

# 地図および空中写真の防災目的への適用

安 芸 元 清\*

## 1. はじめに

従来、地図は災害区域、被害状況の図示や復興計画の立案等に、また、空中写真は、被害状況の迅速な把握に利用されるにとどまってきた感がある。もちろん、これも、地図や空中写真の重要な利用分野であるが、これらは、さらに積極的に、総合的な防災調査、災害予防対策などのために利用すべきであり、また利用可能である。これが実施された最初は、昭和 34 年の伊勢湾台風であった。そもそも、自然災害というものは、土地本来の条件と人工施設ならびに人間生活との関連によって生ずるものであり、地図および空中写真は、それらの地域的特性を克明に示しているものであるから、地図および空中写真は、防災目的にきわめて有効に利用できる特性を備えたものである。

地図の分野においては、在来の平板測量図と比べて精度の飛躍的に向上した写真測量による 1:25 000 地形図が主要地域についてすでに作成されており、それから編集した 1:50 000 地形図が利用できるようになってきた。特殊な地域では、土地の条件を示す地図も作成されている。一方では、1:5 000、1:2 500 という大縮尺の国土基本図も整備されつつあり、公共事業のためにも莫大な費用を投じて地図がつくられている。

空中写真についても、上記地図調製のために全国的に計画撮影が実施されて、これの全国的整備が一応完結した。また、空中写真は、地図以上に地表の状況を忠実に示しているものであって、災害調査に対する有効性が認められるようになり、災害発生直後に空中写真を撮影する態勢も逐次整備されつつある。

本文では、災害特性の調査、防災計画などに、地図および空中写真が有効であることを例示してみたいと思う。ここで示す例は、防災という広い分野の中で、主として著者が手掛けてきた河川洪水と山地崩壊との二例に

\* 正会員 日建設計工務(株)顧問

すぎないが、まだまだ他方面への利用が可能であり、対象テーマに応じて、地図および空中写真の適用法もいろいろと工夫さるべきである。

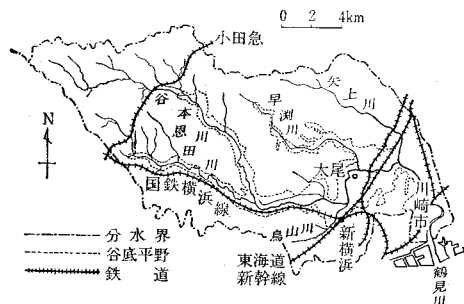
## 2. 鶴見川流域の特性と洪水災害

### (1) 流域の概要

鶴見川は、主として、神奈川県北部を流れる流域面積 234.5 km<sup>2</sup> の中規模の河川で、半固結の泥岩、砂岩などの互層よりなる新第三紀系の多摩丘陵を流域とし、多摩川デルタの西端を流れて鶴見付近で大きく弯曲し、東京湾に注いでいる。上流部では、まだ水田の多い近郊農村地帯の景観を呈しているが、開発速度はめざましいものがあり、最近では洪水常襲地帯ともいべき低平な水田にまで住宅、工場が進出するようになってきた。こうして、鶴見川における洪水の危険はきわめて大きく、たとえば昭和 33 年 9 月の狩野川台風、昭和 41 年 6 月の 4 号台風等によって大被害を受けている。

鶴見川流域は、図-1 のとおりであり、谷本川と恩田川はその上流部に相当する。ここでは、幅 500~600 m の谷底平野が開けており、平均勾配は 1/600~1/1 500 である。両支川合流点の約 2 km 上流に傾斜変換点が認められ、これ以下、太尾付近の都市化がまだ完了していない地域までを中流部と考える。この部分の平均勾配は、

図-1 鶴見川流域の概要図



1/1 800 以下であり、勾配の急変もあって、中流部以下に洪水災害が多い。それより下流は低平地であり、地形図によれば、東に接する多摩川下流部より地盤が 1~2 m 低い。

