

マイクロプラスチックの環境リスク評価 のための概念モデルの構築と 東京湾での試行的リスク評価

(国研) 産業技術総合研究所 安全科学研究部門
内藤航、蒲生昌志、恒見清孝、梶原秀夫、
石川百合子、小野恭子、小倉勇、林彬勒、薛面強、
眞野浩行、岩崎雄一、篠原直秀

背景と目的

- 微細なプラスチック類（マイクロプラスチック, 以下MP）による海洋生態系に対する影響が懸念されており、国内外において政治的・社会的関心が高まっている。
- MPの研究は、環境モニタリング、分析手法開発、室内実験等、数多く存在し、年々増加傾向にある。
- MPのスクリーニングレベルの環境リスク評価の実施例はあるが、対策の効果を検討できるような**定量的リスク評価に関わる研究はほとんど存在しない**。
- MPの特性を考慮したリスク評価の枠組みは提案されているが、**その枠組みが適用された実際の評価事例は存在しない**。



MPの環境リスク評価に資する国内外の既存文献のレビューを行い、MPのリスク評価手順を具体的に示した概念モデルを開発し、東京湾を対象地域とした試行的リスク評価を実施する。より現実的なリスク評価に必要な研究課題やリスク評価における留意点を明らかにする。

本研究の概略図

海洋プラスチック問題の課題解決に資するMPの環境リスク評価の実現
より現実的なリスク評価に必要な研究課題やリスク評価における留意点の明確化

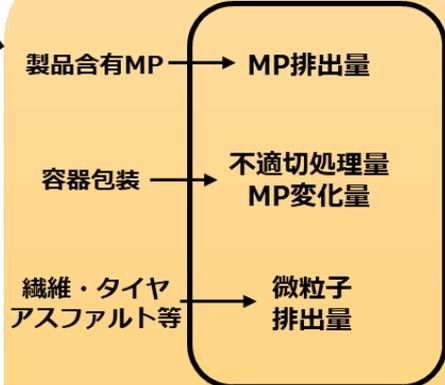
MPリスク評価の概念モデル開発

ICCAのMPリスク評価の枠組みをもとに、評価手順を具体的に明示

各リスク評価段階のエビデンス・データのシステマティックレビュー

文献レビュー・学会等での情報収集・有識者へのヒアリング

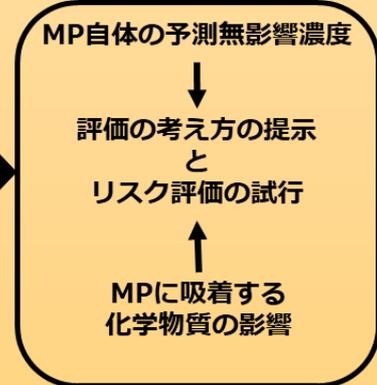
MP排出量推定



環境中暴露解析



有害性・リスク評価



東京湾を対象としたMPの試行的なリスク評価

東京湾を対象としたリスク評価のためのデータの収集・推定・評価

研究体制

東京湾を対象としたMPの試行的なリスク評価

MPのリスク評価手順を具体的に示した概念モデル開発

内藤 航



恒見清孝



梶原秀夫



蒲生昌志



小野恭子



薛面強



排出量推定

石川百合子



小倉勇



篠原直秀



有害性・リスク評価

岩崎雄一



眞野浩行



林彬勅



横国大名誉教授・益永氏

MPのリスク評価に資する暴露・有害性情報のシステムティックレビュー



評価書・最終報告書の

今年度の目標

国際機関による報告書や最新文献等のレビュー、学会での情報収集、MPに関する有識者に対するヒアリングを行い、**MPリスク評価において留意すべき点や問題点・課題を明らかにする**。サブグループ間をつなぎ一貫通貫の評価とするに当たっての論点(例えば評価指標など)の整理。**排出量推定、暴露解析、有害性評価、リスク評価に関する重要なパラメータを決定する**。

