾叉長、体重、頭長、眼径の関係式

雌雄別の尾叉長 (FL:mm) と体重 (BW:g)、尾叉長 (FL:mm) と全長 (TL:mm)、頭長 (HL:mm) と尾叉長 (FL:mm)、眼径 (ED:mm) と尾叉長との関係を以下の①~④に示した。

#### ① 尾叉長と体重

・雌 :  $BW=0.00001 \times FL^{3.0831}$

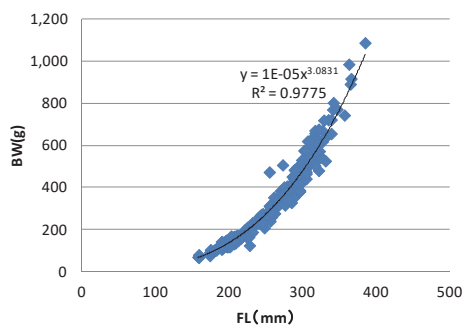


図4 尾叉長と体重(雌)

・雄 :  $BW=0.00006 \times FL^{2.7827}$

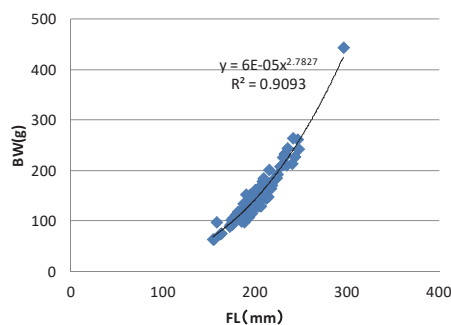


図5 尾叉長と体重(雄)

② 尾叉長と全長

雌：TL= 1.0279FL+3.0416

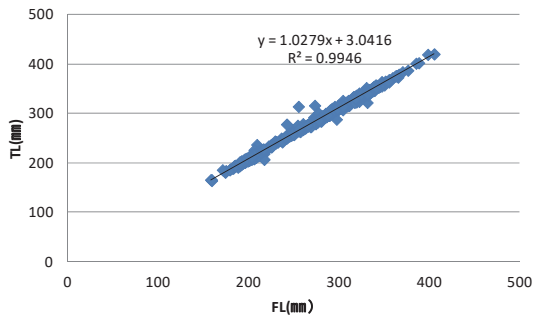


図 6 尾叉長と全長 (雌)

雄：TL=1.0431FL-0.2968

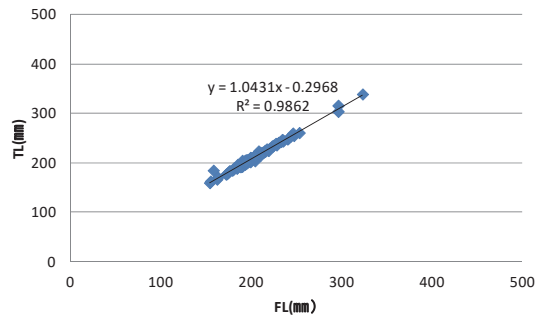


図 7 尾叉長と全長 (雄)

③ 頭長と尾叉長

雌：FL= 3.7139HL-38.093

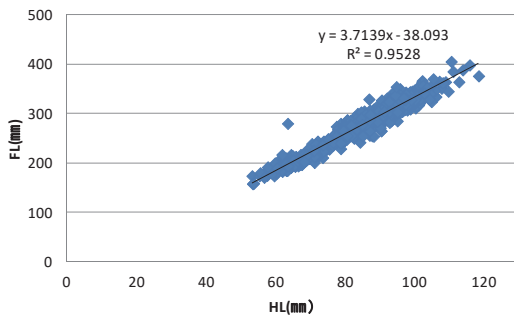


図 8 頭長と尾叉長 (雌)

雄：FL=3.282HL-10.985

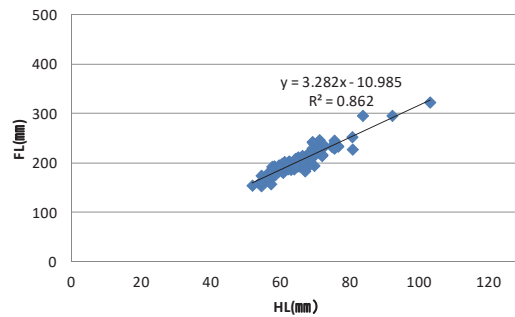


図 9 頭長と尾叉長 (雄)

④ 眼径と尾叉長

雌：FL= 13.296ED-98.595

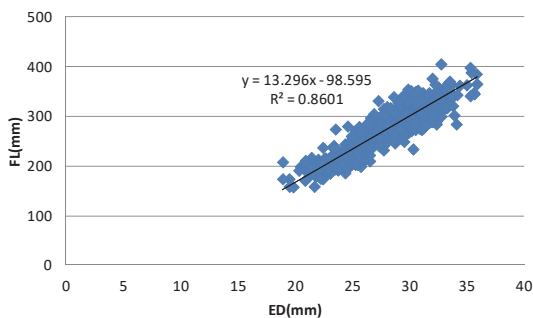


図 10 眼径と尾叉長 (雌)

雄：FL=3.282ED-10.985

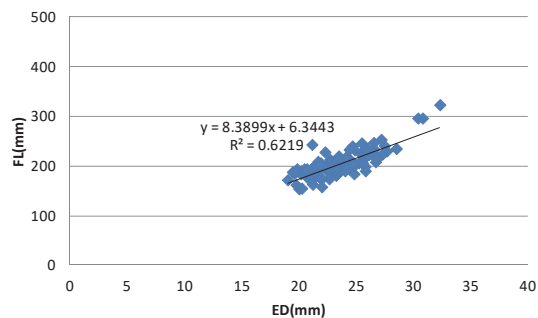


図 11 眼径と尾叉長 (雄)

4) 胃内容物

精密測定した 878 個体の胃内容物を調べたところ、全体の約 9 割の個体 (778 個体) が空胃もしくは消化物のみであった。針掛かりした際に暴れて胃内容物を吐き出したり、水圧の関係で胃が反転したためと考えられる。確認できた胃内容物は、出現頻度の高い順に、魚類 (36 個体)、エビ類 (36 個体)、餌 (サバの切り身) (11 個体)、アミ類 (5 個体) であった。魚類ではハダカイワシ科やアオメエソ科が多く確認された。

5) 生殖腺熟度指数

次式により算出した生殖腺熟度指数 (GSI) の雌雄別の月別推移を図 12 及び図 13 に示した。

$$GSI = (GW/BW) \times 100$$

GW: 生殖腺重量、BW: 体重

雌雄ともに1~6月及び10~12月のGSIは低い値で推移したが、8~9月にかけて高い値を示した。雌は8~9月に尾叉長280mm以上の個体で高い値を示し、雄は8月に尾叉長200mm以上の個体で高い値を示した。

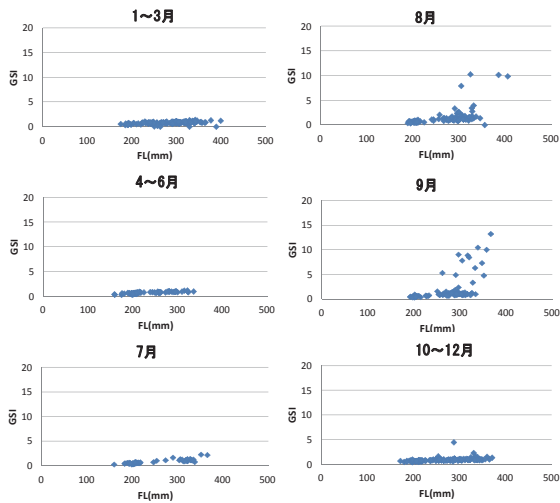


図 1 2 雌の GSI の推移

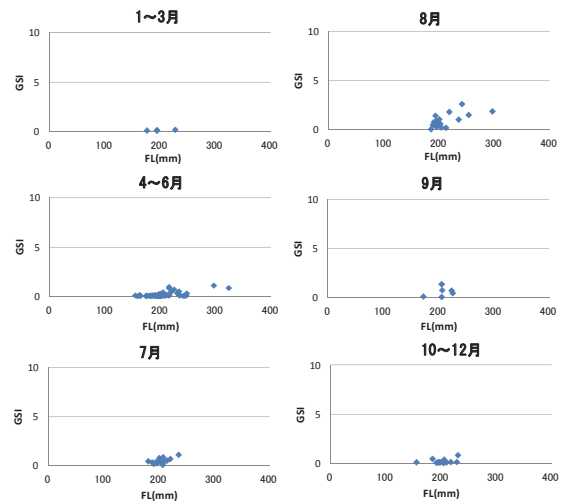


図 1 3 雄の GSI の推移

## 6) 肥満度

次式により算出した肥満度の雌雄別平均値の月別推移を図 14 及び図 15 に示した。

$$\text{肥満度} = ((\text{BW (g)} - \text{GW (g)} - \text{胃内容物重量 (g)}) / \text{FL (mm)}^3) \times 10^6$$

肥満度は雌雄ともに概ね 15~20 を示し、1年を通してほぼ一定であった。

なお、肥満度と尾叉長との関係を調べたが、両者に有意な相関は見られなかった ( $r = -0.155$ )。

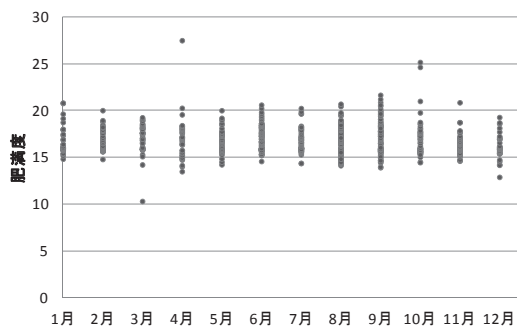


図 1 4 雌の肥満度月別推移

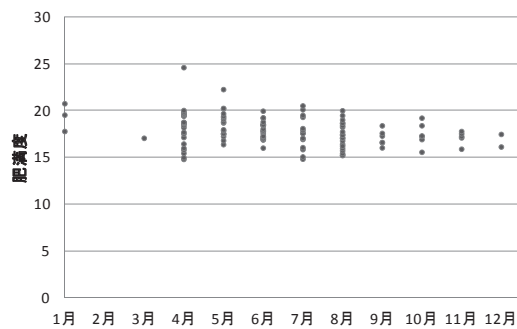


図 1 5 雄の肥満度月別推移

## (2) 年齢査定

精密測定した供試魚 878 個体のうち、輪紋が判読できた 722 個体 (雌 611 個体、雄 111 個体) の鱗を検鏡し年齢査定を試みた。

### 1) 鱗の縁辺成長率

輪紋の形成時期を明らかにするため、鱗径及び鱗の縁辺成長率(MGI)を次式により算出し、雌雄別の月別平均値を図 16 に示した。

$$\text{MGI} = (R - r_n) / (r_n - r_{n-1})$$

R: 鱗径 (mm)、 $r_n$ : 最外輪紋の輪紋径 (mm)

標本魚を確保できなかった 2 月の雄を除くと、MGI は雌雄ともに 3 月に最小値を示した。雄はその後、4~10 月までは徐々に増加傾向を示した。雌は直後の 4 月に最大値を示した後は概ね 0.6~0.7 で推移した。

さらに雌の輪群別縁辺成長率の月別推移を図 17 に示した。3 輪及び 4 輪群では 3 月が最も低くその後徐々に増加傾向を示し 3 輪群では 1 月に、4 輪群では 2 月に最も高い値を示した。一方、5 輪群では 2 月に最も低い値を示したものの、年間を通して概ね 0.6~0.7 で推移した。

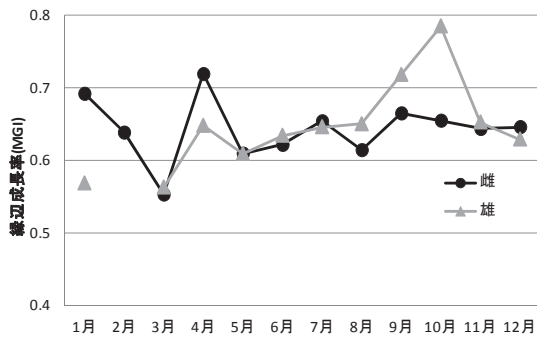


図 16 鱗の縁辺成長率の月別推移

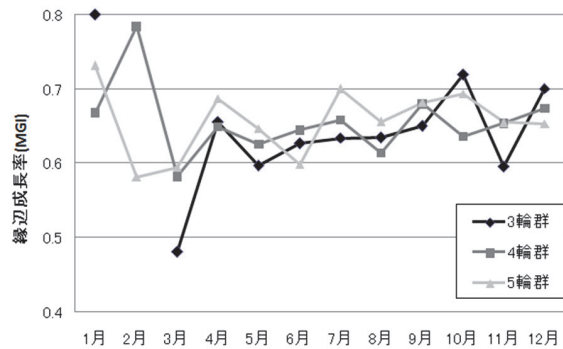


図 17 輪群別の縁辺成長率の月別推移(雌)

## 2) 輪紋数と輪紋径の計測結果

雌雄別の輪紋形成時の平均鱗径・平均輪紋径を表 2 に示した。雌雄ともに、全ての輪紋で、高齢になるほど輪紋径が小さくなる Lee 現象が見られた。アカムツの鱗による年齢査定は日本海西南海域（小嶋 1976；大西 2009）や日本海南西海域（河野 2010）などで行われているが、Lee 現象は確認されていない。今回、Lee 現象が見られた原因としては、「鱗の既成部分の収縮」等が考えられるが、原因の特定が困難なため、正木ら(1985)に従い、各輪紋形成時の計算全長を求める際には原則、最外輪紋径を用いることとした。

表 2 雌雄別・鱗紋級別の平均鱗径・平均輪紋径

雄									
輪紋数	個体数		R	r1	r2	r3	r4	r5	r6
2	5	平均距離(mm)	3.74	1.89	3.03				
		標準偏差	0.55	0.39	0.54				
3	49	平均距離(mm)	4.42	1.70	2.77	3.73			
		標準偏差	0.35	0.29	0.35	0.38			
4	54	平均距離(mm)	4.56	1.49	2.38	3.26	4.02		
		標準偏差	0.39	0.25	0.30	0.34	0.37		
5	17	平均距離(mm)	5.09	1.32	2.18	2.98	3.86	4.60	
		標準偏差	0.56	0.25	0.32	0.39	0.46	0.54	
6	6	平均距離(mm)	5.35	1.18	1.95	2.67	3.44	4.18	4.86
		標準偏差	0.62	0.17	0.28	0.34	0.42	0.52	0.61
全て	131	平均距離(mm)	3.86	1.26	2.05	2.53	2.83	4.39	4.86
		標準偏差	0.41	0.23	0.30	0.29	0.31	0.35	0.31

雌											
輪紋数	個体数		R	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8
2	4	平均距離(mm)	3.81	2.08	3.16						
		標準偏差	0.23	0.11	0.24						
3	103	平均距離(mm)	4.52	1.72	2.81	3.84					
		標準偏差	0.42	0.29	0.34	0.39					
4	185	平均距離(mm)	5.07	1.55	2.61	3.57	4.46				
		標準偏差	0.71	0.35	0.45	0.57	0.65				
5	208	平均距離(mm)	5.76	1.42	2.40	3.38	4.36	5.18			
		標準偏差	0.64	0.33	0.41	0.50	0.56	0.60			
6	165	平均距離(mm)	6.32	1.35	2.31	3.25	4.20	5.09	5.82		
		標準偏差	0.53	0.27	0.34	0.41	0.45	0.49	0.51		
7	55	平均距離(mm)	6.62	1.24	2.13	2.98	3.88	4.74	5.54	6.19	
		標準偏差	0.47	0.22	0.26	0.32	0.36	0.38	0.42	0.45	
8	14	平均距離(mm)	6.84	1.17	1.99	2.79	3.60	4.40	5.17	5.84	6.43
		標準偏差	0.71	0.20	0.29	0.36	0.45	0.52	0.54	0.61	0.64
全て	734	平均距離(mm)	5.60	1.51	2.49	3.30	4.10	4.85	5.51	6.02	6.43
		標準偏差	0.53	0.25	0.33	0.42	0.49	0.50	0.49	0.53	0.64

## 3) 年齢と成長

前項で示した各輪紋の平均輪紋径及び鱗径と全長の関係式から、輪紋形成時の計算全長を求め、この計算全長をもとに Walford の定差図を描くと、ほとんどの点は同一直線上にのり、成長は von Bertalanffy の成長式に適合した。第 t 輪紋形成時の計算全長  $L_t$  に対する  $L_{t+1}$  の関係式は、

雄： $L_{t+1} = 0.9563L_t + 23.821$  ( $r^2 = 0.9157$ )

雌： $L_{t+1} = 0.8345L_t + 69.21$  ( $r^2 = 0.9936$ )

となり、これにより得られたパラメータを初期値としてエクセルのソルバーを用いて von Bertalanffy の成長式を求めると、

雄： $L_t = 545(1 - \exp(-0.045(t + 6.025)))$

雌： $L_t = 418(1 - \exp(-0.181(t + 0.133)))$

となった。

## 5 考察

### (1) 産卵と成熟

河野ら(2014)によると、アカムツの生殖腺の肉眼観察及び組織学的観察の結果、雌では GSI が 5.6 以上で成熟個体が確認されている。本県沿岸のアカムツについても、GSI が 5.6 以上の雌個体を成熟個体と定義すると、8~9 月に 5.6 以上の高い個体が確認されたことから(図 12 参照)、8~9 月が産卵期と推定される。次に、8~9 月の雌のサイズ別成熟率を図 18 に示した。成熟率は尾叉長 280mm 以上で 15%、300mm 以上で 23%、330mm 以上で 54%であった。280mm 未満では成熟個体は確認されなかったことから、成熟開始サイズは 280mm 以上と考えられる。

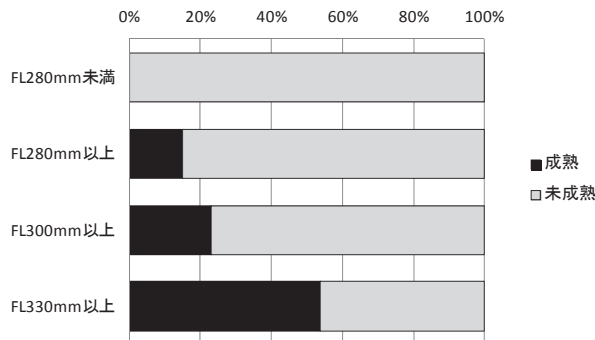


図 18 8~9 月の雌のサイズ別成熟率

### (2) 年齢と成長

#### 1) 成長曲線

MGI の推移から、鱗の輪紋形成時期は最も値の低かった 3 月と推定された。産卵期は 8~9 月と推定されたことから、誕生月を 9 月として、得られた成長式をもとに満年齢時の全長を推定し、年齢と全長の関係を図 19 に示した。その結果、2 歳までの全長は雄の方が上回っているが、3 歳以上になると雌の方が雄を上回り、成長速度は雌の方が速いことがわかった。

なお、前項で考察したとおり、雌の成熟開始サイズは尾叉長 28 cm 前後と推定されたことから、図 19 の成長曲線に基づくと、雌の成熟開始年齢は 5 歳前後と考えられる。

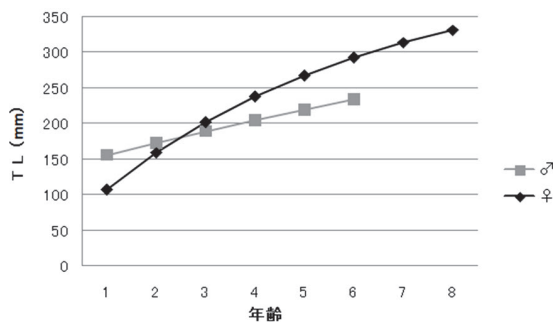


図 19 雌雄別の年齢と全長

#### 2) 他海域との比較

アカムツの年齢と成長に関する既往の研究結果と今回の結果を雌雄別に図 20 及び図 21 に示した。雌は新潟県沿岸域とほぼ同じ成長速度で、その他の海域と比べると若干成長が



遅い傾向が見られた。一方、雄は他海域と比べると、若齢魚の全長が大きく高齢魚は小さく、成長が非常に遅い傾向が見られた。雄の年齢査定した標本数 111 個体のうち、輪紋数が 3 輪及び 4 輪の個体が 92 個体を占め、それ以外の輪紋数の個体が非常に少なかったため、標本サイズの偏りが影響した可能性がある。

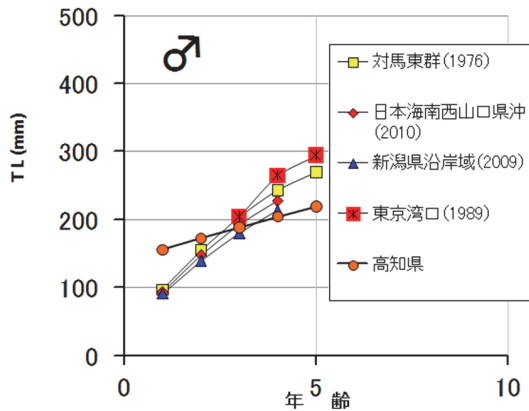


図 20 他海域の成長式との比較（雄）

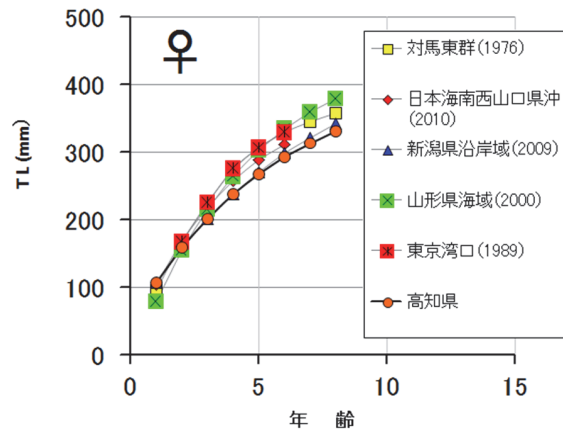


図 21 他海域の成長式との比較（雌）

### 3) 鱗の年齢形質としての有効性について

本報告ではアカムツの年齢形質として、採取及び観察が比較的容易である鱗を用いた。アカムツの鱗は隆起線は比較的鮮明に見えるものの、輪紋と規定した隆起線密帯が不鮮明なことが多く、特に輪紋が 4 輪以下の鱗が判断に迷う割合が高かった。小嶋 (1976) によると、鱗の輪紋は内輪と外輪の二重輪で形成されているとされるが、明確に二重輪と判別できたのは 6 輪以上の鱗で、3 輪以下の鱗では二重輪の判別が非常に困難であった。

鱗の縁辺成長率の月別推移を見ると(図 16 参照)、本県海域の場合は最小値が 3 月の約 0.55 でその他の月が 0.6~0.7 で推移し、最小値とそれ以外の値の差は 0.05~0.15 であった。一方、他県の場合(小嶋 1976, 大西 2009)は 7~10 月に最小値 0.2~0.4 を示し、その他の月は 0.6~0.8 で推移しており、最小値とそれ以外の値の差は 0.2~0.4 となっている。本県海域アカムツの鱗の成長率は他県と比べて季節差が小さく、このことが輪紋判読が困難となった原因の 1 つと考えられる。

また、輪紋形成時期については、一般的に産卵期前の成長鈍化期と一致することが多く、アカムツについても、他県では産卵期直前(7~10 月)と推察されている(小嶋 1976, 大西 2009)。しかし、本県の場合は産卵期(8~9 月)から半年近く離れた 3 月と推察され、産卵以外の生理条件や環境条件が鱗の年輪形成に影響している可能性が考えられる。

鱗を年齢形質として用いることについては、他魚種において、鱗の輪紋形成が生理条件や環境条件に敏感に反応しやすいことが示唆されており(安藤ら 2004)、その有効性について疑問を示す報告も多い(渡邊 1997)。年齢形質としては、鱗よりも耳石の方が精度が高い事例が報告されていることから、今後は耳石による年齢査定を行い、鱗の査定結果と比較することにより、年齢査定精度の向上が期待される。

## 6 参考文献

- 安藤和人・亘真吾・米沢純爾・橋本浩・妹尾浩太郎(2004)タカベ飼育魚の成長および鱗・耳石の輪紋形成. 東京水試調査研究報告(213), 77-86
- 河野光久(2010)日本海南西山口県沖におけるアカムツの年齢と成長. 山口県水産研究センター研究報告 8 号, 45-47
- 河野光久・小林知吉(2014)対馬海峡におけるアカムツの成熟および産卵. 山口県水産研究センター研究報告 9 号, 119-123
- 日下部敬之(2011)大阪湾イヌノシタの年齢と成長. 日水誌(77). 1-7
- 小嶋喜久雄(1976)日本海西南海域産アカムツの年齢と成長. 西海区水産研究所研究報告 48 号, 93-113

- 正木康昭・伊東弘・東海正・山口義昭(1985)周防灘産メイタガレイの年令と成長. 日水誌(12), 1963-1970
- 大西健美(2009)新潟県沿岸域におけるアカムツの年齢と成長及び産卵期. 新潟県水産海洋研究報告2号, 15-20
- 杉浦暁裕(1989)アカムツ資源調査. 神奈川県水産試験場昭和63年度受託調査報告書, 11-21
- 渡邊良朗(1997)年齢形質の有効性検討. 赤嶺達郎・麦谷泰雄(編). 水産動物の成長解析. 恒星社厚生閣, 17-27

# 資源評価調査委託事業

(現) 漁業資源課 林 芳弘

## 1 はじめに

漁業資源の持続的利用を図るため、資源評価等に必要な資料を収集した。

## 2 実施概要

### (1) 方法

我が国周辺水域資源調査・評価等推進委託事業仕様書に基づいた。

### (2) 委託調査項目

#### 1) 生物情報収集調査

主要水揚げ港におけるマアジ、サバ類、イワシ類、シラス、ブリ、ヒラメ等についての漁業種類別水揚げ状況及び生物測定調査。

#### 2) 標本船調査

機船船びき網及び大型定置網についての標本船調査。

#### 3) 沖合海洋観測調査

調査船による足摺岬沖定線及び室戸岬沖定線での海洋観測、魚卵、仔稚魚及びプランクトン調査。

#### 4) 新規加入量調査

調査船による土佐湾定線、室戸東定線及び宿毛湾定線での海洋観測、魚卵、仔稚魚及びプランクトン調査。

#### 5) 漁場一斉調査

調査船による流れ藻、モジャコ及びマアジ幼魚の分布と付着状況調査。

#### 6) 沿岸資源動向調査

沿岸性魚類(キンメダイ、ハモ、ヒラメ、タチウオ)の資源情報収集。

### (3) 実施期間

平成 28 年 4 月 1 日から平成 29 年 3 月 31 日まで。

### (4) 担当者

漁業資源課	課長	児玉	修
〃	チーフ	大河	俊之
〃	主任研究員	稲葉	太郎
〃	〃	山下	慶太郎
〃	〃	猪原	亮

## 3 結果の概要

### (1) 生物情報収集調査

対象魚種の体長測定実施状況を表 1 に、機船船びき網漁業の主要 3 地区におけるシラス混獲率の調査結果を表 2-1~3 に、足摺岬釣鰯組合における体重別ブリ漁獲尾数の推移を表 3 に示した。

(2) 標本船調査

調査の実施状況を表4に示した。

(3) 沖合海洋観測調査、(4) 新規加入量調査及び(5) 漁場一斉調査

調査の実施状況を表5～7に示した。

(6) 沿岸資源動向調査

対象魚種の体長測定実施状況を表1に示した。

以上の調査結果をもとに、関係都道府県及び中央水産研究所等と協議をして、対象魚種の資源評価及び漁海況長期予報を取りまとめ、水産庁のホームページ(<http://abchan.job.affrc.go.jp/>)で公表した。加えて、本県独自の長期漁海況予報を、高知県漁海況ホームページ(<http://www.suisan.tosa.pref.kochi.lg.jp/>)及び郵送により広報した。

表1 体長測定実施状況

区分	魚種	漁法	H28.4		H28.5		H28.6		H28.7		H28.8		H28.9		H28.10	
			回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数
*1	マイワシ	中型旋網	1	5	1	100	5	498	2	200	1	100	1	100	0	0
		定置網	1	100	2	117	2	162	0	0	0	0	0	0	0	0
		多鈎釣	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	1	2
		小計	2	105	3	217	7	660	2	200	2	106	1	100	1	2
	カタクチイワシ	中型旋網	1	100	0	0	3	88	1	92	0	0	0	0	0	0
		定置網	1	100	1	9	3	151	1	1	0	0	0	0	0	0
		多鈎釣	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12
		小計	2	200	1	9	6	239	2	93	0	0	0	0	1	12
	ウルメイワシ	中型旋網	1	96	1	100	2	98	1	100	2	200	2	200	1	96
		定置網	1	17	2	89	3	286	1	40	0	0	0	0	0	0
		多鈎釣	1	17	0	0	1	100	0	0	1	100	1	100	1	88
		小計	3	130	3	189	6	484	2	140	3	300	3	300	2	184
	マアジ	中型旋網	0	0	0	0	1	99	0	0	2	200	0	0	0	0
		定置網	0	0	1	48	3	57	1	39	0	0	0	0	0	0
		小計	0	0	1	48	4	156	1	39	2	200	0	0	0	0
	サバ類	中型旋網	1	109	1	93	3	105	0	0	0	0	0	0	0	0
		定置網	1	51	3	72	3	82	1	1	0	0	0	0	0	0
		立縄・毛針釣	0	0	1	58	1	162	1	15	0	0	2	121	1	172
		多鈎釣	0	0	0	0	2	24	1	41	2	27	2	14	2	3
		釣	0	0	0	0	0	0	1	60	0	0	0	0	0	0
小計		2	160	5	223	9	373	4	117	2	27	4	135	3	175	
計			9	595	13	686	32	1,912	11	589	9	633	8	535	7	373
*1	キンメダイ	釣	0	0	3	410	1	285	4	631	0	0	1	65	1	75
*2	タチウオ	定置網	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	1	4	0	0
*2	ハモ	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
*2	ヒラメ	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
*1	ブリ	定置網	2	69	1	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		釣	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		立縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		小計	2	69	1	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計			11	664	17	1,131	33	2,197	15	1,220	10	639	10	604	8	448

\*1:資源評価対象種 \*2:沿岸資源動向調査対象種

表 1 続き

区分	魚種	漁法	H28.11		H28.12		H29.1		H29.2		H29.3		平成28年度計	
			回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数
*1	マイワシ	中型旋網	2	194	1	98	3	300	1	100	1	100	19	1,795
		定置網	0	0	0	0	0	0	1	100	1	22	7	501
		多鈎釣	1	13	0	0	1	44	1	24	1	6	6	95
		小計	3	207	1	98	4	344	3	224	3	128	32	2,391
	カタクチイワシ	中型旋網	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	280
		定置網	0	0	0	0	1	56	2	56	1	100	10	473
		多鈎釣	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12
		小計	0	0	0	0	1	56	2	56	1	100	16	765
	ウルメイワシ	中型旋網	2	196	1	99	0	0	1	98	0	0	14	1,283
		定置網	0	0	1	88	0	0	1	5	1	9	10	534
		多鈎釣	1	100	0	0	1	100	1	71	1	76	9	752
		小計	3	296	2	187	1	100	3	174	2	85	33	2,569
	マアジ	中型旋網	2	172	0	0	0	0	0	0	1	100	6	571
		定置網	0	0	1	67	1	20	0	0	0	0	7	231
		小計	2	172	1	67	1	20	0	0	1	100	13	802
	サバ類	中型旋網	1	27	0	0	0	0	0	0	0	0	6	334
		定置網	0	0	2	32	2	20	2	77	0	0	14	335
		立縄・毛針釣	1	92	0	0	2	131	1	81	1	80	11	912
		多鈎釣	2	4	0	0	0	0	0	0	2	13	13	126
		釣	0	0	0	0	1	49	0	0	0	0	2	109
小計		4	123	2	32	5	200	3	158	3	93	46	1,816	
計		12	798	6	384	12	720	11	612	10	506	140	8,343	
*1	キンメダイ	釣	2	424	0	0	4	518	0	0	0	0	16	2,408
*2	タチウオ	定置網	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	11
*2	ハモ	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
*2	ヒラメ	—	0	0	0	0	2	9	8	27	8	35	21	175
*1	ブリ	定置網	0	0	0	0	1	10	1	10	2	60	4	80
		釣	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		立縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		小計	0	0	0	0	1	10	1	10	2	60	4	80
合計		14	1,222	6	384	18	1,249	12	622	12	566	163	10,842	

\*1: 資源評価対象種 \*2: 沿岸資源動向調査対象種

表 2-1 シラス混獲状況(安芸漁協)

年月日	H28.4.5		H28.4.15		H28.4.20		H28.4.29		H28.5.13		H28.6.18		H28.6.24		H28.7.1		H28.7.14		H28.7.25	
	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g
マイワシ	103	0.9	2	0.1	4	0.7	11	8.6	14	17.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	13	0.2
カタクチイワシ	2465	70.8	465	16.0	294	36.5	18	7.3	16	9.5	550	12.3	1064	32.5	837	34.3	1569	27.8	2839	30.6
ウルメイワシ	10	0.1	2	0.2	2	0.3	28	11.0	7	4.3	4	0.1	17	0.7	6	0.5	0	0.0	3	0.0
キヒナゴ	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.0
ソノ他	9	0.1	0	0.0	1	0.2	0	0.0	0	0.0	15	0.4	46	0.2	5	0.0	72	0.8	54	0.7
合計	2587	71.9	469	16.3	301	37.7	57	26.9	37	31.4	569	12.8	1127	33.4	848	34.8	1641	28.6	2910	31.5

表 2-1 続き

年月日	H28.8.5		H28.8.9		H28.8.25		H28.8.30		H28.9.9		H28.9.16		H28.9.22		H28.9.30		H28.10.6		H28.10.12	
	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g
マイワシ	4	0.0	0	0.0	12	0.1	4	0.1	1	0.0	15	0.2	3	0.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0
カタクチイワシ	2091	27.3	1590	31.6	2735	26.5	1500	25.2	755	34.4	1662	26.5	1641	35.1	875	22.6	1589	28.6	1558	23.7
ウルメイワシ	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
キヒナゴ	35	0.4	17	0.1	25	0.1	3	0.0	0	0.0	7	0.0	2	0.0	2	0.0	0	0.0	0	0.0
ソノ他	90	4.7	22	1.4	20	0.4	21	0.3	3	0.0	4	0.0	2	0.0	1	0.0	15	0.1	47	0.3
合計	2220	32.4	1629	33.1	2792	27.1	1528	25.6	759	34.4	1688	26.7	1648	35.2	878	22.6	1604	28.7	1605	24.0



表 2-2 続き

年月日	H29.1.31		H29.2.10		H29.2.17		H29.2.27		H29.3.7		H29.3.20		H29.3.30	
水揚地	春野		春野		春野		春野		春野		春野		春野	
	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g
マイワシ	169	9.9	236	12.1	153	12.0	49	7.4	308	6.7	382	6.7	385	4.9
カタチイワシ	21	2.4	42	3.0	25	3.6	10	1.8	32	1.2	127	2.8	135	2.9
ウルメイワシ	50	2.3	86	2.8	11	0.5	44	7.0	455	9.0	143	4.2	279	8.9
キヒナゴ	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
ソノ他	0	0.0	2	0.0	3	0.7	3	0.1	20	0.6	44	4.7	15	2.4
合 計	240	14.6	366	17.9	192	16.8	106	16.3	815	17.5	696	18.4	814	19.1

表 2-3 シラス混獲状況(錦浦漁協)

年月日	H28.4.11		H28.4.19		H28.4.26		H28.5.23		H28.10.10		H28.11.2		H28.11.10		H28.11.23		H28.11.25		H28.11.30	
水揚地	錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦	
	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g
マイワシ	127	15.1	3	1.0	2	0.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4	0.0	0	0.0	34	0.7
カタチイワシ	258	17.1	403	24.4	283	26.5	934	14.0	899	35.6	1041	40.0	762	23.6	595	22.5	403	19.1	511	35.3
ウルメイワシ	131	11.0	42	2.1	11	1.5	59	1.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	65	1.2	0	0.0	320	8.2
キヒナゴ	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.4	0	0.0	0	0.0	34	0.5	0	0.0
ソノ他	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	34	0.7	34	0.2	3	0.0	18	0.8	8	0.1	1	0.0
合 計	516	43.2	448	27.5	296	28.1	993	15.9	933	36.3	1076	40.6	765	23.6	682	24.5	445	19.7	866	44.2

表 2-3 続き

年月日	H28.12.12		H28.12.23		H29.1.7		H29.1.17		H29.1.27		H29.2.12		H28.2.22		H29.3.14		H29.3.18		H29.3.28	
水揚地	錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦		錦浦	
	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g
マイワシ	194	4.2	267	10.1	183	16.4	208	28.2	546	30.5	527	39.7	1715	55.9	769	37.1	352	22.9	778	35.9
カタチイワシ	595	30.5	440	22.0	218	22.5	47	6.8	89	6.1	148	14.7	14	0.8	3	0.2	1	0.1	18	0.7
ウルメイワシ	4	0.0	54	1.3	144	7.6	154	16.2	227	15.5	135	8.3	6	0.1	4	0.1	4	0.2	0	0.0
キヒナゴ	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
ソノ他	6	0.2	1	0.0	1	0.1	0	0.0	8	0.9	8	1.0	5	0.3	1	0.1	3	2.1	24	1.4
合 計	799	34.9	762	33.4	546	46.6	409	51.2	870	53.0	818	63.7	1740	57.1	777	37.5	360	25.3	820	38.0

表 3 足摺岬釣鰯組合によるブリ漁獲尾数 単位：尾

年 月	合 計	魚 体 重 階 級 (kg)																			
		~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11	11~12	12~13	13~						
H28.9	0																				
10	3							1			2										
11	426			1	29	154	14	17	145	38	20	5		3							
12	1,395				12	148	15	44	158	665	137	204	9	1	2						
H29.1	2,370					650	122	155	849	250	307	37									
2	2,376					1,120	432	56	529	67	163	9									
3	549							516	29		4										
尾数計(尾)	7,119	0	0	1	41	2,072	1,099	273	1,710	1,020	633	255	9	4	2						
重量計(kg)	47,575																				

資料：清水漁協(足摺支所)報告

表 4 標本船調査実施状況

漁業種類	隻(統)数	調 査 期 間	船 名	トン数	所属漁協
機 船 船 び き 網 漁 業	2	周 年	第一龍王丸 第十一豊三丸	4.9	安 芸
			優寿丸	4.21	錦 浦
大 型 定 置 網	2	周 年	高知県漁協 (高岡支所)		
			高知県漁協 (佐喜浜町支所)		

表5 海洋観測実施状況

対象海域 (定線名)	船名	調査項目	月別調査日数 (調査測点数)												計	備考
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
室戸岬沖 (ナ-3-1)	土佐海洋丸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気象</li> <li>・海象</li> <li>・水温</li> <li>・塩分</li> <li>・透明度</li> <li>・流向</li> <li>・流速</li> <li>・クロフィル</li> </ul>	1				1			1			1	4		
			(6)				(6)			(6)			(6)	(24)		
足摺岬沖 (M)			1				1			1			1	4		
			(8)				(8)			(8)			(8)	(32)		

表6 魚卵・仔稚魚調査実施状況（沖合海洋観測調査）

対象海域 (定線名)	船名	調査項目	月別サンプル数(LNP)												計	備考
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
室戸岬沖 (ナ-3-1)	土佐海洋丸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・魚卵</li> <li>・仔稚</li> <li>・プランクトン</li> </ul>	6				6			6			6	24		
足摺岬沖 (M)			8				8			8			8	32		
漁場 一斉 調査			○											○		

表7 魚卵・仔稚魚調査実施状況（新規加入量調査）

対象海域 (定線名)	船名	調査項目	月別サンプル数(LNP)												計	備考
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
土佐湾 (ナ-3-2)	土佐海洋丸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・魚卵</li> <li>・仔稚</li> <li>・プランクトン</li> </ul>	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	312	
室戸東 (ME)			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	
宿毛湾 (S)			10							10	10	10	10	10	60	
漁場 一斉 調査			○	○										○		



## 日本周辺高度回遊性魚類資源調査委託事業

漁業資源課 杉本 昌彦

## 1 目的

本事業は水産庁の委託を受けて実施しているもので、日本周辺海域における高度回遊性魚類であるまぐろ類の生物学的データを収集し、北太平洋のまぐろ類の資源評価に必要な基礎的知見を蓄積することを目的としている。

## 2 実施概要

## (1) 方法

平成 28 年度国際資源評価調査・情報提供委託事業実施計画書に基づき、次の 2 つの調査を実施した。

## 1) 水揚状況調査

調査担当者 高知県水産試験場漁業資源課 主任研究員 杉本 昌彦  
 " " 漁業資源課 主任研究員 山下 慶太郎  
 調査水揚市場 清水、窪津、佐賀、宇佐、加領郷、室戸、椎名及び甲浦  
 調査対象 水揚統計資料及び水揚伝票  
 調査項目 市場、魚種、年月日、海区、漁法、水揚状態、銘柄、漁獲重量、漁獲尾数、所属及び船名

## 2) 生物測定調査

調査担当者 高知県漁業協同組合甲浦支所職員  
 調査対象 市場に水揚されたクロマグロ  
 測定項目 尾又長及び体重

なお、得られたデータは定められた様式で入力の上、(株)日本エヌ・ユー・エスへ送付した。

## (2) 事業実施期間

平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

## 3 結果の概要

## (1) 2016年(平成28年)のクロマグロ及び他のまぐろ類の漁況

## 1) 沿岸まぐろ延縄(20トン未満船)

表 1 2016 (H28) 年沿岸まぐろ延縄水揚尾数 (甲浦市場)

単位:尾

月	隻数	キハダ		クロマグロ	マハチ		ビンナガ	マガジキ	マガジキ	クマガジキ	シロガジキ	バショウガジキ
		キハダ	シビ		マハチ	ダルマ						
1	16	73	10		23	44	1,147	58	4	2		
2	25	168	64		23	34	883	43	14			
3	18	131	75	1	9	14	474	24	7	1		
4	7	55	4	1	2	3	361	42	1			
5	1	8	2	1			1	21	1	2		
6												
7												
8												
9												
10	1	6			5	5	56		1			
11	2	4	6		2	5	265	1	4	1		1
12	13	3	2		31	35	718	3	5		1	
計	83	448	163	3	95	140	3,905	192	37	6	1	1
前年計	54	361	314	5	98	162	5,633	147	29	5	1	0

※養殖用種苗・標本魚は含まない。

高知県東部の甲浦市場の延縄によるまぐろ類水揚尾数を表1に示した。

水揚げされたクロマグロは3尾（前年比60%）、キハダは611尾（同91%）、メバチは235尾（同90%）、ビンナガは3,905尾（同69%）と前年を下回る低調な水揚であった。

2) 沿岸竿釣（20トン未満船）

高知県の主要3市場（佐賀、宇佐及び甲浦）のクロマグロ（ヨコワ）水揚量を表2に示した。水揚げされたヨコワは8.7トンで、前年（1.3トン）の688%と好調な水揚であった。

表2 2016（H28）年主要市場沿岸竿釣ヨコワ水揚量 単位:kg

月	佐賀	宇佐	甲浦	計
1	9.8		427.9	437.7
2			130.0	130.0
3				0.0
4				0.0
5				0.0
6				0.0
7				0.0
8	1.0			1.0
9	96.4			96.4
10	2.1		2,483.2	2,485.3
11	4,433.9		1,135.9	5,569.8
12	7.1			7.1
計	4,550.3	0.0	4,177.0	8,727.3
前年計	409.2	0.0	859.4	1,268.6

※養殖用種苗・標本魚は含まない。

※端数を四捨五入したため合計値と一致しない場合がある。

3) 曳縄

高知県の主要8市場（清水、窪津、佐賀、上ノ加江、宇佐、加領郷、室戸及び甲浦）のヨコワ水揚量を表3に示した。水揚げされたヨコワは22.9トンで、前年（0.3トン）の7,200%と好調な水揚であった。

表3 2016（H28）年主要市場曳縄ヨコワ水揚量

単位:kg

月	清水	窪津	佐賀	上ノ加江	宇佐	加領郷	室戸	甲浦	計
1	15.9	5.9	2.8					2,514.0	2,538.6
2	8.7							330.7	339.4
3	38.9	4.5	55.8		10.8		2.2	918.7	1,030.9
4	2.9				3.5			44.1	50.5
5	2.4								2.4
6									0.0
7			1.9						1.9
8			866.6		135.0				1,001.6
9		1.4	1,021.0		11.9				1,034.3
10	2.6		98.2		29.6			1,641.2	1,771.6
11	1.8		1.1		14.9			2,163.3	2,181.1
12	14.9	3.5	937.6		5,460.9	6,571.8	6.7		12,995.4
計	88.1	15.3	2,985.0	0.0	5,666.6	6,571.8	8.9	7,612.0	22,947.7
前年計	47.4	10.6	67.2	0.0	183.4	0.0	0.0	9.6	318.2

※養殖用種苗・標本魚は含まない。

※端数を四捨五入したため合計値と一致しない場合がある。

(2) 高知県主要市場のヨコワ水揚量

高知県の主要9市場（清水、窪津、佐賀、上ノ加江、宇佐、加領郷、室戸、椎名及び甲浦）のヨコワ水揚量を表4に示した。

水揚げされたヨコワは33.2トンで、前年（2.9トン）の1,200%であった。

また、1996年からの主要7市場（清水、窪津、佐賀、宇佐、加領郷、室戸及び甲浦）における年度（7月から翌年6月まで）別水揚量の推移を図1に示した。

表4 2016（H28）年主要市場ヨコワ水揚量

単位:kg

月	清水	窪津	佐賀	上ノ加江	宇佐	加領郷	室戸	椎名	甲浦	合計
1	21.3	9.6	12.6					73.0	2,945.3	3,061.8
2	26.9	21.0						36.3	460.7	544.9
3	61.8	29.8	55.8		10.8	20.3	34.9	28.0	918.7	1,160.1
4	2.9				3.5				44.1	50.5
5	12.0							8.3		20.3
6										0.0
7			1.9					0.5		2.4
8			870.7		135.0					1,005.7
9	6.8	2.5	1,119.9		11.9			0.5		1,141.6
10	6.6	1.0	100.8		34.3	108.4	3.7	2.0	4,126.2	4,383.0
11	27.0	4.1	4,572.1		52.4	42.2		419.0	3,309.4	8,426.2
12	47.1	8.8	944.7		5,500.7	6,615.4	63.9	187.7		13,368.3
計	212.4	76.8	7,678.5	0.0	5,748.6	6,786.3	102.5	755.3	11,804.4	33,164.8
前年計	144.2	38.3	489.3	0.0	187.8	4.0	0.0	1,108.2	911.2	2,883.0

※養殖用種苗・標本魚は含まない。

※端数を四捨五入したため合計値と一致しない場合がある。

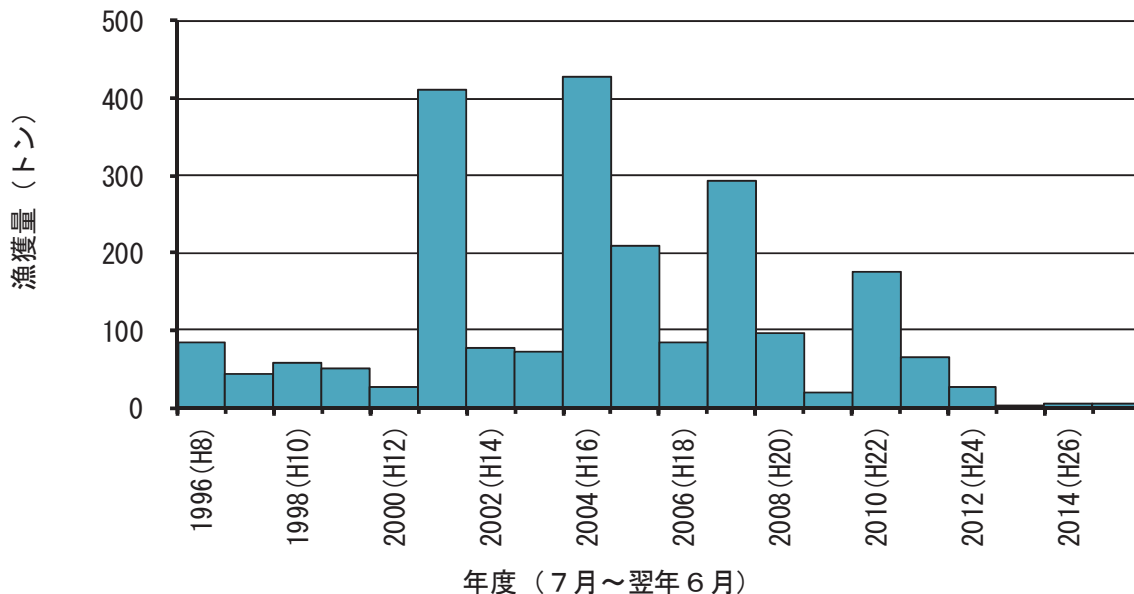


図1 県下主要市場の年度別ヨコワ水揚量  
(清水、窪津、佐賀、宇佐、加領郷、室戸及び甲浦)

### (3) 曳縄クロマグロ養殖用種苗採捕状況

本県ではクロマグロ養殖用種苗を曳縄で採捕しており、主要8漁協・支所の採捕尾数を表5に示した。2016年の採捕尾数は20,133尾で、過去10年（2006年から2015年）平均（37,889尾）の53%であった。主要8漁協・支所について尾数データがそろった2007年からの養殖用種苗採捕状況を図2に示した。採捕尾数、延採捕隻数及びCPUEは、2011年から5年連続して極めて低調に推移したが、2016年は上向きの傾向がみられた。

また、図3に、養殖用種苗採捕のCPUEと9月から翌年3月までに全漁業種で水揚げされたヨコワの推定水揚尾数との関係を示した。両者の間には、正の強い相関関係がみられた。

表5 主要漁協・支所養殖用種苗採捕尾数

単位：尾

年	清水統括支所	窪津漁協	下ノ加江支所	佐賀統括支所	上ノ加江漁協	久礼漁協	宇佐統括支所	甲浦支所	計(尾)
2004 H16				-	32,612	4,684	23,000	8,329	68,625
2005 H17				-	4,883	4,692	9,552	8,978	28,105
2006 H18				11,923	9,817	19,197	20,005	13,181	74,123
2007 H19	2,115	4,513	3,773	13,171	7,317	7,000	26,103	27,339	91,331
2008 H20	11,900	5,134	5,885	8,052	4,745	3,877	13,605	10,413	63,611
2009 H21	491	632	1,199	2,312	1,984	-	1,531	6,041	14,190
2010 H22	9,585	2,378	10,799	11,831	6,751	-	19,564	18,769	79,677
2011 H23	685	-	4,107	1,744	2,029	1,391	3,773	3,605	17,334
2012 H24	99	-	528	323	1,102	647	1,462	2,495	6,656
2013 H25	58	868	1,482	1,381	1,974	1,413	3,846	4,793	15,815
2014 H26	-	200	320	539	352	493	4,616	932	7,452
2015 H27	-	157	522	-	361	243	5,540	1,878	8,701
2016 H28	-	1,903	2,517	-	2,539	6,165	2,965	4,044	20,133

※尾数は、漁協・支所の水揚伝票による7,8月の数量で、養殖業者が引き取った活魚の尾数である。

※2009、2010年の久礼漁協は、上ノ加江漁協に含まれる。

※2011、2012年の窪津漁協は、下ノ加江支所に含まれる。

※2011年以降の上ノ加江漁協は、放流用種苗を含む。

※2016年の宇佐支所及び久礼漁協は、6月を含む。

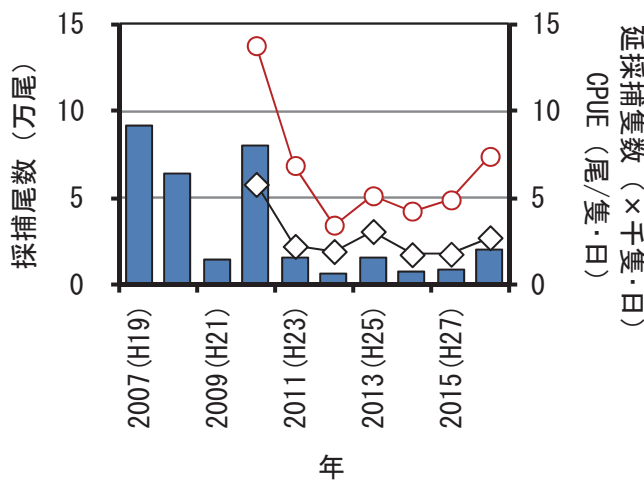


図2 主要漁協・支所における養殖用種苗の採捕状況

- 採捕尾数 (尾)
- ◇— 延採捕隻数 (隻・日)
- CPUE (尾/隻・日)

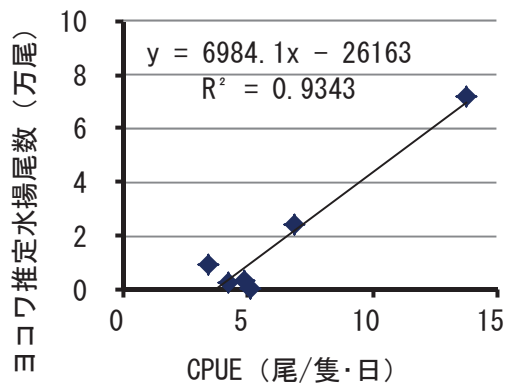


図3 養殖用種苗採捕のCPUEとヨコワ推定水揚尾数の関係 (2010～2015年度)

CPUE：7,8月の清水、窪津、下ノ加江、佐賀、上ノ加江、久礼、宇佐、甲浦における養殖用種苗採捕のCPUE。ヨコワ水揚：9月～翌年3月の清水、窪津、佐賀、宇佐、加領郷、室戸、椎名、甲浦における推定水揚尾数。

# 浮魚礁モニタリング調査

## I 平成 28 年浮魚礁効果調査

漁業資源課 児玉 修・杉本 昌彦

### 1 目的

高知県が設置した表層型浮魚礁「土佐黒潮牧場」（以下「黒牧」という。）は、平成 28 年現在 15 基体制である。また、平成 13 年から設置が始まった中層型浮魚礁は、平成 18 年 12 月までに沿岸中層型浮魚礁 5 か所と沖合中層型浮魚礁 8 か所である。

この調査は、これら浮魚礁の漁獲状況を把握することで、効果の検証と今後の浮魚礁の設置に活用することを目的として実施した。

### 2 調査方法

浮魚礁の利用回数や漁獲金額の推定には、浮魚礁を主に利用する標本船の日誌（竿釣船 2 隻と曳縄船 4 隻の計 6 隻）、船間連絡日誌の情報、漁業者等からの聞き取り結果、水産試験場調査船による調査結果及び久礼と池ノ浦地区の月別浮魚礁別漁獲成績報告書（竿釣船 5 隻と曳縄船 4 隻の計 9 隻）を用いた。

標本船と船間連絡日誌の情報は以下のとおり。

地区	漁法	説明
○水産試験場依頼標本船（2 隻）		
甲浦地区	7 トン級竿釣船	かつお竿釣漁を主体にキハダしゃくり釣漁及びスルメイカ釣漁などを操業。
土佐清水地区	曳縄船	黒牧13号を主体とする西部海域の浮魚礁で曳縄漁を周年操業。
○土佐黒潮牧場管理運営委員会の浮魚礁漁獲効果標本船（3 隻）		
佐賀地区	曳縄船	各種一本釣漁、曳縄漁、立縄漁及び延縄漁を操業。
土佐清水地区	曳縄船	黒牧13号を主体とする西部海域の浮魚礁で曳縄漁を周年操業。
宿毛地区	曳縄船	ヨコ新仔漁、浮魚礁での曳縄漁及びキハダ流し釣漁を操業。
○船間連絡日誌		
佐賀地区	19 トン型竿釣船	佐賀地区を中心とした19トン型竿釣船を主体とする18隻（一部19トン未満船を含む。以下「佐賀グループ船」という。）の船間連絡日誌記録を集計。

標本船日誌で 1 日に複数の浮魚礁を利用したことが記載されていた場合には、漁獲が多いと推定された浮魚礁を代表とし、浮魚礁が特定できない場合はデータから除外した。

これらのデータから、操業船 1 隻当たりの水揚金額を元にして、浮魚礁で目視された操業船の隻数を乗じて引き延ばしを行って浮魚礁別の漁獲金額を算出した。なお、豊後水道沖の愛媛表層型浮魚礁（以下「えひめ 1 号」という。）は、本県漁船の利用が多く、継続的に顕著な漁獲効果を上げていることから、黒牧と同様に集計を行った。

### 3 結果と考察

#### （1）平成 28 年浮魚礁効果

##### 1）標本船の浮魚礁利用状況

標本船が平成 28 年に浮魚礁で操業した月別利用回数を図 1 に示した。

##### ①甲浦地区標本船（7 トン級竿釣船）

平成 28 年は、5 月から 7 月までと 9 月は主にかつお竿釣漁、10 月から 12 月まではキハダしゃくり釣漁を操業した。室戸岬の東に設置された黒牧 15 号及び 19 号の利用がほぼ全てを占めており、15 号の利用が 69%、19 号の利用が 28% であった。

##### ②佐賀地区標本船（曳縄船）

平成 28 年は、3 月、5 月、6 月及び 8 月は立縄漁主体に操業しており、曳縄漁及びかぶし釣

漁での操業は、2月、4月及び7月並びに9月から12月に多かった。曳縄漁及びかぶし釣漁における浮魚礁利用割合は52%であった。浮魚礁の利用が多かったのは1月と9月から12月で、黒牧8号、9号、12号、14号、20号を利用した。利用割合は、その他の48%を除くと黒牧12号が44%と最も高く、次いで20号が3%を占めた。

