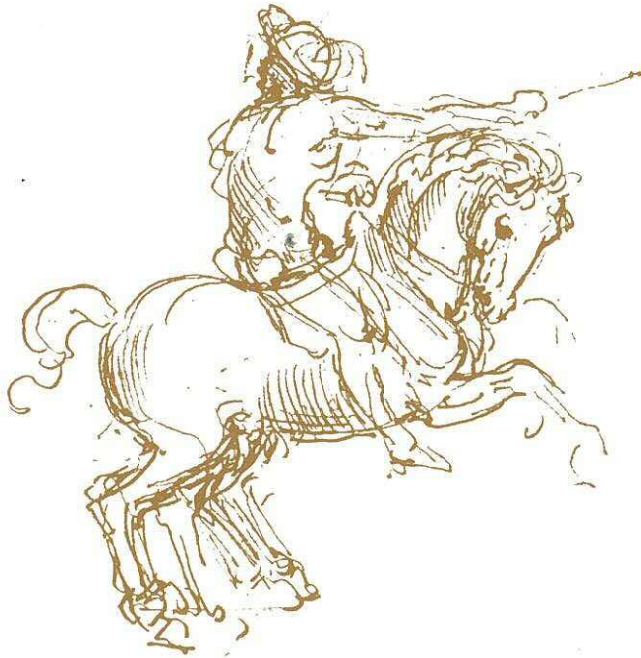


# 日伊文化研究

STUDI DI CULTURA ITALO-GIAPPONESE

LX



公益財団法人 日伊協会

# 日伊文化研究 第60号

## 目次

### 特集災害

マキャヴェッリの『ベスト書簡』……村木 数鷹 2

疫病の記憶——一六三〇年モデナのベスト大流行と《誓願の祭壇画》……新保 淳乃 16

疫病と集団的妄想——マンゾーニ『婚約者』に記されたベスト蔓延の要因について……霜田 洋祐 26

イタリアと日本の土砂災害について……西本 晴男 37

地震災害からの復興都市計画の展開——その歴史と思想、実践……益子 智之 49

### 自由論題

ピエロ・カラマンドレイの「民主主義の学校」

——イタリア教育史における意義と今日性……丸山 圭子 60

### 書評

『原典 イタリア・ルネサンス芸術論』

ルネサンス芸術・文化の精髓翻訳選……根占 献一 71

言葉が伝えるルネサンスの芸術世界……加藤 哲弘 76

### 回顧

日本におけるダンテ没後七〇〇周年を振り返る……國司 航佑 82

### 新刊紹介

『世界初のビジネス書』大黒 俊二 86 / 『革命家ブオナローティ伝』武重 千尋 87

『ミシンの見る夢』山手 昌樹 88 / 『個人的な問題』押場 靖志 89

『イタリアの小さな町 暮らして風景』宮脇 勝 90 / 『イタリア現代都市政策論』工藤 裕子 91

『パチカン大使日記』松本 佐保 92

イタリア関係図書刊行目録 93

惠贈図書目録 98

投稿規定 99

---

日伊文化研究 第60号

2022年3月25日 印刷

2022年3月29日 発行

編集委員 芦田 淳 押場靖志 片山伸也 北村暁夫 小林 勝 辻 昌宏  
堤 康德 馬場康雄 三森のぞみ 森田義之 芳野 明

発 行 公益財団法人日伊協会

107-0052 東京都港区赤坂7丁目2-17 赤坂中央マンション205号

電話 03(3402)1632 Fax. 03(3402)3707 <http://www.aigtokyo.or.jp>

振替 00130-6-171921

## イタリアと日本の土砂災害について

西本 晴男

### はじめに

自然災害の視点からみると、日本とイタリアの地理的、社会的条件には類似点が多くある。両国には急峻な地形と脆弱な地質という素因に加えて、豪雨、地震、火山活動という外的要因が頻繁に作用し、山地・丘陵地には多くの人が居住している。このため、土砂災害の発生リスクが高いという共通の条件を有しているといえる。土砂災害とは、豪雨で発生する土砂の流出、土石流、地すべり、がけ崩れ、火山噴火に伴う火山噴出物の流動、地震の揺れによる斜面崩壊や地すべり、春先の融雪に起因する地すべりなど、これらの現象により生じる被害をいう。

イタリアは、ヨーロッパの主要先進国であるイギリス、フランス、ドイツと比べると面積と人口はほぼ同様であるが、大きく異なる点はイタリアのみが国土の中央を標高二〇〇〇メートルを超す山脈が縦走していること、

地震の頻度が高いこと、そして本土に活火山があることである。イタリアの国土は、面積が約三〇万平方キロメートルで南北に約二二〇〇キロメートルに及ぶ半島と大小多くの島嶼からなり、北部は標高三〇〇〇〜四〇〇〇メートル級の山々からなるヨーロッパアルプスの南斜面（フランス国境地域は東斜面）にあたり、半島中央部にはアッペンニーノ山脈がある。山地・丘陵地は国土の四分の三を占め、河川は延長が短く（最長のポー川で六五二キロメートル）かつ急流であるため、降った雨は短時間で海に流れ込む。このため、土砂災害と水害がしばしば発生している。また、南のアフリカプレートと北のユーラシアプレートがぶつかり合い、さらに半島東西のプレートが複雑な動きをしていることから、アッペンニーノ山脈に沿って多くの活断層がありその周辺で地震が多発している。二〇一六年八月にウンブリア州ノルチャで発生した地震では家屋倒壊などにより二九八人が犠牲になったことは記憶に新しい。さらに、ナポリ周辺地域とシチリア島およびエオリア諸島には活火山がある。特に、ヨーロッパ最大の活火山である

