



**PROCEEDINGS OF THE ELEVENTH FORUM
ON THE ION APPLICATIONS**

14 OCTOBER 2011

Sponsorship : Japanese Society for Applied Research in Negative Ion

除染食品と機能水との関連

The relation between decontamination food and functional water

八並 一寿 Kazuhisa YATSUNAMI

玉川大学農学部 Faculty of Agriculture, Tamagawa University,

1. 背景

2011年4月現在で、福島第1原発から放出された放射性物質は、 Chernobyl 原発事故の 1 割程度とされる。 Chernobyl 原発から放出された放射性物質は、セシウム 137 に換算すると広島型原発の 800 発分とされ、既に4月現在で広島型原発 80 発分の放射性物質が放出されたが、これを化学反応で無毒化する方法はない。無毒化には、ひたすら長い半減期を待つしか方法はない。ウクライナの公式資料によると、 Chernobyl の事故被災地は、強制移住ゾーン、年間被曝量が 1 mSv 以内は、厳格な放射線管理が行われる地域に指定された。現在、日本では年間 1 mSv 以内地域には、首都圏も含まれる。さらに首都圏には、毎時 $0.1\mu\text{Sv}$ 以上の地点が多数存在し、 Chernobyl での厳重な放射能管理区域あたる。 Chernobyl での厳重な放射能管理区域に相当する地域で生活する日本人は、相当数になる。自然界に放出された放射性物質は、ある時は土、ある時は植物に、自然界の食物連鎖で濃度が高くなり、やがて知らずに私たちの食糧を汚染する可能性がある。

Chernobyl は 1 機の爆発であったが、今回はプルトニウムを燃料とする炉を含む多重事故で、さらに 200 キロ圏内に 3000 万人が生活する人口密集地である点を考えると、 Chernobyl を超えるとする意見もある。今回放出された放射性物質の影響について、その深刻さを過小評価してはならない。「ぶらぶら病」など、各種の体調異変や疾患は、早ければ来年から表面化すると言われる。 Chernobyl や広島・長崎の例をとれば、甲状腺がんや白血病が 3 年後あたりから増え始め、 5 年、 10 年と経過するうち、重大疾患を抱える被曝患者の発生が危惧される。

2. 除染食品とは

除染食品は、 □ 除染処理食品、 □ 除染機能食品、 □ 除染強化食品、 □ 除染補助食品に分類できる。除染処理食品は、洗浄、土壤改良を含めた食品素材の放射能を軽減させる加工法、処理法を指す。除染のためには、イオン交換、土壤改良、洗浄、吸着などの手段を使う。これに使用できる適当な素材には、イオン交換樹脂、粘土、界面活性力を向上させた機能水、Ca-キチン、キトサンなどがある。ゼオライトは、アルミニウムとケイ素と酸素から成る鉱物で、立体網目状結晶構造をもち、原子が数個はいれる程度の空洞がある。この空洞のため、放射性物質を吸着する。

除染機能食品は、体内に空気や水や食品として取り込まれた放射性物質を体外に排泄させる

作用のある食品群をいう。主な除染機序は、□放射性核種との結合と吸着による主に便による体外排泄、□放射性核種と同位体の関係にある安全な元素あるいは性質の類似の元素の積極的摂取による放射性核種の体内への取り込み防止と、すでに体内を汚染している放射性核種の代謝促進による尿中への排泄促進の2通りがある。除染強化食品は、すでに体内に取り込まれた放射性物質の体内被曝に対し、放射線防御効果のある食品や成分を摂取することで被曝に強い体质とする食品群をいう。主な除染の機序は、放射線防御因子が、骨髄幹細胞の賦活化、抗酸化性物質の細胞の酸化損傷を防御、ラジカルスカベンジャー作用によるDNA保護、免疫系の賦活化である。本食品群は、すでに体内に取り込まれた放射性物質の体内被曝や事故現場での作業員が受ける体外被曝に対し、放射線防御効果のある食品や成分を摂取することで被曝に強い体质とする食品をいう。

除染補助食品は、排便促進等で体外に排泄する作用が知られる食品素材をいう。多糖類や二糖類は、そのままの形では吸収されず、最終的に体内に吸収するときに、二糖が単糖に分解されて吸収される。桑葉は、強い α -グルコシダーゼ阻害作用より、便秘傾向のある人の排便回数が有意に増加させたので、有用な除染補助食品素材である。

3. 機能水とは

機能水とは、何らかの機能を付加した水のことをいう。また機能水は、特定の機能を持つ活性水と定義でき、活性水は、水を電気分解、磁化処理、超音波処理、ある種の石やミネラル処理で活性化したものである。機能水の一種である界面活性力の高い水を作るためには、鉱石から溶出するミネラルを利用したり、鉱石やセラミックの性質を利用して水を改質する方法や、磁場を利用したり、これらを組み合わせたりした活水器を使用する（図1）。

