

京都府立大学農学部 ○日 浦 啓 全
 応用地質株式会社 大 角 達 夫
 京都府立大学農学部 大 手 桂 二

はじめに この研究では、花こう岩地帯に頻発する表層崩壊を対象としている。表層崩壊は地質的な素因よりはむしろ集中的な豪雨に誘発され、その発生機構についてもほぼ明らかとなっている。しかしながら崩壊が発生後どのように推移していくか、あるいはどれくらいの数の崩壊が新規に発生するのか等については不明な点が残されている。著者らはこれらの崩壊の発生後の推移について、航空写真の判読結果をもとに若干の考察を行ったのでその結果を以下に述べる。

1 調査地の概要 本研究では2つの地域を対象とした(図1)。その第一は奈良県宇陀郡御杖村内(図中a)の木津川上流支川青蓮寺川の水源地域(9.4 km²)、第二は京都府相楽郡南山城村および同和東町内(図1b)の木津川中流支川和東川の水源地域(16.3 km²)であり、前者は昭和34年9月の伊勢湾台風による豪雨により、また後者は昭和28年8月の集中豪雨によるいわゆる南山城災害により多大な被害を蒙った地域である(1)。両地域共に領家帯の花こう岩地帯に属し、豪雨によって山腹斜面にはおびだしい数の表層崩壊の発生をみた。

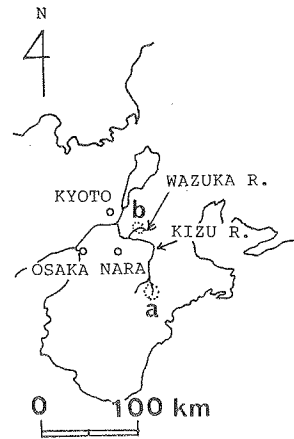
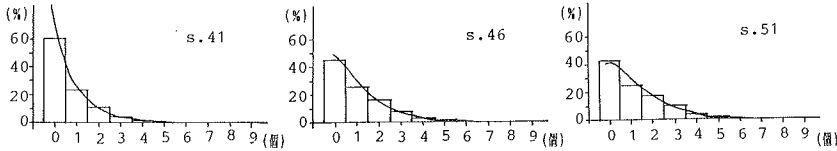


図1 調査地域の位置図

2 メッシュの大きさと崩壊地の分布の推移について 地形図を用いた判読作業においてメッシュ法を用いる際に常に問題となるメッシュの大きさについて考察すべく300m、150m、75mの3種類の大きさのメッシュを選定し、その中に含まれる崩壊地の個数を航空写真上で判読し、崩壊地個数毎にクラス分けされたメッシュのヒストグラムを作成した。木津川上流地域の昭和41、46、51年のそれぞれの3時期の比較の結果、以下のことが認められた。すなわち、300mのメッシュではメッシュ自体がある程度の大きさをもつため、崩壊地の存在しないメッシュの数よりは10個前後の個数を含むメッシュの個数の増減の方が支配的となっている。したがって流域全体に存在する崩壊地の全般的な分布に関する情報を与えることができる。150mおよび75mメッシュでは崩壊地数0個のメッシュが特徴として現れてくる。特に75mメッシュの場合は山ひだり斜面の大きさと対比できる程度の大きさであり、0個のメッシュの減少すなわち未崩壊斜面の崩壊がより特徴的に表われてくる。75mメッシュの場合には崩壊地数が0個のメッシュ数は昭和41年には60%余であったのが、昭和46年には45%、51年には43%となっている。対象流域についてはメッシュ数が不変であり、崩壊地個数が1個であるメッシュ数の増加のみられない事より、2個以上の崩壊地をもつ

メッシュの増加が明らかとなった。このようにいずれの大きさのメッシュについても、崩壊地の存在の有無、発生、推移についてはそれぞれに特徴的な分布の状況が定量的に表現されるが、表層崩壊程度（面積：約240m²（2））について、その発生、非発生を論じようとするためには75mメッシュを用いた場合の方が適当と考えられたため、以下の部分では75mメッシュを用いた解析結果を基にして崩壊地個数の経年変化について考察を行った。

(1) 青蓮寺川流域



(2) 和東川流域

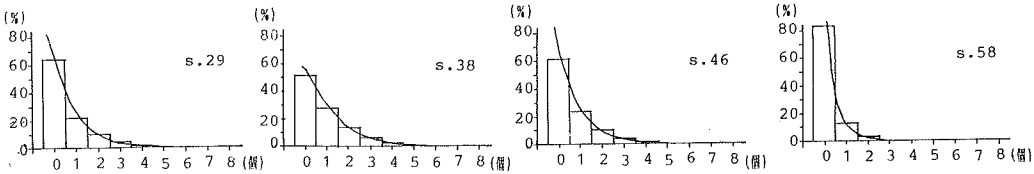


図2 崩壊地個数ごとのメッシュ個数ヒストグラムとワイブル分布曲線

3 崩壊地数の経年的な推移 図2中のヒストグラムはそれぞれ青蓮寺川および和東川の上流域における判読結果より得られたが、これらを年度を追って考察することで崩壊地の平面的分布の推移が明らかとなる。この分布状況を説明するための確率密度関数として、次式で表されるワイブル分布関数のあてはめを行った。

$$f(x) = m \alpha^{-m} (x - \gamma)^{m-1} \text{EXP} \left(- \left(\frac{x - \gamma}{\alpha} \right)^m \right)$$