(2) 浸水区域の推定——土地条件図と空中写真の利用

鶴見川流域の土地条件図としては「洪水地形分類図」と「地盤高および水防要図」がある<sup>1)</sup>ので、まずこれを利用して浸水区域の調査と推定を試みた。

地盤高のみによって、浸水の危険程度を判定できないが、洪水地形分類図に「低地の一般面」として分類されている区域は、その付近の平均標高よりかなり地盤の低い区域であるから、洪水の危険度が大きい。これらの区域と昭和 35 年、および昭和 41 年の洪水浸水区域とを比較すると<sup>2),3)</sup>、縮尺 1:25 000 程度では非常によく一致していた。また、浸水区域内でも自然堤防や人工改変地では、比較的被害は少なかった。たとえば、写真-1 は昭和 41 年の洪水翌日に撮影された空中写真で、浸水地区がなお散見される。これらは浸水深も深く、浸水時間も長期にわたった地区であり、(A) と印した部分は、自然堤防および人工盛土地であって、川に沿った区域でありながら浸水がすでに見られない。これらのことは、洪水地形分類図からの推定とほとんど一致した。

浸水状況は、人工施設や破堤状況に関係するとしても

写真-1 洪水地区空中写真  
(昭和 41 年 6 月・縮尺 1:20 000 の写真を約 6/10 に縮少)



主として地形によって左右される。したがって、土地条件を詳しく分類図示した土地条件図によって、浸水の状況予測がある程度たてられたわけである。ただ、この土地条件図の縮尺が 1:25 000 なので、現地における 60~70 m 以下の細部にわたる判断は困難であり、今後には必要な予測の精度と縮尺との均衡が課題となる。

(3) 浸水深の検討——1:5 000 地形図の利用

土地条件図には、低平部に直接水準測量による 0.5 m 間隔の等高線が描かれているが、やはり縮尺の小さいという難点がある。そこで 1:5 000 の地形図を用いて土地の起伏を調べることにした。浸水の危険度は、地盤高以外に、土地の傾斜、河川の屈曲や合、分流、自然的あるいは人工的障害物などの有無により複雑な影響を受ける。しかしながら、ここでは大局的に考えて、平均的な地表面からの凹凸(比高)によって浸水深が決定されると仮定してみた。

図-2 平均地表勾配面からの比高

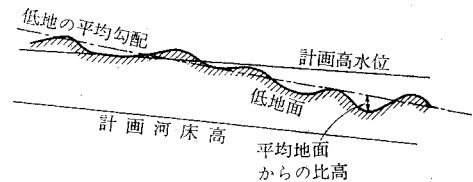


図-2 に示したように、流域の低地の平均地表面からの各地点の比高を縮尺 1:5 000 の地図上で求めると、

これは一定の傾斜面を基準とした等高線であって、流域全面に平均勾配と同じ勾配面を持った一様な洪水が緩慢にきた場合の浸水深の差を表わすことになる。この値を中流部における実地調査の結果と比較したところ、流域の平均高(平均勾配から求める)より 2 m 高い洪水波がきたと考えれば、浸水深の一致することがわかった。ほとんどの箇所では誤差は 0.2 m 程度であるが、人工施設の存

在や河川の合流などのため 0.5 m くらいの差を生じた場所もあった。

このようにして判明するのは湛水深の差の大局的な判断であるが、堤内地に浸入した水の流路の推定も不可能ではなく、すでに、詳細な調査研究の行なわれた例がある<sup>4),5)</sup>。この場合には、地形の微細な変化、人工施設、あるいは各種の水路の存在などによってもはらん流の運動が著しく影響されるので、その正確な予測は非常に困難であり、今後洪水直後の空中写真の反覆撮影をはじめとする各種の調査、観測を行ない、成果を蓄積すべきであろう。

