

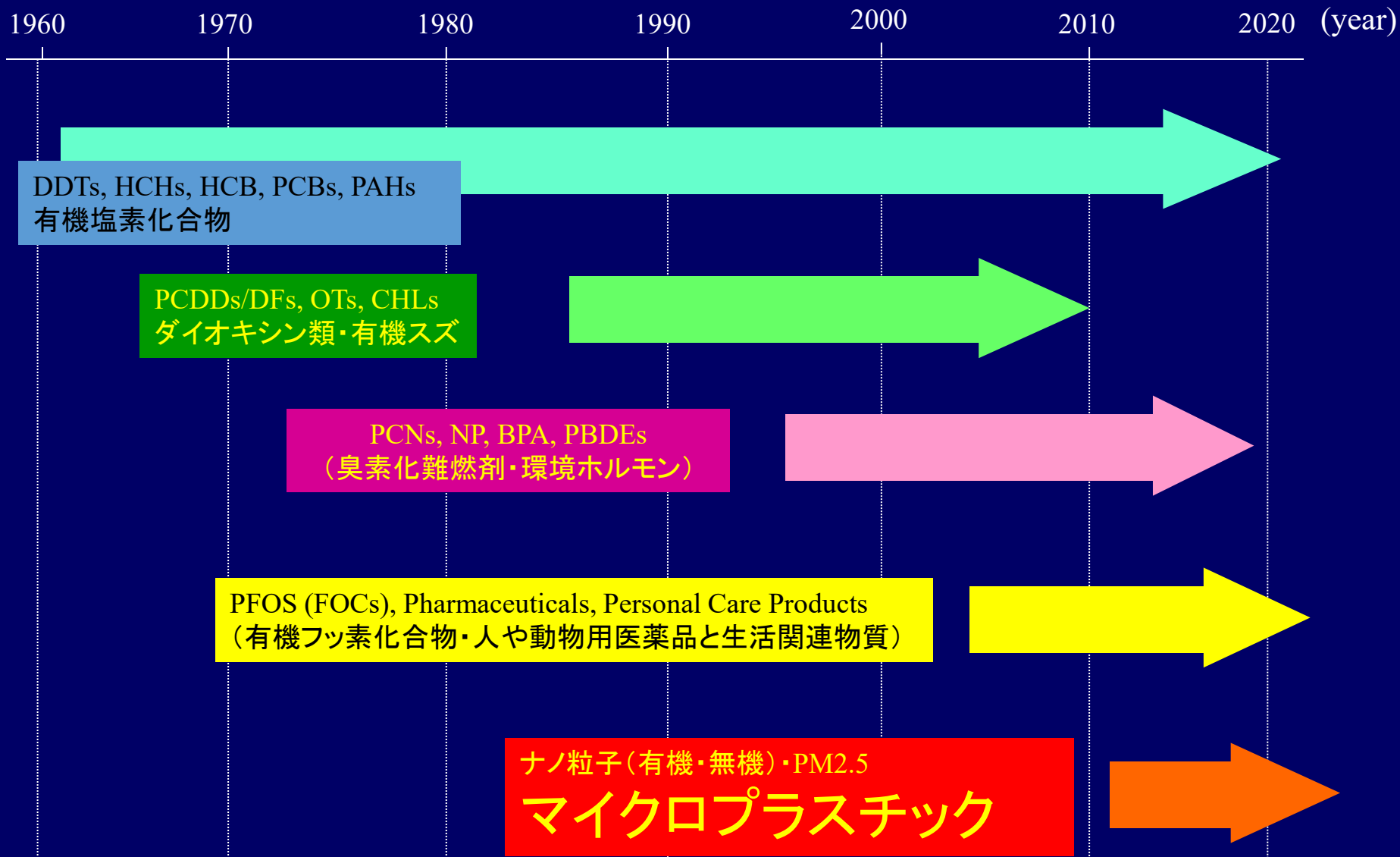
令和4年度海洋プラスチックごみ学術シンポジウム

プラスチック添加剤をトレーサーとしたマイクロプラスチックの起源解析

中田 晴彦

(熊本大学 大学院先端科学研究部)

環境負荷が懸念される有機汚染物質の歴史トレンド

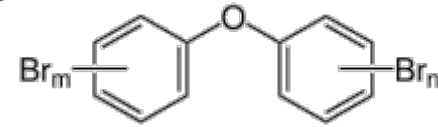


研究背景 I

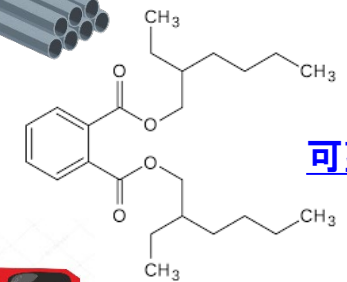
種類	CAS#	比重	化学構造
Low density polyethylene	LDPE 9002-88-4	0.91-0.94	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right]_n$
High density polyethylene	HDPE	0.94-0.97	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right]_n$
Polypropylene	PP 9003-07-0	0.90-0.91	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array} \right]_n$
Polyvinylchloride	PVC 9002-86-2	1.16-1.70	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array} \right]_n$
Polystyrene	PS 9003-53-6	1.04-1.06	$\left[\text{CH}_2-\text{CH} \left(\text{C}_6\text{H}_5 \right) \right]_n$
Expanded polystyrene	EPS	0.01-0.04	$\left[\text{CH}_2-\text{CH} \left(\text{C}_6\text{H}_5 \right) \right]_n$
Acrylonitrile butadiene styrene	ABS 9003-56-9	0.99 - 1.10	$\left[\text{CH}_2-\text{CH} \left(\text{CN} \right) \right]_m \left[\text{CH}_2-\text{CH} \left(\text{C}_6\text{H}_5 \right) \right]_n \left[\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_p$
Polyethylene terephthalate	PET 25038-59-9	1.40	$\left[\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C} \left(\text{O} \right) \left(\text{CH}_2 \right)_4-\text{O} \right]_n$
Polymethyl methacrylate	PMMA 9011-14-7	1.18-1.19	$\left[\text{CH}_2-\text{C} \left(\text{CH}_3 \right) \left(\text{COOCH}_3 \right) \right]_n$
Polycarbonate	PC 24936-68-3	1.20	$\left[\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C} \left(\text{CH}_3 \right)_2-\text{O} \right]_n$
Polyamide	PA 25038-54-4	1.02-1.14	$\left[\text{NH} \left(\text{CH}_2 \right)_m \text{CO} \right]_n$
Polytetrafluoroethylene	PTFE 9002-84-0	2.10-2.20	$\left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right]_n$



