

樹園地土壌診断への貫入式土壌硬度計の応用

松井 巖、藤井 芳一、佐々木美佐子、柿崎 浩之*

森田 泉、田口 辰雄**

目 次

I. 緒 言	15
II. 試験方法	15
III. 試験結果と考察	16
1. 貫入式土壌硬度計測定値と 山中式土壌硬度計測定値の関係	16
2. 水田転換園での深耕による 耕盤破碎効果の測定	16
3. 土壌調査への応用	16
IV. 摘 要	21
V. 参考文献	21

I. 緒 言

果樹の根の伸長は土壌の硬度、粗孔隙率などの物理性との関連が深い(4)(5)(6)。しかし、これらの測定は試

坑を作らなければ、調査、試料採取ができないために、簡易に測定できる方法の開発が進められている。

このうち、土壌硬度の測定については、これまでSR-2型土壌抵抗測定器が用いられてきたが、測定に数名を要することから、1名でも操作できるものの開発が農水省土壌作物体機器開発事業(SPAD)によって行われた(3)。この測定器による樹園地土壌の硬度測定について、若干の検討を行ったので報告する。

農水省環境技術研究所上野義視室長、荒明正倫氏からは測定法やデータの解析について多くの御教示をいただいた。また、取りまとめに当っては高橋美子嬢の御協力をいただいた。記して謝意を表する。

II. 試験方法

1. 供試器種：貫入式土壌硬度計（自動記録型）

DIK-5520（第1図）。仕様は第1表のとうりである(2)。

第1表 DIK-5520の仕様

測定範囲	1.5~2.5kg/cm ² (90cm深まで)
スプリング	50kg/50mm
コーン	頂角30°断面積2cm ²
全重量	約3kg
記録方式	ドラム自動回転記録

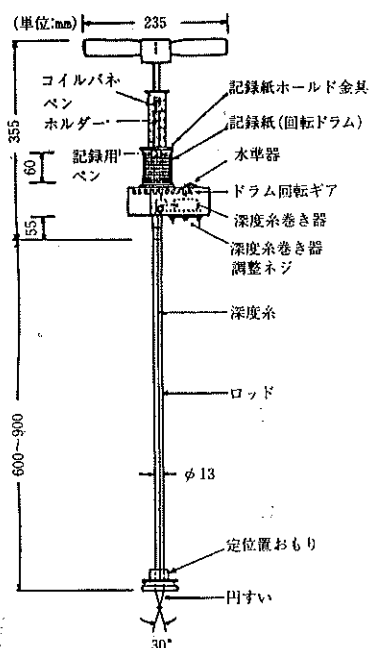
2. 貫入式土壌硬度計測定値と山中式土壌硬度計測定値との関係

1) 調査場所

- (1) 秋田果樹試本場第10号圃（多湿黒ボク土）
- (2) 同、天王分場（砂丘未熟土）

2) 調査方法

本場の圃場では、植栽されている千秋/M26（6年生、1985年10月15日調査）の樹から1mの位置に、巾1m、深さ1mの試坑をつくり、断面から15cm樹冠内に入



第1図 貫入式土壌硬度計DIK-5520

*. 平鹿町役場

** 秋田果樹試天王分場

った地点3か所(A=左より25cm、B=同50cm、C=75cm)の硬度の垂直分布を貫入式土壌硬度計で測定し、その位置の断面の硬度を5cmごとに90cmの深さまで山中式土壌硬度計で測定した。また、同時に断面にみられた千秋/M26の細根の数を記録した。

天王分場では、圃場造成後の土壌調査(1986年5月29日)時に、代表的な断面5か所で貫入式土壌硬度計と山中式土壌硬度計で測定した。

2. 水田転換リンゴ園での深耕による耕盤破碎の測定場所: 平鹿郡増田町亀田字上堰合千田宏二園

土壌: 灰色低地土(高崎統)、1982年転換。
深耕ロータリー(耕土深40cm)で深耕した部分(列間)と無深耕部分(植栽列)および、SS走行路の硬度の垂直分布を測定。

