

1 課題名

平成 27 年度水産基盤整備調査委託事業「有明海水産基盤整備実証調査」

2 実施機関および担当者名

一般社団法人 全国水産技術者協会	原 武史
いであ株式会社	竹本 昭男
株式会社 シャトー海洋調査	中村 憲司
株式会社 日本海洋生物研究所	浮田 達也
株式会社 オオスミ	高橋 正一

3 ねらい

- ① 平成 17 年度から 25 年度まで有明海で実施してきた 8 年間の実績をベースに作成した「有明海における沖合たいらぎ漁業（潜水器漁）再生技術指針」（平成 25 年 10 月、水産庁）（以下「指針」という。）に基づき、「たいらぎ漁業の再生に向けて」（今後の課題）（p. 183）を実証することを目的とする。
- ② 凹凸覆砂畝型工の有効性を実証し、たいらぎ漁業の再生に資する。
- ③ 凹凸覆砂畝型工の効果を確実にし、技術的諸問題を明らかにするために、施工管理基準、効果を維持するためのメンテナンス技術等を開発して、公共事業として実施できる段階にまで資料を集積する。
- ④ タイラギばかりでなく、造成漁場周辺で漁獲される魚介類についても調査し、将来漁業者自身が漁場と漁業を管理して、周年にわたる操業計画を策定できるようにすることによって、漁業収益の最大化と漁業経営の安定化に資する。
- ⑤ タイラギのへい死原因については、タイラギ成貝および稚貝の餌料など好適環境条件からの検討と、タイラギの成長・成熟などの生理的条件からの検討の両面から取り組むことによって、へい死原因を明らかにする。
- ⑥ 品質管理を徹底するために、進行管理、データ管理を適切に実施することとする。

4 方法

福岡県大牟田沖の有明海において現場調査等を行い、沖合タイラギ漁場再生に向けて検討を行った。調査の実施にあたっては、学識経験者、有明海沿岸の関係県の試験研究機関、漁業関係者などを構成メンバーとする検討会（有明海のたいらぎ漁業再生のための検討会）を組織し、有明海のタイラギに関して各機関が取り組んでいる試験・研究および事業の成果や情報を共有し、相互に協力し効率的に作業を分担して、有明海のたいらぎ漁業再生に向けた取り組みを進めた。

各調査の方法を次に示す。

① 凹凸覆砂畝型工の事業化ベースでの実証

(ア) タイラギ浮遊幼生の来遊状況の確認

1) 調査時期

調査は平成 27 年 6 月 10 日から 10 月 7 日まで約 7 日間隔で計 15 回、実施した。

2) 調査地点

タイラギ浮遊幼生の調査地点は図 4.1 に示すとおりである。

調査測点はこれまでの実証調査の経験から、有明海湾奥部におけるタイラギ浮遊幼生の出現状況を代表するとされる諫早湾口部 5 測点と造成漁場への来遊状況を確認するために平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区 1 測点、平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区 1 測点、計 7 測点で実施した。



図 4.1 タイラギ浮遊幼生の調査地点

3) 調査方法

(1) 採取方法

試料採取には円筒円錐型小型プランクトンネット（口径 30cm、目合 100 μ m、ネット長 1.5m）を用い、海底上 1m から表層までを毎秒 0.7~1.0m（海洋観測指針）を目安とした速度で垂直曳きを 1~3 回実施し、水柱中に分布する浮遊幼生を採集した。採集した試料は最終濃度が 1%となるよう中性ホルマリンで固定し、500mL ポリ容器に入れた後にクーラーボックスにて氷冷保存した。

(2) 濃縮処理

冷蔵搬入された試料は、沈殿管に移し 2 時間以上静置沈殿させた後、15mL の遠沈管に収用し冷凍保存した。

(3) 分析手順

(a) 浮遊幼生の選別

実体顕微鏡下で時計皿を用いて比重の大きな懸濁物（主に貝類）と比重の小さな懸濁物（主に甲殻類）に分別し、前者を界線スライドグラスに載せた。

(b) タイラギ浮遊幼生の判別と個体別殻長の計測

・タイラギの同定

界線スライドグラス上の浮遊幼生は、殻の外観や交装（殻頂内部の接合部分）の形態を基にしてタイラギ幼生を判別した。同定は吉田(1964)、田中(1979-1982)、川原ら(2004)等に準拠した。

・殻長の計測

判別されたタイラギ浮遊幼生は、接眼レンズに装着したマイクロメーターによって殻長を 10 μ m 単位で計測した。

(c) データの整理

タイラギ浮遊幼生の計数、計測結果は、試料毎の濾過水量から単位体積あたりに定量換算した。

(d) 試料の保存・管理

分析済み試料はマイクロチューブ等に収容し凍結保管した。保管期間は原則として 3 年間とした。なお、浮遊幼生は非常に脆弱であるため、保管期間中に定量的な再現性が困難になる可能性がある。

(イ) タイラギの着底状況の確認

1) 調査時期

調査は平成 27 年 6 月から平成 28 年 2 月までに 16 回実施した（表 4.1）。

表 4.1 調査実施日

回次	調査日
1 回目	平成 27 年 6 月 17,18,20 日
2 回目	平成 27 年 7 月 19,20,21 日
3 回目	平成 27 年 8 月 9,10,11 日
4 回目	平成 27 年 8 月 22,23,24 日
5 回目	平成 27 年 9 月 14,15,16 日
6 回目	平成 27 年 9 月 28,29,30 日
7 回目	平成 27 年 10 月 14,15,16 日
8 回目	平成 27 年 10 月 28,29,30 日
9 回目	平成 27 年 11 月 12,13,14,15 日
10 回目	平成 27 年 11 月 28,29,30 日 12 月 1 日
11 回目	平成 27 年 12 月 14,15,19,20 日
12 回目	平成 27 年 12 月 21,22,23 日
13 回目	平成 28 年 1 月 12,14,15 日
14 回目	平成 28 年 1 月 27,28,31 日
15 回目	平成 28 年 2 月 10,11,22 日
16 回目	平成 28 年 2 月 24,25,26 日 3 月 3 日

2) 調査地点

タイラギの着底状況の調査地点は図 4.2 に示すとおりである。

調査は平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区、平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区、沖合の天然漁場、干潟および干潟縁辺で行った。

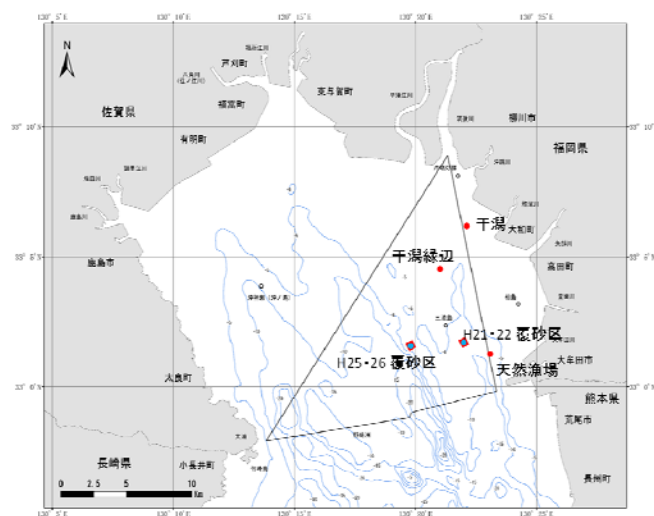


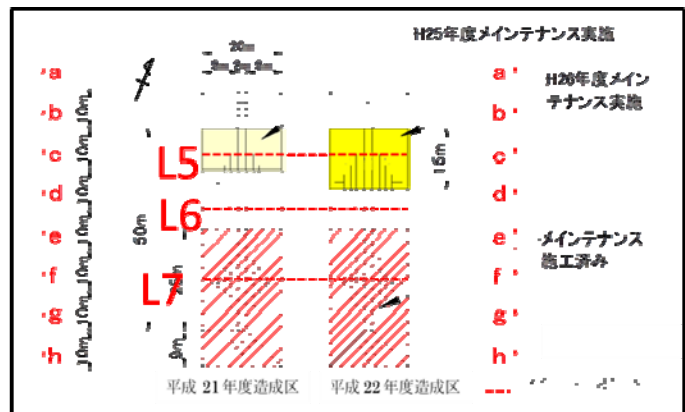
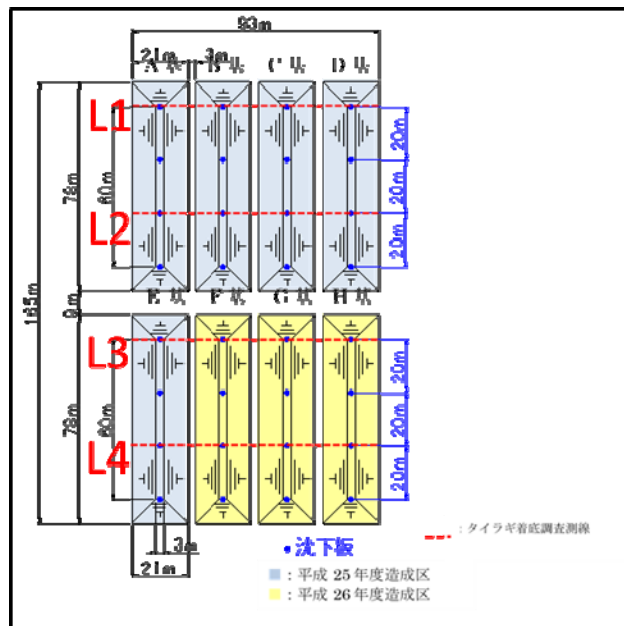
図 4.2 タイラギの着底状況の調査地点

3) 調査方法

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区、平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区、天然漁場、干潟および干潟縁辺においてタイラギの個体数を記録した。確認されたタイラギの年級群は、潜水士が目視観察によって推定した。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区および平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区では、潜水士が間縄付きの沈子ロープを調査開始起点と終点間に張り、測線に沿った範囲に幅 2m（測線の両側左右 1m ずつ）の底泥表面を手で触れて確認し、タイラギの個体数を記録した。

調査測線は図 4.3 に示すとおりである。



..... : 調査測線

図 4.3 凹凸覆砂畝型区における調査測線

天然漁場、干潟および干潟縁辺では、佐賀県有明水産振興センターの調査方法を参考に、潜水士 2 人による 5 分間の目視観察を行った。潜水士が底泥表面を手で触れてタイラギの有無を確認し、タイラギの生息が確認された場合には、その個体数を記録した。観察時間はのべ 10 分間、観察面積は約 100 m²とした。

(ウ) 凹凸覆砂畝型工の浮泥堆積低減効果の実証

凹凸覆砂畝型は、並列配置で並べた場合、図 4.4 に示すように凸部と凹部の流速差により負圧が生じることによって、凹部から凸部へ潮流の直角方向に向かう湧昇流が発生すると考えられ、凹部の浮泥・シルトの堆積低減にも効果が期待される。過年度調査では、凹部において潮流の直角方向の流れが卓越することが確認されているが、並列配置された凹凸覆砂畝型工の面的な流況を把握するには至っていない。

本調査では、比較的平坦な海底地盤に 2 基の凹凸覆砂畝型を施工した平成 21、22 年度凹凸覆砂畝型区において複数の流向流速計を設置し、畝型区全体の流況を面的に把握し、浮泥堆積低減効果の実証を目的とした。

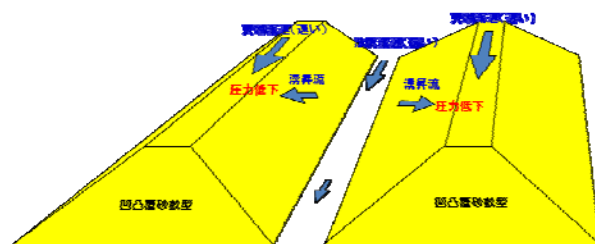


図 4.4 凹凸覆砂畝型工の流況イメージ

1) 調査時期

調査期間は、平成 27 年 11 月 21 日（土）から 12 月 2 日（水）の大潮を挟んだ 12 日間とした。

調査期間の三池港の潮時・潮位データは表 4.2 に示すとおりである。調査期間中の干満差は最大 5.43m（11 月 26 日）であった。

表 4.2 三池港潮時・潮位データ

三池港平均潮位:265cm 潮高単位:cm

月 日		潮	満潮				干潮				備 考
			午前	潮高	午後	潮高	午前	潮高	午後	潮高	
11/21	土	長潮	4:22	385	17:07	421	10:30	138	23:37	123	流速計設置
11/22	日	若潮	5:45	424	18:12	453	11:48	119	—	—	計測
11/23	月	中潮	6:47	467	19:04	482	0:34	74	12:51	97	計測
11/24	火	中潮	7:41	501	19:52	500	1:24	31	13:46	80	計測
11/25	水	大潮	8:32	521	20:38	508	2:12	1	14:37	73	計測
11/26	木	大潮	9:20	527	21:21	504	2:58	−16	15:26	73	計測
11/27	金	大潮	10:07	522	22:03	491	3:42	−19	16:11	82	計測
11/28	土	大潮	10:50	506	22:41	470	4:24	−9	16:53	97	計測
11/29	日	中潮	11:30	482	23:16	444	5:04	11	17:31	118	計測
11/30	月	中潮	12:05	453	23:49	414	5:40	42	18:07	142	計測
12/1	火	中潮	12:38	423	—	—	6:14	78	18:42	166	計測
12/2	水	中潮	0:23	384	13:12	396	6:50	116	19:23	187	流速計撤去

2) 調査地点

調査は、海底地盤が比較的平坦であり、周辺の地形による潮流の変化の影響を受けにくい平成 21、22 年度凹凸覆砂畝型区で実施した。

平成 21、22 年度凹凸覆砂畝型区の等深線図は図 4.5 に示すとおりである。

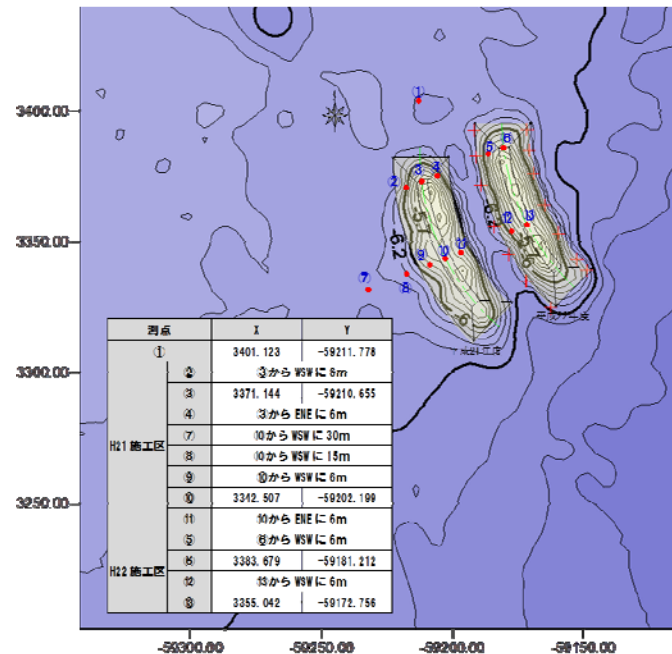


図 4.5 平成 21、22 年度凹凸覆砂畝型区施工海域の等深線図と流速計設置位置図

3) 調査方法

流向流速計の設置位置は図 4.6 に示すとおりである。

流向流速計は、主として南向きの潮流が卓越する下げ潮時の流況を検討するために、覆砂区の北側の①をバックグラウンドとして合計 13 本設置した。

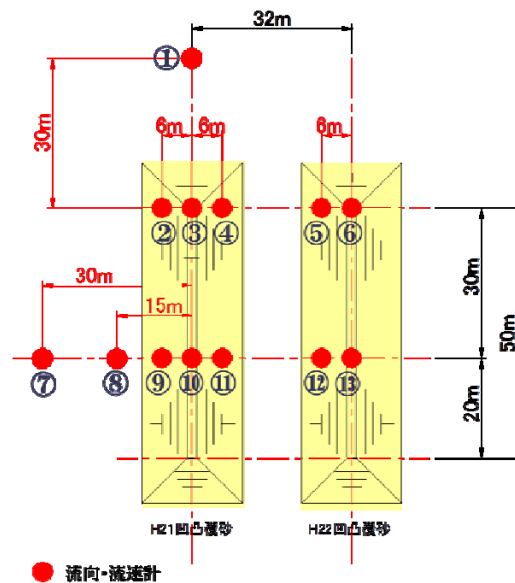


図 4.6 流向流速計の設置位置

流向流速計の設置状況は図 4.7 に示すとおりである。

流向流速計は、海底地盤から 0.2m の高さに設置した。調査は、大潮時を中心に 12 日間連続で観測を行った。

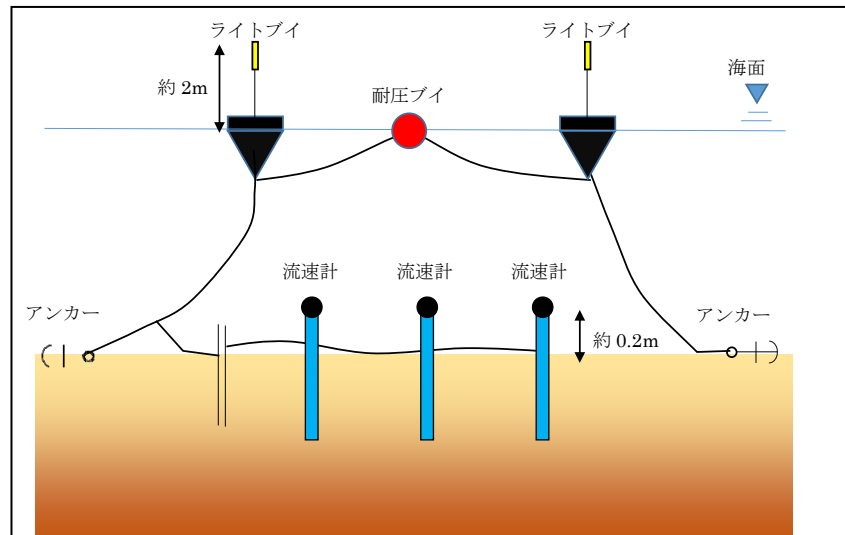


図 4.7 流向流速計の設置状況

(ア) 凹凸覆砂畝型漁場の効果持続時間の検討

1) 調査時期

2) 調査地点

図 4.8 平成 25・26 覆砂区における変状調査位置図

3) 調査方法

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区において、潜水土により 20m毎に設置した沈下板の検尺を実施した。

沈下板の設置位置は図 4.9 に示すとおりである。

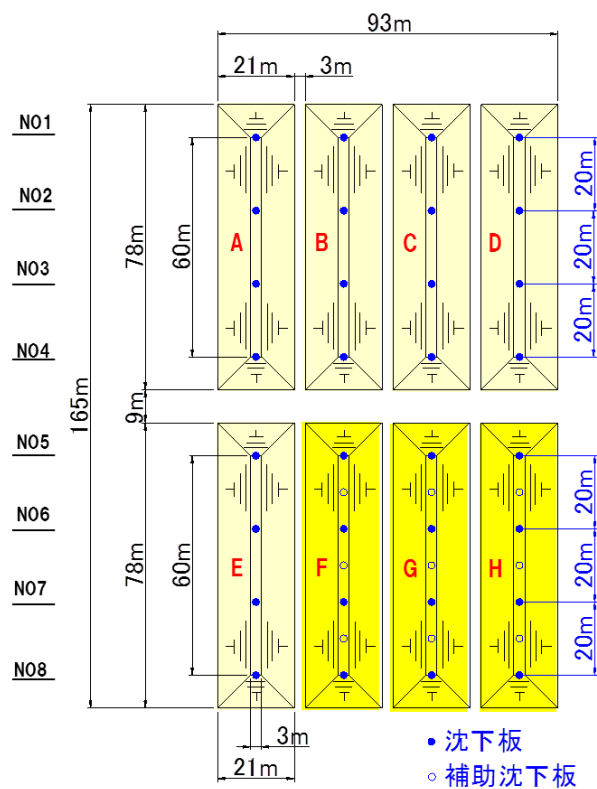


図 4.9 沈下版設置状況

(イ) 凹凸覆砂畝型漁場を持続的に利用するためのメンテナンス技術の検討

1) 調査方法

凹凸覆砂畝型工は、過年度調査結果によりタイラギの着底・育成に効果的であることが確認されている。しかし、凹凸覆砂畝型工は時間の経過とともに覆砂面に浮泥・シルトが堆積し、タイラギの着生・育成を阻害することが懸念されたため、メンテナンスにより浮泥・シルトを除去する必要がある。平成 27 年度は、平成 26 年度業務において抽出された新たなメンテナンス技術について、次の観点で評価し、実現可能性の高い技術を選定したうえで具体的な施工方法について検討した。

①施工性

施工精度を確保しつつ、大量急速施工ができ、かつ、漁船等の小型船舶での施工可能であること

②施工実績

同種の施工実績があり、新たな開発を伴わないこと

③適用性

メンテナンス効果が期待でき、凹凸覆砂畝型の形状の損傷や覆砂材と浮泥・シルトの混合が無いこと

(ウ) 凹凸覆砂畝型漁場を効率的に利用するためのタイラギおよびタイラギ以外の漁業の順応的管理方策の検討

➤ 有明海の漁業の操業実態の把握(標本船調査)

1) 調査時期

平成 27 年 4 月から 28 年 3 月までとした。

2) 調査対象

標本漁家は、佐賀県 10 漁家（佐賀県有明海漁業協同組合大浦支所）、福岡県 10 漁家（沖端漁業協同組合、三里漁業協同組合、大野島漁業協同組合、新大牟田漁業協同組合、両開漁業協同組合）の計 20 漁家を対象とした。

たいらぎ漁以外の漁業で調査対象とした漁業種類は、第 2 期事業（平成 20 年度から 24 年度）において、覆砂漁場を含む海域で覆砂後に漁獲努力量等の増加がみられた漁業種類（固定式刺網（かに網等）、流し網（源式網等）、かご漁業（かにかご等）およびたこ縄）とした。なお、たいらぎ漁（潜水器漁業）は、平成 27 年漁期は休漁であった。

3) 調査方法

調査は、漁業者に漁業日誌を配布して、毎日の操業場所、漁獲物、漁獲量などの記入を依頼し、これを毎月回収する方法で行い、回収した日誌から漁場、漁獲量、漁獲努力量および CPUE 等を整理した。また、標本船には GPS ロガーを搭載し詳細な操業位置を記録した。

➤ 凹凸覆砂畝型漁場を効率的に利用するためのタイラギ及びタイラギ以外の漁業の順応的管理方策の検討

1) 調査時期

平成 27 年 4 月から 28 年 3 月までとした。

2) 調査対象

有明海湾奥部におけるたいらぎ漁（潜水器漁業）およびたいらぎ漁以外の漁船漁業を対象とした。

3) 調査方法

漁業日誌、聞き取り、アンケートにより有明海湾奥部における漁船漁業の概要およびたいらぎ漁の操業実態をとりまとめた。

たいらぎ漁については、操業実態を踏まえ、操業シミュレータを用いて複数の異なる操業条件を設定し、解析することによって比較検討を行った。

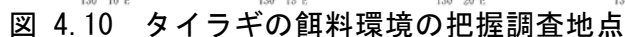
また、直販所を設けることによる効果を消費ポテンシャル解析により検討した。

(ア) タイラギの餌料環境の把握

1) 調査時期

2) 調査地点

調査は、東部沖合域の H25・26 年度凹凸覆砂畝型区、H21・22 年度凹凸覆砂畝型区、天然漁場、東部干潟域の干潟、干潟試験区、干潟縁辺ならびに国立研究開発法人 水産総合研究センター 西海区水産研究所(以下、「西海区水産研究所」という)が平成 26 年度に生産した種苗の垂下飼育試験を実施している大浦地先の計 7 測点で行った。また、筑後大堰より上流に位置する筑後川(豆津橋)でも試料を採取した。



3) 調査方法

(1) 調査項目

各調査地点において、多項目水質計（AAQ-RINKO、JFE アドバンテック社製）により、水温、塩分、D_O、クロロフィル、濁度の鉛直観測を行った。

調査項目は、海域 POM (POM: Particulate Organic Matter)、表層堆積物 (SOM: Sediment Organic Matter)、底生微細藻類 (BMA: Benthic Micro Algae)、プランクトン (PLK: Plankton)、河川 POM の炭素・窒素安定同位体比、プランクトンの沈殿量とした。海域 POM および河川 POM については、それぞれ、Chl. a および SS についても分析した。

(2) 試料の採取

a) 炭素・窒素安定同位体比

➤ 海域 POM

鉛直観測により把握するクロロフィルの極大層、表層（水深-0.5m）、中層（1/2 水深）および海底上方 1.0m 層の海水をバンドーン採水器（容量：6L）により、海底上方 0.2m 層を潜水土により厚手のポリエチレン製袋で採水した。採水した海水を 200 μ m のプランクトンネットで清浄なバケツに濾過した。このときバケツを 3 回以上濾過した海水で供洗いした。濾過した海水を 2L ポリビン 2 本に入れ、クーラーボックスに移し、氷冷状態で実験室に搬入した。

➤ 表層堆積物 (SOM)

内径 47 mm のアクリル製コアを 2 本セットしたエクマンバージ型採泥器 (Yokoyama & Ueda 1997) またはダイバーによる柱状採泥により、堆積物と堆積物直上水を採取し、コア内部の海水をサイフォンアウトした。コア内部の堆積物はコア下部よりゴム栓を差し入れて押し出し、堆積物表面より 1cm までを採取して小型チャック袋に入れ、クーラーボックスに移し、氷冷状態で実験室に搬入した。

➤ 底生微細藻類 (BMA)

底泥の表層 2cm 程度を潜水土により 1L の広口ポリビンで 2 本採取した。ポリビンはクーラーボックスに入れ、氷冷状態で実験室に搬入した。

➤ プランクトン (PLK)

北原式定量プランクトンネットにより海底上方 1.0m から表層まで約 0.5m/s で 2 回以上鉛直曳きし、500mL の広口ポリビンに採取した。採取した試料は、分水器を用いて 2 等分し、1 つは炭素・窒素安定同位体比分析用試料としてクーラーボックスに移して氷冷状態で実験室に搬入し、1 つは沈殿量、検鏡用試料として中性ホルマリンを最終濃度が 5% となるよう添加して固定した。

➤ 河川 POM

豆津橋からバケツにより表層水を採水した。200 μ m のプランクトンネットで清浄なバケツに濾過した。バケツ内の河川水を 2L ポリビン 2 本に入れ、クーラーボックスに移し、氷冷状態で実験室に搬入した。

b) Chl. a、SS

鉛直観測により把握する Chl. a の極大層、表層（水深-0.5m）、中層（1/2 水深）および海底上方 1.0m 層の海水をバンドーン採水器（容量：6L）により、海底上方 0.2m 層を潜水士により厚手のポリエチレン製袋で採水した。採水した海水を 1L ポリビン 2 本に入れ、氷冷状態で実験室に搬入し、Chl. a、SS 分析用試料とした。

(3) 処理および分析

a) 炭素・窒素安定同位体比

炭素・窒素安定同位体比の分析は元素分析計と質量分析計（DELTA V Advantage, Thermo Fisher Scientific 社製）を組み合わせた装置を用いた。分析時には Indiana University 製のスタンダード試薬（Glycine； $\delta^{13}\text{C}$ ： $-20.31 \pm 0.02\text{‰}$ ， $\delta^{15}\text{N}$ ： $20.66 \pm 0.05\text{‰}$ ）を用いて、測定精度の確認を行った。各試料の処理は下記に示す通りである。

➤ 海域 POM、河川 POM

あらかじめ 450°C で 3 時間加熱処理を行った径 47mm の GF/F フィルター（Whatman 社製）で減圧濾過を行った。ピンセットを用いて濾過面を内側に折り、アルミ箔で包んだ後、ラベル（日付、調査地点、採水層）を貼った小型チャック袋に入れ、分析まで -20°C で冷凍保存した。

無機炭素を除去するために、分析直前に密閉した容器内において冷凍したフィルターを 12N の塩酸を入れたビーカーとともに 24 時間放置し、その後、 60°C で 24 時間再度乾燥させ、スズコンテナに包み、分析試料とした。

➤ 表層堆積物（SOM）

堆積物中の無機炭素を除去するために、塩酸処理した。

塩酸処理は次の手順で行った。

- ① 凍結保存しておいた試料約 1 g を 10mL 遠沈管に取って 80°C で一晩乾燥させた後、1N の塩酸を約 5mL 加え一晩静置する。
- ② 翌日 6N 塩酸を数滴滴下し、泡が出ないことを確認して 1,500rpm で 20 分間遠心分離し、上澄みをピペットで静かに取り除く。
- ③ 蒸留水を約 5mL 加え、再び 1,500rpm で遠心分離し、上澄みをピペットで静かに取り除く。
- ④ この作業をもう一度繰り返して塩酸の除去を行った後、 80°C で一晩乾燥させる。
- ⑤ 塩酸処理した試料から炭素安定同位体比測定用に約 60mg、窒素安定同位体比測定用に約 150mg をスズコンテナに包み分析試料とする。

➤ 底生微細藻類（BMA）

ポリビンに採取した底質から底生微細藻類の走光性を利用したビーズ法（Couch 1989, Yokoyama 2003）により底生微細藻類を分離した。

ビーズ法による分離は次の手順で行う。

- ① 持ち帰った底泥をバットに移し、薄く平らに広げ、底泥中の底生生物を取り除くとともに、30 分程度静置して底泥上の上澄み海水を捨てる。
- ② $60\mu\text{m}$ のメッシュを底泥の表面に被せたのち、良く焼いた砂粒（蒸留水で洗浄後、 450°C で 2 時間焼き、 $500\mu\text{m}$ の篩を通過し、 $125\mu\text{m}$ の篩に残ったもの）をメッシ

- ユの上に均一になるように薄く（厚さ約 3mm）撒く。
- ③ バットの上方約 30cm から卓上蛍光灯で照射し、一晚静置する。砂の表面が乾燥している場合は、適宜濾過海水を霧吹きで吹きかけ、砂の表面を乾燥させないように注意する。
 - ④ 翌日、表面に底生微細藻類が浮き上がってくるのでヘラを用いて表面を砂粒ごと掻き集め、63 μ m の篩に入れる。篩を別のバットに乗せ、篩の上部より洗瓶で濾過海水をかけ砂粒から微細藻類をバットに洗い落とす。また、このとき一部を 20ml 程度のスクリー管瓶に移し、中性ホルマリンを 5% となるように添加し、BMA の種組成の分析試料とする。
 - ⑤ バットに溜まった海水を径 47mm の GF/F フィルター上に捕集する。60℃で 24 時間再度乾燥させ、スズコンテナに包み、底生微細藻類サンプルとする。

➤ プランクトン (PLK)

あらかじめ 450℃で 3 時間加熱処理を行った径 47mm の GF/F フィルター(Whatman 社製)で減圧濾過を行った。ピンセットを用いて濾過面を内側に折り、アルミ箔で包んだ後、ラベル（日付、調査地点）を貼った小型チャック袋に入れ、分析まで-20℃で冷凍保存した。その後、60℃で 24 時間乾燥させ、スズコンテナに包み、分析試料とした。

b) 沈殿量

プランクトン試料を直径 20mm、容積 30~50mL の目盛り付き先細の沈殿管に移して、ガラス棒で軽く混ぜた後、24 時間静置して沈殿量を読み取った。なお、試料量が多い場合は 100mL 程度のメスシリンダーを沈殿管の変わりに用いた。

c) Chl. a

各海水から 200-250mL を正確に分取し、450℃で加熱処理した径 47mm の GF/F フィルターで吸引濾過し、ファンネル内部の水滴を濾過海水で流した。このとき、植物プランクトンの細胞が崩壊するのを避けるため、アスピレータの圧力が約 100mmHg になるように調整した。フィルターに捕捉した懸濁物は、n, n-ジメチルホルムアミド (DMF) を予め 6~10mL 定量した 10mL の遠心チューブに浸漬し、分析まで冷凍保存した。正確な定量を行うため、海水の分取は、予め定量した共栓三角フラスコを共洗いした後、試水で満水にし、栓をしてオーバーフローさせ、フラスコ外部を蒸留水で洗浄後、キムタオルで拭き取った。分析は、蛍光光度計 (10-AU-005-CE、Turner designs Inc. 製) を用いて、Holm-Hansen 法により Chl. a を求めた。

d) SS

径 47mm の GF/B フィルター (Whatman 社製) を蒸留水で吸引洗浄し、110℃で 2 時間乾燥した後、デシケータ内で放冷し、電子分析天秤 (MS204S/02、メトラー・トレド社製) により秤量した。網目 2mm の篩を通した採水試料 1L を計量した GF/B フィルターで吸引濾過した。このとき、ファンネルの内側を蒸留水で洗い落とした。再び、110℃で 2 時間乾燥した後、デシケータ内で放冷し、秤量し、SS を求めた。

(イ) タイラギの生息環境の把握

タイラギの好適な生息環境を検討するため、連続観測ならびに浮泥層厚の測定を行った。

連続観測の項目は水温、塩分、DOのほか、クロロフィル、濁度を観測することによって餌料環境も連続的に捉えることとした。

1) 調査時期

平成 27 年 7 月から 28 年 2 月まで設置機器による水質の連続観測を行った。機器の点検は概ね 14 日間隔で実施した。また、『③(ア)タイラギの餌料環境の把握』の調査時に、浮泥層厚の観測を行った。

2) 調査地点

連続観測機器は、平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区、平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区、干潟試験区および大浦地先の 4 地点に設置した(図 4.10)。

3) 調査方法

水温塩分計 (Infinity-CTW、JFE アドバンテック社製)、DO 計 (RINKO W、JFE アドバンテック社製)、クロロフィル濁度計 (Infinity-CLW、JFE アドバンテック社製) を造成漁場および干潟試験区の海底上方 0.2m(図 4.11、図 4.12)に、大浦地先の垂下養殖筏の垂下ポッドと同じ水深 (3.5m) に設置し(図 4.13)、水温、塩分および DO を 10 分間隔で連続観測した。

浮泥層厚は西海区水産研究所の手法により観測した。

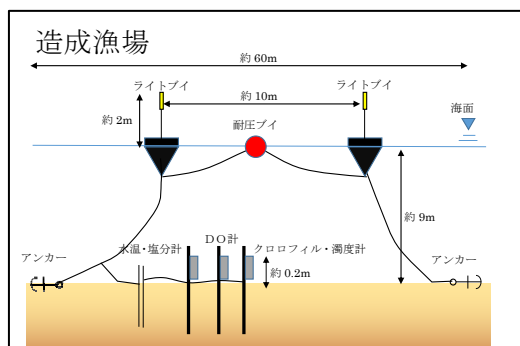


図 4.11 造成漁場 設置状況

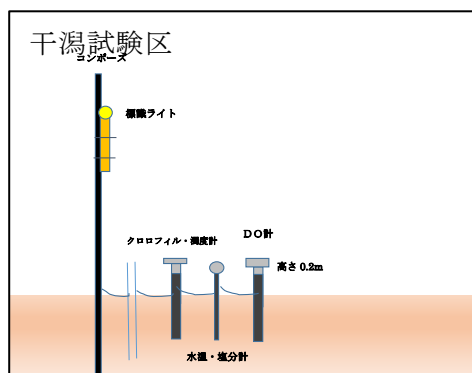


図 4.12 干潟試験区 設置状況

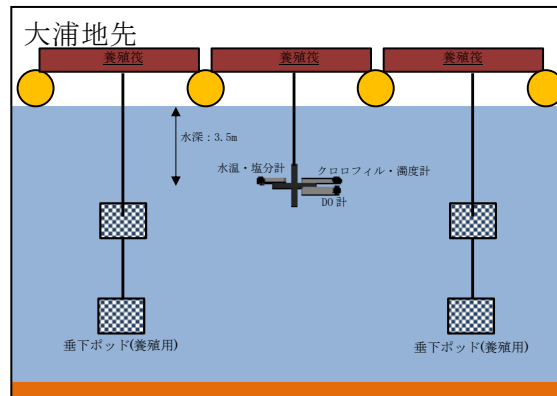


図 4.13 大浦地先 設置状況

また、連続観測によるクロロフィルおよび濁度をそれぞれ Chl. a、SS に換算するため、次の処理を行った。

- ① 連続観測機器による観測値と調査時の鉛直観測による観測値の関係を求め、鉛直観測による観測値を連続観測機器の値に換算した。
- ② 上記の値と分析値の関係を求め、連続観測機器によるクロロフィルおよび濁度を Chl. a、SS に換算した。

④ 有明海湾奥東部海域における「立ち枯れへい死」の原因の検証

有明海ではタイラギのへい死が、漁業生産に大きな影響を及ぼしている。西海区水産研究所によれば、佐賀県海域で発生するへい死の原因は主に貧酸素水塊であるとされ、福岡県海域で発生するへい死は、その原因を特定するに至っていないのが現状である。

第2期事業(平成20～24年度)では、タイラギのへい死について、長期的な要因として、タイラギの大型個体の減少や年齢構造が変化して個体群としての維持機能が低下し、短期的には餌料環境の悪化に伴って個体の小型化、成長や産卵に向けた体力の低下が生じて個体の維持機能が低下していると考えた。

そこで、平成27年度は、タイラギの成長や生理状態、体力を把握するために、殻長や軟体部重量、生殖腺重量、閉殻筋中のグリコーゲン含量を分析し、その季節別変化、生息場所別変化について検討した。また、タイラギの餌料を把握するために、炭素・窒素安定同位体比を分析し、その季節別変化、生息場所別変化について検討した。

1) 調査時期

『③(ア)タイラギの餌料環境の把握』と同じとする。

2) 調査地点

『③(ア)タイラギの餌料環境の把握』と同じとする。

3) 調査方法

(1) 調査項目

タイラギの殻長、体重(殻付)、身肉重量、生殖腺重量、閉殻筋の湿重量および乾燥重量を測定し、軟体部全体および部位別の炭素・窒素安定同位体比、体力の指標となるグリコーゲン含量を分析した。

(2) 試料の採集

H25・26年度凹凸覆砂畝型区、H21・22年度凹凸覆砂畝型区、天然漁場および干潟縁辺では、潜水土2人で30分間の目視でタイラギを採集する。干潟および干潟試験区では、干出時に2人で30分間の目視で採集した。

また、西海区水産研究所より大浦地先で垂下飼育試験を実施している平成26年度に生産された種苗を分析用試料として提供を受けた。

タイラギ試料は、採集後のグリコーゲンの消費を抑制する必要があることから、採集後速やかに船上で1個体ごとアルミホイルに包み、上下からドライアイスで挟み急速冷凍(-80℃)した。急速冷凍したサンプルはクーラーボックスに移し、分析室に搬入し、-20℃で分析まで保存した。

(3) 試料の処理および分析

➤ 殻長、重量

タイラギの殻長、殻幅を電子ノギス等により計測、殻や足糸の付着物を取り除いて殻付き重量を電子天秤により計量した。軟膏ヘラを貝殻と外套膜の間に入れ、貝殻内部に沿わせるように動かし、閉殻筋を殻から切り離して軟体部を取り出し、キムタオル等で水分をとり、軟体部重量を計量した後、解剖バサミやピンセットにより閉殻筋、足、外套膜、鰓、

消化盲嚢および生殖腺を取り出し、湿重量を秤量した。ラベル（日付、調査地点、個体識別番号）を貼った小型チャック袋に部位ごとに入れた後、-20℃で冷凍保存した。分析直前にチャック袋の口を開け、凍結乾燥機により 2 日間以上凍結乾燥した後、乾燥重量を秤量した。

また、生殖腺重量指数(以下、「GSI」という。)は次の式により算出した。

$$\text{GSI} = \frac{\text{生殖腺重量-dry}}{\text{軟体部重量-dry}}$$

➤ 炭素・窒素安定同位体比

凍結乾燥後、各部位をすり鉢ですりつぶし、粉末状にした。約 1mg を精密天秤で秤量し、スズコンテナに包み、分析試料とした。炭素・窒素安定同位体比の分析試料は乾燥重量で約 1mg とごく微量であるため、試料の処理にあたっては異物が混入しないように細心の注意を払った。異物混入しないために、各段階（タイラギの解剖、粉末処理）で使用する器具を蒸留水、アセトンで洗浄した。安定同位体比の分析は元素分析計と質量分析計（DELTA V Advantage）を組み合わせた装置を用いた。分析時には Indiana University 製のスタンダード試薬（Glycine）を用いて、測定精度の確認を行った。

➤ グリコーゲン含量

タイラギ閉殻筋を秤量した後、遠沈管に入れ、30 %水酸化カリウム溶液 1.5 mL を加え、沸騰水浴中で約 20 分間加熱した。硫酸ナトリウム 0.25 mL と 95 %エタノール 2 mL を加えて攪拌し、再び沸騰するまで約 1 分間過熱した。水道水中で放冷後、3,000rpm で 5 分間遠心分離を行い、上澄みをパスツールピペットで除去した。得られた沈殿に超純水 5mL を加え、沸騰水浴中で加温し、完全に溶解させた。その後、超純水で 5 倍に希釈し、これをグリコーゲン抽出液とした。グリコーゲン抽出液 1mL を試験管に計り、氷水中で冷却した。これにアンスロン試薬 5mL を加え、氷水中でよく攪拌した後、沸騰水浴中で 15 分間加熱した。ただちに流水で冷却し、10 分経過後、波長 620nm の吸光度を分光光度計 (SmartSpec 3000, BIO RAD 社製) で測定した。

5 結果

① 凹凸覆砂畝型工の事業化ベースでの実証

(ア) タイラギ浮遊幼生の来遊状況の確認

1) 個体数

タイラギ浮遊幼生の出現状況は表 5.1 に示すとおりである。

調査期間中、タイラギ浮遊幼生の個体数密度は 5 個体/m³ 以下の測点が大部分を占め、期間を通して全測点で出現量が少なかった。浮遊幼生が最も多く出現したのは、8 月 7 日の FH22（平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区）で、個体数密度は 10.3 個体/m³ であった。

2) 水平分布

タイラギ浮遊幼生は全ての測点で確認された(表 5.1)。

15 回の調査のうち、諫早湾湾口部では、St. 2、St. 3 および St. 5 で 3～4 回、最大 3.3 個体/m³ の出現であったのに対し、St. 6 および St. 7 では 6～7 回、最大 6.1 個体/m³ が出現し、東側(沖側)の測点で出現量が多い傾向がみられた。一方、造成漁場では、西側(沖側)に位置する平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区で 3 回、最大 1.6 個体/m³ のタイラギ浮遊幼生が出現したが、平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区では、最大 10.3 個体/m³ を含む 6 回の出現が確認され、出現頻度、個体数密度ともに平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区で高かった。

表 5.1 タイラギ浮遊幼生の出現状況

		単位：個体数／m ³							
調査地点\期日		6月10日	6月19日	6月29日	7月7日	7月24日	7月30日	8月7日	8月14日
H21・22覆砂区(FH22)		0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.8	10.3	0.0
H25・26覆砂区(FH25)		0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	1.0	0.0	1.1
諫早湾口	(St. 2)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0
	(St. 3)	0.0	0.0	0.0	0.4	0.5	3.3	0.0	0.0
	(St. 5)	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.9	0.0	0.0
	(St. 6)	0.0	0.0	0.0	2.6	1.2	4.0	0.0	1.6
	(St. 7)	0.0	0.0	0.0	1.5	1.0	6.1	0.0	0.0

		単位：個体数／m ³							
調査地点\期日		8月19日	8月27日	9月1日	9月16日	9月25日	10月2日	10月7日	
H21・22覆砂区(FH22)		1.4	1.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	
H25・26覆砂区(FH25)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
諫早湾口	(St. 2)	0.9	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
	(St. 3)	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	色区分
	(St. 5)	1.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	出現なし
	(St. 6)	1.7	3.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	10未満
	(St. 7)	1.7	1.0	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	10以上

3) 殻長

タイラギ浮遊幼生の殻長は表 5.2 に示すとおりである。

タイラギ浮遊幼生の殻長についてみると、7 月は殻長 0.14～0.26mm の比較的小型の個体を確認された。一方、8 月 7 日から 8 月 14 日では殻長 0.38～0.55mm と大型の個体が出現した。8 月 19 日以降は、殻長 0.5mm 以上に成長した着底間際の浮遊幼生がみられたが、一方で、殻長が 0.2mm 以下の浮遊幼生も同時に出現した。

