

# 海産魚類におけるエンドサイトーシスは マイクロプラスチックのベクター効果を増強するか？

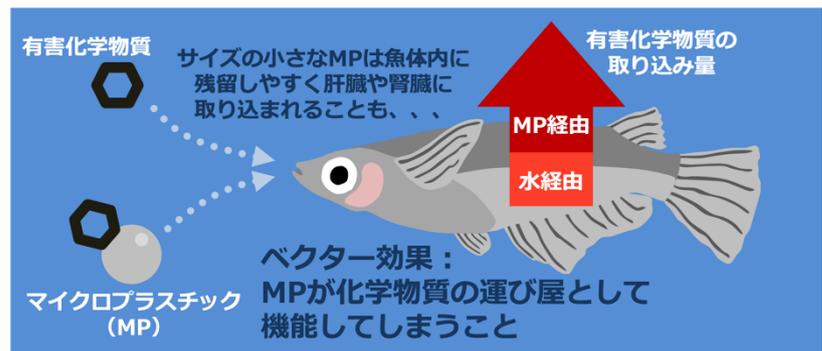
九州大学大学院生物資源環境科学府資源生物学専攻 博士後期課程 2年（助成時）  
同上 博士後期課程 3年（現在）

高井 優生

## 研究の背景

近年、海洋環境におけるプラスチック汚染とその影響が懸念されている。プラスチック製品はその利便性から世界中で活用されているが、生産されたプラスチック製品の中には適切に処理されずに環境中へ流出するものも多く、2050年には海洋環境中で魚類よりもプラスチックの重量が多くなると予想されている<sup>1</sup>。海洋環境へ流出したプラスチックゴミは紫外線による劣化や生物による摂食により、マイクロプラスチック（直径5 mm以下のプラスチック粒子、MP）へ形を変えるが、プラスチックの分解速度は非常に遅く、半永久的に海洋環境中に存在するため、MPが海洋生物へ与える影響が懸念されている。

MPが生物へ与える影響として、MPそのものによる影響だけでなく、MPのベクター効果による影響が懸念されている。ベクター効果とは環境中でMPが汚染物質を吸着し、そのMPを生物が体内に取り込むことで生物への汚染物質の影響を強める効果のことを指す。



MPのベクター効果によって汚染物質が生物の体内へ集められると、生物へ影響を与えない低濃度であっても、ベクター効果により汚染物質の蓄積が加速され、生物へ汚染物質の影響を与える可能性がある。また、より微細なMPは消化管や鰓から体内に取り込まれ、消化管以外の臓器へ移動・蓄積することが報告されている<sup>2</sup>。そのため、微細MPは脳や肝臓などの臓器へ直接汚染物質を運搬し、毒性を加速させる可能性があり、微細MPのベクター効果による影響は研究すべき急務の課題となっている。

一方、海洋環境では環境汚染物質として多環芳香族炭化水素（PAHs）が広範囲に検出されている。PAHsは主に石油に含まれ、その燃焼によっても生じる化学物質群の総称であり、これまでの研究により多くの魚種で成長阻害や奇形誘発、肝臓での腫瘍形成等、PAHsによる毒性が確認されており<sup>3</sup>、海洋環境でのMPとPAHsの複合影響を評価することが求められている。そこで、本研究では海産メダカとして知られるジャワメダカ（*Oryzias javanicus*）とPAHsの一種であるアントラセン（ANT）を使用し、海洋環境での微細MPによるベクター効果を化学物質の蓄積動態、遊泳スタミナ、網羅的遺伝子発現等から多面的に評価した。

## 主な成果

本研究では曝露期間 7 日間、回復期間 7 日間から構成される 14 日間の曝露試験を実施し、ジャワメダカ体内の ANT および MP 蓄積量の定量、遊泳スタミナの測定、mRNA-Seq による網羅的遺伝子発現解析、コンパートメントモデルによるベクター効果の推定を行った。その結果、曝露期間最終日の ANT 体内濃度は ANT 単独曝露区と比較して 2- $\mu\text{m}$  MP との同時曝露区では約 4 倍、10- $\mu\text{m}$  MP との同時曝露区では約 2 倍高くなっていた (図 1)。また、曝露期間最終日に実施した遊泳スタミナの測定結果は ANT と 2- $\mu\text{m}$  MP との同時曝露区で遊泳スタミナが対照区の約 0.5 倍に低下していた。ANT を含めた PAHs の魚類への毒性として遊泳能力の低下が報告されているため、この結果はベクター効果によってジャワメダカ体内の ANT 蓄積量が遊泳スタミナに影響を与える程度まで増加したと考えられた。

