

浅海養殖漁場における沈降性物質の生態調査—I*¹
2~3の化学的性状からみた分解過程

門脇 秀策・稲塚洋一朗・平田 八郎

Ecological Survey of Sediment Flux in Coastal Fish Farms-I*¹
Decomposition Features of the Flux

Shusaku KADOWAKI*², Yoichiro INAZUKA*³,
and Hachiro HIRATA*⁴

Abstract

In order to know the decomposition mechanisms of sedimented matters in coastal fish farm, chemical features of the sediments were observed in comparison with non-fish farm.

The observations were conducted in December 1980 and August 1981 in the vicinity of Fisheries Research Laboratory, Kagoshima University. Two-liter-traps were submerged at 1 m, 5 m and 10 m from the sea bottom. The periods of suspension were appointed to be 1 day, 2 days, 4 days, 7 days and 10 days. Organic carbon, organic nitrogen and total phosphate were analyzed in each observation.

Typical examples of the sediment decomposition were observed in 1-day-suspension of the traps. In August, average organic carbon in fish farm and non-fish farm were 15.6 and 5.6 g/m²/day, respectively. Organic nitrogen in August were 1.7 g/m²/day in fish-farm and 0.7 g/m²/day in non-fish farm. Total phosphate, 1.9 g/m²/day, in fish farm was nineteen times higher than that in non-fish farm.

The results obtained in December showed almost same trends as mentioned above. The decomposition coefficient of organic flux in deep layer, however, was 30~70% higher than that in case of August.

近年、海洋における沈降性物質 (Sediment flux) に関する研究は、地球化学¹⁻³⁾ や水産増殖学⁴⁻⁶⁾ など、基礎と応用の両分野から重要視されるようになってきた。特に、浅海養殖漁場における沈降性物質は、自家汚染の度合を標示するので、養殖漁場の診断⁷⁾ にとって不可欠な調査要因である。

本調査は、浅海養殖漁場の汚染状態を沈降性物質によって把握し、その物質の分解過程を

*¹ 鹿児島大学水産学部付属水産実験所業積30号 (Contribution No. 30 from the Fish. Res. Lab., Fac. Fish., Kagoshima Univ.).

*² 鹿児島大学水産学部付属水産実験所 (Fish. Res. Lab., Fac. Fish., Kagoshima Univ., Azuma-cho, Kagoshima, 899-14 Japan).

*³ 現在：株式会社ポッカ (Present Adress : Pottuka Co. Ltd., 35-16 Daikin-cho, Nagoya, 461 Japan).

*⁴ 鹿児島大学水産学部増殖生理学講座 (Lab. Fish Cultivation Physiology, Fac. Fish., Kagoshima Univ., Shimoarata 4, Kagoshima, 890 Japan).

調べ、自浄作用と物質循環の解明を目的としておこなったものである。本報の特徴は、浅海養殖漁場における沈降性物質中の全磷、有機炭素および有機窒素を比較生態学的に検討した点である。

本文に入るに先立ち、本調査に御協力をいただいた本学水産実験所の加世堂照男技官、中菌貫幸技官、及び長崎市役所の西山和徳技師に厚くお礼を申しあげる。

調査方法

調査対象漁場は、前報^{8,9)}と同様に、小海峡利用型養殖場である。調査地点は、Fig. 1に示した様に、鹿児島大学水産学部附属水産実験所地先のブリ養殖場 (St. 1) および対照点としてその養殖場から約 1 km 離れた対岸の伊唐島地先の非養殖場 (St. 2) とした。St. 1 および 2 における潮位は、平均干潮位で 15 m、平均満潮位で 18 m であった。