③土佐清水地区標本船（曳縄船）

平成28年は、黒牧11号、13号、18号及び21号を利用し、13号の利用が73%と最も高く、次いで18号と21号の利用が同じく10%を占めた。

④宿毛地区標本船（曳縄船）

平成28年は、黒牧21号の利用割合が最も高く58%を占めた。次いで、11号が22%、えひめ1号が17%を占めた。

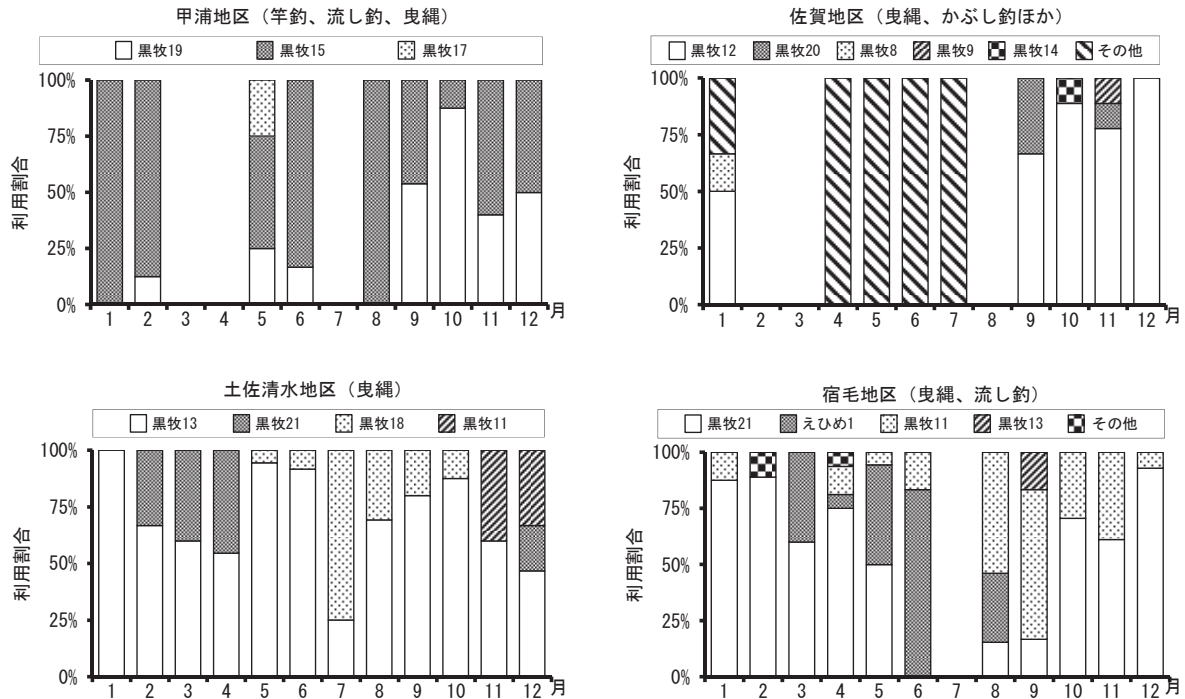


図 1 標本船の浮魚礁利用回数（平成28年）

⑤佐賀地区19トン型竿釣船

佐賀グループ船の平成28年における黒牧（えひめ1号を含む）の利用状況を図2に示した。

黒牧を利用した年間操業回数は合計112回で、過去5年間の平均（305回）を大きく下回った。利用回数が多かったのは11月、次いで4月で、春と秋のカツオの来遊時期に主に利用された。

利用回数が最も多かったのは黒牧13号で30回（27%）、次いで21号が22回（20%）利用された。

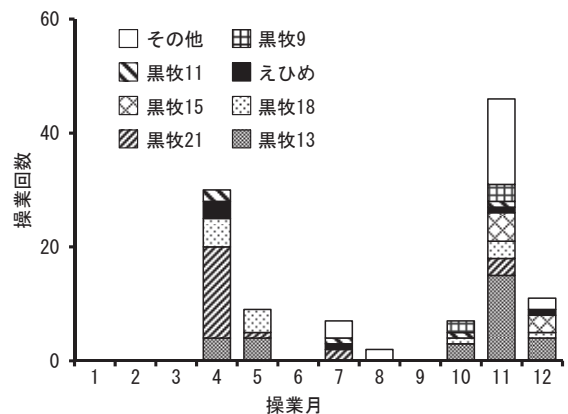


図 2 佐賀グループ船の浮魚礁操業回数（平成28年）

2) 黒牧における漁獲金額

平成28年の漁業種類別の推定漁獲金額を表1に示した。

黒牧における漁獲金額は、全体で約495百万円と推定され、前年の約679百万円を下回った。このうち竿釣船による漁獲が68%（336百万円）、曳縄船等による漁獲が32%（159百万円）

を占めると推定された。また、佐賀グループ船の漁獲金額は 25 百万円で、全体の 5%であった。

表 1 平成 28 年（1～12 月）漁業種類別・黒牧別推定漁獲金額

漁業種類	利用登録漁船の船型	登録隻数（隻） (H28. 10. 5現在)			西部地区					中部地区					東部地区					計	
		県内	県外	合計	大月	沖ノ	足摺	同左	同左	同左	興津	窪川	高知	安芸	中芸	室戸	同左	芸東	甲浦		
					21号	11号	13号	18号	9号	6号	8号	20号	12号	14号	17号	10号	16号	15号	19号		
佐賀19トン型グループ小型竿釣船	19トン型	13	4	17	8.1 33%	0.6 2%	5.2 21%	4.3 17%	1.2 5%	0.5 2%	0.1 0%	0.0 0%	0.6 3%	0.7 3%	0.4 2%	0.2 1%	0.0 0%	2.8 11%	0.1 0%	24.7 100%	
その他の竿釣船	5トン未満	5	2	7	80.8	2.9	81.6	61.4	3.2	0.0	0.0	0.0	6.4	4.9	23.1	0.1	0.4	38.2	7.8	310.9	
	5～10トン未満	12	5	17	26%	1%	26%	20%	1%				2%	2%	7%	0%	0%	12%	3%	100%	
	10～20トン未満	14	3	17																	
	20トン以上	2	0	2																	
竿釣船	計	46	14	60	88.9	3.5	86.8	65.7	4.4	0.5	0.1	0.0	7.0	5.5	23.6	0.3	0.4	41.1	7.9	335.5	
曳縄船等 (流し釣を含む)	5トン未満	510	43	553	29.8	17.7	47.4	13.7	0.2	0.0	0.1	0.3	23.5	0.1	3.1	0.0	0.0	20.8	2.9	159.4	
	5トン以上	173	22	195	19%	11%	30%	9%	0%			0%	15%	0%	2%			13%	2%	100%	
	小計	683	65	748																	
合計		729	79	808	118.7 24%	21.1 4%	134.2 27%	79.4 16%	4.6 1%	0.5 0%	0.1 0%	0.3 0%	30.5 6%	5.6 1%	26.7 5%	0.3 0%	0.4 0%	61.9 13%	10.7 2%	494.9 100%	

黒牧別推定漁獲金額は、西部の黒牧 13 号が最も多く、佐賀グループ船の漁獲の 21%、佐賀グループ船以外の竿釣船の 26%、曳縄船等の 30%を占めた。次いで西部の 21 号が多く、それぞれ、33%、26%及び 19%を占めた。第 3 位は西部の 18 号で、それぞれ 17%、20%及び 9%を占めた。

平成 28 年の黒牧別推定漁獲金額、設置から前年平成 27 年までの黒牧別年平均漁獲金額及び 1 基当たりの平均漁獲金額を図 3 に示した。

黒牧別推定漁獲金額は、黒牧 13 号が最も多く、全体の約 27%を占める約 134 百万円であった。この結果は、前年までの黒牧 13 号年平均漁獲金額（227 百万円）を下回り、過去 10 年間で最低であった。

前年までの累計から求めた黒牧全体の 1 基当たりの平均漁獲金額（45 百万円）を上回ったのは、黒牧 21 号、13 号、18 号及び 15 号の 4 基で、黒牧別年平均漁獲金額を上回ったのは 21 号、18 号、12 号及び 15 号の 4 基であった。

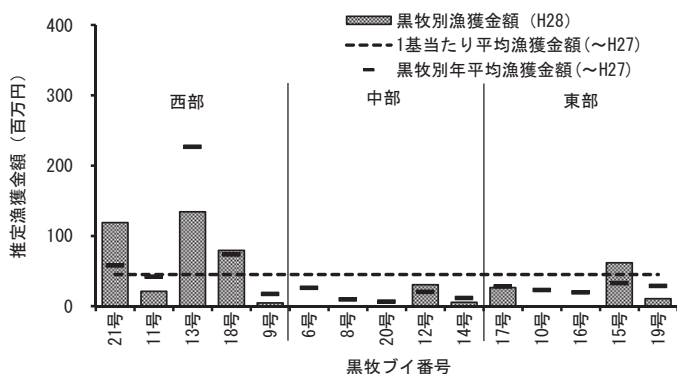


図 3 黒牧別推定漁獲金額（平成 28 年）と年平均漁獲金額

### 3) その他の浮魚礁の漁獲金額

沖合中層型浮魚礁、沿岸中層型浮魚礁ともに漁獲情報を得ることができなかった。

えひめ 1 号は、15 百万円（曳縄船 9 百万円、竿釣船 6 百万円）の漁獲があったと推定され、前年の約 66%であった。

#### (2) 黒牧漁獲金額の推移

黒牧 1 号（最初の実験浮魚礁）が設置された昭和 59 年以降の黒牧設置状況と推定漁獲金額の推移を表 2 に示した。

平成 13 年の黒牧 18 号設置以降、12 基の体制が 10 年間続いた（ただし、稼働基数は 10～11 基の場合が多かった）が、平成 22～23 年には黒牧 19 号、20 号及び 21 号を設置して 15 基の体制となった。

昭和 62 年（実用型浮魚礁の設置を開始）から平成 28 年までの累計漁獲金額は約 125 億円となり、黒牧 1 基当たりの年平均漁獲金額は 44 百万円と推定された。黒牧別では、黒牧 13 号が平成 2 年と 16 年を除いて漁獲金額が最も多く、年平均漁獲金額は 223 百万円であった。続いて、2 位は黒牧 18 号の 74 百万円、3 位は黒牧 21 号の 68 百万円であった。

黒牧合計年間漁獲金額と黒牧稼働基数の推移を図 4 に示した。

(単位：百万円)

表2 黒牧ブイの設置状況と漁獲金額の推移

ブイ年	高知沖 1号	足摺岬沖 9(2)号※	高知沖 12(3)号※	高知沖 10(4)号※	室戸岬沖 16(7)号※	興津沖 8号	沖ノ島沖 11号	安芸沖 14号	芸東沖 15号	中芸沖 17号	足摺岬沖 18号	窪川沖 20号	大月沖 21号	甲浦沖 19号	合計	稼働基数	1基平均漁獲高
S. 59 (1984)	S59.12設置																
S. 60 (1985)	0																
S. 61 (1986)	21	S62.3設置	S63.3設置														
S. 62 (1987)	S61.12回収 S63.3再設	57	H9.3更新 H19.4更新	H1.3設置											57	1	57
S. 63 (1988)	0	8	0	H8.3更新 H25.3更新	H2.2設置										8	2	4
H. 1 (1989)	0	0	18	60	H9.3更新										78	3	26
H. 2 (1990)	0	0	130	41	7	H4.2設置									178	4	44
H. 3 (1991)	0	0	3	60	140	H18.1更新									203	4	51
H. 4 (1992)	0	101	0	129	331	148	H5.3設置								709	5	142
H. 5 (1993)	0	17	0	50	75	4	0								146	6	24
H. 6 (1994)	0	H7.2更新 H17.2更新	0	25	178	27	38	H7.2設置 H18.1更新							268	5	54
H. 7 (1995)	1	24	1	3	83	11	2	H8.2設置							126	7	18
H. 8 (1996)	0	7	10	13	171	6	1	H10.3設置							253	8	32
H. 9 (1997)	0	0	0	8	185	8	0	H20.7更新 H10.12設置							217	8	27
H. 10 (1998)	H10.3回収	81	0	20	221	36	0	6	H24.5更新						479	9	53
H. 11 (1999)		15	39	21	298	50	9	79	34.58 H11.12設置						556	9	62
H. 12 (2000)		2	54	0	103	44	2	14	H12.3回収 H13.4復旧	25	H23.11更新				330	10	33
H. 13 (2001)		4	74	H13.6離脱 H15.3復旧	181	13	3	7	6	12	62				512	11	47
H. 14 (2002)		44	20	H17.8回収 H17.10復旧	254	31	20	6	14	8	88				605	11	55
H. 15 (2003)		33	1	8.1	H15.1離脱 H16.4復旧	3	27	1	13	26	82				223	11	20
H. 16 (2004)		43	29	61	240	128	95	25	40	200	291				1,305	12	109
H. 17 (2005)		1	2	6	150	0	41	3	94	2	20				319	11	29
H. 18 (2006)		2	0	25	268	2	12	7	16	H17.9離脱	191				523	10	52
H. 19 (2007)		3	7	7	365	29	5	3	90	H20.8復旧	43				670	11	61
H. 20 (2008)		22	8	12	260	18	H20.3離脱	5	11	1	95				474	10	47
H. 21 (2009)		0	1	3	175	1	H22.3復旧	21	9	69	35				342	11	31
H. 22 (2010)		5	44	19	375	2	0	7	42	0	59	H22.10設置 H23.3設置			562	12	47
H. 23 (2011)		2	63	4	380	12	10	7	47	0	47	0	5	1	635	15	42
H. 24 (2012)		1	3	0	277	5	3	7	2	1	46	7	18	20	436	15	29
H. 25 (2013)		0	4	0	338	5	0	3	54	0	10	1	49	68	530	15	35
H. 26 (2014)		20	59	4	208	32	24	7	6	11	25	24	80	62	571	15	38
H. 27 (2015)		H27.3 撤去せ	0	8	409	13	23	2	46	14	13	1	139	3	679	15	45
H. 28 (2016)		5	H29.3 更新	30	134	1	0	21	62	27	79	0	119	11	495	15	33
累計	22	497	608	578	5,806	631	401	218	587	396	1,186	33	410	155	12,490	281	44
年平均	2	17	21	22	223	25	19	11	35	28	74	6	68	26	※括弧内は旧ブイ番号		



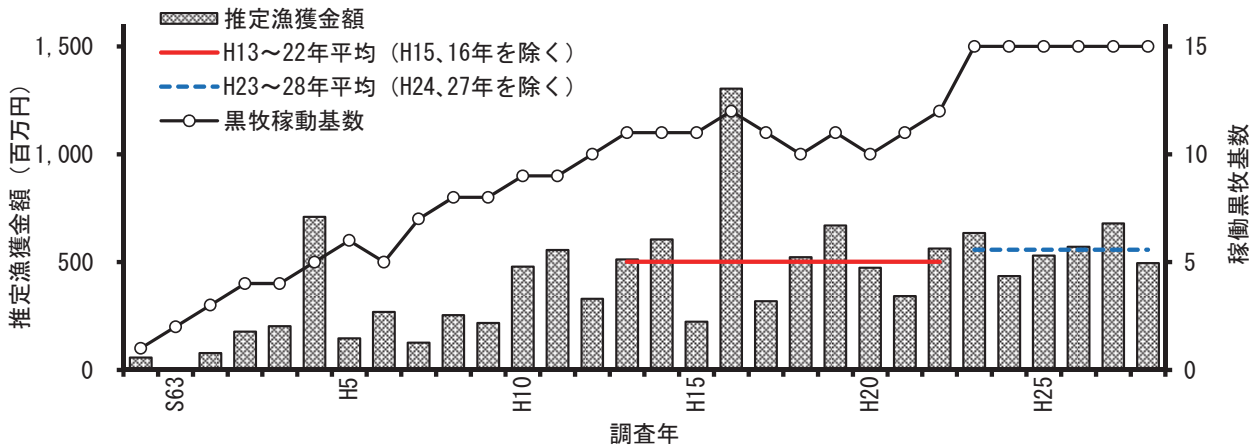


図4 黒牧稼働基数と年間漁獲金額の推移

平均漁獲金額は、黒牧が12基体制となった平成13年から平成22年までの期間と現行15基体制になった平成23年から平成28年までの期間について、それぞれ最大及び最小値を除いて示した。これらを比較すると、12基体制が501百万円、15基体制が558百万円となり、平均漁獲金額は、12基体制よりも15基体制が57百万円多かった。

(3) 浮魚礁における佐賀グループ船の漁獲率

各浮魚礁における集魚状況や釣れ具合の指標として、佐賀グループ船の1日の合計漁獲量(トン)を利用回数(利用隻数×利用日数)で除した値を「浮魚礁利用の漁獲率」(以下、「漁獲率」という。)と定義した。平成22年以降の利用結果から、利用回数が多かった期間(春夏期及び秋冬期)の平均漁獲率を漁期ごと浮魚礁ごとに算出し、利用回数が多かった浮魚礁について、図5に示した。

平成28年の春夏期の漁獲率は、黒牧21号で0.78トン/回、11号で0.40トン/回、13号で0.33トン/回及び18号で0.83トン/回であった。利用回数は39回で、平成22年以降最も低い値となった。

秋冬期の漁獲率は、黒牧13号で0.23トン/回、18号で0.05トン/回及び15号で0.55トン/回であった。利用回数は64回で、平成22年以降最も低い値となった。

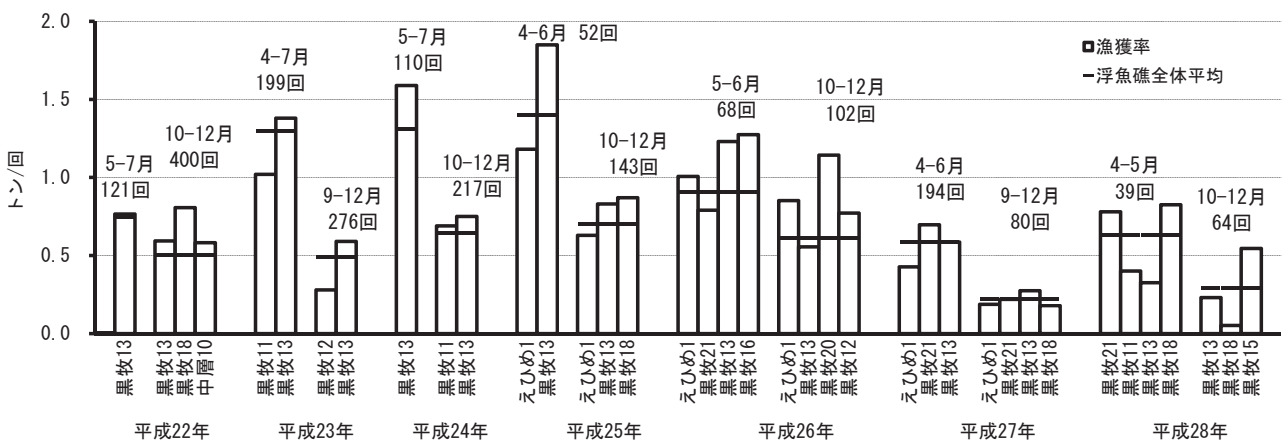


図5 佐賀グループ船の浮魚礁操業における漁獲率

## II 浮魚礁設置状況調査

漁業資源課 杉本 昌彦

### 1 調査目的

高知県では、沿岸から沖合域にかけて各種の浮魚礁を設置している。平成 28 年現在設置されている浮魚礁は、表層型浮魚礁「土佐黒潮牧場」（以下「黒牧」という）が全 15 基、沖合中層型浮魚礁が全 8 工区（工区名は黒牧名称）合計 30 基及び沿岸中層型浮魚礁が全 5 工区（工区名は沿岸地区名称）合計 44 基である。

浮魚礁の利用促進を図るため、黒牧及び中層型浮魚礁の集魚状況及び利用状況等を調査した。

### 2 調査方法

調査には県海洋漁業調査船「土佐海洋丸（80 トン）」を使用した。

黒牧については、目視により本体及び設備の状況を確認し、写真撮影するとともに、調査船の GPS 航法装置（古野電気 GP-500MARK-2）により座標位置（世界測地系）を記録した。操業船がある場合は、隻数及び漁業種類を確認した。また、集魚状況把握のために、魚群探知機（古野電気 FCV-1500L 以下「魚探」という）による確認と曳縄釣による短時間の釣獲試験を適宜実施した。中層型浮魚礁については、カラースキャニングソナー（古野電気 CSH-8 L）と魚探により礁体の位置と深度を記録するとともに、魚探映像をパソコンに保存した。

4 回の調査航海の実施期間及び調査した浮魚礁を表 1 に示した。なお、豊後水道沖の愛媛表層型浮魚礁（以下、「えひめ 1 号」という。）についても、本県漁船の利用が多いことから調査した。

表 1 平成28年度浮魚礁設置状況調査実施時期及び調査浮魚礁

航海 回次	期 間	調 査 浮 魚 礁		
		黒牧（名称）	沖合中層型浮魚礁(工区)	沿岸中層型浮魚礁(工区)
1	H28. 5. 23-27	9, 11, 12, 13, 14, 18, 20, 21, えひめ1号	9, 11, 12, 13, 14, 18	横浪、佐賀、大方
2	H28. 7. 19-20	6, 8, 10, 15, 16, 17, 19	10, 17	室戸、安芸
3	H28. 10. 18-21	6, 8, 9, 11, 13, 18, 20, 21, えひめ1号	9, 11, 13, 18	横浪、佐賀、大方
4	H28. 11. 14-15	10, 12, 14, 15, 16, 17, 19	10, 12, 14, 17	室戸、安芸

### 3 結果

#### (1) 浮魚礁確認状況

##### 1) 黒牧

調査結果を表 2 に示した。全 15 基中 11 基で、浮体、手摺等に変形、塗装の劣化及び錆が認められ、この内黒牧 16 号には大きい凹みも確認された。

操業船は、黒牧 9、12、13、14、15 及び 17 号で計 7 回確認した。

曳縄による釣獲試験は 32 回実施した。そのうち 16 回の釣獲があり、シイラ、ツムブリ、キハダ及びカツオが釣獲された。

表2 平成28年度黒牧確認結果 (世界測地系)

黒牧名称	確認日	北緯	東経	設置状況	魚群反応	操業隻数	釣獲物(尾)	設置年
6号	7月19日	32° 44.302'	133° 30.946'	異常なし	有り	0	シイ3	H28年3月
	10月21日	32° 44.350'	133° 31.025'	異常なし	有り	0	シイ32カマ <sup>リ</sup>	
8号	7月19日	32° 47.512'	133° 37.866'	異常なし	無し	0	シイ2	H28年2月
	10月21日	32° 47.469'	133° 37.784'	異常なし	有り	0	シイ32カマ <sup>リ</sup>	
9号	5月23日	32° 52.166'	133° 21.278'	異常なし	無し	0	無し	H27年3月
	10月18日	32° 52.158'	133° 21.301'	異常なし	有り	流釣9	無し	
10号	7月20日	33° 1.348'	134° 7.439'	アンテナ一部欠損	無し	0	シイ1	H25年3月
	11月14日	33° 1.397'	134° 7.398'	アンテナ一部欠損	有り	0	カマ <sup>リ</sup> 1カマ <sup>リ</sup> 2カマ <sup>リ</sup>	
11号	5月25日	32° 36.223'	132° 28.923'	塗装剥離、手摺破損	有り	0	無し	H19年2月
	10月20日	32° 36.145'	132° 28.864'	塗装剥離、手摺破損	有り	0	シイ9	
12号	5月26日	33° 7.182'	133° 37.119'	手摺破損、錆進行、アンテナ一部欠損	無し	0	無し	H19年4月
	11月14日	33° 7.179'	133° 37.064'	手摺破損、錆進行、アンテナ一部欠損	有り	流釣10	無し	
13号	5月24日	32° 22.818'	132° 51.852'	アンテナ一部欠損	有り	流釣1	無し	H26年3月
	10月19日	32° 22.894'	132° 51.950'	アンテナ一部欠損	有り	流釣4	無し	
14号	5月26日	33° 7.328'	133° 52.832'	手摺破損、錆進行、アンテナ一部欠損	有り	0	無し	H20年7月
	11月14日	33° 7.309'	133° 52.816'	手摺破損、錆進行、アンテナ一部欠損	有り	曳縄1	無し	
15号	7月20日	33° 17.346'	134° 29.484'	異常なし	無し	0	シイ2	H24年5月
	11月15日	33° 17.391'	134° 29.436'	異常なし	有り	竿釣2	無し	
16号	7月20日	32° 55.680'	134° 9.613'	錆進行、浮体に凹み	無し	0	無し	H22年3月
	11月14日	32° 55.758'	134° 9.573'	錆進行、浮体に凹み	無し	0	シイ1	
17号	7月19日	32° 51.424'	133° 57.093'	塗装剥離、防舷材損傷	有り	竿釣1	カマ <sup>リ</sup> 6シイ2	H20年8月
	11月14日	32° 51.399'	133° 57.075'	塗装剥離、防舷材損傷	無し	0	シイ3	
18号	5月26日	32° 29.210'	133° 12.396'	塗装剥離	無し	0	無し	H23年11月
	10月21日	32° 29.172'	133° 12.436'	塗装剥離	有り	0	カマ <sup>リ</sup> 2シイ1	
19号	7月20日	33° 14.941'	134° 37.362'	塗装剥離、アンテナ一部欠損	無し	0	無し	H23年3月
	11月15日	33° 15.008'	134° 37.288'	塗装剥離、アンテナ一部欠損	無し	0	シイ1	
20号	5月23日	33° 0.559'	133° 34.967'	アンテナ一部欠損	無し	0	無し	H22年10月
	10月18日	33° 0.537'	133° 35.189'	アンテナ一部欠損	有り	0	シイ2	
21号	5月25日	32° 24.116'	132° 28.423'	手摺破損、防舷材損傷	有り	0	カマ <sup>リ</sup> 2シイ4	H22年11月
	10月21日	32° 23.629'	132° 30.127'	手摺破損、防舷材損傷	有り	0	シイ1	
えひめ 1号	5月25日	32° 21.066'	132° 19.253'		有り	0	無し	H22年1月
	10月20日	32° 20.959'	132° 20.846'		有り	0	無し	

2) 沖合中層型浮魚礁

全8工区の沖合中層型浮魚礁の調査結果を表3、図1～8に示した。13工区では平成22年6月まで、18工区では平成19年2月の調査まで設置した全ての礁体を確認したが、その後は、13工区のA礁及び18工区のB礁の確認ができておらず、今年度も同様に確認できなかった。その他の各工区では、設置した礁体4基全てを確認した。

今年度の調査においては、各礁体は、全工区でアンカー推定位置近くに位置していた。

調査時の集魚状況については、全工区合計30礁体、延60礁体中10礁体で魚群反応がみられたが、いずれの地区でも、調査時に操業船は見られず釣獲試験による釣獲もなかった。

表3 平成28年度沖合中層型浮魚礁確認結果

(世界測地系)

中層魚礁工区	確認日	礁体No.	北緯	東経	時刻	浮体上端深度(m) <sup>※</sup>	魚群反応	操業船隻数	釣獲試験漁獲物(尾)
9工区 (足摺岬沖)	5月26日	A	32° 41.776'	133° 23.385'	9:49	79	無し	0	無し
		B	32° 41.395'	133° 25.437'	10:05	98	無し	0	無し
		C	32° 41.122'	133° 27.592'	10:15	101	無し	0	無し
		D	32° 40.783'	133° 29.572'	10:31	97	無し	0	無し
	10月21日	A	32° 41.707'	133° 23.245'	10:48	28	無し	0	無し
		B	32° 41.348'	133° 25.277'	10:58	34	無し	0	無し
		C	32° 41.124'	133° 27.516'	11:08	66	無し	0	無し
		D	32° 40.791'	133° 29.530'	11:20	74	無し	0	無し
10工区 (室戸岬沖)	7月19日	A	33° 5.070'	133° 58.746'	5:58	72	無し	0	無し
		B	33° 4.156'	134° 0.915'	6:03	79	無し	0	無し
		C	33° 3.346'	134° 3.010'	6:12	74	無し	0	無し
		D	33° 2.260'	134° 5.135'	6:24	87	無し	0	無し
	11月14日	A	33° 5.042'	133° 58.632'	15:06	29	無し	0	無し
		B	33° 4.135'	134° 0.811'	14:55	29	無し	0	無し
		C	33° 3.209'	134° 2.888'	14:43	33	無し	0	無し
		D	33° 2.268'	134° 5.010'	14:29	42	無し	0	無し
11工区 (沖ノ島沖)	5月25日	A	32° 26.701'	132° 26.619'	11:35	36	無し	0	無し
		B	32° 25.570'	132° 28.230'	11:26	35	無し	0	無し
		C	32° 24.489'	132° 29.904'	10:54	28	無し	0	無し
		D	32° 23.409'	132° 31.620'	10:44	30	無し	0	無し
	10月20日	A	32° 26.722'	132° 26.800'	11:20	66	無し	0	無し
		B	32° 25.611'	132° 28.444'	11:28	72	無し	0	無し
		C	32° 24.525'	132° 30.178'	11:38	92	無し	0	無し
		D	32° 23.493'	132° 31.995'	11:59	139	無し	0	無し
12工区 (高知沖)	5月27日	A	33° 6.277'	133° 40.722'	8:37	44	有り	0	無し
		B	33° 5.792'	133° 43.061'	8:49	34	無し	0	無し
		C	33° 5.274'	133° 45.348'	9:00	33	有り	0	無し
		D	33° 3.306'	133° 45.655'	9:10	34	有り	0	無し
	11月14日	A	33° 6.304'	133° 40.741'	8:59	36	無し	0	無し
		B	33° 5.810'	133° 43.067'	9:10	33	無し	0	無し
		C	33° 5.298'	133° 45.362'	9:23	32	無し	0	無し
		D	33° 3.314'	133° 45.635'	9:33	33	無し	0	無し
13工区 (足摺岬沖)	5月25日	A	確認できず						
		B	32° 19.821'	132° 43.686'	9:13	49	無し	0	無し
		C	32° 18.270'	132° 42.540'	9:29	51	無し	0	無し
		D	32° 16.665'	132° 41.213'	9:48	44	無し	0	無し
	10月20日	A	確認できず						
		B	32° 19.839'	132° 44.083'	13:15	243	無し	0	無し
		C	32° 18.289'	132° 42.928'	13:05	239	無し	0	無し
		D	32° 16.713'	132° 41.574'	12:52	215	無し	0	無し
14工区 (安芸沖)	5月27日	A	33° 8.018'	133° 52.143'	10:19	80	有り	0	無し
		B	33° 7.937'	133° 53.307'	10:11	61	無し	0	無し
		C	33° 6.799'	133° 53.500'	9:55	78	無し	0	無し
		D	33° 6.430'	133° 52.347'	9:45	63	有り	0	無し
	11月14日	A	33° 7.921'	133° 52.245'	10:23	35	無し	0	無し
		B	33° 7.845'	133° 53.422'	10:29	45	無し	0	無し
		C	33° 6.729'	133° 53.564'	10:36	43	無し	0	無し
		D	33° 6.342'	133° 52.429'	10:07	38	有り	0	無し
17工区 (中芸沖)	7月19日	A	33° 3.193'	133° 58.263'	15:04	73	無し	0	無し
		B	33° 0.540'	133° 57.987'	14:48	116	無し	0	無し
		C	32° 57.832'	133° 57.895'	14:32	189	無し	0	無し
		D	32° 55.187'	133° 57.610'	14:14	234	無し	0	無し
	11月14日	A	33° 3.152'	133° 58.153'	11:05	38	無し	0	無し
		B	33° 0.482'	133° 57.888'	11:20	52	無し	0	無し
		C	32° 57.731'	133° 57.724'	11:25	62	無し	0	無し
		D	32° 55.105'	133° 57.407'	11:50	68	有り	0	無し

次ページに続く

表3 続き

(世界測地系)

中層魚礁工区	確認日	礁体No.	北緯	東経	時刻	浮体上端深度(m) <sup>※</sup>	魚群反応	操業船隻数	釣獲試験漁獲物(尾)
18工区 (足摺岬沖)	5月26日	A	32° 34.837'	133° 15.227'	8:59	58	有り	0	無し
		B	確認できず						
		C	32° 31.040'	133° 13.463'	8:36	73	無し	0	無し
		D	32° 31.725'	133° 11.278'	7:59	72	無し	0	無し
	10月21日	A	32° 34.785'	133° 15.159'	9:57	27	有り	0	無し
		B	確認できず						
		C	32° 31.044'	133° 13.567'	9:29	121	有り	0	無し
		D	32° 31.664'	133° 11.292'	8:46	68	無し	0	無し

※ 基本水準面からの深度

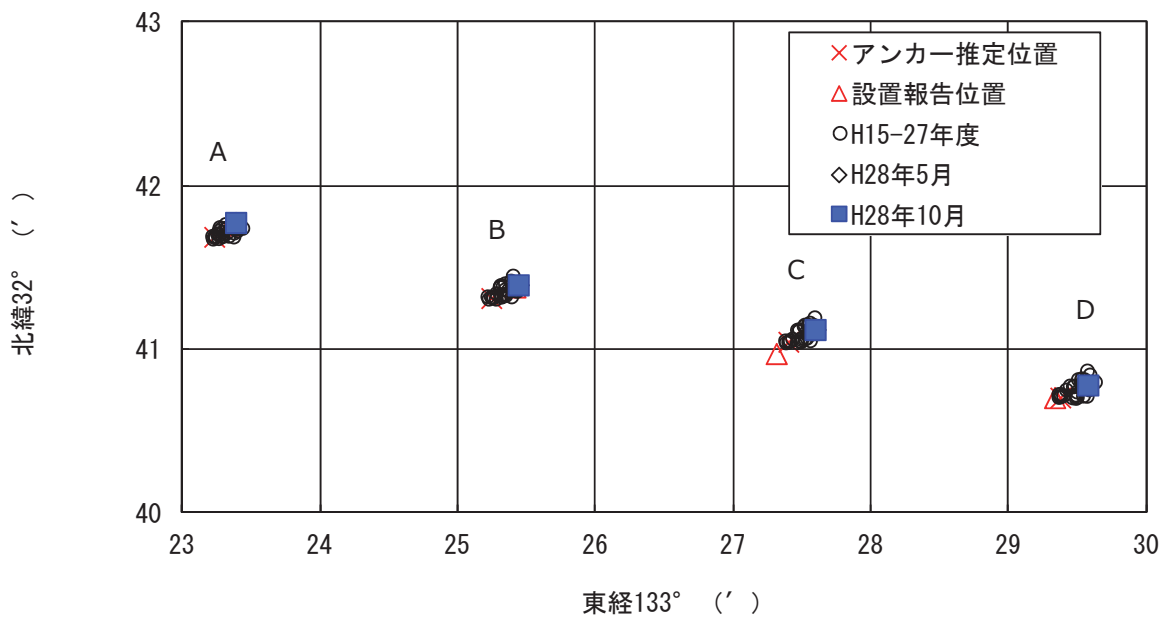


図1 9工区沖合中層型浮魚礁確認位置図(全体図)

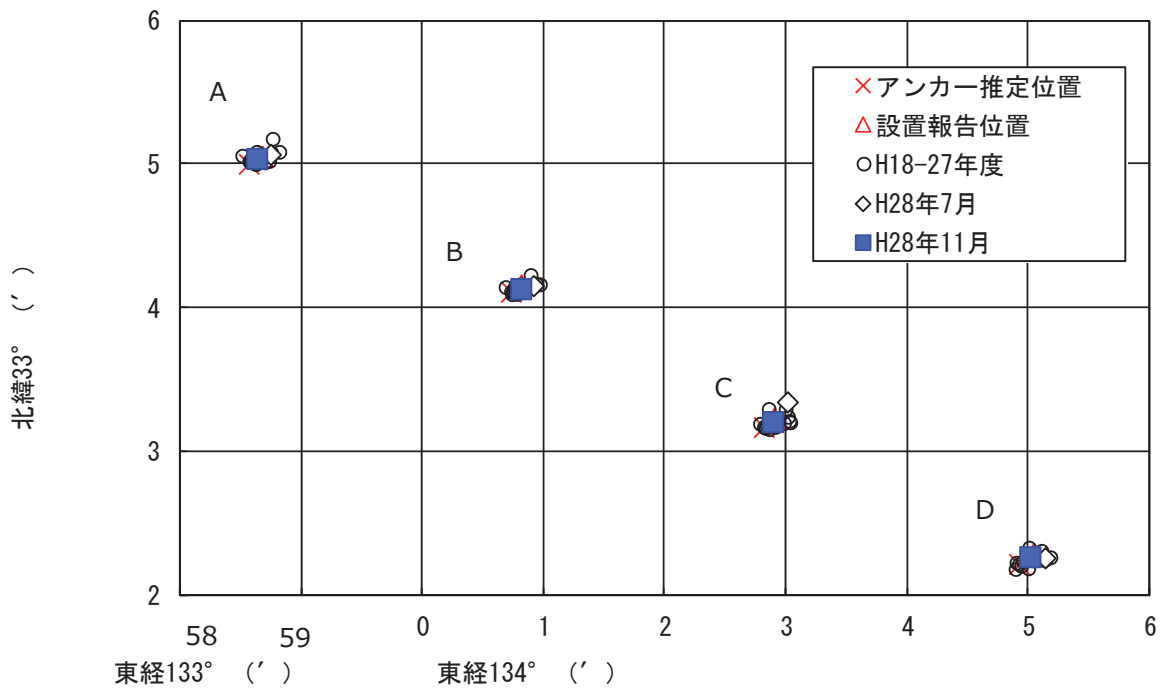


図2 10工区沖合中層型浮魚礁確認位置図(全体図)

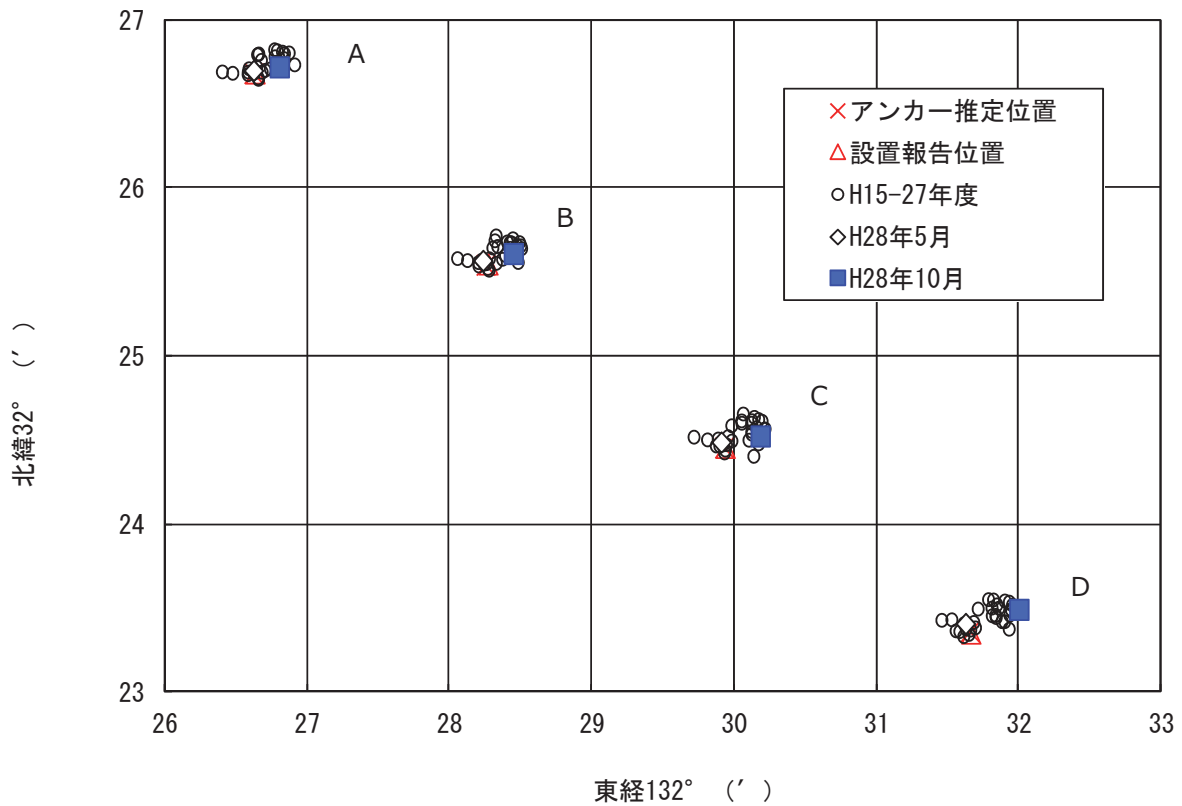


図3 11工区沖合中層型浮魚礁確認位置図(全体図)

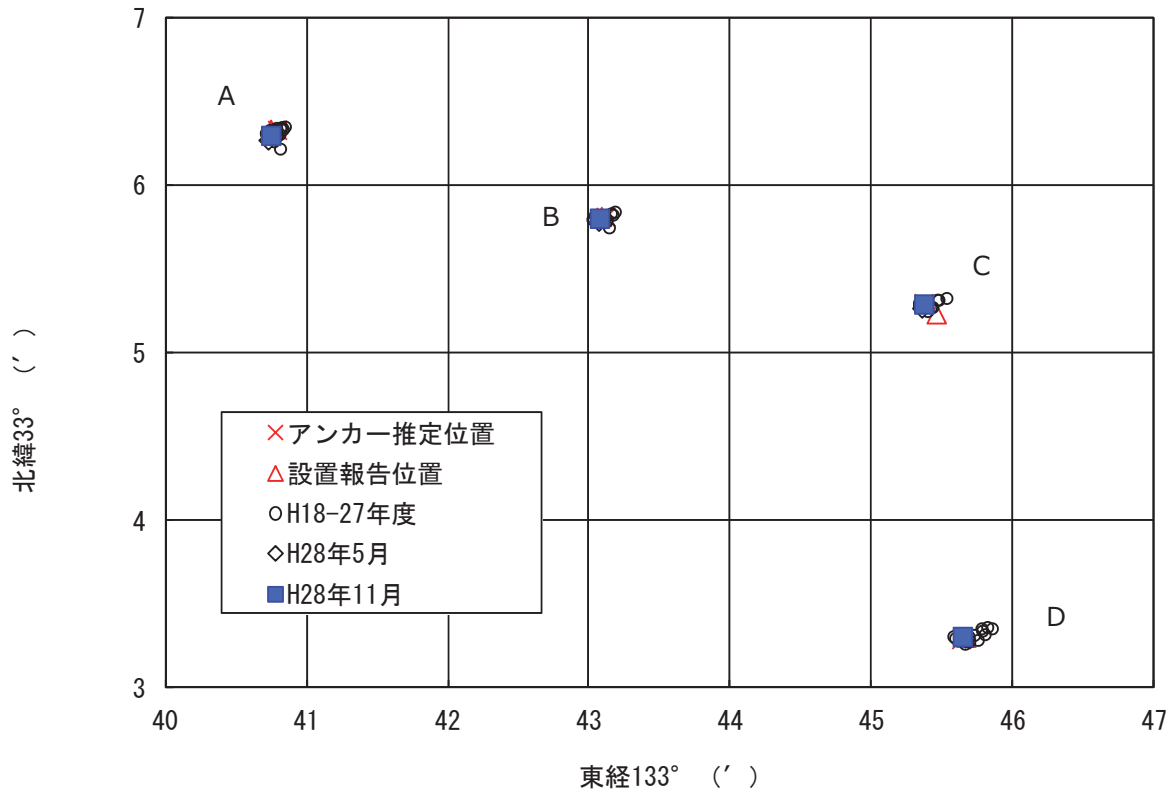


図4 12工区沖合中層型浮魚礁確認位置図(全体図)

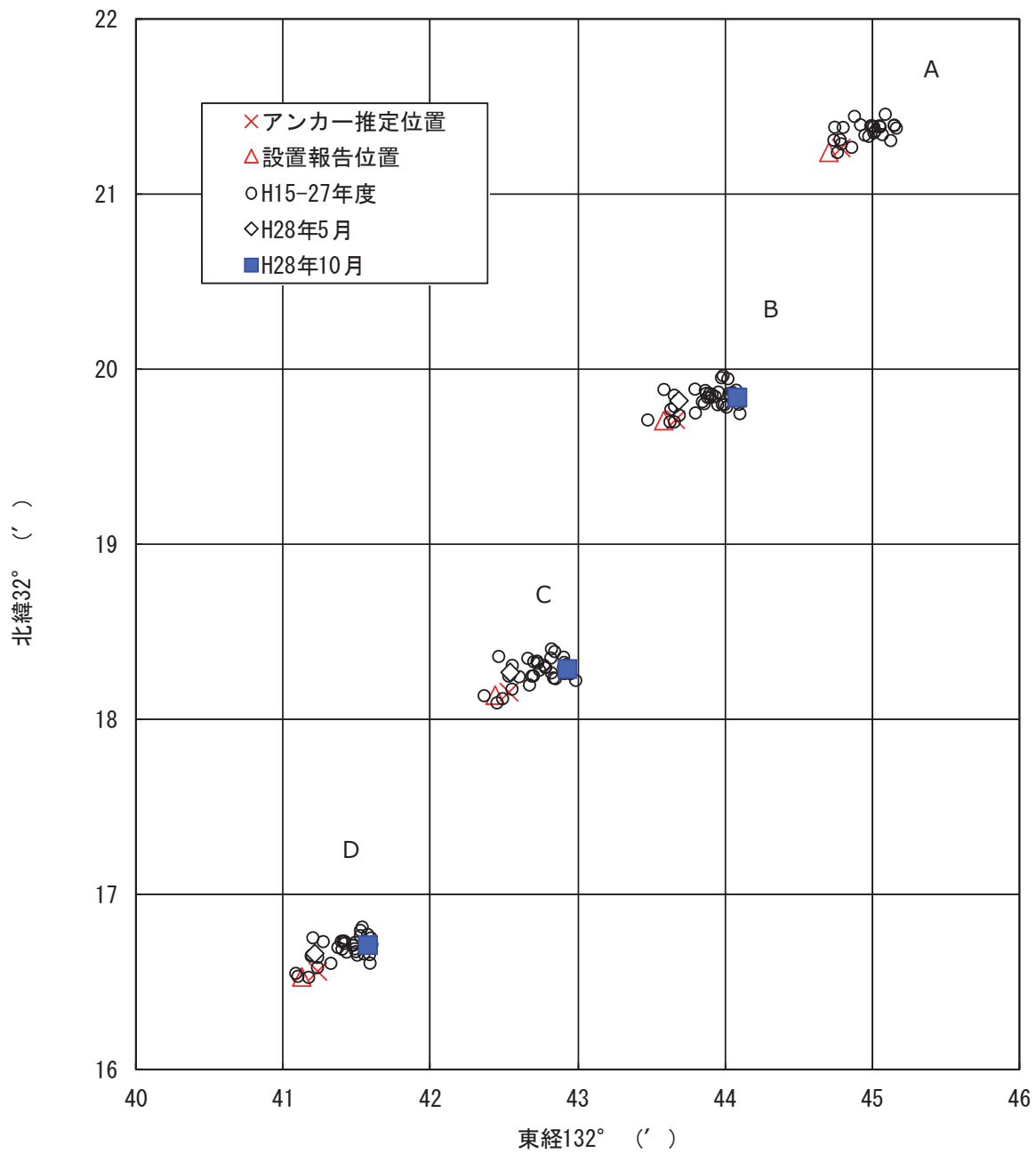


図5 13工区沖合中層型浮魚礁確認位置図(全体図)



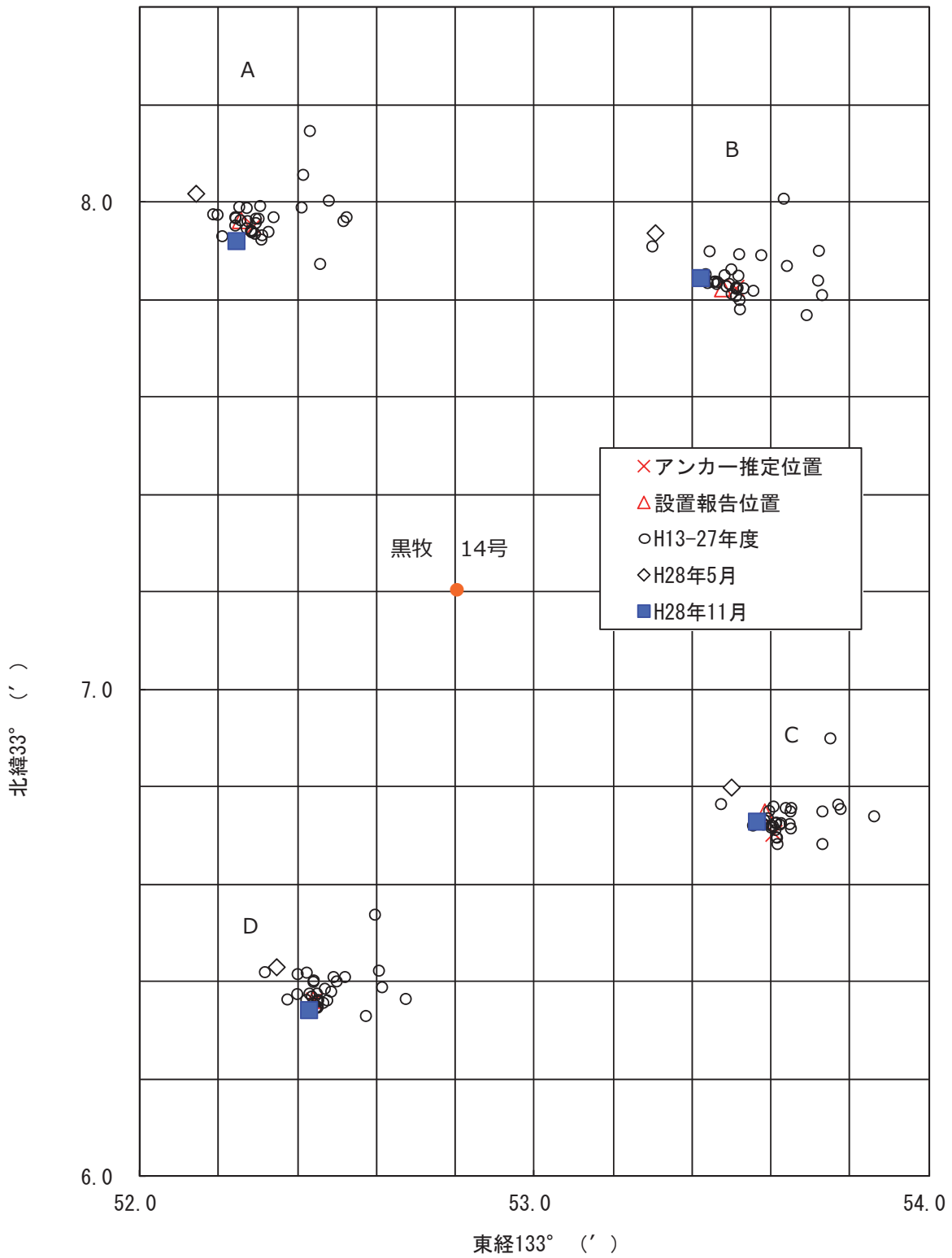


図6 14工区沖合中層型浮魚礁確認位置図(全体図)

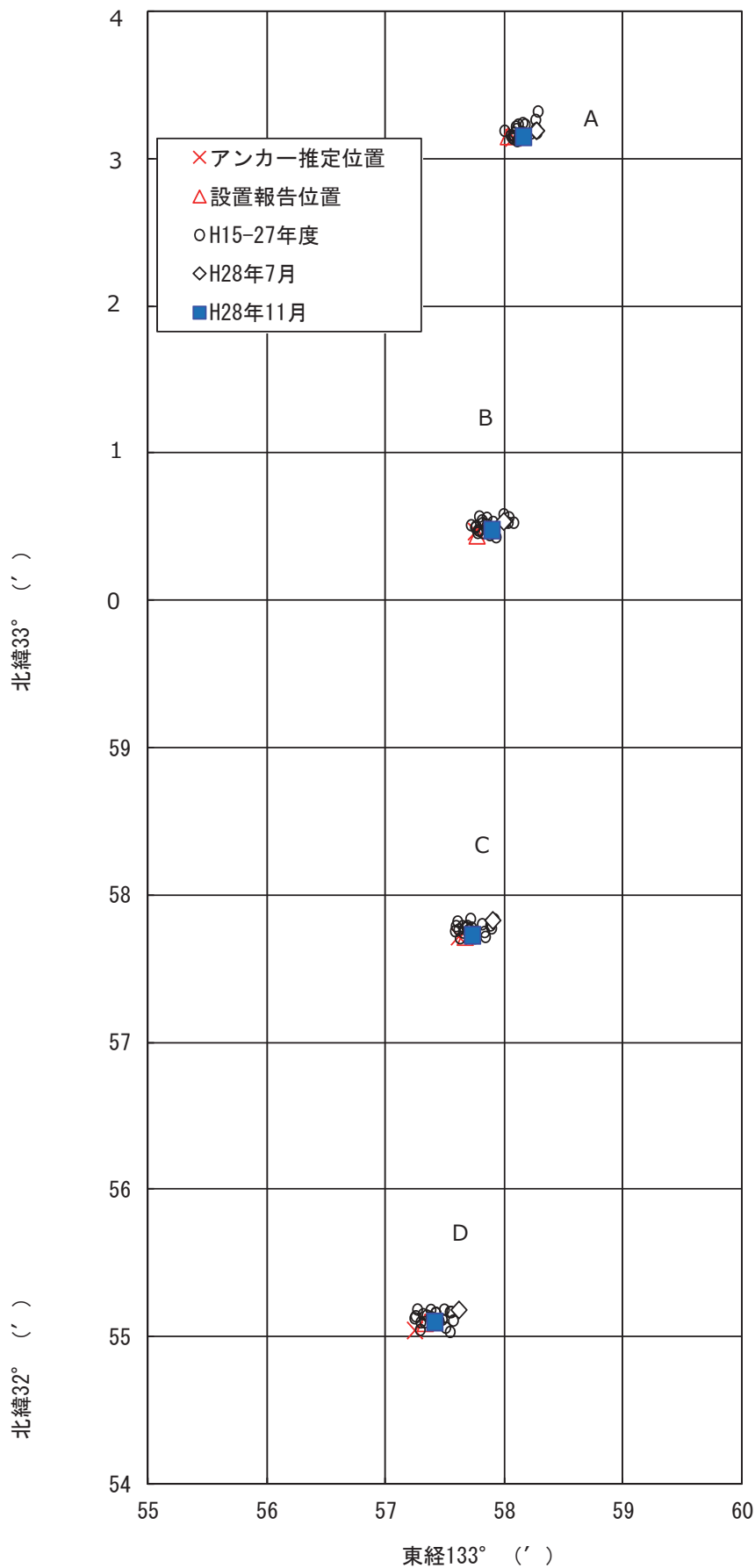


図7 17工区沖合中層型浮魚礁確認位置図(全体図)

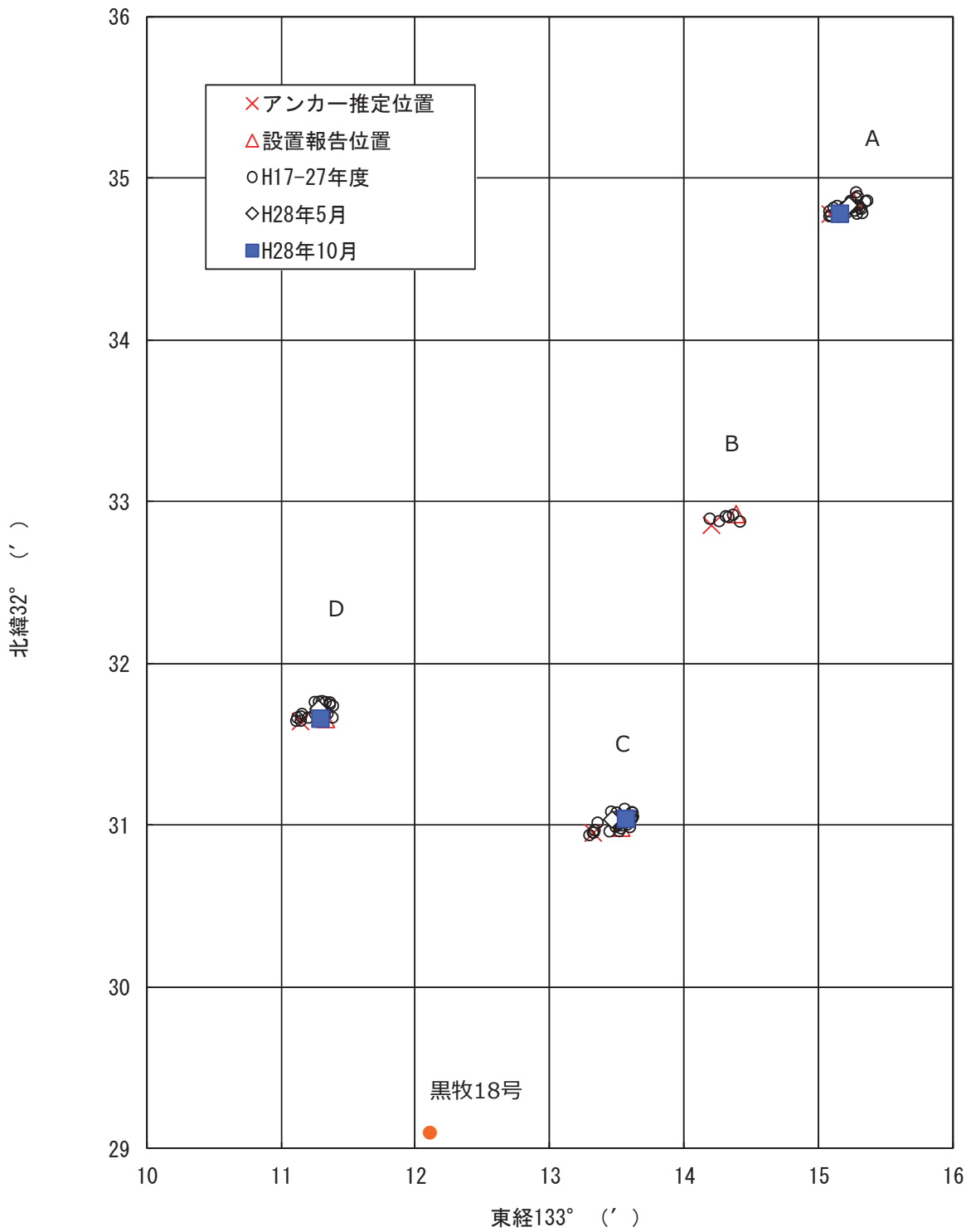


図8 18工区沖合中層型浮魚礁確認位置図(全体図)

3) 沿岸中層型浮魚礁

全5工区の沿岸型中層魚礁の確認結果を、表4、図9～13に示した。

室戸、安芸地区では10基全てを、横浪、佐賀、大方地区では、それぞれ8基、9基、7基を確認した。大方地区では、平成23年10月に、礁体位置が、前回調査の同年5月の位置から最大で南西方向に1,200m移動し、その後平成26年10月の調査では、礁体位置が、さらに南西方向へ最大1,900m移動していた。今年は、平成26年の調査と比べ大きな移動は見られなかった。

調査時の集魚状況については、魚群反応がみられた礁体もあったが、いずれの地区でも調査時に操業船は見られなかった。

表4 平成28年度沿岸中層型浮魚礁確認結果 (世界測地系)

