



令和6年度マイクロプラスチックに関する生態系影響把握・動向調査業務 検討結果

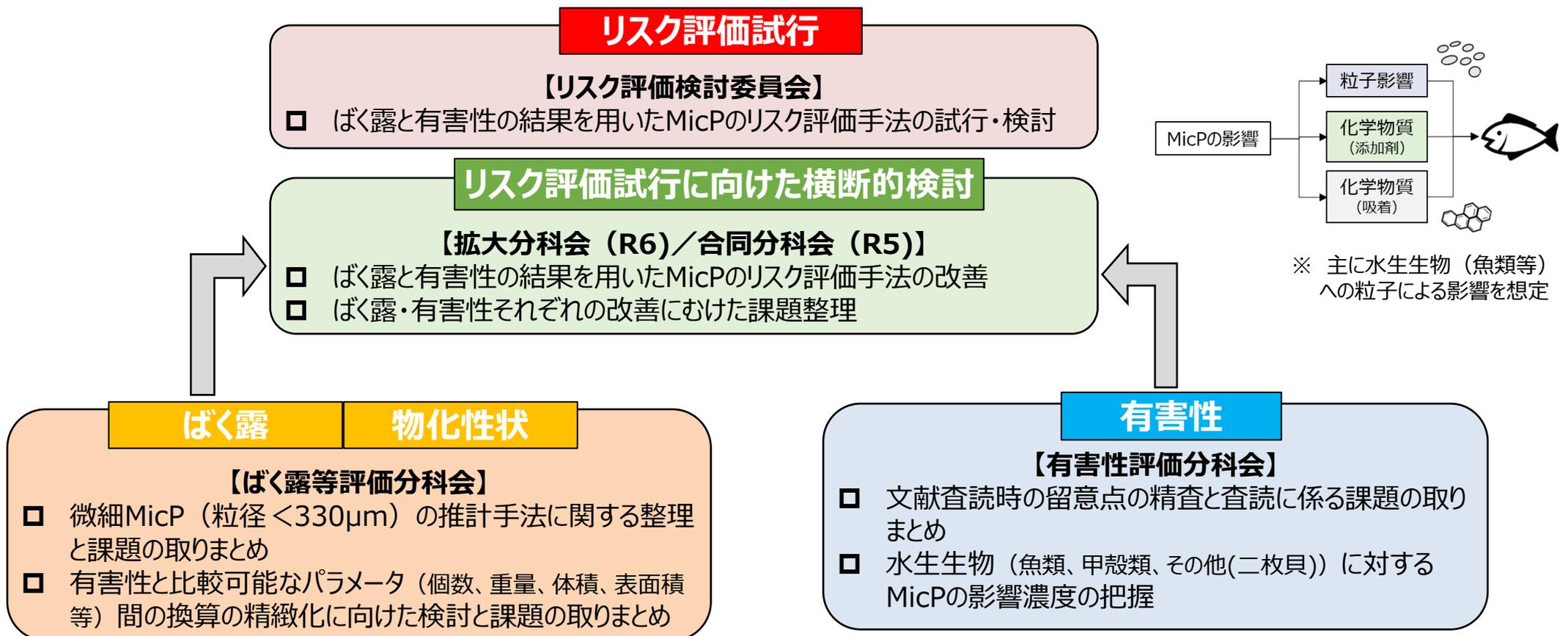
水・大気環境局 海洋環境課 海洋プラスチック汚染対策室

事務局：みずほリサーチ&テクノロジーズ(株)

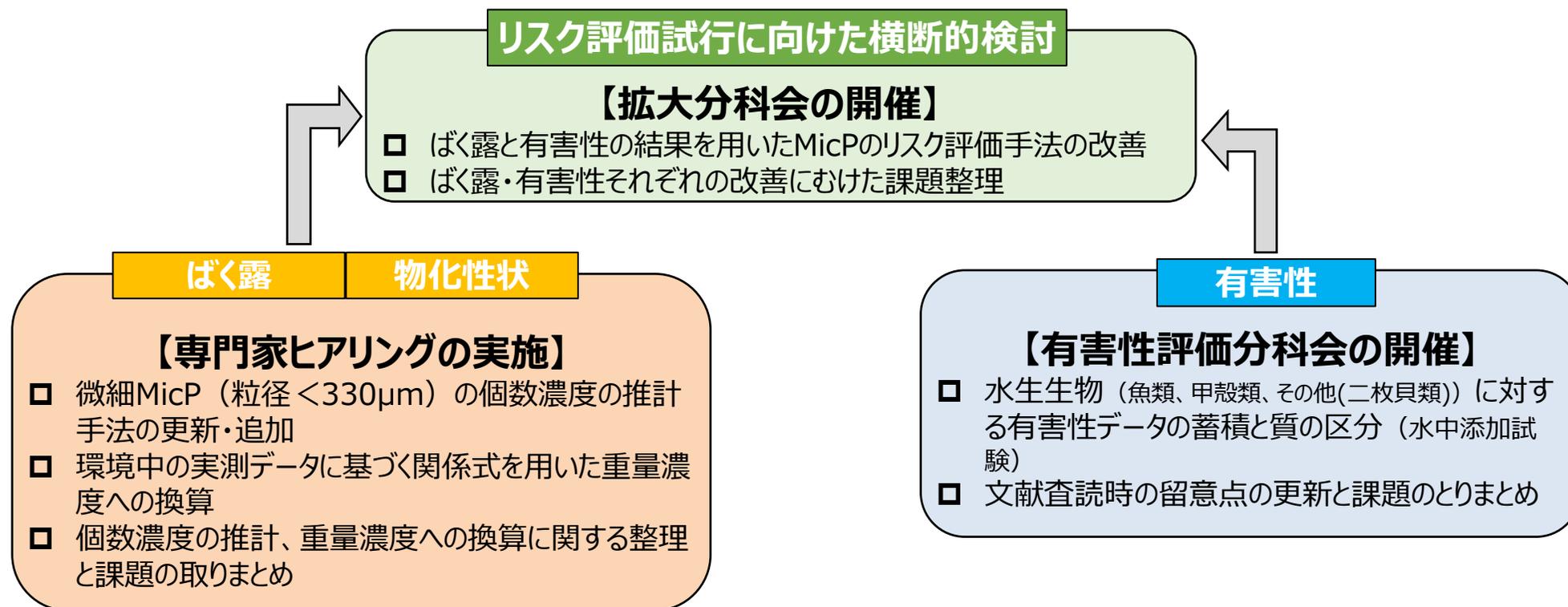


本事業の概要

- 背景：マイクロプラスチック（MicP）の生物・生態系への影響が懸念されているが、その有害性やリスクを可能な限り定量的に明らかにすることが必要
- 目標：MicPのばく露・環境中運命、水生生物に対する有害性等に関する科学的知見を収集した上で、生物・生態系への影響を定量的に把握すべく、リスク評価手法案の確立を目指し、将来的に行政の判断材料となるリスクを見積もる（MicPの生物・生態系への影響に関しては、粒子による影響と化学物質による影響が懸念されているが、本検討では主に水生生物への粒子による影響を対象とした※）



- 令和5年度で議論したMicPによる水生生物のリスク評価手法の枠組に関して、当該手法のさらなる改善や追加的に加味すべき観点について検討を行った。
 - ばく露等評価については、ヒアリング・文献調査等により海洋表層における微細MicPの個数濃度の推計式の更新・追加を行った。また、環境中の実測データに基づく関係式を用いて重量濃度への換算を行った。
 - 有害性評価については、査読による有害性データの蓄積を継続するとともに、有害性データの質の区別を行った。また、有害性データの採用可否を判断するための基本的な考え方をまとめ、「文献査読時の留意点」を更新した。



氏名 (敬称略、五十音順)	所属
磯辺 篤彦 (座長：ばく露)	九州大学 応用力学研究所附属大気海洋環境研究センター 教授
大嶋 雄治 (座長：有害性)	九州大学 名誉教授
鈴木 剛	国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環領域 資源循環基盤技術研究室 室長
高田 秀重	東京農工大学 農学研究院 環境資源科学科 教授
鑪迫 典久	愛媛大学大学院 農学研究科 生物環境学専攻 教授
田中 周平	京都大学大学院 地球環境学堂 准教授
内藤 航	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 安全科学研究部門 リスク評価戦略グループ 研究グループ長
中田 晴彦	熊本大学大学院 先端科学研究部 准教授
中谷 久之	長崎大学大学院 総合生産科学研究科 共生システム科学コース 教授
山本 裕史	国立研究開発法人 国立環境研究所 環境リスク・健康領域 領域長
渡部 春奈	国立研究開発法人 国立環境研究所 環境リスク・健康領域 生態毒性研究室 主任研究員

氏名 (敬称略、五十音順)	所属
岩崎 雄一	国立研究開発法人産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 安全科学研究部門 主任研究員
大久保 信幸	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境保全部 グループ長
大嶋 雄治 (座長)	九州大学 名誉教授
鑪迫 典久	愛媛大学大学院 農学研究科 生物環境学専攻 教授
羽野 健志	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境保全部 化学物質グループ 主任研究員
渡部 春奈	国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク・健康領域 生態毒性研究室 主任研究員
山本 裕史 (副座長)	国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク・健康領域 領域長

2024年4月時点

参考：（令和6年度は開催せず） リスク評価検討委員会

氏名 (敬称略、五十音順)	所属
有菌 幸司	熊本大学大学院 薬学教育部 特任教授
磯辺 篤彦	九州大学 応用力学研究所附属大気海洋環境研究センター 教授
大嶋 雄治	九州大学 名誉教授
白山 義久 (座長)	国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境部門 アドバイザー 京都大学 名誉教授
鈴木 剛	国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環領域 資源循環基盤技術研究室 室長
高田 秀重	東京農工大学 農学研究院 環境資源科学科 教授
鑪迫 典久	愛媛大学大学院 農学研究科 生物環境学専攻 教授
内藤 航	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 安全科学研究部門 リスク評価戦略グループ 研究グループ長
山本 裕史	国立研究開発法人 国立環境研究所 環境リスク・健康領域 領域長

2024年4月時点

参考：（令和6年度は開催せず） ばく露等評価分科会



氏名 (敬称略、五十音順)	所属
磯辺 篤彦 (座長)	九州大学 応用力学研究所附属大気海洋環境研究センター 教授
亀田 豊	千葉工業大学 創造工学部 都市環境工学科 教授
鈴木 剛 (副座長)	国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環領域 資源循環基盤技術研究室 室長
高橋 一生	東京大学大学院 農学生命研究科・農学部 水圏生物科学専攻 水圏生物環境学研究室 教授
田中 厚資	国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環領域 研究員
田中 周平	京都大学大学院 地球環境学堂 准教授
中谷 久之	長崎大学大学院 総合生産科学研究科 共生システム科学コース 教授
中田 晴彦	熊本大学大学院 先端科学研究部 准教授
山下 麗	東京大学大気海洋研究所 海洋生物資源部門 資源生態グループ

2024年4月時点

ばく露評価

ばく露評価における実施事項と成果

【Ⅰ.個数濃度の推計式の更新・追加】

- 令和5年度は、MicPの海洋表層中の濃度を推計する手法として、①Cozarモデルと②Kaandorpモデルを用いた。令和6年度は、新たに③青木モデル、④Sugar Lumpモデルの2つのモデルを追加して検討を行った。
- 環境省の粒径330 μ m以上のMicPの実測データを、Tokai et al. (2021) の補正式を用いてネットから漏れたMicPを補正(150 μ m程度まで)した後、推計に用いた。
- いずれの手法も後述の課題(P11)を含み、妥当な手法に絞ることが困難であるため、各粒径区分ごとに複数の手法を併記した。用いる推計式やべき分布における次数により、幅を持つ推計結果となった。

【Ⅱ.環境中の実測データに基づく関係式を用いた重量濃度への換算】

- 令和5年度は形状・密度を仮定して重量濃度への換算を行ったが、令和6年度は環境中の実測データに基づく関係式を用いて重量濃度への換算を行った。具体的には、MicPの長径と投影面積の関係式(Tokai et al.(2021))、及び投影面積と重量の関係式(Kataoka et al.(2024))を用いた(以降、この2つの関係式を総称して「経験式」と表記)。ただし、投影面積と重量の関係式(Kataoka et al.(2024))の適用対象は粒径10 μ m以上であるため、この経験式の適用対象も粒径10 μ m以上とした。
- Cozarモデルは粒径ごとに質量が保存されると仮定しているため、粒径に依らず重量は一定となるはずである。しかし、経験式を用いた換算においては、立体破碎を仮定した場合、粒径により総重量が変化する結果となった。これは、質量保存の仮定と矛盾しており、環境中で立体破碎のみで進行していく可能性は低いと考えられる。分科会やヒアリングでの議論も集約し、本検討では経験式の適用対象である粒径10 μ m以上に関しては平面破碎が主であり、10 μ m以下で立体破碎に遷移していくと想定した。
- いずれの手法も後述の課題(P11)を含み、特定の手法に絞ることが困難であるため、各粒径区分ごとに複数の手法を併記した。用いる推計式やべき分布における次数により、幅を持つ推計結果となった。

I. 個数濃度の推計式の更新・追加 4種類の推計方法

- 令和5年度は、MicPの環境中濃度を推計する手法として、①Cozarモデルと②Kaandorpモデルを用いた。
- 令和6年度は、新たに③青木モデル、④Sugar Lumpモデルの2つのモデルを追加して検討を行った。
- ①、②は、粒径が小さくなるにつれて、個数濃度が単調に増加するモデルである。③、④は、粒径が小さくなると、破砕により大きなエネルギーを要するので、破砕自体が発生しにくくなると仮定するモデルである。

微細粒径のマイクロプラスチックの推計手法

推計モデル	開発者	特徴
①Cozarモデル※1	スペイン カディス大学 Cozarら (2014)	個数濃度は、粒径のべき乗で変化するという汎用的な式。粒径が変わっても、その粒径の全ての質量を足し合わせた値は一定と仮定。平面破砕と立体破砕を想定し、令和5年度は2次式、3次式を検討した。
②Kaandorpモデル※2	蘭 ユトレヒト大学 Kaandorpら (2021)	衝撃を受けると、粒子がフラクタル的（相似的）に破砕するモデル。衝撃を受けた際の破砕確率は、材質のみに依存する（破砕確率は粒径に依存しない）。平面破砕と立体破砕を想定し、令和5年度は2次式、3次式を検討した。
③青木モデル※3	気象研究所 青木邦弘ら (2021)	破壊エネルギーの発生確率に統計力学を適用したモデル。小さいサイズの破片形成ほど、大きな破壊エネルギーを要するとする（=破砕確率は粒径に依存する）。
④Sugar Lumpモデル※4	仏 モンペリエ大学 Georgeら (2024)	粒径に閾値を設定し、閾値の前後で破砕確率が変動するモデル（=破砕確率は粒径に依存する）。年によって、海洋へのプラスチック投入量を変動させることもできる。

※1 Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J.I., Irigoien, X., Úbeda, B., Hernández-León, S., Palma, Á.T., Navarro, S., García-de-Lomas, J., Ruiz, A., Fernández-de-Puelles, M.L., Duarte, C.M., 2014. Plastic debris in the open ocean. Proceedings of the National Academy of Sciences 111, 10239–10244.

※2 Kaandorp, M.L.A., Dijkstra, H.A., Sebille, E. van, 2021. Modelling size distributions of marine plastics under the influence of continuous cascading fragmentation. Environ. Res. Lett. 16, 054075.

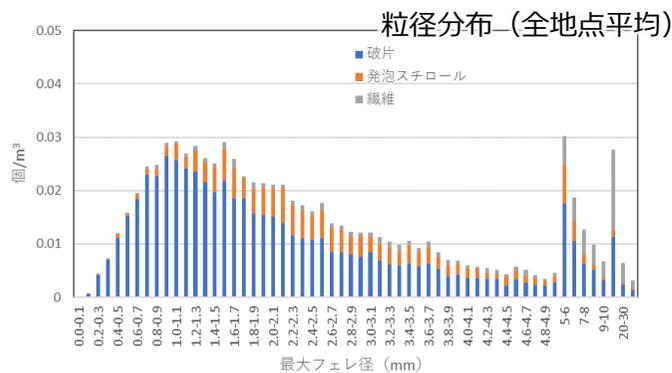
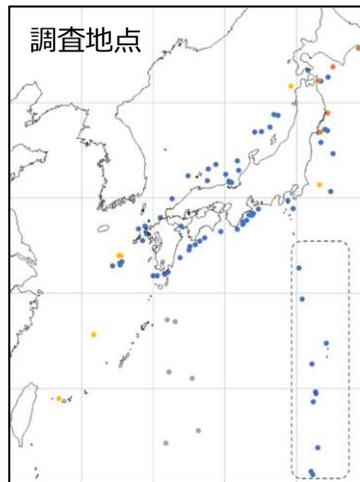
※3 Aoki, K., Furue, R., 2021, A model for the size distribution of marine microplastics: A statistical mechanics approach, PloS one, Vol.16 (11), e0259781-e0259781.

※4 George, M., Nallet, F., Fabre, P., 2024, A threshold model of plastic waste fragmentation: New insights into the distribution of microplastics in the ocean and its evolution over time, Marine Pollution Bulletin, Vol.199, 116012.

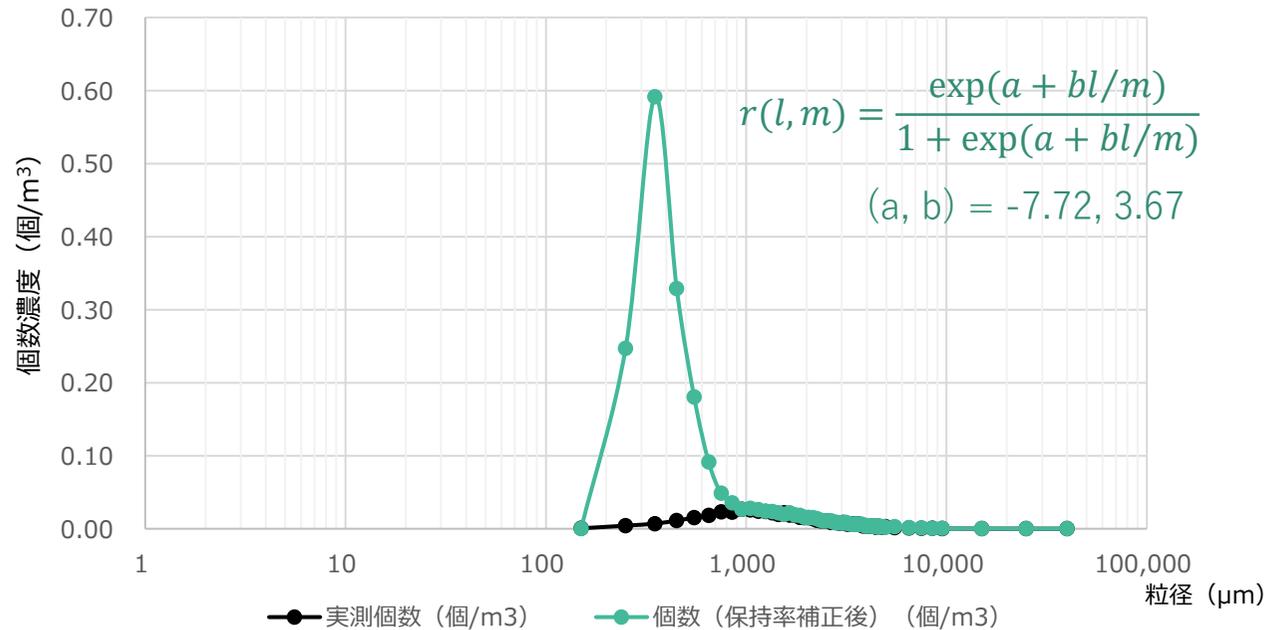
I. 個数濃度の推計式の更新・追加 環境省実測データの補正

- 推計を行うにあたり、環境省の「令和3年度 沖合海域における漂流・海底ごみの分布調査検討業務」および「令和3年度沿岸海域におけるマイクロプラスチックを含む漂流ごみ実態把握調査業務」における実測データを用いた（2021～2022年の日本近海89地点において、「漂流マイクロプラスチックのモニタリング手法調和ガイドライン」に沿って、目合330μmのネットで採取されたデータ。MicPの形状は破片、発泡スチロール、繊維に分類されており、本推計には破片のデータを用いた）。
- 上記実測データに対し、Tokai et al. (2021)^{※1}の補正式を用いて、ネットから漏れたMicPを補正（150μm程度まで）した後、推計に用いた。

調査地点と粒径分布



捕捉率による環境省実測データの補正



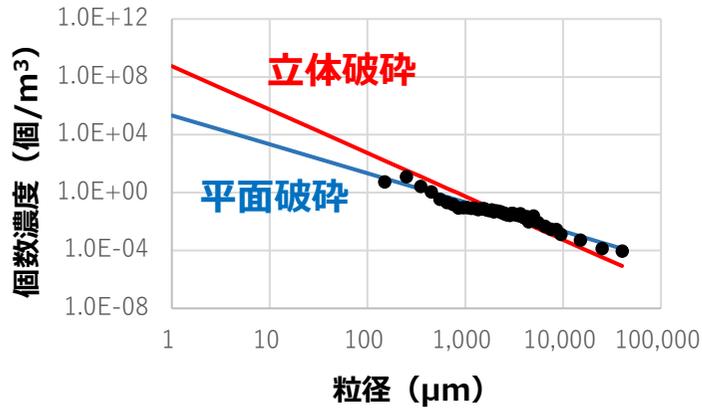
※1 T. Tokai, K. Uchida, M. Kuroda, A. Isobe, Mesh selectivity of neuston nets for microplastics, Mar. Pollut. Bull., 165 (2021), Article 112111

I. 個数濃度の推計式の更新・追加 個数濃度の推計結果

■ 各モデルについて、環境省実測データへ最小二乗法を用いてフィッティングを行った結果を以下に示す。

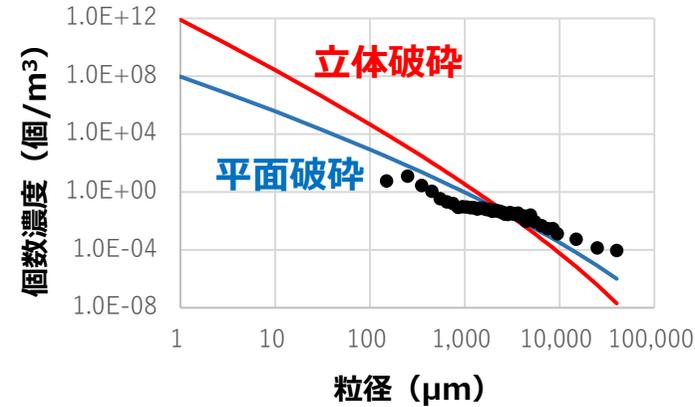
①Cozarモデル

【特徴】海洋表面でMicPが平衡状態という仮定のもと、個数濃度は、粒径のべき乗で変化するというモデル。粒径が変わっても、その粒径の全ての質量を足し合わせた値は一定と仮定（質量保存）



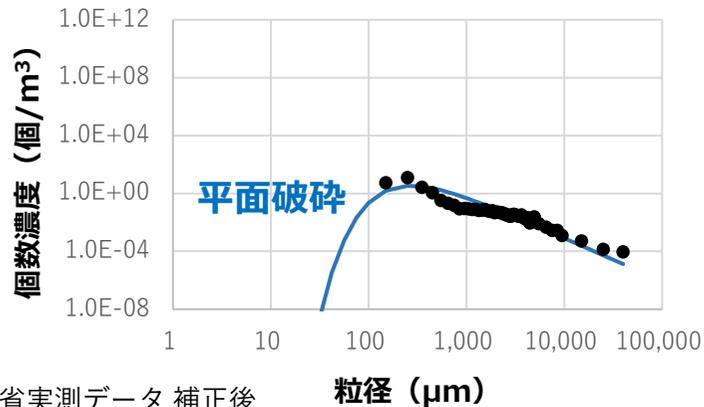
②Kaandorpモデル

【特徴】衝撃を受けると、粒子がフラクタル的（相似的）に破碎するモデル。衝撃を受けた際の破碎確率は、材質のみに依存する（破碎確率は粒径に依存しない）。海洋表層を対象としており、閉鎖系内で質量保存を仮定。



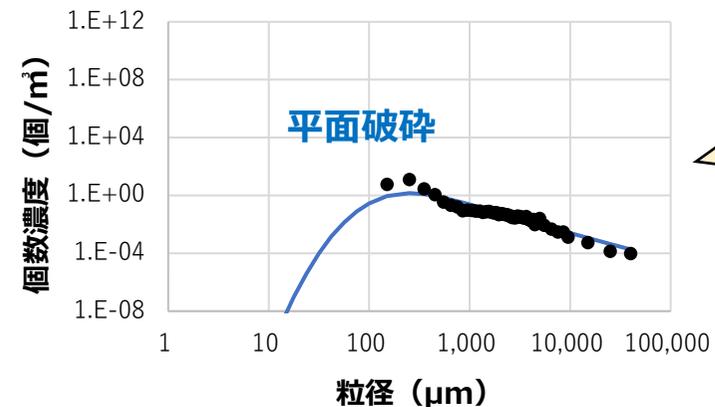
③青木モデル

【特徴】破壊エネルギーの発生確率に統計力学を適用したモデル。小さいサイズの破片形成ほど、大きな破壊エネルギーを要する（=破碎確率は粒径に依存する）。そのため、ある粒径でピークを持ち、それより微小部分では濃度が下がる。論文内では平面破碎のみを想定。



④Sugar Lumpモデル

【特徴】粒径に閾値を設定し、閾値の前後で破碎確率が変動するモデル（=破碎確率は粒径に依存する）。そのため、ある粒径でピークを持ち、それより微小部分では濃度が下がる。

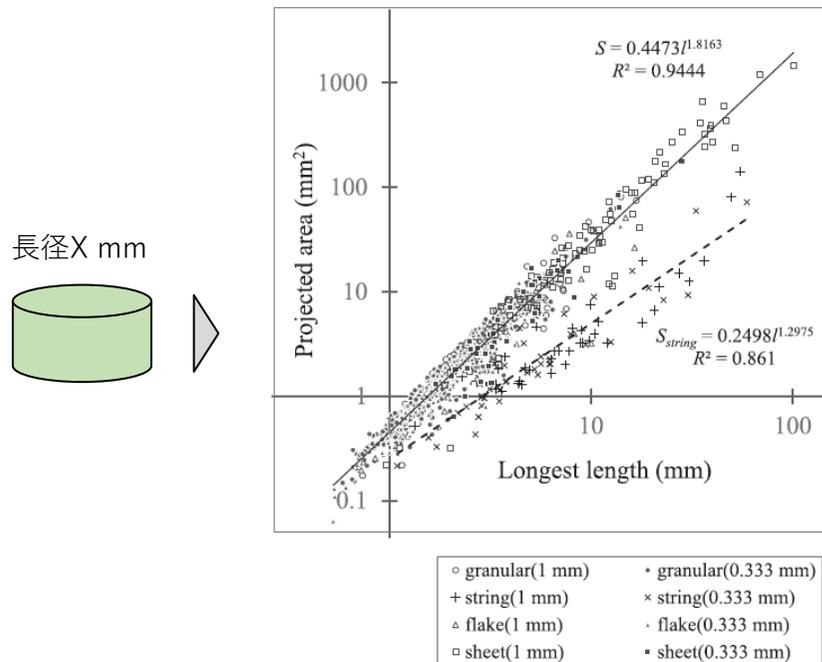


• 変数が多いため、ピークが明瞭でないと、フィッティング困難。
• 今回の推計対象からは除外

Ⅱ. 環境中の実測データに基づく関係式を用いた重量濃度への換算 換算方法

- MicPの長径情報をもとに重量濃度を算出した。具体的には、MicPの長径と投影面積の関係式※¹を用いて、長径から投影面積へ換算を行った後、MicPの投影面積と重量の関係式※²を用いて、投影面積から重量へ換算を行った。
- 長径と投影面積の関係式はTokai et al. (2021)、投影面積と重量の関係式はKataoka et al. (2024)を参照した。

長径と投影面積の関係式

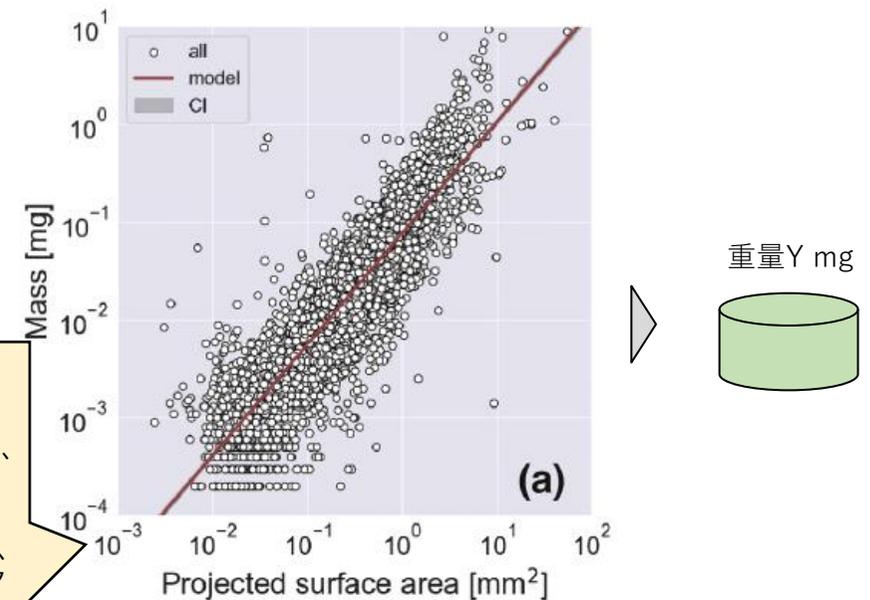


2016年10月に東京湾でニューストーンネット（メッシュサイズ333 μm及び1 mm）を用いて採取した粒子（333 μmメッシュ：354個、1 mmメッシュ：188個）より算出した関係式

【関係式】

繊維以外の粒子：投影面積 (mm²) = 0.4473 × 長径 (mm)^{1.8163}
 繊維状粒子：投影面積 (mm²) = 0.2498 × 長径 (mm)^{1.2975}

投影面積と重量の関係式



【適用対象について】
 粒径が10 μm以下
 (10⁻⁴mm²)になると、
 重量の換算結果が
 想定されている上限
 値を超えてしまうため、
 適用できない。(ヒア
 リングより)

2019年5月～2022年10月に日本国内の17の河川でプランクトンネット（メッシュサイズ335 μm）を用いて採取した粒子（4390個）より算出した関係式

【関係式】

すべての粒子：重量 (mg) = 10^{-1.12} × 投影面積 (mm²)^{1.14}
 球状粒子：重量 (mg) = 10^{-0.49} × 投影面積 (mm²)^{1.17}
 繊維状粒子：重量 (mg) = 10^{-1.62} × 投影面積 (mm²)^{0.82}
 破片状粒子：重量 (mg) = 10^{-1.05} × 投影面積 (mm²)^{1.13}
 シート状粒子：重量 (mg) = 10^{-1.31} × 投影面積 (mm²)^{1.10}

【式の選択】

形状別に詳細なデータがない場合、様々な形状の粒子を含めた全体の換算式を適用するのがよいだろう。(ヒアリングより)

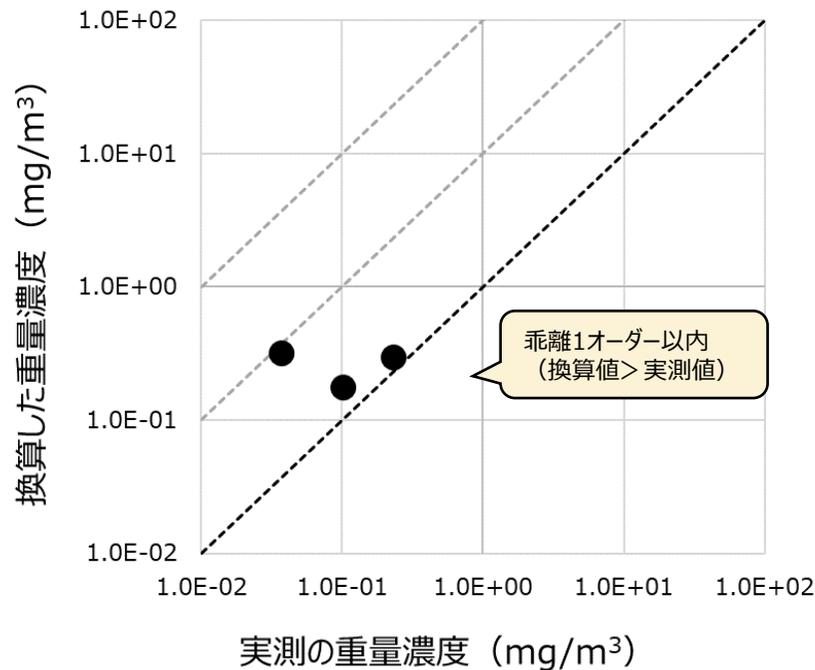
※1 Tokai, T., Uchida, K., Kuroda, M., & Isobe, A. (2021). Mesh selectivity of neuston nets for microplastics. Marine Pollution Bulletin, 165, 112111.

