

3. 高密度観測網

3.2. S-CTD観測

3.2.1. S-CTDによる海洋観測の概要

S-CTDは漁業者の負担を軽減した簡便な（スマートな）計測器である。観測が終了し観測者が観測結果を閲覧すると同時に、自動的に観測データが県や大学に転送される仕組みとなっている。S-CTDでの海洋観測データの転送フローを図32-1に示す。得られたデータを用いて、九州大学応用力学研究所がその結果を海況予報あるいは再解析された格子化情報として漁業者に提供するものである。

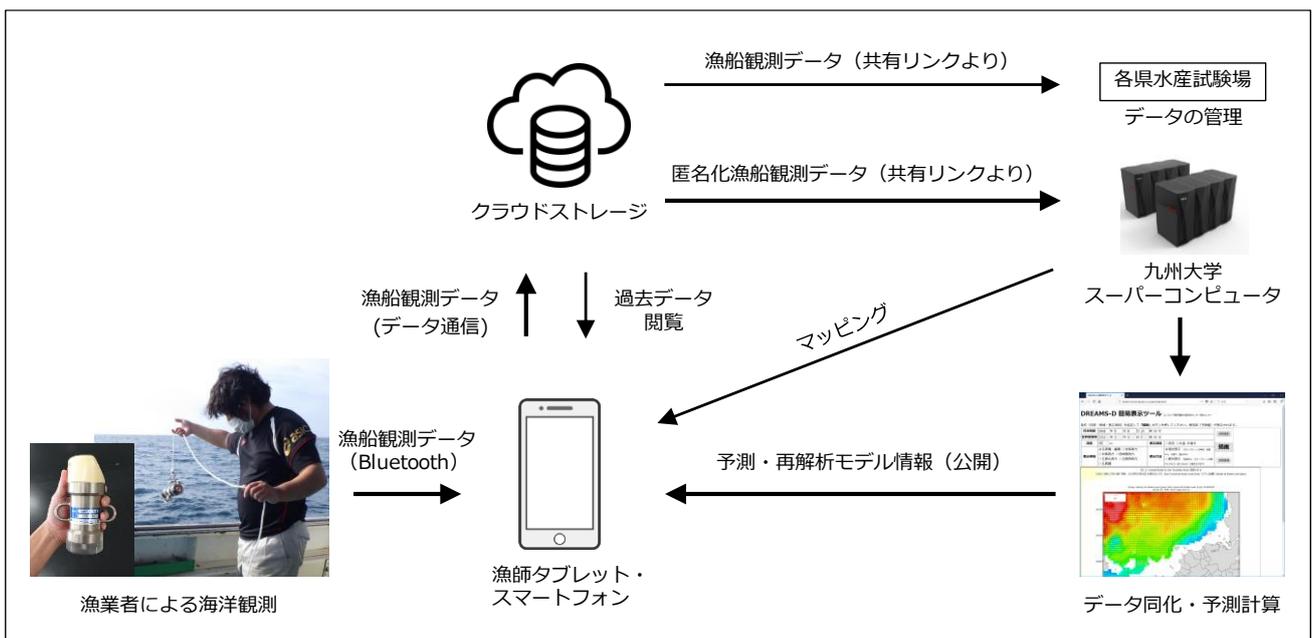


図 32-1 S-CTD によるデータ転送フロー図

3.2.2. S-CTDの導入状況

本事業での S-CTD の導入状況を表 32-1 に示す。平成 30 年度から令和元年度にかけて各機関が導入した S-CTD の台数は、九州大学で 10 台、長崎大学で 2 台、福岡県で 20 台（うち 2 台は県調査船での観測用、1 台は福岡県水産海洋技術センターでの啓発用を含む）、佐賀県で 20 台（うち 1 台は県調査船での観測用を含む）、長崎県で 25 台（うち 1 台は県調査船での観測用、1 台は漁協指導船での観測用を含む）である。九州大学では、山口県と熊本県に S-CTD を貸与し各地で漁業者による海洋観測試験に用いられている。福岡県、佐賀県および長崎県では県が導入した S-CTD を漁業者に貸与し海洋観測を実施している。また、長崎大学、福岡県、佐賀県および長崎県では調査船でも S-CTD での海洋観測を実施している。

表 32-1 S-CTD の導入状況。括弧内の数字は県単独事業での S-CTD の導入数を示す。

機関	平成 30 年度	令和元年度	計
九州大学	5	5	10
長崎大学	1	1	2
福岡県	9	11 (10)	20 (10)
佐賀県	12	8 (2)	20 (2)
長崎県		25	25
合計			77 (12)

