

瀬戸内はげ山復旧工事後の土壌 (Ⅲ)

天然生林地土壌との比較

伏見知道*・紫垣英道**・中島武***

On the Forest soil after Afforestation by the Rehabilitation Works for the Bare Land in the Setouchi Region (Ⅲ)
in comparison with the forest soil of some natural stands

Tomomichi FUSHIMI, Hidemichi SHIGAKI and Takeshi NAKASHIMA

Summary: This report deals with the study on the soil of the some natural forest stands on the granite at Omishima island in Ehime prefecture along the Setonaikai, though the natural forest stand is the goal of the forest after the afforestation by the rehabilitation works for the bare land as one might expect. The island have been covered by Japanese pine tree forest. The average climate of the island from 1957 to 1972 were summarized as follows: the annual rainfall 1200mm, the average temperature 15°C, the average min. temperature 11°C and max. temperature in summer 31°C.

1) Soil profiles: A-horizon formed the thickness of 5 cm to 13 cm. A-horizon is recognized to the depth of 2 cm to 13 cm and B-horizon is recognized to the depth of 5 cm to 25 cm. Hence, the soil of the natural forest have been developed and differentiated from the depth of 30 cm upward 100 cm.

2) Average chemical properties: Total nitrogen content is 0.14% in A-horizon and 0.02% in B-horizon. Organic carbon content is 1.5% in A-horizon and 0.8% in B-horizon. Exchange acidity is 15 in both horizons. PH value are 4.1 ~ 4.5. Those results prove that the very slow decomposition of organic matter in soil and the acidification of the soil have been continued.

3) Average mechanical composition: The particle size components of fine soil consist of the coarse sand 58%, the fine sand 23%, the silt 12% and the clay 7%.

4) Average physical properties of fresh soil of A-horizon in the natural condition: Moisture content in summer 17.8%, maximum water holding capacity is 51.7% and volume weight is 79.

The properties of the sample soils are not always rich. But at the natural forest, the thick soil layer covers the whole forest land, hence, there are a considerable quantity of the nutriments and the moisture content etc. in the whole land of the natural forest in comparison with the whole forest land after the reforestation by the rehabilitation works. As for the final goal of the forest soil after the reforestation by rehabilitation works for the bare land of the granite region, the property of the natural forest soil is a high aim that is hardly realized even after considerable lapse of time.

* 森林工学講座助教授

** 熊本県庁林務部(元森林工学講座助手)

*** 元森林工学講座教授

要旨 瀬戸内地帯のはげ山復旧工事後の林地が、目標とすべき周辺天然生林地の例として、愛媛県大三島のアカマツを中心とした天然生林地土壌を調べた。

土層は、落葉層 5~13 cm, A層 2~13 cm, B層 5~25 cm, 土壌の深さ 30~100 cm 以上に達する。全窒素 0.32 % 以下 (A層の平均 0.14 %), 有機態炭素は、5.9 % 以下 (A層の平均 1.5 %) で少ないが、 C/N 26 前後, y_1 15 位で、有機物の分解がおくれ、酸性化が継続している。粒径組成は粗砂 60 % 近く、粘土 7% 内外で、土性は砂質壤土か壤質砂土である。表層土の自然状態における理化学性 (細土基準) の平均値は、 W_n 17.8 % (27~13%), W_{max} 51.7 % (71~40 %) でやや多く、容積重は 79 で小さい。

これら、養分や理化学性の値は採取時含水量を除き、はげ山復旧工事後の土壌調査例^{1) 2)} に比べ、特に良好であるとはいえない。しかし、天然生林地では、土壌層が林地全面にわたり、かなり深く発達しているので、全体としての養分量や水分保持量は、はげ山復旧工事施工後の土壌とは著しく異なる。したがって、天然生林地土壌は、はげ山復旧工事施行後の土壌にとっては、短年月では到達し得ないかなり高い目標である。

はじめに

筆者は、先に瀬戸内海沿岸の花崗岩を母材とするはげ山において、復旧工事施工後、森林が成立するのに伴う土壌諸性質の変化を、この地帯を総括した巨視的立場から考察した。^{1) 2)}

