

化成肥料中の非水溶性加里化合物の肥効について

鎌田 賢一† 岩渕 晴郎† 高田 亨†

EFFECT ON THE FERTILIZATION OF THE WATER-INSOLUBLE POTASSIUM IN THE COMPOUND FERTILIZER

Ken-ichi KAMADA, Haruo IWABUCHI & Tohru TAKADA

化成肥料製造中、加里の一部が非水溶性化することが知られているが、その非水溶性加里も作物に吸収利用されることが考えられる。したがって、えん麦と菜豆を用いてその肥効ないし吸収量を検討した。

その結果、ノイバウエルポットによる栽培試験（えん麦）では、非水溶性加里は水溶性加里（硫酸加里）に比して86～91%の吸収率を示し、またワグネルポット試験（えん麦・菜豆）においても、同様に良く吸収利用されることが認められた。

I 緒 言

近年、化成肥料の種類増加に伴って、加里成分は易水溶性以外にその製造工程中に非水溶性の形態のものが生成し、旧肥料取締法施行時においてはこれが問題とされ¹⁾、適切な可溶性加里公定法の設定も検討されていた²⁾。しかし最近に至って肥料取締法の改正³⁾が行なわれ、これら非水溶性加里の一部も有効成分として認められるに至った。本研究は旧肥料取締法改正の資を得ることを目的として、非水溶性加里の肥効を検討したものである。

一般に、苦土を含まない化成肥料中では、加里は98%程度以上水溶性であるが、苦土入り化成肥料の場合には水溶率が往々にして90%程度にまで低下する。苦土原料としては蛇紋岩やドロマイトなどを使用する場合もあるが、主として水酸化マグネシウムが使用され、これがリン酸およびアンモニアと反応してリン酸マグネシウムアンモニア1水塩 $MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$ (MHと略記)、または6水塩 $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ (M6H)として製品中に含まれている。これらの化合物は純粋なリン

酸1アンモニウムと水酸化マグネシウムとを少量の水分の存在下で65°C以下で反応させると、両者のモル比が2以上ではリン酸水素マグネシウム2アンモニウム4水塩 $Mg(NH_4)_2(HPO_4)_2 \cdot 4H_2O$ (M4H)、1～2ではM4HとM6H、1以下ではM6Hが生成し、75°C以上の反応温度ではいずれのモル比でもMHが生成するといわれている⁴⁾。苦土入り化成肥料中の加里の水溶率低下の主な原因については秋山ら⁵⁾が詳細な研究を行なって、このM6H、M4Hの形で含まれた肥料粒を加熱乾燥する際に起こり、これらは100°C程度に加熱されると、容易に結晶水とアンモニアとを失って分解し非晶質になり、このとき肥料粒中の加里の一部はアンモニアの揮発を促進して非晶質物に結合し、非水溶性化するものであることを報告した。また肥料用リン酸アンモニウムの場合にはフッ素が存在し、フッ素は65°C以下では主にケイフッ化カリウム K_2SiF_6 となって加熱乾燥後もこの形態で多く残っており、苦土塩とはほとんど結合しないが、75°C以上で反応させると苦土塩と反応して非晶性の $Mg(NH_4 \cdot K) \cdot HFPO_4$ を生成し、これによってもわずかの非水溶化が起こり得るといわれている⁶⁾。

しかしながら、これらの非水溶性加里も作物に

† 中央農業試験場

吸収利用されることが考えられる。それでえん麦と菜豆について火山灰土壌を用いノイバウエルポット試験とワグネルポット試験を実施したので、その結果について報告する。

なお、この研究にあたって試料の提供ならびに試験実施上の指導に多大のご尽力を頂いた前札幌肥飼料検査所岩田晴雄所長に深謝する。

II 試験方法

1. 供試非水溶性加里化合物

4種類の化成肥料の水洗残渣抽出は札幌肥飼料検査所で行なったが、その方法は次のとおりである。

粉状試料 5g をすりつぶし、蒸留水 400 ml を加えて 30 分間振とうした後、グラスフィルター（濾紙挿入）17 G 3 を使用して吸引濾過し、さらに 60~65g をまとめて、アセトン 30~40 ml で 3 回残渣の洗滌濾過を繰返し、脱水した。

Table 2 Chemical Properties of experimental soil

| pH | | Humus (%) | CEC (me/100g) | EX-Base (me/100g) | | | Soluble potassium (mg/100g) | | Fixation index P ₂ O ₅ |
|------------------|------|-----------|---------------|-------------------|------|------|-----------------------------|--------|--|
| H ₂ O | KCl | | | K ₂ O | MgO | CaO | Water | Morgan | |
| 5.49 | 5.12 | 5.47 | 13.70 | 0.07 | 0.69 | 3.79 | 1.00 | 7.96 | 1,249 |

3. 試験の種類および試験操作

(1) 各種非水溶性加里化合物の肥効

4種の試料についてえん麦を供試作物としてその肥効を検討した。

すなわち、ノイバウエルポットに 2 mm 篩を通した供試土壌 300 g と、塩酸で洗滌した石英砂 70 g を混合して詰め、2月2日えん麦を 40 粒播種し 1 週間後 20 本立てとした。栽培は 7~30°C の温室内で行ない、蒸留水で約 33% の水分（溶水量の約 60%）に調節した。播種後 40 日目に収穫し分析に供した。