界面活性力を向上させた機能水

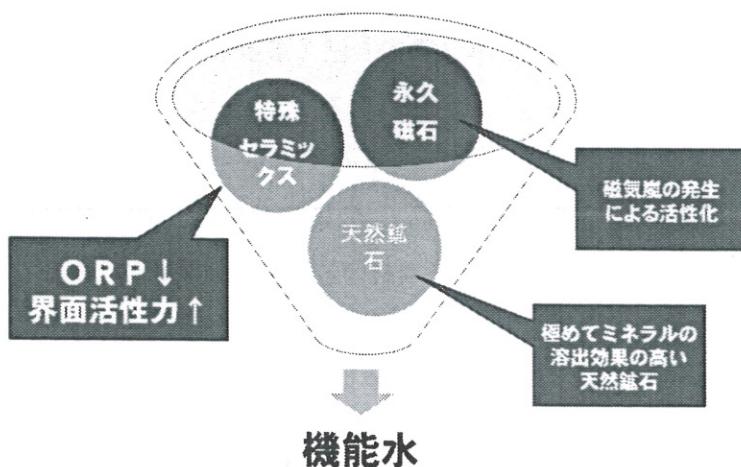


図1. 機能水製造装置の概念図

セラミック処理水を米飯に使用すると、セラミックから放射される遠赤外の微弱エネルギーにより、
水分子間の水素結合を切断して、小さくなった水が米飯中の含水量と糖度を向上させる。セラミック処理水は、炊飯時の浸漬時間や蒸らし時間の大幅な短縮が期待できる。界面力の高い水を作るには、電気石（トルマリン）が使用される。界面活性力が向上する理由は、以下のように考えられている。水が水素と酸素に電気分解されるのは、電解圧以上の電気分解である。電解圧以下の電圧の下では、水が解離して平衡状態にある水素イオン (H^+) と水酸化物イオン (OH^-) のうち、水素イオンは水に水和したヒドロニウムイオン (H_3O^+) として、陰極に引かれて比較的容易に還元されて水素になる。しかし、水酸化物イオンは電極面での放電電位が大きいために分解されず、酸素は発生しない。この結果、水酸化物イオンが豊富な水となり pH が上昇する。図 1 のように、水酸化物イオンが水和して生じるヒドロキシリイオン ($H_3O_2^-$) が、界面活性力を示すと考えられている。したがって、水素で還元される陽イオンである水素イオンとのバランスが保てない水酸化物イオンは、水中では不安定で水系から遠ざかろうとする疎水性の性質を示す。

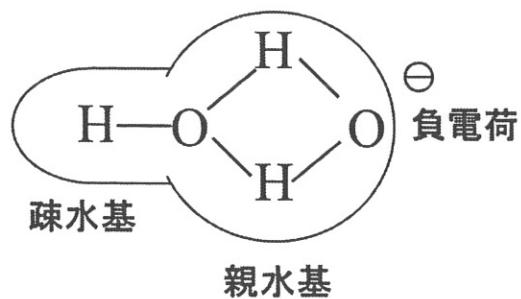


図 1 界面活性剤としてのヒドロキシリイオンの構造

その結果、疎水性の水酸化物イオンが水（親水性）と水和したヒドロキシリイオンは、水-空気の界面で O と H の結合に対し H を外に向けた、還元性の単分子膜層を形成する。なお、トルマリンに確認された界面活性作用は、処理直後に表面張力を低下させるが、時間の経過とともに処理前の値に戻るといふ。

4.除染食品と機能水の関連

1) 地域、道路、住居などの除染

汚染地域の除染技術向上は、地域住民の被爆低減や、放射性廃棄物量低減のために重要である。除染方法のうち、機械的除染法には、噴射法や研磨法がある。噴射法は、高圧水ジェット洗浄などがあり、通常供給中機器に対しては 20-30MPa 程度までの範囲で使用される。研磨法は水の流動あるいは空気の旋回流に低粒を随伴させて道路等を除染する方法である。このような除染において使用される水に、界面活性力を向上させた機能水などの使用が考えられる。

2) 体内被曝の軽減

体内被曝の軽減には、体内へ放射性物質を入れないことが原則である。体内被曝の軽減のための機能水の使用にあたっては、洗浄力を向上させることと、体内被曝による傷害の防止の防止の2面から機能水使用を考えることが出来る。