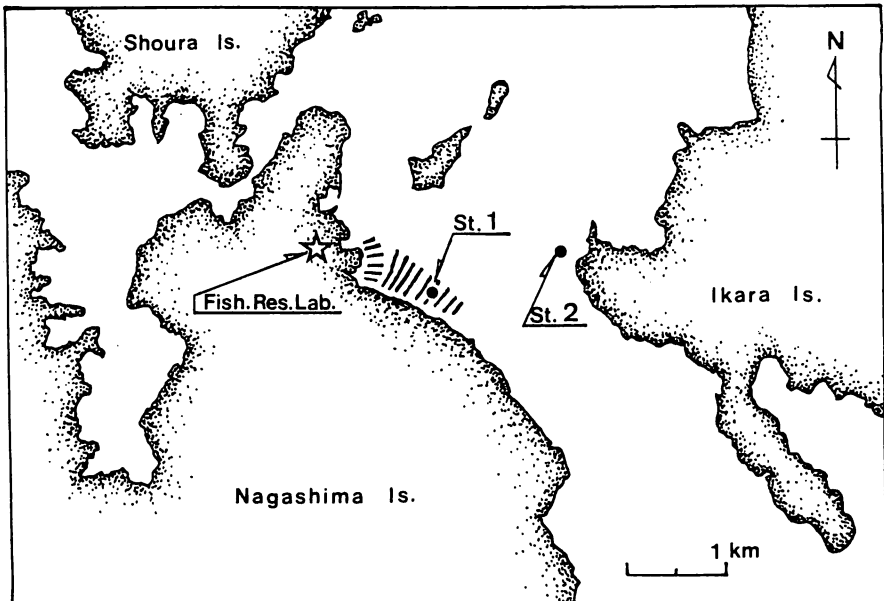


Fig.1. Map showing the experimental stations in Usui coastal fish farm located at northern part of Kagoshima prefecture near Amakusa islands. St. 1 is yellowtail culture farm, and St. 2 is non-fish farm.

調査 I は、1981年 8 月 5 日～24 日におこない、調査 II は、1980年 12 月 1 日～27 日に実施した。なお、St. 2 での調査は、調査 I のみおこなった。

トラップは、佐藤・沢田¹⁰⁾を参考として、筒長 25 cm、筒口径 8.5 cm でその筒長/口径比が 2.94 の市販の 2 l 容透明ポリビンを使用した。トラップの設置は、Fig. 2 に示す如く、重り (5 kg) を海底につけて、重りと浮標との間にトラップを係留し、中間浮きによってトラップの開口部を上方向へ垂直に吊り上げた。また、魚介類のトラップ内侵入を防ぐため、その開口部に、目合い 1 cm、径 0.5 mm のポリネットを取付けた。

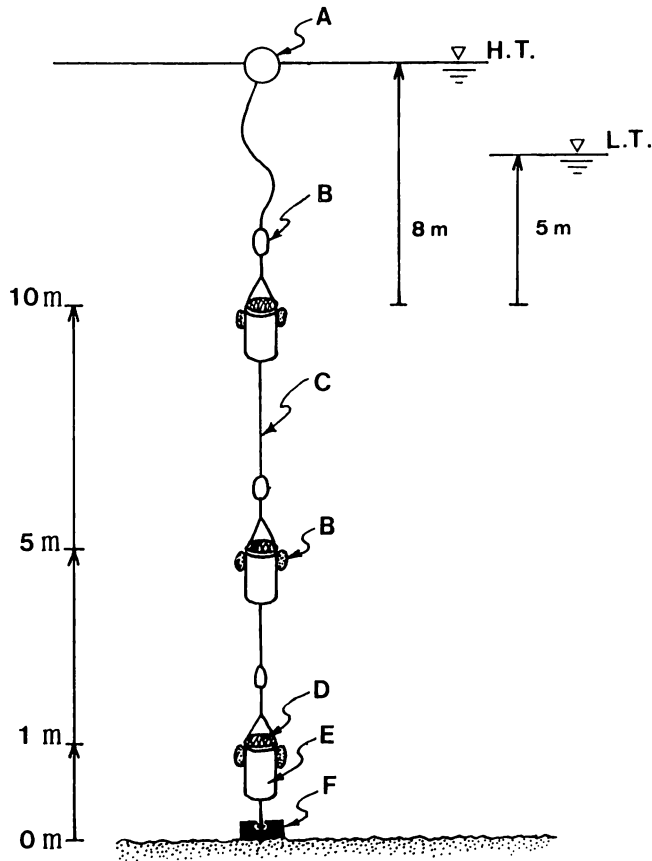


Fig.2. Schematic diagram of sediment trap placement.

