放射能対策の意図とその成果

2011/11/25　魚住道郎

（１）雑木林の落ち葉について

今年の冬に集めるであろう落葉がどの程度の放射能汚染があるのか。如何に汚染を減らすことができるのか。そして、その落ち葉集めをする人の被曝をどうすれば減らすことができるのかは有機農業者にとって最大の関心事である。

何故なら、踏み込み温床や堆肥や堆肥材料源の落葉は有機農業を実践していく上での根幹であり、例年通りの落葉集めが実行できるか否かは、その後の生産に大きな影響を及ぼす。それ故、この落葉集めの放射能対策は、圃場への汚染拡大を防止する上でも重要となってくる。

（イ）　予備調査

10 月 17 日、雑木林№.１、№.２のすでに落下済みの落葉がどの程度放射能汚染があるか調べた。例年の作業通り、まず、下草の篠竹、野草、および５月に落葉したカシの葉と、前冬の拾い残しのクヌギ、コナラの類の落葉を、トラクターに装着したフレールモアで地上スレスレの高さで粉砕した。その落葉を計測すると、雑木林№.1 で 3,400Bq/kg、雑木林№.2 で 2,312 Bq/kg との結果を得た。

（ロ）　対策・・・3 月放射能汚染を直接受けた常緑樹（針葉樹・広葉樹）の落葉と、昨年集め残した広葉樹落葉の土中鋤込み

上記の汚染の落葉と、これから（11 月中旬以降）落下してくるであろうクヌギやコナラなどの落葉と混ぜてしまうと、高い汚染落葉の回収になってしまうことから、クヌギ、コナラの落葉が始まる前にその処置をせねばならなくなった。

そのまま集めて回収すれば、高濃度の落ち葉の山を作ってしまうことになり、その処置については、「除染」という手法を用いるのではなく、畑ですでに実践しているように、「土の中に鋤き込む」方法を用いた。しかし、畑と違い、山林では木の根が地表部まであるため、通常のローターは使うことができない。そこで、フレールモアで、最大可能な深さで粉砕しながら鋤き込むこととした。3cm 位の深さには鋤き込めたのではないか。11 月 4 日～10 日の間に作業は完了した。

（ハ）　この冬落下の落葉の調査・・・古い落葉の鋤き込み後の今冬の新しい落葉

この冬に落下したクヌギやコナラの落葉は、原発事故によって放射能汚染がはじまった 3 月 15 日～21 日の時点では芽吹きしておらず、葉をつけていなかったので、この落葉がどの程度の汚染があるのかを調べた。

雑木林№.1～№.4 で、90～284 Bq/kg の範囲の調査結果となった。10 月 17 日の落葉の検査 2,312～3,400 Bq/kg と比較して、約 1/10 の汚染状況である。

（ニ）　考察

① 今冬の新しい落葉は、農水省の規制値 400 Bq/kg 以内であり、古い落葉と混合させない

上記の処置は適切であったと判断して良いのではないか。

② 常緑広葉樹（カシ）や針葉樹（ヒノキ）は 3 月 11 日～21 日時点では古葉はまだ落下しておらず、そのまま放射能汚染を受け、5 月～11 月に落下した。その落葉（カシ、ヒノキ）および 1～2 月の落葉集め作業での拾い残しのクヌギ・コナラの落葉は 2,000～3,000 Bq/kg 程度の汚染（石岡市周辺）あったものと考えて良いのではないか。これらは利用すべきでない。

③ ①今冬落葉と、②足元に鋤き込んだ落葉　が落葉集めの作業の時に混合してしまうのではないかと心配されたが、②の鋤き込み後に充分な降雨があったため土が固くしまり、新しい落葉①は分離して集めることができた。

④ №3 の落葉（クヌギ、コナラ）は、山林の「くぼ地」のところで集めたもので、このくぼ地で育っている木の葉の落葉は 90 Bq/kg であることに注目したい。この山林くぼ地の土壌は腐植層が厚く、土壌自体は 0～3cm で 1,128 Bq/kg、3～7cm で 459 Bq/kg と他の雑木林より汚染が集積している。にもかかわらず、その上に生長している木（クヌギ・コナラ）の根から葉への吸収移行は 90 Bq/kg で、他の土壌汚染沈着が少ない地点で育った木（クヌギ・コナラ）の葉の落葉への移行よりも少なくその 1/3～1/2 である。腐植に富んでいる「くぼ地」の土は、沈着した放射能セシウムを固着しているため、樹木への経根吸収を減らしているのではと考えられる。