+ 添加剤



難燃剤



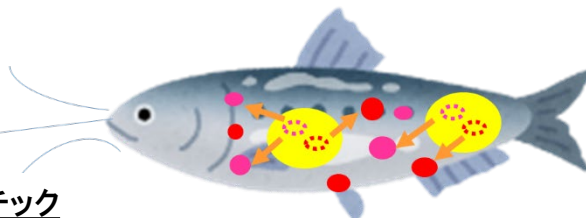
可塑剤



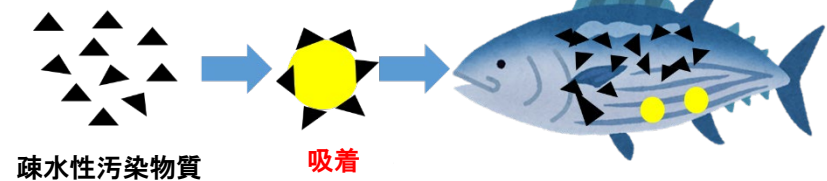
紫外線吸収剤

生物への潜在的影響

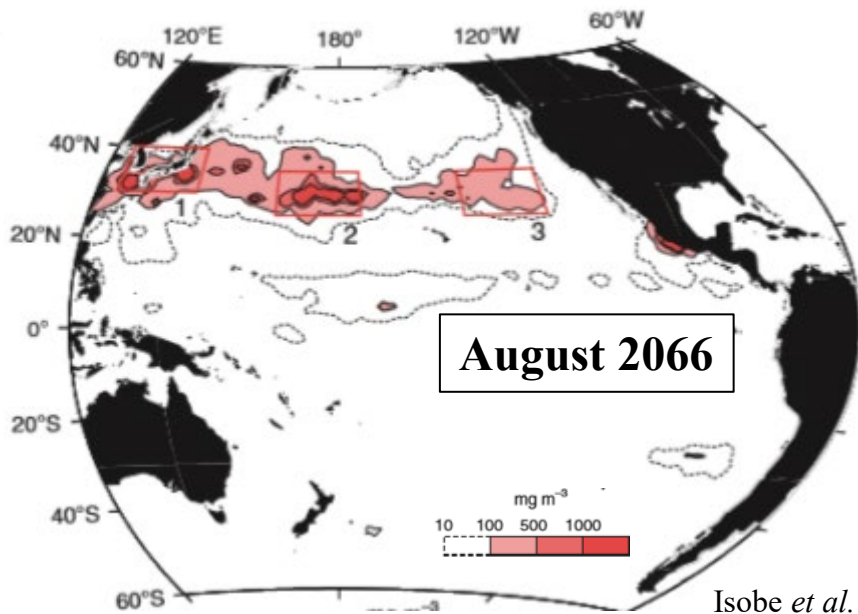
可塑剤
難燃剤
マイクロプラスチック



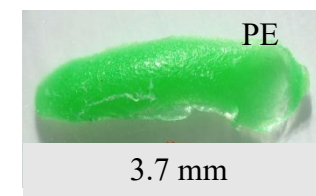
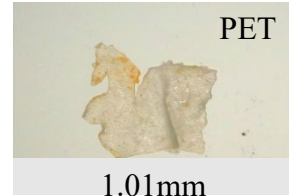
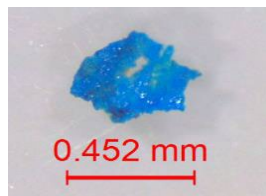
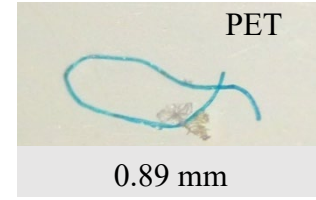
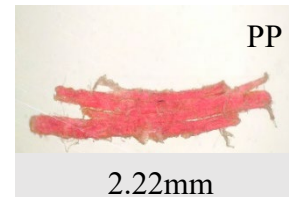
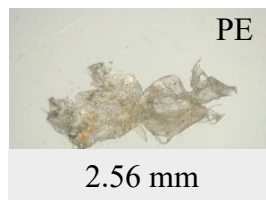
自然環境下



研究背景 II



Isobe *et al.* (2019)

