



第 43 次日本南極地域観測隊  
「専用観測船（タンガロア号）」研究航海報告  
－ 暫定版 －

Preliminary report on  
the 43rd Japanese Antarctic Research Expedition  
Marine Science Cruise by Research Vessel Tangaroa



## 目 次

1. 第43次日本南極地域観測隊「専用観測船（タンガロア号）」研究航海概要
  - 1-1. はじめに
  - 1-2. 研究課題
  - 1-3. 観測体制
  - 1-4. 観測行動概要
    - 1-4-1. 行動全般
    - 1-4-2. 航走観測
    - 1-4-3. 停船観測
2. 物理観測
  - 2-1. 観測・研究担当者
  - 2-2. 観測概要
    - 2-2-1. 航走観測
    - 2-2-2. 停船観測
3. 大気化学
  - 3-1. 観測・研究担当者
  - 3-2. 観測概要
  - 3-3. 観測報告
    - 3-3-1. 大気－海洋間の物質交換過程
    - 3-3-2. 大気中における海洋起源物質の動態に関する研究
4. 海洋化学
  - 4-1. 観測・研究担当者
  - 4-2. 観測概要
    - 4-2-1. 溶存酸素、栄養塩の分布
    - 4-2-2. 溶存気体成分の分布に関する研究
      - 4-2-2-1. DMS/DMSP
      - 4-2-2-2. ハロカーボン類（ハロメタン等）
      - 4-2-2-3. メタン・一酸化二窒素及びその安定同位体
    - 4-2-3. 水循環と淡水寄与の見積もり（化学トレーサー）
    - 4-2-4. 炭素・窒素循環に関する研究
    - 4-2-5. 南極海における微量生元素の分布と動態に関する研究
5. 植物プランクトン
  - 5-1. 観測・研究担当者
  - 5-2. 観測概要
    - 5-2-1. 植物プランクトンの水平分布（航行中の観測）
    - 5-2-2. 植物プランクトンの鉛直分布（停船観測）
    - 5-2-3. 植物プランクトンの光合成生理に関する研究
    - 5-2-4. 生物光学観測・現場法による基礎生産測定
      - 5-2-4-1. 現場法による基礎生産の推定
      - 5-2-4-2. 光吸収・散乱特性の鉛直および日周変化
      - 5-2-4-3. 植物プランクトンの光吸収特性の日周変化
    - 5-2-5. 植物プランクトンの蛍光収率を利用した栄養環境評価実験
    - 5-2-6. 植物プランクトン群集への紫外線の影響
    - 5-2-7. 顕微鏡解析による南大洋の植物プランクトン群集組成
    - 5-2-8. 光合成色素・フローサイトメトリーを用いた南極海の植物プランクトン群集組成の解析
      - 5-2-8-1. 光合成色素
      - 5-2-8-2. フローサイトメトリー
    - 5-2-9. 光合成の光量依存性
    - 5-2-10. 植物プランクトン群集組成変動、光合成活性に対する鉄濃度の影響

## 6. 動物プランクトン

### 6-1. 観測・研究担当者

### 6-2. 観測概要

#### 6-2-1. オキアミおよびサルパの摂餌が植物プランクトン DMS、DMSP 放出に与える影響

#### 6-2-2. 表層動物プランクトン群集の把握

#### 6-2-3. 紫外線が表層動物プランクトンに及ぼす影響評価

#### 6-2-4. 微小動物プランクトンの調査

#### 6-2-5. カイアシ類の摂餌実験（動物プランクトンの船上飼育実験）

#### 6-2-6. CPR (Continuous Plankton Recorder : 連続プランクトン採集器)

#### 6-2-7. NORPAC Routine (ツイン型 NORPAC ネット)

#### 6-2-8. Significance of mesozooplankton for the retention and export of particulate organic carbon

## 7. 係留機器による生物生産過程と沈降粒子観測

### 7-1. 観測・研究担当者

### 7-2. 概要

### 7-3. 表層ブイ実験

#### 7-3-1. 表層ブイ実験でのトラップ採集物中の沈降粒子試料の分析

#### 7-3-2. 水柱の懸濁粒子の分析

#### 7-3-3. 表層ブイ実験実施状況

#### 7-3-4. GPS ブイによる表層ブイ漂流記録

#### 7-3-5. 深度計記録

#### 7-4. JARE-42 復路設置係留系の回収と試料捕集状況

#### 7-5. 白鳳丸で係留した係留系の回収と試料捕集状況

付表Ⅰ. 乗船者リスト

付表Ⅱ. ルーチンデータリスト

付表Ⅲ. CTD 観測項目リスト

## 1. 第 43 次日本南極地域観測隊「専用観測船（タンガロア号）」研究航海概要

### 1-1. はじめに

日本南極地域観測隊（以下、JARE）では、「しらせ」等の南極観測船を用いた海洋観測を長年実施してきた。しかしながら、南極観測船の主要な任務は昭和基地への物資輸送であることから、海洋観測に十分な時間を充てることは困難であるのが現状であった。近年、南極海が地球規模の気候変動にきわめて重要な役割を果たしていることが指摘されるようになったが、国際的に見ても現場での観測が充分に行われているとはいえない。我が国では、JARE 以外の南極海の海洋観測として、東京大学海洋研究所「白鳳丸」、東京水産大学「海鷹丸」、水産庁「開洋丸」の研究航海が断片的に行われており、多大な成果をあげている。平成 13 年度から始まる JARE 第 VI 期 5 カ年計画では、「しらせ」以外に海洋観測を専門に行う船（以下、「専用観測船」）を導入し、南極海の海洋観測に十分な時間を割り、的確な観測を行うことが、国立極地研究所内の生物・医学系、気水圏系、地学系研究グループから提言された。

こうした流れを受け、JARE 第 VI 期 5 カ年計画の初年度にあたる JARE-43 では、「専用観測船」を導入し、これまで国立極地研究所の研究小集会等で検討されてきた観測計画を実施する運びとなった。「専用観測船」には、ニュージーランド水圏大気研究所（National Institute of Water and Atmospheric Research, NIWA）観測船運営会社所有の「タンガロア号」（2,282 トン）が傭船された。この観測は長い JARE の歴史上、初の試みであり、国内・外から大きな注目が寄せられてきた。この度、この研究航海を無事終了し、計画した殆ど全ての観測を実施することができた。このことは、本航海の成功を意味するものであり、乗船研究者一同の努力の賜物である。これまで「専用観測船」導入に携わった数多くの方々にあらためて感謝したい。また、現場観測では「タンガロア号」Andrew Leachman 船長以下乗組員一同に支援して頂いた。深く感謝する次第である。

本航海の公式報告は、第 43 次日本南極地域観測隊報告の一部として公表されることになる。しかしながら、公表までには時間を要すると予想されるため、それまでの暫定版として本報告を取りまとめ、各乗船者が行った研究概要、観測データ責任者等を乗船者間で周知することを目的とした。現時点では、まだ解析の終わっていない観測項目が多く、各研究室へ持ち帰った後、研究に供されることになる。関連研究課題を実施した乗船者は、互いに連絡を密にしてよりよい成果を、より多く発表できるように期待している。乗船者の所属・連絡先は付表 I に示した。なお、本報告中のデータは現時点の暫定的なものであり、今後実施される機器の検定等で数値の変更がなされることがあるので、本報告を引用することは避けて欲しい。

平成 14 年 3 月 7 日  
第 43 次日本南極地域観測隊副隊長・「タンガロア号」航海 Voyage Leader  
小達 恒夫

## 1-2. 研究課題

JARE-43「タンガロア号」研究航海における研究課題は「季節海氷域の光合成に始まる物質循環機構の解明」である。生物生産が高まる夏季に、生物生産と関連した地球温暖化に関わるガス成分の大気－海洋間での交換過程、海洋生物によるこうした温暖化ガスの生成・除去過程、さらには物質の鉛直輸送過程を解明するものである。この研究課題は表1-1に示す通り、JARE 隊員の課題である「南極域から見た地球規模環境変化の総合研究」(JARE 第VI期5か年計画)と同行者の課題である「南極海と地球環境に関する総合的研究」(科学研究費補助金2課題及びJAMSTEC-国立極地研究所共同研究)からなるものである。両研究課題は緊密な連携を持ってなされ、本航海の課題の遂行に大きく寄与するものである。

表1-1. 第43次日本南極地域観測隊「専用観測船(タンガロア号)」研究航海研究課題「季節海氷域の光合成に始まる物質循環機構の解明」.

### 南極地域観測第VI期5か年計画

#### 南極域から見た地球規模環境変化の総合研究(JARE-43 隊員)

- I. 海洋表層－大気間の物質交換過程に関する研究  
植物プランクトンによる光合成速度の測定  
植物プランクトン組成と硫化ジメチル生成過程  
動物プランクトンとメタン生成過程
- II. 海洋表層から中・深層－海底への物質輸送過程に関する研究  
沈降粒子フラックスの測定
- III. 大気－海洋間の物質交換過程の研究  
二酸化炭素等の大気－海洋間の交換過程

#### 南極海と地球環境に関する総合的研究(JARE-43 同行者)

- I. 海洋深層循環が気候に果たす役割の解明  
化学トレーサーを用いた中・深層水形成過程の解明  
流速・密度変動に関する研究
- II. 生物生産と気候とのフィードバック機構の解明  
植物プランクトンによる溶存ガス成分の生成過程に関する研究  
大気中における海洋起源物質の動態に関する研究  
一次生産過程の時空間変動解析  
紫外線変動と表層生物群集に及ぼす影響  
一次生産と動物プランクトンの相互作用に関する研究
- III. 海洋表層－中・深層－海洋底間の物質循環と海氷の役割の解明  
中・深層生物過程の時空間変動に関する研究  
炭素・窒素循環に関する研究  
有機物フラックスに関する研究

また、本航海の研究対象海域である東経140度に沿った南緯60度以南の海域では、2001年10月～12月にはオーストラリア南極観測隊「オーロラ・オーストラリス号」の研究航海が実施され、2002年1月には東京大学海洋研究所「白鳳丸」の研究航海が実施された。本航海はこれらの研究航海に続くもので、本航海後の2002年3月にはJARE-43「しらせ」の観測が予定されている。これら一連の時系列観測を実施することにより、本航海の研究課題が達成されることになる。航海前に検討された時系列観測での主要観測項目は、一次生産過程、ガス生産過程、プランクトン群集解析、フラックス測定の4つの課題であった。本航海においても、これら課題に関わる観測を高い優先順位に位置付け実施した。

本航海時期は、植物プランクトンの生産が高まる夏季の後半に当たり、動物プランクトンの活動が活発になる時期である。本航海での観測・実験を通して、季節海氷域における一次生産に始まる様々な物質の動態、特に地球温暖化に関わるガス成分の動態に関する動物プランクトン群集の寄与が明らかになると期待される。

### 1－3．観測体制

JARE-43「タンガロア号」研究航海では、JARE-43 副隊長・小達が全体の統括した。研究課題毎に6つのグループを編制し、隊員・同行者の協力の元で現場観測を実施した（表1－2）。各グループのチーフによるオペレーション会議を毎日1900（現地時間、以下同じ）に開催し、翌日以降の観測予定を調整した。なお、各測点におけるCTDの配水計画は橋田が、測点での観測時間配分は工藤が担当責任者となった。また、ルーチンデータの責任者として渡邊が担当した。

記録担当者として、公式記録：小達、日誌記録：橋田、写真：工藤を配置した。

表1－2．JARE-43「タンガロア号」研究航海観測体制。

Table 1-2. Responsible person and staff of observations during the Cruise of JARE-43 by R/V Tangaroa.

Group	Chief	Staff	Items of observation
General	Tsuneo ODATE	Shigeru AOKI Shuichi WATANABE Sakae KUDOH So KAWAGUCHI Hidekatsu SUZUKI Gen HASHIDA	Cruise planning
Physical Oceanography	Shigeru AOKI	Toshihiko SATO Matt WALKINGTON	CTD, ADCP, Salinity, CFCs,
Chemical Oceanography	Shuichi WATANABE	Tamihito NISHIDA Junko HAMANAKA Kazuhiro NORISUYE Nobue KASAMATSU	Nutrients, DO, $^{18}\text{O}_2$ , POC, Dissolved Lipids, DMS(P), Micronutrients, Methane, Halocarbon, $\text{N}_2\text{O}$ , Bacterial abundance
Phytoplankton Study	Sakae KUDOH	Takashi YOSHIKAWA Nobuaki OOI S. C. Y. LEONG Meguru MIKI Guido CORNO (Yasushi GOMI)	Phytoplankton species, Chlorophyll <i>a</i> , Primary production, P-E curve, Pigment composition, Optical observations, Surface water monitoring
Zooplankton Study	So KAWAGUCHI	Syuhei BAN Tsuyosi SHIOTANI Kunio TAKAHASHI (Christian W-RISER)	Zooplankton species, Microzooplankton, Acoustics, RMT, Norpac net, Incubation experiments, Lipid composition
Flux Study	Hidekatsu SUZUKI	Christian W-RISER Yumi IWADATE Yasushi GOMI (Sakae KUDOH)	Moorings, Drifting buoy, Phytoplankton flux, Fecal pellet flux
Atmospheric Study	Gen HASHIDA	Kazuo OSADA Keiichiro HARA	Aerosol, Atmospheric minor constituents, $p\text{CO}_2$

#### 1-4. 観測行動概要

##### 1-4-1. 行動全般

先発してホバートへ入っている 7 名を除く JARE-43「タンガロア号」研究航海乗船者 17 名は、2002 年 2 月 2 日 2030 成田発シドニー経由のメルボルン行きの航空機でオーストラリア入国の予定であったが、予約便が欠航となり、翌 3 日 0830 発の同経路便でオーストラリア入りしたが、ホバートまでの連絡便が無く、同日はメルボルン泊まりとなった。ホバート到着は 2 月 4 日 1130 で、予定日時より 1 日近くの遅れとなった。

「タンガロア号」への観測機材（約 770 梱、9.7 トン、61m<sup>3</sup>）の荷揚げ作業は、2 月 4 日 0800 より行われており、遅れた 17 名が「タンガロア号」で合流した時には、その作業はほぼ完了していた。昼食後、隊員・同行者 24 名は、手分けして甲板上へ積まれた荷物を実験室等へ搬入した。5 日も終日、荷物の開梱、実験室の整理等を行ったが、洋上よりも接岸中に行うべき作業が多数あったため、出港時刻を予定の 2 月 6 日 1000 から、同日 1800 と変更した。

安全対策としては、2 月 4 日 1600 より、前日に予定されていた Ship Safety Training の実施と、Antarctic Protocol の説明がなされた。出港後、7 日午後には消火器訓練、Antarctic medical lecture 及び Antarctic survival lecture が行われた。航海中の 2 月 22 日に実施された避難訓練では、乗船者の笠松が CTD デッキ付近で怪我をしたという想定で、西田、塩谷、吉川、佐藤、五味、W-Riser の 6 名が担架を用いて、怪我人をホスピタルまで運ぶ訓練を行った。また、観測中は、観測隊で準備したヘルメット、防寒・防水ジャケット、ライフジャケット、防寒安全長靴の着用を義務付けた。特に、デッキサイドで作業をする場合には、安全帯を使用した。また、入港前日には Safety Meeting が開催され、航海中に行った観測等の作業工程を振り返った。ここでは、RMT 観測での危険性が指摘されたが、他の観測項目においては特に危険な作業は指摘されなかった。

船内生活に関しては、毎日曜日には、船長によるキャビン・実験室等の検査が行われ、整理整頓されていない場合には、船長からの指導があった。なお、検査後には、最もよく整理整頓されていたキャビンを使用している者が船長より表彰された。ちなみに、2 月 10 日には佐藤が、2 月 24 日には川口・青木が、3 月 3 日には長田・原が表彰された。食生活に関しては、洋食が中心となったが、毎食米飯が用意されており、乗船者からは大きな不満は無かった。むしろ、日本の船ではなじみの薄いキャフェテリア方式は好評であった。また、アイスクリーム等豊富な副食が用意されており、乗船者は満足していた。「タンガロア号」には、サウナと日本式の風呂が設備されており、風呂は 2 日毎に使用可能であった。乗船者の有志による、運営がなされた。なお、各キャビンに備え付けてあるシャワーは、毎日 24 時間使用可能であった。船内からの通信手段は、電話、ファックス、E-mail が使用可能であった。私用の E-mail は、航海中一人当たり 2MB（送信・受信の合計）まで無料となっており、これは通常のメールのやり取りでは充分量であった。

3 月 4 日までは殆どの観測を終了し、各自撤収作業を行った。3 月 5 日午後にはホバート港外で仮泊し、3 月 6 日には実験室内にあった観測機材等を甲板上へ集積する作業を行った。3 月 7 日 0800 ホバート港入港後、0900 より積み下ろし作業を開始し、1700 には作業を終了した。

##### 1-4-2. 航走観測

2002 年 2 月 6 日 1800、ホバート港を出港後、「白鳳丸」の最北観測点である南緯 47 度、東経 140 度の点を目指し航走した（図 1-1 参照）。オーストラリア EEZ 内での観測項目として、Continuous observations (Surface temperature, salinity and fluorescence, ADCP, XCTD, Acoustic, CPR, Air sampling)を申請し、許可されており、観測準備が完了した観測項目から順次観測を始めた。なお、2 月 7 日 1600 頃には、オーストラリア EEZ 外へでた。また、3 月 2 日の停船観測終了後も、往路と同じ航跡を辿って、南緯 47 度、東経 140 度まで北上し、この点からホバートへ向けて針路を変えた。3 月 4 日には再びオーストラリア EEZ 内に入ったが、機材積

み下ろしに備えて、適宜観測を終了させた。各観測の詳細については、2章以下の各グループの取りまとめを参照されたい。

#### 1-4-3. 停船観測

2002年2月11日1530、観測海域の北端、測点1（61-00S, 140-00E）へ到達した（図1-1参照）。最南端の測点8（66-15S, 140-00E）を目指し更に南下を続け、2月12日2100には66-15S, 140-00Eへ到達した。この海域の北東側には水深100mの浅瀬があり、漂流ブイの長さが200mを超えることから、重錘の着底が危惧されたため、直ちに周辺海域の水深調査を実施し、水深が十分に深い66-26S, 140-00Eを測点8と定めた。更に、万が一の着底の危険を避けるため、漂流ブイの長さを100m短くした。水深調査後、2月13日0000より停船観測を実施することとした。これは航海前に計画した予定より約10時間の遅れであった。以後の停船観測実施状況を表1-3に示した。

停船観測終了までの間、低気圧の接近による観測待機が3回あった。特に、2月16日昼前から中心気圧946hPaに発達した低気圧に襲われ、32時間強の観測待機を強いられたが、2月24日0821測点1における観測終了をもって、当初予定していた南緯61度～氷縁測点8間の断面観測は終了した。この間に、JARE-42で設置した係留系及び「白鳳丸」で設置した係留系の揚収に成功した。また、3回の漂流ブイ回収を含む、計画された観測項目の殆ど全てを実施することができた。断面観測終了日時は、航海前に計画した予定の56時間の遅れであった（荒天による観測待機総時間は約50時間）。しかしなお、測点1最終離脱日時2月28日1200までには、約100時間の観測時間を残していた。この時点で、大測点（測点8、5、1）での2回目の観測は、測点1～8の往復航走に72時間、観測時間90時間であるため、時間的に不可能になった。また、測点5付近での漂流ブイ追跡実験についても、測点1～5の往復航走に36時間と見込まれ、実質の実験期間は48時間程度と想定され、既に行った24時間漂流ブイ実験と大きな違いが見込まれないことから、同実験は断念された。そこで、1回目の断面観測終了後は、南緯61度～氷縁測点8間の表層観測を実施し、更なる残り時間・海況を見て、「白鳳丸」が実施した南緯60度、東経140度での中観測、「オーロラ・オーストラリス号」が実施した南緯57度、東経140度での中観測+AC9 & PUV 24時間観測、及び「白鳳丸」が実施した南緯54度、東経140度での中観測を実施することとした。これらの観測は3月2日1305に終了した。この点における観測終了をもって、本航海における停船観測は全て終了した。

停船観測全般を通して、致命的な観測機器の障害は無く、ほぼ順調に観測を実施することが出来た。CTDの軽微なトラブルに関しては、M. Walkingtonの努力により、短時間で復旧することが出来た。また、観測開始当初は、日本から持ち込んだRMTの投入・揚収方法に関して確立されていなかったが、観測中盤からほぼ方法が確立した。停船観測計画全般では、観測開始の2月13日から、大観測点の観測が連続し、更に物理系の集中的観測と、多忙な日が1週間ほど続いたため、担当者は休息時間が充分ではなかったようだった。2月20日に「白鳳丸」で設置した係留系回収に成功し、その後の観測スケジュールにゆとりができたため、休息時間が充分に取れるような観測計画を作成した。このことも断面観測終了後の残り時間を減らす一因にはなったが、疲労による不慮の事故等の発生を警戒すると致し方が無いことであった。



表 1 - 3. 第 43 次日本南極地域観測隊「専用観測船 (タンガロア号)」研究航海における停船観測記録.

Table 1-3. Log of station observations during JARE-43 Marine Science Cruise by R/V Tangaroa.

<u>13th February (noon position: 66-37S, 139-57E)</u>			
Time	Lat (S)	Long (E)	
	Start observations at Station 8.		
0013	CTD-Incubation	66-26.0	140-00.1
0057	Finish	66-25.7	139-58.1
0100	Norpac-Culture	Problem with release	
0204	Norpac-Culture	66-25.9	139-59.6
0214	Finish	66-25.8	139-59.1
0220	Norpac-Multilayer	66-26.1	140-00.0
0250	Finish	66-25.9	139-58.8
0300	AC9 cast 1	66-26.0	140-00.1
0323	Finish	66-25.7	139-59.5
0350	CTD-Fe & PP	66-26.0	139-59.9
0455	Finish	66-25.3	139-58.3
0511	Drift Buoy deploy		
0545	Finish	66-25.8	139-58.3
0826	AC9 & PUV cast 2	66-26.1	140-00.8
0905	Finish	66-26.0	140-01.2
0926	CTD-Routine	Equipment fault	
0940	Norpac-Routine	66-26.0	140-00.2
1031	Finish (3 casts)		
1036	CTD-Testing equipment		
1055	Finish		
1316	AC9 cast 3	66-26.1	140-00.3
1335	Finish	66-26.0	140-00.6
1339	PUV cast 3	66-26.0	140-00.1
1400	CTD-Day	66-26.0	140-00.1
1458	Finish	66-26.1	139-59.2
1510	Norpac-Culture	66-26.0	140-00.2
1540	Finish (4 casts)	66-25.8	140-00.2
1618	Norpac-Multilayer	66-25.6	140-00.5
1707	Finish (3 casts)	66-25.7	140-00.4
1822	CTD-Routine	66-26.0	140-00.3
1906	Finish	66-25.6	140-00.1
1911	AC9 cast 4	66-25.6	140-00.0
1933	Finish (2 casts)	66-25.5	139-59.9
1936	PUV cast 4	66-25.4	139-59.8
1940	Finish	66-25.4	139-59.8
1950	CTD-Routine retrial	66-25.3	139-59.6
2057	Finish	66-24.7	139-58.2
2214	AC9 cast 5	66-26.0	140-00.0
2230	Finish (2 casts)	66-26.0	139-59.2
2233	PUV cast 5	66-26.0	139-59.0
2237	Finish	66-26.0	139-58.9
2325	CTD-POC	66-26.0	140-00.1

<u>14th February (noon position: 65-45S, 139-49E)</u>			
Time	Lat (S)	Long (E)	
	Continued observations at Station 8.		
0042	Finish	66-26.2	139-55.9
0121	RMT-1	66-26.0	139-59.9
0141	Finish	66-25.9	140-01.1
0315	AC9 cast 6	66-25.9	140-01.1
0338	Finish (2 casts)	66-25.9	139-58.5
0411	CTD-Thorium	66-29.9	140-00.4

0448	Finish	66-26.0	139-57.6
0500	Searching for buoy		
0648	Buoy recovery	66-22.0	139-32.0E
0720	Finish	66-22.0	139-30.0E
	Finish observations at Station 8.		
	<b>Waiting for improvement of weather condition, steaming to Station 5 (64-00S, 140-00E).</b>		
2300	Arrive at Station 5		

<u>15th February (noon position: 64-00S, 140-00E)</u>			
Time	Lat (S)	Long (E)	
	Start observations at Station 5.		
0013	CTD-Incubation	64-00.1	140-00.0
0049	Finish	64-00.1	139-59.0
0103	Norpac-Routine	64-00.0	140-00.0
0133	Finish (3 casts)		
0135	Norpac-Culture		
0147	Finish	64-00.2	139-58.9
0200	Norpac-Multilayer	63-59.9	140-00.1
0217	Finish (2 casts)	64-00.0	139-59.6
0335	CTD-Fe & PP	64-00.0	140-00.3
0416	Finish	64-00.2	139-59.9
0420	AC9 cast 1	64-00.3	139-58.8
0437	Finish (2 casts)	64-00.4	139-58.2
0453	Drift Buoy deploy	64-00.5	139-57.7
0518	Finish	64-00.7	139-57.1
0628	Contact with JARE-42 Mooring	63-59.8	140-00.6
0633	Release		
	JARE-42 Mooring	63-59.8	140-00.7
0749	Hooked Buoy	63-59.7	139-58.9
0846	Finish	63-59.7	139-58.1
	Dismantling mooring & securing equipment		
1037	AC9 cast 2	64-00.0	139-59.4
1057	Finish (2 casts)	63-59.9	139-58.8
1100	PUV cast 2	63-59.9	139-58.8
1104	Finish	63-59.9	139-58.7
1304	CTD-Lipid & Day	63-59.9	139-59.9
1328	Finish	63-59.7	139-59.1
1340	Norpac-Culture	64-00.0	140-00.3
1427	Finish (4 casts)	63-59.8	139-58.6
1442	Norpac-Multilayer	64-00.0	140-00.3
1458	Finish	63-59.8	140-00.0
1536	AC9 cast 3	64-00.0	140-00.0
1550	PUV cast 3	64-00.0	139-59.4
1555	Finish	64-00.0	139-59.3
1608	CTD-Thorium	64-00.0	140-00.0
1629	Finish	63-59.9	139-59.2
1834	Norpac-Routine	64-00.0	139-59.1
1909	Finish (3 casts)	64-00.0	139-58.2
1925	CTD-POC	64-00.2	140-00.0
2011	Finish	64-00.1	139-58.8
2047	AC9 cast 4	63-59.9	139-58.0
2100	Finish (2 casts)	63-59.8	139-57.8

表 1 - 3. 続き.  
Table 1-3. Continued.

