

4 高カリ含量畑における夏秋きゅうりのカリ施肥

(環境部 野菜花)

夏秋きゅうり栽培畑では最近塩基過剰とくにカリ過剰の傾向が見られ、土壌状態が悪化の方向に向っている。このことは化学肥料節減のうえからも問題であり、土壌中のカリ、石灰、苦土のバランスをとりながら施肥を適正にすることが大切である。

(1) 背景とねらい

各県で行われている夏秋きゅうり畑土壌の実態調査では、土壌中のカリ含量の蓄積の著しいことが指摘されており、本県においても同様の傾向がみられている。土壌診断においても、従来の目標値だけでは現場への対応が困難になってきており、新たな指標が必要になっている。土壌診断においては、塩基含量の絶対量だけでその豊否を判断するだけでなく、土壌の塩基保持能力からみた飽和度や各塩基間のバランスをも考慮に入れることが必要と思われる。夏秋きゅうり畑土壌の塩基富化や塩基バランスについての調査およびカリ施肥量試験から若干の知見を得たので指導上の参考に供する。

(2) 技術内容

- 1) 塩基バランスからみた場合、土壌中のカリ飽和度が5~10%の畑では、カリの施肥量は標準をこえないようにし、カリ飽和度が10%以上の畑ではカリの施肥量を減らすことが望ましい。
- 2) 土壌中の塩基含量は第1表の範囲におさえるようにし、塩基バランスに注意する。

(3) 指導上の留意点

- 1) 高カリ含量畑においては、カリ多施用による収量増大効果は少ないので、カリの多施用はさける。
- 2) 水溶性カリが認められる畑ではカリの施肥には注意が必要である。
- 3) 堆厩肥の投入は土壌を富化させるが、極端な多量投入は必ずしも収量の増加にはならず、塩基バランスを悪化させやすいので注意する。
- 4) 砂質系の土壌では塩基保持能力が小さいため、多肥は塩基過飽和と塩基バランスの悪化を招きやすい。

表1 置換性塩基含量の豊否、バランスの基準

| 塩基置換容量 | CaO 40 - 50 % | MgO 15 - 20 % | K ₂ O 5 - 10 % |
|---------|------------------|------------------|------------------------------|
| 10 (me) | 112 - 140 (mg) | 30 - 40 (mg) | 24 - 47 (mg) |
| 15 | 168 - 210 | 45 - 60 | 35 - 71 |
| 20 | 224 - 280 | 60 - 80 | 47 - 94 |
| 25 | 280 - 350 | 75 - 100 | 59 - 118 |
| 30 | 336 - 420 | 90 - 120 | 71 - 140 |
| 35 | 392 - 490 | 105 - 140 | 82 - 165 |
| 40 | 448 - 560 | 120 - 160 | 94 - 188 |

(注 神奈川農総研鎌田氏の表より作成)

