



Title	噴火湾海底土から拡散する粒子束
Author(s)	竹内, 章; Takeuchi, Akira; 阿部, 和雄 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 39(1), 27-33
Issue Date	1988-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23984
Type	departmental bulletin paper
File Information	39(1)_P27-33.pdf



噴火湾海底土から拡散する粒子束

竹内 章*・阿部 和雄*・工藤 勲*・戸屋 健治*
松島 寛治**・松永 勝彦*

Fluxes of Particles Diffused from Marine Sediment at Funka Bay

Akira TAKEUCHI*, Kazuo ABE*, Isao KUDO*, Kenji TOYA*,
Kanji MATSUSIMA** and Katsuhiko MATSUNAGA*

Abstract

A sediment trap with a downward mouth for collecting particles diffused from marine sediment was constructed. We call this trap the new type sediment trap. The new tapes and normal sediment traps with upward mouths were moored at Funka Bay for about 1 month. The content of Ni, Cu, Cd and Pb in the particles collected by the new traps were 2 or 3 times higher than those collected by the normal traps. These results indicate that particles from marine sediment are trapped in the new traps while particles originating in the euphotic zone are trapped in the normal traps. The vertical diffusion coefficient was calculated by using the concentrations of suspended matter in situ and the theoretical fluxes of particles diffused from marine sediment were in good agreement with the fluxes observed by these new traps.

結 言

海洋における物質循環の研究を遂行するために、海水中の多種の化学成分の分析がこれまで行われ、表層で生産された物質、大陸起源粒子は物質循環に大きな役割を果していると考えられてきた。しかしながら、採水器で採取した試水中には、表層から海底への物質移動に特に大きな役割を果している沈降速度の大きい粒子の存在確率が低いため、濾過で得られた懸濁粒子を分析するだけではその挙動を明らかにすることは困難とされている (Gardner, 1977)。従って、沈降速度の大きい粒子を直接捕集するためにセジメントトラップが考案され、沈降粒子の研究が活発に行われてきた (例えば、Honjo, 1978, Tsunogai et al., 1980, Barker and Milburn, 1983)。その後、セジメントトラップの係留方法、捕集効率、形状の検討が行われてきた (例えば、Hargrave and Burns, 1979, Gardner, 1980, Staresinic et al., 1978, Gradner et al., 1983, Gardner, 1985)。Gardner et al. (1985) は西大西洋大陸斜面においてセジメントトラップを係留し、ネフロイド層以浅とそれ以深のフラックスの差を、海底に由来する懸濁粒子であると報告している。Tsunogai et al. (1980) は沿岸海域である北海道南東部の噴火湾において、セジメントトラップにより得られた粒

* 北海道大学水産学部海洋化学講座
(Laboratory of Marine Chemistry, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 北海道大学水産学部調査船うしお丸
(RV USHIO MARU, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

子フラックスから種々の検討を加えた。冬期において実測されたフラックスは堆積速度から求められたフラックスより大きいことから、その要因を ^{10}Be , ^{234}Th などの放射性核種を用いて検討を行った結果、粒子の滞留時間が長く、海水中を上下に何度も移動するために、見かけ上のフラックスが過剰になっていると報告している。しかしながら、湾内では鉛直に拡散した海底粒子が再び沈降するため、見かけ上表層からの沈降フラックスを増大させていることも要因の一つと考えられる。そこで、準閉鎖海域である噴火湾において海底から拡散した粒子を捕集するために、新たに開発したセジメントトラップの設置を試みた。

本研究では海底から拡散していると考えられる粒子を直接捕集するために、捕集口を下に向けた下向きのセジメントトラップを製作した。そのセジメントトラップを上向きのセジメントトラップと同一深度に係留し上層からの粒子のフラックスと海底からの粒子フラックスを比較した。またセジメントトラップに捕集された粒子中の金属の分析を行い、それらの比較検討を行い、粒子の起源を推定した。

試料採取

1. 海水試料と沈降粒子試料の採取

海水試料は1986年5月22日、1986年6月25日、1986年8月21日及び1986年9月16日に北海道大学水産学部調査船“うしお丸”により、北海道南東部の噴火湾においてGo-Flo採水器を用い採水した。採取場所は、図1に示すように、ほぼ湾中央部の水深93mの地点で行った。

