

# 福井県の地すべり地の土質について

沢 崎 雅 之

## On the Soil of Landslide Areas in Fukui Prefecture

Masayuki SAWAZAKI

For discussing stability of slopes in landslide areas, it must have full knowledge of soil properties in soil engineering aspect in these places. However, the investigation and research from soil engineering point of view are not sufficient.

This paper is basic study to clarify the soil properties of landslide areas in Hokuriku region, in which they say that climatic and geomorphological conditions are similar. The accumulated data obtained at various locations in Fukui prefecture are analyzed, and some considerations are described.

### (まえがき)

地すべり現象解明の手段として種々の方法が考えられるが、大別すれば地質学的アプローチと土質工学的アプローチとの2つに分けられ、さらに前者の観点に立つ調査研究に比べて、後者の見地からの調査は比較的少ない。しかし、地すべりを斜面の長期安定問題として捉えようとする場合、構成している土の物理的、力学的性質の特徴をはじめとする土質工学的データの集積は不可欠である。ここでは、全国でも非常に地すべり発生件数の多い地域であり、気象条件、地質条件が類似している<sup>1)</sup>といわれている北陸地方の地すべり地の土質特性を把握する手をはじめとして、福井県が過去に行った地すべり地の地質土質調査報告書に基づいて、その結果を整理し、若干の考察を行った。建設省砂防課、林野庁治山課、農林省構造改善局資源課によってまとめられた「日本の地すべり<sup>2)</sup>」により、地すべり地域の分布と規模をみれば、新潟、富山、石川の各県が地すべり頻発地域であるのに対して、同じ北陸地方でも福井県内で既指定、未指定の地すべり地域<sup>1)</sup>になっている個所は相対的に少ない。このように発生件数の少ない地域であるが、過去の調査<sup>1)</sup>によると県内の地すべりは、越前東南部、丹生山地、および若狭西端部にそれぞれ分布しているといわれているので、以下それらのデータと新潟県南部のデータとの比較も行った。

### (地下水位面と地すべり面)

過去に行われた調査報告書に基づいて、地下水位面と地すべり面との関係をプロットすると図-1のようになる。ここで地すべり面とは、報告書に地すべり面と推定あるいは判定と記されて

いるものであり、地下水位面とはボーリング時の孔内水位である。図より地下水位面は大部分0～6mの範囲で、地すべり面(層)は2～15mの範囲に存在し、地すべり面の方が地下水位面より深いところにあることになる。図-2は新潟県の地すべり地について整理された結果であるが、<sup>3)</sup>地すべり面と地下水位面との関係は、図-1と同様の傾向になっている。しかしながら、地下水位面の深さは前述したようにボーリング時の孔内水位であるため、掘削中の漏水や湧水等の影響も考えられ、また測定時期の問題もあり、この地下水位面が必ずしも真の地下水位面とはいえない。<sup>4)</sup>もし図-1、図-2の関係が正しいとすれば、地すべりの最も大きい自然的な誘因

- (1) 浸透水が土の間ゲキや岩の割れ目に進入して、土や岩石のせん断強さを低下させる作用
- (2) 浸透水が地下水に加わり、地下水位または地下水圧を増加させ、その結果せん断抵抗の低下を生ずる場合

のうち、(1)については後述のように地すべり地の土が飽和状態に近いことを考えれば説明が困難になり、土質工学的にはむしろ(2)に関係して、地すべり面付近での間ゲキ水圧の挙動が地すべりの安定問題に重要になるため、今後データの集積はもちろん、地下水位の長期観測や地すべり移動量との相関性についても検討する必要がある。