（２）圃場の土壌の放射能汚染対策について

（イ）考え方と実践

腐植と粘土と微生物の有機的複合体としての団粒構造の中で、セシウムは吸着・固定されるとの見通しの中で、その吸着を増強するものとしてゼオライトを投入し、なおかつその汚染濃度を下げるために、深く耕すことで、作物への放射能汚染を減らす。

腐植のセシウム吸着機能、塩基置換容量を高めるため、今まで通りの堆肥やボカシの使用を続け、なおかつ、より効果的な深耕方法を考えた。

機械的・物理的深耕法として、ボトムプラウ、プラソイラーが考えられるが、ボトムプラウは約 30cm 位のところに鋤床が出来てしまい、それ以上の深耕が困難なため、「プラソイラー＋ローター耕」が望ましいと考えた。

ゼオライトはほぼ毎作 160～200kg/10a と考えている。

（ロ）考察

№⑪の圃場では、ナス、ピーマン、モロヘイヤ等を植え付ける前にプラソイラー1回、1方向で深耕した。ここの圃場の 7 月 5 日時点での放射能濃度（0～15cm、5 ヶ所採取混合）は 172 Bq/kg（Cs137：87 Bq/kg、Cs134：85 Bq/kg）であった。ナス、ピーマンの畝間にはリビングマルチ麦を播き、10 月末まで畝間も不耕起。この間、大雨がたびたびあったが土壌の浸食は全くなかった。

10 月末と 11 月 4 日にプラソイラーを合計 2 回入れた。この畑には鶏糞堆肥 2.5t/10a（放射能未計測）を入れた。11 月 23 日この畑の土壌の放射能検査（0～15cm、5 ヶ所採取混合）を行ったところ、「ND：検出限界値以下」（検出限界 Cs137：33.3 Bq/kg、Cs134：26.2 Bq/kg）となっていた。

プラソイラーの「縦横2回通し」が効果的であったのか、まだ断定できないが、耕盤を作らないプラソイラーと、大型トラクターのロータリー耕で、かなり作土層の汚染を拡散、希釈できる見通しが立ったと言えるのではないだろうか。

放射能対策の意図とその成果

2011年冬の落葉集めの対策と実践

（１）雑木林の落ち葉対策

（２）ほ場土壌の放射能汚染対策

石岡市　魚住道郎

2011.12.3 日本有機農業研究会市民公開研究会
「放射能汚染と有機農業」

（1）2011年度の落葉の放射能対策

【落葉対策の意味】

1. 2011年の冬に集める落葉がどの程度の放射能汚染があるか。汚染を減らせられるのか。作業被曝を減らせられるか。

2. 踏み込み温床や堆肥の材料源となる落葉は有機農業実践の根幹であり、その後の生産に大きな影響を及ぼす。

3. 落葉集めの放射能対策はほ場への汚染拡大を防止する上でも重要である。

対策のための調査研究手順

1. 予備調査･･･樹上葉汚染、地表汚染による落葉をモア粉砕して放射能検査

2. 3月に放射能汚染を直接受けた常緑樹（針葉樹･広葉樹）の落葉と、昨年集め残して汚染された広葉樹落葉の土中への鋤込み。（汚染落葉の土中隔離）

3. この冬落下の新しい落葉の調査と汚染レベル調査

2011年10月上旬
古い落葉と下草の粉砕・鋤込み作業

粉砕・鋤込み直後

充分な降雨で、鋤込み後の地面は固く締まり、新旧落葉を分離

3月以降の落葉と下草を鋤込んで固まった層

落葉・下草鋤込み土壌を採取して放射能検査へ

【雑木林No.1】

地表面スレスレをモアかけ（粉砕・鋤込み）

カシの葉（５月落葉）とクヌギの葉（下層：昨年集め残し）

○○○○○○○○○○	カシの落ち葉	3,400 Bq/kg
●●●●●●●●●●●●●●●●●●	昨年集め残しのクヌギの落ち葉	
1,085 Bq/kg	土壌０～２cm	
175 Bq/kg	土壌２～４cm	
77 Bq/kg	土壌４～５cm	

