

伊勢小屋沢崩壊の総合的研究

長野県 読書中学校理科研究班
西筑摩郡

I 研究の目的

忘れもしない7月20日の山津波は、わが校を襲い奪い人命を奪い、校舎や設備を破壊埋没してしまった。今度の惨事の原因になった伊勢小屋沢の地域は、300年前の昔にも、やはりこのようなことがあったと、村人の云い傳えに残っている。わが村の人々は長雨の時には、この地域に崩壊（この現象を当地方では蛇抜けと呼んでいる）が起るだろう位の漠然とした予想をしていたらしいが、しかし、このような事実がなかったため特別な防除処置を怠っていた。それが今度の惨事になってしまった。

我々の研究班は、世の人々が、治山治水に深い関心をもちながらも科学的には研究が不十分な事を知り、この点に目覚めてもらいたいと考えたのである。我々の目的とする所は、

- (1) この災害がなぜ起ったか。
- (2) この災害はどの様な所に起ったか。
- (3) 未然に防ぐにはどうしたら良いか。

という三つの問題を調べ、今後の災害防除の資料にしたいと思つて研究することにした。

II 研究の方法

第1表 研究班とその任務

班名	研究事項	研究方法
気象班	(1) 7月の降雨量と天気	学校で雨量と天気図を調べその中で足りないのを、飯田測候所と読書発電所で調べた。
	(2) 7月20日(崩壊当日)の降雨量	
	(3) 7月の降雨の原因特に20日の豪雨の原因	
水量班	(1) 崩壊直前までの流出水量	山崩れの決壊の始まると伊勢小屋沢を視察して計算でだした。
	(2) 決壊地点に及ぼした力	
地質班	(1) 木曾の地質及び地形	木曾谷の地質は長野県の地質図によって調べた。読書村と山崩れのあった所の地質は現場視察によつて調べた。
	(2) 読書村の地質及び地形	
森林班	(1) 崩壊現場における風化	決壊現場で植物の種類、植物の发育、岩石の風化度について調べた。

III 伊勢小屋沢の崩壊の原因

1. 気象面

A 6, 7, 8月の雨量は第2表のとおりである。

すなわち木曾地方は、6月上旬より本格的な梅雨に入

り、梅雨前線の通過毎に、1日30mm、多い時には100mm位の降雨がみられた。7月上旬当地方にはしばらくぶりに、晴天もみられたが、18日の南紀伊地方の豪雨に続いて中部地方各県下にも多量の降雨がみられ、木曾谷地方は著しい豪雨にみまわれるに至った。

第2表 読書村の雨量(1953年)

月	日	mm	月	日	mm	月	日	mm
6	1	83.0	7	1	3.2	8	1	—
	2	1.2		2	0.3		2	—
	3	4.6		3	50.0		3	24.3
	4	123.1		4	63.9		4	1.1
	5	13.2		5	10.1		5	2.0
	6	49.1		6	42.4		6	1.1
	7	38.8		7	81.8		7	3.8
	8	—		8	52.4		8	0.6
	9	—		9	7.0		9	—
	10	—		10	13.5		10	—
	11	—		11	19.5		11	4.6
	12	5.9		12	0.8		12	25.8
	13	—		13	—		13	26.4
	14	—		14	—		14	73.1*3
	15	1.3		15	—		15	53.8
	16	—		16	1.7		16	57.1
	17	—		17	28.2		17	10.2
	18	27.5		18	55.6		18	—
	19	3.3		19	23.1		19	0.3
	20	1.3		20	235.8*1		20	—
	21	35.2		21	11.3		21	—
	22	24.7		22	55.5*2		22	—
	23	9.1		23	21.5		23	—
	24	18.9		24	8.4		24	1.8
	25	11.8		25	—		25	101.3
	26	—		26	—		26	6.1
	27	5.3		27	—		27	51.5
	28	31.0		28	—		28	1.1
	29	18.0		29	—		29	8.5
	30	—		30	18.4		30	0.5
				31	37.7		31	—

