

塩化ビニル樹脂中の可塑剤の簡易・迅速分析技術の開発

機械システム課 佐伯和光

1. 緒言

プラスチックリサイクルへの要求が年々高度化してきており、これからは物性保持リサイクル、さらには物性向上リサイクルなどの高品位リサイクルの必要性が増している。そのためには、プラスチックを分別する際、プラスチックを種類ごとに分別するだけでなく、再生品の特性を向上させる目的で、同一種類のプラスチックでもグレードや使用されている添加剤ごとに分別することが非常に重要である。

これまで、塩化ビニル樹脂中に存在する単一可塑剤の判別を簡易・迅速に分析する手法の提案はなされているが、複数種存在する可塑剤の分析方法には適用できなかった。

そこで、本研究ではプラスチック廃棄物のリサイクル技術向上のために、近赤外分光法とケモメトリックス解析を用いて塩化ビニル樹脂中に複数種混在する可塑剤を簡易、かつ迅速に分析する手法を開発することを目的とする。

2. 実験方法

2. 1 使用材料

使用した可塑剤は4種類(DINP, DOP, DOA, TOTM)であり、それぞれ、可塑剤の量及び組合せを変化させた試料計48種類を用いた。近赤外スペクトル測定にはオプト技研製のPlascanを用い、1.2~2.4 μm 領域のスペクトルを測定した。

2. 2 スペクトルの前処理

1. スペクトルデータをそろえるために、波長1.2~2.4 μm 領域の1200点の実測スペクトルデータについて、最小値を0、最大値を1となるように規格化。
2. スペクトル内のノイズを除去するため、1200点の規格化スペクトルを10点毎に平均をとり、120点のデータを作成。
3. ピークの先鋭化及びベースライン補正のために、120点のデータを用いて2次微分スペクトルの計算を行い、絶対値の最大値が1となるように再度規格化を行った。

3. 実験結果および考察

3. 1 スペクトルの特徴抽出

測定した全スペクトルに対して、分散統計処理を行った。その結果、波長範囲1.6~1.8 μm 及び2.1~2.3 μm 付近のスペクトルが大きく変動した。このことから、この波長範囲の近赤外スペクトルが塩化ビニル中の可塑剤の分析に大きく影響を与えると推測される。

3. 2 判別に最も影響を与える波長の検討

上記で得られたスペクトルをニューラルネットワークで学習し、モデリングを作成した後、未知試料に対して塩化ビニル樹脂中の可塑剤の判別テストを行った。モデリングは4種類作成し、1つのモデリングで1つの可塑剤の判別を行い、最終的に4つのモデリングで解析を行うことにより、複数種存在する可塑剤を判別する手法をとった。

その結果、全48種類の塩化ビニル樹脂中の可塑剤についてすべての的中し、100%的中率となった。この結果より、1種類の可塑剤だけではなく、複数の可塑剤が存在しても、近赤外スペクトルの二次微分スペクトルから判別可能であることを確認した。

次に塩化ビニル樹脂の近赤外スペクトルのうちで、可塑剤の判別に最も影響を与える波長の解析を行った。そのため、ニューラルネットワークの学習結果の重みデータを解析した結果、表1に示す波長が塩化ビニル樹脂中の可塑剤の判別に特に有効であることが分かった。表より、近赤外スペクトルの波長範囲1.6~1.8 μm の間で最小15点のピークのみを測定すれば、近赤外スペクトルとニューラルネットワーク解析を組み合わせ、塩化ビニル樹脂中の複数種存在する可塑剤を判別可能であることが分かった。

表1 可塑剤判別に有効なピーク数及び波長

可塑剤	ピーク数	波長(μm)
DINP	5	1.62, 1.64, 1.66, 1.76, 1.77
DOP	7	1.60, 1.61, 1.72, 1.75, 1.76 1.78, 1.80
DOA	10	1.60, 1.63, 1.65, 1.66, 1.74 1.75, 1.76, 1.78, 1.79, 1.80
TOTM	3	1.62, 1.63, 1.65

(本研究は JST シーズ発掘試験研究に基づき行われた。)