

IV-20 放射性廃水処理の最近の傾向と地下処理

京都大学工学部衛生工学教室 正員 井上頼輝

放射性廃水の処理も、初期の研究開発の段階に一応終了し、経済的な問題も一応明らかにされるにつれ、おのづからそこに一つの方向が打ち出されるにいたった。

高レベルの放射性廃水、すなわち原子炉燃料処理により生ずる放射性のきわめて強い、熱発生の問題を伴う廃水は、今のところ鋼製、または不銹鋼性のタンクに貯えるのが唯一の工学的な方法と考えられている。初期には沈殿生成にもとづく底部発熱、突沸を防ぐ意味で廃水を酸性にし、不銹鋼のタンクに貯留していたが、近時この問題も工学的に解決され、より経済的な鋼製タンクに、中性、またはアルカリ性の廃水を貯留するようになった。その詳細については、実に種々の説が行われているが、最近米国ハンフォード研究所における十数年の経験をもとにして得られた約 200 % の最も信頼すべき値と見られている。現在のところ、貯留に代りうる工学的な方法は見出されていないが、タンク貯留は少くとも四五十年間維持管理を行う必要があるため、これに代る永久に管理を要せぬ方法の発見が望まれている。現在までに提案されたものは、廃水を粘土等と共に高温で煅焼して陶器化または磁器化する方法、岩塩坑内に埋設する方法、地中の化石水中に注入する方法、コンクリートブロックを造り、隔絶した地帯に放置する方法、海底深くに投棄する方法などがあるが、いずれも経済的、経済的な欠点が多く、実用化にはほど遠い状態である。

中、低レベル廃水、すなわち熱発生の問題を起こすほどの放射能が強いとはいえないが、そのまま環境に放出できる廃水の処理は、主として現在まで凝集、沈殿、濾過の水処理方法がとられてきたが、放射能除去率を 90% 以上に保ちにくいために次第に後退し、現在ではこの種廃水に対して人口稠密な都会地においては、蒸発範囲法、また広大な地帯を専有できる場合は地下処理法が用いられる傾向にある。蒸発法は初期には放射性を帯びた廃生蒸気を外部に与えるのを防ぐために、系全体を負圧下で操作する例が多かったが、最近では系を高圧に保つ蒸気加圧方式が経済的理由により多く用いられるようになった。

地下処理は、経済的に有利で放射性物質の除去率が高いために、広大な地帯を確保できる米国において広く利用されている。地層の間隙容量はきわめて大きいので、大容量の廃水を処理できると、地下水の流速が低いので、土のイオン交換能により放射性物質が土に吸着されるために、地下処理により注入された放射性物質の移動はきわめて遅く、自己減衰その他の原因に基づく放射性物質の安全化が期待できるために、有用な方法と考えられるに至った。ただこの方法の欠点は、広い地帯を必要とすることと、地層の状態を十分な精度で推定できぬため、注入された放射性物質を完全に監視できず、一部は漏洩するため、処理の安全性を確実に知るのが困難な点にある。

筆者は米国加州大において、地層の不均一性を探知し、その状態を知る一方法として、三重水素水を追跡子として用いた実験を、実際の地層につき行ったので、ここにその結果を報告する。地層は洪積層で、地底より約三十メートルのところに厚さ 1~2 メートルの水平の透

水層があり、上下を厚い粘土層で覆われている。地質は海岸に近く、地下水は山側の北東より、海岸よりの南西に、動水勾配 $3/1000$ 、流速は 20 cm/day で流れている。この透水層にもインサの注入井を掘穿し、またその周囲に対称に正方形をなすごく四本の汲出井を掘り、いずれも透水層に達せしめた。注入井に 37.8 l/min の割合で水道水を注入するがため、四本の汲出井よりその $1/4$ 量づつの水を汲出して地下水位の平衡を保つながら、約 190 時間注入井に三重水素水を加え、その流出曲線と四つの汲出井につき観測した。流出曲線の下部面積が各々の汲出井より回収された三重水素水の量を表わすから、その結果を表一に示す。また地下水と注入水の水質にかなりの差があるため、汲出井より得られた水の水質を測定することにより、注入水の回収率を推定しうるが、その結果を同じく表一に掲げる。これより明らかのように、注入水は地下水流に押し流されて、地下水流上流側の観測井にはあまり多く表れず、下流側に高い濃度で表われる。また注入水全体の回収率は 80 % 程度のものであり、残りの 20 % は観測されずにいずこか洩出するものと思われる。地下に注入された放射性物質は、水の平均速度よりも、

$$1 + \frac{1-f}{f} \rho K_d$$

だけおそい速度で水の動きに附随して移動する。ここに f は地層の空隙率、 ρ は密度、また K_d は放射性物質の地層中における分配系数である。これより推定して、地下に注入された放射性物質の観測も、やはり水の場合と同じく、80 % 程度の観測率であろうことが推定される。

本実験は米国加州大学において行われたものであり、御指導を賜わった同大学経生工学科教授、W. J. Kaufman 博士に謝意を表するものである。

表一
揚水井よりの三重水素水の回収率

井戸	回収率		
	三重水素水	塩素イオン	陰イオン
N	60.4	77.4	75.2
E	46.8	51.0	48.7
W	93.3	98.1	93.9
S	98.3	99.5	94.2
平均	74.7	81.5	78.0

註、井戸 N, E, W, S は注入井の北、東、西、南
約 6 m のところにある。