

食品容器包装プラスチックの樹脂などの組成分析及び判別方法

小泉裕靖・寺嶋有史・辰市祐久・長谷川明良

【要約】本研究では、食品容器包装として多用されている複層プラスチックについて、ラマン分光や近赤外分光などによる判別を行った。分析結果及び判別方法の課題について以下のとおり明らかにした。1)食品容器包装では、表面と内面（内容物側）が別の樹脂であることが多いので、近赤外分光法などの分析の際には内側についても行う必要がある。2)蛍光X線分析によりアルミ層を判別する場合、片面からの照射では判別できないことがあるため、表面及び内面の両面からの測定が必要となる。3)現在、PEなどの一部樹脂では、バイオマス化が進んでいるが、今後、製造されるプラスチックには、バイオマス部分と非バイオマス部分が混在化する可能性があり、この点を考慮して、リサイクル方法を検討する必要がある。

【キーワード】食品容器包装プラスチック、複層プラスチック、樹脂判別

【目的】

プラスチックは軽量で破損しにくく、加工や着色が容易であり、水分や酸素を通しにくいいため保存性に優れていることから食品産業で幅広く活用されている。しかし、これらのプラスチックは、様々な樹脂や素材により複層化されていることは知られているものの、その構成などの実態については不明な部分が多く、樹脂判別などの把握方法も確立されていない。そこで、本研究では、複層プラスチックが多く使われている食品の容器包装の樹脂や素材について複数の判別方法を比較分析し、その課題について整理することを目的とした。

【調査方法】

本研究では、食品の容器包装プラスチックとして、樹脂や金属などの複層プラスチックとなっているゼリー容器（ラミネート、図-1及び表-1参照）と一般的な加工食品の容器包装としてウインナーの外袋（図-2及び表-2参照）について調査を行った。判別方法としては、容器包装に記載されている材質表示を読み取り、実際の選別・分別作業で行われている近赤外分光による樹脂の判別、ハンドヘルド型蛍光X線分析計（XRF）による金属及び塩化物の判別に対し、正確に断面構成を把握できるラマン分光法による分析を行ない、その結果を比較した。また、ゼリー容器については、フーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR）による樹脂の判別も行った。測定箇所については、透明もしくは淡色である部分とし、近赤外分光、XRF、FT-IRについては表側と内面（内容物側）2か所で行った。

【分析結果】

1) ゼリー容器

分析対象のゼリー容器は、いわゆるラミネートと呼ばれる複層プラスチックであり、材質表示では「PE、M」と表示されている。これは主たる（最大重量の）樹脂がPEであり、次にアルミなどの金属が含まれていることを示している。これについてラマン分光法によるイメージングを行ったところ図-1のとおり厚さ101 μm の8層で構成されていることが分かった。近赤外分光、XRF、FT-IRによる分析については、結果を表-1にまとめた。これによると、材質表示で主たる樹脂となっているPEについては、ラマン分光法、FT-IRでは、内面から測定した場合にPEと判別しているが、近赤外分光ではPPと判別している。これは、近赤外分光のPEとPPの吸収スペクトルパターンを見ると、判別に重要な波長2300-2400nm付近のパターンが似ていることから、樹脂の混合、他樹脂による干渉による影響、判別の際の一致率の基準となるライブラリーや判別アルゴリズム、などに影響されている可能性が考えられる。一方で、表面から測定した場合は、近赤外分光、ラマン分光法、FT-IRともに、印刷のためのPET層を捉えており、主たる樹脂のPEは判別できていない。また、蛍光X線分析では、表面から分析した場合にはアル

