

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26870330

研究課題名(和文)陸水中における放射性ヨウ素の植物体への濃縮挙動

研究課題名(英文)Concentrate of radioactive iodine in inland water to water plant

研究代表者

高橋 賢臣 (Takahashi, Masaomi)

大阪大学・安全衛生管理部・講師

研究者番号：20445844

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：陸水中に生育する水草を対象とし、放射性ヨウ素の濃縮挙動を調査した。調査対象の水草の種は、「カヤツリグサ」、「キクモ」、「センニンモ」を用いた。どの種も濃縮が平衡に達するまでの時間は40時間程度であった。また、濃縮率は種によって様々であり、「カヤツリグサ」では数千もの大きな値であったが、「キクモ」50程度と大きな幅が見られた。「センニンモ」では濃縮率が250程度であった。また、「カヤツリグサ」では茎部と根部の間で濃縮挙動の違いがあり、根部の方が茎部よりも2倍程度高く濃縮する傾向が見られた。「カヤツリグサ」は大きな濃縮率からモデル植物としての可能性が示唆される。

研究成果の概要(英文)：Concentrated behavior of the radioactive iodine to the water plant in the inland water region was studied by the tracer experiments. The concentration data is important to calculate an initial exposure in Fukushima daiichi nuclear power plant accident. Four species of water plants, Kayaturigusa (*Cyperus helfeli.*), Senninmo (*Potamogeton maackianus* A. Benn.), and Kikumo (*Limnophila sessiliflora* Blume), were cultured in the aquarium in which the I-131 tracer in iodide forms was inoculated.

The concentrate reached equilibrium in 48 hours. The study revealed the existence of significant difference of concentration factor between species of water plant. Concentration factor of three species of water plant, *Potamogeton maackianus* is from 300 to 500, *Limnophila* is around 50 and *Cyperus* is from 2000 to 3000. And there is significant difference between the leaf and the root in *Cyperus*.

研究分野：放射化学

キーワード：陸水 水草 放射性ヨウ素 濃縮挙動

1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う、東京電力福島第一原子力発電所の事故によって放出された放射性物質は、日本各地に拡散・沈降し、地表に堆積している。この中でも、放射性ヨウ素は放射性セシウムと同様に最も多く放出された核種の一つであり、それによる被ばくは子供の甲状腺がんと因果関係がある事は化学的に立証され、最重要視しなければならない核種でもある。放射性ヨウ素の事故初期の影響を調べるためには当時の放射性ヨウ素の動態などを詳細に調査するのが望ましいが、 ^{131}I は半減期が8日間と短いので事故後早い時期には減衰してしまい、事故から5年がたった現在では完全に無くなっており、測定をすることができなくなっている。そのため現在では、同じく環境中に放出された長半減期の ^{129}I を測定することにより、事故初期における $^{131}\text{I}/^{129}\text{I}$ の比率から初期状態の ^{131}I 量を推定し被ばく量の算出を行っている。しかし、事故から5年余りがたった今では放射性ヨウ素(^{129}I)が沈着しているであろう環境中の試料(植物や土壌、水等)は、雨風や人為的な要因による移動など様々な理由でその当時の状態をそのまま残してはいないため、現在の ^{129}I 濃度から初期状態の ^{131}I を推定する方法には限界がある。また、ヨウ素自体は海水中には多く存在しているが、陸水中にはその発生源が存在しないため、陸水中におけるヨウ素の挙動等の調査自体があまり行われていないのが現状である。さらに、放射性ヨウ素は福島第一原発から放出された際に様々な化学形態を取り環境中に拡散された。この化学形態の違いが環境中に沈着した後の放射性ヨウ素の挙動に大きな影響を与える事が予想されるが詳細はあまり分かっていない。そこで、放射性ヨウ素が環境中でどのような挙動をとるのか、植物等への濃縮はどうか等の実測データをあらかじめ取得しておくことは非常に重要である。また、このデータから放射性ヨウ素を高濃縮する植物体を見つけることができたならば、あつてはならないが、万が一福島原発事故のような事象が再び起きた時に、高濃縮する植物体には住民を近づかせないようにする、またはその特徴を利用して除染に用いる事などができる可能性もある。さらには、事故初期における ^{131}I の濃度及び被ばく量推定の精度を高める事にもつながる。

