

3. 高密度観測網

3.1.7. 熊本県

熊本県では、令和元年度に漁船3隻（棒受網2隻、底曳き網1隻）に ADCP ロガーを設置した。

10月24日から棒受網2隻による観測、Dropbox への送信を開始し、棒受網漁が終了する12月末まで観測した。令和2年1月から漁船2隻（底曳き網1隻、延縄1隻）が観測中である。

さらに、令和2年度には県の試験調査船「ひのくに」（49トン）に ADCP ロガーを設置した。（県予算が9月補正となったため、ロガーの設置は令和3年3月になった。）令和元年度に設置した漁船3隻（棒受け網2隻、底曳き網1隻）と合わせて、ADCP ロガーは4台となった。棒受け網2隻は6月～12月、底曳き網は、10月～翌5月までの各操業期間に観測を行った。県の試験調査船での観測は、他事業による調査時に併せて観測するとともに本事業による観測を行った。

3.1.8. 鹿児島県（フェリー観測）

鹿児島県では、平成14年度より、水温・潮流観測装置（古野電気製、CI-60G）をフェリーニュー舩に設置し、航路間の水温・流況情報を取得している。また、フェリーニュー舩で観測したデータは鹿児島県水産技術開発センターに設置しているサーバーに自動で転送され、鹿児島県水産技術開発センターHPに掲載する仕組みも構築している（図31-9）。当該データは準リアルタイムで取得することが可能であることから、DREAMS にデータ同化することを目的に、フェリーニュー舩の観測データを長崎大学に提供し、精度検証を行った。

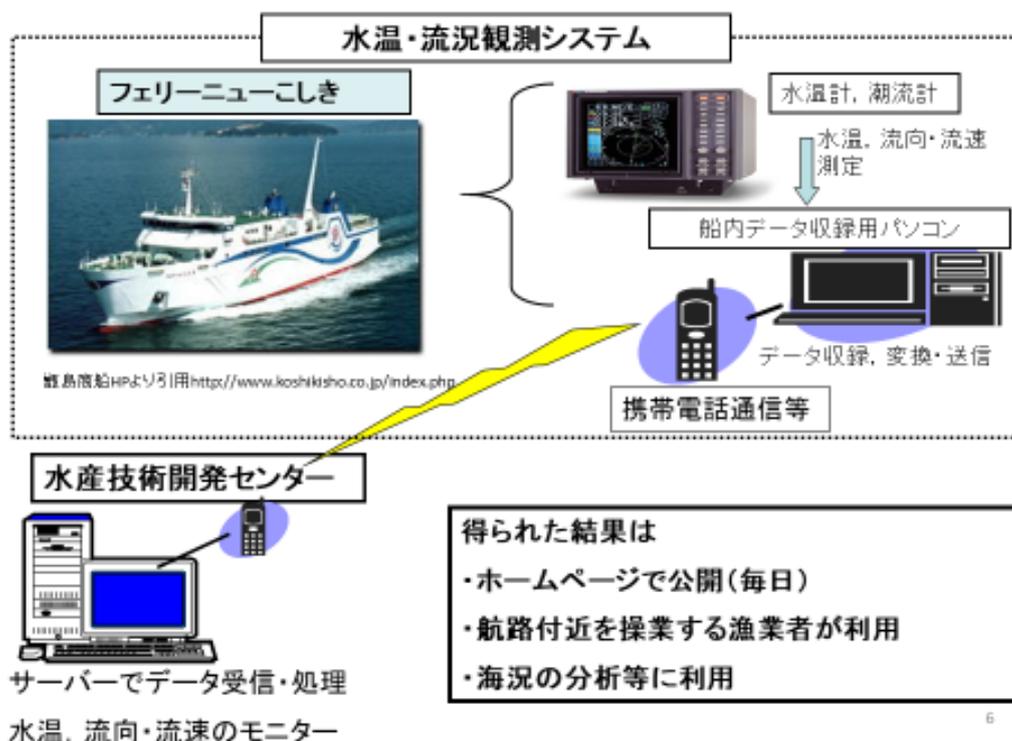


図 31-9 フェリーニュー舩水温流況観測システムの概要

3. 2. 魚群探知機の情報

3. 2. 1. 測深データ（福岡県）

本県地先において高分解能で高精度の海底地形を把握し、海域環境モデルの精度向上を検討するため、図 32-1 の調査取締船 2 隻（げんかい、つくし）に設置している魚群探知機を用いて水深データを取得した。

