

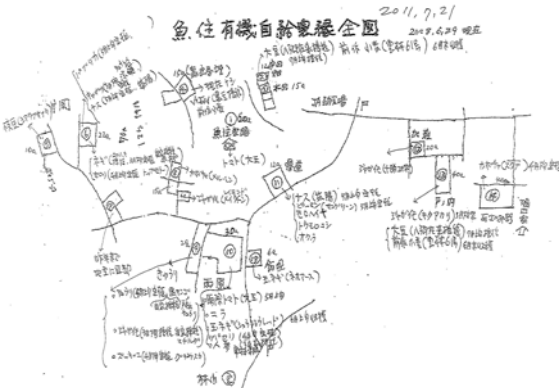
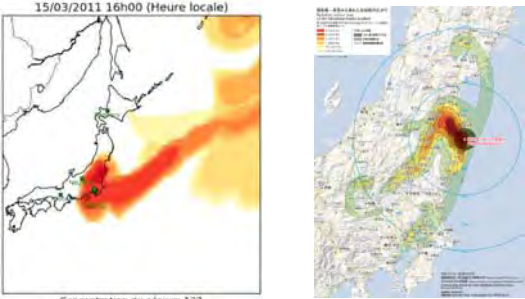
放射性セシウムを吸着固定し移行を止める 「母なる大地・・・土壌」

【セシウムによる土壌汚染と作物への移行(事故後3ヶ月)】

1) 魚住農園 (茨城県)

放射能汚染

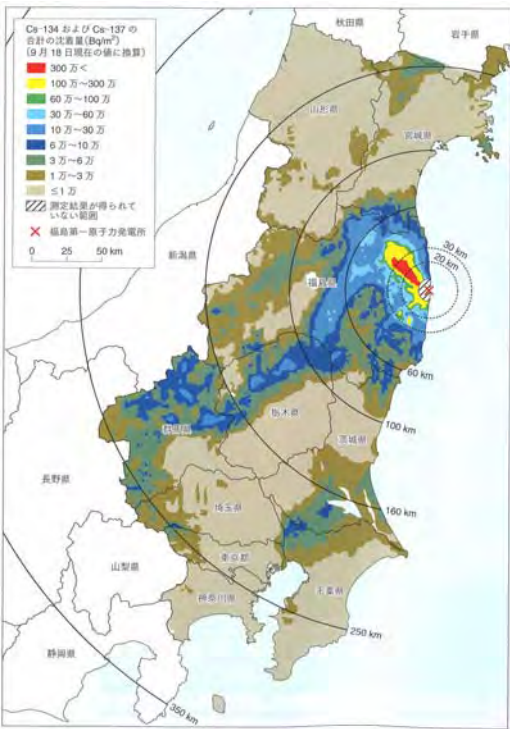
圃場			土壌汚染（単位Bq/kg）				作物への放射能移行（単位Bq/kg）				
No.	面積	有機	131I	137Cs	134Cs	Cs計	作物	131I	137Cs	134Cs	Cs計
①	60a	23Y	N.D.	52.0	37.6	90	とうがん				
②	12a	23Y	N.D.	57.3	48.1	105	小麦	N.D.	18.0	19.3	37
③	15a	25Y	N.D.	122.0	101.0	223	コメ				
④	15a	15Y	N.D.	101.0	92.7	194	小麦	N.D.	18.0	19.3	37
⑤	10a	20Y	N.D.	88.7	85.7	174	ねぎ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
⑥	22a	20Y	N.D.	84.3	89.5	174	なす	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
⑧	21a	20Y	N.D.	117.0	103.0	220	かぼちゃ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
⑨	20a	15Y	N.D.	68.8	52.9	122	じゃがいも	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
⑩	30a	20Y	N.D.	106.0	83.9	190	ニラ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
⑪	12a	20Y	N.D.	86.9	84.7	172	なす	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
⑫	20a	20Y	N.D.	118.0	117.0	235	じゃがいも	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
⑬	40a	23Y	N.D.	131.0	117.0	248	すいか	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
⑭	40a	20Y	N.D.	101.0	121.0	222	かぼちゃ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
⑮	6a	20Y	N.D.	123.0	125.0	248	たまねぎ	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.