A: bouy, B: float, C: cremona rope in 8mm diameter,
D: net cap, E: polyethylene trap (2 liters), F: weight.

トラップの係留深度は、海底から、1 m (底層)、5 m (中層) および10 m (表層) とした。また、トラップの係留期間は、沈降性物質の分解過程を知るために、1日間、2日間、4日間、7日間および10日間の4通りとした。

なお、その分解速度は田中¹¹⁾を参考として、次の式で表した。

$$W_t = W_0 \cdot e^{-D_c \cdot t}$$

D_c : 分解速度係数

t : トラップの係留期間

W_0 : 0日目の沈降性物質質量

W_t : t 日目の沈降性物質質量

それで、分解速度係数は Decomposition coefficient (D_c) とした。

試料は、採集後、速やかに実験室へ持ち帰り、2号ろ紙によってろ過し、60°Cで2日間乾燥後、秤量し、沈降物質量を求めた。強熱減量は、試料を乳鉢で粉碎後、550°Cで15分間燃焼し

算定した。有機物質量は沈降性物質量に IL を乗じて計算した。

有機炭素 (OC) 及び有機窒素 (ON) は、島津 CHN アナライザー (CHN-1A 型) を用いて分析した。また、全磷 (TP) は、豊田・他¹²⁾の手法で定量した。

結果および考察

調査 I で連日採集した養殖場 (St. 1) と非養殖場 (St. 2) における沈降性物質量は、トラップの係留層別に分けて、Fig. 3 および Table 1 に示した。いずれの定点においても、沈降性物質は底層ほど増加したが、逆に有機物質は底層ほど減少する傾向を示した。このことは、有機物質が水中を沈降しながら分解しているものと示唆される。

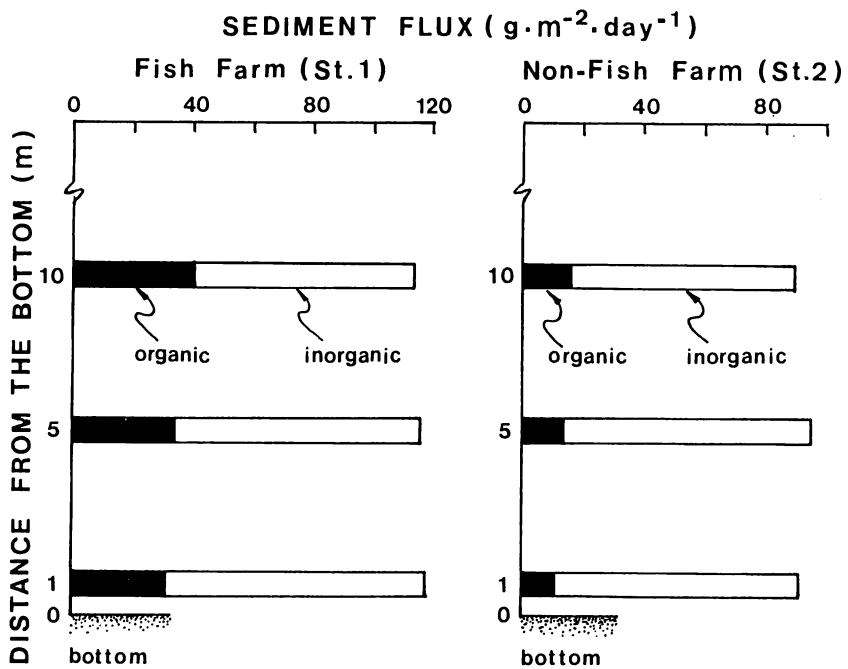


Fig. 3. Comparison of sediment flux composed with organic and inorganic flux for one day suspension period at 1m (deep layer) 5m (middle layer) and 10m (surface layer) distance from the bottom in yellowtail culture farm (St. 1) and non-fish farm (St. 2) on August in 1981. ■: organic flux, □: inorganic flux.

