

令和8年3月27日
有害性評価分科会

令和7年度 有害性評価分科会の検討結果に関する報告

1.	有害性に関する検討結果.....	1
1.1.	背景・目的	1
1.2.	マイクロプラスチックの粒子影響.....	2
1.2.1.	概要	2
1.2.2.	基本方針.....	3
1.2.3.	査読に係るルール策定.....	4
1.2.4.	文献等の調査（査読対象文献の抽出及び整理）	12
1.2.5.	文献等の査読（採用困難データの区別）	14
1.2.6.	文献等の査読（質の区別）	18
1.2.7.	有害性評価結果のまとめ.....	77
1.3.	マイクロプラスチックに係る吸着・添加化学物質を含む影響について.....	81
1.3.1.	レビュー文献調査①：Menéndez-Pedriza, A., & Jaumot, J. (2020).....	81
1.3.2.	レビュー文献調査②：Koelmans, A. A., Diepens, N. J., & Mohamed Nor, N. H. (2021)	84
1.3.3.	レビュー文献調査③：Al-Emran, M., & Nayem, M. J. (2025).....	112
1.3.4.	マイクロプラスチックと化学物質の影響に関する現状理解	118
1.4.	有害性評価分科会の開催.....	119
1.4.1.	委員名簿.....	119
1.4.2.	開催概要.....	120
1.4.3.	現状の課題点と今後の検討の方向性(案).....	121
1.5.	参考資料	122
1.5.1.	査読対象とした文献一覧	122

1. 有害性に関する検討結果

1.1. 背景・目的

MicP の有害性評価においては、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方針で検討を進めてきた。

◆ マイクロプラスチックの粒子影響

令和 5 年度までに、対象生物や粒径及びエンドポイントの区分及び有害性データの査読に係る「文献査読時の留意点」を整理し、区分 I（個体群の維持に関わる有害な影響）に該当する有害性データを図示してきた。

しかし、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、区分 I のなかにも様々な実験条件のものが含まれており、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困難であった。また、有害性評価に資するよう、定量的な影響レベルが報告されていると考えられるデータを抽出することが望ましいものの、これまでに当該データの抽出には至っていなかった。

そのため、令和 6 年度より、有害性データを誤解なく解釈し、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、査読に係るルールを策定・精査することで有害性データの質を区別し、「一定の質が担保されかつ影響レベルが確認されていると判断できるデータ（○）」、「一定程度の質が担保されたデータとは判断できないものの、影響レベルを示していると思えることができ、参考値として参照できるデータ（△）」及び「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データ（×）」に分類した。

令和 7 年度は、上記を継続するとともに、これまでの質の区別の結果を総括した「有害性評価結果のまとめ（暫定）」を作成した。

◆ 吸着・添加化学物質を含む影響

また、MicP の影響には上記で対象とする「マイクロプラスチックの粒子影響」のほかに「吸着・添加化学物質を含む影響」についても研究が進められており、近年のプラスチック条約制定に向けた政府間交渉（INC）においても、「マイクロプラスチックの粒子影響」に加えて「添加剤」、「吸着化学物質」も含めて環境中に存在する MicP の影響を広く捉える方向性が示されている。そのため、今年度より吸着・添加化学物質を含む影響についても検討を開始し、レビュー文献の調査により基礎的な情報収集・整理を行った。

1.2. マイクロプラスチックの粒子影響

1.2.1. 概要

令和 7 年度の MicP 有害性評価の検討において、「査読に係るルール策定」、「文献の調査と査読」及び「分科会の開催」を実施した。概要を以下に示すとともに、詳細を 1.2.3 節、1.2.4 節、1.2.5 節、1.2.6 節及び 1.3 節に示す。

査読に係るルール策定 (1.2.3 節)

令和 6 年度までに整理した文献査読時の各種ルールを踏襲するとともに、分科会での議論をもとに、「留意点に係る判断の視点」等について随時更新した。

文献の調査と査読 (1.2.4 節、1.2.5 節、1.2.6 節)

MicP の有害性を扱った文献を網羅的に収集のうえ、マイクロサイズの粒子を用いた魚類、甲殻類及び貝類を対象とした文献を抽出した。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。

有害性評価結果のまとめ (1.2.7 節)

令和 7 年度はこれまでに蓄積した有害性データを俯瞰的にとらえ、有害性評価結果のまとめ（暫定）を整理した。

1.2.2. 基本方針

方針 1：分類

今年度の有害性データのまとめ方の方針を以下のとおり整理した（図表 1-1）。

図表 1-1 令和 7 年度有害性データのまとめ方について：基本的な方針（分類）

<ul style="list-style-type: none">● 基本的な考え方として、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、<ul style="list-style-type: none">□ 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たものであり、実験条件の記述が十分で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合理的でない。● ここでは、<u>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したい。</u><ul style="list-style-type: none">□ 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、<ul style="list-style-type: none">■ <u>一定の質が担保されかつ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¹の把握において活用できる。</u>（○）■ 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<u>一定程度の質が担保されたデータとは判断できないものの、影響レベルを示していると思えることができるものは、参考として参照する。</u>（△）■ 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、<u>これまで通り記載しない。</u>（×）
--

注：斜体は令和 7 年度修正箇所を示す。

▶ 方針 2：表示方法

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 の中に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 年度より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した。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活用し、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²／急性に分けて表示

¹ 現時点では、○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した。

² MicP の有害性データのうち慢性又は急性影響を捉えた知見は多くなく、亜急性又は亜慢性と考えられ

した。

1.2.3. 査読に係るルール策定

令和 5 年度までに対象生物及び MicP の対象粒径を決定し、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を整理してきた。今年度もこの整理を継続するとともに、文献査読時の留意点を精査し更新した。また、新たに長期的な影響に着目した評価の視点を加えて、これらの「査読に係るルール」にそって整理を行った。図表 1-2 に上述のルールを列挙した。

図表 1-2 MicP の有害性データの査読に係るルール

記号	査読における観点
A	・対象生物
B	・対象粒径・形状
C	・エンドポイント
D	・文献査読時の留意点
E	・長期的な影響に着目した評価の視点

(A) 対象生物：魚類、甲殻類、貝類（令和 5 年度から変更なし）

生態系の機能に重要な食物連鎖等の関係に着目し、生産者、一次消費者、二次消費者等の生態学的な機能で区別して、それぞれに対応する生物種をモデルとして用いる。

- 具体的には、化学物質の毒性試験として多くのプロトコルが確立している甲殻類（一次消費者）、魚類（二次消費者）を対象に文献査読を行う。
- 生産者（一般的に藻類）については、MicP の粒子を摂取する可能性が低く、MicP による影響は小さいと考えられることから、MicP の生態リスク評価で注目する栄養段階からは除外した。
- また、一次消費者として、通常水中粒子を濾過摂取しているため、MicP の影響を受ける可能性が指摘されている貝類についても査読の対象生物として加えることとした。

(B) 対象粒径：1 μm 以上 1000 μm 未満（令和 5 年度から変更なし）

MicP の粒径について、ナノサイズの粒子の場合、生物細胞への侵入や体表への影響等が考えられ、マイクロサイズの粒子とは別物として考える必要がある。今年度はマイクロサイズ（粒径 1 μm 以上）のプラスチック粒子を使用している試験を対象に査読を行った。

る有害性データが多かった。MicP について標準試験法が確立されていないこともあり、本検討ではこれらを区別せずに「亜急性・亜慢性」と整理のうえ、慢性／亜急性・亜慢性／急性に分けて表示した。（参照：1.2.3 節「長期影響に着目した評価の視点－MicP の有害性評価－」）

(C) エンドポイントの分類 (令和 5 年度から変更なし)

MicP のリスク評価で対象とすべきエンドポイントの基本的な考え方を整理した。MicP の初期的なリスク推計を行うため、環境中濃度と比較を行うエンドポイントを、個体群の維持に関わる有害な影響とした。エンドポイントの分類を図表 1-3 に示す。

- 環境中濃度との比較を行う有害性のプロットは「Ⅰ：個体群の維持に関わる有害な影響」とした。
- 「Ⅱ：Ⅰ・Ⅲ以外の影響」は有害性のプロットとしては示さず、査読の際は参考データとして取り扱うこととした。(将来的に「Ⅰ」になり得る可能性もあるため、引き続き精査を行う)
- 「Ⅲ：分子・遺伝子レベルの影響」は査読の対象外とした。

図表 1-3 エンドポイントの分類

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

(D) 文献査読時の留意点及び付属資料

・文献査読時の留意点（令和6年度から変更なし）

MicPの有害性データの信頼性を考える際の観点を整理し、令和5年度に「文献査読時の留意点」を作成したのち、適宜更新を行ってきた。なお、MicPの有害性を評価するためのテストガイドラインに、コンセンサスが得られたものは現時点では存在しておらず、以下の観点はあくまで参考となり得る非網羅的な観点であり、今後も査読を通じてブラッシュアップしていく位置づけのものである。

図表 1-4 MicPの有害性データに係る文献査読時の留意点

文献査読時の留意点
<p>■【1】、【2】 MicPに関わらない実験条件</p> <p>【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</p> <p>【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> <ul style="list-style-type: none">【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
<p>■【3】 MicPに関わる実験条件</p> <ul style="list-style-type: none">【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

・付属資料

上述の「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ことを想定している。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した（図表 1-5）。

なお、本資料は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。

図表 1-5 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	【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	【2-1】コントロール区が設定されているか	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。 ・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・貝類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。
		【2-2】コントロール区で影響が出ているか	・対照区で影響が出ていない場合でも、試験条件（給餌の有無や飼育密度等）に問題があると考えられる場合は慎重に採用可否を判断する。
		【2-4】複数濃度で試験が行われているか	査読文献における優先順位及び複数濃度区のを考え方を以下のように整理する。 ・○△×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 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○の可能性があるが優先順位を下げて扱う 公比については以下のように扱う。 ・3.2 以下であることが望ましいが、○の必須条件とはせず個別に議論するが、公比が 100 程度であるなど極端に大きい場合については、△又は×の可能性も考慮して検討する。
		【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。
	その他	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。

	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.24 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。 <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>「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。</p>
	【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。</p> <p>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、貝類においては、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。
	【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障害等も考えられる。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。 <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一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。 <p>文献に粒径に係る情報が複数ある場合は、図示の際により適切と考えられる粒径を使用する。例えば、上限値と中央値が得られている場合は、供試生物の摂取可能な粒径などの点を考慮して図示の際の粒径を決定する。</p>
	【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

留意点	判断の視点
	<p>の、MicPになると考えられている。</p> <p>「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。</p> <p>・複数の素材を含む混合物については、再現性の観点で注意して扱う必要があるため、仮に採用する場合には注釈に混合物であることを明記する。</p>
<p>【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>	<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、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。 ・複数の素材を含む混合物については、再現性の観点で注意して扱う必要があるため、仮に採用する場合には注釈に混合物であることを明記する。

注：斜体は令和7年度修正箇所を示す。

(E) 長期的な影響に着目した評価の視点 (令和6年度から変更なし)

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 が混在していたほか、急性影響／慢性影響を整理していなかった。

MicP についてどのように整理するかを検討するのに先立ち、既存の有害性評価における慢性影響や急性影響を捉えた知見の扱いについて、以下のとおり整理した。

【既存の有害性評価における基本的な考え方】

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ことが多い。その理由は、「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」など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ためである。しかし、水生生物の影響評価では、長期影響を捉えた知見に限られるため、短期の急性影響を捉えた知見も活用されてきたほか、亜慢性又は亜急性の知見はごく限定的に活用されてきた。

化学物質の有害性評価において、生態毒性の急性毒性値と慢性毒性値の比較整理が行われており、上述の考え方のほか該当するエンドポイントの例やばく露期間、ライフサイクルステージ及び影響内容などが整理されている。整理の概略等を図表 1-6 に示す。

図表 1-6 既存の有害性評価における基本的な考え方

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³： ① 影響の内容：胚・稚子、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 日以上の期間 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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³： ① 影響の内容：魚類に対して、短時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） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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）

注：生態影響に関わる生物のうち魚類を抽出して記載

³ 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

【MicP の有害性評価における基本的な考え方】

MicP の有害性評価における慢性影響／急性影響の扱い方を検討するにあたり、現時点の MicP の有害性データにどのようなものがどの程度あるのか確認したところ、MicP で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、これらの「亜急性」又は「亜慢性」の有害性データを区別せずに、これら全体を「亜急性・亜慢性」と整理した。

以上の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することとした。 上述の内容を図表 1-7 のとおり整理した。

図表 1-7 MicP の有害性評価における基本的な考え方

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 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 	—

1.2.4. 文献等の調査（査読対象文献の抽出及び整理）

(1) 作業方針

(a) 査読対象とすべき文献の母集団の設定（事務局）

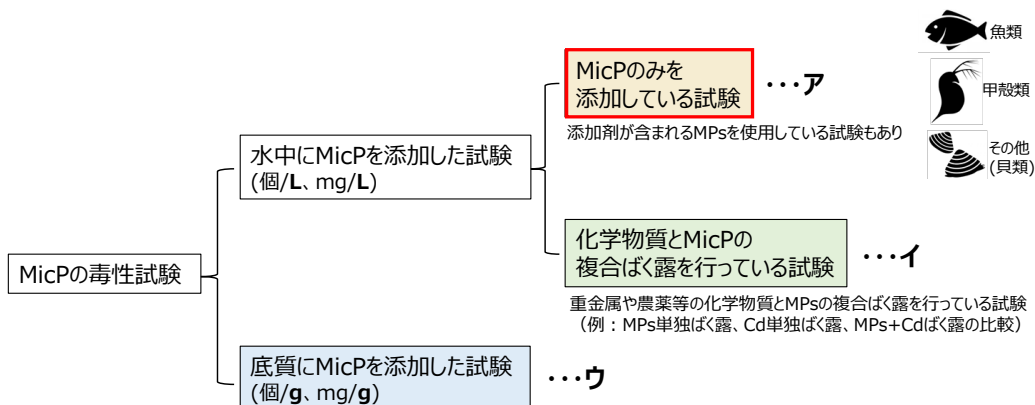
査読対象とする学術文献を漏れなく抽出するため、複数の無料文献検索サービス（PubMed⁴、J-GLOBAL⁵）を使い、2000年以降に公開された MicP に関する学術論文（有害性影響以外の文献も含む）を網羅的に検索した。検索の際に用いたキーワードは図表 1-8 の通りとし、全て OR 条件で検索を行った。

図表 1-8 検索時のキーワード

マイクロプラスチック関連	プラスチック破片関連
Microplastic	plastic particle
Microplastics	plastic particles
micro plastic	plastic debris
micro plastics	
micro-sized plastic	
micro-sized plastics	
micro sized plastic	
micro sized plastics	
plastic microparticle	
plastic microparticles	
plastic microsphere	
plastics microsphere	

(b) 文献の分類（事務局）

(a) で示した母集団（約 23,000 報）の中から、MicP の水生生物への影響を評価している文献のスクリーニングを行った。具体的には、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、図表 1-9 に示す 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 と化学物質の複合ばく露を行っている試験、ウ：底質に MicP を添加している試験）に分類した。



図表 1-9 文献の分類

⁴ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

⁵ <https://jglobal.jst.go.jp/>

(2) 調査結果

類型 (ア) を対象として、文献のタイトル、アブストラクトから、生物種、MicP の粒径、エンドポイント等の情報を可能な限り読み取って整理した。一部の文献については、文献を個別に取り寄せて中身を確認した。タイトル又は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、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」と判断できる文献のうち、「令和 4 年度海洋プラスチックごみによる生物・生態系影響把握等業務」又は「令和 5 年度海洋プラスチックごみによる生物・生態系影響把握等業務」で査読済みの文献や、日本語・英語以外の文献は今年度の査読から除外した。

仕分けの結果、アイウのそれぞれに分類された文献数（過年度累計）は、それぞれ約 700 報、400 報、140 報であった。詳細を (a) - (c) に示す。

(a) 水中添加試験について（水中経路での MicP 粒子による影響）

文献数は約 700 報、そのうち魚類、甲殻類、貝類を扱った文献数は図表 1-9 のとおり。抽出した文献について査読を行った結果を 1.2.5 項に示す。査読対象文献リストは別添のとおり（1.5.1 節）。

(b) 吸着・添加化学物質を含む影響

吸着・添加化学物質を含む影響を扱った文献は令和 4 年度から累計で約 400 報であり、アイウのいずれかに分類された文献全体の約 30%であった。ベクター効果について、収集した情報をもとに別添 1.3 のとおり整理した。

(c) 底質経路でのばく露について

底質経路ばく露に該当する文献は令和 4 年度から累計で約 140 報であり、アイウのいずれかに分類された文献全体の約 10%であった。一部の MicP は底質に沈降するとのヒアリング結果もあり、底質経路でのばく露や、その直上水をろ過摂取する底生生物に対する影響についても今後留意が必要と考えられる。なお、底質におけるばく露等評価については**エラー！参照元が見つかりません**。章を参照のこと。

1.2.5. 文献等の査読（採用困難データの区別）

(1) 作業方針

- ・ 査読準備：個表の作成（事務局）

1.2.4 節で抽出した文献に関して、事務局が個表を作成した。個票の整理項目及び記入要綱を図表 1-10 に示す。

図表 1-10 個表の整理項目及び記入要綱

入力項目		選択式	データ形式	入力必須	入力要領	
実験条件	粒子の取得方法		文字列		<ul style="list-style-type: none"> ・実験に使用している粒子の取得方法を記入してください。 例) 標準品購入(購入社名)、自身で作成(作成方法)、実環境中から採取、製品から抽出 等	
	粒径	下限		数値		<ul style="list-style-type: none"> ・文献に記載されている粒径はまずは当該項目に記入してください。 ・実測値が示されている場合は実測値を優先してください。 ・粒径が範囲で示されている場合は下限値を入力してください。
		上限		数値		<ul style="list-style-type: none"> ・粒径が範囲で示されている場合は上限値を記入してください。
		標準偏差		数値		<ul style="list-style-type: none"> ・文献に示されていれば入力してください。
		算術平均値		数値		<ul style="list-style-type: none"> ・文献に示されていれば入力してください。
		中央値		数値		<ul style="list-style-type: none"> ・文献に示されていれば入力してください。
	単位	選択	文字列	必須	<ul style="list-style-type: none"> ・「mm」、「μm」、「nm」より、文献に記載の単位を選択してください。 ・文献中に粒径の記載がなければ、「-」を選択してください。 	
	素材		選択	文字列	必須	<ul style="list-style-type: none"> ・「PS（ポリスチレン）」、「PE（ポリエチレン）」、「PP（ポリプロピレン）」、「PET（ポリエチレンテレフタレート）」、「PVC（ポリ塩化ビニル）」、「その他」より選択してください。 ・文献中に素材の記載がなければ、「-」を選択してください。
		その他の場合		文字列		<ul style="list-style-type: none"> ・素材が「その他」の場合、こちらに具体的な素材名を記入してください。
	形状		選択	文字列	必須	<ul style="list-style-type: none"> ・「球状（sphere 等）」、「破片状（particle, fragment 等）」、「繊維状（fiber 等）」、「その他」より選択してください。 ・文献中に素材の記載がなければ、「-」を選択してください。
その他の場合			文字列		<ul style="list-style-type: none"> ・形状が「その他」の場合、こちらに具体的な形状を記入してください。 	

入力項目		選択式	データ形式	入力必須	入力要領
備考			文字列		<ul style="list-style-type: none"> ・マイクロプラスチックの粒子情報について特記事項があれば記入してください。 例) <ul style="list-style-type: none"> - 標準品を購入した場合の助剤の有無 - 粒子の前処理方法（実験前に粒子に吸着している化学物質等を取り除く作業を行っている等） - 粒子の表面処理に関して（アミノ基やカルボキシル基等が置換されている粒子を用いている等） - 実測濃度測定の有無（実験中に粒子の濃度を測定している等）
	供試生物		文字列		<ul style="list-style-type: none"> ・供試生物を原文ママ（英語名）で記入してください。
設定濃度 (重量)	濃度		数値		<ul style="list-style-type: none"> ・重量濃度の値を記入してください。 ・対照区（コントロール区）が設定されている場合は「0」も記入してください。 ・複数濃度区の場合は、カンマ+半角スペース区切りで記入してください。 例) 0, 10, 100, 10000, 100000
	単位	選択	文字列	必須	<ul style="list-style-type: none"> ・「ng/L」、「μg/L」、「mg/L」、「g/L」「その他」より選択してください。 ・文献中に重量濃度の記載がなければ、「-」を選択してください。
	その他の場合		文字列		<ul style="list-style-type: none"> ・単位が「その他」の場合、こちらに単位を記入してください。
設定濃度 (個数)	濃度		数値		<ul style="list-style-type: none"> ・文献に個数濃度が示されている場合は記入してください。（示されていない場合は不要です） ・対照区（コントロール区）が設定されている場合は「0」も記入してください。 ・複数濃度区の場合は、カンマ+半角スペース区切りで記入してください。 ・指数表示が必要な場合は、指数表示での記入でも構いません。（例：1.5E+09, 2.0E+10 等） 例) 0, 10, 100, 10000, 100000
	単位		文字列	必須	<ul style="list-style-type: none"> ・文献に示されている単位を記入してください。 ・文献中に個数濃度の記載がなければ、「-」を選択してください。
ばく露 期間	値		数値		<ul style="list-style-type: none"> ・有意差ありの影響が検出された時点のばく露期間（日数等）を記入してください。
	単位		文字列		<ul style="list-style-type: none"> ・文献に示されている単位を記入してください。

入力項目		選択式	データ形式	入力必須	入力要領
	備考		文字列		<p>・実験条件について特記事項があれば記入してください。</p> <p>例)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 換水の頻度 - 実験中の粒子の分散・攪拌方法（実験中にばく露濃度を一定に保つ努力がなされている等） - 供試生物について（入手方法、性別、サイズ、齢、馴致、繰返し数^{※1}等） <p>※1：濃度区毎の供試生物数、濃度区毎の水槽の数、等</p>
実験結果	有意差が確認された影響		文字列		<p>・報告された影響のうち有意差が確認された個体レベルの影響を記入してください。</p> <p>【個体レベルの影響について】 （該当の例） 死亡率の上昇、生殖毒性（受精率の低下、ふ化率の低下）、成長・発達阻害、奇形、行動異常、遊泳速度の低下、同化効率の低下、摂食障害、吸収効率の低下、心拍数の低下、組織学的所見^{※2}等 ※2：肝臓等の組織に係る異常所見も収集対象の影響とします</p> <p>（非該当の例） 遺伝子発現等（判断に困る場合には、収集はしていただき、査読シートの入力項目「分科会に諮るべきポイント」等に判断に困る旨の記載をお願いいたします）</p>
	有意差が確認された最小濃度区	必須、選択	文字列		<p>・実験結果については、EC50(50%影響濃度)、MATC(最大許容濃度)等、リスク評価の有害性値として採用可能な様々な表現方法がありますが、ここでは「有意差が確認されなかった最大濃度区」つまり「NOEC」を優先的に記入ください。</p> <p>・論文中に LOEC/NOEC 以外の毒性値の表現（例：LC50、EC50 等）がなされている場合は、後段の備考欄に記入ください。</p>
		必須、選択	文字列		<p>・必要に応じて不等号を記入してください。不等号の付与のパターンとして以下の2通りが考えられます。</p> <p>例1) 0, 1, 10, 100 mg/L のコントロール区+3 濃度区で試験を行ったが、最高濃度区の 100 mg/L でも有意な影響が見られなかった →NOEC\geq100、LOEC>100 だが前述のルールに従い、LOEC（後者）を採用</p> <p>例2) 0, 1, 10, 100 mg/L のコントロール区+3 濃度区で試験を行ったところ、最低濃度区の 1mg/L で有意な影響が見られた →NOEC<1、LOEC\leq1 だが、前述のルールに従い、LOEC（後者）を採用</p>

入力項目		選択式	データ形式	入力必須	入力要領
	値		数値		<ul style="list-style-type: none"> 基本的には重量濃度の記入をお願いします。個数濃度しか記載がない場合は個数濃度を記入してください。個数濃度の場合、単位は「その他」とし、「その他の場合」に個数濃度の単位を記載してください。 有意差が出た最小濃度区を記入してください。 上記不等号の説明のとおり、最大濃度でも有意な影響が見られなかった場合は当該「値」欄には最大濃度を記入し、不等号「>」を入力してください。 有効桁数を表示してください。（例：1.0 mg/L）
		単位	選択	文字列	必須
	その他の場合		文字列		<ul style="list-style-type: none"> 単位が「その他」の場合、こちらに単位を記入してください。
	備考 (LC50、EC50 等あれば)		文字列		<ul style="list-style-type: none"> 実験結果について特記事項があれば記入してください。 例) <ul style="list-style-type: none"> LC50、EC50 等の他の統計値 用量応答関係の有無 その他備考
	採用困難フラグ	選択	文字列		<ul style="list-style-type: none"> マイクロプラスチックのリスク評価を行うにあたり、その有害性値の一つとして採用するのは困難と判断した場合は「×」を選択してください。 判断にあたっては「有害性データの信頼性を考える際の観点」を参考にしてください。
	左記の理由		文字列		<ul style="list-style-type: none"> 上記で×を選択した場合、その理由を記入してください。
	分科会に諮るべきポイント		文字列		<ul style="list-style-type: none"> 文献全体を通じて、分科会に諮るべきポイントがあれば記入してください。
	備考		文字列		<ul style="list-style-type: none"> 査読結果について特記事項があれば記入してください。査読時のメモとして使って頂くことができます。
入力・更新日			文字列	必須	<ul style="list-style-type: none"> エクセルに入力・更新した日付を記入してください。 事務局や他の先生方との協議を踏まえて修正等を行った場合は、修正した最新の日時を入力ください。
連絡欄			文字列		<ul style="list-style-type: none"> 事務局⇔担当査読者、他の査読者⇔担当査読者の連絡欄として使用してください。

(2) 査読の実施及び結果

・査読の実施：委員

査読の結果、令和7年度に新たに査読対象に追加された文献40報のうち、質の区別の作業対象となったものは29報であった。なお、令和4年度収集分からの査読対象文献の総数（魚類、甲殻類及び貝類）及び質の区別作業対象文献等の内訳は図表1-11のとおり。

図表 1-11 令和4～7年度までに査読した有害性データの内訳

年度	文献数	
	査読候補母集団	質の区別作業対象
令和4年度 (魚類、甲殻類のみ)	30	5
令和5年度	135	29
令和6年度	60	9
令和7年度	40	29
合計	265	72

事務局による抽出作業の結果、令和7年度までに査読候補母集団として抽出された計265報のうち、エンドポイント区分Iかつ複数濃度区で実験が実施された文献72報について、1.2.6節以降の質の区別に関わる査読を行った。

1.2.6. 文献等の査読（質の区別）

(1) 作業方針

有害性データの質の判定にあたり、質の区別「○」の抽出を優先して作業を行った。具体的には、令和4～7年度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、この中から一定の質が担保されかつ影響レベルが確認されていると判断できるものを区分「○」とした。作業手順は以下のとおり。

作業手順：

- [1] 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
- [2] 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
- [3] 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

委員による査読の効率化のため、事務局にて事前準備を行った。具体的には、文献に記載されている個別の実験条件について「文献査読時の留意点」に対する該非を整理のうえ、その結果をもとに「一定の質が担保されかつ影響レベルが確認されていると考えられるデータ：質の区別○」の候補案（以降、「○候補」とする。）を抽出した。実験条件の整理に用いた表を図表1-12に示す。○候補の抽出にあたっては、凝集しやすいMicPの性質を考慮し、定量性の担保をするため「ばく露期間中に試験液の実測が行われているもの」又は「エアレーションやばく露開始前の超音波処理等によりMicPの分散を行っているもの」を条件とし

た。また、これに加えて、より広く〇候補を抽出する目的から、バリデーションが行われている「標準試験法に準拠している」実験も〇候補とした。

図表 1-12 質の区別に関わる実験条件整理表 兼 査読シートの入力要領（事務局欄）

入力項目		選択式	入力要領	
事務局記入欄	作業対象抽出	RX 年度採用／不採用	選択	R4-R6 年度の初回査読において採用困難であったか否かを記入。
		エンドポイントの区分	自由記述	エンドポイント区分を I または II で記入（採用困難レコードは記入していない場合有り）。
		1 濃度区	選択	1 濃度区試験なら 1 を記入。
		特記事項（除外など）	自由記述	特記事項を記入。
		質の区分作業対象	選択	「採用困難ではない」かつ「1 濃度区ではない」かつ「エンドポイント区分 I」を抽出して、条件に適合する場合、作業対象のレコードに「〇」を付与。
		〇候補（案）	自由記述	実験条件の Y/N/NA の整理結果から、以下に適合するレコードを機械的に選び、〇候補を選出 ・〇候補（実測あり 又は 分散あり） ・〇候補（TG 準拠 かつ 実測なし かつ 分散なし）
		慢性／急性	選択	慢性／急性について、以下の条件で機械的に整理。 ・甲殻類は 48 時間以内を急性、48 時間超～21 日未満を亜急性、21 日以上を慢性として機械的に付与（魚類は急性：≤96 時間、亜急性：96 時間<40 日、慢性：≥40 日）
Mic P に関わらない実験条件	■	【1】 TG への準拠が明記されているか		
	【1】	Y/N/NA	選択	TG 準拠が明記されていれば Y（実際の個別の実験条件について、TG 適合しているかは未確認）
	【2】	【2】 TG 準拠が明記されていない場合、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	自由記述	個表から設定濃度を転記
		Y/N/NA	選択	設定濃度に 0 があれば Y
		【2-2】 コントロール区で影響が出ていないか	自由記述	影響有無について特記事項あれば記載
		Y/N/NA	選択	影響ありの記述なければ Y
		【2-3】 結果の統計処理が適切に行われているか	自由記述	論文記載の統計情報を転記
		Y/N/NA	選択	統計処理をしていれば & 手法の記載があれば Y
		【2-4】 複数濃度で試験が行われているか	自由記述	個表から設定濃度を転記
	Y/N/NA	選択	複数濃度なら Y	
	【2-5】 再現性があるか（繰り返し数が十分にあるか）	自由記述	繰り返し数（試験区あたりの連数、1 容器あたりの個体数等）を記載	

入力項目	選択式	入力要領
Y/N/NA	選択	TG を参考に機械的に Y/N/NA を整理。 (甲殻類なら 2 連/試験区、5 個体/容器※以上であれば Y、いずれかがそれ未満なら NA。魚類なら、急性試験は 1 連/試験区、7 尾/容器、慢性試験は 4 連/試験区、60 卵/容器以上※なら Y、それ未満なら NA。) (※TG202、TG211TG203、TG210 の推奨 replicates と個体数を参考に設定した値。実際は供試生物やライフステージ、その他の試験条件により繰り返し数が十分かどうかは大きく異なると考えられるが、あくまで機械的な作業として実施)
【2-6】生物種が一般的か	自由記述	供試生物を個表から転記
Y/N/NA	選択	機械的に、OECD TG の推奨種であれば Y、そうでなければ NA (甲殻類なら Daphnia sp、魚類なら以下が推奨種。 Danio rerio (zebra fish)、Pimephales promelas (Fathead minnow) Cyprinus carpio (Carp)、Oryzias latipes (Japanese Medaka) Poecilia reticulata (Guppy)、Lepomis macrochirus (Bluegill))
【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	自由記述	ばく露期間を個表から転記
Y/N/NA	選択	機械的に、TG 記載のライフステージとばく露期間をベースに Y/N/NA を整理 例：211 なら、Daphnia の 24 時間以内齢かつ 2 世代以降の幼体を使っている & ばく露期間が 21 日なら Y ・そうでなければ【NA】(例：そもそも TG 準拠でないなら NA、TG 準拠でも生物種や齢、ばく露期間が TG の設定機関ではないなら NA)
【2-8】結果の測定方法の記載が明確か(追試可能か)	自由記述	特記事項あれば記入
Y/N/NA	選択	Material and Methods に影響の有無の観察・測定方法が記載されていれば【Y】、記載がない【N】、判断がつかない場合は【NA】
【3】 Mic P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	記載があれば Y とし、具体的な内容を記入。
	【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) 具体的な測定結果：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】化学的な表面処理のない粒子を使用しているか	

上記の手順にて抽出した〇候補案について、複数名の委員による一次判定を行ったのち、一次判定をもとに議論を行い分科会における最終判定を決定した。

(2) 質の区別：査読結果

質の区別にあたり、1.2.6 (1) 節に示した方針にそって査読を行った。最終的に本有害性評価分科会において○に区別された文献及びレコード数の内訳は図表 1-13 のとおり。質の区別○の慢性影響、亜急性・亜慢性、急性影響、質の区別△のデータの概要を次頁次頁以降に示す (1.2.6 (2) ①②③及び④節)。

図表 1-13 査読結果と該当する有害性データの内訳

生物	質の区別作業対象		○候補※		質の区別：○			質の区別：△		
	文献 (a)	レコード	文献	レコード	文献 (b1)	レコード	割合 (b1/a)	文献 (b2)	レコード	割合 (b2/a)
魚類	20	44	10	24	6	12 (慢性 0, 亜急性・亜慢性 6, 急性 6)	5%	23	53	18%
甲殻類	44	186	25	104	13	30 (慢性 14, 亜急性・亜慢性 4, 急性 12)	13%	37	95	38%
貝類	8	23	6	18	4	7 (慢性 0, 亜急性・亜慢性 7, 急性 0)	11%	4	5	11%
合計	72	253	41	146	23	49	9%	64	153	24%

※ 採用困難ではないかつ複数濃度区実験の文献のうち、実測/分散手順の記載あり又は標準試験法に準拠

① 質の区別「○」かつ慢性影響の有害性データ

質の区別「○」かつ慢性影響を捉えた知見を図表 1-14 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。

図表 1-14 質の区別「○」、慢性影響の有害性データ（甲殻類）

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
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_10	An G e t al. (2024)	購入	1~80	PLA	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1. 0E+0 3, 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	明記なし	<i>Daphnia magna</i>	0, 4. 0E+0 2, 2. 0E+0 3, 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	明記なし	<i>Scapho- eberis kingi</i>	0, 4. 0E+0 2, 2. 0E+0 3, 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	Thermos et amin o forma ldehyde polymer	球状	<i>Artemia franciscana</i>	0, 4. 0E+0 2, 8. 0E+0 2, 1. 6E+03	-	44 日	総産仔数	<	4. E+02	4. E+02	<	3. E+10	3. E+10
R5_7	R5_254	Jaikum ar et	購入	1~5	PS	球状	<i>Daphnia magna</i>	-	0, 1. 0E+08, 1. 0E	21 日	総産仔数	-	1. E+00	1. E+01	-	1. E+08	1. E+09

⁶ 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し、換算値を網掛けで表示した。

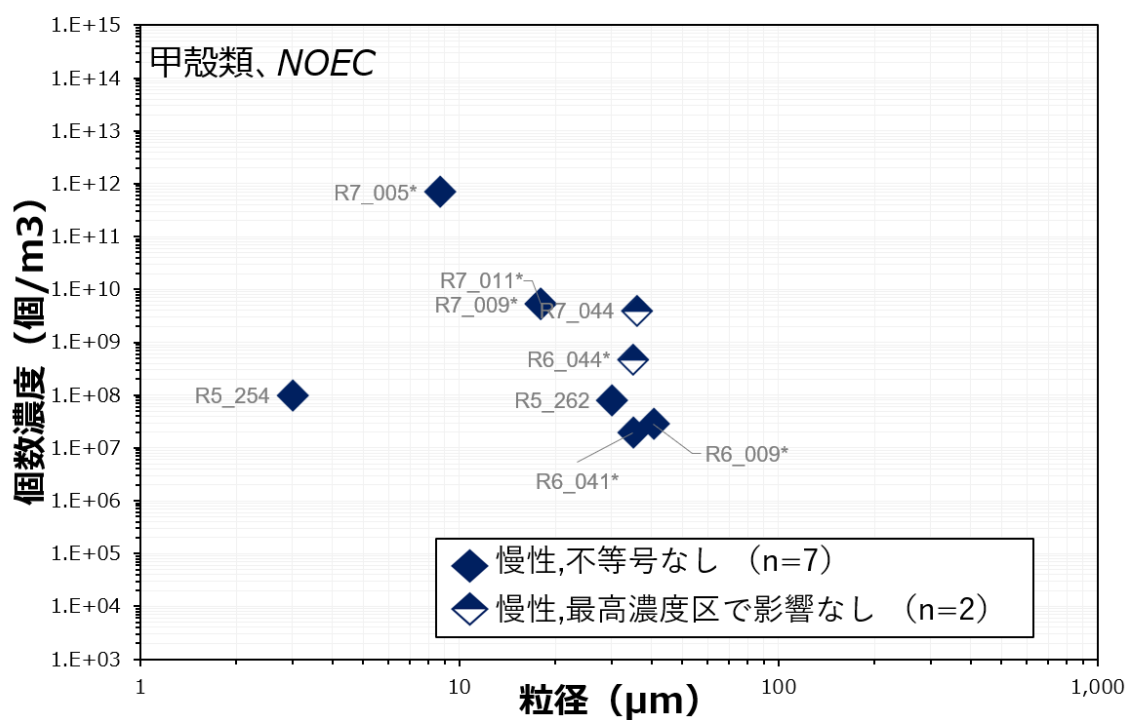
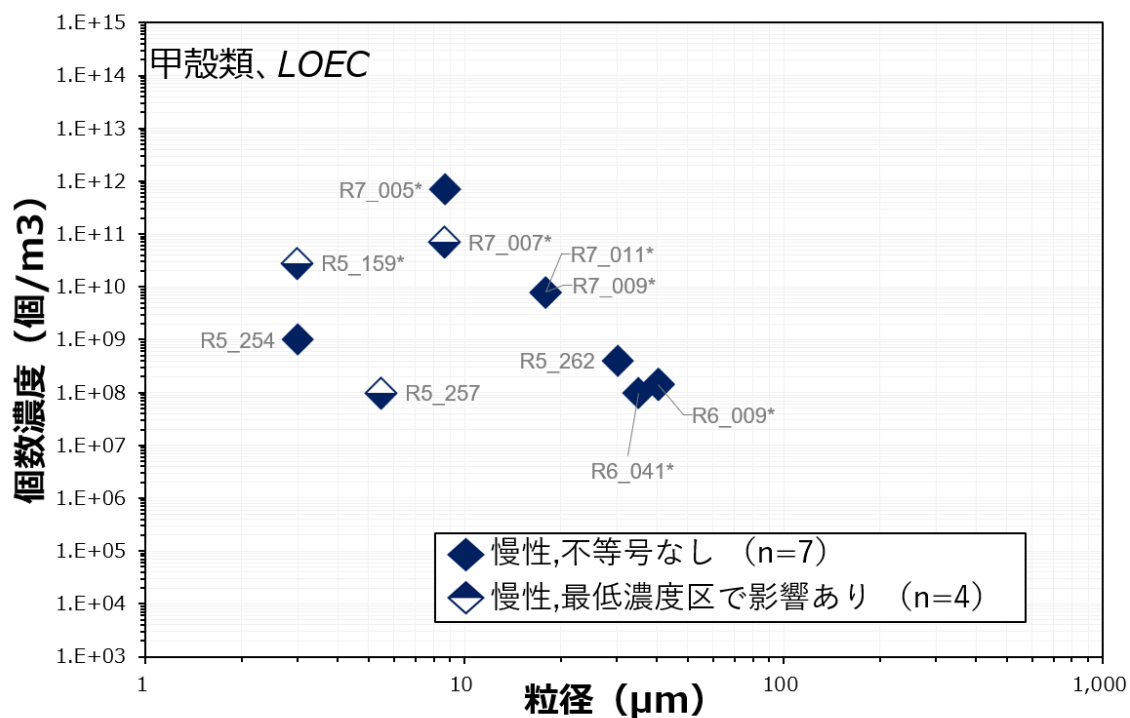
⁷ 最低濃度区で有意な影響が出ている場合は不等号「<」を、最高濃度区で有意な影響が出ていない場合は不等号「>」を付した。

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}									
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	
		al. (2019)							+09, 1.0E+10, 1.0E+11									
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	

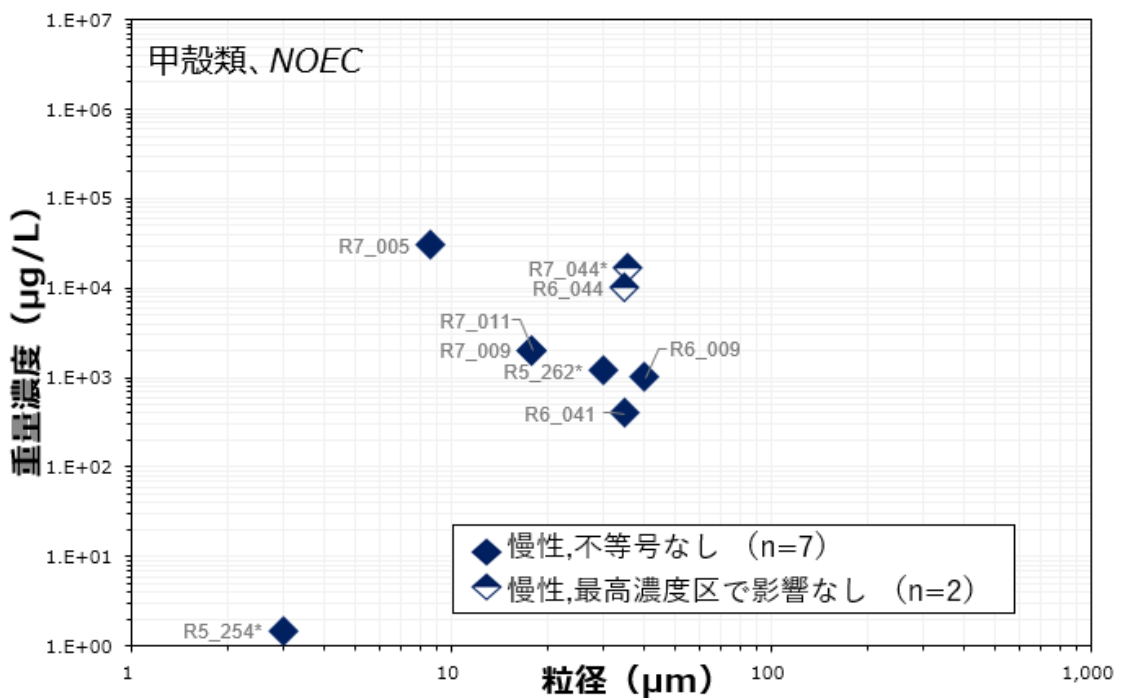
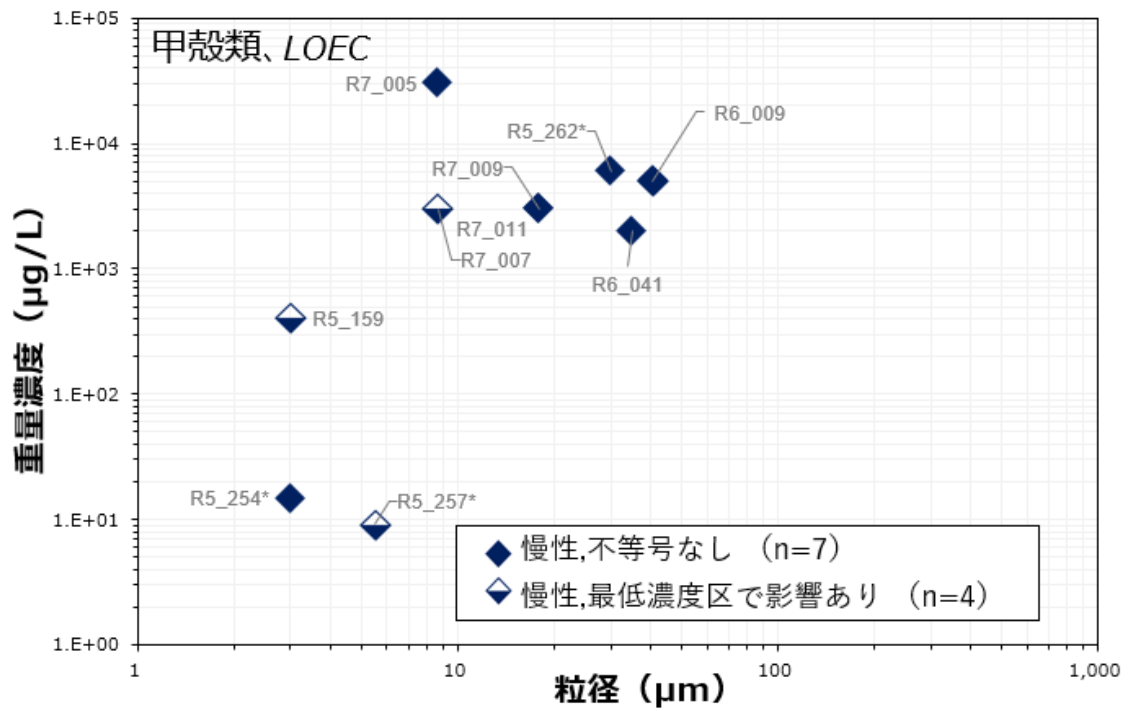
文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
文献 No.	レコード No.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)		
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R5_36	R5_262	Schür et al. (2022)	作成	0.2~60	PS	破片状	<i>Daphnia magna</i>	-	0.8.0E+07, 4.0E+08, 2.0E+09, 1.0E+10	21日	致死、繁殖 (F0)	-	1. E+03	6. E+03	-	8. E+07	4. E+08
R7_CO1	R7_005	Procházková, Petrá et al. (2024)	購入	8.68	生分解性ポリエステル	球状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.6E+03, 3.3.1E+03, 6.3E+03, 1.3E+03, 4.2.5E+04	-	21d	総産仔数	-	3. E+04	3. E+04	-	7. E+11	7. E+11
R7_CO1	R7_007	Procházková, Petrá et al. (2024)	購入	8.68	生分解性ポリエステル	球状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.6E+03, 3.3.1E+03, 6.3E+03, 1.3E+03, 4.2.5E+04	-	21d	死亡率	<	2. E+03	3. E+03	<	5. E+10	7. E+10
R7_CO1	R7_009	Procházková, Petrá et al. (2024)	購入	18.0	生分解性ポリエステル	球状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.6E+03, 3.3.1E+03, 6.3E+03, 1.3E+03, 4.2.5E+04	-	21d	総産仔数	-	2. E+03	3. E+03	-	5. E+09	8. E+09
R7_CO1	R7_011	Procházková, Petrá et al. (2024)	購入	18.0	生分解性ポリエステル	球状	<i>Daphnia magna</i>	0.1.6E+03, 3.3.1E+03, 6.3E+03, 1.3E+03, 4.2.5E+04	-	21d	死亡率	-	2. E+03	3. E+03	-	5. E+09	8. E+09

