

## 4. 分析システムの性能と観測例

### 4-1. 分析システムの性能

#### 4-1-1. 繰り返し分析精度

Table 4-1には大気濃度レベルの標準ガス(CPB-30555)を1次標準ガスで10回測定したときのSF<sub>6</sub>の測定値、平均値および標準偏差を示す。10回の繰り返し分析による繰り返し精度は平均値6.00pptに対してで0.31% (1σ)であった。最近の大気におけるSF<sub>6</sub>濃度の増加速度は、年におよそ5%であるから、その変化を検出するには十分な分析精度をこのシステムは有しているといえよう。

Table 4-2にはより濃度の低い標準ガス(CPB-30551)の繰り返し測定の結果を示す。なおこの標準ガスの分析で得られるピーク面積は海水濃度にして、約0.4fmol/kgに相当するものである。繰り返し精度は先に述べた大気レベルのもの測定に比べればやや落ちる(1pptの濃度に対して1.5%)が、急激にその濃度を大気中で増加させてきたSF<sub>6</sub>の変化を論ずる上ではやはり十分な精度であるといえる。

海水中SF<sub>6</sub>の分析についてのシステムの分析性能を評価するために、1本のニスキン採水器から2本の試料瓶に海水を分取し、それぞれの測定を行った。気象庁凌風丸RF-0610航海におけるそれらの平均値と差をTable 4-3に示す。

ここでは、亜表層において1本のニスキン採水器から連続して2本の試料瓶に分取した海水の分析結果は相対誤差0.8±0.5%で、本研究が目標とした1%以下の精度を達成できた。

Table 4-1 Repeatability of atmospheric SF<sub>6</sub> level gas standard analysis.

CPB30555	SF <sub>6</sub> (ppt)
1	6.00
2	5.98
3	6.02
4	5.97
5	5.99
6	6.00
7	6.00
8	6.02
9	6.03
10	6.00
Average	6.00
Std. (%)	0.02 0.31

Table 4-2 Repeatability of low-level gas SF<sub>6</sub> standard analysis.

CPB30551	SF <sub>6</sub> (ppt)
1	1.01
2	1.03
3	1.04
4	1.02
5	1.00
6	1.00
7	1.00
8	1.00
9	1.01
10	1.00
Average	1.01
Std. (%)	0.01 1.5

Table 4-3 Duplicate analysis of SF<sub>6</sub> in seawater samples obtained from a Niskin Bottle.

	Pressure (dB)	SF <sub>6</sub> (fmol/kg)	Difference (fmol/kg)	Pressure (dB)	SF <sub>6</sub> (fmol/kg)	Difference (fmol/kg)
33° 59N	9.4	1.042	1.045	0.003	-	-
30° 01N	10.5	0.929	0.934	0.005	2023.1	ND
19° 59N	10.6	0.853	0.841	0.012	2021.3	ND
10° 00N	11.4	0.844	0.839	0.005	2021.4	ND
5° 00N	10.5	0.852	0.842	0.010	2021.4	ND

#### 4-1-2. 検出限界

ブランクガスの繰り返し測定によって得られた本システムの検出限界は海水試料の試料分析容量 (300cm<sup>3</sup>) から 0.015fmol/kg と計算された。水温と塩分をそれぞれ 20℃と 34.5 と仮定すると、これは大気中の 0.08ppt に相当する。大気における SF<sub>6</sub> の時間変化から 1960 年代中頃の濃度と言うことになり、それ以降の見かけの水塊年齢について CFCs 等と比較可能になったことを意味する。

#### 4-2. 観測例

##### 4-2-1. 大気試料分析

Figure 4-1 には、RF-0610 航海中にガラス注射筒で得た大気試料の分析結果を緯度に対してプロットした。ここでは、有意な緯度変化を見て取ることはできない。全試料の分析値の平均は 5.94±0.05ppt であった。

