

山腹斜面でのサウンディング試験についての一考察

大手 桂 二* 日置 象 一 郎*

KEIJI OHTE, SHŌICHIRO HEKI : Some Aspects
for Sounding Test at the Mountain Slopes.

要旨：淀川水系木津川上流に位置する、青蓮寺川水源地域の崩壊調査の機会を得て、今後の土砂生産量を予測する手段の一つとして、土研式貫入試験機を実際の山腹斜面に持ち込んで試験を行なった。

これらの調査の範囲内で、以下にのべる事項が認められた。

1) 山腹斜面での位置、すなわち、尾根(A)、斜面勾配変換点(B)、斜面中腹(C)および斜面の最下部(D)において、あきらかに貫入状況に差がある。

2) これら斜面でのB点およびC点には、かなりポーラスで、くずれ易いと考えられる土層が存在し、崩壊はB点からはじまると考えられる。

3) これらのポーラスで、くずれ易いと考えられる土層は、本報告の調査結果から、標高660~679mの間で顕著である。

I はじめに

一つの洪水、一つの豪雨、あるいは、年間を通じて、どれだけの土砂が移動するか、あるいは、流出してくるか、というテーマに対して、我々砂防、治山に関係する技術者なり、研究者なりが、いかに取り組んでいくか、いかにこの問題の究明に意を尽しているかが、ここ数年来の最大関心事である。

これらの課題が解明されれば、その防災対策はさらに飛躍的に進歩し、貴重な生命財産を災害から護るための最良の道であろうかと考えられる。

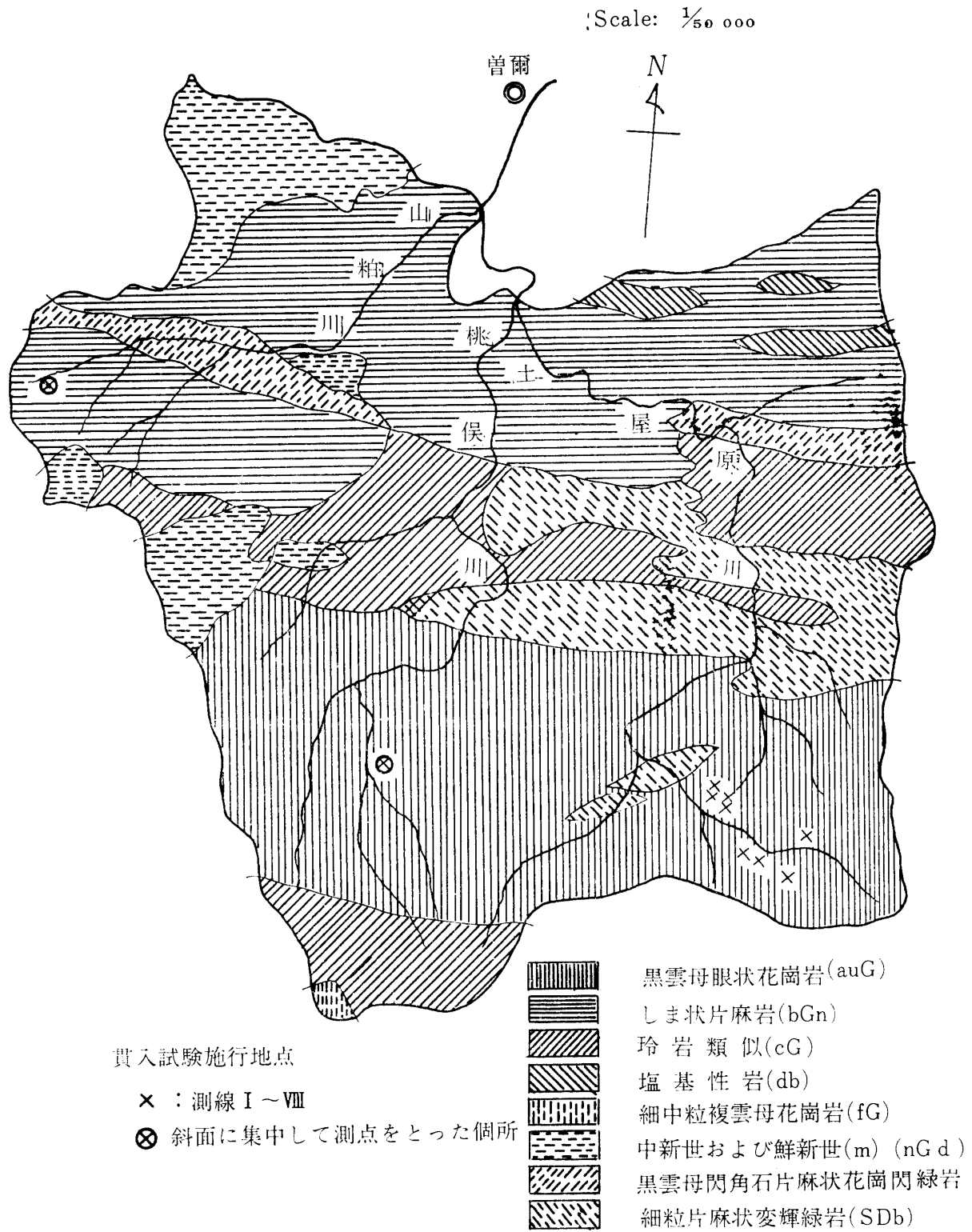
筆者らは、これらの目的のために、一步でも接近すべく鋭意努力を惜しまないのであるが、本報告では、淀川水系、木津川上流、青蓮寺川水源地域において、崩壊地調査を行なう機会に恵まれたので、それらの調査結果から、災害の根源であると考えられる。土砂生産の機構を解明すべく、山腹斜面での調査のあり方、および山腹斜面でのサウンディング試験の方法について考察を加えようとするものである。

本調査地域は、昭和34年9月に、未曾有の大災害をもたらした伊勢湾台風により、山腹はずたずたに切り裂かれ、そのために発生した土石流により死者まで出た地区であり、このいたましい災害を二度とくり返さないためにも早急な問題解決が望まれるのである。し

たがって、本地域の調査に当たっては、まず崩壊地の調査に始まり、これらの調査結果¹⁾から、崩壊は山腹斜面にある一定の地点から始まるという結論がえられたことを考慮して、本地域の山腹斜面にサウンディング試験を行なってみてはという主旨で行なった。

従来から、土質力学の立場で、構造物の基礎地盤の支持力を求めるための土質調査としてのサウンディング試験は、土質工学会の土質調査法²⁾に詳細に解説されているとおりでであるが、自然の山腹斜面の安定に関しての、サウンディング方法なり、調査法は、我々砂防治山関係者にとって、いまずぐにでも確立しなければならぬ重要案件でありながら、残念ながら、いまだに解決されていない。しかし、ここ数年来、実際の斜面にスエーデン式サウンディング試験、および土研式貫入試験などが行なわれ、さらにこれに併行して、各種の弾性波試験が行なわれてそれぞれの試験結果が発表されるようになった。山田、小橋等³⁾⁴⁾は、切取りのり面の安定、不安定に関して、これらのり面の災害の危険度を推定する方法として簡易弾性波によりのり面の土層構造を推定し、さらにスエーデン式貫入試験も併用することによって、不安定土層の厚さを測定できるとしている。

