

測量船「昭洋」搭載の表面海水中のCO<sub>2</sub>測定装置について

難波江 靖・並木正治 : 測量船「昭洋」  
岩永義幸 : 測量船「明洋」  
岩本孝二 : 測量船「拓洋」  
柴山信行 : 海洋調査課

**Measurement Apparatus of CO<sub>2</sub> in the Surface Sea Water on Survey Vessel "SHOYO"**

Yasushi Nabae, Masaharu Namiki : Survey Vessel "SHOYO"

Yoshiyuki Iwanaga : Survey Vessel "MEIYO"

Koji Iwamoto : Survey Vessel "TAKUYO"

Nobuyuki Shibayama : Ocean Surveys Division

**1. はじめに**

CO<sub>2</sub> (炭酸ガス) は温室効果気体として地球温暖化問題における最も関心の高い物質であり、大気中の濃度増加には高い関心が持たれている。海洋は森林とともに化石燃料の燃焼から放出されるCO<sub>2</sub>を吸収・固定することを期待されている。CO<sub>2</sub>の海洋中の挙動、大気と海洋の交換についての定量的な把握はいまだ十分でなく、CO<sub>2</sub>の大気・海洋間の収支、海洋中での有機態化による固定、下層への移動、有機物分解による再生成等について様々な調査研究が行われている。

海上保安庁においても地球温暖化問題に貢献するため、海洋中CO<sub>2</sub>の分布を把握することを目的に表層海水のCO<sub>2</sub>測定装置及び海水中の全炭素分析装置を1990年測量船「昭洋」に装備し、観測を開始した。

本報告では、定常的に実施することが可能となった表層海水のCO<sub>2</sub>測定装置について、機器の概要、設置の状況及び測定結果を紹介する。

**2. 機器の概要・設置の状況**

今回整備した表層海水のCO<sub>2</sub>測定装置は、気象研究所の杉村行勇氏によって考案・開発されたものを大倉ローズマウント㈱が製品化したもので、大気中及び海水中のCO<sub>2</sub>濃度を連続的に測定することができる。

装置はガス流路コントロール用のソレノイドバルブ、流量制御器等を有したガスライン、CO<sub>2</sub>の赤外域の吸光度を測定する非分散型赤外分析器(ベックマン880型)等からなる測定部及びCO<sub>2</sub>について海水と平衡な気体を作るための平衡器から構成されている。

測定装置のガスラインを図1、測定部、平衡器及び大気を取り入れ口をそれぞれ写真1, 2, 3に示す。装置はパソコン(NEC PC-9800シリーズ)によってソレノイドバルブ、ポンプが制御され、全自動で運転される。

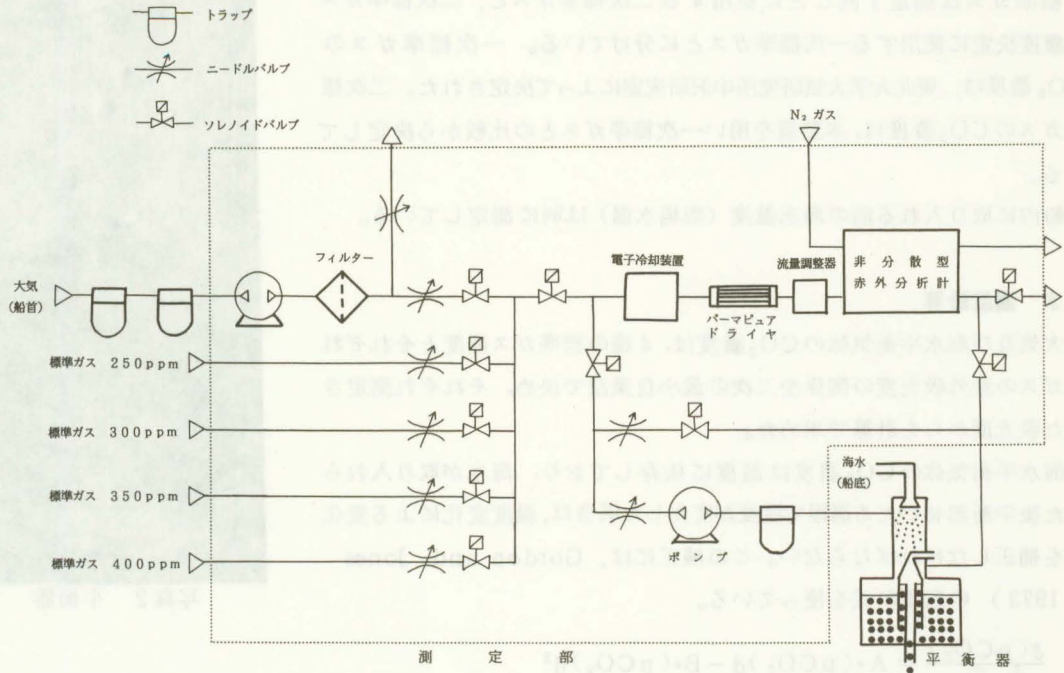


図1 表面海水のCO<sub>2</sub>測定装置配管図

大気は、測定部のポンプによって船首（海面上約8 m）から吸引され、内径8 mmのテフロン管で約40 m離れて設置されている測定部に導かれる。途中2ヶ所に凝結水用のトラップが設けられている。

