

2017年6月25日

南相馬市および近郊の保存土壌放射性物質の変化についての考察

一般社団法人 南相馬市除染研究所
Chief Coordinator 田中節夫

背景

2011年3月11日東日本大震災に端を発した福島第一原発事故から6年を経過しました。我々の生活環境における土壌汚染とはどのようなものか、そして時間の経過とともにどのように変化していくのか、国内で唯一放射性物質の放出と拡散により汚染被害を受けた、この地の土壌の安全安心を实地評価できる環境と考え、自然界から隔離し保存され周囲の環境変化による変動を受けない土壌を確保し、放射能濃度や強度という視点からどのような変化をするのか知りたく、2012年9月南相馬市とその周辺地区の放射能汚染土壌を採取保管し、その推移を観察してきました。

目的

天候など環境変化を受けない様に、ポリケースに保管した採取土壌の測定結果から、放射能濃度(Bq/Kg)及び人体に影響を与える放射能強度(μ Sv/H)など、土壌から環境の影響を除いた時の経年変化(減衰変化)と物理的減衰率との比較によって、土壌そのものの減衰変化の実態を知り、安心安全の評価を試みる。

調査方法

- 2012年9月採取の保管土壌サンプルの原発事故後6年を経過した2017年3月における放射線濃度(Bq)および強度(Sv)などの測定。(表-1)
- 土壌採取地点の地理的位置関係の概要(図-1)

点線より左側が原発より北西に位置する高線量地域、相対的に低い地域が右側となりますが、山沿いの鹿島町榑原からの採取土壌は、当然現在でも高線量を記録しています。

- 測定機器および測定方法は次の通り。

- 放射能濃度(評価単位 Bq/Kg) NaI(Tl)シンチレーション AKP 社製 SEG001AK-PS63(図-2)
- 放射能強度(評価単位 μ Sv/H) CsI(Tl)シンチレーション ポリマスター社製 PM1703M(図-3 右)
- 放射能表面汚染密度(評価単位 CPM) GM 式 日立アロカ社製 TGS146B
- 放射能強度、表面汚染密度測定時、バックグラウンド遮蔽機器として $200 \times 200 \times 100$ t=10mm 鉛ケースを使用。(図-3 左)

遮蔽仕様:解放空間 0.18μ Sv/H

鉛ケース内 0.04μ Sv/H 遮蔽効果 78%

鉛 10 mm の理論遮蔽率は 60~70%とされますが、原発事故前の放射線量は 0.05μ Sv/H(平均)と公表されているので、同等と考えて測定誤差を無視できる範囲とみます。

図-1 土壌採取地点(No はデータ No とリンク)



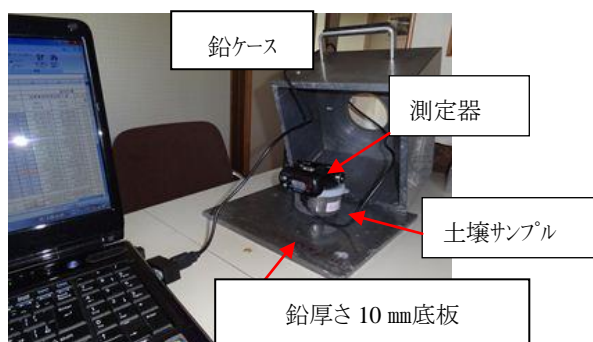
図-2 SEG001AK-PS63 食品放射能測定器システム全景



試料土壌の測定パッケージ



図-3 バックグラウンド遮蔽機器による測定システム全景



まとめ

今年度(2017年3月)の保存土壌の放射能濃度測定結果と推移、物理的減衰傾向の比較評価などからは特異点が認められませんでした。それらから考察されるまとめは次の通りです。

1. 6年間保管された18地点の土壌の放射能濃度(Bq/Kg)では、土壌採取の2012年9月と本年2017年3月の平均放射能濃度を比較するとおおよそ半減しています。また2017年放射線の強度(μ Sv/H)とでは、約60%減衰と測定されています。(表-1、グラフ-1&3参照)

2. 事故当初の放射能濃度は分かっていませんが、表-1に示した2011年推定値はCs134toCs137の放出比が公表値の1:1であることを根拠に算出した数値で、物理的減衰率もこの計算に基づき計算されています。これを根拠とすると、2017年の測定値は減衰率を上回っていますが、ここ数年の物理的減衰率との差異傾向は変わっておらず、今年もこの差異は誤差の範囲と考えています。

(グラフ-1&3参照)

