

## 農地土壌におけるカリウムイオンの簡易的定性・定量試験紙の開発

Development of Simple Qualitative and Quantitative Test Papers  
for Potassium Ion in Agricultural Soils

東京工業高等専門学校 庄司研究室

蔭山 廉

指導教員 庄司 良

東京工業高等専門学校 物質工学科 庄司研究室

昨今、多角的な背景から農業における肥料散布の最適化は必須の技術となっている。本研究では、カリウムイオンと沈殿反応を起こすテトラフェニルホウ酸イオンを用いることで、カリウムイオンの定性・定量が可能な試験紙の開発を試み、標準液において試験紙の発色とカリウムイオンの濃度に相関が得られた。

農地土壌, 肥料, 加里, カリウムイオン, 定性・定量試験紙

### 1. 緒言

加里およびリン酸は「肥料の五要素」に含まれ、農作物の育成に重要な養分である。しかし、これらの養分は農地土壌において過不足なく存在する必要がある。養分の過多、欠乏は作物の生理障害に繋がる。つまり塩基類の測定は作物の生育に必要な不可欠である。作物に吸収利用されやすい塩基類は交換性であり、容易にほかの陽イオンに置き換わることで作物に吸収される<sup>[1]</sup>。この性質を利用し、土壌中の各塩基類をナトリウム塩等の間で交換反応が起こることにより抽出する、一液抽出法<sup>[2]</sup>が考案された。先行研究では「肥料の五要素」のうち、窒素、カルシウム、マグネシウムの定性・定量試験紙の開発が行われたため、本研究ではカリウムおよびリン酸の定性・定量試験紙の開発を行った。まず、一液抽出法を用いない従来の試験紙をナトリウム塩存在下の抽出溶媒で試験し、使用の可否を調べた結果、リン酸用の試験紙はナトリウム塩存在下でも問題なく反応し、定性・定量が可能であることを確認できた。一方で、カリウムイオンの測定においては試験紙とカリウムイオンの反応に対して抽出溶媒中のナトリウムイオンが阻害を起こすため、本用途での使用が不可能であることが確認できた。

以上より、本研究ではナトリウム塩存在下でも

使用が可能な加里の定性・定量試験紙の開発を目的とした。カリウムイオンと過度に沈殿を形成するテトラフェニルホウ酸ナトリウム(以下 Na-TPB)水溶液の性質を試験紙に適用させ、試験紙上に生成する白色の沈殿物の濃淡がカリウムイオンの濃度と相関するのかを調べた。

### 2. 実験方法

0.25 M に調製した Na-TPB 水溶液に 2 cm 四方に切りそろえた黒色ろ紙 (ADVANTEC 131-B) を 2 時間浸漬および 6 時間遮光状態で乾燥させたものを試験紙とした。

調製したナトリウム塩を用いた抽出溶媒に対して、各濃度に塩化カリウム水溶液を調製し、これを模擬カリウム抽出溶液とした。作成した試験紙に対して調製した各濃度の模擬カリウム抽出溶液を滴下し、白色沈殿の生成を確認した。溶液滴下後の試験紙を撮影し、得られた画像の中の白色沈殿部分をランダムに 10 箇所選出し、各箇所のグレースケール値を Image J (1.54i, Wayne Rasband) を用いて算出し、カリウムイオンの濃度とグレースケール値との関係性について比較、検討を行った。

調製したナトリウム塩を用いた抽出溶媒を用いていくつかの加里濃度既知の土壌試供の養分を抽出し、カリウム抽出溶液とした。作成した試験紙に

対して各々抽出したカリウム抽出溶液を滴下し、白色沈殿の生成を確認した。同様に撮影及び画像解析を行い、カリウムイオンの濃度とグレースケール値との関係性について比較、検討を行った。

### 3. 結果及び考察

作成した試験紙に対して各濃度の模擬カリウム抽出溶液を滴下した結果、ナトリウム塩存在下においても、カリウムイオンの有無に従って白色沈殿が生じることが確認された。よって本試験紙は、本研究に適した性質であるといえる。また、画像解析により得られたカリウムイオンの濃度毎のグレースケールの値の変化を Fig. 1 に示す。Fig. 1 より、抽出溶液中のカリウムイオンの濃度が上昇するとともに、グレースケール値が上昇していることが分かり、 $R^2$  値からも相関がみられることが確認された。

