

腐植質火山灰土壌におけるクリ開園時の土壌改良に関する研究

茂木 惣治・青木 秋広

I 緒 言

本県におけるクリの栽培面積はおよそ1,000 haに及んでいるが、そのなかには1965年前後の山林開墾による栽植もかなりの面積が含まれている。本研究は山林原野を開墾してクリ園を開園する際に土壌改良対策をどのようにするかを腐植質火山灰土壌を用いて検討したものである。

腐植質火山灰畑土壌の化学性改良については山本ら²⁷⁾が各種畑作物を供試して検討した結果リン酸多施を提言し、また本県に分布するこれら土壌の改良方法については古野ら³⁾や茂木ら¹⁸⁾が検討して成果をあげたように思われる。

これら手法の果樹類に対する応用は、熊代ら¹⁵⁾がリンゴ・ナシ・モモ・ブドウで、中田ら²⁰⁾がブドウで、野田²¹⁾はナシで、高橋²⁴⁾らが温州ミカン・モモ・ナシ・カキでそれぞれ検討を行い幼木時における生育はおおむね良好になると報告されている。

筆者らは普通畑作物を対象とした本県における腐植質火山灰土壌の改良手法を、クリ開園時の土壌改良対策として応用できるかどうかを検討する目的で1967～1973年の7年間にわたって試験を行ったので報告する。

II 材料及び方法

1. 試験ほ場の特徴

試験ほ場は農試果樹園であり、1966年11月から翌年2月にかけて雑木林から開園され

た腐植質火山灰台地の緩斜面(南東に向けて平均斜度2度)にある。腐植層序は表層多腐植層であり有効土層は88cmで直下に七本桜浮石層(12cm)と今市浮石層(45cm)がたい積している(七本桜統)。化学的性質はリン酸吸収係数が大で、塩基飽和度が極端に低く、可吸態リン酸を欠く土壌である。土壌の断面形態と理化学的性質は第1～3表に示すとおりであり、簡略分級式は(果) III_{fn} II_tである。

2. 試験区の構成と管理

雑木林を伐採後ブルドーザーによって抜根整地し、1967年3月に下記内容の試験区を設置した。

標準区： たい肥施用のほかは無土壌改良

リン酸区： 植穴の土量(1,407kg)のリン酸吸収係数10%飽和量のリン酸をようリン(20kg)で施用し、均一混和

石灰リン酸区： 苦土炭カル(アルカリ度55くよう性苦土10%含有)を4.8kg(PH-KClで5.8きよう正目標量)とようリン(20kg)を均一混和

全園リン酸区： 表層深さ25cmの土量(123 $\frac{t}{a}$)のリン酸吸収係数10%飽和量のリン酸をようリン(182.5kg/a)で表面散布後リバーシブルプラウで耕深25cm目標に耕起し、さらにデスクハローで混和(深さ7～8cm)した。深さ25～70cmの植穴部分はリン酸区と同じリン酸濃度になるようようリンを12kg混和した。

第1表 供試土壤の断面形態

| 層位 | 層厚cm | 断面形態 |
|----|---------|---|
| 1 | 0~ 4 | 腐植にすこぶる富む黒かっ色(7.5YR ² / ₂)の壤質, 細粒状構造で密度9~10 |
| 2 | 4~ 16 | 腐植にすこぶる富む黒かっ色(7.5YR ² / ₂)の壤質, 細粒状と粒状構造で密度18~20 |
| 3 | 16~ 40 | 腐植にすこぶる富む黒色(7.5YR ² / ₁)の壤質, 細粒状・粒状および塊状構造で密度18~22 |
| 4 | 40~ 72 | 腐植にすこぶる富む黒色(10YR ² / ₁)の壤質, 塊状構造と連結状で密度20~22 |
| 5 | 72~ 81 | 腐植に頗る富む黒かっ色(7.5YR ² / _{1.5})の壤質, 連結状で密度20~22 |
| 6 | 81~ 88 | 腐植に富む黒かっ色(7.5YR ³ / ₁)の壤質, 連結状で密度で24~25 |
| 7 | 88~100 | 腐植ありかっ色(10YR ⁵ / ₅)の壤質, 連結状で密度28~30 (七本桜浮石) |
| 8 | 100~145 | 腐植を欠くかっ色(5YR ⁴ / ₈)の粘質, 連結状で密度26~28 (今市浮石) |

第2表 供試土壤の機械的組成と理化学性

| 層位 | 風乾土中% | | | 細土無機物中% | | | | | 土性 | 容積重(室内) g/100ml |
|----|-------|-----|------|---------|------|------|------|-----|----|--------------------|
| | 水分 | れき | 腐植 | 粗砂 | 細砂 | 砂合計 | シルト | 粘土 | | |
| 1 | 13.7 | 0.0 | 2.14 | 25.0 | 48.3 | 73.3 | 16.8 | 9.9 | SL | 50 |
| 2 | 25.3 | 0.0 | 16.1 | 25.8 | 47.9 | 73.7 | 16.5 | 9.8 | SL | 47 |
| 3 | 15.3 | 0.0 | 17.7 | 18.0 | 31.9 | 49.9 | 41.7 | 8.4 | L | 51 |
| 4 | 19.8 | 0.0 | 16.0 | 21.7 | 42.7 | 64.4 | 29.4 | 6.2 | L | 51 |