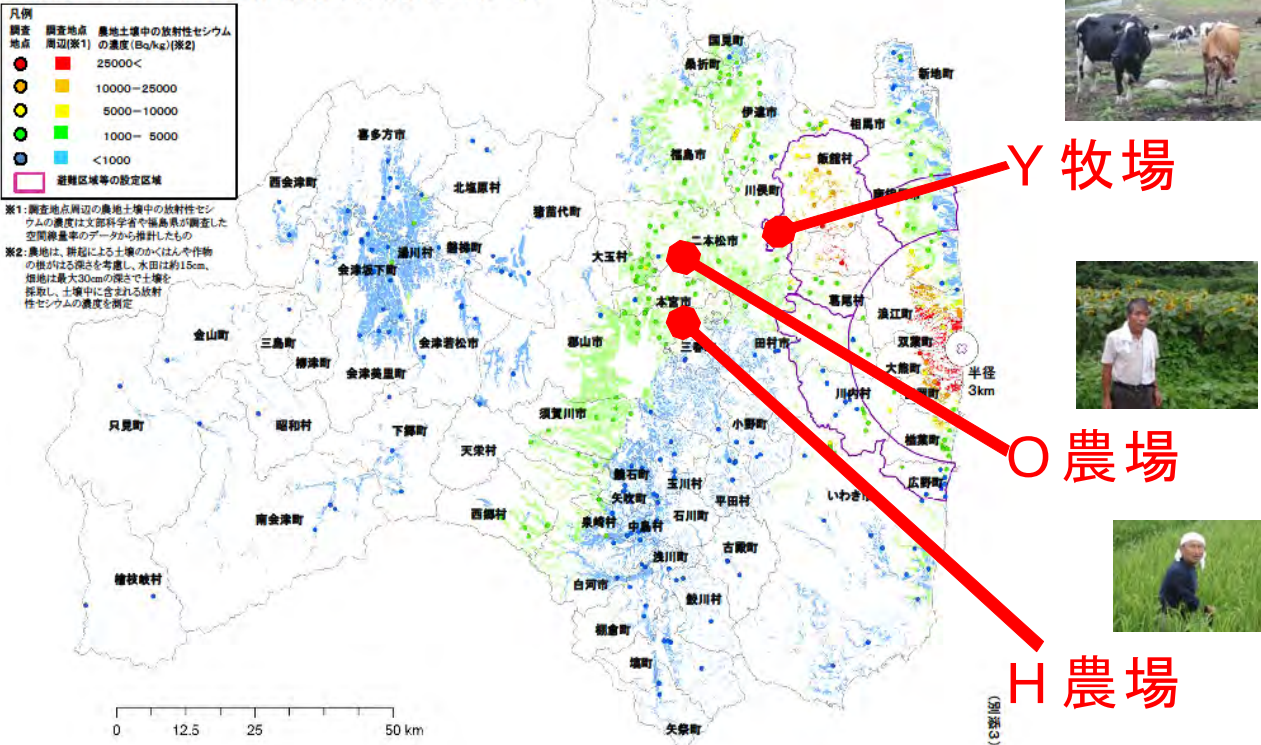
2) 福島県の3農場

farm	圃場	土壌汚染（単位Bq/kg）				作物への放射能移行（単位Bq/kg）				
	No.	131I	137Cs	134Cs	Cs計	作物	131I	137Cs	134Cs	Cs計
Y牧場 川俣町	①	N.D.	17,700	15,500	33,200	牧草	N.D.	1,130	1,010	2,140
	②	N.D.	18,300	16,000	34,300	牧草	N.D.	80	66	146
O農園 二本松市	①	N.D.	1,230	1,070	2,300	じゃがいも	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	②	N.D.	965	871	1,830	人参	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	③	N.D.	2,250	1980	4,230	きゅうり	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	④	N.D.	1,620	1430	3,050	なす	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	⑤	N.D.	1,780	1,550	3,330	ひまわり	N.D.	21.5	16.3	37.8
	⑥	N.D.	2,120	1,830	3,950	コメ(水田)				
H農園 田村市	①	N.D.	704	603	1,307	ねぎ	N.D.	15.5	N.D.	15.5
	②	N.D.	416	374	790					

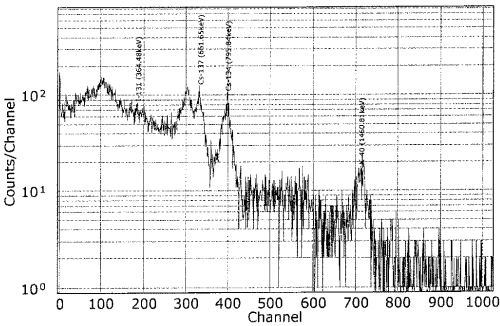
セシウム137,134の土壌沈着量



福島県 農地土壌の放射性物質濃度分布図(参考)

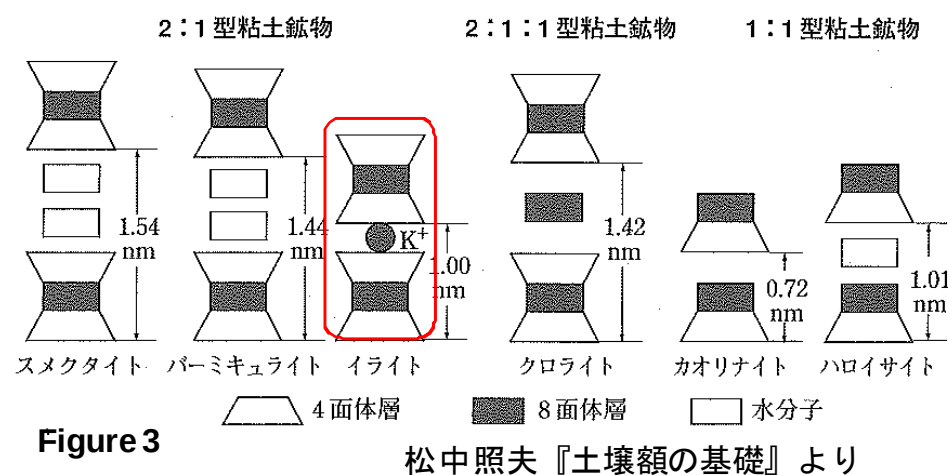
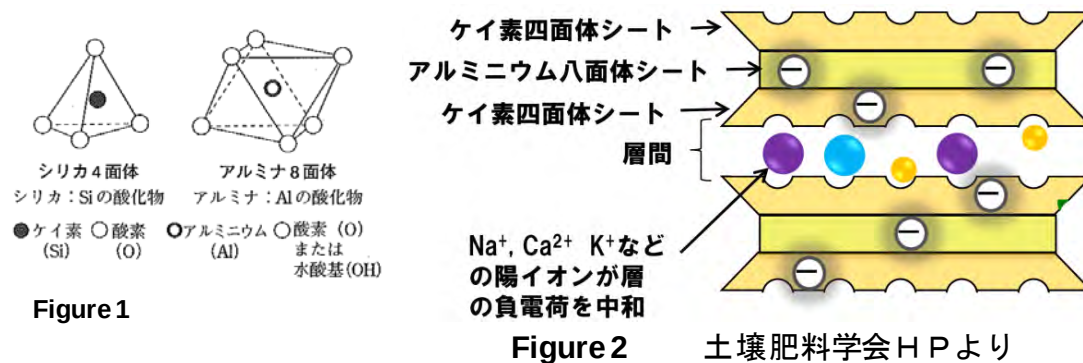


