いわき明星大学

科学技術学部　生命環境学科

平成 24 年度　卒業研究要旨集

(除染及び放射性物質測定に関するテーマ抜粋)

研　究　課　題	指導教員	頁
福島第１原発事故によって放出した放射性セシウムの測定および除去と回収（1）	佐藤 健二	1
福島第１原発事故によって放出した放射性セシウムの測定および除去と回収（2）	佐藤 健二	2
福島第１原発事故によって放出した放射性セシウムの測定と食品への移行係数（1）	佐藤 健二	3
福島第１原発事故によって放出した放射性セシウムの測定と食品への移行係数（2）	佐藤 健二	4
陸水域に生息する魚類における放射性物資蓄積の変遷（1）	佐々木 秀明	5
陸水域に生息する魚類における放射性物資蓄積の変遷（2）	佐々木 秀明	6
福島県いわき市沿岸における海藻類の放射性物質蓄積の変遷	佐々木 秀明	7
いわき市に生育する野生植物における放射性物質蓄積	佐々木 秀明	8
陸生ラン藻イシクラゲによる放射性物質汚染土壌浄化の可能性	佐々木 秀明	9
放射性セシウム除去技術の研究 - 焼却灰を中心として -	梅村 一之	10

福島第１原発事故によって放出した放射性セシウムの測定および除去と回収（１）

F09057　鈴木　龍馬　（指導教員　佐藤　健二　教授）

【緒言】 2011 年 3 月に起こった福島第１原子力発電所の事故以降、放射性物質、特に放射性セシウムで汚染された土壌からの放射性セシウムの除去法は、家屋など生活圏と田畑などでは異なり、また、物理的や化学的など科学的にも様々である。田畑や生活圏における汚染土壌からの放射性セシウムの除去に関しては撹拌や薬剤などを用いた除去法が報告されてきているが、建築資材に用いられる砕石場の砂利や海岸の砂などからの放射性セシウムの除去研究はほとんどない。そこで、本研究では、砂試料（粒径<2 ㎜）を実試料として用い 0.1M チオ尿素を含む 1M 硫酸溶液を用いた除去法、また、超音波を用いる除去法について検討した。

【実験方法】 基本的な操作は次の通りである。まず化学的な除去法には特注のステンレス容器を用い検討した。このステンレス容器に汚染砂試料と 0.1M チオ尿素を含む 1M 硫酸溶液を添加し 90℃で加熱撹拌させることで除去操作を行った。除去率は、除去操作前後における砂試料の放射性セシウム濃度から算出した。次に物理的な除去法として超音波を利用した除去法では、23kHz と 43kHz の周波数が利用できる超音波洗浄機（アズワン（株）、ASU-10D 型）を用い、これに 20ｇの砂試料と 100mL の蒸留水を加えた 500mL ビーカーを入れ、一定時間超音波による除去操作を行った。除去率は、除去操作前後における砂試料と蒸留水中の放射性セシウム量から算出した。放射性セシウム濃度は、食品放射能測定システム(日立アロカメディカル(株)CAN-OSP-NAI) を用いた。

【結果・考察】 ステンレス容器に 1～3 ㎏の汚染された砂と 2～6L の 0.1M チオ尿素を含む１M 硫酸溶液を除去液として添加し、1～5 時間 90℃で撹拌した。その結果、撹拌時間が長くなるのに従い除去率が高くなる傾向が示されたが、除去率が 90%以上までには至らず 2 時間以上の撹拌時間で除去率 80～86%であった（図 1)。放射濃度を測定する場合、専用容器(V11、1L 容量)を用いなければならない。しかし、試料量の少ない場合には V11 を利用する事は出来ない。上述しているように、正確な値を出すためには V11 での測定が必要だが砂試料や水試料の量を少ない場合には U8 を使用したいため相環関係を求めた。その結果少なくとも 12,700 Bq/kg(V11 測定値)までは良好な相関関係が得られた。そこで以後は実験で試料量の少ない場合には U8 容器を使用することにした。超音波による除去実験では、砂 20ｇ、蒸留水 100mL を温度：20℃～60℃、時間：20 分～60 分、周波数：23kHz・43kHz の条件で水洗いしていない砂試料と海岸の砂試料に適用した。その結果、水洗いしていない砂試料からの放射性セシウム除去率は時間・温度に影響を受けず 4.4～7.7%であった。一方、海岸の砂試料では放射性セシウムは除去することは出来なかった。以上、化学的と物理的、２つの除去法を比べた際、除去率が良いのは化学的除去法だが硫酸やチオ尿素などの薬品を使用するため危険性や除去後の処分には中和などの処理が必要となる。これに対し、超音波では除去率は低いものの薬品を使用しないため危険性もなく後処理も容易である。今後、超音波による除去液を測定する際には、上澄み液だけではなく砂試料からはぎ取られた粘土質なども捕集した上で測定するなどの検討が必要である。

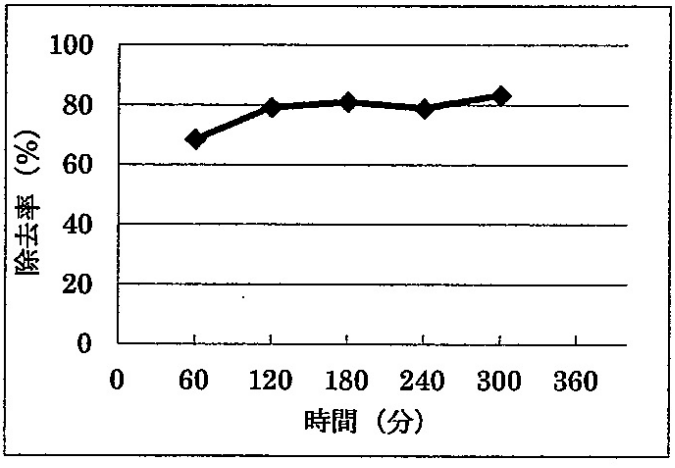

図１　加熱回転時間による除去率への影響

福島第１原発事故によって放出した放射性セシウムの測定および除去と回収（２）

F09016　角田　美里　　(指導教員　佐藤健二　教授)