第3表 供試土壤の化学的性質

| 層位 | PH | | T-C % | T-N % | C/ N | 塩基置 換容量 me | 置換性塩基me | | | 塩基飽 和度 % | Truog P ₂ O ₅ mg/100g | リン酸 吸収 係 数 |
|----|------------------|-----|----------|----------|---------|------------------|---------|------|------|----------------|---|---------------------|
| | H ₂ O | KCl | | | | | Ca | Mg | K | | | |
| 1 | 4.9 | 4.2 | 1441 | 0.99 | 146 | 263 | 0.43 | 0.64 | 0.34 | 5.4 | tr | 2794 |
| 2 | 4.7 | 4.3 | 1337 | 0.84 | 159 | 238 | 0.61 | 0.60 | 0.15 | 5.7 | // | 3089 |
| 3 | 4.6 | 4.2 | 1216 | 0.87 | 140 | 337 | 0.68 | 0.64 | 0.11 | 4.2 | // | 2901 |
| 4 | 5.1 | 4.3 | 1159 | 0.80 | 145 | 323 | 100 | 0.60 | 0.08 | 5.2 | // | 3075 |

1区の供試面積は108m²(6×18m)で、その中に等間隔の直径2m、深さ0.7mの植穴を3個掘り1穴に筑波1年生高接苗を1本ずつ定植した。たい肥は各区とも1本当たり20kgを掘り上げた土壤に他の改良資材と共に混和した。全園リン酸区の表層施用のようリンのほかは、すべて人力によりなるべく均一になるように混和した。その他の標準量の施肥は窒素・リン酸・カリを化成肥料で施用し、表層5~6cmに人力で各区に混和した。以下各年次とも標準量の窒素・リン酸・カリを同様に施用した。苗木定植後、乾燥防止のために風乾稲わら3kg/1本を各根元に被覆し、腐熟後は表層に混和

した。

1968年9月水蝕防止を目的に各区の周辺に幅1mの水蝕防止帯を作り、窒素0.5・リン酸3.0・カリ1.0・苦土炭カル0.02kg/aを施用後浅く耕起してラジノクローバーを50g/aは種した。各区とも3反復とし、1区の供試本数は9本である。その他の管理は常法によった。

3. 成分分析法

1) 植物体

各年とも7~9月に目どおりの高さの新しよを採取し、洗滌後風乾粉碎し下記方法により分析した。

N: ケルダール法
 P: 乾式分解後バナードモリブデン酸アンモンによる比色法
 K: 炎光光度計による分光分析法
 Ca・Mg: ドータイド試薬による滴定法(1969年まで)と原子吸光法
 Mn: 過ヨウ素酸カリウムによる発色後比色法(1969年まで)と原子吸光法²⁾
 2) 土壌の化学的性質²⁾
 可給態P: トルオーグ法
 置換性Ca・Mg: セミマイクロシヨウレンベルガー法による浸出液をドータイド試薬による滴定法
 置換性K: 上記浸出液を炎光光度法
 無機態N発現量: 洗滌培養法
 形態別無機P: ジャクソン法を改良した関谷法
 易還元態Mn: 常法浸出後過ヨウ素酸カリウム発色による比色法

III 試験結果

1. 土壌の化学性

供試土壌は前述のように火山性台地の山林開

墾地のため、施肥や土壌改良の来歴がなく化学性は不良である。このような条件にある土壌をクリ開園時に土壌改良処理を行った20か月後の化学性を第4・5表に示した。

標準区に比較すると土壌改良各区ともpHが高くなり、置換性Ca・Mg、可給態Pが富化され、塩基飽和度が高まった。その結果、易還元態Mn含量が減少し、無機態Pは各形態とも増加した。また、室内実験におけるNO₃-N発現量も増加した。土壌改良各区间では、全園リン酸区がリン酸区・石灰リン酸区に比べて全般的にやや劣る傾向を示した。これは全園リン酸区の深さ0~25cm部分はプラウ耕のため、ようりの不均一な混和となり塩基飽和度が低く、可吸態Pや形態別無機P含量が少ない結果を示した。

リン酸区と石灰リン酸区の比較では後者がpHが高く、置換性Mg含量が多く、塩基飽和度が高まった。形態別無機P含量では、石灰リン酸区がリン酸区よりもA1-Pが少ない反面Ca-Pは2倍程度の含量を示して多かった。NO₃-N発現量も石灰リン酸区がやや多かった。

