

## 平成 28 年度 9 月例会レジュメ

日 時：平成 28 年 9 月 16 日（金） 18 時 00 分～20 時 00 分

場 所：日本技術士会 荳手第二ビル 5 階 会議室 A, B

講 師：中西 友子 氏（東京大学大学院 農学生命科学研究科 特任教授）

演 題：放射線で見える植物の世界－福島支援活動の経験と技術者・研究者のあるべき姿－

進 行：井口幹事（企画担当）

参加者：28 名（会員・講師を含む）＋近畿本部 7 名

## 1. 講演概要

講師の経歴を紹介後、放射線で見える植物の世界について講演が行われた。当初の参加案内では植物の水と元素の動きについての放射線や放射性同位元素（RI）を用いたイメージング解析に関する内容とされていたが、当日の講演では副題にもある通り、福島周辺での植物・動物内の放射性セシウム（Cs）の挙動と福島支援活動での技術者・研究者のあるべき姿について内容が追加された。講演概要を以下に示す。

## (1) 概要

冒頭に年間放射線量の変化、避難者の数とその変化、福島とチェルノブイリとの比較、農学生命科学研究科の福島支援活動の拠点と内容の説明があった。福島の事故を受けて目にする（記憶に残る）主な情報として場所や食品のモニタリング情報がある。しかし、農業をする人（営農者）への情報はあまり出てきていないことが課題であるとの説明があった。

## (2) 土壌

講演では、土壌への円筒パイプの埋設残置による深さ方向の土壌深度別  $\gamma$  線測定法と、採取した試料のイメージングプレートを使用したイメージングによる水平方向の  $\gamma$  線分布の測定例の紹介があった。土壌中に存在する Cs は表面から数 cm の深さまでにあり、多くは 5cm 以内の表層に留まっている。2011 年の郡山の土壌の Cs の相対放射能(relative radioactivity)の移動距離(moving distance)を深さ方向に調査した結果、事故から 3 か月後では約 20mm だったが、その後の 3 か月では約 5mm しか移動していない。また、イメージングの結果によれば土壌中の Cs は平面的には全域ではなく、ポツポツと不均一に存在している。水田土壌を分けてイメージングすると Cs は砂のみの部位には検出されず、植物遺体の部位や粘土・シルト＋有機物の部位には検出された。さらに 30  $\mu$ m の粘土を微視的に観察したところ Cs は黒雲母が風化したところに付着していることが判った。

## (3) コムギとコメ

講演では、コムギのイネの Cs の存在位置を可視化した結果の紹介があった。事故から 2 か月後の 5 月頃のコムギの穂・茎・止葉・葉の各部位をイメージングしたところ、事故当時に展開していて既に枯葉になっている葉にかなりの Cs が検出された。この結果は  $\gamma$  線定量分析結果でも確認されたが、4 割程度の Cs が事故後に新たに発芽した葉にもあることが確認された。

一方、事故後に収穫したイネの穂の玄米のイメージングと  $\gamma$  線定量分析結果では、重量的には小さなぬか（種皮と胚）の部分に半分以上の Cs が存在し、残りが重量的には大きな精米の部分にあることが確認された。すなわち、玄米が 537 Bq/kg だったものの精米は 267 Bq/kg であり、さらに洗淨米では 147 Bq/kg となった。玄米中の Cs 濃度が高かったイネのうち、水耕栽培された場合のものを測定したところ、何れの葉にも Cs が確認されたが、Cs 濃度は最上位の葉が最も高いことが判った。また、土壌で栽培された場合は多くの Cs は土壌の残り、イネに移行したものはより下の葉に Cs が確認されている。なお、最近の福島の流通米の放射線検査の結果では、100 Bq/kg を超えるものは全く確認されていないとの説明があった。

## (4) 果樹と森林

講演では、モモとスギとマツの Cs の存在位置を可視化した結果の紹介があった。モモ中の Cs は樹皮の表皮部と材の辺材部に多く、材の心材部にはほとんど存在していない。2012 年の調査によれば、スギ中の Cs は材の心材部の中央が高くて辺材部は低いこと、また、上位になるほど高くて下位の方が低いことが判った。スギの場合、Cs は樹皮から心材部へ入ってくると推定されている。一方、マツ中の Cs は樹皮の部分が高くて材の心材部・辺材部は低いこと、これは上位・下位であまり差がないことが判った。

福島県内の森林について、2014年4月に林野庁から2011年から2013年における各調査地のCsの部位別分布割合がプレスリリースされている。[http://www.rinva.maff.go.jp/press/ken\\_sidou/pdf/140401-01.pdf](http://www.rinva.maff.go.jp/press/ken_sidou/pdf/140401-01.pdf)  
ここでは、スギ・アカマツ・コナラの生息する各場所の土壌・落葉層および樹木の幹・葉・枝などの部位別にCs濃度をγ線定量分析した。その結果、2011年にはCsは落葉層・土壌・葉に分布し、落葉層には39～50%と最も多く、土壌には24～39%、葉には8～32%が分布した。しかし、2012年にはCsの大部分は土壌と落葉層に分布し、土壌には64～79%と最も多く、落葉層には15～27%が分布した。2013年は2012年とほぼ同様の傾向であった。なお、2013年の落葉層のCs濃度は数Bq/kg～約100Bq/kgであった。すなわち、割合をみると、2011年から2012年に各部位の割合が大きく変化したが、2012年から2013年にかけての部位別の変化は小さかった。また、植物の落葉に伴い次第に落葉層と土壌にCsが移行し、蓄積している傾向が示されているとの説明があった。