筆者らも過去に、スエーデン式貫入試験を行なった経験があったが、あまり良い結果が得られなかった、



図一 調査流域の地質および測点

というのは、スエーデン式貫入試験機の先端スクリーポイントが、ある土層に入ると、いくら回転させても空廻りするばかりであること、さらにはもっと悪いことには、危険な山腹斜面に 95 kg の重錘を携行しなければならないことなどの点で、運搬に便利な、道路近くならいざ知らず人力で運搬するにはきわめて不適當と判断せざるをえないものであった。以上のような見地から、筆者らは今回の調査では、土研式貫入試験機を使って見てはどうかと考えて試みてみた。本機とても、一般に使用する形式ではとても山腹斜面にはむかず、貫入棒、案内棒および重錘 (5kg) のみを携行して行なったものである。

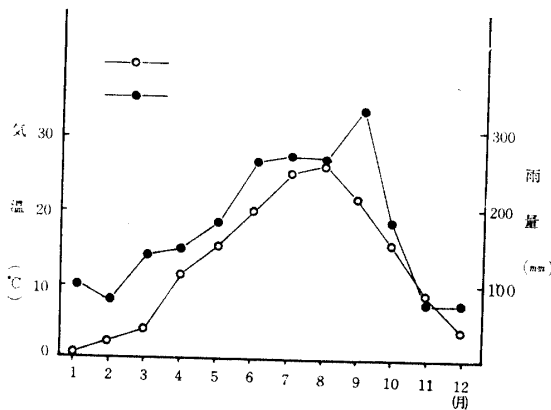
測定結果としては、決して満足できるものではなかったが、ともかく、二、三の知見を得たので、ここに報告し、諸賢の御批判、御教示を賜りたいと考える次第である。なお本報告の一部は、昭和42年～昭和44年度の文部省科学研究費 (特定研究) によって行なわれたものであり、ここに謝意を表するものである。

II 調査地域の概要

本調査流域は、奈良県宇陀郡曾爾村、および御杖村地内にある木津川支流青蓮寺川水源の土屋原川、桃俣川、および山粕川の3流域にわたる地域で、その流域面積は約 42km² におよんでいる。

本地域は近畿中部に広く存在する平頂峯群の一つ室生面にふくまれて、比較的高い 600m 前後の高峯をもち、かなり深い侵食溪が発達している。さらに、中央構造線にそっている高見山地の北斜面を形成し、その北縁は、名張断層で大和高原面に続いている。流域境界以南は中央構造線による断層崖を形成している。図一1は、調査地域の概要図ならびに吉沢らによる地質図の一部である。

土屋原川、桃俣川、および山粕川の3支川の合流点の近く、標高 420m にある、建設省木津川上流工事事



図一2 調査地域の気温と雨量

務所曾爾雨量観測所の、昭和34年～昭和42年の観測データにもとづく月平均気温および月平均雨量は、図一2に示すとおりである。月平均気温は 13.2°C、冬期 0°C 以下の日が、平均年26日位あって、夏冬の寒暑の差がはなはだしい地域である。年平均雨量は、2200 mm で、昭和34年伊勢湾台風当時、9月23日～26日の総風量 442.2mm 以上を記録し、26日 252.7mm に達したのち計測器が流亡している。

図一1によると、土屋原川および桃俣川の上流水源一帯は、黒雲母眼状花こう岩が卓越し、山粕川流域には、しま状片麻岩が表われ、これらに黒雲母角閃石片麻岩花こう閃緑岩、および細粒片麻状変輝緑岩などが東西に弧状に配列している。前記伊勢湾台風当時に発生した崩壊をこれらの地質別に分類したのが表一1であり、さらにこれを、土屋原川、桃俣川および山粕川の3流域別に分類したので、表一2に示すとおりである。以上の表の数値から判断すると、地質により、1個所あたりの崩壊の規模にあきらかな差があることを示している。

表一1 地質別崩壊分類表

地質	m	cG	auG	sDb	bGn	nGd
総面積 (km ²)	1.064	5.257	13.199	3.781	5.859	1.662
崩壊個所数 (個)	57	430	1,795	305	325	75
崩壊面積 (km ²)	0.029	0.102	0.624	0.102	0.107	0.052
崩壊個所数/1km ²	54	82	136	80	55	54
単位崩壊面積 (m ²)	20,742	19,465	47,283	26,830	23,821	31,511
平均崩壊面積 (m ²)	384	237	348	355	433	698

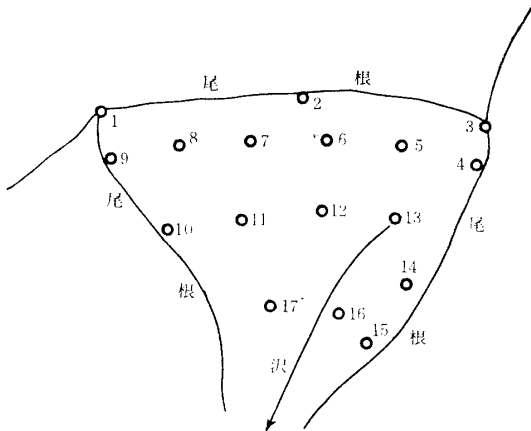
表一2 流域別分類表

流域	土屋原川	桃俣川	山粕川	調査全域
流域面積 (km ²)	18.14	14.03	9.58	41.72
崩壊個所数 (個)	1,603	1,173	347	3,123
発生個所	1,261(79%)	927(79%)	333(95%)	2,521(81%)
山腹	342(21%)	246(21%)	14(5%)	602(19%)
溪岸				
崩壊面積 (km ²)	0.54	0.39	0.18	1.01
崩壊密度 (個/km ²)	88.4	83.6	36.2	74.9
崩壊面積率 (%)	2.96	2.80	0.18	2.42
平均崩壊面積 (m ²)	334.9	335.0	531.8	323.4
平均崩壊深さ (m)	0.68	0.70	1.18	—

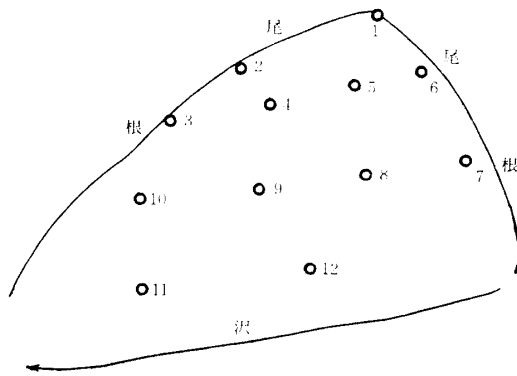
III 土研式貫入試験機による貫入試験

土研式貫入試験機による貫入試験の調査地点は、前記災害当時、もっとも崩壊の多発地帯であった大滝谷に重点をおき、ある山腹斜面が尾根から沢にいたるまで明瞭に確認できる地点に測線を設け、この測線にそって、尾根地点(A)、尾根からわずかに下った斜面の勾配の変換点(B)、山腹斜面の中腹地点(C)、および山腹斜面が沢に落ち込むのり先の地点(D)の4点に貫入試験を行なった。

これら測線を、土屋原川大滝谷において図-1に示したように8測線設けた。さらに桃俣川および山粕川流域にも貫入試験を行なったが、大滝谷での試験行程からみて、1測線について行なっていくのがより良いのであろうが、平均勾配40°近い山腹斜面を登ったり降りたりのくり返しでは、肉体的にも時間的にも消耗がはげしく、その割合いに効率がよくないと判断して、これら2流域では、一つの山腹斜面に集中して、最初にその斜面の最高点上に登っておき、尾根筋の測点の測定を終えてから順次標高を下げて、斜面の下部へ調査を進めていく方法をとった。これら斜面での測点の位置の略図を図-3に示す。なお、桃俣流域では、



高見谷(主方位S30°W)