【緒言】2011年３月の福島第１原子力発電所の事故以降、放射性物質により広範囲に渡って土壌は汚染された。本研究室の目的は、土壌の埋め立てや再利用可能な土壌へとするために汚染土壌からの放射性セシウムの除去法、そして除去した放射性セシウムの回収・固定化する手法を見つける事である。そのために、本研究では特注のステンレス製除去装置を用い汚染砂試料からの放射性セシウムの除去法、バッチ式とフロー方式による吸着剤への放射性セシウムの回収・固定化について検討した。

【実験】本実験での除去操作は、汚染された砂試料(粒径＜2 ㎜)と0.1Ｍチオ尿素を含む１.0Ｍ硫酸溶液を特注の除去装置に入れ90 ℃で撹拌することで行った。除去率は、除去操作前後における砂試料の放射能濃度から算出した。回収操作は、バッチ式とフロー式の２方式で行った。バッチ式は、500 mlポリエチレン製の試薬瓶に汚染土壌から除去した後の汚染水140 mlと吸着剤(ゼオライトはφ0.2～0.9 mmとφ0.5～1.5 mm(サン・ゼオライト工業(株))の２種類、活性炭は市販の粉末、破砕、顆粒の３種類)90 gを入れ振とうさせた。フロー式では、吸着剤をガラス製のカラム(φ8 ㎜ i.d.×22 cm)に入れ、これに放射性セシウムを含む汚染水をペリスタルティックポンプ(アト―(株)製、SJ-1220型)を用い送液することで行った。吸着剤への回収率は、送液前後の汚染水の放射能濃度から算出した。放射能濃度の測定は、食品放射能測定システム(日立アロカメディカル(株)、CAN-OSP-NAI)と食品･環境放射能測定装置(SEIKO EG&G(株)、SEG-EMS)を使用した。

【結果】除去装置において90 ℃で1～5時間撹拌し、撹拌時間が除去率へ与える影響について検討した結果、撹拌時間が長くなるに従い除去率も高くなる傾向が示されたが、120分以降ではほぼ変化は見られなかった。また、硫酸溶液の容量が大きくなるに従い除去率も高くなる傾向が示された。バッチ式による放射性セシウムの回収実験の結果、ゼオライトは粒度に関係なく96 %以上の吸着率を得たが、活性炭は３種類とも吸着しなかった。本実験では、粒度の小さいゼオライトを用いてフロー方式による回収実験を行った。まずカラム内へ送液する溶液の流速変化が回収率へ与える影響について検討した結果、流速が遅くなるに従い回収率は高くなるという傾向が示された。そのため、以後の実験では流速2 ml/minで実験を行うことにした。次に、一般的に放射性セシウムの回収に対してカリウム(K)の影響が大きいと言われている。そこで、除去操作で得られた汚染水(pH＜1)を実験に用い、これをNaOH、KOHで　pH4～5に調整した後、カラムに送液することでNa^+、K^+の影響について検討した。その結果、図１に示したようにpH調整なしの汚染水(pH＜1)、NaOH、KOHでpH調整した汚染水、共に、定量的な回収率(97.9 %以上)が得られた。本実験では、吸着作用があると言われている医王石及び医王石入りレーヨン(繊維重量に対して５ %含有)を用い、同様に回収実験を行った。その結果、図１に示したように明らかにNa^+とK^+の影響が大きいことが明らかになった。今後は、ゼオライトを用いより効率の良い回収条件、pHや他の共存イオンの影響についても検討していく必要があると考えた。

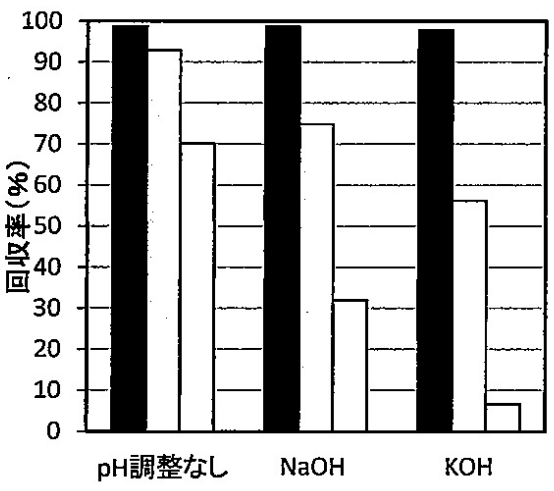

図１　放射性Cs吸着に対する陽イオンの影響

■ゼオライト □医王石 □医王石入りレーヨン

福島第１原発事故によって放出した放射性セシウムの測定と食品への移行係数（１）

F09010　内山　数馬　　（指導教員　佐藤　健二　教授）

【緒言】今回の福島第１原発の事故によって放出した放射性セシウムが農作物や農地を汚染したことが原因で、葉物野菜を中心に、収穫や出荷を停止する措置がとられた地域や作物があった。また、出荷停止に追い込まれなくとも、風評被害で農作物が売れない等の問題も起きている。このような現状は、今後も続くと考えられる。そのために、汚染土壌で作付けされた野菜などの農作物がどれ程の放射性セシウムを取り込むかを検討することが急務である。そこで本研究では、汚染された農地で作られた農作物への移行係数を測定し、可食部が土壌の中にある農作物と可食部が土壌の上にある農作物による移行係数の違いについて検討した。

【実験】本研究で用いた農作物は可食部が土壌の中にある作物(大根 6 サンプル、蕪 2 サンプル、葱 1 サンプル、牛蒡 1 サンプル)の計 10 サンプルと可食部が土壌の上にある作物(白菜 4 サンプル、ホウレン草 1 サンプル、チンゲン菜 1 サンプル、小松菜 2 サンプル、ミズナ 1 サンプル、キャベツ 1 サンプル)の計 10 サンプルの合計 20 サンプルである。放射能濃度測定のために行った操作は以下のとおりである。農作物を１kg以上採取し、また、その農作物を採取した場所の土壌も表面から 10 cmのあたりまでを１kg以上採取した。その後、 80～90℃に設定した乾燥器で１日以上乾燥させた。乾燥させた土壌を細かく砕き、ふるいにかけて測定専用容器(V11)に入れて、日立アロカメディカル株式会社製の食品放射能測定システム(CAN-OSP-NAI)で１時間の放射能濃度を測定した。一方、採取した農作物は水で十分に洗い、水気を切った後、ただちにフードプロフェッサーでペースト状にして食品環境放射能測定装置(ゲルマニウム半導体検出器)で１時間測定した。

