濁沢地すべり地における融雪水・間隙水圧・ 地下水位・地温の変動特性

The Variation Characteristics in the Snow-melting Water, Pore Water Pressure, Groundwater Level and Underground Temperature in Nigorisawa Landslide Area

小川 正二*   池田 俊雄*   亀井 健史**
Shoji OGAWA   Toshio IKEDA   Takeshi KAMEI
和田 正***   平松 俊英****
Tadashi WADA   Toshihide HIRAMATSU

Abstract

To investigate the variation characteristics of the snow-melting water, pore water pressure, groundwater level and underground temperature during snow-melting season in landslide areas, the field investigations were carried out in Nigorisawa landslide area.

The following conclusions were developed;

- i) One of the main factors causing landslides may be considered as the seepage into the undergrounds of the large quantity of snow-melting water. In addition, the time lag between upper and lower parts of the soil mass with respect to pore water pressure was observed.
- ii) The seepage time into the undergrounds of snow-melting water may be predicted by measuring the temperature and underground temperature.

1. まえがき

地すべりは、毎年、全国各地で多数発生しており、長野市地附山地すべり（1985）などのように、多くの人命を奪い、市民生活に重大な損害を与えることがしばしばある。地すべり発生の素因としては、地形や地質とともに地すべり地内の地下水の分布や季節の変動が大きく関連していることが指摘されている。このため、地すべりと地下水位との関係について多くの調査がおこなわれている^{1),2),3)}。

新潟県は全国でも有数の地すべり多発地帯であり、小林ら⁴⁾によると全国の地すべり分布数の14.3%（約1600箇所）、面積で30.6%（約8万ha）を占めるといわれている。また、過去の調査結果より、地すべりの発生時期は融雪期や豪雨期に集中する傾向にあり、地すべり地頭部を除いてすべり面のほとんどが地下水位面以下に存在していることが報告されている⁵⁾。したがって、このような地すべり現象を工学的にみれば、地下水の供給源と

なる融雪水・降雨水が土中へ継続的に浸透して、すべり面に作用する間隙水圧が上昇し、それによる有効応力の減少のための土のせん断強さの低下が地すべり発生の主要因であると考えられることができる^{6),7)}。

また、新潟県内における地すべりは過去の統計から、3～5月の融雪期に発生するものが全体の50%近くを占めている⁸⁾。このため、地すべりと雪との関連についての研究もいくつかなされている^{6),8),9),10),11)}。小林・藤田¹²⁾は最近の融雪地すべりの発生事例について取りまとめており、その諸特性を検討している。しかしながら、積雪期における地すべり地での諸データの現場計測が困難であることから必然的に推論が多く、融雪期の地すべりの発生メカニズムは不明な点が多い。

さらに、新潟県内で発生した地すべりの大部分は過去にすべり履歴を有する再滑動型地すべりであることから、これらの地すべり地のすべり面の土は、大変位を受けた後に間隙水圧の変動あるいは地すべり土塊が載っている基盤の形状の変化のために安定した状態にあると考えられる。したがって、その後地すべりが発生する際には、間隙水圧の増大により、すべり面に作用する有効応力が減少し土は過圧密状態になることが考えられる。このようなことを考慮して、Ikeda et al.⁷⁾, Ogawa et al.¹³⁾, 亀井ら¹⁴⁾は再滑動型地すべり斜面の安定解析に用いる土のせ

* 長岡技術科学大学工学部建設系教授

** 長岡技術科学大学工学部建設系助手

*** 長岡技術科学大学工学部建設系技官

**** 長岡技術科学大学大学院生

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering,
The Technological University of Nagaoka.