魚群探知機は、古野電気株式会社製の FCV-1900（げんかい）及び FCV-1200L（つくし）を用いた。水深データは、令和 2 年 4 月～令和 3 年 2 月の航行時に 1 秒間隔で取得した。



図 32-1 調査取締船（左：げんかい、右：つくし）

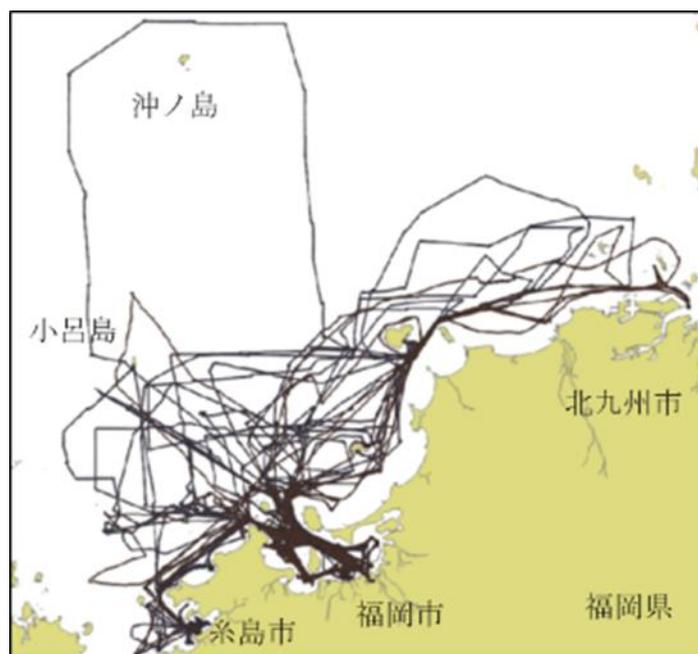


図 32-2 調査取締船の航跡（令和 2 年 4 月～8 月）

3. 高密度観測網

令和2年4月～8月の調査取締船2隻の航跡を図32-2に示す。調査取締船は、北九州市地先から糸島市地先及び沖ノ島や小呂島周辺を広域的に航行した。取得した水深データのうち、航行頻度が高い博多湾内及び湾口のデータを抽出後、泡かみなどによる異常値を除去し潮位や各調査取締船の喫水を補正した水深データの等深線を図32-3に示す。調査取締船の航行が困難な浅海域や沖合の航行頻度が低い海域では水深データが少なく、精度が低い。湾内の航路や湾口部の航行頻度が高い海域では高密度の水深データが得られた。

