

## 芝生土壌の物理性測定結果について (II)

—硬さの測定—

前 窪 伸 雄\*

Compaction and Physical Conditions of the Turf Soil. (II)

—Survey of Hardness.—

Nobuo MAEKUBO

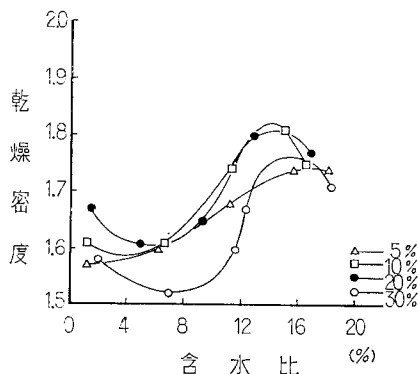
K.G.U. G.S. Research Center

## まえがき

前回 (I) では締め固め試験結果、締め固め曲線 (乾燥密度へ含水比曲線) 及び最高乾燥密度時の全孔隙量から、土壌改良資材の土壌に対する効果について報告がなされたが、今回 (II) では上記試験と同時に、表面の硬度とゴルフボール反発力の測定を行った結果、土壌中の粘土含量と締め固めとの関連性について報告される。

## 1 目的及び概要

締め固め試験は、各含水比時に於ける締め固められた土壌の乾燥密度つまり固体の詰まり方を測定する。しかし、真比重が判れば、全孔隙量を求めることもできる。芝生の生育を考へる上からは孔隙が必要である。実用的には、定容採土と実容積測定法によって行はれているが、採土する際に土壌が緩むことが多く、しかも、多くの時間と労力を必要とする。その点、硬度の測定は直接



図一 5回3層、計15回締め固めを行った場合含水比の少ない場合30%区は締め固まりにくい、含水比が多くなると5%区と同じようになる。最高乾燥密度は20%区10%区が高い。

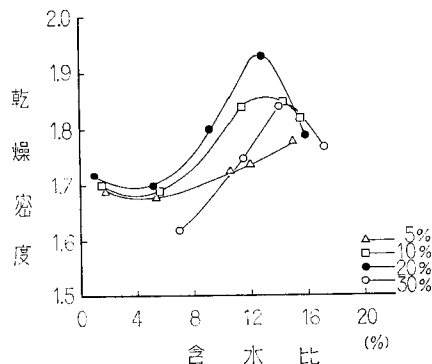
的に孔隙量を測るものではないが、土の締め固め方を知るには、土壌を緩めることが少なく、より簡易である。但し、含水比による違いが出るために必ずこれらの補正は必要であろう。

土壌中の粘土含量と締め固め方の関連性を調査するために、埴土と砂土を用いて、農学会法による原土中の粘土含量が5、10、20、30%によるように調整した混合土壌を用い、4通りの締め固めを行い、乾燥密度、全孔隙量、硬度、ゴルフボールの反発力などを測定した<sup>1)</sup>。

その結果は、粘土含量20%と10%区はよく締め固まり、

表一 混合土壌の粒径分布

区	礫 (2 mm 以上)	粗砂 (2 ~ 0.25mm)	細砂 (0.25 ~ 0.05mm)	微砂 (0.05 ~ 0.01mm)	粘土 (0.01mm 以下)
	%	%	%	%	%
5%	14.54	72.41	6.87	1.17	5.00
10%	12.86	64.76	10.77	2.26	10.00
20%	9.48	47.49	18.56	4.46	20.00
30%	5.77	29.24	27.11	6.88	30.99