①除染処理食品としての機能水

前述のように除染食品は、4つのカテゴリーに分類できるが、ある種の機能水は除染処理食品として位置づけられる。すなわち、界面活性力を向上させた機能水を食品の加工段階で使用すれば、食材の表面に付着した放射性物質の除去に効果があると考えられる。また、除染処理のため、ゆでる際にも効率的に汚染物質を除去できると推察される。ろ過、吸着させた水の使用は、大気の放射能汚染が問題となった時期には有効であったが、現在は水道からの放射性物質以外の汚染物質の除去という面での意義が大きいと考えられる。

②除染強化食品としての機能水

除染強化食品は、体内でのフリーラジカルの発生を防止する食品群である。活性酸素の過剰な発生は、各種の疾病の原因となり、放射線の被曝も体内で余分なヒドロキシラジカルの生成の原因となる。還元力を持つ水が還元水と定義され、活性水素を含むか発生させる水、活性酸素を消去する水とも定義できる。したがって、水道水は、活性酸素を発生させる水ともいわれるので、低線量長時間被曝が心配される時代には、機能水の飲用が重要と考えられる。

水素ガスは、神経細胞から生ずる活性酸素の1つであるヒドロキシラジカルの発生を抑制する。水素ガスを高濃度に溶解した水素水の飲用は、脳での活性酸素の増加を抑制した。遺伝子破壊マウスに高濃度水素水を投与すると、対照の水投与群より活性酸素量が減少したので、水素水の飲用が脳での活性酸素の増加を抑制することが明らかにされている。低線量被曝での障害例として「ぶらぶら病」などの発生が危惧されるので、脳内の活性酸素を低減させる水素水も除染強化食品素材として利用価値が高い。

5. 今後の展望

放射性物質は目えず、匂いや味もない。仮に放射性物質を吸入したり、食べ物を通して体の中に入れても、その時に気が付くことはない。残念ながら今後本格的に汚染地域の除染が開始されても、取りきれない放射性物質は、長きにわたり身边に存在すると考えられる。何年か経って、体に変調をきたした時に、あの時の放射性物質による被曝が原因かと悔やむことは避けたい。ペクチンなどの食品成分で体外に放射性物質を排泄することが知られている。このことは、積極的に機能水を活用すれば、今後必要な更なる体内被曝が予防できると考えている。仮にすでに内部被曝した場合でも、活性酸素を除去する機能水の飲用は、低線量の放射能から逃げ場のない日常を強いられる地域の方々の健康維持に重要と考えられる。機能水の積極的な利用が、多くの人の健康維持に役立つことを期待したい。

磁石 + ゼオライト

セシウム9割除去

愛媛大農学部の逸見彰男教授（土壤化学）の研究グループは17日、磁石を混合させた鉱物ゼオライトを土壤に混ぜることで、磁力を使って土壤の放射性セシウムの9割を除去することに成功したと発表した。東京電力福島第一原子力発電所事故による除染作業で増え続けている汚染土を減量化できる可能性があるといふ。