3.2.3. 福岡・佐賀・長崎県における S-CTD での観測状況

福岡県、佐賀県および長崎県では、表 32-2 に示したように様々な漁業種類で海洋観測を実施している。各県は、観測漁業者に負担が少ない観測方法を提案するため、様々な漁業種類で観測試験を実施し、現場への展開を行っている。

表 32-2 福岡県、佐賀県、長崎県における海洋観測に従事する漁業者が営む漁業種類

漁業種類	観測県
いか釣等	福岡県、佐賀県、長崎県
ひき縄	福岡県、佐賀県、長崎県
樽流し	福岡県、佐賀県
ごち網	福岡県、佐賀県
刺網	福岡県、長崎県
はえ縄	福岡県、佐賀県、長崎県
中小型まき網	福岡県
その他（かご、たこつぼ等）	長崎県

漁業者による海洋観測のスケジュールについて佐賀県を例に表 32-3 に示す。佐賀県における観測者の漁業種類は、釣（いか釣、ひき縄釣、樽流し釣）、ごち網およびはえ縄である（表 C）。ごち網は 1 月から 3 月中旬まで禁漁期間になること、いか釣漁業者の中には冬季は操業を行わない観測者もいることから、冬場に観測者が減少する傾向があるが、年間を通して比較的安定的に観測を行うことができている。

各漁業種類での観測方法は、釣漁業では S-CTD をロープで昇降させる方法で行い、刺網、ごち網およびはえ縄漁業では S-CTD を漁具に直接取り付けて実施している（平成 30 年度 ICT を利用した漁業技術開発事業のうちスマート沿岸漁業推進事業報告書参照）。S-CTD を漁具に直接取り付けて観測する方法として、福岡県糸島市地先海域における 1 そうごち網漁業の例を以下に示す（図 32-2）。福岡県のごち網漁具に S-CTD を取り付けても操業やローラー等の漁業機器に影響を与えなかった。

3. 高密度観測網

表 32-3 佐賀県における漁業者による海洋観測体制。表中の黒色線は観測を実施した期間、灰色線は漁船事故等により観測が停止していた期間をそれぞれ示す。ごち網は1月から3月までは禁漁期間。

No.	漁業種類	トン数	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
SA-001	県調査取締船	44					■	■	■		■		■	
SA-005	はえ縄	9.1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-007	ごち網	4.5				■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-009	釣（いか釣, ひき縄）	4.9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-010	はえ縄	6.6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-011	はえ縄	4.7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-012	はえ縄	6.6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-013	釣（いか釣, ひき縄）	4.9				■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-014	はえ縄	7.3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-015	釣（いか釣）	4.9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-016	釣（いか釣）	4.9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-017	釣（いか釣, ひき縄）	4.9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-018	釣（いか釣）	4.9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-019	釣（いか釣）	4.7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-020	はえ縄	19	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-021	はえ縄	9.1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-022	はえ縄	12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-023	ごち網, かご等	4.9				■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-024	ごち網, 釣等	4.9				■	■	■	■	■	■	■	■	■
SA-025	釣（いか釣, ひき縄）	4.3									■	■	■	■

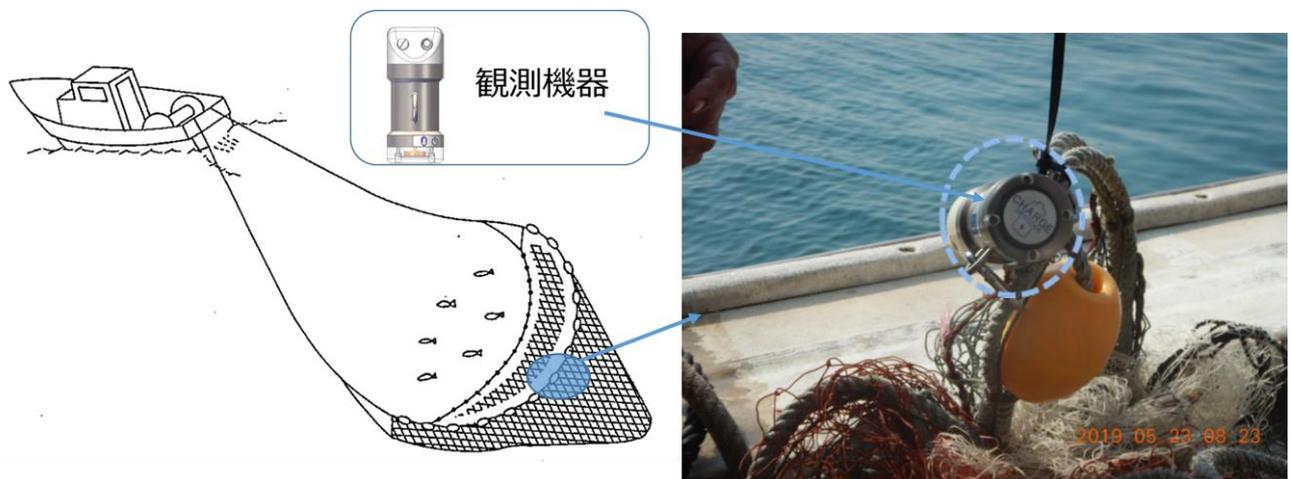


図 32-2 1 そうごち網における S-CTD の取付状況。操業に影響が少ない浮子網の中央に測器を装着。測器の脱着が容易にできるようステンレスフックを用いている。

