

## Nal(Tl)検出器を用いた代かき排水中の放射性セシウム濃度測定手法の現地適用 Application of a NaI(Tl) scintillation detector to observation of radiocesium in effluent from paddy fields during puddling

○吉本周平\*・人見忠良\*・久保田富次郎\*・濱田康治\*・申文浩\*\*・土原健雄\*・白旗克志\*・石田聡\*  
YOSHIMOTO Shuhei, HITOMI Tadayoshi, KUBOTA Tomijiro, HAMADA Koji, SHIN Moono,  
TSUCHIHARA Takeo, SHIRAHATA Katsushi and ISHIDA Satoshi

### 1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故によって福島県を中心とした広範囲の森林や農地に放射性セシウムが放出された。放射性セシウムは、土壌中のイライトなどの粘土鉱物に強く吸着し（例えば、石川ら，2007），水文過程においては懸濁物質とともに移動するものと考えられる。福島県内の河川では流出する放射性セシウムの大部分が懸濁態である（例えば，Ueda et al., 2013；Yoshikawa et al., 2014）。水田からの代かき排水による懸濁物質の流出は，下流域への放射性セシウムの拡散につながる可能性があるため，代かき期における放射性セシウムの動態の定量的評価が求められる。本研究では，代かき排水中の放射性セシウムを直接観測する手法を提示し適用可能性を検討する。

### 2. 研究方法

現地での代かき排水試験は，2013年5月上旬に，福島県福島市内で実施された。試験の詳細については，人見ら（2013）を参照されたい。圃場の地上1m空間線量は，2013年4月16日時点で平均1.18  $\mu\text{Sv/h}$ であった。圃場は波板で各540  $\text{m}^2$ の2つの試験区（A区，B区）に仕切られ，ともに5月5日に荒代かきが，5月7日に植代かきが実施された。A区では植代かき1日後の5月8日13:00に，B区では3日後の5月10日11:30に，それぞれ代かき濁水の排出を開始した。圃場からの排水は，畦畔を貫通する塩化ビニル製パイプを通過し，上幅600mm，深さ600mmのプレキャストコンクリートによる三面張りの排水路に流出した。排水路には，パイプからの排水を受ける形でHフリュームを据え，その出口に，排水中の放射性セシウムを直接測定するために作成された装置を設置した。装置は，5インチNaI(Tl)シンチレーション検出器（Bicron社製5H5/5），波高分析器（クリアパルス社製7120型），自記水位計（応用地質社製S&DL mini）および水槽から構成され（図1），検出器からの信号を10秒ごとに積算してスペクトルデータとして自動記録した。

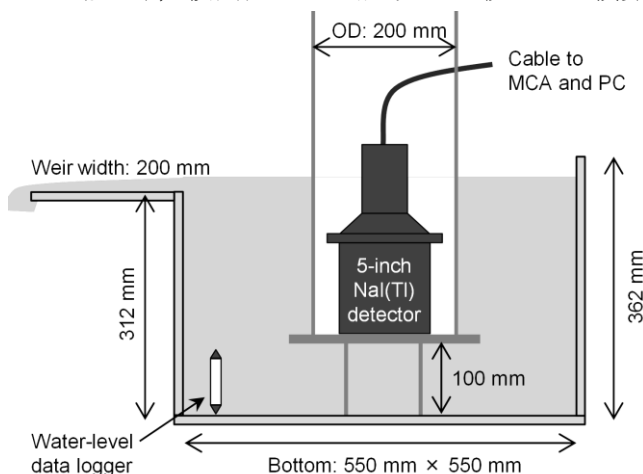


図1：測定装置の概要  
Outline of the equipment

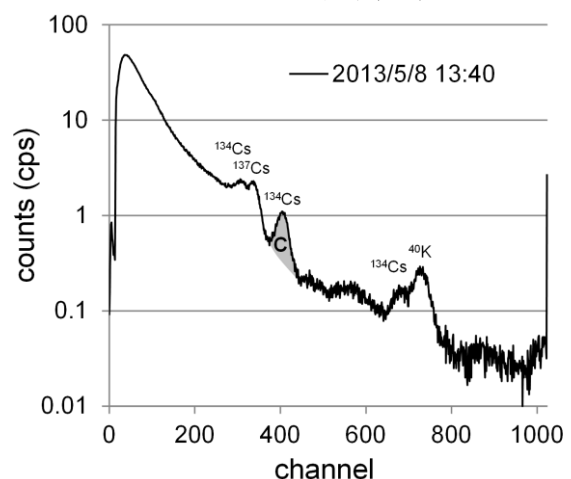


図2：ガンマ線スペクトルの例（10分間移動平均）  
An example of the obtained  $\gamma$ -ray spectra for 10 minutes

\* 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, NARO

\*\* 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター NARO Tohoku Agricultural Research Center  
キーワード：放射能測定，ガンマ線スペクトロメトリー，放射性物質動態

表 1 : 採取した排水中における懸濁態の放射性セシウム濃度 (採水時点に換算) および懸濁物質濃度  
Concentrations of suspended radiocesium ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) and suspended solids in the effluent samples

