

第 14 回海外応用地質学調査団
報告書

イタリア 第 12 回 IAEG コングレス
マルパッセ, バイオントダム調査

2014 年 10 月

一般社団法人 日本応用地質学会
第 14 回海外応用地質学調査団

目 次

1. 調査団概要	1
2. 第 12 回 IAEG コングレス	3
3. IAEG Council Meeting(総会)	5
3.1 議事概要	
3.2 第 13 回 IAEG Congress (2018 年)開催地	
3.3 Regional Congress	
3.4 2015 年の IAEG Council Meeting	
3.5 役員選挙(2010-2014)	
4. 第 14 回海外調査団による現地調査	7
4.1 マルパッセダム	7
4.2 バイオントダム	13
5. 集合写真	22

1. 調査団概要

日本応用地質学会は、2014年9月にイタリアのトリノで開催された第12回IAEGコンGRESの開催に合わせて第14回海外応用地質学調査団を派遣した。

調査団は、IAEG日本支部の行事としてフランスのマルパッセダム及びイタリアのバイオントダムの現地調査も実施し、多くの会員等が参加した。今回のコンGRESはIAEG設立50周年記念の会でもあり、約50年前に起きた著名なふたつの地質に起因するダム事故現場を訪れるという意義のある調査となった。調査団の概略行程を表-1.1に、参加者一覧を表-1.2に示す。

マルパッセダムはトリノから日帰りの強行軍で行い、短時間ではあったが観察することができた。また、バイオントダムでは途中のドロミーティ山中で宿泊した前夜は悪天候で翌日の見学が危ぶまれたが、幸い雨が上がり山腹の迂り面を見ることができた。

表-1.1 第14回海外応用地質学調査団 代表行程

2014年	交通機関	摘要	宿泊
9月 14日 (日)	00:30 羽田空港発 EK313 06:15 ドバイ着 09:05 ドバイ発 EK205 14:10 ミラノ着	9月13日(土) 22時集合 ミラノ着後トリノに移動, 15:00 ミラノ発 16:00 トリノ着 午後 IAEG コンGRES 登録手続	機中 トリノ
15日 (月)	IAEG コンGRES	IAEG コンGRES出席 IAEG コンGRES Ice Breaker	トリノ
16日 (火)	巡検-1	マルパッセ・ダム破壊現場調査(フランス) 08:00~19:00 調査団夕食会	トリノ
17日 (水)	IAEG コンGRES	IAEG Social Dinner	トリノ
18日 (木)	IAEG コンGRES		トリノ
19日 (金)	巡検-2	トリノ発(バス) 距離 約600km ドロミーティ山群中の山地、溪谷、湖等の地形を観察。	コルティエーナ・ダンペッツォ
20日 (土)	巡検-2 バイオントダム 18:00	08:00 コルティエーナ・ダンペッツォ発 ロンガローネにおいて バイオントダム貯水崩壊現場調査 ミラノ着	ミラノ
21日 (日)	14:05 ミラノ発 EK206 22:10 ドバイ着		機中
22日 (月)	02:50 ドバイ発 EK318 17:35 成田空港着	着後 解散	

なお、旅行の手配は学会の企画でしばしば対応していただいている、有限会社ジオプランニング(立澤富郎氏)にお世話になった。

表-1.2 第14回海外応用地質学調査団 参加者

学会	氏名	所属
	伊東 佳彦	寒地土木研究所
	伊東 和子	
	江口 貴弘	土木研究所
	菊地 輝行	(株)開発設計コンサルタント
	佐々木 靖人	土木研究所
	品川 俊介	土木研究所
理事	高見 智之	国際航業(株)
国際副委員長	茶石 貴夫	(株)開発設計コンサルタント
	辻岡 秀樹	応用地質(株)
	野々村 敦子	香川大学
	野溝 昌宏	応用地質(株)
	橋本 修一	東北電力
会長	長谷川 修一	香川大学
理事	向山 栄	国際航業(株)
	横堀 野原	
	脇坂 安彦	土木研究所
	脇坂 直子	

2. 第12回 IAEG コングレス

2014年9月15日から19日に第12回 IAEG コングレスが、前回2010年のニュージーランドに続いてイタリアのトリノにおいて開催された。

2.1 トリノと会場

コングレスは、イタリア北西部に位置する古都トリノ(人口約87万人)で開催された。トリノは8年前に冬季オリンピックが行われたところであるが、国際空港はあるものの一般には日本からミラノに入り、バスまたは鉄道で約1時間半から2時間かけて移動する。トリノは古い石造りの町並みが続く落ち着いた街で、トリノ中央駅からローマ通りを経て王宮の周辺が観光の代表であり、余った時間を使って手軽に訪れることができた。

会場はトリノ中心から地下鉄で15分ほどのところに位置する元フィアット社の自動車工場であった **Lingotto Conference Centre** で開催され、アクセスは便利であった。ただし、初日の15日夜には会場で **Ice Breaker party** があったが、運転手の一週間の労働時間の調整とやらで、地下鉄が10時頃終わってバスに振り替えられており、それがわからない人はしかたなく雨の中を40分ほど歩いて帰ることになった。このようにイタリアの旅行では、運転手の連続運転時間制限や一日の時間制限などの規則があり戸惑うことがある。