供試試料はいずれも加里含有量に比して窒素、リン酸、苦土の含有量が極めて多く、しかもそれら 4種の成分含有量はかなり異なる。したがって、充分量の非水溶性加里を施すためには、リン酸、苦土が極めて多量な条件となるので、かかるリン酸、苦土多量条件でのえん麦の生育ならびに加里

その成分を Table 1 に示す。また、対照として硫酸加里（水溶性）を供試した。

Table 1 Chemical components of samples

| Sample | N (%) | P ₂ O ₅ (%) | K ₂ O (%) | MgO (%) |
|--------|-------|-----------------------------------|----------------------|---------|
| 242 | 3.78 | 26.00 | 2.00 | 14.22 |
| H 15 | 0.77 | 22.32 | 0.63 | 4.30 |
| H 7 | 4.20 | 27.37 | 0.88 | 15.25 |
| 385 | 4.02 | 26.43 | 1.39 | 15.92 |

2. 供試土壌

十勝農業試験場内の加里連用用量試験³⁾を行なったほ場の無加里区土壌を使用した。昭和 36~42 年にわたって無加里栽培を続けた後、昭和 43, 44 年に地均し栽培を行なったこの土壌を 44 年秋に採取し、温室内で約 2 か月間えん麦を用いて無加里栽培を行なった後に供試した。供試土壌の化学性を Table 2 に示す。

の吸収に及ぼす影響をまず検討する必要がある、そのため試験処理は Table 3 に示すように各供試試料の同一要素量での比較とともに、リン酸、苦土多用施用の影響を検討する区をも設けた。

なお、供試試料は非水溶性の窒素、リン酸、苦土よりなるので、加里以外の要素の施用に当たっては、窒素は MAP（リン酸マグネシウムアンモニウム）リン酸は MAP および焼成リン肥、苦土は水酸化マグネシウムを用いた。

(2) 非水溶性加里化合物の用量とその吸収状況
非水溶性加里の肥効検定にあたって、その加里の作物による利用状況を明らかにするため前記試料のうち 1 種 (242) について用量試験を行ない、その吸収状況を水溶性加里と比較検討した。

供試土壌 2 kg (乾土) を 1/5,000 a ワグネルポットに充填し、えん麦は 2 月 2 日 40 粒を播種して 1 週間後 25 本に調節し、菜豆は 2 月 10 日 6 粒を

Table 3 Design for NEUBAUER's pot test

| Treatment | Amount of applied fertilizer (g/pot) | | | | | | Amount of element (g/pot) | | | | Number of repetition |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------|--------------------|---------------------|---|---------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|----------------------|
| | Sample | K ₂ SO ₄ | MAP | Calcined phosphate | Mg(OH) ₂ | (NH ₄) ₂ SO ₄ | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | |
| *St(242) 242 | — 4.50 | 0.18 — | 3.24 — | 0.75 — | — — | — — | 0.17 0.17 | 1.17 1.17 | 0.09 0.09 | 0.52 0.64 | 3 3 |
| *St(H15) H15 | — 14.20 | 0.18 — | 2.10 — | 6.90 — | 0.48 — | — — | 0.11 0.11 | 3.17 3.17 | 0.09 0.09 | 0.61 0.61 | 3 3 |
| *St(H7) H7 | — 10.23 | 0.18 — | 8.19 — | 1.44 — | — — | — — | 0.43 0.43 | 2.80 2.80 | 0.09 0.09 | 1.32 1.56 | 3 3 |
| *St(385) 385 | — 6.47 | 0.18 — | 4.95 — | 0.91 — | — — | — — | 0.26 0.26 | 1.71 1.71 | 0.09 0.09 | 0.80 1.03 | 3 3 |
| K ₂ O 0 | — | — | 4.17 | — | — | — | 0.22 | 1.15 | — | 0.67 | 3 |
| *St P ₁ | — | 0.18 | — | 0.48 | 1.20 | 1.04 | 0.22 | 0.18 | 0.09 | 0.67 | 2 |
| St P ₂ | — | 0.18 | — | 1.20 | 1.20 | 1.04 | 0.22 | 0.45 | 0.09 | 0.67 | 2 |
| St P ₃ | — | 0.18 | — | 3.06 | 1.20 | 1.04 | 0.22 | 1.15 | 0.09 | 0.67 | 2 |
| St P ₄ | — | 0.18 | — | 3.06 | 0.39 | 1.04 | 0.22 | 1.15 | 0.09 | 0.22 | 2 |