鶴見川下流のようにほとんど勾配のない区域では、正確な等高線を描くことが非常に困難である。このような場合は、空中写真の実体視により微細な起伏を調べ、また写真判読を利用して旧河道を見わけ、それらの新旧を推定し、参考としながら流れの方向を推定して行くことが有効である。

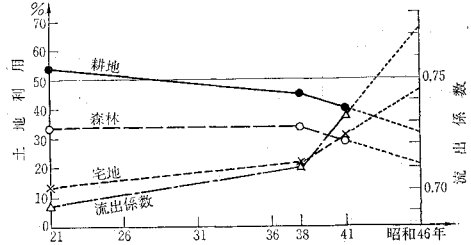
#### (4) 土地利用および流出率の変化——空中写真からメッシュマップの作成

通常地図が視覚的、直観的であるのに対して、メッシュマップは数値的表現をとるから、数量的取扱いや統計的処理に便利である。また、ある地区の地図を時期を変えて数回つくることは容易でないが、その地区の特性のうちの数項目の変化、たとえば、土地利用区分、交通網などの変化を求めるには、適当な空中写真を利用すればそれほど困難でない。したがって、撮影時期を異にする数種の写真を用い、それからメッシュマップをつくって鶴見川流域における土地利用区分の経年変化を調べることとした。

メッシュマップの作成に当っては、各メッシュの大きさ、形や区分法についての検討が重要な課題となる<sup>6),7)</sup>。ここでは、空中写真1枚ごとの重複しない部分を単位にするのが便利であったから、メッシュの大きさは、一辺1~2 km を標準とした。

写真は縮尺の等しいものを用いるのが最良であるが、利用できたものは、国土地理院に保管されている 1:10 000 (昭和38年)、1:20 000 (昭和41年)、1:40 000 (昭和21~22年) の3種であった。これらの空中写真を用い、上記各メッシュごとに土地利用区分比を求めた。メッシュの総数は52であり、土地利用形態の区分は、森林、草地、宅地、畑、水田の5種類とした。これらより流域全体としての値を求め、利用区分をさらに単純化して森林、耕地、宅地の3種類にまとめた結果は図-3のとおりである。この図によれば、昭和21年から20年間に、流域の宅地は13%から31%に増加し、それに応じて耕地や森林の面積が減じている。このような土

図-3 鶴見川流域土地利用の変化



地利用変化の傾向は近年著しく、住宅公園や電鉄会社で計画中の大規模宅地開発を考慮に入れると、昭和46年には、耕地30%、森林22%、宅地48%になるものと推定される。

つぎに以上の土地利用状態の変化から、洪水時の平均流出係数の算定を試みる。流出係数の正確な推定は非常に困難であるが、ここでは既往の資料<sup>8)</sup>を参照し、森林、耕地、宅地の流出係数をそれぞれ0.6、0.7、0.9と仮定する。流域の流出係数は、おのおの面積比を重量とした重量平均によって求めるとすると、図-3の鎖線のようなになる。正確な数値は別として、流出係数の増加傾向はきわめて著しいと考えなければならないことは明らかである。

#### (5) 谷密度その他の地形計測——1:25 000 地形図からメッシュマップの作成

地形の代表的な要素としては種々のものが考えられるが、ここでは河川を研究対象としているから谷密度と谷の長さの総延長をとることにし、地形を表現するメッシュマップをつくることにした。この際1:25 000地形図および1:25 000洪水地形分類図のほか、国土基本図空中写真をも使用し、メッシュの形、大きさ、配列は前と同様とした。

ここでいう谷密度とは、一定の面積の中の谷の個数のことで、各メッシュごとにその中に含まれている谷の個数を1:25 000地形図上で数え、それをメッシュの面積で割ったものである。この際、地形図には川筋が記入されていなくても等高線の凹部はすべて谷と見なした。ただし、谷の両側から導入してきた等高線が鋭角をなすものだけを谷として数えた。

谷の総延長は、キルビメーターにより、1:25 000地形図上で各メッシュごとに測定した。この際、谷の個数の判断や谷の長さの推定に空中写真を補助的に使った。その結果は表1に示すとおりである。