【結果】本研究では、Cs-137 と Cs-134 の各々の放射性濃度の合算値を放射性セシウム濃度の値とした。土壌の放射性セシウム濃度の値は 118 Bq/kg～546 Bq/kg となった。可食部が土壌の中にある農作物の放射性セシウム濃度の値はすべて不検出(N.D.)となった。可食部が土壌の上にある農作物は小松菜だけ放射性セシウム濃度が検出（3.233 Bq/kg）され、それ以外は N.D.となった。そのため、移行係数は検出限界値を用いて算出した。図１と図２には検体農作物とその移行係数を表記した。その結果、移行係数は可食部が土壌の中にある農作物が 0.0052～0.0081, 可食部が土壌の上にある農作物は 0.0047～0.0078 となり、明確な違いが見られなかった。今回、本研究では、移行係数の値は検出限界値を用いて算出したため、正確な移行係数の値を求められず、可食部が土壌の中にある農作物と可食部が土壌の上にある農作物の違いを明確にできなかった。そのため、今後は測定時間長くして、精度を上げて測定し、正確な移行係数を求めていきたい。

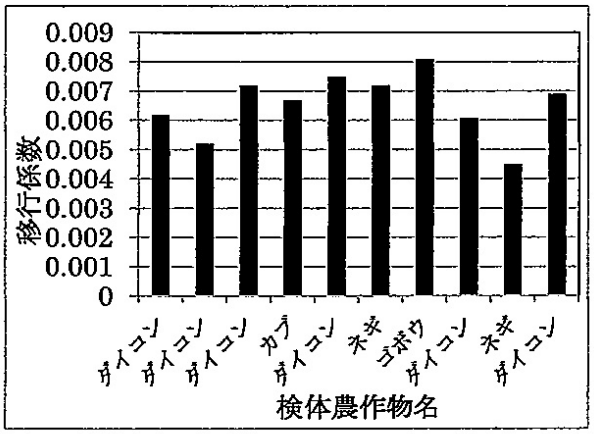

図１　可食部が土壌の中にある農作物

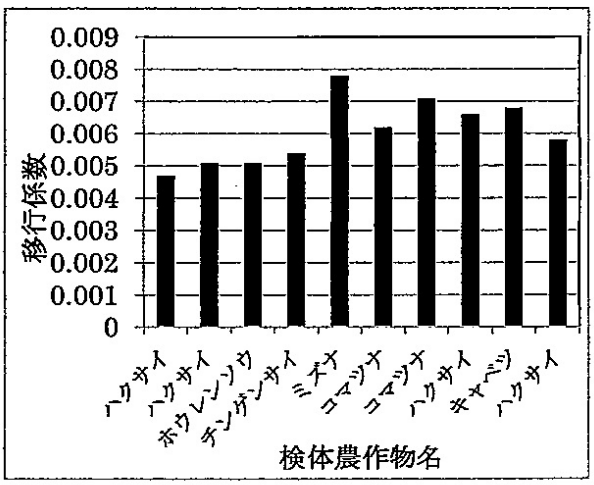

図 ２　可食部が土壌の上にある農作物

福島第１原発事故によって放出した放射性セシウムの測定と食品への移行係数（２）

F09036　瀧内　伸　（指導教員　佐藤　健二　教授）

【緒言】2011 年 3 月に起こった福島第 1 原子力発電所事故以降、放射性物質によって汚染された土壌は広範囲に渡る。そのような状況の中で野菜や穀物、果実などの食材が汚染土壌中の放射性セシウムを吸収する恐れがあることから我々の食環境を不安な状態にしている。汚染土壌中の放射性セシウムの食材への移行の度合いは、野菜や穀物、果実など食材の種類によって異なると考えられ、また、土壌の性質や気候状況などによっても異なると考える。そこで本研究では、土壌から食材への放射性セシウムの移行に関する研究の手始めとして土壌中の放射能濃度と食品中の放射能濃度を算出し、土壌から食品への移行係数について検討した。

【実験】本実験では、食材として野菜(21 検体)、穀物(7 検体)、そして果実(10 検体)を食材試料、また食材を採取した周辺土壌を汚染土壌試料とした。田や畑から採取した汚染土壌約 1 kg をふるいで一定粒度(< 2 mm)以下にし、90 ℃の乾燥器の中で一昼夜乾燥させた後、自然冷却させた。その後、汚染土壌を専用の容器(V-11)に入れ、日立アロカメディカル(株)製の食品放射能測定システム(CAN-OSP-NAI)で約 30 分間(2000 秒)、放射能濃度を測定した。一方、食品では約 1 L 程度の可食部分を Panasonic(株)製のフードプロッセサー(MK-81)でペースト状にし、1 L マリネリ容器に入れ、セイコー・イージーアンドジー(株)製の食品・環境放射能測定装置(ゲルマニウム半導体検出器：SEG-EMS)で 1 時間、放射能濃度を測定した。そして、土壌と食品のそれぞれの放射能濃度から以下の計算式に従って移行係数を算出した。

$$\text{移行係数} = \frac{\text{食品中の放射性 Cs 濃度〔Bq/kg〕(生鮮)}}{\text{土壌中の放射性 Cs 濃度〔Bq/kg〕(乾燥土)}}$$

【結果】放射能濃度を測定した結果、野菜に関しては、長ネギ、フキ、ミョウガの 3 検体については検出されたが、他の 19 検体は全て不検出(N.D.)(d.l. : 1.07～14.66)であった。穀物に関しては、玄米 6 検体とトウモロコシ 1 検体が検出され、1 検体が不検出(N.D.)(d.l. : 7.9)であった。表 1 には、果実について示したもので本研究で測定した果実すべてにおいて検出された。表 1 には、移行係数を算出した結果も示した。その結果、すだちとゆずにおいて 0.029～0.039 となり他に比べ特に高い値が示された。また、表 2 には、野菜や穀物などを 10 種類に分類し、それぞれについて移行係数(N.D.の場合は、検出限界値を用いた)を算出した結果を示した。一概に比較できないが、本実験で測定した食材の種類によって移行係数に大きな差は見られなかった。その中で果実類の中のすだちとゆずにおいて高い移行係数が示されたことについては、果実の表皮や樹皮に付着した放射性セシウムが吸収されたことが影響しているのではないかと考えているが、今後、詳細について検討していく計画である。

