

第36回地すべりシンポジウム

新潟県の地すべり災害と対策の歴史を学ぶ

2008. 5. 23

主 催 (社)日本地すべり学会新潟支部
共 催 (社)地盤工学会北陸支部
後 援 新 潟 県
(社)新潟県地質調査業協会
(社)斜面防災対策技術協会新潟県支部

~~~~~ 目 次 ~~~~~

|                                                   |       |
|---------------------------------------------------|-------|
| (社)日本地すべり学会新潟支部第36回シンポジウム開催にあたって・・・・・・・・・・・・・・・・  | 1     |
| (社)日本地すべり学会新潟支部 前支部長                              | 早川 嘉一 |
| いかにして「地すべり」は創られたか・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ | 2     |
| (社)日本地すべり学会新潟支部 顧問                                | 福本 安正 |
| 民間の立場から地すべり対策の活動を振り返って・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・    | 6     |
| (社)新潟県地質調査業協会 元理事                                 | 熊谷 忍  |
| (社)地すべり対策技術協会新潟県支部 元支部長                           |       |
| 地すべりの長期移動観測よりみた運動メカニズム・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・    | 8     |
| —猿供養寺地すべり試験地の歴史—                                  |       |
| 東京農工大学名誉教授                                        | 中村 浩之 |
| 新潟県の地すべり災害の分析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・   | 12    |
| 元新潟大学教授                                           | 早川 嘉一 |
| 新潟県の地すべり対策の取り組み（その1．砂防課）・・・・・・・・・・・・・・・・・・        | 22    |
| 新潟県土木部砂防課                                         | 金子善一郎 |
| 新潟県の地すべり対策の取り組み（その2．農地建設課）・・・・・・・・・・・・・・・・        | 24    |
| 新潟県農地部農地建設課                                       | 伊藤 亮一 |
| 新潟県の地すべり対策の取り組み（その3．治山課）・・・・・・・・・・・・・・・・・・        | 26    |
| 新潟県農林水産部治山課                                       | 大旗 和哉 |
| 新潟県内の地すべり対策技術開発の先駆的とりくみに学ぶ・・・・・・・・・・・・・・・・        | 30    |
| 明治コンサルタント(株)                                      | 古川 昭夫 |

## (社)日本地すべり学会新潟支部第36回シンポジウム開催にあたって

新潟県は、全国一の地すべり災害の多発県であり、古くから地すべり災害によって住居、田畑、山林が失われ、また、尊い人命や財産が奪われるという苦しい闘いの歴史を繰り返してきました。この厳しい環境において、先人は地すべりと向き合い、叡知を傾け地域を守り続けてきました。この一つの証しが越後の「棚田」であり、先人が培ってきた貴重な財産であります。

新潟県は、全国に先駆けて地すべり災害の防止対策に果敢に挑戦し、数多くの新しい技術を開発してきました。また、地すべりの研究、調査及び防止対策技術においても常に全国をリードしてきました。これまでの長い年月をかけて築き上げられてきた新潟県の地すべり技術の生い立ちと、そこに心血を注いで努力してこられた先輩方の姿は、地すべりに携わる者にとって最良の道しるべであります。この先輩方が築いてきた成果とその歩みを後世に伝えたく、新潟支部では「新潟県の地すべり災害と対策の歴史」の出版に向けて、2005（平成17）年から編纂作業を進めてきました。多くの方々の献身的なご協力により出版することができました。

本年度第36回地すべりシンポジウムはこの出版を記念して「新潟県の地すべり災害と対策の歴史を学ぶ」をテーマとして開催することに致しました。また、折しも「地すべり等防止法」制定50周年に当たる記念すべき年でもあります。

新潟県に於ける過去の地すべり災害の実態と、地すべり対策技術変遷の歴史や地すべりに心血そそいで挑戦してきた先輩方の姿を省みることは、今後の新潟県に於ける地すべり防止技術の発展を考えるにあたって大いに役立つことと思っております。会員の皆様の活発な討議が行われることを期待します。

(社)日本地すべり学会新潟支部

前支部長 早川 嘉一

## いかにして「地すべり」は創られたか

福本安正

### I 地すべりの調査・研究の開始

#### 1. 地すべり調査の起源 (明治 34 年)

日本の地すべり調査の開始は 1901 年、井上禮之「半田山付近の地変に就て」であり、その後の経過は次の論文で見ることができる。

地質学雑誌

第 1 巻第 2 号 1895 年 (明治 27 年) 11 月 地辻地震の一好例 (澳国ジュース氏の書簡紹介

・ ・ 英

領中東の地震等による地表の変状) 石井八萬次郎

第 4 巻第 37 号 1897 年 (明治 30 年) 地辻りに就て論じ地鳴り及び津波の原因に及ぶ 理学士今村明恒

第 8 巻第 89 号 1901 年 (明治 34 年) 2 月 半田山付近の地変に就て 理学士井上禮之助

第 9 巻第 102 号 1902 年 (明治 35 年) 3 月 本邦の山崩れ地割れ及び押し出しの調査事項及び実例の目録

理学博士神保小虎

第 9 巻第 105 号 1902 年 (明治 35 年) 6 月 新潟県下の山崩 (雑報) 神保小虎

第 9 巻第 109 号 1902 年 (明治 35 年) 10 月 羽前国大石田地方の山崩れ 神保小虎

第 9 巻第 111 号 1903 年 (明治 35 年) 12 月 遠江牧の原隧道四近の変動地 (35 年 2 月頃の状態) 神保小虎

第 10 巻第 112 号 1903 年 (明治 36 年) 1 月 遠江牧の原隧道四近の変動 (112 号の続き) 神保小虎

第 22 巻第 260 号 1915 年 (大正 4 年) 5 月 雑報 越後大河津堀り割に於ける山崩れ (神保)

「地辻り」の用語は石井萬次郎、今村明恒の報文に

見られるが、これは地すべり現象とは異なったことにつかわれていた。

#### 2. 地すべり分類の始まり

斜面災害の分類は脇水鐵五郎によって開始。そのことにより地すべりの概念が形成される。

地学雑誌

第 24 年第 282 号 1912 年 (明治 45 年) 6 月 山地の崩壊に就て 理学士 脇水鐵五郎

第 24 年第 283 号 1912 年 (明治 45 年) 7 月 山地の崩壊に就て (承前) 脇水鐵五郎

第 24 年第 284 号 1912 年 (明治 45 年) 8 月 山地の崩壊に就て (承前) 脇水鐵五郎

第 28 年第 337 号 1916 年 (大正 5 年) 1 月 北陸本線能生駅地辻の原因 脇水鐵五郎

第 29 年第 341 号 1916 年 (大正 5 年) 5 月 北陸本線能生筒石両駅間小泊の山崩 脇水鐵五郎

土木学会誌

●第 5 巻第 1 号 1919 年 (大正 8 年) 山崩ノ原因及種類 脇水鐵五郎

第 35 巻第 421 号 (昭和 3 年) 10 月 山崩の分類 渡辺 貫

#### 3. 地すべり概念の確立

地すべり現象を地表の変状から捉えていたが、地中への考察が進んでいった。

##### (1) 地すべり面

大河津分水地すべり 1915 (大正 4)、' 18 (々 7 年)、' 24 (々 13)

亀の瀬地すべり 1931 (昭和 6) 9 月、大和川翌年ボーリング調査

泡の巻地すべり 1930 1934 1936

##### (2) ボーリング調査



亀の瀬地すべり

茶臼山地すべり

山林局 ボーリング班編成

#### 4. 「地這り」への統一

地すべりの概念の形成にともなって、それまで「山崩れ」「地割れ」「崩壊」等の用語が「地這り」に統一された。この用語は地すべり等防止法成立まで続くことになった。

第28年第337号 1916年(大正5年)1月 北陸本線能生駅地這りの原因 脇水鉄五郎 地学雑誌

第28巻第329号 1921年(大正10年) 平炭坑区内の大地這りについて 徳永重康 地質学雑誌

第35巻第421号(昭和3年)10月 山崩の分類 渡辺 貫

第36巻第431号 1929年(昭和4年)8月 雑報地這りと気温との関係 中村慶三郎

第38巻第448号 1931年(昭和6年)1月 雑録山崩れの調査 中村慶三郎

第39巻第464号 1932年(昭和7年)5月 雑報

第41巻第484号 1934年(昭和9年)1月 雑報地這りの調査(1) 中村慶三郎

第41巻第435号 1934年(昭和9年)2月 雑報地這りの調査(2) 中村慶三郎

#### 5. 安定計算の始まり

地すべり斜面の安定計算は山口昇によって提案され、大河津分水、亀の瀬、筒石等地すべりでおこなわれ、発展していった。

①土木工学第2巻8号 1933年(昭和8年)8月 地這りの深さに就て 東京帝国大学教授工学博士 山口 昇

大河津分水地すべり、亀の瀬地すべり 山口昇

②第5巻2号 1936年(昭和11年)2月 北陸本線筒石・名立間地這り 堀山力熊

③第19巻第2号 1937年 地這りの安定計算に就いて 花井武司

④第6巻第2号 1942年(昭和17年)9月山崩れに就いて：野満隆治

山崩れ若しくは地這りの現象を調査観測したものは従来としても相当あるが、之を理論的に論述し其の生起の条件を数量的に研究したものは至って少ない。・・・Felleiusの図式法と山口昇博士の計算法及び安蔵善之助博士の半円解半計算法とを揚げうるに過ぎぬ。素より擁壁裏面に於ける土砂崩壊に関しては、所謂土圧論として在来多数の研究を見るのであるが、茲に言う山崩れ又は地這りとは、山腹面に於ける弧面滑落を指すことにする。

## II 戦後の地すべり

戦争で中断した地すべりが再出発となったのは柵口地すべり災害であった。それに次ぐ茶臼山地すべり調査であった。

### 1. 柵口地すべり災害(昭和22年5月19日)

① 世論を背景に政府を動かした。

内務省、農林省、通産省(地質調査所)、京都大学

② 地すべり研究者の活躍と成果。

小出 博 「日本の地這り」昭和30年

谷口敏雄 「地すべり調査要綱」昭和27年 昭和32年学位

高野秀夫 「地這り現象の研究」昭和27年 昭和34年学位

③ 地すべり等防止法成立への道を拓いた。

a、昭和23年国庫補助地すべり調査の開始

b、昭和27年、治山・治水事業(保安林、砂防指定地)以外の地すべり災害に補助事業適用。

c、地すべり工法の適用。

### 2. 茶臼山地すべり災害調査

福岡正巳 ボーリング調査の開始

昭和28年：地這り・土質力学研究のため海外出張

昭和28年：「地這りとその対策」

### 3. 地すべり等防止法の成立

- a、防災 3 法として河川法、砂防法、森林法があり、そのもとでしか防止工事ができなかった。
- b、単独法となり、3 所管連携で実施。
- c、予算の急増。

|        |               |       |
|--------|---------------|-------|
| 1957 年 | 38,912,000    |       |
| 1962 年 | 188,912,000   | 4.8 倍 |
| 1967 年 | 799,806,000   | 21 倍  |
| 1972 年 | 3,353,660,000 | 86 倍  |

1990 年代には 1957 年予算の 357 倍となる。