谷密度は、地形特質を表わす指数の1つとして、よく用いられることがあるが、ここでは、河川の流出に関係する値として、表1に示した谷の平面形を表わす数値  $l/d$  について考察を加える。

1:25 000 地形図の等高線は計測に適しているから、

表-1 鶴見川流域の地形特性

面積 A (km <sup>2</sup> )	谷の数 N	谷延長 L (km)	谷密度 N/A (本/km <sup>2</sup> )	谷平均長 l=L/N (km)	谷平均幅 d=A/L (km)	谷の形 l/d
234.5	652	393.4	2.8	0.63	0.57	1.1

注：単位メッシュごとの数値から求めたものである。

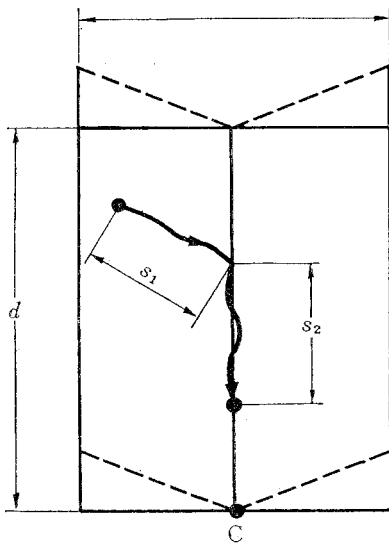
表-2 地区別 l/d の平均値 (1:25000 地形図上)

図幅名	l (mm)	d (mm)	l/d
原町田	6.4	6	0.97 ± 0.34
富岡	5.0	7.4	0.61 ± 0.11
高梁	5.6	16.8	0.34 ± 0.24

この中から小台地と低地の多い「原町田」、山開きの進んでいる「高梁」(岡山県)、その中間の「富岡」(群馬県)という3図幅を選び、l/dを求めてみた。結果は表-2のとおりで、それぞれの地域に応じて異なる数値となり、l/dは流域の地形、地質、植生その他の総合された特性を示すものの一つと考えてよいだろう。

いま、流域最上流部の谷の形は、一様な降雨が最短時間で流出するように形成されると仮定してみよう。

図-4 谷の形と流出



傾斜の一様な矩形谷(図-4、ただし実際は点線の形)において、山腹部の距離  $s_1$  を流下する時間を  $t_1$ 、谷筋の距離  $s_2$  を流下する時間を  $t_2$  とするとき、それらは

$$t_1 = f_1 \cdot s_1, \quad t_2 = f_2 \cdot s_2^\alpha \dots\dots\dots (1)$$

によって表わされるものとする。ここに、 $f_1, f_2$  は考えている場所について定数であるとする。さらに、 $A = d \cdot l = \text{一定}$  とした場合、降雨が谷の下流端C点に達する時間の流域に関する平均値が最小となるようにすれば、つぎの式が得られる。

$$l^{\alpha+3} = 8 \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{1}{(\alpha+1)} A^{\alpha+1} \dots\dots\dots (2)$$

$\alpha=0.7$  とすることが多いから、この値を用いて、式(2)を計算すると表-3が得られる。

式(2)によれば、 $f_2/f_1$  は単位距離についての谷筋と山腹の流出時間の比を表すものである。したがって、表-3と表-1とを比較して、鶴見川流域の末端では、 $f_2/f_1 \approx 1/10$ 、すなわち、山腹の流出は谷筋にくらべて10倍くらい遅いのではないかという推定ができる。