愛媛県越智郡島しょ部は、長年にわたり、はげ山復旧工事が実施され、一応緑化に成功している。大三島の調査結果³⁾ では、その成林率は約 90 % であるが、なかには生育がはばかしくないばかりでなく、次第に荒廃が進み、再びはげ山に戻りつつある所も見られる。復旧工事によって成林した林地の土壌でも、諸性質の回復の程度はごく僅かにすぎなかった。そこで、当地域の既往施工地の管理、あるいは復旧工法自体の再検討の資料とするため、かつてはげ山復旧工事が盛んであった大三島を選び、はげ山復旧工事により成林した林地が目標とすべき、天然生林地を調査することにした。ここに、その一部である土壌調査結果を報告する。

調査方法

1 調査地

愛媛県越智郡大三島の花崗岩地帯に成立する天然生林を選び、標準地を設けて林況調査と同時に、土壌調査を実施した。調査地の概況を表-1 に示す。

表 1 調査地の概況
Table 1 General description of studied areas

調査地と区分 Area	Sample plot		方位 Azimuth	傾斜角 Angle of inclination	標高	植生 (本数密度/ha) Vegetation (tree density numbers/ha)
	Sample plot	Sample plot				
台, 三島神社 Utena, mishima Shrine	A ₁	#9	N62°W	16°~40°	70m	Pt and Pd(2142), a, d, c, b
台, 地藏山 Jizo hill		#8	S30°W	30°	50m	Pt (3200), b, c, h
台, 山田 yamada	A ₂	#7	S45°W	37°	100m	Pd (2800), a, c, b, e, f, h
		#2	N48°E	35°	80m	Pd (2000), a, b, e, h, j
深山, 青蛙 miyama, Aogaeru	B	#1	S32°E	35°	230m	Pd (1500), a, c, f, g, h, i
		#10	S40°W	35°	210m	Pd (1300), a, c, g, l
滝山口 Takiyama guchi	C ₁	#3	S82°W	37°	100m	Pd (2000), a, b, c, d, f, h
行司田 Gyojida		#4	N52°W	37°	150m	Pd (2800), a, b, c, e, g, h
鷲頭山 mt, Washigato	C ₂	#5	S88°W	30°	250m	Pd (1400), a, b, c, k
		#11	S10°W	25°~35°	300m	Pd (4800), a(7639), b(3983), l
安神山 mt, Anzin	D	#12	S	15°~30°	240m	Pd (1400), a, b, c
		#6	S8°E	30°	230m	Pd (2600), a, b, f

Pt: Pinus Thunbergii Parl
Pd: Pinus densiflora S. et Z.
a: Eurya japonica Thunb.
b: Juniperus rigida S. et Z.
c: R. trichocarpa Miq
d: Vaccinium bracteatum Thub
e: V. oldhami Miquel
f: Dieranopteris linearis Underw
g: Rhododendron kaempferi Planch
h: Lyonia ovalifoliavar elliptica Hand
i: M. sinensis Anderss
j: Smilax china LINN
k: Trachelospermum asiaticum Nakai
l: Rhododendron dilatatum Miq.

Pt: クロマツ, Pd: アカマツ, a: ヒサカキ, b: ネズミサシ, c: ヤマウルシ, d: シャシャンボ, e: ナツハゼ
f: ヤマツツジ, g: ネジキ, h: コシダ, i: ススキ, j: サルトリイバラ, k: ティカカズラ, l: ミツバツツジ

この地区の天然生林で奥地にあるものは、利用上の立地条件が悪いため放置され、道路開通後も、治山思想の普及、燃料の変遷などもあって、未利用のまま今日に至ったものであろう。また、人里に近い天然生林は、神社所有であるか、岩石地等で生育が悪いため利用度が低いか、または信仰の対象となって未利用のまま放置され、長年月の間に次第に地力を増し、林木も生長するに至った所である。

A地域は、低起伏山地に属し、A₁は海岸に近い神社有林であるが、A₂は比較的奥地に在る。その他の地域は、本島の主峰・鷲頭山(436.8m)を中心に展開する中起伏山地に分布する。現在、D地域以外は車道沿線になっている。基岩は、A地域が軟質の広島型花崗岩で、B、CおよびD地域は細粒硬質の湯山型花崗岩である。