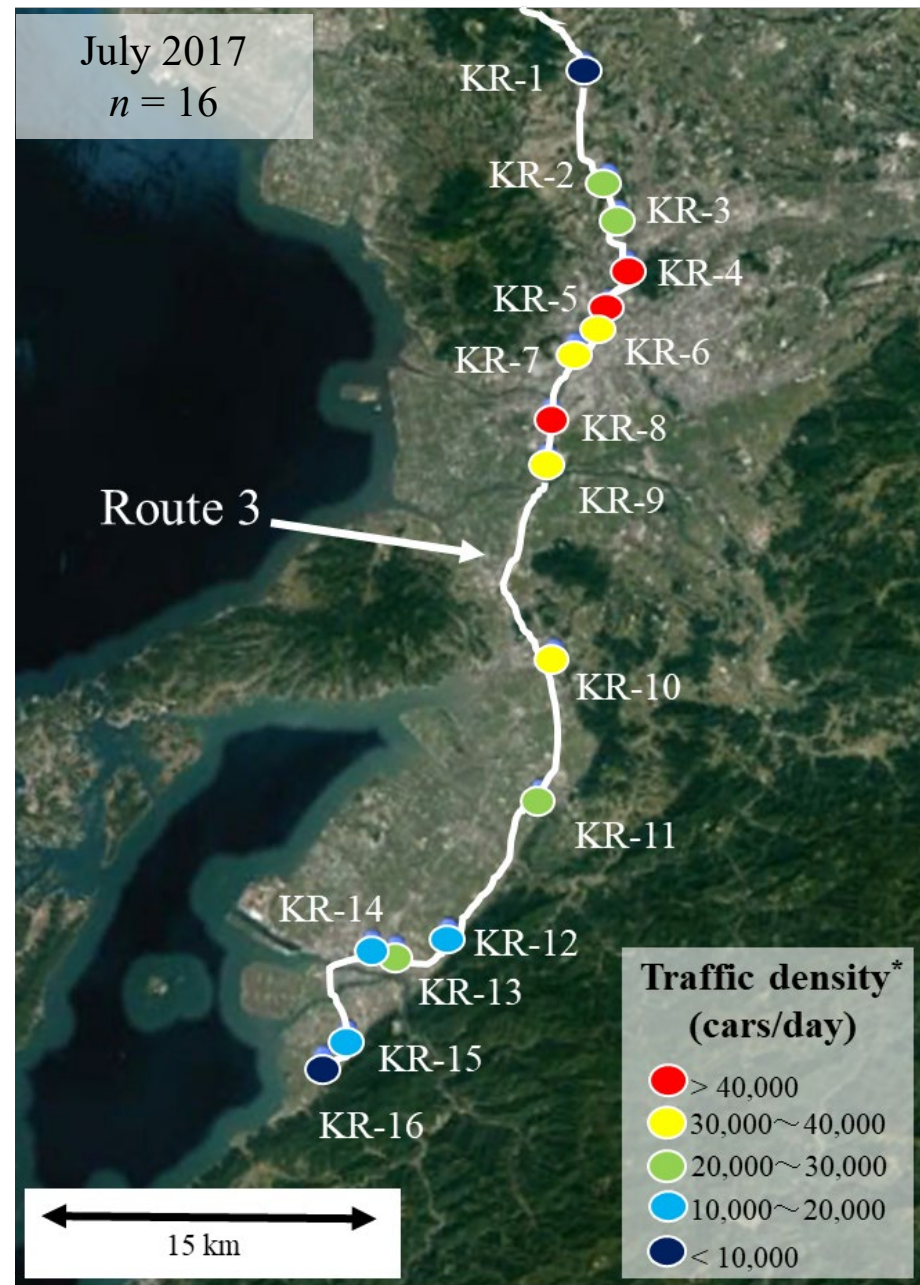
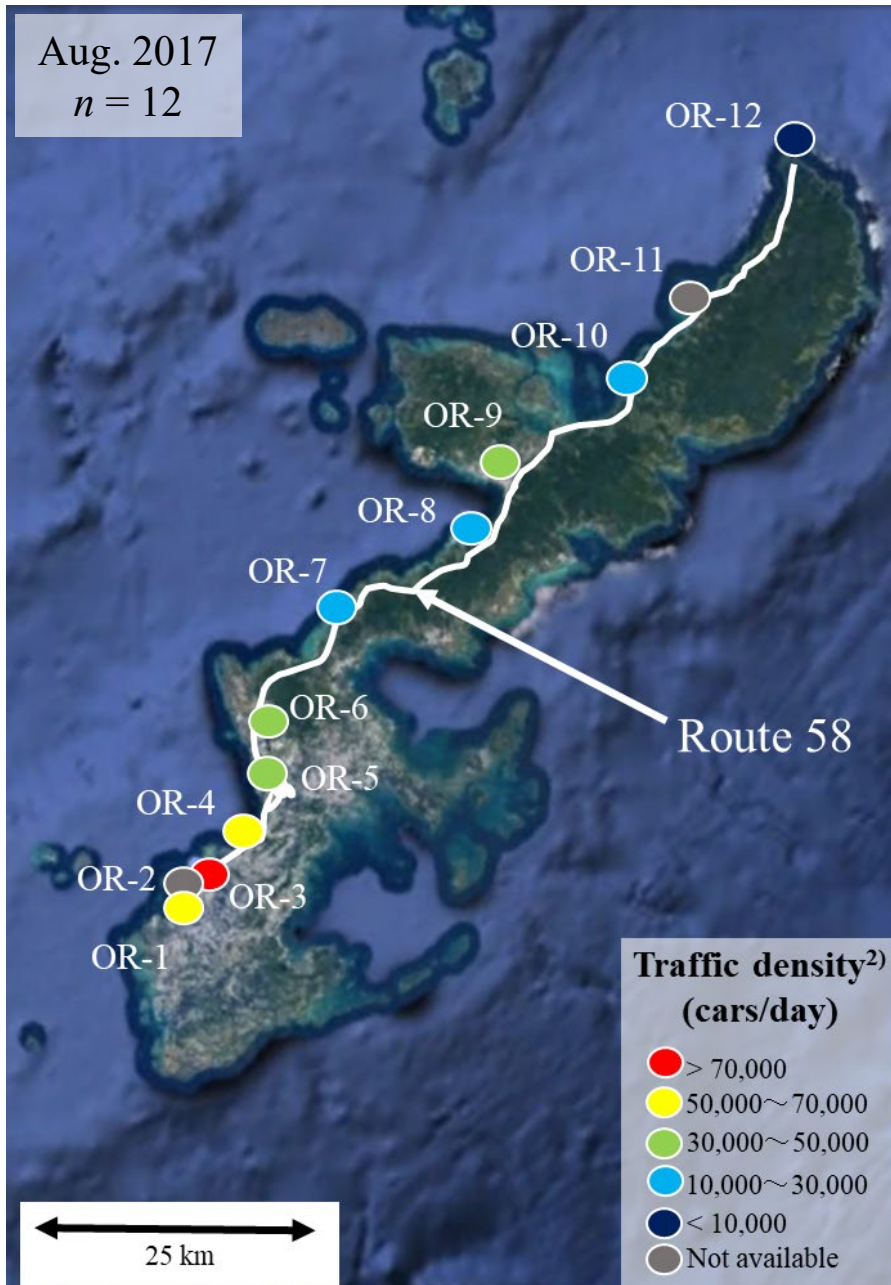


発生源は？

目的

1. 道路塵埃中のマイクロプラスチック濃度把握
2. プラスチック添加剤をトレーサーとしたマイクロプラスチックの起源解析

道路塵埃の採集(沖縄・熊本)



*<http://www.mlit.go.jp/road/census/h27/>

試料と方法

マイクロプラスチック

道路塵埃 (約10 g)

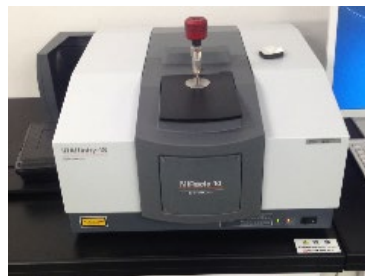
乾燥・有機物分解
(KOH or H₂O₂)

ふるい分け・重液分離
(60% NaI solution, 1.8 g/cm³)

蛍光染色

実体・蛍光顕微鏡

FT-IR



添加剤

マイクロプラスチック・プラ製品

有機溶媒抽出
(ジクロロメタン)