※2 Kataoka, T., Iga, Y., R. A. Baihaqi, H. Hadiyanto, Nihei, Y. (2024). Geometric relationship between the projected surface area and mass of a plastic particle. Water Research, 261, 122061.

Ⅱ. 環境中の実測データに基づく関係式を用いた重量濃度への換算 (参考) 実測値と換算値の比較

- 環境省の実測データと経験式を用いた換算値の比較を行った。環境省の実測データに関しては、「令和3年度 沿岸海域におけるマイクロプラスチックを含む漂流ごみ実態把握調査業務」における3地点（泊村沖、志賀町沖、赤羽根町沖）の値を用いた。
- 環境省の実測データで重量濃度を測定しているのは粒径1～5 mmの範囲に限られているため、経験式を用いた換算も1～5 mmの範囲で行った。
- 結果：乖離は1オーダー以内（換算値>実測値）でなり、良好な結果となった。

実測値 vs 経験式を用いた換算値



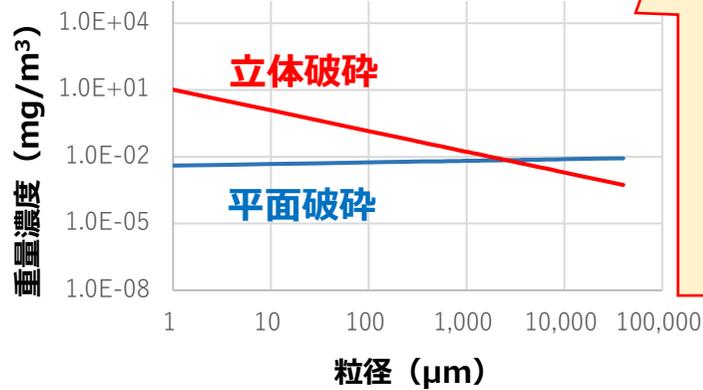
地点	実測による重量濃度 (mg/m ³)	換算による重量濃度 (mg/m ³)
泊村沖	0.2330	0.1771
志賀町沖	0.1030	0.3186
赤羽根町沖	0.0373	0.2941

Ⅱ. 環境中の実測データに基づく関係式を用いた重量濃度への換算 重量濃度の推計結果

■ 各モデルについて、経験式を用いて重量濃度へ換算を行った結果を以下に示す。

①Cozarモデル

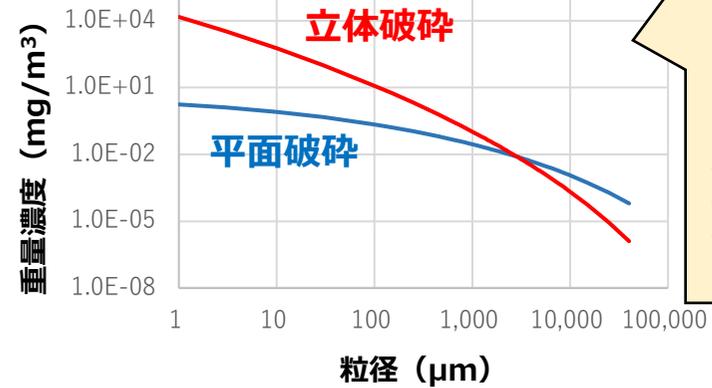
【特徴】平面破碎では、粒径に依らず重量がほぼ一定であり、立体破碎では粒径が小さくなるほど重量濃度が大きくなる結果となった。Cozarモデルは粒径ごとに質量が保存されるため、粒径に依らず重量は一定になるはずである。立体破碎はこの仮定から外れているため、立体破碎のみで進行していく可能性は低いと考えられる。



• 立体破碎と平面破碎を示しているが、海洋のMicPはフレーク状やシート状のものが多く、基本的には薄い板が割れていくようなプロセス（平面破碎）が中心であり、ある粒径から立体破碎が進む（ヒアリングより）

②Kaandorpモデル

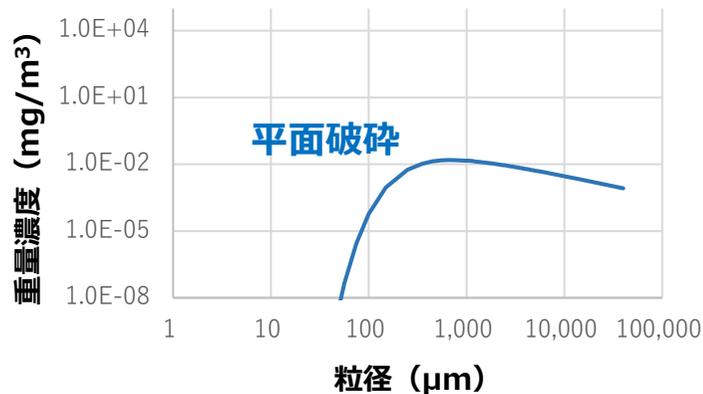
【特徴】平面破碎、立体破碎ともに粒径が小さくなるほど重量濃度が大きくなる



• 実際のマイクロプラスチックの割れ方は粒径によって変わる。また、海表面からの沈降も粒径によってその挙動が決まるため、サイズに寄らず破碎確率が一定という仮定は少し無理がある（ヒアリングより）

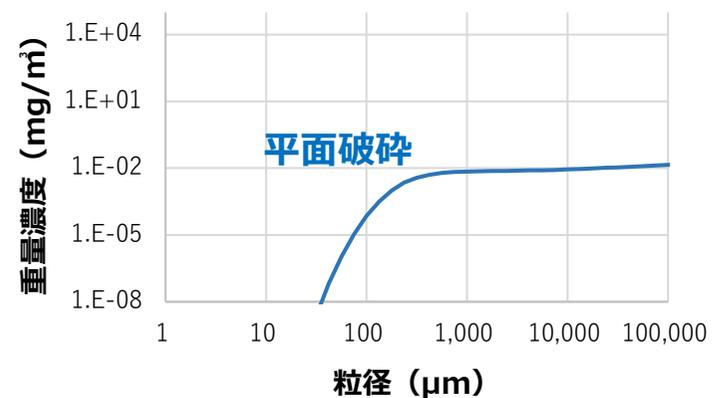
③青木モデル

【特徴】個数濃度と同様に、粒径が小さくなると、重量濃度が減少する



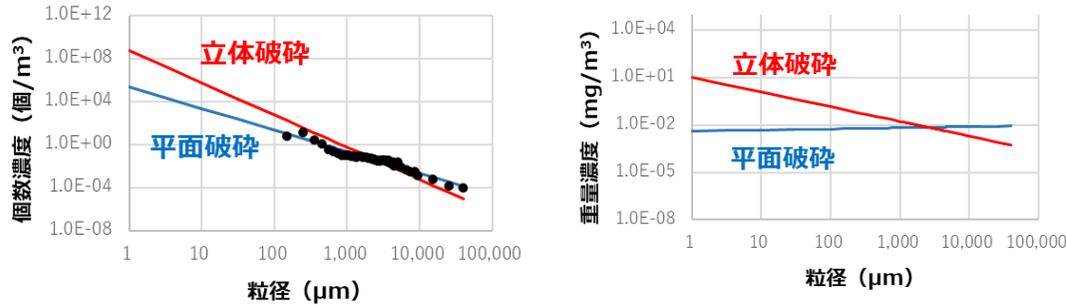
④Sugar Lumpモデル

【特徴】個数濃度と同様に、粒径が小さくなると、重量濃度が減少する



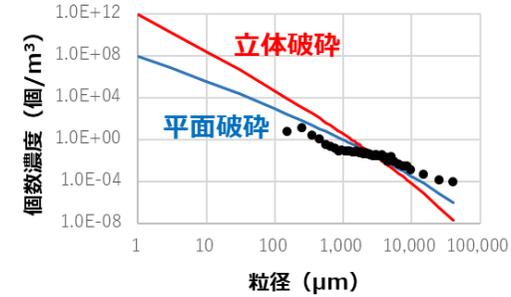
各モデルのまとめ

①Cozarモデル



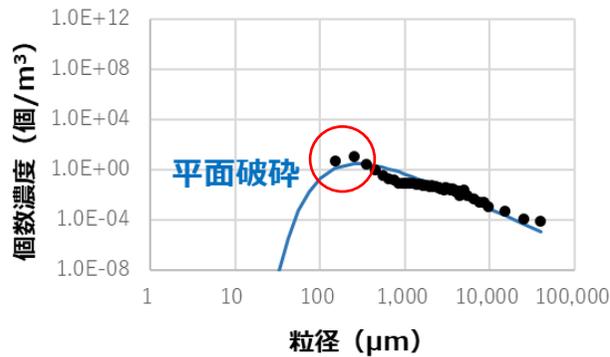
Cozarモデルは質量保存の法則を仮定した推計であり、重量濃度は粒径に依らず一定になるはずであるが、立体破碎はこの仮定と矛盾する。そのため、少なくとも重量濃度換算の式が成り立つ10μm以上では立体破碎のみで進行していく可能性は低いと考えられる。

②Kaandorpモデル



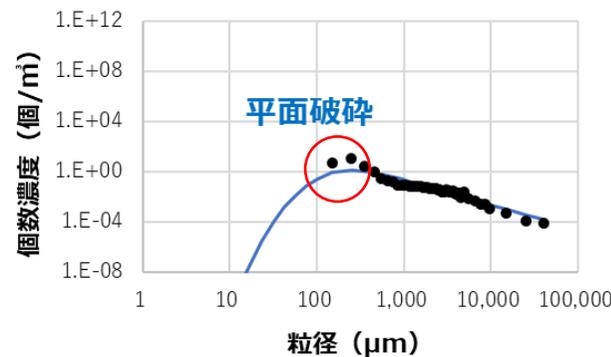
Cozarモデルと同様に立体破碎を想定して推計を行ってきたが、「10μm以上では立体破碎のみで進行していく可能性は低い」ため、当モデルでも10μm以上では立体破碎を想定しない。

③青木モデル

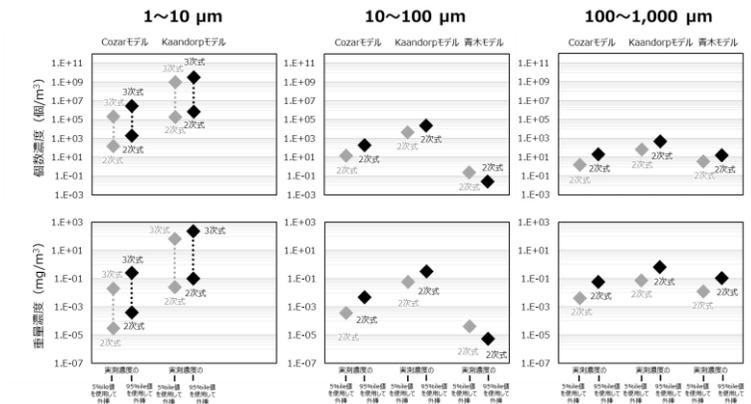


青木モデル、Sugar Lumpモデルともに「ある粒径でピークを持ち、それより微小部分では濃度が下がる」ことは否定できないが、微細なMicPの実際の個数濃度を反映できていないため、判断できない。また、現時点での推計結果では100μm付近にピークをもつが、100μm以下のMicPの存在が確認されており、100μmの個数濃度以上の報告もあることから、推計の精度向上が必要。青木モデルの論文内では平面破碎のみを想定。また、Sugar Lumpモデルは、変数が多く、ピークが明瞭でないと、フィッティング困難なため、今回の推計対象からは除外。

④Sugar Lumpモデル



10μm以上では①、②、③の平面破碎を想定した推計値、1~10μmでは、①と②の平面破碎・立体破碎を想定した推計値を幅を示して記載することとする。



ばく露評価における現状理解

■ 海洋表層における個数濃度の推計

- 海洋表層における個数濃度の推計結果は、令和3年度の環境省実測データ（日本近海89地点）における海洋表層のMicP（補正済）の個数濃度をモデル式にカーブフィッティングさせ、微細粒径まで外挿した値から計算したものである。モデル式の違いによる推計値の差は大きく、また、粒径が微細になるほど、推計の不確実性は増す。なお、環境省の測定地点による個数濃度のばらつきを考慮し、5%ile値、95%ile値を採用して計算した。
- 推計に用いたCozarモデル、Kaandorpのモデルに関して、海洋表層のMicPは、底質や大気への移行（凝集・沈降・飛散）や、河川・大気からの流入等、系外とのやり取りが発生するが、当該推計式は**海洋表層で完結した閉鎖系（砕けたMicPが表層に留まる）という前提条件の下で推計を行っている**。
- しかし、海洋表層のMicPは付着生物等の影響で沈降していくことが考えられ、**特に粒径の小さい範囲において、海洋表層の実際の個数濃度は推計結果よりも低い可能性が高い**。また、Cozarモデル、Kaandorpモデルの破碎形態は体積や面積が保存される仮定を置いているため、粒径が小さくなるほど個数濃度は単調に増加する。一方、環境中における物理的な破壊の限界を考えると数 μm から数十 μm の範囲で個数濃度の単調な増加は考えにくく、**当該推計結果は上限値に近い値であり、過大評価になっている可能性**が考えられる。
- 破碎形態に関して、海洋のMicPはフレーク状やシート状のものが多く、薄い板が割れていくようなプロセス（平面破碎）が中心であり、アスペクト比が1に近づくと立体破碎が進むと想定される。平面破碎から立体破碎に遷移する境界の粒径に関しては現在研究段階にあるが、**分科会での専門家判断により、本検討では粒径10 μm 以上に関しては平面破碎が主であり、10 μm 以下で立体破碎に遷移していくと想定した**。よって、P56のグラフには、**粒径10 μm 以上は2次式、10 μm 以下は2次式と3次式の幅で示している**。
- 青木モデル、Sugar Lumpモデルでは、破碎確率が粒径に依存し、粒径が小さくなると、破碎しにくくなる。そのため、両モデルの粒径と個数濃度のグラフでは、ある粒径でピークを示し、それより微小部分では濃度が小さくなる。微細粒径の実測データの蓄積による適用性の検証が今後の課題である。
- 青木モデルに関しては、粒径が小さくなると、個数濃度が下がり数値計算の範囲を超えてしまうため、P56のグラフの粒径1~10 μm の範囲は割愛した。また、Sugar Lumpモデルに関しては、破碎の閾値となる粒径を自由に設定できるため、粒径のピークが明瞭でないと、フィッティング困難であり、P56のグラフからは除外した。

■ 重量濃度への換算

- Cozarモデルは粒径ごとに質量が保存されると仮定しているため、粒径に依らず重量は一定となるはずである。しかし、経験式（長径と投影面積、及び投影面積と重量の実測値から導かれた関係式）を用いた換算においては、立体破碎を仮定した際には、粒径により総重量が変化する結果となった。これは、質量保存の仮定と矛盾しており、**実環境中で立体破碎のみで進行していく可能性は低いと考えられる**。
- 粒径1-10 μm の重量濃度については、当該経験式に当てはめられないため、**重量濃度が過大評価になっていることに注意が必要**。

現状の課題点と今後の検討の方向性(案)

分類	現状の課題点	今後の検討の方向性 (案) (次年度以降の環境省事業で取組み可能なものには【◎】を付与)
実測に関して※	① 実環境中での微細粒径のMicPの存在状況が未把握 ➢ 現在の測定技術では、海洋表層の微細粒径（数μmオーダー）のMicPの個数濃度を正確に把握することは困難	➢ 微細粒径のMicPの環境中での存在状況を把握するための採取・分析技術の開発
	② 実環境中でのMicPの重量濃度が未把握 ➢ 現状の海洋表層におけるMicPの実測データは、基本的には個数濃度のみ	➢ 専門家の実測調査における重量濃度の測定 ➢ 環境省実測調査における重量濃度の蓄積【◎】
	③ 実環境中でのMicPの偏在状況（水平方向・鉛直方向）に関する情報が限定的 ➢ 発生源に近い沿岸域への偏在は知られているが、高濃度地点の特定には至っていない ➢ MicPの海洋の鉛直方向（水柱、底質等）における濃度分布については情報が限定的	➢ 海洋における水平方向（地理的広がり）・鉛直方向（深さ方向の広がり）における実測データの拡充【◎】
推計・換算に関して	④ Cozarモデル、Kaandorpモデル、青木モデル、Sugar Lumpモデルの推計式の適用妥当性の検証が不十分 ➢ Cozarモデル、Kaandorpモデルは、海洋表層で完結した閉鎖系（砕けたMicPが表層に留まる）を想定しており、過大評価の可能性あり ➢ 青木モデル、Sugar Lumpモデルは、微細粒径の実測データの蓄積による適用性の検証が今後の課題 ➢ 実環境中での劣化・微細化の実態が未解明であり、粒径ごとの破碎形態（平面破碎/立体破碎）に関する情報が限定的	➢ 微細粒径のMicPの環境中濃度推計に関する文献の収集【◎】 ➢ 水環境中でのMicPの挙動や破碎メカニズムの解明 ➢ 微細粒径のMicPの実測（特に粒径1～100 μm程度）
	⑤ 微細粒径における個数から重量への換算式の妥当性が不明 ➢ 粒径1-10μmの重量濃度については、経験式の適用対象外であり、重量濃度が過大評価になっている可能性あり	➢ 微細粒径を対象とした、専門家の実測調査における重量濃度の測定 ➢ 微細粒径を対象とした、環境省実測調査における重量濃度の蓄積【◎】

※実測に関しては、過年度からの課題点も含む

有害性評価

有害性評価における実施事項と成果

【査読に係るルール策定】

- MicPの有害性に関わる文献において、各文献が取扱っているエンドポイントや実験条件は多岐にわたる。令和5年度までに、有害性評価で採用すべきエンドポイントの基本的な考えを整理したほか、有害性データの採用可否を判断するための基本的な考え方をまとめ「文献査読時の留意点」を作成した。
- 各文献で実施された毒性試験では、エンドポイントや実験条件のほかに、有害性データの質も様々である。令和6年度は、有害性データを誤解なく解釈するため、有害性データの質を区別することとした。具体的には、定量的な影響レベルが確認されていると判断できるデータを区別した。質の区別にあたり、令和5年度に作成した「文献査読時の留意点」を更新したほか付属資料「留意点に関わる判断の視点」を追加した。また、新たな観点として「長期的な影響に着目した評価の視点」を整理した。

【文献収集と査読の実施（魚類、甲殻類、二枚貝類）】

- 化学物質の毒性試験法が確立されている魚類及び甲殻類を供試生物としている文献を優先的に査読の対象とした。
- 藻類は、マイクロオーダーの粒径の粒子を取り込む可能性が低く、現在ターゲットとしている粒径1 μ m以上のMicPによる影響は小さいと考え、令和5年度に続き査読の対象生物から除外した。
- 濾過摂食者でありMicPへの高感受性が懸念される二枚貝類は査読対象とした。
- 査読結果は、個数濃度／重量濃度、LOEC／NOEC、慢性／亜急性・亜慢性／急性別に整理した。

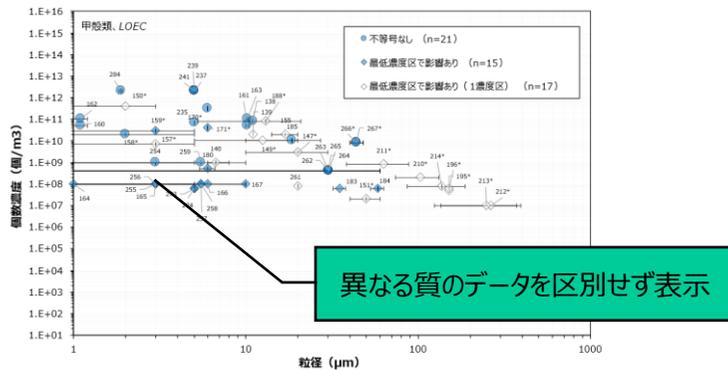
R6有害性データのまとめ方について 基本的な方針（分類）

- 環境省がこれまで実施してきたの化学物質の生態リスク評価で用いてきた有害性評価の視点、知見の査読や信頼性の確認等の経験とノウハウを活用する。
 - ただしMicPの分野では、
 - 粒子状の物質を用いた生態毒性の把握のための標準試験法は未確立であること
 - 現時点で得られる知見の大半は学術研究として行われているが、何らかの基準を検討するのに十分な実験条件の記述が揃っていない等の理由により信頼性が十分に確認できないものが少なくないこと
 - このような状況の中で、新たなデータが次々と得られてきていること
 等の理由により、環境省がこれまで実施してきた化学物質の生態リスク評価と同レベルの信頼性評価を行うのは現段階では合理的でない。
 - ここでは、より多くのデータを俯瞰的に眺め、影響が生ずるレベルを捉える観点から、有害性データを次の3つのカテゴリーに分類することを提案する。
 - リスク管理に係る制度の下で実施されている既存の生態リスク評価ほどには、信頼性評価を厳格に行うことはせず、より広い知見を拾うものとする。具体的には、
 - 定量的な影響レベルが確認されていると判断できるデータは、**生態リスクの把握において活用する。(○)**
- 注：○に分類した有害性データが直ちに「生態リスク評価」に使用できるわけではない。
将来的に生態リスクの把握における活用を目指すものの、現時点ではあくまで有害性評価の観点で分類。**
- より広い知見を拾うものとしたうえで、実験条件の確認が十分に行えない等の理由により、影響に関する定量的なデータとは判断できないものであっても、影響レベルを示しているで見なすことができるものは、**参考として参照する。(△)**
 - 明らかに不備のあるものや影響レベルを示していると言えないものは、**これまで通り記載しない。(×)**

R6有害性データのまとめ方について 基本的な方針（表示）

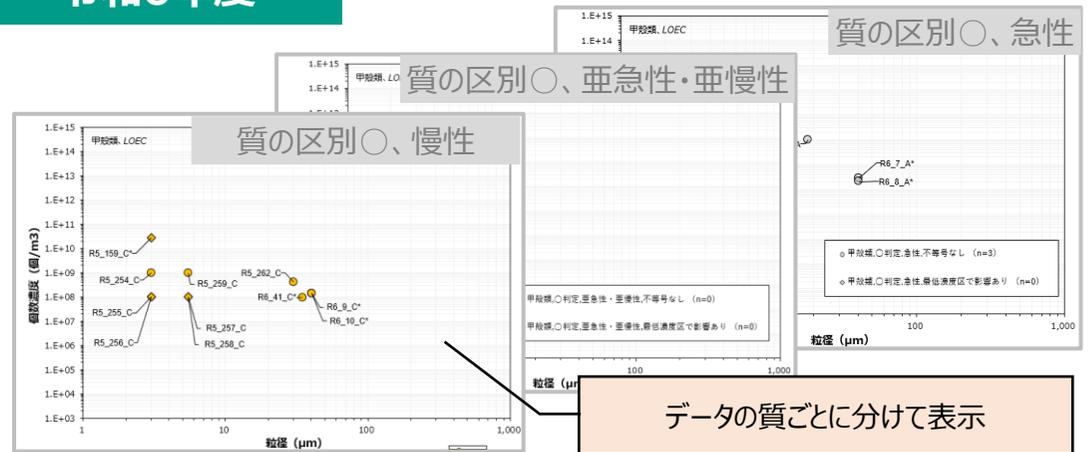
- 令和5年度は区分 I（個体群の維持に関わる有害な影響；詳細は次頁）に該当するエンドポイントの有害性データを図示してきたが、区分 I の中でも様々な実験条件のものが含まれていた。具体的には、「実測濃度が測定・報告されていない」「粒子の前処理について記載がない」「急性影響を扱った知見」といった質が異なるデータが混在していたが、表示上は区別していなかった。
- 上記のような課題点があったことから、令和6年度は有害性データの質を区別して表示することで、プロットの解釈において誤解のないようにする。
- 具体的には次頁以降の**有害性データの査読における基本的な考え方**を用い、定量的な影響レベルが確認されていると判断できるデータ（○）を区別・抽出のうえ、慢性／亜急性・亜慢性／急性に分けて表示した。

令和5年度



これまで区分○と△を区別せず表示
(区分×は既にプロット対象外)

令和6年度



- ・定量的な影響レベルが確認されているデータ○を抽出。
- ・慢性／亜急性・亜慢性／急性に分けて表示
(区分△は参考情報として別に図示)

有害性データの査読に係るルール策定

①エンドポイントの分類

- MicPの有害性評価で採用すべきエンドポイントについて、基本的な考え方を以下の通り整理した。
 - ✓ 「Ⅰ：個体群の維持に関わる有害な影響」 →採用するエンドポイントに設定
 - ✓ 「Ⅱ：Ⅰ・Ⅲ以外の影響」 →参考データ（引き続き精査の対象）
 - ✓ 「Ⅲ：分子・遺伝子レベルの影響」 →査読対象外

