

平成 22 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 23 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. 業務実施方法	8
3.1 打ち合わせ	8
3.2 作業前準備	12
3.3 海洋観測ブイの設置	14
3.4 海洋観測ブイの維持管理	23
3.5 海洋観測ブイの回収	26
3.5.1 海洋観測ブイの回収内容と方法	26
3.5.2 海洋観測ブイの回収結果	28
3.6 海洋観測ブイ回収後の搬送、総点検	30
3.6.1 海洋観測ブイ回収後の搬送、総点検方法	30
3.6.2 海洋観測ブイ回収後の搬送、総点検結果	30
4. 業務実施結果	32
4.1 データ整理の概要	32
4.2 ウトロ観測データの整理と検討	33
4.3 羅臼観測データの整理と検討	44
4.4 知床半島における水温環境の取りまとめ	58
5. データの活用状況、活用可能性の検討	59
6. まとめ	61

【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 22 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水域であり、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、塩分、クロロフィル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 18 年度及び平成 19 年度に整備した海洋観測ブイ 2 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ウトロ沖、羅臼沖に合計 2 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それぞれウトロ漁業協同組合、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

水温の変化は概ね気温と同期する。

高気温時は躍層が発達するが、高波浪や高風速等気象擾乱により鉛直混合が促進され水温鉛直分布は均一になる。

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。

6) 今後の予定

平成 23 年度も実施。

7) その他

特になし。

【用語解説】

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。

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(値が急に変わる部分)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。

2.業務概要

2.1 業務名

平成 22 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、塩分、クロロフィル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 18 年度及び平成 19 年度に整備した海洋観測ブイ 2 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 21 年 4 月 15 日～平成 22 年 3 月 25 日

2.4 業務箇所

業務箇所は、図-2.4.1 に示す北海道斜里郡斜里町ウトロ沖および北海道目梨郡羅臼町キキリベツ沖である。

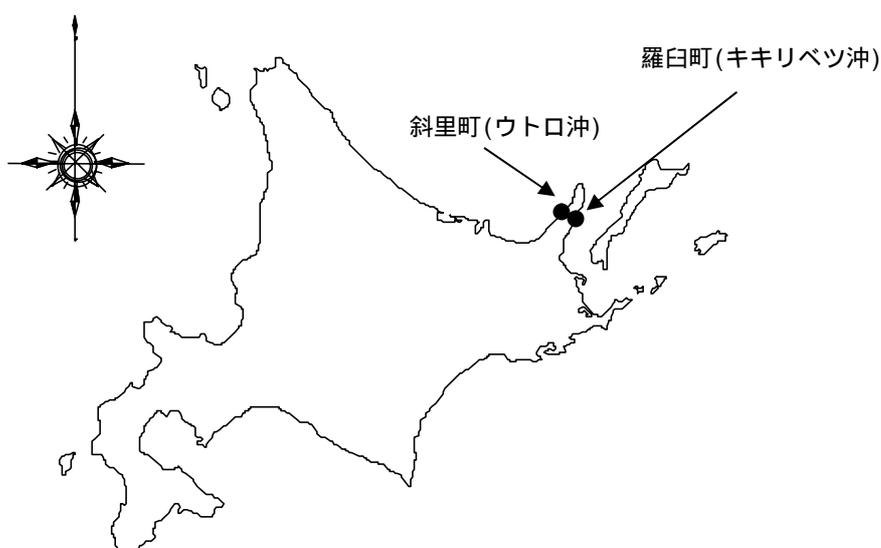


図-2.4.1 業務箇所

2.5 業務フロー

本業務の業務フローを図-2.5.1 に示す。

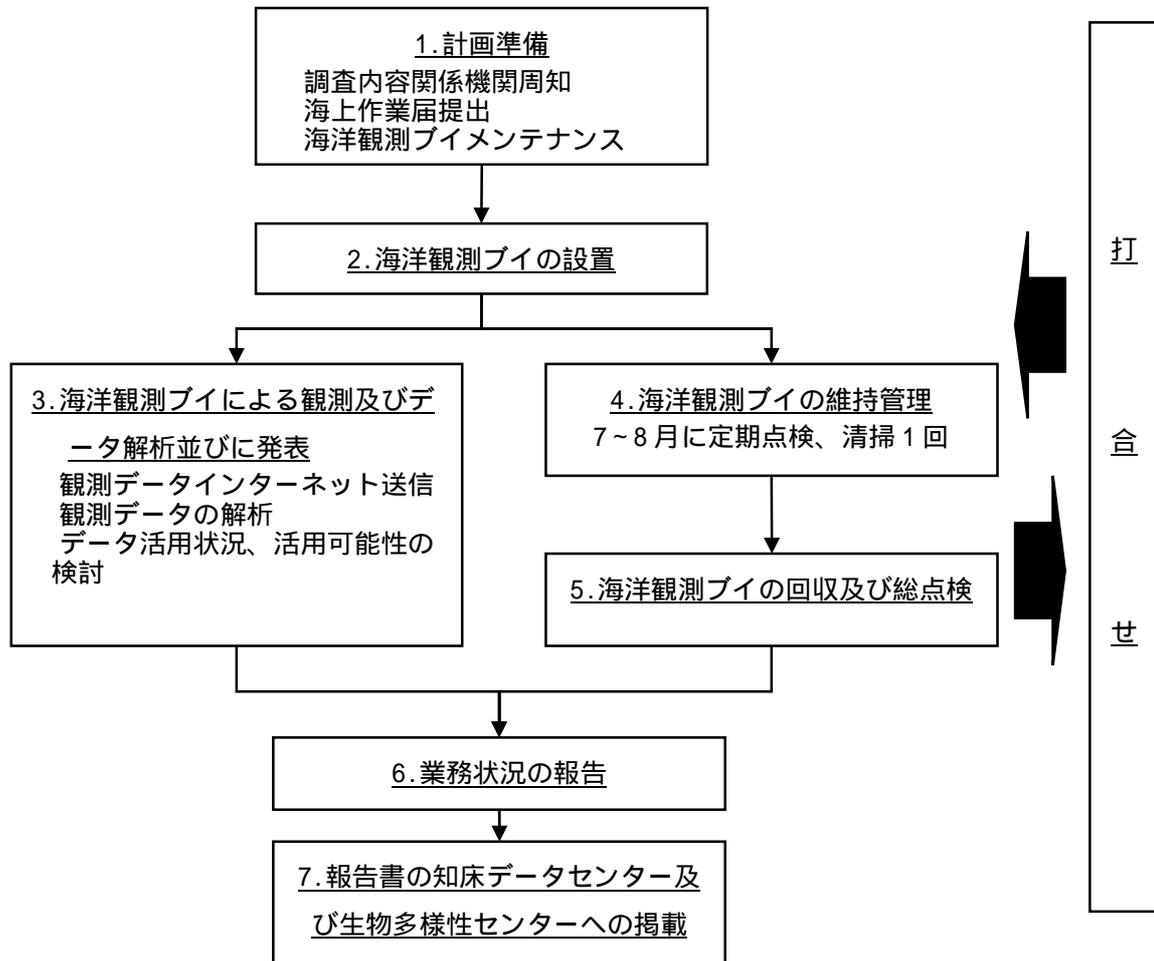


図-2.5.1 業務フロー

2.6 作業組織体制

本業務の組織体制を図-2.6.1 に示す。

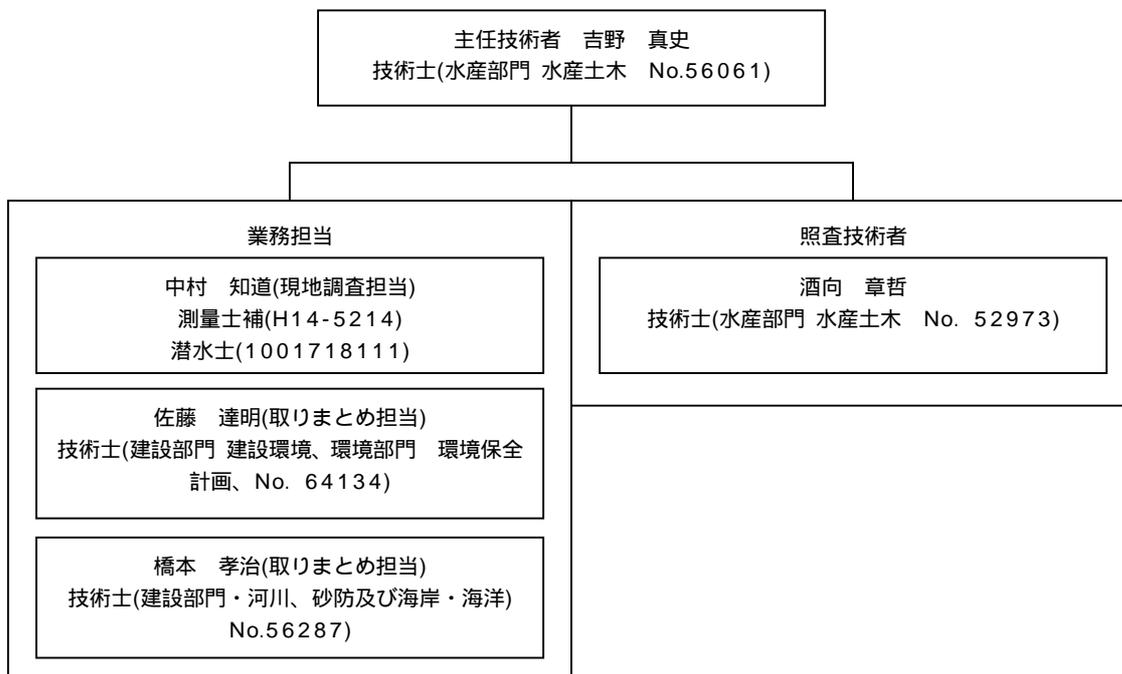


図-2.6.1 作業組織体制

2.7 調査項目

本業務で実施した内容を表-2.7.1 に示す。

なお、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)2 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 2 基のうち、1 基を斜里町ウトロ沖に、1 基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。

ウトロ沖(以下ウトロ側)の海洋観測ブイは、平成22年5月18日に設置、平成22年10月7日に回収し、平成22年12月20日に撤去した。また、観測期間中の平成22年7月23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。

キキリベツ沖(以下羅臼側)の海洋観測ブイは平成22年5月20日に設置、平成22年12月21日に回収、撤去した。また、観測期間中の平成22年9月15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22年 4月19日	初回打合せ
ウトロ観測	設置	平成22年 5月18日	
	点検	平成22年 7月23日	
	回収	平成22年 10月7日	8月27日に通信断絶、復旧の見込みがないため回収
	撤去	平成22年12月20日	ブイ解体
羅臼観測	設置	平成22年 5月20日	
	点検	平成22年 9月15日	
	回収	平成22年12月21日	10月15日に通信断絶、復旧の見込みがないため回収
	撤去	平成22年12月21日	ブイ解体

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 5/18		点検 7/23	通信断絶 8/27		回収 10/7		解体 12/20			
ウトロ側		■	■	■	■	■	■		■			
羅臼側		設置 5/20				点検 9/15	通信断絶 10/15		回収・解体 12/21			
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について、ウトロ自然環境事務所で打ち合わせを行った。

表-3.1.1 打合せ記録(ウトロ側の設置前打合せ)

日時：平成 22 年 4 月 19 日(10:00～11:30)
場所：ウトロ自然環境事務所(知床世界遺産センター内)
出席者： (環境省) 三宅自然保護官、野川上席自然保護官、中村自然保護官 (ウトロ漁協) 山本課長 (アルファ水工コンサルタンツ) 吉野、中村
1.設置・回収時期について ・サケ稚魚放流の好適水温を確認するため、できるだけ連休前に投入する(合意事項)。 ・上架していた漁船は既に降ろしてあり、調査協力に問題は無い(ウトロ漁協)。 ・回収時期は漁が終了してから上架するまでの期間とし、詳細は漁協と協議して決定する(合意事項)。 2.海洋観測ブイについて ・デジタルセンサである水温×2、塩分×1、流速×2が故障中であり、修理完了は6月以降となる。そのため、連休前投入はアナログセンサである水温×6のみで行い、修理完了次第デジタルセンサを改めて設置・投入する(合意事項)。 ・6月の再投入は仕様に無いので、必要に応じて設計増を検討する(発注者)。 ・デジタルセンサの修理方法は複数あるので、受注者が手法の内容と費用を整理して発注者に提示する(合意事項)。 ・設置位置は昨年度と同位置とする(発注者)。 ・海洋観測ブイに必要な資材は昨年度使った物が概ね残っており、利用可能である(山本課長)。 ・事故防止のために、点滅灯とリフレクターをブイに設置する(合意事項)。

表-3.1.2 打合せ記録(羅臼側の設置前打合せ)

日時：平成 22 年 4 月 20 日(13:00～15:00)
場所：羅臼漁業協同組合
出席者： (環境省) 三宅自然保護官、中川自然保護官 (ウトロ漁協) 石亀部長、菊池課長、大滝係長 (アルファ水工コンサルタンツ) 吉野、中村
<p>1. 設置・回収時期について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 設置は 4/28 に仮決定とするが、海象条件等で不可能ならば連休後とする(合意事項)。 ・ 傭船は、組合の調査船を出せる。ただし、連休明け 5/10 の週は組合の調査が入っているので使えない(羅臼漁協)。 ・ 回収時期は 12/20 前後を予定するが、秋サケ漁と上架の関係から、漁協と協議して決定する(合意事項)。 <p>2. 海洋観測ブイについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 設置位置は昨年度と同位置とする(発注者) ・ 海洋観測ブイに必要な資材は昨年度使った物が概ね残っており、利用可能である(菊池課長)。 ・ 事故防止の点滅灯とリフレクターは既にブイに設置してある(菊池課長)。

表-3.1.3 打合せ記録(設置前準備での打合せ)

日時：平成 22 年 5 月 16 日
場所：電話
出席者： (環境省) 三宅自然保護官 (アルファ水工コンサルタンツ) 中村
<p>1. デジタル構成センサの不具合について(羅臼ブイ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 15 日～羅臼漁業組合にて設置準備のための観測ブイの組み立て作業をおこなっていたところデジタル制御されている水温・塩分センサが作動しないことがわかり、メーカー担当者に対応させたが原因が特定できなかった(1～2日設置を遅らせても直るものではない、漁業組合としては水温センサだけでよいとのこと)。 ・ 対策を三宅自然保護管と協議し、とりあえず設置日が迫っているので水温センサだけの仕様に改造し、予定日にブイを設置することとした(合意事項)。

表-3.1.4 打合せ記録(ブイの通信断絶による今後の方針について)

日時：平成 22 年 9 月 6 日
場所：電話
出席者：（環境省） 三宅自然保護官 （アルファ水工コンサルタンツ）中村
<p>1. 8月27日に通信が断絶したブイについて(ウトロブイ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メーカーのリモート点検により通信断絶の原因はバッテリー切れであることがわかり、一度ブイを回収してバッテリー交換後再投入するかについて協議をした。 ・ウトロ漁業組合としては今後サケ定置網の最盛期となるため回収、再設置を漁業者をお願いすることが難しいため、本年度はこのまま回収したいという意向である。 ・環境省としては漁業組合の意向を尊重し、漁業組合の都合の良い時にブイを回収する(合意事項)。

表-3.1.5 打合せ記録(ブイの通信断絶による今後の方針について)

日時：平成 22 年 10 月 28 日
場所：電話
出席者：（環境省） 三宅自然保護官 （アルファ水工コンサルタンツ）中村
<p>1. 10月15日に通信が断絶したブイについて(羅臼ブイ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・羅臼ブイも10月15日に通信が断絶した。海流によりブイが水中に潜っている可能性もあったのでしばらく様子を見たが通信が回復する見込みがないのでメーカーがリモート点検したところ、通信断絶の直前に電圧が急激に下がったことがわかり、原因はバッテリー切れである可能性が高いことがわかった。 ・環境省、羅臼漁業組合と協議した結果、回収 点検 再設置はおこなわず、漁業組合と日程を協議した上で回収することとした(合意事項)。

表-3.1.6 打合せ記録(ブイの点検・整備について)

日時：平成 23 年 3 月 18 日
場所：電話
出席者：（環境省） 三宅自然保護官 （アルファ水工コンサルタンツ） 中村
1. 羅臼ブイの点検整備について ・点検中の羅臼ブイについて現在の観測水深 1m、10m、15m、20m、30m、35m を 1m、5m、10m、20m、30m に仕様変更し来期運用する。 ・メーカーに水深変更を指示した。水温センサの仕様変更作業は今期メンテナンス契約の中で実施する。しかし基地局のデータベース等の変更作業に 5 万円程度費用が発生する（合意事項）。

3.2 作業前準備

ウトロ側、羅臼側それぞれの作業前に、網走海上保安署、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 22 年 4 月 23 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 22 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 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。 種類:海洋観測ブイ設置
2. 期間及び時期	平成 22 年 4 月 23 日から平成 23 年 1 月 31 日まで 上記期間中、日の出から日没まで
3. 区域又は場所	付図-1 に示す北海道日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) (2)安全管理計画 (別紙-3 のとおり) (3)施工管理計画 (別紙-4 のとおり) (4)緊急連絡系図 (別紙-5 のとおり) (5)海技免許 (別紙-6 のとおり) (6)船舶検査証 (別紙-7 のとおり) (7)潜水士免許 (別紙-8 のとおり) (8)周知事実 (別紙-9 のとおり) (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 釧路市幸町 10 番 3 号 釧路地方合同庁舎 4 階 TEL : 0154-32-7500 業務監督官 三宅 悠介
7. 連 絡 先	株式会社 アルファ水工コンサルタンツ 札幌市西区発寒 9 条 14 丁目 516-336 TEL : 011-662-3331 FAX : 011-662-3408 業務担当者 中村 知道
	

海上作業届

平成 22 年 4 月 20 日

網走海上保安署長 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 22 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 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。 種 類:海洋観測ブイ設置
2. 期間及び時期	平成 22 年 4 月 23 日から平成 23 年 1 月 31 日まで 上記期間中、日の出から日没まで
3. 区域又は場所	付図-1 に示す北海道斜里郡斜里町ウトロ沖
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) (2)安全管理計画 (別紙-3 のとおり) (3)施工管理計画 (別紙-4 のとおり) (4)緊急連絡系図 (別紙-5 のとおり) (5)海技免許 (別紙-6 のとおり) (6)船舶検査証 (別紙-7 のとおり) (7)潜水士免許 (別紙-8 のとおり) (8)周知事実 (別紙-9 のとおり) (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 釧路市幸町 10 番 3 号 釧路地方合同庁舎 4 階 TEL : 0154-32-7500 業務監督官 三宅 悠介
7. 連 絡 先	株式会社 アルファ水工コンサルタンツ 札幌市西区発寒 9 条 14 丁目 516-336 TEL : 011-662-3331 FAX : 011-662-3408 業務担当者 中村 知道