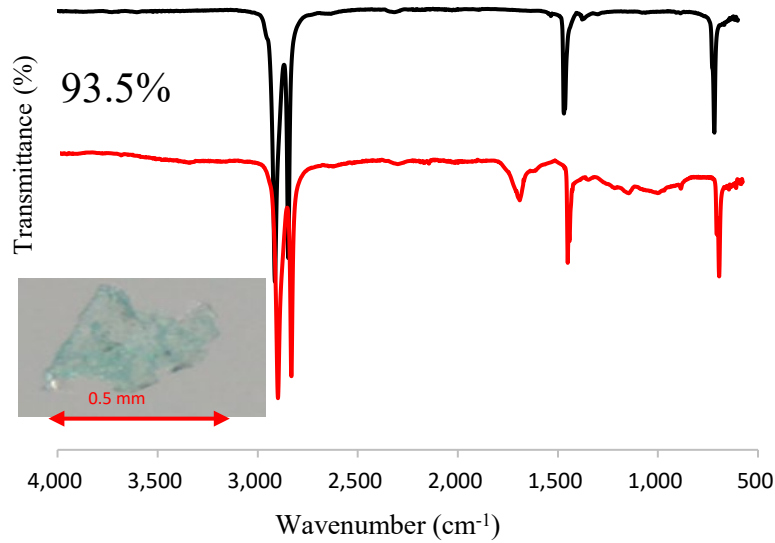
濃縮

GC/MS

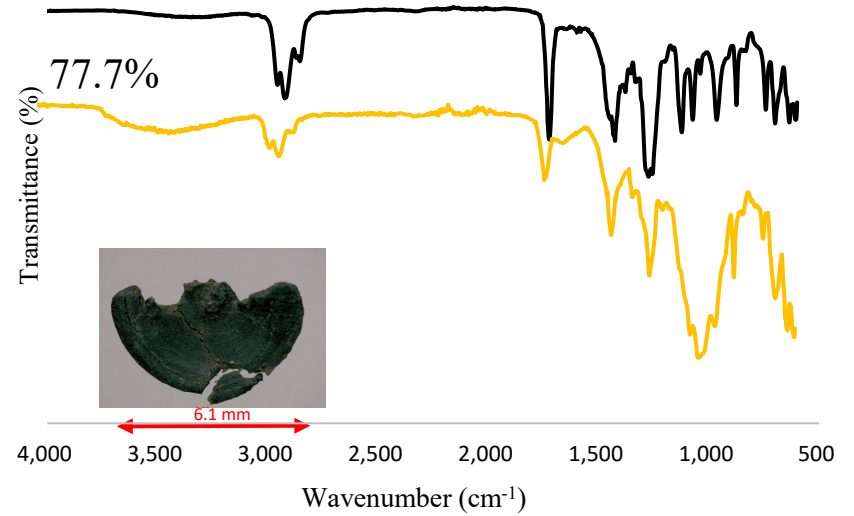


道路塵埃中マイクロプラスチックの同定

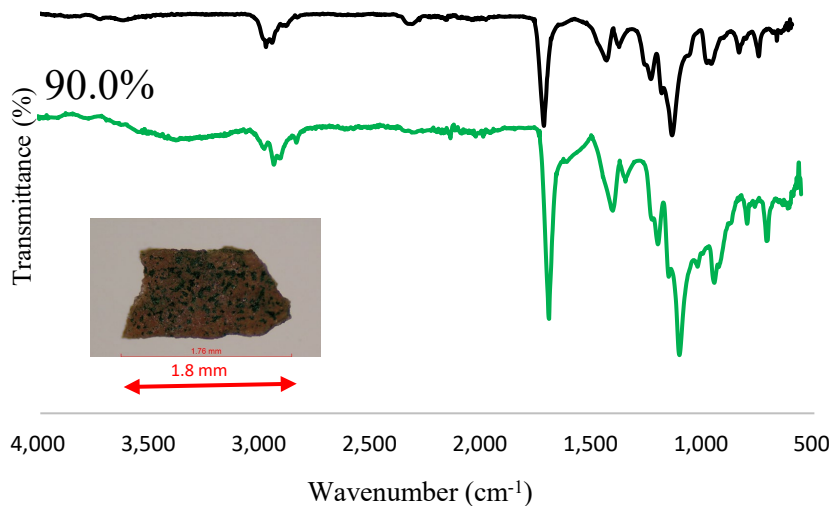
ポリエチレン (PE)



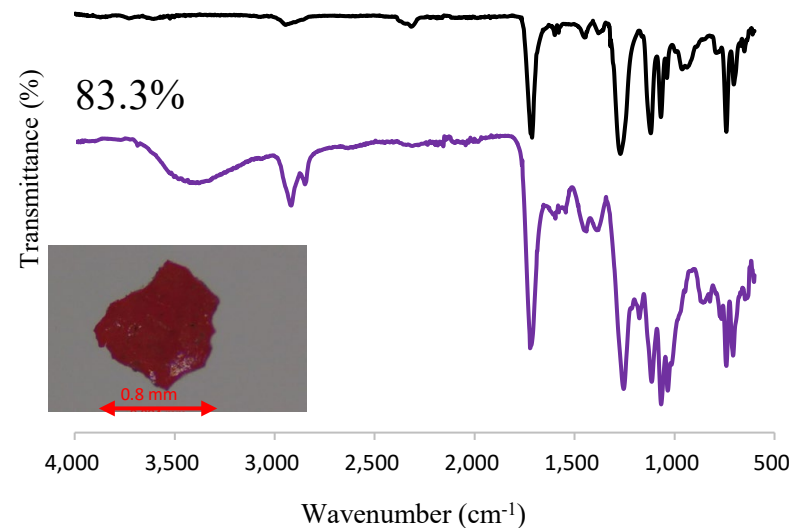
ポリ塩化ビニル (PVC)



