

山地荒廢の土性的考察

主として粒度組成及び稠度相について

辰野良秋・堀内照夫

Studies on the Soil Properties of Denuded Forest Land:

Soil Grain Texture and Consistency Appearance.

Yoshiaki TATSUNO, Teruo HORIUCHI

I 緒 言

我々の対象とする山地荒廢は、山地塊の崩落による山地崩壞(山崩れ)、滑動による地じり、土壤侵蝕、禿藪荒廢の四つに大別される。そしてその發生は多くの素因、誘因によるものであるが、その中土壤の如何なる性質がこれ等の山地荒廢と最も密接に関係するかという問題が荒廢防止の基礎的問題として取り上げられる。

土壤侵蝕については古くより土壤の水侵蝕に対する安定性が土性の面から研究され、所謂受蝕性指標として發表されている。そしてこれ等指標に示されている考え方の中には、土壤侵蝕、流亡だけでなく崩壞、地じり、禿藪荒廢の指標ともなり得ると思われる因子が見られるので、廣く山地荒廢を対象として考察したならば、荒廢防止の指針とする事が出来るのではなからうかと考え、現在長野縣下において各種の山地荒廢を起している箇所を選定して土壤を採取し、土質試験を実施し、土性——特に粒度組成及び稠度相について比較考察を試みた。然しながら土壤は、或る種のを除いては極めて不均質でしかも自然状態においては地質構造的にも、又氣象關係からも色々の作用を受け、その性状は複雑を極めていたのであつて、限られた試料についての試験結果から、動的、連続的である荒廢問題を推測する事は不当に近い。ましてこの土質試験は、自然土そのものについて行つたものでなく、亂された土壤即ち土壤の構成材料としての土壤について実施したもので、單に土壤構成材料としての土性の一端を示すに過ぎないかも知れない。然しこの種の土性については既に道路工学において構築材料の面から廣く実験されており、その結果に基いて合理的な工事が行われている。さればそれ等を参考にして試験を行い、土性の一つ一つを知る事によつて山地荒廢との關係を明かにする事が出来るならば、砂防の面において益するところのもの大なるを期待し本試験を実施し考察を試みた。御叱責を頂ければ幸甚である。

なお本考察は長野縣治山課の委嘱によるもので、御便宜を興えられた長友治山課長、伊藤主任技師並に係員、又試料採取等について御世話願つた縣下各地方事務所林務課長並びに係員及び犀川砂防事務所田邊所長並びに所員の方々に感謝の意を表する、

II 試料採取及び試験方法

山地荒廢が崩壞、地じり、土壤侵蝕、禿藪荒廢に大別される事は前に述べた。これに従つて、長野縣下の山地荒廢を見ると、

- (1) 三紀層地じり(上水内郡下裾花川流域地帯、更級郡信里村、北安曇那八坂、廣津、陸郷の諸村及び東筑摩郡生坂、東川手、坂北、本城の諸村)
- (2) 地じり性崩壞(破砕帯地じり)(下伊那郡遠山川流域主として上、大鹿村及び上伊那郡三峯川流域伊那里、美和、三義の諸村)
- (3) 洪積層の崩壞(下伊那郡喬木、河野、龍丘、龍江、上久堅の諸村)
- (4) 酸性火山岩地帯の土壤侵蝕(長野市周邊、上水内郡小田切村、更級郡信里、共和、桑原の諸村)
- (5) 禿藪荒廢(東筑摩郡錦部、中川、会田、本城、坂井の諸村——玢岩、及び諏訪湖周邊の諸村——安山岩)

以上の如くである。勿論これは長野縣下における山地荒廢の全てではないが、大きく取上げられている代表的な荒廢地である。これ等については既に原因乃至防災対策に關する調査報告がなされているが総合的な研究は行われていない様である。そこでその關係を土性の面から比較考察するため上記の地域より任意抽出の方法に準じて土壤を採取した。

土質試験に供した試料は次の通りである。

供 試 土 壤 一 覧 表

地層・基岩	山地荒廢の種類	採取地名	採取方法
三 紀 層 (泥岩, 頁岩)	地 じり	北安曇郡 八坂村 陸 郷 村 東筑摩郡 東川手村	1. 各村より3ヶ所の地点(部落)を選定した。 2. 地表下30cmより1ヶ所当り約3kgを採取した。
破 碎 帶 (結晶片岩)	地じり性 崩 壊 環	上伊那郡 伊那里村 美 和 村 三 義 村	1. 各村に於て著明な崩壊地を選定した。 2. 各々より3ヶ所を選び上記と同一方法によつた。 3. 伊那里(フオルンヘルス) 美和(石墨片岩) 三義(紅礫片岩)
洪 積 層 (花 崗 岩)	崩 壊 侵 蝕	下伊那郡 喬 木 村 九十九谷 喬 木 村 鞍馬 三 義 村	1. 砂質層(龍丘村), 礫質層(九十九谷), 砂礫質層(鞍馬)の3ヶ所より採取した(地表下30cm~200cm)
酸性火山岩 (斜長石質石英 粗面岩松脂岩)	侵 蝕	更級郡 共和村 桑 原 村 上水内郡 小田切村	1. 共和村(A, B)及び桑原村は主として斜長石石英粗面岩, 共和村(1, 2)及び小田切村は主として松脂岩よりなり, 各々について2ヶ所宛計8ヶ所を選び採取した。
玢 岩	禿 嶽	東筑摩郡 錦 部 村 富士塚 錦 部 村 反町 会 田 村	1. 全面的に禿嶽地化しているので, 様相の異なる地区3ヶ所を選び各地区より採取部位を異にして。(山頂部, 中腹部, 山脚部)上記と同様に採取した。

実施した試験の種類は、物理的性状を示すものとして、(1)粒度組成(篩分析、淘汰分析)、(2)分散度、(3)均等係数(4)土粒子の比重、(5)収縮比、(6)粘土量、(7)含水比(自然土及び風乾土の含水比)

稠度相及び対水分試験は、(1)容水量、(2)容水量/自然土の含水比、(3)収縮限界、(4)流出(液性)限界、(5)塑性限界、(6)塑性指数、(7)流出限界/自然土の含水量である。

試料の調整及び試験方法は、日本工業規格、日本農学会法に依つた。

Ⅱ 試験の結果及び考察

前項において述べたが、試験の結果を普遍的ならしめるため、少数例の推測統計により、個々の試験結果—土性—について一様性、獨立性の檢定を適用した。従つて總括的な試験結果は別表とし、本論においては重複はするが試験種別毎に取纏めて述べる、而してこの考察は、山地荒廢の様相、發生原因、擴大經過等現地の視察によつて推定し、或は知れるところの概念を基準にし、実験の結果得られた土壤の性質についての比較検討を主体とした。

(1) 粒度組成について

土壤が岩石の風化生成物である事及びその粒度組成分布が場所によつて、即ち基岩の種類によつて著しく異なる事は周知の事である。これは岩石の風化過程が夫々の特異性をもつ事によつて生ずる現象である。粒度組成分析の結果によると、三紀層の頁岩、泥岩は、基岩—(砂利)—粘土に風化し、破碎帶(結晶片岩)では、基岩—(礫砂)—粘土に変化する。