3. 保管土壌の経年放射能濃度は、原発より最も高い放出があった北西方向の津島、飯館及び近辺の山沿い森林檜原地区の放射能が強く、浜通り平野部は低い傾向は、震災当初と変化はありません。

放射能濃度(Bq/Kg)の特に高い地区は津島山間地の腐葉土、檜原の歩道や横川ダム鉄山ため池道路脇に流出滞留し繁殖していた珪藻類を含む黒色土壌であったことが特徴です。(グラフ-2A参照)

その他の採取地点の保存土壌は、これらとやや相違ある土質と認められ、原発事故による放射性物質の降下量の差異だけでなく、土壌採取までの約一年半にセシウムとの結合形態の違いや気象などの環境変化による放射性物質や土壌の移動(流出)などにより、採取地点が近くとも放射能濃度に大きな差異が出ている要因かと推定されます。(グラフ-2B参照)

4. 土壌汚染の処理対応手段(主に安全指針)についての指標となっている8,000Bq/Kgを目安としてみると、図-1に示す赤点線の右側の地区(そのうち、常磐道から海岸寄りの平野地区)で、保管土壌の内では比較的低線量(8,000Bq/Kg)に保管土壌が減衰していることが認められます。(図-1&表-1)

これは、避難の解除や災害から早期に帰還が実現した地区と同期しており、環境の安全性が特異な環境変化がない限り、保証されることを裏付けていると云えます。

5. 表-1で示した採取地点が接近している土壌試料間で放射能濃度(Bq/Kg)に大きな差異が認められます。これまでに分かっている「セシウムと土壌との結合」?更には、地形と自然環境により土壌採取までの約1.5年に移動変化したことが差異の要因か?今回土壌採取の接近地点の土壌成分を比較調査することができました。

結果は、表-2及びグラフ-4に示す通り、陽イオンを持つセシウムに対して結合しやすい元素の量に土壌間で有意差が認められず、今後識者との議論の結果を待ちたい。

6. いまだ帰還が実現していない津島飯館方向の採取保管土壌が今後どのような変化を、また、来年には一部帰還が可能になると期待されている地区から採取した保管土壌との比較がどのような対比を示すか、そのことが安全安心とどのような裏付け相関を示すか?観測を継続していきます。

