

九州大学工学部 ○学生員 藤本 繁雄
正員 平田 登基男
正員 樽木 武

1. はじめに 従来の土石流災害に関する調査研究は個々の土石流を対象とし、土石流の発生機構や運動形態の解析に主眼が注がれていたが、最近では土石流災害の問題を多方面から総合的に把握するという意味で多変量解析などの統計的手法と駆使し解析したものが見られるようになった。本研究もこの系統に属するもので、長崎大水害で多数発生し人的被害が最も多かった土石流について長崎市周辺の400ヶ所余りを対象に、土石流発生地域の流域・斜面状況、土石流の発生・流下・堆積状況さらには被害状況について調査分析し、長崎大水害の土石流の特徴や平均的な規模の把握、土石流のグループ化、土石流の発生に関する要因分析を行なったものである。

2. 土石流の規模 解析に用いたデータは長崎市周辺で発生した437ヶ所の土石流についてのものである。図-1に土石流の規模に関する調査項目についてのヒストグラムの例を示す。図より土石流の発生部の平均崩壊深さの平均は0.94mと比較的浅く、また標準偏差は0.33mとばらつきが非常に小さいことがわかる。平均流下幅の平均は8.89mで標準偏差は4.50mであるが、なかには30mというものもあった。崩壊面積の平均は871 m^2 、崩壊土量の平均は853 m^3 であり、どちらも非常によく似た分布形をしており、崩壊面積では約60%が500 m^2 以下、崩壊土量では約65%が500 m^3 以下と、比較的小規模な土石流が多数発生したことがわかる。以上の結果から長崎大水害で発生した土石流は、平均的には深さは0.9m、流下幅は8.9mで、崩壊面積および崩壊土量の約80%がそれぞれ1,000 m^2 以下、1,000 m^3 以下であるといえる。

3. 発生・流下・堆積状況に関する要因調査 表-1,2,3は発生・流下・堆積の各状況別にクラスター分析を用いてケース(現場)をグループ分けした後に、各状況を規制すると考えられる要因をとり、各グループ毎に要因の平均値・標準偏差・最小値・最大値を求めてみたものである。これらの表から要因と各グループとの間の相関を知ることができる。相関が高ければその要因はグループの分類に強く影響を与えるものでグループの特性を決定するものであり、逆に低ければグループの分類にはあまり関係ない。

(a)発生状況 発生状況については表-1のようになる。最高点は流域内で最も高い所の標高である。表より渓流面積は規模が大きくなるにつれ値が大きくなることから相関が高いことがわかる。最高点もこの傾向にある。こ

れは渓流面積が大きければ集水量も大きくなるからと考えられる。植生と崩壊面の地質についてはあまりはっきりとした傾向はつかめない。発生前の勾配はグループ間の差というものが小さく、発生前の勾配は規模の大小を決定することにあまり関係してないといえ、規模が大きいものも小さいものも勾配が3度前後

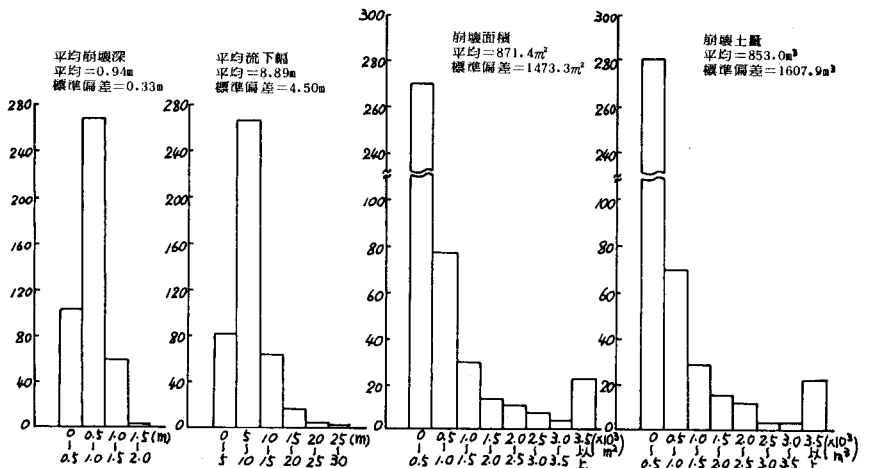


図-1 平均崩壊深、平均流下幅、崩壊面積、崩壊土量のヒストグラム

で発生することになる。これは発生前の勾配では90%近くが20~40度に集中しており平均は31.4度、標準偏差は6.2度とばらつきが小さいということが原因であろう。以上より発生規模に強く関係する要因としては浸流面積、流域内の最高点であり、発生前の勾配はあまり関係していないということがわかる。

(b) 流下状況 表2が流下状況についての結果である。規模が大きくなるにつれて流域内の最高点、最大洪水流量、崩壊土量の値は大きくなり、浸床勾配は緩勾配になっている。先の最高点については高所で発生した土石流は流路長が長くなり泥掘量等が大きくなるからである。最大洪水流量と崩壊土量については、これらは流下前の状況でありこれらの値が大きくなれば次の段階の流下の規模が大きくなるということは容易に理解できる。浸床勾配については、勾配が急な場所は浸流面積が小さいというような他の地形的要因が影響してくるからと考えられる。植生については規模が大きくなるにつれて針葉樹や広葉樹・針葉樹の占める割合が大きくなるといえるようだがさらに検討する必要がある。以上より流下状況の規模に強く関係する要因として流域内の最高点、最大洪水流量、崩壊土量、浸床勾配があげられる。