福岡県漁業者による月別観測者数及び観測割合、月別の観測回数および観測者あたりの観測回数を図 32-3 に示す。S-CTD の配布が終了した令和元年8月以降の月別観測者数は7～13人、観測割合は41～76%で推移し、令和元年8月から令和2年2月までの月別観測割合の平均は61%であった。同時期の観

観測回数は 30～137 回/月、観測者あたりの観測回数は 4～13 回/人・月であった。漁業者による観測回数は夏季に多く、冬季に少ない傾向が伺えた。

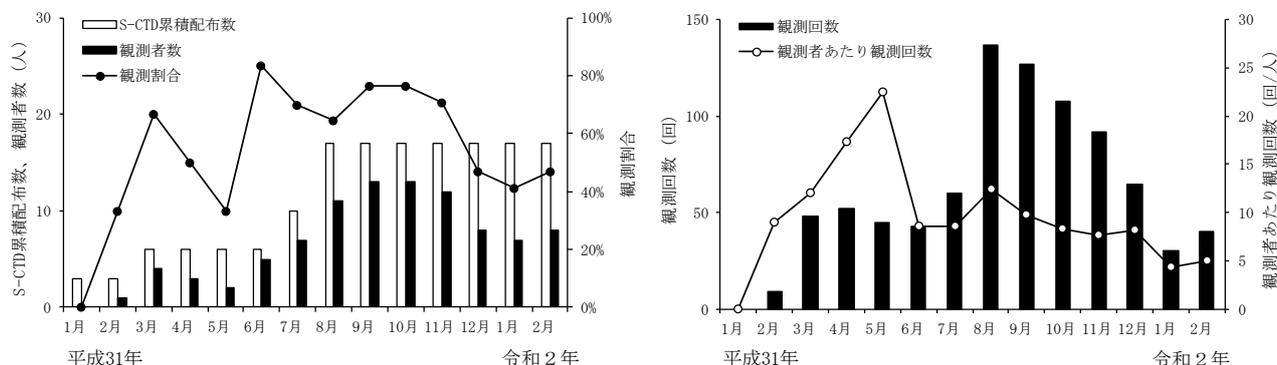


図 32-3 左図：福岡県漁業者による月別観測者数及び観測割合
右図：福岡県漁業者による月別観測回数及び観測者あたりの観測回数の推移

福岡県漁業者が水温塩分の鉛直観測に要する時間を図 32-4 に示す。漁港内での試験的な観測やはえ縄やさし網の漁具に S-CTD を設置して連続観測したデータを除くため、Dropbox に転送された観測データのうち水深 10m 以深及び作業時間 10 分以下のデータ 799 件を抽出した。作業時間は、S-CTD に記録された観測開始から観測後タブレットに接続するまでに要する時間とした。その結果、鉛直観測の作業時間は、観測水深が深くなるほど増加し、水深 100m で概ね 5 分であった。漁具に S-CTD を設置した場合は、S-CTD の投入から回収までの時間が長くなるが漁具の設置、回収作業と同じ工程になるので、漁業者の負担は軽くなると考えられる。