届出書記載内容を遵守し、事故防止に万全を期すること。



3.3 海洋観測ブイの設置

観測ブイ 1 基を斜里町ウトロ沖に、また、もう 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。

図に示すように、観測ブイはウトロ側に 1 地点、羅臼側に 1 地点設置した。

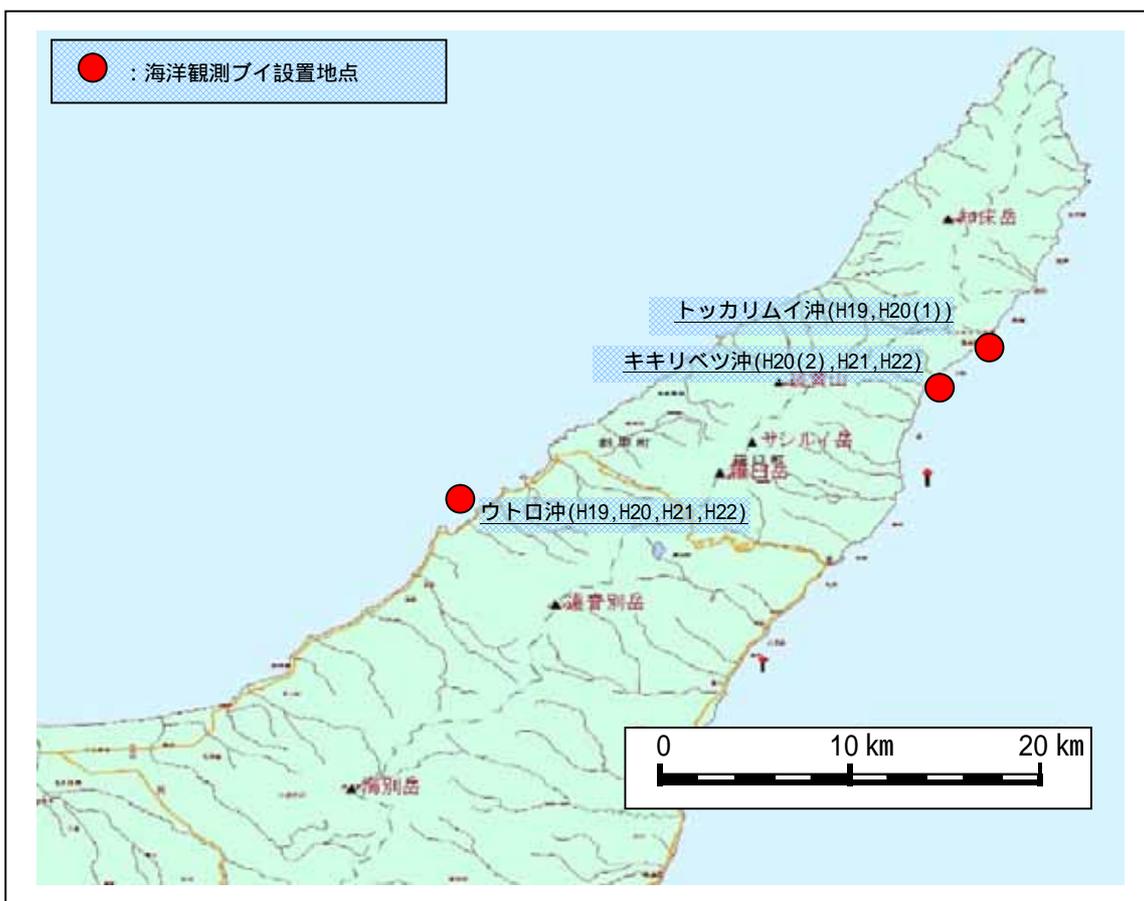


図-3.3.1 海洋観測ブイ設置位置

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
ウトロ側	斜里 - ウトロ沖	N44°03'30"	E144°56'40"	7号定置付近 水深 50m
羅臼側	羅臼 - キキリベツ沖	N44°07'30"	E145°16'16"	キキリベツ沖 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～図-3.3.3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。

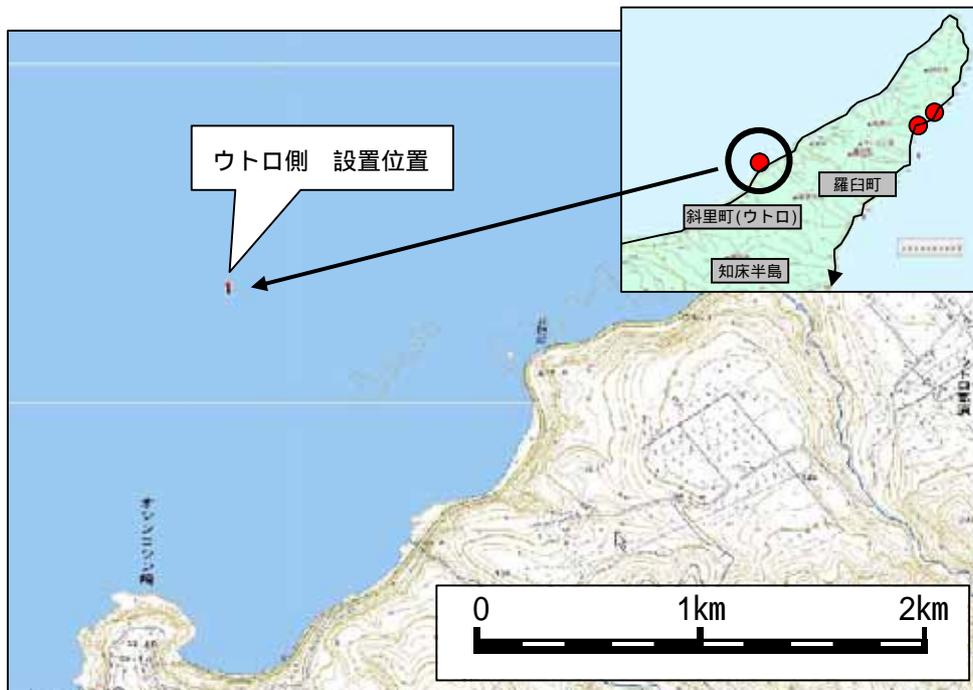


図-3.3.2 観測ブイ設置箇所周辺の地形(ウトロ側(ウトロ沖))

ウトロ沖の観測期間は平成22年5月18日～平成22年8月27日である。

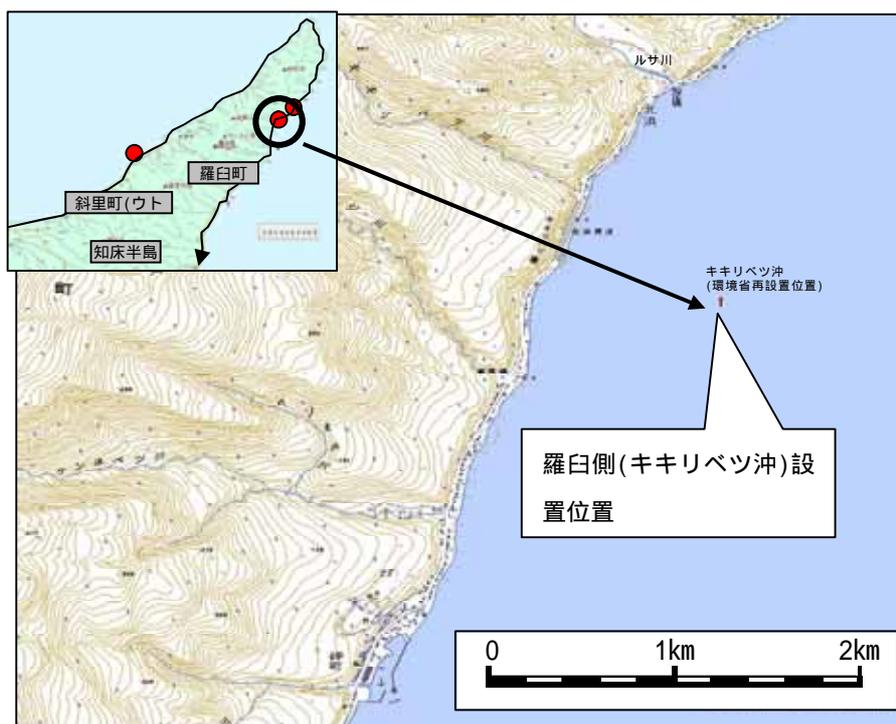


図-3.3.3 観測ブイ設置箇所周辺の地形(羅臼側(キキリベツ沖))

キキリベツ沖の観測期間は平成 22 年 5 月 20 日～平成 21 年 10 月 15 日である。

(2)設置日

ウトロ側には平成 22 年 5 月 18 日、羅臼側には平成 22 年 5 月 20 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 層の水溫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、流向流速・塩分・クロロフィルセンサの故障のため観測できなかったほか、当該センサに付属する水溫センサも同様に使用不可能となったため、前年度と比して水溫もウトロで水深 5m、20m、羅臼で水深 5m、25m で観測できなかった。すなわち、本年度はアナログ水溫センサのみの観測となった。これら経緯については下記のとおりである。

【ウトロ】

ウトロ用のデジタルセンサは受注前より故障しており、当初修理完了が 6 月以降となるため、最初はアナログセンサである水溫観測のみで行い、修理完了次第デジタルセンサを改めて設置する予定であった。しかし、後にデジタル基盤が修理できないことがわかり、基盤を交換するとなると費用が大きくなる上、確実に復旧する保証がないため、協議の結果アナログ水溫センサによる水溫観測に仕様変更した。

【羅臼】

羅臼用デジタルセンサは設置準備段階で水温・塩分センサ 2 台が作動しないことが発覚し、原因が特定できず急遽協議の上、水温センサのみの水温観測に仕様変更した。

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-3.3.4 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	設置箇所	水温	流向・流速	塩分	クロロフィル
19 年度	ウトロ側	5、10、15、20、25、30、35m	5、20m	5m	5m
	羅臼側	5、10、15、20、25、30、35m	なし	5、35m	5、35m
20 年度	ウトロ側	1、5、10、15、20、25、30、35m	5、20m	5m	5m
	羅臼側	1、5、10、15、20、25、30、35m	なし	5、25m	5、25m
21 年度	ウトロ側	1、5、10、15、20、25、30、35m	5、20m	5m	5m
	羅臼側	1、5、10、15、20、25、30、35m	なし	25m	5、25m
22 年度	ウトロ側	1、10、15、25、30、35m	なし	なし	なし
	羅臼側	1、10、15、20、30、35m	なし	なし	なし

注)比較のため平成 19～21 年度の観測層も併せて示した。

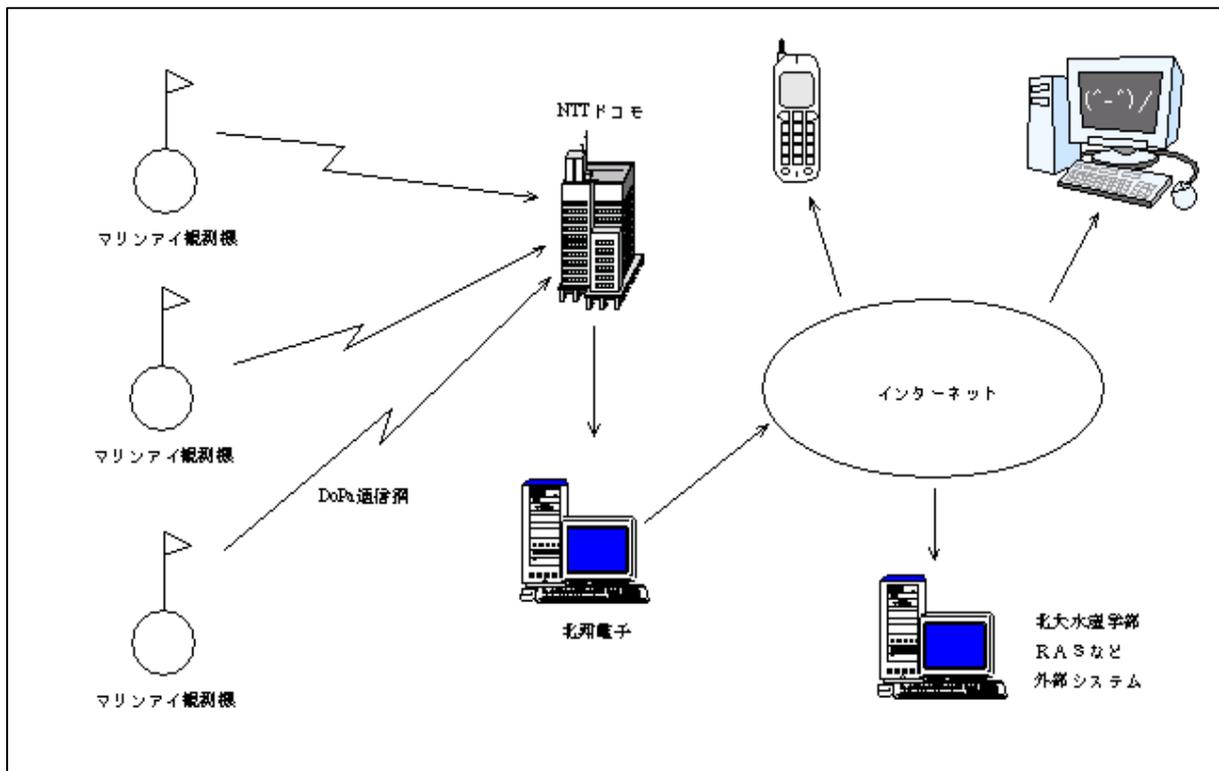


図-3.3.4 データ通信の模式図(マリナイ HP より)

観測ブイの構造模式図を図-3.3.5、図-3.3.6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、その後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、ウトロ漁協および羅臼漁協倉庫である。フロート部の構造は、図-3.3.7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。

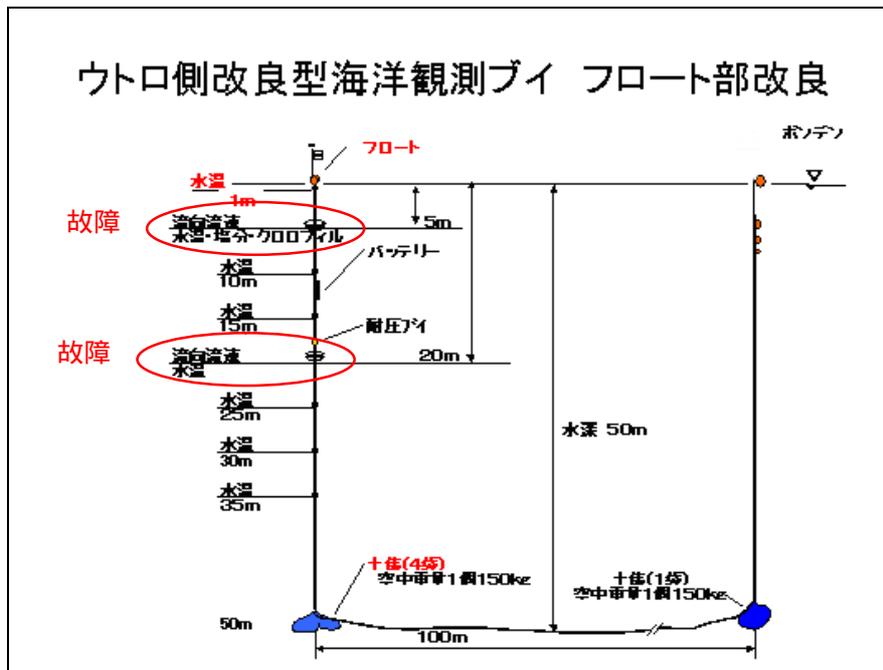


図-3.3.5 観測ブイ構造模式図(ウトロ側)

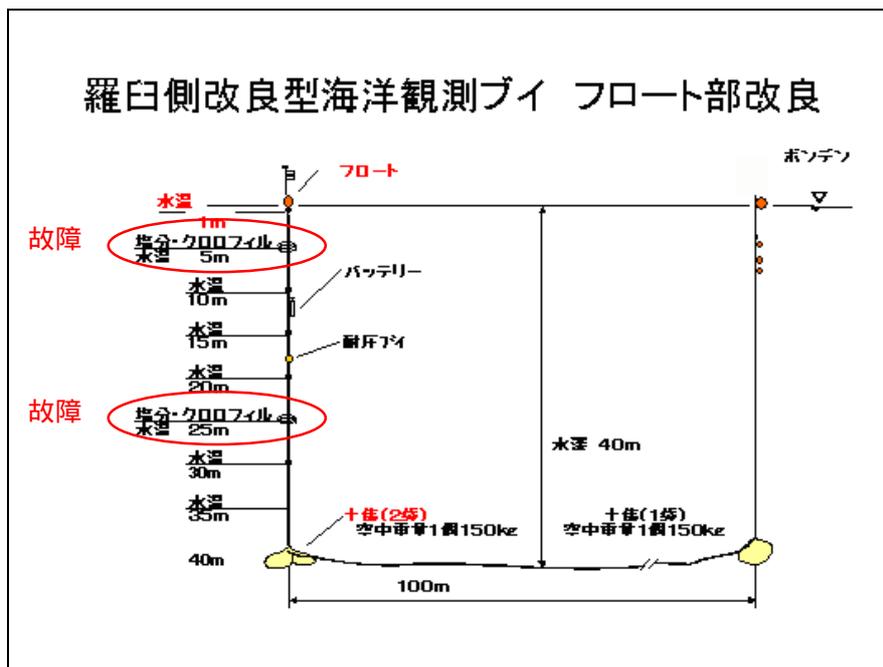
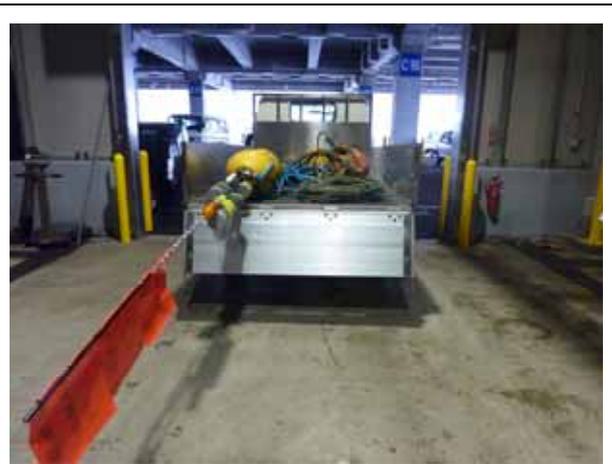


図-3.3.6 観測ブイ構造模式図(羅臼側)



ウトロ側



羅臼側

写真-3.3.1 観測ブイ 設置前保管状況

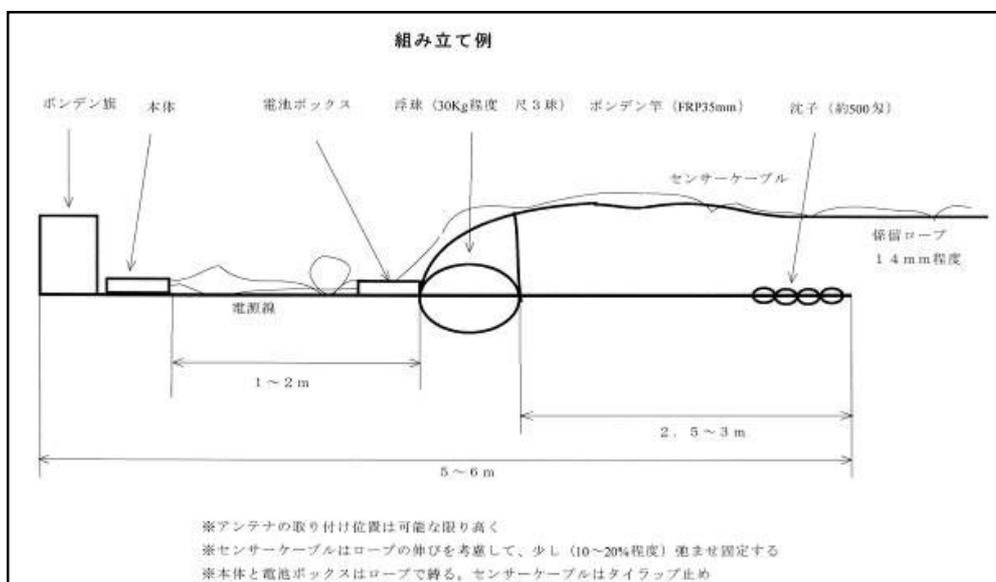


図-3.3.7 観測ブイ フロート部の構造模式図



ウトロ側



羅臼側

写真-3.3.2 観測ブイ フロート部の概観



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(ウトロ約 600kg、羅臼約 200kg)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～写真-3.3.5に示す。