2. 樹の発育

第4表 土壌改良後の土壌化学性(20か月目)

| 区名 | 層位 | pH | | 塩基置換容量 me | 置換性塩基me | | | 塩基飽和度 % | Truog P ₂ O ₅ mg/100g | 易還元 態MnO mg/100g | 無機P ^{mg/100g} | | |
|--------|----|------------------|-----|--------------|---------|------|-----|------------|---|------------------------|------------------------|-----|-----|
| | | H ₂ O | KCl | | Ca | Mg | K | | | | Ca型 | A1型 | Fe型 |
| 標準区 | 1 | 45 | 40 | 332 | 089 | 064 | 008 | 5 | 14 | 113 | 1.1 | 91 | 4 |
| | 2 | 47 | 44 | 312 | 046 | 025 | 011 | 3 | 05 | 136 | — | — | — |
| リン酸区 | 1 | 60 | 51 | 380 | 1626 | 903 | 021 | 67 | 264 | 108 | 68 | 146 | 8 |
| | 2 | 60 | 53 | 414 | 2026 | 972 | 045 | 74 | 173 | 111 | — | — | — |
| 石灰リン酸区 | 1 | 62 | 52 | 370 | 1872 | 1667 | 015 | 96 | 246 | 72 | 120 | 128 | 9 |
| | 2 | 64 | 52 | 340 | 1526 | 1205 | 017 | 81 | 193 | 96 | — | — | — |
| 全園リン酸区 | 1 | 58 | 51 | 330 | 1109 | 610 | 023 | 53 | 51 | 96 | 25 | 92 | 6 |
| | 2 | 58 | 52 | 347 | 899 | 699 | 019 | 47 | 94 | 95 | — | — | — |

※層位 1..... 深さ 0~15 cm
 2..... 深さ 15~30 cm

第5表 室内実験によるNO₃-N発現量 (1967年4月~9月) (mg/100g)

| 区名 | 10日 | 1か月 | 2か月 | 3か月 | 3.5か月 | 4.5か月 | 5か月 | 合計 |
|--------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 標準区 | 0.18 | 1.72 | 2.85 | 0.37 | 0.36 | 1.53 | 7.92 | 14.92 |
| リン酸区 | 0.37 | 1.94 | 2.91 | 3.15 | 2.79 | 2.25 | 9.20 | 22.59 |
| 石灰リン酸区 | 0.60 | 2.52 | 6.42 | 3.78 | 3.29 | 2.84 | 10.08 | 29.53 |

第6表 枯死(凍害)状況

| 区名 | 1967 | | 1968 | | 1969 | | 1972 | | 計 |
|--------|------|----|------|----|------|----|------|------|---|
| | 5月 | 4月 | 4月 | 4月 | 4月 | 5月 | 5月 | | |
| 標準区 | | 2 | | | | | | 2 | |
| リン酸区 | | 2 | | | | | | 2 | |
| 石灰リン酸区 | | 1 | | | | 1 | | 2 | |
| 全園リン酸区 | (1) | 1 | 1 | | | | | 2(1) | |

注: () 内生育不良

1) 試験途中の枯死状況

1967~1973年までの7年間で枯死した樹は、春先の発芽状況や樹皮組織のかわ変症状から判断して凍害によるものであり、1968年4月6本、1969年4月1本、1972年4月1本の計8本である。処理区別内訳は第6表のとおりであり、各処理区とも2本ずつで処理間に差は認められなかった。このほかに全園リン酸区で植付直後に生育不良のため、1本植かえを行った。したがって供試36本中8本の枯死樹は植かえを行い、調査から除外した。

2) 新しよの発育状況

樹の比較的小さい1967・1968に新しよの発育状況を調査し、その結果(3反復の平均値)を第7表に示した。初年目はリン酸区の新しよの発育が劣る傾向を示し、石灰リン酸区

第7表 新しよの発育状況(m²/本)

| 区名 | 1967 | | 1968 | |
|--------|------|-------|-------|--------|
| | 6月7日 | 9月28日 | 6月17日 | 11月19日 |
| 標準区 | 0.40 | 2.12 | 6.44 | 11.25 |
| リン酸区 | 0.12 | 1.53 | 6.37 | 13.88 |
| 石灰リン酸区 | 0.36 | 2.16 | 9.42 | 16.86 |
| 全園リン酸区 | 0.35 | 2.27 | 9.31 | 16.20 |

・全園リン酸区とも6月7日までの発育は標準区よりも劣り、9月28日と6月17日までの発育はリン酸区で前年と同じ傾向を示し、石灰リン酸区と全園リン酸区では初年目の11月では標準区を上まわり、この傾向は翌年も同様で標準区よりも伸長量は多かった。リン酸区は翌年の11月では標準区を上まわった。このような傾向は統計的には有意差は認められなかったが、平均値では初年目で石灰リン酸区・全園リン酸区が、2年目では土壌改良各区とも標準区よりも優れる傾向を示した。

このほかに特異な症状として、2年目の9月下旬に標準区の葉の中ろく周辺が黄化し、ほかの処理区に比べて落葉が数日早かった。

3) 幹周の肥大状況

幹周の測定は地表面から30cmの部分につい

第8表 幹周の肥大 (cm)

| 区名 | 植付時 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 |
|--------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 9月 | 11月 | 10月 | 10月 | 11月 | 10月 | 10月 |
| 標準区 | 4.0 | 5.4 | 10.2 | 16.8 | 24.8 | 34.5 | 45.5 | 55.1 |
| リン酸区 | 4.0 | 5.3 | 10.9 | 19.7 | 30.4 | 41.2 | 48.9 | 60.5 |
| 石灰リン酸区 | 4.0 | 5.7 | 11.5 | 19.6 | 27.9 | 36.4 | 46.2 | 54.9 |
| 全園リン酸区 | 4.2 | 5.7 | 11.8 | 21.1 | 29.8 | 39.6 | 49.8 | 58.7 |