* Abbreviation of standard

Table 4 Design for application rate test of potassium

| Application rate of K ₂ O (g/pot) | Amount of applied fertilizer (g/pot) | | | | Amount of element (g/pot) | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------|--------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------|------|
| | Sample | K ₂ SO ₄ | MAP | calcined phosphate | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| K ₂ O 0 | — | — | 29.33 | 6.74 | 1.54 | 10.63 | 0 | 4.73 |
| St 0.2 g | — | 0.39 | 29.33 | 6.74 | 1.54 | 10.63 | 0.20 | 4.73 |
| St 0.4 | — | 0.78 | 29.33 | 6.74 | 1.54 | 10.63 | 0.40 | 4.73 |
| St 0.8 | — | 1.56 | 29.33 | 6.74 | 1.54 | 10.63 | 0.80 | 4.73 |
| 242 0.2 g | 10.00 | — | 21.90 | 5.11 | 1.54 | 10.63 | 0.20 | 4.94 |
| St 0.4 | 20.00 | — | 14.66 | 3.35 | 1.54 | 10.63 | 0.40 | 5.20 |
| St 0.8 | 40.00 | — | — | — | 1.54 | 10.63 | 0.80 | 5.66 |

播種して1週間後3本立てとした。これらの水分は蒸留水をもって適宜補給し、常法により温室内で管理した。試験設計は Table 4 のとおりである。

なお、えん麦は2連、菜豆は4連制とした。しかし、播種後30日目および40日目に抜き取り調査を行なったので、えん麦については反復なし、菜豆については2連制となった。

III 結果および考察

1. 各種非水溶性加里化合物の肥効

発芽は良好でその後の生育も全般に良好であった。しかし無加里区の生育が25日目ごろから劣りはじめ、極めて貧弱な生育となったほかは、供

試肥料およびその対照区の生育にほとんど優劣がみられなかった。また、リン酸および苦土用量の差については播種後40日目においては苦土用量の少ない St. P₄ 区の生育が明らかに良好で、リン酸用量の少ない St. P₁ 区の生育がやや劣っていた。

なお考察を容易にするために、(1)加里肥効試験におよぼすリン酸、苦土多用の影響と(2)各種非水溶性加里化合物の肥効に、2分した。

(1) 加里肥効試験に及ぼすリン酸苦土多用の影響

Fig. 1 に示したように、草丈、乾物重ともリン酸多用による増大がみられ、また苦土用量の少ない場合における乾物重の増大がみられた。

えん麦体内成分については Table 5 に示したと

おりであるが、リン酸多用によるリン酸濃度の顕著な増加と若干の加里濃度低下の傾向がうかがわれるが、他の成分にはほとんど影響がみられない。しかし乾物重はリン酸用量の少ない St. P₁ 区が低いので加里吸収量はリン酸用量の多いものほど増加の傾向にあるが、余り差はみられなかった。

苦土多用の影響は苦土のみならず窒素、リン酸、加里濃度を増加させ、逆に石灰濃度を低下させたが、苦土用量の少ない St. P₄ 区は生育も良好であり、このため吸収量としては窒素、加里とも苦土多用条件と大差ない結果であった。このような現象は、苦土多用区では石灰吸収阻害、苦土と他の要素の体内比率の異常等によって生育が抑制された結果と考えられ、苦土少量施用区では石灰吸収の増大がみられ、一面ではこれによる加里吸収抑

制も考えられるが⁸⁾、生育量の増大による体内濃度の稀釈もあって、結果的には加里吸収量には差を生じさせなかったものと考えられる。

したがって、本試験においては、少なくともリン酸多用は加里吸収に対して何ら差支えないものと考えられ、苦土多用も苦土の多量吸収に基づく生育不振の原因となるが、その体内加里濃度は高く維持されているので加里吸収量そのものには余り影響しないものと認められた。

(2) 各種非水溶性加里の肥効

供試品の性格上、各処理区の加里施用量以外の要素量は同一に規定しえないので無加里区を各供試試料区に対して設定すべきであったが、便宜上、加里以外の要素は各供試試料の平均的組成をもって無加里区を設置した。

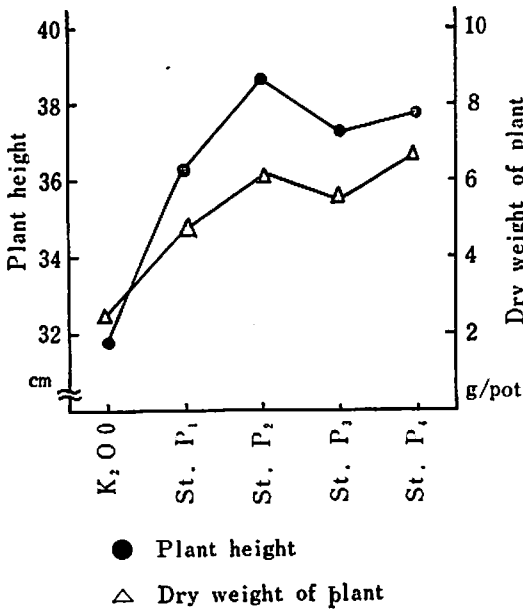


Fig. 1 Growth of oat under the condition of high levels of phosphate and magnesium