- d、調査、工種の確立、実施。  
技術的発展、調査業界の創立、学会創立。

### III 新潟県が果たした地すべり技術的貢献

全国に先がけて新潟県が創造開発した地すべり調査法と防止工法を挙げると、

- a 調査・研究：高野秀夫「地沁り現象の研究」、湊元光春「杭、集水井設計計算」、  
パイプひずみ計。
- b 防止工事：集水ボーリング工、集水井工、杭工。  
以上のうちの杭工について述べる。

#### 1. 県砂防課の杭工の開発

県砂防課は、1952 年（昭和 27 年）、丸太杭による杭打工を開始し、翌年松之山町月池（現十日町市）において丸太杭（30 本、長 5m、径 15cm）による杭打工を施工した。これが戦後最初の杭工法である。1959 年、県単独費によるプレパクトコンクリート杭の開発試験が成功し、プレパクトコンクリート杭が普及した。

県砂防課係長湊元光春は杭設計計算を C. M. White の粘性流体中の円筒抵抗式を援用し、杭をすべり面より突出した片持梁とし、その断面を曲げ応力によって計算する式を提案した。この計算式によって松之山地すべり災害をはじめ県下の地すべり地で施工

が進んだ。

#### 2. 県治山課の現場杭の調査

##### 2. 1 片町地すべり地におけるひずみ杭解析

1967 年 11 月、片町地すべり地（旧牧村）杭打工事における 2 本のコンクリートパイプにひずみ計と土圧計を杭前面と後面に取り付けて挿入し計測を続けた。杭施工斜面は施工後も移動を続け、杭頭が傾いた。

ひずみ計測から杭のモーメント分布図を求め、杭の弾性限界を超えて塑性領域に移行したことを確認し、2 本のひずみ杭を引き抜きモーメント分布と杭の屈曲破壊状態を照合した結果、杭は片持梁ではなく、弾性梁として挙動することが明らかになった。

##### 2. 2 切光（向山）地すべり地の杭引抜き調査

旧牧村切光（向山）地すべり地の杭引抜き調査をおこない同様の結果となった。これによって弾性梁の理論が確立した。

##### 2. 3 ひずみ計鋼管杭の調査

治山課はさらに 49 本のひずみ計鋼管杭を 9 カ所の地すべり現場に配置して観測を続け弾性梁理論を確実なものにした。そのうち次の 2 例を示す。

- (1) 東戸野地すべり地の葡行性地すべりに抵抗する鋼管杭の挙動
- (2) 仁上地すべり地の急激移動に抵抗する鋼管杭の挙動

### IV 地すべりを創った人たち。

地すべりを今日のように創った代表的な先駆者を挙げると、

脇水鐵五郎  
小出 博  
福岡正巳  
谷口敏雄  
高野秀夫

### V 半世紀の地すべりをかえりみて

今年は日本の地すべり調査開始から107年、地すべり等防止法による防止工事・調査開始から50となります。現時点に立って50年をかえりみでの感想は、

1. 災害常襲時代から沈静化した。この科学的解明

が必要。

2. 調査技術の発展は地質調査と諸観測の考察にある。考察には寸法がない。考察を正しく評価する。

3. 先輩の築いた志操と伝統の継承。

## 民間の立場から地すべり対策の活動を振り返って

元(社)地すべり対策技術協会新潟県支部 支部長  
元(社)新潟県地質調査業協会 理事  
熊谷 忍

### (1) 新潟県地質調査業協会の活動

地すべり防止工事は戦前から直営事業で行われてきたが、昭和 33 年「地すべり等防止法」の設立を契機として民間会社の請負に切り替えるようになり、地質調査も県の担当者が直接行っていたものが地質調査業者への委託へと移行されていった。そして昭和 40 年代には完全に切り替わった。

このような流れを背景に新潟県の地質調査業者は昭和 38 年北陸協会として全国地質調査業協会連合会に加入したが、その時の会員(株)興和・(株)日さく・(株)菅基礎・三紀調査(株)・明治コンサルタント(株)・(株)村尾技建の 6 社であった。しかし翌昭和 39 年に発生した新潟地震や昭和 41 年の加治川水害、昭和 42 年の羽越豪雨等災害が続き、加えて社会資本充実の為の開発事業の急増と相俟って地質調査業務の必要性は高まっていった。そのような状況を背景に会員数も増加し、技術と地位の向上を図ることによって昭和 58 年には新潟県地質調査業協会として社団法人となった。現在正会員 25 社、賛助会員 1 社である(H20.4.1 現在)。

全国一の地すべり多発県である新潟県の地すべりと取り組むには地域の地質、地形、気象に対する知識、地すべり機構の理解や対応の豊富な技術、経験が必要であり、緊急を要する場合には業界の総力をあげた協力体制も欠かせない。それらの条件を満たすため関連する各学会や研究機関、そして発注官庁の指導を受けながら常に研鑽に勤め、幾多の地すべりの発生と取り組んできた。特に地すべり対策技術協会の設立に際しては殆どどの会員がそれに参加し、地すべりに関わる問題と対応してきた。特に昭和 37 年発足した新潟応用地質研究会は、地元新潟大学が中心となり、新潟県が抱える地質、地盤の諸問題と取り組むために設立されたもので、産、官、学からの多数の会員の参加を得て組織され、初代会長西田彰一、副会長高野秀夫であった。この会は引き続き新潟県の地質、地盤、災害や環境などの諸問題についても広く取り組んでいて、現在は新潟大学災害復興科学センターに事務局をおいている。草創期の新潟県地質調査業協会がこの研究会から受けた指導と影響は極めて大きなものがあった。

### (2) 地すべり対策技術協会新潟県支部の活動

地すべり対策に関する調査の委託化、工事の請負化が進むなかで、調査

については既に地質調査業協会が設立され業界としてまとまった活動の展開は早かった。それに対し地すべり対策に関わる工事は旧来地すべり多発地域の地元建設業者を、発注者が指導しながら実施してきた新潟県の慣行があり、専門業者は下請けとして協力するのが実態であった。しかし地すべり対策工事には地すべりの機構を理解しながら施工するという特殊な技術を必要とし、単に土木構造物を造ればよいという建設業者の感覚では不十分なため、それだけの技術力を持った専門業者の育成が望まれていた。

中央では谷口敏雄他が地すべり等防止法の適切且つ効果的な実施を期すには、地すべり学会をバックアップし、地すべり機構を理解して適切な対策工事を施工できる業者の協会をつくらなければならない、と主張し活動を展開した。

新潟では昭和 49 年 4 月新潟地すべり懇談会が設立され。翌 50 年 9 月支部設立準備委員会発足、51 年 4 月新潟支部設立、第一回通常総会開催、支部長福田正であった。会員は三菱マテリアル資源開発(株)・(株)キタック・(株)興和・国土防災技術(株)・三紀調査(株)・サンコーコンサルタント(株)・(株)新協地質・(株)日さく・日特建設(株)・日本物理探鉱(株)・(株)村尾技建・明治コンサルタント(株)・ライト工業(株)以上 13 社であった。

そして翌昭和 52 年 9 月、中央での地すべり対策技術協会設立に伴い、新潟地すべり懇話会から地すべり対策技術協会新潟支部と名称変更し、支部長横山好雄として新発足した。

以来、度重なる県内の地すべり災害に取り組みながら技術の研鑽に励んできたが、地すべり工事士の有資格者数が全国最多を誇ることはその成果であると云えよう。30 年の歴史を経て、平成 18 年には支部 30 周年記念事業をおこなったが、それに先立ち平成 16 年 7 月に協会名称を(社)斜面防災対策技術協会に変更し地すべりのみならず、落石、崩壊、雪崩をも含めた広範な斜面防災対策に取り組むこととした。

協会発足当初は地質調査業者を主体とした専門工事業者のみの会員構成であったが、地すべり地域の建設業者にも門戸を広げ正会員 26 社、支部会員 10 社である(H20.4.1 現在)。

# 地すべりの長期移動量観測よりみた地すべりの運動機構

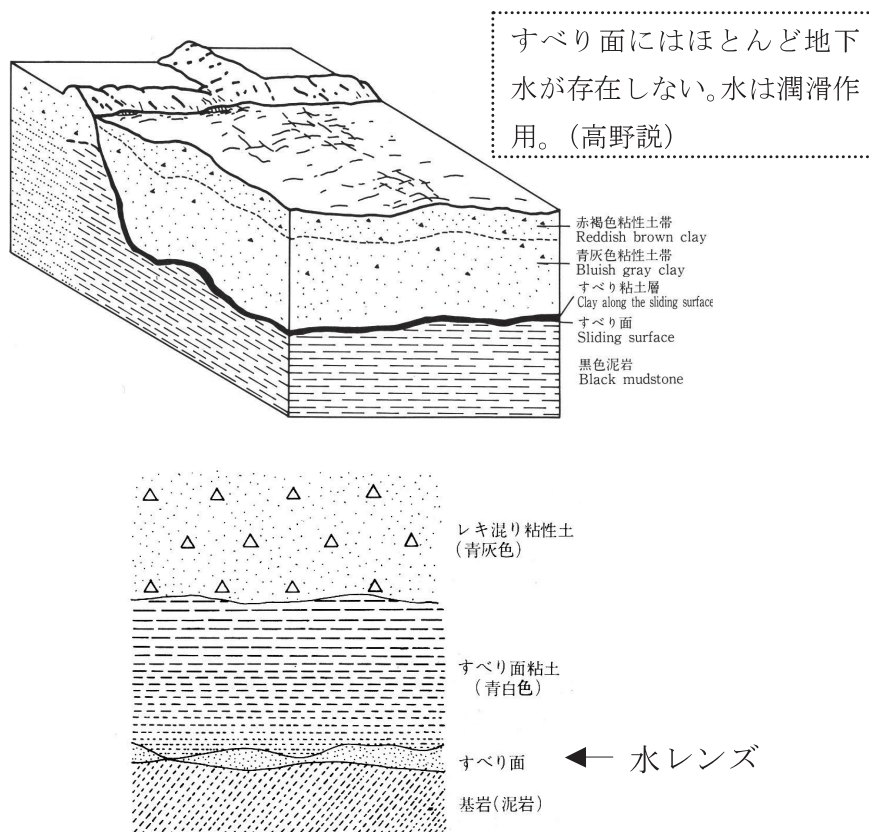
## —猿供養寺地すべり試験地の歴史—

東京農工大学名誉教授 中村 浩之

### 1. 猿供養寺地すべり試験地の概要

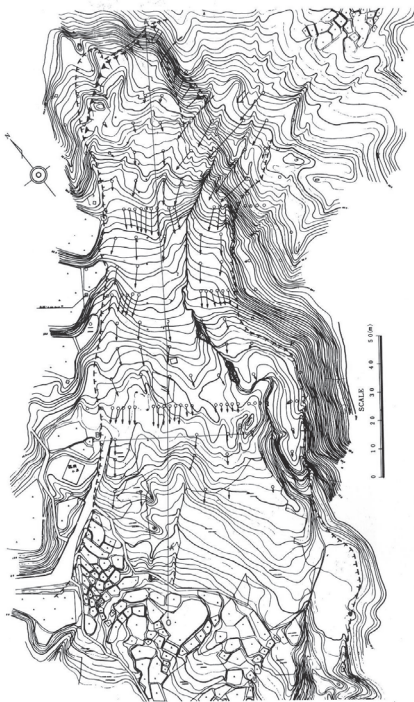
地すべりの調査研究を実施するうえで地すべりの観測、試験は不可欠であるということ  
で当時の建設省土木研究所新潟試験所では地すべり試験地を中頸城郡板倉町猿供養寺地内  
(現在の上越市)に選定したのは1960年のことであった。高野秀夫によると<sup>1)</sup>試験地の条  
件として移動量が多く、試験結果が速やかに把握できること、地すべりの規模が適当(面  
積30ha以内、すべり面深度が10m以内)、観測が容易であることや将来試験研究にもとづ  
いて防止工事が行われることなどであった。猿供養寺地すべりは第三紀層寺泊層の黒色泥  
岩層を代表する地すべりであり、地すべりの活動は800年以上も前の記録がある。この地  
すべりは全面積約43.2haで頭部、中段部、末端部に分けられて考えられており、また中段は  
不動地を挟み二分され南東部のブロックは新潟県により暗渠工やオープンカット排水工に  
より防止対策が行われ地すべり移動は沈静化していた。北西ブロックでの年間移動量は3  
m内外であったがこのブロック(幅50mから100m、すべり面深度4から5m)が主に試  
験地として観測、試験に利用された。

### 2. 地すべりの地盤特性

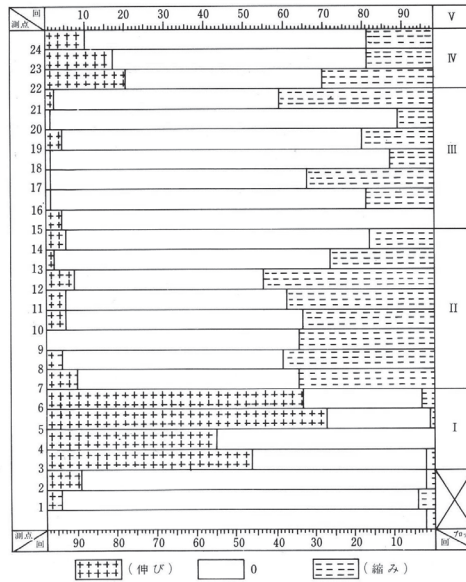




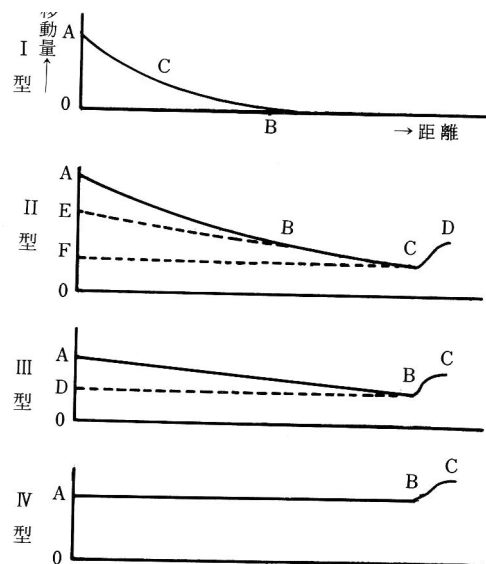
### 3. 地すべり移動観測と間隙水圧測定



地表移動状況



地すべり移動層の伸縮状況



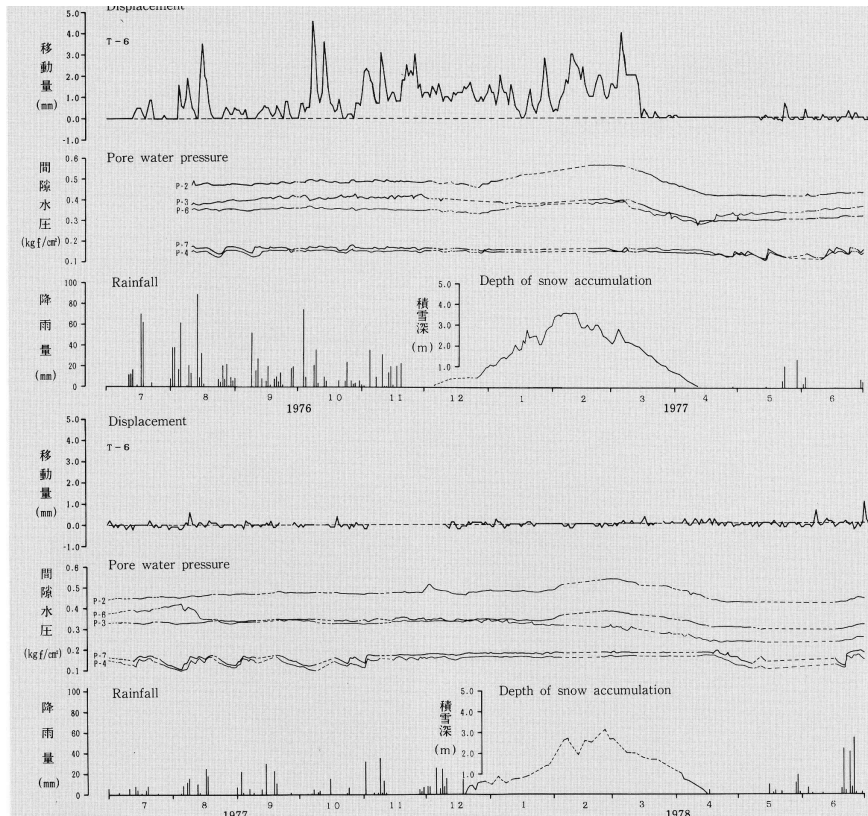
上部载荷型

上部载荷・地下水・雪荷重型

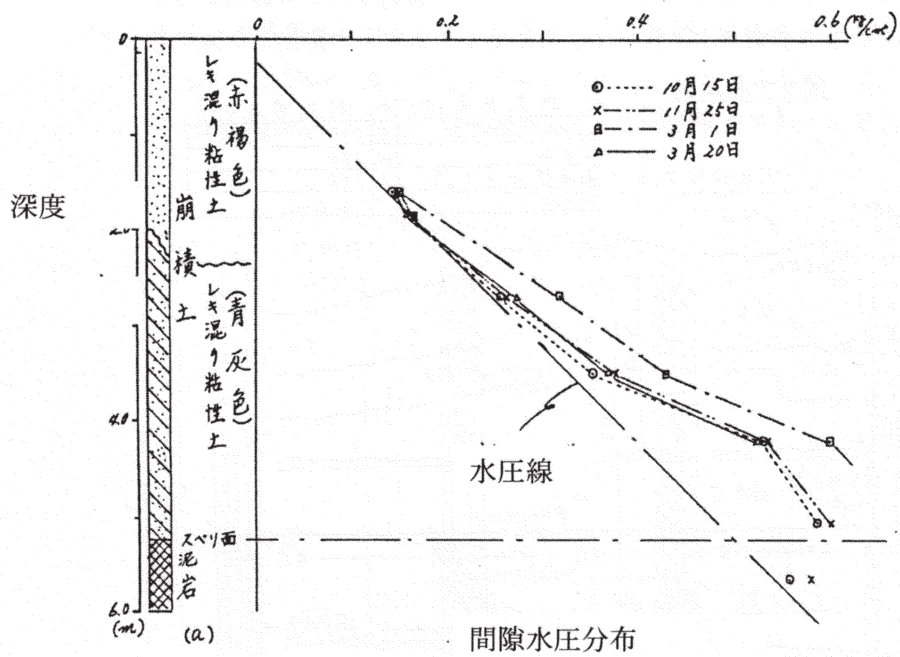
地下水・雪荷重型

末端除荷型

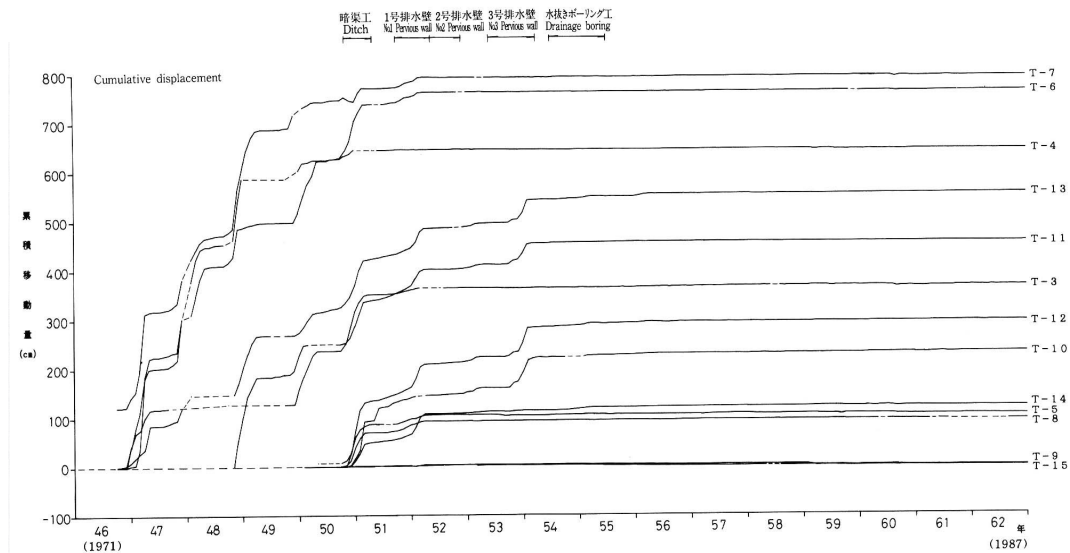
移動のパターン



間隙水圧の季節変化







地下水排除工の効果

### 3. 長期観測のまとめ

猿供養寺地すべりにおける 1960 年から 20 年余にわたる長期移動量観測より得られたことを以下にまとめる。

- 地すべりの移動量は 11 月の霖雨期から 1, 2, 3 月に大きく移動している。また梅雨期のような長雨に移動が見られる。雪の積もり方にもよるが最大積雪深までは大きく移動するがその後の動きは緩慢になり積雪深がなくなる融雪期には急激に移動を停止する。雪加重の影響を受ける。
- 地すべり移動土塊は弾塑性的挙動を示す。
- 地すべり移動量は上部載荷、地下水上昇による除荷、積雪による載荷重や末端除荷などによって生じる変形量の総計である。
- すべり面は地下水の吸排水路となるがそれほど透水性の高いものではないようだ。地下水の通路となるすべり面にはわずかな空隙があり水で満たされており〈水レンズ〉すべり面における有効応力の変化を容易にしている。
- 新潟県で実施したオープンカット排水工〈遮水壁工〉の地下水排除工が効果を発揮し地すべり移動はまったくなくなった。
- 猿供養寺地すべりの調査研究に携わった多くの人のおかげでひとつの地すべりの機構が明らかにされたと思われる。また地すべり対策工を実施した多くの技術者により地下水排除工の有効性が実証された。今後の地すべり研究や技術の進展に向けて猿供養寺地すべりの成果は忘れることは出来ないと考える。

#### 参考文献

- 1) 建設省土木研究所新潟試験所：猿供養寺地すべりに関する調査研究論文集、平成 2 年 3 月、

# 新潟県の地すべり災害の分析

The analysis of landslide disaster of Niigata Prefecture

早川 嘉一

Kaichi HAYAKAWA

キーワード : 地すべり、データベース、融雪水量

keyword : Landslide, Database, Snowmelt water

新潟県は、全国第一位の地すべり多発県であり、地すべり防止区域面積は全国の24%を占めている。古くから全県にわたって地すべり災害が繰り返されてきた。その被害は家屋、田畑、山林を埋没・流失し、時に痛ましい犠牲者を出した。新潟県では、この悲惨な地すべり被害を軽減するために、早くから地すべり防止対策に心血を注いで取り組んできた。近年では、その効果により地すべりの発生件数が減少し、地すべり災害による家屋の損壊や犠牲者は出ていない。