図二 10回3層、計30回締め固めを行った場合20%区が最も固まりやすく、10%、30%と続き、5%区が最も固まりにくい。

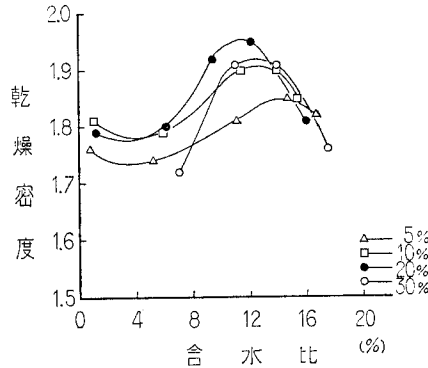
\* 財団法人 関西グリーン研究所

全孔隙量も最も少なくなった。しかし、硬さは、粘土含量の多い土程硬く、ボールの反発力は、20%、30%区が高くなった。粘土含量の少ない5%区は、最も締め固まり難く、全孔隙量も安定して多く、芝生に適した土壌であると判断することができた。

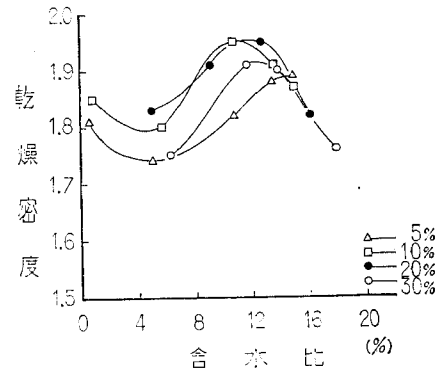
2 実験の材料及び方法

実験に用いた混合土壌の粒径組成は表一に示した通りである。それらは、宝塚原土（粘土 47.33%）とろ過砂（粘土 2.68%）との混合によって得られた。

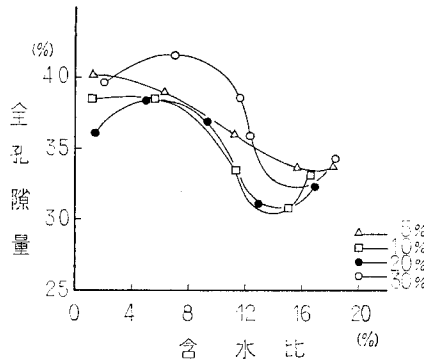
締め固めの器具は J I S-A-1210規格品を用い、規格法に基づいて突固め試験を行ったが、突固め回数を、5回3層、10回3層、20回3層、25回3層の4段階設けた。乾燥密度と真比重から全孔隙量を測定し、土壌表面硬度<sup>2)</sup>の測定は山中式硬度計を用いて突固めカラーを取りはづし、重量測定直後に行った。また、土壌表面の反発力は、試作したゴルフボール反発力測定器<sup>3)</sup>を用いて、重量測定直後に測定を行



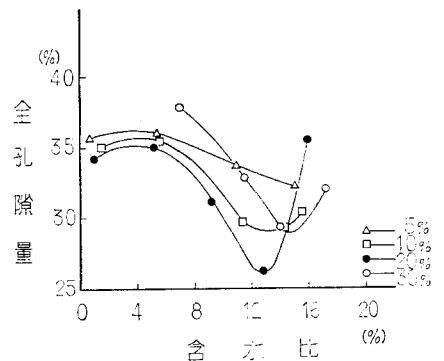
図一3 20回3層、計15回締め固めを行った場合  
20%区が最もよく締め固まり、30%、10%は同程度で5%区が最も固まりにくい。



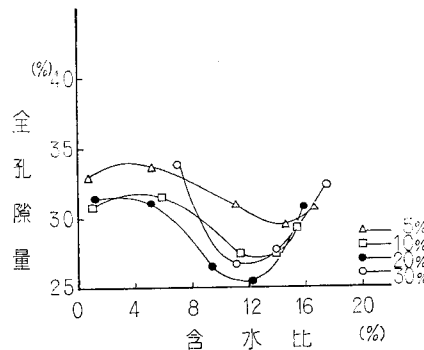
図一4 25回3層、計75回締め固め、つまり JIS 規格の場合  
20%、10%が最もよく固まり、30%が次いで、5%区は最も固まりにくい。