中層魚礁工区	確認日	礁体No.	北緯	東経	時刻	浮体上端深度(m) <sup>※</sup>	魚群反応	流況(ADCP)
室戸地区	7月20日	1	33° 18.836′	134° 3.844′	12:19	21	無し	16m 303° 0.8kt 48m 305° 1.1kt (対地モード)
		2	18.863′	3.579′	12:25	19	有り	
		3	18.881′	3.342′	12:26	18	無し	
		4	18.882′	3.065′	12:31	19	無し	
		5	18.870′	2.810′	12:37	19	無し	
		6	18.646′	3.851′	12:17	19	無し	
		7	18.646′	3.586′	12:22	19	無し	
		8	18.659′	3.327′	12:28	17	有り	
		9	18.648′	3.071′	12:34	19	有り	
		10	18.677′	2.825′	12:35	18	有り	
	11月15日	1	33° 18.837′	134° 3.838′	10:35	21	無し	16m 329° 0.6kt 48m 306° 0.9kt (対地モード)
		2	18.861′	3.576′	10:40	19	無し	
		3	18.886′	3.333′	10:41	23	無し	
		4	18.878′	3.064′	10:45	20	無し	
		5	18.884′	2.812′	10:47	21	無し	
		6	18.656′	3.847′	10:37	21	無し	
		7	18.651′	3.596′	10:38	20	無し	
		8	18.664′	3.320′	10:42	18	無し	
		9	18.656′	3.071′	10:43	21	無し	
		10	18.684′	2.812′	10:48	18	無し	
安芸地区	7月20日	1	33° 22.344′	133° 53.910′	13:41	32	無し	16m 321° 0.6kt 48m 297° 0.6kt (対地モード)
		2	22.159′	53.914′	13:38	36	無し	
		3	22.359′	54.182′	13:35	38	無し	
		4	22.191′	54.155′	13:33	53	無し	
		5	22.389′	54.431′	13:27	37	無し	
		6	22.214′	54.401′	13:26	37	無し	
		7	22.385′	54.672′	13:22	34	無し	
		8	22.161′	54.721′	13:30	69	無し	
		9	22.356′	54.889′	13:15	37	無し	
		10	22.211′	54.964′	13:19	52	無し	
	11月15日	1	33° 22.360′	133° 53.888′	11:37	54	無し	16m 306° 1.4kt 48m 314° 1.2kt (対地モード)
		2	22.176′	53.919′	11:36	47	無し	
		3	22.383′	54.157′	11:33	65	無し	
		4	22.193′	54.133′	11:39	66	無し	
		5	22.395′	54.412′	11:31	65	無し	
		6	22.227′	54.384′	11:30	63	無し	
		7	22.413′	54.664′	11:26	60	無し	
		8	22.171′	54.712′	11:28	77	無し	
		9	33.362′	54.876′	11:25	53	無し	
		10	22.224′	54.979′	11:24	61	無し	

次ページに続く

表4 続き

(世界測地系)

中層 魚礁 工区	確認日	礁体 No.	北緯	東経	時刻	浮体上 端深度 (m) <sup>*</sup>	魚群反応	流況(ADCP)	
横波 地区	5月23日	1	33° 22.546′	133° 32.412′	8:24	19	無し	16m 224° 0.6kt 48m 257° 0.7kt (対地モード)	
		2	22.457′	32.191′	8:22	19	有り		
		3	22.345′	32.538′	8:34	18	有り		
		4	22.286′	32.280′	8:32	18	無し		
		5	22.146′	32.626′	8:51	19	無し		
		6	22.079′	32.369′	8:50	18	有り		
		7	21.958′	32.733′	8:45	18	無し		
		8	21.863′	32.517′	8:43	17	無し		
		9	確認できず						
		10	確認できず						
	10月18日	1	33° 22.554′	133° 32.420′	7:39	18	無し	16m 166° 0.8kt 48m 204° 0.4kt (対地モード)	
		2	22.466′	32.201′	7:38	18	無し		
		3	22.347′	32.549′	7:45	19	無し		
		4	22.297′	32.291′	7:43	17	無し		
		5	22.154′	32.632′	7:47	18	無し		
		6	22.090′	32.375′	7:48	18	無し		
		7	21.962′	32.735′	7:52	17	無し		
		8	21.868′	32.515′	7:57	18	無し		
		9	確認できず						
		10	確認できず						
佐賀 地区	5月23日	1	33° 2.104′	133° 12.994′	13:16	23	無し	16m 209° 0.8kt 48m 201° 0.4kt (対地モード)	
		2	1.910′	12.895′	13:15	26	無し		
		3	2.014′	13.235′	13:11	27	有り		
		4	1.824′	13.125′	13:18	26	無し		
		5	1.923′	13.475′	13:09	25	無し		
		6	1.719′	13.376′	13:07	24	無し		
		7	確認できず						
		8	1.637′	13.605′	13:06	29	無し		
		9	1.752′	13.947′	13:03	28	無し		
		10	1.545′	13.846′	13:02	27	無し		
	10月18日	1	33° 2.108′	133° 13.006′	12:26	23	有り	16m 139° 0.7kt 48m 241° 0.6kt (対地モード)	
		2	1.925′	12.901′	12:28	26	有り		
		3	2.018′	13.253′	12:21	24	有り		
		4	1.821′	13.135′	12:23	23	有り		
		5	1.922′	13.483′	12:20	24	有り		
		6	1.727′	13.387′	12:18	22	有り		
		7	確認できず						
		8	1.643′	13.626′	12:17	27	有り		
		9	1.761′	13.970′	12:15	27	有り		
		10	1.553′	13.860′	12:14	27	有り		

次ページに続く

表4 続き

(世界測地系)

中層 魚礁 工区	確認日	礁体 No.	北緯	東経	時刻	浮体上 端深度 (m) <sup>※</sup>	魚群反応	流況(ADCP)	
大方 地区	5月23日	1	32° 58.996′	133° 6.605′	13:55	16	無し	16m 219° 0.6kt 48m 238° 0.5kt (対地モード)	
		2	58.692′	6.652′	13:53	15	無し		
		3	58.576′	6.861′	13:52	20	無し		
		4	確認できず						
		5	59.011′	7.932′	13:46	18	有り		
		6	確認できず						
		7	確認できず						
		8	57.903′	6.078′	14:06	11	無し		
		9	58.678′	7.325′	13:50	21	無し		
		10	58.694′	7.622′	13:48	20	無し		
	10月18日	1	32° 58.996′	133° 6.597′	13:06	17	無し	16m 73° 0.5kt 48m 36° 0.6kt (対地モード)	
		2	58.696′	6.642′	13:08	16	無し		
		3	58.577′	6.866′	13:00	15	無し		
		4	確認できず						
		5	59.014′	7.935′	12:54	19	無し		
		6	確認できず						
		7	確認できず						
		8	57.893′	6.073′	13:30	10	無し		
		9	58.678′	7.322′	12:58	16	無し		
		10	58.697′	7.628′	12:57	17	有り		

※ 基本水準面からの深度

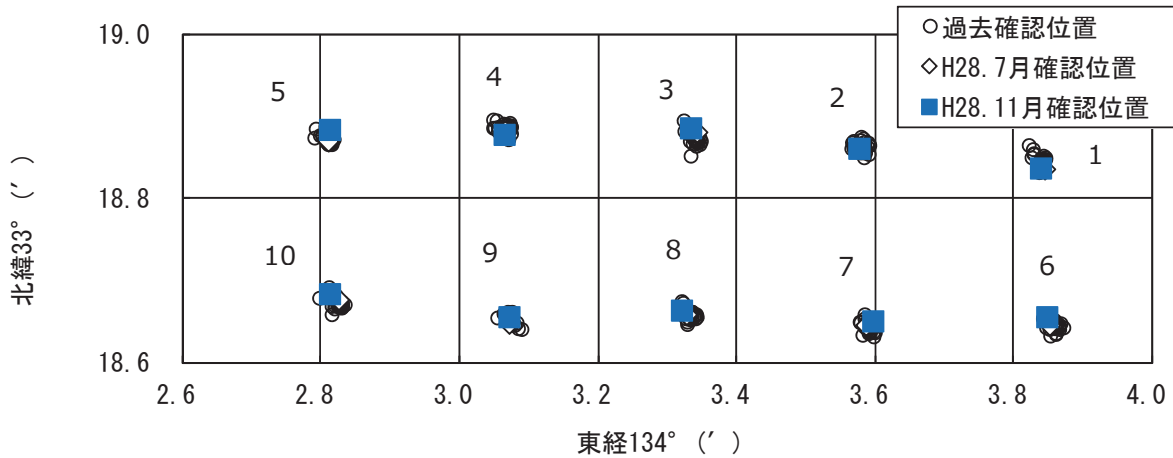


図9 室戸地区沿岸中層型浮魚礁確認位置図

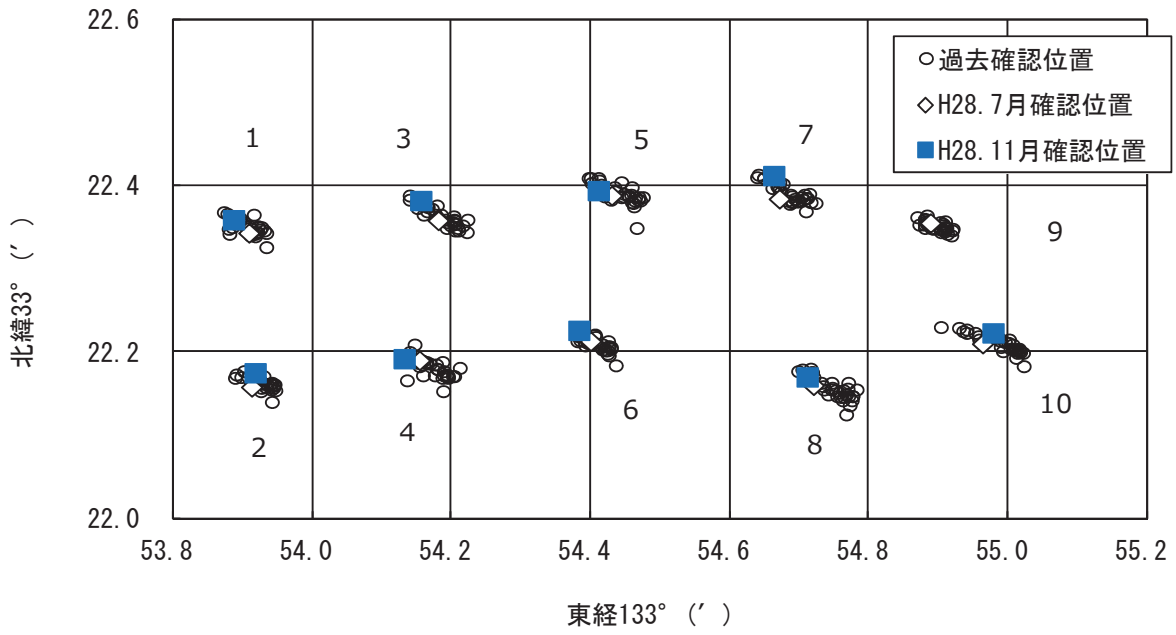


図10 安芸地区沿岸中層型浮魚礁確認位置図

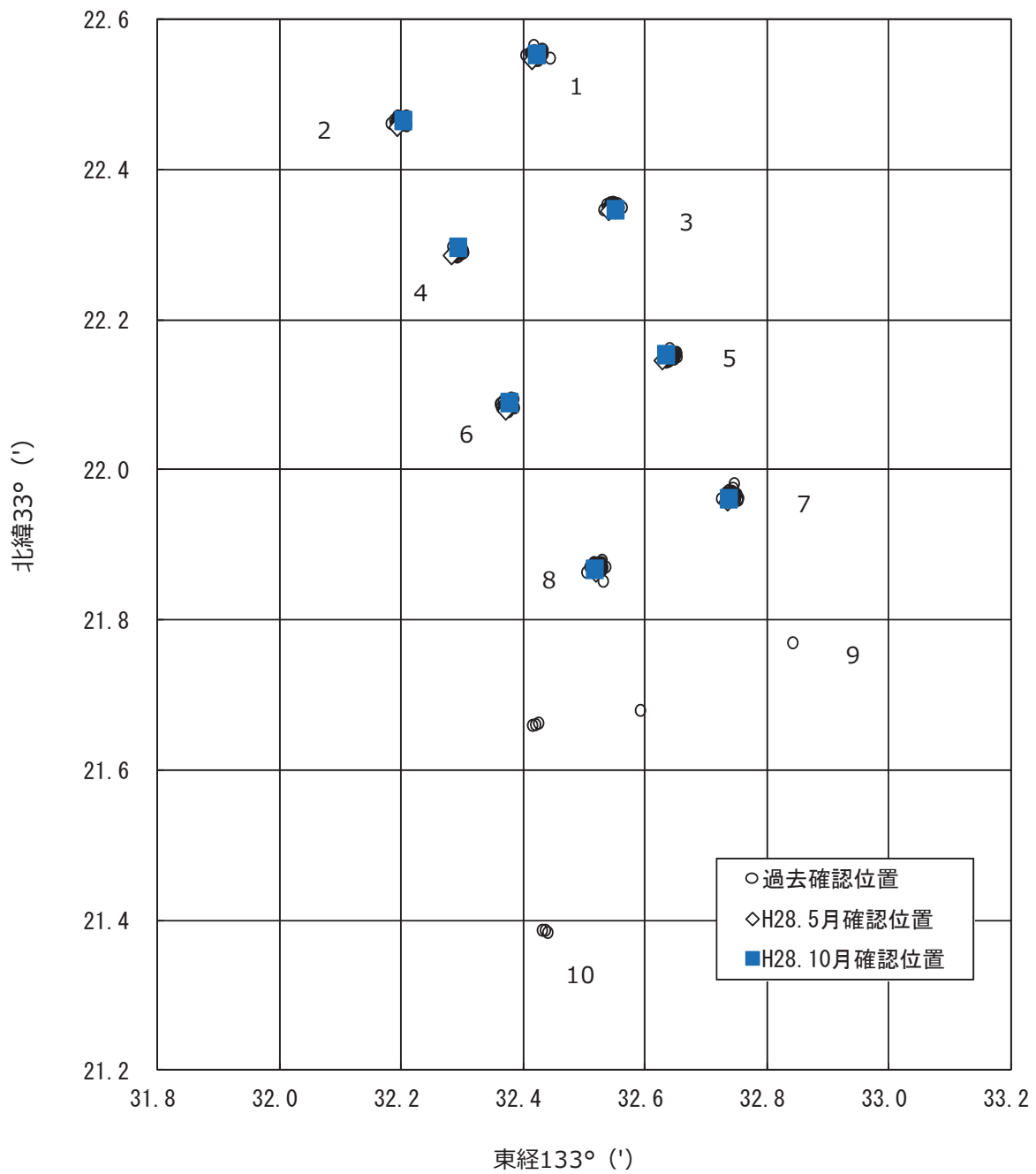


図11 横浪地区沿岸中層魚型浮礁確認位置図



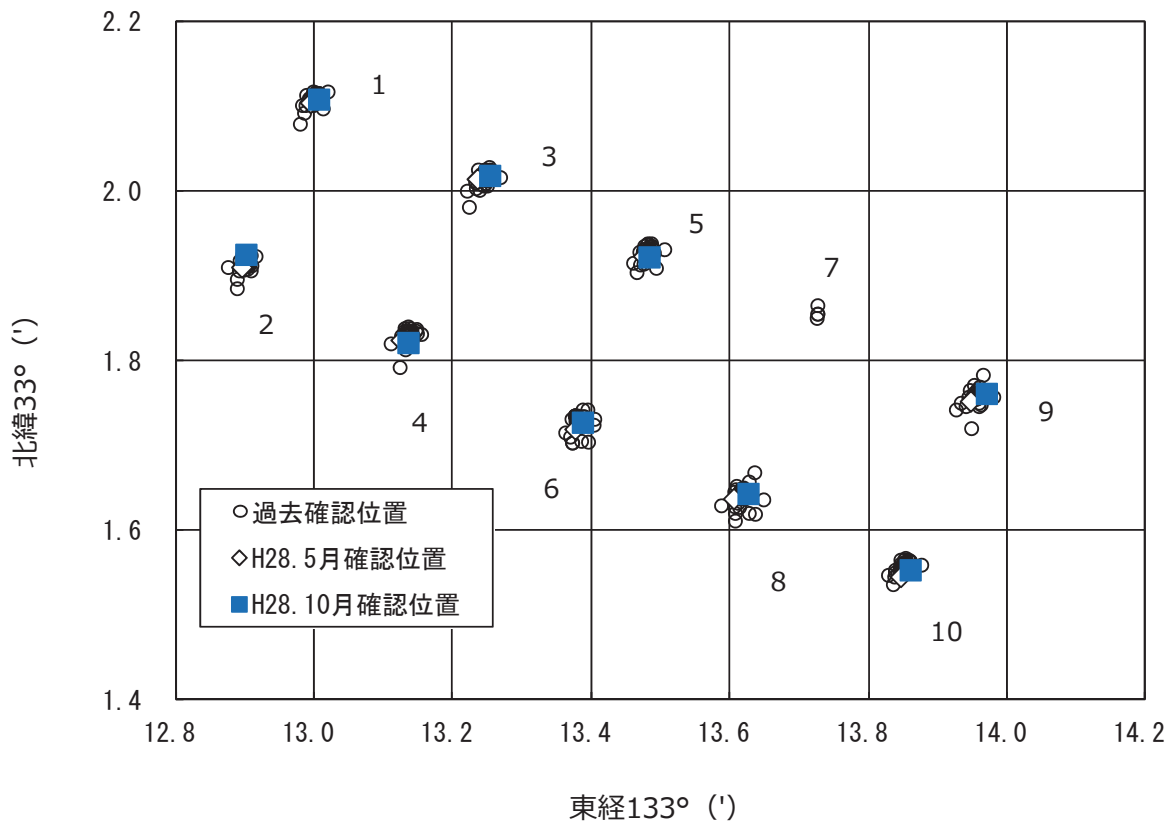


図12 佐賀地区沿岸中層型浮魚礁確認位置図

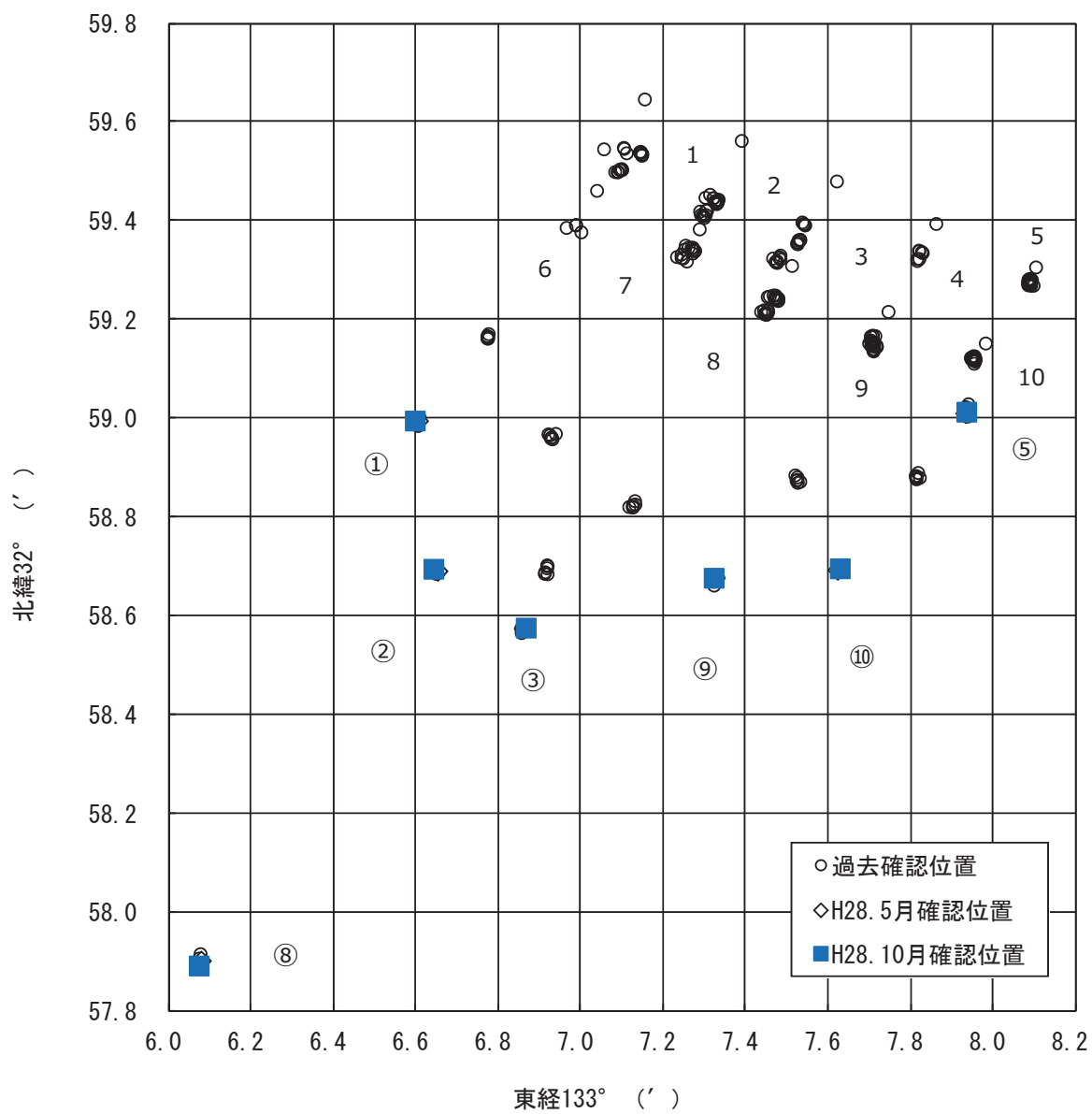


図13 大方地区沿岸中層型浮魚礁確認位置図

# 急潮に強い定置網漁業への転換に向けた現場潮流の解析

漁業資源課 猪原 亮

## 1 はじめに

近年の燃油価格の高騰や水産資源の減少から沿岸漁業が衰退していく中で、定置網漁業は安定的に一定の漁業生産が期待できる漁業として、また、地域の雇用や経済を支える基幹漁業として再評価されている。このため、本県の第3期産業振興計画においては、水産業分野の中で、大敷組合（定置網漁業の経営体）等の経営改善を進めることとしている。一方、本漁業では近年、急潮による被害が目立っており、特に平成25年には、大規模な漁具流失が発生したことから、早急な対策が求められている。

そこで、本研究は、定置網漁場の潮流等の海洋環境を観測し、人工衛星情報等の広い海域の観測情報も活用することで、急潮につながる要因を明らかにし、急潮予測につなげることを目的とした。平成28年度は、平成27年度（猪原2017）に引き続き、芸東地区の定置網周辺での海洋環境観測とその解析を行った。

## 2 方法

### (1) 潮流の観測

平成27年度に潮流計を設置した大型定置網（佐喜浜大敷及び高岡大敷）では、平成27年8月から継続して観測を行っており、本報告では、平成28年4月1日から平成29年3月31日までの流向・流速データの解析を行った（図1,2）。



図1 芸東地区大型定置潮流計設置箇所

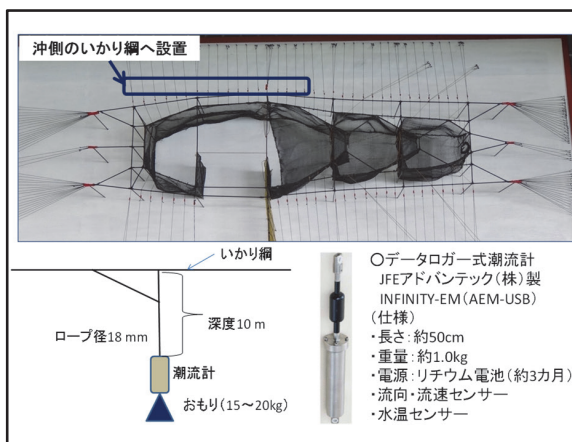


図2 潮流計の仕様及び設置箇所・方法

### (2) 急潮と気象・海象との照合

本報告では、黒潮沿岸域で発生する急潮を「最大流速が1.0ノット以上の流れ」と定義した（石戸谷2006）。太平洋沿岸における急潮の発生要因としては、1. 黒潮の分枝流もしくは振分け潮による沿岸域への暖水流入、2. 低気圧（台風）や季節風により沿岸へ吹送された海水が岸を右に見て流れる沿岸捕捉波、3. 潮汐等の内部波によって周期的に流れの向きが変わることにより鉛直方向へ流れが起こる現象（いわゆる二枚潮と言われるもの）が

ある(松山 1992)。今年度観測された急潮が、これらの要因によるものを判別するため、気象庁 HP (<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>) に示された地点別の気圧、潮位、風向・風速のデータ、海上保安庁 HP (<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/>) の海流推測図に示された黒潮流軸位置、高知県漁海況情報システム (<http://www.suisan.tosa.pref.kochi.lg.jp/top>) の土佐湾高精細水温画、及び関東東海海況速報図 (<http://sui-kanagawa.jp/Kaikyozu/KantoTokai/>) に示された土佐湾周辺の海面水温と照合した。

### 3 結果と考察

#### (1) 観測期間中における急潮の発生回数

平成 28 年 4 月～平成 29 年 3 月の期間には、芸東地区において、1.0 ノット以上の急潮が 10 回観測された。なお、各急潮については、佐喜浜及び高岡大敷において観測された流向・流速ベクトル(図 3) のとおりである。

#### (2) 各急潮の要因推定

芸東地区で発生した各急潮の発生要因については、各種気象データ、黒潮推測図、海面水温図等と照合した結果、いずれの急潮時にも黒潮からの暖水流入があることがわかった。また、台風及び低気圧通過時に同調した急潮は見当たらなかった。これらのことから、本調査期間中の急潮は、全て黒潮分枝流を要因とするものであると推察された。

芸東地区沿岸が面する紀伊水道への黒潮系暖水の流入経路は、これまでに 3 つのパターンが知られている(殿谷 1981)。一つ目は、室戸岬側から紀伊水道内へ流入する「芸東分枝流」、二つ目は、室戸岬と潮岬の間あたりから紀伊水道へ流入する「中央分枝流」、三つ目は、潮岬側から紀伊水道内へ流入する「紀南分枝流」である(図 4)。今回観測された急潮の中では、中央分枝流起源によるものと思われる急潮が 7 回(5/13, 24、9/7, 29、10/19、11/5、12/9) 及び紀南分枝流起源によるものと思われる急潮が 3 回(8/27、12/3, 21) であったと推測される。中央分枝流起源の急潮に関しては、紀伊水道内の潮位変化が無く、突然発生する急潮であり、予測が最も難しいパターンと考えられる。中央分枝流起源の急潮を予測するには、今後、周期性や内部波との関連、黒潮上流域の動態も見据えた解析を行っていく必要があると考えられる。

紀南分枝流起源の急潮は、黒潮前線波動として黒潮下流域に伝播する、黒潮小蛇行(擾乱)の東進現象に伴って発生すると考えられるため、今後もデータを蓄積することでパターン化し、急潮予測が可能となると期待できる。

### 4 謝辞

本研究を進めるにあたり、高岡大敷株式会社、佐喜浜大敷組合、高知県室戸漁業指導所の皆様に多大なるご協力をいただきました。記して、感謝の意を表します。

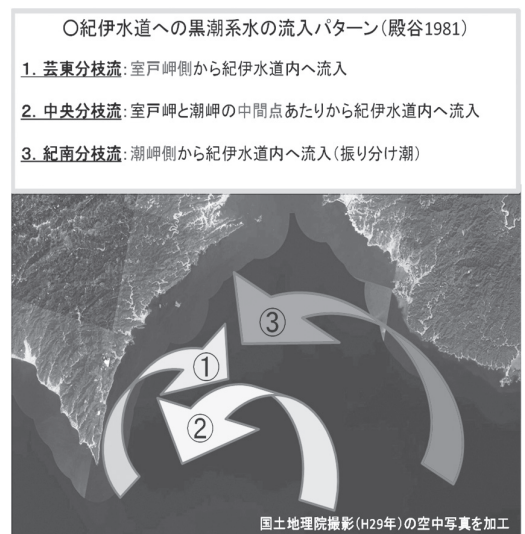


図 4 紀伊水道への黒潮分枝流流入パターン

## 5 参考文献

- 石戸谷博範，北出裕二郎，松山優治，岩田静夫，石井光廣，井桁庸介（2006）黒潮小蛇行の東進に伴い相模湾及び東京湾湾口に発生した急潮．海の研究，15，235－247．
- 猪原亮（2017）急潮に強い定置網漁業への転換に向けた現場潮流の解析．平成27年度高知県水産試験場事業報告書，63－72．
- 殿谷次郎（1981）大型冷水塊形成による黒潮流及び徳島沿海の海況変動．徳島県水産試験場事業報告書（昭和54年度），128－135．
- 松山優治，岩田静夫，前田明夫，鈴木亨（1992）相模湾の急潮．沿岸海洋研究ノート，30，4－15．

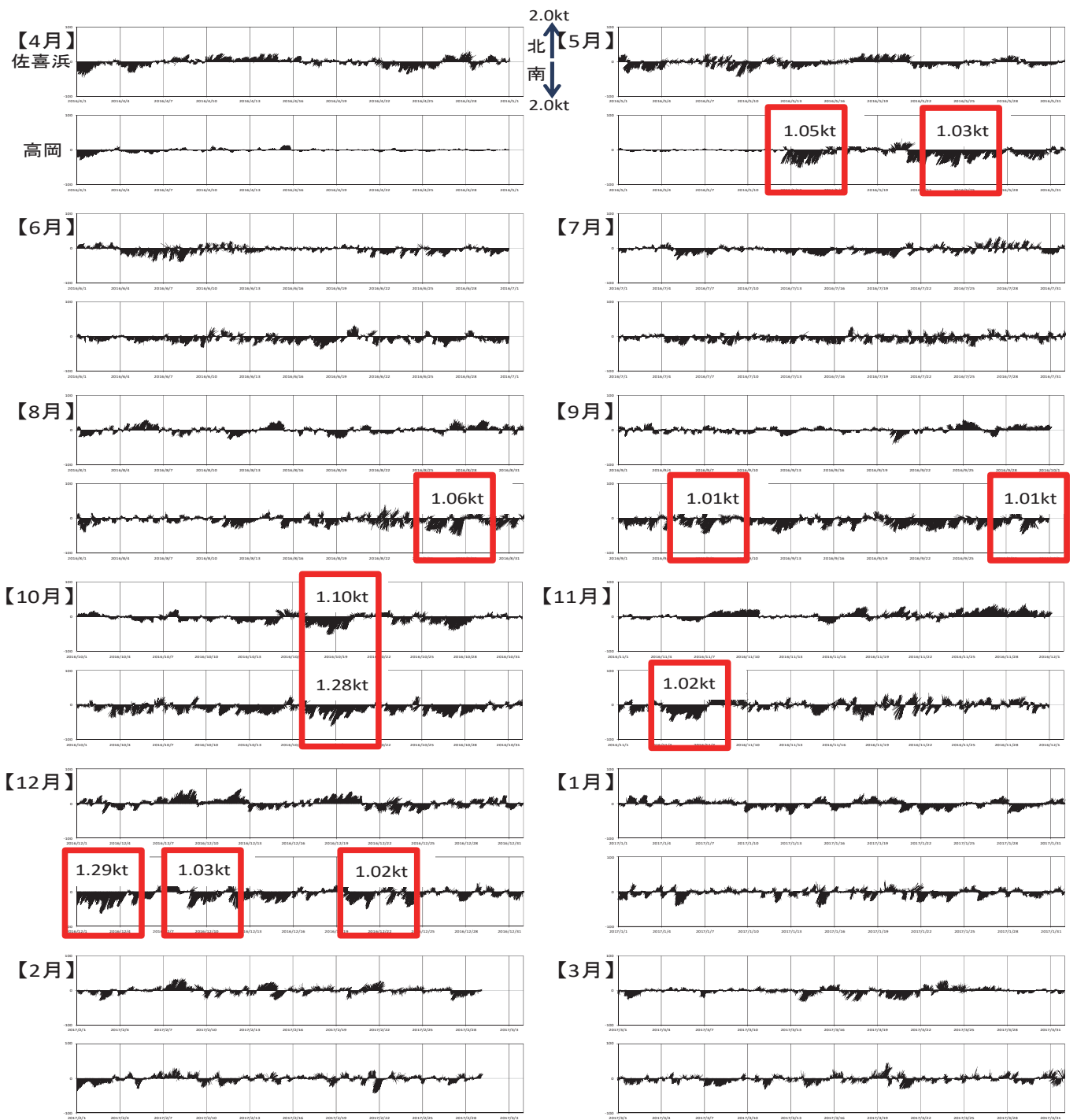


図3 佐喜浜及び高岡大敷網で観測された流向・流速ベクトル

月毎に、上下に佐喜浜大敷（上）及び高岡大敷（下）で観測された潮流の流向・流速ベクトル図を並べた。グラフの中央を横に引いた線を境に上方方向への流れが上り潮（北上流）、下方方向が下り潮（南下流）を示す。グラフの上下端の線は流速約 2.0kt を示す。□で囲まれた日時が 1.0kt 以上の急潮。

（例）10月中旬の高岡大敷で観測された最大流速は、南南西方向へ約 1.3kt。

# 増養殖環境課

- 7 赤潮・貧酸素水塊対策推進事業
- 8 赤潮等発生監視調査事業
- 9 養殖衛生管理体制整備事業
- 10 アサリ資源回復試験
- 11 ハダムシ被害軽減・省力化試験
- 12 べこ病に関する疫学調査と中間宿主の探索
- 13 クロマグロ種苗生産技術高度化試験
- 14 藻場造成支援
- 15 栽培漁業推進支援





## 赤潮・貧酸素水塊対策推進事業

増養殖環境課 堀田 敏弘・渡辺 貢  
宿毛漁業指導所 中城 岳・北峯 知沙・齋田 尚希

## 1 はじめに

本事業では、浦ノ内湾と宿毛湾を対象海域に赤潮の発生状況調査、赤潮の発生予察手法の開発などを行った。なお、本調査の結果は、赤潮・貧酸素水塊漁場被害防止対策推進事業の平成28年度報告書（瀬戸内海赤潮共同研究機関 2016）にも記載している。

## 2 目的

浦ノ内湾では、*Karenia mikimotoi*と*Chattonella* spp. (*C. antiqua*、*C. marina*)を対象に、既に構築されている赤潮の発生予察手法の検証を行うとともに、有害赤潮プランクトン及び海洋環境を監視し、既存データも含めたデータ解析によって予察精度の向上及び予察手法の改良を図り、漁業被害軽減に資することを目的とした。

宿毛湾では、*Cochlodinium polykrikoides*（平成25年度頃から発生）を対象に、有害赤潮プランクトンの発生状況及び海洋環境を監視し、既存データも含めたデータ解析によって赤潮発生シナリオを構築し、赤潮発生予察や漁業被害軽減に資することを目的とした。

## 3 方法

浦ノ内湾では5定点、宿毛湾では6定点を各々設定し（図1）、赤潮の発生状況に応じて調査地点を増設・変更した。各調査点では、表1に示した項目について調査を行った。

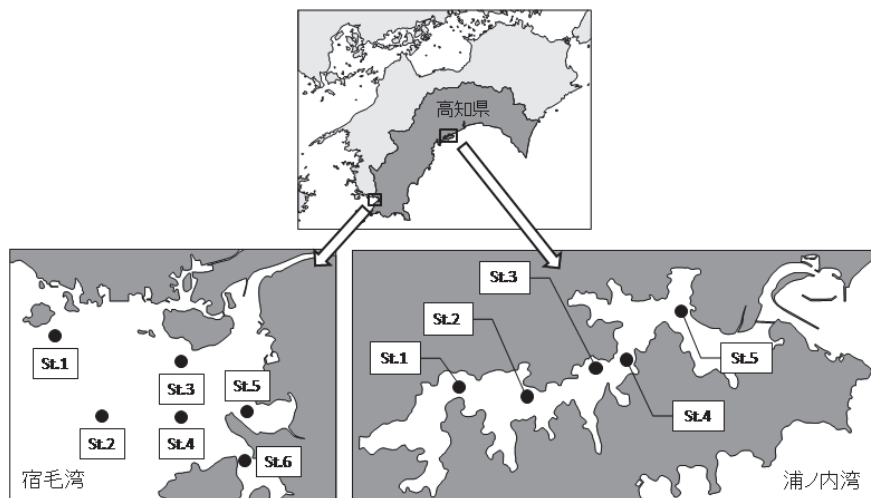


図1 調査定点

表1 調査項目

	浦ノ内湾			宿毛湾	
	定期調査	赤潮調査	定期調査	赤潮調査	
調査期間	5月, 9月~1月	6月~8月	5月~11月	随時	
調査定点数	5	←	6	随時	
調査回数	1回/月	4回/月	1回/月	随時	
項目・観測層	○	←	○	随時	
透明度	←	←	←	随時	
水温・塩分・DO	0, 2, 5, 10, B-1m	←	0, 2, 5, 10, 15, 20m	随時	
栄養塩	0, 5, 10, B-1m*	←	2, 10m	←	
Chl. a	0, 5m*	←	2, 10m	←	
有害種	0, 2, 5m	←	0, 5, 10m	随時	

※：St.1, St.3のみ

## 4 結果と考察

### (1) 浦ノ内湾

#### 1) 海象 (湾央部 St. 3)

##### ① 水温、塩分、DO (図2)

水温は、0m層が14.8℃～30.1℃、5m層が14.9℃～29.1℃、B-1m層が15.3℃～28.3℃の範囲で変動した。

塩分は、0m層が12.2～33.6、5m層が29.1～33.7、B-1m層が30.7～33.7の範囲で変動した。

DOは、0m層が7.4～11.4mg/L、5m層が3.4～8.1mg/L、B-1m層が0.2～7.8mg/Lの範囲で変動した。貧酸素状態は、B-1m層で6月から9月に確認され、5m層で6月と9月に確認された。

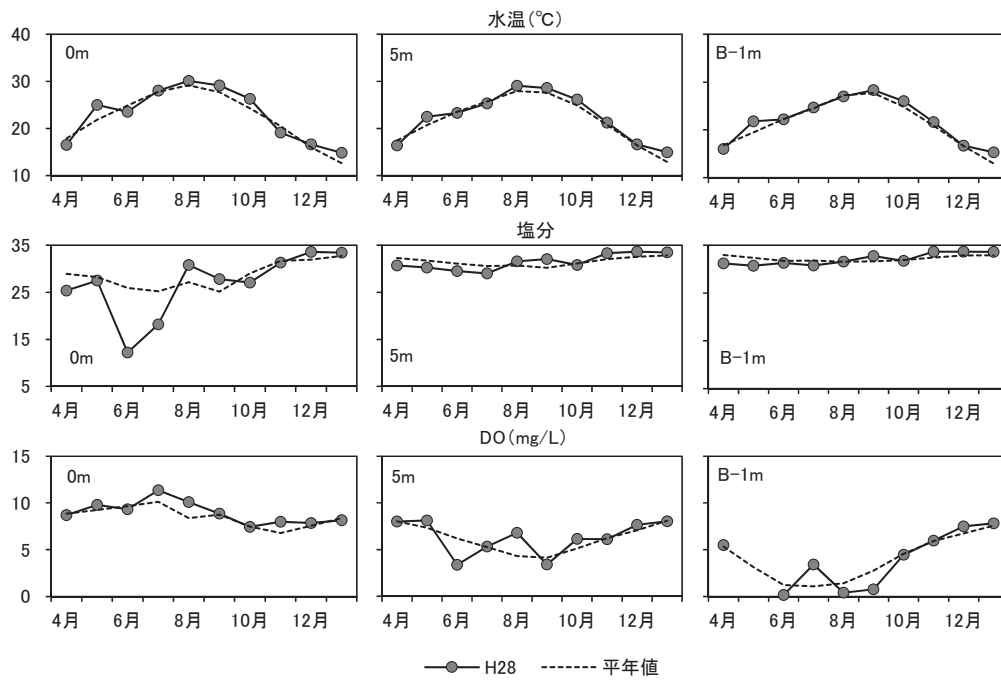


図2 浦ノ内湾湾央部St. 3における水温、塩分及びDOの推移  
(平年値はS61～H27年の平均)

##### ② 栄養塩濃度・クロロフィルa量 (図3)

DIN濃度は、0m層が2.45～9.91μM、5m層が1.38～6.09μM、B-1m層が2.94～18.68μMの範囲で変動した。

PO<sub>4</sub>-P濃度は、0m層が0.03～0.20μM、5m層が0.02～0.30μM、B-1m層が0.03～1.63μMの範囲で変動した。

SiO<sub>2</sub>-Si濃度は、0m層が1.54～86.75μM、5m層が1.71～31.77μM、B-1m層は1.72～34.44μMの範囲で変動した。

クロロフィルa量は、0m層は1.49～6.75μg/L、5m層は1.90～15.75μg/Lの範囲で変動した。

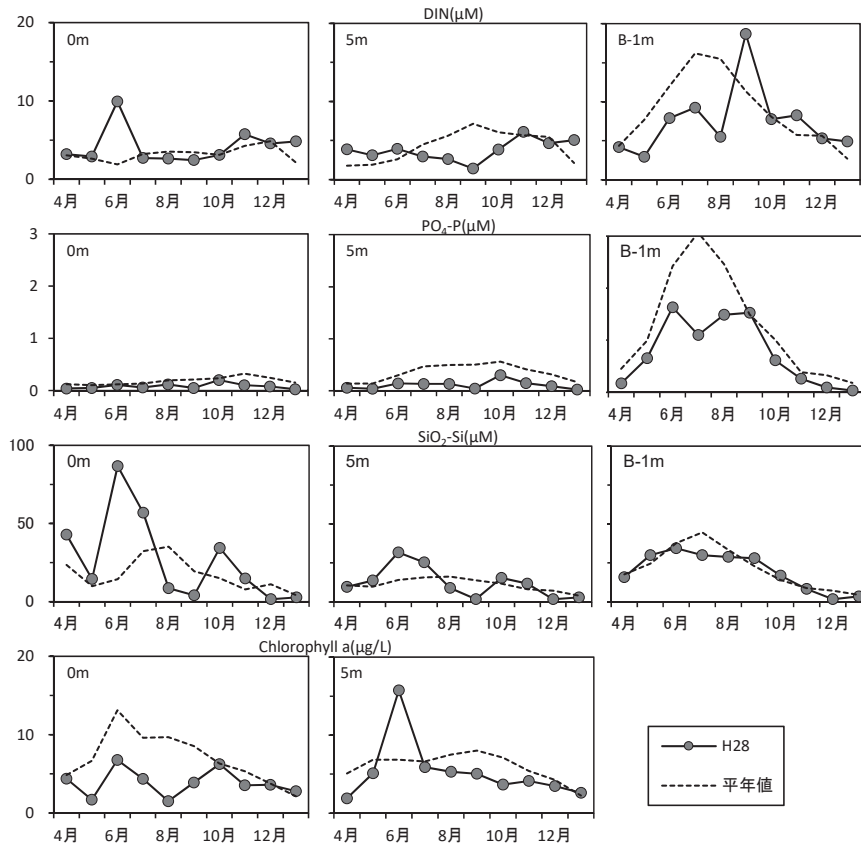


図3 浦ノ内湾湾央部St. 3における栄養塩及びクロロフィルa量の推移  
(栄養塩の平年値はS61~H27年、クロロフィルaの平年値はH7~H27年の平均)

## 2) 有害プランクトン

*Karenia mikimotoi*は、平成28年1月から8月に遊泳細胞が確認された(図4)。赤潮(350細胞/mL以上)は、3月24日、4月8日、6月2日から6月22日に各々確認された(図5)。6月の赤潮発生事例では、2日に湾央部と湾口部で最初に確認され、6日には全ての観測点で赤潮状態となり、27日に終息が確認された。観測された最高細胞数は、3月24日に490細胞/mL、4月8日に400細胞/mL、6月6日に26,500細胞/mLであった。

今年度の*K. mikimotoi*赤潮発生は、宗景ら(1995, 1996, 1998)が報告し、これまで当試験場の調査などでも確認されてきた典型的な赤潮発生パターンと異なり、湾全体に拡散していた*K. mikimotoi*細胞がそのまま増殖して赤潮となったと考えられた。

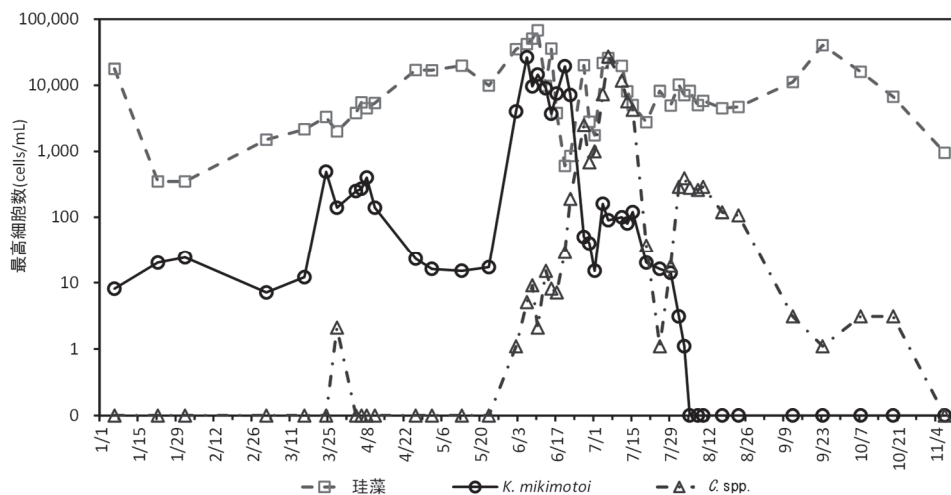


図4 浦ノ内湾全調査点における珪藻類、*Karenia mikimotoi*及び  
*Chattonella* spp.の最高細胞数の推移(平成28年1~11月)

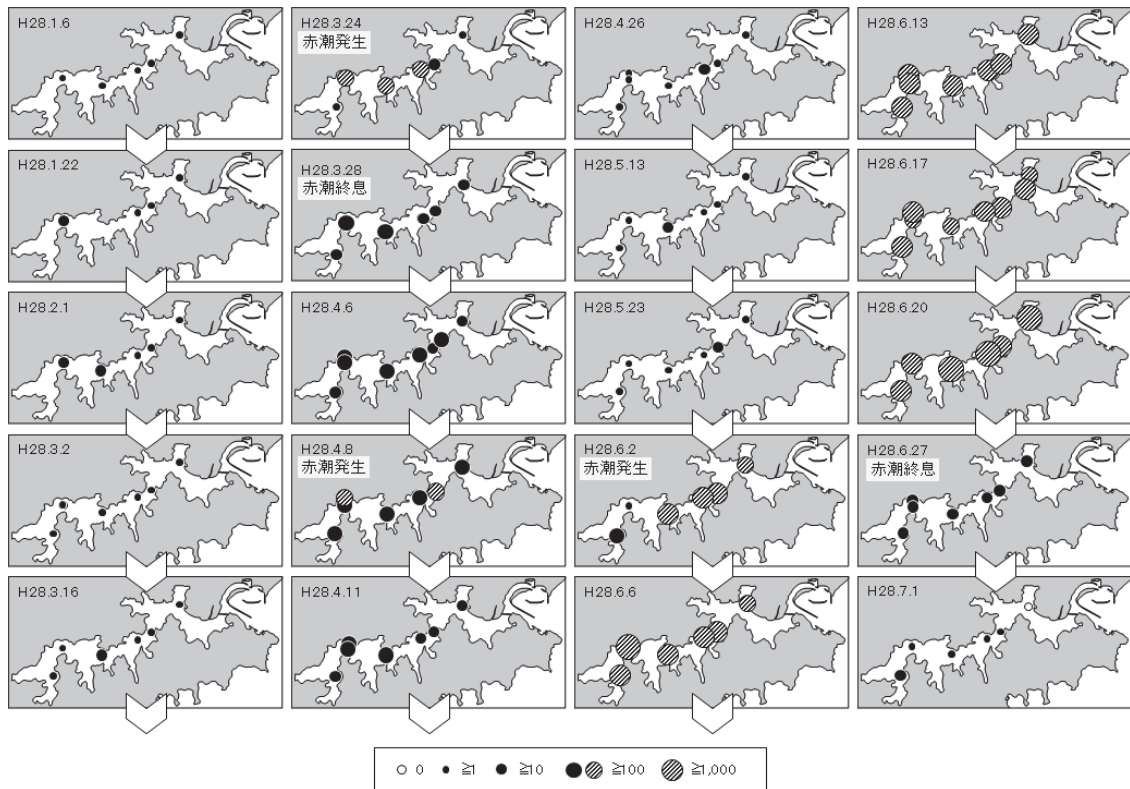


図5 浦ノ内湾内における*Karenia mikimotoi*細胞数  
(cells/mL, 平成28年1月6日～7月1日)

*Chattonella* spp. は、平成28年3月と6月から10月にかけて遊泳細胞が確認された（図4）。赤潮（10細胞/mL以上）は6月13日と6月20日から7月20日、7月29日から8月23日に各々観測された（図6）。2回目の発生事例では、6月20日にSt. 1奥の臨時観測地点とSt. 2で最初に赤潮が確認され、27日から7月15日の間は湾内全ての観測地点で赤潮状態となったが、20日には湾奥の2観測地点で確認されるのみとなり、25日に終息が確認された。3回目の発生事例では、7月29日にSt. 2とSt. 3で赤潮状態が確認され、8月1日には湾奥から湾中央まで赤潮状態が拡大し、3日から17日の間は湾内全ての観測地点で赤潮状態となったが、23日には湾奥の2観測地点で確認されるのみとなり、9月12日に終息が確認された。今年度の*Chattonella* spp. 赤潮の発生は、宗景ら（1995, 1996, 1998）が報告し、これまで当試験場の調査などでも確認されてきた典型的な発生パターンであった。観測された月ごとの最高細胞数は、6月13日が15細胞/mL、7月6日が27,200細胞/mL、8月3日が390細胞/mLであった。

## （2）宿毛湾

### 1）海象

#### ①水温、塩分、D0（各調査定点の平均、図7）

水温は、0m層が19.7℃～27.7℃、5m層が20.2℃～27.8℃、20m層が20.0℃～26.7℃の範囲で変動した。

塩分は、0m層が15.9～33.7、5m層が33.4～34.6、20m層が34.0～34.6の範囲で変動した。

D0は、0m層が5.7～7.7mg/L、5m層が5.8～7.5mg/L、20m層が5.3～6.7mg/Lの範囲で変動した。

#### ②栄養塩濃度・クロロフィルa量（各定点の平均、図8）

DIN濃度は、2m層が2.10～8.77μM、10m層が2.19～7.85μMの範囲で変動した。

PO<sub>4</sub>-P濃度は、2m層が0.02～0.37μM、10m層が0.02～0.41μMの範囲で変動した。

SiO<sub>2</sub>-Si濃度は、2m層が3.69～25.89μM、10m層が0.89～5.18μMの範囲で変動した。

クロロフィルa量は、2m層が0.27～2.85μg/L、10m層が0.34～1.56μg/Lの範囲で変動した。

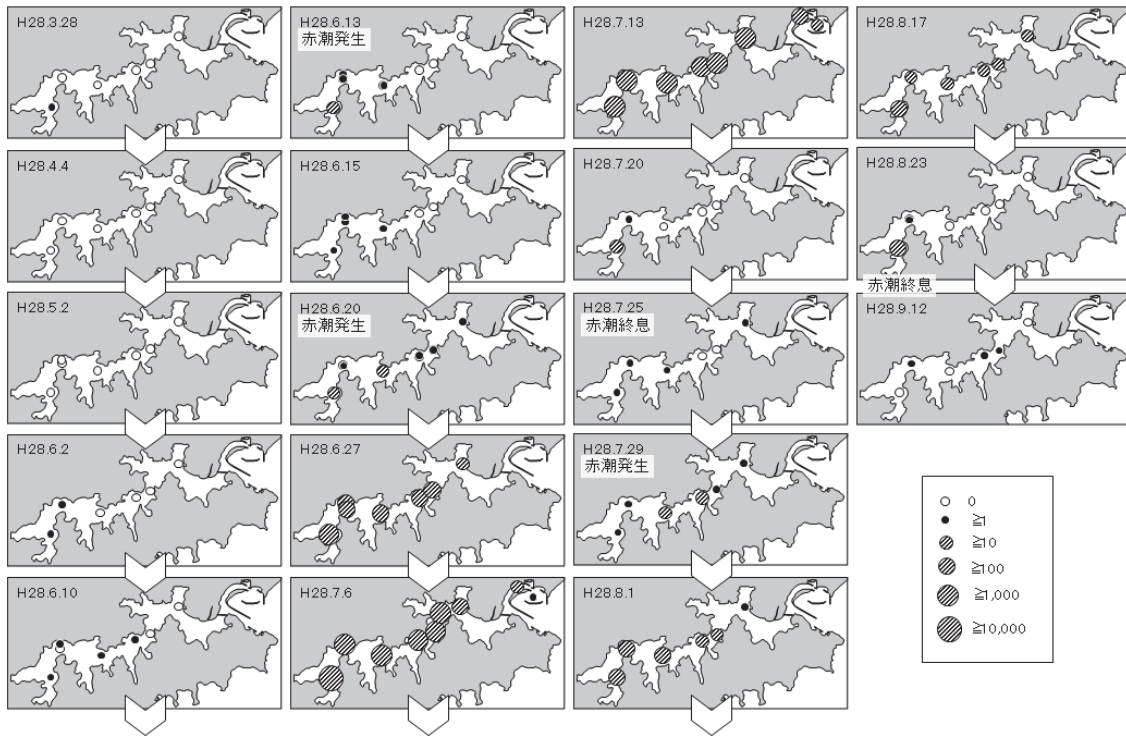


図6 浦ノ内湾内における *Chattonella* spp. 細胞数 (cells/mL, 平成28年3月28日~9月12日)

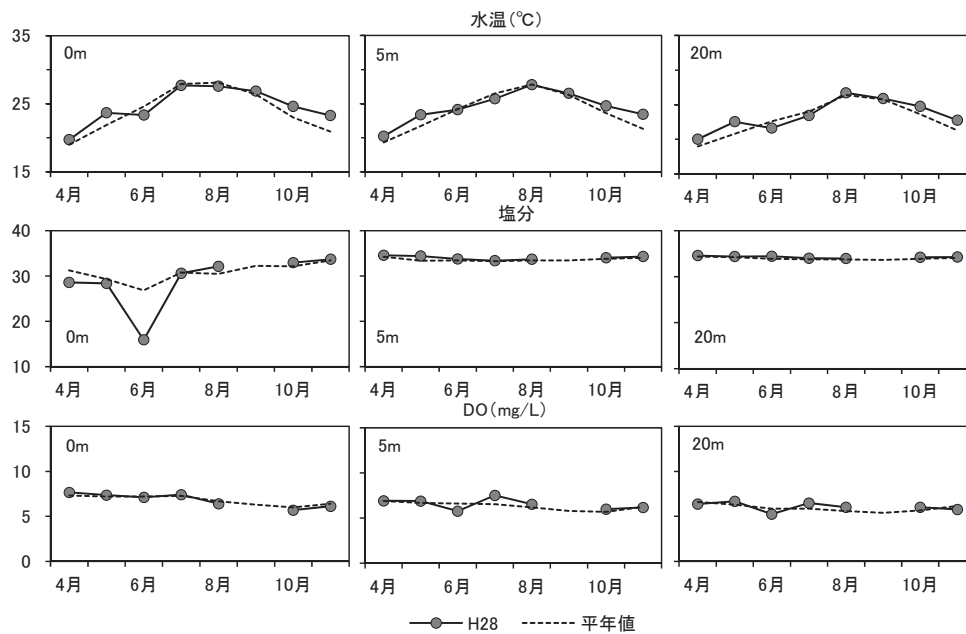


図7 宿毛湾における水温、塩分及びDO（全調査定点の平均）の推移（平年値はH10~H27年の平均）

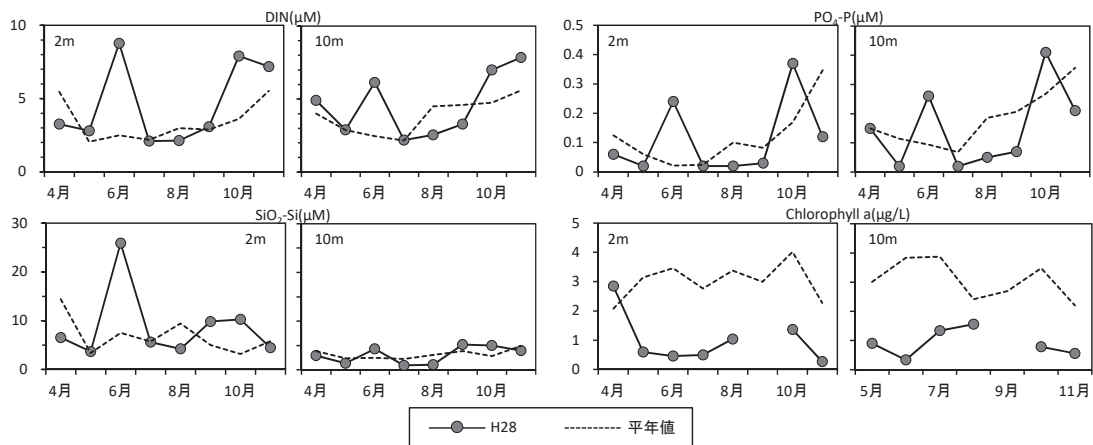


図8 宿毛湾における栄養塩及びクロロフィルa濃度（全調査定点の平均）の推移（平年値はH23～H27年の平均）

2) *Cochlodinium polykrikoides*赤潮発生状況

*Cochlodinium polykrikoides*は、平成28年1月8日、4月6日から6月17日、7月1日、7月19日から10月26日まで遊泳細胞が確認された（図9）。1回目の赤潮発生事例は、5月2日にSt. 6奥の臨時観測地点で最初に警戒レベル（100細胞/mL以上）に達した後に湾の奥や、非常に岸に近い観測地点で警戒レベルを超えたのみで、養殖漁場では警戒レベル以下で推移し、11日には観測地点全てで警戒レベルを下回った。

2回目の赤潮発生事例は、6月7日に湾の奥や、非常に岸に近い観測地点で警戒レベルの細胞密度を超えたが、翌8日は最高でも84細胞/mLに減少し、警戒レベルを下回った。観測された最高細胞数は各々、5月9日に597細胞/mL、6月7日に387細胞/mLであった（図10）。なお、6月7日にはSt. 5及び宿毛湾港内で粘土散布が行われた。

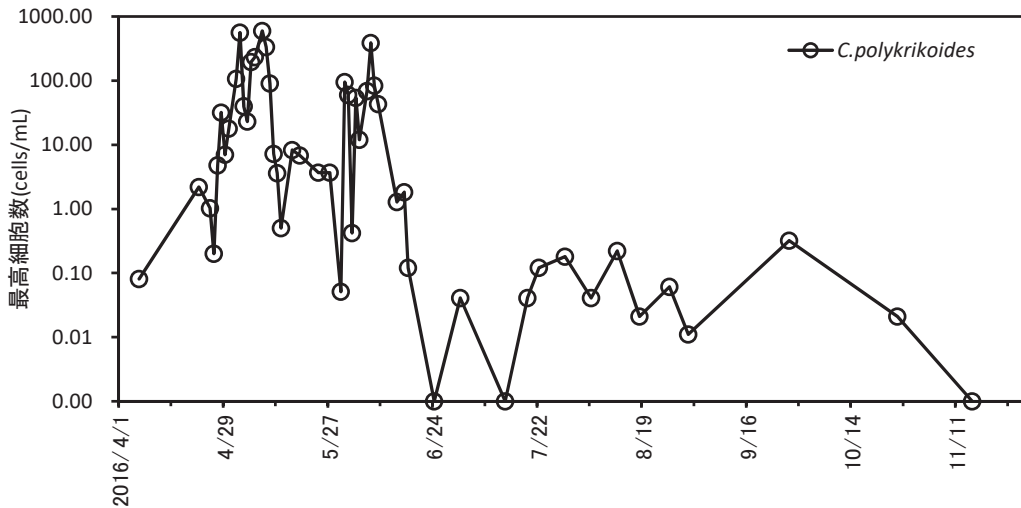


図9 宿毛湾全調査点における*Cochlodinium polykrikoides*最高細胞数の推移（平成28年4～11月）

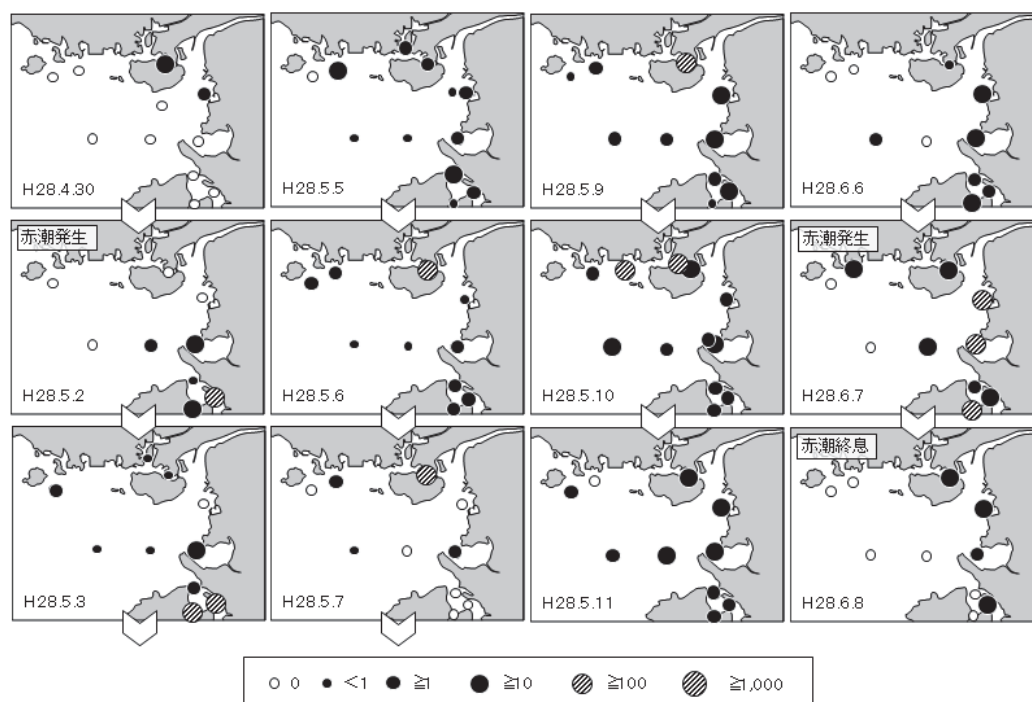


図10 宿毛湾における*C. polykrikoides*細胞数の推移 (cells/mL, 平成28年4～6月)

## 5 参考文献

- 宗景志浩, 田村圭一, 中川倫寿(1995)ADCP観測による浦の内湾の差し込みの流れ構造と浮遊物質分布. 海岸工学論文集, 42, 1091-1095.
- 宗景志浩, 中川倫寿, 長谷川浩, 井関徹也(1996)浦の内湾における差し込み直後の水質悪化と物質輸送について. 海岸工学論文集, 43, 1106-1110, 1996.
- 宗景志浩, 岩崎 望, 秋沢歌織, 長谷川浩, 大原 聡(1998)浦ノ内湾における植物プランクトンの分布構造と短期変動について. 海岸工学論文集, 45, 1136-1140.
- 瀬戸内海赤潮共同研究機関(2016)平成28年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業 赤潮・貧酸素水塊漁場被害防止対策事業報告書.

