

陸起源有機物の影響を考慮した大阪湾底質の類型化と
底生動物分布との関係に関する研究

佐野 雅基

(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所 主幹研究員

共同研究者 横山 壽

京都大学学際融合教育研究推進センター 特定教授

[研究目的]

近年大阪湾では、基幹漁業である底びき網の主要漁獲対象であるシャコやマコガレイなど、底生魚介類の漁獲量が減少し、大きな問題となっているが、その原因は明らかになっていない。本研究では、複数の環境指標を総合して大阪湾の海域区分を行うとともに、海底堆積有機物に占める陸域由来有機物を炭素安定同位体比により明らかにする。併せて底生動物の分布調査を行い、海域区分と底生動物の分布との関連性を明らかにして、底生魚介類不漁要因解明の一助とすることを目的とする。

[研究方法]

1. 底質の主成分分析による海域区分と
海底堆積物の有機物起源推定

大阪湾内の 31 点 (図 1) で、2013 年 8 月 27、28 日に採集した海底堆積物 (表層 1cm) の粒度組成 (含泥率、中央粒径値 (Mdφ)、淘汰度、歪度) 全有機態炭素量 (TOC)、全窒素量 (TN)、炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$)、窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) および酸揮発性硫化物態イオウ量 (AVS) を分析した。この採集には、KK 式コアサンプラー、アクリルパイプ (内径 4.3cm × 2 本) 内蔵式エクマンバージ型採泥器またはスミスマッキンタイヤー型採泥器を用いた。併せて海底直上の溶存酸素 (DO) を蛍光式溶存酸素センサー付 CTD

(JFE アドバンテック、ASTD102) により測定した。これらの分析・測定値 (Mdφ、淘汰度、歪度、TOC、TN、C:N 比、 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 、AVS 及び底層水の DO) について相関行列に基づく主成分分析を行った。成分 1 と成分 2 の主成分得点をもとに、標準化ユークリッド平方距離を測度とした Ward 法によるクラスター分析を行い、海域の類型区分を行った。また、2013 年 6 月 4 日、8 月 6 日および 10 月 7 日に大阪湾中央部 (135° 10.73' E, 34° 29.95' N) の水深 5 m 層より採集した海水中の懸濁態有機物 (POM) の $\delta^{13}\text{C}$ 値を測定し、その平均値 X を求めた。陸起源有機物の $\delta^{13}\text{C}$ 値として温帯における C_3 植物の一般値 -27‰ を採用し、堆積物中有機物 (SOM) に占める陸起源有機物 (TOM) の割合を次式により推定した。

$$\text{TOM (\%)} = 100 (X - \delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}}) / (X + 27)$$

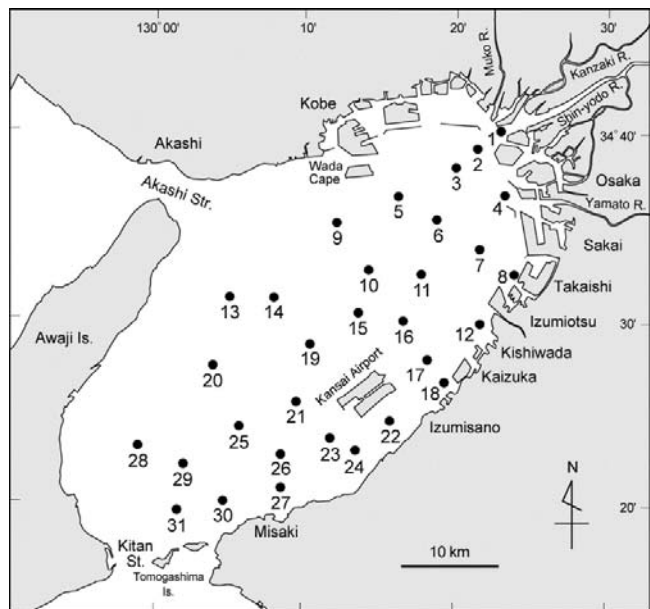


図 1 大阪湾における底質調査の地点

2. 底生動物の分布調査

メガベントスの採集は2013年5月、11月に大阪湾内の25調査点（図1のStns 2、6、7、10、16、19を除く点）で行った。採集には大阪湾で操業している小型底びき網の一種である石桁網（桁幅1.8m）に袋網の目合いが5mmのカバーネットを被せたものを2丁用い、これを各調査点で10分間曳網した。曳網開始点と終了点の位置をGPSで測定して曳網距離を算定した。採集物は研究所に持ち帰り、種査定、個体数の計数、湿重量測定を実施した。1991年11月、1992年5月に同様の漁具・調査点で実施した調査結果と単位面積あたりの個体数、質重量の比較を行った。

