

日本海底質中の多環芳香族化合物の特性に関する予察的考察

金沢大学大学院自然科学研究科

小河原 俊也

金沢大学大学院自然科学研究科

(正)古内 正美・塚脇 真二

1. はじめに

近年、環日本海域の国々(ロシア, 北朝鮮, 韓国, 日本)において, 経済成長と工業・産業の進展により環境中に放出される汚染物質質量が増加してきており, 工場や石油プラントなどが集中する港湾部の堆積物中などでは, 汚染物質含有量が非常に高く, 海水の混濁のレベルも高い。また, 中国は日本海に直接面してはいないが, 急速な経済成長に伴い, 排出源対策が十分に行われないうまま, 汚染物質の放出量は増加の一途を辿っている。

このような環日本海域・中国で発生する人為起源の汚染物質は, 大気流動や河川, 海流によって周辺国へ輸送され, 環境汚染の広域化が懸念されている。日本海は, こうした沿岸・近隣部の発生源からの汚染物質の流入・蓄積場所として重要な位置を占めると考えられる。その第1の理由は, 沿岸部工業地帯・港湾部からの排水や排ガス中成分の直接流入, 黄砂のような中国大陸からの大気流動による輸送, 中国河川(黄河, 長江等)の流れ込みで汚染された黄海・東シナ海を經由して日本海に入る海流による輸送, 河川による沿岸国内陸の工業・生活排水に含まれる汚染物質の輸送・供給が, 日本海の汚染状況に大きく影響していると考えられる点である。第2の理由は, 日本海が持つ特徴, すなわち, 最大水深が約3700m以上と外洋に引けを取らない深い「いれもの」であること, 隣接する外洋との連絡部分(間宮, 宗谷, 津軽, 対馬海峡)の水深がすべて150m以下と非常に浅く, 著しく閉鎖的な形状であることが, 汚染物質の長期的な滞留・蓄積をもたらし, 汚染を深刻化している可能性があるためである^{a)}。

本研究は, 塚脇らによる日本海の海洋調査で得られた数多くの底質(日本海底堆積物の表層)試料を分析対象として, 試料中の多環芳香族化合物(PAHs)の濃度を分析することで人為起源汚染物質による日本海底質の汚染の現状を明らかにしようとするものであり, 日本海沿岸を流れる対馬海流に沿う点と, 海流の影響が少ない点(日本海盆, 大和碓)および日本沿岸部の河川からの流れ込みの影響が少ないと考えられる点(マツ海山)を比較検討することから, 汚染の特性を考察した。

2. 試料採取地点および採取方法

分析対象とした試料は, 塚脇らが1999~2004年の間に日本の経済水域内で実施した淡青丸(JAMSTEC(前・東京大学海洋研究所)所属)調査時に採取した堆積物試料である。分析対象とする試料の採取点をFig.1に示す。日本西岸部の対馬海流沿い(No.1~10)と対馬海流沿いに位置するが地上河川の流入の影響が比較的少ないと考えられるマツ海山頂上(A, B), 海流の影響が少ないと考えられる日本海盆(C), および大和碓(D)の各点である。

対馬海流は, 日本海へ流入する唯一の海流であり, 日本海へ入ってからは本州沿岸寄りを北東に向かって流れ, 全体の50~100%, 平均78%相当は津軽海峡から太平洋へ流れ去る。残りは北海道西岸を流れ, 宗谷海峡からオホーツク海へ出て行く。対馬暖流の流量は3~7万ton/s, 流速は0.54km/hと見積もられているが, これらはそれぞれ黒潮の1/10, 1/4であり, 比較的弱い流れである^{b)}。また, 季節によって蛇行や三分岐で流れることも知られているが, 対馬海流は汚染物質の輸送に重要な役割を果たしていると考えられる。

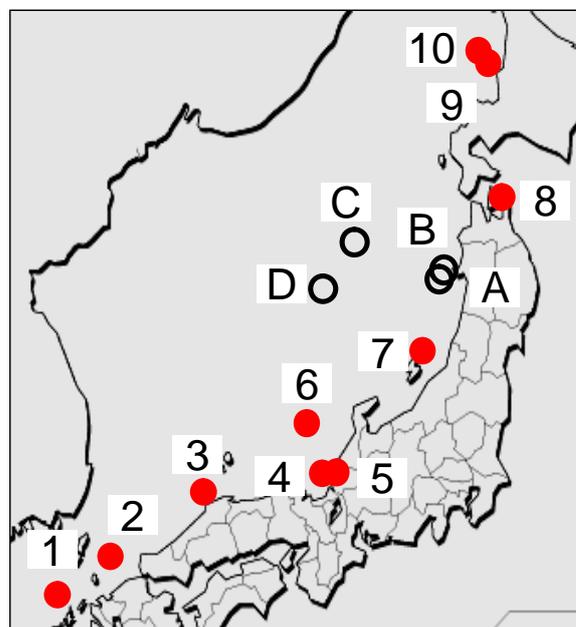


Fig.1 Sampling locations

3. 試料前処理・分析方法および分析成分

底質試料の分析前処理手法として、アルカリ分解法を採用した。この方法は、底質試料を乾燥させ、KOH/EtOH(水酸化カリウム/エタノール)を加えて12時間水平振とうする。その後、吸引ろ過、鉛直振とうを経て、ヘキサンに抽出し、抽出液を減圧乾固させる。Sep-Pak Plus Silica (Waters社製)に抽出試料を通液して液中のPAHsをシリカゲルに保持した後、DMSOを添加して窒素でヘキサンを揮発させ、アセトニトリルに転換後、HPLC(アセトニトリル/超純水混合移動相)で分析した。

