

## 根釧地方の火山性土における草地の カリ肥沃度に基づくカリ施肥対応

三枝 俊哉\*<sup>1</sup> 菊地 晃二\*<sup>2</sup> 近藤 熙\*<sup>3</sup>

根釧地方の火山性土に立地した草地のカリ肥沃度に対応したカリ施肥量を決定するために、当地方に分布する3種類の主要火山性土を対象に、交換性カリ含量と牧草収量との関係について検討した。その結果、いずれの火山性土においても、0～5 cm 土層中に存在する交換性カリの量によって、カリ肥沃度を評価することができた。チモシー・アカクロバ・シロクロバ混播採草地において、十分な収量を得るために必要なカリ吸収量は年間25kg/10a 前後であった。また、この吸収量を確保するためには、0～5 cm 土層中に年間30kg/10a 前後のカリが供給される必要があった。さらに、当供給量が確保されることによって、マメ科牧草の混生割合も良好に維持された。したがって、カリ肥沃度に対応したカリ施肥量は、早春0～5 cm 土層中に存在する交換性カリの量と年間カリ施肥量との合計が30kg/10a となるように算定する必要がある。

### 緒 言

北海道の酪農は近年その厳しさを増し、草地の維持管理においてもコスト低減を迫られている。このため、土壌診断によって土壌中の養分含量を考慮した効率的な施肥を行う必要がある。火山性土に立地する草地における従来の土壌診断基準値<sup>1)</sup>は、主として黒色火山性土における検討結果に基づいて設定されていた。しかし、近年、根釧地方の主要火山性土である未熟火山性土、黒色火山性土、厚層黒色火山性土における粒径組成、腐植含量および有効態養分含量などの理化学性の違いが牧草生産力に多大な影響をおよぼすことが指摘されている<sup>8)9)</sup>。このため、各火山性土に対応した土壌診断基準値の設定が必要になってきている。

牧草はカリ吸収量の極めて多い飼料作物であ

る。北海道施肥標準<sup>6)</sup>によれば、カリは火山性土における混播採草地の場合、肥料3要素中最も多く20kg/10a 以上の施肥量が必要とされている。さらに、混播草地においてマメ科牧草を維持するための施肥管理対策として、酸性矯正およびリン酸とミネラルの補給が指摘され<sup>13)</sup>、特に採草地では、収奪量の多いカリの不足がマメ科牧草の衰退に大きく影響する<sup>13)</sup>。このため適正なカリ施肥は、草地の生産力に重要な影響をおよぼす草種構成<sup>7)</sup>を良好に維持するためにも重要である。

そこで本研究では、草地土壌におけるカリ肥沃度評価法としての交換性カリの妥当性を火山性土ごとに検討し、さらに、根釧地方の基幹草種であるチモシーとアカクロバおよびシロクロバの混播採草地について、各火山性土のカリ肥沃度に対応したカリ施肥量の設定を試みた。

### 試験方法

#### 試験1. 主要火山性土におけるカリ肥沃度の評価

草地土壌中の有効態カリを評価する方法として、交換性カリが最も一般的に使用されている<sup>4)</sup>。そこで、火山性土のカリ肥沃度を交換性カリで評価することの妥当性を、弱固定態カリ<sup>11)</sup>との比較によって検討するために、チモシー(品種：ノサッ

1989年6月8日受理

\*<sup>1</sup> 北海道立根釧農業試験場, 086-11 標津郡中標津町

\*<sup>2</sup> 同上(現北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張郡長沼町)

\*<sup>3</sup> 同上(現農林水産省 草地試験場, 329-27 栃木県那須郡西那須野町)

表1 供試土壌の化学性

| 土 壌 区 分     | 仮比重  | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | CEC<br>(me/100g) | 交換性塩基 (mg/100g)  |     |     | リン酸<br>吸収係数 |
|-------------|------|--------------------------|------------------|------------------|-----|-----|-------------|
|             |      |                          |                  | K <sub>2</sub> O | CaO | MgO |             |
| 未 熟 火 山 性 土 | 0.79 | 5.8                      | 4.7              | 2.2              | 18  | 1.5 | 755         |
| 黒 色 火 山 性 土 | 0.60 | 6.4                      | 15.6             | 2.9              | 223 | 8.3 | 1400        |
| 厚層黒色火山性土    | 0.50 | 5.0                      | 23.8             | 5.9              | 74  | 4.8 | 1850        |

ブ)を供試してa/5000ワグネルポットによるカリの用量試験を行った。供試土壌として、未熟火山性土は標茶町虹別、黒色火山性土は別海町上春別、厚層黒色火山性土は標津町川北の各採草地から0~15cmまでの表土を採取した。表1には各火山性土の理化学性を示した。これらの火山性土は仮比重が大きく異なるので、容積が一定となるようにポットに充填した。このため、ポット当たりの乾土重量は、未熟火山性土では2.8kg、黒色火山性土では2.2kg、厚層黒色火山性土では1.8kgであった。カリ用量は6段階とし、硫酸カリウム(以下、硫加と略す)を用いて全層に混和した。また、同時に各火山性土とも石灰(CaO)はpH6.0矯正量(通気法による<sup>5)</sup>)相当を炭酸カルシウムで、苦土(MgO)はポット当たり0.5gを硫酸マグネシウムでそれぞれ全層に混和した。1985年5月14日、圃場からチモシーを株ごと掘り取り、根を水洗して1個体1茎としたものをポット当たり15本移植

した。数日後間引きし、ポット当たり10本立とした。その後、共通施肥として、窒素(N)、リン酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)ともポット当たり0.5gずつを硫酸アンモニウムおよび過リン酸石灰で表面施肥した。なお、Nは1番草刈取り後さらに同量の追肥を行った。刈取りは3回行った。1番草は6月25日、2番草は7月29日に地ぎわより5cmの高さで刈取り、3番草は9月25日に根ごとポットから取り出し、十分洗浄したものを根ぎわから切断してそれぞれ分析に供試した。