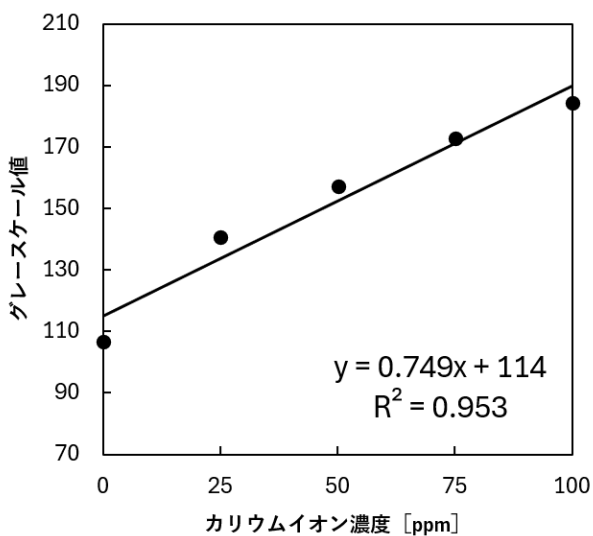


Fig. 1 模擬カリウム抽出溶液におけるカリウムイオン濃度毎のグレースケール値の変化

一方で試験紙に対して各々の試供土壌から養分を抽出したカリウム抽出溶液を滴下した結果、先の模擬カリウム抽出溶液ほどの白色沈殿は生成されず、カリウムイオンの濃度毎の沈殿の生成に違いがみられなかった。また、画像解析により得られた試供土壌溶出液中のカリウムの濃度によるグレースケールの値を Fig. 2 に示す。Fig. 2 より、カリウムの濃度の変化に応じたグレースケール値の

変化はみられるものの、Fig. 1 から確認されるような相関は見られなかった。

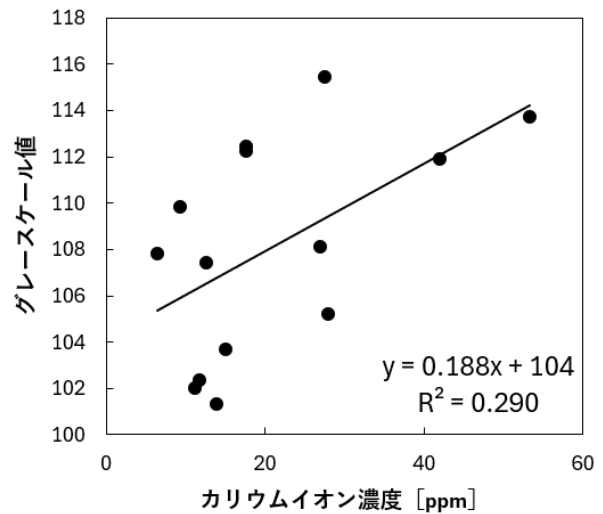


Fig. 2 試供土壌溶出液におけるカリウムイオン濃度毎のグレースケール値の変化

Fig. 2 のような結果となった原因としては、土壌溶出液に含まれる成分がカリウムイオンと Na-TPB との反応を阻害していること、もしくはナトリウム塩を用いた抽出溶媒に十分なカリウムイオンが溶出されていないことが考えられる。

### 4. 結論

以上の結果より、ナトリウム塩を用いた一液抽出法による加里の定性・定量試験紙には Na-TPB が適していることが確認された。一方で、試供土壌溶出液による試験では十分な性能を得ることはできなかった。このような結果に至った原因として考えられる、反応の阻害や抽出液の性能を検討し、実用化に向けた研究を継続していく。

### 参考文献

- [1] 和田ら. 日本土壤肥料学会誌. 1983, Vol. 54, No. 3, p247-252.
- [2] 尾崎ら, 日本土壤肥料学会講演要旨集 第 65 集. 2019, 6-2-4, p24.
- [3] FAMIC, 肥料等試験法(2024) 4.3 加里, [http://www.famic.go.jp/ffis/fert/bunseki/sub\\_9\\_shiken2024.html](http://www.famic.go.jp/ffis/fert/bunseki/sub_9_shiken2024.html), (参照 2024-10-04).