

第2章 放射性ヨウ素の環境移行パラメータに関する調査研究

2.1 牧草におけるヨウ素のウェザリング係数

Weathering of Iodine Deposited on Grass Leaf Surfaces

川端 一史, 塚田 祥文, 箭内 真寿美, 高久 雄一, 久松 俊一
環境動態研究部

Hitoshi KAWABATA, Hirofumi TSUKADA, Masumi YANAI,
Yuichi TAKAKU, Shun'ichi HISAMATSU
Department of Radioecology

Abstract

Radionuclides released into the atmosphere are deposited on the leaf surfaces of crop plants, taken up by the plants, and translocated to other parts from the leaves. Some amount of the radionuclides deposited onto the leaves is removed from the surface by the environmental process called weathering, i.e. removal by rain, wind, etc. Although weathering, foliar uptake and translocation are important processes involved in the radiation dose assessment of radionuclides from crops, site-specific parameters to describe those processes have not yet been elucidated. Since root vegetables are one of the main agricultural products in Rokkasho, the behaviors of Cs, Sr and I deposited on leaf surfaces of radish plant (*Raphanus sativus* L.) as dry aerosol were studied in FY 2006-2010. A model for describing behavior of the elements deposited on the surface was constructed from the results.

Since the behavior of the radionuclides on a leaf surface is considered to depend on leaf surface conditions, behavior on the leaf surface of other crops, such as monocotyledonous plants, should be studied separately. In Rokkasho, grasses are cultivated for livestock farming which is one of the primary industries there. Iodine-129 discharged from the nuclear reprocessing plant in Rokkasho is an important radionuclide for assessing radiation dose to people living around the plant. Since the weathering behavior of iodine from grasses is not well known, we started a research project to determine the behavior of iodine on the surface of grasses.

The experimental methods for the behavior of I on the leaf surface of a grass species were examined in FY 2011. Orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) was selected as the experimental plant, and the method of solid substrate cultivation using polycarbonate pellets was established to diminish I uptake from roots. We plan to expose the grass to gaseous I and I in liquid droplets and dry aerosol to simulate actual dry and wet deposition of ¹²⁹I on the leaf surface. While the exposure method to I in dry aerosol that was previously applied to radish plant was adopted to the present experiment, the exposure methods to gaseous iodine or I in liquid droplets were newly developed. The measurement method of leaf surface area of grass using a three-dimensional scanner (MHT-PC; OPT Technologies Co., Ltd, Tokyo, Japan) was also established for estimating I burden on the leaf surface.

1. 目的

ウェザリングによる除去率は、作物を介した線量評価に大きな影響を与えるパラメータであり、作物葉面に沈着した放射性核種の挙動を明らかにすることは被ばく線量評価上必要である。大型再処理施設の安全審査に用いられたウェザリングによる除去率は、気象条件に依らず一定な値である。しかし、ハツカダイコンを対象に行った調査により、気象条件に依存することが明らかとなり、六ヶ所村の地域特性に即したパラメータを求める必要性が確認された。

そこで、本調査では、大型再処理施設から排出される放射性核種による被ばく線量への核種毎の寄与、六ヶ所村における農畜産業の実態等を考慮し、牧草を対象にヨウ素の葉面吸収、ウェザリング及び揮散の速度を、葉面へのヨウ素の負荷形態（粒子状、液状及び無機ガス状）別に求め、現実的な被ばく線量計算に反映することを目的とする。大気中には、有機ガス状ヨウ素も存在することは知られているが、植物への沈着速度が無機ガス状ヨウ素に比べ2桁小さいので（Nakamura and Ohmomo, 1980）、ガス状ヨウ素としては無機ガス状の I_2 のみを対象とした。

平成23年度は、①ヨウ素の経根吸収が少ない牧草の栽培法、②葉面へのヨウ素の負荷形態別付着法、③牧草葉面積の測定法、及び④牧草葉面からのヨウ素の揮散率測定法について検討を行い、実験条件を決定した。

2. 方法

本調査で用いる牧草は、六ヶ所村における牧草栽培の実態を考慮し、イネ科牧草のオーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L. var. アキミドリ II) にした。

2.1 牧草の栽培法

本調査では、安定ヨウ素を使用して、葉面からの吸収等に関する実験を行う。植物は生長する際、主に根を通して養分等を吸収する。従って、葉面に負荷した後の挙動を安定ヨウ素により明らかにするためには、経根吸収量より過剰に葉面に負荷する必要がある。しかし、負荷量を多くすると現実的な評価から遠ざかることが予想されるため、負荷量を抑えて実験を行うことが望ましい。

