

福島第一原発事故後の福島県内農地における 浅層地下水中の放射性物質濃度

木方展治*・谷山一郎**・佐藤睦人***

(平成28年3月14日受理)

福島第一原発から放出された¹³¹I、¹³⁴Csおよび¹³⁷Csなどの放射性物質が、農地からの浸透水の影響を受けるとともに農業で利用されることのある浅層地下水へ及ぼす影響について把握するため、福島県農業研究センター内の5カ所の圃場において、井戸を新たに掘削または既存の井戸を利用して、2011年9月14日から2015年4月15日まで12回の採水を行い、井戸水の放射性物質の濃度の分析を農業環境技術研究所のゲルマニウム半導体検出器で行った。

その結果、深井戸を除いた井戸の孔内水位は-0.5～-3.3 mと浅く、深井戸は-25 mであった。地下水の¹³¹Iはすべての地点および期間で検出されなかった。放射性セシウムは深井戸を含めた69検体中5検体が0.07～0.86 Bq kg⁻¹で検出され、64検体は0.02～0.20 Bq kg⁻¹の検出限界未満であった。検出された放射性セシウム濃度の最大値でも飲料水の放射性セシウム濃度の基準値、10 Bq kg⁻¹の1/10以下の濃度であった。ただし、放射性セシウムが検出された検体については、その前後の月日では検出されないことから、異物混入や分析誤差などの可能性も否定できない。

I はじめに

地下水は、我が国では水道水や工業用水の水源であるとともに、一部では農業用水として用いられる重要な水資源の一つである。地下水に対する汚染は、汚染物質が一度土壌や岩石の層を通過するため、表面水に比べ濃度または量的な影響は少ない。しかし、地下水は面的に大きな広がりを持つとともに、汚染物が土壌中を通過または分解や固定化するまで影響が継続するため、一旦汚染すると広域かつ長期間問題となることがある。

汚染物質の地下での移動・拡散については、汚染物質と土壌や岩石の相互作用によるため、それぞれの化学的性質によって大きく異なっている。しかし、表面水の場

合に比べると試料の採取や測定に手間がかかるため、フィールドデータは少なく、実態解明と将来予測が困難な場合が多い。

東京電力福島第一原子力発電所（以下福島第一原発）事故後、環境省では福島県において2011年6月から緊急の地下水モニタリング調査を開始し、その結果は随時、インターネット上に公開されている（環境省、2015）。農業分野においても、浅層地下水が福島第一原発から放出された¹³¹I、¹³⁴Csおよび¹³⁷Csなどの放射性物質が含まれる浸透水の影響を受けるとともに、農業でも灌漑などに利用されていることから実態について把握する必要がある。このため、福島県内5カ所の福島県農業研究センターの研究・教育機関内の圃場において、井戸を新たに

* 国立研究開発法人 農業環境技術研究所 土壤環境研究領域

** 国立研究開発法人 農業環境技術研究所 元研究コーディネータ

*** 福島県農業総合センター

掘削または既存の井戸を利用して、定期的に浅層地下水の採水を行い、放射性物質濃度の分析を行った。

Ⅱ 方法

各井戸は福島市飯坂町の福島県農業研究センター果樹研究所（以下果樹研）を除いて、2011年8月23日から9月1日にかけて、郡山市日和田町の福島県農業総合センター本所（以下本所）、西白河郡矢吹町一本木の福島県農業センター農業短期大学校（以下農短大）、田村市船引町の旧福島県たばこ試験場（以下旧たばこ試）および相馬市成田町の福島県農業総合センター浜地域研究所（以下浜研）に新たに設置した。果樹研では既存の暗渠と深井戸から採水を行った。それらの井戸の福島県における位置を図1に示した。福島第一原発からの方向と距離はそれぞれ、本所が西56 km、農短大が西南西63 km、旧たばこ試が西40 km、果樹研が北西67 km、浜地域研が北40 kmである。2011年8月23日～9月1日の各場所の空間線量率は、果樹研>旧たばこ試>本所>浜研>農短大の順であった。

井戸は、本所が2011年8月29～30日に水田に隣接した草地（図2、3）、農短大が8月23～24日の水田近傍のあぜ（図4、5）、旧たばこ試が8月25～26日に草地（図6、7）、浜研が8月31日～9月1日に水田近くの草地（図8、9）に設置した。なお、果樹研では果樹園内（図10）の既存の深さ50 cmの暗渠排水（図11）と深さ25 mの深井戸（図12）を利用した。

井戸孔の掘削は、口径18.4 cmのハンマービットを用いたダウンザホールハンマー（通称エアーハンマー）工

法で行った。排出された掘屑については、粒径、形状および地質などを深さ別に観察し、柱状図として記載した。ケーシングは塩化ビニル製、内径10.0 cm、外径11.4 cm、長さ2 mで、必要に応じてネジ継ぎで長さを調節した。地下水を井戸孔内に導入するストレナーパイプはスリット長3 m、スリット幅0.5 mm、開口率9.4%で、深さは浅層地下水帯水層の下層の不透水層までの5.5～10 mとした。掘削孔とストレナーの間には直径5 mm程度の砂利を充填し、掘削孔とケーシングの間から浸透水が井戸内に流入するのを防止するため深さ1～2 m間に止水材（ベントナイトペレット）を充填した。井戸孔内への表土や異物の混入を防止するため、井戸上部をネジ蓋で密閉し、測定ごとに開閉した。井戸設置後、孔内水位および水中ポンプを用いた簡易揚水・回復試験による揚水量の測定を行った。

