ビニール・ナイロン等の石油製品の放射能と除染に関する実証実験

鈴木克久¹·中野幹夫¹·田崎和江²·霜島康浩³

1 庄建技術株式会社 〒 975-0039 福島県南相馬市原町区青葉町 1-1 2河北潟湖沼研究所 〒 929-0342 石川県河北郡津幡町北中条ナ 9-9 ³ 株式会社開発技術コンサルタント 〒 951-8133 新潟県新潟市中央区川岸町 3-33-3

要約:2011年3月11日に発生した東日本大震災ののち福島県南相馬市鹿島区島崎漁港に山積された漁具・ 魚網を調査した結果、ビニール・ナイロン等の石油製品の放射線量が高く、セシウム 134 とセシウム 137 を検出した。そこで、石油製品による放射能除染の可能性をさぐるため、福島県南相馬市原町区馬場にお いて、市販のプラスチック製品を放射能汚染されている地域の農業用水に5ヶ月間浸す実証実験を行った。 全9試料のうち3試料において放射線量の増加が認められた、プラスチック物質は、表面に付着した微生 物にとっては炭素のエネルギー源として取り込まれ、それを分解すると同時に放射性物質をも引き寄せら れると考えられる。すなわち、海洋に大量にただようプラスチック(レジンペレット)は放射能物質を吸 収する可能性がある。その材質や特徴、ゲルマニウム半導体検出器による分析結果を報告する。

The Plastic Materials in Tsunami Debris May Be Important in Adherence of Radionuclides for Decontamination Viability

SUZUKI, Y., NAKANO, M., TAZAKI, K., SHIMOJIMA, Y. (Corresponding person; Tazaki E-mail; kazuet@cure.ocn.ne.jp)

Abstract; Earthquake and tsunami had struck Japan on 11 March, 2011, and massive debris occurred in Fukushima Prefecture. The plastic debris materials, such as ropes and nets, were collected on 15 September, 2013 at Karasuzaki Port, Fukushima. The plastic materials can take up radioactive elements. The quantitative analysis, using Ge semiconductor revealed the detection of the radionuclides such as Cs. The results suggest the adsorption of radionuclides on the surface of plastic materials due to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) accident. The plastic materials could be one of carriers of radionuclides in the water polluted with radioactive elements. We would be looking at plastic contaminants in polluted water for agriculture use as a tracer and other chemicals to develop an understanding of what might and what might not accumulate here over time. Our group has worked to identify debris, taken at the paddy rice field levels, and further studies and research will be carried out. Adherence of microorganisms to the plastic rope in the paddy field water for 5 months suggested that the some plastic materials were taking up radioactive elements. The microorganisms could use some of components of the plastic materials as nutrients for growth.

Keywords; Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) accident, Ge semiconductor, radionuclides, polluted paddy water, plastic materials, accumulation, microorganisms

はじめに

2011年3月11日に三陸沖の深度24kmを震源と

の地震による大津波は、関東地方から北海道にかけ ての太平洋沿岸を襲い、多くの漁業施設や家屋が大 きな被害を受け、膨大な量の瓦礫が生じた.同時に、 する東北地方太平洋沖地震 (M9.0) が発生した。こ 東京電力福島第一原子力発電所 (以下福島第一原発)

のある福島県では、津波被害に加え、広範囲に放射性物質が飛散し、津波と放射能による二重の被害が発生した。筆者らは 2011 年 5 月からこの災害・事故・放射能汚染問題にいち早く取り組み、福島県南相馬市の住民・農民・地質コンサルタント・博物館の学芸員・石川県の共同研究者・支援者とともに調査を行ってきた(田崎, 2012; Tazaki, 2013; 田崎ほか, 2013a, 2013b, 2014).

筆者らは福島県飯舘村長泥・臼石,南相馬市原町区馬場,鹿島区島崎漁港で環境調査を行いながら,除染方法を探るため,福島第一原発の北西25 kmに位置する南相馬市原町区馬場の実証実験水田地において土壌,稲、ミミズ,珪藻などの分析・観察を行ってきた.現地における実証実験の中で,皆で知恵と経験を出し合って水田土壌や道路の除染方法を模索し,そのいくつかが成功した.その一つが,放射能汚染した舗装道路や屋根を除染し,「安心・安全・安価・簡便・持続可能・地元のものを使う」ことをモットーにした"過酸化水素+モミガラ方式"であった.それを2012年に地元の庄建技術株式会社から特許出願した(特許出願2012-150213,2012-35937).これは福島県が公募した"放射能除染方法"にも採択された方法である.