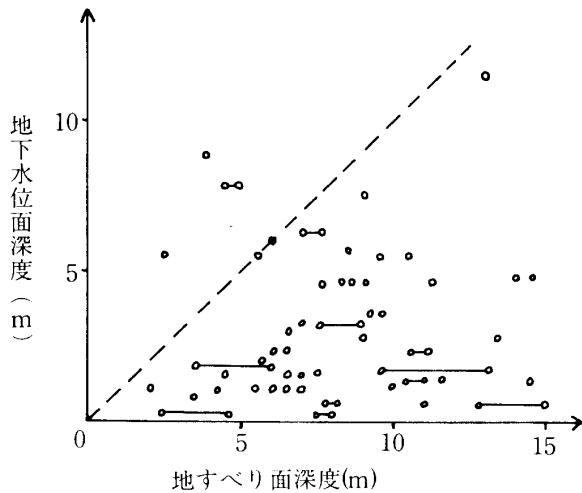


図-1 福井県における地すべり面と地下水位面との関係

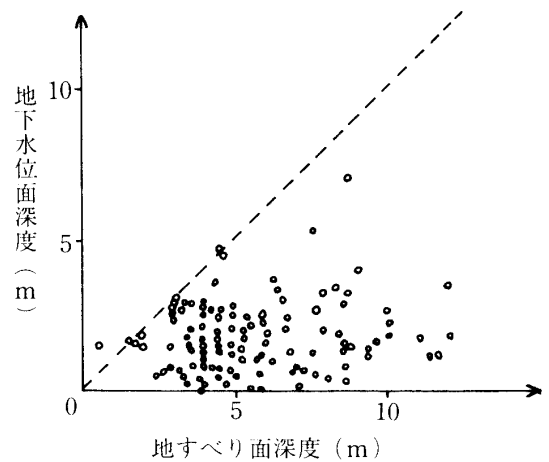


図-2 新潟県における地すべり面と地下水位面との関係

### (地すべり地の地質)

調査報告書のボーリング柱状図から地すべり地のすべり面外とすべり面内の地質を調べてみると図-3、図-4のようになる。これより地すべり面内の地質は風化泥岩、礫混り粘土、粘土が大部分であり、地すべり面外の地質は泥岩、風化凝灰角礫岩、礫混り粘土、風化泥岩が比較的多くみられる。さらに全体的に礫、軟岩、粘土系の構成地質が多いのに比べて、砂質系の構成土が少ないのがわかる。地すべり面付近の地質については、第三紀層の黒色泥岩地帯に多く発生しているといわれる新潟県での調査結果と類似しているが、<sup>3)</sup>これだけから両地域の地すべり構成地質を同一視することはできず、今後基岩層等についてのデータを集積しなければならない。いずれにしても地すべりの運動形態の変遷にとまらぬ岩質地質の風化(軟弱化)過程に関連して、ミクロ