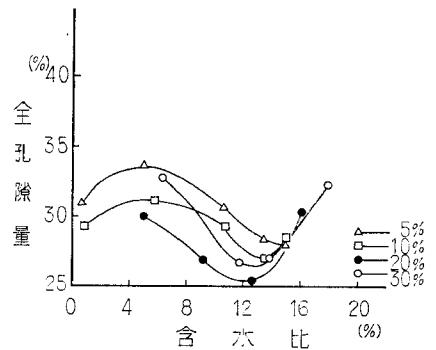
図一5 5回3層、計15回締め固めた場合の各土性の全孔隙量  
5%区が直線的な変化をしていて最も安定している。30%区が最も全孔隙量が多い。



図一6 10回3層、計30回締め固めた場合の各土性の全孔隙量  
5%区が最も安定していて孔隙量も多い。20%区が最もよくつまる。



図一7 20回3層、計60回締め固めた場合の各土性の全孔隙量  
5%区は最も安定していて、孔隙量も多い。30%、20%、10%の差はだんだんなくなる。30%区がますますはげしくつき固まる



図一8 25回3層、計75回、JIS規格で締め固めた場合の各土性の全孔隙量  
20%区は相変わらず最もよく締まってすき間が少ない、しかし土性との差が少なくなる、5%、10%区は他に比べて安定している。

