平成 23 年度

# 知床半島沿岸域における
# 海洋観測ブイを用いた海洋観測等に係る業務

# 報　　告　　書

平成 24 年 3 月

環境省　釧路自然環境事務所

株式会社　アルファ水工コンサルタンツ

# ◆◆目次◆◆

1. 報告書概要 ..... 1

2. 業務概要 ..... 3
2.1 業務名 ..... 3
2.2 業務目的 ..... 3
2.3 業務期間 ..... 3
2.4 業務箇所 ..... 3
2.5 業務フロー ..... 4
2.6 作業組織体制 ..... 5
2.7 調査項目 ..... 6
2.8 業務実施工程 ..... 7

3. 業務実施手法 ..... 7
3.1 打ち合わせ ..... 7
3.2 作業前準備 ..... 11
3.3 海洋観測ブイの設置 ..... 12
3.4 海洋観測ブイの維持管理 ..... 19
3.5 海洋観測ブイの回収 ..... 21
3.5.1 海洋観測ブイの回収内容と方法 ..... 21
3.5.2 海洋観測ブイの回収結果 ..... 22
3.6 海洋観測ブイ回収後の搬送 ..... 23

4. 業務実施結果 ..... 24
4.1 データ整理の概要 ..... 24
4.2 羅臼観測データの整理と検討 ..... 25
4.3 知床半島沖における水温環境の取りまとめ ..... 44

5. まとめ ..... 45

【資料編】
資料 1 調査写真集
資料 2 観測データ(電子媒体のみ)
資料 3 関係書類
(1)業務計画書、(2)打合せ簿、(3)照査報告書、(4)海上作業届、(5)資材確認票

## 1. 報告書概要

### 1) 業務名

平成 23 年度　知床半島沿岸域における海洋観測ブイを用いた海洋観測等に係る業務

### 2) 業務の背景・目的

知床は、北半球で最も低緯度に位置する季節流氷域であり、海洋生態系と陸上生態系の相互関係の顕著な見本であると共に世界的に希少な鳥類をはじめとする多くの動植物の生息・生育にとって重要な地域である。

本地域沿岸における水温等の基礎的環境データを継続的に収集することは、海洋環境変動の評価、海域における各種研究及び管理、サケマス研究などの水産資源管理に資するものであり、知床世界自然遺産地域の海域管理計画に位置付けられた各種施設や、海域と密接な関係を持つ陸域の森林管理や持続的な資源利用等を実施していく上で重要なデータとなる。

そのため、本業務は平成 19 年度に整備した海洋観測ブイ 1 基を用いて海洋観測等を行うものである。

### 3) 業務実施体制

本調査は環境省からの請負事業として株式会社アルファ水工コンサルタンツが実施したものである。

### 4) 業務の手法・概要

海洋観測ブイをメンテナンスし動作を確認した上で羅臼沖に 1 基投入し、水温を連続観測した。観測データはインターネット上のデータベースに送信し、リアルタイムで公開した。そして、観測データを基に知床半島海域の水温環境について取りまとめた。観測終了後、海洋観測ブイを回収した上でメンテナンスした。海洋観測ブイの投入回収は羅臼漁業協同組合に依頼し、作業に対して謝金を支払った。

### 5) 業務の結果

①水温の変化は概ね気温と同期する。

②高気温時は躍層※が発達するが、強風等気象擾乱※※により鉛直混合が促進されると共に、宗谷暖流の流入により水温鉛直分布は均一になる。

③躍層発達と鉛直混合が繰り返されることで表層から底層までの全体の水温が気温に同調して変化する。

### 6) 今後の予定

未定。

### 7) その他

特になし。

【用語解説】

※躍層：

海洋は水温、塩分、密度などについて鉛直方向の成層構造を持つことが多い。その特に鉛直勾配が大きな部分（値が急に変化する部分）をそれぞれ水温躍層、塩分躍層、密度躍層と呼び、総称して躍層と呼ぶ。

※※気象擾乱：

太陽から地表に供給される熱は、緯度や地表面の状態、季節や時刻等によって異なるため、大気の乱れが発生する。雨や風などの主要な気象現象は、この大気の乱れによって発生すると考えられており、この乱れを気象擾乱とよぶ。

# 2. 業務概要

## 2.1 業務名

平成 23 年度　知床半島沿岸域における海洋観測ブイを用いた海洋観測等に係る業務

## 2.2 業務目的

知床は、北半球で最も低緯度に位置する季節流氷域であり、海洋生態系と陸上生態系の相互関係の顕著な見本であると共に世界的に希少な鳥類をはじめとする多くの動植物の生息・生育にとって重要な地域である。

本地域沿岸における水温等の基礎的環境データを継続的に収集することは、海洋環境変動の評価、海域における各種研究及び管理、サケマス研究などの水産資源管理に資するものであり、知床世界自然遺産地域の海域管理計画に位置付けられた各種施設や、海域と密接な関係を持つ陸域の森林管理や持続的な資源利用等を実施していく上で重要なデータとなる。

そのため、本業務は平成 19 年度に整備した海洋観測ブイ 1 基を用いて海洋観測等を行うものである。

## 2.3 業務期間

平成 23 年 4 月 12 日～平成 24 年 3 月 26 日

## 2.4 業務箇所

業務箇所は、図-2.4.1 に示す北海道目梨郡羅臼町キキリベツ沖である。

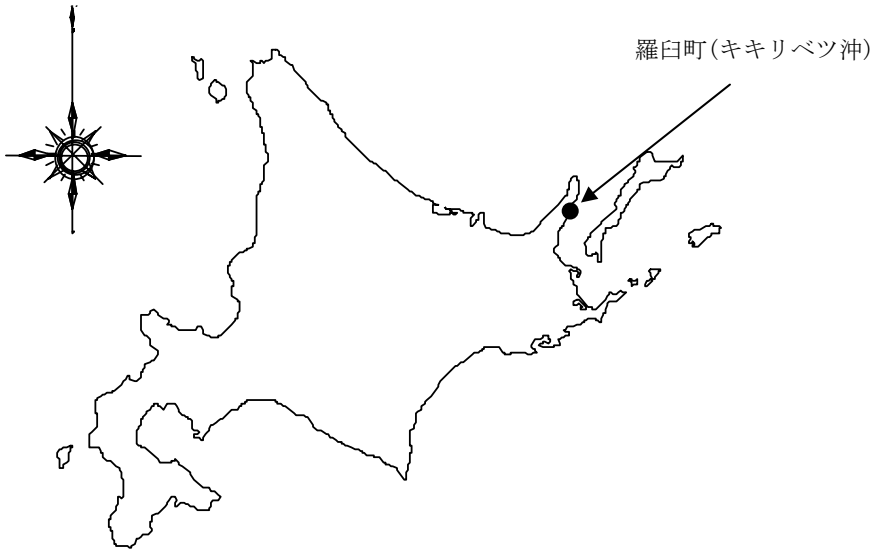



図-2.4.1　業務箇所

## 2.5 業務フロー

本業務の業務フローを図-2.5.1 に示す。

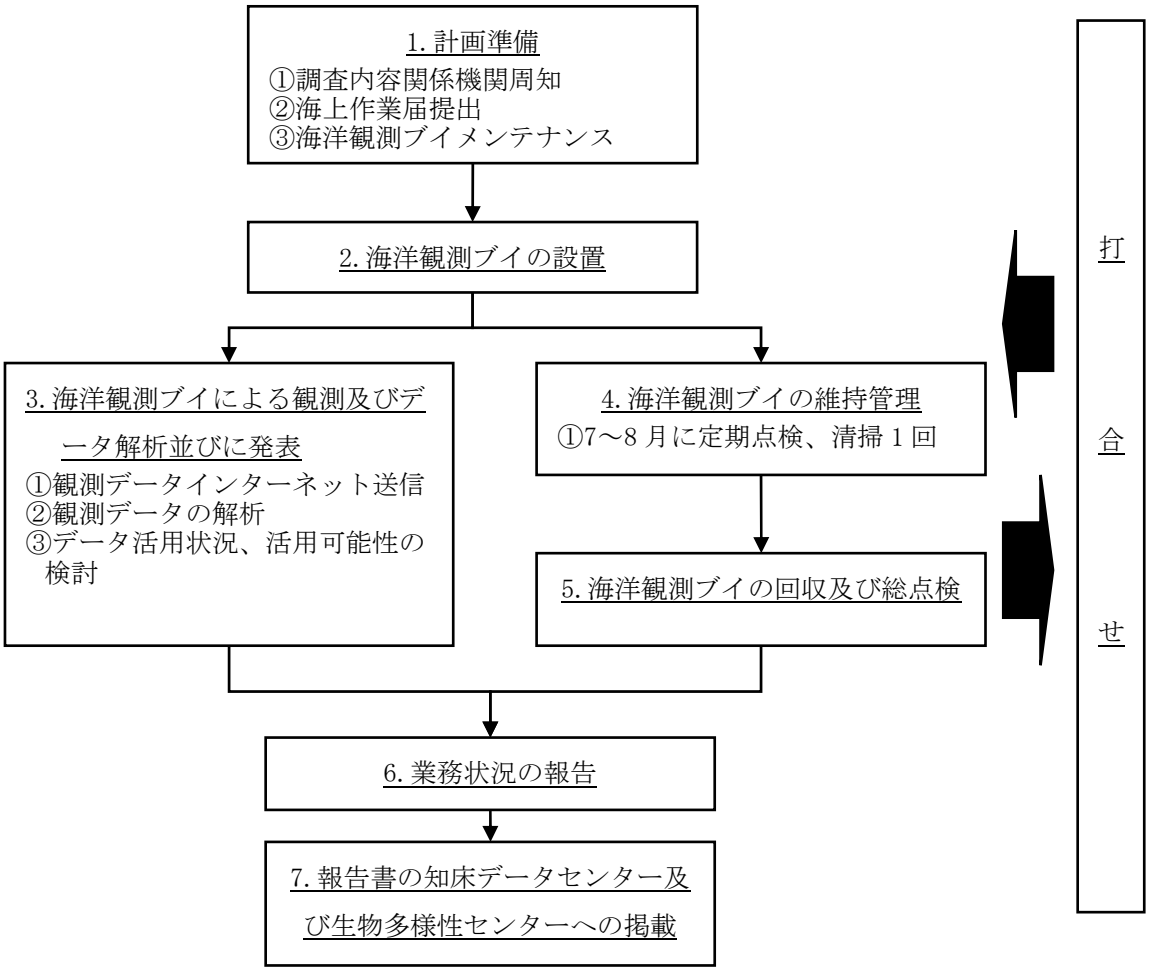



図-2.5.1　業務フロー

## 2.6 作業組織体制

本業務の組織体制を図-2.6.1 に示す。

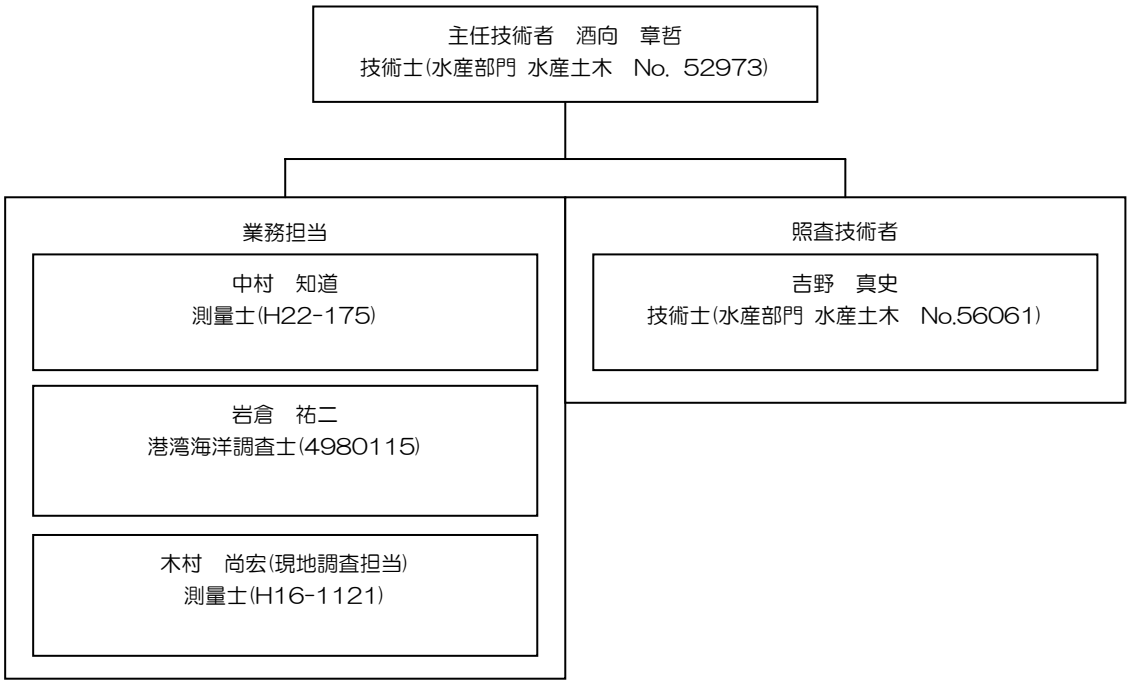



図-2.6.1　作業組織体制

## 2.7 調査項目

本業務で実施した内容を表-2.7.1に示す。観測に用いる海洋観測ブイ：スーパーマリンアイ((有)北翔電子製)1 基は環境省北海道地方環境事務所釧路自然環境事務所より貸与を受けた。観測データはNTTdocomoによるDoPa通信網を経由してインターネット上のデータベースに自動的にアップロードされる(マリンアイ:http://mtcs.hkso.co.jp/me/me1.htm)。このデータを用いて観測データを解析した。

表-2.7.1　業務実施項目および内容

| 項　目 | 内　　容 |
|---|---|
| 1.計画準備 | 調査内容を関係機関に周知し同意を得ると共に、海上作業届の提出等調査実施に必要な準備を行い、業務計画を立案した。 |
| 2.海洋観測ブイの設置 | 環境省北海道地方環境事務所釧路自然環境事務所所有の海洋観測ブイを羅臼町キキリベツ沖に設置した。 |
| 3.海洋観測ブイによる観測及びデータ整理、解析 | 設置した海洋観測ブイを用いて、海洋観測及びデータ整理、解析を行った。 |
| 4.海洋観測ブイの維持管理 | 設置した海洋観測ブイ及びセンサの点検、調整及び清掃を行った。 |
| 5.海洋観測ブイの回収及び総点検 | 設置した海洋観測ブイの回収及び海洋観測ブイ・各センサの総点検を行った。 |
| 6.業務状況の報告及び打合せ等 | 調査内容及び結果を報告書としてとりまとめた。また、初回、中間、納品時のほか必要に応じて随時打合せを実施した。 |
| 7.報告書の知床データセンター及び生物多様性センターへの掲載 | 報告書の要約版、キーワード集を作成し、知床データセンターへの登録及び生物多様性センタークリアリングハウスメカニズムへ登録した。 |

注：観測ブイ（スーパーマリンアイ）の点検及び修理業務は、平成21年度よりエーコン株式会社に委譲しているため、以下、メーカーを「メーカー(エーコン)」と表記する。

## 2.8 業務実施工程

各業務を行った期日は表-2.8.1 および表-2.8.2 に示すとおりである。

羅臼町キキリベツ沖の海洋観測ブイは平成 23 年 5 月 13 日に設置、平成 23 年 12 月 15 日に回収した。また、観測期間中の平成 23 年 8 月 24 日に中間点検を実施し、センサおよびブイ本体の点検・清掃を行った。

表-2.8.1　調査実施日

| 項目 | 作業内容 | 実施日 | 備考 |
|---|---|---|---|
| 計画準備 | 打合せ | 平成23年　4月21日 | 初回打合せ |
| | 準備 | 平成23年　5月12日 | 羅臼漁組施設内にて組立て動作点検 |
| 羅臼観測 | 設置 | 平成23年　5月13日 | 指導船「第三らうす」で作業実施、自然保護官立会 |
| | 点検 | 平成23年　8月24日 | 自然保護官立会 |
| | 回収 | 平成23年12月15日 | 10月28日に通信断絶、復旧の見込みがないため回収 |
| | 撤去 | 平成23年12月16日 | ブイ解体、点検・清掃後羅臼自然保護管事務所に搬送 |

表-2.8.2　業務実施工程

| | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 計画・諸手続・準備 | | | | | | | | | | | | |
| 現地観測 | | 設 置<br>5/13 | | | 点 検<br>8/24 | | 通信断絶<br>10/28 | | 回収<br>12/15 | | | |
| 報告書作成 | | | | | | | | | | | | |
| 成果品納品 | | | | | | | | | | | | |