山粕川(主方位N4°E)

図-3 斜面での測点の略図

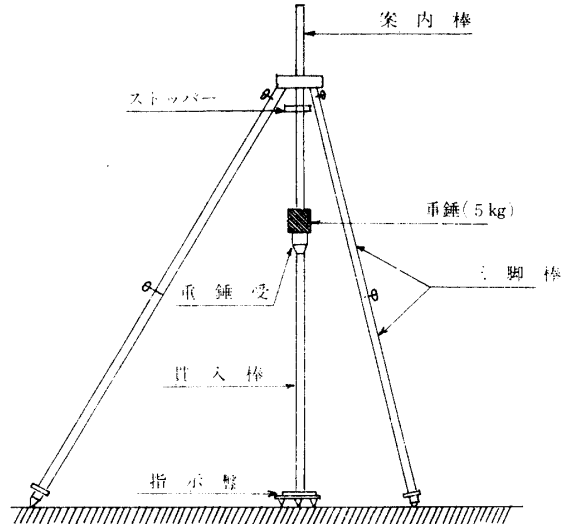


図-4 土研式貫入試験機

桃俣川上流高見谷にあって、天狗谷との合流点より上流の高見谷第1堰堤右岸にある1小流域を選定したその面積は約1ha位である。また、山粕川流域では、山粕川に沿って走る県道が梅坂峠にさしかかる直前の地点で北斜面をえらんだ。

土研式貫入試験は、図-4に示したように、平地で行なうものとして貫入棒の垂直を確保するための三脚が附属しているのであるが、当調査地のような急傾斜地に三脚まで携行することは危険も伴ない不便でもあるので、この三脚だけを携行せずに測定を行なった。

測定地点に、まず指示盤をすえ、その中央に貫入棒を垂直にたて、重錘受、重錘、およびストッパーを備えた案内棒を接続し、試験機全体を極力垂直に保つように支持して重錘をストッパーまで持ち上げ、その位置で手をはなし貫入棒に衝撃を与え貫入させた。測定は、貫入棒がこれ以上貫入しなくなるか、または、貫入深測定用に、貫入棒に目盛りされた100cmの目盛りが貫入してしまって読み取り不可能となるまで、重錘が1回落下するごとにその時の貫入深を読み取った。

IV 測定結果および考察

測定結果は、表-3にそのデータを示し、これらの測点(66点)のうち一例として、図-5、図-6、図-7、図-8に示すような、貫入指数-貫入量曲線であらわしてみた。

ここで必要なのは、貫入量のみではなく、貫入量の増加割合であって、この増加割合を示すのに、 n 回目の貫入指数として $(n+1)$ 回目の貫入量と $(n-1)$ 回目の貫入量との差を用いることである。