表 5.2 タイラギ浮遊幼生の殻長

調査日	測定数	平均(mm)	最小(mm)	最大(mm)
6月10日	0	-	-	-
6月19日	0	-	-	-
6月29日	0	-	-	-
7月7日	17	0.17	0.14	0.20
7月24日	7	0.16	0.14	0.18
7月30日	33	0.17	0.14	0.26
8月7日	12	0.44	0.38	0.52
8月14日	3	0.50	0.46	0.55
8月19日	17	0.25	0.14	0.57
8月27日	11	0.36	0.17	0.49
9月1日	7	0.30	0.20	0.40
9月16日	2	0.34	0.32	0.36
9月25日	0	-	-	-
10月2日	0	-	-	-
10月7日	0	-	-	-

4) 浮遊幼生出現状況の経年変化

年度ごとのタイラギ浮遊幼生の出現時期は図 5.1 に示すとおりである。

平成 27 年度は 7 月上旬から 9 月中旬に浮遊幼生が出現し、0.2mm 以下の小型の浮遊幼生は 7 月と 8 月中旬に多くみられた(表 5.2)。

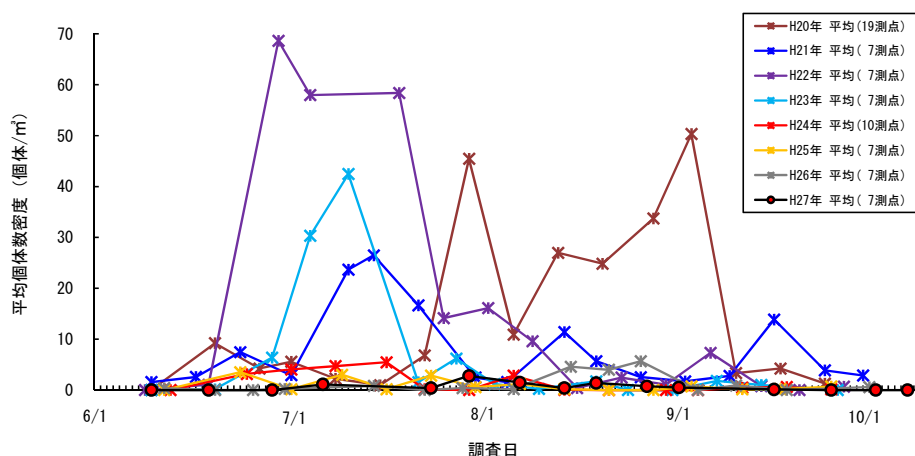


図 5.1 タイラギ浮遊幼生の出現時期

タイラギの産卵期は一般に 7 月から 9 月で浮遊幼生の出現盛期には年変動がある。過年度の実証調査の結果では 7 月中旬から 8 月上旬にかけて出現量が多かった。また、今年度は出現盛期が 7 月下旬であったことから、平年並みの時期に産卵が行われたと考えられた。

(イ) タイラギの着底状況の確認

1) タイラギ生息状況

タイラギの生息状況を 1m^2 当たりで見ると、その推移は図 5.2 に示すとおりである。

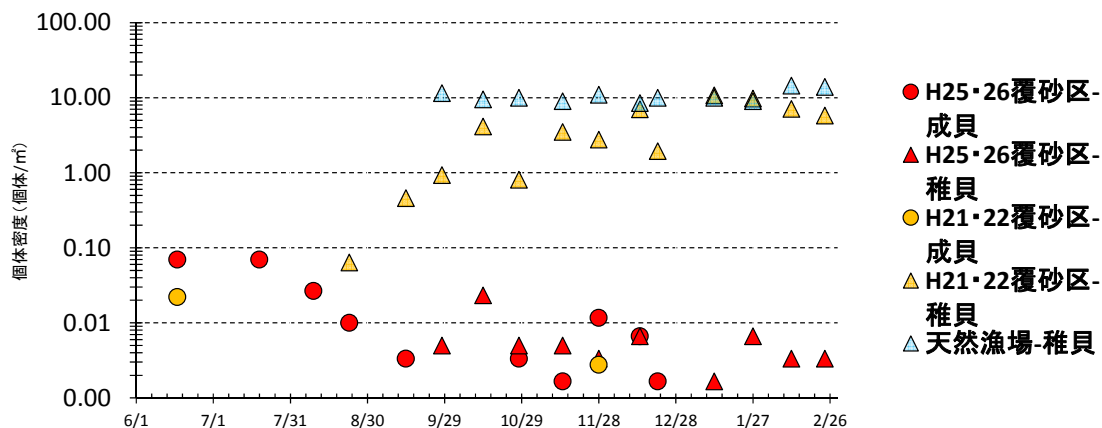


図 5.2 タイラギ生息状況の推移

(1) 凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの着底状況

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況は図 5.3 に、平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況は図 5.4 に示すとおりである。

平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギ(27 年級群)の生息状況は、8 月中旬に生息が確認され、その密度は 2 月末で平均 6.0 個体/ m^2 となった。周年にわたって、成貝はほとんど確認されなかった。平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区における稚貝の生息状況は、法面で高く、天端部および谷部で低い傾向がみられた。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギ(27 年級群)の生息状況は、9 月末に生息が確認されたが、その密度は周年にわたって平均 0.01 個体/ m^2 未満となり、平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区と比較して低くなった。成貝は、6 月中旬は個体状況が 0.07 個体/ m^2 であったが、8 月以降はほとんど確認されなかった。

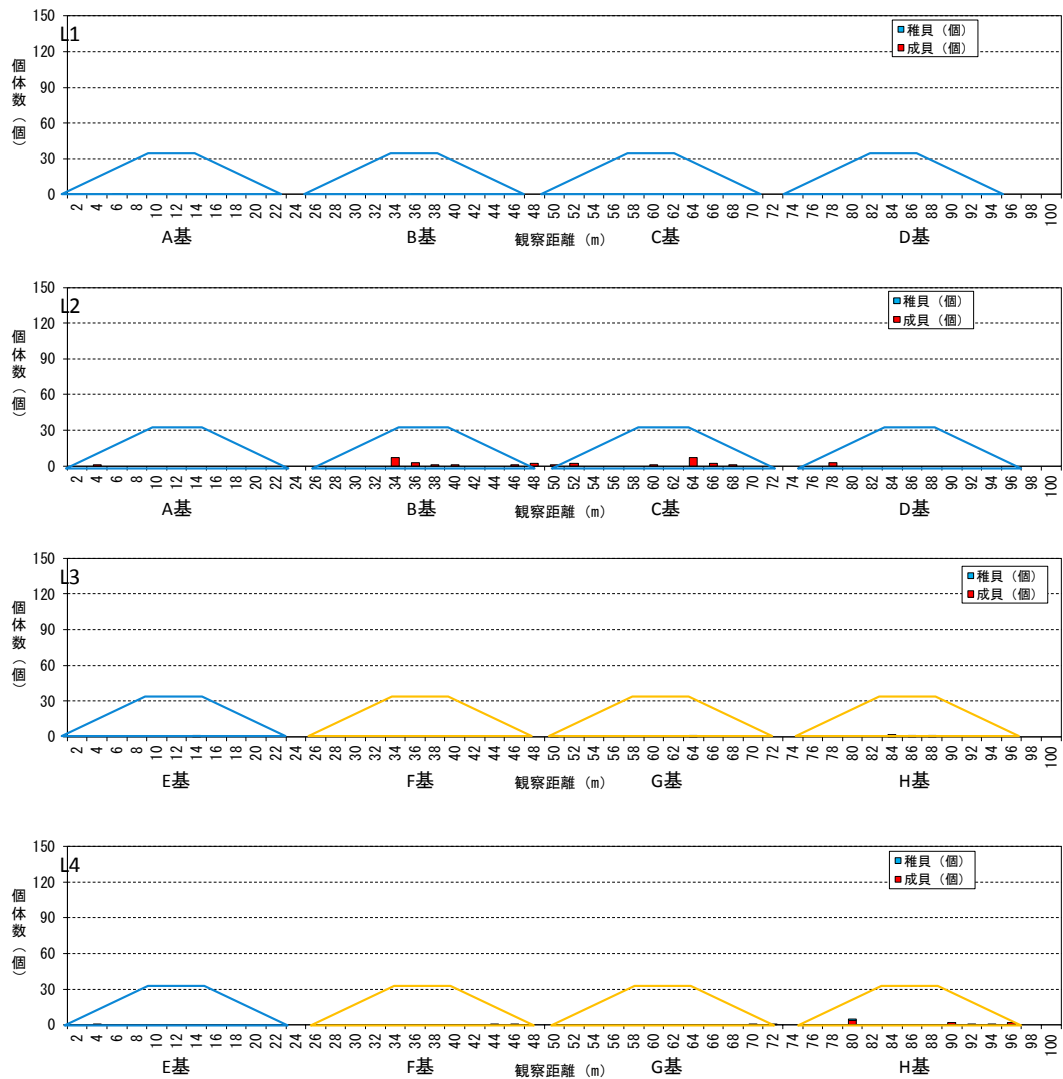


図 5.3(1) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 6 月 17-18 日)

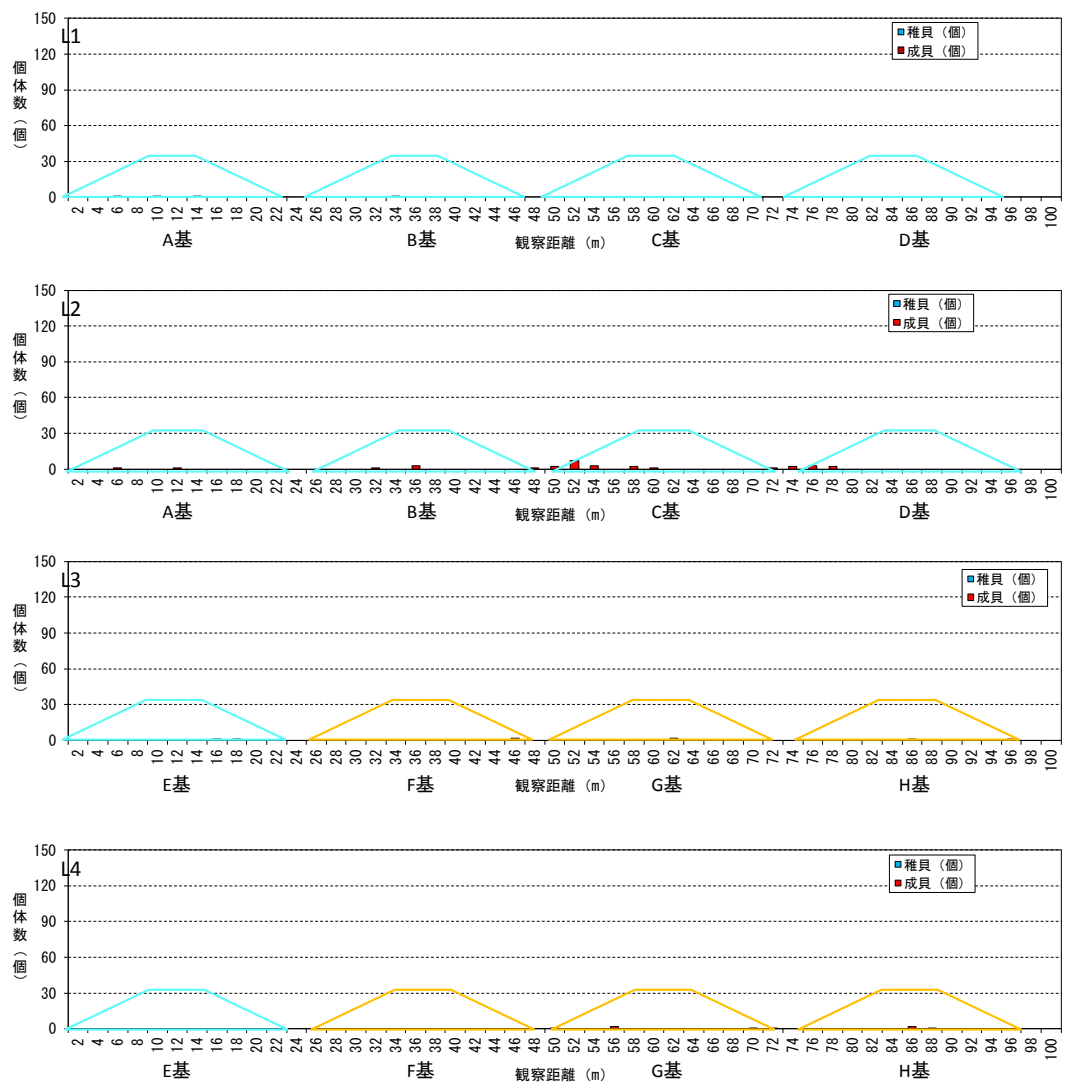


図 5.3(2) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 7 月 19-20 日)

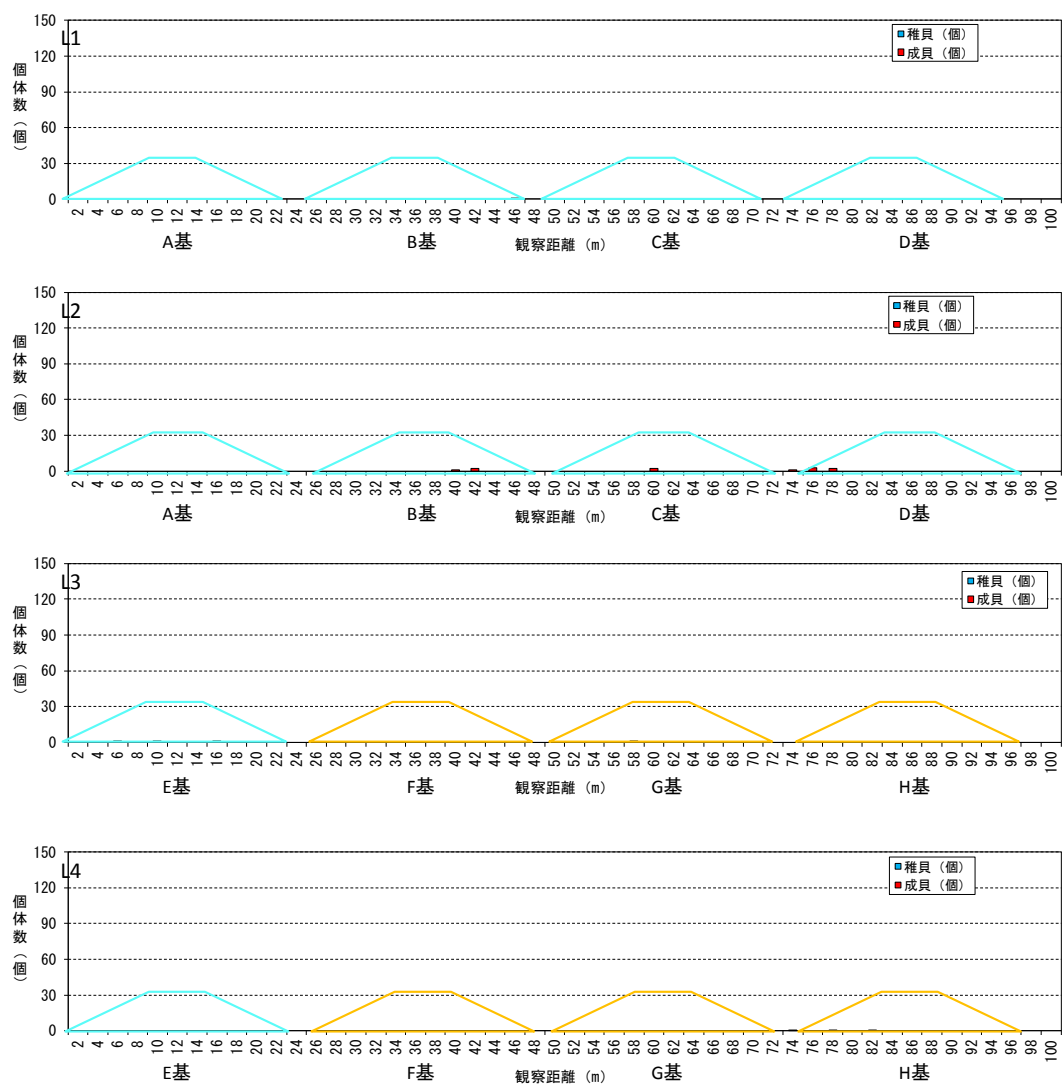


図 5.3(3) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 8 月 9-10 日)

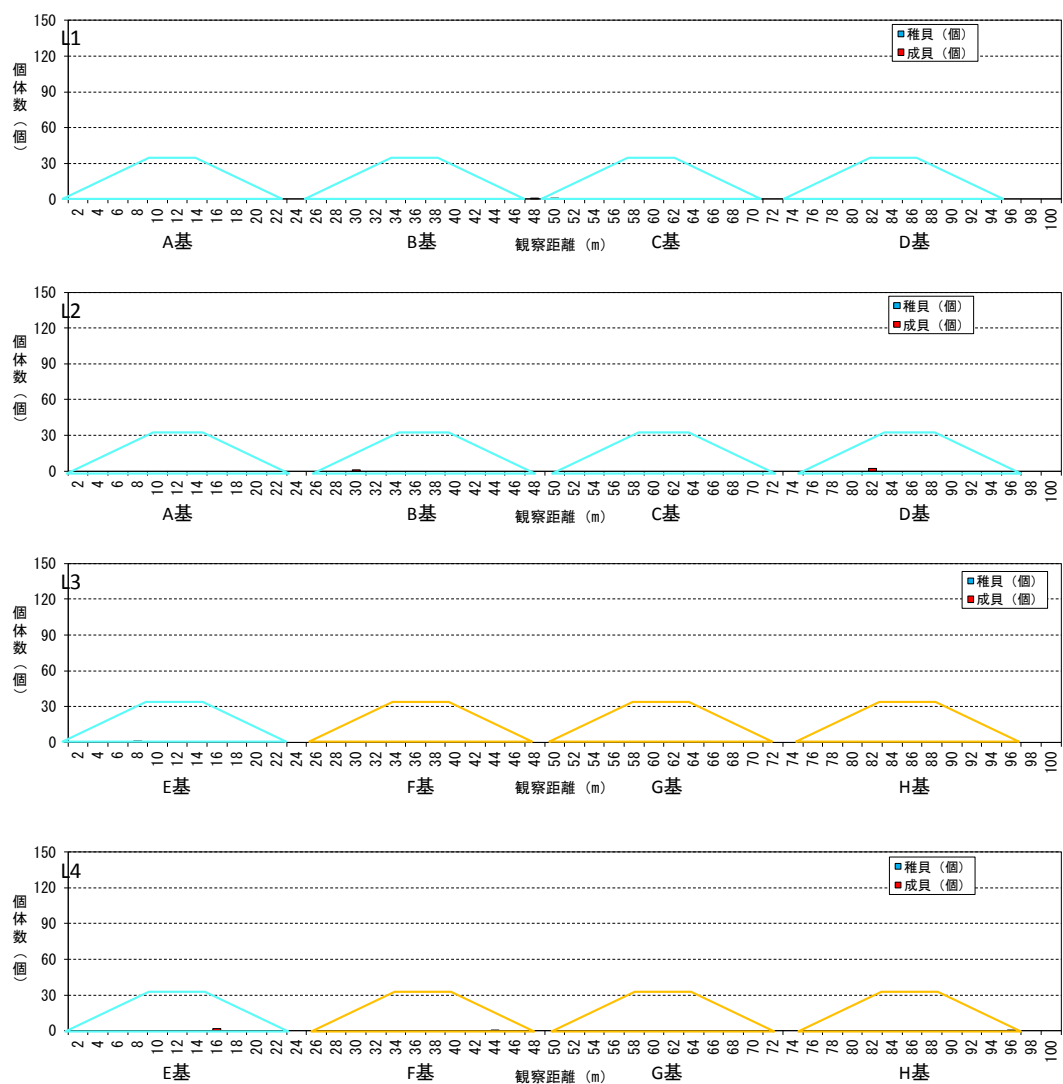


図 5.3(4) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 8 月 23-24 日)

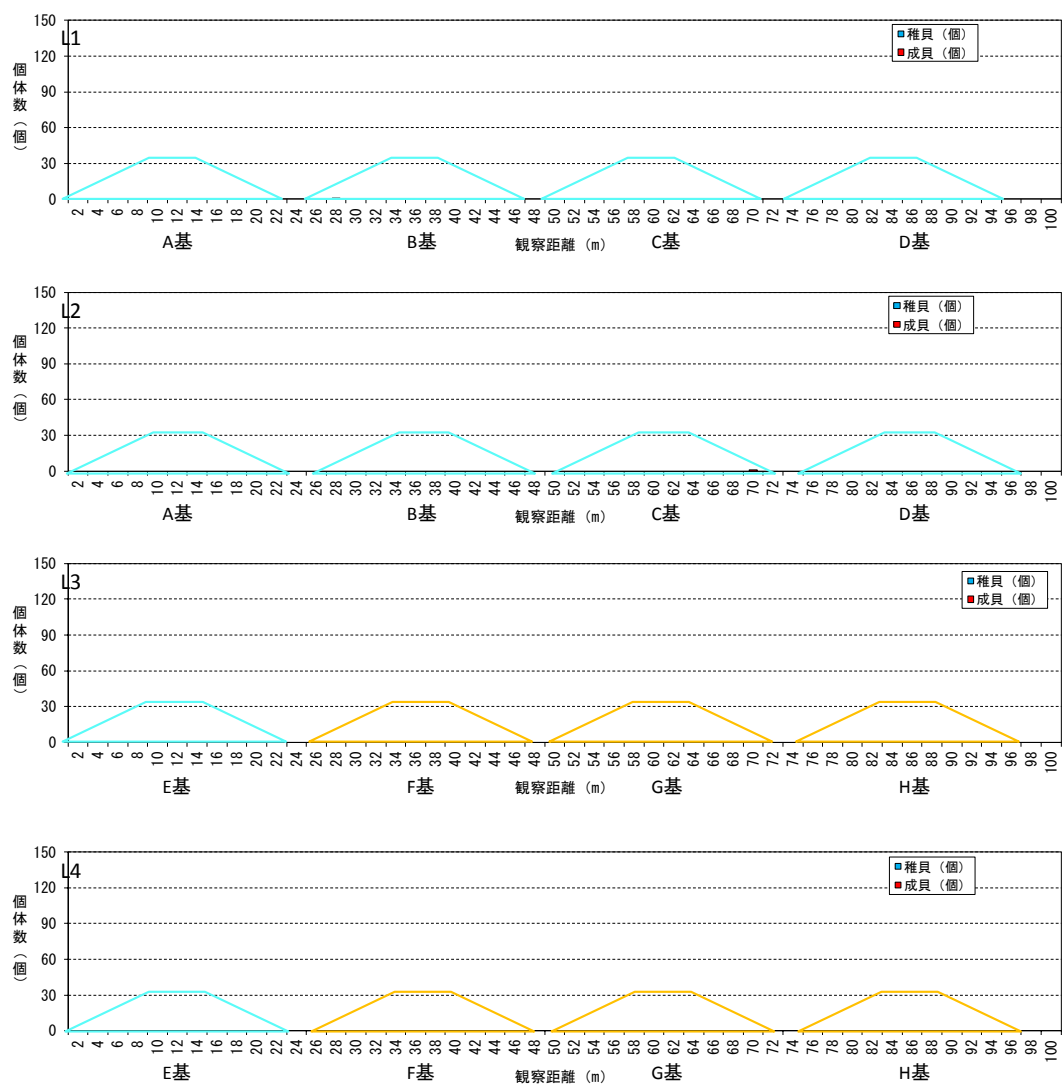


図 5.3(5) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 9 月 14-15 日)

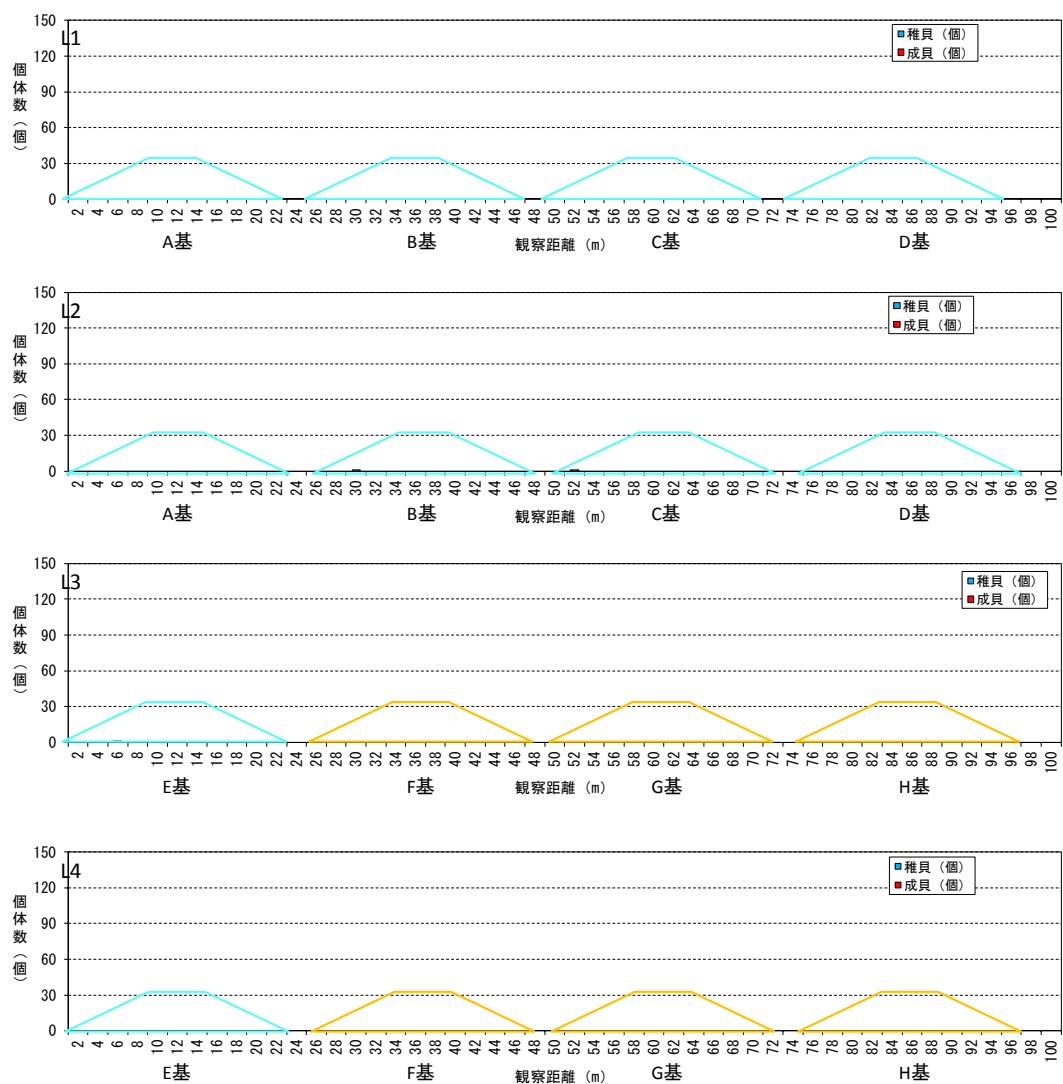


図 5.3(6) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 9 月 28-29 日)

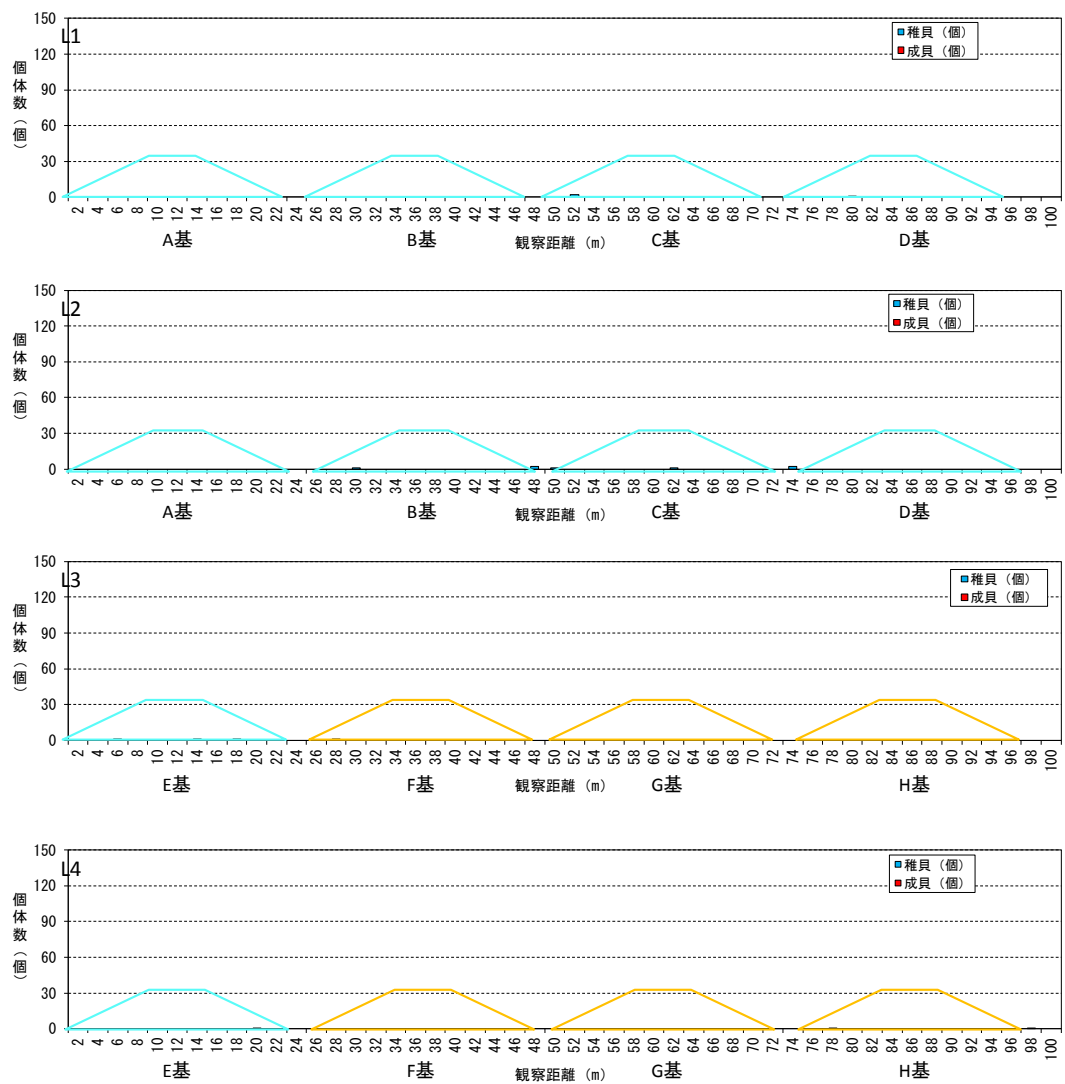


図 5.3(7) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 10 月 14-15 日)

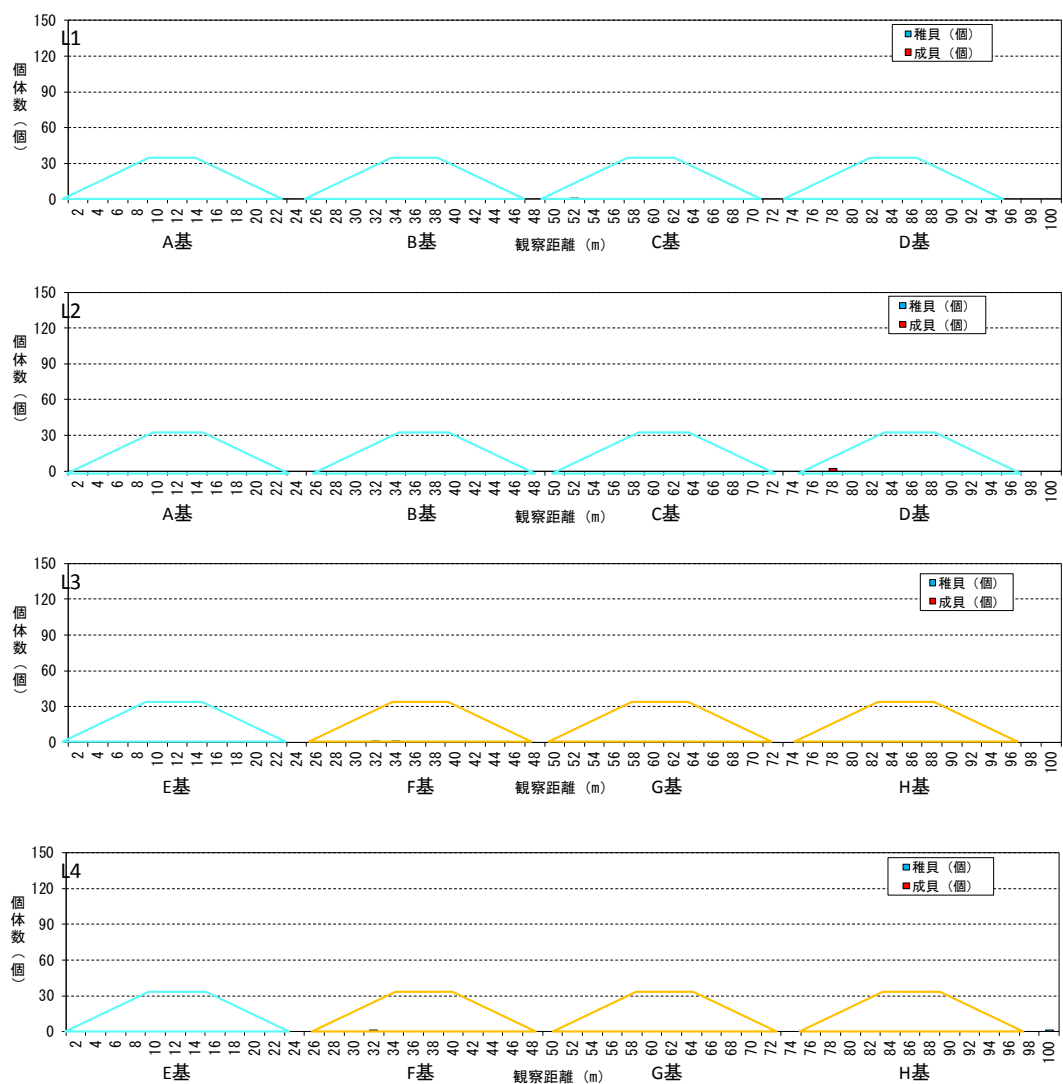


図 5.3(8) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 10 月 28-29 日)

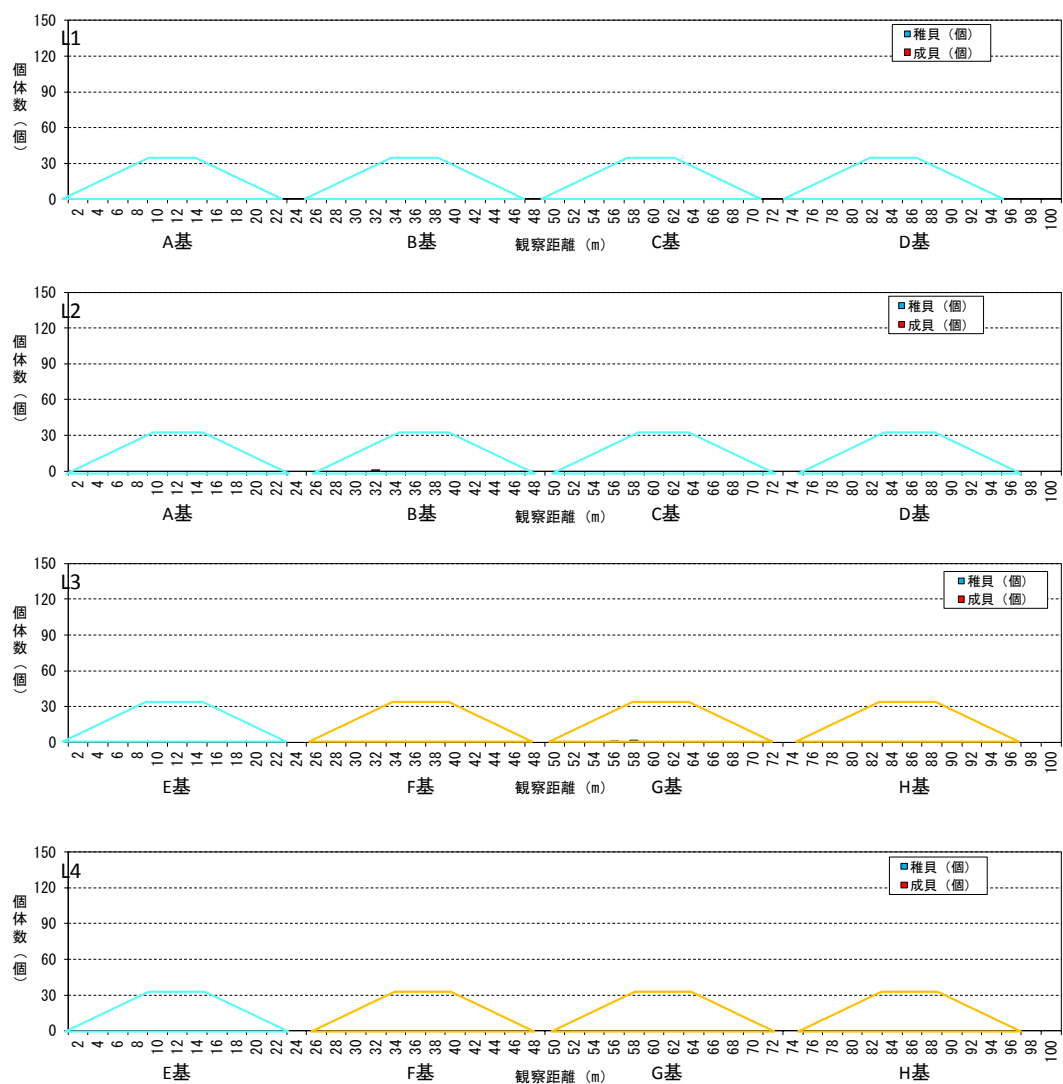


図 5.3(9) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 11 月 14-15 日)

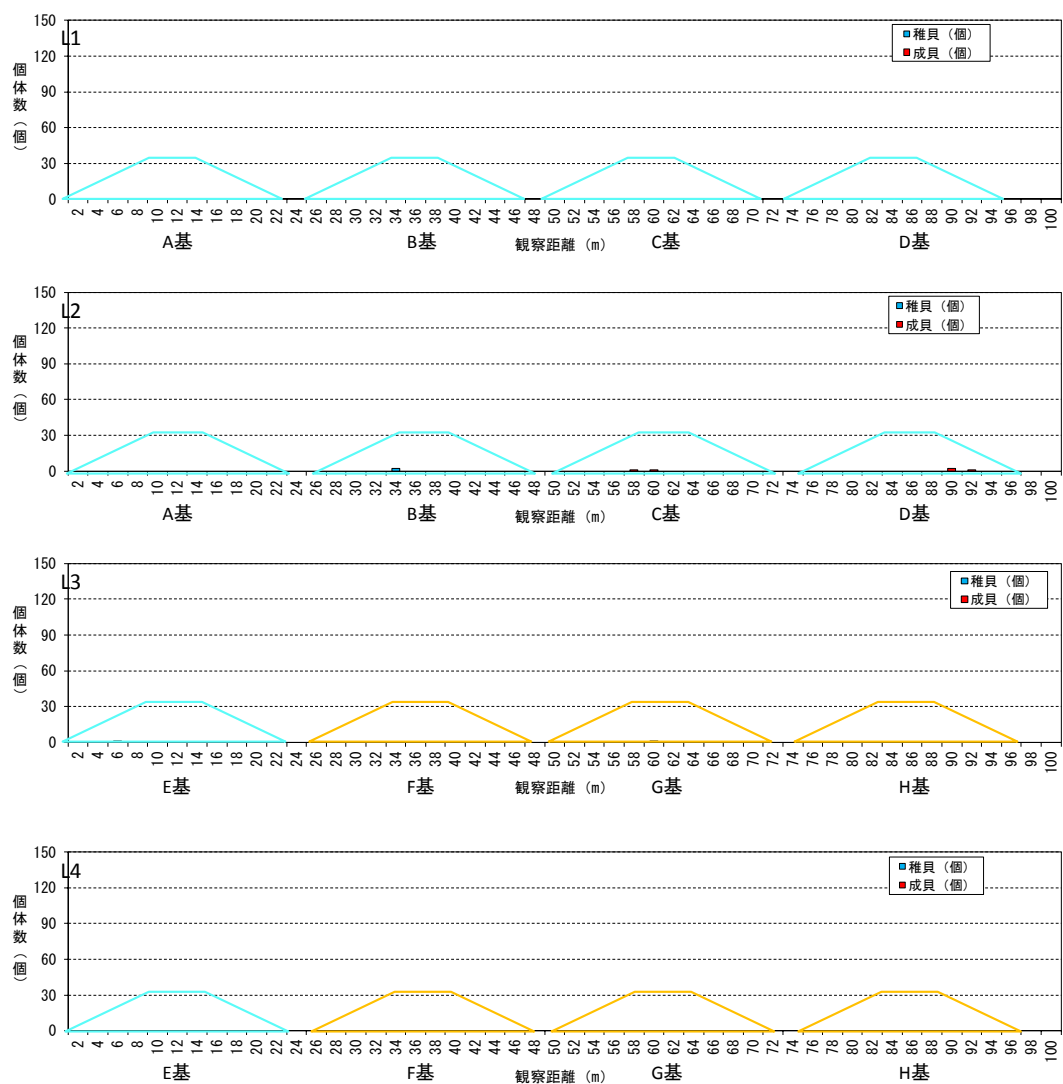


図 5.3(10) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 11 月 28-30 日)

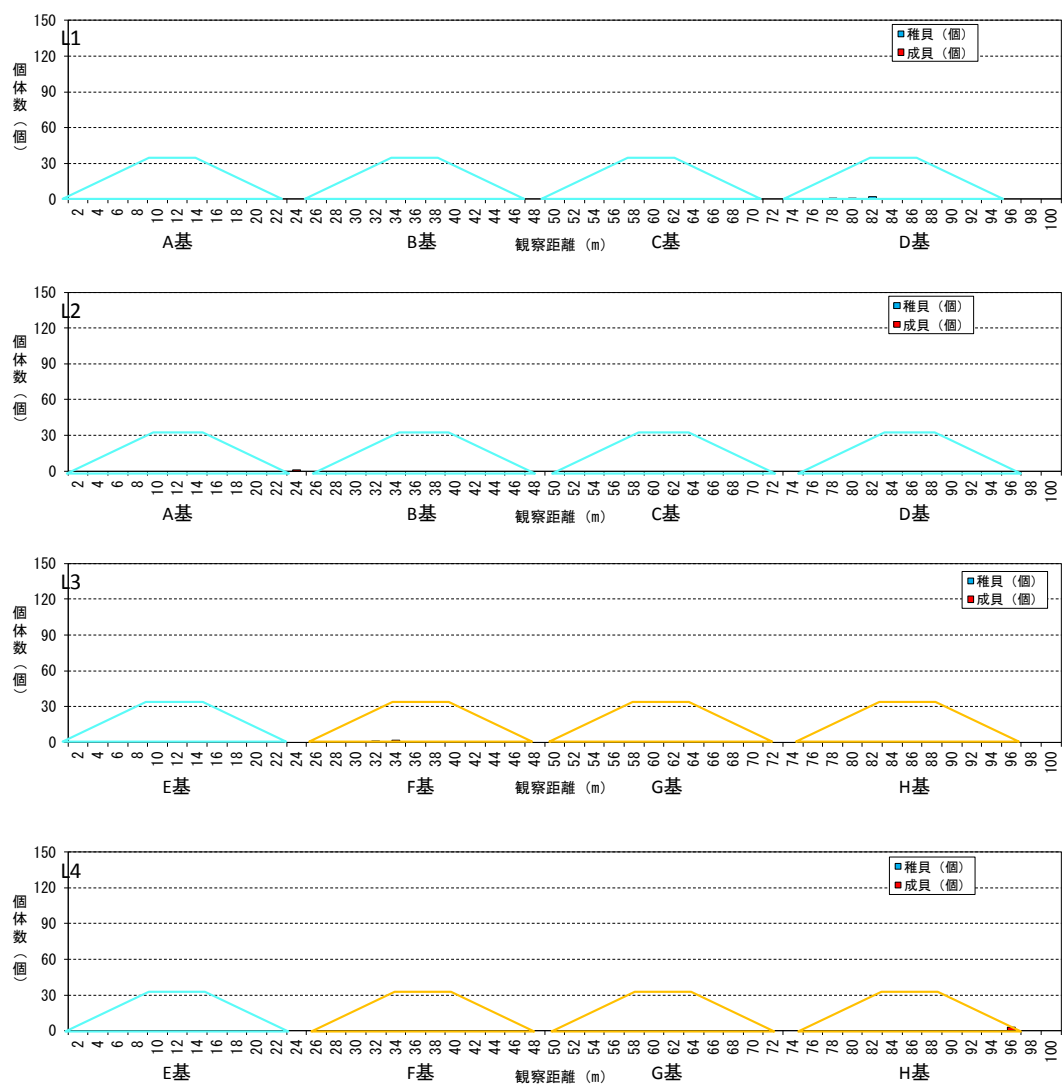


図 5.3(11) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 12 月 14-15 日)