2100	PUV cast 4	63-59.8	139-57.8	0914	Finish	65-30.6	139-49.8
2106	Finish	63-59.8	139-57.7	0932	Norpac-Routine	65-32.0	139-50.7
2152	RMT	64-00.2	140-01.4	1006	Finish (3 casts)	65-31.8	139-50.2
2220	Finish	64-00.4	140-02.0		Finish observations at Station 7-1.		
2343	CTD-Lipid	63-59.6	140-02.1		Steam to Station 7-2 (65-34S, 139-51E).		
					Start observations at Station 7-2.		
<u>16th February (noon position: 63-58S, 139-54E)</u>				1050	CTD-Physics	65-33.9	139-50.2
Time		Lat (S)	Long (E)	1143	Finish	65-33.7	139-50.2
	Continued observations at Station 5.			1202	Norpac-Routine	65-33.7	139-50.1
0010	Finish	63-59.3	140-01.7	1235	Finish (3 casts)	65-33.8	139-49.9
0045	AC9 cast 5	64-00.1	139-59.8		Finish observations at Station 7-2.		
0102	Finish (2 casts)	63-59.9	139-59.3		Steam to Station 7-3 (65-43S, 139-51E).		
0159	CTD-Routine shallow	64-00.0	139-59.9		Start observations at Station 7-3.		
0231	Finish	63-59.7	139-58.4	1413	CTD-Physics	65-44.5	139-49.4
0450	Drift Buoy retrieve	63-56.9	139-32.0	1441	Finish	65-44.3	139-49.6
0535	Finish	63-56.8	139-29.0	1444	Norpac-Routine	65-44.3	139-49.6
0536	Steam back to Station 5			1516	Finish (3 casts)	65-44.1	139-49.6
0736	CTD-Routine deep	64-00.4	140-01.5		Finish observations at Station 7-3		
1006	Finish	63-55.9	139-56.2		Steam to Station 6-2 (65-23S, 139-51E)		
	Finish observations at Station 5.				Start observations at Station 6-2		
	<b>Waiting for improvement of weather condition, steaming to Station 7 (65-26S, 139-51E).</b>			1808	CTD-Physics	65-23.0	139-51.8
<u>17th February (noon position: 64-47S, 140-18E)</u>				2003	Finish	65-22.3	139-53.1
Time		Lat (S)	Long (E)	2006	Norpac-Routine	65-22.4	139-53.0
	<b>Waiting for improvement of weather condition, steaming to Station 7 (65-26S, 139-51E).</b>			2038	Finish (3 casts)	65-22.3	139-52.9
1824	Arrive at Station 7				Finish observations at Station 6-2.		
	Start observations at Station 7				Steam to Station 6-1 (65-05S, 139-51E).		
1832	Norpac-Culture	65-26.1	139-50.6		Start observations at Station 6-1.		
1925	Finish (4 casts)	65-25.5	139-51.4	2311	CTD-Physics	65-06.9	139-50.7
1938	CTD-Fe & PP	65-25.3	139-51.4				
2011	Finish	65-25.8	139-51.4	<u>19th February (noon position: 64-45S, 139-51E)</u>			
2037	RMT	65-24.8	139-51.5	Time		Lat (S)	Long (E)
2118	Finish	65-25.4	139-51.5		Continued observations at Station 6-1.		
2206	CTD-Lipid, Fe & <sup>14</sup> C	65-25.9	139-50.9	0129	Finish	65-06.8	139-50.6
2220	Abort			0134	Norpac-Routine	65-06.7	139-50.6
2233	CTD-Lipid, Fe & <sup>14</sup> C			0207	Finish (3 casts)	65-06.8	139-51.0
	(retrial)	65-26.1	139-51.1		Finish observations at Station 6-1		
2257	Finish	65-26.1	139-50.7		Steam to Station 6 (64-45S, 139-51E)		
					Start observations at Station 6.		
<u>18th February (noon position: 65-34S, 139-50E)</u>				0455	Norpac-Culture	64-44.9	139-50.8
Time		Lat (S)	Long (E)	0521	Finish (3 casts)	64-44.8	139-50.6
	Continued observations at Station 7.			0540	CTD-Fe & PP	64-44.7	139-50.4
0011	CTD-POC & Lipid	65-26.1	139-50.8	0614	Finish	64-44.4	139-50.0
0133	Finish	65-25.7	139-50.7	0757	RMT-1	64-45.1	139-51.3
0144	Norpac-Routine	65-26.1	139-50.9	0828	Finish	64-45.3	139-53.0
0216	Finish (3 casts)	65-25.9	139-50.7	0900	CTD-Fe & <sup>14</sup> C	64-45.1	139-53.1
0230	CTD-Routine & POC (PC failed)			0915	Finish	64-45.1	139-52.6
0526	CTD-Routine & POC			0935	RMT-2 with camera	64-45.0	139-52.3
	(retrial)	65-24.4	139-49.0	1021	Finish	64-44.7	139-54.9
0612	Finish	65-24.1	139-48.8	1214	CTD-Routine deep	64-44.9	139-50.4
	Finish observations at Station 7.			1510	Finish	64-44.8	139-50.1
	Steam to Station 7-1 (65-32S, 139-51E).			1521	Norpac-Routine	64-45.0	139-51.0
	Start observations at Station 7-1.			1554	Finish (3 casts)	64-44.8	139-50.9
0809	CTD-Physics	65-31.3	139-50.5	1635	CTD-Routine shallow	64-45.2	139-50.7
				1704	Finish	64-45.2	139-51.3
					Finish observations at Station 6.		
					Steam to Station 5 (64-00S, 140-00E).		
<u>20th February (noon position: 63-19S, 140-00E)</u>							

表 1-3. 続き.  
Table 1-3. Continued.

[illegible]

表 1 - 3. 続き.  
Table 1-3. Continued.

<u>24th February (noon position: 61-42S, 140-01E)</u>				0803	Finish (2 casts)	57-01.4	140-00.4
Time		Lat (S)	Long (E)	0805	PUV cast 1	57-01.4	140-00.4
	Continued observations at Station 1.			0809	Finish	57-01.4	140-00.4
0100	CTD-Routine Deep	61-00.1	139-59.9	0817	CTD-Fe & PP	57-01.4	140-00.5
0352	Finish	61-00.4	139-59.2	0824	Abort		
0404	AC9 cast 5	60-59.9	140-00.1	0826	CTD-Fe & PP		
0425	Finish (2 casts)	60-59.8	140-00.4		(retrial)	57-01.3	140-00.6
0436	Shift to Drift Buoy			0849	Finish	57-01.3	140-01.0
0626	Drift Buoy retrieve	61-01.3	140-10.0	0854	Norpac-Routine	57-01.3	140-01.1
0659	Finish	61-01.7	140-10.0	0927	Finish (3 casts)	57-01.4	140-01.7
0747	RMT-1	60-59.7	140-01.0	1003	RMT-1	57-01.2	140-01.4
0821	Finish	60-58.6	140-00.9	1042	Finish	57-00.5	139-59.9
	Finish observations at Station 1.			1054	RMT-Cleaning cast	57-00.2	139-59.5
	Steam to Station 5 (64-00S, 140-00E)			1105	Finish	56-59.8	139-59.1
2252	Arrive at Station 5			1300	AC9 cast 2	56-59.9	140-00.0
	Start observations at Station 5.			1311	Finish (2 casts)	57-00.0	140-00.2
2255	Norpac-Culture	64-00.0	139-59.9	1300	PUV cast 2	57-00.0	140-00.2
2313	Finish (2 casts)	64-00.2	139-59.1	1317	Finish	56-59.9	140-00.3
	Finish observations at Station 5.			1320	Flowmeter calibration		
	Steam to Station 8 (66-26S, 140-00E)			1340	Finish		
				1345	CTD-Routine Deep	56-59.8	140-00.5
<u>25th February (noon position: 65-51S, 139-43E)</u>				1621	Finish	57-00.1	140-00.2
Time		Lat (S)	Long (E)	1804	AC9 cast 3	57-00.0	139-59.6
	Steam to Station 8 (66-26S, 140-00E)			1818	Finish	57-00.1	139-59.6
1530	Arrive at Station 8	66-26.0	140-00.0	1820	PUV cast 3	57-00.1	139-59.6
	Steam to Station 9 (60-00S, 140-00E)			1824	Finish	57-00.2	139-59.5
				1831	CTD-Routine Shallow	57-00.2	139-59.5
<u>26th February (noon position: 62-58S, 140-00E)</u>				1902	Finish	57-00.5	139-59.1
Time		Lat (S)	Long (E)	2259	AC9 cast 4	57-00.1	139-59.9
	Steam to Station 9 (60-00S, 140-00E)			2311	Finish (2 casts)	57-00.3	139-59.8
				<u>1st March (noon position: 56-27S, 140-00E)</u>			
<u>27th February (noon position: 60-00S, 140-00E)</u>				Time		Lat (S)	Long (E)
	Steam to Station 9 (60-00S, 140-00E)				Continued observations at Station 10.		
	Start observations at Station 9.			0403	AC9 cast 5	57-00.0	140-00.0
0740	CTD-Fe & PP	59-59.4	140-01.2	0420	Finish (2 casts)	57-00.1	140-00.0
0803	Finish	59-59.5	140-00.7	0757	CPR deploy		
0808	Norpac-Routine	59-59.5	140-00.8		Steam to Station 11 (54-00S, 140-00E)		
0845	Finish (3 casts)	59-59.5	140-01.0				
0934	CTD-Routine deep	60-00.1	139-59.8	<u>2nd March (noon position: 54-00S, 140-00E)</u>			
1227	Finish	60-00.4	140-00.3	Time		Lat (S)	Long (E)
1409	RMT-1	59-59.6	140-01.7		Steam to Station 11 (54-00S, 140-00E)		
1445	Finish	60-00.2	140-00.3		Start observations at Station 11.		
1515	CTD-Routine shallow	60-00.0	140-00.1	0620	CTD-Fe & PP	54-00.2	139-59.4
1542	Finish	60-00.2	140-00.1	0645	Finish	54-00.4	139-59.3
	Finish observations at Station 9.			0730	Norpac-Routine	54-00.2	139-59.9
	Steam to Station 10 (57-00S, 140-00E)			0802	Finish (3 casts)	54-00.3	139-59.9
				0809	CTD-Routine deep	54-00.4	140-00.0
<u>28th February (noon position: 57-00S, 140-00E)</u>				1027	Finish	54-01.4	140-00.1
Time		Lat (S)	Long (E)	1232	CTD-Routine shallow	54-00.0	140-00.1
	Steam to Station 10 (57-00S, 140-00E)			1305	Finish	54-00.0	140-00.0
	Start observations at Station 10.				Finish observations at Station 11.		
0743	AC9 cast 1	57-01.5	140-00.1				

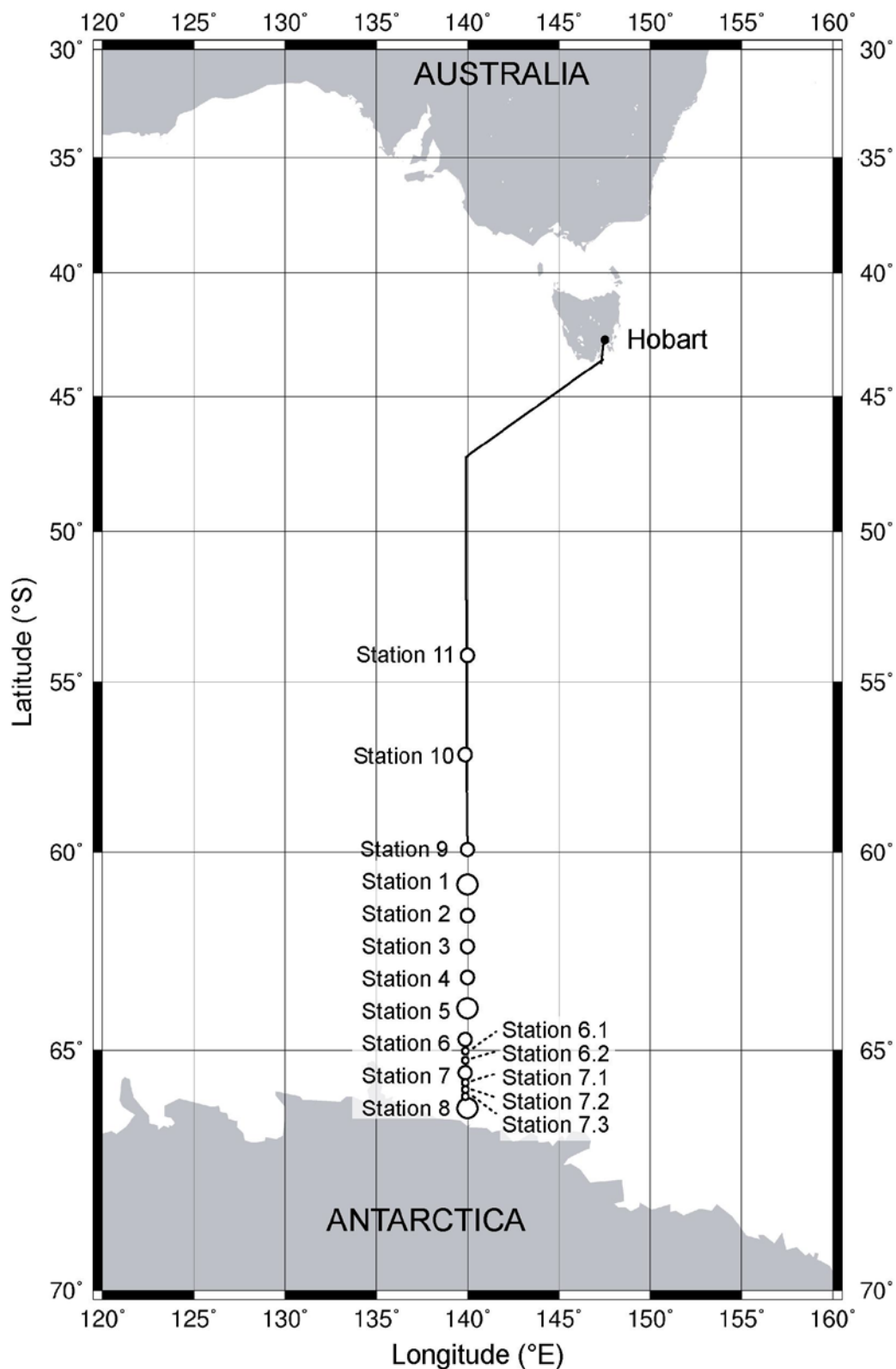


図 1 - 1 . 第 43 次日本南極地域観測隊「専用観測船（タンガロア号）」研究航海における停船観測点の位置.

Figure 1-1. Location of sampling stations during JARE-43 Marine Science Cruise by R/V Tangaroa.

## 2. 物理観測

### 2-1. 観測・研究担当者

青木 茂 (極地研)

佐藤壽彦 (筑波大)

Matt Walkington (NIWA)

### 2-2. 観測概要

#### 2-2-1. 航走観測

青木 茂・佐藤 壽彦・Matt Walkington

##### a) XCTD・XBT 観測

調査海域における基本的な表層水塊構造の把握と、フロント近傍の詳細観測・モニタリングデータの蓄積を目的として、XCTD および XBT 観測を実施した。

ホバート出港後、南緯 44 度から 66 度までを、基本的に 0.5 度おきに観測した。 Antarctic Slope Front (ASF) 付近では XCTD を、SubAntarctic Front (SAF) 付近では XBT を用いた重点的観測を行なった。大陸付近の深度が深い海域でも適宜 XCTD による観測を実施した。

3 月 4 日 14 時現在、合計で、XCTD98 本、XBT120 本の観測およびテストを実施している。ただし、このうちの約 16%については、途中で断線するなど、完全なデータの取得がなされていない。観測点の時間と位置を表 2-2-1 に示す。

南下時の XCTD による水温・塩分の鉛直プロファイルを図 2-2-1 に示す。南緯 60 度から 62 度付近までは連続的な構造が見られる。63.5 度付近を中心として低温・低塩分の渦状の構造が 1000m 付近までみられる。この構造は、北上時にも観測された。65 度から南側は、ASF と対応した等密度面の深化が捉えられている。60 度以北では、60-59 度付近に Polar Front、50 度付近に SAF が捉えられている。水温極小の深度は、65 度付近では 30m であり、低緯度につれて深くなり、59 度では 180m 前後となっている。

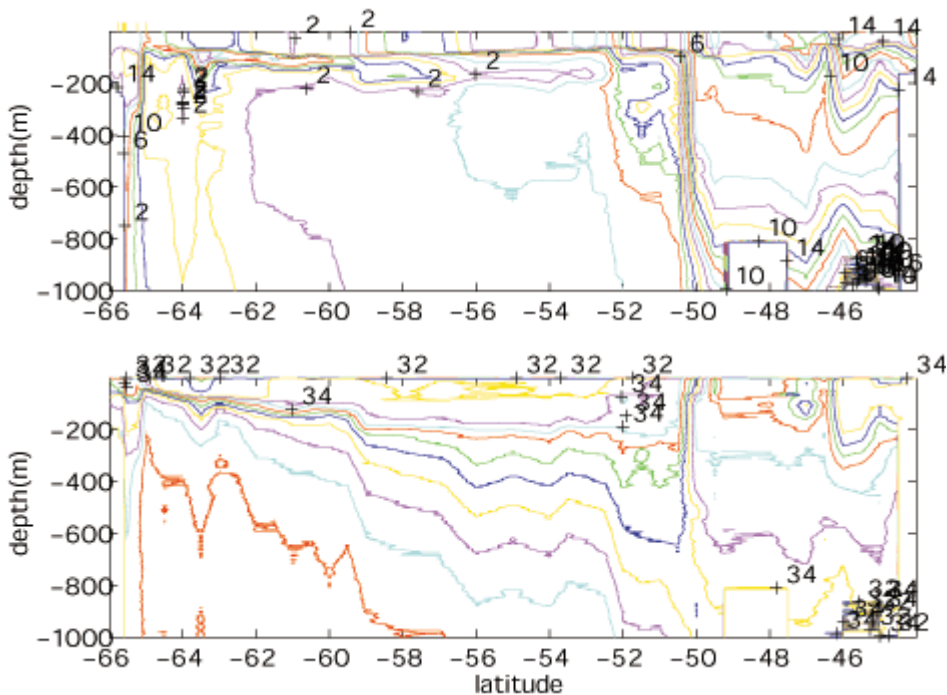


図 2-2-1 XCTD による水温・塩分の鉛直プロファイル(南下時)

プローブ投入は 50m ケーブル仕様のランチャーを用いてともより実施したが、風向きに関



わらずおもに左舷側から実施した。これは、曳航している CPR との関係が深いとの推察による。右舷から実施し、XCTD の観測が浅部で中断したあとで CPR を引き揚げると、若干のニクロム線の巻きつきがみられたが、その後左舷から実施し、完全なデータがとれるようになったあとでは、CPR への付着はみられなかった。また、目視では、CPR がいくぶん右舷側へ偏って曳航されているようにみられた。このように、今後も観測の実施には CPR との関係が重要と予測される。ただし、北上時において、強風が左舷から吹いている荒天下では、どちらの舷側から実施しても観測が成功しないことが多く、今後の検討課題であろう。

#### b) ADCP

表面流速構造の把握と、地衡流により流れを仮定する際の表面における参照流速として、ADCP による観測を実施した。ホバート出港後、南緯 63 度程度までは順調にデータを取得したが、突然電源が落ちる不具合が発生し、その後、長時間の連続運用が不可能となり、データは断続的にしか取得できなくなった。不具合の原因を NIWA 担当者へ問い合わせたが、解消には至らなかった。その後、ASF 付近を中心に断続的にデータを取得したが、再南下時の観測を最後に、データの取得を終了した。取得したデータについても、今後、品質の検討が必要と考えられる。

### 2-2-2. 停船観測

青木 茂・Matt Walkington・佐藤 壽彦

各ステーションにおいて、表層および海面から海底までの CTD および採水観測を実施した。特に物理・化学系では、Station6 から 8 のあいだに Station 6.1-7.3 まで 6 点の観測点を設け、陸棚斜面上における密な観測を行なった。これは、ADCP と併せて斜面上におけるフロントに伴う流量を評価し、また化学トレーサーを用いて斜面上の沈降の様子を明らかにすることを目的としている。残念ながら ADCP の良質なデータは得られていないが、この側線は WHP-SR3 に一致し 1990 年代からデータの蓄積があり、経年的な変動を把握する上でも価値ある観測であるといえる。

CTD システムには、Seabird 119plus を使用した。温度・電気伝導度については、メイン・サブの 2 センサーによる観測を行なった。溶存酸素、Fluorometer、PAR (1000m 以浅のキャストのみ) のデータを取得した。最初の St.8 における観測で、メインの塩分センサーが不安定であったことを除き、すべてのセンサーは期間を通じてほぼ安定に動作した。St.7 では、制御コンピュータに不具合が発生し、キャストの途中でコンピュータおよびソフトウェアの交換を行なった。キャストの完了には時間を要したものの、CTD データおよび採水についてはほぼ予定通りに取得できた。St.8 においてアルティメータによる水深距離の予測ができなかった場合以外、10m から 20m 以下の海底直上まで観測を行なった。また、観測ウィンチの長さが実際には 4000m 前後しかなかったため、St.1・2・9・10 の観測点では、4000m 以深での観測は実施できなかった。

塩分検定は Guidline Autosal により実施した。途中、Autosal の動作が不安定になる障害が発生したが、電源の安定化などによりほぼ復帰した。今後、この結果と Post-Cruise キャリブレーションの結果を併せて、塩分値の補正を行なう。

水温・塩分・溶存酸素の鉛直プロファイルの詳細な解析は、これらの処理が終了した後に行なわれる。実施したキャストのボトル構成や対応する水温・塩分の暫定値については、別項および付録を参照されたい。

表 2-2-1 XCTD XBT 観測点の時間(LT)と位置 (3 月 4 日 14:00 現在)

種別	番号	月	日	時間	緯度	経度		
T-6	1	2	6	20:30	43	21.304	147	27.212
T-6	2	2	6	20:52	43	25.766	147	26.448
XCTD	1	2	7	1:35	43	59.976	146	30.273
XCTD	2	2	7	6:30	44	30.035	145	24.025