# 3. 業務実施手法

## 3.1 打ち合わせ

業務を円滑に進めると共に本業務の目的を達成するため、業務遂行にあたっては、環境省担当官と綿密に連絡を取り、十分な打ち合わせを行った。

業務開始時に、観測ブイの設置方法等について、釧路自然環境事務所、羅臼自然保護官事務所、羅臼漁業協同組合との打ち合わせを行った。

表-3.1.1　打合せ記録(設置前打合せ)

| |
|---|
| 日時：平成 23 年 4 月 20 日(15:00～16:00) |
| 場所：羅臼漁業協同組合　ウニ種苗生産センター |
| 出席者：　(環境省)　　三宅自然保護官<br>(羅臼漁業協同組合)菊池課長、大滝係長<br>(アルファ水工コンサルタンツ) 酒向、中村 |
| 1.設置・回収時期について<br>・協議の結果 5 月の連休後に設置予定とする。エーコンと組立、動作確認作業の工程を調整し日程を確定させる。<br>・設置作業は漁業組合の指導船で実施する。<br>・点検は 7～8 月に 1 回を予定しているが、トラブルが発生すれば担当官と協議の上対処する。<br>・回収時期は 11 月～1 月を想定している。(流氷の動きや操業の状況を見ながら決定する)<br>・作業工程は菊池課長と協議の上調整する。<br>2.海洋観測ブイについて<br>・本年度は 1m,5m,10m,20m,30m の 5 水深の水温観測のみとする。(合意事項)<br>・設置位置は昨年度と同位置に設置する。(合意事項)<br>・事故防止のため、点滅灯とリフレクターを取付る。(菊池課長) |

表-3.1.2　打合せ記録(初回打合せ)

| |
|---|
| 日時：平成 23 年 4 月 21 日 |
| 場所：環境省　釧路自然環境事務所 |
| 出席者：　(環境省)　　加藤自然保護官<br>(アルファ水工コンサルタンツ)酒向、吉野、中村 |
| 1.設置・回収時期について<br>・前日の羅臼漁業協同組合との打合せにより 5 月の連休後に設置作業を実施予定。<br>・設置作業は漁業組合の指導船で実施する。<br>・点検は 7～8 月に 1 回を予定しているが、トラブルが発生すれば担当官と協議の上対処する。<br>・回収時期は 11 月～1 月を想定している。(流氷の動きや操業の状況を見ながら決定する)<br>2.海洋観測ブイについて<br>・本年度は 1m,5m,10m,20m,30m の 5 水深の水温観測のみとする。(合意事項)<br>・設置位置は昨年度と同位置に設置する。(合意事項)<br>・事故防止のため、点滅灯とリフレクターを取付る。(合意事項)<br>3.その他<br>・本年度仕様変更により発生したサーバーの書き換え費用は本年度業務費で計上する。(発注者指示) |

表-3.1.3　打合せ記録(中間点検前)

| |
|---|
| 日時：平成 23 年 8 月 22 日 |
| 場所：電話 |
| 出席者：　(環境省)加藤自然保護官<br>(アルファ水工コンサルタンツ) 中村 |
| 1. 中間点検日程<br>・羅臼漁業協同組合と協議の結果 8 月 24 日に中間点検作業を実施予定。<br>・8 月 23 日に移動し羅臼漁業協同組合にて打合せ<br>・天候等により日程がずれる場合は再度連絡する。<br>2. 中間点検立会について<br>・8 月 24 日当日は羅臼自然保護官事務所三宅自然保護官が立ち会う予定。<br>・三宅自然保護官とは集合場所等別途詳細な打合せを行う。 |

表-3.1.4　打合せ記録(観測ブイの通信断絶による今後の方針について)

| |
|---|
| 日時：平成 23 年 10 月 31 日 |
| 場所：電話 |
| 出席者：　(環境省)三宅自然保護官(加藤自然保護官異動のため)<br>(アルファ水工コンサルタンツ) 中村 |
| 1. 観測ブイの通信停止について<br>・観測ブイデータが 10 月 28 日から更新されなくなったため、原因の特定をエーコンに指示。<br>・電源電圧の記録を調査したところ、10 月 1～2 日にかけての時化で電源系統に浸水がおこりそれに伴う漏電により電源電池が急速に消耗し停止したものと思われるとの見解。<br>・一度回収して点検・修理が必要、場合によっては１ヶ月程度の修理期間が必要。<br><br>2. 今後の方針<br>・通信が停止したことは羅臼漁業協同組合菊池課長に連絡済み。<br>・通信が再度回復する可能性もあるため、１週間程度このまま様子を見る。(合意事項)<br>・このまま通信が復活しない場合、回収して再設置するか、このまま回収してしまうか羅臼漁業協同組合菊池課長と協議する必要がある。 |

表-3.1.5　打合せ記録(観測ブイの回収について)

| |
|---|
| 日時：平成 23 年 11 月 1 日 |
| 場所：電話 |
| 出席者：　(環境省)三宅自然保護官<br>(アルファ水工コンサルタンツ) 中村 |
| 1.羅臼漁業協同組合菊池課長との協議内容<br>・現在定置網の最盛期であり今後もかなり忙しい、一度回収してから再設置というのは指導船の稼働スケジュールからも難しい。また 11 月中の回収作業も難しい、12 月にならないと回収作業は難しい。<br><br>2.今後の方針について<br>・環境省としては漁業組合のスケジュールを優先する方針であるため、漁業組合の日程に合わせて 12 月に観測ブイを回収する行程でかまわない。(合意事項) |

表-3.1.6　打合せ記録(観測ブイの回収について)

| |
|---|
| 日時：平成 23 年 12 月 15 日 |
| 場所：電話 |
| 出席者：　(環境省)三宅自然保護官<br>(アルファ水工コンサルタンツ) 中村 |
| 1.観測ブイ回収作業について<br>・観測ブイの回収作業を本日実施する、羅臼自然保護官事務所より三宅自然保護官が回収作業に立会う。<br>・観測ブイの回収は問題なく完了した。<br>・受注者は　本日羅臼に移動し 16 日に回収した観測ブイの解体・清掃を実施し羅臼自然保護官事務所に観測ブイ一式を搬入する。 |

## 3.2 作業前準備

作業実施にあたり、羅臼海上保安署に海上作業届を提出した。

### 海上作業届

平成 23 年 4 月 20 日

羅臼海上保安署長　殿

申請者住所　札幌市西区発寒 9 条 14 丁目 516 番 336
氏　　名　　(株) アルファ水工コンサルタンツ
代表取締役社長　川森　晃

| | |
|---|---|
| 1. 目的及び種類 | 業務名:平成 23 年度知床半島沿岸域における海洋観測ブイを用いた海洋観測等に係わる業務<br><br>目 的:知床世界自然遺産地域の海域管理計画に位置付けられた各種施策等を実施していく上で重要な基礎データ取得のため、海洋観測ブイの設置、点検、回収を実施する。<br><br>種 類:海洋観測ブイ設置・点検・回収 |
| 2. 期間及び時期 | 平成 23 年 4 月 25 日から平成 24 年 1 月 31 日まで<br><br>上記期間中、日の出から日没まで |
| 3. 区域又は場所 | 付図-1 に示す北海道目梨郡羅臼町キキリベツ沖 |
| 4. 方　　法 | 別紙-1 のとおり |
| 5. そ の 他 | (1) 調査工程表　(別紙-2 のとおり)<br>(2) 安全管理計画　(別紙-3 のとおり)<br>(3) 施工管理計画　(別紙-4 のとおり)<br>(4) 緊急連絡系図　(別紙-5 のとおり)<br>(5) 海技免許　(別紙-6 のとおり)<br>(6) 船舶検査証　(別紙-7 のとおり)<br>(7) 潜水士免許　(別紙-8 のとおり)<br>(8) 周知事実　(別紙-9 のとおり)<br>(9) 業務契約書　(別紙-10 のとおり) |
| 6. 発注機関 | 北海道地方環境事務所釧路自然環境事務所<br>釧路市幸町 10 番 3 号　釧路地方合同庁舎 4 階<br>TEL：0154-32-7500<br><br>業務監督官　加藤　倫之 |
| 7. 連 絡 先 | 株式会社　アルファ水工コンサルタンツ<br>札幌市西区発寒 9 条 14 丁目 516-336<br>TEL：011-662-3331　FAX：011-662-3408<br>業務担当者　中村　知道 |

羅臼海上保安署 受付 23. 4. 25 第 5 号

## 3.3 海洋観測ブイの設置

観測ブイ 1 基を羅臼町キキリベツ沖に設置した。

### (1) 設置位置

観測ブイの設置位置を図-3.3.1 に、設置位置の座標を表-3.3.1 に示す。

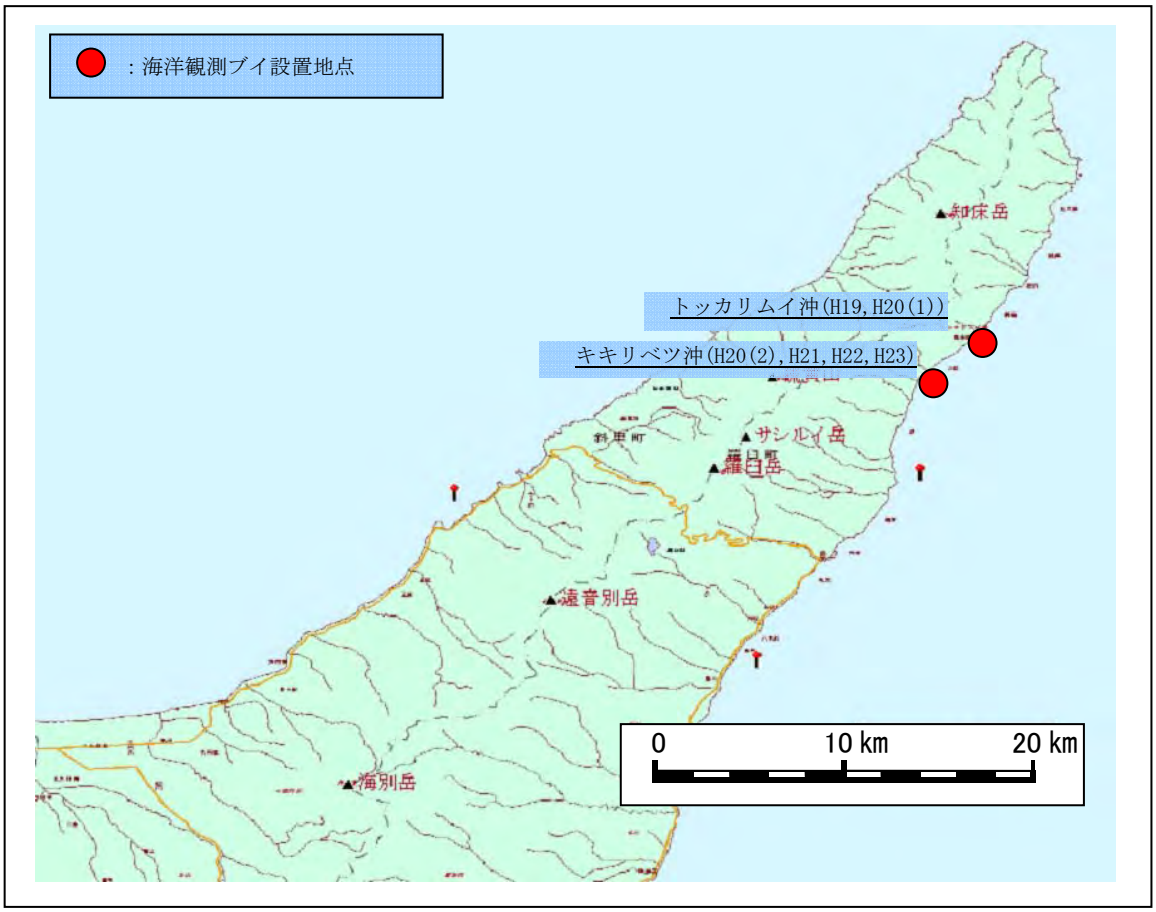



図-3.3.1　海洋観測ブイ設置位置

H20(1)は平成 20 年 4 月 24 日に設置した当初の設置位置を、H20(2)は平成 20 年 8 月 12 日に再設置した場所を示す。

表-3.3.1　設置位置座標

| 設置位置 | マリンアイによる表示名 | 緯度 | 経度 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| 羅臼側 | 羅臼－キキリベツ沖 | N44° 07′ 30″ | E145° 16′ 16″ | キキリベツ沖<br>水深 40m |

注)座標は世界測地系(WGS84)による。

また、設置箇所周辺の地形は図-3.3.2 に示すとおりである。設置箇所は海岸から 1km 程沖に位置し、周辺に岬などの流れに影響する地形が存在せず、開放的な場所にある。

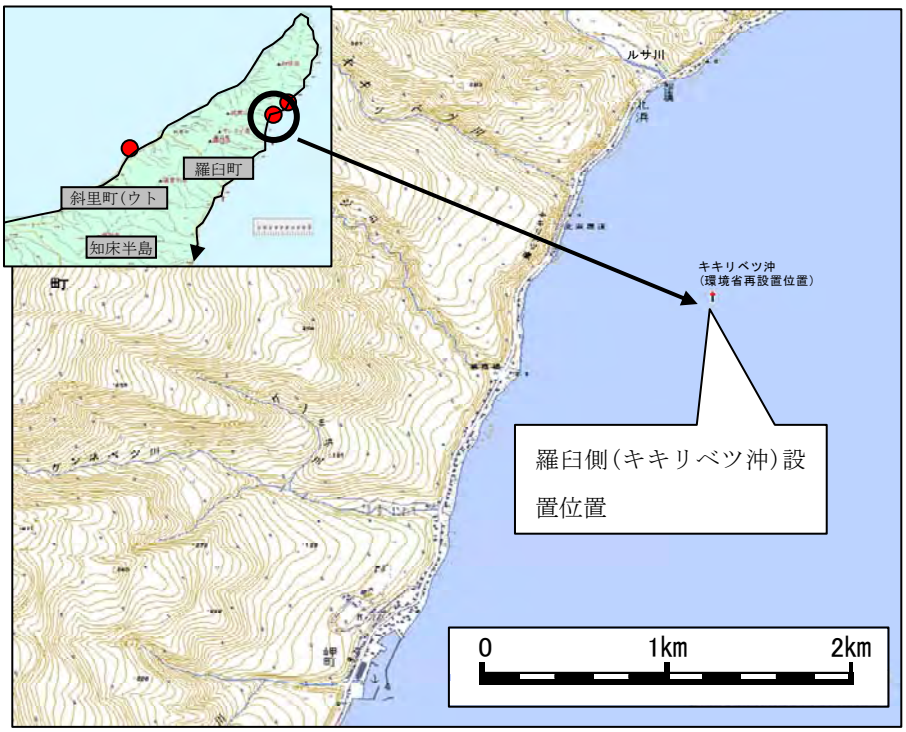



図-3.3.2　観測ブイ設置箇所周辺の地形(羅臼側(キキリベツ沖))

キキリベツ沖の観測期間は平成 23 年 5 月 13 日～平成 23 年 10 月 28 日である。

### (2) 設置日

平成 23 年 5 月 13 日に設置した。

### (3) 観測機器の仕様

観測ブイの観測項目と観測水深の一覧を表-3.3.2 に示す。観測水深の一覧には平成 19 年度以降の観測層も示している。平成 20 年度からは、平成 19 年度に 1m 層の水温観測が追加されており、これはサケ幼魚の生息水深に合わせたもので、サケ幼魚の放流時期を判断する上でより有効なデータを得ることが期待できる。

本年度は昨年度と同様にアナログ水温センサのみの観測とした。観測水深は初回協議で合意したとおり、1m、5m、10m、20m、30m の 5 水深とした。

観測データはNTTdocomoによるDoPa通信網を経由してインターネット上のデータベースに自動的にアップロードされる。図-3.3.3 にデータ通信の模式図を示す。

表-3.3.2　観測センサ観測水深一覧

| 調査年度 | 水温 | 塩分 | クロロフィル |
|---|---|---|---|
| 19 年度 | 5、10、15、20、25、30、35m | 5、35m | 5、35m |
| 20 年度 | 1、5、10、15、20、25、30、35m | 5、25m | 5、25m |
| 21 年度 | 1、5、10、15、20、25、30、35m | 25m | 5、25m |
| 22 年度 | 1、10、15、20、30、35m | なし | なし |
| 23 年度 | 1、5、10、20、30m | なし | なし |