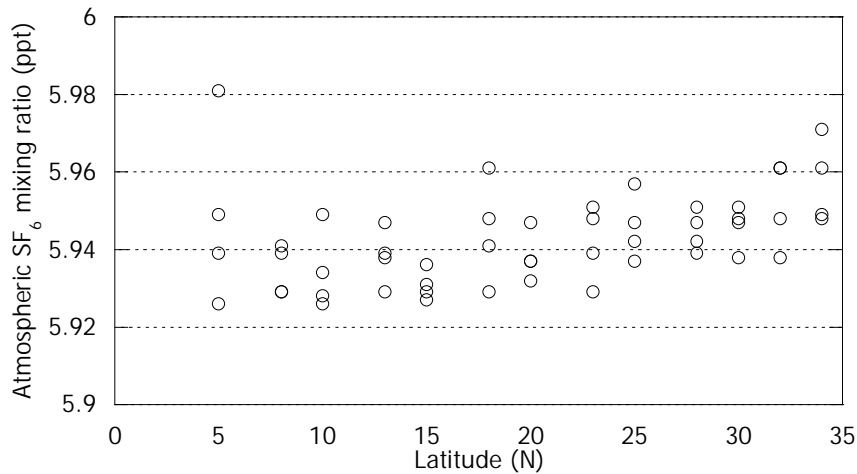


Figure 4-1 Latitudinal distribution of atmospheric SF<sub>6</sub> obtained during RF-0610.

##### 4-2-2. 海水試料分析

Table 4-3 には RF-0610 航海時に水深 2000m 付近で得た 2 本の海水試料についての測定結果を示した。この水深においては SF<sub>6</sub> よりも早い時期に使用の始まった CFCs 濃度は検出限界 (0.010pmol/kg) 以下であったが、SF<sub>6</sub> の濃度も同様に検出限界 (0.020fmol/kg) 以下であり、海水試料を汚染することなく採水、測定することができた。

Figure 4-2 には、凌風丸 RF-0610 航海において、2006 年 1 月に東経 136 度 59.3 分、北緯 30 度 01.0 分にて観測したポテンシャル温度 (Theta)、塩分 (Salinity)、SF<sub>6</sub> 濃度、CFC-12 濃度、SF<sub>6</sub> と CFC-12 濃度から得られる見かけの SF<sub>6</sub> Age と CFC-12 Age 及び見かけの酸素消費量 (AOU) の鉛直分布を示す。SF<sub>6</sub> 濃度は亜表層に極大を持ちそれ以深では深くなるとともに減少した。SF<sub>6</sub> 及び CFC-12 濃度の鉛直分布は、その大気の履歴と海水への溶解度の温度依存性の違いを反映して大きく異なっていたがそれぞれから見積ったトレーサー年齢は良く一致した。この詳細については、別に議論していく予定である。