写真-2.1 路面電車が走るトリノの街の風景

2.2 会議

会議参加者は約1,050人で、地元イタリアが最も多く次いで中国が多かった。ただ、日本からは約40名で国別では4番目であり、参加者数では比較的目標立った存在であったと言える。コングレスのテーマは、**Engineering Geology for Society and Territory** で、内容としては地すべり等の災害に関するものが多かった。

論文の提出は8テーマに約1,800件のアブストラクト提出があり、そのうち1,300件の論文を受理し、口頭発表とポスターの割合は、だいたい2:3となった。論文集は印刷されなかったが、8,600ページ以上に達するということであった。

各セッションのテーマと発表者数の概要は表-2.1に示すとおりで、地すべりに関する

発表が最も多く、八つの部屋に分かれて同時に進行した。日本からは口頭発表のほか多数のポスター発表があった。

各セッションに先立ち、9月14日のオープニングでは代表である Giorgio Lollino 前イタリア会長の挨拶に続いて Carlos Delgado IAEG 会長等のスピーチがあった。その後、IAEG 役員等の9名とともに Hans Cloos Medal を受賞したフランスの Roger Cojean 氏の基調講演があり、長年編集責任者を果たしてきた Braian Hawkins 氏に Marcel Arnould medal が贈られた。

表-2.1 コングレス発表テーマ

テーマ	発表数
Keynote lecture	21
Climate change and engineering geology	105
Landslide processes	388
River basins, reservoir sedimentation and resources	129
Marine and coastal processes	43
Urban geology for major engineering projects	265
Applied geology for major engineering projects	195
Education, professional ethics and public recognition of engineering geology	54
Preservation of cultural heritage	103
計	1,303

プロシーディングや論文集はなく、代わりに Springer による CD が配布された。会議のプログラムは簡易版が参加者に配られ、詳細は website を見る必要があった。印刷物による環境への負荷が七分の一で済んだとのことであったが、発表の詳細をあらかじめ調べる必要があり参加者には不評のようであった。また、セッションの単純な印刷ミスや最終日のポスターセッションの時間が混乱するなど、評判はあまりよくないようであったが、そこはイタリア人の気質である。

9月15日夕刻には Ice Breaker party, 17日にはオプションでフィアット社のコレクションがそろった自動車博物館を見学したのちに、同館内において Social Dinner があった。主催者代表の Giorgio Lollino 氏によると、参加費 500 ユーロ(約 65,000 円)では費用とバランスせず種々工面したことが会議前日の総会で報告された。

今回のコンGRESでは IAEG 設立 50 周年記念の本が配布された。体裁は非常に立派なものであるが、中身はこれまでの IAEG 役員の写真ばかりで会員にはあまり関心がないと思われるものであった。

3. IAEG Council meeting(総会)

コンgress前日の9月14日には役員と各国代表による Council meeting(総会)が行われ、千木良前会長が Japan National Group の代表として、国際委員会から茶石が出席した。

3.1 議事概要

会議前の14日に開催された総会の議事の概要は以下のとおりである。

- ・ 前回議事録(中国北京)
- ・ 会長報告(Carlos Delgado 氏)
- ・ 事務局長報告(Wu Faquan 氏)
- ・ 会計報告
- ・ 各地域副会長活動報告(6名)
- ・ IAEG Commission 報告 TOC から報告
- ・ コンgress 2014 報告
- ・ 編集局長(Martin G. Culshaw 氏)報告
- ・ 次の第13回コンgress開催地
- ・ 2015年と2016年の会議と次回総会開催地
- ・ 設立50周年記念



写真-3.1 9月14日のIAEG総会の様子

報告によると、会員数は約3,800人で、最も多いのはドイツ(ほとんどが会誌なしの会員)、中国(前年より約100名増加)、第11回コンgress開催地のニュージーランドとオーストラリア、イギリス(前年より約70名減少)の順になっている。最近ではアメリカやカナダが増加傾向である。ドイツの代表に聞いたところでは、国内学会の会員になると自動的に会誌なしのIAEG会員になる仕組みであるとのことであった。

アジアでは最近シンガポールが急激に増えて102名(ほとんどが会誌なし)と人数では日本を抜いている。また、マレーシアからは活動が復活したことが報告されている。後述する2015年に総会が開催されるインドは24名と少ない。

3.2 第13回IAEG Congress (2018年)開催地

2018年の第13回IAEG Congress開催地には、候補がアメリカのサンフランシスコのみであり賛成多数で決定した。テーマとしては、地震・津波災害、斜面災害等をあげて

いる。また、フィールドトリップとしてサンアンドレス断層やヨセミテ公園等を計画している。

3.3 Regional Congress

2015年9月26～27日に京都で開催されるアジアシンポジウム(アジア地域会議)の準備状況とアピールが千木良前会長からされ、同時にパンフレットを総会参加者全員に配った。このパンフレットはIAEG会場でも配布した。また、2015年10月27日～29日にインドのニューデリーにおいてEngineering Geology in New Millenniumをテーマに開催される会議の日程等がインド代表よりアナウンスされた。