表 1　果実の放射能濃度と移行係数

試料名	土壌の放射能濃度(Bq/kg)	食品の放射能濃度(Bq/kg)	移行係数
すだち	1230±228.2	47.9±1.56	0.039
キウイ	1392±256.0	5.19±0.70	0.004
ゆず	1050±194.7	29.9±1.23	0.029
柿	1408±259.0	5.43±0.70	0.004
柿	549±103.9	1.34±0.25	0.002
みかん	504± 95.7	9.67±0.80	0.019
みかん	2108±385.0	9.08±0.72	0.004
みかん	1413±260.0	11.96±0.67	0.009
ブルーベリー	1873±344.0	4.27±0.84	0.002
ブルーベリー	1716±316.0	3.72±0.80	0.002

表 2　種類別の移行係数

分類	移行係数	
根菜類	0.002～0.006	1)
イモ類	0.004～0.022	1)
茎菜類	0.007	
豆類	0.029	2)
葉菜類	0.004	1)
花菜類	0.005	
果菜類	0.025	1)
山菜類	0.009	
穀物類	0.002～0.017	
果実類	0.002～0.019	3)

1) 食品の検出限界値を用いて移行係数を算出。
2) 1L マリネリ、NaI 検出器で測定。
3) すだちとゆずを除く。

陸水域に生息する魚類における放射性物質蓄積の変遷（１）

F09012　遠藤　弘樹　（指導教員　佐々木　秀明　准教授）

【目的】

2011 年 3 月 11 日に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故により、環境中に大量の放射性物質が流失し、福島県を中心に甚大な汚染をもたらした。放射性物質は環境中の生物に蓄積、影響をあたえることが予想されているが、その詳細は全く解っていない。本研究では、陸水域に生息する生物への放射性物質の影響を明らかにするために、ブルーギルを対象として、放射性セシウムおよび放射性ヨウ素の体内蓄積量を把握することを目的として行なった。

【調査方法】

2011 年 5 月から 2012 年 12 月まで、いわき市の草木調節池、沢堤、笑堂において一ヵ月ごとにブルーギルを採集した。ブルーギルは白身、内蔵、背びれに分離後、フードプロセッサーで細かく粉砕し、V-11 容器に封入後、食品放射能測定システム（日立アロカメディカル）を用いて、放射性セシウム（Cs-134、Cs-137）及び放射性ヨウ素(I-131)の放射能濃度を測定した。

【結果】

草木台調節池に生息するブルーギルの各組織における放射線濃度は、2011 年 8 月においては白身が Cs-137:396Bq/kg、内蔵が Cs-137:536Bq/kg、背びれが Cs-137:251Bq/kg であったが、2012 年 7 月では白身が Cs-137:115Bq/kg、内蔵が Cs-137:95Bq/kg、背びれは検出限界値となり、すべての組織で大幅な減少を示した。

白身を対象として放射性濃度の経時変化を観察した結果、調査した 3 池いずれにおいても減少傾向を示した、笑堂では 2011 年 5 月に Cs-134:705Bq/kg、Cs-137:797Bq/kg であったが、2011 年 10 月には Cs-134:88Bq/kg、Cs-137:111Bq/kg まで減少した。しかし、それ以降は減少が止まり、2012 年 4 月には Cs-134:131Bq/kg、Cs-137:156Bq/kg が、2012 年 8 月には Cs-134:133Bq/kg、Cs-137:169Bq/kg が検出され、若干の増加傾向を示した。その後、2012 年 11 月には Cs-134:29Bq/kg、Cs-137:52Bq/kg と減少傾向に転じた。