*1 岩倉沢・梨沢・与川・伊勢小屋沢決壊

*2 蛇抜け沢決壊

*3 岩倉沢、大洞沢、与川決壊

B 7月20日の雨量の降雨量は第3表のとおりである。

すなわち読書地方は梅雨前線の通過に伴ない20日の明方より次第に降雨が激しくなり、雨傘も使用にたえず、全身しぶきにぬれるという豪雨となり、ついに7~8時には1時間70mmを突破する豪雨になるに至った。

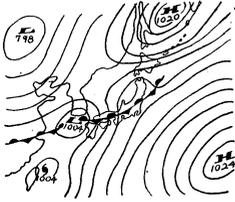
当日の降雨量は、飯田測候所における明治31年より昭和25年までの日降雨量の最大である、明治44年の127

第3表 1953, 7, 20 の雨量 (読書村)

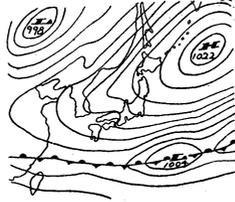
1~2時	2.1mm	12~13時	1.8mm
2~3	2.3	13~14	1.0
3~4	3.1	14~15	—
4~5	9.5	15~16	—
5~6	36.9	16~17	—
6~7	14.6	17~18	—
7~8	75.2	18~19	1.8
8~9	36.4	19~20	0.8
9~10	21.1	20~21	1.0
10~11	10.5	21~22	5.1
11~12	1.8	22~23	5.8
		23~24	3.4

mm をはるかにこして 235 mm に達するに至った。

C 7月の降雨の原因と20日の豪雨の原因



第1図 1953年7月20日12時天気図



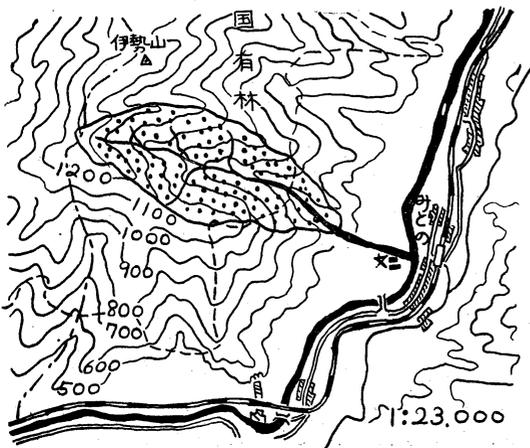
第2図 1953年7月13日12時天気図

6月上旬より本格的梅雨に入ったが、今年は寒冷なオホーク海高気圧が異状に強かったため、梅雨前線(第1図参照)は再び北上を続け、7月20日前線が通過し(第2図参照)当地にも多量の降雨がみられた。

D 伊勢小屋沢崩壊に及ぼした気象的影響

伊勢小屋沢の集水面積は、1.43km²(第3図参照)であるから7月20日1日で、伊勢小屋沢には336.050m³の雨が降ったことになり、殊に災害時の7~8時の1時間で実に107.250m³の雨がみられたことになる。この外20日早朝前線の通過に伴ない約12m/secの南の風が吹いた。このため、樹木は大きくゆれて木の根は次第に浮いて来てその下の土、石は根から離れ、山肌がゆるむ直接の原因となったものと思われる。

2. 水量面



第3図 伊勢小屋沢の集地水域

A 集水地域と水量

面積 1.436km²

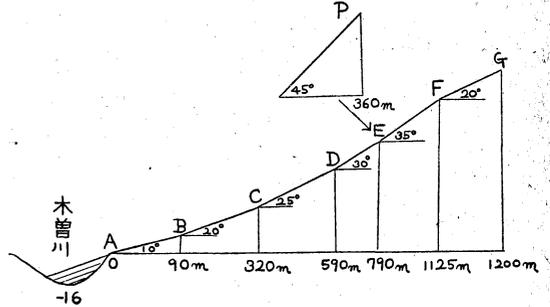
崩壊直前までに伊勢小屋沢に流入した水量は 257.543m³以上。

流入水量の計算式

$$1,435,700 \times 0.18 = 257,543 \text{ (m}^3\text{)}$$

(19日午後10時より7時50分までの降雨量180mm)