東日本大震災で発生した膨大な瓦礫は、被災地の 復興を妨げ、悪臭や粉塵などの環境悪化を引き起こ している. 放射能汚染された土壌や森林に対して, 土着の微生物や特殊な微生物を用いた除染方法の提 案が多くなされている(Lioyd and Macaskie, 2000; Krejci et al., 2011; Vysotskii and Kormilova, 2011; Cygan and Tazaki, 2014). また、汚染水の微生物 による除染方法についても報告されている(Sasaki et al., 2012a, 2012b; 鶴田ほか, 2012). しかし、土 壌中に含まれる瓦礫、津波堆積物、さらに野積みさ れた瓦礫や埋め立てされた瓦礫そのものについて は、十分な関心が払われていない、有機物を分解す る、あるいは栄養とする微生物と放射能との相互作 用についても指摘されている (Yong and Mulligan, 2004; Mulligan, 2007; Sasaki *et al.*, 2013). しかし, 有機物である石油を素材としたプラスチック製品が 津波瓦礫中に膨大に含まれているにもかかわらず. 瓦礫中の放射能に関するデータは非常に限られてい る.





Fig.1. The plastic debris materials, such as ropes and nets, were collected on 15 September, 2012 at Karasuzaki Port, Fukushima, had detected high radio dosage (A). The rope was collected at Karasuzaki Port on 14 Octover, 2013 (B).

図1. 福島県南相馬市鹿島区烏崎漁港の漁具・魚網の放射線量の測定調査. 2012 年9月15日測定 (A). 福島県南相馬市鹿島区烏崎漁港で採取したロープ. 2013年10月14日(B).

本研究では、福島県南相馬市島崎漁港における津波瓦礫中の漁具・魚網の放射線量の測定、放射性核種・化学組成の分析などを行った。その結果、プラスチック瓦礫の放射線量が比較的高いことを認めた。そこで、石油製品による放射能除染の可能性をさぐるため、福島県南相馬市原町区馬場において、市販のプラスチック製品を放射能汚染されている地域の農業用水に浸す実証実験を行った。全9試料を農業用水に約5ヶ月間浸したところ、そのうちの3試料において放射線量の増加が認められたので、その材質や特徴、放射線量、化学組成、放射性核種について報告する。

試料および研究方法

1. 研究に用いた試料

福島県南相馬市鹿島区島崎漁港における津波瓦礫中の漁具・魚網のプラスチック製品を 2012 年 9 月 15 日に放射線量の測定をした. 2013 年 10 月 14 日にロープを採取し、放射線量の測定と放射性核種の分析を行った(図 1A,B). その結果を踏まえて、石油製品による放射能除染の可能性をさぐるため、市販のカーペット、ロープ、マット、防島網などを用いて実証実験を行った. 福島県南相馬市原町区馬場において、放射能汚染されている地域の農業用水中に市販のプラスチック製品を浸し、2013 年 10 月 27 日から 2014 年 3 月 8 日までの約 5 ヶ月間実証実験を行った(図 2). そのうち、放射線量の増加が認められたカーペットと馬場用水の上流に位置する鉄山ダムの湖底土について、放射性核種の測定を行った.

2. 測定・分析方法

(1) 放射線量の測定について

鳥崎漁港で使用した放射線測定器はドイツ製のテルモレッドアイ D-10, ウクライナ製の Aloka TCS-151 (γ 線のみ), TCS-172B である. また, 石油製品の実証実験における放射線量測定は Ludlum Measurements Ins. Sweetwater, Texas 社製のサーベイメータ・モデル 3 を用いた. 単位は cps であり高濃度の汚染土を用いて、 μ Sv/h に換算した.

