

水底放射能測定装置「みなそこ」による底質土壌の放射性セシウム濃度オンサイト測定

生野元昭（株環境総合テクノス）

キーワード：底質，放射能，セシウム，ガンマ線，Bq/kg

1. はじめに

東日本大震災にともなって原子力発電所から環境中に放出されてしまった放射性物質は依然、深刻な環境問題となっている。福島県下のため池では 8,000Bq/kg を超える放射性セシウム濃度が確認された場所があり、これらについては今後、本格的に対策工事が行われると見込まれる。その際、ため池底質土壌の濃度をモニタリングする必要があるため、オンサイトで濃度測定ができるシステム「みなそこ」を開発した。2 年前にも本技術交流会で「みなそこ」の発表を行ったが、今回は主に「みなそこ」が算出する濃度値の信頼性や不確かさ要因についての検討結果を述べる。

2. 「みなそこ」とは

「みなそこ」は通常、空気中において放射性物質から発せられるガンマ線カウント数を測定するために開発された NaI(Tl)*シンチレーション検出器を利用し、図 1 に示すように水底土壌の放射性セシウム濃度が測定できるように開発した水底放射能測定装置である。

(*) 微量のタリウムを含むヨウ化ナトリウムの結晶

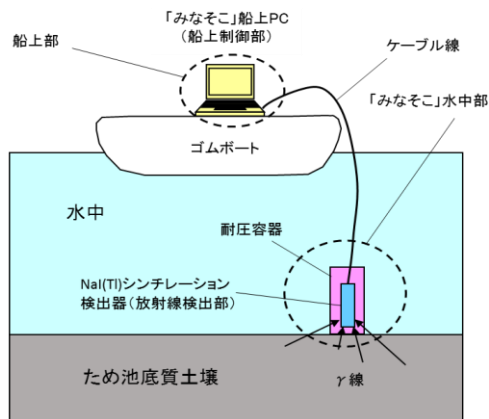
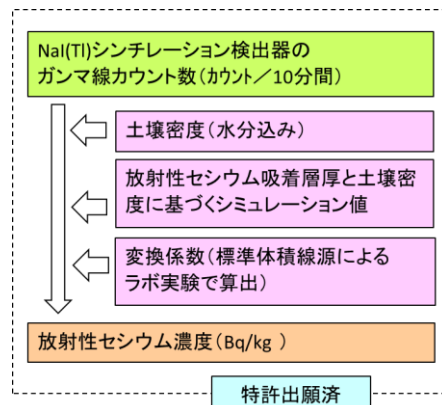


図 1 「みなそこ」の構成概要

本システムの特長は以下のとおりである。

- ① NaI(Tl)シンチレーション検出器が測定するガンマ線カウント数から、水底土壌の放射性セシウム濃度 (Cs-137 および Cs-134) を Bq/kg で算出できる。このために図 2 に示す独自のシミュレーション技術を開発した (平成 26 年 6 月 27 日特許出願済み)。
- ② 調査現場においてオンサイトで概算濃度が算出できるので、濃度状況を反映した臨機応変な調査が可能である。
- ③ 様々なタイプの「みなそこ」水中部を有し、ため池以外にもダム、湖沼、河川、海域等の広範囲なフィールドに対応可能である。
- ④ 最大水深は 200m である。
- ⑤ 水深が深い場合のように着底状態の確認が困難な場所では、水中カメラを設置することによって監視しながらの測定ができる。
- ⑥ 「みなそこ」水中部が水底面から浮いたり、沈み込んでいた場合は、カメラ映像を後に解析することにより、シミュレーションによって本来の濃度算出が可能である。



(注) 濃度算出には水底土壌の密度とセシウム吸着層厚の設定が必要

図 2 NaI(Tl)シンチレーション検出器のカウント数から放射性物質濃度への変換の概要

3. 「みなそこ」のデータ信頼性

3.1 ゲルマニウム半導体検出器による分析値との比較検証

「みなそこ」で算出した Cs-137 および Cs-134 の濃度がどの程度、信頼できるのかについて検証した。「みなそこ」で測定した同じ場所で底質土壌を採取し、分析所へ持ち帰ってゲルマニウム半導体検出器で分析した。この濃度と「みなそこ」による算出濃度の相関関係は図 3 に示すとおりである^(注)。この結果、以下のことが分かった。