#### (5) 動物

講演では、牛・豚・山羊等の家畜と鳥類（ウグイス）、魚類のCsの存在位置を可視化した結果の紹介があった。家畜の汚染としてCsは牛・豚共に骨格筋（大腰筋）に比較的多く、腎・肝・脾・卵巣にも存在しているとのデータが紹介された。また、食物を探す時の動作の違いから牛よりも豚の方が汚染は高いことが判った。放牧山羊の糞のCs濃度は2011年4月には約500Bq/kgであったが、2012年5月には1/5程度まで下がった。ウグイスの春先の活動範囲は2km四方で位置に再現性があるが、事故直後は羽根に多くのCsの付着がイメージングで検出されたが、翌年には検出されなかった。

ミルクのCs汚染を調査するために、飼料からミルクへのCs移行を実験した結果の紹介があった。ここでは、①汚染したヘイレージ（牧草ロール）10kg+配合飼料（TMR）25kgを14日間与えた乳牛と、②TMRのみ35kgを与え続けた600kgの乳牛のミルク中のCs濃度を比較ところ、①のミルクでは14日間は35Bq/kg程度のCs濃度を示したが、28日後には②と同程度の数Bq/kgになることが判った。

魚類では、マダラとカライワシの各部位のイメージングの紹介があった。Csはヒレなどの表皮の一部に検出されるものがあったが、身の方には検出されなかった。また、スケトウダラ等の水産練り製品の製造では水晒し等の工程があり、ここで多くのCsが除去されるため製品には5%以下しか移行しないとの説明があった。

#### (6) まとめ

講演のまとめとしてフォールアウトしたCsの特徴として、①土壌と植物にはスポット状・表面に付いて時間と共にほとんど動かないこと、②生物は代謝に伴い短期間に排泄されることの説明があった。また、日本全国におけるセシウム137（Cs-137）月間降下量の推移と日本人成年男子群のCs-137体内量の推移の紹介があった。それぞれ1960年代の大気圏内核実験、1986年のチェルノブイリ原発事故、2011年の福島原発事故の3つピークがあるが、Cs-137月間降下量は福島事故時が最も高いが、Cs-137体内量は1960年代の大気圏内核実験によるグローバルフォールアウト（GFO）によるものが最も高いとの指摘があった。また、GFOにより当時の日本人成年男性の体内に平均で500Bq程度のCs-137の蓄積があったとの紹介があった。

講演の最後に福島支援活動の経験と技術者・研究者のあるべき姿として、学術の役割としてシステムティックな環境調査の必要性、被災地の人々たちにとっての暮らしの再構築と出来るだけ早い営農再開について指摘があった。

## 2. 全体質疑（敬称略）

Q1：マツとスギとの違いの原因は何か？（原子力放射線・芳中）。

A1：マツは木の中に水が一樣にあるが、スギは全般に水が少ない。水が年輪に沿って有る場合やそれもない場合がある。水の動きと相関があると推定しているが、なぜ幹から入ったか、詳細はまだ十分にわからない。

Q2：米の検査結果は福島だけが公表されているのか？（原子力放射線・高木）。

A2：福島以外にもHP等で紹介されていると思う。

Q3：Csが動かないことは判ったが、マクロ的にどこに蓄積されているのか？（近畿本部）。

A3：林野庁のプレスリリースの結果から見れば、森林では今後落葉が続くとCsはどんどん土壌に移っていく。

Q4：2011年8月～2013年8月にかけて飯館村でヒマワリによる2毛作の除染をやった。元気な時

と枯れた時を比較すると枯れた時の方が減っていた。この原因は何か判るか？（原子力放射線・阿部）。

A4：植物は枯れたものから養分を取る習性がある。そのため、枯れた後に元気なものに取られたのではないか。

Q5：森林除染はどうするか。福島では伐採木の焼却処理等を考えている例があるようだが、説明のあった内容なら原理的には山野の表層土（リター層）を除去しなければ除染にならないのではないか？（原子力放射線・和田）。

A5：リター層を除去してしまうと営農再開できない。取らないやり方を考えてほしいと思っている。

Q6：営農者にとってはそうだと思うが、近隣に住むサラリーマンはそう思わない可能性がある。現地の役所がステークホルダーを集めて、リスコミをやるべきではないか？（原子力放射線・和田）。

A6：神戸では山の森林伐採をした場所で水害が起きた例もある。リター層を除去しない方向で考えて貰いたい。

Q7：Cs は土壌から動かないことをどうやればもっとアピールする方法はないか（原子力放射線・佐々木部会長）。

A7：データは多数あり、近々に公開予定である。全てオープンにする予定である。これを見て考えてほしい。

Q8：放射線の人体影響が最も興味があるが、幼児の甲状腺がんへの影響がどうかを知りたい。影響があると言う人とは無いと言う人がいる。（経営工学・福山）。

A8：自分の専門ではないので、周辺的な情報の提供の範囲で答えたい。低線量被ばくは本来的にデータがなく、良く判らない部分はある。ただ、人体汚染のレベルは1960年代のGFOの方が福島事故よりもはるかに高いが、その時代にどんな影響があったかは考えてほしい。

Q9：枯れた葉から養分を取っているとの話だったが、どういうメカニズムか（電気電子・北条）。

A9：これは、まったく判っていない。植物の水の移動に関する研究は進められており、単純なパイプではないことが判っている。導管と枝管があり、これらは各々どのように機能しているかはわからない。



(a) 講師の中西友子氏



(b) 会場の風景

写真 当日の会場状況

以上