## 試験2. 主要火山性土のカリ肥沃度に対応したカリ施肥量

各火山性土について、カリ肥沃度に対応したカリ施肥量を検討するために、1982年から1985年まで4年間にわたり、カリ肥沃度の異なるチモシー・アカクロバ・シロクロバ混播採草地を対象にカリの用量試験を行った。供試草地の概要は表2に示した。カリの施肥量は0~48kg/10a

表2 供試草地の概要

| 供 試 土 壌     | 草地No. | 造成年  | 試験年次      | カリ施肥量 kg/10a                 | 備 考            |
|-------------|-------|------|-----------|------------------------------|----------------|
| 未 熟 火 山 性 土 | 7     | 1981 | 1985      | 0, 5, 22, 27.5, 33           | 前年秋堆厩肥 0 t/10a |
|             | 8     | 1981 | 1985      | 0, 16.5, 22, 27.5            | 同 2            |
|             | 9     | 1981 | 1985      | 0, 11, 16.5, 22              | 同 4            |
| 黒 色 火 山 性 土 | 1     | 1981 | 1982-1984 | 0, 18, 24, 30                |                |
|             | 2     | 1981 | 同上        | 15, 27, 33, 39               |                |
|             | 3     | 1981 | 同上        | 30, 36, 42, 48               |                |
|             | 4     | 1983 | 1984-1985 | 0, (5), (11), 22, 27.5, 33   | 造成時堆厩肥 0 t/10a |
|             | 5     | 1983 | 同上        | 0, (5), (11), 16.5, 22, 27.5 | 同 4            |
|             | 6     | 1983 | 同上        | 0, (5), 11, 16.5, 22, (27.5) | 同 8            |
| 厚層黒色火山性土    | 10    | 1981 | 1985      | 0, 5, 22, 27.5, 33           | 前年秋堆厩肥 0 t/10a |
|             | 11    | 1981 | 1985      | 0, 16.5, 22, 27.5            | 同 2            |
|             | 12    | 1981 | 1985      | 0, 11, 16.5, 22              | 同 4            |

( ) は1985年のみの施肥量

で、各草地のカリ肥沃度に応じて4～6段階とした。他の施肥成分は、北海道施肥標準<sup>9)</sup>に準じ、N,  $P_2O_5$ , MgOの順に8, 8または10, 4 kg/10aを共通に施肥した。牧草の刈取りは、各年度とも1番草を6月下旬、2番草を8月下旬のいずれも刈取適期に行い、収量および牧草体カリ含有率を調査した。収量は堆肥の肥効や年次変動の影響などを除去するために、各年度における各草地の最高収量を100とした場合の指数で示した。施肥前および各番草の刈取り後には0～5 cm および5～15cmの土壌を採取し、交換性カリ含量を分析した。これらの分析値から、土壌からの年間カリ減少量および年間カリ供給量を次のように算出した。

年間カリ減少量 (kg/10a) = (早春施肥前の交換性カリ + 年間カリ施肥量) - 2番草刈取り跡地の交換性カリ (0～5 cm および0～15cm 土層)

年間カリ供給量 (kg/10a) = 早春施肥前の交換性カリ (0～5 cm 土層) + 年間カリ施肥量

分析方法については、牧草体は70℃で24時間乾燥し、乾物重を求めた後に粉碎して分析に供試した。牧草体カリ含有率<sup>10)</sup>は、牧草体を湿式分解後、炎光光度法で求めた。土壌は風乾した後に2 mmのふるいを通して分析に供試した。土壌中におけるカリ含量の測定は交換性と弱固定態について行った。交換性カリは1 N 酢酸アンモニウム (pH7.0) 抽出法<sup>9)</sup>で、また、弱固定態カリは熱硝酸抽出法<sup>7)</sup>で得られた値から交換性カリを差引いて求めた。なお、本報告ではカリはすべて  $K_2O$  で

表3 チモシー栽培前後における土壌中のカリ含量 (mg/100g)

| 土壌区分         | 処理<br>No. | 交換性カリ |     | 弱固定態カリ |     |
|--------------|-----------|-------|-----|--------|-----|
|              |           | 栽培前   | 栽培後 | 栽培前    | 栽培後 |
| 未熟<br>火山性土   | 1         | 2.2   | 1.4 | 7.1    | 6.9 |
|              | 2         | 3.8   | 1.3 | 6.9    | 7.8 |
|              | 3         | 5.7   | 1.4 | 7.5    | 7.3 |
|              | 4         | 11.1  | 2.2 | 6.7    | 7.2 |
|              | 5         | 15.4  | 3.0 | 8.2    | 7.8 |
|              | 6         | 24.7  | 9.8 | 7.7    | 8.6 |
| 黒色<br>火山性土   | 1         | 2.9   | 1.9 | 5.5    | 5.1 |
|              | 2         | 4.7   | 1.5 | 5.6    | 5.7 |
|              | 3         | 6.5   | 1.6 | 6.2    | 6.3 |
|              | 4         | 11.8  | 1.9 | 6.0    | 5.6 |
|              | 5         | 15.3  | 2.1 | 6.0    | 6.1 |
|              | 6         | 25.3  | 3.5 | 6.3    | 6.0 |
| 厚層黒色<br>火山性土 | 1         | 5.9   | 2.1 | 4.2    | 4.1 |
|              | 2         | 8.2   | 2.6 | 4.5    | 4.2 |
|              | 3         | 10.2  | 2.4 | 4.9    | 4.0 |
|              | 4         | 15.1  | 2.5 | 4.1    | 3.8 |
|              | 5         | 19.9  | 2.7 | 4.1    | 4.1 |
|              | 6         | 28.2  | 5.0 | 4.0    | 4.1 |

