



| | |
|------------------|---|
| Title | 作物栄養的にみた酸性土壌の化学特性 |
| Author(s) | 檀田, 木世子; HITSUDA, Kiyoko; 田中, 明 他 |
| Citation | 北海道大学農学部邦文紀要, 13(4), 485-493 |
| Issue Date | 1983-07-11 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/11991 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 13(4)_p485-493.pdf |



作物栄養的にみた酸性土壌の化学特性

櫃田木世子・田中 明

北海道大学農学部農芸化学科作物栄養学教室

(昭和 57 年 8 月 19 日受理)

Chemical Characteristics of Acid Soils Related to Plant Nutrition

Kiyoko HITSUDA and Akira TANAKA

Laboratory of Plant Nutrition, Department of Agricultural Chemistry,
Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo Japan

緒 言

酸性土壌では作物の生育が不良で、作物栽培を行うに当って土壌改良が必要である。

わが国は降雨量が多く、母材の関係もあって酸性土壌が多く、酸性土壌の研究が古くから行われてきた。一方、熱帯降雨地帯では土壌からの塩基の流亡が著しく、母材の種類によっては酸性土壌が多い。そして、これらの地帯は、作物の生育が不良なために未耕地として取り残されている場合が多く、また、ゴム、油ヤシ等の永年作物が栽培されていたり、粗放永年草地となっている所もある。しかし、発展途上国の食糧増産が急務となるに至り、水分供給には恵まれていることもあって、これらの地帯を作物栽培の対象地として開発することが計画され、そのために酸性土壌の問題が重視されるに至っている。

そこで、わが国と熱帯の酸性土壌を対比しつつ、酸性土壌の作物栄養的特性の概要を知ろうとした。

ここで供試した土壌は、わが国の限られた数の酸性土壌と、日本の研究者が熱帯降雨地域から採取し、それぞれの研究室に保管していたものを分譲してもらったものであって、計画的に収集したものではない。特に熱帯には硫酸塩酸性土壌が広範に分布するが、ここではそれらは全く含まれていない。それ故、本報告では各地の酸性土壌の断片的な例についての分析結果を述べるに過ぎない。しかし、ここで得られた情報が将来組織的な調査を行う場合に何らかの役に立つのではないかと考える。

供 試 土 壌

Table 1 に示す 33 地点の土壌の表層約 0~15 cm より

採取したものを供試した。なお、この表に記載してある土壌型は現地研究者が、慣行的に使用しているものである。

No. 1~No. 12 は日本の土壌で、硫酸塩酸性土壌である八郎瀉土や火山泥流に由来する十勝岳土のように硫酸の存在のために強酸性を呈するものや、泥炭土である天塩土、花崗岩風化物である箕島土など、各種のものが含まれており、No. 9 を除いては未耕地である。

No. 13~No. 22 はインドネシアの土壌で、No. 15~No. 18 は水田で、No. 15~No. 17 はジャワ、それ以外はスマトラより採取したもので、水田の場合を除いては未耕地または施肥歴のない畑地で、三宅正紀氏および但野利秋氏の好意で入手した。

No. 23~No. 26 はタイの代表的土壌型の 4 地点の未耕地より採取したもので、五十嵐孝典氏の好意で入手した。

No. 27, No. 28 はコロンビアの代表的酸性土壌地帯の 2 地点の粗放管理草地より採取したもので国際熱帯農業センター (CIAT) の好意で入手した。

No. 29~No. 33 はブラジル、サンパウロ州の未耕地または粗放管理草地より採取したもので三宅正紀氏の好意により入手した。

分 析 方 法

pH (H₂O)¹⁾: 土液比 1:2.5 の水けんたく液 pH。

pH (KCl)¹⁾: 土液比 1:2.5 の N KCl けんたく液 pH。

大工原酸度 (Y₁)¹⁾: 土液比 1:2.5 の N KCl けんたく液を 1 時間振とうした後、上澄液を濾別、フェノールフタレン指示薬で 0.02 N NaOH で中和滴定。その値から絶乾土 100 g を供試した場合の抽出液の 1/2 量を中和す