3. 土壌調査への応用

1) リンゴ成木園(褐色森林土、小坂統)

場所: 平鹿郡平鹿町醍醐字鳥越森
調査品種、樹令: ふじ/マルバ27年生
園主: 斉藤新一
調査項目: 断面調査との関係の検討。

2) リンゴわい化栽培園

A. 灰色低地土(高橋統) 30~40cmは疎がすこぶる富み、根群の分布も30cmまでが大部分である。

場所: 平鹿郡増田町亀田 園主: 沼沢武雄

B. 同(片柳統)、有効土層は110cmで、リンゴ樹の生育は良好。

場所: 平鹿郡増田町亀田 園主: 小原政樹

C. グライ土(幡野統) 有効土層は深い、植付時に耕盤破碎をしなかったため透水性不良で、リンゴ樹の生育はやや不良。

場所: 平鹿郡増田町亀田 園主: 佐々木敏夫

D. 黒ボク土(清水沢統) 開園時(1981年)に深さ80cmにバックホーで堀った植溝部分と無耕起の列間部分の調査。場所: 西目町拓農わい化団地

3) 造成ブドウ園の深耕試験区の調査。

場所: 果樹試天王分場第9号圃(砂丘未熟土)

(区の内容)

慣行区: 堆肥6t/10a施用後、レーキで混和。

10cm改良区: 同上、スコップで混和。

20cm改良区: //

40cm改良区: 同上、トレンチャー(巾30cm)で混和

処理: 1986年4月8日。

調査: 5月29日。

III. 試験結果と考察

1. 貫入式土壌硬度計測定値と山中式硬度計測定値の関係

本場第10号圃(多湿黒ボク土)での測定日(1985年10月15日)は晴天で、10月11日から15日までの降雨量は2.5mm、土壌は半湿状態であった。天王分場(砂丘未熟土)での測定も晴天で、土壌は半湿であった。

多湿黒ボク土と砂丘未熟土における両測定値の関係を第2図に示した。前者では $\gamma=0.736^{***}$ 、後者では $\gamma=0.976^{***}$ で、いずれも0.1%レベルで有意な正の相関が認められた。得られた回帰式からの貫入式土壌硬度計と山中式土壌硬度計の対応値は第2表のとおりであり、土壌群によって異なっていた。諸遊(3)は東京農試がDIK-5520、

第2表 貫入式硬度計と山中式硬度計の測定値の対応

$x \backslash y$	表層腐植質 多湿黒ボク土	砂丘未熟土	※ 諸遊の式に よる。
2	14 (8)	6	6
3	15 (10)	7	8
4	15 (12)	8	10
5	16 (14)	8	12
6	16 (15)	9	13
7	17 (16)	9	14
8	17 (17)	10	15
9	18 (18)	10	15
10	18 (18)	11	16
11	19 (19)	11	17
12	19 (20)	12	17
13	20 (20)	12	18
14	20 (21)	13	18
15	21 (21)	14	19
16	21 (22)	14	19
17	22 (22)	15	20
18	23 (22)	15	20
19	23 (23)	16	20
20	24 (23)	16	21
21	24 (23)	17	21
22	25 (24)	17	21
23	25 (24)	18	21
24	26 (24)	18	22
25	26 (25)	19	22

x : 貫入式土壌硬度計測定値 (kg/cm^2)

y : 山中式土壌硬度計測定値 (mm)