表示した。

## 結 果

### 試験1. 主要火山性土におけるカリ肥沃度の評価

1. チモシー栽培前後における土壌中のカリ含量の変化

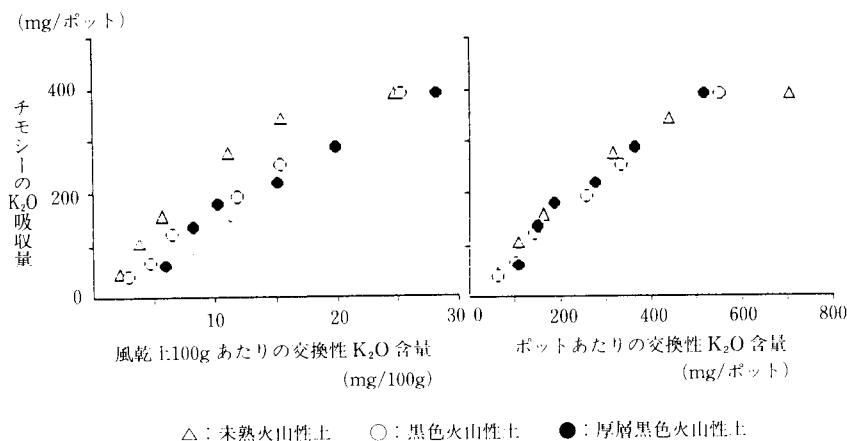


図1 チモシー栽培前の交換性カリ含量とチモシーのカリ吸収量との関係

チモシー栽培前後における土壤中のカリ含量を表3に示した。チモシー栽培後の交換性カリ含量は、栽培前よりも明らかに低下した。これに対し、弱固定態カリの変化量は交換性カリの変化量に比較して著しく小さく、一定の傾向は認められなかった。

## 2. 土壤中の交換性カリ含量とチモシーのカリ吸収量

各火山性土における、チモシー栽培前の交換性カリ含量とチモシーのカリ吸収量との関係を図1に示した。風乾土100g当たりの交換性カリ含量が同程度の場合には、未熟火山性土におけるチモシーのカリ吸収量の方が、厚層黒色火山性土よりも多かった(図1左)。次に、交換性カリの値を風乾土100g当たりからポット当りに換算し、これとチモシーのカリ吸収量との関係を見ると(図1右)、ポット当たりの交換性カリの量が同じであれば、チモシーのカリ吸収量はいずれの火山性土においても、ほぼ同じ値を示した。

## 3. チモシーのカリ吸収量と交換性カリ減少量

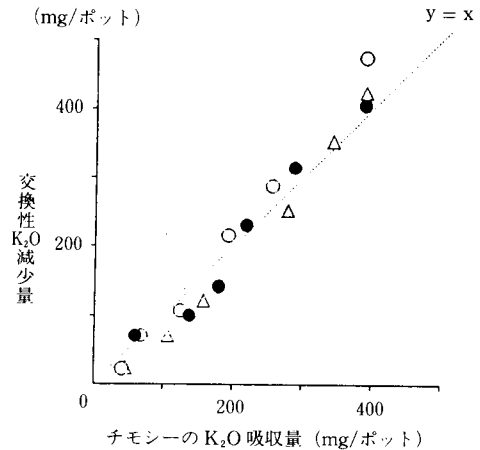
チモシー栽培前における交換性カリ含量から栽培後の値を差し引いて交換性カリ減少量(ポット当たりのmg数で表示)を求めた。チモシーのカリ吸収量と交換性カリ減少量は、図2に示したように、火山性土の種類に関係なくほぼ等しい関係にあった。

以上のことから、火山性土における草地のカリ肥沃度は、一定の土層中に存在する交換性カリの量によって評価することが出来た。

## 試験2. 主要火山性土のカリ肥沃度に対応したカリ施肥量

### 1. 牧草のカリ吸収量と乾物収量

各草地における最高収量は、表4に示したように乾物収量で800~1000kg/10aであった。この値は生草収量4~5t/10aに相当し、根釧地方における混播採草地の目標収量<sup>6)</sup>4.5t/10aと同程度であった。この収量水準が得られる場合の、牧草のカリ吸収量を求めるために、各火山性土における牧草の年間カリ吸収量と年間乾物収量指数(各年度における各草地の最高収量を100とした場合の指数)との関係を図3に示した。両者の関係は、火山性土の種類によって大きな違いがなかった(危険率 傾き5%, 切片2.5%), 共通の回帰式  $y = 25.2 \ln x + 15.4$  ( $r = 0.94$ ) を求めた。これ



△: 未熟火山性土    ○: 黒色火山性土    ●: 厚層黒色火山性土

図2 チモシーのカリ吸収量と交換性カリ減少量との関係

によれば、牧草の乾物収量指数はカリ吸収量の増加に伴って増大し、カリ吸収量が20kg/10aでは90前後、25kg/10aでは90~100を示した。すなわち、90~100の乾物収量指数を確保し、当地方の目標収量を達成するためには、最低でも年間20kg/10a、安定的には25kg/10a前後のカリ吸収量が必要であった。