Table 1. Soil samples

| No. | Sampling site | Soil type | Note | C% |
|-----------|-------------------------------|--|-----------------|------|
| Japan | | | | |
| 1 | Saijo (Hiroshima) | Yellow-brown forest soil | Uncultivated | 0.47 |
| 2 | Minoshima (Hiroshima) | " " " | " (subsoil) | — |
| 3 | Makinohara (Shizuoka) | Red-yellow soil | Uncultivated | 0.93 |
| 4 | Mikatagahara (") | " " | " | 0.95 |
| 5 | Hachirogata (Akita) | Acid sulfate soil | Poldered area | 3.16 |
| 6 | Iriomote (Okinawa) | Yellow soil | Uncultivated | 0.60 |
| 7 | Nago (Okinawa) | Red soil | " | — |
| 8 | Kuromatsunai (Hokkaido) | Light colored Andosol | " | 1.50 |
| 9 | Sapporo (Hokkaido Univ.) | Brown lowland soil | Upland field | 1.79 |
| 10 | Teshio (Hokkaido) | Peat | Uncultivated | 16.6 |
| 11 | Shimotonbetsu (Hokkaido) | Pseudogle podzolic soil | " | 12.8 |
| 12 | Tokachi-Dake (") | Volcanic mud-flow | " | 1.10 |
| Indonesia | | | | |
| 13 | Tegineneng (Lampung, Sumatra) | Red podzolic soil | Uncultivated | 1.32 |
| 14 | Tamanbogo (" ") | Red-yellow podzolic soil | New paddy field | 1.58 |
| 15 | Singamerta (Western Java) | Yellow-podzolic/gray hydromorphic soil | Paddy field | 1.79 |
| 16 | Jakenan (Central Java) | Gray-hydromorphic/grayish brown soil | " " | 0.49 |
| 17 | Muara (Western Java) | Red-brown latosol | " " | 1.59 |
| 18 | Metro (Lampung, Sumatra) | Red-yellow podzolic soil | " " | 1.53 |
| 19 | Seputih banyak (") | " " " | Upland field | 1.28 |
| 20 | Rumbia (") | " " " | " | 1.58 |
| 21 | Adijaya (") | " " " | " | 1.50 |
| 22 | Padangratu (") | " " " | " | 1.44 |
| Thailand | | | | |
| 23 | Khon Kaen (Muang) | Red-yellow latosol | Uncultivated | — |
| 24 | Chonburi (Panat Nikom) | Gray podzolic soil | " | — |
| 25 | Kanchanaburi (Muang) | Red-yellow podzolic soil | " | — |
| 26 | Lopburi (Phraphuttabat) | Red-brown latosol | " | — |
| Colombia | | | | |
| 27 | Carimagua (Valle) | Oxisol | Pasture | 4.0 |
| 28 | Santander (Cauca) | Ultisol | " | 7.1 |
| Brazil | | | | |
| 29 | Botucatu (Sao Paulo) | Red-yellow latosol | Uncultivated | 0.66 |
| 30 | " (") | " " | Pasture | 0.45 |
| 31 | " (") | Ragosol | Uncultivated | 0.53 |
| 32 | " (") | " | Coffee field | 0.44 |
| 33 | " (") | Dark-red latosol | Pasture | 0.44 |

るのに要する 0.1 N NaOH の ml 数を Y_1 とした。

可溶性 Al¹⁾: 土液比 1:40 の N CH₃COONa (pH 4) けんたく液を 3 時間振とうし、遠心分離 (2,500 rpm) 後、上澄液中の Al をアルミニウム比色法で定量, mg Al/100 g 絶乾土表示とした。

置換性塩基, 塩基置換容量 (CEC), 塩基飽和度¹⁾: セミマイクロ Schollenberger 法。N CH₃COONH₄ (pH=7) で土壌塩基を連続置換浸出し、浸出液中の Ca, Mg (原子吸光法), K, Na (炎光法) を定量し、置換性塩基とした。土壌に残留する余剰の CH₃COONH₄ を 80% メタノールで洗滌後、N KCl で置換浸出する NH₄ を水蒸気蒸留法によって定量し CEC を求めた。両者共 me/100 g 絶乾土で表示。得られた値について (Ca+Mg+K+Na)/CEC を求め塩基飽和度とした。

交換性 Al, 交換性 H, 交換酸度, 有効交換容量* (有効 CEC), Al 飽和度¹⁾: 土液比 1:5 の N KCl けんたく液を 30 分間振とうした後、上澄液を濾別し、濾液中の Ca, Mg (原子吸光法) を定量してそれぞれの N KCl 交換量を求めた。同じ濾液の一定量をフェノールフタレンを指示薬として 0.1 N NaOH で滴定し (滴定値 A), 滴定値 A を交換酸度とし、その液に 4% Na F を加えてフェノールフタレンの再発色がある場合は 0.1 N HCl で再び

無色となるまで滴定し (滴定値 B), 滴定値 B を交換性 Al とし、A-B を交換性 H とした。すなわち交換酸度は交換性 (Al+H) である。さらに、交換性 (Al+H+Ca+Mg) を有効 CEC とし、いずれも me/100 g 絶乾土表示とした。そして交換酸度/有効 CEC を Al 飽和度とした。

土壌溶液組成: 水分含有率 35% に調整した土壌を、2 日間低温室に放置後、pF=3.8 (9500 rpm) で遠心分離して土壌溶液を得、その pH, Ca, Mg, Mn (原子吸光法), K (炎光法), P (ブタノール抽出法²⁾), Al (アルミニウム比色法) の濃度を定量した。