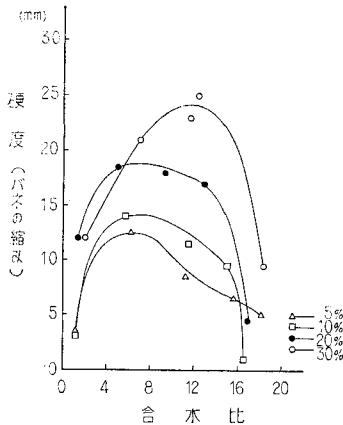


図-9 5回3層に締め固めた場合の表面硬度

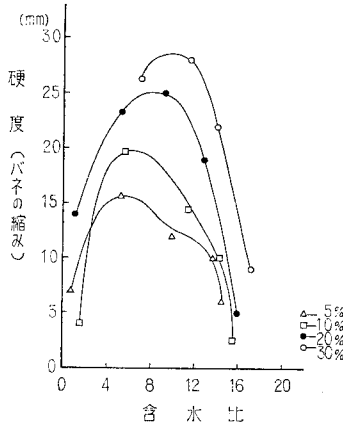


図-10 10回3層に締め固めた場合の表面硬度

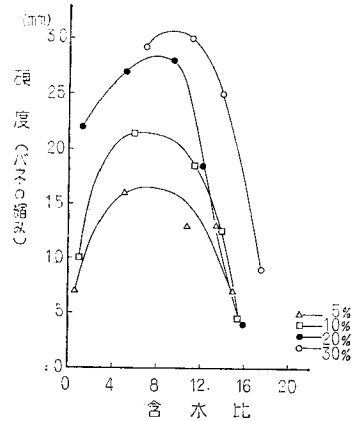


図-11 20回3層に締め固めた場合の表面硬度

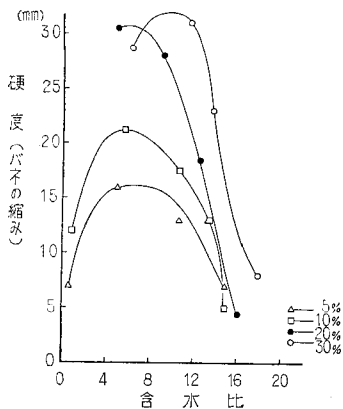


図-12 25回3層(JIS規格)に締め固めた場合の表面硬度

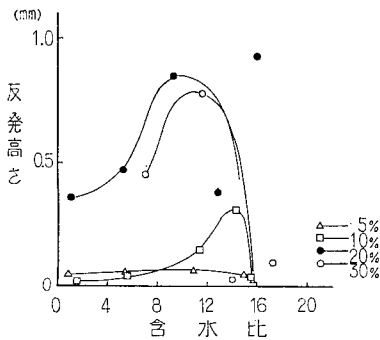


図-13 5回3層に締め固めた場合の反発力

5%区はほとんど5回の時と変わりなく反発力は弱い、10%区はそれに近く弱い、20%区と30%区は、5回の時よりもぐっと強く、5%や10%よりも強い。

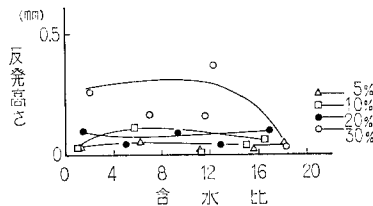


図-14 10回3層に締め固めた場合の反発力

5回3層10回3層20回3層25回3層30%区が反発力が他に比べて大きい、しかし、他はほとんど同じで非常に反発力は弱い。

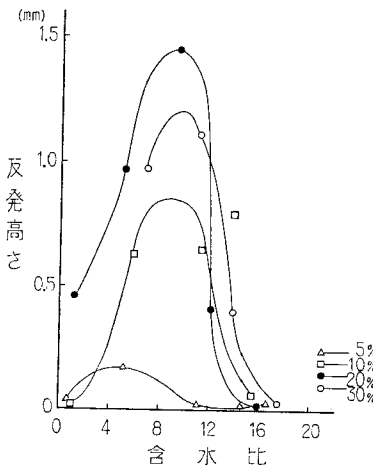


図-15 20回3層に締め固めた場合の反発力

20%、30%、10%、5%の順に反発力は強いが、5%区は非常に弱い。20%区は非常に強い。最高反発力の時含水比は8~12%である。

った。

### 3 実験の結果

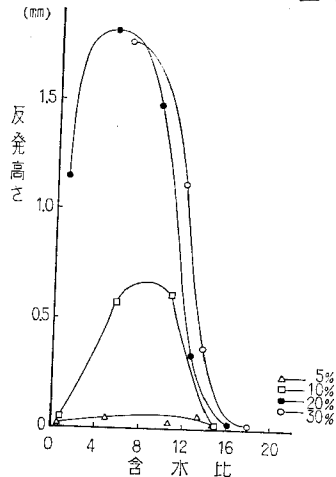
乾燥密度は図-1~4に、全孔隙量は図-5~8に、表面硬度は図-9~12、反発力は図-13~16に各々示した。

乾燥密度は、突固めの回数によって多少の違いがあったが、粘土含量20%と10%の区が高くなる傾向を示し、30%と5%区に於てはやや低くなる傾向を示した。

全孔隙量については、突固め回数の少ない場合は、粘土20%、10%区で少なくなり、5%、30%区が多くなった。しかし、突固め回数が多くなると、30%区も少なくなり、5%区だけが他にくらべてやや多くなった。

表面硬度は、突固め回数にかかわらず粘土含量の多いもの程硬くなった。但し、含水比の小さい時、或は、多い時には硬度が下った。最高に硬くなる時の含水比は、最適含水比よりもやや水分の少ない(2~4%)時になった。

反発力は、突固め回数によって如実に違いを見せた。粘



図一六 25回3層に締め固めた場合の反発力 (JIS規格)

20%、30%区は非常に反発力が強く、10%は弱く、5%区は5回の場合とほとんど変りがない。

土5%区は、突固め回数や水分にはほとんど関係なしに低くなった。20%、30%区は、突固め回数、含水比によって大きく変化し、最も高く反発した。10%区はそれらの中間になった。