【分析条件】						
バックグラウンド補正		: BG補正あり (BG測定日時: 2011/07/14 (木) 13:49:00)				
減衰補正		: 測定時の放射能濃度を計算 (減衰補正OFF)				
【放射能測定結果】						
No	判定	核種名	エネルギー (keV)	ネット面積±誤差 (Counts)	放射能濃度±誤差 (Bq/kg)	検出限界 (Bq/kg)
1	不検出	I-131	364.48	N.D.	N.D.	2.98E+01
2	検出	Cs-137	661.65	1.07E+03 ± 7.87E+01	1.44E+02 ± 1.37E+01	3.84E+01
3	検出	Cs-134	795.845	1.27E+03 ± 4.45E+01	1.87E+02 ± 1.30E+01	4.09E+01
4	検出	K-40	1460.81	2.10E+02 ± 2.23E+01	4.91E+02 ± 5.60E+01	2.98E+02



日本土壌肥料学会は放射性セシウムの 「2:1粘土鉱物固定説」を主張

「2:1型層状粘土鉱物」
(イライトなど)は、ケイ酸と酸素からなるシート(ケイ酸四面体シート)がアルミニウムと酸素からなるシート(アルミニウム八面体シート)をはさんだ構造を持つ層を一単位とし、これらの層が組み合わさってできている。



○雨が降ったり、晴れたりを繰り返しながら、セシウムは微細雲母（イライト）のシート状の結晶の中に取り込まれていく。

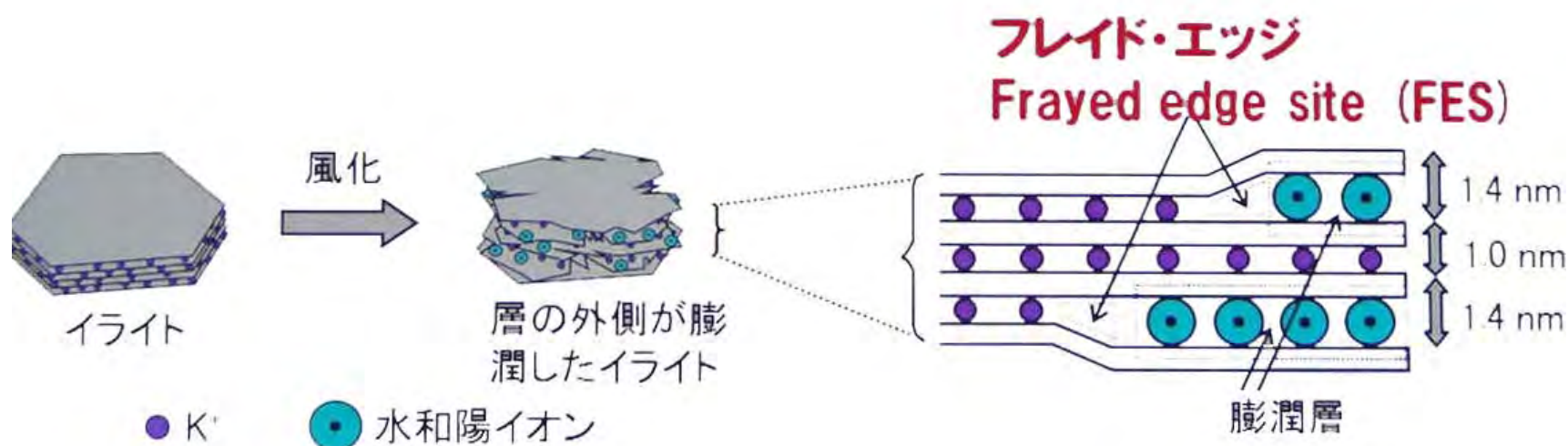


Figure4 武田晃、塚田祥文 土壌肥料学会公開シンポジウムより (2011/8/10)

FESにおけるイオン選択性

$$\text{Cs}^+ \gg \text{NH}_4^+ \gg \text{K}^+$$

$$1000 : 5 : 1$$

イオン半径

- Cs^+ $1.8 \text{ \AA} = 0.18 \text{ nm}$
- K^+ $1.33 \text{ \AA} = 0.133 \text{ nm}$

