

## 4 研究内容

**研究課題名** 瀬戸内海底質が水生生物に与える影響

**共同研究者名**

研究代表者：宇野誠一（鹿児島大学水産学部）

研究分担者：山崎雅俊、今村和貴、北條裕也（鹿児島大学水産学部）、

拠点構成員：仲山慶（愛媛大学沿岸環境科学研究センター）

### 研究目的

我々は様々な化学物質を利用して日常生活を営んでいる。使用された化学物質は多くの場合、わずかながらでも環境中に放出され、放出後、水域に到達する場合もある。これらの水域に流入した化学物質は最終的に海底質に堆積する。堆積した化学物質の中には長期にわたり高濃度で残留するものもあり、周辺域に生息する底生生物への影響が懸念される。これまで、海底質中の化学物質モニタリングは数多く行われているが、実水域において化学物質に汚染された底質が水生生物にどのような影響を与えているか明確に示した研究例は少なく、日本国内ではその現状はほぼ明らかにされていない。我々は、これまで海産魚のジャワメダカ胚を用いた底質影響評価法の最適化を図り、本法を用いて日本各地の底質影響評価を行ってきた。特に東京湾や伊勢湾、大阪湾など汚染の進んだ都市部沿岸域から採取した底質に対して評価試験を実施したところ、発生や孵化の遅延、背曲がりなどの奇形を呈した稚魚の孵化、などが観察された。さらに汚染が進んだ地域では試験に供した胚のほぼ全てが死に至った。また近年、「化学汚染・沿岸環境研究拠点」の共同研究において、燧灘の数地点で採泥を実施し、我々が開発したジャワメダカ胚による底質影響評価試験を行い、そのうちの数地点で強い毒性を示す底質が分布していることを見出した。この結果から、燧灘近郊には特定の化学物質の放出源があり、そこから放出された化学物質が燧灘の一定のエリアの底質を汚染して、生物影響リスクの要因となっていると考えられた。我々はその原因物質を探索するための基礎データとして、米国にて底質のリスク値が示されている多環芳香族炭化水素類（PAHs）と重金属類の燧灘底質中濃度分布について 2022 年度に既に報告したが、これらは影響リスク要因に成り得る濃度ではなかった。本年度は引き続き原因物質を探求するために、GC/MS の網羅的分析ソフト NAGINATA を用いて、燧灘底質中の化学物質を網羅的