Ⅰ：個体群の維持に関わる有害な影響

- ◇ 成熟、繁殖、成長、致死に関する影響
 （具体例）生存率の低下、成長の阻害、体重の減少、産仔数の減少、孵化率の低下、奇形率の上昇 等

Ⅱ：Ⅰ・Ⅲ以外の影響

- ◇ 個体レベルの影響ではあるが、個体群の維持に直接関わるものではない/関わりが不明な影響
 （具体例）行動異常、遊泳速度の低下、遊泳距離の減少 等
- ◇ 個体レベルの影響ではないもの（組織レベル、細胞レベル）
 （具体例）腸・肝臓・腎臓の病変・組織損傷、筋肉量の減少、生殖腺重量の減少 等

Ⅲ：分子・遺伝子レベルの影響

- ◇ 個体レベルの影響ではないもの（分子レベル、遺伝子レベル）
 （具体例）ストレスマーカーの変動、遺伝子の発現 等

有害性データの査読に係るルール策定

②文献査読時の留意点

- 令和5年度に整理した「文献査読時の留意点」を引き続き精査し、更新を行った。
- MicPの有害性を評価するにあたりコンセンサスが得られているテストガイドラインは現状確認されておらず、以下はあくまで非網羅的な位置付けのため、今後も適宜更新される必要がある。

MicPの有害性データに係る文献査読時の留意点

- **【1】、【2】MicPに関わらない実験条件**
 - 【1】国内外で認められたテストガイドライン（以下、「TG」とする）への準拠が明記されているか
 - 【2】TG準拠が明記されていない又は部分的に逸脱している場合、以下の条件が適切か
 - 【2-1】コントロール区が設定されているか
 - 【2-2】コントロール区で影響が出ていないか
 - 【2-3】結果の統計処理が適切に行われているか
 - 【2-4】複数濃度で試験が行われているか
 - 【2-5】再現性があるか（繰り返し数が十分にあることなど）
 - 【2-6】生物種が一般的か
 - 【2-7】生物のライフステージに対するばく露期間は適正か
 - 【2-8】結果の測定方法の記載が明確か（追試可能か）
 - 【2-9】用量応答関係が見られるか
- **【3】MicPに関わる実験条件**
 - 【3-1】粒子の実測濃度が報告されているか
 - 【3-2】粒子の前処理についての記載はあるか（購入品の場合、分散液中の分散剤や界面活性剤、防腐剤等を除去しているか）
 - 【3-3】粒子の分散・攪拌方法についての記載はあるか
 - 【3-4】粒子の粒径が報告されているか（範囲、中央粒径、分布等）
 - 【3-5】粒子の形状が報告されているか
 - 【3-6】粒子の素材が報告されているか
 - 【3-7】粒子の取得方法が報告されているか（再入手・再調製可能か、実環境中で採取したものか）
 - 【3-8】化学的な表面処理を施した粒子を使用しているか など

有害性データの査読に係るルール策定

③ 文献査読時の留意点 付属資料：留意点に関わる判断の視点

- 前頁の「文献査読時の留意点」は、本業務における重要な成果の一つであり、今後も更新を続けていく想定。これに加えて、有害性評価分科会における議論及び意見等を整理し、「留意点に関わる判断の視点」を付属資料として作成。
- 専門家の知識及び判断をまとめることで、査読における「判断の揺れ」を減らすとともに、判断の過程をより分かりやすく示したものであり、本付属資料も適宜更新していく必要がある。

留意点		判断の視点
【1】 【2】 MicPに関わらない実験条件	【1】TG準拠が明記されているか	TG準拠が明記されていても、部分的にTGから逸脱している場合もあり、逸脱箇所の扱いは個別に議論する。
	【2】TG準拠が明記されていない又は部分的に逸脱している場合以下の条件が適切か	<p>試験液に分散剤等を使用している場合に、以下のように扱う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分散剤の場合 化学物質では急性毒性試験において分散剤の使用を認めており、MicPにおいても基本的に同じ基準を使うものとする。加えて、より広い知見を拾うべく、亜慢性や慢性でも助剤対照区がありかつ影響が出ていなければ分散剤の使用を認める。 ・抗生物質の場合 藻類であれば抗生物質の添加が必要な場合も考えられるが、魚類・甲殻類・二枚貝については腸内フローラへの影響が懸念されるため採用困難と判断する。
	【2-4】複数濃度で試験が行われているか	<p>査読文献における優先順位及び複数濃度区のことを以下のように整理する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・○△×の判定を行う前に、これまでの全文献から質の区別の作業対象を以下の基準で抽出及び優先順位付け <p>基準1：質の区別の作業対象は「採用困難ではない かつ EP区分 I かつ 複数濃度区」 基準2：不等号付き（最低濃度で影響あり又は最高濃度で影響なし）も○の可能性はあるが優先順位を下げて扱う</p>

有害性データの査読に係るルール策定

③ 文献査読時の留意点 付属資料：留意点に関わる判断の視点

留意点		判断の視点
【1】 【2】 MicPに関わらない実験条件 その他	【2】の準拠が明記されていない又は部分的に逸脱している場合以下の条件が適切か 【2-9】用量応答関係が見られるか	用量応答関係の有無について以下のように整理する。 ・一般的に、毒性影響がでた場合には用量応答関係があることが望ましい。 しかしMicPの場合は、生物個体によって取込みがばらつく可能性があるため、毒性影響が投与量に必ずしも影響しない可能性がある。 そのため、MicPの有害生データについては、用量応答関係があることが望ましいが必須条件とはしない。
	通常と異なるばく露条件の扱い	通常と大きく異なるばく露条件（高脂肪食等）の場合に、採用困難と判断する。
	長期/短期影響の考え方	参照：「MicPの有害性データにおける慢性影響及び急性影響に関わる基本的な考え方」
	水中濃度/摂取濃度	MicPの毒性値の表記（NOEC,NOAEL）について以下のように整理する。 MicPを摂取して影響が出ることが考えられるため、摂取量（NOAEL等）を使用することが望ましいという考えがある一方で、実際に摂取量を測定するのは非常に難しいため、水中濃度を使用する。 ・加えて、粒径が大きい場合などに個数濃度で示すことが望ましいことから、サイズと濃度の相互関係も考慮する。

有害性データの査読に係るルール策定

③ 文献査読時の留意点 付属資料：留意点に関わる判断の視点

留意点		判断の視点
【3】MicPに関わる実験条件	【3-1】粒子の実測濃度が報告されているか	<p>ばく露濃度の実測有無と「○」候補（参照：P.26文献収集と査読の実施）の考え方について以下のように整理する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般的に、ばく露濃度は試験系の中で均一であることが望ましい。MicPは局在化しやすい性質があるため、ばく露濃度の実測が重要であり、「実測あり」の文献の優先度が高いと整理してきた。 ・その一方で、MicPの局在化が必ず起こるために、仮に実測を行っていてもそれが本当のばく露濃度を示していない可能性もある。 ・加えて、「実測あり」だけから質の区別における「○」候補を選定すると取りこぼしの懸念がある。「実測なし」であっても試験系の中に設定濃度のMicPが存在することに着目し、「○」候補の範囲を「実測なし」にも拡大し、「実測あり」を「○」候補の必須条件とはしない。
	【3-2】粒子の前処理についての記載はあるか（購入品の場合、分散液の中の分散剤や界面活性剤、防腐剤等を除去しているか）	<p>もともとプラスチックに含有している剤としての添加剤、可塑剤又はモノマーなどの残留物については、除去が困難であることから、これらも含めた影響を評価する。ただし、明らかに粒子以外の影響が懸念される場合は採用困難と判断する。</p>
	【3-3】粒子の分散・攪拌方法についての記載はあるか	<p>試験液の分散・攪拌方法の記載と「○」候補の考え方について以下のように整理する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分散に関する記載があることが望ましいものの、分散させることは当然の作業として文献に明記されていない可能性がある。 ・MicPに特有の性状※のために不均一なばく露となる可能性が高い。（※：魚類や甲殻類において、餌と粒径が近い場合に、MicPやMicPの塊を積極的に摂取する可能性があるほか、二枚貝においては、粒径によらず、底質とともにMicPを摂取することで、不均一なばく露になりうる） ・そのため、分散・攪拌方法の記載があることを「○」候補の必須条件とはしない。

有害性データの査読に係るルール策定

③ 文献査読時の留意点 付属資料：留意点に関わる判断の視点

留意点		判断の視点
【3】MicPに関わる実験条件	【3-4】粒子の粒径が報告されているか（範囲、中央粒径、分布等）	<p>粒径が「明らかに摂食不可」なサイズであった場合に、以下のように扱う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまで、粒径と摂食の関連性について考慮してこなかったが、摂食ができない大きなサイズのMicPであってもミジンコの表面付着による遊泳阻害等も考えられる。そのため、摂食不可なサイズであっても、それを理由に採用困難とはしない。
	【3-5】粒径情報が不足しているか	<p>粒径情報が不足している場合に、以下のように扱う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粒径分布のように詳細な情報が記載されていることが望ましいが、粒径範囲だけのデータがある。 ・このような場合も重量－個数の換算自体には影響がない（最大粒径あるいは最小粒径の平均値や中央値をもとに換算しているため）。 ・加えて、MicPの有害性データの数が少ないことから、質の区別の最終判定における注釈として記したうえで使用する。
	【3-6】粒子の素材が報告されているか	<p>粒子の素材が特殊な場合に、以下のように扱う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・劣化させたMicP又は生分解性プラスチックを使用した実験が散見される。 ・これまで、劣化の有無は評価軸としておらず、判断の仕方について議論の余地が残るものの、現時点では質の区別の最終判定における注釈として記したうえで使用した。 ・生分解性プラスチックは、その種類によってスピードやサイズは異なるものの、分解の過程においてMicPになると考えられている。「より多くのデータを俯瞰的に眺め」るためにも、生分解プラを理由に採用困難とはしない。なお、生分解性プラスチック特有の性状を考慮する必要性も含め、今後も議論を継続する。
【3-7】粒子の取得方法が報告されているか（再入手・再調製可能か、実環境中で採取したものか）	<p>環境中から採取されたプラスチックを使用している場合に、以下のように扱う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・毒性実験について、一般的に再現性やトレーサビリティが確保できることが望ましく、市販品でないMicP、とくに環境中から採取したものを使用している場合は注意する必要がある。 ・その一方で、実環境のMicPには様々な化学物質が付着しており、環境中から採取したMicPを使用して毒性実験を行うことで、実態に近い結果が得られる可能性がある。 ・そのため、再現性が確保できていなくても、一律で採用困難とはせずに、付着している化学物質の影響も含めた毒性影響として扱う。 	

有害性データの査読に係るルール策定

④-1 長期的な影響に着目した評価の視点 —既存の有害性評価—

- 環境中に長期間にわたって存在する化学物質の影響は、長期的なばく露で評価する。短期的なばく露では、把握すべき影響を十分に捉えきれないと考えられる（具体例：高濃度でなければ影響が生じない、短期的なばく露では適切なエンドポイントを捉えきれない 等）。
- 水生生物の影響評価では、慢性影響を捉えた知見に限られるため、急性影響を捉えた知見も活用されてきた。また、亜急性又は亜慢性を捉えた知見は限定的に活用されてきた。
- 上記を踏まえた化学物質のリスク評価における急性毒性及び慢性毒性の基本的な考え方※1は下表のとおり。

慢性/急性	既存の有害性評価における基本的な考え方	対応する試験ガイドラインの例
慢性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 選定基準※2： <ol style="list-style-type: none"> ① 影響の内容：胚・稚仔、発生初期の魚に対する生存・成長等に阻害を及ぼす影響を慢性影響 ② 付属期間（試験期間）：胚から前期仔魚を含む20日以上期間 ③ 主なエンドポイントと影響内容：影響に対する LOEC、NOEC、MATC ■ 急性影響よりも優先して使用 	OECD TG 210：魚類の初期生活段階毒性試験 （エンドポイント：孵化率、生存率等 ばく露期間：40日）
急性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 選定基準※2： <ol style="list-style-type: none"> ① 影響の内容：魚類に対して、短期間で生存に阻害をもたらす影響を急性影響 ② 付属期間（試験期間）：4日間（96時間）以内の（付属期間を要する）試験 ③ 主なエンドポイントと影響内容：LC50（Median Lethal Concentration） 	OECD TG 203：魚類急性毒性試験 （エンドポイント：死亡 ばく露期間：96時間）

※1 生態影響に関わる生物のうち魚類を抽出して記載

※2 出典) 第2回厚生科学審議会化学物質制度改正検討部会化学物質審査規制制度の見直しに関する専門委員会、第9回産業構造審議会化学・バイオ部会化学物質管理企画小委員会及び第2回中央環境審議会環境保健部会化学物質審査規制制度小委員会合同会合 参考資料 2 生態毒性の急性毒性値と慢性毒性値の比較

有害性データの査読に係るルール策定

④-2 長期的な影響に着目した評価の視点 —MicPの有害性評価—

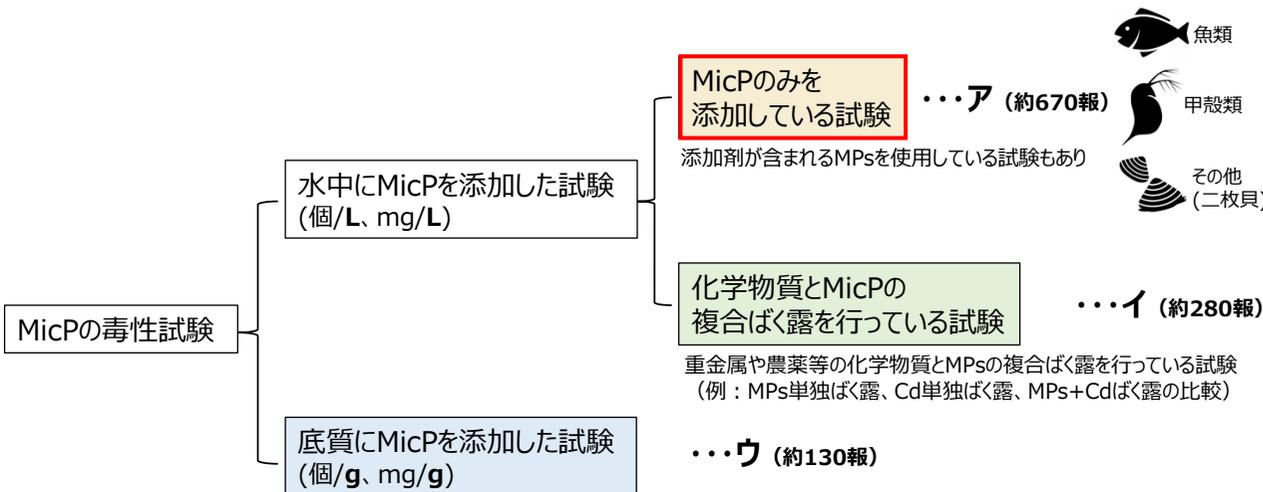
- これまでに収集したMicPの有害性データには様々な実験条件のものが含まれていたことは先述のとおり。ばく露期間やライフステージ、エンドポイントについても様々な設定があるほか、毒性指標もE(L)C50とN(L)OECが混在。急性影響／慢性影響を整理していなかった。
- MicPの有害性データを俯瞰すると、現時点では慢性影響又は急性影響を捉えた知見は多くなかった。最も多いのは、「一般的な急性試験よりも長期的な影響をみているが慢性影響を捉えているか判断できないもの」であり、「亜急性」又は「亜慢性」の知見と考えられた。MicPには標準的な毒性試験法が開発されていないこともあり、本検討においては、「亜急性」と「亜慢性」を区別せずに、これら全体を「亜急性・亜慢性」と整理した。
- 既存の有害性評価及びMicPの有害性データの現状を踏まえ、本検討においても、慢性影響に着目した評価を基本としつつ、亜急性・亜慢性及び急性影響を捉えた知見も活用を前提とした評価を進める。なお、この視点は文献査読の留意点の【2-7】番にも関連する。

慢性／急性	MicPの有害性評価における基本的な考え方	対応する試験ガイドラインの例
慢性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 慢性影響を扱うTGに準拠する等、慢性影響を捉えた知見。急性影響よりも優先して使用 ■ NOEC又はLOECを主に使用するが、E(L)C50が算出されており、かつ専門家判断によりE(L)C50の使用が適切な場合はその使用を検討 	<ul style="list-style-type: none"> • 魚類：OECD TG 210 • 甲殻類：OECD TG 211 • 二枚貝類：OECD TG 242* *:TG242は巻貝
急性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 急性影響を扱うTGに準拠する等、急性影響を捉えた知見 ■ EC50又はLC50を主に使用するが、個別の専門家判断によりNOEC又はLOECの使用が適切な場合はNOEC又はLOECの使用を検討 ■ E(L)C50は判別可能なようにしたうえで換算等をせずに、そのまま図示 	<ul style="list-style-type: none"> • 魚類：OECD TG 203 • 甲殻類：OECD TG 202
亜急性・亜慢性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 急性よりも長期影響をみているものの慢性影響を捉えているか判断できないデータ全体を亜急性・亜慢性と整理 ■ 個別のデータごとに適切な毒性指標を選択し図示 	—

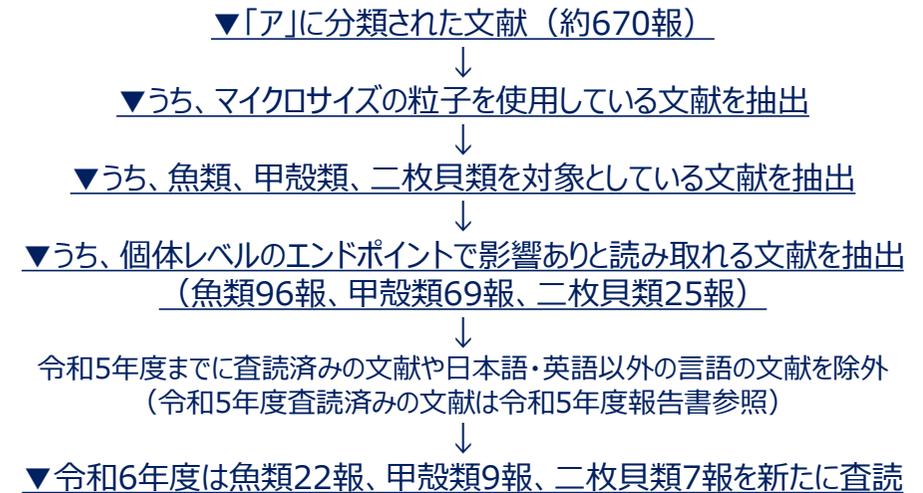
文献収集と査読の実施 査読文献の抽出

- 2000年以降に公開されたMicPに関する学術論文を複数の文献検索サービスを用いて網羅的に検索し、査読文献の抽出を行った（ただし今年度実施分は令和5年度からの差分）。
 - 抽出①：母集団約18,000報の文献のタイトルとアブストラクトから読み取れる範囲で判断を行い、3つの類型（「ア」：水中にMicPのみを添加している試験、「イ」：水中にMicPと化学物質を同時に添加している試験、「ウ」：底質にMicPを添加している試験）を抽出。
 - 抽出②：「ア」に分類された文献（約670報）に関して、タイトル・アブストラクトから、「マイクロサイズの粒子を使用している」かつ、「魚類、甲殻類、二枚貝類を対象としている」かつ、「個体群の維持に関わる有害な影響あり」と判断できる文献を抽出し、査読を実施。

抽出①



抽出②



文献収集と査読の実施 査読の実施（質の区別）

- 有害性データの質の判定にあたり、「○」の区別・抽出を優先して作業を行った。具体的には、令和4～6年度（第2回分科会まで）において採用困難としたものを除き、1濃度区試験ではないものを質の区別作業対象とし、この中から相対的にデータの信頼性が高く、定量性があるものを区分「○」とした。

質の区別に関わる有害性データの分類（P.19より抜粋して再掲）

- ・ 定量的な影響レベルが確認されていると判断できるデータは、生態リスクの把握において活用する。（○）
- ・ より広い知見を拾うものとしたうえで、実験条件の確認が十分に行えない等の理由により、影響に関する定量的なデータとは判断できないものであっても、影響レベルを示していると思えるものは、参考として参照する。（△）
- ・ 明らかに不備のあるものや影響レベルを示していると言えないものは、これまで通り記載しない。（×）

- 作業手順は以下のとおり。

- ✓ 作業の効率化のため、事務局にて実験条件の該非を整理し○候補案を抽出。 
- ✓ ○候補案について、複数名の有害性評価分科会委員にて○△×の一次判定を実施。 
- ✓ 一次判定をもとに有害性評価分科会にて議論し、最終判定を決定。 

令和4～6年度までに査読した有害性データの内訳

	採用困難ではない		質の区別作業対象 (採用困難ではないかつ 複数濃度区実験)		○候補 (実測/分散手順の記載あり 又はOECD TG準拠)		最終判定が「○」		
	文献	レコード(a)	文献	レコード	文献	レコード	文献	レコード(b)	割合(b/a)
魚類	49	118	13	23	5	7	5	5 (慢性0,亜急性・亜慢性5,急性0)	4%
甲殻類	43	97	26	60	11	29	6	15 (慢性12,亜急性・亜慢性0,急性3)	15%
二枚貝類	16	57	4	9	2	4	2	4 (慢性0,亜急性・亜慢性4,急性0)	7%
合計	108	272	43	92	18	40	13	24	9%

-採用困難（×）ではない有害性データから、**相対的にデータの信頼性が高い上位9%が抽出された。**
-査読結果は次頁以降のとおり。

① 最終判定「○」、慢性影響（魚類）：有害性データ

- 魚類の有害性データのうち、最終判定「○」かつ慢性影響を捉えた知見を以下に示す。

(該当データなし)

文献収集と査読の実施

① 最終判定「○」、慢性影響（甲殻類）：有害性データ

■ 最終判定「○」かつ慢性影響を捉えた知見を以下に示す。なお慢性影響について得られた知見は甲殻類のみであった。

文献情報			実験条件							実験結果							
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径(μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度(μg/L)			個数濃度(個/m ³)		
								重量濃度(μg/L)	個数濃度(個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R6_P-1220	R6_9	An G et al. (2024)	購入	1~80	PLA	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.0E+03,5.0E+03	-	21日	生存率	-	1.E+03	5.E+03	-	3.E+07	1.E+08
R6_P-1220	R6_10	An G et al. (2024)	購入	1~80	PLA	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.0E+03,5.0E+03	-	21日	総産仔数	-	1.E+03	5.E+03	-	3.E+07	1.E+08
R6_P-0471	R6_41	Yin J et al. (2024)	購入	32~38	PE	-	<i>Daphnia magna</i>	0.4.0E+02,2.0E+03,1.0E+04	-	21日	総産仔数	-	4.E+02	2.E+03	-	2.E+07	1.E+08
R6_P-0471	R6_44	Yin J et al. (2024)	購入	32~38	PE	-	<i>Scapholeberis kingi</i>	0.4.0E+02,2.0E+03,1.0E+04	-	21日	総産仔数	>	1.E+04	1.E+04	>	5.E+08	5.E+08
R5_6	R5_159	Peixoto et al. (2019)	購入	1~5	Thermoset amino formaldehyde polymer	球状	<i>Artemia franciscana</i>	0.4.0E+02,8.0E+02,1.6E+03	-	44日	全産仔数	<	4.E+02	4.E+02	<	3.E+10	3.E+10
R5_7	R5_254	Jaikumar et al. (2019)	購入	1~5	PS	球状	<i>Daphnia magna</i>	-	0.1.0E+08,1.0E+09,1.0E+10,1.0E+11	21日	総産仔数	-	1.E+00	1.E+01	-	1.E+08	1.E+09
R5_7	R5_255	Jaikumar et al. (2019)	購入	1~5	PS	球状	<i>Daphnia pulex</i>	-	0.1.0E+08,1.0E+09,1.0E+10,1.0E+11	21日	3腹目までの産仔数	<	1.E+00	1.E+00	<	1.E+08	1.E+08
R5_7	R5_256	Jaikumar et al. (2019)	購入	1~5	PS	球状	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	-	0.1.0E+08,1.0E+09,1.0E+10,1.0E+11	7日	3腹目までの産仔数	<	1.E+00	1.E+00	<	1.E+08	1.E+08
R5_7	R5_257	Jaikumar et al. (2019)	作成	1~10	PS	破片状	<i>Daphnia magna</i>	-	0.1.0E+08,1.0E+09,1.0E+10,1.0E+11	21日	3腹目までの産仔数、総産仔数	<	9.E+00	9.E+00	<	1.E+08	1.E+08
R5_7	R5_258	Jaikumar et al. (2019)	作成	1~10	PS	破片状	<i>Daphnia pulex</i>	-	0.1.0E+08,1.0E+09,1.0E+10,1.0E+11	21日	3腹目までの産仔数	<	9.E+00	9.E+00	<	1.E+08	1.E+08
R5_7	R5_259	Jaikumar et al. (2019)	作成	1~10	PS	破片状	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	-	0.1.0E+08,1.0E+09,1.0E+10,1.0E+11	7日	3腹目までの産仔数、総産仔数	-	9.E+00	9.E+01	-	1.E+08	1.E+09
R5_36	R5_262	Schür et al. (2022)	作成	0.2~60	PS	破片状	<i>Daphnia magna</i>	-	0.8.0E+07,4.0E+08,2.0E+09,1.0E+10	21日	致死、繁殖(F0)	-	1.E+03	6.E+03	-	8.E+07	4.E+08

注1：各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

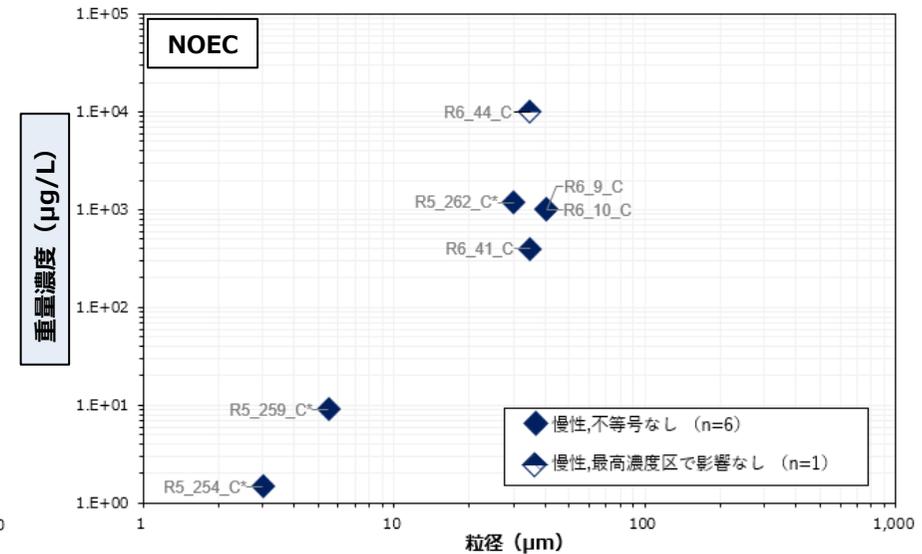
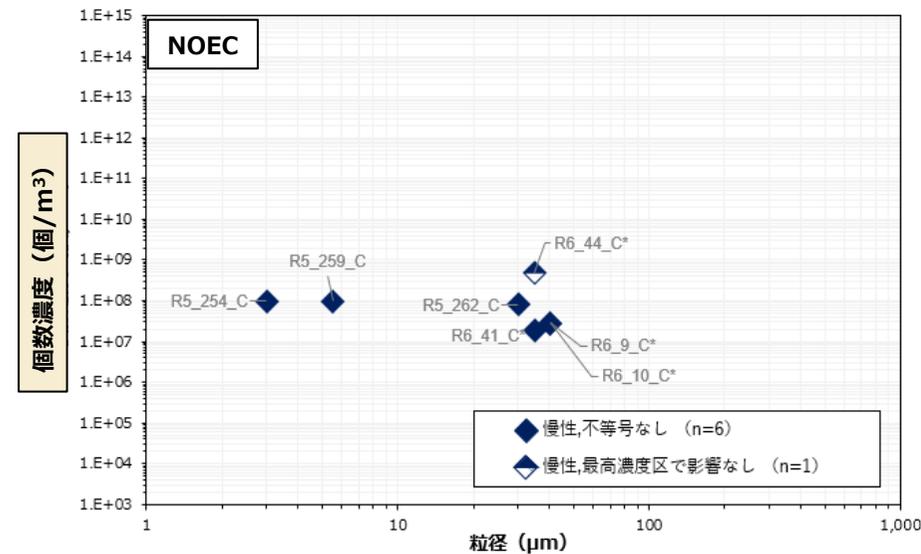
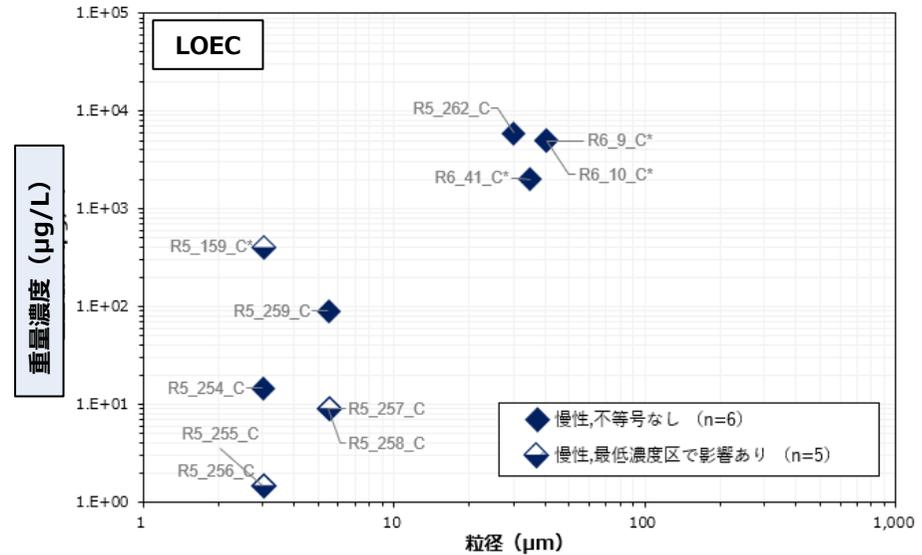
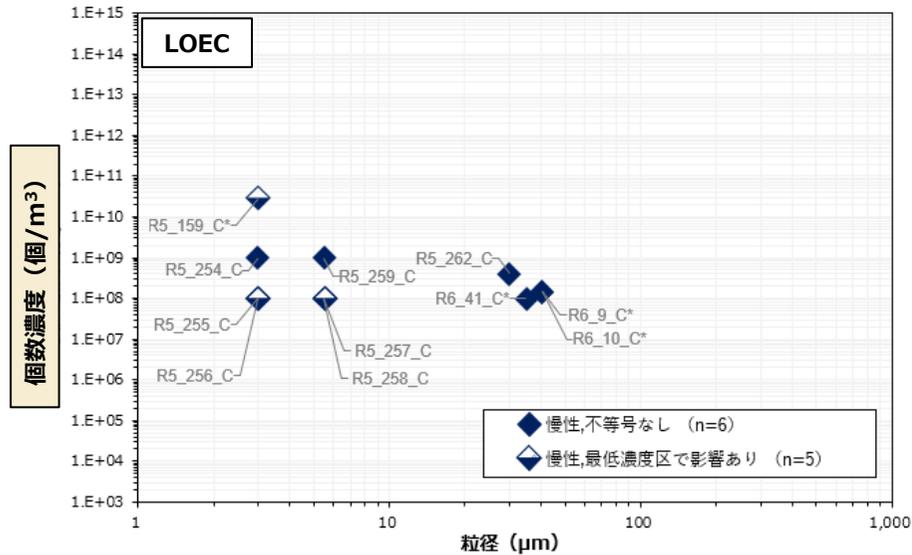
注2：文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度（PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1）、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算（換算値は斜体）。