XCTD	3	2	7	11:11	45	0.177	144	21.338	
XCTD	4	2	7	15:35	45	28.966	144	22.301	850
XCTD	5	2	7	20:52	46	0.026	142	13.1	970
XCTD	6	2	8	1:40	46	30.13	141	6.324	
XCTD	7	2	8	6:31	46	59.91	140	0.054	
XCTD	8	2	8	9:16	47	30.617	140	0.4	
XCTD	9	2	8	11:49	48	0.18	139	59.94	800
XCTD	10	2	8	14:35	48	30.22	139	59.95	350
XCTD	11	2	8	14:42	48	30.84	139	59.951	200
XCTD	12	2	8	14:45	48	31.243	139	59.944	236
XCTD	13	2	8	17:28	48	59	140	0.507	120
XCTD	14	2	8	17:33	49	1.02702	140	0.61698	89
T-6	3	2	8	17:41	49	2.40798	140	0.71898	210
T-6	4	2	8	18:33	49	11.297	140	1.515	
XCTD	15	2	8	18:55	49	14	140	1.86	
XCTD	16	2	8	20:26	49	30.2	140	2.11	
XCTD	17	2	8	23:34	49	59.71	140	2	
T-6	5	2	9	0:03	50	3.947	140	2.09502	
T-6	6	2	9	0:08	50	4.9	140	2.11098	
T-6	7	2	9	0:15	50	6	140	2.17698	
T-6	8	2	9	0:21	50	7	140	2.211	
T-6	9	2	9	0:28	50	8	140	2.26302	
T-6	10	2	9	0:34	50	9	140	2.31702	
T-6	11	2	9	0:40	50	10	140	2.34498	
T-6	12	2	9	0:53	50	12.06	140	2.418	
T-6	13	2	9	1:00	50	13	140	2.47002	
T-6	14	2	9	1:13	50	15.08	140	2.526	
T-6	15	2	9	1:19	50	16	140	2.55102	
T-6	16	2	9	1:26	50	16.997	140	2.553	
T-6	17	2	9	1:33	50	17.997	140	2.57202	
T-6	18	2	9	1:40	50	19	140	2.61	
T-6	19	2	9	1:47	50	20.02	140	2.66202	
T-6	20	2	9	1:55	50	21.04	140	2.763	
T-6	21	2	9	2:02	50	22.03	140	2.859	
T-6	22	2	9	2:09	50	23.02	140	2.93	
T-6	23	2	9	2:17	50	24.04	140	3	
T-6	24	2	9	2:09	50	25.08	140	3.04	
T-6	25	2	9	2:31	50	25.99	140	3.09	
T-6	26	2	9	2:38	50	27	140	3.143	
T-6	27	2	9	2:46	50	28	140	3.19398	
T-6	28	2	9	2:53	50	29.017	140	3.221	
XCTD	18	2	9	3:00	50	30.03	140	3.27198	
T-6	29	2	9	3:09	50	31.26	140	3.29	300
T-6	30	2	9	3:15	50	32.05	140	3.28	
T-6	31	2	9	3:22	50	33.018	140	3.253	
T-6	32	2	9	3:29	50	34.03	140	3.209	
T-6	33	2	9	3:36	50	35.041	140	3.163	
T-6	34	2	9	3:42	50	35.978	140	3.07	



T-6	35	2	9	3:49	50	36.869	140	2.95302	
T-6	36	2	9	3:56	50	38	140	2.7	
T-6	37	2	9	4:03	50	38.974	140	2.7	
T-6	38	2	9	4:10	50	39.969	140	2.54	
T-6	39	2	9	4:17	50	41.01	140	2.402	
T-6	40	2	9	4:24	50	42.006	140	2.256	
T-6	41	2	9	4:31	50	43.014	140	2.1	
T-6	42	2	9	4:38	50	44.015	140	1.937	
T-6	43	2	9	4:45	50	45.017	140	1.75	
T-6	44	2	9	4:52	50	46	140	1.52	
T-6	45	2	9	4:59	50	46.973	140	1.351	300
XCTD	19	2	9	6:28	51	0.06	140	0.414	
XCTD	20	2	9	9:28	51	29.991	139	56.387	
XCTD	21	2	9	12:23	51	59.795	139	58.882	
XCTD	22	2	9	15:26	52	29.999	140	1.634	
XCTD	23	2	9	18:22	53	0.3	140	2.4	
XCTD	24	2	9	21:11	53	30.299	139	59.183	
XCTD	25	2	10	0:00	53	58.311	140	0.474	
T-7	46	2	10	3:33	54	29.565	139	58.611	
XCTD	26	2	10	6:30	55	1.26	140	0.17	
T-7	47	2	10	9:09	55	30.006	140	1.243	
XCTD	27	2	10	11:58	56	0	140	0	30
XCTD	28	2	10	12:01	56	0.468	139	59.9	
T-7	48	2	10	14:46	56	30.151	140	0.395	
XCTD	29	2	10	17:26	57	0.16	140	2.09	
T-7	49	2	10	20:13	57	30	139	59.96	
XCTD	30	2	10	22:53	57	59.855	139	59.86	
T-7	50	2	11	1:41	58	30.011	139	59.485	
XCTD	31	2	11	4:27	59	0.023	140	1.204	
XCTD	32	2	11	7:14	59	30.023	140	0.624	
XCTD	33	2	11	9:58	59	59.556	139	59.8	
XCTD	34	2	11	12:50	60	30.08	140	0.04	
XCTD	35	2	11	15:29	60	59.227	140	0.19	
XCTD	36	2	11	18:27	61	30.009	139	59.782	
XCTD	37	2	11	21:08	62	0.126	139	59.105	
XCTD	38	2	11	23:43	62	30.001	140	0.116	
XCTD	39	2	12	2:14	62	59.961	140	0.652	
XCTD	40	2	12	4:49	63	29.936	140	0.576	
XCTD	41	2	12	7:20	63	59.93	139	58.65	
XCTD	42	2	12	9:50	64	29.936	140	0.615	
XCTD	43	2	12	12:21	65	0.02	139	59.41	
XCTD	44	2	12	13:36	65	15.113	139	59.842	
XCTD	45	2	12	14:48	65	29.722	139	59.917	-170
XCTD	46	2	12	14:58	65	31.99	140	0.33	
XCTD	47	2	12	15:16	65	35.005	140	0.44	
XCTD	48	2	12	15:25	65	36.69	140	0.32	
XCTD	49	2	12	15:43	65	39.968	139	59.312	
XCTD	50	2	12	16:10	65	45.048	139	58.848	

XCTD	51	2	12	17:28	66	0.05	139	59.199	80
XCTD	52	2	12	17:32	66	0.79	139	59.199	
T-7	51	2	14	7:28	66	22.02	139	31.27	
T-7	52	2	20	8:41	63	49.506	139	53.559	
XCTD	53	2	20	9:20	63	43.89	139	53.982	
XCTD	54	2	20	10:52	63	29.99	139	56.983	
XCTD	55	2	24	11:01	61	30.056	140	0.466	1043
XCTD	56	2	24	13:22	61	59.841	140	0.1635	1095
XCTD	57	2	24	15:43	62	30.089	140	0.723	890
XCTD	58	2	24	18:03	63	0.007	139	58.971	900
XCTD	59	2	24	20:41	63	33.055	140	0.106	890
XCTD	60	2	24	22:54	63	59.981	139	59.96	
XCTD	61	2	25	3:59	64	45.374	139	50.906	-300
XCTD	62	2	25	6:40	65	4.852	139	49.565	
XCTD	63	2	25	8:47	65	22.65	139	50.188	
XCTD	64	2	25	9:10	65	25.928	139	50.462	
XCTD	65	2	25	9:52	65	31.831	139	51.243	
XCTD	66	2	25	10:05	65	33.886	139	51.409	
XCTD	67	2	25	10:17	65	35.569	139	51.208	
XCTD	68	2	25	11:04	65	42.776	139	47.641	
XCTD	69	2	25	14:57	66	21.164	139	53.008	
XCTD	70	2	25	15:23	66	25.662	139	58.987	
T-7	53	2	26	11:47	63	0.039	140	0.211	
XCTD	71	2	26	23:48	61	0.009	140	1.648	100
T-7	54	2	26	23:52	61	0.1	140	1.6	240
XCTD	72	2	27	18:26	59	29.941	140	2.571	
XCTD	73	2	27	21:03	59	0.047	140	1.221	
XCTD	74	2	27	23:45	58	29.891	139	59.503	
XCTD	75	2	28	2:27	57	59.959	140	0.151	
XCTD	76	2	28	5:07	57	29.93	140	0.247	
XCTD	77	2	28	13:51	56	59.869	140	0.445	
XCTD	78	3	1	11:32	56	29.727	139	59.69	160
T-7	56	3	1	11:40	56	28	140	0	230
T-7	58	3	1	16:03	56	0	140	5	230
T-7	60	3	1	20:14	55	30	140	9	250
XCTD	79	3	2	8:15	54	0.409	139	59.952	
XCTD	80	3	2	16:54	53	30.254	139	59.947	
XCTD	81	3	2	18:33	52	59.97	139	58.974	
XCTD	82	3	2	21:04	52	30.054	139	58.526	
XCTD	83	3	2	23:40	51	59.748	139	59.599	
XCTD	84	3	3	2:19	51	29.744	139	59.76	
T-7	61	3	3	4:07	51	10.128	140	0.148	
T-7	62	3	3	4:47	51	2.854	140	0.09	
T-7	63	3	3	4:52	51	1.957	140	0.088	
T-7	64	3	3	4:57	51	0.92	140	0.088	
XCTD	85	3	3	5:03	50	59.877	140	0.109	
T-7	65	3	3	5:10	50	58.603	140	0.141	
T-7	66	3	3	5:14	50	57.949	140	0.172	

T-7	67	3	3	5:19	50	56.985	140	0.205
T-7	68	3	3	5:25	50	55.993	140	0.26
T-7	69	3	3	5:30	50	55.032	140	0.325
T-7	70	3	3	5:35	50	54.037	140	0.37
T-7	71	3	3	5:41	50	53.02	140	0.368
T-7	74	3	3	5:48	50	51.73	140	0.382
T-7	75	3	3	5:52	50	50.986	140	0.371
T-7	76	3	3	5:58	50	50.034	140	0.37
T-7	77	3	3	6:03	50	49.021	140	0.304
T-7	78	3	3	6:09	50	48.036	140	0.263
T-7	79	3	3	6:15	50	47.044	140	0.239
T-7	80	3	3	6:20	50	46.004	140	0.213
XCTD	86	3	3	6:26	50	44.932	140	0.206
T-7	81	3	3	6:33	50	43.754	140	0.17
T-7	82	3	3	6:37	50	43.038	140	0.141
T-7	83	3	3	6:43	50	42.027	140	0.115
T-7	84	3	3	6:48	50	41.028	140	0.097
T-7	85	3	3	6:54	50	40.03	140	0.096
T-7	88	3	3	7:01	50	38.682	140	0.103
T-7	89	3	3	7:05	50	37.988	140	0.114
T-7	90	3	3	7:10	50	37.038	140	0.132
T-7	91	3	3	7:16	50	36.03	140	0.155
T-7	92	3	3	7:21	50	35.042	140	0.166
T-7	94	3	3	7:23	50	34.621	140	0.172
T-7	95	3	3	7:27	50	33.977	140	0.172
T-7	96	3	3	7:33	50	33.006	140	0.183
T-7	97	3	3	7:38	50	32.008	140	0.188
T-7	98	3	3	7:44	50	31.008	140	0.21
XCTD	87	3	3	7:49	50	30.054	140	0.216
T-7	99	3	3	7:56	50	28.846	140	0.199
T-7	100	3	3	8:01	50	28	140	0.19
T-7	101	3	3	8:06	50	27.028	140	0.19
T-7	102	3	3	8:12	50	26.004	140	0.197
T-7	103	3	3	8:18	50	25.043	140	0.2
T-7	104	3	3	8:23	50	24.011	140	0.188
T-7	105	3	3	8:30	50	22.99	140	0.203
T-7	106	3	3	8:35	50	22.002	140	0.203
T-7	108	3	3	8:38	50	21.618	140	0.18
T-7	109	3	3	8:43	50	20.745	140	0.174
T-7	110	3	3	8:47	50	19.998	140	0.16
T-7	111	3	3	8:53	50	18.952	140	0.135
T-7	112	3	3	9:00	50	17.772	140	0.094
T-7	113	3	3	9:04	50	16.959	140	0.069
T-7	114	3	3	9:10	50	16.002	140	0.032
XCTD	88	3	3	9:16	50	14.954	140	0.002
T-7	115	3	3	9:23	50	13.775	139	59.991
T-7	116	3	3	9:27	50	13.036	139	59.866
T-7	118	3	3	9:29	50	12.688	139	59.856

400

460

T-7	119	3	3	9:33	50	12.01	139	59.812	
T-7	120	3	3	9:39	50	11.058	139	59.748	
T-7	121	3	3	9:46	50	9.85	139	59.668	
T-7	122	3	3	9:50	50	9.017	139	59.604	
T-7	123	3	3	9:56	50	7.999	139	59.527	
T-7	124	3	3	10:02	50	6.971	139	59.478	
T-7	125	3	3	10:08	50	6.038	139	59.455	
T-7	126	3	3	10:14	50	4.996	139	59.41	
T-7	127	3	3	10:19	50	4.004	139	59.368	
T-7	128	3	3	10:25	50	3.019	139	59.326	690
T-7	129	3	3	10:31	50	2.057	139	59.264	570
T-7	131	3	3	10:36	50	1.024	139	59.195	
XCTD	89	3	3	10:42	49	59.956	139	59.142	
XCTD	90	3	3	13:26	49	30.035	139	59.514	978
XCTD	91	3	3	16:12	48	59.784	140	0.396	
XCTD	92	3	3	18:53	48	29.85	139	59.693	973
XCTD	93	3	3	21:35	48	0.018	139	59.579	
XCTD	94	3	4	0:21	47	29.704	140	0.615	930
XCTD	95	3	4	3:05	47	0.114	140	1.284	
XCTD	96	3	4	8:14	46	29.885	141	7.242	
XCTD	97	3	4	12:59	46	0	142	15	-50
XCTD	98	3	4	13:05	45	59.123	142	15.646	

備考欄の数字は断線したおよその深度(m)、マイナスの値は投入前に水深カウントが始まったことを意味する

#### JARE 43 Antarctic Voyage, RV Tangaroa, February 2002

Personal Voyage Report by Matt Walkington (NIWA, Wellington, New Zealand)

Wednesday, March 06, 2002

My role during the JARE43 Antarctic voyage aboard RV Tangaroa in February 2002 was to provide expert support for a suit of data-gathering instrumentation supplied by the National Institute of Water and Atmospheric Research, (New Zealand) (NIWA). In addition to preparation, calibration and set up of the instrumentation (both leading up to and during the voyage), the support included advice and training in the use of the instrumentation, operation of the instrumentation, as well as troubleshooting and adaptation of the instrumentation during the voyage. Here, the term instrumentation encompasses not only the hardware and all the contributing consumables but also the data-gathering software and the data collected itself.

Primarily, the instrumentation consisted of:

- CTD / Water Sampler
  - Seabird Electronics (SBE) 911plus CTD
  - SBE 32 24x10-litre Carousel Water Sampler
  - Ocean Test Equipment Standard Niskin-type Water-sampling Bottles)
- Salinometer (Guidline 8400B AUTOSAL)
- Dissolved-Oxygen Auto-Titrator (based on the design of Scripps Institute of Oceanography)

As a secondary consideration, my responsibilities extended to the following instruments:

- ADCP (RDI Broadband)

- ☞ Thermosalinograph (SBE 21)
- ☞ Ship's Underway Data Acquisition System (DAS)
- ☞ Shipboard computers, network and e-mail system

(One might also be tempted to add:

- ☞ Canon Powershot G2 Digital Camera

to the list, however the resulting collection of 1500 or so digital photographs and video clips was a voluntary extension of my “responsibilities” using personal equipment.)

Strictly, my role did not extend to support for processing of the raw data. In practice, however, there is a need for significant overlap of data gathering and data processing, so I have been happy, where it was feasible, to carry out the initial steps of processing various data during the cruise—this particularly applies to the CTD data. I am also happy to provide further support in this area after the voyage, however if this is more than a very limited time commitment on my part it may be that some sort of addition negotiation with NIWA will need to take place.

#### *Performance of the Instrumentation*

With the exception of various issues as noted below, the instruments listed above all apparently functioned to normal specifications and were operated essentially according to accepted practices for the duration (five weeks) of the voyage.

### CTD

By and large, the CTD appeared to function to specification and was operated according to normal procedures for the seventeen stations and fifty casts of the voyage (plus one test cast). There was what one would consider a tolerable series of issues and exceptions, each of which was resolved with relatively minor down time and effort because of the presence on board of appropriate spares and expertise. These issues were as follows.

#### Primary Conductivity: Station 8 - J43101 Cast 1 through Cast 5

The primary conductivity suffered an intermittent failure with symptoms that included a significant change in the offset between derived primary and secondary salinities (from the order of 0.001 PSS-78 to the order of 0.02 PSS-78) and at other times the complete failure to register any significantly non-zero data (thereby disabling the sensor pumps). While various remedies were attempted—including the replacement with spares of the sensor (at the end of Cast 2) and sensor cable (after Cast 3), none definitively and immediately isolated and fixed the failure. However, by the end of Cast 5, the failure was no longer apparent, and the original primary conductivity sensor was re-installed and used for the remainder of the voyage.

The difference between the derived primary and secondary salinities was carefully monitored for the remainder of the voyage. At depths of low temperature and salinity gradient, it was typically of magnitude  $0.001 \pm 0.002$ .

#### Sonar Altimeter: Station 8 - J43101 Casts 4 and 5

The sonar altimeter failed to register the distance of the underwater package from the seabottom, the underwater package landed on the seabottom, the sensor ducts became contaminated with sediment and the up cast salinity and dissolved oxygen data were rendered invalid. After the first attempt at Cast 4, the sonar altimeter was replaced with a spare unit; however, this produced no improvement in performance. The second attempt at Cast 4 avoided a seabottom landing but Cast 5 repeated the event. Strangely perhaps, the sonar altimeter then functioned correctly for the remainder of the voyage. One might therefore conclude that a combination of the acoustic properties of the seabottom and the motion or orientation of the underwater package caused the failure.

### Senor Duct: Station 7 - J43103 Cast 2 Attempt 1 (and on a second un-logged occasion)

The primary senor duct became disconnected resulting in degraded data quality in primary salinity (excessive spiking) and dissolved-oxygen.

### PAR sensor: Station 7 - J43103 Cast 2 Attempt 2

Just before deployment, the PAR sensor's light connecting sphere was knocked off by a collision of the seacable. The PAR sensor was replaced with a spare unit.

### CTD Data Collection Computer: Station 7 – J43103 Cast 4

The CTD data collection computer suffered a failure with symptoms of either crashing the operating system or crashing the data collection software. The failure was isolated to the hard drive, which was replaced by a spare unit. Subsequent testing did not further isolate the failure to be a reproducible hardware fault with the hard drive.

### Seacable damage (station and cast not logged)

The seacable suffered some relatively minor “birds nest” and “kink” damage within five or ten metres of the underwater package. As a remedy, the mechanical termination was moved up the seacable and the damaged section accommodated within the underwater package. This allowed the electric termination to be left intact.

### Seacable Length

The length of seacable proved barely adequate for the underwater package to reach a depth of 4 km – it could do so only under sea conditions that allowed the ship to maintain the seacable near vertical. This meant that for a number of the deeper full depth casts it was not possible to reach the desired 10-15 metre off the seabottom. This situation was exacerbated by the recent cutting of >500 metres from the wet end of the seacable in an effort to remove rusty looking and presumed weakened cable.

### Underwater Package Deployment and Recovery

A major success was the performance of the new underwater package deployment and recovery system. This consisted of a heated closable “garage” and a wheeled cart secured to run along a single track. Thanks to the excellent winch driving and handling of the ship's deckhands, with the assistance on each cast of two or three of the science party, landing the underwater package on the cart and pushing it to and from the garage proved straight forward operations. The garage provided for the possibility of an enclosed above zero °C space for storage of the underwater package and for sub-sample drawing from the Niskin bottles. Owing to the relatively mild conditions it was never fully tested in either role; however, had the doors needed to remain closed, the number people involved would have made for very cramped and awkward sample drawing indeed.

### Water Sampler and Water-sampling Bottles

On the whole, the water sampler and water-sampling bottles functioned to specification for the entire voyage. There was perhaps an average of about one bottle-closure failure per cast, with only limited pattern to the actual events. Quite a number of casts had %100 bottle closure, particularly towards the end of the voyage. No major damage occurred to any of the bottles and there was no evidence of significant leakage failures.

## Salinometer

The salinometer suffered from an ongoing fault with the symptom, when operated in normal continuous flow mode, of jumps or drift in standardization of  $\sim 0.004$  PSS-78 during the time taken to measure the samples for one cast. It also showed a very exaggerated, initially rapid and finally slow drift toward measurement stability when operated in “zero flow mode” (that is, by tuning off the sample pump before switching from STANDBY to READ). Eventually, the decision was taken to operate the instrument in zero flow mode and to allow a period of two minutes for reading stability. The result was demonstrably high quality data, which compared consistently with the CTD salinity (excepting obvious outliers, an estimated difference of  $\sim 0.003 \pm 0.002$  PSS-78 at depths  $> \sim 1000$  m), and drift in standardization of  $< \sim 0.001$  PSS-78 over the time taken to measure one cast (or longer periods of up to a day or more).

Casts for which salinity samples were measured by the potentially less accurate continuous flow method were: Stations 8, 5 – Deep, 5 – Shallow, 7.2, 7.3, 7.1, 7, 6.2, 6.1, 6 – Shallow, 6 – Deep, 4 – Shallow, 8 – Rest, 5 – Rest, 4 – Deep, 3 – Deep, 3 – Shallow, 5 – Thorium, 8 – Thorium. All the remaining casts were measured using the more accurate (in this instance) zero flow method.

The source of this fault was not isolated satisfactorily. The conductivity cell itself was replaced with a spare during the voyage but evidently this was not the source of the fault. For further diagnosis, all aspects contributing to bath temperature stability or instability would seem candidates. Also, it would seem prudent to have the salinometer thoroughly electronically checked and re-calibrated, if necessary. The STANDBY value, a measure of the instruments electronic stability, was very consistent, but this does not entirely rule out an internal electronic fault. Thorough checking of the integrity of the sample delivery pumps and tubes would also make sense.

Two other faults were also of some significance. Firstly, for the continuous-flow measurements, the salinometer was powered by the ship’s normal 230 VAC 60Hz mains supply. For these measurements, there seemed to be abnormal short-term variability in the instrument’s READ value and possibly also in the STANDBY value. For the zero-flow measurements, the potentially better quality 230 VAC 50 Hz mains from the ship’s UPS was substituted, and this seemed to coincide with a reduction in the observed short-term variability. Second, the new Ocean Scientific ACI2000 computer interface for the AUTOSAL developed an intermittent fault with the symptom of logging READ values without the operator pushing the LOG button. One presumes this could have been a fault with the salinometer but logging data via a backup custom interface and a computer terminal program indicated completely normal function.

## Dissolved-Oxygen Auto-Titrator

After some initial set up issues, the dissolved-oxygen auto-titrator appeared to function to specification for the entire voyage.

## ADCP

At the start of the voyage, the ADCP was set up appropriately and appeared to be functioning to specification—running under the RDI TRANSECT software and deriving position and time information from the differential GPS receiver and heading information from the POS/MV unit. After several days, however, a fault developed which rendered further data gathering with the ADCP difficult and impractical. However, some further ADCP data was collected during a period considered critical for the present study and there is, at least, a prospect that this will be adequate in some sense.

To give more detail, the symptoms of the fault were that after operating for a period of a few minutes up to an hour or two, the ADCP control unit would “cut out”, just as if it had been turned off at its main switch. Then, by turning the main switch off and on, it would start to function again and could be operated again for another period. Repeating this process multiple time was possible, however the

period for which the data could be collected would soon or eventually decrease to perhaps tens minutes or less—to the point where it became very inconvenient and impractical. There was a suggestion that the fault might be temperature related as when the lab door was left open and the low outside temperature were allowed to penetrate, the cut-outs were less frequent.

### Thermosalinograph

The thermosalinograph appeared to function to specification for the almost entire voyage. Initially, there was an issue that prevented the thermosalinograph data from being logged by the DAS: a terminal server had been removed by mistake. This was resolved by the deployment of a spare unit. Also later in the cruise, offsets were observed between CTD surface temperatures and salinities and the corresponding data from the thermosalinograph. In part, these offsets were traced to the underway data-acquisition system (DAS) software implementing an incorrect set of calibration coefficients. This can be post corrected, as near raw data is saved by the DAS. Further investigation will be necessary – in particular for the data set, comparison, calibration and correction with respect to CTD surface temperatures and salinities. Also, the thermosalinograph sensors might need to be removed for maintenance and calibration.

### Underwater Data Acquisition System (DAS)

With the exception of the missing terminal server, the DAS appeared to function to specification for the entire voyage.

#### *Data CD*

My intention is to produce a data CD for the voyage comprising:

- ☞ Raw CTD data for all casts and pre-cruise calibration coefficients for the various sensors.
- ☞ Seabird software for collecting and processing the CTD data.
- ☞ Water-sample salinity data.
- ☞ Partially processed CTD data for all casts.
- ☞ All raw ADCP data collected on the voyage.
- ☞ The underway DAS data record for the entire cruise for the following data channels:
  - ☞ Differential GPS Time
  - ☞ Differential GPS Position
  - ☞ Digitized depths from the various depth sounders.
  - ☞ Thermosalinograph data, both raw and in converted engineering units.
  - ☞ Various met data.