この分布関数は実験データのあてはめから考えられたものであって、解析的にも取り扱いやすく正規分布、ガンマ分布、対数正規分布等を用いるより良好に適合することが確かめられている(3)。

式中の α 、 m 、 γ はそれぞれ尺度、形状、位置のパラメータと呼ばれる。表1には崩壊地数の判読結果、各崩壊地数級の全数に対する度数(%)およびワイブル分布関数による期待値(%)を示し

表1 崩壊地調査結果とワイブル期待値

(1) 青蓮寺川流域 (調査メッシュ個数1678個, 調査面積9.4km²)

年	崩壊地個数										崩壊地個数合計(個)	崩壊密度(個/km ²)	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
41	メッシュの個数(個)	1008	385	188	64	17	11	2	3	0	0	1109	117.5
	メッシュの度数(%)	60.07	22.94	11.20	3.81	1.01	0.66	0.12	0.18	0.00	0.00		
	ワイブル期待値(%)	69.63	25.80	9.66	3.63	1.37	0.51	0.19	0.07	0.03	0.01		
46	メッシュの個数(個)	756	435	273	135	41	21	10	4	2	1	1768	187.3
	メッシュの度数(%)	45.05	25.92	16.27	8.05	2.44	1.25	0.60	0.24	0.12	0.06		
	ワイブル期待値(%)	47.89	29.34	14.93	7.01	3.13	1.34	0.56	0.23	0.09	0.03		
51	メッシュの個数(個)	719	416	286	156	55	28	10	5	2	1	1936	205.1
	メッシュの度数(%)	42.85	24.79	17.04	9.30	3.28	1.67	0.60	0.30	0.12	0.06		
	ワイブル期待値(%)	41.20	29.28	16.30	8.10	3.74	1.63	0.67	0.27	0.10	0.04		

(2) 和東川流域 (調査メッシュ個数2897個, 調査面積16.3km²)

年	崩壊地個数								崩壊地個数合計(個)	崩壊密度(個/km ²)		
	0	1	2	3	4	5	6	7			8	
29	メッシュの個数(個)	1838	614	282	118	36	6	2	1	0	1725	105.9
	メッシュの度数(%)	63.44	21.19	9.73	4.07	1.24	0.21	0.07	0.03	0.00		
	ワイブル期待値(%)	66.68	25.92	9.21	3.15	1.05	0.35	0.11	0.04	0.01		
38	メッシュの個数(個)	1473	786	386	174	51	14	11	1	1	2435	149.4
	メッシュの度数(%)	50.85	27.13	13.32	6.01	1.76	0.48	0.38	0.03	0.03		
	ワイブル期待値(%)	54.89	29.66	12.95	5.14	1.92	0.68	0.23	0.08	0.03		
46	メッシュの個数(個)	1780	686	292	101	23	11	3	1	0	1745	107.1
	メッシュの度数(%)	61.44	23.68	10.08	3.49	0.79	0.38	0.10	0.03	0.00		
	ワイブル期待値(%)	71.14	26.23	9.07	3.06	1.01	0.33	0.11	0.03	0.01		
58	メッシュの個数(個)	2427	361	85	16	5	3	0	0	0	614	37.7
	メッシュの度数(%)	83.78	12.46	2.93	0.55	0.17	0.10	0.00	0.00	0.00		
	ワイブル期待値(%)	136.89	12.11	2.39	0.60	0.17	0.05	0.02	0.01	0.00		

た。図2中の曲線は両調査地についてのワイブル分布曲線である。これからも明らかなように、分布関数の適合性の良好なことが認められる。表2、図3には分布曲線の3つのパラメーター値の経年変化を示した。和東川流域の場合には災害の翌年から昭和38年に向かって α 、 m は増加、次いで昭和58年に向かって減少する。逆に γ は最初減少するが、その後増加する。一方、青蓮寺川流域の結果では、調査期間10年のあいだは α 、 m が増加、 γ は減少しその期間の後半には一定値に向かって収束する様子がみられる。このことは、ある流域において崩壊地数が増加し続けても、全山腹が裸地化するということはなく、むしろ一定値に向かって収束すると考える方が自然と思われることを数的に表現しているものとも理解できる。図3から両流域に共通して災害直後から10年程のあいだに崩壊地数の増加の傾向が認められる。青蓮寺川流域の場合にはその後の資料が与えられていないが、和東川流域では崩壊地数の減少がみられる。ここでは α パラメーターの変動が特徴的に示されているが、これは崩壊地数が6-8個存在するメッシュの経年的な消長に大きく左右されているためである。