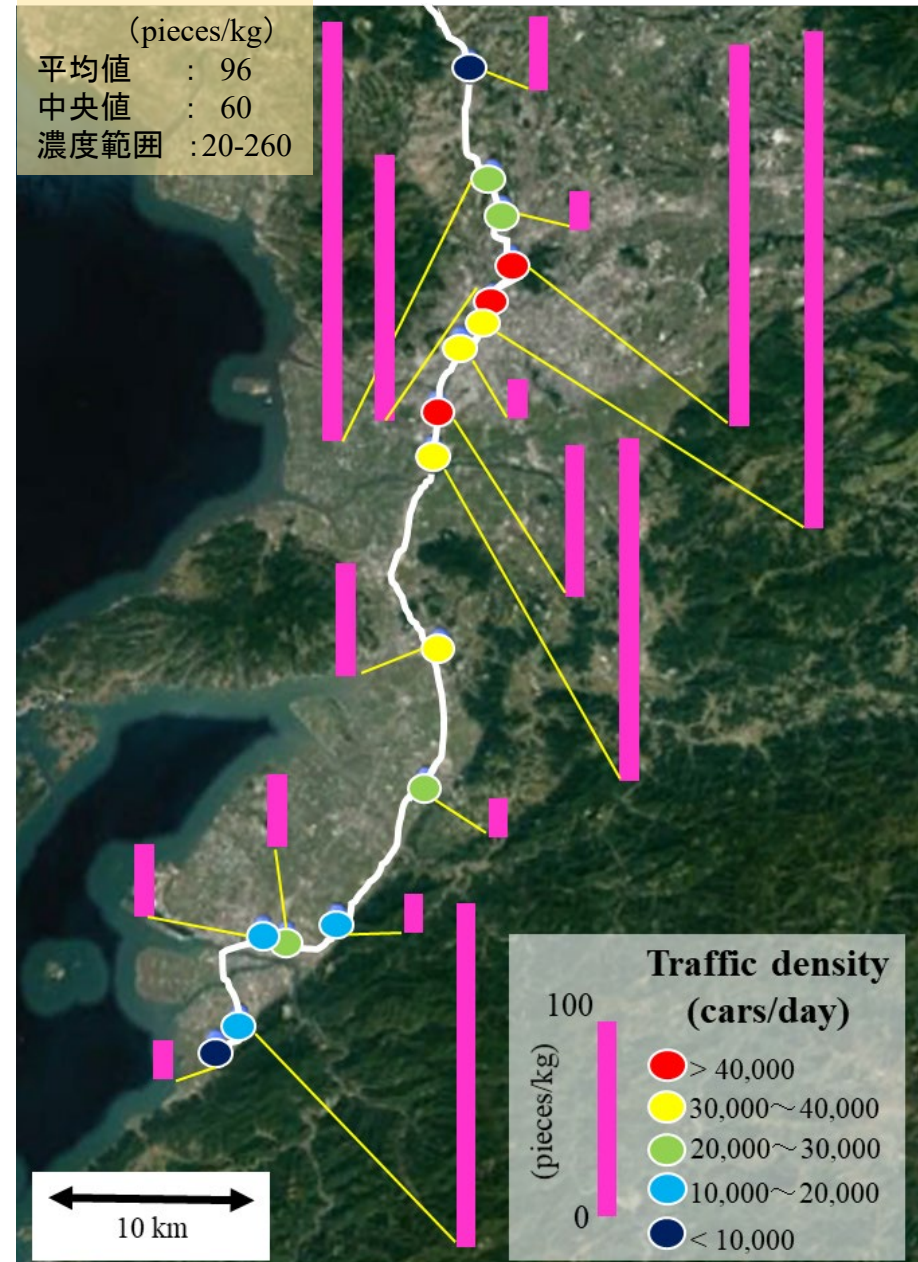
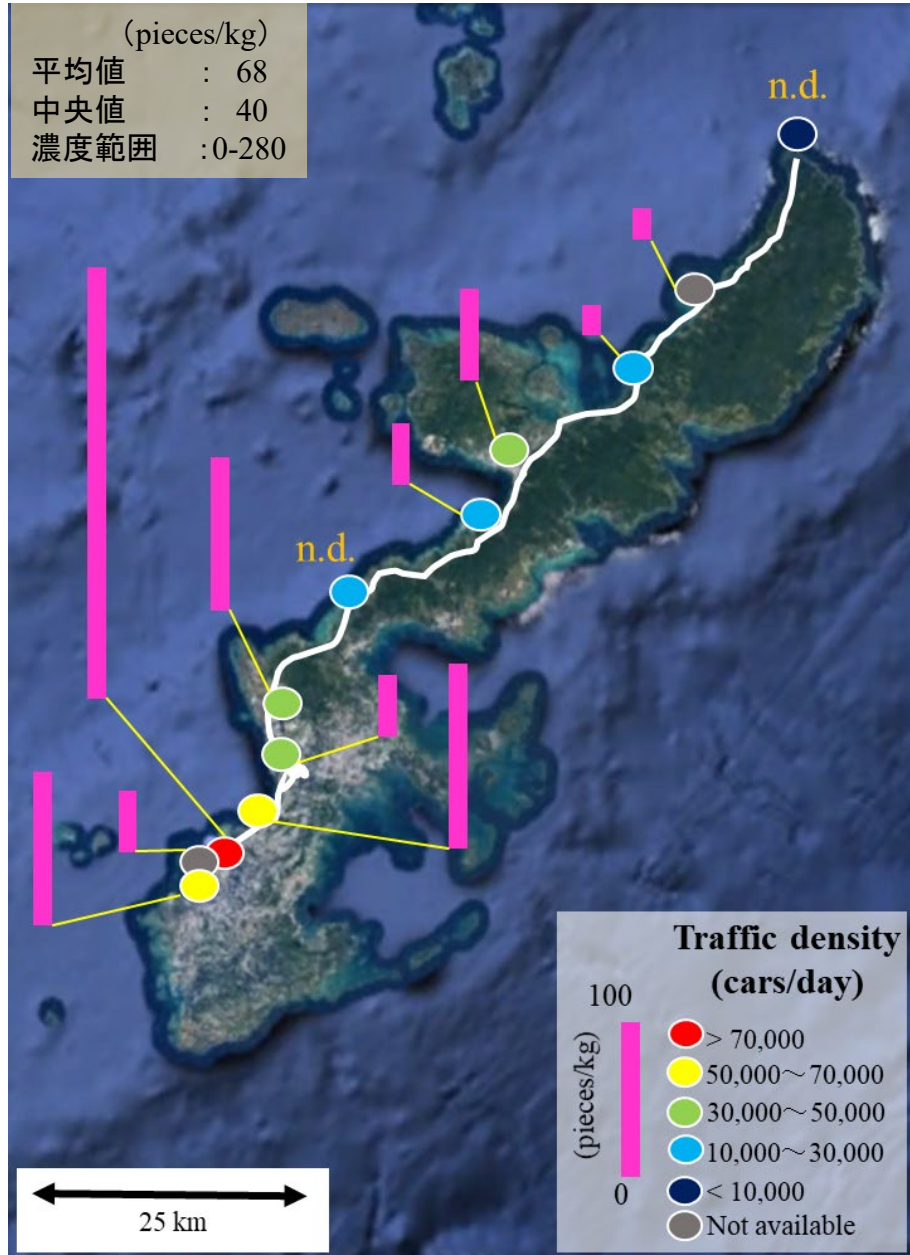
ポリメタクリル酸メチル (PMMA)



ポリフタル酸ジアリル (PDAP)