本試験機を使用した結果として、貫入指数の方が貫入量よりも地盤内部の状況の変化をよりよく示していると考えられるからである。貫入指数は深さに対し

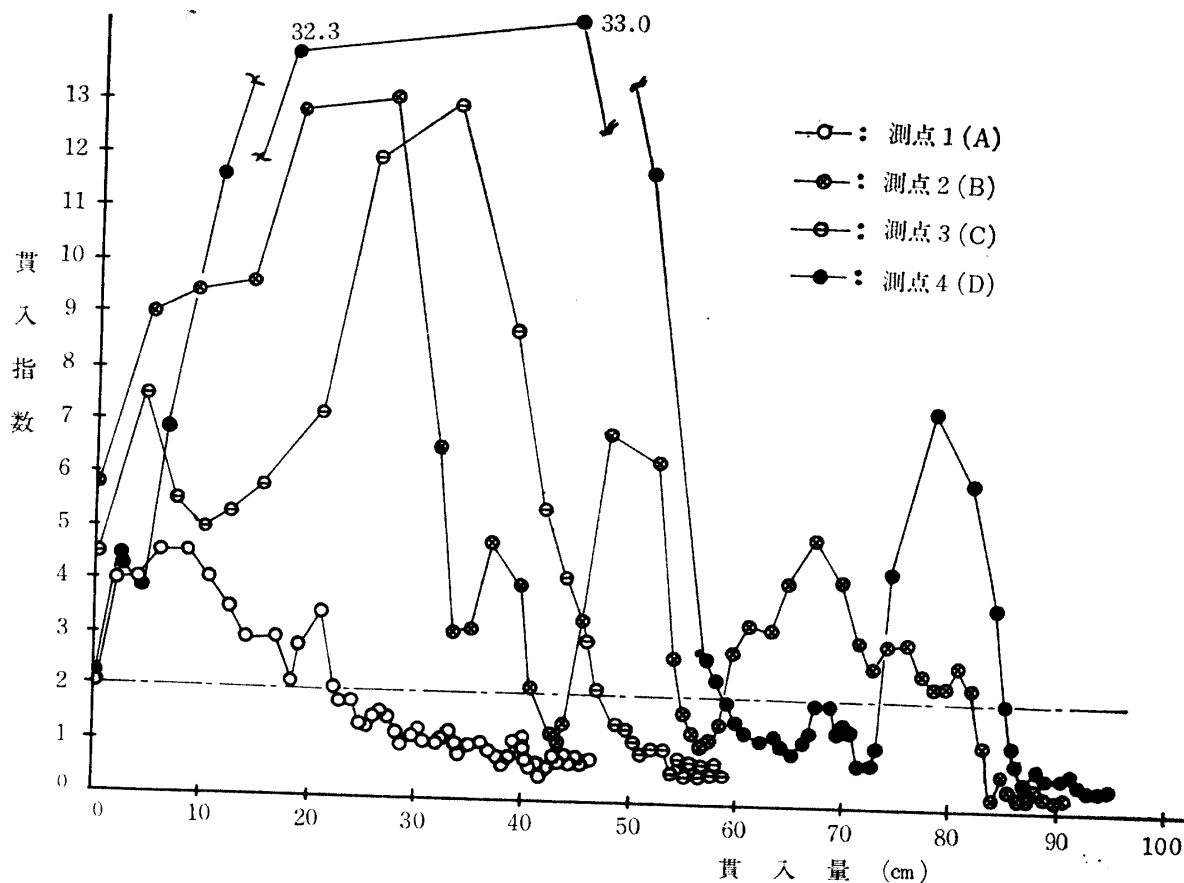


図-5 大滝谷IIIにおける貫入指数曲線

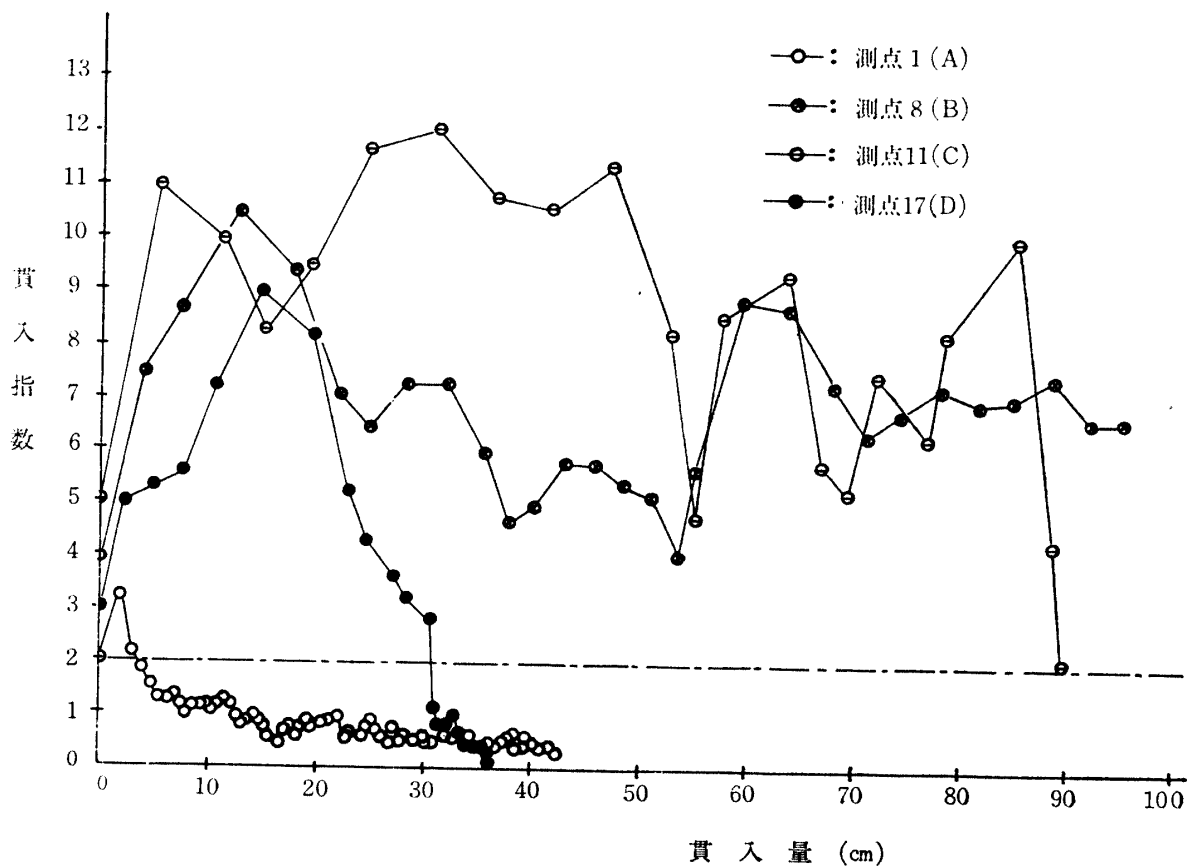


図-6 高見谷における貫入指数曲線

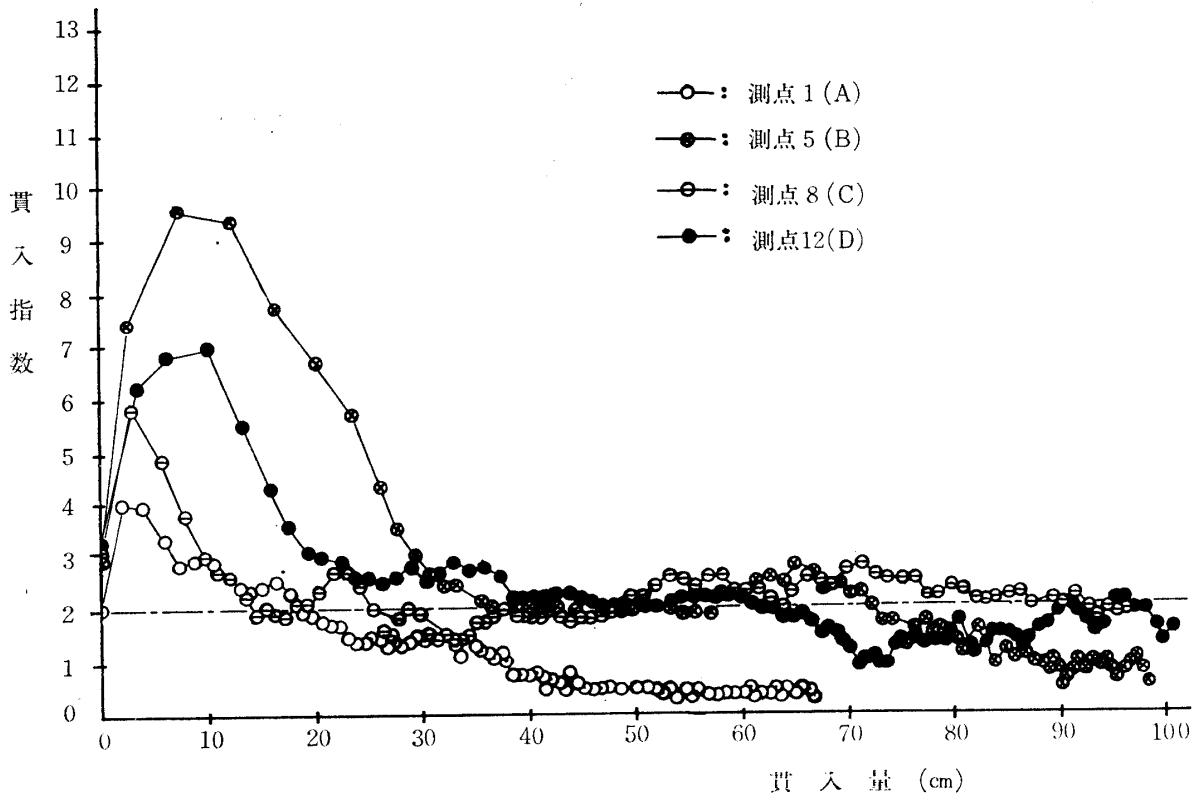


図-7 山粕川における貫入指数曲線

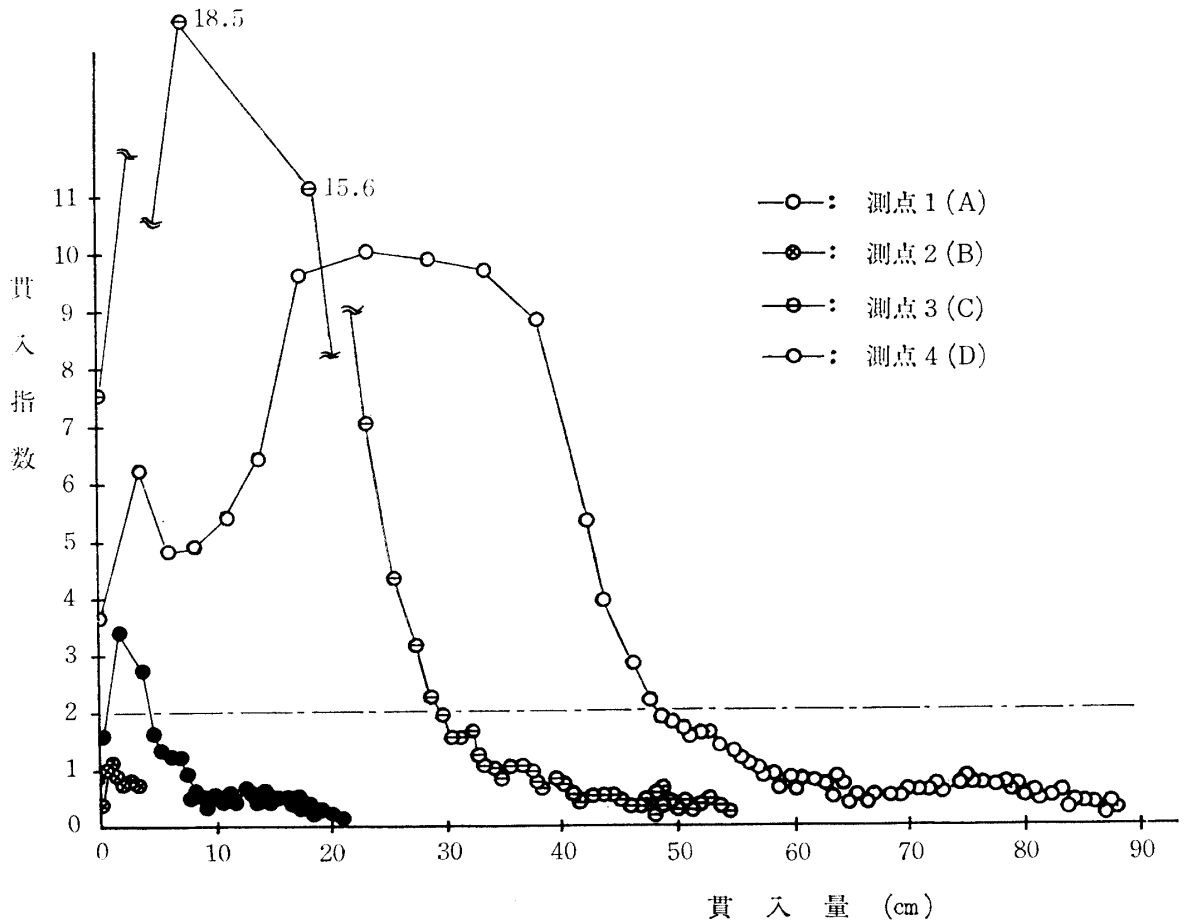


図-8 大滝谷IIにおける貫入指数曲線

て、土の硬軟の程度を示す指標であって、この値の小さいほど土層がよく締まっていることを示すものである。

本試験機が平地における土層のサウンディングに用いるために設計されたものであるが、山腹斜面の土層がどういう状態にあるかを推定するための試験機が現在のところ適当なものが見当たらないところから、本試験機を使用してみてはということになったのである。したがって、得られたデータをどのように解析して、どのように結論を導き出していかかは、まったく見当がつかない状態であるが、今回の調査では、一例として示した図-5～図-8にみられるように、貫入量に対する、貫入指数曲線にきわめて明瞭なタイプが認められることである。すなわち、図-5は大滝谷の測線Ⅲにおけるものであるが、測点1は尾根筋の結果で、測定前半に貫入指数の高い値があらわれ、貫入指数が2以下になると徐々に貫入量も貫入指数ともに減少し以後は減少の一途をたどるばかりとなる。測点2では、図にみられるように、測定全体を通じて貫入指数が高い値を示し、しかもその中で異常に高い値を示すピークが何回もあらわれてくる。測点3では、ほぼ測点2と似た貫入指数曲線を示すが、この例では意外に早く硬い土層に達している。測点4は余程軟らかい層があったと見えて貫入指数が33などという

値を示し、さらに貫入量80cm付近で異常なピークも出現している。この例は斜面の位置がDすなわち山腹斜面の法先にあたる地点では例外ともいえる現象であって、試みに貫入棒を抜きとるさいに、地下の状況を確認めようと掘り起してみると、写真にみられるように花こう岩塊を貫いていることが認められた。

なお、写真-1は地表から50cm程度までの土層の状態を示し、写真-2は写真-1の下部の状態を示している。地表から60cmぐらいの深さに風化した花こう岩があらわれ、地表より65cm付近でこの岩を砕いて岩の中を貫入している状態を示し、さきへのべた貫入量80cm付近の異常なピークのあらわれとも関係があることを物語っている。