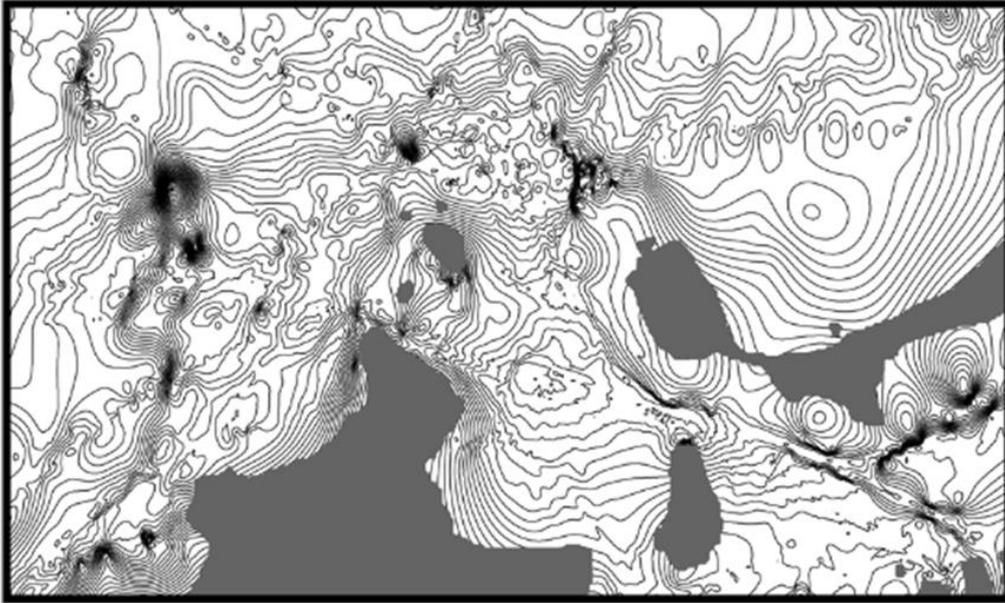


図 32-3 水深データによる等深線

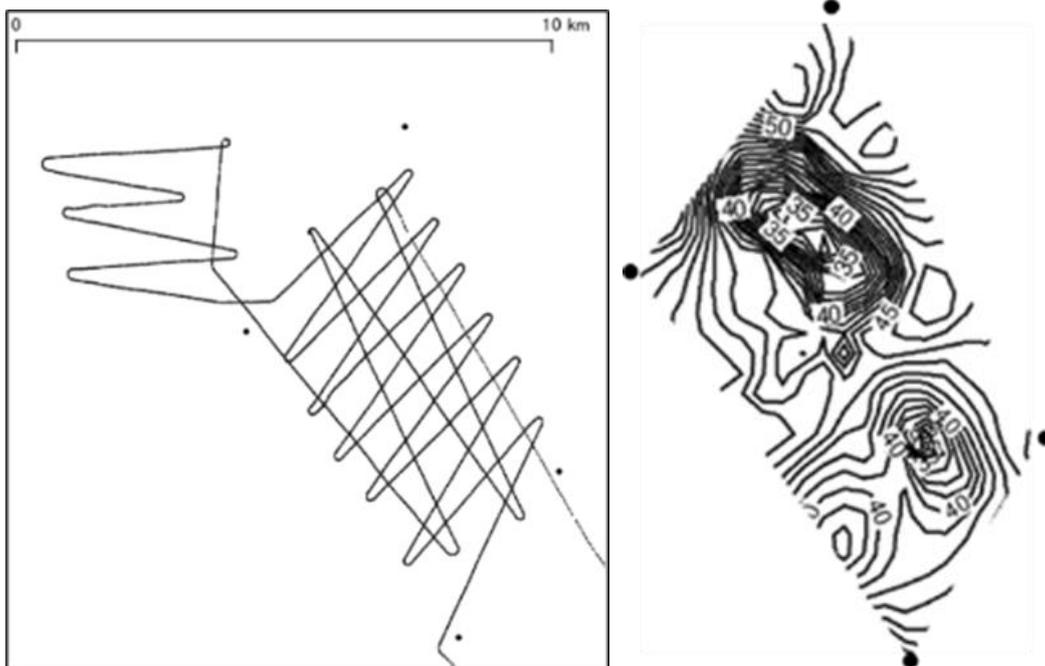


図 32-4 (左) 調査取締船 (げんかい) の航跡 (2020/12/28) と (右) 計測された天然礁の等深線

令和2年12月28日に天然礁の水深データを取得するため、調査取締船（げんかい）を用いて調査を行った。そのときの航跡を図32-4左、黒色の4点に囲まれた範囲内の等深線を図32-4右に示す。航行は100～1,500m間隔で行った。水深データを利用して300m格子で作成した等深線図をみると、天然礁の高密度の地形が把握できた。

今後は、瀬など複雑な地形の水深データを継続して取得、蓄積し、海域環境モデルの精度向上の基礎資料とする。

3. 2. 2. 魚群探知機の活用（佐賀県）

3. 2. 2. 1. 魚群探知機ロガーの導入状況

佐賀県における魚群探知機ロガーの導入状況を表32-1に示す。佐賀県では、平成30年12月から県調査取締船の魚群探知機データ収集を開始した。その後、令和元年7月と令和2年8月にロガーを2台ずつ導入した。現在では県調査取締船を含む計5隻での観測体制を構築した。対象とする魚群探知機はいずれも古野電気株式会社製であり、その型式はFCV295とFCV-1200である。

表 32-1 魚群探知機ロガーの導入状況。

No.	導入年月	漁業種類	魚群探知機型式	トン数
SA-001	平成30年12月	県調査取締船	FCV-1200	44
SA-009	令和2年8月	いか釣、曳縄	FCV-295	4.9
SA-015	令和元年7月	いか釣、樽流し	FCV-295	4.9
SA-017	令和元年7月	いか釣、曳縄	FCV-1200	4.9
SA-019	令和2年8月	いか釣	FCV-295	4.7