以上

保管土壌の測定結果

1) 保管土壌の放射能濃度(Bq/Kg)の経年測定結果

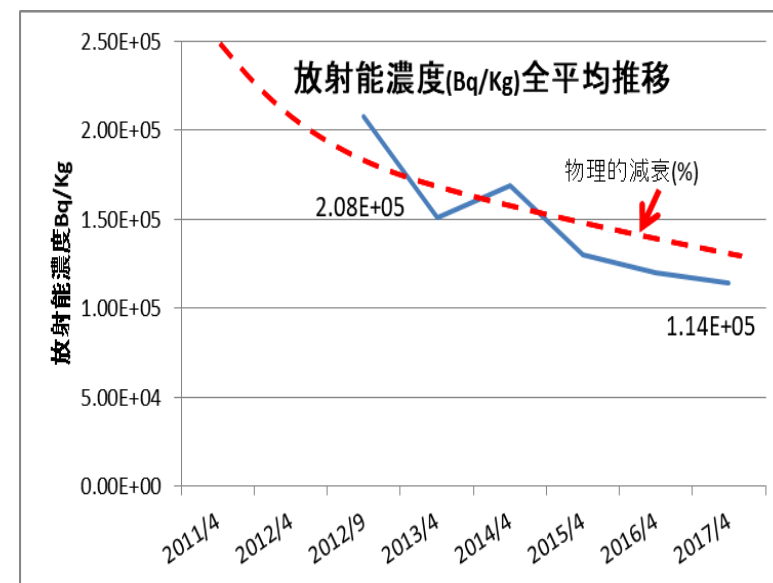
表-1

地点 No	採取場所	2011-3 末 推定値	2012-9 測定値	2013-3 測定値	2014-3 測定値	2015-3 測定値	2016-3 測定値	2016-3 測定値
1	飯館 1	9.31E+04	7.32E+04	5.53E+04	5.83E+04	4.55E+04	4.30E+04	4.14E+04
2	飯館 2	4.75E+05	3.74E+05	2.87E+05	2.96E+05	2.30E+05	2.17E+05	1.73E+05
3	飯館 3	1.02E+05	8.03E+04	6.21E+04	6.15E+04	5.21E+04	4.80E+04	4.67E+04
4	飯館長泥	1.90E+05	1.50E+05	1.19E+05	1.27E+05	9.32E+04	8.44E+04	8.34E+04
5	新田川河口	1.55E+04	1.22E+04	9.84E+03	1.01E+04	7.86E+03	7.19E+03	7.09E+03
6	津島 2	3.44E+05	2.70E+05	2.06E+05	2.25E+05	1.78E+05	1.66E+05	1.40E+05
7	津島 3	8.56E+04	6.72E+04	5.14E+04	5.27E+04	4.15E+04	3.95E+04	3.81E+04
8	津島 4(参考)	1.13E+07	8.92E+06	5.58E+06	7.47E+06	5.98E+06	5.53E+06	4.55E+06
9	山木屋	3.03E+05	2.37E+05	1.77E+05	1.93E+05	1.52E+05	1.42E+05	1.40E+05
10	*角川原	3.68E+03	2.88E+03	1.70E+03	2.44E+03	1.81E+03	1.66E+03	1.39E+03
11	真野川河口	1.19E+03	9.31E+02	7.02E+02	7.58E+02	5.74E+02	5.32E+02	4.98E+02
12	檜原 1	1.19E+04	9.41E+03	7.21E+03	8.02E+03	5.98E+03	5.52E+03	5.28E+03
13	檜原 2	3.67E+05	2.90E+05	2.31E+05	2.54E+05	1.91E+05	1.78E+05	1.68E+05
14	檜原 3	2.36E+06	1.87E+06	1.26E+06	1.49E+06	1.15E+06	1.06E+06	1.03E+06
15	*小高村上	4.09E+03	3.32E+03	2.86E+03	2.65E+03	2.06E+03	1.88E+03	1.78E+03
16	*小高駅	4.94E+03	3.93E+03	3.28E+03	3.20E+03	2.35E+03	2.23E+03	2.11E+03
17	原浪トンネル付近	3.36E+05	2.65E+05	2.14E+05	2.18E+05	1.65E+05	1.31E+05	1.49E+05
18	馬場	1.06E+04	8.32E+03	6.02E+03	6.83E+03	5.38E+03	4.79E+03	4.63E+03
19	博物館裏	5.19E+04	4.07E+04	2.92E+04	3.30E+04	2.68E+04	2.36E+04	2.33E+04
20	横川ダム(参考)	1.09E+07	8.69E+06	5.89E+06	7.22E+06	5.98E+06	4.89E+06	5.11E+06

注) 上表の内、(参考)表記セルの地点は高線量地点であり、測定に対応する重量を土壌測定サンプルとすると、測定器の測定限界を越えることから、サンプル重量を下げたことにより、測定結果に信頼性を欠く揺らぎがでたため参考値とします。

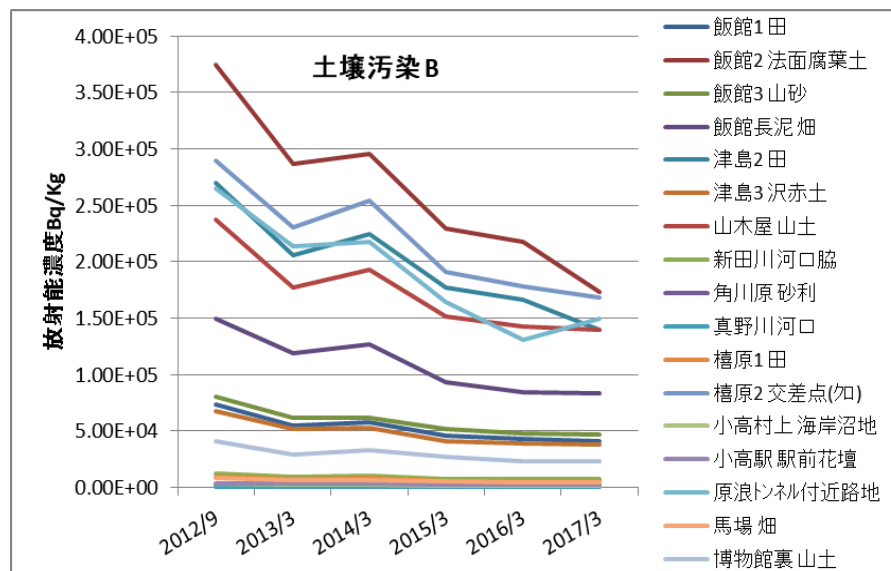
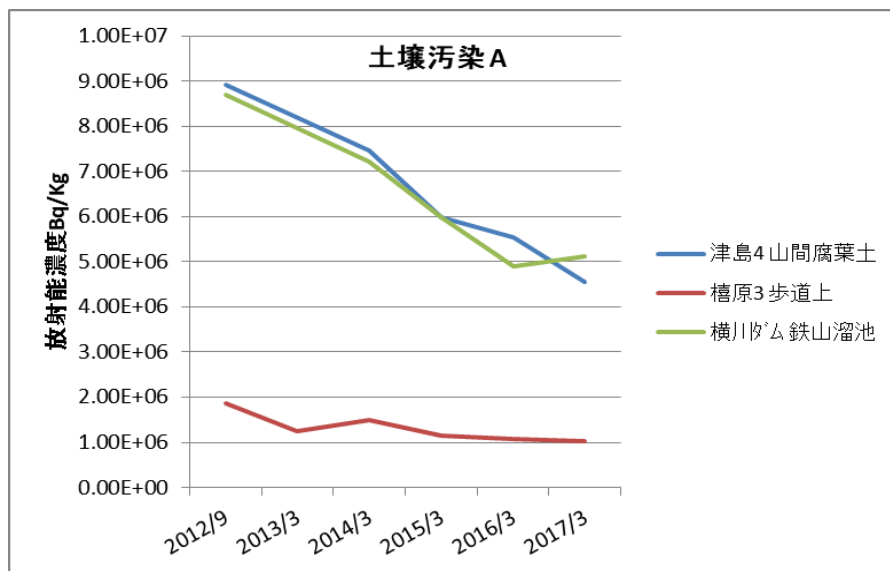
Bq: 1 秒間に原子核が壊変する数(濃度)を表す単位です。