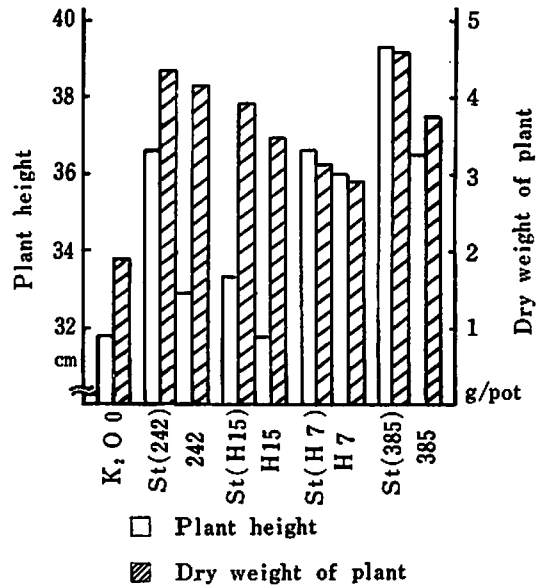


Fig. 2 Effect of water insoluble potassium compounds on the growth of oat at 40th day after seeding

Table 5 Results of analysis of oat at 40th day after seeding (Mean value of two plots)

| Treatment | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | | MgO | | CaO | |
|--------------------|------|--------|-------------------------------|--------|------------------|--------|------|--------|------|--------|
| | % | mg/pot | % | mg/pot | % | mg/pot | % | mg/pot | % | mg/pot |
| K ₂ O 0 | 0.57 | 11.23 | 1.34 | 26.49 | 0.18 | 3.44 | 1.52 | 21.97 | 0.42 | 8.02 |
| St P ₁ | 3.54 | 117.72 | 0.35 | 11.49 | 1.12 | 37.13 | 1.25 | 41.63 | 0.44 | 14.65 |
| St P ₂ | 3.81 | 160.37 | 0.53 | 22.27 | 0.90 | 37.81 | 1.25 | 52.29 | 0.45 | 18.90 |
| St P ₃ | 3.60 | 139.86 | 1.11 | 42.91 | 0.99 | 38.27 | 1.20 | 46.41 | 0.47 | 18.06 |
| St P ₄ | 2.81 | 133.07 | 1.00 | 46.74 | 0.79 | 36.47 | 0.89 | 41.38 | 0.61 | 28.36 |

Table 6 Results of analysis of oat at 40th after seeding (Mean value of three plots)

| Treatment | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | | MgO | | CaO | |
|--------------------|------|--------|-------------------------------|--------|------------------|--------|------|--------|------|--------|
| | % | mg/pot | % | mg/pot | % | mg/pot | % | mg/pot | % | mg/pot |
| K ₂ O 0 | 0.57 | 11.23 | 1.34 | 26.46 | 0.18 | 3.44 | 1.52 | 21.97 | 0.42 | 8.02 |
| St(242) | 2.55 | 110.76 | 1.51 | 65.62 | 0.77 | 33.57 | 1.19 | 51.74 | 0.42 | 18.28 |
| 242 | 2.54 | 105.41 | 1.19 | 49.45 | 0.74 | 30.80 | 1.31 | 54.22 | 0.41 | 16.83 |
| St(H 15) | 1.98 | 76.88 | 1.97 | 76.78 | 1.27 | 49.20 | 1.22 | 47.21 | 0.44 | 17.10 |
| H 15 | 1.95 | 67.61 | 1.78 | 62.20 | 1.25 | 43.25 | 1.33 | 46.39 | 0.42 | 14.73 |
| St(H 7) | 4.64 | 165.41 | 1.67 | 59.11 | 1.04 | 36.63 | 1.86 | 65.93 | 0.42 | 14.82 |
| H 7 | 4.20 | 122.82 | 1.39 | 49.00 | 1.13 | 32.67 | 1.90 | 55.32 | 0.38 | 10.89 |
| St(385) | 3.81 | 173.33 | 1.59 | 72.38 | 0.79 | 36.10 | 1.55 | 70.37 | 0.46 | 20.93 |
| 385 | 4.05 | 151.91 | 1.09 | 40.67 | 0.85 | 31.67 | 1.87 | 69.92 | 0.39 | 14.72 |

生育状況は Fig. 2 に示したが、無加里区が不良な生育を示し、また窒素用量が著しく大であった H7 区、St(H7) 区は乾物重が少なかった。また各供試試料はいずれもその対照区に比して草丈、乾物重ともにわずかに劣る傾向がみられた。

体内成分は Table 6 に示したが、無加里区は著しく加里濃度が低く、窒素、リン酸濃度も低い加里濃度の低下が生育不振の主な原因と考えられた。

窒素濃度は窒素用量の大であった H7 系列で著しく高く、窒素用量の差を良く反映し、リン酸、苦土濃度もそれぞれ用量に応じた含有率を示した。各供試試料区はそれぞれの対照区に比して、加里、窒素濃度はほとんど差がなく、苦土濃度はやや高い傾向で、またリン酸、石灰濃度は低い傾向であった。

これらの吸収量については各供試試料の各成分とも乾物重を反映して対照区より低い傾向であった。

加里吸収量については、肥料からの吸収量および吸収率等を Table 7 に示した。

無加里区は窒素、リン酸、苦土用量が各供試品と同一でないで正確とはいえないが、無加里区の吸収量は著しく低いので大勢には影響しないと考えた。肥料からの加里吸収量は 30~50 mg で施用量からみれば低い吸収率であるが、各供試試料からの吸収量はおのおの対照区の硫酸加里からの吸収量の 86~91% を示し極めて良好に吸収されたものと認められた。しかし、この吸収量比が同一で