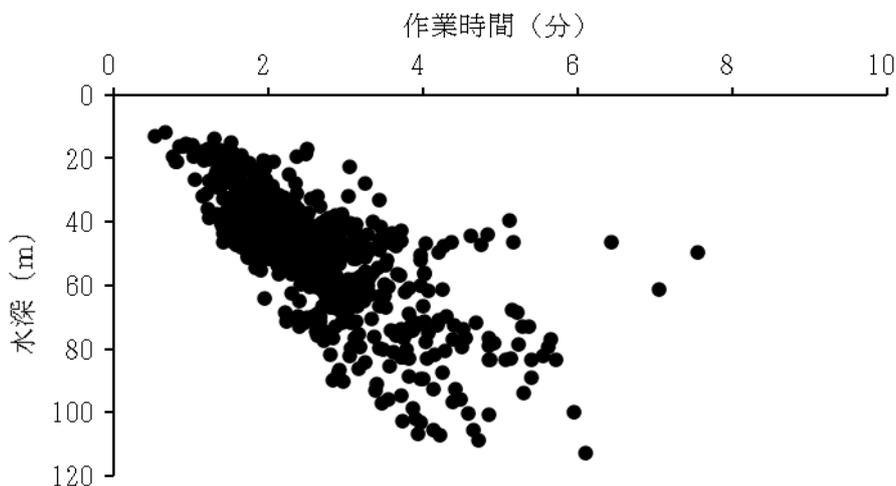


図 32-4 鉛直観測における水深別作業時間

3. 高密度観測網

3.2.4. S-CTDでの観測結果（佐賀県）

平成30年（2018年）と令和元年（2019年）の8～9月にかけて壱岐の20～30マイル西方海域で佐賀県の漁業者が海洋観測した結果を図32-5に示す。令和元年には当該海域において表層から10m付近で平成30年に比べ低塩分の水塊を捉えていた。令和元年8～9月の塩分は、当該海域に近い佐賀県玄海水産振興センターが定線観測を実施している定点の平均値（昭和30～平成30年）と比較しても低い値であった（8月0m；32.28，8月10m；32.45，9月0m；32.84，9月10m；32.89）。

漁業者による海洋観測は、公設試験研究機関による海洋観測等だけでは捉えることが難しい海況を把握できる有用な観測手段だと考えられる。得られた観測結果は、データ同化により海況予報の精度向上に資することはもちろんだが、多くの水産資源の資源状況が厳しい中、水産資源の分布や資源量変動等の原因解明にも利用可能な情報になり得る。