図-6、および図-7は、高見谷、および山粕川での例を示したもので、図-3に示した測点のうち、斜面での位置が、A（尾根）、B（勾配変換点）、C（斜面の中腹）、およびD（斜面の法先）のそれぞれのものからえらんで図示したもので、AにはAの形をあらわす貫入指数曲線のあらわれ方を示し、BおよびCはいずれも複雑な曲線となり、図-6でのDのあらわれ方は、この地域すなわち、土屋原川、桃俣川両流に卓越している、黒雲母眼状花こう岩に特有な地形であると考えられる上昇斜面の法先における典型的な曲線の形と考えられる。また、図-7においては、Aにおける

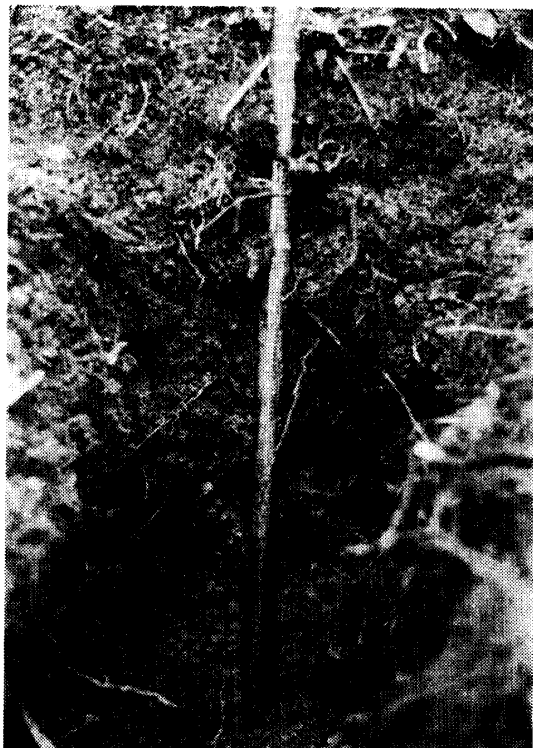


写真-1 大滝谷 Ⅲ No. 4 における貫入状態地表から50cm程度までの土層

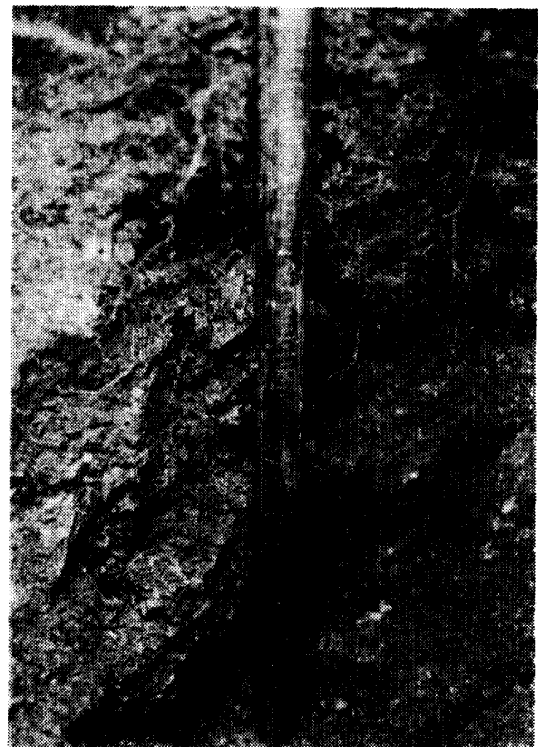


写真-2 写真-1の下部の状態地表から65cm位でやや風化の進んだ岩となり、貫入棒はこの岩をつき抜いている。て



写真-3 大滝谷における典型的な崩壊，2つの崩壊にはさまれた尾根状斜面で測線Ⅰを，右側の崩壊地の中心線で測線Ⅱをとった。



写真-4 現地での土研式貫入試験機によるサウンディング試験

曲線は他のものとそれ程大差はないが，B，C，Dと斜面の下方へ降りていくに従って，いくらでも貫入していき，本機の測定限界をこえても，Aに表われるような定常値が得られないのが特徴であって，さきの図-5，図-6の花こう岩とちがひ，この地点の地質が，しま状片麻岩であること，そして母岩の風化の進み方の相違がこのような曲線に表われたのではないかと考えられるのである。以上が正常な山腹斜面での結果であるが，図-8では，本調査中で唯一の崩壊斜面での貫入指数曲線である。写真-3の右側にある崩壊面で行なったもので，Aはこの崩壊の上縁より約10m登った尾根上の曲線であり，風化残積土が40~50cm位の厚さにあることを示し，写真-4に示すB点では，ただちに岩盤にあたって測定不可能であることを示し，C点にあつては，斜面上部で生産された土砂がこの斜面中腹付近で堆積していることを，異常なほど高い貫入指数値によって示され，崩壊の下部にあたるD点では，土砂はほとんど洗い流されてしまっていると考えられ，岩にあたって貫入不可能であることを示している。以上のべてきた貫入指数曲線について整理してみると，