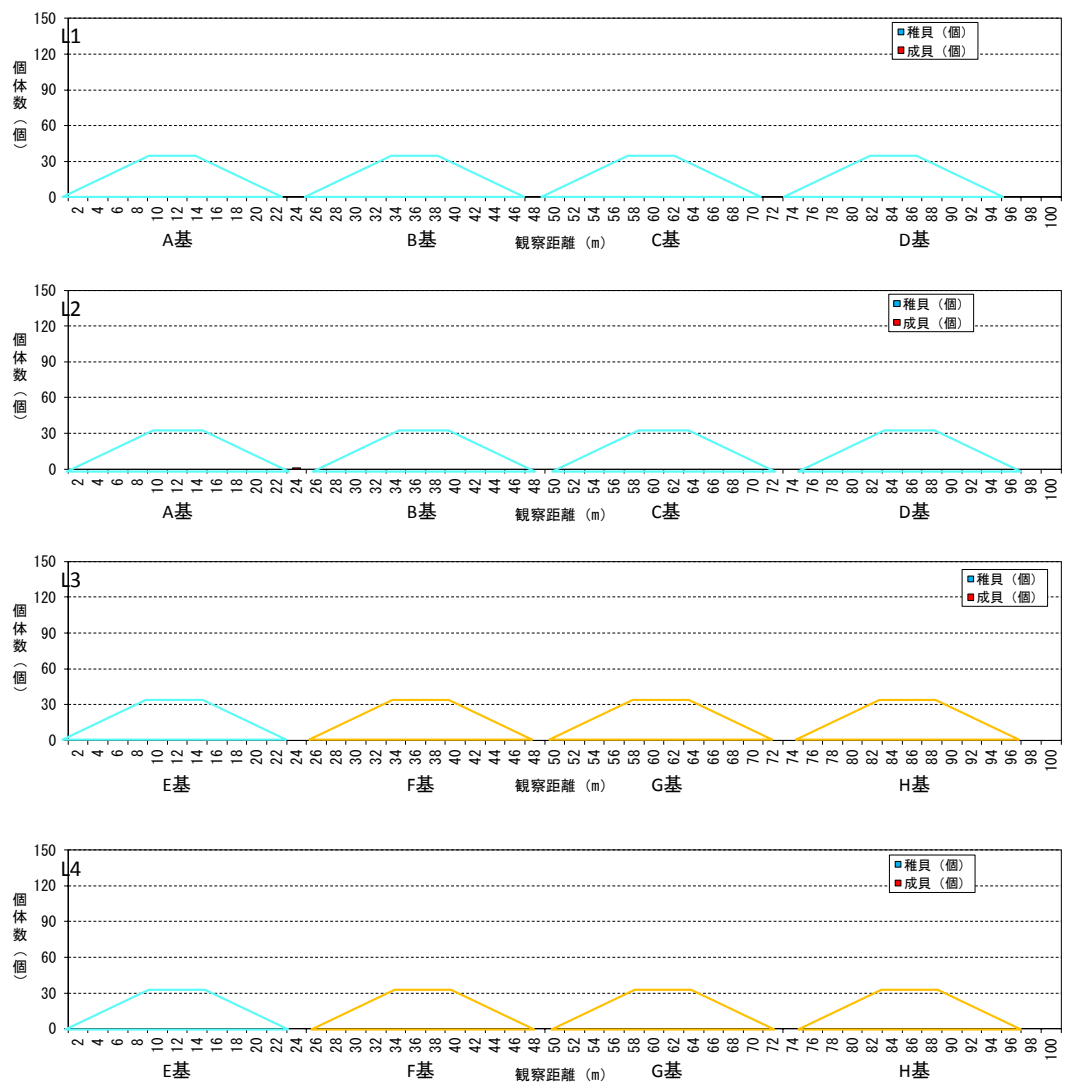


図 5.3(12) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 12 月 21-22 日)

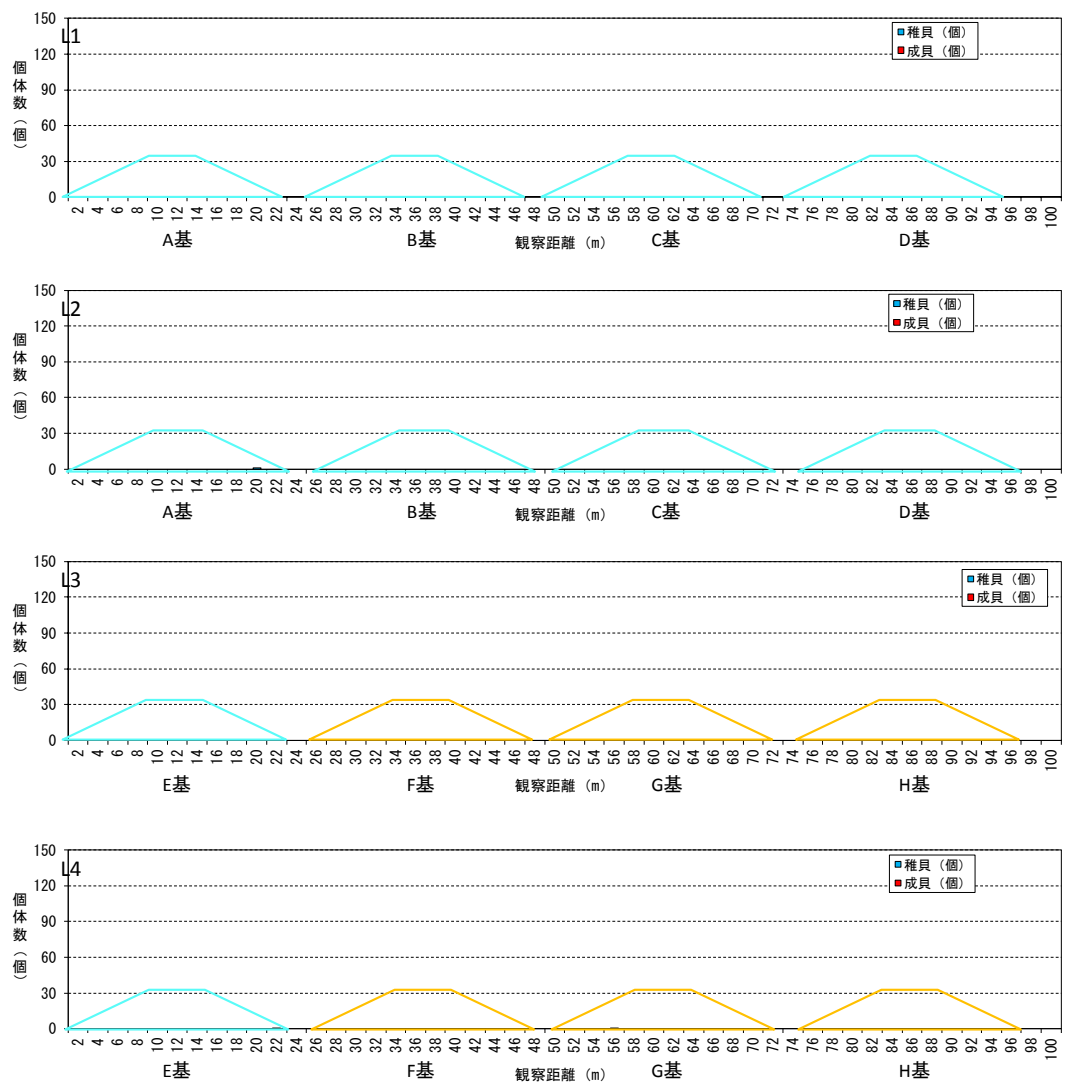


図 5.3(13) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 28 年 1 月 12, 15 日)

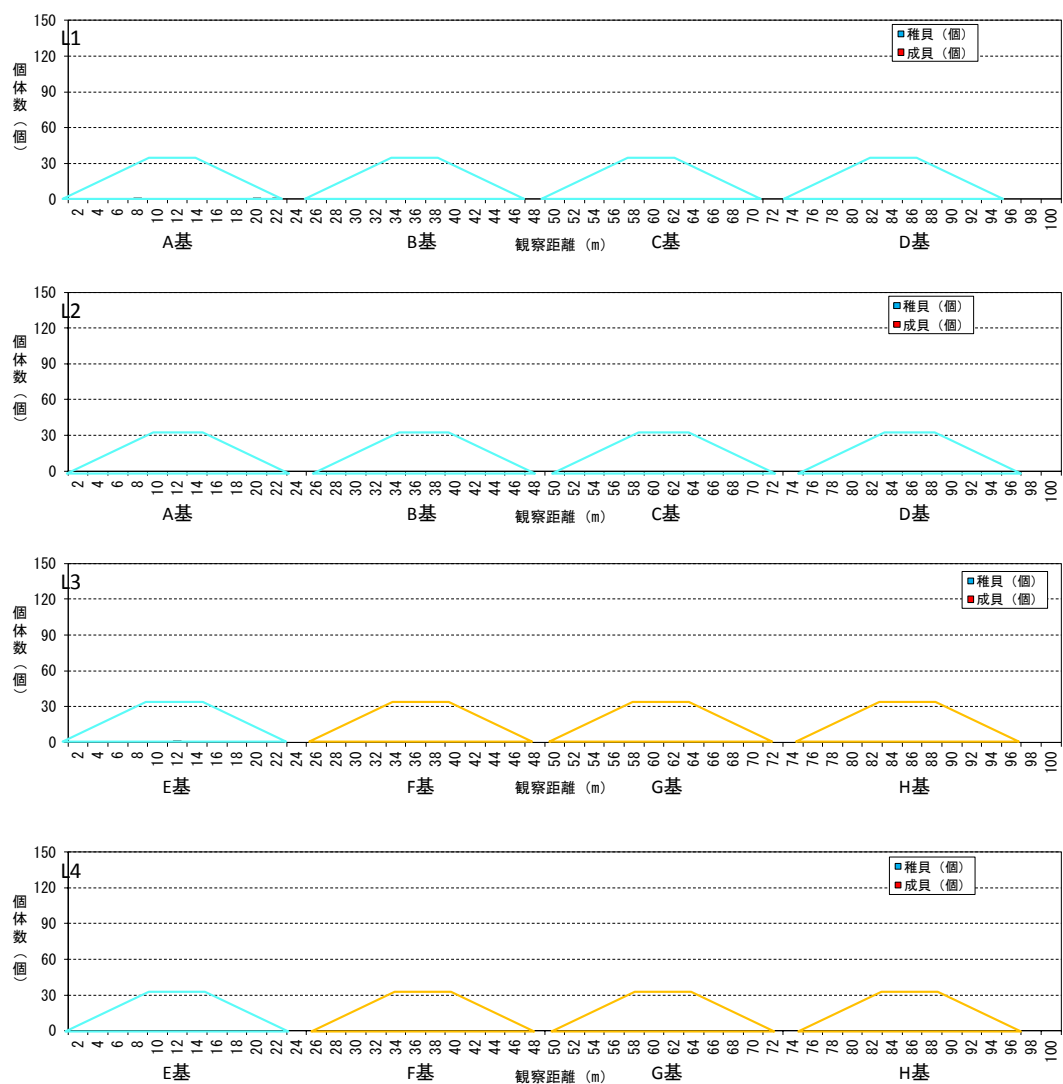


図 5.3(14) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 28 年 1 月 27-28 日)

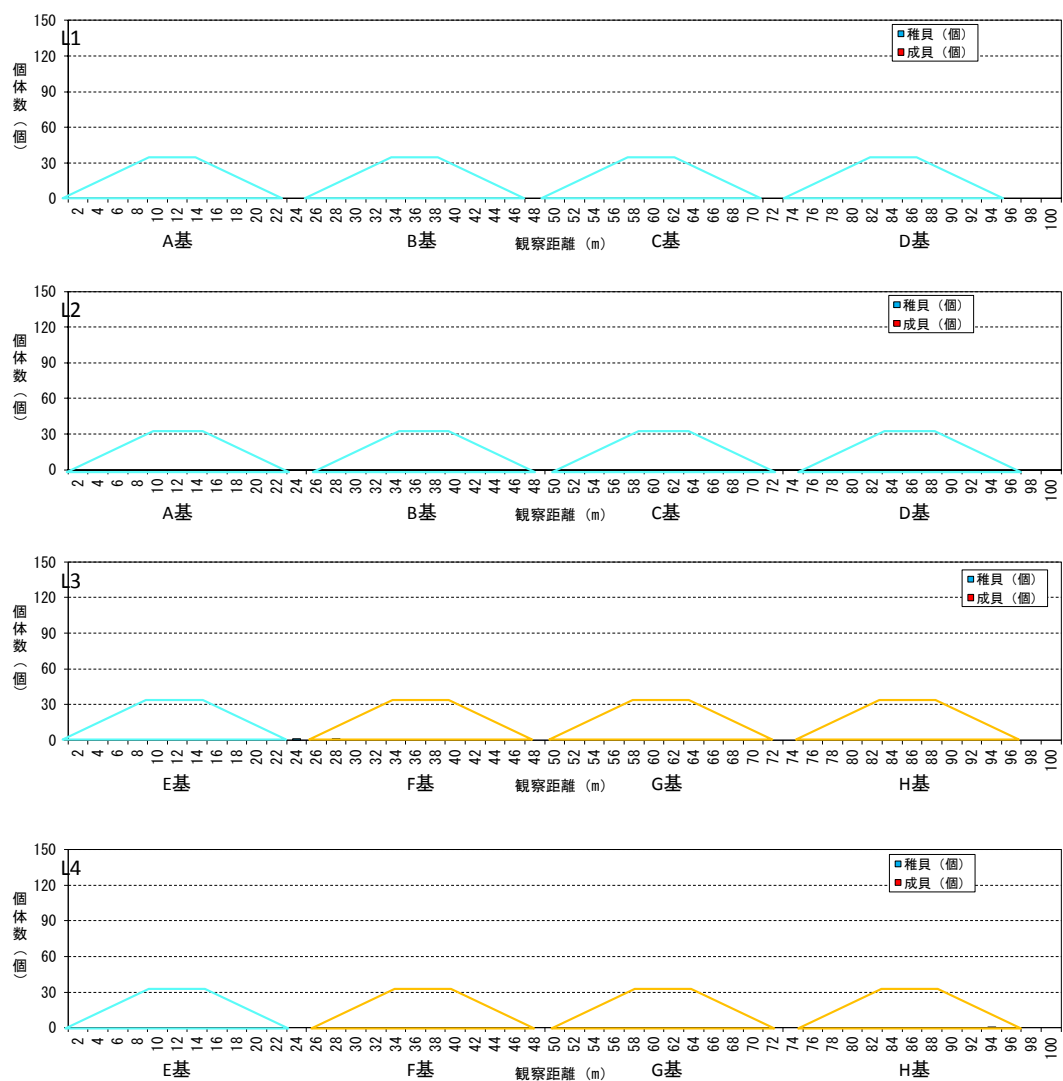


図 5.3(15) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 28 年 2 月 11, 22 日)

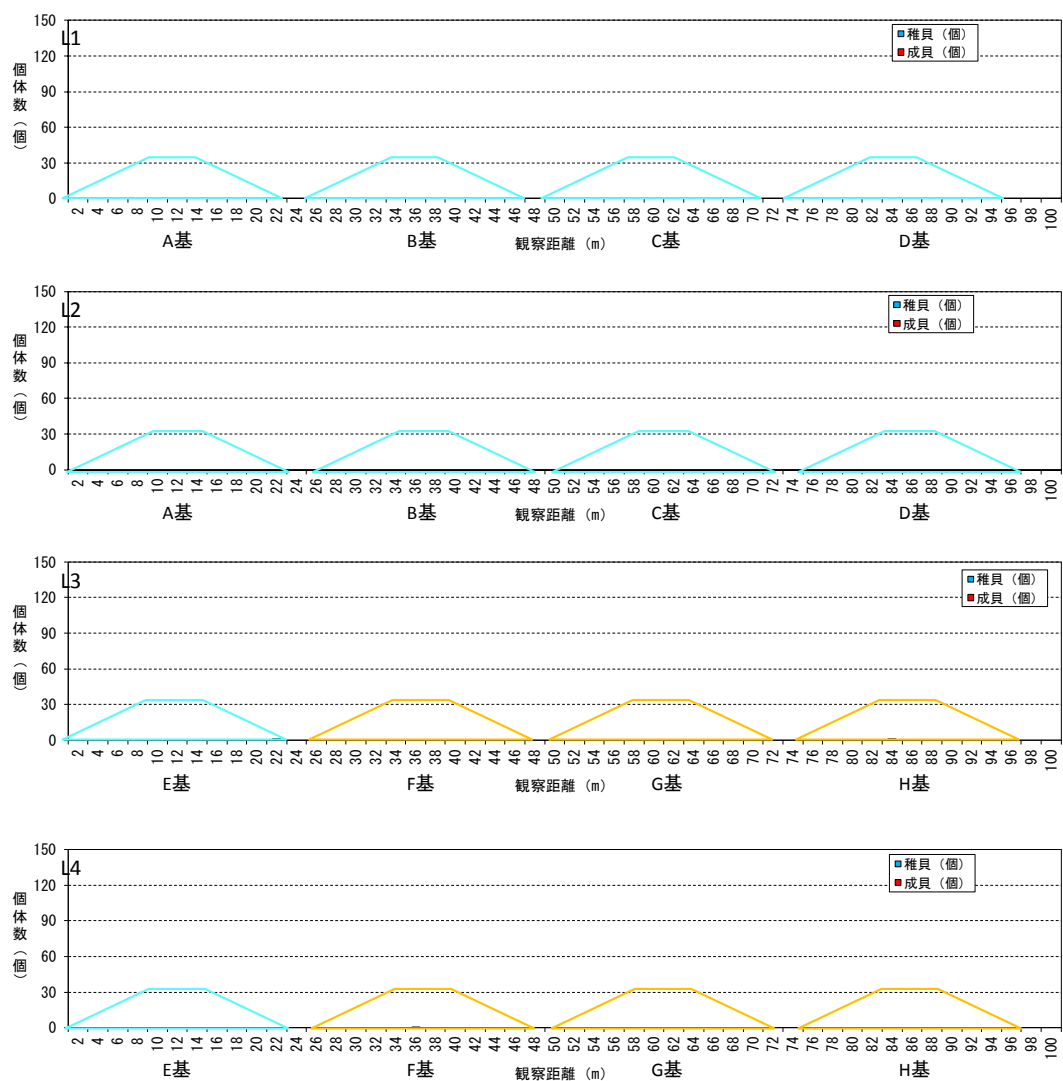


図 5.3(16) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 28 年 2 月 26 日, 3 月 3 日)

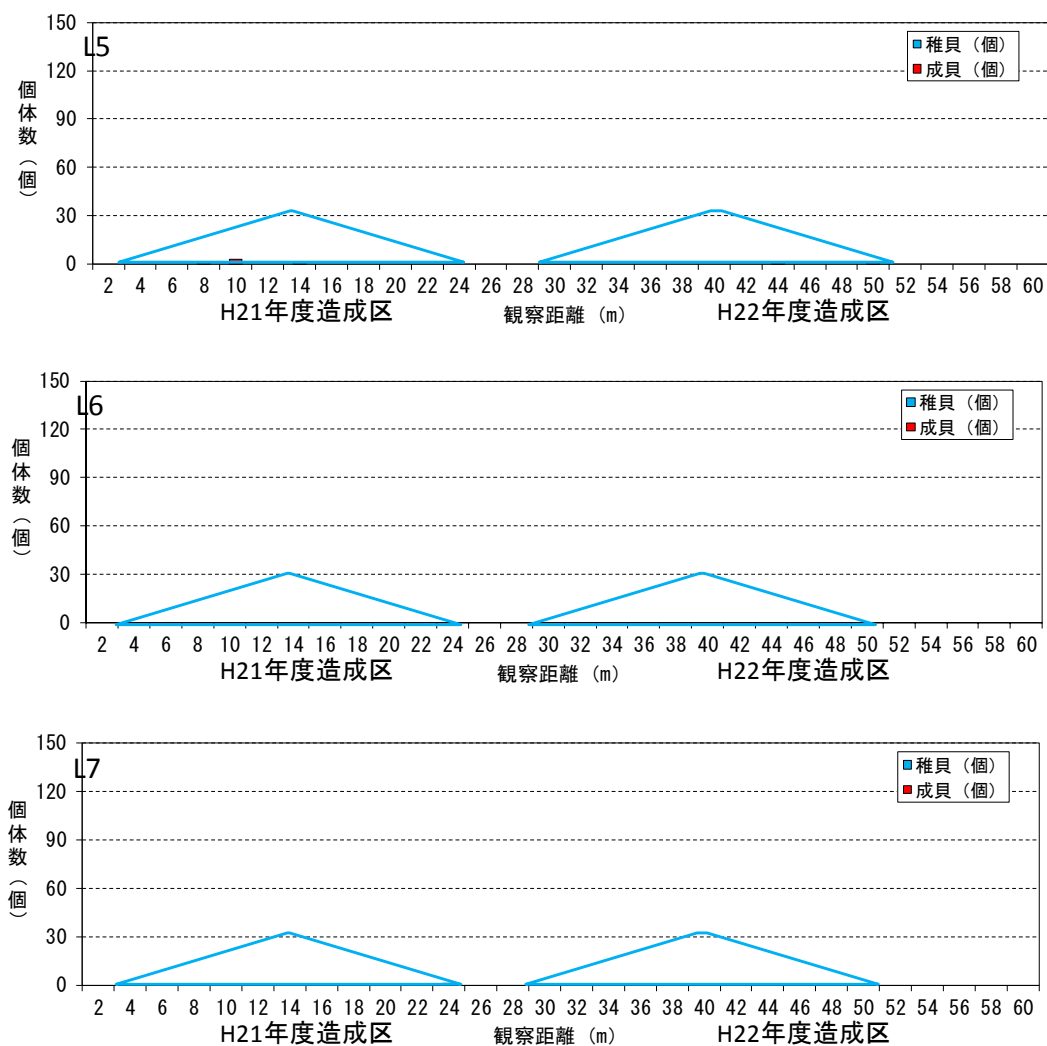


図 5.4(1) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 6 月 17-18 日)

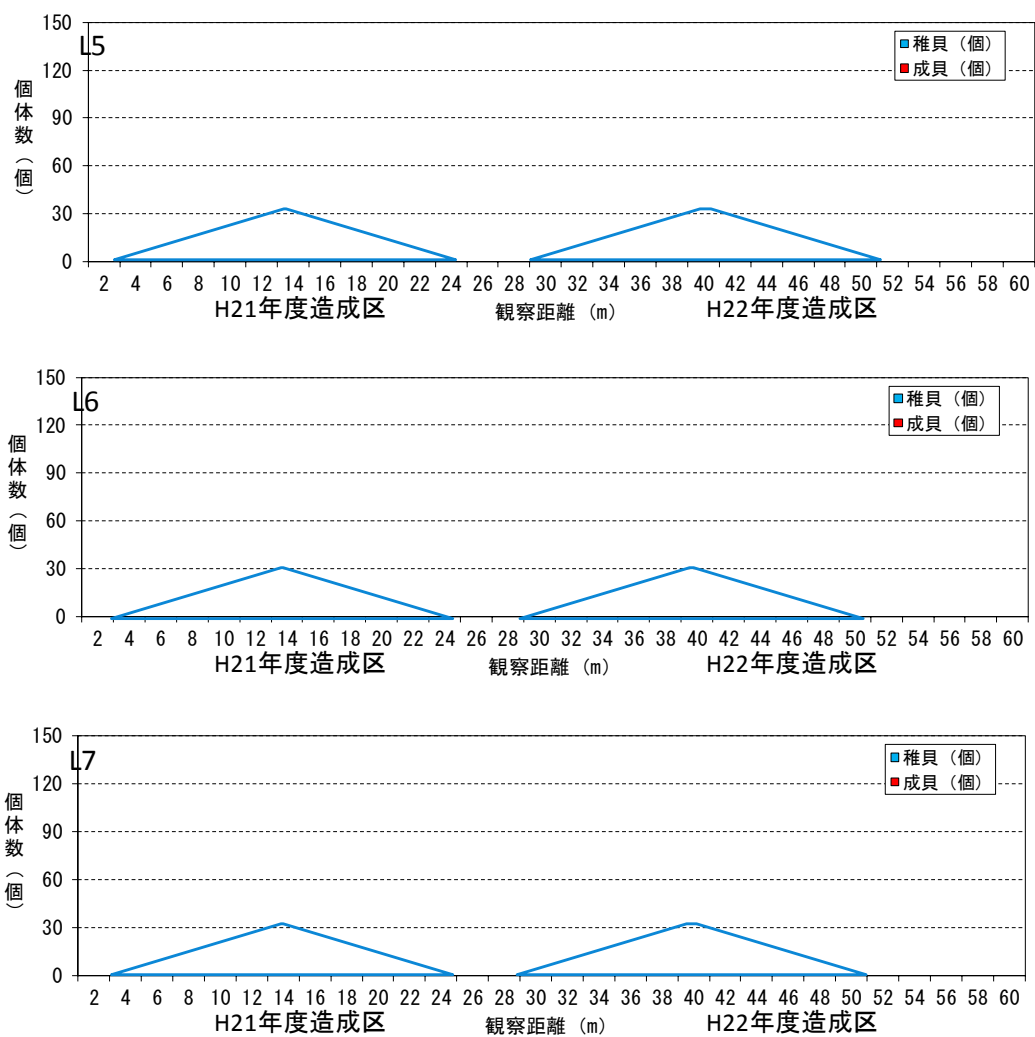


図 5.4(2) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 7 月 19-20 日)

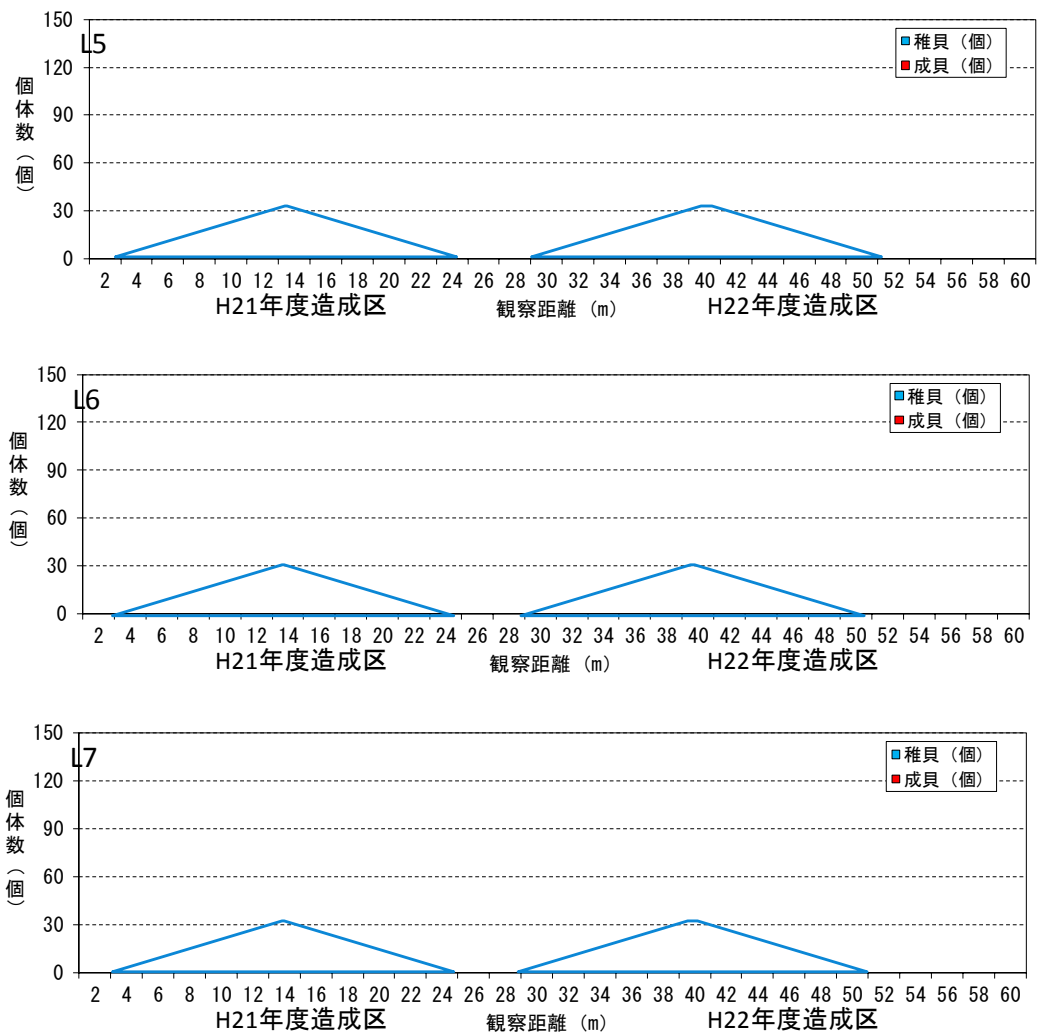


図 5.4(3) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 8 月 9-10 日)

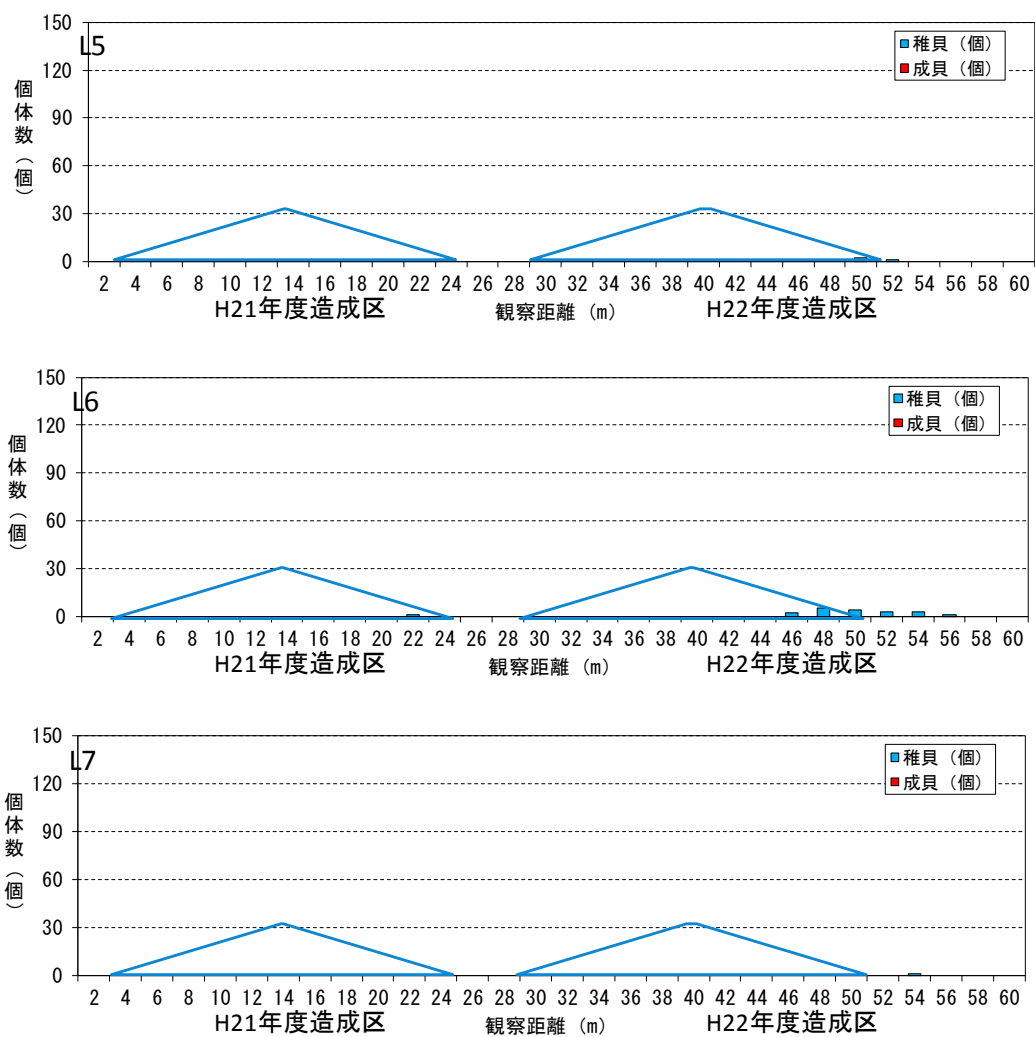


図 5.4(4) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 8 月 23-24 日)

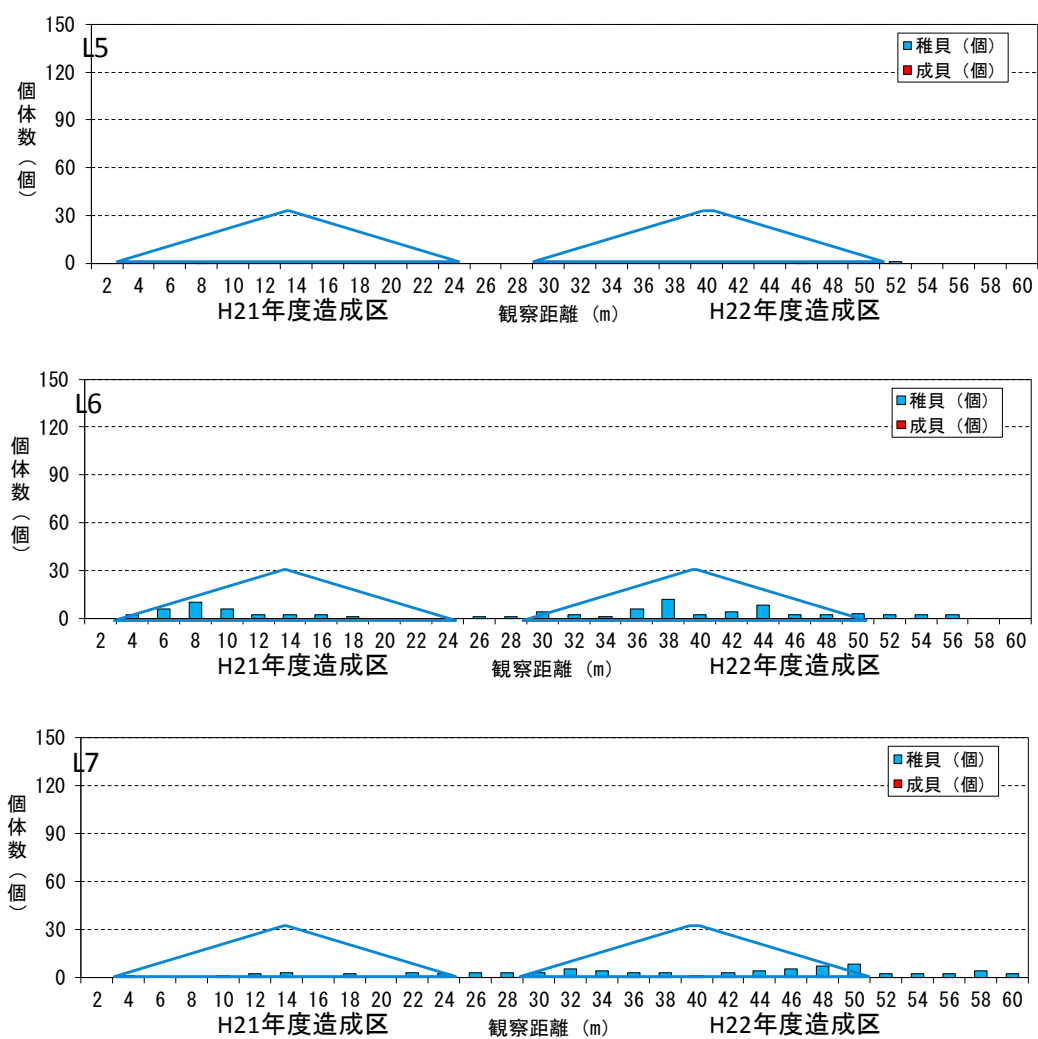


図 5.4(5) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 9 月 14-15 日)

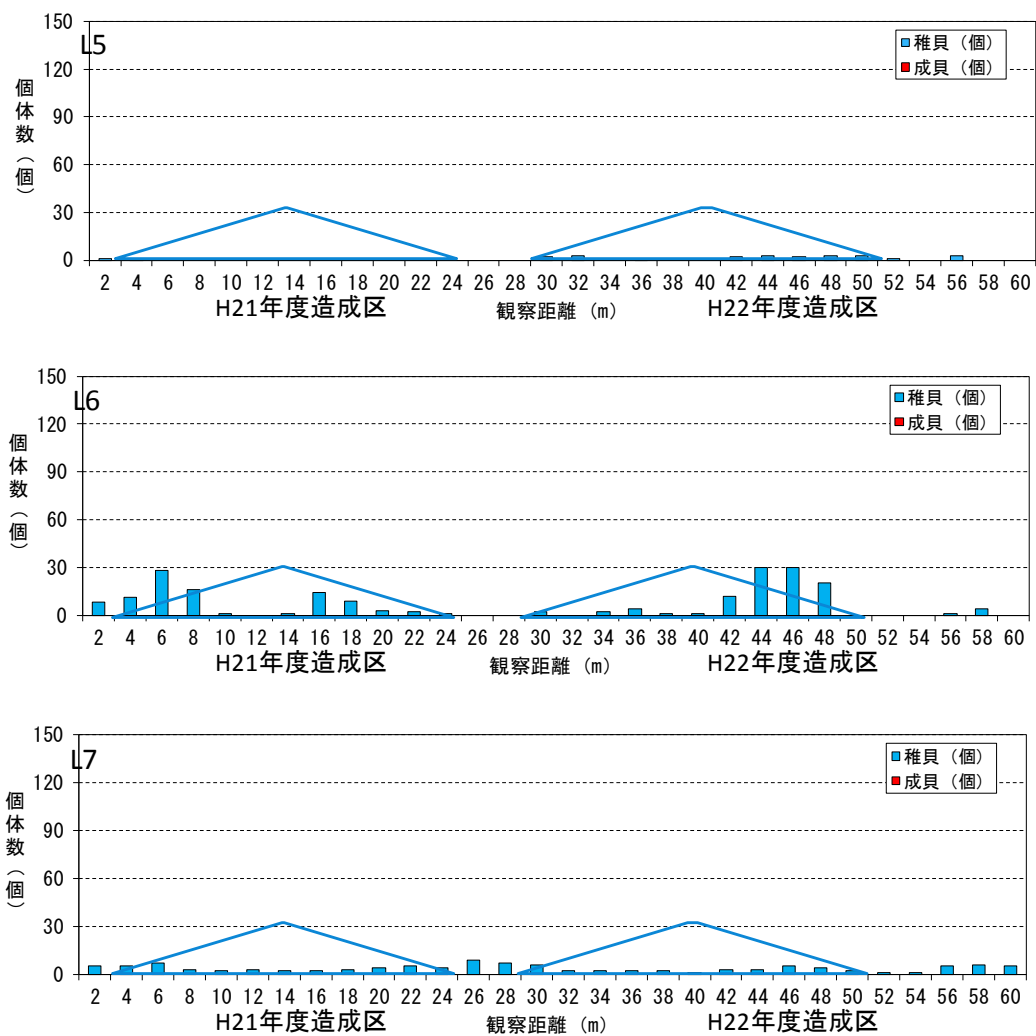


図 5.4(6) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 9 月 28-29 日)

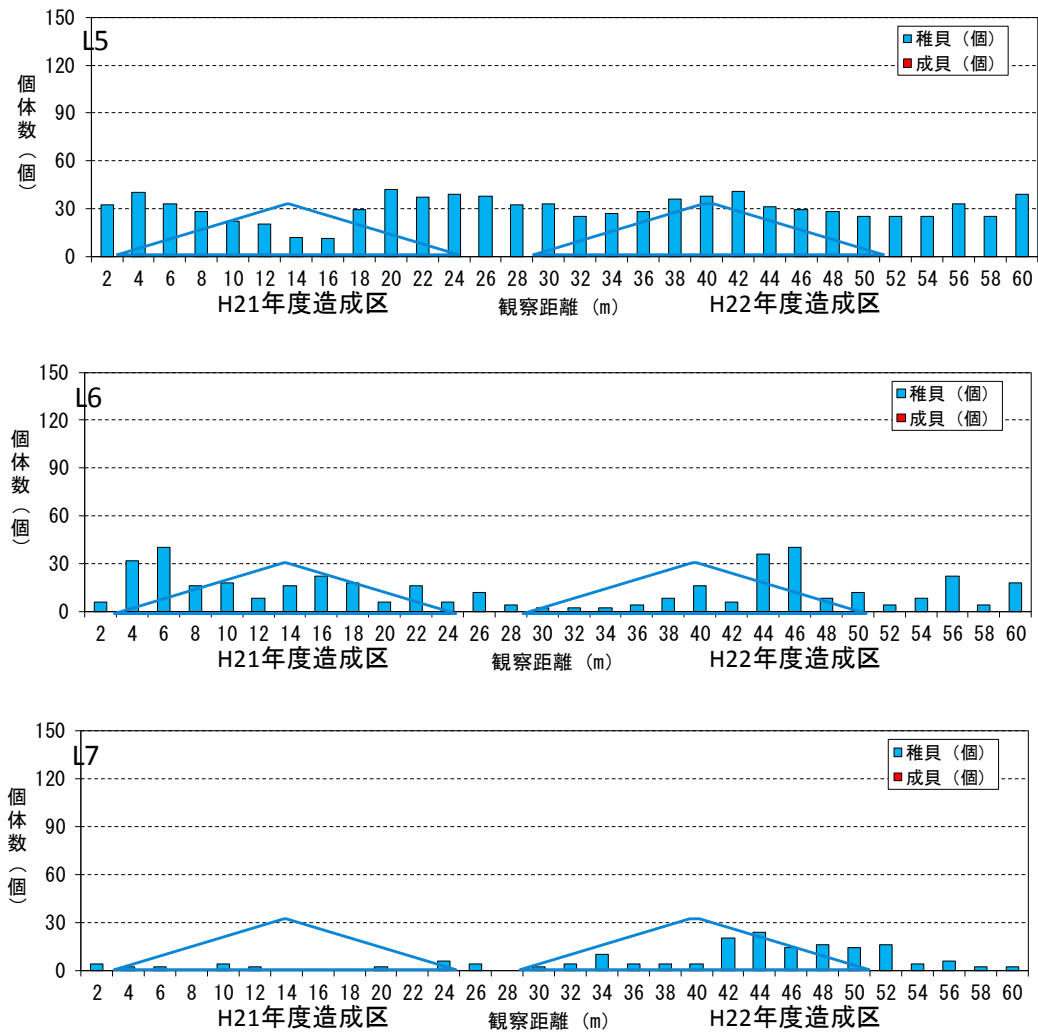


図 5.4(7) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 10 月 14-15 日)