注3：最低濃度区で有意な影響が出ている場合は不等号「<」を、最高濃度区で有意な影響が出ていない場合は不等号「>」を付した。

文献収集と査読の実施

① 最終判定「○」、慢性影響（甲殻類）：有害性データ（図示）

■ 前頁の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を以下に示す。



※プロット中の数字は有害性データに対する番号。各データの概要は、前頁の実験データの概要を参照。

① 最終判定「○」、慢性影響（二枚貝類）：有害性データ

- 二枚貝類の有害性データのうち、最終判定「○」かつ慢性影響を捉えた知見を以下に示す。

(該当データなし)

文献収集と査読の実施

② 最終判定「○」、亜急性・亜慢性（魚類）：有害性データ

- 魚類及び二枚貝類について最終判定「○」かつ亜急性又は亜慢性の影響を捉えた知見が得られた。
- 魚類の有害性データを以下に示す。

文献情報			実験条件						実験結果								
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径(μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度(μg/L)			個数濃度(個/m ³)		
								重量濃度(μg/L)	個数濃度(個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R5_15	R5_1	Zhang et al. (2022)	市販品	5~50	Polyamide	破片状	<i>Danio rerio</i>	0,1.0E+03,1.0E+04,2.0E+04	-	10日	標準化した体重	-	1.E+04	2.E+04	-	6.E+08	1.E+09
R5_18	R5_6	Liu et al. (2022)	市販品	32~40	PS	球状	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	0,1.0E+02,1.0E+03	-	21日	体重	-	1.E+02	1.E+03	-	4.E+06	4.E+07
R5_53	R5_72	Chen et al. (2022)	市販品	6	PS	球状	<i>Oryzias melastigma</i>	0,1.1E+00,1.1E+03,1.1E+05	0,1.0E+05,1.0E+07,1.0E+09	14日	成長の抑制(体長)	>	1.E+05	1.E+05	>	1.E+09	1.E+09
R4_17	R4_26	Wang J et al. (2021)	購入	2	PS	球状	<i>Oryzias melastigma</i>	0,2.0E+00,2.0E+01,2.0E+02	-	150日	体長、体重	<	2.E+00	2.E+00	<	5.E+08	5.E+08

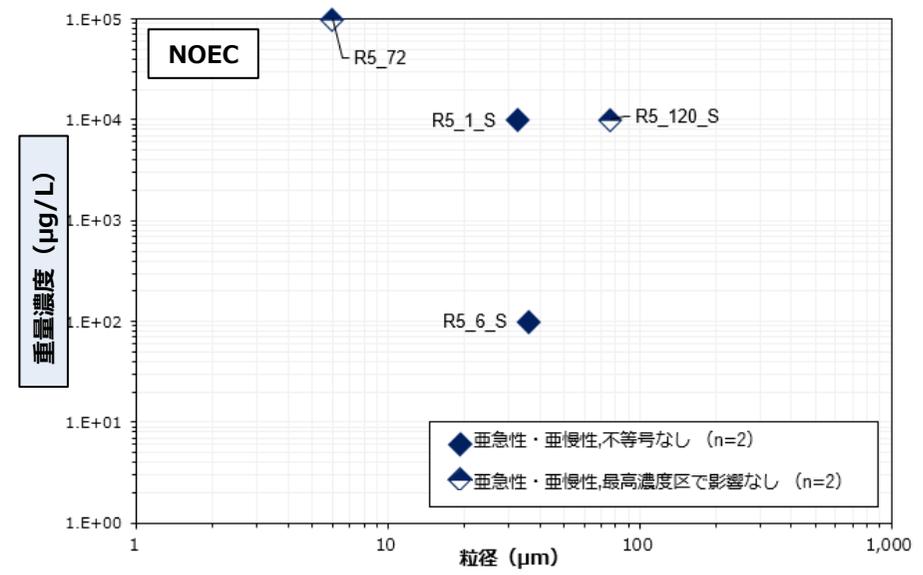
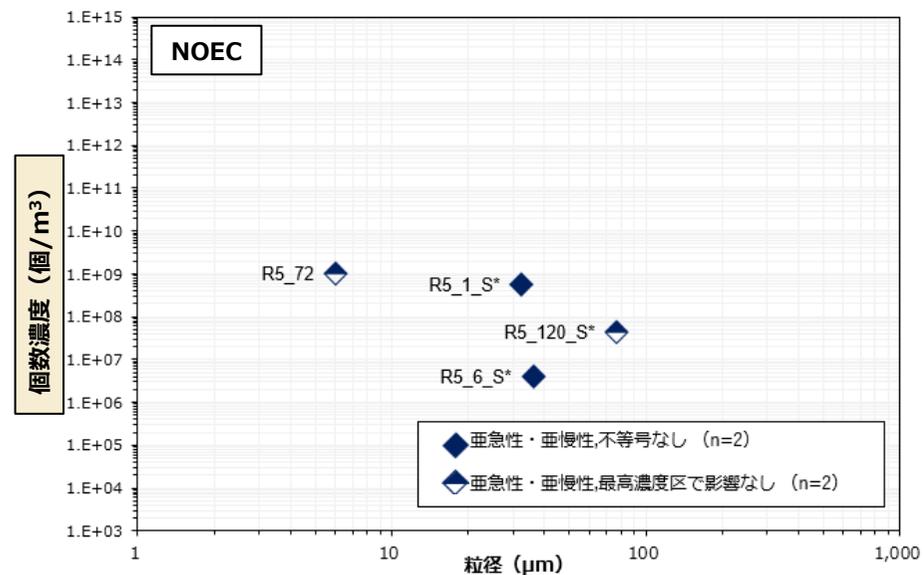
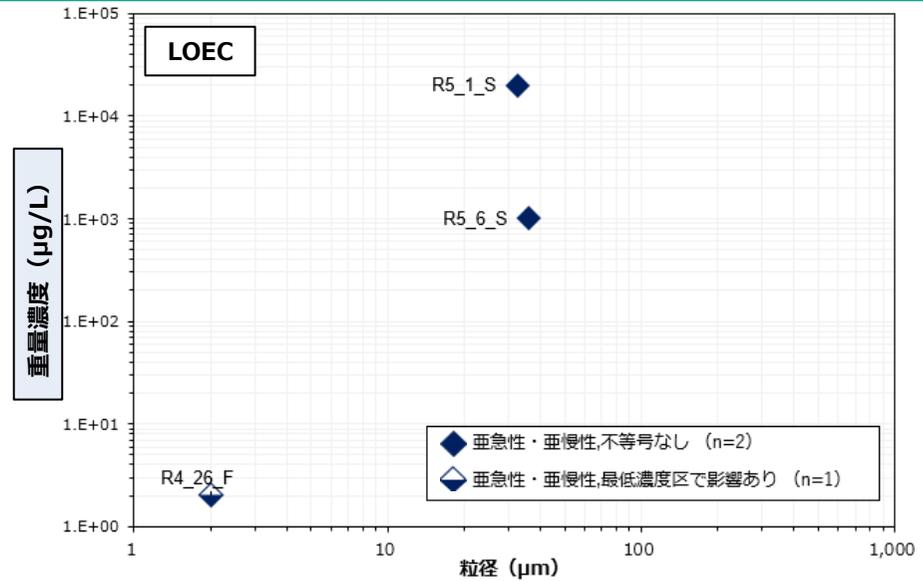
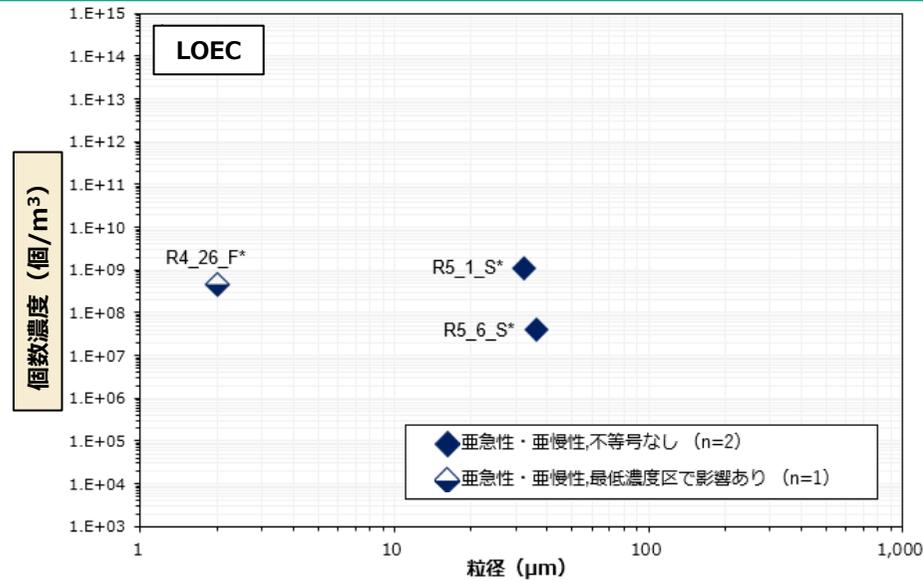
注1：各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

注2：文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度（PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1）、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算（換算値は斜体）。

注3：最低濃度区で有意な影響が出ている場合は不等号「<」、最高濃度区で有意な影響が出ていない場合は不等号「>」を付した。

② 最終判定「○」、亜急性・亜慢性（魚類）：有害性データ（図示）

■ 前頁の魚類の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を以下に示す。



※プロット中の数字は有害性データに対する番号。各データの概要は、前頁の実験データの概要を参照。

②最終判定「○」、亜急性・亜慢性（甲殻類）：有害性データ

- 甲殻類の有害性データのうち、最終判定「○」かつ亜急性又は亜慢性の影響を捉えた知見を以下に示す。

(該当データなし)

③ 最終判定「○」、亜急性・亜慢性（二枚貝類）：有害性データ

■ 最終判定「○」かつ亜急性又は亜慢性の影響を捉えた知見のうち、二枚貝類の有害性データを以下に示す。

文献情報			実験条件							実験結果							
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径(μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度(μg/L)			個数濃度(個/m ³)		
								重量濃度(μg/L)	個数濃度(個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R5_1	R5_295	Bringer et al. (2020)	購入	1~5	Proprietary Polymer	球状	<i>Crassostrea gigas</i>	0,1.0E+02,1.0E+03,1.0E+04	-	24時間	体長	<	1.E+02	1.E+02	<	7.E+09	7.E+09
R5_1	R5_296	Bringer et al. (2020)	購入	1~5	Proprietary Polymer	球状	<i>Crassostrea gigas</i>	0,1.0E+02,1.0E+03,1.0E+04	-	24時間	奇形	-	1.E+02	1.E+03	-	7.E+09	7.E+10
R5_1	R5_297	Bringer et al. (2020)	購入	1~5	Proprietary Polymer	球状	<i>Crassostrea gigas</i>	0,1.0E+02,1.0E+03,1.0E+04	-	24時間	発育停止	-	1.E+02	1.E+03	-	7.E+09	7.E+10
R5_5	R5_321	Bringer et al. (2022)	作成	138.6~	カクテル試料(28% HDPE, 40% PP及び32% PVC)	破片状	<i>Crassostrea gigas</i>	0,1.0E+02,1.0E+04	-	2ヶ月	死亡	<	1.E+02	1.E+02	<	7.E+04	7.E+04

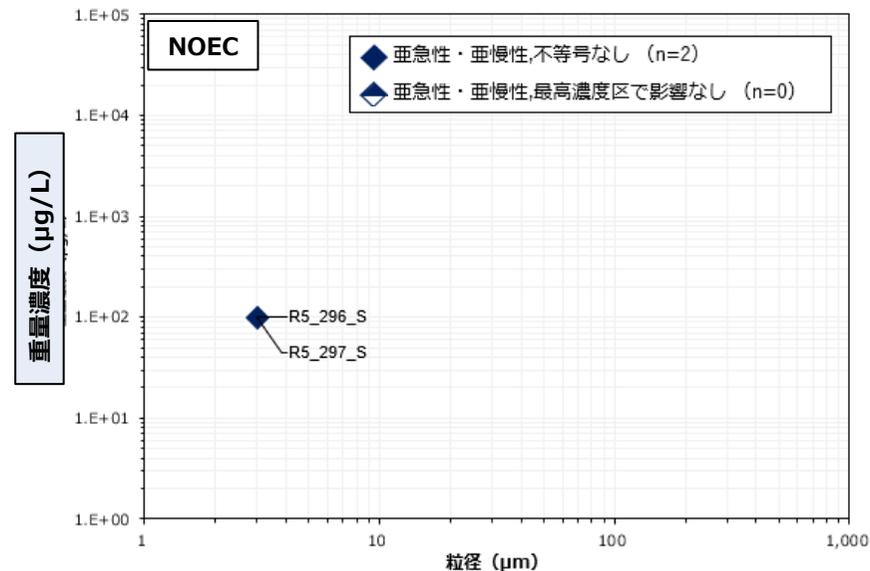
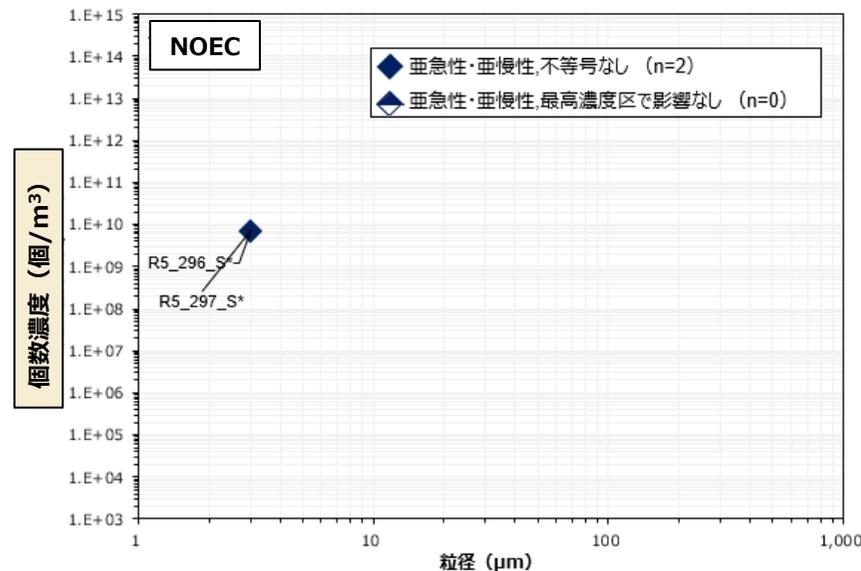
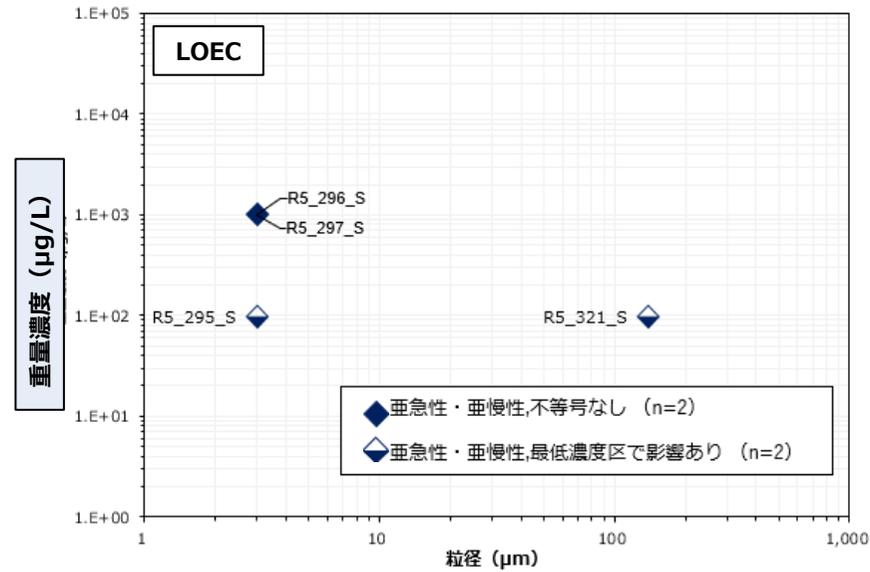
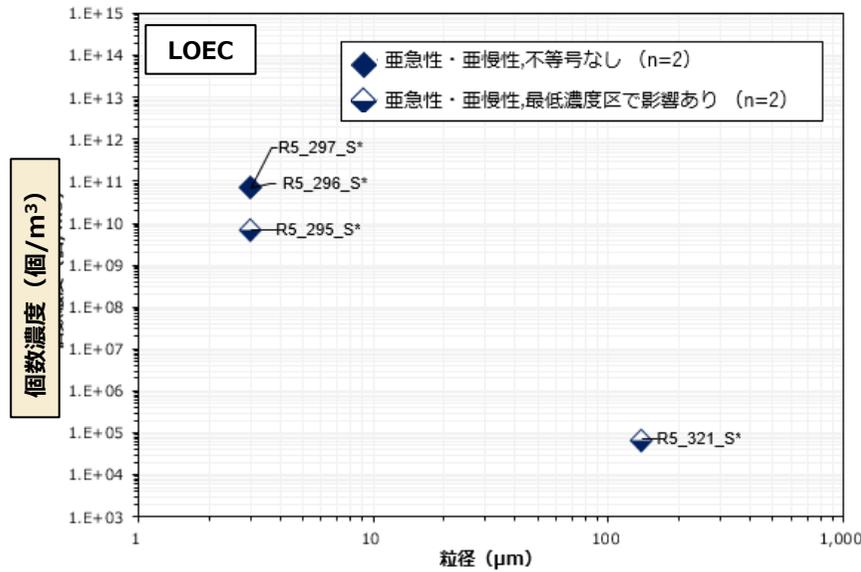
注1：各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

注2：文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度（PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1）、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算（換算値は斜体）。

注3：最低濃度区で有意な影響が出ている場合は不等号「<」を、最高濃度区で有意な影響が出ていない場合は不等号「>」を付した。

③ 最終判定「○」、亜急性・亜慢性（二枚貝類）：有害性データ（図示）

■ 前頁の二枚貝類の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を以下に示す。



※プロット中の数字は有害性データに対する番号。各データの概要は、前頁の実験データの概要を参照。

④ 最終判定「○」、急性影響（魚類）：有害性データ

- 魚類の有害性データのうち、最終判定「○」かつ急性影響を捉えた知見を以下に示す。

(該当データなし)

文献収集と査読の実施

④ 最終判定○、急性影響（甲殻類）：有害性データ

■ 最終判定「○」かつ急性影響を捉えた知見を以下に示す。なお急性影響について得られた知見は甲殻類のみであった。

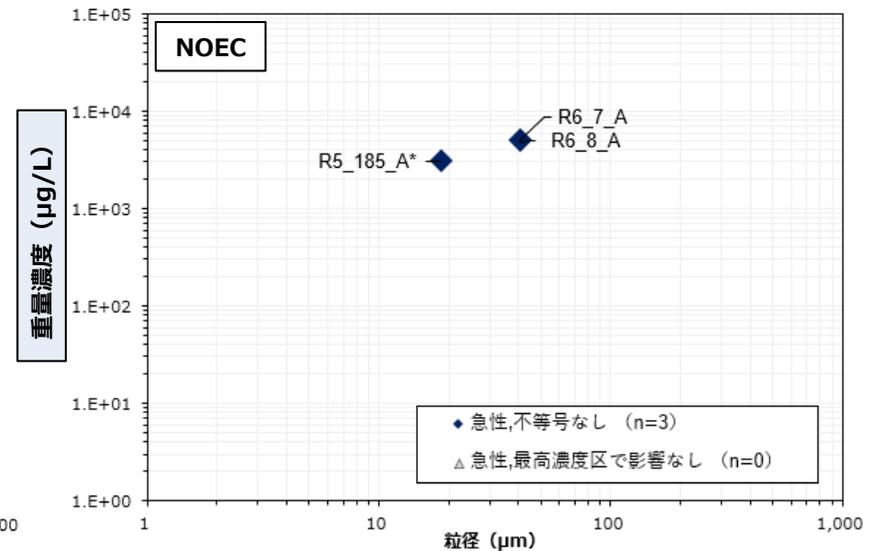
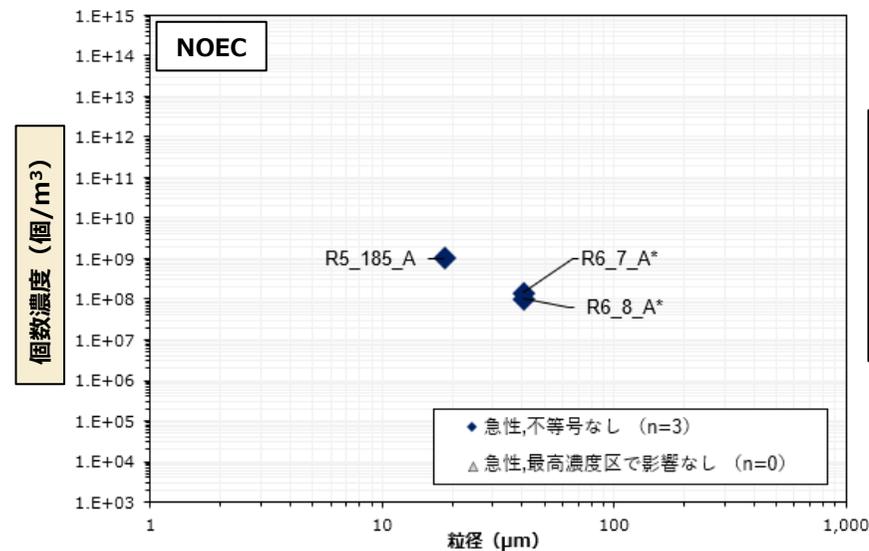
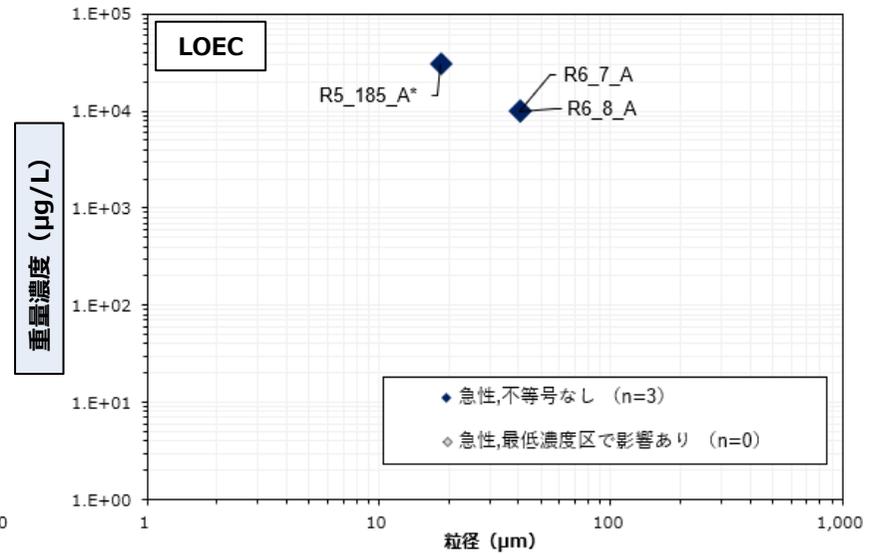
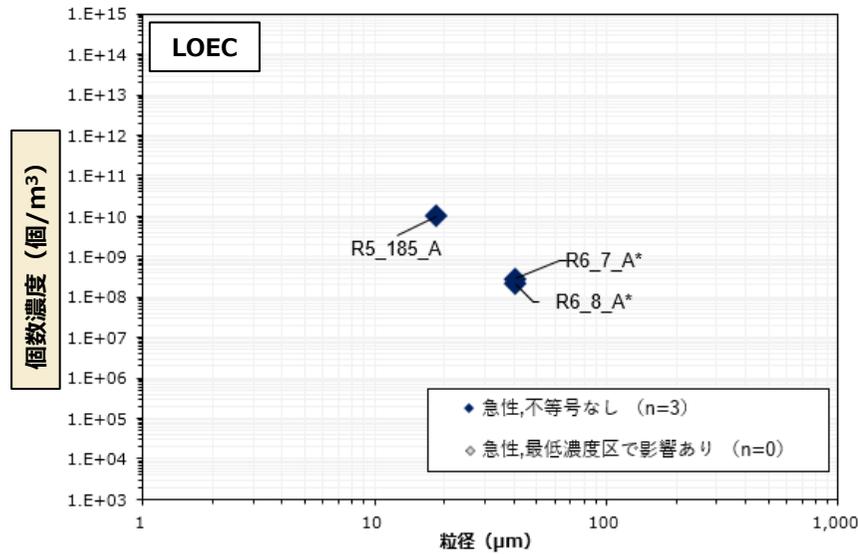
文献情報			実験条件							実験結果								
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)			備考
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC	
R6_P-1220	R6_7	An G et al. (2024)	購入	1~80	PLA	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0,1.3E+03,2.0E+03,5.0E+03,1.0E+04,2.0E+04	-	48時間	遊泳阻害又は死亡	-	5.E+03	1.E+04	-	1.E+08	3.E+08	EC50=16.41mg/L
R6_P-1220	R6_8	An G et al. (2024)	購入	1~80	PET	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0,1.3E+03,2.0E+03,5.0E+03,1.0E+04,2.0E+04	-	48時間	遊泳阻害又は死亡	-	5.E+03	1.E+04	-	1.E+08	2.E+08	EC50=18.34mg/L
R5_35	R5_185	Au et al. (2015)	購入(青蛍光ビーズ、Cospheric)	10~27	PE	球状	<i>Hyalella azteca</i>	-	0,1.0E+07,1.0E+08,1.0E+09,1.0E+10,1.0E+11	10日	死亡率	-	3.E+03	3.E+04	-	1.E+09	1.E+10	10d LC50 = 4.64X10 ⁴ 個/mL

注1：各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

注2：文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度（PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1）、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算（換算値は斜体）。

④ 最終判定○、急性影響（甲殻類）：有害性データ（図示）

■ 前頁の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を以下に示す。



※プロット中の数字は有害性データに対する番号。各データの概要は、前頁の実験データの概要を参照。

④ 最終判定「○」、急性影響（二枚貝類）：有害性データ

- 二枚貝類の有害性データのうち、最終判定「○」かつ急性影響を捉えた知見を以下に示す。

(該当データなし)