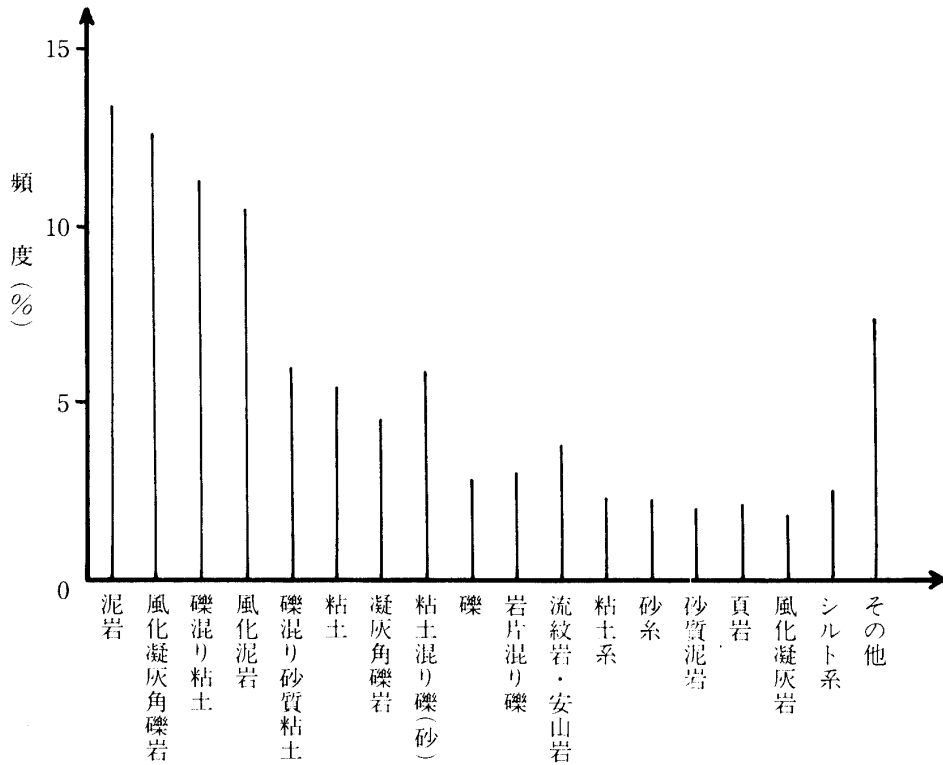


図-3 すべり面外の地質

的に見るほど、地すべりと岩質以下のオーダーでの風化との関係は不明りようになってくるといわれているので、地質学のほかに土質工学的<sup>5)</sup>見地からの究明が必要になってくる。

(地すべり地の土質特性)

地すべり地の土質特性を把握するため、過去の土質試験結果を整理して土の物理的、力学的性質についてまとめてみた。なお、ここで用いる福井県の地すべり地のデータは、いわゆる地すべり面外土についてのものである。まず物理的諸量<sup>5)</sup>の特性を把握するために比重( $G_s$ )、湿潤密度( $\gamma_t$ )、乾燥密度( $\gamma_d$ )、間ゲキ比( $e$ )、自然含水比( $w$ )、飽和度( $S_r$ )の各頻度分布図を作成し、図-5, 6, 7, 8, 9, 10に示した。過去に何回か地すべりを生じていれば、有機物の混入も考えられ比重は小さくなると思われる