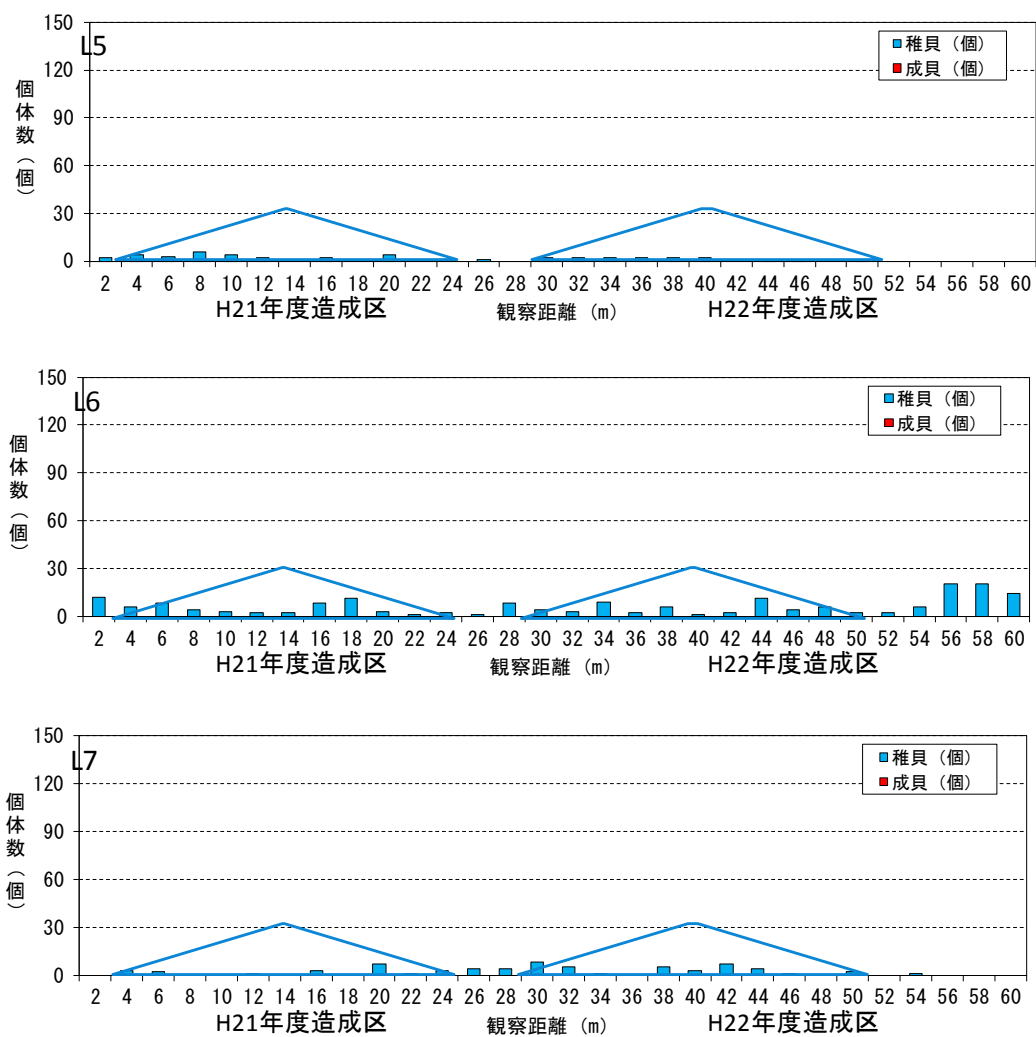


図 5.4(8) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 10 月 28-29 日)

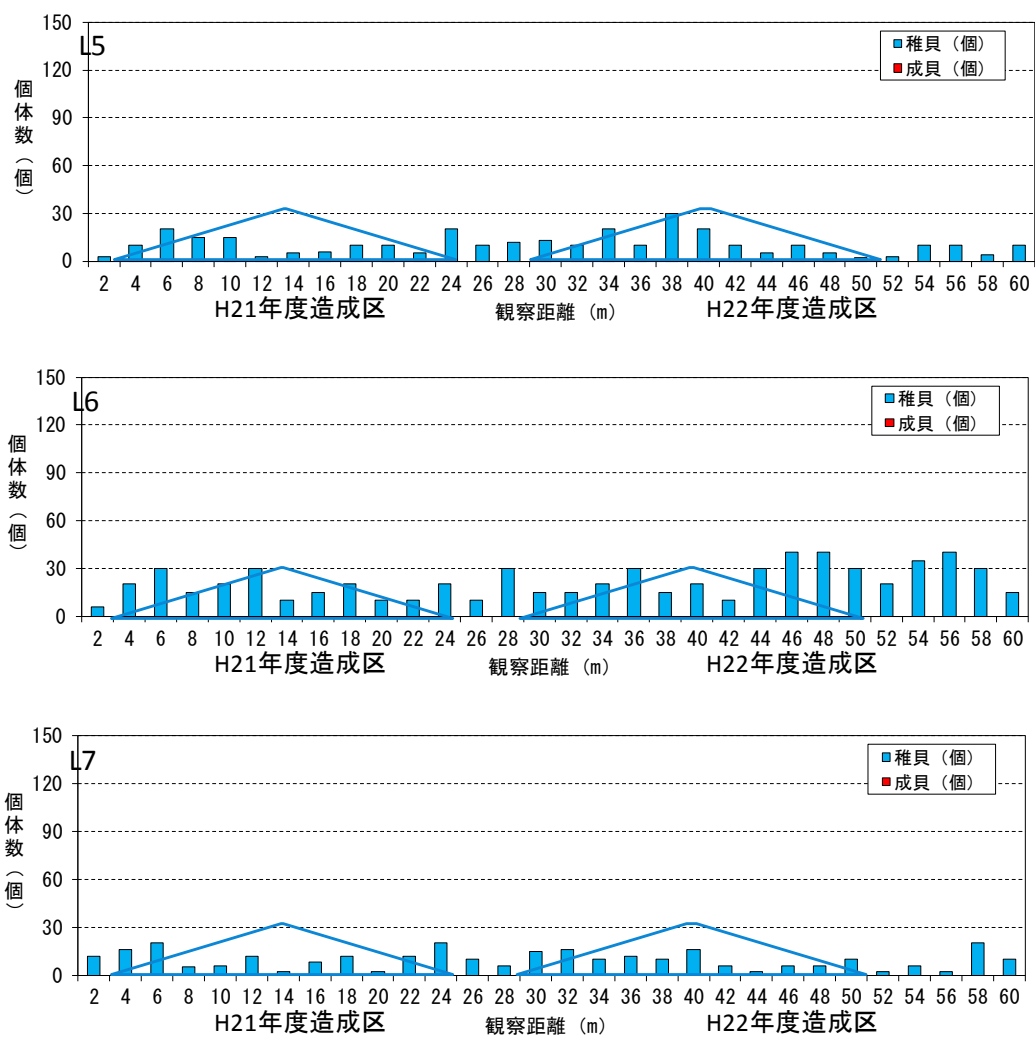


図 5.4(9) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 11 月 14-15 日)

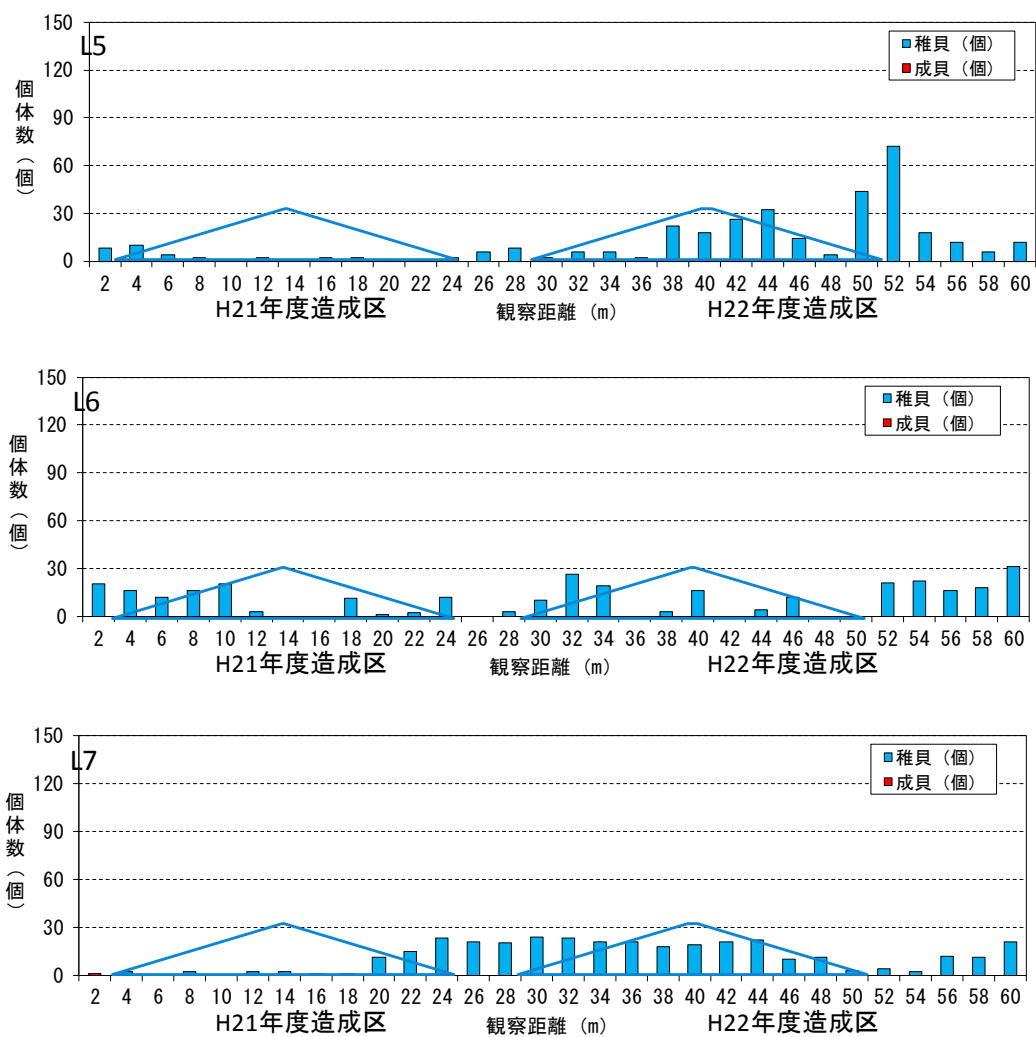


図 5.4(10) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 11 月 28-30 日)

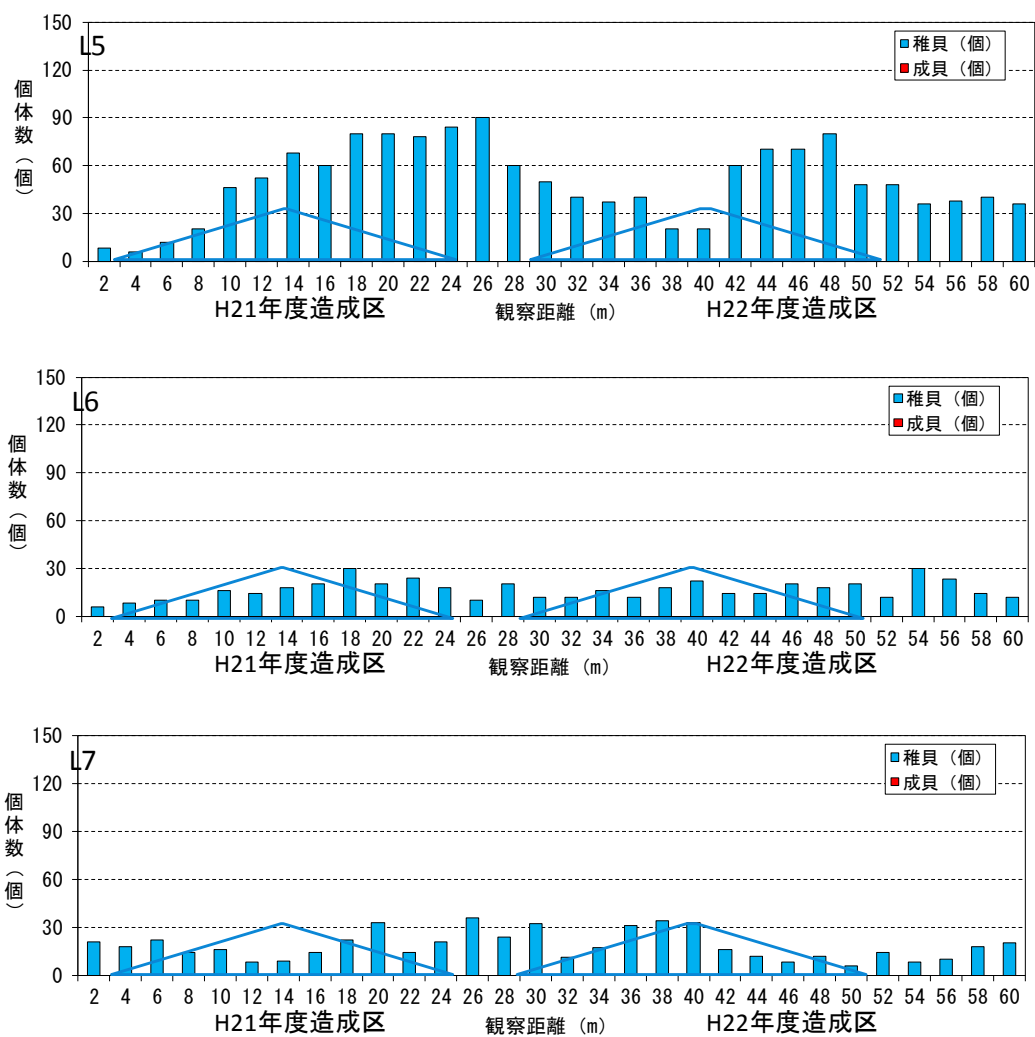


図 5.4(11) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 12 月 14-15 日)

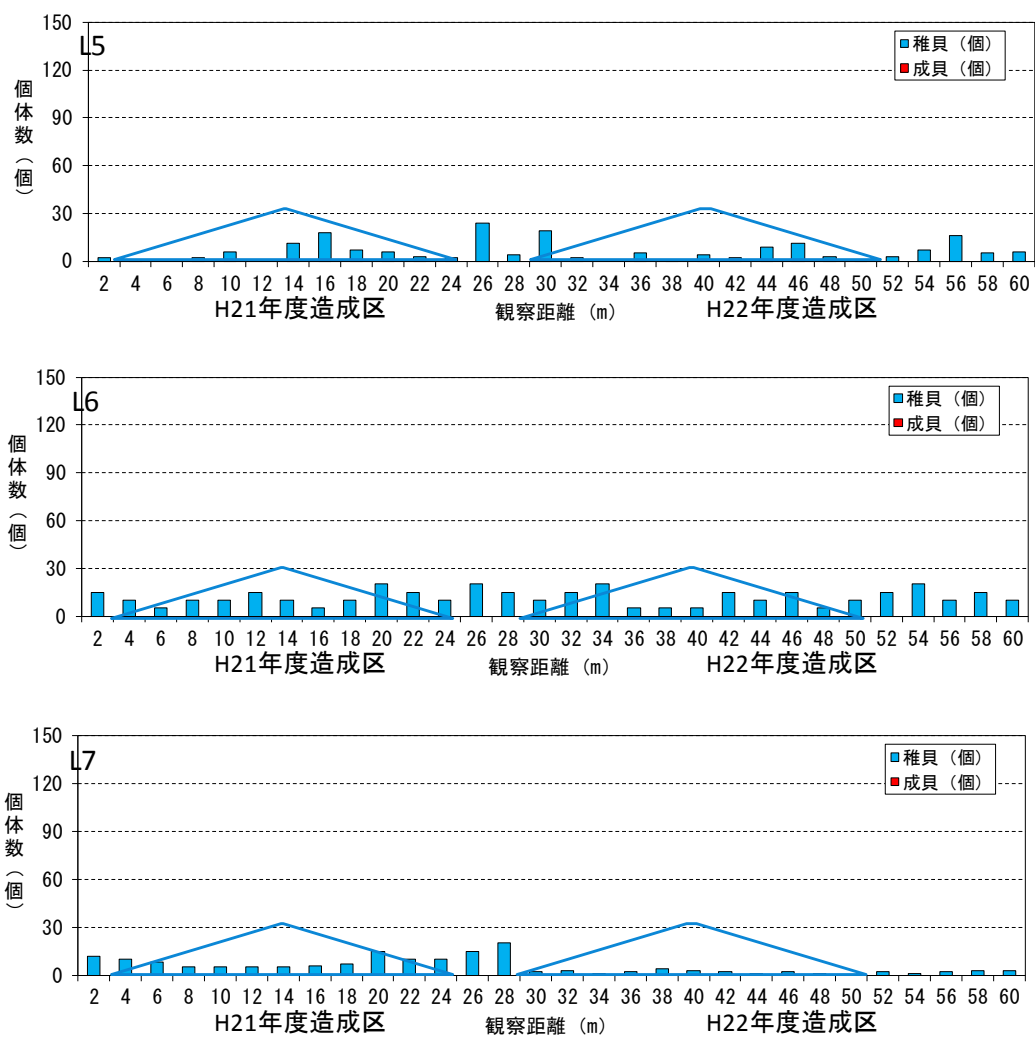


図 5.4(12) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 27 年 12 月 21-22 日)

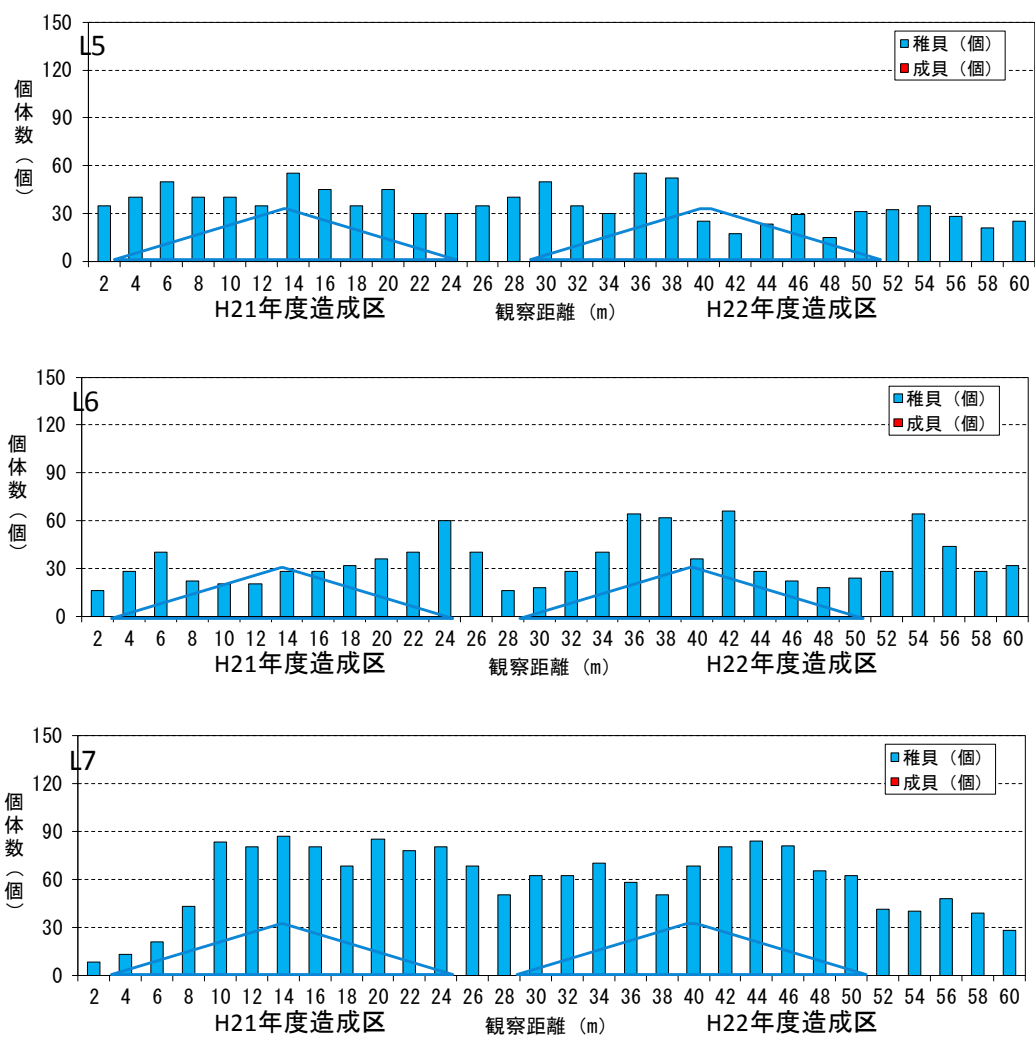


図 5.4(13) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 28 年 1 月 12, 15 日)

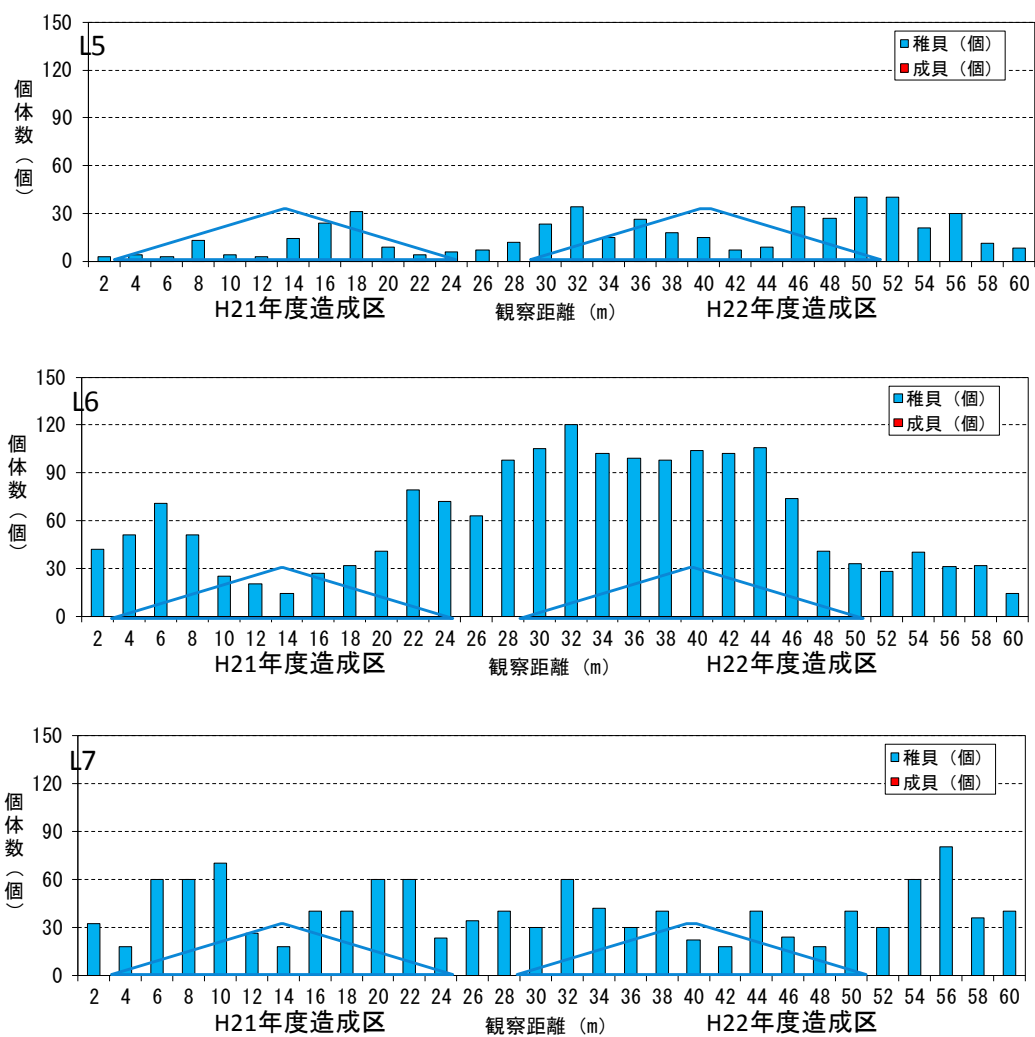


図 5.4(14) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 28 年 1 月 27-28 日)

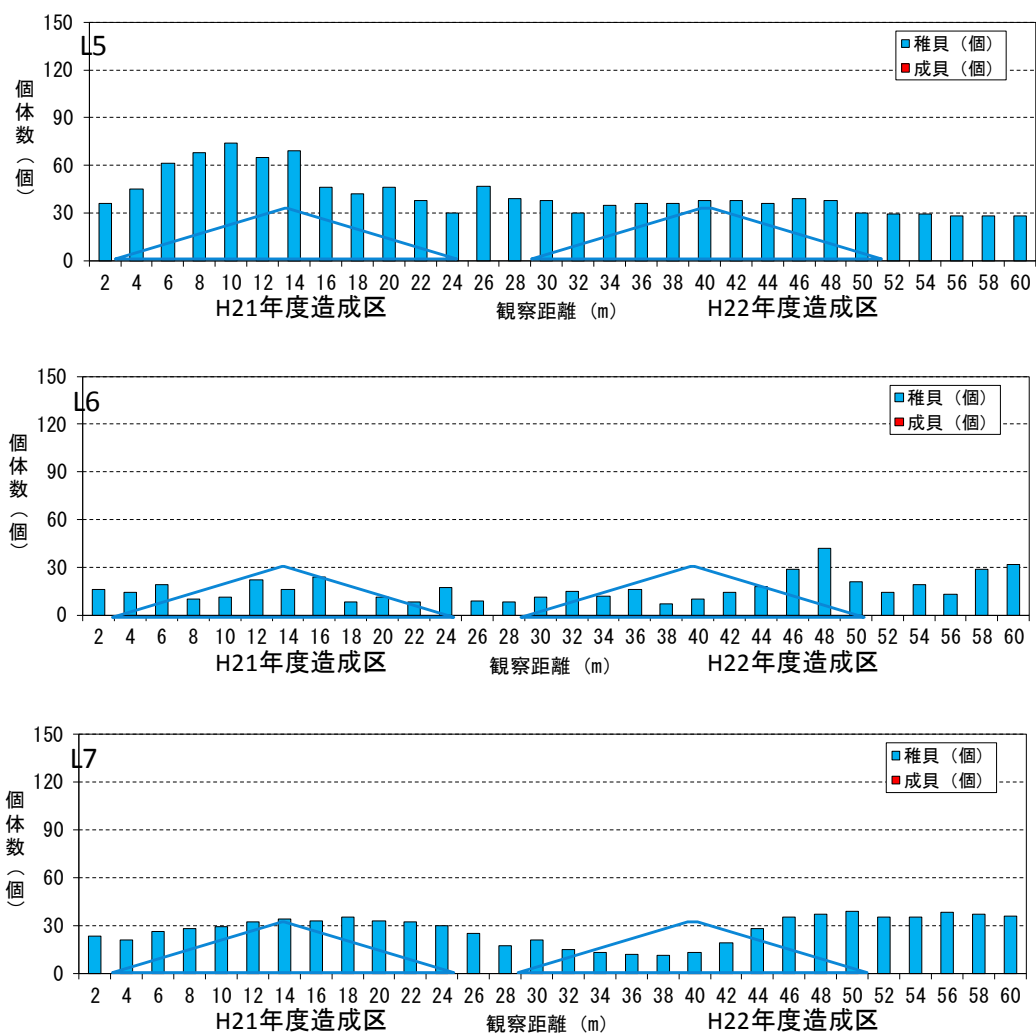


図 5.4(15) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 28 年 2 月 11, 22 日)

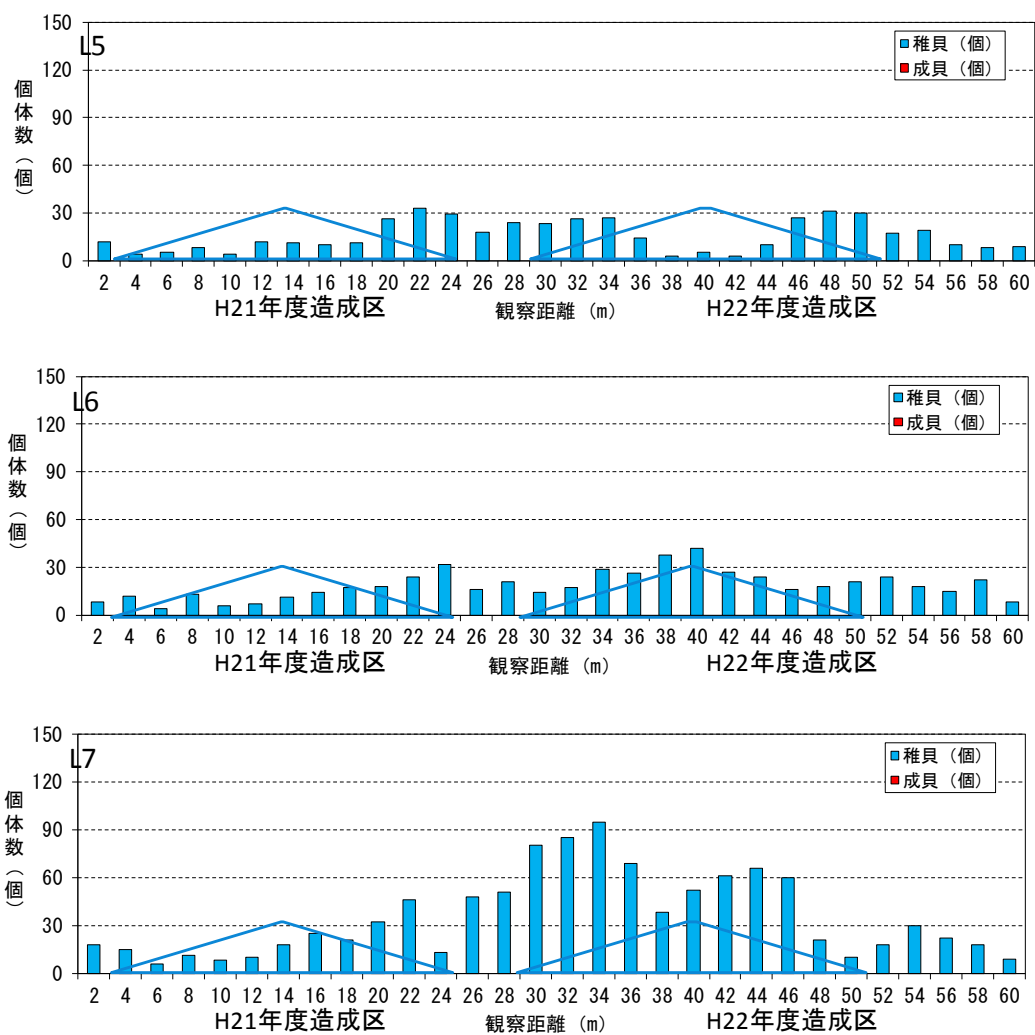


図 5.4(16) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区におけるタイラギの生息状況
(平成 28 年 2 月 26 日, 3 月 3 日)

(2) 覆砂区以外におけるタイラギの着底状況

天然漁場、干潟および干潟縁辺におけるタイラギの生息状況は表 5.3 に示すとおりである。

天然漁場におけるタイラギ(27 年級群)の生息状況は、9 月末に生息が確認され、その密度は 2 月末で平均 14.0 個体/m²となった。周年にわたって、成貝は確認されなかった。

なお、干潟および干潟縁辺ではタイラギは確認されなかった。

表 5.3 天然漁場、干潟および干潟縁辺におけるタイラギの生息状況

調査日	干潟 (個体/50 m ²)	干潟縁辺 (個体/50 m ²)	天然漁場 (個体/50 m ²)
平成 27 年 6 月 20 日	0	0	0
平成 27 年 7 月 21 日	0	0	0
平成 27 年 8 月 11 日	0	0	0
平成 27 年 8 月 22 日	0	0	0
平成 27 年 9 月 16 日	0	0	0
平成 27 年 9 月 30 日	0	0	575
平成 27 年 10 月 16 日	0	0	475
平成 27 年 10 月 30 日	0	0	500
平成 27 年 11 月 12, 13 日	0	0	450
平成 27 年 11 月 29 日、12 月 1 日	0	0	550
平成 27 年 12 月 19, 20 日	0	0	425
平成 27 年 12 月 23 日	0	0	500
平成 28 年 1 月 12, 14 日	0	0	500
平成 28 年 1 月 28, 31 日	0	0	450
平成 28 年 2 月 10 日	0	0	725
平成 28 年 2 月 24, 25 日	0	0	700