リン酸吸収係数¹⁾: 土液比 1:2 の 2.5% (NH₄)₂HPO₄ (pH 7.0) けんたく液を、時々振とうしながら 24 時間放置後、上澄液を濾別し、その P₂O₅ を測定し (モリブデンイエロー法)、土壌のリン酸吸収量を算出, mg P₂O₅/100 g 絶乾土表示とした。

可給態 P (Bray No. 1 法)¹⁾: HCl と NH₄F とがそれぞれ 0.025 N および 0.03 N の抽出液で、土液比 1:7 で 1 分間振とうし、上澄液を濾別し、その P₂O₅ を定量 (mg P₂O₅/100 g 絶乾土表示, 以下同様)。

可給態 P (Truog 法)³⁾: H₂SO₄ と (NH₄)₂SO₄ とがそれぞれ 0.002 N および 0.3% の抽出液で、土液比 1:100 で 30 分間振とうし、上澄液の P₂O₅ を定量。

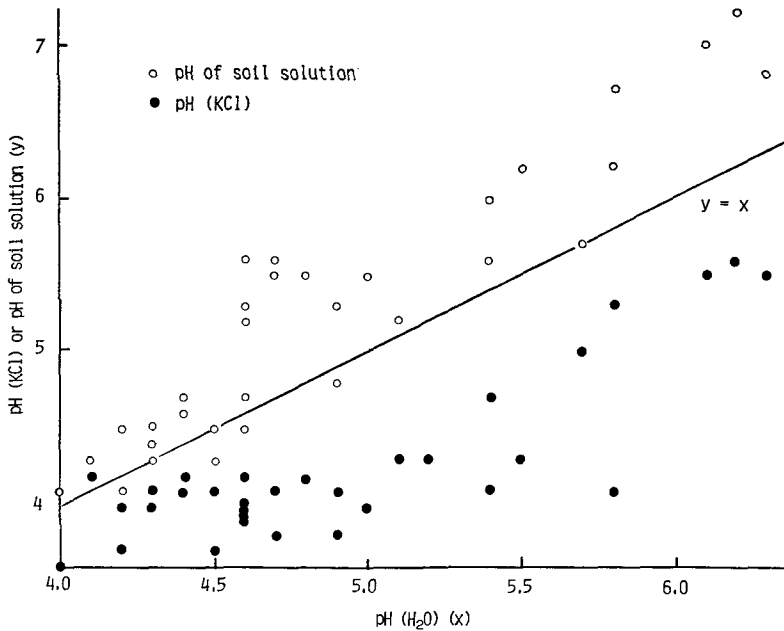


Fig. 1. Relation between pH (H₂O) and pH (KCl) or pH of soil solution.

* ここで交換容量という言葉を用いたが、これは前出の置換容量と本質的に異なるわけではない。単に CH₃COONH₄ 置換と KCl 置換とを区別し易くするため用いた。

可給態 P (North Carolina 法)⁴⁾: HCl と H₂SO₄ とがそれぞれ 0.05 N および 0.025 N の抽出液で、土液比 1:10 として 5 分間振とうし、上澄液の P₂O₅ を定量。

実験結果・考察

pH (H₂O), pH (KCl), 土壤溶液 pH: pH (H₂O) は 6.3~4.0 の範囲で、6.0 以上 3 点、5.9~5.5 が 4 点、5.4~5.0 が 5 点、4.9~4.5 が 12 点、4.4 以下 9 点であった (Fig. 1)。pH (KCl) は 5.6~3.6 の範囲で、5.5 以上 3 点、5.4~5.0 が 2 点、4.9~4.5 が 1 点、4.4~4.0 が 20 点、3.9 以下 7 点であった。土壤溶液 pH は 7.2~4.1 で、6.0 以上 7 点、5.9~5.5 が 7 点、5.4~5.0 が 5 点、4.9~4.5 が 8 点、4.4 以下 6 点であった。

pH (H₂O) と pH (KCl) は正に相関しており ($r=0.814^{**}$)、pH (H₂O) に対して pH (KCl) は低く、その差は低 pH 域で小さく、pH 5~6 で大きいものが多かった。pH (H₂O) と土壤溶液 pH 間にも正の相関が認められ ($r=0.926^{**}$)、pH (H₂O) に比べて土壤溶液 pH はほとんどの場合高かった。

Y₁, 交換酸度: Y₁ は 52.3~0.5 の範囲で、15 以上 11 点、14.9~6 が 5 点、5.9~3 が 9 点、2.9 以下 8 点であった (Fig. 2)。一方、交換酸度は 15.3~0.12 me/100 g で、10

me/100 g 以上 3 点、9.9~5 me/100 g が 2 点、4.9~1.0 me/100 g が 15 点、0.9 me/100 g 以下が 13 点であった。また、交換性 H は 5.46~0.12 me/100 g で 1 me/100 g 以上は 4 点、0.99~0.50 me/100 g が 18 点、0.49 me/100 g 以下 11 点であった。