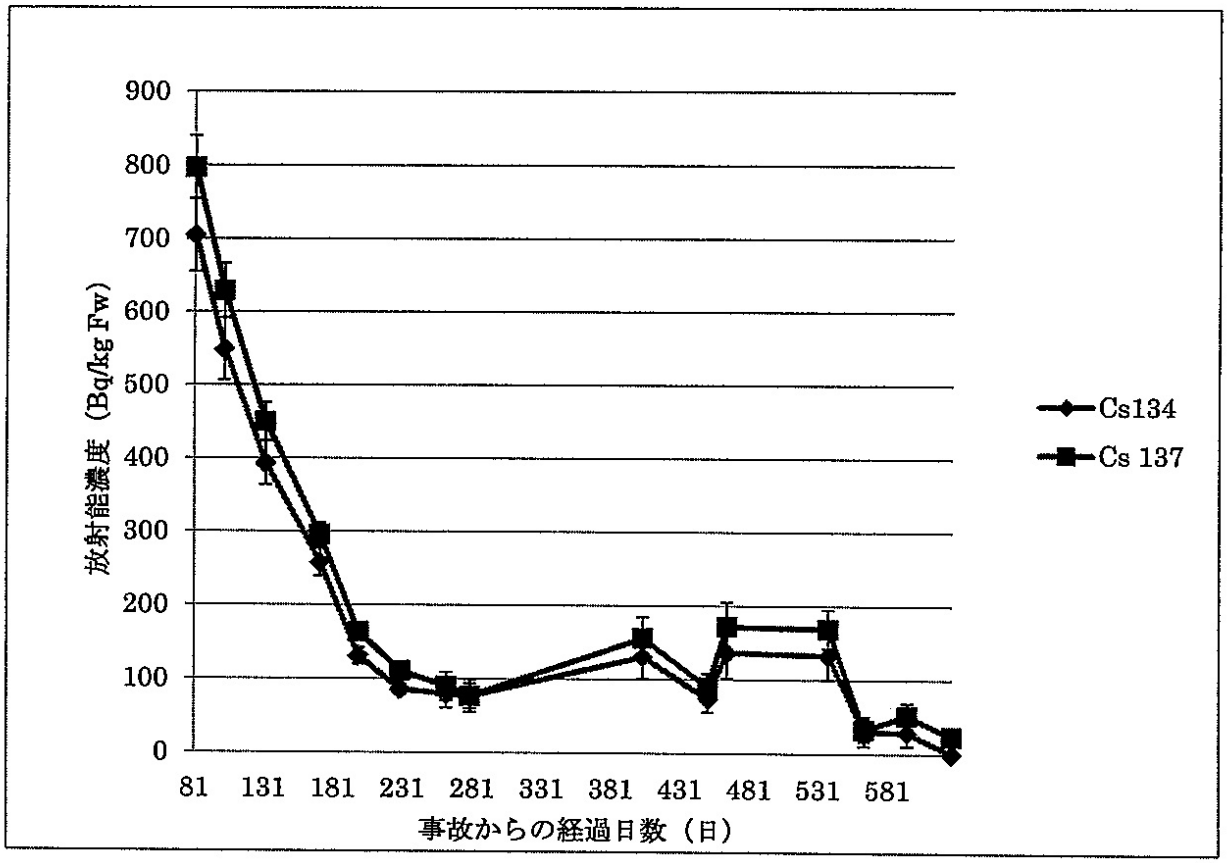

図.1 いわき市笑堂に生息するブルーギルの放射性セシウム濃度の経時変化

陸水域に生息する魚類における放射性物質蓄積の変遷　(2)

F09048 三浦寛己　　(指導教員　佐々木秀明)

【目的】

2011 年 3 月 11 日に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故により、環境中に大量の放射性物質が流失し、福島県を中心に甚大な汚染をもたらした。放射性物質は環境中の生物に蓄積、影響をあたえることが予想されているが、その詳細は全く解っていない。本研究では、陸水域に生息する生物への放射性物質の影響を明らかにするために、ブラックバスを対象として、放射性セシウムおよび放射性ヨウ素の体内蓄積量を把握することを目的として行なった。また、ブルーギルの調査結果と比較し、放射性物質の陸水域環境中での動態を考察した。

【調査方法】

2012 年 5 月から 2012 年 12 月まで、いわき市の草木調節池、沢堤、笑堂においてブルーギル及びブラックバスを採集した。ブラックバスは白身を分離後、フードプロセッサーで細かく粉砕し、V-11 容器に封入後、食品放射能測定システム（日立アロカメディカル）を用いて、放射性セシウム（Cs-134、Cs-137）及び放射性ヨウ素(I-131)の放射能濃度を測定した。

【結果】

ブラックバスの放射性セシウム濃度は、調査した三池いずれにおいても減少傾向を示した。沢堤では、2012 年 4 月に Cs-134 が 334Bq/kg、Cs-137 が 470Bq/kg であったが、2012 年 9 月には Cs-134 が 143Bq/kg、Cs-137 が 208Bq/kg となった。(図 1)採集されたブラックバスの平均体長と放射性セシウム濃度との関係を見ると、体長の大きいものほど放射性セシウム濃度が高い傾向があった。(図 2)

2012 年 4 月に沢堤で採集されたブラックバスとブルーギルの放射性セシウム濃度を比較すると、ブラックバスは Cs-134 が 334Bq/kg、Cs-137 が 470Bq/kg であるのに対し、ブルーギルは Cs-134 が 160Bq/kg、Cs-137 が 222Bq/kg と放射性濃度が低いことがわかった。

陸水域の生態系において、ブラックバスはブルーギルより食物連鎖の上位に位置することから、放射性セシウムは生物濃縮により、より上位の生物に蓄積する傾向があることが推測される。

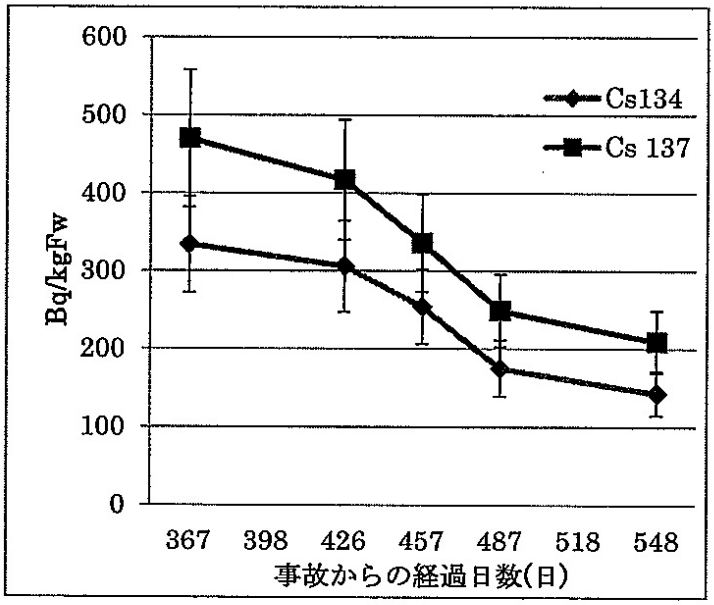

図 1 沢堤のブラックバスにおける
放射性セシウム濃度の変化

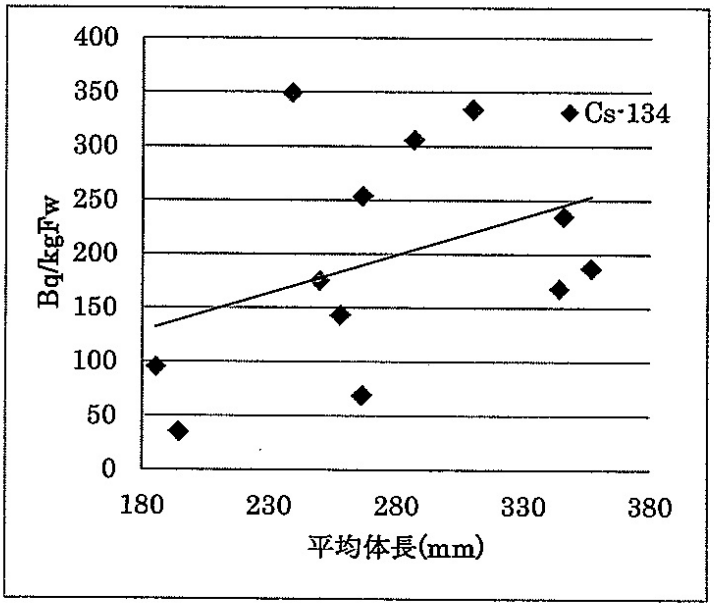

図 2 ブラックバスの平均体長と
放射性セシウム濃度の変化

福島県いわき市沿岸における海藻類の放射性物質蓄積の変遷

F09001　會田　大来　(指導教員　佐々木　秀明　准教授)