## 赤潮等発生監視調査事業

増養殖環境課	堀田 敏弘・渡辺 貢
中央漁業指導所	大山 隼人・松田 裕太
土佐清水漁業指導所	工藤 史貴
宿毛漁業指導所	中城 岳・齋田 尚希

## I 赤潮調査

## 1 はじめに

本県沿岸の内湾域では、有害赤潮の発生により、毎年のように養殖業において漁業被害が生じている。本事業は、内湾域の漁場環境と有害赤潮プランクトンの発生状況に関する情報を漁業者等に提供することにより、漁業被害の防止と軽減を図ることを目的とした。

高知県中央部に位置する浦戸湾、浦ノ内湾及び野見湾（須崎湾を含む。以下同様とする。）では水産試験場及び中央漁業指導所が、高知県西部に位置する黒潮町沿岸及び土佐清水市に関しては土佐清水漁業指導所が、同じく西部に位置する宿毛湾に関しては宿毛漁業指導所が各々担当した。なお、浦ノ内湾及び宿毛湾の調査結果については、「平成28年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業のうち赤潮・貧酸素対策推進事業報告書」で詳述しているため、ここでは野見湾及び浦戸湾の調査結果を中心に報告する。

## 2 方法

## (1) 調査定点

野見湾では5定点、浦戸湾では1定点をそれぞれ設定した（図1）ただし、赤潮発生時の野見湾に関しては、状況に応じて調査地点を増設した。

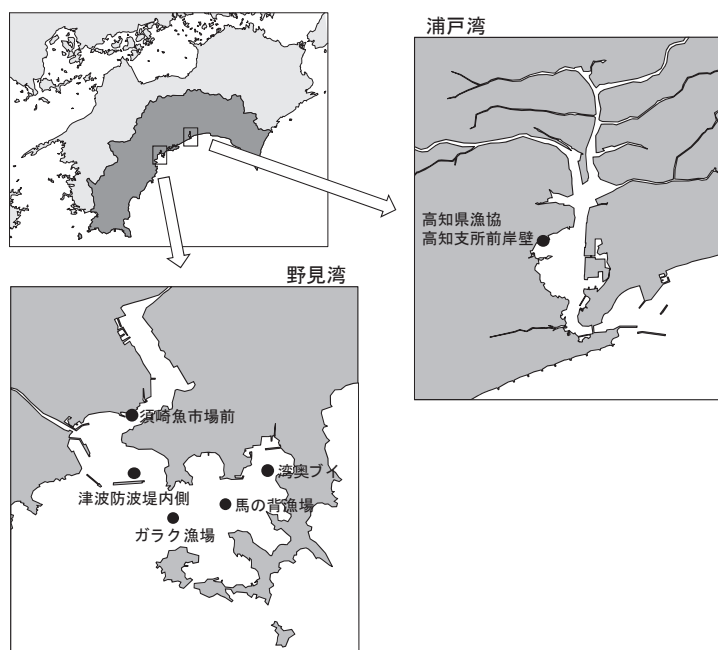


図1 調査定点

## (2) 調査回数

平成28年4月から平成29年3月にかけて、野見湾では24回、浦戸湾では12回の調査を実施した（表1）。



表1 調査日

		野見湾	浦戸湾	
平成28年	4月	7, 11, 14, 15, 18, 22日	12日	
	5月	19, 31日	27日	
	6月	9, 16, 20, 22, 23日	14日	
	7月	7日	21日	
	8月	4日	19日	
	9月	8日	26日	
	10月	27日	21日	
	11月	17日	16日	
	12月	15日	2日	
	平成29年	1月	19日	6日
		2月	6, 16日	3日
		3月	16, 28日	17日

### (3) 調査方法

水温、塩分及び溶存酸素量は、多項目水質モニター（YSI社製 6600V2）を用いて、野見湾では0m層、2m層、5m層、10m層及びB-1m層、浦戸湾では0m層、1m層、2m層及びB-1m層を測定した。

クロロフィルa量は、野見湾の馬の背漁場（以下、「馬の背」と略）及びガラク漁場（以下、「ガラク」と略）の0m層及び5m層を測定対象とした。採水した海水は、GF/Cグラスファイバーフィルターで濾過し、そのフィルターを冷暗所で24時間、90%アセトン10mLで抽出し、蛍光光度計（TURNER DESIGNS社製 10-AU Fluorometer）で測定した。

栄養塩濃度は、野見湾の馬の背及びガラクの0m層、5m層、10m層及びB-1m層を測定対象とした。採水した海水は、孔径0.45µmのメンブレンフィルターで濾過した後、オートアナライザー（B/L-TEC社製 QuAAtro2-HR）で分析した。

プランクトンの出現状況は、野見湾が0m層、2m層及び5m層、浦戸湾が0m層、1m層及び2m層から採水した海水1mLを光学顕微鏡で観察し、種類ごとに細胞数を計数、記録した。

底質の調査は、野見湾が馬の背と津波防波堤内、浦ノ内湾が湾奥と光松で行い、3月と9月の環境調査と併せて実施した。採泥はエクマンバージを用い、揮発性硫化物（AVS）を検知管法で測定した。

気象は、気象庁のアメダス観測点の須崎における気温、降水量及び日照時間の観測データを使用した。

水温、塩分、溶存酸素量、透明度及びプランクトン調査の結果は、調査毎に養殖業者、関係漁協及び関係機関にFAXで情報提供するとともに、水産試験場のホームページ（<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040409/akashiojoho.html>）で公開した。

## 3 結果と考察

### (1) 平成28年度の赤潮発生状況

今年度の本県全体の赤潮発生件数は17件で（表2）、昨年度より7件減少、過去20年間の平均発生件数（平成8年度～27年度）と比較して約2件増加した。

種類別では、渦鞭毛藻が9件、ラフィド藻が9件であった（表3）。

漁業被害は、宿毛湾のみで発生し、その他の海域では発生しなかった（表4）。

表2 平成28年度 赤潮発生状況

整理番号	発生期間	発生海域	赤潮構成種	最高細胞数 (cells/ml)	漁業被害
1	4/4~4/11	浦ノ内湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	333,200	無し
2	4/8	浦ノ内湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	400	無し
3	4/11~4/14	野見湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	511	無し
4	4/27~4/29	宿毛湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	143,200	有り(※1)
5	5/2~5/10	宿毛湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	597	有り(※2)
6	6/1	宿毛湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	10,800	無し
7	6/2~6/27	浦ノ内湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	26,500	無し
8	6/7	宿毛湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	387	無し
9	6/9~6/23	野見湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	2,010	無し
10	6/13	浦ノ内湾	<i>Chattonella</i> spp.	15	無し
11・12	6/20~7/25	浦ノ内湾	<i>Chattonella</i> spp.	27,200	無し
13・14	7/29~8/23	浦ノ内湾	<i>Chattonella</i> spp.	390	無し
15	11/8	浦ノ内湾	<i>Lingulodinium</i> sp.	6,450	無し
16	11/21	浦ノ内湾	<i>Lingulodinium</i> sp.	3,200	無し
17	3/17	浦戸湾	<i>Heterosigma akashiwo</i> <i>Prorocentrum triestinum</i>	10,800 4,100	無し

※1~※2:表4の番号に該当

表3 平成28年度赤潮構成種別月別発生件数

種類	種類	月												合計	
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
渦鞭毛藻	<i>Prorocentrum triestinum</i>													1	1
	<i>Lingulodinium</i> sp.									2					2
	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	1	1	1											3
	<i>Karenia mikimotoi</i>	1		2											3
ラフィド藻	<i>Chattonella</i> spp.			2	2	1									5
	<i>Heterosigma akashiwo</i>	2		1									1		4
ケイ質鞭毛藻	<i>Pseudochattonella verruculosa</i>														0
合計		4	1	6	2	1	0	0	2	0	0	0	2	18	

※混合赤潮の発生などにより、表2とは数が合わない

表4 平成28年度漁業被害発生状況

番号	発生期間	発生海域	被害内容			原因種
			魚種	数量(尾)	被害額(千円)	
※1	4/27~4/29	宿毛湾	シマアジ	30	45	<i>Heterosigma akashiwo</i>
※2	5/2~5/10	宿毛湾	シマアジ	20	30	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>

## (2) 野見湾

## 1) 海象

## ① 水温、塩分、D0、透明度、クロロフィルa量

## ア 湾奥部(図2)

水温は、0m層が14.7℃~29.0℃、5m層が14.7℃~28.4℃、B-1m層が14.5℃~27.4℃の範囲で変動した。

観測された水温を平成8年度から27年度の平均値(以下、「平年」とする)と比較すると、0m層は期間全体では平年並みだったが、4月と2月は低め、5月、10月及び12月は高めで推移した。5m層は期間全体では平年並みだったが、4月と2月は低め、5月、6月、8月及び12月は高めで推移した。B-1m層は期間全体では平年並みだったが、4月、8月及び2月は低め、5月、6月及び11月から1月は高めで推移した。

塩分は、0m層は30.1~35.1、5m層は32.0~35.1、B-1m層は32.6~35.1の範囲で変動した。

塩分を平年と比較すると、0m層は期間全体では平年並みだったが、4月から7月及び9月は低め、8月及び10月から3月は高めで推移した。5m層は期間全体では平年より高めだったが、4月から6月は低め、8月から3月は高めで推移した。B-1m層は期間全体では平年より高めだ

ったが、4月と5月は低め、7月から3月は高めで推移した。

D0は、0m層で5.6mg/L～8.9mg/L、5m層で5.5mg/L～8.6mg/L、B-1m層で5.2mg/L～8.4mg/Lの範囲で変動した。

D0を平年と比較すると、0m層は期間全体では平年並みだったが、6月は低め、5月、9月、11月及び1月から3月は高めで推移した。5m層は期間全体では平年より高めだったが、6月は低め、7月から9月、11月、2月及び3月は高めで推移した。B-1m層は期間全体では平年より高めだったが、9月は低め、8月、10月、11月、2月及び3月は高めで推移した。

透明度は、3.5m～7.0mの範囲で変動した。

### イ 馬の背（図3）

水温は、0m層が15.5℃～29.3℃、5m層が15.2℃～28.5℃、B-1m層が14.6℃～27.0℃の範囲で変動した。

水温を平年と比較すると、0m層は期間全体では平年並みだったが、4月と2月は低め、5月及び8月から12月は高めで推移した。5m層は期間全体では平年並みだったが、4月と2月は低め、8月、9月、11月及び12月は高めで推移した。B-1m層は期間全体では平年並みだったが、4月、2月及び3月は低め、5月、6月、11月及び12月は高めで推移した。

塩分は、0m層が31.0～35.0、5m層が32.3～35.1、B-1m層が32.8～35.1の範囲で変動した。

塩分を平年と比較すると、0m層は期間全体では平年並みだったが、4月、5月は低め、8月及び10月から3月は高めで推移した。5m層は期間全体では平年より高めだったが、4月、5月は低め、8月及び10月から3月は高めで推移した。B-1m層は期間全体では平年より高め、4月、5月は低め、6月から3月は高めで推移した。

D0は、0m層が5.7mg/L～8.8mg/L、5m層が5.3mg/L～8.1mg/L、B-1m層が5.1mg/L～8.0mg/Lの範囲で変動した。

D0を平年と比較すると、0m層は期間全体では平年並みだったが、6月は低め、5月、9月、11月、1月及び2月は高めで推移した。5m層は期間全体では平年より高め、5月、7月から11月及び1月から3月は高めで推移した。B-1m層は期間全体では平年より高め、7月、8月及び11月から3月は高めだった。

透明度は、3.0m～10.0mの範囲で変動した。

クロロフィルa量は、0m層は0.5～4.9µg/L、5m層は0.8～11.8µg/Lの範囲で変動した。

### ウ ガラク（図4）

水温は、0m層が15.8℃～28.8℃、5m層が15.8℃～28.2℃、B-1m層が15.7℃～27.5℃の範囲で変動した。

水温を平年と比較すると、0m層は期間全体では平年並みだったが、4月と2月は低め、5月、7月、11月及び12月は高めで推移した。5m層は期間全体では平年並みだったが、4月と2月は低め、6月、8月および12月は高めで推移した。B-1m層は期間全体では平年並みだったが、4月、2月及び3月は低め、6月、9月及び12月は高めで推移した。

塩分は、0m層が30.0～35.0、5m層が32.2～35.0、B-1m層が32.7～35.0の範囲で変動した。

塩分を平年と比較すると、0m層は期間全体では平年並みだったが、4月、5月及び7月は低め、8月及び10月から3月は高めで推移した。5m層は期間全体では平年より高めだったが、4月及び5月は低め、8月及び10月から3月は高めで推移した。B-1m層は期間全体では平年より高めだったが、4月及び5月は低め、6月から3月は高めで推移した。

D0は、0m層が5.9mg/L～8.6mg/L、5m層が5.7mg/L～7.9mg/L、B-1m層が5.6mg/L～7.8mg/Lの範囲で変動した。

D0を平年と比較すると、0m層は期間全体では平年並みだったが、6月は低め、5月、7月、9月、2月及び3月は高めで推移した。5m層は期間全体では平年より高めだったが、6月は低め、7月から11月、2月及び3月は高めで推移した。B-1m層は期間全体では平年並みだったが、6月は低め、7月、8月、11月、1月及び2月は高めで推移した。

透明度は、4.1m～11.0mの範囲で変動した。

クロロフィルa量は、0m層は0.5～4.6µg/L、5m層は0.4～6.3µg/Lの範囲で変動した。

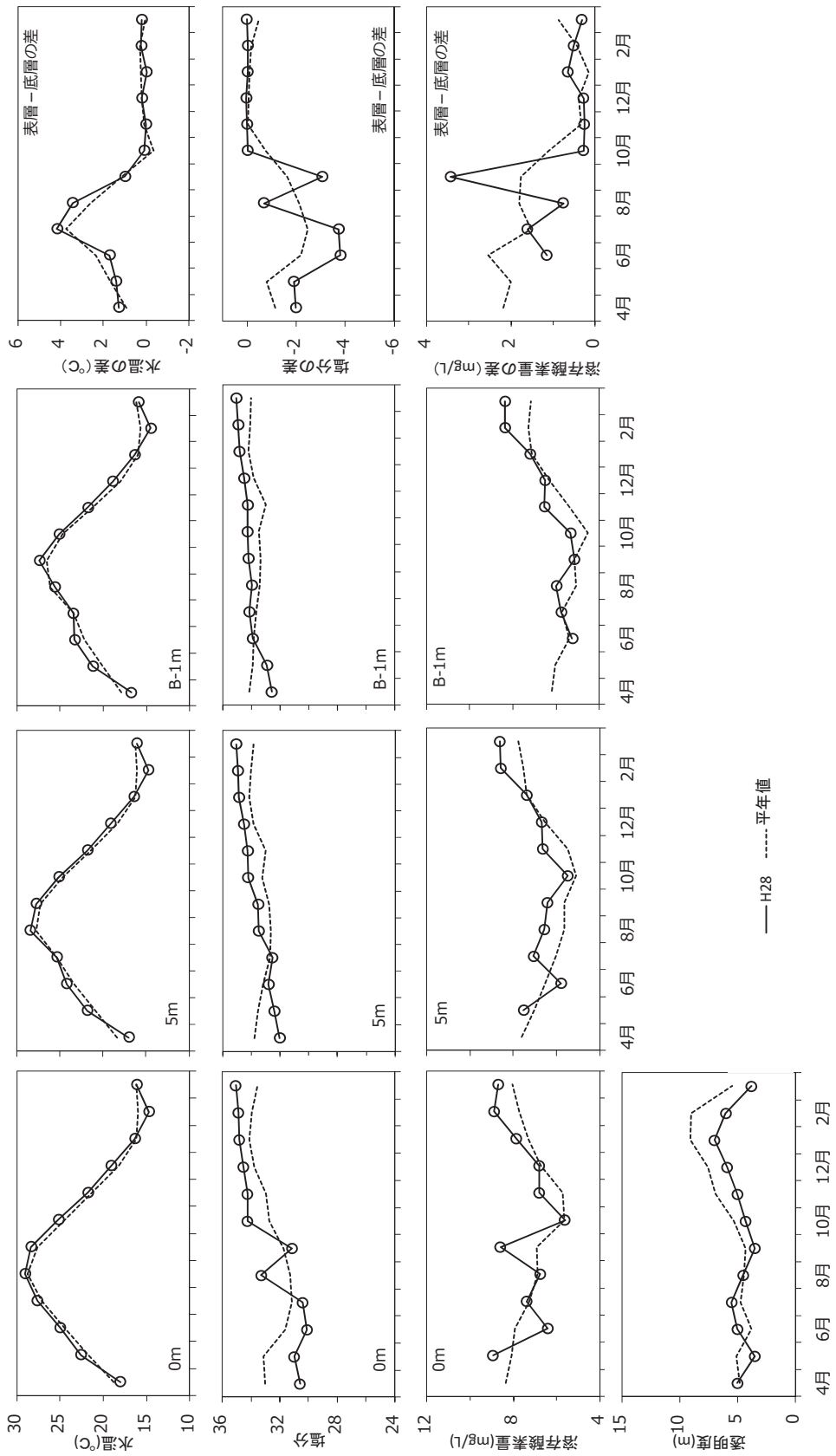


図2 野見湾・湾奥部における水温、塩分、溶存酸素量、透明度の変動 (平年値はH8~H27年の平均)

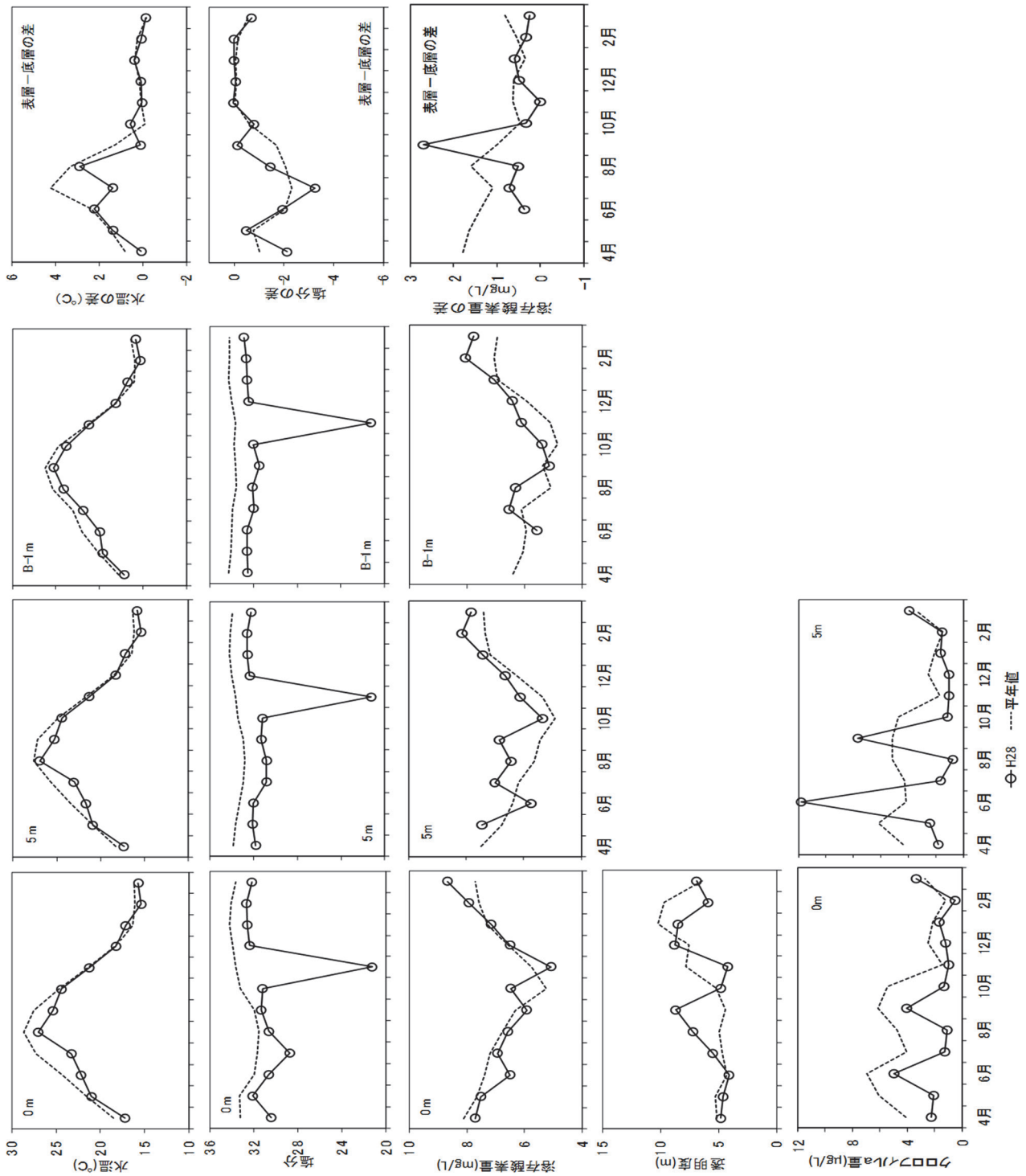


図3 野見湾・馬の背における水温、塩分、溶存酸素量、透明度、クロロフィルa量の変動  
(平年値はH8~H27年の平均)

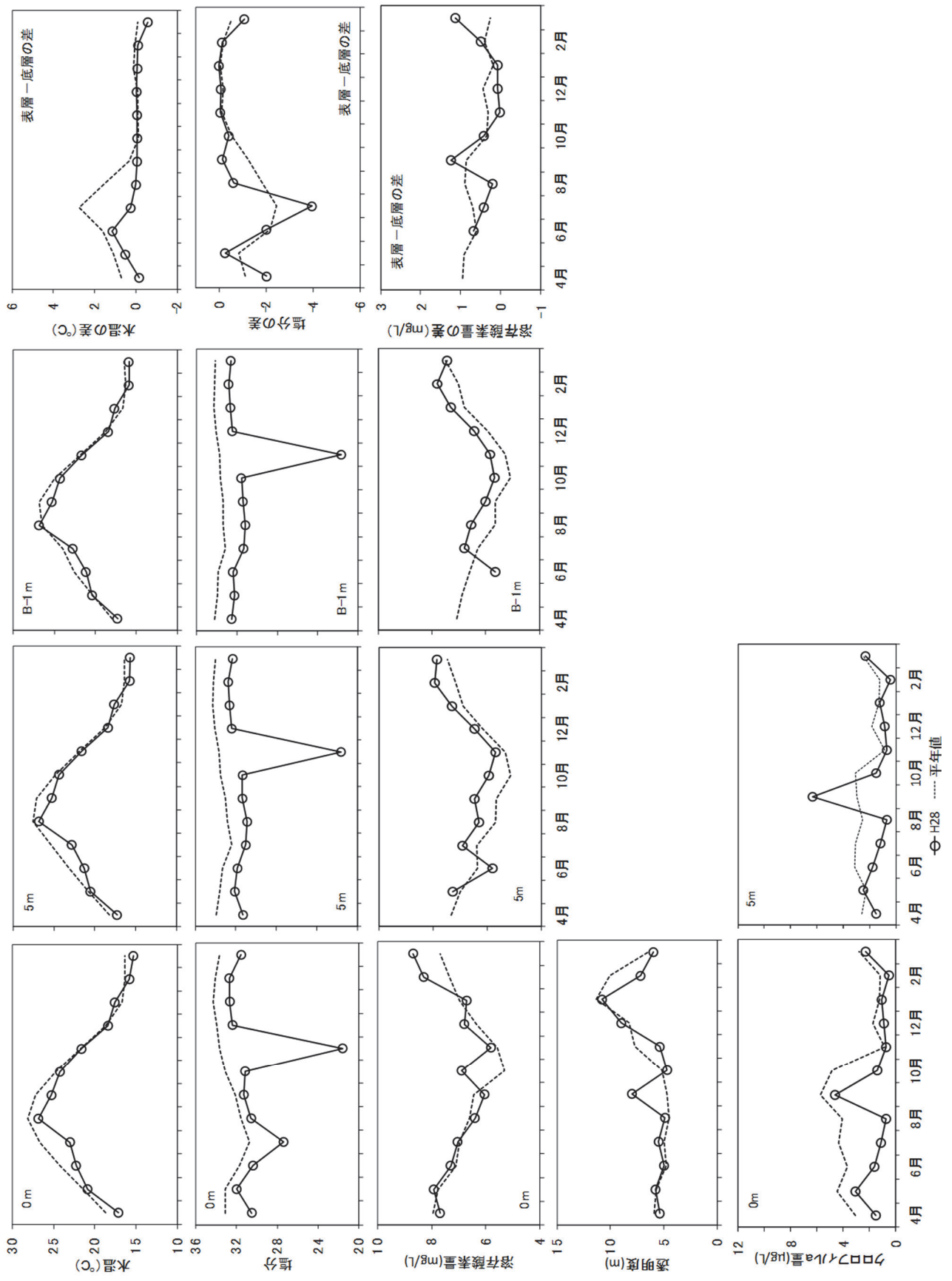


図4 野見湾・ガラクにおける水温、塩分、溶存酸素量、透明度、クロロフィルa量の変動  
(平年値はH8～H27年の平均)

## ② 栄養塩濃度

馬の背及びガラクの栄養塩類の変動を図5 a-bに示した。

溶存態無機窒素 ( $\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_4$ ) は春季から夏季にかけて低く、秋季から冬季にかけて高くなる傾向が見られた。

溶存態無機リン ( $\text{PO}_4$ ) は、馬の背のB-1m層を除いて全般的に秋季に高く、夏季に低い傾向が見られた。馬の背のB-1m層は、他の層の様な季節的な変動は示さなかった。

ケイ酸態ケイ素は、ガラクの9月の0m層で高い値を示したが、馬の背の全採水層やガラクの5m層、10m層、B-1m層は前述のような高い値はなかった。

## ③ 底質（馬の背）

平成16年度～28年度の馬の背及び津波防波堤内側における底質の酸揮発性硫化物量 (AVS) を図6に示した。

馬の背では、全期間を通して見ると、水産用水基準（底質）を上回った状態であった。津波防波堤内側では、全期間を通して見ると水産用水基準（底質）をわずかに上回った状態であり、平成22年度以降はわずかに増加傾向を示した。

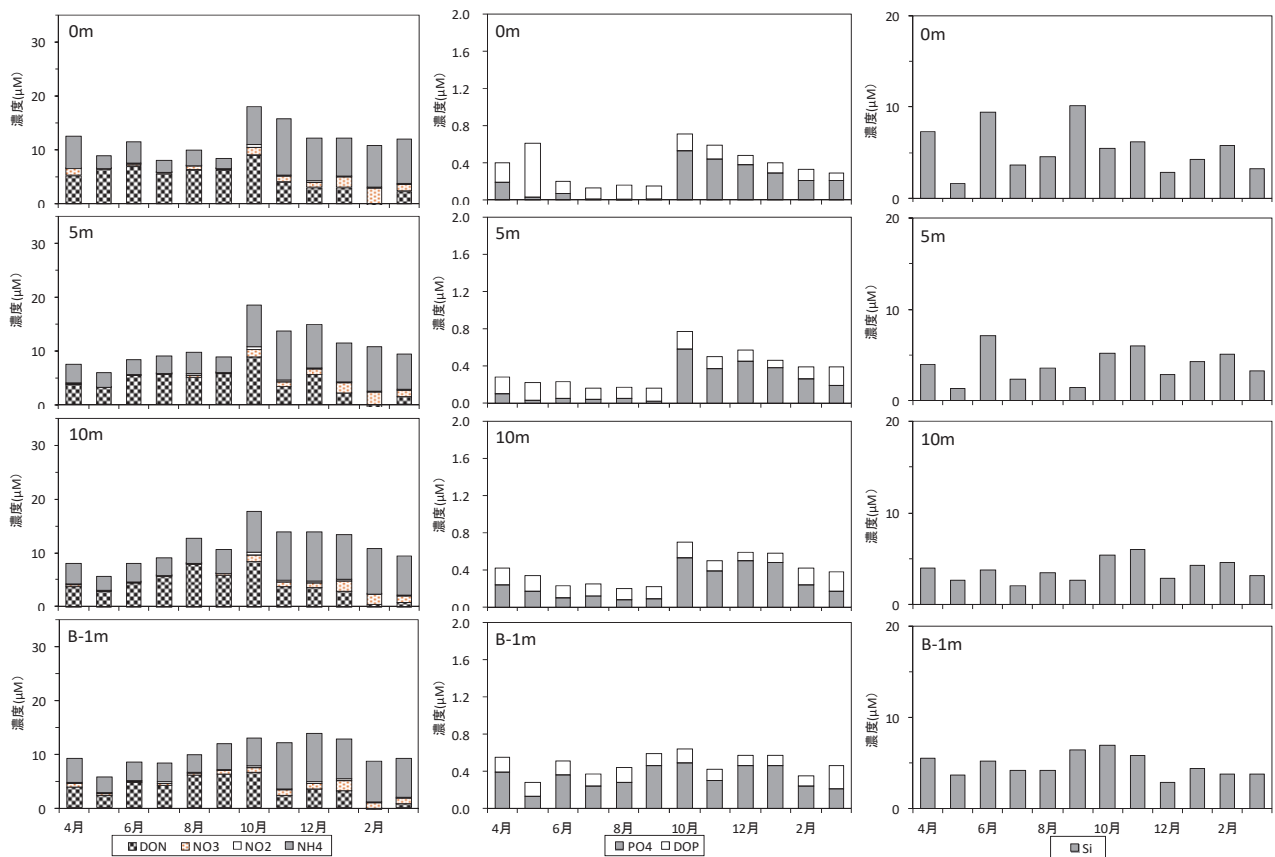


図5 a 栄養塩濃度の変動（野見湾 馬の背）

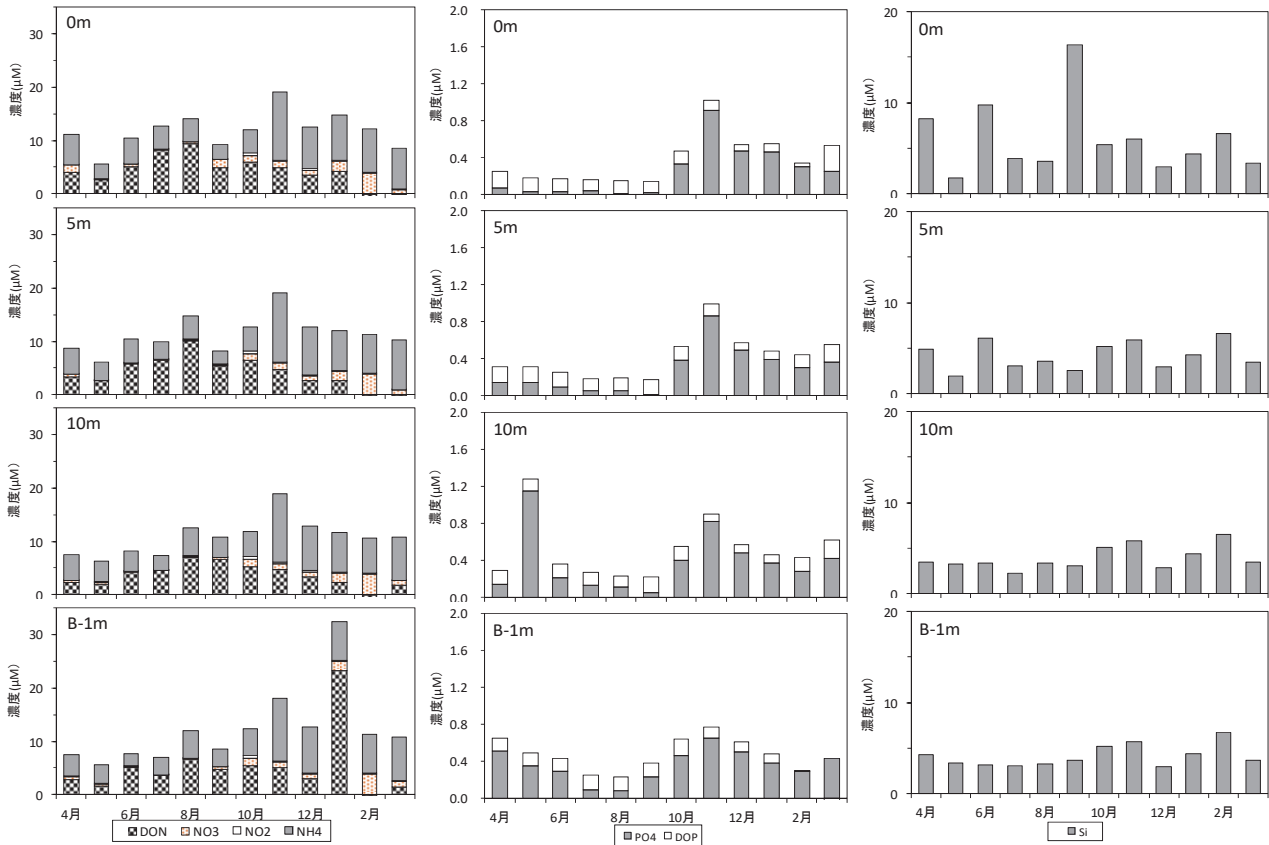


図5b 栄養塩濃度の変動（野見湾 ガラク）

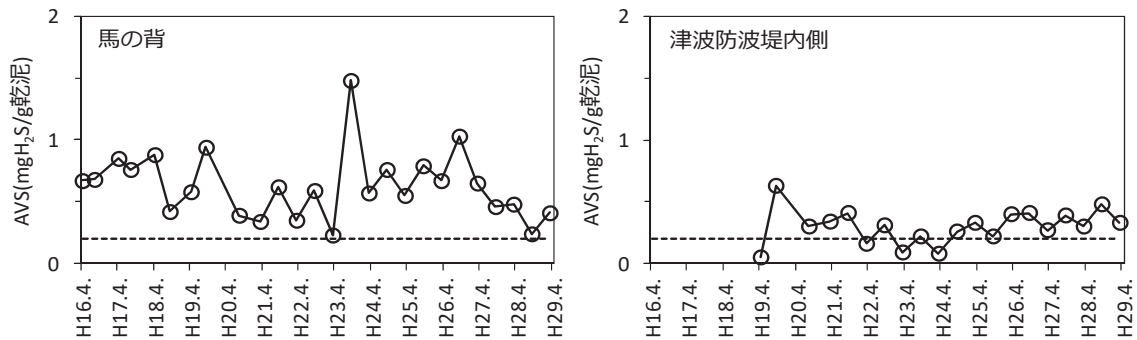


図6 野見湾におけるAVSの変動  
（図中の破線は底質における水産用水基準；0.2 $\text{mgH}_2\text{S/g}$ ）

## 2) 気象

アメダス観測点の須崎における気温、降水量及び日照時間を図7に示した（以下の記述は気象庁による気象データの階級区分に基づく）。

気温は、平年と比べて高めで推移し、2月は低め、3月はかなり低め、5月、8月、9月及び12月は高め、4月と10月はかなり高めで推移した。

降水量は、平年と比べて多めで推移し、7月、8月、1月及び2月は少なめ、3月はかなり少なめ、5月は多め、4月、6月、9月及び12月はかなり多めで推移した。

日照時間は、平年と比べて少なめで推移し、4月、12月は少なめ、6月、9月及び10月はかなり少なめ、5月、7月、1月、2月及び3月は多め、8月はかなり多めで推移した。



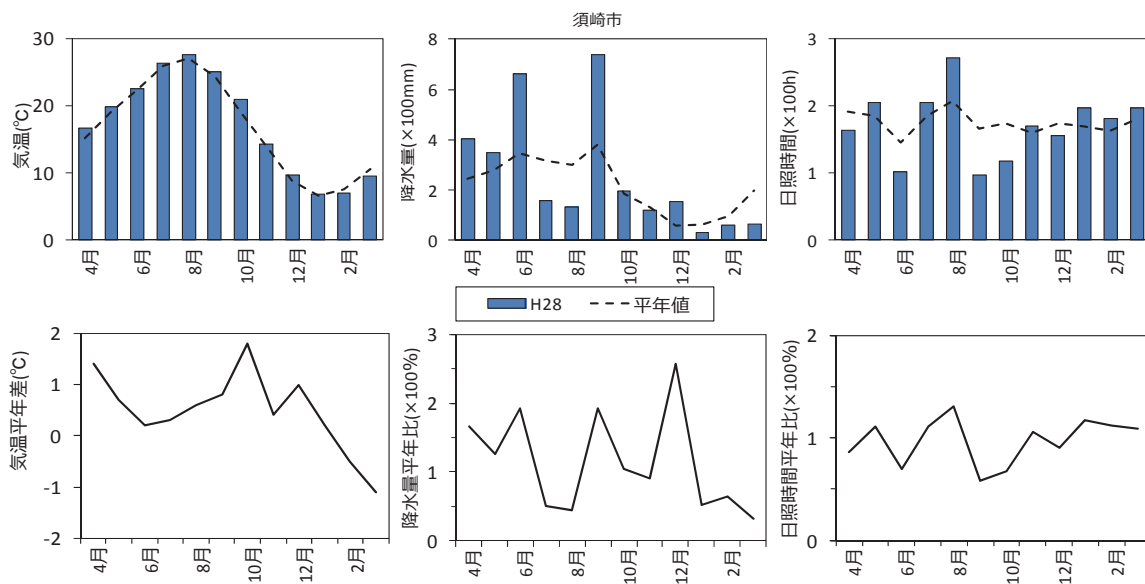


図7 須崎市の気象（気象庁アメダスのデータより）

### 3) 有害プランクトンの出現状況

#### ① *Cochlodinium polykrikoides*

本種は、4月から5月、2月及び3月に確認された。4月11日及び4月18日には養殖魚に被害が発生する恐れのある細胞密度に達したが、被害は生じなかった。期間中の最高細胞数は4月中旬の255細胞/mLであった。

#### ② *Chattonella* spp. (*C. antiqua*+*C. marina*)

本種による赤潮の形成はなく、5月、7月、8月及び9月にそれぞれ1細胞/mL確認されたのみであった。

#### ③ *Karenia mikimotoi*

本種は、5月下旬から8月上旬に確認され、6月上旬から同月下旬にかけて赤潮を形成したが、養殖魚に被害は生じなかった。期間中の最高細胞数は6月下旬の2,490細胞/mLであった。

#### ④ *Heterosigma akashiwo*

本種は、4月、6月、7月、8月、9月及び3月に確認されたが赤潮を形成せず、養殖魚に被害は生じなかった。期間中の最高細胞数は6月下旬の4,300細胞/mLであった。

#### ⑤ *Ceratium* spp. (*C. furca*+*C. fusus*)

本種は、5月、6月、7月、9月、10月、12月及び3月に確認されたが赤潮を形成せず、養殖魚に被害は生じなかった。期間中の最高細胞数は6月中旬の50細胞/mLであった。

#### ⑥ *Dictyocha fibula*

本種は、6月及び3月に確認されたが赤潮を形成せず、養殖魚に被害は生じなかった。期間中の最高細胞数は3月下旬の94細胞/mLであった。

#### ⑦ *Myrionecta rubra*

本種は、4月から2月に確認されたが、海水が呈色するほどの増殖はなく、二枚貝の変色被害はなかった。期間中の最高細胞数は5月中下旬の74細胞/mLであった。

### (3) 浦戸湾

#### 1) 海象

高知県漁協高知支所前岸壁の水温、塩分、溶存酸素量及び透明度の変動を図8に示した。

水温は、10.6℃～30.8℃の間で変動し、8月に最高、2月（0m層、1m層、2m層）又は1月（B-1m層）に最低を観測した。

塩分は1.8～31.6の間で変動し、3月に最高、7月（0m層、1m層）又は9月（2m層、B-1m層）、に最低を観測した。また、浦戸湾は河川水の影響を強く受けているため、5月と6月の観測時は0m層と1m層で塩分が10を下回っていた。

溶存酸素量は、2.2mg/L～10.8mg/Lの間で変動し、3月（0m層、1m層、2m層）又は2月（B-1m層）に最高、11月（0m層）、8月（1m層）、6月（2m層及びB-1m層）に最低を観測した。

透明度は、1.8～3.1mの間で変動し、12月と2月に最高（透明度板が着底）、6月に最低を観測した。

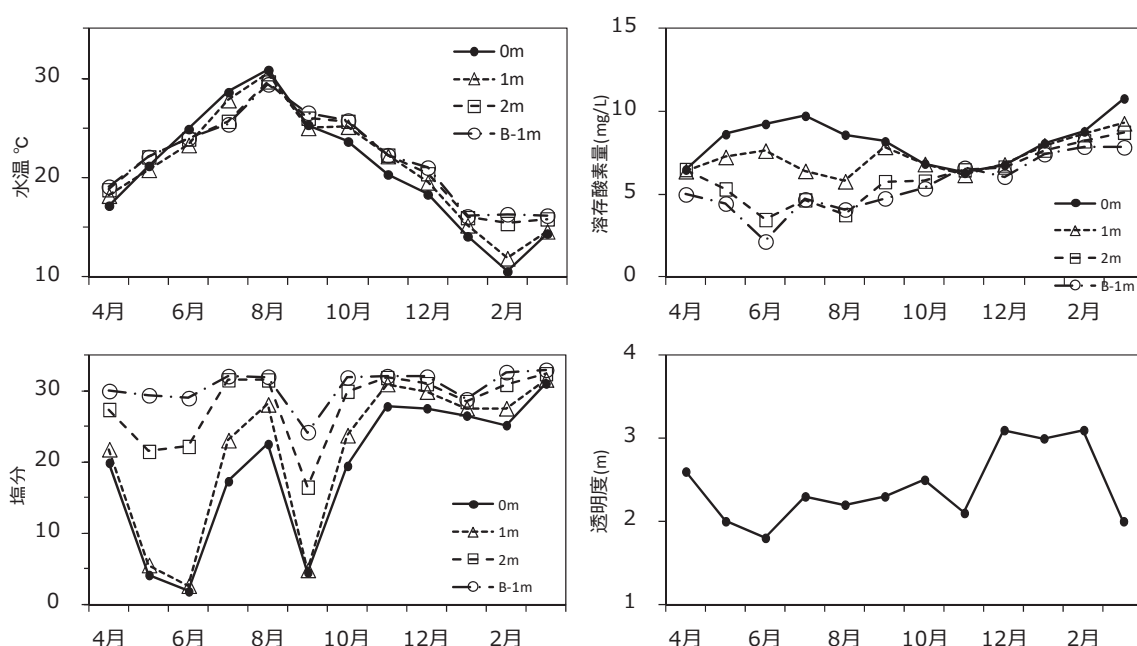


図8 浦戸湾における水温・塩分・溶存酸素量・透明度の変動

#### 2) 気象

気象庁アメダス観測点高知における気温、降水量及び日照時間を図9に示した（以下の記述は気象庁による気象データの階級区分に基づく）。

気温は、平年と比べてかなり高めで推移し、3月は低め、7月、11月及び1月は高め、4月、5月、8月、9月、10月及び12月はかなり高めで推移した。

降水量は、平年並みで推移し、7月、8月及び2月は少なめ、1月と3月はかなり少なめ、4月、6月及び9月は多め、12月はかなり多めで推移した。

日照時間は、平年並みで推移し、4月、6月及び12月は少なめ、9月、10月はかなり少なめ、5月、7月、1月及び3月は多め、8月はかなり多めで推移した。

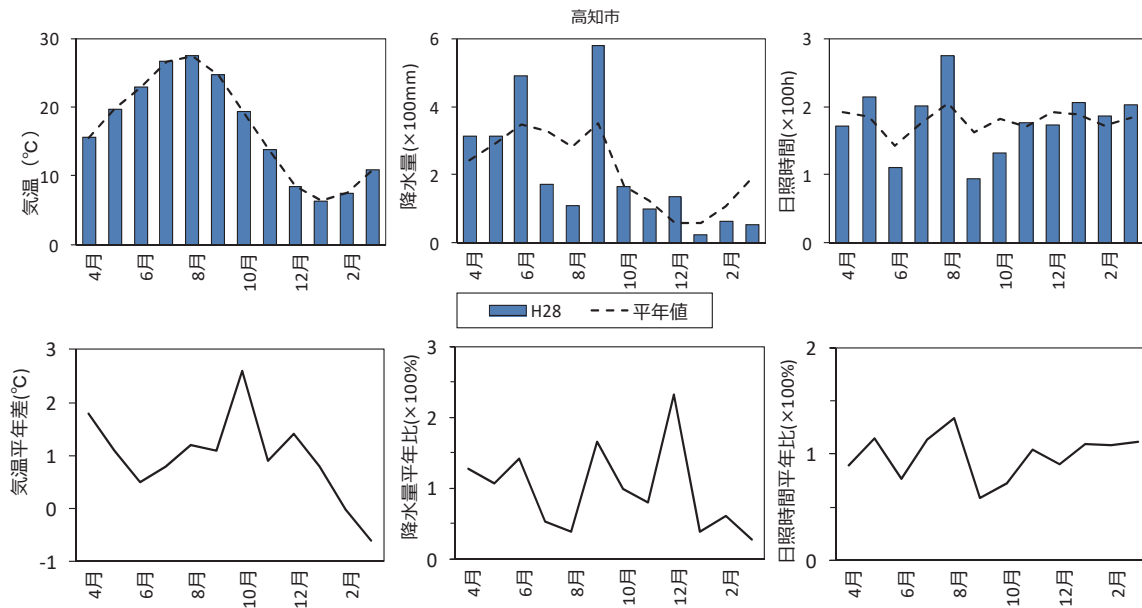


図9 須崎市の気象（気象庁アメダスのデータより）

### 3) 有害プランクトンの出現状況

#### ① *Heterosigma akashiwo*

本種は、4月、6月、2月及び3月に確認され、3月に*Prorocentrum triestinum*と共に赤潮を形成したが、被害は生じなかった。期間中の最大細胞数は3月調査時の10,800細胞/mLであった。

#### ② *Prorocentrum triestinum*

本種は、3月に確認され、*H. akashiwo*と共に赤潮を形成したが、被害は生じなかった。最大細胞数は4,100細胞/mLであった。

#### ③ *Myrionecta rubra*

本種は、4月、7月、8月及び10月から1月に確認されたが、赤潮の形成はなく、最大細胞数は12月の調査時の6細胞/mLであった。

### (4) 浦ノ内湾底質

平成16年度～28年度の浦ノ内湾（図10）における底質のAVSを図11に示した。

AVSは、中学校前、光松とも水産用水基準（底質）を上回っているが、前者は減少傾向、後者も平成22年度以降では減少傾向を示した。

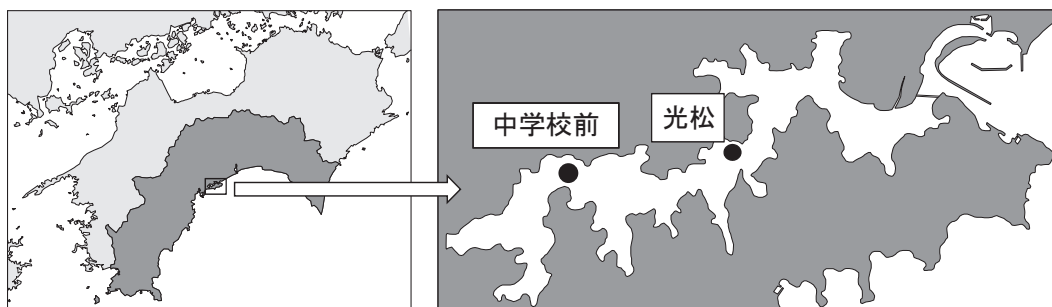


図10 浦ノ内湾底質調査定点

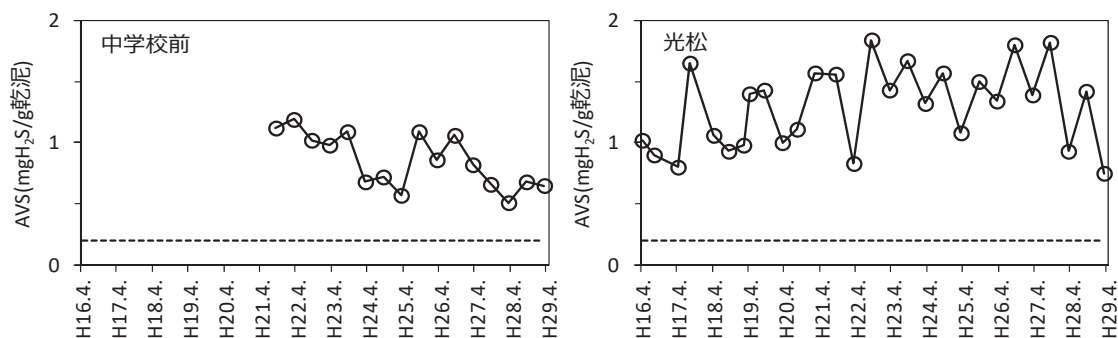


図11 浦ノ内湾におけるAVSの変動  
(図中の破線は底質における水産用水基準；0.2mgH<sub>2</sub>S/g)

## II 貝毒調査

### 1 はじめに

本事業では、貝毒被害の防止を目的に、貝毒プランクトンの監視及び貝毒検査を実施した。

### 2 方法

#### (1) 貝毒プランクトン調査

調査は、浦ノ内湾及び浦戸湾に関しては水産試験場が、野見湾に関しては中央漁業指導所及び水産試験場が、土佐清水市沿岸に関しては土佐清水漁業指導所が、宿毛湾に関しては宿毛漁業指導所がそれぞれ担当した。

浦ノ内湾及び野見湾では2定点、浦戸湾では1定点、土佐清水市沿岸では2定点（足摺港及び竜串）、宿毛湾では4定点を各々設定した。

採取した海水は、0.1～1Lを孔径8.0μmのメンブレンフィルター又は目合い20μmのプランクトンネットで濃縮した後、赤潮調査と同様の方法で計数、記録した。なお、計数結果は1mL当たりの細胞数に換算した。

#### (2) 貝毒検査

貝毒検査は、各地先の関係機関が二枚貝を入手し、一般財団法人 食品環境検査協会 神戸事業所に検査を委託した。

### 3 結果と考察

#### (1) 貝毒原因プランクトンの出現状況

##### 1) 麻痺性貝毒原因種

各調査地点における麻痺性貝毒原因種の月別最高出現数を表5に示す。

浦ノ内湾では、5月に*Alexandrium catenella*が出現（0.047細胞/mL）したが、*Gymnodinium catenatum*は出現しなかった。

野見湾では、*A. catenella*が4月、11月、12月、1月及び3月に出現し、最高細胞数は12月の0.420細胞/mLだった。*G. catenatum*は6月及び11月から3月に出現し、最高細胞数は2月の1.025細胞/mLだった。

浦戸湾では、3月に*Alexandrium*属が出現（0.120細胞/mL）したが、*G. catenatum*は出現しなかった。

宿毛湾では、*G. catenatum*は4月、5月、6月、7月及び8月に出現し、最高細胞数は6月の14細胞/mLだった。*Alexandrium*属は4月、5月、6月、7月、8月、10月及び3月に出現し、最高細胞数は5月の65細胞/mLだった。

土佐清水市沿岸では、麻痺性貝毒原因種は出現しなかった。

表5 各調査地点における麻痺性貝毒原因種の月別最高出現数（細胞/mL）

*G. c.*: *Gymnodinium catenatum* *A. c.*: *Alexandrium catenella* *A. spp.*: *Alexandrium spp.*

月	浦ノ内湾		野見湾		浦戸湾		宿毛湾	
	<i>G. c.</i>	<i>A. c.</i>	<i>G. c.</i>	<i>A. c.</i>	<i>G. c.</i>	<i>A. spp.</i>	<i>G. c.</i>	<i>A. spp.</i>
4	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	20	4
5	0.000	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	54	65
6	0.000	0.000	0.080	0.000	0.000	0.000	14	12
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.620	0.530
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100	0.300
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400
11	0.000	0.000	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.575	0.420	0.000	0.000	-	-
1	0.000	0.000	0.407	0.013	0.000	0.000	-	-
2	0.000	0.000	1.025	0.000	0.000	0.000	-	-
3	0.000	0.000	0.070	0.007	0.000	0.120	0.000	0.620

## 2) 下痢性貝毒原因種（*Dinophysis*属）

各調査地点における*Dinophysis*属の月別最高出現数を表6に示す。

浦ノ内湾では、全ての観測月に出現、野見湾では9月以外の観測月に出現、浦戸湾では4月、8月、10月、12月、2月及び3月に出現（低密度）した。宿毛湾では、出現しなかった。

表6 各調査地点における麻痺性貝毒原因種の月別最高出現数（細胞/mL）

月	浦ノ内湾	野見湾	浦戸湾	宿毛湾
4	0.545	0.178	0.010	0.000
5	0.026	0.821	0.000	0.000
6	0.470	0.051	0.000	0.000
7	3.240	0.076	0.000	0.000
8	1.437	0.194	0.005	0.000
9	0.020	0.000	0.000	0.000
10	0.380	0.024	0.030	0.000
11	0.000	0.620	0.000	0.000
12	0.035	0.006	0.002	-
1	0.135	0.300	0.000	-
2	0.190	0.270	0.003	-
3	0.340	0.060	0.010	0.000

## (2) 貝毒検査結果

各調査地点における貝毒検査結果を表7に示す。

浦ノ内湾及び土佐清水市（足摺港）では、毒化事例はなかった。

宿毛湾では、平成28年5月にヒオウギガイから規制値を超える麻痺性貝毒が検出され（最高77MU/g）、同年3月22日から11月10日まで出荷自主規制措置がとられた。また、平成29年3月にヒオウギガイから規制値を超える麻痺性貝毒が検出され（最高35MU/g）、同年3月30日から出荷自主規制措置がとられている。前者の事例では、平成28年5月に*G. catenatum*が最高で54細胞/mL確認され、これが原因種であると考えられた（図12）。