日本地すべり学会新潟支部は、地すべり災害の推移を把握し、発生要因を検証し、地すべり対策効果を把握し、地すべりの調査と防止対策に供するための地すべり災害データベースの構築に取り組んできた。新潟県砂防課、農地建設課、治山課に保存されていた、1949（昭和24）年からの地すべり災害記録資料を精査・整理して、2003（平成15）年に「新潟県地すべり災害記録、CD版」として編集した。以後、毎年発生した地すべり災害を追加記録して改訂版を出版している。ここでは、「新潟県地すべり災害記録2008年版<sup>1)</sup>」から新潟県の地すべり災害について分析を試みる。

## (1) 新潟県の地すべり災害の特徴

1949（昭和24）年から2007（平成19）年に於ける、全県の年別地すべり発生件数、有雪期（積雪・融雪期）の発生件数及び無雪期の発生件数を求めた。59年間の地すべり発生件数は5,435件であり、年平均発生件数は92件である。新潟県は、全国でも有数の豪雪地帯であることから有雪期（積雪・融雪期）に多発しているのが特徴的である。有雪期の発生率は59年間の平均で50%となっている。その多くが3月から4月の融雪期に集中している。無雪期では、梅雨前線に伴う集中豪雨が集中する7月、8月の平均発生率は18%であり、11月、12月の霖雨期の平均発生率は14%となっている。

### 1) 地すべり発生件数の推移

本データベースの発生件数は、1949年から1970年代と1980年代以降の地すべり調査の基準が異なると考えられることから、1949年～1975年（前期）と1976年以降（後期）の2期に分けて発生件数の推移を考察する。前期では、被害の少ない地すべりは調査対象にしていないことから、実際の発生件数より少なくなっているものと推察する。後期では、発生した全ての地すべりが調査対象としてカウントされていることからデータベースの発生件数と実際の発生件数は同等である。図-1に全県の年別地すべり発生件数を示す。地すべりの発生件数は降水強度、積雪量、融雪量等によって変動があるが一定の傾向が見られる。また、発生件数の年代推移の傾向を明らかにするために、5年移動平均を図-2に示した。なお、5年移動平均においては2004年の中越地震で発生した128件を除いて計算している。地すべり発生件数の推移を見ると、前期（1949年～1975年）では地すべり対策予算が増えると共に調査対象とする地すべり件数が増えて発生件数が増加している。1958（昭和33）年地すべり等防止法が制定されてからは更に増加している。1971年をピークとして、その後一時期（1972年～1976年）減少している。この地すべり件数の減少はこれまで成されてきた防止対策の効果によって発生件数が減ってきたものと考えられる。後期（1976年以降）では、1976年から1982年の発生件数の急増は、高度成長期の乱開発の影響も考えられるが、実際の地すべり発生件数の増加を示すものでなく、発生した全て

の地すべりを調査対象地すべりにする移行期の見かけの増加現象と推察する。1982年をピークにしてその後は、防止対策の効果から減少に転じているものと考ええる。

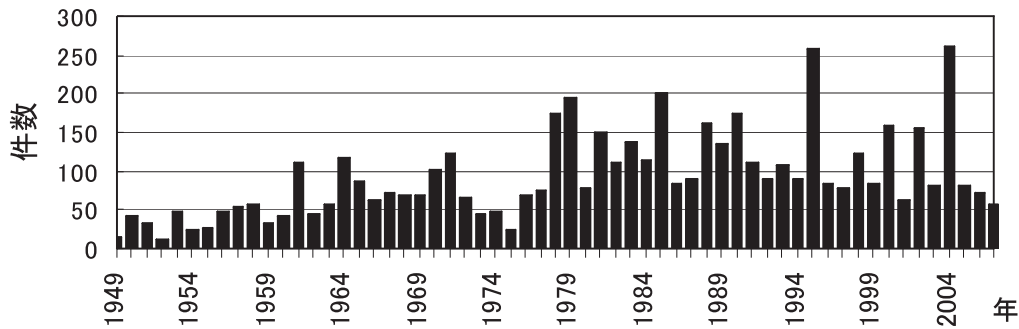


図-1 全県の年別地すべり発生件数

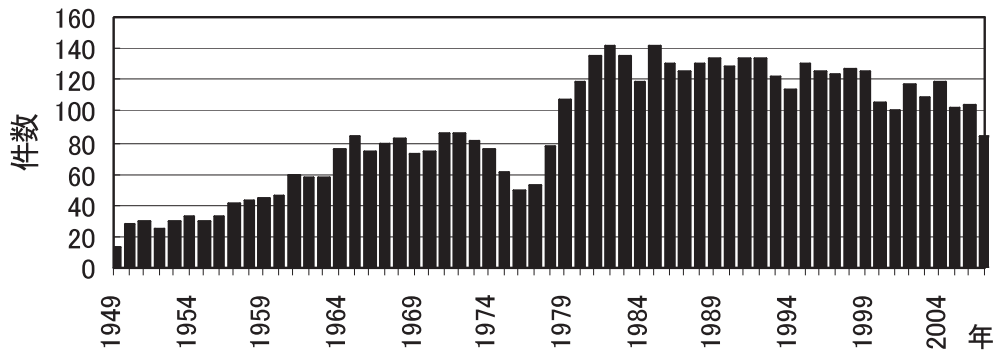
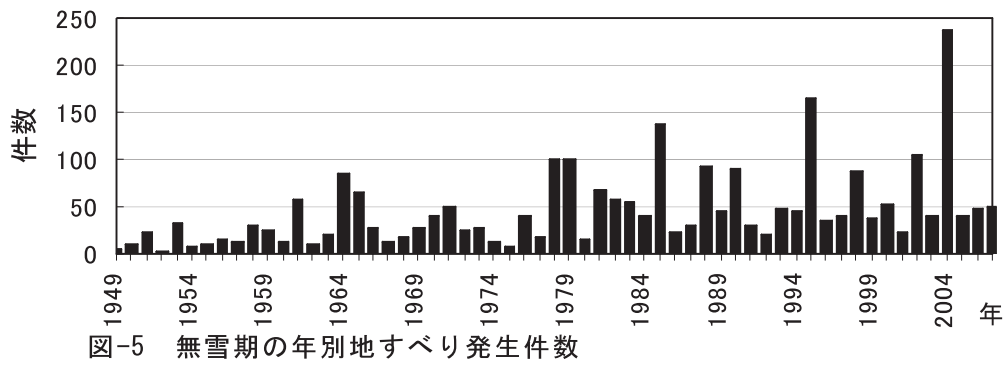
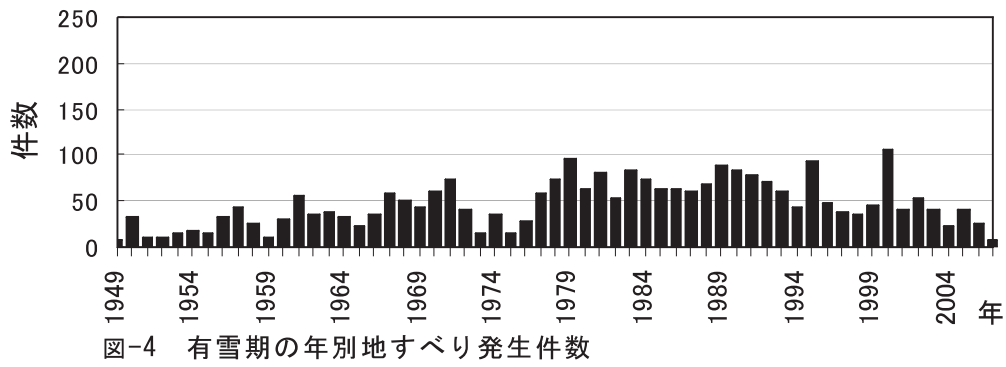
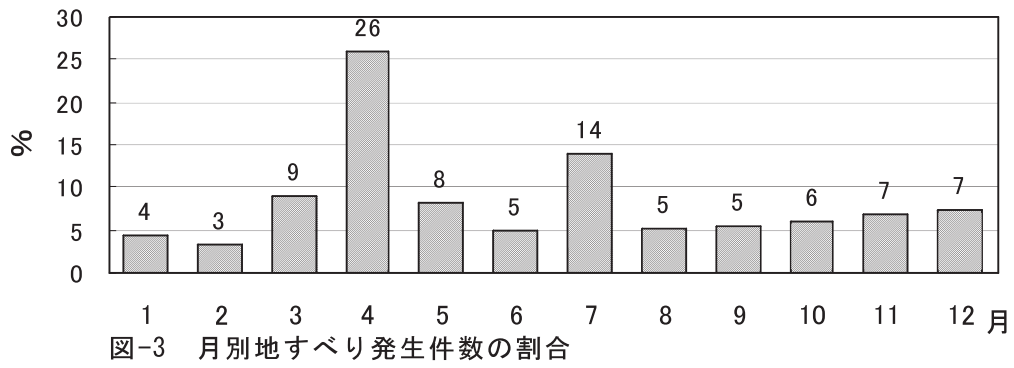


図-2 全県の年別地すべり発生件数の5年移動平均

註) 2004年の件数は中越地震による128件を除いて計算している

新潟県の地すべりは半数以上が有雪期（積雪・融雪期）に発生しており、その殆どが融雪期に集中しているのが特徴的である。図-3に59年間の月別平均地すべり発生件数の割合を示した。3月～5月の融雪期に43%、1月～2月の積雪期に7%であり、年間の50%が有雪期に発生している。次いで、梅雨前線に伴って生ずる集中豪雨の多発する7月に14%、降雪前の11月～12月の霖雨期に14%となっている。図-4に有雪期の年別地すべり発生件数の推移を示す。地すべりの発生件数は、積雪量や融雪強度等の違いによって年に多少のばらつきが見られるものの1980年代から明らかに減少傾向を示している。図-5に無雪期の年別地すべり発生件数の推移を示す。無雪期での地すべりの発生件数は、集中豪雨の回数や降雨強度等の気象条件（または地震）に大きく左右されている。近年では、記録を上まわる集中豪雨によって地すべりが多発する年が生じている。



## 2) 被災状況の推移

1949（昭和24）年から2007（平成19）年までの59年間の年別地すべり災害の被災状況（死者、負傷者、被災家屋、移動土砂量、被災面積、被災道路長）を整理した。地すべり災害による犠牲者数の推移について図-6に示す。かつては集落をも取り込む地すべり災害が頻繁に発生し、悲惨な犠牲者を出していた。1985（昭和60）年の青海町玉ノ木地すべりを最後としてその後は犠牲者は出ていない。家屋被災（全壊、半壊、危険家屋）について図-7に示す。1960年代では、地すべり災害による家屋の損壊が毎年数多く起こっていた。1962（昭和37）年の松之山大地すべりでは町全域にわたって371戸の家屋が全壊している。1970年代からは家屋の損壊は減少し、近年では殆ど家屋の被害は起きていない。田畑、山林、宅地等の被災面積の推移を図-8に示す。なお、被災面積の集計は1957年から行われている。被災面積は1960年代をピークとし、その後は減少傾向を示している。この傾向は家屋の損壊の推移と符合している。1980年代頃からは、それまで進められてきた防止対策の効果によって集落内の地すべり活動は止められ、家屋の被害や人身の危険は無くなってきた。また、大規模な地すべり災害の発生も少なくなっている。一方、近年は記録を越す大雪、豪雨、地震等によって多数の地すべり災害が発生している。

### (2) 豪雪地域での地すべり発生と積雪深、積雪水量及び融雪水量について

新潟県は豪雪地帯に位置していることから、年間の地すべり発生件数の半数が有雪期（積雪・融雪期）に発生している。有雪期での地すべり発生は融雪水量と積雪加重が大きく関わっていることは推測できるものの、これまで雪の内部の挙動はブラックボックスであった。新潟県の地すべりの考察を行うに当たっては、積雪・融雪データは欠くことのできな重要な情報である。

ここでは、県内でも有数の豪雪地域であり、地すべり多発地域である旧東頸城・中頸城地区内の安塚町、松代町、松之山町、牧村、清里村、板倉町、新井市の7市町村に於ける過去の地すべり発生件数と積雪・融雪状況をまとめてみた。表-1に本地域に発生した有雪期と無雪期の年別地すべり件数及び最大積雪深（cm）、最大積雪水量（mm）、最大日融雪水量（mm/d）とその発生日を示す。なお、積雪量を絶対量として評価できる積雪水量及び日融雪水量は、早川の融雪モデル<sup>2),3)</sup>によって解析した。気象データは、本地域に対応する十日町Amedasを使用している。

本地域は地すべり多発地であって、7市町村で全県の発生件数の43%を占めている。図-9に本地域の年別発生件数の推移、図-10に5年移動平均を示す。本地域での発生件数の推移は全県の推移と同様な傾向を示しているが、特に、1980年代以降の発生件数の減少傾向は全県に比べ大きい。このことは、本地域が地すべり多発地域であり、早くから防止対策を積極的に進めてきた結果によるものと推察する。

図-11に本地域の月別地すべり発生件数の割合を示す。本地域は県内有数の豪雪地域であることから、積雪・融雪期の発生件数が年発生件数の61%を占めている。全県の50%に比べ11%大きい。3月～4月の融雪期に集中して発生し、その発生割合は53%と大きい。

図-12に有雪期に発生した年別地すべり件数を示す。次いで、図-13に十日町における年最大積雪深、図-14に年最大積雪水量、図-15に年最大日融雪水量を示した。地すべりの発生要因は気象条件が複雑に関わっているため単純には求められないが、日融雪水量は融雪期の地すべりの発生と相関が見られる。新潟県においては融雪期での地すべり発生機構を明らかにすることが急務である。

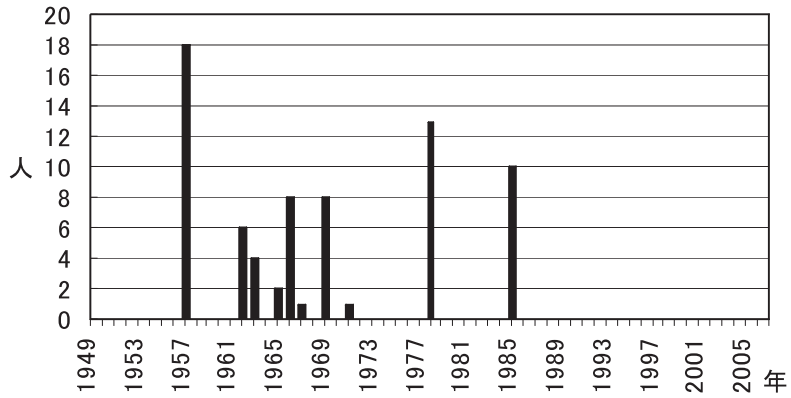


図-6 死亡者の推移

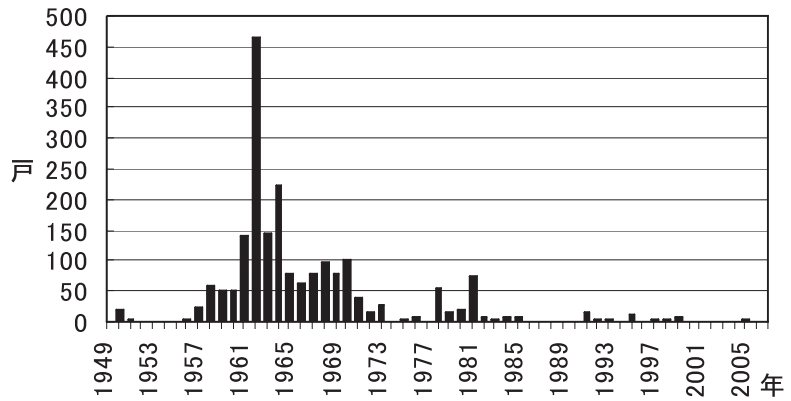


図-7 全半壊家屋数の推移

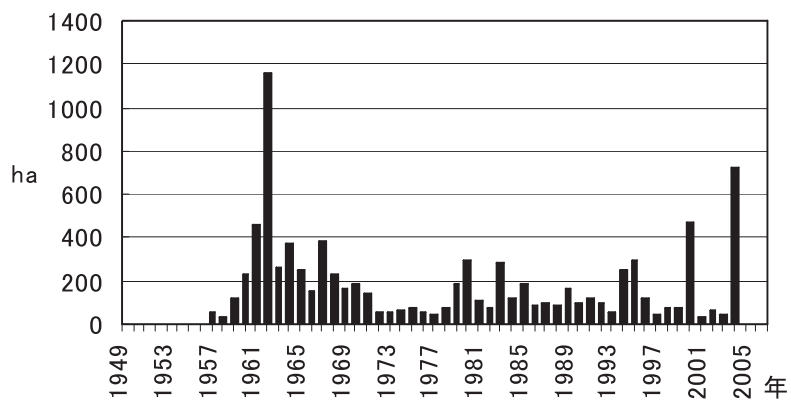


図-8 被災面積の推移

表-1 頸城7市町村における年別地すべり発生件数と積雪・融雪状況

| 年    | 全県の年<br>発生件数 | 頸城地方旧7市町村の年別地すべり発生件数 |                |            |              |            |              | 十日町の積雪・融雪状況 |        |      |       |        |       |
|------|--------------|----------------------|----------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------|------|-------|--------|-------|
|      |              | 年発生<br>件数            | 全県に対す<br>る割合 % | 有雪期の<br>件数 | 有雪期の<br>割合 % | 無雪期の<br>件数 | 無雪期の<br>割合 % | 最大積雪深       | 最大積雪深  | 最大積雪 | 最大積雪水 | 最大日融雪  | 最大日融雪 |
|      |              |                      |                |            |              |            |              | cm          | 量発生日   | 水量mm | 量発生日  | 水量mm/d | 水量発生日 |
| 1949 | 14           | 3                    | 21             | 1          | 33           | 2          | 67           | 133         | 2月17日  | 142  | 1月20日 | 49     | 1月22日 |
| 1950 | 42           | 28                   | 67             | 25         | 89           | 3          | 11           | 172         | 3月22日  | 303  | 3月1日  | 56     | 3月7日  |
| 1951 | 33           | 15                   | 45             | 4          | 27           | 11         | 73           | 199         | 3月5日   | 508  | 2月19日 | 76     | 3月1日  |
| 1952 | 13           | 6                    | 46             | 6          | 100          | 0          | 0            | 184         | 2月24日  | 465  | 2月28日 | 55     | 3月19日 |
| 1953 | 48           | 34                   | 71             | 11         | 32           | 23         | 68           | 231         | 2月10日  | 663  | 2月25日 | 56     | 3月25日 |
| 1954 | 25           | 10                   | 40             | 10         | 100          | 0          | 0            | 165         | 2月2日   | 228  | 2月8日  | 60     | 2月27日 |