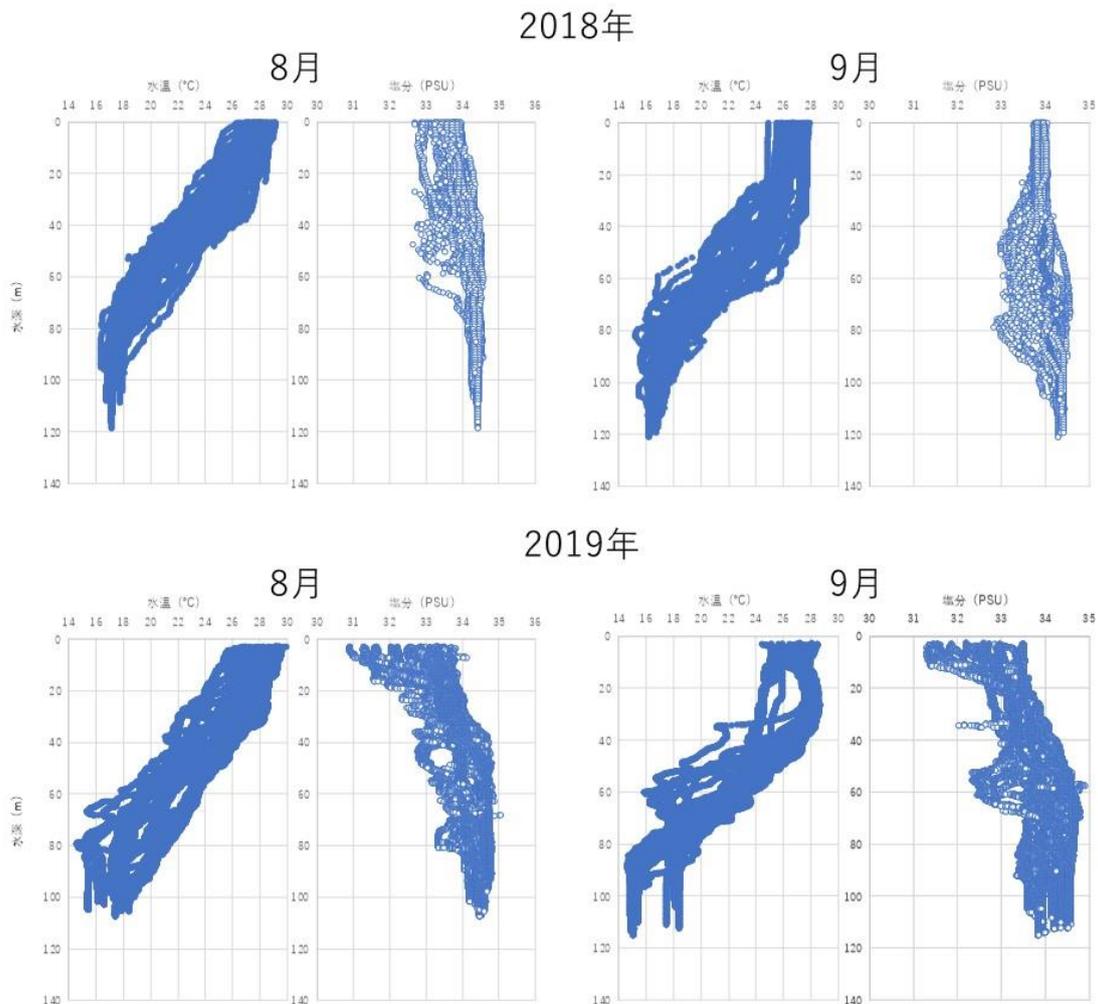


図 32-5 漁業者による海洋観測結果

3.2.5. S-CTDと高精度観測機器との比較（長崎県）

令和2年2月19日に五島灘（水深51m）、令和2年2月20日に五島西沖（水深141m）で長崎県総合水産試験場の調査船がS-CTDと高精度観測機器（SEA-BIRD ELECTRONICS社製、SBE-19plus）による同時観測を行った。S-CTDは、高精度観測機器の取付枠の上部に横向きに固定した（図32-6）。

五島灘での観測結果を図32-7に示す。水温はS-CTDと高精度観測機器で差がほとんど無かった。一方、塩分は高精度観測機器での観測結果に対してS-CTDでの観測結果の方が低い値であった。

