

大阪湾における陸起源有機物の供給と堆積状況に関する研究

長尾誠也

金沢大学環日本海域環境研究センター教授

1. はじめに

大阪湾における生物生産性を維持するためには、海洋環境の理解とともに流域環境からの陸起源物質の特徴とその供給量、供給機構を把握し、沿岸生態系との関係を理解する必要がある。近年、集中豪雨の頻度と回数の増加、あるいは土地利用形態の変化により、陸域から沿岸域への陸起源物質の特徴や供給量の変化が予想される。特に沿岸生態系を考えた場合、陸起源有機物の特徴、供給量、供給機構の変動を評価しなければならない。

本研究では、そのさきがけとなる研究として、粒子態有機物の炭素同位体比 ($\Delta^{14}\text{C}$ 、 $\delta^{13}\text{C}$) とリグニンフェノールに着目し、陸域の起源として淀川河川水懸濁粒子の特徴を把握するとともに、大阪湾表層堆積物の有機物の炭素同位体比とリグニンフェノールを測定し、その水平分布から陸起源有機物の堆積状況を明らかにし、沿岸生態系との関係を評価する。

2. 研究方法

大阪湾表層堆積物は、瀬戸内海区水産研究所所属しらふじ丸「第2回瀬戸内海低次生物生産調査」航海（2010年7月21日～7月28日）において、KK式採泥器により深さ9～12 cmの柱状試料を大阪湾の定点5測点で採取した（図1）。採取した堆積物は、船上で深さ10 cmまでは1 cm間隔、10 cm以深では2 cm間隔でカットした。河川水中の懸濁粒子は、淀川上流（宇治川）の御幸橋において、2005年の5月と2010年の11月に河川の流心で採取した河川水120～160Lから、連続遠心器により分離した。堆積物と懸濁粒子は凍結乾燥後にメノウ乳鉢で粉碎し、粉末化した。

堆積物と河川水懸濁粒子は、0.1M塩酸で炭酸塩を除去、ミリQ水で洗浄後に凍結乾燥し、再度メノウ乳鉢で粉末化した。有機物のC-14/C-12の測定は、日本原子力研究開発機構青森研究開発センターむつ事務所の加速器質量分析計を使用した(Aramaki et al., 2000)。測定した値は $\Delta^{14}\text{C} = (((\text{pMC}/100) - 1) \times 1000)$ として表した。また、C-13/C-12の測定は、質量分析計により行い、 $\delta^{13}\text{C}$ 値として表した。堆積物と懸濁粒子の有機炭素含量、全窒素含量は元素分析計により測定した。リグニンフェノール含有量と組成は、粉末試料10 mgをパイロヒールに分取し、内部標準（n-C₁₉脂肪酸）液とTMAHメタノール溶液を加えて乾燥させた後に、熱分解装置にて加熱後にGC質量分析計により

測定した（山本，2000）。堆積物の堆積速度を見積もるために、低バックグランド Ge 検出器により、Pb-210、Cs-137 放射能濃度を測定した。

3. 結果と考察

3.1 表層堆積物の特徴

2005年5月に採取した淀川河川水懸濁粒子と大阪湾表層堆積物0～2 cmの測定結果の平均値を表1に示した。有機炭素含有量とC/Nモル比は、河口域に近い測点1で最も高く、河口から距離が離れるに従って減少する傾向を示した。堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、測点1が-24.1‰、それ以外の測点では-21.6～-21.1‰と、明らかに構成される有機物の起源の違いが示唆される。測点1の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値と同様に、測点2～6の平均値は-113±20‰に比べて低い値であった。測点2から測点6までのC/Nモル比、 $\delta^{13}\text{C}$ 値、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値は、十勝川沖の大陸棚堆積物で報告されている値（Nagao et al., 2005）とほぼ一致することから、海洋起源の有機物が大部分を占めていると考えられる。大阪湾表層堆積物の $\delta^{15}\text{N}$ 値は測点1で最も低く、測点3で極大を示す分布であった。また、陸上の高等植物のバイオマーカーとして利用されているリグニンフェノール含有量が、測点1で高い値を示した。以上の結果より、河口域付近の測点1では、淀川からの陸起源有機物の堆積が卓越していると考えられる。