ん断強さには、すべり面における間隙水圧上昇を考慮した過圧状態のせん断強さをリングせん断試験を行うことにより求めるべきであり、この強度定数を用いて算出した地すべり斜面の安全率は工学的な見地から妥当な値であると結論付けている。さらに、小川ら¹⁵⁾は間隙水圧上昇にともなう地すべり発生に関する模型実験を行うことによって、その関連性を明らかにしている。

以上のことから著者らは、新潟県長岡市濁沢地すべり地において、地すべり発生後の1981年から間隙水圧・地下水位の計測を定期的に行ってきた。また、1982年8月から自動データ記録装置を用いて間隙水圧・地下水位を、さらに1984年から地温を2～4時間間隔で連続的に計測を行っている。その結果、地下水位・間隙水圧の季節的変動特性を明らかにし、地すべり面に作用する間隙水圧は直接圧力センサーを埋設して測定すべきことを提案している。また、降雨量と地下水位との関係にはタイムラグがあることも指摘している。さらに、融雪水量の実測例がほとんどないことから1985年からは鋼製バットを用いて融雪水量を直接計測することを試みている⁵⁾。

本報告は、従来、融雪地すべりに関する融雪水量の実測例がほとんど報告されていない点に着目して、長岡市濁沢地すべり地での1987年の融雪期において計測した融雪水量・間隙水圧・地下水位・気温・地温などの相関性を検討した結果について述べたものである。

2. 濁沢地すべり概要¹⁶⁾

図-1、図-2に濁沢地すべり地の平面図および断面図を示す。当地すべり地は、長岡市南東約8kmの同市濁沢町榎地内の太田川左岸に位置する。1980年12月30日に滑動を開始し、1981年1月4日に停止するまでに地すべりの規模は幅300m、長さ400m、面積約9ha、土量90万 m^3 に達した。このため、倒壊家屋32戸、市道流出約600m、2つの橋梁の埋没があり、さらに太田川の200mにわたる隆起、埋塞による湛水のため16戸の家屋で床上浸水するなどの大きな被害が発生した。

地すべり発生前の気象データによると、積雪は12月13日から始まり27日から多くなっており、降雪とともに気温は低下したが地すべり発生前の12月25日には最高気温が6℃にもなる暖かい日があり、その前後には比較的暖かい日が続いていた。また、地すべり発生時の濁沢での積雪は202cmであった。

図-1 長岡市濁沢地すべり地平面図

図-2 長岡市濁沢地すべり地断面図

したがって、この地すべりは、地形や地質といった要因に加えて、降雪後の気温上昇にともなう融雪水の浸透によって間隙水圧が上昇したことが原因となって発生したと考えられる。

3. 測定計器の設置状況

3.1 融雪水量計測

BVN-C (観測小屋) 付近で図-3 に示すような2種類の鋼製バットを用いて融雪水を集水し、これを鋼製パイプを通して観測小屋内に引き込み、転倒ます型雨量計(口径20cm、一転倒雨量0.5mm)を用いてその水量を計測した。

2種類の鋼製バットのうち、図-3(a)の底有りバットでは全融雪水量を、図-3(b)の底無しバットでは地中への浸透水量の残量、すなわち、地中に直接浸透せずに地表面

図-3 融雪水量計測用鋼製バット

を流出する非浸透融雪水量を計測した。したがって、両計測値の差は融雪水の地中への浸透水量となる。なお、計測値の記録には長期巻自動電接計数器を用いた。

3.2 積雪深・積雪密度計測

積雪深は BVN-C 付近で箱尺を用いて、融雪が活発化した 3 月中旬から融雪終了（4 月 11 日）までの間、2～3 日毎に計測した。積雪密度は積雪深計測と同時に同じ場所内で径 7.5 cm、高さ 10 cm のモールドを用いて、積雪深 50 cm、100 cm について計測した。ただし、積雪密度の計測高さは、融雪の進行に応じて変化させた。

3.3 間隙水圧・地下水位計測

間隙水圧は図-2 および表-1 に示す位置の土中に間隙水圧計を直接埋設して計測している。なお、記号 L の間隙水圧計はほぼすべり面に、記号 U の間隙水圧計は地すべり土塊中に埋設してある。地下水位は BVN-C 付近でボーリング孔の全深度にわたってストレーナーを設けたパイプ内の地下 18 m に水圧計を設置して静水圧として計測している。