[結果と考察]

1. 底質の主成分分析による海域区分と海底堆積物の有機物起源推定

採集した海底堆積物の含泥率は23点で90%以上を示し、湾奥部と紀淡海峡北部では99%以上となった。MdφはStns 1、4を除く湾奥部と紀淡海峡北部の海域では7以上を示し、細かい粒径であった。淘汰度は関西空港北側水域と紀淡海峡北部では2.0未満でよく淘汰された堆積物であった。歪度は湾奥部および紀淡海峡北部の水域では、ほぼ0.1から-0.1の範囲にあり、粒度分布が左右対称に近かった。このように紀淡海峡北部海域において、細かな粒径で、淘汰度もよく、粒度分布が整った、湾奥部と類似性が高い粒度組成がみられたことが特徴的であった。TOCとTNは湾奥部でTOCは20mg/gDM以上、TNは2.5mg/gDM以上を示し高くなったが、紀淡海峡に向け減少する傾向がみられた。また、湾東部のごく沿岸域にTOC、TNとも低くなった点（Stns 8、18）があった。C:N比は淀川河口部の湾最奥部のStn 1と岸和田地先のStn12で9以上を示したが、概ね湾奥部から紀淡海峡に向け低下する傾向がみられた。δ¹³CはStn 1で-24.8‰ともっとも低く、淀川河口部から離れると急激に増加した。Stn 1および-22‰未満となった湾奥部沿岸域4点（Stns 2、4、8、12）を除く26点のδ¹³Cは-21.9‰から-20.9‰の範囲にあり、差異は小さかった。δ¹⁵Nは6.0～8.7‰の範囲にあり、淡路島東岸沖の湾中央部の地点で8.0‰以上と高く、湾奥部から東部沿岸域および紀淡海峡北部の海域で7.0‰未満と低かった。

大阪湾中央部の5m層から採集した懸濁態有機物（POM）のδ¹³Cの平均値は-20.7‰であった。この値を基に求めた堆積物中有機物（SOM）に占める陸起源有機物（TOM）の割合は、淀川河口のStn 1では65%と高かったが、20%以上を示す範囲は大阪市地先から高石市地先にかけての距岸2km以内の5点（Stns 1、2、4、8、12）に限られており、本調査域のほとんどで海起源有機物がSOMの80%以上を占める結果となった（図2）。

AVSは淀川河口部のStn 1で最高値の3.4mg/gDMを示し、湾奥部の4点（Stns 2～4、7）では1.0mg/gDM以上となった。和田岬と岬町を結ぶ線より東側では水産用水基の0.2mg/gDMを上回る点が多くみられ、特に

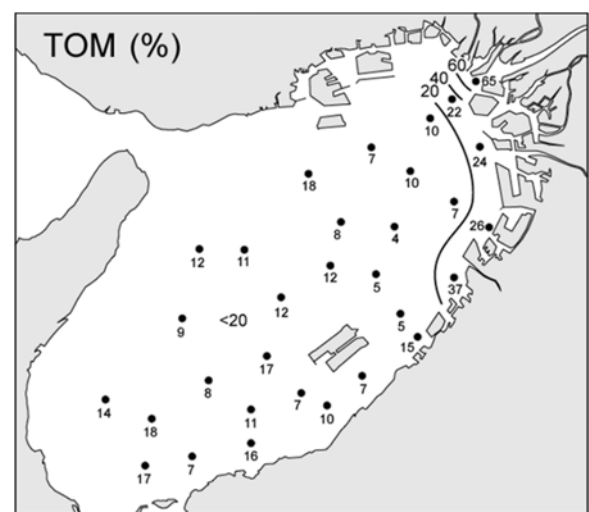


図2 堆積物中有機物に占める陸起源有機物の割合

関西空港島南部の Stn 24 では 1.3 mg/gDM と高くなった。しかし、湾奥部沿岸の Stn 8 では 0.06 mg/gDM の低い値もみられた。DO は和田岬と泉佐野を結ぶ線より南西方向の海域では 5 mg/L 以上であったが、これより北東方向では急減し、神戸市から貝塚市沖の沿岸水域ではほぼ 1 mg/L 未満となり、貧酸素水塊が形成されていた。