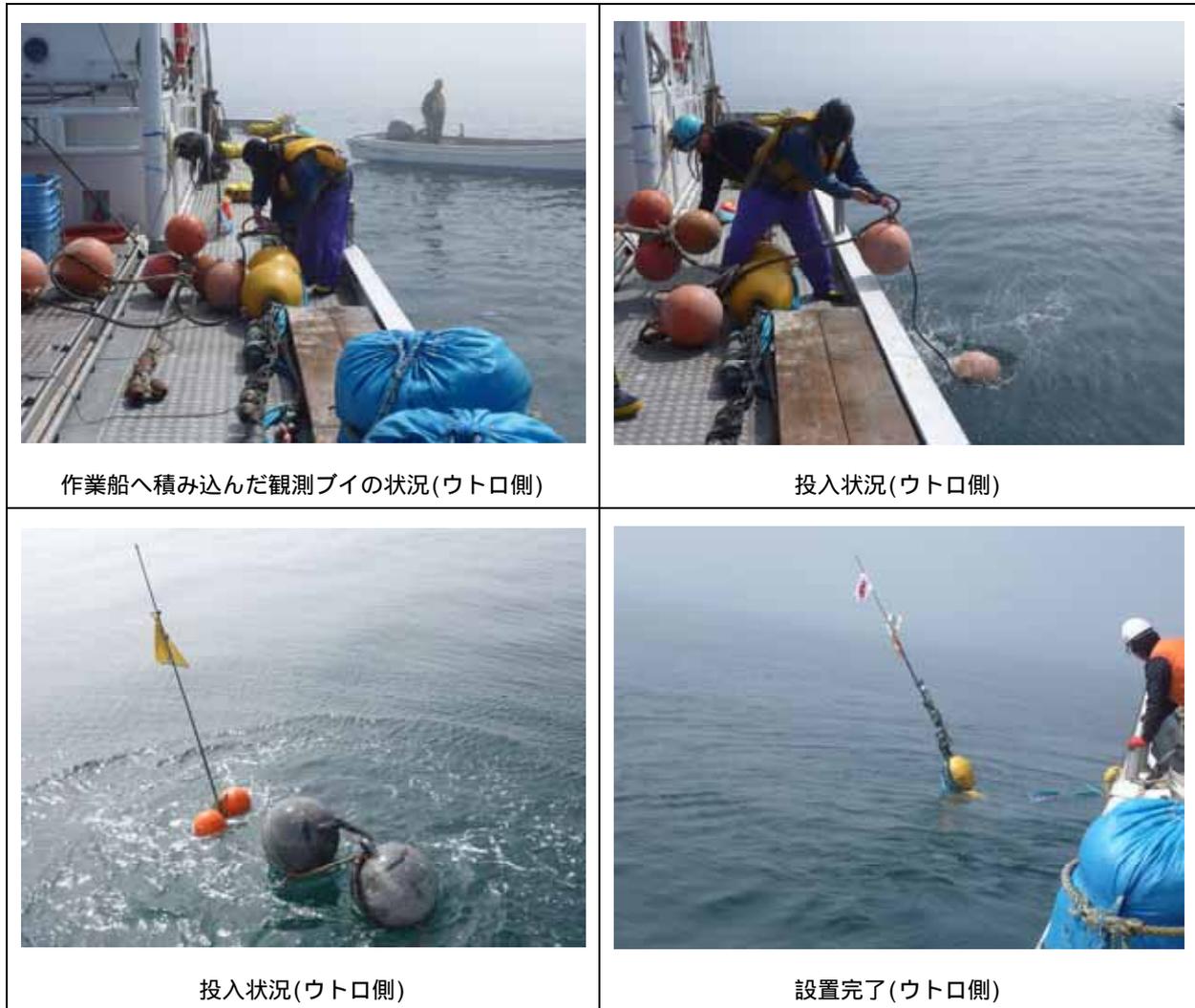


写真-3.3.4 ウトロ側設置状況(平成 22 年 5 月 18 日)



作業船へ積み込んだ観測ブイの状況(羅臼側)



投入状況(羅臼側)



投入状況(羅臼側)



設置完了(羅臼側)

写真-3.3.5 羅臼側設置状況(平成 22 年 5 月 20 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、ウトロ側1地点(図-3.3.2参照)で、点検、清掃を行った。

時期：7月23日(ウトロ側)、9月15日(羅臼側)

(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、付着生物を除去した。

(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

・ウトロ

ウトロ側観測ブイは7月11日にデータの更新がされなくなった。本海域は非常に海流が早いため観測ブイ本体が海中に沈んでいる可能性が高いためしばらく様子を見たが、一週間以上たってもデータ更新がされなかったため、発注者と協議した上で中間点検を前倒しし、7月23日中間点検を実施した。

点検の結果、観測ブイが5m程度海中に引き込まれ引っ掛かっている状態であった。潜水作業により観測ブイ本体が通常どおり水面に浮くように作業を実施し、観測ブイ本体とセンサ部の付着物除去を行った。現地にてデータ更新が問題なく更新されたことを確認し点検完了とした。

・羅臼

9月15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付着物の除去を実施した。

7月23日の作業状況を写真-3.4.1、9月15日の作業状況を写真-3.4.2に示す。



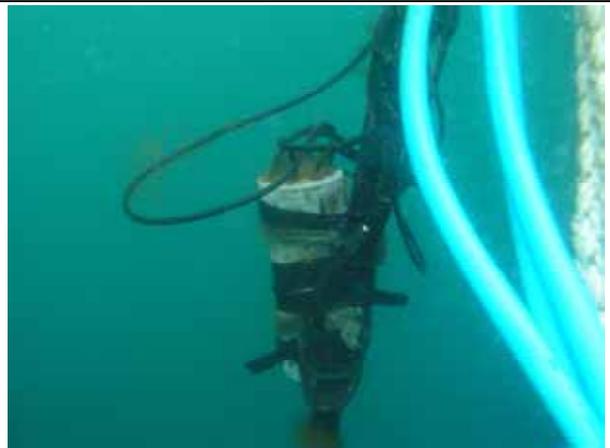
点検前ブイ本体状況(沈んでいる)



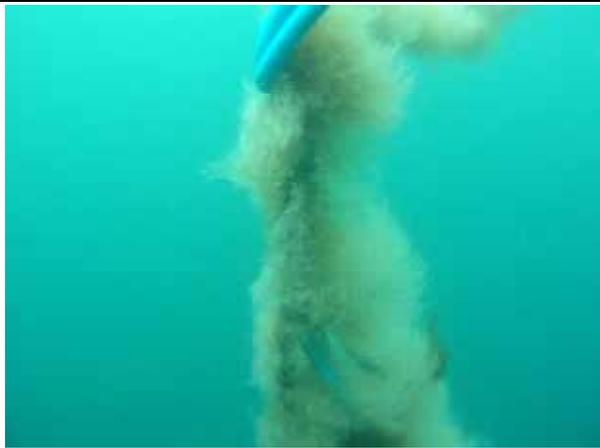
点検後ブイ本体状況(水中から引上)



ブイ本体の状況(清掃前)



ブイ本体の状況(清掃後)



ケーブル・センサの状況(清掃前)



ケーブル・センサの状況(清掃後)

写真-3.4.1 観測ブイ清掃作業(ウトロ側 平成22年7月23日)



観測ブイ本体状況(点検前)



観測ブイ本体状況(点検後)



観測ブイ本体(清掃前)



観測ブイ本体(清掃後)



ケーブル・センサの状況(清掃前)



ケーブル・センサの状況(清掃後)

写真-3.4.2 観測ブイ清掃作業(羅臼側 平成 22 年 9 月 15 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ウトロ側 1 地点、羅臼側 1 地点で回収を行った。回収位置は設置されている羅臼キキリベツ沖(図-3.3.3)、ウトロ沖(図-3.3.2)の観測ブイ設置位置である。

(2)回収時期

ウトロ側：平成 22 年 10 月 7 日

羅臼側：平成 22 年 12 月 21 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。

1)ウトロ側

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ウトロ漁業協同組合施設にて解体作業を実施した。

2)羅臼側

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。

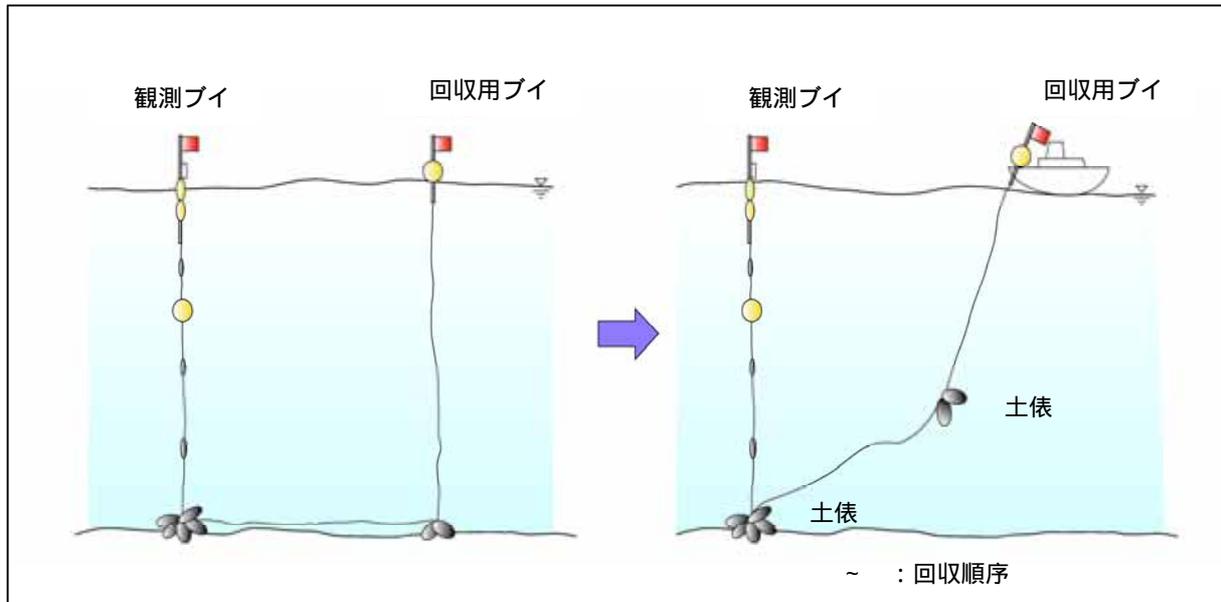


図-3.5.1 回収作業模式図

(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

ウトロ側の観測ブイ回収状況を写真-3.5.1 に、羅臼側の観測ブイ回収状況を写真-3.5.2 に示す。



写真-3.5.1 観測ブイ回収作業状況(ウトロ側)



回収前観測ブイ状況



回収用標識ブイ状況



陸揚げした観測ブイの状況



観測ブイの搬送完了



観測ブイ解体状況



観測ブイ解体状況

写真-3.5.2 観測ブイ回収作業状況(羅臼側)

3.6 海洋観測ブイ回収後の搬送、総点検

回収後、観測ブイを環境省担当官が指定した倉庫(エーコン株式会社)に搬送し、総点検を行った。

3.6.1 海洋観測ブイ回収後の撤去、総点検方法

(1)搬送時期

ウトロ側：平成 22 年 12 月 20 日

羅臼側：平成 22 年 12 月 21 日

(2)撤去方法(ウトロ側、羅臼側共通)

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と水温センサの撤去を行った。

撤去した各構成部品は点検・整備を実施するため点検・整備指定メーカーであるエーコン株式会社へ搬送した。現在、ウトロのデジタル基盤(故障)と流速計 2 台、水温・塩分計 1 台および羅臼のデジタル基盤と水温・塩分計 2 台はエーコン株式会社に保管されている。

(3)総点検方法

ウトロ、羅臼共に観測期間途中でデータ更新が断絶しているため、その原因究明と対策を講じる。また本年度はマリンアイの構成部品全てについて点検・整備を実施し、その点検結果を以下にまとめた。

3.6.2 海洋観測ブイ回収後の搬送、総点検結果

観測ブイは、その構成部品の全てをエーコン株式会社にて点検・整備を実施した。

(1)ウトロ側

構成部品の点検・整備を実施した。また今期観測途中で通信が途絶えた原因について、新規電源を用意し CPU と接続し、ランニング試験を実施した結果、CPU に記録されていた未送信データの受信と併せて、アナログ水温センサの定時測定データの受信を確認した、このことから通信が途絶えた原因は電源電池の電圧低下が原因であったことが明らかになった。これらの対策としては電源を増加することで対処することとする。なお、デジタルセンサは表-3.1.1 に示した状況が改善しなかったことから、今後の利用は停止することとした。

(2)羅臼側

構成部品の点検・整備を実施した。また今期観測途中で通信が途絶えた原因について、新規電源を用意して CPU と接続し、ランニング試験を実施した結果、CPU に記録されていた未送信データの受信と併せて、アナログ水温センサの定時測定データの受信を確認した。

このことから通信が途絶えた原因は電源電池の電圧低下が原因であったことが明らかになった。これらの対策としては電源を増加することで対処することとする。

またデジタル部分についても新規電源を CPU・センサと接続しランニング試験を実施した結果、デジタル塩分センサからの定時測定データの受信を確認した、このことからデジタル部分についても電源の不具合が原因であることが明らかになった。

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、ナウファス紋別港波浪観測結果等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10m	水温15m	水温25m	水温30m	水温35m
2010/07/01 00:00	12.72	12.00	11.56	11.65	11.26	11.23
2010/07/01 1:00	12.63	12.13	11.65	11.68	11.32	11.26
2010/07/01 2:00	13.50	12.91	12.53	12.50	12.38	12.44
2010/07/01 3:00	14.13	13.19	12.50	12.53	12.47	12.50
2010/07/01 4:00	14.44	13.29	12.88	12.97	12.86	12.84
2010/07/01 5:00	14.06	14.22	13.97	13.87	13.55	13.55
2010/07/01 6:00	13.81	13.97	13.71	13.84	13.71	13.81
2010/07/01 7:00	13.71	13.90	13.68	13.71	13.55	13.68
2010/07/01 8:00	13.42	13.42	13.23	13.35	13.29	13.32
2010/07/01 9:00	13.52	13.26	12.91	13.13	12.97	13.03
2010/07/01 10:00	13.26	12.94	12.63	12.72	12.56	12.50
2010/07/01 11:00	13.03	12.84	12.50	12.50	12.31	12.13
2010/07/01 12:00	12.88	12.63	12.31	12.06	11.81	11.87
2010/07/01 13:00	12.84	12.47	12.00	11.90	11.77	11.84
2010/07/01 14:00	13.23	12.50	12.06	11.94	11.74	11.77
2010/07/01 15:00	12.50	11.90	11.68	11.55	11.26	11.16
2010/07/01 16:00	12.41	12.00	11.71	11.58	11.13	11.00
2010/07/01 17:00	12.44	12.00	11.77	11.77	11.19	10.97

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)

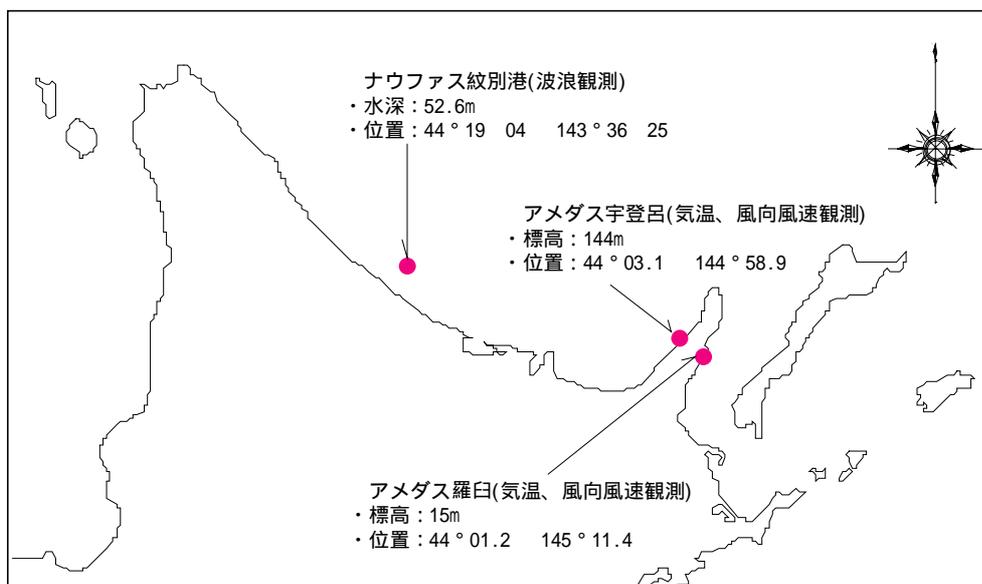


図-4.1.2 ナウファス紋別港、アメダス宇登呂、アメダス羅臼観測位置

4.2 ウトロ観測データの整理と検討

観測期間全体の水温とウトロアメダス気温の経時変化から、ウトロ海域の水温の状況を検討する。以下に全観測期間、月別および参考として紋別港におけるナウファス波浪観測データ(<http://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/>)も併せた経時変化を示す。

(1) 全観測期間

図-4.2.1 に全観測期間の水温および気温の経時変化を示す。この結果からウトロ沖の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