3. 2. 2. 2. 観測結果

令和2年9月10日に、SA-015にて乗船試験を実施した際の魚群探知機データとCTD観測データを図32-5に示す。魚群探知機から得られたエコーデータでは、特に表層から10m深付近にかけて強い反応がみられた。CTD観測データでは、水深60m付近で水温・塩分躍層が検出され、その水深帯付近でSV値の変曲点がみられた。

漁船搭載の魚群探知機のエコーデータは、漁業者による水温・塩分鉛直観測データと比較して水平的により解像度の高い観測が可能である。魚群探知機のエコーデータから躍層を検出することができれば、より詳細に海洋構造を把握できるようになると考えられる。漁船の魚群探知機のエコーデータを引き続き収集し、得られたデータの統計的な解析と評価が今後の課題である。

令和元年10月から令和2年12月にかけてSA-015とSA-017が観測した魚群探知機データから水深データを抽出し、得られたデータで海底地形マップを作成した（図32-6）。当該期間中の観測数は276であった。高分解能で高精度な海底地形データは、沿岸域における海況変化を正確に予測する上では欠か

3. 高密度観測網

せないものである。前述したように、漁船の魚群探知機では時空間的に高密度な観測が可能である。漁船による測深データの精度検証が必要であるが、今後、海底地形マップの更新に利用が可能だろう。

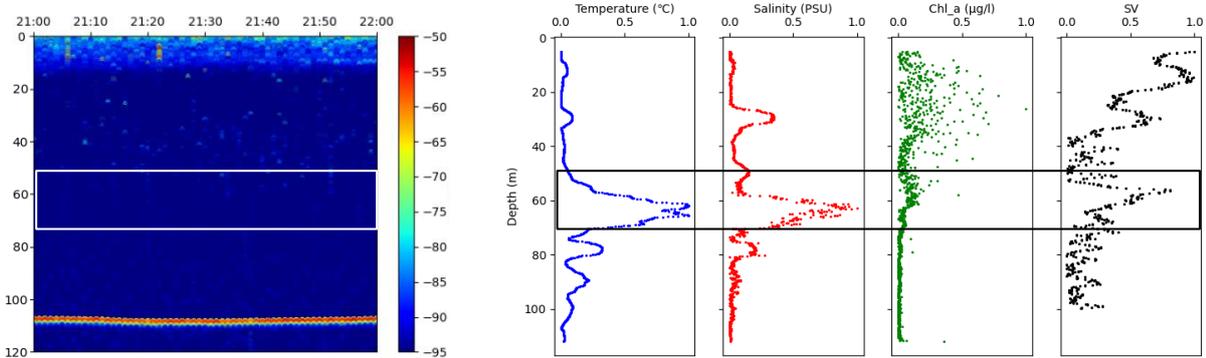


図 32-5 漁船で観測したエコーデータをエコーグラムに変換した図（左）。ASTD で観測した各種観測結果（右）。それぞれのデータについて、変化率を算出し 5m 移動平均処理を施した。図中の枠線は、乗船試験実施時の漁獲水深帯を示す。

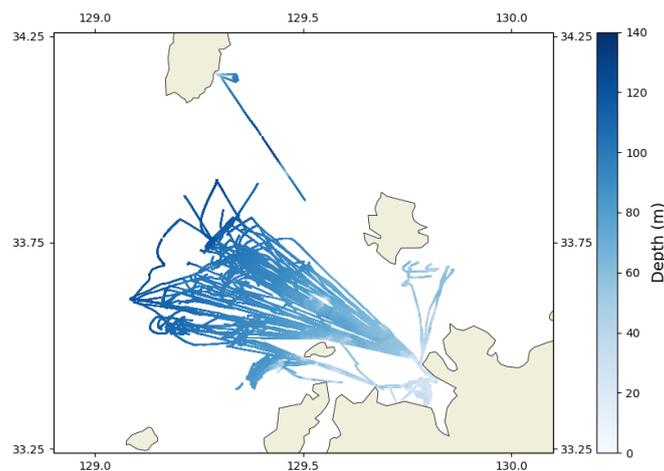


図 32-6 漁船で観測した水深データ

3.2.2.3. トラブル対応

令和 2 年 8 月に、SA-009 と SA-019 に魚群探知機ロガーを導入し魚群探知機のエコーデータの収集を開始したが、その後、得られたエコーデータに時間情報と位置情報が欠落していたことが判明した（令和 3 年 2 月）。魚群探知機から出力されるデータには時間と位置情報は含まれておらず、漁船に搭載されている GPS プロッターから別途そのデータを収集する必要がある。今回事例は、当該漁船に魚群探知機ロガーを導入する際に GPS プロッターから時間と位置情報を組み込む処理（工事）ができていなかったことによる不具合であった。令和 3 年 3 月 10 日に、当該漁船において時間と位置情報を収集する処理（工事）を行った。