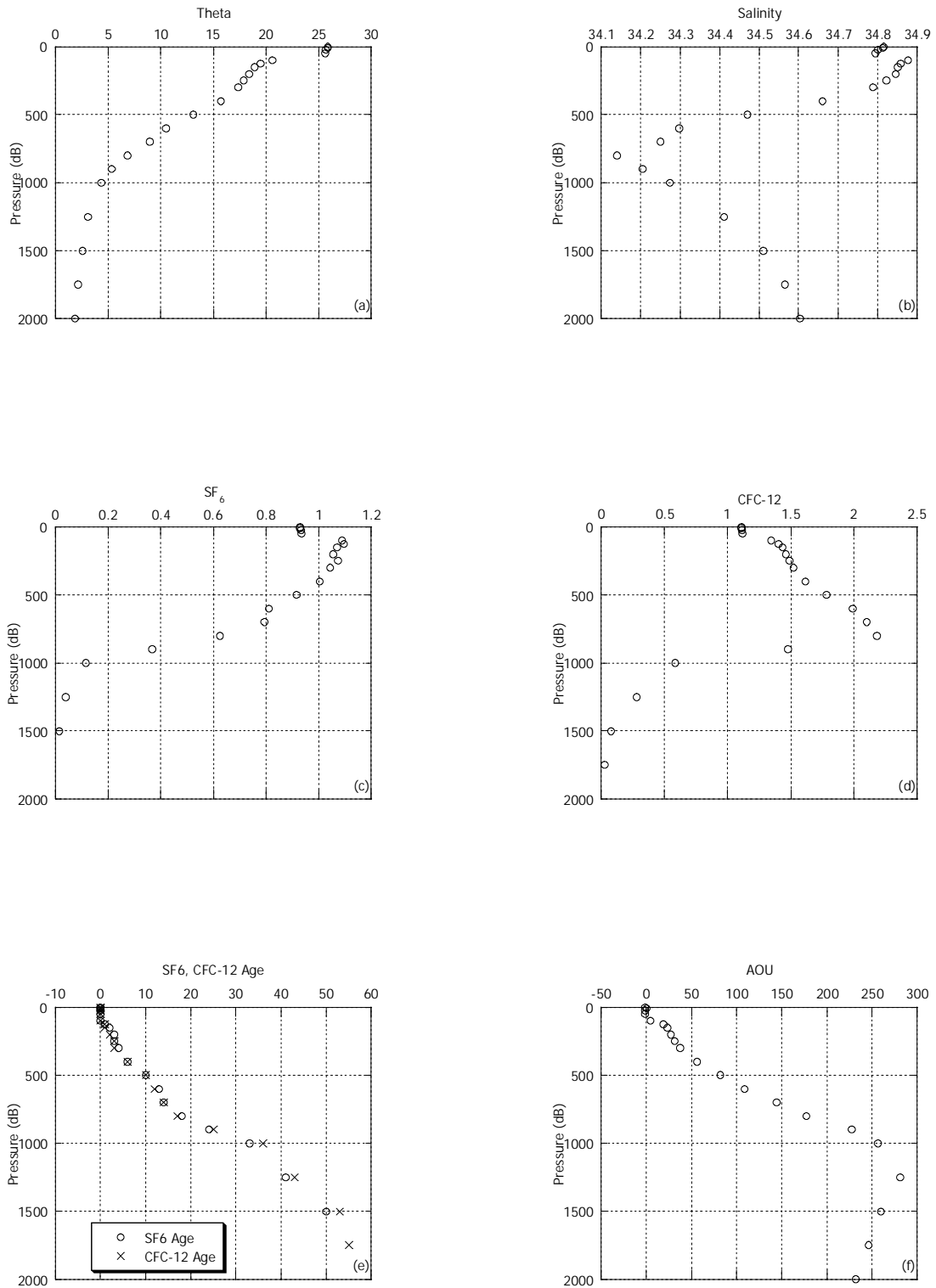


Figure 4-2 Vertical distribution of (a) potential temperature(°C), (b) salinity, (c) SF<sub>6</sub> concentration (fmol/kg), (d) CFC-12 concentration (pmol/kg), SF<sub>6</sub> and CFC-12 tracer age (yr) and AOU (μmol/kg) at 137°E, 30°N.

#### 4-3 最後に

大気および海水中の  $\text{SF}_6$  を高精度に測定できる装置を開発した。また、より低濃度の海水中  $\text{SF}_6$  の測定に必要な採水瓶を作製した。この装置を用いて京都議定書にて規制対象物質とされた  $\text{SF}_6$  の大気濃度をモニターするとともに、海洋においては海水流動の化学トレーサーとしてこれからも測定を行っていく予定である。

装置の開発とともに、 $\text{SF}_6$  標準ガス (MRI  $\text{SF}_6$  Calibration Scale) を確立すべく実験を行ってきた結果、安定な標準ガスを観測の現場で使用できる体制を確立した。現在はまだ我々のスケールと  $\text{SF}_6$  を測定している他の機関のスケールとの相互比較は行っていないが、今後、相互比較を実施したいと考えている。

最初にも述べたが、本論は  $\text{SF}_6$  や他の超微量気体成分の分析者のためのガイドとなることを目指して作成したものであるため、研究・技術の報告としては若干不適當な表現を用いているかもしれないがお許しいただきたい。

観測の現場で分析を担う人々の手によって本論が修正され、よりよいガイドとして頂ければ幸いである。