(2) エネルギー分散分析法による化学組成分析

鉄山ダムの湖底土と馬場用水中のカーペット試料の化学組成分析には、日鉄住金テクノロジー(株)に依頼して、日本電子(株)製走査型電子顕微鏡JSM-6010LAを用いた。試料は乾燥させた後、乳鉢を用いて粉砕し、薄膜(HORIBA社製Cell Window)の上に設置し、加速電圧15kV、低真空雰囲気で定量分析を行った。

(3) γ 線スペクトロメトリーによる放射性核種の同 φ

烏崎漁港で採取したロープ試料の放射能測定は、 2013年10月19日に、ゲルマニウム半導体検出器 (CANBERRA GC2520)を用いた γ 線スペクトロメ トリーによる核種分析法で行った。ヨウ素 131、カ リウム 40, セシウム 134, セシウム 137 の 4 核種について分析した. また, 馬場用水中のカーペット試料についても, ゲルマニウム半導体検出器を用いて, 2014 年 4 月 24 日に測定を行った. なお, ゲルマニウム半導体検出器を用いた y 線スペクトロメトリーによる分析法について, 小豆川 (2014) は測定の正しさを判定する方法を述べている. 最も簡単な方法は, 統計誤差, 検出限界値が測定値と同時に示されているかどうかである. 本研究におけるこれらの分析は株式会社大和環境分析センター (石川県能美郡川北町三反田)に依頼した.

(4) プラスチック製品の実証実験

2013年10月29日から2014年3月14日に福 島県南相馬市原町区馬場の農業用水路において、ビ ニール・ナイロン等の石油製品の浸水実証実験を 行った. この地域一帯は、福島第一原発から山を挟 んで 20 - 25km 圏内にあり、高い放射能汚染地帯で ある横川ダム上流に位置する農業用水池(鉄山ダム) より潅漑用水を取り込んでいる。原発事故以来、作 付けしない状態が今も続いているので、水量はせせ らぎ程度である. この用水に, 市販のナイロン, ビ ニールなどの石油製品で作られたロープ. ネット. ジュータンなどを設置した. 放射線測定時にはそれ らを用水からひきあげ、生乾きの状態で、庄建技術 株式会社の試験室において鉛の箱の中で測定した. 馬場の実証実験地の空間線量は 600 - 800cps, 庄建 技術試験室の1m空間線量は46-59cps. 測定装置 の鉛の箱は7-8cps である.

結 果

1. 福島県南相馬市鹿島区烏崎漁港の漁具・魚網に ついて

烏崎漁港の漁具・魚網を 2012 年 9 月 13-15 日と 2013 年 10 月 14 日に調査をした.

空間線量が 0.22μ Sv/h に対して,かご $(0.50\mu$ Sv/h), ロープ $(0.52 - 0.58\mu$ Sv/h),金属 $(0.26\mu$ Sv/h),ともづな $(0.21\mu$ Sv/h),網の類 $(0.41\mu$ Sv/h),浮き玉 $(0.56 - 0.58\mu$ Sv/h),ライフジャケット $(0.61\mu$ Sv/h),鉢 $(0.43\mu$ Sv/h),スポンジ $(0.25\mu$ Sv/h),ひも $(0.43\mu$ Sv/h),泥 $(0.58\mu$ Sv/h),網の浮き $(0.47\mu$ Sv/h),魚網 $(0.5\mu$ Sv/h)というように漁具・魚網が空

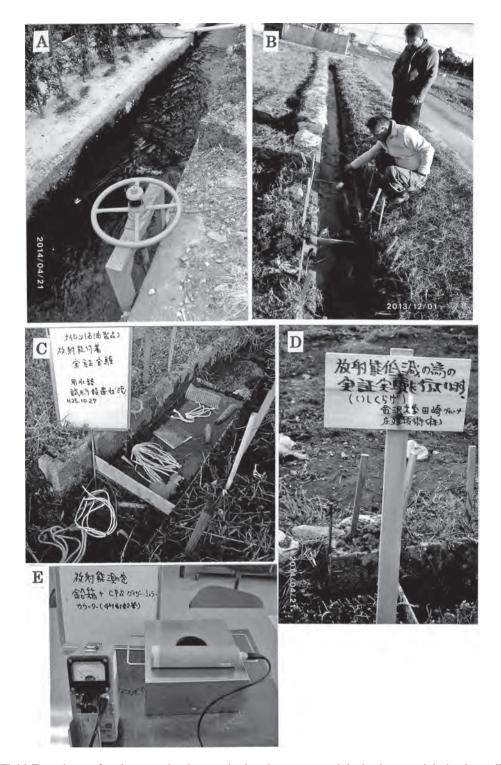


Fig.2. Field Experiment for decontamination method, using commercial plastic materials in the radioactive contaminated water for agricultural use at Baba, Minami-Soma City, Fukushima Prefecture. A, B; The contaminated water for agricultural use from Tetsuzan dam. C; Commercial plastic materials soak in the water. D; Signboard indicated the experiments. E; Geiger counter used in the lead box at the laboratory.