⑤ 最終判定「△」(魚類) : 有害性データ

※各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

■ 最終判定「△」の知見のうち、魚類の有害性データを以下に示す。

文献情報			実験条件						実験結果								
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)		
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R6_P-0492	R6_1	Bucci K et al. (2024)	購入	150~500	PE	破片状	<i>Pimephales promelas</i>	-	0,1.0E+05,2.0E+06	6ヶ月	体長、体色変化	-	2.E+03	3.E+04	-	1.E+05	2.E+06
R6_P-0492	R6_2	Bucci K et al. (2024)	採取	150~500	PE	破片状	<i>Pimephales promelas</i>	-	0,1.0E+05,2.0E+06	6ヶ月	奇形	-	2.E+03	3.E+04	-	1.E+05	2.E+06
R6_P-0492	R6_3	Bucci K et al. (2024)	採取	150~500	PE	破片状	<i>Pimephales promelas</i>	-	0,1.0E+05,2.0E+06	6ヶ月	体長	-	2.E+03	3.E+04	-	1.E+05	2.E+06
R6_P-0492	R6_4	Bucci K et al. (2024)	採取	150~500	PE	破片状	<i>Pimephales promelas</i>	-	0,1.0E+05,2.0E+06	6ヶ月	成熟	-	2.E+03	3.E+04	-	1.E+05	2.E+06
R6_P-2065	R6_19	La Pietra A et al. (2024)	購入	1	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0,1.0E+01,1.0E+02,1.0E+03,1.0E+04	-	72時間	生存率	>	1.E+04	1.E+04	>	2.E+13	2.E+13
R6_P-2065	R6_21	La Pietra A et al. (2024)	購入	3	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0,1.0E+01,1.0E+02,1.0E+03,1.0E+04	-	72時間	生存率	>	1.E+04	1.E+04	>	7.E+11	7.E+11
R6_P-2196	R6_23	Wen S et al. (2024)	購入	10~50	PE	破片状	<i>Oryzias melastigma</i>	0,2.0E+02	-	60日	体長、体重、死亡	>	2.E+02	2.E+02	>	2.E+07	2.E+07
R6_P-2196	R6_25	Wen S et al. (2024)	購入	100~300	PLA (ポリ乳酸)	破片状	<i>Oryzias melastigma</i>	0,2.0E+02	-	60日	体長、体重、死亡	>	2.E+02	2.E+02	>	5.E+04	5.E+04
R6_P-1215	R6_106	Tamura Y et al. (2024)	購入	2	PS	球状	<i>Oryzias latipes</i>	0,1.0E+02	0,2.5E+10	28日	生存	>	1.E+02	1.E+02	>	3.E+10	3.E+10
R6_P-2659	R6_109	Chu T et al. (2024)	購入	1.1	PS	球状	<i>Gobiocypris rarus</i>	0,1.0E+03,1.0E+04	-	14日	死亡	>	1.E+04	1.E+04	>	1.E+13	1.E+13
R6_P-2659	R6_110	Chu T et al. (2024)	購入	1.1	PS	球状	<i>Gobiocypris rarus</i>	0,1.0E+03,1.0E+04	-	14日	体長、体重	-	1.E+03	1.E+04	-	1.E+12	1.E+13
R6_P-3575	R6_133	Sun X et al. (2023)	購入	16.94	PS	球状	<i>Sebastes schlegelii</i>	0,2.3E+02	-	15日	体重増加率	>	2.E+02	2.E+02	>	8.E+07	8.E+07
R6_P-3730	R6_140	Yang H et al. (2024)	購入	5	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0,1.0E+03	-	7その他	孵化率低下	>	1.E+03	1.E+03	>	1.E+10	1.E+10
R6_P-3730	R6_141	Yang H et al. (2024)	購入	5	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0,1.0E+03	-	7その他	体長	>	1.E+03	1.E+03	>	1.E+10	1.E+10

注1：各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

注2：文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度 (PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1)、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算 (換算値は斜体)。

注3：最低濃度区で有意な影響が出ている場合は不等号「<」を、最高濃度区で有意な影響が出ていない場合は不等号「>」を付した。

文献収集と査読の実施

⑤ 最終判定「△」(魚類) : 有害性データ

文献情報			実験条件							実験結果							
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)		
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R5_15	R5_2	Zhang et al. (2022)	購入	5~50	Polyamide	破片状	<i>Danio rerio</i>	0.1.0E+03,1.0E+04,2.0E+04	-	10日	体長、標準化した体重、孵化率	-	1.E+04	2.E+04	-	6.E+08	1.E+09
R5_15	R5_3	Zhang et al. (2022)	購入	5~50	Polyamide	破片状	<i>Danio rerio</i>	0.1.0E+03,1.0E+04,2.0E+04	-	10日	標準化した体重	-	1.E+03	1.E+04	-	6.E+07	6.E+08
R5_20	R5_8	Malafaia et al. (2020)	購入	38.26	PE	破片状	<i>Danio rerio</i>	0.6.2E+03,1.3E+04,2.5E+04,5.0E+04,1.0E+05	0.4.4E+05,8.8E+05,1.8E+06,3.5E+06,7.1E+06	144時間	仔魚生存率	<	6.E+03	6.E+03	<	4.E+05	4.E+05
R5_28	R5_9	Zhang et al. (2021)	購入	2	PS	-	<i>Oryzias melastigma</i>	0.1.0E+04	-	60日	体重、体長、産仔数	>	1.E+04	1.E+04	>	2.E+12	2.E+12
R5_28	R5_10	Zhang et al. (2021)	購入	10	PS	-	<i>Oryzias melastigma</i>	0.1.0E+04	-	60日	体重、体長、産仔数	>	1.E+04	1.E+04	>	2.E+10	2.E+10
R5_26	R5_15	Xia et al. (2022)	購入	53~106	PVC	0	<i>Oryzias melastigma</i>	0.5.9E+02,5.9E+05	0.1.0E+06,1.0E+09	25日	催奇形性	>	6.E+05	6.E+05	>	1.E+09	1.E+09
R5_2	R5_33	Wang et al. (2022)	購入	5	PS	球状	<i>Paramisgurnus dabryanus</i>	0.1.0E+02,1.0E+03	-	21日	Survival	<	1.E+02	1.E+02	<	1.E+09	1.E+09
R5_2	R5_34	Wang et al. (2022)	購入	5	PS	球状	<i>Paramisgurnus dabryanus</i>	0.1.0E+02,1.0E+03	-	21日	Weight gain	<	1.E+02	1.E+02	<	1.E+09	1.E+09
R5_2	R5_35	Wang et al. (2022)	購入	5	PS	球状	<i>Paramisgurnus dabryanus</i>	0.1.0E+02,1.0E+03	-	21日	Speific weight gain	<	1.E+02	1.E+02	<	1.E+09	1.E+09
R5_52	R5_89	Kim et al. (2022)	購入	14.12	HDPE	破片状	<i>Danio rerio</i>	0.2.0E+04	0.1.4E+10	96時間	致死影響	>	2.E+04	2.E+04	>	1.E+10	1.E+10
R5_52	R5_91	Kim et al. (2022)	購入	80.32	HDPE	破片状	<i>Danio rerio</i>	0.2.0E+04	0.7.8E+07	96時間	致死影響	>	2.E+04	2.E+04	>	8.E+07	8.E+07
R5_52	R5_93	Kim et al. (2022)	購入	121	HDPE	破片状	<i>Danio rerio</i>	0.2.0E+04	0.2.3E+07	96時間	致死影響	>	2.E+04	2.E+04	>	2.E+07	2.E+07
R5_9	R5_112	De Marco et al. (2022)	購入	10	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	-	0.2.0E+08	120時間	ふ化日、亜致死影響	<	1.E+02	1.E+02	<	2.E+08	2.E+08
R4_19	R4_28	Yao Zhao et al. (2020)	購入	5	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0.2.0E+01,1.0E+02	-	21日	体重	<	2.E+01	2.E+01	<	3.E+08	3.E+08

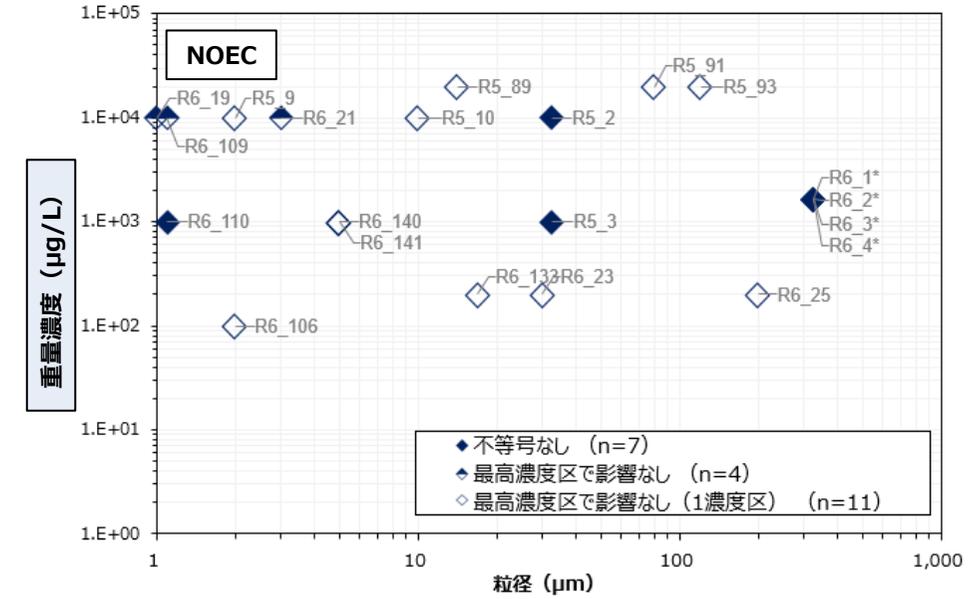
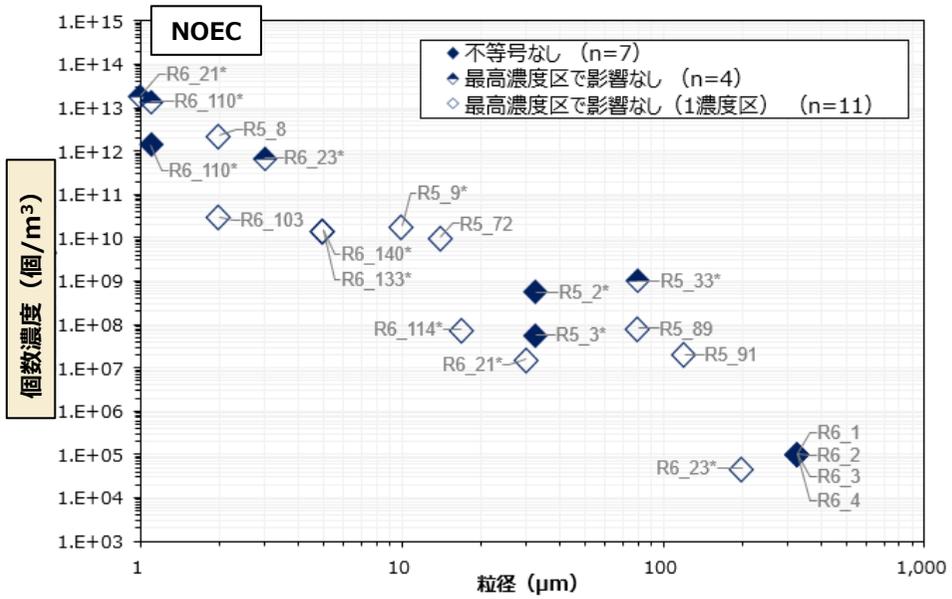
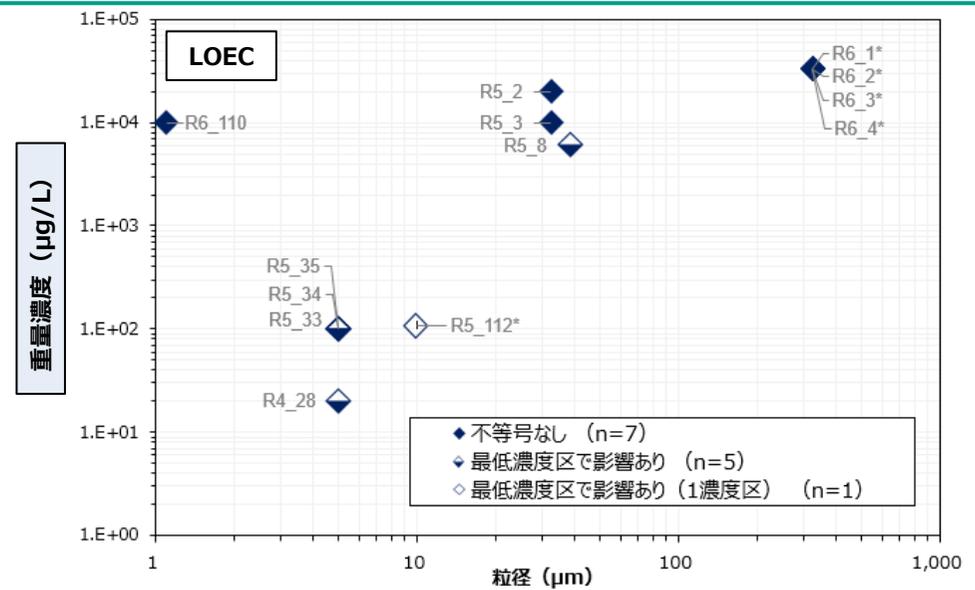
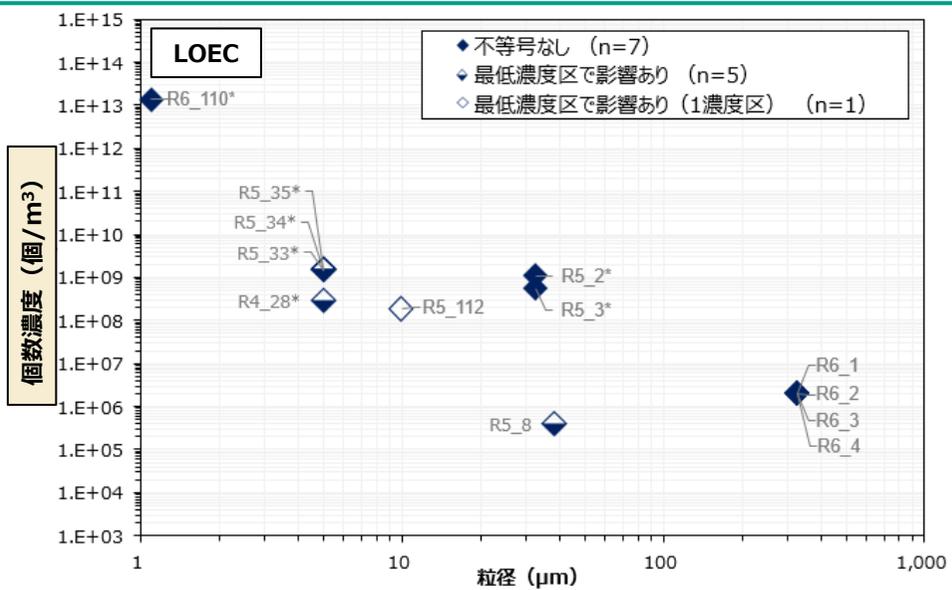
注1: 各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

注2: 文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度 (PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1)、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算 (換算値は斜体)。

注3: 最低濃度区で有意な影響が出ている場合は不等号「<」を、最高濃度区で有意な影響が出ていない場合は不等号「>」を付した。

⑤ 最終判定「△」 (魚類) : 有害性データ (図示)

■ 前頁の魚類の査読結果を、影響濃度 (個数濃度、重量濃度) と粒径で整理した結果を以下に示す。



*プロット中の数字は有害性データに対する番号。各データの概要は、前頁の実験データの概要を参照。

文献収集と査読の実施

⑤ 最終判定「△」(甲殻類) : 有害性データ

■ 最終判定「△」の知見のうち、甲殻類の有害性データを以下に示す。

文献情報			実験条件							実験結果							
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)		
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R6_P-0909	R6_5	Pichardo-Casales B et al. (2024)	購入	53~63	PE	球状	<i>Minuca rapax</i>	0.2.0E+03	-	56日	死亡率、体重	>	2.E+03	2.E+03	>	2.E+07	2.E+07
R6_P-1935	R6_100	Silveyra GR et al. (2023)	購入	1	PS	球状	<i>Procambarus clarkii</i>	-	0,1.0E+09,5.0E+09	30日	体重増加の低下	>	3.E+00	3.E+00	>	5.E+09	5.E+09
R6_P-1935	R6_103	Silveyra GR et al. (2023)	購入	1	PS	球状	<i>Leptuca pugilator</i>	-	0,1.0E+09,5.0E+09	30日	体重増加の低下	-	5.E-01	3.E+00	-	1.E+09	5.E+09
R6_P-3052	R6_114	De Felice B et al. (2024)	作成	164~	PLA	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0,5.0E+01,1.0E+02,1.0E+03,5.0E+03,1.5E+04	-	48時間	遊泳阻害	>	2.E+04	2.E+04	>	9.E+06	9.E+06
R5_13	R5_134	Watts et al. (2016)	購入	8	PS	球状	<i>Carcinus maenas</i>	-	0,1.0E+09,1.0E+10	24時間	死亡	>	3.E+03	3.E+03	>	1.E+10	1.E+10
R5_17	R5_138	Heindler et al. (2017)	作成	11	PET	破片状	<i>Parvocalanus crassirostris</i>	-	0,1.0E+10,2.0E+10,4.0E+10,8.0E+10	5日	産卵数(減少)	-	5.E+03	1.E+04	-	4.E+10	8.E+10
R5_17	R5_139	Heindler et al. (2017)	作成	11	PET	破片状	<i>Parvocalanus crassirostris</i>	-	0,2.0E+10	24日	集団サイズ減少	<	2.E+03	2.E+03	<	2.E+10	2.E+10
R5_11	R5_140	Shore et al. (2021)	購入	6~8	PS	-	<i>Acartia tonsa</i>	-	0,1.2E+09	5 or 7日	コペポタイド: 生存率、体長減少 親エビ: 産卵数が減少	<	2.E+02	2.E+02	<	1.E+09	1.E+09
R5_26	R5_147	Yu et al. (2020)	購入	10~30	PE	0	<i>Tigriopus japonicus</i>	0,1.3E+04	-	14日	抱卵率、生残率	<	1.E+04	1.E+04	<	3.E+09	3.E+09
R5_26	R5_149	Yu et al. (2020)	購入	5~20	PA6	0	<i>Tigriopus japonicus</i>	0,1.3E+04	-	14日	抱卵率、生残率	<	1.E+04	1.E+04	<	1.E+10	1.E+10
R5_27	R5_150	Liu et al. (2022)	購入	2	PVC	0	<i>Daphnia magna</i>	0,2.1E+03	-	21日	抱卵日数延長、抱卵数増加、脱皮頻度増加、初回産仔数低下、総産仔数低下	<	2.E+03	2.E+03	<	3.E+11	3.E+11
R5_27	R5_151	Liu et al. (2022)	購入	50	PVC	0	<i>Daphnia magna</i>	0,2.1E+03	-	21日	初回産仔数低下	<	2.E+03	2.E+03	<	2.E+07	2.E+07
R5_30	R5_154	An et al. (2021)	購入	40~48	PE	球状	<i>Daphnia magna</i>	-	0,3.4E+09	21日	成長、産仔数	>	1.E+05	1.E+05	>	3.E+09	3.E+09
R5_30	R5_155	An et al. (2021)	作製	17	PE	破片状	<i>Daphnia magna</i>	-	0,2.1E+10	21日	死亡率、成長、子の数	<	5.E+04	5.E+04	<	2.E+10	2.E+10
R5_30	R5_156	An et al. (2021)	作製	34	PE	破片状	<i>Daphnia magna</i>	-	0,1.7E+10	21日	死亡率	>	4.E+05	4.E+05	>	2.E+10	2.E+10

注1: 各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

注2: 文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度 (PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1)、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算 (換算値は斜体)。

注3: 最低濃度区で有意な影響が出ている場合は不等号「<」を、最高濃度区で有意な影響が出ていない場合は不等号「>」を付した。

文献収集と査読の実施

⑤ 最終判定「△」(甲殻類) : 有害性データ

有害性

注1: 各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。
 注2: 文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度 (PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1)、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算(換算値は斜体)。
 注3: 最低濃度区で有意な影響が出ている場合は不等号「<」を、最高濃度区で有意な影響が出ていない場合は不等号「>」を付した。

文献情報			実験条件						実験結果								
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)		
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R5_4	R5_157	Martins et al. (2018)	購入	1~5	Thermose t amino formaldehy de polymer	球状	<i>Daphnia magna</i>	0,1.0E+02	-	曝露2世代、影響4世代0	斃死 (F0, F1) F0世代 (成長、個体群増加率r), F1世代 (成長、初回産卵日、産稚数、個体群)	<	1.E+02	1.E+02	<	7.E+09	7.E+09
R5_5	R5_158	Guilhermino et al. (2021)	購入	1~5	Thermose t amino formaldehy de polymer	球状	<i>Daphnia magna</i>	0,4.0E+01,9.0E+01,1.9E+02	-	21日	成長、全産仔数、生存仔数、成長率	-	4.E+01	9.E+01	-	1.E+10	2.E+10
R5_8	R5_160	Lee et al. (2021)	購入	1~1.2	PS	球状	<i>Neomysis awatschensis</i>	-	0,1.0E+09,5.0E+09,1.0E+10,5.0E+10,1.0E+11	40日	Survival	-	7.E+00	4.E+01	-	1.E+10	5.E+10
R5_8	R5_161	Lee et al. (2021)	購入	10~10.35	PS	球状	<i>Neomysis awatschensis</i>	-	0,1.0E+09,5.0E+09,1.0E+10,5.0E+10,1.0E+11	40日	Survival	-	6.E+03	3.E+04	-	1.E+10	5.E+10
R5_8	R5_162	Lee et al. (2021)	購入	1~1.2	PS	球状	<i>Neomysis awatschensis</i>	-	0,5.0E+10,1.0E+11	40日	Number of newborn juvenil female	>	7.E+01	7.E+01	>	1.E+11	1.E+11
R5_8	R5_163	Lee et al. (2021)	購入	10~10.35	PS	球状	<i>Neomysis awatschensis</i>	-	0,5.0E+10,1.0E+11	40日	Number of newborn juvenil female	>	6.E+04	6.E+04	>	1.E+11	1.E+11
R5_9	R5_164	Eom et al. (2020)	購入	1	PS	球状	<i>Artemia franciscana</i>	-	0,1.0E+06,1.0E+07,1.0E+08,1.0E+09	30日	Survival	-	5.E-03	5.E-02	-	1.E+07	1.E+08
R5_9	R5_165	Eom et al. (2020)	購入	3	PS	球状	<i>Artemia franciscana</i>	-	0,1.0E+06,1.0E+07,1.0E+08,1.0E+09	30日	Survival	-	1.E-01	1.E+00	-	1.E+07	1.E+08
R5_9	R5_166	Eom et al. (2020)	購入	6	PS	球状	<i>Artemia franciscana</i>	-	0,1.0E+06,1.0E+07,1.0E+08,1.0E+09	30日	Survival	-	1.E+00	1.E+01	-	1.E+07	1.E+08
R5_9	R5_167	Eom et al. (2020)	購入	10	PS	球状	<i>Artemia franciscana</i>	-	0,1.0E+06,1.0E+07,1.0E+08,1.0E+09	30日	Survival	-	5.E+00	5.E+01	-	1.E+07	1.E+08
R5_10	R5_170	Eltensah et al. (2019)	購入	6	PS	球状	<i>Daphnia magna</i>	0,5.0E+03,1.0E+04,3.0E+04,5.0E+04,1.0E+05	-	15日	Body length	-	1.E+04	3.E+04	-	9.E+10	3.E+11
R5_10	R5_171	Eltensah et al. (2019)	購入	6	PS	球状	<i>Daphnia magna</i>	0,5.0E+03,3.0E+04,1.0E+05	-	21日	Body length	<	5.E+03	5.E+03	<	4.E+10	4.E+10
R5_33	R5_180	Schwarzer et al. (2022)	購入	5.4~6.6	PS	球状	<i>Daphnia magna</i>	-	0,5.0E+08,5.0E+09	21日	体長減少	<	6.E+01	6.E+01	<	5.E+08	5.E+08
R5_33	R5_180b	Schwarzer et al. (2022)	購入	18~22	PS	球状	<i>Daphnia magna</i>	-	0,5.0E+08,5.0E+09	21日	体長減少	-	2.E+04	2.E+04	-	5.E+09	5.E+09
R5_34	R5_183	Gray et al. (2022)	購入	32~38	PE、緑蛍光ビーズ	球状	<i>Palaemon pugio</i>	0,3.8E+00,3.8E+01,3.8E+02	0,6.3E+04,6.3E+05,6.3E+06	23日	死亡率	<	4.E+00	4.E+00	<	6.E+04	6.E+04
R5_34	R5_184	Gray et al. (2022)	購入	53~63	PE、緑蛍光ビーズ	球状	<i>Palaemonetes pugio</i>	0,2.0E+01,2.0E+02,2.0E+03	0,6.3E+04,6.3E+05,6.3E+06	23日	死亡率	<	2.E+01	2.E+01	<	6.E+04	6.E+04

文献収集と査読の実施

⑤ 最終判定「△」 (甲殻類) : 有害性データ

文献情報			実験条件							実験結果							
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)		
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R5_18	R5_188	Trotter et al. (2021)	提供	13.03	PS	球状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.0E+05	-	19日	死亡率増加、体長の減少、2回目の産子数の低下	>	1.E+05	1.E+05	>	8.E+10	8.E+10
R5_40	R5_195	Li, et al. (2021)	購入	150	PS	球状	<i>Artemia parthenogenetica</i>	0.1.0E+05	-	45日	成長	<	1.E+05	1.E+05	<	5.E+07	5.E+07
R5_40	R5_196	Li, et al. (2021)	購入	150	PE	球状	<i>Artemia parthenogenetica</i>	0.1.0E+05	-	45日	成長	<	1.E+05	1.E+05	<	6.E+07	6.E+07
R5_43	R5_203	Kokalj et al. (2018)	購入	102.9	PE	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.0E+05	-	48時間	生存、体長	>	1.E+05	1.E+05	>	2.E+08	2.E+08
R5_43	R5_204	Kokalj et al. (2018)	採取	63.05	PE	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.0E+05	-	48時間	生存、体長	>	1.E+05	1.E+05	>	8.E+08	8.E+08
R5_43	R5_205	Kokalj et al. (2018)	採取	264	PE	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.0E+05	-	48時間	生存、体長	>	1.E+05	1.E+05	>	1.E+07	1.E+07
R5_43	R5_206	Kokalj et al. (2018)	採取	247.9	PE	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.0E+05	-	48時間	生存、体長	>	1.E+05	1.E+05	>	1.E+07	1.E+07
R5_43	R5_207	Kokalj et al. (2018)	採取	136.8	PE	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.0E+05	-	48時間	生存、体長	>	1.E+05	1.E+05	>	8.E+07	8.E+07
R5_43	R5_210	Kokalj et al. (2018)	採取	102.9	PE	破片状	<i>Artemia franciscana</i>	0.1.0E+05	-	48時間	成長阻害	<	1.E+05	1.E+05	<	2.E+08	2.E+08
R5_43	R5_211	Kokalj et al. (2018)	採取	63.05	PE	破片状	<i>Artemia franciscana</i>	0.1.0E+05	-	48時間	成長阻害	<	1.E+05	1.E+05	<	8.E+08	8.E+08
R5_43	R5_212	Kokalj et al. (2018)	採取	264	PE	破片状	<i>Artemia franciscana</i>	0.1.0E+05	-	48時間	成長阻害	<	1.E+05	1.E+05	<	1.E+07	1.E+07
R5_43	R5_213	Kokalj et al. (2018)	採取	247.9	PE	破片状	<i>Artemia franciscana</i>	0.1.0E+05	-	48時間	成長阻害	<	1.E+05	1.E+05	<	1.E+07	1.E+07
R5_43	R5_214	Kokalj et al. (2018)	作成	136.8	PE	破片状	<i>Artemia franciscana</i>	0.1.0E+05	-	48時間	成長阻害	<	1.E+05	1.E+05	<	8.E+07	8.E+07
R5_47	R5_235	Wang et al. (2021)	購入	5	PE	球状	<i>Litopenaeus vannamei</i>	0.5.0E+01,5.0E+02,5.0E+03	0.7.3E+08,7.3E+09,7.3E+10	48時間	生存率の減少	>	5.E+03	5.E+03	>	7.E+10	7.E+10
R5_48	R5_237	Wang et al. (2021)	購入	5	PE	球状	<i>Penaeus monodon</i>	0.2.5E+04,5.0E+04,1.0E+05,2.0E+05,3.0E+05	0.3.6E+11,7.3E+11,1.5E+12,2.9E+12,4.4E+12	48時間	死亡率の増加	-	5.E+04	1.E+05	-	7.E+11	1.E+12
R5_48	R5_239	Wang et al. (2021)	購入	5	PE	球状	<i>Marsupenaeus japonicus</i>	0.2.5E+04,5.0E+04,1.0E+05,2.0E+05,3.0E+05	0.3.6E+11,7.3E+11,1.5E+12,2.9E+12,4.4E+12	48時間	死亡率の増加	-	5.E+04	1.E+05	-	7.E+11	1.E+12
R5_48	R5_241	Wang et al. (2021)	購入	5	PE	球状	<i>Lipopenaeus vanamei</i>	0.2.5E+04,5.0E+04,1.0E+05,2.0E+05,3.0E+05	0.3.6E+11,7.3E+11,1.5E+12,2.9E+12,4.4E+12	48時間	死亡率の増加	-	5.E+04	1.E+05	-	7.E+11	1.E+12

