

岩手県立農業試験場研究報告
第23号113-185(1982)

畑土壤改良基準策定のための基礎研究

第3報 有効磷酸目標設定方式による土壤改良法

千葉 明・白旗秀雄・石川格司・新毛晴夫
千葉行雄・宮下慶一郎

Fundamental Researches for Deciding the Standards
of Upland Soil Amendment
(III) Methods of Phosphate Application to
Control the Available Phosphate Content
in the Soil
by
Akira CHIBA, Hideo SHIRAHATA, Haruo SHINKE
Yukio CHIBA and Keiichiro MIYASHITA

| 目 | 次 |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| I 緒 言 | |
| II 磷酸欠乏土壤改良対策 | |
| 1. 主要火山灰土壤の分布と特徴 | イ. 各種磷酸質土壤改良資材の施用に伴う 土壤 pH の変動 |
| 2. 磷酸欠乏土壤の改良法 | ウ. 珪酸質肥料の施用に伴う土壤 pH 及 び磷酸吸収係数の変動 |
| (1) 土壤中に有効磷酸を含まぬ場合の改良法 | エ. 有効磷酸目標設定方式による土壤改良 試験 |
| ア. 主要野菜に対する土壤改良効果 | III 磷酸欠乏土壤改良対策総合考察 |
| イ. 土壤改良の持続効果解析に関する試験 | IV 要 約 |
| (2) 有効磷酸目標設定方式による土壤改良法 | V 引 用 文 献 |
| ア. 磷酸質土壤改良資材による土壤型別 有効磷酸の富化量調査 | VI 英 文 摘 要 |

* 現岩手県立農業短期大学校

** 現岩手県立農業試験場・県南分場

*** 現岩手県立農業試験場・県北分場

I 緒 言

岩手県は火山灰土壌の分布が広く、畑土壌の低位生産性の原因はこの火山灰土壌の劣悪性、とくに化学的性質の劣悪性に起因する所が少なくなく、その改良対策について多くの検討も行なわれて来た。とくに磷酸欠乏土壌の改良対策については、開拓地土壌調査事業実施時期である昭和 20 年代から多くの試験が行われて来た¹⁾。しかし、土壌の化学性に、より密着した土壌改良法の研究が本格的に行なわれたのは昭和 37 年以降の東北農試山本毅らの研究であり^{2) 3)} 岩手県でもこの方法を現地において確認し、いわゆる「土壌改造技術」としてこれを県下に普及した。

本技術は、土壌中に有効磷酸を殆ど含まない場合に、土壌の磷酸吸収係数から磷酸所要量を決定する方法が基本であるが、筆者らは、これを土壌の有効磷酸の富化目標を設定する改良法に進め、さらに普通畑作物主体の試験から野菜を重点に検討を進めた。その結果、省資源の観点からもより合理的と考えられる知見を得たのでこれを取りまとめた。

本研究は昭和 47 年から 52 年にわたる試験研究成果を主体にとりまとめたものであるが、それ以前に岩手農試において実施された一部の関連試験成績についても統計処理等を行なう等解析を加えた。

本研究の推進に当たっては、農林省農産園芸局、農林水産技術会議から多くのご援助を得ており、感謝の意を表したい。

また本研究の実施に当たっては、元黒沢順平場長のご助言をいただき、県農産普及課長補佐高橋健太郎氏、施肥改善科長遠藤征彦氏の研究に示唆さ

れたところが多く、ここに感謝の意を表したい。

また本研究の取りまとめに当っては齊藤博之専門研究員、小野剛志技師の協力を得た。記して感謝の意を表する。

II 磷酸欠乏土壌改良対策

1. 主要火山灰土壌の分布と特徴

岩手県内には、県北部一帯および奥羽山麓とこれに連なる台地を中心に火山灰が広く分布し、しかもこの火山灰は、噴出源の違いによって性質の異なることは、すでに黒沢らにより明らかにされている。これら火山灰の理化学的性の違いは、主に、土性、土壌反応、塩基含量、微量元素含量によって分けられるが、磷酸吸収係数が高く有効磷酸の少ないことはほぼ共通な性質である。

黒沢⁴⁾は、これら火山灰を噴出源の違いから 8 タイプに分類しているが、畑土壌として最も特徴的であり、しかも分布面積の広い火山灰土壌として、次の三者をあげることができる。

(1) 岩手山系火山灰土壌

岩手山の噴出にかかる火山灰土壌で、噴出年代によって、理化学性は著しく異なり、石塚は噴出年代の違いからこれを A・B・C の 3 統に分類している。(その後井上らは^{6) 7)}、岩手火山灰の C 統は駒ヶ岳火山灰である可能性が強いことを明らかにしている。) 岩手火山灰は、盛岡市と岩手郡下を中心に広く分布するが、滝沢村周辺の代表的土壌 (B 統) の性格を示したのが表 - 1 である。

岩手火山灰は、母岩が塩基性岩であり⁸⁾、また噴出年代が比較的新しいために⁹⁾、置換性塩基、とくに石灰と苦土が豊富で、反応は中性に近い。しかし加里が欠乏し、また土層中にスコリア

表 - 1 岩手山系火山灰土壌

岩手郡滝沢村砂込 (畑)

| 層位 | pH | | 腐植 (%) | 全窒素 N (%) | 全炭素 C (%) | C / N | 塩基置換容量 (me) | 置換性塩基 (mg%) | | | 磷酸吸収係数 | 有効磷酸 P ₂ O ₅ (mg.%) |
|-----|------------------|-----|--------|-----------|-----------|-------|-------------|-------------|-----|------------------|--------|---|
| | H ₂ O | KCl | | | | | | CaO | MgO | K ₂ O | | |
| I | 6.1 | 5.4 | 11.55 | 0.53 | 6.70 | 12.6 | 28.3 | 334 | 39 | 7 | 2,340 | 2.4 |
| II | 6.6 | 5.8 | 12.11 | 0.52 | 7.02 | 13.5 | 32.0 | 431 | 54 | 4 | 2,580 | 2.4 |
| III | 6.6 | 5.8 | 7.56 | 0.26 | 4.38 | 16.8 | 23.8 | 291 | 39 | 4 | 2,600 | 1.2 |
| IV | 6.7 | 6.0 | 7.11 | 0.32 | 4.12 | 12.9 | 23.1 | 362 | 24 | 4 | 2,560 | 0.4 |
| V | 6.8 | 6.0 | 3.78 | 0.17 | 2.19 | 12.9 | 21.6 | 270 | 23 | 4 | 2,560 | 0.4 |

を含み、時にはスコリア層が出現する地域もあり、(A統)、このような所では、旱魃による生育阻害が著しい。そのほか、磷酸吸収係数が高く、有効磷酸が少ないことは他地域に分布する火山灰土壌と同様である。

さらに微量元素では、マンガンと硼素の欠乏症の発生が認められる¹⁰⁾。

(2) 焼石岳系火山灰土壌

焼石岳系火山灰は、花巻市から衣川村に至る丘陵地及び洪積台地に分布し、強酸性土壌で置換性石灰及び苦土が欠乏し、磷酸吸収係数が高くかつ有効磷酸に乏しい。銅欠乏¹¹⁾、亜鉛欠乏¹²⁾、硼素欠乏¹³⁾の発生し易いことが本火山灰の特徴であり、陸稲の甚しい苦土欠乏¹⁴⁾の発生も見られている。

表-2 焼石岳系火山灰土壌

胆沢郡胆沢町五本松(畑)

| 層位 | pH | | 腐植 (%) | 全窒素 N (%) | 全窒素 C (%) | C/N | 塩基置換容量 (me) | 置換性塩基 (mg%) | | | 磷酸吸収係数 | 有効磷酸 P ₂ O ₅ (mg%) | 1:10 HCl 可溶銅 Cu (ppm) | 0.1N HCl 可溶銅 Cu (ppm) |
|-----|------------------|-----|--------|-----------|-----------|------|-------------|-------------|-----|------------------|--------|--|-----------------------|-----------------------|
| | H ₂ O | KCl | | | | | | CaO | MgO | K ₂ O | | | | |
| I | 5.6 | 4.7 | 13.0 | 0.40 | 7.54 | 18.9 | 24.5 | 223 | Tr. | 39 | 1,740 | Tr. | 4.4 | 0.1 |
| II | 4.8 | 4.5 | 10.3 | 0.26 | 5.97 | 23.0 | 22.5 | 38 | 11 | 27 | 2,040 | " | - | - |
| III | 4.9 | 4.2 | 4.4 | 0.16 | 2.55 | 15.9 | 18.5 | 34 | 10 | 15 | 2,040 | " | - | - |
| IV | 4.9 | 4.4 | 1.6 | 0.07 | 0.93 | 13.3 | 16.6 | 41 | 20 | 8 | 1,640 | " | - | - |
| V | 5.0 | 4.5 | 1.8 | 0.07 | 1.04 | 14.9 | 8.0 | 27 | 23 | 11 | 1,440 | " | - | - |

(3) 十和田、八甲田系火山灰土壌¹⁵⁾

県北部に広く分布する火山灰で、その範囲は二戸郡の北部から、九戸郡および久慈市にわたっている。噴出源は十和田、八甲田山系と見られ、下層に浮石層が出現する。岩手火山灰あるいは焼石火山灰に比べ磷酸吸収係数はやや低い。また置

換性塩基が比較的少ないにもかかわらず、酸性は概して弱い傾向が見られる。

微量元素では、銅欠乏¹⁶⁾と硼素欠乏が見られ、¹⁷⁾とくに銅欠乏は、焼石岳系火山灰と、本土壤系統とが二大発生地域の土壌として注目されている。

表-3 十和田、八甲田系火山灰土壌

九戸郡怪米町高清水(畑)

| 層位 | pH | | 腐植 (%) | 全窒素 N (%) | 全窒素 C (%) | C/N | 塩基置換容量 (me) | 置換性塩基 (mg%) | | | 磷酸吸収係数 | 有効磷酸 P ₂ O ₅ (mg%) | 1:10 HCl 可溶銅 Cu (ppm) | 0.1N HCl 可溶銅 Cu (ppm) |
|-----|------------------|-----|--------|-----------|-----------|------|-------------|-------------|-----|------------------|--------|--|-----------------------|-----------------------|
| | H ₂ O | KCl | | | | | | CaO | MgO | K ₂ O | | | | |
| I | 6.7 | 5.3 | 8.3 | 0.44 | 4.81 | 10.9 | 16.9 | 222 | 8 | 14 | 1,340 | 5.2 | 6.3 | 0.1 |
| II | 6.4 | 5.3 | 6.2 | 0.39 | 3.60 | 9.2 | 16.7 | 164 | 9 | 9 | 1,560 | 0.8 | - | - |
| III | 6.1 | 5.5 | 6.2 | 0.36 | 3.60 | 10.0 | 16.9 | 127 | 10 | 11 | 2,080 | 0.7 | - | - |

以上の3種類の代表的火山灰土壌は、磷酸吸収係数が全般に高目で有効磷酸が欠乏していることは共通な性質であるが、置換性塩基や微量元素含量には特徴的な差があり、これも作物の生育を規制している大きな要因になっている。

畑土壌の改良に当っては、土壌酸性、置換性塩基含量とそのバランス、微量元素含量、それに有

効磷酸含量などを適切に保つようにしなければならないが、本報告においては磷酸問題を重点に検討した結果を報告する。

2. 磷酸欠乏土壤改良法

本県の畑面積 64,000haのうち、火山灰土壤は 36,000haに及び、このことはかつて、開拓地土壤調査事業においても重点的な検討項目となった。

しかし当時の肥料情勢からいっても、磷酸肥料を土壤改良資材と考えて多量投入するという考え方は少なく、むしろ如何に効率良く使うかということに研究の重点がおかれた。このことは供試した作物が、麦、大豆等の普通作物が多く、野菜に比べて一般に磷酸に対する感応性が低く、かつ経済的にも有利性が認められなかったということにも原因があったと考えられる。

その後、山本らは²⁾³⁾、普通畑作物においても磷酸多投による土壤改良効果が著しいことを明らかにしたが、筆者らは、さらに農業経営上明らかに有利と思われる野菜類を作付対象に取り入れて、磷酸欠乏土壤の改良法と、さらに一歩進めた土壤中の有効磷酸の計画的な富化方法を樹立しようとした。

表-4 試験地土壤の化学性

| 層位 | 層厚 (cm) | 土性 | 腐植 | pH | | 置換 酸度 Y ₁ | 塩基 置換 容量 (me) | 置換性塩素(mg%) | | | 石灰 飽和度 (%) | 磷酸 吸収 係数 | 有効 磷酸 P ₂ O ₅ (mg%) | 仮比重 |
|-----|------------|----|------|------------------|-----|----------------------------|------------------------|------------|-----|------------------|------------------|----------------|--|-------|
| | | | | H ₂ O | HCl | | | CaO | MgO | K ₂ O | | | | |
| I | 0~15 | L | 11.6 | 6.1 | 5.4 | 0.4 | 28.3 | 334 | 39 | 7 | 42 | 2,400 | Tr. | 0.696 |
| II | 15~26 | L | 12.1 | 6.6 | 5.8 | 0.2 | 32.0 | 431 | 54 | 3 | 48 | 2,720 | " | - |
| III | 26~44 | L | 7.6 | 6.6 | 5.8 | 0.5 | 23.8 | 291 | 39 | 4 | 44 | 2,760 | " | - |

磷酸質土壤改良資材（以下磷酸質資材と略記）
投入量の算定；

磷酸質資材の投入量は、作土10cm相当の土量と、
磷酸吸収係数から算定した。すなわち、作土10cm
相当の投入量は、磷酸吸収係数の1%施用の場合、
 $2,400 \times 0.01 \times 0.696 = 16.70 \text{ kg P}_2\text{O}_5/10a$ とし、
(磷酸) (1%) (仮比重)

本試験では磷酸吸収係数の1.5~12%のP₂O₅を
投入した。施用磷酸はpHが低くないので過石・

(1) 土壤中に有効磷酸を含まぬ場合の
改良法¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾

ア 主要野菜に対する土壤改良効果

土壤中に有効磷酸を殆ど含まぬ場合は、磷酸吸
収係数の函数として算定し、従来のように単に少
量、多量という概念ではなく、より土壤の化学性に
重点を置いた資材の投入量を決定した。作目も野
菜を指向し、スイートコーン、にんじん、レタス、
てん菜等を供試した。

(ア) スイートコーンに対する土壤改良の
効果 (昭40)

試験場所；岩手郡滝沢村、農試圃場

供試作物；スイートコーン

(ゴールデンドロスバンダム)

土壤条件；腐植質火山灰土壤

熔磷比を1:2とし、通常の1:4よりも過石比を
高めた。

共通施肥量、 $N = 5.5 + 7.0 \quad K_2O = 3.0$
(kg/10a) 堆肥 2t

試験成績

収量成績を表-5に示した。

表-5 収量成績

(kg/10a)

| 区名 | 全重 | 総雌穂重 | 有効雌穂重 | 全重比 | 有効雌穂重比 | 磷酸質資材 施用量 (P ₂ O ₅) |
|--------------------|-------|-------|-------|-----|--------|--|
| 1. 未改良 | 1,971 | 695 | 535 | 100 | 100 | 12.5 |
| 2. 磷吸1.5%改良 | 3,372 | 981 | 857 | 171 | 160 | 25.1 |
| 3. " 3.0 " | 4,075 | 1,141 | 1,014 | 207 | 190 | 50.1 |
| 4. " 6.0 " | 3,993 | 1,112 | 953 | 203 | 178 | 100.2 |
| 5. " 12.0 " | 4,098 | 1,160 | 1,047 | 208 | 196 | 200.4 |
| 6. " 6.0 " + 堆肥 | 4,132 | 1,194 | 1,060 | 210 | 199 | 100.2 |

考察

磷酸質資材の投入増はスイートコーンの生育を旺盛にし、磷吸6%改良区の乱れはあるが、増施肥区有効雌穂重は増加し、磷酸吸収係数の12%投入区では、未改良区のほぼ2倍量の収量になっている。また堆肥2t併用の効果も認められている。

(イ) 短根にんじんに対する土壌改良の効果(昭43)

試験場所; 岩手郡滝沢村、農試圃場

供試作物; 短根にんじん

(チャンテネーインプルーブド)

土壌条件; 腐植質火山灰土壌

表-6. 試験地土壌の化学性

| 層位 | 層厚 (cm) | 土性 | 腐植 (%) | pH | | 塩基置換 容量 (me) | 置換性塩基(mg%) | | | 石灰飽和度 (%) | 磷酸吸収 係数 | 有効 磷酸 P ₂ O ₅ (mg%) | 仮比重 |
|-----|------------|----|-----------|------------------|-----|--------------------|------------|-----|------------------|--------------|------------|--|------|
| | | | | H ₂ O | KCl | | CaO | MgO | K ₂ O | | | | |
| I | 0~15 | L | 11.6 | 6.2 | 5.4 | 28.3 | 238 | 20 | 15 | 35 | 2,220 | Tr. | 0.70 |
| II | 15~26 | L | 12.2 | 6.6 | 5.8 | 32.0 | 431 | 54 | 3 | 58 | 2,720 | " | - |
| III | 26~44 | L | 7.6 | 6.6 | 5.8 | 23.8 | 291 | 39 | 4 | 55 | 2,760 | " | - |

磷酸質資材投入量と施肥量;

P₂O₅ = 12 (過石)

作土10cm相当の磷酸吸収係数の2.5~10%の

K₂O = 15 (塩加)

P₂O₅を、仮比重を勘案して施用。磷酸吸収係数の1%相当P₂O₅は15.4kg/10aである。なおP₂O₅は、過石・熔磷比を1:4として施用した。

共通施肥量、N = 10+5+3 (尿素+硫酸)
(kg/10a) 基肥 追肥

試験成績

収量成績、養分吸収状況、及び跡地土壌分析値を表-7~10に示した。

表-7. 収量成績

(kg/10a)

| 区名 | 正常根 | 同 比 | 正常根規格別収量 | | | | | 不良根(本) | | 磷酸質 資材 施用量 P ₂ O ₅ |
|-------------|-------|-----|-------------|---------------|---------------|--------------|-------|--------|-------|---|
| | | | 200g 以 上 | 150g ~200g | 100g ~150g | 50g ~100g | 50g以下 | 奇 形 | 腐 敗 | |
| 1. 未 改 良 | 1,452 | 100 | 0 | 0 | 488 | 704 | 260 | 3,334 | 0 | 0 |
| 2. 磷吸2.5%改良 | 1,836 | 126 | 50 | 250 | 856 | 550 | 130 | 2,792 | 1,667 | 38.5 |
| 3. " 5.0 " | 2,124 | 146 | 213 | 363 | 881 | 550 | 117 | 2,790 | 1,042 | 77.0 |
| 4. " 7.5 " | 2,200 | 152 | 171 | 354 | 579 | 846 | 250 | 2,709 | 625 | 115.5 |
| 5. " 10.0 " | 2,113 | 146 | 87 | 416 | 1,058 | 452 | 100 | 1,667 | 1,668 | 154.0 |

表-8. 養分含有量

(%)

| 区名 | 葉 | | | 根 | | |
|-------------|------|-------------------------------|------------------|------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1. 未 改 良 | 3.10 | 1.02 | 6.20 | 2.40 | 0.98 | 5.90 |
| 2. 磷吸2.5%改良 | 3.46 | 1.38 | 6.30 | 2.29 | 1.16 | 5.80 |
| 3. " 5.0 " | 3.54 | 1.32 | 6.70 | 2.27 | 1.18 | 5.30 |
| 4. " 7.5 " | 3.71 | 1.20 | 7.75 | 2.52 | 1.50 | 5.75 |
| 5. " 10.0 " | 3.37 | 1.24 | 7.75 | 2.31 | 1.42 | 5.30 |

表-9. 養分吸収量

(kg/10a)

| 区名 | 葉 | | | 根 | | | 計 | | |
|-------------|------|-------------------------------|------------------|------|-------------------------------|------------------|------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1. 未 改 良 | 2.28 | 0.71 | 6.54 | 4.77 | 1.50 | 8.24 | 7.05 | 2.21 | 14.79 |
| 2. 磷吸2.5%改良 | 2.13 | 0.75 | 5.47 | 4.32 | 2.16 | 9.09 | 6.45 | 2.91 | 14.53 |
| 3. " 5.0 " | 2.44 | 0.85 | 6.31 | 5.37 | 3.16 | 12.33 | 7.81 | 4.01 | 18.64 |
| 4. " 7.5 " | 1.99 | 0.57 | 4.84 | 6.14 | 3.03 | 12.61 | 8.13 | 3.60 | 17.45 |
| 5. " 10.0 " | 1.82 | 0.74 | 5.14 | 5.24 | 2.67 | 11.81 | 7.06 | 3.41 | 16.95 |

表-10. 跡地土壌の化学性

| 区名 | pH | | 塩基置 換容量 (me) | 置換性塩基(mg%) | | | 塩基 飽和度 (%) | 磷酸吸収 係 数 | 有効磷酸 P ₂ O ₅ (mg%) |
|-------------|------------------|-----|--------------------|------------|-----|------------------|------------------|-------------|--|
| | H ₂ O | KCl | | CaO | MgO | K ₂ O | | | |
| 1. 未 改 良 | 5.5 | 4.9 | 28.5 | 204 | 41 | 18 | 34 | 2,140 | 2.2 |
| 2. 磷吸2.5%改良 | 5.7 | 5.1 | 28.8 | 226 | 65 | 24 | 41 | 2,100 | 2.5 |
| 3. " 5.0 " | 5.9 | 5.2 | 30.5 | 283 | 89 | 26 | 49 | 2,100 | 4.9 |
| 4. " 7.5 " | 6.0 | 5.3 | 31.5 | 317 | 81 | 24 | 50 | 2,040 | 6.4 |
| 5. " 10.0 " | 6.1 | 5.5 | 31.8 | 339 | 106 | 29 | 56 | 1,950 | 8.0 |

考 察

短根にんじんに対する磷酸質資材の効果は、磷酸吸収係数の7.5%改良で最高になっているが、これは10%改良において、8月に発生した黒葉枯病の罹病が最も激しかったためであり、初期生育は磷酸多用区程勝った。

収穫期葉中の窒素、加里含有率はほぼ磷酸吸収係数7.5%施用まで、つまり収量に並行して高まる傾向であるが、磷酸には明らかな傾向は見られない。一方、根部においては、磷酸は磷酸吸収係数7.5%施用まで収量に並行して高まっているが、窒素、加里では明らかな傾向は見られない。このような事から三要素吸収量は、収量水準の高い磷酸吸収係数の5%改良、あるいは7.5%改良で多くなっているが、磷酸の吸収量は、施用磷酸が多い割には大幅な増え方はしていない。しかし、磷酸質資材の多用によってpHの上昇、置換性石灰及び苦土の増加、磷酸吸収係数の低下、有効磷酸

の富化が認められる。この事は、後にも検討するように種子内に貯蔵養分の少ない野菜での初期生育の良化に大きく影響し、また、後作への好影響もあるものと想定される。

(ウ) てん菜に対する土壌改良の効果
(昭39)

試験場所；岩手郡滝沢村、南部開拓地圃場
供試作物；てん菜（導入2号）

土壌条件；腐植質火山灰土壌

磷酸質資材投入量と施肥量（表-12）

作土10cm相当の磷酸吸収係数の3.8~7.7%のP₂O₅を、仮比重を勘案して施用した。磷酸吸収係数の1%相当P₂O₅は13kgである。4区は作土30cmに対し7.7%改良を行ったので作土10cmに対し23.1%改良に相当する。

P₂O₅は過石、熔磷比を1:4とし、磷酸質資材は作土全層に投入混合した。

表-11 土壌の化学性

| 層位 | 層厚 (cm) | 土性 | 腐植 (%) | pH | | 置換酸度 Y ₁ | 塩基置換容量 (me) | 置換性塩基 (mg%) | | | | 塩基飽和度 (%) | 磷酸吸収係数 | 有効磷酸 P ₂ O ₅ (mg%) | 仮比重 |
|-----|---------|----|--------|------------------|-----|---------------------|-------------|-------------|-----|------------------|-------------------|-----------|--------|--|------|
| | | | | H ₂ O | KCl | | | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | | | | |
| I | 0~15 | L | 9.2 | 6.2 | 5.2 | 1.9 | 18.8 | 278 | 18 | 15 | 3 | 60 | 1,860 | 1.2 | 0.70 |
| II | 15~25 | L | 12.1 | 6.4 | 5.6 | 4.6 | 21.2 | 368 | 52 | 9 | 4 | 75 | 2,100 | 0.8 | - |
| III | 25~ | L | 4.7 | 6.5 | 5.6 | 3.1 | 16.2 | 274 | 44 | 9 | 4 | 84 | 2,220 | 0 | - |

表-12. 土壌改良資材投入量と施肥量

(kg/10a)

| 区 分 | 土 壌 改 良 資 材 | | | 基 肥 | | |
|--------------------|-------------|-------|-------------------------------|-----|-------------------------------|------------------|
| | 炭カル | 堆肥 | P ₂ O ₅ | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1. 未改良 | 300 | 1,800 | 0 | 10 | 12 | 8 |
| 2. 磷酸3.8%改良 | 100 | 1,800 | 50 | 10 | 12 | 8 |
| 3. " 7.7%改良 | 0 | 4,000 | 100 | 10 | 12 | 8 |
| 4. " 23.1%改良 深耕 | 0 | 4,000 | 300 | 10 | 12 | 8 |
| 5. " 7.7%深耕 無堆肥 | 0 | 0 | 100 | 10 | 12 | 8 |

注) 炭カルはpH (H₂O) 6.5 矯正目標、基肥はピート化成

試験成績

収量成績及び跡地土壌の分析値を表 - 13 ~ 15 に示した。

表 - 13 収 量 成 績

(kg/10a)

| 区 分 | 葉 頸 重 | 根 重 | 同 比 | T/R | 備 考 |
|------------------|-------|-------|-----|------|-----------|
| 1. 未 改 良 | 1,516 | 2,737 | 100 | 0.55 | 深耕は 30 cm |
| 2. 磷吸 3.8%改良 | 1,899 | 3,323 | 121 | 0.57 | |
| 3. " 7.7%改良 | 2,207 | 4,447 | 162 | 0.50 | |
| 4. " 23.1%改良・深 耕 | 1,857 | 4,113 | 150 | 0.59 | |
| 5. " 7.7%改良・無堆肥 | 1,465 | 3,430 | 125 | 0.43 | |

注) 1~4区2連、5区1連平均値

表 - 14 分散分析 (根重)

| 項 目 | 自 由 度 | 平 方 和 | 分 散 | 分 散 比 |
|-----|-------|-----------|-----------|----------|
| 全 体 | 7 | 3,638,136 | | |
| 処 理 | 3 | 3,580,868 | 1,193,623 | 83.37 ** |
| 誤 差 | 4 | 57,267.5 | 14,317 | |

$$F_4^3(0.01) = 16.7 \quad sd = 120 \quad lsd \ 5\% = 332 \text{ kg/10a}$$

$$lsd \ 1\% = 551 \text{ kg/10a}$$

注) 1~4区2連成績より処理

表 - 15 跡地土壌の化学性

| 区 分 | pH | | 置 換 酸 度 Y ₁ | 塩基置 換容量 (me) | 置 換 性 塩 基 (mg%) | | | | 石 灰 飽 和 度 (%) | 磷 酸 吸 収 係 数 |
|---------------------|------------------|-----|------------------------|--------------|-----------------|-----|------------------|-------------------|---------------|-------------|
| | H ₂ O | KCl | | | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | | |
| 1. 未 改 良 | 6.7 | 5.8 | 6.1 | 19.6 | 270 | 19 | 28 | 5 | 57 | 1,640 |
| 2. 磷吸 7.7%改良 | 6.6 | 5.5 | 5.0 | 18.5 | 651 | 29 | 46 | 5 | 137 | 1,180 |
| 3. " 23.1%改良 深 耕 | 7.2 | 6.3 | 5.3 | 26.1 | 497 | 39 | 37 | 6 | 79 | 800 |

考 察

(エ) 県内各地における土壌改良試験の要約

てん菜に対する磷酸質資材及び堆肥の効果はいずれも明らかである。しかし、磷酸投入量3倍、30cm深耕区では、標準量(磷酸吸収係数の7.7%改良、10cm相当投入)に比べてむしろやや低収である。この理由は明らかでないが、土壌改良の方法としては、磷酸質資材の極多量、深耕という手段は必ずしも必要でないかもしれず、さらに検討が必要である。

試験結果を表 - 16 に示した。

ここには、磷酸吸収係数の10%のP₂O₅を投入したうえ堆肥を増施した試験も含まれているが、土壌改良効果は高く、とくに短根にんじん、レタスなどの野菜類で効果が高い。

なお、土壌改良の効果を収量指数で分散分析を行なった結果では、未改良区と土壌改良区、未改良区と土壌改良+堆肥区、さらに以上両者を合した区間についていずれも1%水準で有意の差が見られた。(表 - 17 ~ 19)

表-16 現地圃場における土壌改良効果

(改良初年目)

| 作物 | 収量 (kg/10a) | 未改良 対 比 | 過石：熔磷 | 堆肥施用量 (t/10a) | 試験場所 | 試験年次 |
|--------------|----------------|------------|--------|------------------|------|------|
| 1. てん菜 | 5,159 | 111 | 1:4 | +2.5 | 滝沢村 | 昭40 |
| 2. " | 4,644 | 130 | " | " | 遠野市 | " |
| 3. " | 4,766 | 126 | " | " | 岩手町 | " |
| 4. " | 4,400 | 121 | " | " | 一戸町 | " |
| 5. " | 3,566 | 122 | " | " | 大野村 | " |
| 6. " | 5,081 | 136 | " | " | 普代村 | " |
| 7. " | 4,933 | 129 | " | +2 | 安代町 | 41 |
| 8. " | 3,735 | 132 | " | 0 | 雫石町 | " |
| 9. 短根にんじん | 2,595 | 145 | 1:4 | +2 | 松尾村 | 49 |
| 10. " | 2,257 | 183 | " | 0 | 滝沢村 | 43 |
| 11. " | 848 | 163 | " | 0 | 金ヶ崎町 | " |
| 12. 青刈とうもろこし | 13,822 | 130 | 1:4 | +2 | 大野村 | 49 |
| 13. " | 11,735 | 120 | ようりん単用 | +1 | 一戸町 | " |
| 14. " | 8,388 | 115 | 1:4 | 0 | 滝沢村 | 43 |
| 15. " | 7,897 | 202 | " | 0 | 金ヶ崎町 | " |
| 16. レタス | 2,547 | 204 | ようりん単用 | +2 | 一戸町 | 49 |
| 17. " | 3,073 | 175 | 1:4 | 0 | 岩手町 | 48 |
| 18. ばれいしょ | 3,122 | 131 | 1:4 | 0 | 滝沢村 | 42 |
| 19. " | 1,704 | 167 | " | 0 | 金ヶ崎町 | " |
| 20. 陸稲 | 352 | 91 | 1:4 | 0 | 滝沢村 | 43 |
| 21. " | 319 | 120 | " | 0 | 金ヶ崎町 | " |

注) 改良区は磷酸吸収係数の10%のP₂O₅を施用

表-17 未改良区と土壌改良区の分散分析

| 項目 | 自由度 | 平方和 | 分散 | 分散比 |
|----|-----|--------|--------|----------|
| 全体 | 19 | 22,595 | | |
| 処理 | 1 | 11,472 | 11,472 | 18.57 ** |
| 誤差 | 18 | 11,123 | 618 | |

sd = 11, 117. lsd 5% = 23.4% $F_{18}^1(0.01) = 8.29$

表-18 未改良区と(土壌改良+堆肥)区の分散分析

| 項目 | 自由度 | 平方和 | 分散 | 分散比 |
|----|-----|--------|-------|---------|
| 全体 | 21 | 12,542 | | |
| 処理 | 1 | 6,358 | 6,358 | 20.56** |
| 誤差 | 20 | 6,184 | 309 | |

sd = 7,498 lsd 5% = 15,64% $F_{20}^1(0.01) = 8.10$

表-19 未改良区と土壌改良区+(土壌改良+堆肥)区の分散分析

| 項目 | 自由度 | 平方和 | 分散 | 分散比 |
|----|-----|--------|--------|---------|
| 全体 | 41 | 35,643 | | |
| 処理 | 1 | 17,324 | 17,324 | 37.83** |
| 誤差 | 40 | 18,319 | 458 | |

sd = 6,604 lsd 5% = 13.35% $F_{40}^1(0.01) = 7.31$

注) 表-17~19は各作物の収量指数より分散分析を行なった。

イ. 土壌改良の持続効果解析に関する試験

磷酸多肥を主体にした土壌改良は、投入する資材量が多量になるため、経済性からも効果が長期にわたることが望まれる。この点についての検討を行なった。

(ア) 野菜を主にした長期持続効果
(昭40~51)

試験場所; 岩手郡滝沢村、農試圃場

供試作物; スィートコーン-小麦-白菜-短根にんじん-レタス-白菜-きゅうり-トマト-ばれいしょ-白菜-大根-大豆-レタス

土壌条件; 腐植質火山灰土壌(表-20)

土壌改良資材投入量

作土10cm相当の土量について、仮比重を勘案し、次のように施用した。

未改良区は磷酸吸収係数の0.75%の P_2O_5 施用としたが、これはほぼ普通施肥量であり、改良区は磷酸吸収係数の1.5~12%の P_2O_5 を施用した。

なお磷酸吸収係数の1%の P_2O_5 は、10a当り16.7kgである。また過石・熔磷比は1:2とし、磷酸資材は試験初年目のみ施用、以後残効を調査し、6区の堆肥は毎作10a当り1tを施用した。

また、第2作以降の磷酸は普通施肥量として毎作に施用している。

表-20 試験地土壌の化学性

| 層位 | 層厚 (cm) | 土性 | 腐植 (%) | pH | | 置換酸度 Y_1 | 塩基置換容量 (me) | 置換性塩基 (mg%) | | | 石灰飽和度 (%) | 磷酸吸収係数 | 有効磷酸 (mg%) | 仮比重 |
|-----|---------|----|--------|------------------|-----|------------|-------------|-------------|-----|------------------|-----------|--------|------------|-------|
| | | | | H ₂ O | KCl | | | CaO | MgO | K ₂ O | | | | |
| I | 0~15 | L | 11.6 | 6.1 | 5.4 | 0.4 | 28.3 | 334 | 39 | 7 | 42 | 2,400 | Tr. | 0.695 |
| II | 15~26 | L | 12.1 | 6.6 | 5.8 | 0.2 | 32.0 | 431 | 54 | 3 | 48 | 2,720 | " | - |
| III | 26~44 | L | 7.6 | 6.6 | 5.8 | 0.5 | 23.8 | 291 | 39 | 4 | 44 | 2,760 | " | - |

(試験開始前)

試験成績

収量の経年変化を表-21に示した。

表-21 収量の経年変化

(kg/10a)

| 区名 | スイートコーン (40年) | | 小麦 (40年) | | 白菜 (41年) | | 短根にんじん (42年) | | レタス (43年) | | |
|-------------------|-------------------------------|---------|-------------|-------|-------------|--------|------------------|------------|----------------|------------|--|
| | 雌穂重 | 比 | 子実重 | 比 | 結球重 | 比 | 根重 | 比 | 結球重 | 比 | |
| 1. 磷吸 0.75 % | 658 | 100 | 286 | 100 | 1,235 | 100 | 991 | 100 | 1,857 | 100 | |
| 2. " 1.5 % | 842 | 128 | 413 | 144 | 2,240 | 179 | 1,229 | 124 | 2,238 | 121 | |
| 3. " 3.0 % | 954 | 145 | 391 | 137 | 4,636 | 370 | 1,437 | 145 | 2,344 | 126 | |
| 4. " 6.0 % | 974 | 148 | 520 | 182 | 5,141 | 410 | 1,962 | 198 | 3,197 | 172 | |
| 5. " 12.0 % | 1,105 | 168 | 578 | 202 | 5,148 | 411 | 2,221 | 224 | 3,336 | 180 | |
| 6. " 6.0 % 堆肥 1t | 1,066 | 162 | 533 | 186 | 4,644 | 371 | 1,992 | 201 | 4,803 | 259 | |
| 共通施肥量 (kg/10a) | N | 5.5 + 7 | | 5 + 4 | | 15 + 8 | | 10 + 8 | | 12 + 5 + 3 | |
| | P ₂ O ₅ | 0 | | 12 | | 20 | | 15 炭カル 150 | | 15 炭カル 100 | |
| | K ₂ O | 3 | | 12 | | 20 | | 8 | | 12 + 4 + 4 | |
| | | | | | | | | | | | |
| 品種 | ゴールドクロス バンダム | | ナンブコムギ | | 早生 60日・白菜 | | ニューキング チャンテネー | | グレートレーク 366 | | |

表-21 (続)

(kg/10a)

| 区名 | 白菜 (44年) | | きゅうり (45年) | | トマト (46年) | | ばれいしょ (47年)* | | |
|-------------------|-------------------------------|----------|---------------|--------------------------|--------------|-----|-----------------|-------|--|
| | 結球重 | 比 | 果重 | 比 | 果重 | 比 | 上いも重 | 比 | |
| 1. 磷吸 0.75 % | 2,803 | 100 | 3,844 | 100 | - | 100 | 2,156 | 100 | |
| 2. " 1.5 % | 2,999 | 107 | 3,844 | 100 | - | 129 | 2,491 | 116 | |
| 3. " 3.0 % | 3,448 | 123 | 4,728 | 123 | - | 125 | 2,572 | 119 | |
| 4. " 6.0 % | 4,008 | 143 | 4,920 | 128 | - | 127 | 2,713 | 126 | |
| 5. " 12.0 % | 4,261 | 152 | 5,266 | 137 | - | 152 | 2,647 | 123 | |
| 6. " 6.0 % 堆肥 1t | 4,344 | 155 | 6,612 | 172 | - | 128 | 2,693 | 137 | |
| 共通施肥量 (kg/10a) | N | 15 + 8 ※ | | 13 + 3.5 + 3.5 | | | | 6 + 4 | |
| | P ₂ O ₅ | 20 | | 10 + 0.3 + 0.3 | | - | | 15 | |
| | K ₂ O | 15 + 6 | | 20 + 3 + 3 (6区 堆肥 3t) | | - | | 15 | |
| | | | | | | | | | |
| 品種 | 松島交配 仲秋 | | ときわ北星号 | | - | | 男しゃく | | |