図 2. 福島県南相馬市原町区馬場の実証実験現場. A; 鉄山ダムからの用水取り入れ口, B; 実証実験用水の現場, C; 用水に設置した市販のプラスチック製品, D; 実証実験の表示看板, E; 放射線量測定用の鉛箱と放射線量計.

Table 1. A: Measuring of radio dosage for the plastic debris at Karasuzaki Port on 15 September, 2012. B: The plastic rope takes up radioactive elements, showing high radionuclides, such as 134Cs and 137Cs, on 19 October, 2013.

表 1. A: 福島県南相馬市鹿島区烏崎漁港の漁具・魚網の放射線量(福島第一原発から 29km, 2012 年 9 月 15 日測定, 空間線量 $0.22~\mu$ Sv/h(シンチレーション), 0.19- $0.21~\mu$ S/h(ウクライナ製)) と, B: ロープの放射性核種の分析結果(2013 年 10 月 19 日測定, Ge 半導体検出器で分析).

A 44. FF			44 A L 66	= / G #	`		
物質			放射線	量 (µSv/h	1)		
かご	0.34	0.34	0.36	0.50			
ロープ	0.21	0.23	0.20	0.32	0.38	0.52	0.33
泥つきロープ	0.58						
金属	0.20	0.19	0.20	0.26	0.24		
ともずな	0.21						
網の類	0.25	0.41	0.38	0.37			
浮き玉	0.56	0.56	0.21	0.58	0.41	0.37	0.37
ライフジャケット	0.61						
鉢	0.43						
スポンジ	0.23	0.25					
ひも	0.43						
泥	0.58						
網の浮き	0.47						
漁網	0.50						
3							(Bq/kg)
ヨウ素 131	不検出	不検出(16Bq/kg 未満)					
セシウム 134		220					
セシウム 137		490					
カリウム 40	不検出(不検出 (250Bq/kg 未満)					

間線量と比較して高い値を示した(表1A). これらは繰り返し測定した際の最大値である.

ロープのゲルマニウム半導体検出器による 2013 年 10 月 19 日の分析ではヨウ素 131, カリウム 40 はいずれも不検であった. しかし, ロープにはセシウム 134 (220Bq/kg) とセシウム 137 (490Bq/kg) が検出された (表 1 B). ロープのエネルギー分散型分析による主要化学成分は C(11.89%), O(37.07%), Si(15.66%) であり、少量の Na(7.64%),Al(5.27%),Cl(9.11%),Fe(7.64%) を含み、海水の影響を示す (表 2).

2. プラスチック製品の実証実験結果

ゴザ、吸着カーペット、すべり止めマットは平型と巻型の両者を比較した。 浸水前の放射線量はいずれも 8-10cps、重量は 4-69g と差があったので、試料重量 (g) と放射線量 (cps、 μ Sv/h) の関係をグラ

フにした(図 3). このグラフは、放射能汚染土壌を 1000g, 500g, 250g, 125g, 62.5g, 31.25g に分けて各々の放射線量(cps)($\mu Sv/h$)を測定した. その土壌の重量に対してカーペット、荷造りひも、防鳥網の重量を換算して、放射線量を測定したグラフである.

2013年10月27日,12月16日,2014年3月8日に行った3回の放射線量測定結果は下記のとおりである。それぞれの試料の写真、材質、平型・巻型タイプ、線量、経時変化のグラフを一括して示した(図4)。実証実験中、放射能トラップ効果が認められたのは、9試料のうち3試料(Bカーペット、E荷造り用ひも、H防鳥網)であった。それらの放射能トラップ効果は、カーペット>防鳥網>荷造り用ひもの順である。また、単位体積(重量)からの放射能トラップ効果は、カーペット>防鳥網=荷造り用ひもの順番であった。なお、カーペットは表面

Table 2. Scanning Electron Microscopy equipped with energy dispersive analysis (SEM-EDS) of plastic rope which was collected from Karasuzaki Port on October 19, 2013.

表 2. 烏崎漁港から採取したロープのエネルギー分散 型走査型電子顕微鏡による分析(2013 年 10 月 19 日分析).