(4) 試験成績の概要

1) 試験課題名 野菜の施肥改善

2) 試験年次及び場所

(ア) 昭和53年 岩手園試野菜ほ場

(イ) 昭和54年 " 紫波町、水沢市

(ウ) 昭和55年 " 紫波町

3) 試験結果及び具体的データ

(ア) 実態調査

① 肥培管理の実態

連作年数では志和地区においては7年以上の農家が多いが、羽田地区は比較的短い農家が多かった。

堆厩肥の投入量をみると志和地区では5t以上の農家が多く、さらに55年調査の多収農家においては10t以上も投入している。反対に羽田地区では5t以下であった。

施肥量では、窒素は50Kg(成分、10a当たり)の農家がほとんどであった。カリにおいても50Kg以上施用している農家が多かった。

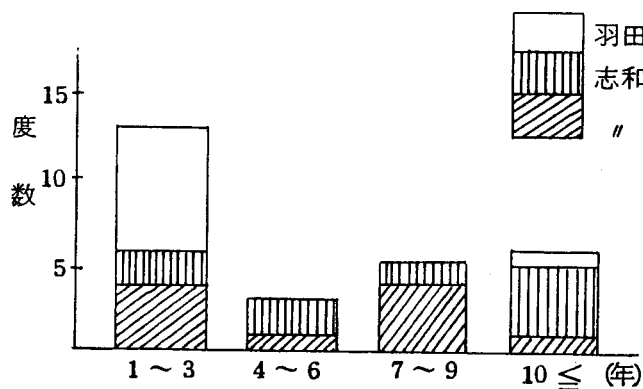


図1 連作年数

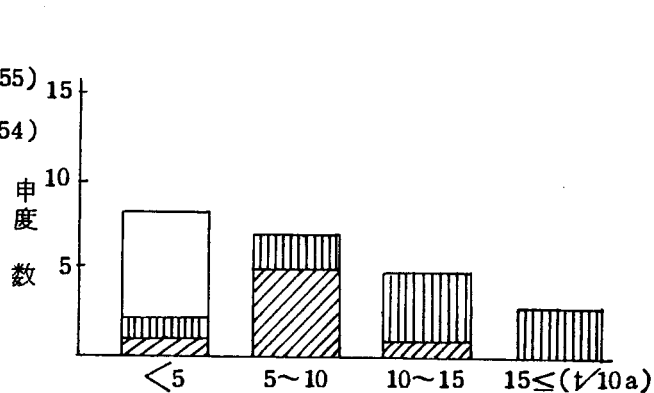


図2 堆厩肥投入量

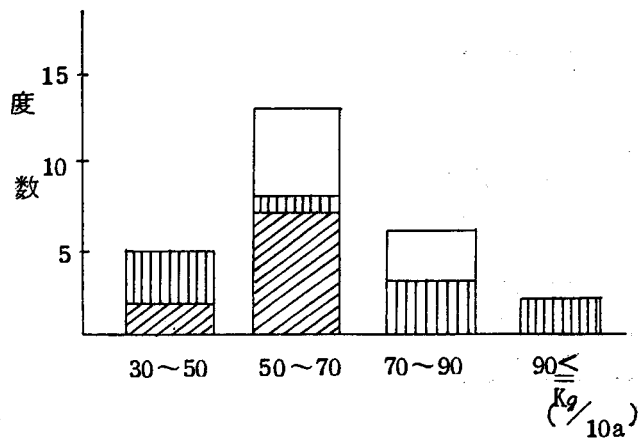


図3 窒素施肥量

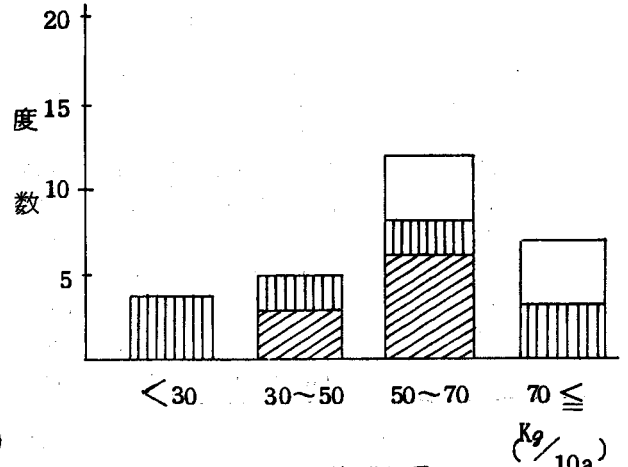


図4 カリ施肥量

② カリ肥沃度と塩基バランスの実態

いずれの地点においても、従来の目標値（石灰 200 ~ 350 mg、苦土 30 ~ 45 mg、カリ 20 ~ 35 mg/100g）を大幅に上まわる苦土及びカリの富化がみとめられた。特にカリ含量の蓄積は著しい傾向であった。

