

令和 6 年 3 月 5 日

有害性評価分科会

令和 5 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.	分科会の開催概要.....	1
1.3.	方法	2
1.3.1.	基本的な考え方.....	2
1.3.2.	文献査読の進め方	6
1.4.	結果	15
1.4.1.	魚類の査読結果.....	15
1.4.2.	甲殻類の査読結果	21
1.4.3.	二枚貝の査読結果	36
1.5.	現状の問題点と今後の検討の方向性(案)	40
1.6.	別添	41
1.6.1.	委員名簿.....	41
1.6.2.	開催概要.....	42
1.6.3.	査読対象とした文献一覧	43

1. 有害性に関する検討結果

1.1. 背景・目的

マイクロプラスチック（以下、「MicP」という。）そのものや、MicPに残留している添加剤、環境中から MicP に吸着してきた化学物質による生物・生態系影響に係る知見が限られているため、当該環境課題に対して定量的なリスク評価に基づく適切な判断を行えない状況にある。

本検討では、有害性評価分科会での文献の査読（魚類・甲殻類・二枚貝）を通じて、エンドポイントの考え方、1 濃度区試験の扱い方、有害性データの信頼性を考える際の観点等を整理するとともに、粒径別に個数濃度・重量濃度、LOEC・NOEC 別に有害性のプロット図を作成した。

1.2. 分科会の開催概要

10 名の有識者により（1.6.1 節）、魚類・甲殻類・二枚貝に対する文献の査読も含めて計 8 回開催した（1.6.2 節）。

1.3. 方法

1.3.1. 基本的な考え方

①：対象生物について

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二枚貝についても査読の対象生物として加えることとした。

②：対象粒径について

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。

③：エンドポイントについて

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 1-1 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 1-1 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

④：1 濃度区試験の扱いについて

条件付のプロットとして表現する（1 濃度という理由だけで不採用とはせず、1 濃度区試験と認識した上で参照する）。通常の化学物質の生態リスク評価では 1 濃度区試験を採用することはしないが、本調査は、単一値によるリスク評価を行うことが目的ではなく、影響濃度の分布を把握した上で、ばく露濃度の分布と重ね合わせをすることで MicP の初期的なリスク推計を行うことが目的。その前提の下、1 濃度区試験と認識した上で参照することとする。

⑤：有害性データの信頼性を考える際の観点について

MicP の有害性データの信頼性を考える際の観点を図表 1-2 に整理した。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 1-2 MicP の有害性データの信頼性を考える際の観点について

類型		観点
粒子 特有の 事項	✓	粒子の粒径が報告されているか
	✓	粒子の形状が報告されているか
	✓	粒子の素材が報告されているか
	✓	粒子の取得方法が報告されているか（再入手・再調整可能か、実環境中で採取したものか）
	✓	化学的な表面処理を施した粒子を使用しているか
	✓	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）
	✓	粒子の分散・攪拌方法についての記載はあるか など
	✓	コントロール区が設定されているか
	✓	コントロール区で影響が出ていないか
	✓	複数濃度で試験が行われているか（1 濃度区試験の場合は矢印付でプロット）
	✓	再現性があるか（繰り返し数が十分にあることなど）
	✓	結果の統計処理が行われているか
	✓	生物種が一般的か
	✓	生物のライフステージに対するばく露期間は適正か
	✓	エンドポイントは適正か（「Ⅰ：個体群の維持に関わる有害な影響」を主な対象とし、「Ⅱ：Ⅰ・Ⅲ以外の影響」は参考データとして整理）
	✓	結果の測定方法の記載が明確か（追試可能か）
	✓	用量応答関係が見られるか
	✓	実測濃度が報告されているか
	✓	水中に粒子を添加している試験か など

⑥：その他

- ばく露側の環境中濃度の予測では、海洋表層に浮遊する MicP を対象としている。そのため、有害性における毒性試験では、餌経由のばく露は優先度を下げ、MicP を水中に添加した試験を対象とする。
- MicP による影響には経口摂取後に発現したものと、摂取前に発現したものがそれぞれ報告されているが、どちらの時点で影響が発現したのかを厳密に区別するのは困難なため、本検討では課題点として整理することとし、これらを区別しての論文精査は行わないこととする。

1.3.2. 文献査読の進め方

(1) 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（PubMed¹、J-GLOBAL²）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 1-3 の通りとし、全て OR 条件で検索を行った。

図表 1-3 検索時のキーワード

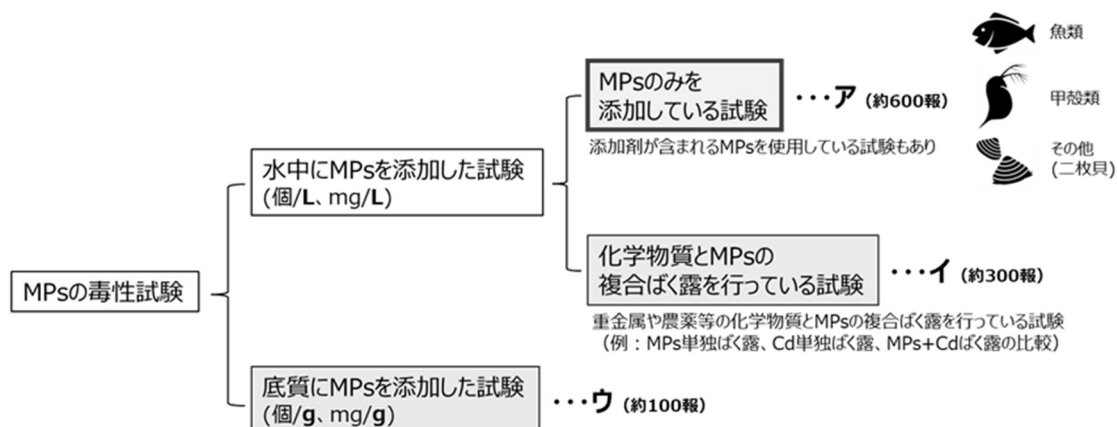
マイクロプラスチック関連	プラスチック破片関連
Microplastic	plastic particle
Microplastics	plastic particles
micro plastic	plastic debris
micro plastics	
micro-sized plastic	
micro-sized plastics	
micro sized plastic	
micro sized plastics	
plastic microparticle	
plastic microparticles	
plastic microsphere	
plastics microsphere	

¹ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

² <https://jglobal.jst.go.jp/>

(2) 文献の分類（事務局）

(1) で示した母集団（約 13,000 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 1-4 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 と化学物質を同時に添加している試験、ウ：底質に MicP を添加している試験）に分類した。



図表 1-4 文献の分類

(3) 対象文献の抽出（事務局）

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り、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・アブストラクトから、「マイクロサイズの粒子を使用している」かつ、「魚類、甲殻類、二枚貝を対象としている」かつ、「個体群の維持に関わる有害な影響あり」と判断できる文献は、150 報（魚類 71 報、甲殻類 59 報、二枚貝 20 報）であった。このうち、「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」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。

(4) 二枚貝の個票の作成（事務局）

(3) で整理した二枚貝を対象とした文献に関して、事務局が個票を作成した。個票の整理項目を図表 1-5 に示す。

図表 1-5 個票の整理項目

文献情報	著者名		
	文献タイトル		
	書誌情報		
実験条件	分子量		
	粒子の取得方法 (標準品購入、自身で作成、環境中から採取、製品から抽出)		
	粒子の取得方法の詳細 (〇〇社から購入、ペットボトルを粉砕して作成等)		
	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か)		
	粒径	下限	
		上限	
		標準偏差	
		算術平均値	
		中央値	
		単位	
	備考		
	素材		
	形状	球状/フラグメント/ファイバー	
	備考		
	供試生物(日齢)		
	設定濃度	個数濃度	濃度区
			単位
		重量濃度	濃度区
			単位
	実測濃度	個数濃度	濃度区
			単位
		重量濃度	濃度区
			単位
	ばく露期間		値
			単位
	テストガイドライン等を参考にしているか		
	GLP に準拠しているか		
水温(°C)	下限		
	上限		
	標準偏差		
pH	下限		
	上限		
	標準偏差		
媒体(海水、水道水等)			
1 濃度区あたりの繰り返し数			
1 水槽あたりの個体数			
換水方法			
試験中における粒子の分散・攪拌方法			
実験結果	有意差が出た影響		
	有意差が出た最小濃度区	LOEC 等	
		不等号	
		値	
		単位	
	用量応答関係が確認できるか		
	結果算出の統計的手法		
	特記事項		
	みずほコメント		
委員の先生のコメント			

(5) 魚類・甲殻類の個票の作成（委員）

(3) で整理した魚類・甲殻類を対象とした文献に関しては、「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」でも当該生物種を取り扱ったことから、より多くの文献を確認し、効率的に査読を進めるため、個票の項目を限定し、各委員が個票作成と査読を行う形を取った。委員がお互いに査読状況を確認し、コメントができるよう、BOX（クラウド）上の査読シートで共同編集を行った（2023 年 9 月～11 月）。入力データに関しては図表 1-6 に示す入力要綱を踏まえて事務局が定期的に確認し、委員と相互にコミュニケーションを取りながら査読を進めた。

図表 1-6 査読シートの入力要綱

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		・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	文字列		・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	文字列		・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	文字列		・文献に示されていれば入力してください。
		算術平均値	文字列		・文献に示されていれば入力してください。
		中央値	文字列		・文献に示されていれば入力してください。
		単位	選択	必須	・「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	必須	・「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		・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	必須	・「球状」、「破片状」、「繊維状」、「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		・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。
	備考		文字列		・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) - 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		・供試生物を原文ママ(英語名)で記入してください。

入力項目			選択式	データ形式	入力必須	入力要領
	設定濃度 (重量)	濃度		文字列		・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	・「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		・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		文字列		・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、重量から換算していただく必要はありません) ・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	・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		文字列		・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		・文献に示されている単位を記入してください。
	備考			文字列		・実験条件について特記事項があれば記入してください。 例) - 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) ※1:濃度区毎の供試生物数、濃度区毎の水槽の数、等