元素	質量%	元素	質量%
С	11.89	Cl	9.11
O	37.07	K	0.88
Na	7.64	Ca	0.91
Mg	1.44	Ti	1.02
Al	5.27	Mn	1.11
Si	15.66	Fe	7.64
S	0.35		
合計		99.99	

がポリエステル、裏面がアクリル樹脂でできており、防鳥網の材質はポリエチレン、荷造り用ロープの材質はポリプロピレンである。カーペット試料は平型、巻き型のいずれも 14 - 18cps に線量が上昇しており、用水の底泥や微生物のためか異臭を発していた。荷造り用ロープのひらひらした部分には泥が付着しており、14 - 20cps に上昇している。防鳥網は浸水 50日目ですでに変化がみられ、その後、14 - 20cps にまで上昇した。

シャンプーハットのナイロンの表面には、浸水130日経過後、緑藻が薄く付着しているが放射線量は8-10cpsと大きな変化は認められなかった。イグサ、綿、ナイロン、塩化ビニールなどの材質は全体的によごれが生じているが、放射線量の変化は小さかった。

一方,実験を行った用水路の外気温および水温(A),南相馬市月別平均気温(B),南相馬市月別平均降水量(C)を図5に示した.実験を行った2013年10月29日から2014年3月14日にかけての福島県南相馬市原町区馬場の農業用水の水温は外気温とほぼ同じで4-18度と低かった.また,この時期の降水量も50-70mmと非常に少なく,降雨により用水が希釈されたり,掻き混ぜたりすることはなく,野外でも非常に安定した穏やかな状態と水量が保たれた.

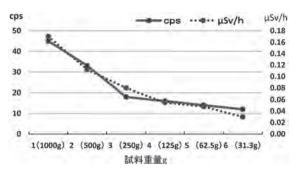


Fig. 3. Relationship between cps and $\mu Sv/h$, associated with weight of soil samples.

図 3. 汚染土壌(重量)に対する cps と μ Sv/h の関係グラフ.

3. 鉄山ダム湖底土と馬場用水中のカーペットのゲルマニウム半導体検出器による放射性核種の分析結果

ゲルマニウム半導体検出器による分析では、鉄山ダム湖底土と馬場用水のカーペットには両試料ともヨウ素 131 は不検出であった。カリウム 40 は鉄山ダム湖底土に 450 Bq/kg 検出されたが、カーペットでは不検出であった。一方、セシウム 134 と 137 は両試料に多量に検出した (表 3)。鉄山ダム湖底土のセシウム 134 (33,000Bq/kg) はセシウム 137 (89,000Bq/kg) の約 1/3 である。同様に、カーペットのセシウム 134 (800Bq/kg) はセシウム 137 (2,200Bq/kg) の約 1/3 になっている。鉄山ダム湖底土中のセシウム 134 と 137 はカーペットのそれの約4倍であり、鉄山ダムの放射能汚染が馬場の農業用水の汚染源になっており、その結果、下流の農業用水路に設置したカーペットに影響を与えたことを示している。

一方, 烏崎漁港で採取したプラスチックのロープ (表 1) と馬場用水のカーペット (表 3) を比較する と, 両者ともヨウ素 131 とカリウム 40 は不検出で ある. しかし, 烏崎漁港のセシウム 134 (220Bq/kg) とセシウム 137 (490Bq/kg) (表 1) に対して, 馬場の用水に約 5 ヶ月間浸したカーペットはセシウム 134(800Bq/kg) とセシウム 137 (2,200Bq/kg) (表 3) で約 4 倍高いことを示している.