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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
R7_C075	R7_044	Weber A et al. (2018)	作成	36	PET	破片状	<i>Gammarus pulex</i>	-	0.8.0E+05, 7.0E+06, 4.0E+07, 4.0E+08, 4.0E+09	48d	死亡率	>	2. E+04	2. E+04	>	4. E+09	4. E+09
R7_C070	R7_058	Ziajahromi S et al. (2017)	購入	1~4	PE	球状	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	-	2.1E+03, 4.2E+06, 8.4E+06, 1.6E+07, 3.3E+07, 6.7E+07	8d	総産仔数	-	5. E+02	1. E+03	-	3. E+07	7. E+07

上述の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を図表 1-15 及び図表 1-16 に示す。



図表 1-15 質の区別「O」慢性影響の個数濃度プロット（甲殻類）
（上段：LOEC、下段：NOEC）



図表 1-16 質の区別「○」慢性影響の重量濃度プロット (甲殻類)
(上段 : LOEC、下段 : NOEC)

② 質の区別「○」かつ亜急性・亜慢性

魚類、甲殻類及び貝類について質の区別「○」かつ亜急性又は亜慢性の影響を捉えた知見が得られた。以下に概要を示す。

・魚類

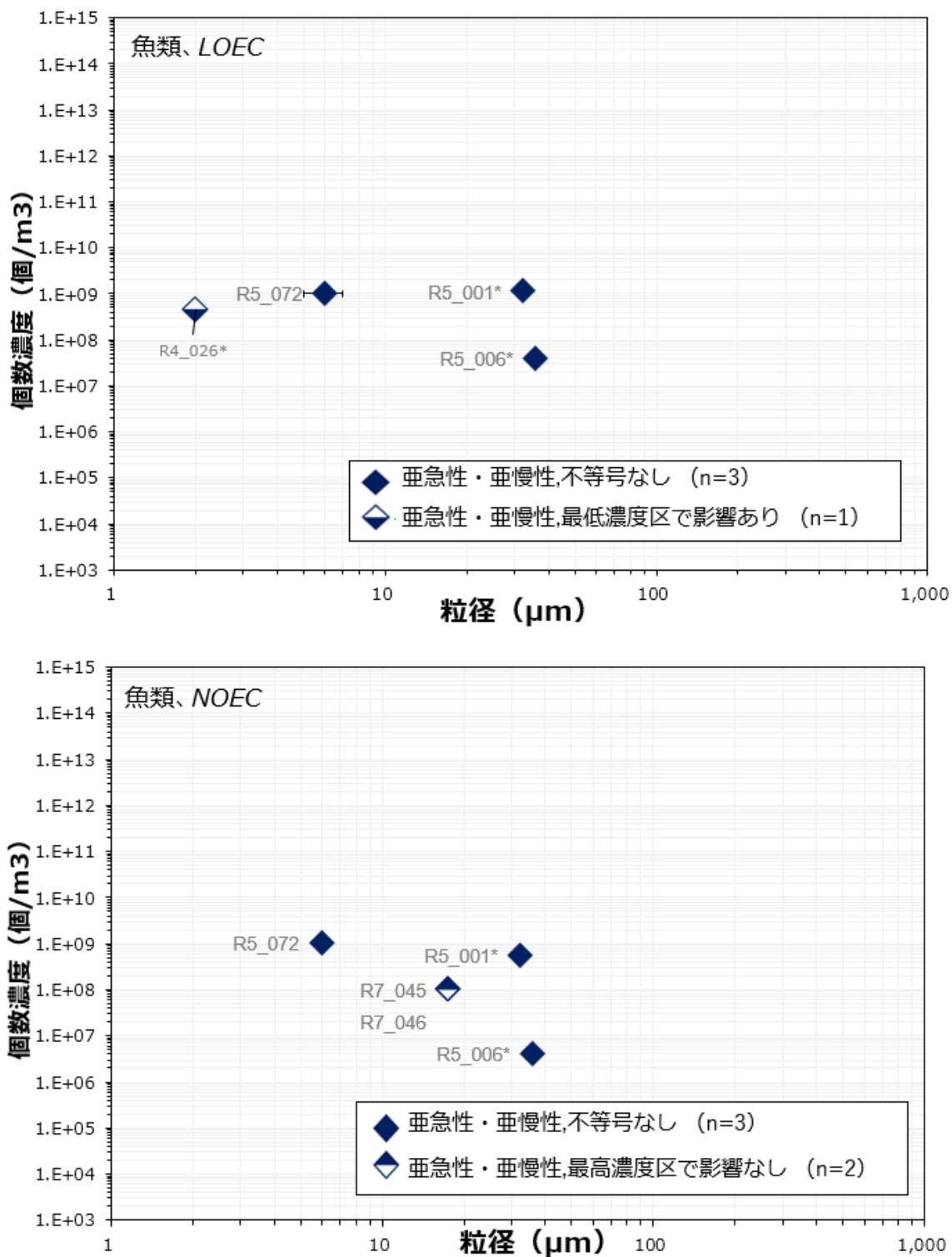
魚類における質の区別「○」かつ亜急性・亜慢性の有害性データを図表 1-17 に示す。

図表 1-17 質の区別「○」、亜急性・亜慢性の有害性データ（魚類）

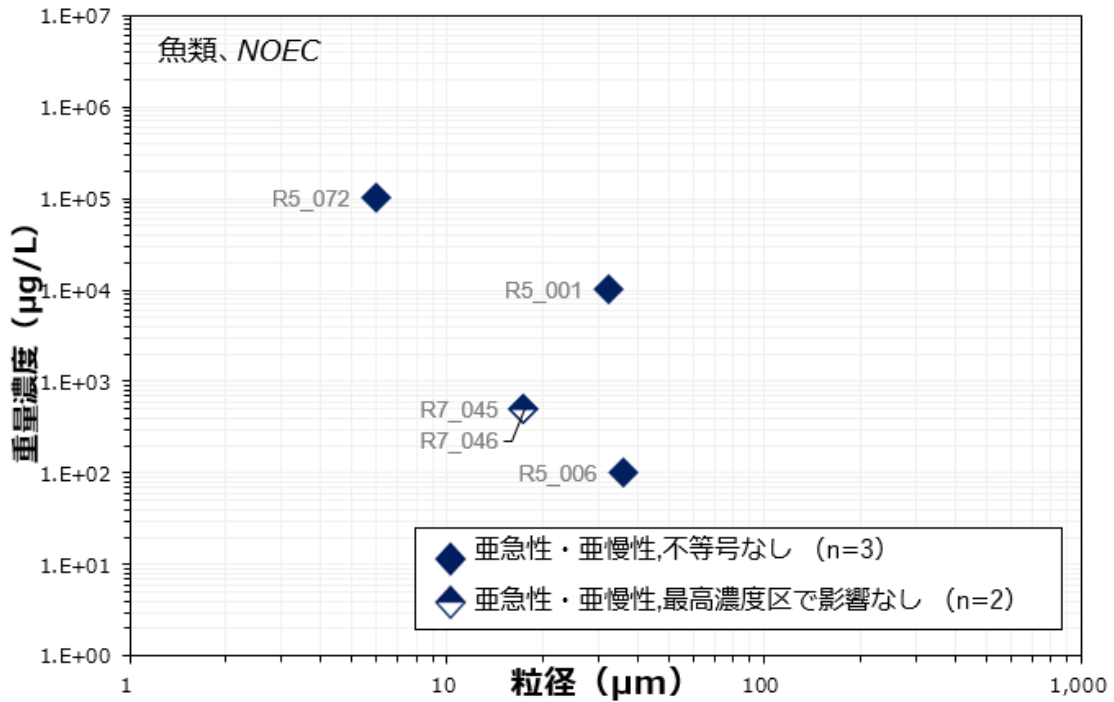
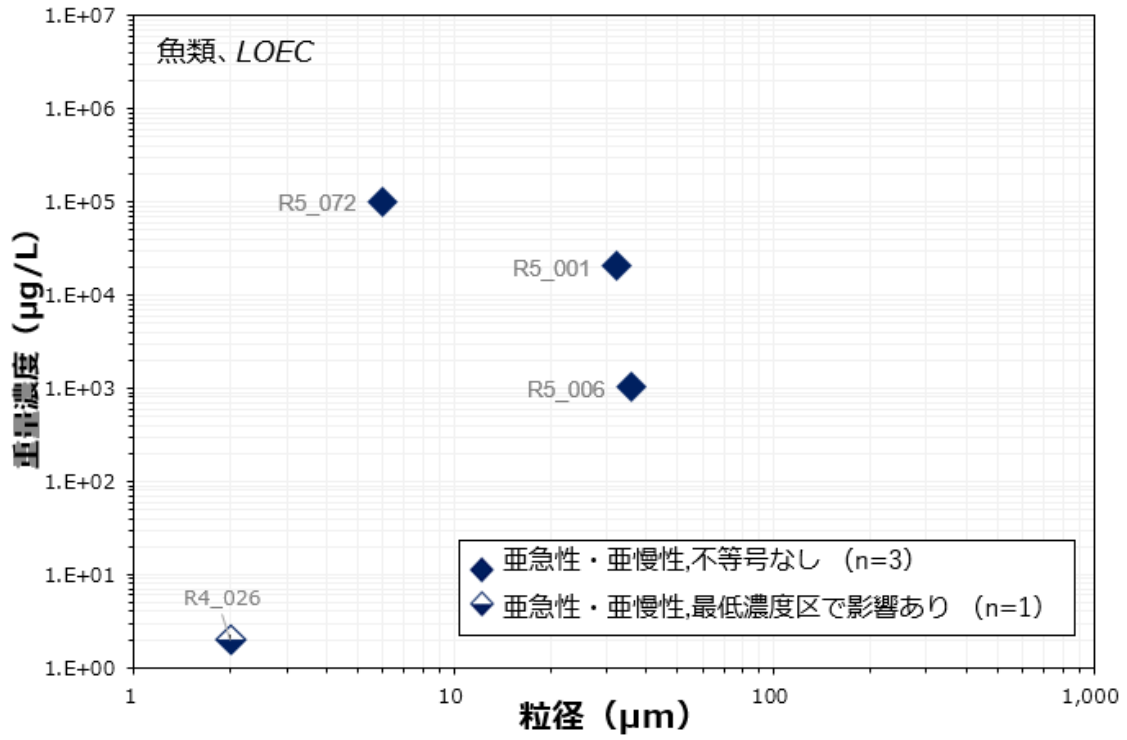
文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
文献 No.	レコード No.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)		
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R5_15	R5_1	Zhang et al. (2022)	市販品	5~50	Polyamide	破片状	<i>Danio rerio</i>	0, 1.0E+0 3, 1.0E+0 4, 2.0E+04	-	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+0 2, 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+0 0, 1.1E+0 3, 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 et al. (2021)	購入	2	PS	球状	<i>Oryzias melastigma</i>	0, 2.0E+0 0, 2.0E+0 1, 2.0E+02	-	150 日	体長、体重	<	2. E+00	2. E+00	<	5. E+08	5. E+08
R7_F080	R7_045	Karami A et	購入	17.6	PE	破片状	<i>Danio rerio</i>	0, 5.0E+0 0, 5.0E+0 1, 5.0E+02	0, 1.0E+06, 1.0E	10, 20 日	全長	>	5. E+02	5. E+02	>	1. E+08	1. E+08

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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 ($\mu\text{g/L}$)			個数濃度 (個/ m^3)		
								重量 濃度 ($\mu\text{g/L}$)	個数 濃度 (個/ m^3)			不等 号	NOEC	LOEC	不等 号	NOEC	LOEC
		al. (2017)							+07, 1.0E+08								
R7_F080	R7_046	Karami A et al. (2017)	購入	17.6	PE	破片状	<i>Danio rerio</i>	0.5.0E+0 0.5.0E+0 1.5.0E+02	0.1.0E+ 06, 1.0E +07, 1.0E+08	10, 2 0d	体重	>	5. E+02	5. E+02	>	1. E+08	1. E+08

上述の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を図表 1-18 及び図表 1-19 に示す。



図表 1-18 質の区別「○」亜急性・亜慢性の個数濃度プロット（魚類）
（上段：LOEC、下段：NOEC）



図表 1-19 質の区別「○」亜急性・亜慢性の重量濃度プロット (魚類)
(上段 : LOEC、下段 : NOEC)

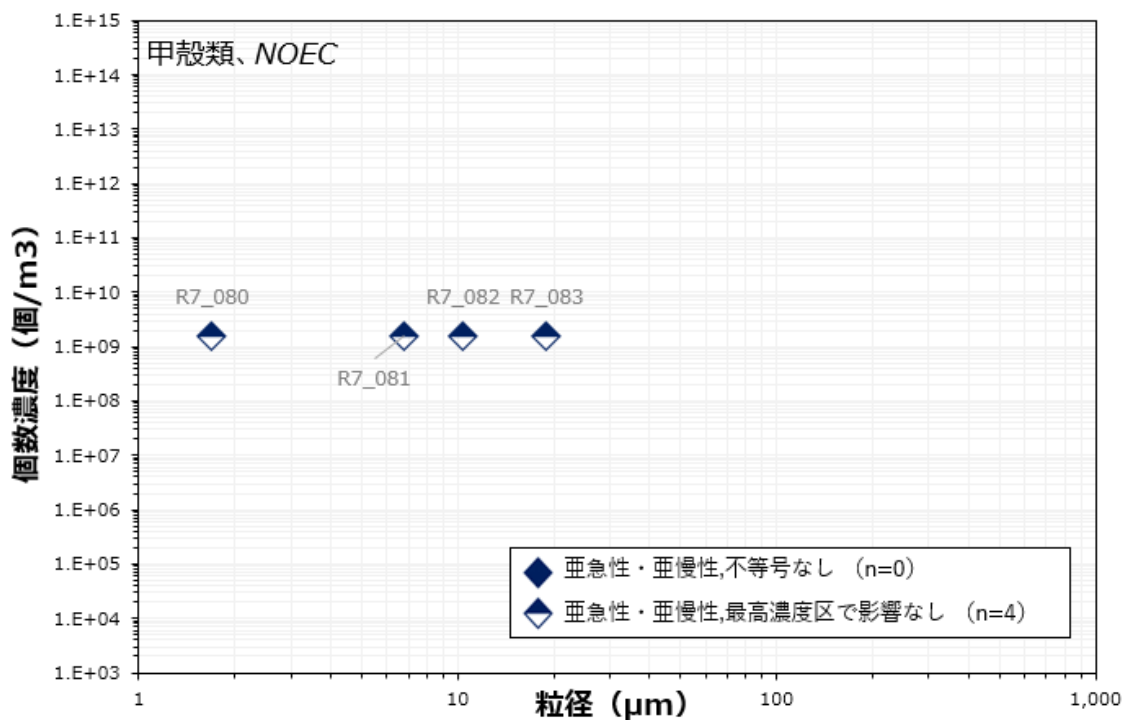
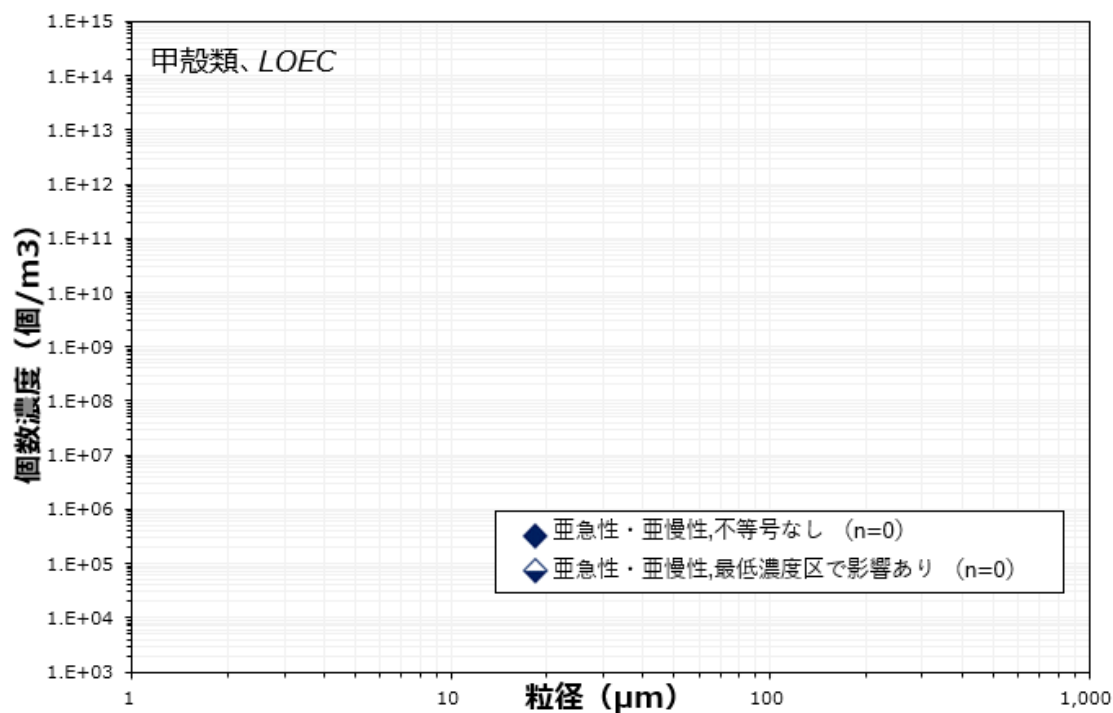
・甲殻類

甲殻類における質の区別「○」かつ亜急性・亜慢性の有害性データを図表 1-23 に示す。

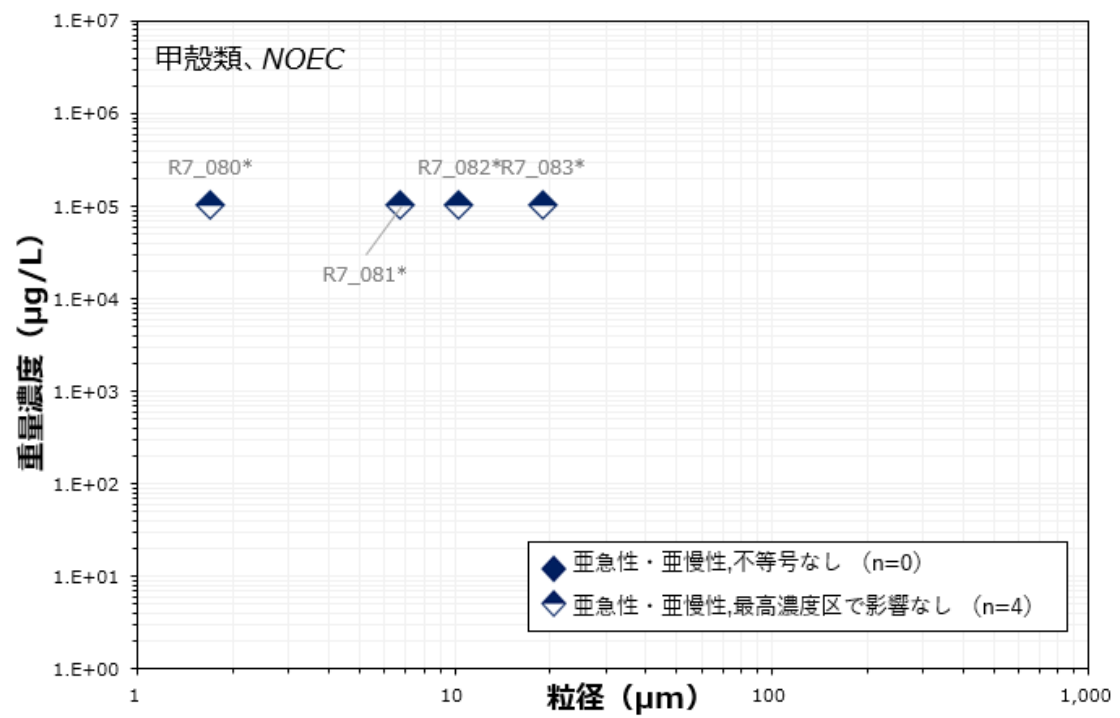
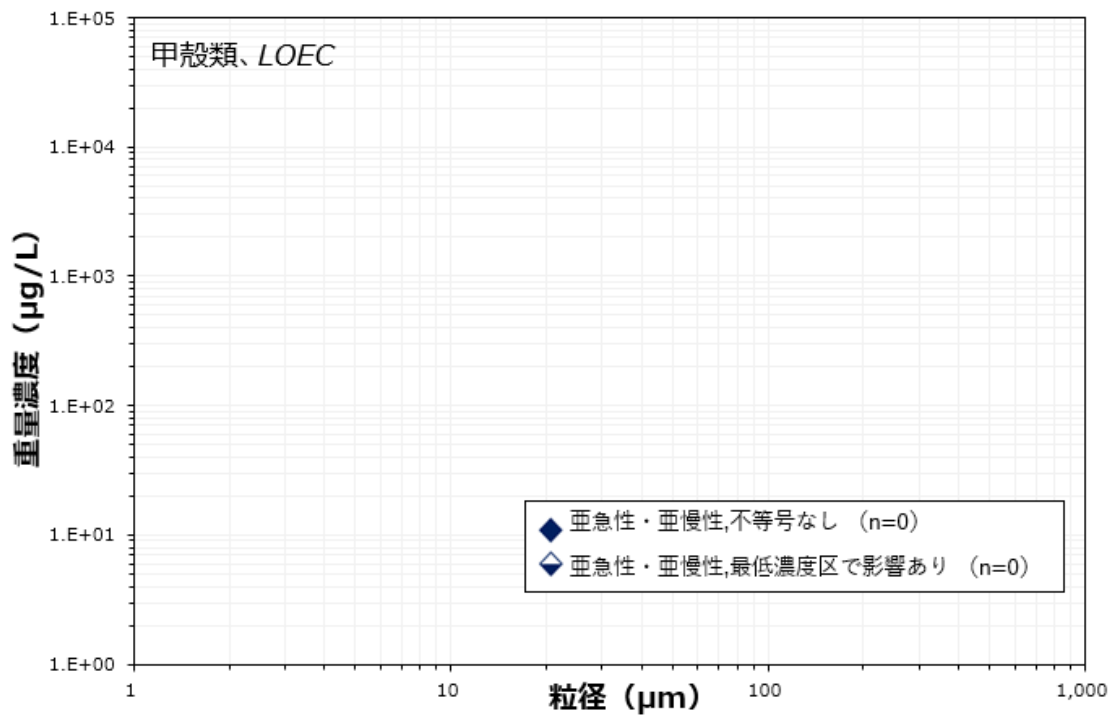
図表 1-20 質の区別「○」、亜急性・亜慢性の有害性データ（貝類）

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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
R7_C119	R7_080	Yu SP et al. (2020)	購入	1.7	PS	球状	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	-	0, 1.0E+06, 1.0E+07, 1.0E+08, 1.0E+09	5-6d	死亡率	>	1. E+05	1. E+05	>	2. E+09	2. E+09
R7_C119	R7_081	Yu SP et al. (2020)	購入	6.8	PS	球状	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	-	0, 1.0E+06, 1.0E+07, 1.0E+08, 1.0E+09	5-6d	死亡率	>	1. E+05	1. E+05	>	2. E+09	2. E+09
R7_C119	R7_082	Yu SP et al. (2020)	購入	10.4	PS	球状	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	-	0, 1.0E+06, 1.0E+07, 1.0E+08, 1.0E+09	5-6d	死亡率	>	1. E+05	1. E+05	>	2. E+09	2. E+09
R7_C119	R7_083	Yu SP et al. (2020)	購入	19	PS	球状	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	-	0, 1.0E+06, 1.0E+07, 1.0E+08, 1.0E+09	5-6d	死亡率	>	1. E+05	1. E+05	>	2. E+09	2. E+09

上述の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を図表 1-21 及び図表 1-22 に示す。



図表 1-21 質の区別「O」、亜急性・亜慢性影響の個数濃度プロット（甲殻類）
（上段：LOEC、下段：NOEC）



図表 1-22 質の区別「○」、亜急性・亜慢性の重量濃度プロット (甲殻類)
(上段 : LOEC、下段 : NOEC)

・貝類

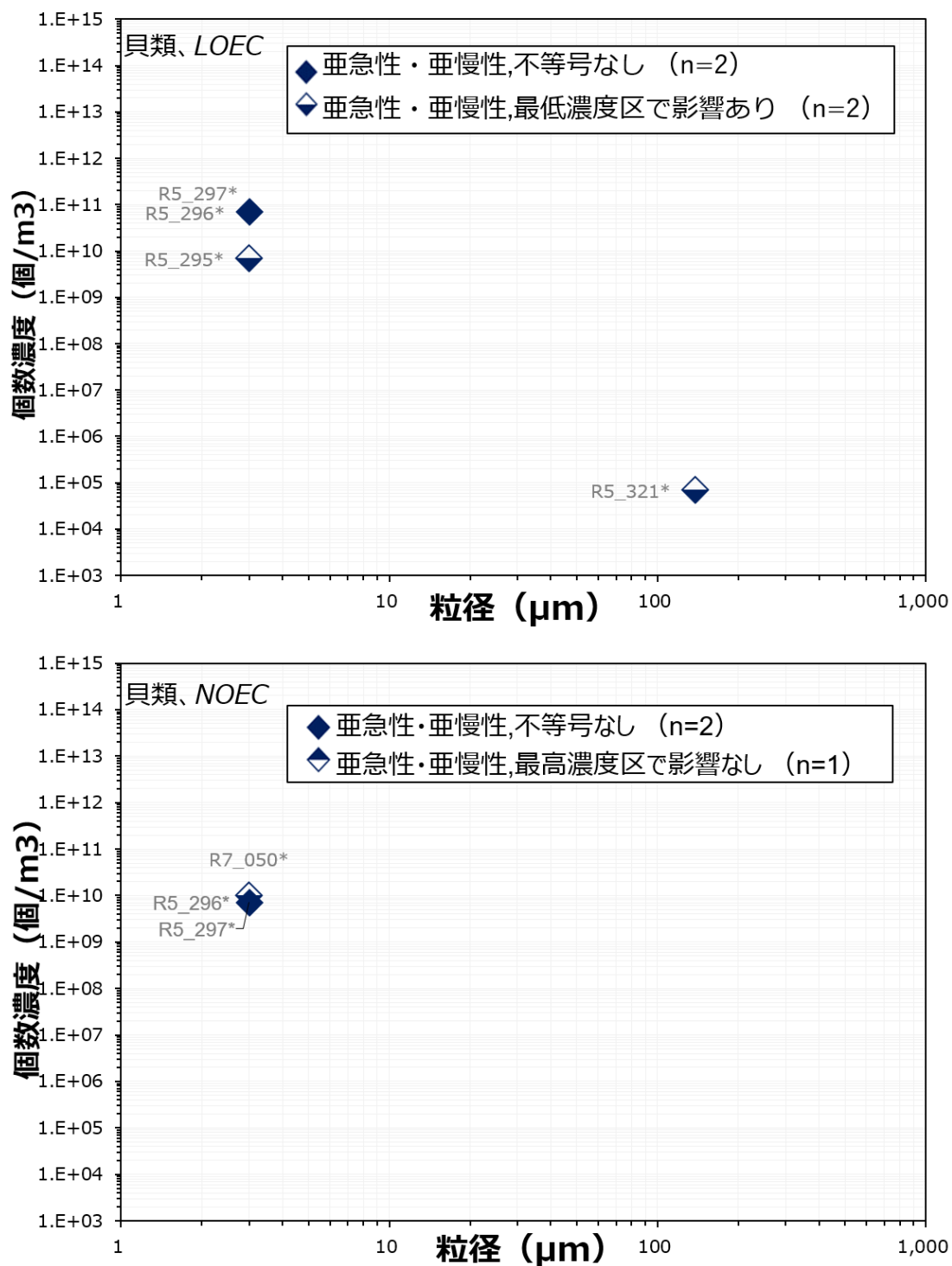
貝類における質の区別「○」かつ亜急性・亜慢性の有害性データを図表 1-23 に示す。

図表 1-23 質の区別「○」、亜急性・亜慢性の有害性データ（貝類）

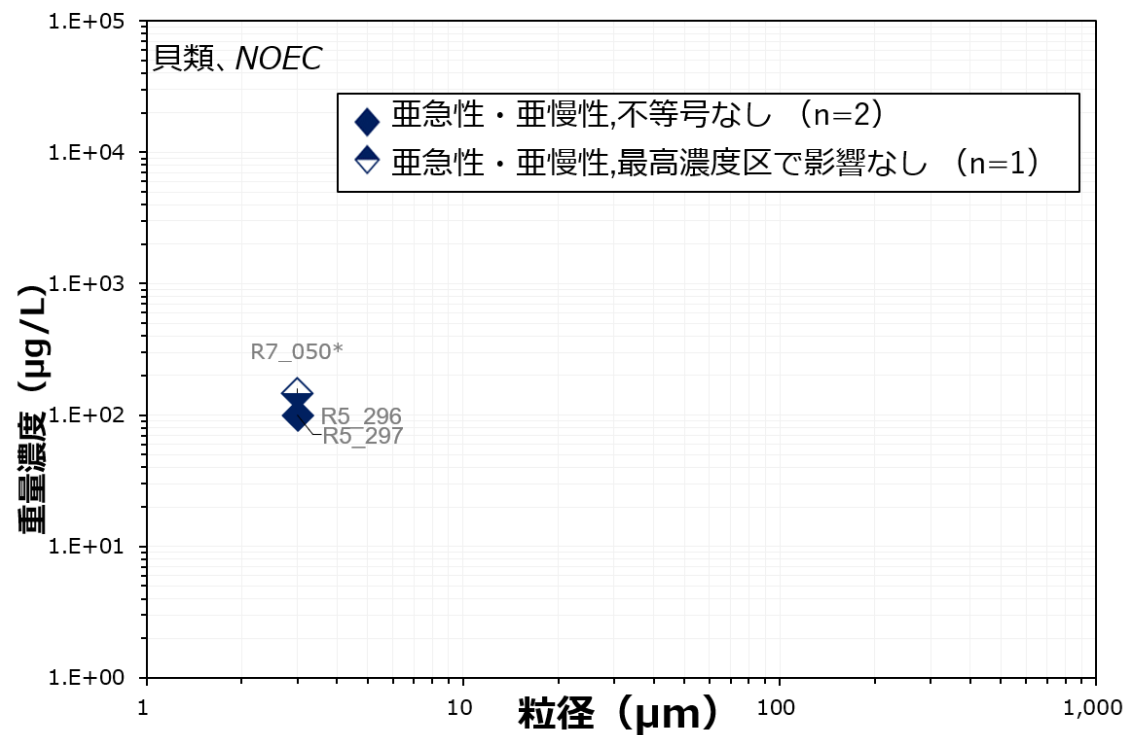
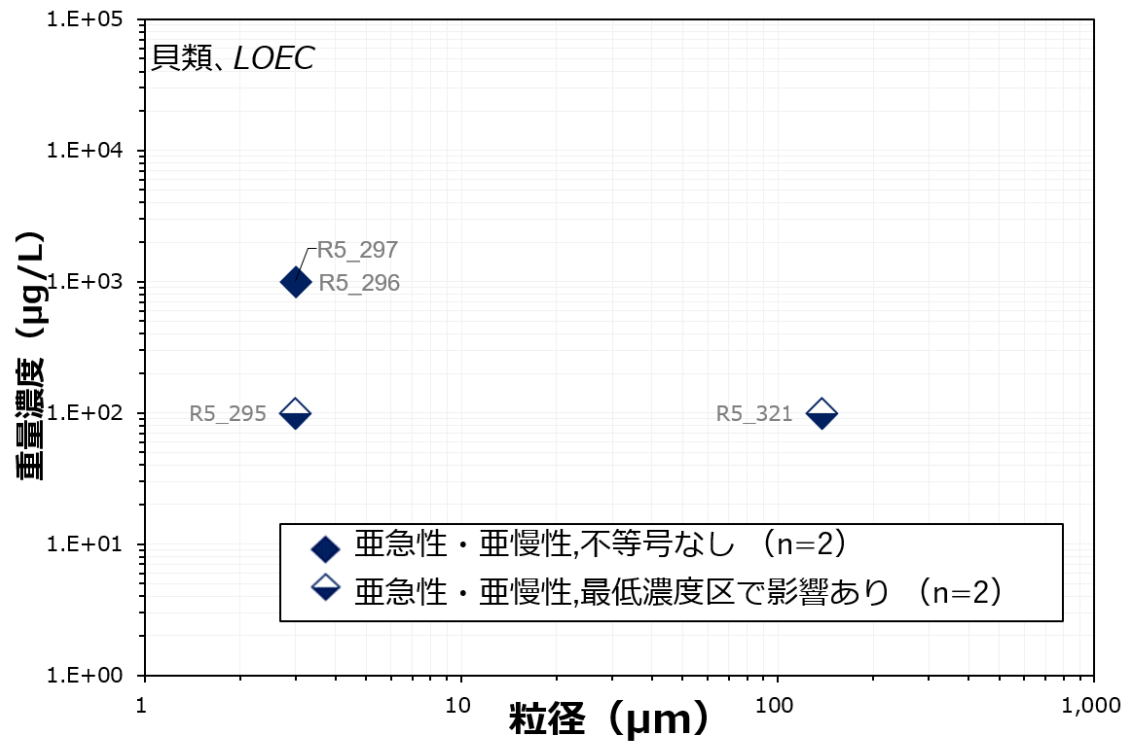
文献情報			実験条件								実験結果 ^{6,7}						
文献 No.	レコード No.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)		
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R5_1	R5_295	Bringer et al. (2020)	購入	1~5	Proprietary Polymer	球状	<i>Crassostrea gigas</i>	0, 1.0E+0 2, 1.0E+0 3, 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+0 2, 1.0E+0 3, 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+0 2, 1.0E+0 3, 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+0 2, 1.0E+04	-	2 ヶ月	死亡	<	1. E+02	1. E+02	<	7. E+04	7. E+04
R7_S107	R7_050	Capoluport et al. (2018)	購入	3	PS	球状	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	-	0, 5.0E+07, 1.0E+08, 5.0E+08, 1.	48h	奇形率	>	1. E+02	1. E+02	>	1. E+10	1. E+10

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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 ($\mu\text{g/L}$)			個数濃度 (個/ m^3)		
								重量 濃度 ($\mu\text{g/L}$)	個数 濃度 (個 / m^3)			不等 号	NOEC	LOEC	不等 号	NOEC	LOEC
									0E+09, 5.0E+09								
R7_S1 09	R7_059	Tallec K et al. (2 018)	購入	2	PS	球状	<i>Crassos tre a gi gas</i>	0, 1.0E+0 2, 1.0E+0 3, 1.0E+0 4, 2.5E+04	-	36h	胚発生成成功率 /奇形	>	3. E+04	3. E+04	>	7. E+12	7. E+12
R7_S1 09	R7_060	Tallec K et al. (2 018)	購入	2	PS	球状	<i>Crassos tre a gi gas</i>	0, 1.0E+0 2, 1.0E+0 3, 1.0E+0 4, 2.5E+04	-	24h	変態率	>	3. E+04	3. E+04	>	7. E+12	7. E+12

上述の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を図表 1-24 及び図表 1-25 に示す。



図表 1-24 質の区別「○」、亜急性・亜慢性影響の個数濃度プロット（貝類）
（上段：LOEC、下段：NOEC）



図表 1-25 質の区別「○」、亜急性・亜慢性の重量濃度プロット (貝類)
(上段 : LOEC、下段 : NOEC)

③ 質の区別「○」、急性

魚類及び甲殻類について質の区別「○」かつ亜急性又は亜慢性の影響を捉えた知見が得られた。以下に概要を示す。

・魚類

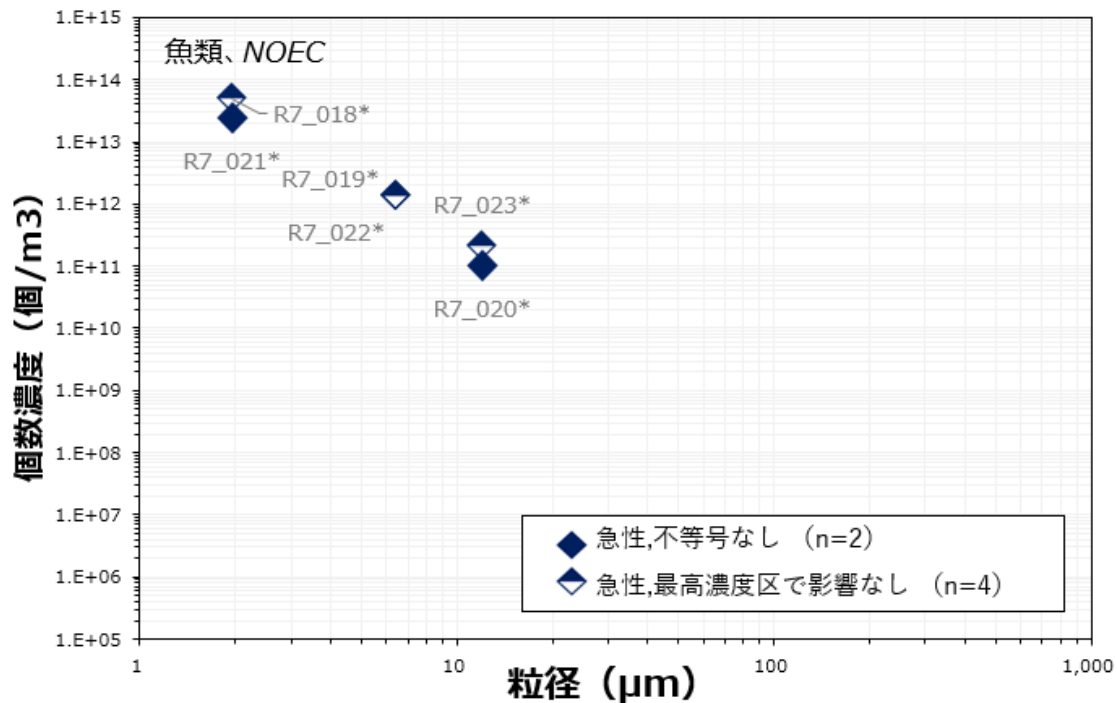
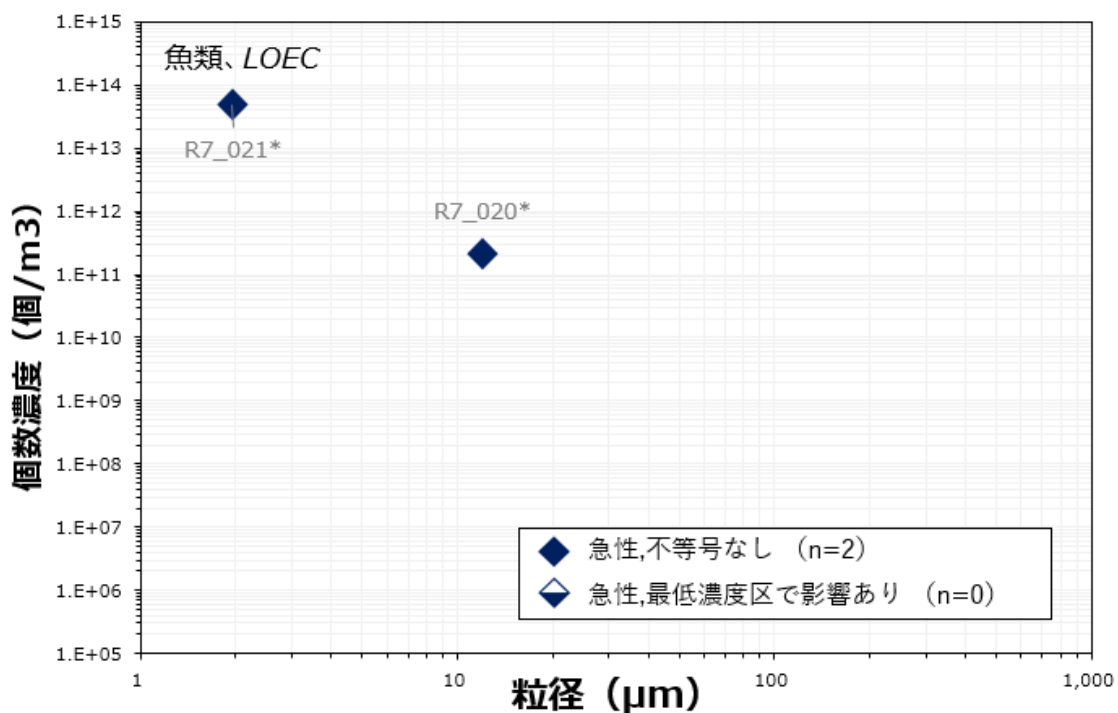
質の区別「○」かつ急性影響を捉えた知見を図表 1-26 に示す。