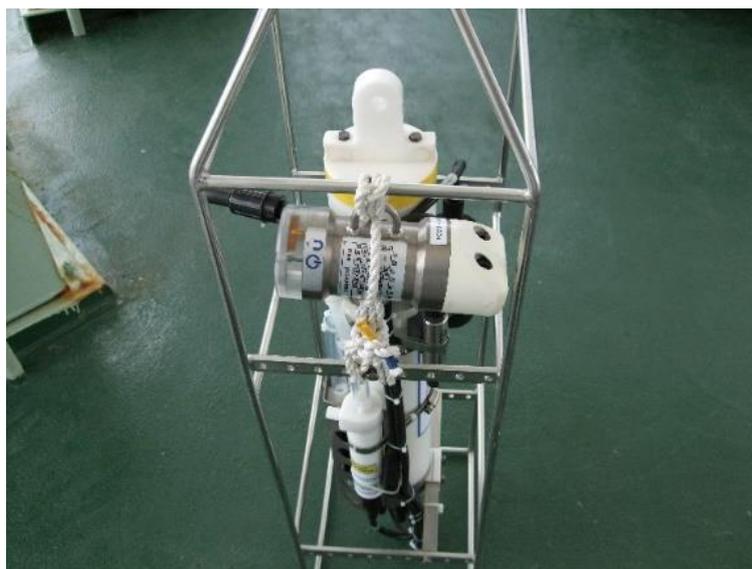


図 32-6 観測機器の設置状況

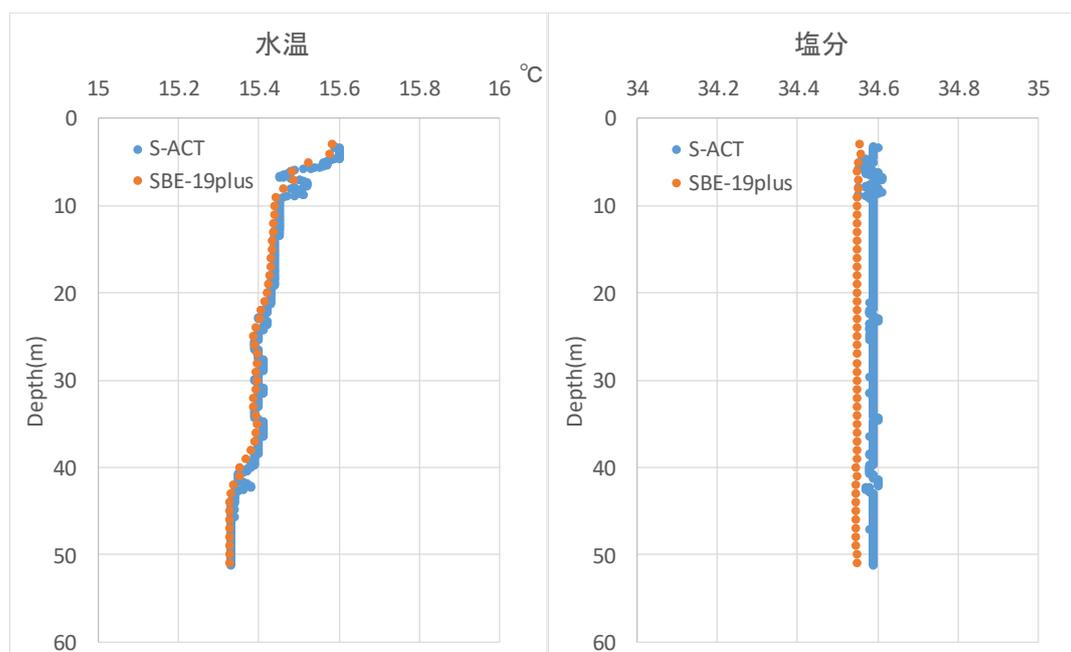


図 32-7 五島灘における S-CTD と高精度観測機器の同時観測結果

3. 高密度観測網

3.2.6. 海洋観測データの公開と管理（長崎県）

長崎県では漁業者が観測したデータの公開を開始している。S-ACT で観測したデータを収集しグラフ化する小型漁船データ収集アプリは、データ保存期間がデフォルトで7日間、最大90日間である。一方、観測を行っている漁業者から、今後観測を行っていく中で、半年前、1年前のデータを見たいとの要望があるため、データベース兼データビューワーとしてのウェブサイト（観測者登録システム）を立ち上げた。観測者登録システムの概要を図32-8に示す。

この観測者登録システムは、初期画面である地図上の錨マークをクリックすると該当海域の全観測漁船の漁船ごと、日付ごとの一覧表が表示される。漁船名はアルファベットで分類されており、本人以外は誰のデータなのか分からないようになっている。観測が行われた日付部分は黄色背景となっており、観測者は自分に割り振られた区分の該当部分をクリックすることで、水温、塩分のグラフを閲覧出来るようになっている。

一方、データを管理する側の利点として、それぞれの漁業者が観測を行っているかどうか一目で分かるため、観測が滞っている漁業者に対し観測を行うよう依頼することが出来る。

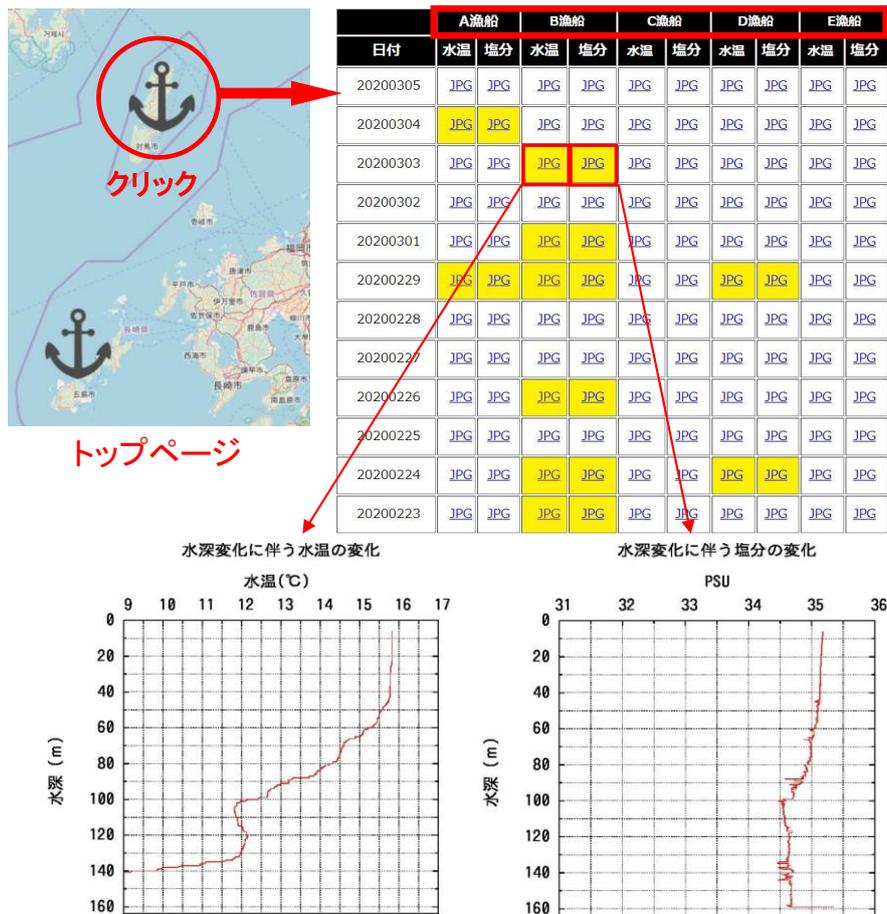


図 32-8 観測者登録システムの概要

3.2.7. S-CTD 観測結果の活用事例（佐賀県）

S-CTD 観測者の中には、観測結果をもとに操業のための情報として活用するという事例が確認されている。この観測者は操業毎に CTD 観測結果や漁獲状況等を独自で記録し、水温・塩分と対象魚種との関係を独自に解析している。操業前に漁場で S-CTD 観測を実施し、観測結果をもとに良い思われる水温・塩分が分布する水深帯に漁具を入れて操業を行うということである。