3.4 地温計測

地温は BVN-C 付近の地下 0.5、1.0、1.5 m の 3 カ所に耐水圧性温度計を埋設して計測している。

表-1 間隙水圧計の埋設位置

ボーリング孔 No.	地盤高 (m)	間隙水圧計 埋設深度 (m)	すべり面深さ (m)
BVN-CU	202.20	17.36	23.00
BVN-CL		23.50	
BVN-6U*	185.92	24.00	29.00
BVN-6L		29.50	
BVN-4U	159.76	16.92	23.50
BVN-4L		23.74	

* BVN-6U は故障につき欠測

図-4 外気温計測装置図

3.5 外気温計測

気温とは本来、百葉箱を用いるなどの規定された方法で測定されなければならない。しかし、当地すべり地のように積雪が 3 m 以上にもなる豪雪地においては、百葉箱などは積雪圧のために破壊され、厳密な意味での気温を測定することは非常に困難である。そのため本計測では、最大積雪深が 3.5 m 以上になっても計測可能であり、また、融雪期の積雪圧にも対抗できるように、図-4 に示す外径 61 mm、内径 53 mm、根入れ約 1 m、地上部の高さ約 4 m の鉄管を建て、この頂部に温度計を設置し鉄管内の温度を測定し、これを気温の代用とした。なお、本計測値と実際の気温との対応を調べるために、当地すべり地から北に約 7 km 離れた長岡市御山町での気象データ（国立防災科学技術センター雪害実験研究所が測定）との比較を行った。

3.6 記録装置

間隙水圧や地下水位、地温、気温の各計測値を記録するために、乾電池（3V×3個）によって約 8000 データを記憶することができる記録装置を 2 台用いた。この装置を用いると、8 地点の計測値を 4 時間間隔で記録した場合、約 5 カ月間にわたる長期計測が可能となる。2 台の記録装置は、雪害を避けるため BVN-C 付近の観測小屋内と BVN-6 付近の地下約 20 cm に設置した。

4. 融雪量の変化

図-5 は 1984～1987 年の融雪期における積雪深の変化を示しており、1987 年は少雪で融雪が早い時期に進行していることがわかる。また、図-6 は 1984～1987 年の融雪期における積雪密度の分布を示しており、融雪期の積雪密度は各年度とも平均 5.0 kN/m³ でほぼ一定である。図-5、図-6 の結果より、融雪量を降雨量に換算すると当地すべり地全体では融雪期に 1 日平均 30 mm の降雨

図-5 融雪期における積雪深の変化

図-6 融雪期における積雪密度の分布

量に相当する融雪が生じていたことになる。

一方、地すべり地における総融雪量を求めるには、積雪上部と積雪下面の融雪を考慮した積雪の熱収支計算を行うのが理想的であるといわれている¹⁷⁾。積雪表面でのエネルギー流束の熱収支は(1)式で表される¹²⁾。

$$Q_R + Q_A + Q_E + Q_C + Q_r = Q_M \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 Q_R ：放射収支、 Q_A ：大気と雪面の温度差に基づく顕熱交換量、 Q_E ：雪の蒸発又は大気中の水蒸気の雪面への凝結による潜熱交換量、 Q_C ：雪の中の伝導熱流量、 Q_r ：雨が雪に与える熱量、 Q_M ：融雪熱量。