図表 1-26 質の区別「○」、急性の有害性データ（魚類）

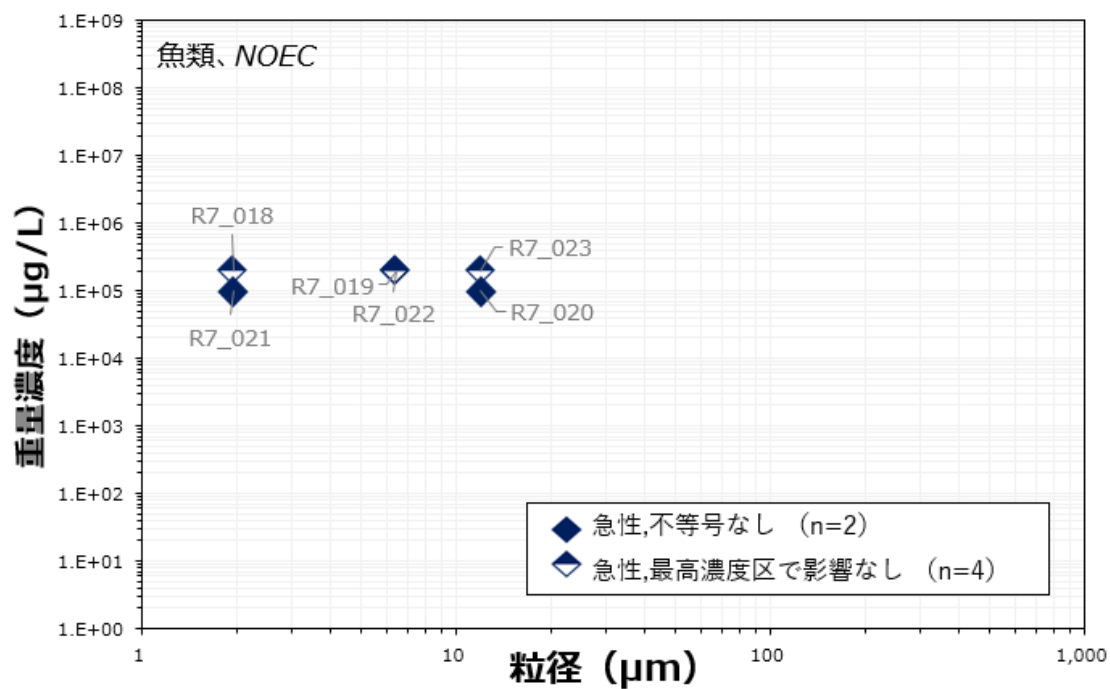
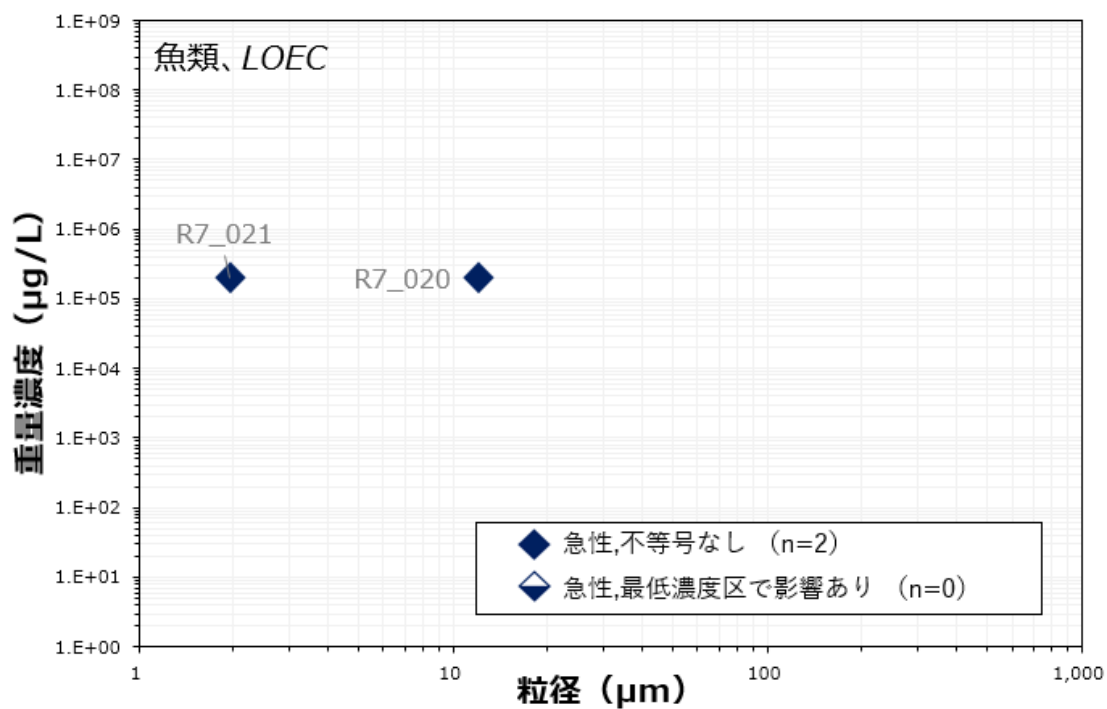
文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}						備考		
文献 No.	レコード No.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)			
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号		NOEC	LOEC
R7_F07	R7_018	Levesque, Bailey et al. (2025)	購入	1.7~2.2	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0, 5.0E+02, 1.0E+03, 2.0E+04, 4.5.0E+04, 7.0E+04, 1.0E+05	-	6~120 hpf	表現型毒性 (奇形・死亡)	>	2. E+05	2. E+05	>	5. E+13	5. E+13	-
R7_F07	R7_019	Levesque, Bailey et al. (2025)	購入	5~7.9	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0, 5.0E+02, 1.0E+03, 2.0E+04, 4.5.0E+04, 7.0E+04, 1.0E+05	-	6~120 hpf	表現型毒性 (奇形・死亡)	>	2. E+05	2. E+05	>	1. E+12	1. E+12	-
R7_F07	R7_020	Levesque, Bailey et al. (2025)	購入	10~14	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0, 5.0E+02, 1.0E+03, 2.0E+04, 4.5.0E+04, 7.0E+04, 1.0E+05	-	6~120 hpf	表現型毒性 (奇形・死亡)	-	1. E+05	2. E+05	-	1. E+11	2. E+11	-
R7_F07	R7_021	Levesque, Bailey et al. (2025)	購入	1.7~2.2	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0, 5.0E+02, 1.0E+03, 2.0E+04, 4.5.0E+04, 7.0E+04, 1.0E+05	-	6~120 hpf	表現型毒性 (奇形・死亡)	-	1. E+05	2. E+05	-	2. E+13	5. E+13	-

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}								
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 ($\mu\text{g/L}$)			個数濃度 ($\text{個}/\text{m}^3$)			備 考
								重量 濃度 ($\mu\text{g/L}$)	個数 濃度 ($\text{個}/\text{m}^3$)			不 等 号	NOEC	LOEC	不 等 号	NOEC	LOEC	
R7_F0 7	R7_022	Levesque, Bailey et al. (2025)	購入	5~7.9	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0, 5.0E+02, 1.0E+03, 2.0E+04, 5.0E+04, 7.0E+04, 1.0E+05, 2.0E+05	-	6~120 hpf	表現型毒性 (奇形・死亡)	>	2. E+05	2. E+05	>	1. E+12	1. E+12	-
R7_F0 7	R7_023	Levesque, Bailey et al. (2025)	購入	10~14	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0, 5.0E+02, 1.0E+03, 2.0E+04, 5.0E+04, 7.0E+04, 1.0E+05, 2.0E+05	-	6~120 hpf	表現型毒性 (奇形・死亡)	>	2. E+05	2. E+05	>	2. E+11	2. E+11	-

上述の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を図表 1-27 及び図表 1-28 に示す。



図表 1-27 質の区別「○」急性影響の個数濃度プロット（魚類）
（上段：LOEC、下段：NOEC）



図表 1-28 質の区別「○」急性影響の重量濃度プロット (魚類)
(上段 : LOEC、下段 : NOEC)

・甲殻類

質の区別「○」かつ急性影響を捉えた知見を図表 1-29 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。

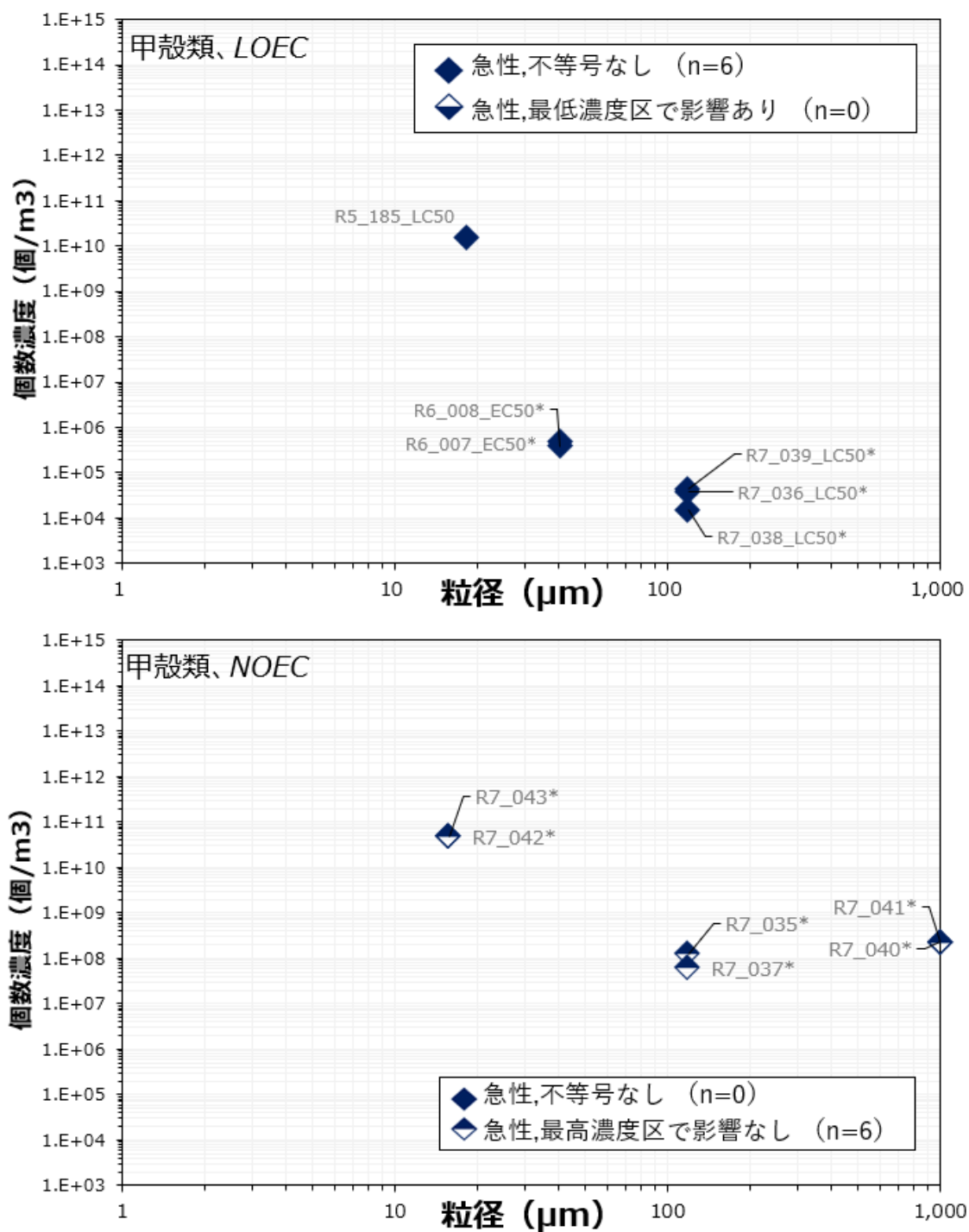
図表 1-29 質の区別「○」、急性の有害性データ（甲殻類）

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}								
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 e t 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 e t 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	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
R7_C14	R7_035	Manfra, Loredana et al. (2025)	作製	38~200	PP	破片状	<i>Tigriopus fulvius</i>	0, 1.0E+03, 5.0E+03, 1.0E+04, 1.3E+04, 2.5E+04, 5.0E+04, 1.0E+05	-	96h	死亡率	>	1. E+05	1. E+05	>	1. E+08	1. E+08	
R7_C14	R7_036	Manfra, Loredana et al. (2025)	作製	38~200	PP	破片状	<i>Gammarus aequicauda</i>	0, 1.0E+03, 5.0E+03, 1.0E+04, 1.3E+04, 2.5E+04, 5.0E+04, 1.0E+05	-	96h	死亡率	-	-	3. E+04	-	-	4. E+04	LC50
R7_C14	R7_037	Manfra, Lor	作製	38~200	PP	破片状	<i>Artemia fran</i>	0, 1.0E+03, 5.0E+03, 1.0E+04, 1.	-	48h	死亡率	>	5. E+04	5. E+04	>	6. E+07	6. E+07	

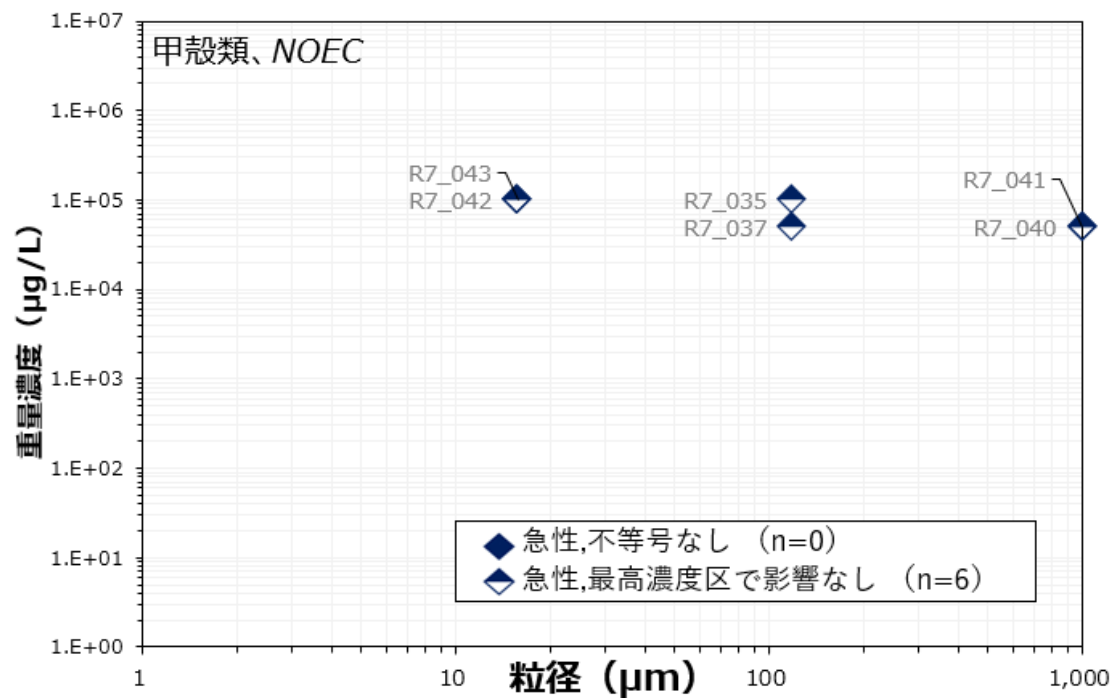
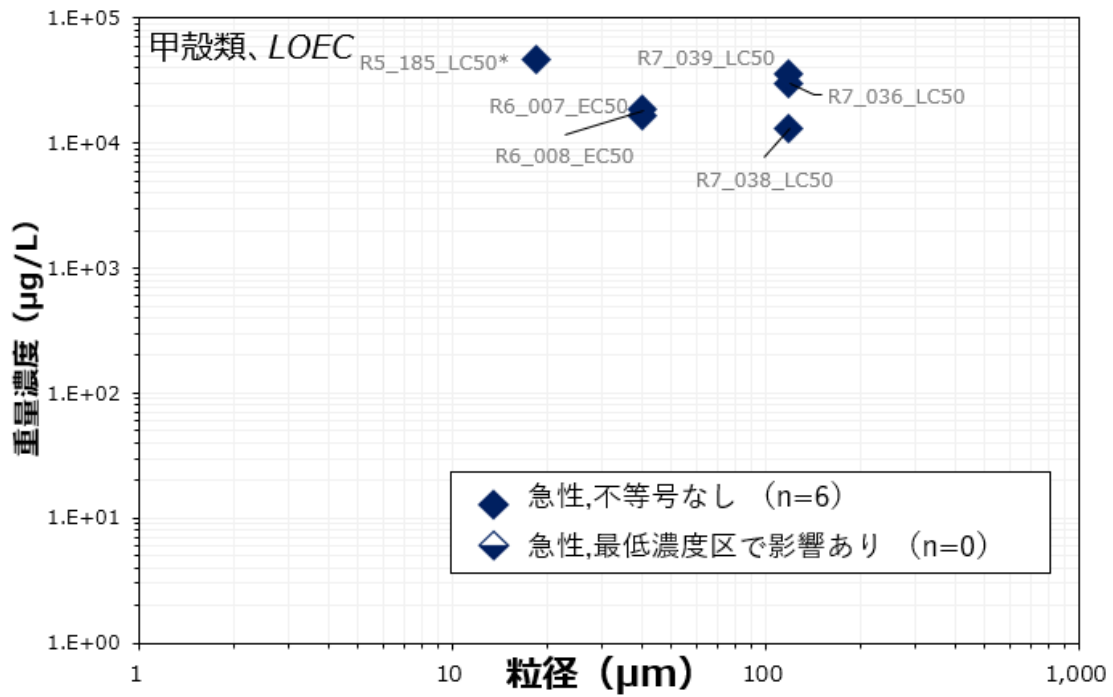
文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}								
文献 No.	レコード No.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)			備考
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC	
		edana et al. (2025)					<i>ciscana</i>	3E+04, 2.5E+04, 5.0E+04,										
R7_C14	R7_038	Manfra, Loredana et al. (2025)	作製	38~200	PLA	破片状	<i>Artemia franciscana</i>	0, 1.0E+03, 5.0E+03, 1.0E+04, 1.3E+04, 2.5E+04, 5.0E+04,	-	48h	死亡率	-	-	1.E+04	-	-	1.E+04	LC50
R7_C14	R7_039	Manfra, Loredana et al. (2025)	作製	38~200	PP	破片状	<i>Artemia franciscana</i>	0, 1.0E+03, 5.0E+03, 1.0E+04, 1.3E+04, 2.5E+04, 5.0E+04,	-	48h	死亡率	-	-	4.E+04	-	-	4.E+04	LC50
R7_C24	R7_040	Parolini, Marco et al. (2024)	作製	150	Plasmix	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 5.0E+01, 1.0E+02, 5.0E+02, 1.0E+03, 2.0E+03, 5.0E+03, 7.0E+03, 1.0E+04, 1.5E+04, 3.0E+04, 5.0E+04	-	48h	遊泳阻害	>	5.E+04	5.E+04	>	2.E+08	2.E+08	・Plasmix は選別施設から回収された廃棄プラスチックの混合物であり、主にポリオレフィン (PE, PP) 60-70%, PET 4-5%, PS 2-4%
R7_C24	R7_041	Parolini, Marco et al. (2024)	作製	500	Plasmix	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 5.0E+01, 1.0E+02, 5.0E+02, 1.0E+03, 2.0E+03, 5.0E+03, 7.0E+03, 1.0E+04, 1.5E+04, 3.0E+04, 5.0E+04	-	48h	遊泳阻害	>	5.E+04	5.E+04	>	2.E+08	2.E+08	・Plasmix は選別施設から回収された廃棄プラスチックの混合物であり、主にポリオレフィン (PE, PP) 60-70%, PET 4-5%, PS 2-4%

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}								
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	
R7_C59	R7_042	Kwak, Jin Il et al. (2024)	提供	15.8±7.6	HDPE	破片状	<i>Artemia franciscana</i>	0, 2.0E+04, 1.0E+05	-	48h	遊泳阻害	>	1.E+05	1.E+05	>	5.E+10	5.E+10	
R7_C59	R7_043	Kwak, Jin Il et al. (2024)	提供	15.8±7.6	HDPE	破片状	<i>Artemia franciscana</i>	0, 2.0E+04, 1.0E+05	-	48h	死亡率	>	1.E+05	1.E+05	>	5.E+10	5.E+10	

上述の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を図表 1-30 及び図表 1-31 に示す。



図表 1-30 質の区別「○」急性影響の個数濃度プロット（甲殻類）
（上段：LOEC、下段：NOEC）



図表 1-31 質の区別「○」急性影響の重量濃度プロット (甲殻類)
(上段 : LOEC、下段 : NOEC)

④ 質の区別「△」の有害性データ

魚類、甲殻類及び貝類について質の区別「△」と考えられる知見の概要を以下に示す。

- ・ 魚類

魚類における質の区別「△」の有害性データは図表 1-32 のとおり。

図表 1-32 質の区別「△」の有害性データ（魚類）

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
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.	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

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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
		(2024)															
R6_P-2065	R6_21	La Pietra A et al. (2024)	購入	3	PS	球状	<i>Danio rerio</i>	0, 1.0E+0 1, 1.0E+0 2, 1.0E+0 3, 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+0 3, 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+0 3, 1.0E+04	-	14 日	体長、体重	-	1. E+03	1. E+04	-	1. E+12	1. E+13

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
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-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
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	Malafai 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.	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

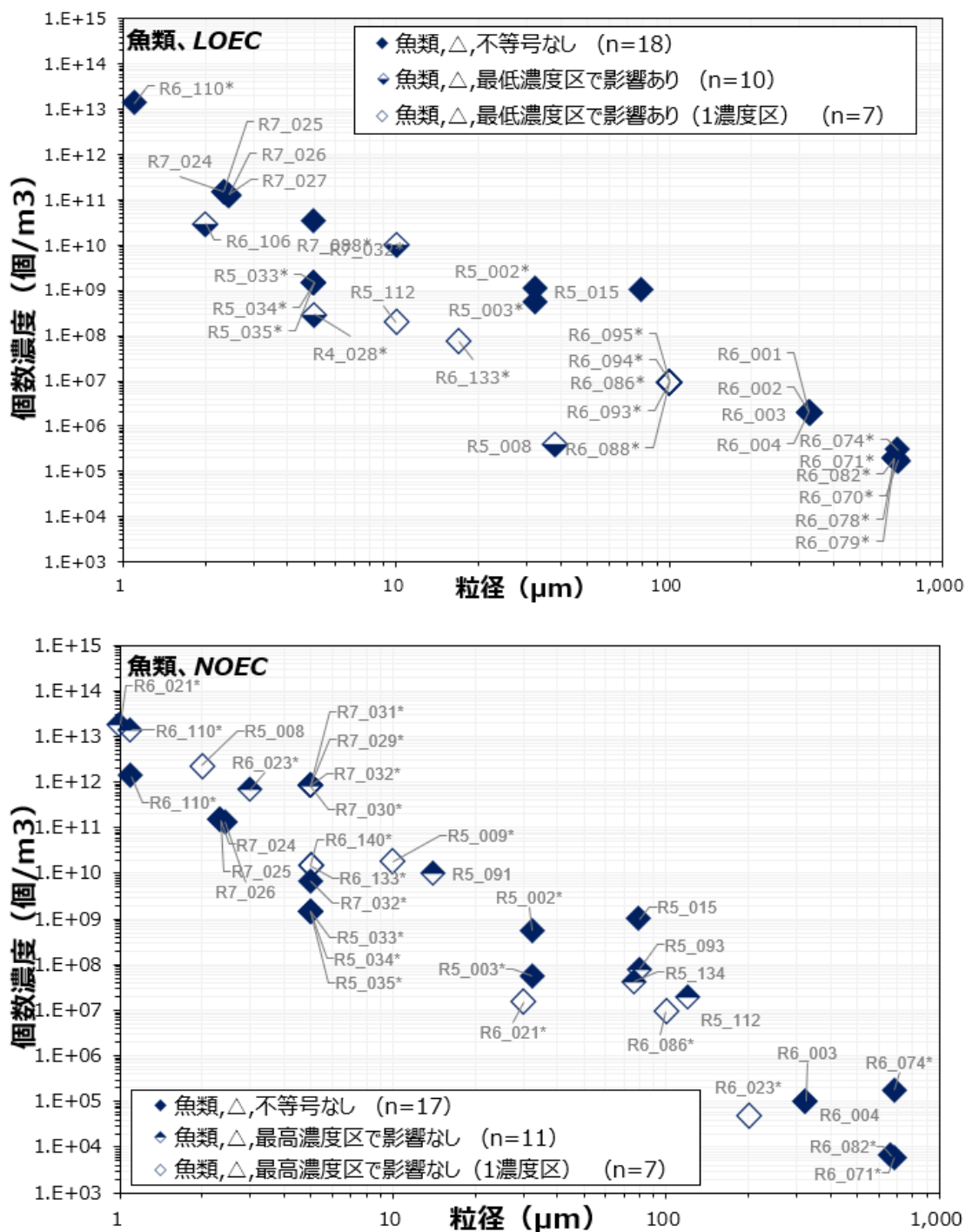
文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}								
文献 No.	レコード No.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)			
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC	
		(2021)																
R5_28	R5_10	Zhang et al. (2021)	購入	10	PS	-	<i>Oryzias melastigma</i>	0, 1.0E+04	-	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 2, 5.9E+05	0, 1.0E+06 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 2, 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 2, 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 2, 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	

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
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_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
R7_F36	R7_024	Wen, Liang et al. (2024)	購入	0.472~4.213	PGA	記載なし	<i>Danio rerio</i>	0.1.0E+03, 1.0E+05	-	96h	死亡率	-	1.E+03	1.E+03	-	1.E+11	1.E+11
R7_F36	R7_025	Wen, Liang et al. (2024)	購入	0.472~4.213	PGA	記載なし	<i>Danio rerio</i>	0.1.0E+03, 1.0E+05	-	96h	体長	-	1.E+03	1.E+03	-	1.E+11	1.E+11
R7_F36	R7_026	Wen, Liang et al. (2024)	購入	0.6675~4.2135	PLA	記載なし	<i>Danio rerio</i>	0.1.0E+03, 1.0E+05	-	96h	死亡率	-	1.E+03	1.E+03	-	1.E+11	1.E+11
R7_F36	R7_027	Wen, Liang et al. (2024)	購入	0.6675~4.2135	PLA	記載なし	<i>Danio rerio</i>	0.1.0E+03, 1.0E+05	-	96h	体長	<	1.E+03	1.E+03	<	1.E+11	1.E+11
R7_F37	R7_028	Hua, Jianghu	購入	5	PP	破片状	<i>Danio rerio</i>	0.8.0E+01, 4.0E+0	-	48hpf	孵化率	>	5.E+04	5.E+04	>	8.E+11	8.E+11

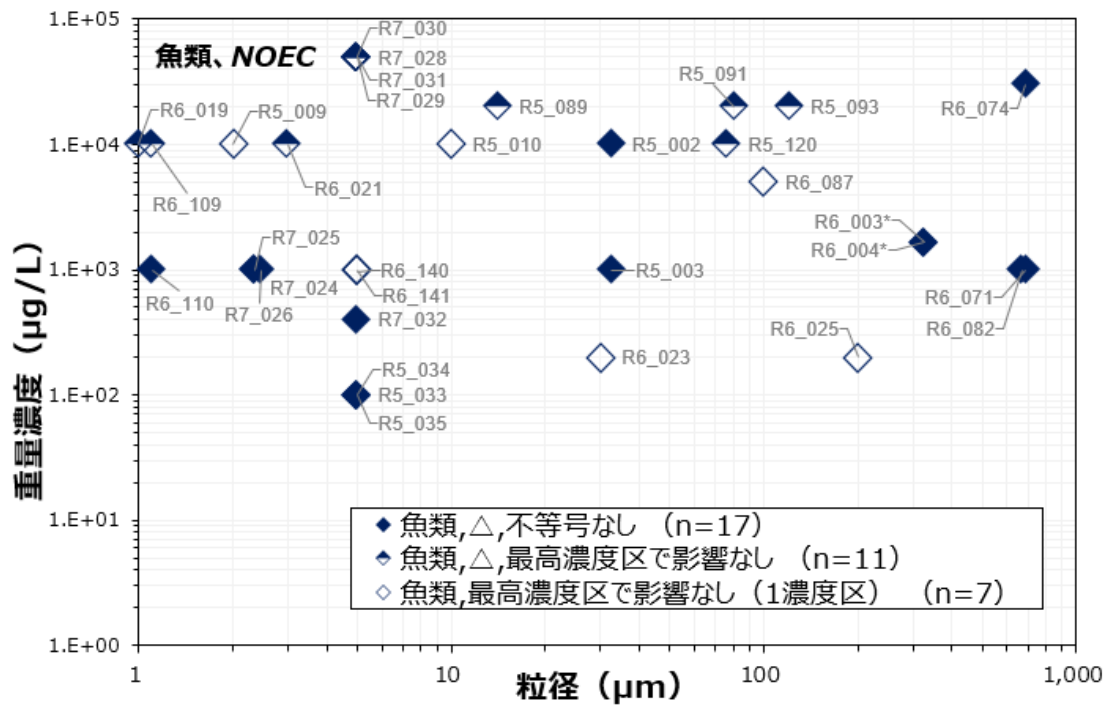
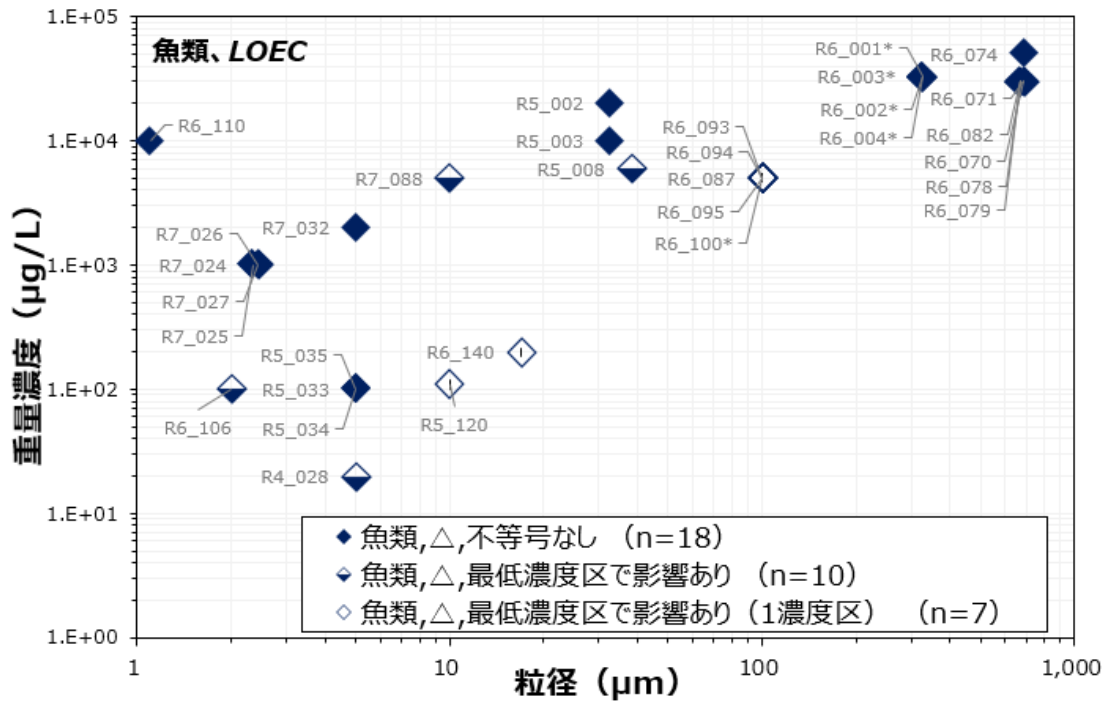
文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}									
文献 No.	レコード No.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)			
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC	
		an et al. (2024)						2, 2. 0E+0 3, 1. 0E+0 4, 5. 0E+04										
R7_F37	R7_029	Hua, J ianghu an et al. (2024)	購入	5	PP	破片状	<i>Danio rerio</i>	0, 8. 0E+0 1, 4. 0E+0 2, 2. 0E+0 3, 1. 0E+0 4, 5. 0E+04	-	72hpf	奇形率	>	5. E+04	5. E+04	>	8. E+11	8. E+11	
R7_F37	R7_030	Hua, J ianghu an et al. (2024)	購入	5	PP	破片状	<i>Danio rerio</i>	0, 8. 0E+0 1, 4. 0E+0 2, 2. 0E+0 3, 1. 0E+0 4, 5. 0E+04	-	120hpf	死亡率	>	5. E+04	5. E+04	>	8. E+11	8. E+11	
R7_F37	R7_031	Hua, J ianghu an et al. (2024)	購入	5	PP	破片状	<i>Danio rerio</i>	0, 8. 0E+0 1, 4. 0E+0 2, 2. 0E+0 3, 1. 0E+0 4, 5. 0E+04	-	120hpf	体長	>	5. E+04	5. E+04	>	8. E+11	8. E+11	
R7_F37	R7_032	Hua, J ianghu an et al. (2024)	購入	5	PP	破片状	<i>Danio rerio</i>	0, 8. 0E+0 1, 4. 0E+0 2, 2. 0E+0 3, 1. 0E+0 4, 5. 0E+04	-	120hpf	体重	-	4. E+02	2. E+03	-	7. E+09	3. E+10	
R7_F139	R7_051	Yang H et al. (2020)	購入	5	PS	球状	<i>Carassius auratus</i>	0, 1. 0E+0 4, 1. 0E+0 5, 1. 0E+06	-	7d	体長	-	1. E+05	1. E+06	-	1. E+12	1. E+13	

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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 ($\mu\text{g/L}$)			個数濃度 (個/ m^3)		
								重量 濃度 ($\mu\text{g/L}$)	個数 濃度 (個/ m^3)			不等 号	NOEC	LOEC	不等 号	NOEC	LOEC
R7_F0 65	R7_088	Xiaohu a, Xia et al. (20 24)	購入	8~12	PE	破片 状	<i>Paramis gurnus dabryan us</i>	0, 1.0E+0 3, 5.0E+0 3, 1.0E+04	-	21d	死亡率	<	1. E+03	5. E+03	<	2. E+09	1. E+10

上述の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を図表 1-33 及び図表 1-34 に示す。



図表 1-33 質の区別「△」の個数濃度プロット（魚類）
（上段：LOEC、下段：NOEC）



図表 1-34 質の区別「△」の重量濃度プロット (魚類)
(上段 : LOEC、下段 : NOEC)

・甲殻類

甲殻類における質の区別「△」の有害性データは図表 1-35 のとおり。

図表 1-35 ①質の区別「○」、慢性影響の有害性データ

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
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-Gasales 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

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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_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	Shoret 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

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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_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
R5_4	R5_157	Martins et al. (2018)	購入	1~5	Thermos et amino formaldehyde 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	Thermos et amino formaldehyde 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.	40 日	Survival	-	7. E+00	4. E+01	-	1. E+10	5. E+10

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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
									0E+10, 1.0E+11								
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

文献情報			実験条件					実験結果 ^{6,7}									
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
									E+08, 1.0E+09								
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	Eltemshah 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	Eltemshah 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

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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_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
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

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
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_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

文献情報			実験条件					実験結果 ^{6,7}									
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_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
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

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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_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	購入	13.9 ~ 30.3	PE	球状	<i>Galanus 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

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}									
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	
		R et al. (2020)																
R4_7	R4_36f	Rodríguez-Torres 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 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	
R7_CO1	R7_001	Procházková, Petra et al. (2024)	購入	8.68	生分解性ポリエステル	球状	<i>Daphnia magna</i>	-	0, 6. 3E+03, 1. 3E+04, 2. 5E+04, 5. 0E+04, 1. 0E+05	96h	遊泳阻害	>	1. E+05	1. E+05	>	2. E+12	2. E+12	
R7_CO1	R7_002	Procházková, Petra et al. (2024)	購入	17.963	生分解性ポリエステル	球状	<i>Daphnia magna</i>	-	0, 6. 3E+03, 1. 3E+04, 2. 5E+04, 5. 0E+04, 1. 0E+05	96h	遊泳阻害	>	1. E+05	1. E+05	>	3. E+11	3. E+11	
R7_CO1	R7_003	Procházková, Petra et al. (2024)	購入	8.68	生分解性ポリエステル	球状	<i>Daphnia magna</i>	-	0, 6. 3E+03, 1. 3E+04, 2. 5E+04, 5. 0E+04, 1. 0E+05	96h	遊泳阻害	>	1. E+05	1. E+05	>	2. E+12	2. E+12	

文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
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
R7_CO1	R7_004	Procházková, Petra et al. (2024)	購入	17.963	生分解性ポリエステル	球状	<i>Daphnia magna</i>	0, 6.3E+03, 1.3E+04, 2.5E+04, 5.0E+04, 1.0E+05	-	96h	遊泳阻害	>	1.E+05	1.E+05	>	3.E+11	3.E+11
R7_CO4	R7_013	Botterell, Zara L. R. et al. (2025)	作製	5~100	低密度ポリエチレン	破片状	<i>Acartia tonsa</i>	0, 4.0E+01, 8.0E+01, 1.2E+02, 1.6E+02, 2.0E+02, 4.0E+02, 6.0E+02	-	72h	死亡率	-	-	2.E+02	-	-	2.E+06
R7_CO4	R7_014	Botterell, Zara L. R. et al. (2025)	作製	5~100	低密度ポリエチレン	破片状	<i>Acartia tonsa</i>	0, 1.0E+01, 1.0E+02, 1.0E+03	-	5d	死亡率	-	1.E+03	1.E+03	-	1.E+07	1.E+07
R7_CO4	R7_015	Botterell, Zara L. R. et al. (2025)	作製	5~100	低密度ポリエチレン	破片状	<i>Acartia tonsa</i>	0, 1.0E+01, 1.0E+02	-	5d + 産卵後14d	幼生発達率	>	1.E+02	1.E+02	>	1.E+06	1.E+06
R7_CO4	R7_016	Botterell, Zara L. R. et al. (2025)	作製	5~100	低密度ポリエチレン	破片状	<i>Acartia tonsa</i>	0, 1.0E+01, 1.0E+02	-	5d + 産卵後14d	成長阻害	>	1.E+02	1.E+02	>	1.E+06	1.E+06

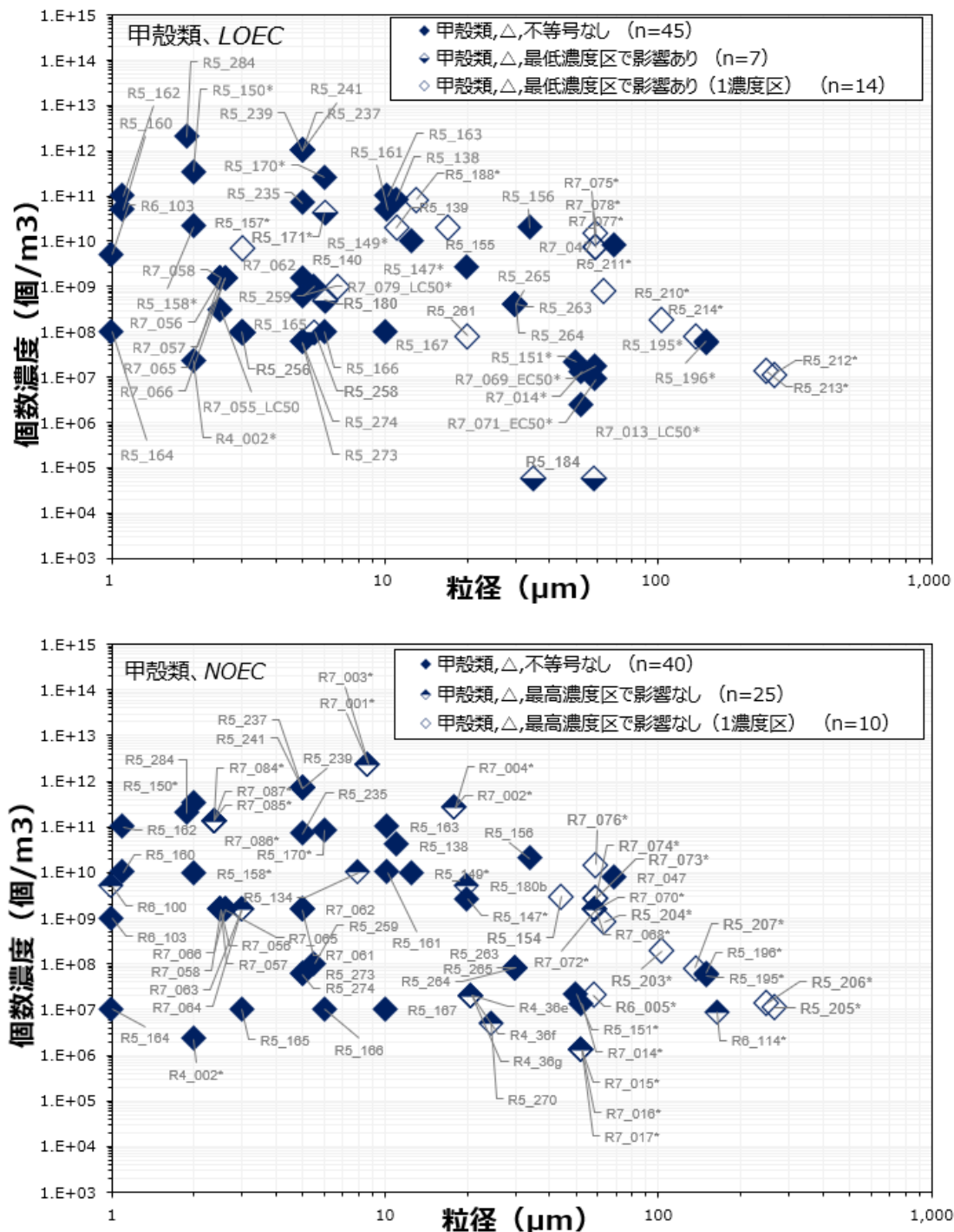
文献情報			実験条件						実験結果 ^{6,7}								
文献 No.	レコード No.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)		
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
R7_CO4	R7_017	Botterell, Zara L. R. et al. (2025)	作製	5~100	低密度ポリエチレン	破片状	<i>Acartia tonsa</i>	0, 1.0E+01, 1.0E+02	-	5 d + 産卵後 14d	死亡率	>	1. E+02	1. E+02	>	1. E+06	1. E+06
R7_CO81	R7_047	Canniff PM et al. (2018)	購入	63~75	PE	球状	<i>Daphnia magna</i>	0, 2.5E+04, 5.0E+04, 1.0E+05	0, 1.9E+09, 3.8E+09, 7.6E+09	21d	総産仔数	-	1. E+05	1. E+05	-	8. E+09	8. E+09
R7_CO26	R7_052	Nik Mut, Nik Nurhid ayu et al. (2024)	作製	25~53	PLA	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 2.5E+03, 5.0E+03	-	17d	総産仔数	-	3. E+03	5. E+03	-	2. E+08	4. E+08
R7_CO89	R7_061	Yu P et al. (2018)	購入	5	PS	球状	<i>Eriocheir sinensis</i>	0, 4.0E+01, 4.0E+02, 4.0E+03, 4.0E+04	0, 5.4E+08, 5.4E+09, 5.4E+10, 5.4E+11	21d	死亡率	>	4. E+04	4. E+04	>	5. E+11	5. E+11
R7_CO89	R7_062	Yu P et al. (2018)	購入	5	PS	球状	<i>Eriocheir sinensis</i>	0, 4.0E+01, 4.0E+02, 4.0E+03, 4.0E+04	0, 5.4E+08, 5.4E+09, 5.4E+10, 5.4E+11	21d	体重	-	4. E+03	4. E+04	-	5. E+10	5. E+11
R7_CO97	R7_067	Zimmermann L	作製	59	PVC	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.0E+04, 5.0E+04,	-	21d	総産仔数	NA	-	5. E+04	NA	-	2. E+06

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
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
		et al. (2020)						1.0E+05, 5.0E+05									
R7_CO97	R7_068	Zimmermann L et al. (2020)	作製	59	PVC	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.0E+04, 5.0E+04, 1.0E+05, 5.0E+05	-	21d	死亡率	>	1. E+05	1. E+05	>	2. E+09	2. E+09
R7_CO97	R7_069	Zimmermann L et al. (2020)	作製	59	PUR	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.0E+04, 5.0E+04, 1.0E+05, 5.0E+05	-	21d	総産仔数	-	-	2. E+05	-	-	2. E+07
R7_CO97	R7_070	Zimmermann L et al. (2020)	作製	59	PUR	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.0E+04, 5.0E+04, 1.0E+05, 5.0E+05	-	21d	死亡率	>	1. E+05	1. E+05	>	2. E+09	2. E+09
R7_CO97	R7_071	Zimmermann L et al. (2020)	作製	59	PLA	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.0E+04, 5.0E+04, 1.0E+05, 5.0E+05	-	21d	総産仔数	-	-	1. E+05	-	-	9. E+06
R7_CO97	R7_072	Zimmermann L et al. (2020)	作製	59	PLA	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.0E+04, 5.0E+04, 1.0E+05, 5.0E+05	-	21d	死亡率	>	1. E+05	1. E+05	>	2. E+09	2. E+09
R7_CO97	R7_073	Zimmermann L et al. (2020)	作製	59	PVC	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 4.6E+04	-	21d	総産仔数	>	5. E+04	5. E+04	>	3. E+09	3. E+09
R7_CO97	R7_074	Zimmermann L	作製	59	PVC	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 4.6E+04	-	21d	死亡率	>	5. E+04	5. E+04	>	3. E+09	3. E+09