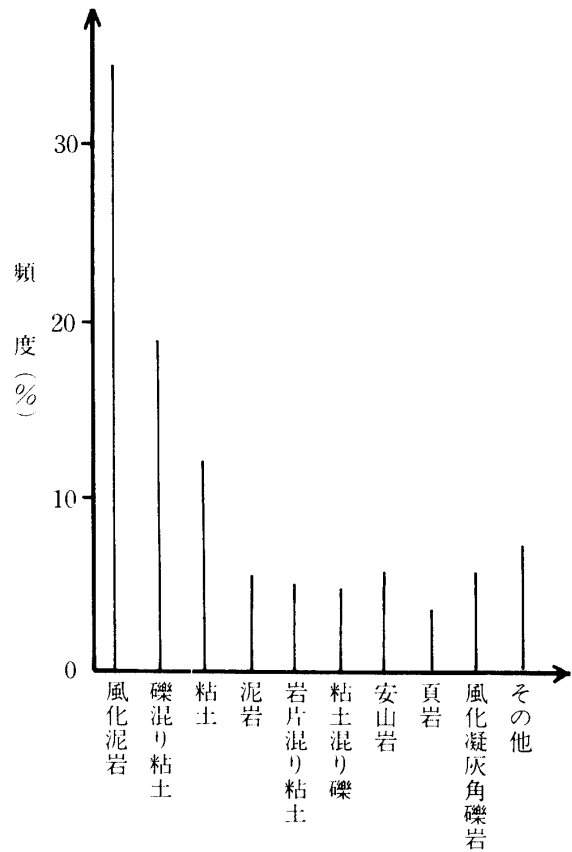


図-4 すべり面内の地質

が、福井県の地すべり地を構成する土の比重の分布範囲は2.65~2.8で一般の土とかわらず、石英等の造岩鉱物の比重と類似している。 $\gamma_t$ ,  $w$ ,  $S_r$ については浸透水や地下水位等の土中水分の状態に関連して測定時期に問題もあり、必ずしも同一条件で測定されたとはいえないが、図-6, 9, 10から判断すれば、 $\gamma_t=1.5\sim 1.8$ ,  $w=30\sim 70$ ,  $S_r=90\sim 100$ の範囲に多く分布し、地すべり地の土の飽和度はかなり高いことがわかる。また $\gamma_d$ ,  $e$ は各々 $\gamma_d=0.9\sim 1.2$ ,  $e=1.1\sim 1.8$ の範囲に比較的多く分布している。上記の諸量に液性限界( $w_L$ ), 塑性限界( $w_P$ )を加えて、それらの比較的頻度の多い分布範囲をまとめたのが表-1で、同時に新潟県南部の地すべり地のデータ<sup>6)</sup>も併記してある。表より両者の比重の分布範囲は2.6~2.8とほぼ等しく、さらに地すべり地の土の飽和度は90%以上で飽和状態に近いことがわかる。また両者において自然含水比の分布がさほどかわらないにもかかわらず $\gamma_t$ ,  $\gamma_d$ ,  $e$ に多少差がみられる。これは過去の堆積履歴や移動履歴等の地質的要因にも関係すると考えられるが、主に軟岩地帯で発生している新潟県に比べて福井県の地すべり地を構成している土の方が固結度が小さいといえる。ところで、地すべりのような自然斜面の安定性を検討するには、土の強度定数を知らねばならない。しかし地すべり斜面は旧崩積土よりなる場合、図-3, 4で示したように礫や岩片を含む場合も多いので、一般のボーリングによって乱されない試料を採取することは非常にむずかしい。さらに一箇所のボーリング孔より採取した試料について三軸試験を行えるのは、土層が均質で礫、岩片などを含まないという特殊な条件が満たされなにかぎり非常にまれであるといわれている<sup>7)</sup>。そのため種々の力学試験のうち、比較的多く行われている一軸試験結果より鋭敏比の分布を求め考察を行った。図-11は鋭敏比の度数分布を示したものである。図より県内の地すべり地の土の鋭敏比は1以下になるものもあるが、ほぼ1~8の範囲に分布していることがわかる。これが正しいとすれば、2以下の範囲に大部分が分布している新潟県の地すべり構成土に比べて鋭敏な土といえる。一般に鋭敏比が1以下になることは考えられないが、図-11によれば5%強位存在している。その理由としては、種々の原因によって生じた潜在的微小クラックが練り返しを受けることによって人工的に排除されるため、不攪乱試料に比べて練り返し試料の強度が増加するためとも考えられる。さらに図-11のように鋭敏比が大きくなるにつれて粘性土の自然含水比は、液性限界に近いがある

