

放射光蛍光X線分析によるイネにおける微量元素の分布と Cdの化学形態に関する研究

山岡和希子¹, 高田沙織¹, 三尾咲紀子¹, ○保倉明子^{1,2}, 中井 泉¹, 寺田靖子³, 阿部知子⁴

(1: 東理大理, 2: 早大高等研, 3: JASRI, SPring-8, 4: 理研NRC)

【はじめに】イネを Cd 汚染土壌で栽培すると、体内に数十 ppm ほどの Cd を吸収するため、Cd 含有の玄米が問題となっている。また Cd 蓄積量はイネの品種により異なり、モデルとして用いられる『日本晴』と比較して、Cd をより多く蓄積する『密陽 23 号』という品種が知られている。従来、ICP-MS や原子吸光法による定量分析や HPLC-ICP-MS による Cd の化学形態分析は数多くなされているが、これらは破壊分析であり、植物の組織構造に対応した Cd の蓄積機構に関しては不明な点が多い。そこで本研究は、放射光マイクロビーム蛍光 X 線 (μ -XRF) イメージングおよび XAFS 解析により、非破壊で二品種 (日本晴、密陽 23 号) のイネの組織における Cd をはじめとする微量元素の分布を明らかにし、地下部から地上部への Cd の吸収、移行に伴う Cd の化学形態の変化を解明することを目的として行った。また、品種の違いが Cd 蓄積機構に及ぼす影響について検討した。

【実験】日本晴と密陽 23 号の各種子を発芽させ、21 日間土耕栽培した後、Cd 濃度が 3 ppm の培養液 1 L を 7 日間毎に添加し、75 日間栽培したものを試料とした。イネの茎について厚さ約 500 μ m の切片を作成し、凍結乾燥処理を行った。調製した試料をアクリル製ホルダーに保持し、蛍光 X 線二次元イメージング測定を行った。放射光蛍光 X 線 2 次元イメージング測定は PF BL-4A で行った。分光結晶 Si(111)で単色化し、ポリキャピラリーを用いて形成した X 線マイクロビームを用いた。一方で、Cd K 吸収端 XAFS 測定には、Cd 添加期間が 42 日間の試料を部位別(根、茎、葉)に分けて凍結乾燥させ、乳鉢で試料を均一化後、錠剤にした。測定は PF-AR NW10A で、検出器に 19 素子 SSD を用いて蛍光法で行った。

【結果と考察】密陽 23 号の地下部(根)では、日本晴より Cd 濃度が低かったが、地上部(茎、葉)では日本晴よりも多くの Cd を蓄積していた。XAFS 測定の結果、いずれの品種でも地下部の根では、存在するほとんどの Cd が SH 基のような硫黄と結合しているのに対し、茎と葉においては有機酸由来の酸素と結合していることが分かった。つまり、地下部から地上部へ Cd が移行される時にその化学形態が変化するといえる。この Cd 化学形態には、品種間の違いはあまり見られなかった。一方、 μ -XRF イメージングの結果、イネの節 (地下部と地上部の境目) において、Fe, Mn, Cu, Zn はそれぞれ特徴的な分布をすることがわかった。イネの組織は非常に複雑であることから、各元素が蓄積している部位についてさらに詳細に検討し、Cd 蓄積との関連について、今後明らかにしていく。