#### *Spares*

Backup for critical instrumentation by the way of spare units is essential for ocean research voyages. In many cases, we did carry such spares on this cruise. However, in two cases of significance we did not and we were caught out – these were the:

- ☞ ADCP Control Unit
- ☞ Guildline AUTOSAL 8400B salinometer

In an ideal world a spare thermosalinograph would also have been deployed had it been available. Please note that the reference here is to complete spare instruments – not simply components, although it makes sense to carry as many of these as possible. The reasons to prefer complete instruments are, firstly, that they minimize or eliminate the need for diagnostic down time, and second, that it is not always possible to carry all the expertise on-board to make full use of component spares. For this voyage, I was essentially alone supporting these instruments in troubleshooting situations and



the resources I could turn to diagnosis and repair in these situations were highly constrained. Had complete spare units been available, I would have immediately deployed them. As it was, the circumstances left me variously in difficult and intolerable professional situations. This is strong motivation to push for the acquisition of spare units to cover the gaps shown up by this voyage.

#### *Post-Calibration of CTD Sensors*

As agreed by NIWA, post-cruise calibration of the CTD sensors deployed during the cruise will take place as soon as practicable after the voyage. The resulting data and calibration coefficients will be provided by e-mail and regular post as soon as it is to hand.

#### *Personal Note*

This voyage was a very enjoyable, mind-expanding and informative experience, both professionally and otherwise. Everyone seemed to me to be relaxed, courteous and friendly; focused on their tasks but interested, cooperative and helpful towards the work of others. This way of working is to be valued highly in every respect, not the least of which is that it is the best way to promote a successful outcome under difficult conditions.

My thanks go to everyone on the voyage or involved with the voyage for their support and cooperation of all kinds, without which anything I have contributed would have been impossible. Best wishes to all for the future, Kyo Ken.

#### *Disclaimer*

Anything I have written here is my own personal opinion and not necessarily that of NIWA.

#### *CTD Configuration and Calibration Information*

For the entire cruise, except as indicated in the two following tables:	
ASCII file	D:\CTD\hardware\config\JARE43--A.con
Configuration report for SBE 911/917 plus CTD	
Frequency channels suppressed	0
Voltage words suppressed	0
Computer interface	RS-232C
Scans to average	1
Surface PAR voltage added	Yes
NMEA position data added	Yes
Scan time added	No
1) Frequency channel 0, Temperature	
Serial number	03p2014
Calibrated on	05-Jan-2002s
G	4.35927471e-003
H	6.46208268e-004
I	2.37302268e-005

J	2.18535260e-006
F0	1000.000
Slope	1.00000000
Offset	0.0000
2) Frequency channel 1, Conductivity	
Serial number	042060
Calibrated on	04-Jan-02s
G	-1.06004892e+001
H	1.41079112e+000
I	-4.61713266e-003
J	4.06124438e-004
CTcor	3.2500e-006
CPcor	-9.57000000e-008
Slope	1.00000000
Offset	0.00000
3) Frequency channel 2, Pressure, Digiquartz with TC	
Serial number	73292, CTD 09P19030-0515
Calibrated on	07-01-2002
C1	-4.423237e+004
C2	6.766265e-001
C3	1.415010e-002
D1	3.649300e-002
D2	0.000000e+000
T1	2.994385e+001
T2	-1.511720e-006
T3	3.894610e-006
T4	2.567680e-009
T5	0.000000e+000
Slope	0.99977000
Offset	-0.56870
AD590M	1.285300e-002
AD590B	-9.533034e+000
4) Frequency channel 3, Temperature, 2	

Serial number	03P4147
Calibrated on	19-Nov-2001s
G	4.37322790e-003
H	6.63777646e-004
I	2.50928413e-005
J	2.18129718e-006
F0	1000.000
Slope	1.00000000
Offset	0.0000
5) Frequency channel 4, Conductivity, 2	
Serial number	042661
Calibrated on	15-Nov-2001s
G	-1.04294844e+001
H	1.48764645e+000
I	-7.54447181e-004
J	1.37997998e-004
CTcor	3.2500e-006
CPcor	-9.57000000e-008
Slope	1.00000000
Offset	0.00000
6) Voltage channel 0, Altimeter	
Serial number	
Calibrated on	
Scale factor	5.000
Offset	0.000
7) Voltage channel 1, Free	
8) Voltage channel 2, Fluorometer, Seatech/Wetlabs FLF	
Serial number	2127
Calibrated on	
Scale factor	5.000000e+001

Offset	0.000
9) Voltage channel 3, Free	
10) Voltage channel 4, Free	
11) Voltage channel 5, Free	
12) Voltage channel 6, PAR/Irradiance, Biospherical/Licor	
Serial number	BSI QSP200L4S 4567
Calibrated on	31-10-2001
M	1.00000000
B	0.00000000
Calibration constant	2740000000.00000000
Multiplier	1.00000000
Offset	0.00000000
13) Voltage channel 7, Oxygen, SBE 43	
Serial number	430079
Calibrated on	14-Jan-O2w
Soc	3.8010e-001
Boc	0.0000
Offset	-0.6133
Tcor	0.0013
Pcor	1.35e-004
Tau	0.0
14) SPAR voltage, Unavailable	
15) SPAR voltage, SPAR/Surface Irradiance	
Serial number	
Calibrated on	
Conversion factor	1660.00000000
Ratio multiplier	1.00000000

Station 8 – J43101 Casts 3, 4 and 5

ASCII file

D:\CTD\hardware\config\JARE43—B.con

Same as D:\CTD\hardware\config\JARE43—A.con except ...

2) Frequency channel 1, Conductivity

Serial number	042099
Calibrated on	21-Nov-01s
G	-9.28033697e+000
H	1.33833960e+000
I	-3.30618469e-003
J	3.02909785e-004
CTcor	3.2500e-006
CPcor	-9.57000000e-008
Slope	1.00000000
Offset	0.00000

Station 7 – J43103 Cast 2 Attempt 2 to end.

ASCII file

D:\CTD\hardware\config\JARE43—C.con

Same as D:\CTD\hardware\config\JARE43—C.con except ...

12) Voltage channel 6, PAR/Irradiance, Biospherical/Licor

Serial number	BSI QSP200L4S 4566
Calibrated on	10-01-2002
M	1.00000000
B	0.00000000
Calibration constant	1969000000.00000000
Multiplier	1.00000000
Offset	0.00000000

### 3. 大気化学

#### 3-1. 観測担当者

橋田 元 (国立極地研究所・南極圏環境モニタリング研究センター)

長田 和雄 (名古屋大学大学院・環境学研究科)

原 圭一郎 (国立極地研究所・研究系)

#### 3-2. 観測概要

本研究は、地球環境変動に深く関与する大気微量成分・エアロゾルを観測対象として、2001/02南極夏期における東経140度線を共通の観測線とする4つの研究航海計画、すなわち、オーストラリア南極地域観測における“オーロラ・オーストラリス”第3次航海(2001年12月)、白鳳丸KH-01-3次研究航海(2001年11月～2002年3月)、日本南極地域観測における専用観測船航海(2002年2月)および南極観測船“しらせ”航海(2002年3月)において、微量気体成分濃度そしてエアロゾルの粒径別粒子数濃度や化学組成などの分布が経時的にどのように変化するかを捕らえることを目的とする。4つの研究航海の時期は季節海氷域における夏季ブルーミングの初期から終期に至る期間に重ならないよう設定されており、本研究航海計画の他の研究項目である「海洋生物による地球温暖化ガスの生成過程」等と相補的な成果が得られることが期待できる。

#### 3-3. 観測報告

##### 3-3-1. 大気-海洋間の物質交換過程

橋田 元

##### a) 研究目的

本研究は、前述の4つの研究航海計画において、各研究に携わる、極地研究所・橋田、気象研究所・石井雅男主任研究官、CSIRO/DMR・B.Tillbrookの共同研究として、測線上の大気中および表層海洋中の二酸化炭素濃度(分圧)、緯度-深度断面における全溶存無機炭素濃度および全溶存無機炭素中の炭素同位体比の分布の経時的变化を観測する試みの一環である。これら溶存炭酸物質は、表層海洋中における植物プランクトンの炭素固定量の動態等と密接に関連しており、本研究航海計画の学際性に資する研究課題である。また、当該期間、観測海域における大気-海洋間の正味二酸化炭素交換量を同定することが可能となる。これは、全球的な二酸化炭素循環を議論する上で、主に観測機会が限定されていることから不確実さが比較的大きいとされる当該海域の大気-海洋間二酸化炭素交換量の評価をより確かにする点で貢献できる。

##### b) 観測内容

##### 1) 大気中の二酸化炭素濃度の連測観測

ブリッジに装置を設置した。本装置は、ガスハンドリングユニット(シングルセル型赤外二酸化炭素濃度分析計、制御・記録装置、ダイアフラムポンプ)、標準ガス(267ppmv、334ppmv、400ppmv)、GPS受信機により構成される。試料大気はアッパーデッキに設置した空気取り入れ口よりポンプで装置に導入した。本装置では、事前に濃度検定を行った3本の標準ガスにより1時間毎に分析計を検定し、10分毎に試料大気中の二酸化炭素濃度の計測を行った。期間中の欠測はなかった。

##### 2) 表層海水中の二酸化炭素濃度の連測観測

温度調整された実験室に装置を設置した。本装置は、ガスハンドリングユニット(シングルセル型赤外分析計、制御・記録装置)、気液平衡ユニット、標準ガス(200ppmv、267ppmv、334ppmv、400ppmv)、GPS受信機により構成されている。試料海水は航海中常時研究室に供給されている研究用海水を使用し、この試料海水を気液平衡ユニットに連続的に導入して、表層海水中の分子状炭酸(二酸化炭素)に関して溶解度平衡に達した空気試料をガスハンドリングユニット内の系に循環させている。本装置では、事前に濃度検定を行った4本の標準ガ

スにより1時間毎に分析計を検定し、10分毎に表層海水中の二酸化炭素濃度の計測を行った。また、気液平衡ユニット内にて水温と塩分の連続測定も行った。期間前半、異常な高濃度が度々測定され、原因を追求した結果、研究用海水配管内部が十分清浄でないことが判明し、より給水ポンプに近い位置に装置を移動させ、かつ海水流量を増すことによって正常に測定できるようになった。測定したデータは、実表層海水温と気液平衡ユニット内水温、塩分、気圧等の補正を行い、 $fCO_2$ として算出する。

### 3) 全溶存無機炭素濃度および全溶存無機炭素中の炭素同位体比分析用採水

全停船観測点の全層において、100mlバイアルに試料海水を採取し、直ちに塩化第2水銀(II)飽和溶液を20 $\mu$ l添加後密封し冷暗所に保管した。これら試料は帰国後、マノメトリック式全炭酸分析・抽出装置による全溶存無機炭素濃度分析と全溶存無機炭素中の二酸化炭素精製に供し、その後、質量分析計により炭素同位対比分析を行う。

## 3-3-2. 大気中における海洋起源物質の動態に関する研究

長田 和雄、原 圭一郎

### a) 大気エアロゾル粒子の個数粒径分布とオゾン濃度の連続観測

海洋大気中のエアロゾル粒子は、質量で見ればスーパーミクロン領域の海塩粒子が大半を占めるが、個数で見るとサブミクロン領域のエアロゾルが圧倒的に支配的である。これらのエアロゾルは雲の形成や物質循環の担い手として地球環境の形成に関わるため、質と量の動態に大きな関心が集まっている。海洋大気中のサブミクロン粒子は、海洋からの揮発性硫黄化合物などに主たる起源をもつと考えられているが、その生成から生長・熟成して行く過程は良くわかっていない。南極海の夏期のように、低温で清浄な大気条件下で、しかも海洋大気境界層中のDMS濃度が高い場合には、新粒子の生成が比較的容易であろうと想像される。そこで本航海では、直径6nmから数ミクロンまでのエアロゾル粒径分布を、ホバート出港時から連続測定した。試料大気取り込み口をアップーデッキ左舷前端に取り付け、機器による測定はブリッジにて行った。粒径分布の測定には、広範な領域をカバーするために、直径6nmから230nmまでを走査型モビリティ粒子径測定器(SMPS)で、直径0.1 $\mu$ mから5 $\mu$ mまでを2台の光散乱式エアロゾルカウンター(OPC)で測定した。SMPSは3分毎、OPCは約1分(KC-01D)から3分毎(KC-18)の測定である。また、3nm以上の全粒子数濃度を測定するために、20秒毎に凝結核濃度(CN)を観測した。

大気観測時のエアマスの特徴づけるために、海洋大気中のオゾン濃度も1分毎に連続で観測した。

図3-1にエアロゾル濃度とオゾン濃度の時系列変化の観測例を示す。図中の値は、オゾン濃度が10分間の平均値、OPCのデータ(直径0.1 $\mu$ mと1 $\mu$ mのみ表示)は1時間平均値、CN濃度は10分間の平均値で示している。バラツキの大きいオゾン濃度の減少とCN濃度の急増は、船からのエンジン排気や船内排気の影響を受けたことを示している。海洋観測の前半は、かなりの頻度で汚染大気の影響を受けてしまったが、St-1(2月22日から24日UTにかけて)でのように、海洋観測の合間にこまめに船首を風上に向けてもらうことで汚染状況は改善され、辛うじて日変化を追えるくらいのデータセットを得ることができた。こまめに対応していただいた船長以下クルーの協力に感謝したい。

なお、図中の欠測期間は、測定器の修理と着雪やストームなどの気象条件によるものである。これらのデータは、帰国後に化学成分などの結果と合わせて詳細な解析をおこなう予定である。

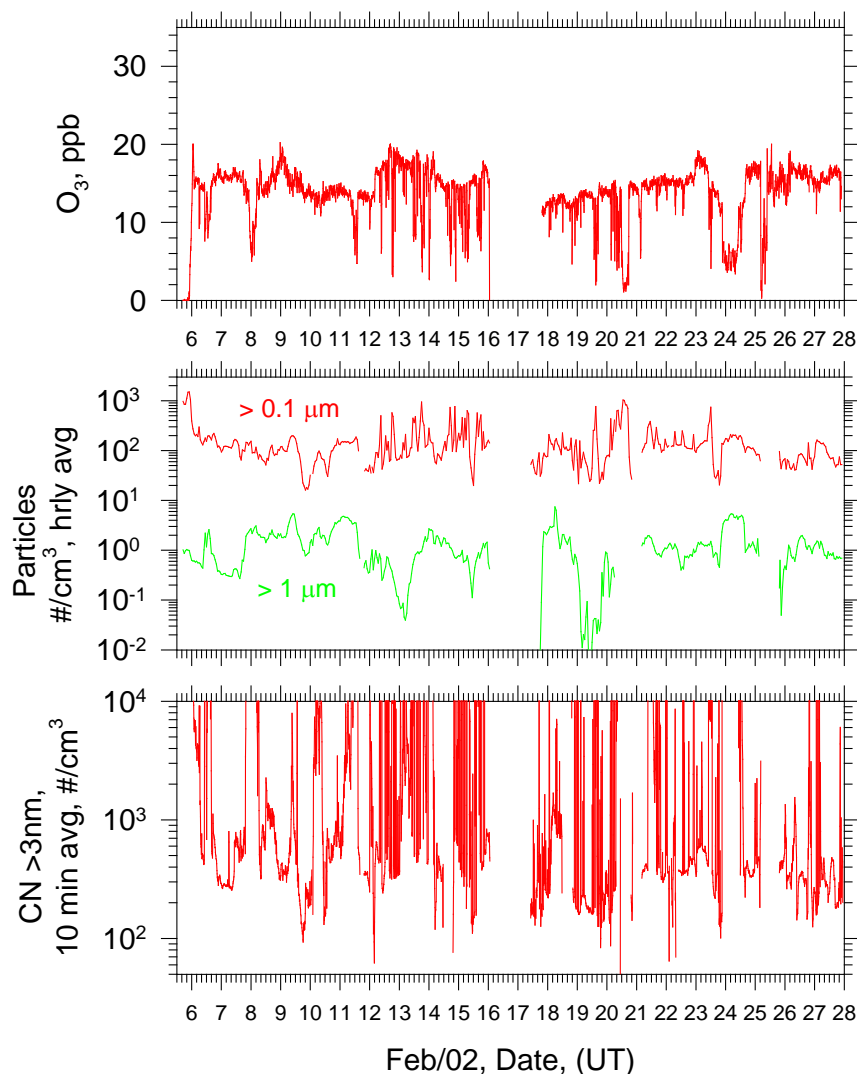


図3-1 ホバート出港(2月6日LT)からSt-10(2月28日LT)までの観測結果。

b) 南極海における大気中のハロカーボン濃度の緯度分布

国立環境研究所の横内陽子博士との共同研究として、南極海におけるハロカーボン濃度測定用大気サンプルを採取した。55度以南では約1度毎に採取したほか、ホバートから南極海までの往復でも数度おきに採取し、合計18サンプルを得た。

c) 大気エアロゾル・ガス成分のサンプリング

自然起源や人為起源から直接放出されたエアロゾル粒子や、前駆体から生成された大気エアロゾル粒子は、大気中の化学反応過程の場となるだけではなく、雲核生成の核となるため、大気エアロゾルが直接的・間接的に大気中の化学過程や大気中の放射過程において、重要な役割を担っていることが考えられている。これらの大気エアロゾルの機能や大気中の物質循環過程を理解するためには、大気エアロゾル粒子自身の化学成分を知ることだけではなく、粒子と関連のあるガス成分を観測することが重要となる。南極周辺域は、中緯度遠隔海洋域や北極と異なり、人間活動の影響が少なく、夏季には盛んな日射条件(白夜)かつ海洋中の高生物生産を示す海域であるため、海洋⇄大気間の物質移動に伴い、大気エアロゾル粒子の生成・変質が起こることが予想されているが、南極周辺域での物質循環・変質(化学反応)の素過程については、はっきりしていない点も多い。そのため、南極海大気中での大気エアロゾル粒子の循環過程(具体的には、生成(あるいは放出)・変質・輸送過程・消失過程)に関して知見を得ることを主な目的として、ホバート出港時より、大気エアロゾル粒子、酸性ガス、アンモニアのサンプリングを継続して行った。サンプリングの詳細は、エアロゾルバル



ク分析用サンプルは、Mid-Volume-Impactor (Cut-off diameter, 0.2, 2.0 $\mu$ m)とバックアップフィルターを酸性ガスにはアルカリ含浸ろ紙・デニューダー法を、アンモニアには酸性含浸ろ紙法を用いて半日間大気吸引した。各々のサンプリングは、温度差による揮発成分の揮発や変質を抑えるために、ブリッジ前方のデッキ部分にサンプラーを設置して行った。航海中に得られたサンプルは、帰国後の分析まで冷凍保管する。帰国後、超純水により各水溶性成分を抽出した後、イオンクロマトグラフ法により各水溶性成分を定量する予定である。また、個々の粒子の性状（各成分の混合状態や相状態）を調べるための電子顕微鏡やレーザーマス分析用のエアロゾルサンプリングも1日1回（およそ5～10分間）実施した。航海中に得られたバルク分析用サンプルの一覧を表3-1に示す。一部のサンプル欠損は、荒天により屋外でのサンプル交換作業を控えたことによる。

d) PSAP (Particle Soot Absorption Photometer) によるススの観測

今回の南極海周辺ではススの発生源は極めて少ないため、中緯度（特に大陸）からの空気の輸送が見られた際には、ススの濃度が増加することが予想される。そのため、大陸起源空気隕の検出のため、PSAPによるススの観測も行った。図3-2に、観測航海中のススによる吸収係数（ $\sigma$ ）の時間平均値変化を示す。しばしば、 $\sigma$ の値がスパイクを示しているが、これは観測船自身の排気を引っ掛けてしまっているためである。同時に観測を行っている $O_3$ やCN濃度変化と比較を行い、観測船の排気の影響をスクリーニングする必要がある。

表 3 - 1 . エアロゾル・酸性ガス・アンモニアサンプリング一覧（時間はGMT表記）

Start time	Stop Time	Volume (m3)
2002/2/7 1:23	2002/2/7 12:58	13.597
2002/2/8 2:28	2002/2/8 14:03	12.355
2002/2/8 14:04	2002/2/9 1:39	13.688
2002/2/9 2:49	2002/2/9 15:24	12.054
2002/2/9 15:25	2002/2/10 2:49	13.646
2002/2/10 3:20	2002/2/10 14:50	10.524
2002/2/10 14:51	2002/2/11 2:21	14.095
2002/2/11 3:05	2002/2/11 11:35	7.846
2002/2/11 11:36	2002/2/11 20:06	10.387
2002/2/11 21:52	2002/2/12 12:34	13.608
2002/2/12 12:35	2002/2/12 21:10	10.409
2002/2/12 21:47	2002/2/13 9:22	13.699
2002/2/13 9:23	2002/2/13 20:58	14.791
2002/2/14 7:59	2002/2/14 20:59	16.444
2002/2/14 21:45	2002/2/15 9:20	13.907
2002/2/15 9:21	2002/2/15 20:56	14.726
2002/2/17 8:22	2002/2/17 20:52	15.307
2002/2/17 21:38	2002/2/18 9:13	14.233
2002/2/18 9:14	2002/2/18 20:49	14.260
2002/2/18 21:38	2002/2/19 9:13	14.570
2002/2/19 9:14	2002/2/19 20:49	14.673
2002/2/19 21:58	2002/2/20 9:18	14.171
2002/2/20 9:19	2002/2/20 21:10	14.377
2002/2/21 1:22	2002/2/21 11:20	11.844
2002/2/21 11:21	2002/2/21 21:11	12.229
2002/2/21 21:41	2002/2/22 9:16	14.148
2002/2/22 9:17	2002/2/22 20:52	13.778
2002/2/22 21:43	2002/2/23 9:18	14.513
2002/2/23 9:19	2002/2/23 20:54	14.440
2002/2/23 21:38	2002/2/24 9:13	13.955
2002/2/24 9:14	2002/2/24 16:20	11.627
2002/2/25 21:33	2002/2/26 9:08	14.409
2002/2/26 9:09	2002/2/26 20:44	14.552
2002/2/26 21:33	2002/2/27 9:08	14.627
2002/2/27 9:09	2002/2/27 20:44	14.194

（注、3/1現在の一覧のため、サンプリング終了までのLogは示していない）

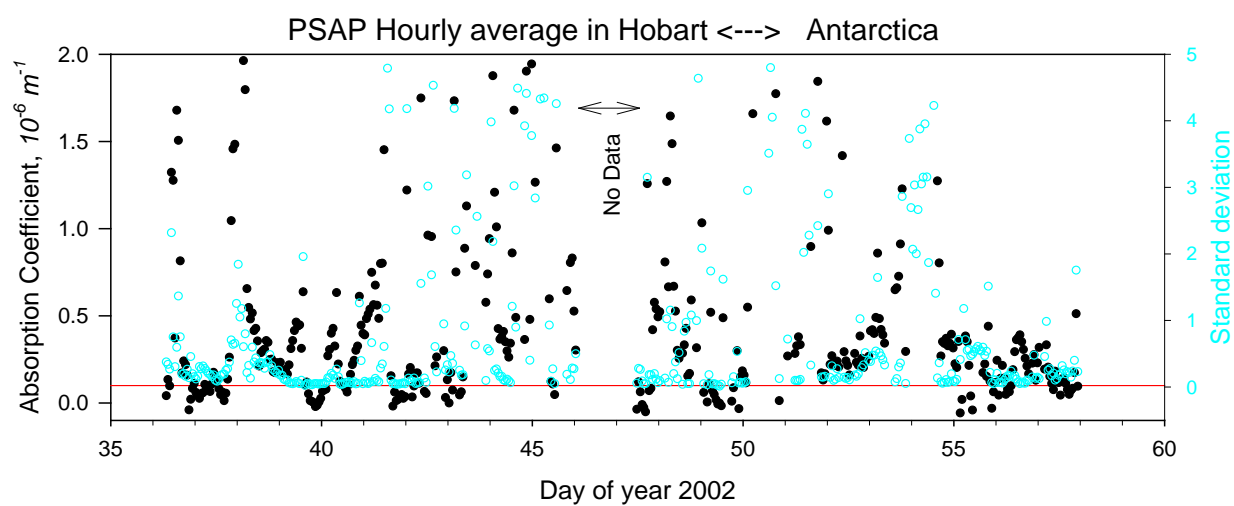


図3-2 PSAPにより得られたススによる吸収係数の1時間平均値変化。  
(注、2月27日データ回収分までの変化を示している)