水温は表面から海底近くまで5~10 程度の差異がある。

水温は春期から夏期への移行と共に概ね上昇している。

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

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。

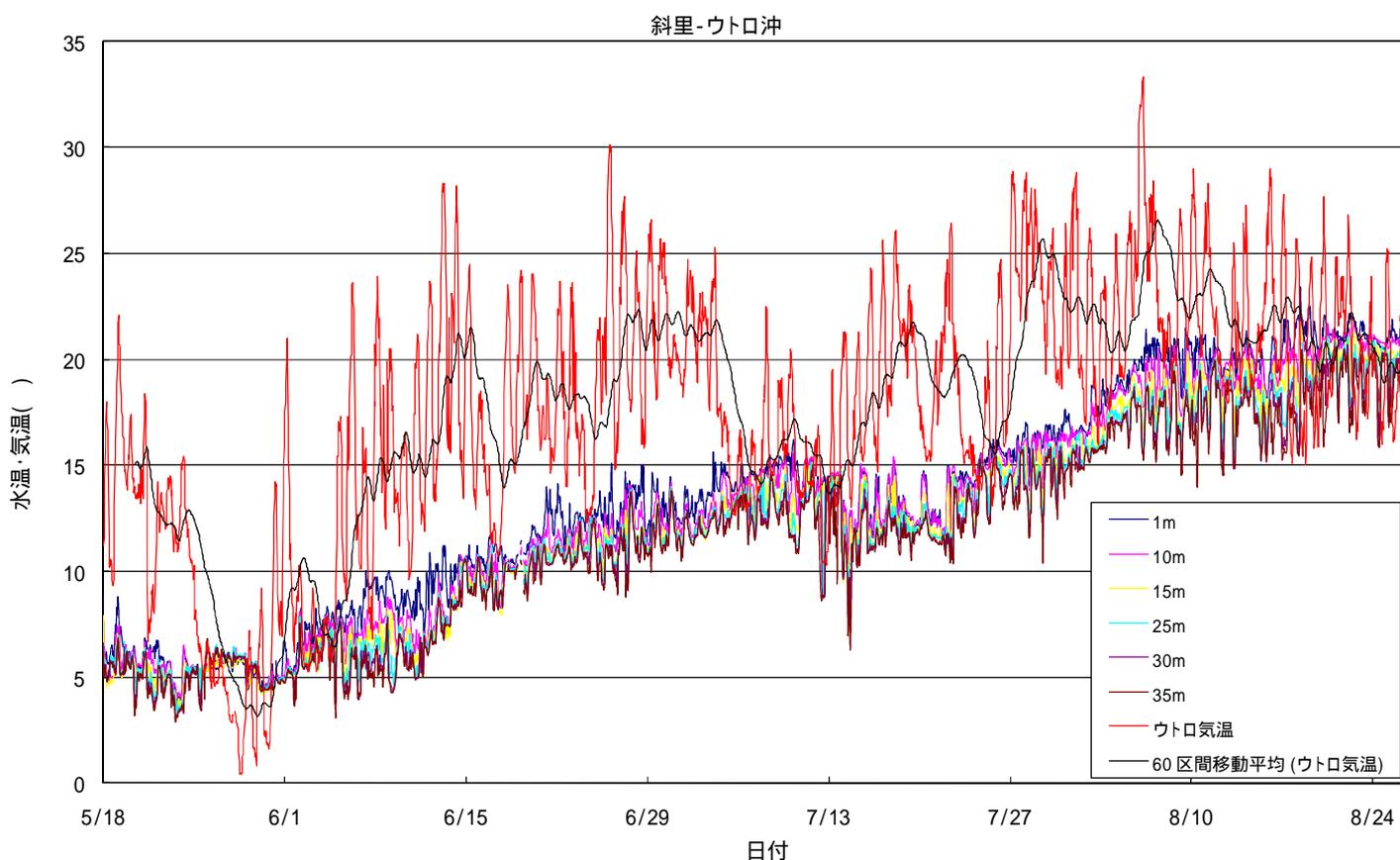


図-4.2.1 ウトロ観測水温および気温の経時変化(全観測期間)

(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。この結果からウトロ沖の5月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

水温は5 程度で概ね一定である。

表面の水温は高く水深が深いほど水温は低いが、5月25～29日あたりで水深1mの表層水温が最も下がる逆転現象が生じている。

逆転現象が発生している期間は気温が8～1 へ低下しており、気象擾乱による鉛直混合の発生が疑われる。その他の理由としては、水温が全体に上がっていることから宗谷暖流の流入が疑われる。

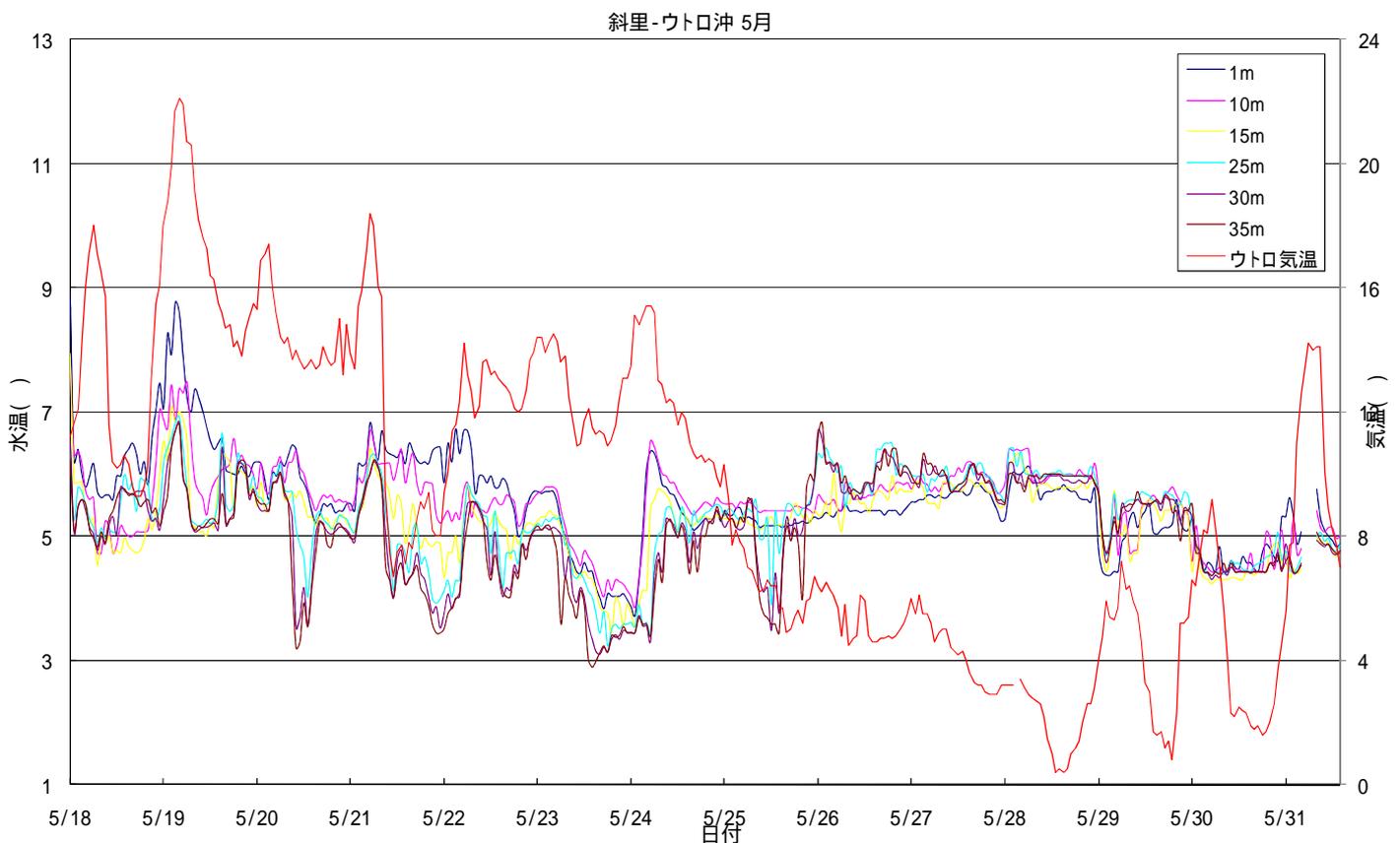


図-4.2.2 ウトロ観測水温・気温の経時変化(5月)

気象擾乱による鉛直混合を確認するため、図-4.2.2 に同一海域に位置する紋別港波浪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19日12時)、鉛直混合が進んだ時点(5月27日9時)の水温鉛直分布を示す。

この結果から、水温の鉛直分布が逆転する期間は有義波高 $H_{1/3}$ が1.2m以上と比較的高かったことがわかる。また、5月は水温の低い融雪水の流入も疑われる。すなわち、5月25～29日は気象擾乱により気温が低下すると共に融雪水が流入し表層の水温が低下すると共に、高波浪により鉛直混合が促進され、水温は鉛直方向に均一になったと考えられる。

また、図-4.2.5 には宗谷暖流の大勢を、図-4.2.6 には宗谷暖流の駆動力である稚内～網走間の水位と水位差の経時変化を、図-4.2.7 には稚内網走間の水位差と紋別沖における流速の関係を示す。ウトロ沖には宗谷暖流が常に流れており、その流速は、稚内～網走間の水位差が大きくなる5月～10月に大きくなる。すなわち、5月のウトロ沖には宗谷暖流が強く流れており、暖かい水塊が流入したため、表層から底層に至るまで水温は鉛直方向に均一になったとも考えられる。もっとも、流速が観測されていないため、この説は想像の域を出ない。実際には、波浪による鉛直混合と暖流の流入が複合したと考えるのが、現時点では妥当と考えられる。

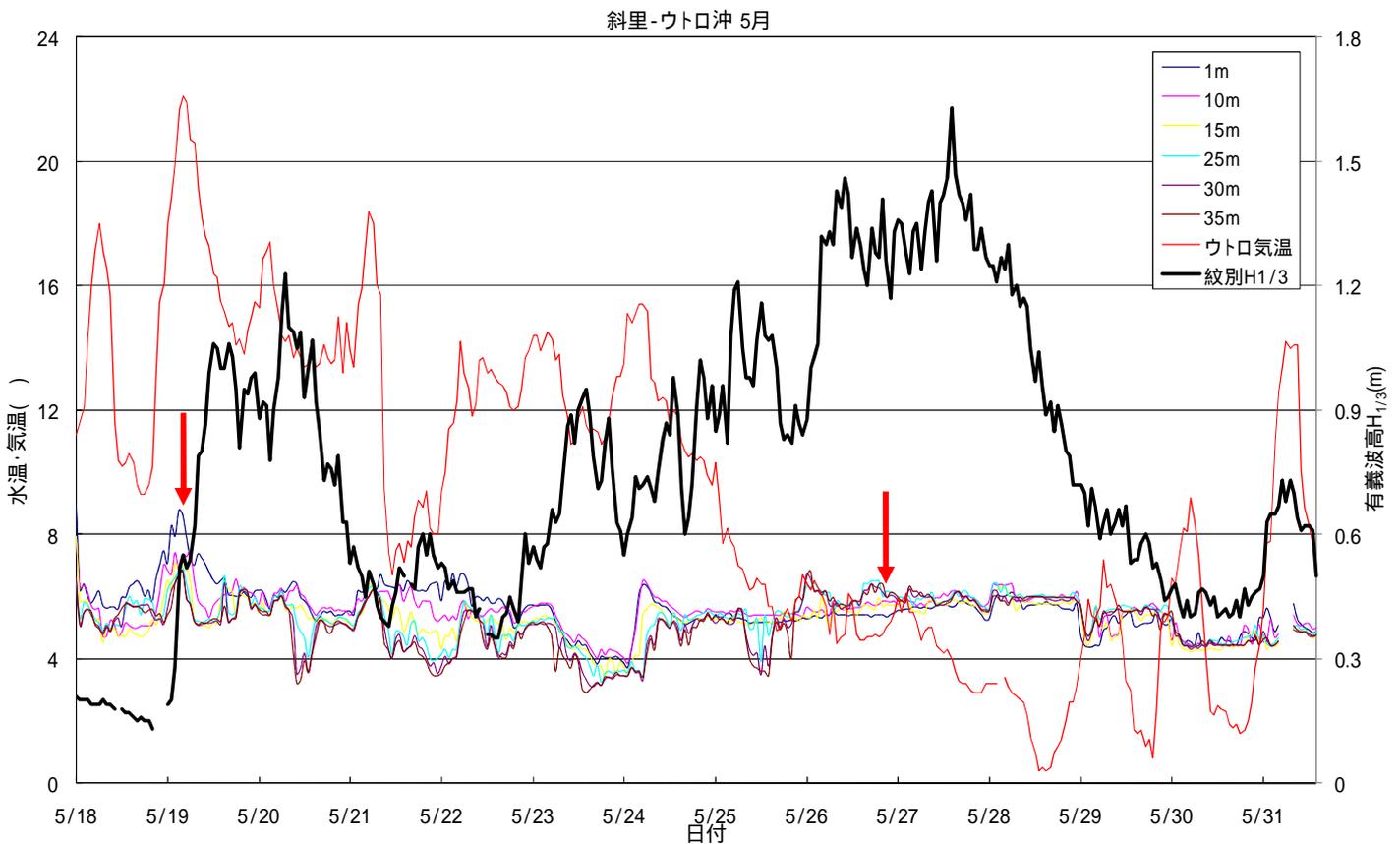


図-4.2.3 ウトロ観測水温・気温、紋別観測有義波高(ナウファス紋別)の経時変化(5月)
(图中赤矢印は図-4.2.4 鉛直分布図化時刻)

◆ 5月平均 ● 5/19 12時 ▲ 5/27 9時

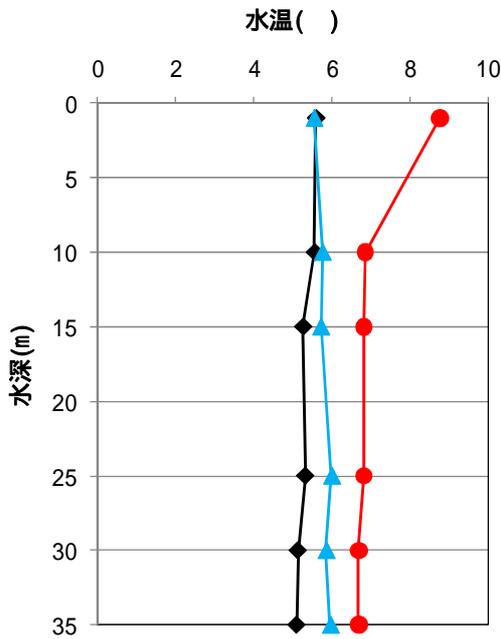


図-4.2.4 ウトロ観測水温の鉛直分布(5月)

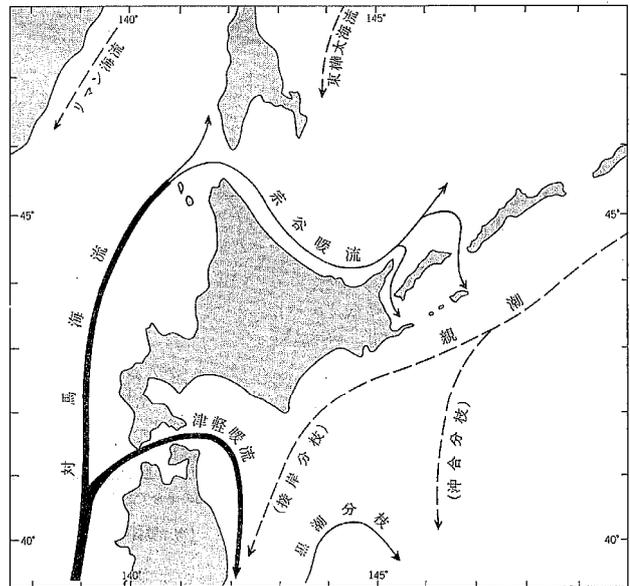


図-4.2.5 北海道周辺海域の海流の大勢

(「北海道沿岸水路誌」p.21、昭和58年2月、海上保安庁)

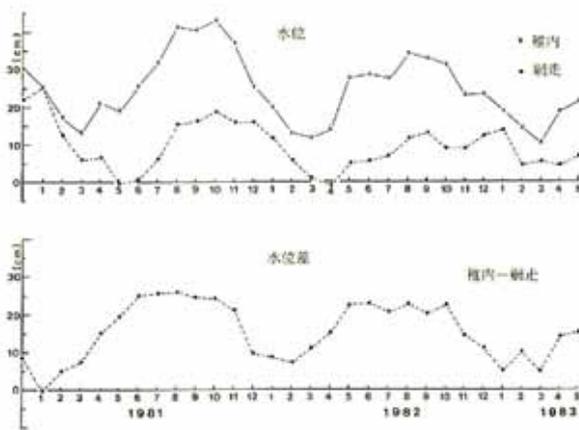


図-4.2.6 稚内、網走の水位(T.P.)と水位差の経年変化(1981年~83年)

(「日本全国沿岸海洋誌」p.18、昭和60年7月、日本海洋学会編、東海大学出版会)

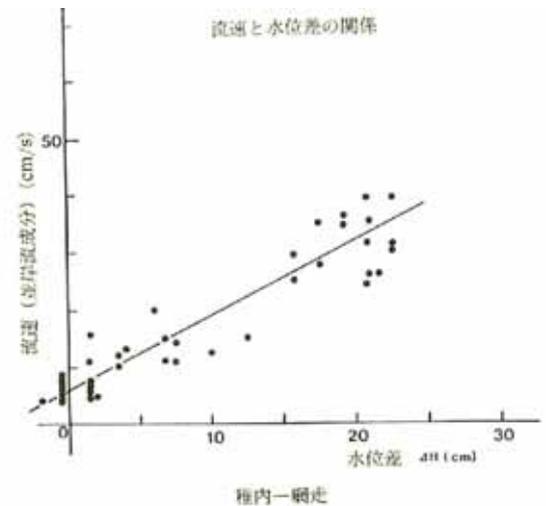


図-4.2.7 宗谷暖流(紋別沖)の流速と沿岸の水位差の関係

(「日本全国沿岸海洋誌」p.18、昭和60年7月、日本海洋学会編、東海大学出版会)

(3)6月の水温状況

図-4.2.8 に6月の水温および気温の経時変化を示す。図-4.2.9には、各層毎の6月平均水温、躍層が発達した時点(6月8日4時、6月26日15時)の水温鉛直分布を示す。この結果からウトロ沖の6月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

水温は5 程度から 13 程度へと上昇している。気温も 10 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。

水深 1m と 10m 間の水温差が最大で 2 程度(6月8日)になるほか、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ていて、気象擾乱による鉛直混合の規模は小さいと考えられる。

気温や表層水温と連動しない底層の水温低下は、冷水塊の流入が疑われる。

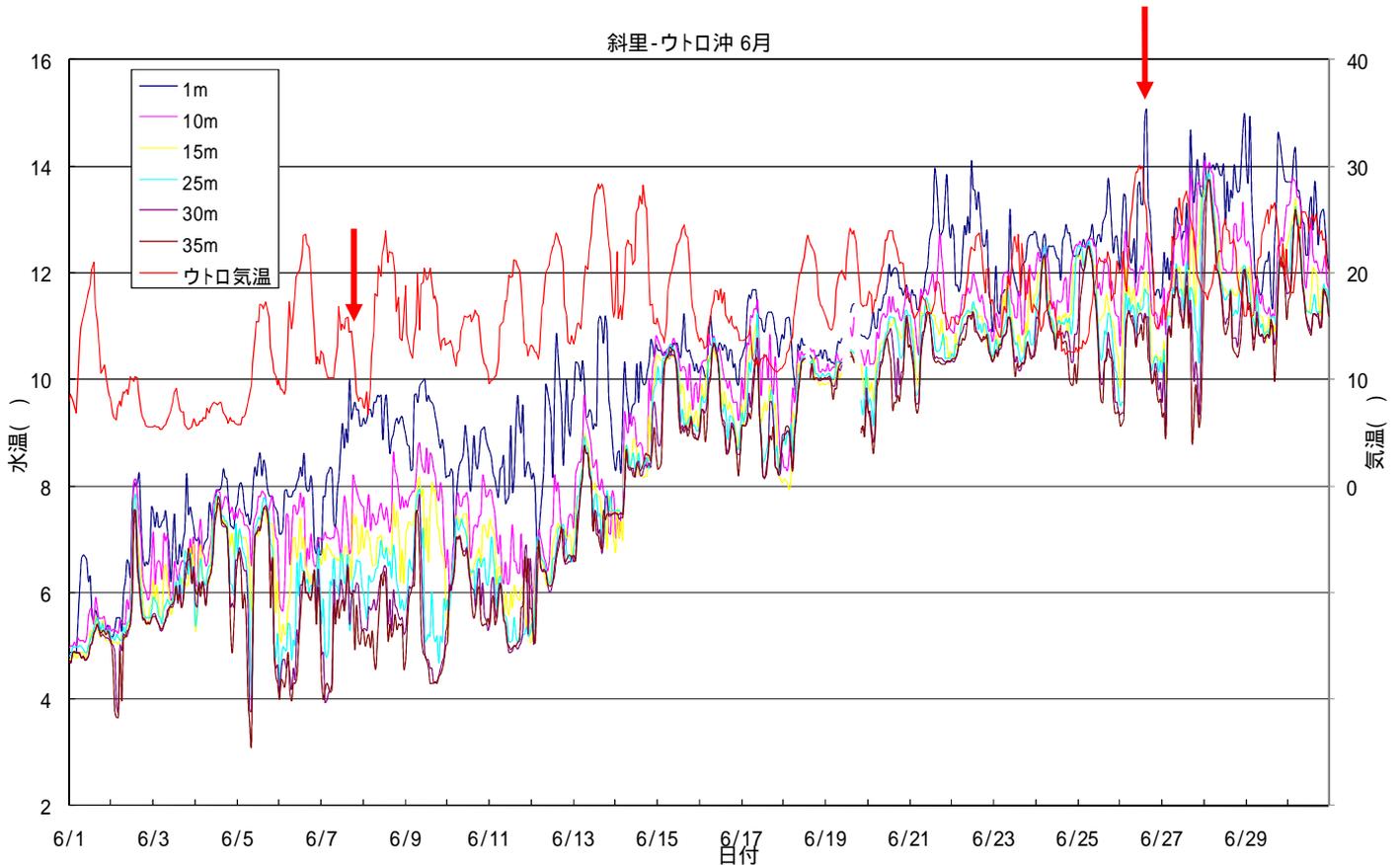


図-4.2.8 ウトロ観測水温・気温の経時変化(6月)