3.2 堆積物の鉛直分布と堆積環境の変動

図2には、全有機炭素含有量、C/Nモル比、 $\delta^{13}\text{C}$ 値、および、 $\delta^{15}\text{N}$ 値の鉛直分布をプロットした。全有機炭素含有量は、鉛直的にも河口域付近の測点から沖合に離れるに従って減少する傾向を示した。また、測点1と測点2～6では、全有機炭素含有量以外の鉛直分布の特徴に大きな違いが認められる。測点1のC/Nモル比は8.9～11.9、 $\delta^{13}\text{C}$ 値は-25.8～-23.8‰であり、採取された堆積物の深さ間で、陸起源有機物の寄与が卓越していることを示している。

図3には、測点1で採取した堆積物の有機物に関連したパラメーターの測定結果を示した。堆積物の深さ0～2 cmのC/Nモル比と $\Delta^{14}\text{C}$ 値は2 cm以深の値に比べて極端に低く、 $\delta^{13}\text{C}$ 値と $\delta^{15}\text{N}$ 値は若干高い値を示した。一方、深さ7～10 cmの堆積物では、上下層に比べてC/Nモル比と $\Delta^{14}\text{C}$ 値は高く、 $\delta^{13}\text{C}$ 値と $\delta^{15}\text{N}$ 値は若干低い値を示した。これらの結果は、明らかに有機物の特徴が異なる河川懸濁粒子が供給されて堆積したことを示している。図2を見ると、測点1に比べて変動幅は小さいが、測点2～6の堆積物のC/Nモル比、 $\delta^{13}\text{C}$ 値、および、 $\delta^{15}\text{N}$ 値には、それぞれの測点で極大値、あるいは極小値が観測されている。例えば、C/Nモル比の極大値は、測点2で3～4 cm、測点3では12～14 cm、測点4で4～5 cm、測点6では6～7 cmであった。堆積速度を見積もり、時間軸を導入する必要があるが、陸域からの粒子の供給量、あるいは、海洋の生物生産量の変動、海流の変化等により、大阪湾全域にわたり、粒子の堆積環境が変動した可能性が考えられる。

4. 結論

淀川河川から供給される陸起源有機物は、大部分は河口域に堆積し、その堆積は深さ 0~14 cm 間で変動していた。このような堆積環境の変化は、大阪湾の他の測点でも観測された。以上の結果から、大阪湾の有機物の堆積には、河川流域からの陸起源有機物の供給源と供給量の変動、あるいは、海洋での生物生産量、海流等の変動が関与し、現在でも堆積環境は変動している可能性が示唆された。

謝辞

本研究で分析した大阪湾堆積物は、独立行政法人水産総合研究センター・瀬戸内海区水産研究所の樽谷賢治氏により採取された。リグニンの分析では、北海道大学工学部の福嶋正巳先生に GC 質量分析計を、元素分析と同位体比分析では石川県立大の米林甲陽先生に質量分析計をお借りした。また、有機物の放射性炭素測定は、日本原子力研究開発機構の施設共用制度を通して、青森研究開発センターむつ事務所の加速器質量分析計により実施した。ここに感謝の意を表します。

引用文献

Aramaki, T., et al. (2000) The AMS facility at the Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI). *Nucl. Instr. and Meth. B*, **172**, 18-23.

Nagao, S., et al. (2005) Combined use of $\Delta^{14}\text{C}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values to trace transportation and deposition processes of terrestrial particulate organic matter in coastal marine environments. *Chem. Geol.*, **218**, 63-72.

山本修一 (2000) TMAH 法による高分解環境変動のための基礎的検討. 創価大学教育学部論集. **49**, 61-78.