Table 7 Amount of potassium uptake by oat, and the ratio

| Treatment | K ₂ O uptake (mg/pot) | K ₂ O uptake from fertilizer (mg/pot) | K ₂ O uptake from sample* (%) | K ₂ O uptake from fertilizer (%) |
|--------------------|----------------------------------|--|--|---|
| K ₂ O 0 | 3.44 | | | |
| St(242) | 33.57 | 30.13 | | 33 |
| 242 | 30.80 | 27.36 | 91 | 30 |
| St(H 15) | 49.20 | 45.76 | | 51 |
| H 15 | 43.25 | 39.81 | 87 | 44 |
| St(H 7) | 36.63 | 33.19 | | 37 |
| H 7 | 32.67 | 29.23 | 88 | 33 |
| St(385) | 36.10 | 32.66 | | 36 |
| 385 | 31.67 | 28.23 | 86 | 31 |

* The comparison between the sample and the standard (K₂SO₄)

あってもその内容については複雑な要因が存在するものと考えられる。すなわち(1)の試験にみられるように苦土の影響がかなり考えられ、さらに窒素、リン酸の用量についてもかなり差があるので、上記の吸収量比をもって直ちに各非水溶性加里供試試料の肥効差であると考えすることはできない。

2. 非水溶性加里化合物の用量とその吸収状況

(1) えん麦

生育調査を Fig. 3 に示したが、草丈は 30 日、40 日目とも対照群に比して供試試料群が良いが、乾物重は 30 日目では判然とせず、40 日目では対照群は加里の増施によって高くなったが、供試試料群では 0.8 g 区が最も高く、かつ良好な生育を示した。しかし反復しなかったので精密な判断を下

Table 8 Results of analysis of oat

| Treatment | | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | | MgO | |
|-------------|--------------------|------|--------|-------------------------------|--------|------------------|--------|------|--------|
| | | % | mg/pot | % | mg/pot | % | mg/pot | % | mg/pot |
| 30th day | K ₂ O 0 | 4.40 | 235.0 | 2.78 | 148.5 | 2.22 | 118.5 | 2.01 | 107.3 |
| | St 0.2 g | 4.59 | 269.4 | 2.51 | 147.3 | 3.76 | 220.7 | 1.81 | 106.2 |
| | St 0.4 | 4.56 | 211.1 | 2.38 | 110.2 | 5.22 | 241.7 | 1.69 | 78.3 |
| | St 0.8 | 4.28 | 245.7 | 2.23 | 128.0 | 6.79 | 389.7 | 1.46 | 83.7 |
| | 242 0.2 g | 4.40 | 207.2 | 2.29 | 107.9 | 3.74 | 176.2 | 2.01 | 94.5 |
| | 242 0.2 | 4.23 | 207.3 | 2.54 | 124.5 | 5.23 | 256.3 | 1.81 | 88.5 |
| | 242 0.4 | 4.08 | 237.5 | 2.12 | 123.4 | 6.57 | 382.4 | 1.71 | 99.3 |
| 40th day | K ₂ O 0 | 4.25 | 533.0 | 2.52 | 316.0 | 0.80 | 100.3 | 1.97 | 247.4 |
| | St 0.2 g | 4.33 | 556.4 | 2.37 | 304.5 | 1.95 | 250.6 | 1.72 | 221.5 |
| | St 0.4 | 4.35 | 591.2 | 2.54 | 345.2 | 2.73 | 371.0 | 1.72 | 234.3 |
| | St 0.8 | 4.20 | 579.2 | 2.19 | 302.2 | 4.65 | 641.1 | 1.46 | 201.3 |
| | 242 0.2 g | 4.14 | 528.7 | 1.94 | 247.7 | 1.54 | 196.7 | 1.94 | 247.7 |
| | 242 0.4 | 4.20 | 513.2 | 2.10 | 256.6 | 2.78 | 339.7 | 1.79 | 218.8 |
| | 242 0.8 | 3.99 | 641.2 | 1.75 | 281.2 | 3.41 | 548.0 | 1.74 | 279.7 |

し得なかった。

体内成分は Table 8 に示したとおりである。前記ノイバウエルポット試験よりも各成分とも高い含有率であったが、特に加里、窒素は高い状態であった。

窒素濃度は加里用量の増加によってもわずかに減少の傾向にあり、生育の進展につれても減少の

Table 9 Amount of potassium uptake by oat, and the ratio

| Treatment | | K ₂ O uptake (mg/pot) | K ₂ O uptake from fertilizer (mg/pot) | K ₂ O uptake from sample (%) | K ₂ O uptake from fertilizer (%) |
|-------------|--------------------|----------------------------------|--|---|---|
| 30th day | K ₂ O 0 | 118.5 | — | — | — |
| | St 0.2 g | 220.7 | 102.2 | — | 51 |
| | 242 0.2 g | 176.2 | 57.7 | 56 | 29 |
| | St 0.4 g | 241.7 | 123.2 | — | 31 |
| | 242 0.4 g | 256.3 | 137.8 | — | 34 |
| | St 0.8 g | 389.7 | 271.2 | — | 34 |
| | 242 0.8 g | 382.4 | 263.9 | — | 33 |
| 40th day | K ₂ O 0 | 100.3 | — | — | — |
| | St 0.2 g | 250.6 | 150.3 | — | 75 |
| | 242 0.2 g | 196.0 | 96.4 | 64 | 48 |
| | St 0.4 g | 371.0 | 270.7 | — | 68 |
| | 242 0.4 g | 339.7 | 239.4 | 88 | 60 |
| | St 0.8 g | 641.2 | 540.9 | — | 68 |
| | 242 0.8 g | 548.0 | 447.7 | 83 | 56 |