(图中赤矢印は図-4.2.9 鉛直分布図化時刻)

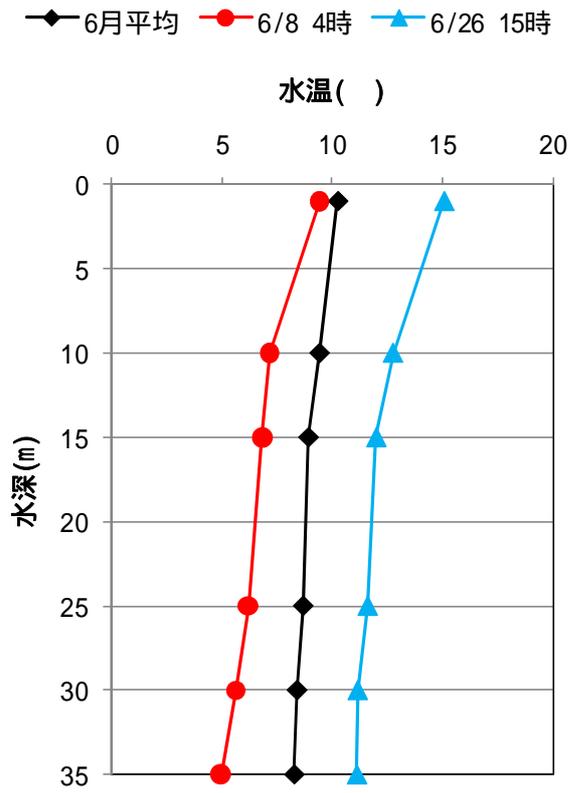


図-4.2.9 ウトロ観測水温の鉛直分布(6月)

(4)7月の水温状況

図-4.2.10 に7月の水温および気温の経時変化を示す。この結果からウトロ沖の7月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

水温は月初めから7月11日までに13 から15 程度に上昇しているが、それ以降大きく低下し、回復するまで10日程度かかっている。

水温が低下している期間は、水深10mの水温が水深1mの表層と同程度であるほか、水深15mの水温も高くなっていることもあり、気象擾乱による鉛直混合の発生が疑われる。鉛直混合されていても水深1m、10mの水温が最大で15 程度と高いのは、気温が20 程度を推移しており低下していないためと考えられる。

気温や表層水温と連動しない底層の水温低下は、冷水塊の流入が疑われる。

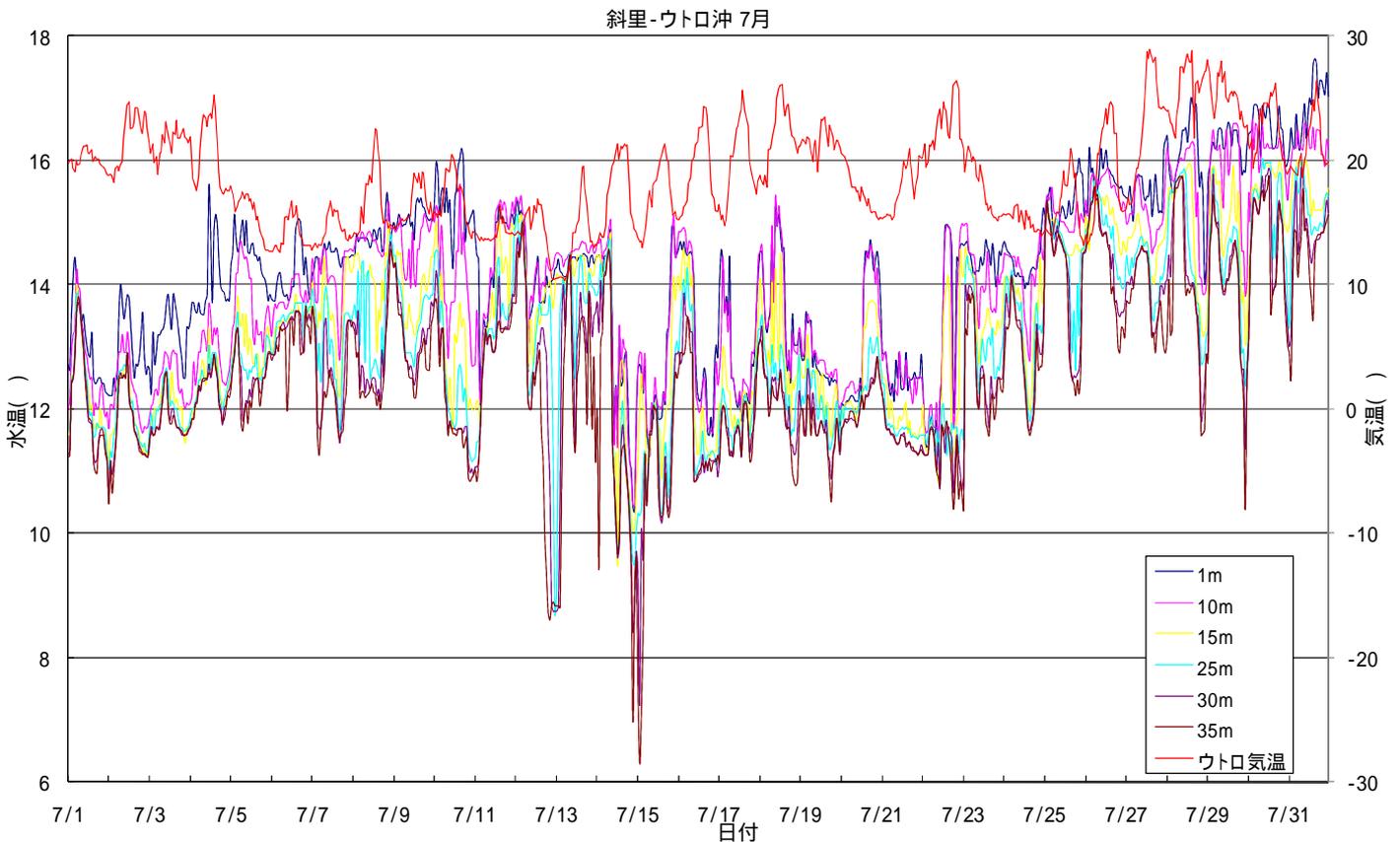


図-4.2.10 ウトロ観測水温・気温の経時変化(7月)

気象擾乱による鉛直混合を確認するため、同一海域に位置する紋別港波浪観測結果を追加した経時変化図を図-4.2.11 に示す。図-4.2.12 には、各層毎の7月平均水温、躍層が発達した時点(7月4日11時)、鉛直混合が促進されている時点(7月12日10時、7月16日12時)の水温鉛直分布を示す。

この結果から、水温が低下する期間の直前に有義波高 $H_{1/3}$ が2.5mを示すなど高波浪が来襲していたことがわかる。波高は7月16日には底を打っているが、周期は依然として長く、6

~7 秒程度を維持しており、波高は落ちてもうねりは残っている結果を示している。

以上から、高波浪の来襲で鉛直混合が促進されると共に、継続するうねりにより鉛直混合も継続しているため、低水温期が7日程度続いたと考えられる。すなわち、ウトロ沖においては高波浪に加えてうねりによっても鉛直混合が促進されることが考えられる。

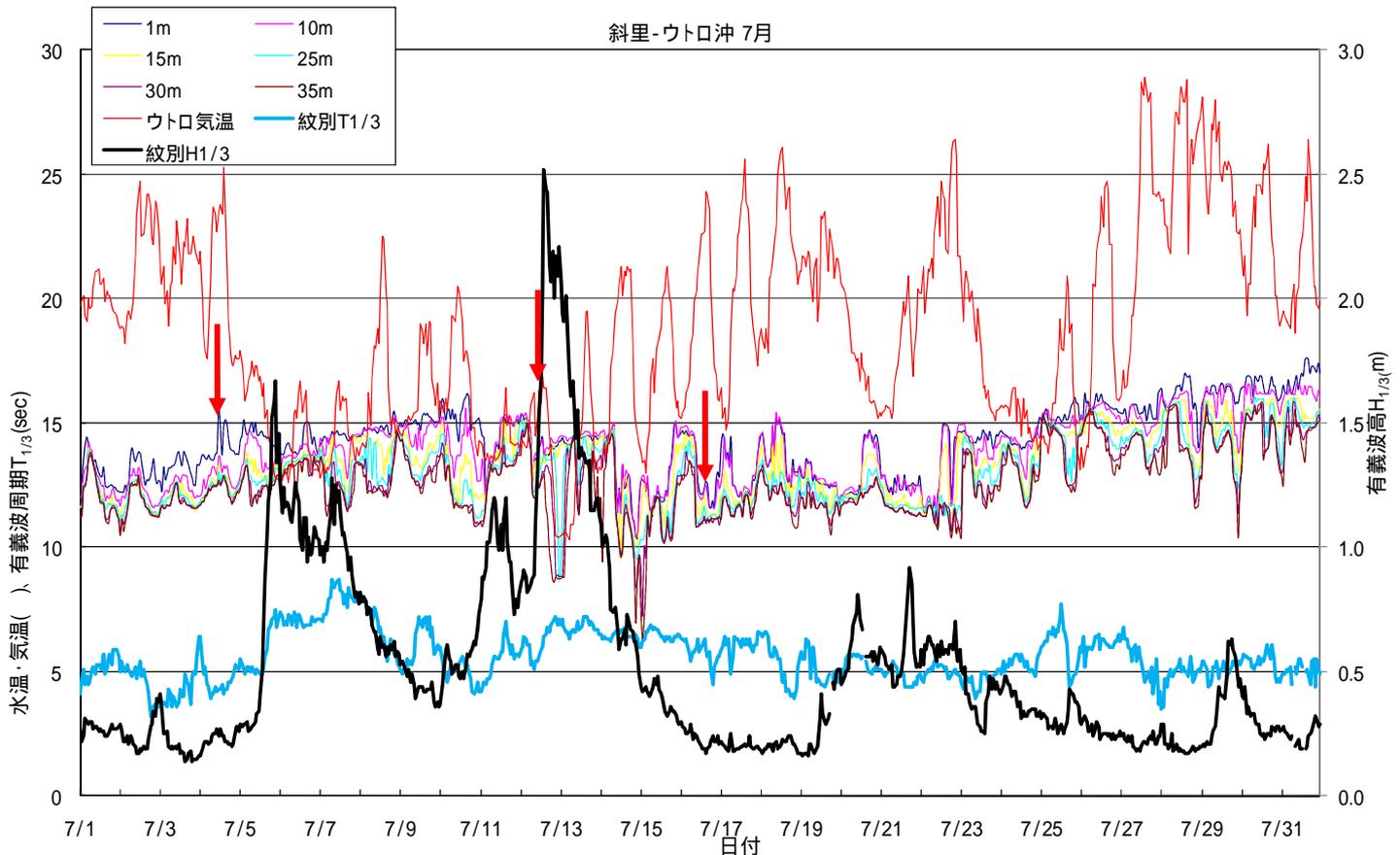


図-4.2.11 ウトロ観測水温・気温、紋別観測有義波高・周期(ナウファス紋別)の経時変化(7月)
(図中赤矢印は図-4.2.12 鉛直分布図化時刻)

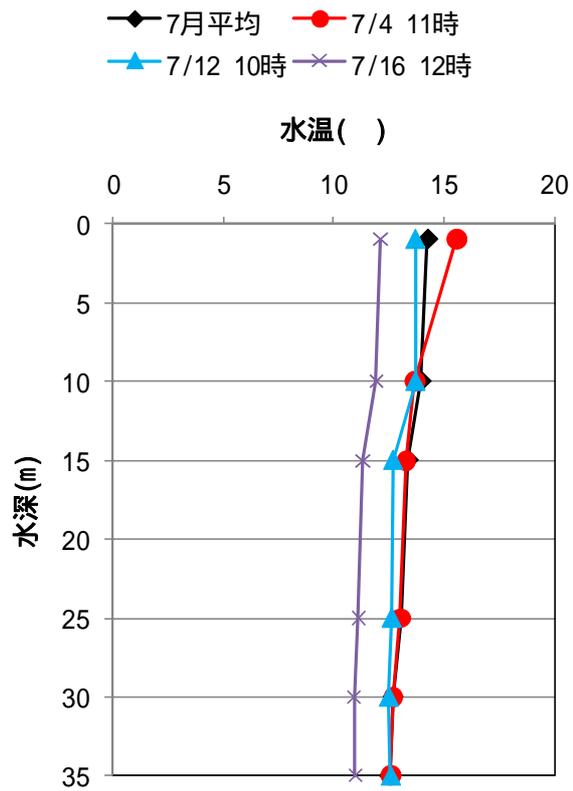


図-4.2.12 ウトロ観測水温の鉛直分布(7月)

(5)8月の水温状況

図-4.2.13に8月の水温および気温の経時変化を示す。図-4.2.14には、各層毎の8月平均水温、躍層が発達した時点(8月17日12時)の水温鉛直分布を示す。この結果からウトロ沖の8月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

水温は月初めから8月6日までは上昇し続けるが、それ以降は20 程度で安定するため、この水温がウトロ沖における宗谷暖流も含めた夏期の熱収支の平衡状態を示す水温であると考えられる。

水深1mと10m間の水温差は最大でも2 程度であり、水面に近いほど水温は高いものの、顕著な躍層は見られない。

水温の鉛直構造は安定していて、顕著な躍層が見られないことから気象擾乱による鉛直混合の規模は小さいものの存在しており、閉鎖性内湾や港内で見られるような水塊の停滞は見られないと評価できる。

気温や表層水温と連動しない底層の水温低下は、冷水塊の流入が疑われる。

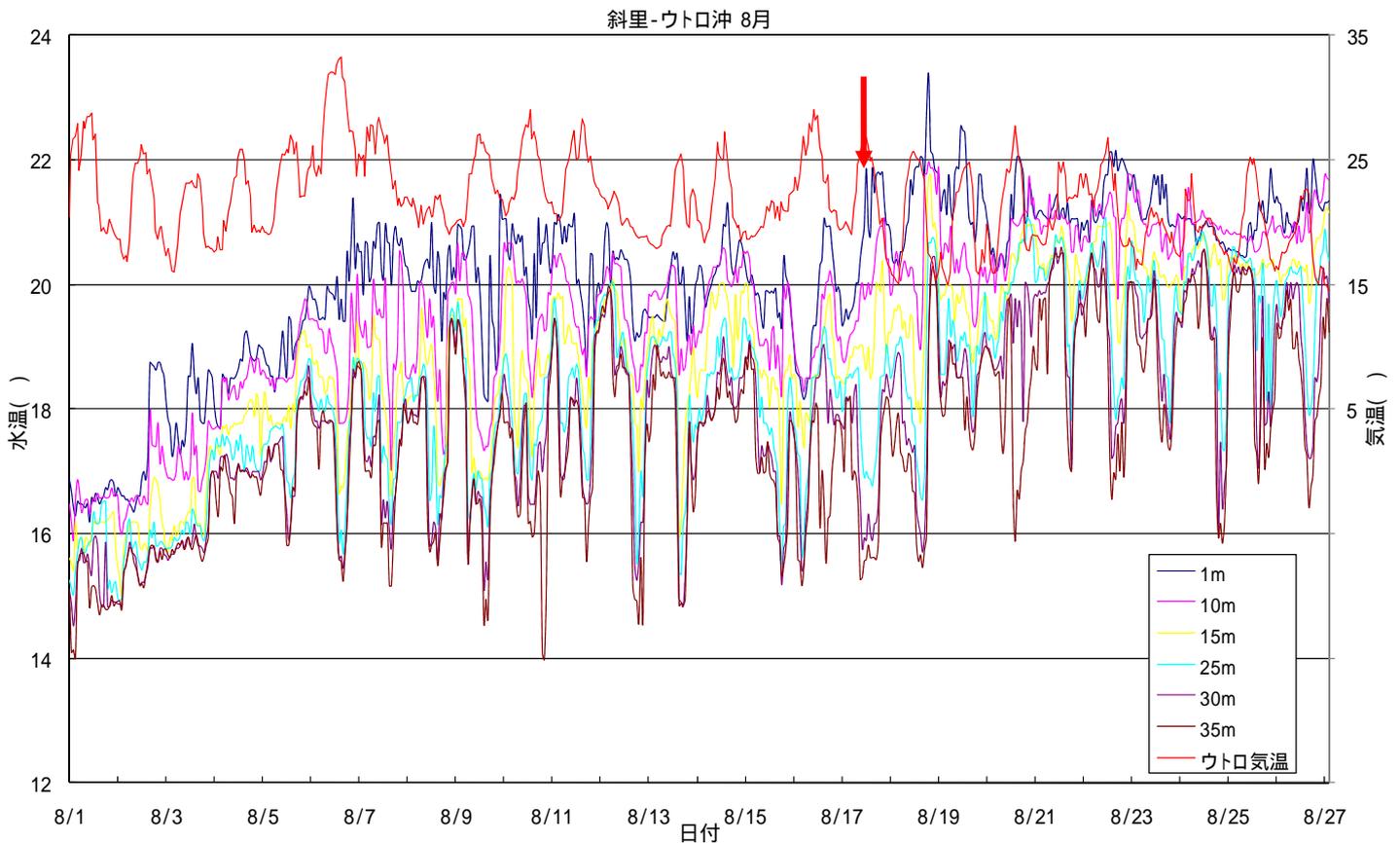


図-4.2.13 ウトロ観測水温・気温の経時変化(8月)
(図中赤矢印は図-4.2.14 鉛直分布図化時刻)