4 検 討

乾燥密度の結果からは粘土20、10%区がよく締め固まり、全孔隙量からは、粘土20、30、10%区がよく締め固まることが判ったが、表面硬度の測定、反発力の測定結果からは、粘土含量が多い程硬く締め固まったことが判った。つまり、同じ状態に締め固めても、土の種類の違いによって、結果の評価が変る。土壌の種類によって乾燥密度の結果と全孔隙量、或は硬度や反発力の結果とは必ずしも一致しない。この問題は、植物の生育を考へた上で更につきつめる必要がある。

一方、表面硬度、反発力は、最大値の含水比が、最適含水比よりも少ない方に2~4%ずれた。一般的に考へて、最も密に締め固まった時点で最も硬くなるはずであるが、これは、水分の影響によるずれがでたためと考へられる。土壌中の水分が多くなる程、軟らかくなる傾向は、粘土含量の多い土壌に出やすく、硬くなったり、軟かくなったり、変異の巾が広い。逆に、粘土含量の少ない砂に近いものになると、含水比の影響を受けることが少なく、締め固まり方の変異の巾も少ない。別に、粘土含量10%、20%、30%の土壌を用いて、芝の生育をさせた、ポット実験を行った<sup>4)5)</sup>。そこで同じ様に、芝生の表面硬度、全孔隙量、気相、液相の測定をした結果を示したのが表一2である。全孔隙量については、粘土含量との間に一定の傾向は見られないが、気相と液相に分けて見ると、粘土含量が多くなる程、気相は少なくなり、

表一2 土壌中の粘土含量と平均孔隙量及び硬度 (1965, 1966)

踏圧	測定項目				
	粘土含量	全孔隙量 (%)	気相 (%)	液相 (%)	表面硬度 (mm)*
0回	10%	44.5	25.8	18.7	19.2
	20%	48.5	20.0	28.5	20.7
	30%	45.3	12.1	33.2	21.5
10回	10%	41.5	23.7	17.8	25.8
	20%	45.4	19.2	26.2	28.5
	30%	43.1	11.9	31.2	29.3

\* バネの縮み、踏圧開始後、35、42、48、55、90日の5回平均で示した。孔隙量は踏圧開始後90日の状態である。

液相が多くなること判る。つまり、気相と液相が相反する関係を示すために、全孔隙量は、粘土含量との関係がうすれるのである。植物の生育を考へる上からは、透水性と保水性が大切で、全孔隙量を考へるよりも、非毛管孔隙量と毛管孔隙量を測定することが大切である。表面硬度の場合には、粘土含量が多い程硬くなる傾向が示され、室内に於ける締め固め実験結果と一致した。以上のようなことから、芝生の土壌を選ぶに当っては、とりあへず、粘土含量の少ないものに決めるべきであろう。

あとがき

硬度を測定することによって、現場土壌が締め固まっているか或は、いないか推定することができる。その土の突固め試験と同時に、硬度を測定しておけば、現場土壌がどれ程締め固まったか、更に正確につかむことができる。しかし、含水比の違いによる誤差があるため、水分補正をしておかねばならないであろう。なほ、実際の芝生表面硬度測定を行っている時、芝植物の影響が大きくなることに気が付く。密生し、断面層が分厚く、頑丈な芝ほど硬いといった傾向がある。従って芝生層を除いて測定するか、各深さに分けた測定が必要であろう。

引用文献

- 1) 前窪伸雄：グリーンの床土に関する基礎実験について(II), グリーン研, 報, Vol.11, pp.55-62, 1966
- 2) 戸苅義次他：作物試験法, 農.技.協., pp.134-135, 1960
- 3) 川村登：ゴルフ場の維持管理用機械, グリーン研, 報, Vol.9, pp.13, 21, 1965
- 4) 久保貞・前窪伸雄：各種土壌改良剤の芝生に対する効果(V), グリーン研, 報, Vol.9, pp.35-42, 1965
- 5) 久保貞・前窪伸雄：各種土壌改良剤の芝生に対する効果(VI), グリーン研・報, Vol.10, pp.35~44, 1966.