

芝生土壌の物理性測定結果について (I)

一締固め試験と土壌改良資材の効果一

前 窪 伸 雄*

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

Compaction Test and Soil Conditioners

Nobuo MAEKUBO

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

まえがき

締め固められた土壌の物理性の測定、これが本報告のテーマでもある。

芝生は、人々によって積極的に使用される、植物の直接上からの踏み躪りがある。最近、管理を行う為の大型機械が走る。しかも、人々が使用する条件は、農作物や園芸作物を栽培する場合と異なり、雨が降って、土壌水分が多く、過湿潤であっても、毎日のように続けられ、芝生としての価値のある期間中、それが仮令50年、100年間であっても、耕起、攪拌されることは全くない。ゴルフ場、フットボール競技場、野球場、その他スポーツを行う芝生の使用のされ方は特にはげしいものがある。時には、プレイ上、表面の均一さ、或は硬さを求めるために、ローラーなどによる締め固めもされる。

土壌の物理性は、芝生にとって特に吟味すべき条件である。土壌の物理性が良く、根や地下茎が充分に深く伸び、活発な活動をしていれば、相当量の踏圧にも耐えるであろうし、損傷を受けたとしても、そのあとの回復は速いに違いない。どうせすり切れてしまう芝生であっても、その使用可能な期間を伸ばすことができるはずである。

ある土壌が芝生に適しているかどうかを調査する場合、或は適合させる或は適合させるための土壌改良法を検討する場合、つまり、芝生土壌の物理性を測定するに際しては、まず締め固められに条件下で、しかも、含水比が高い時点での締め固めでなければならぬと考へる。芝生土壌の室内測定について、Ferguson, M. H. 他(1960)¹⁾が impact-type compactor と、Permeameter を使用する方法を提唱した。そこでは、圃場容水量の水分の時に締め固めた土壌の透水性は、水頭 0.25 インチの時、 $\frac{1}{2}$ (インチ/時) よりも多く、 $1\frac{1}{2}$ (インチ/時) よりも少ないもので、全孔隙量は最低33%、非毛管孔隙

量は12~18%、毛管孔隙量は15~21%のものが、芝生土壌に適合するものであるとした。筆者は、これに対して日本の事情を加味し、締め固め方は JIS-A-1210, 土の突固め試験²⁾³⁾ を取り入れ、締め固められた試料土壌の物理性の測定を行って来た。

初めは、締め固めの曲線(乾燥密度~含水比曲線)から土壌改良資材の土壌に対する効果を求め、植物の生育を考へる上から、全孔隙量の測定、続いて硬度や、ゴルフボールを使用した反発力などの測定を行った。更に、定水位法による透水試験と、Hilgard 法、土柱法、遠心法、蒸気圧法等による pF-水分孔隙量(pF-曲線)の測定を行って来た。

本報告(1)では、芝生土壌としての適否を調査するために、土壌の種類や、土壌改良資材の処理が締め固まりにどれほど耐えるか、土の締り方や、全孔隙量について、室内実験を行うと同時に、ポット栽培実験結果との比較検討がなされた。数種の土壌改良資材は、土壌に処理されると、締め固めに対する抵抗性のあることが証明された。

なお、一連の実験、研究にあたり、故、富士岡義一教授(農学博士)、恩師久保貞教授(林学博士)の御指導に對し、謹んで深謝の意を表す。

1. 目的及び概要

土壌改良資材の処理が、土の締め固まり方をどのように変化させるかを測定するために、1963⁵⁾、1964年⁶⁾に行ったポット実験と同一の土壌を用いて、JIS-A-1210土の突固め試験を行った。14種類の土壌改良資材が供されたが、鉱物質系及び有機物質系の内3~4種が乾燥密度を下げ、最適含水比を高める効果が認められた(1964)⁴⁾。

2. 試験の材料及び方法

土壌は、埴質土壌(宝塚原土)と、粘土含量10%に調整された2系統あり、各々に土壌改良資材が混合処理さ

* 財団法人 関西グリーン研究所

実験材料一表—1 土 壤 改 良 剤 の 混 合 割 合 (埴 土 の 場 合)

