

はじめに、

数年来、土砂災害に関連するデータベースの構築とその利用プログラムの開発を行ってきた。六甲山系においては全域の地域情報（主として山腹崩壊関連情報）と渓流対策情報（ダム配置計画に関連）の一部で、前者は京大大型計算機センターのデータベース（MOUDIS）として、利用プログラムを加え公開している。田上山系については山腹工の成果評価を中心とする地域情報が一応完成している。地域情報は地域の2次元メッシュ単位の情報で情報量が多くなり、大型計算機で扱う例が多い。しかしそれでは工事事務所など現場機関では利用できないので広く普及しているパソコンで利用できるようにする必要がある。ここではその2、3の試みについて述べる。

1 パソコンへの移植上の問題と解決策

(1)データ収納の問題。 六甲山系のデータベースはメッシュ数82000について、それぞれ24個の情報をもつ。この大きい情報量をいかにコンパクトにフロッピーディスクに収めるかが大きい問題である。解決法は情報を0-255の値に変換し、バイナリーコードで1バイト1情報で収めることである。六甲では550-440のメッシュ配置であるが、山地外のデータの無い部分がかなりあり、X方向別にY方向の情報を255バイト以下に収め1レコードとすることが出来る。X方向別のY方向の情報始点と情報個数は別のファイルに格納し参照しながら情報を取り出す。この方法で1枚のフロッピーに7種類の情報を収めることができる。

(2)必要な地域情報の迅速な切出し。 砂防計画では不定形の流域単位の情報を集計して迅速に取り出す必要がある。一方データベースはXY座標のメッシュデータとして配列されており、必要な不定形流域に該当するメッシュ情報を照合、取り出すには工夫を要する。必要な流域の切出しはパソコンに接続したデジタイザ上の図面から行う。図面上の原点をインプットすることでデータベースの座標と照合し、パソコンモニターに切出した地域を色で塗り潰して表示し、メッシュ座標の交点ドットの色の有無を調べ、メッシュを囲む4交点の内2交点以上流域内にあれば該当メッシュとして情報を取り出し集計する。情報の取り出しは(1)のファイルをランダムファイルとすることで高速化できる。

(3)画像情報の高速表示。 情報を画像で表示することは情報の確認に極めて有効である。しかし多量の情報をモニターに表示するのに(1)のファイルから読み出し描くことはかなりの時間を要する。基本的に必要な画像はグラフィックスラムに直接アクセスし、機械語でフロッピーにセーブし、必要に応じてロードする方法で表示を高速化できた。この画像ファイルは1フロッピーで10個収容できる。流域区分が固定化されている場合には流域区分図をこの方法で高速ロードし、情報種別に階級を色表示し、色を塗り替えることで情報を迅速に表示できるし、1モニター画面に複数の画像を同時に表示し、比較検討することも可能である。

2 2、3の利用例

(1)六甲山系の例。 ここで砂防計画と直接関連する情報は必要な流域の計画山腹崩壊土砂量を推定することであろう。すでに検討した結果を要約すると、まずメッシュごとの崩壊可能性を推定する。データベースには7回の時期での現存崩壊面積が入力されている。標高、勾配、集水面積、斜面の3次元形状、リニアメントの斜面条件を要因とし、それぞれの要因を3-6のカテゴリーに分け、各要因、各カテゴリーの組合せを作ると5760個のグループができ、すべてのメッシュはどれかのグループに属する。各グループの属するメッシュの7時期の崩壊面積を合計し、崩壊面積率を算出し、それを各グループに属するメッシュの崩壊可能性とする（これはデータベースに入力されている）。更に崩壊可能性を9つのクラスに分けると全てのメッシュはどれかの安定度クラスに属することになる（図-1）。

一方、各安定度クラスのメッシュが降雨条件の違いで崩壊面積率がどの程度異なるかを42年災害で推定する。17箇所の降雨観測点から各メッシュの距離の重み付けを考慮し、各メッシュの時間雨量列を推定し、