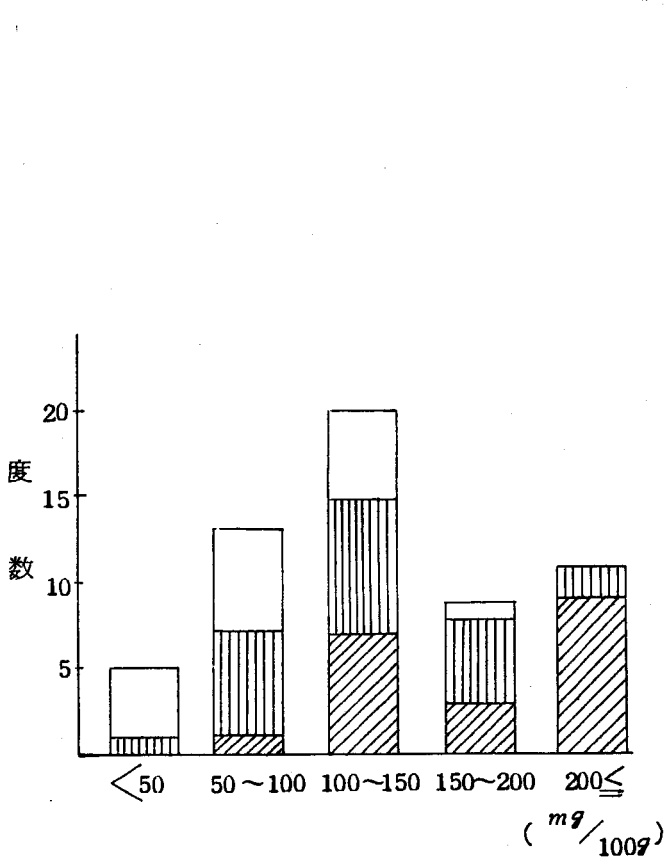


図5 置換性カリ（I、II層）

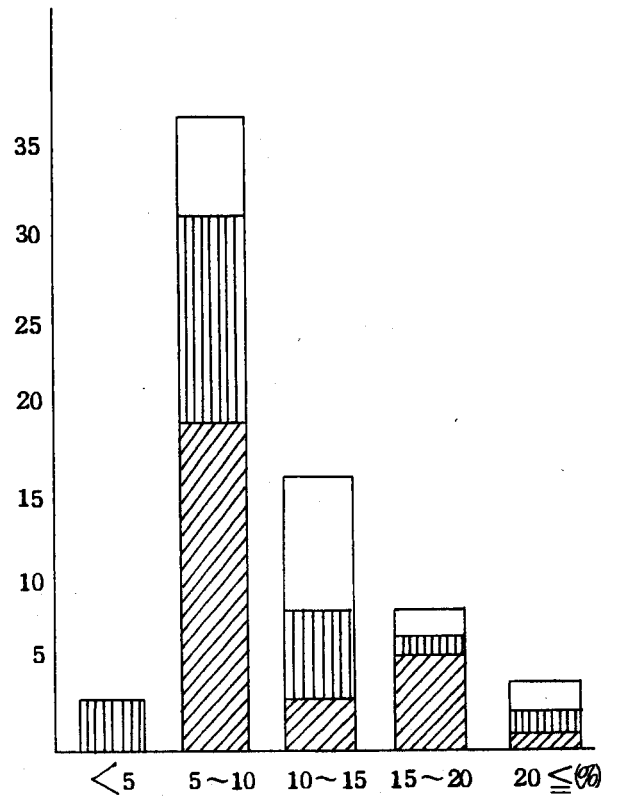


図6 カリ飽和度（I、II層）

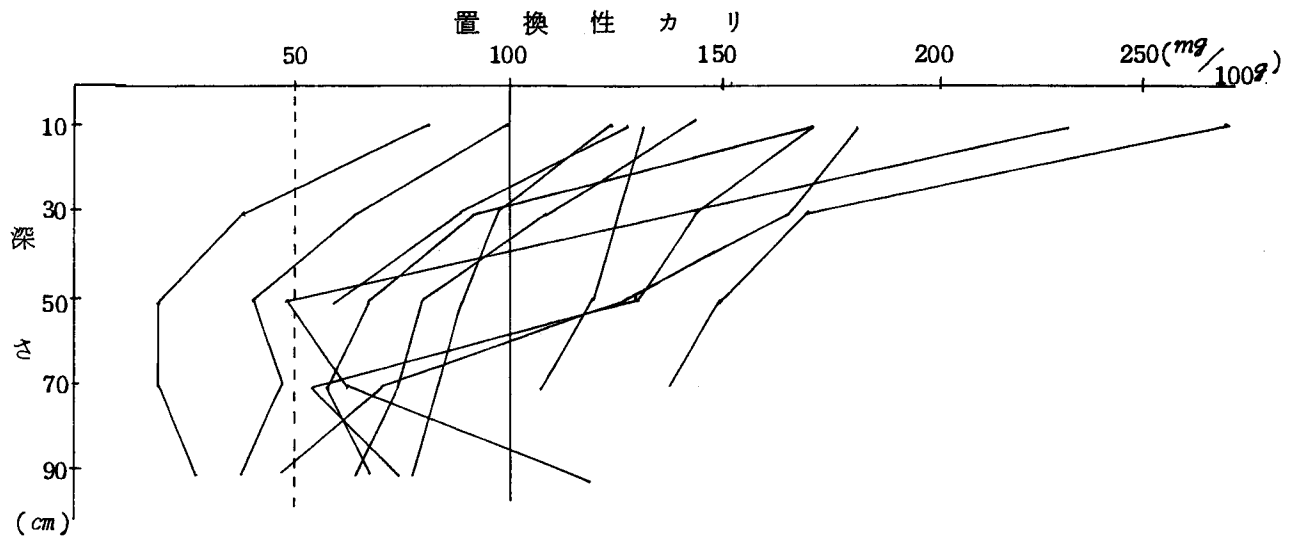


図7 置換性カリの垂直分布

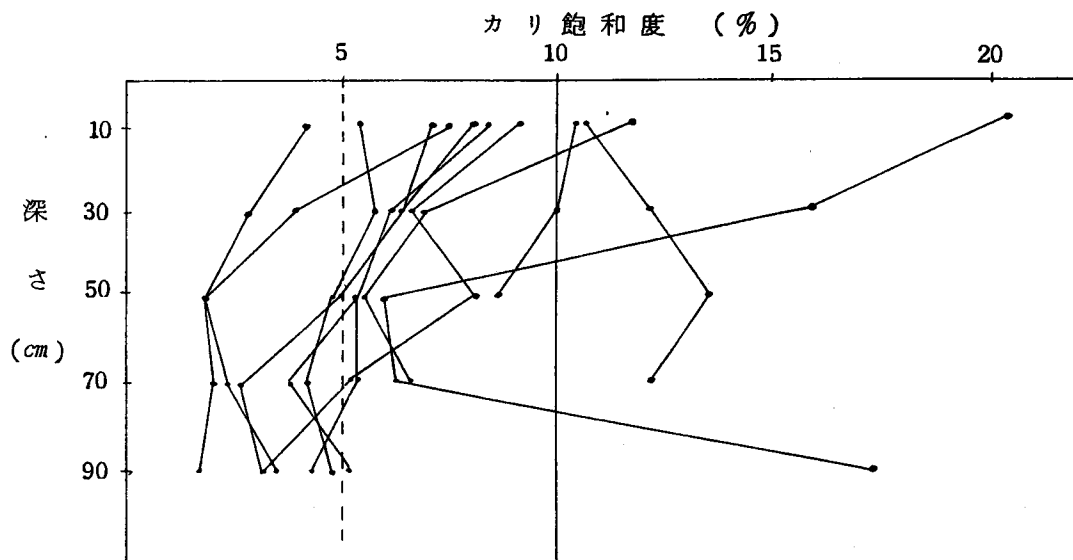


図8 カリ飽和度の垂直分布

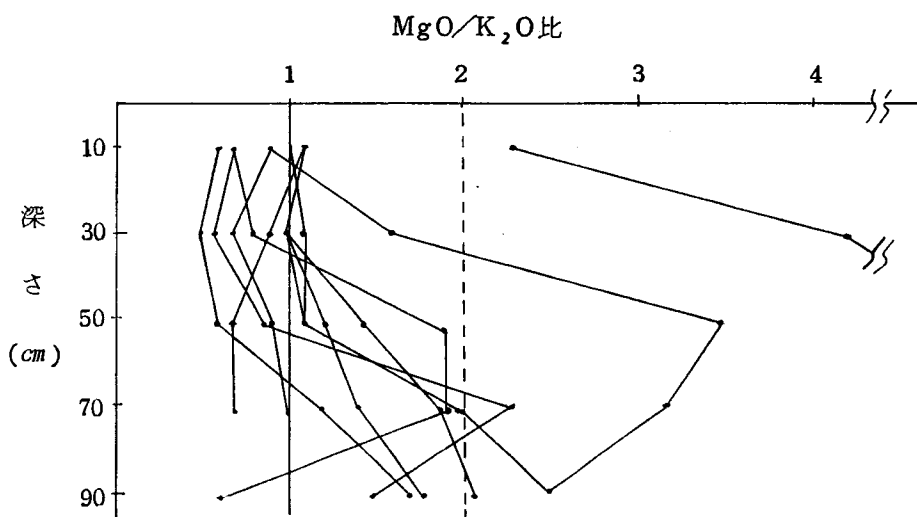


図9 苦土/カリ比の垂直分布

置換性カリの度数分布をみても、50 mg 以上の土壌は少なく、100 mg 以上の土壌が多かった。カリ飽和度でも10%以上の土壌が多くなっている。またカリ含量の垂直分布から、下層土においてもカリ含量の蓄積がみとめられた。