養殖場の平均沈降性物質量は、 $116.1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ であり、非養殖場のそれに比べて25%増にすぎなかったが、養殖場の平均有機物質量は、 $35.4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ であり、非養殖場の $13.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ に比べて2.5倍もの高い値が得られた。また、養殖場におけるOCおよびONはともに底層になる程、低い値を示した。しかし、TPは養殖場の底層程多く、 $1.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ と、非養殖場でその19倍もの高い値であった。これらのことから、OC、ONはTP

に比べて、沈降過程における分解速度が速いといえる。また、養殖場では、養魚に伴う残餌や代謝生産物質等の有機負荷、とくに TP の負荷が著しいことが伺われた。

一方、無機物質量は、各定点とも底層程多く、とくに養殖場の海底上 1 m で、 $86.6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ と最も高かった。このことは、底層になる程、底泥のまきあがり大きいものと考えられる。

調査 I (8月) および調査 II (12月) における係留期間別 OC, ON および TP の有機物質

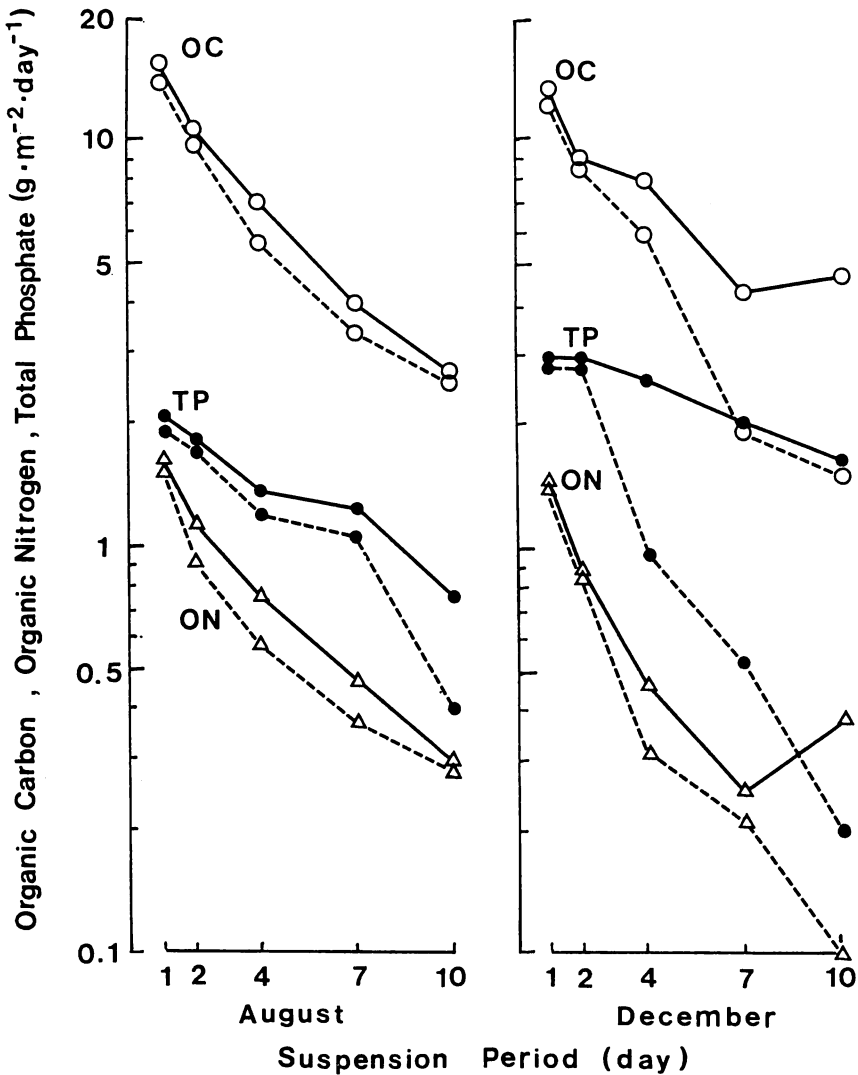


Fig.4. Variations of sediment flux in the course of suspension period at 5m (middle layer) and 1m (deep layer) distance from the bottom on August in 1981 and on December in 1980. —: 5m distance from botom, - - - - : 1m distance from bottom, ○: organic carbon, ●: total phosphate, △: organic nitrogen.

量は、Fig. 4 に示した。図中の実線および破線は、それぞれ養殖場の海底上 5 m 及び 1 m における沈降性物質質量を表したものである。いずれの調査においても、有機物質量は、OC、TP、ON の順に高く、トラップの係留期間が長くなる程、指数函数的に減少し、海底に近づくにつれて低い値を示した。

Table 1. Comparison of sediment flux in traps hung for one day at 1 m (deep layer), 5 m (middle layer) and 10m (surface layer) from the bottom in yellowtail culture farm (St. 1) and non-fish farm (St. 2) on August in 1981.