2. 研究の目的

陸水系に生息する水草を対象とし、水草を放射性ヨウ素が含まれる水槽で培養する事により、放射性ヨウ素を濃縮させ、その濃縮係数を調査する。

3. 研究の方法

試料は近畿圏で広く採取する事が出来る陸水系に生息する水草を使用した。使用した

水草は以下の3種を選定した。

- ・カヤツリグサ (*Cyperus helferi.*)
- ・センニンモ (*Potamogeton maackianus* A. Benn.)
- ・キクモ (*Limnophila sessiliflora* Blume)

上記の水草を、放射性ヨウ素(^{131}I)を予め添加してある培養槽(水7200ml)にて培養を行った。一定期間の培養後、培養槽から水草を取り出し、純水で洗浄しバイアル管に密封した後に、測定器にて水草中に濃縮した放射性ヨウ素を定量した。

添加した放射性ヨウ素は、アイソトープ協会から購入した試薬で、 Na^{131}I (74MBq)の形態をしている。この Na^{131}I を薄い硝酸溶液で溶かし出し、希釈をしてそれぞれの培養液中に添加した。添加した後の培養液中の放射性濃度はそれぞれの実験により多少異なるが、おおよそ数10から100 Bq/gとなるようにした。また、放射性ヨウ素の化学形態はI⁻である。

4. 研究成果

4-1. 水草への放射性ヨウ素の濃縮時間

図1から図3に水草への濃縮時間と濃縮係数の関係を示す。どの水草も濃縮開始より48時間以内には平衡に達している事が解ることから、水草への放射性ヨウ素の濃縮は比較的短時間で現象であると示唆される。過去に行った緑藻類や褐藻類に対して放射性ヨウ素を濃縮させる同様に実験でも、48時間程度で平衡に達した。このことから、放射性ヨウ素は水草には比較的短時間で濃縮が行われるものと考えられる。

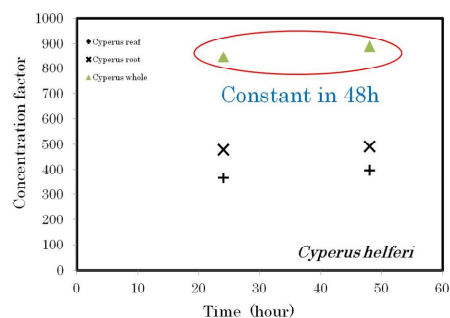


図1 カヤツリグサの濃縮平衡に達する時間

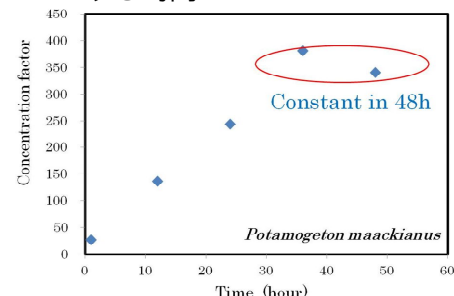


図2 センニンモの濃縮平衡に達する時間

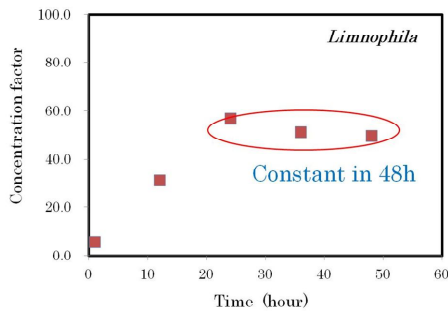


図 3 キクモの濃縮平衡に達する時間

4-2. 放射性ヨウ素濃度変化と濃縮係数

図 4 と図 5 に培養中の放射性ヨウ素濃度を变化させた時の濃縮係数について示す。センニンモとカヤツリグサについてそれぞれ、ばらつきが大きい結果になったが、どちらも培養液中の放射性ヨウ素濃度を变化させても、濃縮係数はおおよそ同じような値を取る事がわかった。このことにより、水草中の放射性ヨウ素濃度が高くなったのは、水草と培養液との体液交換ではなく、少なくともこれら 2 種的水草においては、水草が濃縮を行ったためであると考えられる。仮に、水草と培養液との体液交換で水草中の放射性ヨウ素濃度が高くなったのであれば、培養液中の放射性ヨウ素の濃度と比例して水草中の放射性ヨウ素濃度も高くなると考えられるからである。

また、それぞれの濃縮係数はカヤツリグサでは 2000 - 3000 で、センニンモでは 500 程度の値が得られた。またキクモでは濃縮係数が 50 程度であった。このことから、水草の種の違いにより、濃縮係数も大きく違う事が示唆された。

