

水田における土壌から稲への放射性セシウム移行のメカニズムについて

生物・環境工学専攻 農地環境工学研究室 塩沢 昌

植物は根から土壌水とともに土壌水に解けた物質を吸収する。土壌中に多量のセシウム (Cs) が存在しても、土壌水に溶解した Cs イオンが根に接して存在しない限り、稲は吸収できない。Cs は粘土粒子に強く固定される。一度強く固定された Cs は土壌水に溶解することはほとんどないので稲に吸収されない。玄米 500Bq/kg レベルの高い移行は 7~8 月に Cs を吸収したことで生じており、この時期に可溶性 Cs が高濃度で根の周囲に存在したのである。多くの水田では土壌への固定によって土壌水中の Cs イオン濃度は十分に低いにもかかわらず、なぜ特定の水田で、高濃度の Cs イオンが根の周囲に存在できたのか。解明を要するメカニズムである。

有機物（雑草、稲ワラ、落ち葉など）を介した稲への Cs 移行（仮説）

Cs は土粒子だけではなく有機物にも弱く固定される。また、粘土粒子への強い固定は放射性 Cs の降下後に直ちに生じるのではなく、数週間程度の時間をかけて進行するものであり、Cs 降下（2011 年 3 月下旬）の直後には比較的多くの Cs が可溶性イオンとして植物（雑草）に吸収されやすい状態にあったと考えられる。Cs 降下時に水田表面には有機物（雑草、稲ワラ、落ち葉など）が覆っていて、まずこの有機物に放射性 Cs が付着または吸収された場合、水田が耕起されてこの有機物が土壌中にすき込まれた後も放射性 Cs は粘土粒子への強く固定されずに有機物中で“生き残る”。有機物は土壌中で徐々に分解され、その過程で取り込まれていた Cs は高濃度の可溶性 Cs として土壌水に放出される。とくに温度の上昇する夏に急速に分解が進み、可溶性 Cs の多量放出が生じ、粘土粒子に固定される前に根に吸収されたと考えられる。

放射性セシウムの稲への移行割合（移行係数）が著しく大きい水田の特徴

調査を行った玄米 500bq/kg 越え水田および移行係数が大きい（約 0.1 かそれ以上の）水田に共通する特徴は以下である：(1) Cs 降下時に水田表面を有機物が覆っていたと考えられる（有機物の実体は、雑草（粘質土の水田）、落ち葉（二本松の山間水田）、海洋性有機物（津波を受けた水田）、および稲ワラ、稲株起源の未分解有機物）；(2) 近接水田と比較しても浸透量の非常に少ない排水不良田；(3) 土壌中の放射性 Cs の分布を調べると、耕起・シロカキがされているにもかかわらず土壌表面付近の濃度が高い分布である（Cs が付着した軽い有機物がシロカキで浮き上がったとみられる）。浸透が小さいことはほとんど土壌水が動かないことを意味し、有機物の分解で発生した可溶性 Cs が水とともに動かないために粘土粒子に接触しにくく、そのために粘土粒子への固定に時間がかかり、根に吸収されやすかったと考えられる。

用水経由の外部からの流入は原因ではないのか

一般に用水経由で水田内に持ち込まれる物質の量（=単位面積当たりの供給量）は「単位面積当たりの用水量（水深で表される）×物質濃度」である。外部から流入する用水量は、過剰降雨の地上排水を無視すれば、「用水量=蒸発散量+浸透量-降雨量」である。蒸発散量は夏に 3-4mm/day 程度であるが月単位では降雨量が上回る（昨年 7~8 月の福島も同様）。浸透量は一般的平均的には 10mm 程度であるが、0~40mm/day 程度の範囲で多様であり、用水量は浸透量で決まる（ほぼ等しい）。したがって、浸透量の多い水田ほど用水経由で流入する物質が（Cs も）多いはずであるが、Cs の玄米への高い移行は浸透量の多い水田では生じておらず、逆に浸透量が少なく用水の流入がほとんどない（降雨のみの供給）水田において生じている。これは玄米への高い Cs 移行の原因が用水経由の流入によるものではないことを示している。なお、玄米 500Bq/kg 越え地域の用水の水溶性の放射性 Cs 濃度は、通常の測定では測定限界以下（1 Bq/kg 未満）のレベルである。

次期作の予想：上記「有機物説」が正しければ、放射性 Cs を付着または吸収した有機物はこの一年間で分解が進み放射性 Cs の多くは土壌に強く固定されるため、次期は稲への移行は大きく減少すると予想される。