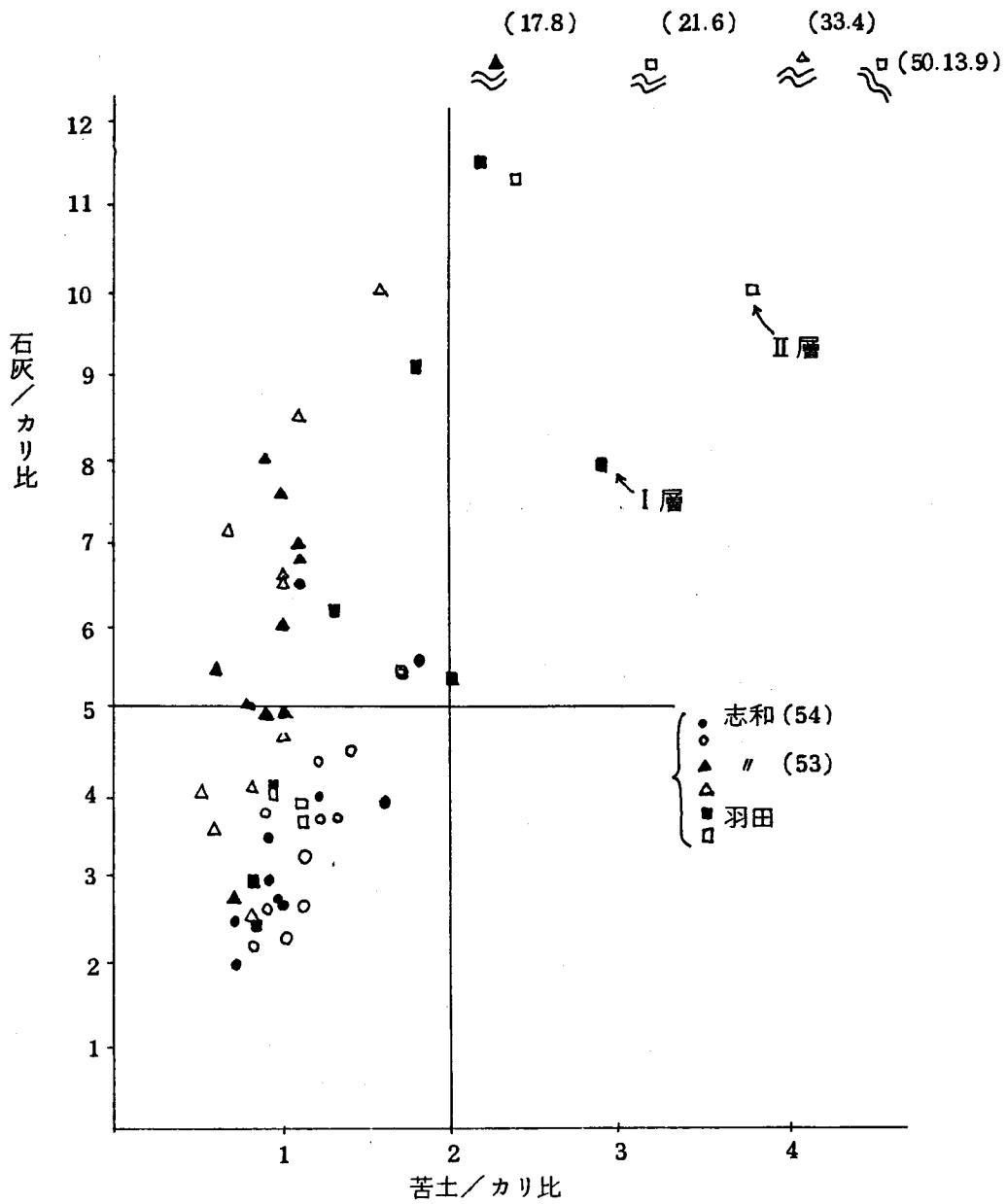


図10 塩基バランスの実態

塩基バランスでは苦土／カリ比の悪化が顕著で、下層土においてもみとめられた。

③ カリ肥沃度と収量性

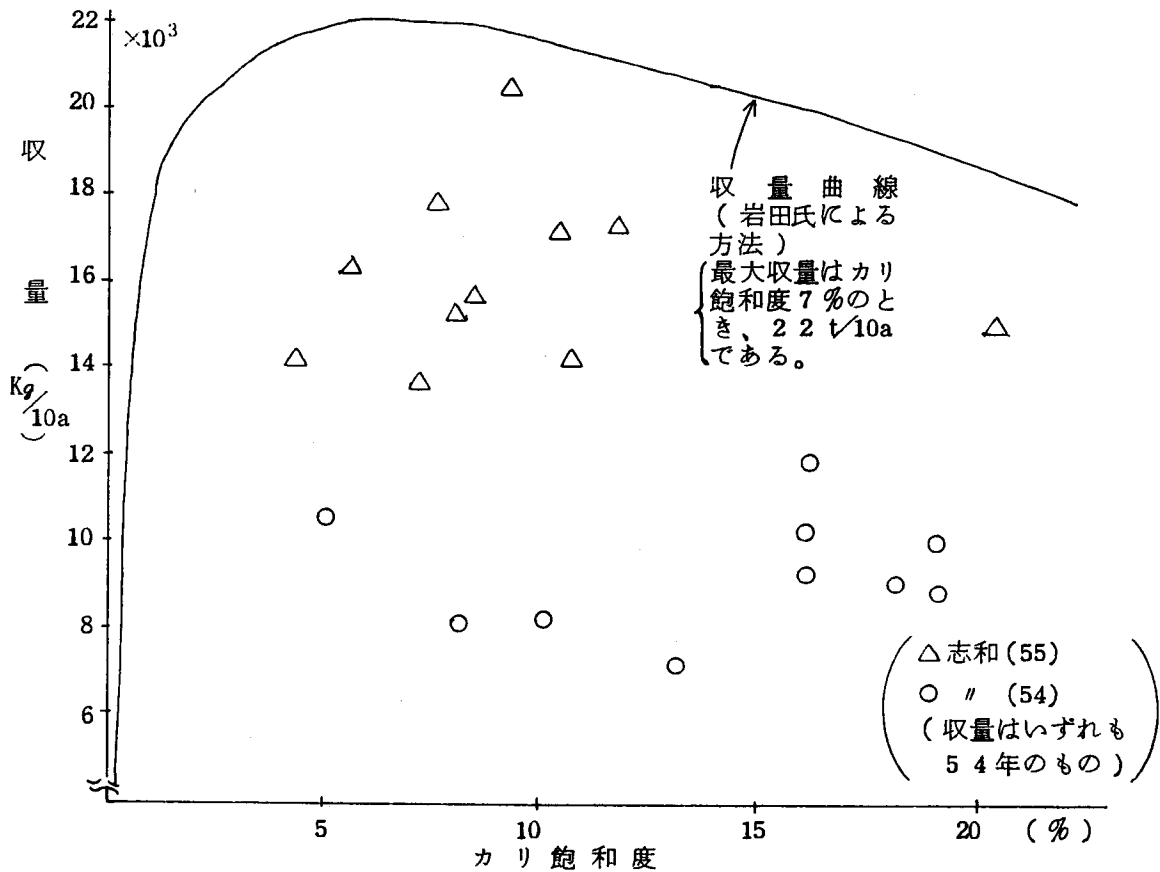