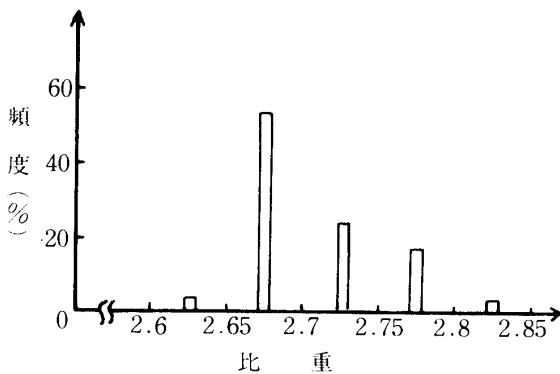


図-5 比重の度数分布

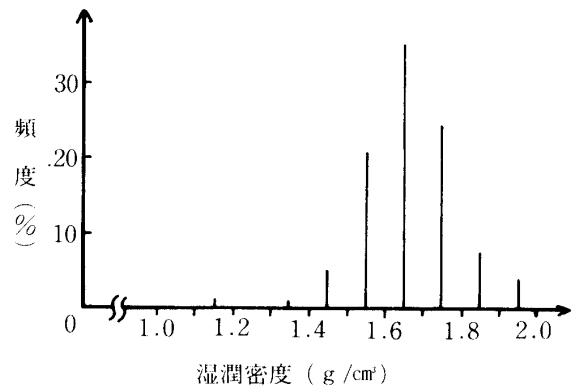


図-6 湿潤密度の度数分布

福井県の地すべり地の土質について

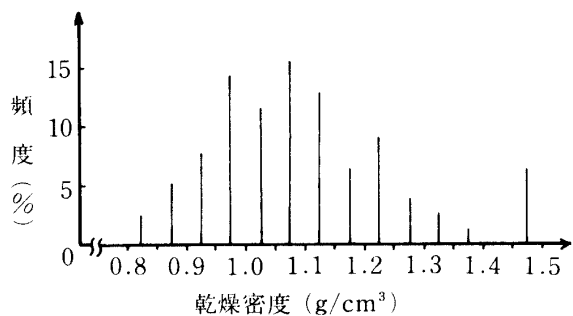


図-7 乾燥密度の度数分布

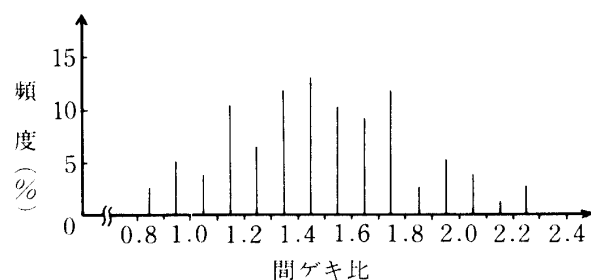


図-8 間ゲキ比の度数分布

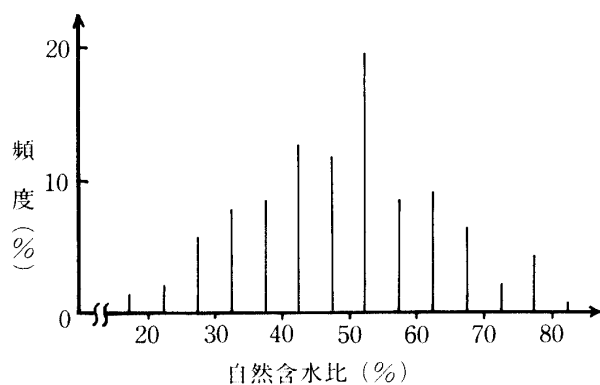


図-9 自然含水比の度数分布

表-1 福井, 新潟における地すべり地の物理的諸量

	福井県	新潟県南部	
	すべり面外	すべり面内	すべり面外
$G_s$	2.65 - 2.8	2.6 - 2.7	2.6 - 2.8
$\gamma_t$	1.5 - 1.8	1.7 - 1.9	1.7 - 2.0
$\gamma_d$	0.9 - 1.2	1.3 - 1.4	1.4 - 1.5
$e$	1.1 - 1.8	0.7 - 1.3	0.8 - 1.0
$w$	30 - 10	30 - 60	20 - 60
$S_r$	90 - 100	90 - 100	88 - 97
$w_L$	40 - 100	60 - 120	40 - 120
$w_p$	25 - 45	15 - 50	15 - 40