Y₁ と pH (H₂O) の関係は pH (H₂O) 5 以上ではほとんどの土壤で Y₁ は小さいが、pH (H₂O) 5 以下では両者間に単純な関係は認められなかった。交換酸度と pH (H₂O) との関係も同様である。

交換酸度の値は 0.2 Y₁ にほぼ等しかった (Fig. 2)。すなわち両者は表示単位は異っているが、ほぼ同じ値を与えている。ただし、No. 10, No. 11 (有機物含量が高い土壤) で Y₁ に対して交換酸度が大きかった。これは、この種の土壤では土壤に対する N KCl 比を大きくすると酸度が大きくなることを示している。

可溶性 Al, 交換性 Al, 土壤溶液 Al 濃度: 可溶性 Al は 268~0.80 mg Al/100 g で、100 mg Al/100 g 以上 4 点、99~50 mg Al/100 g が 7 点、49~30 mg Al/100 g が 3 点、29~10 mg Al/100 g が 6 点、9.9~5 mg Al/100 g が 5 点、4.9 mg Al/100 g 以下 5 点であった (3 点はデータ欠) (Fig. 3)。交換性 Al は 10.3~trace me/100 g で、5 me/100 g 以上 4 点、4.9~2 me/100 g が 8 点、1.99~1 me/100 g が 4 点、0.90 me/100 g 以下 17 点であった。また、土壤溶液 Al 濃度は 27.5~trace ppm Al で、27.5 ppm, 9.4 ppm のもの各々 1 点、その他 1 ppm Al 以上 10 点、0.9 ppm 以下 21 点であった (Fig. 4, 下)。

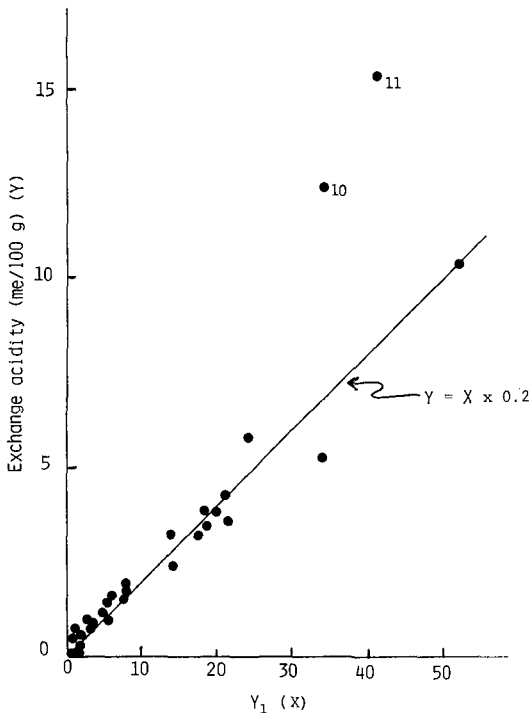


Fig. 2. Relation between Y₁ and exchange acidity (Al+H).

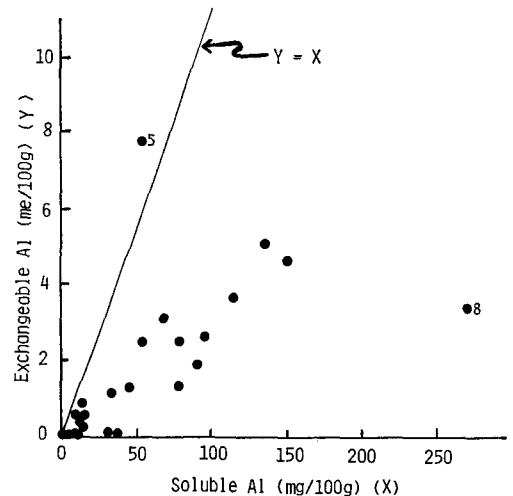


Fig. 3. Relation between soluble Al and exchangeable Al.

(The line $Y=X$ was drawn by using the same unit for both axes)

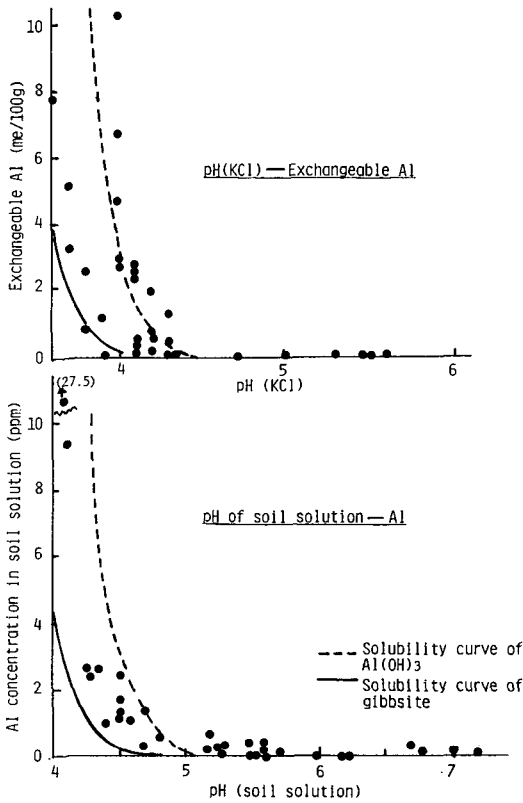


Fig. 4. Relations between pH (KCl) and exchangeable Al and between pH and Al concentration of soil solution.