森林構成については、一部報告⁴⁾しているが、主林木であるマツ類について簡単に触れると、A地域は、小径木の本数割合と大径木の材積割合がきわめて大きい特異な組成を示し、B地域は、中・大径木が多い壮年期の林分で、マツ以外のヒサカキおよびネズミサシとの競合が著しく、D地域は、アカマツの閉鎖林分で、中層木や下層植生がきわめて少ない。各林分のマツ類の平均胸高直径および樹高を示すと、A地域(7.4cm, 4.7m)、B地域(21.2cm, 14.8m)、C地域(7.0cm, 6.3m)、D地域(13.6cm, 8.5m)である。

なお、この地区の1957~1972年の平均気候は、年平均降水量が、1200mm内外、年平均気温15℃程度、年平均最低気温11℃であるが、夏期(7~8月)の平均最高気温は31℃に達する。

2 試料土壌の採取

各調査林地内に標準地を数カ所選び、土壌断面を観察し、各層別に試料土壌を採取した。また、自然状態の理化学性を調べるため、400cc容採土円筒により、A層土上面から4cm深さまでの土壌を採取した。

3 分析方法

野外調査は、国有林野土壌調査方法書にもとづき行った。

化学的性質のうち、全窒素はKJELDAHL法、有機態炭素はTURIN法変法によりフェロイン(Q-Phenanthroline)を滴定指示薬として定量し、置換酸度は大工原法により、PH(H₂O)およびPH(KCl)は、風乾細土1に水2.5を加えて振盪した懸濁液および濾液について、ガラス電極PHメーターにより測定した。諸成分の含有率は、土壌乾物量に対する百分率で示した。

土壌の粒径組成はピベット法により測定し、各構成粒子の割合は土壌絶乾無機物に対する百分率で示し、土性は国際法によった。

自然状態の土壌の理化学性は、国有林野土壌調査方法書により測定し、測定値は、特にことわった場合を除き、細土の占める容積を基準にして示した。

結果と考察

1 土壌断面

各標準地内の、地表傾斜やその他の変化に対応した平均的土壌断面を図-1に示す。

一般に、落葉層の厚さ5~13cmであるが、植生の少ない地域や神社有林の一部で薄い。L層とF

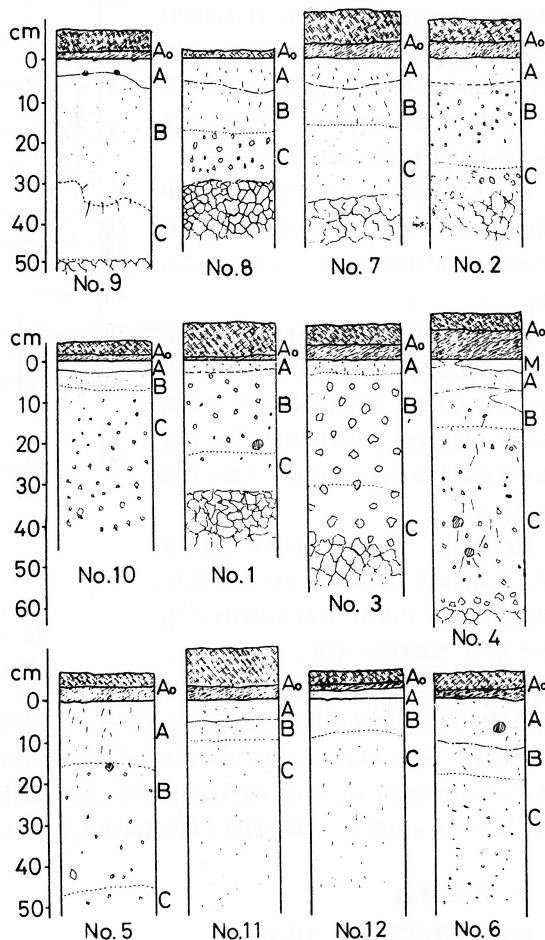


図-1 調査地の土壌断面

Fig. 1 Soil profiles of sample plots

層を区別できる例が多いがH層はごく薄い。燃料事情の変遷を反映し、一般に落葉の集積が助長されているものと思われる。

A層は黒褐色ないし褐色を呈し、厚さ2~13cmで、同一地域内でもかなり差があり、薄い層の地域では、B層との境が比較的明かである。B層の厚さは5~25cm程度で、地域による差が大きい、A層に比べればかなり厚く、C層との境は漸变的である。土壌の、まだ細粒化しない固形風化基岩までの深さは、30cmから1m以上に達している。菌糸網の発生は、一部層状を呈する外、A₁とC地域で、わずかにその影響が認められるにすぎない。これら土壌断面の形態の特徴は、典型的乾性土壌の示すものによく合致している。

