

ポリエチレングレードの識別に関する研究

生産システム課 佐伯 和光、水野 渡

1. 緒言

プラスチックは国内は年間 1500 万トン以上生産されているが、近年では環境問題からそのリサイクルが必須の課題となっている。プラスチックのリサイクルにおいては、プラスチックを種類によって分別するだけでなく、再生品の特性を向上させるために、同一種類のプラスチックでも、その特性すなわちグレードによって分別する事も要求されている。なぜなら、再生品はそのグレードによって価格が大きく異なるからである。

ポリエチレンはプラスチックの中で最も汎用的であり、優れた基本物性を有しているため、極めて広範囲に渡って利用されている。しかしながら、ポリエチレンは用途によって異なる特性が要求されるために、高密度ポリエチレン(HDPE)、低密度ポリエチレン(LDPE)、直鎖状低密度ポリエチレン(LLDPE)などのグレードの製品が製造されている。そのため、リサイクルを推進するためにはポリエチレンをグレードごとに識別する技術が非常に重要である。

そこで本研究では、リサイクルに最も適した分析方法であるとされている近赤外スペクトル測定法を用いて、そのスペクトルからポリエチレンの 3 種類のグレードを簡易かつ迅速に識別する方法についての検討を行った。

2. 実験方法

2. 1 使用材料

試料は市販のポリエチレン 30 種類(HDPE: 12, LDPE:11, LLDPE: 7)を使用した。近赤外スペクトル測定にはオプト技研製の Plascan を用い、1.1~2.2 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 1.1~2.2 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。

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。その結果を図 1 に示す。図より 1.1~1.2 μm 、1.6~1.8 μm 付近のスペクトルが大きく変動していることが分かる。このことからこの波長範囲の近赤外スペクトルがポリエチレンの 3 種類のグレードの識別に大きく影響を与えると推測される。

3. 2 スペクトルの特徴抽出

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、未知試料に対してポリエチレンのグレードの識別テストを行った。モデリングは 3 種類作成し、1つのモデリングで 1つのグレードのみを識別する手法を用いた。この手法によりグレードがブレンドされた材料の識別も可能となる。

その結果、全 30 種類のポリエチレンのグレードについてすべての的中し、100%の識別率となった。

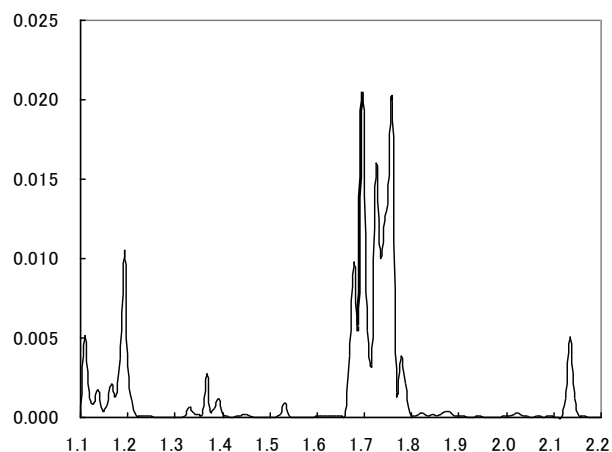


図 1 ポリエチレンの近赤外スペクトルの分散結果

次にポリエチレンの近赤外スペクトルのうちで、グレードの識別に最も影響を与える波長の解析を行った。モデリングへ入力する近赤外スペクトルは0~1に規格化されている。そのため、ある波長の入力値を強制的に0~1へ変化させた場合、出力結果にどのように影響を与えるかを調べた。

図2にHDPEの識別に有効な波長の抽出結果を示す。図より1.70 μm では入力値を-1~1へ変化させると、出力値は0~1へと大きく変化しているのが分かる。そのため、この波長はHDPEの識別に大きく影響していると考えられる。一方波長1.72 μm では、入力値を変化させても、出力にはほとんど影響を与えていないのがよく分かる。そのため、この波長はHDPEの出力にはあまり影響をあたえないと考えられる。以上より、HDPEでは1.70, 1.71, 1.74, 1.75 μm の4点のみの測定で識別可能である。

LDPE及びLLDPEについても同様の解析を行ったところ、表1に示す波長がポリエチレンのグレードの識別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6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るとポリエチレンのグレードが識別可能であることが分かった。

4. まとめ

本研究では、近赤外スペクトルからポリエチレンの3

種類のグレードを識別する方法を検討したところ以下の知見を得た。

- ① 近赤外スペクトルからポリエチレンの3種類のグレードは識別可能である。
- ② 近赤外スペクトルの1.6~1.8 μm の波長範囲で最小6点のピークの測定のみでポリエチレンのグレードの識別が可能である。

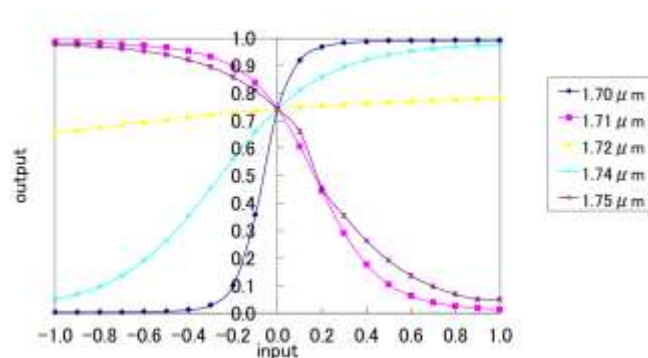


図2 HDPEの識別に有効なピーク

表1 ポリエチレンの識別に有効なピーク

	ピーク数	波長(μm)
HDPE	4	1.70, 1.71, 1.74, 1.75
LDPE	4	1.70, 1.71, 1.74, 1.75
LLDPE	6	1.69, 1.70, 1.71, 1.74, 1.75, 1.77

キーワード：ポリエチレン、グレード、識別、近赤外スペクトル

Discriminatin of polyethylene grades by near-infrared spectroscopy

Product Technology Section, Kazumitsu SAEKI, Wataru MIZUNO

In plastic recycling, it is required not only to discriminate among all types of plastics, but also to discriminate among all grades. For this purpose, a rapid and intact method has been developed for discriminating polyethylene grades by a near-infrared reflection spectra measurement. The near-infrared spectra in the 1.1-2.2 μm wavelength region was measured five times for each sample of 12 kinds of high-density polyethylene, 11 kinds of low-density polyethylene and 7 kinds of linear low-density polyethylene ; a total of 150 spectra were obtained. Although only a small number of spectral data were used for training, a leave-one-out test of a neural-network analysis revealed an overall performance of 100% to discriminate high, low and linear low-density polyethylene samples. It is possible to discriminate of polyethylene grades only at six points of near-infrared spectra peaks.