- ① ゲルマ分析値と「みなそこ」算出濃度の間には強い正の相関関係 ($r = 0.974$ 以上) があり、ほぼ 1:1 の関係にある。
- ② Cs-137, Cs-134 とも同様な関係である。
- ③ 個々のデータについて見ると、いくつかのケースで乖離が見られる。これについては次項で述べる。

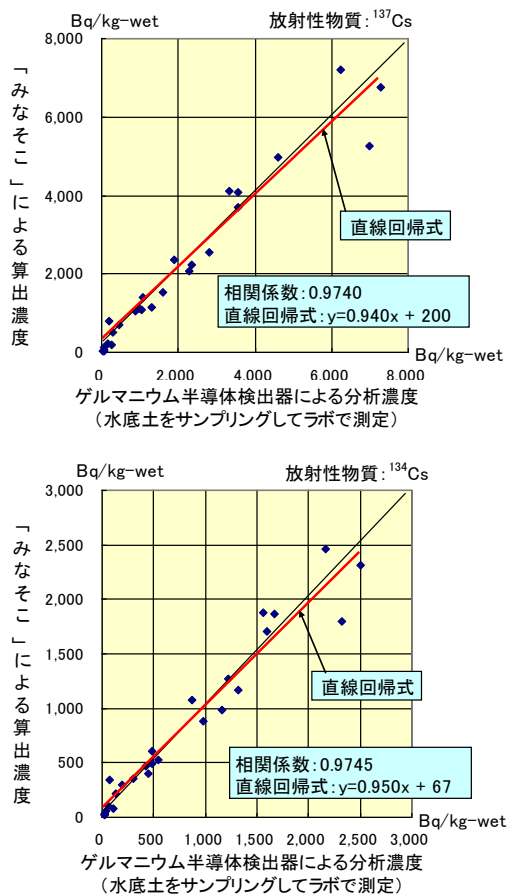


図 3 ゲルマ分析値と「みなそこ」算出濃度の相関関係 (上: Cs-137, 下: Cs-134)

3.2 「みなそこ」濃度の不確かさ要因

図 3 での「みなそこ」の濃度算出に当たっては、深さ方向の濃度鉛直分布は均等を仮定した。しかし、この分布が図 4(a)に示すように不均一なケースでは「みなそこ」の算出濃度はゲルマの分析値と乖離が大きかった。濃度の鉛直分布が明確であれば、それを反映した計算も可能であるが、一般的には詳細に柱状採泥をしないため、不明なことが多い。また、土壌密度やセシウム吸着層厚における設定値が実際と異なる場合も濃度差が生じる。その意味で「みなそこ」の算出濃度には不確かさがともなうが、それは概ね 30%程度である。図 3 の結果からも明らかなように、オンサイトで概算濃度を求める実用機としては「みなそこ」は十分有用であると考えられる。

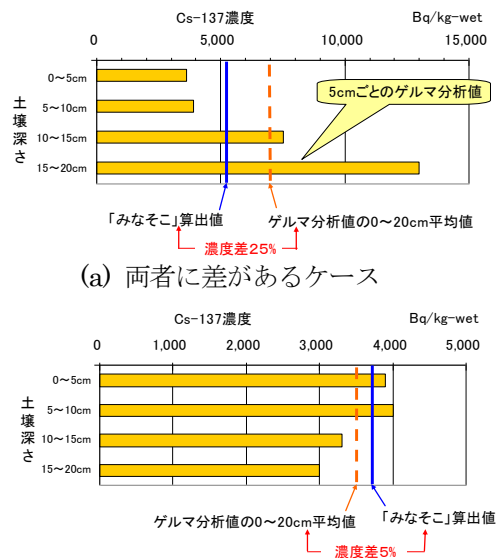


図 4 ゲルマと「みなそこ」濃度差の原因 (例)

4. 謝辞

「みなそこ」の開発に当たりましては、公益財団法人若狭湾エネルギー研究センターの「拠点化計画促進研究開発事業補助金」の補助金支援と、国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センターの齋藤則生博士、柚木彰博士、海野泰裕博士のご指導を賜りました。厚く御礼申し上げます。

(注) 「水底放射能測定装置『みなそこ』による放射性物質現場測定手法の開発」: (株) 環境総合テクノス・生野元昭 / 環境放射能除染学会誌 第 4 巻第 1 号 p3-13 (2016)