

東シナ海の物理的・海況要素のモニタリングの研究

市川洋・川辺正樹・松野健・前田明夫・道田豊・
仁科文子・藤尾伸三・柳本大吾・山城徹・石川浩治・北川庄司・
永野憲・新納晃幸・浜崎浩徳・松永直子・松原千恵・室園英司

1. はじめに

本グループは、9月30日から10月15日まで、図1中の直線で結んだ10本の観測線上で水温・塩分・溶存酸素・流速の断面分布の観測を行うとともに、トカラ海峡の2点に ADCP を係留した。また、各点で得られた水温資料を BATHY 通報によって気象庁に提供した。ここで、10本の観測線とは、九州西方の QW 線、佐多岬西方の ST 線、奄美大島北北西沖黒潮横断観測線(KA 線)、奄美大島北西沖黒潮横断観測線(KB 線)、沖永良部島北西沖黒潮横断観測線(KC 線)、宮古島北西沖黒潮横断観測線(KD 線)、およびこれらの6線の北西端の測点を結ぶ大陸棚線(SHF 線)の合計7測線と、トカラ海峡横断観測線(TK 線)、慶良間海裂(Kerama Gap)横断を含めた沖縄と宮古島を結ぶ観測線(KG 線)、および宮古島南東観測線(SM 線)である。

本航海の計画立案時には、東シナ海の陸棚域における海況の変動予測に不可欠な東シナ海と黄海の境界および揚子江河口域を含めた東シナ海大陸棚全域での観測を目指していた。その実現のために、国連海洋法条約に基づいて、韓国および中国の排他的経済水域内での海洋調査事前申請書を本年1月に、海洋研究所から文部省を経て、外務省に提出した。その後、8月になって外務省から予定した日程での観測が不可能であること示された。このため、外務省が保証した日本の排他的経済水域内での観測海域を縮小した。また、当初は ST 線の大陸棚上で58時間にわたる3測点間の周回観測を予定していた。しかし、不測の事態が生じたため、周回観測を中止し、ST 線での反復観測に変更した。次節以下に、これらの観測の目的、内容、他を述べる。

2. 各観測の目的、内容、結果の概要

2.1 断面観測

本航海では以下の5項目を目的として断面観測を行った。

- 1) 東シナ海の陸棚域および黒潮流域における海況の総観的把握
- 2) 東シナ海の海況モニタリングのための TOPEX/POSEIDON 海面高度計資料の利用開発
- 3) トカラ海峡の流速断面構造の把握
- 4) 慶良間海裂を含む沖縄・宮古島間での海水交換の把握
- 5) 琉球列島南東域の海水流動構造の把握

1)を目的として、QW 線、KA 線、KB 線、KC 線、KD 線、ST 線および SHF 線の合計7測線で断面観測を行った。これらの観測線の中の KA 線と KD 線は、2)の目的を兼ねて、

海面高度計を搭載した人工衛星 TOPEX/POSEIDON の東シナ海域での軌道と一致させた。本航海で得られた観測資料と、長崎海洋気象台が年4回の定期観測を続けている PN 線での観測資料とを比較するために、PN 線と一致した線として KC 線を設定した。KB 線は東シナ海の陸棚斜面に沿って北上してきた黒潮から対馬暖流が分離するとともに、黒潮が陸棚斜面を離れる海域の測線として選定した。