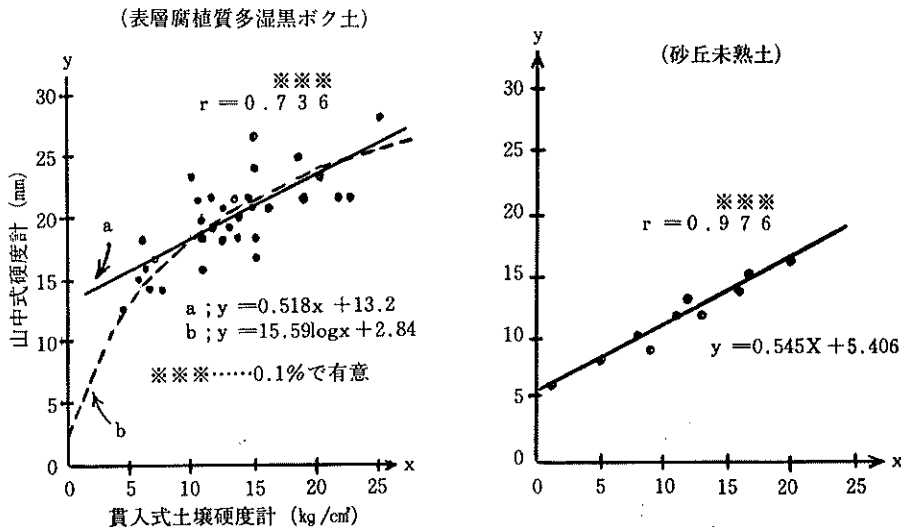
※: $y = 14.6810 \sqrt{x} + 1.45$

()は $y = 15.5910 \sqrt{x} + 2.84$ で算出

神奈川県農総研がD I K-5510を使って山中式硬度計測定値との関係を検討した結果を一括して回帰分析し、 $y = 14.6810x + 1.45$ ($r = 0.829$) の回帰式を示している。その換算値を第2表に示したが(黒ボク土主体)、本試験の黒ボク土のaの回帰直線 $y = 0.518x + 13.2$ の換算値と比較すると、7以下でその差が大きく、a直線では第2図の散布図とも合わないことがわかった。そのため、諸遊(3)の式に従い、貫入式土壌硬度計測定値を対

数変換し、回帰式を求めると、第2図のb回帰式のように7以下でも散布図によく適合した。この回帰式による換算値を第2表の()に示した。

いっぽう、砂丘未熟土では、ほぼ直線の関係を示した。このように、両測定値の関係は土壌の種類によって異っており、代表的な土壌群ごとに回帰式を求めておく必要がある。



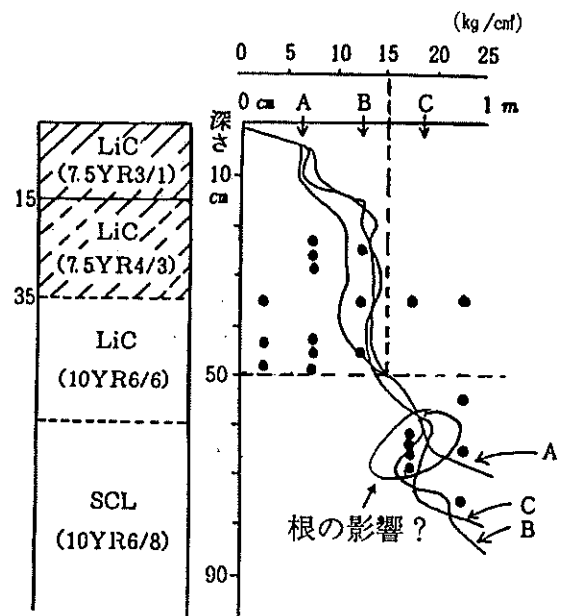
第2図 貫入式土壌硬度計と山中式硬度計の関係

2. わい性樹の根群布との関係

第3図に示したように、貫入式土壌硬度計による硬度の垂直分布をみると、0~50 cmまでは硬度が15kg/cm以下であり、細根の分布が非常に多かった。しかし、50 cm以下にも断面で約30%のものが観察されており、M26わい性樹の根の伸長を規制する硬度は15~17 kg/cm附近にあるものと思われる。これは山中式硬度計の21~22 mmに相当した。