入力項目		選択式	データ形式	入力必須	入力要領
実験結果	有意差が確認された影響		文字列		・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。 【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 (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)
	有意差が確認された最小濃度区	選択	文字列		・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「有意差が確認された最小濃度区」つまり「LOEC」を優先的に記入ください。文献中に NOEC の記載しかなかった場合でも、その一つ上の用量が LOEC として採用可能と考えられます。 ・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。
			文字列		・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。 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$\geq$100、LOEC$>$100 だが前述のルールに従い、LOEC(後者)を採用 例2) 0, 1, 10, 100 mg/L のコントロール区+3 濃度区で試験を行ったところ、最低濃度区の 1mg/L で有意な影響が見られた → NOEC$<$1、LOEC$\leq$1 だが、前述のルールに従い、LOEC(後者)を採用
			文字列		・基本的には重量濃度の記入をお願いします。個数濃度しか記載がない場合は個数濃度を記入してください。個数濃度の場合、単位は「その他」とし、「その他の場合」に個数濃度の単位を記載してください。 ・有意差が出た最小濃度区を記入してください。 ・上記不等号の説明のとおり、最大濃度でも有意な影響が見られなかった場合は当該「値」欄には最大濃度を記入し、不等号「$>$」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)
		選択	文字列	必須	・「ng/L」、「μg/L」、「mg/L」、「g/L」、「その他」より選択してください。 ・個数濃度しか記載がない場合、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。 ・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。

入力項目				選択式	データ形式	入力必須	入力要領
			その他の場合		文字列		・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		・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) ・LC50、EC50 等の他の統計値 ・用量応答関係の有無 ・その他備考
査読結果	採用困難フラグ		選択	文字列			・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。
				文字列		・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		・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。このまま分科会資料となるわけではありませので、あくまで事務局への連絡欄としてご使用ください。	
	備考			文字列		・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	・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		・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。 例) － ○○を修正してください(23/8/15 事務局) →修正しました(23/8/16 査読者 A) － 当該論文は自分が査読担当の論文著者と同じ著者の論文で、恐らく試験で用いている粒子は△△だと思います(23/8/17 査読者 B) →承知しました(23/8/19 査読者 A) － ○○先生にもセカンドオピニオンとして△△の部分をご確認いただきたいです(23/8/16 査読者 C)→□□と確認いたしました(23/8/17 査読者 C)。 等	

(6) 文献査読（委員）

二枚貝を対象とした文献に関しては、事務局が（4）の整理項目に整えた各文献の個票を委員に送付し、個票の記載内容の確認と、試験の信頼性の確認、MicP の有害性を評価する際の留意点等について査読を行った。なお、効率的に査読を実施することを念頭に、1 文献に対する査読は 1 委員が行い、査読結果を分科会で他委員に対して紹介するという形をとった。

魚類・甲殻類を対象とした文献に関しては、各委員が（5）の整理項目に整えて査読を行い、査読結果を分科会で他委員に対して紹介するという形をとった。

(7) 文献査読結果の取りまとめ（事務局）と分科会での議論（委員）

文献査読の結果は、分科会において各委員から担当分を紹介する形とした。また、事務局は査読結果を事前に集約し、コメントを踏まえて論点を設定することで、エンドポイントの考え方、1 濃度区試験の扱い方、有害性データの信頼性を考える際の観点等に関する議論を行った。

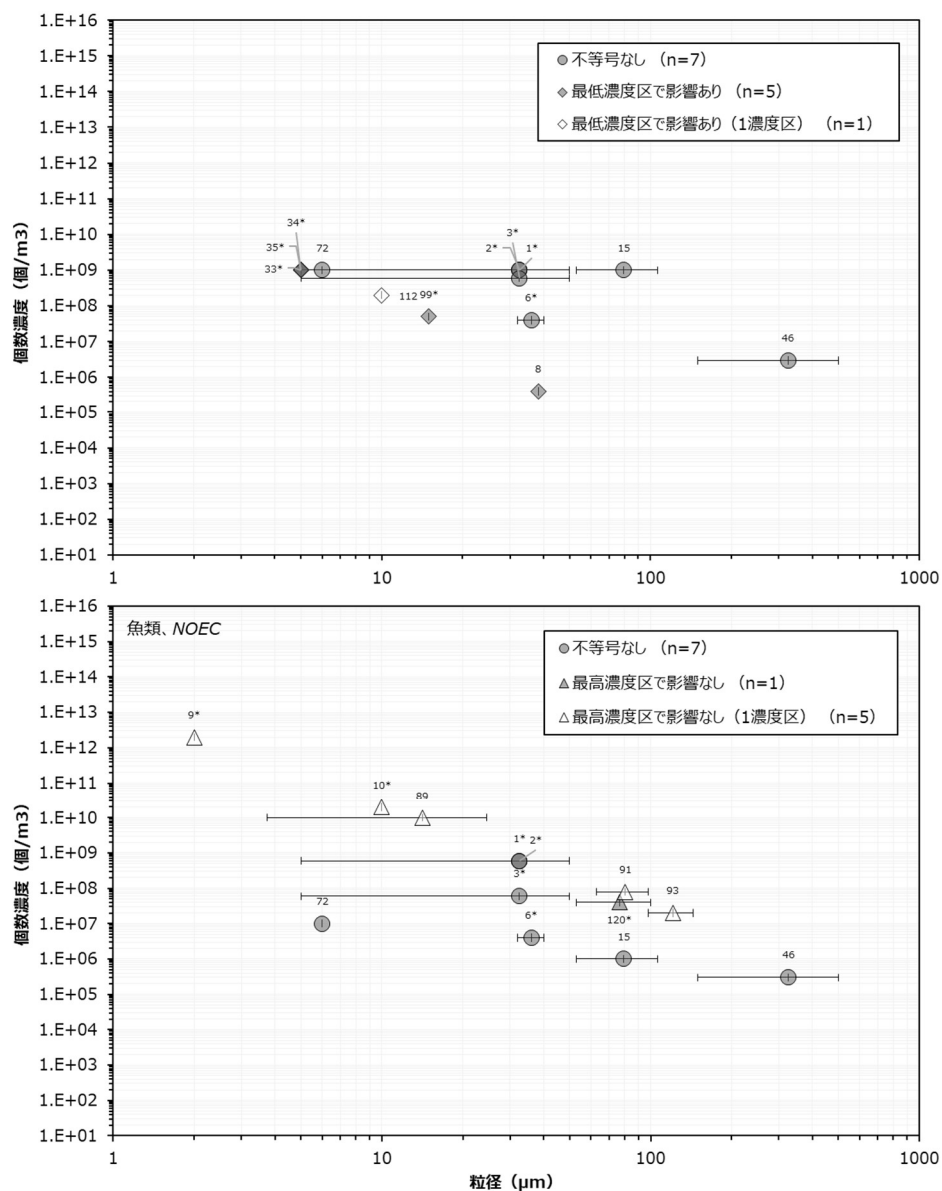
1.4. 結果

1.4.1. 魚類の査読結果

(1) 個数濃度³

採用可能と報告があった文献のうち、「I：個体群の維持に関わる有害な影響」が見られた試験の個数濃度のプロットを図表 1-7 に示す。

プロットは $1.E+06 \sim 1.E+10$ 個/ m^3 の範囲に集中。



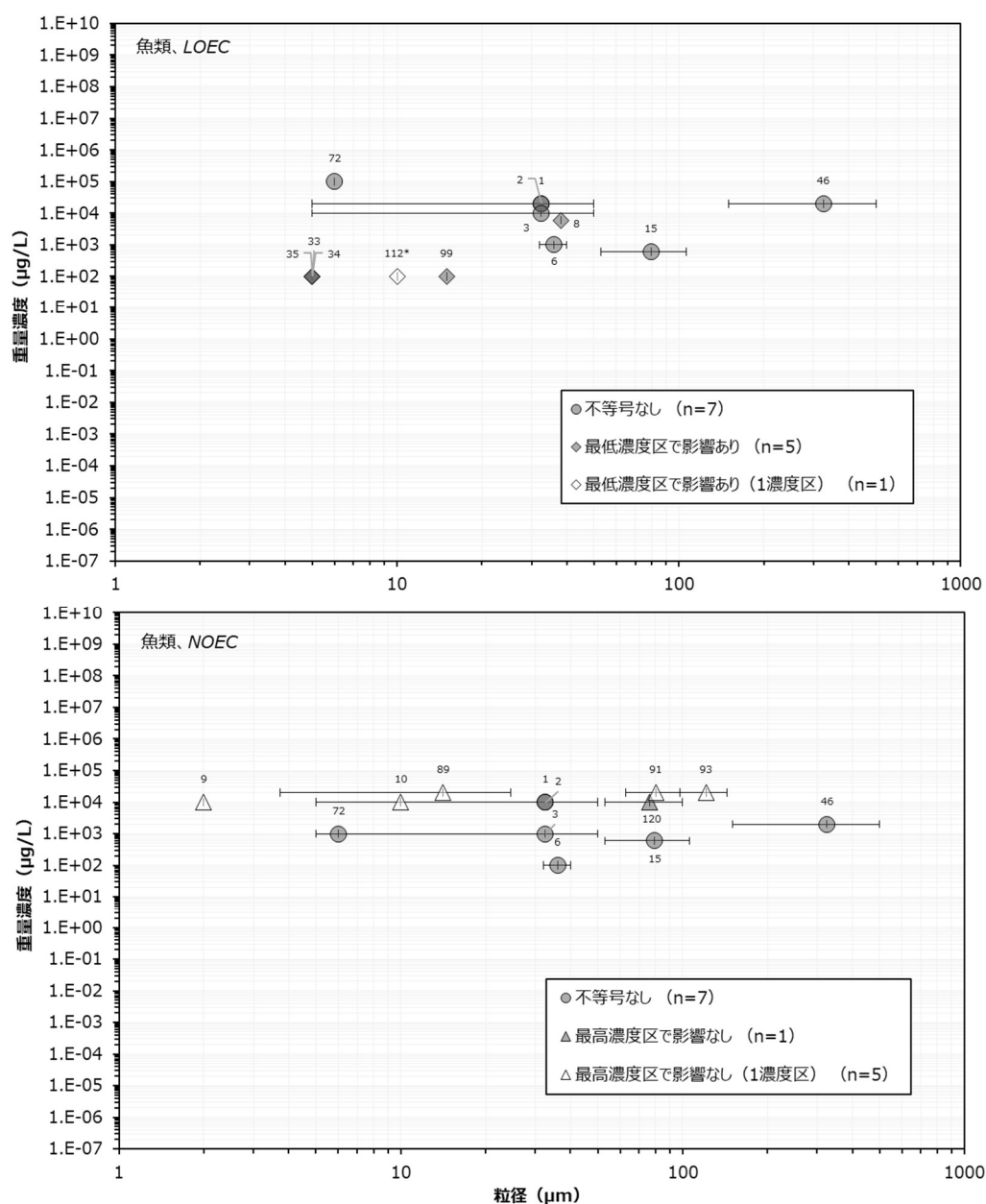
図表 1-7 魚類における個数濃度のプロット (上段：LOEC 下段：NOEC)