表-21 (続)

(kg/10a)

| 区名 | 白菜 (48年) | | 大根 (49年) | | 大豆 (50年) | | レタス (51年) | |
|-------------------|-------------------------------|--------|----------|-----|----------|-----|-------------|-----|
| | 結球重 | 比 | 根重 | 比 | 子実重 | 比 | 子実重 | 比 |
| 1. 磷吸 0.75 % | 3,765 | 100 | 6,233 | 100 | 209 | 100 | 3,072 | 100 |
| 2. " 1.5 % | 3,902 | 104 | 5,944 | 95 | 253 | 121 | 2,763 | 90 |
| 3. " 3.0 % | 3,960 | 105 | 6,082 | 98 | 253 | 121 | 3,032 | 99 |
| 4. " 6.0 % | 5,400 | 143 | 6,177 | 99 | 245 | 117 | 3,993 | 130 |
| 5. " 12.0 % | 6,725 | 179 | 6,257 | 100 | 273 | 131 | 3,691 | 120 |
| 6. " 6.0 % 堆肥1t | 7,367 | 196 | 5,944 | 95 | 320 | 155 | 4,192 | 136 |
| 共通施肥量 (kg/10a) | N | 15 + 8 | 10 + 10 | | 3 | | 15 + 5 | |
| | P ₂ O ₅ | 20 | 12 | | 12 | | 12 | |
| | K ₂ O | 15 + 6 | 10 + 10 | | 10 | | 12 + 4 | |
| 品種 | 松島交配 仲秋 | | 大蔵 | | 白目長葉 | | グレートレック 366 | |

(50年に炭カル及び硫酸苦土を補給)

表-22 土壌改良の持続効果分散分析 (収量比)

| 項目 | 自由度 | 平方和 | 分散 | 分散比 |
|----|-----|---------|--------|--------|
| 全体 | 77 | 358,409 | | |
| 処理 | 5 | 70,035 | 14,007 | 3.50** |
| 誤差 | 72 | 288,375 | 4,005 | |

sd = 24.82 lsd 5% = 49.65 %
 lsd 1% = 65.78 %
 $F_{72}^5 (0.01) = 3.34$

表-23 磷吸6%相当施用時における堆肥併用の効果

| 作物 | 1作 スイート コーン | 2作 小麦 | 3作 白菜 | 4作 にんじん | 5作 レタス | 6作 白菜 | 7作 きゅうり | 8作 トマト | 9作 ばれい しよ | 10作 白菜 |
|------|-------------------|----------|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|-----------------|-----------|
| 堆肥加用 | 109 | 102 | 99 | 102 | 151 | 108 | 134 | 101 | 109 | 137 |

表-23 (続)

(堆肥無施用区に対する収量比%堆肥施用量1t/10a)
分散分析

| 作物 | 11作 大根 | 12作 大豆 | 13作 レタス | 項目 | 自由度 | 平方和 | 分散 | 分散比 |
|------|-----------|-----------|------------|----|-----|-------|-------|--------|
| 堆肥加用 | 96 | 132 | 105 | 全体 | 25 | 5,111 | | |
| | | | | 処理 | 1 | 1,316 | 1,316 | 8.33** |
| | | | | 誤差 | 24 | 3,794 | 158 | |

sd = 4.93
 lsd 5% = 10.18 lsd 1% = 13.79
 $F_{24}^1 (0.01) = 7.28$

表 24 跡地土壌分析成績

| 区 名 | pH | | 置換性塩基 (mg%) | | | Ca/Mg (当量) | リン酸吸収 係 数 | 有 効 磷 酸 P ₂ O ₅ (mg%) | |
|-------------------|----------------------|------|-------------|-----|------------------|---------------|--------------|--|------|
| | H ₂ O | KCl | CaO | MgO | K ₂ O | | | | |
| 昭 和 48 年 | 1. 磷吸 0.75 % | 4.85 | 4.15 | 90 | 3 | 22 | 21.4 | — | 10.4 |
| | 2. " 1.5 % | 4.65 | 4.12 | 74 | 2 | 23 | 26.4 | — | 14.4 |
| | 3. " 3.0 % | 5.00 | 4.28 | 130 | 3 | 26 | 30.9 | — | 17.6 |
| | 4. " 6.0 % | 5.10 | 4.30 | 146 | 3 | 28 | 34.7 | — | 20.8 |
| | 5. " 12.0 % | 5.05 | 4.28 | 146 | 3 | 25 | 34.7 | — | 22.4 |
| | 6. " 6.0 % 堆肥 1 t | 5.00 | 4.25 | 152 | 5 | 27 | 21.7 | — | 22.4 |
| 昭 和 49 年 | 1. 磷吸 0.75 % | 4.60 | 4.20 | 72 | 3 | 35 | 17.1 | 1,640 | 5.1 |
| | 2. " 1.5 % | 4.75 | 4.20 | 94 | 4 | 56 | 16.8 | 1,640 | 6.4 |
| | 3. " 3.0 % | 4.80 | 4.20 | 94 | 3 | 13 | 22.3 | 1,680 | 7.4 |
| | 4. " 6.0 % | 4.90 | 4.25 | 131 | 4 | 35 | 23.4 | 1,660 | 7.8 |
| | 5. " 12.0 % | 4.80 | 4.20 | 144 | 3 | 34 | 34.3 | 1,640 | 10.2 |
| | 6. " 6.0 % 堆肥 1 t | 4.65 | 4.20 | 134 | 5 | 29 | 19.1 | 1,540 | 9.4 |
| 昭 和 51 年 | 1. 磷吸 0.75 % | 6.60 | 5.63 | 482 | 6 | 54 | 57.3 | 1,800 | 6.0 |
| | 2. " 1.5 % | 6.05 | 5.25 | 332 | 5 | 58 | 47.4 | 1,820 | 6.0 |
| | 3. " 3.0 % | 6.51 | 5.52 | 359 | 5 | 66 | 51.2 | 1,780 | 7.0 |
| | 4. " 6.0 % | 6.20 | 5.32 | 407 | 6 | 52 | 48.4 | 1,700 | 8.2 |
| | 5. " 12.0 % | 6.31 | 5.38 | 332 | 5 | 42 | 47.4 | 1,710 | 9.4 |
| | 6. " 6.0 % 堆肥 1 t | 6.89 | 5.79 | 507 | 9 | 66 | 40.2 | 1,570 | 9.5 |

考 察

昭和 40 年から同一圃場において土壌改良の持続効果を検討した結果によれば、昭和 48 年第 10 作の白菜作まで、土壌改良資材の施用量が増すにつれ収量が増加し、しかも増収率もかなり高い傾向である。しかし 49 年 11 作大根では、区間差は殆どなく、跡地土壌分析の結果では、置換性石灰および苦土含量が著しく少ないことが認められたので、12 作の大豆に炭カルと硫酸苦土を補給している。その結果、一部乱れはあるが、再びほぼ磷

酸質資材の施用量の多いほど増収の傾向になっている。

また、堆肥併用の効果も顕著であり、土壌も置換性石灰、加里含量が高く、リン酸吸収係数の低下と有効磷酸の増加が認められる。

以上のように、土壌中に有効磷酸を殆ど含まない火山灰畑土壌において、作土 10 cm 相当の土量についてリン酸吸収係数の 10 % 前後の P₂O₅ を過石、熔磷比を 1 : 2 ~ 4 で施用すると、その効果は長年にわたり持続する。

農試本場の試験成績から見ると、10作程度でもなお明らかな残効が認められる。そして、その肥効が小さくなるのは、燐酸の影響よりはむしろ石灰、苦土等の塩基類が少なくなるため、これを補給すれば、燐酸の肥効はさらに持続する傾向である。また堆肥1tの併用効果も大きく、収量的にも、土壌の化学性に及ぼす影響も明らかである。なお硫酸苦土による苦土の補給は²²⁾、単年度の効果は認められるものの、跡地土壌を見ると、意外に置換性苦土の富化量は少なく、熔脱が大きく、この点では熔燐のような、溶性苦土の補給の重要性が考えられる。また、農試圃場の場合は、未改良区においても普通施肥としての燐酸は分施されているので、試験開始年の原土に比べれば、有効燐酸量はかなり富化され区間差も小さくなっていることが認められ、また、白菜、レタスに見られるように燐酸施肥による収量差は年次の経過と共に小さくなる傾向である。

なお、1～6処理区の12年間13作の収量比を13反復と見なして分散分析を行なった結果では、各処理間には水準1%の有意差が認められている。

(イ) 逐年土壌改良法に関する試験
(昭43～45)

燐酸質資材の施用に当たって、燐酸吸収係数の10%相当量の資材投入を一度に行なった場合、野菜

類のような収益性の高い作物を導入すれば、短期間に資材費を償還できるし、また普通作物であっても、土壌改良の効果は既に指摘したように長期にわたり持続するから問題は少ないが、農民心理として、改良資材量を何年かに分割施用しても良いかどうかはしばしば問題になる。

そこで最も一般的に行なわれる改良目標値である燐酸吸収係数の10%相当の資材量を単年度施用した場合と、 $\frac{1}{3}$ 量ずつを3カ年で分割施用した場合の改良効果を比較検討した。

試験場所；岩手郡滝沢村、農試圃場

供試作物；にんじん－実取とうもろこし－小豆

土壌条件；腐植質火山灰土壌

土壌の化学分析値（前試験参照）

土壌改良資材投入量；

作土10cm相当について仮比重を勘案して施用。燐酸吸収係数の1%相当のP₂O₅は15.4kg/10a、過石、熔燐比を1:4で施用。

土壌改良資材投入方法

全量全面散布及び3年分割全面散布、3年分割溝施用の3処理。

試験成績；収量成績及び跡地土壌分析の結果は表-25および、表-27のとおりである。

表-25 収量成績

(kg/10a)

| 区名 | 初年目(43年) 短根にんじん | | 2年目(44年) 実取とうもろこし | | 3年目(45年) 小豆 | | 3作平均 比 |
|-------------------|-------------------------------|------------|----------------------|-----|----------------|-----|-----------|
| | 正常根重 | 比 | 子実重 | 比 | 精子実重 | 比 | |
| 1. 未改良 | 1,452 | 100 | 561 | 100 | 97 | 100 | 100 |
| 2. 改良燐吸3% 全面3カ年 | 1,633 | 112 | 610 | 109 | 99 | 103 | 108 |
| 3. " 3% 溝3カ年 | 1,966 | 135 | 640 | 114 | 88 | 91 | 113 |
| 4. " 10% 全面単年 | 2,113 | 146 | 732 | 131 | 98 | 102 | 126 |
| 共通施肥量 (kg/10a) | N | 10 + 5 + 3 | 10 + 3 | | 2 | | |
| | P ₂ O ₅ | 12 | 12 | | 12 | | |
| | K ₂ O | 15 | 12 | | 10 | | |
| 品種 | チャンテネー・インブルーブド | | 交7号 | | 大納言 | | |

注) 2連平均値

表 - 26 収量の分散分析 (収量指数)

| 項 目 | 自 由 度 | 平 方 和 | 分 散 | 分 散 比 |
|-----|-------|-----------|--------|---------|
| 全 体 | 11 | 3, 112. 9 | | |
| 処 理 | 3 | 1, 101. 6 | 367. 2 | 1. 4606 |
| 誤 差 | 8 | 2, 011. 3 | 251. 4 | |

$$sd = 12, 946 \quad lsd \ 5\% = 29. 85\%$$

$$F_8^3 (0. 05) = 4. 07$$

注) 各作物の収量指数を 3 反復として処理

表 - 27 跡地土壌分析成績

| 区 名 | pH | | 塩 基 置 換 容 量 (me) | 置 換 性 塩 基 (mg%) | | | 塩 基 飽 和 度 (%) | 磷 酸 吸 收 係 数 | 有 効 磷 酸 P ₂ O ₅ (mg%) | |
|-----------------------|------------------|-------|---------------------------|-----------------|-----|------------------|---------------------|-------------------|--|-------|
| | H ₂ O | KCl | | CaO | MgO | K ₂ O | | | | |
| 初 年 目 跡 地 | 1. 未 改 良 | 5. 45 | 4. 89 | 28. 8 | 204 | 29 | 18 | 32 | 2, 140 | 8. 0 |
| | 2. 改良磷吸 3%全面 3年 | 5. 50 | 5. 00 | 28. 9 | 237 | 41 | 23 | 38 | 2, 030 | 15. 2 |
| | 3. " 3%溝、3年 | 5. 85 | 5. 15 | 31. 4 | 317 | 41 | 23 | 44 | 1, 850 | 16. 0 |
| | 4. " 10%全面単年 | 6. 07 | 5. 50 | 29. 2 | 339 | 106 | 29 | 62 | 1, 950 | 16. 0 |
| 2 年 目 跡 地 | 1. 未 改 良 | 5. 60 | 4. 85 | 24. 2 | 177 | 16 | 15 | 39 | 2, 300 | 4. 0 |
| | 2. 改良磷吸 3%全面 3年 | 6. 02 | 5. 10 | 27. 8 | 275 | 18 | 15 | 54 | 2, 340 | 4. 0 |
| | 3. " 3%溝、3年 | 6. 25 | 5. 32 | 29. 9 | 319 | 36 | 19 | 60 | 2, 220 | 5. 2 |
| | 4. " 10%全面単年 | 6. 38 | 5. 51 | 29. 5 | 379 | 78 | 22 | 61 | 2, 120 | 11. 6 |
| 3 年 目 跡 地 | 1. 未 改 良 | 5. 60 | 5. 00 | 18. 9 | 184 | 23 | 21 | 43 | 2, 240 | 1. 6 |
| | 2. 改良磷吸 3%全面 3年 | 5. 55 | 5. 30 | 22. 3 | 294 | 115 | 27 | 53 | 2, 170 | 7. 2 |
| | 3. " 3%溝、3年 | 5. 80 | 5. 28 | 21. 8 | 328 | 82 | 27 | 75 | 2, 260 | 14. 0 |
| | 4. " 10%全面単年 | 6. 40 | 5. 51 | 23. 2 | 351 | 126 | 30 | 84 | 2, 170 | 4. 8 |

考 察

磷酸吸収係数の 10%相当の土壌改良を行なう場合、全量単年度施用と、1/3 ずつの 3 年分割施用の収量を比較すると、全量単年度施用が高い。また 3 年分割施用では、全面施用に比べ、溝施用の収量が高い傾向である。しかし全量単年度施用区の収量水準は、3 年目の小豆では他の区との差が少なくなり、結局 3 作平均収量の分散分析でも有

意な差は見られない。これは他の試験にも見られるように、小豆に対する磷酸多投の効果が全般に小さいことに起因すると考えられる。しかし跡地土壌の分析結果でも、pH、置換性塩基含量、有効磷酸含量など、全量単年度施用区の有利性が認められる。

以上の試験結果から、磷酸質資材の投入方法は、目標投入量全量の単年度施用を原則とし、資材費

の早期回収を図るためには、収益性の高い野菜等の導入を図るようにする。なお止むを得ず分割投入を行なう場合には、作物の作付様式によるが、溝施用が有利であると見られる。土壤に施用した磷酸の長期にわたる有効態磷酸含量の追跡についてはBarrow²³⁾のとりまとめがあり、磷酸の施肥法についてはSanchezとUehara²⁴⁾のまとめがある。資材の投入方法については、例えば野菜の苗床土における多用とか本畑における局所施肥とか、なお、検討を要すると思われる。

(ウ) 作物別土壤改良の効果

磷酸資材による土壤改良は、野菜類、特にレタスなどで効果が高いが、単年度の効果のみをねらうものではなく、当然輪作により各種の作物が組

込まれてくるので、作物別の効果を明らかにする必要がある。そこで、県内各試験地における作物別土壤改良効果を取りまとめた。

表-28は土壤改良初年目と、改良後年数を経たもの、すなわち土壤改良の効果持続を見た成績も一括して含まれている。厳密には、改良初年目の改良効果と、それ以後の残効とを各作物ごとに継続して調査し、肥効を明らかにすべきであるが、これは連作障害等の関係があって解析が困難であり、また、実際の農家においても適宜輪作体系をとっているので、土壤改良年次に関りなく全部の試験成績を一括して作物別に取りまとめた。収量指数を表-28及び図-1に示した。

表-28 土壤改良の効果 (1)

| 作物 | 収量 (kg/10a) | 未改良 対比 (%) | 改良 年次 | 試験場所 | 土壤型 | 試験 年次 | 備考 (改良区処理) |
|--------|----------------|------------------|----------|------|------------|----------|--------------------------|
| 短根にんじん | - | 198 | 昭40 | 滝沢村 | 腐植山 火質灰 | 昭42 | 磷吸 6%改良 |
| " | - | 224 | " | " | " | " | " 12% " |
| " | 2,113 | 146 | 43 | " | " | 43 | " 10% " |
| " | 2,804 | 143 | " | " | " | " | " 10% " |
| " | 1,180 | 100 | " | 金ヶ崎町 | " | " | " 10% " |
| " | 1,301 | 240 | " | 一戸町 | " | " | " 10% " |
| " | 2,113 | 146 | " | 滝沢村 | " | " | " 10% " |
| " | 1,713 | 269 | " | " | " | " | 磷吸 10%改良 加里+5kg、炭カルなし |
| " | 584 | 270 | " | 金ヶ崎町 | " | " | " |
| " | 741 | 201 | " | " | " | 44 | 磷吸 10%改良 |
| " | 1,448 | 184 | " | 滝沢村 | " | " | " 10% " |
| " | 824 | 122 | 44 | " | " | " | " 10% " |
| " | 2,763 | 152 | 43 | 金ヶ崎町 | " | 45 | " 10% " |
| " | 3,345 | 118 | " | 滝沢村 | " | " | " 10% " |
| " | 1,740 | 190 | 46 | " | " | 46 | " 10% " |
| " | 2,090 | 155 | " | " | " | " | " 10% " |

表-28 土壌改良の効果 (2)

| 作物 | 収量 (kg/10a) | 未改良 対比 (%) | 改良 年次 | 試験場所 | 土壌型 | 試験 年次 | 備考 |
|--------|----------------|------------------|----------|------|------------|----------|--------------------------|
| 短根にんじん | 1,738 | 108 | 昭 48 | 岩手町 | 腐植質 火山灰 | 昭 49 | 燐吸 10%改良 |
| 〃 | 2,430 | 136 | 49 | 松尾村 | 〃 | 〃 | 〃 5% 〃 |
| 〃 | 2,466 | 103 | 〃 | 〃 | 〃 | 50 | 〃 5% 〃 |
| 〃 | 1,699 | 93 | 50 | 一戸町 | 〃 | 51 | 〃 5% 〃 |
| ばれいしょ | 3,122 | 131 | 43 | 滝沢村 | 腐植質 火山灰 | 43 | 燐吸 10%改良 加里+5kg、炭カルなし |
| 〃 | 1,707 | 167 | 〃 | 金ヶ崎町 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 〃 | 4,721 | 119 | 〃 | 〃 | 〃 | 44 | 燐吸 10%改良 |
| 〃 | 4,265 | 120 | 〃 | 滝沢村 | 〃 | 〃 | 〃 10% 〃 |
| 〃 | 3,465 | 119 | 46 | 〃 | 〃 | 48 | 〃 10% 〃 |
| 〃 | 1,495 | 90 | 〃 | 〃 | 鈹質火山灰 | 〃 | 〃 10% 〃 |
| 〃 | 2,713 | 126 | 40 | 〃 | 腐植質 火山灰 | 47 | 〃 6% 〃 |
| 〃 | 2,647 | 123 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 12% 〃 |
| てん菜 | 4,753 | 117 | 40 | 滝沢村 | 腐植質 火山灰 | 40 | 燐吸 10%改良 |
| 〃 | 5,159 | 111 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 4000株/10a 〃 10% 〃 |
| 〃 | 4,860 | 105 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 6000株/10a 〃 10% 〃 |
| 〃 | 4,644 | 130 | 〃 | 遠野市 | 〃 | 〃 | 8000株/10a 〃 10% 〃 |
| 〃 | 4,766 | 126 | 〃 | 岩手町 | 〃 | 〃 | +堆肥 2.5t 〃 10% 〃 |
| 〃 | 4,400 | 121 | 〃 | 一戸町 | 〃 | 〃 | + 〃 〃 10% 〃 |
| 〃 | 5,081 | 136 | 〃 | 普代村 | 〃 | 〃 | + 〃 〃 10% 〃 |
| 〃 | 3,566 | 122 | 〃 | 大野村 | 〃 | 〃 | 〃 10% 〃 |
| 〃 | 5,333 | 158 | 41 | 滝沢村 | 〃 | 41 | 〃 10% 〃 +堆肥 1.5t |
| 〃 | 5,159 | 111 | 40 | 〃 | 〃 | 40 | 〃 10% 〃 +堆肥 |
| だいこん | 6,177 | 99 | 40 | 滝沢村 | 腐植質 火山灰 | 49 | 〃 6%改良 |
| 〃 | 6,257 | 100 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 12% 〃 |
| 小麦 | 520 | 182 | 40 | 滝沢村 | 腐植質 火山灰 | 41 | 〃 6%改良 |
| 〃 | 578 | 202 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 12% 〃 |
| 〃 | 480 | 129 | 〃 | 〃 | 〃 | 43 | 〃 10% 〃 +堆肥 2.5t |
| 陸稲 | 546 | 101 | 42 | 滝沢村 | 腐植質 火山灰 | 42 | 〃 6%改良 |

表-28 土壌改良の効果 (3)

| 作物 | 収量 (kg/10a) | 未改良 対比 (%) | 改良 年次 | 試験場所 | 土壌型 | 試験 年次 | 備考 |
|-----------------------|----------------|------------------|----------|------|--------|----------|---------------------------|
| 陸 稲 | 331 | 75 | 昭 43 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 昭 43 | 磷吸 10%改良 |
| " | 376 | 120 | " | 金ヶ崎町 | " | " | " 10% " |
| " | 376 | 120 | " | " | " | " | " 10% " |
| " | 352 | 91 | " | 滝沢村 | " | " | 磷吸 10%改良 加里+ 5kg、炭カルなし |
| " | 319 | 120 | " | 金ヶ崎町 | " | " | " 10% " " |
| " | 410 | 115 | " | " | " | 44 | " 10%改良 |
| " | 317 | 119 | " | " | " | " | " 10% " |
| " | 488 | 104 | " | 滝沢村 | " | " | " 10% " |
| " | 348 | 113 | " | " | " | " | " 10% " |
| " | 351 | 103 | 46 | " | " | 48 | " 10% " |
| " | 355 | 107 | " | " | 鉍質火山灰 | " | " 10% " |
| とうもろこし | 1,047 | 196 | 40 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 40 | " 6%改良 |
| " | 1,014 | 190 | " | " | " | " | " 3% " |
| " | 732 | 131 | 43 | " | " | 44 | " 10% " |
| 青とうもろこし ^{XI} | 7,900 | 119 | 40 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 42 | " 10%改良 |
| " | 8,388 | 115 | 43 | " | " | 43 | 磷吸 10%改良 加里+ 5kg、炭カルなし |
| " | 7,894 | 202 | " | 金ヶ崎町 | " | " | " 10% " " |
| " | 6,220 | 116 | " | " | " | 44 | " 10%改良 |
| " | 8,736 | 131 | " | 滝沢村 | " | " | " 10% " |
| " | 10,733 | 101 | 49 | 大野村 | " | 49 | " 5% " |
| " | 7,149 | 140 | " | " | " | 50 | " 5% " |
| " | 12,499 | 91 | 50 | 一戸町 | 鉍質火山灰 | " | " 5% " |
| " | 6,666 | 97 | " | " | " | 51 | " 5% " |
| ソルガム | 10,358 | 150 | 40 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 44 | " 10%改良+堆肥 |
| " | 5,813 | 166 | 43 | 金ヶ崎町 | " | 45 | " 10%改良 |
| " | 7,805 | 106 | " | 滝沢村 | " | " | " 10% " |
| " | 7,650 | 130 | 46 | " | 鉍質火山灰 | 46 | " 10% " |

表-28 土壌改良の効果 (4)

| 作物 | 収量 (kg/10a) | 未改良 対 比 (%) | 改 良 年 次 | 試験場所 | 土 壤 型 | 試 験 年 次 | 備 考 |
|------|----------------|-------------------|------------|------|--------|------------|------------|
| ソルガム | 9,209 | 118 | 昭 46 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 昭 46 | 磷吸 10%改良 |
| 大豆 | 375 | 122 | 40 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 41 | " 10%改良+堆肥 |
| " | 245 | 117 | " | " | " | 50 | " 6%改良 |
| " | 273 | 131 | " | " | " | " | " 12% " |
| 小豆 | 170 | 183 | 40 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 41 | " 10%改良+堆肥 |
| " | 101 | 100 | 43 | " | " | 45 | " 10%改良 |
| " | 149 | 92 | 44 | " | " | " | " 10% " |
| " | 143 | 121 | 43 | " | " | " | " 10% " |
| " | 100 | 138 | " | 金ヶ崎町 | " | " | " 10% " |
| " | 143 | 121 | " | 滝沢村 | " | " | " 10% " |
| 菜豆 | 127 | 140 | 46 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 47 | " 10%改良 |
| " | 139 | 111 | " | " | 鈣質火山灰 | " | " 10% " |
| きゅうり | 4,920 | 128 | 40 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 45 | " 6%改良 |
| " | 5,266 | 137 | " | " | " | " | " 12% " |
| トマト | - | 127 | " | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 46 | " 6%改良 |
| " | - | 152 | " | " | " | " | " 12% " |
| レタス | 3,197 | 172 | " | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 43 | " 6%改良 |
| " | 3,336 | 180 | " | " | " | " | " 12% " |
| " | 2,919 | 294 | 43 | 金ヶ崎町 | " | 45 | " 10% " |
| " | 4,373 | 248 | " | 滝沢村 | " | " | " 10% " |
| " | 3,650 | 166 | 46 | " | " | 47 | " 10% " |
| " | 2,699 | 124 | " | " | 鈣質火山灰 | " | " 10% " |
| " | 3,993 | 130 | 40 | " | 腐植質火山灰 | 51 | " 6% " |
| " | 3,691 | 120 | " | " | " | " | " 12% " |
| " | 3,073 | 175 | 48 | 岩手町 | " | 48 | " 10% " |
| " | 2,122 | 170 | 50 | 一戸町 | " | 50 | " 5% " |
| 白菜 | 5,141 | 410 | 40 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 41 | " 6% " |

表-28 土壌改良の効果 (5)

| 作物 | 収量 (kg/10a) | 未改良 対比 (%) | 改良 年次 | 試験場所 | 土壌型 | 試験 年次 | 備考 |
|------|----------------|------------------|----------|------|--------|----------|--------|
| 白菜 | 3,976 | 142 | 昭40 | 滝沢村 | 腐植質火山灰 | 昭43 | 磷吸6%改良 |
| " | 4,272 | 152 | " | " | " | " | "12%" |
| " | 5,400 | 143 | " | " | " | 48 | "6%" |
| " | 6,725 | 179 | " | " | " | " | "12%" |
| かんらん | 5,789 | 94 | 48 | 岩手町 | 腐植質火山灰 | 50 | "10%" |

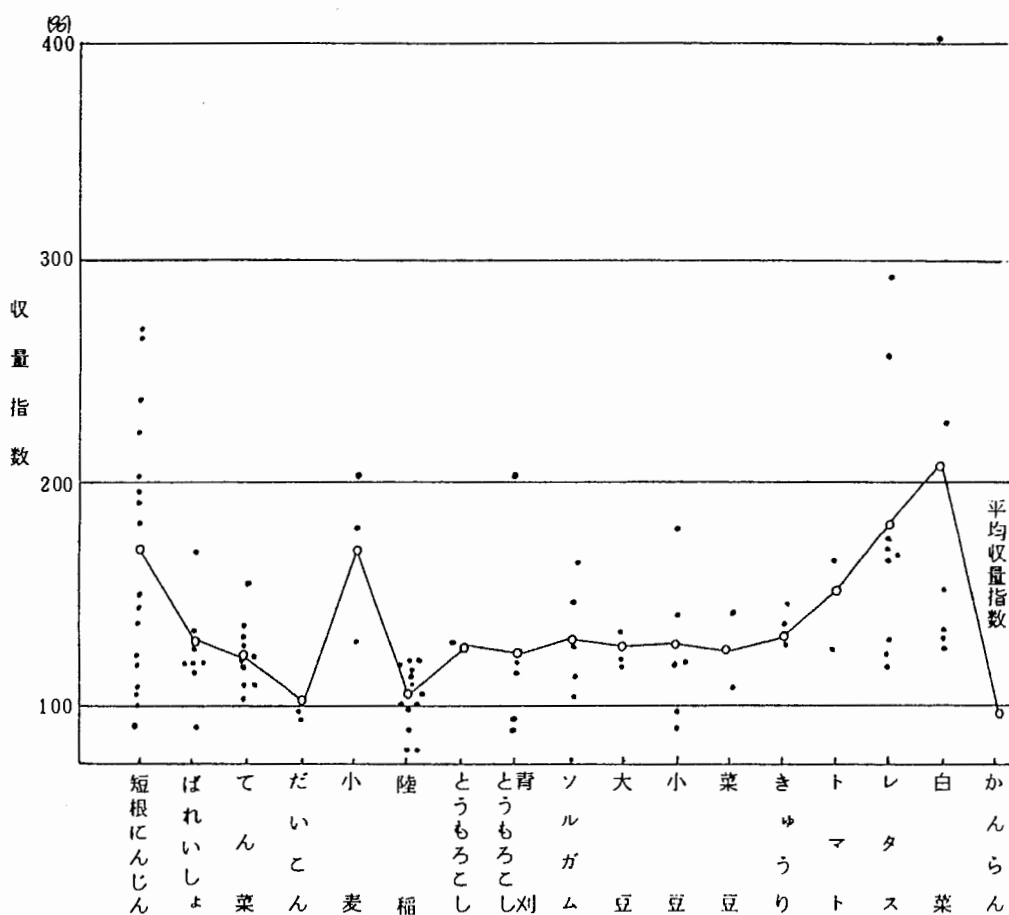


図-1 土壌改良の効果

この結果から、燐酸資材による土壌改良効果を次の3つに分類した。

- (ア)改良効果の最も現われ易い作物；レタス、短根にんじん、白菜、小麦
 - (イ)改良効果のやや大きい作物；きゅうり、ばれいしょ、ソルガム、トマト
 - (ウ)改良効果の小さい作物；陸稲、大豆、小豆、青刈とうもろこし、菜豆、だいこん
- このように、普通畑作物に比べて野菜類は概し

て土壌改良効果が高い。野菜類は一般に収益性が高いことを考慮すると、土壌改良実施当初に野菜を栽培することの意義が一層大きいことがうかがわれる。とくに高冷地野菜としてのレタスは、燐酸に対する感応度が極めて高く、土壌改良初年目で投入資材費を償却出来る場合が多い。

次に、燐酸資材施用量、改良後年数、作目、土壌の種類を表-29のように分類して統計処理を行ない、収量指数の予測を行なった。

数量化I類による解析

表-29 分散分析

| ITEM | CATEGORY | SCORE | SCORE平均との差 | RANGE | |
|------------|--------------|----------|----------------|------------------|--------|
| 1. 土壌改良 | 1. 燐吸 5~6% | 157.502 | 平均 152.662 | + 4.88 - 4.88 | 9.76 |
| | 2. 燐吸 10~12% | 147.742 | | | |
| 2. 改良後年数 | 1. 1年 | 0.000 | 平均 - 13.622 | + 13.6222 | 48.496 |
| | 2. 2年 | - 0.794 | | + 12.8282 | |
| | 3. 3年 | 2.037 | | + 15.6592 | |
| | 4. 4~7年 | - 22.895 | | - 9.2728 | |
| | 5. 8~11年 | - 46.459 | | - 32.8368 | |
| 3. 作目 | 1. 根菜類 | 0.000 | 平均 + 8.272 | - 8.2716 | 68.104 |
| | 2. 穀類 | - 19.336 | | - 27.6076 | |
| | 3. 豆類 | 5.652 | | - 2.6196 | |
| | 4. 果菜類 | 6.274 | | - 1.9976 | |
| | 5. 葉菜類 | 48.768 | | + 40.4964 | |
| 1. 土壌(火山灰) | 1. 腐植質 | 0.000 | 平均 - 15.014 | + 15.014 | 30.028 |
| | 2. 鈣質 | - 30.028 | | - 15.014 | |

収量指数、総平均 142.214

相関係数 0.468

予測式：おのおののアイテムを平均してその平均から散布度を見た。

$$\begin{array}{l}
 \left\{ \begin{array}{l} 5\sim 6\% \\ 10\sim 12\% \end{array} \right. \begin{array}{l} 157.5 \\ 147.7 \end{array} + \left\{ \begin{array}{l} 1\text{年} \\ 2\text{年} \\ 3\text{年} \\ 4\sim 7\text{年} \\ 8\sim 11\text{年} \end{array} \right. \begin{array}{l} 0 \\ -0.8 \\ +2.0 \\ -22.9 \\ -46.5 \end{array} + \left\{ \begin{array}{l} \text{根菜類} \\ \text{穀類} \\ \text{豆類} \\ \text{果菜類} \\ \text{葉菜類} \end{array} \right. \begin{array}{l} 0 \\ -19.3 \\ +5.7 \\ +6.3 \\ +48.8 \end{array} + \left\{ \begin{array}{l} \text{腐植質} \\ \text{鈣質} \end{array} \right. \begin{array}{l} 0 \\ -30.0 \end{array}
 \end{array}$$

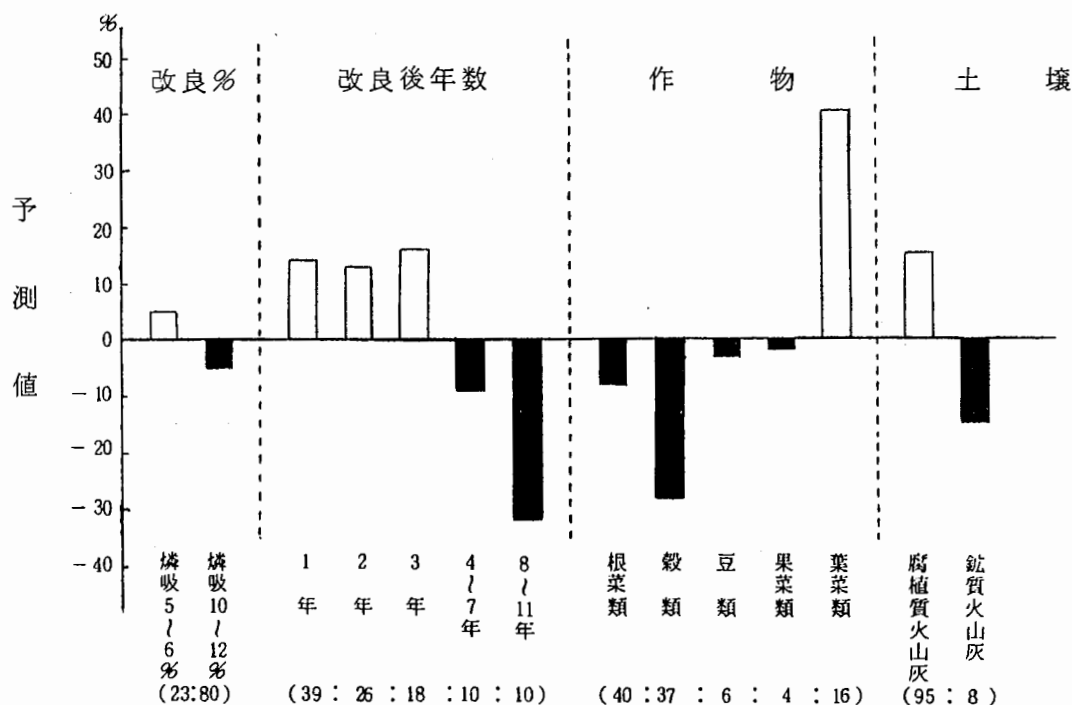


図-2 各処理と予測値

注：()はサンプル点数、
穀類にはとうもろこし類を含めた。

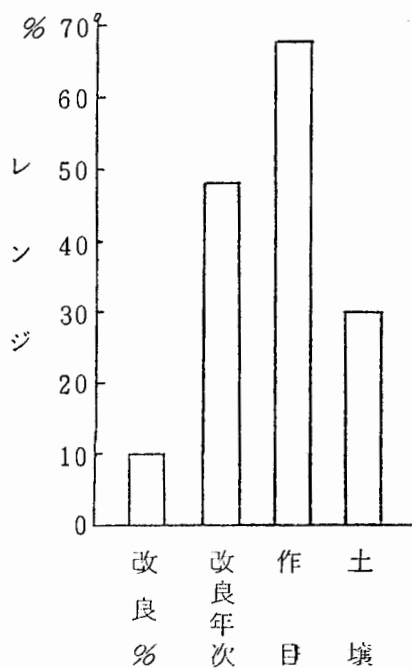


図-3 レンジ

この結果は、比較する標本の割合が各々異なり、同じ標本内で4つの要因が影響し合うケースが考えられるので、厳密な比較には使えない。しかし、ランダムな標本から要因毎の傾向を全体的に把握するには有効と見られる。