「粘土鉱物セシウム固定説」の検証
セシウムの70%は粘土に吸着されており、その主要な吸着は雲母風化物の2:1粘土鉱物イライトにある（日本土壌肥料学会）

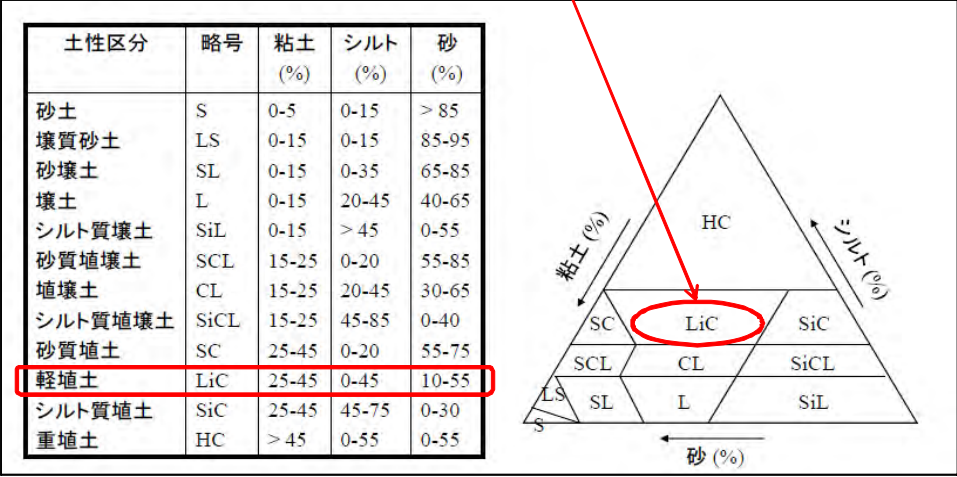


土壌分析および粘土鉱物のX線回析をおこなった

①魚住農園（茨城県石岡市）の土壌は日本の関東ローム層に典型的な「アロフェン黒ボク土」である。

分析項目			単位	測定値	分析方法
粒径組成	粗粒砂	Coarse Sand 2.0-0.2mm	%	7.2	ピペット法「土壌標準分析・測定法」 Pipette method
	細粒砂	Fine sand 0.2-0.02mm		31.5	
	シルト	Silt 0.02-0.002mm		32.8	
	粘土	Clay 0.002mm以下		28.5	
土性 Soil texture(International standard)				LiC	
粘土鉱物 (Clay mineral)				Allopane	Ch, Gb, It, Ch-Vt, Kn mixture X-ray diffraction

Table 3



②粘土鉱物のX線回析の結果、2:1粘土鉱物イライトは「痕跡程度」とされた。
にもかかわらず、セシウムの作物への移行は1/100前後である。

主要粘土鉱物	混在粘土鉱物	その他鉱物
アロフェン(A)	クロライト(Ch)	石英(Qz)
	ギブサイト(Gb)	斜長石(Pl)
	イライト(It) 痕跡程度	クリストバライト(Cr)
	緑泥岩・バーミキュライト中間種鉱物 (Ch-Vt) 痕跡程度	
	カオリン鉱物(Kn) 痕跡程度	

Table 4

(1) 粘土鉱物の種類	結晶質含水ケイ酸塩鉱物	1:1型……………カオリン鉱物(Kn)
	非晶質含水ケイ酸塩鉱物	2:1型(非膨張格子)……イライト(It)、クロライト(Ch)
	遊離含水酸化物	中間種型……………緑泥岩・バーミキュライト中間種鉱物 (Ch-Vt)
		アロフェン(A)
(2) アロフェンの判定: 活性アルミニウムテストにおける呈色反応に基づく。		ギブサイト(Gb)
(3) *: 痕跡程度		

(分析: パリノ・サーヴェイ(株))

なお、魚住農園土壌のCEC（塩基置換容量）は49.4me/100g、腐植は7.41%、塩基飽和度は42.7%であった。

日本土壌肥料学会の見解は「粘土」だけに着目していないだろうか？
「生きた土壌」の全体像を見ていないのではないだろうか？

有機圃場では「生きた土壌」～団粒構造 腐植-粘土-微生物の有機複合体

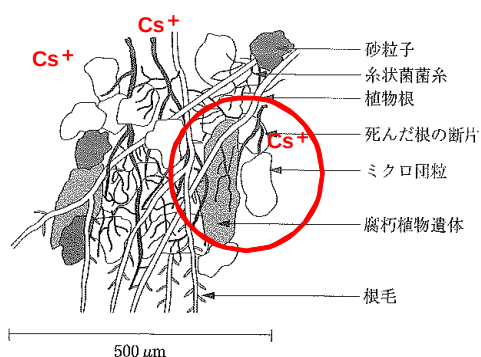
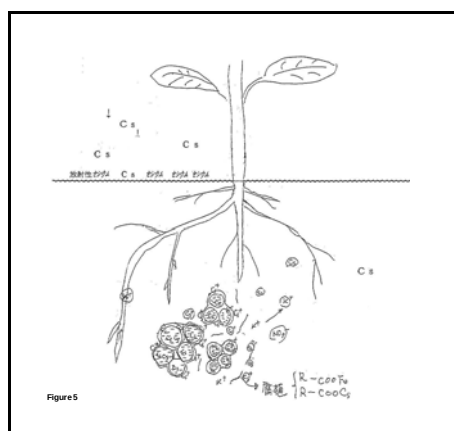