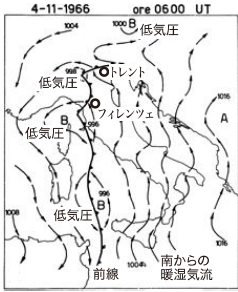


図1 1966年11月4日、午前7時の天気図



図2 トレントの惨状を報じるアディジェ新聞の記事(L'Adige, 1966年11月6日)



図3 ボルゴ・ヴァルスガーナの土石流災害



図4 フォルノ・ディ・ゾルドの土石流災害



図5 フィレンツェのサンタ・クロッチェ聖堂の浸水被害

能が減じていたところに一月に入  
って、前線と上空に強い寒気を伴っ  
た低気圧がイタリア北部を通過した  
ため大雨となった。地上付近に南か  
ら吹き込む暖湿気流が上空の寒気と  
ぶつかったために強い雨が断続的に

この集中豪雨では、トスカナ州でも大きな被害が出た。フィレンツェではアルノ川が氾濫し、一八四四年以来の大きな被害となった。一七名が犠牲になり、市内の約三〇平方キロメートルが浸水したため、住宅、公共施設、道路、インフラ施設に加え膨大な数の美術品や書籍などが被害を受けた(図5)。このような大きな被害となった原因は、気象の悪条

イタリア北部地方は北にアルプスの高山を控えた山岳地域に位置し、地形が急峻で多くの危険な溪流があることから、過去から土石流などの土石災害を蒙ってきた。このため国と州政府により砂防堰堤などが設置されているが、その効果的な整備対策が課題である。日本においても、本州を縦断する脊梁山脈地域を中心に多くの危険な溪流があり、土石流による被害が毎年のように発生していることから同様の課題を有しているといえる。

降り続いた(図1)。この集中豪雨により、トレント自治県からベッルーノ県、さらにフリウーリ地方北部にかけて、至る所で洪水氾濫や土石流による被害が発生した。アディジェ川流域からピアーヴェ川流域にかけては、三日から五日の総雨量が七〇〇ミリを超えた場所もあった。  
トレントではアディジェ川が氾濫し市内が広範囲に浸水した。地元紙の社屋の回転機が水没したため、二日間新聞の発行ができなくなった。このため発行が二日遅れとなった六日の新聞で、トレントが陸の孤島となったこと、一八人の犠牲者が出たこと、ヴァルスガーナで救助活動が行われていること、そして今回の災害は一八八二年以来の大規模なものであることが報じられている(図2)。トレントの東約三〇キロメートルに位置し、ドロミテ山地の西部、プレンタ川の支川流域にあるボルゴ・ヴァルスガーナでは大規模な土石流が発生し(図3)、またベッルーノの北約二〇キロメートルに位置し、ピアーヴェ川の支川流域にあるフォルノ・ディ・ゾルドでも土石流が発生した(図4)。

一九六六年一月三日から五日にかけて、北部イタリアを中心に集中豪雨による土石災害や水害が多発した。この年の一月はイタリア全土で雨の日が多く、例年の三倍以上の雨量を記録した地域もあった。地盤の浸透

1 1 1 一九六六年イタリア北部の土石災害  
一九六六年一月三日から五日にかけて、北部イタリアを中心に集中豪雨による土石災害や水害が多発した。この年の一月はイタリア全土で雨の日が多く、例年の三倍以上の雨量を記録した地域もあった。地盤の浸透

### 1 豪雨による土石災害

本稿では、イタリアと日本における土石災害およびその対策の事例と課題について、発生原因を「豪雨」と「火山噴火」に大別して論じるとともに、砂防の分野における両国の交流の歴史と現状について論じる。

しかし、二〇世紀末になって、カンパニア州のサルノで発生した災害を契機に、両国は土石災害対策に関する定期的な会議の開催と共同研究を開始し、活発な情報交換を行ってきた。このように中途に空白期間もあるが明治時代から現在まで、日本とイタリアは砂防分野における長い歴史のつながりをもっている。

本稿では、イタリアと日本における土石災害およびその対策の事例と課題について、発生原因を「豪雨」と「火山噴火」に大別して論じるとともに、砂防の分野における両国の交流の歴史と現状について論じる。

日本では、土石災害を防止するために行う対策を「砂防」と称している。日本の歴史上で森林が最も荒廃していたといわれる明治時代<sup>1)</sup>になって、一八九七年に砂防法が制定され行政基盤が整えられるとともに、一九〇〇年には東京帝国大学農科大学林学科に「森林理水及び砂防工学講座」(以下「砂防講座」)が設置され、砂防に係る教育研究の基盤が整備された。一九〇四年五月には、オーストリア帝国(当時)の砂防専門家であるアメリカゴ・ホ

エトナ火山は活発な活動を続けており、またナポリの東方にあるヴェスヴィオ火山は紀元七九九年の噴火でポンペイの街を埋め尽くし、一九四四年の噴火では多くの犠牲者が出た。

一方、日本の国土は、面積が約三十八万平方キロメートルで南北に約一六〇〇キロメートル(南西諸島、小笠原諸島を除いた範囲)あり、数多くの島嶼からなる。国土の約七割を山地・丘陵地が占め、中央部に二(一〇〇)〜三〇〇メートル級の脊梁山脈があるため、河川は延長が短く(最長の信濃川で三六七キロメートル)かつ急流なため、イタリアと同様に土石災害と水害が多発している。また、四つのプレート<sup>2)</sup>の境界に位置しているため、多くの活火山があり、地震も多発している。