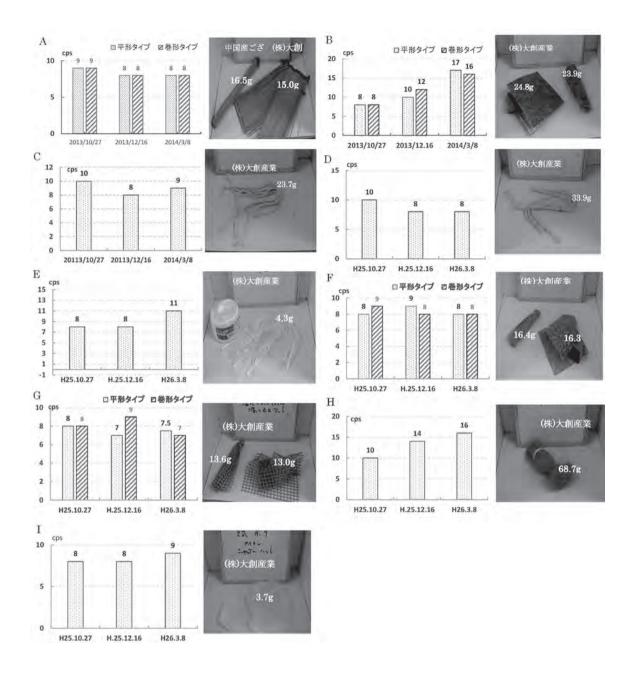


Fig. 4. Results of experimental examination of decontamination method, using 9 commercial plastic materials in the radioactive polluted water, before and after 5 month experiments.

図4. 馬場用水に浸した市販プラスチック製品の実証実験結果.

市販のプラスチック製品等の写真、重量、放射線量の変化を示すグラフ、A; ござ (材質い草)、B; カーペット (材質、表面: ポリエステル、裏面: アクリル樹脂)、C; 綿ロープ (材質綿、その他)、D; ナイロンロープ (材質ポリエチレン、ポリエステル)、E; 荷づくり用ひも (材質ポリプロピレン)、F (滑り止めマット (材質塩化ビニール)、G; 滑り止めマット (材質塩化ビニール樹脂)、H; PE 防鳥網 (材質ポリエチレン)、I; シャンプーハット (材質ポリプロピレン)

Table 3. Ge semiconductor analysis of commercial plastic carpet which had been soaked in the radioactive polluted water for 5 months, for comparison of dam sediments at Tetsuzan dam.

表 3. 放射能汚染した用水に 5 ヶ月間浸したカーペットと鉄山ダム湖底土のゲルマニウム半導体検出器による分析結果.

	鉄山湖底土		馬場用水中の)カーペット	
	分析值	下限値	分析值	下限値	
ヨウ素 131	不検出	130	不検出	18	
セシウム 134	33,000	82	800	14	
セシウム 137	89,000	100	2,200	14	
カリウム 40	450	270	不検出	130	

2014.4.28. 分析(単位; Bg/kg), 測定時間 3,000 秒

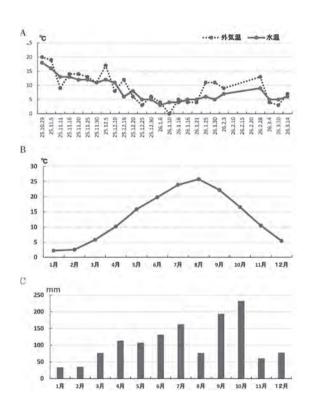


Fig.5. The water and air temperatures at Baba, Minami-Soma City, compared with monthly weather information of precipitation in Minami-Soma City.

図 5. 南相馬市原町区馬場における大気温度と用水 温度の推移(A),南相馬市の月別平均気温(B), 南相馬市の月別平均降水量(C).

出典: 相馬地方広域消防本部観測データ (H21-H25 の平均値).

考 察

福島第一原発事故から3年たった現在,放射能汚染された水田土壌・家屋・道路の除染方法など陸上の問題についで,現在は,原子炉の冷却水の流出による海洋の放射能汚染が大きな問題になってきている。海の魚介類の汚染が懸念されている中で,まだ,海における養魚場で使われる漁具・魚網の汚染については注意が払われていない。

環境省によると岩手、宮城、福島3県の沿岸部で 発生した瓦礫の量は計約2,758万トンである。その 内訳は、可燃物や不燃物の「災害廃棄物」が1802 万トン、津波が運んだ土砂など「津波堆積物」が 956万トンである. その震災瓦礫のうち. 岩手県の「漁 具・魚網」を受け入れる地方自治体の一つが石川県 金沢市であった(北國新聞, 2012). 岩手県宮古市 から受け入れた漁具・魚網は放射線量を科学的に調 査し、確認を行って金沢市戸室新保町と清水町に2 万7300トンの埋め立てが実施された。金沢市戸室 新保町に漁具・魚網を埋めるにあたり、周辺住民に 説明会が持たれ、地域の科学者の意見も取り入れ、 スメクタイト粘土を含有する大桑層の砂岩堆積物と いっしょに宮古市の漁具・魚網瓦礫はサンドイッチ 状に埋められた. 埋め立て場周辺の3箇所には線量 計モニタリングシステムが設置された.