可溶性 Al と交換性 Al の間には正の相関が認められる ($r=0.938^{**}$ [ただし No. 5, No. 8 を除く]) (Fig. 3)。そして、可溶性 Al の約 1/3 が交換性 Al であるが、No. 5 (硫酸塩酸性土壌) では両者がほぼ等しく、No. 8 (クロボク土) は可溶性 Al は著しく多いが、その割には交換性 Al は多くなかった。

pH (KCl) と交換性 Al の関係 (Fig. 4, 上) をみると pH (KCl) 4.4 以上では交換性 Al はほとんど trace であり、それ以下の pH (KCl) ではその低下で交換性 Al が増加した。この図に $Al(OH)_3$ および gibbsite の溶解度曲線に対応する曲線を記入してみると、 $Al(OH)_3$ として Al が過飽和に溶出する可能性があるように見受けられるが、N KCl 存在下の活動度を考慮すれば、いずれの土壌でもほぼ $Al(OH)_3$ と gibbsite の中間的な挙動で pH に対応して Al が溶出すると考えられる。

土壌溶液 Al 濃度は、可溶性 Al や交換性 Al には単純には関連しておらず、土壌溶液 pH に支配されており (Fig. 4, 下)、pH 4.8 以上では低く、1 ppm 以上となる

のはそれ以下の場合のみで、 $Al(OH)_3$ と gibbsite の溶解度曲線によって pH と Al 濃度の関係は一応理解できる。ただし、pH 5.0 以上でも定量可能な Al がある程度溶存した。

なお、土壌溶液 Mn 濃度は 182~trace ppm Mn の範囲で 182, 30, 14 ppm のもの各 1 点、その他 5 ppm 以上 6 点、4.9~1 ppm のもの 10 点、0.9 ppm 以下 14 点であった。そして Mn 濃度は土壌溶液の pH と単純な関係にはなかった。

CEC, 有効 CEC: CEC は 53.1~3.2 me/100 g で、20 me/100 g 以上 8 点、19.9~6 me/100 g が 17 点、5.9 me/100 g 以下 8 点であった (Fig. 5)。また、有効 CEC は 48.8~1.19 me/100 g で、20 me/100 g 以上 2 点、19.9~6 me/100 g が 6 点、5.9 me/100 g 以下は 22 点であった (3 点データ欠)。

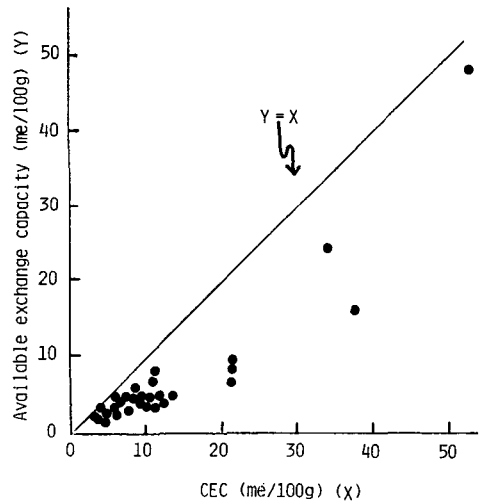


Fig. 5. Relation between CEC and available exchange capacity.

CEC と有効 CEC の間に正の相関が認められたが ($r=0.916^{**}$)、後者が前者より小さい値であった (Fig. 5)。両者間の相関が高いことと定量の所要時間を考慮すると、少なくともここでの供試土壌については有効 CEC の測定でも目的は達し得ると考えられる。

置換性塩基, 塩基飽和度, Al 飽和度: 置換性 Ca は 24.7~0.02 me/100 g で、7.14 me/100 g (200 mg CaO/100 g) 以上 4 点、7.13~3.57 me/100 g が 3 点、3.56 mg/100 g 以下 26 点であった。置換性 Mg は 13.0~0.01 me/100 g で、1.25 me/100 g (30 mg MgO/100 g) 以上 6 点、1.24~0.5 me/100 g が 5 点、0.49 me/100 g 以下 22 点であった。また、置換性 K は 3.99~0.04 me/100 g の範囲で

0.32 me/100 g (15 mg K₂O/100 g) 以上は10点, 0.31~0.17 me/100 g は13点, 0.16 me/mg 以下は19点であった。

