

近赤外線分光光度計による複合プラスチック分析における 成分材質とその配合量の推定

寺嶋有史・辰市祐久・長谷川明良・小泉裕靖

【要約】近赤外線プラスチック判別機を用いて、構成する成分材質が多い(3材質以上)と推定される種々の市場品プラスチック(積層フィルム)の判別測定を行った。その結果、透明部分があるなしに関わらず、それらに合わせた対応を工夫しつつユーザー登録データベース(DB)を作成することにより、従来判別できなかった複合プラスチックにおいて、その材質と配合量を推定できることを明らかにした。

【キーワード】複合プラスチック、積層フィルム、材質、近赤外線(NIR)分析

【目的】プラスチックリサイクルにおいて、プラスチック材質による選別は重要な技術であり、光学識別法では主として近赤外線(NIR)が用いられている。近赤外線プラスチック判別機(NIRS)は一般に単一材質プラスチックの選別に使われているが、NIR分析の特性を生かすことにより、市場で汎用されている多材質積層フィルムに応用して、その成分材質と配合量を推定することを目的とした。

【方法】本研究で使用したNIRSの測定法、判別方法およびユーザー登録DBの作成については、前報で報告¹⁾した。本報告では、2種類の積層フィルムに着目して、その構成(成分材質と配合量)の推定を試みた。一つは透明部分がありNIRスペクトルだけで判別可能性のあるフィルムと、もう一つはアルミ箔/蒸着やベタ印刷などを含み通常のNIR分析ではその構成の判別が困難と考えられるフィルムである。

(1)透明部分のある積層フィルムに対するNIR分析: K社おでんの袋包装フィルム(材質表示:なし、配合量は不明)の場合について説明する。透明部分をそのままNIR分析して得られたスペクトルと判別結果から、想定される単一材質の3つの候補(PP:ポリプロピレン、PA:ポリアミド、PET:ポリエチレンテレフタレート)を選び出した。次に、配合量が多いと推定される材質2種(PP, PA)で3パターンの配合量バランスを選定してDBへの登録を行ったうえで、再度NIR分析を行い、サンプルのスペクトルと比較しつつ、さらに3番目の材質(PET)と配合量を追加した。新たな登録DBにおいて、NIR分析を行った。

(2)アルミ箔/蒸着やベタ印刷などを含む積層フィルムに対する剥離処理とNIR分析:アルミ蒸着とベタ印刷を含むK社玄米フレークの袋包装フィルム[材質表示(PE、PP)、配合量は不明]の場合について説明する。このようなフィルムでは、接着されたフィルムを単層ごとに剥離できれば、全体の構成材質とその配合量を推定することが可能となる。そこで、剥離処理について既往文献²⁾を参考に検討を行い、さらにアルミ蒸着層とベタ印刷層を取り除いて3枚の透明フィルムを得た。それぞれのフィルムのNIR分析を行って材質を推定するとともに、それらの配合量を求めるため透明フィルムを重ね合わせてNIR分析を行い、最終的にはサンプルを構成するフィルムの成分材質とその配合量の推定を試みた。

【結果の概要】

(1)透明部分のある積層フィルムに対するNIR分析の結果と考察

測定サンプルはK社おでんの袋包装フィルムである。最終的に得られたNIRスペクトルと判別結果をそれぞれ図1と表1に示す。図1において、横軸は波長(μm)であり、縦軸はSNV(標準正規変量)処理をし

た吸光度である。図中の NIR スペクトルにおいて、赤ラインはサンプルの実測スペクトルであり、青ラインは DB に登録されたスペクトルのうち、判別結果が上位にランクされた候補①～③を示す。たとえば、①ライン[PP-PA-PET(70:20:10)]は、成分材質が PP、PA、PET であり、それらの配合量はそれぞれ 70%、20%、10%であることを示す。測定サンプルの成分材質とその配合量は NIR スペクトルのパターンと類似値から判断して、3 材質 (PP、PA、PET) であり、表の No. ①に示される配合量に近いと推定された。