しかし、実際の地すべり地において熱収支計算に用いる諸データを得るために、気象条件の長期観測や雪の諸物性値を決定することは非常に困難であるために、実用的には地すべり地付近で観測された気温のデータだけを用いて融雪量を推定する積雪暖度法(degree day 法)が(2)式のような経験式として提案されている¹²⁾。

$$M = k \sum T \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 M ：ある期間の融雪量 (g/cm^2)、 T ： 0°C 以上の有効日平均気温、ただし日平均気温がマイナスのときには 0°C としてあつかう、 $\sum T$ ： M と同じ期間の融雪有効日平均気温の積算値 ($^\circ\text{C}\cdot\text{day}$)、 k ：融雪係数(degree day factor, $\text{g}/\text{cm}^2\cdot^\circ\text{C}\cdot\text{day}$)。

k 値は地すべり地の高度や斜面の方位、対象とする期間の長さによって異なるが、一般には 0.3 から 0.9 の範囲であるといわれている^{18), 19)}。当地すべり地における値は1987年3月13日から4月11日までの間に計測された融雪量と日平均気温から求めると 0.4 であった。この値は上記の範囲内で見ると小さい方の値である。

次に、1月から4月までの当地すべり地での日平均気温の変化と長岡市御山町で雪害実験研究所によって測定された日平均気温の変化を図-7に示す。また、図-8は、両者の比較を示している。両図をみると、濁沢地すべり地における日平均気温は雪害実験研究所のデータに比較

図-7 日平均気温の変化

図-8 日平均気温の比較

図-9 日融雪水量(降雨量換算)の変化

図-10 融雪水の日浸透量の変化

すると $2 \sim 6^\circ\text{C}$ 程度高く測定されるものの、経時変化の傾向は一致している。

図-9は1月から4月までの日融雪水量を示し、図-10は融雪水の地中への日浸透量を示している。図-7と図-9

を比較すると、気温が本格的に高くなり始め融雪の進行状況が活発化する3月以前の1月や2月においても気温の高い日、すなわち、日平均気温が0℃以上の日が3～4日継続すれば、日浸透量への融雪の影響が現れている。したがって、融雪開始時期は0℃以上の気温の継続時間によって大きく支配されることが明白であり、積雪期においても気象条件によっては当地すべりのように、地すべりが発生する可能性があるといえる。

また、図-9、図-10より、日融雪水量に対する地中への日浸透量の比を求めると図-11のようになり、特に融雪が活発化した3月中旬から4月初旬にかけては日融雪水量の地中への浸透量は平均すると80%となっている。ここで、日融雪水量と浸透率との関係をより詳細にみると、図-12のように浸透率は日融雪水量によって変化し、日融雪水量が約20mm以下の範囲においてはほぼ100%が地中へ浸透しているが、20mm以上になると浸透率は徐々に減少し、100mm程度では75～90%の浸透率となり、日融雪水量が200mmになると、浸透率はさらに減少して65～80%となっており、融雪水量の地下への浸透量は日融雪水量の増大につれて減少していることがわかる。

融雪水の地中への浸透率は、表層土の透水係数や飽和度、植生などによって支配されると考えられるが、その浸透機構については実測例が非常に少ないため、十分な

検討がなされていない。樋口¹⁸⁾は融雪水が地表面に沿って流出する直接流出率は10～50%であるとしており、当地すべり地における実測値もおおむねこの範囲内にある。しかし、このように融雪水の地中への浸透量は多いが、これらの浸透水が地中でどのような流路をとっているかは不明である。

積雪表層部において生じた融雪水は、積雪層内の複雑多岐な経路を流下して地表面に達し、地表面を流下する際にも地すべり斜面の地形に応じてその流下経路は複雑になる。したがって、地すべり地全体では融雪水は地表面に一樣には供給されない。そのために、融雪などの条件が変化すれば、計測した浸透率も大きく変動しているものと考えられる。

5. 間隙水圧・地下水位・地温の変化

1月から4月までの間隙水圧、地下水位、地温の経時変化と日融雪水量との関係を示す図-13をみると、間隙水圧は地すべりブロック頭部に埋設されたBVN-CUで最も大きく変動し、地すべりブロック舌端部に埋設されたBVN-4U、BVN-4Lではほとんど変動していないことがわかる。また、地すべり土塊中に埋設したBVN-CUが大きく変動しているのに対し、すべり面付近に埋設されたBVN-CLの変動はそれほど大きくはない。これは