2 化学的性質

細土の化学的性質を図-2に示す。

全窒素は、A層0.32~0.03%、B層0.14~0.01%で、平均値はA層0.14%、B層0.06%で、各層ともかなり低い値であって、はげ山復旧工事後林地の段上表層土壌の示す例¹⁾と大差がない。

有機態炭素は、A層5.97~0.86%、B層2.72~0.42%で、平均値はA層1.5%、B層は、その9分の5である。はげ山復旧工事施工後林地の土壌¹⁾に比べると、A層では上限が施工後40年前後の例にほぼ等しく、変動域はやや狭いが、B層での値は、施工地の上限值の近くに集まっている。

C/Nは、A層で10.4以上であるが、半数は20以上、平均20である。B層で約3分の2が20以上を示し、平均26である。

はげ山復旧工事施工後の林地の土壌の例¹⁾では、窒素がきわめて少ないため、C/Nがきわめて大きくなる場合があるが、その値を示す土壌の総量も少ないので、C/N値を論ずる意義が少ない。その点、天然生林地は異なる。

置換酸度は、A層で1例が30を越えるが、全試料の3分の2が15以上、平均15、B層は平均16である。これらの値は、C/Nとともに、当地域が一般に、雨量が少なく乾燥度が高いため、落葉その他の有機物の分解がおくれ、土壌の酸性化を継続強調していることを示している。

PHは、一部に4以下や5以下の例があるが、平均値はA層4.5、B層4.1で酸性はかなり強く、宮島の調査例⁵⁾4.2~4.5に類似する。はげ山復旧工事施工後土壌の調査例¹⁾では、のり切りなどで新鮮な母材から酸化が進むため、4.9~5.4が多く、天然生林ほど酸性化が進んでいないようである。

3 粒径組成

細土の粒径組成を図-3に示す。

粗砂は、A層で77~29%、B層で79~40%であるが、いずれも50~60%が多く、平均は58%内外である。細砂は、A層で30~12%、B層で32~12%で、ともに20%台が多く、平均は、23%である。微砂は、

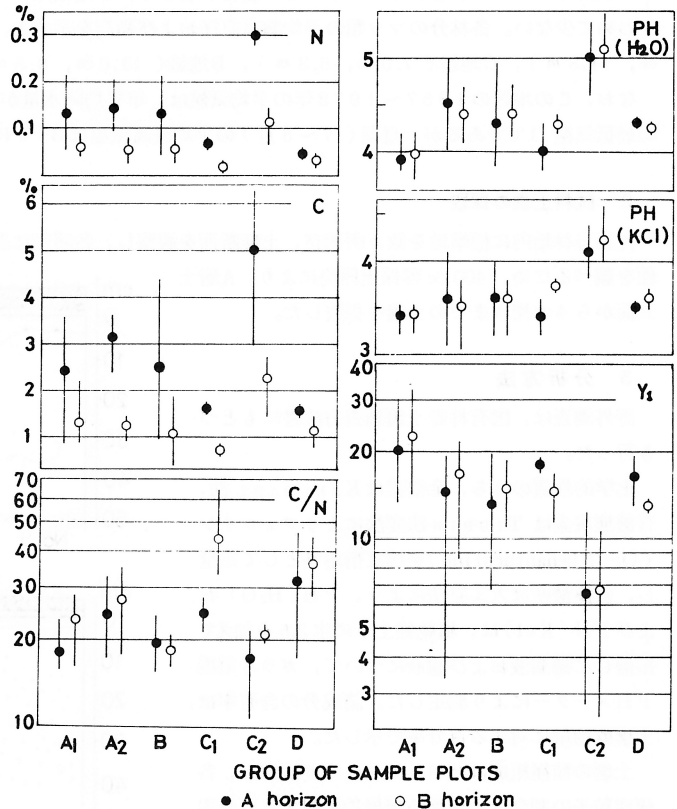


図-2 土壌の化学的性質
Fig. 2 Chemical properties of the fine soil

A層で30~5%, B層で28~5%で、ともに10%前後が多い。平均は11%内外である。粘土はA層で14~5%, B層で11~4%で、6%前後の例が多く、平均は7%内外である。C₂地域は、主峯鷲頭山の中腹にあり、近年林道が開通した所であるが、土壌が深く、粗粒分が少なく微粒分が多い点、他の調査地域と、やや趣を異にしている。