3.4 2015年の IAEG Council Meeting

上記の2015年 10月 にニューデリー (インド) で開催される国際会議をIAEG行事とすることが審議された後に、2015年9月に京都で開催するアジアシンポジウムのどちらに合わせて総会を開くか投票が行われ、ニューデリーに決定した。ちなみに、このインドの会議では登録料収入の5%をIAEGに還元すること、前日にハイデラバードで総会を開くことを提案していた。なお、前回の北京で2015年の総会の開催地を提案していたブルガリアは2016年に変更したとのことであった。

3.5 役員選挙(2010-2014)

次期 IAEG 会長と各地区副会長の選挙が行われ、その結果は次のとおりとなった。投票数は約 60 票であった。なお、事務局長、アフリカ・オーストララシア・南北アメリカの各副会長については立候補が 1 名で投票はなかった。

- ・ IAEG 会長
Prof. Scott Burns (USA)
- ・ アフリカ地域副会長
Louis van Rooy (南アフリカ)
- ・ アジア地域副会長
Yogendra Deva (インド)
- ・ オーストララシア地域副会長
Mark Eggers (オーストラリア)
- ・ ヨーロッパ地域副会長
北地域 Prof. Rafiq Azzam (ドイツ)
南地域 Giorgio Lollino (イタリア)
- ・ 北アメリカ地域副会長
Dr. Jeffery Keaton (USA)
- ・ 南アメリカ地域副会長
Mara Heloisa B. Oliveira Frasca (ブラジル)
- ・ IAEG 事務局長
Prof. Wu Faquan Wu (中国) 再選
- ・ 会計
Jean-Alain Fleurisson (フランス)

4. 第14回海外調査団による現地調査

4.1 マルパッセダム(Malpasset Dam)

IAEG 日本支部主催の巡検として、トリノから日帰りで行って往復 10 時間ほどかけてフランス南部のマルパッセダム現場を訪れた。マルパッセダムは 1959 年 12 月 2 日に、堤体完成後約 4 年を経て満水位近くまで貯水したときに突然破壊したダムで、世界中の技術者に衝撃を与えた。海外応用地質学調査団では、1991 年～1993 年に訪れているが、それから約 20 年過ぎた現在でもほとんど当時と変わらない状態の現場であった。マルパッセダムの事故は、ダム計画における基礎岩盤の地質調査の重要性を認識せしめ、当時建設中であった日本の黒部ダムの設計にも影響を与えたことが知られている。



図-4.1
マルパッセダム位置図

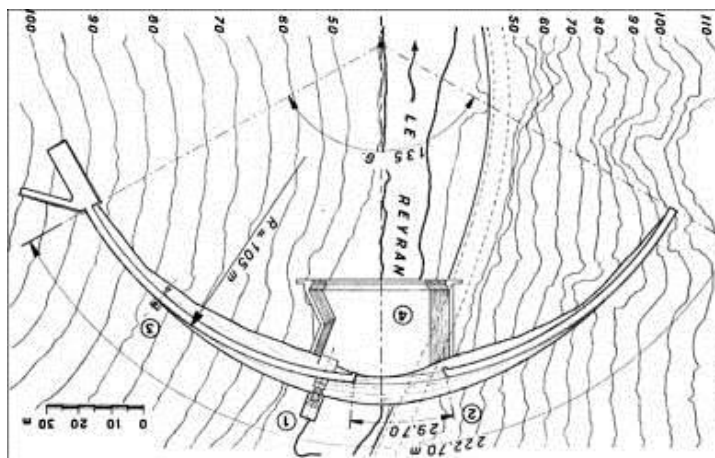


図-4.2
マルパッセダム平面図

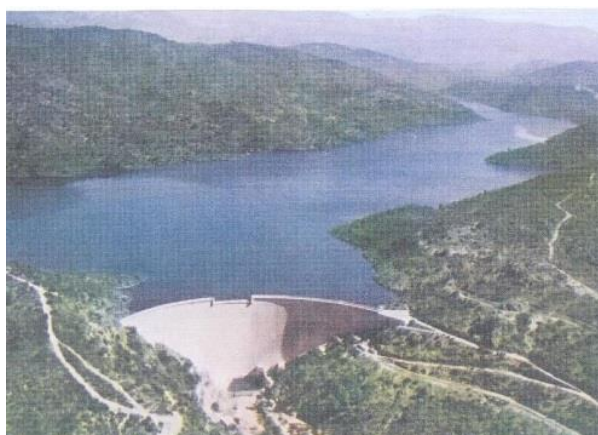


図-4.3
完成当時の写真

竣工 1954 年
堤高 61m
貯水容量 4,930 万 m^3
常時満水位 100.4m

破壊までの経過

1952 年春 着工

1954 年 4 月 20 日 竣工, 湛水開始

同年 11 月中旬まで 貯水位標高 95.2m(常時満水位から 5.2m)