花崗岩の深層風化を受けたものは(洪積層がこれに当る)基岩—礫—砂或は、基岩—砂という風化過

程をたどる。酸性火山岩地帯では、花崗岩と同じ様に、基岩（礫）一砂に風化する。又玢岩は、基岩一岩塊（礫）一砂利一（粘土）に風化するという現象を説明する事が出来る。これは全ての岩石についても考えられる事でこの岩石の風化過程を岩石風化の不連続性と言っている。即ち岩石が風化作用を受けて細粒化される過程を、基岩一岩塊一礫一砂利一砂一粘土の順序に、同じ割合に起きると考えた場合これを岩石の連続的風化過程と言うのである。然しながら実際にはこの様な規則的な風化過程を示す岩石は極めて稀で、殆んどが前述の如き変則的なつまり不連続な過程を示すのである。こゝに土壤が如何に不均質なものであり、土性が複雑性を示すかという原因が存在するわけである。粒度組成試験はこの風化過程の不連続性を知る事が出来る。而してこの粒度組成のみによつて山地荒廃との諸問題を解決する事は出来ないが、礫の含有量、粘土量、岩塊の存在等を知る事によつて、土壤の水侵蝕に対する或は又滑動、崩落に対する関係を説明する事が出来るのであつて、土性の重要なそして基礎的な因子として考えなければならない。そしてその関係は粘土量、均等係数について後に一例として説明する。

以下地層と粒度組成、更に基岩と粒度組成について詳しく考察する。

粒度組成は篩分析と淘汰分析によつたが、その中篩分析は、0.075mm以下、0.075~0.40、0.40~0.85、0.85~2.00、2.00~4.85、4.85~10.00、10.00~20.00、20.00~40.00、40.00以上について篩分け、礫（2.00mm以上）、細土（2.00~0.40）、粘土（0.40以下）として重量百分比で示した。この分け方は通常2.00mm以上を礫と稱する事によりこれを基準とし、0.40mm以下の粒子については、他の土性試験を実施する場合の供試土壤が、0.40以下の土粒子を使用するのでその意味からこれを区分し、その間をとつて細土としたものである。各地の粒度組成は別表の如くで、それについて独立性の検定を適用して各試験地（地層、基岩）毎に構造性を考察した。

計算値	地層・基岩				
	三紀層	破砕層	洪積層	酸性火山岩	玢岩
χ^2	21.97 [*]	54.94	273.95	>23.68	132.79
$\Pr(\chi^2 \geq Q) = 0.05$ におけるQの値	23.68	26.30	28.87	23.68	56.30

その結果は上表に示す通り、三紀層にのみ有意性が認められるだけで、他のものには認められない。即ち三紀層では何れの地域より試料を採つてその粒度組成を調べても、互に関係のある事を示し、この地帯の粒度組成は近似性（普遍性）を示す。従つて三紀層の粒度組成は何個かの試験の結果を平均する事によつて定量的に示し得る、他においては、試料毎に独立的であつて同一地層基岩内の相互の間に関連が認められず、従つてこの場合にはその地の粒度組成は定量的に示し得ないで大畧の範囲を知るに過ぎない。

淘汰分析については、農学会法により、礫（2.00mm以上）、粗砂（2.00~0.25）、細砂（0.25~0.05）、微砂（0.05~0.01）、粘土（0.01以下）に分析し重量百分比で示した。この結果について前と同様独立性の検定を適用すると。

計算値	地層・基岩				
	三紀層	破砕帯	洪積層	酸性火山岩	玢岩
χ^2	57.94	115.28	>146.13	90.53	182.55
$\Pr(\chi^2 \geq Q) = 0.05$ におけるQの値	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34

以上の如くで、この場合には何れにも粒度組成の近似性（普遍性）は認められず、従つて代表的な数値で組成を示す事が出来ない。而して同一岩石よりなる試料の間には次に示す如く有意な関係の認められるものが多く、認められないものも試料採取方法に一定の規準が保たれなかつた為で、一般的には岩石風化の不連続性を定量的に示す事が出来る。云いかえると、同一岩石よりなる地層の土壤はその粒度組成において近似的で、これを定量的に示す事が出来る。

前述の如く土壤の粒度組成は、同一岩石地にその近似性は認められるが、二種以上の岩石よりなる一

般の山地土壌には近似性を認める事が出来ない。これは土壌の生成が單に岩石の細粒化によつてのみ行われるものでなく他の理化学的作用を受けるものである事及び、土壌の不均質性、複雑性を如実に示すものである。従つて縣下の各種荒廢山地についてその粒度組成を示す粒度加積曲線を一つの代表的な曲線として示す事は出来ない。然しながら土性の基礎的な性状を示すこの曲線を欠く事は片手落であるので一つの粒度加積曲線として次に示す。これは篩分析の結果に基いてその含量についての重量百分比で示した。

地層・基岩	判定	岩石名	計 算 値	
			χ^2	$\Pr(\chi^2 \geq Q) = 0.05 Q$
三 紀 層	※	(東川手村)	9.93	15.51
		(八坂村)	21.27	15.51
	※	(陸郷村)	5.96	9.49
破 碎 帶		フオルンヘルス	26.75	15.51
	※	石 墨 片 岩	7.27	15.51
	※	紅 簾 層 岩	7.88	15.51
洪 積 層	※	砂 礫 層	4.74	15.51
酸性火山岩	※	松 脂 岩	20.07	21.03
		石 英 粗 面 岩	35.81	21.03
玢 岩		(穴 沢)	34.47	15.51
		(富 土 塚)	19.29	15.51
		(反 町)	41.17	15.51

註 ※は5%の危険率で有意性が認められる。

(2) 稠度相について

本試験の目的は緒言において述べた様に、山地荒廢は気象、地質構造、地形その他が原因して發生するものであるが、これ等の因子を考えないで、只土壌の性質の面のみを考え、荒廢山地の土性を知り、更に山地荒廢と土性との間に如何なる関係があるかという問題を

明にする事である。こゝに土壌の稠度相とは、土壌が含有水分の変化に対して呈する各々の様相—固休状—半固休状(粉体状)—塑性状—流体状(液状)—を稠度相といひ、各稠度相間を稠度限界と稱し、夫々收縮限界、塑性限界、流動(液性)限界なる名稱が與えられている。

以下土壌の基礎的な性質と併せて稠度相試験の結果について考察する。

$$(イ) \text{分散度} = \frac{\text{機械分析による粘土量}}{\text{淘汰分析による粘土量}}$$

土壌の粒度組成を機械的に分析したものと、化学處理を加えて土粒子を分散せしめてその組成を分析したものとを比一分散度—は、土粒子の水侵蝕に対する安定性の指標となり得る。即ちこの値の大なる程侵蝕に対する抵抗力は強いと言う事が出来視察の結果とも一致している。各地の分散度についてその差を検定すると次に示す如くである。

土性 地層・基岩	分散度 = $\frac{\text{機械分析による粘土量}}{\text{淘汰分析による粘土量}}$										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三 紀 層	0.71	0.72	0.67	0.77	0.79	0.71	0.67	0.70			0.72
破 碎 帶	1.04	0.58	0.61	0.81	0.72	0.56	0.60	0.55			0.69
洪 積 層	0.79	0.79	0.65	0.80	0.77	0.79	0.63	0.60	0.39	0.75	0.70
酸性火山岩	0.63	0.86	1.02	0.68	0.53	0.53	0.46	0.63			0.66
玢 岩	0.38	0.34	0.44	0.37	0.34	0.25	0.24	0.40	0.67		0.38