3. 水田転換リンゴ園の深耕ロータリーによる耕盤破碎効果の測定

測定月日：1985年9月25日、深耕後3年目にあたる。深耕部分は75 cmの深さまで15kg/cmであったのに対して、未深耕部分では22~37 cmの深さの部分が15kg/cm以上を示した。この部分は土壌断面調査での25~37 cmの層(第2層)に相当し、水田時代に形成されたすき床層(i)にあたる。この二つの硬度垂直分布曲線から、深耕ロータリーによる耕盤破碎効果が確認されたと同時に、約45 cmまで耕起されたことが推定された。



第3図 土壌硬度の垂直分布とわい性樹の細根分布の関係

また、SS通路(わだち部分)を測定したところ、約7 cmまで硬化していることがわかった(第4図)。

4. 土壌調査への応用

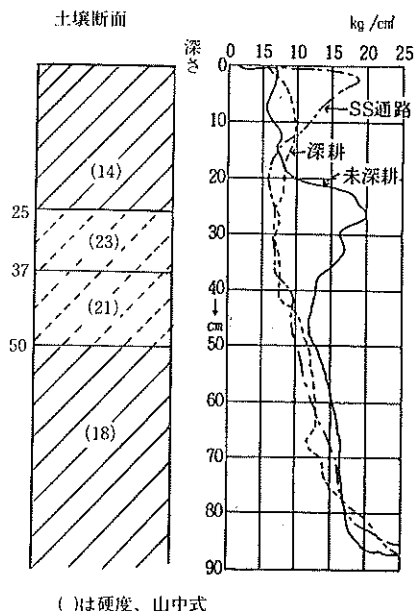
(1) リンゴ成木園

この園地は園地造成後26年の成木園であり、生育は良好で生産力も比較的高い。断面調査では、第3層がやや硬い(硬度21mm)ものの、下層まで軟かい土壌であり、根も5~60cmの深さに分布し、その量も多かった。ここにおける硬度垂直分布曲線は、断面調査結果とよく符合し、25~65cmの深さで高かった(第5図)。

2). リンゴわい化栽培園

Aの園地では25~45cmの部分に硬い層が存在することが示された。この層は断面調査の結果、疎が多い層で、根域を制限している層でもあった。

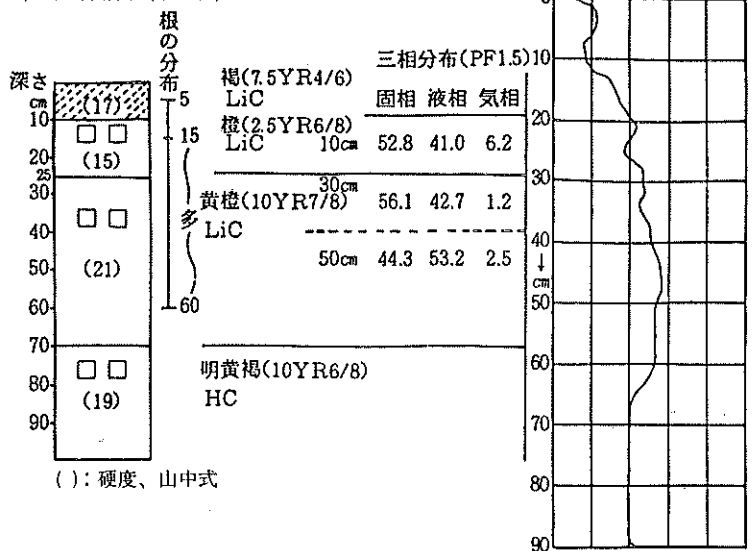
Bでは70~85cmまでは15kg/cmで、有効土層が深いことが示された。また、Aのように3回の測定値に大きな振れがなく、疎などの測定に対する障害物がないことがわかった。



第4図 深耕ロータリーによる耕盤破砕効の測定

場所 秋田県平鹿町醍醐字鳥越森
園主名 斉藤 信一 (リンゴ)