イタリアの年間降水量は北部と中部で九〇〇〜一〇〇〇ミリ程度、南部や島嶼部は七〇〇ミリ程度であり、日本の一八〇〇ミリに比べ半分以下であるが、北部の山岳地域では三〇〇〇ミリを超す場所もある。一方で、山地部では日雨量が五〇〇ミリを超す大雨になることもある。

こうした自然条件を有する両国は、近世から砂防堰堤などの構造物による土石災害対策が実施されてきた。そしてここ半世紀において、都市周辺などの山麓・丘陵地では無秩序な開発行為が行われ、農山村では耕作放棄地が増加したことなどから、先に述べた自然地理学的条件をあわせて俯瞰すると、両国ともに土石災害と水害の発生リスクがますます大きくなってきている。

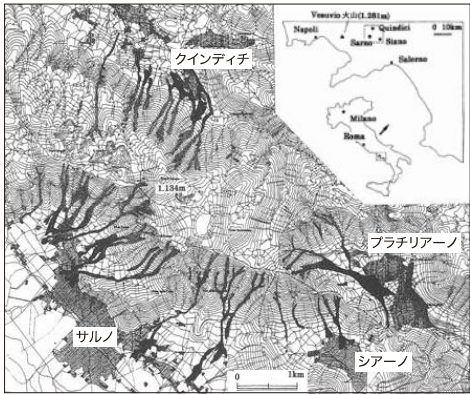


図6 サルノ周辺の土石流災害の発生箇所



図7 サルノの土石流氾濫状況

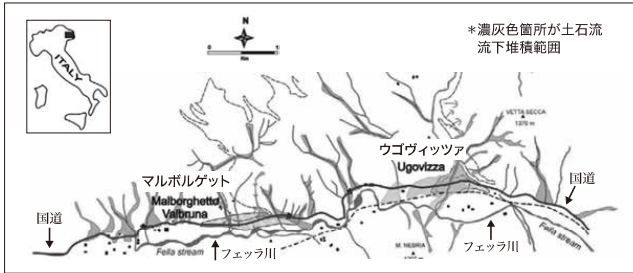


図8 マルボルゲットからウゴヴィッツァに至る一帯で発生した土石流



図9 マルボルゲットにおける土石流被害

特に大きな被害が出たのは、ポンテッパ付近からマルボルゲット、ウゴヴィッツァそしてタルヴィジオに至るカナーレ谷である。この地域は、南北にそれぞれ二〇〇〇メートル級の山々が東西方向に連なり、その間をフ

エッラ川が流れており、ヴェネツィアからウィーンへと通じる高速道路と鉄道が走る交通の要衝である。この一帯は地質がフェッラ川に沿う断層帯にあって、カナーレ谷の両側の山から降雨の度に崩壊土砂が土石流となって渓流を流れ下るため、イタリアで最も土砂流出が著しい地域の一つとなっている。この地域の集落は、フェッラ川にほぼ直角に流れ込む渓流出口の扇状地かその近くのわずかな平地に立地しており、フェッラ川の洪水氾濫と渓流からの土石流による災害リスクが大きい。災害発生当日、西から

移動してきた積乱雲により、午後から深夜にかけて激しい雨となった。特に、ポンテッパからウゴヴィッツァ一帯は一八時頃までに記録的な豪雨となり、最大で一時間雨量九〇ミリ、一〇時間雨量三九〇ミリを記録した。

この非常に激しい雨のため山の斜面で多数の崩壊が発生し、崩壊土砂が土石流となって流下した。特に、マルボルゲットからウゴヴィッツァにかけてはフェッラ川北側斜面の渓流で土石流が多発した(図8)、下流の集落を襲い多くの家屋が破壊され、あるいは土砂に埋まり、二名の犠牲者が出た(図9)。また、高速道路、一般道、鉄道、通信施設などが被害を受け、この復旧には数年を要した。州政

件が重なったこともあるが、河川改修の遅れ、洪水調節ダム建設の遅れ、市街地周辺の乱開発、樹木の濫伐などの人為的要因もあげられている。これらのことから、河川の洪水流下能力が不足していたことに加え、上流部の開発行為により流域の雨水浸透能力が減少し、流出率が大きくなったことが甚大な被害を招くことになったといえる。

この災害を教訓として、河川改修、ダム建設、バイパス水路建設などの計画見直しがなされ工事が進められているが、こうした構造物による対策には多大の予算と長い期間を要する。イタリア政府は一九九八年に発生したサルノの土石流災害をふまえ、水害・土砂災害を防止軽減するための新たな法律を二〇〇〇年までに制定した。これをふまえ、流域の関係自治体は水害と土砂災害のハザードマップの作成に取り掛かるとともに、関係機関の協力のもと洪水予測システムの整備に着手し、土地利用の在り方の検討を行った。治水安全度の向上を図るため、河川施設の整備、適正な土地利用への誘導、水害リスク情報の充実と避難体制の強化からなる総合的な対策を国、自治体、民間、地域住民がそれぞれの役割をふまえて施策を進めていくことが望まれる。