i) 尾根筋における貫入指数曲線は，最初表層土において貫入指数の高い値がピークとなってあらわれ，その後徐々に減少し岩盤につき当って貫入不可能とな

る。

ii) 尾根筋から少し下った，斜面における勾配の変換点においては，貫入指数曲線は，長い年月の間にわたってくり返された，上部からの風化土砂の移動の周期によって貫入指数の異常に高いピークがたびたび表われ，貫入指数曲線は非常に複雑な形状を呈してくる。

iii) (ii) であらわれた異常に高いピークのあらわれ方が斜面の中腹に至れば，さらに一層あきらかになり，貫入指数の高い値が，一連の測定の殆んど大部分を占め，非常にふわふわしたポーラスな土層を形成していると推測されるようになる。

iv) さらに斜面の下部に移って，沢に近い地点になると，地質に起因すると考えられる地形の影響を受け，斜面が上昇斜面であると，(Ex. 図-6参照)この点で最も勾配の急な地点にあたり，上部からの移動土砂，すなわち運積土がこの地点では止まりえず，ほとんど落下してまい，i)と同じような貫入指数曲線を示し，一方山腹斜面が，下降斜面なり平衡斜面であれば(Ex. 図-7参照)，貫入指数曲線は，容易に岩盤に到達せず，貫入量100cmをこえても，かなりな貫入指数の値が認められるようである。

以上のi)~iv)までに示した斜面での特徴を，i)の尾根筋をA，斜面勾配変換をB，斜面の中腹をC，お

表-3 貫入試験の測定結果

測線 および 測点	標高 m	方位	傾斜角 °	斜面での 位置	腐植層の 厚さ cm	貫入指数 2以上の ピーク数	貫入指数 2以上の 厚さ cm	備考	
I	1	S 65°W	26	A	1.0	1	10.5	ヒノキ 5~10年生 造林地	
	2	〃	27	A	4.1	3	36.0		
	3	〃	39	B	7.5	2	16.0		
	4	〃	39	C	1.0	2	33.0		
	5	〃	25	D	3.0	1	22.0		
II	1	S 83°W	11	A	6.7	2	48.0	崩壊地	
	2	〃	41	B	0	0	0		
	3	〃	〃	C	0	1	29.0		
	4	〃	34	D	0	1	4.0		
III	1	S 42°E	27	A	2.5	1	22.0	ヒノキ 15年生 造林地	
	2	〃	41	B	3.6	4	74.0		
	3	〃	41	C	5.5	2	48.0		
	4	〃	45	D	4.0	2	70.5		
IV	1	S 28°E	39	A	3.5	3	63.0	スギ・ヒノキ 15年生 造林地	
	2	〃	〃	B	4.0	5	78.0		
	3	〃	〃	C	5.0	2	47.5		
	4	〃	〃	D	7.5	1	16.5		
V	1	S 60°E	31	A	6.5	3	50.0	スギ・ヒノキ 15年生 造林地	
	2	〃	47	B	6.8	4	62.5		
	3	〃	〃	C	1.5	3	11.5		
	4	〃	〃	D	5.2	2	32.5		
VI	1		40	A	3.0	2	26.0	ヒノキ 15年生 造林地 北斜面	
	2		〃	B	4.5	4	52.0		
	3		〃	C	6.0	5	82.5		
	4		〃	D	6.5	2	28.0		
VII	1	N 40°E	26	A	0	2	29.0	スギ 20年生 造林地	
	2	〃	26	B	0	7	91.0		
	3	〃	〃	C	3.1	6	93.5		
	4	〃	〃	B	4.2	6	66.5		
	5	〃	〃	C	0	5	47.0		
	6	〃	31	C	9.3	5	41.0		
	7	〃	〃	C	7.2	4	33.5		
	8	〃	〃	D	0.5	1	1.5		
VIII	1	S 30°W	39	C	6.6	4	91.0	ヒノキ 10年生 造林地	
	2	〃	〃	C	4.0	5	22.5		
	3	〃	〃	C	2.0	4	36.5		
	4	〃	〃	D	1.5	7	78.5		
高見谷	1	S 32°W	—	A	3.7	1	4.0	スギ 5年生 造林地 測点6, 7, 12 附近で崩壊あり	
	2	〃	—	A	2.0	1	5.5		
	3	〃	—	A	5.0	2	18.0		
	4	672	〃	30	A	3.4	3		77.5
	5	〃	〃	37	B	5.8	2		21.0
	6	〃	〃	41	B	2.8	2		27.0
	7	〃	〃	45	B	2.7	7		63.0
	8	〃	〃	35	B	2.8	6		100.0
	9	〃	〃	38	A	3.0	2		31.5
	10	647	〃	37	A	4.9	1		17.0
	11	〃	〃	43	C	10.3	6		89.5
	12	〃	〃	45	C	6.8	3		31.0
	13	〃	W	40	D	15.8	6		50.0
	14	〃	N 21°W	43	B	0.5	4		49.5
	15	〃	N 47°W	31	B	2.8	5		54.0
	16	636	N 13°E	45	D	1.3	2		41.0
	17	〃	S 45°W	41	D	2.0	1		31.0
山粕	1	N 4°E	—	A	3.5	2	18.5	スギ・ヒノキ 5年生 造林地	
	2	〃	11	A	2.0	1	17.0		
	3	688	〃	26	A	2.0	2		19.5
	4	〃	N 23°E	36	B	10.0	6		78.5
	5	〃	N 3°E	42	B	2.0	4		54.0
	6	〃	〃	35	B	2.0	6		58.5
	7	678	〃	29	C	2.4	4		49.0
	8	〃	〃	32	C	3.9	6		60.5
	9	〃	〃	34	C	1.0	6		55.0
	10	〃	〃	31	C	4.7	6		100.0
	11	663	N 4°E	31	D	4.0	7		100.0
	12	〃	N 3°E	36	D	0.3	6		62.0

よび斜面での法先附近をDとして示したのが表-3における斜面での位置の区分である。以後これらの4つの地点と、貫入指数曲線について考察を進めていきたいと思う。

図-5~図-8に示したように、貫入指数曲線を解析する場合に、貫入指数が大であるほどポーラスで崩れ易い土質であると単純に考えて、貫入指数が2以下とくに1附近になると定常的な値を示すことから、これら定常値に達したならば、これまでのポーラスな土層とは別の土層に達したと判断して、これら貫入指数2以下の値は考察の対象から除外して考えていくことにする。このことは使用した土研式貫入試験機の性質として、相対的な数値を表わすものであって絶対値を示すものではないことを考慮すると、あきらかに変化の急激な貫入指数2以上の値について論議を進めるのが妥当であろうとの筆者らの仮定にもとづくものであることを、ここでお許しを願っておく。