11 月 30 日 貯水位標高 97.00m

12 月 2 日 12 時 貯水位標高 100.00m

12 月 2 日 13 時 30 分 貯水位標高 100.09m

21 時 10 分 破壊

マルパッセダムの堤体の最大厚さは 6.7m で、この高さのダムでは世界一薄いダムと言われる。谷の形状は高さと言幅の比が 3.6 と比較的開いた V 字谷であり、必ずしもアーチダムに適してはいないと考えられる。ダムサイトはレラン川がやや曲流する地点に相当し、右岸側は攻撃斜面で左岸側は小さな尾根になっている。

ダムサイト右岸斜面の傾斜は約 35 度で、片麻岩からなる岩盤が河床から尾根まで露出している。ただし、これは事故時に貯水で洗われたためであり、ダムの調査時には上部は表土で覆われていたようである。岩盤自体は個々には比較的新鮮で堅硬であるが、亀裂が発達し地表から浅いところでは亀裂に沿う風化が認められる。亀裂の卓越方向は走向が河川に並行し谷側に 35 度程度で傾斜するもののほか、河川に直交する方向の高角な亀裂も発達している。

ダムサイト左岸斜面は山腹の小さな張り出した部分にあたり、右岸側に比べると全体に岩盤がやや風化している。アバットの直下で、各々上流・下流へ傾斜約 35 度で傾斜する粘土シームを伴う滑り面が観察され、それらが形成する楔状の岩盤ブロックが破壊によって失われて凹状部をなしている。

残存する堤体コンクリートは、左岸側では上部にスラストブロックの一部が残っているのみであり、河床から右岸側にかけては堤体下部が残っている。

右岸側のアバット部では、堤体上流側の岩盤との間に人が深さ 8m も降りていけるような大きな開口亀裂が生じた。ダム堤体は明らかに右岸端を中心に回転する変位をしている。

ダムの破壊は、左岸側アバット部の弱い岩盤の存在が第一の原因である。事故調査委員会の報告によると、堤体の施工は非常に良好でコンクリートの品質と岩盤との接着強度は十分であった。当時の調査・設計技術が未熟であったこともあるが、地質調査が不十分であり、岩盤中の最小抵抗面の位置や、その面に沿った滑動抵抗の大きさなどについて解析を行っていなかった。左岸アバットの上流に傾斜する岩盤中の弱面は堤体から約 30m のところに存在し、堤体の安定に対して危険なものとは考えられていなかった。

当時は知られていなかったが、基礎岩盤の片麻岩の特性として、その透水性が引張応力下では圧縮時に比べて著しく増大する。その結果、堤体に貯水荷重が作用すると、それに応じた応力がアバットに生じ、急速な水の浸透と基礎の弱面に垂直な水圧を発生させ、それが上記の弱面がなす楔状の岩盤を吹き飛ばし、破壊したと考えられる。

以上の結果を模式的に図-4.4 に示した。

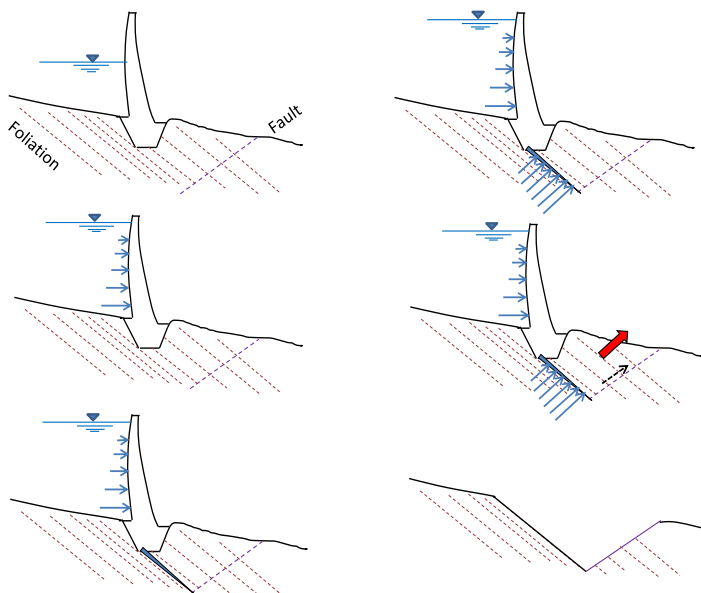


図-4.4 左岸側堤体の破壊の経過を示す模式図(左上から下, 右上から下の順)

マルパッセダム破壊という事故が起きたことにより、当時、日本で建設中であったアーチダムに影響を与えたとされている。関西電力の黒部ダムは1963年に完成した高さが186mの日本最大のアーチダムであるが、マルパッセダムの事故を受けて当時の世銀はダムサイト高位部の岩盤の強度を心配し、ダム高を20m下げるよう勧告したと言われる。このため、岩盤せん断強度試験など追加の地質調査を行うとともに、左右両アバット高位部を重力式コンクリートダムとし、これにアーチを支持させるという設計がなされたという。黒部ダムが両岸にウイングダムを持つ特徴ある形状をなしているのは、このような理由によるものと言われ、それが、黒部ダムの姿を一層際立たせているように思われる。一方、東京電力の奈川渡ダムは同様の勧告を受けて、堤高を20m下げて155mになったと伝えられている。

参考文献にあげた、フランスのPierre Duffaut (2013)による、*The traps behind the failure of Malpasset arch dam*, の中で、20世紀以降に起きた破滅的な事故には落とし穴が隠れていたこと、地質現象は見通せないものであり、建設前に出来るだけのことをする姿勢の重要性を説いている。



写真-4.1

ダムサイト下流左岸に露出する片麻岩, 複雑な構造や割れ目系が発達する.