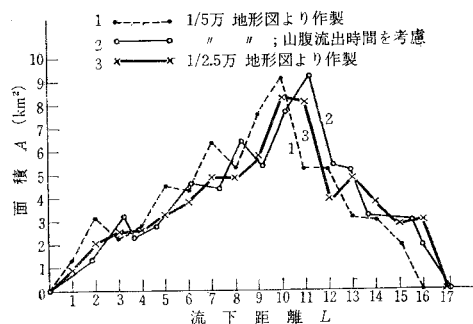
表-3 l/d の計算値

A (km <sup>2</sup> ) \ f <sub>2</sub> /f <sub>1</sub>	1	1/2	1/10
0.1	2.50	1.92	0.80
0.5	2.00	1.70	0.71
2	1.89	1.49	0.63
10	1.70	1.25	0.55

(6) 流出解析——1:25000 地形図と 1:50000 地形図との比較

流出解析を行なう場合には、通常、その基礎資料として、流域各所からの流下距離を測定し、一定範囲の流下距離ごとの面積を集計して集中面積図がつけられる。まずこれを、1:50000 地形図と 1:25000 地形図の2種類によって実行すれば、両者の結果にかなりの差を生じた<sup>9)</sup>。集中面積図の比較例は図-5のとおりであって、もともと1:25000 地形図を用いたときには、流下距離第16番目の地帯が新しく生じている。1:25000 地形図を用いた方が信頼性の大きいことは明らかであるが、1:50000 地形図を用いた結果に対しても、前述のような山腹における流出時間の長いことを考慮してみたところ、図-5に示すようにさらに異なる流下距離の長い集中面積図となった。

図-5 谷本川集中面積図



3. 六甲山地崩壊の特性と予測

(1) 六甲山地の概要と土地災害

六甲山地は大阪湾の北岸に位置し、西は須磨の海岸に

はじまり、摩耶山(699 m)を経て東六甲で 932 m に達し、東は武庫川沿岸におよぶ主として第三紀層の花崗岩よりなる地壘山地である。四周のうち、その南側は断層崖をなし、その下に発達する神戸低地は、複合扇状地となって、神戸、芦屋、西宮などの市街が発達し、100 万余の人口密集地となっている。土地条件図「神戸」がつけられたとき、切峯面図、切谷面図、起伏量図などが描かれたが、それによると、西六甲を除いては、切峯面と切谷面が類似の形態を示し、かつ起伏量との間に密接な関係の見られることは、侵食、開析の stage が若い構造地形であることを示している。

この地域における既往の土地災害の最も顕著なものは山腹の崩壊である。中でも昭和 13 年 7 月に発生したいわゆる六甲山崩れが最大であった。このときの山地内部の崩壊発生箇所については、再度谷において詳細な調査が行なわれた<sup>10)</sup>。

この報告ならびにその他の資料、土地条件図、地形図、数種の空中写真などを参照した結果、崩壊の 80% は極急斜面に発生しており、旧崩壊地の再崩壊の多いことが明らかとなった。また昭和 36 年 6 月の集中豪雨では南部に崩壊が多かったが、これは、六甲山地南麓部に豪雨地帯の中心があったこと、山麓部に崩壊危険度の高い人工崖面が多数つくられていたことなどと関係している。さらに、昭和 42 年 7 月にも同様な崩壊を起こしている。この地域における崩壊の集中した区域を代表例として、崩壊状況を少し深く検討することにする。

## (2) 崩壊場所の地形調査— Ortho-photograph と空中写真の利用

六甲山地では、幸いにして縮尺 1:5 000 の Ortho-photograph がつくられていた。これは、地表の植生がわかるのみならず、10 m 間隔の等高線が描かれているので、今回の調査には非常に有効である。そのうえ、昭和 42 年の災害直後に、空中写真が写されたので、このときの新しい崩壊地を Ortho-photograph 上に描写し、崩壊場所の地形特性を調べた。まず崩壊状況を形態の上から分類すると、つぎのようになる。

### ① 単独型

### ② 複合型(Λ型, Y型, 樹枝型, その他)

単独型は比較的小規模で、山頂、尾根、山腹、急崖地等いたるところで発生しているが、この型は大量の土石流を流出することが少なく、それほど問題にしくなくてもよい。複合型は山頂または尾根から 2 筋以上に分岐する Λ 型、2 筋の崩壊線が下流で一致する Y 型、Y 型のさらに複合型とみられる樹枝型、尾根に沿った崩壊線から数本の分枝