【目的】

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災に伴って発生した福島県第一原子力発電所の事故により、多量の放射性物質が環境中に放出された。海洋生物への放射性物質の影響が懸念されているが、その詳細はわかっていない。本研究は、海洋の一次生産者である海藻における放射性物質の蓄積量を把握することを目的として行った。

【研究方法】

2011 年 5 月より定期的にいわき市塩屋埼と永崎において、2012 年 5 月および 6 月にいわき市久ノ浜、四倉、小浜、勿来、日立市会瀬において海藻類の採集を行った。海藻類は水洗後、風乾、60℃で二日間乾燥し、小型強力粉砕機で粉砕した。その後、U-8 容器に充填し、ゲルマニウム半導体検出器で放射性セシウム(Cs-134、Cs-137)の放射能濃度を測定した。

【結果・考察】

2011 年 5 月の永崎海岸で採集した海藻類における放射能濃度は、Cs-134 が 356～3910Bq/kg DW、Cs-137 が 625～6020Bq/kg DW であった。2012 年 5 月に採集した海藻類の放射線濃度は、Cs-134 が 20.2～89.8Bq/kg DW、Cs-137 では 23.6～395Bq/kg DW であり、海藻類全体の放射性濃度は経時的に減少傾向を示した（図 1）。

また、2012 年 5 月および 6 月において、汚染源の距離と海藻類の放射能濃度との関係を調査したところ、いわき久之浜では Cs-134 が 45.1～695Bq/kg DW、Cs-137 が 60.3～1010Bq/kg DW、いわき市勿来では Cs-134 が ND～155Bq/kg DW、Cs-137 が 24.9～260Bq/kg DW、日立市会瀬では Cs-134 が ND～93Bq/kg DW、Cs-137 が 26.5～118Bq/Kg DW であり、福島第一原子力発電所に近い地域において高い放射能濃度を示すことが示唆された(図 2)。

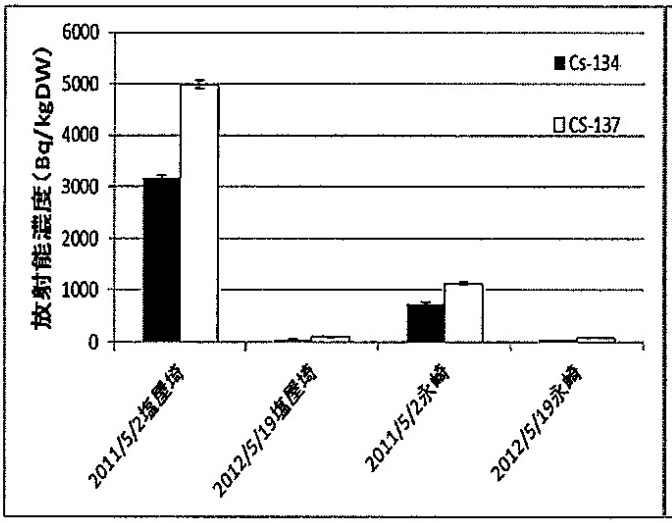

図 1 .塩屋埼および永崎のワカメの Cs 濃度の経時変化

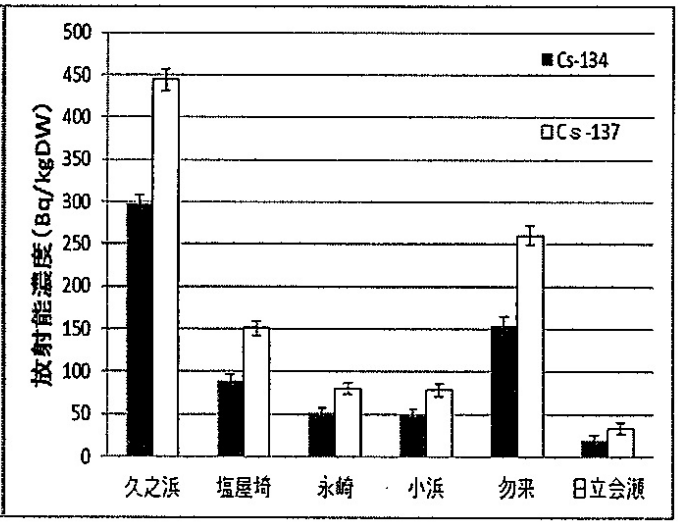

図 2 .アナアオサの放射性 Cs 濃度の地理的変化

いわき市に生育する野生植物における放射性物質の蓄積

F09023　坂本祥太　（指導教員　佐々木秀明　准教授）

【目的】

福島第一原子力発電所の事故により環境中に流出した放射性物質による植物への影響が懸念されている。植物は放射性物質を吸収、蓄積することが報告されているが、その詳細は解っていない。本研究は、いわき市内に生育する野生植物における放射性物質の蓄積量を把握することを目的として行った。

【研究方法】

2012年4月～9月までいわき市中央台（草地）および平下平窪（畑地）において野生植物の採集を行なった。植物は水洗後、茎葉部と根部に分離、60℃で48時間乾燥した。植物は細かく粉砕、U8容器に充填後、ゲルマニウム半導体検出器で放射性セシウム（Cs-134、Cs-137）および放射性ヨウ素（I-131）の放射能濃度を測定した。土壌はライナー採土器で表層から深度30cmまで採取、60℃乾燥後、NaIシンチレーションカウンターで測定を行った。