日本においては、中小河川のみならず、二〇一九年の千曲川(長野県)と阿武隈川(宮城県)、二〇二〇年の川辺川(熊本県)、二〇二二年の六角川(佐賀県)と国管理の大河川で洪水氾濫が発生しており、イタリアと同様の課題への対応を進めつつある。

### 1-2 サルノ土石流災害

一九九八年五月に、イタリア南部ナポリの東南東約三〇キロメートルにあるサルノを中心に、シアーノ、プラチリアーノ、クインディチで豪雨による土石流が多発した(図6)。この災害で一六一人が犠牲になり、八〇〇〇人が被災した。被災地は丘陵山地の麓に位置し、住宅地背後の山は急峻

な地形を呈しており、地質は石灰岩から構成される基岩とその上のヴェスヴィオ火山由来の降下火山灰で形成されている。山腹崩壊によって生じた土砂がそのまま土石流となって流下し、谷の出口で氾濫した(図7)。巨石を含む土石の直撃を受けた煉瓦造りの家屋は全壊し、鉄筋コンクリート造りの建物も大きな被害を受けた。

人的被害が大きくなった理由として、悪天候の中で土石流が突発的に発生したこと、地元行政機関による警戒避難の発令や住民の避難が遅れたこと、住宅地が無秩序に山麓まで広がっていたこと、多くの不法建築があったことなどがあげられている。このためイタリア政府の要請を受けて、被災地に近いサレルノ大学にイタリア中南部から第一線の研究者が参画したプロジェクトチームが結成され、現象の解明、警戒避難の体制などを調査検証するとともに、ハザードマップの作成や対策工法などの検討が行われた。日本においては、毎年のようにシラス台地の斜面で、その崩壊による災害が発生しており、また二〇一三年に伊豆大島で発生した土石流災害では、流下した土砂が広い範囲に堆積し一部は海にまで達した。

火山灰などの火山噴出物からなる地盤では、固結度が小さいため土砂災害が発生しやすく、また細粒土砂が多いことから流出土砂の到達範囲が広がる。これまでの研究から、土石流は地盤の勾配二度の地点で概ね停止するが、火山地域では勾配二度の地点まで到達することが明らかになっている。両国ともに、住民の避難、適正な土地利用に資するため、国土地理情報を活用したより高精度のハザードマップの作成と公表が望まれる。

### 1-3 フェッラ川上流域の土石流災害

二〇〇三年八月二十九日、フリウーリ・ヴェネツィア・ジュリア州ウーディネ県のフェッラ川上流域を中心に集中豪雨があり、洪水と土石流による被害が発生した。



図10 ウゴヴィッツァに新設された土石流対策堰堤 (2016年、筆者撮影)



図11 ルッサリー溪の砂防堰堤 (2017年、筆者撮影)

府は土石流が発生した溪流と崩壊土砂が堆積している危険な溪流に砂防堰堤、土砂堆積工などの防災施設を整備した(図10)。

日本においても、福岡県朝倉市において「平成二十九年九州北部豪雨災害」、広島市東部と呉市において「平成三十年広島豪雨災害」が発生するなど、集中豪雨で土石流やがけ崩れによる災害が毎年発生し、人的被害と家屋や公共施設に大きな被害が生じている。このような同時多発的に発生する土砂災害から少なくとも人的被害をなくすためには、住民の適切な事前避難に資する降雨予測精度の向上が望まれる。

二〇〇三年の豪雨の際、ウゴヴィッツァの東約一〇キロメートルに位置するタルヴィジオで大きな被害は発生しなかったが、周辺には以前から土砂流出が激しい溪流がある。このうちの一つルッサリー溪は、ホフマンが大学卒業後に仕事をした現場である。この溪流を二〇一七年に筆者が訪れた際、州の砂防技術者にホフマンが携わった砂防堰堤の一つに案内しても

らった(図11)。建造後一〇〇年以上経過しているが、この堰堤は溪流の安定化にしっかりと役割を果たしていた。諸戸も留学時に当地を訪れているタルヴィジオから西のカナレ谷の一带は国有林になっており、この国有林を管理している国家森林警備隊(Corpo Forestale dello Stato)が作成した記念誌 *Foresta di Tarsisio. Patrimonio culturale e naturale 1007-2013. Dieci secoli di storia di uomini e boschi* (『タルヴィジオの森林——文化と自然の遺産としての一〇〇七—二〇一三年の一〇世紀に亘る人間と森の歴史』)のなかで、この地域の森林管理に特に大きな貢献があった三人の森林官が紹介され、その功績を讃えられている。このうちの二人が、ホフマンとその長男のアルベルト(Alberto Hofmann, 1908-88)である。

## 2 火山噴火による土砂災害

イタリアにおける火山噴火による災害といえば、ヴェスヴィオ火山とその麓にあったポンベいの街の悲劇が思い浮かぶ。ヴェスヴィオ火山はナポリの東南東約一五キロメートルに位置し、ナポリ湾に面する活火山である。紀元七十九年の噴火で、ポンベイをはじめ周辺の街が一瞬にして破壊された。この噴火はプリニー式噴火というタイプで、連続的に長時間にわたり大量の火山灰や軽石を含む噴煙を上空高く噴き上げるのが特徴である。ポンベいの街には、大量の火山灰と軽石が約一〇時間降り注ぎ、その後発生した火砕流が山を駆け下り街々を焼き尽くした。街は一瞬にして火砕流堆積物に覆われ埋没し、犠牲者は三三六〇人(のぼった) (図12)。一七四八年、地表から約五メートル下にこの噴火で埋もれたポンベいの遺跡が発見され、その後二〇〇年かけて発掘作業が行われ、街の全容が姿を現した。