表2 ワイブルパラメータの経年変化

(1) 青蓮寺川流域

年	位置 γ	尺度 α	形状 m
昭和41年	-0.353	1.011	0.994
46	-0.441	1.573	1.155
51	-0.528	1.802	1.240

(2) 和東川流域

年	位置 γ	尺度 α	形状 m
昭和29年	-0.412	1.030	1.059
38	-0.437	1.346	1.162
46	-0.365	0.983	1.039
58	-0.182	0.324	0.732

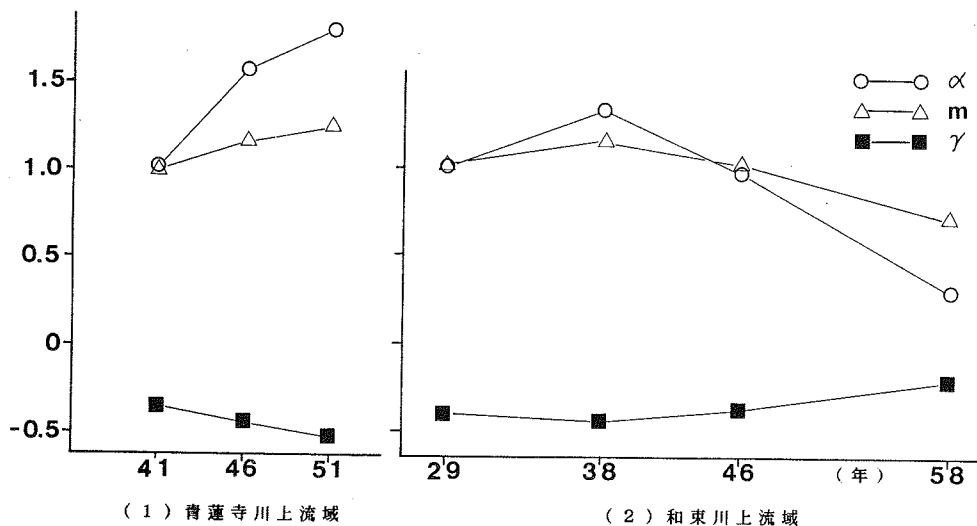


図3 ワイブルパラメーターの経年的変化

4 崩壊地の推移モデル 青蓮寺川上流地域は前述のように伊勢湾台風により山地が著しく荒廃し、これに起因する流出土砂を抑止する目的で昭和39年から直轄砂防施工区域に遷入され、以後ダム工を主体とした渓流砂防が継続され現在に至っている。その間、筆者らも協力し崩壊地の緑化、植生導入に対する実験的な試みが続けられてきているが、特に積極的な山腹植栽工事等の施策はなく現在に至っている。他方、和東川上流地域は災害直後より京都府農林部による崩壊地復旧治山事業が開始され、積極的な緑化施策が継続して実施されている。以上をまとめて崩壊地の発生とその後の推移について以下の事柄が明らかとなった。

- (1) 崩壊地は大災害後も一定数発生し、やがて全数が収束する傾向をみせる。その期間は流域により幾分は差異があるがおよそ10-15年のオーダーである(青蓮寺川流域:昭和34-51年、和東川流域:昭和28-38年)。
- (2) 表土の固定、植物の生育期間を考慮すると、山腹緑化工の効果が現れるには少なくとも10年は経過する必要がある。
- (3) 継続的な緑化工の施工によりその後は図3にみるように著しく回復がすすむ。
- (4) 青蓮寺川流域のように積極的な緑化工を行わない場合には崩壊地数の増大する程度はおおきくなる(α パラメーターの増大に代表される)。
- (5) ただし、みかけの森林の回復は必要条件として満たされても十分条件としての森林土壌の回復には100年オーダーの年月が必要であろう(4)。

以上、崩壊地の推移がワイブルパラメーターの経時変化の様子を用いて表現でき、緑化工事が効果的に行われた場合の崩壊地の復旧については和東川流域の場合をその代表的なモデルとして示すことの出来ることが明らかとなった。この研究では建設省木津川上流工事事務所並びに京都府土木建築部砂防課よりの資料の提供(5)、(6)を願った。ここに謝意を表します。

参 考 文 献

1. 林業試験場防災部:昭和28年近畿水害調査報告, 林業試験場研究報告 第74号, 1954年 pp. 1-95
2. Hiromasa HIURA: Studies on the Occurrence of the Surface Slide and the Estimation of Sediment Yield, Bulletin of the Kyoto Prefectural Univ. Forests No.29, pp.1-57 1985
3. 仁木直人:ワイブル分布のパラメーター推定について, J.PC-For.2(2),1984
4. 大手桂二:林道法面に成立した植生に対する評価法の一試案, 京都府立大学農学部演習林報告 第26号 pp. 52-71 1982年
5. 建設省木津川上流工事事務所:砂防調査報告書 昭和46年2月
6. 京都府土木部砂防課:昭和31年度砂防調査報告書, 木津川流域崩壊調査書 1957年3月