

タンカー沈没影響調査（海水および動物プランクトン中の多環芳香族炭化水素（PAHs）の測定と水産生物への影響評価結果概要報告）

瀬戸内海区水産研究所
環境保全研究センター

要旨

東シナ海 3 地点（St4、St27 および St44）それぞれ 3 水深（0.5 m、10 m、および 50 m）より採水した海水試料について、米国環境保護庁（EPA）で規制対象として指定されている 16 種の PAHs 濃度を GC/MS を用いて調べた。このうち 9 種の PAHs について定量下限値を上回る濃度で検出された。これらの濃度はこれまで日本沿岸域で報告されている濃度の範囲にあり、さらに、海産生物を用いた毒性試験により得られた予測無影響濃度と比較すると、1/100 から 1/10,000 と極めて低い値であった。また、上記 3 地点よりそれぞれ 2 回採取したプランクトンについても同様に 17 種の PAHs について濃度を分析した結果、いずれのサンプルからも PAHs は検出されなかった。以上の調査結果より、調査海域の PAHs 濃度にはタンカー事故の影響があるとは認められず、また海産生物に対するタンカー事故の影響もほとんどないと考えられる。

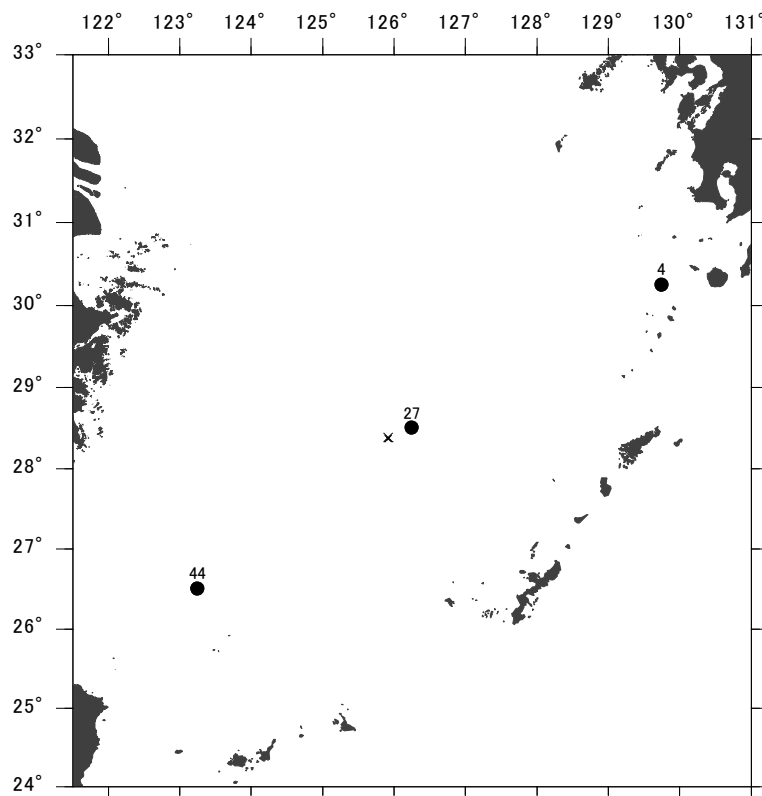


図 1 2018 年 2 月 16 日から 3 月 12 日にかけての陽光丸航海（YK1712）の調査地点。St 27 がタンカー沈没地点（×）の近傍点。

2018年2月16日から3月12日にかけて陽光丸が実施した航海（YK1712 図1）においてタンカー沈没地点近傍のSt27を含む3点（St4、27、および44）で、各地点水深0.5m、10m、および50mより、Go-Flo採水器で2L×3本ずつ採水した。なお、0.5m層の採水についてはステンレス製バケツを用いた。