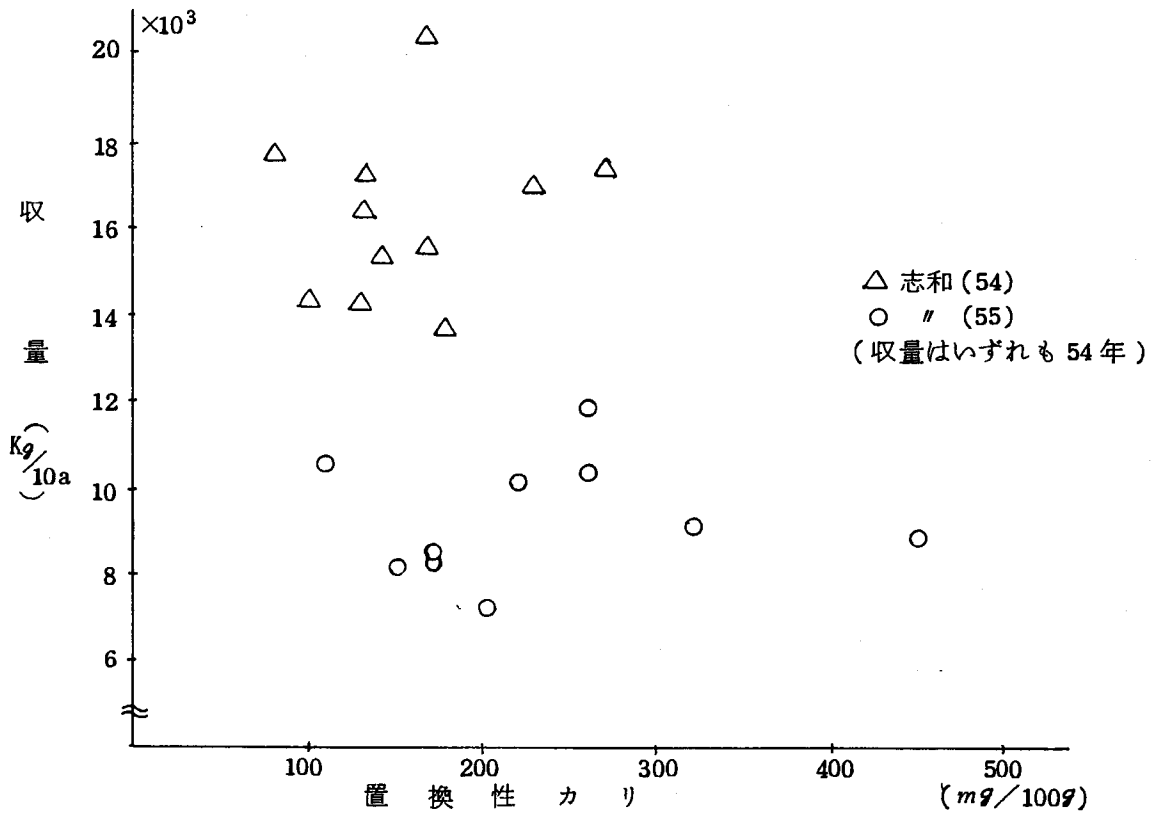


図 11 カリ含量と収量

形態別カリでは、置換性カリは水溶性、冷硫酸、および熱硝酸抽出カリと高い相関がみとめられる。また水溶性カリは置換性カリで50~70 mg 以上でみとめられる。一方水溶性カリとカリ飽和度との相関も高く、水溶性カリはカリ飽和度が約5%以上でみとめられる。