注：個体数は潜水士 2 人による 5 分間の目視観察で確認した数の平均値である。

(ウ) 凹凸覆砂畝型工の浮泥堆積低減効果の実証

1) 流況ベクトル

計測結果は、大潮時の 11 月 25 日から 27 日の 3 日間（72 時間）のデータを用いて解析、検討を行った。

大潮時における 1 時間毎の流速ベクトルは、図 5.5(1)～(6)に示すとおりである。

流れの進行方向は、下げ潮時には全体的に北北西から南南東、上げ潮時には全体的に南南東から北北西となった。

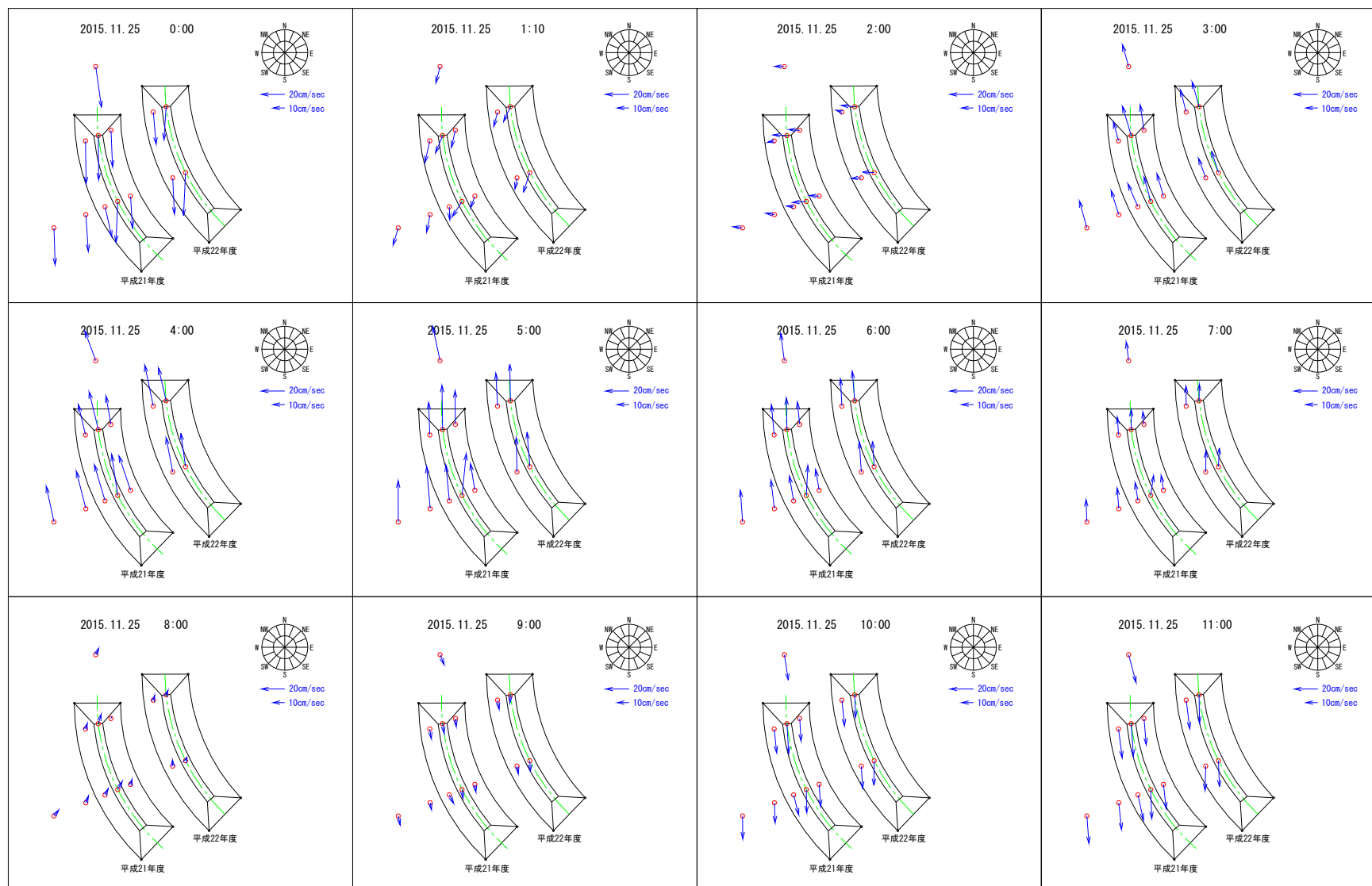


図 5.5(1) 1 時間毎の流況ベクトル (H27.11.25 大潮) 0:00~11:00

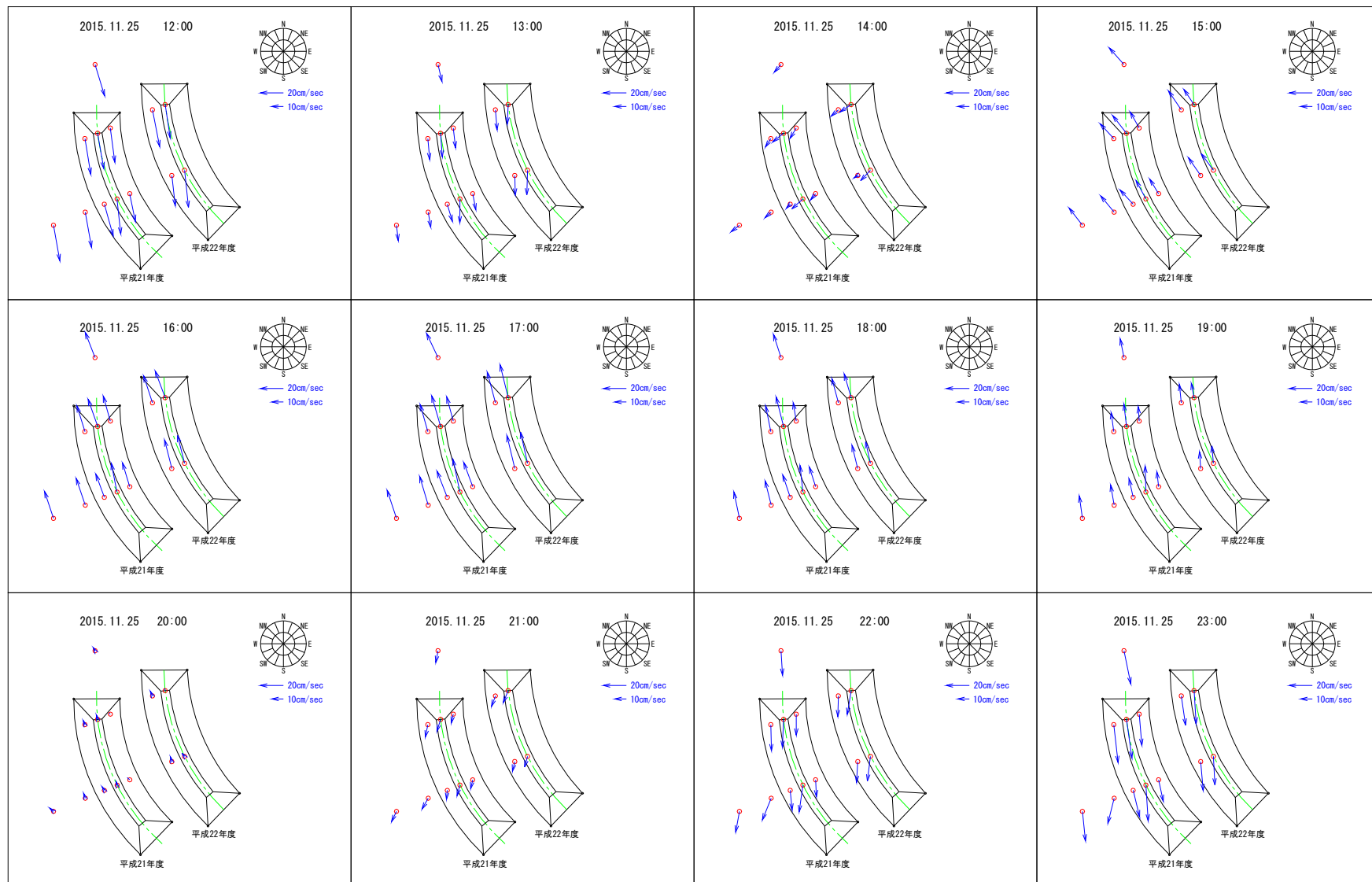


図 5.5(2) 1 時間毎の流況ベクトル (H27. 11. 25 大潮) 12:00~23:00

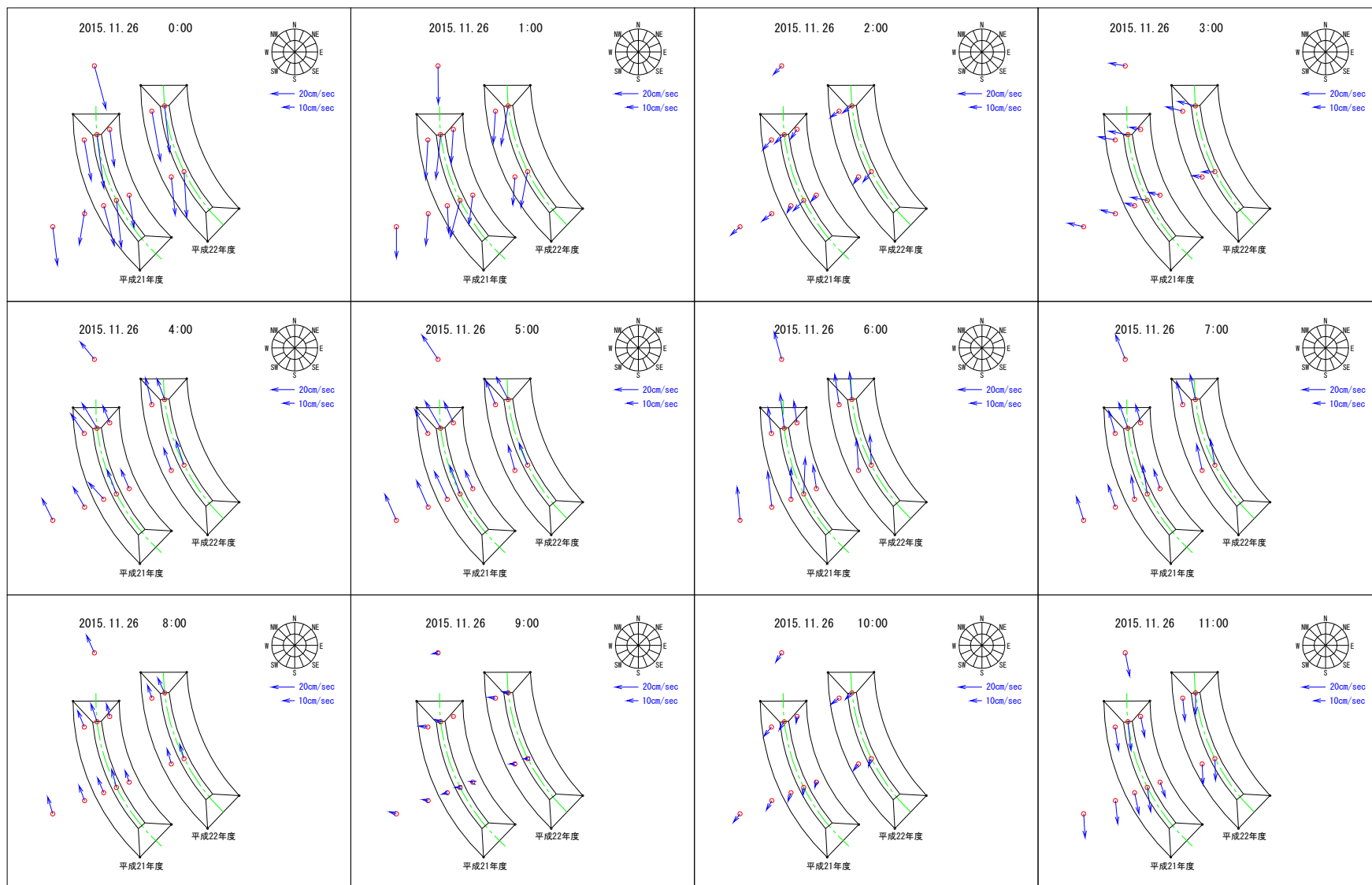


図 5.5(3) 1 時間毎の流況ベクトル (H27. 11. 26 大潮) 0:00~11:00

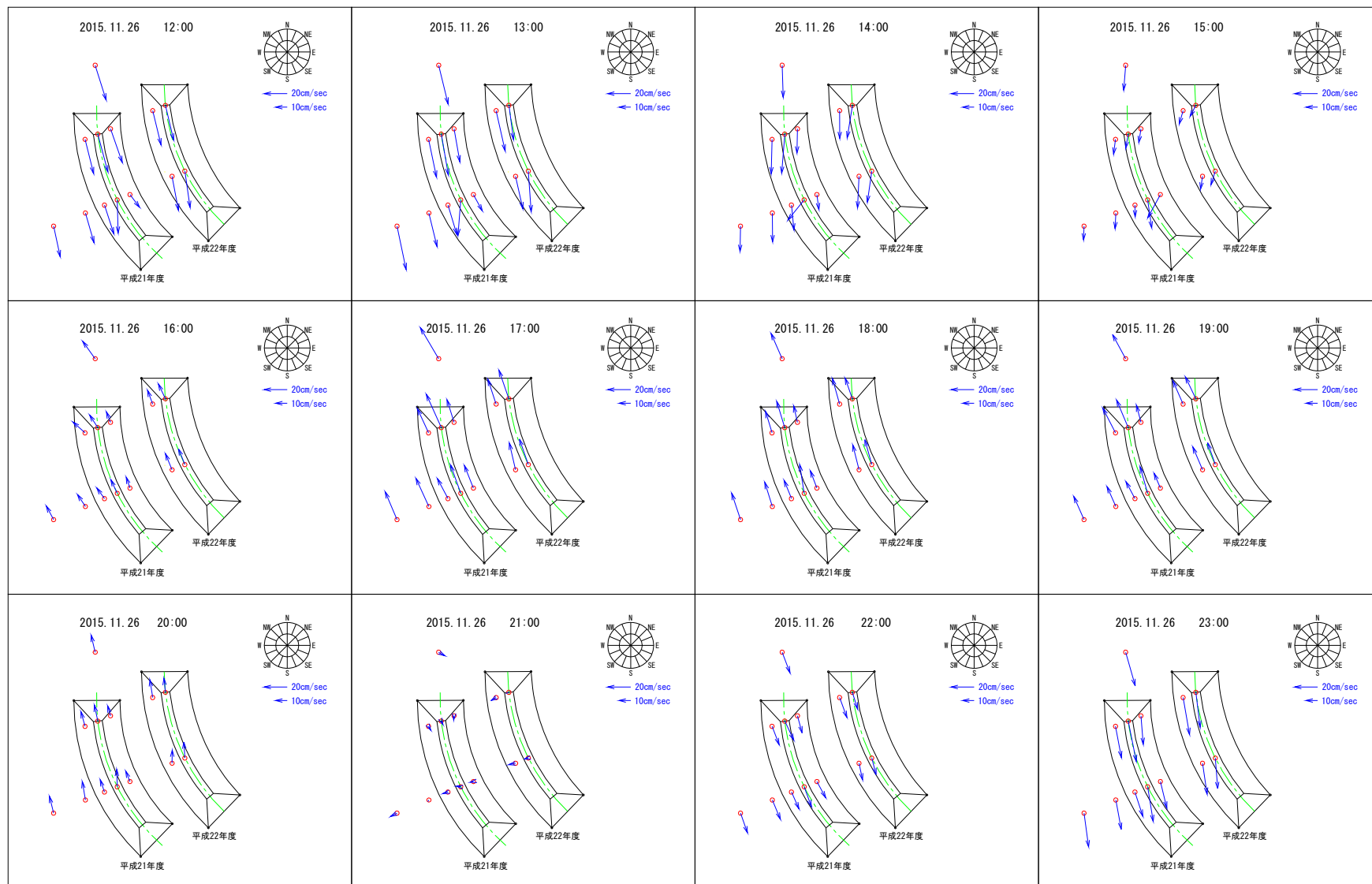


図 5.5(4) 1 時間毎の流況ベクトル (H27.11.26 大潮) 12:00~23:00

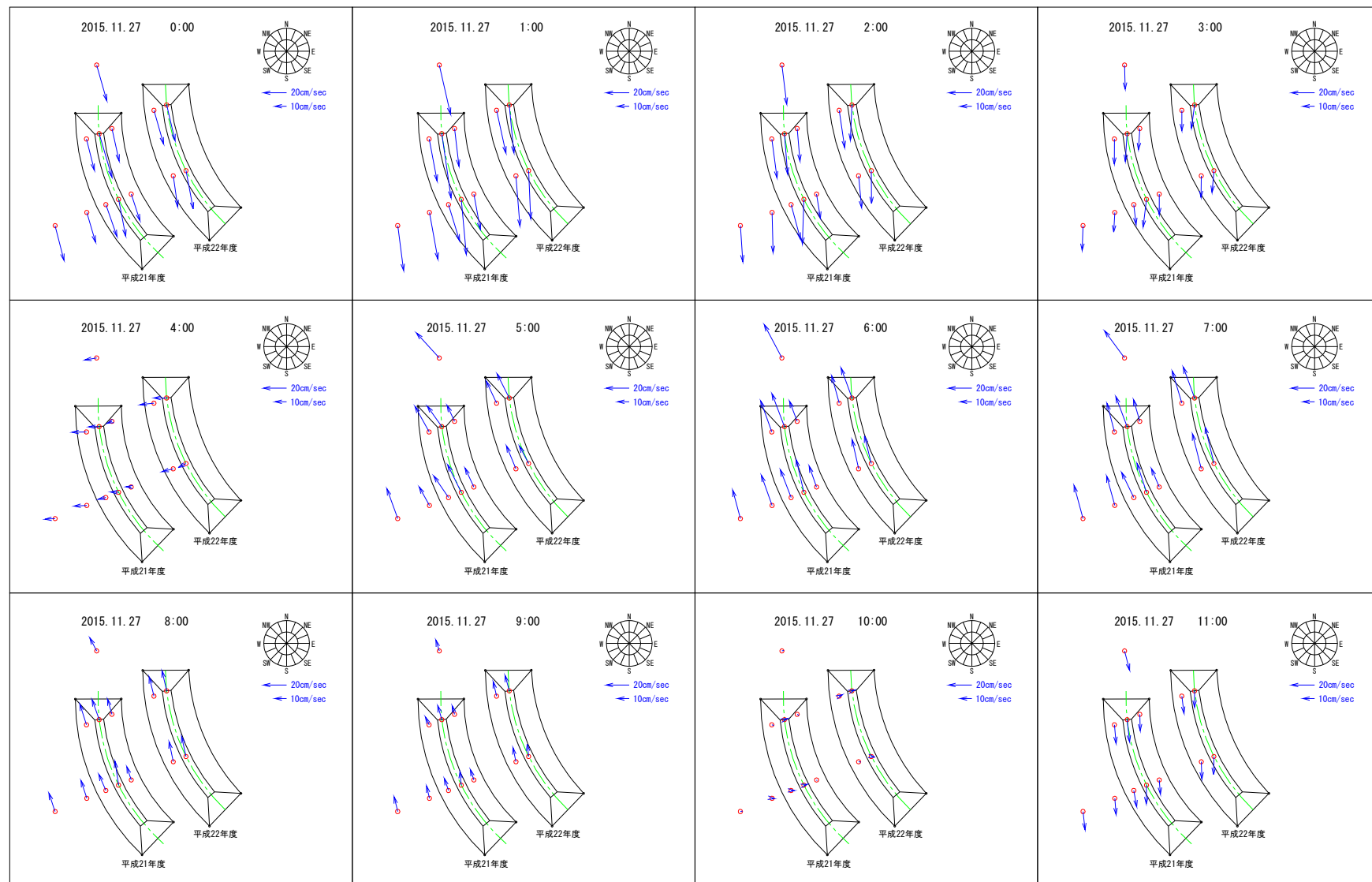


図 5.5(5) 1 時間毎の流況ベクトル (H27. 11. 27 大潮) 0:00~11:00

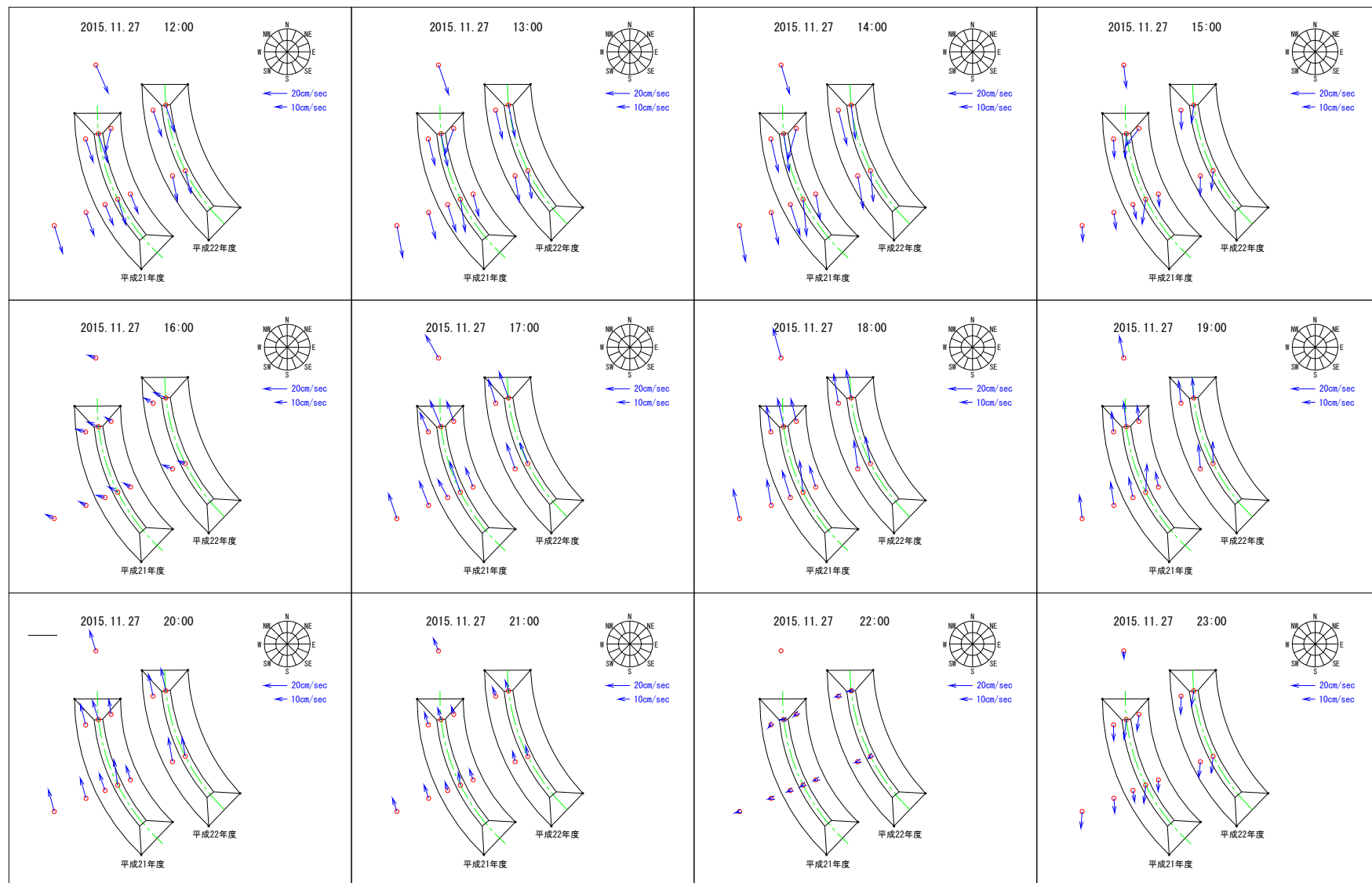


図 5.5(6) 1 時間毎の流況ベクトル (H27.11.27 大潮) 12:00~23:00

2) 方位別の出現頻度

大潮時 72 時間における各地点での流速を 16 方位別の出現頻度は図 5.6 に示すとおりである。

各地点においても北北西～北と南南東～南の流れが卓越し、地点間での顕著な差異はみられなかった。

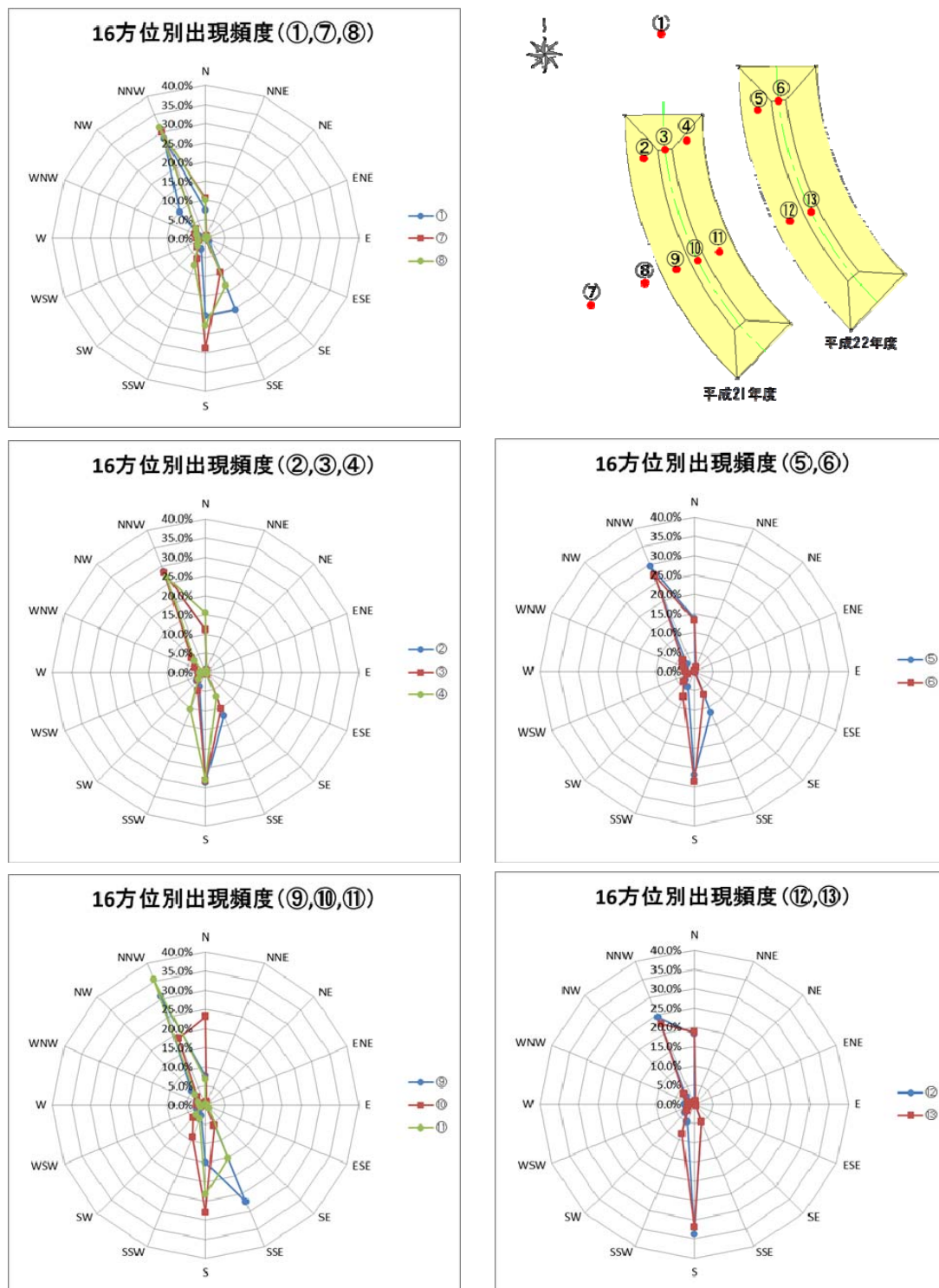


図 5.6 大潮時 72 時間における 16 方位別の出現頻度

3) 方位別の平均流速

大潮時における各地点での 16 方位別の平均流速は図 5.7 に示すとおりである。

流向別の平均流速は、出現頻度と同様にいずれの地点でも北北西～北（上げ潮）、南南東～南（下げ潮）が卓越した。また、平成 21 年度覆砂区の②③④と⑨⑩⑪では、天端部の③と⑩の平均流速が法面部と比較して速くなった。また、下げ潮時の南南東～南の平均流速は、上げ潮時の北北西～北の平均流速と比較して 2 割程度速くなった。

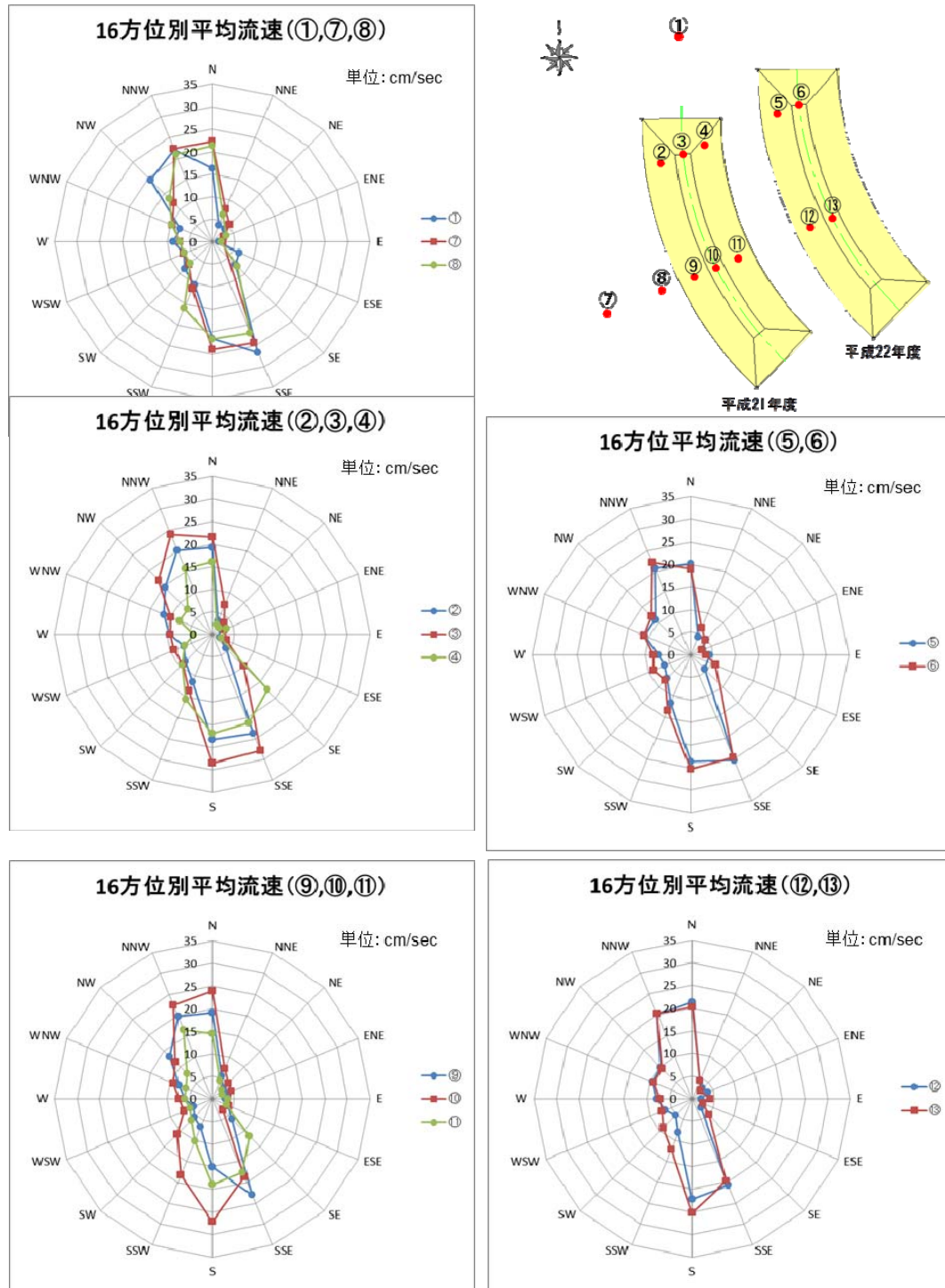
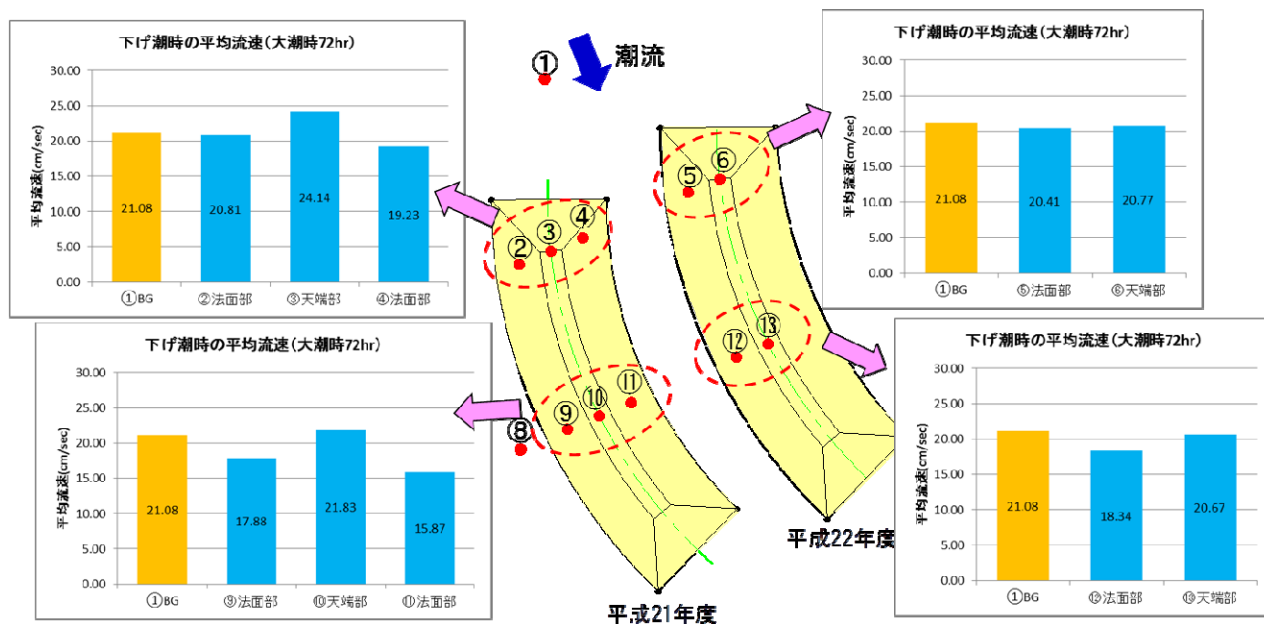


図 5.7 大潮時 72 時間における 16 方位別の平均流速

4) 調査地点別の平均流速

調査地点別の下げ潮時における平均流速（絶対値）は図 5.8 に示すとおりである。

平成 21 年度凹凸覆砂畝型区において、天端部の平均流速は法面部より 2 割程度、バックグラウンドの①より 1 割程度速くなった。一方で、平成 22 年度凹凸覆砂畝型区は、平均流速に明確な差異は認められなかった。



11/25～27(大潮)	①(B.G.)	②(法面)	③(天端部)	④(法面)	①(B.G.)	⑤(法面)	⑥(天端部)
72時間平均流速(cm/sec)	21.08	20.81	24.14	19.23	21.08	20.41	20.77
天端部に対する比率	0.87	0.86	1.00	0.80	1.02	0.98	1.00
11/25～27(大潮)	①(B.G.)	⑨(法面)	⑩(天端部)	⑪(法面)	①(B.G.)	⑫(法面)	⑬(天端部)
72時間平均流速(cm/sec)	21.08	17.88	21.83	15.87	21.08	18.34	20.67
天端部に対する比率	0.97	0.82	1.00	0.73	1.02	0.89	1.00

図 5.8 下げ潮時における各調査地点の平均流速（絶対値）

5) 畝型覆砂内での流向変化

畝型覆砂区内での流向変化は図 5.9 に示すとおりである。

平成 21 年度凹凸覆砂畝型区において、法面部の②と④、⑨と⑪では、いずれも下げ潮時に天端部に向かって交差する流向の流れが発生していた。その角度は②と④で 2.7° 、⑨と⑪で 5.0° と畝型中央部で大きくなっていることから、法面部において流速差により天端部へ向かう流れが発生していることが示唆された。

②⇔④の流向比較

	南向きの潮流(下げ潮)		
	②と③の 交差角	④と③の 交差角	②と④の交差角 (天端方向が+)
11月25日の平均	2.9°	-2.0°	1.0°
11月26日の平均	1.4°	-0.8°	0.6°
11月27日の平均	2.2°	5.1°	7.5°
11月25～27日の平均	2.2°	0.4°	2.7°

⑨⇔⑪の流向比較

	南向きの潮流(下げ潮)		
	⑨と⑩の 交差角	⑪と⑩の 交差角	⑨と⑪の交差角 (天端方向が+)
11月25日の平均	13.1°	-7.0°	6.2°
11月26日の平均	12.0°	-8.4°	2.8°
11月27日の平均	11.3°	-5.9°	5.4°
11月25～27日の平均	12.1°	-7.0°	5.0°

ただし、平均流速が10cm/s以上のデータを使用

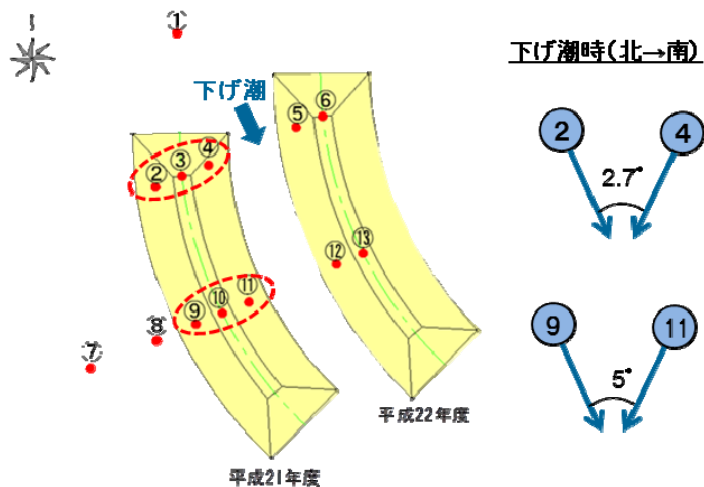
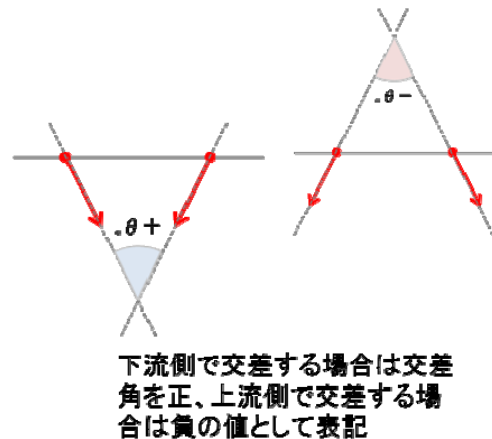
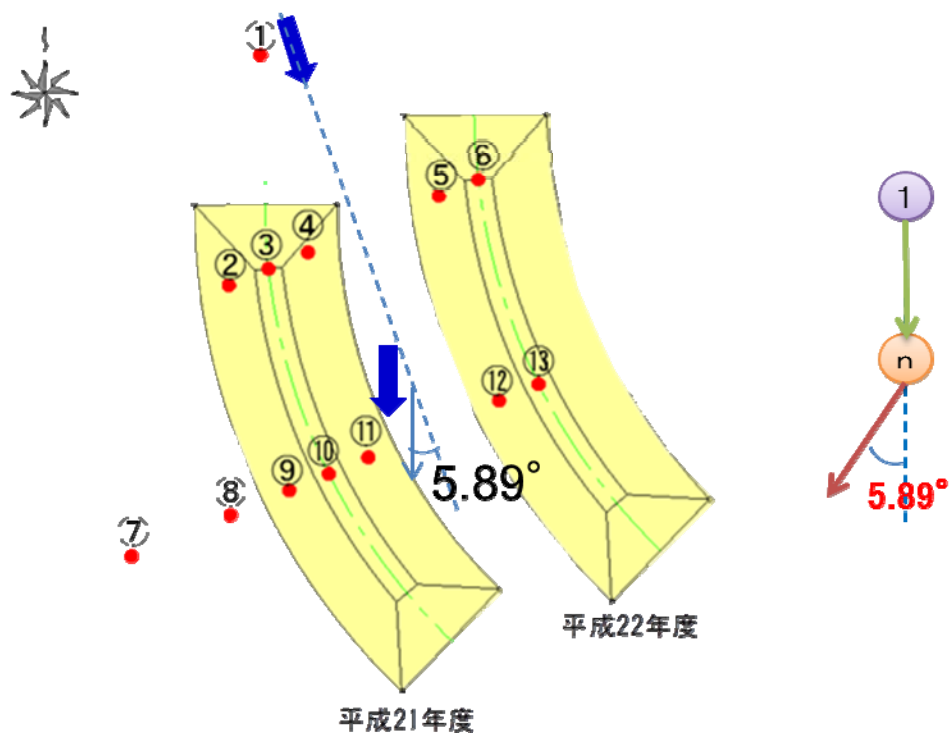


図 5.9 畝型覆砂内での流向変化

また、バックグラウンドと平成 21・22 年度覆砂区の流向比較の結果は図 5.10 に示すとおりである。

下げ潮時に①から入射した流れが下流側となる凹凸覆砂畝型区で西側に約 6° 屈折しており、凹凸畝型覆砂工では複雑な流況が形成されていることが示唆された。



・①の流向に対する各地点の角度を算出

比較地点	角度の差[°] 72時間の平均値	データの個数	
		+値	-値
⑦	6.29	169	4
⑧	5.42	163	35
②③④	5.73	165	11
⑤⑥	6.98	172	2
⑨⑩⑪	2.77	166	26
⑫⑬	8.16	171	6
全地点平均	5.89	1006	84

図 5.10 バックグラウンドと平成 21・22 年度覆砂区の流向比較

② 凹凸覆砂畝型漁場を効率的・持続的に利用するための順応的管理システムの開発

(7) 凹凸覆砂畝型漁場の効果持続時間の検討

1) 覆砂層厚の経時変化

覆砂層厚の経時変化の調査結果は図 5.11 に示すとおりである。平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区は、天端高の施工後の経過時間に伴う覆砂層厚の低下は認められなかった。

平成 25 年度覆砂区における各畝型工の経時変化は図 5.12 に示すとおりである。平成 25 年度に施工した 5 基の畝型工の覆砂層厚は、変化量に差異は認められなかった。

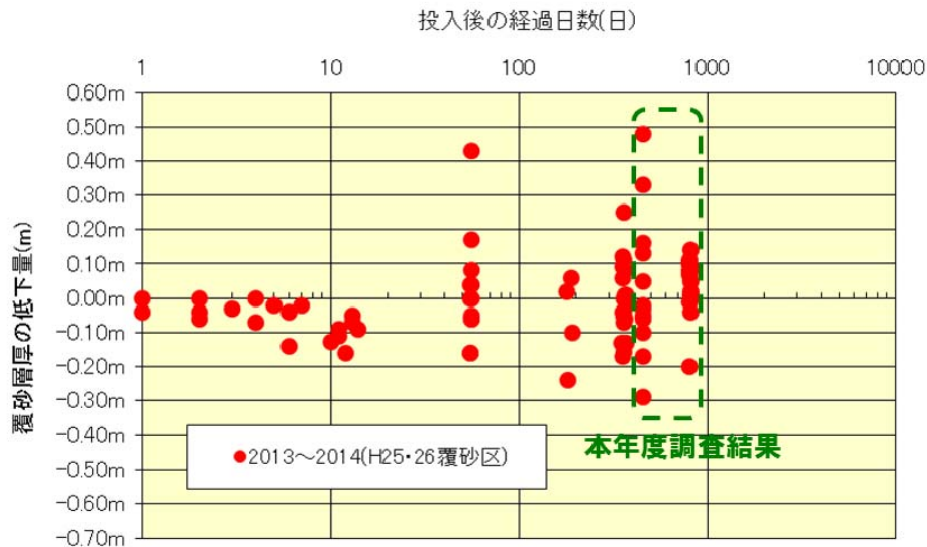


図 5.11 平成 25・26 年度覆砂区における覆砂層厚の経時変化の調査結果

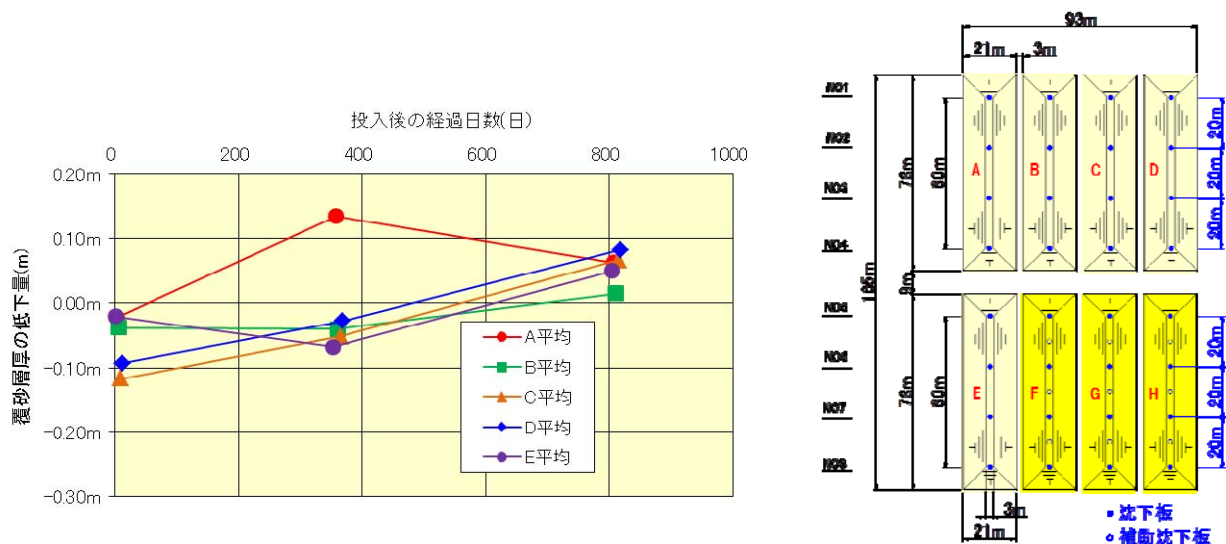


図 5.12 平成 25 年度覆砂区における各畝型工の経時変化

上記から、四本鋼管内に造成された凹凸覆砂畝型工は、潮流等による覆砂層厚の変化が発生しにくいことが示唆された。

(イ) 凹凸覆砂畝型漁場を持続的に利用するためのメンテナンス技術の検討

1) メンテナンス技術の比較検討

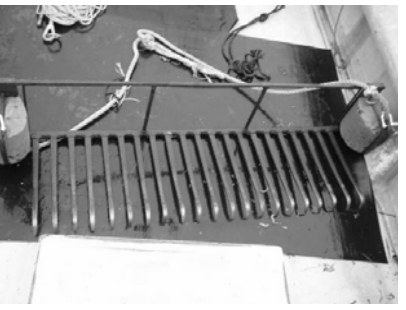
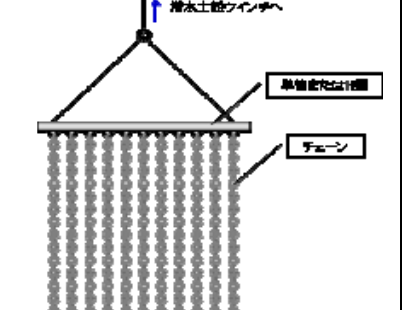
新たなメンテナンス技術として、「貝殻等を散布することで新たに着生基盤を提供する方法」の評価結果は表 5.4 に、「漁船等により貝桁や魚網等を引くことで簡便かつ効率的に浮泥・シルトを除去する方法」の評価結果は表 5.5 に示すとおりである。

施工性、施工実績、及び適用性の観点から評価した結果、現時点で最も実現可能性の高い技術として「噴流式貝桁を用いた方法」による浮泥・シルトの除去技術が選定された。

表 5.4 各種メンテナンス方法の比較検討結果（新たな着生基盤の提供）

方 法	a) カキ殻等の粉碎材を散布	b) 人工着生促進材の散布
概念図 (写真)		
概 要	カキ殻やサルボウ貝殻をローラー等で粉碎したものを潜水作業あるいは漁船から散布する。	セラミック等を用いた人工着生促進材を潜水作業あるいは漁船から散布する。
①施工性	△ 人力での散布になるため、大量急速施工はのぞめない。	△ 人力での散布になるため、大量急速施工はのぞめない。
②施工実績	○ 平成 21 年度に大浦沖でタイラギの着底基質としてのサルボウ貝殻の散布が行われた実績がある。	× アサリやサンゴでは実績があるが、タイラギでの実績はない。
③適用性	△ 着生基盤としての効果が不明であり、散布量も試験施工により確認する必要がある。	× 着生基盤としての効果が確認されておらず、散布量も試験施工により確認する必要がある
その他の 問題点	・粉碎時に悪臭が発生する。 ・粉碎と船舶へ積み込むための岸壁とヤードが必要である・ ・浮泥が堆積しやすくなるとの指摘もある。	・タイラギでの効果を確認するための実証試験が必要である。
総合評価	△	×

表 5.5 各種メンテナンス方法の比較検討結果（漁船等を用いた浮泥・シルトの除去）

方 法	イ)噴流式貝桁を用いた方法	ロ)漁網を用いた方法	ハ)貝桁を用いた方法	ニ)簾式のチェーンを用いた方法
概念図 (写真)				
概 要	ポンプで吸い上げた海水を多数のノズルから同時に噴射し、海底の浮泥・シルトを吹き飛ばす。ホッキ貝漁等で使用させているが、耕耘の実績もある。	底引き網等で海底を攪乱することで浮泥・シルトを巻き上げる。	貝桁で海底地盤を攪乱、耕耘する。	簾式にチェーンを設置した機材で海底を攪乱することで浮泥・シルトを巻き上げる。
①施工性	○	×	×	△
	耕耘の実績もある。	網が大きいため、制御が難しく施工精度が確保できない。	浮泥・シルトのみを巻き上げ効果が期待できない。	実績がない。
②施工実績	○	×	○	×
	有明海で海底耕耘の実績がある	実績がない	有明海で海底耕耘の実績が数多くある	施工実績がなく、機材も新規に制作する必要がある。
③適用性	△	×	×	△
	本来、耕耘や砂の中に潜っている貝を捕獲するものであり、浮泥・シルトと覆砂材との混合が懸念される。効果は試験施工で確認が必要である。	漁網の制御が難しく、形状に合わせた施工が困難である。効果は試験施工で確認が必要である。	耕耘には適しているが、浮泥・シルトと覆砂材との混合は避けられない。法肩等の形状を壊す可能性がある。効果は試験施工で確認が必要である。	チェーンのみを着底させて曳くことができれば浮泥・シルトのみを攪乱させることができる。効果は試験施工で確認が必要である。
その他の 問題点	・覆砂材が攪乱されないよう水圧や構造の改良を検討する必要がある。 ・熊本県川口漁協等で製作されており、調達の問題はない。	・着底しているタイラギやその他の魚介類、及びゴミ等も水揚げしてしまう。	・海底耕耘へ抵抗感がある漁業者も存在する。	・既存の機材はなく、新たに制作が必要となる。
総合評価	○	×	×	×

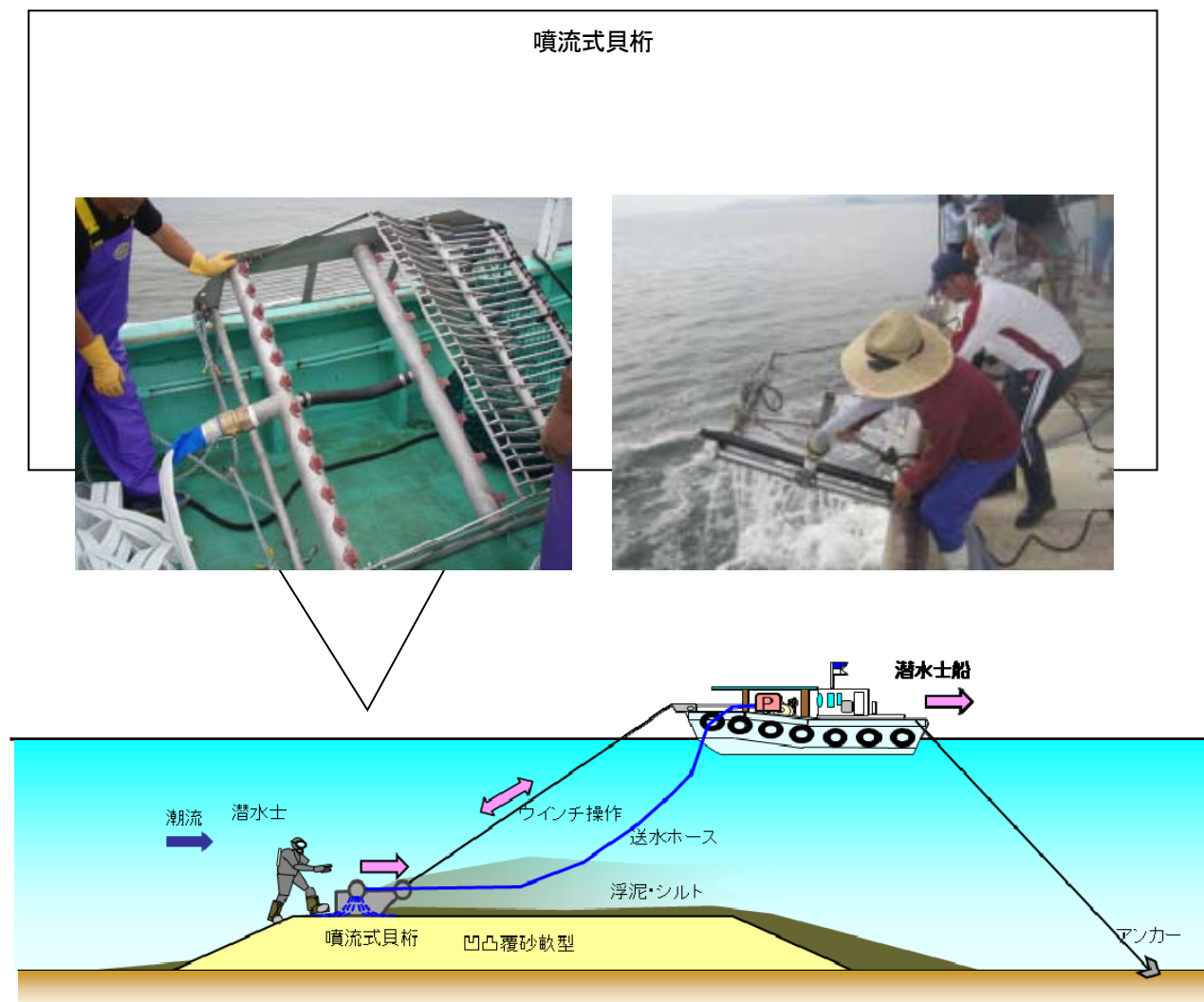
2) 施工方法の検討

噴流式貝桁を用いたメンテナンスの施工方法は、ホッキ貝漁等で用いられている市販の噴流式貝桁と水中ポンプを潜水土船等に搭載し、水中ポンプで吸い上げた海水をノズルから噴射しながら覆砂上を曳行することによって、海底の浮泥・シルトを吹き飛ばすものである。