³ プロットの数値は個票のレコード番号に対応しており、*付は重量濃度から換算した値 (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)

(2) 重量濃度⁴

採用可能と報告があった文献のうち、「I：個体群の維持に関わる有害な影響」が見られた試験の重量濃度のプロットを図表 1-8 に示す。

プロットは 1.E+02~1.E+05 µg/L の範囲に集中。



図表 1-8 魚類における重量濃度のプロット (上段：LOEC 下段：NOEC)

⁴ プロットの数値は個票のレコード番号に対応しており、*付は個数濃度から換算した値（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）

(3) 試験の詳細

文献情報			実験条件								実験結果 ⁵							
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	
15	1	Zhang <i>et al.</i> (2022)	購入	5〜50	Polya mide	破 片 状	Danio r erio	0,1.0.E+0 3,1.0.E+0 4,2.0.E+04	−	10 日	標 準 化 し た 体 重	−	1.E+04	2.E+04	−	<i>6.E+08</i>	<i>1.E+09</i>	−
15	2	Zhang <i>et al.</i> (2022)	購入(PA-H A3、90 日フ ミン酸ととも に aging)	5〜50	Polya mide	破 片 状	Danio r erio	0,1.0.E+0 3,1.0.E+0 4,2.0.E+04	−	10 日	体 長、標 準 化 し た 体 重、 孵 化 率	−	1.E+04	2.E+04	−	<i>6.E+08</i>	<i>1.E+09</i>	−
15	3	Zhang <i>et al.</i> (2022)	購入(PA-F A3、90 日フ ルボ酸ととも に aging)	5〜50	Polya mide	破 片 状	Danio r erio	0,1.0.E+0 3,1.0.E+0 4,2.0.E+04	−	10 日	標 準 化 し た 体 重	−	1.E+03	1.E+04	−	<i>6.E+07</i>	<i>6.E+08</i>	−
18	6	Liu <i>et al.</i> (20 22)	購入	32〜4 0	PS	球 状	Ctenop haryngo don ide lla	0,1.0.E+0 2,1.0.E+03	−	21 日	体 重	−	1.E+02	1.E+03	−	<i>4.E+06</i>	<i>4.E+07</i>	−
20	8	Malafai a <i>et a</i> l. (202 0)	購入	38.26	PE	破 片 状	Danio r erio	0,6.2.E+0 3,1.3.E+0 4,2.5.E+0 4,5.0.E+0 4,1.0.E+05	0,4.4.E+0 5,8.8.E+0 5,1.8.E+0 6,3.5.E+0 6,7.1.E+0 6	144 時 間	仔魚生存率	<	6.E+03	6.E+03	<	4.E+05	4.E+05	最 低 濃 度 で 影 響 あ り の た め、不 等 号 付 き 採 用

⁵ 文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度 (PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1)、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算 (換算値は斜体)、また、査読シートには LOEC を中心に記載していただいたため、NOEC は設定濃度から事務局が読み取った値。

文献情報			実験条件								実験結果 ⁵							
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)			備考
								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	
28	9	Zhang <i>et al.</i> (2021)	購入	2	PS	不明	Oryzias melast igma	0,1.0.E+04	-	60 日	体重、体長、 産仔数	>	1.E+04	1.E+04	>	2.E+12	2.E+12	1 濃度区試験 で影響なしの ため、不等号 付き採用
28	10	Zhang <i>et al.</i> (2021)	購入	10	PS	不明	Oryzias melast igma	0,1.0.E+04	-	60 日	体重、体長、 産仔数	>	1.E+04	1.E+04	>	2.E+10	2.E+10	1 濃度区試験 で影響なしの ため、不等号 付き採用
26	15	Xia <i>et al.</i> (20 22)	購入 (劣 化、バー ジンの両 方扱う)	53~106	PVC	不明	Oryzias melast igma e mbryos	0.5.9.E+02, 5.9.E+05	0,1.0.E+0 6,1.0.E+0 9	25 日	催奇形性	-	6.E+02	6.E+05	-	1.E+06	1.E+09	-
2	33	Wang <i>et al.</i> (2022)	購入	5	PS	球状	loach P aramisg urnus d abryanu s	0,1.0.E+0 2,1.0.E+03	-	21 日	Survival	<	1.E+02	1.E+02	<	1.E+09	1.E+09	最低濃度で 影響ありのた め、不等号付 き採用
2	34	Wang <i>et al.</i> (2022)	購入	5	PS	球状	loach P aramisg urnus d abryanu s	0,1.0.E+0 2,1.0.E+03	-	21 日	Weight gain	<	1.E+02	1.E+02	<	1.E+09	1.E+09	最低濃度で 影響ありのた め、不等号付 き採用
2	35	Wang <i>et al.</i> (2022)	購入	5	PS	球状	loach P aramisg urnus d abryanu s	0,1.0.E+0 2,1.0.E+03	-	21 日	Speific weig ht gain	<	1.E+02	1.E+02	<	1.E+09	1.E+09	最低濃度で 影響ありのた め、不等号付 き採用

文献情報			実験条件								実験結果 ⁵							
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)			備考
								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	
36	46	Bucci <i>et al.</i> (2022)	購入後破碎	150~ 500	PE	破片 状	Pimeph ales pr omelas	0,1.8.E+0 3,1.8.E+04	0,2.8.E+0 5,2.8.E+0 6	14 日	生残、成長、 奇形率	-	2.E+03	2.E+04	-	3.E+05	3.E+06	-
53	72	Chen <i>et al.</i> (2022)	購入	6	PS	球状	Oryzias melast igma	0,1.1.E+0 0,1.1.E+0 3,1.1.E+05	0,1.0.E+0 5,1.0.E+0 7,1.0.E+0 9	14 日	成長の抑制 (体長)	-	1.E+03	1.E+05	-	1.E+07	1.E+09	-
52	89	Kim <i>et al.</i> (2022)	供与 (Korea Institute of Industrial Technology)	14.12 $\pm$ 10.3 9	HDPE	破片 状	Danio rerio	0,2.0.E+04	0,1.4.E+1 0	96 時 間	致死影響	>	2.E+04	2.E+04	>	1.E+10	1.E+10	1 濃度区試験で影響なしのため、不等号付き採用
52	91	Kim <i>et al.</i> (2022)	供与 (Korea Institute of Industrial Technology)	80.32 $\pm$ 17.5 7	HDPE	破片 状	Danio rerio	0,2.0.E+04	0,7.8.E+0 7	96 時 間	致死影響	>	2.E+04	2.E+04	>	8.E+07	8.E+07	1 濃度区試験で影響なしのため、不等号付き採用
52	93	Kim <i>et al.</i> (2022)	供与 (Korea Institute of Industrial Technology)	120.97 $\pm$ 23.0 8	HDPE	破片 状	Danio rerio	0,2.0.E+04	0,2.3.E+0 7	96 時 間	致死影響	>	2.E+04	2.E+04	>	2.E+07	2.E+07	1 濃度区試験で影響なしのため、不等号付き採用
57	99	Hao <i>et al.</i> (2023)	購入	15	PS	球状	grass carp (Ctenopharyngodon idella)	0,1.0.E+0 2,5.0.E+02	-	14 日	成長阻害(体重増加率)	<	1.E+02	1.E+02	<	5.E+07	5.E+07	最低濃度で影響ありのため、不等号付き採用