現在,放射能汚染地から河川を通じて海へ放射能付着土等が流入・蓄積されていると共に,福島第一原発の放射能汚染水の海への漏洩や放流が行われている.

本研究は、汚染水が海洋に流出している状況下、

カキなどの養殖に使用する漁具・魚網は長期にわたって、海中に設置するので、放射能の濃縮が懸念される結果を示唆した. さらに、海洋に流出した汚染水は、プラスチック瓦礫に長期にわたって付着・濃集するため、海洋における食物連鎖が懸念される.

一方、プラスチックの原材料である石油・重油は バクテリアにとって海洋ではエネルギー源であるこ とが知られている。1997年1月に発生した日本海 でのナホトカ号タンカーの重油流出事故の折りにも. 海水中のバクテリアが重油を分解し、バクテリアの 細胞壁に付着することが報告されている(Chaerun et al., 2013). 光合成細菌による有機性廃棄物処理. 耐熱性光合成細菌による油を含む排水の処理、養殖 場海底に蓄積されたヘドロの浄化と生分解プラス チックの効果、光合成細菌による放射性核種(ウラ ン、コバルト、セシウム、ストロンチウム)の除 去などについても多くの実験報告がある(Sasaki et al., 2012a, 2012b, 2013; 佐々木ほか, 2013). これ らの研究報告は、プラスチック物質は、表面に付着 した微生物にとっては炭素のエネルギー源として取 り込まれ、それを分解すると同時に放射性物質をも 引き寄せられることを示している.

まとめ

本研究では福島県南相馬市鹿島区の烏崎漁港における津波瓦礫のうち,漁具・魚網の放射線量の測定をおこなったところ。下記のことが明らかになった.

- (1) 烏崎漁港におけるかご,ロープ,網,浮き玉,ライフジャケット,ひも,泥の放射線量が空間線量と比較し高い値を示した.
- (2) ロープの2013年10月19日の分析ではヨウ素131とカリウム40はいずれも不検出であったが、セシウム134が220Bq/kgとセシウム137が490Bq/kg検出された。
- (3) ゲルマニウム半導体検出器による馬場用水中に浸したカーペットのセシウム含有量は、烏崎漁港のロープのセシウム含有量の4-5倍である.
- 一方, 放射能汚染した地域の農業用水に浸した石油製品の実証実験結果は下記の通りである.
 - (4) 約5ヶ月間、用水に浸した石油製品9試料の

- うち3試料(カーペット, 荷造り用ひも, 防鳥網)に放射能トラップ効果が認められた. その効果は, カーペット>防鳥網>荷造り用ひもの順である. なお, カーペットの表面はポリエステル, 裏面はアクリル樹脂, 防鳥網の材質はポリエチレン, 荷造り用ロープの素材はポリプロピレンである.
- (5) 効果の認められた3試料はいずれも泥や微生物が付着し異臭を発していた.
- (6) ゲルマニウム半導体検出器による鉄山ダム湖 底土にはヨウ素が検出されなかったが,高濃 度のセシウム 134 (33,000Bq/kg) とセシウム 137 (89,000 Bq/kg) が認められた.

一方、馬場用水に浸したカーペットにはヨウ素 131 とカリウム 40 が不検出であったが、セシウム 134 (800Bq/kg)、とセシウム 137 (2,200Bq/cm) が高濃度に認められ、カーペットには放射能トラップ効果が高いことが示された

(7) プラスチック物質は海藻などの移動手段であると同時に、表面に付着した微生物にとっては炭素のエネルギー源として取り込まれる。また、微生物はプラスチックを分解すると同時に放射性物質をも引き寄せると考えられる。

铭 態

本研究を行うに際し、井本香如氏、山本幸子氏、佐藤照夫氏、佐藤定子氏、稲葉 修氏、根本直樹博士、高橋 久博士、Dr. Siti Khodijah Chaerun にご協力いただいた。

カナダの西海岸・ビクトリア半島の研究グループ "環境・緊急サービス機構"のメンバーである Karla Robinnson, Stephan Holland, Pat Mcquatty には多大 なご協力とご支援をいただいた。皆様に深く感謝申 し上げる。

文 献

Cygan, R.T. and K.Tazaki. 2014. Toward understanding interaction of kaoline minerals in the environment. Elements, kaolin issue. 10.195-

200.