番 号	土 壤	区 分	土 壤 改 良 剤	混 合 割 合	粘 土 含 量	真 比 重	突 固 め 方 法	
1	宝塚原土	無機質系	ネニサンソ	30	40.7	2.5420	JIS-A-1210 規格 土の突固め試験法 25回三層自由落下	
2			パーミキュライト	15	49.4	2.6530		
3			ダノ・コンポスト	20	46.5	2.6979		
4		有機質系	ピートモス	10	52.3	2.6092		
5			テンポロン	4	55.8	2.6134		
6			テルナイト	0.1	55.0	2.6346		
7		合成高分子系	クリリウム	0.05	58.1	2.6531		
8			ソイラック	0.05	58.1	2.5913		
9			ポバール 1	0.05	58.1	2.6391		
10			ドロゲン 1	0.05	58.1	2.6282		
11			無 処 理		58.1	2.6189		
12			無 処 理 無 植 物		58.1	2.6206		

実験材料一表—2 土 壤 改 良 剤 の 混 合 割 合 (砂 土 の 場 合)

番 号	土 壤	区 分	土 壤 改 良 剤	混 合 割 合	粘 土 含 量	真 比 重	突 固 め 方 法
1	西宮原土 + ろ過砂	無機質系	ネニサンソ	30. %	0.01mm以下 10. %	2.5713	JIS-A-1210 規格 土の突固め試験法 25回三層自由落下
2			パーライト 1号	15. //		2.5769	
3			パーライト 3号	15. //		2.5961	
4			パーミキュライト	15. //		2.6471	
5		有機質系	ダノ・コンポスト	20. //		2.5780	
6			ピートモス	10. //		2.6328	
7			テンポロン	4. //		2.6243	
8		合成高分子系	テルナイト	0.1 //		2.6202	
9			クリリウム	0.05 //		2.6402	
10			ソイラック	0.05 //		2.6453	
11			ポバール 1号	0.05 //		2.6311	
12			ポバール 2号	0.05 //		2.6325	
13			ドロゲン 1号	0.30 //		2.6607	
14			ドロゲン 2号	0.05 //		2.6308	
15			無 処 理			2.6376	

れた。割合の多いものは容積割合で、少ないものは重量割合であった(表一1,2参照)。

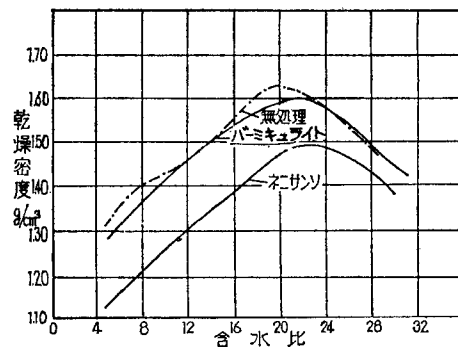
締め固め方法は、JIS-A-1210規格法に従った。試料土へ水分をよくなじませるために、加水後24時間放置した。

3. 試験の結果 (改良資材の効果)

埴土に処理した場合の突固め曲線を図一1~3に示した。図一1は鉱物質系の場合で、硬いネニサンソは締り難いが、軟かいパーミキュライトは無処理とほとんど変りがなく、効果がない。図一2は有機質系であるが、コンポスト、ピートモスは効果を挙げたが、テンポロン、テルナイトは効果がない。図一3は、合成高分子系であるが、いずれも効果は認められない。

粘土10%に調整した砂土に処理した場合の突固め曲線

を図一4~6に示した。図一4は鉱物質系である、ネニサンソ、パーライト1号、パーライト3号、パーミキュライトの順に効果がでている。有機質系(図一5)の場



図一1 鉱物質系土壌改良剤 (埴土)

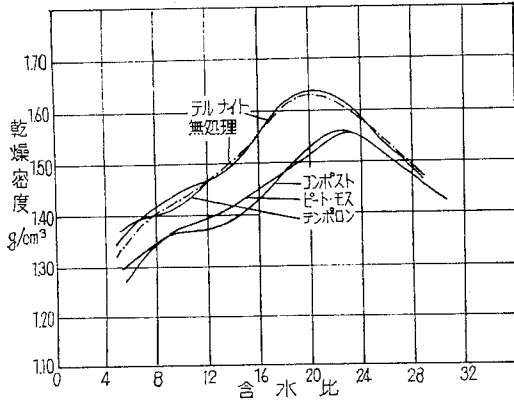


図-2 有機質系土壌改良剤 (植土)