底質分析値と底層 DO 測定値の主成分分析の結果を表 1 に示す。第 1 主成分の寄与率は 39.5%，第 2 主成分の寄与率は 32.6% で、両者により全変動の 72.1% が説明される。第 1 主成分の固有ベクトルについては $Md\phi$ が負の、淘汰度、歪度および DO が正の大きな値を示した。第 2 主成分の固有ベクトルについては TOC と TN が正の大きな値となり、C:N 比と AVS も比較的大きな正の値を示した。第 1 主成分と第 2 主成分の主成分得点に基づくクラスター分析の結果、31 地点は A、B、C、D および E の 5 グループに区分された (図 3)。A 区分は和田岬と貝塚を結ぶ線より北東方向の湾奥部 (最奥部 Stn 1 を除く)、B 区分は A 区分の南西方向で和田岬沖から関西空港島沖を経て阪南地先にかけての水域、C 区分は B 区分西側の大阪湾中央部、D 区分は C 区分西側の淡路島東岸沖、E 区分は紀淡海峡北方水域と堺北港岸壁東側の Stn 8 及び貝塚沖の Stn 18 を含む水域である。この 2 点は TOC、TN や AVS が比較的低い値だったため、両点が近接する A 区分・B 区分ではなく紀淡海峡北部の調査点との類似性が高くなった。

表 1 第 1 主成分および第 2 主成分の固有値、寄与率および環境項目の固有ベクトル

	PC1	PC2
Proportion (%)	39.5	32.6
Factor loading		
$Md\phi$	-0.73	-0.56
σ_1	0.76	0.44
Sk_I	0.78	0.5
TOC	-0.37	0.86
TN	-0.19	0.83
C:N ratio	-0.57	0.62
$\delta^{13}C$	0.59	-0.10
$\delta^{15}N$	0.62	0.46
AVS	-0.61	0.63
DO	0.79	-0.19