注)比較のため平成 19～22 年度の観測層も併せて示した。

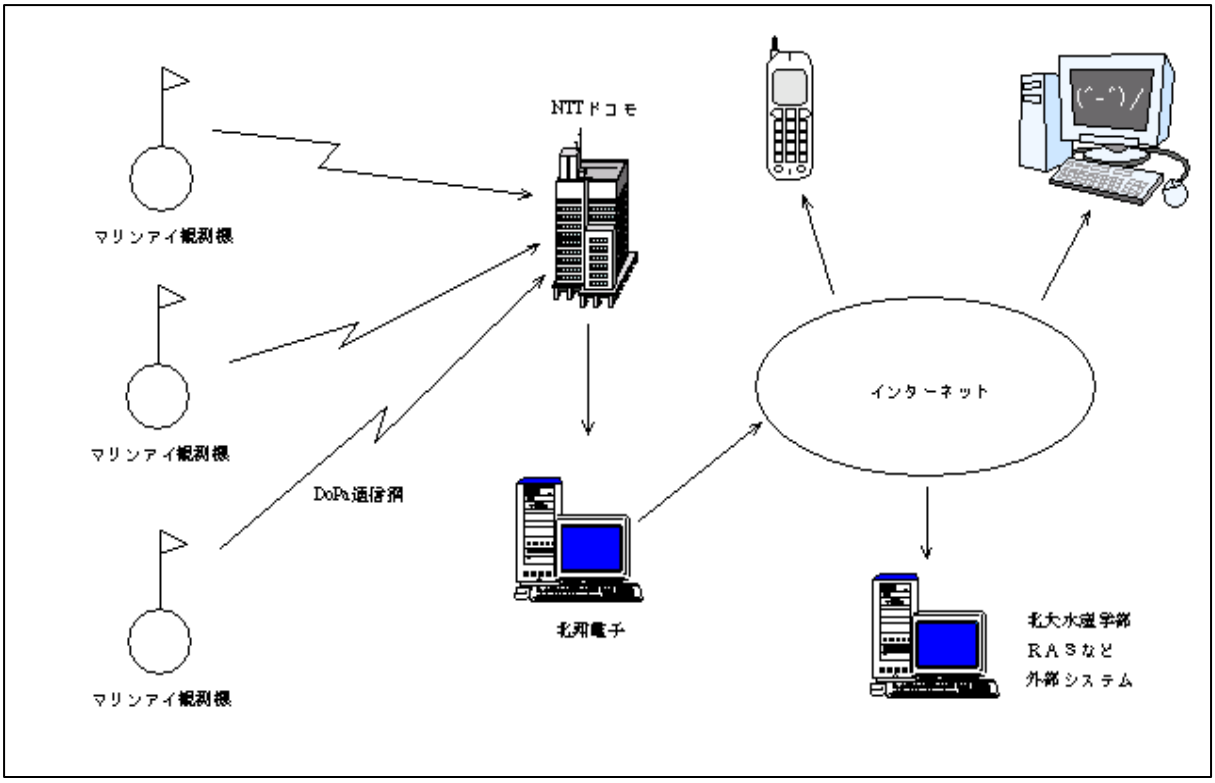



図-3.3.3　データ通信の模式図(マリンアイ HP より)

観測ブイの構造模式図を図-3.3.4 に示す。この中で、フロート部から下部の土俵の手前までが環境省より貸与された部分であり、その他は受注者が作成した。設置までの保管場所は写真-3.3.1 に示すとおり、羅臼漁協施設内である。フロート部の構造は、図-3.3.5 および写真-3.3.2 に示すように楕円球形フロートにボンデン竿を通した軽量構造である。また写真-3.3.3 に示すように、海上にて設置者を示すための旗をボンデン竿の先端に取り付けた。その他の詳細は以下に示す。なお、この設置方法は羅臼漁協との協議・指導を受けて決定した。

(1)水深に応じて、ブイのロープを遊びが無い状態で立ち上げる。
(2)センサ部分を所定水深の位置で、結束バンドにてロープに固定する。
(3)余ったケーブルは３m置きに 30～40cm の余裕を持たせてロープに固定する。
この際、ケーブルが引張られ過ぎた場合に外れても良いようビニールテープで留める。

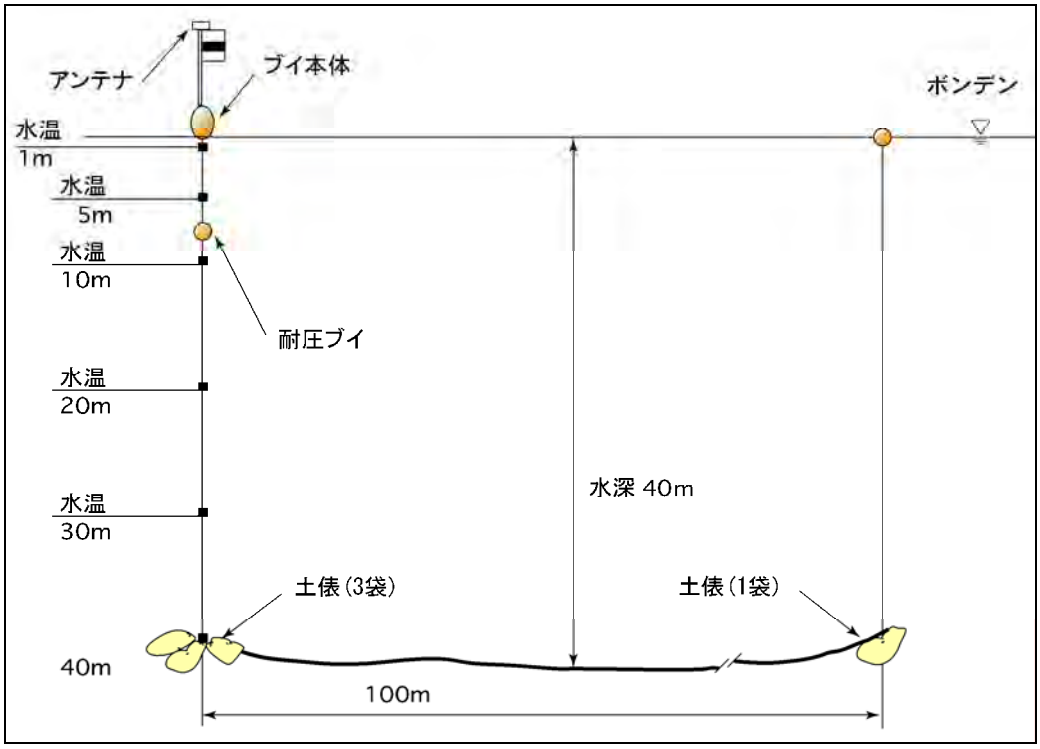



図-3.3.4　観測ブイ構造模式図

写真-3.3.1　観測ブイ　設置前保管状況

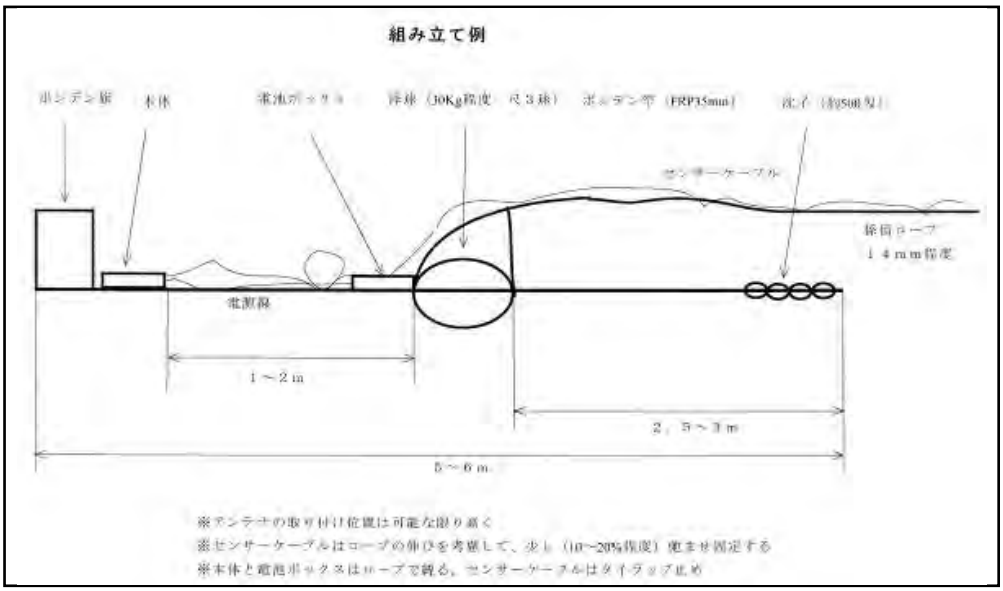



図-3.3.5　観測ブイ　フロート部の構造模式図

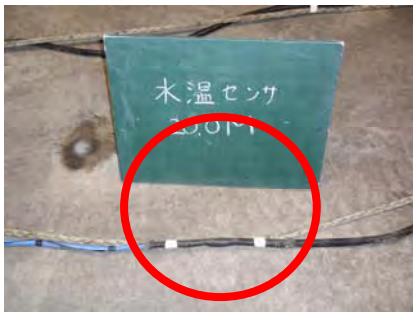
写真-3.3.2　観測ブイ　フロート部の概観

**羅臼側**

写真-3.3.3　設置者を示すボンデン旗

水温センサの主な仕様を表-3.3.3 に示す。

表-3.3.3　アナログ水温センサ

| 測定項目 | 水温 | 外　観(図中赤丸) |
|---|---|---|
| センサタイプ | サーミスタ |   |
| 測定範囲 | -5～45℃ | |
| 分解能 | 0.005℃ | |
| 精度 | ±0.3℃ | |
| A/D 変換 | 10 ビットデジタル変換 | |
| 耐圧性能 | 50m 水深相当 | |

**(4) 設置方法**

観測ブイ設置位置に調査船を GPS で誘導し、観測ブイのシンカーとなる土俵(約 300kg)を設置位置に投入し次に観測ブイ本体、最後に回収用標識ブイを投入し設置作業を終了した。

### (5) 設置作業および設置時の状況

観測ブイの設置状況を写真-3.3.4 に示す。

作業船へ積み込んだ観測ブイの状況

投入状況

投入状況

設置完了

写真-3.3.4　羅臼側設置状況（平成 23 年 5 月 13 日）

## 3.4 海洋観測ブイの維持管理

観測ブイの点検、清掃を行い、観測ブイの維持管理を行った。

### (1) 点検、清掃の概要

観測ブイを設置した羅臼側 1 地点にて、点検、清掃を行った。

実施日：8 月 24 日

### (2) 点検、清掃方法

ダイバーにより損傷の有無、付着生物などの状態を確認し、清掃を実施した。

### (3) 謝金の支払い

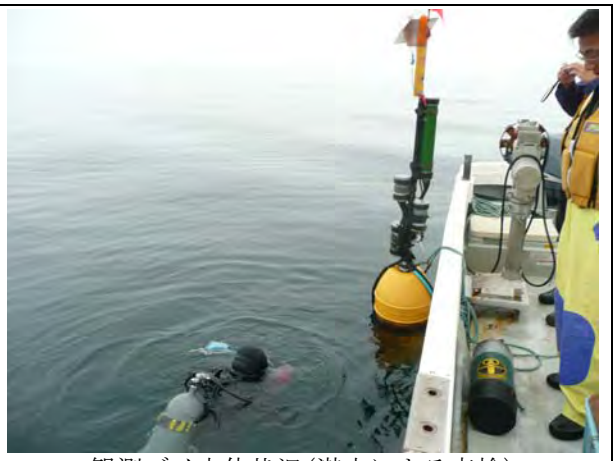
点検、清掃にあたり、協力いただいた漁協等に謝金を支払った。

### (4) 点検結果

8 月 24 日に羅臼側観測ブイの中間点検を実施した。観測ブイは問題なく浮かんでいたため、ブイ本体に破損等が無いか目視点検を行った。観測ブイ本体には異常は見られず、潜水作業により水中部のケーブル、センサの目視点検および清掃を実施した、結果センサケーブルの被覆チューブの剥がれがあったため補修を行った。

作業状況を写真-3.4.1 に示す。

観測ブイ本体状況



観測ブイ本体状況(潜水による点検)

観測ブイ本体状況(水中部)

水温センサ状況(水中部)

ケーブル被覆の破損(補修前)

ケーブル被覆状況(補修後)

写真-3.4.1　観測ブイ清掃作業(平成 23 年 8 月 24 日)

## 3.5 海洋観測ブイの回収

設置した観測ブイの回収を行った。

### 3.5.1 海洋観測ブイの回収内容と方法

#### (1) 回収位置

観測ブイを設置した地点にて回収を行った。

#### (2) 回収時期

平成 23 年 12 月 15 日

#### (3) 回収方法

回収は、次の方法で実施した。また回収方法の模式図を図-3.5.1 に示す。

観測ブイの回収は、ブイ本体およびセンサ・ケーブルの破損を防ぐため、回収用標識ブイを回収し、シンカーである土俵、センサ・ケーブル、観測ブイ本体の順番で回収作業を実施した。回収した観測ブイは羅臼漁業協同組合施設にて解体作業を実施した。

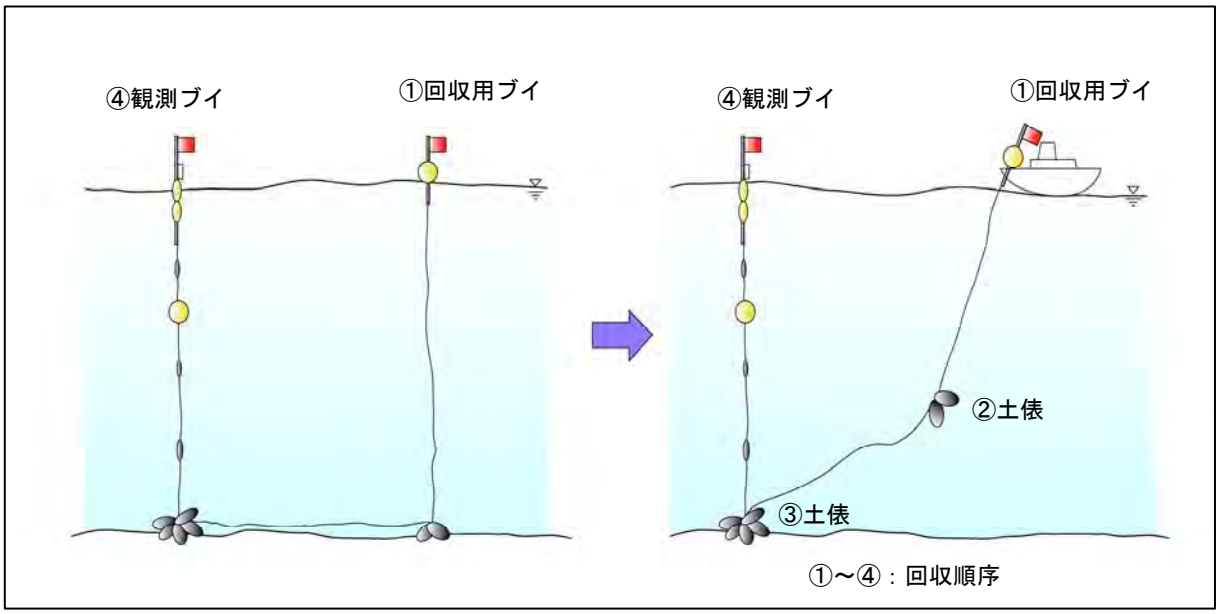



図-3.5.1　回収作業模式図

#### (4) 謝金の支払い

回収にあたり、協力いただいた漁協等に謝金を支払った。

### 3.5.2 海洋観測ブイの回収結果

ブイ回収状況を写真-3.5.1 に示す。

回収前観測ブイ状況

観測ブイ本体回収

土俵回収

観測ブイ回収後状況

観測ブイ解体・清掃後状況

環境省施設保管状況

写真-3.5.1　観測ブイ回収作業状況

### 3.6 海洋観測ブイ回収後の搬送

回収後、観測ブイを環境省担当官が指定した倉庫(旧羅臼ビジターセンター)に搬送し、保管を行った。

#### (1) 搬送時期

平成 23 年 12 月 16 日

#### (2) 搬送方法

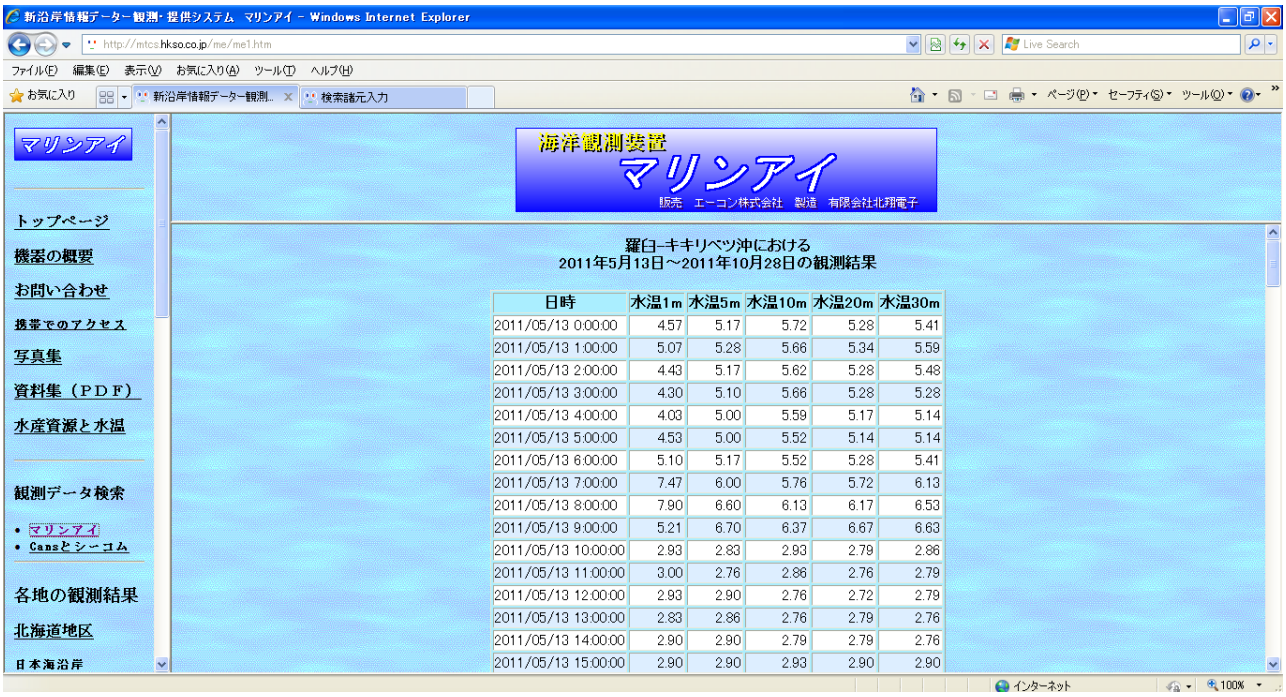
回収した観測ブイからアンテナ部、電源部、接続ボックス等のマリンアイ構成部品および立ち上げロープに付いているサーミスターケーブルの取り外しを行った。

