

2006年7月1日  
日本難燃剤協会  
リン部会

## リン系難燃剤による環境中の富栄養化について

「リン系難燃剤を用いて作られた難燃プラスチック製品を廃棄処理した場合に、リンが水中に溶出して富栄養化の原因となる」との報道、風評が出されたことがあります。

このことに関して、日本難燃剤協会リン部会の見解は以下の通りです。

リン系難燃剤として使用されるリン化合物は水にほとんど溶けないものであり、また、世間一般に使用されるリン化合物の使用比率や天然からのリンの溶出などから見て、リン系難燃剤が「富栄養化」をきたす寄与率は無視できる範疇のものといえます。

リン系難燃剤が富栄養化に関与する恐れはありません。

### (1) リン系難燃剤が富栄養化に及ぼす可能性について

：リン系難燃剤による溶出データの試算

リン系難燃剤を含有した難燃性樹脂組成物を廃棄した場合、自然環境には殆ど影響を与えません。その理由として、リン系難燃剤から溶出するリン分量の実験データを基に、リン濃度の上昇度合いに関する算出試算を行いました。その結果は下記の通りです。リン系難燃剤含有樹脂からリン酸は微量生成しますが、その溶出から環境への影響は極めて少ないものであり、また溶出したリン分は微生物の栄養源となりえることから、環境汚染を起さないと考えられます。

#### <実施例1> リン系難燃樹脂(リン酸エステル、赤リン)からの溶出リン分

・試験結果(40 × 1ヶ月浸漬)

：試験溶剤に溶出したリン分をP%として測定。

また仮想溶出環境として周囲2Km、深さ5m規模の池の近くに難燃性樹脂10トンを廃棄して、その難燃性樹脂から溶出したリン分が全量、池に流出したと想定し計算。

難燃剤	TPP	BDP	赤リン
配合部数(重量部)	14	18	5.3
難燃樹脂 全リン%	1.17	1.34	5.03
溶出したリン%(ppm)	0.096	0.097	0.414
難燃樹脂リン溶出割合(%)	0.00082	0.00072	0.00082
仮想溶出環境 P%(ppb)	0.0065	0.0066	0.0279

TPP:トリフェニルスイート(大八化学工業(株)製)

BDP:ビスフェノールAビスジフェニルスイート(大八化学工業(株)製 CR-741)

赤リン:燐化学工業(株)ノバレット 120

尚、赤リンがリン酸エステルに比べて約 5 倍量の溶出量となっていますが、試験を行った難燃樹脂の全リン量から、溶出したリン量の割合を計算しますとリン系難燃剤の場合、リン酸エステルも赤リンも溶出率はほぼ変わらないと計算されました。

仮想溶出環境において、今回測定した溶出試験の結果からリン系難燃剤のリン溶出量は極微量であり、富栄養化に及ぼす影響は無いと考えられます。

#### 参考

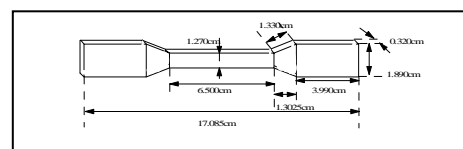
試験条件：樹脂 PC / ABS (パナソニック S1500 (ダウケミカル (株) 製)

・試験片：引っ張り試験用試験片：重量 42 g サイズは以下図

・溶出試験容器：ガラス瓶

・溶出試験溶剤：イオン交換水 450g

・溶出試験において 450 g のイオン交換水中で行ったが、溶出試験後の P% は検出限界以下となった為、約 50 倍に濃縮後 P% を測定した。



#### < 実施例 2 > 過酷条件下での赤リン系難燃樹脂からの溶出リン分

ポリアミド(95%) / 赤リン系難燃剤(5%)の難燃性樹脂組成物を 80 温水中に 49 日間という厳しい環境下で浸漬した場合のリン溶出量の実験データを基に、土壌へのリン濃度の上昇度合いに関する試算を行いました。仮想溶出環境としては、< 実験例 1 > と同様に、周囲 2Km、深さ 5m 規模の池の近くに難燃性樹脂 10 トンを廃棄して、その難燃性樹脂から溶出したリン分が全量池に流入したと仮定しております。