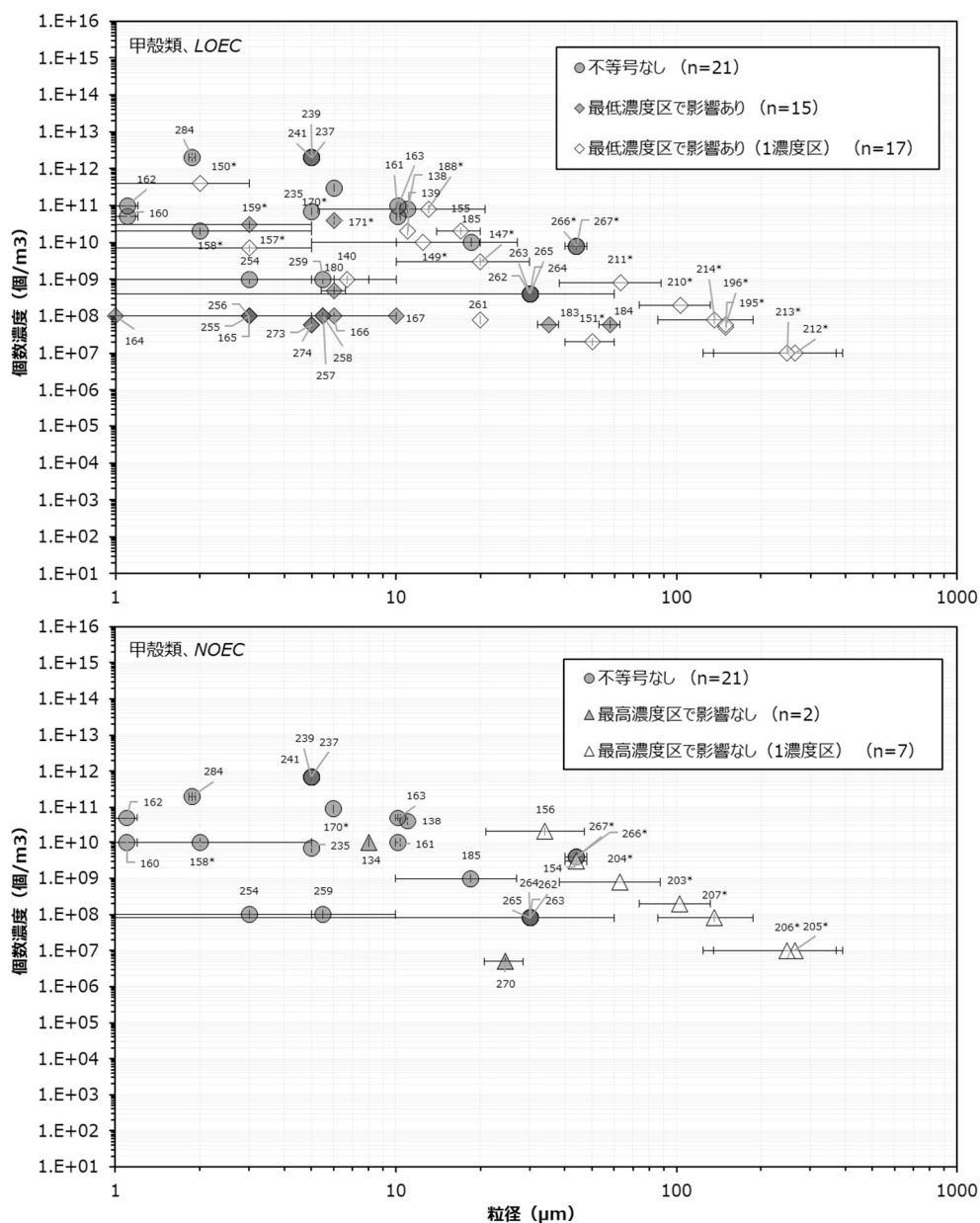
文献情報			実験条件								実験結果 ⁵							
文 献 No.	レコー ド No.	著者	粒子の 取得 方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試 生物	設定濃度		ばく露 期間	確認された 影響	重量濃度(μg/L)			個数濃度(個/m ³)			備考
								重量 濃度 (μg/L)	個数 濃度 (個/m ³)			不等 号	NOEC	LOEC	不等 号	NOEC	LOEC	
9	112	De Ma rco <i>et al.</i> (2022)	購入	10	PS	球状	Danio r erio	—	0,2.0.E+08	120 時 間	ふ化日、亜 致死影響	<	1.E+02	1.E+02	<	2.E+08	2.E+08	1 濃度区試験 で影響ありの ため、不等号 付き採用
56	120	Cormie r <i>et al.</i> (2022)	2カ所の砂 浜のプラゴ ミから採取 (NOAA)	53~100	PE と PP の 混合	不明	Danio r erio	0,1.0.E+03,1.0.E+04	—	93 時 間	致死影響	>	1.E+04	1.E+04	>	4.E+07	4.E+07	最 高 濃 度 で 影響なしのため、不等号付 き採

1.4.2. 甲殻類の査読結果

(1) 個数濃度⁶

採用可能と報告があった文献のうち、「I：個体群の維持に関わる有害な影響」が見られた試験の個数濃度のプロットを図表 1-9 に示す。

プロットは $1.E+07 \sim 1.E+12$ 個/ m^3 の範囲に集中。



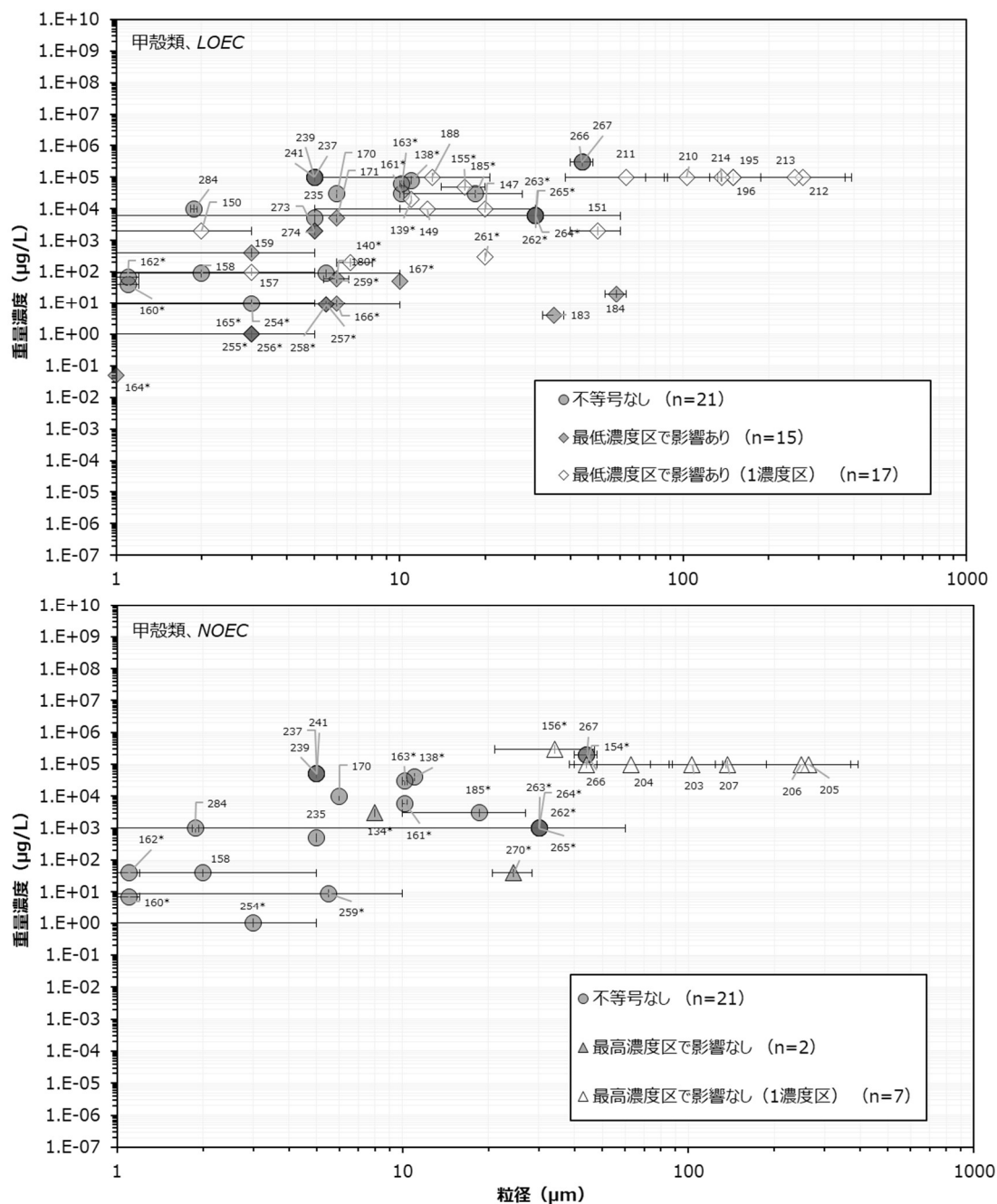
図表 1-9 甲殻類における個数濃度のプロット (上段：LOEC 下段：NOEC)

⁶ プロットの数値は個票のレコード番号に対応しており、*付は重量濃度から換算した値 (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)

(2) 重量濃度⁷

採用可能と報告があった文献のうち、「I：個体群の維持に関わる有害な影響」が見られた試験の重量濃度のプロットを図表 1-10 に示す。

プロットは 1.E+00~1.E+06 µg/L の範囲に集中。



図表 1-10 甲殻類における重量濃度のプロット (上段：LOEC 下段：NOEC)

⁷ プロットの数値は個票のレコード番号に対応しており、*付は個数濃度から換算した値 (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)

(3) 試験の詳細

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
13	134	Watts <i>et al.</i> (2016)	購入	8	PS	球状	Carcinus maenas	—	0,1.0.E+ 09,1.0.E+ 10	24 時 間	死亡	>	3.E+03	3.E+03	>	1.E+10	1.E+10	最 高 濃 度 で 影 響 な し の た め、不 等 号 付 き 採 用
17	138	Heindl er <i>et al.</i> (20 17)	PET の水ボ トルから作 成	≤11	PET	破 片 状	Parvocalanus crassirostris	—	0,1.0.E+ 10,2.0.E+ 10,4.0.E+ 10,8.0.E+ 10	5 日	産 卵 数 (減 少)	—	4.E+04	8.E+04	—	4.E+10	8.E+10	—
17	139	Heindl er <i>et al.</i> (20 17)	PET の水ボ トルから作 成	≤11	PET	破 片 状	Parvocalanus crassirostris	—	0,2.0.E+ 10	24 日	集 団 サ イ ズ 減 少	<	2.E+04	2.E+04	<	2.E+10	2.E+10	1 濃 度 区 試 験 で 影 響 あ り の た め、不 等 号 付 き 採 用
11	140	Shore <i>et al.</i> (2021)	購入	6～8	PS	不明	Acartia tonsa	—	0,1.2.E+ 09	5,7 日	コペポタイド: 生 存 率、体 長 が 減 少、 親エビ:産卵 数が減少	<	2.E+02	2.E+02	<	1.E+09	1.E+09	1 濃 度 区 試 験 で 影 響 あ り の た め、不 等 号 付 き 採 用
26	147	Yu <i>et al.</i> (20 20)	購入	10～3 0	PE	不明	Tigriopus japonicus (Ha	0,1.3.E+04	—	14 日	抱 卵 率、生 残 率	<	1.E+04	1.E+04	<	3.E+09	3.E+09	1 濃 度 区 試 験 で 影 響 あ り の