改良磷酸吸収%の比較は

5~6% > 10~12%と、予想外のデータであり、さらに内容の検討を要する。土壌改良後年数は3年目で最高となっているが、これは過石と熔燐の溶解度に関係しているものと見られる。8~11年の効果が著しく低下しているが、予想式からもマイナスにはなっていない。

作物別には穀類のみ予想式でマイナスになっているのは、地力窒素の放出による過繁茂と倒伏の影響が大きいと見られる。

土壌改良を行なった場合、収量指数に及ぼす影響をレンジで見ると、作物 > 改良後年数 > 土壌 > 改良%の順である。

全体の相関係数の0.468は低く、予想式からはずれるものがあるが、収量に影響すると思われる因子を省略し過ぎているためとも見られる。

(エ) レタスの磷酸吸収に関する試験²⁵⁾(昭51)

磷酸質土壌改良資材の施用効果は、これまでの試験成績に見られたように、野菜類、とくに葉菜

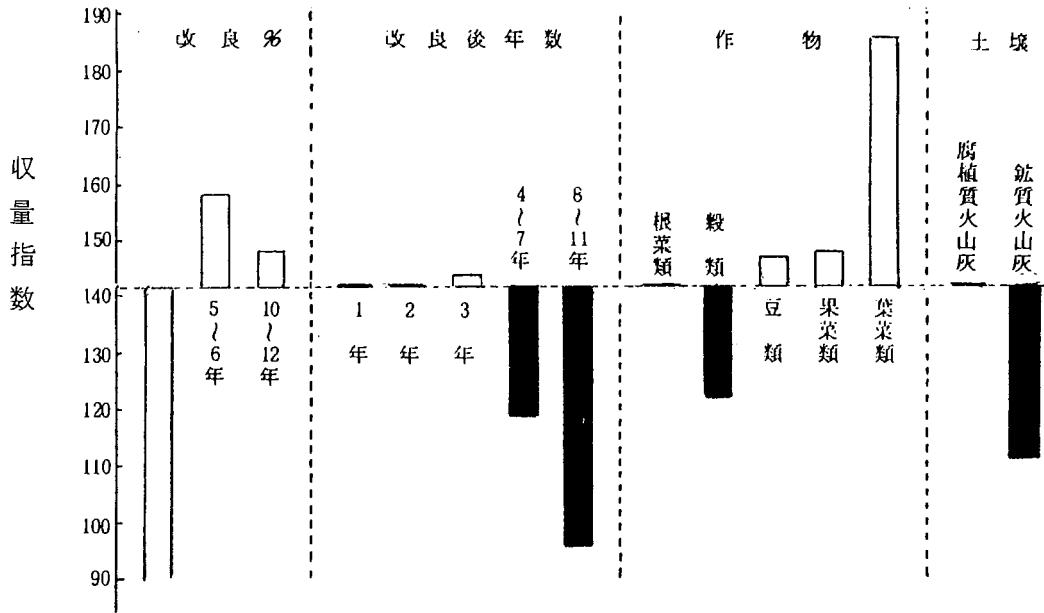


図-4 各処理と収量指数予測値

類で大きいことが知られたが、その中でも、とくにレタスで極めて大きいことが認められている。

しかもその肥効は生育極初期から現われることが観察されるので、このことを確認するために、レタスにおける施肥燐酸の吸収利用状況を調査しようとポット試験を行なった。

試験場所；岩手郡滝沢村、農試本場内、
ポット試験

供試土壌；岩手郡一戸町奥中山で採取した腐植に乏しい火山灰土壌（下層土）

試験規模；1/5000a ワグネルポット、2連制

供試条件；未改良区及び燐酸吸収係数の10%相当改良区、(P₂O₅ 3.8gを、熔燐・重過石比を4：1にして施用)

表-30 供試土壌の化学性

| 腐植 (%) | pH (H ₂ O) | 燐酸吸収係数 | 有効燐酸 P ₂ O ₅ (mg%) | 仮比重 |
|--------|-----------------------|--------|--|------|
| 2.05 | 6.49 | 2,160 | 0.4 | 0.88 |

共通肥料；N - 0.3g、K₂O - 0.3g

試験結果

レタス体内の燐酸含有率及び燐酸吸収の状況を表-31～32と図-5～6に示した。

表-31 レタス体内燐酸含有率の変化

(乾物中P₂O₅%)

| 区名 | 4日 | 6日 | 10日 | 15日 | 20日 | 備考 |
|---------|------|------|------|------|------|------------|
| 未改良 | 2.36 | 2.05 | 1.17 | 0.70 | 0.33 | 日数は播種後日数 |
| 燐酸10%改良 | 2.35 | 2.42 | 2.02 | 2.17 | 1.90 | 発芽日は播種後3日目 |

表-32 レタスによる燐酸吸収量

(1,000ヶ体当mg)

| 区名 | 4日 | 6日 | 10日 | 15日 | 20日 | 備考 |
|---------|------|------|------|------|-------|--------|
| 未改良 | 21.5 | 20.7 | 21.8 | 17.5 | 18.7 | 未改良は枯死 |
| 燐酸10%改良 | 21.9 | 27.1 | 40.2 | 71.4 | 166.1 | |

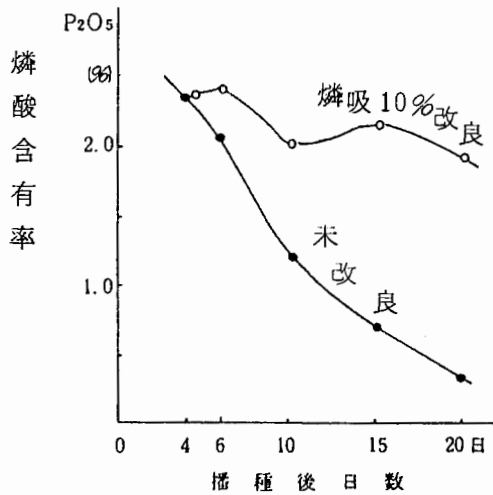


図-5. レタスの播種後日数と
 磷酸含有率(乾物)の推移

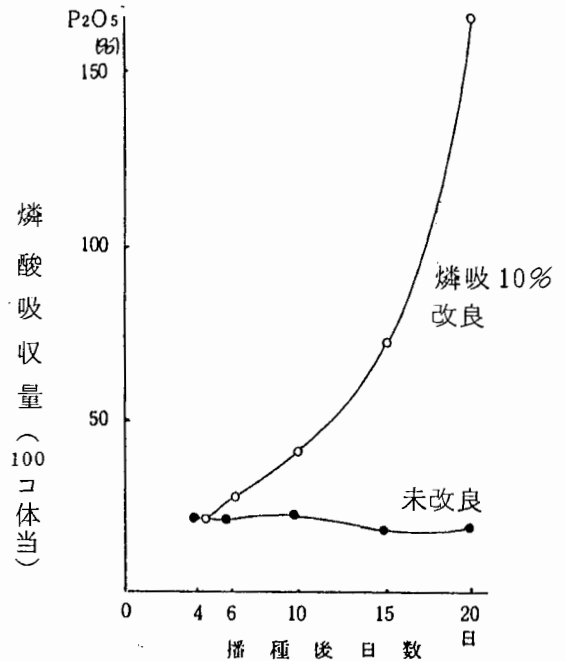


図-6. レタスの播種後日数と
 磷酸吸収量の推移

考 察

表-31のようにレタスの場合は、子葉の展開後、ただちに磷酸の吸収が行なわれ、施肥による差が現われる。このことは、レタスの種子が小さく、保有養分が極めて少ないことにも関連していると思われるが、このように早い時期の磷酸吸収量の差異が、その後の生育にも大きな影響を与えていることがわかる。種子の大小による初期生育の違いは、同じ土壌の無磷酸区でも、例えば小麦の場合は、生育不良が認められる時期がかなり遅れることから明らかに識別される。このように、レタスの磷酸要求が極めて早い時期から行なわれることが、逆の見方をすれば磷酸による土壌改良の効果が高い原因になっていると考えられる。

土壌中に有効磷酸を含まぬ場合の改良法要約

火山灰土壌地帯における新墾畑のように、土壌中に有効磷酸を殆ど含まない場合には、磷酸質土壌改良資材(熔磷・過石・重過石)の投入による土壌改良を行なうことによって磷酸肥沃度を高め、畑作物の収量を著しく高めることが出来る。この

事について山本らは、普通畑作物について検討を行ない、土壌改良の方法としては作土10cm相当の土量について、その土壌の磷酸吸収係数の10%相当の P_2O_5 を、過石と熔磷の現物で1:4になるように併用して作土全層に混合することにより、改良効果は著しく大きくなることを実証した。この研究成果をもとに、対象作物に、より収益性の高い野菜類を取り入れ、さらに現場での対応を簡単にするために、過石対熔磷比の現物で1:4の併用を、 P_2O_5 として1:4の併用とし、また過石に代えて重過石を用いるなど、二三の改変を加え検討を実施した。

その結果、作土10cmについて仮比重を勘案し、磷酸吸収係数の7.5~10%の P_2O_5 を投入することにより、野菜類においても生育を著しく良化させ得ることが明らかになった。この場合の磷酸質資材の混入比は、原則として過石対熔磷比を1:4とするが、土壌pHが高い場合は熔磷の比率を低めることの効果のあることも知られた。県内各地において行なわれた、磷酸吸収係数の10%の P_2O_5 施用の土壌改良試験初年目の結果21試験につい

て分散分析を行なった結果では、未改良区と土壌改良区、未改良区と土壌改良+堆肥区、さらに未改良区と土壌改良区+(土壌改良+堆肥区)については、いずれも1%水準で有意の差が認められた。これら試験の中でとくに肥効が高く現われたのは、短根にんじんとレタスであった。

また岩手農試圃場において昭和40年以来各種作物を供試して、作土10cmの土量について磷酸吸収係数の1.5%~12%の P_2O_5 を過石・熔磷比1:2で施用し、試験開始初年目以後は残効を長年にわたって調査した。その結果、昭和48年の第10作まで磷酸多用の効果は明らかに認められ、また、磷酸吸収係数の6% P_2O_5 改良区における堆肥1t併用の効果も認められた。なお、本試験では、11作の大根で磷酸質資材の残効が消失するように見られたが、土壌分析の結果から、残効消失の原因は磷酸の欠乏にあるのではなく、石灰、苦土等塩基の欠乏で磷酸の肥効も上り難くなっていることが明らかになった。この場合の苦土欠乏に対しては硫酸苦土による補給の効果が大きいものの、本腐植質火山灰土壌においてはその肥効はほぼ単年度のみであり、苦土の溶脱が大きいことが知られた。

磷酸吸収係数の10%相当など、多量の土壌改良資材を施用する場合の資材投入法として、全量単年度施用と $\frac{1}{3}$ 量ずつの3カ年分割施用を比較すると全量単年度施用が勝り、また分割施用の場合も全面施用に比べ、作物の播種溝施肥が勝る傾向がうかがわれた。ただその差はあまり明瞭ではなく、分散分析の結果でも有意な差は見られなかった。しかしこの事は、供試作物の中に小豆があり、小豆に対する磷酸多投の効果が全般に低いことにも原因があると考えた。

次に磷酸資材による土壌改良の効果を各試験から作物別に分類した結果、改良効果の最も現われ易い作物は、レタス、短根にんじん、白菜、小麦であり、次いで改良効果のやや大きい作物はきゅうり、ばれいしょ、ソルガム、トマトであり、改良効果の小さい作物は陸稲、大豆、小豆、青刈とうもろこし、菜豆、だいこんであった。このように、普通畑作物に比べて野菜類は概して土壌改良効果が高い。野菜類は一般に収益性が高いことを考慮すると、土壌改良に要する多額の資材費をな

るべく早期に償却するうえからも、土壌改良実施当初に野菜類、とくに高冷地野菜としてのレタス、あるいは短根にんじんの栽培が有利であると考えられる。

さらに、レタスが磷酸多用により著しく生育を良化される理由について検討した結果、レタスの種子の保有養分量が極めて少ないうえに、磷酸の吸収が極めて早い時期から行なわれることが認められ、これが施用磷酸の肥効を高くしているものと見られた。

(2) 有効磷酸目標設定方式による土壌改良法 ア. 磷酸質土壌改良資材による土壌型別 有効磷酸の富化量調査

(室内実験)²⁶⁾27) (昭49~50)

土壌中に有効磷酸が殆んど含まれない場合の磷酸資材による土壌改良は、作土10cmについて、磷酸吸収係数の10%相当量の P_2O_5 を仮比重を考慮して算出し、これを作土全層に混合することを基本とした。この土壌改良法を普及技術として奨励した当初は、改良の対象となる土壌はその殆んどが磷酸吸収係数が高く、かつ有効磷酸は少ない土壌であったから、磷酸資材の所要量は磷酸吸収係数のみを測定してこれから算出していた。しかし、土壌改良の目標は、土壌中の有効磷酸含量を基準にして決定されることがより合理的と考えられるので、県内に分布する代表土壌について磷酸吸収係数を基準に、各種形態の磷酸質資材を施用して有効磷酸の富化量を調査し、各土壌の有効磷酸富化量を磷酸吸収係数の函数としてとらえる事が出来ないかを検討した。

試験方法

供試土壌は、県内に分布する通常土壌改良の対象となる磷酸吸収係数2,000前後の畑土壌を主体としたが、三紀層土壌と沖積土壌も各1点供試した。(表-33~35)

土壌は風乾後2mmの篩を通し、各土壌100gに磷酸質資材(過石、重過石、熔磷)の所定量を混合し、内容150mlのストレッチ管瓶につめ、各土壌の最大容水量の60%に相当する水を添加し、栓をして25°C定温器中で30、60、140日間インキュベートして有効磷酸の経時富化量を追跡した。

磷酸質資材の施用法は、土壤反応を矯正したうえで過石・熔磷比1：4で施用するのが原則であるが、土壤酸性の程度により資材の混合比を変え、あるいは過石に代えて重過石を施用することもあるので、これら資材の単用のほか、混合比を変えたうえでさらに施用量を変えて土壤に添加し、土壤中での有効磷酸の推移を検討した。なお磷酸資材の添加量は P_2O_5 として、磷酸吸収係数の2、5、10%相当量とした。(表-36~37)

有効磷酸分析法 (Truog法²⁸⁾)

2mmの篩を通過させた風乾細土1.00gを、300mlの三角フラスコにとり、これに0.002N- H_2SO_4 、 $(NH_4)_2SO_4$ 緩衝液(pH3.0)を200ml加えて30分間振盪し、この浸出液について常法によりモリ

ブデン青の発色を行ない比色法で磷酸の定量を行った。

なお、有効磷酸の測定法は、Truog法の他、Dyer法(1%クエン酸)、Bray法(ふっ化アンモン・塩酸法)、Egner法(乳酸法)その他、無機態、有機態の磷酸の分別定量法を含めて多くの方法が提唱されている。これらは、特定の作物との関連性が検討される場合が多い。しかし通常の場合畑では、各種の作物が輪作の一環として栽培されることが多いから、従来圃場試験に利用し、かつ現場の土壤調査においても応用し、しかも県下全域の畑土壤の分析に利用しているTruog法をもって有効磷酸の基準分析法としてその有効性の比較検討を行なうこととした。

表-33 供試土壤の理化学性

| 土 壤 名 | 土 壤 型 | 土 性 | 磷 酸 吸 収 係 数 | pH (H_2O) | 腐 植 (%) | C E C (me) | 仮 比 重 |
|-----------|-----------|-----|----------------|------------------|------------|---------------|-------|
| 1. 胆 沢 I | 腐植質火山灰土壤 | CL | 2,320 | 5.35 | 16.60 | 39.56 | 0.568 |
| 2. 滝 沢 I | " | L | 2,280 | 6.80 | 11.60 | 23.91 | 0.800 |
| 3. 胆 沢 II | 鈹質火山灰土壤 | CL | 2,120 | 4.98 | 1.63 | 19.28 | 1.015 |
| 4. 飯 豊 II | " | CL | 2,080 | 5.25 | 0.90 | 18.39 | 1.009 |
| 5. 後藤野 I | 腐植質火山灰土壤 | CL | 2,060 | 5.22 | 16.81 | 30.66 | 0.711 |
| 6. 六 原 II | 鈹質洪積層土壤 | C | 1,980 | 5.25 | 1.63 | 20.77 | 1.011 |
| 7. 飯 豊 I | 腐植質火山灰土壤 | CL | 1,920 | 5.05 | 8.13 | 24.23 | 0.749 |
| 8. 六 原 I | 腐植質洪積層土壤 | C | 1,740 | 4.95 | 7.05 | 22.05 | 0.866 |
| 9. 花 泉 I | 三 紀 層 土 壤 | CL | 1,120 | 4.75 | 0.36 | 19.78 | 0.873 |
| 10. 江 刺 I | 沖 積 層 土 壤 | SL | 880 | 5.34 | 1.26 | 11.37 | 1.263 |

表-34 供試土壤の理化学性解析

| 因 子 (No) | Mean | S. D. | C V % |
|------------------|-------|--------|-------|
| 1. 磷酸吸収係数 | 18.50 | 456.44 | 24.67 |
| 2. pH (H_2O) | 5.29 | 5.34 | 10.09 |
| 3. 腐 植 (%) | 6.60 | 6.17 | 93.58 |
| 4. 塩基置換容量 (me) | 23.0 | 7.22 | 31.41 |
| 5. 仮 比 重 | 0.89 | 1.87 | 21.04 |

表 - 35 各因子間の相関

| y | x | 回 帰 式 | r |
|-------|-------|---------------------------|------------|
| No. 2 | No. 1 | $y = 0.00044x + 4.46729$ | 0.3817 |
| No. 3 | No. 1 | $y = 0.00743x - 7.15563$ | 0.5496 |
| No. 4 | No. 1 | $y = 0.01020x + 4.12989$ | 0.6445* |
| No. 5 | No. 1 | $y = -0.00024x + 1.33706$ | -0.5959* |
| No. 3 | No. 2 | $y = 4.19795x - 15.62695$ | 0.3633 |
| No. 4 | No. 2 | $y = 1.55633x + 14.76076$ | 0.1151 |
| No. 5 | No. 2 | $y = -0.04240x + 1.11099$ | -0.1215 |
| No. 4 | No. 3 | $y = 1.01764x + 16.28657$ | 0.8697*** |
| No. 5 | No. 3 | $y = -0.02495x + 1.05112$ | -0.8258** |
| No. 5 | No. 4 | $y = -0.02395x + 1.43755$ | -0.9278*** |

表 - 36 磷酸質資材添加量

(土壤 100 g 当り mg)

| 土 壤 | P ₂ O ₅ 成分量 | | | 過 石 単 用 | | | 重 過 石 単 用 | | | 熔 燐 単 用 | | |
|-----------|-----------------------------------|-------|-------|---------|-----|-------|-----------|-----|------|---------|-----|-------|
| | 2 % | 5 % | 10 % | 2 % | 5 % | 10 % | 2 % | 5 % | 10 % | 2 % | 5 % | 10 % |
| 1. 胆 沢 I | 46.4 | 116.0 | 232.0 | 273 | 682 | 1,365 | 136 | 341 | 682 | 232 | 580 | 1,160 |
| 2. 滝 沢 I | 45.6 | 114.0 | 228.0 | 268 | 671 | 1,341 | 134 | 335 | 671 | 228 | 570 | 1,140 |
| 3. 胆 沢 II | 42.4 | 106.0 | 212.0 | 249 | 624 | 1,247 | 125 | 312 | 624 | 212 | 530 | 1,060 |
| 4. 飯 豊 II | 41.6 | 104.0 | 208.0 | 245 | 612 | 1,224 | 122 | 306 | 612 | 208 | 520 | 1,040 |
| 5. 後藤野 I | 41.2 | 103.0 | 206.0 | 242 | 606 | 1,212 | 121 | 303 | 606 | 206 | 515 | 1,030 |
| 6. 六 原 II | 39.6 | 99.0 | 198.0 | 232 | 582 | 1,164 | 116 | 291 | 582 | 198 | 495 | 990 |
| 7. 飯 豊 I | 38.4 | 96.0 | 192.0 | 226 | 565 | 1,129 | 113 | 283 | 565 | 192 | 480 | 960 |
| 8. 六 原 I | 34.8 | 87.0 | 174.0 | 205 | 512 | 1,024 | 102 | 256 | 512 | 174 | 435 | 870 |
| 9. 花 泉 I | 22.4 | 56.0 | 112.0 | 132 | 329 | 659 | 66 | 165 | 329 | 112 | 280 | 560 |
| 10. 江 刺 I | 17.6 | 44.0 | 88.0 | 104 | 259 | 518 | 52 | 129 | 259 | 88 | 220 | 440 |

注) 過石:17%P₂O₅ 重過石:34%P₂O₅ 熔燐:20%P₂O₅

表 - 37 磷吸 2%相当磷酸質資材添加量

(土壤 100 g 当り mg)

| 土 壤 | 過 石 : 熔 燐 | | | | | | 重 過 石 : 熔 燐 | | | | | |
|-----------|-----------|-----|-------|-----|-------|-----|-------------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | 1 : 1 | | 1 : 2 | | 1 : 4 | | 1 : 1 | | 1 : 2 | | 1 : 4 | |
| 1. 胆 沢 I | 136 | 116 | 91 | 155 | 54 | 186 | 68 | 116 | 45 | 155 | 27 | 186 |
| 2. 滝 沢 I | 134 | 114 | 88 | 152 | 54 | 182 | 67 | 114 | 45 | 152 | 27 | 182 |
| 3. 胆 沢 II | 125 | 106 | 84 | 141 | 49 | 170 | 62 | 106 | 42 | 141 | 25 | 170 |
| 4. 飯 豊 II | 122 | 104 | 81 | 139 | 49 | 166 | 61 | 104 | 41 | 139 | 25 | 166 |
| 5. 後藤野 I | 121 | 103 | 81 | 137 | 48 | 165 | 61 | 103 | 41 | 137 | 24 | 165 |
| 6. 六 原 II | 116 | 99 | 78 | 132 | 47 | 158 | 58 | 99 | 39 | 132 | 24 | 158 |
| 7. 飯 豊 I | 113 | 96 | 75 | 128 | 45 | 154 | 56 | 96 | 38 | 128 | 22 | 154 |
| 8. 六 原 I | 102 | 87 | 68 | 116 | 41 | 139 | 52 | 87 | 34 | 116 | 21 | 139 |
| 9. 花 泉 I | 66 | 56 | 44 | 75 | 26 | 90 | 33 | 56 | 22 | 75 | 13 | 90 |
| 10. 江 刺 I | 52 | 44 | 34 | 59 | 21 | 70 | 26 | 44 | 17 | 59 | 11 | 70 |

注) 磷吸 5%は上表の 2.5 倍、10%は 5 倍量とした。

試験成績

磷酸質資材の添加による有効磷酸の富化の経時変化を表-38~41(146~149頁)に示した。

①磷酸質資材添加による有効磷酸富化量の経時変化

表-38 15日目の有効磷酸富化量

(mg%)

| 土 壤 名 | 過 石 単 用 | 重過石 単 用 | 熔 磷 単 用 | 過石：熔磷 | | | 重過石：熔磷 | | | |
|-----------------------------|------------|------------|------------|-------|------|------|--------|------|------|------|
| | | | | 1：1 | 1：2 | 1：4 | 1：1 | 1：2 | 1：4 | |
| 2 % 相 当 添 加 | 1. 胆 沢 I | 3.7 | 4.5 | 2.0 | 3.3 | 3.7 | 3.3 | 4.4 | 4.1 | 2.4 |
| | 2. 滝 沢 I | 3.0 | 4.2 | 2.0 | 4.0 | 2.0 | 2.0 | 1.2 | 2.4 | 1.2 |
| | 3. 胆 沢 II | 3.6 | 4.3 | 5.2 | 3.0 | 4.3 | 3.7 | 3.2 | 5.3 | 6.4 |
| | 4. 飯 豊 II | 2.0 | Tr. | 3.0 | - | 4.0 | 3.2 | 5.2 | 3.6 | 4.4 |
| | 5. 後藤野 I | 3.2 | 5.2 | 1.8 | 4.4 | 4.8 | 2.0 | 2.8 | 1.6 | 1.6 |
| | 6. 六 原 II | 3.0 | 0.6 | 4.7 | 5.4 | 2.4 | 3.0 | 6.4 | 4.2 | 5.2 |
| | 7. 飯 豊 I | 6.4 | 6.4 | 5.9 | 5.6 | 0.8 | 5.6 | 2.7 | 4.0 | 2.8 |
| | 8. 六 原 I | Tr. | Tr. | 4.6 | 3.3 | 2.2 | 1.6 | 2.4 | 4.0 | 1.2 |
| | 9. 花 泉 I | Tr. | Tr. | 3.4 | 7.4 | Tr. | 2.4 | Tr. | Tr. | 0.6 |
| | 10. 江 刺 I | 1.8 | 2.8 | 2.4 | 2.0 | 3.4 | 3.0 | 2.3 | 4.6 | 3.7 |
| 平 均 | 2.7 | 2.8 | 3.5 | 4.3 | 2.8 | 3.0 | 3.1 | 3.1 | 3.0 | |
| 5 % 相 当 添 加 | 1. 胆 沢 I | 10.5 | 13.6 | 5.9 | 7.6 | 10.3 | 5.6 | 11.1 | 10.1 | 8.8 |
| | 2. 滝 沢 I | 11.8 | 7.8 | 6.0 | 6.6 | 10.0 | 8.4 | 6.8 | 5.2 | 6.8 |
| | 3. 胆 沢 II | 10.6 | 9.4 | 8.4 | 11.1 | 11.2 | 10.9 | 10.5 | 11.1 | 8.5 |
| | 4. 飯 豊 II | 7.6 | 3.6 | 5.6 | 6.0 | 8.8 | 7.6 | 10.0 | 6.0 | 6.4 |
| | 5. 後藤野 I | 12.8 | 9.6 | 9.6 | 10.4 | 11.2 | 10.8 | 11.2 | - | 9.6 |
| | 6. 六 原 II | 6.0 | 12.4 | 12.4 | 9.6 | 11.6 | 8.0 | 10.4 | 10.0 | 8.8 |
| | 7. 飯 豊 I | 9.6 | 13.9 | 5.9 | 12.0 | 12.0 | 10.4 | 6.8 | 10.8 | 10.0 |
| | 8. 六 原 I | 8.0 | 10.0 | 6.8 | 8.2 | 10.6 | 8.6 | 3.8 | 8.0 | 11.8 |
| | 9. 花 泉 I | 7.0 | 15.0 | 7.0 | 5.8 | 8.8 | 4.6 | 10.2 | 5.4 | 2.2 |
| | 10. 江 刺 I | 3.4 | 6.8 | 5.6 | 6.2 | 6.2 | - | 5.5 | 6.6 | 6.4 |
| 平 均 | 8.7 | 10.2 | 7.3 | 8.4 | 10.1 | 8.3 | 8.6 | 8.6 | 7.9 | |
| 10 % 相 当 添 加 | 1. 胆 沢 I | 24.5 | 22.9 | 15.7 | 23.2 | 15.5 | 20.2 | 17.3 | 15.1 | 16.7 |
| | 2. 滝 沢 I | 28.8 | 24.6 | 15.0 | 23.2 | 19.2 | 16.0 | 15.2 | 18.8 | 14.8 |
| | 3. 胆 沢 II | 18.8 | 20.9 | 24.2 | 24.2 | 25.5 | 22.5 | 19.9 | 21.1 | 29.9 |
| | 4. 飯 豊 II | 21.2 | 25.2 | 33.2 | 14.8 | 24.8 | 18.8 | 15.6 | 13.2 | 18.4 |
| | 5. 後藤野 I | 21.2 | 24.0 | 14.4 | 23.6 | 28.4 | 18.0 | 25.2 | 29.0 | 28.8 |
| | 6. 六 原 II | 15.8 | 22.2 | 19.6 | 22.0 | 16.4 | 19.4 | 15.0 | 27.2 | 26.4 |
| | 7. 飯 豊 I | 21.2 | 14.8 | 14.8 | 20.4 | 16.8 | 16.4 | 27.6 | 22.4 | 20.4 |
| | 8. 六 原 I | 35.2 | 25.0 | 22.0 | 24.0 | 14.8 | 23.8 | 19.0 | 17.0 | 31.0 |
| | 9. 花 泉 I | 28.2 | 23.0 | 17.7 | - | 27.4 | 25.0 | 19.0 | 20.6 | 15.8 |
| | 10. 江 刺 I | 13.0 | 12.0 | 15.2 | 14.6 | 14.4 | 12.4 | 10.8 | 13.1 | 12.4 |
| 平 均 | 22.8 | 21.5 | 19.2 | 21.1 | 20.3 | 19.2 | 18.5 | 19.8 | 21.5 | |

表-39 30日目の有効磷酸富化量

(mg%)

| 土 壤 名 | 過 石 単 用 | 重過石 単 用 | 熔 磷 単 用 | 過石：熔磷 | | | 重過石：熔磷 | | | |
|-----------------------------|------------|------------|------------|-------|------|------|--------|------|------|------|
| | | | | 1：1 | 1：2 | 1：4 | 1：1 | 1：2 | 1：4 | |
| 2 % 相 当 添 加 | 1. 胆 沢 I | 2.9 | 3.7 | 3.0 | 2.4 | 4.6 | 3.0 | 2.3 | 3.4 | 2.5 |
| | 2. 滝 沢 I | 2.8 | 2.4 | 3.2 | 3.2 | 6.8 | 3.6 | 2.4 | 1.6 | 3.6 |
| | 3. 胆 沢 II | 0.3 | 1.1 | Tr. | Tr. | 0.1 | 0.3 | Tr. | 0.7 | 0.7 |
| | 4. 飯 豊 II | Tr. | Tr. | 0.8 | 0.8 | — | Tr. | 0.8 | 1.2 | 2.8 |
| | 5. 後 藤 野 I | 4.6 | 6.4 | 2.0 | 5.6 | 3.4 | 4.0 | 3.4 | 8.8 | 6.8 |
| | 6. 六 原 II | 3.7 | 1.4 | 3.0 | 2.8 | 3.4 | 3.4 | 2.3 | 2.3 | 3.2 |
| | 7. 飯 豊 I | 3.6 | 6.8 | 3.2 | 4.0 | 3.2 | 3.4 | 4.0 | 4.4 | 2.8 |
| | 8. 六 原 I | 2.4 | 4.4 | 2.4 | 2.0 | 3.6 | 4.0 | 5.6 | 3.2 | 4.4 |
| | 9. 花 泉 I | 2.6 | 2.6 | 4.0 | 2.2 | 2.6 | 3.0 | 3.4 | 2.6 | 2.6 |
| | 10. 江 刺 I | 0.8 | 1.2 | 1.6 | 1.2 | 4.2 | 1.8 | 2.0 | 1.8 | 1.2 |
| | 平 均 | 2.4 | 3.0 | 2.3 | 2.4 | 3.5 | 2.7 | 2.6 | 3.0 | 3.1 |
| 5 % 相 当 添 加 | 1. 胆 沢 I | 8.3 | 10.8 | 6.7 | 7.6 | 9.3 | 9.1 | 9.8 | 9.3 | 8.0 |
| | 2. 滝 沢 I | 9.6 | 6.4 | 7.6 | 8.0 | 9.2 | 7.6 | 6.8 | 6.0 | 9.2 |
| | 3. 胆 沢 II | 2.5 | 5.5 | 4.1 | 6.9 | 9.0 | 6.1 | 6.5 | 7.5 | 3.2 |
| | 4. 飯 豊 II | 8.0 | 5.0 | 5.2 | 7.6 | 6.8 | 7.6 | 6.4 | 6.8 | 5.8 |
| | 5. 後 藤 野 I | 11.2 | 7.4 | 9.6 | 9.6 | 8.8 | 10.0 | 7.2 | 10.0 | 10.4 |
| | 6. 六 原 II | 18.3 | 3.8 | 13.5 | 10.7 | 12.4 | 6.5 | 11.8 | 10.4 | 8.7 |
| | 7. 飯 豊 I | 10.0 | 10.5 | 9.7 | 7.4 | 9.0 | 6.6 | 8.6 | 11.6 | 8.6 |
| | 8. 六 原 I | 7.2 | 9.6 | 10.4 | 13.6 | 9.6 | 11.2 | 12.4 | 12.0 | 11.2 |
| | 9. 花 泉 I | 10.2 | 7.8 | 6.0 | 6.8 | 6.6 | 8.0 | 8.6 | 5.8 | 6.6 |
| | 10. 江 刺 I | 4.0 | 8.0 | 2.4 | 4.2 | 4.2 | 12.0 | 5.6 | 4.4 | 5.6 |
| | 平 均 | 8.9 | 7.5 | 7.5 | 8.2 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.4 | 7.7 |
| 10 % 相 当 添 加 | 1. 胆 沢 I | 20.1 | 20.0 | 19.5 | 19.8 | 21.9 | 16.1 | 17.6 | 20.8 | 17.0 |
| | 2. 滝 沢 I | 22.8 | 19.6 | 16.0 | 20.4 | 16.4 | 18.0 | 18.4 | 17.6 | 16.1 |
| | 3. 胆 沢 II | 19.9 | 11.7 | 16.3 | 19.9 | 17.5 | 24.1 | 17.7 | 16.5 | 16.0 |
| | 4. 飯 豊 II | 12.6 | 18.8 | 18.4 | 24.4 | 22.6 | 19.4 | 16.6 | 22.2 | 18.4 |
| | 5. 後 藤 野 I | 15.6 | 17.6 | 22.0 | 18.4 | 20.4 | 19.6 | 20.8 | 24.0 | 27.4 |
| | 6. 六 原 II | 17.0 | (17.1) | 16.4 | 22.7 | 18.3 | 21.2 | 23.8 | — | 28.3 |
| | 7. 飯 豊 I | 19.0 | 22.8 | 18.4 | 18.3 | 19.0 | 23.8 | 27.2 | 24.0 | 15.6 |
| | 8. 六 原 I | 18.4 | 18.0 | 20.4 | 16.4 | 22.8 | 26.0 | 13.6 | 20.4 | 24.4 |
| | 9. 花 泉 I | 20.2 | 34.2 | 15.8 | 34.2 | 21.4 | 21.4 | 16.8 | 17.8 | 13.2 |
| | 10. 江 刺 I | 18.8 | 19.2 | 15.0 | 10.6 | 11.4 | 10.4 | 12.0 | 8.0 | 11.6 |
| | 平 均 | 18.1 | 19.9 | 17.8 | 20.5 | 19.2 | 20.0 | 18.5 | 19.0 | 18.8 |

表-40 60日目の有効磷酸富化量

(mg%)

| 土 壤 名 | 過 石 単 用 | 重過石 単 用 | 熔 磷 単 用 | 過石：熔磷 | | | 重過石：熔磷 | | | |
|-----------------------------|------------|------------|------------|-------|------|------|--------|------|------|------|
| | | | | 1：1 | 1：2 | 1：4 | 1：1 | 1：2 | 1：4 | |
| 2 % 相 当 添 加 | 1.胆 沢 I | 2.7 | 4.7 | 3.5 | 2.3 | 4.3 | 1.9 | 2.7 | 3.1 | 2.7 |
| | 2.滝 沢 I | 1.6 | 2.0 | 2.0 | 2.8 | 2.9 | 2.8 | 2.4 | 2.6 | 1.6 |
| | 3.胆 沢 II | 1.9 | 2.7 | 1.9 | 1.5 | 2.3 | 1.9 | 3.1 | 3.9 | 3.5 |
| | 4.飯 豊 II | 0.8 | 1.6 | 1.6 | Tr. | 1.2 | 5.6 | 2.8 | 2.0 | 2.4 |
| | 5.後 藤 野 I | 4.0 | 4.8 | 4.0 | 4.0 | 2.8 | 4.8 | 4.8 | 5.2 | 3.2 |
| | 6.六 原 II | 4.0 | 3.2 | 2.8 | 2.4 | 2.4 | 2.8 | 2.0 | 1.6 | 3.2 |
| | 7.飯 豊 I | 2.4 | 2.4 | 2.8 | 3.6 | 3.2 | 3.6 | 2.4 | 3.6 | 4.0 |
| | 8.六 原 I | 1.6 | 2.8 | 1.2 | 2.8 | 3.2 | 2.0 | 3.2 | 3.2 | 2.8 |
| | 9.花 泉 I | 1.8 | 1.8 | 3.4 | 2.2 | 3.4 | 2.2 | 3.0 | 3.0 | 2.6 |
| | 10.江 刺 I | 4.4 | 4.4 | 4.8 | 5.6 | 6.8 | 5.2 | 4.8 | 3.2 | 3.6 |
| | 平 均 | 2.5 | 3.0 | 2.8 | 2.7 | 3.3 | 3.3 | 3.1 | 3.1 | 3.0 |
| 5 % 相 当 添 加 | 1.胆 沢 I | 7.9 | 7.9 | 5.1 | 7.5 | 9.1 | 8.3 | 9.1 | 6.7 | 5.1 |
| | 2.滝 沢 I | 6.8 | 4.0 | 5.6 | 6.0 | 6.2 | 5.3 | 5.2 | 3.6 | 4.5 |
| | 3.胆 沢 II | 5.5 | 7.1 | 7.5 | 6.7 | 9.9 | 7.9 | 9.1 | 7.5 | 10.7 |
| | 4.飯 豊 II | 6.0 | 6.0 | 5.2 | 6.8 | 8.0 | 9.2 | 8.4 | 6.0 | 6.8 |
| | 5.後 藤 野 I | 9.6 | 11.6 | 9.0 | 8.8 | 12.0 | 10.8 | 12.0 | 12.0 | 8.0 |
| | 6.六 原 II | 10.8 | 3.6 | 8.4 | 9.2 | 7.6 | 7.6 | 6.8 | 8.4 | 6.0 |
| | 7.飯 豊 I | 7.2 | 8.8 | 8.8 | 8.4 | 9.6 | 11.6 | 9.6 | 8.4 | 12.0 |
| | 8.六 原 I | 7.2 | 7.0 | 8.8 | 7.6 | 6.8 | 8.0 | 9.2 | 9.6 | 8.4 |
| | 9.花 泉 I | 9.0 | 8.2 | 7.0 | 9.0 | 8.6 | 6.6 | 6.6 | 8.2 | 7.0 |
| | 10.江 刺 I | 10.8 | 10.0 | 8.0 | 8.0 | 8.4 | 10.0 | 4.8 | 5.6 | 4.8 |
| | 平 均 | 8.1 | 7.4 | 7.3 | 7.6 | 8.6 | 8.5 | 8.1 | 7.6 | 7.3 |
| 10 % 相 当 添 加 | 1.胆 沢 I | 21.1 | 14.7 | 16.7 | 18.7 | 18.3 | 15.5 | 17.0 | 15.9 | 19.5 |
| | 2.滝 沢 I | 14.4 | 15.2 | 13.6 | 11.8 | 12.0 | 12.5 | 12.0 | 16.8 | 12.0 |
| | 3.胆 沢 II | 10.7 | 14.3 | 15.5 | 19.9 | 19.1 | 16.3 | 23.5 | 23.1 | 20.7 |
| | 4.飯 豊 II | 13.2 | 18.8 | 17.6 | 23.6 | 24.8 | 16.0 | 17.0 | 21.2 | 18.0 |
| | 5.後 藤 野 I | 18.4 | 16.4 | 17.6 | 22.0 | 16.8 | 16.6 | 24.4 | 23.2 | 22.8 |
| | 6.六 原 II | 20.0 | 16.0 | 22.8 | 16.8 | 12.8 | 19.6 | 22.4 | 25.6 | 15.2 |
| | 7.飯 豊 I | 15.2 | 15.2 | 18.0 | 17.6 | 22.0 | 24.8 | 20.0 | 22.0 | 16.8 |
| | 8.六 原 I | 17.6 | 12.4 | 22.4 | 16.8 | 14.8 | 17.2 | 11.2 | 12.0 | 14.4 |
| | 9.花 泉 I | 24.2 | 32.2 | 18.6 | 28.6 | - | 18.0 | 19.4 | 20.2 | 14.6 |
| | 10.江 刺 I | 21.2 | 20.8 | 15.6 | 11.6 | 12.8 | 14.0 | 11.6 | 12.0 | 10.8 |
| | 平 均 | 17.6 | 17.6 | 17.8 | 18.7 | 17.0 | 17.1 | 17.9 | 19.2 | 16.5 |