表 7 貝毒検査結果

月	浦ノ内湾		野見湾		浦戸湾		足摺港	宿毛湾
	麻痹性	下痢性	麻痹性	下痢性	麻痹性	下痢性	麻痹性	麻痹性
3	アサリ <1.75	-	-	-	-	-	ヒオウギ <1.75	ヒオウギ ① 3.4 ② 5.0 ③ 3.1 ④ 2.9
4	-	-	-	-	-	-	-	ヒオウギ ① 4.2 ② 15.2
5	アサリ <2.0	アサリ 0	-	-	-	-	ヒオウギ <2.0	ヒオウギ 77.0
6	アサリ <2.0	アサリ 0	-	-	-	-	ヒオウギ <2.0	ヒオウギ ① 29.0 ② 19.0
7	アサリ <2.0	-	-	-	-	-	ヒオウギ <2.0	ヒオウギ ① 18.0 ② 14.0 ③ 13.0
8	-	アサリ 0	-	-	-	-	ヒオウギ <2.0	ヒオウギ ① 7.1 ② 5.6 ③ 5.2
9	アサリ <2.0	アサリ 0	-	-	-	-	-	ヒオウギ ① 6.0 ② 2.7 ③ 7.2
10	-	アサリ 0	-	-	-	-	-	ヒオウギ ① 3.3 ミドリイガイ ① <2.0 ② <2.0
11	-	-	-	-	-	-	-	ヒオウギ <2.0
12	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	アサリ <2.0	アサリ 0	-	-	-	-	-	-
3	アサリ <2.0	-	-	-	-	-	ヒオウギ <2.0	ヒオウギ 35.0

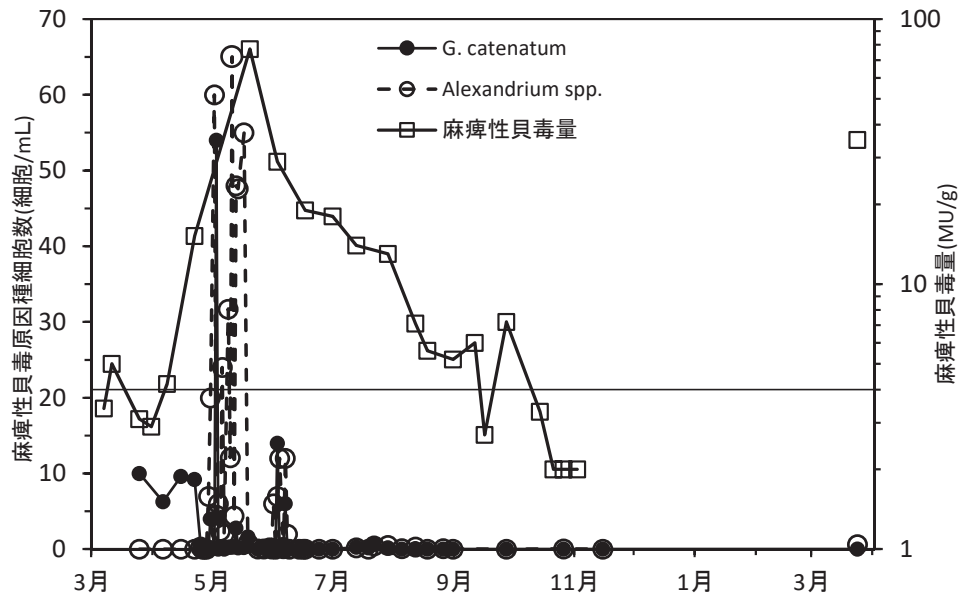


図12 麻痺性貝毒量と麻痺性貝毒原因種の出現数（宿毛湾 平成27年3月～平成28年3月）

## 養殖衛生管理体制整備事業

増養殖環境課 池部 慶太

### 1 目的

本事業は、養殖水産物の安全性を確保するとともに、効率的な養殖生産を推進することを目的に、魚病診断と健康診断、養殖業者への診断結果等の情報提供、水産用医薬品（水産用ワクチンを含む）の適正使用に関する指導、魚類防疫に関連する会議への参加と情報収集等を実施した。

### 2 内容

#### (1) 総合推進対策

##### 1) 全国養殖衛生対策会議

開催日	開催場所	主な構成員	主な議題
平成29年 3月10日	東京都	農林水産省消費・安全局、各地方農政局、水産庁増殖推進部、内閣府沖縄総合事務局、水産研究・教育機構 水産総合研究センター増養殖研究所、公益社団法人日本水産資源保護協会、各都道府県	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水産防疫対策の概要</li> <li>・ 平成28年度水産防疫対策事業の結果概要</li> <li>・ 薬事関係のトピックス</li> <li>・ 平成29年度予算の概要</li> </ul>

##### 2) 地域検討会

###### ① 瀬戸内海・四国ブロック魚病検討会

開催日	開催場所	主な構成員	主な議題
平成28年 9月28日 9月29日	山口県	水産研究・教育機構 水産総合研究センター増養殖研究所、広島大学、福山大学、和歌山県、大阪府、兵庫県、三重県、岡山県、広島県、香川県、徳島県、大分県、山口県、愛媛県、高知県	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平成27年9月から平成28年8月までの魚病発生状況に関する各県の報告と質疑応答</li> <li>・ 魚病に関する症例検討、話題提供</li> <li>・ 総合討議</li> </ul>



②南中九州・西四国水族防疫会議及び地域魚類防疫対策合同検討会

開催日	開催場所	主な構成員	主な議題
平成29年 2月15日 2月16日	愛媛県	農林水産省 消費安全局、水産研究・教育機構 水産総合研究センター増養殖研究所、公益社団法人日本水産資源保護協会、水産大学校、鹿児島大学、東京海洋大学、愛媛県愛南町、愛媛県八幡浜漁業協同組合、媛すい有限責任事業組合、鹿児島県東町漁業協同組合、養殖関連企業、製薬会社、愛媛県、長崎県、大分県、熊本県、鹿児島県、宮崎県、高知県	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成28年度魚病診断状況、試験研究結果及び平成29年度試験研究計画に関する各県の報告と質疑応答</li> <li>魚病に関する話題提供・研究発表</li> <li>総合討議</li> </ul>

(2) 養殖衛生管理指導

1) 医薬品適正使用指導

実施時期	実施場所	対象者(人数)	内 容
平成28年4月～ 平成29年3月	水産試験場	魚病診断依頼業者 (のべ26名)	水産用医薬品の適正使用に関する説明・指導

2) 水産用ワクチンの適正使用(県中央部)

①平成28年度ワクチン指導実績(表1)

平成28年度の水産用ワクチン使用指導書交付件数は28件(対前年度比 121.7%)で、合計接種尾数は1,396千尾(対前年度比 113.7%)であった。対象魚種はすべてぶり類であり、使用された全てのワクチンがα溶血性レンサ球菌症(以下、「αレンサ」とする)に関わる1種又は混合ワクチンであった。

表1 ワクチンの交付件数と接種尾数

ワクチンの種類(対象疾病)	用法	交付件数	尾数(千尾)
αレンサ	経口投与	8	279
αレンサ	注射	12	846
αレンサ 2種混合	注射	2	86
αレンサ・ビブリオ 2種混合	注射	4	173
イリド・αレンサ・ビブリオ 3種混合	注射	1	10
イリド・ビブリオ・αレンサ・類結 4種混合	注射	1	2
合 計		28	1,396

αレンサ : α溶血性レンサ球菌症  
 ビブリオ : ビブリオ病  
 イリド : イリドウイルス病  
 類結 : 類結節症

② ワクチン種類別接種尾数の推移（表2）

平成16年～28年度までの合計ワクチン接種尾数の推移は、平成17年度をピークに減少傾向を示していたが、平成25年度以降は増加傾向を示し、平成28年度はピーク時の65.5%となった。

ワクチンの種類では、αレンサの注射ワクチンが846千尾で最も多く60.7%を占めており、次に、αレンサの経口ワクチンが279千尾（20.0%）、αレンサ・ビブリオ病を対象とした2種混合注射ワクチンが173千尾（12.4%）、2種類のαレンサ球菌症を対象とした2種混合注射ワクチンが86千尾（6.2%）、αレンサ球菌症・ビブリオ病・イリドウイルス病を対象とした3種混合注射ワクチンが10千尾（0.7%）、αレンサ球菌症・ビブリオ病・イリドウイルス病・類結節症を対象とした4種混合ワクチンが2千尾（0.1%）であった。

平成28年度は、前年度に比べ、2種混合ワクチンが増加し、3種混合ワクチンが減少し、4種混合ワクチンが使用された。

表2 ワクチンの種類と接種尾数（千尾）の推移 0:使用なし -:未発売

ワクチンの種類(用法)		年度												
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1種	αレンサ(経口)	160	50	383	333	323	246	433	357	266	230	210	388	279
	αレンサ(注射)	1,085	1,788	717	412	340	234	271	528	49	650	581	684	846
	イリド(注射)	50	5	15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ビブリオ(浸漬)	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2種混合	αレンサ2種類 混合(注射)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86
	αレンサ・類結 混合(注射)	-	-	-	-	0	0	0	20	0	0	0	0	0
	αレンサ・ビブリオ 混合(注射)	0	0	0	0	4	0	8	0	0	0	0	0	173
	イリド・αレンサ 混合(注射)	53	188	10	70	30	0	0	0	0	0	0	0	0
3種混合	αレンサ・ビブリオ・ジスガラクチエ 混合(注射)	-	-	-	-	-	-	-	60	13	130	167	0	0
	イリド・αレンサ・ビブリオ 混合(注射)	0	100	0	0	16	38	70	3	11	30	87	155	10
4種混合	イリド・ビブリオ・αレンサ・類結 混合(注射)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
合 計		1,348	2,131	1,125	1,235	713	518	782	968	339	1,040	1,045	1,227	1,396

(3) 養殖衛生管理技術普及・啓発

1) 養殖衛生管理技術講習会

開催日	開催場所	対象者（人数）	内 容
平成28年6月30日 平成28年7月1日	須崎 宿毛	養殖業者、養殖関係者（9名） 養殖業者、養殖関係者（7名）	高知県における魚病についての説明

(4) 養殖場の調査・監視

1) 医薬品残留検査

検査方法	実施時期	検体採取場所	対象魚種	対象医薬品	検査尾数	陽性尾数
簡易法	平成29年 1月	野見湾	カンパチ出荷魚	抗生物質	10	0

2) 水産用医薬品感受性検査 (表3)

αレンサとビブリオ病の原因菌における水産用医薬品感受性試験の結果を表3に示した。魚種はカンパチとシマアジであり、検査方法はディスク法である。

αレンサ原因菌の感受性は、エリスロマイシンとオキシテトラサイクリンで良好であった。ビブリオ病の原因菌の感受性は、オキシテトラサイクリンで良好であった。

表3 医薬品感受性検査結果

魚種	魚病	魚齢	年	月	日	EM	OTC	SPM
カンパチ	αレンサ(従来型)	0	28	4	8	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	0			18	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	0		5	10	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	0			11	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	1		6	6	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	1			23	++	++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	1		7	25	++	++	
カンパチ	αレンサ(変異型)	1			14	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	1		11	21	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	0			2	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	1		7	7	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	0			5	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	0		12	7	+++	+++	
カンパチ	αレンサ(従来型)	0			7	+++	+++	
カンパチ	ビブリオ	1		28	6	13		
カンパチ	ビブリオ	0	4				+++	
シマアジ	αレンサ(従来型)	1	28	7	12	+++	+++	
シマアジ	αレンサ(従来型)	1			9	+++	+++	
シマアジ	αレンサ(従来型)	1		11	21	+++	+++	

EM: エリスロマイシン、OTC: 塩酸オキシテトラサイクリン  
SPM: エンボン酸スピラマイシン

(5) 疾病対策

1) 疾病監視対策

野見湾では、平成28年9月～11月に、カンパチとマダイにおける白点虫の寄生状況を調査した。(詳細は疾病検査の項を参照)

2) 疾病検査

①全体 (表4)

総診断件数は108件 (対前年度比 60.3%) であった。

②魚病診断 (表4～7)

魚病診断の合計件数は53件 (対前年度比 60.2%) であった。

カンパチの魚病診断 (表5)

診断件数は38件 (対前年度比 65.5%) であった。発生した魚病の種類は、例年と大きな違いはなく、αレンサ球菌症、類結節症、ノカルジア症、白点病、住血吸虫症、ベネデニア症、ゼウクサプタ症等とともに眼球白濁や眼球炎がみめられた。抗血清試験の結果では、本年度に検出されたαレンサの原因菌の95.5%が従来型、4.5%が変異型であった。

マダイの魚病診断 (表6)

診断件数は3件 (対前年度比 42.9%) であった。発生した魚病の種類はパスツレラ症とクビナガ鉤頭虫症である。

その他の魚種の魚病診断 (表7)

診断件数は14件 (対前年度比 60.9%) であった。ブリ、シマアジ等の診断依頼があった。

③ 健康診断（白点病検査）（表8）

健康診断（白点病検査）の合計件数は55件（対前年度比60.4%）であった。本年度は、白点病の被害はなかったため、検査件数が減少した。

カンパチの健康診断は14件（対前年度比37.8%）であり、陽性率は21.4%と前年度の59.5%から大幅に減少した。マダイの健康診断は41件（対前年度比75.9%）であり、陽性率は2.4%と前年度の1.9%と同様であった。

表4 魚病診断結果と健康診断（白点病検査）結果の合計

	月												合計	前年 合計	対前年 年度比
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
魚病診断計	6	4	6	7	3	5	5	6	4	1	5	1	53	88	60.2
健康診断(白点病検査)計	0	0	0	0	0	19	18	18	0	0	0	0	55	91	60.4
合計	6	4	6	7	3	24	23	24	4	1	6	1	108	179	60.3

表5 魚病診断結果（カンパチ）

魚種	年齢	病名	H28												計	前年 同期	対前年 年度比		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3					
カンパチ	0	レンサ球菌症(α従) 白点病 住血吸虫症 ゼウクサブタ症															1	46	58.7
		レンサ球菌症(α従) 白点病 ゼウクサブタ症 眼球白濁															1		
		レンサ球菌症(α従) 白点病 ゼウクサブタ症															1		
		レンサ球菌症(α従) 住血吸虫症 ゼウクサブタ症															1		
		レンサ球菌症(α従) ゼウクサブタ症															1		
		レンサ球菌症(α従) 住血吸虫症															1		
		類結節症															1		
		ノカルジア症 住血吸虫症 ベネデニア症 ゼウクサブタ症															1		
		ノカルジア症 住血吸虫症 ゼウクサブタ症 眼球炎															1		
		ノカルジア症 住血吸虫症 ゼウクサブタ症															1		
		ピブリオ病 住血吸虫症															1		
		ピブリオ病															1		
		白点病 住血吸虫症 ゼウクサブタ症															1		
		住血吸虫症 ゼウクサブタ症															1		
		住血吸虫症															1		
		ベネデニア症 ゼウクサブタ症 眼球炎 眼球白濁															1		
		ベネデニア症 ゼウクサブタ症															1		
		眼球炎															1		
		体表発赤 眼球発赤															1		
		不明															1		
			計	5	3	3	3	0	2	0	3	2	1	4	1	27			
	1	レンサ球菌症(α従) 白点病 ゼウクサブタ症														1			
		レンサ球菌症(α従) 住血吸虫症 ゼウクサブタ症														1			
		レンサ球菌症(α従) 白点病														1			
		レンサ球菌症(α従) ゼウクサブタ症														1			
		レンサ球菌症(α従) ピブリオ病														1			
		レンサ球菌症(α変)														1			
ピブリオ病 ゼウクサブタ症															1				
白点病 ノカルジア症															1				
		計	0	0	2	3	1	0	4	1	0	0	0	0	11				
カンパチ		計	5	3	5	6	1	2	4	4	2	1	4	1	38				

従：従来型、変：変異型

表6 魚病診断検査結果（マダイ）

魚種	年齢	病名	H28												計	前年 同期	対前年 年度比		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3					
マダイ	0	バズツレラ症															1	7	42.9
	1	クビナガ鉤頭虫症															1		
		異常なし															1		
		マダイ	計	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3			

表7 魚病診断検査結果（カンパチとマダイ以外の魚種）

魚種	年齢	病名	H28													計	前年同期	対前年度比		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3						
ブリ	0	ヘテラキシネ症		1														1		
		不明	1										1					2		
ブリ 計			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	2	150.0	
シマアジ		レンサ球菌症(α従) 眼球白濁										1					1			
		レンサ球菌症(α従)										1					1			
		ノカルジア症 皮膚カリグス症				1												1		
シマアジ 計			0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	8	37.5	
ヒラメ	0	腸管白濁症														1	1			
		不明		1													1			
ヒラメ 計			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	50.0	
アカメ		滑走細菌症					1										1			
		エラムシ症						1									1			
アカメ 計			0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0			
クマエビ		ビブリオ病									1						1	0		
スズキ		不明					1		1								2	0		
インガキダイ		不明							1								1	0		
カンパチとマダイ以外 計			1	2	0	1	2	3	1	2	1	0	0	1	14	23	60.9			

※前年度の合計件数には、平成28年度に診断件数のない魚種も含んでいる。

表8 健康診断結果（白点病検査結果）

魚種	年齢	検査結果	H28													計	前年同期	対前年度比	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3					
カンパチ	0	白点病(+)						0	0	1							1	15	
		白点病(-)						5	3	1							9	13	
	1	白点病(+)						0	1	1							2	7	
		白点病(-)						0	0	2							2	2	
	カンパチ 計			0	0	0	0	0	5	4	5	0	0	0	0	0	14	37	37.8
陽性率(%)			0	0	0	0	0	0	25.0	40.0	0	0	0	0	0	21.4	59.5	36.0	
マダイ	0	白点病(+)						0	1	0							1	1	
		白点病(-)						8	7	8							23	33	
	1	白点病(+)						0	0	0							0	0	
		白点病(-)						6	6	5							17	20	
	マダイ 計			0	0	0	0	0	14	14	13	0	0	0	0	0	41	54	75.9
陽性率(%)			0	0	0	0	0	0	7.1	0	0	0	0	0	0	2.4	1.9	131.7	
健康診断(白点病検査) 計			0	0	0	0	0	19	18	18	0	0	0	0	0	55	91	60.4	

# アサリ資源回復試験

増養殖環境課 山下 樹徹・林 芳弘  
漁業資源課 児玉 修

## はじめに

アサリの漁獲量は近年、全国的に減少しているなか、高知県においても、昭和 58 年の 2,819 トンの漁獲量をピークに減少を続けており、平成 27 年には 0 トンの漁獲量となった。

そこで、本県ではアサリの主産地である浦ノ内湾におけるアサリ資源の減耗要因の解明と資源回復策を構築するため、同湾の最大の干潟である天皇洲干潟（以下、「天皇洲」とする。）を主なフィールドとして、被覆網の効果把握などの調査・研究を行ってきた。

これまでの調査結果から、天皇洲に着底した秋期発生群が翌年稚貝となって成長を続けるものの、初夏になると大量減耗が生じ、秋季にほぼ消滅する（以下、「夏期大量減耗」とする。）ことがわかっている。一方、食害を防ぐための被覆網を設置した場所では、生残して成長を続けることから、夏期大量減耗の直接的要因は主に食害と考えられると同時に、被覆網がアサリの資源回復策として有効であることが示された（児玉・田井野 2016, 児玉・林 2017）。

## 1 天皇洲被覆網試験

平成 27 年度には、5 月と 10 月に各々 100 枚（1,000 m<sup>2</sup>）の被覆網を天皇洲に設置し、アサリの生残状況等を把握するための調査（以下、「大規模被覆網試験」とする。）を行っており（児玉・林 2017）、平成 28 年度には、継続して調査を行った。本調査は、天皇洲において、さらに多くの被覆網を設置し、事業規模でアサリの増殖を図るうえでの知見集積を目的としたものである。

また、被覆網アサリ間引き試験では、被覆網から間引きしたアサリの放流用などへの活用も考え、間引き後の生息量の推移を平成 27 年度に引き続き調査した。

### （1）材料と方法

#### 1）大規模被覆網試験

平成 27 年度における天皇洲での被覆網の設置状況及び調査定点を図 1 に示した。K1～6（1～6 区）は 5 月に、K7～12（7～12 区）は 10 月に設置した被覆網である。被覆網の 1 枚のサイズは、5×2m（目合い 4mm）であり、1 及び 7 区には 50 枚ずつ、それ以外は 10 枚ずつ設置している。1～12 区の被覆網については、平成 28 年 8 月 18 日に、アサリ及びホトトギスガイの生息状況の把握調査を行った。

調査は、平成 27 年度調査（児玉・林 2017）と同様に、網の下を採取場所とし、1 区につき、5 回ずつ内径 108mm・筒長 100mm のポリ塩化ビニール製コアサンプラーで、深さ 10cm まで底泥土砂を採取した後、2mm 目の篩で砂泥などを除去し、篩に残ったアサリとホトトギスガイを調べた。アサリは、全個体の殻長及び総湿重量を測定するとともに、個体数を計数した。ホトトギスガイは、総湿重量を測定した。なお、アサリは、軟体部を有するもののみを調べた。

#### 2）被覆網アサリ間引き試験

平成 26 年 6 月 16 日には、図 1 の M1 の位置に「田」の字状に設置した被覆網 4 枚を用い、うち 2 枚を間引き区 1 及び 2 とし、残り 2 枚を対照区 1 及び 2 とした。間引き区 1 及び 2 は、平成 27 年 9 月 29 日に 14mm 角目の篩を用い、篩に残った大型のアサリを間引きした。

間引き区では、間引き前に対する間引き後の生息重量と個体数の割合を算出したところ、間引き区 1 では、重量で 52%、個体数で 39%、間引き区 2 では、重量で 40%、個体数で 20% となった。対照区 1 及び 2 は間引きを行わず、間引き区と比較した。

なお、試験区間では、アサリが移動しないように、塩化ビニール製の波板（W:33×H:22cm）を被覆網の周囲に深さ 20cm 程度まで打ち込んだ（児玉・林 2017）。

平成 28 年 3 月 10 日（間引きから半年後）には、間引き区 1 は間引き前の水準にまでアサリの個体数と生息重量が回復したが、間引き区 2 では回復していなかった。

その後の状況を把握するため、平成28年9月16日に、大規模被覆網試験と同じ方法でアサリ及びホトトギスガイの生息状況を調査した。

また、間引き区2の被覆網には、カキ類が多く付着していた。この多数のカキ類の付着がアサリの生息量回復に及ぼす影響を検証するため、平成28年11月28日には、全4枚の被覆網を新品に交換し、平成29年3月13日にアサリ及びホトトギスガイの生息状況を調査した。

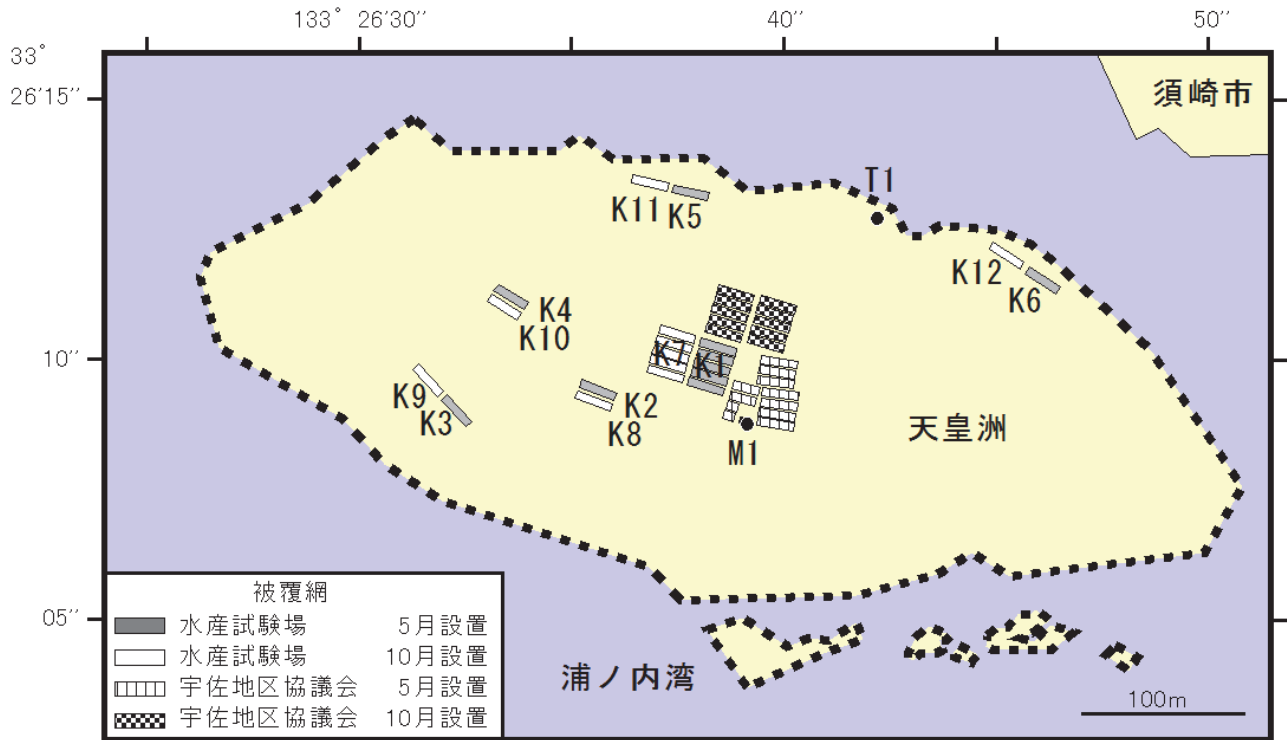


図1 平成27年度の被覆網設置状況

## (1) 結果

### 1) 大規模被覆網試験

平成27年度及び平成28年8月の調査結果は、図2のとおりである。

5月設置区(1~6区)及び10月設置区(7~12区)の調査結果からは、平均生息個体数は、各々2,090及び5,697個体/m<sup>2</sup>であり、10月設置区が大きく上回ったが、両区ともに3月時点から大きな変動はみられなかった。平均生息重量は、各々4,056及び4,433g/m<sup>2</sup>であり、両区ともにほぼ同じ重量であったが、3月時点からは大幅に増加した。殻長は、各々18及び14mmで、5月設置区の方が大きく、両区ともに3月時点と比べ2倍程度になった。

ホトトギスガイの5月設置区及び10月設置区の平均生息重量は、各々1,432及び1,320g/m<sup>2</sup>であり、両区ともにほぼ同じ重量であったが、3月時点からは大幅に増加した。

アサリの殻長組成を5月設置区では、10、3及び8月に調査したところ、各々春期、前年秋期及び春期産卵由来の稚貝の加入が見られた。10月設置区では、3及び8月に殻長組成を調査したところ、各々前年秋期及び春期産卵由来の稚貝の加入が見られた。

アサリ資源回復試験

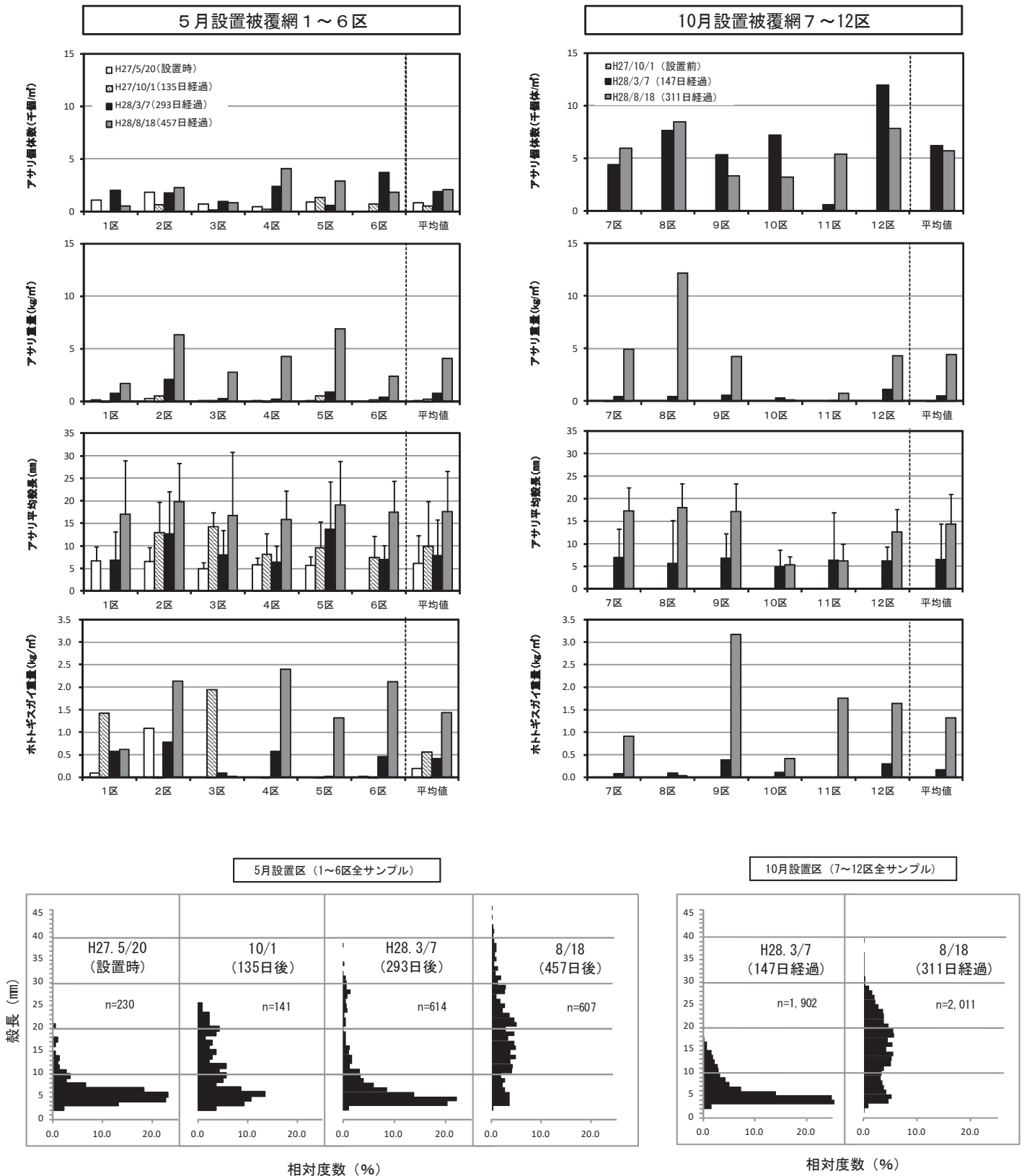


図2 天皇家被覆網試験における全試験区調査結果

2) 被覆網アサリ間引き試験

被覆網アサリ間引き試験の調査結果は表1-1～1-4 (平成27年度調査結果を含む。) のとおりである。



試験区	H27.9.28 (間引き前)	H27.9.29 (間引き後)	H28.3.10 (163日経過)	H28.9.16 (354日経過)	H29.3.13 (531日経過)
間引き区1	1,704	1,040	1,791	1,507	1,988
間引き区2	1,343	1,071	655	666	1,289
対照区1	2,534	—	1,977	1,758	1,791
対照区2	1,387	—	1,354	885	874

試験区	H27.9.28 (間引き前)	H27.9.29 (間引き後)	H28.3.10 (163日経過)	H28.9.16 (354日経過)	H29.3.13 (531日経過)
間引き区1	7,452	3,617	6,580	10,713	11,504
間引き区2	5,124	3,049	3,036	4,616	10,594
対照区1	6,001	—	10,349	13,702	11,687
対照区2	6,089	—	8,807	8,176	2,187

試験区	H27.9.28 (間引き前)	H27.9.29 (間引きアサリ)	H28.3.10 (163日経過)	H28.9.16 (354日経過)	H29.3.13 (531日経過)
間引き区1	25.2 ± 6.8	28.8 ± 3.6	20.9 ± 12.1	29.9 ± 7.4	23.8 ± 13.2
間引き区2	22.0 ± 8.3	31.0 ± 5.4	25.6 ± 7.7	28.1 ± 9.6	28.1 ± 13.4
対照区1	21.0 ± 5.3	—	27.6 ± 6.2	30.8 ± 7.5	26.5 ± 11.6
対照区2	23.3 ± 9.5	—	29.3 ± 6.3	32.5 ± 7.9	11.2 ± 13.5

試験区	H27.9.28 (間引き前)	H28.3.10 (163日経過)	H28.9.16 (354日経過)	H29.3.13 (531日経過)
間引き区1	130	1	1	3
間引き区2	1,950	500	0	0
対照区1	1,503	0	0	0
対照区2	1,562	45	0	0

平成28年9月（間引きから約1年後）のアサリの生息個体数は、平成28年3月と比較すると、間引き区1、2及び対照区1では大きな変化はないが、対照区2は約6割に減少していた（表1-1）。生息重量については、間引き区1、2及び対照区1では増加していたが、対照区2では大きな変化はなかった（表1-2）。

平成29年3月13日（間引き区対照区ともにすべての被覆網を交換した平成28年11月28日から105日経過）のアサリの生息個体数は、平成28年9月16日（被覆網の交換前）と比較すると、間引き区1では約3割、間引き区2ではほぼ2倍に増加したが、対照区1及び2は、大きな変化はなかった（表1-1）。

生息重量については、間引き区1がわずかに増加、間引き区2が2倍以上に増加、対照区1はわずかに減少、対照区2は大きく減少していた（表1-2）。

平均殻長については、間引き区1及び対照区1は少し小さくなり、間引き区2は同じ位の大きさで、対照区2ではかなり小さくなっていった（表1-3）。

ホトギスガイは、9及び3月の調査ともにほとんど確認できなかった（表1-4）。

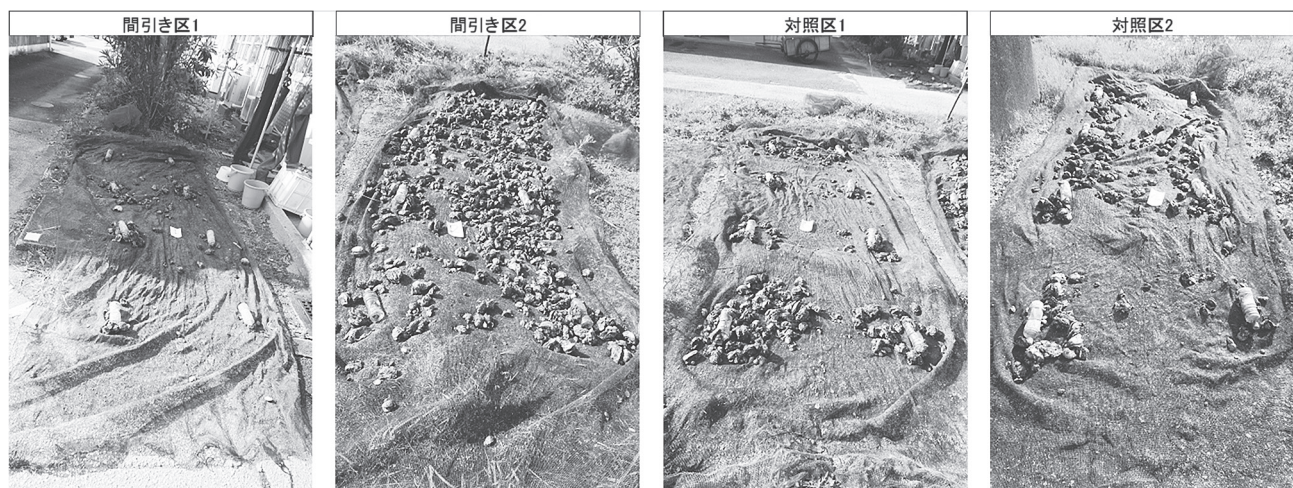


図3 平成26年6月16日から平成28年11月28日まで（791日間）試験区に設置していた被覆網

平成28年11月28日まで使用していた被覆網は、図3のとおりである。間引き区2（間引き後にアサリの生息量が回復しなかった区）の被覆網は、カキ類の付着量が他区よりも多かったが、各々のカキ類の個体数や重量は測定していない。

### （3）考察

#### 1）大規模被覆網試験

大規模被覆網試験の効果としては、平成28年8月と平成28年3月の調査結果を比較すると、

ほとんどの区において、アサリの生息重量が大幅に増加しており、平均殻長も大きくなっていることから、被覆網が有効に機能していると考えられた。なお、ほとんどの区においては、個体数の増加が少なかったり、減少したが、この理由は、アサリの生息量が各々の被覆網下における環境収容力の上限に達し、新規の稚貝加入が抑制されたと考えられる。

10 及び 11 区の両区（アサリ生息重量が低水準）の平均殻長は、横ばい状態となっている。これは、比較的大型の個体が減少したことによるものであり、被覆網の破損又は接地面との隙間が生じたことから、食害生物が侵入し、大型個体が選択的に捕食されたためだと考えられる。

崎山（2014）は、被覆網の辺縁部の埋設が、食害生物の侵入防止に大きな効果があったと報告している。また、児玉・林（2017）も天皇洲における被覆網は、設置エリアによって埋没速度と杭間の隙間消失速度が異なり、その差がアサリ生息個体数に影響していると報告している。

これらのことから、天皇洲において被覆網を設置する際には、以下の点に留意する必要があると考えられた。

① 被覆網の接地面との隙間を無くすとともに埋没を防ぐ工夫。

② こまめな状態把握と破損箇所を発見した場合の速やかな修繕。

また、5 月設置区（1～6 区）及び 10 月設置区（7～12 区）のアサリの平均生息重量は、いずれも 4kg/m<sup>2</sup>程度であった。各々の設置からの経過日数は、457 及び 311 日であり、10 月設置区の方が短期間で重量が増えたことになるが、設置場所の環境条件によって、生息重量の増加は頭打ちになると考えられた。

## 2) 被覆網アサリ間引き試験

間引き区2（アサリの間引きからの生息量の回復が芳しくなかった区）のアサリ生息重量は、被覆網の交換後に大きく増加し、間引き区1及び対照区1と同等程度にまで増加した。三重県アサリ資源管理マニュアルⅡ（2010）によると、マガキのろ過量は、20L/時間/個体であり、アサリの1L/時間/個体よりも多く、餌料の競合が起こるとしており、交換前の被覆網に多く付着していたカキ類がアサリの重量の増加を抑えていたと考えられた。

なお、対照区2（被覆網交換後にアサリ生息量が大きく減少した区）は、平均殻長が大幅に小さくなっていることから、交換時に隙間が生じ、食害生物が入り込んで比較的大型のアサリが捕食されたと考えられた。

天皇洲における被覆網アサリ間引き試験からは、以下のことが示唆された。

① アサリを効率的に重量を増加させるには、カキ類などの競合生物の除去が必要。

② 適切な間引き採捕により、大型アサリを持続的に利用することが可能。

## 2 浦ノ内湾におけるアサリ浮遊幼生の出現状況

浮遊幼生の動態は、ベントス類の生態研究において重要な知見の一つである（浜口・手塚 2007）。浦ノ内湾では、アサリの浮遊幼生の調査が平成 15 年 6 月から現在まで継続して行われている。今回の報告では、平成 28 年度のアサリの浮遊幼生の出現状況とその経年的な変化について考察した。

### (1) 材料と方法

アサリ浮遊幼生の採集期間は、春期が 4 月中旬から 6 月、秋期が 9 月から 12 月上旬とした。採集頻度は、各期間とも概ね 2 週間に 1 回であった。

採集定点は、図 4 に示す St.1 及び 2 とした。採集方法は、各定点の水深 5m 層から海水 200L を水中ポンプで船上に汲み上げ、プランクトンネットですろ過して、約 500mL の濃縮試料を得た。試料は、ただちに実験室に持ち帰り、再度ろ過して約 15mL まで濃縮し、冷凍保存した。ろ過に用いたプランクトンネットの目合は、船上、実験室とも 45µm とした。

冷凍保存した試料は不純物を取り除く作業を行うために、いったん室温で解凍し、シャーレに移した。このシャーレは、円を描くように軽く振ると中央部に二枚貝浮遊幼生が集まるので、実体顕微鏡下で観察しながらパストゥールピペットでこれを吸い取って別のシャーレに分離し、この作業を繰り返すことで、ほとんどの不純物を除去でき、アサリを含むすべての二枚貝の幼生をパストゥールピペットでマイクロチューブに移して再び冷凍保存した。この作業に伴って試

料中の海水も取り除かれるため、適宜 10%TBS 溶液を継ぎ足した。

アサリ浮遊幼生の計数は、試料を解凍後、モノクローナル抗体を用いた間接蛍光抗体法（浜口 1999, 浜口 1999, 松村ら 2001）で行った。

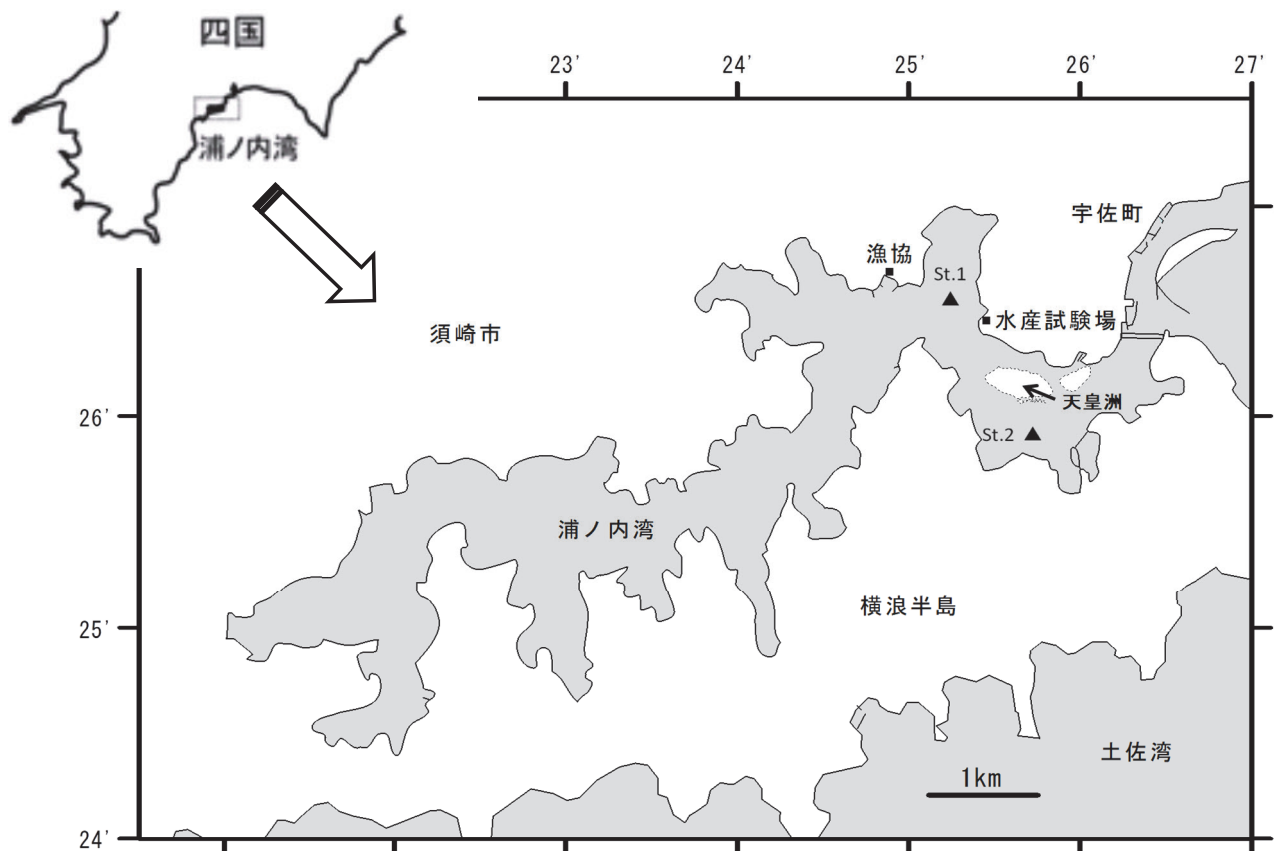


図 4 調査海域

※St.1 及び 2 は、昨年度までそれぞれ St.3 及び 4 と表示していた。

## (2) 結果と考察

アサリ浮遊幼生出現の季節変化に関しては、過去と比較をするために、平成 24 年からの結果も含めて図 5 に示した。これまでの調査結果からは、浦ノ内湾におけるアサリの産卵期は春期と秋期であることがわかっており、浮遊幼生の密度が最も高い季節は、いずれの年も秋期であったが、平成 28 年の調査においても同じであった。

一方、アサリ稚貝個体数の調査（平成 22 年 6 月から定点 T1（図 1）で毎月実施）では、集計中のデータではあるが、平成 29 年 5 月に過去最高の 24,661 個体/m<sup>2</sup>を記録した。天皇洲に設置した被覆網下では、1 の天皇洲被覆網試験で述べたとおり、平均で約 4kg/m<sup>2</sup>（3,893 個体/m<sup>2</sup>）のアサリが増殖しており、そのうち、29.9%（1,164 個体/m<sup>2</sup>）が一般に産卵が認められる殻長 20mm 以上の個体（水産庁 2008）であったことから、被覆網が産卵母貝の育成場として機能していると考えられた。

児玉ら（2013）は、アサリの浮遊幼生の出現量と翌年の稚貝の出現量には一定の相関関係が認められると述べている。しかし、平成 28 年秋期調査における浮遊幼生の出現量は、過去と比較して特に高い水準ではなかったことから、平成 28 年秋期においては、浮遊幼生の発生ピークを捉えられなかった可能性がある。

来年度は、浮遊幼生調査の間隔を短縮するとともに、リアルタイム PCR による調査の併用も視野に入れ、被覆網の産卵母貝の育成場としての機能、浮遊幼生の出現量及び稚貝個体数の関係を検証する。

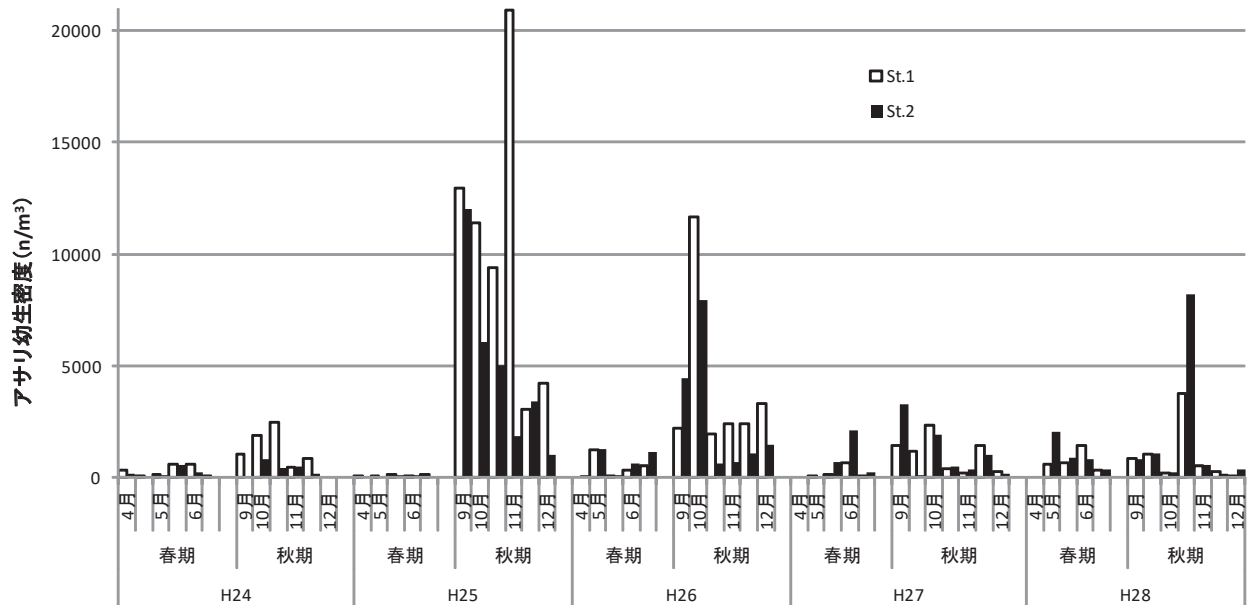


図5 年ごとのアサリ浮遊幼生密度の季節変化

### 3 放流によるアサリ資源回復策の検討

防風ネットを主な材料とした被覆網は、アサリの増殖に効果的であることが明らかになったが、最大干潮時にも干出しない場所への敷設は難しい。浦ノ内湾全体のアサリ資源回復のためには、被覆網の設置が困難な海域におけるアサリの増殖を試みる必要があると考え、食害を受けにくいとされる大型個体を放流し、その効果を調査した。

#### (1) 被覆網撤去試験

アカエイ及びガザミ類のアサリ捕食試験（当試験場が実施）における最大捕食殻長は、各々30.5及び33.3mmであった（児玉・田井野 2016）。一方で、天皇洲上の被覆網下では殻長40mmを超える大型のアサリが確認されている。この被覆網を撤去した場合は、小型のアサリが捕食されたとしても、大型のアサリは生残する可能性があると考え、一部の被覆網を撤去し、アサリの生残状況を調査した。

##### 1) 材料と方法

平成27年の5月と10月には、天皇洲上に各々1,000㎡（防風ネット100枚分）ずつの被覆網を設置（図1のとおり）したが、そのうち、K2の被覆網（H27.5月設置：100㎡）を10月17日に撤去し、1の天皇洲被覆網試験と同じ方法で、撤去直後及び10日後におけるアサリの生息状況の把握調査を実施した。

また、撤去後における食害生物の謂集状況は、ハウジングを施したデジタルビデオカメラ（Woodman Labs社製 GoPro HERO3）をステンレス製の土台に設置し、水中撮影（平成28年10月28日）により確認した。

##### 2) 結果と考察

撤去直後及び10日後の調査結果は、表2のとおりである。撤去直後には、1,027個体/㎡、3,262g/㎡生息していたアサリが、撤去から10日後には全滅し、3,480g/㎡生息していたホトトギスガイもほぼ全滅した。児玉・林（2017）は、天皇洲の対照定点におけるアサリとホトトギスガイの増減傾向の一致から、アサリはホトトギスガイと一緒に捕食されている可能性を指摘していたが、このことを証明する結果となった。

デジタルビデオカメラの映像では、ヘダイ、クロダイ、キチヌ、クサフグ、クロサギ等が

確認できた。特に、ヘダイは、砂を口から吸い込んで鰓から排出する要領で活発に穴を掘り、アサリを見つけて啜っていたが、大型のアサリは噛み砕けず吐き出していた。クロダイも多数確認され、底の砂を吸い込んでいたが、ヘダイほど活発に吸い込む様子は見られなかった。ただし、ヘダイが掘り出したアサリをクロダイが奪っていく様子が撮影されていた。

なお、試験期間中の水温は、25℃前後で推移した。

表2 被覆網撤去試験の結果

項目		日付	10月17日 (撤去直後)	10月27日 (10日後)
m <sup>2</sup> 換算	アサリ	個体数	1,027	0.0
		重量(g)	3,262	0.0
	ホトギスガイ	重量(g)	3,480	3.8
サンプル	アサリ	個体数	94	0
		殻長 平均 (mm)	21.9	—
		標準偏差	6.8	—
		最大	40.1	—
		最小	5.2	—
		重量(g)	298.7	0
	ホトギスガイ	重量(g)	318.6	0.3

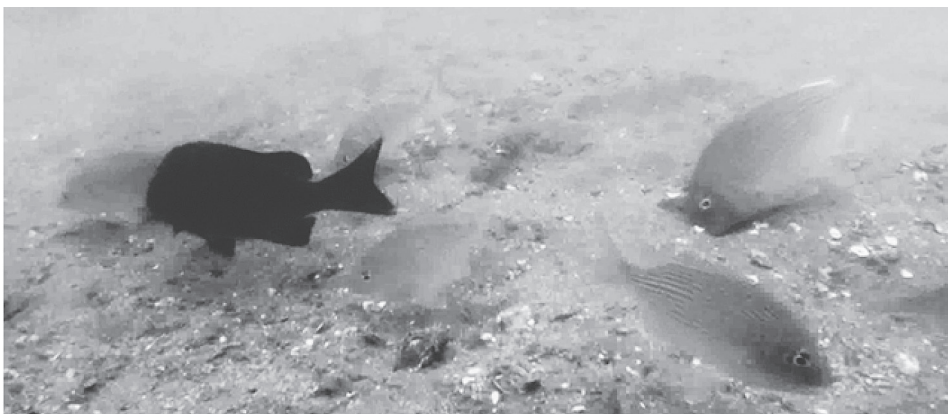


図6 被覆網撤去後に謂集したヘダイやクロダイ

## (2) 間引き放流試験

薄ら(2012)は、玉石がナルトビエイの食害を防ぐ効果があるとしている。

また、浦ノ内湾においては、アサリ資源の減少により、天全州での潮干狩りのための渡船が行われなくなった後においても、すぐ西に位置する高須干潟への渡船は、しばらく行われていた(図7)。これは、高須干潟の底質に玉石や礫が混じっているため、砂質の天皇洲に比べて食害に遭いにくく、アサリ資源が残ったためと推察される。

そこで、間引き放流試験では、被覆網下から大型のアサリを間引きし、ヘダイやクロダイが掘り返しにくいと思われる玉石や礫混じりの底質の海域に放流し、生残状況を調査した。

### 1) 材料と方法

放流するアサリは、11月11及び14日にK1(図1)の被覆網下から手掘りで採取しながら、底が幅14mmの格子戸状になった選別箱に入れて振り、箱内に残った概ね殻幅14mm以上のサイズを用いた。採取から放流日までは、5kg程度ずつに小分けにして目合い4mmの網袋に收容し、当試験場の小割生簀内に垂下した。採取日から2、3日後には、死貝やきょう雑物を取り除く作業を行うとともに、無作為に抽出した131個体の殻長及び重量を測定し、得たデータを放流用アサリの殻長組成と個体数の推計に用いた。放流用アサリの総重量は363.3kgであった。

試験区(放流場所)は、図7に示した海域に10m四方の広さで設定した。試験区には、目印

として四隅に鉄筋杭を打ち込み、四辺にロープを張るとともに、中央部には海面に浮上する小型ブイを設置した。また、試験区から約10m西には対照区を設定し、小型ブイを設置した。

試験区及び対照区は、高知海区漁業調整委員会の指示によって、アサリの採取が制限されている海域のうち、食害に遭いにくいと思われる底質に玉石と礫が混じっている場所を選定した。地盤高は両区とも-1mであった。

放流は、11月17日に行い、試験区内に均一になるように撒いた。

アサリ及びホトトギスガイの生息状況は、放流前日の11月16日、5日後の22日及び2週間後の12月1日に各々の試験区及び対照区において把握調査を実施した。

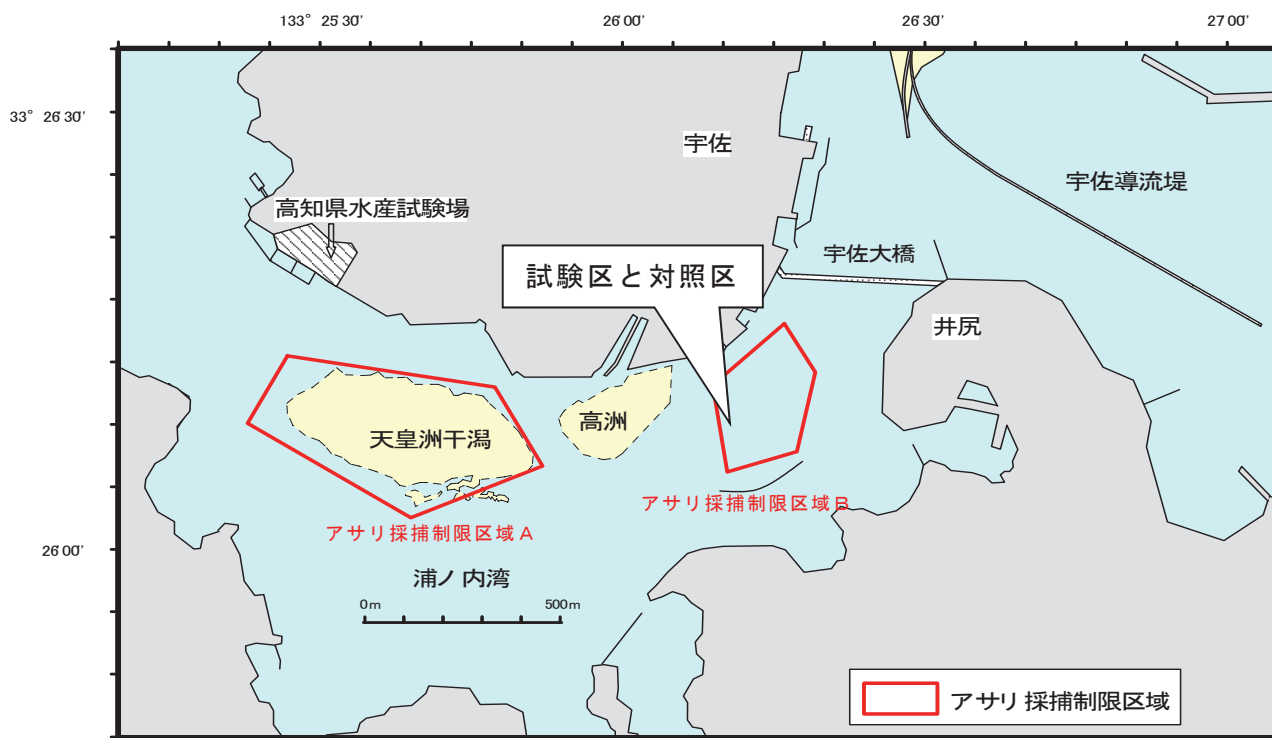


図7 間引き放流試験の実施海域

調査は、内径30cmのポリ塩化ビニール製のパイプを13cm幅に切断してコドラート代わりに用い、試験区、対照区ともに5回ずつ深さ10cmまで底土等を採取した後、2mm目の篩で砂泥などを除去し、篩に残ったアサリとホトトギスガイを用いて行った。アサリは、全個体の殻長及び総湿重量を測定するとともに、個体数を計数した。ホトトギスガイは、総湿重量を測定した。なお、アサリは、軟体部を有するもののみ測定対象とした。放流とすべてのサンプリングは、潜水士2名で行った。

食害生物の謂集状況は、放流直後、18日、21日、22日及び24日に、デジタルビデオカメラによる撮影で確認した。撮影器材は(1)の被覆網撤去試験と同じである。

## 2) 結果と考察

放流用アサリの殻長組成は、図8のとおりであり、調査結果は、表3のとおりである。アサリのデータについては、サンプルのサイズから放流したものと放流アサリでないものを判定して各々示した。

試験区におけるアサリの放流量は、363.3kg、推計で約3万個体であり、 $m^2$ あたりに換算すると297.8個体、重量で3.6kgであったが、放流から5日後の22日には放流量の1割未満に減少した。さらには、放流から2週間後の12月1日には全滅し、放流前にわずかに見られた稚貝までも確認できなくなった。