1) 土壌断面 (小坂統)



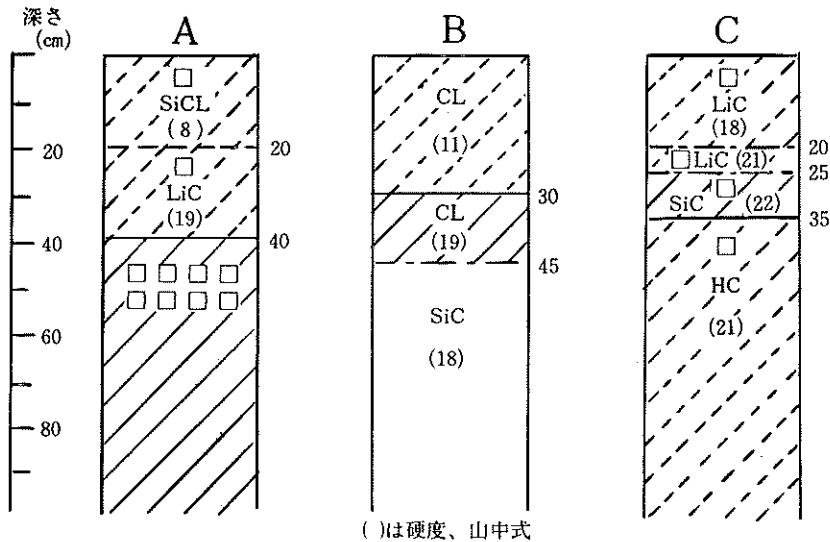
第5図 土壌調査での測定例-1 (成木園)

C-1は耕盤破碎をしなかった測定例である。C-2は隣接の水田で、19cmまでが作土であった(1)。この二つのチャートと比較すると、19cm以下の深さでは、ほぼ同じ硬度分布を示しており、植穴以外はまったく、人為的操作が加わっていないことが確認できた。これら三つの測定例は第6図の断面調査結果を裏付けるものであった。また、Dのわい化栽培園地は、開園6年後において

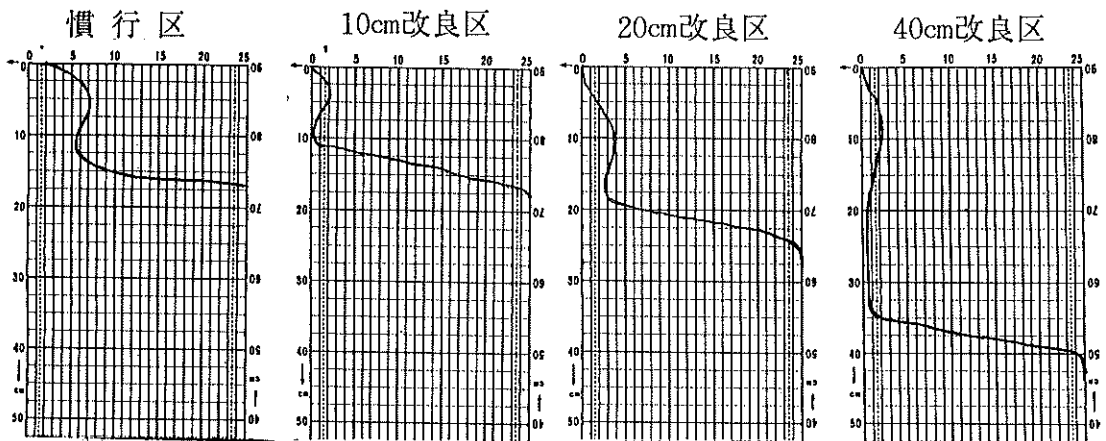
もバックホーで掘った植溝部分と無耕起の列間では表層から最下層まで、明らかな違いが認められた(第8図)。