表 - 41 140 日目の有効磷酸富化量

(mg : %)

| 土 壤 名 | 過 石 単 用 | 重過石 単 用 | 熔 燐 単 用 | 過石 : 熔燐 | | | 重過石 : 熔燐 | | | |
|-----------------------------|------------|------------|------------|---------|-------|-------|----------|-------|-------|------|
| | | | | 1 : 1 | 1 : 2 | 1 : 4 | 1 : 1 | 1 : 2 | 1 : 4 | |
| 2 % 相 当 添 加 | 1. 胆 沢 I | 1.5 | 2.8 | 3.3 | 2.5 | 1.7 | 2.1 | 1.3 | 2.3 | 1.7 |
| | 2. 滝 沢 I | 3.6 | 4.8 | 5.2 | 8.4 | 4.4 | 6.4 | 3.6 | 4.0 | 4.0 |
| | 3. 胆 沢 II | 1.1 | 1.7 | 3.2 | 3.2 | 2.1 | 4.1 | 3.4 | 6.1 | 2.3 |
| | 4. 飯 豊 II | 1.6 | 3.2 | 2.8 | 4.0 | 3.6 | 3.6 | 4.4 | 2.8 | 2.8 |
| | 5. 後 藤 野 I | 1.2 | 2.8 | 2.4 | 3.2 | 4.0 | 3.2 | 2.0 | 2.0 | 0.8 |
| | 6. 六 原 II | 3.5 | 2.5 | 1.2 | 4.0 | 2.0 | 4.0 | 2.4 | 2.0 | 2.0 |
| | 7. 飯 豊 I | 2.4 | 2.8 | 5.6 | 2.4 | 1.2 | 3.6 | 2.0 | 3.2 | 2.0 |
| | 8. 六 原 I | 1.2 | 2.8 | 1.6 | 2.0 | 0.4 | 1.6 | 1.2 | 1.6 | 1.2 |
| | 9. 花 泉 I | 1.4 | 0.6 | 2.2 | 2.2 | 1.4 | 2.2 | 1.4 | 3.4 | 1.8 |
| | 10. 江 刺 I | 1.6 | 0.8 | 0.4 | 2.0 | 1.2 | Tr. | 2.0 | 6.8 | 2.0 |
| | 平 均 | 1.9 | 2.5 | 2.8 | 3.4 | 2.2 | 3.1 | 2.4 | 2.8 | 2.1 |
| 5 % 相 当 添 加 | 1. 胆 沢 I | 4.7 | 4.1 | 6.1 | 5.5 | 6.5 | 7.1 | 5.5 | 7.9 | 5.1 |
| | 2. 滝 沢 I | 7.2 | 6.0 | 8.8 | 8.8 | 6.0 | 8.8 | 7.6 | 8.8 | 8.4 |
| | 3. 胆 沢 II | 4.4 | 5.5 | 9.1 | 9.3 | 9.1 | 9.2 | 9.5 | 7.7 | 11.0 |
| | 4. 飯 豊 II | 6.0 | 4.8 | 5.2 | 6.0 | 6.8 | 12.4 | 8.8 | 8.8 | 6.8 |
| | 5. 後 藤 野 I | 8.0 | 6.4 | 8.4 | 5.6 | 6.4 | 8.8 | 2.4 | 7.2 | 4.8 |
| | 6. 六 原 II | 9.6 | 1.2 | 14.0 | 8.0 | 9.6 | 11.2 | 9.6 | 7.6 | 7.2 |
| | 7. 飯 豊 I | 6.0 | 8.4 | 9.6 | 8.0 | 9.2 | 13.6 | 7.2 | 9.2 | 8.8 |
| | 8. 六 原 I | 3.0 | 4.0 | 4.8 | 6.4 | 8.0 | 6.4 | 4.8 | 6.8 | 6.4 |
| | 9. 花 泉 I | 5.8 | 6.6 | 6.2 | 6.6 | 6.6 | 7.0 | 6.6 | 7.4 | 9.8 |
| | 10. 江 刺 I | 3.6 | 3.4 | 3.6 | 3.6 | 4.4 | 11.6 | 4.0 | 4.0 | 4.8 |
| | 平 均 | 5.8 | 5.1 | 7.6 | 6.8 | 7.3 | 9.6 | 6.6 | 7.5 | 7.3 |
| 10 % 相 当 添 加 | 1. 胆 沢 I | 11.0 | 12.3 | 17.7 | 11.9 | 16.5 | 18.2 | 19.2 | 12.7 | 11.3 |
| | 2. 滝 沢 I | 13.6 | 13.2 | 18.0 | 17.6 | 21.6 | 16.8 | 14.4 | 18.0 | 16.8 |
| | 3. 胆 沢 II | 10.3 | 11.5 | 18.7 | 21.9 | 25.1 | 19.9 | 19.9 | 23.9 | 20.7 |
| | 4. 飯 豊 II | 10.8 | 17.2 | 16.8 | 24.8 | 17.6 | 19.6 | 17.6 | 19.2 | 24.8 |
| | 5. 後 藤 野 I | 12.4 | 11.6 | 18.4 | 17.2 | 14.8 | 20.0 | 18.8 | 19.6 | 23.2 |
| | 6. 六 原 II | 17.0 | (12.4) | 15.2 | 17.2 | 23.6 | 23.2 | 25.2 | 19.2 | 14.0 |
| | 7. 飯 豊 I | 14.8 | 13.2 | 15.6 | 16.0 | 19.2 | 24.4 | 20.4 | 19.6 | 21.2 |
| | 8. 六 原 I | 9.6 | 10.0 | 15.6 | 10.4 | 10.4 | 11.2 | 10.4 | 11.2 | 15.6 |
| | 9. 花 泉 I | 19.4 | 28.2 | 18.0 | 25.4 | 25.4 | 17.8 | 16.2 | 11.4 | 17.4 |
| | 10. 江 刺 I | 8.4 | 10.1 | 13.6 | 9.6 | 9.2 | 19.6 | 10.0 | 10.6 | 12.8 |
| | 平 均 | 12.7 | 14.0 | 16.8 | 17.2 | 18.3 | 19.1 | 17.2 | 16.6 | 17.8 |

表-42 燐吸 10%相当燐酸質資材添加に伴う有効燐酸の富化量解析

| 処理 資材 | 30日 | | | 60日 | | | 140日 | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Mean | S. D | C V% | Mean | S. D | C V% | Mean | S. D | C V% |
| 過石 | 18.44 | 2.677 | 14.52 | 17.60 | 3.977 | 22.60 | 12.66 | 3.068 | 24.24 |
| 重過石 | 19.92 | 5.466 | 27.44 | 17.60 | 5.354 | 30.42 | 13.97 | 5.117 | 36.63 |
| 熔燐 | 17.82 | 2.175 | 12.20 | 17.84 | 2.755 | 15.44 | 16.76 | 1.598 | 9.53 |
| 過石:熔燐 1:1 | 20.51 | 5.768 | 28.12 | 18.74 | 4.907 | 26.18 | 17.20 | 5.299 | 30.81 |
| 1:2 | 19.17 | 3.324 | 17.34 | 17.04 | 3.963 | 23.26 | 18.34 | 5.455 | 29.75 |
| 1:4 | 20.00 | 4.272 | 21.36 | 17.05 | 3.190 | 18.71 | 19.07 | 3.421 | 17.94 |
| 重過石:熔燐 1:1 | 18.45 | 4.281 | 23.20 | 17.85 | 4.706 | 26.37 | 17.21 | 4.418 | 25.67 |
| 1:2 | 17.13 | 7.226 | 42.18 | 19.20 | 4.531 | 23.60 | 15.94 | 4.357 | 27.33 |
| 1:4 | 18.80 | 5.546 | 29.50 | 16.48 | 3.621 | 21.97 | 17.78 | 4.311 | 24.24 |

表-43 燐酸質資材添加量の差による有効燐酸富化量解析 (60日後)

| 処理 資材 | 2%相当添加 | | | 5%相当添加 | | | 10%相当添加 | | |
|---------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | Mean | S. D | C V% | Mean | S. D | C V% | Mean | S. D | C V% |
| 過石 | 2.52 | 1.163 | 46.13 | 8.08 | 1.793 | 22.19 | 17.60 | 3.977 | 22.60 |
| 重過石 | 3.04 | 1.140 | 37.51 | 7.42 | 2.355 | 31.74 | 17.60 | 5.354 | 30.42 |
| 熔燐 | 2.80 | 1.084 | 38.70 | 7.37 | 1.417 | 19.23 | 17.84 | 2.755 | 15.44 |
| 過石:熔燐 1:1 | 2.73 | 1.401 | 51.31 | 7.80 | 1.019 | 13.06 | 18.74 | 4.907 | 26.18 |
| 1:2 | 3.25 | 1.410 | 43.39 | 8.62 | 1.578 | 18.30 | 17.04 | 3.963 | 23.26 |
| 1:4 | 3.28 | 1.362 | 41.53 | 8.53 | 1.815 | 21.28 | 17.05 | 3.190 | 18.71 |
| 重過石:熔燐 1:1 | 3.12 | 9.075 | 29.09 | 8.08 | 2.098 | 25.96 | 17.85 | 4.706 | 26.37 |
| 1:2 | 3.14 | 0.950 | 30.25 | 7.60 | 2.200 | 28.94 | 19.20 | 4.531 | 23.60 |
| 1:4 | 2.96 | 6.545 | 22.11 | 7.33 | 2.373 | 32.37 | 16.48 | 3.621 | 21.97 |

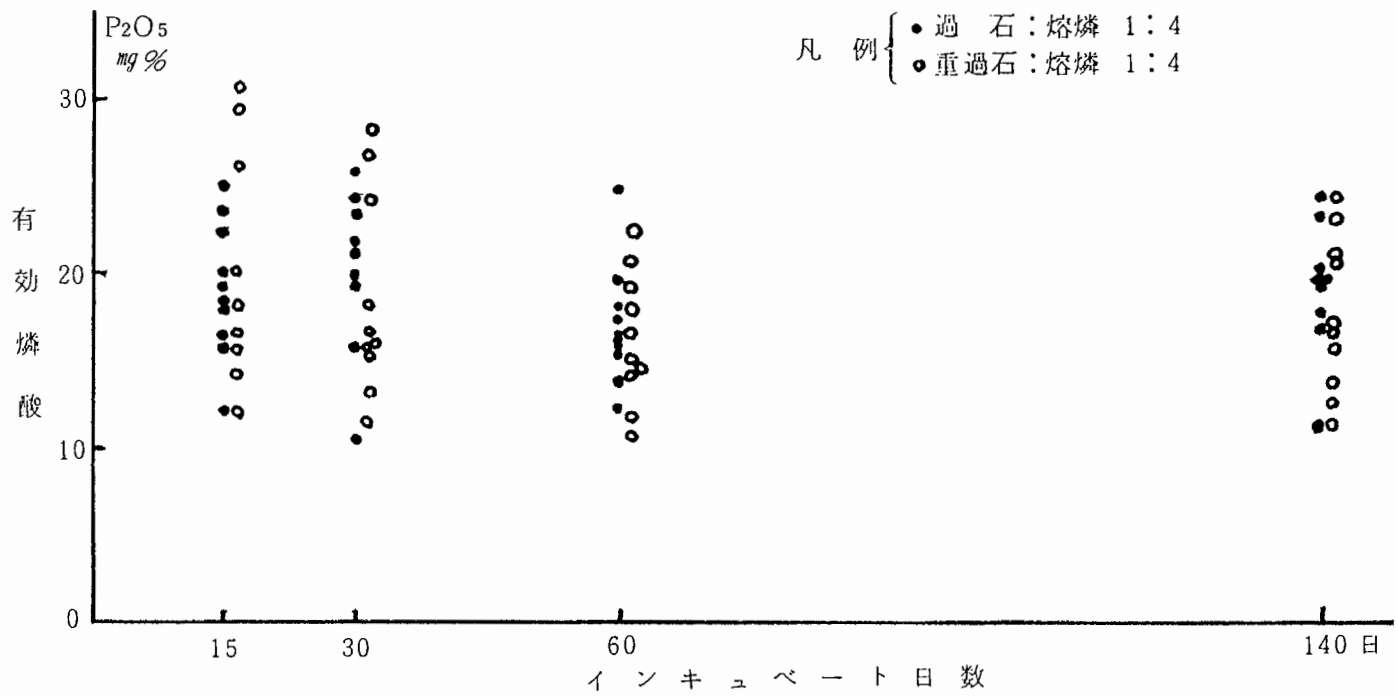
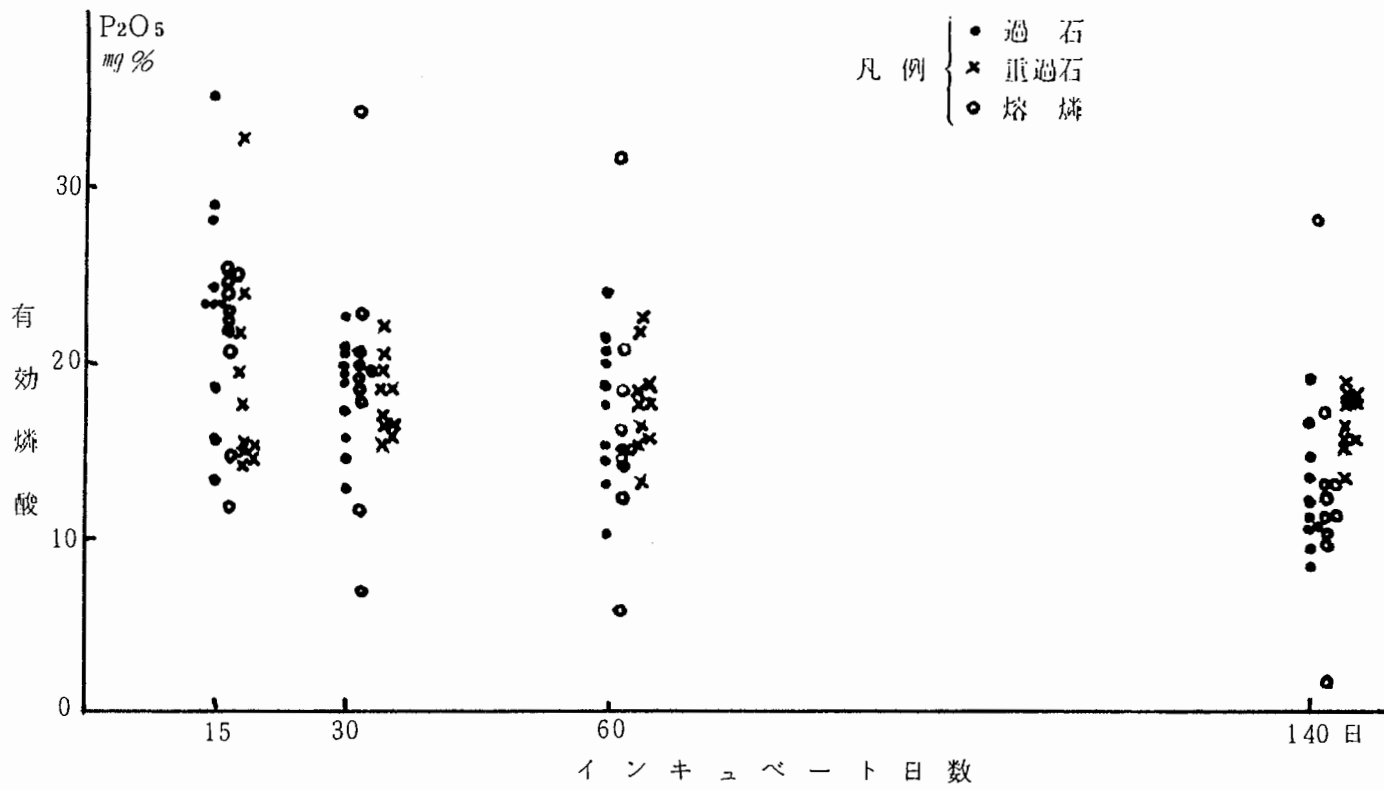


図-7 磷酸資材の種類と有効磷酸の経時変化 (磷吸の10% P_2O_5)

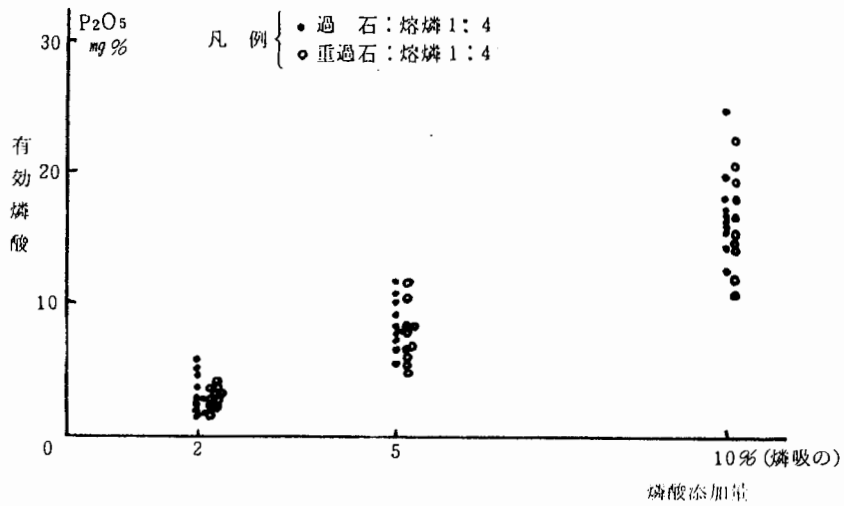
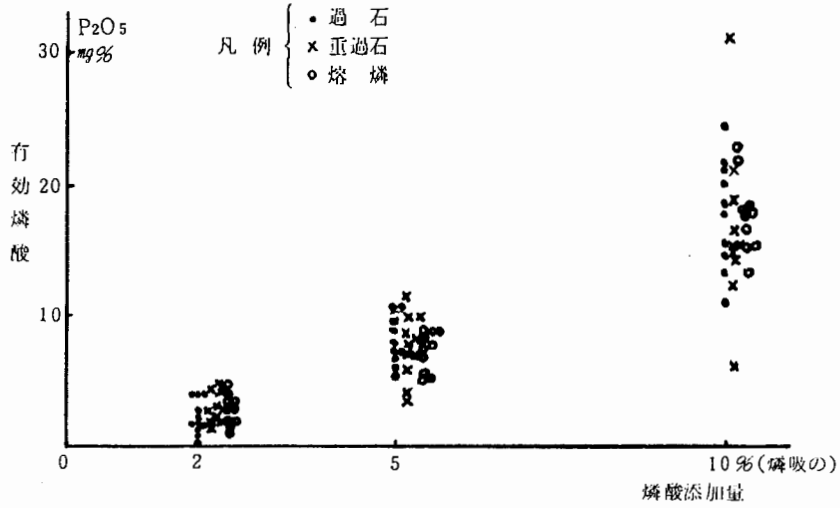


図-8 各リン酸資材の添加による有効リン酸富化量 (60日)

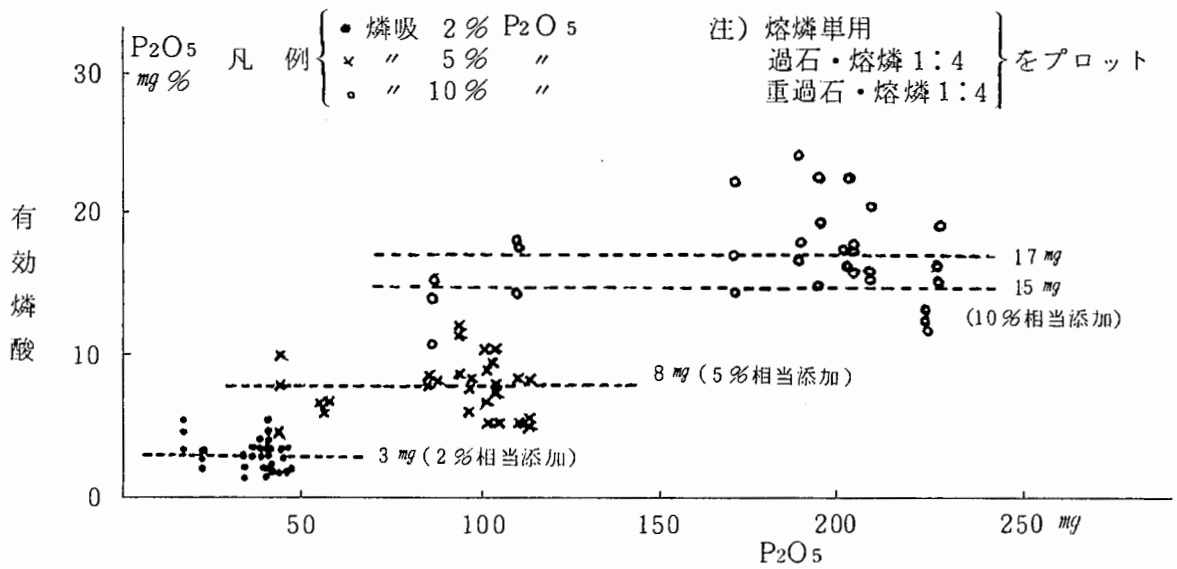


図-9 リン酸添加による有効リン酸の富化(60日)

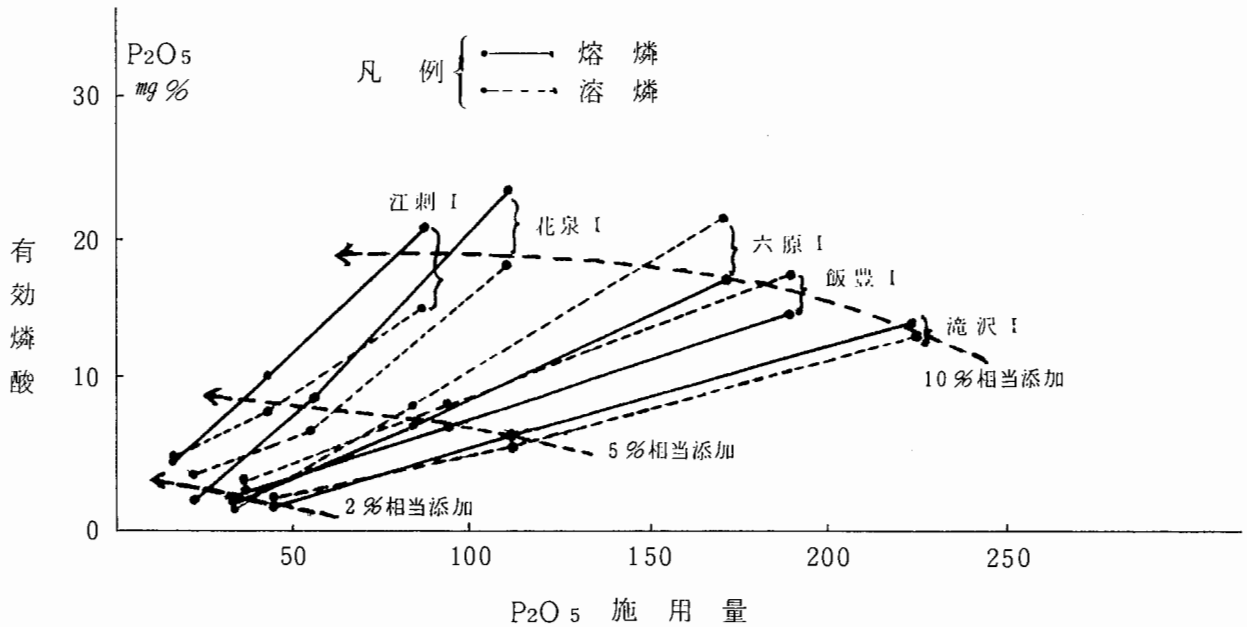


図-10 土壌の種類と過石、熔磷による有効磷酸富化量の差異（60日）

各磷酸質資材の添加による土壌中の有効磷酸の富化量を見ると、ほぼ磷酸の施用量に比例して増加するが、副成分の影響のためか、多量区(10%)の富化比率がわずかに高い。また添加量が多い程土壌間の差は大きくなる傾向が見られる。(図-8)。資材添加後60日までは、資材の種類によって有効磷酸富化量に差が見られ、中性火山灰土壌(滝沢I)、三紀層土壌(花泉I)、沖積層土壌(江刺I)では過石、重過石の富化量が多く、強酸性火山灰土壌(飯豊I)や洪積層土壌(六原I)では、熔磷の富化量が多い傾向である。(図-10)。

しかし、インキュベートが140日になると、何れの土壌でもほぼ熔磷の富化量が多くなる。一般に土壌間の有効磷酸の富化量の差は、過石と重過石では大きく熔磷では小さい傾向である(表-42~43、図-7)。

また、土壌別の有効磷酸の富化量は、腐植質火山灰土壌、腐植質洪積層土壌、沖積層土壌では、資材の種類、混合割合による富化量の変動幅が小さく、鉍質火山灰土壌(胆沢II、飯豊II)、鉍質洪積層土壌(胆沢II、飯豊II)、三紀層土壌(花泉I)では、その幅が大きい傾向が見られる(表-42~53)。

以上のように、磷酸質資材の添加により種々の要因を伴った有効磷酸富化が行なわれるが、作物

の生育期間を勘案し、添加後60日目の富化量を目安とすれば、磷酸吸収係数を基準にした熔磷主体の磷酸添加による有効磷酸富化量は、各土壌ともかなり近い線に集まり、その平均値は、熔磷単用の場合、磷酸吸収係数の2%相当の磷酸添加で約3mg%、5%で約7mg%、10%で約18mg%となる。また熔磷4に対し過石又は重過石を1に混合した場合は、同様に2%で約3mg%、5%で約8mg%、10%で約17mg%となる(図-9)。

以上の結果から土壌改良基準としての磷酸施用量は、磷酸吸収係数の5%施用8mg%の富化量を中心にとれば、各土壌とも磷酸吸収係数の1%の磷酸(熔磷主体)により、有効磷酸は1.6mg%内外の増加を見込むことが出来るとみてよく、これを土壌改良の目標値の算定に使用できると考えた。

② 磷酸添加による土壌の磷酸吸収係数の変化

(インキュベート140日後の土壌分析値)

①のインキュベート試験を行なった各土壌について、有効磷酸の富化が行なわれるとともに磷酸吸収係数の低下が行なわれることを予想し、これを調査した結果が表-44及び45である。なお磷酸吸収係数の測定法は横井による正磷酸法²⁹⁾とした。

表-44 磷酸資材添加による磷酸吸収係数の変化

| 土 壤 名 | P ₂ O ₅ 無添加 | 過 石 | | | 重 過 石 | | | 熔 燐 | | |
|------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2 % | 5 % | 10 % | 2 % | 5 % | 10 % | 2 % | 5 % | 10 % |
| 1. 胆 沢 I | 2,225 | 2,175 | 2,146 | 2,030 | 2,212 | 2,194 | 2,117 | 2,250 | 2,122 | 2,010 |
| 2. 滝 沢 I | 2,230 | 2,220 | 2,160 | 2,080 | 2,220 | 2,180 | 2,100 | 2,180 | 2,040 | 1,960 |
| 3. 胆 沢 II | 2,132 | 2,049 | 1,970 | 1,885 | 2,059 | 2,010 | 1,960 | 2,069 | 2,000 | 1,910 |
| 4. 飯 豊 II | 2,645 | 1,637 | 1,600 | 1,453 | 1,600 | 1,567 | 1,508 | 1,616 | 1,526 | 1,408 |
| 5. 後 藤 野 I | 1,660 | 1,648 | 1,600 | 1,464 | 1,637 | 1,573 | 1,508 | 1,573 | 1,546 | 1,453 |
| 6. 六 原 II | 1,660 | 1,580 | 1,460 | 1,300 | 1,600 | 1,580 | 1,520 | 1,640 | 1,540 | 1,440 |
| 7. 飯 豊 I | 1,529 | 1,475 | 1,315 | 1,176 | 1,436 | 1,351 | 1,247 | 1,408 | 1,368 | 1,345 |
| 8. 六 原 I | 1,360 | 1,360 | 1,300 | 1,220 | 1,320 | 1,300 | 1,240 | 1,360 | 1,300 | 1,220 |
| 9. 花 泉 I | 600 | 584 | 529 | 443 | 598 | 542 | 514 | 578 | 542 | 431 |
| 10. 江 刺 I | 1,180 | 1,120 | 1,060 | 1,040 | 1,120 | 1,100 | 1,060 | 1,120 | 1,080 | 1,020 |

注) 表中の2%、5%、10%は磷酸吸収係数の2%、5%、10%相当のP₂O₅をそれぞれの磷酸資材で施用したことを示す。

表-45 磷酸資材添加による磷酸吸収係数の低下量

| 土 壤 名 | 過 石 | | | 重 過 石 | | | 熔 燐 | | |
|------------|-----|-----|------|-------|-----|------|-----|-----|------|
| | 2 % | 5 % | 10 % | 2 % | 5 % | 10 % | 2 % | 5 % | 10 % |
| 1. 胆 沢 I | 56 | 85 | 201 | 43 | 61 | 137 | 5 | 138 | 245 |
| 2. 滝 沢 I | 10 | 70 | 150 | 10 | 50 | 130 | 50 | 190 | 270 |
| 3. 胆 沢 II | 83 | 162 | 247 | 78 | 122 | 172 | 63 | 132 | 222 |
| 4. 飯 豊 II | 8 | 45 | 192 | 45 | 78 | 137 | 29 | 119 | 237 |
| 5. 後 藤 野 I | 12 | 60 | 196 | 23 | 87 | 152 | 87 | 114 | 207 |
| 6. 六 原 II | 80 | 200 | 360 | 60 | 80 | 140 | 20 | 120 | 220 |
| 7. 飯 豊 I | 54 | 214 | 356 | 93 | 127 | 282 | 121 | 161 | 184 |
| 8. 六 原 I | 0 | 60 | 140 | 40 | 60 | 120 | 0 | 60 | 140 |
| 9. 花 泉 I | 16 | 71 | 157 | 2 | 58 | 86 | 22 | 58 | 169 |
| 10. 江 刺 I | 60 | 120 | 140 | 60 | 80 | 120 | 60 | 100 | 160 |

注) 表中2%、5%、10%は表-44 注)に同じ。

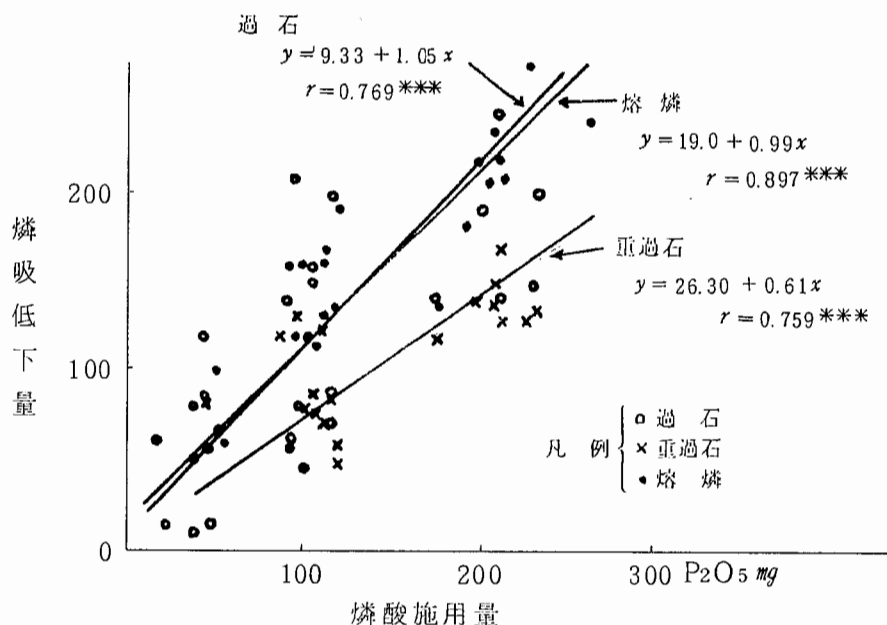


図-11 磷酸質資材添加に伴う磷酸吸収の低下

各磷酸資材による土壌の磷酸吸収の低下程度をみると、熔磷と過石は磷酸投入量とほぼ1:1に対応して低下するのに対して、重過石では低下程度は明らかに低い。この理由については明らかでないが、土壌改良資材としては重要な性質の違いになるものと考えられる。

磷酸質土壌改良資材による土壌型別有効磷酸の富化量調査考察

磷酸欠乏土壌改良の第一段階として、有効磷酸を殆ど含まない土壌では、作土10cm相当の土量について、磷酸吸収係数の10%の P_2O_5 が効果的であることが知られたが、引続き、磷酸吸収係数の10% P_2O_5 施用とは、有効磷酸の富化量から見れば如何なる意味を持つかを検討しようとした。

逆に言えば、土壌改良の方法としては、磷酸吸収係数から算定するよりも、有効磷酸量から算定する方法がより合理的と考えられたからである。

磷酸吸収係数が880から2,320にわたる性格の異なる土壌10点を供試して、各土壌の磷酸吸収係数の2%、5%、10%の P_2O_5 を、過石、重過石、熔磷それぞれの単用又は過石と熔磷及び重過石と熔磷の併用として畑状態(最大容水量の60%水分)

にして25℃でインキュベートし、30日、60日、140日目のそれぞれの有効磷酸の富化量を調査した。

その結果、各資材とも、副成分による影響のためか施用量が多くなる程有効磷酸富化比率がわずかに高まること、添加量が多い程土壌間の差が大きくなること、また土壌の種類により各資材による有効磷酸富化量に差はあるが、140日では熔磷の有効磷酸富化量が最も多いこと、さらに土壌別には腐植質の火山灰や腐植質の洪積層土壌に比べ、鉍質の火山灰や洪積層土壌及び三紀層土壌では資材間の富化量の変動幅が大きい傾向が見られた。鉍質土壌で資材間の差が大きくなるのは、副成分によるpHの変動の差が影響しているものと見られる。

以上のように磷酸質資材の添加による有効磷酸の富化は複雑に行なわれるが、施肥後日数を60日を基準にして見れば、磷酸吸収係数を基準にした熔磷主体の磷酸添加による土壌の有効磷酸の富化量は、各土壌ともかなり近い線に集まり、その平均値は熔磷単用では磷酸吸収係数の2%相当の磷酸添加で約3mg%、5%で約7mg%、10%で約18mg%となる。また熔磷4に対して過石又は重過石を1に混合した場合は、同様に2%で約3mg%、5

%で約8mg%、10%で約17mg%となる。

この結果から土壤改良基準としての磷酸施用量は、磷酸吸収係数の10%施用の範囲内では1%相当のP₂O₅の施用で1.5~1.7mg%、平均で1.6mg%内外の有効磷酸の増加を見込めるものとし、これを土壤改良の目標値の算定基準値とした。

なお、試験成績に見られるように、資材の種類、あるいは土壤による差は認められるが、現場対応技術としては利用できると考えた。

また、熔燐及び過石の施用により、ほぼP₂O₅施用量に対応して磷酸吸収係数は低下したが、重過石では低下程度は低かった。これは副成分による影響とも見られるが、この理由については明らかに出来なかった。

(参考)