取り外した各構成部品は清掃を行い、環境省が指定する旧羅臼ビジターセンターに搬送し三宅自然保護官立会のもと保管した。

# 4. 業務実施結果

## 4.1 データ整理の概要

観測値は、図-4.1.1 に示すインターネット上のデータベースから取得した(マリンアイ：http://mtcs.hkso.co.jp/me/me1.htm)。ここから取得した水温の経時変化データを基にデータを整理すると共に、図-4.1.2 に示すアメダス気温、風観測データと組み合わせて対象海域の水温環境について検討する。




| 日時 | 水温1m | 水温5m | 水温10m | 水温20m | 水温30m |
|---|---|---|---|---|---|
| 2011/05/13 0:00:00 | 4.57 | 5.17 | 5.72 | 5.28 | 5.41 |
| 2011/05/13 1:00:00 | 5.07 | 5.28 | 5.66 | 5.34 | 5.59 |
| 2011/05/13 2:00:00 | 4.43 | 5.17 | 5.62 | 5.28 | 5.48 |
| 2011/05/13 3:00:00 | 4.30 | 5.10 | 5.66 | 5.28 | 5.28 |
| 2011/05/13 4:00:00 | 4.03 | 5.00 | 5.59 | 5.17 | 5.14 |
| 2011/05/13 5:00:00 | 4.53 | 5.00 | 5.52 | 5.14 | 5.14 |
| 2011/05/13 6:00:00 | 5.10 | 5.17 | 5.52 | 5.28 | 5.41 |
| 2011/05/13 7:00:00 | 7.47 | 6.00 | 5.76 | 5.72 | 6.13 |
| 2011/05/13 8:00:00 | 7.90 | 6.60 | 6.13 | 6.17 | 6.53 |
| 2011/05/13 9:00:00 | 5.21 | 6.70 | 6.37 | 6.67 | 6.63 |
| 2011/05/13 10:00:00 | 2.93 | 2.83 | 2.93 | 2.79 | 2.86 |
| 2011/05/13 11:00:00 | 3.00 | 2.76 | 2.86 | 2.76 | 2.79 |
| 2011/05/13 12:00:00 | 2.93 | 2.90 | 2.76 | 2.72 | 2.79 |
| 2011/05/13 13:00:00 | 2.83 | 2.86 | 2.76 | 2.79 | 2.76 |
| 2011/05/13 14:00:00 | 2.90 | 2.90 | 2.79 | 2.79 | 2.76 |
| 2011/05/13 15:00:00 | 2.90 | 2.90 | 2.93 | 2.90 | 2.90 |

図-4.1.1　マリンアイデータベースのスクリーンショット(マリンアイ HP より)

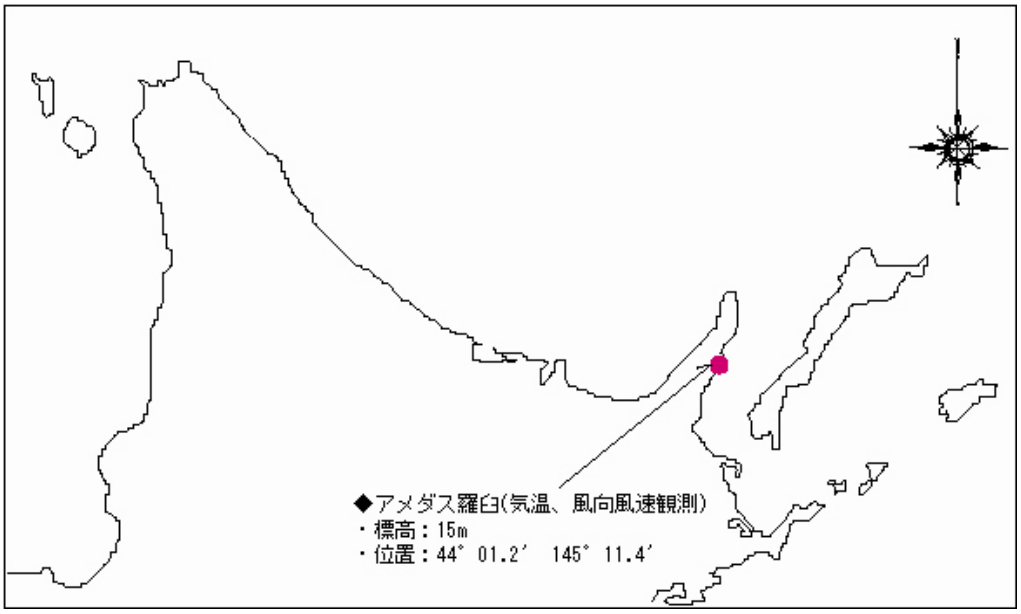



図-4.1.2　アメダス羅臼観測位置

## 4.2 羅臼観測データの整理と検討

観測期間全体の水温と羅臼アメダス気温の経時変化から、羅臼海域の水温の状況を検討する。以下に全観測期間、月別の経時変化を示す。根室海峡内は波浪観測施設がないため、鉛直混合については羅臼アメダス風観測結果を用いて検討する。

(1) 全観測期間

全観測期間の水温および気温の経時変化を図-4.2.1 に示す。この結果から羅臼沖の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

①水温は表面から海底近くまで 5～8℃程度の差異がある。

②水温は春期から夏期への移行と共に概ね上昇し、夏期から秋期への以降と共に概ね低下している。

③水温の鉛直分布としては、表面の水温が高く、水深が深いほど水温が下がるが、9 月中旬以降は表層と底層で近い水温を示す。

③水温と気温は概ね連動しており、水温の支配要因は気温と考えられる。

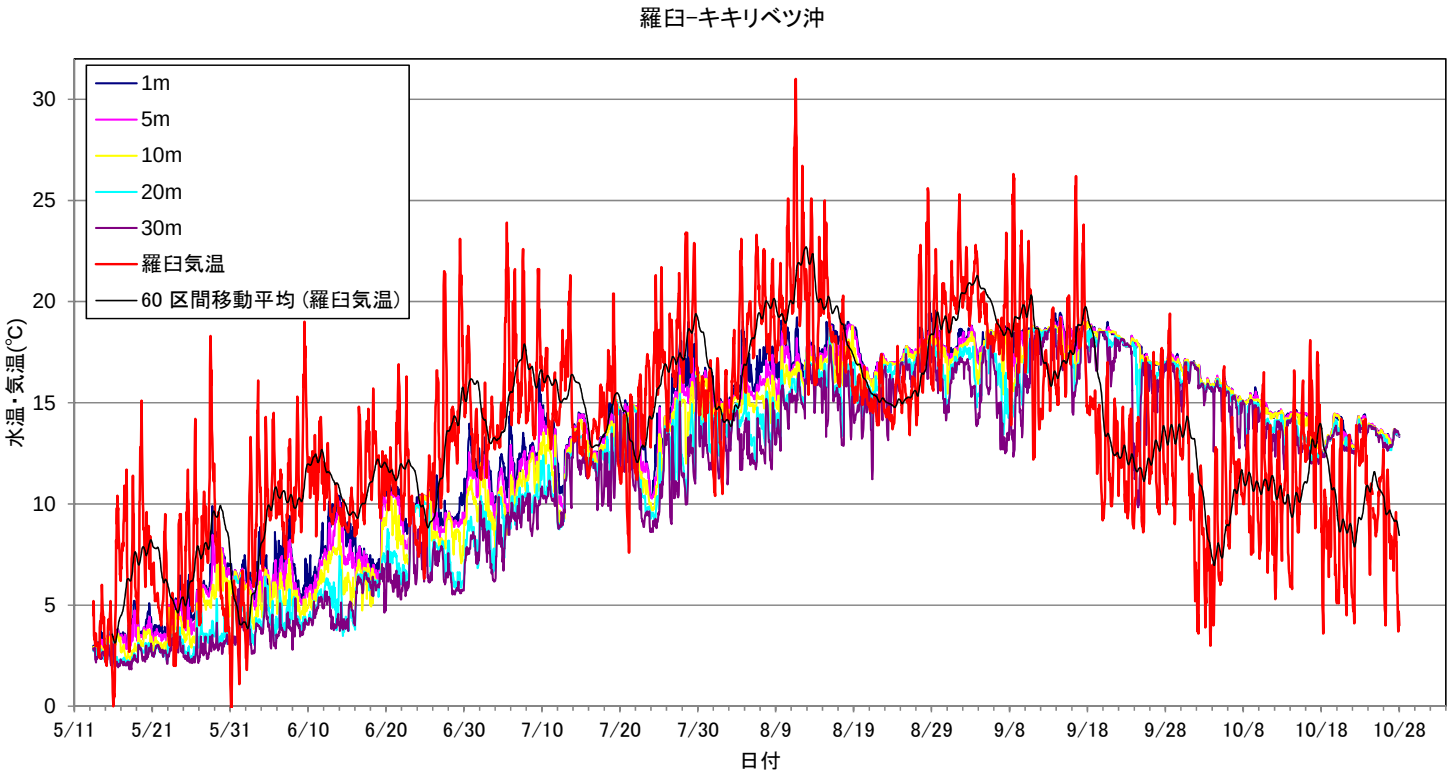



図-4.2.1　羅臼観測水温および気温の経時変化（全観測期間）

(2)5 月の水温状況

図-4.2.2 に 5 月の水温および気温の経時変化を示す。この結果から羅臼沖の 5 月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

①調査当初は鉛直方向の水温差は小さいが、5 月 16 日より躍層の発達が見られ、5 月 26 日以降は、表層と底層の水温差が最大で 7℃に至った。

②その際には水深 1m と 5m が 6～10℃程度、水深 20m と 30m が 3～4℃程度と明確に分かれており、水深 10m で 5～6℃程度と中間的な水温を示した。

③水温鉛直分布は月末を除いて逆転することなく表層近くの水温が徐々に上昇していることから、大きな気象擾乱は無く、穏やかな海象条件であったと推察される。

④月末には水深 20m、30m の水温が跳ね上がる現象が見られた。これは、気象擾乱による鉛直混合による可能性がある。

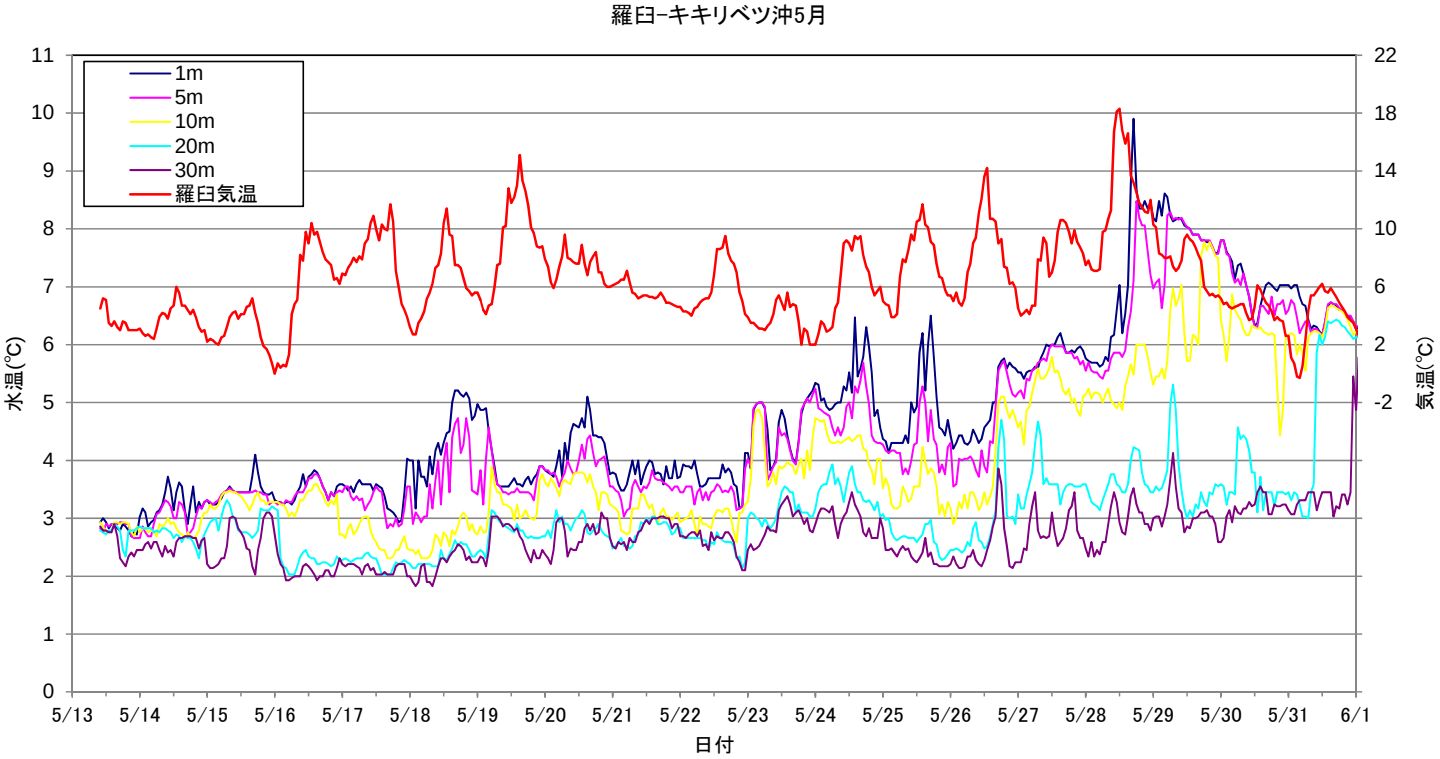



図-4.2.2　羅臼観測水温・気温の経時変化(5 月)

気象擾乱による鉛直混合を確認するため、アメダス羅臼風速観測結果を追加した経時変化図を図-4.2.3 に示す。図-4.2.4 には、各層毎の 5 月平均水温、躍層が発達した時点(5 月 28 日 21 時)、鉛直混合が促進されている時点(5 月 31 日 23 時)の水温鉛直分布を示す。

この結果から、風速が大きいと水深が底層においても水温が上昇することがわかる。特に、5 月 31 日のように風速が大きいと、最初に水深 20m が、次いで水深 30m において水温が大きく上昇した。