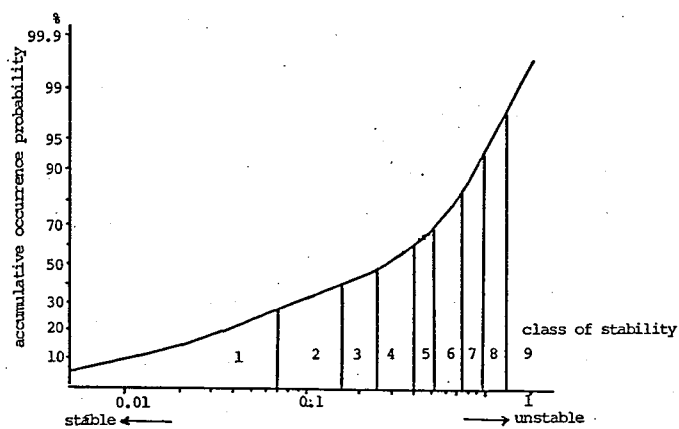


図-1 崩壊可能度の累加出現頻度と安定度のクラス分け

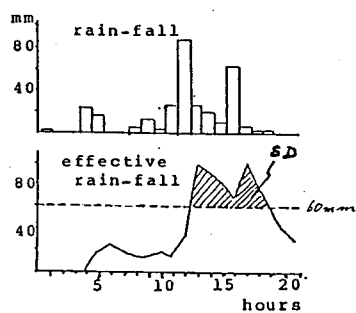


図-2 実効雨量の有効成分 (SD) の考え方

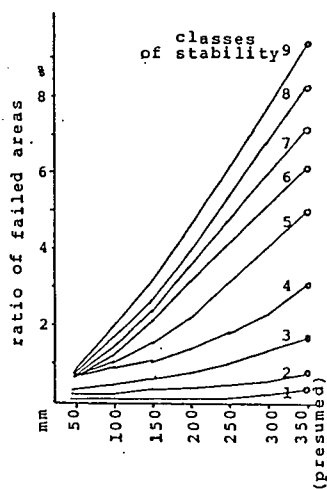


図-3 SDと安定度クラス別崩壊面積率

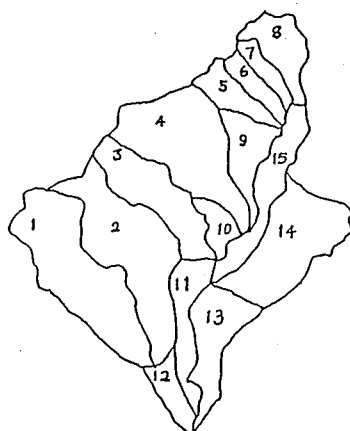


図-4 六甲山系ある流域の小流域区分

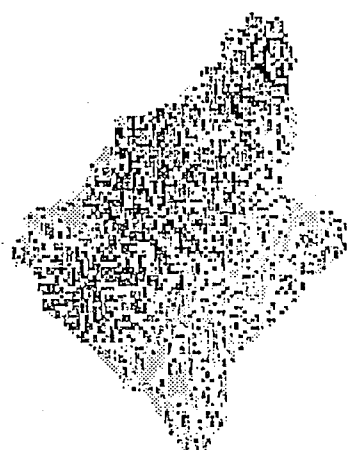


図-5 安定度クラスの分布

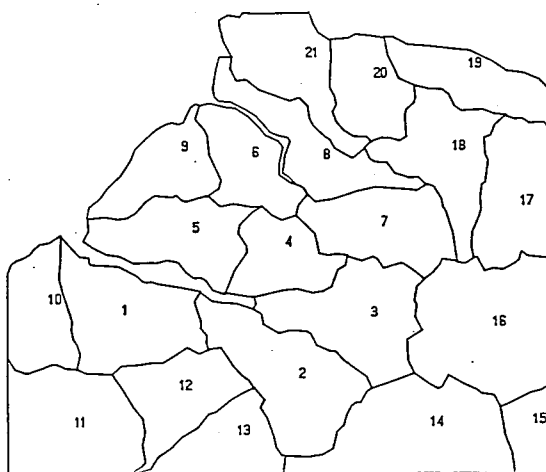


図-6 田上山系流域区分

表一 六甲山系ある流域の崩壊土砂量、実績と計算値

流域NO.	面積	実績値			計算値						
		36年	42年	54年	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	1.74	242	425(2.7)	33	98	165	256	361	483	613	746
2	1.67	291	691(4.1)	41	100	175	273	389	522	661	801
3	0.96	186	384(3.9)	38	63	114	180	261	349	440	530
4	1.57	218	558(3.6)	93	104	183	295	425	568	711	858
5	0.36	33	42(1.1)	9	22	37	61	87	115	145	174
6	0.27	34	34(1.3)	22	16	29	46	67	89	112	135
7	0.19	*196	*178(9.1)	*118	13	23	38	56	74	92	111
8	0.54	*356	*467(8.7)	174	33	65	104	153	204	254	306
9	0.57	45	65(1.1)	12	33	55	87	124	165	208	252
10	0.26	109	120(4.7)	11	17	30	46	66	89	112	136
11	0.61	282	126(2.1)	3	26	37	53	70	93	120	150
12	0.30	12	5(0.2)	0	10	13	18	24	31	41	52
13	0.79	114	73(0.9)	13	37	55	81	109	146	188	234
14	1.32	169	88(0.6)	43	55	80	118	157	207	266	331
15	0.74	112	101(1.4)	18	30	48	72	99	132	169	209
計	11.89	2399	3357(2.8)	628	657	1109	1728	2448	3267	4132	5025
崩壊面積率		2.0	2.8	0.5	0.6	0.9	1.5	2.1	2.7	3.5	4.2

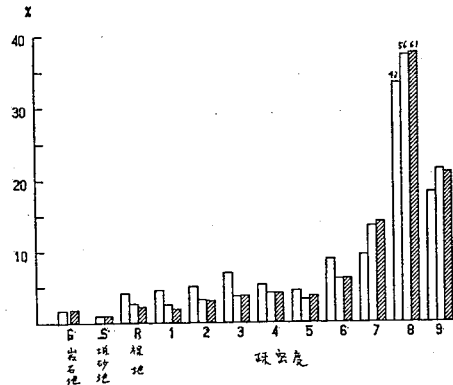
面積: km², 崩壊土砂量 X100m³, 42年実績 () 内は崩壊面積率 %

計算値 (1): SD<50mm, (2): 50<SD<100mm, (3): 100<SD<150mm, (4): 150<SD<200mm,

(5): 200<SD<250mm, (6): 250mm<SD<300mm, (7): SD>300mm

表一 田上山小流域区分別地被条件集計

流域NO.	面積 km ²	崩壊地	岩石地	堆砂地	裸地	疎密度			
						1	2	3	4
1	1.27	0.053	0.040	0.030	0.023	0.049	0.088	0.110	
		4.14	3.11	2.39	1.79	3.85	6.92	8.66	
2	1.32	0.026	0.161	0.061	0.020	0.041	0.013	0.100	