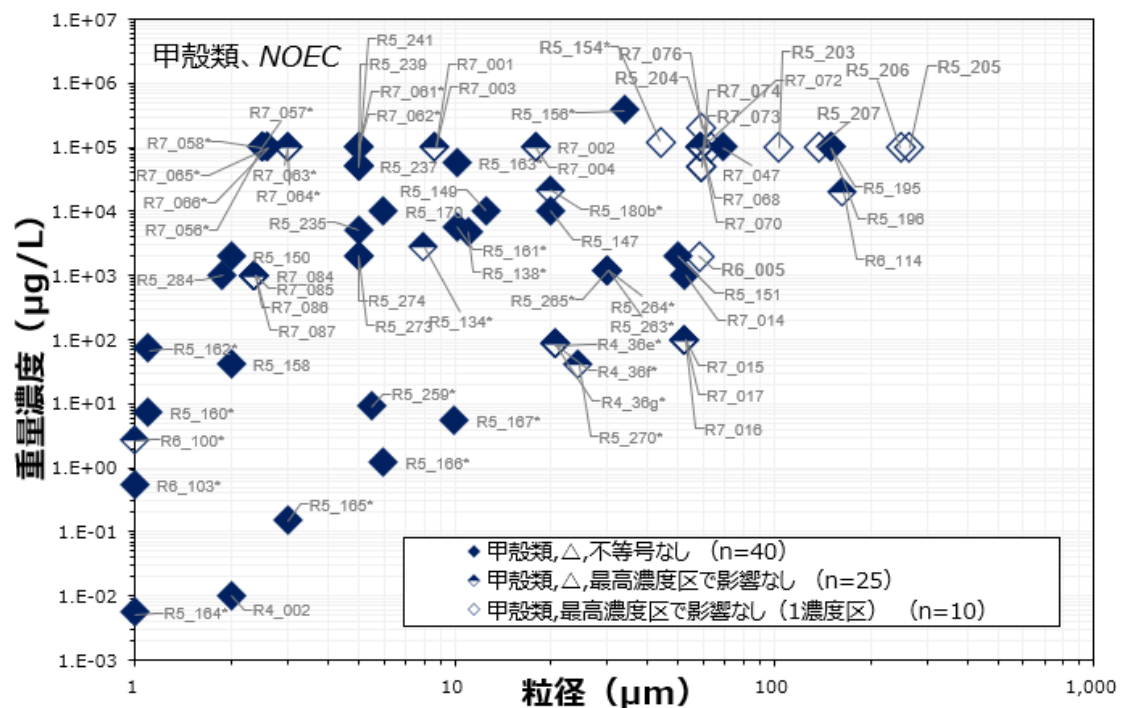
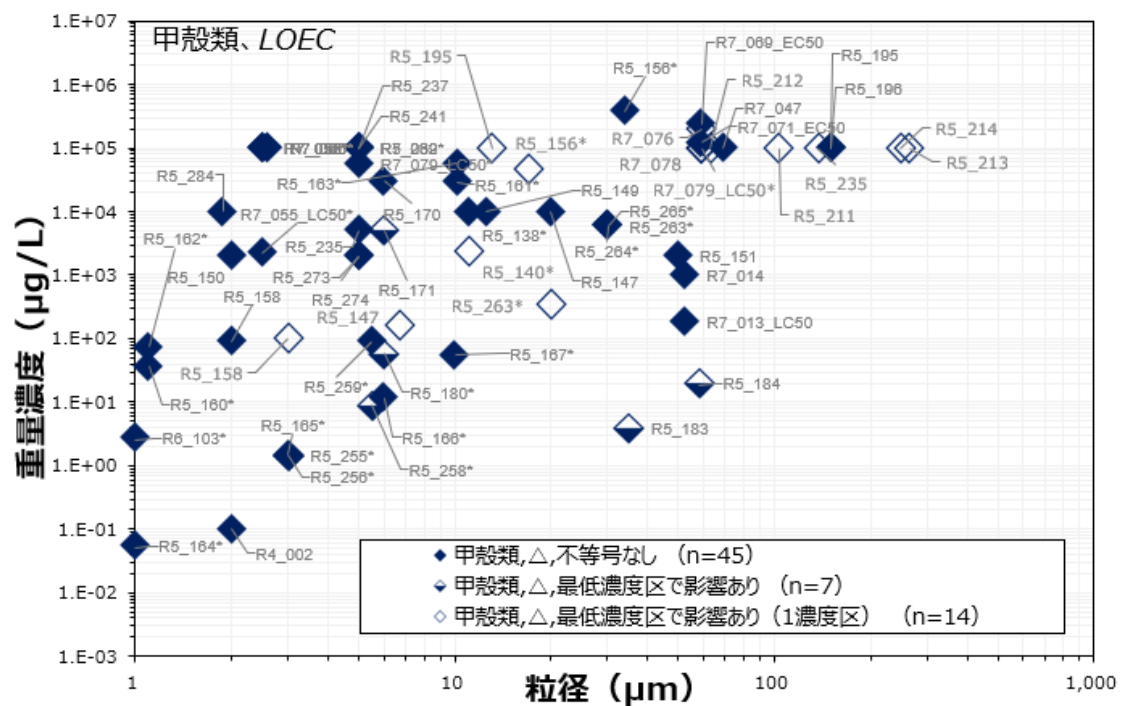
文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
文献 No.	レコード No.	著者	粒子の取得方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試生物	設定濃度		ばく露期間	確認された影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)		
								重量濃度 (μg/L)	個数濃度 (個/m ³)			不等号	NOEC	LOEC	不等号	NOEC	LOEC
		et al. (2020)															
R7_C097	R7_075	Zimmermann L et al. (2020)	作製	59	PUR	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 2.4E+05	-	21d	総産仔数	<	2. E+05	2. E+05	<	1. E+10	1. E+10
R7_C097	R7_076	Zimmermann L et al. (2020)	作製	59	PUR	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 2.4E+05	-	21d	死亡率	>	2. E+05	2. E+05	>	1. E+10	1. E+10
R7_C097	R7_077	Zimmermann L et al. (2020)	作製	59	PLA	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.2E+05	-	21d	総産仔数	<	1. E+05	1. E+05	<	7. E+09	7. E+09
R7_C097	R7_078	Zimmermann L et al. (2020)	作製	59	PLA	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.2E+05	-	21d	死亡率	<	1. E+05	1. E+05	<	7. E+09	7. E+09
R7_C100	R7_079	Gerdes Z et al. (2019)	作製	5	PET	破片状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.0E+02, 1.0E+03, 1.0E+04, 1.0E+05, 1.0E+06, 1.0E+07	-	96h	遊泳阻害	-	-	6. E+04	-	-	6. E+08
R7_C124	R7_084	Rist S et al. (2017)	購入	2.37	PS	球状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.0E+02, 5.0E+02, 1.0E+03	-	21d	総産仔数	>	1. E+03	1. E+03	>	1. E+11	1. E+11

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
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 ($\mu\text{g/L}$)			個数濃度 ($\text{個}/\text{m}^3$)		
								重量 濃度 ($\mu\text{g/L}$)	個数 濃度 ($\text{個}/\text{m}^3$)			不等 号	NOEC	LOEC	不等 号	NOEC	LOEC
R7_C1 24	R7_085	Rist S et al. (2017)	購入	2.37	PS	球状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.0E+02, 5.0E+02, 1.0E+03	-	21d	腹数	>	1.E+03	1.E+03	>	1.E+11	1.E+11
R7_C1 24	R7_086	Rist S et al. (2017)	購入	2.37	PS	球状	<i>Daphnia magna</i>	0, 1.0E+02, 5.0E+02, 1.0E+03	-	21d	1 腹あたりの 産仔数	>	1.E+03	1.E+03	>	1.E+11	1.E+11

上述の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を図表 1-36 及び図表 1-37 に示す。



図表 1-36 質の区別「△」の個数濃度プロット（甲殻類）
（上段：LOEC、下段：NOEC）



図表 1-37 質の区別「△」の重量濃度プロット (甲殻類)
(上段 : LOEC、下段 : NOEC)

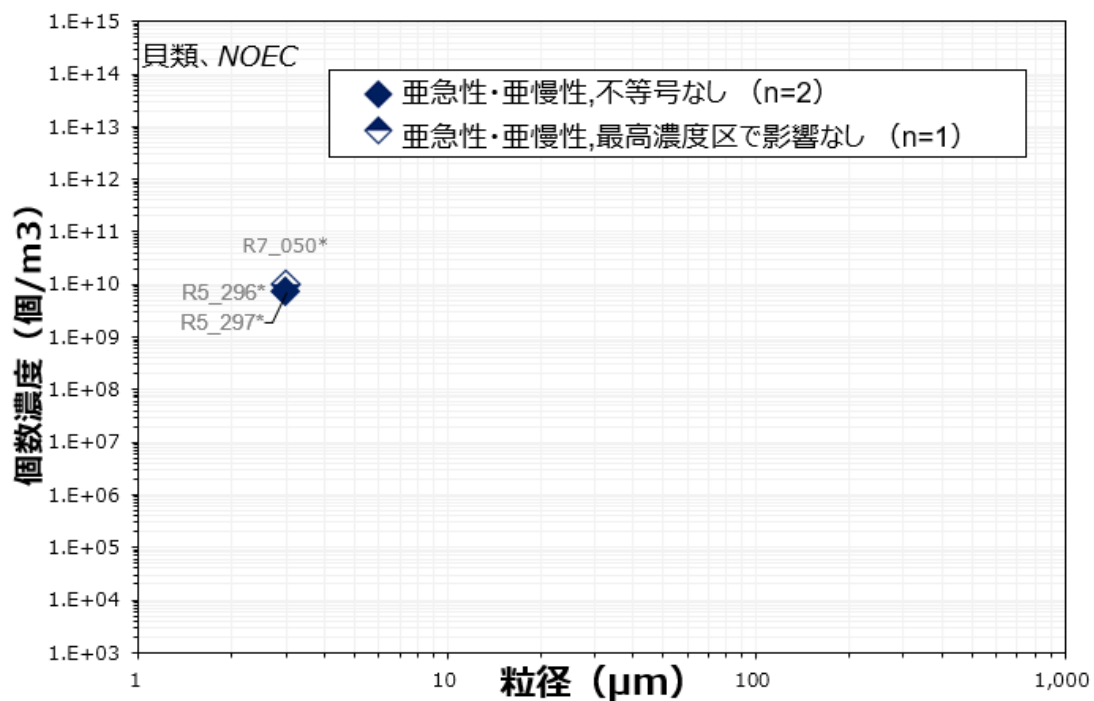
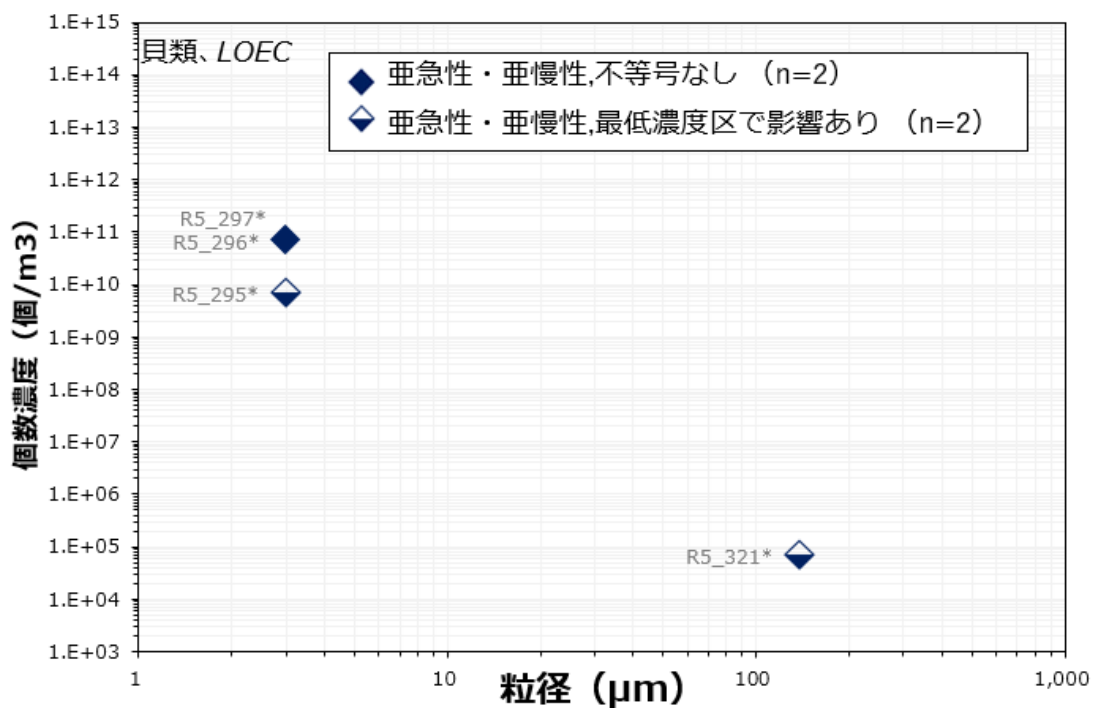
・貝類

貝類における質の区別「△」の有害性データは図表 1-38 のとおり。

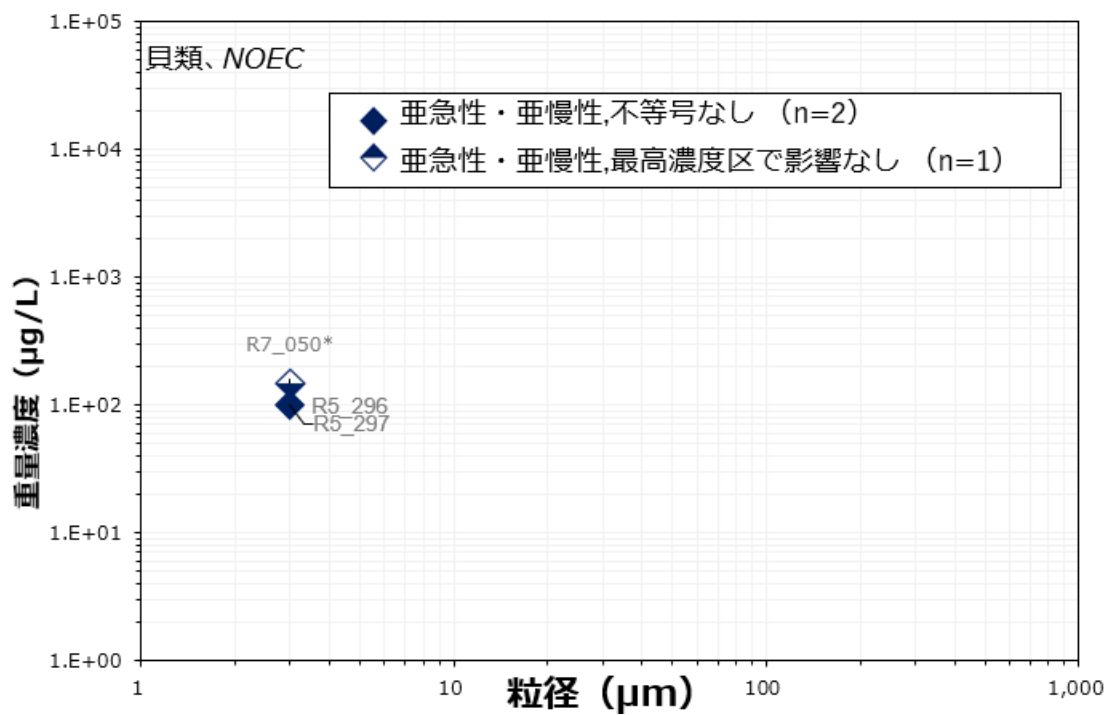
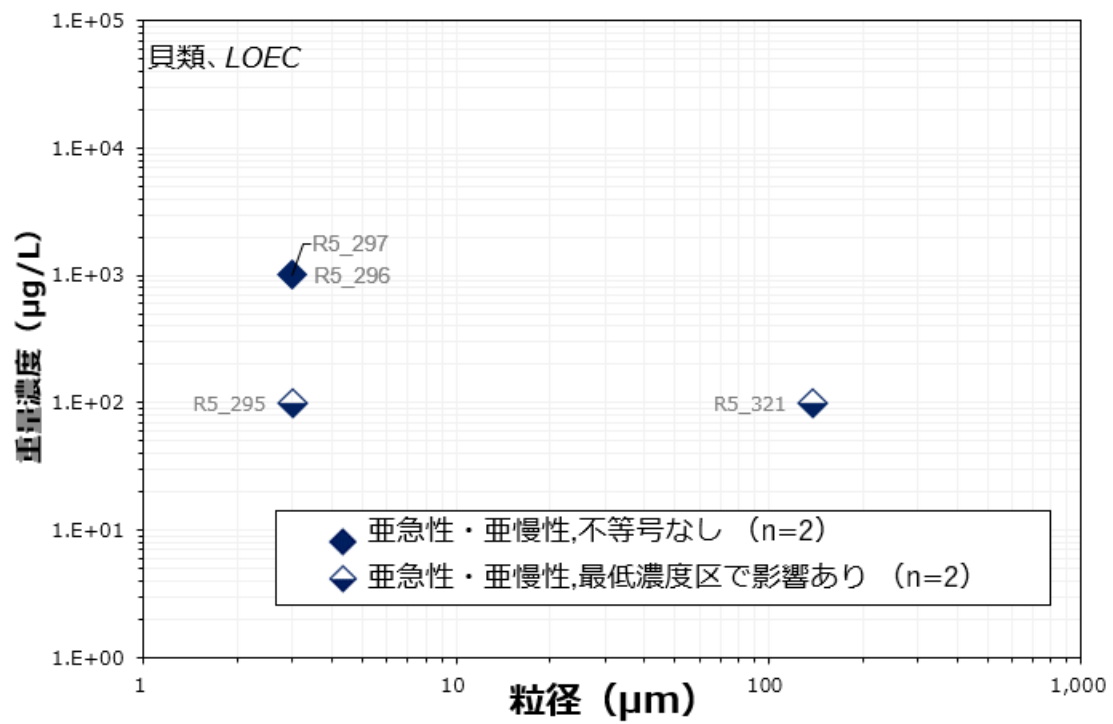
図表 1-38 ①質の区別「○」、慢性影響の有害性データ

文献情報			実験条件							実験結果 ^{6,7}							
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+0 1, 1.0E+0 2, 1.0E+03	-	14日	総重量	-	1. E+01	1. E+02	-	2. E+05	2. E+06
R7_S104	R7_049	Lo HKA et al. (2018)	購入	2~2.4	PS	球状	<i>Crepidula onyx</i>	-	0, 1.0E+07, 6.0E+10, 1.4E+11	定着まで	死亡率	>	6. E+02	6. E+02	>	1. E+11	1. E+11

上述の査読結果を、影響濃度（個数濃度、重量濃度）と粒径で整理した結果を図表 1-39 及び図表 1-40 に示す。



図表 1-39 質の区別「△」の個数濃度プロット（貝類）
（上段：LOEC、下段：NOEC）



図表 1-40 質の区別「△」の重量濃度プロット (貝類)
(上段 : LOEC、下段 : NOEC)

1.2.7. 有害性評価結果のまとめ

令和7年度は、これまでに蓄積した有害性データを俯瞰的にとらえ、「有害性評価結果のまとめ（暫定）」を整理した。個別の有害性データの一覧は参考資料（1.5節）のとおり。なお、本案は令和8年2月現在までに収集された有害性データを総括したものであり、今後もデータの追加に伴って随時更新される必要がある。

(1) マイクロプラスチックの粒子影響に係る有害性評価のまとめ【全体概要】（暫定）

質の区別「○」のデータ数は49件であり生物種別にみると魚類（12）、甲殻類（30）、貝類（7）であり、貝類においてデータが不足していた。また、TG準拠のデータは甲殻類において一定数確認できた一方で、魚類及び貝類では殆ど確認できなかった。これらのデータ不足箇所について今後さらなる追加収集または実験の実施が望まれる。

影響濃度は、生物種/粒径/ばく露期間によって大きくばらつき、重量/個数濃度ともに同じ粒径の影響濃度について1~10⁶倍の幅があった。質の区別「○」及び「△」における影響濃度の最小値、最大値、平均値及び中央値等は下表のとおり。そのほか、形状については繊維状を除く球状、破片状を収集対象としており、球状と破片状の間に影響濃度に明確な差は確認できなかった。素材についてはPS（77）、PE（46）、PLA（24）が多数を占めた一方で、多様な素材を用いた実験がわずかにあり（PP（10）、PVC（7）、PET（5））、これらの素材間に明確な傾向や差は確認できなかった。

図表 1-41 MicPに係る有害性データの影響濃度（全体概要）

質の区別	濃度	最小値 (レコード番号：試験概要)	最大値 (レコード番号：試験概要)	平均値	中央値
○ (n=49)	重量	2 µg/L (R4_26:2 µmの球状PSを使用した魚類インドメダカの亜慢性・亜急性試験で体重・体長に影響あり)	200,000 µg/L (R7_021:10-14 µm球状PSを用いた魚類ゼブラフィッシュの急性試験で表現型毒性(死亡・奇形)に影響なし)	50,582 ±65,586 µg/L	18,340 µg/L
	個数	1×10 ⁴ 個/m ³ (R7_038:市販のプラスチックコップを破砕して作製した38-200 µmの破片状PLA粒子を使用した甲殻類アルテミアの急性試験におけるLC50)	5×10 ¹³ 個/m ³ (R7_021:同上)	2×10 ¹² ±1×10 ¹³ 個/m ³	2×10 ⁹ 個/m ³
△ (n=153)	重量	0.05 µg/L (R5_164:1 µmの球状PSを使用した甲殻類アルテミアの30日間試験で死亡率に有意差あり)	1,000,000 µg/L (R7_051:5 µmの球状PSを用いた魚類キンギョの7日間試験で体長に有意差あり)	44,418 ±104,586 µg/L	9,617 µg/L
	個数	5×10 ⁴ 個/m ³ (R6_025:100-300 µmの破片状PLAを使用したメダカ(Oryzias melastigma)の90日間試験で体長、体重、死亡に影響あり。)	2×10 ¹³ 個/m ³ (R6_019:1 µmの球状PSを用いた魚類ゼブラフィッシュの72時間試験で生存率に影響なし。)	5×10 ¹¹ ±2×10 ¹² 個/m ³	8×10 ⁸ 個/m ³

(2) マイクロプラスチックの粒子影響に係る有害性評価のまとめ【生物別詳細：魚類】(暫定)

質の区別「○」の有害性データ

亜慢性・亜急性または急性影響をとらえたデータがあり、体長、体重、奇形、死亡等に影響がみられた。LOECの概要は下表のとおり。TG 準拠なしかつ亜慢性・亜急性と考えられるデータが最多数であったほか、一部に急性の OECD TG236 に準拠したデータがあった。慢性のデータは確認できず、データの追加収集または実験の実施が望まれる。

質の区別「○」及び「△」の有害性データ

供試生物にはゼブラフィッシュまたはインドメダカをはじめ多くの種類が用いられていたものの淡水種が大半であった。形状・素材は購入された球状の PS が圧倒的多数であるが、実環境中の MicP は多様な形状・素材であることから、今後適切かつ多様な標準品を用いた有害性データの取得が望まれる。総じてばく露期間が長いほど影響濃度（重量濃度）が低い傾向がある一方で影響濃度（個数濃度）はその傾向が明確ではなかった。これには、破片状の MicP についても、球状を仮定した換算方法を適用していることが一因と考えられる。粒径と影響濃度の関係については、重量濃度は粒径によらず 100-10,000 $\mu\text{g/L}$ の範囲で影響があった一方で、個数濃度については粒径が大きいほど影響濃度が低くなる傾向があった。

図表 1-42 MicP に係る有害性データの影響濃度（魚類）

質の区別	濃度	最小値 (レコード番号：試験概要)	最大値 (レコード番号：試験概要)	平均値	中央値
○ (n=10)	重量	2 $\mu\text{g/L}$ (R4_26:2 μm の球状 PS を使用した魚類インドメダカの亜慢性・亜急性試験で体重・体長に影響あり)【再掲】	200,000 $\mu\text{g/L}$ (R7_021:10-14 μm 球状 PS を用いた魚類ゼブラフィッシュの急性試験で表現型毒性(死亡・奇形)に影響なし)【再掲】	110,167 $\pm 93,435$ $\mu\text{g/L}$	150,000 $\mu\text{g/L}$
	個数	4×10^7 個/ m^3 (R5_006: 32-40 μm の球状 PS を使用したソウギョの亜急性・亜慢性試験で体重に影響あり)	5×10^{13} 個/ m^3 (R7_021:同上)	9×10^{12} $\pm 2 \times 10^{13}$ 個/ m^3	1×10^{11} 個/ m^3
△ (n=38)	重量	20 $\mu\text{g/L}$ (R4_028:5 μm の球状 PS を使用した魚類ゼブラフィッシュの 21 日間試験で体重に影響あり。)	1,000,000 $\mu\text{g/L}$ (R7_051:5 μm の球状 PS を用いた魚類キンギョの 7 日間試験で体長に有意差あり)【再掲】	44,436 $\pm 155,376$ $\mu\text{g/L}$	10,000 $\mu\text{g/L}$
	個数	5×10^4 個/ m^3 (R6_025: 100-300 μm の破片状 PLA を使用したインドメダカの慢性試験で体長、体重、死亡に影響あり)【再掲】	2×10^{13} 個/ m^3 (R6_019:1 μm の球状 PS を用いた魚類ゼブラフィッシュの 72 時間試験で生存率に影響なし。)	1×10^{12} $\pm 4 \times 10^{12}$ 個/ m^3	6×10^9 個/ m^3

(3) マイクロプラスチックの粒子影響に係る有害性評価のまとめ【生物別詳細：甲殻類】
(暫定)

質の区別「○」の有害性データ

慢性、亜慢性・亜急性、急性影響をとらえたデータがあり、総産仔数、遊泳障害等に影響がみられた。LOECの概要は下表のとおり。大半が急性の OECD TG202 又は慢性の 211 に準拠したデータであり、亜慢性・亜急性に該当するデータは限定的だった。魚類、貝類と比べてデータの母数及び質の区別「○」に抽出された数が多いほか、甲殻類のみで慢性のデータが確認された。

質の区別「○」及び「△」の有害性データ

供試生物はオオミジンコに次いでアルテミアやアカルチア等が用いられ、大半は淡水域の生物であった。また、形状・素材ともに多様な MicP が使用されていた(破片状,球状/PS,PE,PLA,PET,PVC等)。生物種や素材、形状別に分析すると一定の傾向がみられるものの、有意差の有無については現時点での判断は困難であった。総じて粒径が小さいほど影響濃度(重量濃度)が低い傾向がある一方で、個数濃度には同様の傾向はみられなかった。

図表 1-43 MicPに係る有害性データの影響濃度(甲殻類)

質の区別	濃度	最小値 (レコード番号：試験概要)	最大値 (レコード番号：試験概要)	平均値	中央値
○ (n=30)	重量	9 μg/L (R5_257: 1-10 μmの破片状PSを使用したオオミジンコの慢性試験で総産仔数に影響あり)	100,000 μg/L (R7_035: 38-200 μmの破片状PPを使用したTigriopus fulvusの急性試験で死亡に影響あり)	36,472 ±38,312 μg/L	17,598 μg/L
	個数	1×10 ⁴ 個/m ³ (R7_038: 市販のプラスチックコップを破碎して作製した38-200 μmの破片状PLA粒子を使用した甲殻類アルテミアの急性試験におけるLC50)【再掲】	7×10 ¹¹ 個/m ³ (R7_005: 8.68 μmの球状生分解性ポリエステルを使用したオオミジンコの慢性試験で総産仔数に影響あり)	3×10 ¹⁰ ±1×10 ¹¹ 個/m ³	4×10 ⁸ 個/m ³
△ (n=89)	重量	0.05 μg/L (R5_164: 1 μmの球状PSを使用した甲殻類アルテミアの30日間試験で死亡率に有意差あり)【再掲】	400,000 μg/L (R5_156: 34 μmの破片状PEを使用したオオミジンコの21日間試験で影響あり)	46,736 ±63,558 μg/L	9,617 μg/L
	個数	6×10 ⁴ 個/m ³ (R5_183: 32-38 μmの球状PEを使用したPalaemon pugioの慢性試験で死亡率、早期変態に影響あり)	2×10 ¹² 個/m ³ (R7_001: 8.68 μmの球状生分解性ポリエステルを使用した甲殻類オオミジンコの96時間試験で遊泳障害に影響なし。)	1×10 ¹¹ ±4×10 ¹¹ 個/m ³	1×10 ⁹ 個/m ³

(4) マイクロプラスチックの粒子影響に係る有害性評価のまとめ【生物別詳細：貝類】(暫定)

質の区別「○」の有害性データ

亜慢性・亜急性をとらえたデータがあり、体長、奇形、発育停止、死亡等に影響がみられた。LOEC の概要は下表のとおり。魚類や甲殻類と比較してデータの母数自体が極めて少なく、今後データの追加収集又は実験の実施が望まれる。データ不足に加え一般的な公定法も少なく、TG に準拠した実験はごく少数であった。

質の区別「○」及び「△」の有害性データ

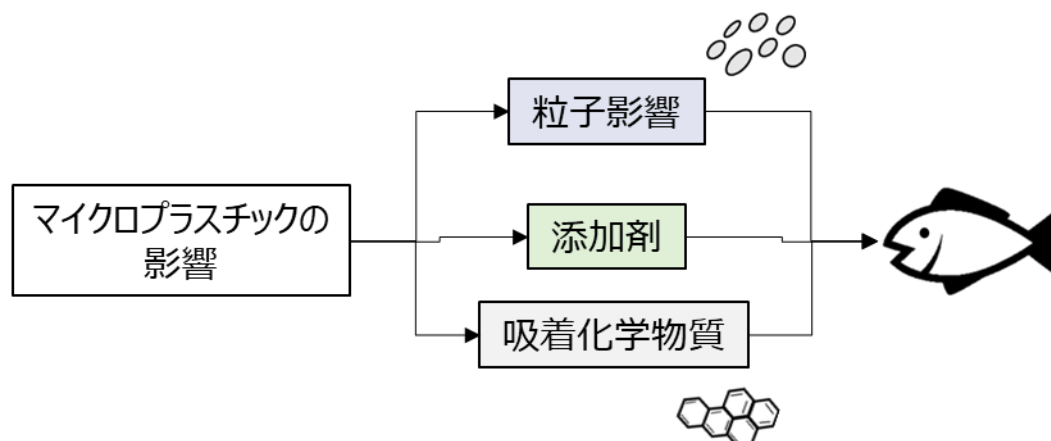
データ数が限定的であり、影響濃度とばく露期間や粒径・素材等の間に何らかの傾向を見出すことは現時点では困難であった。

図表 1-44 MicP に係る有害性データの影響濃度 (貝類)

質の区別	濃度	最小値 (レコード番号：試験概要)	最大値 (レコード番号：試験概要)	平均値	中央値
○ (n=7)	重量	100 $\mu\text{g/L}$ (R5_295: 1-5 μm の球状プラスチックを使用したマガキの亜慢性・亜急性試験で 24 時間ばく露後の体長に影響あり) (R5_321: 138.6 μm の破片状カクテル試料を使用したマガキの亜慢性・亜急性試験で 2 か月ばく露後の死亡に影響あり)	30,000 $\mu\text{g/L}$ (R7_059: 球状 PS を使用したマガキの亜慢性・亜急性試験で 36 時間ばく露後の胚発生成成功率及び奇形に影響なし)	8,907 $\pm 13,346$ $\mu\text{g/L}$	1,000 $\mu\text{g/L}$
	個数	7×10^4 個/ m^3 (R5_321: 同上)	7×10^{12} 個/ m^3 (R7_059: 同上)	2×10^{12} $\pm 3 \times 10^{12}$ 個/ m^3	7×10^{10} 個/ m^3
△ (n=4)	重量	100 $\mu\text{g/L}$ (R6_150: 40-48 μm の PE を使用したアサリの 14 日間試験で総重量に影響あり)	580 $\mu\text{g/L}$ (R7_049: 2-2.4 μm の球状 PS を使用したヘリトリカサガイを幼生から定着までばく露させた試験で死亡に影響あり)	196 ± 192 $\mu\text{g/L}$	100 $\mu\text{g/L}$
	個数	7×10^4 個/ m^3 (R5_323: 138.6 μm の破片状 HDPE/PP/PVC カクテルを使用したマガキの亜急性・亜慢性試験で成長遅延に影響あり)	1×10^{11} 個/ m^3 (R7_049: 同上)	2×10^{10} $\pm 4 \times 10^{10}$ 個/ m^3	7×10^4 個/ m^3

1.3. マイクロプラスチックに係る吸着・添加化学物質を含む影響について

また、MicP の影響には上記で対象とする「マイクロプラスチックの粒子影響」のほかに「吸着・添加化学物質を含む影響」についても研究が進められており、近年のプラスチック条約制定に向けた政府間交渉（INC）においても、「プラスチックの粒子影響」に加えて「添加剤」、「吸着化学物質」も含めて環境中に存在する MicP の影響を広く捉える方向性が示されている。そのため、今年度より吸着・添加した化学物質を含む影響についても検討を開始し、レビュー文献の調査により基礎的な情報収集・整理を行った。



図表 1-45 MicP の生態影響は、「粒子影響」、「添加剤」、「吸着化学物質」に大別される
(添加剤: プラスチックの性能や加工性を向上させるために製造時に加えられる物質、吸着化学物質: MicP が環境中に流出してから吸着する物質)

1.3.1. レビュー文献調査①: Menéndez-Pedriza, A., & Jaumot, J. (2020)

スペインの国立研究評議会の研究機関の Menéndez-Pedriza らの研究グループは、「Interaction of Environmental Pollutants with Microplastics: A Critical Review of Sorption Factors, Bioaccumulation and Ecotoxicological Effects (2020)⁸」において、主に MicP の吸着化学物質に関するレビューを実施している。

当該文献は、毒性化学と材料に関する国際雑誌である『Toxics』のジャーナルに掲載されており、これまでに 300 報近くの文献に引用されている。

Menéndez-Pedriza らは、吸着・添加した化学物質を含む影響を、「MicP は有害化学物質の生物への侵入を促進することで、有害化学物質の生体蓄積および生物濃縮の潜在的な供給源となり得る」と説明している。

(1) MicP の生物への化学物質輸送における 3 つのシナリオ

Menéndez-Pedriza らは、MicP の生物への化学物質輸送における 3 つのシナリオを提示しており、シナリオ別に文献を引用する形でレビューを行っている。

⁸ Menéndez-Pedriza, A., & Jaumot, J. (2020). Interaction of environmental pollutants with microplastics: a critical review of sorption factors, bioaccumulation and ecotoxicological effects. *Toxics*, 8(2), 40.

- **Scenario1** : Contaminated Biota Eats Clean Plastics (汚染された生物が、汚染されていない MicP を摂取するシナリオ)
- **Scenario2** : Clean Biota Consumes Contaminated Plastics (汚染されていない生物が、汚染された MicP を摂取するシナリオ)
- **Scenario3** : Contaminated Biota Ingests Contaminated Plastics (汚染された生物が、汚染された MicP を摂取するシナリオ)

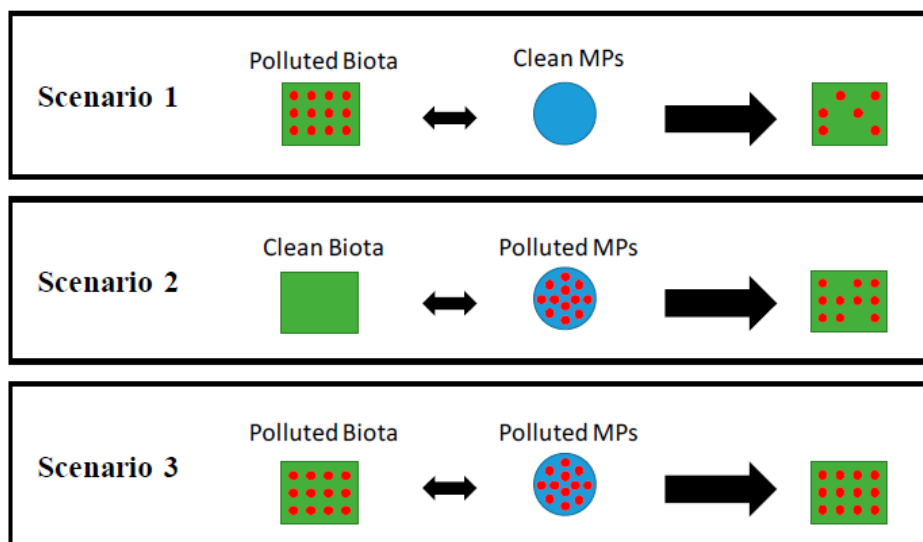


Figure 5. Schematic representation of the three possible bioaccumulation scenarios to assess the role of MPs (blue circles) as vectors of environmental pollutants (red dots) in marine biota (green squares).

図表 1-46 MicP の生物への化学物質輸送における 3 つのシナリオ

(2) Scenario1 : 汚染された生物が、汚染されていない MicP を摂取するシナリオ

この場合、MicP の摂取によって生物体内の汚染物質の低減に繋がる可能性がある (クリーニング効果)。このシナリオでは 2 つの現象が同時に発生しており、一つは、生物体内の汚染物質が MicP に強く吸着する現象、もう一つは、MicP からゆっくりと汚染物質が脱着する現象。これらの現象が同時に起こることにより、生物体内の汚染物質の濃度が減少する。

いくつかの著者はこのクリーニング効果を報告している。Koelmans et al.(2013)は、プラスチックが POPs の生体蓄積に及ぼす影響をシミュレーションした概念モデルを評価した。その結果、POPs を含むプラスチックを摂取すると生体蓄積が増加し、清浄なプラスチックを摂取すると生体蓄積が減少することが示唆された。Gouin et al.(2011)は、 $\log K_{ow}$ が 6.5 ~7.5 の汚染物質について、生体蓄積が減少することを報告した。これらの結果は、ポリエチレンが持つ高い吸着親和性によって説明できる。Granby et al.(2018)らもまた、PCB、PBDE、メチル水銀、PFOS、PFOA、PFOSA、ペルフルオロノナン酸 (PFNA) など多様な汚染物質に対し、汚染された餌に清浄な MPs を加えることで、ヨーロッパスズキの排出係数が増加したことを報告している。他方、Rummel et al.(2016)らは、非汚染のポリエチレンマイクロスフェアが、ニジマス (*Oncorhynchus mykiss*) を用いた *in vivo* 給餌実験において、PCB の排出速度に有意な影響を与えなかったことを示した。

Menéndez-Pedriz らは、このシナリオは実環境中で発生する可能性は低いことを指摘し

ている（生物に摂取されるまでに、MicP は環境中で様々な汚染物質を吸着している可能性が高い）。

(3) Scenario2 : 汚染されていない生物が、汚染された MicP を摂取するシナリオ

実験室におけるばく露実験が容易なため、多くの研究はこのシナリオに当てはまる。例えば、Granby et al.(2018)は、汚染物質を吸着した MicP が存在すると、汚染物質のみを含む餌と比較して、スズキの排出係数が低下することを報告した。Avio et al.(2015)は、ムール貝組織におけるピレンの生体蓄積を、MicP が効率的に促進し得ることを示唆した。この研究では、腸内条件下において、MicP からムール貝への化学物質の高い脱着および生物濃縮過程が生じたと結論付けている。

さらに、Teuten et al.(2009)は、東京湾で自然に汚染された MicP (PCB 濃度 : 51~562 ng/g、平均 97 ng/g) をオオミズナギドリのヒナに与えることで、PCB の生体蓄積が増加することを説明している。同様に、Rochman et al.(2013)は、ポリエチレンの摂取によって PAHs、PCBs、PBDEs の生体蓄積が増加することを報告している。一方、Devriese et al.(2017)は、PCB を吸着させた PE マイクロスフェアを 3 週間ばく露しても、ノルウェーアカザエビにおいてこれらの汚染物質の有意な生体蓄積は見られなかったと結論付けている。

上記の POPs のような環境汚染物質はほぼ至る所で検出されるため、近年の研究では他の新興汚染物質に焦点が当てられている。これらの化学物質についても、MicP はその生体利用可能性を高める輸送媒体として機能し得る。

また、このシナリオはプラスチック添加剤の輸送にも関連している。Sala et al.(2019)は、南欧の海域に生息するイルカにおける有機リン系難燃剤の蓄積量を評価した。これらの化合物は 1960 年代以来、プラスチック添加剤として広く使用されてきた。この研究では、調査対象となった海洋哺乳類の 100% から有機リン系難燃剤が検出され、総有機リン系難燃剤濃度は最大 24.7 ng/g に達した。著者らは、海洋プラスチックごみが有機リン系難燃剤の生体蓄積および生物濃縮の重要な供給源となっている可能性を指摘し、ハロゲン化難燃剤と比較して生産量が半分程度であるにもかかわらず、組織中の濃度が類似している理由を説明できるとした。また、有機リン系難燃剤は生体蓄積および生物濃縮能が低いことから、難燃剤としての使用以外の汚染源が存在する可能性を示唆した。

これらの結果は、化学物質存在下での MicP ばく露による危険性およびリスクをよりの確に理解するためには、異なる組織ごとの生体蓄積速度を分析する重要性を示唆している。

(4) Scenario3 : 汚染された生物が、汚染された MicP を摂取するシナリオ

このシナリオは生物と MicP の最も一般的な（実環境に近い）相互作用を仮定している。多くの著者は、同じ生態系内に存在する MicP を摂取しても、海洋動物における汚染物質の生体蓄積は増加しないと主張している。

例えば、Herzke et al.(2016)は、キョクアホウドリの肝臓および筋肉組織中の POPs 濃度が、プラスチック摂取量の異なるサブグループ間で差がないことを発見した。このため、著者らは、MicP 摂取の有無にかかわらず、海洋生物は POPs を生体蓄積する傾向があると結論付けた。同様に、Khan et al.(2015)は、粒径 10~106 μm の PE マイクロビーズが、ゼブ

ラフィッシュ成魚における銀の取り込みや生体蓄積を増加させないことを示唆した。

吸着・脱着機構は特定のプラスチックと化学物質の相互作用や特定の環境条件に強く依存するため、複数の野外調査を比較すると、矛盾する結果が得られることがある。

(5) まとめ

Menéndez-Pedriz は、吸着・脱着機構に影響を及ぼし得る複数の要因によって、類似した生体蓄積調査でも矛盾する結果が生じるため、MicP が環境汚染物質の輸送に及ぼす影響は過小評価すべきではなく、その影響は無視できないと主張している。 MicP の吸着化学物質の実際の生態影響について、より正確な情報を得るためには、異なるシナリオを詳細に分析する必要がある。 また、MicP の存在は、新興汚染物質（例：医薬品、難燃剤化合物、可塑剤）の生体利用可能性を高める可能性もあることを念頭に置くことが重要である。

1.3.2. レビュー文献調査②：Koelmans, A. A., Diepens, N. J., & Mohamed Nor, N. H. (2021)

オランダ・ワーゲニンゲン大学の Koelmans らの研究グループは、「Weight of Evidence for the Microplastic Vector Effect in the Context of Chemical Risk Assessment (2021)⁹⁾」において、主に MicP の吸着化学物質に関するレビューを実施している。

当該文献は、Springer より刊行された学術書籍『Microplastic in the Environment: Pattern and Process (2022)¹⁰⁾』に収録されており、各章を分担執筆する形で複数の専門家により構成されている。内容は、MicP の環境中での挙動や循環をはじめ、環境および生態系への影響、気候変動との関連、食品安全、人間へのばく露、さらには政策的対応に至るまで、現時点における科学的知見が網羅的かつ体系的に整理されている。

Koelmans らは吸着化学物質に関するレビューにおいて、対象文献全 63 報を「Laboratory study (in vivo) : 30 報」、「Laboratory study (in vitro) : 13 報」、「Field study : 6 報」、「Model study : 14 報」の 4 つのカテゴリに分類している。さらに各文献について、「Demonstrated」、「Inconclusive」、「Not Supported」のいずれかに整理して評価を行っている。

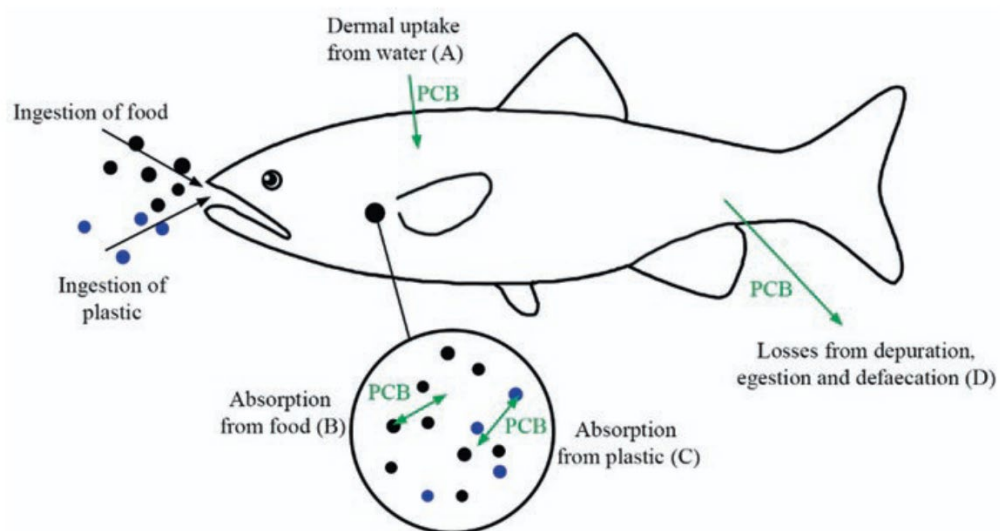
Koelmans らは、吸着・添加した化学物質を含む影響を、自然環境において微小プラスチックの摂取が、プラスチックに関連した化学物質への生物のばく露を増加させる現象と説明している（添加剤も吸着化学物質も区別していない、生体内で溶出するか否かの言及もなし）。仮に MicP を介した化学物質の移動が観察されたとしても、その評価において他のばく露経路（水や餌など）を含めて総合的に検討しているか、さらに検出された化学物質が実際にリスク（PEC/PNEC）を上昇させるかが重要であると強調している。

また、Koelmans らは、化学物質の取り込み、排出の流れを以下のような模式図で示している。

⁹⁾ Koelmans, A. A., Diepens, N. J., & Mohamed Nor, N. H. (2021). Weight of evidence for the microplastic vector effect in the context of chemical risk assessment. In *Microplastic in the Environment: Pattern and Process* (pp. 155-197). Cham: Springer International Publishing.

¹⁰⁾ Bank, M. S. (2022). *Microplastic in the environment: pattern and process* (p. 354). Springer Nature.