採水の基本は環境省（2000）の地下水の採水法に従った。すなわち、ミリオンロープ水位計で孔内水位を測定するとともに、外径4.1 cm、長さ91.4 cm、容量1.02Lのベイラーサンプラーで孔内滞留水を廃棄した後、2 L程度採水し（図13）、2 L容ポリエチレン容器に充填して、持ち帰り、冷蔵庫に保存したのち、「緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」（文部科学省、2004）に従い、速やかに農業環境技術研究所のゲルマニウム半導体検出器で20～190時間かけて ^{131}I 、 ^{134}Cs および ^{137}Cs 濃度を測定した。

2011年は3回、2012年は4回、2013年は2回、2014年と2015年はそれぞれ1回地下水を採取した。2012年8月1日には、参考のため井戸に隣接する水田の田面水を採水し、田面水中の放射性物質濃度を測定した。

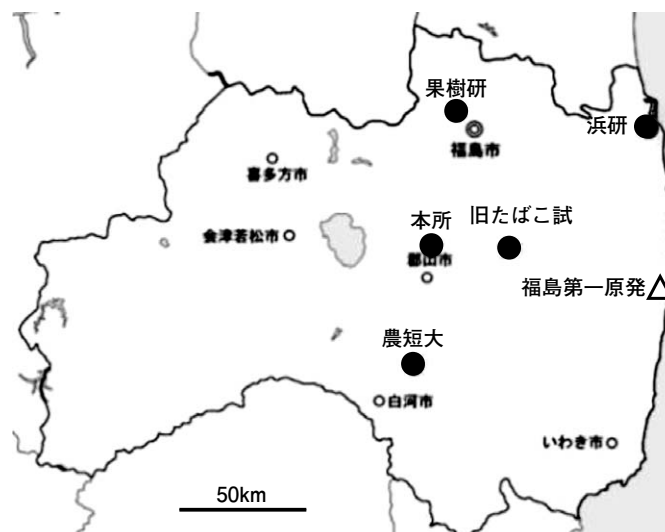


図1 地下水の測定地点（●印）



図2 本所における井戸の位置



図3 本所における井戸付近の景観



図4 農短大における井戸の位置



図5 農短大における井戸付近の景観



図6 旧たばこ試にける井戸の位置



図7 旧たばこ試における井戸付近の景観



図8 浜研における井戸の位置



図9 浜研における井戸付近の景観



図10 果樹研における井戸の位置



図11 果樹研における暗渠



図12 果樹研における深井戸



図13 ベーラーサンプラーによる井戸水の採水

Ⅲ 結果および考察

1) 井戸の概要

各井戸の設置場所を図2～12に、さく井柱状図を図14～17、井戸の掘削時の諸元を表1に、孔内水位の変動については表2に示す。

本所に設置した井戸は、五百川沿いの平坦な沖積地の水田および畑として利用されているセンター敷地内の草地にあり、付近の土壌は灰色低地土である。表層は粘質な土壌で混合攪乱されており、その下から深さ1.3 mまでは砂混りのシルト、4.5 mまでは礫混りの砂、8.9 mまでは砂礫、その下は砂と粗粒質の堆積物から構成されている。孔内水位は地表面から-1.82～-3.16 mで、1.34 mの変動があった。揚水量は42.8L min⁻¹であり、観測された井戸では最大値を示し、横方向の地下水流の移動が大きいことがうかがわれた。

農短大の井戸掘削地点は、火山性台地のやや低くなった凹地の水田として利用されている場所のあぜで、表層は黒ボク土である。表土から深さ1.5 mまでは砂混りのシルトで、その下に厚さ70 cm程度の粘土層がある。その下は再び砂混りのシルトとなり、深さ5.3 mまで続いている。その下に厚さ1.4 m程度砂質層があり、その下10 mまではシルト質の層となっている。孔内水位は-2.33～-3.04 mで0.71 mの変動であった。揚水量は12.0L min⁻¹で、観測された井戸の中で中位であった。

旧たばこ試の井戸は、洪積台地の傾斜が3°程度の草地の下端に設置した。土壌は褐色森林土とみられる。深さ0.7 mまでは粘土を含んだシルト混りの砂であり、土地整備に伴う攪乱の痕跡が見られた。次いで深さ1.9 mまでは礫混りの粘土で、さらに4.8 mまでは砂や礫混りのシルト層であった。その下は風化砂質凝灰岩で不透水層となっていた。2011年8月26日の孔内水位は-0.94 mと浅く、揚水量は観測不能であることから、地下水はほとんどが降水浸透によって供給され、横方向の動きは少ないと推定された。孔内水位の変動は-0.51～-1.50 mで0.99 mの幅があり、比較的浅い地下水位を示した。

浜研に設置した井戸は、宇田川の沖積地のほぼ平坦な灰色低地土の水田脇の草地に位置する。柱状図は、表土は粘土質だが、その下はシルト混りの砂層で深さ1.2～2.2 mに砂混りの粘土層があり、その下は4.3 mまでシルト質の砂で、その下は砂礫層となっている。孔内水位は-0.72～-1.28 mと浅く、変動幅は0.56 mであった。揚水量は8.0L min⁻¹で横方向の流動は大きくはなかった。