		2.02	12.27	4.61	1.52	3.14	1.02	7.58	
3	1.05	0.000	0.034	0.018	0.008	0.076	0.033	0.056	
		0.00	3.20	1.74	0.74	7.28	3.17	5.32	
4	0.53	0.045	0.022	0.007	0.013	0.010	0.008	0.012	
		8.38	4.08	1.30	2.38	1.91	1.51	7.91	
5	0.52	0.001	0.003	0.000	0.010	0.108	0.149	0.035	
		0.14	0.55	0.00	1.94	20.82	28.62	6.74	
6	0.57	0.004	0.003	0.001	0.001	0.024	0.104	0.020	
		0.67	0.54	0.22	0.20	4.22	18.24	3.53	
7	0.52	0.000	0.007	0.004	0.007	0.005	0.022	0.052	
		0.00	1.41	0.81	1.33	0.90	4.27	9.92	
8	0.88	0.004	0.008	0.007	0.009	0.017	0.028	0.009	
		0.41	0.86	0.85	1.04	1.95	3.20	0.97	
9	0.68	0.000	0.000	0.018	0.000	0.027	0.103	0.018	
		0.00	0.00	2.62	0.00	3.97	15.06	2.69	
10	0.65	0.001	0.001	0.008	0.026	0.008	0.014	0.033	
		0.23	0.10	1.31	4.03	1.27	2.17	5.08	
11	1.16	0.000	0.016	0.142	0.137	0.070	0.042	0.117	
		0.00	1.39	12.31	11.85	6.02	3.64	10.14	
12	0.50	0.027	0.007	0.024	0.033	0.018	0.026	0.034	
		5.46	1.48	4.77	6.48	3.66	5.16	6.77	
13	0.56	0.011	0.013	0.019	0.005	0.019	0.001	0.027	
		2.05	2.34	3.35	0.89	3.51	0.12	4.92	
14	1.24	0.000	0.001	0.014	0.001	0.038	0.000	0.012	
		0.00	0.06	1.10	0.10	3.08	0.00	1.00	
15	0.17	0.000	0.001	0.015	0.007	0.002	0.000	0.010	
		0.00	0.33	9.36	4.13	1.05	0.00	5.81	
16	1.43	0.001	0.002	0.007	0.023	0.008	0.013	0.023	
		0.04	0.11	0.49	1.60	0.57	0.88	1.63	
17	0.76	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
18	0.92	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19	0.41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
20	0.52	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
21	0.53	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.002	0.000	
		0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.45	0.00	
計	16.17	0.173	0.317	0.379	0.322	0.521	0.646	0.698	
		1.07	1.96	2.35	1.99	3.23	4.00	4.32	



