

各種化学製品の生分解性評価

キーワード：生分解性、環境適合性、化学物質、プラスチック、界面活性剤、潤滑油

はじめに

現代社会では数万種類以上とも言われる多くの化学物質が日常的に使用されており、それらは私たちの生活の利便性や快適性の向上に大きく寄与しています。一方でそれらが環境に与える影響についても大きな関心が持たれており、新しい化学製品を開発する際には、高い性能や新しい機能などに加えて、高い安全性や環境適合性を示すことも要求されるようになっていきます。

これらを判断する際の評価項目の一つである生分解性は、化学物質の環境中での挙動に最も大きな影響を及ぼす要因です。難分解性の化学物質が廃棄物などとして環境中に放出されると、長期間残留して環境を汚染するだけでなく、食物連鎖による生物への濃縮・蓄積、さらには毒性発現にもつながる恐れがあります。例えば石けん・洗剤製品は消費量が非常に多く、多くの場合使用後は下水等を通じて環境中に放出されるため、排水処理施設や環境への負荷を低減するために生分解性の良い製品を開発することが重要視されています。また最近、海洋に流出したプラスチックごみやそれらから生成するマイクロプラスチックが、海洋の生態系に悪影響を与え、さらには人間の健康にも影響を及ぼす可能性があるとして、大きな注目を集めています。このようなことから、化学製品の生分解性評価の必要性が非常に高まっています。

生分解性の評価方法について

ここでは酸素が存在する好気的環境における有機化合物の生分解について説明します。生分解とは、細菌やカビ、藻類などの微生物の作用により化学物質の構造が変換され、最終的には完全に酸化されて、二酸化炭素や水などの無機物にまで分解されることを言います。化学物質の生分解性を評価するための試験法にはたくさんの種類がありますが、多くの場合、試料の生分解に伴って微生物が消費した酸素量、試料の生分解の結果発生した二酸化炭素量、

試料の生分解により減少した試験液中の溶存有機炭素量のうちのいずれかを測定して生分解の程度を評価します。数ある試験法の中からどの方法を採用するかは、試験を行う目的や対象とする化学物質の性質などを考慮して決定します。中でも、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)において従来から規定されている試験法に相当する OECD 301C、化審法の試験法に平成 30 年 4 月に追加された方法に相当する OECD 301F、プラスチック材料を対象とした試験法である JIS K6950 による試験の要望が多いのが現状です。これらはいずれも、微生物の酸素消費量に基づいて試料の生分解性を評価する方法です。

閉鎖系酸素消費量自動測定装置による試験の概要

当研究所森之宮センターでは、平成 30 年度に閉鎖系酸素消費量自動測定装置(クーロメータ OM7000A ; 大倉電気株式会社)を導入しました(図 1)。本装置を用いて OECD 301C、OECD 301F、JIS K6950 による試験を実施することが可能です。試験の概要を以下に説明します。



図 1 閉鎖系酸素消費量自動測定装置

多様な微生物を含む植種源として、OECD 301C ではいわゆる標準活性汚泥を、OECD 301F、JIS K6950 では家庭下水を処理している下水処理場の活性汚泥を使用します。培養びんに無機塩溶液(300 mL)、活性汚泥(通常 9 mg)、および試料(30 mg)を加え、一定温度(例えば OECD 301C では 25)で撹拌します(図 2)。JIS K6950 では分解速度が遅いと予想される試料の場合などに活性汚泥の量を増やすこともできます。試験期間は通常 28 日間ですが、JIS K6950 では必要があれば延長することもできます。



図 2 試験の様子

培養びん内の酸素が消費されるとマノメーター(図 2 の の部分)で検知され、消費された量と同量の酸素を硫酸銅水溶液の電気分解により発生させて培養びんに供給します。本装置は電気分解の際に流れた電気量を連続測定し、その値を元に酸素消費量を算出します。別に用意した、無機塩溶液と活性汚泥のみを加えた培養びん(ブランク)における酸素消費量を差し引くことにより、試料の分解に由来する酸素消費量を求めることができます。

酸素消費量の値から生分解度を算出する際には、理論値(試料が無機物にまで完全に生分解したと仮定したときに消費されるべき酸素量)を別途計算しますが、そのためには試料の元素組成(炭素、水素、酸素などの含有比率)が明らかになっている必要があります。分子式が明確な試料の場合はそれに基づいて理論値を計算します。混合物など元素組成が未知の場合には、有機元素分析を行って実験的に求めることもあります。通常、算出した生分解度の値が 60% を超えれば、その試料は生分解性であるとみなすことが多いです。

なお、試料が水溶性の場合には、試験終了後の試験液を全有機炭素(TOC)計により分析し、溶存有機炭素の減少量から生分解度を算出することもできます。この場合は、生分解度の値

が 70% を超えれば生分解性であるとみなすことが多いです。

試験の実施例

セルロース、アニリン、および安息香酸ナトリウムを試料とした生分解性試験の実施例を図 3 に示します。これらの物質は活性汚泥によってよく分解され、試験で得られた酸素消費量の経時変化は図 3(a) のようになりました。それぞれの分子式から計算した理論値を基に生分解度を求めたところ、図 3(b) のような結果となりました。

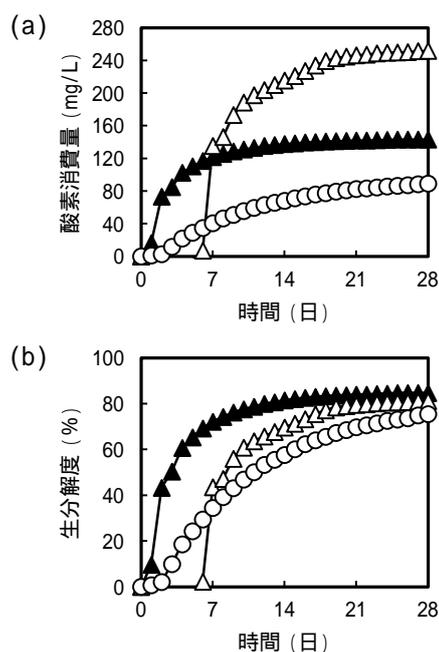


図 3 生分解性試験の実施例

試料：○，セルロース；□，アニリン；▲，安息香酸ナトリウム

おわりに

当センターでは、閉鎖系酸素消費量自動測定装置を用いて、界面活性剤を含む石けん・洗剤、プラスチックをはじめ、さまざまな化学製品の生分解性試験を企業様からの「依頼試験」や「受託研究」として実施しています。得られた結果は環境にやさしい製品の開発にも役立てただけです。また、日本バイオプラスチック協会(JBPA)によるグリーンプラ識別表示制度のポジティブリストや、生分解性潤滑油のエコマークの申請に必要な試験も対応可能です。さらに、本装置による試験以外にも生分解性評価に関するさまざまなご相談を承っておりますので、お気軽にお問い合わせください。

発行日 2020年3月1日

作成者 環境技術研究部 環境材料・生物学研究室 山中 勇人
生物・生活材料研究部 界面活性剤研究室 川野 真太郎

Phone: 06-6963-8065 E-mail: yamanaka@orist.jp

Phone: 06-6963-8037 E-mail: skawano@orist.jp