注1: 各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

注2: 文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度 (PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1)、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算 (換算値は斜体)。

注3: 最低濃度区で有意な影響が出ている場合は不等号「<」、最高濃度区で有意な影響が出ていない場合は不等号「>」を付した。

文献収集と査読の実施

⑤ 最終判定「△」(甲殻類) : 有害性データ

文献情報			実験条件							実験結果							
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径(μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度(μg/L)			個数濃度(個/m ³)		
								重量濃度(μg/L)	個数濃度(個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R5_24	R5_261	Cole et al. (2015)	購入	20	PS	球状	<i>Calanus helgolandicus</i>	-	0,7.5E+07	2日	ふ化率	<	3.E+02	3.E+02	<	8.E+07	8.E+07
R5_36	R5_263	Schür et al. (2022)	作成	0.2~60	PS	破片状	<i>Daphnia magna</i>	-	0,8.0E+07,4.0E+08,2.0E+09,1.0E+10	21日	致死、繁殖(F1)	-	1.E+03	6.E+03	-	8.E+07	4.E+08
R5_36	R5_264	Schür et al. (2022)	作成	0.2~60	PS	破片状	<i>Daphnia magna</i>	-	0,8.0E+07,4.0E+08,2.0E+09,1.0E+10	21日	致死、繁殖(F2)	-	1.E+03	6.E+03	-	8.E+07	4.E+08
R5_36	R5_265	Schür et al. (2022)	作成	0.2~60	PS	破片状	<i>Daphnia magna</i>	-	0,8.0E+07,4.0E+08,2.0E+09,1.0E+10	21日	致死、繁殖(F3)	-	1.E+03	6.E+03	-	8.E+07	4.E+08
R5_51	R5_270	Rani-Borges et al. (2023)	購入	24.5~	PS	球状	<i>Hyalella azteca</i>	-	0,5.4E+05,2.7E+06,5.4E+06	7日	生存	>	4.E+01	4.E+01	>	5.E+06	5.E+06
R5_53	R5_273	Sun et al. (2022)	購入	5	PS	球状	<i>Macrobrachium nipponense</i>	0,2.0E+03,2.0E+04	0,5.6E+07,5.8E+08	4週	体重	<	2.E+03	2.E+03	<	6.E+07	6.E+07
R5_53	R5_274	Sun et al. (2022)	購入	5	PS	球状	<i>Macrobrachium nipponense</i>	0,2.0E+03,2.0E+04	0,5.6E+07,5.8E+08	4週	奇形率、ふ化率、死亡率	<	2.E+03	2.E+03	<	6.E+07	6.E+07
R5_54	R5_284	Kim et al. (2022)	購入	1.88	PS	球状	<i>Tigriopus japonicus</i>	0,5.0E+00,1.0E+02,1.0E+03,1.0E+04,1.0E+05	0,1.2E+08,2.3E+10,2.3E+11,2.3E+12,2.3E+13	40日	繁殖	-	1.E+03	1.E+04	-	2.E+11	2.E+12
R4_1	R4_1	Jaehee Kim et al. (2021)	購入	2	PS	球状	<i>Moina macrocopa</i>	0,1.0E-03,1.0E-02,1.0E-01,1.0E+00,1.0E+01,5.0E+01,1.0E+02,5.0E+02	-	14日	死亡	-	1.E-02	1.E-01	-	2.E+06	2.E+07
R4_7	R4_36e	Rodríguez-Torres R et al. (2020)	購入	13.9~30.3	PE	球状	<i>Calanus finmarchicus</i>	-	0,2.0E+05,2.0E+07	6日	死亡	>	9.E+01	9.E+01	>	2.E+07	2.E+07
R4_7	R4_36f	Rodríguez-Torres R et al. (2020)	購入	13.9~30.3	PE	球状	<i>Calanus glacialis</i>	-	0,2.0E+05,2.0E+07	6日	死亡	>	9.E+01	9.E+01	>	2.E+07	2.E+07
R4_7	R4_36g	Rodríguez-Torres R et al. (2020)	購入	13.9~30.3	PE	球状	<i>Calanus hyperboreus</i>	-	0,2.0E+05,2.0E+07	6日	死亡	>	9.E+01	9.E+01	>	2.E+07	2.E+07

注1: 各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

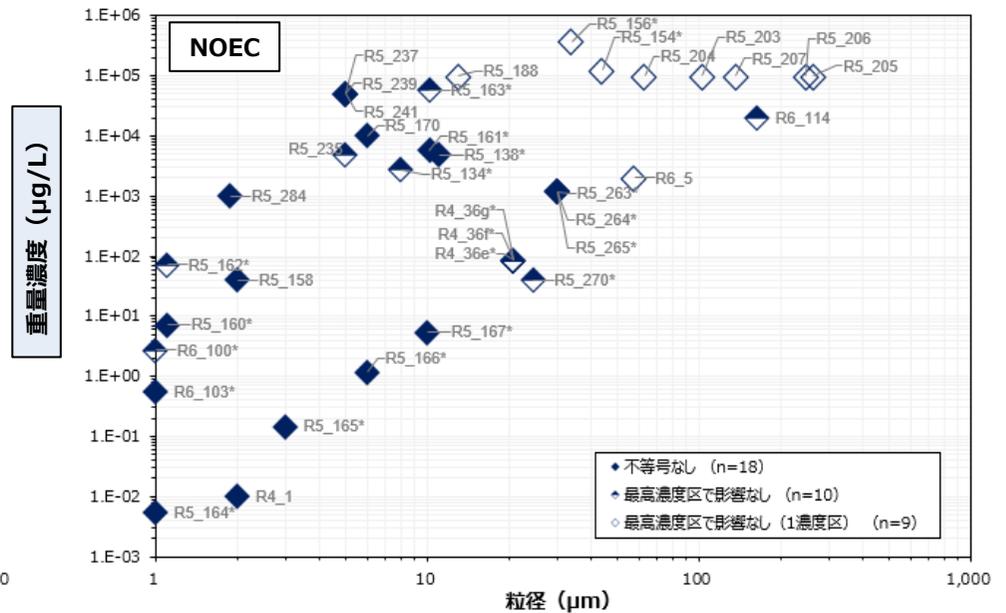
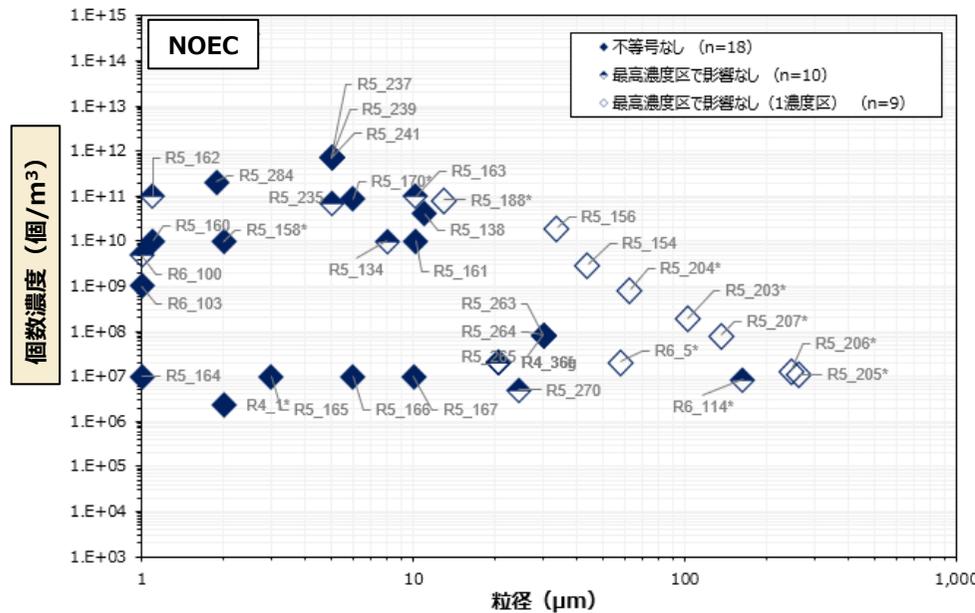
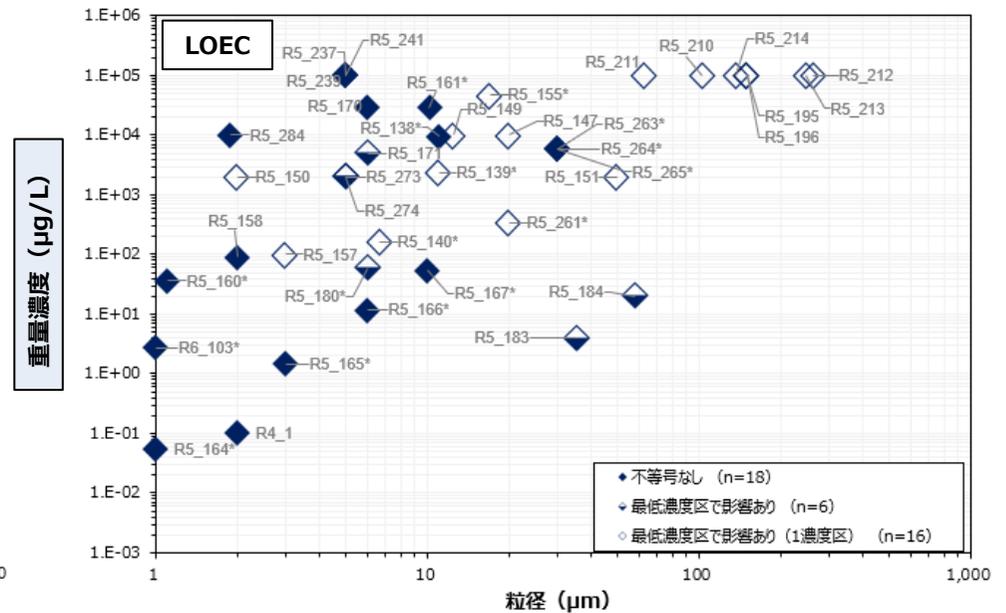
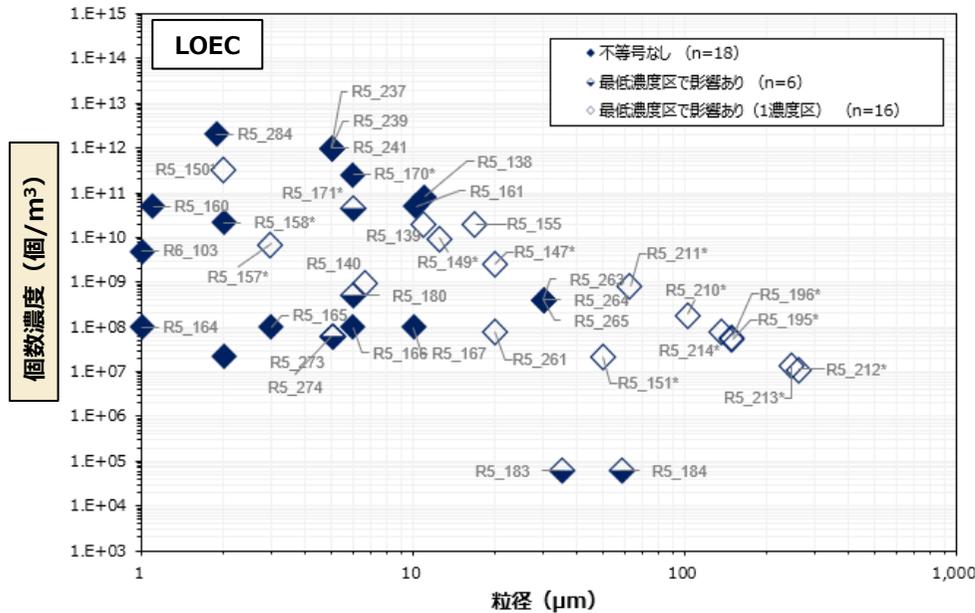
注2: 文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度 (PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1)、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算 (換算値は斜体)。

注3: 最低濃度区で有意な影響が出ている場合は不等号「<」を、最高濃度区で有意な影響が出ていない場合は不等号「>」を付した。

⑤ 最終判定「△」 (甲殻類) : 有害性データ (図示)

■ 前頁の甲殻類の査読結果を、影響濃度 (個数濃度、重量濃度) と粒径で整理した結果を以下に示す。

※プロット中の数字は有害性データに対する番号。各データの概要は、前頁の実験データの概要を参照。



⑤ 最終判定「△」 (二枚貝類) : 有害性データ

■ 最終判定「△」の知見のうち、二枚貝類の有害性データを以下に示す。

文献情報			実験条件							実験結果							
文献No.	レコードNo.	著者	粒子の取得方法	粒径(μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度(μg/L)			個数濃度(個/m ³)		
								重量濃度(μg/L)	個数濃度(個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R6_P-3759	R6_150	Abidli S et al. (2023)	購入	40~48	PE	0	<i>Ruditapes decussatus</i>	0,1.0E+01,1.0E+02,1.0E+03	-	14日	総重量	-	1.E+01	1.E+02	-	<i>2.E+05</i>	<i>2.E+06</i>

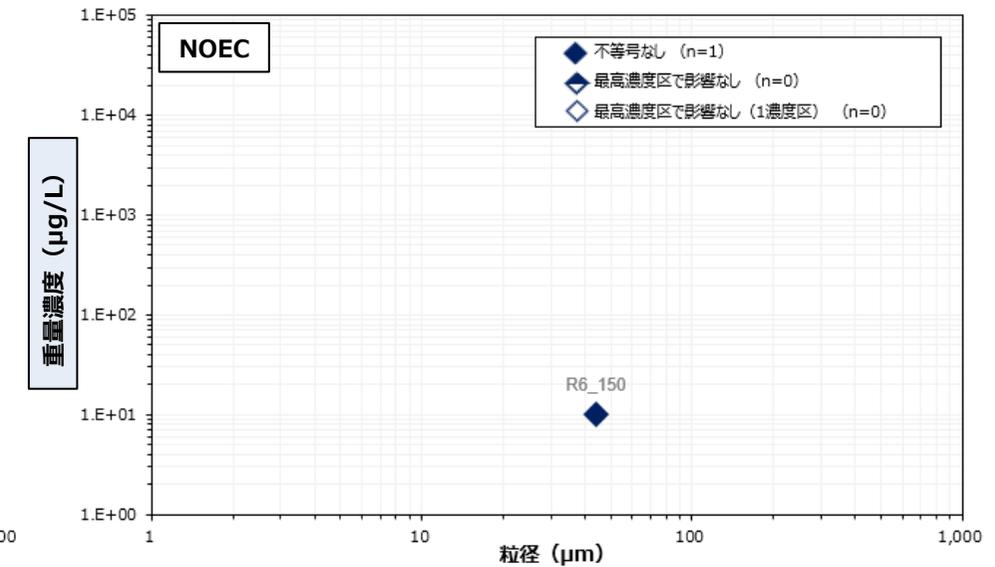
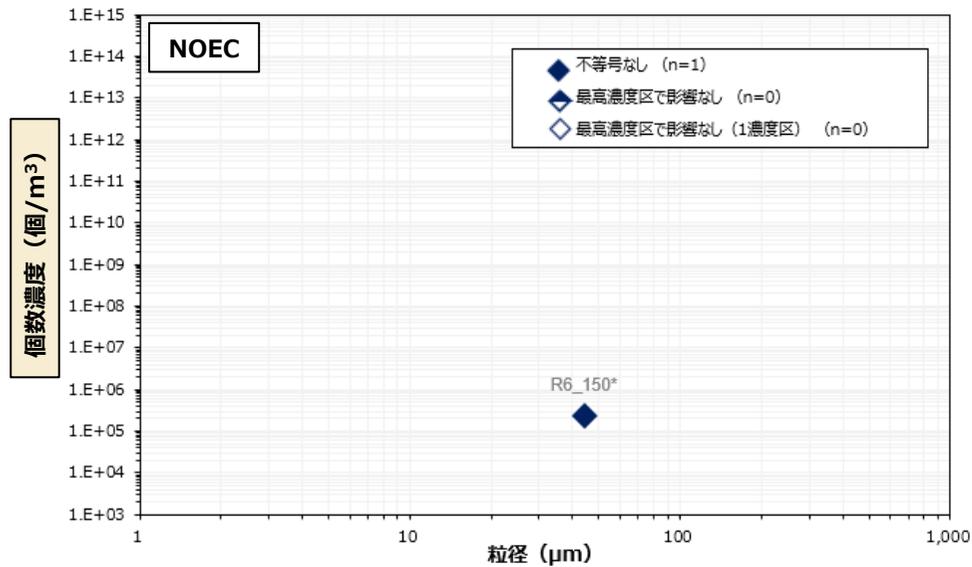
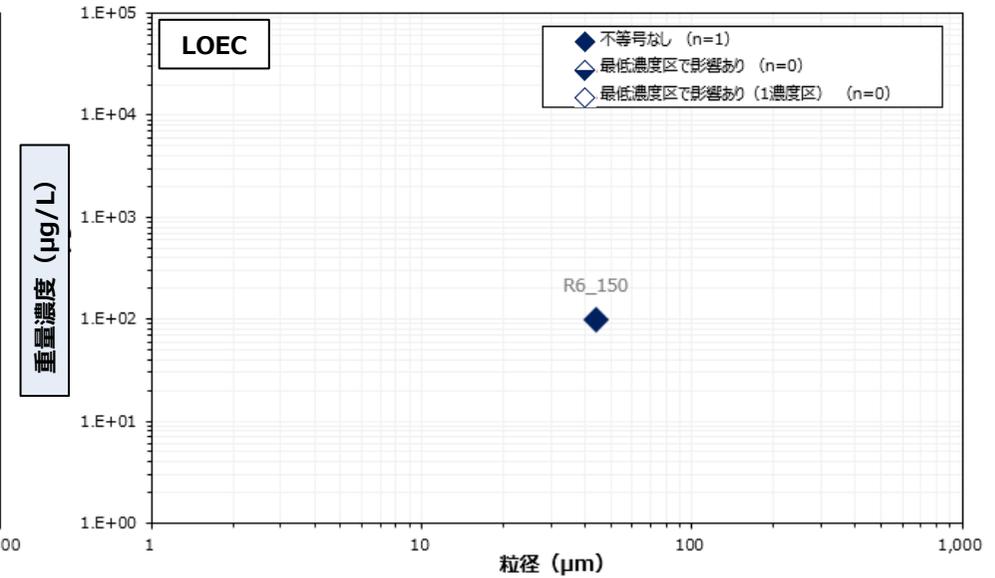
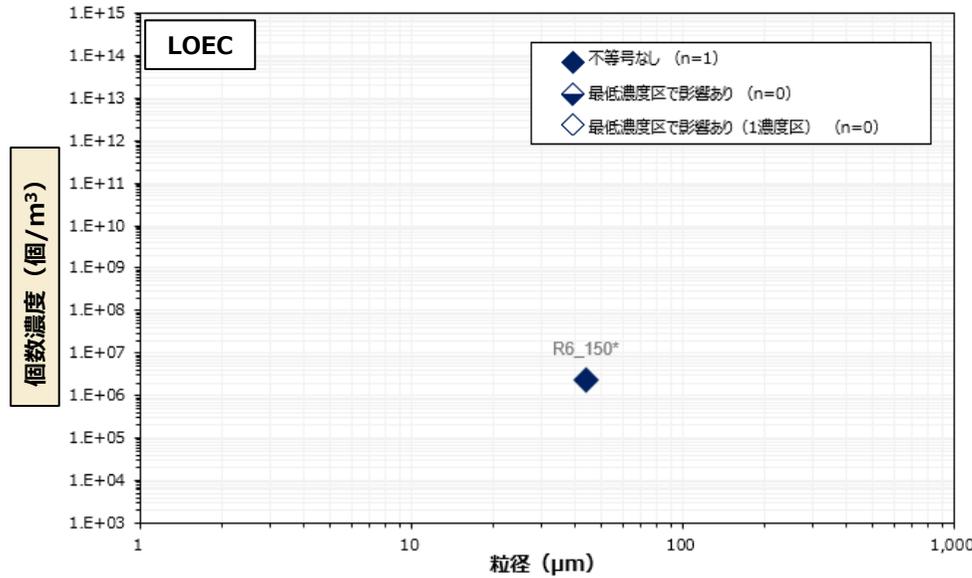
注1: 各有害性データの元文献は、別添資料「査読を行った文献一覧」を参照のこと。

注2: 文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度 (PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1)、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算 (換算値は斜体)。

⑤ 最終判定「△」 (二枚貝類) : 有害性データ (図示)

■ 前頁の二枚貝類の査読結果を、影響濃度 (個数濃度、重量濃度) と粒径で整理した結果を以下に示す。

※プロット中の数字は有害性データに対する番号。各データの概要は、前頁の実験データの概要を参照。



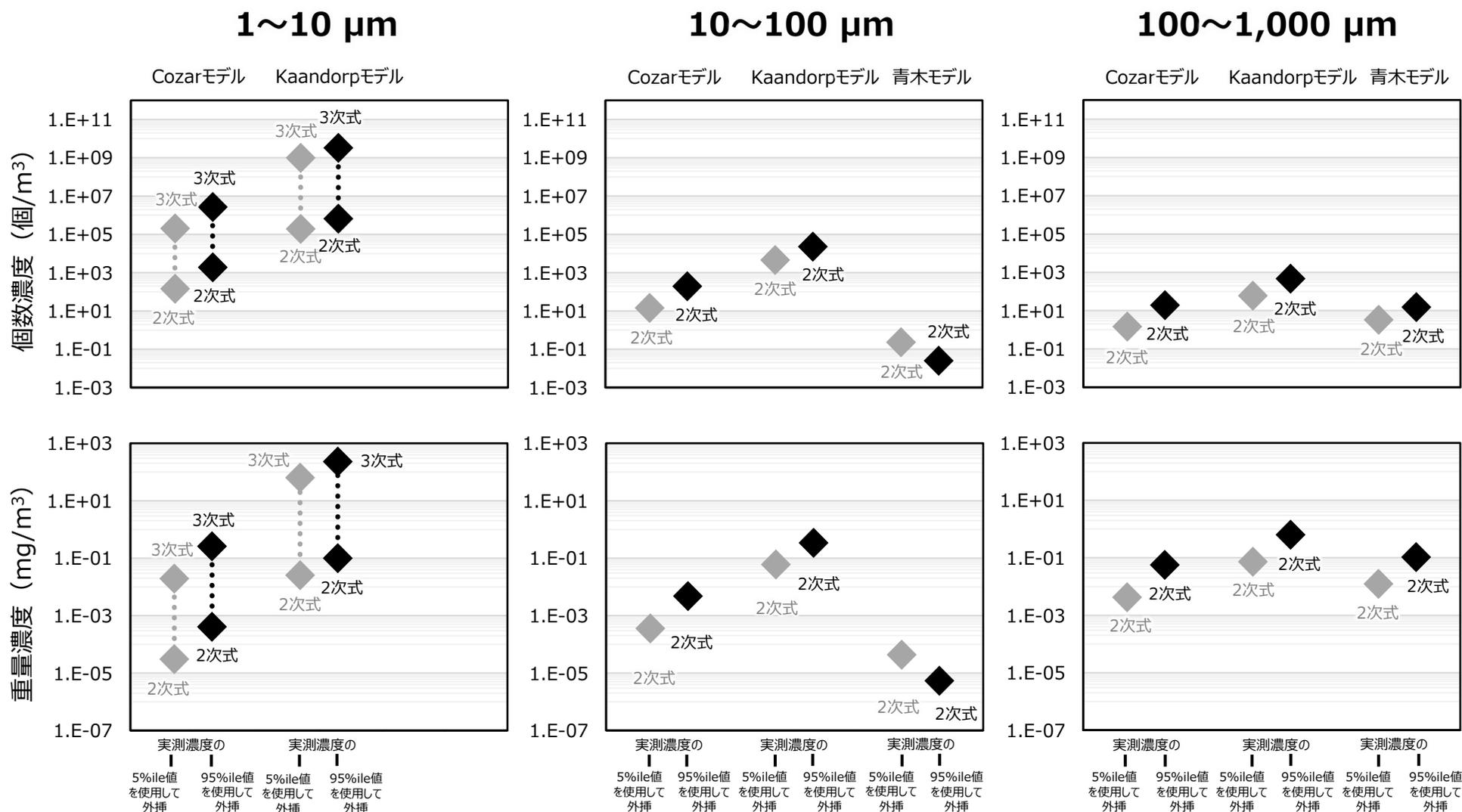
現状の課題点と今後の検討の方向性(案)

現状の課題点	今後の検討の方向性（案） (次年度以降の環境省事業で取組み可能なものには【◎】を付与)
<p>①有害性評価に利用可能な有害性データの数が少ない</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 現在までに研究例が増えてきているものの、有害性評価に資するデータの数が少ない。 ➤ 実験に要する費用・設備・人員等の不足（例：一部の魚類慢性試験は流水形式が推奨されるため、専用設備が必要であり、費用も高額。大学の研究室では実施困難） ➤ 研究者の研究目的と行政ニーズの相違 	<p>①有害性データの継続収集及び行政による研究試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>有害性データのさらなる蓄積（文献査読の継続）及び査読済み有害性データの分析・考察【◎】</u> ➤ 行政から研究機関や試験施設、国際機関等への情報提供や協力要請又は発注等 ➤ <u>行政ニーズの対外発信【◎】</u>
<p>②有害性データの質の偏り</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 標準試験法がなく、validationが十分にされた試験法がないために実験ごとにデータの質が様々。 	<p>②有害性データの標準化及び質の区別</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 標準試験法の確立 ➤ <u>標準試験法を使用しない実験は、引き続き有害性データの査読に係るルールを活用しながら質を区別。これと並行して、適宜有害性データの査読に係るルールの更新も必要。【◎】</u>
<p>③毒性試験の条件と実環境中のばく露条件の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 多くの毒性試験は球状のポリスチレンを使用しているが、実環境中には様々な形状、素材が存在するほか化学物質を吸着している場合がある。 ➤ 実環境中では濃度が不均一であり、局所的に高濃度の箇所が存在する（沿岸の点源や底質等） ➤ これまでに水中に浮遊する粒子の影響のみを整理してきたが実環境中ではばく露経路が多岐にわたる（底質等） 	<p>②有害性データを実環境へ当てはめる際に考慮すべき事項の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>化学物質とのベクター効果を扱った有害性データの収集・整理【◎】</u> 毒性試験で用いられるMicPの形状及び素材と実環境中のMicPの比較や試験条件と実環境中の条件の比較（濃度変化等）。実環境に近い環境となる試験法の開発又は実環境へ当てはめる際の換算方法等の検討等。 ➤ <u>基本的には慢性影響を捉えた知見を優先しているが、適宜急性影響を捉えた知見も参照できるように整理。【◎】</u> ➤ <u>水中添加試験とともに底質経路でばく露させた有害性データも収集・整理を行う必要【◎】</u>

結果のまとめ

海洋表層における個数濃度・重量濃度の推計結果 (1~10 μm 、10~100 μm 、100~1,000 μm の区分ごと)