## 4. 海洋化学

### 4-1. 観測・研究担当者

渡邊修一（海洋科学技術センター）

浜中純子（海洋科学技術センター、マリーンワークジャパン）

笠松伸江（北海道大学大学院地球環境科学研究科）

則末和宏（京都大学化学研究所）

西田民人（名古屋大学大学院環境学研究科）

### 4-2. 観測概要

#### 4-2-1. 溶存酸素、栄養塩の分布

渡邊修一（海洋科学技術センター）

浜中純子（海洋科学技術センター、マリーンワークジャパン）

CTD-RMS の行われた観測点で採取された試料について溶存酸素、栄養塩（硝酸、亜硝酸、アンモニウム塩、ケイ酸）濃度が測定された。リン酸については、試料を凍結し、持ち帰り測定を行う。測定結果は、付表Ⅱ（ルーチン測定結果）のとおりである。

溶存酸素の測定は、スクリップス海洋研究所の溶存酸素測定方法に準じて作成された NIWA の滴定装置を用い、JGOFS 測定・観測手法に沿って行われた。また、酸素ビンは、NIWA で用意されたものを用いた。標準物質としては、KIO<sub>3</sub>-CSK 標準溶液（0.0100N、ELQ9442）を使用し、固定液等は関東化学の試薬を溶解して用いた。マニュアルでは 24 時間以内に測定しなければならないが、動揺により終点決定が不安定になるため多くの試料がそれを超えて測定された。固定液のブランク測定は、測定結果のほとんどが負の値を示すため、ブランクのないものとした。表層水を固定し、繰り返し誤差を求めたところ 0.78%（n=10、平均濃度 7.158ml/l、標準偏差 0.056ml/l）であったが、酸素ビンの種類（テフロン活栓と新しいガラス活栓の 2 種類が用意されていた）によって約 1.5% の系統的な誤差を持っている可能性が示唆される。この原因として、テフロン活栓の結果だけを用いた繰り返し誤差は、異常値を除くと 0.01% 以下であった。新しく用意されたガラス活栓の酸素ビンでは、表層付近の高濃度のとき、滴定値がピペット容量（1ml）を超えたものもあり、再計算を必要としている。NIWA の装置は、2 種類の滴定モードを有しているようで、意図しないのにモードが変わるの滴定値に影響を与えている可能性がある。

栄養塩はブランルーベ TRACCS を用いて測定された。硝酸、亜硝酸、ケイ酸についてはブランルーベによる JAMSTEC 仕様の方法に準じて行われた。アンモニアについては、ブランルーベより新しく開発されたガス交換膜（メンブランフィルター）を利用したユニットにて行った。測定ごとの硝酸、亜硝酸、ケイ酸、アンモニア塩の繰り返し誤差は、各々 0.4%（40  $\mu$  m/l 程度にて）、0.6%（1  $\mu$  m/l 程度にて）、0.6%（135  $\mu$  m/l 程度にて）、2.5%（2  $\mu$  m/l 程度にて）以下であった。

#### 4-2-2. 溶存気体成分の分布に関する研究

笠松伸江（北海道大学大学院地球環境科学研究科）

渡邊修一（海洋科学技術センター）

浜中純子（海洋科学技術センター、マリーンワークジャパン）

大気海洋間を移動し、地球環境に影響を与える温暖化気体の多くは生物と大きな関わりを持っている。これらの生物とのかかわりを明らかにするために生物活動変動の大きい南極海におけるこれら気体成分の分布を明らかにすることを行った。今航海では DMS 及びその前駆体、メタン、ハロカーボン類、一酸化二窒素について試料採取、分析を行った。なお、メタン、ハロカーボン類、一酸化二窒素の濃度およびそれらの安定同位体の分析及び解析は北海道大学、東京工業大学との共同で行われる。

もっとも気候変動と関わっていると思われる二酸化炭素係る成分については、気象研究所石井氏より依頼を受け、全炭酸量測定及び pH 測定のための試料を採取した（付表Ⅲ参照）。分析・解析は気象研究所中心に行われることになる。

#### 4-2-2-1. DMS/DMSP

##### a) 目的

ジメチルサルファイド(DMS,  $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ )は海洋環境において生物学的に作られる主要な揮発性硫黄化合物である。DMS の主な前駆体はジメチルスルフォニオプロピオネート(DMSP,  $(\text{CH}_3)_2\text{S}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ )で、浸透圧調整と凍結防止のため、主に海洋性大型および微小藻類によって作られる。南極海において海水中 DMS および DMSP 濃度が高いことが報告されている。今航海において、南極海における DMS の生化学的な生成過程を明らかにするため観測を実施した。

##### b) 方法

海水試料は 10 L 容のニスキンボトルのついた CTD/CAROUSEL システムによって 10 m から 200 m までの各層を St.1 から St.10 において採水した。海洋表面の試水はプラスチックバケツによって採水した。試水は、直接ニスキンボトルまたはバケツから 100 ml シリンジに移され、分析するまで約 4 °C 以下の暗所に保存した。DMS 用のサンプルは St.1 を除いてすべて 12 時間以内に分析した。シリンジ内の試料水を、穏やかに加圧しながら Whatman GF/F (47 mm) で大気に接することなくろ過し脱気槽に移した。脱気槽中の試料 6 から 20 ml に清浄な窒素ガスを送り込み、溶存気体を試料水中から抽出した。DMS を、ドライアイス-エタノール(-78 °C)に浸した、Tenax GC を填したガラス製 U 字管内に濃縮し、その後、U 字管を熱湯(>90 °C)で温めて DMS を脱離させ、炎光光度検出器付きのガスクロマトグラフ(Shimadzu GC-14B)で分離・定量した。DMSP は脱気槽にバイアル瓶を用いて測定した。バイアル瓶に 6 N の水酸化ナトリウム溶液を 4 または 8 ml 加え、ゴム栓とアルミキャップで密栓し、シリンジおよび注射針を用いて試料水 2 から 14 ml をバイアル瓶に注入した。24 時間以上冷暗所(0-4 °C)に放置し、DMSP を DMS とアクリル酸に分解し、測定ラインに針を付け、針から窒素ガスを送り込み、DMS として測定した。この操作により、全 DMSP 分解後の DMS と海水中に溶存していた DMS が測定される。シリンジに Whatman GF/F を入れたフィルターホルダーを接続して、注射針を付け、バイアル瓶に試料水を注入すると、溶存態 DMSP 分解後の DMS と海水中に溶存していた DMS の総和が測定される。この値から DMS 濃度を差し引いて、溶存態 DMSP 濃度を求めた。粒状態 DMSP は、前記の全 DMSP 濃度+DMS 濃度から、溶存態 DMSP と DMS 濃度を差し引いて算出した。オキアミとカイアシ類の摂餌実験においても同じ手法により DMS・DMSP 濃度を測定した。

##### c) 期待される成果

植物プランクトンの状況、動物プランクトン種の異なる海域における DMS、溶存 DMSP、粒状 DMSP の分布を少なくとも時期の異なる 2 航海（白鳳丸・Tangaroa）で明らかにされ、それらをつぶさに解析することにより自然界における生物と DMS の関係が明らかになる。また、時期の異なるこの海域での DMS 測定は単発で行われてきた種々の結果を時空間的に結びつけることとなり、南極海域における海洋から大気への DMS 逃散量をより正確に見積もれる。この結果は南極海域における気候変動・変化へ果たす DMS の役割を明らかにする。

#### 4-2-2-2. ハロカーボン類（ハロメタン等）

自然界では、ハロカーボン類は、地球温暖化への寄与とともに一酸化二窒素と並びオゾン層破壊に関わる化合物である。これらの一部は、最近、生物が関与して作られるといわれており、全体的な見積もりを行うには、各海域でのこれらの分布を明らかにし、大気への逃散量の見積もりが必要となる、本航海では、各観測点で表層から深層まで海水試料を採取し、塩化水銀を添加、保存した。採取点等は、付表Ⅲに記載してある。分析は、北海道大学で GC-MS を用いて分析される。なお、生物学データと比較し、生物活動との関係について

も考察する。

#### 4-2-2-3. メタン・一酸化二窒素及びその安定同位体

DMS、ハロカーボン類以外に生物が関与して大気へ放出され、気候変動に関わっている多くの気体の中でメタン、一酸化二窒素は古くから注目され、多くのデータを集積している。しかし、それぞれの挙動についてはいろいろと不確実な点もあり、また、大気への寄与を考える上でも再度、それらの分布を明らかにしておくことが重要である。

メタン及び一酸化二窒素のそれぞれの安定同位体を用いた解析は、生物活動とそれらのできる機構との関係を明らかにする。特に一酸化二窒素のサイトの違う窒素のもつ同位体比の違いは、生成過程と深く関与しており、安定同位体の情報は、生物と海水に溶存する気体の関係を考える上で不可欠となっている。

陸棚域でのメタンの分布は、過去に測られた結果からみると陸棚域及び斜面での海水循環と深い関わりがあり、今回行った陸棚域の詳細な観測結果はそれらから物質輸送に関する情報を得ることが期待され、人為起源二酸化炭素の積み込み量と深層への輸送についての知見が得られる可能性がある。メタンの酸素及び水素安定同位体はメタンの起源を特定するための情報を持っており、輸送過程を特定する上で重要な情報となる。

本航海では、これらメタン及び一酸化二窒素のもつ情報を有効に引き出し、溶存気体と生物過程、深層への輸送過程を明らかにするため観測点での海水試料をガラス瓶に採取し、100mlの海水試料に対して飽和塩化水銀  $0.2\mu\text{ml}$  を加え、保存した（採取点、層については付表Ⅲ参考）。

今後、これらの試料について、北海道大学で濃度を、東京工業大学で安定同位体についての測定、解析が行われる予定である。

#### 4-2-3. 水循環と淡水寄与の見積もり（化学トレーサー）

浜中純子（海洋科学技術センター、マリーンワークジャパン）

渡邊修一（海洋科学技術センター）

物質循環を扱うときに重要な水循環を明らかにするための化学トレーサーとCFCs等が良く用いられる。本航海でもCFC-11、CFC-12を測定するための試料を採取した。試料はサンプルに採取後、封かんした。なお、試料採取観測点及び層は付録に記載されている。これまで、陸棚から大陸斜面に沿って大気と十分に気体交換した表層水が混合して底層水を形成し、陸棚斜面に沿って底層へ達していることが知られている。今後の分析を通して本航海で得られるCFCsの分布とメタン濃度分布、メタンの安定同位体情報とを比較し、陸棚域で冷却された底層水が南極域の底層水の起源になっていることを示す予定である。

海水の酸素同位体を用い、底層水、表層水への淡水（冰山融解水）の寄与を見積もることを試みる。氷山の酸素同位体比は海水のそれと大きく異なるため、他の海域に比較して淡水の底層水形成への寄与をより明確にすることが可能である。本航海では、このために試料を各測点で採取した。採取場所等に関する情報は付録に記載されている。分析は、今後、日本において北大等と協力して行う予定である。

#### 4-2-4. 炭素・窒素循環に関する研究

西田民人（名古屋大学大学院環境学研究科）

##### a) 目的

海洋において炭素は、多種多様な生物の活動や、様々な時空間スケールの海水の動きに伴い、他の元素とともに有機化合物や無機化合物に姿を変えながら循環している。海水中の炭素の化学型は、二酸化炭素、重炭酸イオンおよび炭酸イオンのような酸化型炭素と生物活動によって生成する有機化合物を構成する還元型炭素に大別できる。炭素循環においてこの2つの炭素の化学型の果たす役割は大きく異なる。酸化型炭素は表層海水中の炭酸平衡系の変動を通じて、大気・海洋間で移動する。この移動速度の変化は大気中の二酸化炭素濃度を変

化させる。一方、還元型炭素は、海洋表層において生物活動による酸化型炭素の還元により生成する。海洋表層において炭素は酸化型から還元型に変換された時点で、海洋表層および内部で分解・酸化されて酸化型炭素に姿を戻すまで、大気・海洋間の炭素交換系からはずれることになる。従って、海洋において両者は量的に分配関係が成立し、海水の溶存無機、懸濁態および溶存有機炭素濃度に反映される。海洋の炭素循環において、この量的関係を明らかにすることは、大気中の二酸化炭素の増加に対して、海洋がどう応答しているかを評価する上で重要である。

そこで本研究では、海洋における炭素（溶存無機、懸濁態および溶存有機炭素）の広域分布と生物地球化学的挙動、量的関係や様々な時間スケールでの変動と、その変動要因を明らかにするため、溶存無機、有機および懸濁態有機炭素濃度、粒子中ケイ酸塩濃度、溶存および懸濁態有機物測定用試料の船上で採取を実施した。

#### b) 観測内容

船底から供給される研究用海水を利用して、航走中に継続的に行った表面水の観測と、停船観測点において実施した CTD/carousel 各層採水を利用した各層観測を行った。

#### c) 航走観測

##### (1) 表層懸濁物の連続採取

船底から供給される研究用海水を航走中に継続的に連続濾過装置（自作）に引き込み、表面水を Whatman GF/F グラスファイバーフィルターで連続的に重力濾過を行った。

#### d) 各層観測

##### (1) 全炭酸、溶存および懸濁態有機炭素

各停船各層採水試料について、全炭酸、溶存および懸濁態有機炭素測定用試料を採取した。観測線上、全点表面水から深層水までの全採水層から試料を得た。南大洋季節氷域では、水温極小層からも採水を行った。

##### (2) 懸濁粒子中のケイ酸塩濃度

南大洋季節氷域における下記の純群集生産に対するケイ藻の寄与を評価するために水深 200 m ないし 300 m 以浅の各層から試料採取を行った。

##### (3) 懸濁態・溶存態脂質

停船観測点 1, 5, 7 において表面およびクロロフィル極大層、酸素極小層の 3 層において 100 リットルの採水を行った。Whatman GF/F グラスファイバーフィルターで懸濁態・溶存態有機物を濾別した後、濾過済み試料については、ジクロロメタンで脂質を抽出した。核磁気共鳴法で、懸濁態・溶存態脂質の構造解析をするとともに、安定同位体比、年代測定を行う予定である。

### 4-2-5. 南極海における微量生元素の分布と動態に関する研究

則末和宏（京都大学化学研究所）

#### a) はじめに

海洋における微量元素である Fe, Zn, Ni, Co, Cu 及び Cd などは、光合成伝達系や各種酵素などに用いられており生体にとって必須の元素である。特に海水中の微量鉄は、いわゆる HNLC（高栄養塩低クロロフィル）海域において植物プランクトンの成長の制限因子となることがマーチンの仮説及び鉄散布実験結果から示唆されている。HNLC 海域の一つである南極海は夏期に生物生産が活発化する海域の一つである。本研究航海では、鉄に加えて生物必須である上記の微量金属の観測を実施する。本航海 JARE43 (2002 Feb.-Mar.) と同様に Aurora Australis V3 (2001 Nov.-Dec.)、Hakuho-maru (2001 Jan.) においても微量生元素の鉛直分布をほぼ同一測点で観測した。これらの観測結果も参考とし、微量生元素の分布の時系列データを得、これらの元素の南極海における循環を解釈することが目的である。

#### b) 船上での採水及び前処理

海水試料 500 ml を CTD カローセルに搭載した X-ニスキン採水器を用いて採取した。X-ニスキン採水器は、壁面からの微量元素の溶出による汚染を防ぐために、内面をテフロンコー

ティングしたものを用いた。試料はStn.1-Stn.11の5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 125, 150, 200, 300 mの深度より採取した。採取した試料500 mlのうち250 mlを可能な限り迅速に濾過した。濾過では、孔径0.2umのヌクレオポアフィルターを用いた濾過及び未濾過試料水にそれぞれ塩酸（TAMAPURE AA10）を少量添加しポリエチレン瓶(PE)に保存した。用いた器具類はすべて酸洗浄したものを用い、濾過及び酸添加はクリーンボックス内にて行った。

c) 今後の予定

当研究室では、海水中微量元素の多元素同時定量法を開発してきた。本手法では、8-ヒドロキシキノリンを化学修飾させた含フッ素メタルアルコキシドガラス（MAF-8HQ）充填カラムを用いて脱塩・濃縮後、微量元素を高分解能 ICP 質量分析装置で定量する。本法により、本航海で採取した試料を分析し、はじめに述べたように三航海の結果を基に微量元素の時空間変動を解析する予定である。

## 5. 植物プランクトン

### 5-1. 観測・研究担当者

工藤 栄 (国立極地研究所) : 植物プランクトンの光合成生理・分布量  
吉川 尚 (東京大学大学院) : 植物プランクトンの光合成、炭素同化  
三木 周 (東京大学大学院) : 植物プランクトン群集組成と鉄応答  
大井信明 (創価大学大学院) : 一次生産、植物プランクトンの光吸収  
S.Chee Yew LEONG (創価大学大学院) : 植物プランクトン群集への紫外線の影響  
五味泰史 (東北大学大学院) : 植物プランクトン分布・群集組成  
Guido CORNO (CSIRO-Marine Lab.) : 植物プランクトンの栄養制限

### 5-2. 観測概要

工藤 栄

植物プランクトングループでは南極海に設けた調査実施海域での植物プランクトン分布量に関し、クロロフィル a 量の水平・鉛直分布の基本的調査に加え(工藤・五味)、光合成色素組成解析・フローサイトメトリー(吉川・三木)、顕微鏡解析(五味)により構成群集の特徴を捉えることを目指し試料採取を実施した。さらに植物プランクトン群集の光エネルギー獲得とその利用、および炭素同化に関して、調査実施期間の PAR 観測(大井・LEONG)、光エネルギー吸収特性(大井)、吸収した光エネルギーの光合成利用効率の測定(工藤)、放射性同位元素を利用した光-光合成特性の解析(吉川)、現場培養での光合成同化量の測定(大井)、光合成の栄養制限(CORNO)、紫外線の影響(LEONG)などの実験的研究を実施した。今後これらの解析を通じ、夏季南極海の植物プランクトンの光合成・生産性とその特性に関して纏め上げるものである。以下に各担当者の報告を項目別に記述した。

#### 5-2-1. 植物プランクトンの水平分布(航行中の観測)

工藤 栄・五味泰史

TANGAROA の船底付近に取り付けられた海水揚水ポンプから連続的に供給される研究用海水を利用し、これを塩分・水温・クロロフィル蛍光測定装置(AQUAPACK, Chelsea Inst.)に導入、1 分間隔でデータを記録し、航海中の表層付近での植物プランクトン分布量に関するデータを収集した。記録は往路において南緯 45 度付近から開始し、最南下点(南緯 66 度 25 分)を経て復路南緯 47 度で終了した。

装置のキャリブレーションのため、研究海水を適宜採取し、各種フィルターでろ過し、ろ紙上に捕集された植物プランクトン群集のクロロフィルを DMF 溶媒で抽出、蛍光光度計(Model 10AU, Turner Designs)で定量した(表 5-2-1-1)。

同装置は往路においては順調に動作したが、本航海の最南端での停船観測中に塩分センサーに船上での修復ができない故障が生じたため、この観測点以降の停船観測点間および復路においては水温とクロロフィル蛍光値のみの記録を行なった。

表 5-2-1-1 研究海水クロロフィルキャリブレーションデータ

往路

採水日時(GMT)	緯度 (° S)	クロロフィル量 (µg/l)	フェオ色素 (µg/l)	備考
7-Feb 0:00	45 00	0.408	0.064	WT:14°C
7-Feb 4:30	45 29	0.295	0.066	
7-Feb 9:30	46 00	0.602	0.151	
7-Feb 14:00	46 30	0.235	0.050	
7-Feb 19:00	47 00	0.408	0.060	CPR start, WT 13.47, PAM exp
7-Feb 22:00	47 30	0.327	0.038	WT:13.54
8-Feb 00:53	48 00	0.324	0.047	WT:12.60
8-Feb 04:00	48 33	0.583	0.147	WT:11.74



採水日時(GMT)	緯度 (° S)	クロロフィル量 (□g/l)	フコ色素 (□g/l)	備考
8-Feb 07:00	49 10	0.314	0.054	WT:12.30
8-Feb 09:30	49 30	0.248	0.054	WT:12.36
8-Feb 16:45	50 50	0.153	0.024	WT: 8.66
8-Feb 22:00	51 20	0.305	0.030	WT: 8.78
9-Feb 01:00	52 00	0.502	0.080	WT: 7.84
9-Feb 04:30	52 32	0.408	0.032	WT: 6.38
9-Feb 07:00	53 00	0.597	0.088	WT: 6.54
9-Feb 10:30	53 32	0.699	0.086	WT: 6.31
9-Feb 22:00	55 30	0.289	0.012	WT: 6.14
10-Feb 01:00	56 00	0.550	0.037	WT: 5.99
10-Feb 04:00	56 30	0.245	0.001	WT: 5.14
10-Feb 07:00	57 02	0.096	0.005	WT: 4.83
10-Feb 10:03	57 30	0.101	0.007	WT: 5.07
10-Feb 22:00	59 46	0.099	0.000	WT: 2.83
11-Feb 01:00	60 20	0.092	0.002	WT: 2.65
11-Feb 04:00	60 50	0.318	0.006	WT: 3.14
11-Feb 11:00	62 00	0.764	0.058	WT: 2.90
11-Feb 21:40	64 15	0.962	0.094	WT: 2.28
12-Feb 00:00	64 45	1.185	0.115	WT: 1.53
12-Feb 03:45	65 30	0.847	0.065	WT: 0.29
12-Feb 07:45	66 15	2.621	0.357	WT:0.24, St.8
12-Feb 22:00	66 25	4.129	0.252	St.8, PAM
13-Feb 09:30				SAL damaged
24-Feb 02:25	62 00	0.221	0.006	WT: 2.00
24-Feb 04:40	62 30	0.177	0.002	WT: 2.22
24-Feb 07:00	63 00	0.260	0.000	WT: 1.55
24-Feb 09:20	63 30	0.322	0.017	WT: 1.84
24-Feb 21:03	65 15	1.085	0.164	WT: -0.17
24-Feb 23:56	65 42	0.429	0.049	WT: -0.30
25-Feb 01:27	66 00	0.432	0.051	WT: -0.44
25-Feb 04:30	66 25	3.764	0.430	WT: -0.36
25-Feb 21:44	63 33	0.091	0.007	WT: 1.74
26-Feb 09:00	61 30	0.200	0.006	WT: 2.28
26-Feb 19:19	60 08			WT: 3.16
26-Feb 22:50	60 00	PAM data only		WT: 2.67
27-Feb 10:29	59 00	PAM data only		WT: 4.50
28-Feb 00:05	57 00	PAM data only		WT: 4.08, St.10
1-Mar 05:22	55 30	PAM data only		WT: 5.63
1-Mar 21:53	54 00	PAM data only		WT: 5.54, St.11
2-Mar 05:52	53 20	PAM data only		WT: 6.01
2-Mar 06:01	52 40	PAM data only		WT: 6.31
2-Mar 19:45	50 40	PAM data only		WT: 8.57
2-Mar 20:25	50 30	PAM data only		WT: 9.00
2-Mar 21:55	50 15	PAM data only		WT:10.85
2-Mar 22:20	50 10	PAM data only		WT:11.15
2-Mar 23:20	49 59	PAM data only		WT:11.45
3-Mar 00:07	49 45	PAM data only		WT:11.50
3-Mar 05:20	48 35	PAM data only		WT:11.60
		PAM data only		

## 5-2-2. 植物プランクトンの鉛直分布 (停船観測)

工藤 栄・五味泰史

各停船観測点において 200m 以浅の CTD-RMS による各層採水で、海水中のクロロフィル *a* 量の測定を実施した。ルーチンキャストにおいては GF/F ガラス繊維ろ紙上に捕集されたものを Bulk Chlorophyll *a* 量として定量を実施した (付表 II データを掲載)。この他のキャストにおいては植物プランクトンのサイズ分画 (10 および 2  $\mu$ ) を実施した (解析後、公表予定)。

### 5-2-3. 植物プランクトンの光合成生理に関する研究

工藤 栄

表 5-2-1-1 に掲載した位置において研究海水を採取し、PAM クロロフィル蛍光装置を用いて、Rapid Light curve および光エネルギー利用収支測定実験を実施した。同時に光合成色素類・蛋白質分析に供し、得られた光合成蛍光シグナルとともに植物プランクトンの光合成システムの応答性の解析のための試料の濃縮採取を実施した。

定点観測においては St.1、5、8 の大観測点では吉川・三木の鉄添加実験試料に協力し、Rapid Light Curve の測定を実施した。St.2,3,6,7 では水深 10,30,80 m から採取した試料の光合成系 II の収率に関する測定を実施した。

これらの実験は本航海の前に実施された白鳳丸でも実施しており、双方の比較を通じて、光合成の光利用特性の南極海から亜南極海に至る空間的特性のみならず、鉛直・季節変動性にも言及できると考えられる。

### 5-2-4. 生物光学観測・現場法による基礎生産測定

大井 信明

海洋の一次生産は水中の光環境によって主にコントロールされている。最近は海水の光学的性質の測定から植物プランクトンの現存量や一次生産を推定する手法が時空間レベルで確立されつつある。海水中の光吸収特性は主にそこに存在する懸濁粒子に依存している。特に植物プランクトンの光吸収特性は、基礎生産推定法でも必須パラメータである。この生物光学特性に着目して以下の観測を定点 1、5、8 及び 10 にて行った。