カリ含量が増大しても収量レベルは上昇しておらず、このため収量に対するカリ要因の寄与は小さいものと考えられる。

④ 形態別カリについて

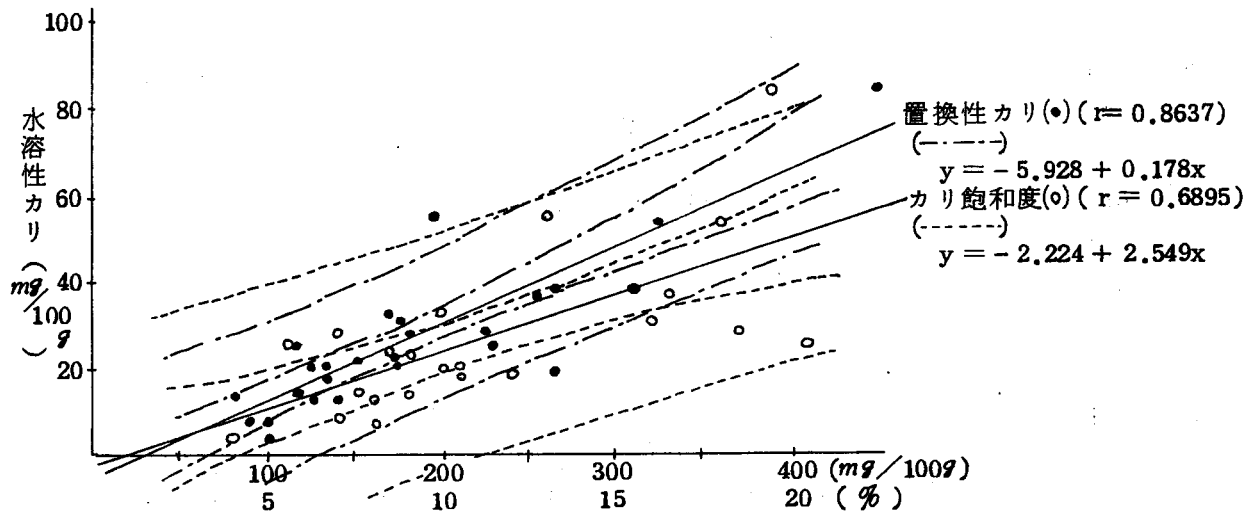


図 12 水溶性カリと置換性カリおよびカリ飽和度

表 2 相 関 係 数 表

| 要 因 | 水 溶 性 カ リ | 熱 硝 酸 抽 出 カ リ | 冷 硫 酸 抽 出 カ リ | 置 換 性 カ リ | 置換性 全カリ | 葉中カリ 含 有 率 | 水溶性 置換性 |
|------------|--------------|------------------|------------------|--------------|------------|---------------|------------|
| 熱硝酸抽出カリ | 0.8707 | | | | | | |
| 冷硫酸抽出カリ | 0.8954 | 0.8944 | | | | | |
| 置換性カリ | 0.8638 | 0.9419 | 0.8783 | | | | |
| 置換性 全カリ | 0.8233 | 0.9199 | 0.8765 | 0.9067 | | | |
| 葉中カリ含有率 | 0.0106 | -0.1338 | -0.0197 | -0.0603 | -0.2424 | | |
| 水溶性 置換性 | 0.6390 | 0.3064 | 0.4566 | 0.2214 | 0.2325 | 0.1742 | |
| 全 カ リ | -0.2942 | -0.3173 | -0.3959 | -0.3279 | -0.5835 | 0.1999 | -0.0504 |

⑤ 主成分分析

表3 相関係数表

| 要 因 | P H | 置換性 石 灰 | 同 苦 土 | 同 カ リ | C E C | 塩 基 飽 和 度 | 石 灰 飽 和 度 | 苦 土 飽 和 度 | カ リ 飽 和 度 |
|-------|--------|------------|----------|----------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 置換性石灰 | 0.2395 | | | | | | | | |
| 同 苦土 | 0.3388 | 0.7455 | | | | | | | |
| 同 カリ | 0.0248 | 0.4946 | 0.6965 | | | | | | |
| C E C | 0.3112 | 0.4914 | 0.5937 | 0.6243 | | | | | |
| 塩基飽和度 | 0.7128 | 0.5074 | 0.3793 | 0.0419 | 0.3676 | | | | |
| 石灰飽和度 | 0.5812 | 0.5189 | 0.1757 | 0.1635 | 0.4299 | 0.9248 | | | |
| 苦土飽和度 | 0.7217 | 0.2917 | 0.5920 | 0.1121 | 0.1737 | 0.7657 | 0.5214 | | |
| カリ飽和度 | 0.3772 | 0.1391 | 0.4397 | 0.6311 | 0.0420 | 0.4142 | 0.0810 | 0.5215 | |
| 苦土／カリ | 0.2577 | 0.2185 | 0.1330 | 0.4978 | 0.2394 | 0.3927 | 0.4949 | 0.4281 | 0.4312 |

(n = 58)

土壌要因としてPH、置換性石灰、苦土およびカリ、C.E.C、塩基飽和度、各塩基の飽和度そして苦土／カリ比を取上げ、昭和54、55年の志和地区（Ⅰ、Ⅱ層）42点、昭和54年の羽田地区（Ⅰ、Ⅱ層）16点の計58点について主成分分析を行った。

第1主成分（ Z_1 、寄与率42%）、第2主成分（ Z_2 、寄与率30%）、第3主成分（ Z_3 、寄与率15%）の3つの主成分によって全変動の87%を説明可能である。

表4 因子負荷量

| 土 壌 要 因 | 主 成 分 | | |
|-----------|---------|---------|---------|
| | Z_1 | Z_2 | Z_3 |
| P H | 0.7686 | -0.2411 | 0.2666 |
| 置換性石灰 | 0.6574 | 0.3982 | -0.5302 |
| " 苦土 | 0.6899 | 0.6157 | -0.2488 |
| " カリ | 0.2923 | 0.8993 | 0.1484 |
| C . E . C | -0.0664 | 0.8532 | -0.4387 |
| 塩基飽和度 | 0.9191 | -0.2882 | 0.0884 |
| 石灰 " | 0.7649 | -0.4633 | -0.1372 |
| 苦土 " | 0.8627 | -0.1104 | 0.1644 |
| カリ " | 0.5049 | 0.4429 | 0.6941 |
| 苦土／カリ | 0.3781 | -0.5726 | -0.5974 |