そこで、経根ヨウ素吸収量を低減するための栽培方法として養液栽培を採用し、養液の組成、栽培用資材等を検討した。その結果より決定した栽培方法で60日間牧草を栽培した後、6個体のヨウ素濃度を測定した。

2.2 葉面へのヨウ素の形態別付着法

粒子状ヨウ素を葉面に付着させるため、NaCl溶液にNaIを添加した溶液を使用して生成したエアロゾルに、播種後53日目の牧草を6時間ばく露した。ばく露後、葉面を洗浄液で洗浄し、洗浄液中のヨウ素濃度を測定し、葉面へのヨウ素負荷量を求めた。実験に使用した牧草は6個体である。また、液状ヨウ素については、播種後43及び74日目の牧草葉面にヨウ素を含む人工雨水をマイクロシリンジ、マイクロピペット又は噴霧器により添着し、添着状況を観察した。加えて、展着剤としての界面活性剤の使用についても検討した。更に、ガス状 I_2 を負荷するため、ガスばく露チャンバー内で固体ヨウ素から揮散した I_2 に播種後51日目の牧草を1時間ばく露し、ばく露後粒子状ヨウ素と同じ方法で牧草を処理し、葉面へのヨウ素負荷量を求めた。実験に使用した牧草は2個体である。

2.3 牧草葉面積の測定法

牧草を刈り取らずに葉面積を測定するための方法として、3D スキャナーシステム (MHT-PC、(株) オーピーティー) を用い、牧草に接触することなく、葉面積を求めた。また、3D スキャナーで葉面積を測定した牧草を刈り取った後、カラー複写機で複写し、牧草が複写された部分の用紙重量を測定することにより葉面積を求め、3D スキャナーシステムで求めた葉面積と比較した。

2.4 牧草葉面からのヨウ素の揮散率測定法

葉面上ヨウ素の揮散率測定用に製作したアクリル製の気密容器（内径280 mm ϕ 、高さ580 mm）内で葉面に液滴でNaI（Iとして30 μ g）を添着した牧草（播種後31日目）を栽培し、24時間後の葉面上、葉部及び根部中ヨウ素存在量、並びに葉面から揮散しフィルターに捕集されたヨウ素量を求めた。実験に使用した牧草は2個体である。

3. 成果の概要

3.1 牧草の栽培法

籾を外して純水に2日間浸けた種子を、純水を浸したろ紙上に播き、23℃の培養器内に3日間静置し、芽出しを行った。発芽した種子を、ポリカーボネート樹脂製ペレットを充填した塩ビ製円筒容器に移植し、水ガラスを添加したホーグランド液 (Hoagland and Arnon, 1950) を生長段階に合わせて希釈して施用栽培することで、経根吸収量を低減化した牧草の栽培が可能となった。牧草中ヨウ素存在量は、平均で約 300 ng であった。

3.2 葉面へのヨウ素の形態別付着法

粒子状ヨウ素については、コントロール植物の葉部存在量の約 300 倍量を葉面に負荷できた。また、液状ヨウ素の葉面への負荷は、マイクロピペットで 1 μ l の液滴として葉面に添着することが最適であることが分かった。また、展着剤として、界面活性剤の Triton-X100 を添着溶液に添加する必要があることが分かり、濃度は 0.01% とした。更に、ガス状 I_2 については、コントロール植物の葉部存在量の約 400 倍量を葉面に負荷できた。これらのことから、全ての負荷形態で、コントロール植物中ヨウ素存在量を見捨てできる量のヨウ素を負荷できることが分かった。

3.3 牧草葉面積の測定法

3D スキャナー法及び用紙重量法で測定した葉面積を比較した結果、3D スキャナーシステムを使用し測定した葉面積は、葉の形状の影響により一部で過小評価していた。しかし、植物に接触せず、葉面積を測定することができた。

3.4 牧草葉面からのヨウ素の揮散率測定法

葉面に添着したヨウ素の回収率は、平均で 94% であった。また、葉面から揮散したヨウ素は、添着量の 0.2% で、無機ガス状のみであった。更に、添着したヨウ素の約 90% は、葉部に存在していた。

引用文献

- Nakamura, Y. and Y. Ohmomo (1980) Health Physics, 38, 315-320.
- Hoagland, D.R. and D.I. Arnon (1950) Circular California Agricultural Experiment Station, 347, 1-32.