註 従来の発表によると粘土量を0.05mm以下の粒子としているが、本試験は粒径0.25mmとした。

一様性の検定によると各地の分散度に有意な差が認められるが、個々について比較すると玢岩の禿

要因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群間	7025	4	1727	9.17 ^{***}
誤差	7327	39	188	
全	14352	43		

	玢岩	酸性火山岩	洪積層	破砕帯
三紀層	25.50 ^{***}	0.61	0.11	0.18
破砕帯	26.67 ^{***}	0.14	0.04	
洪積層	24.98 ^{***}	0.25		
酸性火山岩	18.00 ^{***}			

地と他のもの間に有意な差が認められるのみであるが、試験方法、試料採取について検討を加えなければならない問題が残されているのでこの点を改善すれば有為な指標となり得ると推定される。

註 2. *** は1%の、* は5%の危険率で有意の差が認められる。以下同様

$$(ロ) \text{均等係数} = \frac{60\% \text{の粒徑}}{10\% \text{の粒徑}}$$

粒度加積曲線より求められるこの係数は、土壤の構造性を示すもので、1.0に近い程粒度組成は一樣で、反対に大なる程複雑性を示すものである。而して均等係数の大なる程組成的に不安定であると即断することは早計の謬は免れ得ないが、この均等係数と粒度加積曲線（粒度組成）とを併せ考察すると山地荒蕪との関係を見出す事が出来る。試験の結果は次の通りである。

土性 地層・基岩	均 等 係 数										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三紀層	30.0	4.6	4.2	10.9	21.4	16.0	11.8	13.8			14.1
破砕帯	15.0	42.1	29.6	63.3	60.0	34.0	20.4	24.8	42.8		36.9
洪積層	98.2	109.5	47.6	7.6	66.7	130.0	7.8	8.5	8.3		53.6
酸性火山岩	16.3	12.6	40.0	17.0	11.4	28.0	15.7				20.1
玢岩	14.8	11.3	18.3	22.7	16.9	10.7	7.3	11.2	13.4		14.1

要因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群間	1034465	4	258616	4.13 ^{***}
誤差	2316325	37	62617	
全	3351290	41		

	玢岩	酸性火山岩	洪積層	破砕帯
三紀層	0.01	0.22	10.60 ^{***}	3.53
破砕帯	3.75	1.77	2.02	
洪積層	11.26 ^{***}	7.07 [*]		
酸性火山岩	0.24			

この数値について一樣性の検定を適用すると表の通りで個々に比較すると洪積層地域にのみ稍特異性が認められるのみで他のもの間には有意性が認められない。

(ハ) 土粒子の比重

土粒子の比重は組成礦物によつて異り、土壓、滑動モーメント、斜面の安定等の計算因子で、土壤の特性試験の基礎数値の中重要なものの一つである。近似値計算による試験の結果は次の通りである。

土性 地層・基岩	土 粒 子 の 比 重										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三紀層	2.72	2.55	2.60	2.61	2.65	2.62	2.73	2.58			2.63
破砕帯	2.78	3.13	3.03	2.78	2.63	2.70	2.86	2.70	2.63		2.79
洪積層	2.63	2.85	2.85	2.50	2.78	2.70	2.63	2.70	2.70	2.70	2.71
酸性火山岩	2.09	2.08	1.75	2.17	2.44	2.13	2.63	2.70			2.37
玢岩	2.63	2.63	2.56	2.63	2.38	2.56	2.70	2.70			2.59

検定によると、有意性が認められるが、個々の間には、表に示す如く、酸性火山岩地帯の土粒子が最

も小さく 2.73 を示して他のものとの間に有意の差が認められ、破碎帯と珓岩に有意の差が認められる以外は差が認められない。

要因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群間	8328	4	2082	7.83 ^{***}
誤差	10357	39	266	
全	18685	43		

	珓岩	酸性火山岩	洪積層	破碎帯
三紀層	0.23	23.31 ^{***}	0.88	3.93 ^{***}
破碎帯	6.69 ^{***}	28.03 ^{***}	1.39	
洪積層	2.18	18.33 ^{***}		
酸性火山岩	7.75 ^{***}			

山地荒廃との関係については、前述の如く重要な因子となる外、侵蝕作用に対してその小なるもの程影響は強く、流出土砂の掃流力にも関係する。

(=) 収縮比

容積の変化とこれに対応する収縮限界以上の含水量の変化との比で、乾燥土塊の見掛け比重に等しく、この値の大なる程収縮、膨脹性の強い事を示す。試験の結果及び一様性の検定による関係は次に示す如くで、相互の間にも強く有意性が認められる。

土性 地層・珓岩	収縮比										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三紀層	1.74	1.80	1.86	1.83	1.82	1.79	1.94	1.87			1.83
破碎帯	1.71	1.62	1.64	1.58	1.60	1.75	1.64	1.52	1.41		1.62
洪積層	1.55	1.58	1.51	1.63	1.65	1.60	1.52	1.56	1.65	1.57	1.58
酸性火山岩	1.29	1.26	1.00	1.31	1.41	1.60	1.46	1.49			1.35
珓岩	1.48	1.70	1.83	1.62	1.61	1.64	1.60	1.75	1.54		1.64

要因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群間	9383	4	2346	18.91 ^{***}
誤差	4816	39	124	
全	14199	43		

	珓岩	酸性火山岩	洪積層	破碎帯
三紀層	12.34 ^{***}	74.17 ^{***}	22.31 ^{***}	15.32 ^{***}
破碎帯	0.17	24.24 ^{***}	0.50	
洪積層	1.33	18.87 ^{***}		
酸性火山岩	23.45 ^{***}			

(ホ) 粘土量

粒度組成については前述した通り、或る地域の土壤の粒度組成は近似性を示す場合が稀で、大方はそれを定量的に示し得ない。従つてこの様な場合廣さをもつた地域の代表的な粒度加積曲線を示す事が出来ない。而して土壤の他のあらゆる性質に影響を及ぼす粘土量を比較する事は粒度組成を比較する一方法としても必要であると思う。淘汰分析による微砂、粘土の含量を粘土量として比較した。試験の結果及び一様性の検定を次に示す。

土性 地層・珓岩	粘土量										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三紀層	51.6	62.2	66.8	73.8	49.4	59.9	62.5	60.5			60.8
破碎帯	2.4	18.0	20.1	11.2	21.3	16.6	42.2	46.2	29.7		23.9
洪積層	11.6	14.0	19.8	16.0	7.4	7.6	30.4	16.8	58.7	10.5	19.3
酸性火山岩	9.8	14.9	8.7	17.4	23.4	19.3	40.1	16.5			18.8
珓岩	69.0	33.6	60.6	16.0	40.2	37.0	60.1	21.7	28.7		41.1

個々について比較すると次表の如くで、三紀層、珓岩地帯、其の他（洪積層、破碎帯、酸性火山岩）に大別され、夫々の間に有意な差が認められる。そして粘土量の多い程塑性指数は大きく両者の間には

一定の關係が認められる。

要 因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群 間	1093426	4	273357	13.83 ^{***}
誤 差	750969	38	19762	
全	1844395	42		

	玢 岩	酸性 火山 岩	洪 積 層	破 碎 帶
三 紀 層	8.34 ^{***}	35.89 ^{***}	38.80 ^{***}	27.64 ^{***}
破 碎 帶	6.32 ^{***}	0.53 ^{***}	0.47 ^{***}	
洪 積 層	11.39 ^{***}	0.01 ^{***}		
酸性火山岩	10.68 ^{***}			