B 決壊地点に及ぼした圧力



第4図 伊勢小屋沢の傾斜度 (28, 8, 12 水量班測量)

押出され始めたのはE点、F点である。そのE点(標高790m)を見れば、伊勢小屋沢へNE90°に入ってくる沢は、45°の急角度の岩盤が伊勢山まで続いていて、伊勢小屋沢より500m登った地域が、巾10m長さ50m深さ2mの広大な地域にわたって崩壊し、流出岩石の総量は約2,300tである。

計算式 $10 \times 50 \times 2 = 1,000 \text{ (m}^3\text{)}$

$1,000 \times 2.3 = 2,300 \text{ (t)}$ (ただし2.3は花崗岩の比重)

またこの谷の岩石流出の誘因となった雨は、7月20日の降り始めより、7時50分崩壊直前までに流入した総量を求めると19,402m³である。

計算式 流入水域 108,900m²

午前1時~7時50分の流量 180m

$108,900 \times 0.18 = 19,402 \text{ (m}^3\text{)}$

19,402m³の水が45°の急傾斜を流れ落ち、ついに300tの花崗岩の岩盤を崩壊させたと考えられる。また一方F地点の崩壊現場、伊勢小屋沢の本流傾斜角35°の地点(標高1,125m)では、巾10m長さ20m高さ5mの広さにわたって崩壊し、2,300tの花崗岩の流出を見ている。

計算式 $10 \times 20 \times 5 = 1,000 \text{ (m}^3\text{)}$

$1,000 \times 2.3 = 2,300 \text{ (t)}$

この本流において、2,300tの岩石を押し流す力となった雨水の量は、145,025m³で、これが35°の急谷にそって流れ、この力を出したものを思われる。これらの二つの谷から流出した水と岩石は急斜面を落下して、D点にさらにC点、B点に加わり、計り知れない巨大な力となって土砂、岩石、樹木を流すことになったのである。伊勢

小屋沢下流の河岸近く 1,240 t の巨大な岩が流出し人々を驚かしているが、これも谷川の水の運搬力の計算よりすれば当然なこととして理解できるのである。

C 流出物（土砂、岩石）の堆積状況

一度にどっと押しよせた土砂岩石の堆積状況は、第 5 図の如くである。谷の入口には直径 1 m 位の石が埋積している。谷を V 字形にけずって谷いっぱいにおしよせて来た土砂、岩石、木材は広い林を埋めつくし崖錐地形を作った。谷口を流れ出した土砂、岩石は山手づたいに木曾川へ向って広がった。



土砂、岩石は片方は北天白台地にそって、木曾川につき出し、一方は、南天白台地にそって教員住宅、学校の方に向った。この方向は傾斜角度 5° 位の林であったために加速度的に落ちた。さらに教員住宅への登り道と旧伊勢小屋沢づたいに川原に向かった岩石の流れは川原のくぼみに落ちこんで堆積した。この所は木曾川の流れが、よどんでいたため小さな石、砂がそこに留まり大きな石の山を作った。

北天白台地ぞいに流れた岩石は、そのまま深く木曾川の中に突き出し、激突する流れに洗われて、先端の小さな岩石は流され、直径 5~6 m の大岩石の山は、前の通学道路の上にある。流れ落ちて来た大岩は、比較的地盤が堅く水平な道路上で速度が落ち、水流だけでは押し出せなくなりその後へ次にと押し寄せた大岩が留まったと考えられる。