磷酸質土壤改良資材所要量算定法

磷酸質資材による土壤改良の具体的な実施方法としては、例えば農家が農業改良普及所の土壤診断を受けて、簡単に普及利用されるものであることが望ましい。その意味ではこれまで検討した結果は、土壤分析の方法としても困難な操作は伴っていないし、また有効磷酸の指標としてTruog法による有効磷酸が、作物との関連において、なお検討を要するという評価があるにしても、岩手県内における数多くの試験について検討した結果からは十分に利用できる方法と考え、以上の成果を現場むけの簡単な表にとりまとめた。

表-46 磷酸投入量基準

(P₂O₅kg/10a)

| 不足有効磷酸 磷吸 | mg 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 2,600 | 16 | 33 | 49 | 65 | 81 | 98 | 114 | 130 | 146 | 163 |
| 2,500 | 16 | 31 | 47 | 63 | 78 | 94 | 109 | 125 | 141 | 156 |
| 2,400 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 |
| 2,300 | 14 | 29 | 43 | 58 | 72 | 86 | 101 | 115 | 129 | 144 |
| 2,200 | 14 | 28 | 41 | 55 | 69 | 83 | 96 | 110 | 124 | 138 |
| 2,100 | 13 | 26 | 39 | 53 | 66 | 79 | 92 | 105 | 118 | 131 |
| 2,000 | 13 | 25 | 38 | 50 | 63 | 75 | 88 | 100 | 113 | 125 |
| 1,900 | 12 | 24 | 36 | 48 | 59 | 71 | 83 | 95 | 107 | 119 |
| 1,800 | 11 | 23 | 34 | 45 | 56 | 68 | 79 | 90 | 101 | 113 |
| 1,700 | 11 | 21 | 32 | 43 | 53 | 64 | 74 | 85 | 96 | 106 |
| 1,600 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 1,500 | 9 | 19 | 28 | 38 | 47 | 56 | 66 | 75 | 84 | 94 |

注) 作土10cm、仮比重1.0の場合の基準値 不足有効磷酸; 富化目標有効磷酸

表-47 磷酸資材の現物換算値

| 資材 | 混合比 資材の磷酸 成分 | 磷酸成分(P ₂ O ₅) 1:4混合 | | | 現物 1:4混合 | | |
|-----|--------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 過石17% 熔燐25% | 過石17% 熔燐20% | 重過34% 熔燐25% | 過石17% 熔燐25% | 過石17% 熔燐20% | 重過34% 熔燐25% |
| 過石 | | 1.18 A | 1.18 A | - | 0.85 A | 1.03 A | - |
| 重過石 | | - | - | 0.59 A | - | - | 0.75 A |
| 熔燐 | | 3.20 A | 4.00 A | 3.20 A | 3.42 A | 4.12 A | 3.00 A |

A = 磷酸投入量(P₂O₅)

注) 磷酸成分で1:4混合は岩手農試方式 現物で1:4混合は山本方式

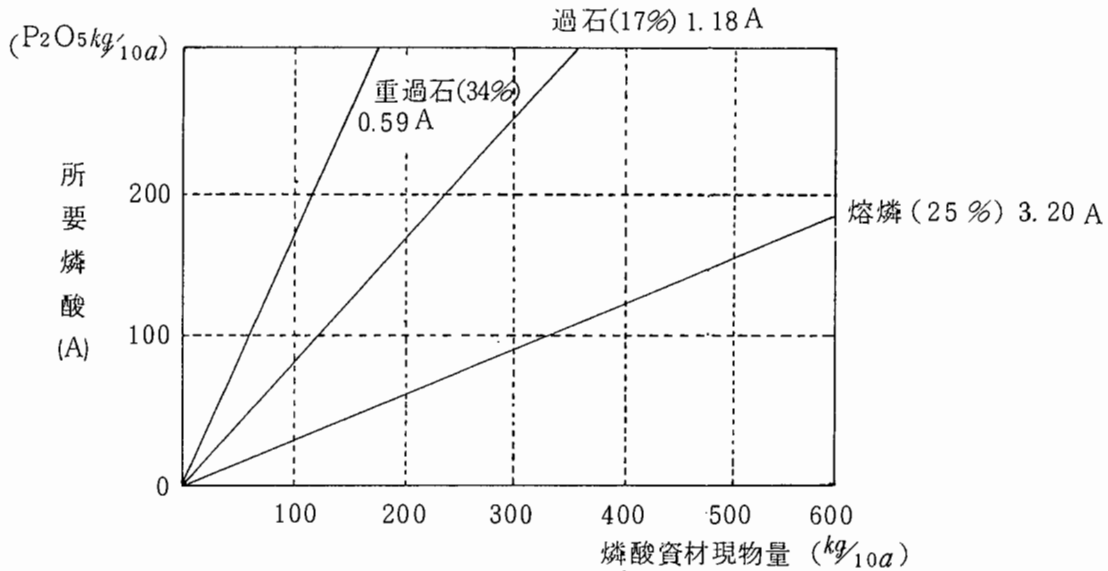


図-12 磷酸資材現物投入早見表

注) 資材混入比は磷酸成分で、
過石又は重過石 1 : 熔燐 4

土壌改良資材所要量算定法

(1) 土壌中に有効磷酸が殆んど含まれない場合
磷酸吸収係数の 10% 改良

= 有効磷酸 16 mg% 目標

計算例

作土深 10 cm を対象に算定する

磷酸吸収係数 2,000、仮比重 0.7

改良目標、磷酸吸収係数の 10%

$2,000 \times 0.7 \times 0.1 (10\%) = 140 \text{ kg}$

P_2O_5

これを表-47により過石、熔燐比 1 : 4 等に配分し、作土全層に混合する。

(2) 土壌中に有効磷酸が含まれる場合

有効磷酸 16 mg% 目標

計算例

作土深 10 cm を対象に算定する。

有効磷酸を 6 mg% 含むとすれば、

富化必要量、 $16 \text{ mg}\% - 6 \text{ mg}\% = 10 \text{ mg}\%$

磷酸吸収係数 2,000

表-46より P_2O_5 必要量は 125 kg

仮比重 0.7

$125 \times 0.7 = 87.5 \text{ kg } P_2O_5$

これを表-47により過石、熔燐比 1 : 4 等に配分する。

得られた資材量は作土全層に混合する。磷酸資

材量の算出は、作土 10 cm を基準にしているの
で、これを作土全層に混入すれば、作土層が 10 cm より厚い場合は、有効磷酸濃度は低くなる。同じ理由で、作土が 10 cm 以上の場合の有効磷酸富化目標量の算出には、作土全層の有効磷酸量を差引けばよい。

イ. 各種磷酸資材の施用に伴う土壌 pH の変動 (室内実験)³⁰⁾ (昭和 50 年)

畑土壌の土壌改良の手順としては、磷酸欠乏を改良する前段として、まず土壌 pH を矯正して置くことが必要である。土壌 pH 矯正のための炭カル添加通気法が有効なことは筆者ら³¹⁾の研究があるが、これら石灰資材の投入と同時に磷酸質資材を多量に投入すれば、当然土壌 pH にも影響することが予想されるので、その実態を調査した。

試験方法

供試土壌は有効磷酸の富化量調査に供試した土壌を 10 点用いたが、これら土壌の pH (H₂O) は、4.75 ~ 6.80 にわたっている。供試土壌の理化学性を表-48 に示した。

土壌は風乾後 2 mm の篩を通し、各土壌 100 g に各種磷酸質資材 (過石、重過石、熔燐) の所定量を混合し、内容 150 ml のスチロール管瓶につめ、各土壌の最大容水量の 60% に相当する水を添加し

表-48 供試土壌の理化学性

| 土 壤 名 | 土 壤 型 | 土 性 | 磷 酸 吸 収 係 数 | pH (H ₂ O) | 腐 植 質 (%) | C E C (me) | 仮 比 重 |
|------------|-----------|-----|-------------|-----------------------|-----------|------------|-------|
| 1. 胆 沢 I | 腐植質火山灰土壌 | C L | 2,320 | 5.35 | 16.60 | 39.56 | 0.568 |
| 2. 滝 沢 I | 〃 | L | 2,280 | 6.80 | 11.60 | 23.91 | 0.800 |
| 3. 胆 沢 II | 鈳質、火山灰土壌 | C L | 2,120 | 4.98 | 1.63 | 19.28 | 1.015 |
| 4. 飯 豊 II | 〃 | C L | 2,080 | 5.25 | 0.90 | 18.39 | 1.009 |
| 5. 後 藤 野 I | 腐植質火山灰土壌 | C L | 2,060 | 5.22 | 16.81 | 30.66 | 0.711 |
| 6. 六 原 II | 鈳質、洪積層土壌 | C | 1,980 | 5.25 | 1.63 | 20.77 | 1.011 |
| 7. 飯 豊 I | 腐植質火山灰土壌 | C L | 1,920 | 5.05 | 8.13 | 24.23 | 0.749 |
| 8. 六 原 I | 腐植質洪積層土壌 | C | 1,740 | 4.95 | 7.05 | 22.05 | 0.866 |
| 9. 花 泉 I | 三 紀 層 土 壌 | C L | 1,120 | 4.75 | 0.36 | 19.78 | 0.873 |
| 10. 江 刺 I | 沖 積 層 土 壌 | S L | 880 | 5.34 | 1.26 | 11.37 | 1.263 |

栓をして25°C定温器中で10、20、30、40、60、140日間インキュベートして土壌pHの経時変化を追跡し、さらにインキュベート終了後の風乾土のpHを測定した。なおpHはいずれもpH(H₂O)である。

各種磷酸質資材の添加量は各土壌100gに対しそれぞれ磷酸吸収係数の2、5、10%P₂O₅相当とし、それぞれの資材の単用および熔磷との併用とした。試験Noを表-49に示した。

表-49 試験区の構成(試験区No.)

| 資 材 混 合 率 | 過 石 | | | | 重 過 石 | | | | 熔 磷 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| | 単 用 | 1:1 | 1:2 | 1:4 | 単 用 | 1:1 | 1:2 | 1:4 | 単 用 |
| 磷 吸 2% | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 |
| 〃 5% | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 |
| 〃 10% | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 |

(混合率は、過石:熔磷又は重過石:熔磷で示した。対照区として無施用区を設けNo.28とした。)

表-50 磷酸質資材添加量

(土壌100g当りmg)

| 土 壤 名 | P ₂ O ₅ 成分量 | | | 過 石 単 用 | | | 重 過 石 単 用 | | | 熔 磷 単 用 | | |
|------------|-----------------------------------|-------|-------|---------|-----|-------|-----------|-----|-----|---------|-----|-------|
| | 2% | 5% | 10% | 2% | 5% | 10% | 2% | 5% | 10% | 2% | 5% | 10% |
| 1. 胆 沢 I | 46.4 | 116.0 | 232.0 | 273 | 682 | 1,365 | 136 | 341 | 682 | 232 | 580 | 1,160 |
| 2. 滝 沢 I | 45.6 | 114.0 | 228.0 | 268 | 671 | 1,341 | 134 | 335 | 671 | 228 | 570 | 1,140 |
| 3. 胆 沢 II | 42.4 | 106.0 | 212.0 | 249 | 624 | 1,247 | 125 | 312 | 624 | 212 | 530 | 1,060 |
| 4. 飯 豊 II | 41.6 | 104.0 | 208.0 | 245 | 612 | 1,224 | 122 | 306 | 612 | 208 | 520 | 1,040 |
| 5. 後 藤 野 I | 41.2 | 103.0 | 206.0 | 242 | 606 | 1,212 | 121 | 303 | 606 | 206 | 515 | 1,030 |
| 6. 六 原 II | 39.6 | 99.0 | 198.0 | 232 | 582 | 1,164 | 116 | 291 | 582 | 198 | 495 | 990 |
| 7. 飯 豊 I | 38.4 | 96.0 | 192.0 | 226 | 565 | 1,129 | 113 | 283 | 565 | 192 | 480 | 960 |
| 8. 六 原 I | 34.8 | 87.0 | 174.0 | 205 | 512 | 1,024 | 102 | 256 | 512 | 174 | 435 | 870 |
| 9. 花 泉 I | 22.4 | 56.0 | 112.0 | 132 | 329 | 659 | 66 | 165 | 329 | 112 | 280 | 560 |
| 10. 江 刺 I | 17.6 | 44.0 | 88.0 | 104 | 259 | 518 | 52 | 129 | 259 | 88 | 220 | 440 |

(過石:17% P₂O₅、重過石:34% P₂O₅、熔磷:20% P₂O₅)

表-51 磷吸2%相当磷酸質資材添加量

(土壤100g当りmg)

| 土壤名 | 過石：熔磷 | | | | | | 重過石：熔磷 | | | | | |
|--------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1：1 | | 1：2 | | 1：4 | | 1：1 | | 1：2 | | 1：4 | |
| 1.胆沢I | 136 | 116 | 91 | 155 | 54 | 186 | 68 | 116 | 45 | 155 | 27 | 186 |
| 2.滝沢I | 134 | 114 | 88 | 152 | 54 | 182 | 67 | 114 | 45 | 152 | 27 | 182 |
| 3.胆沢II | 125 | 106 | 84 | 141 | 49 | 170 | 62 | 106 | 42 | 141 | 25 | 170 |
| 4.飯豊II | 122 | 104 | 81 | 139 | 49 | 166 | 61 | 104 | 41 | 139 | 25 | 166 |
| 5.後藤野I | 121 | 103 | 81 | 137 | 48 | 165 | 61 | 103 | 41 | 137 | 24 | 165 |
| 6.六原II | 116 | 99 | 78 | 132 | 47 | 158 | 58 | 99 | 39 | 132 | 24 | 158 |
| 7.飯豊I | 113 | 96 | 75 | 128 | 45 | 154 | 56 | 96 | 38 | 128 | 22 | 154 |
| 8.六原I | 102 | 87 | 68 | 116 | 41 | 139 | 52 | 87 | 34 | 116 | 21 | 139 |
| 9.花泉I | 66 | 56 | 44 | 75 | 26 | 90 | 33 | 56 | 22 | 75 | 13 | 90 |
| 10.江刺I | 52 | 44 | 34 | 59 | 21 | 70 | 26 | 44 | 17 | 59 | 11 | 70 |

注) 磷吸5%は上表の2.5倍、10%は5倍量とした。

試験結果

磷酸質資材の施用による土壤pHの推移を表-52～56に示した。

表-52 各磷酸資材の添加による土壤pHの変化(1)

| No | 処理 | 土壤日数 | | 胆沢I | | | | | 滝沢I | | | | |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2% | 15 | 30 | 60 | 140 | 跡地 | 15 | 30 | 60 | 140 | 跡地 |
| 1 | | 1 | 2% | 5.10 | 5.20 | 5.25 | 5.05 | 4.91 | 6.32 | 6.33 | 6.28 | 6.05 | 5.93 |
| 2 | | .. | 5 | 4.90 | 5.00 | 5.10 | 4.95 | 4.89 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 5.98 | 5.90 |
| 3 | | 0 | 10 | 4.81 | 4.98 | 5.00 | 4.90 | 4.83 | 5.90 | 5.90 | 5.95 | 5.82 | 5.82 |
| 4 | 過石 | 1 | 2 | 5.30 | 5.50 | 5.45 | 5.20 | 4.92 | 6.55 | 6.40 | 6.48 | 6.31 | 6.31 |
| 5 | | .. | 5 | 5.18 | 5.28 | 5.29 | 5.32 | 5.05 | 6.40 | 6.46 | 6.20 | 6.18 | 6.30 |
| 6 | | 1 | 10 | 5.20 | 5.30 | 5.50 | 5.20 | 5.10 | 6.40 | 6.40 | 6.08 | 6.20 | 6.23 |
| 7 | 熔磷 | 1 | 2 | 5.50 | 5.58 | 5.50 | 5.32 | 4.95 | 6.60 | 6.55 | 6.41 | 6.38 | 6.41 |
| 8 | | .. | 5 | 5.50 | 5.60 | 5.62 | 5.68 | 5.20 | 6.55 | 6.45 | 6.40 | 6.31 | 6.40 |
| 9 | | 2 | 10 | 5.50 | 5.50 | 5.62 | 5.45 | 5.29 | 6.50 | 6.60 | 6.23 | 6.33 | 6.30 |
| 10 | | 1 | 2 | 5.60 | 5.70 | 5.68 | 5.30 | 5.10 | 6.70 | 6.60 | 6.65 | 6.40 | 6.10 |
| 11 | | .. | 5 | 5.60 | 5.65 | 5.90 | 5.75 | 5.30 | 6.70 | 6.60 | 6.48 | 6.40 | 6.10 |
| 12 | | 4 | 10 | 5.80 | 5.83 | 5.91 | 5.70 | 5.50 | 6.70 | 6.70 | 6.50 | 6.51 | 6.52 |
| 13 | | 1 | 2 | 5.37 | 5.43 | 5.40 | 4.98 | 4.77 | 6.45 | 6.45 | 6.35 | 6.25 | 5.85 |
| 14 | | .. | 5 | 5.20 | 5.20 | 5.21 | 5.00 | 4.89 | 6.30 | 6.30 | 6.25 | 6.10 | 5.98 |
| 15 | | 0 | 10 | 5.10 | 5.20 | 5.15 | 5.03 | 4.90 | 6.11 | 6.15 | 6.10 | 6.05 | 6.00 |
| 16 | 重過石 | 1 | 2 | 5.60 | 5.70 | 5.43 | 5.30 | 5.00 | 6.70 | 6.55 | 6.48 | 6.45 | 6.51 |
| 17 | | .. | 5 | 5.70 | 5.80 | 5.79 | 5.50 | 5.15 | 6.60 | 6.60 | 6.30 | 6.40 | 6.23 |
| 18 | | 1 | 10 | 5.70 | 5.80 | 5.75 | 5.72 | 5.41 | 6.70 | 6.40 | 6.40 | 6.38 | 6.39 |
| 19 | 熔磷 | 1 | 2 | 5.72 | 5.70 | 5.54 | 5.20 | 5.10 | 6.80 | 6.60 | 6.35 | 6.43 | 6.45 |
| 20 | | .. | 5 | 5.80 | 5.90 | 5.89 | 5.72 | 5.28 | 6.75 | 6.70 | 6.40 | 6.55 | 6.20 |
| 21 | | 2 | 10 | 5.82 | 5.95 | 6.01 | 5.90 | 5.51 | 6.80 | 6.70 | 6.60 | 6.60 | 6.60 |
| 22 | | 1 | 2 | 5.70 | 5.85 | 5.81 | 5.30 | 5.28 | 6.80 | 6.63 | 6.55 | 6.50 | 6.20 |
| 23 | | .. | 5 | 5.90 | 6.00 | 6.00 | 5.70 | 5.50 | 6.80 | 6.83 | 6.52 | 6.59 | 6.51 |
| 24 | | 4 | 10 | 6.10 | 6.00 | 6.02 | 5.99 | 5.58 | 7.05 | 6.98 | 6.80 | 6.71 | 6.60 |
| 25 | 熔磷 | 単 | 2 | 5.87 | 5.95 | 5.70 | 5.42 | 5.05 | 6.80 | 6.71 | 6.75 | 6.59 | 6.30 |
| 26 | | 用 | 5 | 6.14 | 6.23 | 6.12 | 5.75 | 5.50 | 6.90 | 6.90 | 6.85 | 6.70 | 6.50 |
| 27 | | 10 | 6.40 | 6.35 | 6.24 | 6.13 | 5.70 | 7.20 | 7.20 | 7.20 | 6.90 | 6.83 | |
| 28 | 対照区 | | | 5.66 | 5.70 | 5.68 | 5.72 | 5.60 | 6.80 | 6.58 | 6.30 | 6.30 | 6.40 |

表-53 各燐酸資材の添加による土壌pHの変化(2)

| No. | 処 理 | 土 壤 | | 胆 沢 II | | | | | 飯 豊 II | | | | |
|-----|-----------------------|-------------|----|--------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|
| | | 日 数 | | 15 | 30 | 60 | 140 | 跡地 | 15 | 30 | 60 | 140 | 跡地 |
| 1 | 過 石 熔 燐 | 1 ∴ 0 | 2% | 5.41 | 5.68 | 5.60 | 5.68 | 5.51 | 5.20 | 5.40 | 5.54 | 5.50 | 5.21 |
| 2 | | | 5 | 5.25 | 5.33 | 5.32 | 5.28 | 5.30 | 5.10 | 4.92 | 5.10 | 5.17 | 5.00 |
| 3 | | | 10 | 5.09 | 5.17 | 5.22 | 5.13 | 5.10 | 4.91 | 4.85 | 4.92 | 4.99 | 4.88 |
| 4 | | 1 ∴ 1 | 2 | 5.60 | 5.65 | 5.52 | 5.63 | 5.60 | 5.32 | 5.28 | 5.84 | 5.51 | 5.32 |
| 5 | | | 5 | 5.50 | 5.53 | 5.40 | 5.60 | 5.50 | 5.25 | 5.15 | 5.38 | 5.43 | 5.08 |
| 6 | | | 10 | 5.48 | 5.40 | 5.42 | 5.45 | 5.40 | 5.05 | 5.10 | 5.30 | 5.30 | 5.16 |
| 7 | | 1 ∴ 2 | 2 | 5.70 | 5.78 | 5.75 | 5.80 | 5.65 | 5.50 | 5.28 | 5.52 | 5.40 | 5.40 |
| 8 | | | 5 | 5.60 | 5.71 | 5.70 | 5.75 | 5.60 | 5.32 | 5.25 | 5.49 | 5.40 | 5.27 |
| 9 | | | 10 | 5.60 | 5.60 | 5.62 | 5.70 | 5.60 | 5.21 | 5.38 | 5.40 | 5.48 | 5.20 |
| 10 | | 1 ∴ 4 | 2 | 5.80 | 5.60 | 5.71 | 5.75 | 5.62 | 5.45 | 5.40 | 5.45 | 5.60 | 5.18 |
| 11 | | | 5 | 5.80 | 5.70 | 5.65 | 5.80 | 5.62 | 5.30 | 5.30 | 5.62 | 5.51 | 5.38 |
| 12 | | | 10 | 5.80 | 5.80 | 5.78 | 5.90 | 5.75 | 5.30 | 5.28 | 5.50 | 5.63 | 5.35 |
| 13 | 重 過 石 熔 燐 | 1 ∴ 0 | 2 | 5.60 | 5.70 | 5.60 | 5.60 | 5.51 | 5.42 | 5.40 | 5.50 | 5.49 | 5.28 |
| 14 | | | 5 | 5.50 | 5.63 | 5.60 | 5.50 | 5.51 | 5.15 | 5.12 | 5.35 | 5.30 | 5.00 |
| 15 | | | 10 | 5.38 | 5.41 | 5.48 | 5.31 | 5.43 | 5.10 | 5.00 | 5.10 | 5.10 | 5.05 |
| 16 | | 1 ∴ 1 | 2 | 5.80 | 5.69 | 5.58 | 5.73 | 5.60 | 5.60 | 5.40 | 5.50 | 5.55 | 5.20 |
| 17 | | | 5 | 5.70 | 5.75 | 5.81 | 5.85 | 5.63 | 5.40 | 5.35 | 5.54 | 5.50 | 5.25 |
| 18 | | | 10 | 5.70 | 5.70 | 5.78 | 5.80 | 5.65 | 5.50 | 5.45 | 5.58 | 5.61 | 5.35 |
| 19 | | 1 ∴ 2 | 2 | 5.75 | 5.80 | 5.72 | 5.80 | 5.60 | 5.43 | 5.40 | 5.61 | 5.61 | 5.30 |
| 20 | | | 5 | 5.80 | 5.93 | 5.79 | 5.95 | 5.70 | 5.49 | 5.40 | 5.62 | 5.53 | 5.35 |
| 21 | | | 10 | 5.81 | 5.81 | 5.72 | 6.10 | 5.80 | 5.60 | 5.60 | 5.62 | 5.65 | 5.49 |
| 22 | | 1 ∴ 4 | 2 | 5.70 | 5.79 | 5.74 | 5.75 | 5.60 | 5.48 | 5.39 | 5.70 | 5.60 | 5.25 |
| 23 | | | 5 | 5.80 | 5.81 | 5.80 | 5.90 | 5.70 | 5.48 | 5.20 | 5.60 | 5.65 | 5.22 |
| 24 | | | 10 | 6.00 | 6.01 | 5.20 | 6.22 | 6.00 | 5.65 | 5.88 | 5.60 | 6.01 | 5.60 |
| 25 | 熔 燐 | 単 用 | 2 | 5.62 | 5.75 | 5.95 | 5.75 | 5.73 | 5.48 | 5.60 | 5.65 | 5.80 | 5.60 |
| 26 | | | 5 | 5.80 | 5.91 | 5.90 | 5.93 | 5.90 | 5.60 | 5.50 | 5.60 | 5.87 | 5.62 |
| 27 | | | 10 | 6.00 | 6.18 | 6.28 | 6.48 | 6.00 | 5.60 | 5.70 | 5.60 | 6.05 | 5.65 |
| 28 | 対 照 区 | | | 5.60 | 5.60 | 5.55 | 5.63 | 5.50 | 5.58 | 5.50 | 5.52 | 5.50 | - |

表-54 各磷酸資材の添加による土壌pHの変化 (3)

| No. | 処 理 | 土 壤 | | 後 藤 野 I | | | | | 六 原 II | | | | |
|-----|---------------------------------|-------------|----|---------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|
| | | 日 | 数 | 15 | 30 | 60 | 140 | 跡地 | 15 | 30 | 60 | 140 | 跡地 |
| 1 | 過 石 … 熔 … 磷 | 1 … 0 | 2% | 5.05 | 5.31 | 4.85 | 4.42 | 4.65 | 5.10 | 5.38 | 5.48 | 5.29 | 5.10 |
| 2 | | | 5 | 4.81 | 5.08 | 5.05 | 4.72 | 4.90 | 4.60 | 5.00 | 5.12 | 5.00 | 5.83 |
| 3 | | | 10 | 4.70 | 4.90 | 4.92 | 4.63 | 4.80 | 4.55 | 4.80 | 4.90 | 4.85 | 4.60 |
| 4 | | 1 … 1 | 2 | 5.43 | 5.51 | 5.12 | 4.61 | 5.28 | 5.00 | 5.35 | 5.48 | 5.38 | 5.20 |
| 5 | | | 5 | 5.20 | 5.30 | 5.08 | 4.72 | 5.95 | 4.80 | 5.19 | 5.10 | 5.09 | 5.00 |
| 6 | | | 10 | 5.10 | 5.30 | 5.35 | 4.87 | 5.18 | 4.70 | 5.00 | 5.10 | 5.02 | 4.88 |
| 7 | | 1 … 2 | 2 | 5.50 | 5.73 | 5.42 | 4.69 | 4.85 | 5.17 | 5.40 | 5.54 | 5.33 | 5.25 |
| 8 | | | 5 | 5.40 | 5.57 | 5.10 | 4.93 | 5.00 | 4.90 | 5.21 | 5.38 | 5.30 | 5.15 |
| 9 | | | 10 | 5.35 | 5.50 | 5.30 | 4.92 | 4.79 | 4.80 | 5.10 | 5.20 | 5.12 | 5.00 |
| 10 | | 1 … 4 | 2 | 5.67 | 5.67 | 5.00 | 4.73 | 4.70 | 5.22 | 5.51 | 5.50 | 5.49 | 5.30 |
| 11 | | | 5 | 5.60 | 5.75 | 5.35 | 4.95 | 4.48 | 5.07 | 5.38 | 5.50 | 5.50 | 5.20 |
| 12 | | | 10 | 5.55 | 5.65 | 5.40 | 5.19 | 5.14 | 5.00 | 5.23 | 5.41 | 5.32 | 5.10 |
| 13 | 重 過 石 … 熔 … 磷 | 1 … 0 | 2 | 5.51 | 5.50 | 4.79 | 4.41 | 4.59 | 5.01 | 5.35 | 5.41 | 5.40 | 5.15 |
| 14 | | | 5 | 5.30 | 5.39 | 4.90 | 4.49 | 4.70 | 4.70 | 5.08 | 5.11 | 5.11 | 4.95 |
| 15 | | | 10 | 5.10 | 5.20 | 5.04 | 4.44 | 4.85 | 4.55 | 4.88 | 5.00 | 4.83 | 4.75 |
| 16 | | 1 … 1 | 2 | 5.77 | 5.70 | 5.00 | 4.63 | 4.70 | 5.25 | 5.40 | 5.48 | 5.51 | 5.20 |
| 17 | | | 5 | 5.65 | 5.70 | 5.15 | 4.76 | 4.48 | 5.10 | 5.40 | 5.32 | 5.45 | 5.22 |
| 18 | | | 10 | 5.65 | 5.75 | 5.30 | 5.15 | 5.22 | 5.02 | 5.30 | 5.42 | 5.22 | 5.08 |
| 19 | | 1 … 2 | 2 | 5.88 | 5.70 | 5.00 | 4.69 | 4.81 | 5.21 | 5.52 | 5.49 | 5.40 | 5.25 |
| 20 | | | 5 | 5.80 | 5.75 | 5.18 | 4.97 | 5.08 | 5.10 | 5.40 | 5.59 | 5.46 | 5.30 |
| 21 | | | 10 | 5.93 | 5.90 | 5.32 | 5.09 | 5.29 | 5.01 | 5.30 | 5.40 | 5.30 | 5.20 |
| 22 | | 1 … 4 | 2 | 5.80 | 5.90 | 5.05 | 4.68 | 4.88 | 5.18 | 5.58 | 5.63 | 5.58 | 5.30 |
| 23 | | | 5 | 5.95 | 5.90 | 5.40 | 4.88 | 5.00 | 5.20 | 5.53 | 5.50 | 5.41 | 5.25 |
| 24 | | | 10 | 6.00 | 6.15 | 5.40 | 5.14 | 5.45 | 5.10 | 5.50 | 5.80 | 5.45 | 5.40 |
| 25 | 熔 … 磷 | 単 … 用 | 2 | 5.97 | 5.93 | 5.00 | 4.63 | 4.82 | 5.23 | 5.55 | 5.54 | 5.55 | 5.30 |
| 26 | | | 5 | 6.15 | 6.20 | 5.52 | 4.99 | 4.95 | 5.30 | 5.65 | 5.72 | 5.61 | 5.25 |
| 27 | | | 10 | 6.30 | 6.30 | 5.65 | 5.31 | 5.15 | 5.31 | 5.60 | 6.45 | 6.20 | 5.50 |
| 28 | 対 照 区 | | | 5.90 | 5.85 | 4.81 | 4.37 | 4.52 | 5.39 | 5.50 | 5.60 | 5.60 | 5.40 |

表-55 各燐酸資材の添加による土壌pHの変化 (4)

| No. | 処 理 | 土 壤 | | 飯 豊 I | | | | | 六 原 I | | | | |
|-----|-----------------------|-------------|----|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| | | 日 | 数 | 15 | 30 | 60 | 140 | 跡地 | 15 | 30 | 60 | 140 | 跡地 |
| 1 | 過 石 熔 燐 | 1 ∴ 0 | 2% | 5.20 | 5.20 | 5.15 | 4.89 | 4.60 | 4.85 | 5.00 | 5.12 | 5.13 | 4.93 |
| 2 | | | 5 | 5.15 | 5.10 | 5.20 | 5.02 | 4.82 | 4.69 | 4.71 | 4.95 | 5.00 | 4.80 |
| 3 | | | 10 | 4.95 | 4.81 | 4.98 | 4.79 | 4.56 | 4.48 | 4.58 | 4.82 | 4.80 | 4.68 |
| 4 | | 1 ∴ 1 | 2 | 5.40 | 5.38 | 5.40 | 5.38 | 5.40 | 4.90 | 5.02 | 5.30 | 5.02 | 4.88 |
| 5 | | | 5 | 5.48 | 5.30 | 5.40 | 5.15 | 4.90 | 4.66 | 4.70 | 4.78 | 4.70 | 4.48 |
| 6 | | | 10 | 5.35 | 5.28 | 5.32 | 5.12 | 4.98 | 4.53 | 4.72 | 4.90 | 4.62 | 4.55 |
| 7 | | 1 ∴ 2 | 2 | 5.45 | 5.40 | 5.50 | 5.14 | 4.81 | 4.99 | 5.20 | 5.50 | 5.40 | 5.20 |
| 8 | | | 5 | 5.58 | 5.40 | 5.58 | 5.23 | 4.80 | 4.70 | 4.75 | 4.80 | 4.70 | 4.42 |
| 9 | | | 10 | 5.51 | 5.54 | 5.50 | 5.27 | 5.10 | 4.65 | 4.75 | 4.92 | 4.80 | 4.60 |
| 10 | | 1 ∴ 4 | 2 | 5.50 | 5.49 | 5.53 | 5.21 | 4.80 | 5.10 | 5.10 | 5.48 | 5.20 | 5.10 |
| 11 | | | 5 | 5.10 | 5.48 | 5.70 | 5.29 | 4.85 | 4.95 | 4.90 | 4.84 | 4.73 | 4.50 |
| 12 | | | 10 | 5.60 | 5.65 | 5.60 | 5.23 | 5.09 | 4.81 | 5.00 | 4.90 | 4.85 | 4.72 |
| 13 | 重 過 石 熔 燐 | 1 ∴ 0 | 2 | 5.62 | 5.35 | 5.31 | 4.97 | 4.75 | 4.99 | 5.10 | 5.40 | 4.88 | 4.60 |
| 14 | | | 5 | 5.40 | 5.25 | 5.21 | 5.01 | 4.80 | 4.85 | 5.00 | 5.18 | 4.83 | 4.60 |
| 15 | | | 10 | 5.30 | 5.10 | 5.04 | 4.86 | 4.62 | 4.62 | 4.82 | 5.10 | 4.90 | 4.72 |
| 16 | | 1 ∴ 1 | 2 | 5.50 | 5.31 | 5.49 | 5.04 | 4.75 | 5.10 | 5.15 | 5.45 | 5.31 | 5.11 |
| 17 | | | 5 | 5.52 | 5.40 | 5.50 | 5.23 | 4.80 | 4.79 | 4.80 | 4.75 | 4.59 | 4.43 |
| 18 | | | 10 | 5.70 | 5.60 | 5.52 | 5.42 | 5.05 | 4.80 | 4.80 | 4.72 | 4.71 | 4.60 |
| 19 | | 1 ∴ 2 | 2 | 5.70 | 5.50 | 5.55 | 5.13 | 4.90 | 4.85 | 4.85 | 4.70 | 4.53 | 4.41 |
| 20 | | | 5 | 5.80 | 5.60 | 5.60 | 5.28 | 5.05 | 4.86 | 4.90 | 4.79 | 4.60 | 4.51 |
| 21 | | | 10 | 5.75 | 5.81 | 5.70 | 5.29 | 5.15 | 4.90 | 5.00 | 4.92 | 4.70 | 4.60 |
| 22 | | 1 ∴ 4 | 2 | 5.59 | 5.52 | 5.54 | 5.16 | 4.80 | 4.90 | 4.90 | 4.72 | 4.55 | 4.40 |
| 23 | | | 5 | 5.78 | 5.50 | 5.70 | 5.31 | 5.29 | 4.90 | 4.98 | 4.83 | 4.73 | 4.50 |
| 24 | | | 10 | 5.78 | 5.80 | 5.80 | 5.46 | 5.18 | 5.09 | 5.02 | 4.89 | 4.80 | 4.65 |
| 25 | 熔 燐 | 単 用 | 2 | 5.65 | 5.50 | 5.50 | 5.22 | 4.80 | 5.20 | 5.30 | 5.58 | 5.05 | 4.90 |
| 26 | | | 5 | 5.70 | 5.80 | 5.70 | 5.43 | 4.90 | 5.40 | 5.51 | 5.79 | 5.30 | 5.10 |
| 27 | | | 10 | 6.05 | 5.82 | 5.89 | 5.71 | 5.13 | 5.63 | 5.90 | 6.00 | 5.60 | 5.55 |
| 28 | 対 照 区 | | | 5.60 | 5.55 | 5.60 | 5.11 | 4.70 | 5.11 | 5.21 | 5.48 | 4.80 | 4.78 |