- 海洋表層における個数濃度・重量濃度の推計結果を以下に示す。
- 図表を理解する上で、P58の現状理解、P66の比較に係る留意事項も必ず参照すること。



ばく露評価における現状理解（再掲）

■ 海洋表層における個数濃度の推計

- 海洋表層における個数濃度の推計結果は、令和3年度の環境省実測データ（日本近海89地点）における海洋表層のMicP（補正済）の個数濃度をモデル式にカーブフィッティングさせ、微細粒径まで外挿した値から計算したものである。モデル式の違いによる推計値の差は大きく、また、粒径が微細になるほど、推計の不確実性は増す。なお、環境省の測定地点による個数濃度のばらつきを考慮し、5%ile値、95%ile値を採用して計算した。
- 推計に用いたCozarモデル、Kaandorpのモデルに関して、海洋表層のMicPは、底質や大気への移行（凝集・沈降・飛散）や、河川・大気からの流入等、系外とのやり取りが発生するが、当該推計式は**海洋表層で完結した閉鎖系（砕けたMicPが表層に留まる）という前提条件の下で推計を行っている**。
- しかし、海洋表層のMicPは付着生物等の影響で沈降していくことが考えられ、**特に粒径の小さい範囲において、海洋表層の実際の個数濃度は推計結果よりも低い可能性が高い**。また、Cozarモデル、Kaandorpモデルの破碎形態は体積や面積が保存される仮定を置いているため、粒径が小さくなるほど個数濃度は単調に増加する。一方、環境中における物理的な破壊の限界を考えると数 μm から数十 μm の範囲で個数濃度の単調な増加は考えにくく、**当該推計結果は上限値に近い値であり、過大評価になっている可能性**が考えられる。
- 破碎形態に関して、海洋のMicPはフレーク状やシート状のものが多く、薄い板が割れていくようなプロセス（平面破碎）が中心であり、アスペクト比が1に近づくと立体破碎が進むと想定される。平面破碎から立体破碎に遷移する境界の粒径に関しては現在研究段階にあるが、**分科会での専門家判断により、本検討では粒径10 μm 以上に関しては平面破碎が主であり、10 μm 以下で立体破碎に遷移していくと想定した**。よって、P56のグラフには、**粒径10 μm 以上は2次式、10 μm 以下は2次式と3次式の幅で示している**。
- 青木モデル、Sugar Lumpモデルでは、破碎確率が粒径に依存し、粒径が小さくなると、破碎しにくくなる。そのため、両モデルの粒径と個数濃度のグラフでは、ある粒径でピークを示し、それより微小部分では濃度が小さくなる。微細粒径の実測データの蓄積による適用性の検証が今後の課題である。
- 青木モデルに関しては、粒径が小さくなると、個数濃度が下がり数値計算の範囲を超えてしまうため、P56のグラフの粒径1~10 μm の範囲は割愛した。また、Sugar Lumpモデルに関しては、破碎の閾値となる粒径を自由に設定できるため、粒径のピークが明瞭でないと、フィッティング困難であり、P56のグラフからは除外した。

■ 重量濃度への換算

- Cozarモデルは粒径ごとに質量が保存されると仮定しているため、粒径に依らず重量は一定となるはずである。しかし、経験式（長径と投影面積、及び投影面積と重量の実測値から導かれた関係式）を用いた換算においては、立体破碎を仮定した際には、粒径により総重量が変化する結果となった。これは、質量保存の仮定と矛盾しており、**実環境中で立体破碎のみで進行していく可能性は低いと考えられる**。
- 粒径1-10 μm の重量濃度については、当該経験式に当てはめられないため、**重量濃度が過大評価になっていることに注意が必要**。

「1~10 μm」の範囲における有害性データのまとめ (個数濃度)



- 粒径区分1~10 μmにおける有害性データのまとめ（個数濃度）を以下に示す。
- 図表を理解する上で、P66の比較に係る留意事項も必ず参照すること。

【凡例】

左図 (LOEC) :

- ◆ 不等号なし
- ◆ 最低濃度区で影響あり
- ◇ 最低濃度区で影響あり (1濃度区)

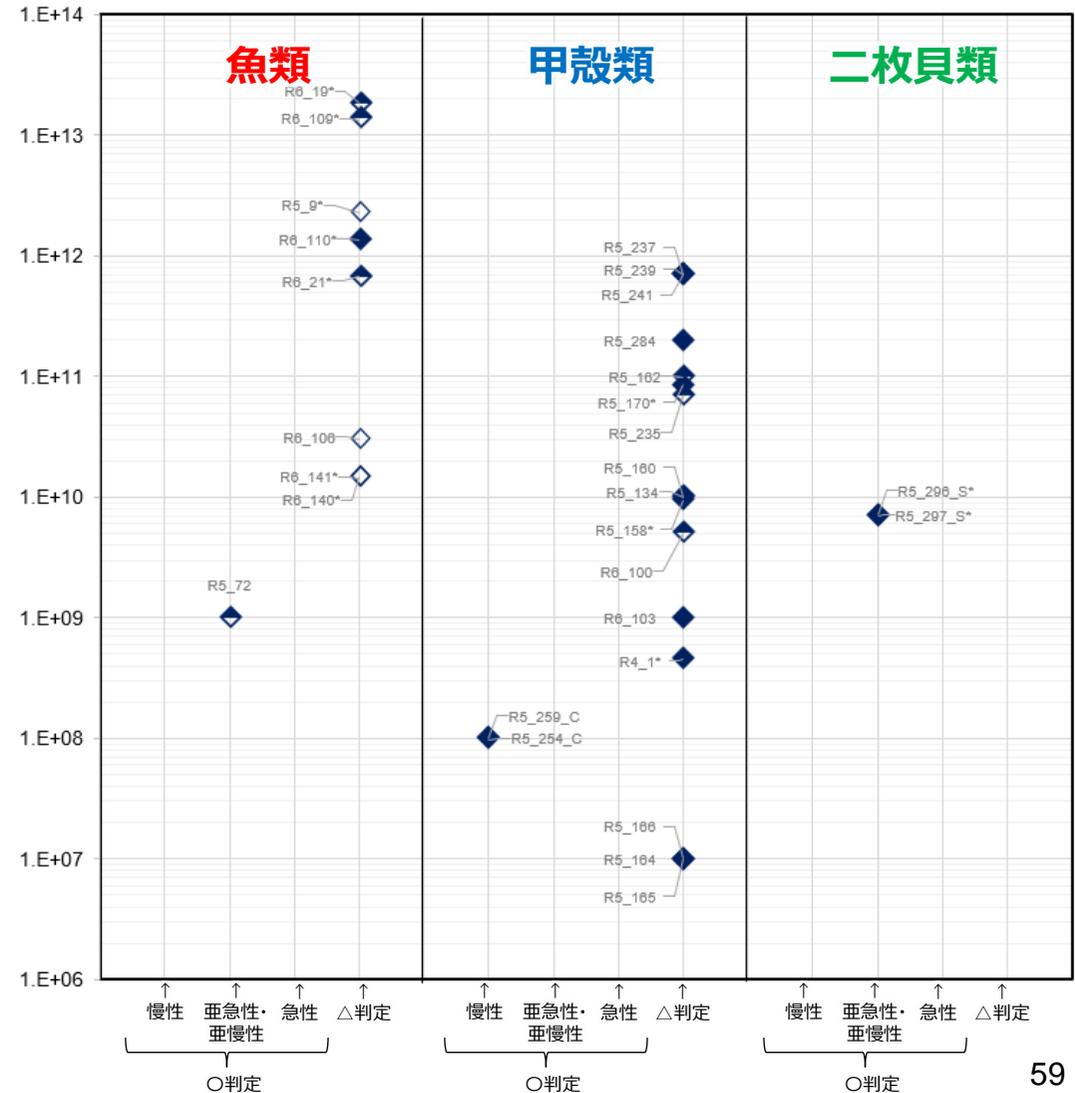
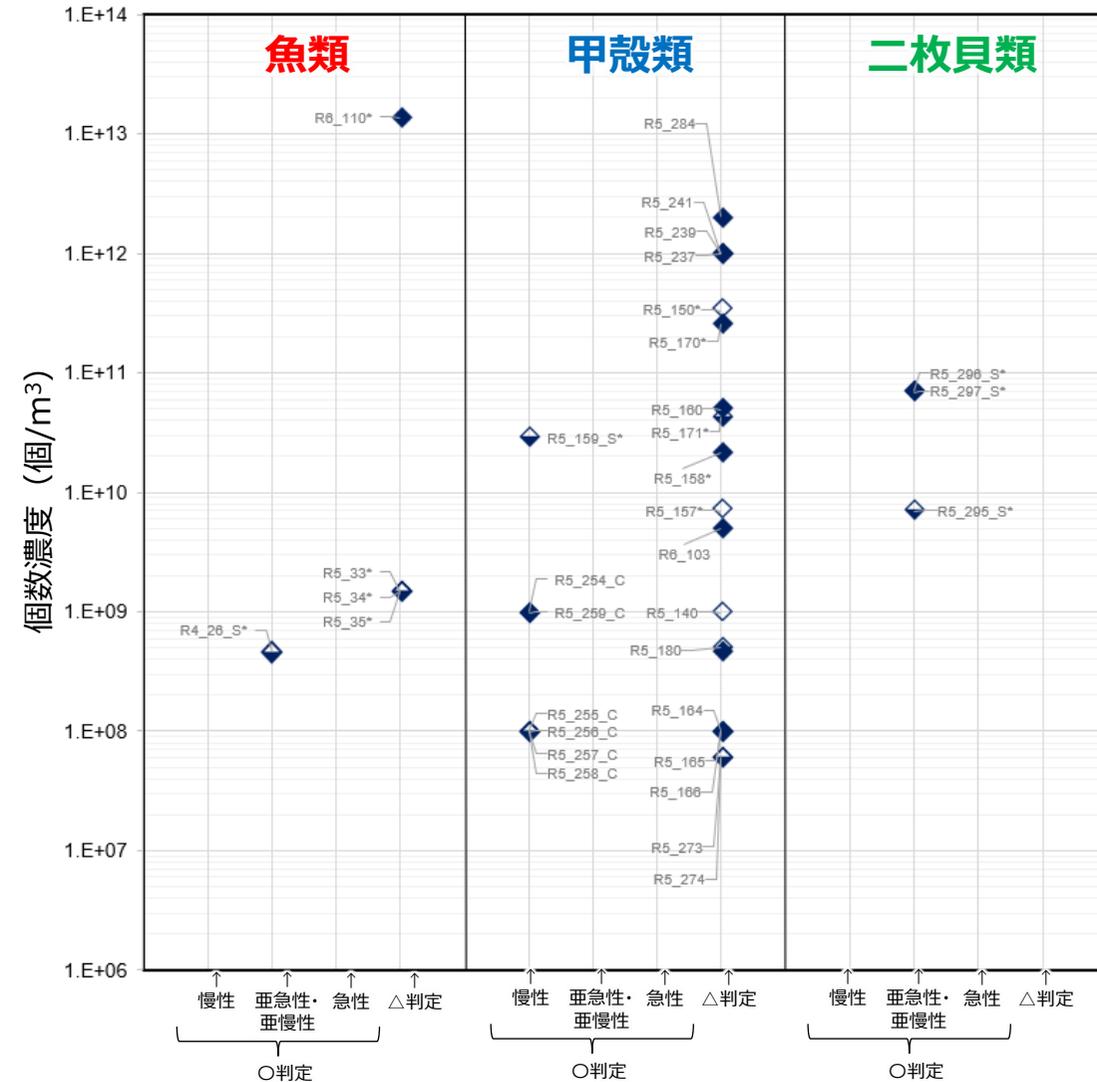
右図 (NOEC) :

- ◆ 不等号なし
- ◆ 最高濃度区で影響なし
- ◇ 最高濃度区で影響なし (1濃度区)

データラベルは「年度_レコード番号」として表示。ラベル末尾の「*」は事務局による換算値を、「C/S」はそれぞれ慢性/亜急性・亜慢性を示す。

査読から得られた水生生物に対するMicPの最小影響濃度(LOEC)

査読から得られた水生生物に対するMicPの無影響濃度(NOEC)



「10~100 μm」の範囲における有害性データのまとめ (個数濃度)



- 粒径区分10~100 μmにおける有害性データのまとめ（個数濃度）を以下に示す。
- 図表を理解する上で、P66の比較に係る留意事項も必ず参照すること。

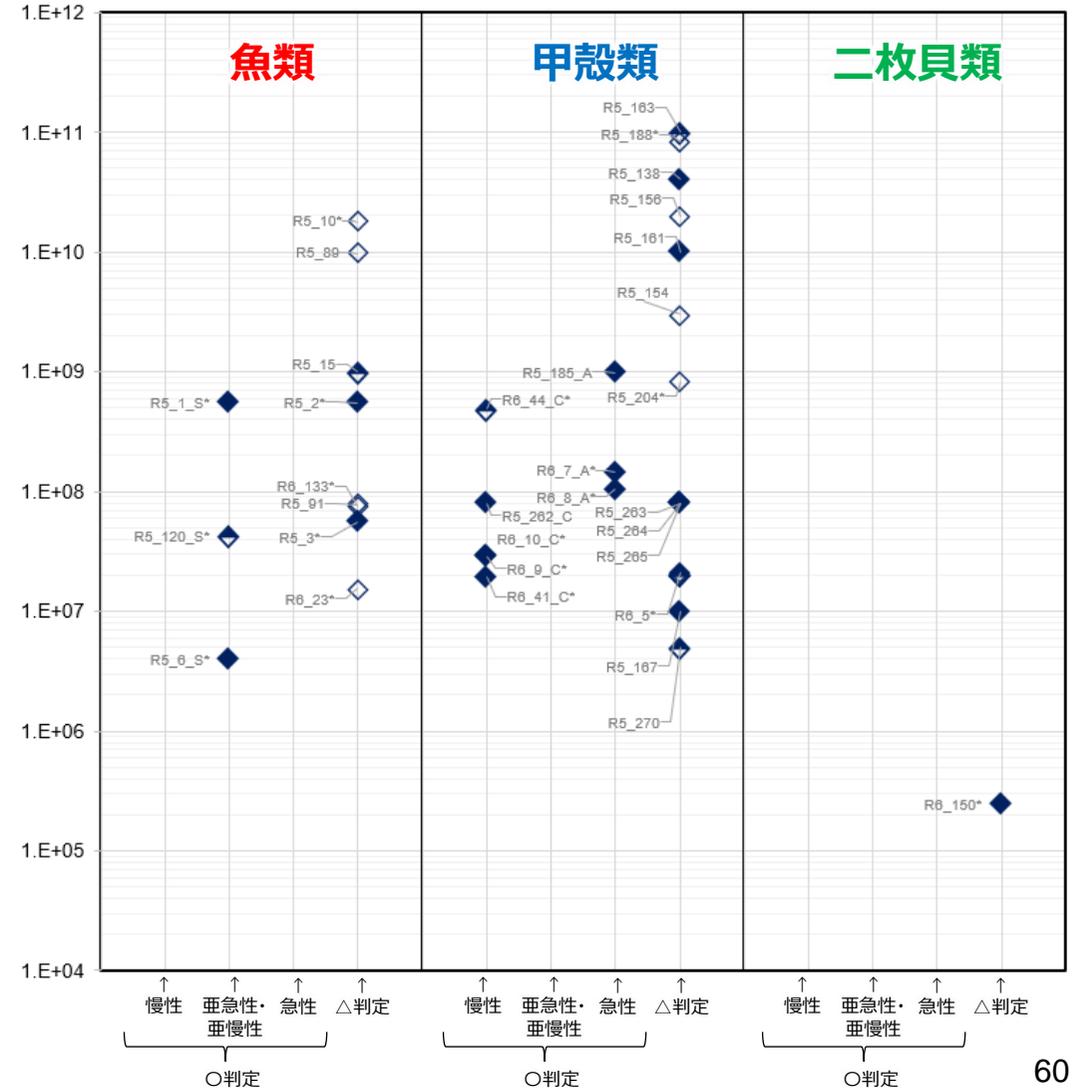
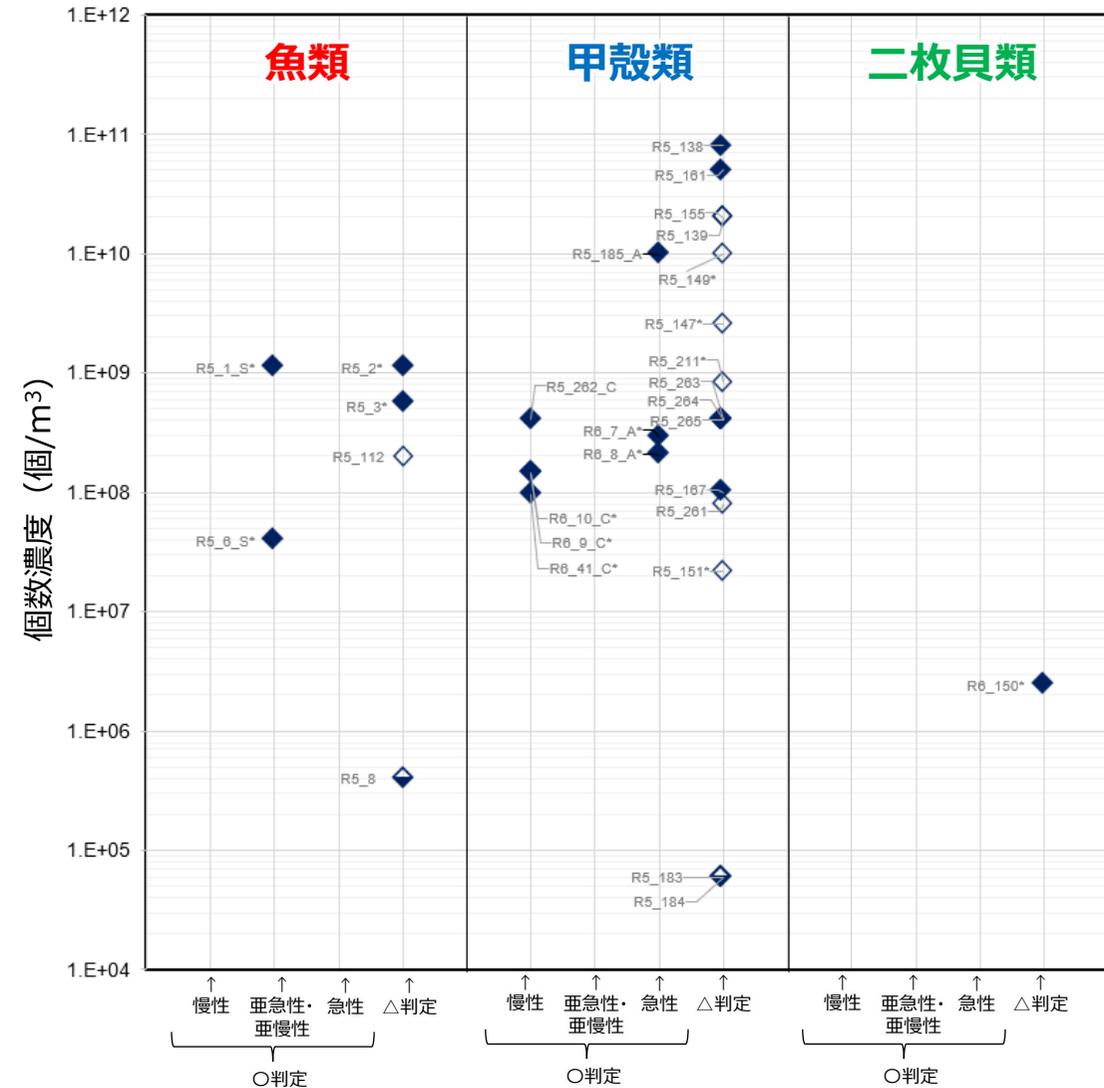
【凡例】
左図 (LOEC) :
 ◆ 不等号なし
 ◆ 最低濃度区で影響あり
 ◆ 最低濃度区で影響あり (1濃度区)

右図 (NOEC) :
 ◆ 不等号なし
 ◆ 最高濃度区で影響なし
 ◆ 最高濃度区で影響なし (1濃度区)

データラベルは「年度_レコード番号」として表示。ラベル末尾の「*」は事務局による換算値を、「C/S」はそれぞれ慢性/亜急性・亜慢性を示す。

査読から得られた水生生物に対するMicPの最小影響濃度(LOEC)

査読から得られた水生生物に対するMicPの無影響濃度(NOEC)



「100~1,000 μm」の範囲における有害性データのまとめ (個数濃度)



- 粒径区分100~1,000 μmにおける有害性データのまとめ（個数濃度）を以下に示す。
- 図表を理解する上で、P66の比較に係る留意事項も必ず参照すること。

【凡例】

左図 (LOEC) :

- ◆ 不等号なし
- ◇ 最低濃度区で影響あり
- ◇ 最低濃度区で影響あり (1濃度区)

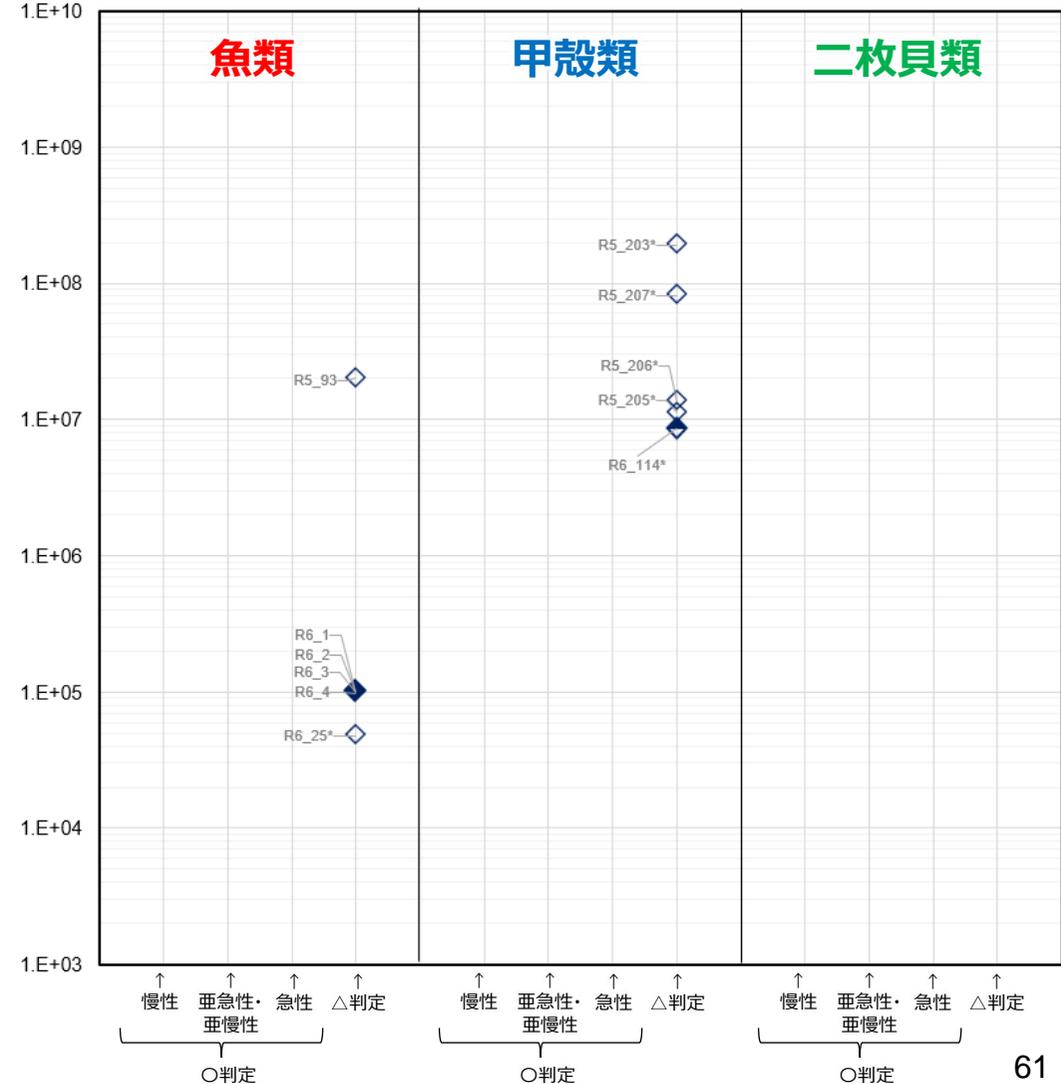
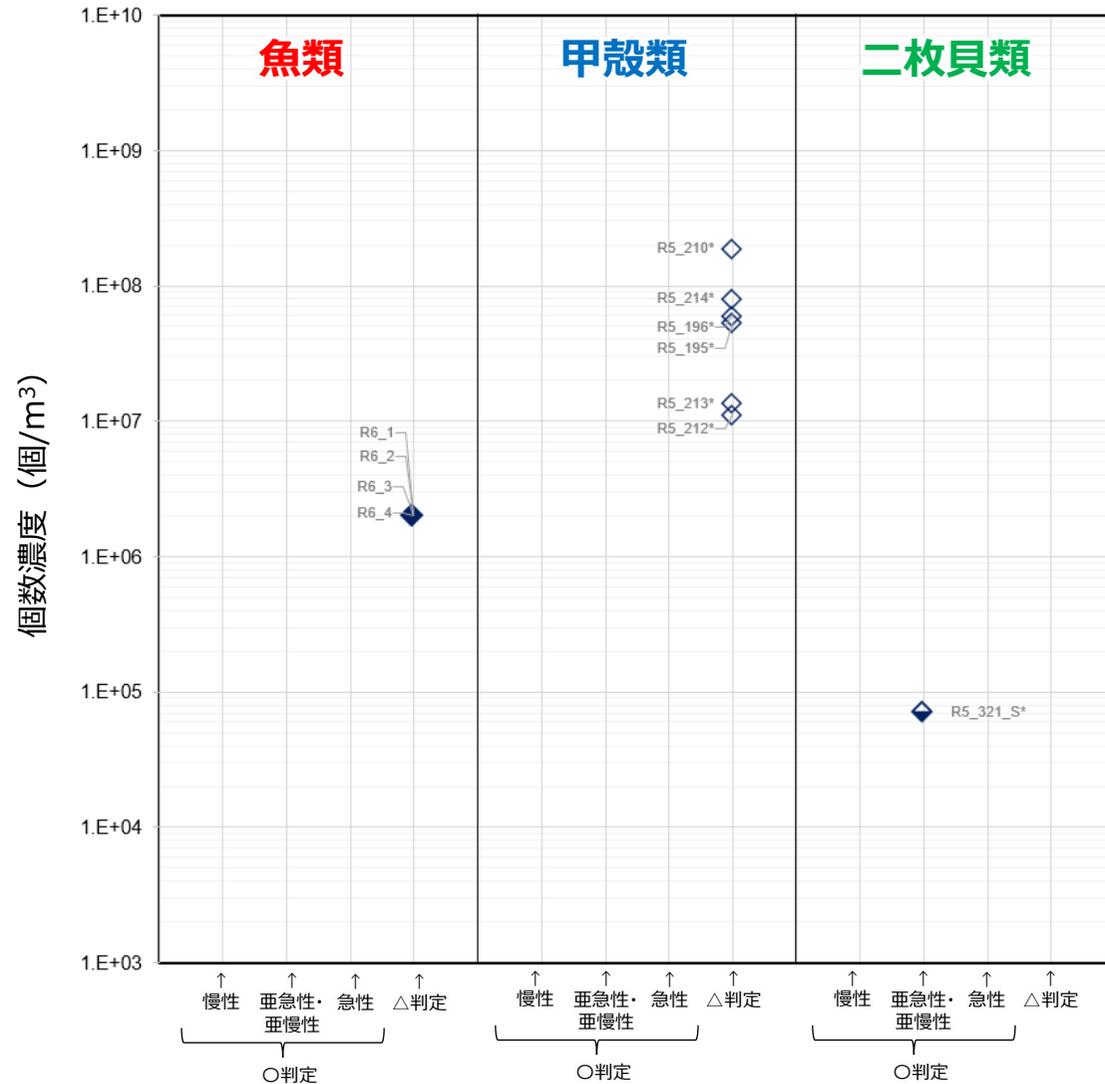
右図 (NOEC) :

- ◆ 不等号なし
- ◇ 最高濃度区で影響なし
- ◇ 最高濃度区で影響なし (1濃度区)

データラベルは「年度_レコード番号」として表示。ラベル末尾の「*」は事務局による換算値を、「C/S」はそれぞれ慢性/亜急性・亜慢性を示す。

査読から得られた水生生物に対するMicPの最小影響濃度(LOEC)

査読から得られた水生生物に対するMicPの無影響濃度(NOEC)



「1~10 μm」の範囲における有害性データのまとめ (重量濃度)