さらに、ジャワメダカの肝臓を用いた mRNA-Seq 解析の結果、対照区と比較して発現量が変動した遺伝子は各処理区で大きく異なっていた (図 2 上)。そのため、ANT と PS-MP の同時曝露では PS-MP が ANT の影響を単に加速させるだけでなく様々な複合影響を生じさせることが示唆された。

また、2- $\mu\text{m}$  PS-MP 曝露区

および 10- $\mu\text{m}$  PS-MP 曝露区についてもそれぞれの処理区での発現変動遺伝子は大きく異なっており、MP の生体への影響は MP のサイズによっても変化すると考えられた (図 2 下)。

本研究では粒径 2- $\mu\text{m}$  および 10- $\mu\text{m}$  の PS-MP のみを使用した。実環境中では様々な素材や形状、サイズの MP が混合された状態で存在している。そのため、今後はより実環境に近い条件で MP の生物影響を調査し、個体や集団、生態系全体への影響を評価する必要があると考えている。

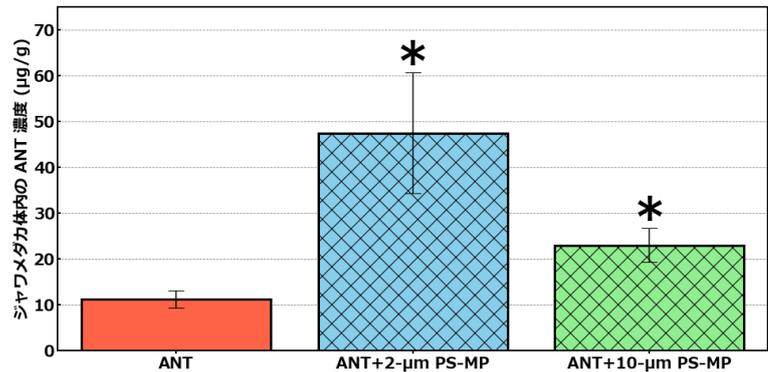


図 1. 曝露期間最終日のジャワメダカ体内の ANT 濃度

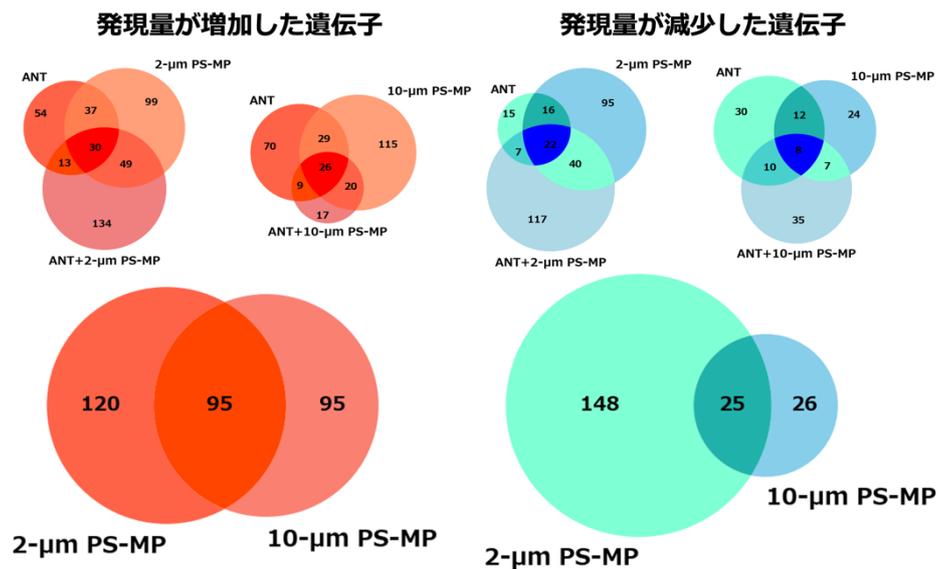


図 2. 各処理区での発現量変動遺伝子数

参考文献) 1) MacArthur et al., 2016. WORLD ECONOMIC FORUM. 2) Alimba and Faggio., 2019. Environ. Toxicol. Pharmacol. 68, 61-74. 3) Honda and Suzuki, 2020. Int. J. Environ. Res. Public Health 17, 1363.