3. 3. 漁業無線を利用したデータ転送実験

3. 3. 1. 背景

与論電子（株）製のデータロガー（MDC-941）を用いた潮流データ収集システムは、クラウドサーバー（Dropbox）へデータを転送するために通信費用が必要となる。格安 sim を利用することで費用を低減させることが可能だが、それでも月額 900～1000 円程度の通信費用が発生する。今回の取り組みでは、通信費用を必要としない海況予測モデルへのデータソース拡充方法創出を目的とし、漁船に搭載されている漁業無線のデータ通信とポーリング機能を活用した、潮流データを収集する手法の試行試験を実施した。

ポーリングとは、通信局の親機から漁船の子機へ順次呼び出しを行い子機が応答する形で通信を行う通信方法であり、所属漁船の出入港の管理や安否確認で活用されている。漁業無線機のポーリングを活用したシステム（無線通信システム）と、データロガーを活用したシステム（ロガーシステム）の潮流データ通信経路の違いを図 33-1 に示す。ロガーシステムでは、ロガーによってデータが収集され、スマホ・タブレット PC によってクラウドサーバーへと送信される。無線通信システムでは、潮流計と漁業無線機を接続し、ポーリングに응答した際にデータが通信局に送信される。無線通信システムは、通信コストが不要な点に加えて、データロガーとスマホ・タブレット PC も不要となるため、ロガーシステムに比べ導入・維持費用が安価である。しかし、実施例が少なく、導入した際に不具合が生じる可能性がある。また、ロガーシステムは 10 分間隔でデータを収集出来るが、無線通信システムでは、ポーリングに응答した際のデータしか収集出来ないため、収集出来るデータ量がロガーシステムに比べて少ない。データ収集能力が低い無線通信システムによって収集したデータが、海況予測のデータソースとして活用出来るかを検証する必要がある。

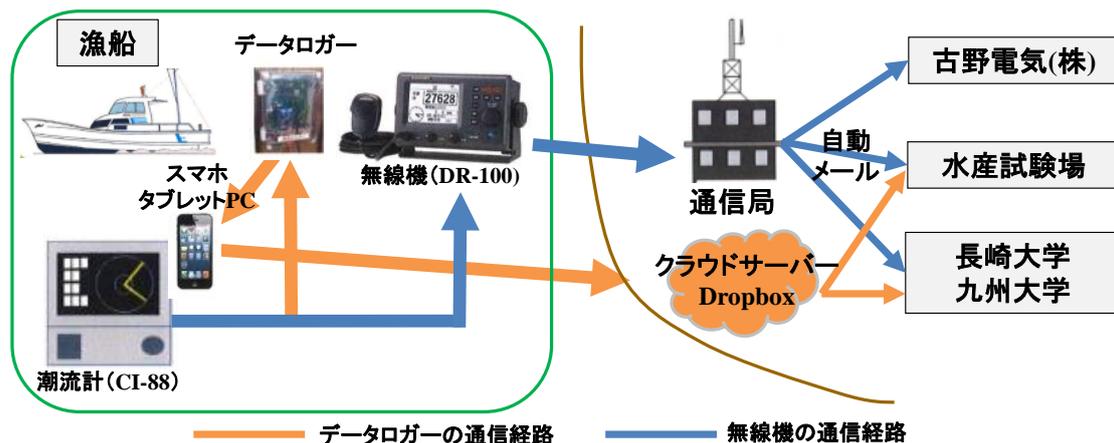


図 33-1 NMEA ロガーと無線機を用いた潮流データ収集システムの違い

令和 2 年度に、鳥取県の 2 隻の漁船を対象として試験的な無線通信システムの運用を実施した。鳥取県は漁業無線機の普及が進んでおり、県内には漁業無線機（DR-100）と潮流計（CI-88）が既設された沿岸漁船が計 27 隻存在している（図 33-2）。また、県内に境港通信局（本局）と鉢伏山通信局（支局）を