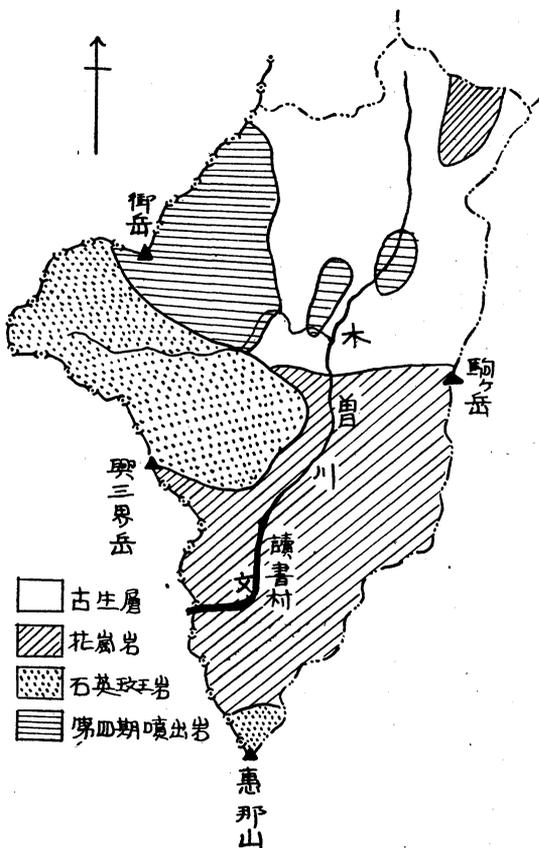
なお崩壊後上から谷をけずって流れて来た土砂によって、完全に中央部の岩石を埋めつくしてしまった。なおこの後におそった岩石は谷口に残り、土砂は堆積地の中央をおそい一帯を埋めつくしてしまった。しかし木曾川附近は流れが激しかったために、大きな岩だけ残して洗いさらわれてしまった。

3 地質、地形面

A 木曾谷の地質

西筑摩郡の地質図より木曾の地質を大別すると、上松以北の古生層と以南の花崗岩地帯とに大別することができる。さらに王滝川を中心とする石英斑岩地帯と、御岳を中心とする噴出岩地帯とに分ける事ができる。この四つの地質に分かれた木曾谷に豪雨がいった昭和 28 年 7 月 20 日は上松以南の花崗岩地帯には崩壊がいたる所に起った。これに対し上松以北から鳥居峠、平沢附近にかけ古生層地帯には崩壊がほとんど見ることができなかつ

た（昭和 28 年 11 月 12 日実地調査）王滝川を中心とする石英斑岩地帯は花崗岩地帯の最大雨量よりも約 200 m m 以上多いにもかかわらず、崩壊は少なかったようである。これを見ても古生層、石英斑岩等の地質帯は長雨にも多雨にもたえられる強い力がある事がわかり、一方読書村をふくむ花崗岩地帯は一般に長雨や多雨にたえる力が少ない。



第 6 図 西筑摩郡地質図

B 読書村の地質と昭和 28 年 7. 8 月の崩壊の模様

読書村の地質は第 6 図によってもよくわかる様に、すべて花崗岩地帯であるが、ただ一部わずかに柿其峠に御岳の続きと思われる噴出岩の露頭をみるだけである。先にも説明したように花崗岩は、質がもろくこの地帯一円は豪雨に見舞われれば直ちに崩壊する危険なものである。したがって読書村は梅雨期その他降雨量が増してくると、たえず生命財産は危険にさらされるのである。第 7 図は本年の 7. 8 月における本村の崩壊のあった地域であるが、谷という谷はことごとく崩壊しほとんど村全体に及んでいる。ここにも花崗岩地帯の地質的弱点をみるとかできるのである。

C 伊勢小屋沢の崩壊にいたった地形地質的弱点

伊勢小屋沢の源、伊勢山は木曾川の右岸に河岸まで裾をひき 35° の急勾配でそそり立つ 1,373 m の花崗岩質の山である。読書村三留野に面した裾一帯は、古く伊勢

小屋沢の侵蝕によって伊勢山より運ばれた土砂、礫が堆積し、その下には花崗岩の巨岩が埋まり、今は灌木が生い繁っている。崩壊現場付近は第4図によってもわかるように、35°~45°の岩盤で表土はわずかに5~6cmにすぎず全く岩山である。その上、花崗岩の節理は、ことごとく川下に向っており、その上脆弱である。崩壊によって、流出又は倒されたモミ、ツガ、スギなどの巨木の年輪を調べてみると95~150年位のものが多いことと、岩石流出前の地形とにより考えてみると少くとも150年位前にも、この地域に大規模な崩壊があったものと推測される。崖錐の安定角度は花崗岩の場合は35°以下とされているから35°~45°伊勢山は崩壊前のみならず、現在でも極めて危険な状態であるといわねばならない。