置換性 Ca と置換性 Mg との間には高い正の相関 ($r=0.927$) が認められ, 塩基飽和度と Ca 飽和度間の相関も高い ($r=0.969$)。そして, 置換性 Ca, Mg と交換性 Ca, Mg それぞれ間の相関は極めて高く ($r=0.990, 0.999$), 絶対値もほぼ等しかった。

塩基飽和度は 89.9~2.1% の範囲で, 50% 以上5点, 49~30% が5点, 29.9~10% が8点, 9.9% 以下14点であった (Fig. 6)。一方, Al 飽和度は 82.8~20% で, 50% 以上14点, 49.9~30% が3点, 29.9~10% が5点, 9.9% 以下8点であった (3点データ欠) (Fig. 7)。

pH (H₂O) と塩基飽和度の関係は No. 5 (硫酸塩酸性土

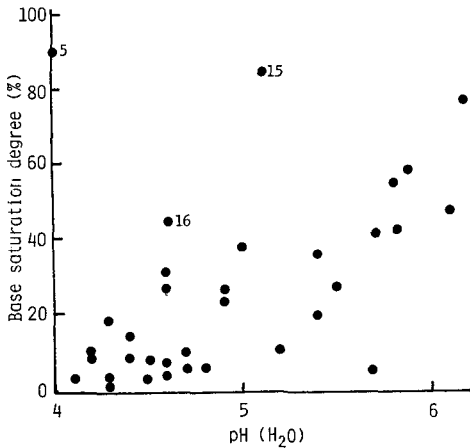


Fig. 6. Relation between pH (H₂O) and base saturation degree.

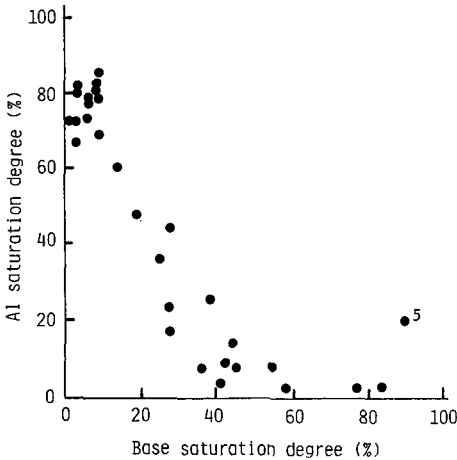


Fig. 7. Relation between base saturation degree and Al saturation degree.

壤), No. 15, No. 16 (水田土) などを除外すると, 一応正の相関が認められる ($r=0.748^{**}$ [No. 5 除外]) (Fig. 6)。

塩基飽和度と Al 飽和度との間には負の相関 ($r=0.809^{**}$) が認められ, 塩基飽和度の上昇で Al 飽和度が低下し, 塩基飽和度が約 50% に達した時に, Al 飽和度はほぼ 0 となる (Fig. 7)。ただし, No. 5 のみは例外で, 塩基飽和度は非常に高いが交換性 Al はかなり存在する。なお, 塩基飽和度が 15% 以下では Al 飽和度との関係が不明瞭となるが, これは Al 飽和度の測定誤差が大きいためと考えられる。

Al 飽和度と土壤溶液 Al 濃度とは何らの相関も示さなかった。

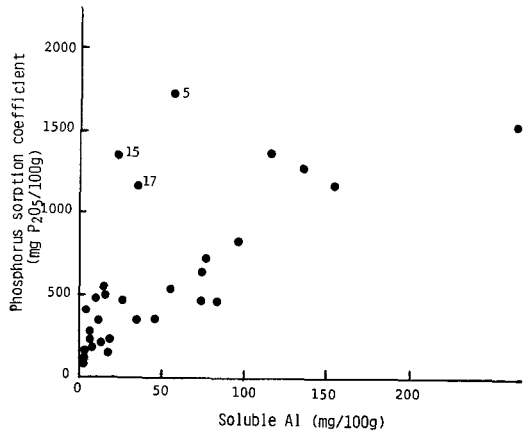


Fig. 8. Relation between soluble Al and phosphorus sorption coefficient.

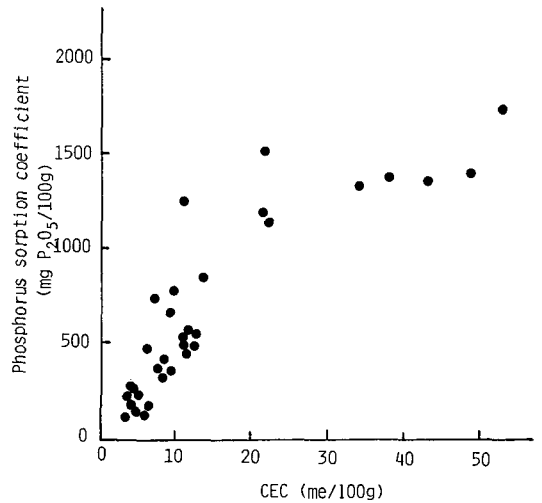


Fig. 9. Relation between CEC and phosphorus sorption coefficient.