### 2. 各火山性土の交換性カリ含量の推移

表5に示したように各火山性土の交換性カリ含量は全体的に低かった。堆厩肥のすき込み量を変えて造成したNo.4~6、および前後秋に堆厩肥を表面施用した未熟火山性土(No.7~9)と厚層黒色火山性土(No.10~12)の草地でも、堆厩肥の施用量が多い草地ほど交換性カリ含量も高い傾向にあったが、いずれも20mg/100g以下であった。施肥したカリが交換性カリとしてどの程度評価されるかを検討するために、最終年次の1985年に早春施肥後1週間目の交換性カリ含量を調査し、表6に示した。施肥後1週間目の交換性カリ含量は、早春施肥前の交換性カリ含量に早春施肥されたカリを加えた値に概ね等しく、施肥されたカリのほぼ全量が交換性カリとして評価できることが確認された。

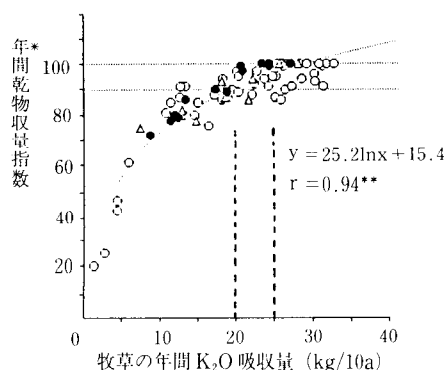
次に、黒色火山性土で2~3年間同じ処理を継続した草地における、2番草刈り跡地土壌の交換性カリ含量の経年変化を表7に示した。各試験地とも、年間カリ施肥量が概ね30kg/10a以上の場

表4 各年度における各草地の年間最高乾物収量  
(kg/10a)

| 草地No. | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
|-------|------|------|------|------|
| 1     | 916  | 968  | 778  |      |
| 2     | 972  | 899  | 818  |      |
| 3     | 908  | 1007 | 810  |      |
| 4     |      |      | 867  | 933  |
| 5     |      |      | 930  | 987  |
| 6     |      |      | 945  | 1075 |
| 7     |      |      |      | 932  |
| 8     |      |      |      | 905  |
| 9     |      |      |      | 849  |
| 10    |      |      |      | 877  |
| 11    |      |      |      | 908  |
| 12    |      |      |      | 938  |

合、交換性カリ含量は増加傾向を示し、22kg/10a以下では減少傾向を示した。両者の中間の施肥量における交換性カリの変化量は僅かであった。

### 3. 牧草のカリ吸収量と土層からのカリ減少量 0～5 cm および 0～15cm 土層からの年間カ



\*：各年度における各草地の最高収量を100とした

△：未熟火山性土 ○：黒色火山性土

●：厚層黒色火山性土

図3 牧草のカリ吸収量と乾物収量との関係

リ減少量を計算し、牧草の年間カリ吸収量との関係を図4に示した。まず、カリ吸収量が15kg/10a以下の少ない場合には、いずれの土層からのカリ減少量よりも牧草のカリ吸収量の方が多かった。次に、カリ吸収量が、15～30kg/10a程度の場合にはいずれの土層でも両者は量的にはほぼ等しかった。さらにカリ吸収量の多い領域では、0～5 cm 土層ではカリ減少量が吸収量よりもやや多かったが、0～15cm 土層ではこの傾向は判然としなかった。

試験1で火山性土における草地のカリ肥沃度は交換性カリで評価できることが確認されたので、牧草の年間カリ吸収量と土層からの年間カリ減少量との関係は、土層深の評価が適当であれば、 $y = x$ に収斂すると考えられる。そこで、各土層について、火山性土ごとに  $y = ax + b$  にあてはめて回帰式を求めた。その結果、両者の関係には、いずれの土層においても火山性土の種類による差が認められなかったので(危険率5%)、各土層について共通の回帰式を求めた。このうち、0～15cm 土層について得られた回帰式  $y = 1.10x - 3.92$  は、傾きが危険率5%、切片は危険率1%で  $y = x$  との間に有意な差が認められず、当回帰式はかなり  $y = x$  に近いものと判断された。これに対し、0～5 cm 土層で得られた回帰式  $y = 1.34x - 8.29$  は傾き、切片ともに危険率1%で  $y = x$  との間に有意な差が認められた。このため、火山性土における草地土壌のカリ肥沃度を評価する対象土層としては、0～5 cm よりも0～15cm 土層の方が適当であると判断された。次に、前者が後者を代用しうるか否かを検討するために、両回帰式の傾きと切片を比較した結果、傾きは危険率2.5%、切片は危険率5%で有意な差が認められなかった。したがって、土層のちがいによる両者の関係式の差は大きいとは言えず、便宜上0～5 cm で草地土

表5 供試草地の交換性カリ含量 (mg/100g)

上：0～5 cm 下：5～15cm

| 土壌区分  |   | 黑色火山性土 |     |     |      |      |      | 未熟火山性土 |      |      | 厚層黑色火山性土 |      |      |
|-------|---|--------|-----|-----|------|------|------|--------|------|------|----------|------|------|
| 草地No. |   | 1      | 2   | 3   | 4    | 5    | 6    | 7      | 8    | 9    | 10       | 11   | 12   |
| 交換性カリ | 上 | 5.2    | 5.2 | 5.2 | 14.1 | 17.0 | 21.8 | 10.3   | 11.8 | 13.9 | 10.8     | 13.1 | 16.7 |
|       | 下 | 6.1    | 6.1 | 6.1 | 5.6  | 7.3  | 10.3 | 5.3    | 5.2  | 4.9  | 5.5      | 5.1  | 5.9  |