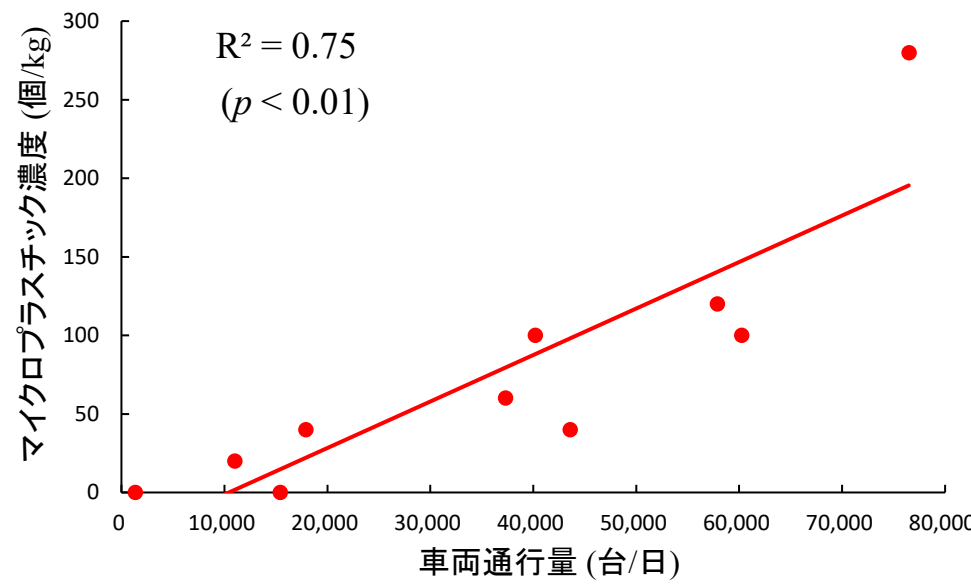
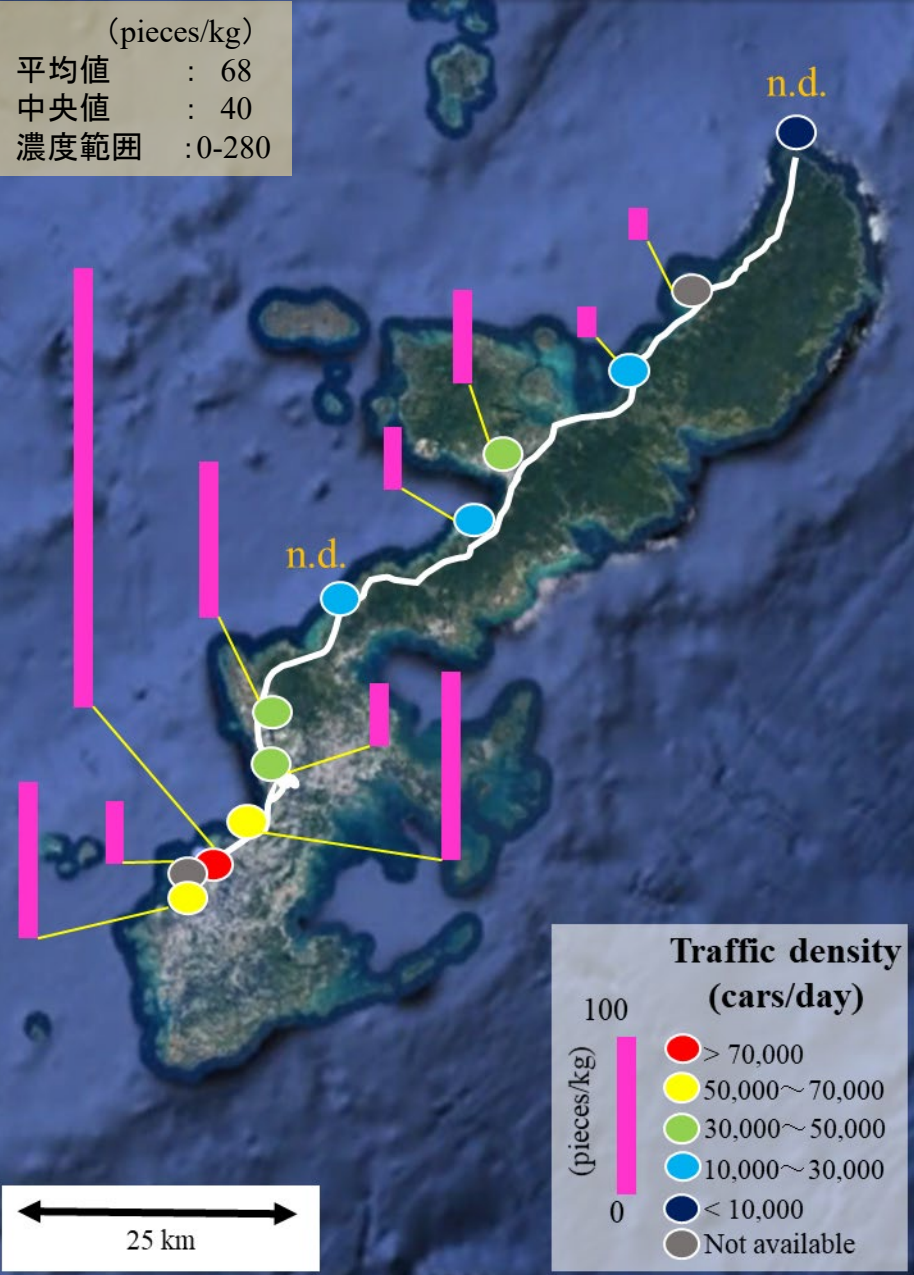


沖縄と熊本の道路塵埃中マイクロプラスチック濃度分布

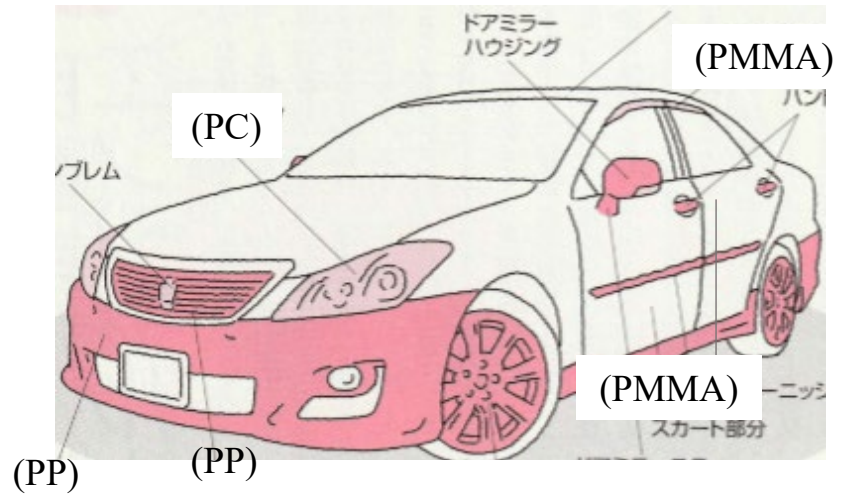


道路塵埃中マイクロプラスチック濃度と車両通行量との関係

(pieces/kg)
 平均値 : 68
 中央値 : 40
 濃度範囲 : 0-280



車に使用されるプラスチックの種類と部位*

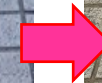


*Takano (2015)