そこで表-3にあげた66個のデータによる貫入指数曲線のそれぞれに貫入指数2のところを線でひいて、これより上部に表われてくる曲線について、その異常な貫入指数値によるピークの出現回数と、その占める貫入厚さとも云うべき貫入量について計測したのが、表-3に示したピーク数および貫入厚さである。

それでは、斜面での位置、すなわちA(尾根筋)、B(斜面勾配の変換点)、C(斜面中腹)、およびD(斜面最下部)とこれらピーク数なり、貫入厚さが、どのように関連性をもつのかを検めしてみたのである。

表-4は、これら表-3のデータを斜面の位置ごとに、整理したもので、これら斜面の位置、A、B、CおよびDの一元配置とみて分散分析を行なってみた。ピーク数に対しては表-5、貫入厚さには表-6がえられた。

表-5および表-6の結果から、級間変動はピーク数においては、危険率1%、貫入厚さについては危険

表-4 斜面位置におけるピーク数および貫入量

斜面での位置	A		B		C		D		合計
	ピーク数	貫入量	ピーク数	貫入量	ピーク数	貫入量	ピーク数	貫入量	
	1	10.5	2	16.0	2	33.0	1	22.0	
	3	36.0	0	0.0	1	29.0	1	4.0	
	2	48.0	4	74.0	2	48.0	2	70.5	
	1	22.0	5	78.0	2	47.5	1	16.5	
	3	62.0	4	62.5	3	11.5	2	32.5	
	3	50.0	4	52.0	5	82.5	2	28.0	
	2	26.0	7	91.0	6	93.5	1	1.5	
	2	29.0	6	66.5	5	47.0	7	78.5	
	1	4.0	2	21.0	5	41.0	6	50.0	
	1	5.5	2	27.0	4	33.5	2	41.0	
	2	18.0	4	49.5	4	91.0	1	31.0	
	3	77.5	6	100.0	5	22.5	7	100.0	
	2	31.5	5	54.0	4	36.5	6	62.0	
	1	17.0	6	78.5	6	89.5			
	2	18.5	4	54.0	3	31.0			
	1	17.0	6	58.5	4	49.0			
	2	19.5	7	63.0	6	60.5			
					6	55.0			
					6	100.0			
ピーク数計	32		74		79		39		224
貫入量計		492.0		945.5		1001.5		537.5	2976.5
平均	1.9	28.9	4.4	55.6	4.2	52.7	3.0	41.3	

表-5 ピーク数に対する分散分析表

要因	平方和	自由度	分散	分散比
級間変動	71.3	3	23.8	8.50**
級内変動	175.3	62	2.8	
総変動	246.6	65		

表-6 貫入厚さに対する分散分析表

要因	平方和	自由度	分散	分散比
級間変動	7343.47	3	2447.82	3.70*
級内変動	41003.92	62	661.35	
総変動	48347.39	65		

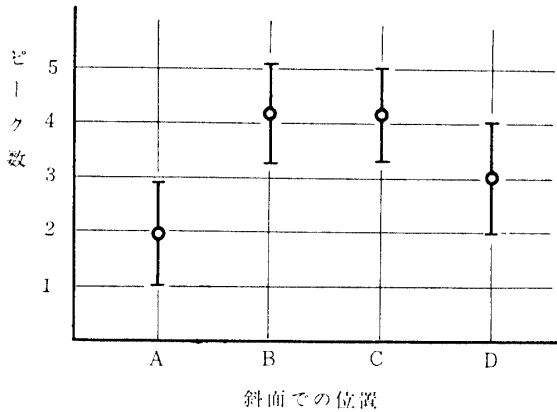


図-9 貫入指数2以上のピーク数

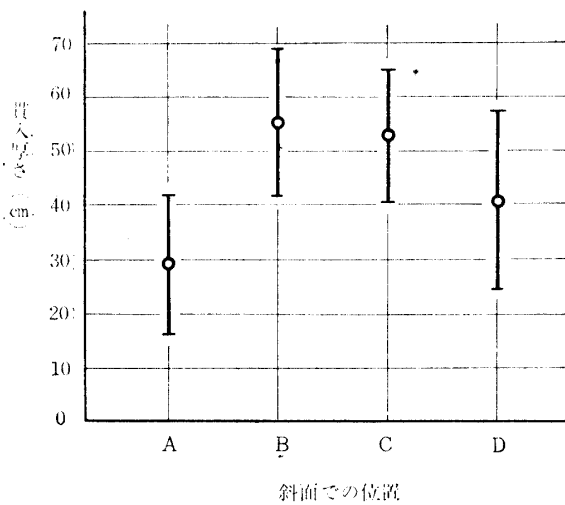


図-10 貫入指数2以上の貫入厚さ

率5%でそれぞれ有意という結果がえられた。

それでこれら斜面での位置における、平均値の95%の信頼限界を求めて、図示したのが、図-9、および図-10である。

図-9および図-10に示されたように、貫入指数が2以上であるピーク数および貫入厚さ（ポーラスな層の厚さ）が、斜面の位置によってかなり明瞭な差があることが認められた。だが、斜面勾配変換点なり斜面中腹におけるピーク数の平均が何回かあるということは、何を意味するのであろうか。筆者らは、これらの斜面の位置では、現在ある斜面の成立過程において、過去に何回かの土砂移動の時期があり、その途中で移動してきた土砂の粒径が比較的粗なときと細かいときと交互に堆積がくり返えされた結果、貫入指数が何回かの異常な高い値を示したのではないかと解釈したのである。ポーラスな土層の厚さによる結果も同様のことが云えるのであって、過去に筆者らが行なった、伊勢湾台風時に発生した崩壊地調査からも崩壊はこれら勾配の変換点から始まっているということがいえたのであるが、この点の裏付けにもなるかと思われるのである。それと筆者が実際に貫入試験を行なった現場での印象からいっても、実際の山腹斜面は意外なほど、ふわふわした土層で覆われていることなどを考慮に入れると、一たん集中豪雨に見舞われたならば、その結果は火を見るより明らかであろうと痛感されるのである。

つぎにこれらの測定値を、その測点の標高によってどんな結果が得られるだろうかということから、表-

表-7 標高階によるピーク数および貫入量

標高階	640m以下		640m~659m		660m~679m		680m~699m		700m~719m		720m以上		合計
	ピーク	貫入厚さ	ピーク	貫入厚さ	ピーク	貫入厚さ	ピーク	貫入厚さ	ピーク	貫入厚さ	ピーク	貫入厚さ	
	1	22.0	2	16.0	1	10.5	1	22.0	3	60.0	2	29.0	
	1	4.0	2	33.0	3	36.0	3	11.5	4	62.5	7	91.0	
	3	62.0	0	0.0	2	48.0	5	82.5	2	26.0	6	93.5	
	5	78.0	1	29.0	4	74.0	2	28.0	4	52.0	6	66.5	
	2	47.5	2	48.0	2	32.5	7	78.5	4	36.5	5	47.0	
	1	16.5	2	70.5	3	77.5	1	4.0	2	18.5	5	41.0	
	2	41.0	1	17.0	2	21.0	1	5.5			4	33.5	
	1	31.0	6	89.5	2	27.0	2	18.0			1	1.5	
			3	31.0	7	63.0	1	17.0			4	91.0	
			6	50.0	6	100.0	2	19.5			5	22.5	
			4	49.5	2	31.5	6	78.5					
			5	54.0	4	49.0	4	54.0					
					6	60.5	6	58.5					
					6	55.0							
					6	100.0							
					7	100.0							
					6	62.0							
計	16		34		69		41		19		45		224
		302.0		487.5		947.5		477.5		245.5		516.5	2976.5
平均	2.0	37.8		40.6		55.7	3.2	36.7	3.2	40.9	4.5	51.7	