て各年とも9月下～11月上旬に測定し、その結果を第8表に示した。初年目のリン酸区、最終年の石灰リン酸区を除くと標準区に比べて土壌改良各区が大きかった。しかしながら、ブロック間の差が大きく有意差は認められなかった。

4) 樹冠容積

樹冠容積は1969～1973年の5年間に
ついて測定し、その結果を第9表に示した。各区ともブロック間の差が大きく、有意差は認められなかったが平均値では土壌改良区が標準区

第9表 樹冠容積 (m³/本)

| 区名 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 |
|--------|------|------|------|------|------|
| 標準区 | 8 | 22 | 59 | 103 | 154 |
| リン酸区 | 13 | 44 | 89 | 128 | 191 |
| 石灰リン酸区 | 11 | 31 | 68 | 115 | 175 |
| 全園リン酸区 | 11 | 34 | 75 | 116 | 180 |

よりも各年次とも優れた。その中でもリン酸区が大きく、ついで全園リン酸区、石灰リン酸区

第10表 各年次別無機成分含有率 (N, P, K, Ca, Mg...%, Mn... ppm)

| 成分 | 区名 | 舊 身 | | | | | | 新 し よ う | | | | | |
|----|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 1967 9月 | 1968 9月 | 1969 7月 | 1970 8月 | 1971 8月 | 1972 8月 | 1967 9月 | 1968 9月 | 1969 7月 | 1970 8月 | 1971 8月 | 1972 8月 |
| N | 標準区 | 2.77 | 2.75 | 2.67 | — | 2.42 | 2.85 | 1.10 | 0.62 | 1.27 | — | — | 1.14 |
| | リン酸区 | 3.06 | 2.65 | 2.74 | — | 2.56 | 2.85 | 1.12 | 0.72 | 1.64 | — | — | 0.87 |
| | 石灰リン酸区 | 3.01 | 2.73 | 2.73 | — | 2.72 | 2.69 | 0.87 | 0.65 | 1.28 | — | — | 1.27 |
| | 全園リン酸区 | 3.01 | 2.83 | 2.66 | — | 2.83 | 2.55 | 0.94 | 0.77 | 1.51 | — | — | 0.75 |
| P | 標準区 | 0.20 | 0.27 | 0.12 | 0.10 | — | 0.34 | 0.11 | 0.16 | 0.10 | — | — | 0.32 |
| | リン酸区 | 0.16 | 0.17 | 0.16 | 0.14 | — | 0.32 | 0.15 | 0.11 | 0.14 | — | — | 0.35 |
| | 石灰リン酸区 | 0.12 | 0.21 | 0.14 | 0.12 | — | 0.34 | 0.12 | 0.15 | 0.14 | — | — | 0.53 |
| | 全園リン酸区 | 0.14 | 0.27 | 0.16 | 0.14 | — | 0.38 | 0.13 | 0.17 | 0.15 | — | — | 0.37 |
| K | 標準区 | 1.07 | 0.90 | 0.70 | 1.00 | 1.23 | 1.10 | 0.54 | 0.48 | 0.55 | 0.60 | — | 1.09 |
| | リン酸区 | 0.73 | 1.10 | 0.83 | 0.70 | 2.91 | 0.89 | 0.42 | 0.61 | 0.40 | 0.52 | — | 0.98 |
| | 石灰リン酸区 | 0.64 | 0.76 | 0.81 | 0.77 | 2.41 | 0.83 | 0.25 | 0.35 | 0.33 | 0.44 | — | 0.84 |
| | 全園リン酸区 | 0.95 | 0.73 | 0.77 | 0.71 | 2.35 | 0.66 | 0.42 | 0.41 | 0.40 | 0.46 | — | 0.75 |
| Ca | 標準区 | 1.37 | 0.39 | 0.46 | 0.46 | 0.49 | 0.76 | 1.66 | 0.73 | 1.07 | 0.63 | — | 0.87 |
| | リン酸区 | 1.64 | 0.66 | 0.43 | 0.69 | 1.24 | 0.76 | 1.70 | 0.82 | 0.90 | 0.79 | — | 0.69 |
| | 石灰リン酸区 | 1.28 | 0.86 | 0.49 | 0.69 | 0.86 | 0.98 | 1.96 | 0.93 | 0.78 | 0.70 | — | 0.99 |
| | 全園リン酸区 | 1.55 | 0.63 | 0.49 | 0.61 | 0.71 | 1.07 | 2.48 | 0.84 | 1.06 | 0.70 | — | 0.75 |
| Mg | 標準区 | 0.37 | 0.11 | 0.21 | 0.09 | 0.15 | 0.29 | 0.01 | 0.23 | 0.19 | 0.23 | 0.08 | 0.26 |
| | リン酸区 | 0.55 | 0.34 | 0.50 | 0.29 | 0.23 | 0.58 | 0.08 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.21 | 0.40 |
| | 石灰リン酸区 | 0.72 | 0.49 | 0.47 | 0.31 | 0.28 | 0.51 | 0.07 | 0.36 | 0.46 | 0.33 | 0.34 | 0.47 |
| | 全園リン酸区 | 0.57 | 0.42 | 0.61 | 0.39 | 0.65 | 0.68 | 0.07 | 0.04 | 0.36 | 0.36 | 0.43 | 0.50 |
| Mn | 標準区 | 353 | 295 | 1516 | 609 | — | 857 | 64 | 34 | 288 | 522 | 508 | 436 |
| | リン酸区 | 93 | 215 | 450 | 496 | — | 645 | 30 | 25 | 26 | 126 | 171 | 192 |
| | 石灰リン酸区 | 88 | 64 | 520 | 474 | — | 775 | 9 | 13 | 135 | 105 | 97 | 204 |
| | 全園リン酸区 | 153 | 134 | 455 | 118 | — | 295 | 13 | 27 | 128 | 88 | 212 | 75 |