沈降粒子試料は、1986年5月22日から6月25日、8月21日から9月16日にかけてセジメントトラップを係留し採取した。セジメントトラップは、PVC製の図2に示した2種類の形状のセ

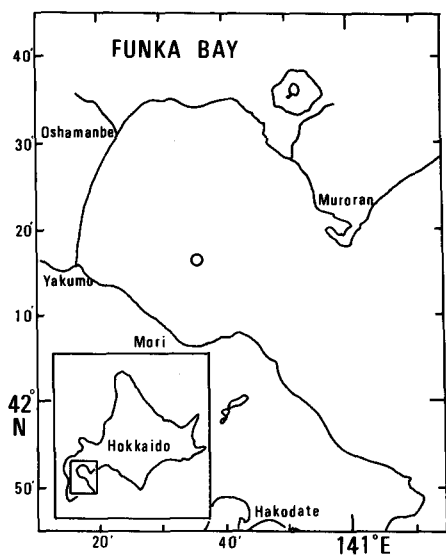


Fig. 1. Sampling station.

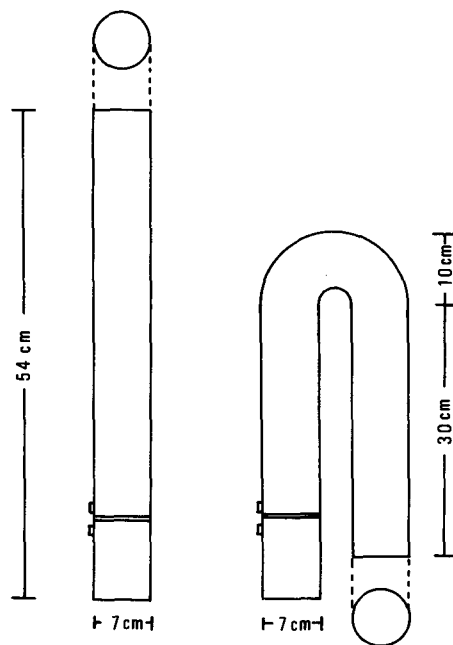


Fig. 2. Sketch of the sediment traps.

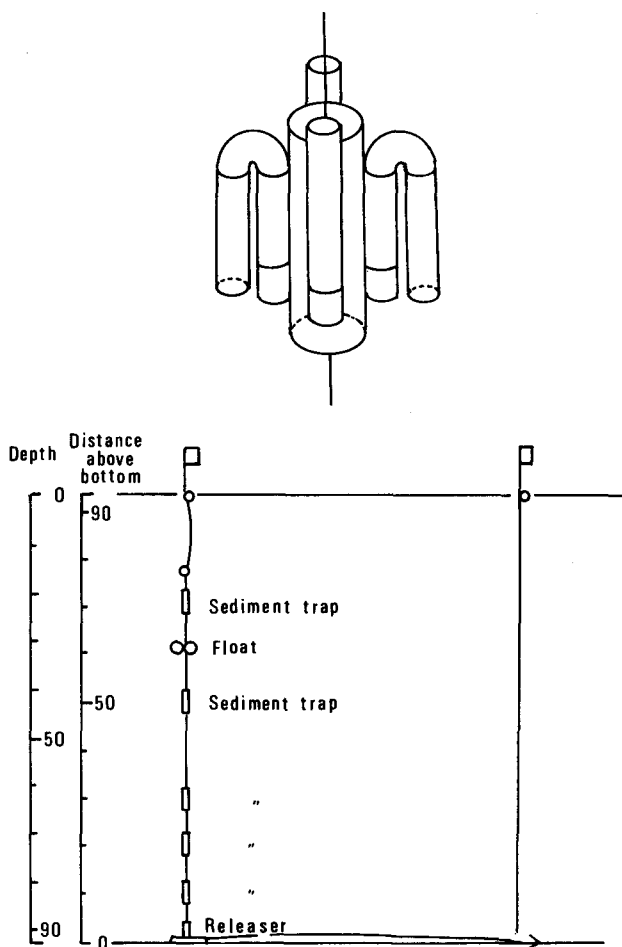


Fig. 3. Mooring configuration.