すなわち、強風に伴う高波浪の発生による鉛直混合で大水深部の水温は高くなったと考えられる。

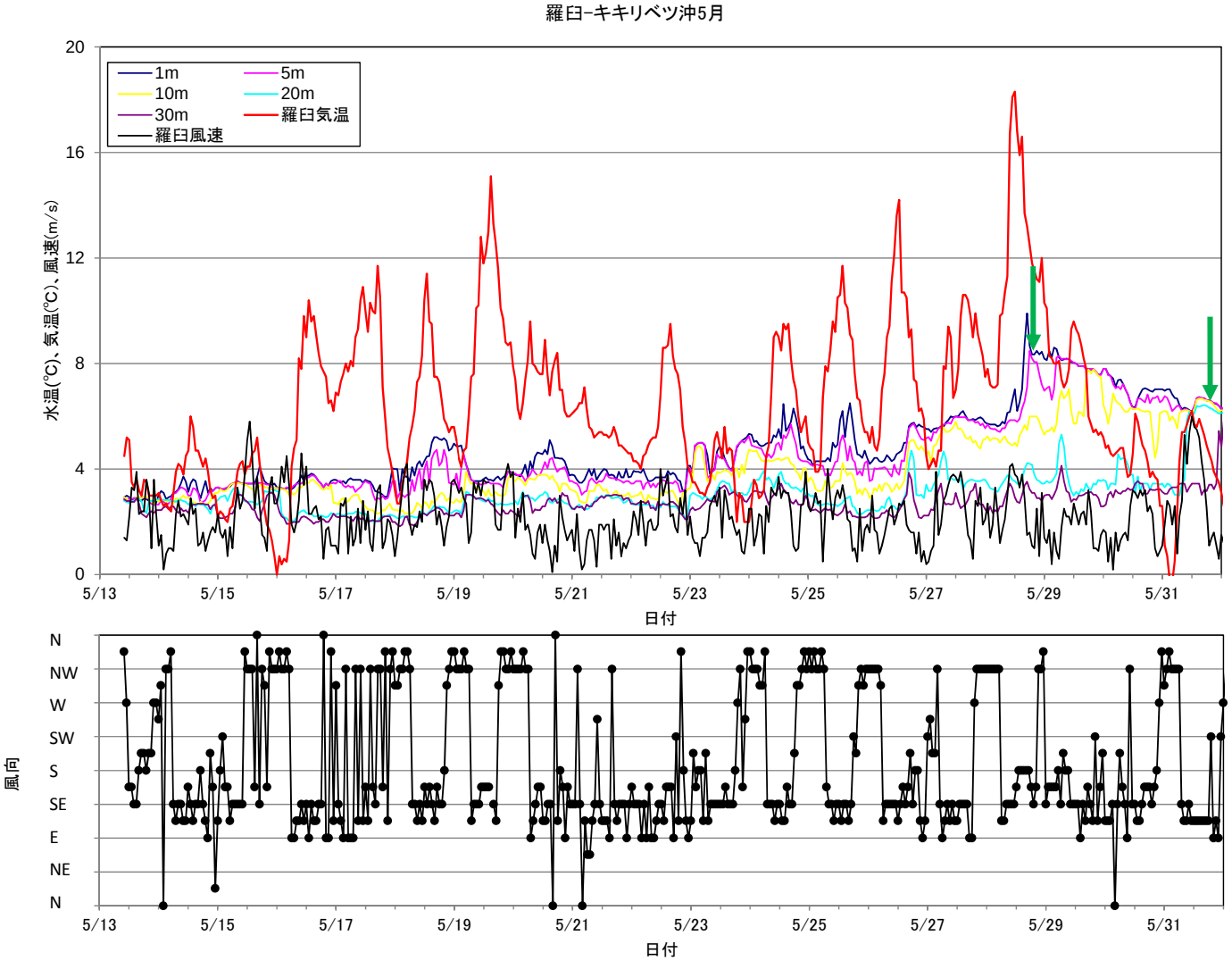



図-4.2.3　羅臼観測水温・気温・風速・風向の経時変化(5 月)

(図中緑矢印は図-4.2.4 鉛直分布図化時刻)

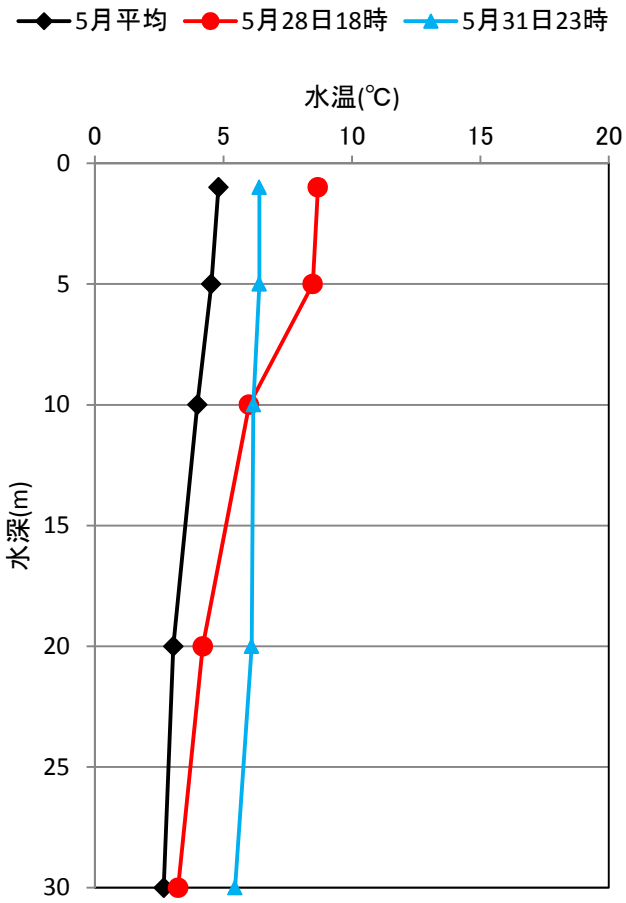



図-4.2.4　羅臼観測水温の鉛直分布(5 月)

(3)6 月の水温状況

図-4.2.5 に 6 月の水温および気温の経時変化を示す。この結果から羅臼沖の 6 月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

①水温は 3℃程度から 14℃程度へと上昇している。気温も 4℃程度から 20℃程度へ上昇しており、水温は気温の上昇に連動して上昇していると考えられる。

②水温は表層で高く底層で低く、最大で 6℃程度の差異があり、鉛直分布はおおむね安定している。

③6 月 19 日や 23 日のように底層の水温が急上昇して水温などの影響が考えられる。

気象擾乱による鉛直混合を確認するため、アメダス羅臼風速観測結果を追加した経時変化図を図-4.2.6 に、各層毎の 6 月平均水温、躍層が発達した時点(6 月 20 日 14 時)、鉛直混合が促進されている時点(6 月 23 日 3 時)の水温鉛直分布を示す。水温鉛直分布の例を図-4.2.7 に示す。

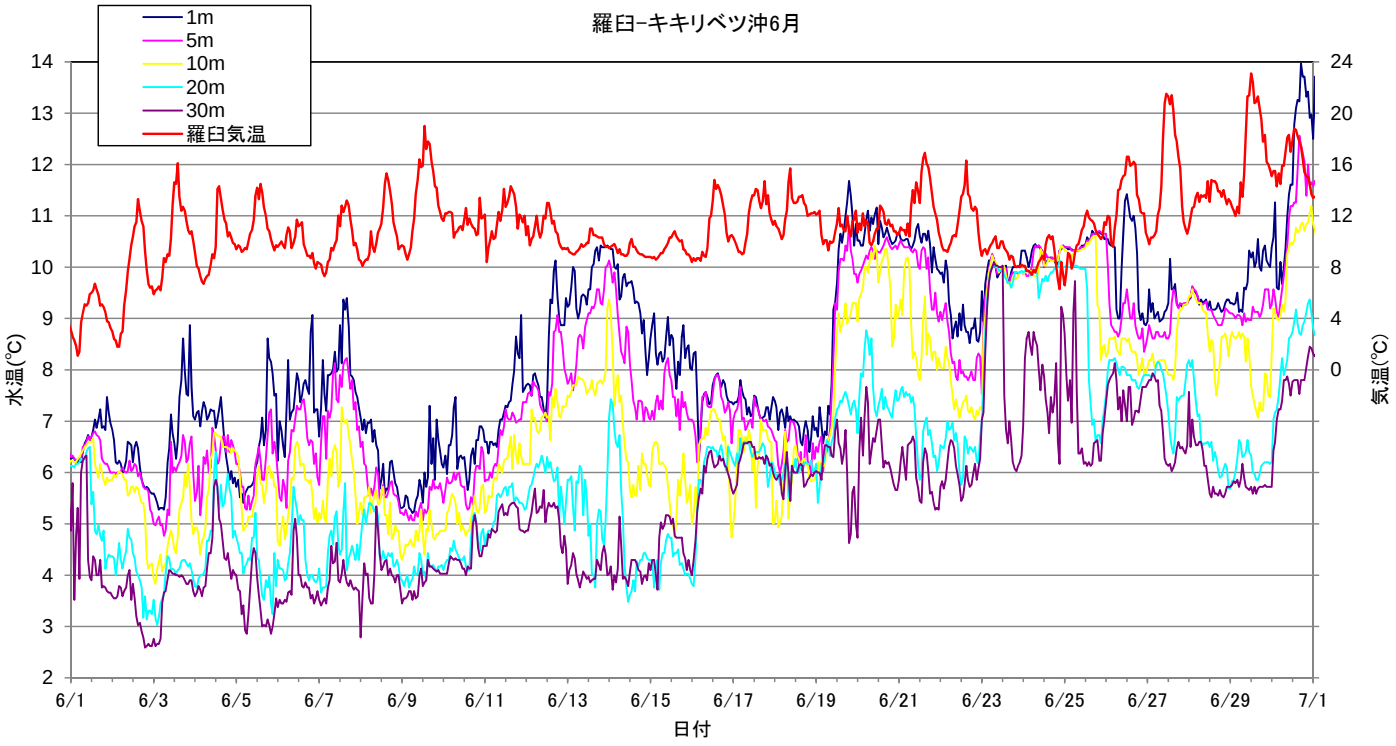



図-4.2.5　羅臼観測水温・気温の経時変化(6 月)

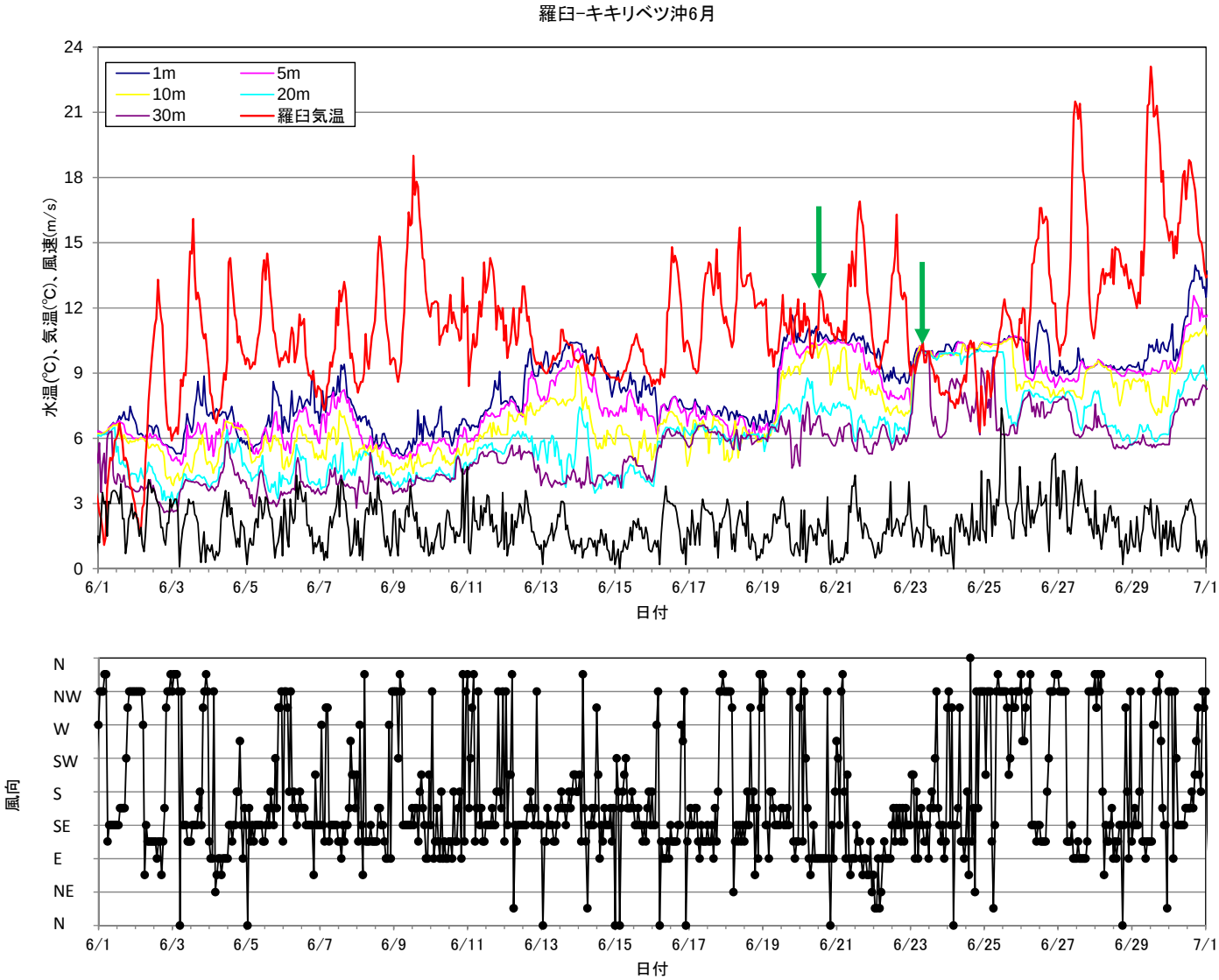



図-4.2.6　羅臼観測水温・気温・風速・風向の経時変化(6 月)
(図中緑矢印は図-4.2.7 鉛直分布図化時刻)

図-4.2.6 によると、風速は概ね 3m/s 以下であり、非常に穏やかな気象条件であった。すなわち、風は鉛直混合の駆動力として期待できないと考えられる。図-4.2.7 に示した躍層が発達した時刻、躍層を示さない時刻ともに、風速は小さかった。底層の水温を上昇させる他の要因としては、宗谷暖流の流入が考えられる。昨年度調査ではウトロ・羅臼両者の水温の比較検討により宗谷暖流流入の可能性が示唆されたが、今年度はウトロの水温データが無いため、これ以上の検討は困難であるが、少なくとも風による鉛直混合以外の要因が存在することは疑いなく、今後検討が必要である。

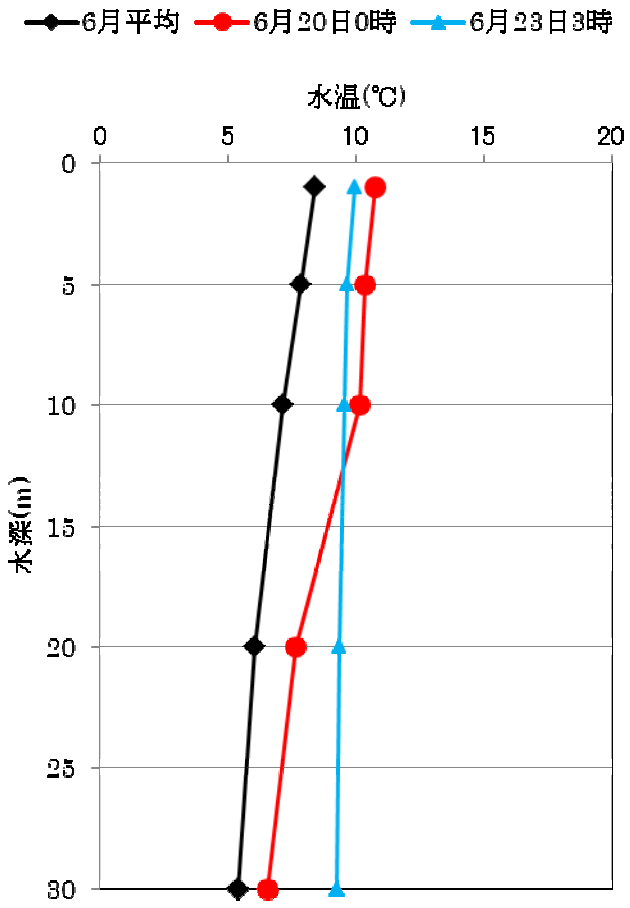



図-4.2.7　羅臼観測水温の鉛直分布(6 月)

(4)7 月の水温状況

図-4.2.8 に 7 月の水温および気温の経時変化を示す。この結果から羅臼沖の 7 月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

①気温は 8～24℃程度で上下するが概ね一定であった。

②水温は 8～12℃程度から 10～18℃程度に上昇した。水温の上昇が気温に対して遅れたのは、海水は熱容量が大きいためと考えられる。

③水温鉛直分布は概ね表層の水温が最も高くなっており、水温の鉛直構造は安定した成層構造を示していたが、鉛直方向全体の水温の急激な低下が 7 月 12 日、7 月 23 日に見られた。