- 粒径区分1~10 μmにおける有害性データのまとめ（重量濃度）を以下に示す。
- 図表を理解する上で、P66の比較に係る留意事項も必ず参照すること。

【凡例】

左図（LOEC）：

- ◆ 不等号なし
- ◆ 最低濃度区で影響あり
- ◇ 最低濃度区で影響あり（1濃度区）

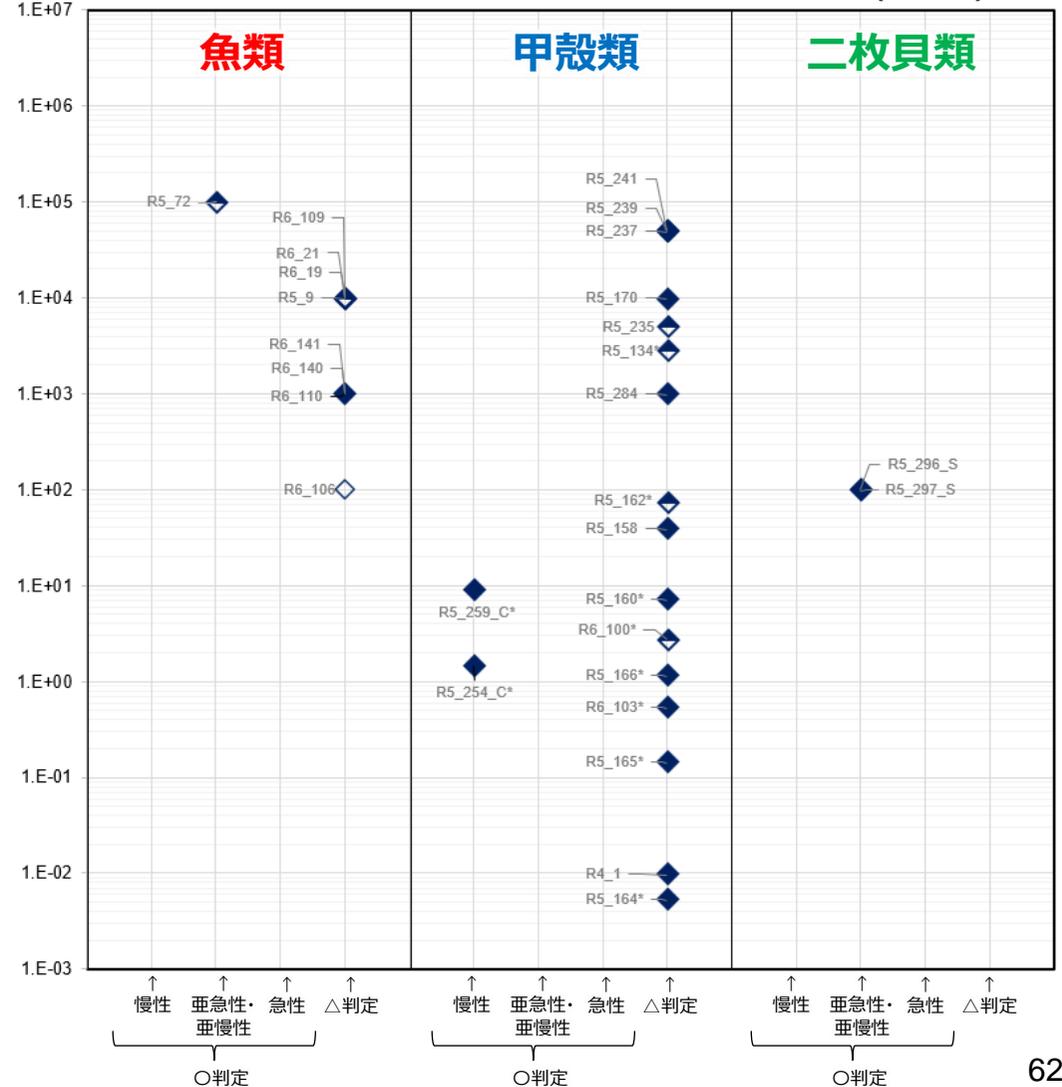
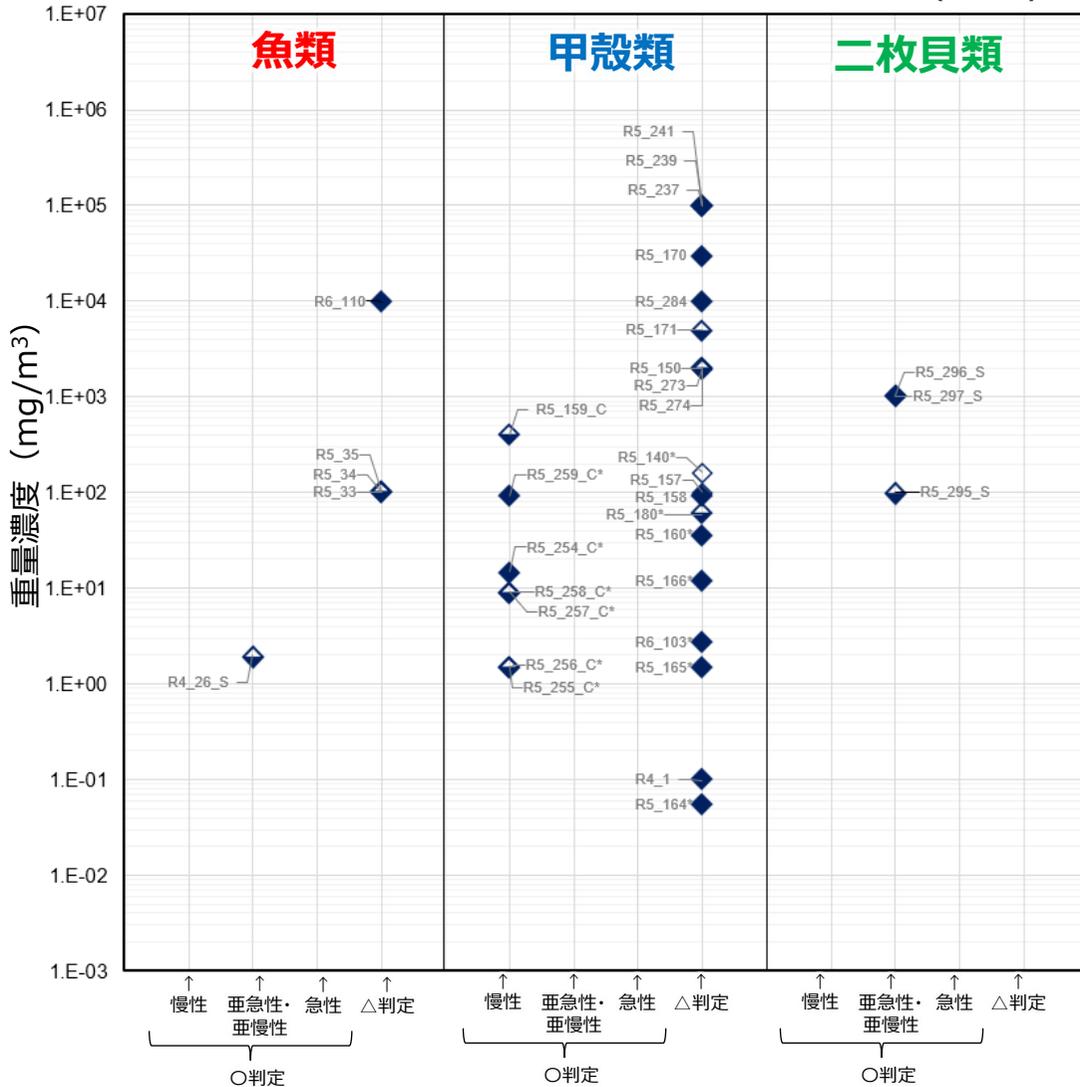
右図（NOEC）：

- ◆ 不等号なし
- ◆ 最高濃度区で影響なし
- ◇ 最高濃度区で影響なし（1濃度区）

データラベルは「年度_レコード番号」として表示。ラベル末尾の「*」は事務局による換算値を、「C/S」はそれぞれ慢性/亜急性・亜慢性を示す。

査読から得られた水生生物に対するMicPの最小影響濃度(LOEC)

査読から得られた水生生物に対するMicPの無影響濃度(NOEC)



「10~100 μm」の範囲における有害性データのまとめ (重量濃度)



- 粒径区分10~100 μmにおける有害性データのまとめ（重量濃度）を以下に示す。
- 図表を理解する上で、P66の比較に係る留意事項も必ず参照すること。

【凡例】

左図 (LOEC) :

- ◆ 不等号なし
- ◆ 最低濃度区で影響あり
- ◇ 最低濃度区で影響あり (1濃度区)

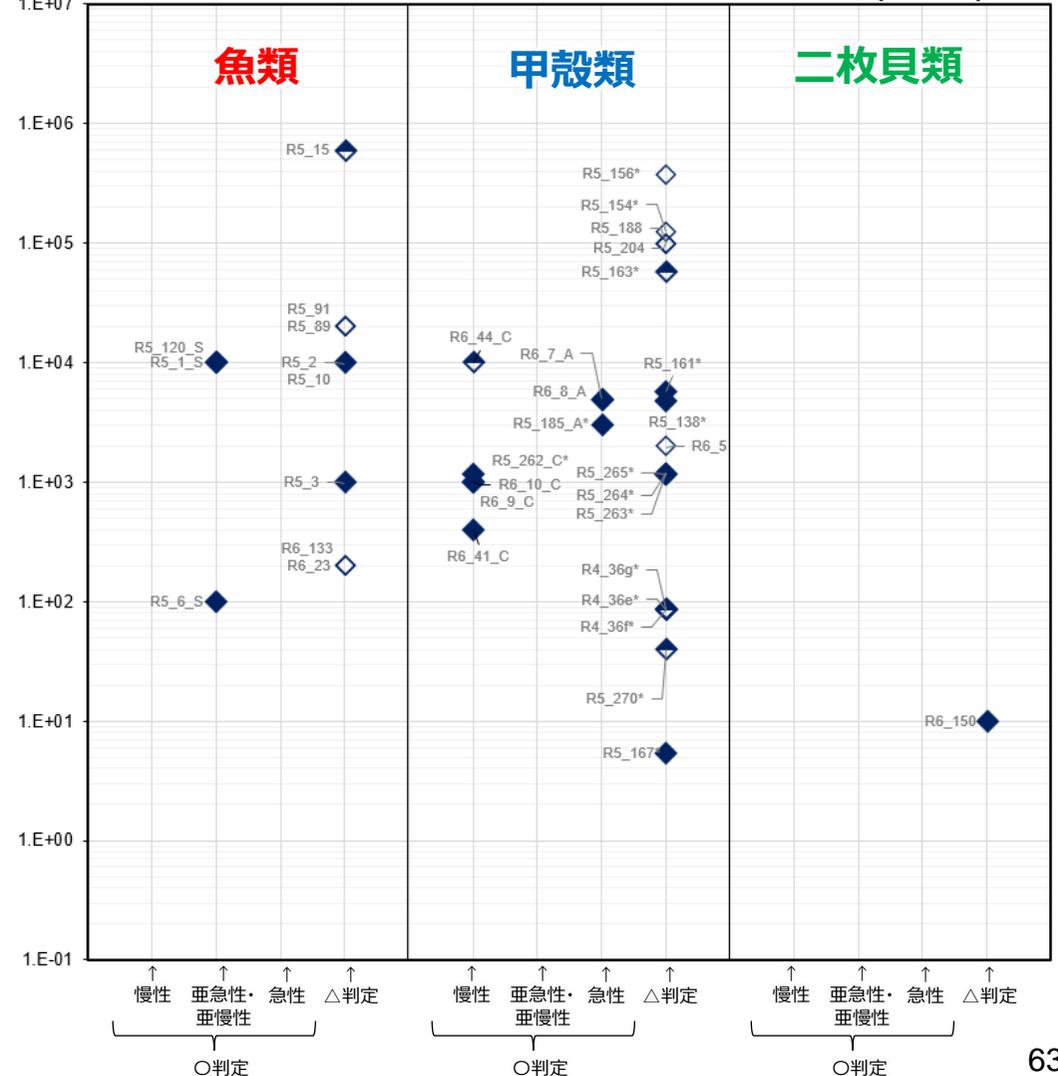
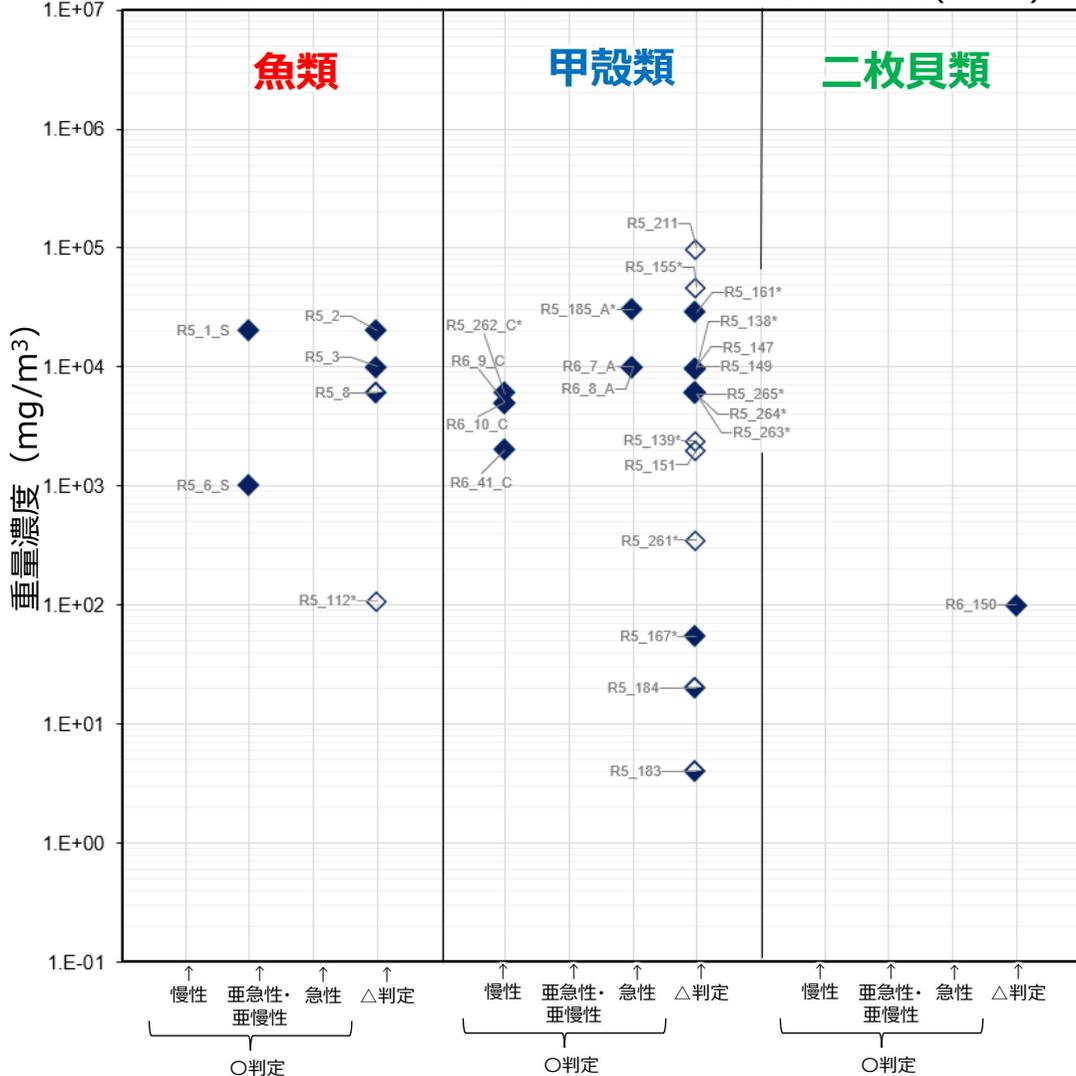
右図 (NOEC) :

- ◆ 不等号なし
- ◆ 最高濃度区で影響なし
- ◇ 最高濃度区で影響なし (1濃度区)

データラベルは「年度_レコード番号」として表示。ラベル末尾の「*」は事務局による換算値を、「C/S」はそれぞれ慢性/亜急性・亜慢性を示す。

査読から得られた水生生物に対するMicPの最小影響濃度(LOEC)

査読から得られた水生生物に対するMicPの無影響濃度(NOEC)



「100~1,000 μm」の範囲における有害性データのまとめ (重量濃度)

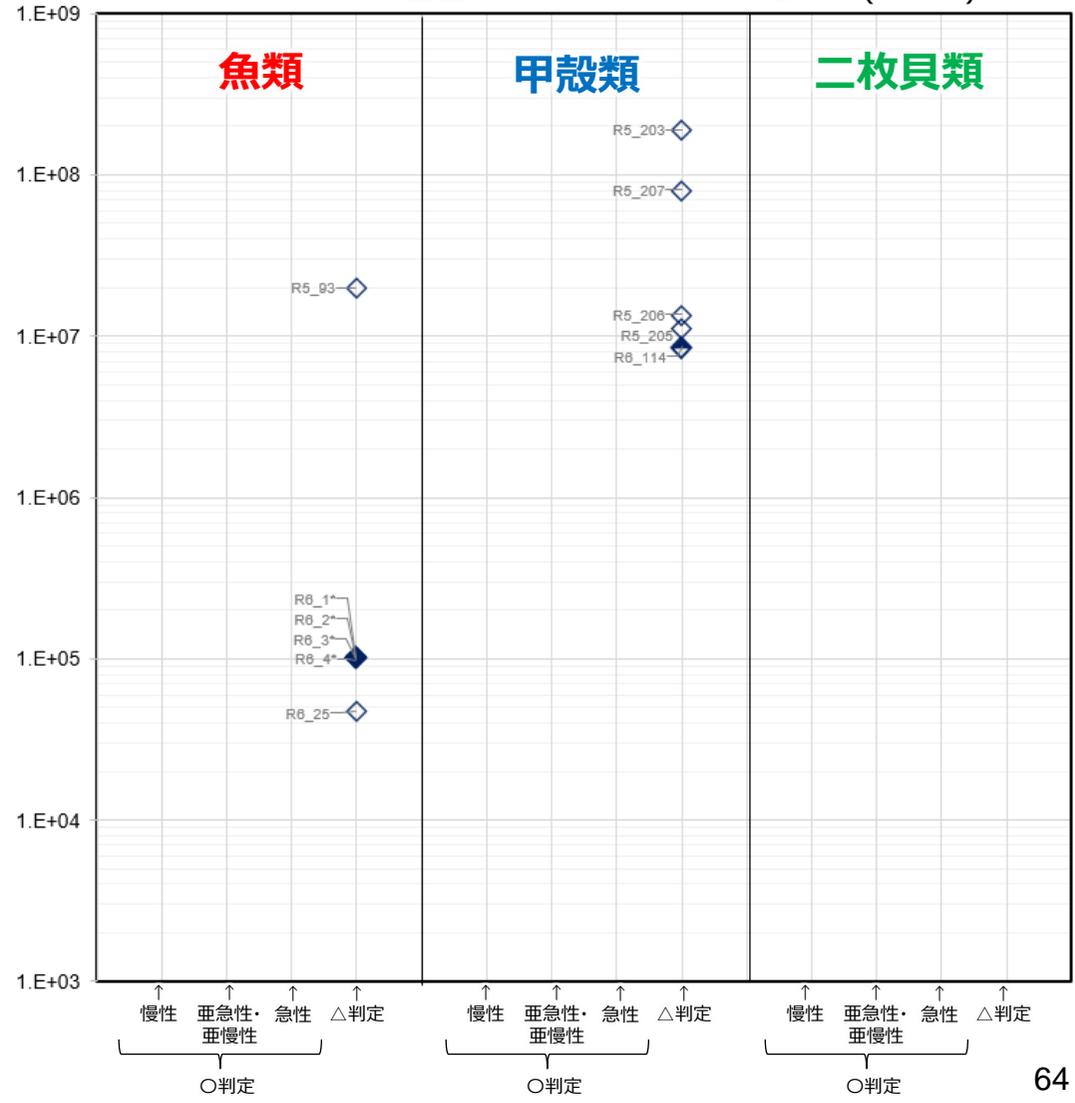
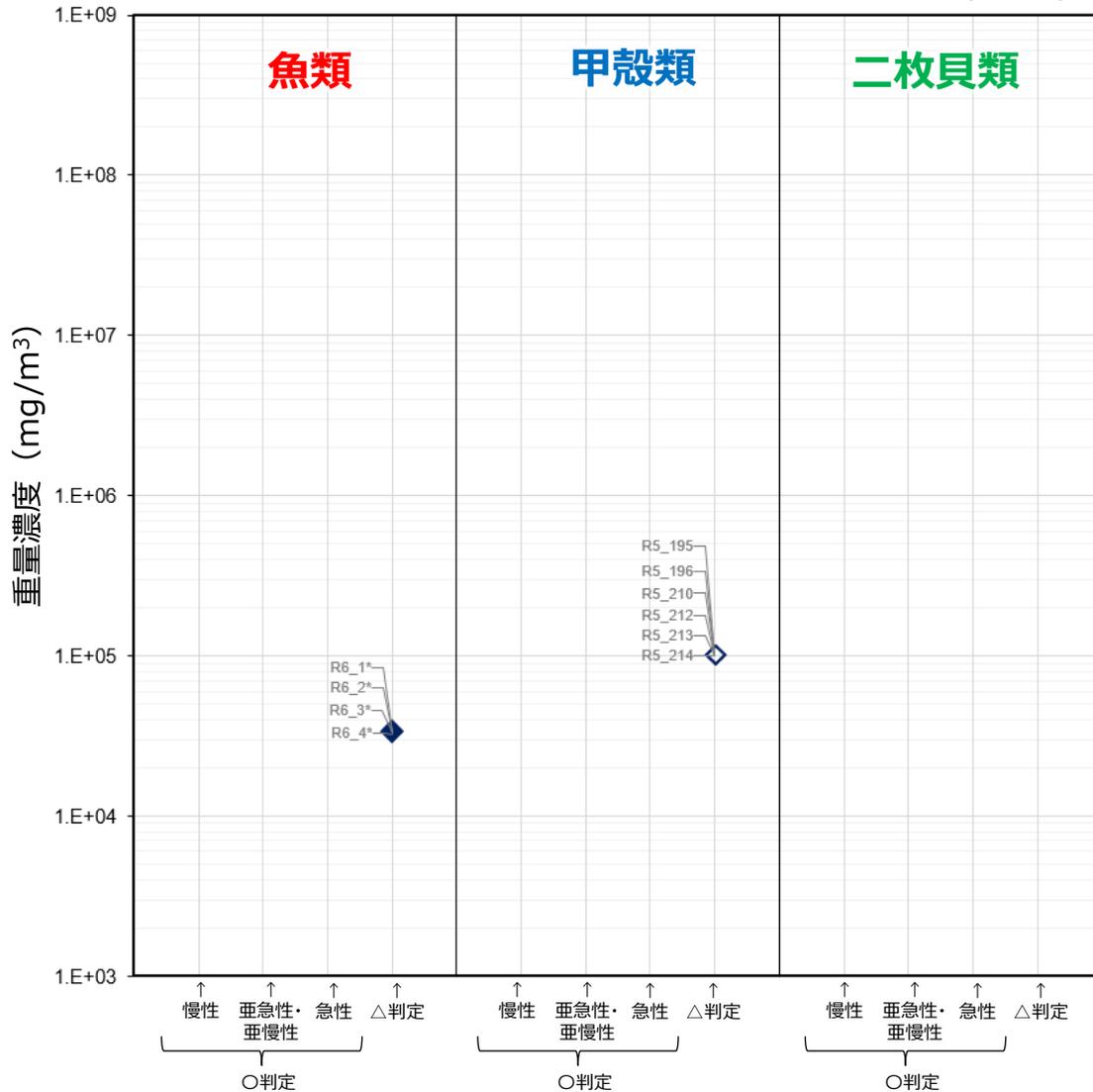


- 粒径区分100~1,000 μmにおける有害性データのまとめ（重量濃度）を以下に示す。
- 図表を理解する上で、P66の比較に係る留意事項も必ず参照すること。

【凡例】
 左図（LOEC）：
 ◆ 不等号なし
 ◆ 最低濃度区で影響あり
 ◆ 最低濃度区で影響あり（1濃度区）
 右図（NOEC）：
 ◆ 不等号なし
 ◆ 最高濃度区で影響なし
 ◆ 最高濃度区で影響なし（1濃度区）
 データラベルは「年度_レコード番号」として表示。ラベル末尾の「*」は事務局による換算値を、「C/S」はそれぞれ慢性/亜急性・亜慢性を示す。

査読から得られた水生生物に対するMicPの最小影響濃度(LOEC)

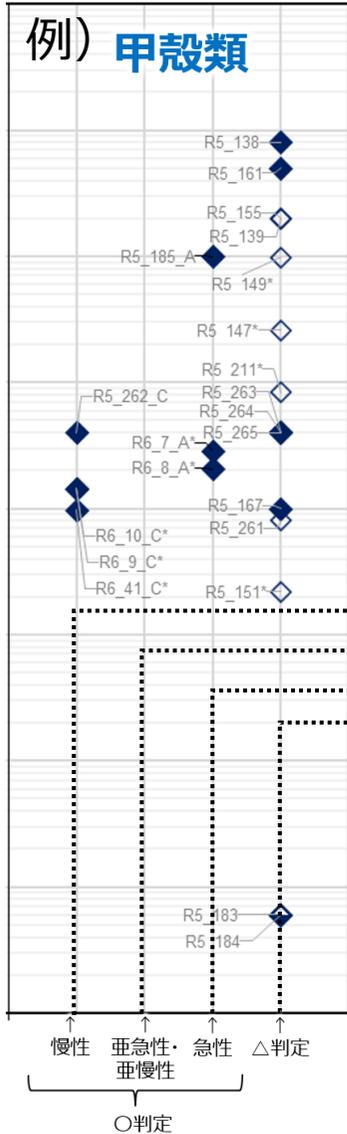
査読から得られた水生生物に対するMicPの無影響濃度(NOEC)



有害性データのまとめ (補足：表示した有害性データの内訳)

- P59～64の有害性データのまとめに表示した有害性データ（○判定：慢性/亜急性・亜慢性/急性及び△判定）の内訳は以下のとおり。

例) 甲殻類



令和4～6年度までに査読した有害性データの内訳 (再掲、一部改変)

	採用困難ではない		質の区別作業対象(採用困難ではないかつ複数濃度区実験)		○候補(実測/分散手順の記載あり又はOECD TG準拠)		質の区別：○			質の区別：△ (「採用困難ではない」から「質の区別：○」を除いたもの)		
	文献	レコード(a)	文献	レコード	文献	レコード	文献	レコード(b1)	割合(b1/a)	文献	レコード(b2)	割合(b2/a)
魚類	49	118	13	23	5	7	5	5 (慢性0, 亜急性・亜慢性5, 急性0)	4%	44	113	96%
甲殻類	43	97	26	60	11	29	6	15 (慢性12, 亜急性・亜慢性0, 急性3)	15%	37	82	85%
二枚貝類	16	57	4	9	2	4	2	4 (慢性0, 亜急性・亜慢性4, 急性0)	7%	14	53	53%
合計	108	272	43	92	18	40	13	24	9%	95	248	91%

環境中濃度の推計結果と有害性データの比較に係る留意事項

- 現時点では、環境中濃度の推計結果と有害性データの直接的な比較は行っていない。既に挙げたようにばく露評価と有害性評価のそれぞれに課題があり、さらに以下に示す事項に留意する必要がある。
- 適用範囲外の事項（推計対象外の繊維状のMicPや、ベクター効果の評価など）については、今後の課題。引き続き検討を進めていく必要がある。

■ ばく露評価及び有害性評価の比較に係る留意事項

- ばく露評価：実環境中の実測データではなく、日本近海の海洋表層の実測データを基に推計した濃度である。各モデルで仮定や前提条件が異なることに留意が必要である。また、本検討の推計対象は海洋表層であり、水柱や底質などの海洋中の他のスポットは対象外であることに十分留意が必要である。
- 有害性評価：母集団（約18,000報）からスクリーニングした査読対象の約670報のうち、○に区別された文献は13報であり、有害性データ数が少ない。特に魚類や二枚貝の慢性影響のデータ数が限定的であり、標準試験法が無いなどの理由により有害性データの質が偏っている。設定濃度で整理しており、試験系における実際のばく露濃度とは異なる可能性がある（沈降や凝集、摂取のばらつきにより不均一の可能性）。MicPの生物・生態系への影響に関しては、粒子による影響と化学物質による影響が懸念されているが、本検討では主に水生生物への粒子による影響を対象としていることに十分留意が必要である。

■ 実環境と毒性実験の条件の相違

- 粒子の特性の違い：
 - 粒径：海洋表層には幅広い粒径分布を持つMicPが存在するが、毒性実験では基本的には単一粒径を使用している。
 - 形状：海洋表層から検出されるMicPの殆どが破片状や繊維状だが、毒性実験で使用しているものは球状が多い。
 - 素材：海洋表層では比重の軽いMicPが多く検出されるが、毒性実験では研究用の蛍光ビーズを使用することも多く実環境と素材が異なる。
 - 劣化：実環境ではMicPは劣化している可能性が高いがその程度は均一ではなく、毒性実験で使用しているものは劣化させていないものが多い。
 - 化学物質：実環境では水中の化学物質が吸着している可能性があるが、本検討の有害性評価では基本的に粒子影響を対象としている。
- 濃度の違い（均一性ほか）
 - 実環境：実環境中においては水平方向や鉛直方向で様々な濃度分布を持ち、その濃度は時々刻々と変化する。また、潮目や湾岸などでは局所的に高濃度になっており、ホットスポットとなっている可能性がある。
 - 毒性実験：凝集、沈降、摂取のばらつきによって設定濃度を均一に維持できていない可能性がある。
- 生物の違い
 - ばく露評価では海洋表層を対象に推計を行っているが、MicPの毒性実験のうち特に魚類や甲殻類は淡水域の生物を用いていることが多い。
 - 現在はホットスポット等のばく露濃度が高い環境に生息する生物群が特定できておらず、供試生物と高濃度域に生息する生物が異なる可能性がある。
 - 毒性実験の供試生物と実環境中でMicPにばく露される生物について、生物のライフステージやその食性によっては、MicPに対する感受性が異なる可能性がある。