

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 牧草について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
環境影響研究部

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 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 on the surface of grasses was launched in FY 2011. In FY 2012, we studied: 1) the effect of the growth stage of grasses on the foliar uptake and volatilization of iodide deposited on leaf surfaces as dry aerosol; 2) the effect of light intensity on the volatilization of iodide deposited on leaf surfaces as dry aerosol; and 3) the effect of wind on the weathering of iodine deposited on leaf surfaces as dry aerosol, solution or inorganic I vapor (I_2).

After applying a dry aerosol of NaCl containing NaI 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 and cultivated them for 7 d in the artificial climate chamber. 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 volatilized I from the leaf surface was collected on activated carbon paper filters. The amounts of I on the leaf surface of plants at all growth stages removable by washing decreased with time, while the amount of the volatilized fraction increased. The I content in the plant was almost constant throughout the experiment. The time constant of the I volatilization rate was not affected by the growth stage of the plant.

After applying the dry aerosol of NaCl containing NaI onto the leaf surfaces of the Orchard grass at 32th day after sowing, each plant was placed within an acrylic chamber and cultivated them for 3 d at different light intensities. The volatilized fraction of applied I was almost constant and had no dependence on the examined light intensities.

After applying 1) gaseous I_2 , 2) liquid droplets containing NaI or NaIO_3 , 3) dry aerosol containing NaI or NaIO_3 , onto the leaf surfaces of Orchard grass, the plants were exposed to a wind with a speed of 2 m s^{-1}

for 1 h. These plants were treated after the wind exposure in the same manner as mentioned above. The I contents in the plants applied as various physical and chemical forms were not statistically different from those for the control plants not exposed to the wind. Therefore, the exposure to the 2 m s^{-1} wind for 1 h did not affect the weathering of iodine.

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、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。

平成 24 年度は、①無降水条件下における粒子状ヨウ素（I）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、②葉面上に負荷した粒子状ヨウ素（I）の揮散の速度を照度別に求めること、及び③牧草葉面に負荷したヨウ素の風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的とした。

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、土壌の代わり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粒子状ヨウ素（I）の葉面吸収及び揮散に与える生長段階の影響

粒子状で葉面に負荷した後のヨウ素の葉面上ヨウ素、葉部中ヨウ素及び揮散したヨウ素量の経時変化を求めるため、キャリアーとなる NaCl に NaI を混合し、塩素及びヨウ素濃度を各々 26.6 、 12.7 mg g^{-1} に調整した水溶液を使用して生成した固体エアロゾルを 6 時間かけて牧草に負荷した後、負荷直後、並びに、負荷後 1、2、3 及び 7 日に 3 個体ずつ採取した。実験は、芽出し後 32、39 又は 49 日の牧草を対象に行った。

採取した牧草の葉面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（以下、TMAH）溶液で抽出した。また、揮散したヨウ素を捕集したフィルターも 25% TMAH 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、ICP 質量分析装置を使用して測定した。

2.2 粒子状ヨウ素（I）の揮散に与える照度の影響

2.1 の実験と同じ方法で、芽出し後 32 日の牧草に粒子状ヨウ素を負荷した後、負荷後の照度を 20、30 及び 40 klx に変えて栽培し、負荷後 3 日に 2 個体を採取した。栽培期間中に葉面から揮散したヨウ素は、粒子状、無機ガス状及び有機ガス状に分けて捕集し、放射化分析で定量した。牧草試料の処理は、2.1 と同じ方法で行った。

2.3 葉面上ヨウ素の風によるウェザリングに与える風速の影響

粒子状、液状又は無機ガス状ヨウ素を負荷した牧草を風速 2 m s^{-1} の風に 1 時間ばく露し、風ばく露直後に牧草を回収し、2.1 と同じ方法で処理した。粒子状ヨウ素の負荷は、2.1 の方法と同じ方法で、キャリアーとなる NaCl に NaI 又は NaIO_3 を混合し、塩素及びヨウ素濃度を各々 26.6 、 12.7 mg g^{-1} に調整した水溶液を使用して行った。また、液状ヨウ素は、人工雨水に NaI 又は NaIO_3 を添加し、I 濃度が $250 \mu\text{g g}^{-1}$ になるように調整した溶液を、マイクロピ