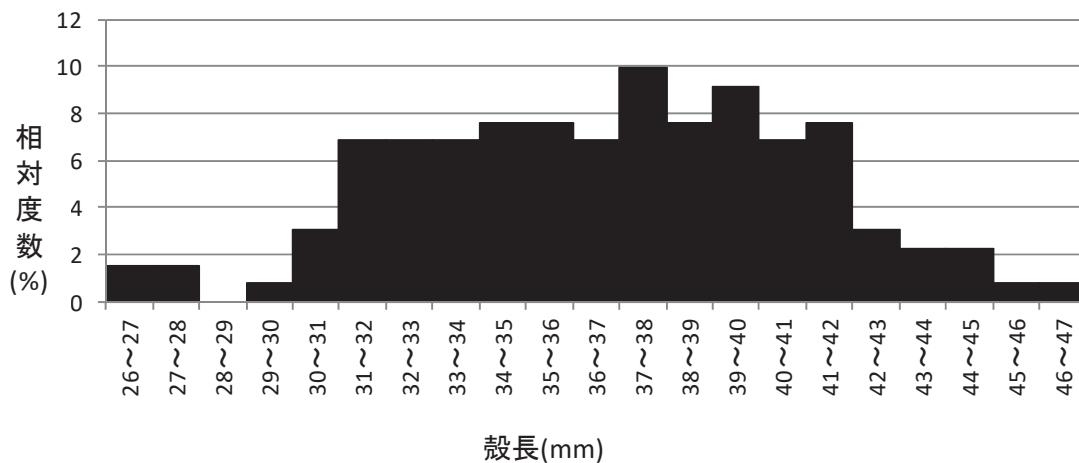


図8 放流用アサリの殻長組成

表3 間引き放流試験の結果

項目		日付		11月16日 (放流前日)	11月17日 (放流日)※	11月22日 (5日後)	12月1日 (14日後)	
試験区	放流アサリ	m <sup>2</sup> 換算	個体数	—	297.8	19.8	0	
			重量(g)	—	3,633.0	186.2	0	
	サンプル	m <sup>2</sup> 換算	個体数	—	131	7	0	
			殻長(mm)	平均	—	36.8	33.9	—
				標準偏差	—	4.2	4.0	—
				最大	—	46.5	39.5	—
				最小	—	26.2	29.0	—
			重量(g)	—	1,598.1	66	0	
	自然発生	m <sup>2</sup> 換算	アサリ	個体数	8.5	—	0	0
				重量(g)	0.3	—	0	0
			ホトギスガイ	個体数	0	—	0	0
				重量(g)	0	—	0	0
サンプル		m <sup>2</sup> 換算	アサリ	個体数	3	—	0	0
				殻長(mm)	5.7~5.0	—	—	—
			ホトギスガイ	個体数	0	—	0	0
				重量(g)	0	—	0	0
対照区	m <sup>2</sup> 換算	アサリ	個体数	5.7	—	2.8	2.8	
			重量(g)	0.2	—	0.0	0.1	
		ホトギスガイ	個体数	3	—	0	0	
			重量(g)	0.0	—	0	0	
	サンプル	m <sup>2</sup> 換算	アサリ	個体数	2	—	1	1
				殻長(mm)	5.7, 5.6	—	3.8	5.5
			ホトギスガイ	個体数	1	—	0	0
				重量(g)	0.0	—	0	0

※ 放流日の数値は、放流用アサリから無作為に抽出した131個体(1.6kg)の測定結果を示した。

放流から5日後及び2週間後においてサンプリングを行った潜水土によると、試験区内は、捕食痕が数多く確認されたとのことであった。

デジタルカメラの映像については、放流直後から翌日までは小型のクロダイやクサフグが確認できる程度であったが、放流から4及び5日後には全長40cm前後のヘダイの群れが来遊し、活発に海底を掘り返す状況やアサリを咥えている様子が確認された(図9)。放流から7日後に撮影した映像では、魚影はほとんど確認できなくなった。このことから、放流から7日後には、アサリはほぼ全滅したと思われる。

なお、試験期間中の水温は、20℃前後で推移した。

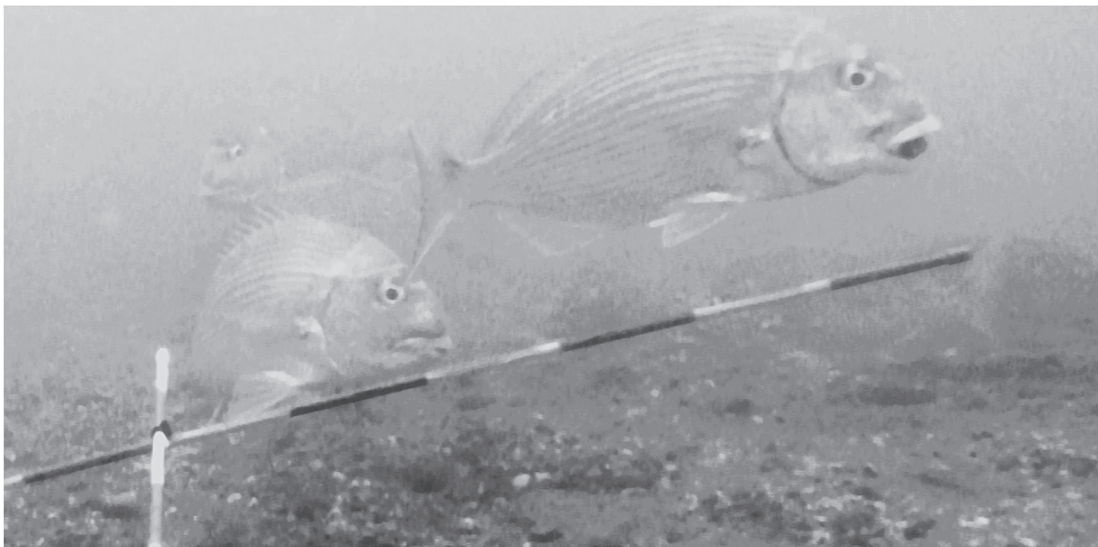


図9 試験区に謂集したヘダイ

※1 右上の個体はアサリを啜えている。

※2 手前のバーはメジャー代わりに10cm間隔でビニールテープを巻いた園芸用支柱。

### (3) 低水温期における間引き放流試験

(2)の間引き放流試験(以下「(2)」という。)では、デジタルカメラでの水中撮影で大型ヘダイの謂集が確認できたが、漁業者からの聞き取りでは、低水温期には浦ノ内湾内では見られなくなるとの情報を得た。そこで、低水温期は、捕食圧が低くなり、放流したアサリの生残率が高くなる可能性があると考え、低水温期における放流試験を行った。

#### 1) 材料と方法

放流するアサリは、平成28年12月13日に(2)と同じ場所、同じ方法で採取し、蓄養したアサリを用いた。放流アサリの殻長組成と個体数は、1月6日に死貝やきょう雑物を取り除いて総重量を記録するとともに、無作為に抽出した85個体の殻長及び重量の測定により推計した。

放流は、(2)と同じ方法、同じ場所で1月10日に実施した。放流用アサリの総重量は、77.5kgであった。

放流及びアサリ生息量を把握するための調査は、(2)と同じ方法で行った。調査は、1月16日の放流直前、放流から7日後の1月17日、72日後の3月23日、112日後の5月2日及び157日後の6月16日に行った。

また、5月2日においては、放流アサリの試験区外への移動・拡散の状態を把握するため、試験区周辺のアサリ生息状況も調査した。調査ポイントは、10m四方の試験区境界線4辺各々の中央から外側50cmの4カ所、湾奥及び湾口方向(潮流の方向)については、さらに境界線の中央からそれぞれ1及び2mの4カ所の合計8カ所とした。

#### 2) 結果と考察

放流用アサリの殻長組成は、図10のとおりであり、調査結果は、表4のとおりである。試験区におけるアサリのデータについては、サンプルのサイズから放流したものと放流アサリでないものを判定して各々示した。

試験区におけるアサリの放流量は、77.5kg、推計で約6千個体であり、 $m^2$ あたりに換算すると重量で775g、61.1個体であった。放流から7日後の調査では、放流由来と思われるアサリの生息量が2倍程度に増加しているが、これは、アサリが多い箇所をサンプリングしたことによるものと考えられ、デジタルビデオの画像でも食害生物が確認できなかったことから、7日目には、減少していなかったと考えられる。この期間の水温は、 $15^{\circ}C$ 程度で推移した。



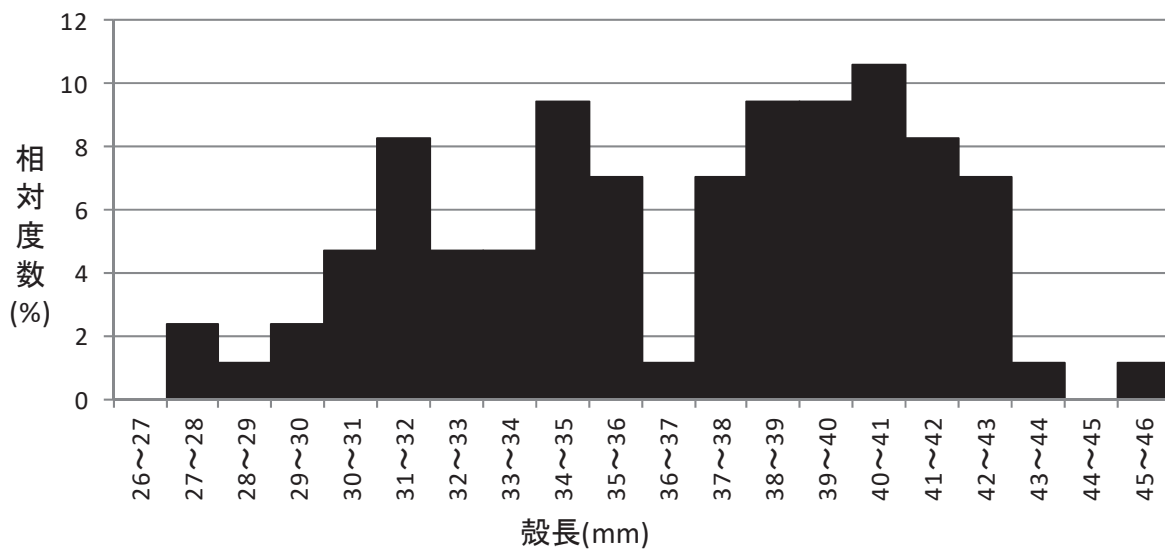


図10 放流用アサリの殻長組成

表4 低水温期における間引き放流試験の結果

項目		日付	1月10日 (放流日)*	1月17日 (7日後)	3月23日 (72日後)	5月2日 (112日後)	6月16日 (157日後)		
試験区	放流アサリ	m <sup>2</sup> 換算	個体数	61.1	124.6	25.5	22.6	0	
		重量(g)	775.0	1347.1	312.5	350.9	0		
	サンプル	アサリ	個体数	85	44	9	8	0	
			殻長(mm) 平均	36.7	35.0	36.7	39.6	-	
		標準偏差	4.3	3.8	2.9	3.2	-		
		最大	45.2	42.9	41.0	44.2	-		
		最小	27.6	27.0	32.1	34.8	-		
		重量(g)	1,077.2	475.9	110.4	123.9	0		
	自然発生	m <sup>2</sup> 換算	アサリ	個体数	2.8	-	8.5	5.7	11.3
			重量(g)	0.2	-	1.6	0.1	0.6	
		ホトギスガイ	個体数	0	2.8	73.6	54	382	
			重量(g)	0	0.0	2.3	2	14	
		サンプル	アサリ	個体数	1	0	3	2	4
				殻長(mm)	6.5	-	15.0~4.8	4.9~4.5	6.5~5.5
重量(g)			0.1	-	0.6	0.0	0.2		
ホトギスガイ			個体数	0	1	26	19	135	
	重量(g)	0	0.0	0.8	0.8	4.8			
対照区	m <sup>2</sup> 換算	アサリ	個体数	0.0	-	11.3	10.0	8.5	
			重量(g)	0.0	-	0.1	0.5	0.3	
		ホトギスガイ	個体数	0.0	-	257.6	43.0	110.4	
			重量(g)	0.0	-	6.1	1.1	3.8	
	サンプル	アサリ	個体数	0	-	4	10	3	
			殻長(mm)	-	-	6.0~3.1	6.7~4.9	7.3~3.6	
		重量(g)	-	-	0.0	0.5	0.1		
		ホトギスガイ	個体数	0	-	91	43	39	
			重量(g)	-	-	2.1	1.1	1.4	

\* 放流日の数値は、放流用アサリから無作為に85個体(1.1kg)抽出し、測定した結果を示した。

放流から72日後の3月23日には、放流量の4割程度に減少していた。調査を行った潜水士によると、試験区内では、対照区では確認できなかったトゲモミジガイが数多く存在していたとのことであり、同日における試験区の底土等のサンプル中にも、2個体が混入していた。個体数が少ないため、誤差は大きいと思われるが、計算上は、5.7個体/m<sup>2</sup>のトゲモミジガイが試験区内に存在していたと推定された。

さらに、試験区の底土等のサンプル中には、死亡から間もないと思われる11個体分の放流アサリと同サイズの貝殻が確認された(図11)。

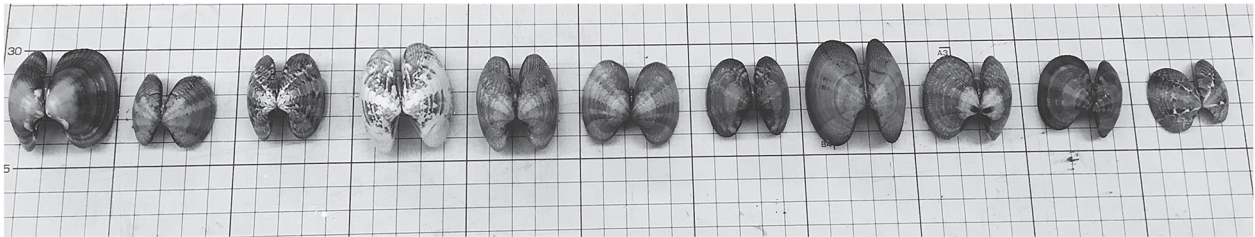


図11 3月23日の調査で試験区の底質サンプル中にあったアサリの殻

仮に、これらのアサリが生きていたと仮定すると、放流由来のアサリ個体数は、56.6個体/㎡となり、放流量の61.1個体/㎡とあまり差がない。

アサリは、クロダイ、アカエイ及びカニ類に捕食されると貝殻が砕かれ、タマガイ類に捕食されると貝殻に穴ができ、図11のように貝殻が無傷の状態であれば、ヒトデ類が捕食した可能性がある（水産庁 2008）。

5月2日には、試験区内に放流したアサリが、区域外へ移動又は拡散した可能性を確認するための調査を行ったが、放流由来と思われるアサリは確認できなかった。このことから、試験区内の放流アサリの減少は、移動や拡散によるものではないと考えられた。

6月16日（放流から157日後）の調査では、放流由来と思われるアサリは確認できなかった。この調査時の底土等のサンプル内には、図11と同様の無傷の貝殻とともに、砕かれてから日数を要していない貝殻も確認できた。調査時における水深1m層の水温は23.6℃であり、近くでヘダイやクロダイの釣獲が報告されていたことから、ヘダイ等の捕食圧が高まって、放流アサリが全滅したと考えられた。

#### （4）水槽内におけるトゲモミジガイのアサリ捕食試験

（3）低水温期における間引き放流試験（以下「（3）」という。）では、比較的大型の放流アサリがトゲモミジガイに捕食された可能性が示された。しかし、井上ら（1999）による水槽内でのトゲモミジガイによる捕食試験では、殻長20mm以上のアサリの捕食は観察できなかったと報告している。

そこで、当試験場では、トゲモミジガイが大型のアサリを捕食する可能性を、水槽実験で確認した。

##### 1）材料と方法

水槽実験は、（3）の試験区付近で採取したトゲモミジガイ5個体（幅長67.5～65.0mm）とアサリ3個体（殻長42.7、41.8及び36.0mm）を、側面に排水用の穴を開けた100Lの透明パンライト水槽に収容し、経過を観察する方法で行った。

なお、パンライト水槽へは、注水しながらエアレーションを施した。

##### 2）結果と考察

試験開始の翌日には、2個体のアサリ（殻長42.7及び36.0mm）がトゲモミジガイに飲み込まれており、アサリを捕食したと思われる2個体のトゲモミジガイ（幅長67.0及び65.0mm）のみを水槽に残し、さらに経過を観察したところ、2個体とも捕食の翌々日に貝殻を排出した。

さらに、後日には、殻長40.5及び36.7mmのアサリを水槽に追加して収容し、水槽の下にデジタルビデオカメラをセットしたところ、捕食の様子を撮影することができた（図12）。

なお、別途天皇洲で採取したトゲモミジガイ8個体（幅長75.5～64.0mm）とアサリ3個体（殻長42.6、42.6及び37.8mm）を同様の条件で水槽に収容し、3日間観察したが、アサリを捕食しなかった。

土肥（1975）は、モミジガイ類の食性が環境によって変化すると述べている。モミジガイ類は、井上らの捕食試験や天皇洲で採取したトゲモミジガイのように、多くの場合、大型のアサリを捕食しないが、当試験場での水槽実験でみられたように、捕食可能な個体も存在するので、捕食可能な個体が（3）の放流場所に生息していたと考えられる。

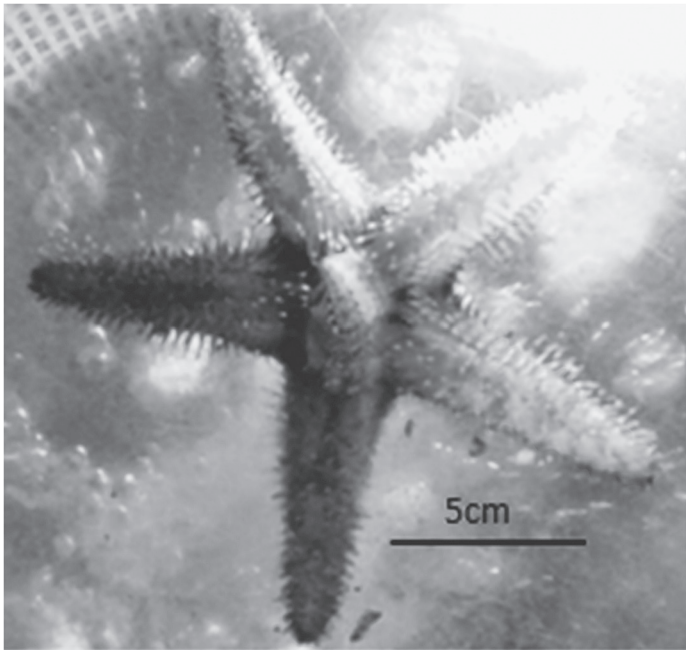


図12 殻長36.7mmのアサリを捕食するトゲモミジガイ

これらのことから、大型個体の放流による浦ノ内湾のアサリ増大は、捕食圧が少なくなる低水温期に放流しても、トゲモミジガイによって捕食され、水温の上昇とともに来遊するヘダイ等によって全滅させられることが明らかになった。

平成29年度には、アサリ保護活動を行っているグループ（宇佐地区協議会）が、天皇洲上にヘクタール単位の大規模な被覆網の設置を計画している。今後は、大規模な被覆網の完成によって、アサリ産卵母貝の養成場として機能することにもない、多量の浮遊幼生の発生が期待でき、食害生物の新たな駆除方法等を検討し、浦ノ内湾全体のアサリ資源回復につなげていきたい。

## 謝辞

国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所の浜口昌巳博士にモノクローナル抗体を用いたアサリ浮遊幼生の同定手法についてご指導いただいた。記して感謝の意を表す。

## 引用文献

- 土肥昭夫（1975）ヒトデ（genus *Astropecten*）の摂餌生態（予報）2. 野外におけるモミジガイ類の食性と餌サイズに対する選択性. ベントス研連誌 9/10, 6.
- 浜口昌巳・手塚尚明（2007）アサリ浮遊幼生の分散と着底. *Sessile Organisms*, 24, 69-79.
- 浜口昌巳（1999）貝類浮遊幼生の免疫学的特性の解明. 魚介類の初期生態解明のための種判別技術の開発, 農林水産技術会議事務局, 東京, 21-31.
- 浜口昌巳（1999）瀬戸内海アサリ漁場生態調査における適用方法の開発. 魚介類の初期生態解明のための種判別技術の開発, 農林水産技術会議事務局, 東京, 66-77.
- 井上太郎・葭矢護・井谷匡志・道家章夫（1999）京都府立海洋センター研究報告 第21号, 8-12.
- 児玉修・林芳弘（2017）アサリ資源回復試験. 平成27年度高知県水産試験場事業報告書, 169-191.



図13 水槽内で捕食されたアサリ  
（左側が図12の捕食されたアサリ）

## アサリ資源回復試験

- 児玉修・田井野清也（2016）アサリ資源回復試験．平成 26 年度高知県水産試験場事業報告書，120-136.
- 児玉修・田井野清也・鈴木怜（2013）アサリ漁業指導．平成 23 年度高知県水産試験場事業報告書，177-194.
- 松村貴晴・岡本俊治・黒田伸郎・浜口昌巳（2001）三河湾におけるアサリ浮遊幼生の時空間的分布-間接蛍光抗体法を用いた解析の試み-. 日本ベントス学会誌, 56, 1-8.
- 水野・竹内（2010）三重県アサリ資源管理マニュアルⅡ. 30.
- 崎山一孝（2014）漁業者によるアサリ網掛け養殖の取り組み．月刊アクアネット, 2014 OCT, 56-60.
- 水産庁（2008）干潟生産力改善のためのガイドライン． 58, 85, 86.
- 薄博則・崎山一孝・山崎秀樹（2012）ナルトビエイによるアサリに対する食害の防除に関する水槽実験．水産技術, 5(1), 57-66.

# ハダムシ被害軽減・省力化試験

増養殖環境課 黒原 健朗

## 1 はじめに

ブリ属魚類でみられるハダムシ症は、単生虫の *Benedenia seriola* 及び *Neobenedenia girellae* (以下、「ハダムシ」はこれら2種の総称とする) による寄生虫症であり、高知県のブリ、カンパチ養殖に甚大な被害をもたらしている。

ハダムシの寄生を顕著に受けた魚は著しい摂餌不良となり、成長停滞が生じるほか、虫体を落そうとして体を生簀網などに擦りつけることにより脱鱗やびらんが生じ、他の病原体の感染門戸となりうることから(江草 1978, Hoshina 1968)、ハダムシ対策は他の疾病への対策としても重要である。

養殖現場でのハダムシ駆除には、専ら淡水浴が行われているが、使用する水道水や生簀網の交換に多大な経費と労力を費やしているのが現状であり、より効果的な駆除方法の開発が求められている。

そこで、本事業では、県内最大のカンパチ養殖場である野見湾におけるハダムシの寄生動態調査を実施するとともに、淡水浴作業の省力化に資するため、ハダムシ駆除に必要な適正な淡水浴時間を調べる飼育試験を実施した。

## 2 野見湾における寄生動態調査

### (1) 材料及び方法

調査は、カンパチ養殖業者の網替え・淡水浴作業に同行し、平成28年5月28日から同年12月15日までの間で計6回実施した。調査対象は、中国産1歳魚及び0歳魚とし、1歳魚は5月28日、6月15日及び7月6日に、0歳魚は7月6日、9月2日、10月2日及び12月15日に調査した。各調査時の検査尾数は、8もしくは12尾とし、調査開始時の海面(0m地点)の水温、塩分及び溶存酸素量をYSI製プロD0/CondメーターModel Pro 2030を用いて測定した。

ハダムシのサンプリングは、現地船上で行い、淡水を入れた200Lポリエチレン水槽に淡水浴前の魚を大きさに応じて2~4尾ずつ収容し、手で強制的にハダムシを脱落させた。その後は、魚を取り出し、ゴースネットで水を受けながら水槽から排水した。そして、ネット上に溜まったハダムシは淡水で洗い流しながら広口瓶に収容し、水産試験場に持ち帰った。ハダムシは、生物顕微鏡下で観察し、計数と魚1尾あたりの平均寄生数を算出するとともに、Kinami et al. (2005) の方法を用いて *B. seriola* と *N. girellae* を同定した。

### (2) 結果

前回淡水浴からの経過日数、調査開始時における水溫、塩分及び溶存酸素量は、表1に示したとおりで、作業間隔は、最短で15日、最長で35日であった。水溫は19.5~27.4℃、塩分は26.4~32.2、溶存酸素量は5.7~7.2mg/Lであった。ハダムシの計数及び同定結果を、推定の魚体重とともに表2及び3に示した。1歳魚では、平均寄生数が23.3~52.5個体/尾で推移し、6月15日の寄生数が最も多かった。種類別の割合は、6月15日まで *B. seriola* が99.8~100%を占めていたが、7月6日にはそれが減少し、*N. girellae* の割合が29.0%にまで増加した。0歳魚では、7月6日が63.4個体/尾と寄生数が最も多く、12月15日で5.6個体/尾と最も少なかった。種類別の割合は、7月6日には *B. seriola* が18.0%、*N. girellae* が82.0%であったが、それ以降 *B. seriola* は3.0%以下と低く推移し、低水溫期まで *N. girellae* の割合が97.0~100%と著しく高い状態が維持された。

### (3) 考察

1歳魚では、7月6日に *N. girellae* の割合が急激に上昇したが、同じ日に調査した0歳魚

でも平均寄生数が 63.8 個体/尾と多く、*N. girellae* の割合が高かったことから、6 月 15 日～7 月 6 日までの間に水温が 2.6℃上昇し、*N. girellae* が増殖しやすい環境が整ったことが要因と考えられ、導入直後の 0 歳魚から拡散した可能性もある。12 月 15 日の寄生数は、5.6 個体/尾と少なかったが、これは高水温期で増殖しやすいとされる *N. girellae* が優占種のまま 20℃以下の低水温期に移行したためと考えられる。本調査では、調査時の魚体測定を実施していないため、推定値としたが、今後は魚体の大きさに応じた寄生強度の把握が必要である。10 月 2 日は、前回淡水浴から 15 日しか間隔があいていないにもかかわらず、*N. girellae* の寄生数が多く、コスト削減には、秋季のハダムシ対策も今後の課題である。

表 1 淡水浴間隔及び調査開始時における海面環境

月日	前回淡水浴からの経過日数	水温 (°C)	塩分	溶存酸素量 (mg/L)
5月28日	28	22.9	29.9	7.2
6月15日	18	24.6	26.4	6.7
7月6日	21	27.2	28.2	6.9
9月2日	27	27.4	30.9	5.7
10月2日	15	27.1	28.6	5.7
12月15日	35	19.5	32.2	5.7

表 2 ハダムシの寄生数及び種別割合 (1 歳魚)

月日	検査尾数	推定魚体重 (kg)	平均寄生数 (個体/尾)	割合 (%)	
				<i>B. seriolae</i>	<i>N. girellae</i>
5月28日	12	1.5	37.8	99.8	0.2
6月15日	12	1.6	52.5	100.0	0.0
7月6日	8	2.0	23.3	71.0	29.0

表 3 ハダムシの寄生数及び種別割合 (0 歳魚)

月日	検査尾数	推定魚体重 (kg)	平均寄生数 (個体/尾)	割合 (%)	
				<i>B. seriolae</i>	<i>N. girellae</i>
7月6日	8	0.4	63.8	18.0	82.0
9月2日	12	0.7	24.3	0.0	100.0
10月2日	12	0.9	36.5	0.0	100.0
12月15日	12	1.2	5.6	3.0	97.0

### 3 適正な淡水浴時間の検討

淡水浴作業の省力化や効率化は、ハダムシを駆除する上で重要である。そこで、当試験場では季節と時間ごとにハダムシの脱落状況を比較する飼育試験を実施した。

#### (1) 材料及び方法

試験には、浦ノ内湾にある水産試験場地先の占有海面に設置した小割生簀 (3.3m 角化繊製網、以下「小割」) を用い、カンパチを供試魚として前期 (水温上昇期) 及び後期 (水温下降期) の 2 回の試験を実施した。前期試験は、平成 28 年 5 月 17 日から 8 月 23 日まで実施し、収容尾数は 121 尾、開始時の平均体重は 622g であった。後期試験は、前期試験と同じロットの魚を用いて同年 10 月 11 日から 12 月 20 日まで実施し、収容尾数は 59 尾、開始時の平均体重 1,264g であった。後期試験終了時の平均体重は 1,816g であった。期間中は、いずれの試験においても Water temp pro (Onset 社製) を小割周辺の海面下 1m 地点に設置して午前 9 時の水温を記録した。

試験では、淡水浴時間を1、3、5及び7分に設定し、各時間ごとのハダムシの脱落状況を調査した。前期試験は4回、後期試験は3回実施し、それと合わせて生簀網の交換も行った。ハダムシの採集は、写真に示したように、淡水を入れた容量100L（水量60L）の黒色コンテナに個別に魚を収容し、各時間5尾ずつ計20尾からハダムシを自然脱落させた。設定した時間が経過した魚は、あらかじめ淡水を入れておいた別の黒色コンテナに収容し、手で強制的にハダムシを剥ぎ取り、自然脱落数と合わせて1尾あたりの総寄生数とした。試験に供した魚以外は、淡水を約300L入れたシート2枚に分けて入れ、通気しながら一斉に5分間の駆虫を行った。なお、ハダムシの採集、計数及び同定は、(1)と同様に行った。また、計数結果からは、測定日ごとの平均寄生数を求めた。淡水浴時間ごとの自然脱落率(%)は自然脱落数 $\times$ 100/総寄生数から算出した。

ハダムシの成虫は、*B. seriola*では5mm以上（笠原 1962）、*N. girellae*では3mm以上（Bondad-Reantaso et al. 1995）と報告されている。そこで、後期試験では、自然脱落したハダムシをいずれの種でも成虫となる3mmを基準に分け、その割合を時間ごとに平均して比較した。



写真

## (2) 結果

試験期間中の水温の推移は、図1のとおりで、前期試験では、21.0～32.3℃の範囲で徐々に上昇し、後期試験は、16.8～27.6℃の範囲で徐々に下降した。測定日ごとの平均寄生数と種類別割合は表4のとおりである。平均寄生数は、前期試験では6月28日まで1.7～5.7個体/尾と低く推移したが、7月26日に88.7個体/尾まで急激に増加した後、8月23日には27.4個体/尾まで減少した。種類別割合では、6月28日までは*B. seriola*が100%であったが、7月26日以降は*N. girellae*が急激に増加した。一方、後期試験では、9.0～21.1個体/尾の間で推移した。種類別割合では、*B. seriola*が0.4～21.1%、*N. girellae*が78.9～99.6%で推移した。淡水浴時間ごとのハダムシ自然脱落率は表5のとおりである。前期試験では、6月14日と6月28日は平均寄生数が少なく、個体差も大きかったために淡水浴時間ごとの明瞭な差が現れにくかった。しかし、7月26日には、3分で79.3%、5分で84.9%となり、水温が30

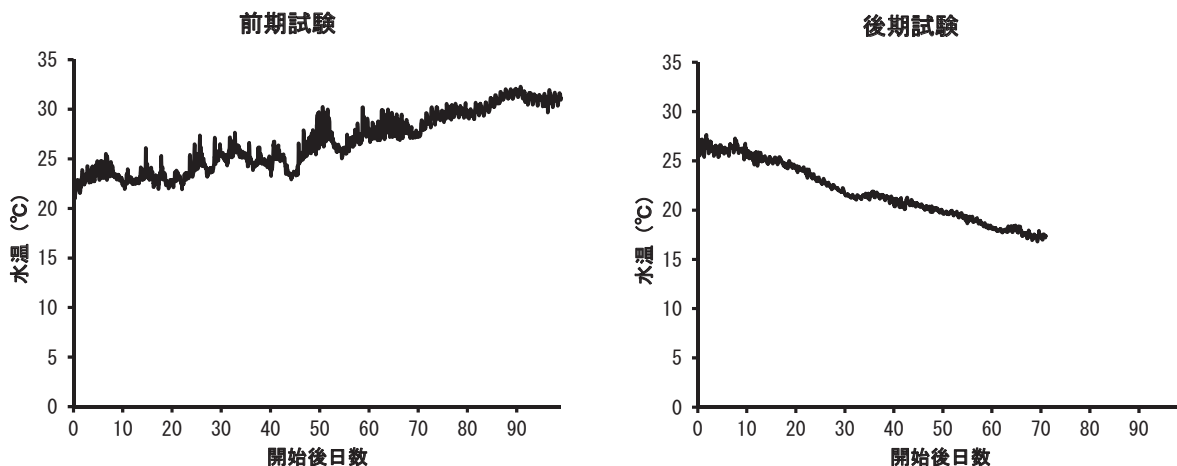


図1 試験期間中の水温の推移

℃以上であった8月23日には、3分で91.1%、5分で98.7%のハダムシが自然脱落した。後期試験では、いずれの試験日でも3分以上の淡水浴で自然脱落率は向上した。後期試験におけるハダムシの全長区分別の自然脱落率は表6のとおりである。自然脱落率は全長によって差がみられ、いずれの試験日でも3mm未満の仔虫は3分の淡水浴でも90%以上が自然脱落した。12月20日には、3mm以上の個体が確認されなかったが、これは水温低下によりハダムシの成長が鈍化したためと考えられる。

(3) 考察

養殖現場では、酸欠が発生しやすい高水温期の駆除作業がネックとなっており、魚体への影響を考慮して、駆除間隔を延ばさざるを得ない状況もある。本試験からは、30℃を超える水温でも3分以上の淡水浴時間が確保できれば、*N. girellae*に対して高い駆虫効果が得られると考えられた。また、*N. girellae*は、サイズによって自然脱落率に差がみられたことから、飼育試験で再現性を高めるにはこの点を考慮する必要があると考えられた。

表4 平均寄生数とハダムシの種類別割合 (%)

月日	平均寄生数 <sup>※</sup> (個体/尾)	割合 (%)	
		<i>B. seriolae</i>	<i>N. girellae</i>
前期試験			
6月14日	5.7 ± 3.4	100.0	0.0
6月28日	1.7 ± 0.9	100.0	0.0
7月26日	88.7 ± 33.4	84.9	15.1
8月23日	27.4 ± 6.3	0.0	100.0
後期試験			
10月25日	12.2 ± 3.2	0.4	99.6
11月22日	21.1 ± 4.4	21.1	78.9
12月20日	9.0 ± 3.6	11.7	88.3

※ 値は20尾の平均±標準偏差を示す

表5 淡水浴時間ごとのハダムシ自然脱落率 (%)

月日	開始後 日数	開始時水温 (℃)	淡水浴時間			
			1分	3分	5分	7分
前期試験						
6月14日	28	24.0	0.0	63.1	61.2	67.8
6月28日	42	25.4	20.0	40.0	33.3	91.7
7月26日	70	27.3	25.8	79.3	84.9	89.9
8月23日	98	30.4	60.4	91.1	98.7	95.6
後期試験						
10月25日	14	24.8	37.9	75.2	89.3	90.6
11月22日	42	20.6	49.8	92.5	93.6	98.1
12月20日	70	17.0	72.3	91.0	92.1	98.8



表6 後期試験における全長区別の自然脱落率 (%)

月日	全長	淡水浴時間			
		1分	3分	5分	7分
10月25日	3mm以上	29.6±9.9 <sup>*</sup>	57.3±12.3	83.1±12.0	80.8±27.8
	3mm未満	46.3±22.2	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0
11月22日	3mm以上	32.9±42.7	66.7±47.1	96.4±7.1	100.0±0.0
	3mm未満	54.4±22.9	94.5±4.0	93.9±4.7	97.8±3.0
12月20日	3mm以上	0.0	0.0	0.0	0.0
	3mm未満	72.3±22.2	91.0±6.2	92.1±12.5	98.8±2.6

<sup>\*</sup> 値は5尾の平均±標準偏差を示す

#### 4 参考文献

- Bondad-Reantaso, M. G., Ogawa K, Fukudome M and Wakabayashi H (1995) Reproduction and growth of *Neobenedenia girellae* (Monogenea: Capsalidae), a skin parasite of Japanese cultured marine fish. *Fish Patol.*, 30, 227-231.
- Kinami R, Miyamoto J, Yoshinaga T, Ogawa K and Nagakura Y (2005) A Practical Method to Distinguish between *Neobenedenia girellae* and *Benedenia seriola*. *Fish Pathology*, 40(2), 63-66.
- 江草周三 (1978) 吸虫症. 魚の感染症, 465-466.
- 笠原正五郎 (1967) ハマチの外部寄生虫 *Benedenia seriola* の生態に関する研究-I. 夏季における成長, 産卵などについて. 広島大学水畜産学部紀要, 7, 97-104.
- Hoshina T (1968) On the monogenetic trematode, *Benedenia seriola*, parasitic on yellow-tail, *Seriola quinqueradiata*. *Bull. Off. Int. Epiz.*, 69, 1179-1191.

## べこ病に関する疫学調査と中間宿主の探索

増養殖環境課 池部慶太・齋田尚希・黒原健朗  
古満目分場 渡辺 貢

### 1 はじめに

べこ病は、高知県内のブリ類の養殖場において発生している寄生虫性疾病である。本疾病の発生には年変動があり、甚大な被害を与える年もあるため、漁業現場で問題となっている。病原体は*Microsporidium*属微胞子虫であり、この病原体が魚体の筋肉内に侵入してシストを形成することにより発症する（横山 2013）。体内にシストが形成された魚は、体表に凹凸ができ、そのべこべこした外観からべこ病という病名になっている（畑井 2006）。感染により死亡することは少ないが、養殖魚の商品価値が著しく損なわれるため、産業上の被害は大きい。一度感染すると駆除は極めて困難であることから、対策には、感染経路を断つことが重要である。そこで、本研究では、宿主であるブリ類の幼魚の検査と病原体の生活史を明らかにするうえで不可欠な中間宿主の探索を行った。

平成27年度の5～8月には、浦ノ内湾、大月町古満目及び柏島地先漁場におけるカンパチ養殖生簀の網、フロートから採集した付着生物と周辺海中から採集したプランクトンについて、NestedPCRを行った結果、すべてのサンプルで陰性となった（渡辺ら 2016）。しかし、他県においては、付着生物等がPCR検査で陽性となった例もあることから、本年度は、NestedPCRで使ったDNA抽出液を用い、べこ病原因微胞子虫の標的DNAの存在の有無をリアルタイムPCRで調べた。さらには、平成27年度に外洋もしくは養殖場で採取したブリ類幼魚についても、べこ病原因微胞子虫の標的DNAの存在の有無をリアルタイムPCRで調べた。

### 2 材料と方法

ブリ類幼魚サンプルは、本県の調査船土佐海洋丸がモジャコ調査時に採取したもの、蓄養場で無作為採集したもの、もしくは養殖漁場で肉眼的所見からべこ病罹病魚として採集したもので、いずれもアルコール固定を行った後にリアルタイムPCRに供した。

### 3 結果

付着生物等から抽出したDNAサンプルは、リアルタイムPCRにおいてもすべてが陰性であった（表1～4）。ブリ類幼魚のサンプルについては、4～5月に採集したモジャコ（ブリ）とカンパチはすべて陰性であった（表5）。7月に採集した病魚では、NestedPCRが陰性で、リアルタイムPCR法で陽性となった個体が1尾あった（表5）。

### 4 考察

付着生物等から陽性の結果を得るには、他県で付着生物等が陽性になった例もあることを考慮すると、サンプリング時期や場所等の選定方法に工夫が必要と考えられる。ブリ類幼魚の健常魚からは、陰性の結果が得られたので、本研究のサンプリング時の健常魚については、べこ病原因微胞子虫の保有の可能性は低いと考えられたが、保有していないことの証明は難しいと考えられる。

目視で判別できる発症魚については、国立研究開発法人水産研究・教育機構 増養殖研究所が開発したNestedPCRとリアルタイムPCRで検出できることが明らかとなり、NestedPCRよりもリアルタイムPCRで検出感度が高いと考えられた。

表 1 平成 27 年 5 月の付着生物等の検査結果

サンプリング年月	サンプル区分	サンプリング場所	生物分類群	種名	Nested PCR検査結果	リアルタイム PCR検査結果
平成27年5月	網	浦ノ内	刺胞動物	ヒドロ虫綱の数種	—	—
			節足動物	<i>Aoroides</i> 属の一種	—	—
				<i>Corophium</i> 属の一種		
				<i>Jassa</i> 属の一種		
				<i>Ericthonius</i> 属の一種		
				<i>Caprella</i> 属の数種		
		タナイス科の数種				
		古満目	刺胞動物	ヒドロ虫綱の数種	—	—
			軟体動物	後鰓亜綱の数種	—	—
			環形動物	<i>Serpula</i> 属の数種	—	—
			節足動物	<i>Aoroides</i> 属の一種	—	—
				<i>Corophium</i> 属の一種		
				<i>Jassa</i> 属の一種		
		<i>Ericthonius</i> 属の一種				
		<i>Caprella</i> 属の数種				
		柏島	刺胞動物	ヒドロ虫綱の数種	—	—
			触手動物	苔虫綱の数種	—	—
			軟体動物	後鰓亜綱の数種	—	—
			環形動物	<i>Serpula</i> 属の数種	—	—
			節足動物	<i>Amphithoe</i> 属の一種	—	—
	<i>Jassa</i> 属の一種					
	<i>Ericthonius</i> 属の一種					
	ドロノミ					
	<i>Caprella</i> 属の数種					
	フロート	浦ノ内	軟体動物	ムラサキガイ	—	—
			ホトギスガイ			
			環形動物	<i>Serpula</i> 属の数種		
				<i>Hydroides</i> 属の数種		
				ウズマキゴカイ科の数種		
			節足動物	<i>Amphithoe</i> 属の数種		
		<i>Elasmopus</i> 属の数種				
		<i>Melita</i> 属の数種				
		ユウレイボヤ科の一種				
		古満目	触手動物	無囊亜目の数種	—	—
			海綿動物	尋常海綿綱の数種	—	—
			刺胞動物	ヒドロ虫綱の数種	—	—
	無囊亜目		無囊亜目の数種	—	—	
	有囊亜目		有囊亜目の数種	—	—	
	環形動物		シリス科の数種	—	—	
			ゴカイ科の数種			
			フジツボ亜目の数種			
			<i>Elasmopus</i> 属の数種			
	<i>Melita</i> 属の数種					
	柏島	海綿動物	尋常海綿綱の数種	—	—	
		ウミトサカ	ウミトサカ目の一種	—	—	
		触手動物	無囊亜目の数種	—	—	
			有囊亜目の数種	—	—	
		ヒバリガイモドキ	ヒバリガイモドキ	—	—	
		環形動物	シリス科の数種	—	—	
			フサゴカイ科の数種			
フジツボ亜目の数種						
<i>Amphithoe</i> 属の数種						
<i>photis</i> 属の一種		—	—			
<i>Maera</i> 属の一種	—	—				
ヨコエビ亜目の数種	—	—				
プランクトン	浦ノ内	カイアシ亜綱	N.D.	—	—	
		0.3mm以下のサンプル	N.D.	—	—	
	古満目	カイアシ亜綱	N.D.	—	—	
		尾虫綱	N.D.	—	—	
	柏島	0.3mm以下のサンプル	N.D.	—	—	
		枝角目	N.D.	—	—	
		カイアシ亜綱	N.D.	—	—	
		尾虫綱	N.D.	—	—	
0.3mm以下のサンプル	N.D.	—	—			

表 2 平成 27 年 6 月の付着生物等の検査結果

サンプリング年月	サンプル区分	サンプリング場所	生物分類群	種名	Nested PCR検査結果	リアルタイム PCR検査結果
平成27年6月	網	浦ノ内	刺胞動物	ヒドロ虫綱の数種	—	—
			環形動物	ゴカイ科の数種	—	—
			節足動物	<i>Aoridaes</i> 属の一種	—	—
				<i>Corophium</i> 属の一種		
				<i>Jassa</i> 属の一種		
				<i>Ericthonius</i> 属の一種		
				<i>Stenothoe</i> 属の一種		
				<i>Elasmopus</i> 属の数種		
		タナイス科の数種				
		古満目	刺胞動物	ヒドロ虫綱の数種	—	—
			節足動物	<i>Aora</i> 属の一種	—	—
				<i>Jassa</i> 属の一種		
				<i>Ericthonius</i> 属の一種		
		<i>Caprella</i> 属の数種				
		柏島	節足動物	<i>Ericthonius</i> 属の一種	—	—
	ドロノミ					
	<i>Caprella</i> 属の数種					
	フロート	浦ノ内	触手動物	無囊亜目の数種	—	—
				有囊亜目の数種		
			軟体動物	ムラサキイガイ	—	—
				ヒバリガイモドキ		
			タマエガイ			
			環形動物	<i>Hydroides</i> 属の数種	—	—
		<i>Amphithoe</i> 属の一種				
		節足動物	<i>Aoridaes</i> 属の一種	—	—	
			<i>Elasmopus</i> 属の数種			
			<i>Caprella</i> 属の数種			
			<i>Caprella</i> 属の数種			
		古満目	海綿動物	尋常海綿綱の数種	—	—
			触手動物	無囊亜目の数種	—	—
				有囊亜目の数種		
			軟体動物	ムラサキイガイ	—	—
				ヒバリガイモドキ		
			タマエガイ			
			環形動物	シリス科の数種	—	—
				ゴカイ科の数種		
		フジツボ亜目の数種				
		節足動物	<i>Elasmopus</i> 属の数種	—	—	
			<i>Caprella</i> 属の数種			
			<i>Caprella</i> 属の数種			
		柏島	海綿動物	尋常海綿綱の数種	—	—
			刺胞動物	ウミトサカ目の一種	—	—
			触手動物	無囊亜目の数種	—	—
				有囊亜目の数種		
	環形動物		シリス科の数種	—	—	
			ゴカイ科の数種			
			<i>Hydroides</i> 属の数種			
節足動物	フジツボ亜目の数種		—	—		
	<i>Jassa</i> 属の一種					
	<i>Elasmopus</i> 属の数種					
	<i>Maera</i> 属の数種					
	ヨコエビ亜目の数種					
プランクトン	浦ノ内	カイアシ亜綱	N.D.	—	—	
		0.3mm以下のサンプル	N.D.	—	—	
	古満目	カイアシ亜綱	N.D.	—	—	
		0.3mm以下のサンプル	N.D.	—	—	
	柏島	カイアシ亜綱	N.D.	—	—	
		0.3mm以下のサンプル	N.D.	—	—	

表 3 平成 27 年 7 月の付着生物等の検査結果

サンプリング 年月	サンプル区分	サンプリング 場所	生物分類群	種名	Nested PCR検査結果	リアルタイム PCR検査結果	
平成27年7月	網	浦ノ内	刺胞動物	ヒドロ虫綱の数種	—	—	
			節足動物	ドロノミ <i>Caprella</i> 属の数種	—	—	
		古満目	節足動物	<i>Jassa</i> 属の一種 <i>Erichthonius</i> 属の一種 <i>Caprella</i> 属の数種	—	—	
			節足動物	<i>Erichthonius</i> 属の一種 ドロノミ <i>Caprella</i> 属の数種 タナイス科の数種	—	—	
		フロート	浦ノ内	刺胞動物	イソギンチャク目の一種	—	—
				扁形動物	ヒラムシ目の一種	—	—
				触手動物	櫛口目の数種	—	—
				軟体動物	ホトギスガイ	—	—
				環形動物	<i>Hydroides</i> 属の数種	—	—
				節足動物	フジツボ亜目の数種 <i>Amphithoe</i> 属の一種 ドロノミ タナイス科の数種	—	—
			古満目	触手動物	有囊亜目の数種	—	—
				ムラサキイガイ	ムラサキイガイ	—	—
	ヒバリガイモドキ			ヒバリガイモドキ	—	—	
	環形動物			シリス科の数種 ゴカイ科の数種	—	—	
	節足動物			フジツボ亜目の数種	—	—	
	節足動物			フジツボ亜目の数種	—	—	
	柏島		海綿動物	尋常海綿綱の数種	—	—	
			刺胞動物	ウミトサカ目の一種	—	—	
			触手動物	無囊亜目の数種	—	—	
			環形動物	シリス科の数種	—	—	
			節足動物	フジツボ亜目の数種 <i>Jassa</i> 属の一種	—	—	
			節足動物	フジツボ亜目の数種	—	—	
	プランクトン	浦ノ内	0.3mm以上	N.D.	—	—	
			0.3mm以下	N.D.	—	—	
		古満目	0.3mm以上	N.D.	—	—	
			0.3mm以下	N.D.	—	—	
		柏島	0.3mm以上	N.D.	—	—	
			0.3mm以下	N.D.	—	—	

表 4 平成 27 年 8 月の付着生物等の検査結果

サンプリング 年月	サンプル区分	サンプリング 場所	生物分類群	種名	Nested PCR検査結果	リアルタイム PCR検査結果	
平成27年8月	網	浦ノ内	刺胞動物	ヒドロ虫綱の数種	—	—	
			軟体動物	シマハマツボ ホトギスガイ	—	—	
			節足動物	フジツボ亜目の数種 ドロノミ	—	—	
		古満目	刺胞動物	ヒドロ虫綱の数種	—	—	
			節足動物	<i>Caprella</i> 属の数種	—	—	
		柏島	節足動物	<i>Ericthonius</i> 属の一種 <i>Caprella</i> 属の数種	—	—	
		フロート	浦ノ内	海綿動物	尋常海綿綱の数種	—	—
				刺胞動物	イソギンチャク目の一種	—	—
				軟体動物	ホトギスガイ イタボガキ科の数種	—	—
	環形動物			<i>Hydroides</i> 属の数種	—	—	
	節足動物			フジツボ亜目の数種 イワガキ科の一種	—	—	
	古満目		刺胞動物	ヒドロ虫綱の数種	—	—	
			触手動物	有囊亜目の数種	—	—	
			軟体動物	ヒバリガイモドキ	—	—	
			環形動物	シリスコの数種 ゴカイ科の数種	—	—	
	柏島		節足動物	フジツボ亜目の数種 イワガキ科の一種	—	—	
				海綿動物	石灰海綿綱の数種 尋常海綿綱の数種	—	—
			刺胞動物	ウミサカ目の一種	—	—	
			触手動物	有囊亜目の数種	—	—	
			軟体動物	ヒバリガイモドキ	—	—	
			環形動物	ゴカイ科の数種 シリスコ ゴカイ科の数種	—	—	
				カスリオフェリア ケヤリムシ科の一種 <i>Hydroides</i>	—	—	
			節足動物	フジツボ亜目の数種 <i>Amphithoe</i> 属の一種 <i>Jassa</i> 属の一種 <i>Elasmopus</i> 属の数種 <i>Maera</i> 属の数種	—	—	
	棘皮動物		閉蛇尾目の一種	—	—		
	プランクトン		浦ノ内	0.3mm以上	N.D.	—	—
				0.3mm以下	N.D.	—	—
			古満目	0.3mm以上	N.D.	—	—
		0.3mm以下		N.D.	—	—	
		柏島	0.3mm以上	N.D.	—	—	
			0.3mm以下	N.D.	—	—	

表 5 ブリ類幼魚の検査結果

サンプリング日	漁場	魚種	サンプル番号	Nested PCR検査結果	リアルタイム PCR検査結果
平成27年4月22日	A漁場	モジャコ	1 (30尾プール)	-	-
平成27年5月8日	海洋丸調査	カンパチ	1	-	-
平成27年5月11日	B漁場	カンパチ	1 (11尾プール)	-	-
平成27年5月14日	A漁場	モジャコ	1	-	-
平成27年5月15日	B漁場	モジャコ	1	-	-
平成27年5月	海洋丸調査	モジャコ	1	-	-
			2	-	-
平成27年7月1日	C漁場 (病魚)	カンパチ	1	+	+
			2	+	+
			3	+	+
			4	+	+
			5	+	+
			6	+	+
			7	+	+
			8	+	+
			9	+	+
			10	+	+
			11	+	+
		モジャコ	1	+	+
			2	+	+
			3	-	+
			4	+	+
			5	+	+
			6	+	+
			7	+	+
8	+	+			

## 5 参考文献

- 畑井喜司雄 (2006) 新魚病図鑑 New Atlas of Fish Disease, 緑書房, p151
- 渡辺 貢・黒原健朗・池部慶太 (2016) べこ病に関する疫学調査と中間宿主の探索. 高知県水産試験場事業報告書, 159-161.
- 横山博 (2013) 月刊養殖ビジネス 10月号. 緑書房, 22-25

## クロマグロ種苗生産技術高度化試験

増養殖環境課 鈴木 怜

## 1 はじめに

本県西部に位置する大月町の地先海域は、クロマグロ養殖漁場としての好適条件を多く備えている（年間を通して水温16℃以上と温暖、急峻な海底地形のため海岸から比較的近い距離で水深30m以上になる、河川水の影響をほとんど受けない、外洋に面して潮通しが良いなど）。本県クロマグロ養殖はこれら漁場としての優位性とクロマグロ需要の増大を背景に、昭和50年代に柏島地区で始まって以降、現在では3地区5漁場まで拡大しており、平成28年の生産量は1,340トンと全国3位を誇っている。しかし、農林水産省は近年の太平洋クロマグロ資源の悪化を受け、平成24年10月からクロマグロ養殖業の漁場数や生簀台数を制限し、天然種苗の活込尾数に上限を設けている。また、平成26年12月に開催された中西部太平洋まぐろ類委員会（WCPFC）第11回年次会合では、30kg未満の小型魚の漁獲を平成14～16年までの年間平均漁獲実績から半減する措置が採択され、平成27年1月から導入されている。クロマグロ養殖は、種苗の多くを天然に依存していることから、これらの規制によって、種苗の確保が困難になる可能性があり、また、生産規模の拡大を図っていくためには、規制の適用外である人工種苗の導入が不可欠な状況となっている。

本県では、平成24年度に策定した産業振興計画第2期計画において「企業活力を活かした養殖業の振興」に取り組んでおり、平成33年度の目標として年間2,000トンのクロマグロ養殖生産量を掲げている。そこで、当水産試験場では、本目標を達成するための方策の1つとして、クロマグロ人工種苗の安定的な量産化技術の開発に取り組んだ。

## 2 方法

## (1) 親魚養成

平成26年6月から道水中谷水産株式会社に委託して行った。

## 1) 養成施設

大月町橋浦地先（図1）に設置した円型生簀（高密度ポリエチレン製、φ50m、網の深さ約15m）を使用した。

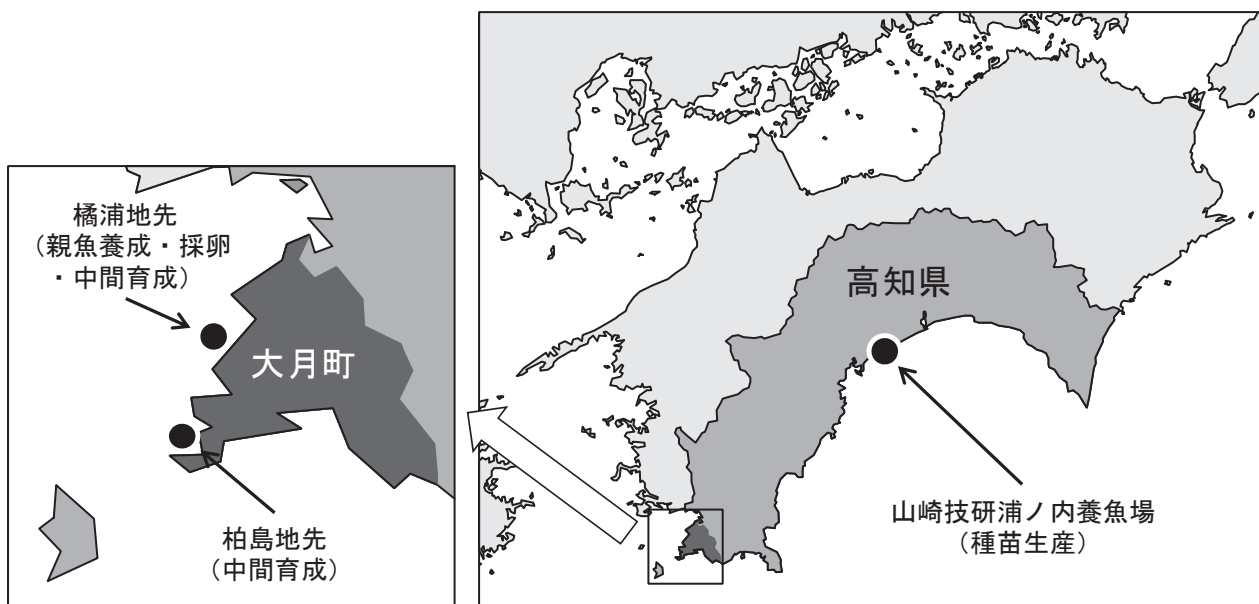


図1 試験実施地点



## 2) 親魚

平成 23 年に対馬・五島列島周辺及び紀伊水道等で漁獲され、大月町地先海域で養成された 5 歳魚 150 尾を用いた。平成 28 年 6 月時点での推定体重は 120～130kg であった。

## 3) 給餌

給餌は週 6 回（日～金曜日）、午前中に行い、飽食量を与えた（750kg/日程度）。

餌は主にサバを使用し、5～8 月は卵質の向上を目的にイカの給餌（75kg/日、毎回）及び栄養剤の添加（隔回）を行った。栄養剤は、ハイビタ C プラス（あすかアニマルヘルス株式会社）40 に対して、トーアラーゼ AQUA（東亜薬品工業株式会社）を 5、ロビミックス C-EC（DSM ニュートリションジャパン株式会社）を 2、ユベシータウ（Meiji Seika ファルマ株式会社）を 1 の割合で混合したものを、給餌直前に餌重量の約 0.5% を添加した。

## (2) 産卵確認及び採卵

株式会社山崎技研、道水中谷水産株式会社及び高知県宿毛漁業指導所と共同で行った。

### 1) 産卵確認

成熟状況の調査は 4 月 23 日から開始し、親魚と同海域で飼育された出荷魚（3～4 歳）の生殖腺を観察した。また、5 月 19 日からは、成熟状況の調査に加えて、目視による親魚の体色変化及び追尾・産卵行動の観察、小型採卵ネットなどを用いた卵の確認を行った。

### 2) 採卵

6 月 10 日から 8 月 8 日にかけて行った。産卵行動を確認すると、採卵ネット 2 基（①開口部：125cm×75cm、側長：200cm、目合い：600 $\mu$ m、②開口部：150cm×100cm、側長：300cm、目合い：600 $\mu$ m）を生簀内表層で曳き、受精卵を採取した。採取した受精卵は、船上で洗卵及び浮上卵の分離を行い、その後、うなぎ袋に収容して（約 10 万粒/10L）、水温上昇を防ぐ為に海水を掛け流しにした大型の発泡スチロール箱内で保管した。