が流出している型、これが発達して面的な崩壊となっている型等非常に多種の形式がみられる。しかし、その大部分は樹枝型のものである。試みに、主として単独型の崩壊例を選び崩壊線の傾斜角を求めてみると、既往の調査とだいたい一致していた。

つぎに、崩壊箇所の地形を谷型と浅谷型とに分けてさらに詳しく調べた。谷型とは、かなり深い谷あるいは山腹における等高線が 100~120° 以下で交わるくらいに凹んだ箇所における崩壊のことであり、浅谷型とは、等高線それ以上の角度をなすかなり浅い谷の場合である。そして樹枝状の大型崩壊について、下部の幹線と上部の枝線とに分けて調査した結果はつぎのとおりである。

山腹の崩壊線では浅谷型と谷型がみられ、中腹以上は浅谷型、それから下部は谷型となるものが多い。したがって、幹線主谷に生ずる崩壊は、ほとんど例外なく谷型で、枝線または単独型には両形式があり、それぞれについて崩壊線の傾斜角  $\theta$  を測定した結果は、つぎのように形式により異なることがわかった。

幹線主谷	$\theta = 8.1^\circ \pm 2.3^\circ$
枝線または単独型, 谷型	$\theta = 19.5^\circ \pm 5.9^\circ$
浅谷型	$\theta = 33.3^\circ \pm 6.3^\circ$

このような結果は、集水量、流速、堆積物、植生などの点から、説明を行なうことができるが、詳細は省略する。

## (3) 崩壊危険性要因の推定— 地図、空中写真その他の適用

山地崩壊は、地形以外に非常に多くの要因が関係し、それらの影響が重なり合って最悪の条件となったときにその可能性が最大となる。山腹の崩壊機構は、種々であ

表-4 山地崩壊の要因と危険度

要因	危険度 要因細分	危険地域	可能性地域	安全地域	資料
傾斜角	浅谷型枝線	30° 以上	25°~30°	0°~25°	地形図
	谷型枝線	20° 以上	15°~20°	0°~15°	
	幹線主谷	10° 以上	—	—	
単位谷面積	浅谷型枝線	} 2 ha 以上	1~2 ha	1 ha 以下	地形図
	谷型枝線				
	幹線主谷				
植生		裸地・草地 伐木跡地	疎林・灌木 未熟植林地	森林地	写真
表層地質	花崗岩質第三紀層 断層線付近				地質図
表層土質	風化 旧崩壊地 土石流堆積地 地下水位 透水性	強不安定	中性	弱安定	} 写真 無 無
		大	中	小	
気象	前期雨量 豪雨集中度	大	中	小	概略値

り<sup>11)</sup>,<sup>12)</sup>,<sup>13)</sup>, それに応じて要因の影響度が異なるが, 表-4 に示したものを考え, ここではこのうちの最初の3つのみによって, 危険性を判定することにした。第1の傾斜角に対する判断理由は 3.(2) に示したことからわかるから, それ以外の要因について概略の説明を加える。

まず, 布引貯水池付近で予備調査を行なったところ, 谷筋以外での崩壊はわずか7%であったので, 今回は調査区域を谷筋に限定した。つぎに, 調査谷数 82 に対して集水面積を調べたところ, 面積約 1 ha 以下では崩壊の発生が非常に少なく, 面積約 2 ha 以上の単一谷, またはそのような谷が集って, 幹線主谷をなしている場合には, 大崩壊が頻発していた。したがって, 第2の要因である単位谷面積に対する危険度を表-4 のように3段階に分けた。