| 1955 | 28           | 22                   | 79             | 15         | 68           | 7          | 32           | 184         | 2月13日  | 554  | 2月16日 | 75     | 3月18日 |
| 1956 | 47           | 27                   | 57             | 20         | 74           | 7          | 26           | 223         | 2月13日  | 738  | 3月12日 | 57     | 4月14日 |
| 1957 | 55           | 26                   | 47             | 22         | 85           | 4          | 15           | 297         | 3月14日  | 1100 | 3月17日 | 63     | 4月30日 |
| 1958 | 56           | 27                   | 48             | 14         | 52           | 13         | 48           | 181         | 3月6日   | 373  | 3月7日  | 55     | 3月18日 |
| 1959 | 34           | 11                   | 32             | 5          | 45           | 6          | 55           | 97          | 1月8日   | 193  | 2月2日  | 41     | 2月9日  |
| 1960 | 43           | 25                   | 58             | 20         | 80           | 5          | 20           | 212         | 1月30日  | 413  | 2月21日 | 60     | 2月9日  |
| 1961 | 112          | 36                   | 32             | 28         | 78           | 8          | 22           | 297         | 2月19日  | 857  | 2月27日 | 62     | 4月8日  |
| 1962 | 45           | 29                   | 64             | 24         | 83           | 5          | 17           | 257         | 2月22日  | 756  | 3月1日  | 84     | 4月3日  |
| 1963 | 58           | 23                   | 40             | 17         | 74           | 6          | 26           | 215         | 1月31日  | 622  | 3月10日 | 56     | 4月6日  |
| 1964 | 118          | 48                   | 41             | 15         | 31           | 33         | 69           | 123         | 2月15日  | 294  | 3月1日  | 80     | 4月1日  |
| 1965 | 88           | 28                   | 32             | 7          | 25           | 21         | 75           | 181         | 3月11日  | 562  | 3月13日 | 49     | 4月16日 |
| 1966 | 64           | 32                   | 50             | 19         | 59           | 13         | 41           | 274         | 2月7日   | 709  | 2月17日 | 54     | 4月7日  |
| 1967 | 71           | 38                   | 54             | 30         | 79           | 8          | 21           | 290         | 2月19日  | 922  | 2月20日 | 69     | 4月4日  |
| 1968 | 68           | 43                   | 63             | 34         | 79           | 9          | 21           | 304         | 2月13日  | 923  | 3月11日 | 63     | 4月10日 |
| 1969 | 70           | 22                   | 31             | 20         | 91           | 2          | 9            | 233         | 1月16日  | 545  | 3月17日 | 56     | 4月4日  |
| 1970 | 101          | 45                   | 45             | 28         | 62           | 17         | 38           | 270         | 3月22日  | 1037 | 3月22日 | 85     | 4月20日 |
| 1971 | 122          | 63                   | 52             | 37         | 59           | 26         | 41           | 261         | 2月11日  | 593  | 3月16日 | 65     | 4月9日  |
| 1972 | 65           | 34                   | 52             | 24         | 71           | 10         | 29           | 91          | 12月23日 | 152  | 1月5日  | 48     | 3月21日 |
| 1973 | 44           | 19                   | 43             | 9          | 47           | 10         | 53           | 121         | 3月7日   | 114  | 3月8日  | 47     | 3月28日 |
| 1974 | 49           | 28                   | 57             | 20         | 71           | 8          | 29           | 294         | 2月14日  | 877  | 3月2日  | 68     | 4月21日 |
| 1975 | 23           | 11                   | 48             | 9          | 82           | 2          | 18           | 260         | 3月2日   | 779  | 3月7日  | 48     | 4月9日  |
| 1976 | 68           | 15                   | 22             | 9          | 60           | 6          | 40           | 264         | 1月27日  | 616  | 2月16日 | 48     | 2月9日  |
| 1977 | 76           | 30                   | 39             | 26         | 87           | 4          | 13           | 314         | 2月6日   | 771  | 3月6日  | 53     | 4月6日  |
| 1978 | 174          | 48                   | 28             | 32         | 67           | 16         | 33           | 309         | 2月24日  | 890  | 3月18日 | 61     | 3月10日 |
| 1979 | 195          | 104                  | 53             | 62         | 60           | 42         | 40           | 105         | 1月17日  | 191  | 1月30日 | 35     | 2月21日 |
| 1980 | 79           | 43                   | 54             | 37         | 86           | 6          | 14           | 305         | 2月18日  | 753  | 3月7日  | 72     | 4月6日  |
| 1981 | 149          | 77                   | 52             | 40         | 52           | 37         | 48           | 391         | 2月28日  | 1442 | 3月17日 | 89     | 5月7日  |
| 1982 | 111          | 59                   | 53             | 30         | 51           | 29         | 49           | 171         | 2月11日  | 368  | 2月26日 | 49     | 3月21日 |
| 1983 | 139          | 80                   | 58             | 48         | 60           | 32         | 40           | 228         | 2月14日  | 758  | 3月15日 | 51     | 4月12日 |
| 1984 | 113          | 56                   | 50             | 36         | 64           | 20         | 36           | 364         | 3月8日   | 1487 | 4月5日  | 69     | 5月2日  |
| 1985 | 201          | 107                  | 53             | 40         | 37           | 67         | 63           | 295         | 1月17日  | 616  | 3月1日  | 55     | 4月4日  |
| 1986 | 85           | 42                   | 49             | 36         | 86           | 6          | 14           | 336         | 1月27日  | 1036 | 3月12日 | 68     | 4月20日 |
