

生活用品による汚濁負荷量調査 (Ⅳ)

上治純子 藤村葉子

1 はじめに

閉鎖性水域における富栄養化原因物質として窒素及びりんが知られているが、歯磨き剤等生活用品中に含まれているそれらの含有量について調査した例は少ない。このためこれまで生活用品の COD、全窒素(以下 T-N)、全りん(以下 T-P)、T-P 含有量の多いものについてりん酸態りん (以下 $\text{PO}_4\text{-P}$)、T-N 含有量の多いものについて溶解性窒素(以下 S-T-N)、亜硝酸態窒素 (以下 $\text{NO}_2\text{-N}$)、硝酸態窒素 (以下 $\text{NO}_3\text{-N}$)、アンモニア態窒素 (以下 $\text{NH}_4\text{-N}$) の含有量を測定し、T-P 含有量の多い歯磨き剤及びボディシャンプーを純水及び環境水に溶かした際の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化について調査した。その結果研磨剤にリン酸水素カルシウムを使用した歯磨き剤は T-P 含有量が非常に多くそれらのりんが水中で、またモノアルキルリン酸塩 (以下 MAP) を使用したボディシャンプー中のりんが環境水中で植物が利用可能な $\text{PO}_4\text{-P}$ に変化することなどが分かった。

今回は補足調査として、これまで調査していなかったりん化合物を含む歯磨き剤及び MAP を使用した生活用品について分析するとともに、それらを環境水に溶かした際の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の変化について調査した。

2 方法

2.1 生活用品成分分析

各生活用品は一般に市販されているものを購入し、各 1g を純水 100ml に溶かしたものを適宜純水で希釈して試料とした。

分析方法は、COD は過マンガン酸カリウム酸性法、T-P はペルオキシ二硫酸カリウムで分解後モリブデン青による吸光光度法、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は 5C のろ紙でろ過後モリブデン青による吸光光度法、T-N は化学発光法、S-T-N は 5C のろ紙でろ過後化学発光法、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ はイオンクロマトグラ

フ法で行った。

2.2 $\text{PO}_4\text{-P}$ 経時変化

2006 年 8 月に手賀沼(親水広場前)及び東京湾(常時測定地点 13 番)で採水した水 250ml に歯磨き剤 0.25g 又は MAP を使用した生活用品 2.5g を溶解させ 500ml の共栓付き三角フラスコに入れ、実験室内に置いた。これらをサンプル採取時ごとに 1 分振とう、2 時間静置後上澄みをろ過したものを 0.3 ~1ml 採取し $\text{PO}_4\text{-P}$ を分析した。振とうから $\text{PO}_4\text{-P}$ 分析までを 1 日~1 ヶ月ごとに行い $\text{PO}_4\text{-P}$ の経時変化を見た。

3 結果

3.1 生活用品成分分析

生活用品の分析結果を表 1 に示した。

研磨剤が「リン酸 2Ca」、安定化剤が「リン酸 3Mg」となっている歯磨き剤 Q は T-P 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ が非常に多く含まれ、研磨剤がリン酸水素カルシウムの歯磨き剤と同様の傾向だった。

洗剤(研磨剤は別にある)が「三リン酸 5Na」となっている歯磨き剤 O、薬用成分が「ポリリン酸 Na」となっている歯磨き剤 R 及び「モノフルオロリン酸ナトリウム」が薬用成分として含まれていた歯磨き剤 P では T-P 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ がやや多く含まれていた。

洗顔料 A、B、ボディシャンプー D は、いずれも洗剤に MAP を使用している。ボディシャンプー

表1 生活用品の各成分含有量

	COD (g/kg)	T-P (mg/kg)	$\text{PO}_4\text{-P}$ (mg/kg)	T-N (mg/kg)	S-T-N (mg/kg)	$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/kg)	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/kg)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/kg)
歯磨き剤O	220	2,600	160	400	—	—	—	—
歯磨き剤P	300	1,400	460	240	—	—	—	—
歯磨き剤Q	210	58,000	19,000	290	—	—	—	—
歯磨き剤R	330	2,500	210	260	—	—	—	—
歯磨き剤S	190	2,400	120	550	—	—	—	—
洗顔料A	150	20,000	5,100	12,000	11,000	29	86	410
洗顔料E	72	11,000	690	2,400	2,600	34	87	340
ハンドソープA	100	400	420	340	—	—	—	—
ボディシャンプーD	67	9,800	670	1,500	1,700	27	120	490