気象擾乱による鉛直混合を確認するため、アメダス羅臼風速観測結果を追加した経時変化図を図-4.2.9 に、各層毎の 7 月平均水温、躍層が発達した時点(7 月 28 日 7 時)、鉛直混合が促進されている時点(7 月 13 日 8 時)の水温鉛直分布を図-4.2.10 に示す。

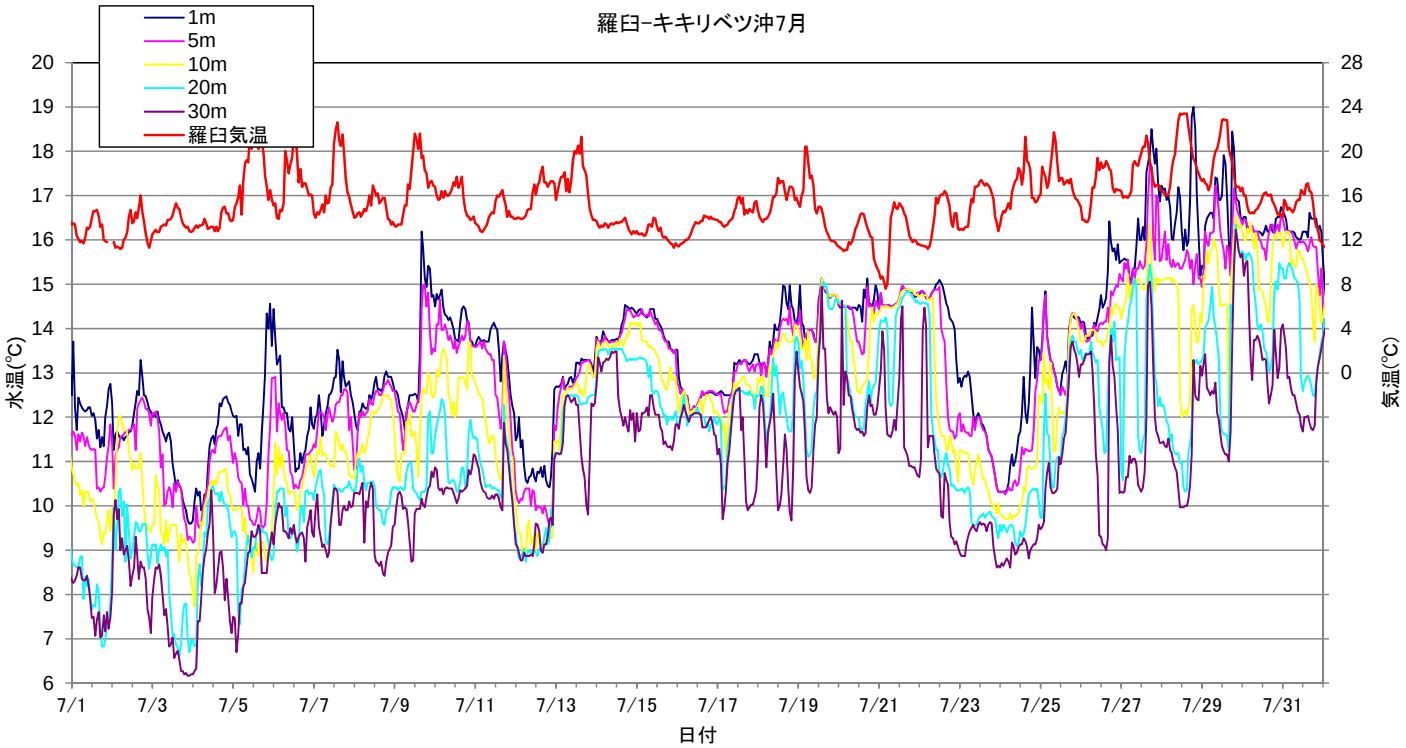



図-4.2.8　羅臼観測水温・気温の経時変化(7 月)

(図中赤矢印は図-4.3.8 鉛直分布図化時刻)

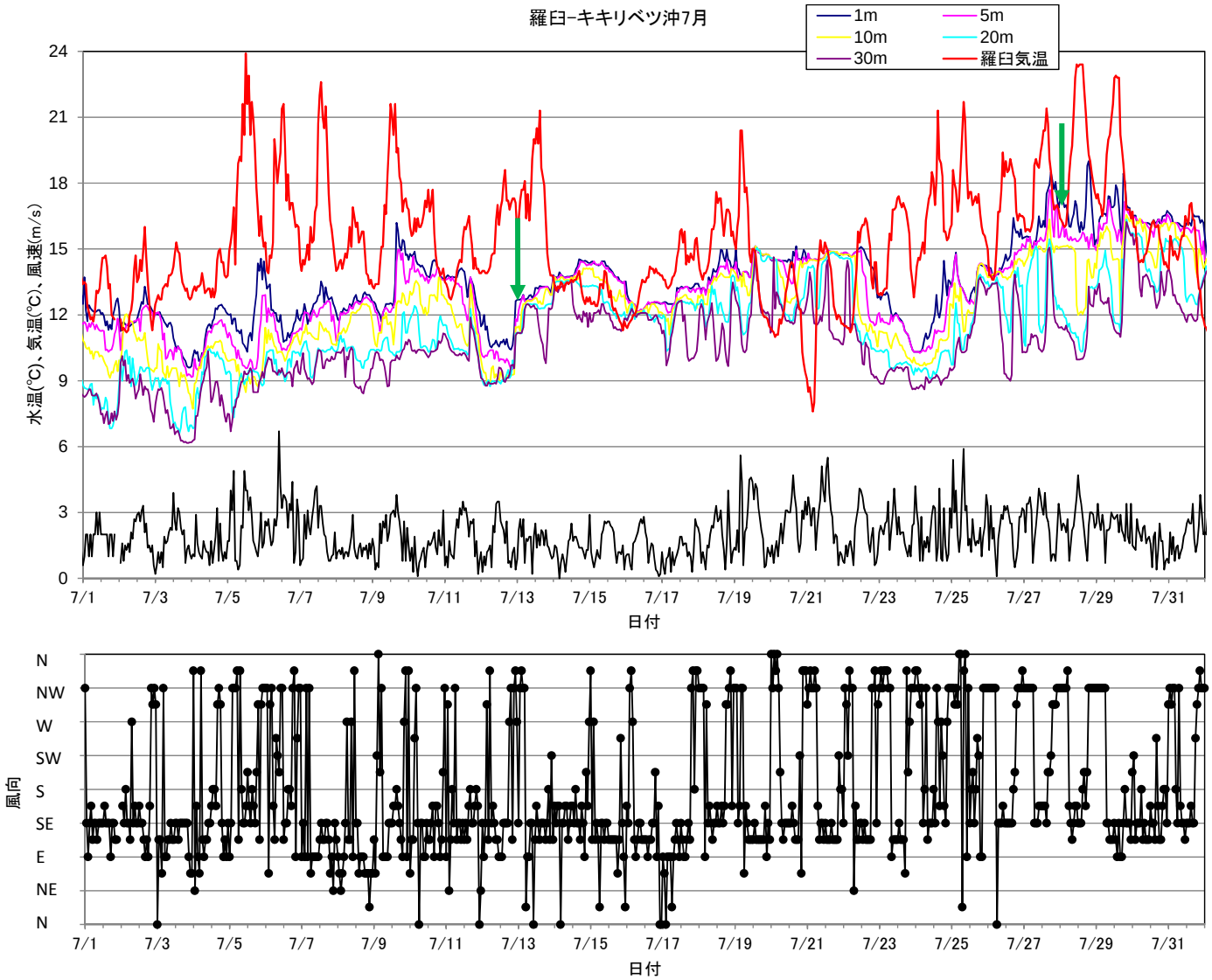



図-4.2.9　羅臼観測水温・気温・風速・風向の経時変化(7 月)
(図中緑矢印は図-4.2.10 鉛直分布図化時刻)

図-4.2.9 によると、風速は概ね 3m/s 以下であり、水温の急激な現象がみられる 7 月 12 日、7 月 23 日も風速は小さく、非常に穏やかな気象条件であった。すなわち、風は鉛直混合の駆動力として期待できないと考えられる。図-4.2.10 に示した躍層が発達した時刻、躍層を示さない時刻ともに、風速は小さかった。また、今回は底層の水温が上昇するのではなく表層の水温が低下して水温の鉛直分布が均一になるため、冷水塊の流入が想像される。図-4.2.11 に示す水塊構造(「続・日本全国沿岸海洋誌」p.499 より引用)によると、羅臼沖 7 月の水系構造として比較的水温が高い宗谷暖流前駆水で構成されるとしているが、大水深領域より何らかの原因で冷水塊の上昇があると考えられ、今後の研究が待たれる。

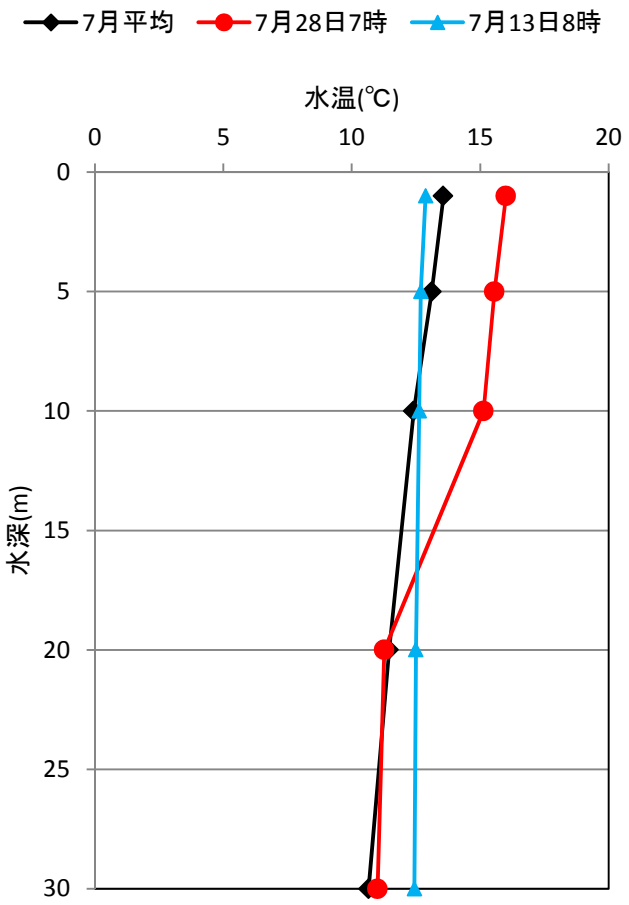



図-4. 2. 10　羅臼観測水温の鉛直分布(7 月)

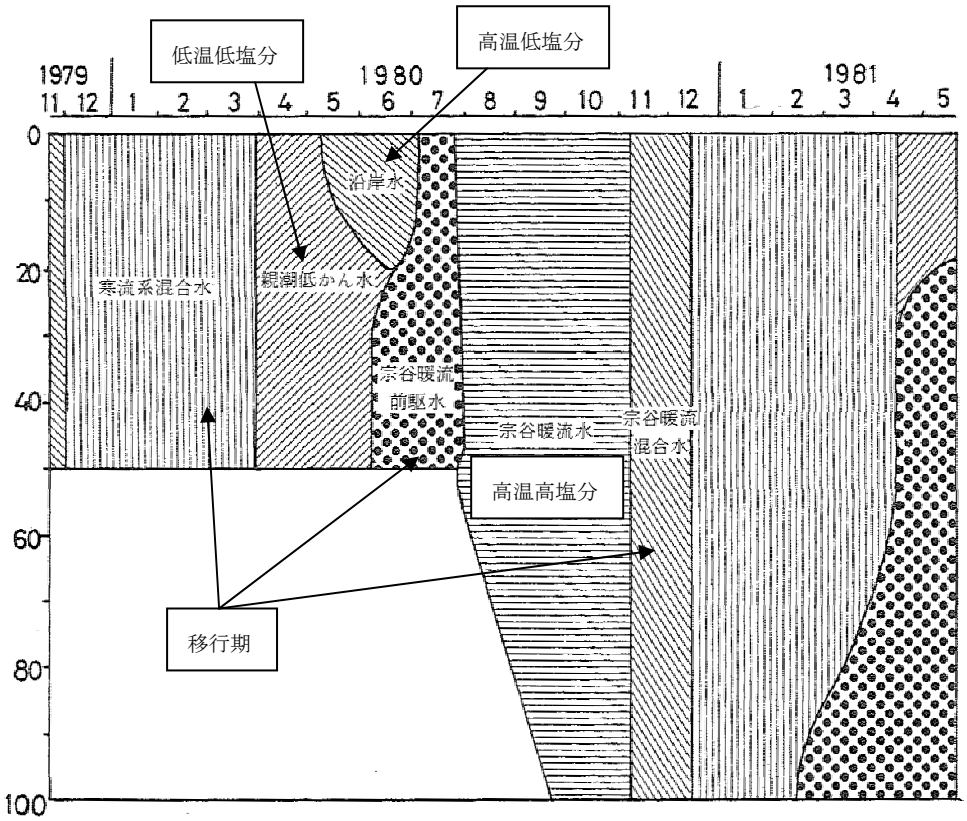



図-4. 2. 11　羅臼沖における水系の層重模式図

(続・日本全国沿岸海洋誌(日本海洋学会沿岸海洋研究部会編)p. 499 に解説追記)

(5)8 月の水温状況

図-4.2.12 に 8 月の水温および気温の経時変化を示す。この結果から羅臼沖の 8 月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

①水温は多少の上下はあるものの、水深 30m で 11～18℃程度、表面で 15～20℃程度へと上昇した。気温は 18℃程度で概ね一定であり、水温は気温との熱収支が平衡になるよう上昇したと考えられる。

②水温鉛直分布は概ね表層の水温が最も高く、水温の鉛直構造は安定していていたが、8 月 13 日、8 月 25 日には底層の水温が上昇した。

気象擾乱による鉛直混合を確認するため、アメダス羅臼風速観測結果を追加した経時変化図を図-4.2.13 に、図-4.2.14 に各層毎の 8 月平均水温、躍層が発達した時点(8 月 6 日 2 時)、鉛直混合が促進されている時点(8 月 13 日 3 時)の水温鉛直分布を示す。

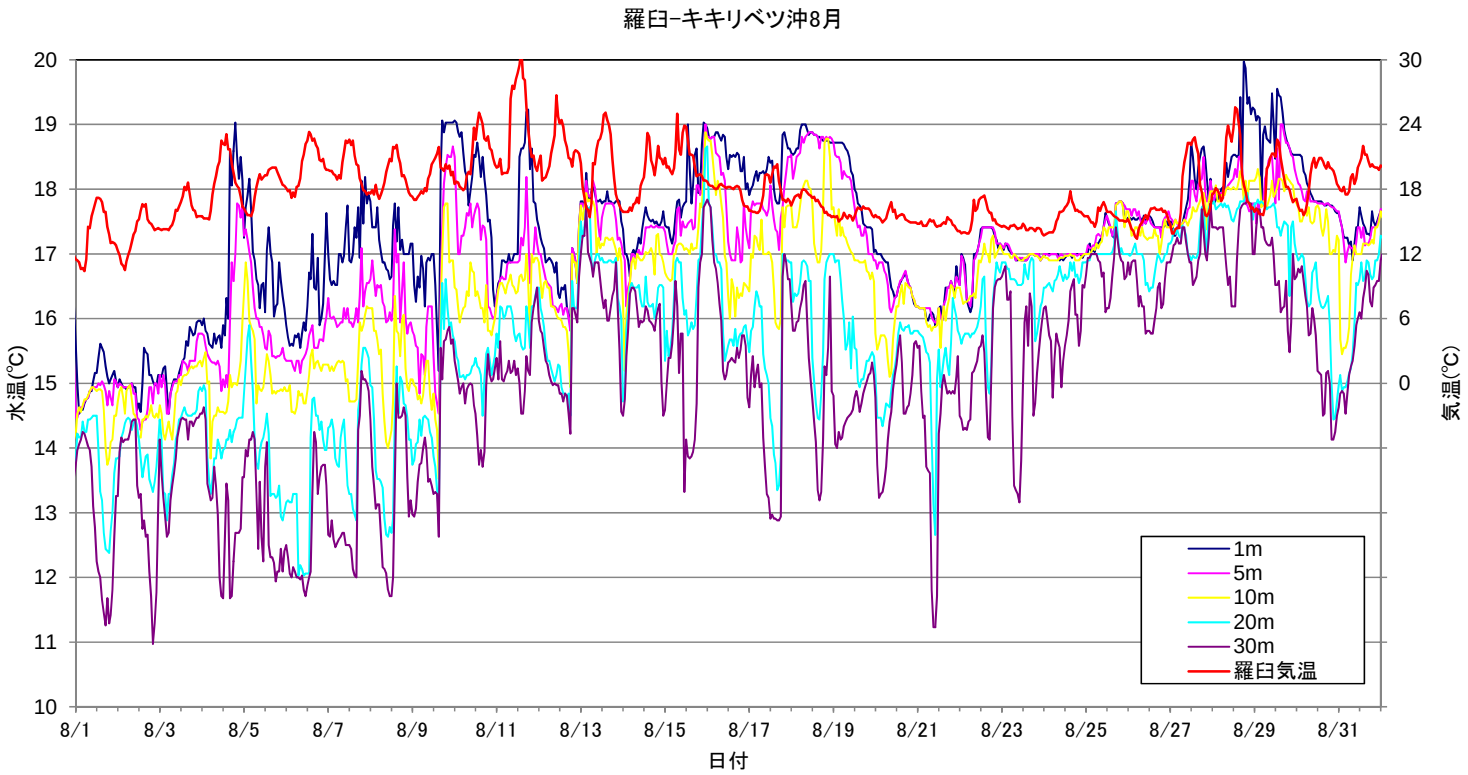



図-4.2.12　羅臼観測水温・気温の経時変化(8 月)