海水は、船底（海面下約5 m）から取り入れ、測定部と同じ部屋に設置されている平衡器に導かれ平衡器中で微細化され、閉回路を循環する気体に接触しCO<sub>2</sub>について海水と平衡になった気体を作る。気体と接触した海水は、平衡器から大気と同圧となっている管を通しオーバーフローしている。

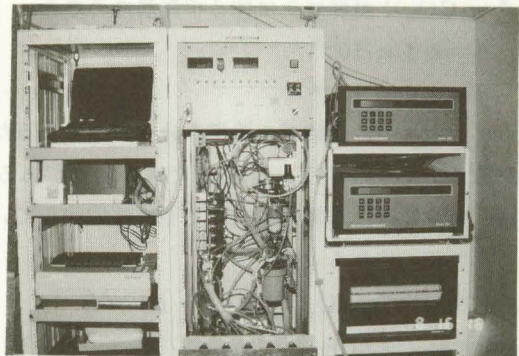


写真1 測定部

水分がCO<sub>2</sub>測定を妨害するので、赤外分析器に入れる試料気体から水分を除くため電子冷却装置、膜拡散型除湿器（パーマピュアドライヤ）を通過させている。

測定は4種の濃度のCO<sub>2</sub>標準ガス（250, 300, 350, 400 ppm）、大気及び海水平衡気体と連続して順次行い、1連の測定に1時間を要する。1連の測定で得られる6個の吸光度データ及び平衡器内の気体、海水温度はパソコンに読み込まれ、記録されるとともに演算され、1組みの大気及び海水中のCO<sub>2</sub>濃度が得



られる。

標準ガスは測定1回ごとに使用する二次標準ガスと、二次標準ガスの濃度決定に使用する一次標準ガスとに分けている。一次標準ガスのCO<sub>2</sub>濃度は、東北大学大気研究所中沢研究室によって決定された。二次標準ガスのCO<sub>2</sub>濃度は、本装置を用い一次標準ガスとの比較から決定している。

船内に取り入れる前の海水温度（現場水温）は別に測定している。

### 3. 濃度計算

大気及び海水平衡気体のCO<sub>2</sub>濃度は、4種の標準ガス濃度とそれぞれのガスの赤外吸光度の関係を二次の最小自乗法で決め、それぞれ測定された吸光度から計算で求めた。

海水平衡気体のCO<sub>2</sub>濃度は温度に依存しており、海水が取り入れられた後平衡器にいたる過程で温度が変化した場合は、温度変化による変化分を補正しなければならない。この補正には、Gordon and Jones (1973) の以下の式を使っている。

$$\frac{\delta(pCO_2)}{\delta T} = A \cdot (pCO_2)_d - B \cdot (pCO_2)_d^2$$

(pCO<sub>2</sub>)<sub>d</sub>: 海水平衡乾燥気体のCO<sub>2</sub>濃度 ppm

δ T : 平衡器にいたる過程での海水の温度変化 °C

δ (pCO<sub>2</sub>): 温度変化に伴う平衡濃度の変化 ppm

$$A = 4.4 \times 10^{-2}$$

$$B = 4.6 \times 10^{-6}$$

さらに、海水中の炭酸ガス濃度を分圧表示とするためには、湿潤大気についてCO<sub>2</sub>濃度を求める必要がある。このため、平衡気体は水蒸気について100%飽和しているものとし、以下の式から求めた。

$$pCO_2 = (pCO_2)_d \cdot (P - p) / P$$

P : 大気圧

p : 平衡器内温度での水蒸気圧

### 4. 結果

1990年11月28, 29日に東シナ海で得られた東経129° - 124°にかけて北緯32°30'の線上での測定の結果を、水温及びりん酸塩濃度とともに図2に示す。測定位置は、一連の測定の終了した時刻の船位としている。