| 1987 | 91           | 39                   | 43             | 33         | 85           | 6          | 15           | 200         | 3月3日   | 563  | 3月3日  | 52     | 4月6日  |
| 1988 | 161          | 56                   | 35             | 38         | 68           | 18         | 32           | 225         | 2月17日  | 630  | 3月10日 | 53     | 4月12日 |
| 1989 | 134          | 78                   | 58             | 57         | 73           | 21         | 27           | 85          | 2月4日   | 133  | 2月4日  | 42     | 2月28日 |
| 1990 | 173          | 84                   | 49             | 52         | 62           | 32         | 38           | 196         | 1月28日  | 377  | 2月3日  | 47     | 2月20日 |
| 1991 | 110          | 45                   | 41             | 36         | 80           | 9          | 20           | 249         | 2月25日  | 685  | 3月2日  | 56     | 4月11日 |
| 1992 | 90           | 41                   | 46             | 35         | 85           | 6          | 15           | 148         | 2月26日  | 426  | 2月26日 | 46     | 3月30日 |
| 1993 | 107          | 29                   | 27             | 22         | 76           | 7          | 24           | 181         | 2月26日  | 525  | 3月2日  | 42     | 4月1日  |
| 1994 | 90           | 32                   | 36             | 18         | 56           | 14         | 44           | 174         | 2月14日  | 530  | 3月6日  | 64     | 4月12日 |
| 1995 | 257          | 114                  | 44             | 42         | 37           | 72         | 63           | 221         | 2月22日  | 919  | 3月9日  | 60     | 4月18日 |
| 1996 | 84           | 34                   | 40             | 21         | 62           | 13         | 38           | 277         | 2月2日   | 810  | 3月12日 | 55     | 4月25日 |
| 1997 | 78           | 18                   | 23             | 13         | 72           | 5          | 28           | 167         | 2月2日   | 496  | 2月25日 | 41     | 3月9日  |
| 1998 | 122          | 35                   | 29             | 18         | 51           | 17         | 49           | 199         | 1月29日  | 683  | 2月18日 | 51     | 4月7日  |
| 1999 | 83           | 36                   | 43             | 21         | 58           | 15         | 42           | 239         | 2月15日  | 1003 | 2月28日 | 69     | 4月19日 |
| 2000 | 158          | 76                   | 48             | 50         | 66           | 26         | 34           | 223         | 3月10日  | 694  | 3月17日 | 71     | 4月10日 |
| 2001 | 63           | 33                   | 52             | 24         | 73           | 9          | 27           | 248         | 1月17日  | 854  | 3月15日 | 57     | 4月17日 |
| 2002 | 157          | 79                   | 50             | 26         | 33           | 53         | 67           | 224         | 2月15日  | 727  | 2月20日 | 53     | 3月27日 |
| 2003 | 80           | 45                   | 56             | 27         | 60           | 18         | 40           | 147         | 2月1日   | 419  | 3月13日 | 44     | 3月27日 |
| 2004 | 260          | 28                   | 11             | 10         | 36           | 18         | 64           | 172         | 2月8日   | 443  | 2月17日 | 62     | 2月22日 |
| 2005 | 82           | 14                   | 17             | 9          | 64           | 5          | 36           | 313         | 2月12日  | 1241 | 3月14日 | 85     | 5月1日  |
| 2006 | 72           | 22                   | 31             | 7          | 32           | 15         | 68           | 323         | 2月12日  | 1221 | 3月6日  | 66     | 5月1日  |
| 2007 | 57           | 6                    | 11             | 0          | 0            | 6          | 100          | 87          | 2月3日   | 173  | 1月18日 | 30     | 2月14日 |
| 合計   | 5435         | 2338                 |                | 1429       |              | 909        |              |             |        |      |       |        |       |
| 平均   | 92           | 40                   | 43             | 24         | 61           | 15         | 39           |             |        |      |       |        |       |



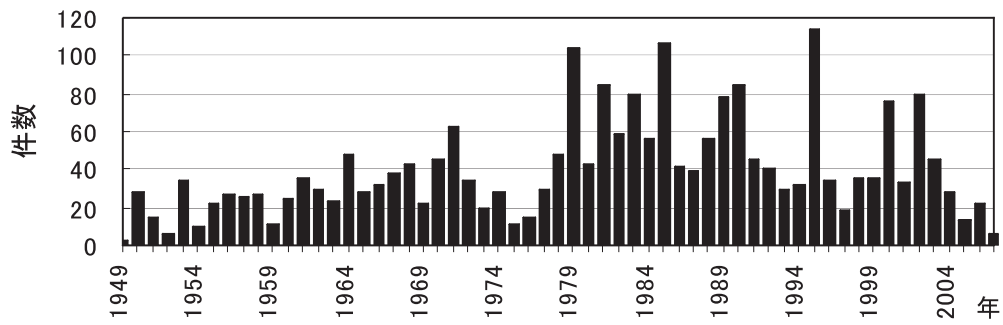


図-9 頸城7市町村の年別地すべり発生件数

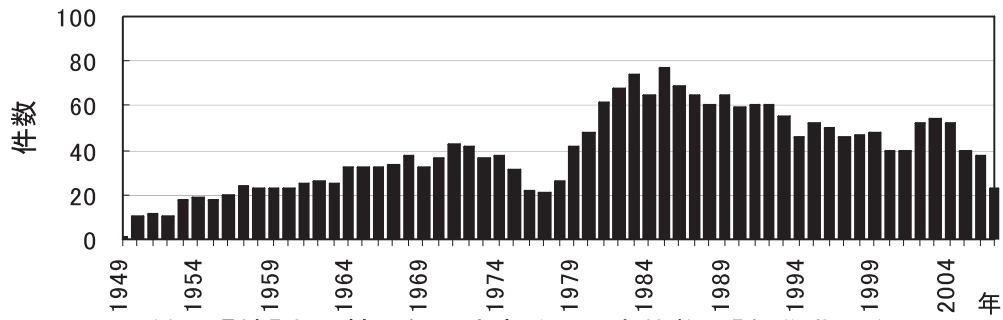


図-10 頸城7市町村の年別地すべり発生件数の5年移動平均

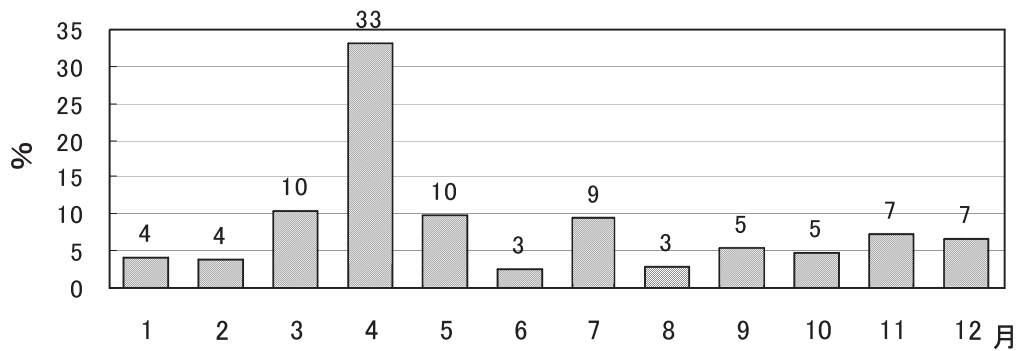


図-11 頸城7市町村の月別地すべり発生件数の割合



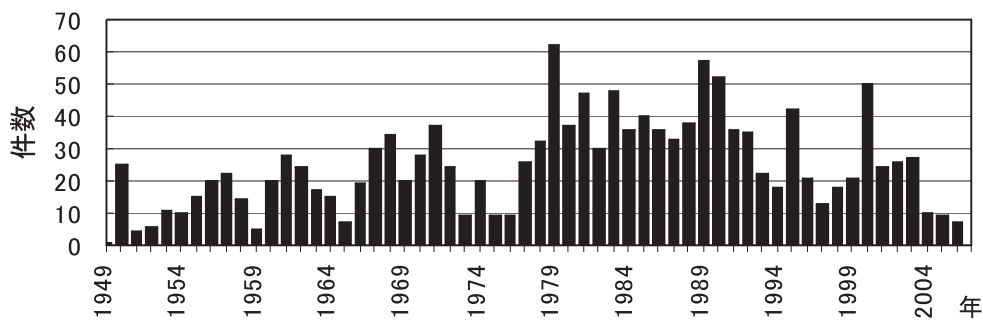


図-12 頸城7市町村における有雪期の年別地すべり発生件数

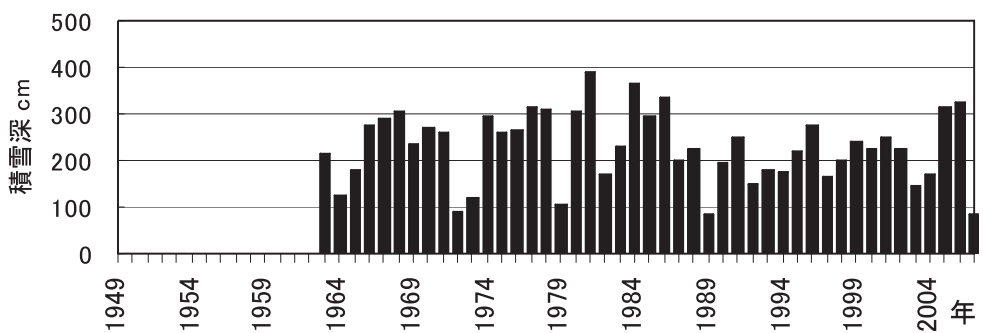


図-13 十日町の年最大積雪深

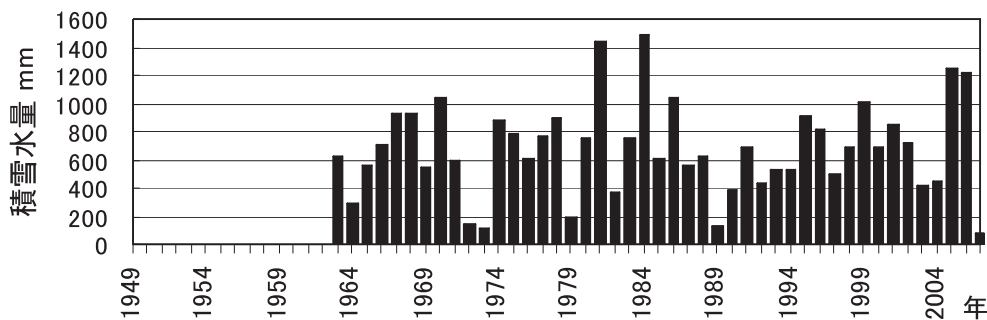


図-14 十日町の年最大積雪水量

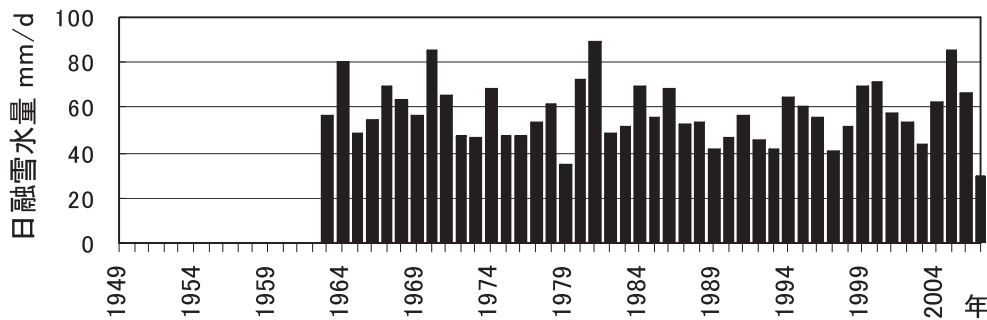


図-15 十日町の年最大日融雪水量

### (3) まとめ

地すべり学会新潟支部編集の「新潟県地すべり災害記録」をもとに、1949年から2007年までの59年間の新潟県の地すべり災害について解析を試みた。新潟県は地形、地質、気象条件から全国一の地すべり多発県であって、59年間の地すべり発生件数は5,435件及んでいる。また、新潟県は豪雪地域であるために全発生件数の50%が積雪・融雪期に発生している。

本データベースに納められている発生件数は、1950年代から1970年代と1980年代以降においては発生件数の調査法が異なるため、前期（1949年－1975年）と後期（1976年－2007年）に分けて解析した。前期は、被害の少ない地すべりは調査対象としていないために実際の発生件数より少ないものと推察する。地すべり発生件数の推移を見ると、前期（1949年－1975年）では地すべり対策予算が増えると共に調査対象とする地すべり件数が増えることによって発生件数が増えている。1958(昭和33)年地すべり等防止法が制定されてからは更に増加している。1971年から1977年に発生件数の減少が見られる。これは、これまで行ってきた防止対策の効果によるものと推察できる。1980年代以降の後期では全地すべりについて調査が行われていることから実際の発生件数と符合する。1976年から1982年にかけての発生件数の急増は、実際の地すべり発生件数の増加を示すものでなく、全地すべりを調査対象地すべりとする移行期の見かけの増加現象と推察する。発生件数は1982年をピークにして減少傾向を示している。被災状況は、前期では集落内にも多くの地すべりが発生し多数の家屋が全・半壊している。悲惨にも71人の犠牲者が出ている。このような状況を克服するために調査法や防止技術の開発が鋭意進められ、有効な防止対策が実施されたことによって、1980年代には集落内の地すべりは完全に抑止され、家屋の被害は殆ど無くなっている。また、大規模地すべりの発生件数も少なくなってきた。一方で、近年は記録を超える豪雨、豪雪、地震による地すべり災害が顕著になりつつある。

おわりに、地すべりに携わる技術者各位のさらなる探求と挑戦を期待したい。

