

プラスチックの経年劣化と含有化学物質の環境負荷に関するフィールド研究

熊本大学 ○渡邊地洋, 中田晴彦
 琉球大学 泉水仁, 宗本久弥, 新垣雄光

Relationship between temporal degradation of plastic materials and environmental load of additives in plastic products under field conditions, by Chihiro WATANABE, Haruhiko NAKATA (Kumamoto Univ.), Jin IZUMI, Hisaya MUNEMOTO, Takemitsu ARAKAKI (Univ. of the Ryukyus)

1. はじめに

プラスチックごみによる海洋汚染に社会的関心が高まっている。一般に、プラスチックそのものは化学的に安定であり、生物への害はほとんどないとされるが、製品中に高濃度で含有する添加剤には内分泌かく乱作用を有するものもある。このため、プラスチックが環境中に廃棄された場合、紫外線や砂との摩擦等で劣化し、添加剤が外部に溶出して生態系に悪影響を与える可能性がある。しかし、プラスチックの劣化と含有物質の溶出の関係性をフィールド条件下で調べた例は少ない。

そこで本研究は、複数のプラスチック製品を海岸と建屋屋上でそれぞれ 1 年以上放置する環境暴露実験を行い、プラスチック劣化の要因把握と、含有物質濃度の経時的変化の解析を目的とした。

2. 実験方法

ペットボトルやレジ袋等の未使用プラスチック製品と、熊本県内の海岸で採取したプラスチックごみ ($n=54$) を網袋に入れて、国内の 3 地点 (熊本大学合津マリンステーション前の海岸と建物屋上および琉球大学研究基盤センターの屋上) に約 1 年 3 カ月放置した。実験開始から 1~3 か月毎に網袋を回収してその一部を切り取った後、元の場所に戻して実験を継続した。得られた試料は、FT-IR でプラスチック成分を同定し、GC-MS による含有物質の定性定量も行った。また、プラスチックの材質劣化は、カルボニルインデックス値(CI 値)¹⁾で評価した。

3. 結果と考察

試料を FT-IR で分析した結果、ポリエチレン(PE)製のペットボトルキャップやレジ袋を含む 18 種類のプラスチック製品において、建屋屋上の放置時間と CI 値の間に有意な正の相関が得られた。これは、紫外線によりプラスチックが経年劣化した様子を示している。一方、海岸に放置した試料は CI 値の算出に用いる $1,715 \text{ cm}^{-1}$ 付近の透過率が、スペクトル上の別のシグナルの影響で正確に読み取れず、劣化を評価するには至らなかった。

ペットボトルキャップについて、熊本と沖縄の建屋屋上で劣化させた前後の FT-IR スペクトルと、CI 値の経時変化を図 1 に示す。いずれも劣化後のスペクトルにおいて、 $1,710 \text{ cm}^{-1}$ 付近の透過率に変化があり、紫外線や熱による酸化から、PE 分子が切断さ

れ、カルボニル基が生成している様子が確認された。また、試料の放置時間と CI 値との関係は、熊本・沖縄いずれの検体も有意な正の相関を示したが、劣化速度を示す回帰式の傾きは、多くの試料で熊本が沖縄を上回った (図 2)。両地点における実験期間中の紫外線量はほぼ同じであったため、上記の結果が得られた理由として、沖縄では台風や試料の輸送により劣化実験が断続的に中断されたことが考えられた。

試料の含有物質については、ペットボトルキャップやレジ袋から直鎖アルカン類と可塑剤および酸化防止剤等の添加剤が検出された。とくに、プラスチックの材質由来と考えられる Tetradecane や酸化防止剤の Tris (2,4-ditert-butylphenyl) phosphite (Irgafos 168) の存在が複数の製品で確認された。また、ポリ塩化ビニル製の釣り用浮きからは、内分泌かく乱性を有するフタル酸エステルが検出された。これら化学物質の濃度と野外放置時間との間には、概ね負の相関が得られ、材質の劣化とともに含有化学物質も水環境中へ流出している様子が窺えた。

4. まとめ
 プラスチック製品の環境暴露実験の結果、紫外線によるプラスチックの経年劣化が示された。また、含有物質の濃度が経時的に減少していることから、材質劣化に伴う化学物質の環境流出の可能性が窺えた。

参考文献
 1) 森北浩通ほか(2010), パナソニック 電工技報 58 p. 58-63.

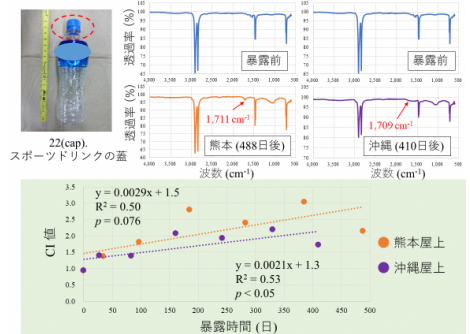


図 1 ペットボトルキャップの実験前後のスペクトル及び CI 値の経年変化

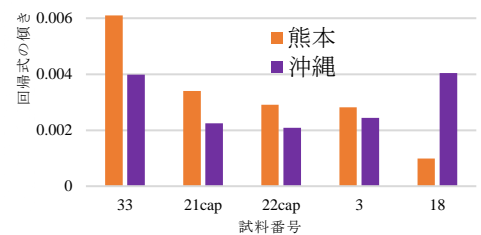


図 2 熊本・沖縄における試料の劣化速度比較