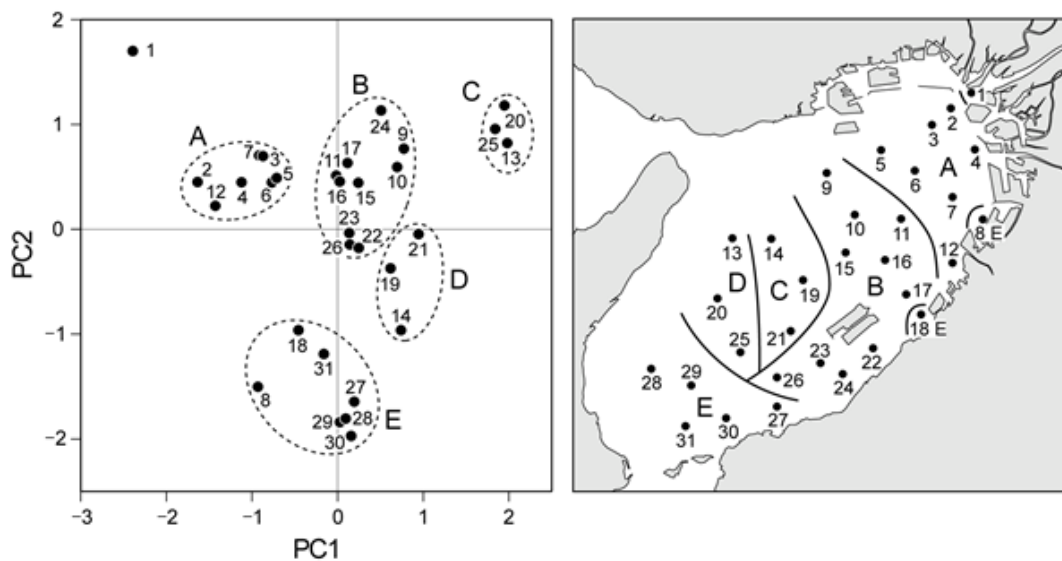


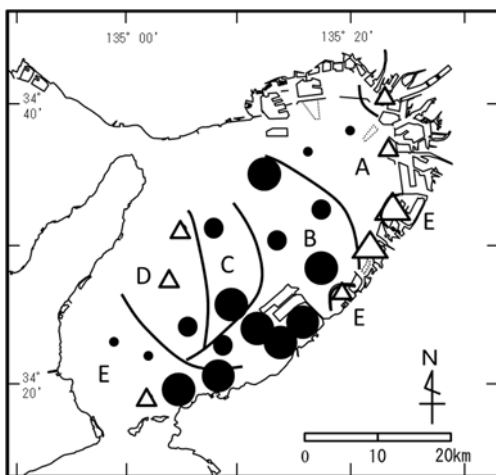
図 3 底質・水質 10 項目の相関行列に基づく主成分分析による海域区分

2. 底生動物の分布調査

2013年5月の採集は5月21、22、23日（以下、5月調査とする。）に行い、195種のメガベントス（魚類を含む）を採集した。2013年11月の採集は11月22、27日、12月2日（以下、11月調査とする。）に行い、171種のメガベントス（魚類を含む）の採捕があった。1haあたり10,000個体以上のメガベントスの採集があったのは5月調査時のStns 9、11、15、17、23、24であった。これらの点はすべてB区分であった。単位面積あたりメガベントス個体数は5月調査から11月調査にかけてStns 14（C区分）、26（B区分）、31（D区分）以外の点で減少した。1haあたり20kg以上のメガベントスの採集があったのは5月調査のStns 8、9、11、18、22、25、26と11月調査のStns 9、14、18、26で、A区分の点は含まれなかった。単位面積あたりメガベントス湿重量はStns 12、14、15、20、23、26、29、30で5月調査より11月調査の方が多くなった。

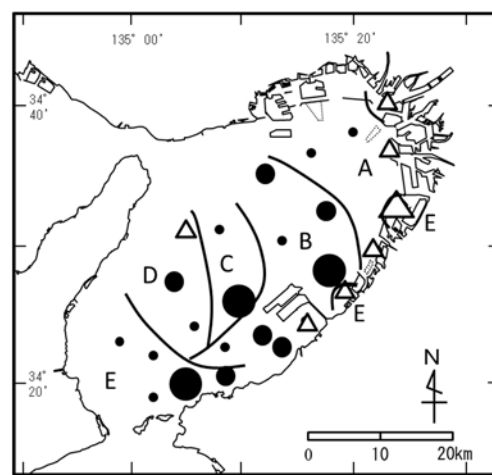
1991年11月、1992年5月に実施した同様の調査と採集されたメガベントスの個体数、湿重量を比較したところ、5月は最奥部のStn 1、A区分の沿岸域及びE区分の湾東岸の点（Stns 8、18）で個体数、湿重量とも減少傾向を示し、B区分では個体数、湿重量とも増加を示す点が多くみられた（図4、5）。11月の個体数の比較では、A区分はStn 4で増加傾向となったが、他の点で概ね減少傾向を示した。B区分では1点（Stn 11）を除き大きく増加した。紀淡海峡北部のE区分は全点で減少した。11月に採集されたメガベントス湿重量は、最奥部のStn 1と紀淡海峡北部のE区分で減少したが、その他の点では増加傾向を示した。

湾奥部のA区分は、全体的に堆積物のTOC、TN、AVS、C:N比の値が高くメガベントスの減少傾向がみられた海域区分であった。B区分は、幾つかの調査点でTOC、TN、AVSの値がA区分と同レベルであったが、メガベントスについては全体的に増加傾向がみられた海域区分となった。また、湾東部沿岸のE区分の2点（Stns 8、18）では、これらの値が、紀淡海峡北部の調査点と同じ低レベルであったが、5月のメガベントスは個体数・湿重量とも減少した海域区分となった。このように海域区分により、堆積物の状況とメガベントス増減の関係性は異なる傾向がみられた。



● : 4倍以上 ● : 2倍以上4倍未満
 ● : 1倍以上2倍未満
 △ : 0.1倍以上1倍未満 △ : 0.1倍未満

図4 1992年5月と2013年5月のメガベントス個体数比較



● : 10倍以上 ● : 5倍以上10倍未満
 ● : 1倍以上5倍未満
 △ : 0.1倍以上1倍未満 △ : 0.1倍未満

図5 1992年5月と2013年5月のメガベントス湿重量比較