ジメントトラップを製作した。(a)は通常よく用いられる円筒形のセジメントトラップで捕集口の直径/高さの比を3以上とした。Gardner (1980)によると、セジメントトラップの直径と高さの比が3以上であれば、横方向の流れでセジメントトラップに流入する粒子は存在しないと報告されている。(b)のセジメントトラップは下方からのみ移動してくる粒子を捕集するために製作したが、湾曲部から捕集口までの長さとの直径の比を3倍以上とした。従って、横方向からの粒子は捕集されないと考えられる。これらのセジメントトラップを1層当り上向き2本、下向き2本ずつ取り付けた。セジメントトラップは使用する前に、0.1 N 塩酸に24時間浸した後、蒸留水で洗浄した。また、防腐剤として、NaCl 70 g/lを溶解し、KOHで中和した5%中性ホルマリン溶液を300 ml加えた。セジメントトラップの係留図を図3に示した。

2. 分 析

試水をポリエチレン瓶にいれ研究室に持ち帰った後、クリーンベンチ内で、恒量化したHA型

Millipore, 孔径 $0.45 \mu\text{m}$ の濾紙で, 減圧濾過を行った。恒量化後, 重量を測定し懸濁物量を求めた。

セジメントトラップ試料は, セジメントトラップの下端のカップをはずし, 蓋をつけてアイスボックスにいれ研究室に持ち帰り, クリーンベンチ内で, 減圧濾過した。濾紙は海水試料と同様に, 酸洗浄した濾紙 (HA 型) と, あらかじめ 450°C で熱処理した Whatman GF/C 27 mm 濾紙で濾過を行い, フィルターケースに入れ真空デシケータ内で保存した。

前者は金属分析用, 後者は懸濁物量の測定に用いた。テフロン製の 50 ml ビーカーに沈降粒子を濾過した濾紙を入れ, 過塩素酸-硝酸 (1:1) 10 ml, フッ酸 $500 \mu\text{l}$ を加え, テフロン時計皿で蓋をし, ホットプレート上で 12 時間加熱分解した。蒸発乾固後, 硝酸 2 ml で溶解し水で 10 ml に希釈した。Ni, Pb, Cu, Cd, をフレイムレス原子吸光法で定量した。

結果および考察

1. 総フラックスならびに沈降粒子中の金属濃度

現場の水塊は, 大谷と秋葉 (1970) によって既に研究されているように, 2 月頃に親潮系水, 8 月に津軽暖流水の流入により海水が交換する。1986 年 5 月, 6 月, 8 月, 9 月における懸濁粒子の鉛直分布を図 4 に示した。5 月は 50 m で 0.7 mg/l の最小値をとり, 海底へ向かうにつれて増加し 90 m で 3.4 mg/l となった。6 月は 40 m で最小の 2.0 mg/l , 85 m で 3.6 mg/l となり, 5 月と同様の傾向を示しているが, 水柱全体の懸濁粒子濃度は 5 月より高くなっている。また季節に関係なく海底付近で濃度が高くなる理由として, 粒子が海底から巻き上がり, 拡散されていると考えられる。8 月, 9 月は 5 月, 6 月に比べて粒子濃度が低いが, これは 8 月末から津軽暖流水が噴火湾に流入することにより水塊が異なるためと考えられる。

1986 年の 5 月 21 日から 6 月 25 日, 8 月 21 日から 9 月 16 日の上向き防汚剤入りセジメントトラップと下向きセジメントトラップによって得られた総フラックスの鉛直分布を図 5 に示した。5 月から 6 月にかけて得られた上向きトラップの総フラックスは, 海底から 70 m の $0.7 \text{ g/m}^2 \text{ day}$ を最小に, 10 m の $4.6 \text{ g/m}^2 \text{ day}$ に増加し, 1985 年 10 月から 11 月の結果と同様に底に近づくにつれて増大している。8 月から 9 月の結果は大きな変動はなく, 海底から 70 m で $2.0 \text{ g/m}^2 \text{ day}$,

