

4. 水田におけるウラン、トリウム及びランタノイドの動態							
要約 各種りん酸肥料、水稲体、水田土壌、用排水、雨水中のウラン (U)、トリウム (Th)、ランタノイド (Ln) の濃度を明らかにするとともに、水田におけるこれら元素の収支を求めた。りん酸肥料の長期施用は水田土壌の U 濃度を有意に上昇させた。							
農環研 環境資源部 水質管理科 水質動態研究室						連絡先	0298-38-8255
部会名	環境資源特性	専門		対象		分類	研究

〔背景・ねらい〕

各種りん酸肥料は、高濃度の U のほか Th, Ln を含んでいる。これらの肥料は長年連用されてきており、農地に長半減期放射性核種の負荷をもたらす。農地に負荷されたこれらの核種の作物による吸収、河川水や地下水への移行などの動態を把握することは環境放射能対策上重要と考えられるが、これらの知見は得られていない。本研究は、水田における U, Th の挙動を類似の行動を示すことが推定される Ln の挙動とともに検討した。

〔成果の内容・特徴〕

- ① 農業環境技術研究所構内のりん酸肥料を 10 年間施用、同無施用水田圃場 (各 10 a) で栽培した水稲とその土壌、田面水など栽培環境を対象に、U, Th 及び Ln の挙動を追跡した。これら元素の分析は ICP-MS で行った。
- ② 過りん酸石灰、熔成磷肥、複合肥料などの U 濃度 (11~268 $\mu\text{g/g}$) は Th 濃度 (0.4~4.7 $\mu\text{g/g}$) の 7~60 倍高い値を示し、Ln では軽希土である La, Ce, Nd 濃度 (2~33 $\mu\text{g/g}$) は重希土の Tm, Lu 濃度 (0.2~1 $\mu\text{g/g}$) より高い値が示された。りん酸肥料中の U は 3~60% が水溶性で、水溶性 U のほぼ全量は土壌に吸着された。
- ③ りん酸肥料が 10 年間にわたり施用された水田土壌における、各種元素の正味負荷量は、これら元素の収支計算の結果 (表 2) から、10 a に換算して U: 49 g, Th: 1.4 g, Ce: 9.7 g と推定され、りん酸肥料の長期施用は水田土壌の U 濃度のみを有意に上昇させた。収支算出の基礎データを表 1 に示した。
- ④ これらの結果から、水田土壌に蓄積しているこれら元素の河川水や地下水への流亡あるいは水稲による吸収持ち出し量はほぼ無視できる量であることが判明した (表 2)。水稲体内における U, Th 及び Ln の含量を表 3 に示した。

〔成果の活用面・留意点〕

- ① 本研究で得られた各種長半減期放射性核種の蓄積量、収支結果は環境中での物質循環モデルを構築する上での基礎データとして貴重である。
- ② これらのデータのほとんどは世界的にみても報告されていないので、さらに土壌条件などを変えて研究を積み重ねることが望まれる。

[具体的データ]

表 1 土壌、田面水など水田環境試料中のウラン、トリウム及びセリウム濃度 (ng/g)

元素名	水稲 (全体)	土壌 (表層30cm)	肥料	雨水	灌漑水	土壌溶液	田面水
U	2.0	3100	80000	0.0023	0.059	0.004	0.010
Th	5.0	6800	2400	0.0008	0.0027	0.001	0.002
Ce*	25.0	51400	15000	0.0031	0.040	0.010	0.018

*ランタノイド 14 元素のうち、濃度の高い Ce を一例として示した。

表 2 水田におけるウラン、トリウム及びセリウムの収支 (g/10 a)

水田の元素存在量 ¹⁾	収 入 (10年間当)			支 出 (10年間当)			差引増加量 (10年間当)
	灌漑水 ²⁾	降 水 ³⁾	肥 料 ⁴⁾	地下流出 ⁵⁾	地表流出 ⁶⁾	水稲持出量 ⁷⁾	
U 918(100)	0.88 (0.09)	0.03 (0.00)	48.0(5.2)	0.06 (0.01)	0.06 (0.01)	0.02 (0.00)	49 (5.3)
Th 2040(100)	0.041(0.00)	0.01 (0.00)	1.4(0.07)	0.02 (0.00)	0.01 (0.00)	0.05 (0.00)	1.4 (0.07)
Ce 15420(100)	0.60 (0.00)	0.04 (0.00)	9.0(0.06)	0.15 (0.00)	0.12 (0.00)	0.25 (0.00)	9.7 (0.06)

1) りん酸肥料無施用圃場土壌 30 cm 当 2) 1500 t/年 3) 1300 mm/年 4) 過石 60 kg/年 5) 1500 t/年
6) 650 t/年 7) 1 t/年

注) () 内の数字は水田の元素存在量を 100 としたときの比

表 3 水稲各器官のウラン、トリウム及びランタノイド濃度 (ng/g)

元素	葉身	葉鞘	稈	籾殻	玄米	元素	葉身	葉鞘	稈	籾殻	玄米
La	29.3	36.2	5.6	12.0	1.41	Dy	5.8	7.0	2.2	4.4	0.49
Ce	55.7	63.2	8.0	21.6	1.65	Ho	1.2	1.4	0.40	0.60	0.10
Pr	7.3	8.3	1.3	2.9	0.20	Er	2.9	3.9	0.53	1.9	0.20
Nd	32.7	37.2	5.7	13.5	0.48	Tm	0.44	0.53	0.15	0.40	0.02
Sm	6.9	9.8	2.2	4.7	0.26	Yb	2.7	3.6	0.80	2.2	0.10
Eu	1.9	2.0	0.50	1.1	0.04	Lu	0.48	0.66	0.17	0.34	0.02
Gd	6.8	7.7	1.8	3.8	0.11	Th	14.4	8.9	1.6	3.1	1.5
Tb	0.88	1.1	0.19	0.48	0.05	U	2.4	7.1	0.68	2.7	0.30

[その他]

研究課題名: レア金属類の動態及び生体機能への影響の解明

予 算 区 分: 公害防止

研究期間: 平成 4 年度 (昭和 63 年~平成 4 年)

研究担当者: 津村昭人, 山崎慎一

発表論文等: 二重収束型高分解能誘導結合プラズマ質量分析法による陸水の超微量希土類元素
およびアクチノイドの直接定量, RADIOISOTOPES, 41 巻 1992

水田におけるウラン、トリウム及びランタノイドの動態, 同上, 42 巻 1993