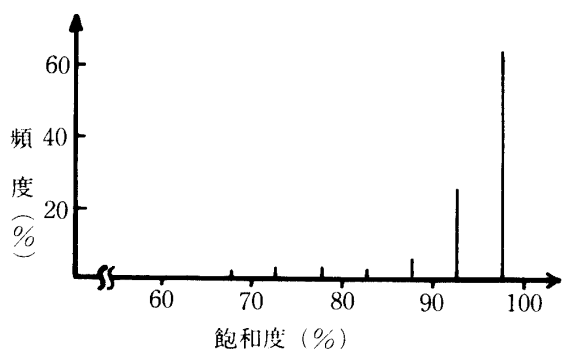


図-10 飽和度の度数分布

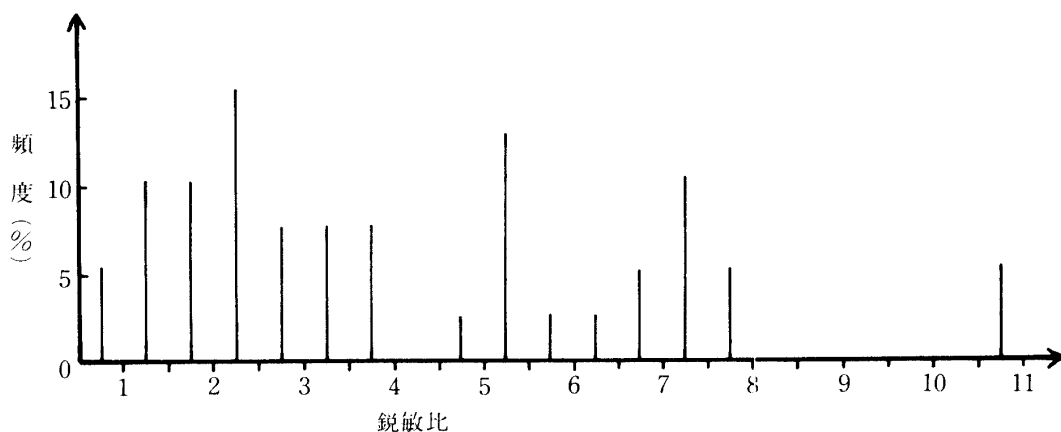


図-11 鋭敏比の度数分布

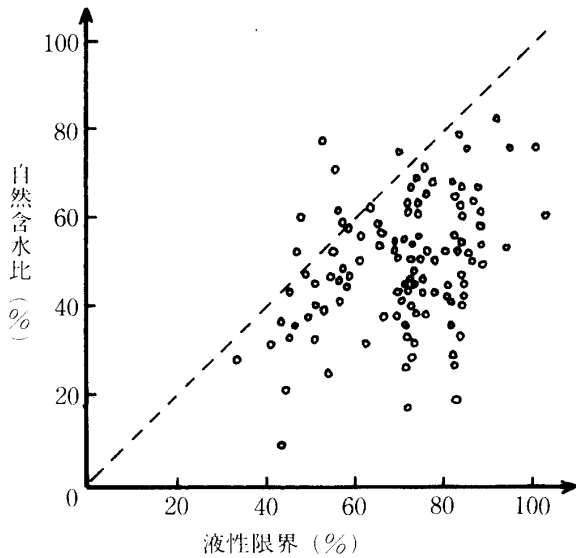


図-12 液性限界と自然含水比の関係

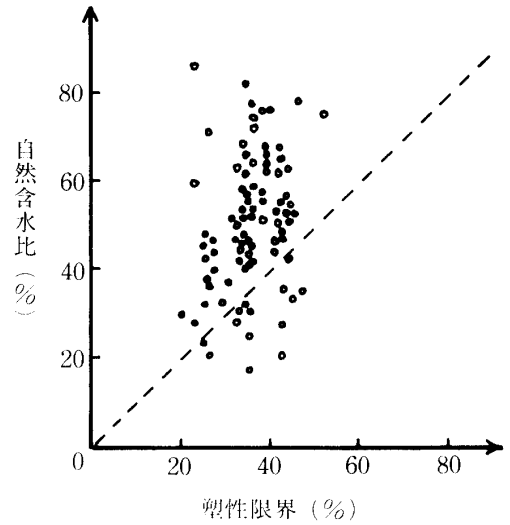


図-13 塑性限界と自然含水比の関係

いは液性限界以上のことも考えられる。そこで自然含水比と液性限界、塑性限界との関係をみると図-12, 13のようになり、自然含水比は30~70%, 液性限界は40~100%, 塑性限界は25~45%の範囲に分布し、全体的には自然含水比は液性限界と塑性限界の中間に位置することになる。しかし、これは、既に指摘されているように自然含水比の修正を行えばより合理的に説明がつかうと考えられる。すなわち、(JIS A 1205), (JIS A 1206) に基づいて液性限界や塑性限界を求める場合、試料土をときほぐし標準網フルイ420 $\mu$ を通過した粒径の土だけで実験が行われるのに対して、(JIS A 1203) で自然含水比を求める際には特別大きな粒径の土は除くにしても、420 $\mu$ 以上の粒子も含めて行われており、両者は異なる粒径範囲の土を扱っていることになる。しかし、土粒子の保水能力は粒径によって異なるので、粒径による含水比の相違を考慮する必要がある。このような点を考慮すれば図-12, 13のプロットが上方に移動することになり、自然含水比はより液性限界に近くなると思われる。最後に地すべり地の土のコンシステンシー試験結果を塑性図上にプロットすると図-14のようになる。図中の実線は統一分類法の場合のA線であり、点線は同じくB線である。結果はA線上より多少下方に多く分布し、判別分類上は無機質シルトまたは塑性が普通ないし大きい有機質粘土の領域にプロットされる。既往の報告によれば、温泉余土を有する温泉地すべり地帯の構成土はA線より下方に、いわゆる第三紀層地すべり地の構成土がA線より上方に分布することから、多少疑問の余地はある。しかし、このように分類する

