

要旨：本研究は放射性廃水処理の一方法としてイオン交換法を取り上げ、2,3の基礎的な研究を行ったものである。

放射性物質の化学的な性質は、放射能を有しない同位元素とほとんど等しいから、非放射性の同位元素やその化合物に関する知見がそのまま適用できる。イオン交換塔を用いて廃水を処理する場合、通常樹脂は水素型、ナトリウム型等の、1価のイオンを吸着した形で使用するが、廃水中のイオンが1価の場合には、処理水量と除去率との関係については Hiester 等の理論が正しいことを実験的にたしかめた。また2価以上のイオンを処理する場合は、筆者の理論式がよく適合することを知った。またイオン交換樹脂以外の交換剤について、その性能をイオン交換樹脂と比較検討し、使用後交換剤の処分については、交換剤として粘土を用いた場合の火焼処理実験を行い、種類の検討を行った。

処理水量と除去率との関係、濃度 C_0 (放射能強度 I_0) の放射性廃水を円筒法により l なる容積の交換樹脂を用いて体積 V の水を処理したとき、ろ水中の濃度 C (放射能強度 I) に関して連続の式

$$l \frac{\partial C}{\partial V} + \frac{\partial C}{\partial l} + \frac{\partial g}{\partial V} = 0$$

(g : 交換体内被吸着イオンの濃度,

l : 3層の空隙率)

を律速式

$$\frac{\partial g}{\partial l} = K C (a - g)$$

(K : 交換速度を表わす係数)
(a : 交換体の交換容量)

とともに初期条件

$$C(0, V) = C_0, \quad g(l, 0) = 0$$

を用いて解いて

$$\frac{C}{C_0} = \frac{e^{K C_0 (V - l a)}}{e^{K C_0 (V - l a)} + e^{K a l} - 1}$$

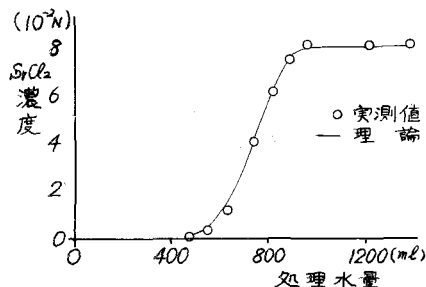
をうる。律速式はイオン価の高い場合、負交換の項を省略したものである。イオンが放射能を有する場合は、放射能の自己減衰を考慮に入れて書き直すと、

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\frac{0.693}{T} t} \times \frac{e^{K C_0 (V - l a)}}{e^{K C_0 (V - l a)} + e^{K a l} - 1}$$

(T : 半減期, t : 時間)

となることを示した。実験としては、放射能を有しない $SrCl_2$ 溶液に対し、陽イオン交換樹脂 Dowex-50-X8 を用いて実験的にこの理論の実用性をたしかめた。成果の一例として、原水

図-1 理論と実験との比較



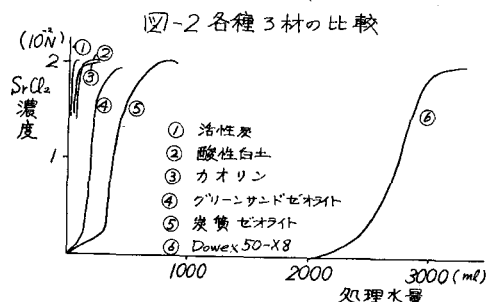
濃度 $8 \times 10^{-2} N$, 3 過率 34.1 ml/min の場合を図-1 に示す。実験結果は定性的にも定量的にもかなりよく理論と合っていることがわかる。一般にこの種の処理では, 処理水を 1 度貯留して minor した後, 放流するかまたは他の処理をするのが普通だから, 結局 3 水の平均的な濃度 $\bar{I}$ (放射能強度 I が問題になる。それは前式を時間的に平均して

$$\frac{\bar{I}}{I_0} = e^{-\frac{0.693}{T} t} \frac{1}{K C_0 V} \left[\ln \frac{e^{K C_0 (V - I_0)} + e^{K a l} - 1}{e^{K a l} + e^{K a l} - 1} \right]$$

であたえられることを知り, 実験結果と比較的によく一致することをたしかめた。

3 材の検討 市販のイオン交換樹脂は, 交換能の奥ですぐれるが, 放射性廃水の処理に用いた場合, 再生処理が技術的に困難なので, 一度使用した樹脂は廃棄せねばならず経済的な問題を残している。そこでこれに代わる交換剤として, 一般に考えられている粘土 (酸性白土, カオリン), 炭質ゼオライト, グリーンサンドゼオライト, 活性炭を 3 材として, その性能を比較した。粘土は $\frac{1}{5} N$ HCl で処理して水素

型とし, そのまま用いると透水性が悪く速が少なくなるので, 直径約 6 mm の小球にして使用した。炭質ゼオライト, グリーンサンドゼオライトは $\frac{1}{5} N$ HCl で水素型として使用し, 活性炭は直径約 2 mm , 長さ約 6 mm の棒状に成型されたものを使用した。これらの 3 材 20 cc を用いて層をつくり, $0.02 N$ の SrCl_2 溶液に



つき 3 過実験を行った。結果を図-2 に示す。イオン交換樹脂の性能はきわめてすぐれており, 炭質ゼオライト, グリーンサンドゼオライト, 粘土がつづき, 活性炭はほとんどその除去効果がみとめられなかった。粘土は交換容量よりみて良好な結果を示すはずであるが, 球状としたために交換が球の表面近くのみで行われ, 内部の粘土は交換にあずからなかったためと考えられる。したがって粘土を球状とせず, 適当な補助材を連ねて一様な層を作れば, ある程度有効に使用できるものと思われた。

使用済粘土の力焼 使用済交換剤の処分は, イオン交換樹脂の場合吸着された放射性物質の空中脱離に注意しつつ焼却し, 体積を減少させて地下に貯留する等の方法が考えられ, また粘土は 1000°C 程度に力焼することにより吸着した放射性物質を固定して貯留処分を容易にする方法が考えられる。その実用性をためすために, 酸性白土を用いて $\text{F.P.}, ^{60}\text{Co}, ^{90}\text{Sr}$ を吸着させて力焼実験を行った。F.P. の場合の実験結果を図-3 に示す。外国の文献を参照しつつ, この実験結果より力焼温度と固定効果との関係を求めると, $400^\circ \text{C} \sim 600^\circ \text{C}$ で固定効果は顕著に増大し, 900°C 以上に力焼すれば, ほぼ完全な固定効果がえられることを知った。

最後にこの研究に対して終始御指導を賜った岩井教授, 合田助教授に感謝するとともに, 昭和 31 年度科学技術庁委託研究「放射性廃液汚泥の処理」の成果の一部であることを附記して謝意を表する。