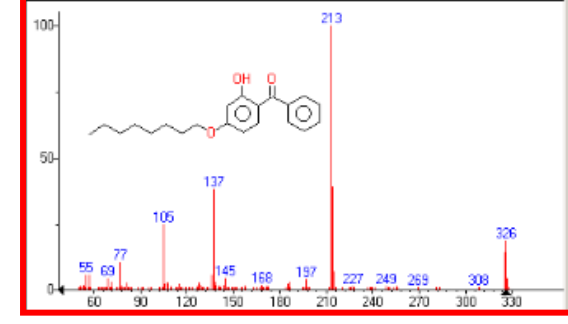
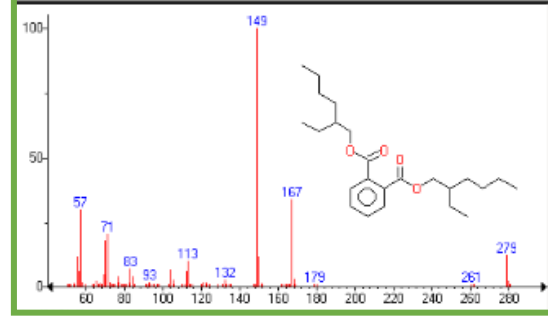
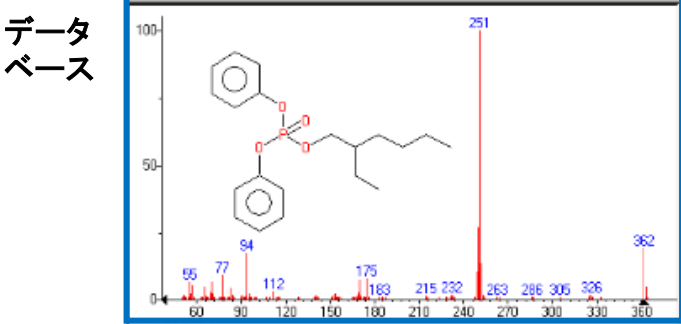
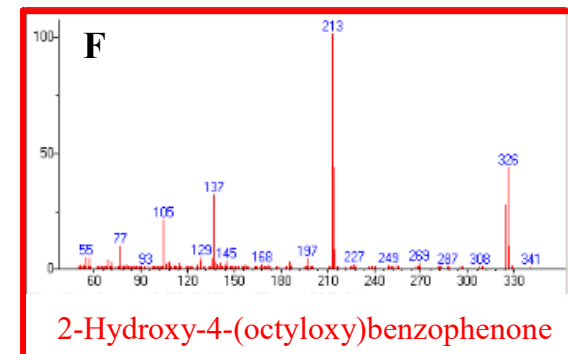
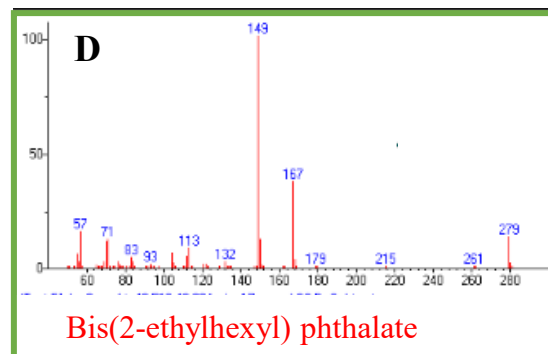
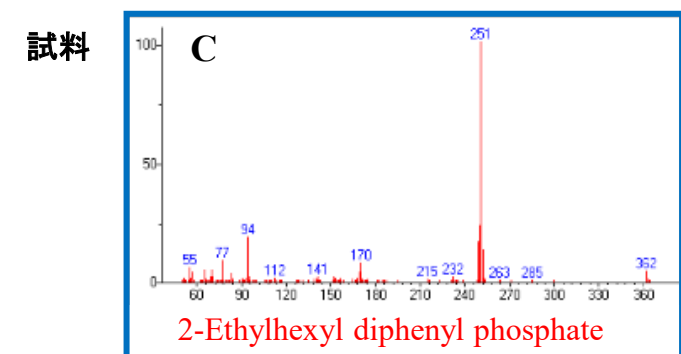
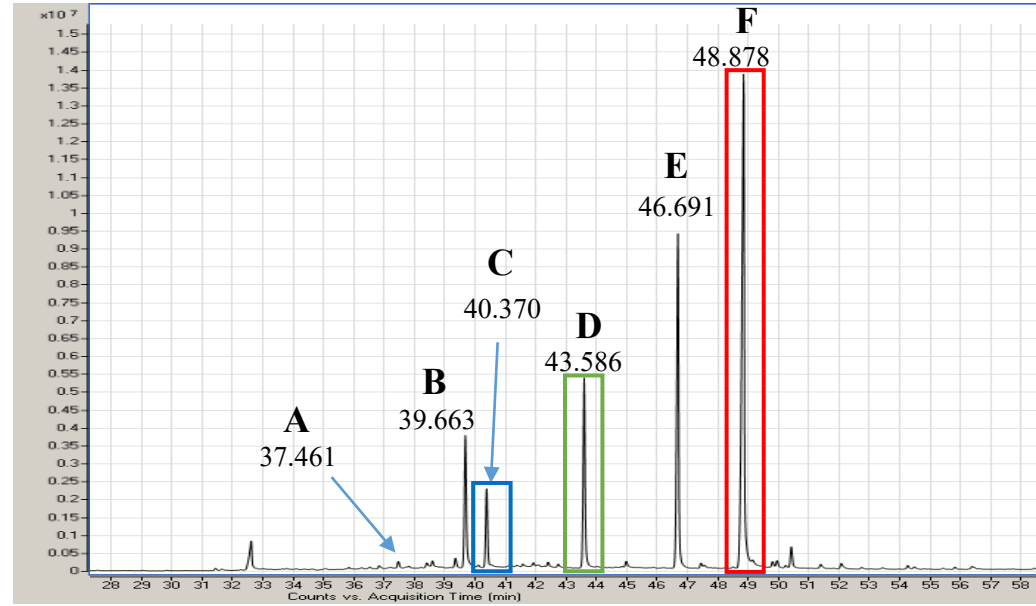
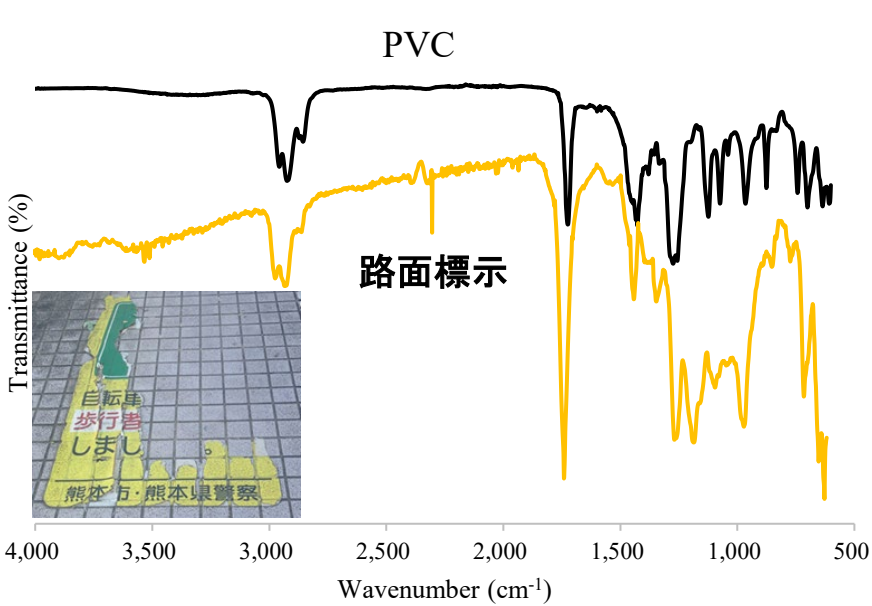
路面標示とその劣化過程