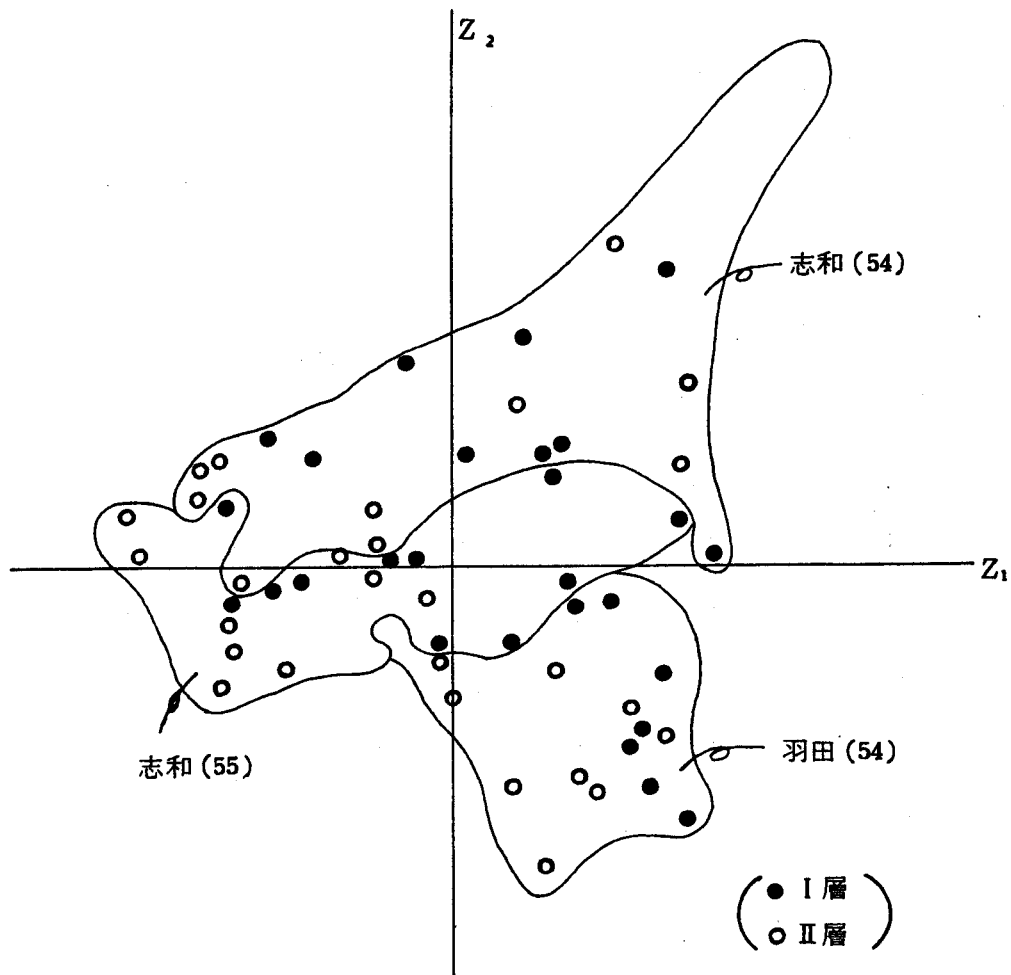


図13 主成分スコア (Z_1 、 Z_2) の散布図

Z_1 はPH、置換性石灰および苦土、塩基飽和度、石灰および苦土飽和度との関係が強く、土壌の塩基富化をあらわすとみられる。 Z_2 は置換性カリ、C.E、C、苦土/カリ比との関係が強く、土壌の保肥力、塩基バランスなどをあらわす。また Z_3 はカリ飽和度、苦土/カリ比との関係が強く、カリの富化をあらわすとみられる。

各データの主成分スコアを求め、 Z_1 と Z_2 について散布図を示した。54年調査の志和地区は塩基バランスの悪化とカリ富化が特徴で、一方羽田地区は塩基の富化が著しい。

(1) 圃場試験

① 夏秋きゅうりの連作圃場におけるカリ吸収経過

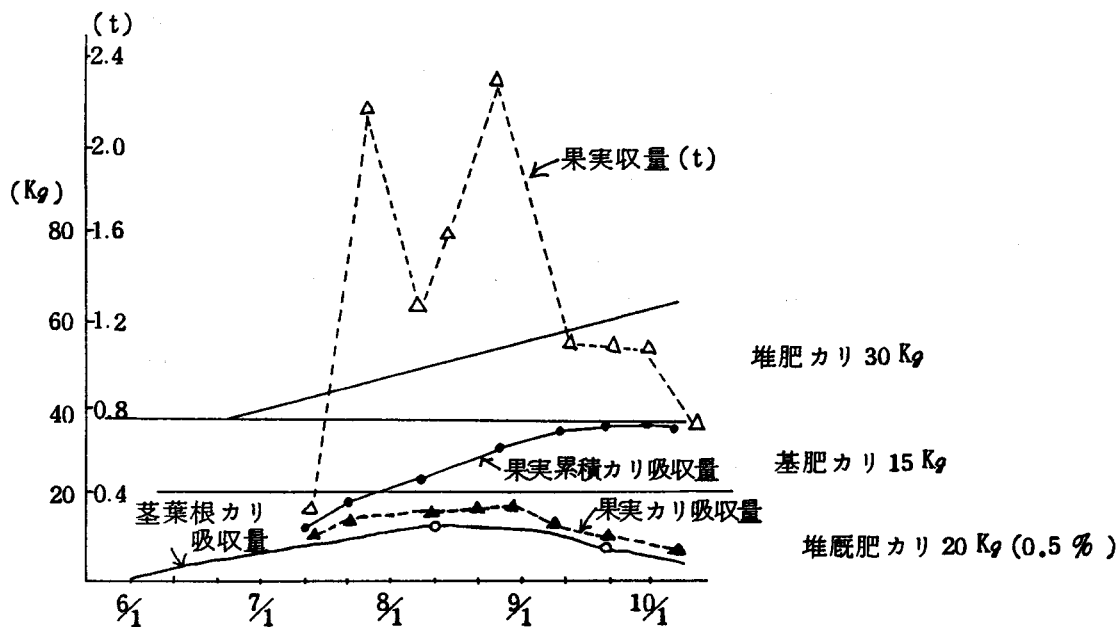


図14 カリの吸収模式図

栄養収支を模式図化すると第14図のようで、カリ施肥量は吸収量に概ね見合いとなっており、堆厩肥や敷わらから供給されるカリが土壤中に蓄積する形になっている。

② 夏秋きゅうりのカリ施肥量試験

表5 生育調査

| 年次 | 区名 | 草丈 (cm) | | | 節数 | | | 最大葉 (cm) | | |
|----|------|---------|------|-----|-----|------|------|----------|-----|-----|
| | | 6月中 | 6月下 | 7月上 | 6月中 | 6月下 | 7月上 | 6月中 | 6月下 | 7月上 |
| 54 | 無カリ | 16.4 | 88.5 | 158 | 4.8 | 16.2 | 24.9 | 103 | 427 | 575 |
| | カリ半量 | 17.0 | 89.5 | 157 | 4.8 | 16.6 | 25.3 | 100 | 434 | 564 |
| | カリ標準 | 17.0 | 89.3 | 159 | 5.0 | 16.2 | 24.9 | 99 | 394 | 571 |
| 55 | 無カリ | 24.5 | 88.1 | 158 | 7.3 | 18.4 | 24.4 | 147 | 495 | 624 |
| | カリ半量 | 25.2 | 86.8 | 156 | 7.4 | 17.9 | 23.3 | 147 | 486 | 633 |
| | カリ倍量 | 25.1 | 84.7 | 157 | 7.4 | 17.4 | 24.8 | 145 | 469 | 639 |
| | カリ標準 | 23.9 | 84.9 | 157 | 7.1 | 17.7 | 23.5 | 141 | 484 | 633 |