草地No.1～3は根釧農試試験圃場の平均的な交換性カリ含量

草地No.4～6は試験処理初年日の早春施肥前における交換性カリ含量

表6 施肥したカリの交換性カリとしての評価量  
(kg/10a)

| 草地<br>No. | 早春施肥前の<br>交換性カリ(A) | 早春のカリ<br>施肥量(B) | 理論値*<br>(A+B) | 実測値** |
|-----------|--------------------|-----------------|---------------|-------|
| 4         | 2.8                | 0.0             | 2.8           | 3.3   |
|           | 3.4                | 2.5             | 5.9           | 3.5   |
|           | 3.4                | 5.5             | 8.9           | 9.7   |
|           | 4.5                | 11.0            | 15.5          | 12.7  |
|           | 3.9                | 13.8            | 17.7          | 12.8  |
|           | 4.6                | 16.5            | 21.1          | 21.8  |
| 5         | 3.2                | 0.0             | 3.2           | 2.8   |
|           | 4.5                | 2.5             | 7.0           | 3.5   |
|           | 4.5                | 5.5             | 10.0          | 7.3   |
|           | 3.4                | 8.3             | 11.7          | 7.5   |
|           | 3.2                | 11.0            | 14.2          | 8.5   |
|           | 3.8                | 13.8            | 17.6          | 16.2  |
| 6         | 3.1                | 0.0             | 3.1           | 2.5   |
|           | 4.7                | 2.5             | 7.2           | 6.9   |
|           | 3.4                | 5.5             | 9.0           | 7.1   |
|           | 3.3                | 8.3             | 11.6          | 8.1   |
|           | 4.6                | 11.0            | 15.6          | 14.7  |
|           | 4.7                | 13.8            | 18.5          | 21.4  |

(1985年 黒色火山性土 0~5 cm)

\* : 施肥したカリがすべて交換性カリとして評価された  
場合の交換性カリ含量

\*\* : 施肥後1週間目の交換性カリ含量

壤のカリ肥沃度を評価しても問題は少ないものと判断された。

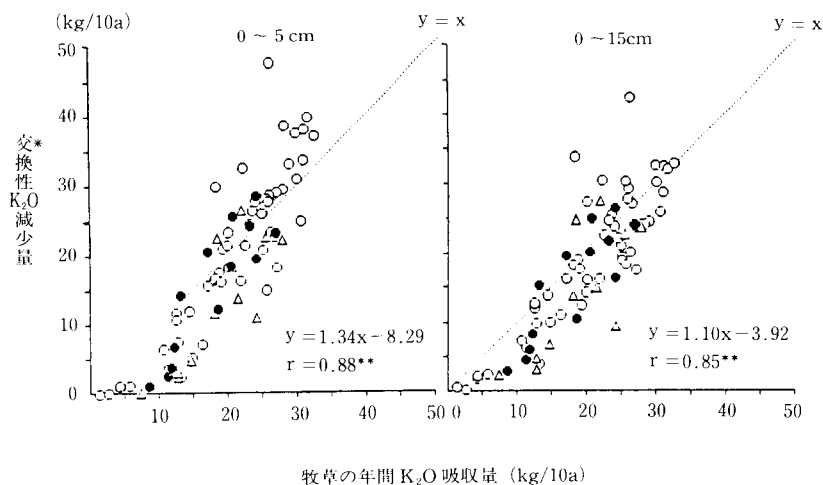
#### 4. 牧草へのカリ供給量と牧草のカリ吸収量

牧草に対して供給される年間カリ供給量と牧草の年間カリ吸収量との関係を図5に示した。両者の関係は  $y = a \ln x + b$  によく適合し、各係数には火山性土の種類による有意差が認められなかった(危険率5%)。そこで、各火山性土に共通の回帰式  $y = 8.15 \ln x - 3.64$  ( $r = 0.92$ ) を得た。1. の結果から、安定的に目標収量を得るためには、年間25kg/10a 前後のカリ吸収量が必要であったので、この吸収量を得るための年間カリ供給量を回帰式から求めた。すなわち、0~5 cm の土層に年間  $K_2O$  として33kg/10a のカリが供給された場合に、牧草は  $25 \pm 6$  kg/10a のカリを吸収することが予測された(95%信頼区間)。このため、当地方の目標収量を安定的に得るためには、年間30kg/10a 前後のカリ供給量が必要と判断された。

表7 黒色火山性土に立地した草地における2番草刈取り後の交換性カリ含量  
(mg/100g)