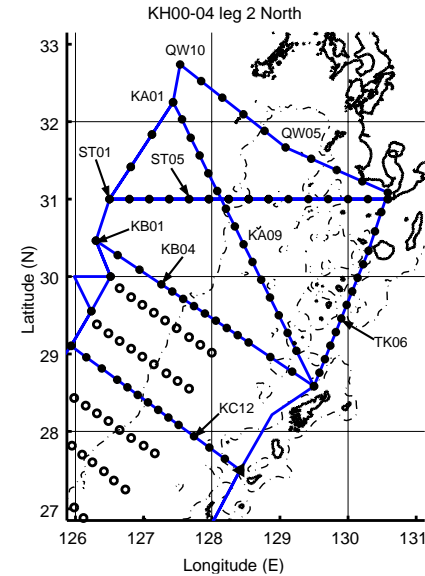


図 1a 北部観測海域の測点配置

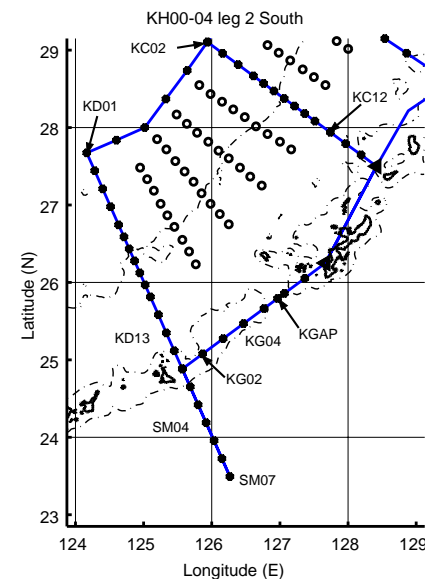


図 1b 南部観測海域の測点配置

本航海の期間中の10月5日から10日には、図1中の白丸で長崎大学水産学部附属練習船長崎丸がCTD観測を行っている。また、水産庁西海区水産研究所陽光丸がPN線(KC線)で反復観測を行っている。本船、長崎丸、陽光丸の3隻によって同時期に得られた観測資料を結合することによって、東シナ海中央部陸棚斜面域の海水分布構造とその短期変動の実態の解明が格段に進歩することが期待されている。

鹿児島県水産試験場は鹿児島と那覇を結ぶ定期フェリーに測器を搭載して、トカラ海峡の表層水温分布の航走連続観測を2日毎に行っている。また、鹿児島大学工学部は、同様の方法で、上層200mの流速の鉛直断面分布の観測を続けている。このフェリー航路と一致するようにTK線を選定し、1)と3)とを併せた目的で観測を行った。東シナ海の600m以深の海水は沖縄と宮古島の間にある最大水深1300mの慶良間海裂を通してのみ太平洋とつながっている。したがって、沖縄海盆の600m以深の海水の分布機構を解明するため、KG線を選定し、1)と4)とを併せた目的で観測を行った。東シナ海を流れる黒潮は北太平洋亜熱帯循環の西岸境界流である。ただし、台湾東海峡の最大水深は600m程度であり、600m以深の西岸境界流は東シナ海に流入しないで、琉球列島の南を北上していると一部の研究者は考えている。この北上流の存在を調べるため、外務省からの連絡で実施を取り止めた東シナ海と黄海の境界および揚子江河口域での観測の代わりに、SM線で観測を行った。

2.2 トカラ海峡の流速断面構造の短期時間変動

日本南岸の黒潮流軸位置の変動はトカラ海峡における黒潮の変動と密接な関連があることが指摘されている。その研究の一環として、トカラ海峡の流速断面構造の短期時間変動を把握する目的で、TK線ではCTD観測1回、XBT/XCTD観測2回の合計3回の横断観測を反復して行った。また、黒潮流域の流速鉛直分布構造の時間変動の実態を把握するために、係留型ADCPをTK1およびTK2の2点に設置した。各々の係留系の模式図を図2に示す。係留系の設置情報は以下の通りである。

項目	TK1	TK2
Instrument and its Date and Time of First Record	RDI 75 kHz LR-ADCP 2000/09/29 11:00 UTC	RDI WHS300-I-UG25 2000/09/29 06:00 UTC RDI WHS300-I 2000/09/29 07:00 UTC AA RCM8(9566) 2000/09/29 09:00 UTC
Sampling Interval	60 min	60 min
Main Buoy	FT Inc. 45 inch SFB x 1	Benthos 17 inch GB x 8