3. 高密度観測網

有しており、それぞれ半径 50km エリアを通信圏としているため、無線通信圏は県内沿岸漁業の漁場を概ねカバー出来ている。これらの理由から、鳥取県は無線通信システムの試行試験に適した環境であると言える。古野電機（株）と協力し、県内で無線通信システムの試行試験を行い、必要に応じてシステムの改善を実施する。この試行試験が成功すれば、漁業無線を用いた通信コストがかからない広範囲データ収集・活用システムを全国展開出来ると考えられる。



図 33-2 鳥取県における支所別潮流計（CI-88）と無線機（DR-100）を既設した沿岸漁船隻数(R2年)と漁業無線の通信圏

3.3.2. 試験方法

3.3.2.1. 潮流データの収集

令和2年7月に、鳥取県内の沿岸域で操業する漁船2隻（表33-1）の潮流計（CI-88）と無線機（DR-100）を有線接続した（図33-3）。そして、境港通信局の無線通信システム導入後（後述）、令和2年8月より、無線機による潮流データ収集を実施している。また、これらの漁船に、データロガー及びタブレットPCを設置し、ロガーによるデータ収集も実施している。

表 33-1 協力漁船の概要

設置年月日	主な漁業種類	潮流計型式	総トン数
令和2年7月16日	刺網	CI-88(古野電気)	4.9
令和2年7月31日	刺網	CI-88(古野電気)	4.9

令和2年8月に境港無線局において、潮流データを収集するため新規開発されたポーリングソフト（古野電機（株））を有したPCを1台設置し、既存のポーリングソフトから登録漁船情報等を行移する作業を実施した（図33-4）。ポーリングの結果は、境港通信局のPCに収集され、毎ポーリング後にcsvファイル形式で研究機関へと自動メールで送信される。csvファイルには、ポーリング実施時の協定世界時と日本標準時の日付と時刻情報が含まれる。また、漁船から応答があった場合は、応答時の上記情報に加えて漁船の緯度、経度、船速、進行方向、潮流データが含まれる。



図 33-3 潮流計(CI-88)と無線機(DR-100)を接続したケーブル



図 33-4 境港通信局で行われた無線機による潮流データ収集システム導入作業

3.3.2.2. ポーリングの条件設定

ポーリングの時間帯や頻度は、ポーリングソフトで変更可能である。試験期間中は、漁船の操業時間帯の変化を考慮し時間帯設定を随時変更した。

ポーリングは、漁船1隻ずつ順次データ収集を行うため、1回のポーリングでデータ収集可能な隻数とポーリング頻度は、1隻あたりのポーリング応答時間（ポーリングを行ってから応答までの時間）に依存して変化する。仮に1隻あたりのポーリング応答時間が2分とすると、20分間隔のポーリング頻度では、1回のポーリングで最大10隻からしかデータ収集出来ない。また、ポーリングは通信局の通信チャネ

3. 高密度観測網

ルを活用している性質上、通信局の業務中（気象放送、注意勧告等）は実施出来ない。そのため、試験期間中にポーリング頻度設定を変更する際は、通信局と事前協議を行った。また、1回のポーリングでデータ収集可能な最大隻数とポーリング頻度を把握するため、試験期間中における平均ポーリング応答時間を算出した。

3.3.2.3. 不具合対応

無線機によって収集した潮流データと、データロガーによって収集した潮流データの収集状況を鳥取県水産試験場で取りまとめ、結果を週1~2回の頻度で古野関西販売（株）境港営業所へ報告した。不具合無く無線通信システムが稼働している場合は、ロガーからデータが受信出来た時間帯であれば、ポーリング後に漁船から応答がある。ロガーから潮流データが受信出来たにも関わらず、ポーリングの応答が無い場合は、ポーリングに失敗していると考えられ、ポーリング失敗が続けば不具合が生じている可能性が高いと判断できる。不具合が疑われる場合は、フルノ関西販売（株）境港営業所の技術者が通信局、または協力漁船に行き、修繕・設定変更を実施することで、速やかなデータ収集再開に努めた。

3.3.2.4. 潮流データ受信成功率と通信距離の関係性検証

潮流データ受信成功率は、試験期間中における（潮流データが収集出来たポーリング回数/ロガーで潮流データ受信中にポーリングを実施した回数）×100で算出した。また、通信距離と受信成功率の関係性を解析するため、潮流データ受信に成功した時のポーリング結果から協力漁船の緯度経度を抽出し、通信局との距離を算出した。ポーリング失敗時の漁船の緯度経度は、ポーリング実施時刻にロガーから収集したデータから抽出し、成功時と同様に距離を算出した。ポーリングは、漁船と最も距離の近い通信局で行われるため、漁船と境港通信局、鉢伏山通信局それぞれの距離を算出し、距離が短い結果を通信距離とした。