傾向を示し、また対照群に比して供試試料群はわずかに低い含有率を示した。

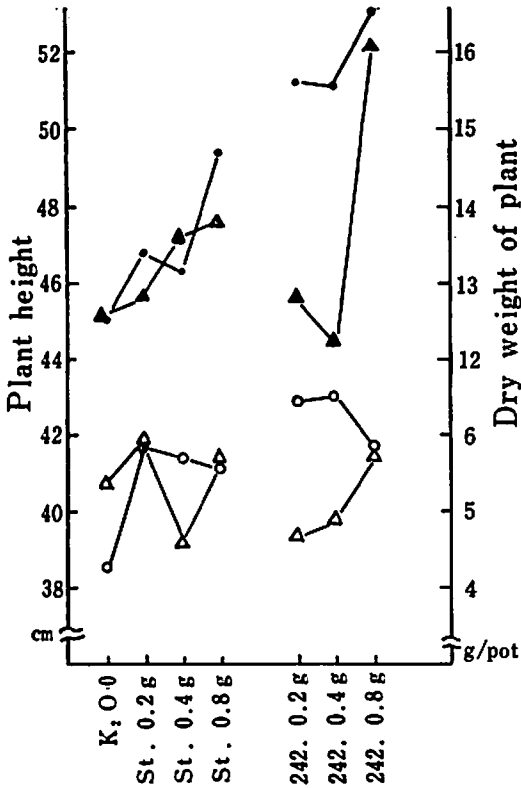
リン酸濃度については生育の進展とともに低下する傾向がみられ、供試試料群は対照群に比して含有率が低い傾向もみられた。

苦土濃度については逆に供試試料群が高い含有率を示し、加里用量増加に伴う苦土濃度低下も認められ、加里と苦土との拮抗作用が明らかであった。

加里濃度については無加里でもかなり高い値を示したが、加里用量の増加に伴って含有率も著しく上昇した。供試試料群は 30 日目においては対照群とほとんど同じ程度の加里濃度を示したが、40 日目では低い傾向がみられた。

30 日目の吸収量は窒素、リン酸ともに対照群の方がやや多かったが、加里は一定の傾向がみられなかった。40 日目においては窒素、リン酸の吸収量は著しく増加したが、上記の関係は乱れて一定の傾向がみられなかった。これに対して加里吸収量は 0.8 g 区を除いて 40 日目に至るまでの増加はあまり多くなかった。

加里吸収量について、肥料からの吸収量および吸収率と、それらの対照群と供試試料群の比を算出し Table 9 に示した。対照群に比し供試試料群の各区における加里吸収量は少なかった。ただ 30

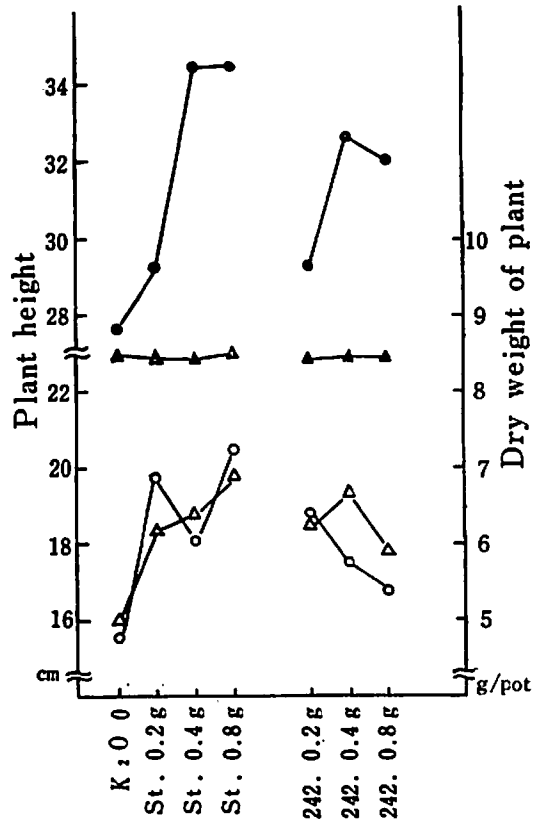


- ; Plant height at 30th day after seeding
- △; Dry weight of plant at 30th day after seeding
- ; Plant height at 40th day after seeding
- ▲; Dry weight of plant at 40th day after seeding