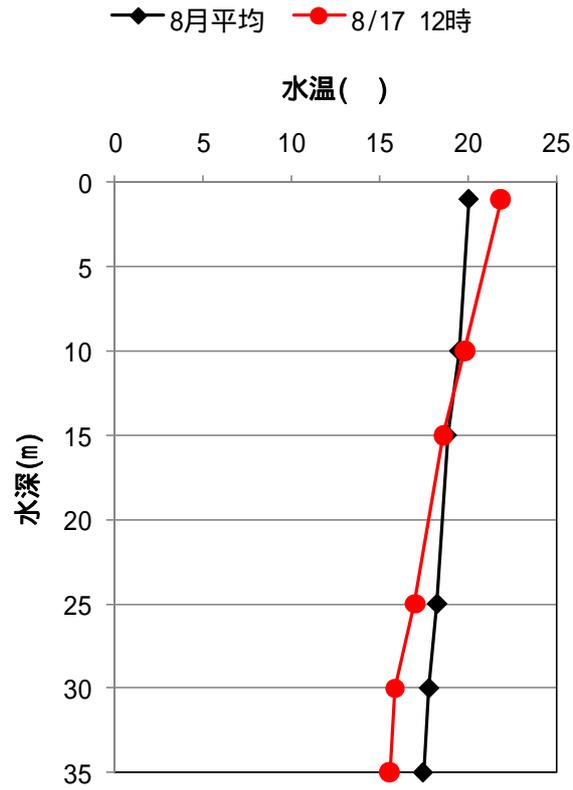


図-4.2.14 ウトロ観測水温の鉛直分布(8月)

4.3 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

図-4.3.1 に全観測期間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水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

水温は表面から海底近くまで5~8 程度の差異がある。

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。

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月中旬以降は表面と大水深で近い水温を示す。

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。

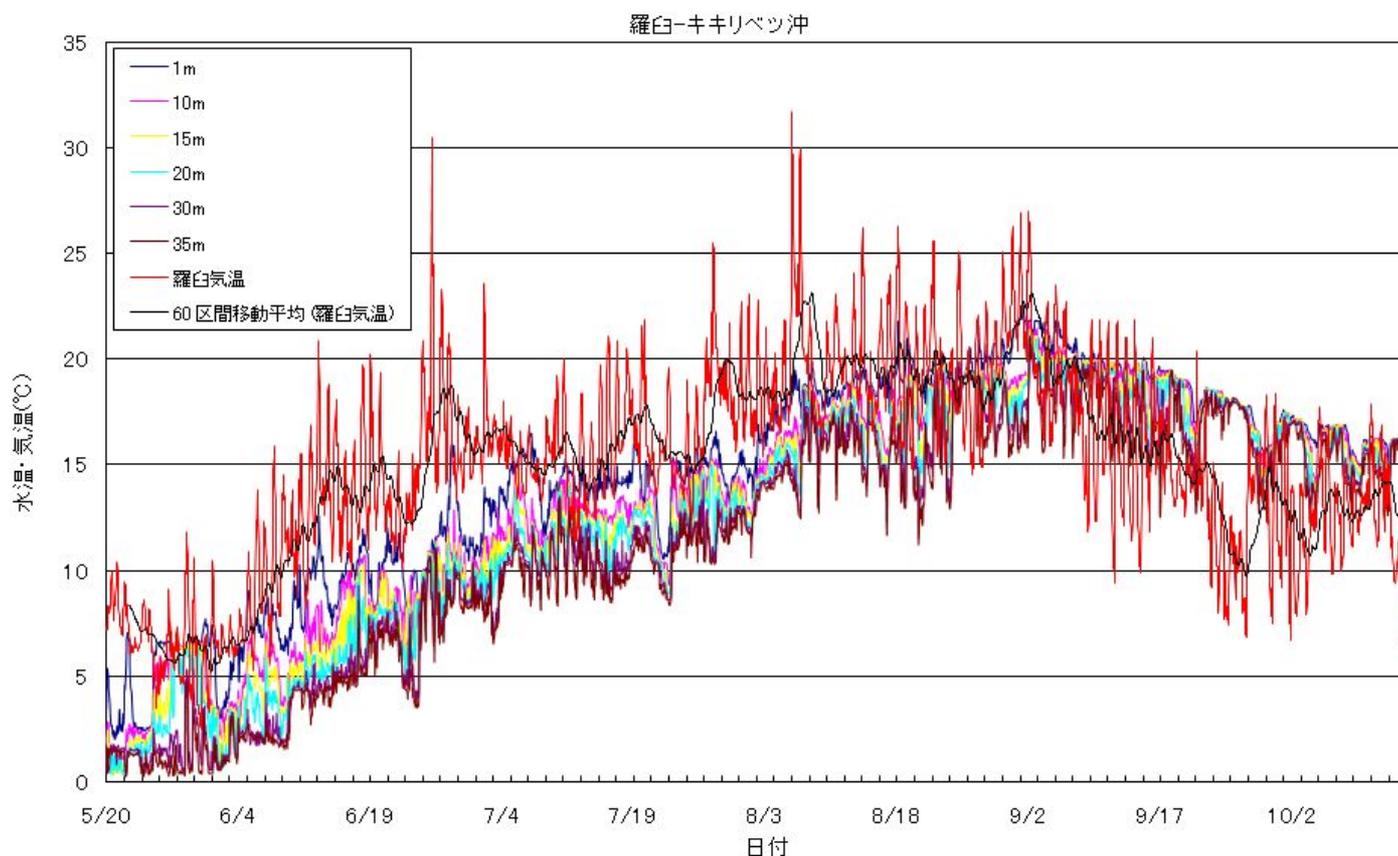


図-4.3.1 羅臼観測水温および気温の経時変化(全観測期間)

(2)5月の水温状況

図-4.3.2 に5月の水温および気温の経時変化を示す。この結果からウトロ沖の5月の水温状況を概観すると、概ね以下のとおりとなる。

5月25日までは表層の水深1mのみ気温と連動するが、水深10m以深は0~2程度を推移する。

5月25~27日は水深10m以深の水温も上昇し、表層で水温が高く大水深で比較的低い水温分布を示す。

5月27日以降は、表層から水深15mまでの水温が概ね均一になるほか、水深35mに至る大水深の水温も上下を繰り返す。これは、気象擾乱による鉛直混合および宗谷暖流の流入による可能性がある。

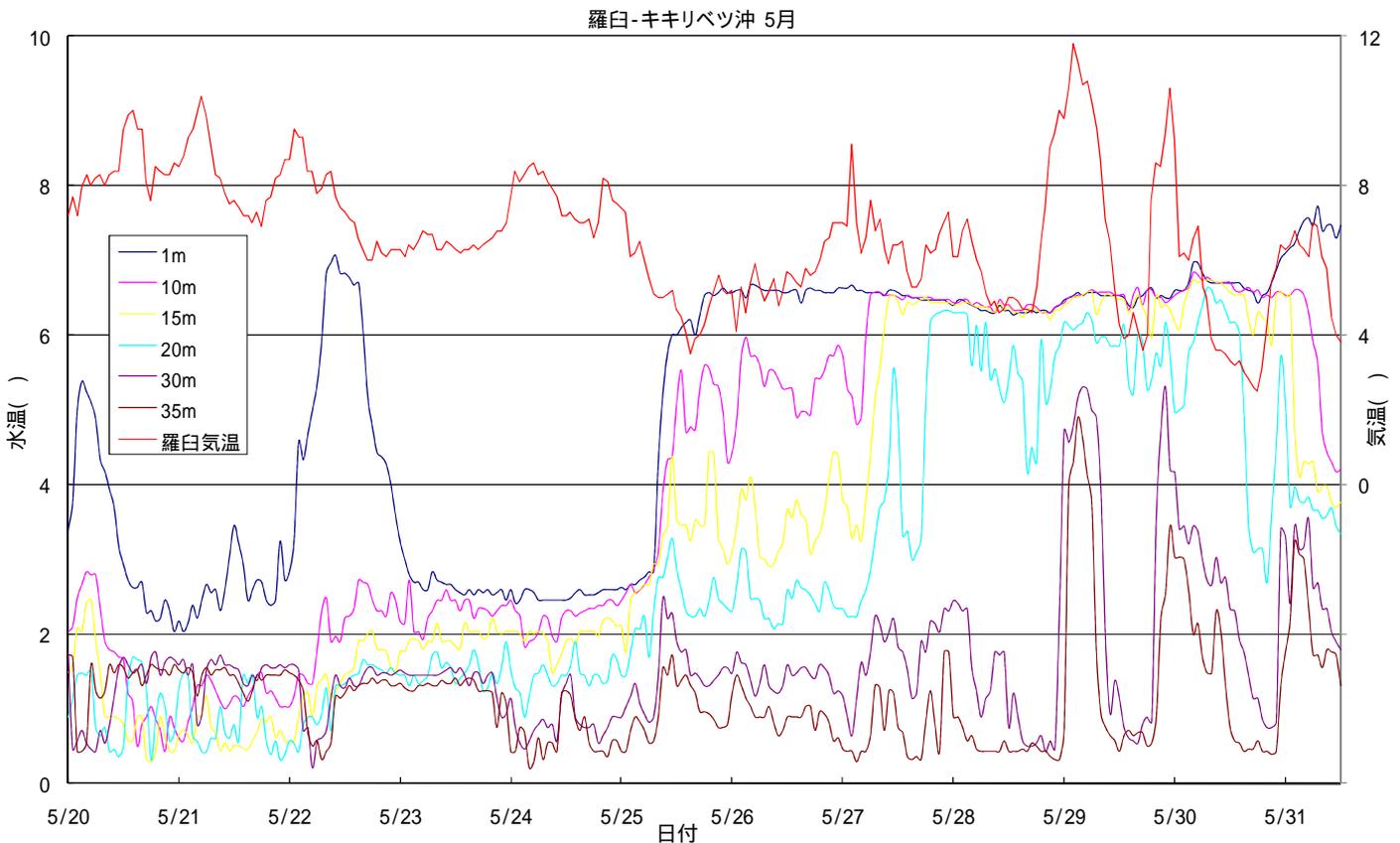


図-4.3.2 羅白観測水温・気温の経時変化(5月)

気象擾乱による鉛直混合を確認するため、アメダス羅白風速観測結果を追加した経時変化図を図-4.3.3に示す。図-4.3.4には、各層毎の5月平均水温、躍層が発達した時点(5月22日21時、5月26日11時)、鉛直混合が促進されている時点(5月29日14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大水深においても水温が上昇することがわかる。特に、5月29~30日のように気温が高く風速が大きいと、水深35mにおいても水温が大きく上昇している。

また、前に示したウトロ沖 5 月の水温観測結果では 5 月 26 日以降宗谷暖流の流入が考えられた。図-4.2.7 によると宗谷暖流の平均的な流速は 30cm/s 程度であり、ウトロ沖から羅臼沖の距離が 60km 程度であることを勘案すると、宗谷暖流はウトロ沖通過後 $60\text{km}/30\text{cm/s}=2.3$ 日後に羅臼沖に到着することとなる。すなわち、5 月 26 日にウトロ沖を通過した宗谷暖流は 5 月 29 日に羅臼沖に到着したと考えられる。

すなわち、高風速に伴う高波浪の発生による鉛直混合と宗谷暖流流入により、大水深部の水温は高くなったと考えられる。

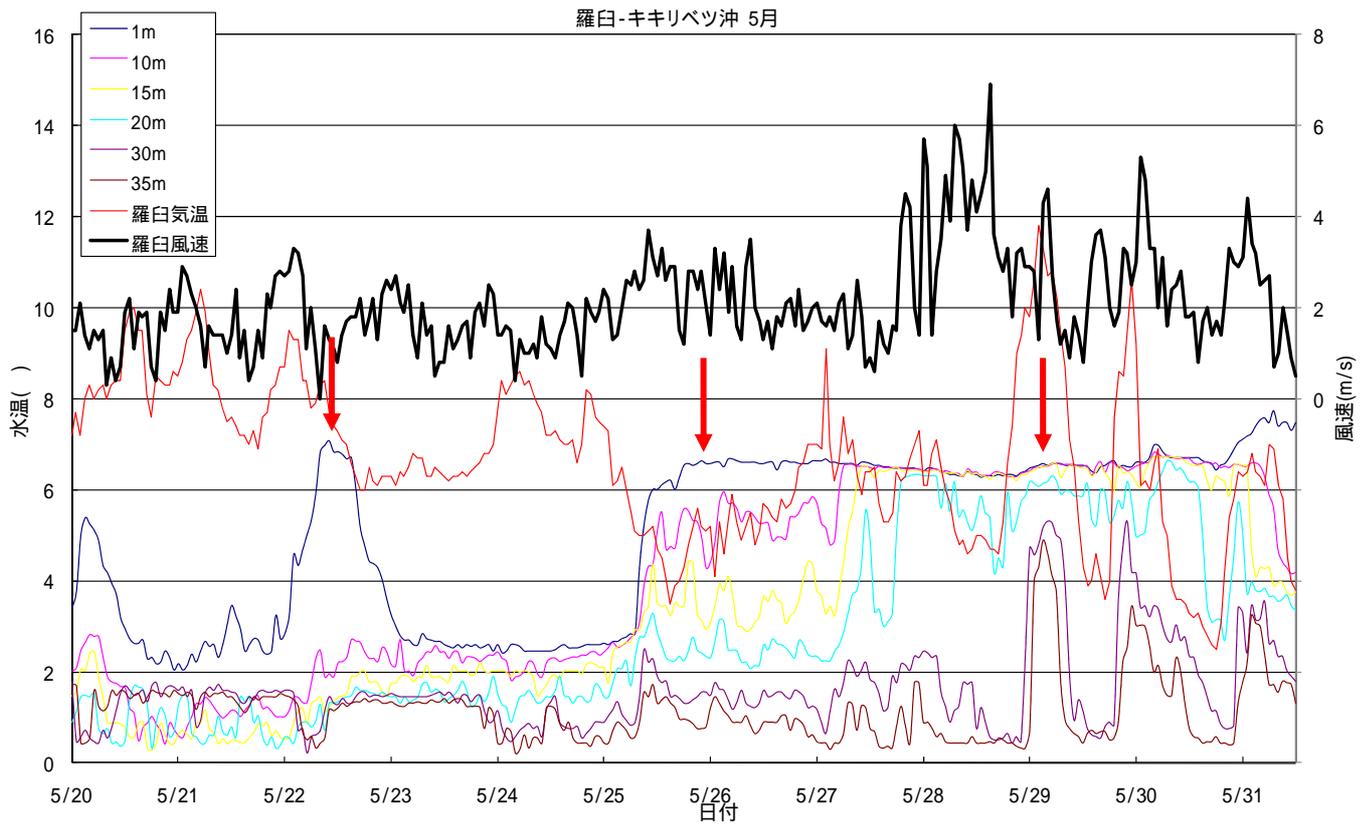


図-4.3.3 羅臼観測水温・気温・風速の経時変化(5月)
(图中赤矢印は図-4.3.4 鉛直分布図化時刻)

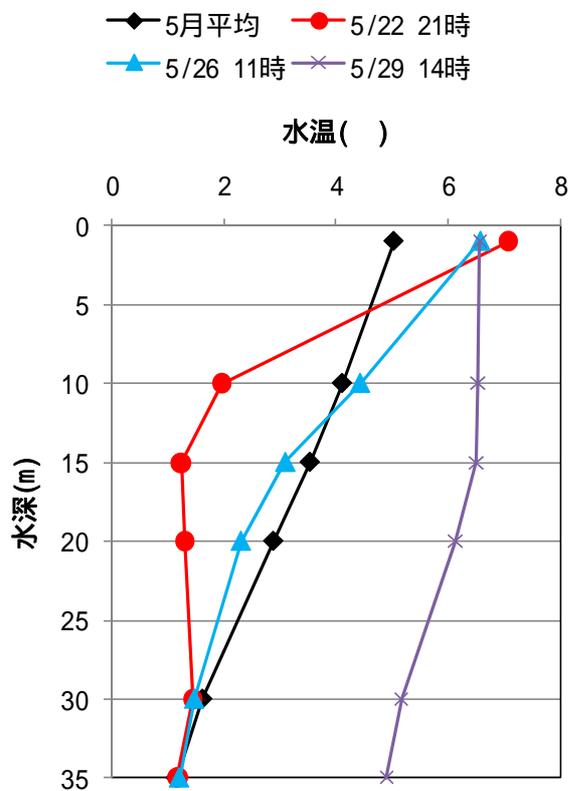


図-4.3.4 羅臼観測水温の鉛直分布(5月)

(3)6月の水温状況

図-4.3.5 に6月の水温および気温の経時変化を示す。図-4.3.6には、各層毎の6月平均水温、躍層が発達した時点(6月14日3時)、鉛直混合が促進されている時点(6月26日5時)の水温鉛直分布を示す。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。

水温は2 程度から 13 程度へと上昇している。気温も 8 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。

水深1mと10m間の水温差が最大で4 程度(6月14日)になるほか、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ていて、気象擾乱による鉛直混合は6月26日に見られるものの、その規模は小さいと考えられる。

気温や表層水温と連動しない底層の水温低下は、冷水塊の流入が疑われる。

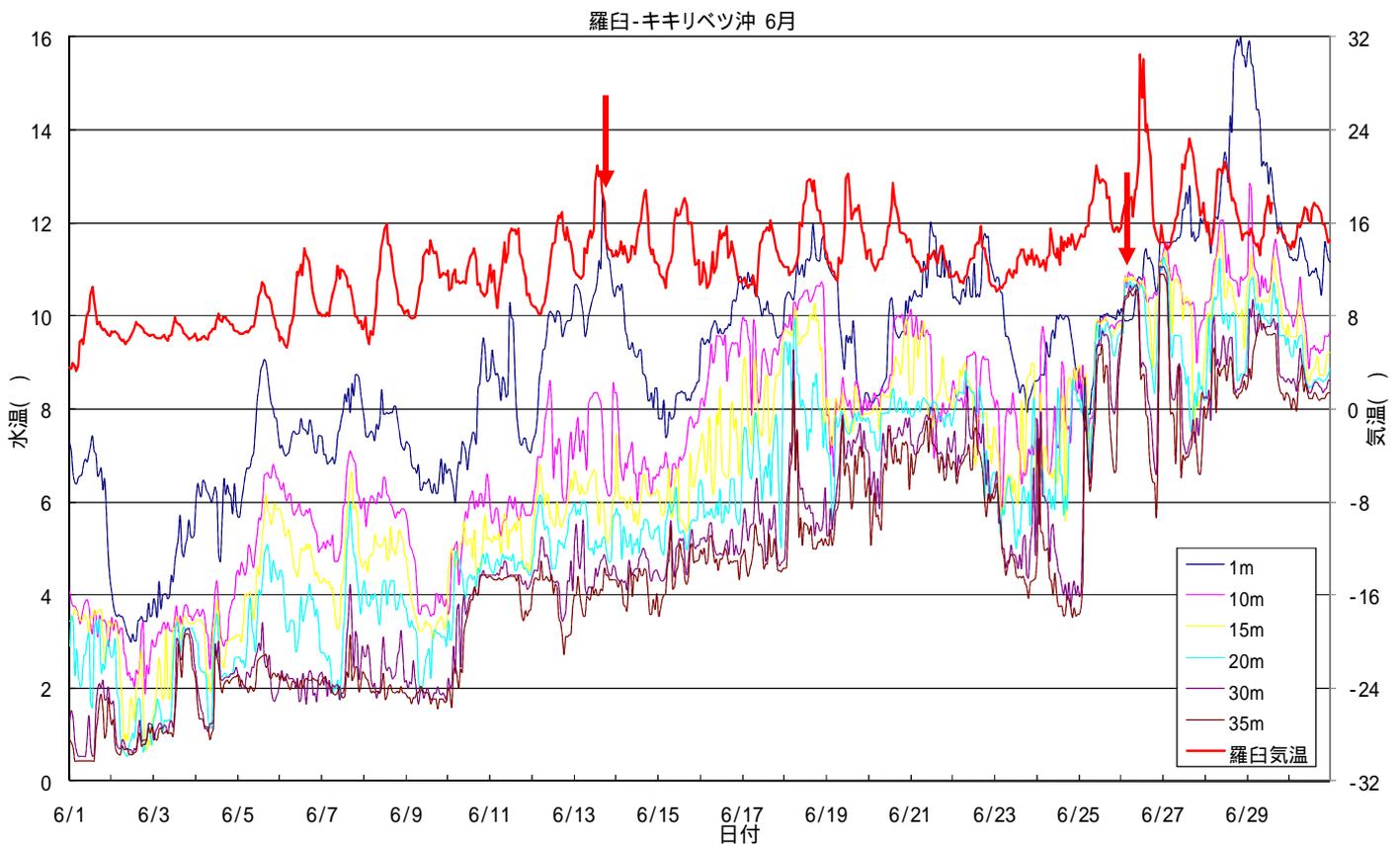


図-4.3.5 羅臼観測水温・気温の経時変化(6月)

