

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, 箭内 真寿美, 高久 雄一, 久松 俊一
環境影響研究部

Hitoshi KAWABATA, 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 from the leaves to other parts. 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, parameters to describe those processes for ^{129}I , which is an important radionuclide for the safety assessment of the nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, have not yet been elucidated. Since grasses are cultivated for livestock farming which is one of the important industries in Rokkasho, a research project to determine the behavior of iodine (I) on the surface of grasses was launched in FY 2011. In FY 2014, we studied the following subjects: 1) the effect of the growth stage of grasses on the foliar uptake and volatilization of iodate applied as liquid droplets onto leaf surfaces; and 2) the effect of fog on the weathering of I deposited on leaf surfaces as dry aerosol, solution or inorganic I vapor (I_2).

After applying droplets of iodate solution onto the leaf surfaces of Orchard grass (*Dactylis glomerata* L. var. Akimidori II) at different growth stages, we placed each plant within an acrylic chamber that was placed in an artificial climate chamber where the plants were cultivated for 7 d. The plant leaves were periodically collected, and the leaf surfaces were washed with solution containing detergent. The foliar uptake of I was measured by analyzing the plant leaf and the solution samples obtained by washing the surface. The I volatilized from the leaf surface was calculated by subtracting the sum of the I amounts in the plants and the washing solution from the amount of I initially applied on the leaf surface. At two growth stages, 39 d and 49 d after sowing, more than about 80% of the I applied at 7 d remained on the leaf surface of the plants, and furthermore the I applied was not volatilized during the 7-d period after application. The behavior of I was almost the same at the two growth stages of the plant. These behaviors of iodate were different from those of iodide studied in FY 2013 showing that most of the I was absorbed into the leaf interior and partly volatilized to the atmosphere.

After applying 1) gaseous I_2 , 2) liquid droplets containing NaI or NaIO_3 , or 3) dry aerosol containing NaI or NaIO_3 , onto the leaf surfaces of Orchard grass, the plants were exposed to fog with different atmospheric liquid water contents and exposure durations. The exposed plant leaves were collected and treated in the same manner as mentioned for the first study. The I applied as I_2 was not removed from the

leaf surfaces by the exposure to fog with the atmospheric liquid water content of 47 mg m^{-3} for 24 h. On the other hand, the I applied as iodate of a dry aerosol or liquid droplets was removed by fog with 47 mg m^{-3} liquid water content, and decreased with a second order exponential function of fog duration. The effect of atmospheric water content of fog on the leaf surface retention of I applied as iodide of the dry aerosol or liquid droplets was studied at fixed fog duration of 16 h. The retention after fog exposure decreased with atmospheric liquid water content, then reached an almost fixed value in high atmospheric liquid water content.

1. 目的

放射性ヨウ素の作物葉面からの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把握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おける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とした調査により、除去率は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。

これまで、風及び降雨によるウェザリング除去率を求めており、平成 26 年度は、①無降水条件下における液状ヨウ素酸イオン (IO_3^-) の葉面吸収及び揮散の速度を牧草の生長段階別に求めること、及び②牧草葉面に負荷したヨウ素の霧によるウェザリング速度を負荷形態（粒子状、液状、無機ガス状）別に求めることを目標とした。

2. 方法

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) を調査対象として選択した。植物の栽培は、ヨウ素の経根吸収量を低減するために、ポリカーボネート製樹脂ペレットを用いた固形培地

耕で行った。

2.1 無降水条件下における液状 IO_3^- の葉面吸収及び揮散に与える生長段階の影響

液状でヨウ素を葉面に負荷した後の葉面上、葉部中及び揮散したヨウ素量の経時変化を求めた。即ち、芽出し後 39 又は 49 日の牧草に、人工雨水に NaIO_3 を添加した溶液 ($250 \text{ } \mu\text{g-I g}^{-1}$) を、マイクロピペットにより $1 \text{ } \mu\text{l}$ の液滴で 80 点添着した後、個体別に気密容器内で栽培し、負荷後 1、3 及び 7 日に 3 個体ずつ採取した。

採取した牧草の葉面上に残存するヨウ素を葉面洗浄液に回収した後、葉部は乾燥粉碎し、ヨウ素を 25% 水酸化テトラメチルアンモニウム溶液で抽出した。葉面洗浄液及び抽出溶液中のヨウ素濃度は、HPLC 装置又は ICP 質量分析装置を使用して測定した。

2.2 葉面上ヨウ素の霧によるウェザリングに与える霧水量又は霧ばく露時間の影響

粒子状、液状又は無機ガス状ヨウ素を負荷した芽出し後 40 から 45 日の牧草を、霧水量（単位空気体積当たりの霧粒として含まれる水分量）又は霧ばく露時間を変えて霧にばく露し、霧ばく露直後に牧草を回収し、①と同じ方法で処理した。1 つの組み合わせの実験で 3 個体ずつ採取した。粒子状及び液状ヨウ素 (I^- 及び IO_3^-) 並びに無機ガス状ヨウ素 (I_2) の負荷は、平成 24 年度に実施した風によるウェザリング実験と同じ方法で行った。