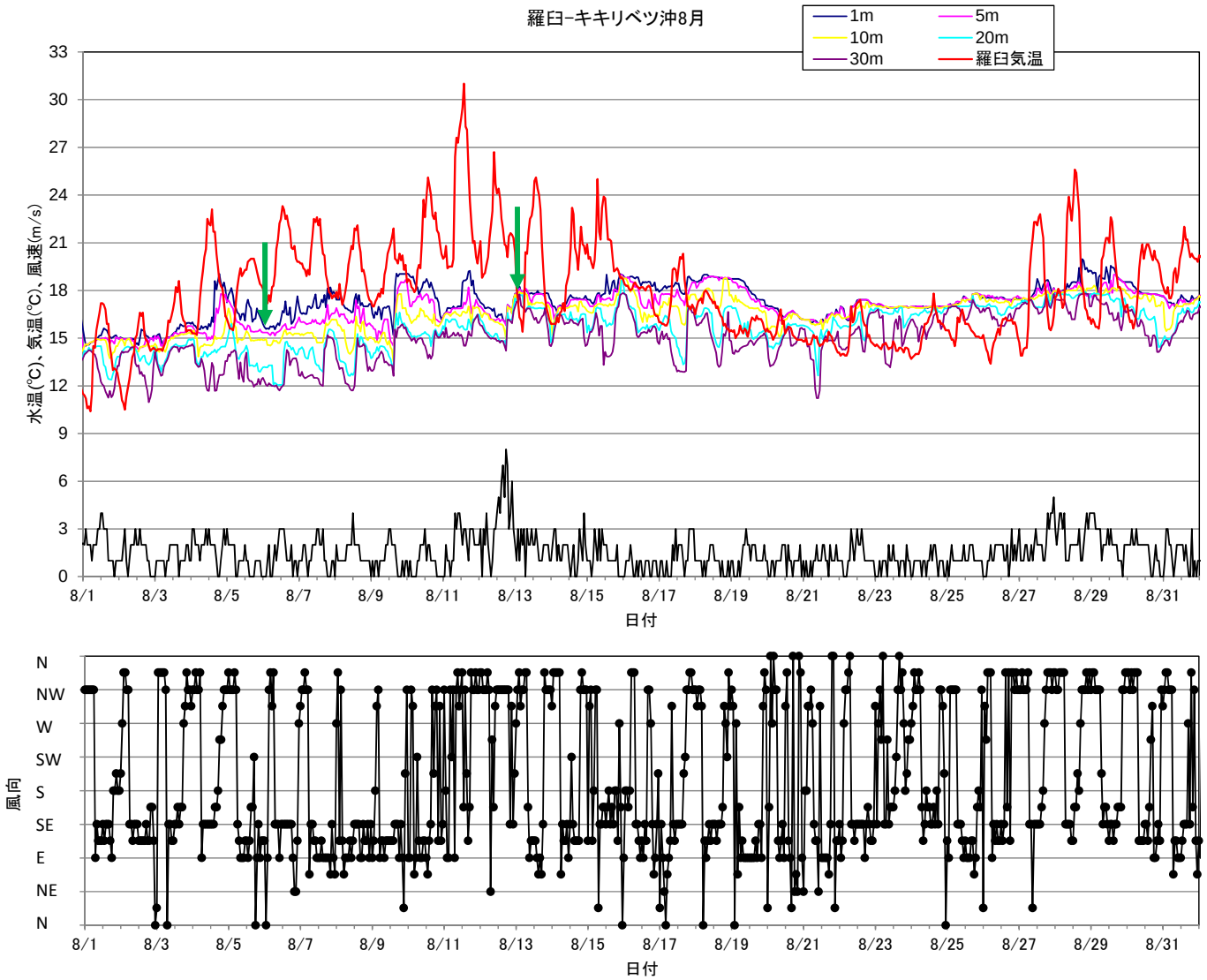



図-4.2.13　羅臼観測水温の鉛直分布(8 月)

(図中緑矢印は図-4.2.14 鉛直分布図化時刻)

図-4.2.13 によると、風速は概ね 3m/s 以下であり風は鉛直混合の駆動力としてさほど期待できないと考えられる。ただし、風速が 8m/s に達する 8 月 12 日には水温の鉛直分布が均一となったことから、強風による鉛直混合が発生したと考えられる。8 月 25 日にも底層の水温が上昇して水温鉛直分布が均一となったが、その際の風速は小さいことから、宗谷暖流の流入等が考えられる。その他の期間は概ね表層で高水温、底層で低水温となっており、比較的穏やかな海象条件で成層構造を示していたと考えられる。

また、8 月 15 日から気温が急激に低下し、表層水温との逆転が見られた。ただし、水温は熱容量が高いため数日遅れて低下が始まり、鉛直方向の水温差が小さくなった。この傾向は 8 月 27 日に気温が再度上昇するまで続き、その後は再び躍層の発達が見られた。これは穏やかな風況条件で気温が変化し、熱容量と鉛直混合が少ない状況により、水温が遅れて変化した現象と考えられる。

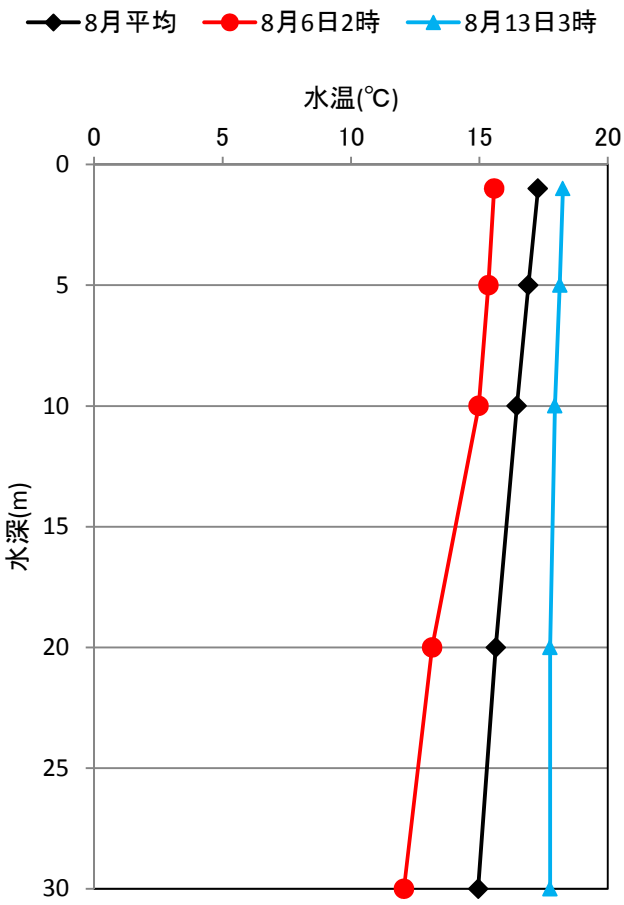



図-4.2.14　羅臼観測水温の鉛直分布(8 月)

(6)9 月の水温状況

図-4.2.15 に 9 月の水温および気温の経時変化を示す。この結果から羅臼沖の 9 月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

①水深 1m、5m の水温は 9 月中旬をピークとしてなだらかに上昇、低下した。これに対し水深 10m 以深は激しく上下した。表層水温も同時に上下するならば風による鉛直混合が要因と考えられるが、底層のみの上下については冷水塊の流入が考えられる。

②表層の水温は比較的安定しているのに対し、気温は 24℃程度から 9℃程度まで低下した。すなわち、海水の熱容量の高さを要因として、水温低下は気温低下に遅れて進行したと考えられる。

気象擾乱による鉛直混合を確認するため、アメダス羅臼風速観測結果を追加した経時変化図を図-4.2.16 に、図-4.2.17 に各層毎の 9 月平均水温、躍層が発達した時点(9 月 24 日 15 時)、鉛直混合が促進されている時点(9 月 10 日 18 時)の水温鉛直分布を示す。

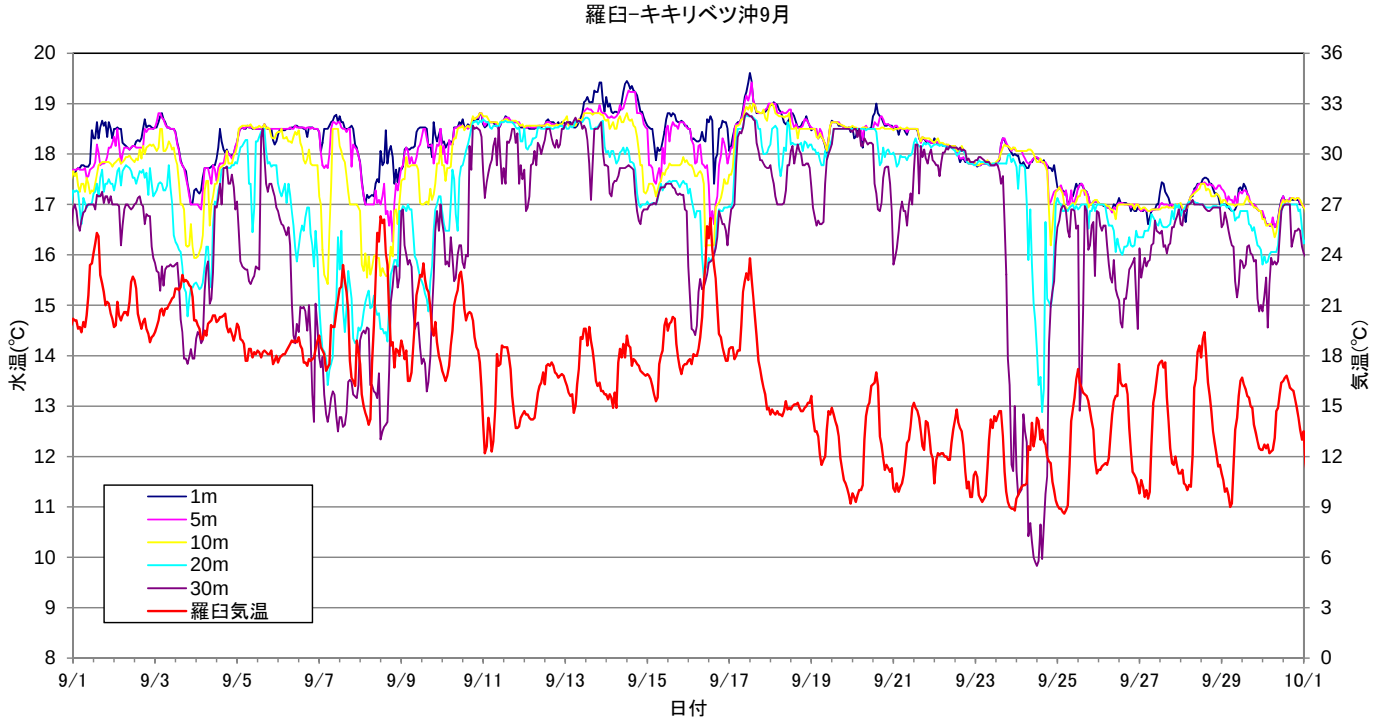



図-4.2.15　羅臼観測水温・気温の経時変化(9 月)

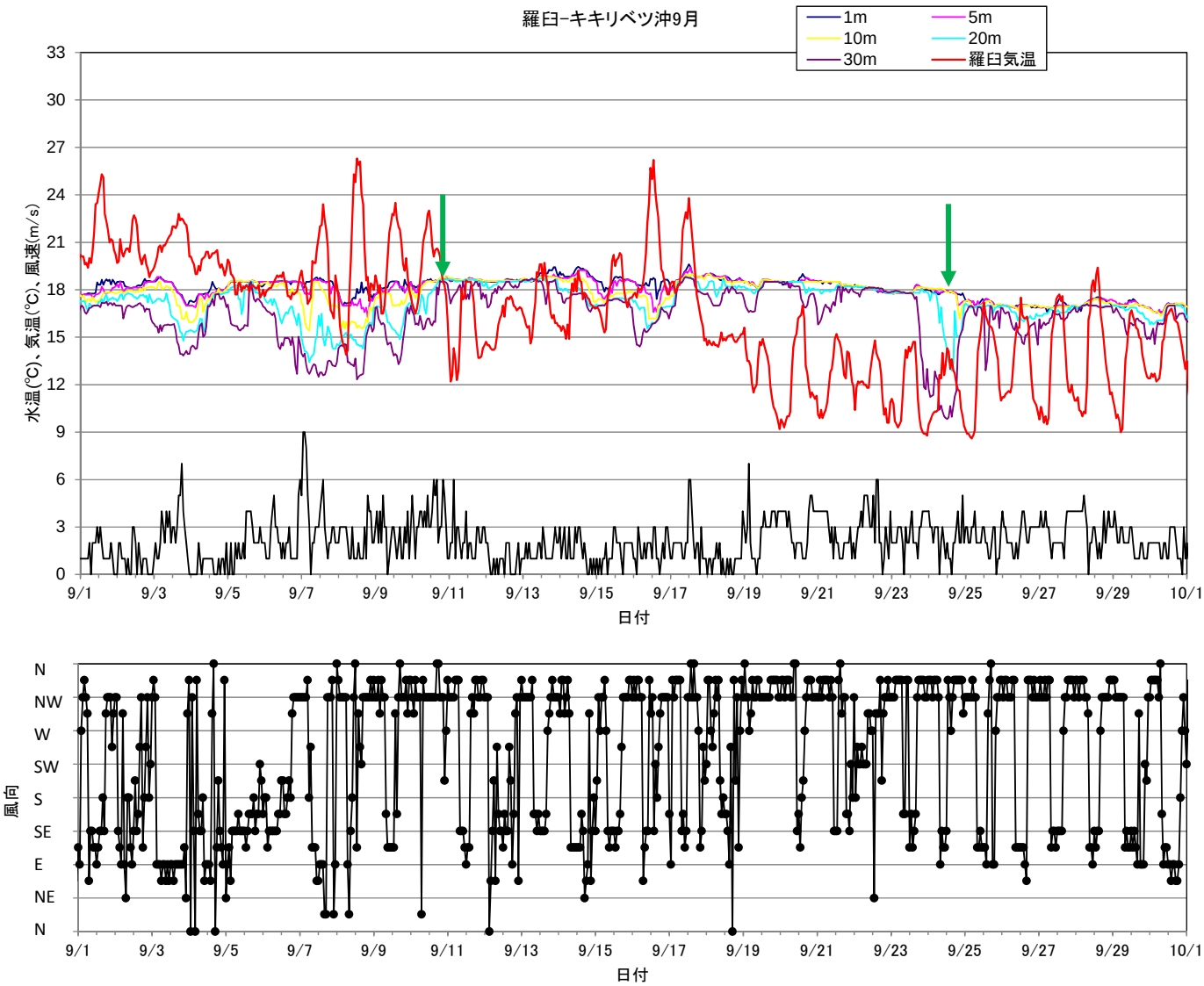



図-4.2.16　羅臼観測水温・気温・風速の経時変化(9 月)
(図中緑矢印は図-4.2.17 鉛直分布図化時刻)

図-4.2.16 によると、風速は概ね 3～5m/s 以下であり風は鉛直混合の駆動力としてさほど期待できないと考えられる。ただし、風速が 6m/s が続く 9 月 10 日には水温の鉛直分布が均一となったことから、強風による鉛直混合が発生したと考えられる。

端的な例は 9 月 24 日であるが、水深 20m、30m で水温が急低下するイベントが散見された。これは気温、風のイベントとの同期は見られないことから、冷水塊の流入によると考えられる。前掲の「続・日本全国沿岸海洋誌」p.499 によると、羅臼沖 9 月の水系構造としては水深 100m まで宗谷暖流水に占められ水温は水深 100m でも 12℃程度とされている。しかし、図-4.2.16 から明らかなように底層のみの水温低下イベントが複数回存在することから、冷水塊の流入が強く示唆される。