Figure 7 青山正和『土壌団粒』2010より

自由に動き回る
セシウムイオン
を土壌粒子や腐
植が固定する

腐植が土
壌粒子を団
粒化する

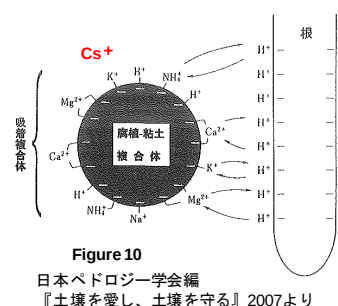
粘土鉱物も
セシウムを
固定化する

※粘土-腐植-微生物の有機複合体は団粒を作っている。
粘土の微細雲母をコーティングしている腐植物質の団粒構造
に「母なる大地」の偉大さを感じざるを得ない。

ゼオライト
による吸着

絵 魚住

$R-COO + Fe$
 $R-COO + Cs$

Figure 10
日本ペドロジー学会編
『土壌を愛し、土壌を守る』2007より

マクロ団粒 (250μm～)

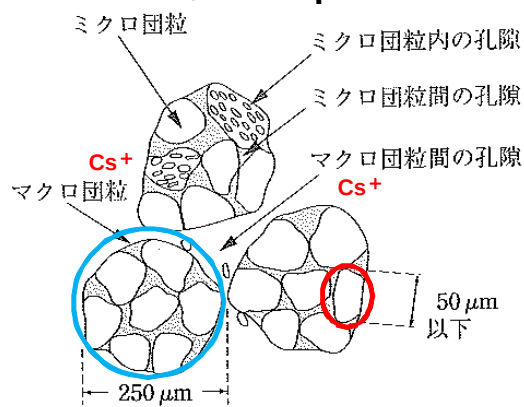


Figure 9 青山正和『土壌団粒』2010より

ミクロ団粒 (～50μm)

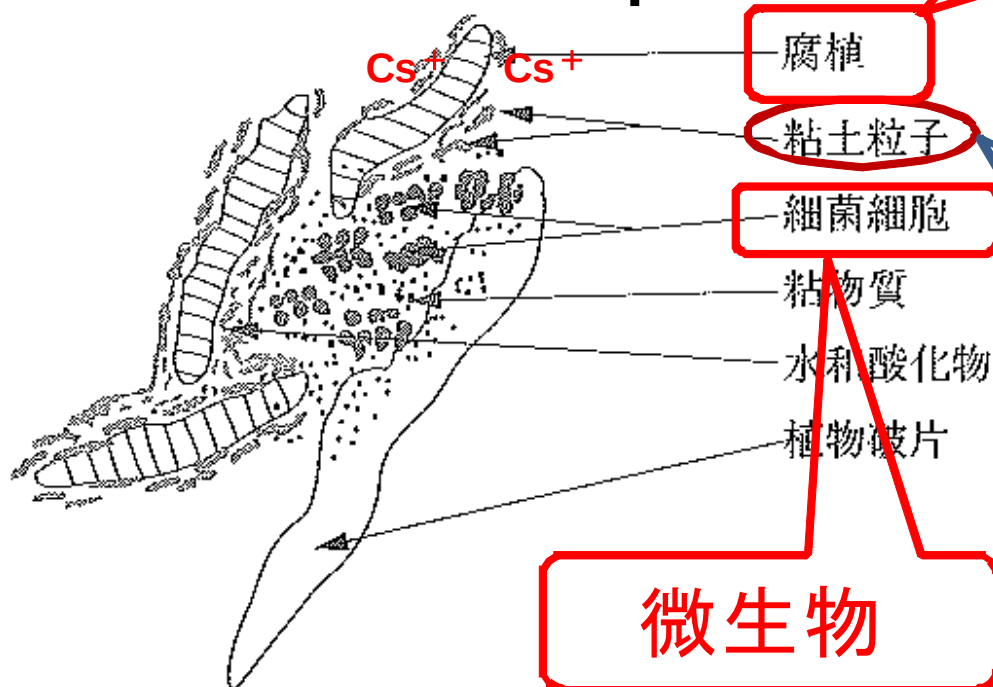
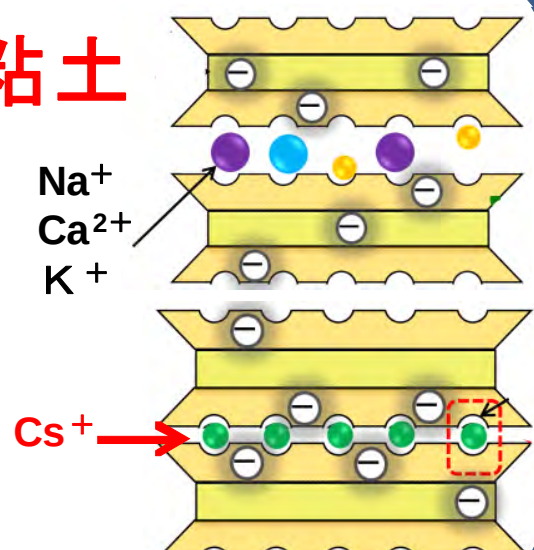