【結果と考察】

放射性セシウムは深度 10cm 以内の地表面に分布していることが明らかになった。また、中央台の草地は深度5cm以内の地表付近に放射性セシウムが集中分布していたが、平下平窪の畑地は深度10cmまで満遍なく分布しており、耕起による効果と考えられる（表）。中央台の草地に生育する植物32種における放射性セシウム濃度は茎葉部において、Cs-134がND～1020 Bq/kg、Cs-137がND～1450Bq/kg、根部においてCs-134がND～2320Bq/kg、Cs-137がND～3300Bq/kgであった（図）。平下平窪の畑地に生育する植物7種における放射性セシウム濃度は、茎葉部においてCs-134がND～84Bq/kg、Cs-137がND～164Bq/kg、根部においてCs-134がND～120Bq/kg、Cs-137がND～139Bq/kg であった。両地の植物における放射性セシウム濃度を比較すると、濃度の高い草地において高い傾向が観察された。また、植物の部位を比較すると、根部において高い傾向が観察された。茎葉部への高濃度の移行は、タンポポ類やヒメオドリコソウなど一部の種で観察され、これらの種がファイトレメディエーションに利用できる可能性が示唆された。

表　いわき市中央台（草地）および平下平窪（畑地）におけるCs-137の分布

深さ	0～5cm	5～10cm	10～15cm	15～20cm
中央台（草地）	2530	424	31	ND
平下平窪（畑地）	498	228	75	ND

（単位　Bq/kg　d.w.）

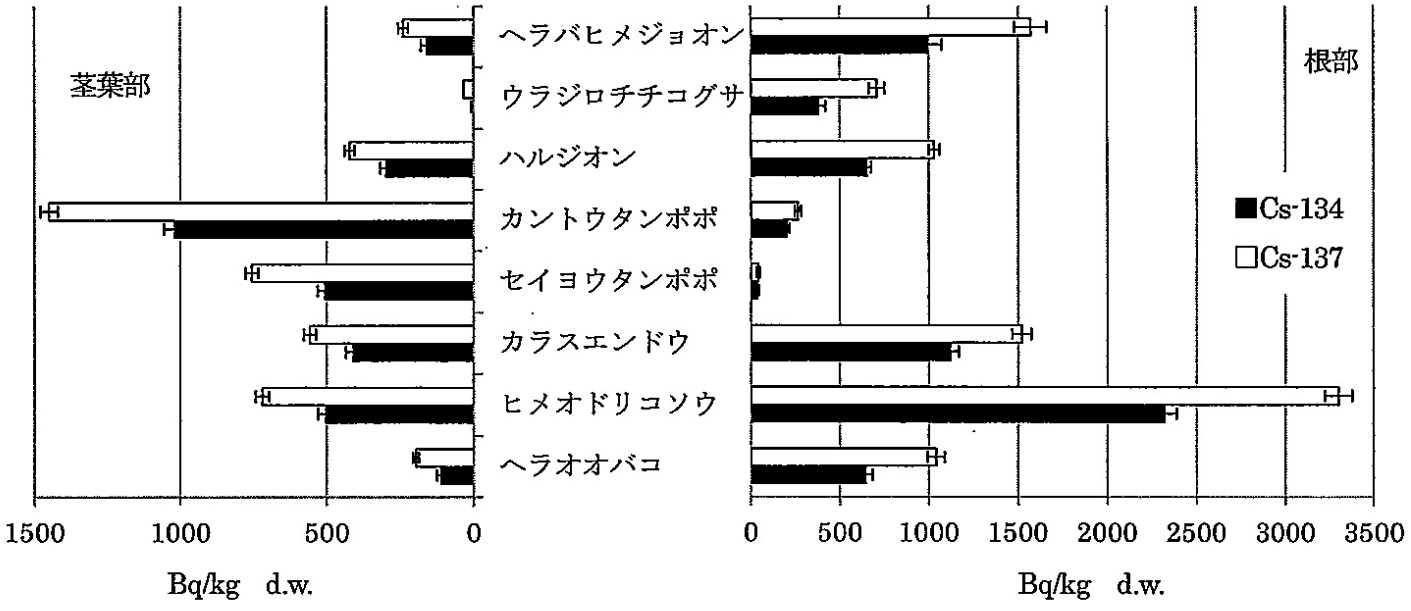

図　いわき市中央台に生育する植物の放射性セシウム濃度

陸生ラン藻イシクラゲによる放射性物質汚染土壌浄化の可能性

F09039　田村　亮太朗　（指導教員　佐々木秀明　准教授）

【目的】

福島第一原子力発電所の事故により環境中に流出した放射性物質による生物への影響が懸念されている。植物は放射性物質を吸収、蓄積することが報告されているが、その詳細は解っていない。昨年度の研究において、野生植物における放射性物質の蓄積状況を調査した結果、陸生ラン藻イシクラゲが高濃度で放射性物質を吸収する事を報告した。本研究では、イシクラゲによる放射性物質汚染土壌の浄化の可能性を検討した。

【研究方法】

宮古島産培養イシクラゲ乾燥体 30g を Davis 化学合成培地に浸した後、放射性物質汚染砂 1000g（Cs-137 : 6540Bq/kg　Cs-134 : 4970Bq/kg）の入ったバット（縦 40cm 横 32cm 高さ 7cm）に散布し、10 日～30 日間の栽培を行った。栽培は屋外（7 月）および人工環境装置（10℃、20℃、30℃）で行った。イシクラゲは栽培後、水洗、風乾、65℃による 2 日間の乾燥後、フォースミルで粉砕、U8 容器に封入後、Ge 半導体検出器で放射性セシウム（Cs-134、Cs-137）の放射性濃度を測定した。汚染砂は、風乾、65℃で乾燥後、V-11 容器に封入、NaI シンチレーションカウンターで放射性セシウム（Cs-134、Cs-137）の放射性濃度を測定した。

【結果と考察】

人工環境装置において 30 日間の栽培実験を行った結果、イシクラゲの放射能濃度は 10℃の環境下で、Cs-134 が 6220Bq/kg、Cs-137 が 9540Bq/kg、20℃の環境下で、Cs-134 が 5970Bq/kg、Cs-137 が 9230Bq/kg、30℃の環境において Cs-134 が 6700Bq/kg、Cs-137 が 10100Bq/kg であった（Fig 1）。移行係数は、10℃の環境下で、Cs-134 が 1.3、Cs-137 が 1.5、20℃の環境下で Cs-134 が 1.1、Cs-137 が 1.3、30℃の環境下で Cs-134 が 1.3、Cs-137 が 1.5 であり、いずれの環境下でも高い値が得られた。