St.	Sediment Flux ($g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)			Organic Flux ($g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)			Inorganic Flux ($g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)			Organic Carbon ($g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)		
	surface	middle	deep	surface	middle	deep	surface	middle	deep	surface	middle	deep
1	114.2	116.0	118.1	40.1	34.6	31.5	74.1	81.4	86.6	17.3	15.3	14.2
2	89.1	95.2	92.6	15.8	14.0	11.9	73.3	81.2	80.7	5.3	6.1	5.3

(continued)

	Organic Nitrogen ($g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)			Total Phosphate ($g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)			Ignition Loss (%)			C/N		
	surface	middle	deep	surface	middle	deep	surface	middle	deep	surface	middle	deep
	1.9	1.6	1.5	1.6	2.1	2.0	35.1	29.8	26.7	9.1	9.6	9.5
	0.6	0.8	0.8	0.1	0.1	0.1	17.7	14.7	12.9	8.8	7.6	6.6

8月における10日間係留区の日平均OCおよびON量は、いずれの係留深度においても、1日間係留区のそれらの約80%減であった。TPにおいても同様な傾向がみられたが、海底上5mにおける10日間係留区の日平均TP量は1日間係留区のそれの65%減にとどまった。

一方、12月における有機物質量は、係留2日目以降から係留深度によって差がみられた。即ち、海底上5mにおける10日間係留区の日平均ON、OCおよびTP量は、1日間係留区のそれらの約75%、65%および45%の減少であった。なお、OCとONは、係留7日目から、増加の傾向を示した。それに対して、海底上1mにおけるそれらの減少割合は、いずれも約90%にも達した。このことから、12月における沈降性物質中の有機物分解速度は、8月のそれに比べて、とくに海底1mで速いことが伺われた。

Table 2. Comparison of decomposition coefficient (Dc) of organic sediment flux in the course of suspension period at 1m (deep layer), 5m (middle layer) and 10m (surface layer) distance from the bottom in yellowtail farm (St. 1) between August and December.