ヴェスヴィオ火山はその後も度々噴火を繰り返してきたが、一九四四年の噴火を最後に激しい活動はしていない。しかし、この火山の周辺では宅

地開発が進み多くの人が住むようになり、噴火が起これば直ちに大きな影響が出る危険性がある。

日本にも、火山の噴火により麓の村全体が一瞬にして壊滅的状况になった事例がある。一七八三年(天明三年)に浅間山が大噴火し、火砕流が山肌を一二キロメートル一気に流れ下り、五七〇人が住む鎌原村(現在の長野県長野原町の一部)を襲った。人家九五戸が呑み込まれ、四七七人(石碑に刻まれている人数)が犠牲になり生存者はわずか九三人であった。一九七五年から行われた発掘調査で、最大六メートルの堆積物の下から家の柱、家具、農機具などが見つかった。山の方から大音響が聞こえた時、住民たちは高台にある鎌原観音堂に向かい五〇段の石段を駆け上ったが、これを登りきることが出来ただけが助かった。この石段は現在上部の一五段だけが当時と同じ姿を現しており、その脇に「天明の生死を分けた十五段」と書かれた石碑がある(図13)。近年では、一九九一年に長崎県の雲仙普賢岳で発生した火砕流により、麓の集落が一瞬にして壊滅し四四名が犠牲になった。その後も頻発した火砕流により集落があった地区は最大一七〇メートル下

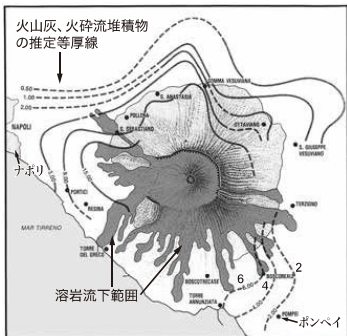


図12 紀元79年のヴェスヴィオ火山噴火による溶岩と噴出物の堆積範囲



図13 鎌原観音堂と「天明の生死を分けた十五段」の石段

に埋没し、地域社会に大きな影響が出た。

火山噴火に伴う現象は、降灰、噴石、火砕流、岩屑なだれ、溶岩流などと多様である。噴火の規模や継続期間も様々で、周辺地域が受ける被害や影響の程度が大きく変化する。噴火が収まった後においても、山腹斜面に堆積しているルーズな火山噴出物が降雨で侵食されることにより、土石流が発生する危険性が数年、火山によっては数十年は続く。こうしたことから、噴火時や降雨時の警戒避難と日頃からの適正な土地利用に資するために、火山防災マップの作成と住民や関係者への啓発活動が重要となる。この取り組みをより強力に推進するためには、火山活動の観測監視と噴火の予測など不断の火山学研究が必要不可欠である。数十年前にイタリアでは火山観測と研究の予算を削減したため、研究者の数が減り研究論文の質が低下したことがあった。これを問題視した政府はその後予算を増やしたことで論文の質が向上し火山観測体制も再構築された。日本は世界の活火山の二割以上があるにもかかわらず、火山の観測と研究の体制はイタリアやアメリカに比べ大きく後れをとっている。火山防災のために、これら体制の強化が望まれる。

## 3 世界最古の砂防堰堤

土砂災害のなかで甚大な被害を生じさせる現象の一つが土石流である。土石流が発生した場合に被害を防ぐ一般的な対策工は砂防堰堤である。北イタリアのトレントを流れるフェルシナ溪(アディジェ川の支川)には、現存する砂防堰堤で世界最古のポンテ・アルト堰堤がある。フェルシナ溪は、急流で洪水の度に大量の土砂が流出し、谷の出口の扇状地に立地するトレントの市街地に洪水と土砂の氾濫被害をもたらしてきた。このため一五三七年に、市街地から約二キロメートル上流にある狭窄部に、洪水時の土砂



図16 大学校舎をバックに写るホフマンと林学科の教授と学生  
(第二列左から三人目がホフマン、その後ろに諸戸)



図17 ホフマン式工事の施工地における説明板(2016年、筆者撮影)



図18 禿瘠地植栽協会による1910年頃のトリエステにおける  
黒松植栽の状況(東京大学砂防講座所蔵)

域を訪れた。この一帯はアドリア海沿いのカルスト地域である。第一次世界大戦前から暖房用の薪を採るために樹木を乱採したことと過放牧により、一帯が草木が乏しく土が露出した荒地になり、降雨の度に土砂が流出して被害が発生するようになった。このため官民合同の禿瘠地植栽協会が組織され、黒松の植栽事業を実施し森林の修復を図った(図18)。禿瘠地植栽協会の活動により森林が一度は回復したが、第二次世界大戦時に薪を採るため再び濫伐され壊滅的状況になった。その後、再度植林事業が行われ森林は回

な業績を残した(図16)。ホフマンが日本で行った仕事の一つを、愛知県瀬戸市に見ることが出来る。植生も無く荒廃した丘陵地にあった崩壊地に、ホフマンの指導のもと一九〇五年に愛知県が施工した、「ホフマン式工事」と呼ばれる土砂流出防止と緑化のための工事である(図17)。  
また、ホフマンは講義の傍ら日本各地の森林を調査し、森林と河川の特徴、砂防工法、林業事情、樹木の分布などの知見を、ウィーンなどの森林関係専門誌に発表した。さらに一九一三年には、*Aus den Waldungen des fernem Ostiens, Forstliche Reisen und Studien in Japan, Formosa, Korea und den angrenzenden Gebieten Ostasiens* (『極東の森林から——日本、台湾、朝鮮およびその他の東アジア地域における森林に関する視察旅行と研究』)をドイツ語で著した。この副題を見て分かるように、ホフマンは日本と周辺地域の