| 草地<br>No. | カリ<br>施肥量 | 層位 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
|-----------|-----------|----|------|------|------|------|
| 1         | 0         | 上  | 6.3  | 4.3  | 6.4  |      |
|           |           | 下  | 2.7  | 2.3  | 2.0  |      |
|           | 18        | 上  | 13.0 | 8.4  | 9.9  |      |
|           |           | 下  | 5.5  | 3.9  | 6.0  |      |
|           | 24        | 上  | 18.3 | 20.1 | 20.0 |      |
|           |           | 下  | 13.0 | 8.5  | 20.8 |      |
|           | 30        | 上  | 14.8 | 13.8 | 25.9 |      |
|           |           | 下  | 8.8  | 14.1 | 19.7 |      |
|           | 15        | 上  | 9.7  | 6.5  | 8.0  |      |
|           |           | 下  | 4.8  | 2.8  | 4.3  |      |
|           | 27        | 上  | 14.7 | 10.5 | 11.5 |      |
|           |           | 下  | 7.3  | 6.2  | 14.3 |      |
| 2         | 33        | 上  | 14.0 | 20.2 | 15.2 |      |
|           |           | 下  | 8.0  | 17.0 | 11.9 |      |
|           | 39        | 上  | 16.3 | 14.3 | 24.3 |      |
|           |           | 下  | 12.8 | 14.2 | 22.4 |      |
|           | 30        | 上  | 14.7 | 11.3 | 16.1 |      |
|           |           | 下  | 5.0  | 13.5 | 18.0 |      |
|           | 36        | 上  | 18.7 | 17.7 | 23.1 |      |
|           |           | 下  | 10.0 | 16.7 | 23.9 |      |
|           | 42        | 上  | 19.0 | 21.9 | 24.3 |      |
|           |           | 下  | 16.3 | 18.2 | 33.1 |      |
|           | 48        | 上  | 17.0 | 37.0 | 22.4 |      |
|           |           | 下  | 16.3 | 25.5 | 19.9 |      |
| 3         | 0         | 上  |      |      | 7.3  | 5.2  |
|           |           | 下  |      |      | 3.1  | 2.6  |
|           | 22        | 上  |      |      | 15.7 | 9.4  |
|           |           | 下  |      |      | 16.5 | 3.2  |
|           | 27.5      | 上  |      |      | 10.6 | 9.8  |
|           |           | 下  |      |      | 4.8  | 4.9  |
|           | 33        | 上  |      |      | 15.2 | 29.6 |
|           |           | 下  |      |      | 9.0  | 11.2 |
|           | 0         | 上  |      |      | 6.4  | 7.2  |
|           |           | 下  |      |      | 3.3  | 2.9  |
|           | 16.5      | 上  |      |      | 12.3 | 10.1 |
|           |           | 下  |      |      | 10.5 | 3.4  |
| 4         | 22        | 上  |      |      | 12.9 | 11.2 |
|           |           | 下  |      |      | 12.1 | 4.5  |
|           | 27.5      | 上  |      |      | 16.4 | 20.6 |
|           |           | 下  |      |      | 13.2 | 6.8  |
|           | 0         | 上  |      |      | 6.2  | 6.0  |
|           |           | 下  |      |      | 3.2  | 2.7  |
|           | 11        | 上  |      |      | 10.7 | 7.6  |
|           |           | 下  |      |      | 4.9  | 3.5  |
|           | 16.5      | 上  |      |      | 17.1 | 11.5 |
|           |           | 下  |      |      | 11.1 | 4.0  |
|           | 22        | 上  |      |      | 13.2 | 11.7 |
|           |           | 下  |      |      | 8.9  | 4.9  |

上 : 0~5 cm 下 : 5~15 cm



\*：交換性カリ減少量＝（早春の交換性カリ含量＋年間カリ施肥量）－２番草刈取跡地の交換性カリ含量  
 △：未熟火山性土    ○：黒色火山性土    ●：厚層黒色火山性土

図４ 牧草の年間カリ吸収量と土層からの交換性カリ減少量との関係

#### 5. 牧草へのカリ供給量とマメ科率の経年変化

同一の施肥処理を３年間継続した、黒色火山性土に立地した草地における、年間カリ供給量とマメ科率との関係を表８に示した。なお、No. 3の草地は早春に冠水の影響を受け、草種構成の変動が大きかったので除いた。カリ供給量30kg/10a前後の値が毎年得られた区は、No. 1の24および30kg/10a施肥区、No. 2の27kg/10a施肥区であり、これらの区では、いずれも高いマメ科率が維持されていた。カリ不足によるマメ科率の衰退はカリ無施肥区で著しく、また、年間15kg/10a施肥区（供給量として20kg/10a弱）では徐々にカリ不足の様相が認められた。

以上のことから、早春0～5 cm土層中に存在する交換性カリの量と年間カリ施肥量との合計が30kg/10aとなるようにカリ施肥を行うことによって、当地方の目標収量と、良好なマメ科率の維持が可能であった。

### 考 察

#### 1. 火山性土におけるカリ肥沃度の評価

現在、草地の土壌診断では交換性カリによってカリ肥沃度を評価している<sup>4)</sup>。そこで、この方法の妥当性を弱固定態カリ<sup>5)</sup>との比較によって検討した。ここで、弱固定態カリとは熱硝酸可溶の形態

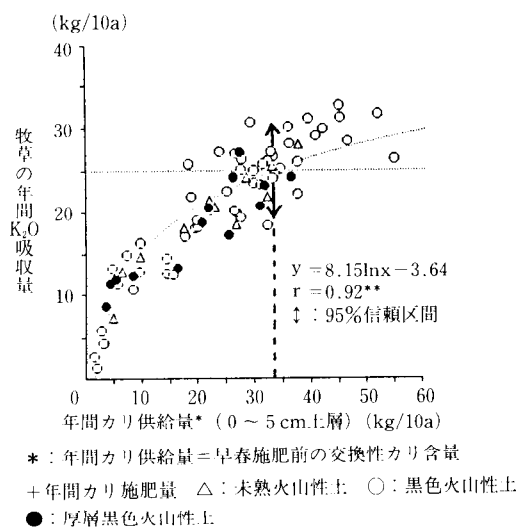


図５ 牧草への年間カリ供給量と牧草の年間カリ吸収量との関係

を指し、非交換性カリの一部である。チモシー栽培前後の弱固定態カリ含量の差異はほとんど認められなかった。これに対し、牧草のカリ吸収量と土壌からの交換性カリ減少量は、ほぼ等しい関係にあった。これと同様の結果は三木ら<sup>10)</sup>、原田ら<sup>2)</sup>によっても報告されている。さらに、早川<sup>3)</sup>らも、根釧地方の火山性土では、牧草の吸収により奪取

表8 黒色火山性土に立地した草地のカリ供給量とマメ科率の経年変化

| 草地<br>No | カ リ<br>施肥量 | 1982 |       | 1983 |     | 1984 |     |
|----------|------------|------|-------|------|-----|------|-----|
|          |            | 供給量* | マメ%** | 供給量  | マメ% | 供給量  | マメ% |
| 1        | 0          |      | 46    | 1.5  | 7   | 2.0  | 2   |
|          | 18         |      | 50    | 20.2 | 29  | 19.5 | 48  |
|          | 24         |      | 39    | 27.5 | 31  | 27.6 | 33  |
|          | 30         |      | 54    | 33.3 | 35  | 34.5 | 34  |
| 2        | 15         |      | 49    | 17.6 | 24  | 18.8 | 20  |
|          | 27         |      | 47    | 29.8 | 37  | 29.8 | 35  |
|          | 33         |      | 40    | 36.2 | 29  | 36.0 | 36  |
|          | 39         |      | 51    | 42.2 | 34  | 45.1 | 40  |