Figure 11

50 μm

腐植

粘土



日本土壤肥料学会より

「腐植」に吸着されるセシウム

腐植

ヒューミン

腐植酸

フルボ酸

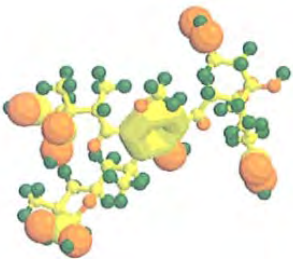
(アルカリ不溶、酸不溶)

(アルカリ可溶、酸不溶)

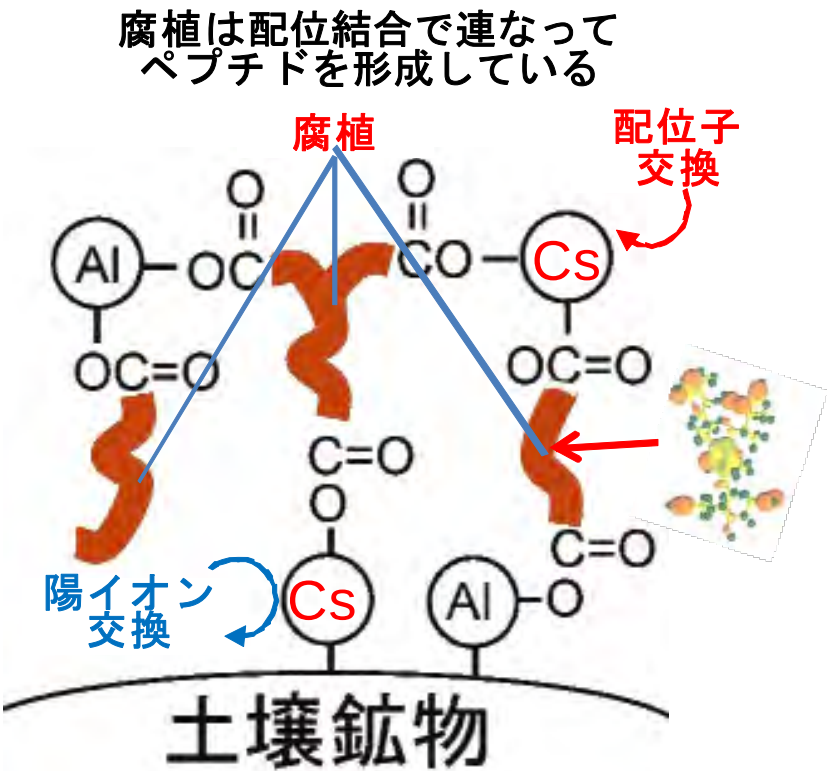
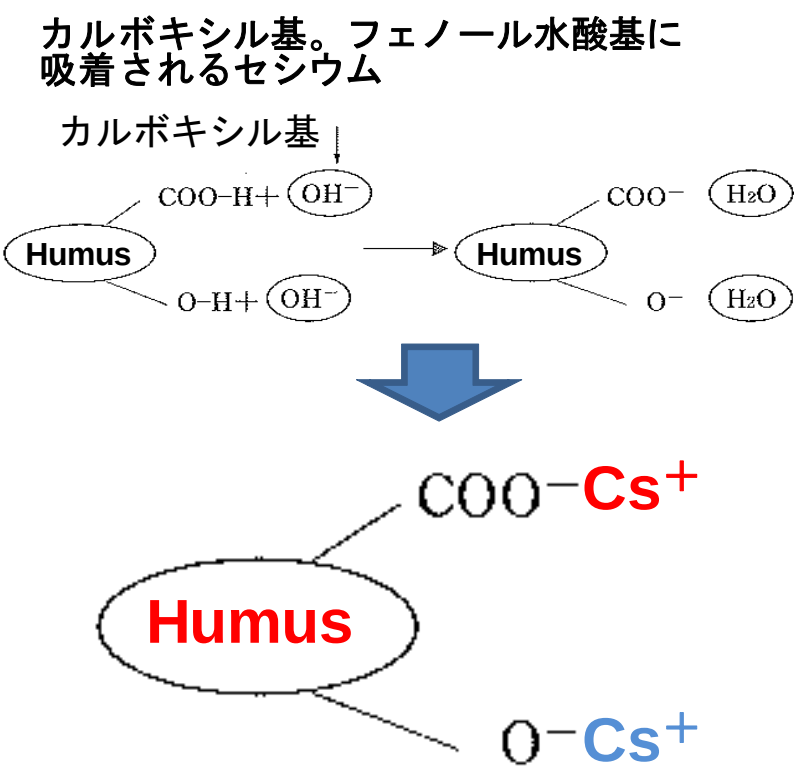
どのpHでも可溶