表-56 各磷酸資材の添加による土壌pHの変化 (5)

| No. | 処 理 | 土 壤 | | 花 泉 I | | | | | 江 刺 I | | | | |
|-----|-----------------------|--------------|----|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| | | 日 数 | | 15 | 30 | 60 | 140 | 跡地 | 15 | 30 | 60 | 140 | 跡地 |
| 1 | 過 石 熔 磷 | 1 .. 0 | 2% | 4.50 | 4.70 | 4.71 | 4.48 | 4.65 | 5.49 | 5.25 | 5.31 | 5.31 | 5.20 |
| 2 | | | 5 | 4.23 | 4.30 | 4.35 | 4.22 | 4.40 | 5.25 | 5.07 | 5.20 | 5.01 | 5.08 |
| 3 | | | 10 | 4.40 | 4.40 | 4.48 | 4.55 | 4.59 | 5.23 | 5.01 | 5.10 | 5.03 | 4.86 |
| 4 | | 1 .. 1 | 2 | 4.60 | 4.70 | 4.70 | 4.73 | 4.70 | 5.51 | 5.30 | 5.35 | 5.29 | 5.05 |
| 5 | | | 5 | 4.45 | 4.48 | 4.50 | 4.95 | 4.69 | 5.45 | 5.30 | 5.29 | 5.33 | 5.10 |
| 6 | | | 10 | 4.47 | 4.69 | 4.51 | 4.73 | 4.90 | 5.48 | 5.32 | 5.30 | 5.29 | 5.08 |
| 7 | | 1 .. 2 | 2 | 4.60 | 4.46 | 4.65 | 4.82 | 4.61 | 5.55 | 5.41 | 5.30 | 5.28 | 5.30 |
| 8 | | | 5 | 4.56 | 4.50 | 4.70 | 4.88 | 4.71 | 5.93 | 5.51 | 5.32 | 5.30 | 5.30 |
| 9 | | | 10 | 4.60 | 4.64 | 4.70 | 4.83 | 4.85 | 5.59 | 5.50 | 5.50 | 5.38 | 5.30 |
| 10 | | 1 .. 4 | 2 | 4.70 | 4.85 | 4.68 | 4.85 | 4.75 | 5.60 | 5.40 | 5.42 | 5.25 | 5.05 |
| 11 | | | 5 | 4.67 | 4.75 | 4.74 | 4.93 | 4.80 | 5.30 | 5.20 | 5.20 | 5.11 | 5.10 |
| 12 | | | 10 | 4.70 | 4.51 | 4.89 | 4.93 | 4.95 | 5.65 | 5.58 | 5.61 | 5.58 | 5.50 |
| 13 | 重 過 石 熔 磷 | 1 .. 0 | 2 | 4.60 | 4.81 | 4.69 | 4.73 | 4.31 | 5.60 | 5.33 | 5.32 | 5.25 | 5.10 |
| 14 | | | 5 | 4.40 | 4.48 | 4.43 | 4.53 | 4.60 | 5.51 | 5.21 | 5.48 | 5.18 | 5.10 |
| 15 | | | 10 | 4.32 | 4.34 | 4.30 | 4.39 | 4.96 | 5.31 | 5.23 | 5.22 | 5.15 | 4.80 |
| 16 | | 1 .. 1 | 2 | 4.67 | 4.75 | 4.80 | 5.01 | 4.70 | 5.60 | 5.40 | 5.38 | 5.32 | 5.21 |
| 17 | | | 5 | 4.55 | 4.70 | 4.65 | 4.87 | 4.79 | 5.60 | 5.48 | 5.41 | 5.31 | 5.21 |
| 18 | | | 10 | 4.58 | 4.55 | 4.70 | 4.84 | 4.79 | 5.70 | 5.50 | 5.40 | 5.40 | 5.48 |
| 19 | | 1 .. 2 | 2 | 4.70 | 4.76 | 4.65 | 4.93 | 4.80 | 5.70 | 5.50 | 5.40 | 5.38 | 5.25 |
| 20 | | | 5 | 4.68 | 4.55 | 4.72 | 4.92 | 4.81 | 5.71 | 5.55 | 5.42 | 5.47 | 5.30 |
| 21 | | | 10 | 4.73 | 4.60 | 4.90 | 5.03 | 4.85 | 5.80 | 5.57 | 5.50 | 5.50 | 5.38 |
| 22 | | 1 .. 4 | 2 | 4.70 | 4.78 | 4.80 | 5.15 | 4.72 | 5.63 | 5.50 | 5.48 | 5.33 | 5.30 |
| 23 | | | 5 | 4.70 | 4.74 | 4.80 | 5.04 | 4.90 | 5.72 | 5.50 | 5.50 | 5.33 | 5.45 |
| 24 | | | 10 | 4.70 | 4.62 | 4.91 | 5.15 | 5.01 | 5.85 | 5.65 | 5.71 | 5.60 | 5.60 |
| 25 | 熔 磷 | 单 用 | 2 | 4.83 | 4.90 | 4.90 | 5.15 | 4.90 | 5.70 | 5.45 | 5.39 | 5.28 | 5.15 |
| 26 | | | 5 | 5.10 | 5.30 | 5.13 | 5.45 | 4.91 | 5.80 | 5.60 | 5.52 | 5.41 | 5.40 |
| 27 | | | 10 | 5.64 | 5.71 | 6.40 | 6.53 | 6.35 | 6.02 | 5.80 | 5.83 | 5.60 | 5.65 |
| 28 | 对 照 区 | | | 5.20 | 5.10 | 5.28 | 5.32 | 5.20 | 5.70 | 5.35 | 5.40 | 5.23 | 5.22 |

凡 例

- | | | |
|--------------|---|---------------|
| 1. 過石単用 | } | 6. 重過石：熔燐=1:4 |
| 2. 過石：熔燐=1:1 | | 7. " =1:2 |
| 3. " =1:2 | | 8. " =1:1 |
| 4. " =1:4 | | 9. 重過石単用 |
| 5. 熔燐単用 | | |

●——● 磷吸 10% P₂O₅ 施用
○- - -○ " 5% " "

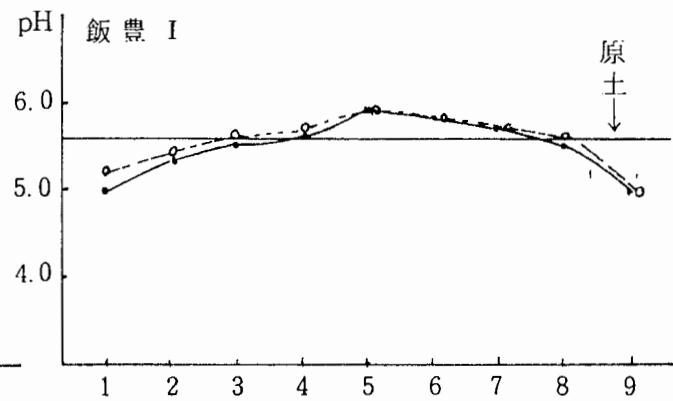
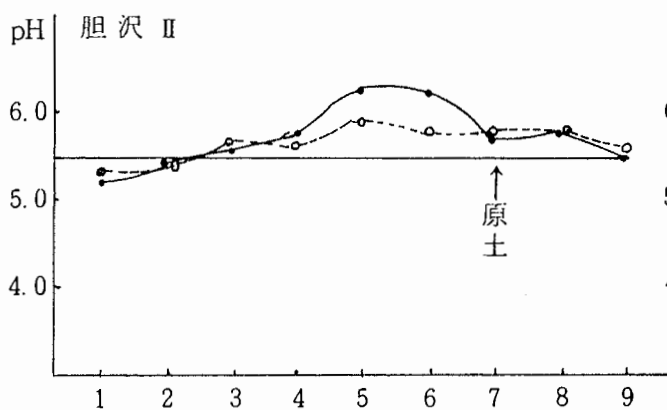
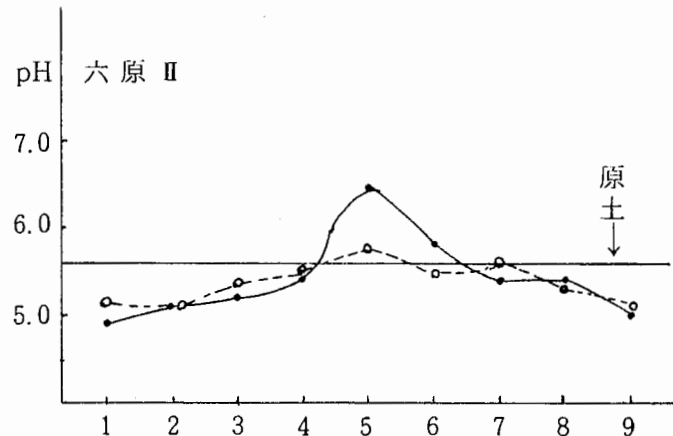
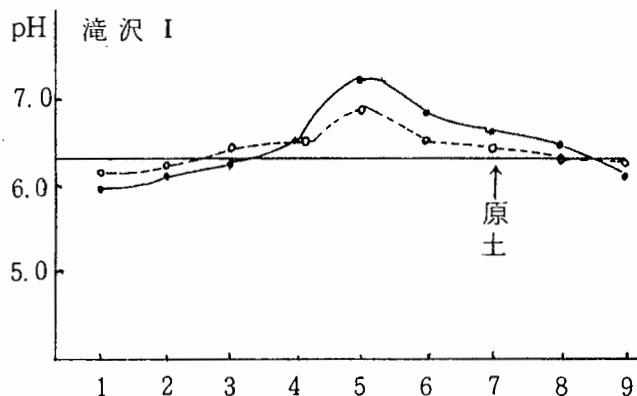
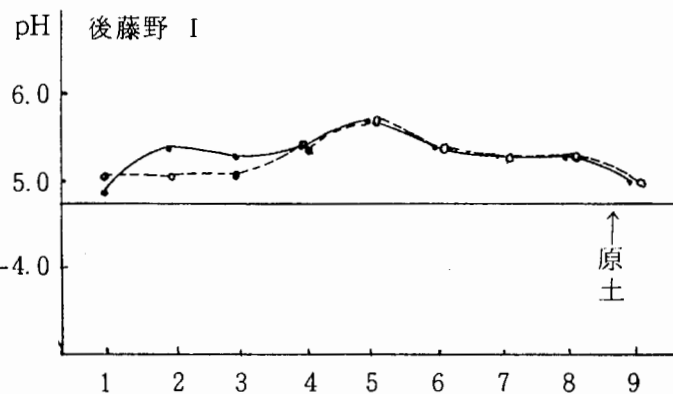
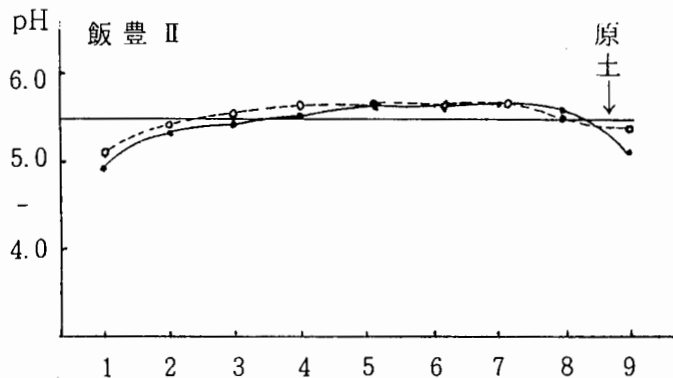
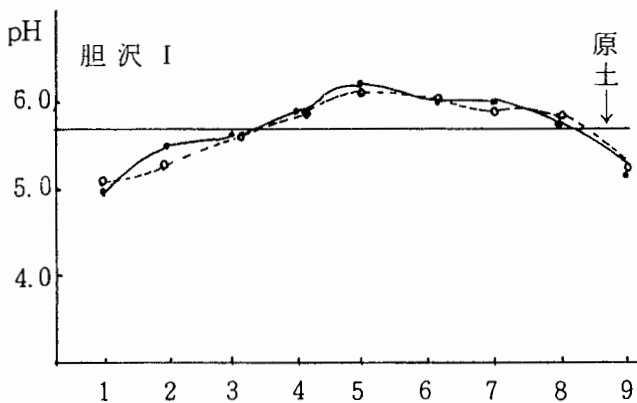


図 - 13 各磷酸資材の添加による土壌 pH の変化(1) (60 日)

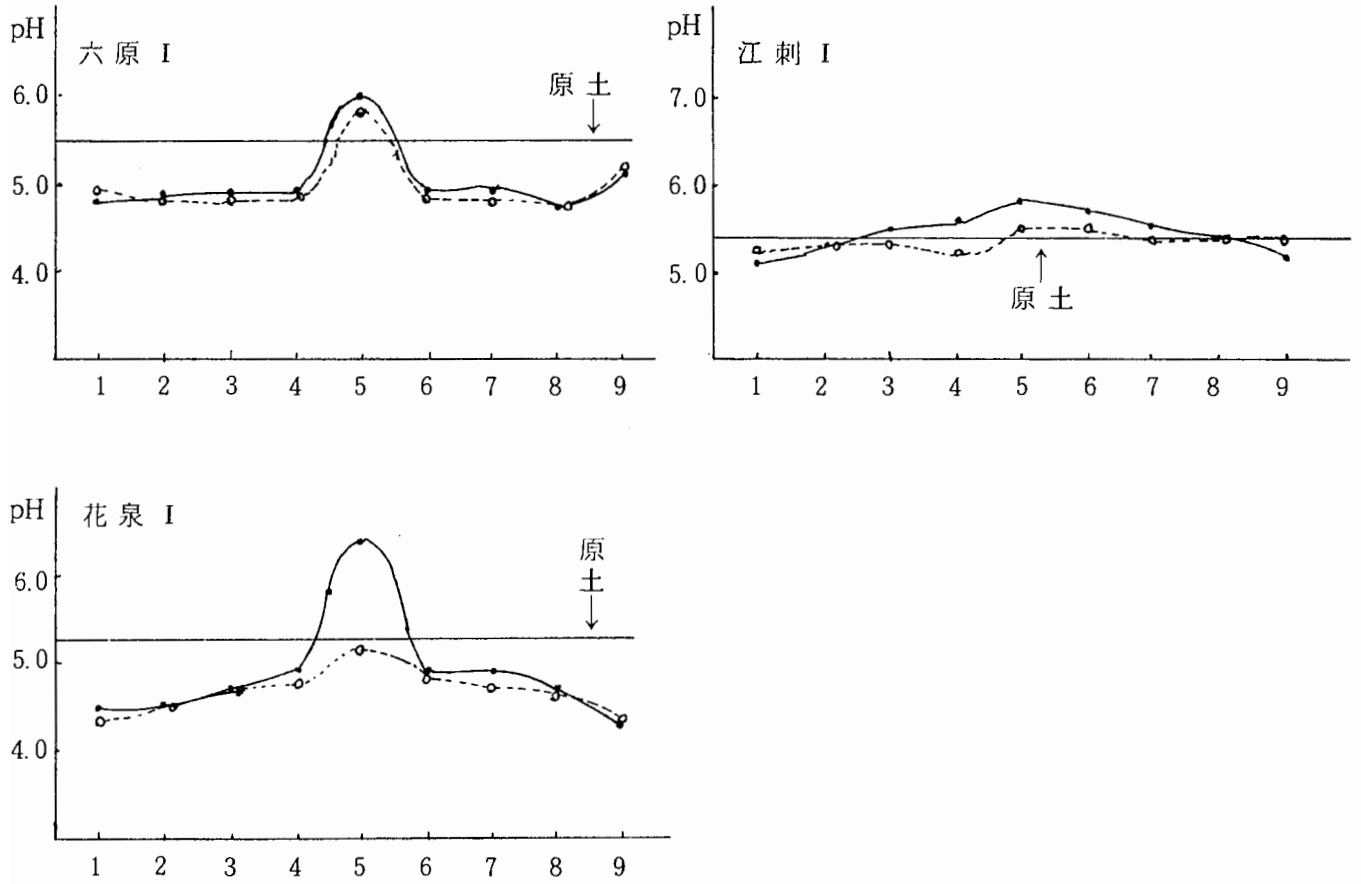


図-14 各磷酸資材の添加による土壌pHの変化(2) (60日)

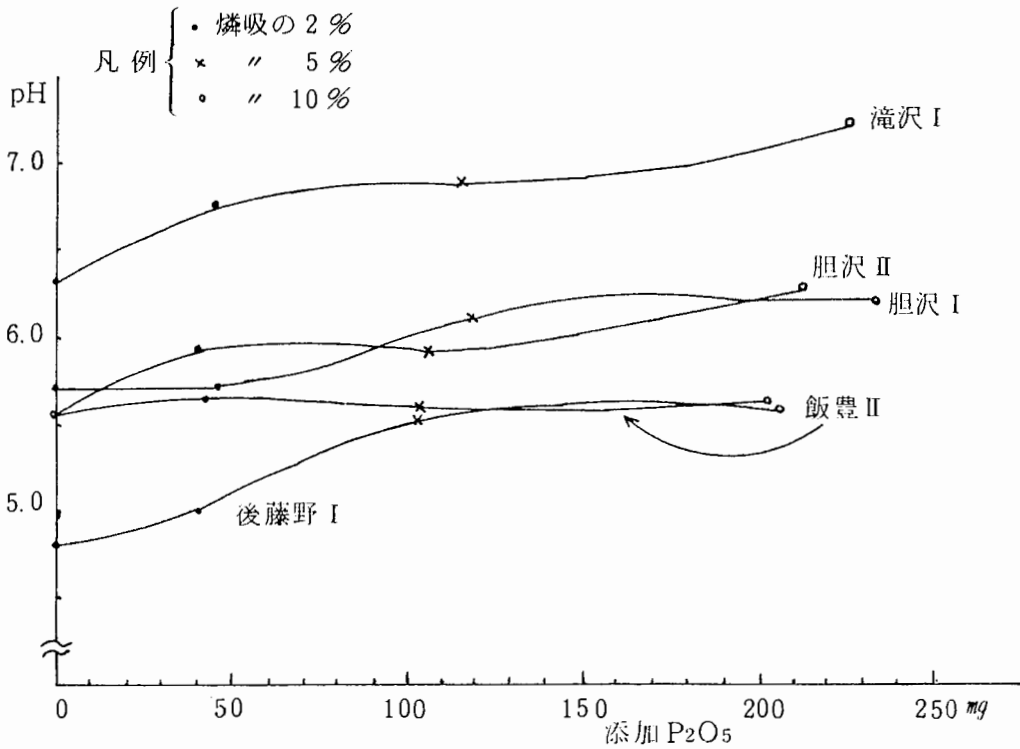


図-15 熔燐による土壌pHの変化(1) (60日)

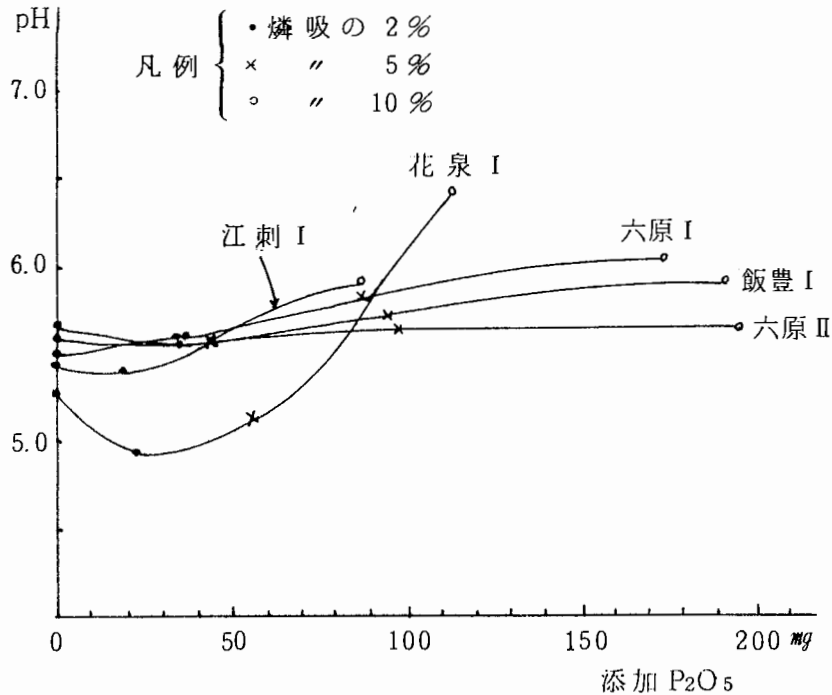


図-16 熔燐による土壌 pH の変化(2) (60日)

試験結果

燐酸吸収係数が 880 ~ 2,320、pH (H₂O)が4.75 ~ 6.80 の土壌を供試し、それぞれの土壌の 燐酸吸収係数の 2、5、10% の P₂O₅ を過石、重過石、熔燐で混合比も変えて添加し、経時的な土壌 pH の変化を追跡した。

その結果、インキュベート開始後 15日 で、各土壌とも 燐酸質資材添加量の違いによる pH の相対的な差は一定に近くなり、その後の経時変化は大きくなかった。

熔燐により pH は上昇し、過石、重過石により pH は低下する。過石と重過石の差は殆ど見られないが、わずかに過石で低下程度が大きい傾向であった。

熔燐と過石あるいは重過石を併用すると pH の変動は極めて小さく、過石又は重過石 1 に対して熔燐 4 の施用比では、燐吸 5%、10% 施用とも原土 pH を殆ど動かさない場合が多かった。

最も pH をおし上げる熔燐について見ると 図 17 ~ 18 のように 燐吸の 10% の P₂O₅ 施用、土壌 100 g 当り P₂O₅ として 200 ~ 250 mg の添加においても pH の上昇はせいぜい 0.5 前後の土壌が多かった。

考察

燐酸欠乏土壌の改良のために 燐酸質資材を投入するが、その際に必ず問題になるのは 土壌 pH の調整である。すなわち、pH の高い条件を好む作物では 熔燐比を高め、酸性を好む作物では 過石あるいは 重過石比を高めるといった考え方である。この考え方は基本的には誤りではないが、本試験に見られるように、燐酸質資材を混合して土壌に施用すると、これに伴う 土壌 pH の変動は意外に小さいので、土壌反応の矯正は別に考えるのが妥当である。すなわち、畑土壌でしばしば問題になるのは、強酸性の 燐酸欠乏という条件が多いことからすれば、このような場合は 先ず pH 矯正に要する炭カルを算定し、次いで 燐酸欠乏を改良するに要する 燐酸質資材量を算定しこれを施用しても、燐酸質資材が 熔燐 4 に対して 過石又は 重過石 1 という施用比であれば、pH の変動も少なく、ほぼ所期の目標を達せられると見られる。

ただし、これら 土壌 pH の変動は、土壌の緩衝能に左右されることは当然であり、例えば本試験でも、花泉土壌のように 緩衝能の小さい土壌の場合は、各資材の単用により、少ない施用量でも pH の変動が大きいことが認められる。

結局野菜栽培における一般的な腐植質火山灰の

土壤改良の手順としては、pH (H₂O)の矯正目標を6.2～6.5として炭カルを施用し、作土10cm相当の有効燐酸を16mg%になるよう、熔燐、過石(重過石)比を4:1にして施用すれば、土壤pHは6.2～6.5からの変動はほぼ無視してよいことになる。また何等かの理由により熔燐を単用する場合、土壤の緩衝能と施用する熔燐量(つまり燐酸吸収係数)によってpHの変動値は当然異なるが、火山灰土壤の場合は10a当りP₂O₅として200～250kgの熔燐施用であっても、pHの上昇は0.5前後しか見込まれない。ただし、腐植含量が少なく塩基置換容量、燐酸吸収係数も小さい花泉土壤(三紀層土壤)のような場合は、少量の熔燐によってpHがかなり上昇することは認められる。以上のようなことから、土壤改良の手順としては、たとえ、熔燐を単用する場合においても、熔燐による酸性矯正の効果を過大に評価しないよう、炭カルによる酸性矯正を別途考慮しておくことが必要である。

ウ. 珪酸質肥料の施用に伴う土壤pH及び燐酸吸収係数の変動(室内実験)³²⁾(昭和50)

珪酸質肥料(以下珪カルと略称)は一般には水

田にのみ施用されているが、その含有主成分が石灰と珪酸であることを考えれば、畑土壤の改良、つまり酸性の矯正とばん土性の低下による燐酸吸収係数の低下にも関与することが予想されるので県内の地質系統の異なる土壤を供試して室内実験を行なった。

試験方法

風乾土(1mm篩バス)100gを150mlのスチロール管瓶につめ、これに珪カルをそれぞれ、2、250、500、750、1,000mgを混合し、水を各土壤の最大容水量の60～70%になるように加え、栓をして30℃定温器中で150日間インキュベートした。

可給態珪酸分析法³³⁾

風乾土10gにpH4.0の1N酢酸ナトリウム緩衝液を100ml加え、40℃で5時間振盪し、濾液1mlを比色に供した。すなわち濾液1mlに脱塩水9ml、0.25N塩酸5ml、モリブデン酸アンモニウム液5mlを加えて3分間放置する(モリブデン酸アンモニウム102gを水に溶かして1ℓとしたもの)。次いで亜硫酸ナトリウム液(無水亜硫酸ナトリウム170gを水に溶かして1ℓとしたもの)を10ml加え、

表-57 供試土壤

| 採取地点 | 土性 | 土色 | 腐植(%) | pH (H ₂ O) | 可給態珪酸(mg) | 備考 |
|-------|----|------------|-------|-----------------------|-----------|--------|
| 赤林 | CL | 7.5 YR 2/2 | 9.76 | 5.33 | 29 | 洪積性火山灰 |
| 石鳥谷 | C | 10 YR 6/6 | 0.27 | 5.21 | 31 | 洪積層 |
| 村崎野 I | CL | 7.5 YR 3/2 | 8.13 | 5.05 | 37 | 洪積性火山灰 |
| “ II | CL | 7.5 YR 4/3 | 0.90 | 5.25 | 77 | “ |
| 花泉 | CL | 10 YR 3/3 | 0.36 | 4.75 | 26 | 三紀層 |
| 一関 I | C | 10 YR 5/4 | 0.54 | 5.18 | 36 | “ |
| “ II | CL | 10 YR 6/4 | 0.54 | 5.62 | 28 | “ |
| 巖美 | L | 10 YR 6/4 | 0.36 | 5.45 | 35 | “ |
| 後藤野 | CL | 7.5 YR 1/1 | 16.81 | 5.22 | 22 | 洪積性火山灰 |
| 六原 I | C | 7.5 YR 3/1 | 7.05 | 4.95 | 30 | 洪積層 |
| “ II | C | 7.5 YR 4/6 | 1.63 | 5.25 | 52 | “ |
| 胆沢 I | CL | 7.5 YR 1/1 | 16.60 | 5.35 | 44 | 風積性火山灰 |
| “ II | CL | 7.5 YR 4/6 | 1.63 | 4.98 | 80 | “ |
| 前沢 | C | 7.5 YR 5/4 | 1.26 | 4.78 | 28 | 洪積層 |
| 江刺 | SL | 7.5 YR 4/3 | 1.26 | 5.34 | 11 | 沖積層 |
| 滝沢 I | L | 7.5 YR 3/1 | 11.20 | 6.45 | 121 | 風積性火山灰 |
| “ II | L | 7.5 YR 4/3 | 2.57 | 7.30 | 129 | “ |

15~20分間放置し、モリブデン青の発色を634 μ で比色する。

磷酸吸収係数測定法²⁹⁾

磷酸吸収係数は0.01 M・正磷酸を吸着させる方法によった。すなわち風乾土5gに0.01 M・正磷酸液を100ml加え、1時間振盪後時々振盪しながら24時間室温に放置し、後濾過して濾液について磷酸濃度を測定し、磷酸吸収係数を算出した。

なお磷酸の定量は磷バナドモリブデン酸による比色法によった。すなわち、100 mlのメスフラスコにメタバナジン酸アンモニウム液(メタバナジン酸アンモニウム1.12gを水に溶かし、硝酸を250 ml加え、これにモリブデン酸アンモニウム27gを水にとかした液を攪拌しながら徐々に注加し、全

量を1 lとし、使用時これを5倍に稀釈したものを50 mlあらかじめとり、これに検液1 mlを入れる。水を加えて全量を100 mlとして暫時振盪し、30分間放置後、400~420 μ で比色し、磷酸濃度を測定した。

供試土壌

供試土壌の性質を表-57に示した。

試験結果と考察

珪カル添加による可給態珪酸の富化量、pHの変動値、磷酸吸収係数の変動値を表58~59に示した。

表-58 珪カル添加による土壌化学性の変動 (1)

| 土 壌 | 項 目 | 珪 カ ル 添 加 量 (mg) | | | | | 無処理区対比変動値 | | | | 水 分 % |
|-----------|-----------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|------|-------|----------|
| | | 0 | 250 | 500 | 750 | 1,000 | 250 | 500 | 750 | 1,000 | |
| 赤 林 | 可 珪 (mg) | 28.9 | 45.6 | 52.0 | 86.6 | 94.1 | 16.7 | 23.1 | 57.7 | 65.2 | 21.3 |
| | pH (H ₂ O) | 5.10 | 5.29 | 5.51 | 5.81 | 6.08 | 0.19 | 0.41 | 0.71 | 0.98 | |
| | 磷 吸 | 1,034 | 1,034 | 1,034 | 1,025 | 1,025 | 0 | 0 | -9 | -9 | |
| 石鳥谷 | 可 珪 (mg) | 30.9 | 39.6 | 55.1 | 95.3 | 159.3 | 8.7 | 24.2 | 64.4 | 128.4 | 20.1 |
| | pH (H ₂ O) | 4.90 | 4.92 | 5.11 | 6.01 | 7.82 | 0.02 | 0.21 | 1.11 | 2.10 | |
| | 磷 吸 | 589 | 589 | 571 | 535 | 535 | 0 | -18 | -54 | -54 | |
| 村崎野 I | 可 珪 (mg) | 37.3 | 49.2 | 60.3 | 72.2 | 85.4 | 11.9 | 23.0 | 34.9 | 48.1 | 22.2 |
| | pH (H ₂ O) | 4.30 | 4.80 | 5.08 | 5.15 | 5.65 | 0.50 | 0.78 | 0.85 | 1.35 | |
| | 磷 吸 | 1,351 | 1,342 | 1,306 | 1,297 | 1,280 | -9 | -45 | -54 | -71 | |
| 村崎野 II | 可 珪 (mg) | 76.6 | 94.9 | 110.0 | 139.4 | 162.1 | 18.3 | 33.3 | 62.8 | 85.5 | 18.4 |
| | pH (H ₂ O) | 5.25 | 5.40 | 5.66 | 5.85 | 6.25 | 0.15 | 0.41 | 0.60 | 1.00 | |
| | 磷 吸 | 1,532 | 1,510 | 1,496 | 1,487 | 1,469 | -22 | -36 | -45 | -63 | |
| 花 泉 | 可 珪 (mg) | 26.1 | 28.9 | 40.4 | 67.1 | 86.2 | 2.8 | 14.3 | 41.0 | 60.1 | 22.7 |
| | pH (H ₂ O) | 4.56 | 4.80 | 4.88 | 5.10 | 6.30 | 0.24 | 0.32 | 0.54 | 1.74 | |
| | 磷 吸 | 535 | 530 | 470 | 470 | 446 | -5 | -65 | -65 | -89 | |
| 一 関 I | 可 珪 (mg) | 36.1 | 46.4 | 61.1 | 70.7 | 123.9 | 10.3 | 25.0 | 34.6 | 87.8 | 20.1 |
| | pH (H ₂ O) | 4.87 | 5.00 | 5.12 | 5.66 | 6.75 | 0.13 | 0.25 | 0.79 | 1.88 | |
| | 磷 吸 | 544 | 508 | 481 | 470 | 462 | -36 | -63 | -72 | -82 | |

注) 可珪 = 可給態珪酸、磷吸 = 磷酸吸収係数

表-59 珪カル添加による土壌化学性の変動(2)

| 土 壤 | 項 目 | 珪 カ ル 添 加 量 (mg) | | | | | 無処理区対比変動値 | | | | 水 分 % |
|-----------|-----------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|------|-------|----------|
| | | 0 | 250 | 500 | 750 | 1,000 | 250 | 500 | 750 | 1,000 | |
| 一 関 II | 可 珪 (mg) | 27.7 | 65.1 | 86.2 | 110.8 | 129.9 | 37.4 | 58.5 | 83.1 | 102.2 | 26.8 |
| | pH (H ₂ O) | 5.40 | 7.50 | 8.31 | 8.58 | 8.85 | 2.10 | 2.91 | 3.18 | 3.45 | |
| | 磷 吸 | 100 | 136 | 145 | 145 | 118 | 36 | 45 | 45 | 18 | |
| 巖 美 | 可 珪 (mg) | 21.7 | 35.3 | 52.4 | 108.0 | 129.9 | 13.6 | 30.7 | 86.3 | 108.2 | 12.4 |
| | pH (H ₂ O) | 5.40 | 5.40 | 5.49 | 6.10 | 6.75 | 0 | 0.09 | 0.70 | 1.35 | |
| | 磷 吸 | 372 | 345 | 326 | 326 | 299 | -27 | -46 | -46 | -73 | |
| 後藤野 | 可 珪 (mg) | 22.1 | 30.5 | 38.4 | 50.4 | 58.9 | 8.4 | 16.3 | 28.3 | 36.8 | 25.9 |
| | pH (H ₂ O) | 4.40 | 4.70 | 4.90 | 5.18 | 5.35 | 0.30 | 0.50 | 0.78 | 0.95 | |
| | 磷 吸 | 1,460 | 1,442 | 1,430 | 1,420 | 1,415 | -18 | -30 | -40 | -45 | |
| 六 原 I | 可 珪 (mg) | 29.7 | 39.6 | 50.4 | 59.9 | 75.0 | 9.9 | 20.7 | 30.2 | 45.3 | 22.0 |
| | pH (H ₂ O) | 5.05 | 5.20 | 5.31 | 5.70 | 5.80 | 0.15 | 0.26 | 0.65 | 0.75 | |
| | 磷 吸 | 1,188 | 1,165 | 1,143 | 1,140 | 1,133 | -23 | -45 | -48 | -55 | |
| 六 原 II | 可 珪 (mg) | 52.4 | 68.3 | 83.0 | 113.2 | 134.7 | 15.9 | 30.6 | 60.8 | 82.3 | 16.7 |
| | pH (H ₂ O) | 5.40 | 5.45 | 5.48 | 5.50 | 5.80 | 0.05 | 0.08 | 0.10 | 0.40 | |
| | 磷 吸 | 1,505 | 1,496 | 1,442 | 1,415 | 1,378 | -9 | -53 | -90 | -122 | |
| 胆 沢 I | 可 珪 (mg) | 44.0 | 52.8 | 58.3 | 83.0 | 79.0 | 8.8 | 14.3 | 39.0 | 35.0 | 27.3 |
| | pH (H ₂ O) | 5.10 | 5.21 | 5.30 | 5.34 | 5.60 | 0.11 | 0.20 | 0.20 | 0.24 | |
| | 磷 吸 | 1,995 | 1,959 | 1,904 | 1,859 | 1,810 | -36 | -91 | -136 | -185 | |
| 胆 沢 II | 可 珪 (mg) | 80.2 | 100.9 | 116.8 | 127.1 | 157.9 | 20.2 | 36.6 | 46.9 | 77.7 | 18.2 |
| | pH (H ₂ O) | 5.17 | 5.35 | 5.52 | 5.69 | 6.00 | 0.18 | 0.35 | 0.52 | 0.83 | |
| | 磷 吸 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 前 沢 | 可 珪 (mg) | 28.1 | 42.4 | 59.5 | 88.9 | 131.5 | 14.3 | 31.4 | 60.8 | 103.4 | 17.0 |
| | pH (H ₂ O) | 4.71 | 5.08 | 5.31 | 6.00 | 6.89 | 0.37 | 0.60 | 1.29 | 2.18 | |
| | 磷 吸 | 444 | 417 | 399 | 399 | 390 | -27 | -45 | -45 | -54 | |
| 江 刺 | 可 珪 (mg) | 10.6 | 21.7 | 49.6 | 83.4 | 104.8 | 11.1 | 39.0 | 72.8 | 94.2 | 12.6 |
| | pH (H ₂ O) | 4.80 | 5.60 | 6.50 | 7.45 | 7.65 | 0.80 | 1.70 | 2.65 | 2.85 | |
| | 磷 吸 | 281 | 281 | 281 | 263 | 236 | 0 | 0 | -18 | -45 | |
| 滝 沢 I | 可 珪 (mg) | 121.0 | 142.3 | 170.8 | 175.1 | 212.8 | 21.3 | 49.8 | 54.1 | 91.8 | 29.6 |
| | pH (H ₂ O) | 6.45 | 6.65 | 7.00 | 7.15 | 7.40 | 0.20 | 0.55 | 0.70 | 0.95 | |
| | 磷 吸 | 2,370 | 2,260 | 2,215 | 2,200 | 2,078 | -110 | -155 | -170 | -292 | |
| 滝 沢 II | 可 珪 (mg) | 128.9 | 151.4 | 178.7 | 203.1 | 241.9 | 22.5 | 49.8 | 74.2 | 113.0 | 27.4 |
| | pH (H ₂ O) | 7.32 | 7.51 | 7.75 | 7.99 | 8.22 | 0.19 | 0.43 | 0.67 | 0.90 | |
| | 磷 吸 | 2,151 | 2,041 | 1,932 | 1,850 | 1,779 | -110 | -219 | -301 | -372 | |