\* : kg/10a    \*\* : 乾物%

される交換性カリを非交換性のものが一部補填するとしても、その量は牧草のカリ奪取量に比べれば微々たるものであることを指摘している。したがって、火山性土においては、交換性カリが牧草に対する主要なカリの給源であると考えられる。

本試験では、火山性土の種類によって風乾土100g当たりの交換性カリ含量が異なっている、ポット当たりの交換性カリの量が同程度であれば、いずれの火山性土においても、チモシーのカリ吸収量はほぼ等しい値を示した。すなわち、土層内に存在する交換性カリの全量に規制されているものと考えられる。これに関して岡島<sup>12)</sup>も、根のカリ吸収力はカリと土粒子の間の結合エネルギーよりもはるかに大きい、根のカリウム吸収量はカリの結合状態よりも土壌のカリ量自体に左右されるであろうと指摘している。また、諸遊<sup>11)</sup>もカリは作物根の代謝活性と関連した選択吸収のため、根圏域に存在する有効態カリ量の多い方が作物の吸収量も多いと推論している。このように火山性土のカリ肥沃度は一定の土層中に存在する交換性カリの全量で評価することが最も適当と考えられる。

そこで、カリ肥沃度を適正に評価するための土層の深さについて検討した。まず、適正な土層深を、「下層へのカリの流亡および下層からのカリ供給が認められず、カリの収支が当該土層中で一致する深さ」であるとすれば、この条件をみたす土層では、牧草のカリ吸収量と交換性カリ減少量は量的に等しいと考えられる。両者の関係を0～5cmおよび0～15cm土層で比較した結果、いずれ

の土層においても両者の関係は、カリ吸収量の増加に伴ってカリ吸収量>交換性カリ減少量からカリ吸収量≤交換性カリ減少量へと変化した。カリ吸収量の少ない場合にカリ吸収量>交換性カリ減少量であったことについては、前述のとおり、牧草への非交換性カリからの供給が多く期待できないので、15cm以下の土層からの移動や、牧草の生育期間中におけるリターからの還元などによるものと考えられる。また、カリ吸収量が30kg/10a以上の場合に、0～5cm土層にのみ認められたカリ吸収量<減少量の関係から、交換性カリが5～15cmの層に移動したことが伺われた。カリ吸収量の変化に伴う両者の関係の変化を包括して、土層ごとに両者の回帰式を求めた結果、0～15cm土層ではその回帰式が $y = x$ に統計的にかなり近いことが明らかとなった。0～5cm土層における両者の関係は $y = x$ に近いと言えなかったが、その回帰式は0～15cm土層の場合と有意な差が認められなかった。また、後述する目標収量の確保に必要な25kg/10a前後のカリ吸収量の領域では、0～5cm土層でもカリ吸収量と交換性カリ減少量はほぼ等しい関係にあった。このため、実用上、現在土壌診断で用いられている0～5cm土層を対象としても差し支え無いものと思われた。

## 2. 主要火山性土のカリ肥沃度に対応したカリ施肥量

以上の知見に基づき、根釧地方の主要火山性土である未熟火山性土、黒色火山性土、厚層黒色火山性土に立地したチモシー・アカクロバ・シロ

クローバ混播採草地を対象に、土壌中の交換性カリ含量に対応したカリ施肥量の策定を試みた。

まず、牧草のカリ吸収量と乾物収量との関係を検討した結果、カリ吸収量の増加に伴って、乾物収量は増大し、カリ吸収量25kg/10a前後で概ね当地方の目標収量と同程度の値が得られた。次に、早春0～5cm土層中に存在する交換性カリと年間カリ施肥量との合計量を年間カリ供給量として、これと牧草の年間カリ吸収量との関係をみた。その結果、いずれの火山性土においても、年間に30kg/10a前後のカリが供給される場合に、牧草が25kg/10a前後のカリを吸収していた。さらに、カリ供給量が確保された場合に、十分なマメ科率が経年的に維持されていることが確認された。

したがって、土壌のカリ肥沃度に対応したカリ施肥量は、各草地における土壌の仮比重と早春の交換性カリ含量から0～5cm土層に存在する交換性カリの量を求め、この量を含めて30kg/10aになるように算定することが適当である。

### 3. 主要火山性土におけるカリの土壌診断基準値とそれに基づくカリ施肥対応

以上の結果から、根釧地方の火山性土に立地した採草地におけるカリの土壌診断基準値を、現行の北海道施肥標準<sup>6)</sup>に基づいて算出した。土壌診断基準値とは、各作物の生育に最適な土壌の理想的状態を数値化したものとされている<sup>4)</sup>。また、土壌診断の施肥対応では、土壌分析値が土壌診断基準値内である場合には、施肥標準量に従って施肥量を決定するように規定されている<sup>4)</sup>。カリの場合、現行の目標収量水準では、0～5cm土層に対して年間30kg/10aのカリが供給されることが、牧草収量やマメ科牧草を維持するために必要であった。また、当地方の採草地におけるカリの施肥標準量<sup>6)</sup>は、混播草地で22kg/10a、チモシー主体草地で20kg/10aである。このため、土壌分析値が土壌診断基準値内にある場合には、前述の給供量30kg/10aのうち、20～22kg/10aは肥料として供給されることになる。したがって、残りの8～10kg/10aが0～5cm土層中に交換性カリとして必要な量、すなわち土壌診断基準値である。一方、各火山性土の仮比重は、未熟火山性土が概ね0.9、黒色火山性土が0.7、厚層黒色火山性土が0.6である。これにより、各火山性土に対応したカリの土壌診断基準値は、未熟火山性土で15～25mg/100g、黒