植生を, 森林, 疎林, 草地, 裸地 (旧崩壊地を含む) に分け, Ortho-photograph と昭和 42 年の崩壊直後の写真によって, 崩壊件数と面積とを求めた結果は 表-5 のようになった。この調査においては, 地域差があり, かつ表層地質によっても異なると考えられるが, 表-5 の崩壊件数を考慮して, 最終的には草地と裸地とをまとめて, 植生に対する危険度を表-4 のように区分することにした。

表-5 崩壊地の植生統計

区 分	件数	面積 (km <sup>2</sup> )	1 km <sup>2</sup> 当り件数
森 林	60	7.23	8
疎 林	181	9.75	19
草 地	165	2.67	62
裸 地	195	1.33	146

概観的にいって, 六甲山地に著しい地質差は認められないので, 地質を要因として取り上げないことにした。また, 表層土質とそれに関連する地下水の問題は複雑であり, 資料も不足であったので, 今回は研究対象外とした。ただ, 旧崩壊地は裸地と同様に非常に崩壊の危険性が大きいと考えた。

#### (4) 崩壊危険箇所と危険度の推定

上記のようにして, 崩壊要因を取り上げ, それぞれについて, 危険度を評価したので, 六甲山地の一部 (南北 1250 m, 東西 900 m) について, 危険箇所と危険度を推定し, 昭和 42 年の崩壊と比較検証した結果を示そう。

まず, 谷の型, 傾斜, 集水面積, 植生などをよみとって, 表-4 に示した危険性の分類にしたがって区分する。このとき危険度の3段階に応じて重みを 3, 2, 1 とし, 3 要因についての危険度を場所ごとに合計し, 重みの合計と崩壊危険度との関係をつぎのように仮定した。

危険地域……重み合計 (8~9) (黒で図示)

可能性地域…重み合計 (5~7) (斜線で図示)

安全地域……重み合計 (3~4) (白で図示)

この危険区分を 1:5000 地形図に描き (図-6), 昭和 42 年の崩壊 (図-7) とを比較したところ, 表-6 に示すようになりによい推定であった。すなわち, 今回の

図-6 崩壊予想図

(縮尺 1:5000 を約 1/3 に縮小)

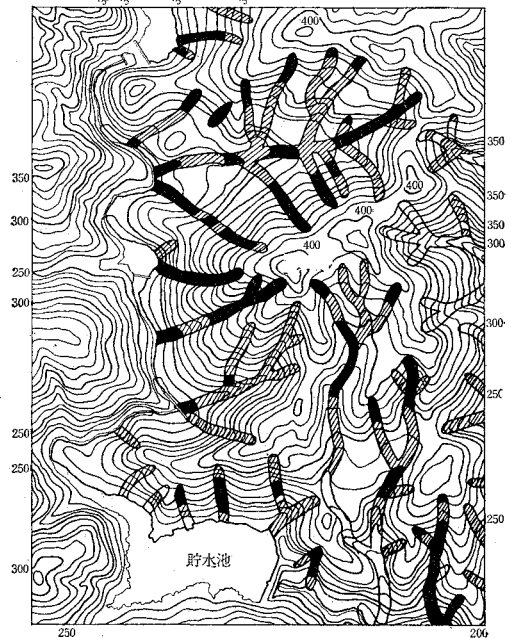


図-7 昭和 42 年 7 月崩壊状況

(縮尺 1:5000 を約 1/3 に縮小)



推定では、危険地、安全地ともに 87% という高率で適中したものであって、昭和 42 年 7 月程度の豪雨\* に対しては、先に仮定したような危険度推定法が採用できる。考察対象とする降雨条件によって危険度の重み区分は変えるべきであり、また適中率も異なるわけであるが、図-6 は異常豪雨による崩壊の潜在的危険度を示すものであり、今回崩壊しなかった危険箇所でも、潜在的な危険性をもっていると考えるのが妥当であろう。