その実験データからの算出では、池中のリン濃度は 0.01ppm 上昇するという結果が得られています。この量は、日本の河川平均以下でありリン分溶出量は問題の無い量と考えられます。

#### 赤リンの溶出試験

データ項目	リン酸濃度(ppm)
溶出試験結果(計算値)	0.01
日本の河川平均	0.02
cf. 国の基準(海域)	0.02

今回の溶出試験から得られた、難燃樹脂からのリン分溶出量は極微量で有り、リン系難燃剤が富栄養化に与える影響は無いと判明しました。

更にリン分の水中への移行は極めて緩慢であることから、微生物の栄養源として体内に摂取されず。加えて、土中の微量金属(アルミニウム、マグネシウムなど)と不溶性の塩を生成することから、難燃樹脂から溶出されるリン分は、自然環境中で吸収されうる範囲内の量であると考えられます。

## (2) 工場の排水規制

リン系難燃剤が含まれている可能性のある工場排水は、もともとリン酸の負荷源に占める割合は小さく、また琵琶湖富栄養化防止条例をはじめとする各種規制により、工場排水の管理も改善され、現在では富栄養化に及ぼす影響は殆ど無いと考えられています。

### < 参考資料 >

#### 1) 富栄養化 (Eutrophication) とは？

湖沼や湾などの閉鎖性水域で窒素やリンなどの栄養塩類が多くなることをいいます。(有機物によって水が汚れる有機汚濁とは異なります。)

もともと富栄養化というのは、生まれたばかりの湖に、徐々に栄養塩類が増えていき、植物が繁殖し、湖が沼となってやがて消滅していくという自然現象のことを表していました。本来は数千年から数万年かかるこの過程が、近年では著しく加速されています。窒素やリンが急速に増えると、植物性プランクトンも急速に増えて生態系のバランスを崩し、見た目にも汚くなって悪臭を発生したり、魚などの他の生物にも影響を与えます。

富栄養化の問題は、昭和の40年代になって急激にクローズアップされるようになり、琵琶湖、霞ヶ浦、瀬戸内海など、全国各地で広域的な対策が取り込まれるようになりました。

#### 2) 水中に存在するリン化合物の種類

水中のリン化合物の大部分はリン酸イオンの形で存在しています。リン酸イオンの負荷源は、自然的なもの、肥料や農薬、畜産排水、家庭排水がかなりの部分を占めています。例えば、リン酸を使用した肥料の年間生産出荷量は約290万トン、農薬は約30万トン、また食品添加物として使用されているリン酸塩の年間出荷量は約11万トンと報告されています。一方、リン系難燃剤の2003年度における日本での使用量は約2万5千トン(化学工業日報社調べ)であり、量的に占める割合は限られています。

#### 3) 富栄養化対策の取り組み

富栄養化の対策としては、栄養塩類の増加を止めることが先決ですが、それだけでは足りず、アオコや泥などの除去といった湖沼の生態系そのものへの処置が必要となってくる場合があります。富栄養化の問題がクローズアップされるようになってから、窒素とともにリンの除去技術も進歩し、工場排水中のリン酸の濃度も低く抑えることが可能になっています。

一方、各地域はその地域特有の産業構造等の問題を抱えており、地域特性を生かした水質保全行政も積極的に行われてきています。

- < 湖沼 > 「窒素及びリンに係わる環境基準」
- 「窒素及びリンに係わる排水基準」
- 「湖沼水質保全特別措置法」

< 海域 > 「瀬戸内海環境保全特別措置法」  
「海域の窒素及び燐に係わる環境基準及び排水基準」

厚生労働省及び環境省による規制の取り組みは下記の通りです。

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」  
「水質汚濁防止法」  
「土壌汚染対策法」

(参考文献)

- 1) 水質調査の基礎知識 (近畿地方整備局、1996)
- 2) 富栄養化対策総合資料集 (サイエンスフォーラム社、1983)
- 3) 石けん百貨 (生活と科学社)