

II-403 イオン交換樹脂による硝酸イオンの除去 —硝酸イオン選択性樹脂と一般的な陰イオン交換樹脂との比較—

山梨大学工学部 正 中村文雄, 風間ふたば, 坂本康

1. はじめに

イオン交換樹脂を用いて水中の硝酸イオンを除去する際に、処理水中に共存する陰イオンの種類やその存在量が硝酸イオンの除去に影響を及ぼすが、とくに硫酸イオンは一般的な陰イオン交換樹脂に対する選択性が硝酸イオンより高いためにその影響が大きい。そこで近年は硝酸イオン選択性樹脂を用いた検討も行われるようになってきているが^{1) 2)}、処理に適した樹脂を選択するためには、処理の対象となる水の陰イオン組成、とりわけ硝酸イオンと硫酸イオンの存在比と硝酸イオンの除去性との関係を明確にする必要がある。一方、イオン交換樹脂の再生には食塩水の使用が一般的だが、コストの低減のほか、多量な高濃度の食塩水の排出を抑えるためにも食塩の使用量を減らすことが望ましい。そこで今回は、硝酸イオン選択性樹脂と、最も一般的に用いられているゲル型の強塩基性陰イオン交換樹脂を取り上げ、硝酸イオンと硫酸イオンの存在比の異なる試水を用いて、濃度の低い食塩水での再生前後の、両樹脂の硝酸イオン除去能の比較を試みた。

2. 実験材料と実験方法

実験には硝酸イオン選択性樹脂としてAmberlite IRA-996、一般的なゲル型の強塩基性陰イオン交換樹脂としてAmberlite IRA-410を用いた。それぞれの樹脂の交換容量は、IRA-410が1.35meq/ml-Resin、IRA-996は1.08meq/ml-Resinである。各樹脂はコンディショニングを行って塩素型に調整した後、内径21mm、長さ200mmのガラス管に樹脂11ml(高さ10cm)を充填して樹脂カラムを作成した。通過液は、 NaNO_3 と Na_2SO_4 を用い、 NO_3^- と SO_4^{2-} の当量濃度を変えた3種の溶液を作成した。カラムに通過液を、7.3ml/min(39.8BV/h)で流入させ、流出液を200ml間隔で分取して NO_3^- 濃度(紫外外部吸光度法)と SO_4^{2-} 濃度(グリセリンアルコール法)を測定して破過曲線を得た。再生過程でも同じ流速で所定濃度の NaCl 溶液を一定量流入させ、流出液を20mlごとに分取して同様に両イオン濃度を測定した。

3. 結果と考察

(1) カラム通過液のイオン組成と硝酸イオン貫流容量

硝酸イオンと硫酸イオンをほぼ5meq/lとなるよう調整した通過液を樹脂カラムに流入させたときの破過曲線(図-1)からも両樹脂のイオン選択性の違いは明かで、IRA-410では硝酸イオンが硫酸イオンより先に破過したが、IRA-996では逆に硫酸イオンが先に破過した。しかし、 NO_3^- 破過点までの両樹脂の通水量をみると両者に大きな違いは見られなかった。図-2には、 NO_3^- と SO_4^{2-} の当量比の異なる通過液を用いた実験より得られた、通過液中の両イオンの当量比と NO_3^- の破過点までの貫流容量との関係を示した。 NO_3^- と SO_4^{2-} の当量比がほぼ等しい点を境に両樹脂の NO_3^- 交換量が逆転している。処理の対象となる水の NO_3^-

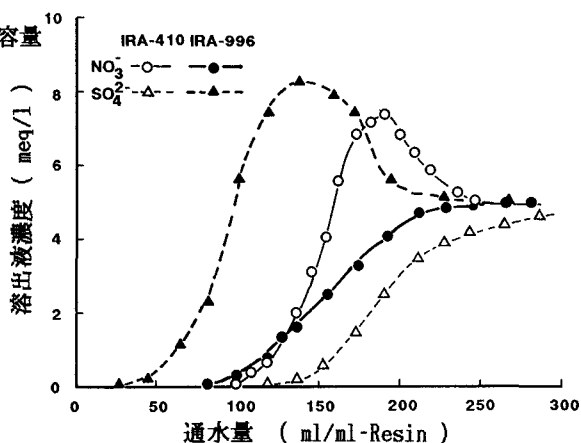
カラム通過液; NO_3^- 5.0meq/l, SO_4^{2-} 4.7meq/l