また、2012 年 7 月に屋外にて栽培実験を行った結果、イシクラゲの放射能濃度は 10 日間の栽培で Cs-134 が 4120Bq/kg、Cs-137 が 6560Bq/kg、20 日間の栽培で Cs-134 が 3560Bq/kg、Cs-137 が 5800Bq/kg、30 日間の栽培で Cs134 が 7320Bq/kg、Cs-137 が 11700Bq/kg であった（Fig 2）。移行係数は、10 日間の栽培で、Cs-134 が 0.8、Cs-137 が 0.9、20 日間の栽培で、Cs-134 が 0.7、Cs-137 が 0.8、30 日間の栽培で Cs-134 が 1.6、Cs-137 が 1.9 であり、10 日間でも比較的高濃度に放射性セシウムを吸収する事が明らかになった。

以上の結果により、陸生ラン藻イシクラゲは放射性物質汚染土壌の浄化に有効である事が示唆された。

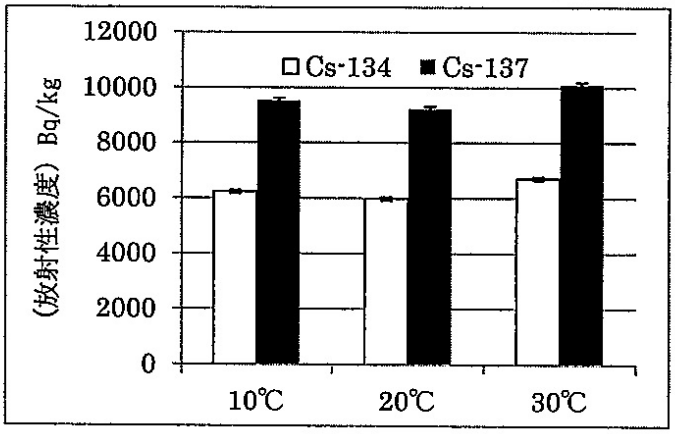

Fig 1. 人工環境下における放射性セシウムの吸収

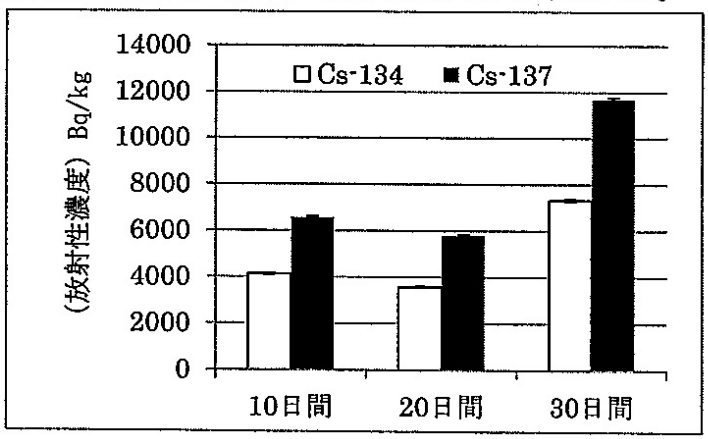

Fig 2. 屋外環境下における放射性セシウムの吸収

放射性セシウム除去技術の研究 —焼却灰を中心として—

F09035 高橋 美和 （指導教員 梅村一之 教授）

【目的】 東日本大震災に伴う福島第一原子力事故により、福島県をはじめ東日本各地に広く放射性物質が飛散し、その影響が懸念され健康被害と共に、汚染瓦礫や焼却場等から排出され増え続けている高濃度の放射性物質を含む焼却灰の処理などが、復興の足枷ともなっており大きな社会問題となっている。本卒業研究では、環境中の放射性セシウム（^{134}Cs,^{137}Cs）の簡便な除去方法を探る目的で、1) 焼却灰を中心とした除去検討、および2) 放射性セシウムのみを選択的に吸着するカテキン吸着剤の合成、3) 食品中の放射性セシウム除去検討結果について報告する。

【実験及び結果】

1) 焼却灰中の放射性セシウムの除去検討

焼却灰はいわき市内の焼却場およびいわき市清掃センターから提供頂き、最も簡便で実用的な水処理を検討した。実験は焼却灰 23.0g (2780Bq/Kg) に対して蒸留水 150ml を用いてﾊﾞｯﾁ処理、ｿｯｸｽﾚｰ抽出処理、さらにﾏｲｸﾛｳｪｰﾌﾞ(MW) 処理を行い比較した。検討の結果ﾊﾞｯﾁ処理では 68～76%程度の除去率であったが、連続抽出法であるｿｯｸｽﾚｰ抽出処理が 90%以上の除去率で放射性セシウムを除去できることが判明した。また MW 法では除去率の大幅な向上は見られなかったものの処理時間の短縮が期待される結果となった。(Table)

Entry	処理方法		Temp.	Time (h.)	134-Cs＋137-Cs (Bq/Kg)	除去率(%)
1	バッチ法		room temp.	12	883	68.2
2			room temp.	24	878	68.4
3			reflux	24	702	74.7
4			reflux	48	674	75.8
5	ソックスレー抽出法		reflux	24	286	89.7
6			reflux	48	173	93.7
7	マイクロウェーブ法	(300W)	reflux	0.5	784	71.8
8		(500W)	reflux	0.5	804	71.1

以上の結果を踏まえて放射性セシウムの除去法として高い効果が見られたｿｯｸｽﾚｰ抽出処理法については特許出願した。

2) カテキンの吸着剤の合成検討

お茶等に含まれるカテキンから誘導される吸着剤がアルカリ金属イオンの中でも特にセシウムイオンのみを選択的に吸着することが佐賀大学・井上等により報告されている。そこで佐賀大学の報告に基づいて、お茶由来カテキン(含量約 30%) を熱硫酸処理し、カテキン吸着剤を合成した。吸着剤は佐賀大学へ送付して吸着効果を確認すると共に、企業による量産化、さらに汚染水等による実用試験を検討中である。

3) 食品中の放射性セシウム除去検討

食品中の放射性セシウムの除去を目的として、食塩水、酢酸処理を中心に検討した。試料としてタケノコを用い5～10%の食塩および酢酸処理を行ったところ、10%酢酸処理において最大 86%の放射性セシウム削減効果が見られた。

研究業績等 ： 特許「焼却灰中の放射性セシウムの削減方法」 特願 2012－248814