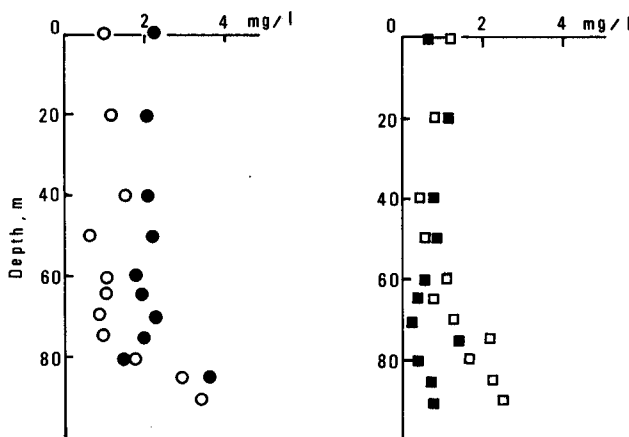


Fig. 4. Vertical distributions of suspended matter.
○: May; ●: June; □: Aug.; ■: Sep.

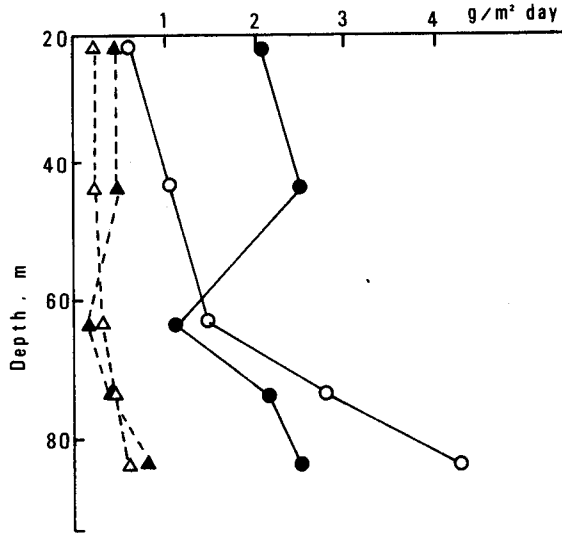


Fig. 5. Vertical profiles of the flux of particulate matter.
 ○: upward, △: downward fluxes from May to June
 ●: upward, ▲: downward fluxes from Aug. to Sep.

50 m で $2.5 \text{ g/m}^2 \text{ day}$, 30 m で $1.2 \text{ g/m}^2 \text{ day}$, 10 m で $2.6 \text{ g/m}^2 \text{ day}$ であった。海底に向かって増加の傾向がみられないのは、津軽暖流水の流入のためと考えられる。下向きセジメントトラップで得られた総フラックスは5月から6月、8月から9月の両期間とも30 m を最小に10 m で最大になっている。

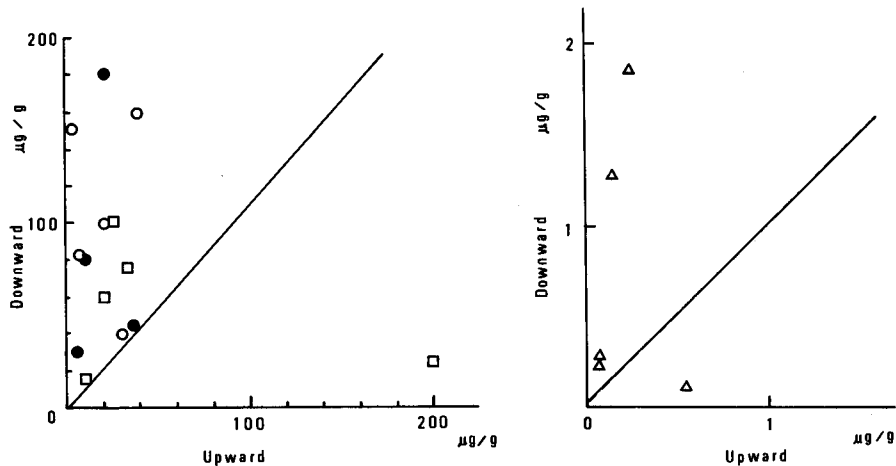


Fig. 6. Relationship between the concentrations of Pb, Ni, Cu and Cd in particulate matter collected by upward and downward sediment traps.
 ○: Pb; ●: Ni; □: Cu; △: Cd
 The lines show the 1:1 relationship.

Table 1. Calculated and observed upward fluxes of particulate matter in 1986 at Funka Bay.