- A：経皮吸収（Dermal uptake）：水中の化学物質が皮膚やエラを通して吸収される。
- B：餌からの吸収（Absorption from food）：化学物質を含む餌を摂取することで体内に取り込む。
- C：プラスチックからの吸収（Absorption from plastic）：マイクロプラスチックを摂取した場合、そこに吸着した化学物質が消化管内で溶出・吸収される。
- D：排出経路（Losses from depuration, egestion and defaecation）：代謝・排泄による化学物質の排出。



図表 1-47 化学物質の取り込み・排出の模式図
 (MicP 由来のみではなく、餌や水からも化学物質を摂取)

(1) MicP に吸着・添加した化学物質を含む影響に関する研究を評価する際の 10 の観点
 Koelmans らは、MicP に吸着・添加した化学物質を含む影響に関する研究を評価する際の
 10 の観点を示している。

図表 1-48 MicP に吸着・添加した化学物質を含む影響に関する研究を評価する際の 10
 の観点

No.	観点	概要	関連する研究の種類
1	マイクロプラスチックの調製	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 長期間実環境中で汚染されたマイクロプラスチックを使用しているか ✓ または少なくとも一か月間平衡状態のもと、実験室で化学物質を吸着させたマイクロプラスチックを使用しているか ✓ または非平衡状態を吸着モデルで平衡状態に補正しているか 	Laboratory study
2	自然ばく露経路との類似性	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実環境中と関連するすべてのばく露経路(水や餌などを含まれる)を、測定またはモデル化(望ましくは両方)により評価しているか(実験設計が自然界のばく露状況をどれだけ忠実に再現しているか) 	Laboratory study Field study Model study
3	化学物質ばく露の検証	<ul style="list-style-type: none"> ✓ すべてのばく露経路における化学物質ばく露量を測定またはモデル化により評価しているか(実験中に生物が実際にどの程度の化学物質にばく露されたかを定量的に確認) 	Laboratory study Field study
4	濃度勾配	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実環境中を模倣する場合は濃度勾配なし(実際の環境では、多くの MicP は周囲の水とほぼ平衡状態にある) ✓ 化学物質の吸脱着の挙動を把握する場合は最大の濃度勾配をつける(メカニズムの把握) 	Laboratory study Model study
5	摂取	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 経口摂取を確認しているか 	Laboratory study Field study
6	相関関係	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Field study の影響を検証する際に、相関関係だけで結論を出していないか(MicP を多く摂取した生物は体内の化学物質濃度も高い、などの相関のみで判断していないか、MicP 以外の経路でも化学物質は取り込まれる) ✓ 個別の化学物質を評価しているか(Σ PCBs などの総濃度ではなく、個別化学物質で確認) ✓ 測定誤差を考慮しているか 	Field study
7	生体内での化学移動の可逆性	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 摂取された MicP と生体組織間の双方向の化学物質の移動(クリーニング効果含む)を考慮して、パラメータ推定およびデータ解釈を行っているか 	Laboratory study Field study Model study
8	モデルの妥当性	<ul style="list-style-type: none"> ✓ モデルは実測データ、既存の知識、および設計基準と整合しているか 	Model study
9	閾値	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 吸着・添加した化学物質を含む影響が検証された場合、それが化学物質の閾値の超過につながるかどうかを評価しているか 	Laboratory study Field study Model study
10	混合毒性	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 吸着・添加した化学物質を含む影響が検証された場合、MicP 摂取による化学物質の増加および減少(クリーニング効果)を総合し、化学物質ばく露の閾値を超えるかを評価しているか 	Laboratory study Field study Model study

(2) Laboratory study (in vivo) のレビュー

Koelmans らがレビューを行った Laboratory study (in vivo) の文献 (30 報) を以下に示す。それぞれの文献を「Demonstrated」、「Inconclusive」、「Not Supported」に分類している。

- ✓ **Demonstrated :**
 - 実験やモデルによって、MicP から生物体内への汚染物質の移行が明確に示された場合。ただし、その多くは高濃度や理想化条件など、現実的でない環境条件下での結果が多い。
- ✓ **Inconclusive :**
 - 研究から移行の可能性は示唆されるが、実験設計やデータ解釈により原因の特定ができない場合。例として、汚染物質が餌や水中経由で摂取されたのか、MicP を介して摂取されたのかを区別できない実験系などが含まれる。
- ✓ **Not Supported :**
 - 実験やフィールド観測から、MicP は主要な汚染物質の移行経路ではない、もしくは寄与がごく小さいと結論づけられた場合。天然粒子 (堆積物やプランクトン) からの移行の方が支配的であることが多い。

Koelmans らの Comments に関して、**図表 1-48** のどの観点から言及しているかを事務局にて追記した。また、Comments より、対象化学物質と対象生物も抽出し追記した。対象化学物質に関しては、MicP に吸着させておく露していると読み取れるものは「吸着化学物質」とし、もともと含まれている添加剤をターゲットとしていると読み取れるものは「添加剤」とした。Comments から読み取れないものは「—」とした。

図表 1-49 Koelmans らがレビューを行った Laboratory study (in vivo) の文献 (30 報)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関して、Koelmans らがどの観点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質/ 添加剤)	対象生物
1	Besseling et al.(2013)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実験室において、A. marina(ゴカイ)への PCB ばく露(実環境中で妥当な濃度)を、すべての経路を含めて測定した。MicP を含む処理区では、より高い生体内への蓄積が示された。 ✓ しかし、水相でのばく露および生物の脂質濃度は測定されておらず、処理区間でこれらが異なっていた可能性があるため、吸着・添加した化学物質を含む影響に関する解釈は限定的。 	3(化学物質ばく露の検証)	PCB (吸着化学物質)	A. marina(ゴカイ)
2	Browne et al.(2013)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 初期状態でクリーンな A. marina(ゴカイ)を、フェナントレン、ノニルフェノール、トリクロサン、PBDE-47 をスパイクした MicP または砂にばく露。 ✓ <u>水および餌からの共ばく露は考慮されなかったが、実験設計を考慮すると、水からの取り込みも起こり得た。</u> ✓ 結果として、摂取したプラスチックよりも砂からの方が多くの取り込みが観察された。 ✓ この理由は、プラスチックの方が砂よりも粒子の排出/排便を通じて生物からの除去に効率的であったためと説明できる。 	2(自然ばく露経路との類似性)	フェナントレン、ノニルフェノール、トリクロサン、PBDE-47 (吸着化学物質)	A. marina(ゴカイ)
3	Rochman et al.(2013)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Oryzias latipes(メダカ)を、サンディエゴ湾から吸着した環境汚染物質で濃縮された MicP にばく露。 ✓ 水からの取り込みは考慮されておらず、測定もされていない。試験生物は実験開始時に平衡状態に達していなかった。 ✓ <u>どの部分の取り込みが汚染された餌由来なのか、水由来なのかは不明。</u> 	2(自然ばく露経路との類似性)	PAHs、PCBs、PBDEs(—)	Oryzias latipes (メダカ)
4	Chua et al.(2014)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Allorchestes compress(ベントス)を、MicP の 	2(自然ばく露経路との類似性)	PBDE	Allorchestes

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関して、Koelmans らがどの観点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質 /添加剤)	対象生物
					<p>存在下または非存在下で PBDE にばく露。</p> <p>✓ 水および餌からの共ばく露は考慮されず、かつ初期状態でクリーンな個体が使用された。</p> <p>✓ 実験設計を考慮すると、<u>水からの取り込みも起こり得た</u>。さらに、<u>非現実的に高いプラスチック濃度が使用されていた</u>。</p>	<p>似性)</p> <p>1(化学物質を吸着・含有するマイクロプラスチックの調整)</p>	<p>(吸着化学物質)</p>	<p>compress(ベントス)</p>
5	Avio et al.(2015)		✓		<p>✓ ムール貝 (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) を、ピレンを吸着させた MicP および吸着させていない MicP にばく露。</p> <p>✓ 水および天然餌からの取り込みは考慮されず、かつ初期状態でクリーンな個体が使用された。</p> <p>✓ 実験設計を考慮すると、<u>水からの取り込みも起こり得た</u>。さらに、<u>非常に高いプラスチック濃度が使用されていた</u>。</p>	<p>2(自然ばく露経路との類似性)</p> <p>1(化学物質を吸着・含有するマイクロプラスチックの調整)</p>	<p>ピレン (吸着化学物質)</p>	<p><i>Mytilus galloprovincialis</i> (ムール貝)</p>
6	Wardrop et al. (2016)		✓		<p>✓ レインボーフィッシュ (<i>Melanotaenia fluviatilis</i>) を、PBDE を吸着させた MicP および吸着させていない MicP にばく露。</p> <p>✓ 水および餌からの共ばく露は考慮されず、かつ初期状態でクリーンな個体が使用された。</p> <p>✓ 実験設計を考慮すると、<u>水からの取り込みも起こり得た</u>。さらに、<u>非常に高いプラスチック濃度が使用されていた</u>。</p>	<p>2(自然ばく露経路との類似性)</p> <p>1(化学物質を吸着・含有するマイクロプラスチックの調整)</p>	<p>PBDE (吸着化学物質)</p>	<p><i>Melanotaenia fluviatilis</i> (レインボーフィッシュ)</p>
7	Rummel et al. (2016)		✓		<p>✓ <i>Oncorhynchus mykiss</i> (ニジマス) におけるマイクロプラスチック摂取による「クリーニング効果」を、PCB で汚染された魚に非汚染のポリエチレン (PE) を含む餌を与えることで調査した。</p> <p>✓ <u>プラスチック摂取が PCB の体内浄化速度(脱離速度)に目立った影響は報告されなかった</u>。</p> <p>✓ しかし、脱離速度定数の信頼区間が広がったため、この研究は処理効果を検出する感度が低かった。</p>	<p>7(生体内での化学移動の可逆性)</p>	<p>PCB (—)</p>	<p><i>Oncorhynchus mykiss</i> (ニジマス)</p>

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関して、Koelmans らがどの観点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質 / 添加剤)	対象生物
					✓ したがって、この観察結果だけでは、 <u>クリーニング効果が存在しなかったと断定するには不十分である可能性がある。</u>			
8	Besseling et al. (2017)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A. marina (ゴカイ) に対する PCB の実環境ばく露を模倣し、堆積物、MicP、水を用い、6 週間の平衡化後にすべてのばく露経路を含めて実施し、さらに摂取も評価した。 ✓ 水相からのばく露はパッシブサンプラーで測定し、生物の脂質濃度も測定した。 ✓ データの解釈には、Koelmans et al. (2013b) に基づく生物動態モデルが用いられた。 ✓ MicP あり/なしの処理区間で生体濃縮係数 (BAF) に差は認められず、これは<u>吸着・添加した化学物質を含む影響が存在しないことを示す証拠</u>であり、モデルシミュレーションでも支持された。 	2 (自然ばく露経路との類似性)	PCB (吸着化学物質)	A. marina (ゴカイ)
9	Beckingham and Ghosh (2017)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lumbriculus variegatus (ミミズ類) を用いた、PCB の生体内蓄積に関する研究。 ✓ ポリプロピレンから PCB が堆積物や水へ溶出する過程は考慮されていなかった。 ✓ 周囲環境への脱着を介した間接ばく露と比較して、ポリプロピレンが輸送媒体としてどの程度寄与するかは定量化されていなかった。 ✓ さらに、<u>ミミズによるマイクロプラスチックの摂取も評価されなかった。</u> 	5 (摂取)	PCB (吸着化学物質)	Lumbriculus variegatus (ミミズ類)
10	Devriese et al. (2017)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ ノルウェーアカザエビ (Nephrops norvegicus) に、短期スパイクした PCB を負荷した MicP を給餌したところ、PE MicP を 3 週間摂取した場合には PCB の追加取り込みは限定的であり、PS MicP では観察されなかった。 ✓ PCB は MicP 表面にスパイクされており、ゼラチン餌にも PCB が含まれていた。 	10 (混合毒性) 1 (化学物質を吸着・含有するマイクロプラスチックの調整)	PCB (吸着化学物質)	Nephrops norvegicus (ノルウェーアカザエビ)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関し て、Koelmans らがどの観 点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質 /添加剤)	対象生物
					✓ さらに、水からの取り込みも起こり得たため、 <u>餌、水、プラスチックのいずれからの蓄積かを区別することは困難であった。</u>			
11	Sleight et al.(2017)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ MicP が外洋から底生環境への化学物質の輸送媒体として作用するという仮説を検証した。 ✓ ゼブラフィッシュ幼生 (Danio rerio) に対する MicP 結合化学物質のバイオアベイラビリティは、遺伝子発現解析によって評価された。 ✓ <u>水相からのばく露は評価されなかった。</u> ✓ データ解釈においては吸着平衡に達していると仮定したが、実験的に確認はされておらず、<u>短期間(5 日間)のばく露では達成されていない可能性が高い。</u> ✓ さらに、MicP および化学物質の濃度は環境的に<u>妥当な濃度よりもかなり高かった。</u> 	2(自然ばく露経路との類似性) 1(化学物質を吸着・含有するマイクロプラスチックの調整)	Phenanthrene 17 α - ethinylestradiol (吸着化学物質)	Danio rerio (ゼ ブラフィッシュ 幼生)
12	Rochman et al. (2017)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ MicP と PCB の相互作用が、Corbicula fluminea (シジミ類) およびその捕食者である Acipenser transmontanus (シロチョウザメ) にどのような影響を与えるかを調べた。 ✓ <u>ばく露は初期状態でクリーンな個体に対し、プラスチック摂取のみで行われたが、摂取量は定量されなかった。</u> ✓ <u>PCB はクリーンな水へ脱着し、その後、水槽の曝気により MicP から揮発した可能性がある。</u> ✓ 試験生物からは PCB は検出されなかったため、生体内蓄積に対する処理効果は評価できなかった。 	5(摂取)	PCB (吸着化学物質)	Corbicula fluminea(シジミ 類) Acipenser transmontanus (シロチョウザ メ)
13	Horton et al.(2018)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Daphnia magna (オオミジンコ) に対して、MicP および水中の化学物質による環境的に妥当な共ばく露を実施した。 ✓ しかし、試験生物を添加したこともあり、系は 	1(化学物質を吸着・含有するマイクロプラスチックの調整)	Dimethoate Deltamethrin (吸着化学物質)	Daphnia magna (オオミジンコ)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関し て、Koelmans らがどの観 点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質 /添加剤)	対象生物
					<ul style="list-style-type: none"> ✓ 平衡状態には達していなかった。 ✓ MicP 濃度は環境中の濃度よりもはるかに高かった。 ✓ MicP が化学物質の毒性に与える影響は認められなかった。 			
14	Guven et al.(2018)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 熱帯魚 <i>Lates calcarifer</i>(バラマンディ)に対する、ピレンおよび MicP の急性影響(遊泳能力および捕食能力への影響)を評価した。 ✓ 1~24 時間の範囲で影響が記録されたため、試験生物・MicP・ピレンが<u>平衡状態にあったかは不明である。</u> ✓ <u>魚には給餌されなかったため、このばく露経路の現実性は失われている。</u> ✓ <u>ピレンがどのように測定されたかも不明である。</u> ✓ 著者らは、試験期間が短かったため、ピレンの吸収が MicP に限定された可能性があることを認めている。 	1(化学物質を吸着・含有するマイクロプラスチックの調整) 2(自然ばく露経路との類似性) 3(化学物質ばく露の検証)	ピレン (吸着化学物質)	<i>Lates calcarifer</i> (バラマンディ)
15	Batel et al.(2018)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ BaP の MicP からの移行を、クリーンな成体ゼブラフィッシュ (<i>Danio rerio</i>) の鰓およびゼブラフィッシュ胚への単純付着によって試験し、確認した。 ✓ BaP と MicP の平衡化はわずか 24 時間のみであった。 ✓ ばく露中に BaP が水中へ脱着した可能性がある。 ✓ <u>水経由のばく露の役割は評価されていない。</u> ✓ クリーンな個体を使用したため、<u>環境的に現実的な濃度勾配は存在しなかった。</u> ✓ <u>MicP および BaP の濃度は非常に高かった。</u> 	2(自然ばく露経路との類似性) 4(濃度勾配) 1(化学物質を吸着・含有するマイクロプラスチックの調整)	BaP (吸着化学物質)	<i>Danio rerio</i> (ゼブラフィッシュ)
16	Beiras et al.(2018)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ PE 製 MicP の摂取および接触を試験したが、海洋プランクトン (<i>Brachionus plicatilis</i> (ヒラマ 	2(自然ばく露経路との類似性)	benzophenone-3	海洋プランクトン (<i>Brachionus</i>)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関して、Koelmans らがどの観点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質 /添加剤)	対象生物
					<p>キミジンコ)、Tigriopus fulvus(タイリクツボミジンコ)、Acartia clausi(アカツキプランクトン)、Mytilus galloprovincialis(ムラサキガイ)、Paracentrotus lividus(ムラサキウニ)、Oryzias melastigma(カワスズメダカ))に急性毒性は認められなかった。</p> <p>✓ MicP へのスパイクはわずか 2 日間のみであり、汚染 MicP はクリーンな個体に投与され、<u>他の化学物質のばく露経路は考慮されなかった。</u></p> <p>✓ このように MicP の影響が人工的に強調される条件であったにもかかわらず、影響は認められなかった。したがって、この結果は、対象とした種において <u>吸着・添加した化学物質を含む影響が発生しないことを支持すると考えられる。</u></p>		(吸着化学物質)	plicatilis(ヒラマキミジンコ)、Tigriopus fulvus(タイリクツボミジンコ)、Acartia clausi(アカツキプランクトン)、Mytilus galloprovincialis(ムラサキガイ)、Paracentrotus lividus(ムラサキウニ)、Oryzias melastigma(カワスズメダカ))
17	Scopetani et al.(2018)			✓	<p>✓ クリーンな Talitrus saltator(タリトルス・サルタトル/海浜性端脚類)に、(短期)汚染された MicP を混合した非汚染の魚餌を給餌した場合、または汚染された Talitrus saltator に、クリーンな MicP を組み合わせた汚染餌を給餌した場合を試験した。</p> <p>✓ 前者の処理では吸着・添加した化学物質を含む影響が観察された。後者の処理では MicP が生物をクリーニング(体内化学物質を減少)させる効果が示された。</p> <p>✓ MicP へのスパイクは短期間のみであり、水中での脱着も起こり得た。</p> <p>✓ <u>化学物質の移動方向が逆向きの現象が検出されたことから、環境中における吸着・添加し</u></p>	7(生体内での化学移動の可逆性)	PBDEs (吸着化学物質)	Talitrus saltator(タリトルス・サルタトル/海浜性端脚類)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関し て、Koelmans らがどの観 点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質 /添加剤)	対象生物
					た化学物質を含む影響の関連性は限定的であるという結論は妥当と考えられる。			
18	Barboza et al.(2018)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dicentrarchus labrax(ヨーロッパスズキ)の稚魚に対する、MicP および HgCl₂(塩化水銀)ばく露の影響を評価した。 ✓ MicP のポリマー種類および関連化学物質は不明であった。 ✓ クリーンな魚が使用され、餌は与えられなかったため、水銀の化学形態およびばく露状況は自然条件とは異なるものとなり、実際の環境で MicP がどのように影響するかについては不確実性が残った。 	2(自然ばく露経路との類似性)	HgCl ₂ (吸着化学物質)	Dicentrarchus labrax(ヨーロッパスズキ)
19	Rehse et al.(2018)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ポリアミド製 MicP の存在が、Bisphenol A (BPA)の Daphnia magna(オオミジンコ)への影響をどのように変化させるかを解析した。 ✓ BPA のばく露は、水のみ経由、水+摂取した MicP 経由の 2 条件で実施された。 ✓ EC50 値は両条件で同じであり、吸着・添加した化学物質を含む影響が発生しなかったことを示している。 	2(自然ばく露経路との類似性)	Bisphenol A (吸着化学物質)	Daphnia magna (オオミジンコ)
20	Beiras and Tato (2019)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ MicP およびノニルフェノールの影響を、ウニ幼生 Paracentrotus lividus(ムラサキウニ)で評価した。 ✓ 実験条件は、被験種における化学物質取り込みに対する粒子相の重要性を最大化することを目的として設定され、天然粒子は存在せず試験した MicP 負荷は、海水中でこれまでに観測された環境レベルを大幅に上回っていた ✓ MicP と餌が存在する条件では、MicP が存在しない場合と比較して化学物質の影響閾値に差はなく、吸着・添加した化学物質を含む影響は発生しなかったことが示された。 	2(自然ばく露経路との類似性)	ノニルフェノール (一)	Paracentrotus lividus(ムラサキウニ)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関して、Koelmans らがどの観点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質/ 添加剤)	対象生物
21	Wang et al.(2019)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eisenia fetida(フトミズ)を、以下の条件でばく露した: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 農業土壌中の PE および PS 粒子 ➢ PCB・PAH・MicP で汚染された土壌 ➢ PCB/PAH で汚染された土壌(MicP なし) ✓ データ解釈には、Koelmans et al. (2013b)に基づく生物動態モデルが活用された。 ✓ <u>吸着・添加した化学物質を含む影響は認められなかった。</u> 	2(自然ばく露経路との類似性)	PCB・PAH (吸着化学物質)	Eisenia fetida (フトミズ)
22	Beiras et al.(2019)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ウニのプルテウス幼生(Sea urchin pluteus)およびカイアシ類のノープリウス幼生(Copepod nauplius)は、MicP 粒子を能動的に摂取することが確認された。 ✓ しかし、MicP はウニ幼生における有機化学物質の蓄積を増加させなかった。 ✓ また、MicP はプランクトンに対する 4-n-ニルフェノール(4-n-NP)や 4-メチルベンジリデンカンファー(4-MBC)の毒性も増加させなかった。 ✓ <u>PE 製 MicP は、疎水性化学物質のプランクトンへの輸送媒体としては作用しなかった。</u> 	-	4-n-ニルフェノール 4-メチルベンジリデンカンファー(吸着化学物質)	Sea urchin pluteus(プルテウス幼生) Copepod nauplius(ノープリウス幼生)
23	Sørensen et al.(2020)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acartia tonsa(アカツキプランクトン)および Calanus finmarchicus(キブリスオキアミ)を対象に、摂取可能および摂取不可能な PE 製 MicP ビーズを用いてばく露試験を行った。 ✓ これらの MicP はフルオランテンおよびフェナントレンでスパイクされており、水相にも同じ化学物質が存在する共ばく露条件であった。 ✓ この条件下では、 <ul style="list-style-type: none"> ➢ MicP の有無 ➢ 摂取可能 MicP と摂取不可能 MicP 	-	フルオランテン フェナントレン (吸着化学物質)	Acartia tonsa (アカツキプランクトン) Calanus finmarchicus (キブリスオキアミ)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関し て、Koelmans らがどの観 点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質 /添加剤)	対象生物
					✓ のいずれの系でも生体濃縮係数(BAF)は同じであり、吸着・添加した化学物質を含む影響は発生しなかったことが示された。			
24	Thaysen et al. (2020)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Larus delawarensis</i>(カモメ類、リングビルガモメ)において、摂取されたプラスチックと生物の脂質間における臭素系難燃剤の移行方向を調査した。 ✓ 結果として、化学物質ごとに濃度勾配の方向が異なり、化学物質依存で双方向の移行クリーニング効果含む)が起こり得ることが示された。 ✓ しかし、より多くの化合物では、生物からプラスチックへの移行(クリーニング効果)が発生していた。 	4(濃度勾配) 7(生体内での化学移動の可逆性)	臭素系難燃剤 (一)	<i>Larus delawarensis</i> (カモメ類、リングビルガモメ)
25	Bartonitz et al. (2020)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Gammarus roeseli</i>(ヨーロッパヨコエビ)を、水中のフェナントレンに加え、MicP または堆積物の存在下でばく露した。 ✓ 結果として、MicP および堆積物粒子の濃度が非常に高かったため、フェナントレンは粒子に吸着し、毒性が低減した。このため、吸着・添加した化学物質を含む影響は存在しないと結論づけられた。 ✓ しかし、実環境レベルの MicP 濃度では水相濃度を低減させる効果は生じないため、この結果は環境的妥当性が低く、結論は不確実である。 	1(化学物質を吸着・含有するマイクロプラスチックの調整)	フェナントレン (吸着化学物質)	<i>Gammarus roeseli</i> (ヨーロッパヨコエビ)
26	Xia et al.(2020)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Chlamys farreri</i>(イタヤガイ)を、PS 製 MicP の有無で BDE209 にばく露させた。 ✓ 結果として、生物濃縮係数(BCF)は両条件で同じであったが、MicP 存在下では脱離(depuration)が速くなり、クリーニング効果が示された。 	7(生体内での化学移動の可逆性) 1(化学物質を吸着・含有するマイクロプラスチックの調整) 2(自然ばく露経路との類	BDE209 (吸着化学物質)	<i>Chlamys farreri</i> (イタヤガイ)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関し て、Koelmans らがどの観 点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質 /添加剤)	対象生物
					<ul style="list-style-type: none"> ✓ しかし、以下の問題があった: <ul style="list-style-type: none"> ➢ MicP と BDE209 の事前平衡化条件は明確ではない ➢ 水からの共ばく露は定量されていない ➢ 水は毎日交換され、ホタテも毎日取り出されたが、この影響はモデルに反映されていない ➢ クリーンな試験生物を使用し、ばく露中に餌は与えられなかった 	似性)		
27	Coffn et al.(2020)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Atractoscion nobilis(ホワイトシーバス)を、環境的に妥当な MicP(0.32 粒子/L)およびベンゾ[a]ピレンを吸着させた MicP にばく露した。 ✓ <u>餌や水を介した共ばく露は含まれていなかった。</u>5日間のばく露では、MicP の存在による影響は観察されなかった。 ✓ この結果は、吸着・添加した化学物質を含む影響が発生しなかったことを示している。 	2(自然ばく露経路との類似性)	ベンゾ[a]ピレン (吸着化学物質)	Atractoscion nobilis(ホワイトシーバス)
28	Tanaka et al.(2020)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calonectris leucomelas(オオミズナギドリ)のヒナに対して、5種類の添加剤で汚染された PE ペレットを給餌する、環境的に妥当な条件での摂食実験を行った。 ✓ この実験条件下では吸着・添加した化学物質を含む影響が実証された。 ✓ しかし、試験生物は開始時にクリーンであり、化学物質は餌中には存在しなかった。 ✓ 実環境では、ほとんどの化学物質は遍在しており、餌を介した共ばく露が生じる可能性が高い。 	2(自然ばく露経路との類似性)	臭素系難燃剤 (添加剤)	Calonectris leucomelas (オオミズナギドリ)
29	Wang et al.(2020a)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eisenia fetida(フトミズ)を対象に、PCB および PAH でスパイクした 5種類の MicP ポリマーに 28日間ばく露させた。 ➢ 化学物質のミズへの移行は観察され、 	2(自然ばく露経路との類似性) 7(生体内での化学移動の可逆性)	PCB PAH (吸着化学物質)	Eisenia fetida (フトミズ)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関し て、Koelmans らがどの観 点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質 /添加剤)	対象生物
					<p>皮膚ばく露が摂取 MicP 経由のばく露を概ね上回った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ クリーンな MicP の添加は化学物質の移行を減少させ(クリーニング効果)た。 ➢ データ解釈には、Koelmans et al. (2013b) に基づく生物動態モデルが用いられた。 <p>✓ 結論として、MicP は化学物質のソースにもシンクにもなり得るが、短期かつ非平衡条件に基づく予測であっても、自然条件を代表し得る場合があるとされた。</p>			
30	Wang et al.(2020b)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eisenia fetida(フトミズ)を対象に、以下の条件で 28 日間ばく露試験を行った: <ul style="list-style-type: none"> ➢ PCB 汚染土壌+クリーンな MicP(3 サイズの PE) ➢ クリーン土壌+PCB 汚染 MicP ✓ 両処理とも、非 MicP 対照群と比較して化学物質の取り込みは減少(クリーニング効果)した。 ✓ データ解釈には、Koelmans et al. (2013b)に基づく生物動態モデルを使用 ✓ MicP 摂取経由の化学物質取り込みは、他の並行経路に比べて小さかった ✓ 結論として、MicP は化学物質のソースにもシンクにもなり得るが、自然環境での効果は、MicP 濃度が低いため非常に小さいと考えられる。 	7(生体内での化学移動の可逆性)	PCB (吸着化学物質)	Eisenia fetida (フトミズ)

30 報中 21 報は、「Inconclusive」に分類されている。主な理由は以下の通り。

- 実環境中のばく露状況を考慮できていない (MicP 以外の餌や水からの摂取を考慮できていない)
- 実環境中に比べて高濃度の化学物質の吸着させた MicP を使用している

➤ MicP の摂取量を評価できていない（経口摂取が行われたのかが不明）

また、30 報中 9 報は、MicP 単独での試験系と MicP+化学物質の試験系を比較し差異が認められなかったため、「Not Supported」となっている。基本的には添加剤の影響ではなく、吸着化学物質の影響を見ている文献が多く、クリーニング効果を示す文献もあり。

傾向として、2013~2015 年の初期の研究は、MicP 単独ばく露や短期で高濃度の化学物質を吸着させた MicP を用いた試験が多く、影響が出やすい条件で実験を行っているが、後期研究（2017 年以降）は、水相や餌からのばく露も含めたより実環境中のばく露に近い評価を実施し、結果として吸着化学物質の移行は他の経路に比べて寄与率が低いと結論づけている論文が多い。近年は、クリーニング効果を示す研究も増加し、MicP が必ずしも生物へのリスクを増大させないことが示唆されている。多くの研究は不確実性を伴う、または吸着・添加した化学物質を含む影響を支持しない状況であり、実環境中で MicP の吸着化学物質がリスクを増大させる証拠は現状では限定的。

(3) Laboratory study (in vitro) のレビュー

Koelmans らがレビューを行った Laboratory study (in vitro) の文献 (13 報) を以下に示す。それぞれの文献を「Demonstrated」、「Inconclusive」、「Not Supported」に分類している。Comments に関して、Koelmans らが図表 1-48 のどの観点から言及しているかを事務局が追記した。

図表 1-50 Koelmans らがレビューを行った Laboratory study (in vitro) の文献 (13 報)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	左記の comment に関して、Koelmans らがどの観点から言及しているか(事務局追記)
1	Teuten et al.(2007)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Arenicola marina (アオゴカイ) の腸液を模擬したタウロコール酸ナトリウム溶液および海水中において、プラスチックおよび堆積物からのフェナントレンの脱着速度を比較した。 ✓ モデル解析は、初期脱着を評価するための擬一次速度解析 (pseudo first-order) に限定された。また、異なるコンパートメント間の平衡分配法 (equilibrium partitioning) を用いた理論計算を行い、それぞれの相対的寄与を把握した。 ✓ しかし、この解析には以下の問題がある: ✓ 環境はより動的であるため、底生生物に対して実際にバイオアクセス可能な化学物質量を過大評価する傾向がある。他のばく露経路は考慮されていなかった 	2 (自然ばく露経路との類似性)
2	Bakir et al.(2014)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ PVC および PE からの化学物質の脱着速度を、消化管条件を模擬した環境で調査した。 ✓ モデル解析は一次速度論 (first-order kinetics) のみに基づいており、逆方向の吸着 (backward sorption) や二峰性挙動 (bimodal behavior) は無視されていた。 ✓ 化学物質は短期間のみ吸着されたが、非平衡状態での脱着速度論は考慮されていなかった。 ✓ 最大濃度勾配を用いた評価は、自然環境では妥当性が低い。 ✓ 消化管内における他の経路も考慮されていなかった。 	2 (自然ばく露経路との類似性) 4 (濃度勾配)
3	Turner and Lau (2016)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 海鳥の消化液を模擬した溶液中で、ハロゲン化難燃剤を示す元素のバイオアクセス性を評価した。 ✓ モデル解析は限定的であり、拡散律速モデルおよび放物線モデル (parabolic model) を用いて速度定数を算出した ✓ 最大濃度勾配を前提とした評価は、自然環境では妥当性が低い ✓ 結果の環境的解釈は、プラスチックから溶出した全量の百分率に基づいていたが、海鳥の消化管は既に他の経路で汚染されているため、十分ではない 	2 (自然ばく露経路との類似性) 4 (濃度勾配)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	左記の comment に関して、Koelmans らがどの観点から言及しているか(事務局追記)
4	Beckingham and Ghosh(2017)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ ポリプロピレンと、その他の天然および人工由来の有機粒子との間で、消化液中での溶解挙動(溶出性)を比較した。 ✓ モデルは依然として限定的であり、全ての化学物質同族体が 4 時間で系内平衡に達したと仮定してデータ解析を行った ✓ <u>汚染粒子と消化液の間の最大濃度勾配を前提とした評価は、環境的には妥当性が低い</u> 	4(濃度勾配)
5	Massos and Turner(2017)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 漂着 MicP に含まれる Cd、Pb、Br のバイオアクセス性(環境中に存在する化学物質や元素のうち、生物が消化管や呼吸などの生理学的プロセスを通じて吸収可能な形で利用できる割合)を、生理学的抽出試験 (physiologically based extraction test) で評価した。 ✓ 評価はプラスチック中の総量に対するバイオアクセス可能な割合 (%) のみに基づいており、生物が体内に元素をまったく蓄積していない場合にしか適用できず、<u>自然環境での実態を反映していない。</u> ✓ 元素の MicP 経路でのバイオアクセス性を、食餌経路での濃度と比較したが、<u>餌が存在する場合にバイオアクセス性の割合が変化する可能性は考慮されていなかった。</u> 	2(自然ばく露経路との類似性)
6	Turner(2018)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ オオミズナギドリ(Northern fulmar)の消化液を模擬した溶液中で、有害元素のバイオアクセス性を評価した。 ✓ モデル解析は限定的であり、擬一次拡散モデル(pseudo first-order diffusion model)を用いたため、個々の元素の交換フラックスを考慮していなかった ✓ フルマーの体内に元素がすでに生体蓄積しているシナリオも考慮されなかった ✓ 実験のように、<u>最大濃度勾配や、最大溶出量(平衡濃度)に基づくバイオアクセス性%の評価は、自然環境では妥当性が低い</u> 	2(自然ばく露経路との類似性) 4(濃度勾配)
7	Lee et al.(2019)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 魚類における化学物質の総取り込みに対する MicP 摂取の寄与を、模擬腸液およびモデル解析を用いて評価した。 ✓ モデル解析には誤差推定が含まれておらず、実験結果との整合もなく、キャリブレーションも行われていなかった ✓ 結果は実際の環境における状況として評価されていなかった 	2(自然ばく露経路との類似性)
8	Coffn et al.(2019)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 魚類および海鳥を対象とした消化管模擬モデルを用いて、一般的に摂取されるプラスチック製品からの添加剤の溶出(leaching)を評価した。 ✓ <u>バージンプラスチックを使用しており、プラスチックと消化液の間の濃度勾配を最大化した条件で実施されたが、これは自然環境では妥当性が低い</u> 	2(自然ばく露経路との類似性) 4(濃度勾配)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	左記の comment に関して、Koelmans らがどの観点から言及しているか(事務局追記)
					<ul style="list-style-type: none"> ✓ プラスチックから溶出した化学物質の濃度と、そのエストロゲン様作用に関する統計解析は単一時点でのみ実施され、その結果はあくまでこの実験条件下での吸着・添加した化学物質を含む影響を反映したものに過ぎない ✓ 他の関連プロセスとの関係に基づく環境的評価は行われなかった 	
9	Guo et al.(2019)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン (ABS) 樹脂からの難燃剤の溶出を、鳥類の消化系を模擬したシステムで調査し、堆積物を同時摂取した場合の影響も評価した。 ✓ 結果のさらなる評価として、モデル解析や化学特性(K_{ow})に基づく計算は行われなかった ✓ 結果として、化学物質はプラスチックから堆積物へ移行することが示された。しかし、本研究では、系内の各成分の吸着容量や交換フラックスは考慮されていなかった 	—
10	Martin and Turner(2019)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ カドミウムの挙動を、消化条件を模擬した環境下で 6 時間にわたり評価した。 ✓ モデルは限定的であり、他の相(フェーズ)や交換フラックスは考慮されなかった ✓ 実験データに二次拡散モデル(second-order diffusion model)を適用して得られた速度定数の妥当性については議論されなかった ✓ 環境的含意の評価は自然条件には適さない <ul style="list-style-type: none"> ➢ 自然環境にはクリーンな堆積物は存在しない ➢ 実験で使用された堆積物は保護された非汚染地点で採取されたものであり、他地域を代表していない 	2(自然ばく露経路との類似性)
11	Mohamed Nor and Koelmans(2019)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ PCBs の化学物質交換を、消化液模擬システムで評価し、プラスチックと生物間のフガシティ(fugacity)レベルが異なる複数のシナリオを想定した。 ✓ 系内のすべての交換フラックスを考慮し、二峰性挙動(bimodal behavior)を含むモデル解析を行い、パラメータの誤差推定も提示した ✓ 餌など、消化管内の他の成分との交換フラックスも考慮した ✓ 異なるシナリオにおける、摂取されたプラスチックから生物へのバイオアベイラビリティについて議論した 	2(自然ばく露経路との類似性)
12	Heinrich and Braunbeck(2020)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ PE 製 MicP を添加した条件で、7-ethoxyresorufin-O-deethylase (EROD) 誘導物質を投与したニジマス(Oncorhynchus mykiss)由来の RTL-W1 細胞に対する影響を調べた。 ✓ MicP の添加により EROD 活性は低下した ✓ 著者らは、MicP の存在が現場(in situ)におけるバイオアベイラブルな汚染物質の 	7(生体内での化学移動の可逆性) 2(自然ばく露経路との類似性)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	左記の comment に関して、Koelmans らがどの観点から言及しているか(事務局追記)
					<ul style="list-style-type: none"> ✓ 量を減少させ得る(クリーニング効果)と結論づけた ✓ しかし、このメカニズムが自然条件下でどの程度生じるかは依然として不明である 	
13	Kühn et al.(2020)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ オオミズナギドリ(Fulmar)の胃油(stomach oil)を用いた実験で、15種類の化学物質のうち5種類がプラスチックから溶出(leaching)することが観察された。 ✓ 異なる実験間での結果は一貫性がないとされた ✓ 油中の濃度は生分解により低下し、<u>化学物質移動の濃度勾配を増加させた可能性</u>がある ✓ <u>通常の餌からの生物濃縮(biomagnification)は評価されなかった</u> ✓ <u>油からプラスチックへの化学物質移動は考慮されなかった</u> ✓ 著者らは、この実験データを<u>自然条件を模擬するモデルと比較すべきではないと認めている</u> 	2(自然ばく露経路との類似性) 4(濃度勾配)

13報中12報は「Inconclusive」、1報は「Not Supported」に分類されている。ほとんどの in vitro 試験では吸着・添加した化学物質を含む影響の文脈で、生物の消化液や胃液を模擬し、化学物質の吸着/脱着の挙動を解析している。現象解明が主目的であり、媒体間で化学物質の濃度勾配が非常に高く、実環境中での挙動にあてはめることはできない。

(4) Field study のレビュー

Koelmans らがレビューを行った Field study の文献 (6 報) を以下に示す。それぞれの文献を「Demonstrated」、「Inconclusive」、「Not Supported」に分類している。Comments に関して、Koelmans らが図表 1-48 のどの観点から言及しているかを事務局が追記した。

図表 1-51 Koelmans らがレビューを行った Field study の文献 (6 報)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関して、Koelmans らがどの観点から言及しているか	対象化学物質 (吸着化学物質 / 添加剤)	対象生物
1	Fossi et al.(2012)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ MicP 摂取がフタル酸エステルの生体内蓄積に与える影響は、プランクトン試料中でプラスチックとフタル酸エステルが共に検出され、さらに同じフタル酸エステルがナガスクジラ (Balaenoptera physalus) にも検出されたことから推測された。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ プランクトン対 MicP の数濃度比は、リグリア海で 1600:1、サルデーニャ海で 18000:1 であった。 ➤ 海洋中でプラスチックは経時劣化し、化学物質は脱着してプランクトンに取り込まれる可能性が高い。 ✓ このことから、フタル酸エステルの取り込みは、MicP 摂取よりもプランクトン摂取による経路の方が起こりやすいと考えられる。 	2(自然ばく露経路との類似性)	フタル酸エステル (—)	Balaenoptera physalus (ナガスクジラ)
2	Gassel et al.(2013)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seriola lalandi (ヒラマサ) 19 個体のうち 6 個体でノニルフェノールが検出され、同時に 19 個体中 2 個体でプラスチック粒子が 2 個検出されたことから、MicP 摂取がノニルフェノール検出を最もよく説明すると推測された。 ✓ このデータに基づくと、プラスチックがノニルフェノールの供給源であった可能性はある。 ✓ しかし、魚のサンプル数 (n=19) およびプラスチックのサンプル数 (n=2) が極めて少なく、他の平行ばく露 	6(相関関係からの証拠)	ノニルフェノール (—)	Seriola lalandi (ヒラマサ)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関して、Koelmansらがどの観点から言及しているか	対象化学物質(吸着化学物質/添加剤)	対象生物
					経路が取り込みに寄与した可能性も否定できない。			
3	Tanaka et al.(2013)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Puffinus tenuirostris(ハシボソミズナギドリ)の体内で検出されたPBDEは、胃内のプラスチックにも存在したが、捕食対象の餌には存在しなかった。このことから、摂取されたプラスチックがPBDEの供給源である可能性が示唆された。 ✓ しかし、餌試料は7年後、かつ1000km以上離れた地点で採取されたものであるため、著者らもこの解釈には留意が必要であることを認めている。 	6(相関関係からの証拠)	PBDE (—)	Puffinus tenuirostris (ハシボソミ ズナギドリ)
4	Rochman et al.(2014)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Myctophid(ミズウオ類:発光性中深層魚)は、プラスチック密度が高い海域で採取された個体ほど、組織中のBDEs #183-209濃度が高かった。 ✓ これは、これらの化学物質が海洋環境におけるプラスチック汚染の指標となり得ることを示唆している。 ✓ しかし、 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 魚体内のプラスチックは測定されておらず、 ➢ BDEs は水またはプランクトン食餌由来で蓄積した可能性もある。 ✓ したがって、MicP 摂取の役割について強い結論は導かれなかった。 	6(相関関係からの証拠) 2(自然ばく露経路との類似性)	BDEs #183- 209 (—)	Myctophid(ミ ズウオ類:発 光性中深層 魚)
5	Herzke et al.(2016)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 3つの証拠を組み合わせると解析した結果、Fulmarus glacialis(ハシウミガラス)において、MicP が POPs(残留性有機汚染物質)の輸送媒体として作用しなかったことが示された。 ✓ 組み合わせた証拠は以下の通り: <ul style="list-style-type: none"> ➢ POPs濃度の相関解析およびプラスチック摂取量の異なるサブグループ間での組織中 POPs濃度の比較 ➢ フガシティ(fugacity)計算 ➢ 生物濃縮モデリング 	—	—	Fulmarus glacialis(ハ シウミガラ ス)
6	Gassel and		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Myctophidae(ミズウオ類)において、化学汚染物質と 	2(自然ばく露経路との類)	低塩素化	Myctophidae

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	事務局追記		
						左記の comment に関して、Koelmansらがどの観点から言及しているか	対象化学物質(吸着化学物質/添加剤)	対象生物
	Rochman(2019)				<p>MicP の関係を解析した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 低塩素化 PCB は海洋環流域の魚で高濃度を示し、モデルで推定されたプラスチック密度の高さと関連していた。 ✓ しかし、以下の問題があった： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 回帰解析では、データの正規性や、モデル化された MicP 密度の不確実性が考慮されておらず、これらは有意水準に影響し得る ➢ 観察された差を説明し得る <u>MicP 以外のばく露経路も考慮されていなかった</u> 	似性)	PCB (—)	(ミズウオ類)

6報中5報は「Inconclusive」、1報は「Not Supported」に分類されている。Laboratory studyと比較し、Field studyの文献数は少ない(実環境中で吸着・添加した化学物質を含む影響を検証するのは困難)。基本的には、MicPが多く検出された個体は、体内の化学物質濃度も高いため、MicP由来の可能性がある、という相関関係からのロジックだが、他の経路の寄与率が不明であり、Koelmansらは不確実性が高いとしている。また、Field studyで生体内から検出されている化学物質はもともとMicPに添加されている添加剤なのか、環境中で吸着した吸着化学物質なのか、区別はつかない。

(5) Model study のレビュー

Koelmans らがレビューを行った Model study の文献 (14 報) を以下に示す。それぞれの文献を「Demonstrated」、「Inconclusive」、「Not Supported」に分類している。Comments に関して、Koelmans らが図表 1-48 のどの観点から言及しているかを事務局が追記した。

図表 1-52 Koelmans らがレビューを行った Model study の文献 (14 報)