グラフ-1



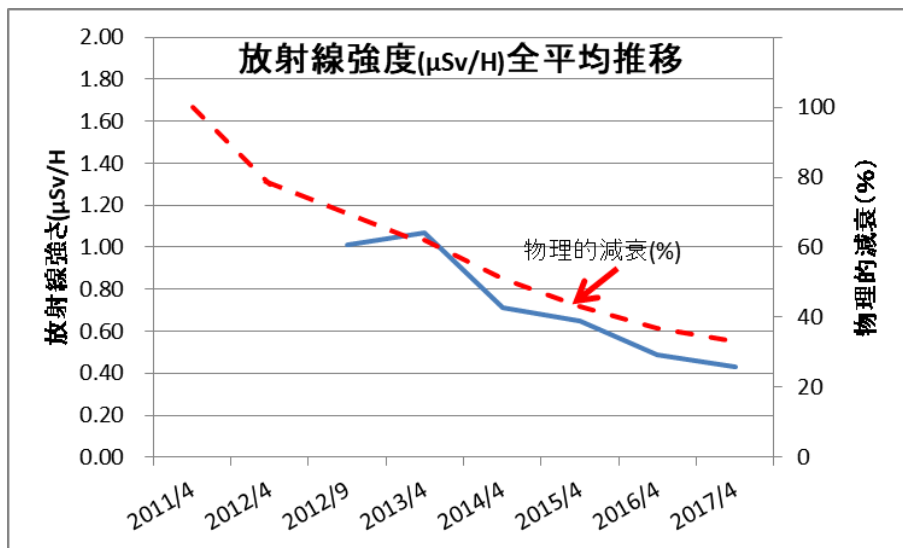
2) 保管土壌の放射能濃度(Bq/Kg)の経年測定グラフ

グラフ-2



3) 保管土壌の放射線量線強度(μ Sv/H)の残存率経年測定グラフ

グラフ-3



注) μ Sv/H: 時間あたりに人体に影響を与える放射線の強さを評価する単位です。

4) 高い放射能の濃度を示している土壌について蛍光X線法による元素質量濃度(%) 表-2

		津島6	津島7	榎原12	榎原13
アルミニウム	Al	0	6.7	11.51	0
ケイ素	Si	46.48	41.28	60.5	52.83
カリウム	K	6.42	5.88	4.08	5.6
カルシウム	Ca	5.26	5.89	5.82	12.49
マンガン	Mn	0.79	0.73	0.28	0.56
鉄	Fe	40.16	38.9	17.51	27.37
亜鉛	Zn	0.14	0.02	0.04	0.68
ストロンチウム	Sr	0.12	0.15	0.14	0.2
ジルコニウム	Zr	0.19	0.12	0	0.12
セシウム	Cs	0.01	0	0	0
バリウム	Ba	0.43	0.33	0.12	0.15
参考(採取環境)		田んぼ	沢土	田んぼ	交差点
2017-3測定放射能濃度		1.40E+05	3.81E+04	5.28E+03	1.68E+05

グラフ-4