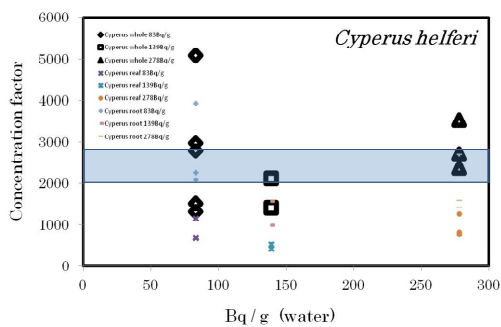


図 4 カヤツリグサにおける培養中放射性ヨウ素濃度の変化と濃縮係数

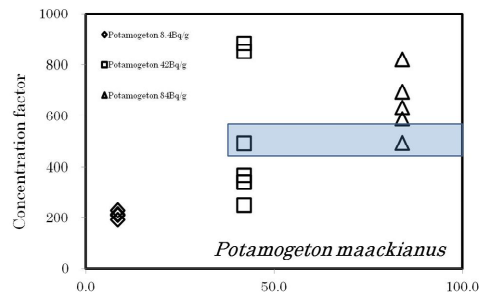


図 5 センニンモにおける培養中放射性ヨウ素濃度の変化と濃縮係数

4-3. 部位による濃縮挙動の違い

過去の研究から、渦藻類では放射性ヨウ素を濃縮する際に、部位による濃縮係数の違いが見られた。渦藻類は茎、葉、浮き袋に分ける事が出来るが、放射性ヨウ素が濃縮したのは茎と葉のみであった。また、放射性ヨウ素以外でも、セシウムは杉への取り込みみでは、外皮中に最も多い事例や、タケノコでは先端に多い事例などが知られており、放射性物質の濃縮や取り込みは特定の部位に濃集することはよく知られている。同様に、水草でもどのような事例が観測できるかを調査するために、カヤツリグサを根部と葉部にわけて調査を行った。

図 6 にカヤツリグサにおける部位別の放射性ヨウ素濃度を示す。横軸に培養液中の放射性ヨウ素濃度、縦軸に濃縮係数を示した。カヤツリグサでは、葉部の方が根部よりも 2 倍程度多く濃縮する事がわかった。葉部は、成長点である事から、カヤツリグサ中の様々な栄養素を成長点へと集めると考えられ、その時に放射性ヨウ素も同様に成長点である葉部へと集められたのではないかと考えられる。

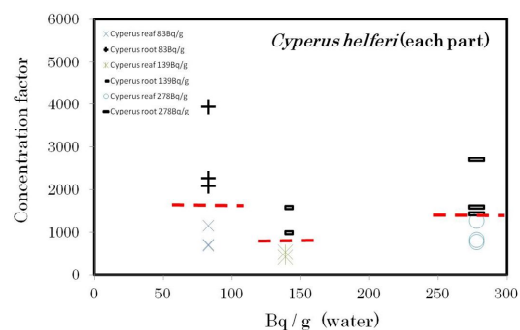


図 6 カヤツリグサの葉部と根部の濃縮係数の違い

4-4. 結果と考察

海水系の緑藻類や渦藻類では知られていたヨウ素の濃縮が陸水系の水草でも見られ

る事が解った。また、水草の種類によってその濃縮率も大きく異なる事が示唆された。最も濃縮率が大きかったのはカヤツリグサで2000 から 3000 もの濃縮係数を得た。また、同じ植物でも部位によって濃縮度合いが違う事もわかった。これは、海水系の藻類や陸生植物等でも見られる事であり、陸水系の水草でも同様の現象が見られる事が解った。

これらの事から、カヤツリグサのように大きな濃縮係数を有する水草は、環境中に放射性ヨウ素が暴露された際にそれらの放射性ヨウ素を短時間のうちに多く貯め込む可能性が示唆された。さらに、その放射性ヨウ素は根部よりも葉部に多い事から、より人間に対して近い場所に濃縮している事が解った。さらには、このように大きな濃縮係数を持つ植物は原子力施設等の周りの環境影響を調査する際のモデル植物としての価値があるかもしれない。

5．主な発表論文等

〔学会発表〕(計 1 件)

Masaomi TAKAHASHI, Hideki MOMOSE and Hitoshi YAMAMOTO, Concentrate of radioactive iodine in inland water to water plant, Pacifichem 2015

6．研究組織

(1)研究代表者

高橋 賢臣 (Takahashi Masaomi)

大阪大学安全衛生管理部講師

研究者番号：20445844