

D1-18

沿岸漂着プラスチックから発生する化学物質汚染の実態調査と再資源化技術に関する研究

3. スチレンオリゴマーの発生要因に関する室内実験

Study on Chemical Contamination of Shore Area and Recycle Technique for Marine Debris Plastic

3. Laboratory experiments on Factors Causing Styrene Oligomer

○小林尚史¹, 佐藤秀人², 小泉公志郎³, 道祖土勝彦⁴, 西野晃充⁵, 登川幸生⁶

*N. Kobayashi¹, H. Sato², K. Koizumi³, K. Saido⁴, A. Nishino⁵, S. Togawa⁶

The authors reported that Styrene Oligomer were detected from beach sand and shore water samples collected Japanese coastal area. In this paper describe about content of experiment and Simple laboratory experiments method developed in order to examine factors causing Styrene Oligomer.

1. はじめに

著者らのこれまでの研究によれば、海浜砂と沿岸海水からは数種類のプラスチック由来の化学物質が検出されており^{1)~4)}、その主な発生要因は漂着地点の温度と紫外線ではないかと推測している。昨年度研究では、低分子部分を除去したポリスチレンに対して、ポリエチレングリコール (PEG) を熱媒体として使用した低温分解実験を実施した結果、50℃という自然環境温度に近い温度下でスチレンオリゴマーが発生することを示した。

本報では、沿岸環境におけるスチレンオリゴマーの発生要因を検討するために開発した簡便な室内実験法と、現在実施中の実験内容に関して述べる。

2. 実験方法

本実験は、日本大学理工学部 9 号館地下の恒温室(設定温度-10~20℃)内で実施する。実験対象物質は低発泡ポリスチレンとし、未反応体や低分子部分の除去を行わない市販の発泡ビーズをそのまま使用する。物質の出入りを極力排除した実験槽内に発泡ビーズ(写真1)と水(イオン交換水)を入れ、時間、温度、紫外線、塩分などのスチレンオリゴマーの発生要因として推測される項目を試験パラメータとして、1~3か月の暴露試験を実施する。所定時間経過後、水槽内の水に対してスチレンオリゴマーの抽出を行い、GC/MSを用いて定量分析を行う。実験システムを図1に示す。

1) 実験装置

- ・水槽：市販の曲げガラス水槽(容量14L, 寸法 W310×D190×H260)を使用し、上部をガラス板によって密閉した。
- ・ヒーター：温度設定範囲は0~50℃であり、±2℃の精度でサーモスタットを用いて温度を保持する。

- ・スターラー：実験槽内の温度を一定に保つためと、すべての発泡ビーズの試験条件を均一にするために、実験槽下方にスターラー(最大回転数1,500rpm, 写真2)を設置し、テフロン製回転子(写真3)を回転させて実験槽内の水を循環させる。

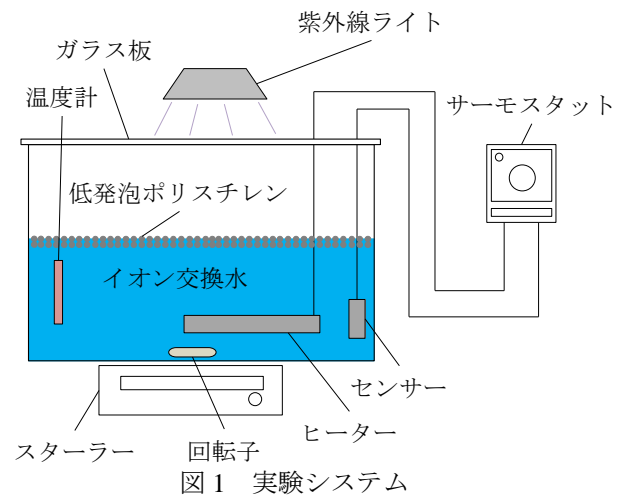


写真1 発泡ビーズ



写真2 スターラー

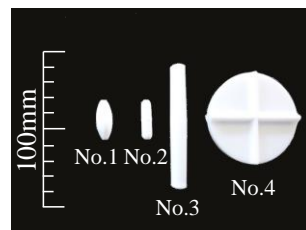


写真3 回転子



写真4 紫外線ライト

1:日大理工,院,海建,2:日大短大,建築,3:日大理工,一般化学,4:産業技術総合研究所,5:日大理工,研究生,海建 6:日大理工,情報

・紫外線ライト： 紫外線をパラメータとして使用する場合には、ブラックライト（紫外線出力 1.3W，ピーク波長 357nm，写真 4）を用いて紫外線を照射する。水面位置（水量を 7,000ml，水槽上面より約 130cm とした場合）での紫外線強度は，8000～9000 μ W/cm² である。