4 崩壊現場における植物の状況

A 崩れた所の植物の生え方

崩壊現場には、頂上にも岩盤の上にもたくさんの植物があり、しかもそれは大部分が太い樹木で、その樹種は主として、ヒノキ、ナラ、マキ、カシである。1本のヒノキについて調べて見ると、根本の周りは1.23mで岩盤の割れ目へ根が入っており、その長さを計ってみると、見えている所を計っただけでも8.26mもあり、根の一番先の周りは12cmである。またマキの根本の太さを調べて見ると2.7mであり、根の長さは16.9mとずっとのびている。山崩れで切れた根の先は4cmである。根が岩盤にはいつているのは、ほとんど喬木である。喬木は根本の周りは1m以上の太さの木ばかりで根はたいていものは8m~20m位までのびている。頂上の木は全部生きており、枯れた木は全くなく、青々と育っている。そこは谷が深く日光は余りあたらぬので枝は上へ上へと伸び、根はいりくんで岩の間へ間へと伸びている。

B 植物の種類

第4表 伊勢小屋沢の植物

喬木		灌木	草本
闊葉樹	針葉樹	闊葉樹	
カシ クヌギ ナラ ホウ ハンノキ カエデ サカキ	ヒメコマツ モミ ツガ コウヤマキ ヒノキ	シロモジ クロモジ ツツジ	トラノオシ イワカガミ その他 スギコケ ササ

C 植物と岩石との関係

頂上には第4表に示した様にたくさんの種類の植物がある。その中でもマツは山崩れで切れている根の先の周りは12cmの太さで、根本から8.26m伸びている。またマキは根の太さが、4cmでこれは16.9cmと長く伸びている。その他種々の喬木は全部岩盤の中へはいり四方八方へと伸びている。頂上の土はわずか26cmという深さ

で植物は全部岩盤の中へ入ってゆく。

D 岩石の風化を早める植物の働き

植物は表土がほとんどないため、岩石の割れ目の中へ入る。すると岩石はだんだんと割れて行く。そこへ雨が



第7図 7, 8月の降雨による読書村の蛇抜け地域

降り雨水はわたれた岩石の間へはいる。それが幾度となくくりかえすうちに岩石が風化する。

Ⅳ 伊勢小屋沢崩壊流出の総合的研究

伊勢小屋沢の崩壊流出原因は、今までその原因を分解して考えて来たのであるが、それをここでまとめて考えて見る。

木曾谷南部一帯は花崗岩質でできており、特に伊勢小屋沢水域は第4図に見るような最低10°より45°に至る急傾斜で、山肌はすべて風化し、巨木の根が岩盤に侵入して、大きい割れきずをつけている。その上花崗岩の節理は川下に向かっており極めて不安定な状態である。そこへ6月以来降り続いた梅雨の後に、7月20日の180mm(崩壊直前まで)に達する豪雨に見舞われ、危険状態にあった岩盤は完全にその耐久力を失って崩壊を始め、2地点の合計4,600tの泥土、岩石に164,427tの水が加わって、35°の急斜面を流下し溪谷をけずり、谷川にそって密生していた巨木4,200石と、計り知れない岩石、砂、土等を流出したものと考えられる。そのうえ、集水域は数町歩にわたって間伐してあったために、谷川の水圧にたえるには、地盤が弱かったことも考えて見なくてはならないのである。

なお、山崩れの最初の原動力としては、谷の上流に堆積していた木の枝、葉、藪等のため川水がせき止められ、小さなダムが形成され、それが或る程度水量が多くなると、決壊し、さらに少し下流に、同じ理由で前のものより規模の大きいダムが形成され、それがまた一時に決壊するというように数回にわたり繰り返して、大きな力となり谷全体の岩石を落下させる原動力となるものと思われる。