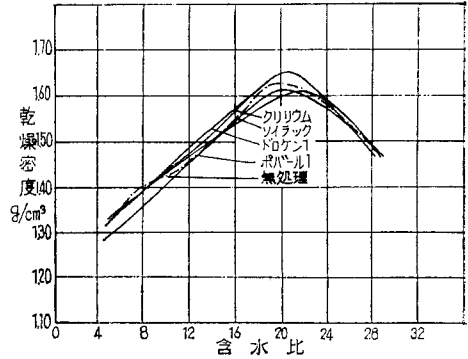


図-3 合成高分子系土壌改良剤 (植土)

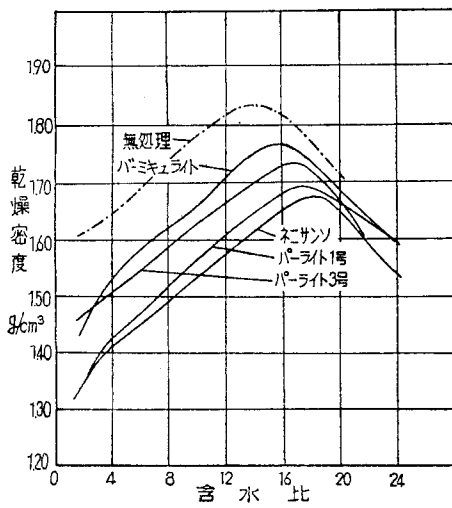


図-4 鉱物質系土壌改良剤 (砂土)

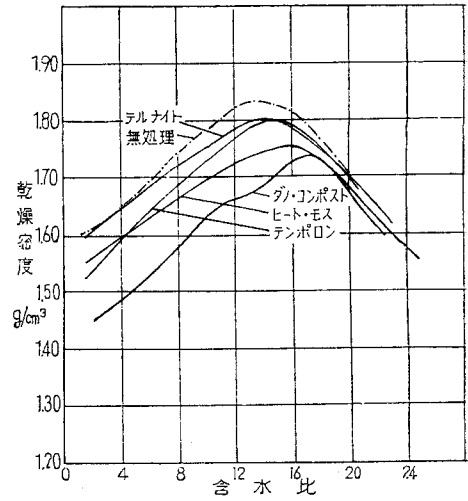


図-5 有機質系土壌改良剤 (砂土)

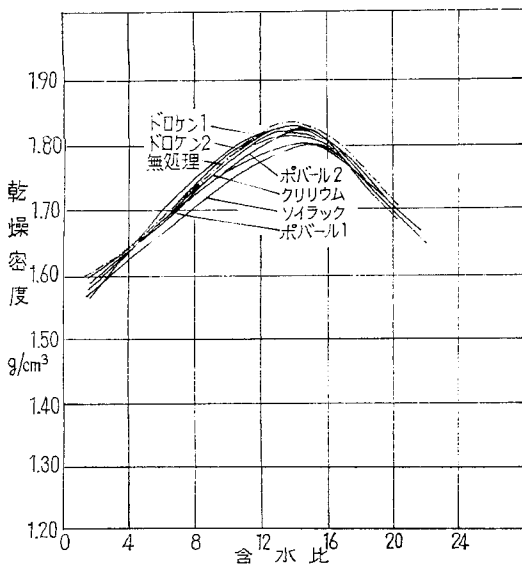


図-6 合成高分子系土壌改良剤 (砂土)

表-3 土壌改良資材処理と全孔隙量(1964)

改良資材	土性	全孔隙量	
		植 土	砂 土
ネニサンソ	30%	41.4 (109)	34.9 (114)
パーライト1号	15%	—	34.2 (112)
パーライト3号	15%	—	33.4 (109)
パーミキュライト	15%	40.1 (106)	33.3 (109)
ダノ・コンポスト	20%	42.4 (112)	32.7 (107)
ビートモス	10%	40.6 (107)	33.3 (109)
テンポロン	4%	37.6 (99)	31.4 (103)
テルナイト	0.1%	37.9 (100)	31.1 (102)
クリリウム	0.05%	38.8 (102)	31.7 (104)
ソイラック	0.05%	38.1 (100)	32.5 (106)
ポパール1号	0.05%	39.0 (103)	31.6 (103)
ポパール2号	0.05%	—	30.7 (100)
ドロゲン1号	0.30%	37.2 (98)	31.4 (103)
ドロゲン2号	0.05%	—	31.0 (101)
無処理		38.0 (100)	30.6 (100)