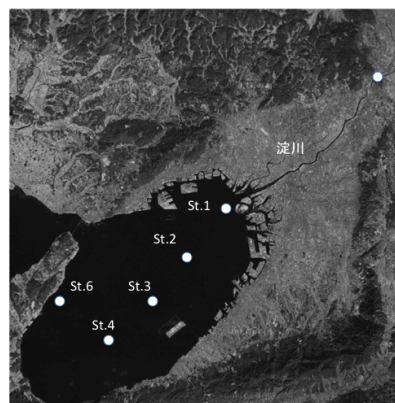


図 1 試料採取地点

表 1 淀川河川水懸濁粒子と大阪湾底泥堆積物の特徴

	Site	Water depth (m)	TOC (%)	C/N molar ratio	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\Delta^{14}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	Lignin (mg/COg)
River SS	Yodo River		6.1	8.7	-25.8	-144	n.m.	n.m.
Marine sediment	St.1	10	2.9	10.5	-24.1	-313	6.4	0.67
	St.2	18.2	2.41	8.9	-21.1	-113	7.4	0.058
	St.3	20.8	2.03	8.1	-21.3	-104	8.2	0.13
	St.4	24	1.67	8.2	-21.4	-98	7.6	0.012
	St.6	51.3	1.21	7.6	-21.6	-139	7.2	0.048

n.m.=未測定。リグニンは0～1 cmのデータ。

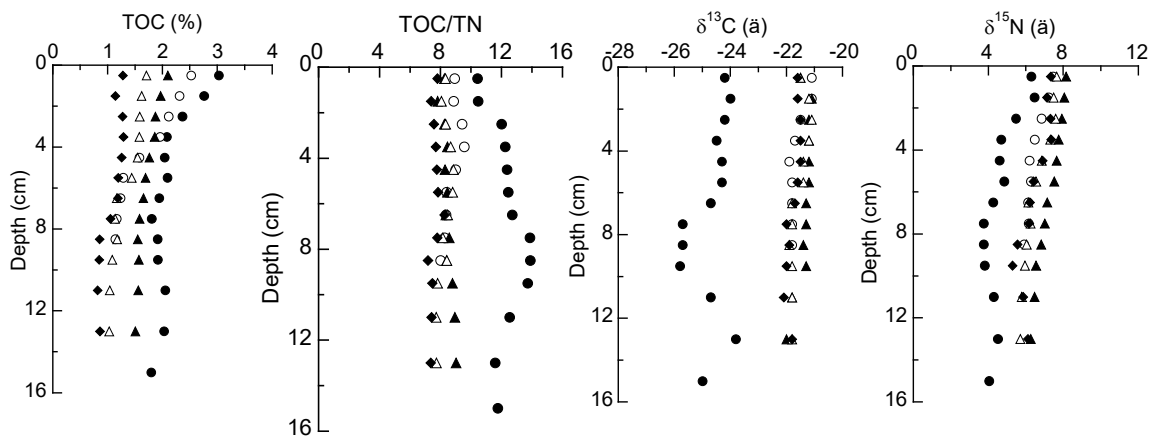


図 2 大阪湾底泥堆積物の特徴 St.1 ●, St.2 ○, St.3 ▲, St.4 △, St.6 ◆.

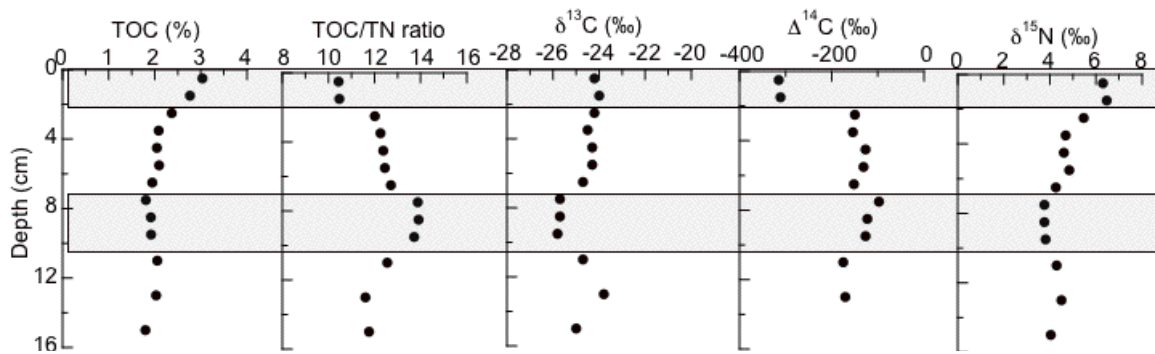


図 3 測点 1 における有機炭素含有量、C/N 比、および、炭素・窒素同位体比