### 引用文献

- 1) 地すべり学会新潟支部（2008）：新潟県地すべり災害記録 2008年版
- 2) 早川嘉一（1994）：積雪下面から流れ出る融雪水量の算定に関する一考察、ハイドロロジー、 Vol. 24、No. 4、pp. 207-219
- 3) 早川嘉一（1998）：積雪下面から流出する融雪水量の算定、地すべり学会研究発表講演集、No. 37、pp. 139-142

# 新潟県の地すべり対策の取り組み（その1．砂防課）

## An Approach to Landslide Countermeasures in Niigata Prefecture

金子 善一郎（新潟県土木部砂防課）\*

Zenichiro Kaneko

(Engineering Works Department Niigata Prefectural Government)

### 1. 土木部砂防課の組織

土木部砂防課は、1940年4月、河港課砂防係から独立して組織化され、また、1943年までに栃尾、松代、新井、塩沢、安塚の5箇所に砂防単体の事務所を設置した。その後、県の組織改編等あり、現在砂防事務所は妙高砂防事務所のみとなっている。

砂防事務所や地域機関の砂防課が、地すべり防止工法の開発や技術者の育成に果たした功績は大きく、地すべり災害発生時においても現地の対策本部として迅速に対応し、地域防災に貢献してきた。

### 2. 地すべり防止工法の開発

土木部砂防課は、現在地すべり防止工法の主要工法となっている地表排水ボーリング工、抑止杭工、集水井工等の創造的開発を行った。排水ボーリング工は1949年から試験的に開始し、翌1950年、新井市上小沢地すべり地区において成功させ、全国に普及することになった。

抑止杭工法は、1953年、旧松之山町月池で杉丸太（径15cm、長5m）40本の挿入を試み、次いで注入コンクリート杭に改良し（1955年・月池地すべり地区）、さらにコンクリートパイル、鋼管杭を用いる工法へ改良して抑止杭工法を確立した。

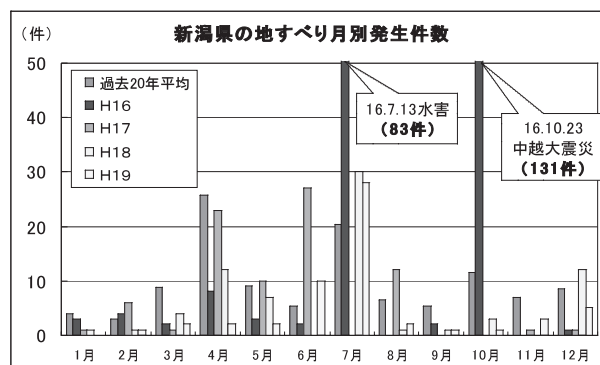
また、集水井工は1955年の栃ヶ原地すべり地区において、「場所打ち鉄筋コンクリート井戸」として創案開発され、その他の地すべり地区にも施工し効果をおさめた。これらの工法は高野秀夫係長（排水ボーリング工）、湊元光春技師（抑止杭工、集水井工）によって開発され、安定計算法を取り入れた設計を行い、全国に普及し、著しい防止効果を発揮することになった。

工法の開発は県単独地すべり対策費によって始められ、1952年から建設省は国庫補助事業としての防止事業を開始した。

### 3. 地すべり対策事業の取り組み

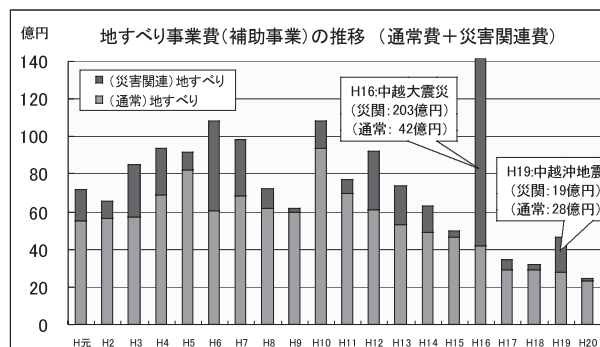
#### ①近年の地すべりの発生件数

月別の発生件数は、例年、融雪期の4月と梅雨がピークを迎える7月に多くなっている。平成16年の梅雨前線豪雨と中越大震災の発生件数の多さからも被災規模の大きさが確認できる。



#### ②地すべり対策事業費（補助事業）の推移

通常費の事業費は、平成10年度の約94億円でピークを迎え、それ以降減少の一途を辿り、平成20年度の当初予算では約23億円と約4分の1となっている。



中越大震災では、災害関連費で約203億円となり、通常費と合わせると過去最大の約245億

円の事業費執行となった。中越沖地震では、がけ崩れが多発したが、地すべりは3箇所約17億円となっている。

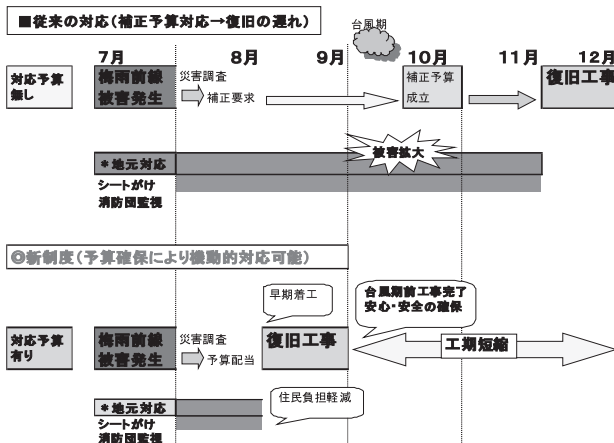
#### 4. 最近のトピック

##### ① 県単土砂災害緊急事業

近年、県内で多発傾向にある土砂災害の内、災害関連緊急事業や一般公共事業の採択基準に満たない小規模な土砂災害発生時に、緊急的な工事を実施し人命や財産の保護と共に二次災害の防止を図り、もって民政の安定や中山間地の安定や中山間地の保全及び地域コミュニティの確保、定住促進に寄与する事業である。

(採択基準)

- 1) 1箇所の事業費が3千万円未満
- 2) 生命の保全等、民生安定上放置しがたいもの
- 3) 保全人家10戸未満



##### ② 土砂災害警戒情報の運用

新潟県と新潟地方气象台とが共同で、大雨による土砂災害発生の恐れがある時に、市町村長が避難勧告を発令する際の判断や自主避難の目安とひとつとなるよう発表する情報であり、昨年6月より運用開始している。

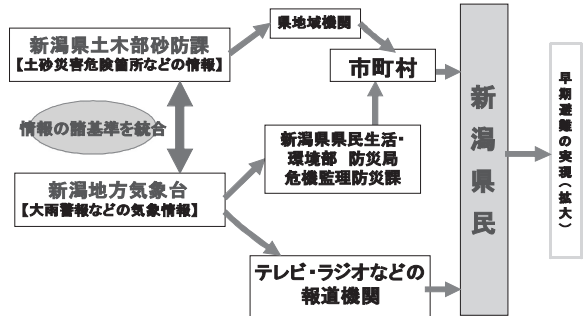
土砂災害には一般的に「土石流」、「地すべり」、「がけ崩れ」の3種類があるが、土砂災害警戒情報では「土石流」と「集中的に発生するがけ崩れ」を対象としている。発表の基本単位は市町村とし、危険箇所のない聖籠町を除く30市町村としている。

新潟県と新潟地方气象台の所有する2つの基

準を統合することで大雨警報発表後、さらに土砂災害発生の恐れが高まった際に発表する情報が「土砂災害警戒情報」となる。この情報は、市町村へ伝達するとともに報道機関を通じて県民への周知を図る。土砂災害警戒の呼びかけは、「大雨警報」と「土砂災害警戒情報」によることになる。

#### 土砂災害警戒情報の伝達・提供のイメージ

★土砂災害警戒情報の発令により土砂災害警戒区域等の指定区域内の住民の早期避難を目指す。★



内容は、図と文章を組み合わせたもので、県内で土砂災害のおそれが高まった地域を市町村単位で図示すると共に該当する市町村名を記述する。また、1時間30ミリ以上の強い雨の雨域の範囲とその移動方向、早さを表示する。

**新潟県土砂災害警戒情報 第▲号**

平成○年○月○日○時○分  
新潟県 新潟地方気象台 共同発表

【警戒対象地域】上越市 妙高市\* 糸魚川市\* 十日町市\* 津南町\*

【警戒解除地域】長岡市 柏崎市 羽羽村 出雲崎町 小千谷市 川口町 魚沼市 南魚沼市 湯沢町

\*印は新たに警戒対象となった市町村を示します。

【警戒文】  
(対象地域拡大)  
降り続く大雨のため、土砂災害の危険度の非常に高い状態が続いており、今後時間以内に、妙高市、糸魚川市、十日町市、津南町にも広がる見込みです。土砂災害危険箇所及びその周辺では最重に警戒して下さい。警戒対象市町村での今後3時間以内の最大1時間雨量は多いところで60ミリです。

30Km/h

**凡例**

- 警戒対象地域
- 警戒解除地域
- /// 強い雨が降る範囲 (1時間30ミリ以上)
- ⇨ 雨域移動方向

問い合わせ先  
TEL 025-280-5424(新潟県土木部砂防課)  
TEL 025-244-1701(新潟地方気象台観測予報課)

# 新潟県の地すべり対策の取り組み（その2．農地建設課）

An Approach to Landslide Countermeasures in Niigata Prefecture

伊藤亮一（新潟県農地部）

Ryoichi ITO (Agricultural Land Part of Niigata Prefecture)

キーワード：農村振興局所管

Keyword:Jurisdiction of Rural Development Bureau

## 1. 地すべり対策事業の取り組み

### （1）取り組みのはじまり

農地建設課の取り組みは昭和33年の地すべり等防止法の施行以降である。

昭和34年3月に初めて松之山町水梨（現十日町市）、板倉町段子差（現上越市）が指定を受け、その後指定地は逐次増加してきた。

事業の実施については、昭和33年に、相川町関（現佐渡市）、松代町寺田（現十日町市）、板倉町段子差（現上越市）を皮切りに事業が実施されてきた。

### （2）現在の状況

平成20年4月現在、新潟県内における農村振興局所管の地すべり指定地は、330箇所（28,926ha）であり、このうち事業継続地区は121箇所（11,887ha）となっている。

また、地区指定の要件を満たして今後地区指定の可能性のある要指定地は270箇所（21,371ha）存在する。

### （3）地すべり対策事業（防止事業）

農村振興局所管の地すべり対策事業は、近接する地区を予算上一地区として扱い予算執行の重点化と効率化を図っている。前述した指定地の継続地区121地区について、平成20年4月現在では、35地区に統合したうえで県営地すべり対策事業（防止事業）を実施している。

平成20年度の当初予算は1,009,300千円

となっており、また、平成19年度までの防止事業の累計は330地区約1,300億（事業費ベース）となっている。

### （4）地すべり対策事業（関連事業）

昭和42年以降農地保全に係る地すべり防止事業実施要綱により、地すべり防止区域内で「地すべり防止工事と直接関連して地すべり防止機能を果たすこと」や「地すべり被害の軽減」を目的して区画整理や暗渠排水、農道整備、かんがい排水施設、ため池等の工事を実施できるようになった。

本県では昭和42年、43年及び昭和50年から平成16年において事業が実施されており、現在までの累計で181地区約198億円（事業費ベース）を実施している。

### （5）県単地すべり防止事業

主に概成地区を対象に、地すべり防止区域全般にわたる管理並びに地すべり防止施設及び農地保全施設の適正な管理を目的に全額県負担による県単地すべり防止事業を昭和50年度より実施している。

単年度実施の事業であり、地すべり防止区域内で実施された地すべり防止工事や農業用施設災害復旧工事等で実施した施設の補強工事等を行っている。

### （6）指定地区及び事業一覧表

農地建設課では、毎年「地すべり防止区域指定地区及び事業一覧表」を作成し、地すべり指定地や対策事業などのデータを整理して

いる。

指定地区や要指定地の概要、指定順・市町村別の指定区域一覧、また、地区別・年度別の各事業の実施状況等を毎年更新し整理することで事業実施後の管理に利用している。

## 2. 最近のトピックス

### (1) 概成地区点検

県営事業の概成後相当年数が経過している地区が多くなっていることから、地すべり防止施設を点検することにより、施設の破損や機能低下などの状況を把握するとともに、周辺状況の変状を察知し早期の対応をとることで災害の未然防止を図ることを目的に概成地区点検を行っている。

平成24年4月1日現在において、概成後20年以上計画する全ての防止区域の施設点検を平成19年から23年度の5年間で行うこととしている。

### (2) 施設台帳の整理

平成16年の中越大震災と昨年の中越沖地震と2度の地震災害で施設点検を行ったが、図面が古く現地と合わない箇所等もあり点検に苦勞した。このことから、平成18年度より地すべり防止区域を所管する主な地域機関に携帯用GPSを配布し、施設の位置を座標で登録することで、今後迅速な点検が出来るよう取り組みを進めている。

### (3) 新潟県農村防災・災害支援協議会

新潟県農村防災・災害支援協議会は農業土木に関わりのあるボランティアにより、農村地域における農地・農業用施設の管理者が行う点検活動を支援し、災害の未然防止を図るとともに、災害時の迅速な災害復旧対応を目的として平成20年3月25日に設立された。

この協議会はNPO法人にいがた水土里支援センター、農村災害復旧専門技術者、新潟

県土地改良事業団体連合会、新潟県農地部により構成されている。

主な活動内容は、大災害時の市町村・土地改良区等への技術者の支援調整、平常時の農業用施設の点検活動・調査の支援等となっている。

NPO法人にいがた水土里支援センターは、平成16年に相次いで見舞われた大災害を契機に設立された組織であり、新潟県農地部の農業土木職OBが中心となり上記協議会の一員としての業務の他、むらづくりのサポートなどを行っている。



# 新潟県の地すべり対策の取り組み（その3．治山課）

大旗和哉（新潟県農林水産部治山課）

## 1. 地すべり対策事業のはじまり

県の林業・治山組織は当初、内務部勸業課農林係であったが、1922年(大正11年)に林務課(現治山課)として独立し、そのころから「県営荒廃地復旧事業」で地すべり対策を実施することとなった。

治山事業80年誌によると、「大正から昭和初期にかけて、府県の林務課が続々と独立した。第1期治水事業期間中において、荒廃地復旧事業が盛んに行われたのは、新潟・長野・愛知・岡山・広島であり・・・」と新潟県は荒廃地復旧事業の筆頭県に挙げられ、この事業開始当初から地すべり対策事業を先進的に取り組んでいたことをうかがい知ることができる。

## 2. 初期の地すべり防止工事

昭和26年度から治山事業の一環として、地すべり対策の事業が実施され、地すべり等防止法が施行されるまでに14箇所が施工された。