#### 5-2-4-1. 現場法による基礎生産の推定

水中の基礎生産量を推定するために、光合成の光量依存度を  $^{13}\text{C}$  重炭酸塩の取り込み速度より測定した。係留系の培養ボトル設置深度 0, 10, 30, 50, 60, 80 m の 6 層から採水し、 $^{13}\text{C}$  重炭酸塩を添加後、係留系に設置し 24 時間培養を行い濾過固定した。後日、植物プランクトンにより取り込まれた濾紙上の有機 C 及び  $^{13}\text{C}$  を測定し基礎生産を推定する（詳細は係留系観測参照）。

#### 5-2-4-2. 光吸収・散乱特性の鉛直および日周変化

CTD、水中蛍光光度計を併用した 2 台の水中分光光度計を用いて、0.2  $\mu\text{m}$  及び 3  $\mu\text{m}$  メッシュのフィルターを海水取り入れ口に付けて海水を濾過して現場の有色溶存有機物及び植物プランクトンの吸収係数、散乱係数の日中観測を深度 80–100 m まで 4-5 時間毎に 24 時間行った。同時に光合成有効放射量 (PAR) を深度 60-80 m まで 4-5 時間ごとに計測した (図 5-2-4-1: 海表面直上の PAR)。水中蛍光光度計によるクロロフィル濃度と吸収および散乱係数より植物プランクトンの光吸収特性、散乱特性の鉛直変化および日周変化の推定を行い、その変化と光放射量との関係を明らかにする。

#### 5-2-4-3. 植物プランクトンの光吸収特性の日周変化

植物プランクトンの光吸収特性の日周変化の測定のため 24 時間 4-5 時間毎に 5-6 回、濾過サンプルを作成した。同時に光吸収特性の変動要因を明らかにするため、HPLC による色素測定用、蛍光顕微鏡による細胞サイズ及び計数用サンプルを作成した。

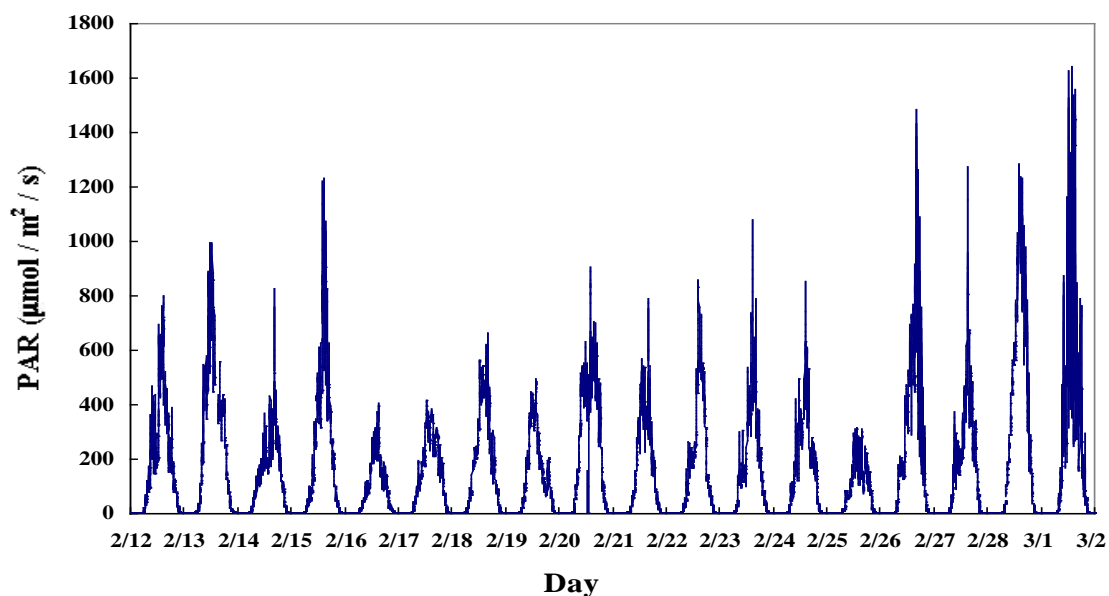


図 5-2-4-1 観測期間中の光合成有効放射量 (PAR, Photosynthetic Active Radiation)  
タンガロア甲板上に設置したセンサーによる測定値

#### 5-2-5. 植物プランクトンの蛍光収率を利用した栄養環境評価実験

##### Nutrient-fluorescence bioassay experiment in the Southern Ocean during 43<sup>rd</sup> JARE 2002

Corno Guido and Griffiths Brian (CSIRO Division of Marine Research)

This research is to future develop a new method of detecting nutrient limitation in phytoplankton. The results from the 43<sup>rd</sup> JARE will build on results from Voyage 3 of Aurora Australis, providing a contrast from the spring, nutrient rich situation and the late summer, nutrient depleted situation in different oceanographic regions of the Southern Ocean. The method is a *in situ* bioassay technique examining changes in fluorescence and the absorption cross section of Photosystem II, the rate of photosynthetic electron transport and the level of photochemical quenching. The results will aid in understanding the role of nutrient limitation on phytoplankton physiology and photosynthetic processes.

##### **Aims**

The major aims of this research were:

1. to determine nutrient (nitrate, phosphate and silicate) limiting concentrations along the 140 E transect from Tasmania to Antarctica by following perturbations in phytoplankton fluorescence after nutrient addition;
2. to determine any possible relationship between variations in phytoplankton fluorescence and nutrient availability;
3. to describe phytoplankton fluorescence variations in different hydro-graphic region of the Southern Ocean.

##### **Methods**

Three sampling activities were undertaken during 43<sup>rd</sup> JARE 2002:

1. underway sampling;
2. sampling from CTD cast;
3. deck Incubations experiments.

##### 1. Underway sampling

Seawater samples were collected every degree of latitude (46-65 S) from the ship on-line supply.

Immediately after collection, samples were kept in the dark and placed in deck incubators for approximately 2 hours. After this period, sub-samples (2 x 10 mL) were collected and frozen for later nutrient analysis. Aliquots (20 mL) of the remaining samples were analysed for nutrient limitation by the following experimental procedure:

- i. samples were placed in a Turner Fluorometer and the initial fluorescence was recorded for 30 seconds;
- ii. a spike of a macronutrient (either nitrate, phosphate or silicate) was then added to the sample;
- iii. perturbations in fluorescence were then recorded for 5-6 minutes after the nutrient addition;
- iv. DCMU was finally added and the final fluorescence recorded;
- v. steps i-iv were then repeated for a second and third nutrient, respectively.

### 2.CTD sampling

Samples were collected from surface, in and below the mixed layer at stations 1,3,4,5,6,7,8 and 9. Immediately after collection, samples were kept in the dark and placed in a deck incubator for approximately 2 hours. After this period, aliquots (20 mL) from each depth were analysed following the same procedure for underway sampling.

### 3.Incubations on deck

Incubations experiments were also performed. Approximately 60 L of surface seawater were collected from station 8. 30 L of those were filtered through a 0.2  $\mu\text{m}$  and stored in the refrigerator; the remaining 30 L were filtered through a 5  $\mu\text{m}$ . Cells were then collected on and above the 5  $\mu\text{m}$  filters and gently poured in 2L polycarbonate bottle, containing the 0.2  $\mu\text{m}$  filtered seawater. Bottle were then spiked with following nutrients:

- i. f/2 medium;
- ii. phosphate and nitrate but no silicate;
- iii. phosphate and silicate, but no nitrate;
- iv. nitrate and silicate, but no phosphate;
- v. no addition of any nutrients.

Duplicates for each treatment were then prepared and placed in a deck incubator with continuous water supply. Samples (approx 200 mL) were taken from each treatment replicates soon after the inoculation and after 5, 8, 10, 12 and 15 days from the inoculation. At each sampling time, sub-samples (2 x 10 mL) were collected and frozen for later nutrient analysis. Sub-samples (approximately 200 mL) were also filtered through GF/F Whatman filters for later chlorophyll *a* analysis. Aliquots (20 mL) of the remaining samples were analysed for nutrient limitation by following the experimental procedure as for underway sampling.

## **Preliminary results**

### 1.Underway sampling

No significant limiting conditions for any nutrients were observed along the transect. However, moderate fluorescence responses were found for nitrate and silicate additions in the STZ south of Tasmania. This may suggest a limiting condition for these nutrients in this region. Additional sampling along the transect on the way back to Hobart will provide further indications about this possible limiting conditions.

### 2.CTD sampling

Preliminary results from CTD casts indicated no particular nutrient limiting condition through the water column. These results are in agreement with high nutrient concentrations (nitrate and silicate > 25  $\mu\text{M}$ , respectively) measured during these casts. A deep mixed layer (approx. 100 m) also represented an indication of deep mixing and enhanced nutrient concentrations in the water column.

### 3.Incubation sampling

Incubations experiments revealed a link between phytoplankton fluorescence and nitrate and silicate availability. Variations in fluorescence after nitrate and silicate additions were observed after 12 and

15 days from the inoculations, suggesting that limiting conditions for these nutrients might have occurred. However, these fluorescence responses were found not as distinct as previously found during V3 in November-December 2001. This variability may be due to a different degree of nutrient limitation occurred between V3 and 43<sup>rd</sup> JARE incubations experiments .

#### 5 – 2 – 6 . 植物プランクトン群集への紫外線の影響

Sandric Chee Yew Leong

##### Effect of UV radiation on phytoplankton community in Antarctic Ocean

The biology, physiology and ecology of phytoplankton communities in the Southern Ocean are basically controlled by the available of light, nutrients and water temperature. In this ocean, the surface irradiation shows strong seasonal variations and the macronutrients such as nitrate, silicate and phosphate are usually found in high concentrations. Also, the water temperature is rather stable throughout the year.

The available of light, and its effect on these phytoplankton communities, is the focus of this cruise. In particular, how light intensities, especially the UV radiation (UVR), affect the phytoplankton community and how the algal cells actually receive the light? UVR has been recognized for many years as a potential stress for organisms in a variety of environment. The trend in recent years of an intensifying, but periodic, anthropogenic-induced UV-B radiation is quite alarming. Altered solar radiation regimes can potentially upset established balances in marine ecosystems and thus creates a new problem.

Solar UV-B is known to have a wide range of harmful effects, generally resulted as reduced productivity on marine organisms including bacterioplankton and phytoplankton. All these organisms appear to be susceptible to UV-B, but to a highly variable extent that depends on the individual species and its environment. In addition, UV-B may have significant effects on community structure that are not apparent through studies based on individual species. Therefore, the objectives of this cruise is to determine:

The effect of the solar UV radiation on the physiological characteristics of the phytoplankton community.

##### *Methods*

Six 16L culture containers were filled with 14L of seawater collected from the surface by using a bucket. This seawater had been filtered through 183  $\mu$  netting to remove all but the smallest zooplankton. Two of these six containers were not wrapped in any film. These allowed the penetration of photosynthetically available radiation (PAR) + UV-A + UV-B. Another two were wrapped with Mylar film, allowing the penetration of both PAR+UVA. The final two containers were wrapped with PAR film, which allowed the penetration of PAR only. A known amount of <sup>13</sup>C was then added to each container. All these containers were placed in a tank, which was filled with continually running seawater pumped from a similar depth. The temperature of the running seawater was monitored and the intensity of PAR, UV-A and UV-B was recorded by a PUV-500 radiometer during the experimental period. Samples for POC, PON, pigments, mycosporine amino acid, <sup>13</sup>C uptake and absorption were collected after being exposed to natural sunlight for 24 hours. These samples were frozen pending analysis in the laboratory.

In total, this experiment was conducted at 3 different stations (St. 7, 4 and 9).

##### *Expected Results*

Light intensity and UVR at the water surface is expected to vary at every station due to geometric factors (time of day and latitude), atmospheric factors (ozone level and clouds) and so on.

UVR is known to cause a broad spectrum of genetic and cytotoxic effects in aquatic organisms. On the other hand, in the natural environment, these responses are often offset by various protection strategies such as avoidance, screening, photochemical quenching and repair. Therefore, the net stress

or damage caused by UVR exposure in these experiment, reflects a balance between damage, repair and protection strategies. These maybe manifested in terms of increased energy demand, changes in cellular composition and decreased in growth.

#### 5-2-7. 顕微鏡解析による南大洋の植物プランクトン群集組成

五味泰史

南極海における植物プランクトン群集の分布と水塊構造の配置との関係を調べるため、植物プランクトン顕微鏡観察用の海水を採集した。

採水は St. 1 から St. 11 の全測点、および南緯 61 度以南を航走中に行った。各測点では CTD-RMS により、10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 125, 150 および 200m の 11 層から採水を行うと同時にバケツを用いて表面採水を行った。ただし、St. 8 ではこれら 11 層に加えて 70m からも採水した。採集した海水のうち 500ml をポリビンに分取し、ボラックスで中性化したホルマリンを加え固定した。航走中は船底の横にある取り込み口から汲み上げた海水を温度コントロール実験室の蛇口から研究海水 500ml をポリビンに採集し、中性ホルマリンで固定した。

帰国後、電子顕微鏡、光学顕微鏡を用いて種の同定および計数を行い植物プランクトンの群集構造を明らかにするとともに、水温、塩分、栄養塩などの物理学化学データから南極海域内に存在していたいくつかの特徴ある水塊や鉛直混合水深や頻度の差によって生じると考えられる海洋表層環境の差異との関係を解析する予定である。

#### 5-2-8. 光合成色素・フローサイトメトリーを用いた南極海の植物プランクトン群集組成の解析

三木 周・吉川 尚

##### 5-2-8-1. 光合成色素

植物プランクトンは綱レベルの各分類群ごとに特有の色素組成を持つことから、各光合成色素を分離定量することにより各分類群毎の現存量を見積もることができる。また光合成色素を利用する手法では、検鏡法では固定や保存が困難なため観察できなかった種を含めた評価が可能となる。200m 以浅の各層からニスキンボトルにて採取した試水中の植物プランクトンを GF/F フィルター上に捕集し、液体窒素中で瞬間凍結、ディープフリーザーで保存した。フィルターは帰国後に脂溶性色素を抽出し、高速液体クロマトグラフィーを用いて各光合成色素を分離定量し、CHEMTAX 法による因子分析を用いて各分類群ごとの Chl *a* 量を見積もる。

##### 5-2-8-2. フローサイトメトリー

検鏡によるナノ、ピコ植物プランクトンの計数では、結果に測定者の技術による差が生じ、また多数の試料を処理する際には多大な時間を要する。フローサイトメーターを用いた細胞計数ではこれらの問題を解消することができ、かつ細胞サイズ、蛍光特性といった情報が得られる。200m 以浅の各層からニスキンボトルにて採取した試水をホルマリンで固定し、液体窒素で瞬間凍結後、ディープフリーザー内で保存した。試料は陸上に持ち帰った後、フローサイトメーターにより分析する。

#### 5-2-9. 光合成の光量依存性

吉川 尚

各測点の表層 5 m 深、相対光量 1 % 層、クロロフィル極大層における光合成の光量依存性を  $^{14}\text{C}$  重炭酸塩の取り込みから評価した。クリーン X ニスキンボトルにより採取した試水を、光量を 22 段階に調節し現場水温に合わせたフォトシンテトロン内で 30 分間光照射培養を行い、光合成—光曲線を作成した。光合成—光曲線パラメータとして、立ち上がり勾配、最大光合成速度、光飽和定数が得られ、これらと環境要因の関係について解析を行う。また、

光合成-光曲線の鉛直分布と光合成有効放射の減衰係数（CTD 観測より）、海面の光合成有効放射の連続記録を用いて観測時の一次生産（総生産）を見積もる予定である。

#### 5-2-10. 植物プランクトン群集組成変動、光合成活性に対する鉄濃度の影響

三木 周・吉川 尚・工藤 栄

南極海では低水温、鉛直混合による光量不足とともに低い鉄濃度が植物プランクトンの一次生産力を制限している可能性が指摘されている。そこで、植物プランクトンの群集組成、光合成活性に鉄濃度が与える影響を評価するために、以下の鉄添加実験を行った。

測点1、5、8において、クリーンポンプ採水またはクリーン X ニスキにより表層水（水深 5m）をクリーン洗浄した 4L ポリカーボネートボトル7本に採取した。そのうち1本をゼロタイムブランクとし、採取後直ちに光合成-光曲線を作成するための光照射培養を行い、PAM 蛍光光度計により PSII の光化学反応の量子収率、熱放出反応による蛍光の消光（non-photochemical quenching）を測定した。また、鉄濃度、栄養塩、クロロフィル *a*、各光合成色素、植物プランクトン光吸収スペクトル、ナノ・ピコ植物プランクトン計数用の試料を得た。残りのうち3本には鉄添加系としてクリーンボックス内にて  $\text{FeCl}_3$  溶液を 1 nM 添加し、もう一方はコントロールとしてそのまま何も添加せずに、それぞれビニール袋で3重に包み遮光網で現場光量に調節し甲板培養タンク内にて表面海水を流し培養した。培養開始後2、4、7日目にゼロタイムブランクと同様にして、鉄添加系、コントロールそれぞれについて各項目の試料を得た。

## 6. 動物プランクトン

### 6-1. 観測・研究担当者

動物プランクトン研究グループは川口、伴、高橋、塩谷、W-Riser および笠松の 6 名で構成された。川口と笠松は大型動物プランクトンであるオキアミとサルパの摂餌と DMS に着目した飼育実験を行った。伴、高橋、塩谷、W-Riser の 4 名はカイアシ類の飼育実験をそれぞれ異なった視点から遂行した。すなわち、伴は紫外線の影響評価、高橋は代謝活性や脂肪酸組成の測定、塩谷は摂餌生態と DMS、そして W-Riser は物質の鉛直輸送に着目した実験を展開した。これらの実験は、地球温暖化ガスの生成除去機構や物質の鉛直輸送過程の解明という本航海のメインテーマを核に、地球環境をキーワードとして互いに有機的に関連するものである。

### 6-2. 観測概要

川口 創

動物プランクトングループでは、航走観測として CPR および Acoustics、停船観測として RMT1+8 ネット、ルーチン定量 Norpac、Norpac 各層採集、飼育動物採集 Norpac 採集、CTD からの検鏡用海水サンプル採取を行った。それぞれの観測実施状況等の詳細については各担当者による項目別報告を参照されたい。

本航海は、「オーロラオースロラリス号」、「白鳳丸」、に続き、「しらせ」により完結する一連の時系列観測で一部である。われわれは、この multi-ship operation において一貫して行われた「気候変動に関与する DMS の生産過程に関係する研究」および「紫外線変動と表層生物群集におよぼす影響」の 2 テーマを中心に動物プランクトン研究の立場からチーム一丸となりアプローチした。

各種ネット採集および Acoustics データの定性的解釈では、マクロ動物プランクトンにおいて最南端観測点 Sta-8 でオキアミ、Sta-7~Sta-1 ではサルパがそれぞれ優占した。Sta-9 で翼足類、Sta-10 で端脚類がそれぞれ優占したが、生物量は Sta-1~Sta-8 に比べ著しく低かった。メソ動物プランクトン群集において、Sta-8 でカイアシ類、Sta-7.3~Sta-6.1 でオキアミのカリプトピス幼生、Sta-6~Sta-5 でカイアシ類がそれぞれ優占し、それ以北の観測点では生物量は非常に低かった。全観測点を通じ、北太平洋等の観測で行われる観測と比較するとカイアシ類の生物量が非常に低い印象を受けた。

今回、ほとんどのメンバーが飼育実験の材料としてカイアシ類を用いたため、すべての実験を満足させるにはかなりの個体数を確保する必要があった。この問題を克服するため、ネット採集組と動物ソーティング組に別れ全員で分業することで作業の効率化を図り、必要個体数の確保にあたった。

気候変動に重要な役割を果たす DMS 関連の飼育実験（川口・笠松および塩谷・笠松・川口）では、オキアミ、サルパ、カイアシ類の捕食形態や捕食速度に着目し、その過程で植物プランクトンが破碎され放出されるであろう DMS、DMSP（DMS 前駆体）量の測定を飼育実験で試みた。オキアミは植物プランクトンを破碎しながら摂餌するので海水中の DMS 濃度を高くする方向へ作用することが予想される。一方、サルパは植物プランクトンを丸呑みし、植物そのものを糞粒として下層へ落とすため、海洋表層の DMS 濃度上昇には貢献しない可能性が高い。また、カイアシ類についてはその分布密度が低かったため、その摂餌が DMS の挙動に与えるインパクトは小さいことが予想された。帰国後得られる現場海水中 DMS、DMSP データは、どのようなパターンを描くのか。動物プランクトンおよび植物プランクトン密度分布との関係解析に期待がかかる。本航海で確立したオキアミやサルパの DMS 実験手法をベースとし、今後は未知の部分の多い溶存 DMS、DMSP の挙動まで含め生物活動との関係が明らかにされることが期待される。さらに、オキアミやサルパ密度のダイナミックな年々変動や、近年注目されている温暖化傾向による南極海におけるサルパ類の増加が DMS 挙動にどのようなインパクトを与える可能性があるのだろうか、環境問題の点からも非



常に興味深いところである。

紫外線が表層動物プランクトンに及ぼす影響評価に関する実験（伴）では当初、紫外線の影響評価を産卵数および卵発生率で行う予定であった。しかし、成熟した雌個体が採集されず死亡率での試験に変更した。その結果、UVA および B が動物プランクトンの高い死亡率に寄与していることが明らかとなった。現場の動物プランクトンの鉛直分布パターンと UV の鉛直プロファイルの関係解析が待たれる。オキアミ幼生を用いた実験でも紫外線の影響が顕著にみられた。オキアミ幼生は紫外線量が非常に少ない初冬に、海表面 1m 以浅において高密度で存在していたという報告もある。本航海中、そのような状況には遭遇しなかった。冬場に比べ紫外線量が多いため、分布を深めているのだろうか。次回の航海での検証に期待したい。

カイアシ類の脂肪酸組成と代謝活性に関する実験（高橋）はカイアシ類のライフサイクルがどのように南極環境に適応しているか理解することを目的としている。特に、植物プランクトンのブルームの時空間的タイミングにどのように代謝活性を合わせ効率良く利用しているかを評価する。このことは、動物プランクトンによる一次生産の消費効率だけでなく、そこから派生する糞粒による深層への表層物質の輸送メカニズムを理解することに繋がる。

さらに、メソ動物プランクトンによる物質の鉛直輸送を直接評価する実験（W-Riser）では、カイアシ類により生産される糞粒の量を実験的に見積もると同時に、現場係留系で捕捉された沈降粒子の量と比較し南極海における物質循環の中でカイアシ類の貢献度を評価する。

以上の概略で分かるとおり、本航海動物プランクトングループは摂餌過程に注目し、これに連関する物質循環やガス成分の生成過程に焦点をあてた。また、近年注目を集めている海洋生物群集への紫外線の影響の評価を試みた。今後、進む解析結果におおいなる成果を期待したい。

#### 6-2-1. オキアミおよびサルパの摂餌が植物プランクトン DMS、DMSP 放出に与える影響

川口 創、笠松伸江

##### a) 目的

気候変動に深く関与するガス成分のひとつである DMS は、植物プランクトンによって生成される。DMS の海水中への放出過程には動物プランクトンによる植物プランクトン摂餌の深い関与が指摘されている。南極海の 2 大優占種であるオキアミとサルパは同じろ過捕食者でありながら、その機構が著しく異なる。すなわち、オキアミが植物を破碎しながら摂食するのに対し、サルパはこれを丸のみする（写真 1）。このような摂餌機構の違いは DMS の挙動にどのように影響するのであろうか。本実験は、オキアミ、サルパが現場植物プランクトンを摂餌する際、摂餌速度やその機構が海水中の DMSP（DMS 前駆体）、DMS 濃度に与える影響の違いを把握することを目的とした。

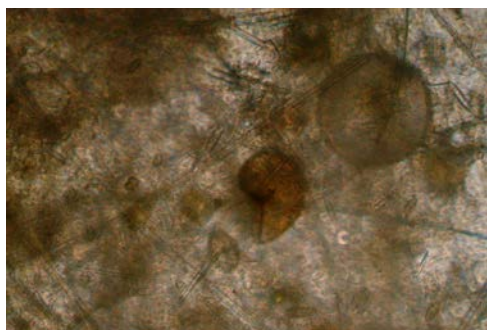


写真 1. サルパ糞粒の顕微鏡写真。珪藻が破碎されずに残っている。  
写真中心には丸呑みされた翼脚類もみえる。

## b) 実験概略

試水には現場海水、実験動物には南極海域の主要大形動物プランクトンであるナンキョクオキアミおよびサルパを用い、室温 0.5℃の低温室にて暗条件 (Exp-6 のみ明) で摂餌実験を行った。実験はローラーインキュベーターを用い 10L のポリカーボネートボトル 6 本を使用して行った。コントロール群 3 本には海水のみ、実験群 3 本にはそれぞれ一個体ずつ実験動物を入れ、6-24 時間摂餌実験を行った。3-6 時間毎に糞粒の有無の確認および回収を行った。計 8 回の摂餌実験のうち 6 回について粒状 DMSP (植物プランクトン)、溶存 DMSP および DMS 測定用試水のサンプリングを行った。摂餌速度は植物色素を指標とし、Frost(1972)の方法により計算した。摂餌速度および採取サンプル一覧を Table 6-1 に示す。実験毎の平均 Clearance Rate は、オキアミで 171-537mL/h (最高 798mL/h)、サルパで 252-1049mL/h (最高 1841mL/h) であった。