(へ) 自然土の含水比

土壤は水分の變化に従つて非常にその性質を変えるものであり。更に他の土性因子例えば、流出限界、容水量、收縮限界等に対する自然土の含水比との比或は差が、山地荒廃に関する指標として考えられる。従つて基礎的な性質の一つとして重要視されなければならない。試験の結果を次に示すが、破碎帯に変化の多い点が特に注目される。

土 性 地層・基岩	自 然 土 の 含 水 比										平 均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三 紀 層	32.3	34.4	29.0	24.0	23.9	24.8	29.7	20.5			27.3
破 碎 帶	4.7	22.4	12.9	10.6	5.9	5.1	25.4	20.0	26.4		14.8
洪 積 層	16.2	15.2	17.8	18.9	11.8		15.1	21.6	31.7	10.8	17.7
酸性火山岩	11.6	13.5	8.5	10.7	18.5	23.3	14.2	23.5			16.7
玢 岩	20.7	19.8	20.6	17.9	14.9	22.9	30.2	19.8	26.3		21.5

要 因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群 間	81217	4	20304	4.98 ^{***}
誤 差	155080	38	4081	
全	236297	42		

	玢 岩	酸火 性山 岩	洪 積 層	破 碎 帶
三 紀 層	3.58 ^{***}	11.01 ^{***}	9.66 ^{***}	16.20 ^{***}
破 碎 帶	4.85 ^{***}	0.38 ^{***}	0.90 ^{***}	
洪 積 層	1.57 ^{***}	0.06 ^{***}		
酸性火山岩	2.33 ^{***}			

一様性の検定によると次の如くで有意性が認められ、個々について比較すると左の通りである。

(ト) 風乾土の含水比

土性の基礎的なものの一つとして試験及び一様性の検定の結果を次に示す。

土 性 地層・基岩	風 乾 土 の 含 水 比										平 均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三 紀 層	3.9	4.5	4.1	3.7	3.0	2.9	4.2	2.0			3.5
破 碎 帶	1.8	2.0	1.5	1.7	2.3	1.7	6.8	5.4	8.8		3.5
洪 積 層	1.8	2.2	2.7	3.1	2.1	1.9	3.0	3.3	5.7	1.9	2.8
酸性火山岩	0.4	0.7	2.6	1.6	8.9	9.8	4.2	4.5			4.1
玢 岩	10.8	4.3	4.8	6.1	4.8	7.3	6.9	5.5	7.4		6.4

要 因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群 間	7234	4	1809	3.62 ^{***}
誤 差	19505	39	500	
全	26739	43		

	玢 岩	酸火 性山 岩	洪 積 層	破 碎 帶
三 紀 層	7.10 ^{***}	0.24 ^{***}	0.52 ^{***}	0.00 ^{***}
破 碎 帶	7.74 ^{***}	0.29 ^{***}	0.50 ^{***}	
洪 積 層	12.71 ^{***}	1.54 ^{***}		
酸性火山岩	4.66 ^{***}			

(チ) 容 水 量

粒徑 2.00mm以下の細土について試験した結果は次に示す如く、試料間に有爲な差が認められない。容水量は土壤

の粒度組成によつて変るものでなく、他の化学的因子例えば、有機物等によつて左右されるものではなからうか。従つて有機物の少い荒廃山地の土壤には明確な差が現われなかつたものと思われる。又荒廃山地土壤に対する試験としては農学会法による試験方法をそのまま使用するのは不合理で、この場合砂、礫を除外しないでする他の方法を考えるべきであると思われる。試験の結果及び一様性の検定表を次に示す。

土性 地層・基岩	容 水 量										平均	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
三紀層	44.9	46.3	45.7	45.6	38.2	41.9	43.2	24.3				41.3
破砕帯	33.8	41.2	41.0	27.2	37.4	32.5	49.5	45.1	55.3			40.3
洪積層	34.1	30.9	38.6	38.6	28.3		39.4	36.7		31.1		34.7
酸性火山岩	32.3	33.5	32.7	35.8	47.9	54.3	55.7	45.6				42.2
玢岩	46.2	39.8	37.8	37.7	42.7	48.7	52.1	39.7	53.8			44.2

即ち、各地に有意の差が全く認められない。

要 因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群 間	42134	4	10534	1.85
誤 差	210754	37	5696	
全	252888	41		

	玢岩	酸性火山岩	洪積層	破砕帯
三紀層	0.09	0.06	3.53	0.06
破砕帯	1.20	0.26	2.35	
洪積層	6.72	3.91		
酸性火山岩	3.00			

(リ) 容水量
自然土の含水比

一般的にこの値を考えるならば、透過能を知る目安となり得るのであるが、含水量には有為な差が認められないので、結局自然土の含水比の大小に従つてそのまゝ示される事になる。而してこの数値のみを考察すれば、破砕帯、酸性火山岩地帯、洪積層、玢岩、三紀層の順に透過能が減退する事を示し視察によるところの透過能の良否と一致し、更に破砕帯に地入り性の崩壊が発生し、降雨後相等期間経過した後に三紀層に地入りが起るとい現象を説明する事が出来るが、更に検討すべき問題である。

参考として、試験の結果及び一様性の検定表を次に示す。

土性 地層・基岩	容 水 量										平均	
	自然土の含水比											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
三紀層	1.4	1.3	1.6	1.9	1.6	1.7	1.5	1.2				1.5
破砕帯	7.2	1.8	3.3	2.6	6.3	6.4	1.9	2.3	2.1			3.8
洪積層	2.1	2.0	2.2	2.0	2.4		2.6	1.7		2.9		2.4
酸性火山岩	2.8	2.5	3.8	3.3	2.6	2.3	2.3	2.0				2.7
玢岩	2.2	2.0	1.8	2.1	2.9	2.1	1.7	2.0	2.0			2.1

要 因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群 間	2379	4	595	5.04
誤 差	4364	37	118	
全	6742	41		

	玢岩	酸性火山岩	洪積層	破砕帯
三紀層	1.14	4.68	2.38	17.86
破砕帯	10.52	4.01	6.96	
洪積層	0.26	0.38		
酸性火山岩	1.34			

(ヌ) 収縮限界

土壤中の空隙を完全に充たすに要する水分量を含水比で表わしたもので、土壤はこの含水量より増加すれば膨脹するが、減少しても容積は減らない。これは毛管力によつて起る現象で、この数値の大なるものは毛管壓

力が小さい。即ち毛細管隙が大きく間隙率が小さいと推定出来る。従つてこの数値の小さいもの——粘土を多く含む土壤と一致する。程霜柱凍上の害を受け易いという事が出来る。試験の結果及び一様性の検定表を次に示すが、三紀層が特に此のものに比較して低い数値を示す。又これを自然土の含水比と対比して知れる事であるが、三紀層以外のものは自然状態において容積の変化（表土の変化）が殆んどないと推定されるが、三紀層においては表土の膨脹、収縮性に富んでいる事が知られる。

土性 地層・基岩	収 縮 限 界										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三 紀 層	20.7	16.4	15.3	16.3	17.1	17.8	14.9	14.8			16.7
破 碎 帯	22.0	29.6	28.2	27.3	25.4	19.9	26.4	28.9	32.9		26.7
洪 積 層	26.5	27.7	30.5	21.2	25.2	25.5	27.9	27.2	23.8	26.6	26.2
酸性火山岩	30.0	30.6	42.8	30.9	20.0	15.6	30.0	29.7			28.7
玢 岩	29.8	20.5	16.3	22.7	23.9	19.0	23.6	19.6	27.6		22.6