注) 可珪 = 可給態珪酸、磷吸 = 磷酸吸収係数

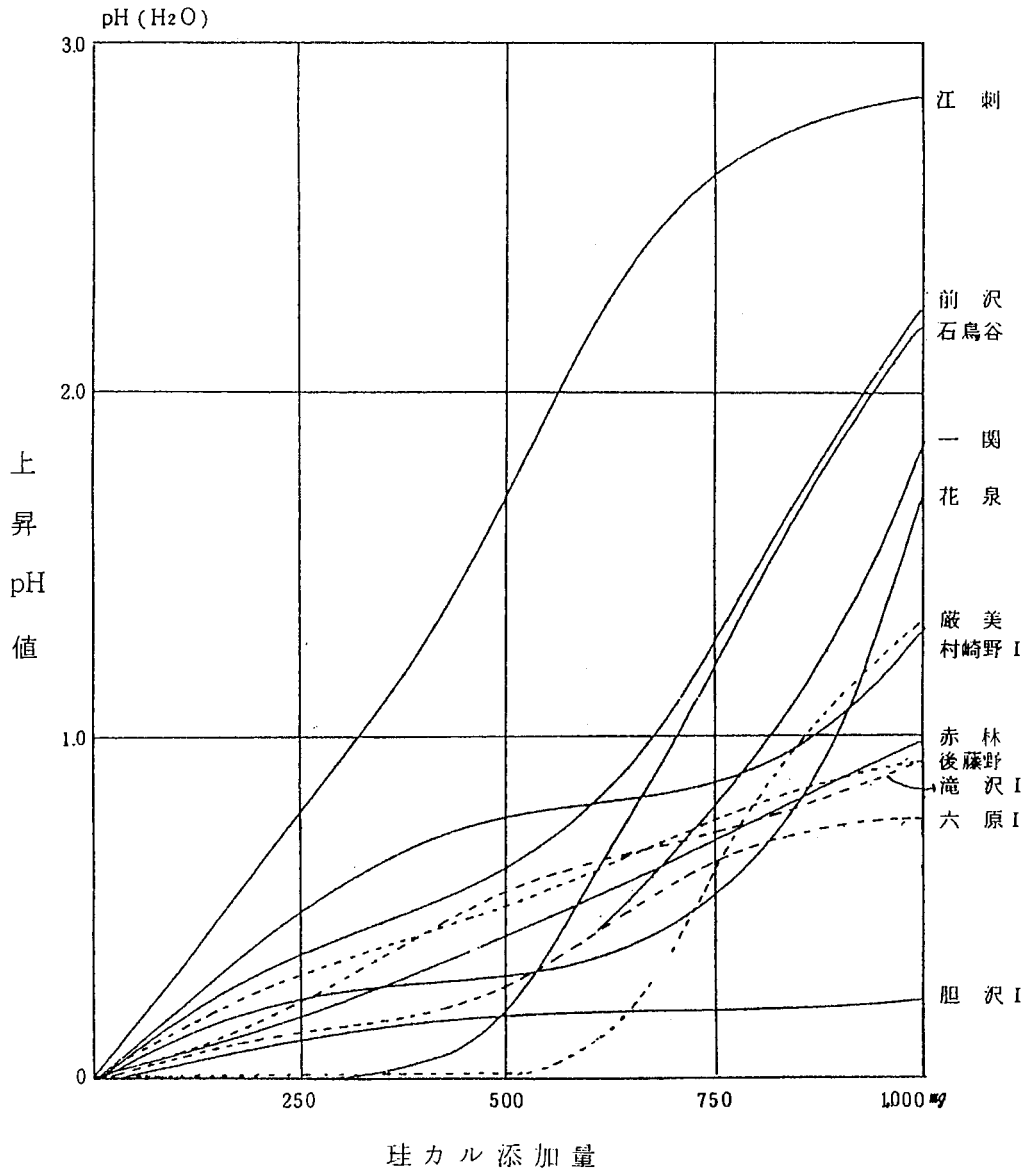


図-19 珪カル添加によるpHの上昇

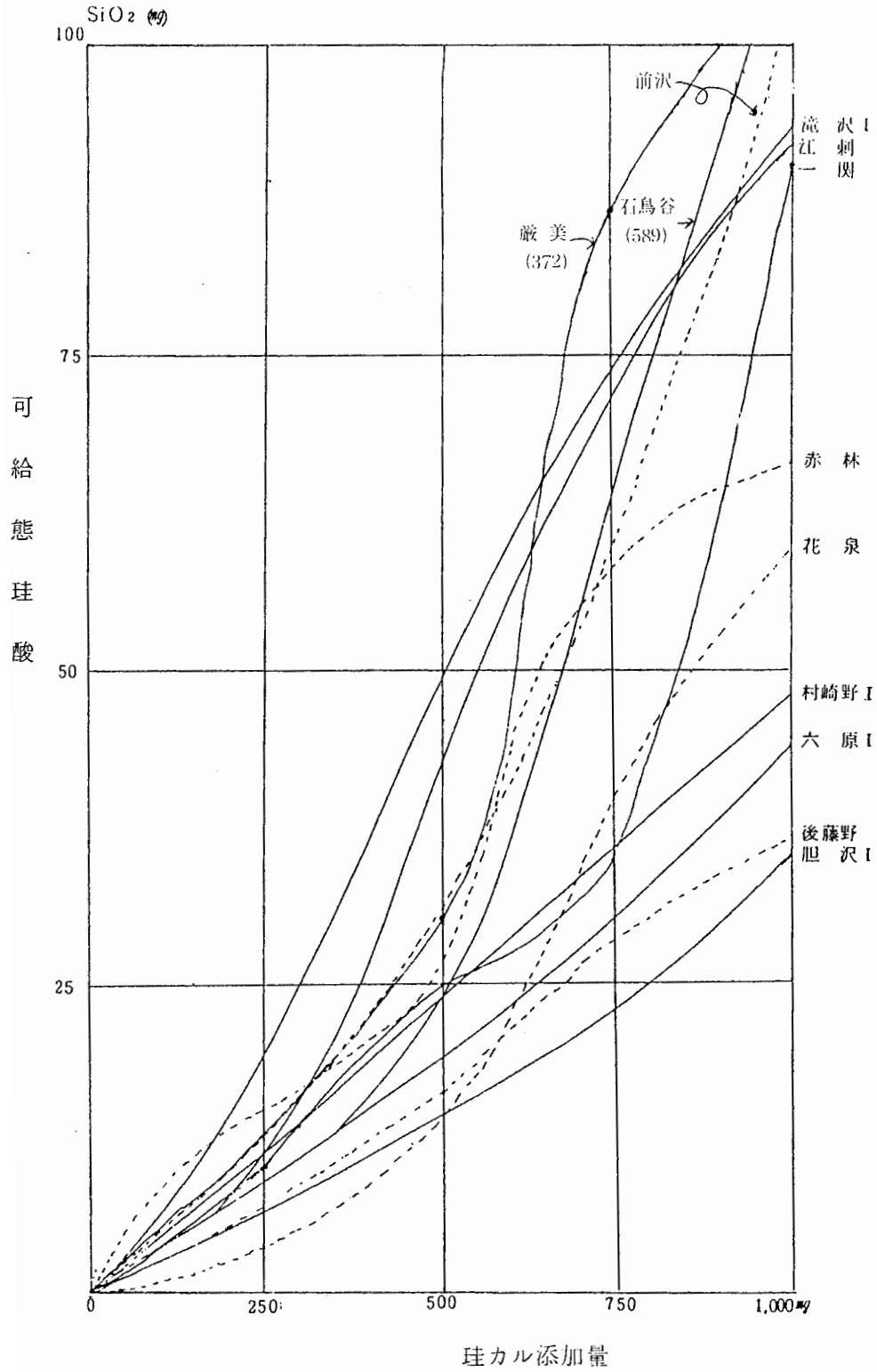


図 - 20 珪カル添加による可給態珪酸の富化

表-60 土壌における珪カル添加によるpHの上昇と可給態珪酸富化量の相関

| 地質 | 土性 | 腐植 | 地点 | 処理点数 | r | 要因別相関係数 (r) | |
|-----------|----|--------|--------|------|-------|---|--|
| 風積性 | L | — H | 滝沢 I | 4 | 0.974 | 磷酸吸収係数 磷酸 1,000 以下: 0.829 (28点) " 1,000 以上: 0.566 (32点) | |
| | L | ∨ H | 滝沢 II | 4 | 0.933 | | |
| 火山灰 | CL | — H | 胆沢 I | 4 | 0.693 | 土性 SL: 0.985 (4) L: 0.968 (4) CL: 0.797 (20) C: 0.878 (32) | |
| | CL | ∨ H | 胆沢 II | 4 | 0.997 | | |
| 洪積性 | CL | ○ H | 赤林 | 4 | 0.966 | | |
| | CL | ○ H | 村崎野 I | 4 | 0.526 | | |
| 火山灰 | CL | ∨ H | 村崎野 II | 4 | 0.979 | | 腐植 富む以上: 0.720 (20) 含む以下: 0.768 (40) |
| | CL | — H | 後藤野 | 4 | 0.999 | | |
| 三紀層 土壌 | C | ナシ | 一関 I | 4 | 0.986 | 地質 風積性火山灰: 0.892 (8) 洪積性火山灰: 0.693 (16) 三紀層: 0.829 (16) 洪積層: 0.858 (16) 沖積層: 0.985 (4) | |
| | CL | ナシ | 一関 II | 4 | 0.968 | | |
| | L | ナシ | 巖美 | 4 | 0.956 | | |
| | CL | ナシ | 花泉 | 4 | 0.885 | | |
| | C | ナシ | 石鳥谷 | 4 | 0.995 | | |
| 洪積層 土壌 | C | ○ H | 六原 I | 4 | 0.947 | | |
| | C | ナシ | 六原 II | 4 | 0.894 | | |
| | C | ナシ | 前沢 | 4 | 0.997 | | |
| 沖積層 土壌 | SL | ナシ | 江刺 | 4 | 0.985 | | |

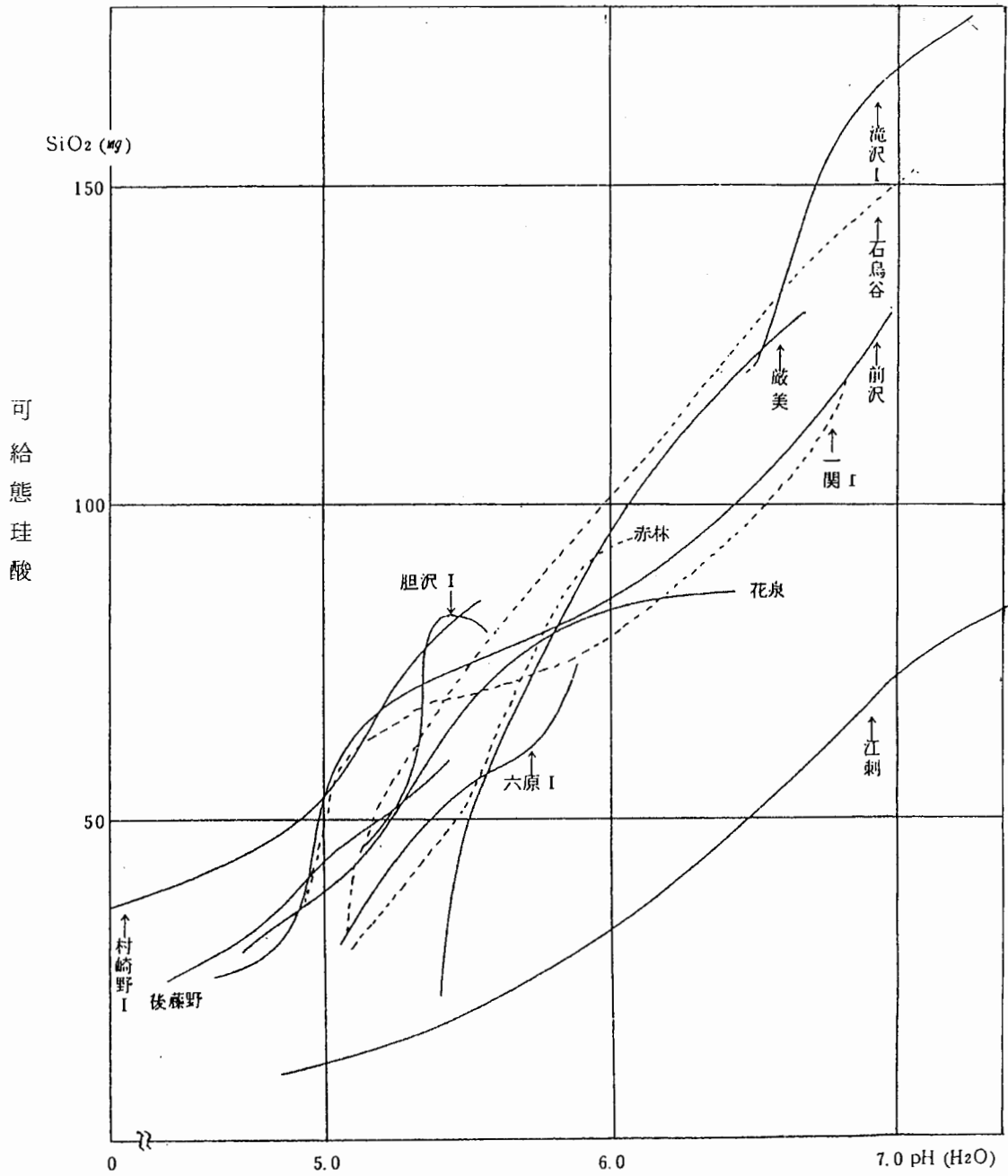


図 - 21 珪カル添加によるpHの変動と可給態珪酸含量の変動

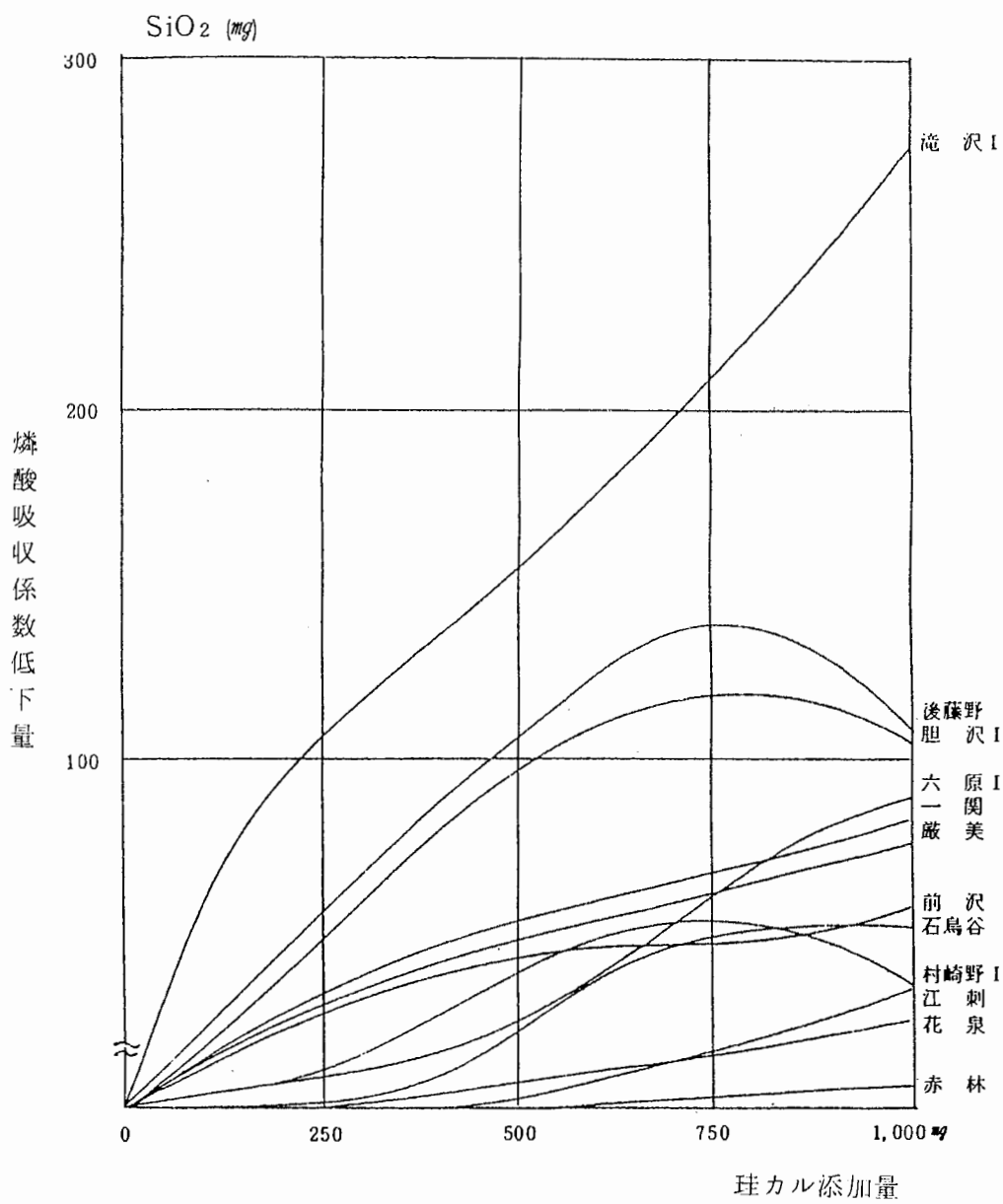


図-22 珪カル添加による磷酸吸収係数の変動

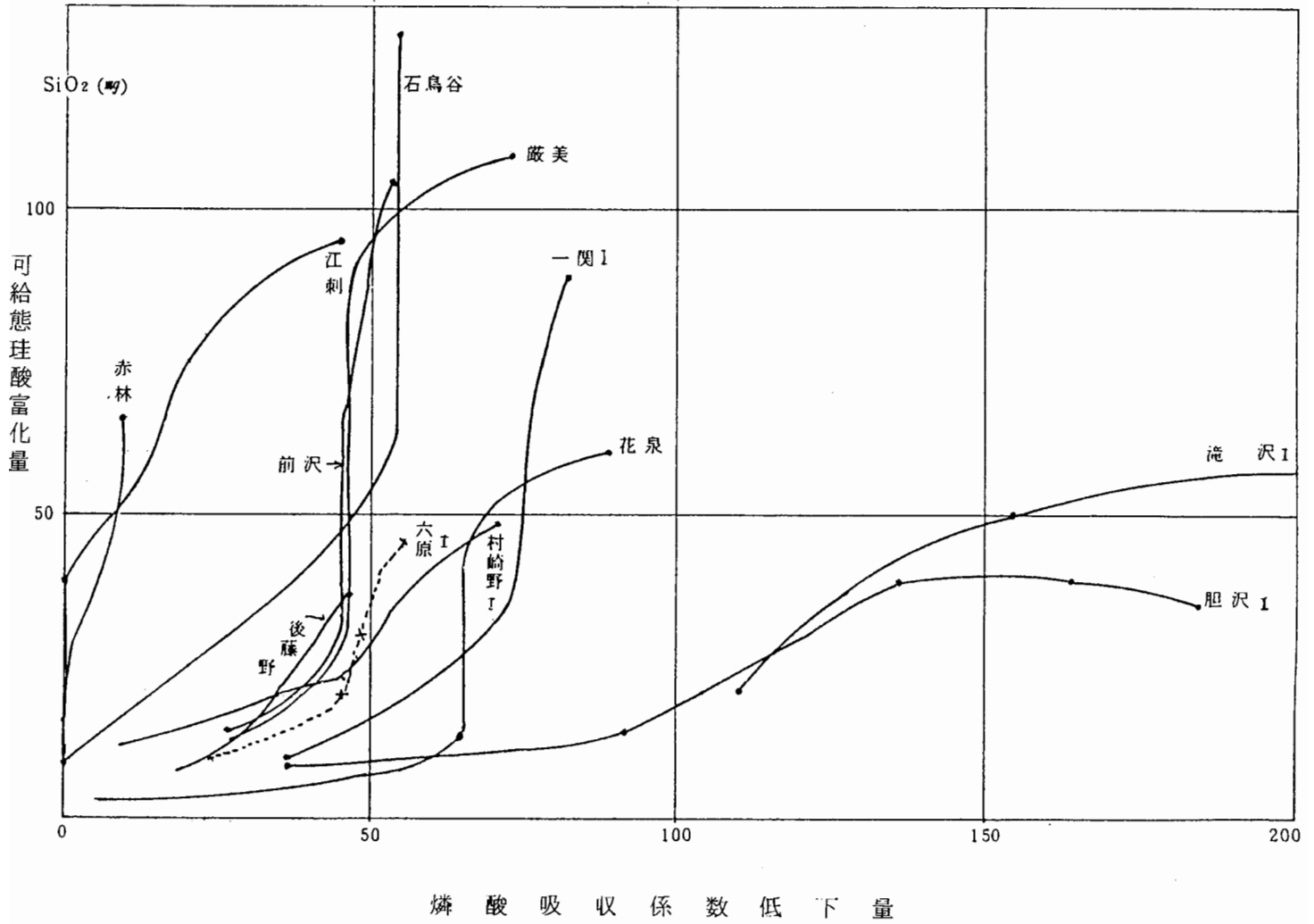


図 - 23 可給態珪酸富化量と磷酸吸収係数低下量との相関

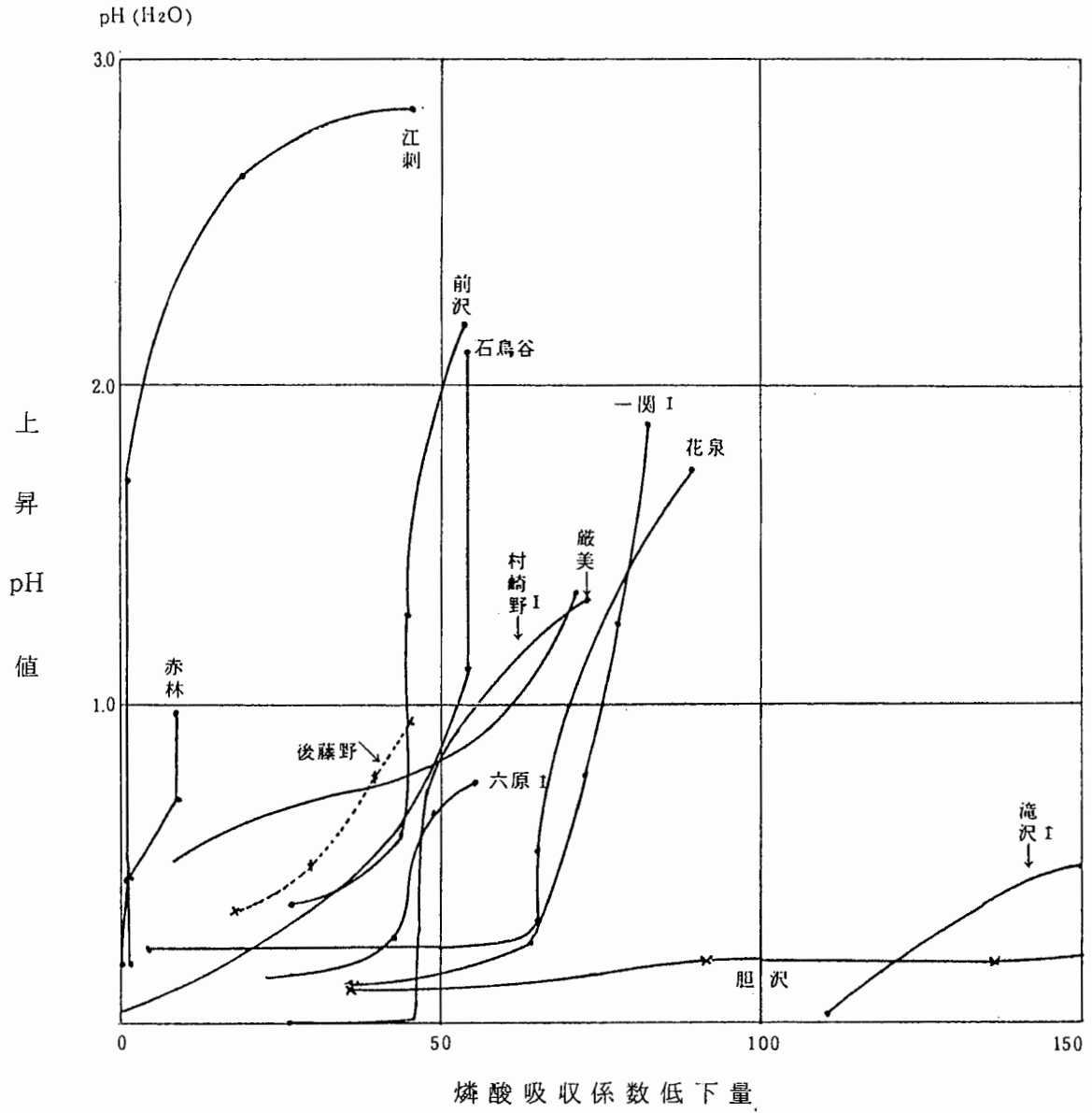


図-24 pHの上昇値と磷酸吸収係数低下量との相関

試験結果と考察

地質系統の異なる土壌を供試し、土壌 100g について珪カルを 1,000 mg まで4段階に変えて添加し、添加 140 日後の土壌 pH、可給態珪酸の富化量、及び磷酸吸収係数の変動を調査した(表-58~59)。

(ア) pH の変動

原土の pH (H₂O) は 4.78~6.45 の幅があるが 5.2 前後の土壌が多かった。珪カル添加により pH は上昇したが、腐植含量の高い胆沢、六原、後藤野、赤林等の土壌は上昇程度が低いのに対し、腐植含量の少ない江刺、前沢、石鳥谷等の土壌では大きかった。土壌の緩衝能として見れば当然土性も関連していると思われる(図-19)。

(イ) 可給態珪酸の富化

原土の可給態珪酸は、新規火山灰の滝沢土壌で 120 mg 内外で著しく多く、逆に沖積土壌の江刺土壌で 10 mg 内外で少なかったほか、大部分の土壌は 30~40 mg の範囲にあった。

珪カル添加に伴う可給態珪酸の富化量は土壌により明らかに異なり、胆沢、後藤野、六原土壌は少ないのに対し、前沢、江刺、石鳥谷、一関等の土壌は多かった(図-20)。この傾向は pH 上昇の傾向と類似している。すなわち、富化量の多い土壌は概して腐植含量の少ない三紀層、洪積層、沖積層土壌であり、富化量の少ない土壌は腐植質火山灰土壌に多い傾向である。ただしこの中で、滝沢土壌のみは腐植の多い 1 層土壌においても富化量は多くなっている。一方、pH の上昇と可給態珪酸の高い相関が見られる。

(ウ) 磷酸吸収係数の低下

珪カル添加による磷酸吸収係数の低下はほぼ各土壌に認められるが、その低下程度は概して小さく、最高でも 100 以下のものが多い。この中で比較的低下の大きい土壌は滝沢、後藤野、胆沢の 3 土壌でいずれも腐植質火山灰であるが、同じ腐植質火山灰でも、赤林、村崎野(洪積性)では低下程度は小さい。磷酸吸収係数の低下は、各土壌の pH、粘土鉱物の種類、アルミ、鉄含量等に影響されると考えられるから、簡単な比例関係は見られないと思われるが、さらに検討を継続する予定である。

また可給態珪酸の富化量と磷酸吸収係数の低下

量の相関を図-23について見ると、大きく 3 つのタイプに分けられる。第 1 は腐植の少ない三紀層あるいは沖積土壌で、磷酸吸収係数の低下に進まず可給態珪酸の富化に進むもの、第 2 は風積火山灰のように磷酸吸収係数の低下に働き、可給態珪酸の富化が少ないもの、第 3 のグループは腐植の多い洪積性の土壌で磷酸吸収係数の低下も可給態珪酸の富化量も小さいものである。この第 3 グループの生じた原因は、原土 pH が低いことと、腐植含量が高いことによると思われる。

以上のように、畑土壌に施用した珪カルの中での行動は種々の点で興味深いものがある。

すなわち、珪カル添加により土壌 pH は上昇し、可給態珪酸の増加、磷酸吸収係数の低下が見られるが、畑土壌の改良で問題になる酸性の矯正力については、緩衝能の強いと見られる土壌で、pH が動き難いことは当然であったが、土壌の種類により磷酸吸収係数の低下傾向がかなり異なることが知られた。

すなわち、腐植の少ない非火山土壌では、施用された珪酸は可給態珪酸として富化されるが、磷酸吸収係数の低下にあずかる場所は少なく、腐植質火山灰土壌では磷酸吸収係数の低下にあずかるが可給態珪酸の富化量は少ないという逆の傾向である。このような形をとる傾向は土壌 pH との関連も高く、pH の著しく低い土壌では、可給態珪酸の富化も、磷酸吸収係数の低下にもあずかり難いのではないかと思われた。これらのことは水田土壌に対する珪酸質資材の施用量の検討とも関連して、興味深い問題を提起していると考えられた。

エ 有効磷酸目標設定方式による 土壌改良試験

室内実験による土壌型別の有効磷酸富化量の調査結果から、これを圃場試験において実証しようとした。すなわち、磷酸吸収係数の 10% 改良方式の土壌改良方法から発展させて、有効磷酸富化目標設定による土壌改良試験を実施した。

(ア) 短根にんじん及びレタスに対する土壌改良の効果(その 1) (昭 51~54)^{34) 35)}

試験場所：岩手郡滝沢村、農試圃場

供試作物：短根にんじん、MS 5 寸(51年)

レタス、グレートレークス 366 (52年)
 { 小麦 ナンブコムギ (52年)
 { 白菜 松島交配春秋白菜(53年)
 { 大豆 ナンブシロメ (54年)

土壌条件；腐植質火山灰土壌

表-61 試験地土壌の化学性

| 層位 | pH | | 腐植 (%) | 全窒素 N (%) | 磷酸吸収係数 | 有効磷酸 P ₂ O ₅ (mg%) | 塩基置換容量 (me) | 置換性塩基 (mg%) | | | 仮比重 |
|---------------|--------------------|-------|--------|-----------|--------|--|-------------|-------------|-----|------------------|------|
| | (H ₂ O) | (KCl) | | | | | | CaO | MgO | K ₂ O | |
| I (0~17 cm) | 5.90 | 4.80 | 14.4 | 0.50 | 1,800 | 4.0 | 24.4 | 217 | 22 | 37 | 0.97 |
| II (17~25 cm) | 5.75 | 4.80 | 15.2 | 0.51 | 1,480 | Tr | 24.2 | 243 | 19 | 15 | - |

試験設計；有効磷酸富化目標 (15 mg% P₂O₅) による資材施用量を表-62 に示した。

表-62 有効磷酸富化目標の設定

| 処 理 | 有効磷酸富化目標 | 土壌改良資材 (kg/10a) | | |
|-------|------------|-----------------|-----|-------|
| | | 炭カル | 熔 磷 | 重 過 石 |
| 標準区 | 現状 (4 mg%) | 288 | 0 | 0 |
| 土壌改良区 | 15 mg% | 288 | 605 | 89 |

土壌改良資材の投入方法；
 炭カルはpH (H₂O) の矯正目標を 6.2 にして施用、
 磷酸資材は作土 15 cm の有効磷酸目標を 15 mg%

とし、作土全層 (15 cm) に混入した。
 なお土壌改良資材の投入は初年のみとした。
 各区共通の施肥量を表-63 に示した。

表-63 施肥設計

(kg/10a)

| 供試作物 | N | | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | 堆肥 加用区 の み |
|--------|----|-------|-------------------------------|------------------|-------|---------------------|
| | 基肥 | 追肥 | 基肥 | 基肥 | 追肥 | |
| 短根にんじん | 12 | 4 + 4 | 15 | 12 | 4 + 4 | 1,500 |
| レタス | 16 | 2 | 15 | 16 | 2 | 1,500 |
| 小麦 | 4 | 4 | 20 | 15 | - | 1,500 |
| 白 麦 | 12 | 4 + 4 | 20 | 12 | 4 + 4 | 1,500 |
| 大 豆 | 4 | - | 15 | 10 | - | 1,500 |

試験成績

第1作 短根にんじんから第5作 大豆迄の収量成績を、表-64及び図-25に示した。

表-64 収量成績

(kg/10a)

| 区名 | | 第1作 | | 第2作 | | 第3作 | | 第4作 | | 第5作 | |
|-----------|---|--------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|
| | | 短根にんじん | | レタス | | 小麦 | | 白菜 | | 大豆 | |
| | | 正常根重 | 比 | 結球重 | 比 | 子実重 | 比 | 結球重 | 比 | 子実重 | 比 |
| 1. 標準 | A | 2,560 | 99 | 1,300 | 86 | 284 | 95 | 5,763 | 90 | 273 | 93 |
| | B | 2,626 | 101 | 1,737 | 115 | 311 | 104 | 7,113 | 110 | 315 | 107 |
| | M | 2,593 | (100) | 1,517 | (100) | 298 | (100) | 6,438 | (100) | 294 | (100) |
| 2. 土壤改良 | A | 3,258 | 126 | 3,405 | 224 | 273 | 92 | 7,826 | 122 | 368 | 125 |
| | B | 3,118 | 120 | 2,388 | 157 | 315 | 106 | 7,096 | 110 | 347 | 118 |
| | M | 3,188 | 123 | 2,897 | 191 | 294 | 99 | 7,461 | 116 | 358 | 122 |
| 3. 土壤改良堆肥 | A | 2,831 | 109 | 3,485 | 230 | 256 | 86 | 7,359 | 114 | 419 | 143 |
| | B | 3,040 | 117 | 3,572 | 235 | 298 | 100 | 6,153 | 96 | 385 | 131 |
| | M | 2,936 | 113 | 3,529 | 233 | 277 | 93 | 6,756 | 105 | 402 | 137 |

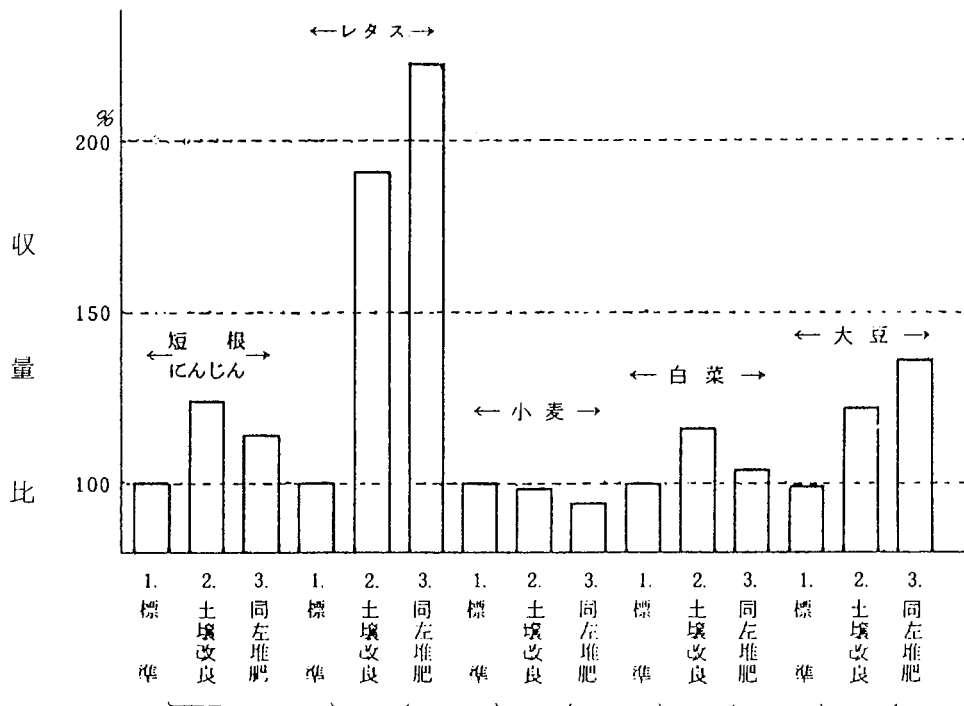


図-25 収量成績

表-65 短根にんじん(根重)

| 項目 | 自由度 | 平方和 | 分散 | 分散比 |
|----|-----|---------|---------|--------|
| 全体 | 5 | 415,001 | | |
| 処理 | 2 | 378,360 | 189,180 | 15.49* |
| 誤差 | 3 | 36,641 | 12,214 | |

$Sd = 110.5$ $\ell_{sd} 5\% = 352 \text{ kg/10a}$
 $F_3^2(0.05) = 9.55$ $\ell_{sd} 1\% = 646 \text{ kg/10a}$

表-66 レタス(球重)

| 項目 | 自由度 | 平方和 | 分散 | 分散比 |
|----|-----|-----------|-----------|--------|
| 全体 | 5 | 4,842,019 | | |
| 処理 | 2 | 4,225,605 | 2,112,803 | 10.28* |
| 誤差 | 3 | 616,414 | 205,471 | |

$Sd = 453$ $\ell_{sd} 5\% = 1,442 \text{ kg/10a}$
 $F_3^2(0.05) = 9.55$ $\ell_{sd} 1\% = 2,648 \text{ kg/10a}$

注) 表-65~66とも2連成績より処理

表-67 跡地土壌分析成績

| 区名 | pH | | 全窒素 N (%) | 置換性塩基 (mg%) | | | 磷酸吸収係数 | 備考 |
|------------|------------------|------|-----------|-------------|-----|------------------|--------|---------|
| | H ₂ O | KCl | | CaO | MgO | K ₂ O | | |
| 1. 標準 | 6.24 | 5.14 | 0.54 | 301 | 15 | 27 | - | 短根にんじん跡 |
| 2. 土壌改良 | 6.40 | 5.32 | 0.52 | 361 | 50 | 19 | - | |
| 3. 土壌改良・堆肥 | 6.56 | 5.43 | 0.54 | 386 | 69 | 29 | - | |
| 1. 標準 | 5.66 | 4.99 | 0.49 | 263 | 11 | 18 | 2010 | レタス跡 |
| 2. 土壌改良 | 6.07 | 5.34 | 0.50 | 380 | 54 | 19 | 1680 | |
| 3. 土壌改良・堆肥 | 6.15 | 5.44 | 0.50 | 394 | 61 | 28 | 1620 | |
| 1. 標準 | 5.39 | 4.99 | 0.52 | 223 | 8 | 28 | 2005 | 白菜跡 |
| 2. 土壌改良 | 5.84 | 5.28 | 0.50 | 310 | 37 | 31 | 1750 | |
| 3. 土壌改良・堆肥 | 5.72 | 5.36 | 0.51 | 330 | 46 | 43 | 1725 | |
| 1. 標準 | 5.26 | 4.87 | 0.50 | 188 | 7 | 14 | - | 大豆跡 |
| 2. 土壌改良 | 5.89 | 5.17 | 0.47 | 263 | 24 | 20 | - | |
| 3. 土壌改良・堆肥 | 6.08 | 5.26 | 0.51 | 315 | 36 | 25 | - | |

注) 第4作跡地

表-67 跡地土壌分析成績(続)

| 区名 | 有効磷酸 P ₂ O ₅ (mg%) | | | | |
|------------|--|------|-----|------|------|
| | 第1作 | 第2作 | 第3作 | 第4作 | 第5作 |
| | 短根にんじん | レタス | 小麦 | 白菜 | 大豆 |
| 1. 標準 | 3.7 | 6.5 | - | 2.9 | 7.7 |
| 2. 土壌改良 | 12.2 | 24.4 | - | 15.3 | 14.2 |
| 3. 土壌改良・堆肥 | 15.6 | 25.2 | - | 17.5 | 18.8 |

考 察

有効リン酸の富化目標を設定した土壌改良の可能性を実証するため、岩手農試圃場（腐植質火山灰土壌、岩手火山灰B統）において4カ年にわたり栽培試験を行なった。土壌改良の方法としては、pH矯正目標を6.2として炭カルを10a当り288kg施用し、作土15cm相当の有効リン酸目標を15mg%とし、熔燐、重過石を用いて施用比を4:1(P₂O₅)にして作土全層に混合施用した。