写真-4.2

右岸下流側からダムサイトを望む.



写真-4.3

ダムサイト右岸高位から河床および左岸部を望む.



写真-4.4

左岸側に残る基礎岩盤の楔状の形状を示す破壊跡を遠望する.



写真-4.5

右岸の堤体残存部上で調査する団員。現在は右岸堤体背後にあった開口クラックは埋まっており認識できなかった。

4.2 バイオントダム

コンGRES後9月19日～20日に、トリノから世界遺産のドロミテの地形・地質調査を経て20日にバイオントダムの現地調査を行った。バイオントダムは1963年に貯水池左岸側の山体が巨大な地すべり(崩壊)を起こし貯水池が埋没し、下流に甚大な被害を与えた史上最悪のダム事故と言われることで知られている。高さ262mのアーチダムは放棄されたが、堤体そのものは損傷がなく、現在は堤頂を歩行することができる。19日は悪天候で20日午前の現地調査が予定通りにできるかどうか団員の気をもませたが、20日朝に天候が回復し、調査の時間は十分ではなかったものの、この巨大な事故現場を目の当たりにすることができた。

ダム諸元

型式：アーチ式コンクリートダム

竣工：1960年9月

堤高：264.6m(標高725.5m)

堤頂長：191.0m

堤体積：353,000m³

満水位：261.6m(標高722.5m)

総貯水容量：168,715,000m³

有効貯水容量：150,000,000m³

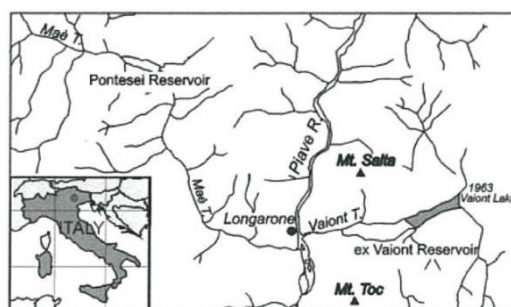


図-4.5 バイオントダム位置図

災害の経過

1960年2月から湛水を開始し、6月から9月に標高645mまで上げると左岸側のトック山の斜面に長さ2kmにわたる割れ目が発生し、11月4日には下方斜面で70万m³ほどの岩盤崩落が生じた。

左岸斜面の移動によって将来貯水池が分断しかねないことへの対策として、1961年2月～10月にかけて一旦貯水位を下げて右岸側にバイパストンネルが建設された。

その後、1962年10月に貯水位を標高695mまで上げるまでは地すべり移動速度は1cm/日以下であったが、700mに達したところで1cm/日を越えたため1963年4月上旬に再び貯水位を下げた。このように、貯水位を上げ下げすることで地すべりの動きを制御できると考えられた。貯水位が標高645mのときに地すべりが3cm/日以上で移動したが、一旦下げた後の1961年10月以降に645mまで上げてあまり移動しなかったことが、このような考えを支持したものと思われる。

標高700mから降下させた後、1963年7月には705m、9月初めには710mに達し、中旬に地すべり移動速度がやや大きくなったため9月末からゆっくりと700mまで下げられていたが、10月9日に破局を迎えた。

10月9日にトック山の標高570～1,350mの斜面から、幅約1,800m、移動延長1,500m、およそ2.7億m³とされる岩盤が貯水池に滑落した。地すべりの厚さは最大250m、水平に300～400m移動し、その速度は20～30m/秒(約100km/時)といわれる。崩落によって貯水池の水は段波となって貯水池から最大235mもの高さに達し、ダム頂から100