磁石と混合させたゼオライト。磁石に引き寄せられる

愛媛大グループ実験

ゼオライトには、放射性セシウムを吸着する性質がある。研究グループは、ゼオライトと磁石のそれぞれの原料に水酸化ナトリウムを加えて混合物を合成。こ

れを汚染土に混ぜて放射性セシウムを吸着させたうえで、磁石を内蔵した選別機で放射性セシウムをふるい分けることに成功した。混合物の約10倍の重量の汚染

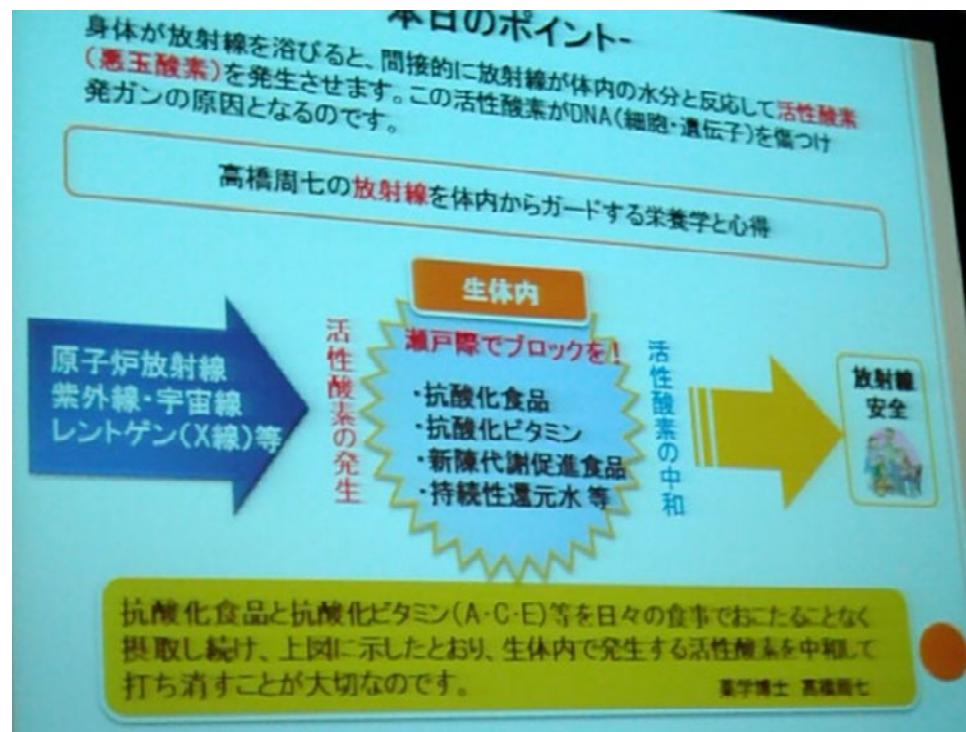
土を除染できたといふ。

昨年6月～今年3月に福島県の南相馬市、川俣町、飯館村の休耕田で実証実験

0㍍にまで下がり、人が住む川俣町と同レベルになつた。選別機に複数回通せば、検出限界以下にまで汚染を減らせるという。

福島県除染対策課によると、表土を削った汚染土の土のうは仮置き場の公用地や学校、公園、家の軒先など約5000か所に積まれ

たままで、処理が課題になっている。ゼオライトと磁石の混合物は1キロ当たり200円で、量産も可能といい、逸見教授は「大量の汚染土の処理に役立つと考えている。手つかずになつていて海底の汚泥の除染にも応用できる」と話している。



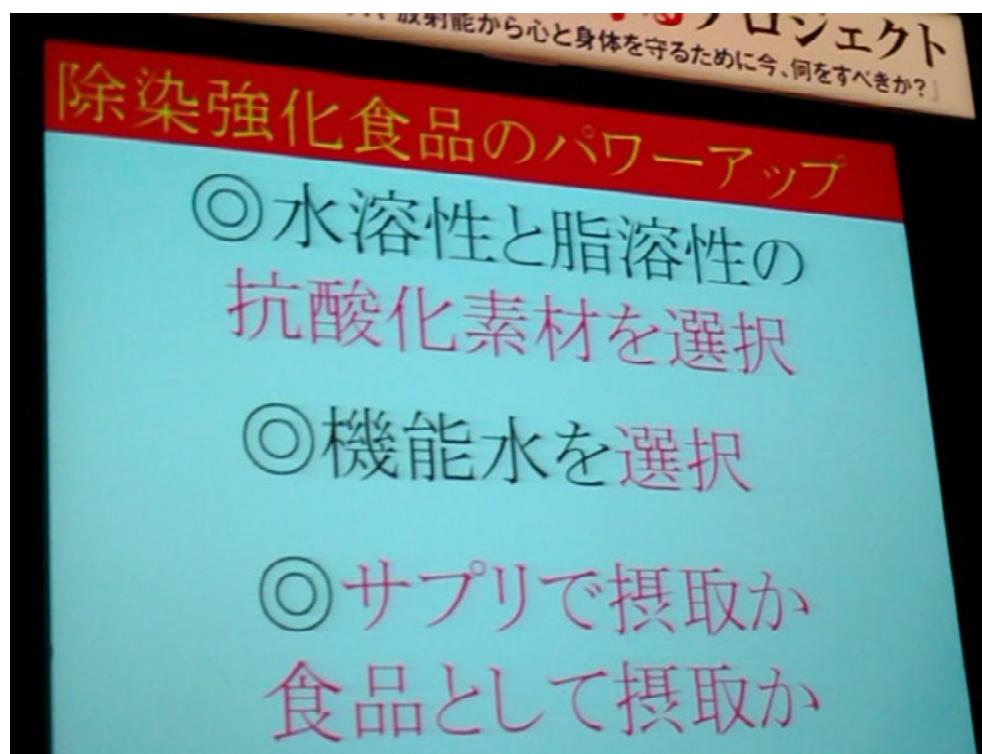
放射線やその他の環境要因のダメージから身を守るメカニズムと対策

2012.4.28

いわき芸術文化交流館アリオスにて

カリフォルニア人間科学大学院大学(米国)

医学博士 高橋 周七



その4 原子力発電(原発)とは!?

原発とはウランなどの核分裂で発生する大きな熱により、水を沸騰させ、その蒸気でタービンを回して発電する。

今回原子炉の爆発により
気体となってヨウ素131が漏れた

↓
水蒸気となってセシウム137が漏れ

更に燃料が溶けて、圧力容器が破壊され、
ストロンチウム90
プロトニウム239 が飛び散った。

大多数の人が気をつけるのは、
ヨウ素、セシウム、ストロンチウムである。
ウラン、プロトニウムは重いので拡散しにくい。