2) 実験計画

実験は，水温，紫外線，塩分濃度の 3 項目を試験パラメータとし，暴露期間をそれぞれ 30 日，60 日，90 日の 3 種とした計 12 体とし，これに，発砲ビーズを入れずに，水温 40℃，塩分濃度 3%，紫外線照射あり，暴露期間 1 カ月とした基準試験 1 体を加えた計 13 体の実験を行う。各試験の内容を以下に示す（表 1）。

- ・T40-00-1～3：水温 40℃，紫外線なし，塩分濃度 0%
- ・T50-00-1～3：水温 50℃，紫外線なし，塩分濃度 0%
- ・U40-00-1～3：水温 40℃，紫外線あり，塩分濃度 0%
- ・S40-03-1～3：水温 40℃，紫外線なし，塩分濃度 3%

各試験の水量は 7,000ml で同一とし，暴露試験中は恒温室内の温度は 20℃に保持し室内は消灯する。また，紫外線を照射する場合には，実験槽全体を黒色ケント紙で覆う。

3) スチレンオリゴマーの抽出および化学分析

所定の暴露期間経過後，実験槽内のすべての水（をろ過し，有機溶媒（ジクロロメタン： CH_2Cl_2 ）を用いてスチレンオリゴマーの抽出を行う。その後，回収した溶媒の減圧濃縮を実施し，残渣を 10ml のベンゼンに再溶解して分析試料とする。化学分析は，ガスクロマトグラフィー質量分析装置（GC/MS）を用いて，三量体までのスチレンオリゴマー（スチレンモノマー，ダイマー，トリマー）を定量する。

4. 実験経過

平成 25 年 8 月 20 日より，T40-00-1，T40-00-2，U40-00-1，U40-00-2 の 4 体の実験をスタートし，9 月 20 日に T40-00-1，U40-00-1 の暴露を終了して，スチレンオリ

ゴマーの抽出作業を実施した。試験中は，恒温室の室温および湿度，4 体の実験槽内の水温および水量，スターラー稼働状況は一定値を保持しており，計画通りの暴露試験が実施できることを確認した(写真 5)。

5. おわりに

本実験は，実際の沿岸に漂着したポリスチレンが温度や紫外線で分解する状況を再現したものであり，比較的簡便に実施することができる。今後は実験を継続するとともに，GC/MS 化学分析を実施し，必要であれば実験方法を調整しながら，スチレンオリゴマーの発生要因を検討していきたいと考えている。

謝辞 本研究は，日本大学学術助成研究（総合研究）の一環として実施したものであり，関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 佐藤，道祖土 他，「沿岸漂着プラスチックから発生する化学物質汚染に関する研究 1～4」，第 57 回日本大学理工学部学術講演会，2012
- 2) Saido K and Taguchi H, 2003: "Novel Method for Polystyrene Reactions at Low Temperature," *Macromol. Res.*, 11(2), pp 87-91
- 3) Saido K and Yoichi K, 2005 : "Low Temperature Disruption of Polystyrene" American Chemical Society, the Div. Environmental Chem. Extend Abstr. Prepr, 46(2), pp 146-150
- 4) 道祖土，佐藤 他，沖縄沿岸における漂流・漂着ポリスチレン由来のスチレンオリゴマー汚染の分析，*分析化学* vol.61 No.7 pp.629～636,2012

表 1 実験の種類

No.	発砲ビーズ (g)	交換水 (ml)	水温 (°C)	紫外線の有無	期間 (月)
T40-00-1	0.00	7000	40	無し	1
T40-00-2	6.00	7000	40	無し	1
T40-00-3	6.00	7000	40	無し	2
T50-00-1	6.00	7000	40	無し	3
T50-00-2	6.00	7000	50	無し	1
T50-00-3	6.00	7000	50	無し	2
U40-00-1	6.00	7000	50	無し	3
U40-00-2	0.00	7000	40	有り	1
U40-00-3	6.00	7000	40	有り	1
S40-03-1	6.00	7000	40	有り	2
S40-03-2	6.00	7000	40	有り	3
S40-03-3	6.00	7000	50	有り	1
N40-03-1 (基準試験)	6.00	7000	50	有り	2



a) 実験装置：側面



b) 実験装置：上方



c) 実験装置：全体

写真 5 実験装置 (T40-00-2)