m以上の高さで乗り越え下流の町に甚大な被害をもたらした。この災害による死者は約2,100名に達した。

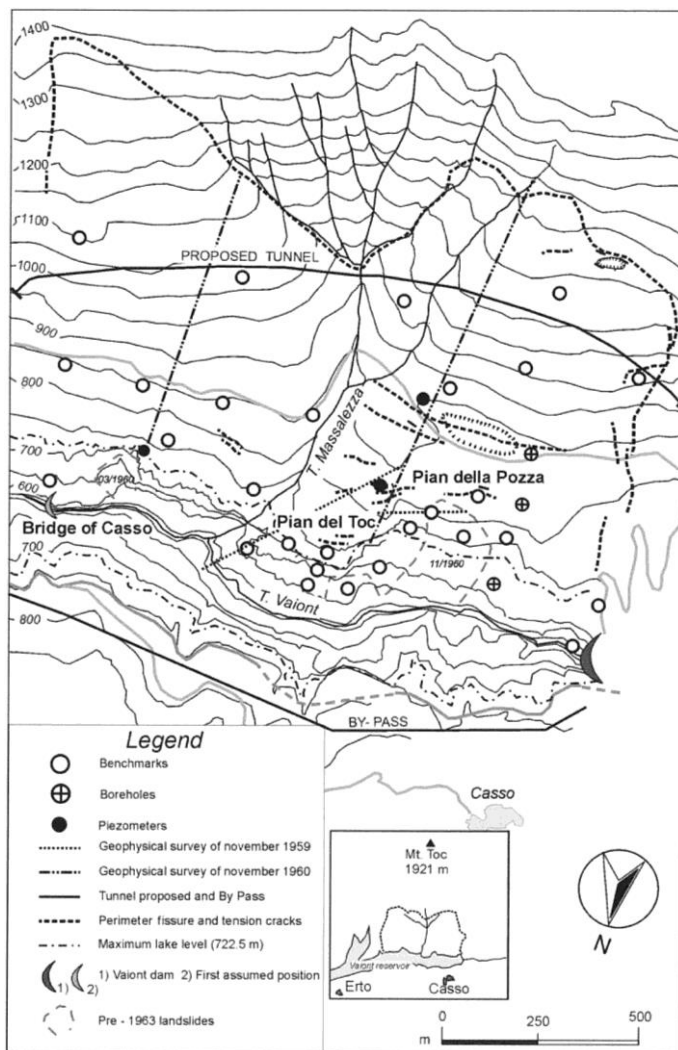


図-4.6
1963年10月9日以前の調査と地すべり状況図
Semenza and Ghirotti, 2000

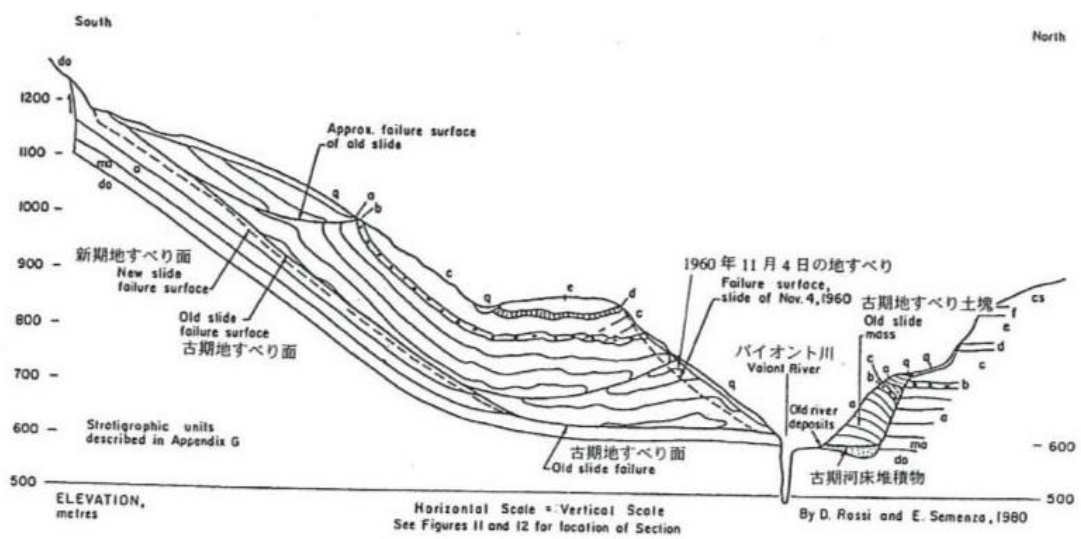


図-4.7
地すべり前の地質断面図，野崎，2002

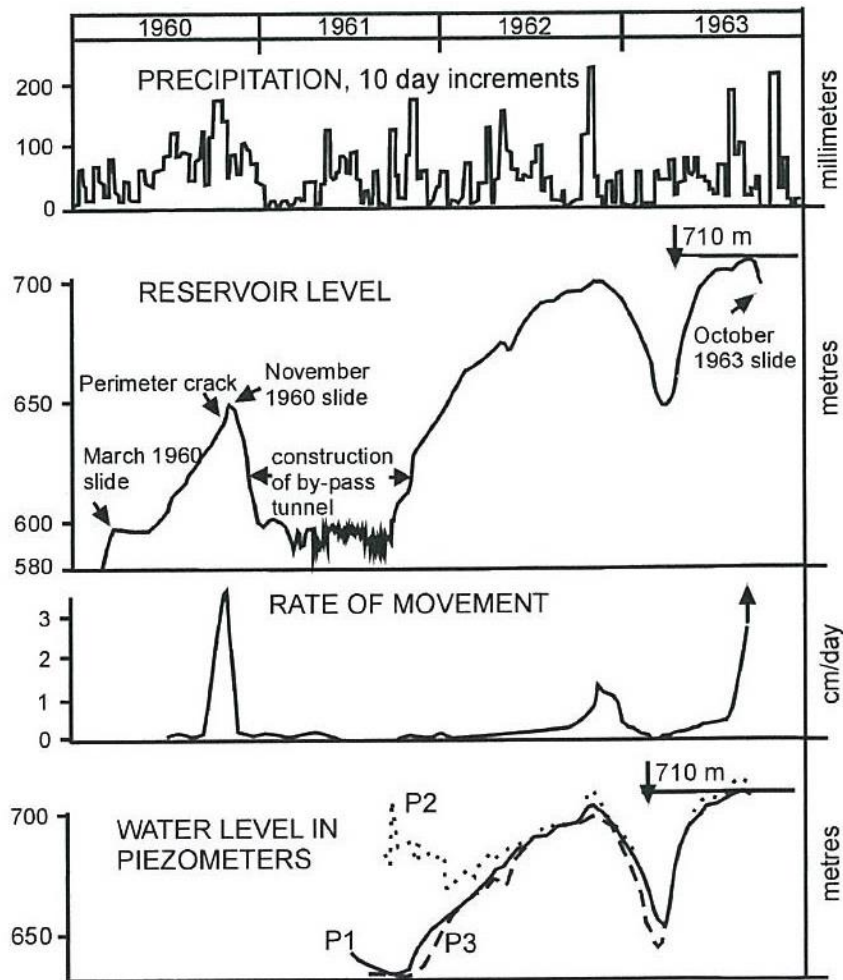


図-4.8
降雨，貯水位，移動速度，ピエゾメーター水位の対比，Muller,1964

バイオントダム付近の基盤岩はジュラ系から下部・上部白亜系の石灰岩および泥質石灰岩の厚い層からなっている。これらの地層は褶曲しているが、トック山の北側斜面では斜面にほぼ並行する単斜構造をなしており、地層の撓みに伴う層面切り(flexural slip)が形成されて弱面が存在していたと考えられる。

バイオント峡谷は異常なまでに深く刻み込まれており、図-4.7 に示すように、最終氷期後に谷が急激に浸食されたことによって古期の岩盤切りが誘発され、当時の河床堆積物を覆うように埋積した。その後、再び谷が下刻されて深い峡谷が形成されたと考えられている。このようなことから、1963年の地すべりは古期地すべりの移動岩盤がダム貯水の影響を受けて、ほとんど元の形状のままにさらに北に移動したものと考えられる。

Semenza 博士と Ghirotti 博士は、このバイオント峡谷の右岸で見られた古期の移動岩盤があまり破碎・変形していないことから、古期に起きたりも極めて移動速度が速かったことを示唆しており、地質技術者により慎重な観察力が求められると述べている。