⁸ 文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度 (PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1)、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算 (換算値は斜体)、また、査読シートには LOEC を中心に記載していただいたため、NOEC は設定濃度から事務局が読み取った値。

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
							rpactico ida, cop epod)											ため、不等号 付き採用
26	149	Yu <i>et al.</i> (2020)	購入	5~20	PA6	不明	Tigriopus japonicus (Harpacticoida, copepod)	0,1.3.E+04	-	14 日	抱卵率、生残率	<	1.E+04	1.E+04	<	1.E+10	1.E+10	1 濃度区試験で影響ありのため、不等号付き採用
27	150	Liu <i>et al.</i> (2022)	購入	2±1	PVC	不明	Daphnia magna	0,2.1.E+03	-	21 日	初回産仔数低下、総産仔数低下	<	2.E+03	2.E+03	<	4.E+11	4.E+11	1 濃度区で影響ありのため、不等号付きで採用
27	151	Liu <i>et al.</i> (2022)	購入	50±10	PVC	不明	Daphnia magna	0,2.1.E+03	-	21 日	初回産仔数低下	<	2.E+03	2.E+03	<	2.E+07	2.E+07	1 濃度区試験で影響ありのため、不等号付き採用
30	154	An <i>et al.</i> (2021)	購入	40~48	PE	球状	Daphnia magna	-	0,3.4.E+09	21 日	成長、産仔数	>	1.E+05	1.E+05	>	3.E+09	3.E+09	1 濃度区試験で影響なしのため不等号付き採用
30	155	An <i>et al.</i> (2021)	作製	17±3	PE	破片状	Daphnia magna	-	0,2.1.E+10	21 日	成長、産仔数	<	5.E+04	5.E+04	<	2.E+10	2.E+10	1 濃度区試験で影響ありのため不等号付き採用

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
30	156	An <i>et al.</i> (2021)	作製	34±13	PE	破片状	Daphnia magna	—	0,1.7.E+10	21 日	成長、産仔数	>	3.E+05	3.E+05	>	2.E+10	2.E+10	1 濃度区試験で影響なしのため不等号付き採用
4	157	Martin <i>s et al.</i> (2018)	購入	1〜5	Thermoset amino formaldehyde polymer	球状	Daphnia magna	0,1.0.E+02	—	曝露 2 世代、影響 4 世代	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	1 濃度区試験で影響ありのため不等号付き採用
5	158	Guilhermino <i>et al.</i> (2021)	購入	1〜5	Thermoset amino formaldehyde polymer	球状	Daphnia magna	0,4.0.E+0 1,9.0.E+0 1,1.9.E+02	—	21 日	成長、全産仔数、生存仔数	—	4.E+01	9.E+01	—	1.E+10	2.E+10	—
6	159	Peixoto <i>et al.</i> (2019)	購入	1〜5	Thermoset amino formaldehyde	球状	Artemia franciscana	0,4.0.E+0 2,8.0.E+0 2,1.6.E+03	—	44 日	全産仔数	<	4.E+02	4.E+02	<	3.E+10	3.E+10	最低濃度で影響ありのため、不等号付き採用

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
					poly mer													
8	160	Lee <i>et al.</i> (2021)	購入	1~1.2	PS	球状	Neomys is awat schensi s	-	0,1.0.E+09,5.0.E+09,1.0.E+10,5.0.E+10,1.0.E+11,5.0.E+11	40 日	Survival	-	7.E+00	4.E+01	-	1.E+10	5.E+10	-
8	161	Lee <i>et al.</i> (2021)	購入	10~10.35	PS	球状	Neomys is awat schensi s	-	0,1.0.E+09,5.0.E+09,1.0.E+10,5.0.E+10,1.0.E+11,5.0.E+11	40 日	Survival	-	6.E+03	3.E+04	-	1.E+10	5.E+10	-
8	162	Lee <i>et al.</i> (2021)	購入	1~1.2	PS	球状	Neomys is awat schensi s	-	0,5.0.E+10,1.0.E+11	40 日	Number of newborn juvenile female	-	4.E+01	7.E+01	-	5.E+10	1.E+11	-
8	163	Lee <i>et al.</i> (2021)	購入	10~10.35	PS	球状	Neomys is awat schensi s	-	0,5.0.E+10,1.0.E+11	40 日	Number of newborn juvenile female	-	3.E+04	6.E+04	-	5.E+10	1.E+11	-

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
9	164	Eom <i>e t al.</i> (2020)	購入	1	PS	球状	Daphnia magna	–	0,1.0.E+ 08,1.0.E +09	30 日	Survival	<	<i>5.E-02</i>	<i>5.E-02</i>	<	1.E+08	1.E+08	最低濃度で 影響ありのため、不等号付 き採用
9	165	Eom <i>e t al.</i> (2020)	購入	3	PS	球状	Daphnia magna	–	0,1.0.E+ 08,1.0.E +09	30 日	Survival	<	<i>1.E+00</i>	<i>1.E+00</i>	<	1.E+08	1.E+08	最低濃度で 影響ありのため、不等号付 き採用
9	166	Eom <i>e t al.</i> (2020)	購入	6	PS	球状	Daphnia magna	–	0,1.0.E+ 08,1.0.E +09	30 日	Survival	<	<i>1.E+01</i>	<i>1.E+01</i>	<	1.E+08	1.E+08	最低濃度で 影響ありのため、不等号付 き採用
9	167	Eom <i>e t al.</i> (2020)	購入	10	PS	球状	Daphnia magna	–	0,1.0.E+ 08,1.0.E +09	30 日	Survival	<	<i>5.E+01</i>	<i>5.E+01</i>	<	1.E+08	1.E+08	最低濃度で 影響ありのため、不等号付 き採用
10	170	Eltems ah <i>et al.</i> (20 19)	購入	6	PS	球状	Daphnia magna juvenil es(<24 h)	0,5.0.E+0 3,1.0.E+0 4,3.0.E+0 4,5.0.E+0 4,1.0.E+05	–	15 日	Body length	–	1.E+04	3.E+04	–	<i>9.E+10</i>	<i>3.E+11</i>	–
10	171	Eltems ah <i>et al.</i> (20 19)	購入	6	PS	球状	Daphnia magna adults (day 9)	0,5.0.E+0 3, 3.0.E+0 4, 1.0.E+0 5	–	21 日	Body length	<	5.E+03	5.E+03	<	<i>4.E+10</i>	<i>4.E+10</i>	最低濃度で 影響ありのため、不等号付 き採用

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
33	180	Schwa rzer <i>e t al.</i> (2022)	購入	5.4 ~ 6.6	PS	球状	Daphnia magna	-	0,5.0.E+ 08,5.0.E +09	21 日	体長減少	<	6.E+01	6.E+01	<	5.E+08	5.E+08	最 低 濃 度 で 影 響 あ り の た め、不等号付 き採用
34	183	Gray <i>et al.</i> (2022)	購入	32 ~ 3 8	PE	球状	Daggerb lade Gr ass Shr imp	0,3.8.E+0 0,3.8.E+0 1,3.8.E+02	0,6.3.E+ 07,6.3.E +08,6.3. E+09	23 日	死亡率増加	<	4.E+00	4.E+00	<	6.E+07	6.E+07	最 低 濃 度 で 影 響 あ り の た め、不等号付 き採用
34	184	Gray <i>et al.</i> (2022)	購入	53 ~ 6 3	PE	球状	Daggerb lade Gr ass Shr imp	0,2.0.E+0 1,2.0.E+0 2,2.0.E+03	0,6.3.E+ 07,6.3.E +08,6.3. E+09	23 日	死亡率増加	<	2.E+01	2.E+01	<	6.E+07	6.E+07	最 低 濃 度 で 影 響 あ り の た め、不等号付 き採用
35	185	Au <i>et al.</i> (20 15)	購入	10 ~ 2 7	PE	球状	Hyaella azteca	-	0,1.0.E+ 07,1.0.E +08,1.0. E+09,1. 0.E+10, 1.0.E+1 1	10 日	死亡率増加	-	3.E+03	3.E+04	-	1.E+09	1.E+10	-
18	188	Trotte r <i>et a l.</i> (202 1)	Bayreuth 大 学が提供	13±7. 75	PS	球状	Daphnia magna	0,1.0.E+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	1 濃度区試験 で影響ありの ため、不等号 付き採用

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
40	195	Li, <i>et al.</i> (2021)	購入	150	PS	球状	Artemia parthenogenetica	0,1.0.E+05	－	45 日	成長(体長、成長速度)	<	1.E+05	1.E+05	<	5.E+07	5.E+07	1 濃度区試験で影響ありのため、不等号付き採用
40	196	Li, <i>et al.</i> (2021)	購入	150	PE	球状	Artemia parthenogenetica	0,1.0.E+05	－	45 日	成長(体長、成長速度)	<	1.E+05	1.E+05	<	6.E+07	6.E+07	1 濃度区試験で影響ありのため、不等号付き採用
43	203	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	Facial cleanser から回収	102.9 ±29.1	PE	破片状	Daphnia magna	0,1.0.E+05	－	48 時間	生存、体長	>	1.E+05	1.E+05	>	2.E+08	2.E+08	1 濃度区試験で影響なしのため、不等号付き採用
43	204	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	Facial cleanser から回収	63.05 ±24.75	PE	破片状	Daphnia magna	0,1.0.E+05	－	48 時間	生存、体長	>	1.E+05	1.E+05	>	8.E+08	8.E+08	1 濃度区試験で影響なしのため、不等号付き採用
43	205	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	Facial cleanser から回収	264 ±128.3	PE	破片状	Daphnia magna	0,1.0.E+05	－	48 時間	生存、体長	>	1.E+05	1.E+05	>	1.E+07	1.E+07	1 濃度区試験で影響なしのため、不等号付き採用
43	206	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	Facial cleanser から回収	247.9 ±123.6	PE	破片状	Daphnia magna	0,1.0.E+05	－	48 時間	生存、体長	>	1.E+05	1.E+05	>	1.E+07	1.E+07	1 濃度区試験で影響なしのため、不等号付き採用