Table 6-1 摂餌速度(Clearance Rate)および採取サンプル一覧

	Sea Water	Animal	n	Chl-a (ug/L)	CR* ml/h (m±sd)	DMS,DMS P Sampling	Glutaralde hyde Sample
Exp-1	Sta-8, Chl Max	Krill	3	4.20	537±351	○	○
Exp-2	Sta-5, Chl Max	Krill	3	0.83	467±167	○	○
Exp-3	Sta-7, Surface	Krill	3	2.25	171±106	○	○
Exp-4	Sta-7, Surface	Krill	3	1.38	341±84	○	○
Exp-5	Sta-3, Tap**	Salp	3	0.14	1049±689	○	○
Exp-6	Sta-2, Tap**	Salp	3	0.04	703±341	×	×
Exp-7	Sta-5(2), Tap**	Salp	4	0.26	351±129	×	×
Exp-8	Sta-4(2), Tap**	Salp	3	0.83	252±27	○	○

\*:Clearance Rate

\*\*Experimental Seawater from Tap

## c) 今後の予定

植物から放出される DMS、DMSP 量と摂餌機構や摂餌速度の関係を評価する。さらに、検鏡データから、オキアミやサルパの摂餌選択性を明らかにし、それが環境中 DMS の挙動にどのような影響を与える可能性があるか評価する。

## 6-2-2. 表層動物プランクトン群集の把握

川口 創

動物プランクトンの分布密度、パターンを把握するために航走観測 (音響調査、CPR)、ならびに停船観測 (RMT1+8 ネット、NORPAC ネット) を行った。CPR および NORPAC 採集の詳細は別項に記載されているため、ここでは Acoustic および RMT1+8 について扱う。

### a) 「音響調査」

観測線上でのオキアミ分布パターンを詳細に把握するために、Simrad 社製 EK-500Echosounder を用い、38kHz および 120 kHz の 2 周波をモニターした。各パラメータのセッティングは、2000 年 CCAMLR 一斉調査のプロトコルに準じた。データの取得は SonarData 社製 EchologVer2.1 を用いホバート出航から入港まで行った。取得したデータは帰国後、SonarData 社製 EchoviewVer2.1 にて行う予定である。

b) 「RMT1+8 ネット」

大型動物プランクトンの生物量、および種組成を評価する目的で Sta-1～10 の 10 観測点において計 13 回実施した(Table 6-2)。このうち 3 回はネットフレームに水中デジタルカメラを取り付け、水中の様子を撮影をこころみた。今回使用のシステムは、開口面積 1m<sup>2</sup> (RMT-1) と 8m<sup>2</sup> (RMT-8) のネットがネットフレームに組み込まれており、同時に曳網できるタイプである。特に 8m<sup>2</sup> ネットは遊泳力の強いオキアミやハダカイワシ類の定量採集を行うのに適している。曳網は、0-200m のダブルオブリークで行った。ネット水深はスキャンマーによってリアルタイムでモニターし、ネット移動距離推定の推定にはフローメーター（離合社）を用いた。試料は採集後直ちに 10% のホルマリン海水中に保存した。サンプルの種同定や計数は帰国後におこなう。定性的には、最南端の Sta-8 ではオキアミが、Sta-7 では端脚類が、Sta-6 から Sta-1 ではサルパがそれぞれ優占した。また、Sta-9 および 10 は他のステーションにくらべ大型動物プランクトンの生物量は低い傾向がみられた。

Table 6-2. RMT1+8 ネット曳網記録

Date	Time	Station	Samples obtained		Regular or Camera
			RMT1	RMT8	
14.Feb	01:21	8	○	○	R
15.Feb	21:50	5	○	○	R
17.Feb	20:52	7	○	○	R
19.Feb	7:58	6	○	○	R
19.Feb	9:41	6	○	○	C
20.Feb	15:03	4	○	○	R
20.Feb	16:20	4	○	○	C
21.Feb	8:27	3	○	×	R
22.Feb	7:35	2	○	○	R
22.Feb	8:33	2	○	○	C
24.Feb	7:45	1	○	○	R
27.Feb	14:09	9	○	○	R
28.Feb	10:05	10	○	○	R

R: Regular tow, C: Tow with underwater camera attached.

6-2-3. 紫外線が表層動物プランクトンに及ぼす影響評価

伴 修平

St. 5, 7, 8 にて、紫外線が動物プランクトンに及ぼす影響を死亡率の測定によって評価した。実験に用いた動物プランクトンはノルパックネットによる 0-100m あるいは 0-150m 鉛直曳によって得た。採集された試料から優占する動物プランクトン種を取り出し、0.1mm 目合いのネットで濾過した表面海水 500ml を満たした石英瓶に移した。St. 5 では、*Calanus spp.* の後期コペポダイト幼生、St. 7 では *Euphausia superba* の calyptopis 幼生、St. 8 では *Metridia sp.* の成体雌をそれぞれ実験に用いた。動物プランクトンはそれぞれの実験瓶毎に 10 個体ずつ入れ、飼育水は毎日交換した。飼育水を交換する際、死亡個体を計数した。

実験区は、以下の 4 つを設定した。

- 1) <400nm をカットするプラスチックフィルターを透す (UVA+B カット)。
- 2) <313nm をカットするプラスチックフィルターを透す (UVB カット)。
- 3) フィルターを透さない。

4) アルミフォイルで包んで暗黒とする。

それぞれの実験は3連で行い、飼育は船上に設けた水槽にて行った。水槽には常時表面海水を流すことで水温を一定に保った。飼育瓶は水面から3-4cm沈むくらいに設置した。

これとは別に、動物プランクトンの鉛直分布を知るため、閉鎖式ノルパックネットを用いた鉛直区分採集を行った。採集深度は、0-20m, 20-50m, 50-70m, 70-100mの4層である。試料は5%ホルマリン固定して持ち帰り、実験に使用した動物プランクトンの個体数計数に供する。

a) 結果

動物プランクトンの死亡率は、 $3>2>1>=4$ であった。UVAおよびUVBが高い死亡率に寄与していることが明かとなった。

b) 今後の展開

分布層を調べ、同時に測定していたUVの鉛直プロファイルあるいは時系列変化と比較することで、動物プランクトンとUVの関係について考察する予定。

c) 反省点

当初、紫外線の影響評価は、産卵数および卵発生率で行うつもりであったが、観測時期が橈脚類の産卵期を過ぎてからであったため、成熟した雌個体が採集されず、死亡率での試験へ変更を余儀なくされた。紫外線が橈脚類の再生産に及ぼす影響を調べるには、もっと早い時期、12月か1月に行う必要がある。

#### 6-2-4. 微小動物プランクトンの調査

塩谷 剛

夏季南極海域における微小動物プランクトンの生物量及び組成を明らかにすることを目的として、各観測地点(St.1-11)において採水を行った。

採水は、ニスキン採水器を用いて水深200m以浅の各層(10,20,30,40,50,60,80,100,125,150,200mの計11層)から行い、各200mlずつ得た後に2%ルゴール酸で固定した。また同時に海表面(0m)からバケツ採水によって200mlを得、同様に固定した。これらの固定試料は、研究室に持ち帰り濃縮・分割を行った後に、倒立顕微鏡下で微小動物プランクトンの同定・計数・細胞体積の測定を行い、既報の換算式を用いて各微小動物プランクトン分類群の炭素重量を求める予定である。

#### 6-2-5. カイアシ類の摂餌実験(動物プランクトンの船上飼育実験)

塩谷 剛、笠松伸江、川口創

植物プランクトンに由来するDMS生成過程に与える動物プランクトンの捕食の影響及び、動物プランクトンの微小プランクトン(20-200umの動物・植物プランクトン)に対する摂餌を定量的に評価することを目的として、動物プランクトンの船上飼育実験を行った。なお、実験用動物プランクトンとして、現場海域に優占する大型のカイアシ類種を用いた。

実験は、St.1,3,4,5,6,7,8の各定点に置いて計7回行った。

カイアシ類は、ノルパックネット(目合い330um)を用いて水深100-150mから海表面までの鉛直曳きを数回行って採集し、採集後直ちに優占していた大型種(St.1:未同定種、St.3,4,6: *Calanoides acutus*、St.5,7: *Calanus propincus*、St.8: *Metridia gerlachei*)を发育ステージを揃えて15-30個体選り分けた。

また実験用餌海水は、同定点において亜表層(水深10-20m層)からニスキン採水器を用いて採水し、他の大型捕食者を取り除くために200umのフィルターで濾過したものを用いた。

摂餌実験は、餌海水を満たした2リットルのポリカーボネートボトルを6本用意し、3本にはカイアシ類をそれぞれ5-10個体加え、残りの3本はそのままコントロールとし、これらのボトルを甲板上に設置したウォーターバス(現場の表層海水を循環させた恒温水槽)に入れ、6-24時間、暗条件下でインキュベートして行った。

また実験開始時に、餌濃度の初期値を求めるために餌海水500mlを1%グルタルアルデヒ

ドで固定し、同時に溶存態 DMS を測定するために餌海水 300ml を採取した。実験終了後、各ボトルから溶存態 DMS 測定用に 300ml を採取した後に、同様に固定した。

これらの摂餌実験固定試料は、下船後、オーストラリア南極局にて濃縮作業を行った後に、日本に持ち帰って解析を行う。以後は、上記の微小動物プランクトン試料と同様の解析を行い、炭素重量を基準としたカイアシ類の摂餌速度、濾水速度を求め、摂餌選択性や溶存態 DMS 濃度の変化との関連などを評価する予定である。

溶存態 DMS の測定は、同乗船者の笠松（北海道大学大学院）によって行われ、測定方法等は「海洋化学」の項に準ずるため、本実験報告では省略する。

#### 6-2-6. CPR (Continuous Plankton Recorder : 連続プランクトン採集器)

高橋邦夫

動物プランクトンの連続採集を目的に、東経 140 度を南下する観測ラインで 2 回、および北上する観測ラインにおいて 4 回曳航された。曳航速度は船の巡航速度 (7-12 knot) で行い、水深約 10 m となるようにワイヤーがセットされた。内挿カセットは No. 0 から 3 の 4 カセットを使用した。本ネットは豪州南極局 (Australian Antarctic Division) より提供を受けたものである。CPR の曳網は同海域を 2001 年 12 月に豪州南極局の “Aurora Australis” 号、2002 年 1 月に東京大学海洋研究所 “白鳳丸” で実施され、2002 年 3 月に国立極地研究所の “しらせ” においても曳航される。

##### a) 採集物の処理工程

曳航終了後、採集されたサンプルは 10% のホルマリン海水中に保存した。

##### CPR-1 (カセット No. 1)

Date	Time (GMT)	Operation	Position
7 FEB 02	19:32	Shot	46°59.9'S 139°59.9'E
9 FEB 02	13:16	Haul	54°00.0'S 140°00.0'E

##### CPR-2 (カセット No. 2)

Date	Time (GMT)	Operation	Position
11 FEB 02	04:55	Shot	61°02.9'S 140°00.0'E
12 FEB 02	08:00	Haul	66°14.9'S 139°58.2'E

##### CPR-3 (カセット No. 0)

Date	Time (GMT)	Operation	Position
19 FEB 02	06:09	Shot	64°44.9'S 139°51.6'E
19 FEB 02	10:42	Haul	64°02.3'S 139°58.0'E
19 FEB 02	20:52	Shot	63°56.5'S 139°53.1'E
20 FEB 02	01:21	Haul	63°15.6'S 140°00.0'E
20 FEB 02	11:45	Shot	63°13.8'S 140°00.1'E
20 FEB 02	17:55	Haul	62°28.9'S 140°00.8'E
21 FEB 02	09:13	Shot	62°32.2'S 140°02.1'E
21 FEB 02	15:45	Haul	61°45.1'S 140°00.0'E
22 FEB 02	08:03	Shot	61°44.4'S 140°00.9'E
22 FEB 02	13:25	Haul	61°00.2'S 140°00.0'E

##### CPR-4 (カセット No. 0)

Date	Time (GMT)	Operation	Position
25 FEB 02	04:30	Shot	66°26.0'S 140°00.0'E
26 FEB 02	20:26	Haul	59°59.3'S 140°01.4'E

##### CPR-5 (カセット No. 3)

Date	Time (GMT)	Operation	Position
27 FEB 02	04:46	Shot	60°00.0'S 139°59.9'E
27 FEB 02	20:36	Haul	57°02.6'S 140°00.1'E
28 FEB 02	20:57	Shot	56°55.6'S 139°54.4'E
01 MAR 02	19:03	Haul	54°00.1'S 139°59.5'E

## CPR-6 (カセット No. 1)

Date	Time (GMT)	Operation	Position
2 MAR 02	02:10	Shot	54°00.9'S 139°59.9'E
3 MAR 02	16:00	Haul	47°01.0'S 140°00.0'E

## 6-2-7. NORPAC Routine (ツイン型 NORPAC ネット)

高橋邦夫

小・中型動物プランクトン (330 $\mu$ m) の生物量、および種組成を評価する目的で全 16 観測点において実施した。採集は深度 150-0 m の鉛直曳を行い、ワイヤー繰り出しおよび巻き上げは毎秒 1 m で行った。ネットにはろ水計を取り付けろ水量を推定した。試料は採集後直ちに 5% のホルマリン海水中に保存した。ネットは以下の実験用個体を同時採集するため、コットエンドを 2L の瓶に改良したものを使用した。

## a) 脂質分析用サンプル

動物プランクトン (主にカイアシ類) の脂質含有量および脂肪酸組成分析用に、状態の良い個体を採集する目的で、コットエンドを 2L の瓶に改良した NORPAC ネットを使用した。採集は深度 150-0 m の鉛直曳を行い、ワイヤー繰り出しおよび巻き上げはそれぞれ毎秒 1 m および 0.5 m で行った。採集後に同種、同ステージ毎に分類し、直ちに冷凍保存 (ディープフリーザー: -80°C) した。試料は実験室で分析し、カイアシ類の脂質貯蔵機構を時系列 (オーロラ号、白鳳丸、タンガロア号) で評価し、脂肪酸組成の植物プランクトンから動物プランクトンへの栄養段階をはかる指標としての有用性を確認する。

## b) 飼育実験 (カイアシ類の代謝活性度測定実験)

カイアシ類の代謝活性度を評価するため、状態の良い個体を用いて呼吸量、アンモニア排泄量およびリン排泄量を測定した。実験には優占していたカイアシ類を用い、暗所で 24 時間の飼育を行った。同時に対照瓶を用意し、飼育瓶との溶存量の差を求めた。実験に用いた個体は、終了後直ちに冷凍保存 (ディープフリーザー: -80°C) した。飼育個体の分析と併せて、代謝活性度から実際に貯蔵脂質を代謝基質としてどのくらい利用していたのかを評価する。

## NORPAC routine 実施測点および実験情報 (+ : 実施観測点)

Date	Station	Position	Lipid content	Metabolism
13 FEB 02	8	66°15.0'S 140°00.0'E	+	+
15 FEB 02	5	64°00.0'S 140°00.0'E	+	+
18 FEB 02	7	65°30.0'S 140°00.0'E	+	+
18 FEB 02	7.1	65°35.0'S 140°00.0'E	+	
18 FEB 02	7.2	65°45.0'S 140°00.0'E	+	
18 FEB 02	7.3	66°00.0'S 140°00.0'E	+	
18 FEB 02	6.2	65°15.0'S 140°00.0'E	+	
19 FEB 02	6.1	65°00.0'S 140°00.0'E	+	
19 FEB 02	6	64°45.0'S 140°00.0'E	+	+
20 FEB 02	4	63°15.0'S 140°00.0'E	+	+
21 FEB 02	3	62°30.0'S 140°00.0'E	+	
22 FEB 02	2	61°45.0'S 140°00.0'E	+	
23 FEB 02	1	61°00.0'S 140°00.0'E	+	
27 FEB 02	9	60°00.0'S 140°00.0'E	+	
28 FEB 02	10	57°00.0'S 140°00.0'E	+	+
2 MAR 02	11	54°00.0'S 140°00.0'E	+	

## 6-2-8. Significance of mesozooplankton for the retention and export of particulate organic carbon

Christien W-Riser

## a) Summary:

Vertical distribution and sedimentation of faecal pellet (FP) as well as the production of FP by larger

copepods were studied at three stations (St: 1, 5 & 8) during the JARE-43 expedition in February-March 2002. Each of the three stations representing different water masses from open water (St: 1), through the marginal ice zone (St: 5) to the previous ice zone (St: 8), following a transect running along the 140° longitude from 61° to 66° S. The main objective has been to investigate the importance of larger Copepods for vertical flux regulation.

**b) Short about methods:**

Suspended faecal pellets were collected at depths of 20, 40, 70, 100 and 200 m. Samples were taken twice a day (day/night) with Niskin bottles and concentrated from 10 l using 10µm sieves. Vertical flux of faecal pellets was determined for the upper 200 m (at depths of 20, 40, 70, 100 and 200 m), using a Lagrangian approach with a drifting sediment trap rig. The sediment traps were unpreserved and deployed for about 24. Vertical net hauls for abundance and species composition of zooplankton were taken day and night from three depth strata, using a NORPAC net (100 µm mesh size).

Faecal pellet production experiments were run twice a day, using animals collected with Bongo nets. 5 copepods were incubated per experimental chamber (n= 12), in water from chl-a maximum, 40 m and 100 m depth. The experiments were carried out in darkness in a temperature controlled room (*in situ* temp.) for 6 hours. All the samples taken during the cruise will be brought to Tromsø, Norway after the cruise and obtained using an inverted microscope.

**c) Zooplankton mediated flux and retention**

The fate of the produced phytoplankton biomass depends on the intensity of various processes. The phytoplankton biomass may be retained within the water column due to processes such as bacterial degradation, grazing, lysis, physical destruction etc, or may leave the euphotic zone ungrazed and be part of the export production. Zooplankton may reduce the vertical flux of organic matter through grazing, but may also enhance it by producing large, fast sinking, faecal pellets, which shunt the otherwise slowly sinking phytoplankton carbon rapidly to greater depths. The present combined analysis of concomitant FP production of copepods and vertical export rates of their respective FP enables the direct calculation of spatial differences in FP retention. Since zooplankton FP represent a potentially important transport pathway of surface derived organic matter to greater depths, the present study aims at quantifying the group specific suspended faecal pellets, faecal pellet production and the fate of faecal pellet during vertical export.

Table 6-3; Showing the different samples taken during each main station during the JARE-43 cruise (Feb-Mar. 2002)

<i>Number of samples taken</i>	Station: 1	Station: 5	Station: 8
Suspended FP	10	10	10
Sedimented FP	4	5	5
FP-production experiment	15	21	15
Suspended pico-, nano plankton	11	13	13
Sedimented pico-, nano plankton	4	5	5
Zooplankton net tows	6	6	6
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>54</b>

Suspended pico-, nano plankton was also taken at station 9 and 10 (26 samples).

The total number of samples taken during the cruise is: 190.



## 7. 係留機器による生物生産過程と沈降粒子観測

### 7-1. 観測・研究担当者

鈴木英勝（石巻専修大学）

岩舘由美（石巻専修大学）

五味泰史（東北大学）

C. Wexel Riser（トロムソ大学）

工藤 栄（国立極地研究所）

### 7-2. 概要

鈴木英勝

本研究は、南極海の季節的氷域において、生物生産変動に伴う表・中層水柱内の物質輸送過程の応答と変動特性を捉えることを目指した。そのため大幅な生物生産性の変動が期待される夏季の氷後退期間において複数測点を設置し、長期係留系に加えて白鳳丸と本研究航海（タンガロア号）において表層ブイ実験を複数回実施し、表層一中層間における生物起源粒子の生産、滞留、下方輸送を主にセディメントトラップを用いて定量的把握を試みた。またこの表層係留系では同時に植物プランクトンの基礎生産量推定のため、複数深度に培養瓶を取り付けた。さらにセディメントトラップ観測点において表層の海水試料を用いて短半減期放射性核種の測定を行い、表層の有機炭素除去量の推定を実施する予定である。

### 7-3. 表層ブイ実験

鈴木英勝・工藤 栄

先取りブイ、浮標ブイ、GPS ブイ、およびダンパー、メインブイを浮力体とし、基礎生産量推定実験のために培養ビンを水深 10m, 30m, 50m, 60m, 80m に、また、沈降粒子採集のため、総水中重量 100kg 程度のセジメントトラップが 5 台が 20m, 40m, 70m, 100m, 200m 水深に取り付けられるように設計されたもの（工藤・濱田（日油技研））を実験に用いた。GPS ブイ（大洋無線）は船上の母局の呼び出しに応じ、位置情報を送信するものであり、出力上 150 マイル以内の範囲で送受信可能なものを用いた。本実験では 1 時間おきにブイ浮遊位置を送信させ、実験中の位置情報を随時プリンター出力し、一日後の回収に備えた。

白鳳丸航海および本航海では上部の 4 層に日油技研製簡易型セディメントトラップ（口径 15.2cm、2 本の沈降粒子捕集用ボトル仕様）、最下部には法医研製セディメントトラップ（口径 16cm、4 本の沈降粒子捕集用ボトル仕様）を取り付けた。法医研製セディメントトラップには係留深度状況を記録するため日油技研製深度計ロガーを取り付けた（図 7-3-1）。この表層ブイ実験は大測点（St.1, 5, 8）において実施した。なお、St.8 では周辺の水深が 200m よりも浅く、ブイ実験中に海底へ最下部が接触する危険性があったので、セジメントトラップ数を 1 台減らし、系の全長を約 120m と縮めて実験を行った。

#### 7-3-1. 表層ブイ実験でのトラップ採集物中の沈降粒子試料の分析

鈴木英勝・岩舘由美・五味泰史・C. Wexel Riser

全測点とも沈降粒子の配分、分析項目及び担当者を次のように分担した。元田式プランクトン分割器を使用して沈降粒子を分割した。簡易型セディメントトラップに関して、1 本は POC 測定用（石巻専修大、鈴木）残りの 1 本の 1/2 を動物プランクトン糞粒量測定用（トロムソ大、Riser）、3/8 を Bsi 測定用（石巻専修大学 or 創価大学）、1/8 を植物プランクトン種組成並びに炭素重量測定用（東北大学、五味）とした。法医研セディメントトラップに関して、2 本はトリウム測定用（石巻専修大学、岩舘）、1 本の 7/8 は POC 測定用（石巻専修大、鈴木）、1/8 を植物プランクトン種組成並びに炭素重量測定用（東北大学、五味）とした。残りの 1 本を動物プランクトン糞粒量、微小動物プランクトン測定用（トロムソ大、Riser）とした。



### 7-3-2. 水柱の懸濁粒子の分析

岩館由美

表層ブイ実験中に CTD-RMS により、トラップ設置水深付近からニスキ採水し、沈降フラックス推定の指標となるトリウム (Thorium)、および水柱の懸濁粒子の分布状態を捉えるべく、POC、PON 用分析試料を得た。これらに加え食物連鎖過程で顕著な変動性を示すと考えられる  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  の分析試料も同時に採取した。帰国後にこれらの分析を実施し、セジメントトラップで捕集された粒子と、これら水柱での懸濁粒子から得られたデータを比較検討するとともに、沈降に動物プランクトンの捕食などの食物連鎖の影響がどの程度寄与するか、についても解析を進めたい。

### 7-3-3. 表層ブイ実験実施状況

鈴木英勝・岩館由美・工藤 栄

St.8 においては 2 月 13 日未明にブイを放流し、2 月 14 日早朝に回収した (時刻・作業記録は St. 8 の係留系観測野帳を参照)。現場水深が浅いため、100m 層に放医研セディメントトラップを設置し、全長 115m とした。係留中の波浪のため、回収時には先取りブイと浮標示ブイが流失していた。

回収されたトラップ中の捕集物を見ると肉眼では上層より下層のセディメントトラップで採集された沈降粒子が多く、特にオキアミ類が排出したと考えられる円筒型糞粒と植物プランクトンのフェオキスティスの集積したような粒子が多く観察された。

St.5 においては 2 月 14 日未明に係留し、2 月 15 日早朝に回収を実施した (詳細な記録は St. 5 の係留系観測野帳に記述)。5 層 (20m,40m,70m,100m,200m) にセディメントトラップを設置し、全長は 211.5m とした。