(图中赤矢印は図-4.3.6 鉛直分布図化時刻)

◆ 6月平均 ● 6/14 3時 ▲ 6/26 5時

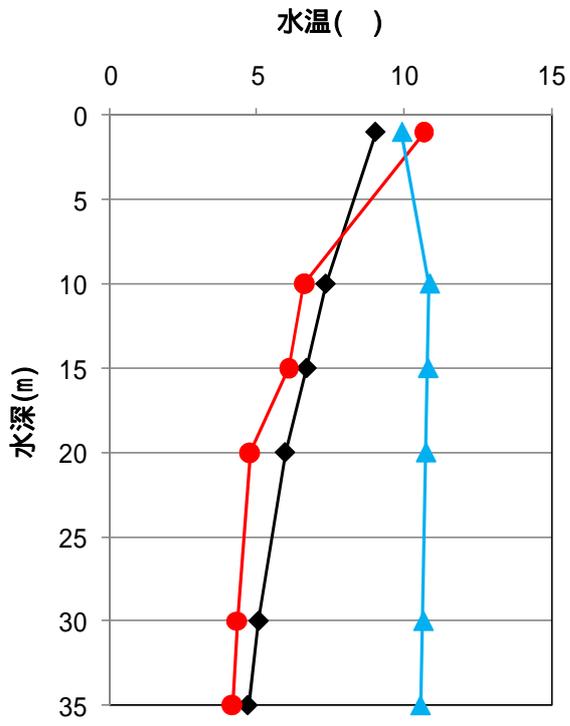


図-4.3.6 羅臼観測水温の鉛直分布(6月)

(4)7月の水温状況

図-4.3.7 に7月の水温および気温の経時変化を示す。図-4.3.8には、各層毎の7月平均水温、躍層が発達した時点(7月7日23時)、鉛直混合が促進されている時点(7月22日22時)の水温鉛直分布を示す。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。

水温は多少の上下はあるものの、水深35mで8~12℃、表面で11~15℃へと上昇している。気温も15~20℃へ上昇しており、水温は気温に連動していると考えられる。

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ていて、気象擾乱による鉛直混合は7月22~23日に見られるものの、その規模は小さいと考えられる。

気温や表層水温と連動しない底層の水温低下は、冷水塊の流入が疑われる。

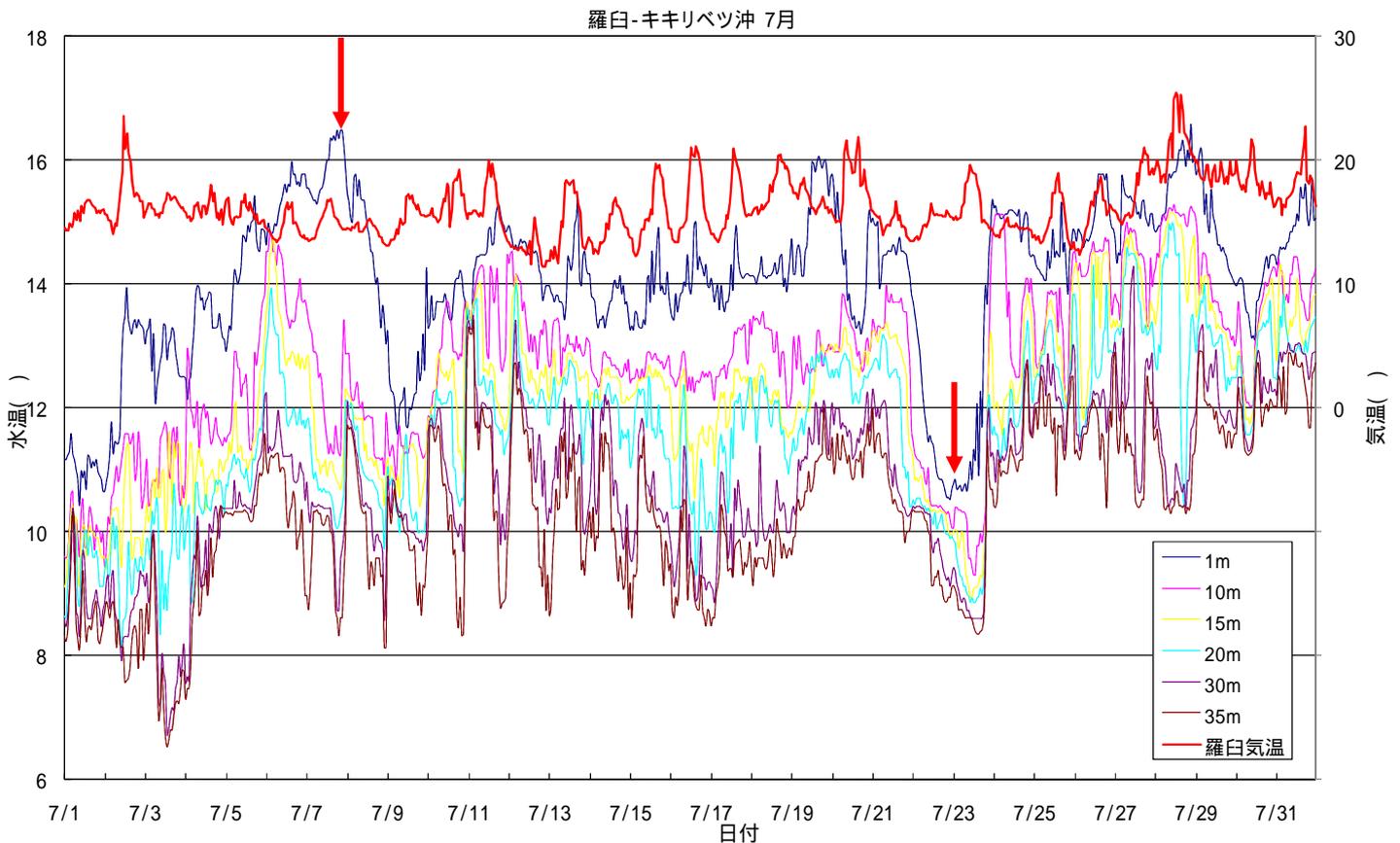


図-4.3.7 羅臼観測水温・気温の経時変化(7月)

(図中赤矢印は図-4.3.8 鉛直分布図化時刻)

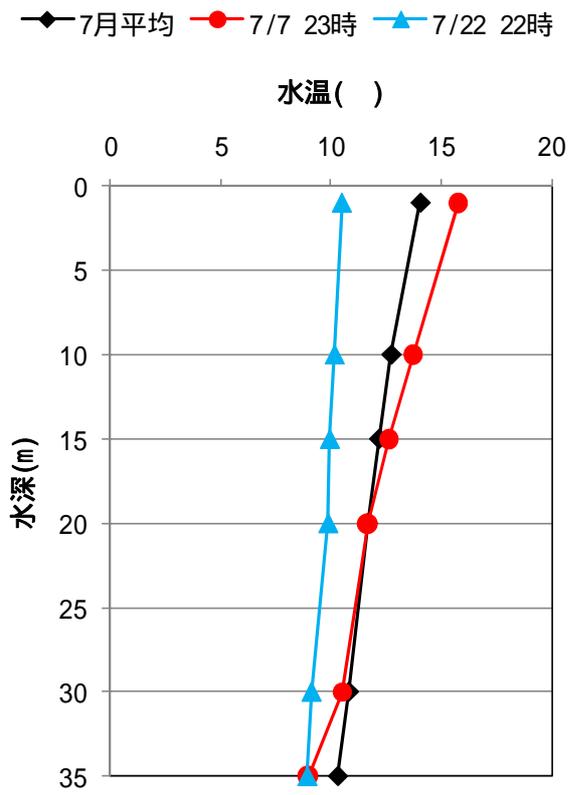


図-4.3.8 羅臼観測水温の鉛直分布(7月)

(5)8月の水温状況

図-4.3.9 に8月の水温および気温の経時変化を示す。図-4.3.10 には、各層毎の8月平均水温、躍層が発達した時点(8月6日22時)、鉛直混合が促進されている時点(8月26日1時)の水温鉛直分布を示す。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。

水温は多少の上下はあるものの、水深35mで12~18℃、表面で15~20℃へと上昇している。気温は20℃程度で概ね一定であり、水温は気温と平衡になるよう上昇していると考えられる。

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ていて、気象擾乱による鉛直混合は8月26日に見られるものの、その規模は小さいと考えられる。気温や表層水温と連動しない底層の水温低下は、冷水塊の流入が疑われる。

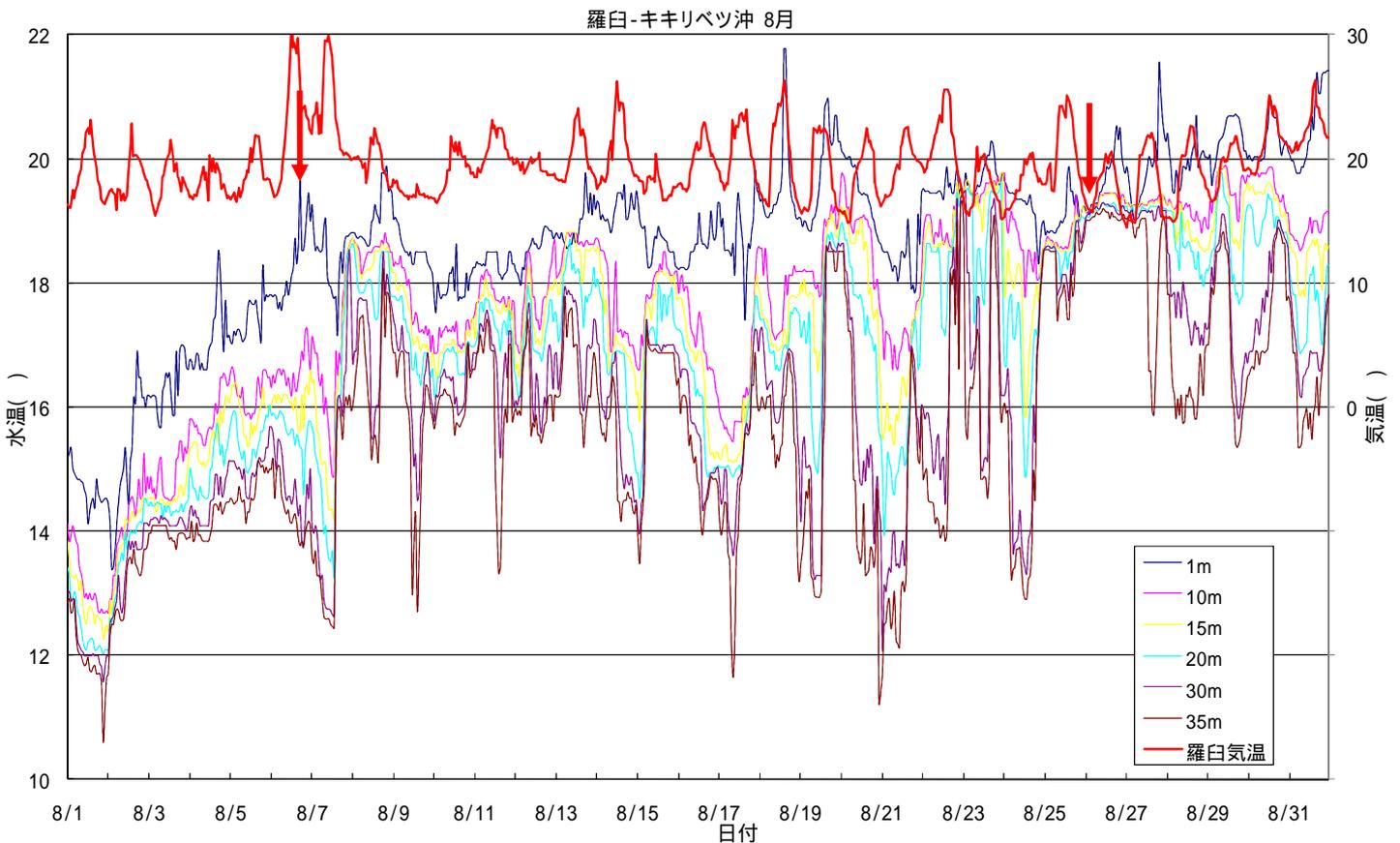


図-4.3.9 羅臼観測水温・気温の経時変化(8月)
(図中赤矢印は図-4.3.10 鉛直分布図化時刻)

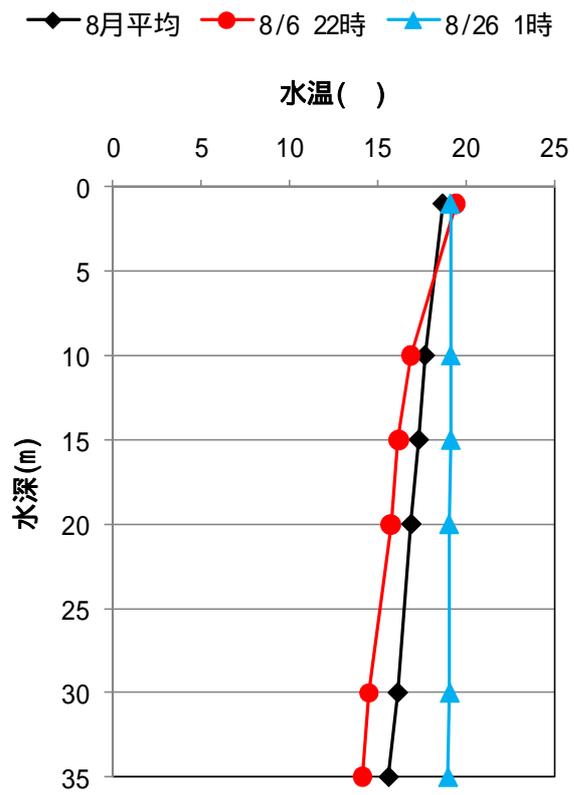


図-4.3.10 羅臼観測水温の鉛直分布(8月)

(6)9月の水温状況

図-4.3.11 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。

水温は多少の上下はあるものの、水深 35m で 16～13℃、表面で 22～17℃へと下降している。夏期から秋期への移行と共に、気温は 23～13℃へ急速に下降しており、海水は熱容量が大きいため気温と連動しているものの、温度の下降は緩やかである。

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ているが、9月22～27日は表面から大水深に至るまで水温が同一であり、規模の大きな鉛直混合をうかがわせる。気温も 10℃以下を示す場合もあり、気象擾乱と鉛直混合による海域全体の水温低下をうかがわせる。

気温や表層水温と連動しない底層の水温低下は、冷水塊の流入が疑われる。

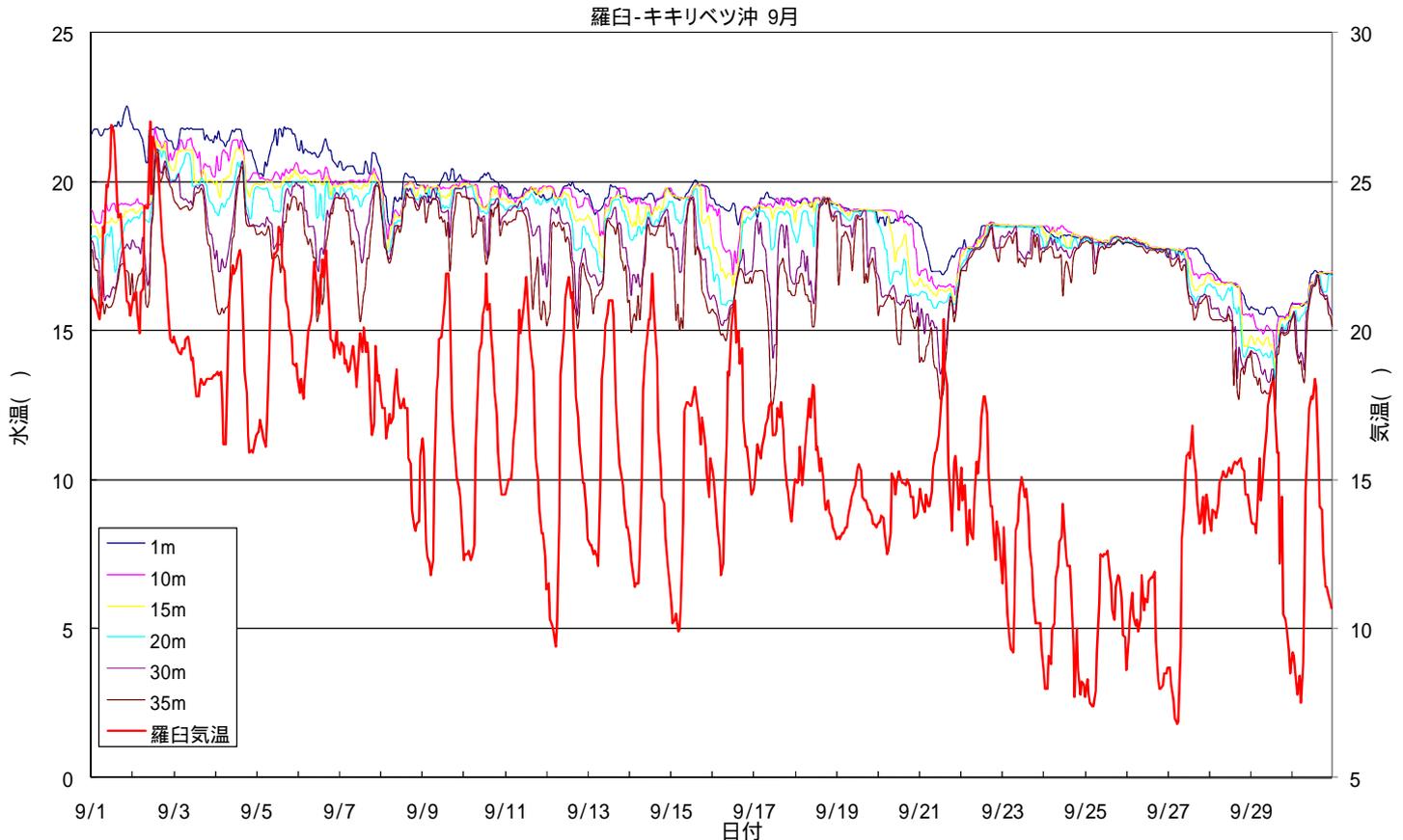


図-4.3.11 羅臼観測水温・気温の経時変化(9月)