第11表 収穫きゆう果数と生理的落果きゆう数(個/本)

| 区名 | 収穫きゆう果数 | | | | | | 落果きゆう数 | |
|--------|---------|------|------|------|------|------|--------|------|
| | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1972 | 1973 |
| 標準区 | 10 | 42 | 130 | 233 | 206 | 545 | 227 | 599 |
| リン酸区 | 13 | 65 | 189 | 381 | 330 | 671 | 354 | 727 |
| 石灰リン酸区 | 19 | 60 | 164 | 351 | 297 | 637 | 383 | 702 |
| 全園リン酸区 | 16 | 64 | 155 | 317 | 282 | 520 | 416 | 608 |

第12表 上物果実収量 (Kg/本)

| 区名 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 合計 | |
|---------|----------|------|------|-------|------|-------|-------|------|
| 標準区 | 0.23 | 1.29 | 3.68 | 5.80 | 5.93 | 15.33 | 32.23 | |
| リン酸区 | 0.38 | 2.18 | 5.20 | 10.49 | 8.33 | 17.79 | 44.35 | |
| 石灰リン酸区 | 0.57 | 1.97 | 4.60 | 9.46 | 8.67 | 18.19 | 43.49 | |
| 全園リン酸区 | 0.45 | 2.21 | 3.91 | 7.32 | 8.24 | 14.76 | 36.89 | |
| L. S. D | 5% 1% | NS | NS | NS | 0.90 | 0.71 | 1.10 | 2.78 |

であった。樹冠容積の構成項目の中で標準区と改良各区间で差が大きいのは樹間幅であり、各年次とも標準区を上まわったが樹高ではその差が小さく、標準区が優れた年次もあった。

3. 植物体無機成分含有率

植物体中の無機成分含有率は1967~1973年まで、7~9月にかけて目どりの高さから新しよを採取し、葉身(中ろくを含む)と新しよに分けてN・P・K・Ca・Mg・Mnを分析し、その結果を第10表に示した。N・P・Kは葉身新しよとも処理間に差は認められなかった。1968~1972年の5年間で比較すると、標準区に比べてCaでは葉身が、Mgでは葉身と新しよが土壤改良各区が高く、5%水準で有意差が認められた。しかしながら、年次間にも差があり、試料採取時期の差が影響しているものと考えられる。Mnは各年次とも葉・新しよともに標準区が高い傾向を示した。

4. きゆう果と果実の収量

果実の収穫は定植の翌年から行った。1968~1973年までの収穫きゆう果数と1972~1973年の生理的落果きゆう数を第11表に、1968~1973年までの上物果実収

量を第12表に示した。

収穫きゆう果数は標準区に比べて土壤改良各区が各年次とも多く、中でもリン酸区が多かった。収穫にいたらないで幼きゆう果のうちに落果したものも土壤改良各区が多く、このことは雌花の着生が多かったことを示している。

果実の収量は標準区に比べて土壤改良各区が1973年の全園リン酸区を除いて多収を示した。幼木期の1968~1970年ではブロック間の差が大きく有意差は認められなかったが、1971年以降は1樹当たりの収量も増加して5~1%水準で有意差が認められた。

土壤改良区間の比較ではリン酸区・石灰リン酸区が全園リン酸区よりも多収を示し、リン酸区と石灰リン酸区では1971年にリン酸区が有意な差で多収を示したほかは差がなかった。6か年の合計収量ではリン酸区・石灰リン酸区が標準区に比べて明らかに多収を示し、全園リン酸区も少差で好成績を得たがリン酸区・石灰リン酸区よりも低収に終わった。

IV 考 察

1. 土壤改良が土壤化学性に及ぼす影響

腐植質火山灰の改良方法については古野ら³⁾や茂木ら¹⁸⁾が県内土壌について検討し、栃木県のような酸性を帯びた火山灰土壌では山本ら²⁷⁾の指摘した方法によらなくともようリンの単用で目的を達することができる旨報告し、その基準としては活性アルミの5~8%・リン酸吸収係数の10%飽和量とした。