Month	WT (°C)	Organic Flux			Organic Carbon			Organic Nitrogen			Total Phosphate		
		surface	middle	deep	surface	middle	deep	surface	middle	deep	surface	middle	deep
Aug. 5-24	25-27	0.121	0.145	0.155	0.156	0.192	0.182	0.168	0.179	0.179	0.061	0.101	0.164
Dec. 1-27	16-18	—	0.107	0.239	—	0.118	0.243	—	0.156	0.305	—	0.068	0.250

Table 2は8月並びに12月における沈降性物質の分解速度係数 (decomposition coefficient ; Dc) についてまとめたものである。いずれの月においても有機物質の分解速度は、トラップの係留深度が増すにつれて、高い値を示した。

12月の沈降物質の分解速度係数は、8月のそれと比較して、底層で30%~70%高く、逆に中層において13%~40%低い値を示した。また、12月におけるON, TP およびOCの底層での分解速度係数は、それぞれ0.305, 0.250 および0.243であり、中層のそれに比べて2~4倍であった。このように、底層において、分解速度が速いのは、有機物質が沈降中にかなりの分解を受ける⁶⁾ためといえる。

畑¹³⁾は、浅海域におけるトラップ中の捕集量の増加や減少の現象は、水深、有機物量、季節などの環境条件により異なると述べているとおり、本調査で得られたトラップ内における沈降性物質の減少は、バクテリア¹⁴⁾、植物プランクトンおよび動物プランクトンなどによる有機物質の分解・無機化に基くものと考えられる。従って、今後、沈降性物質の分解・再生産過程を明確に把握するために、トラップ内における生態的諸要因の変動についてマイクロゾムの検討を加える必要がある。

文 献

- 1) HANADA, N. (1970) : Biogeochemical studies on the decomposition processes of major organic constituents of marine particulate matter. Proc. Second Symp. Nitrogen Fixation Nitrogen Cycle, 82-92.
- 2) ISEKI, K., F. WHITNEY and C. S. WONG (1960) : Biochemical changes of sedimented matter in sediment trap in shallow coastal waters. *Bull. Plankt. Soc. Japan*, 27, 27-36.
- 3) BLOMQUIST, S. and L. HAKANSON (1981) : A review on sediment traps in aquatic environments. *Arch. Hydrobiol.*, 91, 1, 101-132.
- 4) 窪田敏文 (1977) : “浅海養殖と自家汚染”, 9-18 (恒星社厚生閣, 東京).
- 5) 萩野静也 (1977) : “浅海養殖と自家汚染”, 31-41 (恒星社厚生閣, 東京).
- 6) 畑 幸彦・片山九五 (1977) : “浅海養殖と自家汚染”, 52-66 (恒星社厚生閣, 東京).
- 7) 加来靖弘・渡辺勇二郎 (1981) : 魚類養殖漁場における沈降と堆積. “内湾沿岸域における沈降・堆積過程”, 107-125 (日本水産資源保護協会, 東京).
- 8) 門脇秀策・加世堂照男・中菌貫幸・平田八郎 (1978) : 浅海養殖漁場における DO の航走連続記録—II. 給餌に伴う浮遊懸濁物の拡散. 鹿大水紀要, 27, 281-188.
- 9) 門脇秀策・加世堂照男・中菌貫幸・山下八百喜・平田八郎 (1980) : 浅海養殖漁場における沈降性物質量と給餌量ならびに餌質との関係. 鹿大水紀要, 29, 217-224.
- 10) 佐藤義徳・沢田保夫 (1979) : 内湾で使用する海中沈降捕集器に関する研究. 東海区水研報, 100, 91-99.
- 11) 田中啓陽 (1977) : “浅海養殖と自家汚染”, 42-51 (恒星社厚生閣, 東京).
- 12) 豊田恵聖・赤川郁夫・岡部史郎 (1981) : 清水港及び巴川における底泥の有機物質について. 東海大紀要海洋学部, 14, 67-80.
- 13) 畑 幸彦 (1979) : 海洋, 主として沿岸域における沈降粒子捕集器とその捕集物. 海洋科学, 11, 996-1002.
- 14) ITURIAGA, R. (1979) : Bacterial activity related to sedimenting particulate matter. *Mar. Biol.*, 55, 157-169.