親水性フルボ酸

疎水性フルボ酸



セシウムは粘土・腐植複合体の表面で塩基置換されつつ、その間隙を埋める腐植の結合鎖につかまえられているのではないだろうか。

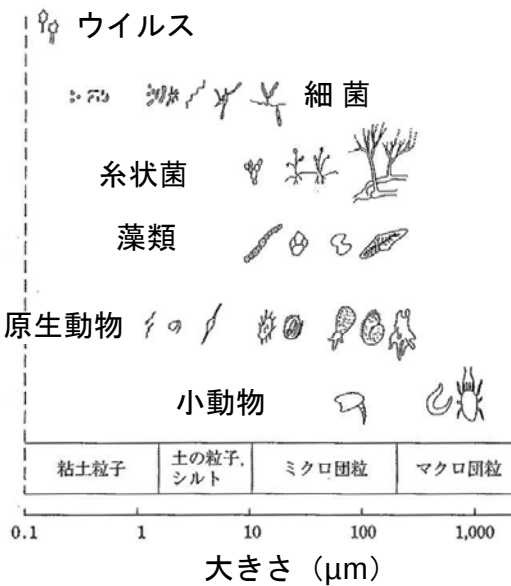


粘土鉱物が土壌として形を成すには、階層構造の団粒構造とその間隙を埋める腐植と微生物の代謝産物による

土壌微生物は粘土粒子の隙間や、ミクロ団粒、マクロ団粒の隙間（孔隙）を住処にしている。

その90%以上は、粘土表面や腐植に吸着されて、流亡することなく、豊かな生命の世界を織りなしている。

粘土粒子が団粒構造をとるのは腐植とあわせて、微生物の代謝産物、粘性分泌部による



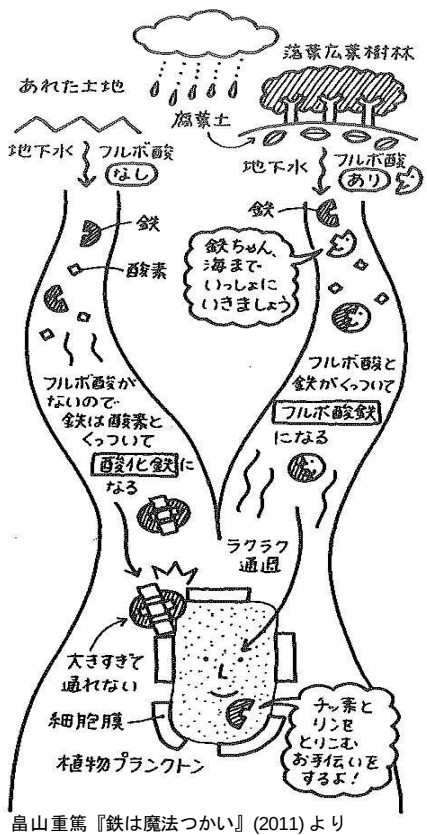
【結 論】

1. 放射性セシウムは「土壌の腐植－粘土－微生物複合体」によって吸着・固定化されおり、作物への移行は大きく低減されると考えられる。
2. 土壌の「塩基置換容量」CEC(Cation Exchange Capacity)とは、腐植・粘土鉱物・土壌微生物群の総合力としてのイオン交換容量である。
3. 腐植を投入する有機農業は、セシウム吸着力が高く、粘土鉱物によるセシウム固定の媒介にもなる。このことは、作物での吸収阻害のみならず、セシウムの圃場外への流出、地下水、河川の汚染を阻止するもので、放射能汚染に対する有機農業の意義は大変大きいと言える。
4. 還元主義的・分析的な近代農学のわが国の土壌学会は、土壌を生きた土壌としての「腐植－粘土－微生物の有機的複合体」として捉えることができず、粘土のみのセシウム固定機能だけに目を奪われ、「腐植」や階層的な「団粒構造」の役割・意義を捨象してしまっていないだろうか。

【腐植の意義】

- ①豊かな生命育む母なる土壌：
土壌の団粒化、保水、通気性保持
- ②植物の健康、家畜の健康、人間の健康～有機農業の原点
- ③放射性セシウムを固定し、作物への吸収を防ぐ
- ④フルボ酸鉄による植物プランクトンの増殖。海藻、魚介類の増殖、豊かな海の再生
・・・“森は海の恋人”畠山重篤氏
宮城県気仙沼市 カキ養殖漁師→
- ⑤地下水、河川や海に流入する放射能を腐植で固定し、生物への汚染を軽減する

森は海の恋人



2011年 震災復興祈念植樹祭 (宮城県気仙沼一岩手屋越山)



「表土」は農民の宝

- 今回の福島原発事故による放射性物質の降下に直面し、一部の研究者から「汚染された土壌を耕すな」「表土を削って山にしておけ」との主張があった。
- しかし、「表土」は、農民がそれを作るのに何年、何十年をかけて作り上げてきたものである。有機農業の田畑はそれこそ「農民の宝」である。
- 安易に“安全”を目的に、“表土をはげ”というのは、農業の現場をあまりに知らなさすぎと言わざるを得ない。
- 腐植に富んだ土の中に、生物・微生物の豊かな世界があり、無機と有機の統合・循環があり、作物を健康に育ていく有機農業の織りなす世界が広がっている。
- 作物の健康に直結する表層の土をより豊かにすることで、より健康的な作物を作り、それを食する事で市民の健康は保たれるであろう。
- 百姓は種を播き、作物を作り続け、生きものを飼いつける。漁師が海に生きるように、百姓は大地に生きる。