調査例は、砂分90~62%, 微砂分10%以上、粘土分5%以上が多く、国際法による土性区分によると、各層とも、砂質壤土(SL)であるか、壤質砂土(LS)と(SL)の組合せからなり、各層とも(LS)からなる所は少ない。ただ、C₂地域で、壤土(L)あるいは埴壤土(CL)がみられた。

はげ山復旧工事施工後土壌の例²⁾では、土性が類似するが、土壌の絶対量の差はもちろんであるが、砂分が93~79%で、天然生林地土壌とはやや異なっている。

4 自然状態の土壌の理学的性質

表層土の自然状態における理学的性は、A層が薄い例もあるが過半数はA層上部の土壌に関するものである。

原土容積組成を図-4で見ると、根は細根が主で3.5~5%, 石礫は24~5%で平均15%内外、細土は38~17%で平均27%, 石礫量の約1.8倍である。

次に、細土が占める容積を基準にした理学的性を表-2に示す。

(i) 細土の比重

細土の比重は2.42~2.62で、基岩の花崗岩の質の変化や、地域差などの影響は認められない。治山工の例²⁾では、表層土の施工後20年頃の値にほぼ相当する。

(ii) 採取時含有水分量

採取時含有水分量は、ほとんどが27~13%の間にあり、平均17.8%であって、治山工の例²⁾が主として18~8%であるのと比べ、かなり多い。

(iii) 最大容水量

最大容水量は71~40%, 平均51.7%である。菌糸網層は1例で、他に菌糸の影響のある土壌があるが、最大容水量に対しては、2.9%程度変化するにすぎなかった。C₂地域は平均値より高く、A₂地域は菌糸網が認められなかったが、40%台で、最低値を示した。はげ山復旧工事施工後の土壌の例²⁾では、54~28%が多く、菌糸網の発達が著しい例も見られ、その場合は20%以下を示し、本結果とかなり趣を異にしている。

湿潤率(最大容水量に対する採取時含有水分量の割合)を見ると、66~24%に分布するものの、大多数が48~30%で、比較的まとまった値を示している。しかし、木津川流域の天然生アカマツ林の例⁶⁾(60~70%)と比べるとかなり低い。治山工の例²⁾が60~10%に分散し、30%以下の例がかなり多いのに比べると天然生林地の湿潤率はやや高いといえよう。