海水中のCO<sub>2</sub>濃度は、大陸に近づくにつれ、高くなる傾

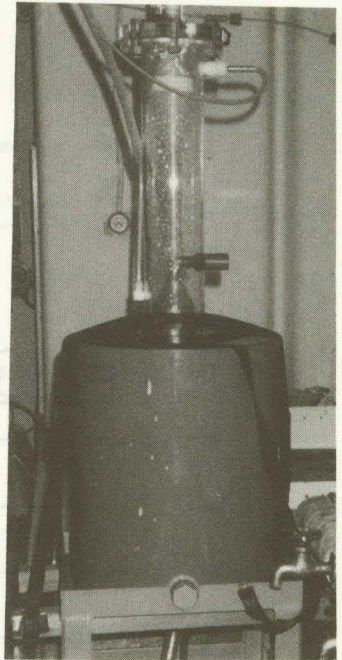


写真2 平衡器

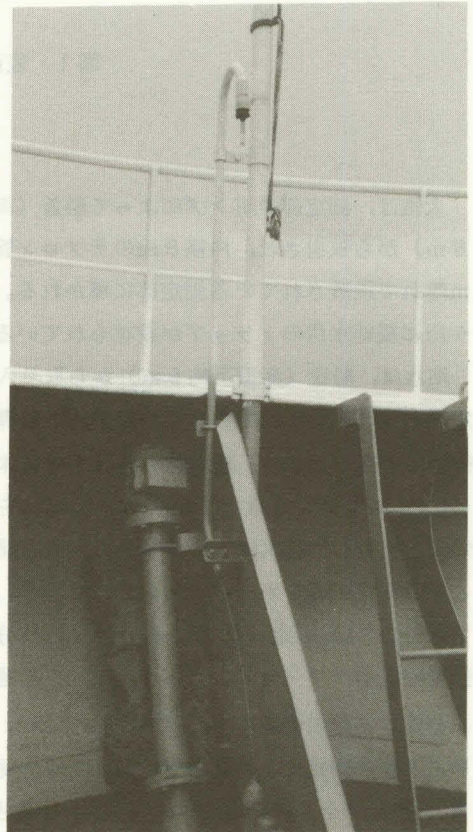


写真3 大気取り入れ口（船首）

向が見られる。また、水温、栄養塩とも異なる独自の分布パターンを持っており、水塊解析等の指標としての可能性もうかがえる。

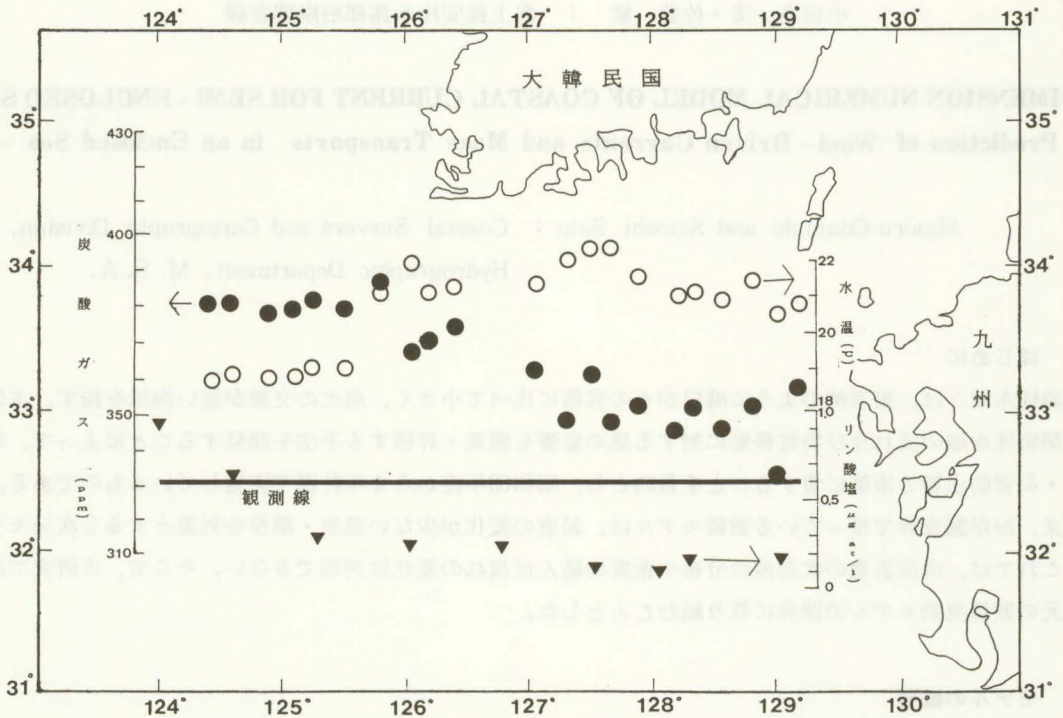


図2 表面海水CO<sub>2</sub>濃度測定結果

謝 辞

標準ガスの濃度決定をして頂いたほか、機器の整備・測定に当たり様々なご指導を頂いた東北大学大気海洋変動観測研究センターの中沢高清助教授、橋田元氏に感謝申し上げます。

報告者紹介



Yasushi Nabae  
難波江 靖



Masaharu Namiki  
並木 正治



Nobuyuki Shibayama  
柴山 信行



Yoshiyuki Iwanaga  
岩永 義行



Koji Iwamoto  
岩本 孝二