図-1 硫酸イオン共存過での破過曲線

当量比が低い場合には、貫流容量からみてIRA-996 を用いる方が効果的であることが判る。

(2) 1% NaCl溶液を用いた樹脂の再生

通常、樹脂の再生は5～10%のNaCl溶液を樹脂体積の2～4倍程度通過させて行われるが、今回は、1%のNaCl溶液を用いて樹脂の再生を試みた。図-3には図-1の実験終了後のIRA-996 を、10%ならびに1%のNaCl溶液で再生した時の通水量と再生率との関係を示した。 NO_3^- に比べ SO_4^{2-} は再生されやすく、1%のNaCl溶液を用いても10% NaCl溶液の場合の2倍程度の通水量でほぼ完全に再生されていた。これに対して NO_3^- の再生率は、NaCl溶液濃度により著しく異なっており、1% NaCl の場合には樹脂体積の16倍通水させても再生率は65%程度だった。しかし、図中に示した再生効率（再生された NO_3^- (meq)/用いたNaCl (meq))を比べてみると、1% NaClを用いた方が2.4 倍高く、少ないNaCl量でもより効果的に再生に使用されたことが判る。また、表-1には異なる割合で NO_3^- と SO_4^{2-} を交換吸着した樹脂を1% NaCl で再生したときの再生率を示した。いずれの場合でも SO_4^{2-} の再生率は高い。また NO_3^- 交換吸着量がほぼ等しい場合をみると、IRA-996でもIRA-410でも NO_3^- の再生率に著しい違いは認められず、再生過程においては両樹脂に差はないと考えられる。このように再生が完全に行われな場合、通水と再生時の流入方向を変える方法(向流式)が取られている³⁾。図-2には、1% NaCl を用いて向流式で再生後、再び通水したときの貫流容量も示した。IRA-996とIRA-410の貫流容量が逆転する NO_3^- と SO_4^{2-} の当量比は1% NaCl による再生後やや低下したものの、再生前と比べほとんど変化しなかった。

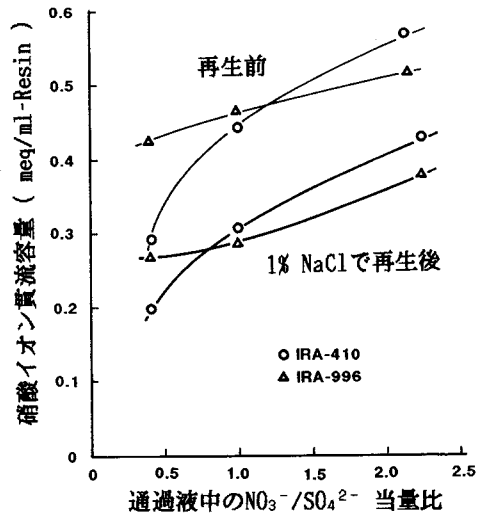
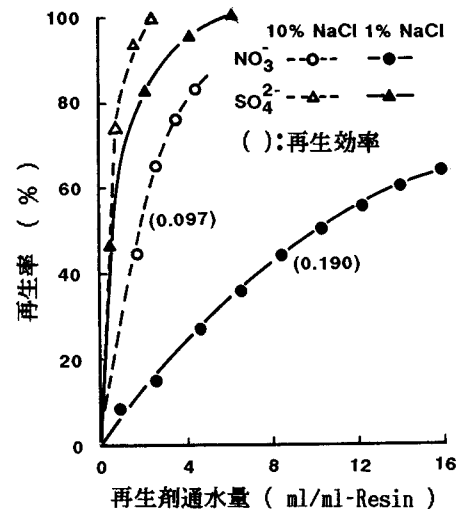


図-2 通過液中の $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ 当量比と硝酸イオン貫流容量

表-1 1% NaClによる再生率

	交換吸着量			再生率	
	NO_3^-	SO_4^{2-}	合計	NO_3^-	SO_4^{2-}
	(meq/ml-R)			(%)	
IRA-410	0.32	0.70	1.02	69	97
	0.51	0.43	0.94	78	88
	0.63	0.24	0.87	87	96
IRA-996	0.42	0.60	1.02	69	88
	0.44	0.34	0.78	75	88
	0.50	0.20	0.70	76	92

* NaCl通水量;16ml/ml-Resin



(IRA-996)

イオン交換吸着量; NO_3^- 0.78meq/ml-Resin
 SO_4^{2-} 0.21meq/ml-Resin

図-3 再生剤通水量と再生率

〈参考文献〉 1)Gauntlett,R.B.,Water Treat. Exam., 24, 172 (1975) 2)Van der Hoek,J.P.et al,Water Air and Soil Pollu., 37, 41 (1988) 3)Philipot,J.M. & De Larminat,G., Water Supply, 6, 45. (1988)