除染目的で「表土」をはぎとることで生じる危険

- 大量の「汚染土」をどこに持って行くか決められない。だれがそれを受け入れますか。国内のどこですか？海外に持って行くのですか？海洋に不法投棄？
- 「表土」を失った農耕地は「地力」を失い、生産は大きく落ち込みます。これでは本末転倒です。生産力回復には大量の堆肥が長期にわたり必要になります。
- 腐植層を削り取られた土はセシウムの吸着効果を失うばかりかCECも下がり、セシウムの作物移行阻害能力を下げ、低濃度の汚染でも作物へのセシウム移行が高まることが考えられる。
- 除染によって団粒構造を失って単粒化した土は風および雨水による土壌浸食が激しく起きる。昨今の異常気象による集中豪雨はこの土壌浸食に拍車をかけ、ひとたび浸食が起き始めると止まらなくなる。
- 山林の除染を目的に、表土の腐植層をはぎとることは、上述の浸食を即刻起こすことになり、大工事を要するようになる。ひいては山津波（土石流）の引き金になる可能性がある。放射能由来の山からの人災は決しておこしてはならない。

魚住農園の雑木林と畑土壌の放射能対策

2011年11月23日

雑木林	雑木林 No. 1	小石川日出夫氏雑木林 2011/10/17(5月カシの葉落下) カシ ブナ科コナラ属 常緑樹 5月落葉 3.11汚染葉落下 10月上旬、地表面スレスレをモアかけ カシの落ち葉 昨年集め残しのクヌギの落ち葉 1,085 Bq/kg 175 Bq/kg 77 Bq/kg 土壌0~2cm 土壌2~4cm 土壌4~5cm 3,400 Bq/kg 2011/11/23(クヌギ・コナラの葉落下後) クヌギ・コナラ ブナ科コナラ属 落葉広葉樹 11月~12月 11月落葉 クヌギ落ち葉 0~3cm 3~7cm 184 Bq/kg 631 Bq/kg 163 Bq/kg (※)下草、カシ(上層)・クヌギ(下層)の落葉を0~3cmの土の層にモアを利用して土中に鋤き込んだ。
	雑木林 No. 2	小石川日出夫氏雑木林 2011年10月17日 クヌギ ブナ科コナラ属 落葉広葉樹 11月~12月落葉 コナラ ブナ科コナラ属 落葉広葉樹 11月~12月落葉 1 昨年落葉した上から3.11で表面汚染 集めなかった落ち葉(モアかけ) 2,312 Bq/kg 575 Bq/kg 60 Bq/kg ND Bq/kg 土壌0~2cm 土壌2~4cm 土壌4~5cm 2011/11/23(クヌギ・コナラの葉落下後) クヌギ・コナラ 11月落葉 クヌギ落ち葉 0~3cm 3~7cm 249 Bq/kg 822 Bq/kg ND (※)下草、集めなかった昨秋のクヌギ・コナラの落葉層を0~3cmの土の層にモアを利用して土中に鋤き込んだ。
	雑木林 No. 3	小石川日出夫氏雑木林 雑木林の一番低い「くぼ地」のところ (※)下草、集めなかった昨秋のクヌギ・コナラの落葉層を0~3cmの土の層にモアを利用して土中に鋤き込んだ。 2011/11/23(クヌギ・コナラの葉落下後) クヌギ・コナラ 11月落葉 クヌギ落ち葉 0~3cm 3~7cm 90 Bq/kg 1,128 Bq/kg 459 Bq/kg
	雑木林 No. 4	魚住農園前の島田氏の雑木林 土手の上 (※)下草、集めなかった昨秋のクヌギ・コナラの落葉層を0~3cmの土の層にモアを利用して土中に鋤き込んだ。 2011/11/23(クヌギ・コナラの葉落下後) クヌギ・コナラ 11月落葉 クヌギ落ち葉 0~3cm 3~7cm 284 Bq/kg 897 Bq/kg 207 Bq/kg
圃場	圃場⑨土壌	2011年7月5日 野積堆肥(汚染) 943 Bq/kg ゼオライト200kg/10a ズッキーニ・きゅうり ブラソイラー1回(1方向) 圃場⑨へ 122 Bq/kg Cs137 69 Cs134 53 8ヶ月経過し、減衰 2011年11月23日 ゼオライト200kg/10a 元肥として鶏糞米ぬかほかし(257bq/kg)を2t/10a 11/21キャベツ・ブロッコリー苗定植 102 Bq/kg 59 43 83%に自然減衰 (土壌採取方法) 農水基準 15cm×5ヶ所混合
	圃場⑩土壌	2011年7月5日 ゼオライト200kg/反 前作玉ねぎ ブラソイラー1回(1方向) 190 Bq/kg Cs137 106 Cs134 84 8ヶ月経過し、減衰 2011年11月23日 無肥料で人参生産 人参 収穫後の不耕起土壌 33 Bq/kg ND 33 検出限界36.2 検出限界21.4 どこへ? 39%に減衰? (土壌採取方法) 農水基準 15cm×5ヶ所混合
	圃場⑪土壌	2011年7月5日 ゼオライト200kg/反 なす ピーマン モロヘイヤ トウモロコシ おくら ブラソイラー1回(1方向) 172 Bq/kg Cs137 87 Cs134 85 8ヶ月経過し、減衰 2011年11月23日 (ブラソイラー)88馬カトラクターに装着 深さ約1m 11/4 ゼオライト160kg/10a投入 鶏糞堆肥2.5t/10a投入 玉ねぎ定植 ND !! ND ND 検出限界33.3bq/kg 検出限界26.2bq/kg (土壌採取方法) 農水基準 15cm×5ヶ所混合