3.3.3. 結果と考察

3.3.3.1. ポーリングの条件設定

ポーリングの設定時間は、協力漁船2隻の操業時間帯の変化に合わせて随時変更した（表33-2）。ポーリング頻度は、試験開始から令和2年9月7日まで、毎時20分に設定し、データ収集を行った。収集データ数を増やすため、令和2年9月8日以降に毎時20分と50分にデータ収集を実施するように設定を変更した。設定変更後、無線局の業務に影響を与えた事例は認められなかった。試験期間中における1隻あたりの平均応答時間は3.6秒であり、最短時間は2秒と最長時間は10秒だった。鳥取県内には、無線機システムによるデータ収集が実施出来る沿岸漁船が27隻存在している（図33-2）。この結果から、1回のポーリングで27隻の漁船すべてからデータ収集を行った場合、所要時間は最長4分30秒必要だと推定された。通信局の業務中はデータ収集出来ないため現実的ではないが、鳥取県では無線通信システムで、最大5分間隔で27隻からの潮流データ収集が可能だと判明した。しかし、データの受信成功率は

100%ではないため（後述）、実際に収集できるデータ数は想定より少ないと考えられる。また、応答時間が10秒以上必要な漁船が、今後認められる可能性もある。今後は試験隻数を増加させ、各協力漁船の応答時間を把握すると共に、通信局との協議を続け、可能な限り収集出来るデータ数を増やすため適切なポーリング頻度を特定したい。

表 33-2 ポーリングの時間帯と頻度の設定

実施期間	ポーリング設定時間	備考
令和2年 8月 5日～ 8月10日	17時～翌日8時	初期設定
令和2年 8月11日～ 9月 8日	24時間	収集データ数を増やすため変更
令和2年 9月 9日～10月26日	18時～翌日8時	操業時間が18時～翌8時に集中していたため変更
令和2年10月27日～	17時～翌日8時	日没が早まり、出漁時間が早まったため変更

3.3.3.2. 不具合対応

試験期間中、主に4つの不具合が認められた（表 33-3）。令和2年8月と9月に認められた2つの不具合は、2隻の協力漁船それぞれの設定・設備の違いによって生じたものだった。令和3年1月に認められた2つの不具合は、不慮のトラブルによって生じたものだった。観測期間中を通じて、試験継続が困難となる致命的な不具合は認められず、発覚後、速やかに対処し試験を継続することができた。

表 33-3 試験期間中に生じた不具合と原因・対処方法

発生時期	状況	原因	対処方法
令和2年8月9月	漁船Aで、ポーリングに対して潮流データが返ってこない	漁船Aは無線機を複数台所持し、潮流計と接続していない無線機がポーリングに返答していた	無線機の設定を変更
令和2年9月	漁船Bで、無線の流向がログに比べ反時計回りに約10度異なる	サテライトコンパスの方位出力が磁気方位に設定されていたため、真方位と差が生じた	サテライトコンパスの設定を変更
令和3年1月	ポーリングに対して応答が無い	無線局で一時的にネットワークが切断した際、ポーリング用ソフトがデータ転送を停止した	ソフトを再起動して対処。R3年4月末にソフトをアップデートする予定
令和3年1月	漁船Aで、ポーリングに対して応答が無い	観測協力者が誤って無線局との通信チャンネルを変更したため、通信が出来なかった	チャンネルを再度変更

3. 高密度観測網

3.3.3.3. 無線通信システムによる潮流データ収集状況

鳥取県観測協力漁船 2 隻による月別合計受信データ数と、データ受信成功率の推移を図 33-5 に示す。令和 2 年 8 月から令和 3 年 1 月における合計受信データ数は、23~161 回/月だった。8 月と 9 月は、不具合が認められ (表 33-3) データ数、受信成功率ともに低かった。10 月は、漁船 B が潮流計の電源を切って操業していたため、データ数は 67 回を示したが、受信成功率は 69.8%を示し調査期間中 2 番目に高い値を示した。不具合が認められず 2 隻の協力漁船からデータ収集が実施出来た 11 月、12 月ではデータ数がそれぞれ 161 回、122 回を示し、11 月は観測期間中最も高いデータ数、受信成功率を示した。令和 3 年 1 月は、不慮のネットワーク切断や人為的な操作ミスの影響で (表 33-3)、データ数、受信成功率ともに令和 2 年 12 月より低下した。