ペットを使用して $1\mu\text{l}$ の液滴で 1 個体に 80 点添着することにより負荷した。更に、ガス状ヨウ素ばく露チャンバー内で I 試薬から揮発した I_2 を無機ガス状ヨウ素として牧草に負荷した。

3. 成果の概要

3.1 無降水条件下における粒子状ヨウ素 (I) の葉面吸収及び揮散に与える生長段階の影響

得られた結果の一例として、芽出し後 32 日の牧草に粒子状ヨウ素を負荷した場合の葉面上、葉部中及び揮散したヨウ素の存在割合の経時変化を Fig. 1 に示した。ヨウ素負荷直後に、その一部が葉部中に存在していた。また、負荷後の葉面上ヨウ素の存在割合は、時間の経過と共に減少する傾向を示し、これに応じて、揮散したヨウ素の割合が増加していた。しかし、葉部中ヨウ素の割合は、負荷直後から実験終了時までほぼ一定であった。他の生長段階でも同様な傾向を示した。これらのことから、葉面に負荷したヨウ素は、負荷していた間に一部が葉部へ吸収された後は、ほとんど吸収されることなく、その一部が大気へ揮散したと考えられる。

そこで、各生長段階における葉面上ヨウ素の経時変化から、大気への揮散に与える生長段階の影響について検討した結果、ヨウ素の揮散について、危険率 5% の水準で生長段階による有意差は見られなかった。したがって、牧草の生長段階は、葉面上ヨウ素の大気への揮散に影響を与えないことが分かった。

3.2 粒子状ヨウ素 (I) の揮散に与える照度の影響

照度が 20、30 又は 40 klx におけるヨウ素の揮散率は、負荷後 3 日間で各々 0.29、0.18、0.33 と照度に依らずほぼ一定であり、危険率 5% の水準で有意差は見られなかった。したがって、照度が 20~40 klx の範囲では、負荷後 3 日間のヨウ素の揮散は照度によって変化しないことが分かった。

3.3 葉面上ヨウ素の風によるウェザリングに与える風速の影響

粒子状、液状又は無機ガス状ヨウ素を負荷した牧草を風にばく露したところ、全ての負荷形態において、ヨウ素負荷直後の牧草における植物残存率と危険率 5% の水準で有意差は見られなかった。したがって、実験を行った全てのヨウ素の形態で、風により葉面から除去されないことが分かった。

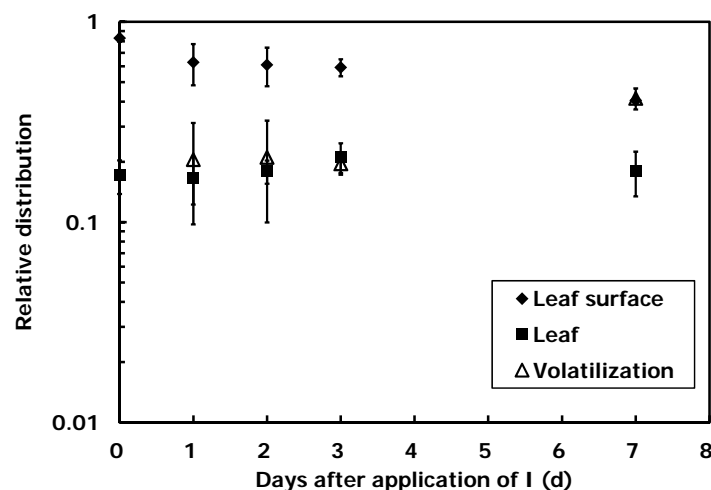


Fig. 1 Relative distribution of iodide applied on the leaf surface of Orchard grass on the 32th day after sowing. Vertical bars indicate standard deviation of three samples.