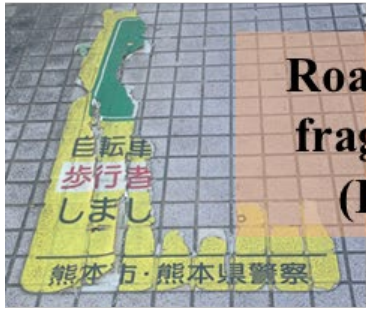
一部劣化した路面標示



路面標示の材質と含有添加剤



路面標示と道路塵埃中マイクロプラスチックに含有する添加剤の組成比較



Road sign fragment (PVC)



Sample-1

1.48 mm



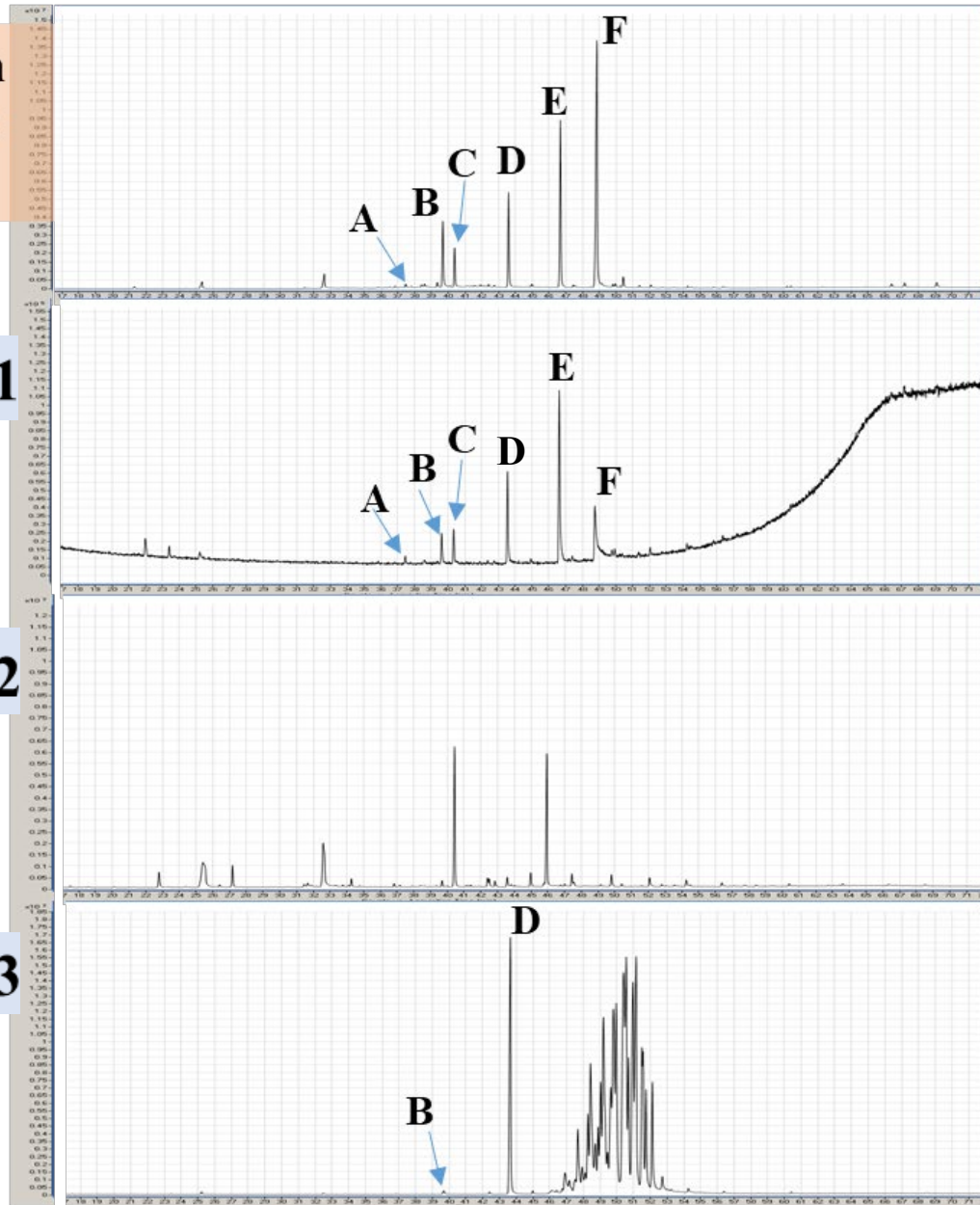
Sample-2

18.6 mm

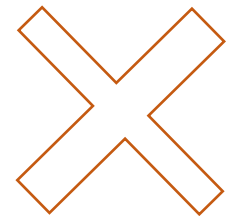
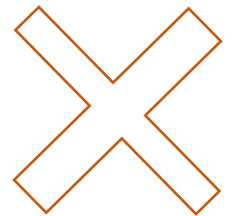
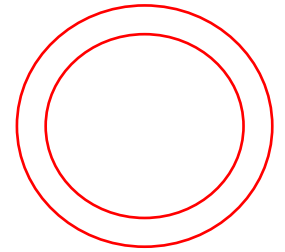


Sample-3

6.82 mm



Retention time (min.)



まとめ

1. 道路塵埃中のマイクロプラスチック濃度分布は、車とその通行に関する要因が関係している。
2. プラ製品およびマイクロプラスチックには多様な添加剤が含まれており、その組成には特異性がある。
3. プラスチック添加剤の組成をトレーサーに、道路塵埃中マイクロプラスチックの起源推定が可能であると考えられた。

(References)

- 1) Mon, E. E., **Nakata, H.** (2022) Monitoring of microplastics in road dust samples from Myanmar and Taiwan. *Environmental Monitoring and Contaminants Research*, 2, 112-119.
- 2) Tun, T. Z., **Nakata, H.** (2022) Microplastics in dumping site soils from six Asian countries as a source of plastic additives, *Science of the Total Environment*, 802, 150912.
- 3) Nurlatifah, **Nakata, H.** (2021) Monitoring of polymer type and plastic additives in coating film of beer cans from 16 countries, *Scientific Reports*, 11, 22115.
- 4) Nurlatifah, **Nakata, H.** (2021) Plastic additives in deep-sea debris collected from the western North Pacific and estimation for their environmental loads, *Science of the Total Environment*, 768, 144537.
- 5) Kitahara, K and **Nakata, H.** (2020) Plastic additives as tracers of microplastic sources in Japanese road dusts, *Science of the Total Environment*, **736**, 139694.
- 6) 中田晴彦, 北原健一, 恵良要一 (2020) 淡水・陸域環境のマイクロプラスチック汚染の実態把握と起源推定, *環境技術*, **49**, 14-18.
- 7) 恵良要一, 中田晴彦 (2020) 都市淡水域における底泥中マイクロプラスチックの濃度分布と起源推定: 江津湖(熊本市)と大濠公園池(福岡市)を例に, *水環境学会誌*, **43**, 107-112.