森林と林業などの事情(砂防工事の状況、森林の植物地理学的特徴、林業の状況、森林と文化との関係など)を欧州で紹介した。<sup>(39)</sup>  
ホフマンはイタリアの国有林野庁長官で定年を迎えた後、ポローニャ大学で二年間教鞭をとった。一九三六年には彼の四十年間にわたる仕事の集大成ともいえる『*La sistemazione idraulico-forestale dei bacini montani* (『砂防工学』)を著した。このなかで日本における砂防工事の事例を紹介している。本書はイタリアにおける砂防に関する初の本格的専門書であり、現在でも大学の教科書として使用されている。<sup>(41)</sup>  
時間が前後するが、ホフマンが日本で教師をしていた五年間は、当時助教であった諸戸北郎がホフマンの仕事を補佐していた。諸戸はホフマンからの助言もあって、一九〇九年から三年間ウィーンの大学に留学し、留学中にオーストリア、イタリアおよび周辺国における多くの砂防工事を視察した。<sup>(42)</sup>一九一〇年の視察旅行でホフマンの故郷であるトリエステ周辺地



図14 下流側からのぞむポンテ・アルト堰堤(2014年、筆者撮影)

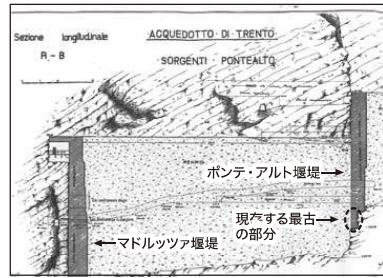


図15 ポンテ・アルト砂防堰堤縦断面図

流出を減じるためにポンテ・アルト砂防堰堤が造られた。<sup>(32)</sup>  
当初は木材を使用した高さ二〇メートルの堰堤だったが、その後の洪水によって破壊され、一六一二年に石材を使用し再建された。その後も度々災害を受けその都度再建され、一八八〇年代に高さ四一メートルに達するアーチ構造の練石積堰堤に改築された。図14の下方、滝状に見える部分がポンテ・アルト堰堤で、この堰堤の真上にはフェルシナ溪の上流にある集落へ向かうためのポンテ・アルト橋が架かっている。一八八五年には、堰堤の直下流基礎部の河床が洗堀され危険になったことから、約八〇メートル下流の位置にマドルツァア砂防堰堤が造られた。<sup>(33)</sup>ポンテ・アルト砂防堰堤の下部の三分の二はマドルツァア堰堤による堆積土砂に埋まっているため、直接見ることは出来ないが、ポンテ・アルト砂防堰堤の基礎から高さ五メートルの部分が現存する世界最古の堰堤であ

る(図15)。ポンテ・アルト砂防堰堤は、歴史的建造物として日本の多くの文献にも紹介されており、大正期以降この堰堤を訪れた日本の砂防研究者・技術者も多い。<sup>(34)</sup>

ポンテ・アルト砂防堰堤周辺には堰堤までアプローチできる遊歩道が整備され、市の観光マップには堰堤位置が示されている。堰堤を見下ろす場所にあるレストランの駐車場には説明版が設置されており、砂防の意義を啓発し得るスポットといえる。

日本においては、一七七三年頃に広島県福山市の堂々川で造られた砂防堰堤が現存する最古のものである。その後、日本全国で昭和三〇年頃までに造られた砂防堰堤は、表面に石材が使用されており、自然景観に違和感なく溶け込んでいるものも多い。歴史的価値が高くと評価されている砂防堰堤のなかで、重要文化財に指定されているものが三箇所<sup>(35)</sup>、登録有形文化財に指定のものが約二〇〇箇所ある。これらの多くは、地元自治体、住民等により周辺整備がなされており、地域史のみならず防災教育の教材として、またインフラツーリズムの要素としても活用されることが期待される。

#### 4 明治期から始まった日伊の砂防技術研究協力

##### 4-1 アメリカ・ホフマンと諸戸北郎

日本と欧州諸国との土砂災害に関する技術交流は、二〇世紀初頭に当時の土砂災害対策の先進国であったフランスとオーストリアを、日本の技術者が視察に訪れたことに始まる。

一九〇四年になり、東京帝国大学砂防講座の教師としてホフマンが来日した。ホフマンはヨーロッパアルプス地域における知見に基づいた本格的な砂防の講義を行い、技術者を育成、砂防工事の技術指導を行うなど多大



復し現在に至っている。

森林の荒廃と回復を繰り返したこの経過は、森林荒廃の原因に多少の差異はあるが、濫伐によって山が荒廃したため禁伐令を発し植林を行って森林の回復に努め、明治期以降にまた濫伐が行われ、昭和中期になって森林が回復したという、日本の森林状況の経過<sup>(4)</sup>と似ており大変興味深い。日本とイタリアがその歴史において、自然地理的条件のみならず社会的条件もあわせて有している類似性を垣間見ることが出来る。