研究の進捗

- MPリスク評価の全体像、暴露解析モデル（SimpleBox4Nano等）の構造やパラメータ、環境排出量推定、生態影響やリスク評価事例について、現状や論点を把握するための文献レビューや国際学会(SETAC)での情報収集を実施。
- 現時点でのMPリスク評価の問題点と課題を整理し、それぞれの研究課題について、具体的な方針を明確化（前スライドの工程等）。
- 化学物質やナノ材料のリスク評価の枠組み及びICCAのリスク評価の枠組みを参考にして、MPのリスク評価の概念モデル構築のベースとなるMPのリスク評価の枠組み案を作成。
- サブグループの研究進捗の確認や関連論文の読み合わせ、国内外の動向との把握等のための連絡会・勉強会を定期的を開催



文献レビューの対象とした論文の例（2020年4月-7月）

- Adam et al. 2019. Toward an ecotoxicological risk assessment of microplastics: Comparison of available hazard and exposure data in freshwaters. *Env.Tox. Chem.* 38: 436-447
- Everaert et al. 2018. Risk assessment of microplastics in the ocean: Modelling approach and first conclusions. *Env. Pollut.* 242: 1930-1938
- Burns EE, Boxall ABA. Microplastics in the aquatic environment: Evidence for or against adverse impacts and major knowledge gaps. *Env. Tox. and Chem.* 2018;37(11):2776-96.
- Gouin et al. Toward the Development and Application of an Environmental Risk Assessment Framework for Microplastic. *Env. Tox. and Chem.* 2019;38(10):2087-100
- Besseling, E.; Redondo-Hasselerharm, P.; Foekema, E. M.; Koelmans, A. A., Quantifying ecological risks of aquatic micro- and nanoplastic. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 2019, 49, (1), 32-80.
- Jambeck et al. (2015) Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347, 768.
- Nihei et al. 2020. High-Resolution Mapping of Japanese Microplastic and Macroplastic Emissions from the Land into the Sea. *Water* 12: 951
- Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, Borerro JC, et al. (2014) , Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. ,*PLoS ONE* 9(12) e111913
- Cózar, A., Echevarria, F., Gonzalez-Gordillo, J.I., Irigoien, X., Ubeda, B., Hernandez-Leon, S., Palma, A.T., Navarro, S., Garcia-de-Lomas, J., Ruiz, A., Fernandez-de-Puelles, M.L., Duarte, C.M. (2014), Plastic debris in the open ocean, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, 10239-10244.
- Sebille, E., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenko, N., Hardesty, B.D., Fancker, J.A., Eriksen, M., Siegel, D., Galgani, F., Law, K.L. (2015), A global inventory of small floating inventory of small floating plastic debris, *Environmental Research Letters* 124006
- Besseling, E., Quik, J.T.K., Sun, M., Koelmans, A.A. 2017. Fate of nano- and microplastic in freshwater systems: A modeling study. *Environmental Pollution* 220, 540-548.
- Meesters et al. 2014. Multimedia Modeling of Engineered Nanoparticles with SimpleBox4nano: Model Definition and Evaluation. *Env. Sci. Technol.* 48:5726-5736
- Meesters et al. 2016. Multimedia environmental fate and speciation of engineered nanoparticles: a probabilistic modeling approach. *Environmental Science Nano* 3: 715-727

