



## 液体アルカリ金属中の トリチウムの除去

柳

忠\*

水素同位体のうちで唯一の放射性であるトリチウム ( $\beta$ 崩壊, 最大, 平均の各エネルギー: 18, 5.7 KeV, 物理的半減期: 12.3年) はエネルギーおよび環境の両面から重要視されてきている. この核種は環境中では最終的にトリチウム水 (HTO) として安定化することから, 我々の生活圏に広く分布している. 宇宙線の作用による世界の天然トリチウムの定常値は約 70 MCi (megacuries) (4 MCi/y) といわれている<sup>1)</sup>. しかし核実験によってこの値は 1963 年頃に約 3100 MCi に達しており, 70 MCi にまで減ずるのは 2030 年頃であろう. 原子炉では核分裂性物質の三体核分裂によるもの他, 関係する種々の軽元素からもトリチウムが生成する (表 1).

表 1 原子炉中でのトリチウム (T) および親核種の生成反応

$^{235}\text{U}$	} (n, f) T	$^7\text{Li}$ (n, n' $\alpha$ ) T
$^{235}\text{U}$		$^9\text{Be}$ (n, $\alpha$ ) $^6\text{Li}$
$^{239}\text{Pu}$		$^{10}\text{B}$ (n, $\alpha$ ) $^7\text{Li}$
$^2\text{H}$ (n, $\gamma$ ) T		$^{10}\text{B}$ (n, 2 $\alpha$ ) T
$^3\text{He}$ (n, p) T		$^{12}\text{C}$ (n, $\alpha$ ) $^9\text{Be}$
$^6\text{Li}$ (n, $\alpha$ ) T		$^{14}\text{N}$ (n, T) $^{12}\text{C}$

年間のトリチウム生成量は, 軽水炉 (LWR) で  $1.5 \sim 2.5 \times 10^4$  Ci (ただし 1000 MWe, megawatts electrical, 当り), 重水炉 (HWR) からは,  $6 \times 10^5$  Ci と見積られている. 現在開発が進められている液体金属冷却高速増殖炉 (LMFBR) からは, 使用する制御棒の材質にもよるが,  $3 \sim 6 \times 10^4$  Ci と予測される. LMFBR でのトリチウムは水冷却炉の場合と様子が異なる. 後者ではトリチウムは水の形であ

るのに対し, 前者では分子状のものが対象となる. 水素の高温下での諸種材料に対する透過性は比較的大きく, 従ってステンレスが燃料被覆材に使用された場合等は燃料中に生じた大部分のトリチウムは冷却材である液体ナトリウム中へと移行する. これが二次冷却系, 蒸気発生器等より環境へと漏れ出てくる恐れがあるため, 一次冷却系ナトリウム中からトリチウムを除去する必要がある. EBR-II (2nd Experimental Breeder Reactor) での実験から, 温度による溶解度差に基づくコールドトラップ法が除去法として有効であることが示された. しかし, 沈積したトリチウム-ナトリウム化合物 (主に水素化物) の処理法や沈積物による冷却系ループの閉塞等の問題が未解決のままである. それ故, コールドトラップ法に代り得る別の方法が検討されるわけで, ナトリウムに比べて一層水素化物生成自由エネルギーが大きく (図 1), かつナトリウムに不溶性の金属 (固体ゲッター) による吸収除去法<sup>2)</sup> や, アルカリ水素化物がイオン結合性 (salt-type) であることから, 融解塩による抽出除去法<sup>3)</sup> 等が提案された. 前者にはナトリウム中の他の非金属不純物 (C, N, O) による固体ゲッターの吸収能の劣化, 後者にはナトリウムと融解塩陽イオンとの置換反応等問題点はあるが, これらの除去法はそのままトリチウムの固定化法にもなりうるものであり, トリチウムの貯蔵運搬上の問題も少なく, また必要に応じて固化体からのトリチウムの回収も可能である. 図 1 からトリチウム水素化物はナトリウム水素化物より安定で, また前者は液体ナトリウム中での溶解度も小さく, アルカリ水素化物のうちで最もイオン性が大きい. そこで液体ナトリウム中のトリチウム分離に金属トリチウムを可溶性ゲッターとして用い, これと融解塩抽出法との組合せが次に試みられるべき方

\*柳 忠 (Tadashi YANAGI), 大阪大学, 工学部, 原子力工学科, 助教授, 工学博士, 原子炉化学工学