に定性することを目的とした。

## 研究方法

底質は2022年度の本拠点研究報告書に示した地点と同様の10地点で採取したものをを用いた。採取地点は図1に示した。

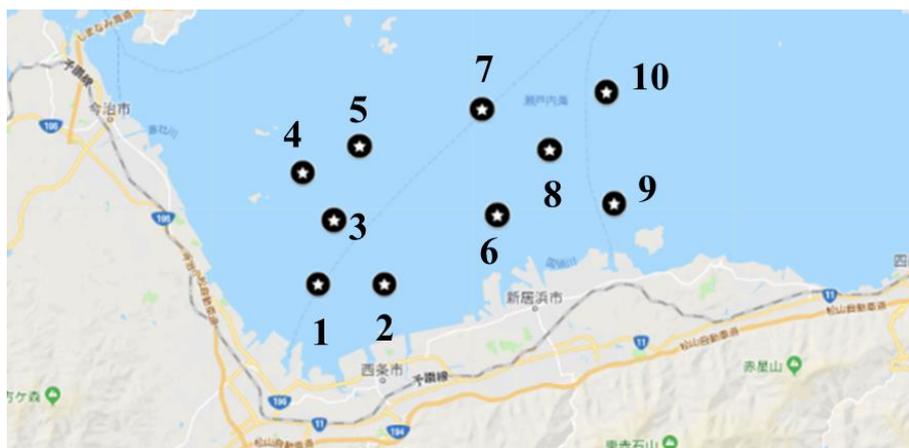


図1 サンプルング地点

風乾した各地点の底質にジクロロメタンを添加し、15分間超音波抽出を行った。遠心分離により底質とジクロロメタン層を分離し、ジクロロメタンを採取した。遠心分離までの操作を繰り返し、ジクロロメタン層を合わせた。この溶液に還元銅を数粒加えて、半日放置し、溶液中の硫黄を除去した。半日経過後、銅が黒化した場合、さらに数粒の銅を添加してもう半日放置した。この操作を銅の黒化が認められなくなるまで繰り返し、黒化が認められなくなった時点で脱硫が完了したと判断した。脱硫後、ジクロロメタンを窒素ガスを吹き付けて濃縮し、これをGC/MSに供した。分析条件はNAGINATA用に設定されたものをそのまま流用した。GC/MSはAgilent 6890のガスクロマトグラフィーと5973MSDの質量分析装置を用いた。カラムはJ&W DB-5MS column (0.25 mm i.d. × 30 m、膜厚 0.25 μm、Agilent)を用いた。定性はNAGINATAにセットされている物質をベースに行った。候補としてピックアップされた物質の中で、フラグメンテーションパターンが80%以上一致したものを選別した。

## 研究成果

表1に各地点底質抽出物から、確度が高かった物質を列挙した。

表 1 各地点底質から検出された物質

St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
n-C15H32(Pentadecane) n-C17H36(Heptadecane) n-C19H40(Nonadecane) Bis(2-ethylhexyl)phthalate n-C27H56(Heptacosane) n-C28H58(Octacosane) n-C31H64(Hentriacontane) Cholesterol Cholestanol n-C33H68(Tritriacontane)	2,6-Di-tert-butyl-4-benzoquinone n-C17H36(Heptadecane) Phenanthrene n-C19H40(Nonadecane) n-C20H42(Eicosane) n-C23H48(Tricosane) Bis(2-ethylhexyl)phthalate n-C28H58(Octacosane) n-C31H64(Hentriacontane) Cholesterol	3-&4-Methylphenol n-C14H30(Tetradecane) 2,6-Dimethylnaphthalene 1,3-Dimethylnaphthalene 2,6-Di-tert-butyl-4-benzoquinone 3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde Phenanthrene n-C18H38(Octadecane) Anthracene Diisobutyl phthalate n-C19H40(Nonadecane) n-C20H42(Eicosane) n-C21H44(Henicosane) n-C22H46(Docosane) Adipic acid, bis-2-ethylhexylester n-C24H50(Tetracosane) n-C25H52(Pentacosane) Bis(2-ethylhexyl)phthalate n-C28H58(Octacosane) Benzo(a)pyrene n-C31H64(Hentriacontane) Cholesterol Cholestanol n-C32H66(Dotriacontane)	Naphthalene n-C14H30(Tetradecane) 2,6-Dimethylnaphthalene 1,3-Dimethylnaphthalene n-C15H32(Pentadecane) n-C16H34(Hexadecane) n-C17H36(Heptadecane) 3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde n-C18H38(Octadecane) Anthracene n-C19H40(Nonadecane) n-C20H42(Eicosane) n-C23H48(Tricosane) n-C24H50(Tetracosane) Bis(2-ethylhexyl)phthalate n-C26H54(Hexacosane) n-C29H60(Nonacosane) n-C31H64(Hentriacontane) Cholesterol Cholestanol n-C32H66(Dotriacontane) Campesterol n-C33H68(Tritriacontane)	2,6-Di-tert-butyl-4-benzoquinone Adipic acid, bis-2-ethylhexylester Anthracene Benzo(a)pyrene Bis(2-ethylhexyl)phthalate Cholestanol Methyl Palmitate n-C18H38(Octadecane) n-C19H40(Nonadecane) n-C20H42(Eicosane) n-C21H44(Henicosane) n-C22H46(Docosane) n-C24H50(Tetracosane) n-C26H54(Hexacosane) n-C27H56(Heptacosane) n-C29H60(Nonacosane) n-C30H62(Triacontane) n-C31H64(Hentriacontane) Phenanthrene