3. 造成ブドウ園の深耕試験区の調査

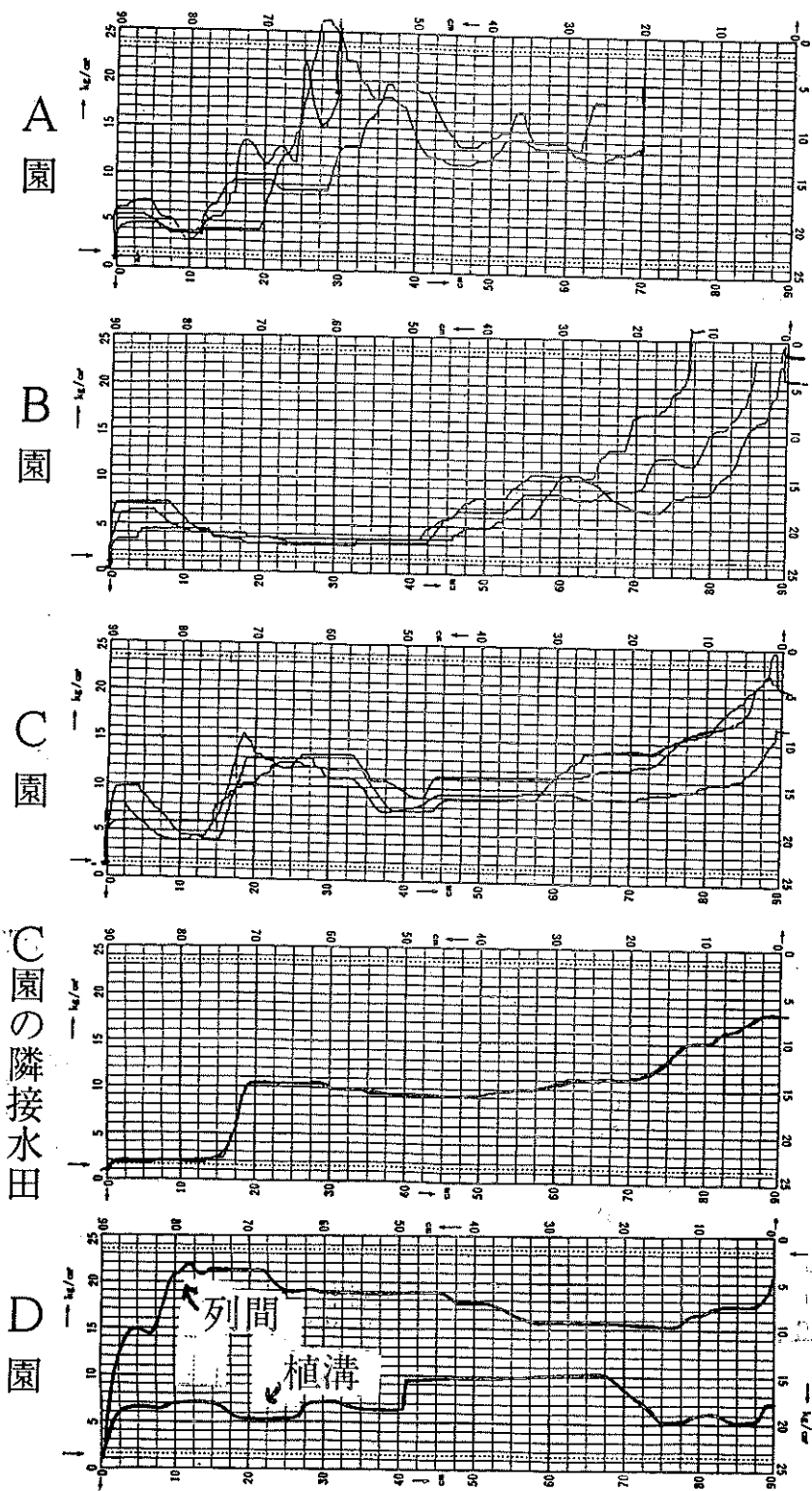
慣行区、10cm改良区、20cm改良区、40cm改良区の硬度の垂直分布は、耕起の深さの違いを裏づけた。また、混和手段の違いでは、トレンチャー>スコップ手堀り>レーキの順に膨軟であった(第7図)。