要 因	自 乗 和	自 由 度	不 偏 分 散	分 散 比
群 間	73868	4	18467	8.87 ^{***}
誤 差	81204	39	2082	
全	155072	43		

	玢 岩	酸火 性山 岩	洪積 層	破 碎 帯
三 紀 層	7.66 ^{***}	27.83 ^{***}	19.46 ^{***}	20.63 ^{***}
破 碎 帯	3.77	0.78	0.06	
洪 積 層	3.03	1.32		
酸性火山岩	7.68 ^{***}			

(ル) 流出限界

土壤が流動性を呈する様になるときの含水比即ち、土壤中の水分の三つの状態——附着水、毛管水、自由水——の中附着水と毛管水のみをもつときの限界水分を含水比で示すもので、高い流出限界をもつという事は、土粒子が細かくて表面積に富み間隙が多く、従つて不安定でスポンジ状になり易い事を意味する。試験の結果及び一様性の検定表は次に示す如く、各地域に有為な差は認められない。

土性 地層・基岩	流 出 限 界										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三 紀 層	39.5	42.0	46.8	44.5	30.8	31.5	28.3	32.2			38.2
破 碎 帯	23.8	39.8	37.3	33.1	38.6	28.3	50.0	44.4	59.8		39.5
洪 積 層	27.3	33.0	33.5	36.5	31.5	30.1	32.1	45.0	58.5	30.2	35.8
酸性火山岩	33.9	34.3	32.5	29.7	54.7	51.5	49.4	57.0			43.2
玢 岩	41.3	36.7	32.0	44.7	4.00	53.0	54.0	65.4	43.8		46.3

要 因	自 乗 和	自 由 度	不 偏 分 散	分 散 比
群 間	63929	4	15982	1.69
誤 差	367811	39	9431	
全	431740	43		

	玢 岩	酸火 性山 岩	洪積 層	破 碎 帯
三 紀 層	2.96	0.94	0.28	0.07
破 碎 帯	2.25	0.39	0.68	
洪 積 層	5.59 ^{***}	2.64		
酸性火山岩	0.43			

(ヲ) 塑性限界

土壤が塑性を保つに必要な最少限度の水分量を含水比で示し塑性限界としている。塑性とは、容積を殆んど変えないでその形状を任意に且つ恒久的に変える事の出来る性質を言う。試験の結果及び一様性の検定によると次の通りで、三紀層と他のものの間に有意な差が認められ、三紀層土壤が他のものに比較して非常に塑性が低いという事が出来る。そして自然土の含水比と対比して考察すれば、この場合三紀層のみ自然状態において塑性を示すが、他は粉体か、半固体状を示し塑性を持たない事が知られる。

土性 地層・基岩	塑性限界										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三紀層	25.1	22.1	21.9	23.2	20.7	20.9	22.4	16.8			21.6
破砕帯	23.6	35.0	35.2	26.9	30.3	26.5	36.5	34.9	45.7		32.7
洪積層	27.3	32.3	33.5	29.6	31.1	30.0	32.1	35.0	38.7	30.2	32.0
酸性火山岩	33.9	34.3	32.5	29.7	30.3	34.7	38.1	37.7			33.9
玢岩	28.5	28.7	24.8	33.3	28.9	31.3	42.7	37.0	36.1		32.4

要因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群間	81625	4	20406	9.96***
誤差	79853	39	2048	
全	161478	43		

	玢岩	酸性火山岩	洪積層	破砕帯
三紀層	23.80***	29.24***	23.21***	25.46***
破砕帯	0.02	0.27	0.13	
洪積層	0.03	0.78		
酸性火山岩	0.47			

(ワ) 塑性指数

塑性指数は流出限界と塑性限界の差で、土粒子の粘着力を零にするまでに、土粒子間の水膜を増加するに必要な水分量を示すもので、粘着力の尺度と考えられる。従つて土壤が強い粘着力をもつ程、この場合塑性指数の大なる程崩壊に対しては安定的であるとする事が出来る。そしてこれは粘土量に関係する。試験の結果及び一様性の検定の結果を次に示す。

土性 地層・基岩	塑性指数										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三紀層	14.4	19.9	24.9	21.3	10.1	10.6	15.9	15.4			16.6
破砕帯	0.2	4.8	2.1	6.2	8.3	1.8	13.4	9.5	14.1		6.7
洪積層	0.0	0.7	0.0	6.9	0.4	0.1	0.0	10.0	19.8	0.0	4.8
酸性火山岩	0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	16.8	11.3	19.5			9.0
玢岩	12.8	8.0	7.2	11.4	11.1	21.7	11.3	23.4	7.7		13.3

要因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群間	92583	4	23146	4.67***
誤差	193035	39	4949	
全	285618	43		

	玢岩	酸性火山岩	洪積層	破砕帯
三紀層	0.91	4.29***	14.66***	8.30***
破砕帯	3.93	0.46	0.75	
洪積層	8.56***	2.11		
酸性火山岩	1.57			

(カ) 安定度 = $\frac{\text{流出限界}}{\text{自然土の含水比}}$

流出限界は土壤が水分を吸収して流動し始めるときの含水比を示すものであるから、これを自然土の含水比との比で示す安定度は、滑動に対する安定性の指標として考える事が出来る。即ちこの値の小さい程その土壤は流動し易いと推定される。試験の結果は次の通りで、視察の結果とも一致している。一様性の検定によると下表

要因	自乗和	自由度	不偏分散	分散比
群間	2035	4	509	6.21***
誤差	3116	38	82	
全	5151	42		

	玢岩	酸性火山岩	洪積層	破砕帯
三紀層	3.11	8.26***	2.60	22.24***
破砕帯	9.27***	3.11	10.24	
洪積層	0.02	1.82		
酸性火山岩	1.43			

の如くであり、視察による一般的な考え方とは必ずしも一致しない。これは試料採取に一定の基準が保たれなかつた爲と思われる。

土性 地層・基岩	安定度 = $\frac{\text{流出限界}}{\text{自然土の含水比}}$										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三紀層	1.2	1.2	1.6	1.9	1.3	1.3	1.3	1.3	1.6		1.4
破碎帯	5.1	1.8	2.9	3.1	6.6	5.5	2.0	2.2	2.3		3.5
洪積層	1.2	2.2	1.9	1.9	2.7	2.1	2.1	1.8	2.8		2.1
酸性火山岩	2.9	2.6	3.8	2.8	3.0	2.2	2.0	2.5			2.7
玢岩	2.0	1.9	1.6	2.5	2.7	2.3	1.8	3.3	1.7		2.2

Ⅲ 総 括

繰返し述べる如く、他の因子を考えないで、土性の面についてのみの考察ではあるが、山地荒廃と土性の間には密接な関係が認められる。これを要約すると、

(1) 一般的土壌の性質について

長野縣下における山地荒廃を三紀層の地氈り、破碎帯の地氈り性崩壊、洪積層の崩壊、酸性火山岩地帯の侵蝕、玢岩地帯の禿緒に大別して土質試験を行つたのであるが、試験の結果から総合的に知れる事は、これ等の荒廃山地が土性的には三紀層、玢岩、その他（洪積層、酸性火山岩、結晶片岩）の三つに區別され、夫々特異性を示している。而して、土壌が如何に不均質なものであり、複雑な性質をもっているかという事が定量的にも示す事が出来、特に岩石の種類により、不連続性風化過程により、更にはその生成、堆積過程によつて、基礎的な性質はもとより、粒度組成、稠度相を異にするものである。従つて山地荒廃を只その様相を異にするという点のみを考えて防止、復旧対策を講ずるだけでなく、土壌の性質を明かにし、他の気象的、力学的、化学的原因を併せ考へて、その性質を打消す如く、或は助長せしめる如き合理的な対策を樹てなければならない。

