エコマテリアルに関する調査研究

岡田　英樹*　中川　昌幸*　渡邉　亮**　水沼　達郎**

Research on Enviroment Conscious Materials

OKADA Hideki*, NAKAGAWA Masayuki*, WATANABE Ryo** and MIZUNUMA Tatsuro**

1. 緒　　言

温室効果ガスに由来する地球温暖化，マイクロプラスチックによる海洋汚染などの地球環境問題が大きく取り上げられ，SDGs（持続可能な開発目標），カーボンニュートラルといったワードが話題となっている。令和 3 年版環境白書 [1)]には，「このような気候変動問題を始めとした問題の対処には，『脱炭素社会への移行』，『循環経済への移行』，『分散型社会への移行』という 3 つの移行を加速させ，持続可能で強靭な経済社会へのリデザイン（再設計）を強力に進めていくことが不可欠」とされている。この 3 つの移行を進めるために様々な取り組みが提案されている中で，適した材料がエコマテリアル（Environmental Conscious Materials; 環境配慮型材料）である。エコマテリアルは 1990 年代に提唱された考え方で，「環境負荷を最小にし，再資源化率を最大にした材料」，あるいは，「その材料を使用することによって，製品，システムの環境効率が従来材料と比較して飛躍的に向上した材料」と定義されている [2)]。また，バイオプラスチックの開発は盛んに行われ，生分解性プラスチックやバイオマスプラスチックを使った製品開発が行われ，バイオマス由来のエンジニアリングプラスチックなどが上市されるようになってきている。しかし，生産効率の悪さや原料確保の難しさなどにより既存のものからの置き換えが進んでいない現状もある。また，化石資源由来の製品でもリサイクル可能なプラスチックの開発や既存材料の再利用技術開発など循環型社会への移行に向けた動きも活発に見られる。

そこで本調査研究では，環境配慮型であるエコマテリアルに関して情報収集を行った。エコマテリアルは対象範囲が広いため，高分子材料を主な対象とした。

化石資源由来のプラスチック材料の使用率を下げるために，バイオマス材料と混合した材料が市販されている。しかし，バイオマス材料の含有率が高くなると，フィラー含有率が高いプラスチック材料と同様に流動性が低下するため，成形品質を保つには成形温度や金型温度を高くする必要が出てくる。その一方で，成形温度や金型温度を高くするとバイオマス成分が分解し，黄変の問題が発生する。そこで，市販されているバイオプラスチックの耐熱性について示差熱天秤と赤外分光分析を用いて評価した。

また，プラスチック材料のマテリアルリサイクルには分別が必須であり，廃プラスチックの材質判別に有用とされる近赤外線スペクトル測定について検証を行った。ここでは近赤外線スペクトル測定について報告する。

2. 調査内容

2.1 エコマテリアルに関する調査

政府は，前述のような環境問題に対応するため，令和元年 5 月に「プラスチック資源循環戦略」を策定し，3R＋Renewable の基本原則と，6 つのマイルストーンを掲げ，令和 3 年 6 月には「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」（略してプラスチック資源循環法）が

*　研究開発センター
**　下越技術支援センター

成立した[3]。同法は令和4年4月1日から施行され，プラスチック使用製品の設計から廃棄物の処理まで，プラスチックのライフサイクルに関わるあらゆる主体におけるプラスチックの資源循環の取組みを促進するための措置を盛り込んだものとなっている。この法律の中では，プラスチック製品使用製造事業者には，減量化，簡素化，長寿命化，リサイクル性の向上，代替材料（紙や木質材料，バイオプラスチック，再生プラスチック）への変更が求められている。

バイオプラスチックは，微生物によって分解される「生分解性プラスチック」およびバイオマスを原料に製造される「バイオマスプラスチック」の総称である[4]。バイオプラスチックの導入が進まない理由としては，環境省が発行したバイオプラスチック導入ロードマップ[5]の中で「ライフサイクル全体で温室効果ガスが真に削減されているか，バイオマス原料は持続可能であるのか，適切な場面で生分解機能が発揮されているかといった疑問が提起されることがある。また，バイオマスを原料とすることで，従来の化石資源由来プラスチックと比較して，原料調達の効率性，生物プロセス等による製造特性により，樹脂製造におけるコストが最適化されていないことが大きなボトルネックとなっている。」とされている。バイオプラスチックの導入を促進するためには，これら課題を解決するための開発が欠かせない。バイオプラスチックの研究開発の流れとしては，生物由来の原料の生産方法やその合成の効率化，生分解性プラスチックの高機能化などのほか，セルロースナノファイバーのような植物由来の素材開発などがある。工業技術総合研究所では北越コーポレーション（株）と共同で，オールセルロース材料の製品化を目指して，セルロースナノファイバーを使った表面処理剤の開発やヴァルカナイズドファイバーの加工技術に関して研究を行った[6,7]。