本研究もこれらの結果をクリ開園時の土壌改良に応用したものである。土壌改良により、置換性Ca・Mg、可給態P、塩基飽和度、無機態Pの増加などは前記結果と一致しており、易還元態Mnの減少は当然の結果であり、検討を省略した活性アルミの減少も考えられる。南ら¹⁷⁾や山本ら²⁷⁾によると、火山灰土壌ではリン酸肥よく度の判定は無機P中のA1-Pの多少によって判定すべきであるという結論からすると本研究でも標準区に比べリン酸区・石灰リン酸区でも増加している。全園リン酸区ではブラウの耕うん幅と深さが25cmであり、表層に施用されたようリンが局部に埋没して不均一な分布となったため、0~15cmの採土部分では標準区と差がみられない。したがって、ようリンは濃度の濃い部分と無処理と変らない部分があったものと考えられブラウの反転状況から判断して、リン酸濃度の濃い部分は少部分を占めたと考えられる。

また、土壌改良によって無機態Nの発現量が多くなることは筆者ら¹⁸⁾が同種の県内土壌で検討しており、その大部分はNO₃-NでNH₄-Nは全体の2~4%程度であった。無機態Nの発現量が多かったことは、肥料として施したNは各区とも同一量であるため、土壌改良各区はN肥よく度でも明らかな差があったことになる。中でも、植穴部分では石灰リン酸区が多く、区全体では全園リン酸区が多かったものと判断される。

2. 土壌改良がクリ樹の発育に及ぼす影響

前述のように化学性が改良された場合のクリ樹の発育に関する文献は、水耕栽培や土耕のはち栽培に限られ、ほ場栽培で土壌改良との関係を長期間にわたって検討したものはほとんどない。

本多ら^{5,7)}は水耕及び土耕のはち試験でpH及びCa濃度との関係について論じ、クリの好適pH(H₂O)は4.8~5.8であり、クリは軽度のCaけん忌性を有するとしている。さらに、クリが酸性土壌を好む理由はCaをきらうのではなく、pHの上昇に伴うMn吸収量の減退が主因であると述べている。佐藤ら²²⁾はクリ幼木の砂耕試験の結果、クリはpHの低いことそれ自身を好むのではなく、Caが不足してもかなり正常な発育をしCa過剰の場合はpHが高くなることにより、微量要素や塩基含量に影響を及ぼして害をこうむるのであると述べている。石塚ら¹¹⁾は水耕試験でpHと樹の発育について論じ、水耕液のpHが6以上になると生育が悪化することを指適している。

一井¹²⁾は土耕によるはち試験でpHと樹の発育について論じ、pH(KCl)6.6以上になると発育が不良で葉色も黄色を帯びたことを報告し、本多ら・佐藤ら・石塚らよりもややpHの高いところで異常を認めている。

本試験では前述したように樹の生育で標準区と土壌改良区間に、平均値で新しう長・幹周の肥大・樹冠容積が良好な傾向を示したことや石塚ら¹⁰⁾が茨城県下のクリ園土壌の実態調査結果から、優良園が置換性Ca含量が多かったこと一井ら¹²⁾がクリ園土壌の化学性の検討から優良園は置換酸度が低く、置換性Ca含量が多く石灰飽和度も高いという結果から判断して水耕や土耕のはち試験とは場試験とは樹の発育に及ぼす影響が異なるものと考えられる。したがって、

川島ら¹⁶⁾の指摘する本邦クリ樹が石灰けん忌植物であるとする考えは必ずしも適切でないように考える。本試験は場のようにpHが低く、塩基飽和度が5%以下の条件の場合は積極的にCa・Mgを含む資材を施用すべきものとする。

リン酸肥よく度と果樹の発育についての文献はその大部分が幼植物を用いてのものであるが野田²¹⁾はナンでリン酸多施で発育おう盛になること、高橋ら²⁴⁾が数種の果樹で検討した結果、ミカンで新しう伸長量・幹周肥大量が、モモで新しう伸長量が、ナンで幹周肥大量が増大したことを報告している。

クリを用いての試験は一井¹²⁾が植物栄養的基礎研究の立場から砂耕試験で検討し、土耕によるはち及び梓試験の結果無Pでは生育が劣ること、黒ボクのようにPに欠乏した土壌では欠乏症状がよくあらわれることを報告しその理由として幼樹のP吸収力が弱いためであるとしている。古井ら⁴⁾は新植クリ園造成の際には可給態Pの指標として可給態P₂O₅として2mgを適量としている。本試験ではリン酸肥よく度と発育の関係を細部にわたり検討していないので明確な結論は導き出せないが、坂本ら²³⁾がナン幼木でリン酸肥よく度に対する感応は、幼木時ではほかの1年生作物と変わらないとした結果をクリにも適応できるとすれば可給態P₂O₅として少なくとも2mg以上は必要と考える。本試験ではリン酸区で2.6.4~17.3mg、石灰リン酸区で2.4.6~19.3mgで何にも異常症状が認められなかったこととこのリン酸濃度は直径2m・深さ0.7mの植穴部分であり、根の伸長とともに未改良部分への伸長が考えられ幼木時のリン酸肥よく度が高いことがマイナス要因になるとは考えられない。