(2) 山地荒廃の發生機構を山地塊の滑動、崩壊、侵蝕、禿緒に分けて考へ、前述せる山地塊の構成材料としての土壌の性質の中、これ等に対する安定性の指標となり得ると考えられる因子については次の事が知られる。

(イ) 滑動に対する安定性

安定度 = $\frac{\text{流出限界}}{\text{自然土の含水比}}$ を計算し、この値の小さい程その土壌は流動し易いと推定する事が出来る。最も滑動し易い三紀層の地氈り地帯で 1.4 を示し、滑動に対する抵抗の強いと思われる他の地では、破碎帯が 3.5、酸性火山岩地帯で 2.7 を示した。洪積層 2.1、玢岩地帯 2.2 は三紀層 1.4 との間に有意性は認められなかつたが、滑動に対する安定性の指標となり得ると思われる。

(ロ) 崩壊に対する安定性

塑性指数は土壌の流出限界と塑性限界の差であり、土壌の粘着力の尺度である。従つて塑性指数の大なる程土壌は粘着力が強く、崩壊に対する安定性の指標となり得る。

粘土量についても同様な考察がなされる即ち、土壌は粘土の多い程塑性指数が大きく、粘着力も大きい、従つて簡単な試験による粘着量の比較から概略的な崩壊に對する安定性を推定する事が出来る。塑性指数について、最も崩壊し易い洪積層が 4.8、破碎帯が 6.7、酸性火山岩が 9.0 を示す。一方崩壊という現象を殆んど見ない三紀層が 16.6、玢岩の禿緒地帯が 13.3 を示している。これ等の数値の間には全てに有意性が認められるわけではないが、その傾向は認める事が出来る。

土壌の粒度加積曲線は土壌の構造的性を示すもので、その指標として均等係数が使われ、均等係数が 1.0 に近い程粒度組成は一樣であり、その数値が大なる程複雑性を示す。従つて均等係数のみによつて山

地荒廃を云々する事は無謀であるが、均等係数が狭い範囲ではあるが、その地帯の土質構造を示すので現地についての視察と併せて考えるならば、單に崩壊に対する安定性のみでなく一般に言うところの山地荒廃との関係を見出す事が出来る。

(ハ) 侵蝕に対する安定性

分散度が土壤の受蝕性の指標として使用される事は、既に發表されているところであるが、本試験の結果もこれを證明している。最も侵蝕を受け易いと思われる酸性火山岩地帯が 0.66 を示し、玢岩の禿地帯が 0.38 である事は奇異の感があるが、酸性火山岩地帯に全く性質の異なる斜長石質粗面岩、松脂岩が混んでいる事、及び玢岩の禿地帯では視察では判明出来ない他の理化学的因子が作用しているからであろうと思われる。従つて三紀層が 0.72 を示し、玢岩地帯が 0.38 の間に有意性が認められる外他の夫々の数値の間には有意な差が認められないが、従來の發表による分散度が受蝕性の指標になり得る点を、即ち分散度の異なる程侵蝕に対する抵抗力は強く、小なる程侵蝕され易いと云う事を再確認した。

(ニ) 禿地帯に対する抵抗力

禿地帯は林地が氣象的、或は地質的、更には人為的原因によつて地床植物が枯死し爾後の植生進入が出来ない事によつて發生する現象であるが、緑化復旧を圖る對象としての禿地帯現象は、山腹工事における緑化工をも併せて考えるべきである。従つてこの考え方から考察すると、禿地帯における緑化不振の最大原因は、地質構造、土性、氣象因子を併せて考えた地力の如何であり、化学成分の分析結果から総合的に考察されなければならない問題である。而して本報告における試験の結果のみについても禿地帯に対する問題を考える事は出来るが、これは植物と土壤に対する一般的、定性的な考え方の範ちゆうを出ない。更に云うなれば、禿地の原因即ち、植生進入の困難は前述の諸問題と比較して複雑的、連続的であつてより総合的な考察を必要とする。

Ⅴ 結 言

山地荒廃——山地塊の滑動、崩壊、侵蝕、禿地帯——は、地形学的に見れば地殻生成における侵蝕輪廻の一過程に過ぎない。然しながら、我々が對象とするところの山地荒廃はそれ等の中、人間社会に関するものであつて、これに対する我々の立場は二つに分けて考える事が出来る。一つはこれ等山地荒廃に伴つて發生する災害で、人間の生存權に対する自然の恐威に立向う防禦対策であり、他の一つは人間生活の發展を促進するための生産手段である。本報告は主として前者に関するものである。そしてこの災害の根本原因となつている山地荒廃は極く感念的に考えただけでも、山地構成材料としての土壤についての室内実験の結果のみから素因誘因的原因乃至はこれに對處する防禦対策を推定することは甚だ暴論である。然しながら人間社会の存在を認める我々としては、これ等諸問題に對して努力しなければならない。されば前述の如く、冒險は覺悟しても、山地の母体とも言える各種土壤の性質を知る事は極めて必要な事であつて、防止復旧対策を立案する場合にも、合理的な砂防工事を施すについても参考になると確信する。なお本報告における土壤の採取、実験の方法については前にも述べたが、農耕地を對象とするところの農学会法、道路工学における日本工業規格によるもので、その中には我々の對象とする防災の見地から必要とする土壤の性質としては不適切なものも少くない。従つて今後はそれ等の点に検討を加えて改善を圖り、更に力学試験を併用して総合的に考察を進める考えである。

註 本報告の一部は昭和29年10月中部林学会において發表した。

参 考 文 献

1. 受蝕性指標に関する実験 難波 宣 士 日林会誌 34の4
2. 応用土質試験とその解説 谷 藤 正 三 理工図書
3. 道路工学特論 谷 藤 正 三 東海書房(昭和26年)

- | | | |
|--|---------|------------------------|
| 4. 地 亡 り | 小 出 博 | 自然 1953.11—12 |
| 5. 昭和27年7月災害報告 | 辰 野・堀 内 | 長野県治山資料 第11輯 (1954) |
| 6. 地 学 評 論 | | |
| 7. 地 質 工 学 | 渡 辺 貫 | |
| 8. 土 の 科 学 | 渡 辺 貫 | |
| 9. 農芸化学実験書 | | 京大農芸化学教室編 |
| 10. 応 用 地 質 | 小 出 博 | 古今書院 |
| 11. 塑 性 論 | 鈴 木 恭 介 | 新砂防 3 |
| 12. 土壤浸蝕防止の研究 | | 満鉄調査局訳 |
| 13. 昭和28年6月の九州水害に関する調査報告 | | 林業試験場報告 No 69 (1954) |
| 14. 山地の荒廃と地質 | 小 出 博 | 林業技術シリーズ 26 (1951) |
| 15. 赤城山山崩に関する研究 | 川 口 武 雄 | 林業試験場報告 49 (1951) |
| 16. Fundamentals of soil mechanics | | Donald W Taylor (1948) |
| 17. Soil mechanics in engineering practice | | Karl Terzaghi (1948) |