3.3.3.4. 受信成功率と通信距離の関係

不具合が生じなかった令和 2 年 10 月~12 月に収集したデータを用いて、漁船 2 隻それぞれの受信成功率を、漁船と通信局間の距離 10km 範囲ごとに算出した (表 33-4)。漁船 B は、漁船 A に比べて受信成功率が低い傾向を示した。漁船 B は県中部の漁協支所に所属しているため、主に鉢伏山通信局を経由してポーリングを実施していたと考えられる。通信局によって受信成功率が異なり、鉢伏山通信局からポーリングした場合に成功率が低下する可能性が示唆された。成功率低下の主要因は、現状不明であり、今後は原因の解明に努めたい。

漁船 A では、通信局から 1-20km 圏内で行ったポーリングの受信成功率は 90%以上を示した。しかし、20-30km 圏内では受信成功率は 69%に低下し、30-40km 圏内では 51%まで低下した。漁船と通信局の距離が広がるほど受信成功率が低下する傾向が認められ、漁船 B でも同様に 1-20km 圏内では 76%、77%の受信成功率を示したが、20-30km 圏内では 55%まで成功率が低下した。収集出来るデータ数を増加させるため、受信成功率を高める必要がある。対策の一つとして、漁船の電波送受信能力の向上を期待し、協力漁船のアンテナの設置位置や、アンテナ長の変更を検討している。

表 33-4 令和 2 年 10 月~令和 2 年 12 月における、ポーリング時 2 隻の通信距離 (漁船と境港・鉢伏山通信局間の最短距離) と無線機による潮流データ受信成功率との関係。括弧()内はデータロガーで潮流データ受信時に実施されたポーリング回数を示す。

	漁船と通信局の距離			
	1-10km未満	10-20km未満	20-30km未満	30-40km未満
漁船A 受信成功率(%)	100% (2)	91% (117)	69% (160)	51% (76%)
漁船B 受信成功率(%)	76% (13)	77% (93)	55% (18)	0 (0)

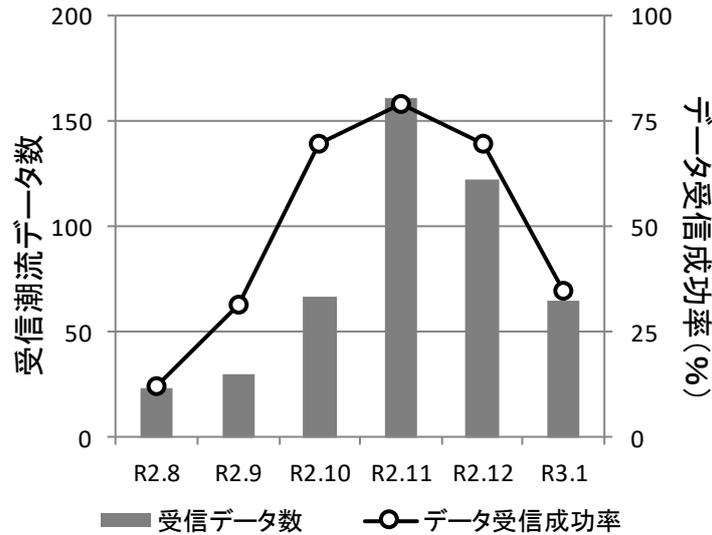


図 33-5 令和 2 年 8 月～令和 3 年 1 月における 2 隻による無線機によって受信した合計潮流データ数と受信成功率の推移.データ受信成功率:(潮流データ収集が出来たポーリング回数/データロガーで潮流データ受信中にポーリングを実施した回数)×100

3. 3. 4. まとめ

今年度の試験を通して、無線通信システムによって潮流データの収集が可能であることが分かった。また、試験期間中に認められた不具合に対処し、データ収集体制を維持することに成功した。対処過程で得られた知見は、今後、無線通信システムを県内や全国に展開する際の助けになると考えられる。

しかし、今年度の試験を通して無線通信システムには通信局の違いや、通信距離によってデータ受信成功率が低下するという課題も明らかになった。鳥取県の試行試験を令和 3 年度においても引き続き行い、協力漁船を増やし観測体制を維持すると共に、受信成功率向上を目的とした試験を実施する予定である。