色火山性土で20～30mg/100g、厚層黒色火山性土で25～35mg/100gと設定される。これに基づくカリ施肥量は、いずれの火山性土においても、診断値が上記の基準値内では年間20～22kg/10a、基準値以下では22～30kg/10a、また、基準値以上の場合には0～20kg/10aが必要となる。さらに、こうして決定されたカリ量を施肥した場合、牧草は年間25±6kg/10a程度のカリを吸収するので、2番草刈取り後の土壌には交換性カリが多くても10kg/10a(仮比重0.7として約14～28mg/100g)程度の量しか残らないと考えられる。このことは、表7の2番草刈取り跡地における交換性カリ含量からも明らかである。このため、土壌分析の結果、カリの減肥が可能と判定された場合でも、その減肥可能年限は1年程度と考えておくべきであろう。

**謝 辞** 根釧農業試験場中川渡場長、中央農業試験場大崎佐佐雄農芸化学部長、根釧農業試験場土壌肥料科能代昌雄科長には、本報告を校閲し、貴重な助言、指導を頂いた。また、根釧農業試験場土壌肥料科の松原一實氏(現天北農試土壌肥料科長)、早川嘉彦氏(現北海道農業試験場草地地力研究室長)、松中照夫氏(現北見農試土壌肥料科)、木曾誠二氏には有益な助言を頂いた。記して謝意を表する。

### 引用文献

- 1) 土壌養分測定法委員会編。『土壌養分分析法』。養賢堂、1953、P. 262-264。
- 2) 原田勇、篠原功。『草地農業における加里輪廻に関する研究 第1報 土壌中加里溶出と植物吸収加里の関係』。日本土壌肥科学会誌、**39**、292-299 (1968)。
- 3) 早川康夫、橋本久夫。『根釧地方火山灰地における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験 第5報 牧草地土壌としての特性発現過程と窒素、リン酸、加里の供給力について』。北海道立農試集報、**7**、16-34 (1961)。
- 4) 北海道農務部編。『普及奨励並びに指導参考事項』。『土壌および作物栄養の診断基準』、1983、P. 17。
- 5) 北海道立中央農業試験場、北海道農務部農業改良課編。『土壌および作物栄養の診断基準—分析法—』、1983、P. 100-112。
- 6) 北海道農務部編。『北海道施肥標準』、1983、P.

- 31-33.
- 7) 松中照夫, 小関純一, 松代平治, 赤城仰哉, 西陰研治. "収量規制要因としての草種構成の重要性". 日本草地学会誌, **30**, 59-64 (1984).
- 8) 松中照夫, 三枝俊哉, 松原一實, 菊地晃二. "北海道根釧地方に分布する主要火山性土の理化学的性質". 北海道立農試集報, **53**, 81-92 (1985).
- 9) 松中照夫, 三枝俊哉. "北海道根釧地方に分布する主要火山性土の牧草生産力", 北海道立農試集報, **54**, (1986).
- 10) 三木直倫, 東田修司, 宝示戸雅之, 山神正弘, 高尾欽弥. "天北鉾質土草地のカリ供給力に応じた施肥法", 日本土壤肥料学会誌, **58**, 758-761 (1987).
- 11) 諸遊英行. "土壤中におけるカリの有効性と飼料作物に対するカリの施肥効果". 中国農試報告, **9**, 19-102 (1973).
- 12) 岡島秀夫. "土壤肥沃度論", 農山漁村文化協会, 1976, p. 162-173.
- 13) 大村邦夫, 木曾誠二, 赤城仰哉. "火山灰草地における施肥管理が草地の経年化に及ぼす影響", 北海道立農試集報, **52**, 65-76 (1985).

## Potassium Application on Grassland in Andosols Corresponding to Potassium Fertility in Konsen District

Toshiya SAIGUSA, Kouji KIKUCHI\*\* and Hiroshi KONDO\*\*\*

### Summary

Regosolic, ordinary, and cumulic andosol are mainly distributed in Konsen district. Each has different physical and chemical properties from others. Potassium application on the grassland in each andosol corresponding to potassium fertility were estimated.

1) In the pot examination, potassium uptake by timothy was as much as exchangeable potassium decrease from any andosol. The same amounts of exchangeable potassium per pot were needed for timothy in any andosol to get certain amounts of potassium uptake.

2) In the field survey, it needed 250kg/ha/year of potassium uptake to maintain high dry matter yield (8000–9000kg/ha/year) in each andosol. 300kg/ha/year adding applied potassium to the exchangeable one in 0–5 cm soil permitted to satisfy this condition in any andosol.

3) According to the fertilizing standard in Hokkaido, 220kg/ha/year of potassium will be applied to meadows as the fertilizer. Hence, in the 0–5cm soil, 80 out of 300kg/ha/year of exchangeable potassium were required. This amounts of potassium expressed as follows by changing kg/ha to mg/100g with the bulk density of each andosol ;

Regosolic andosol : 15–25mg/100g, Ordinary andosol : 20–30mg/100g, Cumulic andosol : 25–35mg/100g.

4) Even if a meadow was rich in potassium in spring, exchangeable potassium decreased rapidly by uptake until autumn.

\* Hokkaido prefect. Konsen Agric. Exp. Stn., Nakashibetu, Hokkaido, 086–11, Japan

\*\* Hokkaido Central Agric. Exp. Stn., Naganuma, Hokkaido, 069–13, Japan

\*\*\* National Grassland Research Institute, Nishi-nasuno, Tochigi, 329–27, Japan