Distance above bottom (m)	Calculated fluxes (g/m ² day)	Observed fluxes (g/m ² day)
30	0.23	0.21
20	0.46	0.30
10	0.81	0.99
0	1.38	—

上向きセジメントトラップ、下向きセジメントトラップに捕集された粒子の成分を比較するため横軸を上向きセジメントトラップに捕集された粒子の金属濃度、縦軸に下向きセジメントトラップにより捕集された粒子の金属濃度をプロットした(図6)。Ni, Cu, Cd, Pbは明らかに下向きセジメントトラップの方が高い金属濃度を示している。これは、表層から沈降してくる粒子とは違った粒子が下向きセジメントトラップに捕集されていることを意味している。

2. セジメントトラップに捕集される粒子と現場の懸濁粒子濃度との関係

温度躍層以深での懸濁粒子の1ヵ月後の濃度増加量を総て海底からの供給と仮定し、水柱内の海底から温度躍層まで1m²当りの懸濁粒子の総量を求め、1ヵ月間の増加量の総量から海底からの見かけのフラックスを計算し、フィックの法則より鉛直渦拡散係数Dを計算した。ここでは水塊の安定した5月から6月の懸濁粒子濃度を用いて鉛直渦拡散係数(D)の計算を行った結果、D=0.67 cm²/sとなった。以前噴火湾において求められた鉛直渦拡散係数はD=0.1, 0.42 cm²/sと報告されている(Uematsu and Tsunogai, 1983)。この鉛直渦拡散係数を用いて計算したフラックスと下向きセジメントトラップを用いて実測で得られたフラックスとの比較を行った(表1)が、60m以深では両者はほぼ近い値を示している。

重金属の分析結果ならびに、計算と実測で得られた粒子フラックスとの比較結果より、捕集口を下向きにしたトラップに捕集された粒子は、海底土から拡散した粒子であると推定される。一方、捕集口が上向きの従来のトラップには、海水で生産されたあるいは表層に供給された粒子が捕集されている。従って、海底土に起源を持つ海水中の粒子を集めるには、下向きトラップは有効な手段であると考えられるが、捕集機構の解明が今後の研究課題と考えられる。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、御協力いただいた研究船うしお丸に感謝いたします。

文 献

- Barker, E.T. and Milburn, H.B. (1983). An instrument system for the investigation of particle fluxes. *Continental shelf Res.*, **1**, 425-435.
- Gardner, N. (1977). Incomplete extraction of rapidly settling particles from water sampler. *Limnol. Oceanogr.*, **22**, 764-768.
- Gardner, W.D. (1980). Sediment trap dynamics and calibration: a laboratory evaluation. *J. Mar. Res.*, **38**, 17-39.
- Gardner, W.D., Richardson, M.J., Hinga, K.R. and Biscay, P.E. (1983). Resuspension measured with

- sediment traps in a high-energy environment. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **66**, 262-278.
- Gardner, W.D. (1985). The effect of tilt on sediment trap efficiency. *Deep-Sea Res.*, **29**, 953-965.
- Gardner, W.D., Southard, J.B. and Hollister, C.D. (1985). Sedimentation, resuspension and chemistry of particles in the Northwest Atlantic. *Mar. Geol.*, **65**, 199-242.
- Hargrave, B.T. and Burns, N.M. (1979). Assessment of sediment trap collection efficiency. *Limnol. Oceanogr.*, **24**, 1124-1135.
- Honjo, S. (1978). Sedimentation of material in the Sargasso Sea at a 5367 m deep station. *J. Mar. Res.*, **36**, 469-492.
- 大谷清隆, 秋葉芳雄 (1970). 噴火湾の海流変動の研究 I 湾水の周年変化. 北海道大学水産学部研究彙報, **21**, 303-312.
- Staresinic, N, G.T., Rowe, D. Shaughnessey and A.J. Williams III (1978). Measurement of the vertical flux of particulate organic matter with a free-drafting sediment trap. *Limnol. Oceanogr.*, **23**, 559-563.
- Tsunogai, S., Uematsu, M., Tanaka, N., Harada, K., Tanoue, E. and Handa, N. (1980). A sediment trap experiment in Funka Bay, Japan: "Upward flux" of particulate matter in seawater. *Mar. Chem.*, **9**, 321-334.
- Uematsu, M. and Tsunogai, S. (1983). Recycling of the manganese in the coastal sea, Funka Bay, Japan. *Mar. Chem.*, **13**, 1-14.