1959年にフランスのマルパッセダムで起きた破壊事故からわずか4年後のバイオントダムの大惨事は世界中の事業者や技術者に衝撃を与えた。バイオントダムでは貯水位の上昇に従って山腹斜面が滑動を始め山腹に滑落崖を示す引張クラックが顕著に現れても、当時

の技術者で構成された委員会では、地すべりは間欠的に緩慢な動きをするので心配はいら
ないといった認識があったようである。一般的な地すべりの概念では、不安定要因の増加
によるすべり土塊の滑動と、滑動による土塊の抵抗側の力が増大して安定化することを繰
り返す。しかしながら、バイオンダム左岸斜面は一度に全ての土塊が急激に滑り落ち、
その概念をまったく打ち砕くものであった。その原因の十分な説明は現在でも研究課題と
なっている。

バイオンダムの事故以降は貯水池斜面の安定問題がダム計画や建設において重要な項
目となり、日本においても貯水池斜面の調査、不安定土塊に対する地すべり抑制工の施工
等が行われるようになり大きな事故は起きていない。しかし、近年は、西日本の付加体地
帯等で豪雨時に大規模な迂りや崩壊が起きる現象がしばしば起き、深層崩壊と呼ばれるよ
うになった。また、内陸直下型地震による大規模な斜面崩壊の例も見られる。レーザー測
量等による地形の詳細解析や変動量のモニタリング技術も急速に進歩してきており、この
ような危険斜面の把握や危険度の評価に貢献してきている。

いずれにせよ、フランスの **Pierre Duffaut** 氏が述べているように、危険性をはらむ不確か
な地質現象に対しては出来るだけの調査を行う姿勢が現在も求められる。また、マルパッ
セダム、バイオンダムともに反省として言われることであるが、事業者、調査者、設計
者、施工者、監理者が一貫した流れをもって緊密にコミュニケーションをとりながらプロ
ジェクトを進めることが大事であり、それぞれが与えられた責任の重大さを認識し無責任
体制になることを避けなければならない。これは現在、未来においても非常に重要なこと
である。