リスク評価
・有害性

排出量推定

海洋プラ
存在量

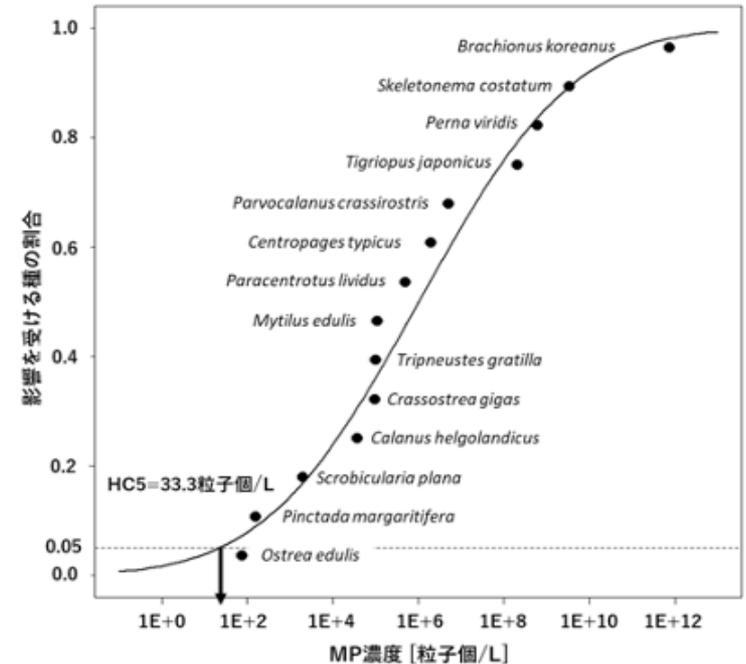
暴露解析
モデル

など

文献レビュー（リスク評価）

Everaert et al. 2018; Adam et al. 2019; Besseling et al. 2017; Burns et al. 2018; Gouin et al. 2019等

- 利用可能なデータを用いた従来の化学物質リスク評価の枠組みによる暫定的な評価
- SSDを用いてPNECを算出： 6.7×10^3 粒子個/ m^3 (Everaert et al); 7.4×10^5 粒子数/ m^3 (Adam et al.); $0.33 \mu\text{g/L}$ (Besseling et al. 2017)
- MPの測定あるいは推定濃度の大半はPNECより数桁低いレベルにあるが、高汚染海域や将来予測ではPEC/PNEC比が1を超える可能性がある
- データの信頼性・試験法の適切性や評価目的との適合性などの確認が必要である
- 生態影響試験で使用されるMPの試験物質と実際の環境で検出されるMPに違い



海洋生物に対するMPのSSD. Everaert et al. に記載されたデータに基づき作成. 95%の保護レベル (HC5) は33.3粒子個/Lと推定。

文献レビュー（暴露解析）

Meesters et al. 2014; Meesters et al. 2016; Quik et al. 2015; Besseling et al. 2017; 等

- ナノ材料の暴露評価のために開発されたnanoFate、SimpleBox4NanoやNanoDUFLOWは、粒子の環境動態を評価するためのパラメータが考慮されており、MPの評価への適用が期待できる。
- モデル化に必要なパラメータ（例えば粒子サイズ、密度、ハマカー定数、付着効率等）や環境動態メカニズム（モデル式）は参考になりそう
- マルチメディアモデル、AIST-SHANELやRAM-TBのMPのリスク評価への利用を検討

NanoDUFLOWの概略図（Quik et al. 2015）

SimpleBox4nanoの概略（Meesters et al. 2014）

本研究で想定しているMPのリスク評価の枠組み案

問題設定

- リスク評価の対象となるプラスチックの種類と生物種の組み合わせは？
- 関連性のある暴露から影響に至る経路(AOP)は何か？
- 評価に適した濃度単位は何か？
- 守りたい環境の目標は何か？

物理化学的特性のキャラクタリゼーション

- 対象とするMPのサイズ、形状、化学的組成等の物理化学的特性は？

暴露評価

- 環境中濃度(PEC)はどの程度か？
- 対象とするプラスチックの負荷源はどこか？
- どのような経路/プロセスで海洋に至るのか？
- 対策により暴露濃度はどのように変化するのか

生態影響評価(有害性評価)

- 対象生物種あるいは生物集団に対する濃度反応関係は？
- 対象生物種あるいは生物集団に対する予測無影響濃度(PNEC)はどの程度か？

リスク判定

- PECはPNECより大きい小さいか？
- 環境中濃度に対する影響割合はどの程度か？