果樹研では、褐色森林土の洪積台地上のほぼ平坦な樹

園地の深さ0.5 mに設置された暗渠および深さ25 mまで掘削され、電動ポンプで揚水される深井戸から採水を行った。暗渠を設置している場所の孔内水位は、採水が可能であった時には地表面から-0.5 mよりも浅く、採水が不可能な場合は-0.5 mよりも深いことになる。

2) 地下水の放射性物質濃度

表2に採水した地下水および対照としての田面水の放射性物質濃度を示す。なお、表中の<数値は検出限界未満を表している。

¹³¹Iは全ての地点、全ての期間で検出されなかった。最初の地下水採取日の2011年9月14日は、福島第一原発事故の発生した2011年3月11日から188日が経過しており、半減期8.02日の¹³¹Iは3月11日時点の濃度の10⁻⁷の濃度となる。例えば、事故時に水中の¹³¹Iの地下水濃度が飲料水の暫定規制値300Bq kg⁻¹ (厚生労働省, 2011)を示し、同じ濃度の¹³¹Iが存在したとしても2011年9月14日には自然減衰によって放射能濃度は0.0003 Bq kg⁻¹となり、検出は不可能となる。

放射性セシウムは、本所では2012年9月12日に0.061 Bq kg⁻¹、農短大では2011年10月26日に0.858 Bq kg⁻¹、旧たばこ試では2012年11月21日に0.120 Bq kg⁻¹、浜研では2011年10月27日に0.209 Bq kg⁻¹、2012年9月12日に0.072 Bq kg⁻¹が検出された以外は検出限界未満であった。果樹研ではすべての検体で検出限界未満であった。また、果樹研の暗渠排水は降雨が少ないと採水は不可能であった。なお、放射性セシウムと検出された以外に¹³⁴Csでは農短大の2012年4月23日に0.042 Bq kg⁻¹、旧たばこ試の同日の0.026 Bq kg⁻¹、果樹研の暗渠の同日の0.042 Bq kg⁻¹が検出された。すべての地点および期間としては、¹³⁴Cs濃度は0.3 Bq kg⁻¹以下、¹³⁷Cs濃度は0.5 Bq kg⁻¹以下、放射性セシウム濃度は0.8 Bq kg⁻¹以下と、2012年4月から飲料水の放射性セシウム濃度の基準値、10 Bq kg⁻¹ (厚生労働省, 2012)よりも十分の一以下の低い値であった。また、69検体のうち64検体は0.02～0.20 Bq kg⁻¹の検出限界未満の放射能濃度であった。

検出された放射性セシウム濃度のうち、本所の0.061 Bq kg⁻¹という濃度は、その時以外の検出限界0.023～0.150 Bq kg⁻¹の範囲内にあり、ゲルマニウム半導体検出器の機種や測定時間などの測定条件によって測定可能となったと考えられる。このときの¹³⁴Cs/¹³⁷Cs濃度比は0.65であり、2011年3月11日に福島第一原発からの放出物の¹³⁴Cs/¹³⁷Cs濃度比が1.0であったこと (小森ら,

2013) から、2012年9月12日時点の半減期を考慮した $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比の理論値は0.63となり、ほぼ等しい値を示した。したがって、福島第一原発からの汚染の影響でこの程度の濃度は存在していたか、または福島第一原発からの放出物が付着した土壌などによる異物混入による放射能濃度の上昇があった可能性がある。

本所と同じように、旧たばこ試の2012年11月21日の 0.120 Bq kg^{-1} は、その他の年月日の検出限界 $0.031\sim 0.165\text{ Bq kg}^{-1}$ の範囲内であり、 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比は0.64で半減期を考慮した理論値の0.59と同程度、浜研の2012年9月12日の 0.072 Bq kg^{-1} は、その他の年月日の検出限界 $0.021\sim 0.197\text{ Bq kg}^{-1}$ の範囲内、 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比は0.64で理論値の0.63と同程度であることから、本所と同じように、福島第一原発事故が異物混入の影響と考えられる。そのどちらかであったかは、濃度が低い判断は困難であるが、その検出月日がいずれも2012年9～11月であり、その前後には検出されず時間的な連続性がないことから、異物混入の影響が疑われる。

一方、農短大の2011年10月26日の放射性セシウム濃度 0.858 Bq kg^{-1} 、浜研の2011年10月27日の放射性セシウム濃度 0.209 Bq kg^{-1} は、それ以外の時期の検出限界よりも明確に高い。しかし、 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比は農短大では0.58、浜研では0.47と、福島第一原発からの放出物の半減期を考慮した理論値0.82よりも明らかに低い。したがって、福島第一原発からの放出物による影響または採水や分析の際の異物混入とは考えにくく、分析誤差なども考えられるが原因は不明である。

環境省では、福島県および近隣県の約400地点において2011年10月以降に、地点によって年1～4回の地下水の放射性物質のモニタリング調査を継続的に行っている。福島県では原則、年4回、その他の近隣県は年2回、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{89}Sr および ^{90}Sr （放射性ストロンチウムは福島県内の一部の調査地点のみ）について分析を行っているが、検出限界は 1 Bq kg^{-1} と比較的高い放射能濃度である。その結果、地下水の全検体約2200のうち、2011年11月7日に福島第一原発近くの福島県大熊町の2検体（検出値は 2 Bq kg^{-1} および 1 Bq kg^{-1} ）から検出された以外は、すべての検体で検出されなかった（環境省、2015）。