図一 田上山地被条件集計

表一 年間侵食量の推定

流域NO.	土砂量 (m ³)	比土砂量 (m ³ /km ²)
1	1353	1063
2	1266	963
3	946	903
4	348	654
5	1396	2685
6	622	1092
7	319	611
8	380	433
9	789	1157
10	463	718
11	3337	2889
12	782	1556
13	399	720
14	398	323
15	239	1446
16	399	279
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
21	38	71
計	45206	559

表一 荒廃度が1ランク進んだ時の侵食量

流域NO.	土砂量 (m ³)	比土砂量 (m ³ /km ²)
1	16353	12851
2	10888	8279
3	11699	11169
4	4018	7545
5	19796	38069
6	9394	16481
7	4935	9445
8	3735	4257
9	9615	14088
10	3807	5903
11	17896	15491
12	5634	11212
13	3471	6254
14	3934	3185
15	936	5676
16	3105	2168
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
21	171	321
計	276413	3419

2時間の半減期を持つ実効雨量に変換する。検討の結果、時間実効雨量の60mmを越える値の和（実効雨量の有効成分SD、図-2）が崩壊面積と関連が深いことが分かったので、これと崩壊面積率の関係を求めた（図-3）。この図からメッシュの安定度クラスと実効雨量の有効成分が決るとそのメッシュの崩壊面積率が推定され、崩壊深度を推定することで（ここでは1mとする）崩壊土砂量が推定できる。

いま、ある大流域を例として示す。この大流域は図-4の小流域に区分される。また大流域内メッシュの安定度ランクの分布は図-5である。小流域区分別に安定度ランクの頻度分布を集計し、上述の計算をすると降雨強度（実効雨量の有効成分SD）別に推定崩壊土砂量が算定できる（表-1）。この大流域全体の36年災害の実績崩壊量はSD100-150mmの時の推定量に、42年災害では200-250mm時に対応する。計画降雨としてSDがどの程度が妥当かは議論が必要だが、42年災害の平均的最大時間雨量は70mmでSDで150-200mm、200年超過確率は110mm、SDで300ないし350mmであり、計画崩壊土砂量としては3-4万 m^3/km^2 であろう。

小流域区分別の42年実績値をみるとSD150-250mmに対応する推定値に合う場合が多いが、小さい流域で36、42年実績がSD300mmの推定値を上回る例がある。しかしこの流域は54年時でも大きい崩壊面積を持つから緑化されない裸地、岩石地がカウントされていると見られる。

(2) 田上山系の例。このデータベースは山腹工の成果のモニタリングのために構築されている。50mメッシュ単位で標高、勾配、斜面方向、48,52,61年の地被状況、リモートセンシング情報(4種)がある。ここでは61年地被状況から山腹面侵食量の推定を試みる。

田上山系を図-6の小流域に区分し、データを抽出し、地被状況を集計したのが、表-2である。ここでは裸地、森林の疎密度が低く、侵食現象が生じる可能性のある疎密度1(被度10%以下)から4(30-40%)までを表示する。これで今後さらに山腹工、保育工を重点的に行うべき小流域は明らかになる。

さてこの現況で年間侵食量を推定する。田上山の裸地斜面の年間侵食深度は0.6-1cm程度とされる。森林の疎密度が向上するに従い、侵食量は減少するであろうが、その実測データはない。今、仮に年間侵食深度を裸地-10mm,疎密度1-8mm,2-6mm,3-4mm,4-2mmとすると、各小流域の年間侵食量は表-3になる。全体で4500 m^3 ,単位面積当たりの比侵食量は多い小流域で約2900 m^3/km^2 である。田上山では立地条件が悪く、山腹工施工後放置すると、生長が減退し疎密度が低下する。今後放置して森林状況が悪化し、疎密度が1ランクずつ低下するとした場合の推定侵食量が表-4である。合計侵食量は276000 m^3 にもなる。これはかなり仮定値をもとにした単なる試算例である。

引用文献

小橋澄治(1988):六甲山系の崩壊発生状況について(新砂防投稿中)

KOBASHI,S.SUZUKI,M.(1987):The critical rainfall for disasters caused by debris flows and slope failures.(IAHS Publication No.165,pp201-212)