3.2.8. 漁船内での S-CTD 充電補助器具の開発（福岡県）

S-CTD は非接触充電器を用いて充電するため、振動が大きな漁船内で充電する場合は充電器に乗せた S-CTD が転倒し継続した充電が困難である。一方、観測漁業者からは漁船内の AC 電源を用いて S-CTD の充電を行いたいとの要望があるが、市販の非接触給電器には転倒防止器具は販売されていないため充電補助器具を開発した。

安価な充電補助器具を作成するため、材料にはホームセンターで販売されているプラスチック製のメッシュ、ゴムチューブ及び結束バンドを用いた。

使用方法は、図 32-9 のように充電器に固定した充電補助器具の中に S-CTD を置き S-CTD の固定式取手にゴムチューブを引っかけて固定した。漁船内で試験的に使用した結果、S-CTD 及び充電器が転倒した状態でも充電していたことから、振動が大きな漁船内でも充電が可能である。

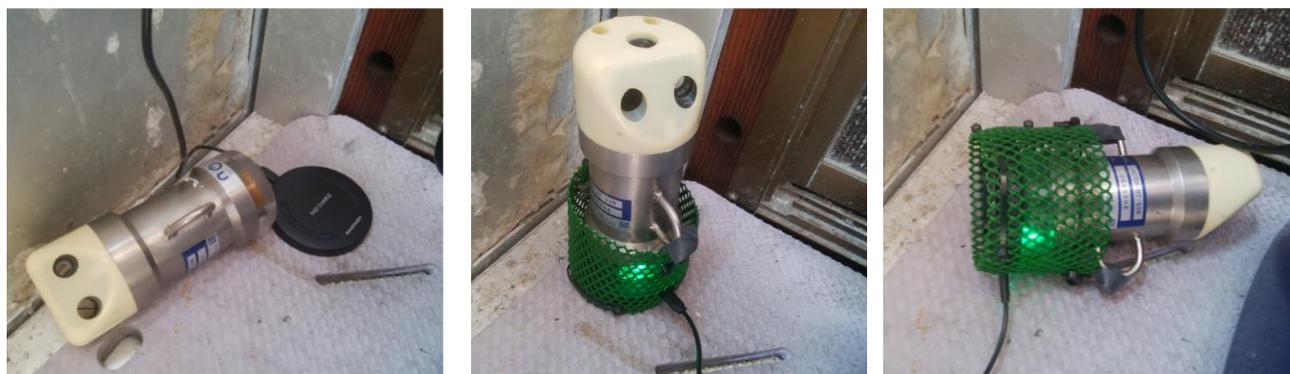


図 32-9 充電補助器の概要（左図；非接触型充電器からの転倒，中央図；非接触型充電器に充電補助器を取り付け S-CTD を充電，右図；充電補助器を用いた充電状況）

3.2.9. S-CTD での観測における不具合対処（佐賀県）

S-CTD での観測ではいくつかの不具合が報告されている。船内に S-CTD とタブレット以外の Bluetooth 機器（例えば Bluetooth 対応のカーオーディオ製品）を搭載している場合に、S-CTD とデータ収集用アプリとの Bluetooth 接続に干渉することが確認されている。このような場合は、他の Bluetooth 機器を一度電源 OFF にし、S-CTD とデータ収集用アプリとの Bluetooth 接続を再度行う作業により対処を行っている。S-CTD からデータ収集用アプリへのデータ転送の不具合も報告されており、長時間の観測により観測データが大容量になった場合にデータ転送不良になる可能性がある。このよう

3. 高密度観測網

な場合は、データ転送に時間を要するため、転送が完了するまで S-CTD とアプリは起動したままにする必要がある。もしくは、観測時間を短くするために、例えば佐賀県におけるはえ縄での観測では、図 32-10 の②に測器を設置して観測することで観測時間を 15 分程度に抑えることができる（図 32-10 の①に測器を設置した場合観測時間は 10 時間程度）。また、位置情報の取得に失敗し観測データの位置情報が欠損する例も確認されている。このような場合は、タブレットを可能な限り窓際に置いておくことや、出漁直後にデータ収集用アプリを起動させ位置情報を捕捉しやすいようにする、また観測を行う際はデータ収集用アプリを確認し確実に緯度経度情報を捕捉していることを確認するという対策が必要である。