一方、日本分析センターや都道府県が福島第一原発事故前から実施している放射能測定調査の陸水の放射性物質の分析では ^{134}Cs や ^{137}Cs 濃度の検出限界が 0.001 Bq kg^{-1} 以下と精度は高いが地下水のデータはない（原子力規

制庁、2015）。原水が阿武隈川系の摺上川ダムからの河川水である福島市の蛇口水の分析結果では、2013年4月1日に ^{134}Cs が 0.0015 Bq kg^{-1} 、 ^{137}Cs が 0.0027 Bq kg^{-1} であったが、2015年1月5日ではそれぞれ $0.00043\text{ Bq kg}^{-1}$ 、 0.0012 Bq kg^{-1} と漸減している傾向が捉えられている。この福島市の蛇口水の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比は、2013年4月1日が0.56に対し半減期を考慮した理論値は0.53、2014年4月1日では0.38に対し理論値は0.39、2015年1月5日では0.36に対し理論値0.31とほぼ一致しており、放射性セシウム濃度の検出が明らかに福島第一原発事故による放出物の影響を受けた放射能濃度であることを示している。

地下水ではどのような傾向を示すかを明らかにできなかったが、陸水中の低濃度の放射性物質濃度およびその時間変化や地域差などの傾向を把握するには、原水をゲルマニウム半導体検出器で測定する方法には限界があり、時間や経費は必要となるが、大量の原水を濃縮するなどの精度の高い分析を行う必要がある。

また、2012年8月1日の本所と農短大の井戸水とその井戸に隣接した水田の田面水の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs および放射性セシウムは検出限界未満であり、両者の放射性物質濃度の傾向を比較することはできなかった。

以上、地下水の ^{131}I はすべての地点および期間で検出されなかったが、放射性セシウムは深井戸を含めた69検体中5検体が $0.07\sim 0.86\text{ Bq kg}^{-1}$ で検出され、64検体は $0.02\sim 0.20\text{ Bq kg}^{-1}$ の検出限界未満であった。検出された放射性セシウム濃度の最大値でも飲料水の放射性セシウム濃度の基準値、 10 Bq kg^{-1} の十分の一以下の濃度であった。ただし、放射性セシウムが検出された検体については、その前後の月日では検出されないことから、異物混入や分析誤差などの可能性も否定できない。

表1 井戸の諸元

場所	掘削年月日	掘削深度	孔内水位	揚水量
		GL-m	GL-m	L min ⁻¹
本所	2011年8月30日	8.0	2.78	42.8
農短大	2011年8月24日	10.0	2.76	12.0
旧たばこ試	2011年8月26日	5.0	0.94	測定不能
浜研	2011年9月 1日	5.6	0.85	8.0
暗渠		0.5	不明	不明
果樹研 深井戸		25.0	不明	不明