合、コンポスト、ピートモスは効果がでていますが、テンポロン、テルナイトはその効果は少ない。合成高分子(図-6)は、ほとんど効果は認められない。

が緩くなったと考へられ勝であるが、植物の立場からは、むしろ孔隙を問題にすべきであろう。従って最高乾燥密度時の全孔隙量を表-3に示した。

4. 検 討

乾燥密度、即ち仮比重が低くなったことは、締まり方

一方、まったく同一の混合土壌を用いてポット実験を行った(1963, 1964)⁵⁾⁶⁾。踏圧によって改良資材の効果(全孔隙)がどのように変化してくるかの結果を示した

表-4 土壌改良資材処理と全孔隙量(%) (埴土) 1963

踏圧回数	土壌改良資材	ネニサンソ	パーミキュライト	ダノ・コンポスト	ピートモス	テンポロン	テルナイト	クリリウム	ソイラック	ポパール1号	ドロゲン1号	無処	無処理無植物	平均
0回		65	59	63	62	58	58	55	65	58	66	69	69	63
1回		61	55	56	54	50	51	51	50	55	43	50	54	53
5回		61	55	56	58	50	51	51	50	51	51	50	54	53
20回		61	55	56	50	50	51	51	50	51	51	54	54	53
平均		62	56	58	56	52	53	52	54	54	53	56	58	

表-5 土壌改良剤処理と土壌中の全孔隙量(%) (砂土) 1964

踏圧回数	土壌改良剤	ソイラック	クリリウム	ドロゲン1号	ドロゲン2号	ポパール1号	ポパール2号	パーミキュライト	ネニサンソ	パーミキュライト	ダノ・コンポスト	ピートモス	テンポロン	テルナイト	無処	無処理無植物	平均
0回		44.5	47.3	44.7	45.8	43.4	43.0	49.6	56.4	55.5	51.6	48.7	44.5	43.1	43.2	44.3	47.0
1回		43.0	46.2	41.4	44.3	45.3	41.4	51.5	53.5	50.6	49.2	47.2	44.1	42.4	43.6	44.3	45.9
5回		46.0	43.9	43.6	42.4	42.6	40.3	49.6	54.1	50.2	48.4	47.2	44.5	44.0	41.4	43.2	45.4
10回		45.7	45.5	43.6	42.8	44.5	42.6	51.2	56.0	49.1	49.2	47.5	45.6	40.5	41.7	41.7	45.8
25回		45.7	43.2	42.1	41.7	43.0	41.8	53.5	55.3	48.3	47.7	46.4	45.2	43.1	42.8	43.2	45.5
平均		45.0	45.0	43.1	43.4	43.8	41.8	51.5	55.1	50.7	49.2	47.4	44.8	42.6	42.5	43.3	

L. S. D=2.5(1%)

表-6 土壌改良剤と芝生表面の沈下程度(単位mm) 踏圧68日間(埴土) 1963

踏圧回数	土壌改良剤	ネニサンソ	パーミキュライト	ダノ・コンポスト	ピートモス	テンポロン	テルナイト	クリリウム	ソイラック	ポパール1号	ドロゲン1号	無処	無処理無植物	平均
0回		+6.63	0.63	0.62	1.10	+0.18	+0.85	+0.75	+4.28	+1.17	+0.73	+0.03	10.87	0.38
1回		26.76	26.46	22.68	30.12	38.92	33.49	29.52	27.99	26.45	28.02	39.83	50.54	31.73
5回		34.90	35.11	32.21	45.31	48.94	40.37	39.48	33.38	44.00	41.05	44.22	60.13	41.59
20回		43.88	47.21	43.47	59.47	48.72	53.20	39.95	45.10	47.00	41.74	56.05	71.20	49.75
平均		26.23	27.35	24.75	34.00	34.10	31.55	27.05	25.55	29.07	27.52	35.02	48.19	