試験の結果は、燐酸質資材による有効リン酸15mg%改良の効果は、短根にんじん、レタス、白菜、大豆いずれにも認められた。小麦も生育中期迄良好な生育をしたが、最終的には土壌改良区、同堆肥区とも生育過剰から倒伏を来し減収になった。

供試作物の中ではレタスで肥効が最も高かったことは、これ迄の試験の傾向と同様である。短根にんじん、レタスについて収量の分散分析を行なった結果、両作物とも3処理間には5%水準で有意の差が認められた。ただし、レタスではAB間のバラツキが大きいので、*l*sd値が大きくなった。

目標とした有効リン酸含量は、作土全層について施用60日後で15mg%であるが、第1、4、5作跡地についてはそれぞれ12.2、15.3、14.2mg%で

あり、施肥リン酸あるいは吸収リン酸の影響、さらには施用後日数の違いという種々の異なる条件が重なっているものの、ほぼ満足出来る目標範囲に入ったものと考えられた。これに対し第2作レタス跡地では有効リン酸が24.4mg%で異常に高かった。この理由については不明である。

また、すでに指摘したように³⁶⁾、堆肥併用による有効リン酸の富化も認められた。

以上のように岩手農試圃場における腐植質火山灰土壌の改良には、有効リン酸目標設定による土壌改良法は、ほぼ実用化し得るものと考えた。

(イ) 短根にんじん及びレタスに対する土壌改良の効果(その2)(昭51~52)³⁷⁾³⁸⁾

試験場所 二戸郡一戸町 岩手園試箇冷地
分場圃場
供試作物 レタス・グレートレックス366 (51年)
短根にんじん、キング越越5寸 (52年)

土壌条件；腐植質火山灰土壌の原土区、混層処理区(30cm)及び表土剥離処理区の3条件

表-68 土壌分析成績

| 処 理 | pH (H ₂ O) | 腐 植 (%) | 全窒素 N (%) | 燐酸吸収 係 数 | 有効燐酸 P ₂ O ₅ (mg%) | 置 換 性 塩 基(mg%) | | | 仮比重 |
|-----------|--------------------------|------------|--------------|-------------|--|----------------|-----|------------------|------|
| | | | | | | CaO | MgO | K ₂ O | |
| 原 土 系 列 | 6.40 | 12.51 | 0.58 | 1940 | 4.6 | 361 | 19 | 58 | 0.75 |
| 混 層 耕 系 列 | 6.42 | 4.10 | 0.31 | 2440 | 0.8 | 205 | 10 | 37 | 0.75 |
| 表土剥離系列 | 6.49 | 2.05 | 0.10 | 2160 | 0.4 | 274 | 50 | 32 | 0.88 |

試験設計

表-69 土壌改良区の資材投入量(kg/10a)

| 処 理 | 土壌改良資材 P ₂ O ₅ | | | |
|-----------|--------------------------------------|-----|------|-------|
| | 熔 燐 | 重過石 | (熔燐) | (重過石) |
| 1.原 土 系 列 | 380 | 56 | 76 | 56 |
| 2.混 層 系 列 | 670 | 100 | 134 | 34 |
| 3.表土剥離系列 | 670 | 100 | 134 | 34 |

土壌改良資材の投入方法；
作土のpHは6.4前後で炭カルは施用せず。
燐酸資材は作土10cm相当について有効リン酸15

mg%を目標に施用した。作土深は15cmであり、従って作土全層では有効リン酸は10mg% 目標となった。

表-70 施肥設計 (kg/10a)

| 供 試 作 物 | N | | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | 堆肥 加用 区のみ |
|-------------|----|-----|-------------------------------|------------------|-----|-----------------|
| | 基肥 | 追肥 | | 基肥 | 追肥 | |
| 短 根 にんじん | 12 | 4+4 | 15 | 12 | 4+4 | 2,000 |
| レ タ ス | 15 | 4 | 15 | 12 | 3 | 2,000 |

表-71 収量成績

(kg/10a)

| 処理・区名 | | | 短根にんじん | | | レタス | | |
|--------|-----------|---|--------|------------|-----|-------|------------|-----|
| | | | 正常根重 | 同左 欠株補正 | 比 | 結球重 | 同左 欠株補正 | 比 |
| 原土系列 | 1. 標準 | A | 2,560 | | | 2,002 | | |
| | | B | 3,116 | | | 1,602 | | |
| | | M | 2,838 | 2,851 | 100 | 1,802 | 1,804 | 100 |
| | 2. 土壤改良 | A | 3,580 | | | 2,992 | | |
| | | B | 2,300 | | | 2,360 | | |
| | | M | 2,940 | 2,940 | 104 | 2,676 | 2,673 | 149 |
| | 3. 土壤改良堆肥 | A | 3,346 | | | 2,192 | | |
| | | B | 2,783 | | | 2,644 | | |
| | | M | 3,065 | 3,072 | 108 | 2,418 | 2,422 | 134 |
| 混層系列 | 4. 標準 | A | 2,160 | | | 292 | | |
| | | B | 2,520 | | | 1,475 | | |
| | | M | 2,340 | 2,356 | 82 | 884 | 941 | 49 |
| | 5. 土壤改良 | A | 3,665 | | | 852 | | |
| | | B | 2,772 | | | 2,730 | | |
| | | M | 3,219 | 3,204 | 113 | 1,791 | 1,823 | 99 |
| | 6. 土壤改良堆肥 | A | 3,474 | | | 2,435 | | |
| | | B | 3,070 | | | 2,474 | | |
| | | M | 3,272 | 3,272 | 115 | 2,455 | 2,456 | 136 |
| 表土剥離系列 | 7. 標準 | A | 522 | | | 329 | | |
| | | B | 488 | | | 0 | | |
| | | M | 485 | 485 | 17 | 165 | 164 | 9 |
| | 8. 土壤改良 | A | 2,153 | | | 1,650 | | |
| | | B | 1,865 | | | 1,255 | | |
| | | M | 2,009 | 2,006 | 71 | 1,453 | 1,449 | 81 |
| | 9. 土壤改良堆肥 | A | 2,290 | | | 1,669 | | |
| | | B | 2,982 | | | 1,832 | | |
| | | M | 2,636 | 2,624 | 93 | 1,751 | 1,753 | 97 |

(比は欠株未補正值)

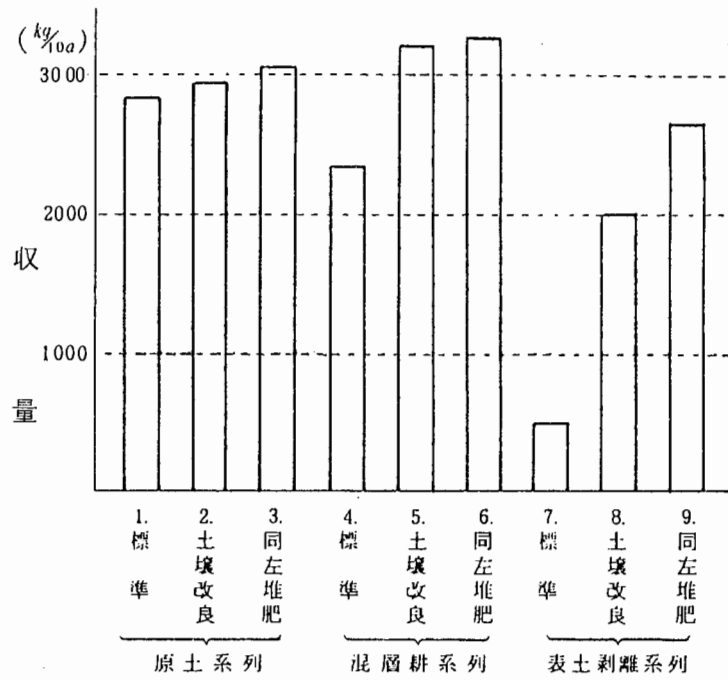


図-26 収量成績 (短根にんじん)

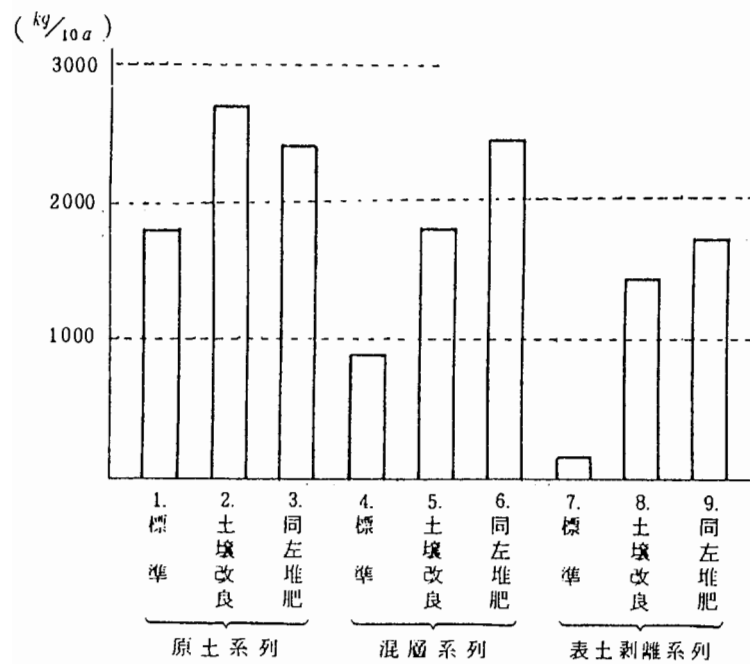


図-27 収量成績 (レタス)

分散分析

(2元配置分散分析)

表-73 短根にんじん(根重)

| 項 目 | 平 方 和 | 自 由 度 | 分 散 | 分 散 比 |
|-------------|---------|-------|--------|------------|
| 処 理 (改良) A | 3.9718 | 2 | 1.9859 | 9.1142 ** |
| 処 理 (土 壤) B | 6.1058 | 2 | 3.0529 | 14.0112 ** |
| A × B | 2.0701 | 4 | 0.5175 | 2.3751 |
| 誤 差 | 1.9610 | 9 | 0.2178 | |
| 全 体 | 14.1088 | 17 | | |

表-74 レ タ ス (球重)

| 項 目 | 平 方 和 | 自 由 度 | 分 散 | 分 散 比 |
|-------------|---------|-------|--------|-----------|
| 処 理 (改良) A | 5.3671 | 2 | 2.6835 | 8.0743 ** |
| 処 理 (土 壤) B | 4.1501 | 2 | 2.0750 | 6.2434 * |
| A × B | 0.7694 | 4 | 0.1923 | 0.5787 |
| 誤 差 | 2.9912 | 9 | 0.3323 | |
| 全 体 | 13.2779 | 17 | | |

注) 表-73~74、2連成績より処理

表-75 跡地土壌分析値

| 区 名 | pH | | 全窒素 N (%) | 置換性塩基 (mg%) | | | 有効 燐酸 P ₂ O ₅ (mg%) | 備 考 |
|--------|------------------|-------|-----------------|-------------|-----|------------------|--|------|
| | H ₂ O | K C l | | CaO | MgO | K ₂ O | | |
| 原土系列 | 1. 標 準 | 5.56 | 5.32 | 0.58 | 361 | 19 | 58 | レタス跡 |
| | 2. 土 壤 改 良 | 6.10 | 5.44 | 0.57 | 457 | 45 | 53 | |
| | 3. 土 壤 改 良 ・ 堆 肥 | 5.90 | 5.33 | 0.60 | 382 | 50 | 54 | |
| 混層耕系列 | 4. 標 準 | 6.09 | 5.65 | 0.31 | 205 | 10 | 37 | |
| | 5. 土 壤 改 良 | 6.70 | 6.13 | 0.27 | 475 | 104 | 30 | |
| | 6. 土 壤 改 良 ・ 堆 肥 | 6.74 | 6.10 | 0.34 | 520 | 119 | 38 | |
| 表土剝離系列 | 7. 標 準 | 5.61 | 5.18 | 0.10 | 274 | 50 | 32 | |
| | 8. 土 壤 改 良 | 6.55 | 5.88 | 0.09 | 377 | 92 | 56 | |
| | 9. 土 壤 改 良 ・ 堆 肥 | 6.55 | 5.99 | 0.05 | 369 | 97 | 47 | |

考 察

有効リン酸の富化目標を設定した土壌改良の第二試験として、二戸郡一戸町の岩手県園芸試験場、高冷地分場圃場で、腐植質火山灰土壌を表土とする圃場、腐植質の表土を剥離して鉍質の火山灰を表土とした圃場、及び表層 30 cm を混層して、腐植質火山灰と鉍質火山灰を混層した圃場を造成して試験を行なった。各土壌の目標有効リン酸量は、作土 10 cm について 15 mg% とし、作土 15 cm 全層混入とした。したがって作土全層では 10 mg% となった。土壌は原土（従来の作土）に比べ、混層土、下層土（表土剥離土）共にリン酸吸収係数が高く有効リン酸が少ないので、リン酸質資材の投入量は後二者で著しく多くなった。

第 1 作レタスでは、原土系列、混層系列、表土剥離系列とも、リン酸質資材による土壌改良の効果は認められたが、収量水準は原土系列が高く、表土剥離系列は明らかに低かった。この理由は、潜在的な土壌窒素の発現の多少によるものと見られ、その結果土壌改良プラス堆肥区においては、堆肥の肥効が高く認められている。

第 2 作短根にんじんでは、混層系列の土壌改良区は原土系列よりむしろ勝る収量水準となったが、表土剥離系列においては土壌改良プラス堆肥区においてもやや収量は低かった。

これらの収量成績について 2 元配置による分散分析を行なった結果、レタス、短根にんじん共、土壌改良及び土壌改良プラス堆肥の効果は 1% の水準で有意性が認められた。また土壌処理の原土系列、混層耕系列、表土剥離系列間については、短根にんじんでは 1% 水準で有意性が認められたが、レタスでは AB 両区の収量差が大きいので、5% 水準の有意性となった。

また目標有効リン酸の富化量については、目標 10 mg% に対して第 1 作レタス跡の原土系列で 8.2 mg%、表土剥離系列で 9.0 mg% と、やや低目の水準となったが、資材投入後レタス収穫まで約 3 ヶ月の期間があることを考慮すれば、これはほぼ満足できる値と考えられた。これに対し、混層耕系列においては 5.8 mg% であり、明らかに富化量が少なかった。この理由については明らかでないが、前述の基礎試験から見て、リン酸吸収係数が最も高い土壌であることが、誤差を大きくしていることも考え

られる。ただ、土壌混入のバラツキ、耕深の程度など、作業上の問題も考えられるので、圃場試験としてはこれ以上の解析は出来なかった。

有効リン酸富化目標設定方式による土壌改良試験要約

有効リン酸を殆ど含まない土壌において、リン酸吸収係数の 10% の P_2O_5 の施用は、野菜をはじめ各作物の生育を良化させることが明らかになったので、次にリン酸吸収係数の 10% までの P_2O_5 施用による土壌の有効リン酸富化量を調査し、その概略値は、リン酸吸収係数の 10% の範囲内では 1% P_2O_5 あたり約 1.6 mg% の有効リン酸の富化という値を得た。そこで、有効リン酸富化目標を作土 10 cm 当り 16 mg% 前後にすれば土壌のリン酸肥沃度はほぼ十分に高められ、その残効も長期にわたるものと期待した。

このような考えから、有効リン酸目標を 15 mg% として、農試本場の腐植質火山灰土壌及び園試高冷地分場の腐植質火山灰土壌、表土を剥離した鉍質火山灰土壌及びその混層土の 4 土壌条件で、レタス、短根にんじん（農試本場は更に小麦、白菜、大豆）を用いて試験を行なった。その結果、土壌改良の効果は、生育過剰により倒伏した農試本場の第 3 作（小麦）を除き、各作物に認められた。

一方跡地土壌によって有効リン酸の富化量をみると、リン酸吸収係数の最も高かった（2440）混層土で富化量が少なく、第 3 作の小麦作で異常に高かった他はほぼ目標に達した。リン酸吸収係数の高い土壌で有効リン酸の富化率が低くなる傾向が見られることは図 - 10 から明らかであるが、圃場における耕起深度のふれ等も影響していることも考えられる。

このように 15 ~ 16 mg% のリン酸肥沃度を土壌改良の目標に置くとすれば、火山灰土壌の新墾畑の土壌改良に応用出来ることはもちろんのこと、野菜連作畑などで最近見られるリン酸過剰施肥の対策にもなり得ると考えられる。

すなわち土壌改良が進み作土 10 cm 相当の有効リン酸が 15 ~ 16 mg% を越えるようになった場合は、土壌改良的なリン酸質資材の施用は行なわず、普通肥料としてのリン酸施肥を行なうことにより、高冷地野菜のようなものでも充分生育を確保出来るも

のと考えられる。

Ⅲ 磷酸欠乏土壤改良対策総合考察

岩手県内の火山灰土壤はその噴出源の違いにより、土壤酸性の程度、置換性塩基含量あるいは有効態の微量元素含量等に大きな違いが見られる。

しかし、土壤の磷酸吸収係数が高く有効磷酸に不足し勝ちであることはほぼ共通したことであり、このことは、岩手県内の畑地全面積の約 56 % が火山灰土壤であるという地力保全基本調査結果からもわかるように、畑地力の向上のために是非とも解決しなければならない問題である。

磷酸欠乏土壤の改良基準を作成するに当って先ず問題になるのは、磷酸吸収係数の測定法と有効磷酸(可給態磷酸)の測定法である。磷酸吸収係数測定法は横井らの考え方に従い、0.01M 正磷酸吸着法を採用した。また、有効磷酸については次のような考え方に従った。すなわち、畑土壤の磷酸欠乏水準の判定のための有効磷酸の定量法は、栽培作物が多岐にわたるためもあって厳密に確立されたものが無いのが現状であるが、筆者らは、岩手県下において昭和 34 年以來、畑土壤の分析法として Truog 法を用い、これを有効磷酸の指標として解析を行ない、また施肥、土壤改良対策を実施して来た。ちなみに岩手県耕地土壤図の作製も、Truog 法による有効磷酸含量による分類基準にしたがった。また農業改良普及所における土壤診断室においても、Truog 法による有効磷酸の過不足の判定を行なっている。土壤中の有効磷酸と各畑作物生育との相関を厳密に検討するということからは、各種の有効磷酸分析法を比較検討する必要があるが、本研究においては以上のような検討の実績と普及現場での利用の実態を考え、有効磷酸の測定はすべて Truog 法とした。

岩手県内の畑土壤を長年にわたり調査した地力保全土壤調査の結果では、全畑面積の約 60 % に当る 35,000 ha は、有効磷酸含量が 10 mg % 以下であり、さらにその中の 9,000 ha は、2 mg % 以下である。

有効磷酸が 10 mg % 以下の土壤は、磷酸質資材の多用に土壤改良の効果が期待出来るが、磷酸質資材の施用量は以下に述べるように土壤の理化学

性を分析し、その結果より決定することが望ましい。

先ず第一に、火山灰土壤地帯における新墾畑土壤のように、土壤中に有効磷酸を殆ど含まない場合は、仮比重を考慮した作土 10 cm 相当の土量について、磷酸吸収係数の 10 % に相当する磷酸量 (P_2O_5) を算定し、これを作土全層に施用すればその土壤改良効果は顕著である。この場合、磷酸資材としては熔燐と過石又は重過石の併用とするが、混合比は通常熔燐 4 に対し過石又は重過石を 1 としている。

熔燐と過石又は重過石を併用する理由は、熔燐による塩基及び持続的く溶性磷酸と、過石、重過石による速効性の水溶性磷酸の供給を図るほかに、両者の併用により資材の pH を 6 前後に保ち、熔燐単独施用により起ると予想される土壤 pH の上昇と、それに伴う微量元素の有効度の低下を防止するためである。

以上のような土壤改良資材の算定法に基づいて、県内各地において圃場試験を行なった結果、普通畑作物よりもむしろ野菜類で効果が大きいことが認められた。とくに磷酸に感応性の高いレタスのような高冷地野菜では、収量が数倍になる例も見られ、この技術は現地農家にも取り入れられ、野菜団地造成の魁ともなった。

次に新開墾地土壤のように土壤中に有効磷酸が殆んど含まれない場合は、磷酸吸収係数と仮比重の両者を測定して所要磷酸量を決定し得るが、土壤中に有効磷酸が含まれる場合には、磷酸吸収係数の比率だけから、所要磷酸量を算定することは不合理であると考えられるから、目標有効磷酸量を設定し、これに達せしめるような土壤改良法の確立を目指した。すなわち、室内実験にあたって、磷酸吸収係数が 880 から 2320、腐植含量が 0.36 % から 16.81 % にわたる性格の異なる県内の代表的土壤 10 点に、過石、重過石、熔燐の 3 磷酸資材を用い、それぞれの単独および過石または重過石 1 に熔燐 4 の割合で混合した資材を用い、土壤の磷酸吸収係数の 2、5、10 % P_2O_5 になるように添加し、水分を畑状態(最大容水量の 60 %)にして、25℃ 定温器中でインキュベートし、140 日目までの有効磷酸含量の経時変化を追跡した。

それによると、過石と重過石では初期の有効燐

酸量は高いが、土壌pHの違いによる磷酸固定の影響を受け易く、そのため土壌間による有効磷酸富化量のふれが大きく、またインキュベート日数の経過と共に有効磷酸含有率低下の傾向が認められた。これに対し熔燐は、同一磷酸吸収係数比率では、土壌間の違いが最も小さく、またインキュベートによる有効磷酸含量の変化も前二者に比べて少ない。そのため、資材混合の場合でも、熔燐比の高いものほどふれの少ない有効磷酸の富化量を示す。いま、各土壌の磷酸吸収係数の2%に相当する P_2O_5 を、過石、熔燐(1:4)又は重過石、熔燐(1:4)で施用し、畑状態で $25^{\circ}C$ で60日間インキュベートした時の有効磷酸富化量は約 $3\text{ mg}\% P_2O_5$ となり、5%相当の P_2O_5 の施用により、約 $8\text{ mg}\% P_2O_5$ 、さらに10%相当 P_2O_5 の施用により約 $17\text{ mg}\% P_2O_5$ になるとみてよい。すなわち施肥磷酸による土壌中の有効磷酸の富化量は、磷酸吸収係数の10% P_2O_5 の施用範囲内では、1%相当の P_2O_5 の施用で $1.5\sim 1.7\text{ mg}\%$ 、平均では $1.6\text{ mg}\%$ 内外と見た。この場合、熔燐主体の改良資材としてあり、他の資材では、土壌間の有効磷酸富化の幅は大きくなるが全平均値では大差はなく、磷酸吸収係数の5%施用を中心に見れば、1%当り $1.6\text{ mg}\%$ 前後の富化量となる。なおインキュベート日数が140日に達すると、熔燐の富化量が最も高くなる。

以上のことを基本にして、畑土壌の好適条件としての有効磷酸の富化目標を、作土 10 cm 相当で $16\text{ mg}\% P_2O_5$ とし、不足有効磷酸量は、各土壌の磷酸吸収係数を測定し、それによって所要磷酸量を算出し補給することとし、これを基準磷酸施用量とした。従って、有効磷酸が $16\text{ mg}\%$ 以上の土壌では、積極的な磷酸の多量投入は行なわないこととした。

次にこのような基準作成に対しさらに現地実証試験を実施した。現地試験では4土壌条件下で作土の有効磷酸目標を $15\text{ mg}\%$ 及び $10\text{ mg}\%$ として圃場試験を実施した結果、短根にんじんとレタスの収量がいずれの土壌においても効果の高かったことはこれまでの試験結果と同様であり、また白菜、大豆でも磷酸富化の効果は認められた。これら試験の跡地土壌の有効磷酸含量を見ると、岩手農試圃場では目標 $15\text{ mg}\%$ に対し、第2作レタス跡は $24.4\text{ mg}\%$ と異常に高かったが第1作、第3作、

第4作、第5作では $12.2\sim 14.2\text{ mg}\%$ であり、高冷地分場圃場の目標 $10\text{ mg}\%$ に対しては、原土区で $8.2\text{ mg}\%$ 、混層耕区で $5.8\text{ mg}\%$ 、表土剥離区で $9.0\text{ mg}\%$ となり、混層区では差が大きかったが、跡地土壌の分析値であることを考慮すれば、ほぼ目標に近い有効磷酸量を確保し得たものと考えた。

磷酸質資材による土壌改良の効果は持続性も長く、腐植質火山灰土壌の農試圃場で普通畑作物および野菜栽培試験を行った場合、例えば改良9年目、第12作白菜の収量は、未改良区に比べ、磷酸吸収係数の6%改良で指数143、12%改良で179で、磷酸の残効はなお明らかに認められ、また土壌中の有効磷酸含量も未改良区の $10.4\text{ mg}\%$ に対し、6%改良区が $20.8\text{ mg}\%$ で差は明らかに認められる。

一方磷酸資材の種類としては、熔燐、過石、重過石が用いられるが、効果の持続性、副成分の供給等の面から施用磷酸中の80%は熔燐で投入することを原則とする。もちろん単一の作物の場合は低pHを好むものもあり、当然土壌のpHによっては熔燐の比率を低くさせた方がよい場合もあり、酸性を好む陸稲などこの例であるが、普通の輪作体系を前提とする場合は、熔燐施用比を高める事が効果的である。このことは、室内実験(インキュベート試験)において見られたように、熔燐の施用が安定的に有効磷酸を富化させ、しかも長期間にわたりその変化が少ないということからも言えることである。熔燐は磷酸吸収係数を低下させる力の強いことも利点の一つである。

磷酸質資材による土壌改良は、作物の種類によってその効果の現われ方を異にする。磷酸に対しての感応性が著しく微感で、収量的にプラスの影響をもたらす易い作物は、レタス、短根にんじん、白菜、小麦等であり、なかでもレタスは特に効果が出易い。レタスで磷酸の効果著しく高いのは、レタスの養分吸収特性による所が大きいと思われるが、さらに種子が小さくて、貯蔵養分が著しく少ないことにも原因があると見られ、このことについて発芽試験を行なった結果では、播種後4日目(発芽後2日目)の子葉期において、すでに土壌からの磷酸吸収が行なわれ、生育上の差が生じることが認められる。このようなことは、同じ土壌条件下に発芽させた小麦の場合と比較すると、その違いははき然としており、小麦の場合は土壌

からの磷酸の供給が少なくても、発芽後 20 日間程度は施肥区と大差のない生育となる。岩手県においては高冷地野菜としてレタスの導入が図られているが、土壤改良資材費を早期に回収出来るということから、土壤改良実施当初は上記のような磷酸に対する感応性が敏感な作物の作付が望ましい。これに対して、大豆、小豆、陸稲などの子実生産を目的とする作物は、磷酸多用の効果は一般に小さい。この原因を見ると、陸稲の場合は、磷酸質資材の多施により磷酸の吸収量は増加するが、相対的に窒素不足となり、熟期の促進が逆に玄米の肥大にマイナスの効果となって現われることがある。従って窒素の追肥を考慮するなど総合的な施肥対策が必要となるし、また大豆、小豆の場合は磷酸資材の多施により、窒素、磷酸とも吸収量は増加するが、茎葉が過繁茂になり、倒伏を招いて子実生産を伴わないことが多い。この場合の対策としては蔓化性の少ない品種の選択、あるいは密植栽培等が考えられる。

なお磷酸欠乏土壤の改良に際して施用される熔燐、過石、重過石によって土壤 pH がどのように変化するかを追跡調査した。それによれば、これら改良資材による pH の変動は土壤の緩衝能により左右されることは当然であり、また熔燐単用で pH は上昇し、過石、重過石単用で pH は低下するが、熔燐 4 に対して過石又は重過石 1 (P_2O_5 として) の併用になると、原土の pH を動かす力は小さいことが知られた。つまり野菜栽培などにおける土壤改良の一般的な手順としては、pH (H_2O) の矯正目標を 6.2 ~ 6.5 として炭カルを施用し、作土 10 cm 相当に有効磷酸量を 16 mg% になるよう熔燐、過石 (重過石) 比を 4 : 1 にして施用すれば、土壤 pH は 6.2 ~ 6.5 からの変動はほぼ無視して良いと思われる。熔燐単用の場合はもちろん pH は上昇するが、10 アール当り P_2O_5 として 200 ~ 250 kg の多量施用であっても、腐植質火山灰土壤での土壤 pH の上昇はそれ程大きくなく、せいぜい 0.5 程度に止まる。緩衝能の弱い鉱質土壤の場合はもちろん土壤 pH の変動は大きくなるが、磷酸欠乏で土壤改良の対象になり易い火山灰土壤では変動は小さい。以上のようなことから、土壤改良の手順としては、たとえ熔燐を単用する場合においても、熔燐による酸性矯正の効果を過大視し

ないよう、炭カルによる pH 矯正を別途考慮しておくことが必要である。

次に火山灰土壤に珪カルを添加することにより、塩基及び珪酸の補給によりばん土性を弱め、磷酸吸収係数を低下させることが可能なことが予想されるので、これを室内のインキュベート試験で検討した。

その結果、土壤 pH に及ぼす影響は緩衝能の高いと見られる土壤で小さいことは当然であったが、土壤により磷酸吸収係数の低下の傾向は明らかに異なり、たとえば腐植の少ない非火山灰土壤では施用された珪酸は可給態珪酸として富化されるが、磷酸吸収係数の低下量は小さく、腐植質火山灰土壤では磷酸吸収係数の低下量は多いが可吸態珪酸の富化量は少ないという逆の傾向であった。又 pH の著しく低い土壤では、可給態珪酸の富化量も、磷酸吸収係数の低下量も小さい傾向が見られた。

このように珪カルの土壤改良効果については、なお検討を要する点がある。

以上のように岩手県下に広く分布する磷酸欠乏土壤の改善技術対策についての検討を加えたが、磷酸欠乏土壤の解消のみならず、磷酸肥料の過剰施用にならないような合理的な施肥対策を樹立することが大切である。

IV 要 約

畑土壤改良基準策定のための研究の一環として、岩手県内に広く分布する火山灰土壤を主体に、磷酸欠乏土壤の合理的改良法を確立するための検討を行なった。その結果を要約すれば次のようである。

(1) 岩手県内には性格の異なる火山灰が各種分布するが、その代表的な火山灰は岩手山系火山灰土壤、焼石岳系火山灰土壤、十和田、八甲田系火山灰土壤の 3 種である。これら火山灰は、土壤酸性、塩基含量、微量要素含量などでそれぞれ異った性格を有しているが、磷酸吸収係数が高く有効磷酸が少ないということは共通した性質で、これが作物の生産力を規制しているところが大きい。

(2) 土壤中に有効磷酸を殆ど含まない場合の土壤改良法として、山本方式を現場対応に簡便なように若干の変更を加え、作物も経営的に有利な野

菜類を主体に供試し検討を行なった結果、作土10 cm相当の土量について、磷酸吸収係数の7.7~10%の P_2O_5 を、過石(重過石):熔磷比を1:4にして併用することにより、生育は著しく良化した。

(3) 磷酸質資材による土壤改良の効果は長く、農試の圃場では(岩手火山灰B統)9年10作まで認められ、その後も引続き試験は継続され、持続効果の長いことが確認されている。

(4) 磷酸質資材による土壤改良効果の大小を作物により比較すると、最も大きいのはレタス、短根にんじん、白菜、小麦であり、やや大きいのはきゅうり、ばれいしょ、ソルガム、トマトであり、小さいのは陸稲、大豆、小豆、青刈とうもろこし、菜豆、だいこんであった。

(5) 土壤中に有効磷酸を含む場合の改良法設定の検討の結果、磷酸吸収係数の1%の P_2O_5 (熔磷4:過石1等熔磷主体)の施用で、土壤中の有効磷酸は約1.6mg%富化されることがわかり、これより改良基準を作成した。

(6) 有効磷酸目標を設定して土壤改良を行なって圃場試験を行なった結果、ほぼ目標通りの成果が得られた。

(7) 磷酸供給資材としての熔磷、過石、重過石のほかに、土壤反応を変動させる要因となるこれらの資材について検討した結果、熔磷と過石又は重過石の混合物は土壤pHに与える影響は概して小さかった。

(8) 珪カルも塩基と珪酸を補給することにより土壤の磷酸吸収係数の低下にあずかるが、その程度は土壤により著しく異った。

V 引用文献

1) 岩手農試 開拓地現地栽培試験成績書
(1948~1965)

2) 山本毅、高橋達児;改良資材による畑土壤の肥沃化 第2報 改良資材の施用が、土壤および作物の要素吸収におよぼす影響 東北農試研究報告 35 19-36(1967)

3) 山本毅 宮里 愿 畑土壤の生産力増強に関する研究 岩手火山灰土壤における磷酸質資材多施用の効果 東北農試研究報告 42 53-92
(1971)

4) 黒沢順平 岩手県下の火山灰土壤の分類とその生産増強対策 岩手農試研究報告 14
(1970)

5) 石塚喜明 岩手山麓開拓地土壤について 農林省開拓局 岩手県(1948)

6) 井上克弘 秋田駒ヶ岳火山噴出物の ^{14}C 年代 地球化学 32, 221(1978)

7) Katsuhiko Inoue, Stratigraphy, Distribution, Mineralogy and Geochemistry of late Quaternary Tephra erupted from the Akita-Komagatake volcano North-eastern Japan Soil Sci, Plant Nutr. 26(1) 50(1980)

8) 村山盤 火山活動と地形 大朋堂 135
(1973)

9) 村井貞充 岩手山 岩手放送株式会社
32-34(1973)

10) 農林省農地局 開拓地における地力の変せん
と今後の維持増強対策 122-124(1968)

11) 黒沢順平ほか 銅欠乏土壤に関する調査研究
(第1報) 岩手農試研究報告 8(1965)

12) 関沢憲夫ほか 亜鉛欠乏土壤に関する研究
岩手農試研究報告 16(1972)

13) 黒沢順平 4)に同じ 41

14) 黒沢順平 4)に同じ 43~46

15) 松野正 十和田・八甲田火山噴出物 青森農
試研究報告 6(1961)

16) 黒沢順平 4)に同じ 27

17) 岩手農試 昭和42年度地力保全調査事業試験
成績書 9~16(1968)

18) 岩手農試 地力保全基本調査総合成績書
(1978)

19) 岩手農試 昭和38~47年 りん酸質資材に
よる火山灰畑土壤の改造に関する試験成績書
(要約)(1973)

20) 農林水産技術会議事務局 実用化技術レポー
トNo.71 土壤改善を基盤とする畑作生産力増強
法(1979)

21) 高橋健太郎ほか 岩手県農業試験場70年史
火山灰畑土壤の改造と維持増強 202-210
(1971)

22) 岩手農試 昭和52年度 土壤肥料に関する試
験成績概要 39~40(1978)

- 23) N, J. Barrow. The Role of Phosphorus in Agriculture. 353 - 354 ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA (1980)
- 24) Pedro A. Sanchez & Goro Uehara. 同上 496
- 25) 岩手農試 昭和51年度、土壌肥料に関する試験成績概要 43 - 44 (1977)
- 26) 岩手農試 昭和50年度、土壌肥料に関する試験成績書(畑作) 35 - 54 (1977)
- 27) 千葉明ほか、畑土壌改良基準策定のための基礎研究(第3報)りん酸質土壌改良資材による土壌型別有効りん酸の富化量 日本土肥誌講要集、第22集 Part II 28 (1975)
- 28) 農林省振興局; 耕土培養法に基く調査における土壌分析法 38 - 39 (1959)
- 29) 農林省農業改良局; 耕土培養法に基く調査における土壌分析法 74 - 75 (1953)
- 30) 岩手農試 26) に同じ、55 - 82
- 31) 千葉明、新毛晴夫ほか、畑土壌改良基準策定のための基礎研究(第1報)炭カル添加通気法による中和石灰量測定法、岩手農試研究報告20号 1 - 21 (1977)
- 32) 岩手農試 昭47~49年度、土壌肥料に関する試験成績書(基礎試験) 59 - 69 (1975)
- 33) 吉田昌一 土壌養分分析法 278 - 280 養賢堂(1970)
- 34) 岩手農試 昭51年度地力実態調査成績書、136 - 147 (1978)
- 35) 同上 昭和52年度地力実態調査成績書、136 - 147 (1978)
- 36) 千葉明、石川格司ほか、畑土壌改良基準策定のための基礎研究(第2報)畑土壌肥沃度に及ぼす有機物の効果解析、岩手農試研究報告21号 37 - 68 (1978)
- 37) 岩手農試 昭和51年度土壌肥料に関する試験成績概要 43 - 44 (1976)
- 38) 同上 47 - 48 (1977)

Summary

The volcanic ash soils are so widely distributed in Iwate prefecture that it is important to amend the phosphate deficiency of upland soil especially vegetable fields. So we have pursued the methods of phosphate application to control the available phosphate content in the soil.

The results is as follows.

1. The available phosphate content of soil suitable for vegetable crops was about 15-17mg P_2O_5 (Truog Method) and this value was obtained by application of phosphate mixture, that is, the mixture of 4 parts of fused phosphate and 1 part of super phosphate or double phosphate.

The mixture is corresponding to 10% of P_2O_5 respectively phosphate absorption coefficient of the soil.

2. Great efficiency for the crop production was obtained by soil application of phosphate mixture and the effect was continuous for 9 years (10 crops) in Iwate volcanic ash fields.

3. The sensitivity of crops for phosphate application is generally as follows.

sensitive group; lettuce, carrot, Chinese cabbage, wheat.

middle group; cucumber, potato, tomato.

insensitive group; upland rice, soybean, Azuki bean.

4. Soil pH is varied greatly by application of phosphate material to the soil but is varied very small with phosphate mixture of 4 parts of fused phosphate and 1 part of super phosphate or double phosphate.

5. Soil phosphate absorption coefficient was declined with application of calcium silicate but their degree of declamation was widely different in each soils and we could not unravel the mechanism of declamation of phosphate absorption coefficient.