Ⅴ 読書地区における崩壊の予知と防止法

1 予知

A地質的な面より考えると、読書村を含む南木曾一帯は、雨に最ももろい花崗岩質で出来ており、長年の風化、侵蝕作用によって表土が運搬され、山腹六合目以上は、ほとんど35°~45°に達する岩盤となっている。従ってこれらの地域は崖錐の限度をはるかにこえているので、極めて危険であり、本年崩壊した伊勢小屋沢はもちろん、傾斜角30°以上の谷川に面した地域は、地形的にいっても常にその対策を考えておかななくてはならない。また伊勢小屋沢にみるように、節理はことごとく谷口に向っている所よりみると、同じ風化度の地点でも節理の方向によって、危険が一層大きいわけである。

B 本年のように長雨の場合は、一層急激に風化作用が行なわれるから、連日の雨量100mmを越えた場合は、まず危険状態にあると考えなくてはならない。7月20日の様に200mmを越えた時は、完全に崩壊すると考えて良い。

C 伊勢小屋沢で木の生えていない岩山が崩壊を始めたことから考えて見て、また谷底に生えている木は急斜

面の谷ではあまり支えになることはできないと考えられるから、はだか山は特に危険である。

2 防止方法

A 植林によって水源を守るという方法も考えられるが、読書村の特に危険視されている伊勢山、南木曾山等は六合目以上は表土が浅く植林不可能であるから伐木しない事が第一である。

B 上の考えに基づいて六合目以上の崩壊防止には、谷川の集水地域と崩壊の場合とを加味してそれを防ぎ得る堰堤を築くことが必要である。この場合川下に築いたのでは何の役にも立たないから、崩壊危険区域(傾斜角30°を越える地点)まで、岩盤の硬度をみて、100mに1本位づつ堰堤をいれる事が理想である。

C 村で係員を作り風化の度と危険の度を雨期前に調べ主要な山頂に自記雨量計を置いてたえず水源の状態を知って、崩壊前にその危険を知って警報を出す事がたいせつである。

そめいよしの開花日までの積算温度の一考察

篠原久男

もし、そめいよしが開花するまでのある期間において、積算気温が一定値を示すような傾向にあると仮定すれば、このある期間は次のようなものを考えて計算していけば見出されるであろう。

ある日から開花日までの積算気温(日平均気温の)をAとする。年をi、日をjで示し日平均気温をtとすると、Aのとり値は、

$$A_{ij} = t_{i1} + t_{i2} + t_{i3} + \dots + t_{ij} = \sum_{j=1}^j t_{ij}$$

ある日から開花日までのAの累年平均値をm_jとすると、

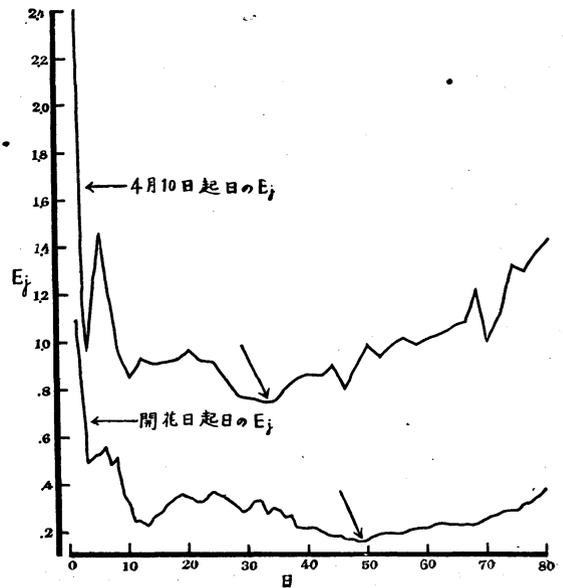
$$m_j = \frac{1}{N} (\sum t_{1j} + \sum t_{2j} + \sum t_{3j} + \dots + \sum t_{Nj}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{ij}$$

となる。

$$E_j = \frac{\sum (A_j - m_j)^2}{m_j^2} = \frac{\sum \left[\sum_{j=1}^j t_{ij} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{ij} \right]^2}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{ij}}$$

と定めて、E_jなるものを考えてみる。

E_jは積算気温の年平均からの偏差の自乗を年平均の



第1図 E_jが小さくなるほど積算気温は一定値に近づく