図-11 融雪水の浸透率

図-12 日融雪水量と浸透率の関係

図-13 間隙水圧・地下水位・地温の経時変化と日融雪水量との関係

図-14 換算水位と地下水位との比較

地すべり防止対策として施工された集水井からの横孔排水ボーリングの効果は BVN-CL に現れたものと考えられる。さらに、地すべりブロックの中間部に埋設された BVN-6L の間隙水圧上昇時期は地すべりブロック上部に埋設された BVN-CU の間隙水圧上昇時期に比べ一週間程度の時間的遅れ（タイムラグ）がある。

以上のような間隙水圧の変動の傾向をみると、融雪期の地すべりは、まず地すべりブロック頭部のすべり面での応力の均衡が崩れ、その降伏領域が舌端部へ向かって進行することによって発生するものと考えられる。したがって、地すべり防止・抑止対策としての集水井工や水平ボーリング工などは、地すべりブロックのみを考慮した局地的な対策よりも地すべり地を含む全体領域を考慮した対策工として施すべきであり、また、地すべり地、あるいは滑落上部からの地下水の流入防止などの排水工を施す必要があるといえる。

地下水位は、全域 ストレナー 付きパイプ内で計測されたため、特定深度の水位を示すものではないが、BVN-CU と BVN-CL で計測された間隙水圧を水位に換算して、パイプ内の地下水位とを比較すると図-14 のようになり、BVN-CU と BVN-CL とでは換算水位に大きな差がある。これは地すべりブロック内の水と地すべり面付近の水の流れが異なっていることを示すものである。

地表面下 0.5~1.5m 地温の変動は図-13 に示すように深度の違いによる変化はなくほぼ同じ挙動を示し、融雪量の増加とともに急激に地温が減少する点がある。これは図中に示しているように融雪が著しく進行している日とほぼ一致している。したがって、融雪期における地温は、融雪の進行とともに継続的に減少するが、特に融雪の著しいときには地すべり土塊上層部の地中へ浸透する融雪水が増加するために地温が急激に減少するものと

図-15 時間融雪水量（降雨量換算）と間隙水圧・地下水位・地温の関係

考えられる。

また、地温が急激に減少した3月14日を中心とする1週間の時間融雪水量、間隙水圧(BVN-CU と BVN-CL)、地下水位、地温の変動を示す図-15 をみると、融雪が著しくなる時期と地温の減少時期および間隙水圧、地下水位の増加時期がほぼ一致している。このことから、地すべりブロック頭部では融雪期における地すべり土塊中の間隙水圧や地下水位の変動は、融雪水の地中への継続的な浸透の影響を受けて生じているものと考えられる。ただし、この融雪水が地すべり面にすべて達しているか否かは不明である。また、それぞれの変動時期にはほとんどタイムラグが認められず、ほぼ同時に変動している。これに対し、豪雨期においては降雨と間隙水圧上昇開始時期との間に3日~2週間程度のタイムラグがあることが報告されている⁵⁾。これは、地盤が12月の積雪開始以来常に湿潤な状態におかれていることにより、融雪期には、融雪水の浸透の影響が明白に現れるためと考えられる。

6. 結 論

融雪期に発生する地すべりは、膨大な融雪水が土中に

継続的に浸透することにより、すべり面に作用する間隙水圧が上昇し、有効応力が減少するために土のせん断強さが低下することが主要因であるといえる。しかし、地すべり発生の要因は、融雪水のもととなる積雪量だけでなく、気象条件や融雪水の地中での流動経路も複雑に絡み合っていると考えられる。したがって、地すべり防止・抑止対策としては集水井工や水平ボーリング工によってすべり面付近の地下水を排除することが最も効果的ではあるが、融雪期の地すべりを防止するためには、融雪水の流動経路を把握して、積極的に地表面水およびすべり面での排水を行うことが効果的であるといえる。

以下に、今回の調査・計測により得られた結論を列記する。

1) 融雪開始時期は 0°C 以上の気温の継続時間によって支配され、日平均気温 0°C 以上の日が3～4日継続すると融雪の影響が現れる。したがって、積雪期にも地すべりの発生する可能性がある。