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	左記の comment に 関して、Koelmans ら がどの観点から言 及しているか(事務 局追記)
1	Teuten et al.(2007)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 平衡モデルのシナリオでは、プラスチックが底生生物中の汚染物質濃度を低減させるクリーニング効果を示した。 ✓ 別のシナリオでは、表層マイクロレイヤー(SML)におけるプラスチック上での化学物質濃縮が、底生生物へのばく露を増加させる可能性を予測した。 ✓ しかし、 <ul style="list-style-type: none"> ➢ この SML 濃縮の主張は、Koelmans(2015)で議論されているように誤解に基づく可能性がある ➢ MicP の沈降および埋没中の脱着は考慮されていなかった ➢ 堆積物経路や餌摂取経路の化学物質取り込みも考慮されていなかった 	7(生体内での化学移動の可逆性) 2(自然ばく露経路との類似性)
2	Gouin et al.(2011)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 既知のすべての化学物質蓄積経路を考慮し、プラスチック摂取が総生体内蓄積に占める相対的重要性を定量的に評価した。 ✓ 最悪ケースとして、プラスチックと生体組織中の化学物質濃度が平衡状態(定常状態)にあると仮定した ✓ 自然科学の基本法則に基づくメカニズム的証拠を提示した 	2(自然ばく露経路との類似性)
3	Koelmans et al.(2013b)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 既報データセットを用いて、既知のすべての化学物質蓄積経路を考慮し、プラスチック摂取が総生体内蓄積に占める相対的重要性を定量的に評価した。 ✓ 自然科学の基本法則に基づくメカニズム的証拠を提示し、実測データによる検証を通じて、処理レベルでの因果的証拠も提供した。 	2(自然ばく露経路との類似性)
4	Koelmans et al.(2014)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ プラスチック摂取のみによる生体内蓄積と、フィールドで観測された総生体内蓄積を比較した。 ✓ 自然科学の基本法則に基づくメカニズム的証拠を提示した。モデルは既報(Koelmans et al., 2013b, 2016)で検証済みである。 	8(モデルの妥当性)
5	Bakir et al.(2016)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 既知のすべての化学物質蓄積経路を考慮し、プラスチック摂取が総生体内蓄積に占 	2(自然ばく露経路と

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	左記の comment に 関して、Koelmans ら がどの観点から言 及しているか(事務 局追記)
					<p>める相対的重要性を定量的に評価した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 逆方向の吸着(生物からプラスチックへの脱着)は考慮されていなかった ✓ 50%シナリオは、非現実的または最悪ケースとみなされる。自然科学の基本法則に基づくメカニズム的証拠を提示した 	<p>の類似性)</p> <p>7(生体内での化学移動の可逆性)</p>
6	Koelmans et al.(2016)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ スパイクしたプラスチックとクリーンな生物個体を用いた既報の一連の実験をシミュレーションした。 ✓ 3つの証拠線に基づくメカニズムモデルの検証を実施した: <ul style="list-style-type: none"> ➢ ポリマー内部拡散 (intrapolymer diffusion) ➢ 人工消化液を用いた in vitro 脱着速度データ ➢ 既報3つのデータセットとの比較による実験データ評価 ✓ <u>自然ばく露条件を表現したシミュレーションでは、吸着・添加した化学物質を含む影響は無視できる程度であることが示された。</u> 	2(自然ばく露経路との類似性)
7	Herzke et al.(2016)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 海鳥に摂取された MicP における化学物質のフラックスをモデル化し、<u>すべての取り込み経路を考慮した。</u> ✓ その結果、プラスチックは化学物質の輸送媒体として作用するよりも、<u>受動サンプラーとして振る舞う可能性の方が高いことが示された。</u> 	2(自然ばく露経路との類似性) 7(生体内での化学移動の可逆性)
8	Rochman et al.(2017)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Koelmans et al. (2013b)が開発したモデルを用いて、食餌ばく露実験における化学物質濃度をシミュレーションした。 ✓ ただし、検出限界の問題により実測はできなかった。また、<u>プラスチック経由の取り込みのみを対象としており、食餌や水からの取り込みは考慮されていなかった。</u> 	2(自然ばく露経路との類似性)
9	Besseling et al.(2017)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ルゴワーム(Arenicola marina/アオゴカイ)による化学物質取り込みについて、プラスチック・水・餌のすべての経路を考慮したモデル化を行った。 ✓ 水相ばく露はパッシブサンプラーで評価された。<u>吸着・添加した化学物質を含む影響は無関係(無視可能)であることが示された。</u> 	2(自然ばく露経路との類似性) 7(生体内での化学移動の可逆性)
10	Diepens and Koelmans(2018)		✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Koelmans et al. (2013b)のモデルに基づく食物網モデル(MICROWEB)を報告した。 ✓ このモデルは POPs(残留性有機汚染物質)に対して検証済みである。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ POPs については、食物網のすべての栄養段階で吸着・添加した化学物質を含む影響は予測されず、「非支持(non-supported)」の証拠となった ➢ 分解性化合物については吸着・添加した化学物質を含む影響が予測されたが、実験的にまだ検証されていないため、「不確実(inconclusive)」と評価された 	8(モデルの妥当性)
11	Lee et al.(2019)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 既知のすべての経路を考慮し、プラスチック摂取が化学物質の生体内蓄積に寄与す 	2(自然ばく露経路と

No.	Study (研究者・著者)	Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	Comments (評価理由・研究の概要)	左記の comment に 関して、Koelmans ら がどの観点から言 及しているか(事務 局追記)
					<p>る割合を評価した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ さらに、モンテカルロシミュレーションを用いた不確実性解析を実施した。 ✓ モデルの精緻化のために、in vitro 実験の結果は使用されなかった 	の類似性)
12	Wang et al.(2019)			✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eisenia fetida(フトミズ)による化学物質の取り込みを、<u>プラスチック・水・餌のすべての経路を考慮してモデル化した</u>(Koelmans et al., 2013b のモデルを使用)。 ✓ 土壌(餌)および水中の化学物質濃度は実測された。モデル結果と実測データはよく一致し、吸着・添加した化学物質を含む影響は認められなかった。 	2(自然ばく露経路との類似性)
13	Wang et al.(2020a)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eisenia fetida(フトミズ)による化学物質取り込みを、<u>プラスチック・水・餌のすべての経路を考慮してモデル化した</u>。 ✓ モデルには Koelmans et al. (2013b)を使用し、汚染プラスチック+クリーンなミズのシナリオを評価した。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 化学物質のミズへの移行は観察され、<u>MicP 摂取経路よりも皮膚ばく露が支配的であった</u>。 ➢ 小規模な吸着・添加した化学物質を含む影響は確認されたが、これが自然条件でどの程度適用可能かは不明のままであった。 	2(自然ばく露経路との類似性)
14	Wang et al.(2020b)		✓		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eisenia fetida(フトミズ)による化学物質取り込みを、<u>プラスチック・水・餌のすべての経路を考慮してモデル化した</u>。 ✓ モデルには Koelmans et al. (2013b)**を使用し、以下の2つのシナリオを評価した： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 汚染プラスチック+クリーンなミズ ➢ クリーンプラスチック+汚染ミズ(クリーニング効果) ✓ 両方の効果が確認され、吸着・添加した化学物質を含む影響は状況依存的事であることが示唆された 	2(自然ばく露経路との類似性) 7(生体内での化学移動の可逆性)

14 報中 5 報は「Inconclusive」、9 報は「Not Supported」に分類されている。Model study は Laboratory study や Field study でカバーできていない複数のばく露経路(水や餌など)を考慮し、実環境中に近いばく露をシミュレーションしている。その結果、MicP の由来の化学物質の寄与率は他の経路に比べて無視できるほど小さいと報告されている文献が多い。

(6) まとめ

試験	No.	Koelmansらの分類			Koelmansらがどの観点から言及しているか (事務局追記)									
		Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	1 粒子調整	2 ばく露経路	3 化学物質	4 濃度勾配	5 摂取	6 相関関係	7 クリーニング	8 モデル	9 閾値	10 混合毒性
Laboratory study (in vivo)	1		✓				●							
	2		✓			●								
	3		✓			●								
	4		✓			●	●							
	5		✓			●	●							
	6		✓			●	●							
	7		✓								●			
	8				✓		●							
	9		✓						●					
	10		✓			●								●
	11		✓			●	●							
	12		✓							●				
	13		✓			●								
	14		✓			●	●	●						
	15		✓			●	●		●					
	16				✓		●							
	17				✓									
	18		✓				●				●			
	19				✓		●							
	20				✓		●							
	21				✓		●							
	22				✓									
	23				✓									
	24		✓					●			●			
	25		✓			●								
	26		✓			●	●				●			
	27				✓		●							
	28		✓				●							
	29		✓				●				●			
	30		✓				●				●			
Laboratory study (in vitro)	1		✓			●								
	2		✓			●		●						
	3		✓			●		●						
	4		✓					●						
	5		✓				●							
	6		✓				●		●					
	7		✓				●							
	8		✓				●		●					
	9		✓				●							
	10		✓				●							
	11		✓		✓		●							
	12		✓				●				●			
	13		✓				●		●					
Field study	1		✓			●				●				
	2		✓							●				
	3		✓							●				
	4		✓			●				●				
	5			✓										
	6		✓				●							
Model study	1		✓			●				●				
	2			✓		●								
	3			✓		●								
	4			✓							●			
	5			✓		●				●				
	6			✓		●								
	7			✓		●				●				
	8		✓			●								

試験	No.	Koelmans らの分類			Koelmans らがどの観点から言及しているか (事務局追記)									
		Demonstrated	Inconclusive	Not Supported	1 粒子調整	2 ばく露経路	3 化学物質	4 濃度勾配	5 摂取	6 相関関係	7 クリーニング	8 モデル	9 閾値	10 混合毒性
	9			✓		●					●			
	10			✓								●		
	11			✓		●								
	12			✓		●								
	13		✓			●								
	14		✓			●					●			

全体

- ✓ Koelmans らが「Demonstrated」と分類した文献はなし。42 報/63 報中（67%）は「Inconclusive」、21 報/63 報中（33%）は「Not Supported」に分類している。
- ✓ 観点別に見ると、特にばく露経路に関する言及が多く、水や餌などの MicP 以外の経路に関する評価が不足しており、他の経路に比べて MicP の寄与率は低い可能性がある。

Laboratory study (in vivo)

- ✓ 21 報/30 報中は「Inconclusive」、9 報/30 報中は「Not Supported」に分類。
- ✓ 水相や餌からのばく露も含めたより実環境中のばく露に近い評価を実施し、結果として吸着化学物質は他の経路に比べて寄与率が低いと結論づけている論文が多い。
- ✓ 近年は、クリーニング効果を示す研究も増加。
- ✓ 実環境中で MicP の吸着化学物質がリスクを増大させる証拠は現状では限定的。

Laboratory study (in vitro)

- ✓ 12 報/13 報中は「Inconclusive」、1 報/13 報中は「Not Supported」に分類。
- ✓ 模擬消化液を用いた脱吸着の現象解明が主目的であり、媒体間で化学物質の濃度勾配が非常に高く、実環境中での挙動にあてはめることはできない。

Field study

- ✓ 5 報/6 報中は「Inconclusive」、1 報/6 報中は「Not Supported」に分類。
- ✓ 実環境中で吸着・添加した化学物質を含む影響を検証するのは困難であり文献数は少ない。
- ✓ 基本的には、MicP が多く検出された個体は体内の化学物質濃度も高いため、MicP 由来の可能性があり、という相関関係からのロジックだが、他の経路の寄与率が不明であり不確実性が高いとしている。

Model study

- ✓ 5報/14報中は「Inconclusive」、9報/14報中は「Not Supported」に分類。
- ✓ Laboratory study や Field study でカバーできていない複数のばく露経路（水や餌など）を考慮し、実環境中に近いばく露をシミュレーションしている。
- ✓ その結果、MicPの由来の化学物質の寄与率は他の経路に比べて無視できるほど小さいと報告されている文献が多い。

1.3.3. レビュー文献調査③：Al-Emran, M., & Nayem, M. J. (2025)

バングラデシュ農業大学の Al-Emran らの研究グループは、「Vector effects of microplastics on organic pollutants: sorption-desorption and bioaccumulation kinetics (2025.9)¹¹」において、環境中で吸着する化学物質による影響のレビューを実施している。

当該文献は2025年9月に *Chemosphere* に投稿されており、これまでの吸着化学物質に関する論文情報を包括的に整理している最新のレビュー論文の一つである。既往の研究を取り上げ、「これまでの多くの実験でベクター効果は確かに観察されており無視できない現象である。一方、その影響は条件依存的であり、すべての環境・生物種で普遍的に起きるとは限らない。従って、ベクター効果の環境リスク評価には、粒径、濃度、ポリマー種、生物、化学物質の種類、脱着速度、環境中のばく露条件など、複数要因を統合的に考慮する必要がある」として、影響あり/なしの二項対立ではなく、レビューを通じて吸着化学物質による影響の成立条件を明確化しようとする中立的な立場を取っており、どの条件で吸着化学物質による影響が起りやすいのかという観点で既往の文献を解析している。

Al-Emran らは、「ベクター効果とは、マイクロプラスチックが環境中で有機汚染物質を吸着・運搬し、生体内で脱着することで、汚染物質の生体内蓄積を増加させる現象である」と説明しており、Sorption→Transport→Desorption→Bioaccumulate の一連の連鎖を対象としている。（よって、製造時に含有される添加剤とは明確に区別している）。

(1) マイクロプラスチックの吸着化学物質による影響

Al-Emran らは、既往の研究を取り上げ、さまざまな生物種、特に水生生物における吸着化学物質による影響を整理している。各文献で報告されている主な知見（原著のスタンスのまま要約）を抽出しており、マイクロプラスチックの素材/粒径/濃度ごとの吸着化学物質による影響を定性的に解析している。

¹¹ Al-Emran, M., & Nayem, M. J. (2025). Vector effects of microplastics on organic pollutants: sorption-desorption and bioaccumulation kinetics. *Chemosphere*, 388, 144698.

図表 1-53 Al-Emran らがレビューを行った文献 (28 報)

No.	素材	粒径/濃度など	吸着化学物質	対象生物	主な知見 (原著の要約)	著者
1	PS	2- μ m and 10- μ m; 100 μ g/L	ANT	ジャワメダカ	粒径が小さい粒子ほど、より効率的なベクターとして作用した。	Takai et al.2023a)
2	PE	58- μ m; 62.5mg/L	ANT	ニホンメダカ	アントラセン(ANT)の33%がマイクロプラスチック由来で蓄積した。	Qiu et al.(2020)
3	PE	200- μ m; 40mg/L, spherical, fragmented	ANT	ジャワメダカ	弱いベクター効果: マイクロプラスチックの形状には依存しなかった。	Takai et al.(2023b)
4	PS	1mm and 2- μ m; 2 and 5mg/L	PCBs	ティラピア	最も大きい粒子の方が優れたベクターとして作用した。	Lin et al.(2024)
5	PE	2000 to 20 μ m (1 and 0.1%)	PCBs, PHE, PYR, BaP	モザンビークティラピア	ベクター効果が観察された。	Wang et al.(2024)
6	PE	27-32 μ m	CPF	トビウオ	ベクター効果が観察された。	Bour et al.(2020)
7	PS	10 and 45 μ m; 0.1 and 1mg/L	CBs	ニホンメダカ	ベクター効果は観察されなかった。	Al-Emran et al.(2024)
8	PE, PS	PS(250 μ m) & PE(212-250 μ m)	17 α -ethinylestradiol, CPF, and BaP	トビウオ	17 α -エチニルエストラジオールおよびクロルピリホスの場合にベクター効果が観察された。	Asmonaitis et al.(2020)
9	PE, PS, PET, PVC	1% and 0.1%	PCBs, PHE, PYR, BaP	ミミズ	マイクロプラスチック濃度の上昇と疎水性有機化合物(HOCs)の生体内蓄積増加との間に正の相関がみられた。ポリエチレン(PE)は有効なベクターとして作用した。	Wang et al.(2023)
10	PS, PET, PLA, POM	3.5mm	AZI and CLA	シアノバクテリア	ベクター効果が示唆された。	Gonzalez-Pleiter et al.(2021)
11	LDPE, PA, PET, PP, POM, PS, PLA	5 to 3- μ m	TCS	シアノバクテリア	ベクター効果が観察された。	Verdú et al.(2021)
12	PE	10 μ g	PPCPs, PFASs	ムラサキガイ	マイクロプラスチックは、PFAS 類 (PFOA, PFOS, PFDA, PFPeA) の生体内蓄積におけるベクターとして作用した。	Alvarez-Ruiz et al.(2021)
13	PE	11-700 μ m	PBDEs	ヨコエビ	マイクロプラスチックは残留性有機汚染物質(POPs)のベクターとして作用した。	Chua et al.(2014)
14	PE, PS	PE 300 μ m; PS 250 μ m	PAHs and PCBs	ミミズ	負のベクター効果が観察された(クリーニング効果)。	Wang et al.(2019)
15	PS	500nm; 1000- μ m	PHE	ミミズ	微細なプラスチックによるフ	Jiang et

No.	素材	粒径/濃度など	吸着 化学物質	対象生物	主な知見 (原著の要約)	著者
					エナントレン(PHE)への部分的なベクター効果が確認された。	al.(2022)
16	HDPE	≤22 μm	CPF	ムラサキガイ	クロルピリホス(CPF)に対してマイクロプラスチックがベクターとして作用した。	Fernandez et al.(2022)
17	PE	MPs(180 - 430 μm); FBPs(250 - 300 μm)	PCBs	ゼブラフィッシュ	PCBのフガシチレレベル(20 μg/L)を超える濃度でベクター効果が観察された。	Li et al.(2022)
18	PS	400-1300- μm	PCBs	ゴカイ	弱いベクター効果が報告された。	Besseling et al.(2012)
19	PS	0.1- μm	ROX	ティラピア	ロキシトロマイシン(ROX)の生体内蓄積を高めた。	Zhang et al.(2019)
20	PS	0.26mg/L	OTC and FLO	アカガイ	オキシテトラサイクリン(OTC)およびフロルフェニコール(FLO)の生体内蓄積を促進した。	Zhou et al.(2020)
21	PVC	<10 μm;50mg/L	VEN	ドジョウ	ベナラファキシン(VEN)の生体内蓄積のベクターとして作用した。	Qu et al.(2019)
22	LDPP,EMPs	EMPs(1-5mm)	Environmental chemicals	ヨーロッパスズキ	魚体内でPCB、DDE、PBDEを大きく移行させた。	Herrera et al.(2022)
23	PP	75-550 μm	PHE	ミミズ	ミミズにおけるフェナントレン(PHE)の蓄積を増加させた。	Xu et al.(2022)
24	PE	Groundfragments	PCBs, PBDEs, PAHs	ニホンメダカ	組織中の負荷量が増加した。	Rochman et al.(2013)
25	PE	Groundfragments	Mixed marine sorbed contaminants	ニホンメダカ	プラスチックから魚への化学物質の移行と、潜在的な非致死的影响が確認された。	Rochman et al.(2014)
26	Mixed polymers	Environmental debris (stomach content)	PBDE congeners (e.g., BDE-209, BDE-183)	ウミドリ	野生の鳥類の組織内へのプラスチック添加剤の移行が確認された。	Tanaka et al.(2015)
27	PS	-	PCBs	ニシン	PCB-153の幼生組織への測定可能な移行は認められなかった。	Norland et al.(2021)
28	PS,HDPE	PS(3.0 & 9.6 μm) and HDPE(>0-80 μm)	Focus on particle translocation	ムラサキガイ	吸着された化学物質が存在する場合、体内での化学物質移行が起こる可能性を示している。	Browne et al.(2008)

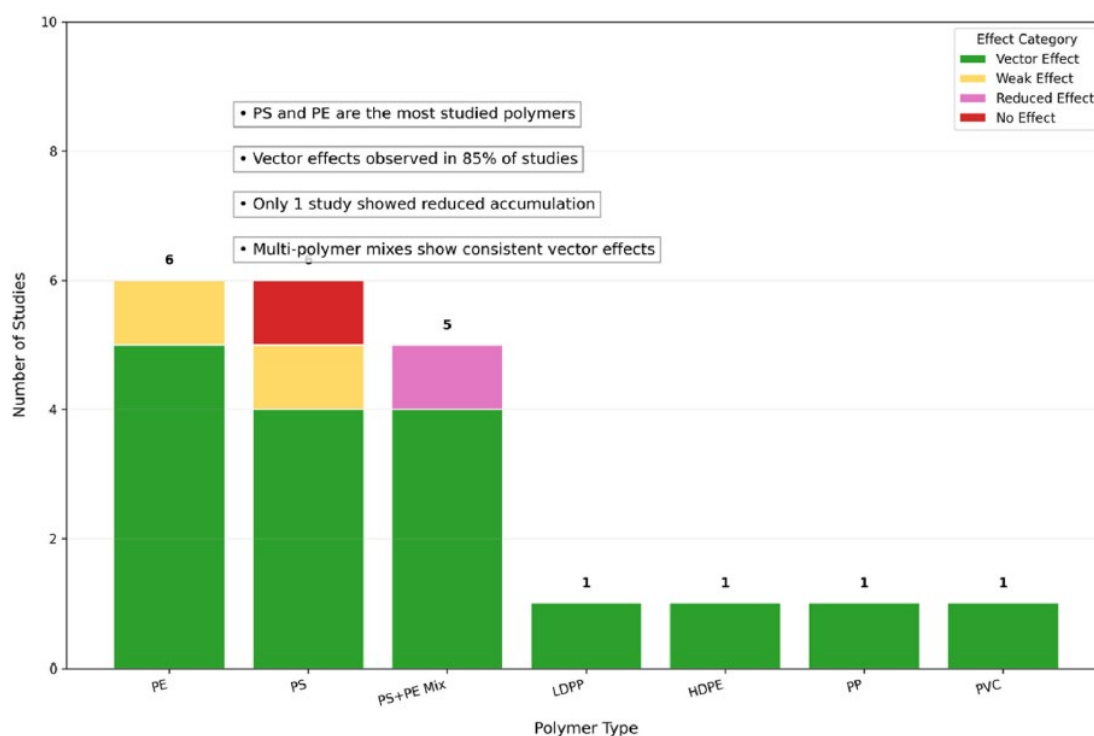
PS = polystyrene, PE = polyethylene, PP = polypropylene, PVC = polyvinyl chloride, LDPP = low density polypropylene, HDPE = high density polypropylene, PA = polyamide, PET = polyethylene terephthalate, POM = polyoxymethylene, PLA = polylactic Acid, EMPs = environmental microplastics, ANT = anthracene, PHE = phenanthrene, CBs = chlorobenzenes, VEN = venlafaxine, OTC = oxytetracycline, FLO = florfenicol, ROX = roxithromycin, PCB = polychlorinated biphenyl, CPF = chlorpyrifos, PPCPs = pharmaceuticals and personal care products, PBDEs = polybrominated diphenyl ethers, AZI = azithromycin, CLA = clarithromycin, TCS = triclosan, PYR = pyrene, BaP = benzo[a]pyrene.

(2) 素材別の影響

Al-Emran らは、28 報の既往研究を基礎データとして、マイクロプラスチックの素材別の影響を整理している (図表 1-54)。各文献において報告されている吸着化学物質による影響の強弱 (Vector Effect, Weak Effect, Reduced Effect, No Effect) を分類し、それぞれのポリマー種 (PE、PS、PP、PVC など) ごとに件数を集計してグラフ化している。

Al-Emran らは、ポリエチレン (PE) およびポリスチレン (PS) が最も多くの研究で用いられており、またこの 2 種のポリマーにおいて吸着化学物質による影響が報告される頻度が高いとしている。一方で、ポリプロピレン (PP) やポリ塩化ビニル (PVC) などでは、研究自体が少なく、効果の有無が一貫しないと報告している。

Al-Emran らは、レビュー対象の約 8 割の研究で吸着化学物質による影響を確認し、特に PE や PS が化学物質をより効率的に運搬する可能性に言及しており、劣化・酸化・バイオフィルム形成などの表面変化によっても吸着特性が変化するため、単なるポリマー種別分類だけではなく、マイクロプラスチックの状態も含めた評価の必要性も示唆している。



図表 1-54 マイクロプラスチックの素材別の影響

緑 : Vector Effect、黄 : Weak Effect、ピンク : Reduced Effect、赤 : No Effect

※影響の強弱に明確な分類の基準はなく、一次文献の原著の記載に基づいて分類。原著の結果を批判的に見ることはなく、結果をそのまま採用。

(3) 粒径および濃度別の影響

Al-Emran らは、28 報の既往研究を基礎データとして、マイクロプラスチックの粒径および濃度別の影響を整理している(図表 1-55)。各研究で使用されたマイクロプラスチックの粒径と濃度別に、吸着化学物質による影響の強弱(Strong Vector Effect, Weak Vector Effect, No/Negligible Effect)を定性的に可視化している。

Al-Emran らは以下の傾向を報告している。

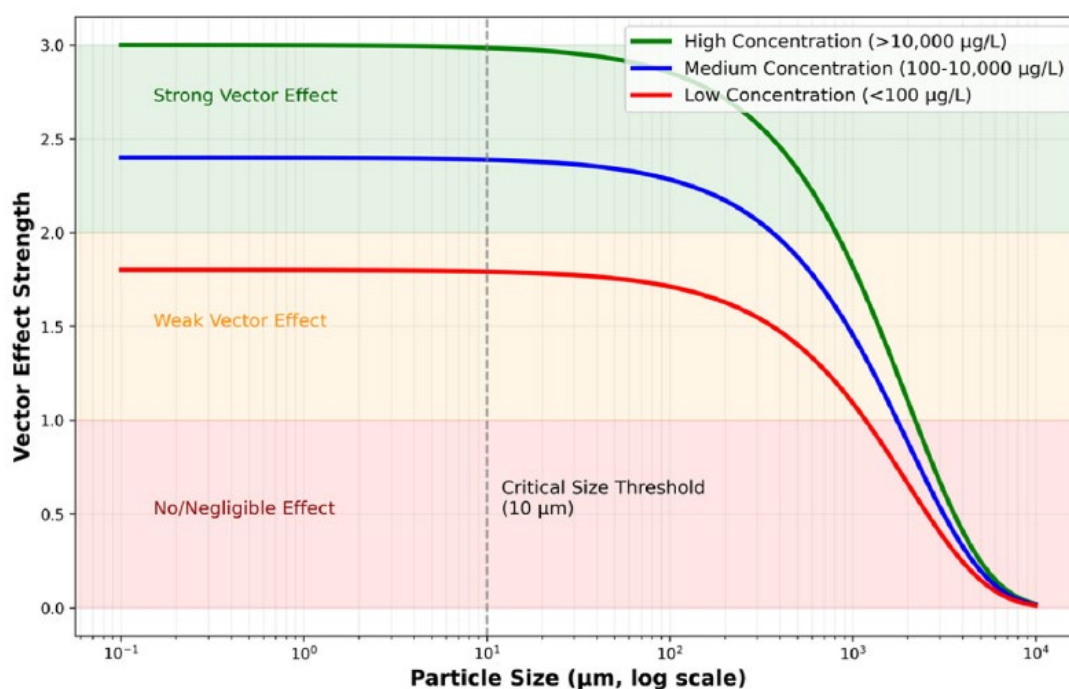
① 粒径

粒径が増加するにつれて、吸着化学物質による影響は低下していく。特に粒径 $10\mu\text{m}$ を超える粒子では、吸着化学物質による影響がほとんど観察されない。これは、小さい粒子ほど比表面積が大きく、吸着・脱着が速やかに起こるためであると考えられる。

② 濃度

高濃度条件 ($>10,000\mu\text{g/L}$) では、粒径の大きな粒子でも吸着化学物質による影響が示された。つまり、環境中の MicP のホットスポットでは大きな粒子でも汚染物質輸送に寄与し得る可能性がある。

微小粒子 ($<10\mu\text{m}$) とホットスポットの組み合わせは、汚染物質の効率的な移行を促進し、食物連鎖を通じた生物濃縮や毒性を引き起こす可能性がある。したがって、吸着化学物質による影響は、「粒径分布」と「濃度レベル」を同時に考慮する必要がある。



図表 1-55 マイクロプラスチックの粒径および濃度別の影響

縦軸は影響の強弱 緑：Strong Vector Effect、黄：Weak Vector Effect、赤：No/Negligible Effect ※影響の強弱に明確な分類の基準はなく、一次文献の原著の記載に基づいて分類。原著の結果を批判的に見ることはなく、結果をそのまま採用。

(4) まとめ

Al-Emran らは、レビューを通じて吸着化学物質による影響の成立条件を明確化しようとする中立的な立場を取っており、「どの条件で吸着化学物質による影響が起こりやすいのか」という観点で既往の文献を解析している。また、**Sorption**→**Transport**→**Desorption**→**Bioaccumulate** の一連の連鎖を対象としており、製造時に含有される添加剤とは明確に区別している。

素材、粒径、濃度の観点で既往文献を分析し、特定の条件下では吸着化学物質による強い影響が見られると報告している。

■吸着化学物質による強い影響が見られる条件

- 素材：一般的に水環境中でも広く検出され、毒性試験の標準物質としてよく使用される PE や PS で多くの影響が見られた
- 粒径：粒径 10 μm 以下の粒子で特に影響が見られた
- 濃度：粒径によらず、高濃度条件 (>10,000 $\mu\text{g/L}$) では、影響が見られた

また、対策としては、**Sorption**→**Transport**→**Desorption**→**Bioaccumulate** の一連の連鎖を断ち切ることが有効であるとしており、以下の 3 つの主要段階での介入を挙げている。

① 汚染物質およびマイクロプラスチックの上流での発生抑制

- 工業排水や製品由来の添加剤の規制・代替化
- ペレット漏出防止や報告義務化などによるペレット損失の防止
- 難分解性添加剤の段階的廃止

② 環境中および生物の消化管内での吸着・脱着の抑制

- 下水・都市排水における三次処理の導入により、10 μm 未満の微細な粒子除去を強化
- 都市流出水対策（生物ろ過、沈殿池等）で海域への流入を削減

③ 食物連鎖・水産物供給段階でのばく露抑制

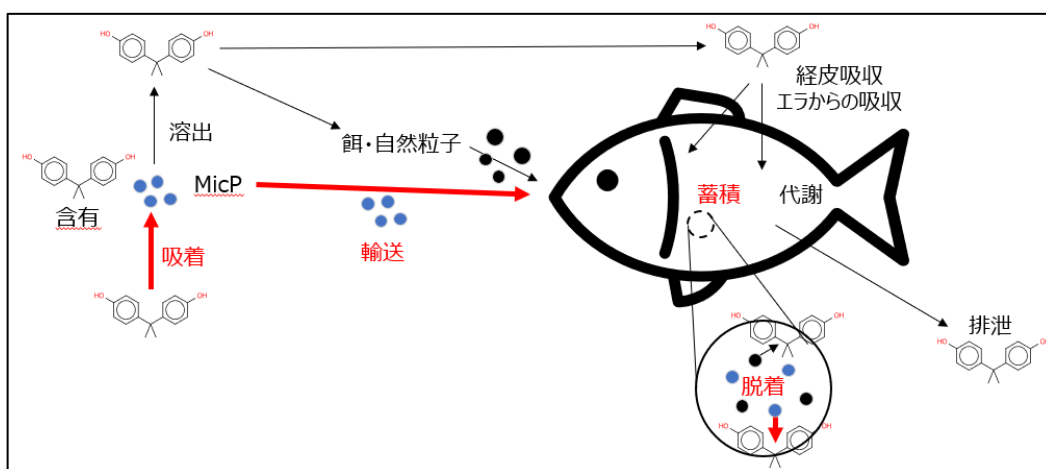
- 二枚貝の浄化の義務化
- 商業魚介類ロットでのマイクロプラスチックおよび有機汚染物質の分析と報告
- 高リスク魚種や漁場に対する摂食勧告の策定

1.3.4. マイクロプラスチックと化学物質の影響に関する現状理解

水生生物に対する吸着・添加化学物質を含む影響に関するレビュー論文 3 報を調査し、これまでに得られている知見を整理した。

【既往文献調査結果のまとめ】

- ✓ 主に吸着した化学物質を対象とし摂取により体内に蓄積する現状を扱っており（下図赤色部分）、製造時にプラスチックに含有される添加剤の影響や添加剤が水中に溶出した後に水経路でばく露される現象についての言及は少ない。評価を行うための情報が現時点では限定的であることが理由として考えられる。



図表 1-56 各レビュー文献が主な対象としている影響（赤色部分）

- ✓ マイクロプラスチックに高濃度の化学物質を吸着させて行う毒性試験において、影響が増大する報告もあるものの、実環境レベルの濃度では吸着した化学物質のばく露に対する MicP の寄与は限定的であるという見解が優勢。
- ✓ 一方で、特定のシナリオ・条件によっては吸着化学物質による強い影響が見られる可能性が否定できず、一般的に広く環境中で検出される PE や PS、粒径 1~10 μm 以下、マイクロプラスチックのホットスポットではその可能性が高いと報告されている。

1.4. 有害性評価分科会の開催

令和7年度は7名の有識者により（1.31.4.1節）、有害性評価分科会を3回、書面による文献査読を3回実施した（1.31.4.2節）。

1.4.1. 委員名簿

委員名簿は図表 1-57 のとおり。

図表 1-57 有害性評価分科会 委員名簿

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

1.4.2. 開催概要

有害性評価分科会等の開催日程及び議題は、図表 1-58 のとおり。

図表 1-58 有害性評価分科会等の開催日程及び議題

回数		開催日程	議題
分科会	査読		
-	1	査読： 令和 7 年 8～9 月	・質の区別に関わる査読(委員による一次判定)(1)
第 1 回	-	分科会： 令和 7 年 9 月 9 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分科会の設置について 2. 前回分科会における指摘事項及び事務局の対応状況について 3. 今年度の有害性評価の検討方針について 4. 委員による判定結果のご説明及び本分科会における判定について 5. 吸着化学物質及び添加剤による影響について 6. 今後のスケジュールについて
-	2	査読： 令和 7 年 10～11 月	・質の区別に関わる査読(委員による一次判定)(2)
第 2 回	-	分科会： 令和 7 年 11 月 28 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 前回分科会における指摘事項及び事務局の対応状況について 2. 有害性データの質の区別に係る分類について 3. 委員による判定結果のご説明及び本分科会における判定について 4. 有害性評価結果のまとめ(案)について 5. マイクロプラスチックと化学物質の影響について
-	3	査読： 令和 8 年 1～2 月	・質の区別に関わる査読(委員による一次判定)(3)
第 3 回	-	分科会： 令和 8 年 2 月 3 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 前回分科会における指摘事項及び事務局の対応状況について 2. 委員による判定結果のご説明及び本分科会における判定について 3. 本年度の有害性評価の検討結果及び次年度方針

1.4.3. 現状の課題点と今後の検討の方向性(案)

今年度の検討を通じて見えてきた、現状の問題点と今後の検討の方向性(案)を以下に示す。

図表 1-59 海洋表層における有害性データ（マイクロプラスチックの粒子影響）に関する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まとめ及び統計解析を含む分析等【◎】</u> ➢ <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> ➢ <u>現状の課題整理やデータ不足箇所に係る行政ニーズの対外発信及び論文等による成果発表【◎】</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、試験の妥当性確認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>有害性データの査読に係るルールを活用し有害性データの質の区別を継続するとともに、文献査読に係るルール更新【◎】</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>室内試験結果から実環境中の影響を評価する上で存在する不確実性に係る検討及び化学物質等の既存の有害性評価値の決定方法との比較整理（閾値や安全係数を含む）【◎】</u> ➢ <u>吸着化学物質を含む影響に係る情報収集及び有害影響の増大有無等の把握、添加剤を含む影響に係る基礎的な情報収集【◎】</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>摂餌生態や生活環境を考慮した対象生物の拡充（水生生物に加え底生生物に係る情報収集等）【◎】</u>

1.5. 参考資料

1.5.1. 査読対象とした文献一覧

査読対象とした文献一覧は図表 1-60、図表 1-61、図表 1-62 及び図表 1-63 のとおり。

図表 1-60 査読対象とした文献一覧（令和 4 年度収集分）

文献 No.	論文情報
R4_魚類_1	Huaxin Gua, Shixiu Wanga, Xinghuo Wangb, Xiang Yua, Menghong Hu Wei Huang, Youji Wanga, Nanoplastics impair the intestinal health of the juvenile large yellow croaker <i>Larimichthys crocea</i> . _ J Hazard Mater. 2020 Oct 5:397:122773. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.122773. Epub 2020 Apr 25.
R4_魚類_2	Guimarães ATB, Estrela FN, Pereira PS, de Andrade Vieira JE, de Lima Rodrigues AS, Silva FG, Malafaia G., Toxicity of polystyrene nanoplastics in <i>Ctenopharyngodon idella</i> juveniles: A genotoxic, mutagenic and cytotoxic perspective. _ Sci Total Environ. 2021 Jan 15:752:141937.
R4_魚類_3	Guimarães ATB, Estrela FN, Rodrigues ASL, Chagas TQ, Pereira PS, Silva FG, Malafaia G., Nanopolystyrene particles at environmentally relevant concentrations causes behavioral and biochemical changes in juvenile grass carp (<i>Ctenopharyngodon idella</i>). _ J Hazard Mater. 2021 Feb 5:403:123864.
R4_魚類_4	Balasz JC, Brandts I, Barría C, Martins MA, Tvarijonavičiute A, Tort L, Oliveira M, Teles M., Short-term exposure to polymethylmethacrylate nanoplastics alters muscle antioxidant response, development and growth in <i>Sparus aurata</i> . _ Mar Pollut Bull. 2021 Nov:172:112918.
R4_魚類_5	Teng M, Zhao X, Wang C, Wang C, White JC, Zhao W, Zhou L, Duan M, Wu F., Polystyrene Nanoplastics Toxicity to Zebrafish: Dysregulation of the Brain-Intestine-Microbiota Axis. _ ACS Nano. 2022 May 4.
R4_魚類_6	Qiqing Chen, Carina Lackmann, Weiye Wang, Thomas-Benjamin Seiler, Henner Hollert, Huahong Shi, Microplastics Lead to Hyperactive Swimming Behaviour in Adult Zebrafish. _ Aquat Toxicol. 2020 Jul:224:105521. doi: 10.1016/j.aquatox.2020.105521. Epub 2020 May 24.
R4_魚類_7	Lili Lei, SiyuWu, Shibo Lu, Mengting Liu, Yang Song, Zhenhuan Fu, Huahong Shi, Kathleen M. Raley-Susman, Defu He, Microplastic particles cause intestinal damage and other adverse effects in zebrafish <i>Danio rerio</i> and nematode <i>Caenorhabditis elegans</i> . _ Sci Total Environ. 2018 Apr 1:619-620:1-8. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.103. Epub 2017 Nov 11.
R4_魚類_8	I. Brandts, C. Barría, M.A. Martins, L. Franco-Martínez, A. Barreto, A. Tvarijonavičiute, L. Tort, M. Oliveira, M. Teles, Waterborne exposure of gilthead seabream (<i>Sparus aurata</i>) to polymethylmethacrylate nanoplastics causes effects at cellular and molecular levels. _ J Hazard Mater. 2020 Aug 1:403:123590. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123590. Online ahead of print.
R4_魚類_9	Jun Wang, Yuejiao Li, Lin Lu, Mingyi Zheng, Xiaona Zhang, Hua Tian, Wei Wang, Shaoguo Ru, Polystyrene microplastics cause tissue damages, sex-specific reproductive disruption and transgenerational effects in marine medaka (<i>Oryzias melastigma</i>). _ Environ Pollut. 2019 Nov:254 (Pt B):113024. doi: 10.1016/j.envpol.2019.113024. Epub 2019 Aug 7.

文献 No.	論文情報
R4_魚類_10	Rangasamy B, Malafaia G, Maheswaran R., Evaluation of antioxidant response and Na(+)-K(+)-ATPase activity in zebrafish exposed to polyethylene microplastics: Shedding light on a physiological adaptation._ J Hazard Mater. 2022 Mar 15:426:127789.
R4_魚類_11	Chu Wa Mak, Kirsten Ching-Fong Yeung, King Ming Chan. Acute toxic effects of polyethylene microplastic on adult zebrafish._ Ecotoxicol Environ Saf. 2019 Oct 30;182:109442. doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.109442. Epub 2019 Jul 25.
R4_魚類_12	Qiang L, Cheng J., Exposure to polystyrene microplastics impairs gonads of zebrafish (Danio rerio)._ Chemosphere. 2021 Jan;263:128161.
R4_魚類_13	Umamaheswari S, Priyadarshinee S, Kadirvelu K, Ramesh M., Polystyrene microplastics induce apoptosis via ROS-mediated p53 signaling pathway in zebrafish._ Chem Biol Interact. 2021 Aug 25;345:109550.
R4_魚類_14	Umamaheswari S, Priyadarshinee S, Bhattacharjee M, Kadirvelu K, Ramesh M., Exposure to polystyrene microplastics induced gene modulated biological responses in zebrafish (Danio rerio)._ Chemosphere. 2021 Oct;281:128592.
R4_魚類_15	Yang H, Xiong H, Mi K, Xue W, Wei W, Zhang Y., Toxicity comparison of nano-sized and micron-sized microplastics to Goldfish Carassius auratus Larvae_ J Hazard Mater. 2020 Apr 15:388:122058. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.122058. Epub 2020 Jan 11.
R4_魚類_16	Huang JN, Wen B, Xu L, Ma HC, Li XX, Gao JZ, Chen ZZ., Micro/nano-plastics cause neurobehavioral toxicity in discus fish (Symphysodon aequifasciatus): Insight from brain-gut-microbiota axis._ J Hazard Mater. 2022 Jan 5:421:126830.
R4_魚類_17	Wang J, Zheng M, Lu L, Li X, Zhang Z, Ru S., Adaptation of life-history traits and trade-offs in marine medaka (Oryzias melastigma) after whole life-cycle exposure to polystyrene microplastics._ J Hazard Mater. 2021 Jul 15:414:125537.
R4_魚類_18	Huang JN, Zhang Y, Xu L, He KX, Wen B, Yang PW, Ding JY, Li JZ, Ma HC, Gao JZ, Chen ZZ., Microplastics: A tissue-specific threat to microbial community and biomarkers of discus fish (Symphysodon aequifasciatus)._ J Hazard Mater. 2022 Feb 15:424(Pt D):127751.
R4_魚類_19	Yao Zhao, Zhiwei Bao, Zhiqing Wan, Zhengwei Fu, Yuanxiang Jin, Polystyrene microplastic exposure disturbs hepatic glycolipid metabolism at the physiological, biochemical, and transcriptomic levels in adult zebrafish._ Sci Total Environ. 2020 Mar 25;710:136279. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136279. Epub 2019 Dec 27.
R4_魚類_20	I. Brandts, M. Teles, A. Tvariionaviciute, M.L. Pereira, M.A. Martine, L. Tort, M. Oliveira, Effects of polymethylmethacrylate nanoplastics on Dicentrarchus labrax._ Genomics. 2018 Nov;110(6):435-441. doi: 10.1016/j.ygeno.2018.10.006. Epub 2018 Oct 11.
R4_甲殼類_1	“Jaehee, Kim; Jae-Sung, Rhee; Jae-Sung, Rhee; Jae-Sung, Rhee, Biochemical and physiological responses of the water flea Moina macrocopa to microplastics: a multigenerational study_ August 2021Molecular & Cellular Toxicology 17(4), DOI:10.1007/s13273-021-00162-5”
R4_甲殼類_2	De Felice B, Sugni M, Casati L, Parolini M., Molecular, biochemical and behavioral responses of Daphnia magna under long-term exposure to polystyrene nanoplastics._ Environ Int. 2022 Jun;164:107264.
R4_甲殼類_3	Gayathri Jaikumar, Jan Baas, Nadja R. Brun, Martina G. Vijver, Thijs Bosker, Acute sensitivity of three Cladoceran species to different types of microplastics in combination with thermal stress._ Environ Pollut. 2018 Aug;239:733-740. doi: 10.1016/j.envpol.2018.04.069. Epub 2018 May 1.
R4_甲殼類_4	Koski M, Søndergaard J, Christensen AM, Nielsen TG., Effect of environmentally relevant concentrations of potentially toxic microplastic on coastal copepods._ Aquat Toxicol. 2021 Jan;230:105713.