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
43	207	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	Plastic bag	136.8 ±50.8 9	PE	破片 状	Daphnia magna	0,1.0.E+05	-	48 時 間	生存、体長	>	1.E+05	1.E+05	>	8.E+07	8.E+07	1 濃度区試験 で影響なしの ため、不等号 付き採用
43	210	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	Facial clea nser から回 収	102.9 ±29.1	PE	破片 状	Artemia francis cana	0,1.0.E+05	-	48 時 間	成長阻害	<	1.E+05	1.E+05	<	2.E+08	2.E+08	1 濃度区試験 で影響ありの ため、不等号 付き採用
43	211	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	Facial clea nser から回 収	63.05 ±24.7 5	PE	破片 状	Artemia francis cana	0,1.0.E+05	-	48 時 間	成長阻害	<	1.E+05	1.E+05	<	8.E+08	8.E+08	1 濃度区試験 で影響ありの ため、不等号 付き採用
43	212	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	Facial clea nser から回 収	264± 128.3	PE	破片 状	Artemia francis cana	0,1.0.E+05	-	48 時 間	成長阻害	<	1.E+05	1.E+05	<	1.E+07	1.E+07	1 濃度区試験 で影響ありの ため、不等号 付き採用
43	213	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	Facial clea nser から回 収	247.9 ±123. 6	PE	破片 状	Artemia francis cana	0,1.0.E+05	-	48 時 間	成長阻害	<	1.E+05	1.E+05	<	1.E+07	1.E+07	1 濃度区試験 で影響ありの ため、不等号 付き採用
43	214	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	Plastic bag	136.8 ±50.8 9	PE	破片 状	Artemia francis cana	0,1.0.E+05	-	48 時 間	成長阻害	<	1.E+05	1.E+05	<	8.E+07	8.E+07	1 濃度区試験 で影響ありの ため、不等号 付き採用

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
47	235	Wang <i>et al.</i> (2021)	購入	5	PE	球状	Litopen aeus va nnamei	0,5.0.E+0 1,5.0.E+0 2,5.0.E+03	0,7.3.E+ 08,7.3.E +09,7.3. E+10	48 時 間	生存率の減 少	-	5.E+02	5.E+03	-	7.E+09	7.E+10	-
48	237	Wang <i>et al.</i> (2021)	購入	5	PE	球状	Penaeu s mono don	0,2.5.E+0 4,5.0.E+0 4,1.0.E+0 5,2.0.E+0 5,3.0.E+05	0,3.6.E+ 11,7.3.E +11,1.5. E+12,2. 9.E+12, 4.4.E+1 2	48 時 間	死亡率の増 加	-	5.E+04	1.E+05	-	7.E+11	2.E+12	-
48	239	Wang <i>et al.</i> (2021)	購入	5	PE	球状	Marsup enaesus japonicu s	0,2.5.E+0 4,5.0.E+0 4,1.0.E+0 5,2.0.E+0 5,3.0.E+05	0,3.6.E+ 11,7.3.E +11,1.5. E+12,2. 9.E+12, 4.4.E+1 2	48 時 間	死亡率の増 加	-	5.E+04	1.E+05	-	7.E+11	2.E+12	-
48	241	Wang <i>et al.</i> (2021)	購入	5	PE	球状	Lipopen aeus va namei	0,2.5.E+0 4,5.0.E+0 4,1.0.E+0 5,2.0.E+0 5,3.0.E+05	0,3.6.E+ 11,7.3.E +11,1.5. E+12,2. 9.E+12, 4.4.E+1 2	48 時 間	死亡率の増 加	-	5.E+04	1.E+05	-	7.E+11	2.E+12	-

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
7	254	Jaikum ar et al. (20 19)	購入	1〜5	PS	球状	Daphnia magna	—	0,1.0.E+ 08,1.0.E +09,1.0. E+10,1. 0.E+11	21 日	総産仔数	—	1.E+00	1.E+01	—	1.E+08	1.E+09	—
7	255	Jaikum ar et al. (20 19)	購入	1〜5	PS	球状	Daphnia pulex	—	0,1.0.E+ 08,1.0.E +09,1.0. E+10,1. 0.E+11	21 日	3腹目までの 産仔数	<	1.E+00	1.E+00	<	1.E+08	1.E+08	最低濃度で 影響ありのため、不等号付き採用
7	256	Jaikum ar et al. (20 19)	購入	1〜5	PS	球状	Cerioda phnia d ubia	—	0,1.0.E+ 08,1.0.E +09,1.0. E+10,1. 0.E+11	7 日	3腹目までの 産仔数	<	1.E+00	1.E+00	<	1.E+08	1.E+08	最低濃度で 影響ありのため、不等号付き採用
7	257	Jaikum ar et al. (20 19)	購入後粉碎	1〜10	PS	破片状	Daphnia magna	—	0,1.0.E+ 08,1.0.E +09,1.0. E+10,1. 0.E+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	最低濃度で 影響ありのため、不等号付き採用
7	258	Jaikum ar et al. (20 19)	購入後粉碎	1〜10	PS	破片状	Daphnia pulex	—	0,1.0.E+ 08,1.0.E +09,1.0. E+10,1. 0.E+11	21 日	3腹目までの 産仔数	<	9.E+00	9.E+00	<	1.E+08	1.E+08	最低濃度で 影響ありのため、不等号付き採用

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
7	259	Jaikum ar <i>et al.</i> (2019)	購入後粉碎	1~10	PS	破片状	Cerioda phnia dubia	-	0,1.0.E+08,1.0.E+09,1.0.E+10,1.0.E+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	-
24	261	Cole <i>et al.</i> (2015)	購入	20	PS	球状	Calanus helgolandicus	-	0,7.5.E+07	2 日	ふ化率	<	3.E+02	3.E+02	<	8.E+07	8.E+07	1 濃度区試験で影響ありのため、不等号付き採用
36	262	Schür <i>et al.</i> (2022)	コーヒー用のフタをミルで粉碎・ふるいにかけたもの	0.2~60	PS	破片状	Daphnia magna	-	0,8.0.E+07,4.0.E+08,2.0.E+09,1.0.E+10	21 日	致死、繁殖 (F0)	-	1.E+03	6.E+03	-	8.E+07	4.E+08	-
36	263	Schür <i>et al.</i> (2022)	コーヒー用のフタをミルで粉碎・ふるいにかけたもの	0.2~60	PS	破片状	Daphnia magna	-	0,8.0.E+07,4.0.E+08,2.0.E+09,1.0.E+10	21 日	致死、繁殖 (F1)	-	1.E+03	6.E+03	-	8.E+07	4.E+08	-
36	264	Schür <i>et al.</i> (2022)	コーヒー用のフタをミルで粉碎・ふるいにかけたもの	0.2~60	PS	破片状	Daphnia magna	-	0,8.0.E+07,4.0.E+08,2.0.E+09,1.0.E+10	21 日	致死、繁殖 (F2)	-	1.E+03	6.E+03	-	8.E+07	4.E+08	-

文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
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	
36	265	Schür <i>et al.</i> (2022)	コーヒー用 のフタをミル で粉碎・ふる いにかけたもの	0.2～6 0	PS	破 片 状	Daphnia magna	－	0,8.0.E+ 07,4.0.E +08,2.0. E+09,1. 0.E+10	21 日	致 死、繁 殖 (F3)	－	1.E+03	6.E+03	－	8.E+07	4.E+08	－
57	266	Castro <i>et al.</i> (2022)	購入	40～4 8	PE	不明	Chirono mus sa ncticaro li	0,2.0.E+0 4,4.0.E+0 4,8.0.E+0 4,1.6.E+0 5,3.2.E+05	－	10 日	成長	－	2.E+05	3.E+05	－	4.E+09	8.E+09	－
57	267	Castro <i>et al.</i> (2022)	購入	40～4 8	PE	不明	Chirono mus sa ncticaro li	0,2.0.E+0 4,4.0.E+0 4,8.0.E+0 4,1.6.E+0 5,3.2.E+05	－	10 日	成長	－	2.E+05	3.E+05	－	4.E+09	8.E+09	－
51	270	Rani-B orges <i>et al.</i> (2023)	購入	24.5± 3.9	PS	球状	Hyaella azteca	－	0,5.4.E+ 05,2.7.E +06,5.4. E+06	7 日	生存	>	4.E+01	4.E+01	>	5.E+06	5.E+06	最 高 濃 度 で 影 響 な し の た め 不 等 号 つ き で 採 用 か
53	273	Sun <i>et al.</i> (2022)	購入	5	PS	球状	Macrob rachium nippon ense	0,2.0.E+0 3,2.0.E+04	0,5.6.E+ 07,5.8.E +08	4 週間	体重減少	<	2.E+03	2.E+03	<	6.E+07	6.E+07	最 低 濃 度 で 影 響 あ り の た め、不 等 号 付 き 採 用 か
53	274	Sun <i>et al.</i> (2022)	購入	5	PS	球状	Macrob rachium	0,2.0.E+0 3,2.0.E+04	0,5.6.E+ 07,5.8.E +08	4 週間	奇 形 率、ふ 化 率、死 亡 率	<	2.E+03	2.E+03	<	6.E+07	6.E+07	最 低 濃 度 で 影 響 あ り の た