2) 融雪期の日融雪量は降雨量に換算すると1日当たり約30mmであり、これらが地中に浸透する割合を示す浸透率は100～65%の範囲で変化するが、この値は日融雪量の増加とともに減少する傾向にある。

3) 融雪水の積雪層内および地表面での流動経路は非常に複雑である。また、地中での水の流路も複雑であり、今後、地すべり防止対策のためには従来の調査に加え融雪水量等に関する調査をも行う必要があろう。

4) 融雪期における間隙水圧上昇時期には地すべりブロック内で位置的なタイムラグがあり、地すべり頭部ほど上昇時期が早い。

5) 気温および地温の計測から、融雪開始時期や融雪水の地中への浸透時期を予測することができるものと考えられる。また、融雪期における地すべり発生予知に気温と地温を用いることが可能になると考えられるため、今後も多くの研究が必要である。

謝 辞

本研究は文部省科学研究費自然災害特別研究(昭和54, 56, 57, 58, 59, 60, 61年)の補助によって行われた。このように、地すべり地での諸現象の解明に長期にわたって補助していただいたことに謝意を表します。

また、科学技術庁国立防災科学技術センター雪害実験研究所の気象データの提供に対し謝意を表します。

参考文献

- 1) 高野秀夫：“地すべりと防止工法”，地球出版，1960。
- 2) 谷口敏雄：“地すべり調査と対策”，山海堂，1963。
- 3) 渡 正亮：“地すべりと地下水およびその調査方法”，土と基礎，Vol. 22, No. 9, pp. 51～57, 1974。
- 4) 小林一三，石黒重実，岩永 伸，大西吉一，安積健一：“新潟県の地すべり一砂防課(建設省所管)における地すべり対策について”，地すべり技術，Vol. 12, No. 2, pp. 8～19, 1985。
- 5) Ogawa, S., Ikeda, T., Kamei, T. and Wada, T.: “Field investigations on seasonal variations of the groundwater level and pore water pressure in landslide areas,” Soils and Foundations, Vol. 27. No. 1. pp. 50～60, 1987。
- 6) 小川正二，亀井健史，和田 正，橋本正樹：“融雪期における地すべり地の間隙水圧・地下水位・地温の変動特性”，地すべり，Vol. 23, No. 3, pp. 21～27, 1986。
- 7) Ikeda, T., Ogawa, S., Konagai, K. and Kamei, T.: “Field investigations in landslide areas and shearing strength of soil for use in stability analysis”, Natural Disaster Science, Vol. 8, No. 1, pp. 29～44, 1987。
- 8) 中村浩之・白石吉信：“雪の地すべりに与える影響について”，地すべり，Vol. 10, No. 1, pp. 6～16, 1973。
- 9) 中俣三郎，青山清道：“雪と土工学”，土と基礎，Vol. 30, No. 12, pp. 67～74, 1982。
- 10) 吉田 保，野地正保：“融雪による地すべりについて”，土木試験所月報，No. 368, pp. 1～17, 1984。
- 11) 青山清道，中俣三郎，小川正二：“新潟県における地すべりと雪との相関性に関する検討”，地すべり，Vol. 21, No. 3, pp. 11～16, 1984。
- 12) 小林俊一，藤田至則：“融雪地すべりについての概要”，自然災害科学，Vol. 5, No. 1, pp. 1～8, 1986。
- 13) Ogawa, S., Ikeda, T., Cho, S. and Wada, T.: “Slope stability analysis at landslide areas considering the shearing strength of soil at over-consolidated states,” Proceedings of the 4th International Symposium on Landslides, Toronto, Canada, Vol. 2, pp. 161～165, 1984。
- 14) 亀井健史，池田俊雄，小川正二，島津恵造：“地すべり斜面の安定解析と強度定数”，地すべり，Vol. 24, No. 3, pp. 1～7, 1987。
- 15) 小川正二，池田俊雄，亀井健史，佐野博昭：“地すべり発生に及ぼす間隙水圧の影響”，地すべり，Vol. 24, No. 2, pp. 2～9, 1987。
- 16) 新潟県土木部長岡土木事務所：“地第7-91号，昭和56年度濁沢地すべり地質調査報告書”，1981。
- 17) 小島賢治：融雪機構と熱収支”，気象研究ノート，日本気象学会，第136号，融雪・なだれ特集，pp. 1～30, 1979。
- 18) 樋口敏二：“融雪災害一解析への手引き”，災害科学総合研究班，研究成果普及版，自然災害と水，pp. 17～29, 1980。
- 19) 梶川正弘，広田 貢：“八幡平北西斜面の積雪分布と融雪過程(I)”，秋田大学教育学部研究紀要(自然災害)第32集，pp. 21～33, 1982。