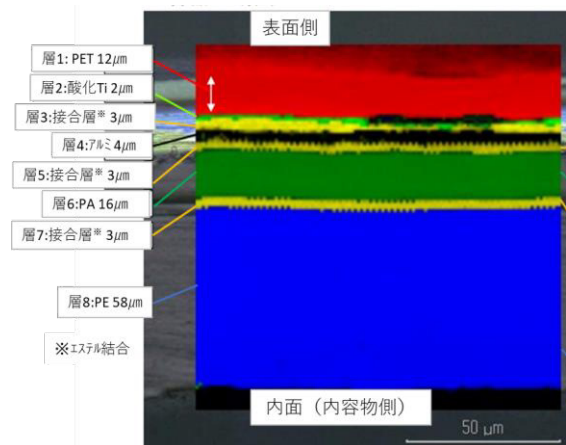


図-1 ラマン分光法によるゼリー容器断面

ミウムを捉えており、主たる樹脂のPEは判別できていない。また、蛍光X線分析では、表面から分析した場合にはアル

ミを判別しているが、内面からでは検出できていない。これは、内面は厚いPE層があるためアルミ層を分析できていないためであると考えられる。

表-1 ゼリー容器の樹脂組成分析結果

形状	表示	近赤外分光	XRF	FT-IR
 厚 101 μm/8 層/淡色		表面 : PET 内面 : PP	表面 : Al35%、Ti14% 内面 : Si、Ti、Ca いずれも 5%	表面 : PET 内面 : PE

2)加工食品容器

分析対象は加工食品容器として一般的に使われているウインナーの外袋とし、材質表示は「PE、PVDC」となっていた。これについて、ラマン分光法によるイメージングを行ったところ、図-2の通り、層厚68μmの4層で構成されていることが分かった。近赤外分光、XRFによる分析については、表-2にまとめた。これによると、材質表示には「PE」とあり、ラマン分光でもPEが最大層厚となっていることから、主となる樹脂はPEであると考えられるが、近赤外分光では1)と同様に、ここでもPPと判別している。また、材質表示にはPVDCが記載されており、蛍光X線でも塩素を検出しているため、PVDCが含まれると考えられるが、ラマン分光では測定されていない。これは、層3ではラマンスペクトルが標準のPVDCと同じ位置にピークはあるものの強度が小さく、厚みが薄い上に層2と層4のスペクトルが混ざったようなピークが検出されているので、PVDCの同定につながらなかったと考えられる。なお、蛍光X線では、塩素について表面から測定すると55.2%であったが、内面から測定すると22.4%と弱くなることから、測定面の方向により検出の強さが変わることが分かった。

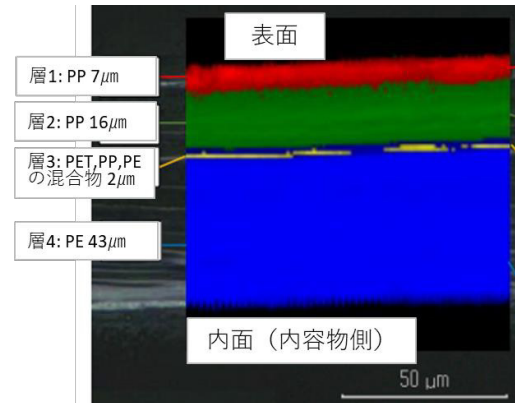


図-2 ラマン分光法による加工食品容器断面

なお、蛍光X線では、塩素について表面から測定すると55.2%であったが、内面から測定すると22.4%と弱くなることから、測定面の方向により検出の強さが変わることが分かった。

表-2 加工食品容器の樹脂組成分析結果

形状	表示	近赤外分光	XRF
厚 68 μm/ 4 層/透明		表面 : PP 又は PVDC 内面 : PP	表面 : Cl55.2% 内面 : Cl22.4%

【まとめと今後展開】

1)食品容器包装では、主たる樹脂が内面（内容物側）である可能性があり、表面は印刷やバリアなどのため、別の樹脂やコーティング加工されていることがあるので、近赤外分光などの分析の際には内側についても行う必要がある。2)蛍光X線分析によりアルミ層を判別する場合、片面からの照射では判別できないことがあるため、表面及び内面の両面からの測定が必要となる。3)PVDCが薄層の場合、ラマン分光では、ピークが小さかったり、その上下層の影響を受けることから、蛍光X線分析による分析を併用する必要がある。4)PE、PPは近赤外分光の波長域では似た吸収スペクトルパターンであることから、複合プラスチックの中から判別する場合は、ライブラリーを充実させておく必要がある。5)近赤外分光及び蛍光X線については、ポータブル測定器が開発されており、分別や選別の現場において使用されているが、断面構成のすべてを把握できる訳ではなく、1)～4)に示した点について留意する必要がある。6)現在、PEなどの一部樹脂では、バイオマス化が進んでいるが、今後、製造されるプラスチックには、バイオマス部分と非バイオマス部分が混在化する可能性があり、この点を考慮して、リサイクル方法を検討する必要がある。

【謝辞】 本研究はJSPS科研費23K25055の助成を受けた。

【参考文献】 1) 環境省：プラスチック資源循環戦略(2019.6)