代表的な事例として、次の3箇所を挙げる

### (1) 柵口地すべり(糸魚川市)

1947年(昭和22年)に発生し、200haにおよぶ山腹斜面が移動し、人家53戸を倒壊させ、500人以上の被災者を出した。

1948年(昭和28年)から1994年(平成6年)までに、谷止工35基・床固工18基・護岸工1,057mのほか、層厚が最大50m以上に達する地すべりを抑制するため、深さ40m以上の大深度の集水井工9基を施工し、安定させることができた。

### (2) 湯本地すべり(旧松之山町)

1897年(明治30年)に大地すべりが発生し、上湯集落(松之山温泉の上部地域)の住民は、大正時代には全戸が移転した。

1953年(昭和28年)から、地すべり防止工事により、谷止工33基・集水井工26基などを施工し、安定するに至った。

### (3) 大久保地すべり(糸魚川市)

1943年(昭和18年)に地すべりが発生し、集落全体を巻き込んで、幅300m、長さ1,200mの範囲が滑動した。

1948年(昭和23年)から排水トンネル410mを施工し、人家の激しい移動や沈下を防止した。その後、さらなる排水トンネルや、集水井工の施工による広範囲な地下水排除を行ない、地すべり防止を図っている。

## 3. 地すべり等防止法施行後の

### 地すべり防止工事

1958年(昭和33年)に「地すべり等防止法」が施行され、本格的な地すべり対策工事が始められた。

林野庁の指定地としては、柵口地すべりが全国で1番目に指定された。それに続いて東中野俣(旧栃尾市)、湯本(旧松之山町)、八幡(旧新井市)、大久保(糸魚川市)などの、移動の激しい地すべり被災地が区域指定され、防止工事を行なってきた。

### (1) 東野名地すべり(旧守門村)

県内でも屈指の地すべり地で頻繁に大規模な災害を繰り返してきた。

1962年(昭和37年)から杭打工、集水井工の施工を始め、また1972年(昭和47年)から1979年(昭和54年)にかけて、排水トンネル2孔521mを施工し、大量の地下水を排水することができた。

これらの対策工の成果により、慢性的な地

すべり活動と大災害は防止された。

## (2) 東戸野地すべり(旧清里村)

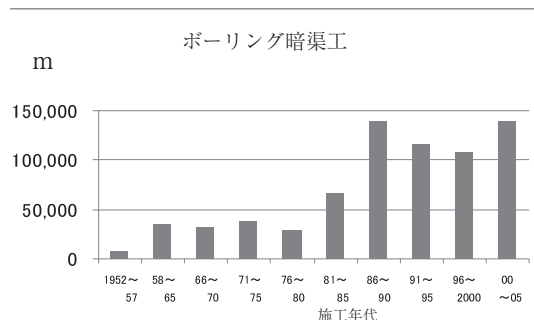
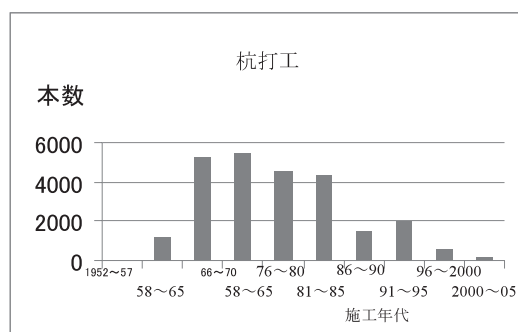
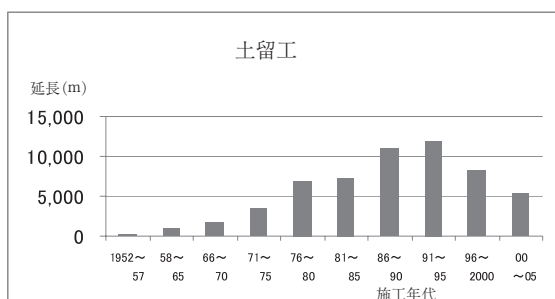
過去に幾度となく災害を繰り返してきたが、1970年(昭和45年)に活発な移動を再発したため、1971年(昭和46年)から4年かけて、杭打工106本・集水井工1基を施工し、ようやく移動を止めることができた。

## (3) 向山地すべり(旧牧村)

1952年(昭和27年)に大規模な地すべりが発生し、国道に被害を及ぼしたが、1988年(昭和63年)に人家近くで地すべりが発生し、住民は移転を強いられた。

1953年(昭和28年)から、谷止工により地すべりブロックの末端を固定し、1963年(昭和38年)からは、水路工・杭打工・土留工で山腹の安定を図った。また、1986年(昭和61年)から集水井工3基を施工し、深層地下水の排除を行なっている。

## 4. 地すべり防止工事の主な工種別施工実績 (1952年(昭和27年)～2006年(平成18年)の55年間)



## 5. 主な地すべり防止工事の推移

### (1) 土留工

1958年以前は、斜面が安定しないことなどから、山腹編柵が主に施工されており、土留工の施工は無い。移動が防止されるに伴って、土留工が施工されるようになった。

### (2) 杭打工

活発に移動する斜面に対する移動防止工法として効果をあげてきた。

地すべり災害が多発した昭和30年代から50年代後半(1955年～1985年)にかけて多く施工されたが、災害の減少につれてその施工は著しく少なくなった。

### (3) ボーリング暗渠工

杭打工の減少に反して、1980年代からは、ボーリング暗渠工の施工は増加傾向にある。これは、地すべり対策の主体が、抑止工から抑制工に代わってきたことを示している。

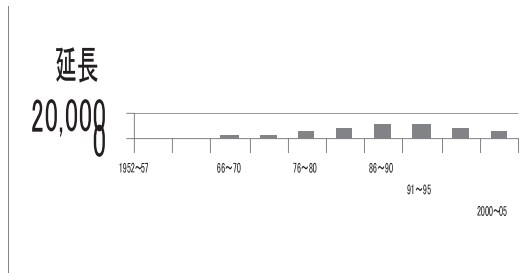
## 6. 事業費の推移

事業費は、昭和30年代後半から50年代半ば(1960年～1979年)、および平成3年から平成7年(1991年～1995年)に、大きく増加したが、その後は減少傾向である。

平成20年度の当初予算は、約18億円で、ピーク時(平成5年(1993年))の74億円の約4分の1となっている。



地すべり等防止法が施行され、指定申請の順序に従って防止工事が行われてきたが、当初は予算も著しく少なかった。しかしその後防止工事予算は急増してゆき、ピーク時の平成 10 年には当初の 385 倍となった。これにより広範囲な地すべり地に対策が可能となり、調査方法と工法を飛躍的に発展させてきた。



# 新潟県における地すべり対策技術開発のとりくみに学ぶ

明治コンサルタント(株) 古川昭夫

キーワード：地すべり対策技術、地すべり対策の歴史、地下水排除工、杭工、「地這り研究」

## 1 はじめに

新潟県は国内地すべり多発地域の一つであり、山間地域では古くから地すべり災害に襲われてきた。1947（昭和22）年5月18日柵口地区で発生した地すべりを契機として、1958（昭和33）年地すべり等防止法が成立し、国による地すべり対策が本格的に開始された。

しかし、地すべり等防止法の成立以前の、「地這り」の概念が生まれ、確立する過程においても、県内で発生した数多くの地すべりを対象として、先駆的な調査がおこなわれており、それらの活動全体が、防止法成立の基礎を形づくっている<sup>1) 2)</sup>。

新潟県内では、地すべり等防止法の成立に先立ち、1948（昭和23）年から、精力的な地すべり調査・対策が開始され、その後も、様々な技術的なとりくみがおこなわれてきた。

本稿では、1948年以降に新潟県内でとりくまれた、主な調査・対策技術の開発過程を紹介し、これらのとりくみを遡ることから、今後の技術の発展のための現段階の課題について考える。

## 2 地すべり等防止法成立までのとりくみ

新潟県は、柵口地すべりが発生した翌年の1948（昭和23）年に、県単独事業として地すべり調査を開始している<sup>3)</sup>。4年後の1952年から国費が補助され、10年後の1958（昭和33）年に、地すべり等防止法が成立することになる。この期間は、県が独自に本格的な地すべり対策を開始し、様々な試行を重ねながら、現在の対策技術の基礎となる、様々な技術を確立した時期である。

県が単独事業に着手した時点では、地すべり対策の技術的手法は勿論、その方向性も確立してい

ない段階にあったため、栃ヶ原試験地をはじめ、種芋原、沖見、大久保地すべり地等で、試験施工の形で、様々な調査・施工が試みられた。

具体的には、県職員の技術者が直営で調査ボーリング（写真-1）、縦穴掘削、物理探査、観測等を実施し、地すべりの機構解明にとりくんだ<sup>4)</sup>。

沖見地すべりで実施した観測では、地すべりによる移動量・移動速度が地下水位と相関性があることを確認した<sup>5)</sup>ため、地下水排除による地すべり対策工事を模索した<sup>6)</sup>。

1949（昭和24）年に大久保、種芋原地区で排水トンネルを試験掘削し、地すべりの安定化に成功したが、安全性、経済性の面から、工法としての採用が困難であること明らかになった。

この結果を受けて、水抜ボーリング工の検討が



写真-1 県が直営で実施した調査ボーリング（栃ヶ原地すべり地）杉野政三郎氏提供

進められ、1949（昭和24）、1950（昭和25）年に種芋原、沖見地すべり地で試験施工を重ねたが、失敗を重ね、1950（昭和25）年、沖見地区の4号孔で初めて地下水の排除に成功している（写真-2）。

この後、昭和25年水原村、昭和26年栃ヶ原地区で試験施工を重ね、工事による地すべり移動量の低下を確認し、水抜ボーリング工の基礎が確立した。

その後、より深い深度に伏在する地下水を排除するため、栃ヶ原試験地で現場打鉄筋コンクリート製の第1号の集水井工が試みられた（写真-3）。その効果が確認された<sup>7) 8)</sup> ことにより、現行の沈下式集水井工法が確立した。

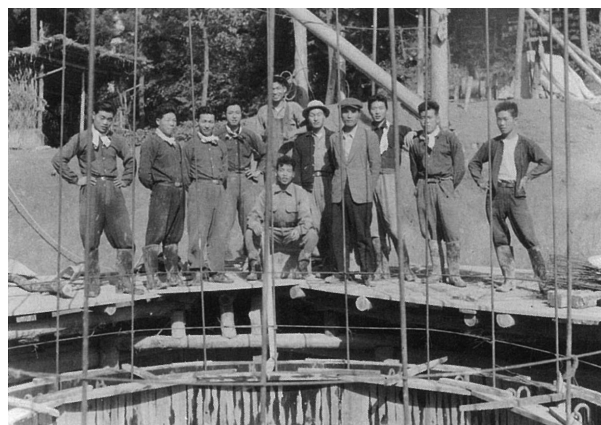


写真-3 栃ヶ原に施工された第1号集水井工



写真-2 保孔管は節をくりぬいた竹を使用した

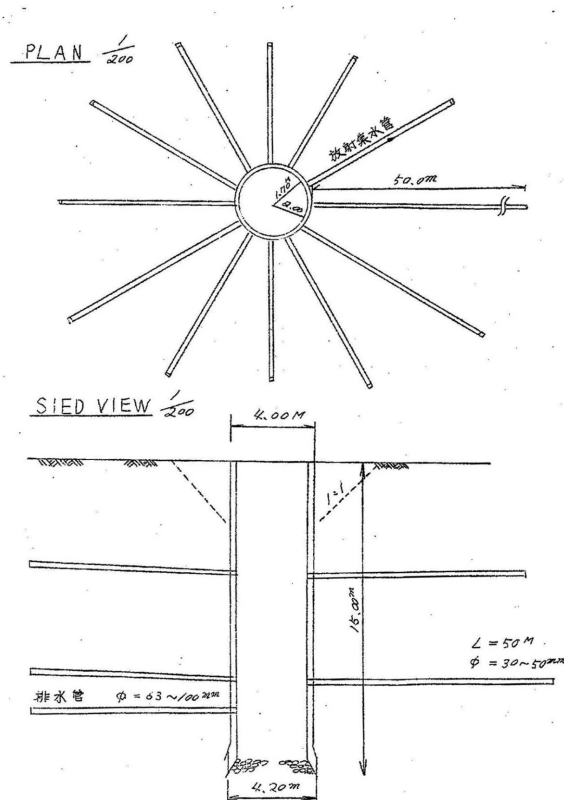


図-1 放射集水井構造図（湊元（1960）<sup>8)</sup>）

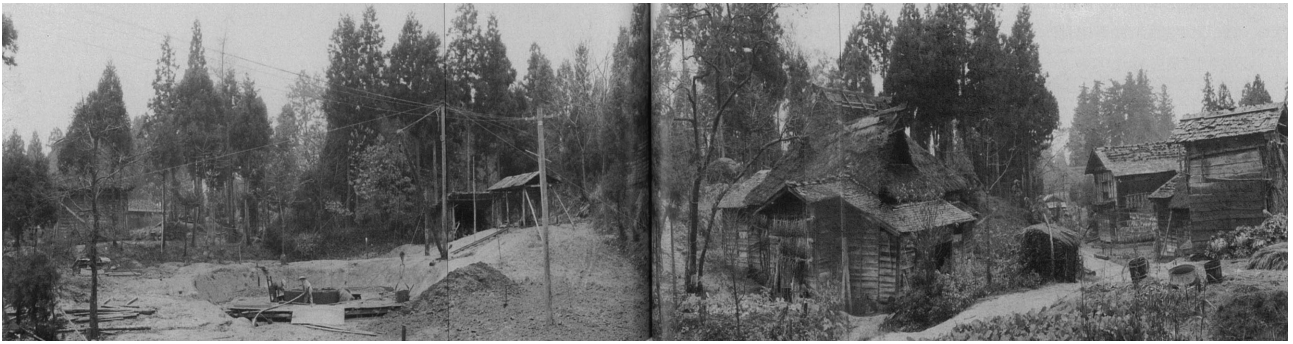


写真-4 柄ヶ原地すべり地の第1号集水井の施工状況

一方、抑止工法については、木杭を用いた対策が従前からおこなわれてきたが、この時期に初めて、地中に設置した鉄筋にモルタルを注入して形成した杭が柄ヶ原地区で試みられた。この時、杭効果や力学的な設計手法についても検討された<sup>9)</sup>。

以上のように、地すべり等防止法成立以前は、県が直営で、活動中の地すべり地を試験地として、調査技術、対策工法を模索し、その中で、調査ボーリングを重視した調査手法と、水抜ボーリング、集水井工等の抑制工の基礎を築くと共に、抑止工（杭工）についても萌芽的なとりくみをおこなっている。

なお、この時期は、地すべり学会がまだ発足していなかったため、技術者が自らの経験を交流する場は限られていた。そのような中で、1948年に発足した全国地すべり対策協議会が1955年から発行した技術雑誌「地すべり研究」は、これらのとりくみを記録し、交流する貴重な場となった。この雑誌に掲載された手書き報告は、この時期のとりくみを知る上で貴重な資料である。

### 3 地すべり等防止法成立以降のとりくみ

1958（昭和33）年に地すべり等防止法が成立し、国による地すべり対策が開始された。これに伴い、これまで県職員の技術者が直営で進めてきた地すべり調査、対策のとりくみが、順次民間委託に移行した<sup>10)</sup>。このため、これ以降のとりくみには、

民間の技術者が新たに加わる形となった。この状況を反映し、この時期のとりくみには、行政、民間、研究機関に所属する技術者、研究者が共同して、あるいは連携してとりくんだ。新潟県は、上記3者の交流が最も早く実現した地域であり、1963（昭和38）年に地すべり学会の前身「地すべり総合研究会」が発足してから10年目の1973（昭和48）年に、全国最初の支部を設立している。

この期間の県内の代表的とりくみを、調査技術と対策工法に大別して紹介する。

#### （1）地すべり調査技術

調査技術で特筆されるとりくみは、①調査ボーリングを重視した調査法、②地すべりの特性を考慮した観測機器の開発、③独自の地下水調査法の開発、を挙げることができる。その特徴を以下に記載する。

① 県内の地すべり調査に当たっては、調査ボーリング、とりわけオール・コア方式の調査ボーリングが一貫して重視された。これは、前述の歴史的経過の影響もあり、多くの技術者が、すべり面、あるいは地すべり土塊の性状を直接観察することを重視したことに起因する。この結果は、コアの品質向上、詳細なコア観察を促したと考えられる。近年、地すべり調査に、高品位コア・ボーリングの技術が導入され始めていることを考えると、県内のとりくみが適切な選択であったと考えられる。



② 地すべりの地中変位を精密に測定する、最初の観測計器であるパイプひずみ計は、1962（昭和37）年、砂防課の技術者である湊元光春氏らによって開発された。この計器は、室内利用を前提に開発されたひずみゲージを、地下水で飽和した地中に設置して利用したもので、開発は多くの困難を克服して実現した<sup>11)</sup>。この計器は、微小変位を感知できる長所をもつ一方で、絶縁性の寿命が、計器の寿命を制約する。また、「測定されたひずみ量と、すべり移動量とは一義的な関係が成り立たないことから、ひずみ量から直接的にすべり移動量を求めることができない。……このことが十分に理解されないまま、地すべり解析が行われる場合もあった。パイプひずみ計の開発当初から、測定ひずみ量とすべり移動量の関係を明らかにすることが最大の課題でもあった。」<sup>12)</sup>。

上記の課題を解決するため、パイプの変形ヒズミ量からパイプの変形状態を再現し、すべり面の変位を測定する計器が、1996（平成4）年、早川嘉一氏によって開発され<sup>13)</sup>、新たな発展の可能性が生まれている。