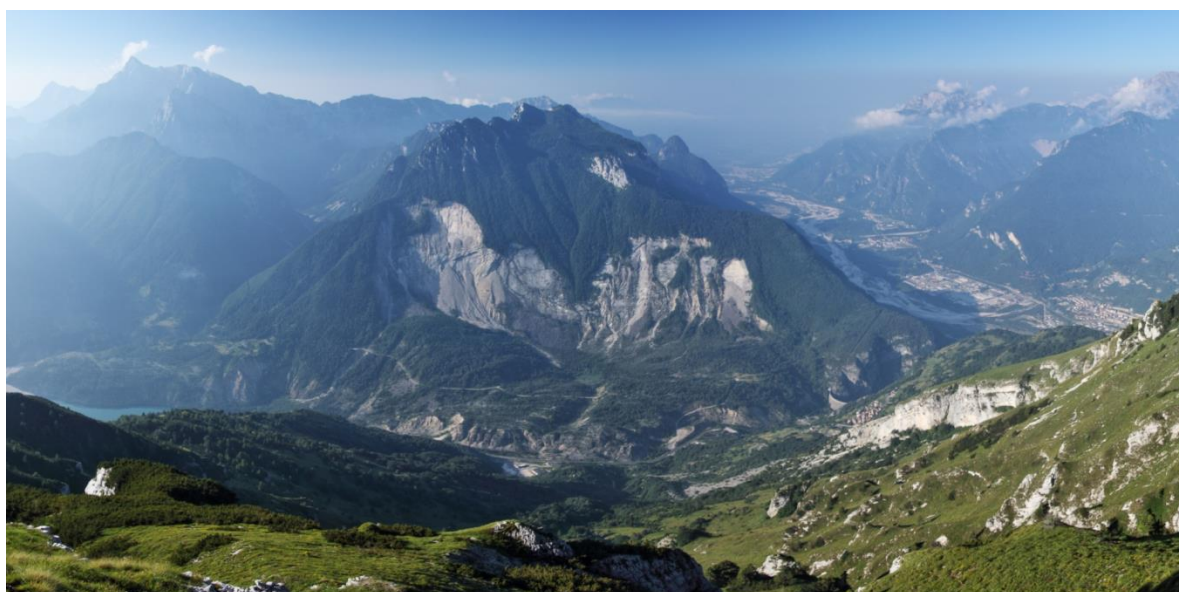


写真-4.6

バイオントダム左岸の崩壊斜面全景，右方にダム，左方に上流に残存する貯水池が見える．IAEG ホームページより



写真-4.7

々しく残るバイオントダム左岸の崩壊斜面，平滑面が反射して輝いている．
別途，中筋彰人会員提供

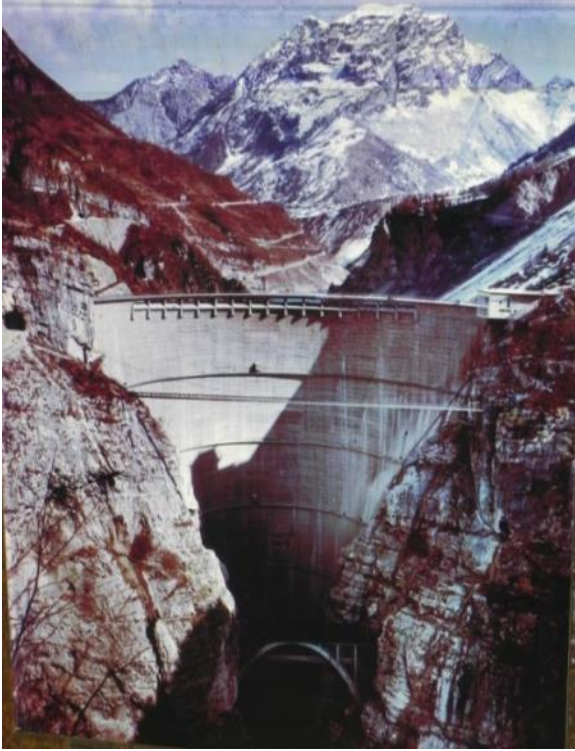


写真-4.8
ダム完成当時の写真
ダム上に掲示されている写真



写真-4.9
1963年の地すべり前、1960年当時の写真
70万 m^3 の崩壊が既に発生



写真-4.10
1963年の地すべり後
写真-4.9とともに現地記念館に掲示



写真-4.11
右岸からダム上流面を望む



写真-4.12
ダムサイト右岸に見られる層理面
が明瞭な石灰質泥岩ないし泥質石
灰岩



写真-4.13
上流右岸側から崩落後の斜面
と移動土塊を望む



写真-4.14
ダム天端から移動土塊で埋め
尽くされた先端部を望む



写真-4.15
右岸に見られる巨大な地すべり
移動岩塊の先端部

引用文献

- 1) 第1回海外応用地質学関連サイト調査団報告書, 日本応用地質学会, 1991
- 2) Pierre Duffaut (2013), The traps behind the failure of Malpasset arch dam, France, in 1959
Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 5, pp. 335-341.
- 3) E. Semenza & M. Ghirotti(2000), History of the 1963 Vaiont slide: the importance of geological factors.
Bulletin of Engineering Geology and Environment, 59 , pp.87-97.
- 4) 野崎 保, バイオント地すべり災害の再検証, Journal of the Japan Landslide Soc. Vol.38, No.4, pp.44-51.
- 5) Takao Chaishi, Development of Engineering Geology for Large Dam Construction, The third international conference Vietgeo 2016,

5. 集合写真



写真-5.1
マルパッセダムサイト入口
にて調査団のメンバー



写真-5.2
バイオンダム崩壊斜面を
背景に調査団のメンバー



写真-5.3
トリノにて