表一八 ピーク数に対する分散分析表

要因	平方和	自由度	分散	分散比
級間変動	645.21	5	129.04	33.78**
級内変動	229.64	60	3.82	
総変動	874.85	65		

表一九 貫入厚さに対する分散分析表

要因	平方和	自由度	分散	分散比
級間変動	8111.11	5	1622.22	2.40*
級内変動	40616.50	60	676.94	
総変動	48727.61	65		

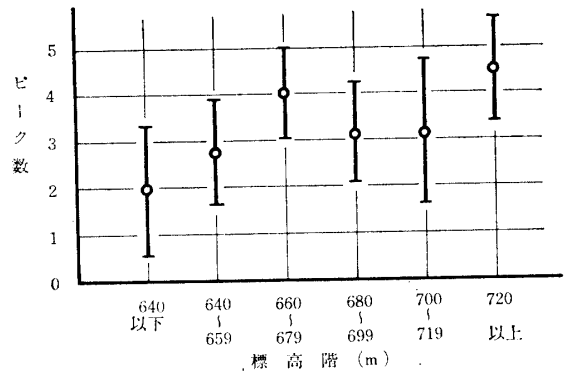
7に標高640m以下, 640m~659m, 660m~679m, 680m~699m, 700m~719m, および720m以上の6つの水準に分けて整理してみた。

これらの値を, 前の斜面の位置ごとによるものと同様貫入指数2以上のピーク数, および貫入厚さのそれぞれについて分散分析を行なってみた結果が, 表一八および表一九である。ピーク数については, 危険率1%で, 貫入厚さについては危険率5%でそれぞれ有意という結果を得た。

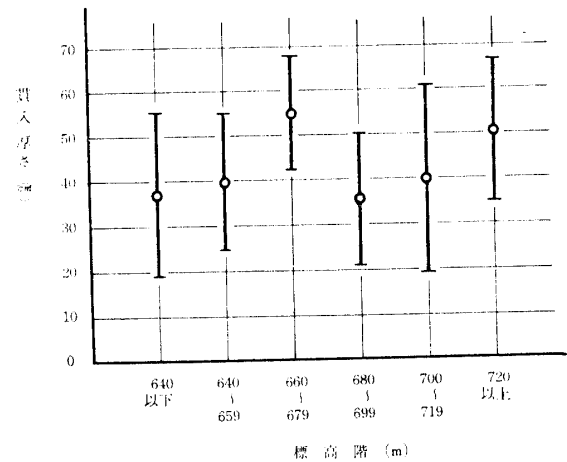
以上のことから各標高ごとのピーク数, および貫入厚さについて, それぞれの平均値の95%の信頼限界を求めて図示したのが, 図一11, および図一12である。

図一11, および図一12によれば, 貫入指数2以上におけるピーク数および, 貫入厚さはともに, 標高660m~679mの間の水準で1つのピークを作り, 720m以上で上昇の気配を見せるが, 表一三に示したように, この標高720m以上の測点のほとんどが, 大滝谷測線一VIIによるものであって, この1測線の値だけでこの標高階を代表するとは断言できず, この時点では, 一応除外して考える。本調査流域の標高の最高点は, 桃俣川流域にあって請取峠の西南西約2kmにあるピークで1056mで, 山粕川が曾爾川と合流する地点の標高約420mとほぼ600mの標高差がある中の, ごく一部の標高階のみをとって論議を進めるのは心苦しい限りであるが, ほぼ600m~720mの標高の間で, 前述の660m~679mの間にはかなりなポラスな土層が, 他に比較して厚く堆積しているといえるのではないかと考えられるのである。

渡辺, および瀬尾⁹⁾が六甲山において, 昭和36年および昭和42年に発生した崩壊について調査した結果によると, 六甲山塊は, いくつかの断層によってテラス



図一11 標高階による貫入指数2以上のピーク数



図一12 標高階による貫入指数2以上の貫入厚さ

状の地形が形成され, 崩壊はそのテラスから下った急傾斜へと勾配が変わる地点に発している。したがって, ある標高に集中して発生する傾向があるとのべている。

このことは, 本報告にも何かの関連性があるものと考えられ, 本調査流域が領家の変成岩地帯であり, そのために現在の地形が存在しているのであって, 侵食現象を地形発達の一つのステップと考えれば, たとえ六甲のような断層地形でなくとも, ある一つの標高に集中して崩壊可能土砂が存在していても不思議はないのである。したがって, 本報告の場合のように, 一つの標高階にだけあるのではなく, 前述した, 700m, 800m, および900m台の各標高について調査してみる必要は多分にあると考えられる。そうすれば, 今回発見できたような標高階がまだいくつか見つけることができるかもしれないのである。このことがより明確になれば, 生産土砂の量を予測する上で一つの手掛りになるのではないかと考える次第である。

V 総括

以上, かなり大胆な推論を行ってきたのである

が、はじめて土研式貫入試験機を用いて山腹斜面の調査を行なったもの実感として、前述したごとく斜面での位置すなわち、尾根、斜面勾配変換点、中腹、および斜面法尻ではっきりと、貫入の状態に差があること、そして斜面勾配変換点では中腹と同様に、かなりポーラスな崩れ易いと考えられる土層が存在していること、およびこれらの土層が標高 660m~679m の間では顕著であることなどが認められた。

しかしこれだけの調査結果だけでは未解決の問題が多く、今後、崩壊と密接な関係があると認められている地形、地質、斜面の方位などの要因とも関連づけた豊富な資料を総合的に検討してその機構なり、崩壊の深さなどの問題の解決に努力していきたい。

なお本報告の資料収集のために、いろいろの便宜を計っていただきました、建設省近畿地方建設局木津川上流工事事務所の佐藤技官、益子技官、ならびに徳岡技官に深甚な謝意を表する次第であります。

引用文献

- 1) 建設省近畿地方建設局(1968)：青蓮寺川上流水源崩壊地調査：3—16.
- 2) 土質工学会(1966)：土質調査法：67—130.
- 3) 山田剛二・小橋澄治・新井秀夫・外4名(1969)：鉄道技術研究報告699：1—13
- 4) 山田剛二・今井篤雄・小橋澄治(1969)：新砂防，74：1—8.
- 5) Yoshizawa, H., Nakajima, W., and K. Ishizaka, (1966)：The Ryoke Metamorphic Zone of Kinki District, Southwest Japan：Accomplishment of a Regional Geological Map; Mem. of Collage of Science, Univ. of Kyoto, Series B Vol. 32—4, Geology and Mineralogy.
- 6) 渡辺正幸・瀬尾克美(1968)：新砂防，68：17—20

Summary

For the purpose of forecasting the volume of debris production, in future, the authors carried out the sounding tests at the mountain slopes of the Shorenji River Basin in Nara Prefecture, that were put in practice with the Doken-Type penetrating machine.

Within the range of this report, the results are summarized as follows：

1) It is recognized that there were distinctly different penetration among the conditions at the spot of the mountain slope, that is, the top of the mountain slope (A), the changing spot of the slope

gradient (B), the halfway mountain slope (C), and the foot of the mountain slope (D), in case of taking into consideration on the cross section of the mountain slope.

2) At the B and C spots in these mountain slopes, there were considerably porous soil layers with regard as being apt to collapse.

The authors considered that the collapses at the mountain slopes originated in the B spot.

3) It was remarkably recognized that these porous soil layers accumulated in some height, that is, 660m~679m above the sea-level in this basin.