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-4.3.12 に示す。図-4.3.13 には、各層毎の 9 月平均水温、躍層が発達した時点(9月1日21時)、鉛直混合が促進されている時点(9月24日4時)の水温鉛直分布を示す。9月22～27日のように気温が低く風速が大きいと、表面から水深 35m に至るまで鉛直混合が促進され、水深 35m の水温は表層に合わせて一旦上昇するものの、気象擾乱が落ち着くと一層低下することがわかる。すなわち、高風速に伴う高波浪の発生により鉛直混合が促進され、水温は低くなったと考えられる。

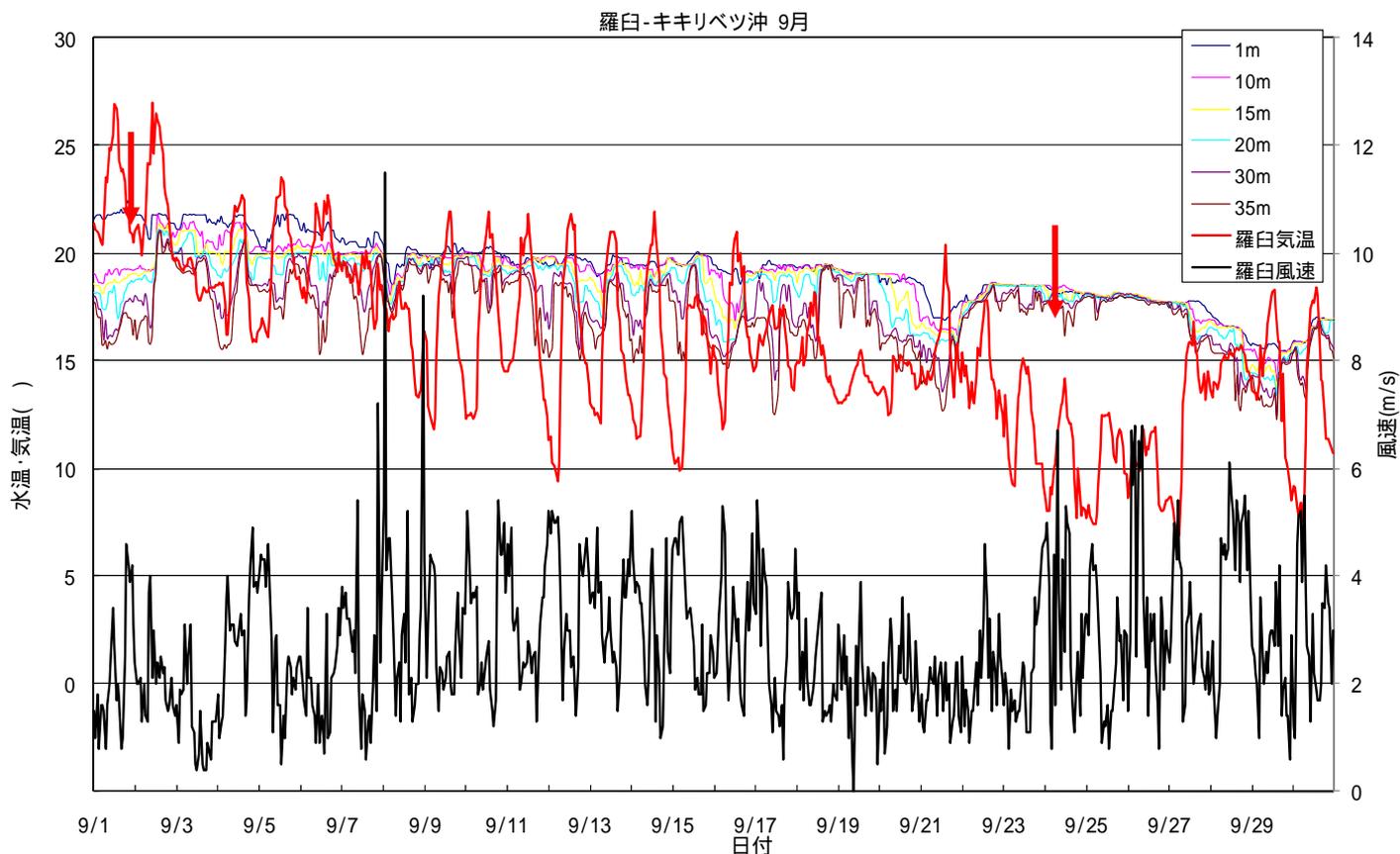


図-4.3.12 羅臼観測水温・気温・風速の経時変化(9月)
 (图中赤矢印は図-4.3.13 鉛直分布図化時刻)

◆ 9月平均 ● 9/1 21時 ▲ 9/24 4時

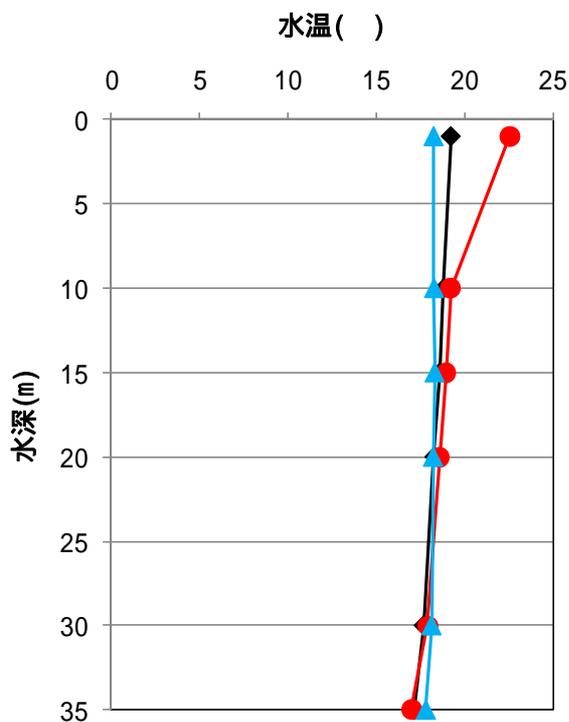


図-4.3.13 羅臼観測水温の鉛直分布(9月)

(7)10月の水温状況

図-4.3.14に10月の水温および気温の経時変化を示す。図-4.3.15には、各層毎の10月平均水温、躍層が発達した時点(10月5日3時)、鉛直混合が促進されている時点(10月14日21時)の水温鉛直分布を示す。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。

水温は多少の上下はあるものの、水深35mで16~13、表面で17~16へと緩やかに下降している。夏期から秋期への移行と共に、気温は上下が激しいものの、8~18の間を推移する。

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ているが、10月13~15日は表面から大水深に至るまで水温が同一であり、規模の大きな鉛直混合をうかがわせる。気温も7以下を示す場合もあり、9月と同様に気象擾乱と鉛直混合による海域全体の水温低下をうかがわせる。

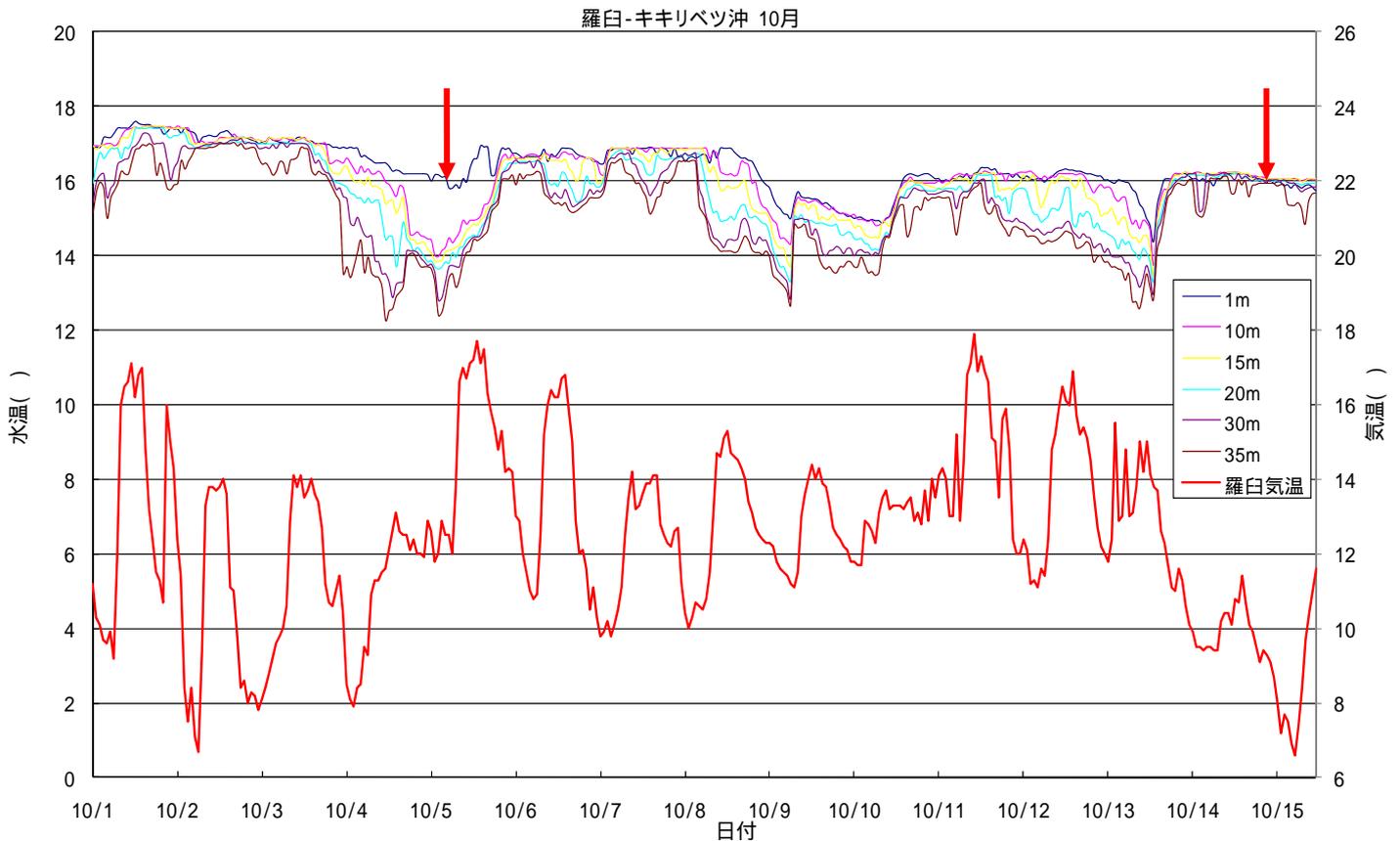


図-4.3.14 羅臼観測水温・気温の経時変化(10月)

(図中赤矢印は図-4.3.15 鉛直分布図化時刻)

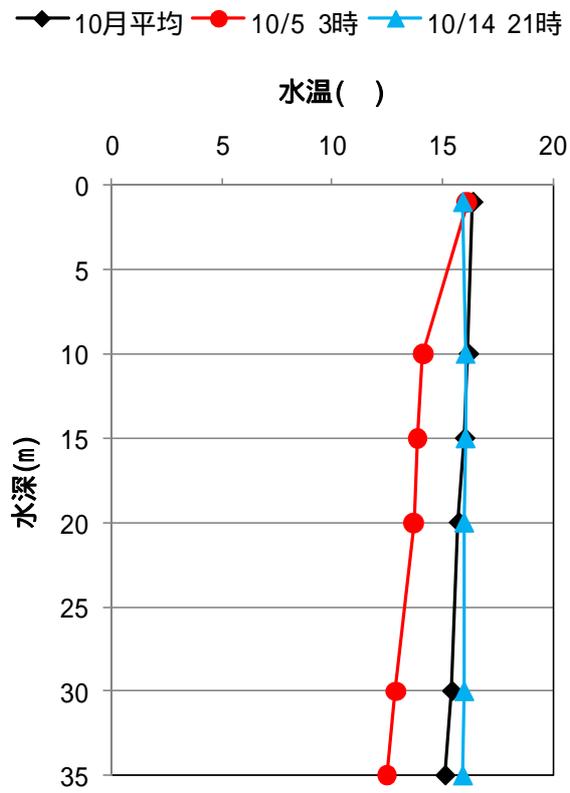


図-4.3.15 羅臼観測水温の鉛直分布(10月)

4.4 知床半島沖における水温環境の取りまとめ

これまでに述べたウトロ・羅臼沖の水温鉛直構造の変化についてまとめる。図-4.4.1はウトロの春期を例にした水温鉛直構造の変化の模式図である。春期の気温の上昇と共に表層の水温も上昇し、水深が深い部分へ熱が移動するものの、自然対流による熱の移動なので、海底近くの水温の上昇には時間がかかる。しかし、高風速および高波浪の来襲により水塊の鉛直混合が促進され、海底でも水温が上昇し、鉛直分布は均一に近くなる。これが繰り返されることに加えて宗谷暖流が流入することで、水塊全体の水温が上昇する。これは、夏期から秋期への気温低下でも同様であり、鉛直混合により海底の水温は一旦上昇するものの、気象擾乱が落ち着いた後には海底の水温は一層低下することとなる。

すなわち、波浪は海水をかき混ぜて、表層の熱を海底まで行き渡らせる機能を持つと言える。また、大気から海水表層に酸素が供給され、鉛直混合により酸素を高濃度で含む水塊が表層から底層に至ることで、底層の貧酸素化が抑制される。

厄介者扱いされる高波浪であるが、これもまたウトロ・羅臼沖の水温環境の安定に不可欠な要素であると考えられる。

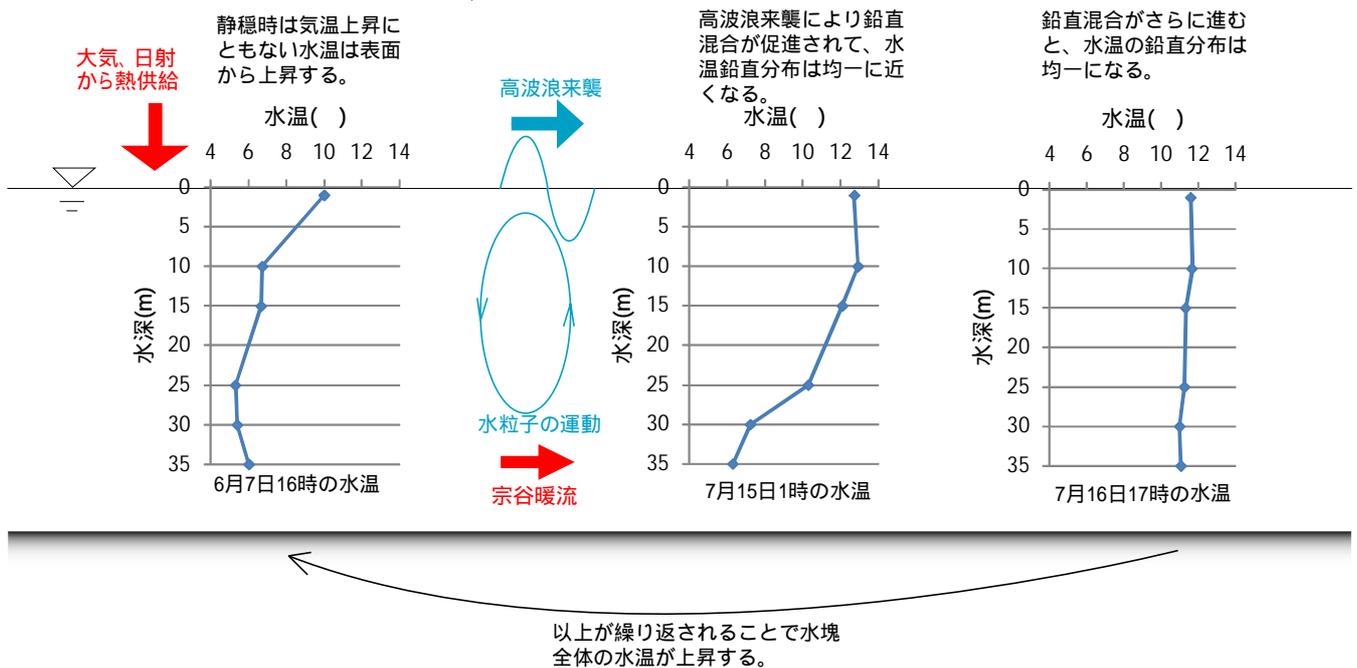


図-4.4.1 春期ウトロを例に取った水温鉛直構造変化の模式図

また、底層に酸素が供給されることで生物の呼吸や微生物による有機物分解が保持されるため、知床半島海域の豊かな生態環境が維持されると考えられる。すなわち、本業務の結果は、気象擾乱による鉛直混合が、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. データの活用状況、活用可能性の検討

現在、観測ブイでは水温についてリアルタイム観測を行っている。得られたデータは、水温については漁組でのサケ稚魚放流時期の判断に用いられており、データのリアルタイム性が重要な役割を果たしている。また、前述のように水温観測結果と波浪や風観測結果を併せて検討することにより、海域の鉛直混合が知床半島海域の豊かな生態環境を維持する基礎となっていることが示唆された。

ただし、塩分、流速、クロロフィル a についてはセンサが故障していることもありデータが得られていない。そのため、水産業へは有効なデータが提供できているものの知床半島の海洋環境のデータ蓄積という観点では現状は不十分と言わざるを得ない。以下、観測項目とそれによって明らかとなる現象を示す。

(1) 水温

- 1) 躍層、鉛直混合の有無と規模
- 2) 水産利用(サケ稚魚放流時期判定等)

(2) 塩分

- 1) 河川水流入の有無
- 2) 躍層、鉛直混合の有無と規模

(3) クロロフィル a

- 1) 海域の基礎生産力
- 2) プランクトンブルームの時期、規模
- 3) 水温鉛直分布等水塊鉛直構造と植物プランクトン増殖の関係
採水分析結果との照合による精度の確認が必要

(4) 流速

- 1) 潮流、分潮の規模、調和定数
- 2) 潮汐以外の流れの有無
- 3) 流れとクロロフィル a、水温鉛直分布との関係
- 4) 冷水塊流入の確認

以上の観測項目については、水温以外は現在のところデータ取得後直ちに利活用されるわけではないが、知床半島海域の海洋環境を検討するには非常に貴重なデータとなる。

以上のような活用可能性が考えられる中、知床海域の海洋環境をモニタリングしていく上での観測の優先順位は、現在のところ表-5.1 のように考える。

表-5.1 モニタリング上の優先順位

優先順位	観測内容
1	水温の長期連続観測
2	クロロフィル a の長期連続観測
3	流速の長期連続観測
4	塩分の長期連続観測

6.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-6.1に示す。

表-6.1 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ウトロ、羅臼両者にて行った。	特になし。
観測ブイを設置し、観測ブイ設置に立ち合った。	特になし。
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。
ウトロで8月27日、羅臼で10月15日にデータ送信がされなくなり、観測を打ち切った。	メーカーに原因を問い合わせたが回収して調べなければ不明との回答であった。 機器に異常が発生し、原因究明のため回収し点検を行うような場合、長期間に渡り欠測が生じ、観測に支障を与えることが懸念される。機器の動作が不安定なこともあり、抜本的な対策として信頼性の高い別のブイを導入することも検討すべきである。
漁協と日程を調整の上、ウトロ側ブイを10月7日、羅臼側ブイを12月21日に回収した。	データ送信不具合等のトラブルについて、メーカーに調査を指示した。今後は代替センサを常備し、不測の事態に備えるべきである。
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。	水温の変化は概ね気温と同期する。 高気温時は躍層が発達するが、高波浪や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。 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。