採水された海水試料について米国環境保護局（EPA）で規制対象として指定されている16種のPAHs濃度を既法¹⁾により調べた。すなわち、海水試料に内部標準物質を添加し、ヘキサンによる液-液抽出を行った。抽出液をシリカゲルカラムで精製後、濃縮し、GC/MSで測定した。定量は抽出前に内部標準物質として加えたd体による同位体希釈法により行った。

プランクトンの採取については上記3地点において2回プランクトンネットを引き、サンプルを採取した。プランクトン中のPAHs濃度の分析は、上記16種のPAHsにBenzo(e)pyreneを加えた17種について、ガスクロマトグラフィー高分解能質量分析法により行った。定量下限値は0.2mg/kgである。なおプランクトン中濃度の分析は外注した。

1. 海水中濃度

St4、St27およびSt44において採水された海水試料について、米国環境保護庁（EPA）で規制対象として指定されている16種のPAHs濃度を調べたところ、その合計（16ΣPAHs）濃度は、定量下限値未満から11ng/Lの範囲であった（表1および補足データ）。この値は、仙台湾（0.45-10ng/L）²⁾、大阪湾（10-41ng/L）²⁾、広島湾（2.1-19ng/L）²⁾および瀬戸内海（5.0-26ng/L）¹⁾で報告されている濃度の範囲にあり、流出油の影響は認められなかった。同じ採水器から分注された3試料間で濃度のばらつきが認められた（表1）ことから、特に値の高かった試料については、保存容器等からの汚染の可能性も示唆された。

表1. 海水試料中16ΣPAHs濃度（平均値±標準偏差）

| 16ΣPAHs (ng/L) | St44 | St4 | St27 |
|----------------|-----------|-------------|-----------|
| Surface (0.5m) | N.D. | 0.07 ± 0.08 | N.D. |
| Middle (10m) | 6.3 ± 4.4 | 2.0 ± 3.5 | 3.2 ± 2.0 |
| Bottom (50m) | 2.1 ± 0.5 | 0.03 ± 0.03 | 4.6 ± 2.3 |

今回検出されたPAHsの最高濃度は、海産生物を用いた毒性試験により得られた毒性値を不確実係数（100）で除して得られた予測無影響濃度（PNEC）³⁾の1/100から1/10,000と低い濃度であった（表2）。また、最も値の高かったフェナントレン（8.4ng/L）は、マミチヨグふ化仔魚に対するPAHsの急性毒性値（96-h LC₅₀ : 530 μg/L）⁴⁾の1/60,000と低い濃度であり（表2）、海産生物への影響はないと考えられた。

表 2. 検出された多環芳香族炭化水素化合物 6 種の濃度と予測無影響濃度 (PNEC) の比較

| PAH | PNEC (ng/L) | Seaw ater (ng/L) |
|--------------|----------------|---------------------|
| Naphthalene | 13,000 | 3.6 |
| Fluorene | 4700 | 0.53 |
| Fluoranthene | 300 | 0.65 |
| Phenanthrene | 5300 | 8.4 |
| Pyrene | 170 | 1.9 |
| Chrysene | 390 | 0.09 |

Naphthalene, Fluorene, Fluoranthene, および pyrene の PNEC は海産甲殻類シオダマリミジンコの毒性値 (24-h EC50)、Chrysene および Phenanthrene の PNEC については海産魚マミチヨグ孵化仔魚の急性毒性値 (96-h LC50) それぞれを不確実係数 (100) で除して求めた。

2. プランクトン中濃度

採取した全てのプランクトンサンプルについて、上記 16 種の PAHs に Benzo (e) pyrene を加えた 17 種の PAHs の濃度を分析した結果、いずれも定量下限値 (0.2 mg/kg) 以下であった。