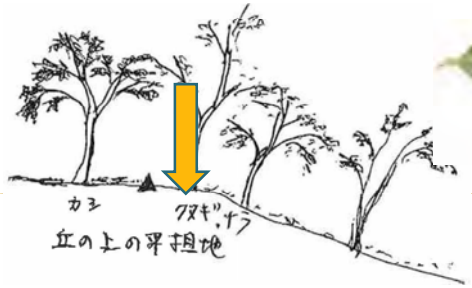
11月上旬、落葉をはじめた クヌギ、コナラたち

積もりはじめた クヌギ・コナラの落葉

11月積もった落葉を集める

新しい落葉を回収して放射能検査へ

11月クヌギ・ナラ落葉の放射能



●●●●●●●●● 184 Bq/kg クヌギ落ち葉

○●○●○●○●　631 Bq/kg　0～3cm

163 Bq/kg　3～7cm

【雑木林No.2】 昨年のクヌギ･コナラ落葉の上から放射能汚染。表面落葉の汚染は2000Bq/kg超。その上に落葉した落葉は250Bq/kg。

（※）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。

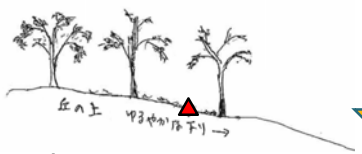
2011年10月17日

クヌギ　コナラ

ブナ科コナラ属

落葉広葉樹

11月～12月落葉



↓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　土壌０～２cm

60 Bq/kg　土壌２～４cm

ND Bq/kg　土壌４～５cm

（※）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・コナラ

●

11月落葉

●●●●●●●●　249 Bq/kg

● ● ● ● ● ●　822 Bq/kg　0～3cm

ND　3～7cm

【雑木林No.3】 一番低い「くぼ地」は腐植層が厚くセシウム移行が少ないのか？ 落葉は90Bq/kg

（※）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。

●●●●●●●●●　90 Bq/kg

● ● ● ● ● ●　1,128 Bq/kg　0～3cm

459 Bq/kg　3～7cm

【雑木林№4】 土手の上
昨秋の落葉層を鋤込んだ土層は897、その上に落ちたクヌギ・コナラの落葉は284Bq/kg

（※）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年落葉対策の結論

1. 原発事故時、青葉を付けていたカシ（5月以降落葉）、および地上部にあった落葉は落下放射能に汚染されて2,300～3,400Bq/kgという高濃度の汚染を示している。これは利用できない。

2. この冬落下しているクヌギ・コナラの落葉は、原発事故による汚染時まだ芽吹いておらず葉をつけていなかったことから放射能落下の直接の汚染はなかった。

3. 今落下している落葉はその樹の汚染土壌からの経根吸収か、樹幹からの移行が考えられる。
   この落葉の放射能濃度は90～300Bq/kgで、古い落葉の1/10の汚染状況であった。

結論のつづき

5. 今冬の新しい落葉は、古い落葉と分離して混合させなければ、堆肥に使用可能である。

6. 古い落葉のかき取り集積は、高濃度汚染の塊を作ってしまい、その処分はなかなか困難である。

7. 土壌の「腐植−粘土−微生物複合体」によるセシウム吸着・固着能力を生かして、古い落葉は土壌に鋤込んで100年以上保持しておいてもらうのが得策と考える。

8. したがって、古い落葉を土中に鋤込んで固め、新しい落葉と混合させずに新しい落葉のみを利用する。

（2）ほ場の土壌の放射能汚染対策

1. 石岡地域の土壌へのセシウム沈着量は概ね　1万～3万Bq/m^{2}である。辻地区と大砂地区から南のかすみがうら市一帯が3万～6万Bq/m^2（チェルノブイリのウクライナ基準では3.7万Bq/m^{2}以上が放射線管理区域とされる）。これを深さ15cmのkg単位濃度に換算すると51～153～306Bq/kgとなる。

2. 石岡地区では部分的なホットスポットが散見される。放射性プルームと地形の関係からか竜神山の西や大砂からかすみがうら市にかけて、また仏生寺・弓弦地区の山林は注意が必要か。逆に宇治会近隣は汚染が低い。