リン酸吸収係数： 1870~116 mg P₂O₅/100 g で、1000 mg P₂O₅/100 g 以上が9点、999~700 mg P₂O₅/100 g が3点、699 mg P₂O₅/100 g 以下が21点であった (Fig. 8, 9)。リン酸吸収係数は No. 5 (硫酸塩酸性土壌)、No. 15, No. 17 (水田土壌) を除くと、可溶性 Al と正の相関関係にある。No. 5, No. 15, No. 17 などではリン酸吸収に対して他の土壌よりも Fe などの役割の割合が大きいものと考えられる。

リン酸吸収係数はまた、CEC と相関を示し ($r=0.916^{**}$)、CEC の大きいものでリン酸吸収係数が大きい傾向が認められた (Fig. 9)。

可給態 P, 土壌溶液 P 濃度： Bray No. 1 法では 4.7~trace mg P₂O₅/100 g の範囲で、1 mg P₂O₅/100 g 以上は9点、その他はそれ以下で著しく低いものが多かった (Fig. 10)。Truog 法によると 4.92~0.12 mg P₂O₅/100 g で1 mg P₂O₅/100 g 以上のもの14点、その他はそれ以下であった。また、North Carolina 法によれば 8.96~1.12 mg P₂O₅/100 g の範囲で、5 mg P₂O₅/100 g 以上8点、4.9~3 mg P₂O₅/100 g のもの12点、それ以下のもの

10点であった (3点データ欠)。土壌溶液 P 濃度は 0.199~trace ppm で 0.02 ppm P 以上3点、0.019~0.010 ppm P が5点、0.009 ppm P 以下22点であった (3点データ欠)。

可給態 P は Truog 法では No. 9 (北大土) が他より明かに高く、これは施肥歴のためと考えられる。Truog 法と Bray No. 1 法による可給態 P 間には正の相関が認められた ($r=0.738^{**}$) が、これらと North Carolina 法間には相関関係は認められなかった (Fig. 10)。

可給態 P と pH (H₂O) や土壌溶液 P 濃度との関係は全く認められなかった。

さらにリン酸吸収係数と可給態 P との間にも全く相関が認められなかった。

各土壌の肥沃度： わが国の土壌肥沃度の分級基準⁵⁾に基づいて供試土壌を自然肥沃度および養分の豊否に関する各項目についてグレイドをつけた (Table 2)。③~④ (グレイド 3~4) の数が0のものは No. 13, No. 26, 1つのものは No. 15, No. 17, 2つのものは No. 9 で、これらは red-yellow podzolic soil, red-brown latosol, yellow podzolic soil, 褐色低地土で、これらの土壌は他の土壌より肥沃度が高いと考えられる。その他の土壌は③~④が3つ以上あり、さらに8つあるものもあって、すべて肥沃度が低いと考えられる。

CEC は日本の土壌は①~②で、①のものも多いのに対して、ブラジル土壌ではすべて③で、その他の熱帯土壌の中にも③が含まれる。

Ca 飽和度, pH (H₂O) は全体として③が多く酸性土壌を扱ったのであるから当然のことである。Y₁ は日本の土壌はほとんどが④であったのに対して、熱帯土壌の中には①~②のものが多かった。

置換性 Ca, Mg は全体的に③のものが多く、日本とインドネシア (主として水田) の土壌に①のものも少数存在した。置換性 K は日本の土壌では①~②が多いのに対して熱帯土壌中には③のものが多数存在した。

リン酸吸収係数は日本の土壌の中には③のものが多く、熱帯土壌ではほとんどが①で②のものが少数含まれた。

可給態 P (Truog 法) は②のものが例外的にあったが、ほとんどのものが③であった。

上記のことから、ここで取扱った土壌はすべて pH (H₂O)、Ca 飽和度、置換性 Ca, Mg, 可給態 P が低い点で共通しているが、日本の土壌には CEC, Y₁, リン酸吸収係数が共に大きいものがあり、熱帯の土壌にはこれらが共に小さいものが多い傾向が認められた。