メンテナンスの施工は、潜水土船のアンカー操作と貝桁のウインチ操作により海底地盤を曳行する方法が考えられる(図 5.13)。

施工手順は図 5.14 に示すとおりである。

- ・アンカー操作や操船が容易になる潮流方向に潮上から潮下に向かって行い、施工精度が確保できるよう法線上に目印ブイを設置する。
- ・噴流式貝桁を投入し、必要に応じて潜水土で噴流式貝桁の姿勢を確認しながら曳行す



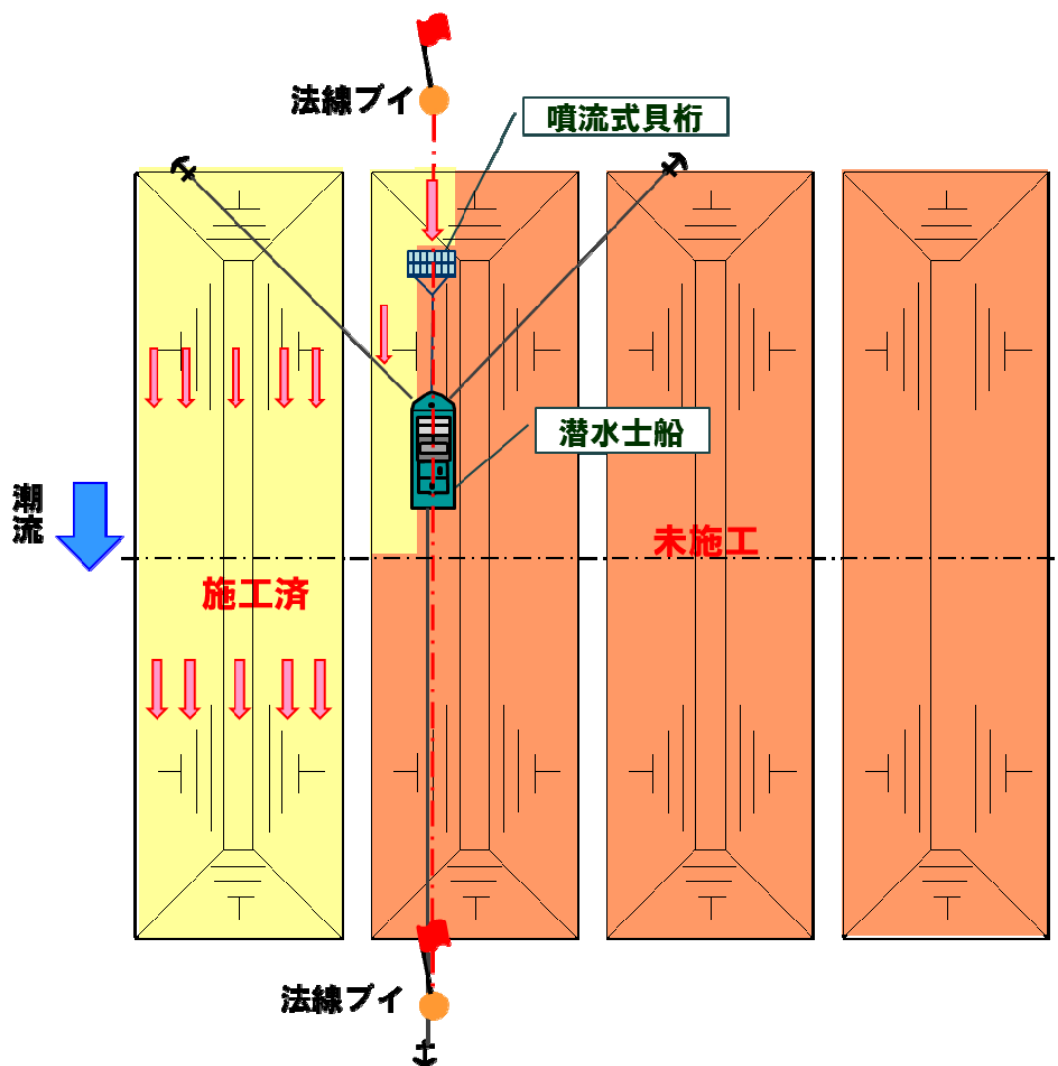


図 5.14 噴流式貝桁を用いたメンテナンスの施工状況平面図

(ウ) 凹凸覆砂畝型漁場を効率的に利用するためのタイラギおよびタイラギ以外の漁業の順応的管理方策の検討

➤ 有明海の漁業の操業実態の把握(標本船調査)

1) 標本漁家の操業状況

平成 27 年 4 月から 28 年 1 月までの標本漁家の操業状況は表 5.6 に示すとおりである。

平成 27 年 4 月から 28 年 1 月までの期間において、標本漁家は、固定式刺網（かに網、くちぞこ網、かれい網、くらげ網）、流し網（えび流し網、源式網、このしろ網、まながつお網）、かご漁業（いかかご、かにかご、しゃこかご、雑かご、たこつぼ）、釣、投網およびすくい網（くらげすくい網）を操業していた。これらの漁業種類のうち、くらげ網、このしろ網、まながつお網およびくらげすくい網以外の漁業種類は、くちぞこ類、えび・かに類およびいか・たこ類等の底生魚介類を主な漁獲対象種としていた。

表 5.6 標本漁家の操業状況

(単位：漁家)

漁業種類		平成 27 年									平成 28 年
		4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
固定式刺網	かに網	6	7	5	5	4	9	10	8	4	1
	くちぞこ網	1	2	3	1	1	2	2	2	2	1
	かれい網	1	1								
	くらげ網				10	11	5				
流し網	えび流し網	3	3	3	2	1	1	1	2	2	3
	源式網							1	1		
	このしろ網	1	1								
	まながつお網		1	2							
かご漁業	いかかご	4	4	3							
	かにかご	2		1							
	しゃこかご			1							
	雑かご	1								4	4
	たこつぼ							1	1	1	
たこ縄	いいだこ漁	10	10	2			6	6	6	6	7
釣	一本釣						1	1			
投網								1	1	1	1
すくい網	くらげすくい網				5						
採貝		1	1								

2) 覆砂区を含む海域での操業状況

(1) 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域での操業状況

平成 27 年 4 月から 28 年 1 月までの期間において、平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域で操業が確認された漁業種類は、固定式刺網（かに網、くらげ網）、流し網（えび流し網、まながつお網）、かご漁業（いかかご、たこつぼ）およびたこ縄（いいだこ漁）であった。このうち、底生魚介類を主な漁獲対象種としている漁業種類はかに網（主な漁獲対象種：ガザミ）、えび流し網（シバエビ）、いかかご（コウイカ）、たこつぼ（マダコ）およびいいだこ漁（イイダコ）であった。平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域で操業が確認された時期は、かに網が 9 月と 11 月、えび流し網が 12 月から 1 月、いかかごが 4 月から 6 月、たこつぼが 10 月、いいだこ漁が 4 月から 5 月と 9 月から 1 月であった。

いかかごの漁獲量分布は図 5.15 に示すとおりである。

いかかごの漁場において平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域は比較的漁獲量の多い海域であった。

平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域におけるいかかごの漁獲努力量の推移は図 5.16 に、CPUE の推移は図 5.17 に示すとおりである。

平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域では、いかかごの漁獲努力量は覆砂前後で大きな変化はみられなかったものの、CPUE は覆砂後に上昇しその後維持される傾向がみられた。今年度もその傾向がみられており、覆砂の効果がうかがえた。

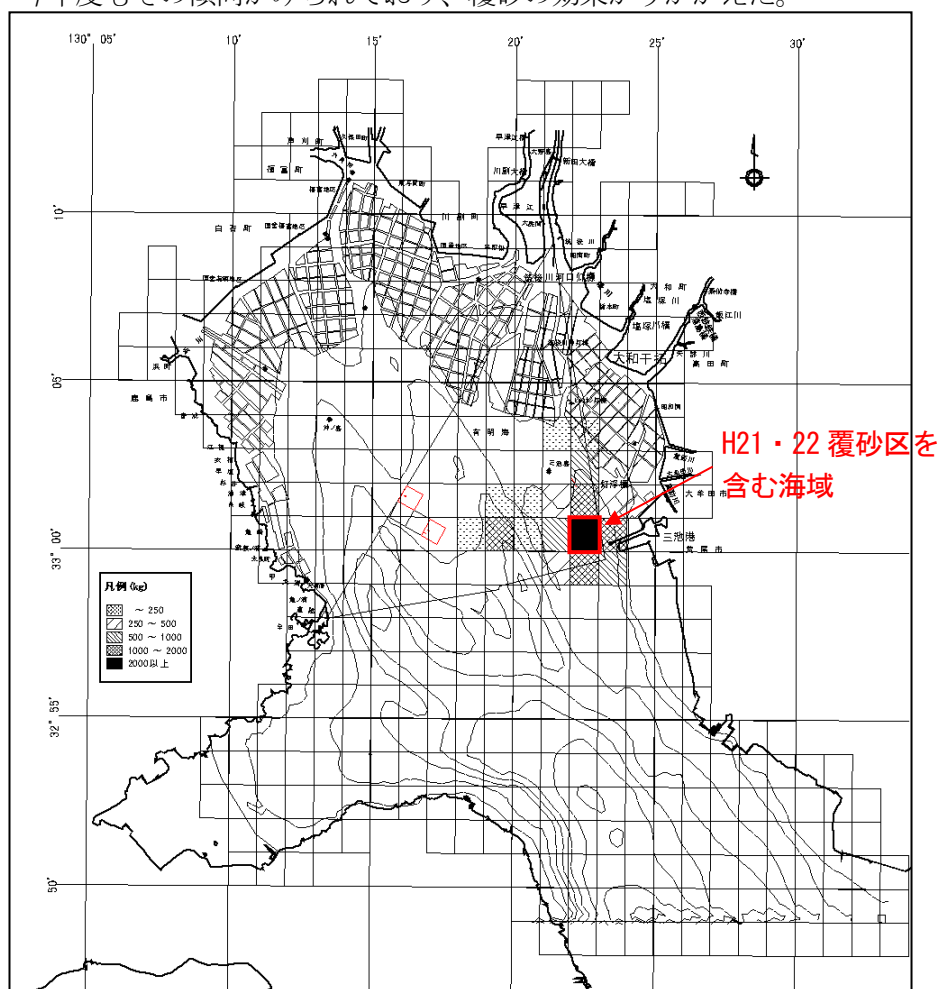


図 5.15 いかかごの漁獲量分布（平成 27 年 4 月～12 月計）

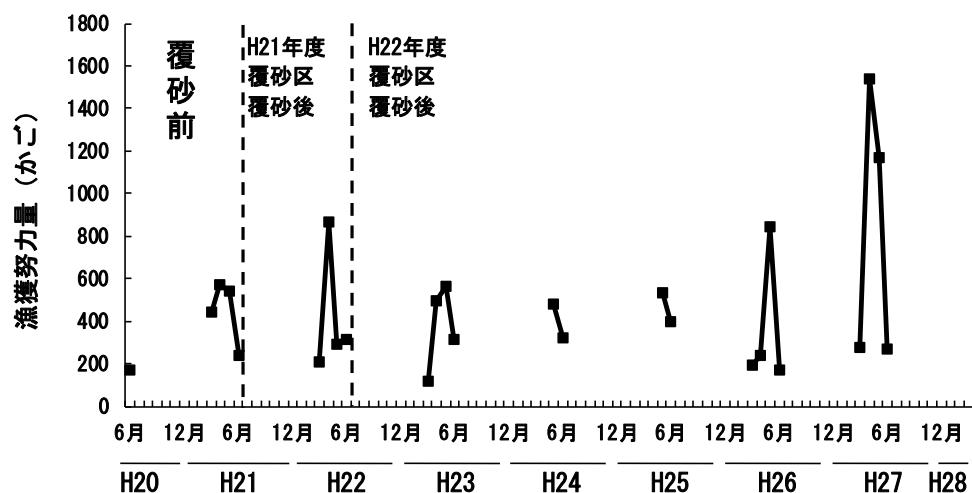


図 5.16 平成 21・22 凹凸覆砂畝型区を含む海域におけるいかかごの漁獲努力量の推移

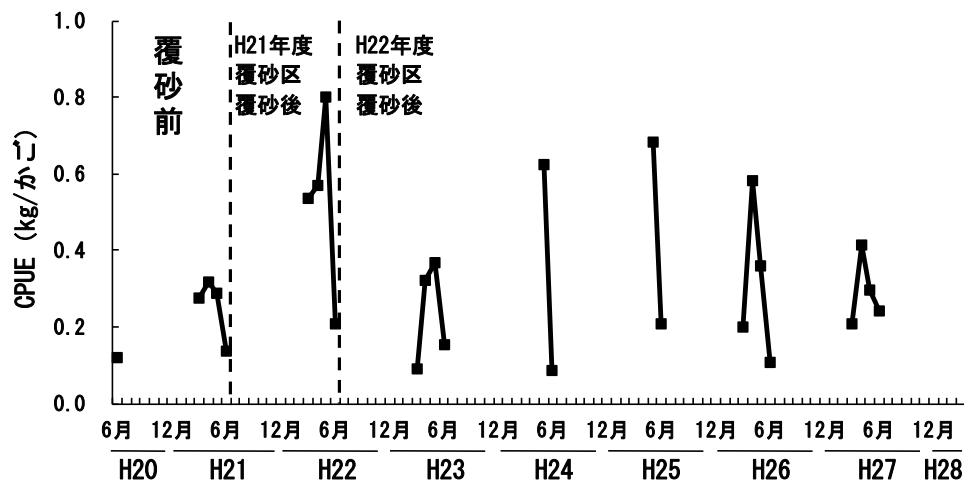


図 5.17 平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域におけるいかかごの CPUE の推移

(2) 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域での操業状況

平成 27 年 4 月から 28 年 1 月までの期間において平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域で操業が確認された漁業種類は、固定式刺網（かに網、くらげ網）、流し網（えび流し網、まながつお網）、かご漁業（いかかご）およびすくい網（くらげすくい網）であった。このうち、底生魚介類を主な漁獲対象種としている漁業種類はかに網（主な漁獲対象種：ガザミ）、えび流し網（シバエビ）およびいかかご（コウイカ）であった。平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域で操業が確認された時期は、かに網が 4 月から 11 月、えび流し網が 12 月、いかかごが 5 月であった。

かに網の漁獲量分布は図 5.18 に示すとおりである。

かに網の漁場において平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域は比較的漁獲量の多い海域であった。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域におけるかに網の漁獲努力量は図 5.19 に、CPUE は図 5.20 に示すとおりである。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域では、かに網の CPUE は覆砂前後で大きな変化はみられなかったものの、漁獲努力量は覆砂後に増加しその後維持される傾向がみられた。

かに網を操業した漁船に搭載した GPS ロガーによる平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域周辺の操業位置は図 5.21 に示すとおりである。

なお、本調査では船速 1 ノット以下を操業中と仮定し、船速 1 ノット以下の漁船の位置を操業位置として示した。

GPS ロガーのデータでは、かに網の操業は平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区で確認されなかったものの、平成 26 年および平成 27 年には H25・26 覆砂区の南側近傍で操業が確認された。平成 26 年および 27 年には漁獲努力量が増加していることから、覆砂により覆砂区近傍で漁場価値が向上し覆砂区を含む海域の漁獲努力量が増加した可能性がうかがえた。

H25 覆砂区（平成 25 年 6 月施工）は、平成 28 年 3 月現在、施工後 2 年 9 ヶ月、H26 覆砂区（平成 26 年 6 月施工）は施工から 1 年 9 ヶ月が経過したが、今後も漁業日誌および GPS ロガーにより情報を収集し、覆砂による効果を検討する必要がある。

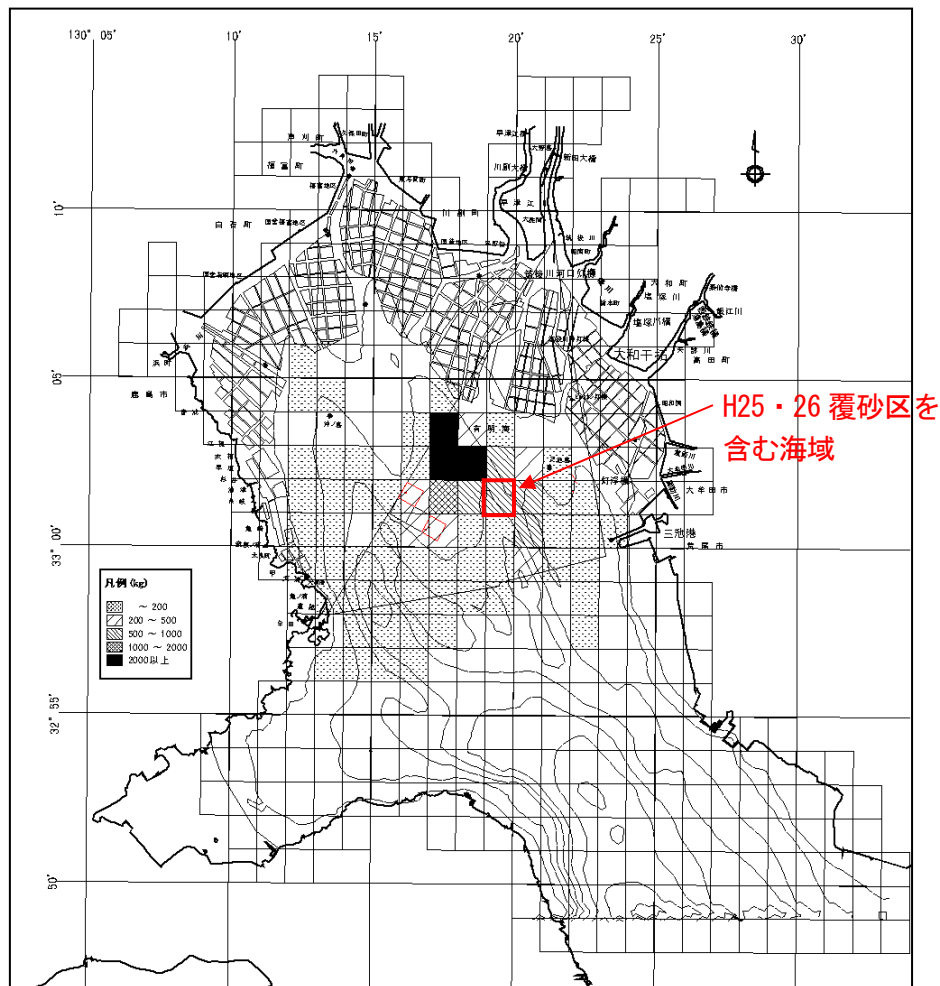


図 5.18 かに網の漁獲量分布（平成 27 年 4 月～12 月計）

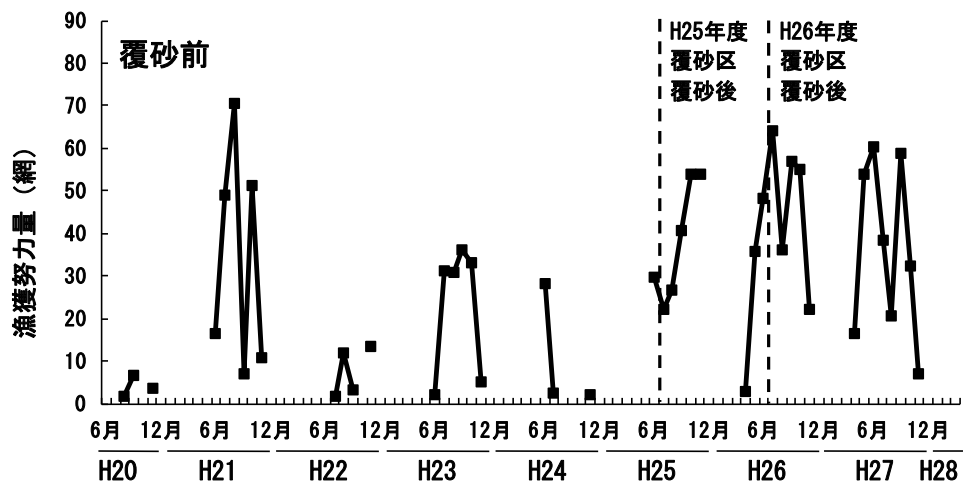


図 5.19 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域におけるかに網の漁獲努力量の推移

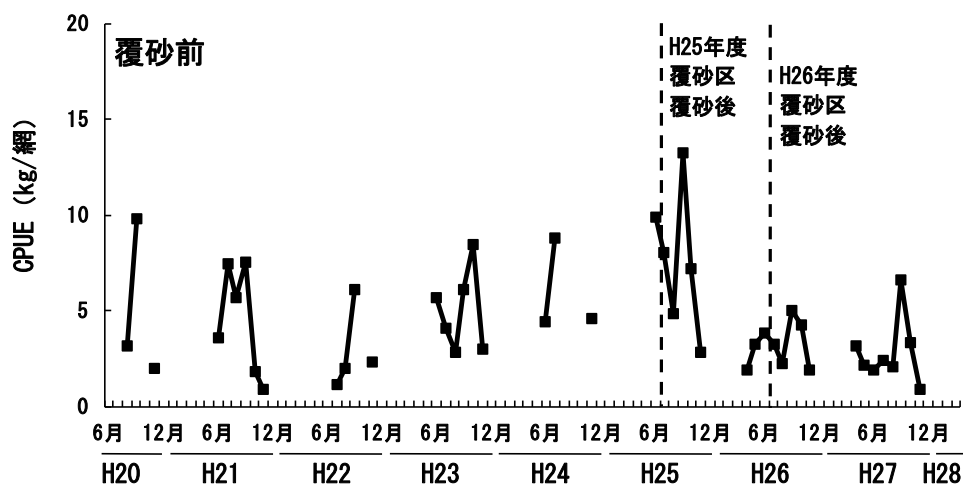


図 5.20 平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区を含む海域におけるかに網の CPUE の推移

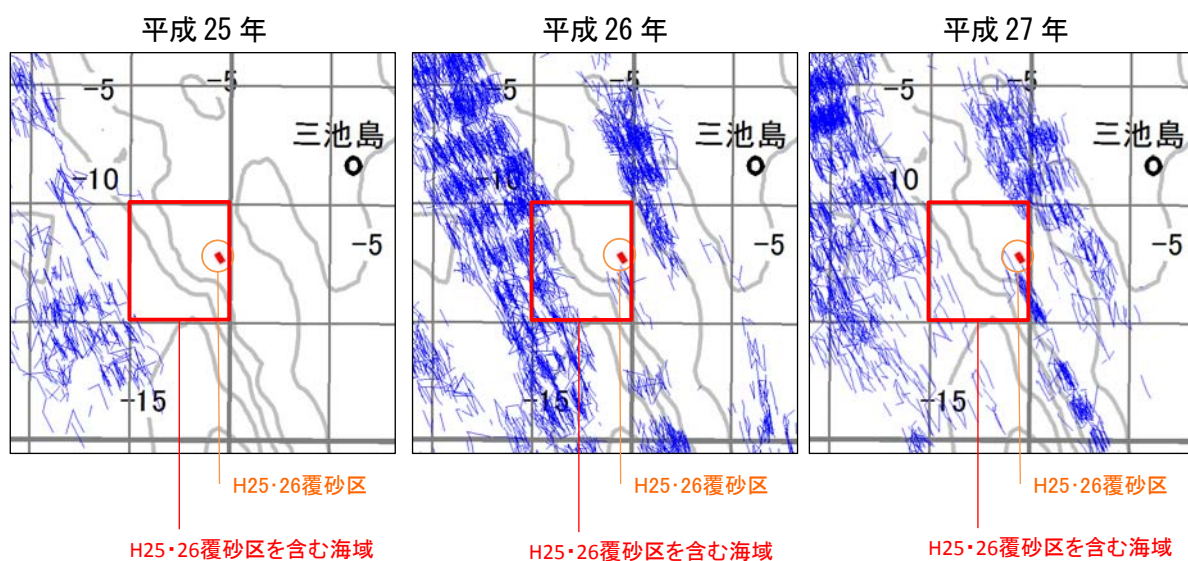


図 5.21 かに網の操業位置 (GPS ロガーデータより)

注：船速 1 ノット以下を操業中と仮定し、船速 1 ノット以下の漁船の位置を操業位置として図中に青線で示した。

➤ 凹凸覆砂畝型漁場を効率的に利用するためのタイラギ及びタイラギ以外の漁業の順応的管理方策の検討

1) 有明海湾奥部における漁船漁業の概況

有明海湾奥部において操業が確認された漁業種類の漁期および主な漁獲対象種は表 5.7 に示すとおりである。

有明海湾奥部ではかに網、くちぞこ網、すずき網、ぼら網等の固定式刺網、すずき網、えび流し網、源式網等の流し網、あなごかご、しゃこかご等のかご漁業およびいいだこ漁がほぼ周年操業されていた。

この他にも季節ごとに様々な漁業が操業されていた。春季にはアカニシ、コノシロ、ヒラ、コウイカ、アサリ等を漁獲対象とした刺網、流し網、かご漁業および採貝漁業等が操業されていた。夏季にはマナガツオ、くらげ類等を漁獲対象とした刺網、流し網およびすくい網等が操業されていた。秋季にはメナダ、サワラ、マダコ等を漁獲対象とした流し網、釣およびかご漁業等が操業されていた。冬季にはたいらぎ漁をはじめ、シバエビ、ハゼクチ、テナガダコ、イシガニ、サルボウ等を漁獲対象とした投網、かご漁業およびじょれん等が操業されていた。

たいらぎ漁の漁期は12月から4月までであった。漁期がたいらぎ漁（12～4月）と重複する主な漁業種類は、いいだこ漁、かに網、えび流し網・源式網、投網（9～2月）、雑かご（11～7月）およびじょれん（11～7月）等であった。

平成24年以降、くらげ類（ビゼンクラゲ、ヒゼンクラゲ）の資源量の増加と中国を中心とした海外からの需要の高まり等を反映して、夏季を中心に他の漁業の代わりとしてくらげ網（固定式刺網）およびくらげすくい網が盛んに行われている。平成27年も夏季にくらげ網およびくらげすくい網が行われていた。

表 5.7 有明海湾奥部において操業が確認された漁業種類の漁期および主な漁獲対象種
(漁業日誌より)

漁業種類	主な漁獲対象種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
固定式刺網	かに網	ガザミ												周年
固定式刺網	くちぞこ網	アカシビラメ、クロウシシタ												周年
固定式刺網	すずき網	スズキ、ホウ、メダ												周年
固定式刺網	ぼら網	ホウ、メダ												周年
流し網	すずき網	スズキ、メダ、ホウ												ほぼ周年
流し網	えび流し網	シバエビ												周年
流し網	源式網	サッパ、シバエビ、コウイカ												周年
かご漁業	あなごかご	シヤコ、マアナゴ、イシガニ												周年
かご漁業	しゃこかご	シヤコ、イシガニ												ほぼ周年
たこ縄	いいだこ漁	イダコ												周年
固定式刺網	かれい網	アカニシ												春
固定式刺網	ひら網	ヒラ												春、秋
固定式刺網	このしろ網	コノシロ、ヒラ												春
流し網	このしろ網	コノシロ												春
かご漁業	かにかご	ガザミ												春
かご漁業	いかかご	コウイカ、カミナリイカ												春
採貝	採貝	サルボウ、アサリ、アカニシ												春
流し網	まながつお網	マナカツオ												夏～秋
固定式刺網	くらげ網	ヒゼンクラゲ、ヒゼンクラゲ												夏～秋
流し網	くらげ網	ヒゼンクラゲ、ヒゼンクラゲ												夏
すくい網	くらげすくい網	ヒゼンクラゲ、ヒゼンクラゲ												夏～秋
釣	一本釣	メダ												秋～冬
釣	いか釣	コウイカ												秋
流し網	さわら流し網	サワラ、スズキ												秋
かご漁業	たこつぼ	マダコ												秋～冬
小型底びき網	じょれん	サルボウ												冬～春
投網	投網	シバエビ												冬
潜水器漁業	たいらぎ漁	タイラギ												冬
採貝	徒取り	タイラギ												冬
かご漁業	雑かご	ハゼ、チ、テナガダコ、イシガニ												冬
かご漁業	あなご筒	マアナゴ、イシガニ												冬

2) たいらぎ漁の操業実態の整理・解析

(1) 出漁状況

たいらぎ漁を操業した漁家の出漁日数は図 5.22 に示すとおりである。なお、集計対象は平成 20 年度から継続して漁業日誌で調査している漁家のうち、たいらぎ漁を操業した 6 漁家である。また、集計期間はたいらぎ漁の漁期（12～4 月）を考慮し、12 月から翌年の 11 月までとし、その期間を 1 年として整理した。

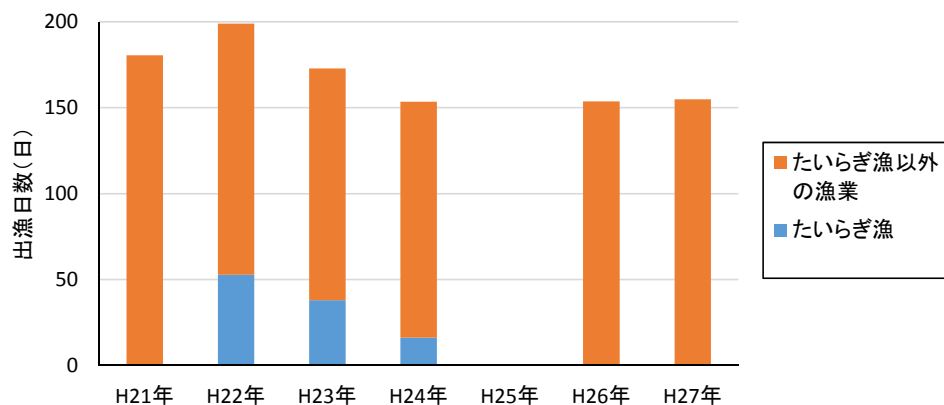
グラフの表示年と集計期間、集計期間に含まれるたいらぎ漁の漁期は表 5.8 に示すとおりである。なお、平成 25 年は、集計期間である平成 24 年 12 月から平成 25 年 11 月のうち平成 25 年 1 月から 4 月までの期間は調査を行っていないため集計対象から除いた。

集計対象とした 6 漁家の漁業日誌によると、平成 21 年から 27 年までの年間出漁日数は平均 154～199 日であった。たいらぎ漁を操業した年（平成 22～24 年）の年間出漁日数は平均 154～199 日、操業しなかった年（平成 20 年）および休漁年（平成 26～27 年）の年間出漁日数は平均 154～181 日であった。年間出漁日数はたいらぎ漁を操業した年もたいらぎ漁を操業しなかった年および休漁年も概ね同程度であったが、操業が行われた平成 22 年の年間出漁日数は他の年に比べて多かった。

たいらぎ漁を操業した年の出漁日数をみると、平成 22 年（たいらぎ漁：平成 21 年漁期）のたいらぎ漁の出漁日数は平均 53 日、たいらぎ漁以外の漁業の出漁日数は平均 146 日であった。同様に平成 23 年（たいらぎ漁：平成 22 年漁期）は平均 38 日、135 日、平成 24 年（たいらぎ漁：平成 23 年漁期）は平均 16 日、137 日であった。たいらぎ漁以外の漁業の出漁日数は概ね同程度であったが、たいらぎ漁の出漁日数は平成 22 年（たいらぎ漁：平成 21 年漁期）、平成 23 年（たいらぎ漁：平成 22 年漁期）、平成 24 年（たいらぎ漁：平成 23 年漁期）

の順に多く、年による違いがみられた。

たいらぎ漁を操業しなかった年および休漁年の12月から4月にはたいらぎ漁と漁期が重複するかに網、えび流し網、いかかご、いいだこ漁および投網等が操業されていた。



注1：集計対象は、平成20年度から継続して漁業日誌で調査している漁家のうち、たいらぎ漁を操業した6漁家とした。

注2：集計期間は、たいらぎ漁の漁期（12月から4月）を考慮し、12月から翌年の11月までとし、その期間を1年として整理した。

注3：平成25年は、集計期間である平成24年12月から平成25年11月のうち平成25年1月から4月までの期間は調査を行っていないため集計対象から除いた。

図 5.22 たいらぎ漁を操業した漁家の出漁日数

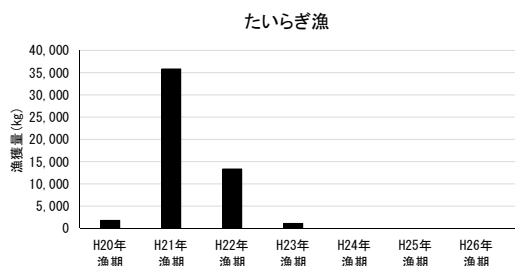
表 5.8 タイラギに関する調査の集計期間

グラフの表示年	集計期間	たいらぎ漁の漁期
H21年	平成20年12月～平成21年11月	平成20年漁期（解禁）
H22年	平成21年12月～平成22年11月	平成21年漁期（解禁）
H23年	平成22年12月～平成23年11月	平成22年漁期（解禁）
H24年	平成23年12月～平成24年11月	平成23年漁期（解禁）
H25年	調査未実施	—
H26年	平成25年12月～平成26年11月	平成25年漁期（休漁）
H27年	平成26年12月～平成27年11月	平成26年漁期（休漁）

たいらぎ漁の漁獲量（貝柱重量）およびCPUEは図 5.23 に示すとおりである。

漁獲量、CPUEともに平成21年漁期に最も多く、次いで平成22年漁期であり、平成23年漁期は少なかった。

< 漁獲量 >



< CPUE >

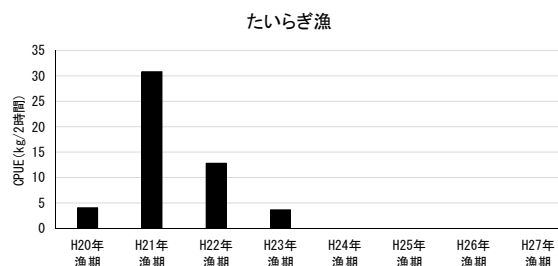


図 5.23 たいらぎ漁の漁獲量および CPUE

平成 21 年漁期から平成 23 年漁期のたいらぎ漁の漁場は図 5.24 に示すとおりである。
 平成 21 年漁期と平成 23 年漁期は有明海湾奥部の西側に、平成 22 年漁期は東側に形成されており、年による違いがみられた。

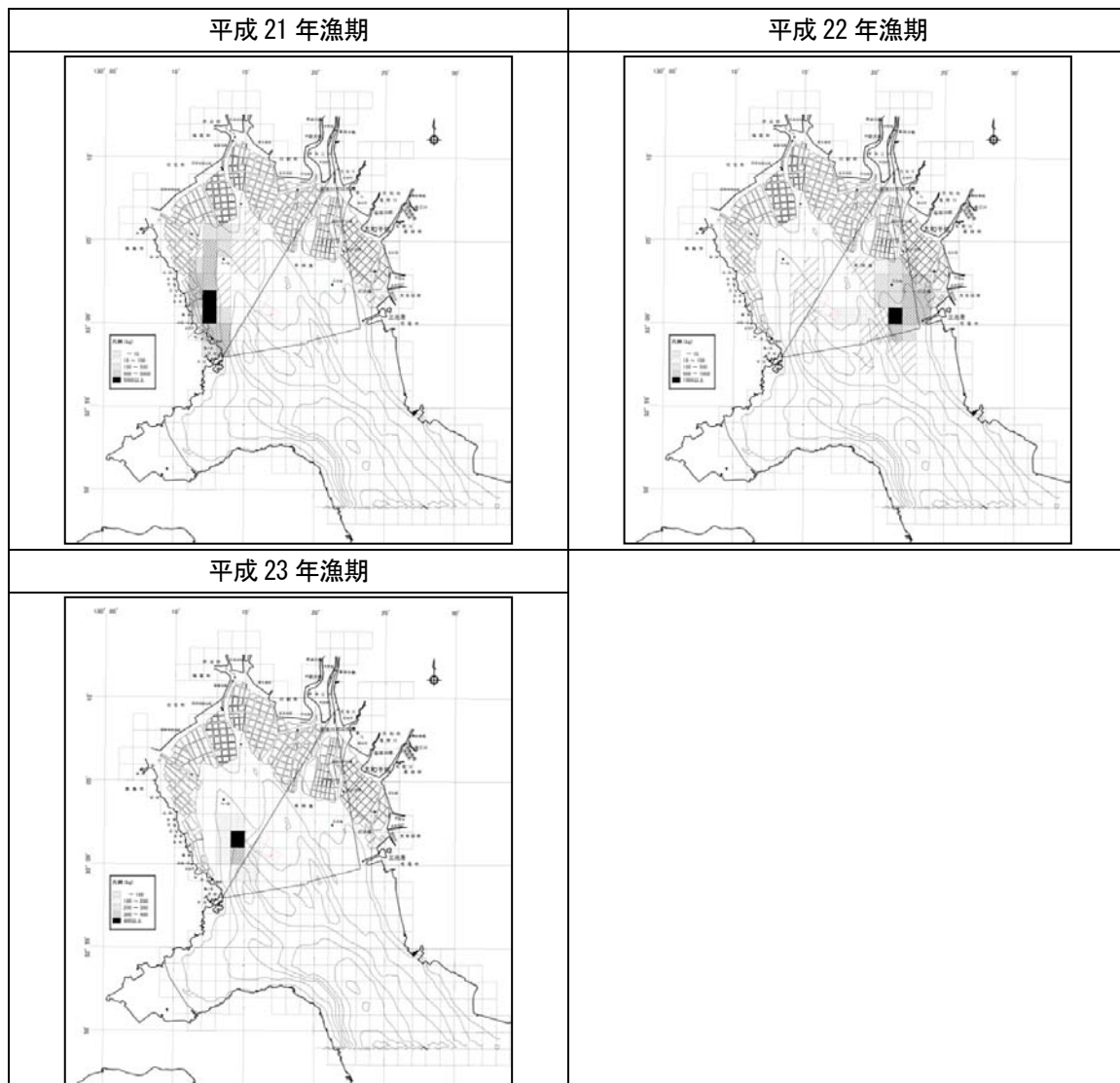


図 5.24 たいらぎ漁の漁場（漁獲量（貝柱）の分布）

たいらぎ漁の平成 21 年漁期から平成 23 年漁期の出漁日数、タイラギの漁獲量および漁場位置は表 5.9 に示すとおりである。

タイラギの漁獲量は、漁業日誌の CPUE（図 5.23）から、平成 21 年漁期の漁獲量を最も多い状態とし、各漁期を相対的に示した。

たいらぎ漁の出漁日数（6 漁家平均）は年による違いがみられた。出漁日数とタイラギの漁獲量をみると、出漁日数が多かった平成 21 年漁期（平成 22 年）は漁獲量が多く、出漁日数が少なかった平成 23 年漁期（平成 24 年）は漁獲量が少なかった。また、出漁日数と漁場の位置をみると、漁場が西側（佐賀県側）に形成された平成 21 年漁期および平成 23 年漁期には、出漁日数は漁場に遠い福岡県漁家に比べて漁場に近い佐賀県漁家で多かった。一方、漁場が東側に形成された平成 22 年漁期には逆の傾向がみられた。以上のことから、たいらぎ漁の出漁には漁獲量や漁場位置が関係していることがうかがえた。

表 5.9 たいらぎ漁の出漁日数、タイラギの漁獲量および漁場位置

漁期	平成 21 年漁期	平成 22 年漁期	平成 23 年漁期
出漁日数（6 漁家平均）	53 日	35 日	24 日
福岡県 2 漁家平均	45 日	45 日	0 日
佐賀県 4 漁家平均	57 日	35 日	24 日
タイラギの漁獲量	大	中	小
漁場位置	西側	東側	西側

注：タイラギの漁獲量は、漁業日誌の CPUE から、平成 21 年漁期の漁獲量を最も多い状態とし、各漁期を相対的に示した。

たいらぎ漁の休漁日は、土曜日、旧暦の 4, 5, 19, 20 日となっている。

(2) 漁獲金額

漁期ごとに推定した漁獲金額は、表 5.10 に示すとおりである。

漁獲金額は、漁業日誌から日ごとの貝柱とビラの漁獲量を整理し、これに大浦支所資料から日ごとの貝柱単価、市場資料（過年度調査）から月平均のビラの単価を乗じて求めた。

漁獲金額は、漁獲量が多かった平成 21 年漁期では、多い漁家で約 750 万円、平均で約 400 万円と推定された。漁獲量が少なかった平成 20 年漁期や平成 23 年漁期でも 100 万円以上と推定された。漁獲金額は漁獲量に左右されるが、漁家にとって大きな収入源であると推察された。

また、漁獲金額と漁業所得について、聞き取り結果をもとに整理した結果は図 5.25 に示すとおりである。

総漁獲に対してたいらぎ漁の漁獲金額の占める割合が 88% と高かった平成 8 年度は漁業所得が約 400 万円であったが、たいらぎ漁の漁獲金額の占める割合が 1% と非常に低かった平成 20 年度の漁業所得は約 220 万円、たいらぎ漁が行われなかった平成 26 年度の漁業所得は約 120 万円となり、たいらぎ漁が有明海において非常に重要な漁業であることが明らかになった。

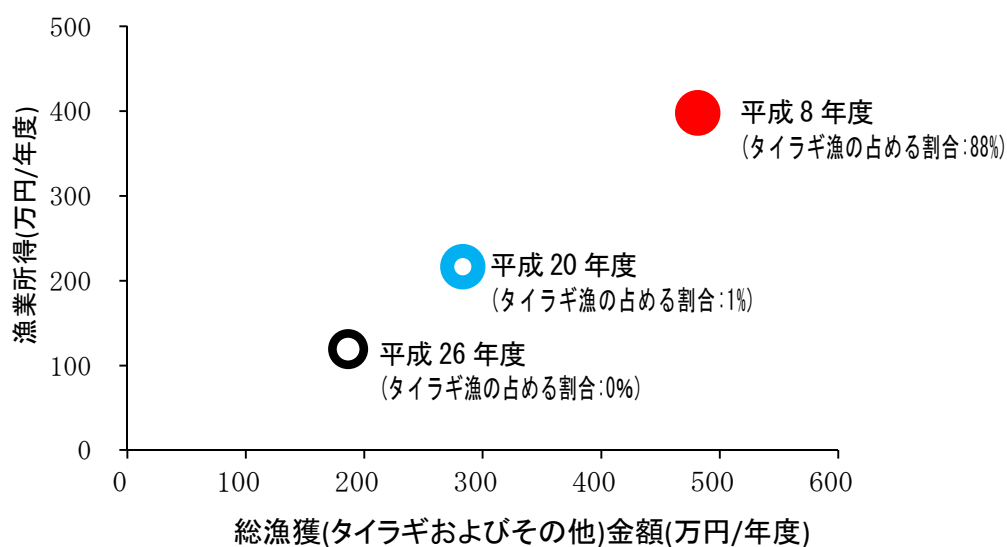
今後は、平成 24 年以降のくらげ漁による漁獲金額の構成の変化等も勘案し、たいらぎ漁以外の漁業の漁獲金額を整理し、年間漁獲金額におけるたいらぎ漁の重要性を検討する必要がある。

表 5.10 たいらぎ漁の漁獲金額（漁業日誌、市場資料より推定）

漁期（タイラギ漁獲量 ^{注1} ）	漁獲金額（推定） ^{注2}		漁家数
H20 漁期（小）	2～150 万円	平均 30 万円	23 漁家
H21 漁期（大）	30～750 万円	平均 400 万円	24 漁家
H22 漁期（中）	5～550 万円	平均 200 万円	26 漁家
H23 漁期（小）	5～250 万円	平均 100 万円	5 漁家