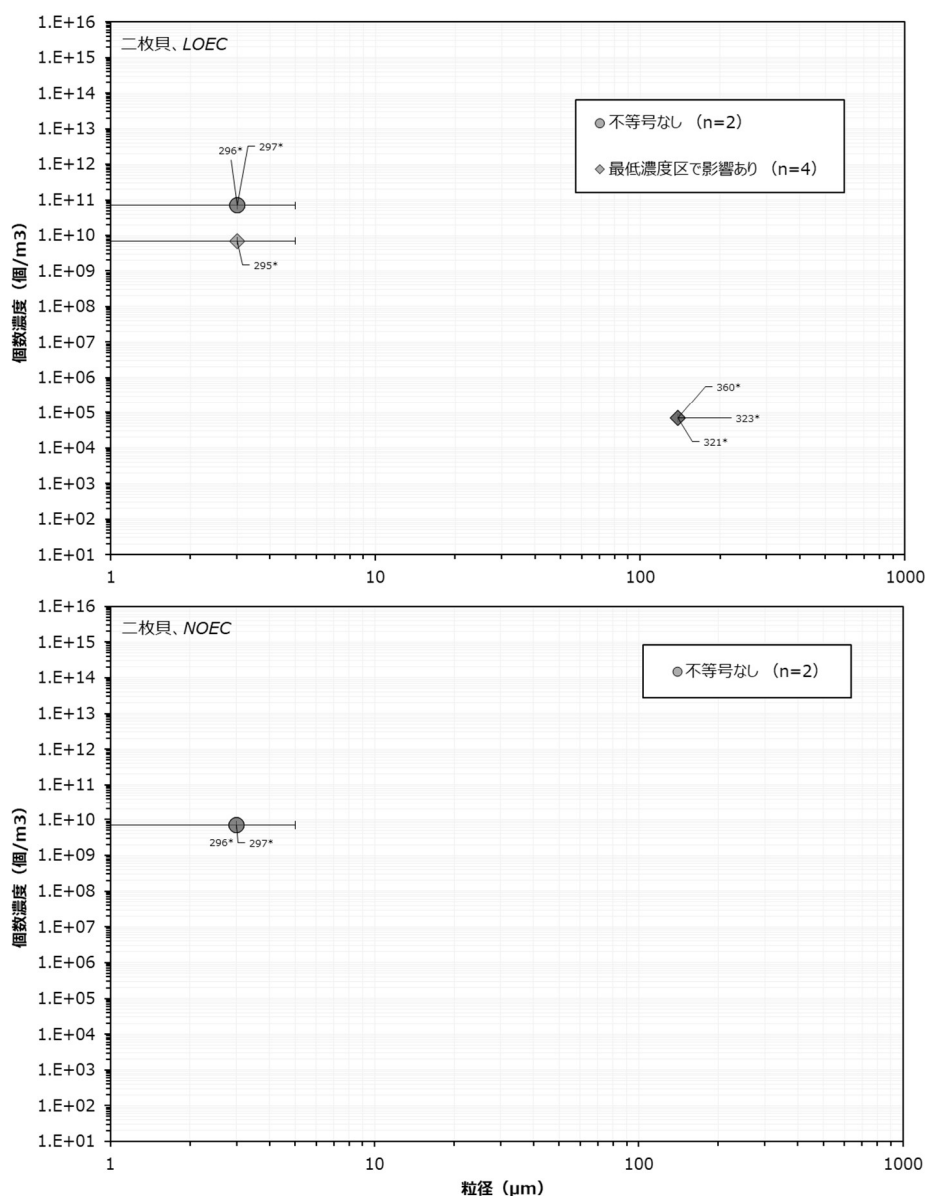
文献情報			実験条件								実験結果 ⁸							
文献 No.	レコー ド No.	著者	粒子の 取得 方法	粒径 (μm)	素材	形状	供試 生物	設定濃度		ばく露 期間	確認された 影響	重量濃度 (μg/L)			個数濃度 (個/m ³)			備考
								重量 濃度 (μg/L)	個数 濃度 (個 /m ³)			不等 号	NOEC	LOEC	不等 号	NOEC	LOEC	
							nippon ense											め、不等号付 き採用か
54	284	Kim <i>et al.</i> (2022)	購入	1.88± 0.05	PS	球状	Tigriopus japonicus	0,5.0.E+0 0,1.0.E+0 2,1.0.E+0 3,1.0.E+0 4,1.0.E+05	0,1.2.E+08,2.3.E+10,2.3.E+11,2.3.E+12,2.3.E+13	40 日	繁殖	-	1.E+03	1.E+04	-	2.E+11	2.E+12	-

1.4.3. 二枚貝の査読結果

(1) 個数濃度⁹

採用可能と報告があった文献のうち、「I：個体群の維持に関わる有害な影響」が見られた試験の個数濃度のプロットを図表 1-11 に示す。

プロットは $1.E+09 \sim 1.E+11$ 個/ m^3 の範囲に集中。



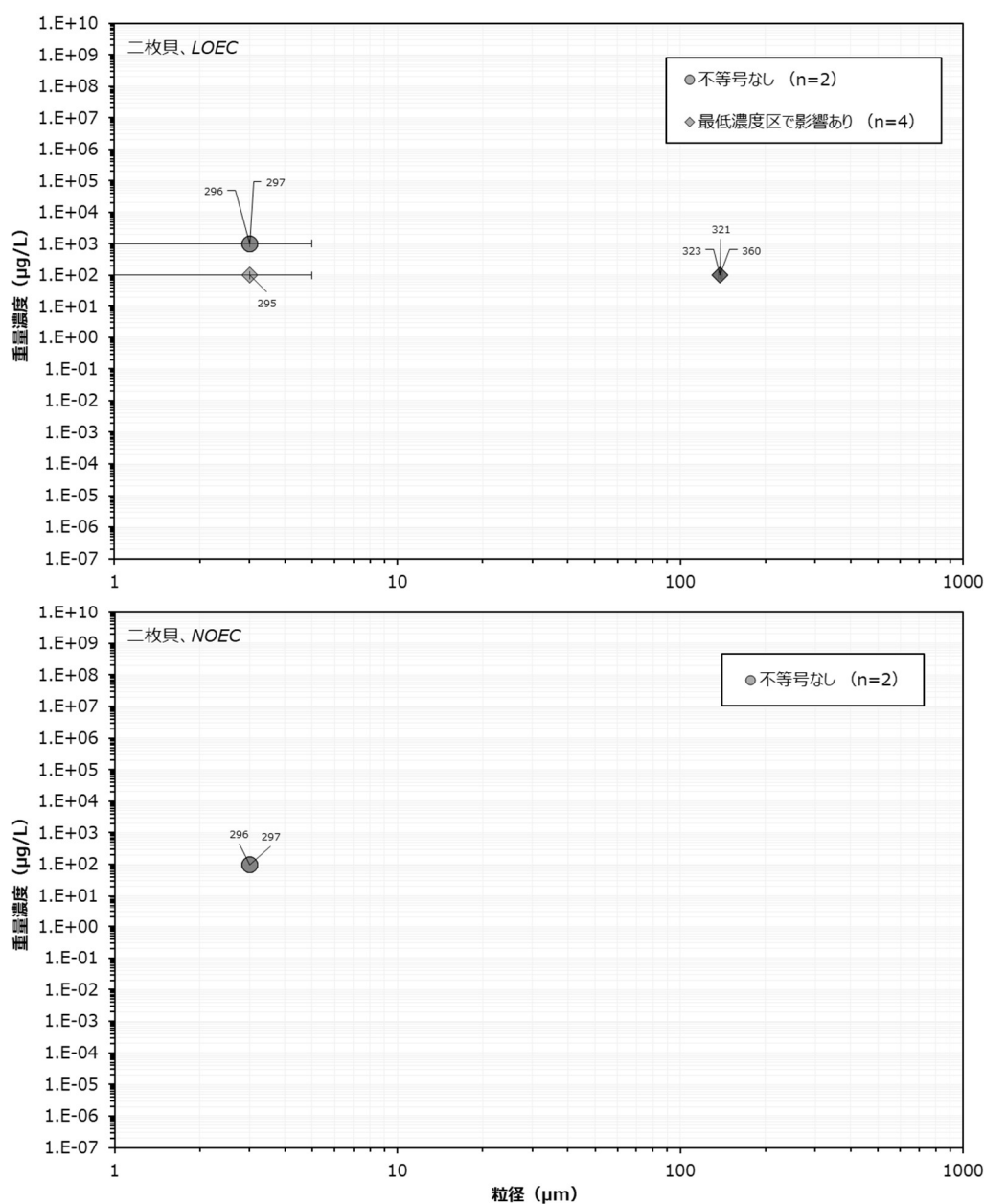
図表 1-11 二枚貝における個数濃度のプロット（上段：LOEC 下段：NOEC）

⁹ プロットの数値は個票のレコード番号に対応しており、*付は重量濃度から換算した値（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）

(2) 重量濃度¹⁰

採用可能と報告があった文献のうち、「I：個体群の維持に関わる有害な影響」が見られた試験の重量濃度のプロットを図表 1-12 に示す。

プロットは 1.E+02~1.E+03 µg/L の範囲に集中。



図表 1-12 二枚貝における重量濃度のプロット（上段：LOEC 下段：NOEC）

¹⁰ プロットの数値は個票のレコード番号に対応しており、*付は個数濃度から換算した値（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）