Fig. 3 Growth of oat

日目の0.4g区は供試試料群の方がSt. 0.4g区より多くなっているが、これはSt. 0.5g区の乾物重が低かったためであり、また、無加里区の吸収量は40日目でむしろ減少した結果を示したが、これらについては反復をしていないので試験誤差とみるべきであろう。

肥料からの吸収率は30日目で30~50%, 40日目では50~75%を示し、かなり良く吸収されたとみられる。しかし、供試試料による非水溶性加里の吸収率は対照区の硫酸加里の吸収率よりも低



- ; Plant height at 30th day after seeding
- △; Dry weight of plant at 30th day after seeding
- ; Plant height at 40th day after seeding
- ▲; Dry weight of plant at 40th day after seeding

Fig. 4 Growth of kidney bean

かった。この非水溶性加里の吸収量は硫酸加里の吸収量に比較すれば、30日目で56~97%, 40日目では64~88%であった。

40日目における吸収率は、0.2g区を除いて前記ノイバウエルポット試験とはほぼ一致し、非水溶性加里はかなり良く吸収されるものと認められた。しかし0.2g用量において、この吸収割合がかなり低い原因については、0.4~0.8g用量における吸収率から勘案すれば、供試試料中の比較的有効な加里量の不足ではなく、他成分の過剰条件

Table 10 Results of analysis of kidney bean

| Treatment | | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | | MgO | |
|-------------|--------------------|------|--------|-------------------------------|--------|------------------|--------|------|--------|
| | | % | mg/pot | % | mg/pot | % | mg/pot | % | mg/pot |
| 30th day | K ₂ O 0 | 5.17 | 258.5 | 1.30 | 63.0 | 1.03 | 51.2 | 4.43 | 221.3 |
| | St 0.2 g | 5.23 | 324.3 | 1.16 | 71.9 | 1.71 | 105.9 | 3.83 | 237.4 |
| | St 0.4 | 5.55 | 355.2 | 1.18 | 75.5 | 2.46 | 157.0 | 3.66 | 234.4 |
| | St 0.8 | 5.59 | 385.2 | 1.15 | 79.2 | 2.96 | 203.5 | 3.30 | 227.3 |
| | 242 0.2 g | 5.50 | 343.8 | 1.20 | 75.0 | 1.65 | 103.1 | 4.03 | 251.8 |
| | 242 0.4 | 5.59 | 372.9 | 1.16 | 77.4 | 2.24 | 149.2 | 4.03 | 268.7 |
| | 242 0.8 | 5.60 | 331.5 | 1.17 | 69.7 | 2.65 | 156.8 | 3.96 | 234.6 |
| 40th day | K ₂ O 0 | 3.99 | 338.6 | 1.43 | 121.1 | 0.66 | 55.9 | 4.92 | 417.1 |
| | St 0.2 g | 4.29 | 360.8 | 1.25 | 105.1 | 1.47 | 123.6 | 4.23 | 355.6 |
| | St 0.4 | 4.24 | 357.9 | 1.22 | 103.0 | 1.93 | 162.9 | 3.93 | 331.6 |
| | St 0.8 | 4.27 | 363.4 | 1.14 | 97.0 | 2.81 | 239.1 | 3.75 | 319.1 |
| | 242 0.2 g | 4.27 | 359.5 | 1.03 | 89.7 | 1.28 | 107.8 | 4.66 | 392.3 |
| | 242 0.2 | 3.98 | 337.1 | 1.11 | 94.0 | 1.89 | 160.1 | 4.06 | 344.0 |
| | 242 0.8 | 3.88 | 327.9 | 1.16 | 98.0 | 2.60 | 219.7 | 4.06 | 343.2 |

の影響がとくに供試試料の成分形態の場合に強く影響したものと推測される。

(2) 菜 豆

草丈は加里用量の増加に伴い大となり、乾物重も30日目では加里用量に伴って増加したが、40日目ではむしろ各区処理間の差はほとんどみられなかった。生育調査はFig.4のとおりである。

体内成分についてはTable 10に示したが、加里用量増加に伴う加里濃度の増加と苦土濃度のわずかな低下がえん麦と同様に認められたが、窒素、リン酸については判然としなかった。窒素、加里濃度は生育の進展とともに低下したが、苦土濃度はむしろ増大を示し、えん麦とはかなり異なる吸収状況であった。また、対照群と供試試料群の差は苦土濃度で顕著で供試試料群が高かったが、これとは逆に加里濃度は供試試料群がやや低かった。この現象の要因は、一般に考えるように苦土吸収に及ぼす加里の影響と断ずるのは妥当ではなく、苦土の形態の差も考慮すべきであろう。

吸収量については無加里区の加里、窒素吸収量がかなり低かったが、リン酸、苦土については30日目ではやや劣るか同程度であり、40日目では逆に無加里区が最も多かった。30日目と40日目の吸収量の差もリン酸、苦土が大で加里の増加率はこれらよりかなり低かった。