注1：漁獲量は、漁業日誌の CPUE から、平成 21 年漁期の漁獲量を最も多い状態とし、各漁期を相対的に示した。

注2：漁獲金額（推定）＝ Σ 魚種（貝柱・ビラ）別漁獲量（漁業日誌）
× 魚種別単価（大浦支所資料・市場資料）



注：1996・2008 年度が 3 名、2014 年度が 2 名の平均で、前者・後者で漁業者は異なり、漁業所得には人件費を含む。

図 5.25 漁獲金額と漁業所得

3) 操業シミュレータによる検討

2) たいらぎ漁の操業実態の整理・解析結果から、操業シミュレータを用いて、効率的なたいらぎ漁業の検討を行った。

検討項目と目的は表 5.11 に示すとおりである。

表 5.11 操業シミュレータを用いた、検討項目と目的

検討項目	目的	期待される効果
(1) 出漁パターン	最も利益が発生する出漁パターンの検討	貝柱単価が高い 12 月に配船数(漁獲努力量)を集中させることによって、累積水揚げ高が高くなる。
(2) 操業位置	操業位置の違いによる水揚げ高の検討	漁獲努力量と操業海域の資源量が同じ場合、水揚げ高は漁場までの距離に依存しない。
(3) 移動中の省エネ航行による経費削減	漁場までの効率的な航行速度の検討	漁場までの移動中、省エネ航行(船速 2 ノット減速)を実施すれば、1 隻あたり 20～280 円/日の経費の削減が見込まれる。
(4) 回収船を想定した場合の経費削減	タイラギと貝殻の回収船を用いた g たいらぎ漁の効率化の検討	漁港と漁場との移動経路において、殻捨て場を経由せずに回収船でタイラギ・貝殻を回収すると、福岡県側で 4,400～6,000 円/日、佐賀県側で 700 円/日程度の経費の削減が期待できる。
(5) 流通経路の変更による経費削減	水揚げしてから市場までの効率的な輸送経路の検討	大浦で水揚げされたタイラギを柳川まで海上輸送しても効果は期待できない。

(1) 出漁パターン

操業の最適(高収益)化のための出漁パターンを検討した操業シミュレータを用いて 3 つの出漁パターンによるたいらぎ漁の漁獲金額の比較・検討を行った。出漁パターンは次に示すとおりである。

出漁パターン

- ①通常型：2008～2011 年度の操業日誌から各年度の月ごとの出漁頻度から算出した、4 年間の平均的な出漁パターン
- ②集中型：12 月に集中して操業する出漁パターン
- ③当分型：漁業期間中に等分して操業する出漁パターン

各出漁パターンで操業した場合の貝柱の水揚げ高の検討結果は、表 5.12 に示すとおりである。

12 月に配船数を集中させる操業パターンの 1 漁期あたりの 1 隻の水揚げ高は約 177 万円となり、通常型の約 168 万円、等分型の約 161 万円と比較して高くなった。これらのことから、貝柱単価が高い 12 月に配船数を集中させ、単価が低い時期に配船数を減らすことによって、たいらぎ漁の漁獲金額が高くなることが示唆された(図 5.26)。

表 5.12 各出漁パターンで操業した場合に推定される貝柱の水揚げ高

月	平均単価 注1 (¥/kg)	操業日数 (日)	通常型 (隻)	12月集中型 (隻)	等分型 (隻)
12月	3,990	24	240	600	192
1月	2,896	22	242	154	198
2月	2,791	20	220	120	200
3月	2,511	23	207	92	207
4月	2,418	21	82	25	194
合計	—	110	991	991	991

注1：平均単価：筑後中部魚市場の2010年度の取扱量と取扱い高から算出した。

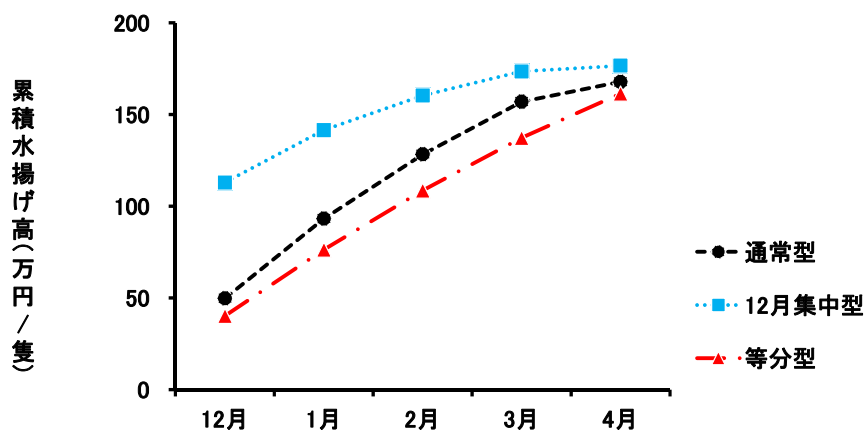


図 5.26 配船計画による貝柱の水揚げ高の比較

(2) 操業位置

漁港から漁場までの往復距離と水揚げ高の関係について検討した。

漁場は、図 5.24 に示すとおり、平成 21 年漁期と平成 23 年漁期は有明海湾奥部の西側に、平成 22 年漁期は東側に形成されていたことから、仮想として東部と西部に漁場を設定し(図 5.27)、次の 3 ケースについて検討した。

- ケース①：西部 12 メッシュ
- ケース②：東部 12 メッシュ
- ケース③：①と②の 24 メッシュ

ケース③の初期資源量はケース①、②の半分とした。出漁隻数は大浦、三里、沖端で各 3 隻/日とし、操業時期は 12～4 月、休漁日は土曜日、旧暦の 4, 5, 19, 20 日の該当日とした。

漁場までの往復距離と水揚げ高の関係は図 5.28 に示すとおりである。

ケース①から③で各港の漁獲努力量が同じ場合の水揚げ高は、漁場までの距離に依存しないことが示された。

これらの検討結果から、東部漁場と西部漁場の初期資源量が同じであれば、2 つの漁場で均等に操業することによってタイラギ資源が獲り残されることになり、母貝の確保につながることを示唆された。



図 5.27 仮想漁場の位置

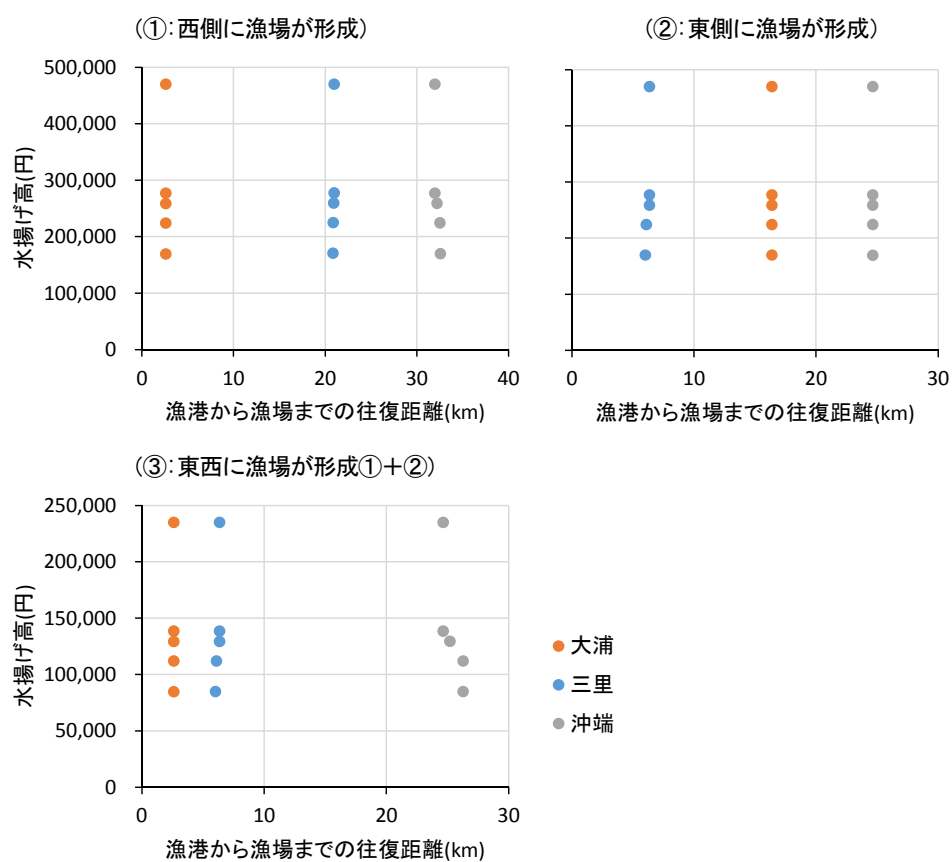


図 5.28 漁場までの往復距離と水揚げ高の関係

(3) 移動中の省エネ航行による経費削減

水産総合研究センター(2013)を参考に、移動中の省エネ航行(船速2ノット減速)により、燃料消費が約20%削減するとした場合を想定し、聞き取り結果から船速を15ノットから13ノットに減速させた場合の燃料費削減を検討した。

省エネ航行による経費削減は表5.13に示すとおりである。

移動中の燃料消費量を約20%改善できれば、1日1隻あたり20～280円/日の経費が削減でき、減速に伴う移動時間の増加も10分程度となった。これらのことから、省エネ航行の効果は漁場が遠いときに顕著となり、省エネ航行で操業すると1漁期当たり約1万円の経費削減が期待されると考えられた。なお、これには操業時間中の燃料消費は含まない。

表 5.13 省エネ航行による経費削減

漁場	県	地区	漁場までの 往復距離 (km/日)	燃料消費 量(L/日)	現状 (15ノット)	省エネ航行 (2ノット減速・燃料消費約20%削減)		
					燃料費 (円)	燃料費 増加(円)	移動時間 増加(分)	年間40日 削減(円)
① (西側)	福岡	沖端	32.2	46.4	3,709	-285	11	11,413
		三里	20.9	30.1	2,407	-185	7	7,408
	佐賀	大浦	2.6	3.7	299	-23	1	922
② (東側)	福岡	沖端	24.6	35.4	2,834	-218	8	8,719
		三里	6.2	8.9	714	-55	2	2,197
	佐賀	大浦	16.4	23.6	1,889	-145	5	8,813
③ (①+②)	福岡	沖端	25.4	36.6	2,926	-225	8	9,003
		三里	6.2	8.9	714	-55	2	2,197
	佐賀	大浦	2.6	3.7	299	-23	1	922

注：聞き取り結果より、移動中の船速15ノット、40L/h、80円/Lと設定

また、ケース①の三里の12～4月の水揚げ高(円/日/隻)をもとに、燃料費単価と水揚げ高-燃料費について試算した。燃料消費量は、聞き取り結果より、移動中の船速15ノット・40L/h、操業時は3時間で20L消費と設定した。

この結果、燃料単価が80円から120円に増加すると水揚げ高に対して1日1隻あたり2,000円程度の減少となり(図5.29)、漁場への移動を省エネ航行に切り替えることによって、燃料単価の高騰への対策になると考えられる。

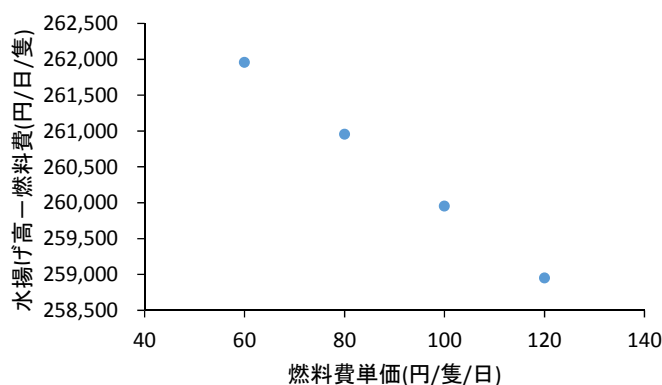


図 5.29 燃料単価と水揚げ高

(4) 回収船を想定した場合の経費削減

たいらぎ漁に出漁する漁船は、漁港と漁場の間の移動に加え、殻捨て場を経由している(図 5.30)。

そこで、漁港と漁場との移動経路において、殻捨て場を経由せず、回収船でタイラギ・貝殻の回収したケースを検討した。

その結果、福岡県側では、4,400～6,000 円/日、佐賀県では 700 円/日程度の経費の削減が期待できた(表 5.14)。

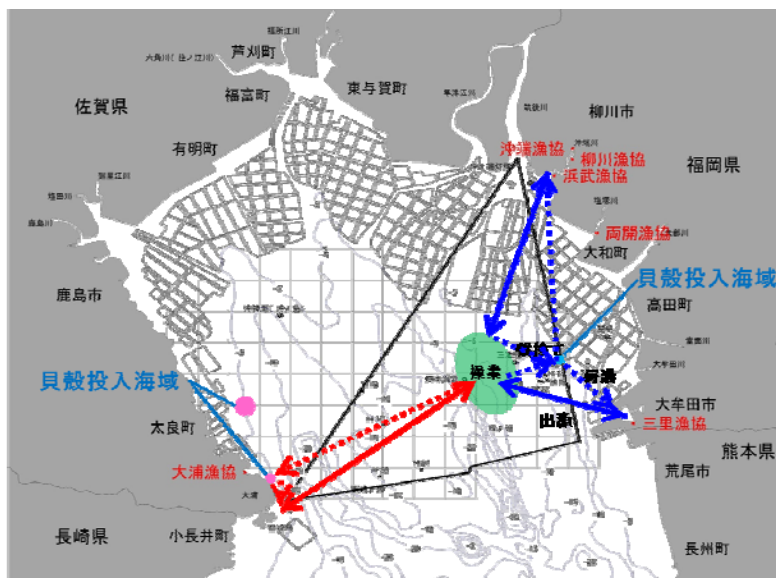


図 5.30 たいらぎ漁操業漁船の移動経路

表 5.14 回収船を想定した場合の経費削減

漁場	県	地区	現況の移動距離－漁場までの往復＝殻捨て場経由に要する距離(km/隻/日)	燃料消費量(L)	削減される燃料費(円)	県別削減費(10 隻/日)
① (西側)	福岡	沖端	8.3	12.0	956	6,047
		三里	2.2	3.2	253	
	佐賀	大浦	0.6	0.9	69	691
② (東側)	福岡	沖端	2.6	3.7	299	4,377
		三里	5.0	7.2	576	
	佐賀	大浦	0.0	0.0	0	0
③ (①+②)	福岡	沖端	3.3	4.8	380	4,780
		三里	5.0	7.2	576	
	佐賀	大浦	0.6	0.9	69	691

注：聞き取り結果より、移動中の船速 15 ノット、40L/h、80 円/L と設定

(5) 流通経路の変更による経費削減

漁業日誌・聞き取り等の結果、たいらぎ漁で漁獲したタイラギの貝柱およびピラの出荷先は、福岡県のたいらぎ漁漁業者は筑後中部魚市場と大牟田魚市場であった。また、佐賀県大浦支所のたいらぎ漁漁業者は筑後中部魚市場の他に、大浦支所、鹿島魚市場、個人商

そこで、筑後中部市場から距離が離れている大浦について、大浦から筑後中部魚市場までのタイラギの輸送を想定し(図 5.31)、①大浦港水揚げ・陸路輸送、②回収船による大浦貝捨場からの海上・陸路輸送の2ケースから燃料費・人件費を比較した。

燃料費・人件費は両ケースとも 12,000 円台と同程度となり、②海上・陸上輸送のケースが若干低かったものの、大浦で水揚げされたタイラギを柳川まで海上輸送しても効果は期待できない。



表 5.15 漁港から市場まで輸送経路に海上輸送を加えた場合の経費削減

ケース	①現況(陸上輸送)	②海上輸送＋陸上輸送	
経路	大浦漁港～筑後中部 魚市場	大浦殻捨場～柳川	柳川～筑後中部魚市場
移動距離	片道 65.4km	片道 23km	片道 1.8km
時間	車移動 1 時間 30 分	船移動 55 分(13 ノット)	車移動 10 分
燃料費	往復 2,600 円(5km/L、 100 円/L)	往復 4,900 円(32L/h, 80 円/L)	往復 70 円(5km/L、100 円/L)
人件費	10,200 円(移動 3 時間 ＋積み卸し 30 分)	7,000 円(移動 1 時間 10 分＋積 み卸し 30 分)	2,400 円(移動 20 分＋積み 卸し 30 分)
計	12,800 円	12,210 円	

これらのことから、操業シミュレータ等による操業および輸送の面では、配船数の調整により、現状に比べ、12月に集中させることにより、1漁期1隻あたりの累積水揚げ高が9万円程度の増加が期待できるが、経費削減の面では今まで以上に効率を上げて、大幅に利益を上げることは困難であると考えられた。

4) 直売所の効率的な立地条件の検討

3) 操業シミュレータによる検討の結果、たいらぎ漁の操業および漁獲後の流通は、今まで以上に効率を上げて、大幅に利益を上げることは困難であると考えられた。

これらの状況を鑑み、漁獲物の販売増に伴う収入を改善するため、流通・販売の面から直売所の効果的な立地条件を検討した。

直売所の効率的な立地条件の検討にあたり、2013 年 12 月に創業した佐賀県有明海漁協の直販所「まえうみ」について、周辺の主要道路網、活魚・鮮魚点の分布、大型量販店・スーパーの分布、土地公示価格の分布、水産物購買力の分布の聞き取りを行い、整理した。

「まえうみ」の立地条件は図 5.32、表 5.16 に示すとおりである。

「まえうみ」まで佐賀駅から 4km、車で 10 分、佐賀空港から 13km、車で 20 分、筑後中部魚市場から 17km、車で 30 分の距離にあり、県道 54 号に面し、国道へは、北側に 0.5km(208 号)、南側に 2.5km(444 号)の位置にあった。活魚・鮮魚点、大型スーパー・量販店といった施設は、佐賀駅付近に集中しているが、「まえうみ」周辺にはそういった店舗がみられなかった。また、土地価格 45-75 万円/㎡と中位の価格帯に位置し、周囲の購買力が 1800 万円/月以上と高位の購買力帯にあった。

なお、「まえうみ」は、佐賀海苔を中心に、有明海・玄海の水産物を取り揃え販売がされており、2013 年 12 月の創業以降、たいらぎ漁が解禁されていないため、タイラギの取り扱いほとんどなかった。

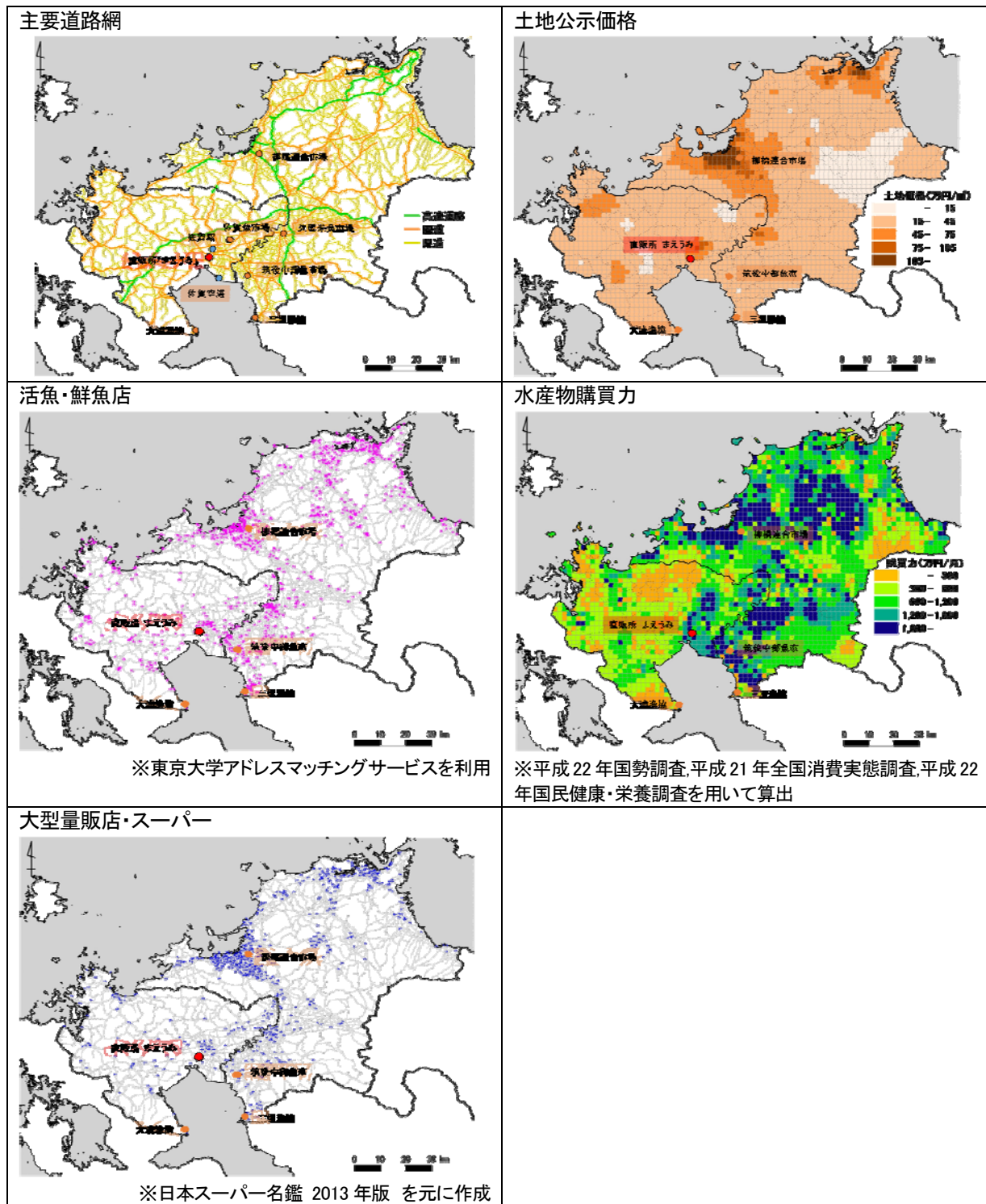


図 5.32 直販所「まえうみ」の立地条件

表 5.16 直販所「まえうみ」の立地条件等のまとめ

項目	来店客数とタイラギの取り扱い・立地条件
来店客数	61,796 人(2014 年度)
有明産のタイラギの入荷先の地域と割合	一部地場鮮魚店からのタイラギの柱、ヒモが入荷されているが、ごく僅かである。入荷期間は12月から3月までの間、徒歩採り分が市場経由で入荷される。
道路網	駅から徒歩圏ではないものの、佐賀駅から4km、車で10分佐賀空港から13km、車で20分、県道54号に面し、北側0.5kmで国道208号、南側2.5kmで国道444号に接続する。
競合店	駅から離れていることもあり、周囲に競合店がない。
土地公示価格	土地価格帯の中位に位置する。
水産購買力	周辺の水産物購買力は高位に位置する。

また、聞き取り調査より、「まえうみ」は周辺の住民のみではなく、ドライブ途中に立ち寄る利用者も多いことから、商圈が30km程度であることが示唆された。また、消費者のニーズにあわせて取扱商品を変え、さらに、佐賀のりのアンテナショップとしてのコンセプトといった独自の工夫により販売増のための取り組みが行われていた。

「まえうみ」での聞き取り結果は次に示すとおりである。

○現在の状況

- ・海苔の売上が全体の80%以上を占め、その他生鮮魚介類、その他加工品が各1割程度。
- ・客層は、平日は主婦や高齢者が多く、休日は家族連れやドライブ途中での立ち寄りもあり、若い方も買いに来られる。
- ・商圈は、佐賀市内が最も多く、30 km圏内であると感じる。

○「まえうみ」オープン以降にオープン前と比較して、流通に生じた変化（入荷先・出荷先）

- ・これまでに取引のなかった一般の業者との取引が生じた。
- ・「まえうみ」が浸透するにつれて商品を置いてほしい等の話が増え、入荷先・出荷先も増えた。
- ・直販所開設により、消費者の声を直に聞けることで海苔、魚介類等々の需要、要望を聞くことができるようになった。

○今後の展望

- ・もう少し海苔関係を中心としたラインナップを増やし、飽きの来ない直販所にしたい。
- ・佐賀のりのアンテナショップとしての直販所のコンセプトを中心に独自性を出しつつ、お客様からの要望も可能な限り取り入れ組み合わせながらやっていきたい。
- ・客層については、特に変化は求めているが、より多くのお客様に来店頂けるような取り組みを行い、商圈をもう少し広げて取り込みたい。
- ・ネット販売については、準備はできているので、独自商品を開発して行きラインナップを増やしたところでの運用になるのかと思っている。

これらのことから、表 5.16 に示した立地条件を満たすような場所に直販所を設置すれば、漁獲物の販売増に伴う収入の改善が見込めることが示唆された。また、直売所を効率的・持続的に運営するためには、品質・衛生管理を含めて、高く売る工夫を行う必要があると考えられる。

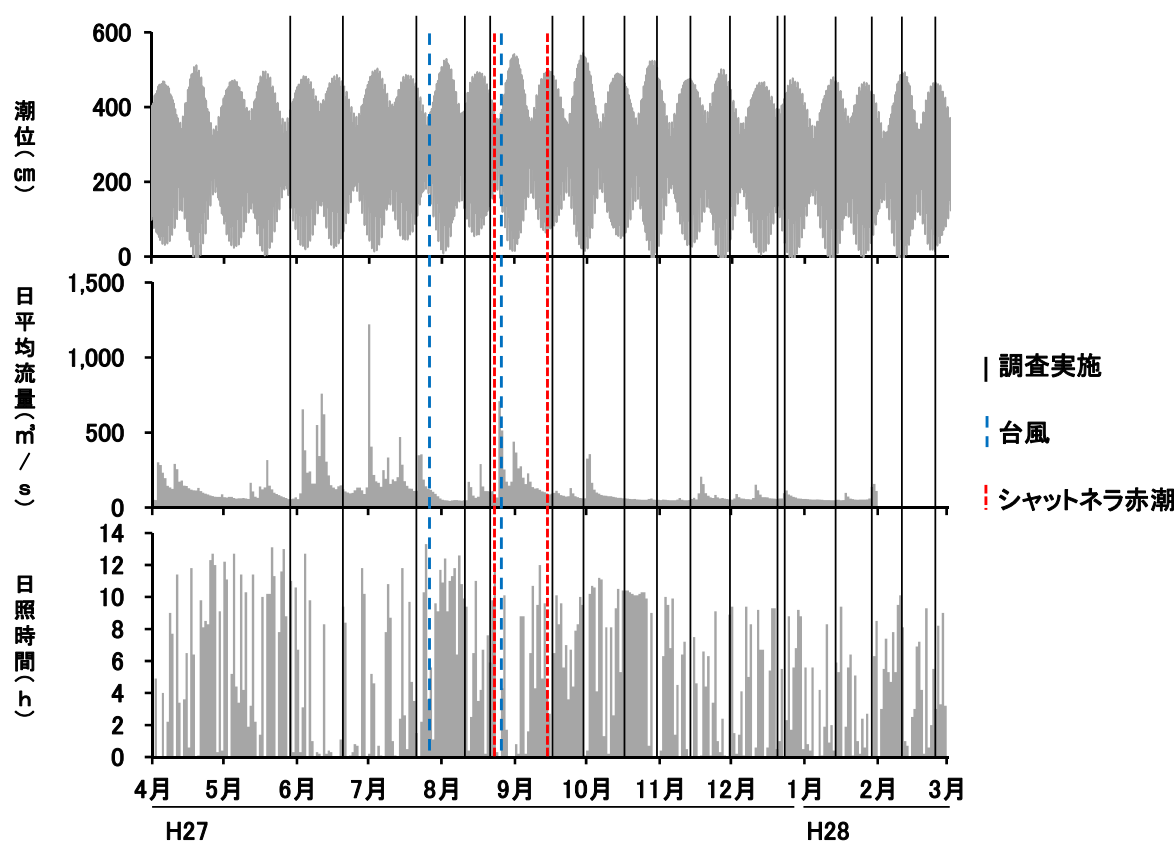
③ タイラギ稚貝の餌料など好適環境条件の把握

(ア) タイラギの餌料環境の把握

1) 調査期間中の気象・海象

調査期間中の気象・海象は図 5.33 に示すとおりである。

調査期間の潮汐は、27 年 5 月から 8 月および 12 月では小潮、それ以外は大潮であった。6 月から 9 月にかけて降雨に伴い、筑後川（瀬ノ下）の流量が増加した。福岡県水産海洋技術センター有明海研究所により、27 年 8 月 24 日に大牟田沖で 135cells/mL のシャットネラ赤潮の発生が確認された。西部海域では、佐賀県有明水産振興センターにより、8 月 31 日に佐賀県白石町地先から竹崎沖にかけてシャットネラ赤潮の発生が確認され（17,600cells/mL）、9 月 14 日には終息し、その後はスケルトネマ赤潮になったとされた。また、台風 12 号、15 号がそれぞれ、7 月 26 日、8 月 25 日に調査海域付近を通過した。



※データ:潮位(三池港);海上保安庁 海洋情報部 HP
日平均流量(瀬ノ下);国土交通省九州地方整備局 筑後川河川事務所 HP
日照時間(大牟田);気象庁 HP

図 5.33 調査時期の気象・海象

2) 分析結果

a) タイラギ餌料生物における炭素・窒素安定同位体比の季節変化

餌料生物の炭素・窒素安定同位体比の生息場所別季節変化は図 5.34 に示すとおりである。

海域 POM（クロロフィル極大層）の炭素安定同位体比（以下、「 $\delta^{13}\text{C}$ 」という）は、東部沖合域の 3 地点では、平成 27 年 5 月から 6 月にかけて低下して約-22‰となった後、8 月にかけて増加して-20‰となり、12 月にかけて再び低下して-23‰となって、2 月にかけて

増加して-21‰となった。東部干潟域の3地点では、5月から7月にかけて低下して-22‰となり、8月上旬に増加した後、再度低下して11月までは-22‰程度で推移し、12月にかけて低下して-23‰となって、2月にかけて増加して-22‰となった。大浦地先では、8月から9月にかけて増加して-18.4‰となった後、他の地点と同様に12月にかけて低下して-23‰となり、2月にかけて増加して-21‰となった。

窒素安定同位体比（以下、「 $\delta^{15}\text{N}$ 」という）は、東部沖合域および東部干潟域で6月から7月にかけて増加し、干潟で102.9‰、干潟縁辺で81.7‰、平成25・26年度凹凸覆砂畝型区で56.5‰、平成21・22年度凹凸覆砂畝型区で35.6‰、天然漁場で39.0‰と極めて高い値を示した。その後、9月にかけて低下した。東部沖合域では12月まで概ね9‰程度で推移し、2月にかけて低下して6‰程度となった。東部干潟域では11月まで概ね8‰で推移し、2月にかけて低下して5‰となった。大浦地先では、8月から12月まで概ね9‰で推移し、2月にかけて低下して6‰となった。

表層堆積物（SOM）の $\delta^{13}\text{C}$ は、東部沖合域では、6月から7月にかけての天然漁場で約-23‰であったが、7月以降は概ね-21‰で季節変化はみられなかった。東部干潟域においても季節変化はみられず、-23‰程度で推移した。

底生微細藻類（BMA）の $\delta^{13}\text{C}$ は、東部沖合域では-26~-18‰で推移し、季節的な変化はみられなかった。東部干潟域では5月から9月にかけて低下して-26‰となった後、11月にかけて増加し、2月まで-24‰程度で推移した。

プランクトン（PLK）の $\delta^{13}\text{C}$ は、東部沖合域では5月から9月にかけて増加して-19‰となり、1月にかけて低下して-23‰となった後、2月にかけて増加して-20‰となった。東部干潟域では、5月から6月にかけて増加して-19‰となった後、10月から1月にかけて-24‰まで低下し、2月にかけて増加した。大浦地先では9月から11月にかけて低下して-23‰となった後、2月にかけて増加して-21‰となった。

河川POMの $\delta^{13}\text{C}$ は、5月から10月まで-28~-25‰で推移した後、12月にかけて増加して-24‰となった。 $\delta^{15}\text{N}$ は、海域のPOMと同様に、6月から7月にかけて増加して66.9‰となった後、9月にかけて低下し、2月まで6‰程度で推移した。

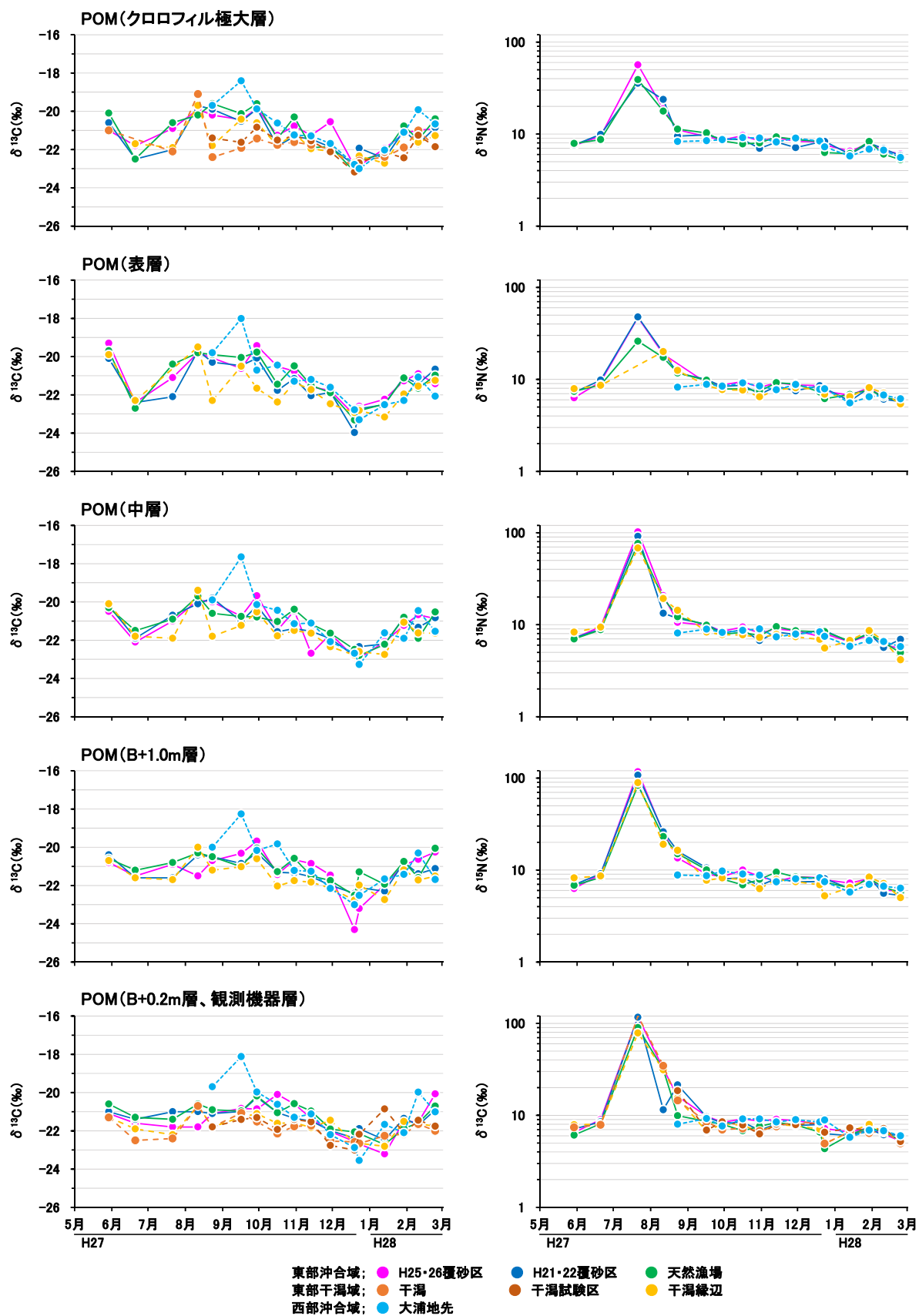


図 5.34 (1) 餌料生物の炭素・窒素安定同位体比の生息場所別季節変化

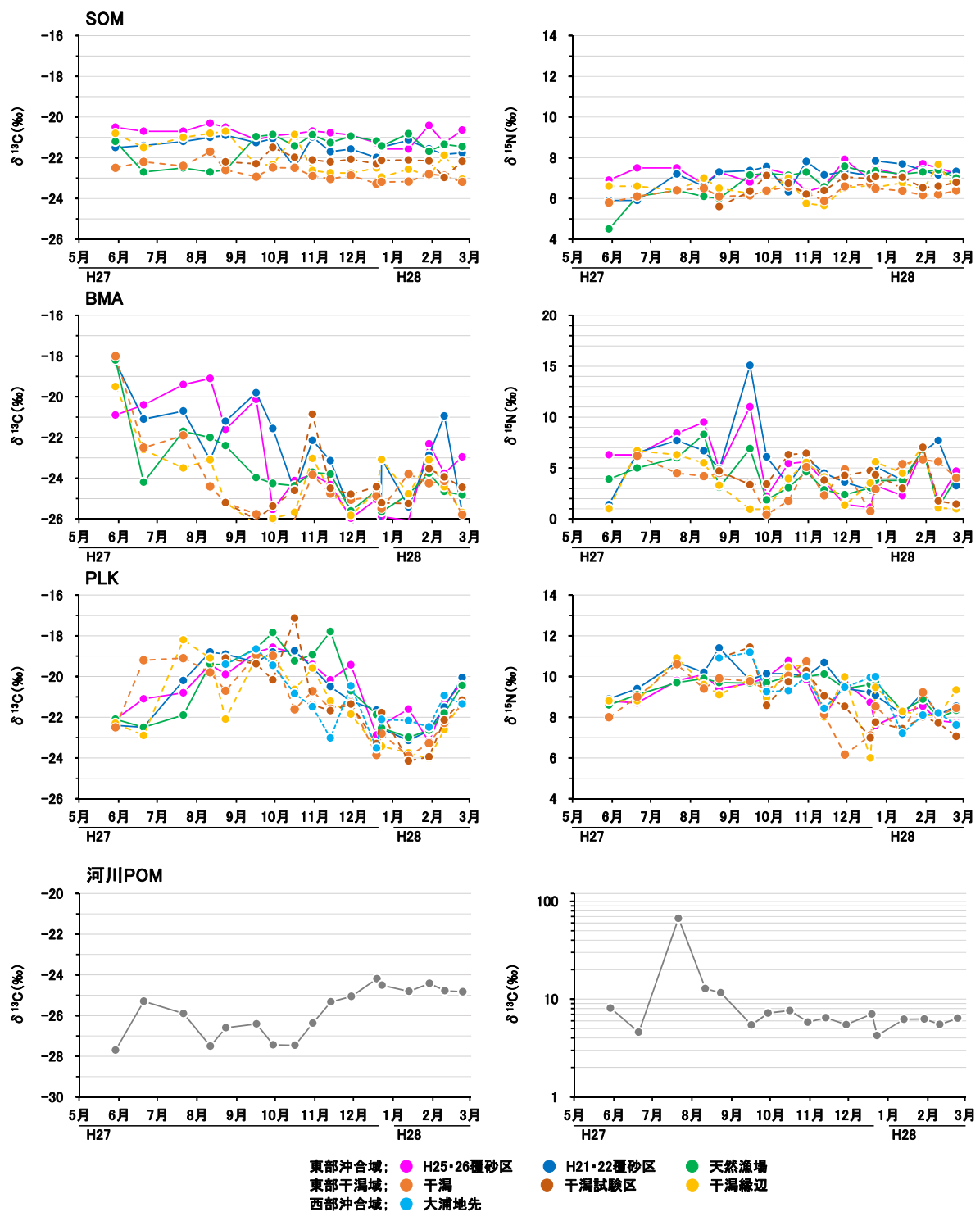


図 5.34 (2) 餌料生物の炭素・窒素安定同位体比の生息場所別季節変化

b) 沈殿量

沈殿量の生息場所別季節変化は図 5.35 に示すとおりである。

東部沖合域の沈殿量は、7 月から 9 月にかけて増加し、平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区で $3\text{mL}/\text{m}^3$ 、平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区 $6\text{mL}/\text{m}^3$ 、天然漁場で $9\text{mL}/\text{m}^3$ となった。その後 12 月にかけて減少した後、1 月に再び増加して $2\text{mL}/\text{m}^3$ となった。東部干潟域では、9 月に増加し、干潟で $5\text{mL}/\text{m}^3$ 、干潟試験区で $2\text{mL}/\text{m}^3$ となった後、12 月にかけて減少、1 月に再び増加して $1\text{mL}/\text{m}^3$ となった。大浦地先の沈殿量は、9 月に $2\text{mL}/\text{m}^3$ で最高となり、12 月にかけて減少し、1 月に増加して $4\text{mL}/\text{m}^3$ となった。

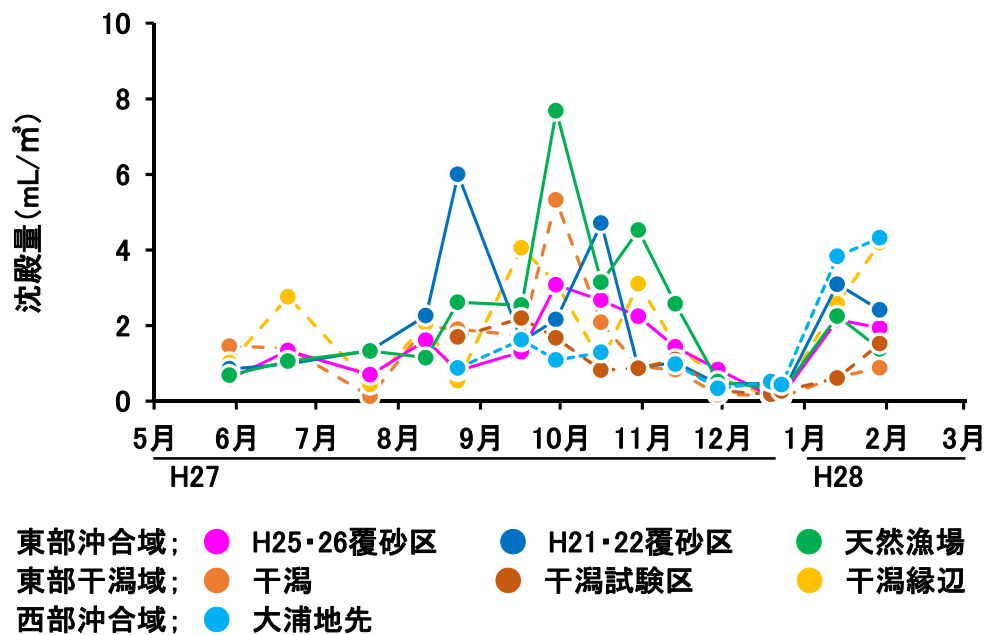


図 5.35 沈殿量の生息場所別季節変化

c) Chl. a、SS

Chl. a および SS の生息場所別季節変化は図 5.36 に示すとおりである。

Chl. a (クロロフィル極大層) は、東部沖合域では 6 月から 8 月にかけて増加し、 $20\sim 38\mu\text{g}/\text{L}$ になった後、11 月にかけて低下して $2\mu\text{g}/\text{L}$ 程度となり、その後 2 月にかけて増加して $4\mu\text{g}/\text{L}$ 程度となった。東部干潟域では 5 月から 6 月にかけて低下した後、9、10 月にかけて徐々に増加し、干潟で $6\mu\text{g}/\text{L}$ 、干潟試験区で $14\mu\text{g}/\text{L}$ となり、12、1 月にかけて低下して $2\mu\text{g}/\text{L}$ 程度となった。大浦地先では、8 月に $161\mu\text{g}/\text{L}$ を示した後、11 月にかけて低下し、 $3\mu\text{g}/\text{L}$ 程度となり、2 月にかけて増加して $6\mu\text{g}/\text{L}$ となった。