### 3) 受精卵の輸送

大型の発泡スチロール箱内で保管していた受精卵は、個別に発泡スチロール箱に梱包して株式会社山崎技研浦ノ内養魚場（須崎市浦ノ内）へ輸送した（図 1）。

## (3) 種苗生産

株式会社山崎技研と共同で、7 月 16 日から 9 月 2 日にかけて本生産を 2 回、試験生産を 1 回行った。

### 1) 種苗生産施設及び受精卵・ふ化仔魚の収容

1 回次の本生産では、7 トン水槽内に設置したゴースネット（450L）内で、輸送した受精卵をふ化又はふ化直前まで管理し、その後、種苗生産用の 70 トン長方形水槽に収容した。2 回次の本生産では、種苗生産用の 90 トン長方形水槽に直接収容した。試験生産は 1 回次と同様の方法とした。

### 2) 飼育

飼育水には紫外線殺菌海水を使用し、調温及び比重調整を行った。また、ワムシ給餌期間中は飼育水にマリングロス及びすじこ乳化油を添加した。

餌料は、ワムシ、餌料用ふ化仔魚（主にマダイ）及び生餌（イカナゴ）を成長段階に応じて与え、一部、配合飼料（日清丸紅飼料株式会社製 鮭心ほか）も使用した。また、餌料用ふ化仔魚は、ふ化直後から 10 日以上養成したものまで、成長段階に応じて各種サイズを使用した。

種苗は、日齢、全長、摂餌している餌の種類、行動（攻撃行動の有無、水槽内での分布など）、水槽内の餌料用ふ化仔魚の残量、ハンドリング耐性などを調べながら、適宜分槽又は移槽を行った（図 2）。

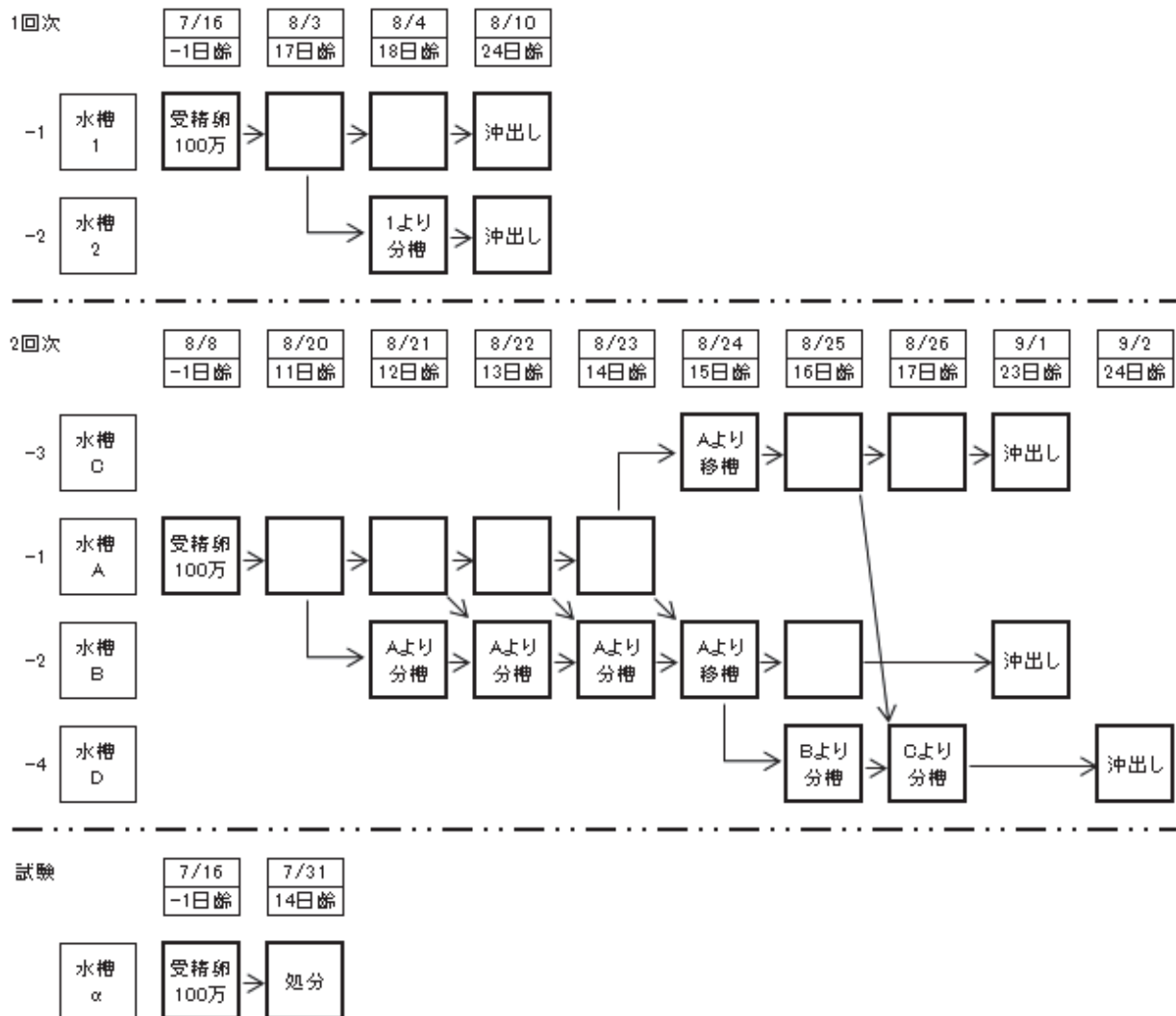


図2 各回次の分槽及び移槽

### 3) 種苗の取り揚げ

8月10日、9月1日及び9月2日に種苗を取り揚げた。取り揚げには取り網及びサイフォンを用いた。

### (4) 中間育成

中間育成は、8月10日及び9月1日に取り揚げた種苗を用いて株式会社山崎技研と共同で行った。また、9月2日に取り揚げた種苗の中間育成は株式会社松岡へ委託した。

#### 1) 中間育成施設

株式会社山崎技研との共同試験は2回行い、1回次は8月10日から12月20日にかけて、2回次は9月1日から12月20日にかけて、共に大月町柏島地先で行った(図1)。1回次は8×8×6m八角形生簀(25節無結節菱目)2面、2回次は17×17×10m八角形生簀(25節無結節菱目)1面を使用した。1回次で使用した八角形生簀網は、防汚剤の上からペンキを塗布し、白色及び青色に着色した。

株式会社松岡へ委託した試験は、9月2日から11月4日にかけて大月町橘浦地先で行い(図1)、φ20m円形生簀1面を使用した。生簀網は2重網とし(内網:25節テロンラッセル、深さ8m、外網:60mm無結節、深さ10m)、白色の防汚剤を塗布した。

#### 2) 種苗の輸送及び収容

種苗は19t型活魚運搬船を用いて輸送し、輸送中は適宜給餌(生餌及び配合飼料)を行った。

運搬船から生簀への積み下ろしは、ステンレス製のザル及び水タモを用いて行った。

### 3) 飼育

#### ① 柏島地先

環境測定は毎日、午前 10 時に行った（台風等の荒天時を除く）。測定項目などは表 1 のとおりとした。また、水温に関してはロガーを用いて 1 時間毎の連続測定も行った。

表 1 環境測定（柏島地先）

測定項目	測定機器	測定水深
水温	ハンディDOメーター ID-150（飯島電子工業株式会社）	表層、4m
水温（ロガー）	HOBO ウォーターテンププロ V2（Onset社）	表層、5m、10m
溶存酸素	ハンディDOメーター ID-150（飯島電子工業株式会社）	表層、4m
比重	標準比重計	表層

給餌は毎日、日の出から日の入りにかけて行った（台風等の荒天時を除く）。給餌量は飽食量とし、給餌回数及び餌のサイズは摂餌状態等を観察しながら適宜変更した。餌は主に生餌（イカナゴ）を使用し、配合飼料もわずかに併用した。

へい死魚は、1 回次は 1 日 1 回カゴを曳いて、2 回次は定期的に潜水して回収し、全長、体重の測定及び変形などの観察を最大 10 尾行った。

#### ② 橘浦地先

環境測定は毎日、午前 8～11 時（主に午前 8～9 時）に行った（台風等の荒天時を除く）。測定項目等は表 2 のとおりとした。

表 2 環境測定（橘浦地先）

測定項目	測定機器	測定水深
水温	SCOOT メーター 85（YSI社）	表層、5m、10m
溶存酸素	SCOOT メーター 85（YSI社）	表層、5m、10m

給餌は毎日（台風などの荒天時を除く）、7 時～15 時にかけて行った。給餌量は飽食量とし、給餌回数及び餌のサイズは摂餌状態などを観察しながら適宜変更した。餌は生餌（イカナゴ）を使用した。

へい死魚は定期的に潜水して回収して冷凍保存し、後に全長、体重の測定、変形などの観察を行った。

## 3 結果と考察

### (1) 産卵確認及び採卵

出荷魚の成熟状況調査では、調査を開始した 4 月 23 日時点で多くの個体から卵黄球期に達した卵巣内卵（直径 300  $\mu$ m 以上）（升間 2013）が確認され（表 3）、成熟が進行していることが確認された。

目視による親魚の観察では、6 月 1 日の午後 1 時頃に追尾・産卵行動が見られ、産卵行動が見られた直後に小型採卵ネットを曳いたところ、卵が採取された。得られた卵をインキュベーター内でふ化させたところ、黒色素胞の分布パターン等からクロマグロの卵であることが確認された。当日の水深 10m 層の日平均水温は 23.0℃であり（図 3）、前年度の産卵開始水温（23.2℃）とほぼ同じであった。しかし、前年度同様、梅雨入り後（6 月 4 日、気象庁）は産卵不調となり、6 月 6 日～8 日に行った調査では、産卵は確認されなかった。

産卵は不調であったが、6 月 10 日から採卵を開始した。しかし、養成している親魚に産卵の兆候は見られず、6 月 18 日からは、出荷魚（3～4 歳魚）の生簀からの採卵も併せて行った。その結果、出荷魚生簀からは、6 月 18 日に 10 万粒、6 月 26 日に 7 万粒、6 月 27 日、7 月 4、5 日にも数万粒の受精卵を採取できたが（図 3）、卵量が少なかったため、生産には使用しなかった。

表3 出荷魚（3歳）の生殖腺成熟状況調査結果

調査日	重量 (g)	卵径 (μm)			測定数
		平均±標準偏差	最大	最小	
4月23日	1045	432 ± 41	500	380	10粒
	850	378 ± 58	480	300	10粒
	775	392 ± 41	460	340	10粒
5月12日	935	372 ± 54	420	260	10粒
	780	308 ± 37	360	240	10粒
	710	316 ± 51	380	240	10粒
	615	252 ± 30	320	220	10粒
5月19日	875	388 ± 32	440	320	10粒
	635	356 ± 35	400	300	10粒
	580	330 ± 24	360	300	10粒
	510	206 ± 10	220	200	10粒
	455	166 ± 21	200	140	10粒
5月26日	1525	508 ± 29	560	460	10粒
	1050	478 ± 56	560	400	10粒
	1035	452 ± 47	520	400	10粒
	970	496 ± 51	560	440	10粒
	635	278 ± 29	320	240	10粒
	445	250 ± 24	300	220	10粒
7月12日	<ul style="list-style-type: none"> <li>一部個体で卵巢退行傾向（内部に血液、うっ血、粘液）</li> <li>精巣発達していない（小さい、固い、色が悪い、精液が出ない）</li> </ul>				
7月16日	<ul style="list-style-type: none"> <li>卵巢内に透明卵を確認（2個体）</li> <li>精巣発達していない（小さい、固い、色が悪い、精液が出ない）</li> </ul>				

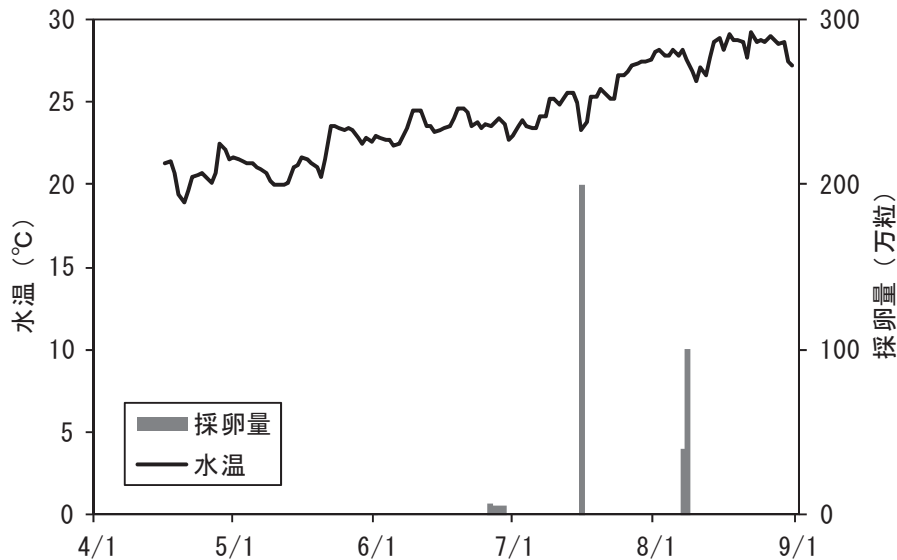


図3 親魚養成生簀の水温変動（水深10m）及び採卵量

7月16日には、再び出荷魚の成熟状況調査を行った結果、卵巢内に透明卵（吸水卵）を有する雌個体が2尾確認されたので（表3）、当日の午前10時5分には出荷魚生簀から受精卵200万粒を採取し（図3）、1回次及び試験生産を行った。また、8月7日午前10時には、同じく出荷魚生簀から受精卵40万粒、翌8日午前10時30分にも出荷魚生簀から受精卵100万粒を採取し（図3）、8日採取分の受精卵で2回次の生産を行った。なお、今年度は養成していた親魚から採卵することはできなかった。

梅雨入り後に産卵が不調になる原因としては、水温及び塩分の低下、濁りの影響が考えられた。加えて、今年度は採卵時期に宿毛湾内で珪藻が増殖し、生簀付近でも着色が見られたことも影響したと思われた。また、養成中の親魚から採卵できなかった要因としては、親魚を飼育している生簀が陸に近い場所にあり、出荷魚の生簀よりも潮の流れが遅く、降雨による濁りや塩分の低下が長く続いたことが影響したと考えられた。

## (2) 種苗生産

### ①環境

種苗生産期間中の水温は、1回次：27.2～28.6℃、2回次：27.0～30.2℃、試験生産：27.4～29.1℃、溶存酸素は1回次：5.9～8.0mg/L、2回次：6.8～8.7mg/L、試験生産：5.0～10.5mg/Lの間で推移した（図4）。

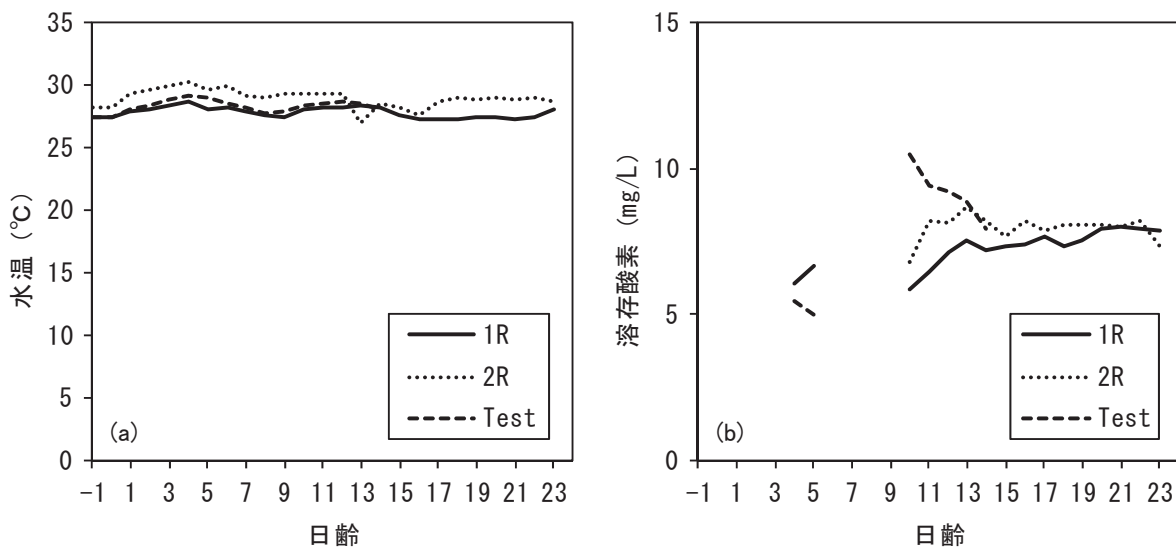


図4 種苗生産期間中の水温 (a) 及び溶存酸素 (b) の推移

### ②へい死及び生残

採取した受精卵 300 万粒の内、200 万粒を本生産に（1 回次：100 万粒、2 回次：100 万粒）、100 万粒を試験生産に用いた。ふ化率は 9 割程度であった。

へい死個体は、浮上・沈降死（基本的に 1～8 日齢で発生）及び攻撃行動（基本的に 10 日齢以降発生）が発生する時期に多く見られた（図5）。

生残率（0 日齢時の生残率を 100%とした）は、1 回次及び試験生産では、浮上・沈降死等によって 10 日齢までに大きく低下したが、2 回次では、13 日齢で 33%と高い生残率を示した（図6）。しかし、2 回次も、14 日齢以降攻撃行動などによって多くのへい死が見られ、生残率は低下していった（図6）。取り揚げ時の生残率は、1 回次：0.4%、2 回次：1.4%であり、試験生産は、水槽内の種苗がほとんど確認できなくなったため、14 日齢時に終了した（図6）。

### ③成長

全長は、1 日齢で 3.4～3.6mm、10 日齢で 6.0～6.4mm、20 日齢で 25.9～31.2mm であり、2 回次の方が、1 回次と比較してわずかではあるが高い成長を示した（図7）。クロマグロ種苗は高水温で高い成長を示すことが報告されており（Fujimoto et al. 2008）、1 回次生産中と比較して 2 回次の方が高水温で推移していたことが（図4）、2 回次の高成長につながったと思われた。

### ④変形

2～3 割の個体に鰓蓋欠損が発生した。

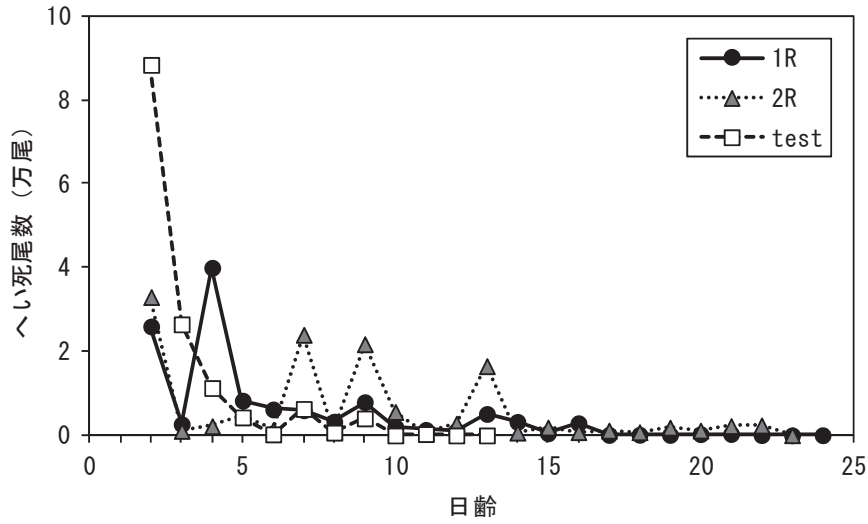


図5 種苗生産期間のへい死尾数の推移

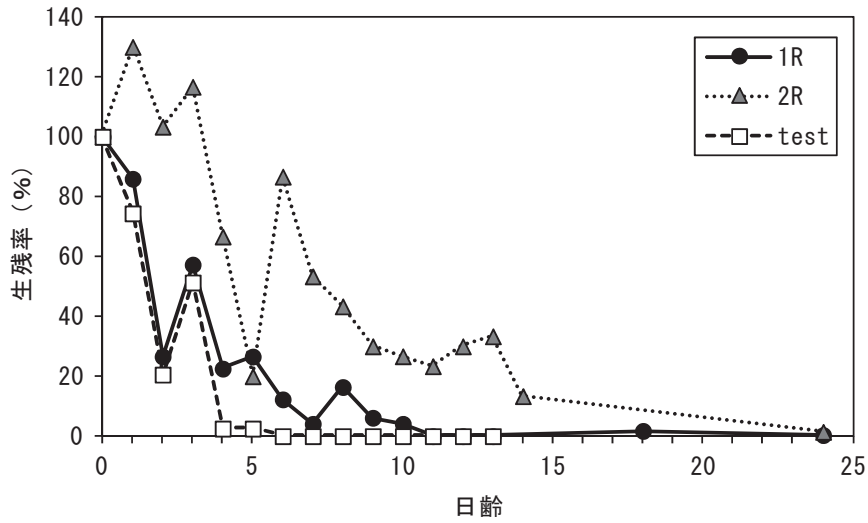


図6 種苗生産期間の生残率の推移

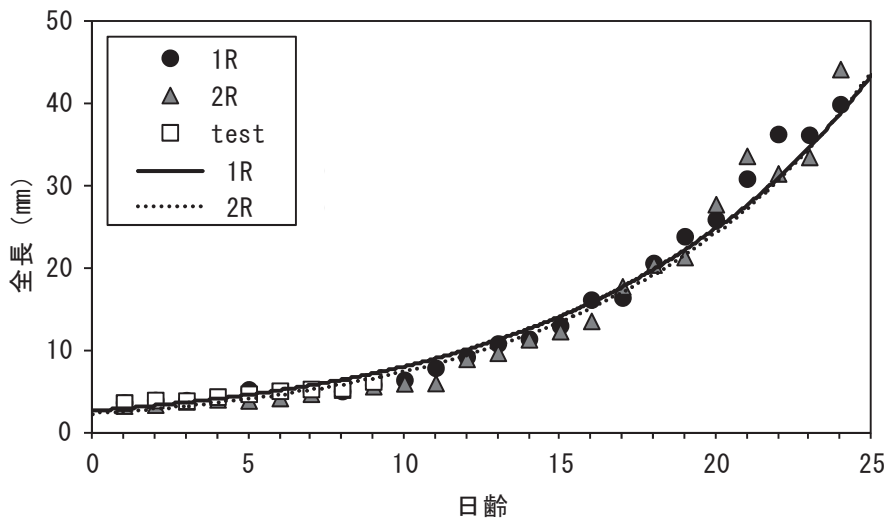


図7 種苗生産期間の全長の推移

## ⑤生産結果

今年度は2回の本生産から合計17,000尾の種苗を取り揚げ(表4)、前年度(1,045尾)と比較して大幅に増加した。また、種苗生産段階の生残率は0.8%(0.4~1.4%)であり、これも前年度(0.033%)を大きく上回った。

表4 種苗生産結果(取り揚げ)

回次	取り揚げ				
	月日	日齢	尾数(尾)	全長(mm)	備考
1R	-1	8/10	24	2,200	37.9 (33.1~55.3)
	-2	8/10	24	1,800	41.9 (35.0~49.6)
小計			4,000		
2R	-1	—	—	—	※全数を2R-2~4に分槽・移槽
	-2	9/1	23	4,000	41.7 (34.4~46.5)
	-3	9/1	23	4,000	
	-4	9/2	24	5,000	42.0 (31.7~50.6)
小計			13,000		
Test	—	—	—	—	※途中で生産中止
合計			17,000		

種苗取り揚げ時の様子を観察していると、2回次の種苗は1回次と比較してやや活性が低く、取り網の中や運搬船の魚槽内で暴れることがほとんどなかった。

## (3) 中間育成

## (3-1) 柏島(株式会社山崎技研との共同試験)

## 1) 種苗の輸送及び収容

中間育成施設への輸送に要した時間は8時間半であった。輸送中のへい死尾数は、1回次が82尾、2回次が約170尾であり、へい死率はともに2%程度であった。

1回次は種苗生産1回次-1、2の種苗、2回次は種苗生産2回次-2、3の種苗を用い(図2、表4)、1回次に関しては種苗生産1回次-1の種苗を白色(=中間育成1回次-1)、種苗生産1回次-2の種苗を青色(=中間育成1回次-2)に着色した生簀網に収容した。また、10月13~20日にかけては(1回次:中間育成65~72日目、2回次:中間育成43~50日目)、1回次種苗の正常個体のみを、2回次種苗を収容している生簀へ移動し、10月21日(1回次:中間育成73日目、2回次:中間育成51日目)からは、1回次種苗141尾(1回次-1:96尾、1回次-2:45尾)、2回次種苗9尾の合計150尾で中間育成を再スタートした。

## 2) 飼育

## ①環境

中間育成期間中の水温は、表層:18.3~30.4℃、4m層:18.5~29.6℃(図8)、日平均水温(ロガー)は表層:18.7~30.0℃、5m層:18.6~29.4℃、10m層:18.6~27.6℃(図9)、溶存酸素は表層:5.0~9.3mg/L、4m層:4.9~8.8mg/L(図10)、比重は1.0220~1.0270の間で推移した(図11)。

## ②へい死

1回次のへい死魚は、収容から約2週間及び1回目の台風後に多く確認された(図12)。2回次に関しては、生簀網内に侵入していたカマス、アオリイカなどによって種苗の多くが捕食されてしまい、へい死魚をほとんど回収することができず、10日目以降の回収を中止した。クロマグロ種苗を捕食できる大きさのカマス、アオリイカが生簀網内に存在していた原因は、網の設置から種苗の収容までに18日間かかってしまい、網目を抜けて侵入していたカマス、アオリイカが網の中で成長したためと考えられた。

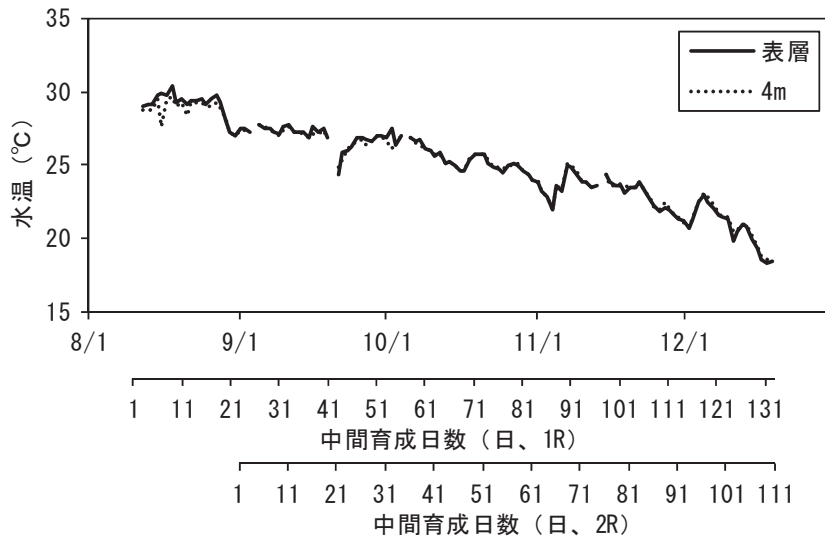


図8 中間育成期間の水温の推移

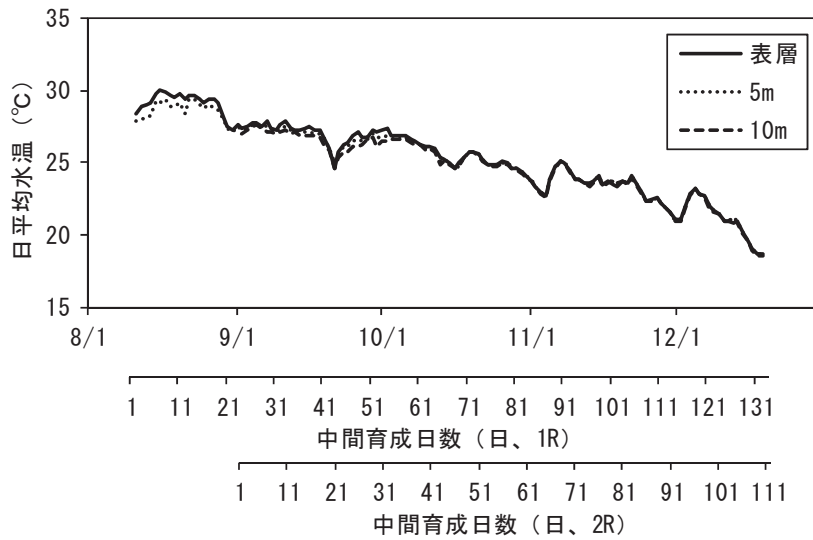


図9 中間育成期間の日平均水温（ロガー）の推移

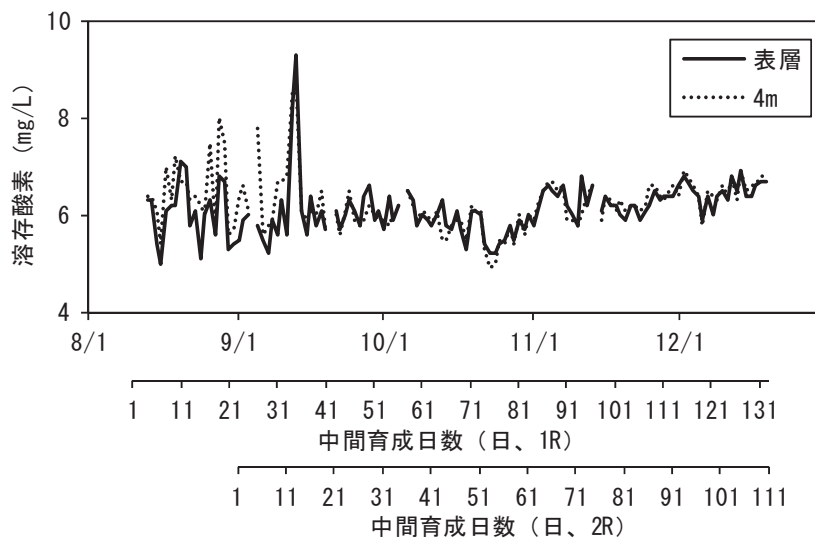


図10 中間育成期間の溶存酸素の推移



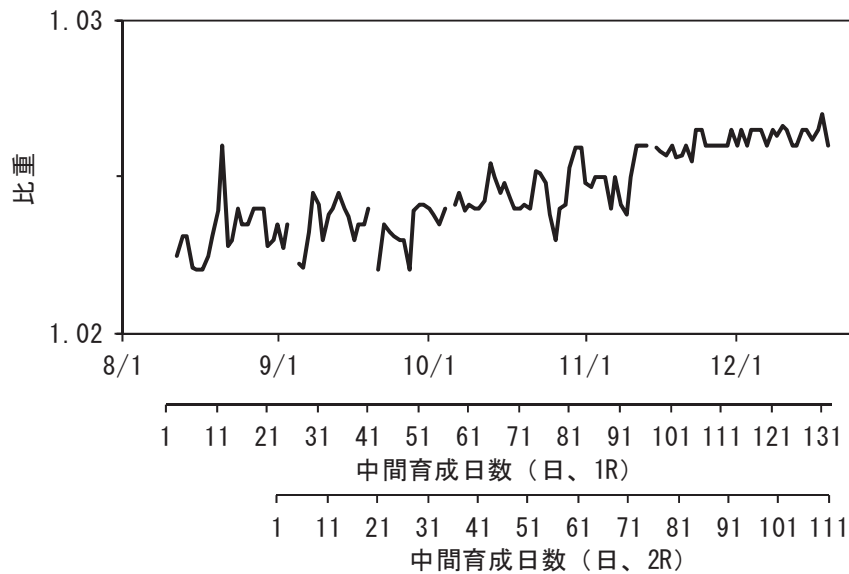


図 11 中間育成期間の比重の推移

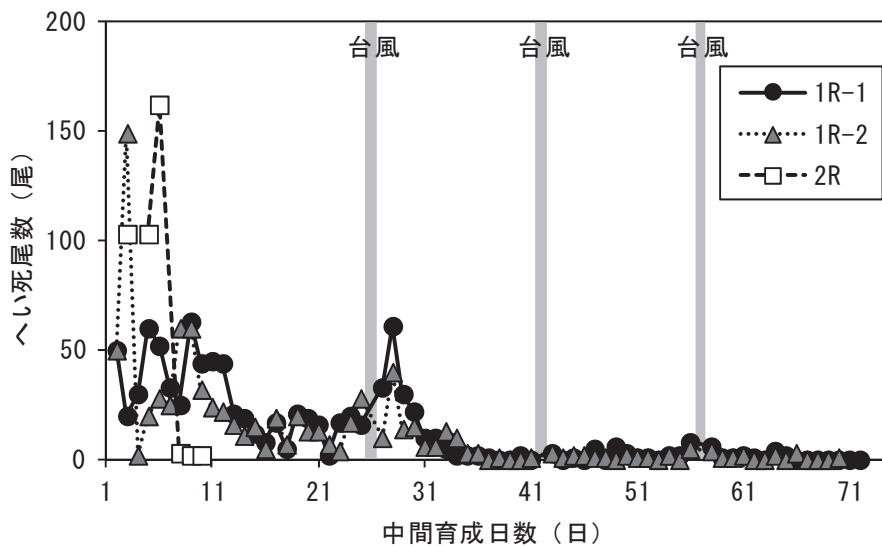


図 12 中間育成期間のへい死尾数の推移

中間育成再スタート後のへい死尾数は、潜水やカゴを曳いての回収は行わず、腐敗して浮いてきた個体のみを計数した（図 13）。そのため、全ての死魚を回収できてはいないと思われる。

### ③生残

試験開始時の収容尾数から日々のへい死尾数を減じていく方法では、全てのへい死魚を回収できていないことから、前年度同様、生残尾数と実尾数との乖離が大きかった。そこで、1 回次に関しては、計数によって尾数を確定させた日から、日々のへい死尾数を加えて逆算していく方法で生残尾数及び生残率の推移を求めた。計算は、へい死個体が網目を抜けなくなり、大半を回収できたと思われる全長 100mm を超えた日（中間育成 12～14 日目）まで行った。2 回次に関しては、10 日目以降へい死魚の回収を行っていないことから、給餌時の観察などから推定した。

中間育成 15 日目の生残尾数及び生残率は、1 回次-1：489 尾、22.2%、1 回次-2：380 尾、21.1%、2 回次：50 尾、0.6%であった（図 14）。また、中間育成を再スタートする直前（1 回次：中間育成 65 日目、2 回次：中間育成 43 日目）の生残尾数及び生残率は、1 回次-1：125

尾、5.7%、1回次-2：93尾、5.2%、2回次：9尾、0.1%であった（図14）。

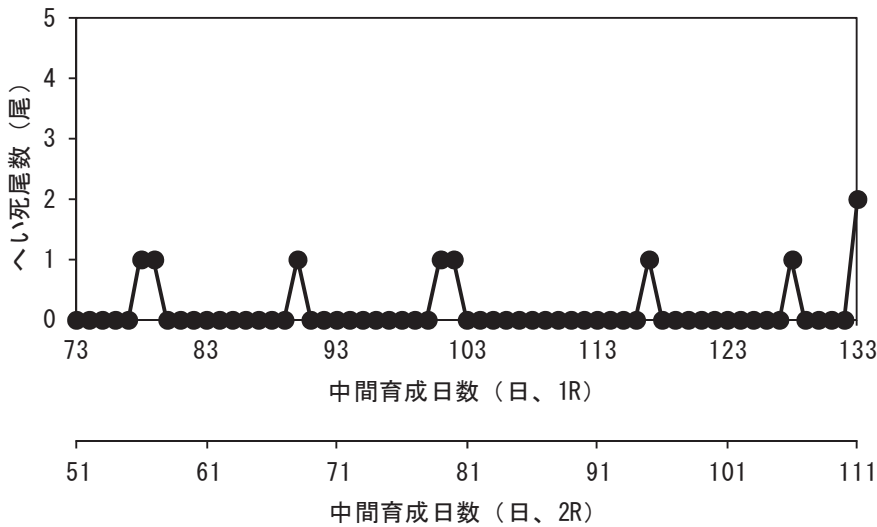


図13 中間育成期間のへい死尾数の推移（再スタート後）

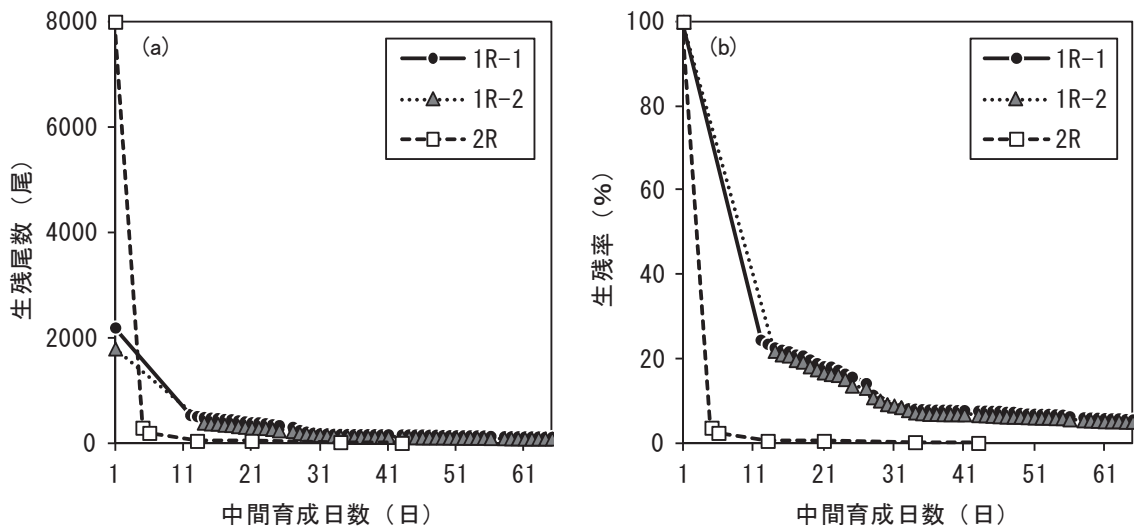


図14 中間育成期間の生残尾数 (a) 及び生残率 (b) の推移

1回次-1と1回次-2の生残率の差はほとんどなく、両者とも低い値であった（図14）。また、2回次に関しては、捕食の影響で、十分なデータを得られなかった。

中間育成最終日（1回次：中間育成133日目、2回次：中間育成111日目）の生残尾数は115尾であり、中間育成再スタート後の生残率は76.7%（115/150尾）、中間育成全体での生残率は0.7%（115/17,000尾）であった（変形個体の除去による減耗も含む）。

#### ④成長

成長は回収したへい死魚の測定から求め、明らかなヤセ症状等を呈したサンプルは測定から除外した。

全長は、中間育成を再スタートする65日目頃までは直線的に増加し、中間育成57～60日目にヨコワサイズ（全長300mm）に達した（図15）。1回次-1と1回次-2を比較すると、取り揚げ時のサイズは1回次-2の方が大きかったにもかかわらず、その後の成長はわずかではあるが1回次-1の方が高かった（図15、16）。これは、種苗生産時後半に、1回次-1は生餌を中心に給餌していたが、1回次-2は沖出し直前まで配合飼料への餌付け試験を行っており、種苗の状態があまり良くなかった事が影響したと考えられた。このことから、種苗生産時の健苗

性は中間育成時の成長にも影響を及ぼすことがわかった。

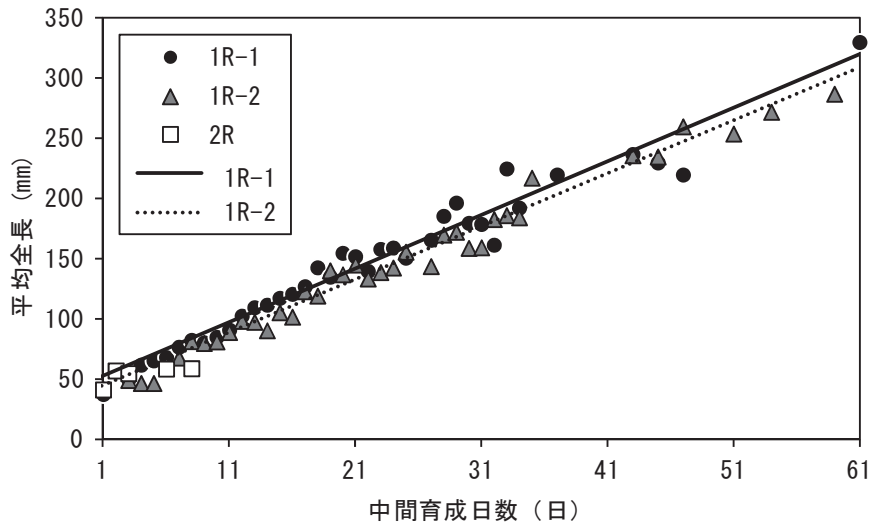


図 15 中間育成期間の全長の推移

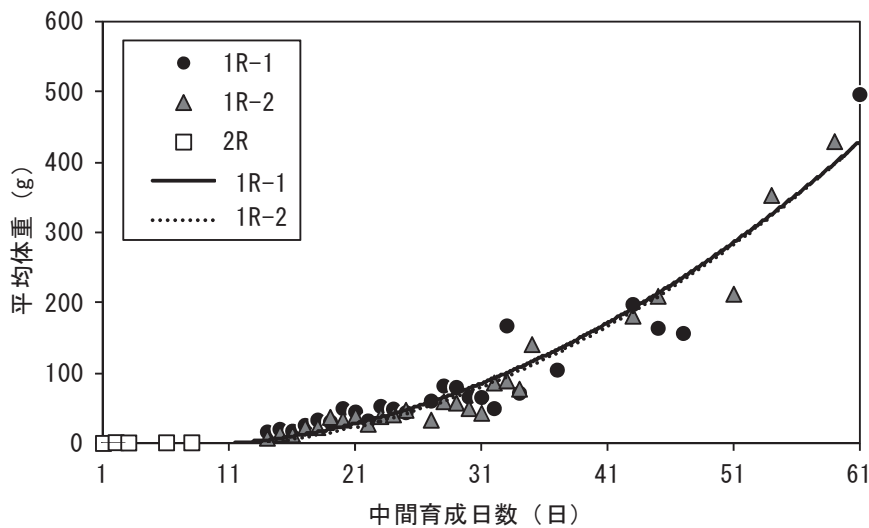


図 16 中間育成期間の体重の推移

中間育成最終日の平均全長は 473mm、平均体重は 1,779g であり（測定尾数：21 尾）、再スタート後の成長はそれまでと比較すると鈍くなっていた（図 17、18）。定期的なサンプリング調査を行っていないため、原因を断定することはできないが、給餌頻度を徐々に減らして最終的に 2 回/日としたこと、水温低下によって成長が鈍化したこと等が影響したと考えられた。

### ⑤変形

中間育成を再スタートする際には、変形魚（主に下顎変形）の除去を行った。除去した尾数は、1 回次-1 は 125 尾中 29 尾、1 回次-2 は 93 尾中 48 尾であり、変形率はそれぞれ 23.2% 及び 51.6% であった。変形率には倍近い差が見られ、1 回次-1 は白色の生簀網、1 回次-2 は青色の生簀網を使用していたことから、白色に網面への衝突軽減効果がある可能性が示唆された。しかし、取り揚げ尾数の関係で対照区を設定できなかったこと、各生簀に同ロットの種苗を収容することができなかったことなどから、原因を断定することはできなかった。また、1 回次-2 の種苗は、種苗生産時に沖出し直前まで配合飼料とともに餌料用ふ化仔魚も給餌していたことから、活餌を追いかける習性が強く残っており、中間育成中に生簀網内に侵入したキビナゴ等を追いかけて網への衝突が頻発し、変形が増えた可能性も考えられた。

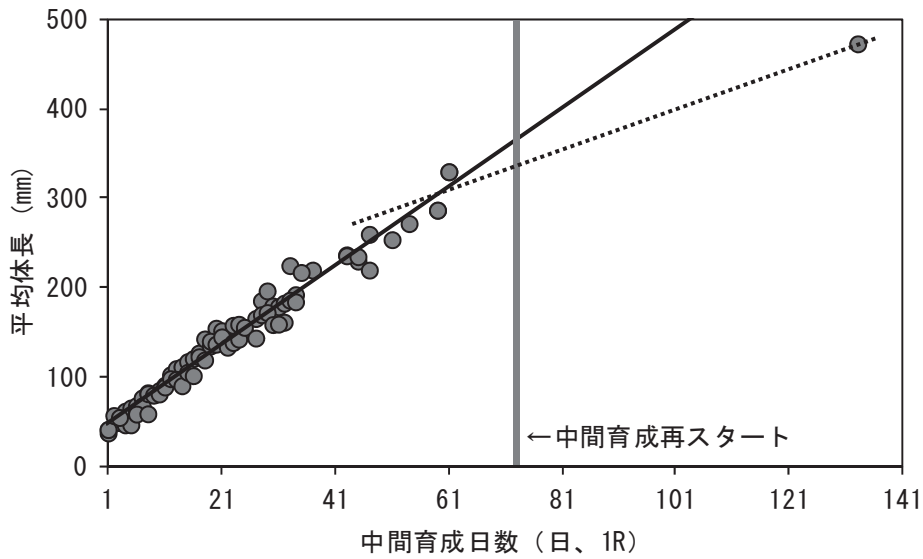


図 17 中間育成期間の全長の推移（再スタート後）

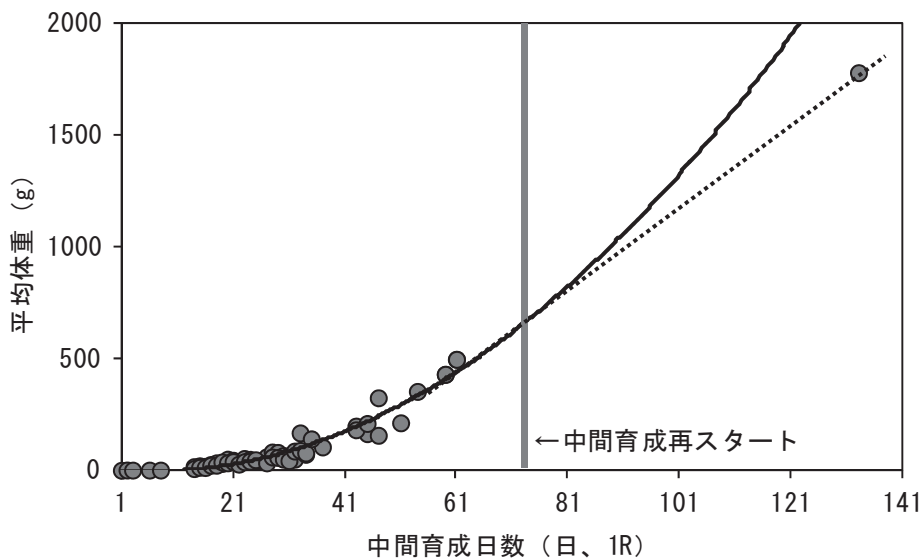


図 18 中間育成期間の体重の推移（再スタート後）

### ⑥日間給餌率

#### A. 1回次-1、2

カッター（冷凍イカナゴを細断したもの）又はギロチン（冷凍イカナゴを荒く切ったもの）を給餌している期間の日間給餌率は、1回次-1：71.6～159.3%、1回次-2：62.2～128.9%と非常に高かった（図 19、20）。これは、摂餌されない切りくずが多く発生し、見た目の給餌量が増加した結果と考えられた。解凍しただけのイカナゴ（そのまま）の給餌を開始してからの日間給餌率は、1回次-1：28.4～63.0%、1回次-2：16.8～56.4%であり、種苗が成長するに伴い低下していった（図 19、20）。

給餌回数を減らした直後は一時的に日間給餌率が低下したが、数日でその給餌回数に対応し、1回あたりの給餌量が増加することで日間給餌率も回復した。また、雨天時は晴天時と比較してやや日間給餌率が低下する傾向が見られた。

1回次-1と1回次-2の日間給餌率を比較すると、常に1回次-1の方が高かった。これは、前述のとおり1回次-1の健苗性が高かったことに起因すると考えられ、この日間給餌率の高さが中間育成期間の成長が1回次-2と比較して高かった要因の1つと考えられた。

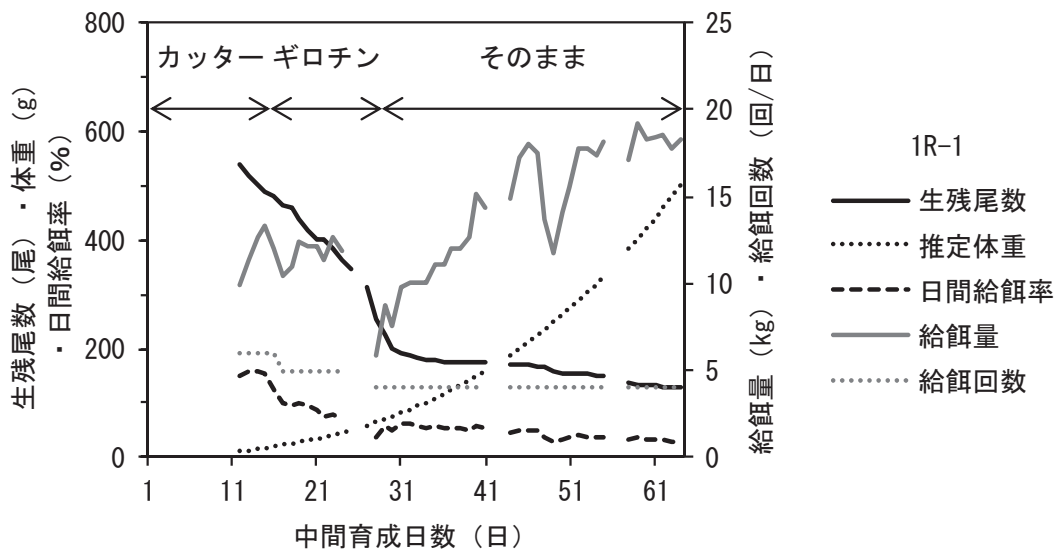


図 19 中間育成期間の生残尾数、体重、給餌量、日間給餌率、給餌回数及び餌料の形状の推移 (1 回次-1)

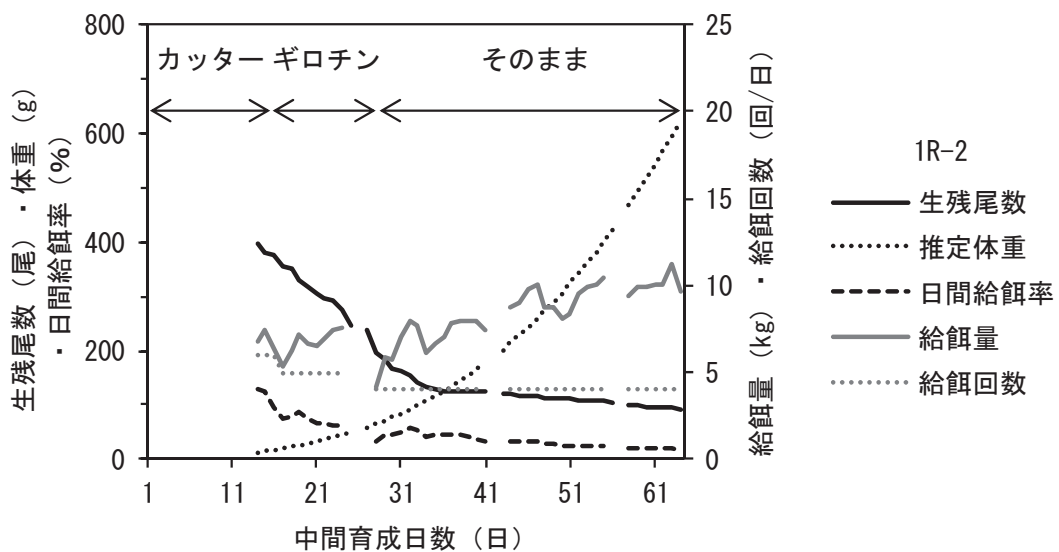


図 20 中間育成期間の生残尾数、体重、給餌量、日間給餌率、給餌回数及び餌料の形状の推移 (1 回次-2)

### B. 中間育成再スタート後

中間育成再スタート後の生残尾数は、日々の死亡尾数の確認を行っていないため、開始時の 150 尾から終了時の 115 尾まで、同じペースで減耗していったと仮定した。

再スタート後の日間給餌率は 7.9~27.2% であり (図 21)、こちらも成長に伴った低下、給餌回数を減らした直後の低下及びその後の回復、雨天時の低下が見られた。また、12 月まで試験を行ったため、水温低下によって日間給餌率が低下した可能性も考えられた。

### (3-2) 橘浦 (株式会社松岡への委託試験)

#### 1) 種苗の輸送及び収容

種苗生産 2 回次-4 の種苗を用いた (図 2、表 4)。中間育成施設への輸送に要した時間は 9 時間であった。輸送中のへい死尾数は、へい死魚を回収できなかったため、不明であった。

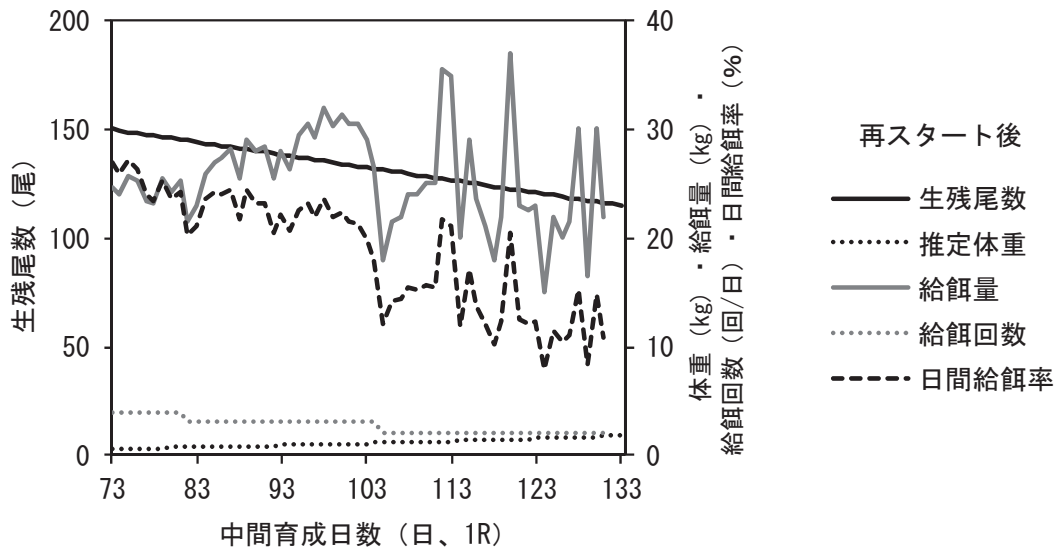


図 21 中間育成期間の生残尾数、体重、給餌量、日間給餌率及び給餌回数の推移（再スタート後）

## 2) 飼育

### ①環境

中間育成期間中の水温は、表層：24.3～27.8℃、5m 層：24.2～27.6℃、10m 層：24.2～27.6℃（図 22）、溶存酸素は表層：4.9～6.4mg/L、5m 層：4.9～6.7mg/L、10m 層：4.7～6.5mg/L（図 23）、透明度は 7～22m（図 24）の間で推移した。

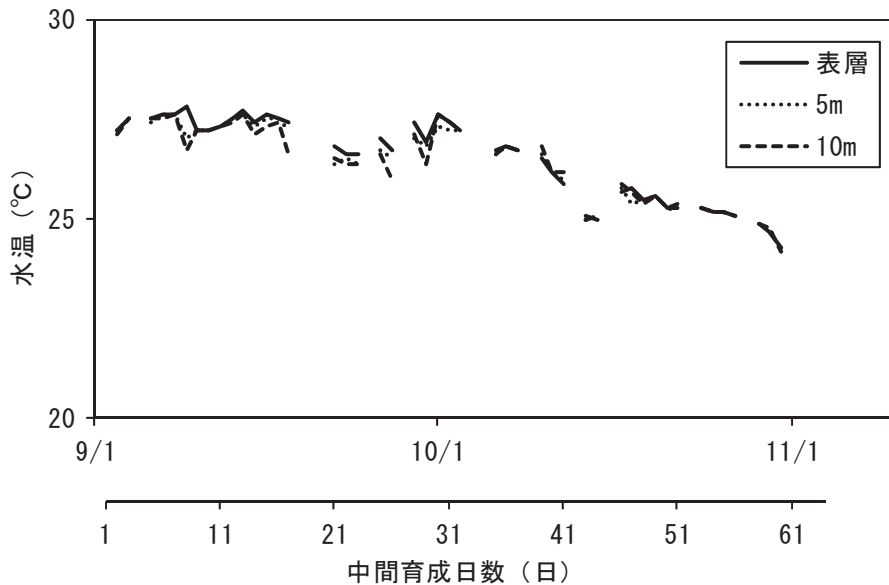


図 22 中間育成期間の水温の推移

### ②へい死及び生残

へい死魚は収容から 10 日間及び台風後に多く確認された（図 25）。1 回目の台風後に多くのへい死魚が回収された原因は、台風が直接種苗に悪影響を与えたことに加え、回収作業がしばらく行えなかったことも影響していると考えられた。