採取時含有水分量と最大容水量との間の相関係数は0.7689、二三の偏った値を除けば0.8287となり、ほぼ比例的な変化の様相を見ることが出来る。

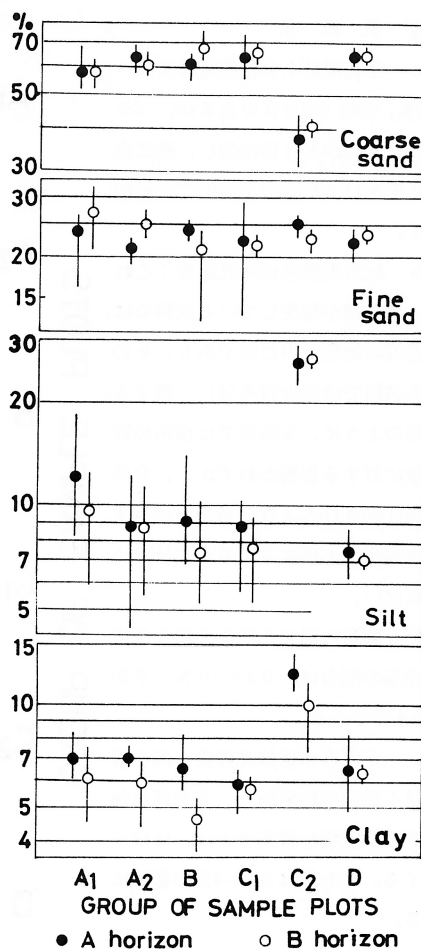


図-3 土壌の機械的組成

Fig. 3 Mechanical analysis of the fine soil

(iv) 孔隙量

a 全孔隙量：全孔隙量は78～56%，平均68.9%であるが、65%以上の例が80%に達し、施工後20年を越えた治山工の例²⁾と近似する。

b 最大毛管水保持孔隙量：これは、菌糸網が発生している試料では、蒸煮等の処理後得た値であり、その他の試料では最大含水量に一致する。前述のように、本結果では菌糸の含水量に対する影響がわずかで、全体的に区別されるような特徴を示さず、最大含水量と別に論ずる意義は認められない。

全孔隙量に対する最大毛管水保持孔隙量の割合は、92～56%，平均75.4%である。

c 非毛管水保持孔隙量と最小容気量：前項の結果から、非毛管水保持孔隙量と最小容気量とは、ほぼ一致する。その値は30～4%の範囲にある。

(v) 容積重

ほとんどが、90～60の間であり、平均は79である。はげ山復旧工事施工後林地土壌の例²⁾と異なる。

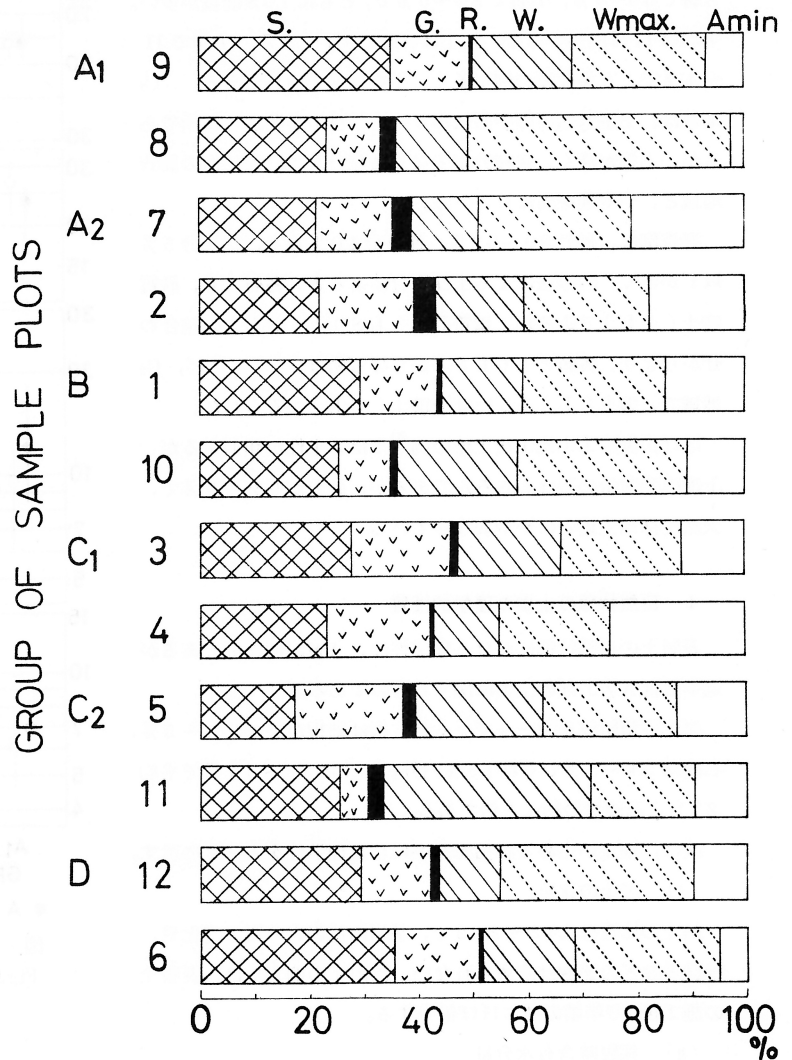


図-4 土壌の容積組成
Fig. 4 Volume composition of the soils

む す び

愛媛県越智郡大三島において、花崗岩地帯天然生林地の土壌を調査したが、土壌の養分、理化学性など、地域によってかなり差があるもの特に良い結果を示すとは言えない。しかし、土壌層の分化生成の度合は、治山施工地では段状部の表層の薄い土層に限られるのに対し、天然生林地では林地全面にかなり厚い土層が分化発達している点で、根本的に異なっている。したがって、養分量・理化学性など、林地全体について考えると、両者の間に著しい量の相異を示すもので、はげ山復旧工事施工後の林地土壌の到達目標として見た場合、天然生林地は、短年月では到達し得ない、かなり高い目標であることが判る。