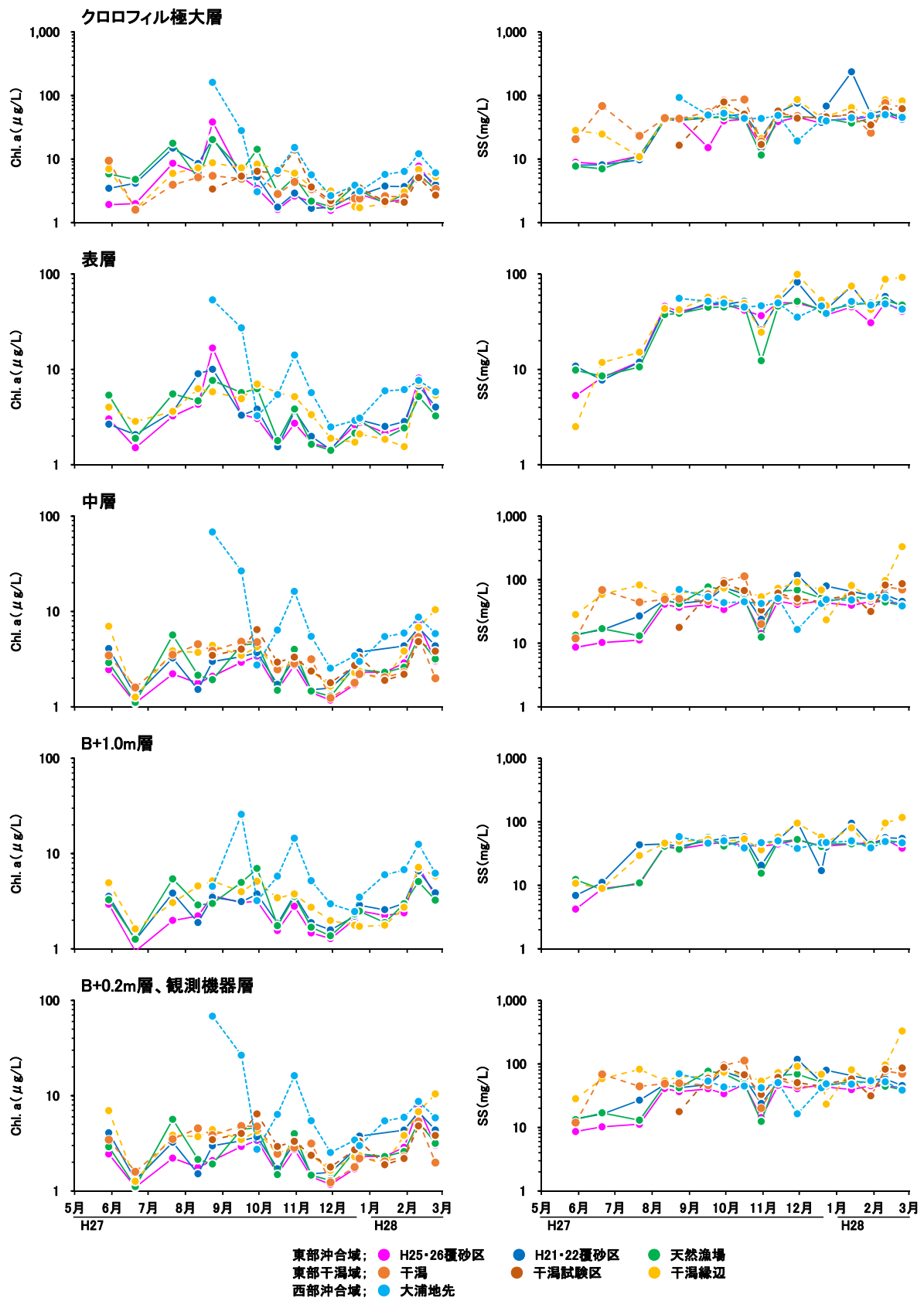


図 5.36 Chl. a (分析値)、SS (分析値) の生息場所別季節変化

(イ) タイラギの生息環境の把握

1) 水温、塩分、D0

水温、塩分および D0 の生息場所別季節変化は図 5.37、月平均値は表 5.17 に示すとおりである。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区における水温は、8 月 25.9℃から 2 月にかけて低下し 10.8℃となった。干潟試験区における水温は、8 月 27.3℃から 1 月にかけて低下し 10.3℃となり、平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区に比べ、最高水温が高く、最低水温が低かった。また、一日間での増減の幅が大きかった。大浦地先では、9 月 24.9℃から 2 月にかけて低下し 9.9℃となった。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区における塩分は、月平均 29.5～31.1 の範囲であった。干潟試験区の塩分は、月平均 26.0～29.1 の範囲であり、水温同様に 1 日間での増減の幅が大きかった。大浦地先の塩分は、月平均 28.0～30.4 の範囲であった。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区の D0 は、最低で 2.5mg/L であり、3.0mg/L を下回った継続時間は最長で 4.5 時間、延べ 9.5 時間であった。干潟試験区の D0 は、最低で 1.7mg/L であり、3.0mg/L を下回った継続時間は最長で 3.2 時間、延べ 17.2 時間であった。大浦地先の D0 は、最低で 4.0mg/L であり、貧酸素は確認されなかった。

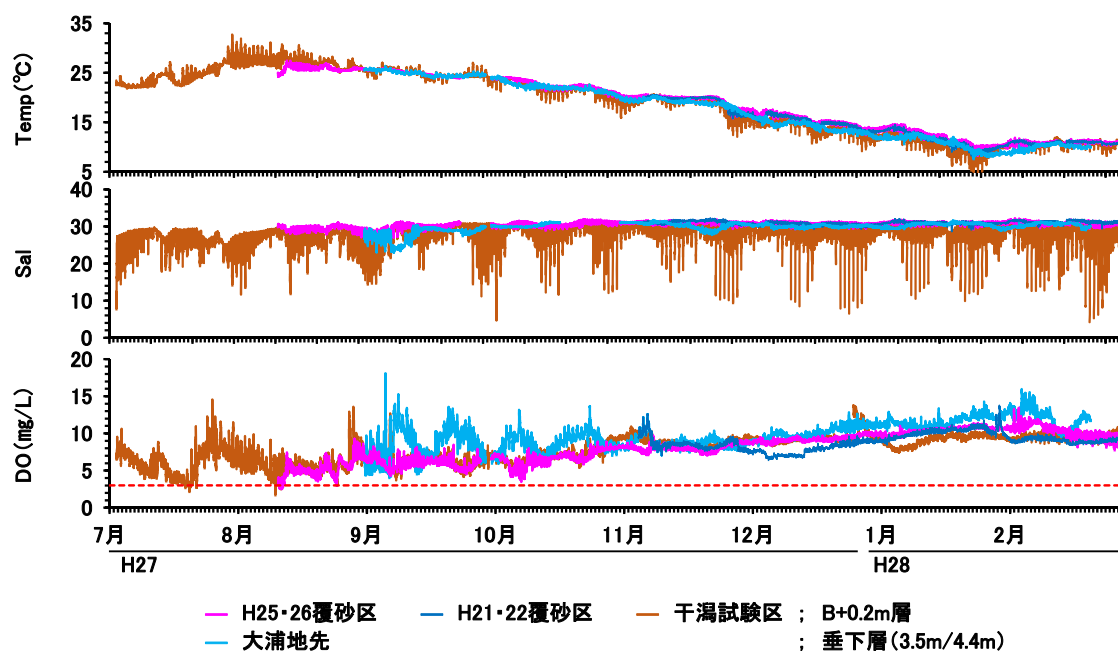


図 5.37 水温、塩分および D0 の生息場所別季節変化

表 5.17 水温、塩分および DO の月平均値

月	水温(°C)				塩分			
	H25・26 覆砂区	H21・22 覆砂区	干潟 試験区	大浦 地先	H25・26 覆砂区	H21・22 覆砂区	干潟 試験区	大浦 地先
7	－	－	24.4	－	－	－	26.0	－
8	25.9	－	27.3	－	29.5	－	26.8	－
9	25.0	－	24.9	24.9	29.8	－	27.8	28.0
10	22.5	－	21.9	22.1	30.7	－	28.7	30.3
11	19.7	19.4	18.8	19.1	31.1	31.3	29.1	30.4
12	15.5	15.2	14.2	14.3	30.8	30.7	28.5	30.1
1	12.0	11.5	10.3	10.9	31.0	30.9	28.4	30.4
2	10.8	10.8	10.5	9.9	31.0	31.2	28.1	30.4

月	DO(mg/L)			
	H25・26 覆砂区	H21・22 覆砂区	干潟 試験区	大浦 地先
7	－	－	6.3	－
8	5.4	－	6.0	－
9	6.0	－	6.4	8.7
10	6.7	－	7.2	8.8
11	8.0	8.7	8.8	8.8
12	9.2	7.8	9.5	10.0
1	10.4	10.1	9.1	11.6
2	10.3	9.1	9.6	12.2

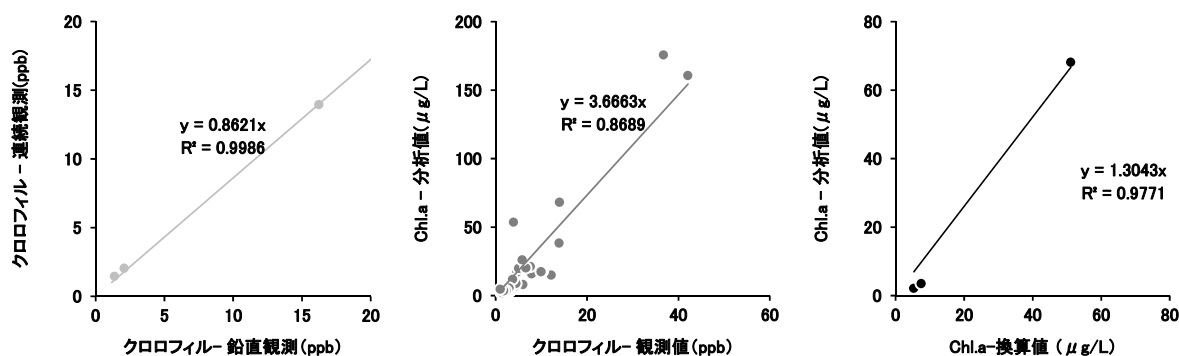
2) クロロフィル・濁度

クロロフィル（機器による観測値）と Chl. a（分析値）の関係および換算値と分析値の相関、濁度（機器による観測値）と SS（分析値）の関係および換算値と分析値の相関は図 5. 38 に示すとおりである。

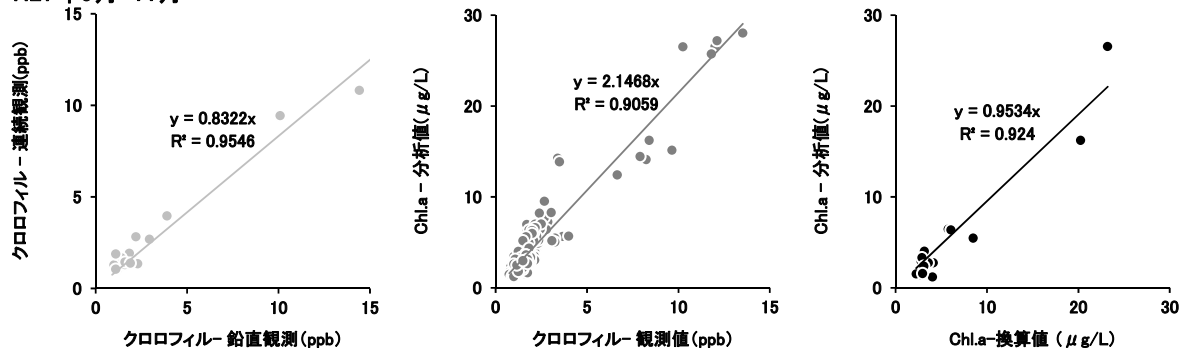
また、これらにより得られた関係をもとにクロロフィルおよび濁度の連続観測結果をそれぞれ、Chl. a、SS に換算した。Chl. a および SS の生息場所別季節変化は図 5. 39、Chl. a および SS の月平均値は表 5. 18 に示すとおりである。

Chl. a は、平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区では、8 月 $5.1 \mu\text{g/L}$ から 11 月にかけて低下して $2.1 \mu\text{g/L}$ となり、2 月にかけて増加した。干潟試験区では、7 月 $13.0 \mu\text{g/L}$ から 12 月にかけて低下して $3.1 \mu\text{g/L}$ となり、期間を通して平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区に比べて高い傾向にあった。大浦地先では、9 月 $18.2 \mu\text{g/L}$ から 12 月にかけて低下して $4.0 \mu\text{g/L}$ となった。

H27年6月-8月



H27年9月-11月



H27年12月-28年2月

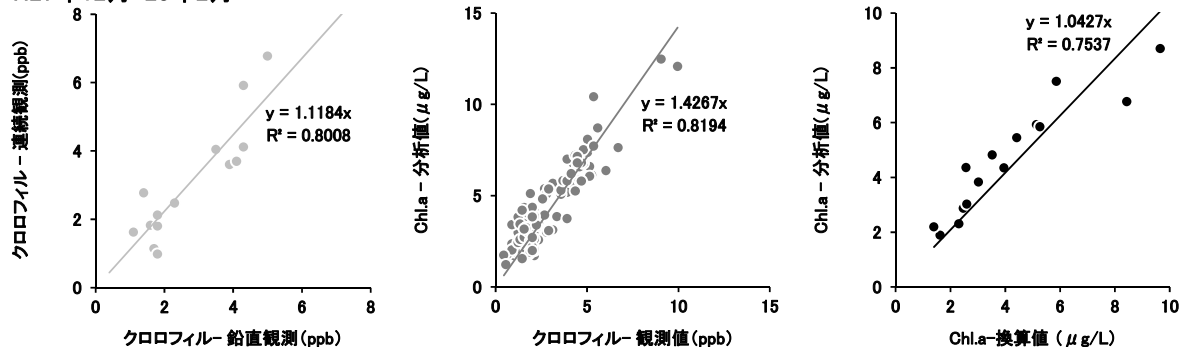
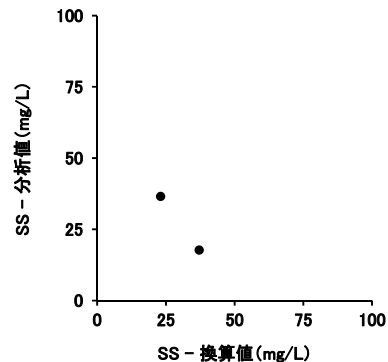
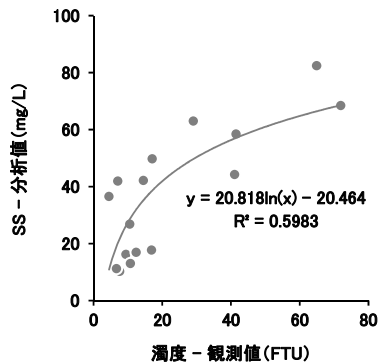
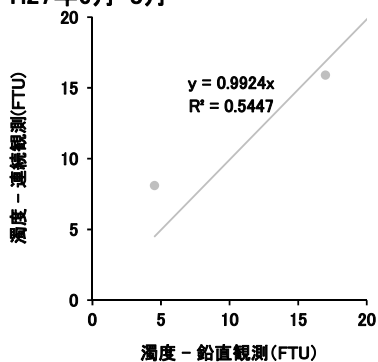
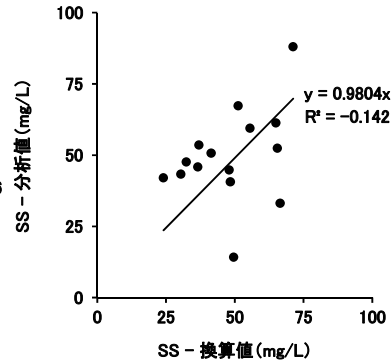
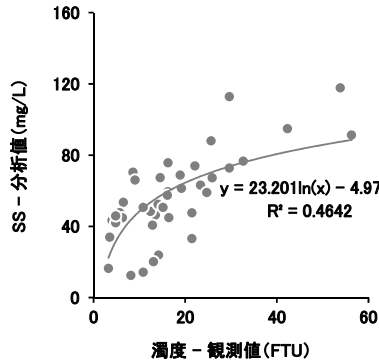
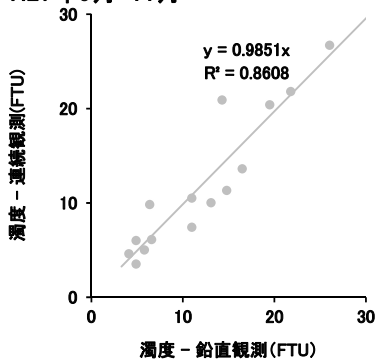


図 5. 38 (1) クロロフィル（観測値）と Chl. a（分析値）の関係

H27年6月-8月



H27年9月-11月



H27年12月-28年2月

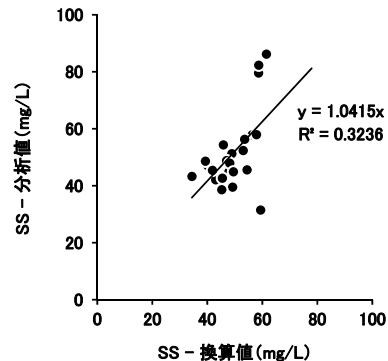
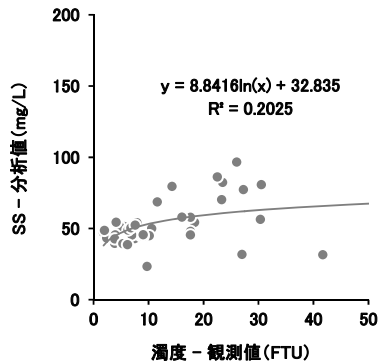
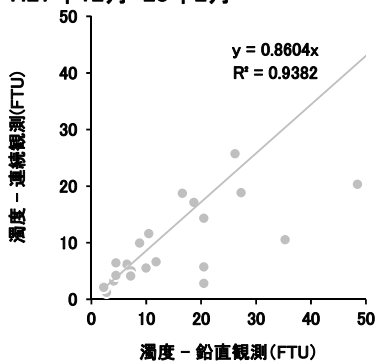


図 5.38 (2) 濁度（観測値）と SS（分析値）の関係



	Chl.a($\mu\text{g/L}$)				SS(mg/L)			
月	H25・26 覆砂区	H21・22 覆砂区	干潟 試験区	大浦 地先	H25・26 覆砂区	H21・22 覆砂区	干潟 試験区	大浦 地先
7	－	－	13.0	－	－	－	53.1	－
8	5.1	－	10.4	－	18.2	－	49.6	－
9	4.1	－	5.2	18.2	30.3	－	65.4	27.7
10	2.4	－	4.6	8.9	23.6	－	73.2	35.2
11	3.9	10.9	3.7	8.5	37.1	62.6	67.7	33.5
12	2.1	4.7	3.1	4.0	42.2	58.6	57.1	41.8
1	2.6	3.8	5.4	5.7	43.8	57.4	57.1	43.2
2	3.9	5.5	3.4	9.5	46.4	58.3	56.4	35.0

3) 浮泥堆積層厚

浮泥堆積層厚の生息場所別季節変化は図 5.40 に示すとおりである。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区の浮泥堆積層厚は、5 月は 18mm であったが、6 月は 3mm に減少し、8 月から 9 月にかけて 11mm となったが、その後は減少し 2 月は 2mm 以下となった。

平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区の浮泥堆積層厚は、5 月から 6 月にかけて減少した後、10 月から 12 月までは 9～22mm で推移し、1 月に減少し、2 月にかけて増加した。干潟においても 5 月から 6 月にかけて減少した。9 月にかけて増加して 10mm となった後、11 月にかけて減少し、12 月には再び増加して 10mm となり 1 月以降は 3mm 以下で推移した。

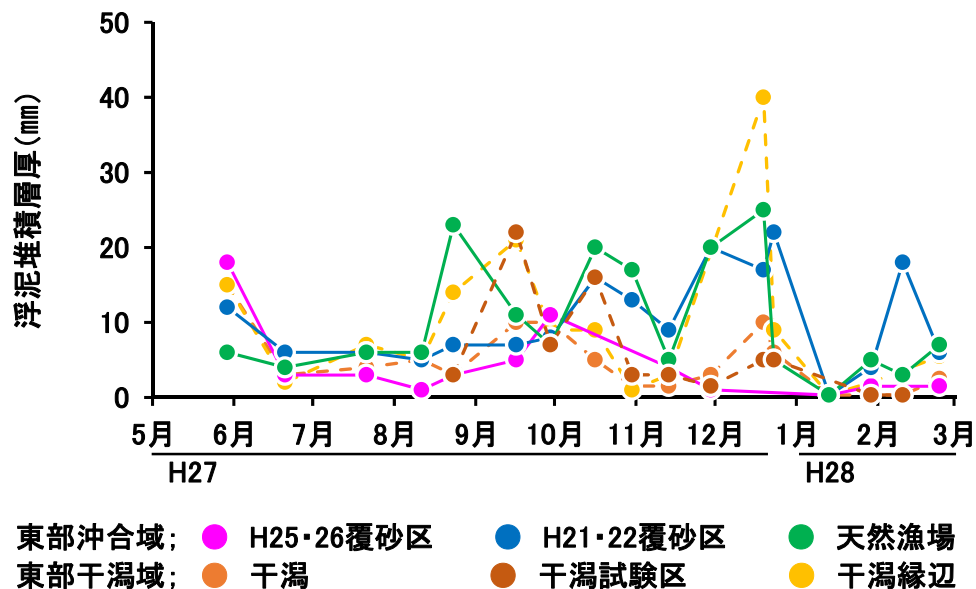


図 5.40 浮泥堆積層厚の生息場所別季節変化

④ 有明海湾奥東部海域における「立ち枯れへい死」の原因の検証

1) タイラギの殻長、GSI、グリコーゲン含量および生息密度の生息場所別季節変化

タイラギの殻長、GSI、グリコーゲン含量および生息密度の季節変化は図 5.41 に示すとおりである。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区のタイラギ 26 年級群の殻長は、6 月 8.7 cm、9 月 11.5 cm、10 月 12.4cm、12 月には 15cm となった。GSI は、6 月で 17.2、7 月に 12.2 に低下した後、8 月に期間最高となる 33.6 になり、9 月に 2.5 に低下した。グリコーゲン含量は、6 月の 42.7mg/g から著しく減少し、7 月に 3.0 mg/g となった。9 月にかけて徐々に増加して 22.8mg/g となった後は、12 月にかけて減少し 4.2mg/g となり、1 月には 8.2mg/g になった。タイラギの生息密度は、7 月の 0.07 個体/m²から 8 月中旬には 0.03 個体/m²に減少した。

大浦地先の 26 年級群の殻長は、8 月 8.7 cm、10 月 10.6cm、12 月では 12.3cm であった。GSI は、8 月 17.1 であり、9 月に 4.4、10 に 2.7 に低下した。グリコーゲン含量は、8 月 32.1mg/g から 10 月に 55.2 mg/g に増加し、その後 11 月にかけて減少して 17.9 mg/g となった後、12 月にかけて再び増加し 54.6mg/g となった。1 月には再び減少して 11.5mg/g となった。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区のタイラギ 27 年級群の殻長は、10 月 4.4 cmから 12 月に 6.7 cm となり、2 月は 7.6 cm であった。これに対し、平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区および天然漁場では、10 月で概ね 6 cm、12 月には 9 cm と大きかった。グリコーゲン含量は、いずれの地点においても 9 月で 30mg/g 程度であった。1 月にかけて減少して 4mg/g となった後、2 月にかけて増加し 15~19mg/g となった。

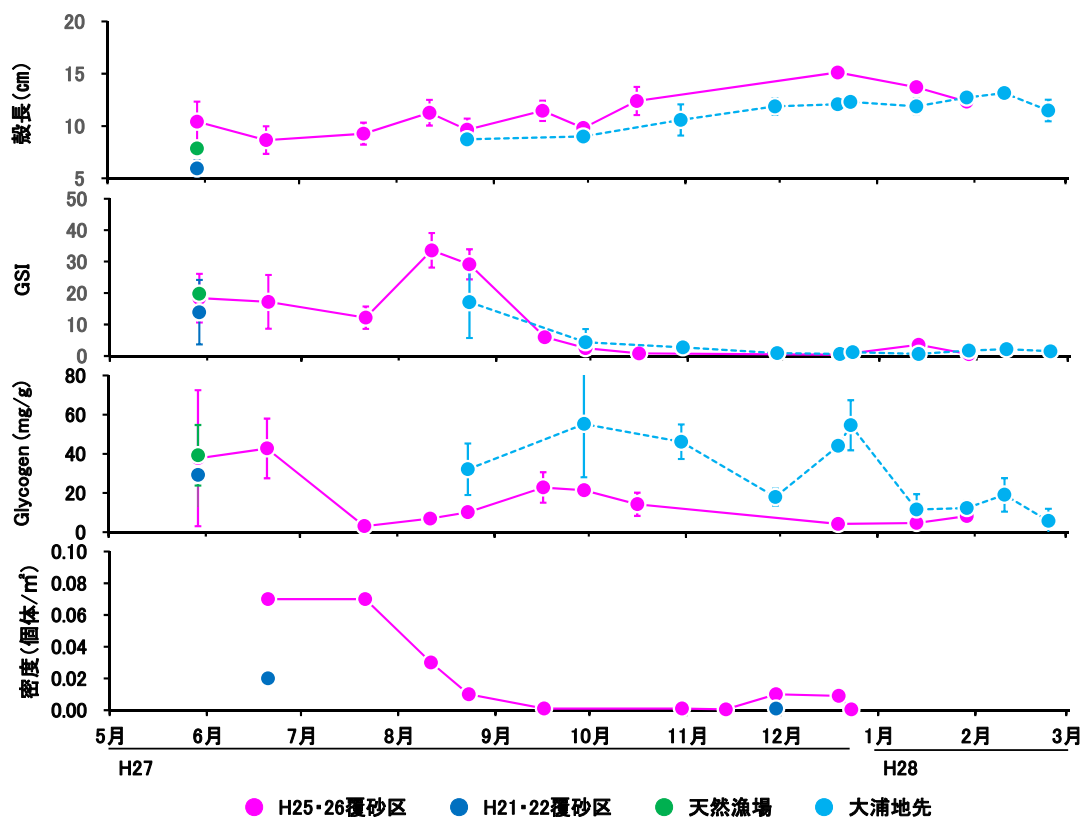


図 5.41 (1) 殻長、GSI、グリコーゲン含量、生息密度の生息場所別季節変化(26 年級群)

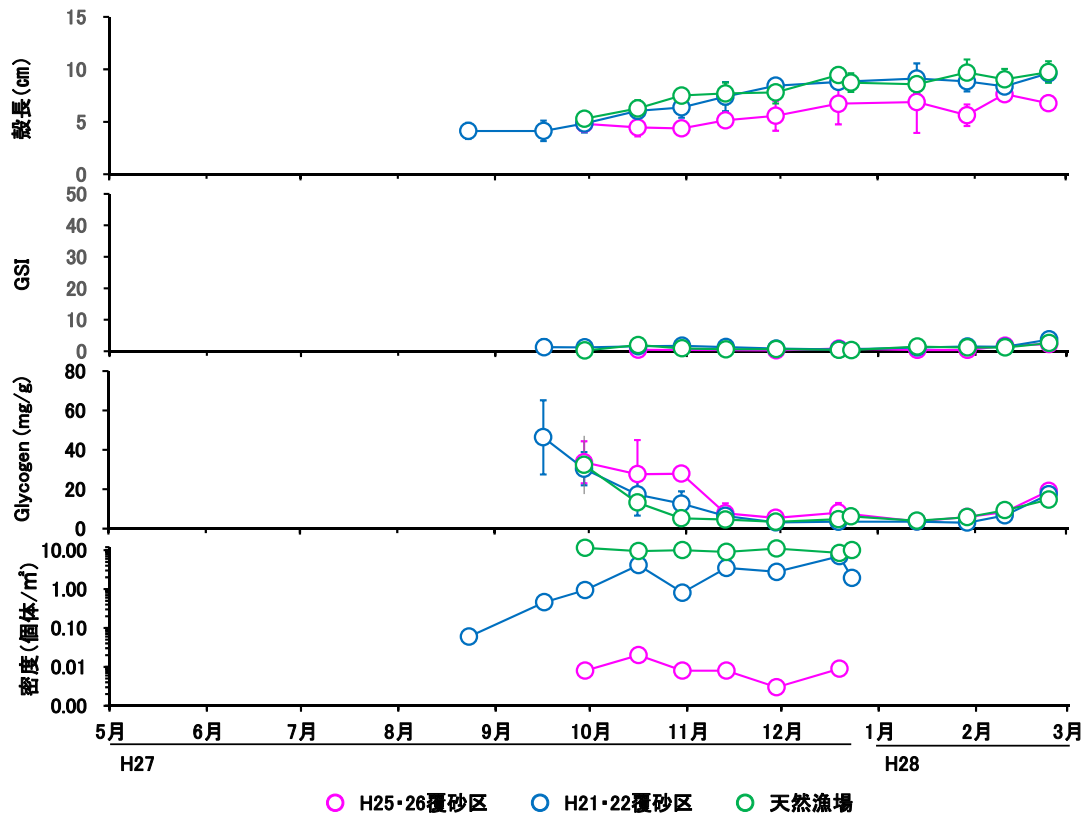


図 5.41 (2) 殻長、GSI、グリコーゲン含量、生息密度の生息場所別季節変化(27 年級群)

2) タイラギの相対成長

タイラギの殻長と軟体部重量、軟体部重量と閉殻筋重量の関係は図 5.42 に示すとおりである。なお、データは平成 25 年度、26 年度調査のものを含んでいる。

殻長と軟体部重量の関係は、東部沖合域の 3 地点では概ね同じであった。一方で、干潟、大浦地先は大きかった。軟体部重量と閉殻筋重量の関係についても、東部沖合域の 3 地点に比べ、干潟、大浦地先は大きくなる傾向がみられた。

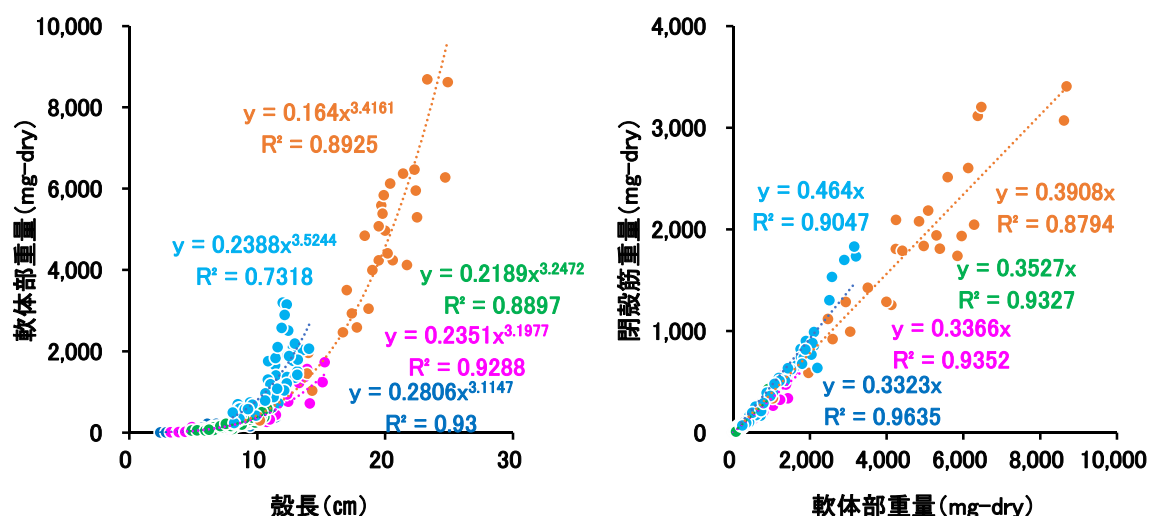


図 5.42 タイラギの殻長と軟体部重量、軟体部重量と閉殻筋重量の関係

3) タイラギの炭素・窒素安定同位体比の生息場所別季節変化

タイラギの炭素・窒素安定同位体比の生息場所別季節変化は図 5.43 に示すとおりである。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区のタイラギ 26 年級群の $\delta^{13}\text{C}$ は、5 月から 8 月まで -19‰ 程度で推移し、9 月に -18‰ となった後、12 月約 -18‰ から 1 月に -20‰ まで低下した。大浦地先では、8 月から 10 月まで概ね -18‰ を示し、11 月には -19‰ に低下した。12 月に -18‰ となった後、1 月に再び低下して -19‰ となった。

平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区の 26 年級群の $\delta^{13}\text{C}$ は、10 月 -18‰ から低下して、11 月に -20‰ 、1 月には -21‰ 程度となった。平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区および天然漁場においても概ね同様の傾向を示した。

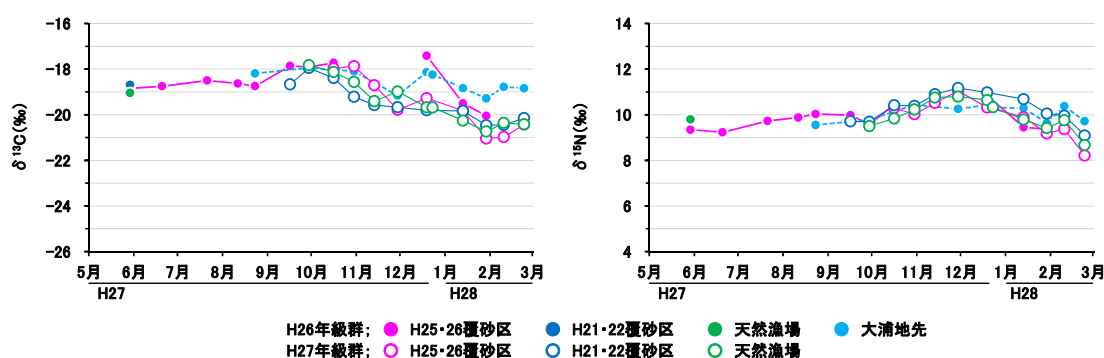


図 5.43 タイラギの炭素・窒素安定同位体比の生息場所別の季節変化

タイラギおよび餌料生物の炭素・窒素安定同位体比の季節変化は図 5.44 に示すとおりである。なお、7 月、8 月の海域 POM の $\delta^{15}\text{N}$ は極めて高かったが、タイラギの $\delta^{15}\text{N}$ は 10‰ 程度であったことから同時期の POM を餌料として利用していない可能性があり、この期間のデータは除外した。

沖合域の SOM の $\delta^{13}\text{C}$ は調査期間を通してあまり変化しなかったのに対し、POM では 8 月から 12 月にかけて 3‰ 程度、PLK は 5 月から 9 月にかけて 4‰ 程度低下した。タイラギの $\delta^{13}\text{C}$ はこれに連動するような形で 10 月から 1 月にかけて 3‰ 程度低下した。

大浦地先の POM の $\delta^{13}\text{C}$ は 9 月から 12 月にかけて 5‰ 程度低下した。タイラギの $\delta^{13}\text{C}$ は 10 月から 11 月に低下するがその変化は 1‰ 程度であった。

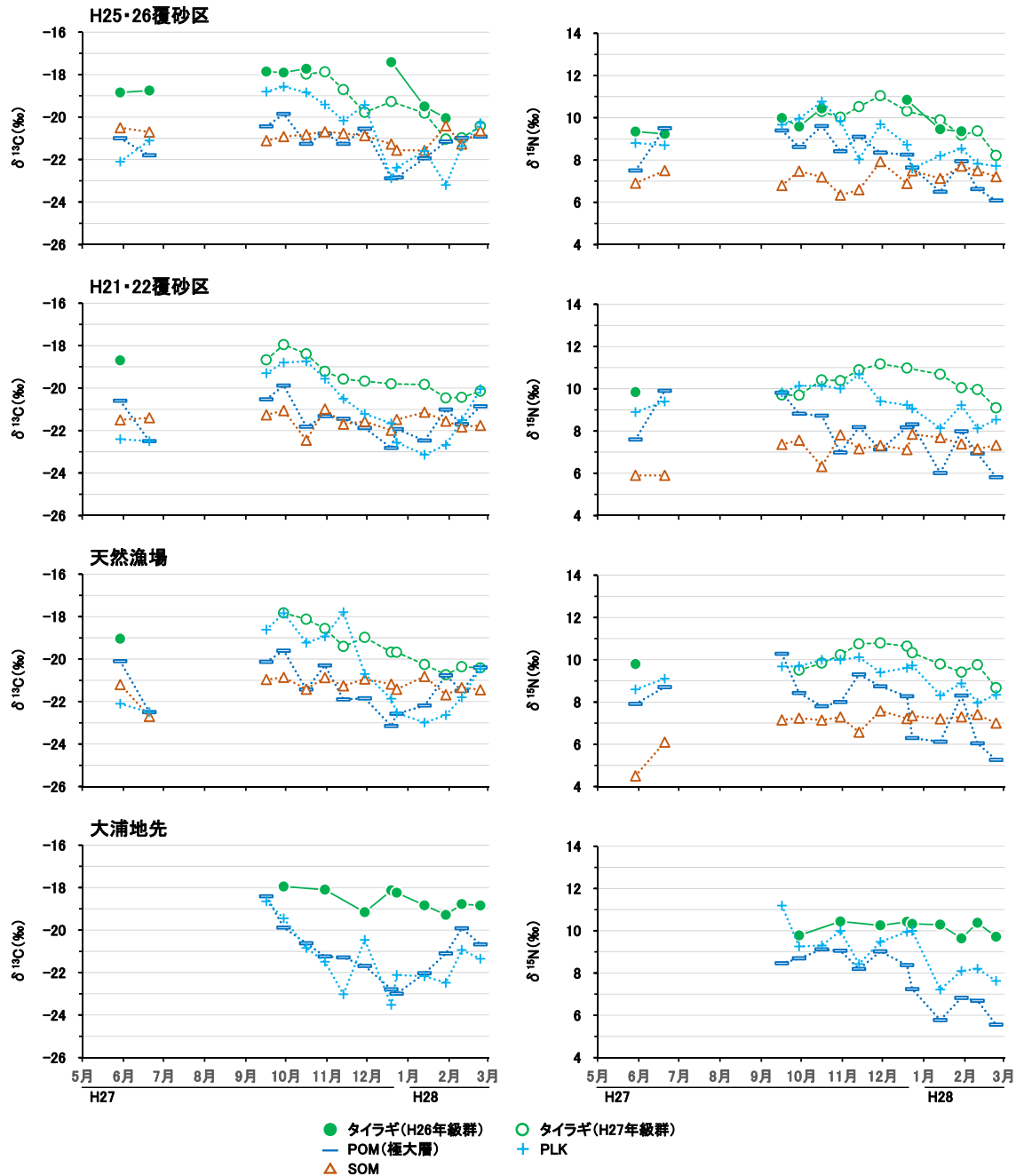


図 5.44 タイラギおよび餌料生物の炭素・窒素安定同位体比の季節変化

平成 27 年度業務において、覆砂漁場等における 26 年級群、新たに着底がみられた 27 年級群のタイラギの生息密度、成長、軟体部重量、生殖腺重量および閉殻筋中のグリコーゲン含量を測定、分析した。その結果、平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区に生息していた 26 年級群のタイラギは、6 月から 10 月にかけて生息密度が低下し、体力の指標となるグリコーゲン含量が低下するとともに、同時期に生殖腺を発達させ産卵していることが示唆された。また、平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区の Chl. a は 8 月から 1 月にかけて低下し、同時期にタイラギのグリコーゲン含量も低くなった。このように、餌料を摂取して、成熟・産卵を迎えるまでの期間に蓄えられる体力（グリコーゲン含量）の多寡が、その後の生き残りに大きく影響していることが示唆された。

⑤ 関係機関による検討委員会の設置

有明海のたいらぎ漁業再生のための検討会を2回開催した。検討会の構成は表 5.19 に示すとおりである。

表 5.19 検討会 構成

(順不同・敬称略)

氏 名	所 属	役 職
大嶋 雄治	九州大学大学院 農学研究院 資源生物科学部門 動物・海洋生物資源学	教授
長崎 慶三	西海区水産研究所 有明海・八代海漁場環境研究センター	センター長
松山 幸彦	西海区水産研究所 有明海・八代海漁場環境研究センター	資源培養グループ長
浜崎 稔洋	福岡県水産海洋技術センター 有明海研究所 資源増殖課	課長
的場 達人	〃	研究員
梅田 智樹	佐賀県有明水産振興センター 資源研究担当	係長
福元 亨	〃	特別研究員
宇野 晶	福岡有明海漁業協同組合連合会	専務理事
田上 卓治	佐賀県有明海漁業協同組合	専務理事

➤ 第1回検討会

日時：平成27年5月22日 13:30～17:00

場所：福岡県福岡市 八重洲博多ビル ホールA

議題：平成27年度調査計画(案)の検討

➤ 第2回検討会

日時：平成28年3月1日 13:30～17:00

場所：福岡県福岡市 八重洲博多ビル ホールA

議題：調査結果と今後の課題の検討

⑥ その他

調査着手前、中間時期、調査終了時のほか、調査の進捗に応じて水産庁 漁港漁場整備部 計画課調査班に経過報告し、協議を行った。

6 今後の課題

1) 凹凸覆砂畝型工の事業化ベースでの実証

(1) タイラギ浮遊幼生の来遊状況の確認

- 凹凸覆砂畝型工によるタイラギへの効果を実証するため、毎年のタイラギ浮遊幼生の発生量と、造成漁場への来遊状況を確認する必要がある。

(2) タイラギの着底状況の確認

- 凹凸覆砂畝型工の有効性を実証し、タイラギ漁業の再生に資するため、平成 21・22 年度および 25・26 年度に施工した凹凸覆砂畝型区においてタイラギの着底状況を確認する必要がある。
- 今年度調査より、天然漁場および干潟ではタイラギの着底状況が異なることが観察されたことからこれらの海域においてもタイラギの着底状況を把握する必要がある。

2) 凹凸覆砂畝型漁場を効率的・持続的に利用するための順応的管理システムの開発

(1) 凹凸覆砂畝型漁場の効果持続時間の検討(形状等)

- 本年度調査において、峰ノ洲の四本鋼管内に造成された平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区は、天端高の施工後の経過時間に伴う覆砂層厚の低下は認められなかった。本調査の目的は、造成から 10 年後の形状変化を予測し、畝型工の施工管理基準に反映させることである。しかし、現時点では、覆砂層厚が潮流等による浸食により低下するのか、あるいは変化しないのかの判断は困難である。今後は、平成 25・26 年度凹凸覆砂畝型区と比較して平坦な海域に造成された平成 21・22 年度凹凸覆砂畝型区において、追跡調査を実施し、情報を収集することが必要である。

(2) 凹凸覆砂畝型漁場を効率的に利用するためのタイラギおよびタイラギ以外の漁業の順応的管理方策の検討

- 有明海において操業する漁船を対象に、漁獲努力量、漁獲量等を調査し、平成 21・22 年度および 25・26 年度に施工した凹凸覆砂畝型区におけるたいらぎ漁およびたいらぎ漁以外の漁業への効果について検討するために標本船調査を引き続き実施し、基礎データを整備蓄積する必要がある。

3) タイラギ稚貝の餌料など好適環境条件の把握

- 平成 27 年度は、餌料量の指標となる Chl. a や SS の分析や連続観測を実施し、また、水温や DO 等の物理、化学的環境についても連続観測を実施した。その結果、沖合域と干潟域で餌料環境や生息環境に差異があり、季節変化することを確認した。今後は、産卵期を中心に 26 年級群と 27 年級群のタイラギおよび新たに着底する 28 年級群のタイラギが利用する餌料（植物プランクトン、底生微細藻類）の組成およびタイラギ餌料の量的な指標となるクロロフィル、生息環境を示す水温、塩分、DO および濁度の連続観測を 27 年度に引き続き実施する必要がある。

4) 有明海湾奥東部海域における「立ち枯れへい死」の原因の検証

- 体力の蓄積は餌料環境の季節的な変化に影響されると考え、26、27 年級群に新たに着底する 28 年級群を加え、タイラギの炭素、窒素安定同位体比からタイラギが摂取する

食物（植物プランクトン、底生微細藻類）の組成を季節別、生息場所別に推定する。
さらに、周年を通したグリコーゲン含量や生殖腺重量等の変化からタイラギの体力や生理状態を把握し、死亡に至る条件を検討する必要がある。

5) 関係機関による検討委員会の開催

事業を円滑・効率的に実施するためには、引き続き学識経験者、有明海沿岸の関係県の試験研究機関、漁業関係者などを構成メンバーとする検討委員会を組織し、有明海のタイラギに関して各機関が取り組んでいる試験・研究および事業の成果や情報を共有し、相互に協力し効率的に作業を分担して、有明海のたいらぎ漁業再生に向けた取り組みを進めることが必要である。