表一七 土壤改良剤処理と芝生表面沈下程度(mm)±は隆起を示す 踏圧98日間(砂土) 1964

踏圧回数	土壤改良剤															平均
	ソイラック	クリリウム	ドロゲン 1号	ドロゲン 2号	ポパール 1号	ポパール 2号	パライト	ネニサンソ	パーミキュライト	ダノ・コンポスト	ピートモス	テンポロン	テルナイト	無処理	無処理無植物	
0回	+1.99	+1.00	+1.01	+0.83	+1.21	+0.17	+4.33	0.52	0.20	0.72	+0.17	+2.21	+2.55	+0.99	4.98	+0.67
1〃	1.40	1.80	1.68	2.09	2.78	+0.15	0.52	1.44	4.33	3.68	4.62	2.63	2.85	2.47	7.27	2.63
5〃	2.46	1.72	4.77	2.75	2.55	2.16	4.78	2.87	8.60	8.77	7.55	3.65	1.81	1.28	7.10	4.19
10〃	3.80	2.21	5.27	5.75	5.30	5.90	8.09	6.08	8.20	13.17	11.65	4.78	5.33	3.85	10.15	6.63
20〃	7.99	7.68	8.92	7.86	5.17	6.13	11.40	9.90	10.92	18.88	10.47	11.26	5.43	5.71	13.47	9.41
平均	2.73	2.48	3.93	3.52	2.92	2.75	4.09	4.17	6.45	9.04	6.82	4.02	2.57	2.46	8.59	
0~20の差	9.98	8.68	9.93	8.69	6.38	6.30	15.73	6.40	10.72	18.16	10.64	13.47	7.98	6.70	8.49	

のが表一四、5である。埴土に処理した場合、ネニサンソだけが特に多く（他は無処理と違いのないことから）その効果が認められる。砂土に処理した場合、F検定の結果、無処理区と比べ有意差の認められるのは、ネニサンソ、パーライト、パーミキュライト、ダノコンポスト、ピートモスである。表一四、5から推定すると、表一三に示した締め固め試験結果の全孔隙量に於ては、無処理区100に対して少くとも107以上の指数を示した土壤改良資材が一応の効果があつたと考へることができる。ポット実験の踏圧による締め固まり方は、突固め実験法よりもやや少ないように思はれる。但し、ポット実験の場合、実容積法に用いる定容採土器でサンプリングした試料について全孔隙量を測定したが、この方法では固く締め固まった土ほど土壤がゆるくなる傾向が見られた。芝生表面の沈下を調査した結果、踏圧による影響は、全孔隙量以上に大きいからである（表一六、7参照）。なほ、10mmの沈下は、全孔隙量で3%減少したことになる。

あとがき

締め固められることのない場合、充分に効果があると認められている土壤改良資材でも、締め固め試験を行うことによって、ほとんど効果を示さない、つまり、踏圧に対して抵抗力のない土壤改良資材のあることが証明された。合成高分子系のいわゆる粒団形成剤と呼ばれるも

のはその傾向が強く、孔隙量を増加させることはほとんどなかった。

締め固めた土壌の硬さ、反発力、透水、保水の測定結果については次号に報告予定である。

引用文献

- 1) M. H. FERGUSON, L. HOWARD and M. E. BLOODWORTH 「Laboratory Methods for Evaluation of Putting Green Soil Mixtures」 USGA Journal and Turf Management, Vol. XIII, No. 5, Sept. (1960) pp. 30—33 (H. B. MUSSER 「Turf Management」 Revised Edition, Mc Graw Hill Book Company, Inc., New York, 1962.
- 2) 久野悟郎「土の締め固め」技報堂全書, 1963
- 3) 渡辺隆「土質調査および土質試験」技報堂全書, 1958.
- 4) 久保貞, 前窪伸雄他「グリーンの床土に関する基礎実験について」グリーン研報, Vol. 7, pp. 15—28, 1964.
- 5) _____他「各種土壤改良剤の芝生に対する効果(III)」グリーン研. 報. Vol. 5, pp. 37—52, 1963.
- 6) _____「各種土壤改良剤の芝生に対する効果(IV)」グリーン研. 報. Vol. 7, pp. 31—54, 1964.