(原稿受理日 昭和62年9月28日)

地すべり面拡大モデルによるクリープ現象の解析

「地すべり」Vol. 25, No. 1 (通巻第93号) 1988年 (昭和63年) 6月

大村 寛, 土屋 智

セリ断時における面積ヒズミ速度とすべり面の面積 S の指数関数的減少とが比例関係を示すと仮定したモデルを用い、ヒズミ時間曲線、ヒズミ速度時間関係、加速度ヒズミ速度等の関係について論じた。ヒズミ時間関係においてはべき乗数 $a=-1$ とすれば第一次クリープ段階が、 $a=0$ では第二次定常クリープ段階が、 $a\geq 1$ とおけば第三次クリープ段階を表わすことが明らかとなった。ヒズミ速度時間関係からは a を ∞ とすれば斉藤式中の $\log$ に乗ぜられる係数は1となること、また加速度ヒズミ速度の関係では a を ∞ とすることにより福園の提案したヒズミ加速度式のべき乗数は2に等しいことが示された。既往の地すべり、室内崩壊実験等の資料を今回得られたヒズミ相対時間関係、ヒズミ速度相対時間関係に適用するとほぼこれらの関係を満足するとの結論を得た。

表層崩壊発生危険雨量の予測

「地すべり」Vol. 25, No. 1 (通巻第93号) 1988年 (昭和63年) 6月

駒村富士弥

北海道生田原地すべり地の崩積土とすべり面粘土

「地すべり」Vol. 25, No. 1 (通巻第93号) 1988年 (昭和63年) 6月

前田 寛之

生田原地すべりは崩積土地すべりである。その地すべりのすべり面は崩積土層中部の連続性のあるレキまじり粘土層中にある。そのすべり面粘土層はおそらく旧地すべりのすべり面粘土層の一部であると考えられるので、新地すべりは旧地すべりの下方ブロックが再滑動したものと推定される。その地すべり地の崩積土層の内部構造と鉱物組合せ、とくにすべり面粘土層の性状は、新・旧地すべりのすべり面粘土層がおもに泥質岩のスレーキングや酸性火成岩のいわゆる“まさ”化によって生成されたことを示唆する。

濁沢地すべり地における融雪水・間隙水圧・地下水位・地温の変動特性

「地すべり」Vol. 25, No. 1 (通巻第93号) 1988年 (昭和63年) 6月

小川 正二, 池田 俊雄, 亀井 健史, 和田 正, 平松 俊英

地すべり地における融雪水・間隙水圧・地下水位・地温の変動特性を調べるために現場計測を行った。その結果、融雪期の地すべり発生の主要因として膨大な融雪水の地中への浸透が考えられること、それによる間隙水圧上昇時期は地すべりブロック上部と中間部との間でタイムラグがあること、また、気温と地温を計測することによって融雪開始時期や融雪水の地中への浸透時期を予測することが可能となることが明らかになった。

放山地すべり

「地すべり」Vol. 25, No. 1 (通巻第93号) 1988年 (昭和63年) 6月

宮城県砂防課