- Chaerun, S.K., K.Tazaki and M. Okuno. 2013. Montmorillonite mitigates the toxic effect of heavy oil on hydrocarbon-degrading bacterial growth: implications for marine oil spill bioremediation. Clay Minerals, 48, 639-654.
- 北國新聞. 2012. 金沢市漁具受け入れ;宮古の震災 瓦礫8月22日,8月31日,9月1日,9月7日, 9月8日,9月9日.
- Krejci, M.R., B. Wasseman, L. Finney and I. McNulty. 2011. Selectivity in biomineralization of barium and strontium. J. Struct. Bio. 176: 192.
- Lioyd, J.R. and L.E. Macaskie. 2000. Bioremediation of radionuclide-contaminated wastewaters. In: Lovley, D.R.(Ed.). Environmental microbemetal interactions. ASM Press. Washington, D.C. 277-327.
- Mulligan, C.N. (福江正治・佐藤義夫・小野信一訳). 2007. 技術者のためのバイオトリートメント; 生物分解による廃液・土壌・空気・地下水および廃棄物の浄化. 東海大学出版会. 秦野. 428 pp.
- Sasaki, K., H. Morikawa, T. Kishibe, A. Mikami, T. Harada and M. Ohta. 2012a. Practical removal of radioactivity from sediment mud in a swimming pool in Fukushima, Japan, by immobilized photosynthetic bacteria. Biosc. Biotechnol. Biochem. 76:859-862.
- Sasaki, K., H. Morikawa, T. Kishibe, K. Takeno, A. Mikami, T. Harada and M. Ohta. 2012b. Practical removal of radioactivity from soil in Fukushima using immobilized photosynthetic bacteria combined with anaerobic digestion and lactic acid fermentation as pre-treatment. Biosci. Biotechnol. Biochem. 76:1809-1814.
- Sasaki, K., H. Morikawa, T. Kishibe, K. Takeno, A. Mikami, T. Harada and M. Ohta. 2013. Simultaneous removal of cesium and strontium using a photosynthetic bacterium, Rhodobacter sphaeroides SSI immobilized on porous ceramic

- made from waste glass. Advances in bioscience and biotechnology. 4:6-13.
- 佐々木 健,森川博代,竹野健次. 2013. 光合成 細菌成分による放射能核種の除去と海水の浄化. 生物工学. 89:110-112,
- 小豆川勝見. 2014. みんなの放射線測定入門. 岩波 科学ライブラリー 224. 120pp.
- 田崎和江. 2012. 微生物を生かした放射性物質汚染 土壌処理技術開発の可能性. 斉藤勝裕編, 東日 本大震災後の放射性物質汚染対策, 株式会社エ ヌ・テイ・エス (NTS), 120-136.
- Tazaki, K. 2013. Clays, micro-organisms, and biomineralization. In: Bergaya, F., and Lagaly, G. (Eds.). Handbook of Clay Science Volume 5.Second edition. Elsevier. 613-654.
- 田崎和江・竹原照明・石垣靖人・中川秀昭・根本直樹・横山明彦・木村 元. 2013a. 放射能汚染環境における生物の元素濃度分布. 河北潟総合研究, 16:7-24.
- 田崎和江・竹原照明・石垣靖人・中川秀昭. 2013b. 放射能汚染した水田土壌と生物における Sr, Cs, Np, Pu の分布. 化石研究会会誌. 46:35-57.
- 田崎和江・霜島康浩・根本直樹・鈴木克久・竹原照明・石垣靖人・中川秀昭. 2014. 津波被害を受けた水田に形成したバイオマットの放射能除染能力の可能性(前編);福島での災害の実態と地域に根ざした取り組み. 地学教育と科学運動. 72:59-71.
- 鶴田猛彦・澤向和也・小笠原俊・梅内大志. 2012. 微生物を用いた水溶液からのコバルト, ストロンチウム, セシウムの除去. 第1回環境放射能 除染研究発表会要旨集. 120.
- Vysotskii, V. I. and A.A. Kormilova. 2011. Lowenergy nuclear reactions and transmutation of stable and radioactive isotopes in growing biological systems. J. Condenced Matter Nucl. Sci. 4:146-160.
- Yong, R.N. and C.N. Mulligan. 2004. Natural attenuation of contaminants in soils. CRC Press. Boca Raton. 319pp.