3. 参考文献

- 1) 河野久美子・伊藤克敏・羽野健志・田中博之：瀬戸内海における表層海水中多環芳香族化合物の分布、第 23 回日本環境毒性学会研究発表会講演要旨集、27、2017.
- 2) 田中博之・河野久美子：有害化学物質の予測環境中濃度の算出、平成 27 年度水産庁事業、生物多様性に配慮した漁業推進事業報告書、28-35、2015.
- 3) 角埜 彰・隠塚俊満・持田和彦・藤井一則：ニトロアレーンの海産生物への毒性影響の解明、環境省地球環境保全等試験研究費、内湾域におけるニトロアレーンの動態と海産生物への影響に関する研究、平成 19 年度研究成果報告書、5-23、2007.
- 4) 角埜 彰・持田和彦・藤井一則・隠塚俊満・河野久美子・市橋秀樹・田中博之：多環芳香族化合物及び油処理剤の海産生物の初期発生に対する影響評価、環境省地球環境保全等試験研究費、流出油及び油処理剤の海産生物に対する有害性評価に関する研究、平成 17 年度研究成果報告書、5-43、2005.

| 補足データ．海水試料中PAHs濃度 (ng/L) | | St44S① | St44S② | St44S③ | St44M① | St44M② | St44M③ | St44B① | St44B② | St44B③ | St4S① | St4S② | St4S③ | St4M① | St4M② |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PAH (ng/L) | St44S① | St44S② | St44S③ | St44M① | St44M② | St44M③ | St44B① | St44B② | St44B③ | St4S① | St4S② | St4S③ | St4M① | St4M② | St4M③ |
| Naphthalene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 3.5 |
| Acenaphthylene | nd | nd | nd | nd | nd | 0.11 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Acenaphthene | nd | nd | nd | nd | 0.20 | 0.21 | 0.34 | 0.21 | 0.26 | 0.26 | nd | nd | nd | nd | 0.47 |
| Fluorene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.26 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.53 |
| Phenanthrene | nd | nd | nd | 4.4 | 2.8 | 8.4 | 2.0 | 1.9 | 1.3 | 1.3 | nd | nd | nd | nd | 1.5 |
| Anthracene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Fluoranthene | nd | nd | nd | nd | nd | 0.65 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Pyrene | nd | nd | nd | 0.18 | nd | 1.9 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Benzo(a)anthracene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Chrysene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.09 | nd | nd | nd |
| Benzo(b)fluoranthene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.05 | 0.06 | nd | nd | 0.07 |
| Benzo(k)fluoranthene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Benzo(a)pyrene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Dibenz(a,h)anthracene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Benzo(g,h,i)perylene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 16ΣPAHs | 4.6 | 3.0 | 11 | 2.6 | 2.1 | 1.5 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 6.1 |

nd は定量下限値未満であったことを示す。

| つづき | 測定値 | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--|--|
| | S4M ③ | S4B ① | S4B ② | S4B ③ | S47S ① | S47S ② | S47S ③ | S47M ① | S47M ② | S47M ③ | S47B ① | S47B ② | S47B ③ | 定量下限値 | | |
| PAH (ng/L) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Naphthalene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 3.6 | nd | nd | nd | nd | 2.8 | 2.5 | | |
| Acenaphthylene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.10 | | |
| Acenaphthene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.22 | nd | nd | 0.11 | 0.11 | 0.13 | 0.04 | | |
| Fluorene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.43 | nd | nd | nd | nd | nd | 0.25 | | |
| Phenanthrene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 1.2 | 1.8 | 2.2 | 1.9 | 5.5 | 3.3 | 0.33 | | |
| Anthracene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.07 | | |
| Fluoranthene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.22 | | |
| Pyrene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.13 | | |
| Benzo(a)anthracene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.02 | | |
| Chrysene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.09 | | |
| Benzo(b)fluoranthene | nd | nd | 0.05 | 0.05 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.04 | | |
| Benzo(k)fluoranthene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.07 | | |
| Benzo(a)pyrene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.23 | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.05 | | |
| Dibenz(a,h)anthracene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.26 | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0.14 | | |
| 16ΣPAHs | | | 0.05 | 0.05 | | | | 5.5 | 1.8 | 2.2 | 2.0 | 5.7 | 6.2 | | | |