(3) 試験の詳細

文献情報			実験条件								実験結果 ¹¹⁾							
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	
1	295	Bringer et al. (2020)	購入	1-5	Proprietary Polymer	球状	Crassostrea gigas	0, 1.0.E+02, 1.0.E+03, 1.0.E+04	-	24 時間	体長	<	1.E+02	1.E+02	<	7.E+09	7.E+09	最低濃度区で影響あり、不等号つき採用
1	296	Bringer et al. (2020)	購入	1-5	Proprietary Polymer	球状	Crassostrea gigas	0, 1.0.E+02, 1.0.E+03, 1.0.E+04	-	24 時間	奇形	-	1.E+02	1.E+03	-	7.E+09	7.E+10	-
1	297	Bringer et al. (2020)	購入	1-5	Proprietary Polymer	球状	Crassostrea gigas	0, 1.0.E+02, 1.0.E+03, 1.0.E+04	-	24 時間	発達停止	-	1.E+02	1.E+03	-	7.E+09	7.E+10	-
5	321	Bringer et al. (2022)	環境中から採取し、粉碎	138.6 ±2.3	28% HDPE, 40% PP, and 32% PVC	破片状	oysters (Crassostrea gigas)	0, 1.0.E+02, 1.0.E+04	-	2 カ月	死亡	<	1.E+02	1.E+02	<	78.E+04	78.E+04	最低濃度区で影響あり、不等号つき採用
5	323	Bringer et al.	環境中から採取し、粉碎	138.6 ±2.3	28% HDPE, 40% PP, and 32% PVC	破片状	oysters (Crassostrea gigas)	0, 1.0.E+02, 1.0.E+04	-	2 カ月	成長遅延	<	1.E+02	1.E+02	<	79.E+04	79.E+04	最低濃度区で影響あり、

¹¹ 文献に個数と重量のどちらか一方しか値がない場合は、形状は球状、密度は素材の密度 (PE:0.92, PET:1.38, PP:0.9, PS:1.04, PVC:1.4, その他:1)、粒径は上限と下限の平均値として両者を換算 (換算値は斜体)。

文献情報			実験条件								実験結果 ¹¹⁾							
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	
		I. (2022)			0% P P, an d 32% PVC		strea gi gas)											不等号つき採用
18	360	Bringer et al. (2021)	環境中から採取し、粉碎	138.6 ±2.3	28% HDPE, 40% P P, an d 32% PVC	破片状	oyster pediveliger larvae (Crassostrea gigas)	0, 1.0.E+02, 1.0.E+04	-	7 日	体長	<	1.E+02	1.E+02	<	79.E+04 8	79.E+04 8	最低濃度区で影響あり、不等号つき採用

1.5. 現状の問題点と今後の検討の方向性(案)

今年度は魚類、甲殻類、二枚貝の査読を行い、粒径別に個数濃度・重量濃度、LOEC・NOEC別に有害性のプロットを整理した。

また、査読を通じて、エンドポイントの考え方（Ⅰ：個体群の維持に関わる有害な影響、Ⅱ：Ⅰ・Ⅲ以外の影響、Ⅲ：分子・遺伝子レベルの影響の3区分）や1濃度区試験の扱い方、有害性データの信頼性を考える際の観点等を取りまとめた。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。

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)
① 有害性データが十分ではない ➤ 甲殻類に比べて魚類・二枚貝類(特に二枚貝類)については採用可能な有害性データが限定的 ➤ 海洋生態系の評価にあたり、現状整理対象としている生物種は限定的	① 有害性データの拡充 ➤ MicPの有害性データの蓄積及び精査の継続【◎】 → 有害性データのさらなる蓄積(文献査読の継続) → 査読済み有害性データの分析・考察 → MicPの有害性データに係る文献査読時の留意点の継続的な更新 → エンドポイント分類(Ⅰ～Ⅲ)の継続的な精査 → 効果的な対外発信 ➤ MicPに脆弱な生物種の探索 ➤ MicPによる水生生物への影響メカニズムの解明
② 多くの毒性試験は実環境中でのばく露状況を模擬できていない ➤ 実環境中では様々な形状、素材が存在するが、多くの毒性試験は球状のポリスチレンを使用 ➤ 実環境中では濃度変化があるが、多くの毒性試験ではばく露濃度を均一にするように設計(一方でどの程度均一になっているのかは不明) ➤ 実環境中では吐出し等の摂取量調整の動作が起こり得るが、毒性試験ではそれを想定していない	③ 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 ➤ 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 ➤ 毒性試験で用いられる試験条件と実環境中の条件の比較(濃度変化等)及び実環境に近い試験条件となる毒性試験プロトコルの開発又は実環境へ当てはめる際の換算方法等の検討 ➤ その他の実環境中で起こりうる事象(吐き出し等)の把握
③ ベクター効果等の化学的な影響が未考慮 ➤ プラスチック添加剤や環境中化学物質の同時ばく露による有害性評価は現状未検討	③ プラスチック添加剤・環境中化学物質の同時ばく露による有害性評価 ➤ 同時ばく露を行っている有害性データの収集・精査【◎】 ➤ 粒子的な影響と化学的な影響を区別できる試験系の構築

1.6. 別添

1.6.1. 委員名簿

委員名簿は以下の通り。

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
宇野 誠一	鹿児島大学 水産学部 教授
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
金 禧珍	長崎大学 総合生産科学域(水産学系) 准教授
鑑迫 典久	愛媛大学大学院 農学研究科 生物環境学専攻 教授
仲山 慶	愛媛大学 沿岸環境科学研究センター 化学汚染・毒性解析部門 講師
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
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 副領域長
渡部 春奈	国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク・健康領域 生態毒性研究室 主任研究員

1.6.2. 開催概要

分科会の開催日時と議題は以下の通り。

回数	開催日時	議題
第 1 回	令和 5 年 7 月 27 日 (有害性評価分科会と合同開催)	(1)分科会の設置について (2)プラスチックと関連化学物質に関する動向について (3)昨年度の振り返りと今年度の検討方針について (4)体制と今後のスケジュールについて
第 2 回	令和 5 年 8 月～(査読)	二枚貝の文献の査読
第 3 回	令和 5 年 9 月～(査読)	魚類の文献の査読
第 4 回	令和 5 年 9 月～(査読)	甲殻類の文献の査読
第 5 回	令和 5 年 9 月 29 日	(1)本日の進め方について (2)魚類、甲殻類におけるプレ査読について (3)二枚貝の査読結果について (4)今後のスケジュールについて
第 6 回	令和 5 年 12 月 12 日	(1)本日の検討内容について (2)魚類の査読結果と論点 (3)今後のスケジュールについて
第 7 回	令和 6 年 1 月 18 日	(1)前回分科会の振り返り (2)魚類の査読結果の見直しについて (3)甲殻類の査読結果について (4)今後のスケジュールについて
第 8 回	令和 6 年 2 月 1 日 (ばく露等評価分科会と合同開催)	(1)これまでの振り返りについて (2)ばく露等評価分科会の検討結果について (3)有害性評価分科会の検討結果について (4)ばく露と有害性の重ね合わせについて (5)今後のスケジュールについて

1.6.3. 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 1-13 の通り。

図表 1-13 査読対象とした文献一覧

生物種	文献 No.	著者	文献情報
魚類	2	Wang <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651322003803
魚類	9	De Marco <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935121018533
魚類	15	Zhang <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016041202100547X
魚類	18	Liu <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653521023031
魚類	20	Malafaia <i>et al.</i> (2020)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719348594
魚類	26	Xia <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438942102389X
魚類	28	Zhang <i>et al.</i> (2021)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021000775

生物種	文献 No.	著者	文献情報
魚類	36	Bucci <i>et al.</i> (2022)	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.. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/etc.5036
魚類	52	Kim <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X22009614
魚類	53	Chen <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651322006832
魚類	56	Cormier <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749122009356
魚類	57	Hao <i>et al.</i> (2023)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722063690
甲殻類	4	Martins <i>et al.</i> (2018)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718308088
甲殻類	5	Guilhermino <i>et al.</i> (2021)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721021525
甲殻類	6	Peixoto <i>et al.</i> (2019)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651319303720
甲殻類	7	Jaikumar <i>et al.</i> (2019)	Jaikumar, 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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026974911834781X

生物種	文献 No.	著者	文献情報
甲殻類	8	Lee <i>et al.</i> (2021)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X20309681
甲殻類	9	Eom <i>et al.</i> (2020)	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.. https://doi.org/10.1007/s13273-020-00088-4
甲殻類	10	Eltemsah <i>et al.</i> (2019)	Eltemsah, Yehia Sayed; Böhn, Thomas. Acute and chronic effects of polystyrene microplastics on juvenile and adult <i>Daphnia magna</i> . <i>Environmental Pollution</i> 2019, 254, 112919.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749119319712
甲殻類	11	Shore <i>et al.</i> (2021)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749121009611
甲殻類	13	Watts <i>et al.</i> (2016)	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.. https://doi.org/10.1021/acs.est.6b01187
甲殻類	17	Heindler <i>et al.</i> (2017)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651317301719
甲殻類	18	Trotter <i>et al.</i> (2021)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721038948
甲殻類	24	Cole <i>et al.</i> (2015)	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.. https://doi.org/10.1021/es504525u
甲殻類	26	Yu <i>et al.</i> (2020)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749120361170
甲殻類	27	Liu <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532045622000047

生物種	文献 No.	著者	文献情報
甲殻類	30	An <i>et al.</i> (2021)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653521000618
甲殻類	33	Schwarzer <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438942103106X
甲殻類	35	Au <i>et al.</i> (2015)	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.. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/etc.3093
甲殻類	36	Schür <i>et al.</i> (2022)	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.. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07911
甲殻類	40	Li, <i>et al.</i> (2021)	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, .. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2021.717272
甲殻類	43	Kokalj <i>et al.</i> (2018)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653518310294
甲殻類	47	Wang <i>et al.</i> (2021)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141113621001331
甲殻類	48	Wang <i>et al.</i> (2021)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935120313633
甲殻類	51	Rani-Borges <i>et al.</i> (2023)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166445X23001194
甲殻類	53	Sun <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722039171

生物種	文献 No.	著者	文献情報
甲殻類	54	Kim <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651322008028
甲殻類	57	Castro <i>et al.</i> (2022)	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.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0075951122000184
二枚貝	1	Bringer <i>et al.</i> (2020)	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. https://www.mdpi.com/2076-2615/11/8/2317
二枚貝	5	Bringer <i>et al.</i> (2022)	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. https://doi.org/10.1007/s11356-021-12506-8
二枚貝	18	Bringer <i>et al.</i> (2021)	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. https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00168

以上