

スクリーニングのための海水中トリチウム分析時間の最適化

Optimization of tritium analysis time in seawater for screening

*本間 駿太¹, 菊地 絃太¹, 鳥養 祐二¹¹茨城大学

海水中トリチウム迅速分析法の開発のため、ルミネッセンスの影響と測定時間の最適化について検討した。試料調製で生じたルミネッセンスの低減に必要な時間は最低 3 時間であった。最適化の結果、計測時間は通常モードで 50 分、低バックグラウンドモードで 30 分であり、分析全体の所要時間は 1 試料あたり最短で 4~5 時間まで短縮できた。

キーワード: トリチウム, 福島第一原子力発電所事故

1. 緒言

公定法による環境トリチウム (^3H) 測定は 1 試料あたり 500~1000 分[1]、前処理を含めた分析全体では最短でも約 1 日、電解濃縮を行えば約 1 週間を要するため、福島第一原発の処理水処分時に発生する膨大な試料を対象にしたモニタリングには対応できないことが予想される。したがって前処理は極力避け、スクリーニングとして行う迅速な ^3H 分析法の開発が必要である。海水の分析の場合、蒸留をせず直接シンチレータと混合して測定できることは報告済みである[2]。しかしながら、その場合ルミネッセンスが試料調製時に発生し、 ^3H 由来ではない計数率を与え正の誤差をまねく。前回の報告ではルミネッセンスによる影響の程度や、液体シンチレーションカウンタによる測定時間そのものの短縮可能性については検討が行われていなかった。そこで本研究では、ルミネッセンスの経時変化の観察と、検出目標を 10 Bq/L とした場合に海水の測定にかかる時間の最適化を行った。

2. 実験

^3H 源は市販の重水中に含まれる ^3H を、分析には液体シンチレーションカウンタ (ParkinElmer 社、Tri-Carb 3110TR) と液体シンチレータ (同社、UltimaGold LLT) を用いた。海水は茨城県大洗町で採取・ろ過処理したものを使用した。海水 10 mL とシンチレータ 10 mL を直接混合後、均一に乳化させるため冷暗所 (15 °C のインキュベータ内) で 20 分間保管してから測定し、ルミネッセンスの経時変化を調べた。また、調製後一昼夜以上冷暗所で保管した試料を液シンの通常モード、低バックグラウンドモードで 30~1200 分間測定し検出下限値を公定法に基づいて算出した上で、 ^3H 濃度 10~100 Bq/L に調整した海水を同様に測定し妥当性を評価した。

3. 結論

ルミネッセンスによる計数率は試料調製直後が最も高く、バックグラウンドの約 2 倍であった。その後指数関数的に減衰し、バックグラウンドと同等になるには最低でも 3 時間を要すると分かった。通常、ルミネッセンスを低減するためには蒸留により試料水中の不純物を除去するが、蒸留に要する時間が長いことや操作による誤差が問題となることは既報の通りである。あらかじめ冷却した海水・シンチレータを混合した場合もルミネッセンスの低減はみられず、現状、試料調製後冷暗所での保管に時間をかけることは不可避である。また、スクリーニングレベルを 10 Bq/L と設定したとき検出下限値がこの値となるのは、測定時間が通常モードで 50 分、低バックグラウンドモードで 30 分であ

った。この条件で実際に 12 Bq/L の海水試料を測定したところ、測定時間 1200 分の場合の測定値と誤差範囲で一致した (図)。通常モードで測定時間 30 分の場合の測定値は大きくずれ、正確な定量はできなかった。通常モードを用いた理由は、低バックグラウンド仕様でない液シンをモニタリングに用いることがあることを想定しているためである。結果として 1 試料あたりの分析全体の所要時間は、低バックグラウンド仕様では試料採取から最短で 4 時間程度、そうでない液シンを用いても 5 時間程度であり、スクリーニング法として利用可能であることが明らかとなった。ルミネッセンス低減に要する時間の短縮は今後の課題であるが、実現できれば測定システムを搭載した車両を用いて現場での測定が可能になると考えられる。

参考文献

[1] 文部科学省, 放射能測定法シリーズ 9 トリチウム分析法, 2002 年

[2] 本間他, 日本原子力学会 2019 年春の年会 1H06, 2019 年

*Shunta Homma¹, Genta Kikuchi¹ and Yuji Torikai¹

¹Ibaraki Univ.

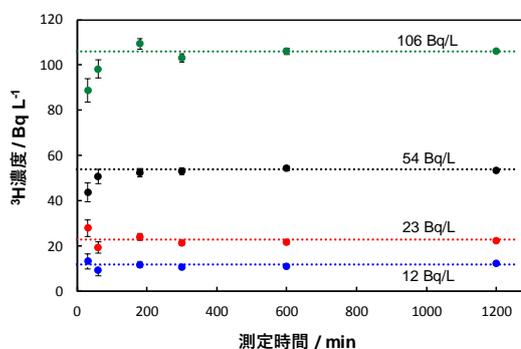


図 測定時間ごとの ^3H 濃度測定結果
(低バックグラウンドモード)