

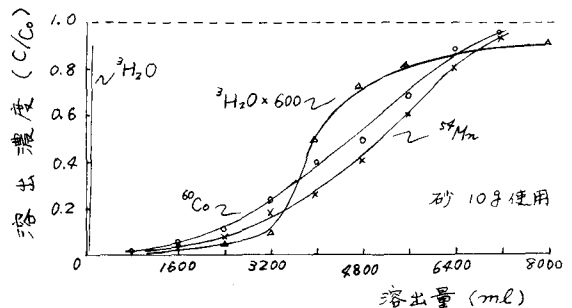
京都大学原子炉実験所 正員 筒井天尊

京都大学原子炉実験所 正員 ○西牧研杜

放射性廃棄物の処分法の一つとして、陸上保管、処分等と考えると種々の研究課題がある。その中で放射性廃棄物から溶出した放射性核種が、地下帯水層に浸入した場合にどのような挙動をとるのかについて研究することは重要な問題である。一般に帯水層中の土砂の粒子の表面は陰に帯電しているため、放射性陽イオンは良く吸着し、陰イオンは水と同じ様な速度で地下帯水層を通過するといわれている。そこで今回は放射性陰イオンが地下帯水層中でどのような挙動をするのかについて実験を行った。

陰イオンとしては ^{131}I (NaI) と ^{54}Cr (Na_2CrO_4) を使用した。いずれにしても土砂に対する放射性陰イオンの吸着量は放射性陽イオンの吸着量に比して非常に小さいと考えられるために、試料砂としては放射性陽イオンが非常に良く吸着される赤土砂を使用した。試料砂の採取時の存在状態は真比重 2.65, 仮比重 1.53, 空隙率 0.423 である。また、この試料砂に通水する試料水は試料砂と同じ帯水層より採取したもので pH 6.2, 総硬度 56 ppm (as CaCO_3), Na イオン濃度 31.6 ppm, 塩素イオン濃度 60 ppm である。

まず試料砂に対する放射性陽イオンの挙動をみるために、カラムに試料砂を 10g 空隙率 0.45 でつめ、このカラムに試料水にそれぞれ ^{60}Co と三重水素水、 ^{54}Mn と三重水素水を混入させたものを原水として通水した。 ^{60}Co , ^{54}Mn

第1図 ^{60}Co , ^{54}Mn の溶出曲線

に対する溶出曲線は第1図に示す。 ^{60}Co , ^{54}Mn は共に2価の陽イオンでしかも質量数も近いので、ほぼ同じ溶出曲線を示すと考えられるが、第1図では明らかにその傾向がみられ、共に原水の移動速度の $1/600$ 程度の移動速度を示した。京都大学原子炉実験所構内の帯水層より採取した砂については、 ^{60}Co の移動速度は地下水の移動速度の $1/35$ 程度であったので、この試料砂は放射性陽イオンを非常に良く吸着することがわかった。

つぎに放射性陰イオンの吸着を調べるために、試料砂の陰イオン交換容量を測定してみた。測定法としては、 0.10 mol/l の NaI 溶液を作成し、この中にトレーサとして ^{131}I を混入させた。この溶液 100 ml に試料砂 5g を投入し、時々攪拌しながら2日間放置した後、上澄み液の ^{131}I の放射能濃度を測定し、試料砂への I^- の吸着量を計算し、この吸着量を試料砂の陰イオン交換容量とみなした。この結果、この試料砂の陰イオン交換容量は 0.186 meq/g という高い値を示し、十分に放射性陰イオンを吸着することが予想された。

カラムに試料砂 50g を空隙率 0.45 でつめ、試料水に ^{131}I と三重水素水を混入させたものを原水とし、この原水をカラムに通水した。溶出水をメスリンダーで始めの 100 ml までは 10 ml づつ、それ以後

は50 ml づつ採水し、その放射能濃度より ^{131}I の溶出曲線を求め、第2図に示した。一般に放射性陽イオンの場合は、 $\bar{r} = K_d \cdot C$ ($\bar{r}$ は土砂への放射能吸着量、 C は水中放射能濃度、 K_d は分配係数)がかなり良く成立し、この場合は一般に放射