分析対象とする成分は、我々の生活上で容易に発生し、環境影響評価への有効性を考慮して、多環芳香族炭化水素(PAHs)に着目する。PAHsは多種多様であるが、本研究ではNap、Ace、Flu、Phe、Ant、Flu、Pyr、BaA、Chr、BbF、BkF、BaP、DBA、BghiPe、IDPの15成分とした。

4. 結果および考察

各採取点での総PAHs濃度を、3環以下の低沸点成分と4環以上の中・高沸点成分の比率も合わせてFig. 2に示した。場所による差異は多少あるが、全サンプルの平均総PAHs濃度は $25.9 \pm 5.5 \text{ ng/g-dry}$ と比較的一定している。日本海沖合でも、竹島近傍の約2000mの深海底で 300 ng/g-dry (24成分)を超えるような場合も報告されているが³⁾、少なくとも日本海沿岸部と中央付近では、卓越して濃度が高い場所はない。

場所による差異が全体的に少ないため、傾向はそれほど明確ではないが、日本海の入り口(対馬海峡, No.1)を最小として、日本海内部を海流下流に向かうに従って、若狭湾沖(No.4)付近まで総PAHs濃度が上昇している。また、下流に向かうに従い4環以上の成分の比率が増加することが見て取れる。これをFig. 3のように成分間比率の変化で示すとより明瞭になる。この成分間比率からも海流の下流にいくにしたがって、中・高沸点系の比率が増加している。これは、流入河川による汚染物質の供給、そして東シナ海水中の汚染物質が拡散し、より微小な成分が遠方まで運搬されたことが考えられるが、それを断定することは今の段階ではできないため、今後その観点からの研究が必要となる。また、北海道・留萌沖の2か所で、5-6環成分の比率が増加していることも注目されるが、これらの高沸点系成分はPAHsの中でも特に人為起源の影響に密接に関連しているため、本州沿岸とは異なった人為起源汚染の影響が推察される。

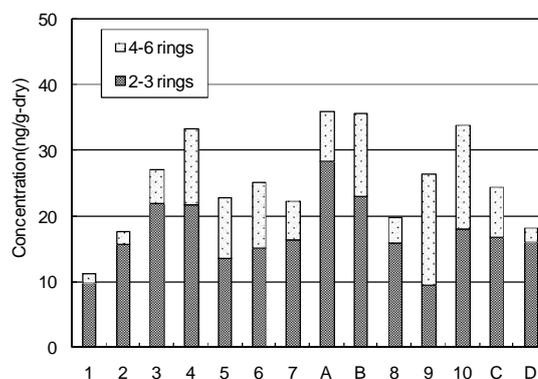


Fig.2 Total PAHs concentrations at each sampling site in the order of Tsushima Current

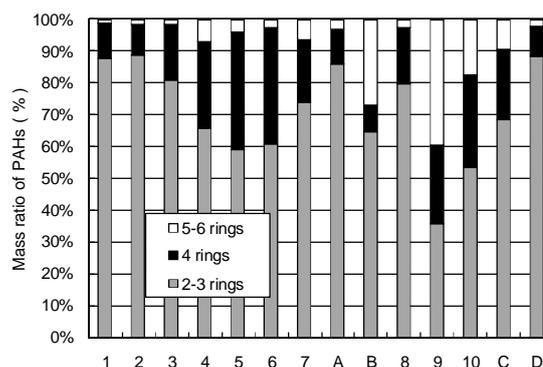


Fig.3 Mass ratios of 2-3, 4 and 5-6 rings of PAHs in total PAHs concentration at each sampling site.

5. まとめ

海流に沿って総PAHs濃度が増加するが、その濃度は太平洋海底と類似しており、比較的一様な分布である。

海流に沿って高沸点系のPAHs成分比率が高くなる傾向があり、留萌沖では顕著であった。

参考文献

- 蒲生俊敬, 日本海の底層循環, 科学, 65(5), pp.316-323, 1995.
- Naganuma, K., The Oceanographic Fluctuations in the Japan Sea, *Kaiyo Kagaku*, 2, pp.183-187, 1977(in Japanese).
- Yim, U.H., Oh, J.R., Hong, S.H., Li, D.H., Shim, W.J., Choi, H.K., Kim, E.S., Shim, J.H., Trace Organic Contaminants in Sediments from Deep-sea Basin near Dokdo, Korea, *Ocean and Polar Research*, 24 (4), pp. 391-398, 2002.