表 6 危険度の適中率

区 分	総数	適中	非適中	適中率 (%)
危 険 地	23	20	3	87
可 能 性 地	34	22	12	65
安 全 地	8	7	1	87

## 5. む す び

地図および空中写真ならびに諸調査資料をできるだけ活用し、現地調査を最小限にとどめて自然災害の地域的な特性をとらえたとともに、洪水ならびに山崩れに対する危険性の推定を行なった。この場合に地図および空中写真が非常に有効であり、かつ多方面に応用の可能性をもっていることが明らかになったであろうし、実際に、すでに多数の人が利用し始めている。

自然災害は、雨、雪、風、地震などの誘因と、地形、地質、土質などの素因との関連によって生ずるが、ここでは後者のみによって論じた。したがって、その結果は災害発生の潜在的危険性を示すにとどまった。しかしながら、これらの結果をまとめて地図としておけば、以後の防災工事その他の土木工事の施行に際しては、調査区域を非常に局限することが可能となる。すなわち、それ

\* 2 日間の降雨量は 300 mm 程度。詳細は気象資料を参照されたい。

らの工事の目的、性格に応じ、危険地区を主にして具体的調査を実行すればよい。このような観点からすれば、防災地図としては、1:5000 以上の大縮尺にすることは経済的にも時間的にも、不利であると考えられる。また 1:10000 以下の縮尺では表現内容が限定されて効果が少ないと考えられる。このようなことを考慮して、各方面の協力により、本格的な防災地図のつくられることを望むものである。

## 参 考 文 献

- 1) 建設省国土地理院：水害予防対策土地条件報告書，昭.38
- 2) 建設省京浜工事事務所：鶴見川高水報告書，昭.42
- 3) 建設省京浜工事事務所：鶴見川氾濫状況測量および調査報告書，昭.43
- 4) 建設省地理調査所：伊勢湾台風による高潮、洪水と地形との関係，昭.35  
その他、愛知県防災会議：愛知県水害危険地域予想図
- 5) 建設省地理調査所時報：昭和 22 年 9 月洪水利根川および荒川の洪水調査報告，昭.22
- 6) A.N. Strahler: Hypsometric (area altitude) analysis of erosional topography, Bull. Geol. Soc. Amer., Vol. 63, pp. 1172~1142, 1952
- 7) E. Arnberger: Das topographische, geographische, bildstatistische und bildhafte Prinzip in der Kartographie, pp. 141~156, 1959
- 8) 建設省京浜工事事務所：鶴見川の流域開発に伴う流量調査，昭.42
- 9) 1:50000 地形図を用いた結果は、建設省京浜工事事務所：鶴見川流量改訂報告書(昭.40)にしたがった。
- 10) 田中 茂：山地斜面の崩壊個所の予想について，建設工学研究所報告，No. 4, pp. 147~161, 昭.37
- 11) 脇水鉄五郎：山地の崩壊について，地学雑誌，No. 282, No. 283, No. 284, 大正元年
- 12) 渡辺 貫：山崩れの分類，地質学会誌，No. 421, pp. 547~556, 昭.3
- 13) Committee on landslide Investigation: Landslide and Engineering Practice, Highway Research Board, Special Report No. 29, pp.20~47, 1958

(1968. 11. 7. 受付)

## ▶ トンネル工学シリーズ 5

### 第 4 回 トンネル工学シンポジウム < 最新刊 >

B5判・268 ページ  
1600 円・会員特価  
1800 円 (〒 80 円)

ソ連の地下鉄/アメリカのトンネル工事を視察して/アメリカにおける山岳トンネル工法/アメリカにおけるトンネル掘きく機/アメリカにおける都市トンネル/アメリカにおけるコンサルタント業務/アメリカにおける請負工事の諸事情について/アメリカのトンネル施工に関する新技術/欧州のトンネル工事を視察して/欧州におけるトンネル請負工事の諸事情について/欧州における山岳トンネル工法/欧州におけるトンネル掘進機について/欧州のシールド工事/欧州における地下鉄工事/欧州における沈埋工事