性イオンの移動の遅れを示す K_f 値を合わせ、

$$K_f = 1 + (1-f)/f \cdot \rho \cdot K_d \quad \text{---(1)} \quad \text{が良く実$$

測値と一致する。但し、 f は土砂の空けさ率、

ρ は土砂の密度である。そこで放射性陰イオ

ンの場合もこの K_f 値が成立するかどうか確

かめるため、試料水に ^{131}I を混入したもの

100 ml に試料砂5 g を投入、時々攪拌しな

が2日放置し、上澄み液の放射能濃度を測

定し、分配係数 K_d を求めた。この結果、

$K_d \text{ for } ^{131}\text{I} = 9.08 \text{ ml/g}$ が得られた。この値を(1)式の K_f 値に代入すると $K_f \text{ for } ^{131}\text{I} = 30.4$ が得られ

た。そこで原水の溶出曲線と示す三重水素水の溶出曲線を横へ30.4 倍/3倍伸したものが K_f 値が成

立する場合の理論溶出曲線である。この理論溶出曲線と第2図に示す。第2図をみてみると理論溶出

曲線と実測溶出曲線では、まず曲線の立ち上りの様子が明らかに違うことがわかる。しかも ^{131}I の実

測曲線は、いわゆる溶出曲線のS字形も示さず、いきなり立ち上り、その後だんだんと濃度が増加し

ていくのがわかる。ただ実測曲線と理論曲線は $C/C_0 = 0.5$ のあたりで交わるので大局的にはある程度、

理論曲線が保たないことではないと考えられる。

^{51}Cr についても同様にカラムに砂を10 g づつ、試料水に

^{51}Cr と三重水素水を混入させた原水を通水し、溶出水をメ

スシリンダーで最初の20 ml までは2 ml ずつ以後100 ml

づつ採水してその溶出曲線を第3図に示す。 ^{51}Cr について

も分配係数を求めると $K_d \text{ for } ^{51}\text{Cr} = 6.83$ となり K_f 値は、

$K_f \text{ for } ^{51}\text{Cr} = 23.1$ となった。そこで同じく理論溶出曲線と

第3図に描き入れて実測溶出曲線と比較してみる。 ^{51}Cr に

ついては ^{131}I と同様に実測溶出曲線と理論溶出曲線とは余

り良い一致をみない。特に立ち上りの様子は ^{131}I よりも、

さらに早く立ち上り、溶出曲線の形は ^{131}I とも違った形にみえる。しかし ^{51}Cr についてもやはり C/C_0

$= 0.5$ のあたりで理論溶出曲線と実測溶出曲線とは交わるので大局的にはその挙動を予測できる。

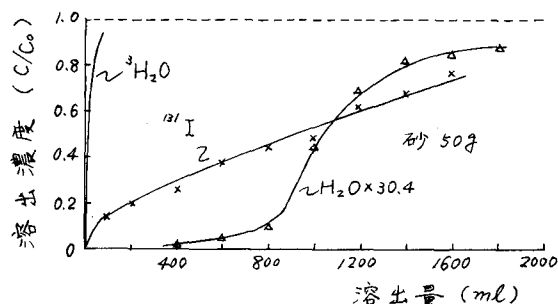
以上の結果から、放射性陰イオンも土砂によっては吸着することがあり、その実測溶出曲線は理論

曲線と大局的には一致しているといえるものの、両曲線の立ち上りの様子が大きく違っているため、

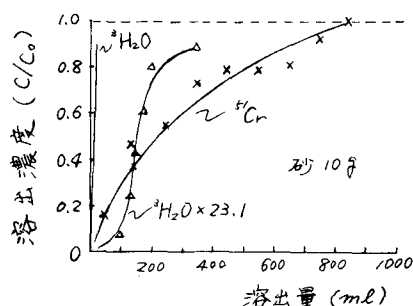
この点についてさらに研究を進める必要があると思われる。

参考文献

- 1) 筒井天寿, 西牧研壯, “放射性核種の帯水砂層中での挙動に関する基礎的研究” 本学会論文報告集, 第200号, 1972.



第2図 ^{131}I の溶出曲線



第3図 ^{51}Cr の溶出曲線