表2 地下水の水質

場所	採取年月日	時刻	天気	孔内 水位 GL-m	放射性物質濃度 Bq kg ⁻¹				備考		
					¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	放射性 セシウム			
本所	2011年 9月14日	14:30	晴	2.89	< 0.105	< 0.078	< 0.072	< 0.150	隣接田面水 ¹³⁴ Cs/ ¹³⁷ Cs=0.65		
	2011年 10月26日	9:00	晴	2.92	< 0.119	< 0.055	< 0.055	< 0.110			
	2011年 12月19日	11:30	晴	2.95	< 0.431	< 0.049	< 0.051	< 0.100			
	2012年 4月23日	8:40	曇	2.98	< 0.159	< 0.034	< 0.060	< 0.094			
	2012年 8月 1日	9:10	晴	2.76	< 1.17	< 0.029	< 0.042	< 0.071			
	2012年 8月 1日	9:10	晴	-	< 0.391	< 0.036	< 0.038	< 0.074			
	2012年 9月12日	9:10	晴	3.01	< 0.078	0.024	0.037	0.061			
	2012年 11月21日	8:50	晴	3.07	< 0.190	< 0.026	< 0.037	< 0.063			
	2013年 4月16日	8:45	晴	3.16	< 0.081	< 0.033	< 0.032	< 0.065			
	2013年 8月 6日	9:00	雨	1.82	< 0.153	< 0.029	< 0.039	< 0.068			
	2013年 11月20日	8:50	晴	3.01	< 46.2	< 0.019	< 0.022	< 0.041			
	2014年 4月 9日	12:00	晴	2.86	< 0.293	< 0.043	< 0.031	< 0.074			
	2015年 4月15日	13:55	曇	2.96	< 1.87	< 0.009	< 0.014	< 0.023			
	農短大	2011年 9月14日	11:10	晴	2.67	< 0.094	< 0.097	< 0.081		< 0.178	¹³⁴ Cs/ ¹³⁷ Cs=0.58
		2011年 10月26日	10:00	晴	2.81	< 0.670	0.316	0.542		0.858	
2011年 12月19日		10:30	晴	2.78	< 0.275	< 0.041	< 0.041	< 0.082			
2012年 4月23日		9:45	曇	3.04	< 0.189	0.042	< 0.063	< 0.105			
2012年 8月 1日		10:00	晴	2.60	< 0.064	< 0.033	< 0.045	< 0.078			
2012年 8月 1日		10:00	晴	-	< 0.399	< 0.033	< 0.036	< 0.069			
2012年 9月12日		10:05	晴	2.85	< 0.026	< 0.026	< 0.028	< 0.054			
2012年 11月21日		9:35	晴	2.98	< 0.432	< 0.025	< 0.044	< 0.069			
2013年 4月16日		9:30	晴	3.29	< 5.02	< 0.028	< 0.029	< 0.057			
2013年 8月 6日		10:00	曇	2.33	< 0.059	< 0.028	< 0.039	< 0.067			
2013年 11月20日		9:30	晴	3.01	< 20.0	< 0.020	< 0.025	< 0.045			
2014年 4月 9日		11:10	晴	2.59	< 0.060	< 0.041	< 0.033	< 0.074			
2015年 4月15日		12:30	曇	2.95	< 3.52	< 0.009	< 0.014	< 0.023			
旧たばこ試		2011年 9月14日	12:50	晴	1.26	< 0.095	< 0.087	< 0.078	< 0.165	¹³⁴ Cs/ ¹³⁷ Cs=0.64	
		2011年 10月26日	11:30	晴	1.13	< 0.617	< 0.050	< 0.051	< 0.101		
	2011年 12月19日	10:30	晴	1.18	< 0.275	< 0.041	< 0.042	< 0.083			
	2012年 4月23日	10:45	曇	1.50	< 0.189	0.026	< 0.055	< 0.081			
	2012年 8月 1日	11:05	晴	1.39	< 2.91	< 0.032	< 0.042	< 0.074			
	2012年 9月12日	11:00	晴	1.17	< 0.387	< 0.029	< 0.034	< 0.063			
	2012年 11月21日	10:45	晴	1.06	< 0.432	0.047	0.073	0.120			
	2013年 4月16日	10:45	晴	1.08	< 0.130	< 0.030	< 0.031	< 0.061			
	2013年 8月 6日	11:00	雨	0.51	< 0.462	< 0.030	< 0.030	< 0.060			
	2013年 11月20日	10:30	晴	1.34	< 20.8	< 0.034	< 0.051	< 0.085			
	2014年 4月 9日	10:10	晴	0.97	< 0.596	< 0.040	< 0.032	< 0.072			
	2015年 4月15日	11:10	曇	0.95	< 3750	< 0.017	< 0.014	< 0.031			
	浜研	2011年 9月15日	10:00	晴	1.19	< 0.144	< 0.092	< 0.076	< 0.168		¹³⁴ Cs/ ¹³⁷ Cs=0.47
		2011年 10月27日	8:40	晴	1.21	< 6.77	0.067	0.142	0.209		
		2011年 12月19日	15:00	晴	1.23	< 1.07	< 0.100	< 0.097	< 0.197		
2012年 4月23日		15:00	曇	1.28	< 0.097	< 0.033	< 0.059	< 0.092			
2012年 8月 1日		14:30	晴	1.04	< 1.48	< 0.024	< 0.038	< 0.062			
2012年 9月12日		14:00	晴	1.15	< 0.134	0.028	0.044	0.072			
2012年 11月21日		13:45	晴	1.27	< 0.248	< 0.019	< 0.040	< 0.059			
2013年 4月17日		9:00	晴	1.19	< 15.7	< 0.029	< 0.033	< 0.062			
2013年 8月 6日		13:15	雨	0.72	< 0.448	< 0.028	< 0.028	< 0.056			
2013年 11月20日		13:50	晴	1.18	< 79.1	< 0.020	< 0.020	< 0.030			
2014年 4月 9日		14:45	晴	1.02	< 1.04	< 0.035	< 0.032	< 0.067			
2015年 4月15日		16:55	雨	0.90	< 3790	< 0.009	< 0.012	< 0.021			
果樹研(暗渠)		2011年 9月14日	15:50	晴	0.50	< 0.129	< 0.092	< 0.077	< 0.169	採取不能	
		2011年 10月27日	11:00	晴	0.50	< 7.11	< 0.053	< 0.053	< 0.106		
		2011年 12月19日	12:50	晴	0.50	< 0.609	< 0.053	< 0.052	< 0.105		
	2012年 4月23日	9:00	曇	0.50	< 0.289	0.042	< 0.059	< 0.101			
	2012年 8月 1日	9:00	晴	0.50	< 0.757	< 0.026	< 0.039	< 0.065			
	2012年 9月12日	11:00	晴	0.50	< 0.182	< 0.031	< 0.034	< 0.065			
	2012年 11月21日	11:45	晴	-	-	-	-	-			
	2013年 4月16日	11:45	晴	0.50	< 3.18	< 0.033	< 0.042	< 0.075			
	2013年 8月 6日	11:40	曇	-	-	-	-	-			
	2013年 11月20日	8:50	晴	-	-	-	-	-			
	2014年 4月 9日	14:00	晴	0.50	< 0.191	< 0.036	< 0.035	< 0.071			
	2015年 4月15日	8:50	晴	0.50	< 36800	< 0.021	< 0.034	< 0.055			
	果樹研(深井戸)	2011年 9月14日	15:50	晴	25.0	< 0.156	< 0.074	< 0.077	< 0.151		採取不能
		2011年 10月27日	9:00	晴	25.0	< 1.31	< 0.051	< 0.061	< 0.111		
		2011年 12月19日	8:30	晴	25.0	< 0.306	< 0.051	< 0.049	< 0.100		
2012年 4月23日		9:00	曇	25.0	< 0.332	0.036	< 0.053	< 0.089			
2012年 8月 1日		9:00	晴	25.0	< 0.390	< 0.023	< 0.038	< 0.061			
2012年 9月12日		11:00	晴	25.0	< 0.119	< 0.031	< 0.043	< 0.074			
2012年 11月21日		11:45	晴	25.0	< 0.038	< 0.025	< 0.044	< 0.069			
2013年 4月16日		11:45	晴	25.0	< 11.1	< 0.031	< 0.030	< 0.061			
2013年 8月 6日		11:40	曇	25.0	< 0.122	< 0.034	< 0.050	< 0.084			
2013年 11月18日		9:50	晴	25.0	< 31.9	< 0.018	< 0.007	< 0.025			
2014年 4月 9日		15:30	晴	25.0	< 0.191	< 0.035	< 0.032	< 0.067			
2015年 4月15日		8:40	晴	25.0	< 510	< 0.012	< 0.014	< 0.026			