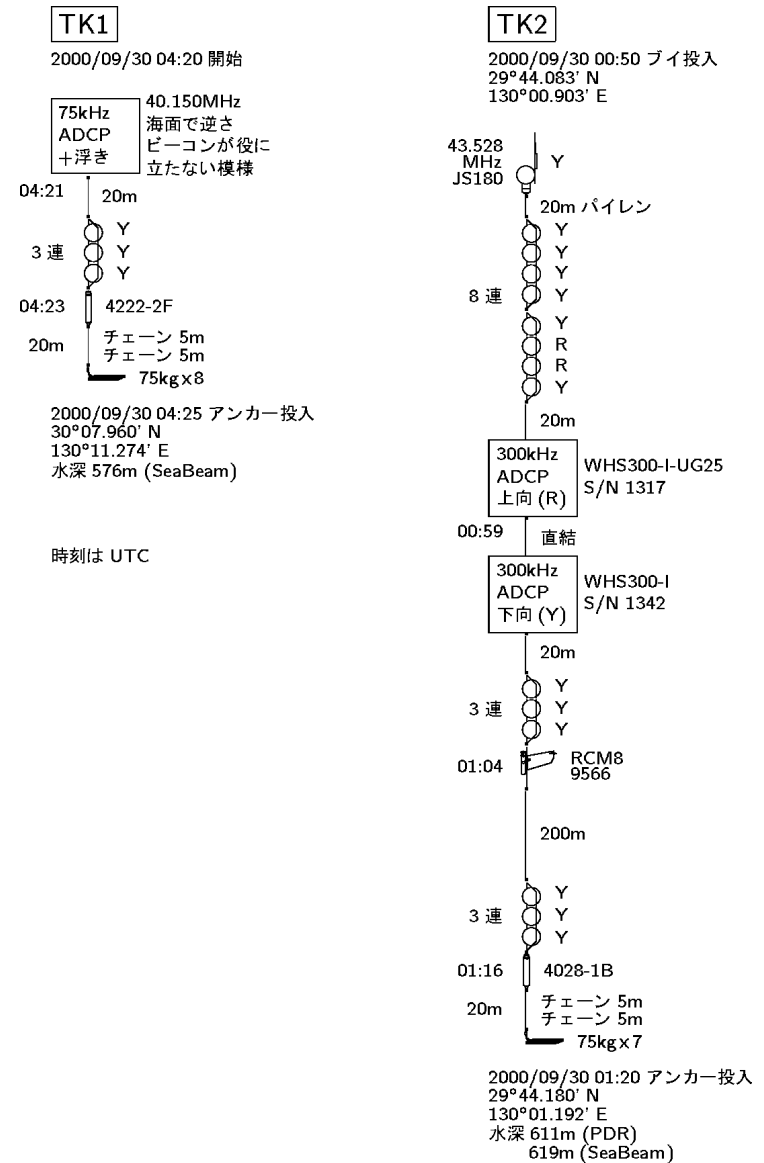


図2 TK1およびTK2で設置された係留系の係留模式図

2.3 海況モニタリング資料に含まれる実験誤差の評価

総観的観測資料に含まれる、潮汐周期変動成分に起因する実験誤差を評価するために、TK 線では、連続して3回の反復横断観測を行った。また、SM07でのCTD観測後、SM07～SM01～KD12～SM01(KG01)間の20時間、航走ADCP観測を行った。ST線では、当初のST04付近での周回観測に代えて、3回の反復観測を行った。1回目にはST01～ST09のCTD観測の後、ST15まで航走した。2回目にはST15～ST01の全点でCTD観測を行った。3回目にはST01～ST15を航走した。

総観的観測値に含まれる、1週間程度以下の時間規模の変動に起因する実験誤差を評価するために、TK01, KA01, A, B, ST01, KB01, C, D, KC02, SM01の各点では、船が断面観測の途中で再訪する度にCTD観測を行った。

2.4 観測内容

溶存酸素濃度センサー (Seabird Electronics Inc.社製 SBE13B Oxygen Sensor) および蛍光光度センサー (Chelsea Instrument Ltd.社製 Mk Aquatracka Fluorometer) 付きのCTD水中局を用いたCTD (CTDOF)観測と12 liter Niskin Bottle 24本掛けCMS (Carousel Multibottle Sampler)による表層下での採水を行った。用いたCTDシステムは、Seabird Electronics Inc.社製 SBE9Plusである。また、CMSはSeabird Electronics Inc.社製 SBE32 Carousel Water Samplerである。なお、CMS架台下部にはLADCP (RDI製, WHM300, 300 kHz)を据え付け、CTD観測と同時に流速の鉛直分布を測定した。本航海中には、多くのNiskin Bottleのゴムチューブ等が破損し、予備のNiskin BottleまたはX-Niskin Bottleと交換した。また、破損他の理由により延べ3回、センサーを交換した。交換したCTD水中局および各センサーのSerial Numberの組み合わせを以下の表で測点群別に示す。