一方、大変位の移動量を測定できる観測計器も、この時期に県内で開発された。多層移動量計、差動伸縮計等のワイヤーを用いた観測計器である。これらの計器の特徴は、垂直方向の調査ボーリング孔内にワイヤーの一端を固定し、地上に他端を導き、地上部でワイヤーの伸縮を測定する構造となっている。多層移動量計は、(株)日さくが1978（昭和53）年に開発したもので、県と協力して20成分の第1号機を仁上地すべり地に設置している。その後1980年代になって、湊元光春氏が差動伸縮計を開発した。

③ 地下水調査法の一つである「簡易揚水試験」は、県砂防課の湊元光春氏らによって、1971（昭和46）年に考案され、その後、様々な経過を経て、現在では県内に広く普及した。この試験法は、調査ボーリングと併行して比較的簡便に実施することが可能であること、また地下水に関する様々な

情報を取得できること、等の長所を持っている。しかし、これまで試験法および試験結果の活用方法等に関する紹介が十分でなかったことが原因となって、現段階では、全国的にあまり普及していない<sup>14)</sup>。近年、建設省（1997）「河川砂防技術基準（案）同解説調査編」および林野庁（2002）「治山技術基準 解説 地すべり防止編」が、この試験法を規定したため、技術的な紹介が進むなら、今後この試験法が、全国的に普及する可能性が高い。

前述のように、この試験法が考案された後、現在のように普及するまでに一定の時間が経過した。この過程を以下に略記する。

県の独自調査により、地すべり対策として地下水排除が有効であると確認したのは1949（昭和24）年である。この結果を受けて、効率的に地下水排除をおこなうための、調査手法が模索された。

初期の段階では電気探査、電気検層（比抵抗検層）等が試みられた他、地下水検層（垂直検層）や、水井戸の分野で発展した段階揚水試験法、連続揚水試験法等も試みられた<sup>15)</sup>。

このような模索の中で、1971（昭和46）年砂防課の湊元光春氏らが、現行の簡易揚水試験法を考案し、松之山地すべり地で直営で実験した。この時点では、試験法の名称は「揚水試験」とされた。実験から良好な結果を得たため、県砂防課は翌1972（昭和47）年に地下水調査手法として正式に採用し、仕様書に規定した。当時の規定は、水理定数の算出が求められていないことが特徴である<sup>16)</sup>。

この試験法を採用することになった背景を説明した布施（1975）<sup>17)</sup>によると、従来の調査では水理定数の算出を重視したが、その結果に基づいて地下水排除工を計画しても、必ずしも期待したとおりの結果が得られるとは限らなかったため、もっと直接的な地下水の情報を得て、横ボーリングを実施したときに排出され得る地下水量を予測することが必要であったと述べている。また、この試験法を採用した後の、1972（昭和47）、1973（昭和48）年の実績から、「地下水の絶対量を予測する

ことは困難である」が、「地下水が豊富な位置や深さを推定できるようになった」と述べている。この記述から、実験の当初は地下水排除工による排出可能な地下水量を予想することを目的としたが、実験の結果、この試験が地下水の豊富な位置や深さを推察するために有効であることが解り、それが試験法を採用する目的であったことが読み取れる。この記述は、試験法を評価する上で現時点でも重要と考える。なお、試験法が考案された当初、このような試験目的が広く理解されるには困難が伴った。県砂防課、農地課および治山課で仕様書の規定に差が見られる。この理由として、当時、水井戸の分野で発達した揚水試験に関する定量的解析手法が既に確立し、広く普及していたことが、新たに考案された簡易揚水試験法の定性的な調査目的を理解する上で、障害となったと考えられる。1970年代には簡易揚水試験（当時「揚水試験」）を実施したものの、解析によって求めた水理定数の真偽に関する議論が活発におこなわれた一方で、試験の揚水量記録をあまり重視しない事例も発生していた。

試験法の有効性が広く理解される契機となったのは、試験結果の表記方法である。従来、試験結果は試験区間毎に個別の図表にまとめられ、断面図等には表記されなかった。その中で、各調査孔で実施した全ての揚水量記録をグラフにまとめ、断面図上で柱状図に併記する方法が試みられた。この方法は1978（昭和53）年度の田之倉調査報告書で最初に試みられた。この方法は地下水の豊富な位置や深さが視覚的に認識でき、断面図上で、地下水排除工の配置を検討できる特徴がある。現在この表記方法は、県内で広く普及しているが、仕様書には規定されておらず、全国的にも普及していない。試験法は、1979（昭和54）年に、「簡易

揚水試験」として現行の形で規定された<sup>18)</sup>。

なお、1979（昭和54）年の規定は、以下の記述が特徴である。①試験の目的として、土層の透水性を判断することが記述されたこと。②試験結果の整理方法として、地盤の透水係数を求める条項が追加されたこと。この2点は、現在活用されている多くの仕様書で共通している。なお、試験結果の整理方法については、従来の規定と基本的に変わらず、断面図上の表記を定めていない。

また、この試験法を、前述と異なる目的に活用する試みがとりくまれているので紹介する。

地下水排除計画を作成する場合、地下水に関する情報の中で、①複数の帯水層の識別、②各帯水層の圧力水頭の把握、の2点が重要との考え方から、この情報を、簡易揚水試験の揚水後の水位回復曲線から求めようとするものである。各試験区間の水位回復曲線から試験区間毎の地下水位（収束水頭）を求め、求めた圧力水頭を調査深度全体と比較し、圧力水頭の異なる地下水を識別・区分するものである。調査原理は試錐日報解析と同じであるが、以下の点で試錐日報解析より優れている。第1は、掘削全延長にわたって、一定区間長毎に地下水頭の変化を求めることができる。第2は、回復水位を経時的に測定するため、測定水頭に対する信頼性を確認できる。なお、この方法では、異なる帯水層の地下水であっても圧力水頭が同じ場合あるいは近似する場合は、異なる帯水層の地下水として識別できないという限界があるが、地すべり対策に当たっては、高い圧力水頭をもつ地下水を特定することが重要であるため、実務上の障害は小さい。この試みは1985（昭和60）年に始められ、その後多くの地すべり地でデータが蓄積し、沖積平野地盤の帯水層区分でも有効性が確認した。以下に解析事例の一部を示す<sup>19) 20)</sup>。

1-No. 1

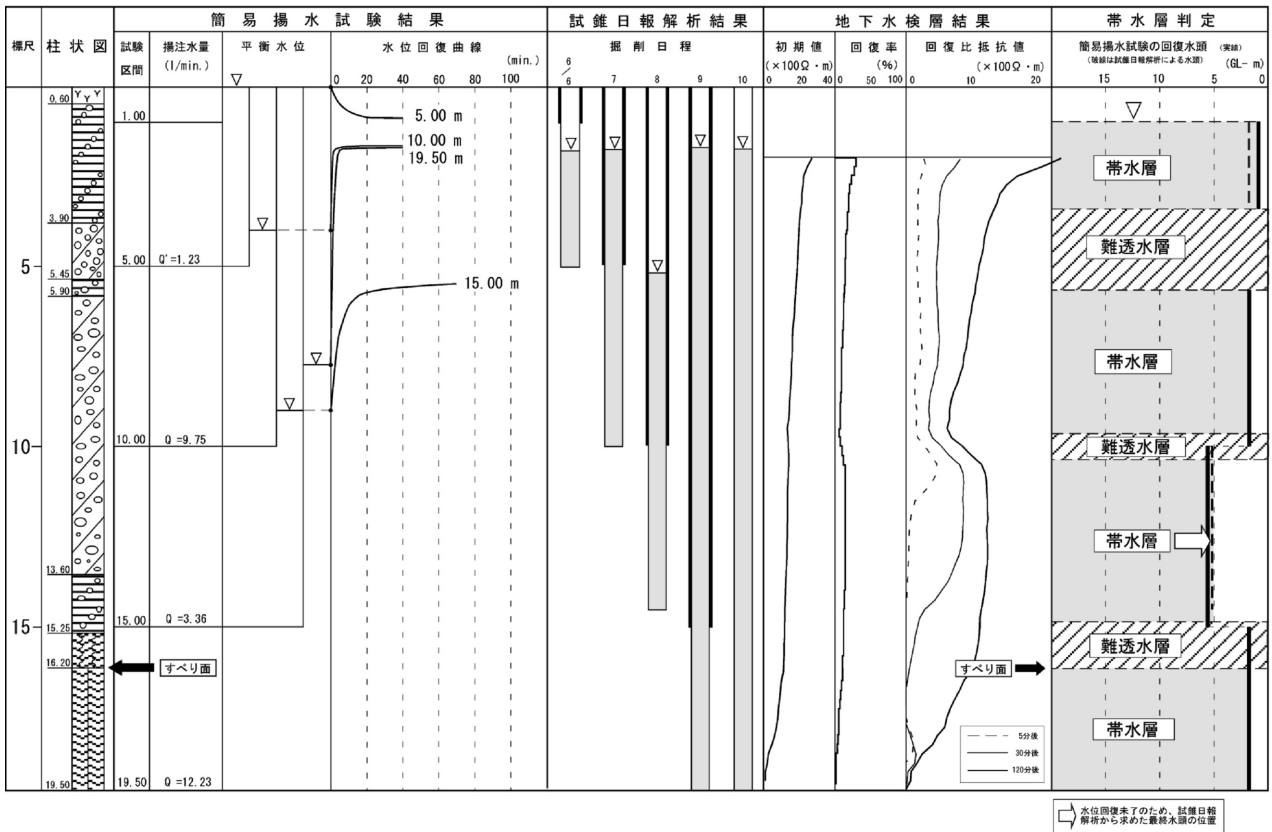


図-2 水位回復曲線に着目した帯水構造の識別（橋立地すべり）

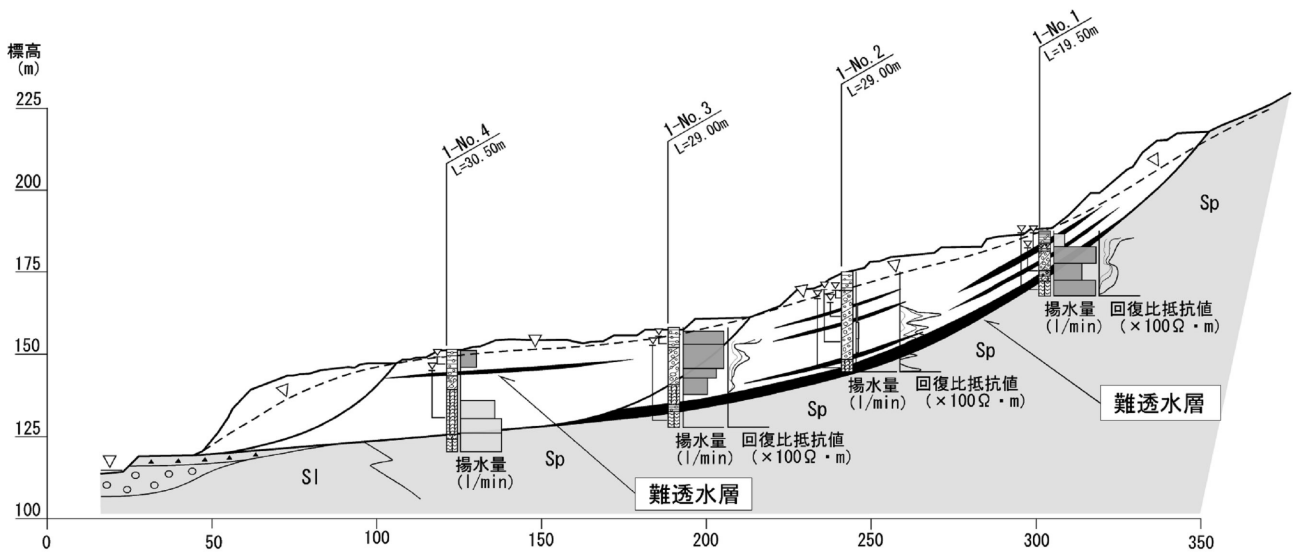


図-3 水位回復曲線に着目した帯水層区分（橋立地すべり）

(2) 地すべり対策工法

地すべり等防止法が成立後、県内の対策工法開発のとりくみで特記されるものは、杭工（抑止杭）

開発のとりくみである。

杭工については、前述のように、地すべり等防止法が成立以前に、県内の栃ヶ原地すべりで萌芽

的なとりくみがおこなわれたが、地すべり法が成立してから、著しい発展を遂げた。

1962（昭和37）年の松之山地すべりにおいて、地すべり対策としては初めて大量の鋼管杭が使用された。しかし、この時期は、杭工による地すべり抑止機能が十分に解明されておらず、杭設計に様々な理論式が提案され、活発な議論が交わされた時期であり、鋼管杭の使用は一般的になっていなかった。この状況は1970年代まで続いた。この中で、県の技術者である福本安正氏は、地すべり活動によって破壊された杭を掘り出し、杭の破壊状況を観察するとともに、ひずみゲージを装着した杭を県内各地の地すべり地に設置し、地すべりによる杭の挙動を計測した。この結果から、杭の破壊は、せん断ではなく、曲げによること、また、杭の挙動がY. L. Changの弾性支床上の梁と一致することを示した<sup>21) 22) 23)</sup>。

この実証的なとりくみは、その後の杭工開発に大きく影響し、杭工の技術的発展の基礎となった。

#### 4 過去のとりくみから学ぶ

1948（昭和23）年以降、新潟県内でとりくまれた地すべり対策技術の開発経過をみてきた。とりくみの過程を辿ると、開発にとりくんだ多くの技術者、研究者が、地すべり多発地域が直面し、地域が要請している内容を冷静に直視している姿勢を感じる。抑制工の開発、抑止工の開発、調査法の開発、いずれの分野に携わった技術者も、そこから地道なとりくみを開始し、そのとりくみの中から少なくない成果をあげてきた。近年2度にわたる地震災害に直面した我々もまた、これまでに築かれた成果を基礎として、地域の要請を直視しながら、地道なとりくみによって新たな成果を積み上げることが求められている。

前述のように、新潟県が独自に地すべり調査に着手した時点では、技術者、研究者の交流の場は限られたものであった。そのような中で、1948年に発足した全国地すべり対策技術協議会が発行した

技術雑誌「地すべり研究」に、県内の技術者が先駆的なとりくみを紹介したことは、地すべり技術の発展に大きな役割を果たしたことは間違いない。その後、これらのとりくみを支えた技術者、研究者は、地すべり学会の発足に当って、いち早く支部を設立し、県内に交流の場を築き、ここで活発な交流をおこなってきた。これらの活動がその後の県内の技術的とりくみを支えてきたこともまた確かなことである。

先輩技術者、研究者が築き、発展させてきた交流の場を、未来にわたって継続、発展させることは、技術的成果を積み上げる上でも重要な課題である。

本稿をまとめるに当たって、元砂防課の杉野政三郎氏から、抑制工を開発し、抑止工を試行した時期のとりくみをお聞きした。これによって、当時のとりくみの経過を記述することができた。心からお礼申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 福本安正（2008）：地すべり調査・研究の起源と歴史的経過、地すべり学会新潟支部、新潟県の地すべり災害と対策の歴史
- 2) 高濱信行、鈴木幸治（2008）：新潟大学災害復興科学センターの活動、地すべり学会新潟支部、新潟県の地すべり災害と対策の歴史
- 3) 新潟県（1952）：地すべり現象の研究
- 4) 3)、pp. 9-15
- 5) 3)、p. 25
- 6) 3)、pp. 40-41
- 7) 湊元光春（1957）：栃ヶ原地すべり地帯に於ける放射集水井工事に伴う地すべり機構の考察、地すべり研究、第2集
- 8) 湊元光春（1960）：放射集水井工法について、地すべり研究、第4集
- 9) 新潟県砂防課（1958）：昭和32年度地すべり調査報告書
- 10) 熊谷 忍（2008）：民間のとりくみ、地すべり学新



潟支部、新潟県の地すべり災害と対策の歴史

- 11) 早川嘉一 (2008) : パイプひずみ計、地すべり学新潟支部、新潟県の地すべり災害と対策の歴史
- 12) 11)
- 13) 早川嘉一 (2003) : ひずみ変位計によるすべり面変位の動態観測、地すべり学会研究発表講演集、No. 42、pp. 409-410
- 14) 白石秀一 : 簡易揚水試験のはじまり、未発表資料
- 15) 地すべり学会新潟支部 (1974) : 新潟県の地すべり—調査と防止工事の問題点、課題、実行におけるかん所について—、地すべり、vol. 11、No. 2、pp. 39~40
- 16) 新潟県土木部 (1978) : 測量・設計・調査業務委託標準仕様書 (昭和53年4月1日制定)、pp. 40~42
- 17) 布施 弘 (1975) : 新潟県の地すべり調査と防止工法について、全国地すべりがけ崩れ対策協議会、地すべり研究 第19集、pp. 7~9
- 18) 新潟県土木部 (1979) : 測量・設計・調査業務委託標準仕様書 (昭和54年4月一部改訂)、pp. 18~20
- 19) 古川昭夫 (1998) : 橋立地すべり、地すべり学会新潟支部、新潟の地すべり'98、pp. 223~225
- 20) 新潟県 (1989) : 橋立地すべり 調査報告書
- 21) 福本安正 (1972) : 地すべり防止グイの挙動に関する研究、土質工学会論文報告集、Vol. 12、No. 2、pp. 61~73
- 22) 福本安正 (1975) : 地すべり防止杭の挙動に関する実験的研究(1)、地すべり、vol. 12、No. 1、pp. 20-24
- 23) 福本安正 (1975) : 地すべり防止杭の挙動に関する実験的研究(2)、地すべり、vol. 12、No. 2、pp. 38-43