

環境研ニニ百科

第108号

放射線の力を化学製品に生かす!?

有機材料というとあまりピンとこないかもしれませんが、塗料や接着剤のような液状のものからプラスチック、ゴムのような固体状のものがあり、私たちの身の周りのほぼ全ての製品に利用されている材料です。主に炭素、水素からなる化合物のことを指し、炭素が鎖のようにつながって主構造（主鎖）を形成します。これら有機材料の性質・性状は主にその炭素の配列のしかた、ならびに主鎖となる炭素の数に依存します（図1）。炭素の数の少ないものを低分子、多いものを高分子といい、プラスチックやゴムなどは炭素の数が多いので高分子材料とも呼ばれます。

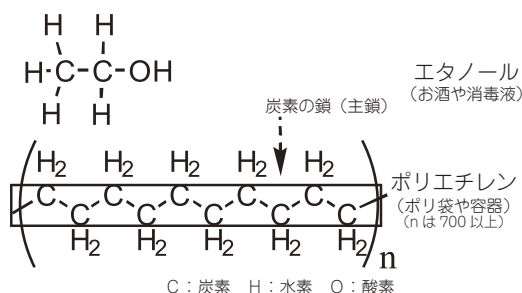


図1 有機材料の例(上:低分子、下:高分子)

有機材料の加工や改質への放射線の使い方は主に以下の3種類に分類できます(図2参照)。

1. 低分子を高分子にする(重合反応)
2. 高分子を更に高分子にする(架橋反応)
3. 高分子に低分子を付ける(グラフト反応)

それぞれの加工法によって使われる放射線の種類も様々です。

それぞれの方法について詳しくみていきましょう。

低分子を高分子にする

一般的に常温常圧では、低分子の材料は気体や液体として、高分子材料は固体の状態として存在します。低分子の材料の中には放射線があたると反応するものがあり、それらをうまく配合することで低分子の液体を反応させて高分子すなわち固体にするこ

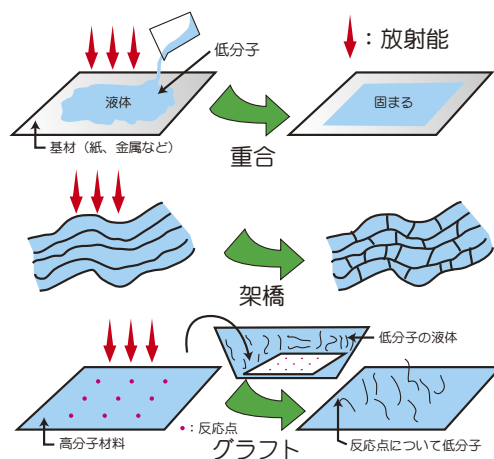


図2 有機材料に対する放射線の使い方

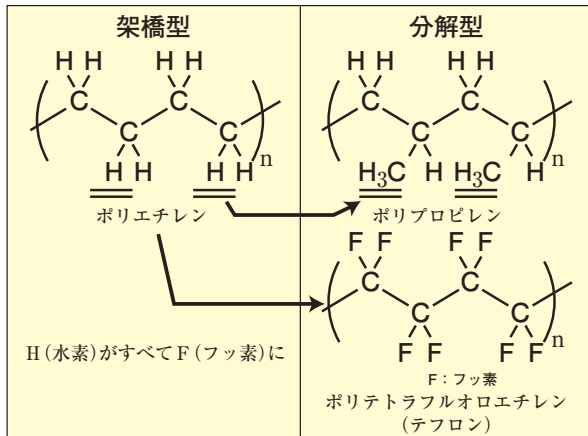
とができます(図2参照)。この時に用いられる放射線はほとんどが紫外線(UV)か電子線(EB)で、UV・EB硬化技術と呼ばれています。この硬化技術が利用されている低分子の材料として、ペンキやインク、コーティング剤、粘着剤や接着剤などが挙げられます。これらは紙、金属、プラスチック、木材といった様々な基材に塗られ、放射線をあてて固めるという工程で利用されています。

従来は、溶剤に溶けた高分子材料が溶剤の蒸発によって固まる、低分子の材料を熱により反応させて高分子にして固める、などの手法がとられてきました。これら従来の方法とUV・EB硬化技術を比較した場合、有害な溶剤を用いないため環境への悪影響がない、加熱硬化と放射線硬化では後者の方がエネルギー効率が高い、短時間で硬化する等の理由でUV・EB硬化技術は環境に優しく低コストの技術として認知されています。

高分子を更に高分子にする

高分子材料に放射線があたると架橋反応と分解反応の両方が起こります。前者が優勢な場合は架橋型、後者が優勢な場合は分解型となり、その違いは表1のように構造の違いあるいは結合する元素の違いに起因します。

架橋とは、主鎖の間に新たな結合ができ、あたか



ただし常温常圧、空气中で照射の場合

表1 放射線架橋型・分解型の高分子材料の例

も橋を架けたような構造ができることをいいます(図2参照)。結合が増えて3次的に網目構造ができ、強度や耐熱性などの性能が向上します。放射線をあてて架橋させる場合を放射線架橋と呼び、ほとんどの場合、電子線を利用します。

身の周りの製品では自動車のタイヤ、電気ケーブルの被覆などが代表的なものです。前者は強度や耐磨耗性を向上させ、後者は耐熱性を向上させます。特別な添加剤を配合することなく、このような架橋反応を起こせることが放射線の優れた点です。

高分子に低分子を付ける

放射線を使って高分子材料の表面に低分子を付けることができます。最初に、高分子材料に放射線(ガンマ線や電子線)をあてることにより反応しやすい点を材料表面につくります。そして照射後あるいは照射中に低分子の液体に浸すことで高分子材料表面の反応しやすい点に低分子が付きます(図2参照)。結果として付けられた低分子の性質をもった高分子材料になります。1つのものに別のものを付けることから、この反応を接ぎ木の意味のグラフト反応と呼んでいます。

たとえば導電性を持っていない高分子材料の表面に導電性を持つような低分子を付けると導電性の高分子材料に、脱臭機能を持たない化学繊維に臭いの元になる成分を吸収できるような低分子を付けると脱臭できる繊維に、といったことが可能です。この反応により作られた材料が、ボタン型電池の中の導電性膜、クリーンルームなどに使われるフィルターなどの製品に利用されています。

さいごに

放射線照射が有機材料の加工や改質に利用され始めたのは最近のことです。ポリエチレンが放射線により架橋されることを1952年(イギリス)にチャールスピーが発見してから、放射線の工業利用について積極的な研究開発が盛んになりました。

現在ではハイテクを支える半導体分野の回路形成に利用されるリソグラフィ技術にも紫外線や電子線が利用されており、放射線なしに現代文明は成立しないといっても過言ではありません。

皆さんも、身の周りの製品の加工や改質にどのような放射線が使われているか調べてみてはいかがでしょうか。(伊藤 寿)



写真1 製造過程で放射線が使われている製品たち

環境研ミニ百科第108号

平成18年2月3日発行

財団法人 環境科学技術研究所 広報・研究情報室

〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字家ノ前1-7 電話0175-71-1200 FAX0175-72-3690

(このミニ百科は、環境研が文部科学省の委託を受けて発行しているものです。)