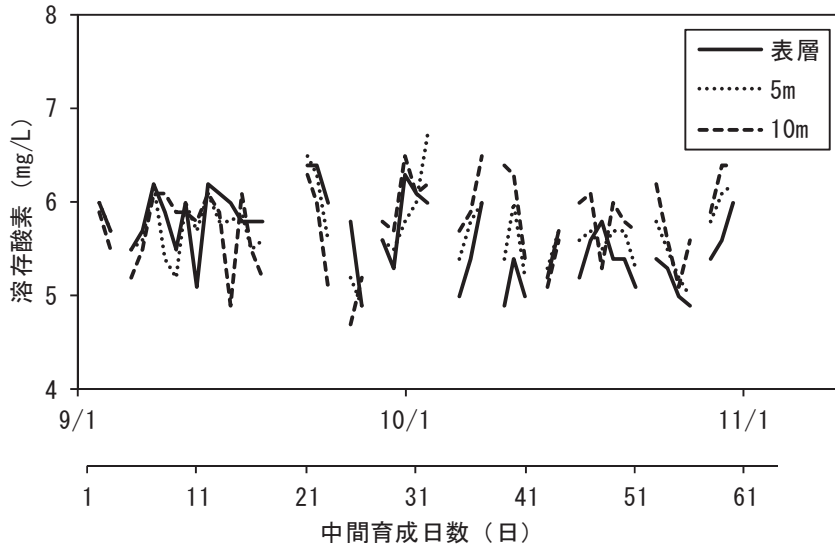


図 23 中間育成期間の溶存酸素の推移

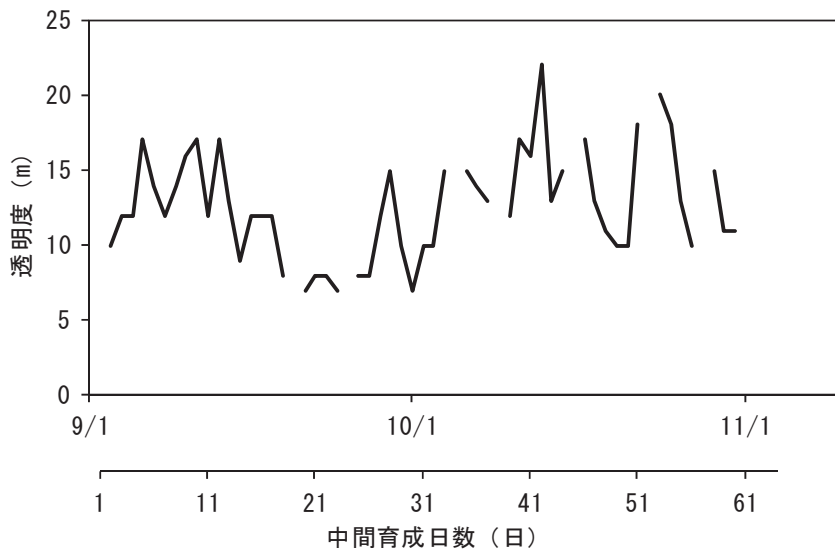


図 24 中間育成期間の透明度の推移

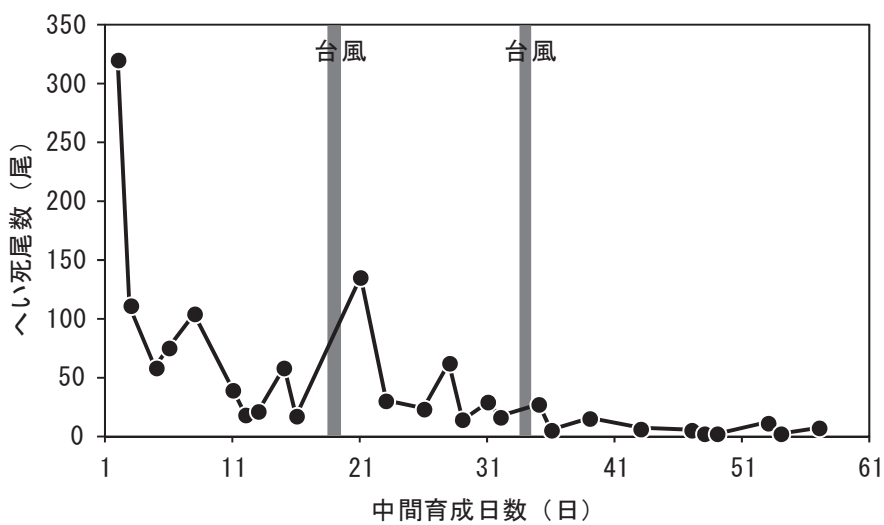


図 25 中間育成期間のへい死尾数の推移

中間育成 48 日目の生残尾数は 1,000~1,500 尾程度であり、それ以降、大量へい死は発生していないことから、中間育成最終日の 60 日目も 1,000~1,500 尾は生残していたと推測され、橘浦での中間育成の生残率は 20~30% と考えられた。なお、生残尾数は、試験開始時の収容尾数から日々のへい死尾数を減じていく方法では、柏島同様実尾数との乖離が大きく、2 か月間の中間育成で生残率 76% と高過ぎる値であった（図 26）。実際に、中間育成 48 日目の給餌時の潜水などでの観察では、計算上は 3,810 尾残っているはずであったが、1,000~1,500 尾程度しか確認されず、給餌量から推定してもその程度であったと考えられた。

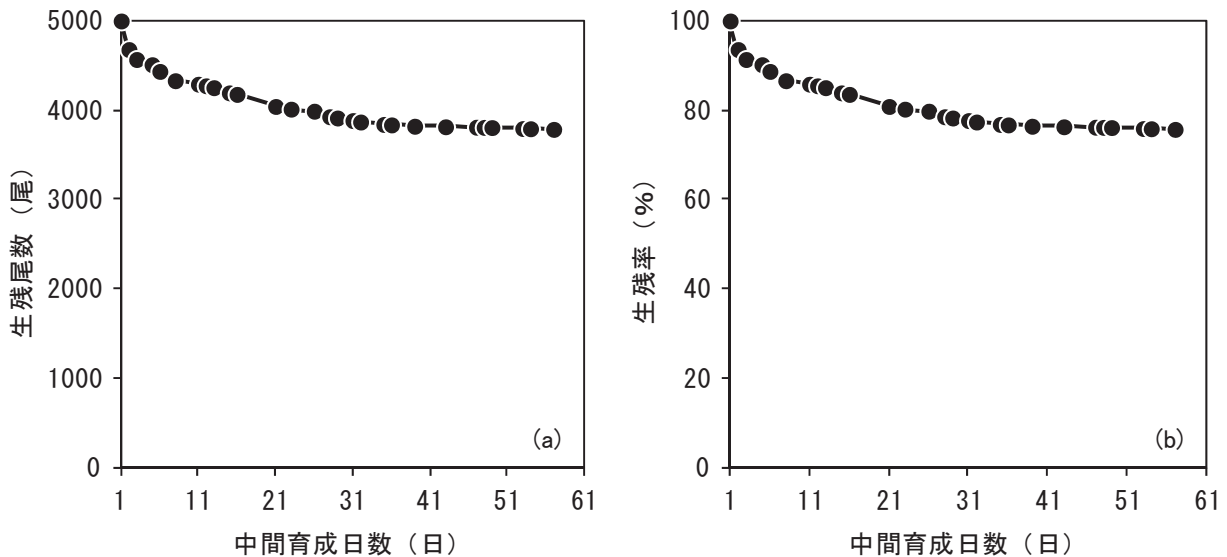


図 26 中間育成期間の生残尾数 (a) 及び生残率 (b) の推移

### ③成長

成長は回収したへい死魚及び試験終了後に採取したサンプル（中間育成 64 日目、n=30）を測定して求めた。明らかなヤセ症状などを呈したサンプルは測定から除外した。

64 日間の中間育成で、全長は平均 292.6mm（最小：271.0mm、最大：320.0mm）、体重は平均 417.1g（最小：286.1g、最大：564.9g）に達した（図 27）。

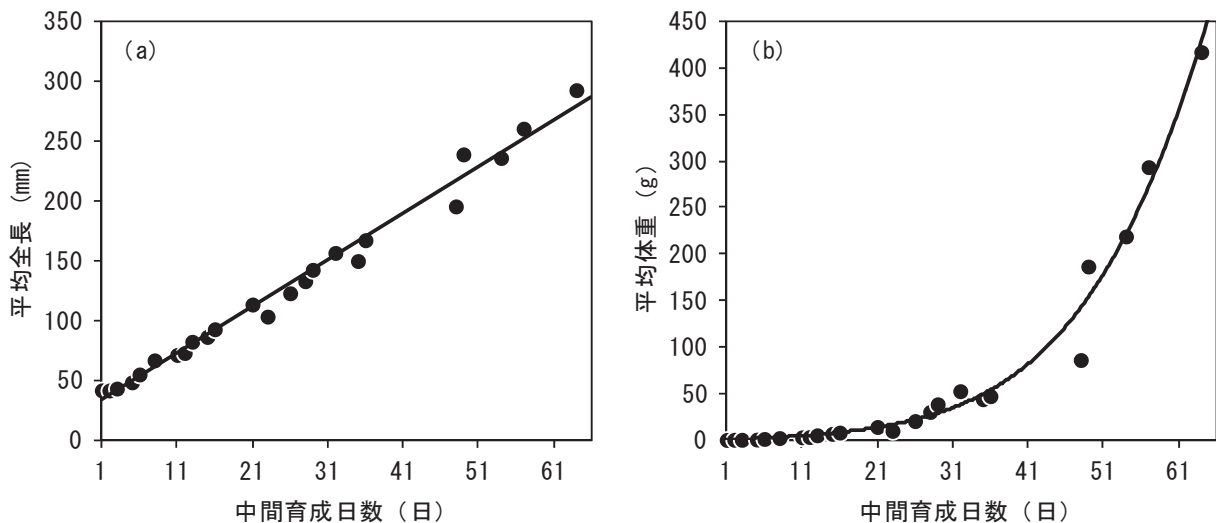


図 27 中間育成期間の全長 (a) 及び体重 (b) の推移



④変形

回収したへい死魚 583 尾の観察で確認された変形は、種苗生産段階由来の鰓蓋欠損（26尾）、下顎前突（2尾）、短軀（1尾）のみで、中間育成段階で発生する下顎変形は確認できなかった。

試験終了後に採取したサンプル 30 尾の観察では、軽微な下顎変形及び頬のへこみ（2尾）が確認され、その他、口先スレ（6尾）、種苗生産段階由来の鰓蓋欠損（5尾）などが確認された（重複あり）。

4 まとめ

- 1) 平成 28 年度のクロマグロの産卵期間は 6 月 1 日～8 月 8 日（最後に採卵を行った日）
- 2) 200 万粒の受精卵から 17,000 尾の種苗（40mm）を取り揚げ
- 3) 種苗生産期間の生残率は 0.8%（0.4～1.4%）
- 4) 中間育成期間（60 日間）の生残率は、柏島で 1.4%（<1～6.1%）、橘浦で 20～30%

5 平成26～28年度試験結果まとめ

(1) 種苗生産

1) 生残率

8 日齢までの平均生残率は 3 年間で 1 割から 3 割まで向上し、浮上・沈降死対策については改善が進んだと考えられた（図 28）。しかし、8 割以上の生残率を達成している先行機関もあることから、さらなる改善が必要と思われた。9 日齢以降は、餌料用ふ化仔魚を大量かつ安定的に供給する体制が整備されつつあり、取り揚げサイズまでの平均生残率は、0.004%から 0.8%まで向上した。しかし、攻撃行動などによる減耗を完全に抑えることはできておらず、取り揚げまでの生残率は先行機関の半分以下の値にとどまっていることから、さらなる技術改良が必要であると考えられた。

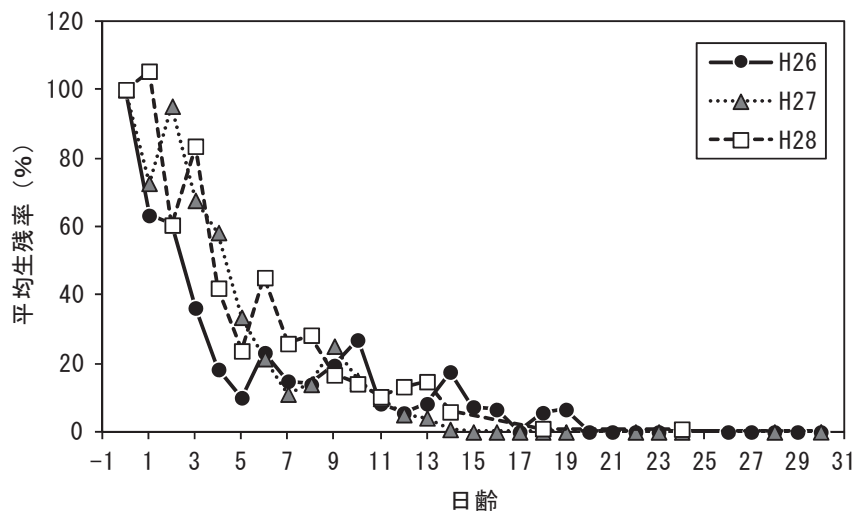


図 28 各年度の種苗生産期間の平均生残率の比較

2) 成長

27 年度の成長は、わずかではあるが平成 26 年度よりも良かった（図 29）。これは、クロマグロ種苗は高水温下で高成長を示すことが報告されており（Fujimoto et al. 2008）、平成 27 年度の方が平成 26 年度より高水温下で種苗生産を行っていた結果と考えられた（図 30）。次に、平成 28 年度の成長は、平成 26、27 年度よりも高成長であった（図 29）。平成 28 年度と平成 27 年度では、種苗生産中の水温にほとんど差がないことから（図 30）、この成長差は水温の影響ではないと考えられた。成長差は、特に 12 日齢以降に顕著となっており、この時期はクロマグロ稚魚が餌料用ふ化仔魚を摂餌し始める時期であることから、平成 28 年度には、餌料用ふ化仔魚を潤沢に供給できた結果と考えられた。

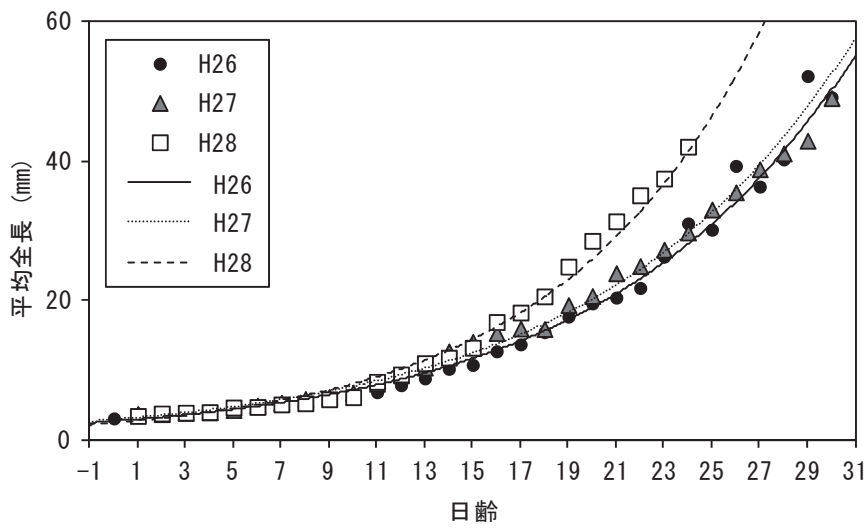


図 29 各年度の種苗生産期間の平均全長の比較

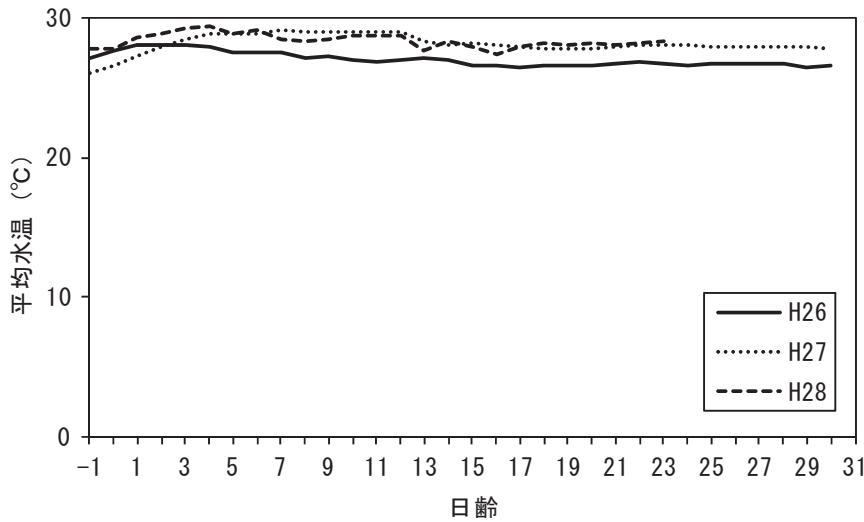


図 30 各年度の種苗生産期間の平均水温の比較

## (2) 中間育成 (柏島)

### 1) 生残

中間育成 60 日目の生残率は、平成 26 年度：0%、平成 27 年度：25.6%、平成 28 年度 1 回次、2 回次合計：1.9%、1 回次のみ：5.8%であり (図 31)、3 年間であまり進展は見られなかった。平成 27 年度の生残率が比較的高いように見えるが、248 尾の尾数であり、実用レベルには達していなかった。

中間育成に使用した生簀網の大きさは、平成 26 年度：4×4×4m (四角形)、平成 27 年度：8×8×6m (四角形)、平成 28 年度 1 回次：8×8×6m (八角形、着色) であった。このような比較的小規模の生簀網を使った目的は、既存の養殖施設を利用した中間育成を検討するためであったが、3 年間の試験結果から困難であると考えられた。

また、平成 26 年度の種苗は、吹かれた生簀網にわずかに乗り上げただけでもへい死する個体が見られたが、平成 27 年度以降は、そのようなへい死は見られなくなった。このことから、種苗生産時の健苗性が、中間育成時の生残に大きな影響を及ぼすと考えられた。

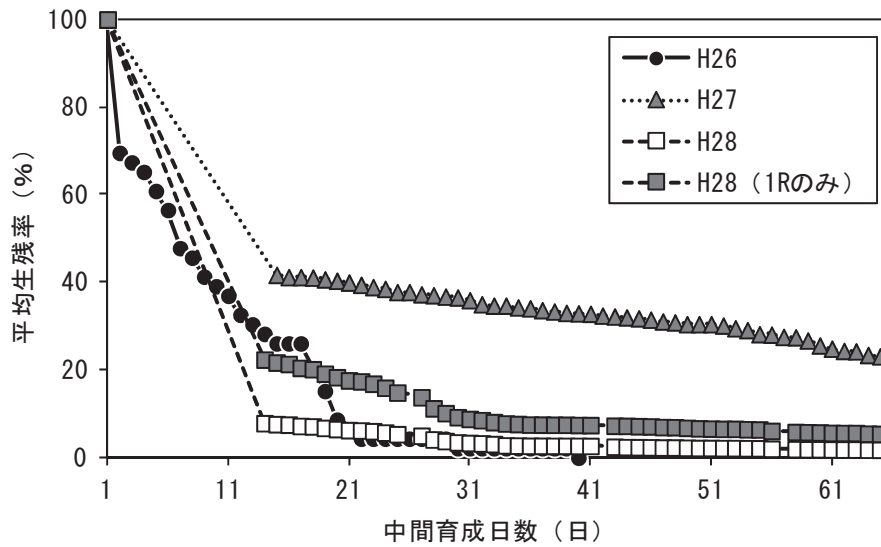


図 31 各年度の中間育成期間の平均生存率の比較

2) 成長

中間育成期間の成長速度は3年間で上昇し、ヨコワサイズ（全長 300mm）まで成長するのに要した期間は、取り揚げ時のサイズがほぼ同じであったにもかかわらず、平成 27 年度は約 66 日目、平成 28 年度は約 58 日目と 8 日間短縮した（図 32）。水温に関しては平成 27 年度と 28 年度でほとんど差がなかったことから（図 33）、種苗生産時の健苗性が上がったこと、中間育成時の給餌方法（時間、頻度、餌のサイズ及び餌の鮮度等）の改善等がこの結果につながったと考えられた。

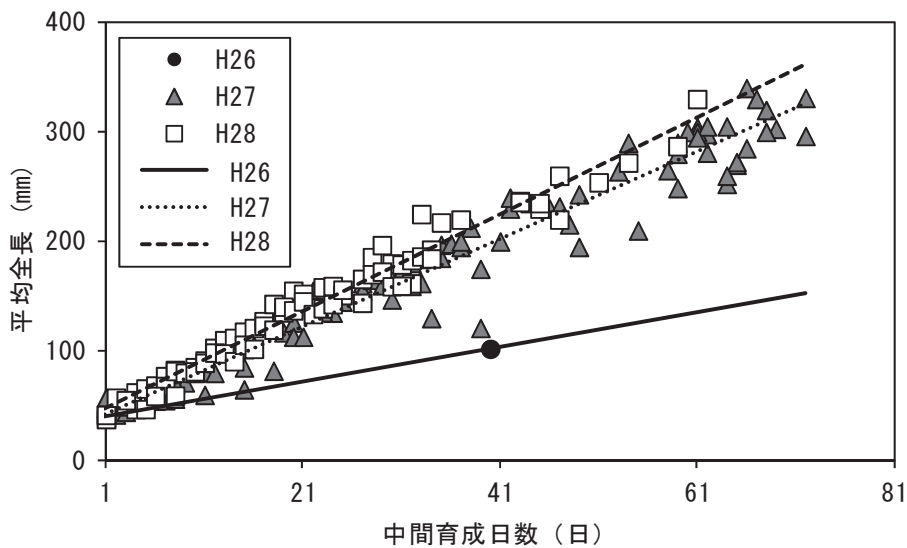


図 32 中間育成期間の平均全長の推移の比較

(3) 中間育成（平成 28 年度柏島と橘浦の比較）

1) 生残

中間育成 60 日目の生残率は、柏島 1 回次-1 : 6.1%、柏島 1 回次-2 : 5.4%、柏島 2 回次 : 1%未満、橘浦 : 20~30%であった。柏島 2 回次の生残率の低さは食害の影響であることから、生簀網のサイズが種苗の生残に及ぼす影響は大きいと考えられた。橘浦の生残率は比較的高かったが、60%以上の生残率を達成している先行機関もあることから、さらなる技術改良が必要と思われた。

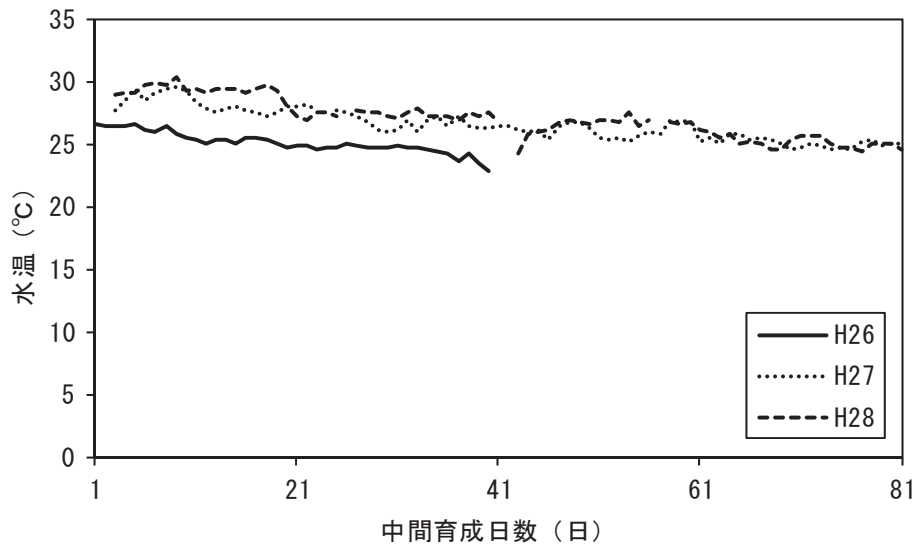


図 33 中間育成期間の水温（表層）の推移の比較

2) 成長

柏島の成長は、橘浦よりも良く（図 34、35）、この要因としては、中間育成開始時期の違いや地理的条件等により、柏島の方が橘浦より高水温であったことが考えられた（図 36）。また、柏島では比較的小規模の生簀網を使用していたので効率よく給餌できたことも影響したと思われ、中間育成初期は、大型の生簀網内に小型の生簀網を張って、ある程度小さなスペースで飼育した方がより効率よく育成できる可能性が示唆された。そのほか、柏島に収容した種苗は、橘浦に収容した種苗と比較して活性が高かったことも影響したと思われた。

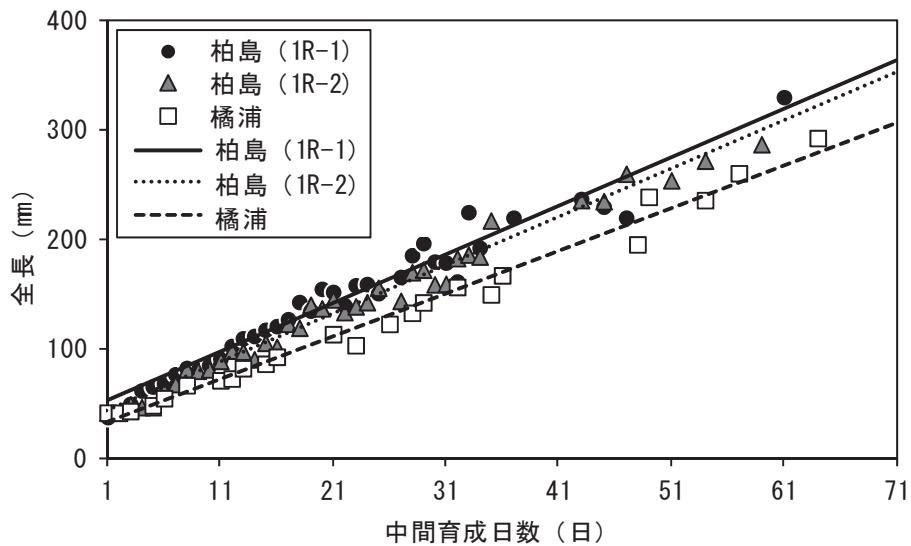


図 34 中間育成期間の柏島（1回次）と橘浦の全長の推移の比較

3) 変形

ヨコワサイズでの変形率は（中間育成時に生じた変形、主に下顎変形）、柏島 1 回次-1：23.2%（中間育成 65 日目）、柏島 1 回次-2：51.6%（65 日目）、橘浦：6.7%（64 日目）であり、生残率と同様、生簀網のサイズが影響したと考えられた。また、変形率だけではなく変形の程度も橘浦の方が軽微であった（図 37）。しかし、橘浦でも口先がスレた個体が多く見られたことから（20%、中間育成 64 日目）、中間育成の生簀はφ30m 程度あった方がより高品質の種苗を生産できると考えられた。

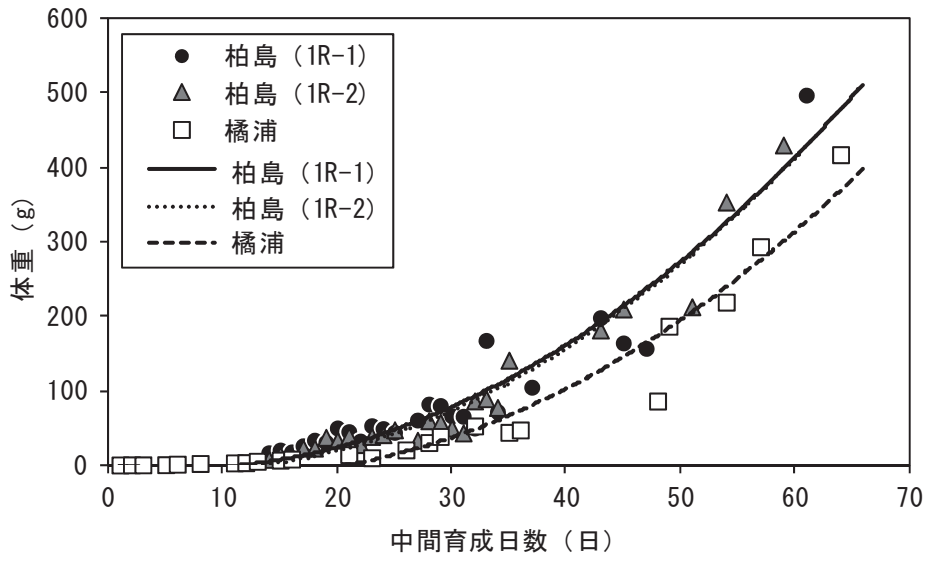


図 35 中間育成期間の柏島（1回次）と橘浦の体重の推移の比較

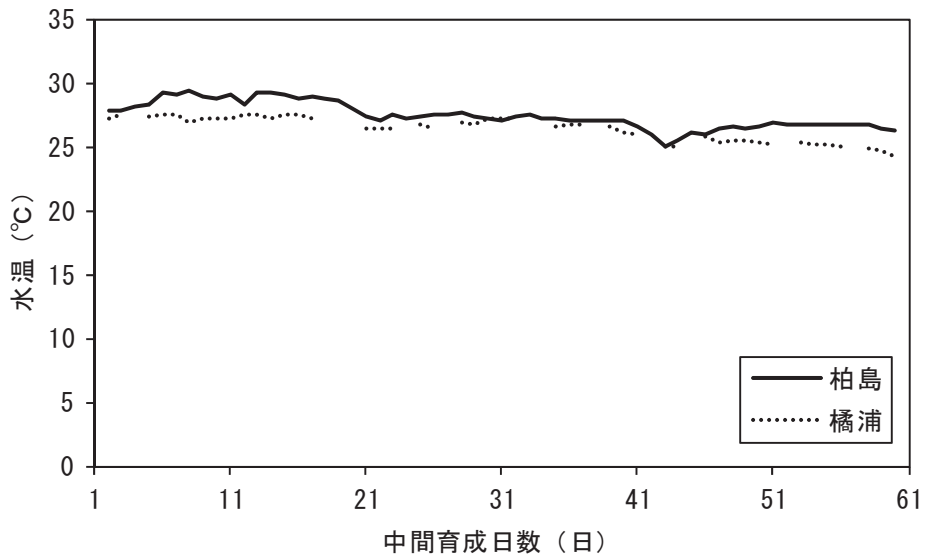


図 36 中間育成期間の柏島（1回次）と橘浦の水温比較

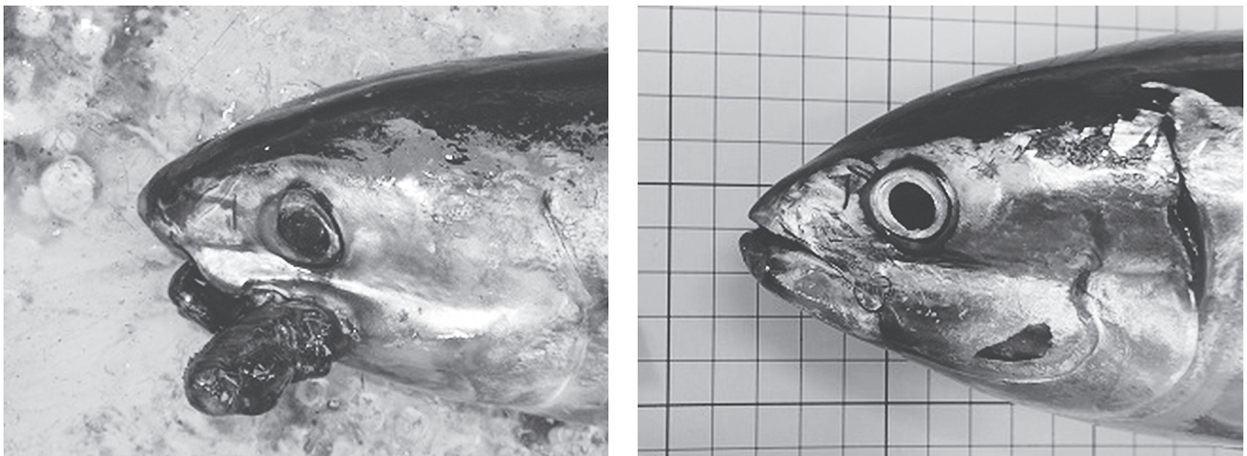


図 37 下顎変形の程度（左：柏島、右：橘浦）

## 5 謝辞

本試験を進めるにあたり、株式会社山崎技研、道水中谷水産株式会社、株式会社松岡、高知県宿毛漁業指導所及び高知県水産試験場の皆様に多大なるご協力をいただいた。記して、感謝の意を表します。

## 6 参考文献

Fujimoto K, Yamamoto T, Sudo M, Haga Y, Kurata M, Okada T, Miyashita S, Sawada Y, Kumai H. (2008) Neutral lipid deposition in larval and juvenile Pacific Bluefin Tuna, *Thunnus orientalis*, under different rearing temperatures. *Aquaculture Sci.* 56(1), 19-30.

升間主計 (2013) クロマグロ・キハダの親魚養成と産卵生態に関する研究. 近大水研報 13, 37-236.

# 藻場造成支援

増養殖環境課 林 芳弘

## 1 目的

県内の藻場は全体的に衰退しており(田井野 2011)、特にカジメ場の減少が著しい。例えば、香南市手結地先では、かつては大規模なカジメ藻場が存在していたが、1990年代末に消滅した(石川ほか 2004、Serisawa et al. 2004、Tanaka et al. 2013)。現在、まとまったカジメ場が存在するのは、黒潮町田野浦地先のみである。

田野浦地先のカジメの残存理由は、明らかにされていない。本報告では海水温に着目し、カジメが残存する田野浦と、消滅した手結とを比較して、両者の違いを検証した。

また、田野浦地先海域では、カジメの生息密度を経年的にモニタリングしている(林・鈴木 2017)、このデータに基づいて、長期的な海水温の変動と、カジメ消長との関係を考察した。

さらに本報告には、室戸市高岡地先のテングサ場、須崎市久通地先のガラモ場でのモニタリング調査の結果についても併せて示した。

## 2 方法

### (1) 調査方法

各調査海域(後述)では、一辺50cmの方形枠を海底に設置し、枠内に出現した海藻を可能な限り刈り取り、海藻の生息密度を調査した。潜水調査には潜水器を用いた。

採集した海藻は、実験室に持ち帰り、種ごとに湿重量を測定した。測定精度は0.1gとした。その値を1平方メートル当たりの重量に換算し、海藻の生息密度として示した。

採集の際には、ダイビングコンピューターで、時刻とともに水深を記録した。水深の値は、東京湾平均海面基準値に補正し、その測定時刻とともに示した。補正に用いた潮位は、気象庁ホームページ(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)を参照した。

### (2) 調査海域と調査時期

#### 1) 室戸市室戸岬町高岡

室戸岬東岸に位置する高岡地先の調査区域では、4箇所で見つけられた海藻を採集した。今年度の採集場所は、林・鈴木(2017)に示した調査区域のうち、定点12から10を結ぶ線上に設定した。調査日は2017年1月25日で、採集場所の水深は、2.6m(11:35)、3.5m(11:15)、6.0m(11:01)、8.4m(10:47)であった。当区域ではマクサが藻場を形成していることから、結果は本種について示した。

#### 2) 須崎市久通

須崎市久通漁港の南側防波堤の外海の調査区域では、防波堤沿いの4箇所で見つけられた海藻を採集した。調査日は2016年7月19日で、採集場所の水深は、2.7m(11:33)、3.4m(11:22)、5.7m(11:07)、7.8m(10:44)であった。当区域ではホンダワラ属海藻が藻場を形成していることから、結果は本属について示した。

当海域では、自動記録式水温計(少なくとも2015年以降はHobo社 ウォーターテンププロ それ以前の機種は不明)で、藻場の水温が観測されてきたので、このデータを用いて、当海域の海水温の経年変化を調べた。水温計の設置水深は、5.0m(2017年3月3日9:27)であった。水温の測定頻度は、1時間に1回だった。測定されたデータは、各月1~14日に得られた平均値をその月上旬の平均水温とし、各月15~28日の値をその月下旬の平均水温とした。旬別に得られた平均水温のうち、その年で最も高かった値は、旬平均水温の年最高値として、年ごとに示した。今回の解析に用いたデータの期間は、2004~2016年だった。

#### 3) 黒潮町田野浦

黒潮町入野漁港から田野浦漁港に至る海岸線の地先の調査区域では、4箇所で見つけられた海藻類を採集し

た。調査日は2016年12月8日で、採集場所は浅場2点と深場2点を設定した。浅場の採集場所の水深は、それぞれ3.5m (11:00) と3.6m (11:33) であった。深場はそれぞれ5.8m (11:02) と6.9m (10:17) であった。当区域ではカジメが藻場を形成していることから、結果は本種について示した。

このようなカジメの生息密度調査は、2007年から年1回の頻度で継続されてきたので、それらの調査結果も含め、カジメの密度と海水温との関係を検証した。各年の調査日については、表1にまとめた。2007年、2013年、2017年の12月の調査は、それぞれ翌年の結果として扱った。なお、2012年は調査を実施しなかった。

当藻場でも自動記録式水温計で水温を観測していたので、旬平均水温及びその年最高値を求めた。データの期間は、2001～2016年だった。水温計の設置水深は6.2m (2016年12月8日12:45) だった。水温の測定頻度は1時間に1回だった。

さらに、手結海域で観測された自動記録式水温計のデータについても、2001～2013年の旬平均水温及びその最高値を求め、旬平均水温の周年変化を田野浦と比較した。周年を通じて両者が比較可能だった年は、2005、2006、2009、2010、2011、2013年だった。当海域での水温計の設置場所は水深約5mの岩盤上で、1998年まではカジメ藻場が形成されていた (田井野 私信)。測定頻度は1時間に1回だった。

田野浦の海水温に影響を与える要因を明らかにするため、周辺で最も大規模な河川である四万十川の流量変動について調べた。流量のデータは、国土交通省水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>) から得た。観測所は、渡川水系の具同 (第二) とした。各月1～14日及び15～28日の期間の流量をそれぞれ積算した値と、同時期の旬平均水温との間で、相関の有無について検討した。検定方法はSpearman's rank testとし、 $R^2$  4.1を用いて解析した。

表1 田野浦における各年の調査日

年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
調査日	2007 1/10	2007 12/18	2009 1/27	2010 1/25	2011 1/27	調査 なし	2013 3/25	2013 12/24	2015 1/19	2016 1/21	2016 12/8

### 3 結果

#### (1) 室戸市室戸岬町高岡

今年度の調査結果は図1 (左) に示した。今年度のマクサの生息密度は、最高で0.06kg/m<sup>2</sup>であった。この値は昨年度までの調査 (林・鈴木 2017) の中で最低であった。

#### (2) 須崎市久通地先

採集場所ごとのホンダワラ属の生息密度を図1 (右) に示した。この生息密度は、最も深い調査場所を除くと1～4kg/m<sup>2</sup>の範囲であり、概ね前年並みの結果であった。海藻の種としては、全体的にツクシモクが優占したが、水深5.7mの調査点ではヒイラギモクの割合が高かった。

年ごとの旬平均水温の年最高値を年ごとに示した (図2)。旬平均水温の年最高値は、全体的に右肩上がりに推移し、2016年は過去2番目の高水温だった。

#### (3) 黒潮町田野浦地先

田野浦と手結における旬平均水温の年最高値及び田野浦のカジメ密度の経年変化を示した (図3)。田野浦の水温は、2001年から徐々に上昇し、2008年に最も高くなった。2010年から2015年にかけては低下したが、2016年には再び上昇し、過去最高の値が記録された。調査期間の全体としては、右肩上がりに推移した。手結の水温の経年変化も、田野浦と同様に推移した。

カジメの密度は、水温とは逆の動態となり、水温が上昇傾向だった2007年から2011年にかけては減少し、2013年までは低い水準で推移したが、それ以降は増加に転じた。今年度は再び減少し、とくに浅場で低下の度合いが大きかった。ただし、深場の採集点のうち1点は、昨年並みの密度が維持された。



年ごとの田野浦と手結の旬平均水温の周年変化を年ごとに示した（図4）。6月下旬から8月上旬の田野浦の水温は低く推移することが多かった。

この期間の水温について、田野浦から手結を引いた値を求め、四万十川流量との関係を示した（図5）。極端に流量が多かった2例を除けば、双方の間に有意な負の相関がみられた（Spearman's rank test,  $n=29$ ,  $r=-0.42$ ,  $p<0.05$ ）。また、その差は最大で2.5℃近くに達した。

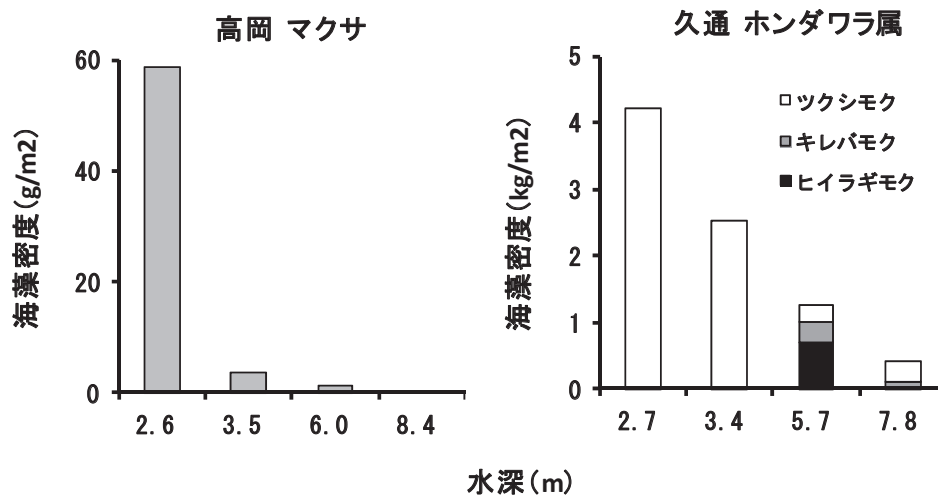


図1 高岡及び久通における水深ごとの海藻密度

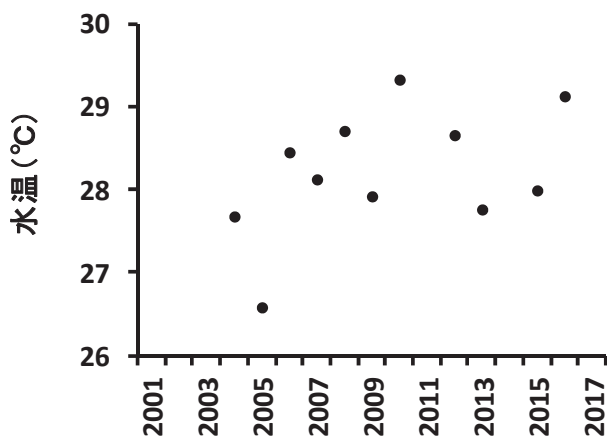


図2 久通における旬平均水温の年最高値の推移

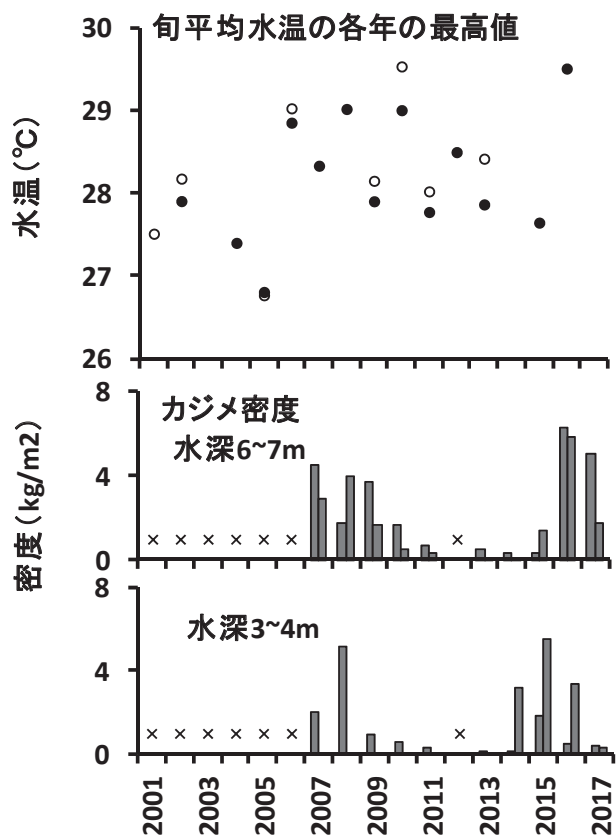


図3 田野浦と手結における旬平均水温の年最高値、及びカジメ密度の推移  
 ●：田野浦の旬平均水温年最高値 ○：手結の旬平均水温年最高値  
 ×：カジメ調査がなかった年

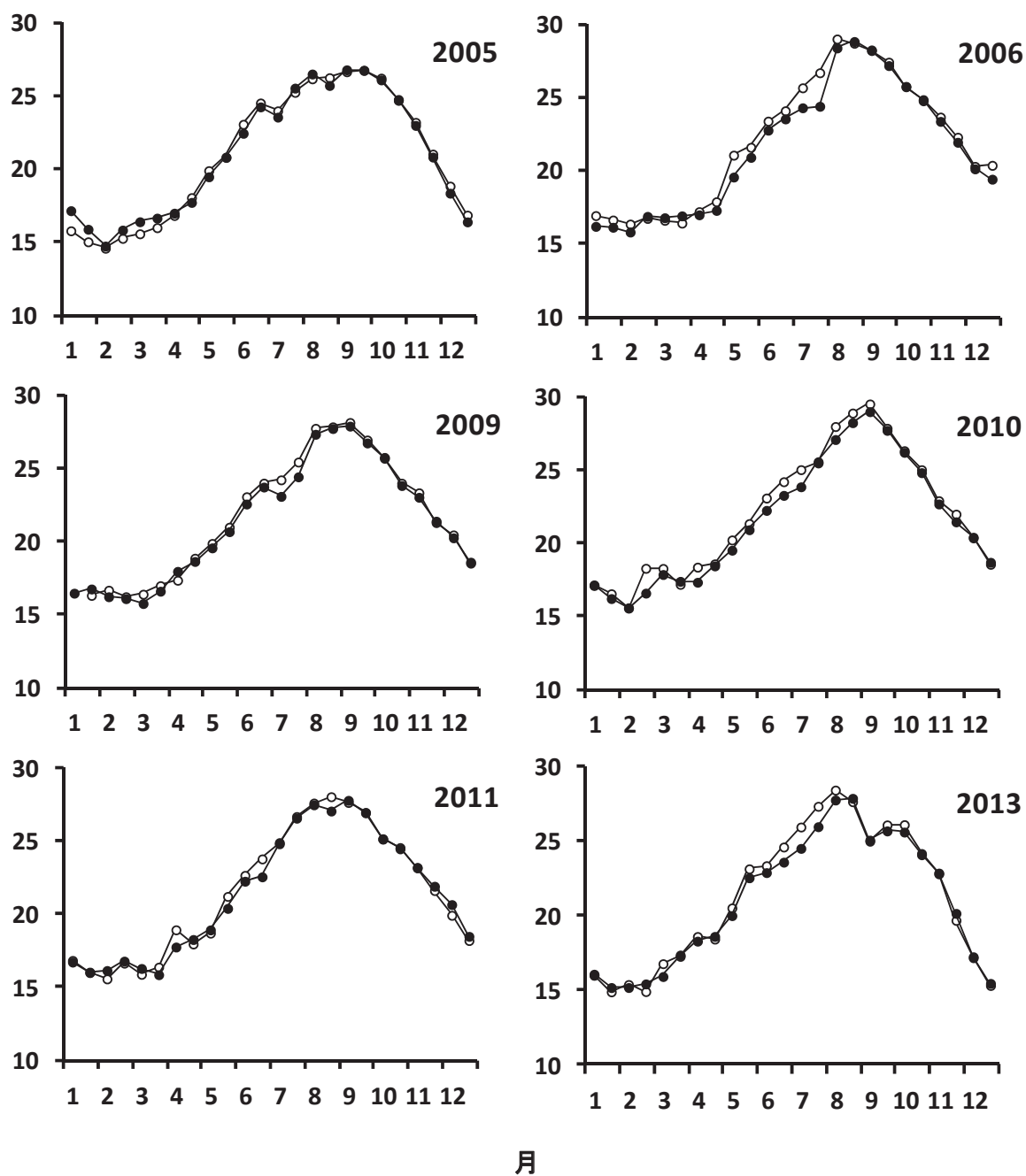


図4 田野浦と手結における旬平均水温の周年変化  
 ●：田野浦の旬平均水温 ○：手結の旬平均水温

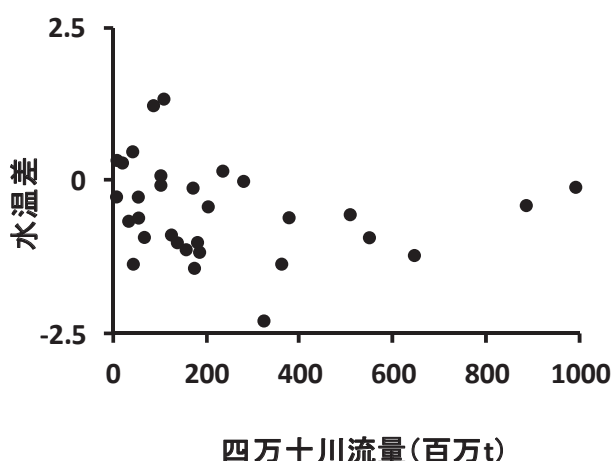


図5 田野浦から手結を引いた水温差と、四万十川流量との関係

## 4 考察

### (1) 室戸市室戸岬町高岡

今年度のマクサの密度は過去最低だった。海水温とマクサ密度の間には、負の相関があることが知られている（駒沢ほか 2012）。当海域における今年度の海水温は明らかでないが、田野浦で過去最高となり、さらに久通でも過去2番目だったことから（林 未発表）、本県全域で著しく高かったと考えられる。マクサ密度の減少には、こうした高水温が影響したと考えられる。

### (2) 須崎市久通地先

昨年はヒイラギモクが優占したのに対し、今年はツクシモクが優占した。優占種が年ごとに異なることが、当藻場の特徴といえる。

当藻場の密度は、経年的に安定している（林・鈴木 2017）。その要因の一つは、年ごとにいずれかの種が繁茂することだと考えられる。また、当藻場に出現するヒイラギモク、ツクシモク及びキレバモクは、いずれも南方系のホンダワラ属であることから（島袋 2014a、島袋 2014b、島袋 2015）、本年のような高水温の年にも密度が高く維持されやすいと考えられる。

### (3) 黒潮町田野浦地先

既往の報告によると、水深の浅い場所では魚類やウニ類の食害が少ないことから、カジメが生存しやすいとされている（川俣・長谷川 2006）。しかしながら、田野浦では浅場で密度が低下しやすく、深場ほど群落が維持されやすい傾向がみられた。こうした結果より、当海域のカジメ密度を左右するのは、食害以外の要因が大きいと考えられる。

当海域での経年的なカジメ密度の変化は、海水温の変動と明確に対応した。海水温が上昇した時期は密度が減少し、下降した時期は増加した。したがって、カジメ密度の増減に対しては、海水温の影響が非常に強いと考えられる。

2001年から2016年間の田野浦の水温は、右肩上がりに推移した。手結の水温も同様な傾向であったことから、土佐湾一帯の海水温は経年的に上昇していると考えられる。

同様な知見は、石川ほか（2004）やTanaka et al.（2013）も報告している。ただし、それらの報告は、港内の表層水温に基づく解析であり、外海に面した水深数mの藻場で直接計測した水温に関しては、今回が初めての報告となる。

当海域の夏季の海水温は、年によって29℃前後に達した。培養実験では、カジメ幼体は水温30℃で全滅する（Gao et al. 2016）。田野浦の水温は、カジメの生息に本質的に厳しい環境といえる。

田野浦では、このように厳しい環境であるにもかかわらず、カジメ藻場が維持されている。その原因は、6月下旬から8月上旬にかけて海水温が低く推移すると考えられる。当海域ではこの時期、低温の水塊が出現しやすく、高水温の期間が短縮されると考えられ、その結果として、

カジメの生残が向上すると考えられる。

さらに、低温の水塊からは、栄養塩が供給されている可能性も考えられる。黒潮が影響する海域では、その影響が小さい時、すなわち冷水塊の勢力が強い場合に、栄養塩濃度が高くなる（駒沢ほか 2012）。田野浦における低温の水塊も、栄養塩の供給源として機能していることが考えられる。なお、カジメ幼体は、栄養塩が豊富であれば水温30℃でも生残することが知られている（Gao et al. 2016）。

低温の水塊の出現には、自動記録式水温計と四万十川流量の解析から、河川水が関係することが示唆された。ただし、水温計は水深約6mに設置されており、河川水が直接的に暴露したかどうかは不明である。

仮に直接暴露したのでないとするれば、低温の水塊の起源としては、二つの可能性が考えられる。一つ目は海底からの湧水（高瀬ほか 2008）、もう一つは、深所からの循環流である。後者の場合、河川水が大量に海面表層を流れることで、鉛直方向の流れが誘発されることが推測される。

湧水にしても循環流にしても、それらが発生するには、多くの条件が必要と予想される。田野浦ではこれらの条件が満たされて、カジメの藻場が残存したと考えられる。

## 引用文献

- Gao X., Endo H., Nagaki M. and Agatsuma Y. (2016) Growth and survival of juvenile sporophytes of the kelp *Ecklonia cava* in response to different nitrogen and temperature regimes. *Fish Sci.* 82:623-629
- 林 芳弘・鈴木 怜 (2017) 藻場造成支援. 高知県水産試験場事業報告書. 113 : 195-199.
- 石川 徹・田井野清也・荻田淑彦 (2004) 藻場管理手法開発事業. 平成 14 年度高知県水産試験場事業報告書. 90-116
- 川俣 茂・長谷川雅俊 (2006) アイゴの海藻摂食に及ぼす振動流の影響. *日本水産学会誌.* 72, 717-724.
- 駒沢一朗・高瀬智洋・田中優平・早川浩一 (2012) 八丈島におけるマクサの生長と成熟におよぼす黒潮流路変動の影響. *水産増殖.* 60:169-177
- Serisawa Y, Imoto Z, Ishikawa T, Ohno M. 2004. Decline of the *Ecklonia cava* population associated with increased water temperatures in Tosa Bay, southern Japan. *Fisheries Science* 70:189-191
- 島袋寛盛 (2014a) 日本産南方系ホンダワラ属 10 回目 : ツクシモク *Sargassum assimile*. *海洋と生物.* 212 : 335-339
- 島袋寛盛 (2014b) 日本産南方系ホンダワラ属 12 回目 : キレバモクとフクレミモク. *海洋と生物.* 214 : 501-505
- 島袋寛盛 (2015) 日本産南方系ホンダワラ属 15 回目 : ヒイラギモクとなった日本産 *Sargassum ilicifolium*(2). *海洋と生物.* 217 : 177-181
- 高瀬智洋・田中優平・黒川 信・野原精一 (2008) 伊豆諸島八丈島におけるテングサの磯焼け. *日本水産学会誌.* 74:889-891
- 田井野 清也・田中幸記・平岡雅規 (2011) 高知県沿岸域藻場分布調査. 平成 21 年度水産試験場事業報告書, 112, 158-178.
- Tanaka K., Taino S., Haraguchi H., Prendergast G. and Hiraoka M. (2012) Warming off southwestern Japan linked to distributional shifts of subtidal canopy-forming seaweeds. *Ecology and Evolution.* 1-12

## 栽培漁業推進支援

増養殖環境課 林 芳弘

### 1 目的

本県では、作り育てる漁業の推進のため、ヒラメ及びクマエビを種苗生産し、市町村等を通じて地先に放流している。生産から放流へ至る過程の中では、いくつか課題があり、これらの解決のためには、技術的な支援が必要と考えられる。

2015年にはクマエビ生産時に、稚エビが大量に死亡した。飼育用水の取水源である浦ノ内湾では、有害プランクトンである *Karenia mikimotoi* が同時期に赤潮を形成しており、本種の飼育水槽への流入が、クマエビ死亡の原因として疑われた。そこで、今年度は飼育水槽における有害プランクトンの出現について調査した。

### 2 方法

取水口から飼育水槽へ至る途中、海水は沈殿槽と濾過槽を通過する。これらの槽を通過した海水をそれぞれ採集した。さらに飼育水槽中の海水も採集した。採集した海水のうち1mlを生物顕微鏡下で観察し、有害プランクトンの細胞数を計数した。調査期間は、2016年の6月上旬及び中旬とした。ただし6月下旬以降も飼育水槽では調査を継続した。

### 3 結果

沈殿槽を通過した海水中には、*K. mikimotoi* が最高で56cells/ml出現した(図1下)。濾過槽を通過した海水では、最高で7cells/ml出現した。飼育水槽では全く出現しなかった。

浦ノ内湾の赤潮調査(当事業報告書参照)による *K. mikimotoi* の細胞密度を、図1の上段に示した。6月中旬に赤潮が形成され、最高細胞密度は約2万cells/mlだった。

### 4 考察

浦ノ内湾では、本調査の期間中、*K. mikimotoi* が高密度に増殖した。湾全体で濃い着色域が観察されたことから、取水口付近の細胞密度も数万cells/mlに達していたと考えられる。

しかしながら、沈殿槽で観察された密度は、高くとも数10cells/mlにとどまった。本種密度の高かった層と取水口の水深とは一致しておらず、そのため混入が少なかったと推測される。

濾過槽を通過したあとでは、密度はさらに低下した。これは当然のことであるが、濾過の影響を受けたと考えられる。

飼育水槽では一切出現しなかった。水槽に流入する海水は、その手前で紫外線殺菌装置を通過するため、残った細胞も全て除去されたと考えられる。

今回の調査結果から、取水口付近に高密度な赤潮が発生していたとしても、取水への混入量は多くなく、飼育水槽に至る過程で全て除去されたと考えられた。

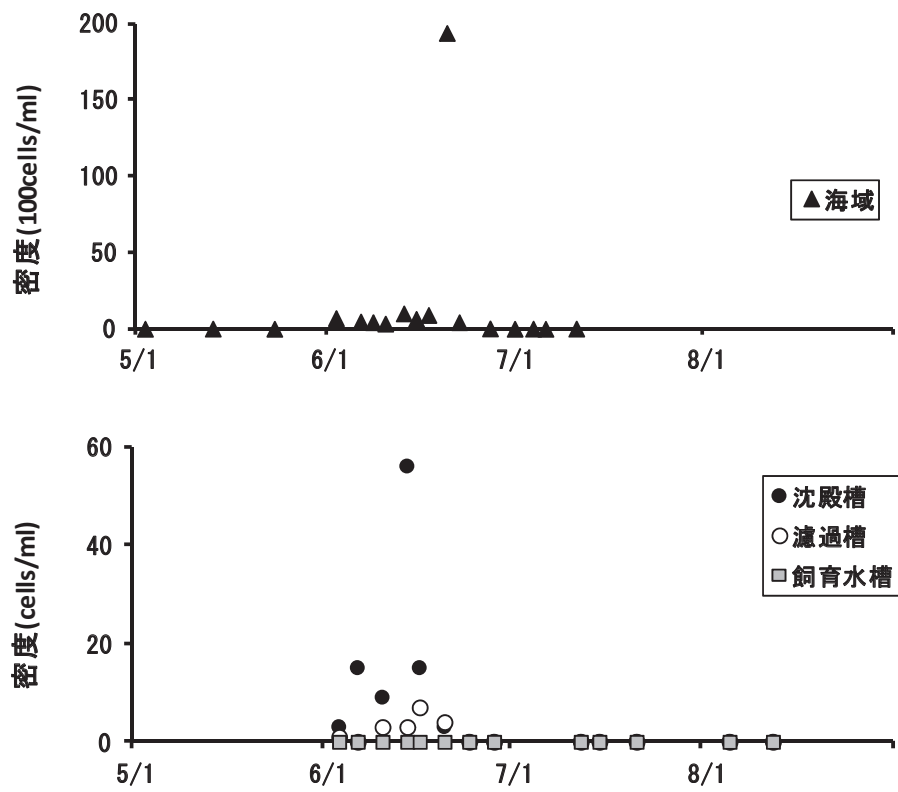


図1 2016年5～6月における*K. mikimotoi*密度  
上：浦の内湾 下：沈殿槽、濾過槽及び飼育水槽

平成28年度 高知県水産試験場事業報告書  
第114巻

編集・発行 高知県水産試験場  
〒785-0167

高知県須崎市浦ノ内灰方 1153-23

電話 088-856-1175

Fax 088-856-1177

E-mail 040409@ken.pref.kochi.lg.jp

HP <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040409/>







この冊子は古紙配合率100%・白色度70%の再生紙を使用しています。