#### 4-2 日本とイタリアの土砂災害分野の技術研究協力

日本とイタリア両政府間の科学技術協力協定(一九八八年締結)にもつき、一九九八年開催の第六回日伊科学技術協力合同委員会において、「日伊土砂災害防止会議の設置」(以下「日伊会議」と)土砂災害防止のための総合的な対策手法に関する研究」(以下「共同研究」)を行うことが合意された。この合意には、サルノ土石流災害発生直後の現地調査で日本の砂防研究者が支援を行ったことが直接の契機となった。

日伊会議は一九九九年に第一回を開催し、日本とイタリア交互で二〇一九年までに一一回開催されている。会議には行政と研究における土砂災害担当部署のメンバーが参加し、行政的、技術的課題と対策について意見交換を行っている。これまでに、土石流と地すべりのリスク評価手法、モニタリング技術、ハザードマッピング手法、土砂災害防止工法、災害発生時の危機管理対応などについての情報交換を行ってきた。共同研究では、振動センサーを活用した土石流発生監視システム、光ファイバーを活用した地すべり監視システム、人工衛星データを活用した地震時の大規模崩壊監視システムなどの研究を行ってきた。今後もし引き続き会議と研究を継続発展させていくことを両国間で確認している。<sup>(5)</sup>

#### おわりに

日本とイタリアは、多様な景観と生態系、そして山海の幸、温泉など、豊かな自然の恵みを受けてきた。その一方で、厳しい自然条件に曝された時には土砂災害に悩まされ、その対策として砂防堰堤の整備、荒地地の緑化などの土砂災害防止と植生回復のための営みを長年にわたり実施してきた。そして、明治期後半にはホフマンが日本の砂防教育、技術者育成などに足跡を残し、その後トレントなどの堰堤を視察し技術を学んだ砂防専門家もいるという歴史的に浅からぬ縁がある。二〇世紀末には両国間で協定を結び、ここ三〇数年間において土砂災害対策に係る情報交換と共同研究を続けてきている。

将来に目を向けると、地球の温暖化の影響による気候変動が進行し、降雨量の増加、降雨強度の増大、台風、熱帯低気圧の強大化などにより、土砂災害発生件数の増加と大規模化が危惧されており、<sup>(6)</sup>すでにその兆候を示す災害が世界各地で発生している。

こうした状況から、土砂災害に対する共通する課題を抱える日本とイタリアが、日伊会議と共同研究を発展的に継続することなどで多くの情報を共有することにより、土砂災害防止・軽減のためのガバナンス、研究、技術開発の充実を図ることが望まれる。

#### 註

- (1) 村上義和編著『イタリアを知るための62章』明石書店、二〇一三年、一一四―一二五頁。
- (2) <https://visitajp/italy/basicinformation> [二〇二一年五月七日閲覧]
- (3) 村上、前掲書、一二三頁。
- (4) 太田猛彦『森林飽和』NHK出版、二〇二二年、六九―一四八頁。

- (5) 詳しくは以下の論文を参照された。西本晴男「東京帝国大学外国人教師、アマリウ・ホフマンの業績についての一考察」『砂防学会誌』第七〇巻第五号、二〇一八年、二四―三三頁。
- (6) 詳しくは以下の論文を参照された。西本晴男「日本人初の砂防担当教授・諸戸北郎の近代砂防における業績」『砂防学会誌』第七〇巻第三号、二〇一七年、一三―二四頁。
- (7) 国土交通省砂防部『第二回日伊土砂災害防止技術会議記録集』一九九九年、一頁、四三―五〇頁。
- (8) Caporali, E., Rinaldi, M., Casaghi, N., "The Arno River Floods", *Giornale di Geologia Applicata* 1, 2005, pp.177-192.
- (9) Provincia Autonoma di Trento, Azienda Speciale di Sistemazione Montana, *Per una difesa del territorio. La sistemazione dei bacini montani in provincia di Trento attraverso i secoli*, Trento, 1991, pp.14-18.
- (10) *Ibid.*, p.14.
- (11) Provincia Autonoma di Trento, Azienda Speciale di Sistemazione Montana, *Contributi per una storia delle sistemazioni idrauliche e forestali in Valsugana*, Trento, 1999, pp.92-103.
- (12) Comune di Forno di Zoldo, Comunità Montana Cadore Longarone Zoldano, *L'alluvione del 1966 in Zoldo. Immagini storiche e profili di intervento*, Verona, 1996, pp.9-69.
- (13) Caporali, Rinaldi, Casaghi, *op.cit.*, pp.177-192.
- (14) *Ibid.*
- (15) *Ibid.*
- (16) 南哲行、山田孝、三好岩生「一九九八年五月にイタリア南部Sarno市周辺で発生した土石流災害」『砂防と治水』第二二三号、一九九八年、六六―六九頁。
- (17) 同右。
- (18) 同右。
- (19) 同右。
- (20) Caligiaris, C., Zini, L., Cucchi, F., "Debris flow rainfall thresholds in Val Canale Valley: first steps into their redefinition", *WT Transactions on Engineering Sciences*, Vol.73, 2012, pp.49-57.
- (21) Tropeano, D., Turconi, L., Sanna, S., "Debris flows triggered by the 29 August 2003

cloudburst in Val Canale, Eastern Italian Alps", *Internationales Symposium INTERPREVENT 2004 - RIVA/TRENT*, 2004, pp.121-132.