2.2　各種プラスチック材料の近赤外線スペクトル測定

プラスチックリサイクルにおけるマテリアルリサイクルやケミカルリサイクルの比率を高めるためには，種類別に選別することが求められている。廃プラスチック材料の選別には，比重選別，静電分離選別，近赤外線や中赤外線，ラマン散乱など光学法による識別選別といった方法がある。特に近赤外線による判別では，中赤外線に比べて吸収が弱いため，透過反射測定が可能であることから採用が進んでいる[8]。ここでは，赤外分光分析 FT-IR（（株）パーキンエルマージャパン製 Spectum One）を用いて，各種プラスチック材料の近赤外線領域(1300～2500nm)の透過スペクトル測定を行った。

図 1 に各種プラスチック材料の近赤外線領域の透過スペクトルを示す。材質ごとに異なるスペクトル形状であることが確認できた。一般的にはピーク形状の先鋭化のために二次微分をしたスペクトルが判別に使用される。

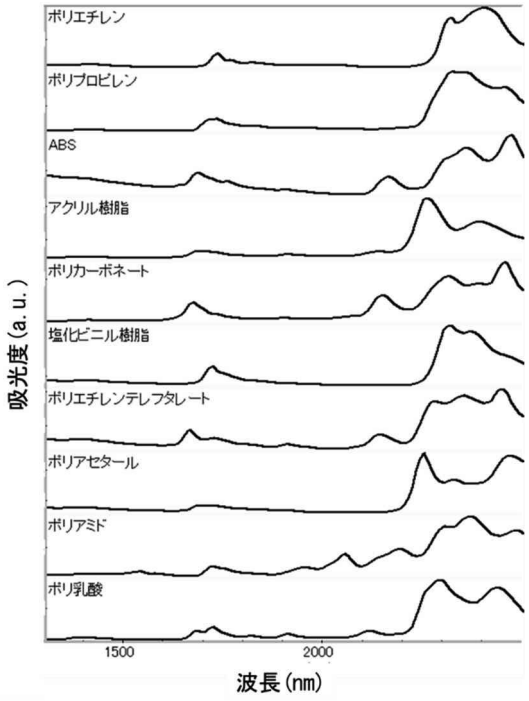

図 1　各種プラスチックの近赤外スペクトル

3. 結　言

(1) プラスチック材料を取り巻く環境の変化として，プラスチック資源循環法が成立し，エコマテリアルの考え方の重要性が高まると考えられる。

(2) プラスチック材料の判別のため，近赤外スペクトルの測定を行った。

参考文献

1) 環境省編，令和 3 年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書，https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r03/pdf/full.pdf，2022 年 3 月 25 日閲覧.

2) 山本良一ら，エコマテリアルハンドブック，丸善，(2006).

3) 経済産業省・環境省，プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律について，https://plastic-circulation.env.go.jp/wp-content/themes/plastic/assets/pdf/pamphlet.pdf，2022 年 3 月 25 日閲覧.

4) 日本バイオプラスチック協会，バイオプラスチック入門, http://www.jbpaweb.net/bp/，2022 年 3 月 25 日閲覧.

5) 環境省，バイオプラスチック導入ロードマップ，http://www.env.go.jp/recycle/plastic/bio/pdf/bioplasticRoadmap_210329.pdf，2022 年 3 月 25 日閲覧.

6) 岡田英樹ら，“セルロースナノファイバー(CNF) を利用した表面コーティング剤の開発”，工業技術研究報告書，No. 48（2019），pp. 84-86.

7) 岡田英樹ら，“セルロースナノファイバー(CNF)を用いた材料の加工技術開発”，工業技術研究報告書，No. 49（2020），pp. 23-26.

8) 松本高利ら，”近赤外分光測定とニューラルネットワーク解析を組み合わせたプラスチック廃棄物の非破壊判別”，分析化学，Vol. 48, No. 5，(1999)，pp. 483-489.