D 及び洗顔料 B は TP 及び窒素類については以前分析した MAP を使用したボディシャンプーと同様の傾向だったが、 $\text{PO}_4\text{-P}$ がやや多く含まれていた。洗顔料 A は TP, $\text{PO}_4\text{-P}$ ともボディシャンプーより含有量が多く、さらに TN の含有量も多かった。

S-TN 等を分析した生活用品では、全量が S-TN だが、 $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ はそれほど多くはなく、他の生活用品と同様だった。

ハンドソープ A は成分表示が全成分ではないため MAP を使用していることを予想して分析を行ったが分析結果は TP と $\text{PO}_4\text{-P}$ が同量であり、TP は無機りん酸イオン由来のりんであると考えられた。

3.2 $\text{PO}_4\text{-P}$ 経時変化

TP の含有量が非常に多かった歯磨き剤 Q, 洗顔料 A, B 及びボディシャンプー D について手賀沼の水に溶解したときの $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ 比の経時変化を図 1, 東京湾の水に溶解したときの経時変化を図 2 に示した。

手賀沼の水に溶かした洗顔料 B, ボディシャンプー D は 3 日目頃から $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ 比が上昇し始め、約 2 週間で 70% を超え、最終的には 90% 程度まで上昇した。洗顔料 A はしばらくは $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ 比が一定であったが、約 2 ヶ月半後から $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ 比が上昇し約 3 ヶ月で 70% となった。

歯磨き剤 Q はリン酸水素カルシウムを使用した歯磨き剤を手賀沼の水に溶かした場合と同様、3~4 日で $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ 比が約 60% まで急上昇し、その後はしばらく $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ 比は 60%~70% でほぼ一定だが約 4 ヶ月後から減少してきた。このときには、フラ

スコ内は藻類と思われる着色が見られたことから、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の一部は藻類に利用されたと推測された。

東京湾の水に溶かしたものでは洗顔料 A は最初の 2 週間では $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ 比が上昇したり下降したりしたが、その後は上昇し、約 3 ヶ月後に 60%, 4 ヶ月後には 70% を超えた。洗顔料 B, ボディシャンプー D は $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ 比はゆっくり上昇し、約 5 ヶ月半で 35~40% まで上昇した。

歯磨き剤 Q はリン酸水素カルシウムを使用した歯磨き剤を東京湾の水に溶かした場合と同様、3 日で $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ 比が約 70% と急上昇し、その後は 70%~80% 程度であった。

おわりに

今回の調査で以下のことが明らかになった。

- 研磨剤がリン酸 2Ca と表示されている歯磨き剤では TP や $\text{PO}_4\text{-P}$ が非常に多く含まれる
- 研磨剤以外の薬用成分などにりん化合物を使用している歯磨き剤は TP がやや多く含まれる
- MAP を使用した生活用品の中には TP だけでなく TN も多く含まれているものがある
- TP が非常に多く含まれた歯磨き剤及び MAP を使用した生活用品は環境水中で植物プランクトンに利用されやすい $\text{PO}_4\text{-P}$ に変化している可能性がある

謝辞

分析に協力いただいた日本大学生産工学部の駒形友美及び森下梢の各氏に深く感謝いたします。

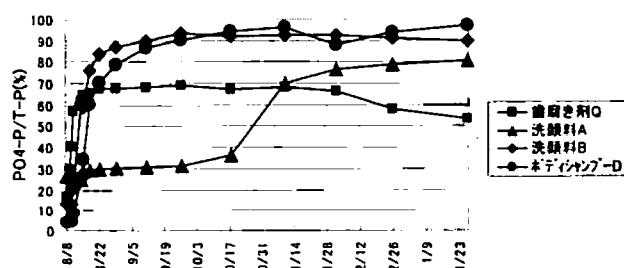


図1 生活用品 $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ の手賀沼水中での経時変化

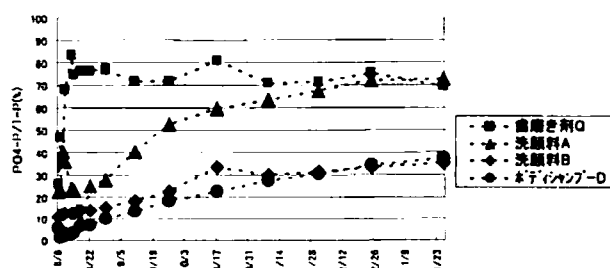


図2 生活用品 $\text{PO}_4\text{-P}/\text{TP}$ の東京湾水中での経時変化