第6図 リンゴわい化栽培園の土壌断面



第7図 造成ブドウ園の深耕試験区の調査(秋田果樹試天王分場)



第8図測定例-2 (リングわい化栽培園)

Ⅳ. 摘 要

貫入式土壌硬度計（D I K-5520、自動記録型）を使い山中式土壌硬度計との関係や、M26台わい性リンゴ樹の根の分布との関係、有効土層の違い、深耕による土壌物理性の改善効果などの評価のための測定を行い、樹園地での土壌診断への応用について検討した。

1. 山中式土壌硬度計測定値(γ)と貫入式土壌硬度計測定値(x)との関係は、多湿黒ボク土では $\gamma=0.736$ 、^{***}回帰式 $\gamma=15.59 \log x + 2.84$ 、砂丘未熟土では $\gamma=0.976$ 、^{***}回帰式 $\gamma=0.545x + 5.406$ であった。

2. M26台6年生、千秋の根の分布との関係では、硬度 $15 \sim 17 \text{ kg/cm}$ 以上になると根の分布が少なかった。これは山中式硬度計の $21 \sim 22 \text{ mm}$ に相当した。

3. 貫入式土壌硬度計は有効土層の違い、深耕による耕盤破碎、土壌の膨軟化、SS通路の土壌の硬化などの測定に有効であった。

4. 1測定地点3回測定による測定値のブレは、疎の多い土壌で大きかった。

これらのことから貫入式土壌硬度計は有効土層などの

樹園地土壌の物理性測定に有効であり、土壌診断の有効な機器と判断された。測定に当っては、1地点3～5カ所で測定し、その平均値で判断するのが望ましい。

Ⅴ. 引用文献

1. 足立嗣雄、諸遊英行（1986）、土壌断面の特徴と見方、土壌断面をどう見るか：141-160、土壌保全調査事業全国協議会
2. 大起理化工業㈱（1985）貫入式土壌硬度計（自動記録型）D I K-5520取扱説明書
3. 諸遊英行（1986）貫入抵抗、土壌標準分析、測定法28-135、博友社
4. 松井 巖、佐々木 高、村井 隆、佐々木 美佐子（1984）第4報、M26わい性樹の生育、収量と土壌の理化学性の関係、秋果試研報15、27-33
5. 農林水産技術会議事務局（1971）、果樹園土壌生産力に関する研究
6. 成田春蔵（1984）土壌の改良と管理、新編リンゴ栽培技術、津川力編：89-93、養賢堂

The Application of Corn-Penetrometer for Soil Diagnosis of Orchard

Iwao Matsui, Yoshikazu Fujii, Misako Sasaki,
Hiroyuki Kakizaki, Izumi Morita, and Tatsuo Taguchi

Summary

The application of Corn-Penetrometer (DIK-5520 Auto recording type) for soil diagnosis of orchard were studied.

1. Correlation between two values of Yamanaka type soil hardness tester (Y) and Corn-Penetrometer (X) was $r=0.736$ ($Y=15.59\log X+2.84$) in wet Andsol. In Sand-dune Regosols, was $r=0.976$ ($Y=0.545X+5.406$).

2. Roots of 6 years old Sensyu on M26 distributed a few in the layer showed 15-17kg/cm hardness. This value corresponded to 21-22mm of Yamana ka type soil handnees tester(YH-62).

3. Corn-Penetrometer was available for measurements of effective soil depth, plow sole breaking and swelling by deep tillage and also compaction in ruts of Speed-Sprayer.

4. The difference of results among three measurements in one site was greater at gravel soil than not contained one.

Above these results, Corn-Penetrometer is considered powerfull tool for soil survey and the diagnosis of soil physical properties.