3. 土壌改良が植物体中の無機成分に及ぼす影響

本試験では葉身のCa・Mg、新しうのMg含有率が標準区に比べて改良各区が増加した。この点に関して佐藤ら²²⁾はオリーブ・ブドウ・クリ・リンゴ・ビワ・モモ・ナシ及びカキでCa供給量の増加で葉・枝・根のCa含有率が増加したことを、熊代ら¹⁴⁾はリンゴ・ブドウ及びナシで炭カルまたはケイカルの施用でCa・Mg含有率が増加することを、高橋ら¹⁵⁾は温州ミカン・ナシ・カキでリン酸多施で同様の傾向を、中田ら²⁰⁾が火山灰土壌の開墾地でようリンと苦土炭カルの多用でMg含有率が増加することを認めている。

Mnは葉身・新しうともに標準区の含有率が高く、ようリン・石灰ようリンの施用で低下している。この傾向は高橋ら²⁵⁾が温州ミカン・ナシ・カキで、和田山ら²⁶⁾がリンゴで同様の結果を報告している。佐藤ら²²⁾は水耕栽培でCa添加量の増加でもクリの場合はMn含有率が低下しなかったとしているが、水耕と土耕の差異があらわれているものと判断され、茂木¹⁹⁾の指摘のように土壌反応の上昇により、易還元態及び水溶性Mnが減少することを考慮するとは場栽培の場合は当然の結果と思われる。

本多ら^{6.9)}は土耕のはち試験結果から、クリはMn要求度の高い作物でありpH(H₂O)5.1から5.6に上昇させると葉内Mnは0.41から0.33%に減少し生育はいちじるしく劣ることを指摘し、その理由としてMnの吸収減退が重要な因子であると指摘している。

葉中のMn含有率については、佐藤ら²²⁾が発育の良好な場合は0.04%であると述べて本多ら⁹⁾の0.07~1.02%よりも低いところに位置づけている。

本試験の場合は年次によっても変化し、標準区で0.03~0.15%であり土壌改良区は0.01%以下の場合も認められた。しかしながら、

本多の指摘した生育抑制やその他の異常は土壤改良各区には認められなかった。逆に2年目に標準区に異常葉が発生して落葉が早かったことは、標準区の葉身中のCa・Mg含有率が低かったことと関連があるのではないかと考える。

4. 土壤改良が果実収量に及ぼす影響

リン酸・塩基富化による土壤改良とクリ収量との関連についての文献は少なく、土壤管理法との関係については千葉¹⁾が清耕・草生・敷わら等の処理で敷わら処理が果実の収量が多いことを指摘している。門野¹³⁾は兵庫県下のクリ園調査で、不良園は置換酸度が20~30であるのに対し、優良園では10以下で可給態Pも多いことを指摘し、前述の石塚¹⁰⁾も優良園は置換性Caが多いことを、一井¹²⁾も優良園は置換性Mg及びKと土壤Pが多いことを報告している。

本試験の場合は7年間で、定植5年目から明らかにリン酸区・石灰リン酸区の収量が高くなった。樹の発育については、統計的に有意差がなかったことを前述したが、調査項目として枝の充実度や結果母枝数を省略しているため樹の発育と収量との関連性がやや不明確であることは否定できない。多収を示したリン酸区と石灰リン酸区は、各年次とも収穫きゅう果数が多くこのことが多収に結びついているものと考えられる。加えて1971~1972年で調査した収穫前の生理的落果も多いことから、雌花の着生が多かったことが指摘でき、このような土壤条件での土壤改良の有効性が確認できたものと考えられる。

全園リン酸区は初年目から1972年までは標準区に比べて果実収量も優れたが、最終年ではやや劣る結果を示した。合計収量では標準区よりもわずかに上まわったに過ぎなかった。新しうの発育・幹周の肥大・樹冠容積の平均値

では標準区よりも優り、リン酸区や石灰リン酸区と変らない結果を示したにもかかわらず、収穫きゅう果数が1970年以降前2区に比べて少なかったことが影響しているのではないかと考えられる。このことは前述のように、改良資材のようリンの不均一な分布による土壤化学性がリン酸区と石灰リン酸区よりも劣ったことによるか、あるいは全園にリン酸が高濃度に分布しているための結果であるかは明確でない。したがって土壤改良も植穴について積極的に行う必要があると考える。本試験に供試した土壤は腐植質火山灰土壤であり、この結果を腐植含量の少ない火山灰土壤や塩基性の腐植質火山灰土壤への応用という点では疑問を残すが、少なくとも本試験に供試した土壤と同種土壤の開墾地には十分応用できるものと考えられる。

5. クリ開園時の土壤改良基準について

本県に分布する腐植質火山灰土壤は、浮石層が浅く出現しない限り物理性では問題が少なく化学性の改良に力点がかけられるものと考えられる。その際の改良基準を考慮する必要がある。全面改良か植穴改良かの点では、全面改良は経費が多額を要することや資材の混和が不均一であること、7年間の試験を通じて植穴改良に比べてとくに優れたことがなかったことから、植穴改良で目的は達すと思われる。