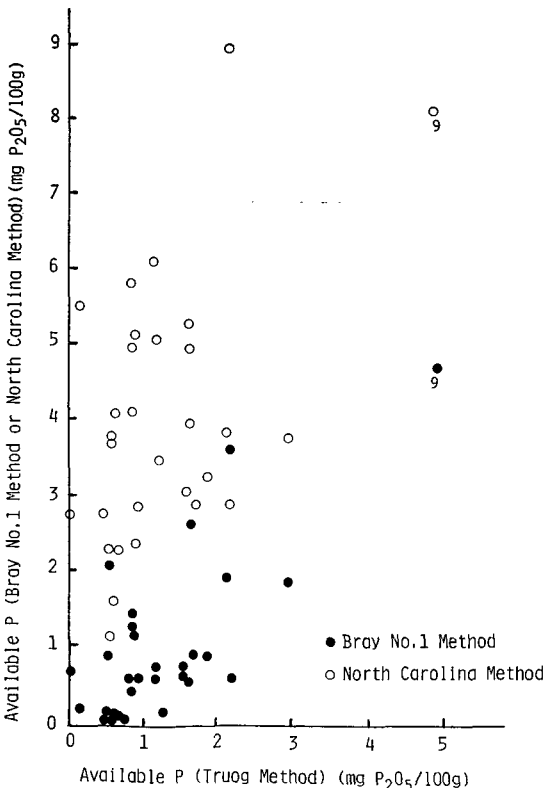


Fig. 10. Relation between available phosphorus measured by three methods.

ここで取扱った土壌は、先にも述べた様に酸性土壌ではあるが、特定の目的を定めて集めたものではない。例えば海水の影響下にあった所の干拓地の土壌である No. 5 はいわゆる硫酸塩酸性土壌であって酸性土壌と言っても他の土壌とは色々な点で相違している。No. 10, No. 11 は共に寒冷地の排水不良条件下に生成した土壌で有機物含量が高く(炭素含量それぞれ 16.6, 12.8%), これらもまた他の土壌とは相違点が多い。さらに No. 15~No. 18 は水田土壌で、これらも他の土壌とは相違点が多い。それ故、ここで得られた分析結果から一般論を展開することは出来ない。しかし、ここで扱った土壌の範囲における酸性土壌の特性を例記すると、下記の如くである。

(1) 塩基飽和度が低く、特に CEC の小さい土壌では置換態 Ca, Mg に乏しく、置換態 K に乏しいものもあり、Mg や K の不足がしばしば作物生育の制限要因となる。

(2) 可給態 P は常に乏しく、P 不足が作物生育の制限要因である。

(3) 土壌溶液についてみると pH 4.8 以下で Al 濃度が高まる。土壌溶液 Al 濃度と可溶性 Al, 交換性 Al および Al 飽和度との間には単純な相関は認められない。土壌溶液 Al 濃度が作物の Al 過剰症発現に関連しているとすれば、土壌溶液 pH が Al 過剰症の発現を支配していることになる。

(4) 土壌溶液の Mn 濃度は pH とは単純な関係になく、酸性土壌における Mn 過剰症の発現は個々の土壌の特性による。

(5) CEC とリン酸吸収係数との間には、正の相関が認められ、熱帯の酸性土壌はわが国の土壌に比べて両者の小さいものが多く、熱帯の酸性土壌においては pH, 養分供給能の調節が困難である。

要 約

日本、タイ、インドネシア、コロンビア、ブラジルから酸性土壌 33 点を集め、これらの土壌の作物栄養的化学性について分析を行い、下記の結果を得た。

1. 置換性の Ca, Mg に乏しく、置換性 K に乏しいものもあり、Mg や K 不足が作物の生育制限要因となる可能性が大きい。

2. 可給態 P は常に乏しく、P 施肥が不可欠である。

3. 土壌溶液の pH が 4.8 以下では Al が溶出し、Al 過剰症発現の可能性がある。

4. 土壌の種類によっては Mn 過剰症発現の可能性がある。

5. 熱帯の酸性土壌には CEC とリン酸吸収係数とともに小さいものが多く、これらの土壌は作物栄養条件の管理が困難である。

引用文献

1. 土壌養分測定法委員会編：土壌養分分析法，養賢堂，1975
2. KEMPERS, A. J.: Determination of submicro-quantities of plant-available phosphate in aqueous soil extract, *Plant and Soil*, 42: 423-427. 1975
3. TRUOG, E.: The determination of the readily available phosphorus of soils, *J. Am. Soc. Agron.*, 22: 874-882. 1930
4. American Society of Agronomy: Methods of soil analysis, Part II. Chemical and microbiological properties, p. 1041-1044. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, 1965
5. 農林水産省農蚕園芸局監修：日本の耕地土壌の実態と対策。土壌保全調査事業全国協議会，1979

Summary

Chemical analyses were made on 33 acid soils from Japan, Indonesia, Thailand, Colombia and Brazil to identify the factors which limit the growth of crops on these soils. Followings are the results obtained.

1) These soils are frequently low in exchangeable Ca and Mg, and sometimes also in exchangeable K. Thus, Mg and K may be the limiting factor of crop growth.

2) Available phosphorus is low in all these soils. Thus, application of phosphorus is indispensable.

3) When the pH of soil solution is lower than 4.8, Al dissolves in the soil solution at a considerable concentration, and crops may suffer from Al toxicity.

4) There is a tendency that the cation exchange capacity and the phosphorus sorption coefficient are smaller in acid soils in the tropics than in those in the temperate. Thus, management of nutrient status of acid soils is more difficult in the tropics.