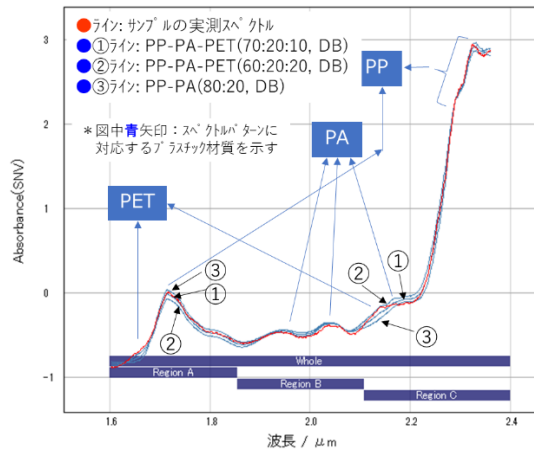


図 1 K 社おでん袋包装フィルムの NIR スペクトル

表 1 K 社おでん袋包装フィルムの判別結果
類似値(完全一致) : 1.000

No.	判別結果(DBスペクトルとの比較)	類似値
①	PP-PA-PET*(70:20:10)	0.936
②	PP-PA-PET(60:20:20)	0.895
③	PP-PA(80:20)	0.889

* PP : ポリプロピレンの略号
PA : ポリアミドの略号
PET : ポリエチレンテレフタレートの略号

(2) アルミ蒸着とベタ印刷を含む積層フィルムに対する剥離処理と NIR 分析の結果と考察

測定サンプルは K 社玄米フレークの袋包装フィルムである。剥離処理による単層化と得られた単層フィルムごとの NIR 分析結果をまとめて図 2 に、また、フィルムの全体構成をまとめて図 3 に示す。

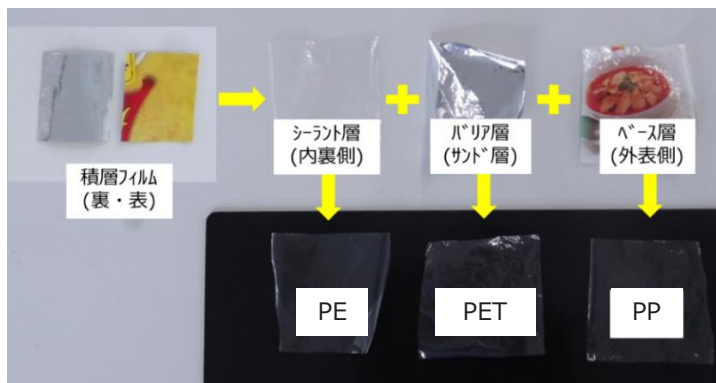


図 2 K 社玄米フレークの袋包装フィルムにおける剥離処理による単層化と各単層の NIR スペクトル分析の結果

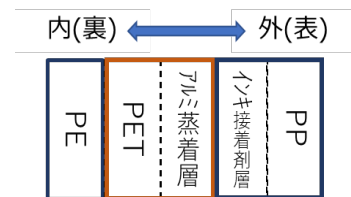


図 3 K 社玄米フレーク袋包装フィルムの全体構成

図 2 のように、剥離処理による単層化は今回のサンプル (接着剤を用いるドライラミネート法による積層フィルム) では効果的であった。また、本フィルムの全体構成は図 3 に示すように、単層フィルム (3 層) とアルミ蒸着層とインキ接着剤層を重ねた 5 層であった。なお、それぞれの単層フィルムの配合量は、3 枚の透明フィルムを重ね合わせて NIR 分析を行った結果、[PE(ポリエチレン)-PP-PET(40:40:20)]であると推定された。

【参考文献】 1) 寺嶋有史ら；東京都環境科学研究所年報 2023、pp. 6-7(2023)、2) 中野欽章ら；埼玉県産業技術総合センター研究報告；第 4 巻、pp. 128-131p(2005)