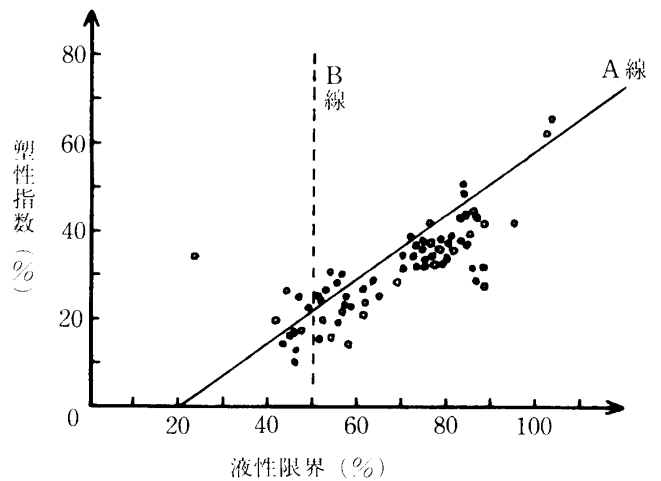


図-14 塑性図

ことは地すべりのレオロジー的解析に一つの目安を与えるものとして比較的合理的であるとも考えられるので、今後データの蓄積を待って明確にしていきたい。

(おわりに)

地すべり地の土質特性を把握するために、過去の地質土質調査の結果に基づき考察を行った。全体的にデータ不足のため一般的なことはいえなかったが、今後資料を集積して、より合理的なものにしていくつもりである。末筆ながら、過去の調査資料の閲覧等で御協力いただいた福井県砂防課、森林保全課、若狭事務所耕地課の方々に深謝致します。

参 考 文 献

- 1) 三浦静：北陸地方における第三紀層地すべりの類型と過程について、文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果，No.A-50-6，第三紀層の地すべり発生と予測の研究，pp. 59~67，(1975)
- 2) 建設省河川局砂防課・林野庁治山課・農林省構造改善局資源課共編：日本の地すべり—全国地すべり危険箇所一覧表，(1973)
- 3) 青山清道・小川正二・神立秀明・福本安正：新潟県の地すべり地における土の性質，地すべり，Vol. 13, No. 2, 通巻第46号，地すべり学会誌，(1976)
- 4) 山田剛二・渡正亮・小橋澄治：地すべり・斜面崩壊の実態と対策，山海堂，p.20，(1971)
- 5) 福本安正・山野井徹：軟岩地帯の災害—地すべり，土と基礎，Vol. 22, No. 6, pp.21~27，(1974)
- 6) 相沢光太郎・山岸明：地すべりの土質力学的特性，昭和47年度新潟大学卒業研究
- 7) 小川正二・青山清道：地すべり地の土質試験法の問題点，土と基礎，Vol. 26, No. 6, pp. 51~56，(1978)
- 8) 駒村富士弥：治山・砂防工学，森北出版，pp. 119~120，(1978)