別表 (1) 粒 度 組 成 百 分 表

地層・基岩	地 名 ↓	粒 径 → 淘汰分析 篩分析 →	2.00 0.40 0.25 0.05 0.01				
			礫	粗砂	細砂	微砂	粘土
			礫	砂	細	土	
洪	下伊那郡喬木村 (九十九谷) 1		59.5	14.7	14.2	4.5	7.1
			59.5	15.3		25.2	
	2		56.4	19.4	10.2	5.6	8.4
			56.4	19.5		24.1	
	3		49.9	18.5	11.8	6.9	12.9
			49.9	23.0		27.1	
積層	下伊那郡喬木村 (鞍馬) 1		11.0	33.8	24.2	11.4	14.6
			11.0	33.0		56.0	
	2		73.9	8.8	4.9	2.3	5.1
			73.9	10.0		11.1	
	3		69.9	15.5	7.0	2.5	5.1
			69.9	15.6		14.5	
(花崗岩)	下伊那郡竜丘村 (城手洞) 1		6.7	33.9	24.6	6.0	24.4
			6.7	44.8		48.6	
	2		23.8	39.5	14.9	3.5	13.3
			23.8	42.4		28.8	
	3		10.1	19.2	12.0	10.8	47.9
			10.1	50.8		39.1	
下伊那郡河野村 1		57.0	18.7	13.8	3.2	7.3	
		57.0	19.0		24.0		

地層・基岩	地名 ↓	粒徑→				
		淘汰分析				
		2.00	0.40	0.25	0.05	0.01
篩分析→	礫	粗砂	細砂	微砂	粘土	
	礫	砂	細	土		
三 紀 層 (泥岩、頁岩)	東筑摩郡 東川手村 (庄部) 1	12.9	16.8	18.7	19.7	31.9
		12.9	24.4		62.7	
	(小芹) 2	11.0	7.5	19.3	19.8	42.4
		11.0	18.3		70.7	
	(梨子) 3	6.6	8.9	17.7	18.6	48.2
		6.6	24.1		69.3	
	北安曇郡八坂村 (宮の尾) 1	7.4	2.5	16.3	21.3	52.5
		7.4	17.1		75.5	
	(小松尾) 2	9.3	10.6	30.7	19.7	29.7
		9.3	14.3		76.4	
	(市の瀬) 3	5.3	2.8	32.7	18.8	41.1
		5.3	13.5		81.2	
北安曇郡陸郷村 (日影) 1	7.9	4.5	25.1	25.6	36.9	
	7.9	23.1		69.0		
(宮の平) 2	17.5	4.6	17.4	19.4	41.1	
	17.5	17.3		65.2		
破 碎 帯 (結晶片岩)	上伊那郡 伊那里村 (奥浦) 1	81.0	14.2	2.4	0.8	1.6
		81.0	13.0		6.9	
	2	58.4	16.6	7.0	4.3	13.7
		58.4	22.1		19.5	
	3	50.6	20.0	9.3	5.6	14.5
		50.6	24.1		25.3	
	上伊那郡美和村 1	68.3	16.7	3.8	4.3	6.9
		68.3	16.1		15.6	
	2	52.1	20.3	6.3	8.5	12.8
		52.1	22.9		25.0	
	3	58.9	17.1	7.4	6.1	10.5
		58.9	24.1		17.0	
上伊那郡三義村 1	43.3	8.5	6.0	8.4	33.8	
	43.3	30.3		26.4		
2	38.0	9.1	6.7	9.3	26.9	
	38.0	5.7		26.3		
3	53.3	11.0	6.0	6.3	23.4	
	53.3	23.6		23.1		

地層・基岩	地名 ↓	粒徑→				
		淘汰分析				
		2.00	0.40	0.25	0.05	0.01
篩分析→	礫	粗砂	細砂	微砂	粘土	
	礫	砂	細	土		
酸 性 火 山 岩 (斜長石質石英粗面岩、松脂岩)	更級郡 共和村 (中尾山) 1	35.8	28.0	26.4	5.5	4.3
		35.8	32.2		32.0	
	2	23.9	33.3	27.6	6.9	8.0
		23.9	28.8		47.3	
	上水内郡 小田切村 1	45.9	30.6	14.8	3.6	5.1
		45.9	22.0		32.1	
	2	24.3	35.4	22.9	8.0	9.4
		24.3	28.6		47.1	
	更級郡 共和村 A	27.2	27.8	21.6	9.0	14.4
		27.2	42.4		30.4	
	B	49.5	14.5	16.7	7.3	12.0
		49.5	25.0		25.5	
更級郡 桑原村 A	29.6	17.8	12.5	13.0	27.1	
	29.6	36.5		33.9		
B	44.8	29.1	9.6	5.1	11.4	
	44.8	33.5		21.7		
砂 岩	東筑摩郡会田村 (穴沢) 1	12.0	5.5	13.5	9.75	9.3
		12.0	45.0		43.0	
	2	22.1	26.2	15.1	8.6	23.0
		22.1	53.0		24.9	
	3	11.9	10.0	17.5	13.6	47.0
		11.9	43.0		45.1	
	東筑摩郡錦部村 (富士塚) 1	62.6	16.5	4.9	4.0	12.0
		62.6	26.2		11.2	
	2	40.3	12.7	6.8	8.8	31.4
		40.3	37.9		21.8	
	3	45.7	9.5	7.8	7.3	29.7
		45.7	38.8		15.5	
東筑摩郡錦部村 (反町) 1	23.0	9.5	7.4	9.2	50.9	
	23.0	51.6		25.4		
2	43.8	23.6	6.9	4.4	17.3	
	43.8	35.9		15.3		
3	49.4	12.8	9.1	5.8	22.9	
	49.4	29.0		21.6		

別表(2)