(c) 堆積状況 表3に結果を示す。前勾配は堆積する前の地形の平均的な勾配であり、前浸流幅は土石流発生前の堆積地付近の平均的な浸流幅である。最大洪水流量、崩壊土量と堆積規模とは相関が大きいということがわかる。元地形では規模が大きくなるにつれて扇状地の占める割合が大きくなるようだ。扇状地では堆積の障害となるものが少なく堆積面積等が大きくなるからと考えられる。前勾配については規模が大きくなるにつれて緩勾配になる。これは緩勾配ほど堆積しやすくなるからである。浸流幅については規模が大きくなるにつれて値が大きくなっている。浸流幅が大きいと土石流の流下速度が小さくなり堆積しやすくなるからと考えられる。以上から堆積規模に強く関係する要因は、最大洪水流量、崩壊土量、前勾配、前浸流幅ということができる。

4. あとがき 要因調査については、他の要因についてはどうか、また地質や植生については何かは、きりしたことがいえないかなどについてさらに詳しく調べてみなくてはならない。今後は各状況の分類に強く関係する要因を使って崩壊規模の判別や、崩壊・非崩壊の判別法等の検討を進めていく予定である。

おわりに、本研究は昭和58年度科学研究費補助金(自然災害特別研究(2), 代表者榎木)で行なったことを付記する。また本研究の遂行にあたっては長崎県土木部河川砂防課をはじめ関係各機関に多大な御協力をいただいたのび、ここに心から感謝の意を表します。

表一 / 発生状況に関する表

		小	規模		大
浸流面積	平均	0.022	0.039	0.079	0.107
	標準偏差	0.034	0.063	0.143	0.213
	最小値	0.001	0.003	0.002	0.010
	最大値	0.197	0.179	0.861	1.771
最高点	平均	258.0	303.2	286.3	305.7
	標準偏差	116.5	148.6	120.6	120.9
	最小値	65	63.6	83	84
	最大値	542	1362	562.3	570.1
発生前勾配	平均	31.9	30.4	30.8	31.2
	標準偏差	6.4	8.1	6.7	6.3
	最小値	19	10	20	14
	最大値	44	48	45	45
植生	広葉樹	78	49	41	57
	針葉樹	33	24	19	27
	裸地	4	8	2	8
	その他	3	6	6	7
崩壊面の地質	角閃石安山岩	11	21	16	20
	輝石安山岩	46	31	22	24
	安山岩	14	8	10	10
	川平閃緑岩	2	0	1	0
崩壊土量	角閃石安山岩	11	21	16	20
	輝石安山岩	46	31	22	24
	安山岩	14	8	10	10
	川平閃緑岩	2	0	1	0
浸床勾配	平均	22.96	21.48	20.41	18.40
	標準偏差	9.51	8.36	6.50	4.84
	最小値	8.02	9.02	9.95	9.25
	最大値	55.01	37.57	32.01	30.50
浸床付近の植生	広葉樹	81	48	48	26
	針葉樹	25	26	22	24
	裸地	12	10	15	6
	その他	4	4	8	10

表二 / 流下状況に関する表

		小	規模		大
最高点	平均	221.7	302.8	308.3	371.7
	標準偏差	104.3	148.4	123.7	88.2
	最小値	63.6	100	83	170
	最大値	542	1362	570.1	570.1
最大洪水流量	平均	0.650	1.339	1.917	4.834
	標準偏差	1.123	3.399	4.877	5.823
	最小値	0.001	0.080	0.110	0.390
	最大値	6.690	29.940	48.750	39.780
崩壊土量	平均	272.4	473.5	940.7	2031.2
	標準偏差	366.7	686.8	1726.1	2484.2
	最小値	13	38	45	130
	最大値	2875	4975	13448	10965
浸床勾配	平均	22.96	21.48	20.41	18.40
	標準偏差	9.51	8.36	6.50	4.84
	最小値	8.02	9.02	9.95	9.25
	最大値	55.01	37.57	32.01	30.50
浸床付近の植生	広葉樹	81	48	48	26
	針葉樹	25	26	22	24
	裸地	12	10	15	6
	その他	4	4	8	10

表三 / 堆積状況に関する表

		小	規模		大
最大洪水流量	平均	0.529	1.044	1.813	2.623
	標準偏差	0.713	1.405	4.071	5.856
	最小値	0.001	0.070	0.150	0.150
	最大値	4.900	6.530	29.940	48.750
崩壊土量	平均	290.6	476.3	506.6	995.5
	標準偏差	503.1	499.1	755.9	1075.9
	最小値	25	40	25	45
	最大値	4975	2250	4140	5715
元地形	谷底	91	34	48	63
	平坦地	18	14	8	22
	扇状地				
	その他				
前勾配	平均	15.7	11.3	10.8	9.1
	標準偏差	7.2	5.9	5.5	3.6
	最小値	4	1	3	4
	最大値	34	24	24	20
前浸流幅	平均	0.75	0.72	0.90	1.01
	標準偏差	0.62	0.37	0.48	0.76
	最小値	0.50	0.50	0.50	0.30
	最大値	4.00	2.00	2.50	5.20