3. 北茨城から高萩にかけては高汚染地帯がみられるが、日立市や常陸太田地区は汚染度は低く、石岡地区の方が一面中位の汚染地帯である。

ゼオライト投入後、
プラソイラーによる深耕
（88馬力トラクターに装着）

ゼオライト

プラソイラーの刃

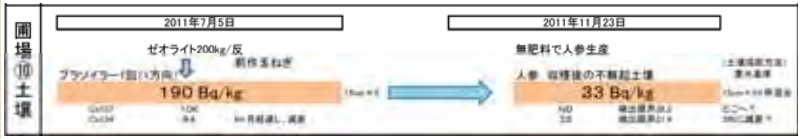
深さ１m。心土が反転

【ほ場 No.⑨】
〇2011年7月５日　野積み堆肥（943Bq/kg）とゼオライト200kg/10aを投入しプラソイラー１回で土壌の汚染度は１２２Bq/kg。この土壌で栽培したズッキーニ、きゅうりの放射能濃度は「検出限界以下」。

〇11月21日、元肥（鶏糞米ぬかぼかし257Bq/kg）を2t/10a、ゼオライト200kg/10a　投入後、土壌の汚染度は１０２Bq/kg。この土壌にキャベツ、ブロッコリーの苗を定植した。

【ほ場 No.⑩】
〇ゼオライト200kg/10a投入、プラソイラー１方向１回で7/5検査時点で土壌汚染度１２２Bq/kg。このほ場で玉ねぎを栽培した。

〇7月玉ねぎ収穫後、無肥料で不耕起土壌で人参を栽培し、11/23検査時点の放射能濃度は３３Bq/kgであった。収穫した人参の放射能濃度は検出限界値以下であった。



プラソイラー縦横２回の深耕実験

今度は横目で深耕

【ほ場 №⑪でのプラソイラー2回実験】

〇ゼオライト200kg/10a投入、プラソイラー1方向1回で7/5検査時点で土壌汚染度172Bq/kg。このほ場でなす、ピーマン、モロヘイヤ、とうもろこし、おくら栽培。

〇11/4、ゼオライト160kg/10a、鶏糞堆肥2.5t/10a投入後、プラソイラーを「縦横2回」通したところ、土壌は「検出限界値以下」となった（検出限界 Cs137<33.3、Cs134<26.2）。他のほ場でも検証をすすめることとする。

結論

1. 石岡地区に降下沈着したセシウムは1万～6万Bq/m²（50～300Bq/kg）と中低位の汚染地帯である。放射性ヨウ素も相当な降下があったと推定される。

2. ほ場の地表表面沈着後、多くは表土をかき取ることなく、耕耘してセシウムを土中にうない込んだ。結果、kg単位のセシウム濃度は初期値で100～300 Bq/kg程度まで分散した。

3. 有機土壌の腐植・粘土・微生物複合体及びゼオライトによるセシウム固着化により、作物への移行は1/100～1/10であった。

4. 「有機物の多い土壌は作物へのセシウムの移行が大きい」という言説は、実証的なデータもなく、根拠のない言説である。しかし、有機農業陣営においても、セシウムの固着能について、腐植やCECが少ないと思われる慣行栽培土壌との対照的な実証はできていない。

4. Cs137：134の比は3月末時点の「1：1」比から、Cs134がその半減期から9ヶ月で60%近くまで自然減衰していることからその比は「1：0.6」程度に減衰している。合計値では自然崩壊によって3月比80%であろう。

5. セシウムの表流水、地下水に溶解しての転流については調査できていない。

福島県での筑波大・東大などの調査では、阿武隈川流域の山林・水田（特に代かき）・畑地等から流出したセシウムは阿武隈川から海に一日当たり500億ベクレル流出しているという調査結果が提出されている。

6. 広葉樹林・混合林の減少による腐植層の低減や、「除染」という作為的な表土掘削はセシウムの流出を促進している可能性がある。

山林やほ場の表土の腐植層を剥離することは団粒構造を破壊し、保水力を低減させて土壌流亡・浸食に拍車をかけて、土石流の引き金になる危険性がある。