試験区	採水日時	採水量 (L)	$^{134}\text{Cs} \pm \sigma$ (Bq/L)	$^{137}\text{Cs} \pm \sigma$ (Bq/L)	SS (mg/L)
A 区	2013/5/8 13:02	0.568	$10.1 \pm 0.7$	$22.9 \pm 1.0$	1650
	2013/5/8 13:40	0.563	$7.6 \pm 0.6$	$19.5 \pm 0.9$	1430
	2013/5/8 14:20	0.560	$8.3 \pm 0.6$	$18.7 \pm 0.9$	1340
	2013/5/8 15:00	0.570	$9.4 \pm 0.7$	$20.7 \pm 0.9$	1330
	2013/5/8 16:40	0.570	$8.1 \pm 0.6$	$16.8 \pm 0.8$	1120
B 区	2013/5/10 11:31	0.561	$5.3 \pm 0.5$	$12.2 \pm 0.7$	960
	2013/5/10 12:11	0.553	$3.3 \pm 0.4$	$8.3 \pm 0.6$	640
	2013/5/10 12:50	0.557	$5.1 \pm 0.5$	$10.6 \pm 0.7$	870
	2013/5/10 13:32	0.565	$4.1 \pm 0.4$	$9.6 \pm 0.7$	810
	2013/5/10 14:40	0.569	$2.8 \pm 0.4$	$7.3 \pm 0.6$	640

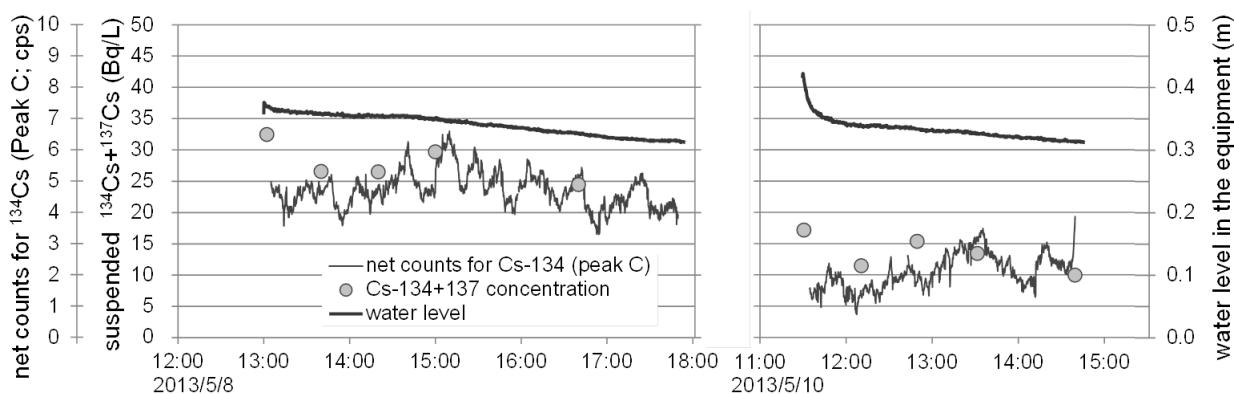


図 3 : 採取した排水中における懸濁態の放射性セシウム濃度と装置で得られたピーク計数の変化

Variations of concentrations suspended radiocesium in the effluent samples and  $^{134}\text{Cs}$ -peak counts obtained from the equipment

得られたスペクトルは、60 個のデータ (10 分間) の移動平均として、吉本ら (2013) の方法に従って 800 keV 周辺の  $^{134}\text{Cs}$  によるピークの計数 (図 2 の C の領域) を算定した。バックグラウンド (BG) は水槽内の水位によって変わるため、予め放射性セシウムを含まない水を水深 312 mm と 362 mm で水槽に湛えて BG を測定し、実測の水位に基づき按分してピーク計数を差し引いた。

また、検証のために、試験中に装置に流入する排水を採取して持ち帰り、孔径 0.45  $\mu\text{m}$  のメンブレンフィルタ (Millipore 社製 JHWP 047) で濾過した後、105°C で 2 時間以上乾燥したフィルタを秤量して懸濁物質 (SS) 濃度を求めるとともに、フィルタをゲルマニウム検出器 (Ortec 社製 GEM-40) で測定して排水中における懸濁態の放射性セシウム ( $^{134}\text{Cs}$  および  $^{137}\text{Cs}$ ) 濃度に換算した。

### 3. 結果と考察

採取した排水中の放射性セシウム濃度と SS 濃度の測定結果を表 1 に、装置で得られたスペクトルから算定したピーク計数の変動を図 3 に、それぞれ示す。ピーク計数の相対標準偏差は A 区の測定で 10.2%, B 区で 21.5% であった。ピーク計数の変動は持ち帰り測定した試料の放射性セシウム濃度と整合的であり、この装置によって放射性セシウム濃度の変動傾向を把握できるといえる。

### 4. おわりに

今後は、異なる条件の圃場に対する本手法の適用可能性を示すと同時に、洪水時の河川における放射性セシウム流出など水文過程での動態解明への本手法の適用も検討する。

謝辞 本研究の一部は農林水産省委託プロジェクト研究「農地等の放射性物質の除去・低減技術の開発」(課題番号 31402) の支援を受けて実施された。研究の実施にあたって、福島県農業総合センター、JA 新ふくしま、ならびに農村工学研究所企画管理部農村技術支援チームの関係各位にご協力いただいた。記して感謝申し上げる。

引用文献 1) 石川ら (2007) : *Radioisotopes*, 56(9), 519–528, 2) Ueda et al. (2013) : *J Environ Radioact*, 118, 96–104, 3) Yoshikawa et al. (2014) : *Sci Total Environ*, 481, 252–259, 4) 人見ら (2013) : 農業農村工学会東北支部第 56 回研究発表会要旨集, 39–44, 5) 吉本ら (2013) : 農工研技報, 175–196