Table 11 Amount of potassium uptake by kidney bean, and the ratio

| Treatment | | K ₂ O uptake (mg/pot) | K ₂ O uptake from fertilizer (mg/pot) | K ₂ O uptake from sample (%) | K ₂ O uptake from fertilizer (%) |
|-------------|--------------------|----------------------------------|--|---|---|
| 30th day | K ₂ O 0 | 51.2 | — | — | — |
| | St 0.2 g | 105.9 | 54.7 | 95 | 27 |
| | 242 0.2 | 103.1 | 51.9 | | 26 |
| | St 0.4 g | 157.0 | 105.8 | 93 | 26 |
| | 242 0.4 | 149.2 | 98.0 | | 25 |
| | St 0.8 g | 203.5 | 152.3 | 69 | 19 |
| 242 0.8 | 156.8 | 105.6 | 13 | | |
| 40th day | K ₂ O 0 | 55.9 | — | — | — |
| | St 0.2 g | 123.6 | 67.7 | 77 | 34 |
| | 242 0.2 | 107.8 | 51.9 | | 26 |
| | St 0.4 g | 162.9 | 107.0 | 97 | 27 |
| | 242 0.4 | 160.1 | 104.2 | | 26 |
| | St 0.8 g | 239.1 | 183.2 | 89 | 23 |
| 242 0.8 | 219.7 | 163.8 | 21 | | |

加里吸収量について、えん麦と同様に肥料からの吸収量、吸収率および肥料の差による吸収比をTable 11に示した。

菜豆においては2連制で試験を行ない、かつその精度も高いと考えられるが、この結果、肥料からの吸収率は30日目では13~27%、40日目でも21~34%で、えん麦に比較してかなり低い水準に

あった。しかし供試試料による非水溶性加里の吸収率は対照区の硫酸加里の吸収率と極めて近似の値を示し、かつそれぞれの吸収量の割合は30日目では69~95%、40日目では77~89%を示した。この結果は、菜豆は加里吸収量がえん麦より低い非水溶性加里をかなり良く吸収するものと推測された。

なお、30日目における0.8g段階の非水溶性加里の肥効率が69%とかなり低かったが、40日目においてはその吸収量増加が著しかったので非水溶性加里はかなり利用されやすいものと考えられた。

以上の結果、化成肥料製造中に生成される非水溶性加里は作物によってかなり吸収されやすいものであり、もともとこれらの非水溶性加里は多くても全水溶性加里の10%以下にすぎないものであるから、化成肥料自体の肥効としては、非水溶性加里が生成されてもほとんど影響をうけないものと推量される。

IV 摘 要

1. ノイバウエルポット試験(えん麦)の結果、非水溶性加里は水溶性加里に比較して86~91%の肥効率を示し、かなり良く吸収されることが認められた。

2. 上記試験は供試品の性格上、窒素、リン酸、苦土が著しく高い水準で試験された。したがって、えん麦についてリン酸、苦土の多用条件が加里吸収、肥効に及ぼす影響を併せ検討した。その結果、リン酸の多用は生育を増し試験に悪影響を及ぼさず、苦土過剰は生育を抑制するが石灰吸収阻害と関連して加里濃度を高め、結局、加里吸収量には40日目では影響しないものと考えられた。

3. 1/5,000 a ワグネルポット栽培試験により非水溶性加里の用量による加里吸収状況をえん麦、菜豆で調査したが、ともに非水溶性加里を良く吸収利用することが認められた。

文 献

- 1) 秋山 堯, 島崎英紀, 安藤淳平, 1968; 苦土入り化成肥料中のカリウムの水溶率低下, 工化誌, 71. 2, 12-16.
- 2) 安藤淳平, 森田松三郎, 1967; 苦土入り化成肥料中に生成するリン酸マグネシウムアンモニウム系塩類, 工化誌, 70. 12, 50~54.
- 3) 北海道立十勝農業試験場, 1968; 土壌肥料試験成績書
- 4) 農業技術研究所, 1962; 肥料分析法, 農技研資料, B. 6, 25-29.
- 5) ———, 1964; 肥料分析法(昭和37年5月版増補) 農技研資料, B. 9, 1-3.
- 6) ———, 1966; 複合肥料中の可溶性加里の定量について, 農技研肥料化学科資料 103.
- 7) 農林省, 1971; 農林省告示第1793号.
- 8) 山崎 傳, 1967; 微量要素と多量要素—土壌・作物の診断と対策, 博友社.

Summary

It is known that a part of potassium salt in the compound fertilizer changes water-insoluble potassium compound.

But, the writers carried out NEUBAUER'S pot test on oats and the application rate tests on oats and kidney bean by 1/5,000 a WAGNER'S pot, because it was considered that the water-insoluble potassium might be also absorbed by plants.

The results obtained were as follows:

1 As the results of NEUBAUER'S pot test, the amount of water-insoluble potassium uptake by oats showed from 86 to 91% as compared with water-soluble, that is, it was showed that water-insoluble potassium was absorbed very well by oats.

2 The described tests, from the property of it, were performed in high concentrations of phosphate and magnesium. Therefore, the influence on potassium uptake by oats at 40th day after seeding, was examined with high concentrations of phosphate and magnesium, and no obstruction was recognized by these elements.

3 The application rate tests of water-insoluble potassium on oats and kidney bean were performed by 1/5,000 a WAGNER'S pot, and it was also recognized that these plants absorbed it very well.