3. 成果の概要

3.1 無降水条件下における液状 IO_3^- の葉面吸収及び揮散に与える生長段階の影響

芽出し後 39 及び 49 日の牧草葉面に負荷した液状

IO_3^- の葉面上、葉部中及び揮散したヨウ素量を負荷後7日まで求めた。その結果、生長段階に依らず、負荷したヨウ素の8割以上が葉面上に存在したままであり、葉部へ移行した割合は5%未満であった。また、負荷後7日までの大気への揮散は検出できなかった。平成25年度に実施した液状ヨウ化物イオン(I^-)の調査では、大気への揮散と葉部への移行が認められており、ヨウ素の化学形による挙動の差が明らかになった。

3.2 葉面上ヨウ素の霧によるウェザリングに与える霧水量又は霧ばく露時間の影響

霧にばく露した試料について、ばく露後における葉面上及び葉部中残存率を求めた。葉面上又は葉部中残存率とは、牧草に負荷したヨウ素量に対する葉面上又は葉部中に残存していたヨウ素量の比である。その結果、 I_2 で負荷したヨウ素は、牧草から除去されないことが分かった。また、 I_2 を除いたヨウ素では、霧水量又は霧ばく露時間を変えても、葉部中残存率はほぼ一定であったが、葉面上残存率は霧水量

又は霧ばく露時間の増大とともに減少した。主な結果を以下に示す。

粒子状又は液状 IO_3^- を葉面に負荷した牧草を霧水量が 47 mg m^{-3} の霧に時間を変えてばく露した後の葉面上残存率と霧ばく露時間との関係を Fig. 1 に示した。葉面上ヨウ素は、速く除去される成分と遅く除去される成分の2つが存在し、粒子状、液状ともに霧にばく露する直前における葉面上存在量の9割以上が速い成分であることが分かった。また、粒子状ヨウ素の速い成分の速度定数は、液状の約2倍であった。この原因の一つとして、葉面上ヨウ素の沈着密度の違いが挙げられる。

粒子状又は液状 I^- を葉面に負荷した牧草を、霧水量を変えて霧に16時間ばく露した後の葉面上残存率と霧水量との関係を Fig. 2 に示した。粒子状、液状ともに、葉面上残存率が2つの霧水量の指数関数に従って減少し、除去されやすい成分の減少係数はほぼ同じであったが、その分配率は液状の方が約1割大きい値を示した。

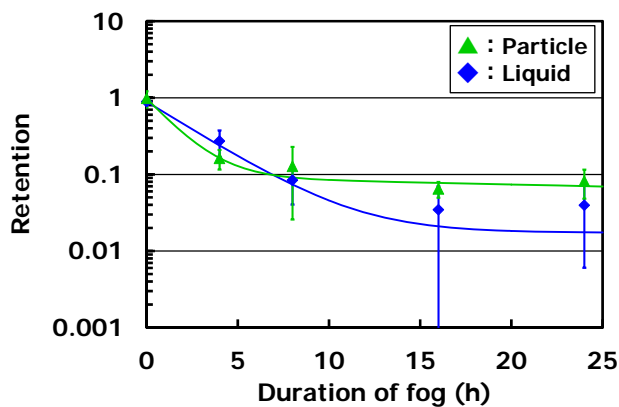


Fig. 1 Retention of I and duration of fog. Retention of I was defined as the ratio of the amounts on leaf surfaces to that loaded initially on the leaf surfaces. Vertical bars indicate a standard deviation of 3 samples. The lines show least square approximation by a function with a second order exponential term of duration of fog.

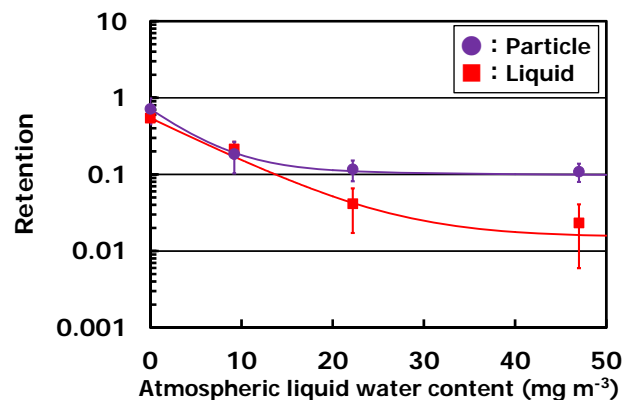


Fig. 2 Retention of I and atmospheric liquid water content of fog. Retention of I was defined as the ratio of the amounts on leaf surfaces to that loaded initially on the leaf surfaces. Vertical bars indicate a standard deviation of 3 samples. The lines show least square approximation by a function with a second order exponential term of water content of fog.