文献 No.	論文情報
R4_甲殻類_5	Ekvall MT, Gimskog I, Hua J, Kelpsiene E, Lundqvist M, Cedervall T., Size fractionation of high-density polyethylene breakdown nanoplastics reveals different toxic response in <i>Daphnia magna</i> . _ Sci Rep. 2022 Feb 24;12:3109.
R4_甲殻類_6	Yu SP, Chan BKK., Intergenerational microplastics impact the intertidal barnacle <i>Amphibalanus amphitrite</i> during the planktonic larval and benthic adult stages. _ Environ Pollut. 2020 Dec;267:115560.
R4_甲殻類_7	Rodríguez-Torres R, Almeda R, Kristiansen M, Rist S, Winding MS, Nielsen TG., Ingestion and impact of microplastics on arctic <i>Calanus</i> copepods. _ Aquat Toxicol. 2020 Nov;228:105631.
R4_甲殻類_8	Zhiqian Liu, Mingqi Cai, Donglei Wu, Ping Yu, Yang Jiao, Qicheng Jiang, Yunlong Zhao, Effects of nanoplastics at predicted environmental concentration on <i>Daphnia pulex</i> after exposure through multiple generations_ Environ Pollut. 2020 Jan;256:113506. doi: 10.1016/j.envpol.2019.113506. Epub 2019 Oct 29.
R4_甲殻類_9	Thijs Bosker, Gabriëel Olthof, Martina G. Vijver, Jan Baas, S. Henrik Barmantlo, Significant decline of <i>Daphnia magna</i> population biomass due to microplastic exposure. _ Environ Pollut. 2019 Jul;250:669-675. doi: 10.1016/j.envpol.2019.04.067. Epub 2019 Apr 19.
R4_甲殻類_10	Ellen Besseling, Bo Wang, Miquel Lurrling, and Albert A. Koelmans, Nanoplastic Affects Growth of <i>S.obliquus</i> and Reproduction of <i>D.magna</i> _ Environ Sci Technol. 2014 Oct 21;48(20):12336-43. doi: 10.1021/es503001d. Epub 2014 Oct 10.
R4_甲殻類_1	"Jaehee, Kim; Jae-Sung, Rhee; Jae-Sung, Rhee; Jae-Sung, Rhee, Biochemical and physiological responses of the water flea <i>Moina macrocopa</i> to microplastics: a multigenerational study_ August 2021Molecular & Cellular Toxicology 17(4)

図表 1-61 査読対象とした文献一覧（令和5年度収集分）

文献 No.	論文情報
R5_魚類_01	Qiang, Liyuan; Cheng, Jinping Exposure to microplastics decreases swimming competence in larval zebrafish (<i>Danio rerio</i>), <i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> 2019, 176, 226–233., 10.1016/j.ecoenv.2019.03.088
R5_魚類_02	Wang, Xianqing; Jian, Shaoqing; Zhang, Shuaishuai; Wu, Di; Wang, Junhua; Gao, Meng; Sheng, Junqing; Hong, Yijiang Enrichment of polystyrene microplastics induces histological damage, oxidative stress, Keap1–Nrf2 signaling pathway–related gene expression in loach juveniles (<i>Paramisgurnus dabryanus</i>), <i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> 2022, 237, 113540., 10.1016/j.ecoenv.2022.113540
R5_魚類_05	Usman, Sunusi; Abdull Razis, Ahmad Faizal; Shaari, Khozirah; Amal, Mohammad Noor Azmai; Saad, Mohd Zamri; Mat Isa, Nurulfiza; Nazarudin, Muhammad Farhan Polystyrene Microplastics Exposure: An Insight into Multiple Organ Histological Alterations, Oxidative Stress and Neurotoxicity in Javanese Medaka Fish (<i>Oryzias javanicus</i> Bleeker, 1854), <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> 2021, 18, 18, 9449., 10.3390/ijerph18189449
R5_魚類_06	Dimitriadi, Anastasia; Papaefthimiou, Chrisovalantis; Genizegkini, Eleni; Sampsonidis, Ioannis; Kalogiannis, Stavros; Feidantsis, Konstantinos; Bobori, Dimitra C.; Kastrinaki, Georgia; Koumoundouros, George; Lambropoulou, Dimitra A.; Kyzas, George Z.; Bikiaris, Dimitrios N. Adverse effects polystyrene microplastics exert on zebrafish heart - Molecular to individual level, <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2021, 416, 125969., 10.1016/j.jhazmat.2021.125969
R5_魚類_08	Cong, Yi; Jin, Fei; Tian, Miao; Wang, Juying; Shi, Huahong; Wang, Ying; Mu, Jingli Ingestion, egestion and post-exposure effects of polystyrene microspheres on marine medaka (<i>Oryzias melastigma</i>), <i>Chemosphere</i> 2019, 228, 93–100., 10.1016/j.chemosphere.2019.04.098
R5_魚類_09	De Marco, Giuseppe; Conti, Gea Oliveri; Giannetto, Alessia; Cappello, Tiziana; Galati, Mariachiara; Iaria, Carmelo; Pulvirenti, Eloise; Capparucci, Fabiano; Mauceri, Angela; Ferrante, Margherita; Maisano, Maria Embryotoxicity of polystyrene microplastics in zebrafish <i>Danio rerio</i> , <i>Environmental Research</i> 2022, 208, 112552., 10.1016/j.envres.2021.112552
R5_魚類_10	Im, Jeongeun; Eom, Hyun-Jeong; Choi, Jinhee Effect of Early-Life Exposure of Polystyrene Microplastics on Behavior and DNA Methylation in Later Life Stage of Zebrafish, <i>Archives of Environmental Contamination and Toxicology</i> 2022, 82, 4, 558–568., 10.1007/s00244-022-00924-9
R5_魚類_11	Stienbarger, Cheyenne D.; Joseph, Jincy; Athey, Samantha N.; Monteleone, Bonnie; Andrady, Anthony L.; Watanabe, Wade O.; Seaton, Pamela; Taylor, Alison R.; Brander, Susanne M. Direct ingestion, trophic transfer, and physiological effects of microplastics in the early life stages of <i>Centropomus striata</i> , a commercially and recreationally valuable fishery species, <i>Environmental Pollution</i> 2021, 285, 117653., 10.1016/j.envpol.2021.117653
R5_魚類_12	Yin, Liyun; Chen, Bijuan; Xia, Bin; Shi, Xiaotao; Qu, Keming Polystyrene microplastics alter the behavior, energy reserve and nutritional composition of marine jacobever (<i>Sebastes schlegelii</i>), <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2018, 360, 97–105., 10.1016/j.jhazmat.2018.07.110

文献 No.	論文情報
R5_魚類_13	Jacob, Hugo; Besson, Marc; Oberhaensli, François; Taylor, Angus; Gillet, Benjamin; Hughes, Sandrine; Melvin, Steven D.; Bustamante, Paco; Swarzenski, Peter W.; Lecchini, David; Metian, Marc A multifaceted assessment of the effects of polyethylene microplastics on juvenile gilthead seabreams (<i>Sparus aurata</i>), <i>Aquatic Toxicology</i> 2021, 241, 106004., 10.1016/j.aquatox.2021.106004
R5_魚類_14	Shi, Wei; Sun, Shuge; Han, Yu; Tang, Yu; Zhou, Weishang; Du, Xueying; Liu, Guangxu Microplastics impair olfactory-mediated behaviors of goldfish <i>Carassius auratus</i> , <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2021, 409, 125016., 10.1016/j.jhazmat.2020.125016
R5_魚類_15	Zhang, Xingli; Xia, Mengli; Zhao, Jingyi; Cao, Zhiguo; Zou, Wei; Zhou, Qixing Photoaging enhanced the adverse effects of polyamide microplastics on the growth, intestinal health, and lipid absorption in developing zebrafish, <i>Environment International</i> 2022, 158, 106922., 10.1016/j.envint.2021.106922
R5_魚類_16	Huang, Jun-Nan; Wen, Bin; Zhu, Jian-Guo; Zhang, Yan-Shen; Gao, Jian-Zhong; Chen, Zai-Zhong Exposure to microplastics impairs digestive performance, stimulates immune response and induces microbiota dysbiosis in the gut of juvenile guppy (<i>Poecilia reticulata</i>), <i>Science of The Total Environment</i> 2020, 733, 138929., 10.1016/j.scitotenv.2020.138929
R5_魚類_17	Huang, Jun-Nan; Wen, Bin; Meng, Liu-Jiang; Li, Xin-Xin; Wang, Mei-Hui; Gao, Jian-Zhong; Chen, Zai-Zhong Integrated response of growth, antioxidant defense and isotopic composition to microplastics in juvenile guppy (<i>Poecilia reticulata</i>), <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2020, 399, 123044., 10.1016/j.jhazmat.2020.123044
R5_魚類_18	Liu, Yang; Jia, Xuewen; Zhu, Hua; Zhang, Qingjing; He, Yan; Shen, Yubang; Xu, Xiaoyan; Li, Jiale The effects of exposure to microplastics on grass carp (<i>Ctenopharyngodon idella</i>) at the physiological, biochemical, and transcriptomic levels, <i>Chemosphere</i> 2022, 286, 131831., 10.1016/j.chemosphere.2021.131831
R5_魚類_19	Chisada, Shinichi; Yoshida, Masao; Karita, Kanae Polyethylene microbeads are more critically toxic to the eyes and reproduction than the kidneys or growth in medaka, <i>Oryzias latipes</i> , <i>Environmental Pollution</i> 2021, 268, 115957., 10.1016/j.envpol.2020.115957
R5_魚類_20	Malafaia, Guilherme; de Souza, Andreza Martins; Pereira, Aryelle Canedo; Gonçalves, Stênio; da Costa Araújo, Amanda Pereira; Ribeiro, Renan Xavier; Rocha, Thiago Lopes Developmental toxicity in zebrafish exposed to polyethylene microplastics under static and semi-static aquatic systems, <i>Science of The Total Environment</i> 2020, 700, 134867., 10.1016/j.scitotenv.2019.134867
R5_魚類_21	Yu, Hairui; Chen, Qiqing; Qiu, Wenhui; Ma, Cuizhu; Gao, Zhuo; Chu, Wenhai; Shi, Huahong Concurrent water- and foodborne exposure to microplastics leads to differential microplastic ingestion and neurotoxic effects in zebrafish, <i>Water Research</i> 2022, 219, 118582., 10.1016/j.watres.2022.118582
R5_魚類_23	Xue, Ying-Hao; Feng, Liang-Shan; Xu, Zhi-Yu; Zhao, Feng-Yan; Wen, Xin-Li; Jin, Tuo; Sun, Zhan-Xiang The time-dependent variations of zebrafish intestine and gill after polyethylene microplastics exposure, <i>Ecotoxicology</i> 2021, 30, 10, 1997-2010., 10.1007/s10646-021-02469-4
R5_魚類_24	Hodkovicova, N.; Hollerova, A.; Caloudova, H.; Blahova, J.; Franc, A.; Garajova, M.; Lenz, J.; Tichy, F.; Faldyna, M.; Kulich, P.; Mares, J.; Machat, R.; Enevova, V.; Svobodova, Z. Do foodborne polyethylene microparticles affect the health of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)?, <i>Science of The Total Environment</i> 2021, 793, 148490., 10.1016/j.scitotenv.2021.148490

文献 No.	論文情報
R5_魚類_26	Xia, Bin; Sui, Qi; Du, Yushan; Wang, Liang; Jing, Jing; Zhu, Lin; Zhao, Xinguo; Sun, Xuemei; Booth, Andy M.; Chen, Bijuan; Qu, Keming; Xing, Baoshan Secondary PVC microplastics are more toxic than primary PVC microplastics to <i>Oryzias melastigma</i> embryos, <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2022, 424, 127421., 10.1016/j.jhazmat.2021.127421
R5_魚類_27	Ding, Ning; Jiang, Lin; Wang, Xiao; Wang, Chun; Geng, Yue; Zhang, Jianxin; Sun, Yingxue; Zhang, Yanping; Yuan, Quan; Liu, Hong Polyethylene microplastic exposure and concurrent effect with <i>Aeromonas hydrophila</i> infection on zebrafish, <i>Environmental Science and Pollution Research</i> 2022, 29, 42, 63964–63972., 10.1007/s11356-022-20308-9
R5_魚類_28	Zhang, Xu; Wen, Kai; Ding, Dongxiao; Liu, Jintao; Lei, Zhao; Chen, Xiaoxuan; Ye, Guozhu; Zhang, Jie; Shen, Heqing; Yan, Changzhou; Dong, Sijun; Huang, Qiansheng; Lin, Yi Size-dependent adverse effects of microplastics on intestinal microbiota and metabolic homeostasis in the marine medaka (<i>Oryzias melastigma</i>), <i>Environment International</i> 2021, 151, 106452., 10.1016/j.envint.2021.106452
R5_魚類_29	Feng, Shibo; Zeng, Yanhua; Cai, Zhonghua; Wu, Jiajun; Chan, Leo Lai; Zhu, Jianming; Zhou, Jin Polystyrene microplastics alter the intestinal microbiota function and the hepatic metabolism status in marine medaka (<i>Oryzias melastigma</i>), <i>Science of The Total Environment</i> 2021, 759, 143558., 10.1016/j.scitotenv.2020.143558
R5_魚類_30	Zhao, Yanping; Qiao, Ruxia; Zhang, Siyuan; Wang, Guoxiang Metabolomic profiling reveals the intestinal toxicity of different length of microplastic fibers on zebrafish (<i>Danio rerio</i>), <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2021, 403, 123663., 10.1016/j.jhazmat.2020.123663
R5_魚類_31	Uy, Christine Angelica; Johnson, Darren W. Effects of microplastics on the feeding rates of larvae of a coastal fish: direct consumption, trophic transfer, and effects on growth and survival, <i>Marine Biology</i> 2022, 169, 2, 27., 10.1007/s00227-021-04010-x
R5_魚類_32	Nanninga, Gerrit B.; Scott, Anna; Manica, Andrea Microplastic ingestion rates are phenotype-dependent in juvenile anemonefish, <i>Environmental Pollution</i> 2020, 259, 113855., 10.1016/j.envpol.2019.113855
R5_魚類_33	LaPlaca, Stephanie B.; van den Hurk, Peter Toxicological effects of micronized tire crumb rubber on mummichog (<i>Fundulus heteroclitus</i>) and fathead minnow (<i>Pimephales promelas</i>), <i>Ecotoxicology</i> 2020, 29, 5, 524–534., 10.1007/s10646-020-02210-7
R5_魚類_34	Tongo, Isioma; Erhunmwunse, Nosakhare Osazee Effects of ingestion of polyethylene microplastics on survival rate, opercular respiration rate and swimming performance of African catfish (<i>Clarias gariepinus</i>), <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2022, 423, 127237., 10.1016/j.jhazmat.2021.127237
R5_魚類_35	Masud, Numair; Davies-Jones, Alice; Griffin, Ben; Cable, Jo Differential effects of two prevalent environmental pollutants on host-pathogen dynamics, <i>Chemosphere</i> 2022, 295, 133879., 10.1016/j.chemosphere.2022.133879
R5_魚類_36	Bucci, Kennedy; Bikker, Jacqueline; Stevack, Kathleen; Watson-Leung, Trudy; Rochman, Chelsea Impacts to Larval Fathead Minnows Vary between Preconsumer and Environmental Microplastics, <i>Environmental Toxicology and Chemistry</i> 2022, 41, 4, 858–868., 10.1002/etc.5036
R5_魚類_37	Hu, Lingling; Chernick, Melissa; Lewis, Anna M.; Ferguson, P. Lee; Hinton, David E. Chronic microfiber exposure in adult Japanese medaka (<i>Oryzias latipes</i>), <i>PLOS ONE</i> 2020, 15, 3, e0229962., 10.1371/journal.pone.0229962

文献 No.	論文情報
R5_魚類_38	Jakubowska, Magdalena; Białowas, Marcin; Stankevičiūtė, Milda; Chomiczewska, Agnieszka; Jonko-Sobuś, Karolina; Pażusienė, Janina; Hallmann, Anna; Bučaitė, Agnė; Urban-Malinga, Barbara Effects of different types of primary microplastics on early life stages of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>), <i>Science of The Total Environment</i> 2022, 808, 151909., 10.1016/j.scitotenv.2021.151909
R5_魚類_41	Ravit, B.; Cooper, K.; Moreno, G.; Buckley, B.; Yang, I.; Deshpande, A.; Meola, S.; Jones, D.; Hsieh, A.; Ravit, B.; Cooper, K.; Moreno, G.; Buckley, B.; Yang, I.; Deshpande, A.; Meola, S.; Jones, D.; Hsieh, A. Microplastics in urban New Jersey freshwaters: distribution, chemical identification, and biological affects, <i>AIMS Environmental Science</i> 2017, 4, 6, 809–826., 10.3934/environsci.2017.6.809
R5_魚類_42	Chen, Jianjun; Rao, Chenyang; Yuan, Rongjie; Sun, Dandan; Guo, Suqi; Li, Lulu; Yang, Shuai; Qian, Dongdong; Lu, Ronghua; Cao, Xianglin Long-term exposure to polyethylene microplastics and glyphosate interferes with the behavior, intestinal microbial homeostasis, and metabolites of the common carp (<i>Cyprinus carpio</i> L.), <i>Science of The Total Environment</i> 2022, 814, 152681., 10.1016/j.scitotenv.2021.152681
R5_魚類_43	Chagas, Thales Quintão; Freitas, Ítalo Nascimento; Montalvão, Mateus Flores; Nobrega, Rafael Henrique; Machado, Monica Rodrigues Ferreira; Charlie-Silva, Ives; Araújo, Amanda Pereira da Costa; Guimarães, Abraão Tiago Batista; Alvarez, Tenilce Gabriela da Silva; Malafaia, Guilherme Multiple endpoints of polylactic acid biomicroplastic toxicity in adult zebrafish (<i>Danio rerio</i>), <i>Chemosphere</i> 2021, 277, 130279., 10.1016/j.chemosphere.2021.130279
R5_魚類_44	de Oliveira, João Pedro Justiniano; Estrela, Fernanda Neves; Rodrigues, Aline Sueli de Lima; Guimarães, Abraão Tiago Batista; Rocha, Thiago Lopes; Malafaia, Guilherme Behavioral and biochemical consequences of <i>Danio rerio</i> larvae exposure to polylactic acid bioplastic, <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2021, 404, 124152., 10.1016/j.jhazmat.2020.124152
R5_魚類_45	Hu, Jiamin; Zuo, Jiane; Li, Jinbo; Zhang, Yanyan; Ai, Xiang; Zhang, Jiwen; Gong, Dahui; Sun, Dingming Effects of secondary polyethylene microplastic exposure on crucian (<i>Carassius carassius</i>) growth, liver damage, and gut microbiome composition, <i>Science of The Total Environment</i> 2022, 802, 149736., 10.1016/j.scitotenv.2021.149736
R5_魚類_46	Prata, Joana C.; Venâncio, Cátia; Girão, Ana V.; da Costa, João P.; Lopes, Isabel; Duarte, Armando C.; Rocha-Santos, Teresa Effects of virgin and weathered polystyrene and polypropylene microplastics on <i>Raphidocelis subcapitata</i> and embryos of <i>Danio rerio</i> under environmental concentrations, <i>Science of The Total Environment</i> 2022, 816, 151642., 10.1016/j.scitotenv.2021.151642
R5_魚類_47	DiBona, Elizabeth; Haley, Carol; Geist, Simon; Seemann, Frauke Developmental Polyethylene Microplastic Fiber Exposure Entails Subtle Reproductive Impacts in Juvenile Japanese Medaka (<i>Oryzias latipes</i>), <i>Environmental Toxicology and Chemistry</i> 2022, 41, 11, 2848–2858., 10.1002/etc.5456
R5_魚類_48	de Mello Pereira, Danieli; Mazon, Samara Cristina; Mendes, Ellen Jaqueline; Brunetto, Raísa; Ozelame, Bruna; Zembruski, Fernanda Staub; Dalcin, Ana Laura Fiori; Marsaro, Isabella Bodanese; Aguiar, Gean Pablo; Lutinski, Junir Antônio; Tavella, Ronan Adler; da Silva Júnior, Flávio Manoel Rodrigues; Oliveira, J. Vladimir; Müller, Liz Girardi; Fiori, Márcio Antônio; Sachett, Adrieli; Siebel, Anna Maria Recycled polyvinyl chloride microplastics: investigation of environmentally relevant concentrations on toxicity in adult zebrafish, <i>Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A</i> 2023, 86, 11, 347–360., 10.1080/15287394.2023.2203154

文献 No.	論文情報
R5_魚類_49	Yao, Fu Cheng; Gu, Yue; Jiang, Tian; Wang, Peng Fei; Song, Fei Biao; Zhou, Zhi; Sun, Jun Long; Luo, Jian The involvement of oxidative stress mediated endoplasmic reticulum pathway in apoptosis of Golden Pompano (<i>Trachinotus blochii</i>) liver under PS-MPs stress, <i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> 2023, 249, 114440., 10.1016/j.ecoenv.2022.114440
R5_魚類_50	Jeong, Soomin; Jang, Soogyong; Kim, Seong Soon; Bae, Myung Ae; Shin, Junnyung; Lee, Ki-Baek; Kim, Ki-Tae Size-dependent seizurogenic effect of polystyrene microplastics in zebrafish embryos, <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2022, 439, 129616., 10.1016/j.jhazmat.2022.129616
R5_魚類_51	Xiang, Keyu; He, Zhiyu; Fu, Jianxin; Wang, Guoqing; Li, Hongyan; Zhang, Yu; Zhang, Shicui; Chen, Lingxin Microplastics exposure as an emerging threat to ancient lineage: A contaminant of concern for abnormal bending of amphioxus via neurotoxicity, <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2022, 438, 129454., 10.1016/j.jhazmat.2022.129454
R5_魚類_52	Kim, Sang A; Kim, Lia; Kim, Tae Hee; An, Youn-Joo Assessing the size-dependent effects of microplastics on zebrafish larvae through fish lateral line system and gut damage, <i>Marine Pollution Bulletin</i> 2022, 185, 114279., 10.1016/j.marpolbul.2022.114279
R5_魚類_53	Chen, Jin-Can; Fang, Chao; Zheng, Rong-Hui; Chen, Ming-Liang; Kim, Duck-Hyun; Lee, Young-Hwan; Bailey, Christyn; Wang, Ke-Jian; Lee, Jae-Seong; Bo, Jun Environmentally relevant concentrations of microplastics modulated the immune response and swimming activity, and impaired the development of marine medaka <i>Oryzias melastigma</i> larvae, <i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> 2022, 241, 113843., 10.1016/j.ecoenv.2022.113843
R5_魚類_54	Zhang, Yan-Kun; Yang, Bing-Kun; Zhang, Chun-Nuan; Xu, Shi-Xiao; Sun, Ping Effects of polystyrene microplastics acute exposure in the liver of swordtail fish (<i>Xiphophorus helleri</i>) revealed by LC-MS metabolomics, <i>Science of The Total Environment</i> 2022, 850, 157772., 10.1016/j.scitotenv.2022.157772
R5_魚類_55	Zhong, Yuheng; Ding, Qi; Huang, Zhiyi; Xiao, Xiangxiang; Han, Xiaofeng; Su, Yanrong; Wang, Dali; You, Jing Influence of ultraviolet-aging and adsorbed pollutants on toxicological effects of polyvinyl chloride microplastics to zebrafish, <i>Environmental Pollution</i> 2023, 316, 120617., 10.1016/j.envpol.2022.120617
R5_魚類_56	Cormier, Bettie; Cachot, Jérôme; Blanc, Mélanie; Cabar, Mathieu; Clérandeau, Christelle; Dubocq, Florian; Le Bihanic, Florane; Morin, Bénédicte; Zapata, Sarah; Bégout, Marie-Laure; Cousin, Xavier Environmental microplastics disrupt swimming activity in acute exposure in <i>Danio rerio</i> larvae and reduce growth and reproduction success in chronic exposure in <i>D. rerio</i> and <i>Oryzias melastigma</i> , <i>Environmental Pollution</i> 2022, 308, 119721., 10.1016/j.envpol.2022.119721
R5_魚類_57	Hao, Yaotong; Sun, Yanfeng; Li, Mo; Fang, Xuedan; Wang, Zhikui; Zuo, Jiulong; Zhang, Cuiyun Adverse effects of polystyrene microplastics in the freshwater commercial fish, grass carp (<i>Ctenopharyngodon idella</i>): Emphasis on physiological response and intestinal microbiome, <i>Science of The Total Environment</i> 2023, 856, 159270., 10.1016/j.scitotenv.2022.159270
R5_魚類_58	Xiang, Chongdan; Chen, Haibo; Liu, Xiaolin; Dang, Yao; Li, Xin; Yu, Yunjiang; Li, Bei; Li, Xintong; Sun, Yanan; Ding, Ping; Hu, Guocheng UV-aged microplastics induces neurotoxicity by affecting the neurotransmission in larval zebrafish, <i>Chemosphere</i> 2023, 324, 138252., 10.1016/j.chemosphere.2023.138252
R5_魚類_59	Xia, Xiaohua; Guo, Wanwan; Ma, Xiaoyu; Liang, Ning; Duan, Xiangyu; Zhang, Peihan; Zhang, Ying; Chang, Zhongjie; Zhang, Xiaowen Reproductive toxicity and cross-generational effect of polyethylene microplastics in <i>Paramisgurnus dabryanus</i> , <i>Chemosphere</i> 2023, 313, 137440., 10.1016/j.chemosphere.2022.137440

文献 No.	論文情報
R5_魚類_60	Rabeanahary, Andry Ny Aina; Piette, Mathilde; Missawi, Omayma; Garigliany, Mutien-Marie; Kestemont, Patrick; Cornet, Valérie Microplastics alter development, behavior, and innate immunity responses following bacterial infection during zebrafish embryo-larval development, <i>Chemosphere</i> 2023, 311, 136969., 10.1016/j.chemosphere.2022.136969
R5_魚類_61	Lu, Xing; Zhang, Jie-Xin; Zhang, Lang; Wu, Di; Tian, Juan; Yu, Li-Juan; He, Li; Zhong, Shan; Du, Hao; Deng, Dong-Fang; Ding, Yong-Zhen; Wen, Hua; Jiang, Ming Comprehensive understanding the impacts of dietary exposure to polyethylene microplastics on genetically improved farmed tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>): tracking from growth, microbiota, metabolism to gene expressions, <i>Science of The Total Environment</i> 2022, 841, 156571., 10.1016/j.scitotenv.2022.156571
R5_魚類_62	Kim, Lia; Il Kwak, Jin; Kim, Sang A; An, Youn-Joo Potential effects of natural aging process on the characteristics and toxicity of facial masks: A zebrafish-based study, <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2023, 453, 131425., 10.1016/j.jhazmat.2023.131425
R5_魚類_63	Ding, Ping; Xiang, Chongdan; Li, Xintong; Chen, Haibo; Shi, Xiaoxia; Li, Xin; Huang, Chushan; Yu, Yunjiang; Qi, Jianying; Li, Adela Jing; Zhang, Lijuan; Hu, Guocheng Photoaged microplastics induce neurotoxicity via oxidative stress and abnormal neurotransmission in zebrafish larvae (<i>Danio rerio</i>), <i>Science of The Total Environment</i> 2023, 881, 163480., 10.1016/j.scitotenv.2023.163480
R5_魚類_64	Xiao, Kun; Song, Lili; Li, Yishuai; Li, Congjun; Zhang, Shicui Dietary intake of microplastics impairs digestive performance, induces hepatic dysfunction, and shortens lifespan in the annual fish <i>Nothobranchius guentheri</i> , <i>Biogerontology</i> 2023, 24, 2, 207-223., 10.1007/s10522-022-10007-w
R5_魚類_65	Félix, Luís; Carreira, Paulo; Peixoto, Francisco Effects of chronic exposure of naturally weathered microplastics on oxidative stress level, behaviour, and mitochondrial function of adult zebrafish (<i>Danio rerio</i>), <i>Chemosphere</i> 2023, 310, 136895., 10.1016/j.chemosphere.2022.136895
R5_魚類_66	Kim, Jin A; Kim, Min Ju; Song, Jin Ah; Choi, Cheol Young Effects of microfiber exposure on medaka (<i>Oryzias latipes</i>): Oxidative stress, cell damage, and mortality, <i>Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology</i> 2023, 265, 109535., 10.1016/j.cbpc.2022.109535
R5_魚類_67	González-Doncel, Miguel; García-Mauriño, José Enrique; Beltrán, Eulalia María; Fernández Torija, Carlos; Andreu-Sánchez, Oscar; Pablos, María Victoria Effects of life cycle exposure to polystyrene microplastics on medaka fish (<i>Oryzias latipes</i>), <i>Environmental Pollution</i> 2022, 311, 120001., 10.1016/j.envpol.2022.120001
R5_魚類_68	Bour, Agathe; Leoni, Denise; Sundh, Henrik; Carney Almroth, Bethanie Exposure to textile microfibers causes no effect on blood, behavior and tissue morphology in the three-spined stickleback (<i>Gasterosteus aculeatus</i>), <i>Marine Pollution Bulletin</i> 2022, 180, 113755., 10.1016/j.marpolbul.2022.113755
R5_魚類_69	Rahman, Md. Moshir; Ferdouse, Zannatul; Nur, Nazmir; Islam, Md. Nazrul; Rouf, Muhammad Abdur; Arafat, Shaikh Tareq; Mustafizur Rahman, Sheikh; Rahman, Md. Mostafizur Microplastic ingestion alters the expression of some sexually selected traits in a model fish guppy (<i>Poecilia reticulata</i> Peters 1859), <i>Marine and Freshwater Behaviour and Physiology</i> 2022, 55, 3-4, 87-106., 10.1080/10236244.2022.2100772

文献 No.	論文情報
R5_甲殻類_04	Martins, Alexandra; Guilhermino, Lúcia Transgenerational effects and recovery of microplastics exposure in model populations of the freshwater cladoceran <i>Daphnia magna</i> Straus, <i>Science of The Total Environment</i> 2018, 631–632, 421–428., 10.1016/j.scitotenv.2018.03.054
R5_甲殻類_05	Guilhermino, Lúcia; Martins, Alexandra; Cunha, Sara; Fernandes, José O. Long-term adverse effects of microplastics on <i>Daphnia magna</i> reproduction and population growth rate at increased water temperature and light intensity: Combined effects of stressors and interactions, <i>Science of The Total Environment</i> 2021, 784, 147082., 10.1016/j.scitotenv.2021.147082
R5_甲殻類_06	Peixoto, Diogo; Amorim, João; Pinheiro, Carlos; Oliva-Teles, Luís; Varó, Inmaculada; de Medeiros Rocha, Renato; Vieira, Maria Natividade Uptake and effects of different concentrations of spherical polymer microparticles on <i>Artemia franciscana</i> , <i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> 2019, 176, 211–218., 10.1016/j.ecoenv.2019.03.100
R5_甲殻類_07	Jaikummar, Gayathri; Brun, Nadja R.; Vijver, Martina G.; Bosker, Thijs Reproductive toxicity of primary and secondary microplastics to three cladocerans during chronic exposure, <i>Environmental Pollution</i> 2019, 249, 638–646., 10.1016/j.envpol.2019.03.085
R5_甲殻類_08	Lee, Do-Hee; Lee, Somyeong; Rhee, Jae-Sung Consistent exposure to microplastics induces age-specific physiological and biochemical changes in a marine mysid, <i>Marine Pollution Bulletin</i> 2021, 162, 111850., 10.1016/j.marpolbul.2020.111850
R5_甲殻類_09	Eom, Hye-Jin; Nam, Sang-Eun; Rhee, Jae-Sung Polystyrene microplastics induce mortality through acute cell stress and inhibition of cholinergic activity in a brine shrimp, <i>Molecular & Cellular Toxicology</i> 2020, 16, 3, 233–243., 10.1007/s13273-020-00088-4
R5_甲殻類_10	Eltemsah, Yehia Sayed; Bøhn, Thomas Acute and chronic effects of polystyrene microplastics on juvenile and adult <i>Daphnia magna</i> , <i>Environmental Pollution</i> 2019, 254, 112919., 10.1016/j.envpol.2019.07.087
R5_甲殻類_11	Shore, Emily A.; deMayo, James A.; Pespeni, Melissa H. Microplastics reduce net population growth and fecal pellet sinking rates for the marine copepod, <i>Acartia tonsa</i> , <i>Environmental Pollution</i> 2021, 284, 117379., 10.1016/j.envpol.2021.117379
R5_甲殻類_12	Cole, Matthew; Lindeque, Pennie; Fileman, Elaine; Halsband, Claudia; Goodhead, Rhys; Moger, Julian; Galloway, Tamara S. Microplastic Ingestion by Zooplankton, <i>Environmental Science & Technology</i> 2013, 47, 12, 6646–6655., 10.1021/es400663f
R5_甲殻類_13	Watts, Andrew J. R.; Urbina, Mauricio A.; Goodhead, Rhys; Moger, Julian; Lewis, Ceri; Galloway, Tamara S. Effect of Microplastic on the Gills of the Shore Crab <i>Carcinus maenas</i> , <i>Environmental Science & Technology</i> 2016, 50, 10, 5364–5369., 10.1021/acs.est.6b01187
R5_甲殻類_14	De Felice, Beatrice; Sabatini, Valentina; Antenucci, Stefano; Gattoni, Giacomo; Santo, Nadia; Bacchetta, Renato; Ortenzi, Marco Aldo; Parolini, Marco Polystyrene microplastics ingestion induced behavioral effects to the cladoceran <i>Daphnia magna</i> , <i>Chemosphere</i> 2019, 231, 423–431., 10.1016/j.chemosphere.2019.05.115
R5_甲殻類_16	Cunningham, Brittany; Harper, Bryan; Brander, Susanne; Harper, Stacey Toxicity of micro and nano tire particles and leachate for model freshwater organisms, <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2022, 429, 128319., 10.1016/j.jhazmat.2022.128319
R5_甲殻類_17	Heindler, Franz M.; Alajmi, Fahad; Huerlimann, Roger; Zeng, Chaoshu; Newman, Stephen J.; Vamvounis, George; van Herwerden, Lynne Toxic effects of polyethylene terephthalate microparticles and Di(2-ethylhexyl)phthalate on the calanoid copepod, <i>Parvocalanus crassirostris</i> , <i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> 2017, 141, 298–305., 10.1016/j.ecoenv.2017.03.029

文献 No.	論文情報
R5_甲殼類_18	Trotter, Benjamin; Wilde, Magdalena V.; Brehm, Julian; Dafni, Evdokia; Aliu, Arlinda; Arnold, Georg J.; Fröhlich, Thomas; Laforsch, Christian Long-term exposure of <i>Daphnia magna</i> to polystyrene microplastic (PS-MP) leads to alterations of the proteome, morphology and life-history, <i>Science of The Total Environment</i> 2021, 795, 148822., 10.1016/j.scitotenv.2021.148822
R5_甲殼類_19	Isinibilir, Melek; Svetlichny, Leonid; Mykitchak, Taras; Türkeri, Ezgi E.; Eryalçın, Kamil Mert; Doğan, Onur; Can, Gülşah; Yüksel, Esin; Kideys, Ahmet E. Microplastic Consumption and Its Effect on Respiration Rate and Motility of <i>Calanus helgolandicus</i> From the Marmara Sea, <i>Frontiers in Marine Science</i> 2020, 7, ., 10.3389/fmars.2020.603321
R5_甲殼類_20	Hsieh, Shu-Ling; Wu, Yi-Chen; Xu, Ruo-Qi; Chen, Ya-Ting; Chen, Chiu-Wen; Singhania, Reeta Rani; Dong, Cheng-Di Effect of polyethylene microplastics on oxidative stress and histopathology damages in <i>Litopenaeus vannamei</i> , <i>Environmental Pollution</i> 2021, 288, 117800., 10.1016/j.envpol.2021.117800
R5_甲殼類_21	Magester, Sergi; Barcelona, Aina; Colomer, Jordi; Serra, Teresa Vertical distribution of microplastics in water bodies causes sublethal effects and changes in <i>Daphnia magna</i> swimming behaviour, <i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> 2021, 228, 113001., 10.1016/j.ecoenv.2021.113001
R5_甲殼類_23	Cole, Matthew; Coppock, Rachel; Lindeque, Penelope K.; Altin, Dag; Reed, Sarah; Pond, David W.; Sørensen, Lisbet; Galloway, Tamara S.; Booth, Andy M. Effects of Nylon Microplastic on Feeding, Lipid Accumulation, and Moulting in a Coldwater Copepod, <i>Environmental Science & Technology</i> 2019, 53, 12, 7075–7082., 10.1021/acs.est.9b01853
R5_甲殼類_24	Cole, Matthew; Lindeque, Pennie; Fileman, Elaine; Halsband, Claudia; Galloway, Tamara S. The Impact of Polystyrene Microplastics on Feeding, Function and Fecundity in the Marine Copepod <i>Calanus helgolandicus</i> , <i>Environmental Science & Technology</i> 2015, 49, 2, 1130–1137., 10.1021/es504525u
R5_甲殼類_25	Suwaki, Caroline H.; De-La-Cruz, Leandro T.; Lopes, Rubens M. Impacts of Microplastics on the Swimming Behavior of the Copepod <i>Temora turbinata</i> (Dana, 1849), <i>Fluids</i> 2020, 5, 3, 103., 10.3390/fluids5030103
R5_甲殼類_26	Yu, Juan; Tian, Ji-Yuan; Xu, Rui; Zhang, Zheng-Yu; Yang, Gui-Peng; Wang, Xue-Dan; Lai, Jing-Guang; Chen, Rong Effects of microplastics exposure on ingestion, fecundity, development, and dimethylsulfide production in <i>Tigriopus japonicus</i> (Harpacticoida, copepod), <i>Environmental Pollution</i> 2020, 267, 115429., 10.1016/j.envpol.2020.115429
R5_甲殼類_27	Liu, Yang; Zhang, Jiale; Zhao, Haoyang; Cai, Ji; Sultan, Yousef; Fang, Haiyan; Zhang, Bangjun; Ma, Junguo Effects of polyvinyl chloride microplastics on reproduction, oxidative stress and reproduction and detoxification-related genes in <i>Daphnia magna</i> , <i>Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology</i> 2022, 254, 109269., 10.1016/j.cbpc.2022.109269
R5_甲殼類_28	Everaert, Gert; Vlaeminck, Karel; Vandegehuchte, Michiel B.; Janssen, Colin R. Effects of Microplastic on the Population Dynamics of a Marine Copepod: Insights from a Laboratory Experiment and a Mechanistic Model, <i>Environmental Toxicology and Chemistry</i> 2022, 41, 7, 1663–1674., 10.1002/etc.5336
R5_甲殼類_29	Jeyavani, Jeyaraj; Sibiya, Ashokkumar; Bhavanirama, Sundaresan; Mahboob, Shahid; Al-Ghanim, Khalid A.; Nisa, Zaib-un; Riaz, Mian Nadeem; Nicoletti, Marcello; Govindarajan, Marimuthu; Vaseeharan, Baskaralingam Toxicity evaluation of polypropylene microplastic on marine microcrustacean <i>Artemia salina</i> : An analysis of implications and vulnerability, <i>Chemosphere</i> 2022, 296, 133990., 10.1016/j.chemosphere.2022.133990

文献 No.	論文情報
R5_甲殻類_30	An, Dahee; Na, Joorim; Song, Jinyoung; Jung, Jinho Size-dependent chronic toxicity of fragmented polyethylene microplastics to <i>Daphnia magna</i> , <i>Chemosphere</i> 2021, 271, 129591., 10.1016/j.chemosphere.2021.129591
R5_甲殻類_31	Gray, Austin D.; Weinstein, John E. Size- and shape-dependent effects of microplastic particles on adult daggerblade grass shrimp (<i>Palaemonetes pugio</i>), <i>Environmental Toxicology and Chemistry</i> 2017, 36, 11, 3074-3080., 10.1002/etc.3881
R5_甲殻類_32	Hariharan, G.; Purvaja, R.; Anandavelu, I.; Robin, R. S.; Ramesh, R. Ingestion and toxic impacts of weathered polyethylene (wPE) microplastics and stress defensive responses in whiteleg shrimp (<i>Penaeus vannamei</i>), <i>Chemosphere</i> 2022, 300, 134487., 10.1016/j.chemosphere.2022.134487
R5_甲殻類_33	Schwarzer, Michael; Brehm, Julian; Vollmer, Martina; Jasinski, Julia; Xu, Chengzhang; Zainuddin, Shakir; Fröhlich, Thomas; Schott, Matthias; Greiner, Andreas; Scheibel, Thomas; Laforsch, Christian Shape, size, and polymer dependent effects of microplastics on <i>Daphnia magna</i> , <i>Journal of Hazardous Materials</i> 2022, 426, 128136., 10.1016/j.jhazmat.2021.128136
R5_甲殻類_34	Gray, Austin D.; Weinstein, John E.; Riegerix, Rachelle C. Assessment of acute toxicity and developmental transformation impacts of polyethylene microbead exposure on larval daggerblade grass shrimp (<i>Palaemon pugio</i>), <i>Scientific Reports</i> 2022, 12, 1, 6967., 10.1038/s41598-022-10999-y
R5_甲殻類_35	Au, Sarah Y.; Bruce, Terri F.; Bridges, William C.; Klaine, Stephen J. Responses of <i>Hyalella azteca</i> to acute and chronic microplastic exposures, <i>Environmental Toxicology and Chemistry</i> 2015, 34, 11, 2564-2572., 10.1002/etc.3093
R5_甲殻類_36	Schür, Christoph; Weil, Carolin; Baum, Marlene; Wallraff, Jonas; Schreier, Michael; Oehlmann, Jörg; Wagner, Martin Incubation in Wastewater Reduces the Multigenerational Effects of Microplastics in <i>Daphnia magna</i> , <i>Environmental Science & Technology</i> 2021, 55, 4, 2491-2499., 10.1021/acs.est.0c07911
R5_甲殻類_37	Yang, Kaiming; Jing, Siyuan; Liu, Yang; Zhou, Hao; Liu, Yan; Yan, Ming; Yi, Xianliang; Liu, Renyan Acute toxicity of tire wear particles, leachates and toxicity identification evaluation of leachates to the marine copepod, <i>Tigriopus japonicus</i> , <i>Chemosphere</i> 2022, 297, 134099., 10.1016/j.chemosphere.2022.134099
R5_甲殻類_38	Jaikumar, Irene Monica; Periyakali, Saravana Bhavan; Rajendran, Udayasuriyan; Joen-Rong, Sheu; Thanasekaran, Jayakumar; Tsorng-Harn, Fong Effects of Microplastics, Polystyrene, and Polyethylene on Antioxidants, Metabolic Enzymes, HSP-70, and Myostatin Expressions in the Giant River Prawn <i>Macrobrachium rosenbergii</i> : Impact on Survival and Growth, <i>Archives of Environmental Contamination and Toxicology</i> 2021, 80, 3, 645-658., 10.1007/s00244-021-00833-3
R5_甲殻類_39	Kim, Dokyung; Kim, Haemi; An, Youn-Joo Effects of synthetic and natural microfibers on <i>Daphnia magna</i> -Are they dependent on microfiber type?, <i>Aquatic Toxicology</i> 2021, 240, 105968., 10.1016/j.aquatox.2021.105968
R5_甲殻類_40	Li, Hongyu; Chen, Hongwei; Wang, Jiao; Li, Jiayao; Liu, Sitong; Tu, Jianbo; Chen, Yanzhen; Zong, Yanping; Zhang, Pingping; Wang, Zhiyun; Liu, Xianhua Influence of Microplastics on the Growth and the Intestinal Microbiota Composition of Brine Shrimp, <i>Frontiers in Microbiology</i> 2021, 12, ., 10.3389/fmicb.2021.717272
R5_甲殻類_41	Halle, Louise L.; Palmqvist, Annemette; Kampmann, Kristoffer; Jensen, Anders; Hansen, Tobias; Khan, Farhan R. Tire wear particle and leachate exposures from a pristine and road-worn tire to <i>Hyalella azteca</i> : Comparison of chemical content and biological effects, <i>Aquatic Toxicology</i> 2021, 232, 105769., 10.1016/j.aquatox.2021.105769

文献 No.	論文情報
R5_甲殼類_42	Kim, Lia; Kim, Sang A.; Kim, Tae Hee; Kim, Juhea; An, Youn-Joo Synthetic and natural microfibers induce gut damage in the brine shrimp <i>Artemia franciscana</i> , <i>Aquatic Toxicology</i> 2021, 232, 105748., 10.1016/j.aquatox.2021.105748
R5_甲殼類_43	Kokalj, Anita Jemec; Kunej, Urban; Skalar, Tina Screening study of four environmentally relevant microplastic pollutants: Uptake and effects on <i>Daphnia magna</i> and <i>Artemia franciscana</i> , <i>Chemosphere</i> 2018, 208, 522-529., 10.1016/j.chemosphere.2018.05.172
R5_甲殼類_44	Jemec, Anita; Horvat, Petra; Kunej, Urban; Bele, Marjan; Kržan, Andrej Uptake and effects of microplastic textile fibers on freshwater crustacean <i>Daphnia magna</i> , <i>Environmental Pollution</i> 2016, 219, 201-209., 10.1016/j.envpol.2016.10.037
R5_甲殼類_45	Schell, Theresa; Martinez-Perez, Sara; Dafouz, Raquel; Hurley, Rachel; Vighi, Marco; Rico, Andreu Effects of Polyester Fibers and Car Tire Particles on Freshwater Invertebrates, <i>Environmental Toxicology and Chemistry</i> 2022, 41, 6, 1555-1567., 10.1002/etc.5337
R5_甲殼類_46	Cunningham, Eoghan M.; Mundy, Amy; Kregting, Louise; Dick, Jaimie T. A.; Crump, Andrew; Riddell, Gillian; Arnott, Gareth Animal contests and microplastics: evidence of disrupted behaviour in hermit crabs <i>Pagurus bernhardus</i> , <i>Royal Society Open Science</i> 2021, 8, 10, 211089., 10.1098/rsos.211089
R5_甲殼類_47	Wang, Zhenlu; Fan, Lanfen; Wang, Jun; Xie, Shaolin; Zhang, Chaonan; Zhou, Jiang; Zhang, Li; Xu, Guohuan; Zou, Jixing Insight into the immune and microbial response of the white-leg shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i> to microplastics, <i>Marine Environmental Research</i> 2021, 169, 105377., 10.1016/j.marenvres.2021.105377
R5_甲殼類_48	Wang, Zhenlu; Fan, Lanfen; Wang, Jun; Zhou, Jiang; Ye, Qiao; Zhang, Li; Xu, Guohuan; Zou, Jixing Impacts of microplastics on three different juvenile shrimps: Investigating the organism response distinction, <i>Environmental Research</i> 2021, 198, 110466., 10.1016/j.envres.2020.110466
R5_甲殼類_49	Wang, Peng; Li, Qin-Qin; Hui, Jin; Xiang, Qian-Qian; Yan, Hui; Chen, Li-Qiang Metabolomics reveals the mechanism of polyethylene microplastic toxicity to <i>Daphnia magna</i> , <i>Chemosphere</i> 2022, 307, 135887., 10.1016/j.chemosphere.2022.135887
R5_甲殼類_50	Jeyavani, Jeyaraj; Sibiya, Ashokkumar; Gopi, Narayanan; Mahboob, Shahid; Al-Ghanim, Khalid A.; Al-Misned, Fahad; Ahmed, Zubair; Riaz, Mian Nadeem; Palaniappan, Balasubramanian; Govindarajan, Marimuthu; Vaseeharan, Baskaralingam Ingestion and impacts of water-borne polypropylene microplastics on <i>Daphnia similis</i> , <i>Environmental Science and Pollution Research</i> 2023, 30, 5, 13483-13494., 10.1007/s11356-022-23013-9
R5_甲殼類_51	Rani-Borges, Bárbara; Queiroz, Lucas Gonçalves; Prado, Caio César Achilles; de Melo, Eduardo Carmine; de Moraes, Beatriz Rocha; Ando, Rômulo Augusto; de Paiva, Teresa Cristina Brazil; Pompêo, Marcelo Exposure of the amphipod <i>Hyalella azteca</i> to microplastics. A study on subtoxic responses and particle biofragmentation, <i>Aquatic Toxicology</i> 2023, 258, 106516., 10.1016/j.aquatox.2023.106516
R5_甲殼類_52	Fang, James Kar-Hei; Tse, Tsz Wan; Maboloc, Elizaldy Acebu; Leung, Ryan Kar-Long; Leung, Matthew Ming-Lok; Wong, Max Wang-Tang; Chui, Apple Pui-Yi; Wang, Youji; Hu, Menghong; Kwan, Kit Yue; Cheung, Siu Gin Adverse impacts of high-density microplastics on juvenile growth and behaviour of the endangered tri-spine horseshoe crab <i>Tachypleus tridentatus</i> , <i>Marine Pollution Bulletin</i> 2023, 187, 114535., 10.1016/j.marpolbul.2022.114535