上層に設置したものよりも下層のセディメントトラップで採集された沈降粒子が多かったが、全体的には St.8 より沈降粒子量が少なく、オキアミ類が排出したと考えられる円筒型糞粒は肉眼では確認できず、微細な粒子のみが目立っていた。このほか翼足類の動物プランクトンの混入が顕著であった。

St.1 では 2 月 23 日未明に放流し、2 月 24 日に回収を実施した。詳細な記録は St. 1 の係留系観測野帳に記述した。5 層 (20m,40m,70m,100m,200m) にセディメントトラップを設置し、全長は 211.5m の系とした。

予備的な観察結果では上層より下層のセディメントトラップで採集された沈降粒子が多い傾向は先の二つの実験と同様であった。オキアミ類が排出したと考えられる円筒型糞粒がみられず、微細な粒子が多いのは St.5 での実験結果と同様であったが、さらに、翼足類の混入が顕著であった。

### 7-3-4. GPS ブイによる表層ブイ漂流記録

St.8,5 および 1 での表層ブイ放流期間中のブイの位置情報を表 7-3-1 に示した。St.8 では 26 時間の実験中に  $290.3^\circ$  の方向に約 10.54NM 漂流した。St.5 では約 24 時間の間に  $288.5^\circ$  方向へ、11.73NM 漂流した (表 7-3-2)。また St.1 では最初の約 15 時間の間に、 $0.775^\circ$  方向へ、3.1NM 漂流し、その後約 9 時間  $160.5^\circ$  方向へ 22.2NM 漂流した (表 7-3-3)。

### 7-3-5. 深度計記録

いずれのブイ実験においても最下部のセジメントとラップの水深は顕著な変化を見せなかった (図 7-3-2) ことから、ブイ吊り下げ物は実験中にほぼ一定の水深を保持していたと考えられる。

### 7-4. JARE-42 復路設置係留系の回収と試料捕集状況

鈴木英勝・工藤 栄

JARE-42 係留系は 2001 年 3 月 11 日に砕氷艦「しらせ」により第 4 2 次夏季観測期間中に南緯 64 度、東経 140 度に設置したもので、2002 年 2 月 15 日に本研究航海で回収した。回収時の作業記録は JARE42 復路係留系観測野帳として本章末に記載した。

2 台の流速計と 2 台のセディメントトラップを主要観測機器とした全長 1500m ほどの係留系で、このうちセディメントトラップは水深 2200m、3200m になるように設計されていた。2 台のセディメントトラップのうち 2200m 層に設置したものは正常に時間分割動作し、試料が採集されていたが、3200m 層に設置したものでは沈降粒子捕集用ボトルが回転動作しておらず、試料が採集されていないように見えた。回収後の動作データ記録を呼び出したところ、このトラップでは設定期日になっても回転動作していない(原因不明)ことが記録されていた。回収後の点検において内部ロム・電池電圧・動作期日設定の確認・回転動作試験を行ったが、これらに異常は見られなかった。ただし、正常動作したものに比べ、ターンテーブルのあそびが幾分大きいという違いがあった。

上部トラップのすべての粒子捕集ボトルには粒子が捕集されていた。3 月から 10 月まででは、4 月 1 日～30 日の間に採集された沈降粒子が見た目上やや大きく、それ以外は顕著な沈降粒子の増減は観察されなかった。11 月以降沈降粒子は区分採集の最後まで期間でやや増加していたようだった。

回収した試料にはホルマリンを再添加した。これらの試料は石巻専修大学で分析予定であり、深層へ供給されるの有機炭素、窒素量測定を実施する。

#### 7-5. 白鳳丸で係留した係留系の回収と試料捕集状況

鈴木英勝・岩館由美・工藤 栄

白鳳丸設置係留系は 2001 年 1 月 12 日に東大海洋研「白鳳丸」KH0103 航海レグ 2 観測中に南緯 64 度、東経 140 度に設置したものである。本係留系は本航海において 2002 年 2 月 20 日に回収した。回収時の作業記録は St.5 白鳳丸係留系観測野帳として本章末尾に記載した。本係留系には 1200m 層、1500m 層、2200m 層、3200m 層にセジメントトラップを配置したほか、5 層に流速計を組み込んだものである。当初 2 月 25 日以降に回収の予定であったが、日程と天候の都合により回収を早め、2 月 20 日に回収を実施した。5 台の流速計および 3200m 層以外に設置したセジメントトラップはいずれも正常に動作しているようであったが、3200m 層のセディメントトラップ (McLane 製) は 1 月 22 日以降、沈降粒子捕集用ボトルが原因不明のエラーで動作しなかった。このためこれ以後は区分動作しておらず、1 月 22 日に閉じるボトルに試料が積算採集されていた。

4 層で採集された沈降粒子に関して、すべての粒子捕集ボトルに肉眼で明瞭に沈降粒子が観察された。しかし、層別の捕集量、区分動作中の時間格差などを目視確認できるほどではなかった。

回収した試料にホルマリン添加し保存した。これらは石巻専修大学において、白鳳丸、タンガロア号が海洋観測していない 1 月中旬から 2 月中旬の St. 5 (南緯 64 度、東経 140 度) での深層へ供給されるの有機炭素、窒素量の測定並びに表層からの有機物供給量の推定のために使用される予定である。

表 7-3-1 GPS ブイの漂流位置

GPS ブイの漂流開始

2002/2/13	4:49:5766°25.207	139°58.355
2002/2/13	5:49:5766°25.734	139°58.166
2002/2/13	6:49:5766°25.662	139°56.210
2002/2/13	7:49:5766°25.521	139°54.281
2002/2/13	8:49:5766°25.392	139°52.404
2002/2/13	9:49:5766°25.221	139°50.620
2002/2/13	10:49:5766°25.019	139°49.072
2002/2/13	11:49:5766°24.748	139°47.787
2002/2/13	12:49:5766°24.443	139°46.553
2002/2/13	13:49:5766°24.136	139°45.434
2002/2/13	14:49:5766°23.841	139°44.545
2002/2/13	15:49:5766°23.541	139°43.824
2002/2/13	16:49:5766°23.348	139°43.342
2002/2/13	17:49:5766°23.188	139°42.949
2002/2/13	18:49:5766°23.047	139°42.586
2002/2/13	19:49:5766°22.925	139°42.306
2002/2/13	20:49:5766°22.896	139°42.025
2002/2/13	21:49:5766°22.769	139°41.655
2002/2/13	22:49:5766°22.665	139°41.271
2002/2/13	23:49:5766°22.521	139°40.636
2002/2/14	0:49:5766°22.375	139°39.856
2002/2/14	1:49:5766°22.272	139°38.783
2002/2/14	2:49:5766°22.235	139°37.477
2002/2/14	3:49:5766°22.253	139°36.151
2002/2/14	4:49:5766°22.254	139°34.896
2002/2/14	5:49:5766°22.222	139°33.642
2002/2/14	6:49:5766°22.060	139°32.206

GPS ブイの回収

表 7-3-2 GPS ブイの漂流位置

GPS ブイの漂流開始

2002/2/15	5:43:1664°00.588	139°56.708
2002/2/15	6:43:1664°00.433	139°55.609
2002/2/15	7:43:1663°59.758	139°47.945
2002/2/15	8:43:1664°00.103	139°53.766
2002/2/15	9:43:1663°59.914	139°52.832
2002/2/15	10:43:1663°59.699	139°51.698
2002/2/15	11:43:1663°59.504	139°50.563
2002/2/15	12:43:1663°59.267	139°49.371
2002/2/15	13:43:1663°59.097	139°48.102
2002/2/15	14:43:1663°58.896	139°46.846
2002/2/15	15:43:1663°58.675	139°45.578
2002/2/15	16:43:1663°58.535	139°44.312
2002/2/15	17:43:1663°58.469	139°43.311
2002/2/15	18:43:1663°58.356	139°42.359

2002/2/15	19:43:1663°58.264	139°41.388
2002/2/15	20:43:1663°58.179	139°40.449
2002/2/15	21:43:1663°58.122	139°39.596
2002/2/15	22:43:1663°58.026	139°38.641
2002/2/15	23:43:1663°57.891	139°37.760
2002/2/16	0:43:1663°57.742	139°36.771
2002/2/16	1:43:1663°57.544	139°35.700
2002/2/16	2:43:1663°57.333	139°34.582
2002/2/16	3:43:1663°57.128	139°33.419
2002/2/16	4:43:1663°56.930	139°32.219
2002/2/16	5:43:1663°56.933	139°30.524

GPS ブイの回収

表 7-3-3 GPS ブイの漂流位置

GPS ブイの漂流開始

2002/2/23	4:55:0261°00.070	140°01.762
2002/2/23	5:55:0260°59.918	140°02.712
2002/2/23	6:55:0260°59.752	140°03.053
2002/2/23	7:55:0260°59.592	140°03.361
2002/2/23	8:55:0260°59.447	140°03.528
2002/2/23	9:55:0260°59.340	140°03.577
2002/2/23	10:55:0260°59.301	140°03.753
2002/2/23	11:55:0260°59.325	140°02.712
2002/2/23	12:55:0260°59.382	140°04.231
2002/2/23	13:55:0260°59.502	140°04.622
2002/2/23	14:55:0260°59.627	140°05.256
2002/2/23	15:55:0260°59.690	140°06.001
2002/2/23	16:55:0260°59.678	140°06.727
2002/2/23	17:55:0260°59.609	140°07.389
2002/2/23	18:55:0260°59.481	140°07.822
2002/2/23	19:55:0260°59.351	140°08.081
2002/2/23	20:55:0260°59.244	140°08.149
2002/2/23	21:55:0260°59.218	140°08.100
2002/2/23	22:55:0260°59.308	140°07.958
2002/2/23	23:55:0260°59.524	140°07.854
2002/2/24	0:55:0260°59.528	140°07.853
2002/2/24	1:55:0261°00.093	140°07.897
2002/2/24	2:55:0261°00.445	140°08.057
2002/2/24	3:55:0261°00.758	140°08.384
2002/2/24	4:55:0261°01.052	140°08.936
2002/2/24	5:55:0261°01.229	140°09.655

GPS ブイの回収

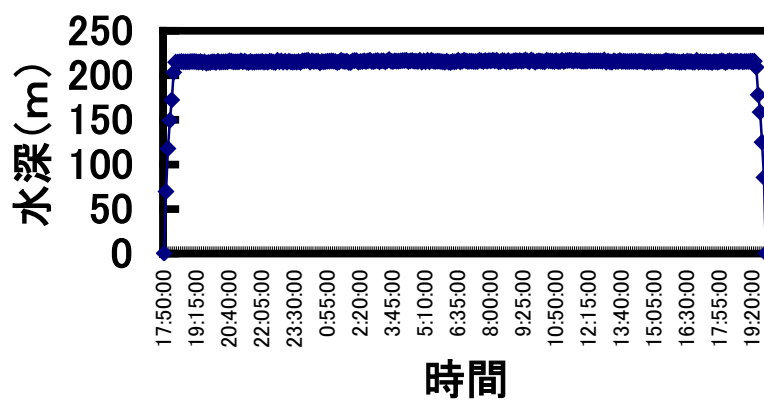
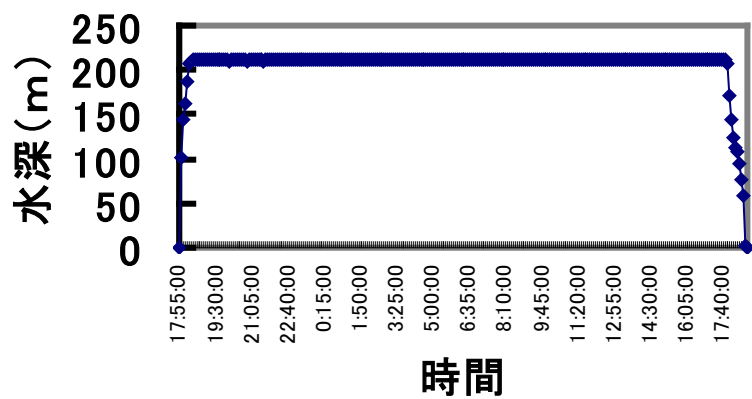
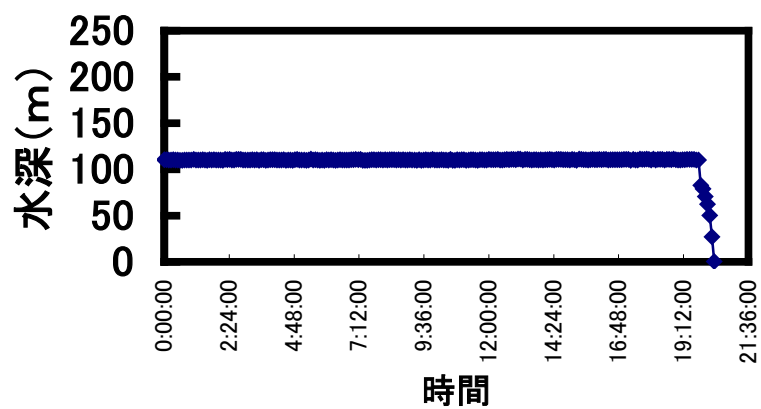


図 7-3-2 St.8(上段)、St.5(中段)、St.1(下段)における深度計の観測結果。  
観測時間は GMT。

補記

JARE43 専用観測船

St.8 係留系観測野帳(設置)

時間は現時時間

甲板作業開始時刻	5時 8分
緯度(S)	66° 25.76
経度(E)	139° 58.83
水深(m)	

記入者	岩館由美
観測点	st. 8
観測日	2 月 13 日

	各部投入時刻	投入水深(m)
1) 重り(50kg)	5 時 11 分	111
2) 法医研セディメントトラップ	5 時 11 分	100
3) 培養ビン	なし	
4) 簡易トラップ	なし	
5) 培養ビン	5 時 14 分	80
6) 簡易トラップ	5 時 19 分	70
7) 培養ビン	5 時 20 分	60
8) 培養ビン	5 時 22 分	50
9) 簡易トラップ	5 時 27 分	40
10) 培養ビン	5 時 28 分	30
11) 簡易トラップ	5 時 31 分	20
12) 培養ビン	5 時 32 分	10
13) ブイ(TYPE-2)	5 時 38 分	4
14) ブイ(TYPE-1)	5 時 39 分	0
15) ブイ(UP12A-4)	5 時 42 分	0
16) GPSブイ	5 時 46 分	0
17) 浮標示ブイ	5 時 46 分	0

観測機器	シリアル No
4) 簡易トラップ	
6) 簡易トラップ	No 15
9) 簡易トラップ	No 13
11) 簡易トラップ	No 11
16) GPSブイ	3520038

甲板作業終了時刻	5 時 47 分
緯度(S)	66° 25.76
経度(E)	139° 58.306
水深(m)	1007.3

## JARE43 専用観測船

## st. 8 係留系観測野帳(回収)

時間は現時時間

甲板作業開始時刻	6 時 05 分
緯度(S)	66° 22.00
経度(E)	139° 32. 7
水深(m)	100

記入者	岩館由美
観測点	st.8
観測日	2 月 14 日

	各部回収時刻
1) 重り(50kg)	7 時 22 分
2) 法医研セディメントトラップ	7 時 21 分
3) 培養ビン	なし
4) 簡易トラップ	なし
5) 培養ビン	7 時 20 分
6) 簡易トラップ	7 時 18 分
7) 培養ビン	7 時 16 分
8) 培養ビン	7 時 15 分
9) 簡易トラップ	7 時 14 分
10) 培養ビン	7 時 13 分
11) 簡易トラップ	7 時 09 分
12) 培養ビン	7 時 07 分
13) ブイ(TYPE-2)	7 時 00 分
14) ブイ(TYPE-1)	6 時 59 分
15) ブイ(UP12A-4)	6 時 58 分
16) GPSブイ	6 時 53 分
17) 浮標示ブイ	回収できず

観測機器	シリアル No
4) 簡易トラップ	
6) 簡易トラップ	No 15
9) 簡易トラップ	No 13
11) 簡易トラップ	No 11
16) GPSブイ	3520038

甲板作業終了時刻	7 時 25 分
緯度(S)	66° 22.01
経度(E)	139° 30.02
水深(m)	

## st.5 係留系観測野帳(設置)

時間は現時時間

甲板作業開始時刻	4 時 45 分
緯度(S)	64° 00.49
経度(E)	139° 57.669
水深(m)	

記入者	岩舘由美
観測点	st.5
観測日	2 月 15 日

	各部投入時刻	投入水深(m)
1) 重り(50kg)	4 時 55 分	211
2) 法医研セメントトラップ	4 時 55 分	200
3) 培養ビン	なし	
4) 簡易トラップ	5 時 04 分	100
5) 培養ビン	5 時 05 分	80
6) 簡易トラップ	5 時 06 分	70
7) 培養ビン	5 時 08 分	60
8) 培養ビン	5 時 09 分	50
9) 簡易トラップ	5 時 11 分	40
10) 培養ビン	5 時 12 分	30
11) 簡易トラップ	5 時 14 分	20
12) 培養ビン	5 時 16 分	10
13) ブイ(TYPE-2)	5 時 18 分	4
14) ブイ(TYPE-1)	5 時 18 分	0
15) ブイ(UP12A-4)	5 時 23 分	0
16) GPSブイ	5 時 22 分	0
17) 浮標示ブイ	5 時 22 分	0

観測機器	シリアル No
4) 簡易トラップ	No 17
6) 簡易トラップ	No 15
9) 簡易トラップ	No 13
11) 簡易トラップ	No 11
16) GPSブイ	3520038

甲板作業終了時刻	5 時 23 分
緯度(S)	63° 50.917
経度(E)	139° 57.117
水深(m)	



## JARE43 専用観測船

## st.5 係留系観測野帳(回収)

時間は現時時間

甲板作業開始時刻	4 時 47 分
緯度(S)	63° 56.917
経度(E)	139° 31.96
水深(m)	

記入者	岩舘由美
観測点	st.5
観測日	2 月 16 日

	各部回収時刻
1) 重り(50kg)	5 時 36 分
2) 法医研セメントトラップ	5 時 36 分
3) 培養ビン	なし
4) 簡易トラップ	5 時 31 分
5) 培養ビン	5 時 29 分
6) 簡易トラップ	5 時 26 分
7) 培養ビン	5 時 24 分
8) 培養ビン	5 時 23 分
9) 簡易トラップ	5 時 20 分
10) 培養ビン	5 時 18 分
11) 簡易トラップ	5 時 15 分
12) 培養ビン	5 時 10 分
13) ブイ(TYPE-2)	5 時 07 分
14) ブイ(TYPE-1)	5 時 05 分
15) ブイ(UP12A-4)	5 時 01 分
16) GPSブイ	4 時 52 分
17) 浮標示ブイ	4 時 49 分

観測機器	シリアル No
4) 簡易トラップ	No 17
6) 簡易トラップ	No 15
9) 簡易トラップ	No 13
11) 簡易トラップ	No 11
16) GPSブイ	3520038

甲板作業終了時刻	5 時 38 分
緯度(S)	63° 56.811
経度(E)	139° 28.982
水深(m)	

## st.1 係留系観測野帳(設置)

時間は現時時間

甲板作業開始時刻	4 時 50 分
緯度(S)	61°00.009
経度(E)	140°01.786
水深(m)	4385

記入者	岩館由美
観測点	st.1
観測日	2 月 23 日

	各部投入時刻	投入水深(m)
1) 重り(50kg)	4 時 53 分	211
2) 法医研セディメントトラップ	4 時 54 分	200
3) 培養ビン	なし	
4) 簡易トラップ	4 時 58 分	100
5) 培養ビン	5 時 00 分	80
6) 簡易トラップ	5 時 02 分	70
7) 培養ビン	5 時 03 分	60
8) 培養ビン	5 時 04 分	50
9) 簡易トラップ	5 時 06 分	40
10) 培養ビン	5 時 07 分	30
11) 簡易トラップ	5 時 09 分	20
12) 培養ビン	5 時 10 分	10
13) ブイ(TYPE-2)	5 時 14 分	4
14) ブイ(TYPE-1)	5 時 14 分	0
15) ブイ(UP12A-4)	5 時 14 分	0
16) GPSブイ	5 時 14 分	0
17) 浮標示ブイ	5 時 13 分	0

観測機器	シリアル No
4) 簡易トラップ	No 17
6) 簡易トラップ	No 15
9) 簡易トラップ	No 13
11) 簡易トラップ	No 11
16) GPSブイ	3520039

甲板作業終了時刻	5 時 16 分
緯度(S)	61°00.33
経度(E)	140°62.512
水深(m)	4286

## JARE43 専用観測船

## st.1 係留系観測野帳(回収)

時間は現時時間

甲板作業開始時刻	6 時 28 分
緯度(S)	61° 01.297
経度(E)	140° 10.017
水深(m)	

記入者	岩館由美
観測点	st.1
観測日	2 月 24 日

	各部回収時刻
1) 重り(50kg)	6 時 55 分
2) 法医研セメントトラップ	6 時 55 分
3) 培養ビン	なし
4) 簡易トラップ	6 時 51 分
5) 培養ビン	6 時 49 分
6) 簡易トラップ	6 時 47 分
7) 培養ビン	6 時 46 分
8) 培養ビン	6 時 45 分
9) 簡易トラップ	6 時 43 分
10) 培養ビン	6 時 42 分
11) 簡易トラップ	6 時 39 分
12) 培養ビン	6 時 38 分
13) ブイ(TYPE-2)	6 時 33 分
14) ブイ(TYPE-1)	6 時 32 分
15) ブイ(UP12A-4)	6 時 30 分
16) GPSブイ	6 時 30 分
17) 浮標示ブイ*	6 時 28 分

\* アンテナの一部消失

観測機器	シリアル No
4) 簡易トラップ	No 17
6) 簡易トラップ	No 15
9) 簡易トラップ	No 13
11) 簡易トラップ	No 11
16) GPSブイ	3520039

甲板作業終了時刻	6 時 55 分
緯度(S)	61° 01.252
経度(E)	140° 10.004
水深(m)	4387

## JARE42 復路-係留系回収

時間は現時時間

甲板作業開始時刻	7 時 50 分
緯度(S)	63° 59.908
経度(E)	139° 58.20
水深(m)	

記入者	岩館由美
観測点	st.5
観測日	2 月 15 日

係留系設置位置	63°59.092	140°00.065
---------	-----------	------------

観測機器	各部回収時刻
浮標示ブイ	7 時 54 分
深海ガラス球	7 時 59 分
セディメントトラップ(1)	8 時 03 分
深海ガラス球	8 時 09 分
流速計(1)	8 時 13 分
セディメントトラップ(1)	8 時 35 分
深海ガラス球	8 時 38 分
深海ガラス球	8 時 38 分
流速計(2)	8 時 43 分
切離し装置(1)	8 時 47 分
切離し装置(2)	8 時 47 分

観測機器	シリアル No	コールサイン
セディメントトラップ(1)	ST98019	
セディメントトラップ(2)	ST98068	
流速計(1)	S/N4086	
流速系(2)	S/N4078	
切離し装置(1)	S/N4367-1F	43528 kHz
切離し装置(2)	S/N4289-1D	
ラジオビーコン		

甲板作業終了時刻	8 時 49 分
緯度(S)	63° 59.69
経度(E)	139° 58.12
水深(m)	

## 白鳳丸係留系観測野帳(回収)

時間は現時時間

甲板作業開始時刻	6 時 05 分
緯度(S)	63° 57.004
経度(E)	139° 54.107
水深(m)	3707

記入者	岩館由美
観測点	st.5
観測日	2 月 20 日

係留系設置位置	63°59.098	139°55.881
---------	-----------	------------

観測機器	各部回収時刻
浮標示ブイ	6 時 12 分
深海ガラス球	6 時 16 分
セディメントトラップ(1)	6 時 18 分
流速計(1)	6 時 22 分
深海ガラス球	6 時 27 分
セディメントトラップ(2)	6 時 31 分
流速計(2)	6 時 34 分
深海ガラス球	6 時 42 分
深海ガラス球	6 時 59 分
セディメントトラップ(3)J	7 時 44 分
流速計(3)	6 時 42 分
深海ガラス球	7 時 05 分
深海ガラス球	7 時 07 分
セディメントトラップ(4)	7 時 12 分
流速計(4)	7 時 23 分
深海ガラス球	7 時 32 分
流速計(5)	7 時 37 分
切離し装置(1)	7 時 40 分
切離し装置(2)	7 時 42 分

観測機器	シリアル No	コールサイン
セディメントトラップ(1)	ST98039	
流速計(1)	RCM7#12600	
セディメントトラップ(2)	ST98069	
流速計(2)	RCM8#12300	
セディメントトラップ(3)		
流速計(3)	RU-1#4077u	
セディメントトラップ(4)		
流速計(4)	RU-1#4081u	
流速計(5)	RU-1#4094u	
切離し装置(1)	^	
切離し装置(2)		
ラジオビーコン		43528 kHz

甲板作業終了時刻	7 時 44 分
緯度(S)	63° 57.125
経度(E)	63° 57.125
水深(m)	139° 53.566