St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
3-&4-Methylphenol 2,6-Dimethylnaphthalene 1,3-Dimethylnaphthalene n-C16H34(Hexadecane) n-C17H36(Heptadecane) 3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde Phenanthrene n-C18H38(Octadecane) n-C19H40(Nonadecane) n-C24H50(Tetracosane) Bis(2-ethylhexyl)phthalate n-C26H54(Hexacosane) n-C27H56(Heptacosane) Benzo(k)fluoranthene n-C28H58(Octacosane) Perylene n-C29H60(Nonacosane) n-C30H62(Triacontane) Cholesterol Cholestanol Stigmastanol	Naphthalene 3-&4-Chlorophenol n-C12H26(Dodecane) 2,6-Dimethylnaphthalene 1,3-Dimethylnaphthalene n-C15H32(Pentadecane) n-C16H34(Hexadecane) n-C17H36(Heptadecane) 3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde Phenanthrene n-C18H38(Octadecane) Anthracene n-C19H40(Nonadecane) Dibutyl phthalate n-C20H42(Eicosane) n-C21H44(Henicosane) n-C22H46(Docosane) n-C24H50(Tetracosane) n-C25H52(Pentacosane) Bis(2-ethylhexyl)phthalate n-C27H56(Heptacosane) n-C28H58(Octacosane) Benzo(a)pyrene n-C29H60(Nonacosane) n-C30H62(Triacontane) Cholesterol Cholestanol n-C32H66(Dotriacontane) n-C33H68(Tritriacontane)	3,5-Dimethylphenol 2,6-Di-tert-butyl-4-benzoquinone n-C16H34(Hexadecane) n-C17H36(Heptadecane) Phenanthrene n-C18H38(Octadecane) Anthracene n-C19H40(Nonadecane) Methyl Palmitate Adipic acid, bis-2-ethylhexylester n-C24H50(Tetracosane) Bis(2-ethylhexyl)phthalate n-C27H56(Heptacosane) n-C28H58(Octacosane) Perylene n-C30H62(Triacontane) n-C31H64(Hentriacontane) Cholesterol Cholestanol n-C33H68(Tritriacontane)	2,6-Dimethylnaphthalene 1,3-Dimethylnaphthalene n-C15H32(Pentadecane) n-C17H36(Heptadecane) Phenanthrene Anthracene n-C19H40(Nonadecane) n-C24H50(Tetracosane) Chrysene & Triphenylene Bis(2-ethylhexyl)phthalate n-C27H56(Heptacosane) n-C28H58(Octacosane) Benzo(a)pyrene Perylene n-C29H60(Nonacosane) n-C30H62(Triacontane) n-C31H64(Hentriacontane) Cholesterol Cholestanol n-C32H66(Dotriacontane) Campesterol Stigmastanol	n-C14H30(Tetradecane) 2,6-Dimethylnaphthalene 1,3-Dimethylnaphthalene 2,6-Di-tert-butyl-4-benzoquinone n-C15H32(Pentadecane) n-C16H34(Hexadecane) n-C17H36(Heptadecane) 3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde Phenanthrene n-C18H38(Octadecane) Anthracene Methyl Palmitate n-C20H42(Eicosane) n-C21H44(Henicosane) Methyl Stearate n-C22H46(Docosane) n-C23H48(Tricosane) Adipic acid, bis-2-ethylhexylester Bis(2-ethylhexyl)phthalate n-C27H56(Heptacosane) n-C28H58(Octacosane) Benzo(a)pyrene Perylene n-C29H60(Nonacosane) n-C30H62(Triacontane) n-C31H64(Hentriacontane) Cholestanol n-C32H66(Dotriacontane) n-C33H68(Tritriacontane) Stigmastanol

カッコ内は推定された物質名

検出された物質数が最も多かったのは St. 7 と 10 であった。逆に物質数が少なかった地点は St. 1 と 2 であった。検出された物質のうち、一定の毒性が既に知られているのは PAHs のみであった。これまでの研究で、この 10 ヶ所の PAHs の底質中濃

度レベルでは生物に与える影響はあまりないだろう、という結果が得られているため、これ PAHs も生物影響にはほぼ寄与していないと思われる。PAHs 以外の物質は天然物由来のものがほとんどであり、その毒性は極めて小さいと考えられた。さらに得られた各地点の底質抽出物の GC のクロマトグラフ上での物質数、あるいは各ピークの面積から、底質毒性と密接に関係しているものはなかった。そのため、本年度、得られた結果から、燧灘底質の生物影響リスクに直結するような物質は残念ながら見出せなかった。

### 今後の課題

これまで、本報告書で示した地点で、底質を年度を違えて2度採取し、その影響評価を行ったが、それぞれ影響レベルは変わらなかった。そのため、燧灘には一定の生物影響リスクを持つ化学物質が底質に残留していると考えられる。我々の影響評価の結果から考えるとその影響は小さいものではなく、実環境でも何らかの生物に影響を与えている可能性も考えられる。そのため、その原因物質の特定は燧灘の底生生物保全のためにも火急の課題といえる。今後、さらに化学分析を交えつつ、生物影響を誘発する物質の特定を進めて行くことが今後の課題である。