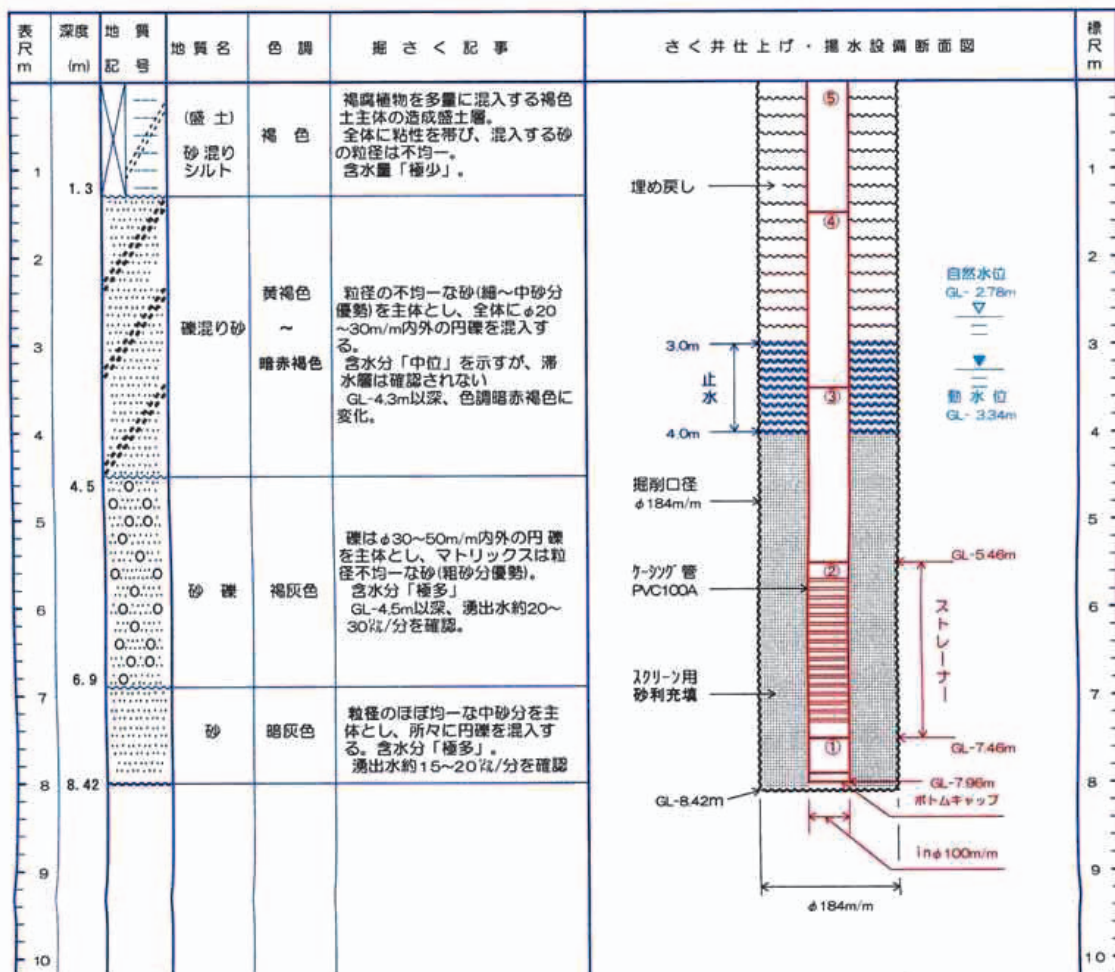


図14 本所におけるさく井柱状図

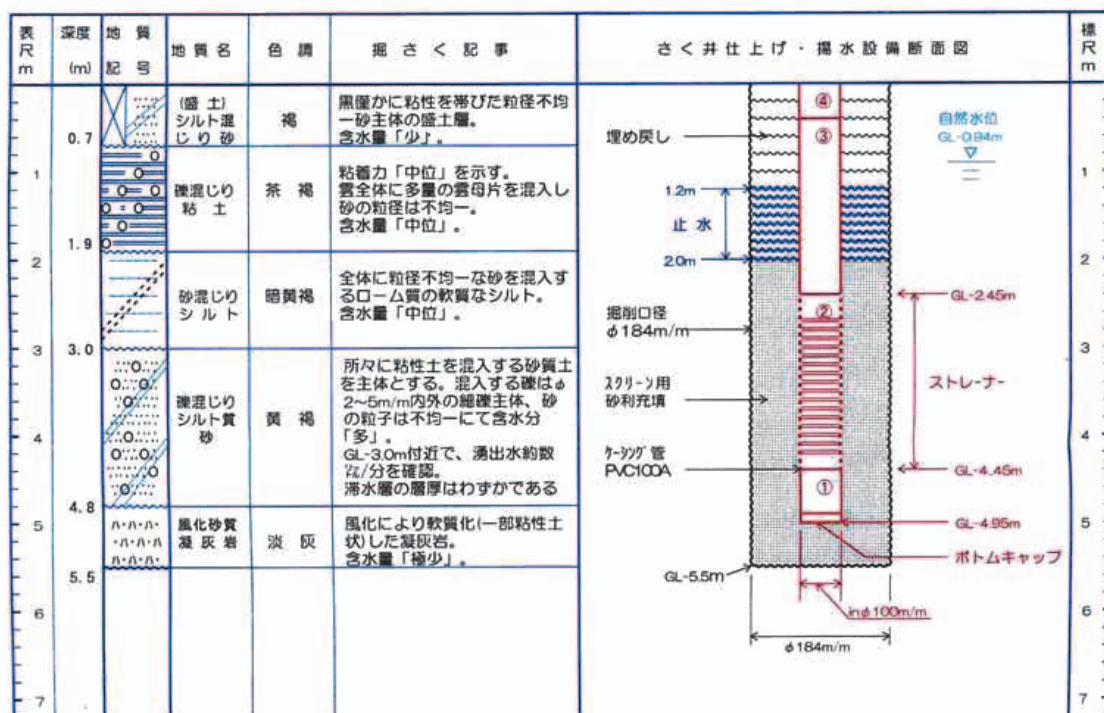


図15 農短大におけるさく井柱状図

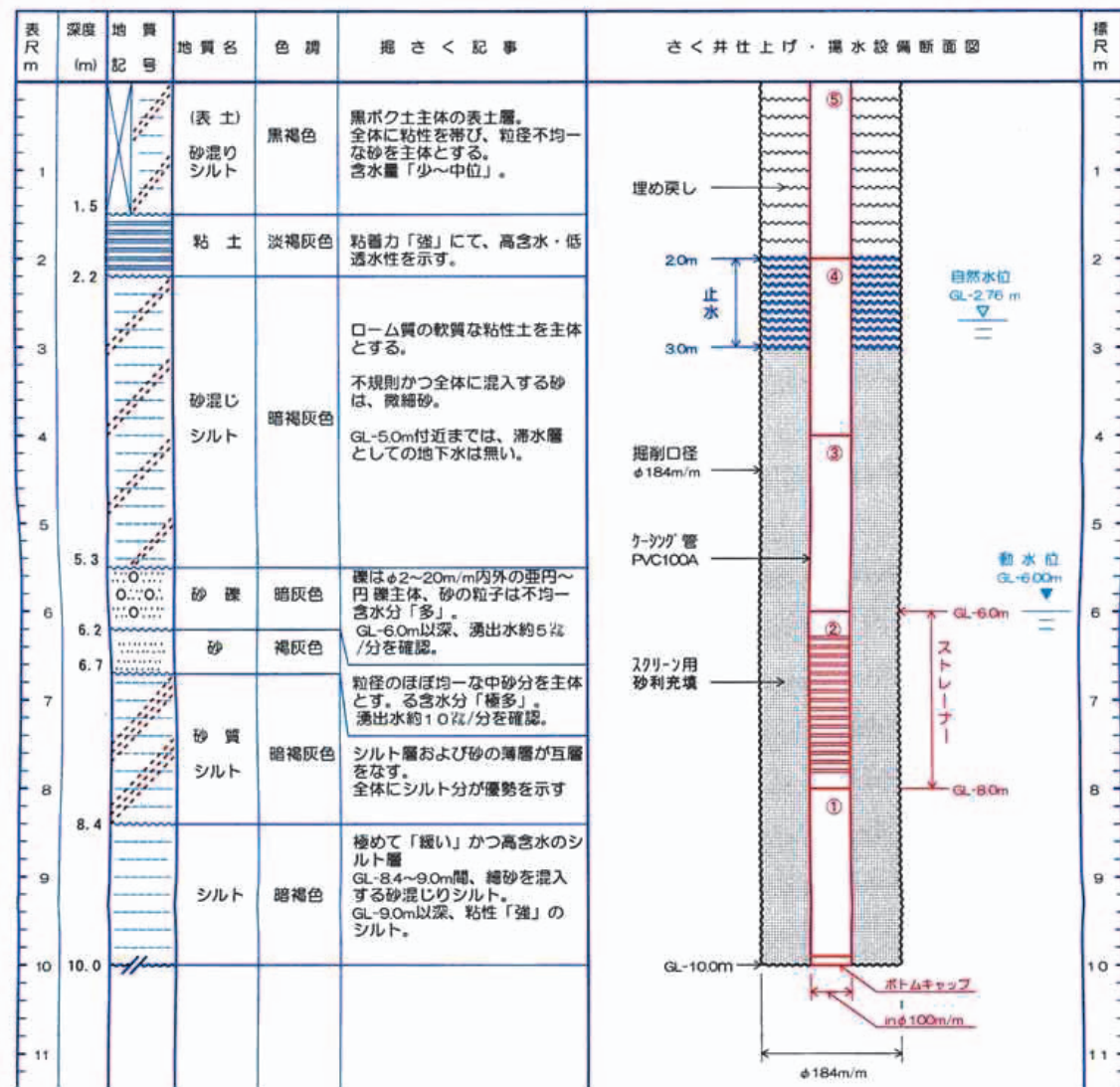


図16 旧たばこ試におけるさく井柱状図

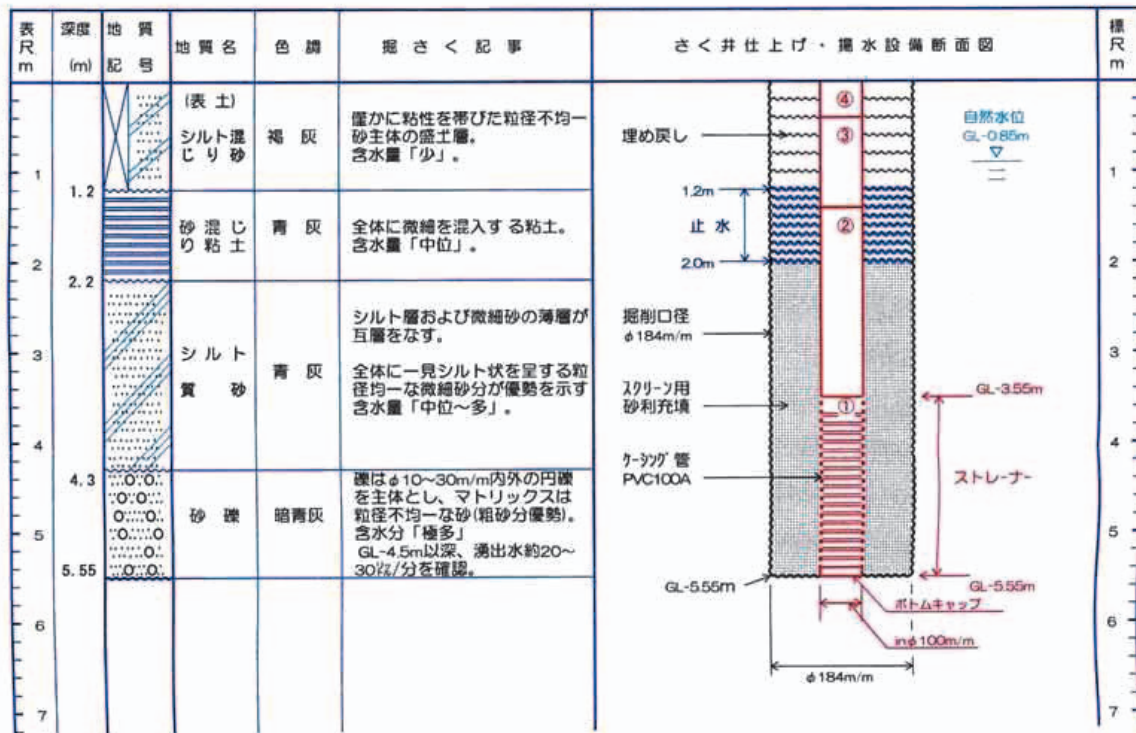


図17 浜研におけるさく井柱状図

引用文献

- 1) 原子力規制庁 (2015) <http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top> (参照 2015年11月12日)
- 2) 環境省 (2000) <https://www.env.go.jp/hourei/05/000170.html> (参照 2015年11月12日)
- 3) 環境省 (2015) http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-gw.html (参照 2015年11月12日)
- 4) 小森昌史・小豆川勝見・野川憲夫・松尾基之 (2013): ¹³⁴Cs/¹³⁷Cs放射能比を指標とした福島第一原子力発電所事故に由来する放射性核種の放出原子炉別汚染評価. 分析化学, **62**, 475-483
- 5) 厚生労働省 (2011) <http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-11135000-Shokuhinanzenu-Kanshianzenka/3-29.pdf> (参照 2015年11月12日)