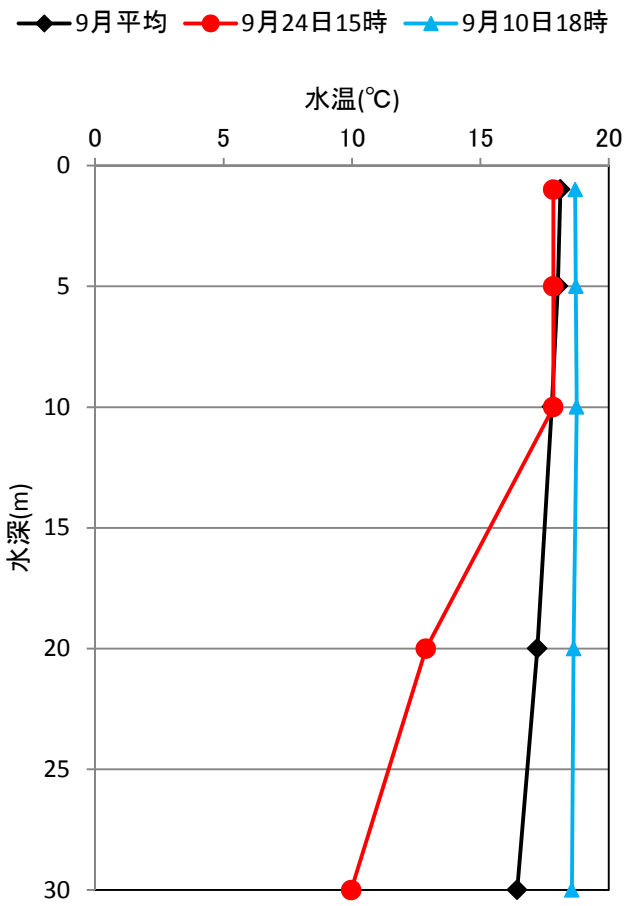



図-4.2.17　羅臼観測水温の鉛直分布(9 月)

(7)10 月の水温状況

図-4.2.18 に 10 月の水温および気温の経時変化を示す。この結果から羅臼沖の 10 月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

①表層の水温は 17℃程度から 10 月 17 日まで徐々に 12℃程度まで低下した。これは、前月からの気温低下に遅れて水温低下が進行したためと考えられる。

②10 月 17 日を境に表層から底層に至るまで水温は急激に低下し、上下を繰り返した。気温も 10 月 17 日からさらに低下していることから、気温低下と連動して水温が低下したと考えられる。

③表層水温に変化が見えなくとも、水深 20m、30m にて水温が低下するイベントが連続して生じており、冷水塊が断続的に流入したと考えられる。

気象擾乱による鉛直混合を確認するため、アメダス羅臼風速観測結果を追加した経時変化図を図-4.2.19 に、図-4.2.20 に各層毎の 10 月平均水温、躍層が発達した時点(10 月 8 日 9 時)、鉛直混合が促進されている時点(10 月 18 日 1 時)の水温鉛直分布を示す。

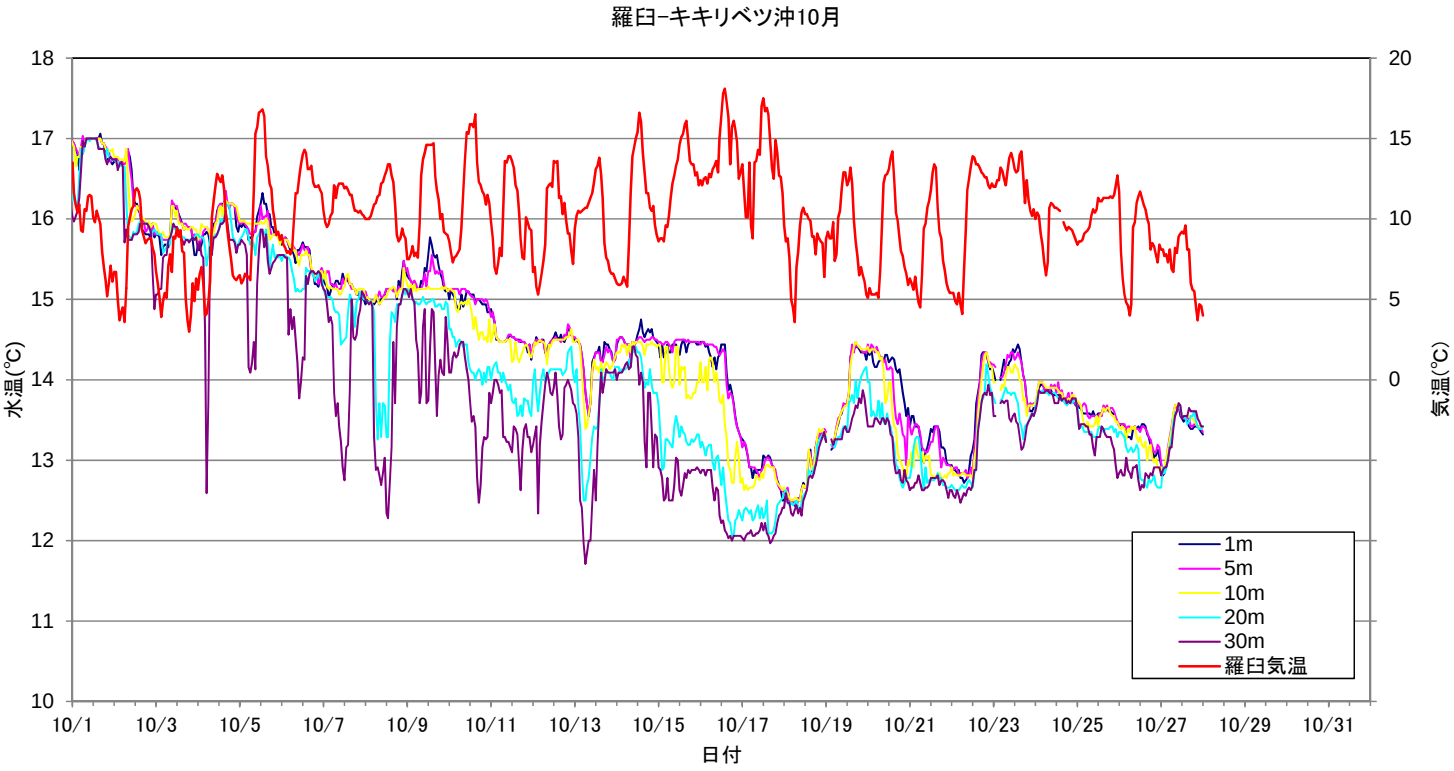



図-4.2.18　羅臼観測水温・気温の経時変化(10 月)

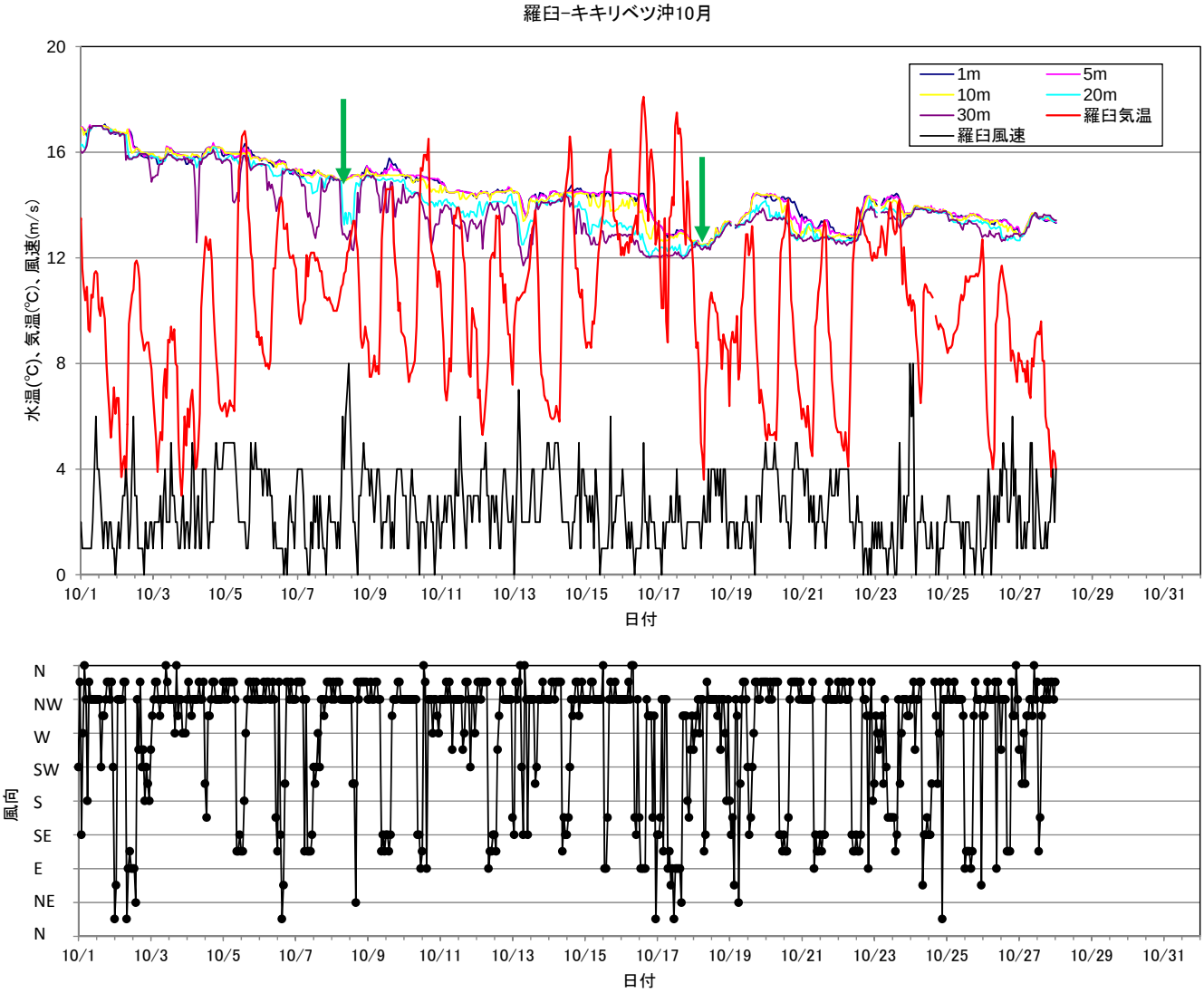



図-4.2.19　羅臼観測水温・気温・風速の経時変化(10 月)

(図中緑矢印は図-4.2.20 鉛直分布図化時刻)

図-4.2.19 によると、風速は概ね 4m/s 以下であり風は鉛直混合の駆動力としてさほど期待できない。10 月 13 日までに底層の水温が低下するイベントが多く出現しているが、風速が小さいことと表層の水温は低下していないことから、冷水塊の流入によると考えられる。

10 月 17 日を境に水温は鉛直方向に均一となるが、これは気温低下により表層の水温が底層と同程度まで低下したためと考えられる。10 月 24 日には風速 8m/s を記録し、同時期に鉛直水温分布が均一となっていることから、以後水温は鉛直に均一な分布のままに気温低下と同期して低下していくと考えられる。

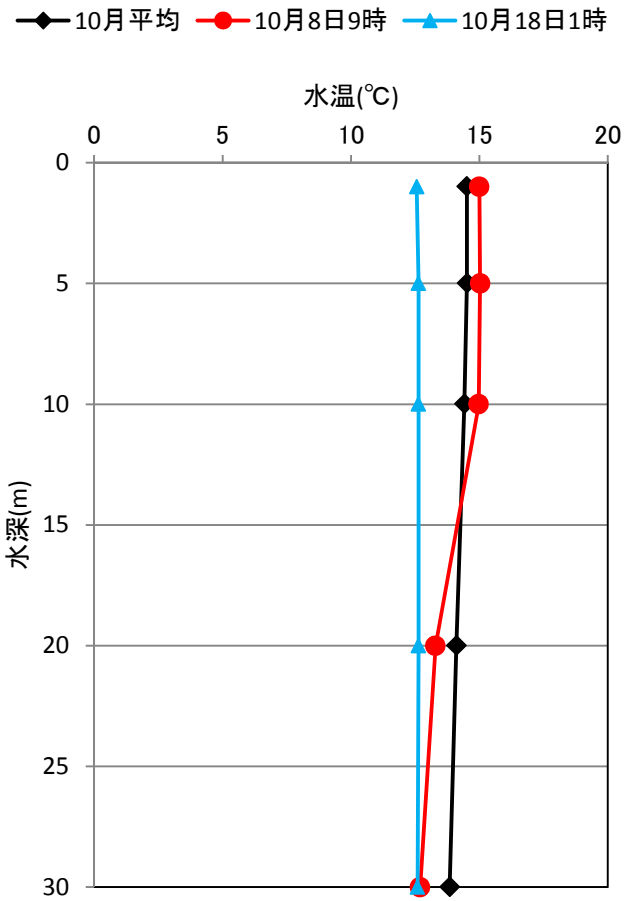



図-4.2.20　羅臼観測水温の鉛直分布(10 月)

## 4.3 知床半島沖における水温環境の取りまとめ

これまでに述べた羅臼沖の水温状況についてまとめると、おおよそ以下のとおりとなる。

(1)春期～夏期の水温上昇

1)気温上昇により表層水温が上昇する。

2)強風を駆動力とする鉛直混合にて底層の水温も表層と同一レベルまで上昇する。または、宗谷暖流流入により表層～底層全体の水温が均一に上昇する。

3)1)～2)が繰り返されることにより、水域全体の水温が上昇する。

※例：図-4.2.4、図-4.2.7

(2)夏期～秋期の水温低下

1)冷水塊の底層への流入により躍層発達。底層水温低下。

2)強風を駆動力とする鉛直混合、気温の低下により表層水温は底層と同一レベルまで低下。

3)1)～2)の繰り返しまたは2)単体にて、水域全体の水温が低下する。

※例：図-4.2.20

以上のように、羅臼沖においては、鉛直混合、宗谷暖流流入、冷水塊の流入が入り混じって水温を変化させていると考えられる。羅臼沖は急深な海底地形であることと、実際に水深350mから海洋深層水を取水していることもあり、冷水塊の存在は疑いえない。冷水塊の上昇が散見されるということは、栄養塩濃度が高い海洋深層水が定期的に湧昇している可能性が高く、羅臼沖の生態系の基礎生産を担っている可能性もある。

すなわち、冷水塊の上昇と鉛直混合のサイクルにより、底層から表層への栄養塩の供給およびそれによる植物プランクトンの増殖、表層から底層への酸素の供給がなされ、知床沿岸の豊かな海域生態環境が形成されている可能性がある。

以上から、本業務の結果は、気象擾乱による鉛直混合と冷水塊の湧昇が、知床半島海域の生態系を維持する基礎的な役割を持つ示唆であると考えられる。

## 5.まとめ

本業務の実施内容および、業務を通じて生じた問題点や今後の課題、結果を表-5.1に示す。

表-5.1　業務の内容と今後の課題のまとめ

| 作　業　内　容 | 今後の課題、結果 |
|---|---|
| 業務実行に当たり事前の打ち合わせを羅臼にて行った。 | 特に問題なし。 |
| 観測ブイを設置し、観測ブイ設置に立ち合った。 | 特に問題なし。 |
| ブイの清掃作業を実施した。 | 観測期間中に一回程度はこのように機器の状況を目視点検行うことが望ましい。 |
| 10月28日からデータ通信が停止し1週間程度様子を見たが、通信の復活はなかったため、観測を打ち切った。 | メーカーの見解としては電源系統の浸水により電源が漏電したため急撃な電圧低下が起こり、通信が停止したとしている。<br>本ブイのデータ通信はNTTのサービス終了にともない、来期より使用できなくなる。そのため新しいブイシステムの選定を検討する必要がある。 |
| 漁業協同組合と日程を調整の上、ブイを12月15日に回収し、12月16日に解体、点検・清掃を実施。 | 特に問題なし。 |
| 水温調査結果をとりまとめ、知床半島海域の海洋環境について考察した。 | ①水温の変化は概ね気温と同期する。<br>②高気温時は躍層が発達するが、高風速等気象擾乱により鉛直混合が促進されると共に、宗谷暖流の流入により水温鉛直分布は均一になる。<br>③冷水塊の流入により底層水温が低下し躍層が発達する現象も散見される。<br>④躍層発達と鉛直混合が繰り返されることで表層から底層までの全体の水温が気温に同期して変化する。 |
| 今後のデータ活用について検討した。 | 水温観測結果は水産業には有用であるが、それだけでは知床半島の海洋環境の検討には不十分であり、流速やクロロフィルa等の観測も行うことが望ましい。 |