

7. 濃縮⁴⁰Kの精密測定法の開発と利用

農業環境技術研究所 環境管理部 計測情報科

要 約

カリ養分の長期間追跡トレーサーとして、天然に存在する長寿命⁴⁰Kに注目し、⁴⁰Kの存在比を高めた濃縮⁴⁰Kの精密トレーサー法を開発すると共に、土耕ポット試験レベルでの元肥カリや土壤カリの利用率や寄与率などの把握に有効に利用した。

背景・目的

カリは三大肥料要素の一つであるが、長期間の追跡が可能なトレーサーがない事もあって、施肥法に関する研究が立後れている。従来のカリのトレーサーは人工放射性⁴³Kが最長寿命で半減期が22.4時間であるのに対し、天然の⁴⁰Kは 1.3×10^9 年と著しく長く⁴⁰Kの天然存在比も0.0119%と低いので、その濃縮物のトレーサー法を確立することは極めて有用である。現在濃縮⁴⁰Kは、米国のオークリッジ原子力研究所でごく少量製造されているのみで、そのトレーサー利用も理学と医学分野にごく少数の例があるにすぎない。濃縮⁴⁰Kは現在のところ高価であり、使用量をできる限り節約し、しかも信頼性の高いデータを得ることができる精密トレーサー法を開発し、カリ養分の研究に利用する。

内容及び特徴

- (1) ⁴⁰Kの測定は放出ガンマ線の測定によった。試作した遮へい体を利用する測定システムによる⁴⁰Kの光電ピークエリアのバックグラウンドのカウント数は、26カウント／8万秒で著しく低かった（表1）。また、作物及び土壤試料の⁴⁰K測定値の変動係数（%）は、1～16%と低く（表2）、実用性のある感度、精度を有している。測定法もポリ袋等に封入した試料をそのまま測定できるなど簡便である。
- (2) 同上ポット試験で⁴⁰Kのカウント数が最低の白米でも、バックグラウンドの2.5倍、⁴⁰K存在比でも天然存在比の3.3倍あり、作物部位レベルでのカリ養分の追跡も十分可能である。
- (3) 1/5000アール土耕ポット試験（オーチャードグラス、大豆、水稻栽培）で、元肥として施用した濃縮⁴⁰K（⁴⁰K存在比0.406%）標識塩加肥料の収穫期における吸収・利用率（全地上部）は、土壤間の差もあったが、平均してオーチャードグラス25%，大豆40%水稻65%の値が得られた。地上部吸収全カリ中に占める施肥カリの寄与率は、オーチャードグラス35%，大豆40%，水稻25%前後の値が得られた（一部を図1に示す）。

活用面と留意点

本法の利用によってカリ養分の長期間追跡が可能になり、カリ施肥法の解析や土壤・作物系でのカリの動態把握等の研究に寄与できる。

圃場レベルの利用については、さらに低濃縮の⁴⁰Kトレーサー法を開発することによって経済性を高め、かつ法律的に非放射性扱いで実施できるようにする必要がある。

キーワード

濃縮⁴⁰K、トレーサー、カリ養分、利用率

（結田 康一）

表1 バックグラウンド ^{40}K のカウント数
— 遮へい体の有無や性能との関係 —

遮へい体の有無 および種類		^{40}K の1462 KeVの光電 ピークエリア カウント数／8万秒
無		70,792
有	農環研所有(鉛厚5cmのみ) 原研(鉛厚6cm, 鉄3cm, 銅0.5cm, アクリル0.5cm) ^{40}K 測定用製作遮へい体(農環研)	2,740 188 26

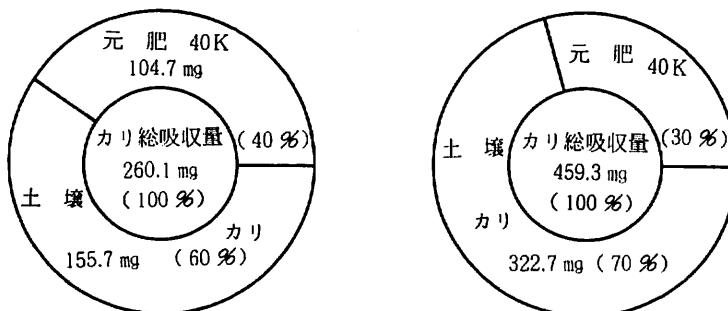
表2 ^{40}K くり返し測定値の変動係数(CV%)

試料	^{40}K 存在比 %	カリ含量 %	供試料 g	測定時間 sec	測定回数	^{40}K ピークエリア 平均カウント数／8万秒*
オーチャドグラス 地 部	0.0119 (天然存在比)	3.46	4.0	80,000	6	403± 22** (5.5%)***
岩手 多湿黒ボク土	" "	0.045	41.79	80,000	4	287± 7.0 (2.5%)
埼玉	"	0.263	60.81	20,000 ↓ 40,000	4	2,169± 21 (0.96%)
灰色低地土	" "					
オーチャドグラス 地上部(岩手)	0.170	5.80	2.0	20,000 ↓ 80,000	4	5,249± 121 (2.3%)
オーチャドグラス 地上部(埼玉)	0.129	4.74	4.0	40,000	4	7,968± 241 (3.0%)
塩化カリ 特級試薬	0.0119	52.4	4.0	40,000	4	6,682± 99 (1.5%)
バックグラウンド	—	—	—	160,000	1	26

* 8万秒測定時間当りの ^{40}K の1,460 KeVの光電ピークエリアのカウント数で、バックグラウンドの26カウントは差引いてない。

$$** \text{ 標準偏差} = S_x = \sqrt{\frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} \quad n: \text{測定回数}, \bar{X}: \text{平均のカウント数／8万秒} \\ X: \text{各測定回ごとのカウント数／8万秒}$$

*** 変動係数(%) = [標準偏差／平均値] × 100



* a / 5000 ポット使用

* ポット当り土壤量: 多湿ボク土 2.4 kg, 灰色低地土 3.1 kg

* ^{40}K 標識KC 1 (^{40}K 存在比 0.409 %) 施肥量: Kとして 500 mg

* オーチャドグラス栽培: 施肥後 1日して播種 (6/1), 約 1ヶ月栽培して地上部刈取り (7/1)

図1 オーチャドグラス地上部に吸収された総カリ中に占める元肥カリ (^{40}K トレーサで標識) の割合