- 6) 厚生労働省 (2012) http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/tuuchi_120316.pdf (参照 2015年11月12日)
- 7) 文部科学省 (2004): 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法. p1-174

Concentration of radioactive materials of shallow groundwater in farmland of Fukushima Prefecture after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident

Nobuharu Kihou, Ichiro Taniyama and Mutsuhito Sato

synopsis

The quality of shallow groundwater is affected by the solute of percolation water from surface farmland and the shallow ground water is used to irrigate crops. To understand the impact of fallout radioactive substances from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident to the shallow groundwater, the radioactive concentration of ^{131}I , ^{134}Cs and ^{137}Cs of 69 shallow groundwater samples which were collected at the 5 farmland sites of Fukushima Agricultural Technology Centre from September 14, 2011 to April 15, 2015 were measured by using a germanium semiconductor detector of the National Institute of Agro-Environmental Sciences.

The groundwater level in shallow wells changed from -0.5 to -3.3m under ground level through the year. ^{131}I radioactive concentration of groundwater were lower than the detection limits in all periods and all sites. The levels of radioactive cesium concentration of 5 samples were $0.07 - 0.86 \text{ Bq kg}^{-1}$ and 64 samples did not detect the radioactive cesium from 0.02 to 0.20 Bq kg^{-1} of the detection limits. However, radioactive cesium were undetected in the samples of groundwater before and after the date of radioactive cesium detected. Therefore there is possibility of contamination or a measurement error.