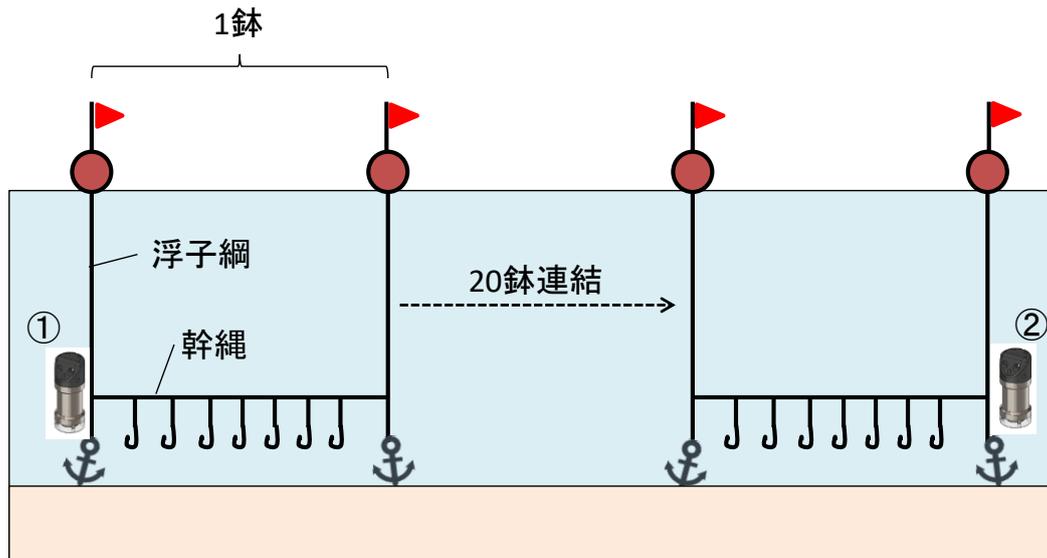


図 32-10 はえ縄での S-CTD 観測イメージ

3.2.10. 山口県・熊本県における S-CTD での観測状況

山口県と熊本県では、漁業者による海洋観測体制構築に向けて令和元年度から試験的に S-CTD での漁業者による海洋観測試験を実施している。山口県では 2 隻、熊本県では 3 隻の観測体制をそれぞれ構築した。

山口県では、漁業者による海洋観測を開始するにあたって、令和元年 9 月 2～3 日に調査船「かいせい」で実施した月例の海洋観測（9 測点）において、S-CTD と高精度観測機器（SEA-BIRD ELECTRONICS 社製、SBE-19plus）との比較試験を行い、両者の値に不整合がないかを検証した。その後、9 月から 2 隻の漁船（4.8 トン、19.9 トン）で観測を開始している。

海洋観測試験に関する漁業者からの意見として代表的なものを以下に示す。

- ・9 月以降の観測によって 0°C 以下の冷水が出現すると、途端にふぐ類の食いが悪くなることがわかった。
- ・1 月 19～20 日の操業の際に $0\sim 0^{\circ}\text{C}$ の冷水を実測した。そこでもう釣れないと考え操業せずに帰港した。無駄な操業をすることがなかったので、かなり効率的であった。

- ・近くにいた知り合いにも冷水の出現を伝えたところ、その漁船も操業しなかった。
- ・ただ、あまり観測をしていることが知れわたると、知り合いが逐一電話をかけてきて面倒だ。

山口県での漁業者による海洋観測試験は試験的な運用であったものの、観測者が海況と漁況との関係を独自に解析し始め、観測結果をもとに無駄な操業を回避する取組を開始するなど、スマート化の効果が出始めていると考えられる。

3.2.1 1. CTD観測のまとめと今後の展望

先進する福岡県、佐賀県および長崎県では、平成30年度から令和元年度にかけて合計77隻の漁業者による観測体制を構築した。また、今年度観測試験を開始した山口県と熊本県では2隻と3隻の観測体制をそれぞれ構築した。観測に際しては、前述したように様々な不具合が報告されているものの、いずれの事象に対しても対処方法が確立され、安定的に観測を行うことが可能となった(3.2.9参照)。

漁業者による観測回数、観測割合、観測者数あたりの観測回数は、夏季に多く冬季に少ない傾向がみられた(3.2.2参照)。これは観測者の漁業種類が時期により変わることで、冬季には時化等により出漁日数が減少することや水温塩分の変化が少なく漁業者の関心が低下することが考えられる。今後は、漁業者の観測頻度を年間通して維持するための取組が必要である。

観測者の中には観測結果を操業のための情報や操業の可否判断のための材料として利用する事例も出始めてきた(3.2.7および3.2.10参照)。今後は、各県が構築した観測体制を維持することはもちろんであるが、観測のメリットを実感する漁業者を更に増やすことが観測体制の維持にも繋がると考えられる。