(22) *Ibid.*

(23) *Ibid.*

(24) 度山「昭和六年欧米旅行日記(第三回)」『砂防』二四号、一九三二年、三二―四三頁。度山は、諸戸北郎のペンネームである。

(25) Corpo Forestale dello Stato, *Foresta di Torrisio. Patrimonio culturale e naturale 1007-2013. Dieci secoli di storia di nomi e boschi*, Udine, 2013, pp.235-237. アルベルト・ホフマンは日本で生まれた。

(26) 石弘之『歴史を変えた火山噴火』刀水書房、二〇二二年、七〇―八三頁。

(27) 同右。

(28) スカンドーネ・ロベルト「スベオ火山噴火概要を考えられる噴火シナリオ」『国際シンポジウム「火山防災と広域避難」——イタリア・スベオ火山60万人の避難計画——報告書』二〇〇六年、二九―三六頁。

(29) 井上公夫『噴火の土砂洪水災害——天目の浅間焼けと鎌原土石なだれ』古今書院、二〇〇九年、三四―七二頁。

(30) 藤井正嗣、額綱一『地震・津波と火山の事典』丸善、二〇〇八年、一五六―一五七頁。

(31) 文部科学省「我が国の火山研究の現状」『科学技術・学術審議会測地学分科会火山研究推進委員会第一回資料』二〇一〇年、一一―九頁。

(32) 武居有恒「学問・研究の変遷」『日本砂防史』社団法人全国治水砂防協会、一九八六年、五二―三頁。

(33) Provincia Autonoma di Trento, *Ponte Alto barrage and Madruzzo secondary barrage on Fersina stream*, Trento, 2014, pp.1-8.

(34) 大久保誠「Ponte Alto 砂防堰堤のごとく」『砂防と治水』第一五九号、二〇〇四年、一〇三―一〇七頁。

(35) 例えば、村上恵「わが国における砂防の推移」『砂防学会誌』第一六号、一九五五年、一―七頁。

(36) 重要文化財(建造物)に指定されている砂防施設は次の三箇所である。牛伏川本流水路(牛伏川階段工)(長野県松本市、平成二四年指定)、常願寺川砂防施設(富山県富山市、平成二二年に一施設を指定、平成二九年に二施設を追加指定)、紅葉谷川庭園砂防施設(広島県廿日市市宮島町、令和二年指定)。

- (37) 詳しくは以下の論文を参照されたい。西本晴男「近代砂防草創期の砂防教育事情」『砂防学会誌』第七〇巻第五号、二〇一八年、一五一―二三頁。
- (38) Hofmann, A., *Aus den Waldungen des fernen Ostens. Forstliche Reisen und Studien in Japan, Formosa, Korea und den angrenzenden Gebieten Ostasiens*. Wilhelm Prick, k. u. k. Hofbuchhändler, Wien und Leipzig, 1913, pp.1-225.
- (39) 詳しくは、西本「前掲論文」二〇一八年註5) 二四―二三頁を参照されたい。
- (40) Hofmann, A., *La sistemazione idraulico-forestale dei bacini montani*. Unione Tipografico-Editrice Trivinese, Torino, 1936, pp.1-257. 邦文タイトルは、本書の構成で内容をよまえて『砂防工学』とした。
- (41) Hofmann, A., Gastini, E., Presci, E., Preti, F., *Imparare dalle radici delle sistemazioni dei bacini Montani: Idronomia montana*, 34, 2016, pp.1-10. この論文の筆頭著者の Hofmann A. は、アルベルト・ホフマンの子、すなわちアメリカ・ホフマンの孫である。彼もイタリアの森林行政に携わった。
- (42) 詳しくは、西本「前掲論文」二〇一七年、一三一―三四頁を参照されたい。
- (43) 諸戸北郎「南欧旅行所感」『大日本山林会報』三三三三号、一九一〇年、一一―一九頁。「禿瘠地植栽協会」はドイツ語名称(不詳)を諸戸が訳出したものである。この中の「禿瘠地」は、草木が無く地山の土が露出している様を禿山(はげやま)に見立てて「禿(とへ)の字を当り、養分が少なく草木の生育に適さなり土地を意味する「瘠地(せきち)と併せた造語である。日本でも昭和三〇年代まで同様な山地・丘陵地が各地に見られた。このような土地を昭和初期以降の砂防関係文献では「禿瘠地(とへくしやち)と称している。
- (44) 太田「前掲書」一一九―一二三頁。
- (45) 相良渉「第11回日伊土砂災害防止技術会議出張報告」『saboi』第二二六号、二〇一九年、三〇―三三頁。
- (46) 環境省『気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書第1作業部会報告書(自然科学的根拠)』と従来のIPCC報告書の、政策決定者向け要約(SPM)における主な評価』二〇二二年、一一―一一頁。

#### 図版出典

- 図 1 註9、p.15の図に加筆。
- 図 3 註11、p.93から引用。
- 図 4 註12、p.53から引用。

- 図 5 註8、p.187から引用。
- 図 6 註16、六七頁の図に加筆。
- 図 7 註7、二頁から引用。
- 図 8 註11、p.123の図に加筆。
- 図 9 Protezione Civile della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia 提供。
- 図 12 Abantino, E., *Vesuvio. A volcano and its history*. Napoli: Caravallio Publishing, p.58 の図に加筆。
- 図 13 註29、口絵らに加筆。
- 図 15 註32、p.3の図に加筆。
- 図 16 Kreuner, J., Linhart, R., Linhart, S., Pranzler, P., Pauer, E., *Japanforschung in Österreich*. Institut für Japnologie, Universität Wien, Wien, 1976, p.67 の写真を引用。
- (にしもと はるか)筑波大学元教授(株東京建設コンサルタン)