改良基準については石塚¹¹⁾が述べており、 $\text{pH}(\text{KC1})5.0$ ・可給態 P_2O_5 2mg以上・置換性 $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{K}_2\text{O}$ を各々200・25・20mg、 CaO/MgO 当量比6以下・ $\text{MgO}/\text{K}_2\text{O}$ 当量比2以上としている。石塚の指摘である $\text{pH}(\text{KC1})5.0$ は本県の場合 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})5.7$ 程度となり、一応の基準となるものと考えられるが、置換性CaO量はCa飽和度との関係を考慮する必要があり、本試験に供した土壤ではCaO200mgで石灰飽和度が30%以下となり、 $\text{pH}(\text{KC1})5.0$ にはなら

ない。また、置換性Ca/Mg当量比は山本²⁷⁾の指摘と同様であり妥当と思われる。したがって本県における腐植質火山灰土壌の植穴改良は、つぎのように考える。pH(H₂O) 5.5~6.0・Ca飽和度30~50%・可給態P₂O₅ 2~5mgである。

IV 摘 要

pHが低く塩基含量の少ない腐植質火山灰土壌の開墾地でクリ開園時の土壌改良対策を、リン酸・塩基リン酸富加によって7年間検討した。

1. 土壌改良により、pH(H₂O)が高くなり置換性Ca・Mgが富加され、塩基飽和度は標準区の5%に対し、土壌改良各区は46~96%になった。また、可給態リン酸も増加した。その結果無機態Pが増加し、NO₃-Nの発現量も多くなり易還元態Mnは減少した。全園リン酸区は深さ25cmまでブラウ耕をしたため、資材の混和が不均一となった。

2. クリの発育は土壌改良各区が新しう伸長量・幹周・樹冠容積(特に樹冠幅)とも大きい傾向を示したが、有意差は認められなかった。

3. 収量は3年目(4年生)までは処理間に明らかな差は認められなかったが4~6年目ではリン酸区・石灰リン酸区がきゅう果数・上物果実重で多収を示し、合計収量で10%以上の増収であった。発育調査項目で枝の充実状況や枝数の調査が省略されたので、樹の生育と収量との関係を明確にできなかった。

4. 植物体中成分では、土壌改良によりCa・Mg含有率が高く、Mnは減少した。

5. 以上の結果から、本県における腐植火山灰土壌のクリ開園時の土壌改良基準を設定した。すなわちpH(H₂O) 5.5~6.0・石灰飽和度30~50%、可給態P₂O₅ 2~5mgを目標として植穴改良する。

引用文献

1. 千葉勉・関谷宏三・青葉幸二・志村勲・荻原更一. 園試報A5:1-38(1966)
2. 土壌養分分析法委員会編:土壌養分分析法(1970)
3. 古野昭一郎・茂木惣治. 栃木農試研報8:75-86(1964)
4. 古井憲良・足立健夫, 農及園44:650-654(1969)
5. 本多昇・林清史・岡崎光良・石原二郎. 岡山大農学報1:16-25(1952)
6. ———・岡崎光良・横山二郎. 園学研集録6:27-31(1953)
7. ———・———. 園学研集録7:5-9(1955)
8. ———. 岡山大農報2:19-27(1953)
9. ———・———. 同上14:57-60(1959)
10. 石塚由之・南雲光治. 土肥学会関東支部講演要旨集:25(1970)
11. ———. 果実日本29(1):92-98(1974)
12. 一井隆夫. 兵庫農大紀要23(1968)
13. 門野行男・二見敬三. 農及園46:37-41(1971)
14. 熊代克己・岡村清. 園学雑27(4):265-270(1959)
15. ———・中村怜之助・建石繁明. 信州大農学報9:1-12(1965)
16. 川島緑郎・陶山源一郎. 土肥誌14(3):143-147(1940)
17. 南松雄・沢口正利・山崎淑子. 北海道立農試報19:80-86(1969)
18. 茂木惣治・土山豊. 栃木農試研報15:

- 55-64 (1972)
19. ———。農及園 47:321-324 (1972)
 20. 中田隆人・青木秋広・茂木惣治, 栃木農試研報 16:125-134 (1973)
 21. 野田健夫, 千葉大園特報 9 (1974)
 22. 佐藤公一・石原正義・栗原昭夫, 園試報 A 5:1-38 (1960)
 23. 坂本秀之・青木一郎, 栃木農試研報 11:19-25 (1967)
 24. 高橋幸雄・中間和光・西ヶ谷昭三・加藤昭三・福代和久・山岡照平, 静岡西遠農業センター研報 2:1-11 (1969)
 25. ———・———・岡田長久・飯田晴夫・石田隆・白井敏男, 静岡柑橘試研報 8:39-49 (1969)
 26. 和田山利明・宮里愿・鈴木継明, 福島園試報 2:33-46 (1970)
 27. 山本毅・宮里愿, 東北農試報 42:53~92 (1971)