表 2 自然状態の土壌の理化学性

Table 2 Physical properties of fresh soil in the natural condition

調査地 Sample plot Group, №	石礫率 gravel	比重 Specific gravity	採取時含有 水分量 W _n	孔隙量 porosity	最大容水量 W _{max.1}	容積重 volume weight	最小容気量 min. air capacity	湿度率 W _n /W _{max.1}	最大毛管水 保持孔隙率 P _{c-max.P}
9-1	17.13	2.61	21.93	58.65	50.33	107.93	8.32	43.58	85.80
9-2	13.14	2.62	21.40	56.25	52.25	114.63	4.00	40.95	92.90
A ₁ 9-3	13.53	2.59	17.04	66.72	50.34	86.20	16.38	33.85	75.46
9-4	31.80	2.61	17.42	72.30	46.34	72.31	25.96	37.57	64.10
8	10.70	2.42	27.18	73.57	71.33	63.96	2.24	38.10	96.95
7-1	16.87	2.55	14.92	73.62	48.78	67.28	24.84	30.58	66.26
7-2	14.23	2.55	15.61	74.83	44.66	64.19	30.16	34.94	59.68
A ₂ 2-1	22.83	2.55	16.81	71.30	43.77	73.18	27.53	38.40	61.39
2-2	22.20	2.51	20.39	71.76	49.61	70.88	22.16	41.11	69.13
1-1	17.01	2.61	17.50	65.31	48.31	90.54	17.00	36.21	73.98
1-2	15.04	2.52	24.76	75.12	53.16	62.71	21.96	46.57	70.77
B 10-1	15.81	2.62	10.77	63.21	43.64	96.40	19.57	24.68	69.05
10-2	10.55	2.60	24.67	71.41	59.36	74.34	12.05	41.56	83.13
3-1	22.57	2.56	23.49	65.50	51.19	88.31	14.31	45.89	78.15
C ₁ 3-2	30.15	2.60	18.25	65.49	45.48	89.74	20.00	40.11	69.46
4	23.82	2.61	14.73	70.96	40.15	75.80	30.81	36.70	56.59
5-1	25.60	2.41	30.11	77.91	61.50	53.24	16.41	48.94	78.94
C ₂ 5-2	7.33	2.53	25.27	76.43	57.06	59.62	19.37	44.29	74.66
11	5.51	2.52	40.93	72.02	61.72	70.52	10.30	66.32	85.70
12	14.78	2.57	13.26	65.83	54.21	87.81	11.61	24.46	82.35
D 6	18.48	2.58	20.05	57.62	51.62	109.33	6.01	38.83	89.58

細土の占める容積に対する値, each analysed value based on the volume occupied by fine soil

- 1) 中島武・伏見知道：瀬戸内はげ山復旧工事後の土壌(I) 日林誌**51**：175～182, 1969
- 2) 中島武・伏見知道：瀬戸内はげ山復旧工事後の土壌(II) 日林誌**51**：274～279, 1969
- 3) 中島武・伏見知道：越智郡島しょ部におけるはげ山復旧工事失敗地調査, 未発表
- 4) 紫垣英道・伏見知道・中島武：瀬戸内島しょ部における治山工事の目標とすべき天然生林について
日林関西支講**23**：217～218, 1972
- 5) 山田藤吾・伏見知道：瀬戸内海沿岸花崗岩地帯のマツ林土壌の塩素の分布とマツ材および葉中の塩素について.
愛媛大演報**6**：16～17, 1969
- 6) 石橋秀弘：木津川流域砂防林生育調査報告書(III) 木津川砂防工事事務所, 1961

(1975年7月28日受理)