荒廢山地土壤土性試験結果一覽表

地層・基岩	試験別 試料	粘土量 (%)	含水比(%)		土比 土粒子の重	収縮比	均等係数	分散度	含水量 (%)	流出限界 (%)	塑性限界 (%)	収縮限界 (%)	塑性指数	安定度	透過能
			自然土	風乾土											
三 紀 層	東筑摩郡(庄部) 1	51.6	32.3	3.9	2.72	1.74	30.0	0.71	44.9	29.5	15.1	20.7	14.4	1.2	1.4
	東川手村(小芹) 2	62.2	34.4	4.5	2.55	1.80	4.6	0.72	46.3	42.0	22.1	16.4	19.9	1.2	1.3
	(梨子) 3	66.8	29.0	4.1	2.60	1.86	4.2	0.67	45.7	46.8	21.9	15.3	24.9	1.6	1.6
	北安曇郡(宮の尾) 1	73.8	24.0	3.7	2.61	1.83	10.8	0.77	45.6	44.5	23.2	16.3	21.3	1.9	1.9
	八坂村(小松尾) 2	49.4	23.9	3.0	2.65	1.82	21.4	0.79	38.2	30.8	20.7	17.1	10.1	1.3	1.6
	(市の瀬) 3	59.9	24.8	2.9	2.62	1.79	16.0	0.71	41.9	31.5	20.9	17.8	10.6	1.3	1.7
	北安曇郡(日影) 1	62.5	29.7	4.2	2.72	1.94	11.8	0.67	43.2	38.3	22.4	14.9	15.9	1.3	1.5
	陸郷村(宮の平) 2	60.5	20.5	2.0	2.58	1.87	13.8	0.70	24.3	32.2	16.8	14.8	15.4	1.6	1.2
	破 砕 帯	上伊那郡伊那里村(奥浦) 1	2.4	4.7	1.8	2.78	1.71	15.0	1.04	33.8	23.8	23.6	22.0	0.2	5.1
2		18.0	2.42	2.0	3.13	1.62	42.1	0.58	41.2	39.8	25.0	29.6	4.8	1.8	1.8
3		20.1	12.9	1.5	3.03	1.64	29.6	0.61	41.0	37.3	25.2	28.2	2.1	2.9	3.2
上伊那郡美和村 1		11.2	10.6	1.7	2.78	1.58	63.3	0.81	27.2	33.1	26.9	27.3	6.2	3.1	2.6
2		21.3	5.9	2.3	2.63	1.60	60.0	0.72	37.4	38.6	30.3	25.4	8.3	6.6	6.3
3		16.6	5.1	1.7	2.70	1.75	24.0	0.56	32.5	28.3	26.5	19.9	1.8	5.5	6.4
上伊那郡三義村 1		42.2	25.4	6.8	2.86	1.64	20.4	0.60	49.5	50.0	36.5	26.4	13.4	2.0	1.9
2		46.2	23.0	5.4	2.70	1.52	24.8	0.55	45.1	44.4	34.9	28.9	9.5	2.2	2.2
3		29.7	26.4	8.8	2.63	1.41	42.8	0.72	55.3	59.8	45.7	32.9	14.1	2.3	2.1
洪 積 層	下伊那郡喬木村(九十九谷) 1	16.6	16.2	1.8	2.63	1.55	98.2	0.79	34.1	27.3	27.3	26.5	0	1.7	2.1
	2	14.0	15.2	2.2	2.85	1.58	109.5	0.79	30.9	33.0	32.3	27.7	0.7	2.2	2.0
	3	19.8	17.8	2.7	2.86	1.51	47.6	0.63	38.6	33.5	33.5	30.5	0	1.9	2.2
	下伊那郡喬木村(鞍馬) 1	16.0	18.9	3.1	2.50	1.63	6.7	0.80	38.6	36.5	29.6	21.2	6.9	1.9	2.0
	2	7.4	11.8	2.1	2.78	1.65	66.7	0.77	28.3	31.5	31.1	25.2	0.4	2.7	2.4
	3	7.6	—	1.9	2.70	1.60	130.0	0.76	—	30.1	30.0	25.5	0.1	—	—
	下伊那郡竜丘村(城手洞) 1	30.4	15.1	3.0	2.63	1.52	7.8	0.63	39.4	32.1	32.1	27.9	0	2.1	2.6
	2	16.8	21.6	3.3	2.70	1.56	8.5	0.60	36.7	45.0	35.0	27.2	10.0	2.1	1.7
	3	58.7	31.7	5.7	2.70	1.65	8.3	0.39	—	58.5	38.7	23.8	19.8	1.8	—
下伊那郡河野村 1	10.5	10.8	1.9	2.70	1.57	—	0.75	31.1	30.2	30.2	26.6	0	2.8	2.9	
酸 性 火 山 岩	更級郡共和村(中尾山) 1	9.8	11.6	0.4	2.09	1.29	16.3	0.63	32.3	33.9	23.9	30.0	0	2.9	2.8
	2	14.9	13.5	0.7	2.08	1.26	12.6	0.86	33.5	34.8	24.3	30.6	0	2.6	2.5
	更級郡小田切村 1	8.7	8.5	2.6	1.75	1.00	40.0	1.02	32.7	32.5	22.5	42.8	0	3.8	3.8
	2	17.4	10.7	1.6	2.17	1.21	17.0	0.68	35.8	29.7	29.7	30.9	0	2.8	3.3
	更級郡共和村 A	23.4	18.5	8.9	2.44	1.41	11.4	0.53	47.9	54.7	30.3	20.0	24.4	3.0	2.6
	B	19.3	23.3	9.8	2.13	1.60	28.0	0.53	54.3	51.5	24.7	15.6	16.8	2.2	2.3
	更級郡桑原村 A	40.1	24.2	4.2	2.63	1.46	15.7	0.46	55.7	49.4	28.1	30.0	11.2	2.0	2.3
	B	16.5	23.5	4.5	2.70	1.49	—	0.63	45.6	57.0	37.5	29.7	19.5	2.5	2.0
玢 岩	東筑摩郡会田村(穴沢) 1	69.0	20.7	10.8	2.63	1.48	14.8	0.38	46.2	41.3	28.5	29.8	12.8	2.0	2.2
	2	36.6	19.8	4.3	2.63	1.70	11.3	0.34	39.8	36.7	28.7	20.5	8.0	1.9	2.0
	3	60.6	20.6	4.8	2.56	1.83	18.3	0.44	37.8	32.0	24.8	16.3	7.2	1.6	1.8
	東筑摩郡錦部村(富士塚) 1	16.0	17.9	6.1	2.56	1.62	22.7	0.37	37.3	44.7	33.3	22.7	11.4	2.5	2.1
	2	40.2	14.9	4.8	2.63	1.61	16.9	0.34	42.7	40.0	28.9	23.9	11.1	2.7	2.9
	3	37.0	22.9	7.3	2.38	1.64	10.7	0.25	48.7	53.0	31.3	19.0	21.7	2.3	2.1
	東筑摩郡錦部村(反町) 1	60.1	30.2	6.9	2.56	1.60	7.3	0.24	52.1	54.0	42.7	23.6	11.3	1.8	1.7
	2	21.7	19.8	5.5	2.70	1.75	11.2	0.40	39.7	65.4	37.0	19.6	28.4	3.3	2.0
	3	28.7	26.3	7.4	2.70	1.54	13.4	0.67	53.8	43.8	36.1	27.6	7.7	1.7	2.0

Summary

Studies on the Soil Properties of Denuded Forest Land: Soil Grain Texture and Consistency Appearance.

Yoshiaki TATSUNO, Teruo HORIUCHI

From the results of our experiments, we may ascertain that the soil properties exert important influence upon the denuded forest land.

1. The soil grain texture (which is represented as "Equality Coefficient"

= $\frac{\text{Diameter of soil grain of 60\%}}{\text{Diameter of soil grain of 10\%}}$ obtained from soil grain accumulation curve) shows the structural characters of soil. By this we understand that soil is very ununiform and complicated. Therefore, to make some protective or restoring work from the denuded forest land, we must clearly know these soil properties, and need set the most reasonable measure.

2. Some of the soil properties show the indexes for dealing with the denuded forest land, — land creep, land disintegration, soil erosion, and bare land.

a). Stability ratio ($= \frac{\text{flow (liquid) limit}}{\text{moisture content of natural soil}}$) is possible to used as an index of resisting power against the land creeping. The larger is the stability, the bigger the resisting power against creeping has the soil.

b). Plastic index is the remainder of flow limit and plastic limit, and shows the measure of soil's cohesion.

So that this may be able to be used as an index of resisting power against the disintegration of land, and so it may be said that the larger plastic index it has, the stronger is the stability of the soil against its crumbling.

Sum of clay (clay ratio) also represents the plastic index of that and there exists reciprocity between the two.

c). We may confirm the report as follows :

"Dispersion ratio = $\frac{\text{Sum of clay by mechanic analysis}}{\text{Sum of clay by chemical analysis}}$

is possible to be used as an erosion index."

d). An index of bareland.

This problem cannot be thought without reference to the productive power of the soil besides the elemental constituents and the climatic factor etc. but we may assume the causes for in active weathering and humification by understanding the soil's properties.