

## 20周年記念号

# 海洋深層水の使用可能量に関する一考察

A Study of Consumable Capacity of Deep Ocean Water

大塚耕司

Koji OTSUKA

### 1. はじめに

海洋深層水は、無尽蔵にある未利用資源であるとよく言われる。しかし、化石燃料がそうであるように、海洋深層水も無制限に消費すれば、地球環境に何らかの影響を与えることになるかもしれない。そこで、海洋深層水が「再生可能資源 (Renewable Resources)」であることに着目し、地球環境に影響を与えない程度の使用可能量とはいったいどのくらいなのか、ということ考察してみた。

### 2. 海洋深層水の特徴とその再生量

海洋深層水の3大特性は、低温安定性、富栄養性、清浄性である。このうち、低温安定性は大規模な海水の対流(熱塩循環)によって再生されている。図1は、Stommel and Arons (1960) によって示された地球規模での熱塩循環(海洋大循環)を表している。表層の海水は、極地方で冷やされ密度が高く

なって沈降する。海洋大循環ではグリーンランド沖と南極のウェッデル海の2カ所で各20 Mt/s (1秒間に2000万トン) が沈降する。この冷たく重い海水は地球の自転にも影響され、深層循環となって大西洋からインド洋、太平洋へと分配されてやがて表層に上がってくる。つまり、低温で安定した海水は、海洋大循環によって常時この図で示されている量だけ各大洋に分配されている。

一方、富栄養性と清浄性は生物ポンプと呼ばれる海洋生態系の物質循環機能によって再生されている。図2は、海洋の物質循環をごく単純に表したものである。光の届く表層(有光層)では、陸域などから運ばれた栄養塩を使って植物が光合成を行う。これを一次生産という。それらの一部は枯れて死ぬが、一部は動物プランクトンや魚介類などに捕食される。動物の糞や死骸などはデトリタス(生きていない有機物)と呼ばれるが、これらは微生物によって分解

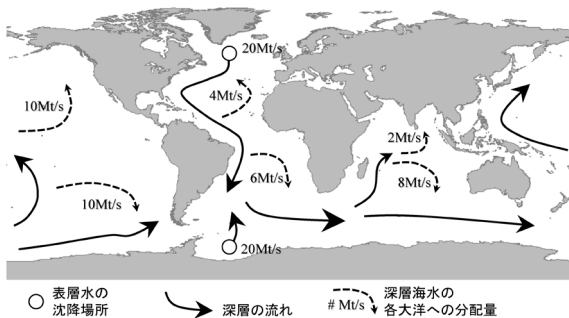


図1. 海洋大循環のイメージと各大洋へ分配される深層海水量 (Stommel and Arons, 1960)

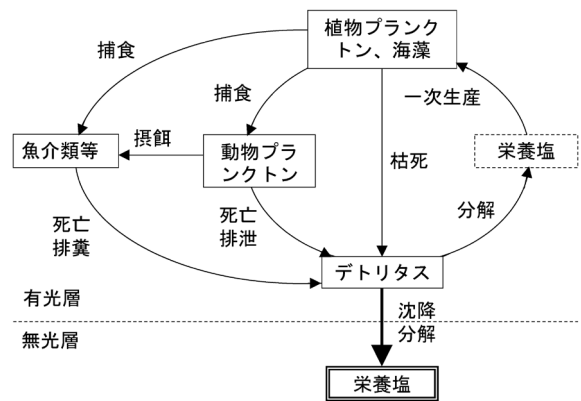


図2. 単純化した海洋生態系による物質循環(生物ポンプ)のしくみ

されて元の無機栄養塩に戻る。有光層ではまた一次生産に使われるが、デトリタスが沈降して光の届かない深度まで達すると分解だけが進み、栄養塩濃度は高くなる。また、無機物だけとなっているので、微生物の数も極端に少なくなる。これが富栄養性と清浄性が再生されるしくみである。ただし、この物質循環のサイクルは、前述の熱塩循環に比べてはるかに速いので、海洋深層水の再生量を議論する際には、熱塩循環によって運ばれてくる流量を基準にするのがよいであろう。

### 3. 海洋深層水の持続可能な使用量

海洋深層水の大規模利用により、地球環境にどの程度影響を与えるかということを確認に予測するのは容易ではないが、ここでは、熱塩循環の自然の流量変動をよりどころとして、持続可能な使用量を考えてみる。

熱塩循環の流量変動を示す貴重なデータのひとつに、東京大学気候システム研究センターの阿部(1997)による北大西洋深層水の今後150年間における子午面流量のシミュレーション結果がある(図3)。これを見ると、平均流量が約28 Sv(スベルドラップ、1 Svは約1 Mt/s)、平均値周りの変動が標準偏差で0.97 Sv、すなわち平均流量の約3%と読み取ることができる。

この流量の3%という数字を一つの根拠として、前述の海洋大循環による流量から各大洋の海洋深層水使用可能量を求めたものが表1である。表には1秒あたりの使用可能量とともに1日あたりの使用可能量(有効数字2桁として計算)も示している。これを見ると、例えば、北太平洋であれば日量26,000 Mt、すなわち、260億トンが使用可能(自然の変動内)ということになる。日本における最大規模の海洋深層水取水施設は沖縄県海洋深層水研究所(久米島)であるが、その取水量は日量13,000トンなので、同規模の施設を200万個作ることが可能ということになる。

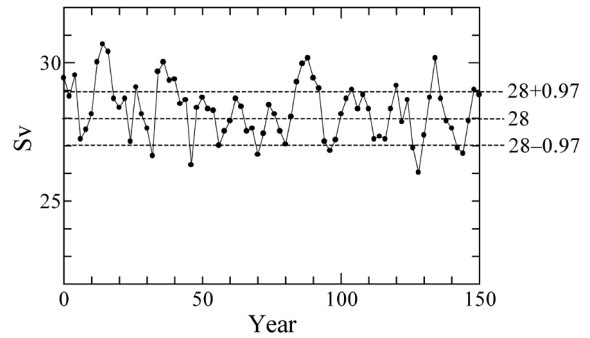


図3. 北大西洋深層水の今後150年間における子午面流量のシミュレーション結果(阿部, 1997)

表1. 各大洋における海洋深層水使用可能量

	深層海水流量 (Mt/s)	海洋深層水使用可能量	
		(Mt/s)	(Mt/d)
北太平洋	10	0.30	26,000
南太平洋	10	0.30	26,000
北大西洋	4	0.12	10,000
南大西洋	6	0.18	16,000
北インド洋	2	0.06	5,000
南インド洋	8	0.24	21,000

### 4. おわりに

ここでは、海洋大循環系による深層海水の流量を基に、自然の流量変動を一つの根拠として海洋深層水の持続的な使用量を見積った。その結果、例えば北太平洋では日量260億トンという膨大な量が使用可能と試算され、現実的な海洋深層水の使用量を想像すると、地球環境への影響を心配するほどではないことがわかった。ただし、この考察はあくまでグローバルな環境影響に対するものなので、海洋深層水の大規模利用を考える際に、ローカルな環境影響(例えば、使用した海洋深層水の排水の影響など)について検討する必要があることは言うまでもない。

### 参考文献

- 阿部彩子(1997) 大気海洋大循環モデルによる地球温暖化等の気候変動研究, 気候研究の最前線, 気候システム業書2, pp. 117-130.
- Stommel, H. and A. B. Arons (1960) On the abyssal circulation of the world ocean—II. An idealized model of the circulation pattern and amplitude in oceanic basins. *Deep Sea Res.*, 6, 217-233