(注) 54年は2ブロック、55年は3ブロック、いずれも平均値

54年カリ標準 = 41.7 Kg K₂O

55年カリ標準 = 45 Kg K₂O

表6 収量調査

| 年次 | 区名 | 時期別収量 (Kg/10a) | | | | (良+曲)果収量 (Kg/10a) | 同左率 (%) |
|----|------|----------------|-------|-------|--------|-------------------|---------|
| | | 7月 | 8月 | 9月 | 計 | | |
| 54 | 無カリ | 3,463 | 5,641 | 2,047 | 11,151 | 7,354 | 66.0 |
| | カリ半量 | 3,588 | 5,486 | 1,809 | 10,883 | 6,924 | 63.5 |
| | カリ標準 | 3,975 | 5,962 | 2,095 | 12,032 | 7,742 | 64.4 |
| | 分散分析 | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| 55 | 無カリ | 2,434 | 3,770 | 1,622 | 7,825a | 5,829a | 74.5 |
| | カリ半量 | 2,339 | 3,513 | 1,672 | 7,524a | 5,639a | 75.0 |
| | カリ倍量 | 2,396 | 3,900 | 1,634 | 7,930a | 6,080a | 76.7 |
| | カリ標準 | 2,529 | 4,103 | 1,847 | 8,479b | 6,649b | 78.4 |
| | 分散分析 | NS | NS | NS | *** | *** | NS |

(注) 54年は7月に6月分も含む。

***は1%水準

表7 カリ吸収と土壤中カリの消長

| 年次 | 区名 | 葉中カリ※含有率 (%) | カリ吸収量 (Kg/1a) | 土壤中K ₂ Oの消長 (mg/100g) | | |
|----|------|--------------|---------------|----------------------------------|-----|-----|
| | | | | 原土 | 8月上 | 跡地 |
| 54 | 無カリ | 5.38 | 37.5 | 87 (7.0) | 94 | 100 |
| | カリ半量 | 5.00 | 43.1 | | 110 | 121 |
| | カリ標準 | 4.66 | 43.4 | | 125 | 170 |
| 55 | 無カリ | 3.70 | 44.6 | 110 (8.6) | 127 | 89 |
| | カリ半量 | 4.05 | 50.6 | | 115 | 101 |
| | カリ倍量 | 3.81 | 48.8 | | 122 | 124 |
| | カリ標準 | 3.83 | 51.0 | | 120 | 113 |

(注) ()内はカリ飽和度 (%)

※はK

両年とも生育差はみとめられなかった。合計収量でみると、54年はカリ標準>無カリ>カリ半量の順であるが、分散分析の結果は有意でなかった。55年はカリ標準>カリ倍量>無カリ>カリ半量の順で、分散分析の結果、カリ標準区と他区との間に有意差がみとめられた。しかし、この年は多雨条件下であるが、カリ倍量の効果は少なかった。これらのことから、カリ飽和度が5~10%の間ではカリの施肥量は標準量でよく、多量施用は収量増には

ならない。また塩基バランスを考慮した場合、カリ飽和度が10%以上ではカリの施肥量を減らすのが好ましい。

また、カリ吸収についてみると、葉中カリ含有率はカリ施肥量にレスポンスせず、カリ吸収量でも無カリ区収外は差が明らかでなかった。一方土壌中のカリ含量では、いずれの年も蓄積の傾向であるが、55年は多雨条件のため蓄積量は少なく、かなりの量が流亡したものと考えられる。

表8 塩基バランスに基づく養分豊否の基準(鎌田)

| 要因項目 | 要因強度 | | | | |
|---------|----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | 1 (多) | 2 (中) | 3 (少) | 3 (過剰) | |
| 交換性Ca含量 | 飽和度 | 50~46% | 45~40% | 39%以下 | 51%以上 |
| | 100g当たり | 560~515mg | 514~449mg | 448mg以下 | 561mg以上 |
| 交換性Mg含量 | 飽和度 | 20~18% | 17~15% | 14%以下 | 21%以上 |
| | 100g当たり | 160~144mg | 143~121mg | 120mg以下 | 161mg以上 |
| 交換性K含量 | 飽和度 | 10~5% | 4%(16mg) | - | 11%以上 |
| | 100g当たり | 188~94mg | 93~16mg | 15mg以下 | 189mg以上 |

- (注) 1. 乾土100g当たりmg数はCEC40ミリグラム当量の場合を示す。
 2. 基準設定に当たりC₃飽和度48%を50%に、K12%を10%として端数整理を行った。
 3. 塩基飽和度は1(多)30~69%、2(中)66~56%、3(少)53%以下、3(過剰)83%以上。

表9 各養分の要因強度(鎌田)

| 要因強度 項目 | 1 (理想土壌) | 2 (理想土壌下限) | 3 (欠乏および過剰土壌) |
|------------|-------------|---------------|------------------------------|
| 交換性Ca | 飽和度 50% | 飽和度 40% | { 飽和度 39%以下 " 51%以上 |
| 交換性Mg | 飽和度 20% | 飽和度 15% | { " 14%以下 " 21%以上 |
| 交換性K | 飽和度 10% | 飽和度 5% | { 100g当たり15mg以下 飽和度 11%以上 |
| 備考(塩基飽和度) | 80% | 60% | |

このため肥料要素として満足されても塩基として不十分の場合もあるので、下限値を 15 mg (100 g 当たり) として設定した。

(6) 残された問題点

- 1) カリの蓄積及び流亡と気象要因との関連
- 2) 他作物での実態
- 3) 有効リン酸の富化と施肥法

(7) 参 考 資 料

- 1) 昭和 5 3、5 4 年度 岩手園試 野菜関係試験成績
- 2) 昭和 5 5 年度 岩手園試、園芸作物の土壤肥料及び流通利用に関する試験成績
- 3) 昭和 5 4 年 園芸学会東北支部大会講演要旨
- 4) 昭和 5 5 年 東北農業研究 (未刊)
- 5) 神奈川農総研報告 第 113 号 (1973)
- 6) " 第 119 号 (1978)