Stn. No.	CTD	Temp.	Cond.	D0	Fl.
From TK14(First) to QW02	0608	2905	2496	0550	8218
From QW03 to QW05	0608	2905	2496	0550	8192
From QW06 to KD08	0400	2017	1578	0401	8192
From KD09 to EC-4(Final)	0400	2017	1578	0550	8192

航走中には、RDI社製 Broadband 38 kHz ADCPによって、最深で約1000mまでの128層の流速を2分毎に記録するとともに、小笠原測器社製データロガーを使用して5分毎に海上気象データを収録した。また、船底下9m, 44m, 94m (海面下15m, 50m, 100m)の3層の流速を古野電気(株)製 Doppler Sonar Current Profiler System (CI-20H)を用いて5分毎に記録した。XBT観測には村山電気(株)製 XBTシステム (Z-60-16)を使用した。XCTD観測には、鶴見精機(株)製 XCTDシステム (TS-MK130)を使用した。各観測点では、ポリバケツによって表層水の測温と塩分・D0測定用に採水を行うとともに、表層連続塩分計の補正のために、研究用海水を7研の蛇口より採取

した。なお、各観測点情報は松野がsum-2rrr.xlsファイルに取りまとめている。

2.5 観測結果の概要

松野が作成した水温・塩分・蛍光光度の断面分布図の一部を次ページ以降に示す。ただし、図中の塩分は未補正のCTD観測値である。

本航海中に行われた5回の黒潮横断CTD観測時の黒潮流軸位置は、それぞれの水温断面図から、KD09-11間、KC08-09間、KB07-08間、KA11-12間、TK07-08間にあったと推定される。10月4日のKD線での黒潮流軸位置は、陸棚縁辺から20マイル以上離れていて、200m以深の下層の冷水渦の沖にあった。10月8日のKC線では、冷水渦はないものの、陸棚縁辺から約20マイル南東にあった。10月9日のKB線では、KD線と同様に、冷水渦を挟んで陸棚縁辺の南東、約20マイルにあった。10月10日のKA線では、陸棚斜面からはるか遠くに離れ、北緯30度付近にあった。TK線では、9月30日にはTK06付近あったのが、わずか1日後の10月1日には10マイル以上北に移動した。ただし、10月2日のTK線での黒潮流軸位置は10月1日と大差はなかった。

5測線とも34psu以下の低塩分水が黒潮流域の高温表層中に約80mの厚さで張り出しているのが観測された。特に、TK線では黒潮流域の全域で34psu以下であった。KA, KB, KC, KDでは、黒潮流軸付近の表層下に類似した塩分の特異分布があるのが、注目される。航海中に船上で取得された人工衛星NOAAによる海面水温分布図では高温部が東シナ海陸棚上に複雑に屈曲する水温前線をともなって張り出しているのが観察された。陸棚上では20m以浅の表層と80m以深の底層に混合層が発達しているのが観測された。

SM線では700m以浅の上層を低気圧性の渦が占めていた。東シナ海では観測されなかった34.2psu以下の低塩分水が慶良間海裂の700m付近を占めており、太平洋から東シナ海への流入を示している。他方、800m以深の34.35psuの海水の水温は沖縄海盆底層水と同じく5以上あり、東シナ海から太平洋への流出を示唆している。

3. おわりに

本航海中に行われた全観測点の合計は167点に達した。この内の142点でCTD観測が行われた。また、75点の983層では、CTDのD0値の検定のために、合計1745本の試水が採取され、ウィンクラー法に基づく自動滴定装置 (Hirama Laboratories社製 ART-3)を用いたD0滴定を藤尾が責任者となって行った。塩分検定用採水は121点の1672層で行われ、1699本の試水の塩分測定がPORTASAL (Guildline Instruments Ltd.社製 PORTASAL 8410)によって仁科が責任者となって行った。二重に採取した27組中の26組の試水の塩分検定値の差の絶対値(塩分検定精度)は0.0007 +/- 0.0005psuであった(27組中の1組は異常値として検定精度の評価から除いた)。

BATHY通報は113点分が藤尾が責任者となって行った。CTD観測資料の塩分値とD0値の補正の各々は、川辺と藤尾が行う。また、航走ADCP観測資料とLADCP観測資料の各々の整理は、藤尾と仁科が担当する。