文献 No.	論文情報
R5_甲殻類_53	Sun, Shengming; Jin, Yiting; Luo, Penghui; Shi, Xiaotao Polystyrene microplastics induced male reproductive toxicity and transgenerational effects in freshwater prawn, <i>Science of The Total Environment</i> 2022, 842, 156820., 10.1016/j.scitotenv.2022.156820
R5_甲殻類_54	Kim, Kanghee; Yoon, Hakwon; Choi, Jin Soo; Jung, Youn-Joo; Park, June-Woo Chronic effects of nano and microplastics on reproduction and development of marine copepod <i>Tigriopus japonicus</i> , <i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> 2022, 243, 113962., 10.1016/j.ecoenv.2022.113962
R5_甲殻類_55	Zeng, Yingxu; Deng, Baichuan; Kang, Zixin; Araujo, Pedro; Mjøs, Svein Are; Liu, Ruina; Lin, Jianhui; Yang, Tao; Qu, Yuangao Tissue accumulation of polystyrene microplastics causes oxidative stress, hepatopancreatic injury and metabolome alterations in <i>Litopenaeus vannamei</i> , <i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> 2023, 256, 114871., 10.1016/j.ecoenv.2023.114871
R5_甲殻類_56	Rani-Borges, Bárbara; Meitern, Richard; Teesalu, Paul; Raudna-Kristoffersen, Merilin; Kreitsberg, Randel; Heinlaan, Margit; Tuvikene, Arvo; Ivask, Angela Effects of environmentally relevant concentrations of microplastics on amphipods, <i>Chemosphere</i> 2022, 309, 136599., 10.1016/j.chemosphere.2022.136599
R5_甲殻類_57	Castro, Gleyson B.; Bernegossi, Aline C.; Pinheiro, Fernanda R.; Corbi, Juliano J. The silent harm of polyethylene microplastics: Invertebrates growth inhibition as a warning of the microplastic pollution in continental waters, <i>Limnologica</i> 2022, 93, 125964., 10.1016/j.limno.2022.125964
R5_甲殻類_58	Gökçe, Didem; Şeftalicioğlu, Merve Duygu; Erden, Büşra Aksoy; Köytepe, Süleyman Chronic and Acute Water-Soluble Microplastics Uptake and Effects on Growth and Reproduction of <i>Daphnia magna</i> , <i>Water, Air, & Soil Pollution</i> 2022, 233, 11, 434., 10.1007/s11270-022-05907-z
R5_貝類_01	Bringer, Arno; Cachot, Jérôme; Prunier, Grégoire; Dubillot, Emmanuel; Clérandeau, Christelle; Hélène Thomas Experimental ingestion of fluorescent microplastics by pacific oysters, <i>Crassostrea gigas</i> , and their effects on the behaviour and development at early stages, <i>Chemosphere</i> , 254, 126793, 10.1016/j.chemosphere.2020.126793
R5_貝類_02	Bringer, Arno; Thomas, Hélène; Prunier, Grégoire; Dubillot, Emmanuel; Bossut, Noémie; Churlaud, Carine; Clérandeau, Christelle; Le Bihanic, Florane; Cachot, Jérôme High density polyethylene (HDPE) microplastics impair development and swimming activity of Pacific oyster D-larvae, <i>Crassostrea gigas</i> , depending on particle size, <i>Environmental Pollution</i> , 260, 113978, 10.1016/j.envpol.2020.113978
R5_貝類_03	Thomas, Maes; Jon, Barry; Craig, Stenton; Edward, Roberts; Ruth, Hicks; John, Bignell; Dick, Vethaak A.; Heather, Leslie A.; Matthew, Sanders The world is your oyster: low-dose, long-term microplastic exposure of juvenile oysters, <i>Heliyon</i> , 6(1), e03103, 10.1016/j.heliyon.2019.e03103
R5_貝類_04	Jiang, Weiwei; Fang, Jinghui; Du, Meirong; Gao, Yaping; Fang, Jianguang; Jiang, Zengjie Microplastics influence physiological processes, growth and reproduction in the Manila clam, <i>Ruditapes philippinarum</i> , <i>Environmental Pollution</i> , 293, 118502, 10.1016/j.envpol.2021.118502
R5_貝類_05	Bringer, Arno; Cachot, Jérôme; Dubillot, Emmanuel; Prunier, Grégoire; Huet, Valérie; Clérandeau, Christelle; Evin, Louise; Thomas, Hélène Intergenerational effects of environmentally-aged microplastics on the <i>Crassostrea gigas</i> , <i>Environmental Pollution</i> , 294, 118600, 10.1016/j.envpol.2021.118600

文献 No.	論文情報
R5_貝類_06	Phothakwanpracha, Juthamas; Lirdwitayaprasit, Thaithaworn; Pairohakul, Supanut Effects of sizes and concentrations of different types of microplastics on bioaccumulation and lethality rate in the green mussel, <i>Perna viridis</i> , <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 173, 112954, 10.1016/j.marpolbul.2021.112954
R5_貝類_07	Métais, Isabelle; Latchere, Oihana; Roman, Coraline; Perrein-Ettajani, Hanane; Mouloud, Mohammed; Georges, Didier; Audroin, Thybaud; Gatrouillet, Charlotte; Gigault, Julien; Agnès-Feurtet-Mazel; Baudrimont, Magalie; Châtel, Amélie Continuum from microplastics to nanoplastics: effects of size and source on the estuarine bivalve <i>Scrobicularia plana</i> , <i>Environmental Science and Pollution Research</i> , 30(16), 45725–45739, 10.1007/s11356-023-25588-3
R5_貝類_08	Shi, Wei; Sun, Shuge; Han, Yu; Tang, Yu; Zhou, Weishang; Zhang, Weixia; Du, Xueying; Huang, Lin; Liu, Guangxu Microplastics hamper the fertilization success of a broadcast spawning bivalve through reducing gamete collision and gamete fusion efficiency, <i>Aquatic Toxicology</i> , 242, 106049, 10.1016/j.aquatox.2021.106049
R5_貝類_09	Gardon, Tony; Reisser, Céline; Soyez, Claude; Quillien, Virgile; Le Moullac, Gilles Microplastics Affect Energy Balance and Gametogenesis in the Pearl Oyster <i>Pinctada margaritifera</i> , <i>Environmental Science & Technology</i> , 52(9), 5277–5286, 10.1021/acs.est.8b00168
R5_貝類_10	Masiá, Paula; Ardura, Alba; García-Vázquez, Eva Virgin Polystyrene Microparticles Exposure Leads to Changes in Gills DNA and Physical Condition in the Mediterranean Mussel <i>Mytilus galloprovincialis</i> , <i>Animals</i> , 11(8), 2317, 10.3390/ani11082317
R5_貝類_11	Yap, Vincent H. S.; Chase, Zanna; Wright, Jeffrey T.; Hurd, Catriona L.; Lavers, Jennifer L.; Lenz, Mark A comparison with natural particles reveals a small specific effect of PVC microplastics on mussel performance, <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 160, 111703, 10.1016/j.marpolbul.2020.111703
R5_貝類_12	Pedersen, Adam F.; Gopalakrishnan, Kishore; Boegehold, Anna G.; Peraino, Nicholas J.; Westrick, Judy A.; Kashian, Donna R. Microplastic ingestion by quagga mussels, <i>Dreissena bugensis</i> , and its effects on physiological processes, <i>Environmental Pollution</i> , 260, 113964, 10.1016/j.envpol.2020.113964
R5_貝類_13	Abidli, Sami; Pinheiro, Marlene; Lahbib, Youssef; Neuparth, Teresa; Santos, Miguel M.; Trigui El Menif, Najoua Effects of environmentally relevant levels of polyethylene microplastic on <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Mollusca: Bivalvia): filtration rate and oxidative stress, <i>Environmental Science and Pollution Research</i> , 28(21), 26643–26652, 10.1007/s11356-021-12506-8
R5_貝類_14	Hariharan, G.; Purvaja, R.; Anandavelu, I.; Robin, R. S.; Ramesh, R. Accumulation and ecotoxicological risk of weathered polyethylene (wPE) microplastics on green mussel (<i>Perna viridis</i>), <i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> , 208, 111765, 10.1016/j.ecoenv.2020.111765
R5_貝類_15	Hamm, Thea; Lenz, Mark Negative impacts of realistic doses of spherical and irregular microplastics emerged late during a 42 weeks-long exposure experiment with blue mussels, <i>Science of The Total Environment</i> , 778, 146088, 10.1016/j.scitotenv.2021.146088

文献 No.	論文情報
R5_貝類_16	Hamm, Thea; Barkhau, Jonas; Gabriel, Anna-Louise; Gottschalck, Leo L.; Greulich, Maria; Houiller, Daphne; Kawata, Uki; Tump, Lukas Novaes; Leon, Abril Sanchez; Vasconcelos, Paulo; Yap, Vincent; Almeida, Corrine; Chase, Zanna; Hurd, Catriona L.; Lavers, Jennifer L.; Nakaoka, Masahiro; Rilov, Gil; Thiel, Martin; Wright, Jeffrey T.; Lenz, Mark Plastic and natural inorganic microparticles do not differ in their effects on adult mussels (Mytilidae) from different geographic regions, <i>Science of The Total Environment</i> , 811, 151740, 10.1016/j.scitotenv.2021.151740
R5_貝類_17	Green, Dannielle S.; Colgan, Thomas J.; Thompson, Richard C.; Carolan, James C. Exposure to microplastics reduces attachment strength and alters the haemolymph proteome of blue mussels (<i>Mytilus edulis</i>), <i>Environmental Pollution</i> , 246, 423-434, 10.1016/j.envpol.2018.12.017
R5_貝類_18	Bringer, Arno; Cachot, Jérôme; Dubillot, Emmanuel; Lalot, Bénédicte; Thomas, Hélène Evidence of deleterious effects of microplastics from aquaculture materials on pediveliger larva settlement and oyster spat growth of Pacific oyster, <i>Crassostrea gigas</i> , <i>Science of The Total Environment</i> , 794, 148708, 10.1016/j.scitotenv.2021.148708
R5_貝類_19	Fu, Lingtao; Xi, Min; Nicholaus, Regan; Wang, Zhen; Wang, Xin; Kong, Fanlong; Yu, Zhengda Behaviors and biochemical responses of macroinvertebrate <i>Corbicula fluminea</i> to polystyrene microplastics, <i>Science of The Total Environment</i> , 813, 152617, 10.1016/j.scitotenv.2021.152617
R5_貝類_20	Barkhau, Jonas; Sanchez, Abril; Lenz, Mark; Thiel, Martin Effects of microplastics (PVC, PMMA) on the mussel <i>Semimytilus algalus</i> differ only at high concentrations from those of natural microparticles (clay, celite), <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 177, 113414, 10.1016/j.marpolbul.2022.113414

図表 1-62 査読対象とした文献一覧（令和6年度収集分）

文献 No.	論文情報
R6_J-0011	Ping, Ding; Chongdan, Xiang; Xintong, Li; Haibo, Chen; Xiaoxia, Shi; Xin, Li; Chushan, Huang; Yunjiang, Yu; Jianying, Qi; Jing, Li Adela; Lijuan, Zhang; Guocheng, Hu, Photoaged microplastics induce neurotoxicity via oxidative stress and abnormal neurotransmission in zebrafish larvae (<i>Danio rerio</i>), 0, 10.1016/j.scitotenv.2023.163480
R6_J-0413	Meng-ran, Zhu; Hong-ru, Wang; Fu-xin, Han; Zhao-long, Cai; Jing-jing, Wang; Meng-yao, Guo, Polyethylene microplastics cause apoptosis via the MiR-132/CAPN axis and inflammation in carp ovarian, <i>Aquatic Toxicology</i> 265 (2023) 106780, 10.1016/j.aquatox.2023.106780
R6_J-0644	Ming-Yan Ouyang , Xiao-Sa Feng, Xin-Xin Li, Bin Wen, Jun-Heng Liu, Jun-Nan Huang, Jian-Zhong Gao, Zai-Zhong Chen, Microplastics intake and excretion: Resilience of the intestinal microbiota but residual growth inhibition in common carp, <i>Journal of Experimental Marine Biology and Ecology</i> 567 (2023) 151929, 10.1016/j.chemosphere.2021.130144
R6_J-0697	Tianchao, Xu; Jie, Cui; Ran, Xu; Jingwen, Cao; Meng-yao, Guo, Microplastics induced inflammation and apoptosis via ferroptosis and the NF- κ B pathway in carp, <i>Aquatic Toxicology</i> 262 (2023) 106659, 10.1016/j.aquatox.2023.106659
R6_J-0751	Brittany, Cunningham; Matt, Hawkyard; Stacey, Harper; Stacey, Harper; Chris, Langdon, Optimization of experimental conditions for exposure of larval mussels (<i>Mytilus californianus</i>) to microplastic particles, <i>Journal of Experimental Marine Biology and Ecology</i> 567 (2023) 151929, 10.1016/j.jembe.2023.151929
R6_P-0072	Boopathi S, Haridevamuthu B, Mendonca E, Gandhi A, Priya PS, Alkahtani S, Al-Johani NS, Arokiyaraj S, Guru A, Arockiaraj J, Malafaia G., Combined effects of a high-fat diet and polyethylene microplastic exposure induce impaired lipid metabolism and locomotor behavior in larvae and adult zebrafish, <i>Sci Total Environ.</i> 2023 Dec 1;902:165988. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.165988. Epub 2023 Aug 6., 10.1016/j.scitotenv.2023.165988
R6_P-0425	Sun Y, Zhao X, Sui Q, Sun X, Zhu L, Booth AM, Chen B, Qu K, Xia B., Polystyrene nanoplastics affected the nutritional quality of <i>Chlamys farreri</i> through disturbing the function of gills and physiological metabolism: Comparison with microplastics, <i>Sci Total Environ.</i> 2024 Feb 1;910:168457. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.168457. Epub 2023 Nov 18., 10.1016/j.scitotenv.2023.168457
R6_P-0471	Yin J, Duan C, Zhou F, Gong L, Gunathilaka MDKL, Liu X, Liu D, Shen A, Pan Y., Microplastics affect interspecific interactions between cladoceran species in the absence and presence of predators by triggering asymmetric individual responses, <i>Water Res.</i> 2024 Jan 1;248:120877. doi: 10.1016/j.watres.2023.120877. Epub 2023 Nov 15., 10.1016/j.watres.2023.120877
R6_P-0492	Bucci K, Bayoumi M, Stevack K, Watson-Leung T, Rochman CM., Microplastics may induce food dilution and endocrine disrupting effects in fathead minnows (<i>Pimephales promelas</i>), and decrease offspring quality, <i>Environ Pollut.</i> 2024 Mar 15;345:123551. doi: 10.1016/j.envpol.2024.123551. Epub 2024 Feb 11., 10.1016/j.envpol.2024.123551
R6_P-0749	Zink L, Meslo M, Wiseman S, Pyle GG., <i>Daphnia magna</i> digestive activity is differentially altered when exposed to equally turbid waters caused by either suspended sediment or suspended microplastics, <i>Environ Toxicol.</i> 2024 Apr;39(4):2086-2091. doi: 10.1002/tox.24096. Epub 2023 Dec 15., 10.1002/tox.24096
R6_P-0882	Liu TJ, Yang J, Wu JW, Sun XR, Gao XJ., Polyethylene microplastics induced inflammation via the miR-21/IRAK4/NF- κ B axis resulting to endoplasmic reticulum stress and apoptosis in muscle of carp, <i>Fish Shellfish Immunol.</i> 2024 Feb;145:109375. doi: 10.1016/j.fsi.2024.109375. Epub 2024 Jan 11., 10.1016/j.fsi.2024.109375

文献 No.	論文情報
R6_P-0909	Pichardo-Casales B, Vargas-Abúndez JA, Moulatlet GM, Capparelli MV., Feces and molting as microplastic sinks in a mangrove crab, <i>Mar Pollut Bull.</i> 2024 Apr 29;116410. doi: 10.1016/j.marpolbul.2024.116410. Online ahead of print., 10.1016/j.marpolbul.2024.116410
R6_P-0963	Wu D, Lu X, Dong LX, Tian J, Deng J, Wei L, Wen H, Zhong S, Jiang M., Nano polystyrene microplastics could accumulate in Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>): Negatively impacts on the intestinal and liver health through water exposure, <i>J Environ Sci (China)</i> . 2024 Mar;137:604–614. doi: 10.1016/j.jes.2023.02.018. Epub 2023 Feb 21., 10.1016/j.jes.2023.02.018
R6_P-1028	Du J, Hu Y, Hou M, Zhou J, Xiang F, Zheng H, Zhang X, He X, Xiao H., Combined effects of high-fat diet and polystyrene microplastic exposure on microplastic bioaccumulation and lipid metabolism in zebrafish, <i>Fish Shellfish Immunol.</i> 2023 Jun;137:108803. doi: 10.1016/j.fsi.2023.108803. Epub 2023 May 8., 10.1016/j.fsi.2023.108803
R6_P-1215	Tamura Y, Takai Y, Miyamoto H, SeokHyun L, Liu Y, Qiu X, Kang LJ, Simasaki Y, Shindo C, Suda W, Ohno H, Oshima Y., Alteration of shoaling behavior and dysbiosis in the gut of medaka (<i>Oryzias latipes</i>) exposed to 2- μ m polystyrene microplastics, <i>Chemosphere.</i> 2024 Apr;353:141643. doi: 10.1016/j.chemosphere.2024.141643. Epub 2024 Mar 4., 10.1016/j.chemosphere.2024.141643
R6_P-1220	An G, Na J, Song J, Jung J., Chronic toxicity of biodegradable microplastic (Polylactic acid) to <i>Daphnia magna</i> : A comparison with polyethylene terephthalate, <i>Aquat Toxicol.</i> 2024 Jan;266:106790. doi: 10.1016/j.aquatox.2023.106790. Epub 2023 Dec 2., 10.1016/j.aquatox.2023.106790
R6_P-1365	Luan J, Zhang S, Xu Y, Wen L, Feng X., Effects of microplastic exposure on the early developmental period and circadian rhythm of zebrafish (<i>Danio rerio</i>): A comparative study of polylactic acid and polyglycolic acid, <i>Ecotoxicol Environ Saf.</i> 2023 Jun 15;258:114994. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.114994. Epub 2023 May 9., 10.1016/j.ecoenv.2023.114994
R6_P-1484	Capparelli MV, Ramírez CA, Rodríguez-Santiago MA, Valencia-Castañeda G, Ávila E, Moulatlet GM., Effect of salinity on microplastic accumulation and osmoregulatory toxicity in the fiddler crab <i>Minuca rapax</i> , <i>Mar Pollut Bull.</i> 2023 Aug;193:115260. doi: 10.1016/j.marpolbul.2023.115260. Epub 2023 Jul 7., 10.1016/j.marpolbul.2023.115260
R6_P-1661	Zhang C, Wang F, Wang Q, Zou J, Zhu J., Species-specific effects of microplastics on juvenile fishes, <i>Front Physiol.</i> 2023 Aug 4;14:1256005. doi: 10.3389/fphys.2023.1256005. eCollection 2023., 10.3389/fphys.2023.1256005
R6_P-1911	Zhang L, Luo Y, Zhang Z, Pan Y, Li X, Zhuang Z, Li J, Luo Q, Chen X., Enhanced reproductive toxicity of photodegraded polylactic acid microplastics in zebrafish, <i>Sci Total Environ.</i> 2024 Feb 20;912:168742. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.168742. Epub 2023 Nov 23., 10.1016/j.scitotenv.2023.168742
R6_P-1935	Silveyra GR, Silveyra P, Brown M, Poole S, Vatnick I, Medesani DA, Rodríguez EM., Oxidative stress and histopathological effects by microplastic beads, in the crayfish <i>Procambarus clarkii</i> , and fiddler crab <i>Leptuca pugilator</i> , <i>Chemosphere.</i> 2023 Dec;343:140260. doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.140260. Epub 2023 Sep 22., 10.1016/j.chemosphere.2023.140260
R6_P-2026	Bhatt S, Fan C, Liu M, Wolfe-Bryant B., Effect of High-Density Polyethylene Microplastics on the Survival and Development of Eastern Oyster (<i>Crassostrea virginica</i>) Larvae, <i>Int J Environ Res Public Health.</i> 2023 Jun 16;20(12):6142. doi: 10.3390/ijerph20126142., 10.3390/ijerph20126142

文献 No.	論文情報
R6_P-2065	La Pietra A, Fasciolo G, Lucariello D, Motta CM, Venditti P, Ferrandino I., Polystyrene microplastics effects on zebrafish embryological development: Comparison of two different sizes, <i>Environ Toxicol Pharmacol.</i> 2024 Mar;106:104371. doi: 10.1016/j.etap.2024.104371. Epub 2024 Jan 19., 10.1016/j.etap.2024.104371
R6_P-2150	Bao R, Cheng Z, Peng L, Mehmood T, Gao L, Zhuo S, Wang L, Su Y., Effects of biodegradable and conventional microplastics on the intestine, intestinal community composition, and metabolic levels in tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>), <i>Aquat Toxicol.</i> 2023 Dec;265:106745. doi: 10.1016/j.aquatox.2023.106745. Epub 2023 Nov 3., 10.1016/j.aquatox.2023.106745
R6_P-2196	Wen S, Yin X, Zhang Y, Diao X., Chronic exposure to low concentrations of microplastics causing gut tissue damage but non-significant changes in the microbiota of marine medaka larvae (<i>Oryzias melastigma</i>), <i>Mar Environ Res.</i> 2024 Mar;195:106381. doi: 10.1016/j.marenvres.2024.106381. Epub 2024 Jan 26., 10.1016/j.marenvres.2024.106381
R6_P-2260	Teng J, Zhao J, Zhu X, Shan E, Zhao Y, Sun C, Sun W, Wang Q., The physiological response of the clam <i>Ruditapes philippinarum</i> and scallop <i>Chlamys farreri</i> to varied concentrations of microplastics exposure, <i>Mar Pollut Bull.</i> 2024 Mar;200:116151. doi: 10.1016/j.marpolbul.2024.116151. Epub 2024 Feb 14., 10.1016/j.marpolbul.2024.116151
R6_P-2262	Panagiotidis K, Engelmann B, Krauss M, Rolle-Kampczyk UE, Altenburger R, Rochfort KD, Grintzalis K., The impact of amine and carboxyl functionalised microplastics on the physiology of daphnids, <i>J Hazard Mater.</i> 2023 Sep 15;458:132023. doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.132023. Epub 2023 Jul 10., 10.1016/j.jhazmat.2023.132023
R6_P-2290	Mai NTQ, Batjargal U, Kim WS, Kim JH, Park JW, Kwak IS, Moon BS., Microplastic induces mitochondrial pathway mediated cellular apoptosis in mussel (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) via inhibition of the AKT and ERK signaling pathway, <i>Cell Death Discov.</i> 2023 Dec 6;9(1):442. doi: 10.1038/s41420-023-01740-3., 10.1038/s41420-023-01740-3
R6_P-2411	Dong M, Song H, Xie C, Zhang Y, Huang H, Zhang H, Wei L, Wang X., Polystyrene microplastics photo-aged under simulated sunlight influences gonadal development in the Pacific oyster, <i>Mar Environ Res.</i> 2024 Mar;195:106367. doi: 10.1016/j.marenvres.2024.106367. Epub 2024 Jan 20., 10.1016/j.marenvres.2024.106367
R6_P-2526	Tong D, Yu Y, Lu L, Zhou W, Yu Y, Zhang X, Tian D, Liu G, Shi W., Microplastics weaken the exoskeletal mechanical properties of Pacific whiteleg shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i> , <i>J Hazard Mater.</i> 2024 Apr 15;468:133771. doi: 10.1016/j.jhazmat.2024.133771. Epub 2024 Feb 12., 10.1016/j.jhazmat.2024.133771
R6_P-2659	Chu T, Zhang R, Guo F, Zhu M, Zan S, Yang R., The toxicity of polystyrene micro- and nano-plastics on rare minnow (<i>Gobiocypris rarus</i>) varies with the particle size and concentration, <i>Aquat Toxicol.</i> 2024 Apr;269:106879. doi: 10.1016/j.aquatox.2024.106879. Epub 2024 Feb 23., 10.1016/j.aquatox.2024.106879
R6_P-3025	Zheng S, Tang BZ, Wang WX., Microplastics and nanoplastics induced differential respiratory damages in tilapia fish <i>Oreochromis niloticus</i> , <i>J Hazard Mater.</i> 2024 Mar 5;465:133181. doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.133181. Epub 2023 Dec 6., 10.1016/j.jhazmat.2023.133181
R6_P-3052	De Felice B, Gazzotti S, Ortenzi MA, Parolini M., Multi-level toxicity assessment of polylactic acid (PLA) microplastics on the cladoceran <i>Daphnia magna</i> , <i>Aquat Toxicol.</i> 2024 May 21;272:106966. doi: 10.1016/j.aquatox.2024.106966. Online ahead of print., 10.1016/j.aquatox.2024.106966

文献 No.	論文情報
R6_P-3293	Hu X, Meng LJ, Liu HD, Guo YS, Liu WC, Tan HX, Luo GZ., Impacts of Nile Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) exposed to microplastics in bioflocs system, <i>Sci Total Environ.</i> 2023 Nov 25;901:165921. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.165921. Epub 2023 Jul 30., 10.1016/j.scitotenv.2023.165921
R6_P-3426	Zhang D, Xu X, Lu Y, Guo L., Behavioral toxicity and neurotoxic mechanisms of PLA-PBAT biodegradable microplastics in zebrafish, <i>Sci Total Environ.</i> 2024 Jun 10;928:172354. doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.172354. Epub 2024 Apr 16., 10.1016/j.scitotenv.2024.172354
R6_P-3575	Sun X, Wang X, Booth AM, Zhu L, Sui Q, Chen B, Qu K, Xia B., New insights into the impact of polystyrene micro/nanoplastics on the nutritional quality of marine jacoever (<i>Sebastes schlegelii</i>), <i>Sci Total Environ.</i> 2023 Dec 10;903:166560. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.166560. Epub 2023 Aug 24., 10.1016/j.scitotenv.2023.166560
R6_P-3730	Yang H, Ju J, Wang Y, Zhu Z, Lu W, Zhang Y., Micro-and nano-plastics induce kidney damage and suppression of innate immune function in zebrafish (<i>Danio rerio</i>) larvae, <i>Sci Total Environ.</i> 2024 Jun 25;931:172952. doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.172952. Epub 2024 May 3., 10.1016/j.scitotenv.2024.172952
R6_P-3759	Abidli S, Zaidi S, Ben Younes R, Lahbib Y, Trigui El Menif N., Impact of polyethylene microplastics on the clam <i>Ruditapes decussatus</i> (Mollusca: Bivalvia): examination of filtration rate, growth, and immunomodulation, <i>Ecotoxicology.</i> 2023 Aug;32(6):746-755. doi: 10.1007/s10646-023-02683-2. Epub 2023 Jul 17., 10.1007/s10646-023-02683-2

図表 1-63 査読対象とした文献一覧（令和7年度収集分）

文献 No.	論文情報
R7_C001	Procházková, Petra; Kalčíková, Gabriela; Maršálková, Eliška; Brtnický, Martin; Gargošová, Helena Zlámlová; Kučerík, Jiří, Assessing the ecological consequences of biodegradable plastics: Acute, chronic and multigenerational impacts of poly-3-hydroxybutyrate microplastics on freshwater invertebrate <i>Daphnia magna</i> ., <i>Heliyon</i> , DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e36302
R7_C004	Botterell, Zara L. R.; Coppock, Rachel L.; Gomiero, Alessio; Lindeque, Penelope K.; Piarulli, Stefania; Rees, Thomas; Sørensen, Lisbet; Cole, Matthew, Acute and partial life-cycle toxicity of a tri-polymer blend of microplastics in the copepod <i>Acartia tonsa</i> ., <i>Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)</i> , DOI:10.1016/j.envpol.2025.126105
R7_F007	Levesque, Bailey; Hrapovic, Sabahudin; Berrué, Fabrice; Vogt, Anja; Ellis, Lee D.; Hermabessiere, Ludovic, Evaluation of phenotypic and behavioural toxicity of micro- and nano-plastic polystyrene particles in larval zebrafish (<i>Danio rerio</i>)., <i>Toxicological sciences : an official journal of the Society of Toxicology</i> , DOI:10.1093/toxsci/kfaf015
R7_S011	Kudla, Yaryna M.; Ijzerman, Moira M.; Bennett, C. James; Gillis, Patricia L.; Kidd, Karen A.; Prosser, Ryan S., Quantifying Effects and Ingestion of Several Pristine Microplastics in Two Early Life Stages of Freshwater Mussels., <i>Environmental toxicology and chemistry</i> , DOI:10.1002/etc.5993
R7_C014	Manfra, Loredana; Albarano, Luisa; Rotini, Alice; Biandolino, Francesca; Prato, Ermelinda; Carraturo, Federica; Chiaretti, Gianluca; Faraponova, Olga; Salamone, Michela; Sebbio, Claudia; Siciliano, Antonietta; Tornambè, Andrea; Libralato, Giovanni, Can biodegradable plastics mitigate plastamination? Feedbacks from marine organisms., <i>Journal of hazardous materials</i> , DOI:10.1016/j.jhazmat.2025.137179
R7_C024	Parolini, Marco; De Felice, Beatrice; Gazzotti, Stefano; Roncoli, Maddalena; Conterosito, Eleonora; Ferretti, Marysol; Ortenzi, Marco Aldo; Gianotti, Valentina, Microplastics originated from Plasmix-based materials caused biochemical and behavioral adverse effects on <i>Daphnia magna</i> ., <i>Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)</i> , DOI:10.1016/j.envpol.2024.125146
R7_F036	Wen, Liang; Man, Xiaoting; Luan, Jialu; Zhang, Shuhui; Zhao, Chengtian; Bao, Yehua; Liu, Congzhi; Feng, Xizeng, Early-life exposure to five biodegradable plastics impairs eye development and visually-mediated behavior through disturbing hypothalamus-pituitary-thyroid (HPT) axis in zebrafish larvae., <i>Comparative biochemistry and physiology. Toxicology & pharmacology : CBP</i> , DOI:10.1016/j.cbpc.2024.109981
R7_F037	Hua, Jianghuan; Zhang, Taotao; Chen, Xianglin; Zhu, Biran; Zhao, Min; Fu, Kaiyu; Zhang, Yindan; Tang, Huijia; Pang, Hao; Guo, Yongyong; Han, Jian; Yang, Lihua; Zhou, Bingsheng, Behavioral impairments and disrupted mitochondrial energy metabolism induced by polypropylene microplastics in zebrafish larvae., <i>The Science of the total environment</i> , DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.174541
R7_F052	Qian, Qihui; Pu, Qian; Li, Lihang; Wu, Ji; Cheng, Guanchen; Cheng, Ying; Wang, Xuedong; Wang, Huili, Polylactic acid microplastics before and after aging induced neurotoxicity in zebrafish by disrupting the microbiota-gut-brain axis., <i>Journal of hazardous materials</i> , DOI:10.1016/j.jhazmat.2025.137306
R7_C059	Kwak, Jin Il; Rhee, Hanju; Kim, Lia; An, Youn-Joo, In vivo visualization of environmentally relevant microplastics and evaluation of gut barrier damages in <i>Artemia franciscana</i> ., <i>Journal of hazardous materials</i> , DOI:10.1016/j.jhazmat.2024.135596

文献 No.	論文情報
R7_C070	Ziajahromi S(1), Kumar A(2), Neale PA(1), Leusch FDL(1)., Impact of Microplastic Beads and Fibers on Waterflea (<i>Geriodaphnia dubia</i>) Survival, Growth, and Reproduction: Implications of Single and Mixture Exposures., <i>Environ Sci Technol.</i> 2017 Nov 21;51(22):13397-13406., DOI:10.1021/acs.est.7b03574
R7_C075	Weber A(1), Scherer C(2), Brennholt N(3), Reifferscheid G(3), Wagner M(2)., PET microplastics do not negatively affect the survival, development, metabolism and feeding activity of the freshwater invertebrate <i>Gammarus pulex</i> ., <i>Environ Pollut.</i> 2018 Mar;234:181-189., DOI:10.1016/j.envpol.2017.11.014
R7_F080	Karami A(1), Groman DB(2), Wilson SP(3), Ismail P(4), Neela VK(5)., Biomarker responses in zebrafish (<i>Danio rerio</i>) larvae exposed to pristine low-density polyethylene fragments., <i>Environ Pollut.</i> 2017 Apr;223:466-475., DOI:10.1016/j.envpol.2017.01.047
R7_C081	Canniff PM(1), Hoang TC(2)., Microplastic ingestion by <i>Daphnia magna</i> and its enhancement on algal growth., <i>Sci Total Environ.</i> 2018 Aug 15;633:500-507., DOI:10.1016/j.scitotenv.2018.03.176
R7_C087	Rehse S(1), Kloas W(2), Zarfl C(3)., Short-term exposure with high concentrations of pristine microplastic particles leads to immobilisation of <i>Daphnia magna</i> ., <i>Chemosphere.</i> 2016 Jun;153:91-9., DOI:10.1016/j.chemosphere.2016.02.133
R7_S104	Lo HKA(1), Chan KYK(2)., Negative effects of microplastic exposure on growth and development of <i>Crepidula onyx</i> ., <i>Environ Pollut.</i> 2018 Feb;233:588-595., DOI:10.1016/j.envpol.2017.10.095
R7_S107	Capolupo M(1), Franzellitti S(2), Valbonesi P(3), Lanzas GS(4), Fabbri E(2)., Uptake and transcriptional effects of polystyrene microplastics in larval stages of the Mediterranean mussel <i>Mytilus galloprovincialis</i> ., <i>Environ Pollut.</i> 2018 Oct;241:1038-1047., DOI:10.1016/j.envpol.2018.06.035
R7_S109	Taltec K(1), Huvet A(2), Di Poi C(2), González-Fernández C(3), Lambert C(3), Petton B(2), Le Goïc N(3), Berchel M(4), Soudant P(3), Paul-Pont I(3)., Nanoplastics impaired oyster free living stages, gametes and embryos., <i>Environ Pollut.</i> 2018 Nov;242(Pt B):1226-1235., DOI:10.1016/j.envpol.2018.08.020
R7_F139	Yang H(1), Xiong H(1), Mi K(1), Xue W(1), Wei W(1), Zhang Y(2)., Toxicity comparison of nano-sized and micron-sized microplastics to Goldfish <i>Carassius auratus</i> Larvae., <i>J Hazard Mater.</i> 2020 Apr 15;388:122058., DOI:10.1016/j.jhazmat.2020.122058
R7_C026	Nik Mut, Nik Nurhidayu; Na, Joorim; Nam, Gwiwoong; Jung, Jinho, The biodegradation of polylactic acid microplastic and their toxic effect after biofouling in activate sludge., <i>Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)</i> , DOI:10.1016/j.envpol.2024.125038
R7_C034	Barrick, Andrew; Boardwine, Alison J.; Hoang, Tham C., Accumulation, depuration, and potential effects of environmentally representative microplastics towards <i>Daphnia magna</i> ., <i>The Science of the total environment</i> , DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.175384
R7_F060	Zheng, Siwen; Wang, Wen-Xiong, Contrasting the distribution kinetics of microplastics and nanoplastics in medaka following exposure and depuration., <i>Journal of hazardous materials</i> , DOI:10.1016/j.jhazmat.2024.135620
R7_F023	Mansuri, Abdulkhalik; Trivedi, Charvi; Kumar, Ashutosh, Impact of virgin and weathered microplastics on zebrafish: Bioaccumulation, developmental toxicity and molecular pathway disruptions., <i>The Science of the total environment</i> , DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.177510

文献 No.	論文情報
R7_F042	Tian, Ran; Guan, Miao; Chen, Lei; Wan, Yaming; He, Le; Zhao, Ziweng; Gao, Ting; Zong, Linhao; Chang, Jiang; Zhang, Junfeng, Mechanism insights into the histopathological changes of polypropylene microplastics induced gut and liver in zebrafish., <i>Ecotoxicology and environmental safety</i> , DOI:10.1016/j.ecoenv.2024.116537
R7_S031	Chen, Xing-Lu; Wu, Lin-Jun; Miao, Li-Li; Li, Lei; Qiu, Long-Mei; Zhu, Hui-Qiang; Si, Xi-Rui; Li, Hong-Fei; Zhao, Qiao-Ling; Qi, Peng-Zhi; Hou, Ting-Ting, Chronic polystyrene microplastics exposure-induced changes in thick-shell mussel (<i>Mytilus coruscus</i>) metaorganism: A holistic perspective., <i>Ecotoxicology and environmental safety</i> , DOI:10.1016/j.ecoenv.2024.116961
R7_C089	Yu P(1), Liu Z(1), Wu D(1), Chen M(1), Lv W(2), Zhao Y(3)., Accumulation of polystyrene microplastics in juvenile <i>Eriocheir sinensis</i> and oxidative stress effects in the liver., <i>Aquat Toxicol.</i> 2018 Jul;200:28-36., DOI:10.1016/j.aquatox.2018.04.015
R7_C091	Ogonowski M(1) (2), Schür C(1), Jarsén Å(1), Gorokhova E(1)., The Effects of Natural and Anthropogenic Microparticles on Individual Fitness in <i>Daphnia magna</i> ., <i>PLoS One.</i> 2016 May 13;11(5):e0155063., DOI:10.1371/journal.pone.0155063
R7_C097	Zimmermann L(1), Göttlich S(2), Oehlmann J(2), Wagner M(3), Völker C(4)., What are the drivers of microplastic toxicity? Comparing the toxicity of plastic chemicals and particles to <i>Daphnia magna</i> ., <i>Environ Pollut.</i> 2020 Dec;267:115392., DOI:10.1016/j.envpol.2020.115392
R7_C100	Gerdes Z(1), Hermann M(1), Ogonowski M(1), Gorokhova E(2)., A novel method for assessing microplastic effect in suspension through mixing test and reference materials., <i>Sci Rep.</i> 2019 Jul 23;9(1):10695., DOI:10.1038/s41598-019-47160-1
R7_C119	Yu SP(1), Chan BKK(2)., Effects of polystyrene microplastics on larval development, settlement, and metamorphosis of the intertidal barnacle <i>Amphibalanus amphitrite</i> ., <i>Ecotoxicol Environ Saf.</i> 2020 May;194:110362., DOI:10.1016/j.ecoenv.2020.110362
R7_C124	Rist S(1), Baun A(2), Hartmann NB(2)., Ingestion of micro- and nanoplastics in <i>Daphnia magna</i> - Quantification of body burdens and assessment of feeding rates and reproduction., <i>Environ Pollut.</i> 2017 Sep;228:398-407., DOI:10.1016/j.envpol.2017.05.048
R7_F017	Zhang, Jiayi; Hu, Guocheng; Guo, Hongzhi; Yang, Wenhui; Li, Xintong; Ni, Yuyang; He, Miao; Ding, Ping; Yu, Yunjiang, Amino modifications exacerbate the developmental abnormalities of polystyrene microplastics via mitochondria-mediated apoptosis pathway in zebrafish larvae., <i>The Science of the total environment</i> , DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.178031
R7_S025	Arslan Yüce, Pınar; Günal, Aysel Çağlan; Erkmén, Belda; Yurdakok-Dikmen, Begüm; Çağan, Ali Serhan; Çırak, Tamer; Başaran Kankılıç, Gökben; Seyfe, Melike; Filazi, Ayhan; Tavşanoğlu, Ülkü Nihan, In vitro and in vivo effects of commercial and environmental microplastics on <i>Unio delicatus</i> ., <i>Ecotoxicology (London, England)</i> , DOI:10.1007/s10646-024-02807-2
R7_F035	Ding, Ping; Xiang, Chongdan; Yao, Qian; Li, Xintong; Zhang, Jiayi; Yin, Renli; Zhang, Lijuan; Li, Adela Jing; Hu, Guocheng, Aged polystyrene microplastics exposure affects apoptosis via inducing mitochondrial dysfunction and oxidative stress in early life of zebrafish., <i>Journal of environmental management</i> , DOI:10.1016/j.jenvman.2024.121995
R7_F041	Xu, Meng; Fang, Wenyu; Lin, Genmei; Zhu, Xiaoshan; Lu, Jianguo, Transcriptomic Responses and Larval-Stage Growth of Protandrous Yellowfin Seabream (<i>Acanthopagrus Latus</i>) to Different Polyethylene Microplastics Exposure., <i>Marine biotechnology (New York, N.Y.)</i> , DOI:10.1007/s10126-024-10334-8
R7_F054	Yang, Binqi; Han, Yu; Hu, Siqi; Xie, Xianyi; Zhu, Xiaopeng; Yuan, Li, Polystyrene microplastics induce depression-like behavior in zebrafish via neuroinflammation and circadian rhythm disruption., <i>The Science of the total environment</i> , DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.178085

文献 No.	論文情報
R7_C002	Kwon, Young Sang; Park, Chang-Beom; Lee, Seung-Min; Park, Jin-Woo; Kim, Yeong-Jin; Kim, Jong-Hwan; Seo, Jong-Su, Comprehensive analysis of proteomic and biochemical responses of <i>Daphnia magna</i> to short-term exposure to polystyrene microplastic particles., <i>Ecotoxicology and environmental safety</i> , DOI:10.1016/j.ecoenv.2024.117581
R7_C013	Prado, Caio César Achilles; Queiroz, Lucas Gonçalves; de Paiva, Teresa Cristina Brazil; Pompêo, Marcelo; Ando, Rômulo; Rani-Borges, Bárbara, Oxidative stress dynamics in <i>Hyaella azteca</i> under sub-chronic exposure to naturally aged polypropylene microplastics., <i>Aquatic toxicology (Amsterdam, Netherlands)</i> , DOI:10.1016/j.aquatox.2025.107303
R7_F065	Xiaohua, Xia; Xiaoyu, Ma; Ning, Liang; Lu, Qin; Weiran, Huo; Yi, Li, Damage of polyethylene microplastics on the intestine multilayer barrier, blood cell immune function and the repair effect of <i>Leuconostoc mesenteroides</i> DH in the large-scale loach (<i>Paramisgurnus dabryanus</i>), <i>Fish & Shellfish Immunology</i> , DOI:10.1016/j.fsi.2024.109460
R7_C005	Barthelemy, Nans; Mermillod-Blondin, Florian; Espeyte, Anabelle; Wazne, Mohammad; Hervant, Frédéric; Broillet, Ghislaine; Degli-Esposti, Davide; Chaumot, Arnaud; Krause, Stefan; Simon, Laurent; Datry, Thibault, Increased assimilation efficiency and mortality rate in <i>Gammarus fossarum</i> exposed to PVC microplastics., <i>Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)</i> , DOI:10.1016/j.envpol.2025.126029