

フランス・サボア県における砂防事業の特徴

株式会社東京建設コンサルタント ○梶昭仁
筑波大学大学院生命環境科学研究科 西本晴男、中根和彦

1. はじめに

オーストリアやフランスなど欧州諸国の砂防は、日本の近代砂防に大きな影響を与えた。長野県牛伏川の階段工は、1910年代に欧州を視察した内務省の池田圓男技師が、フランスのサニエル(Sanieres)渓を手本として設計したことで有名である。欧州諸国における砂防のうち、オーストリアにおける砂防の取組に関する報告は、例えば、島ら(2014)、渡邊ら(2014)があるが、フランスにおける近年の砂防の取組の報告は、主にサニエル渓での現地調査(例えば、嶋(2006))の他は、山越(2006)の報告に限られ、あまり多くない。筆者らは、欧州諸国における砂防の歴史と日本の関係および現在の状況、取組み等を把握するため、フランスを含む欧州諸国での現地調査を実施した。本報告ではその一部であるフランス・サボア(Savoie)県での調査結果を報告する。

2. サボア県の概要

サボア県はフランスの南東部に位置し、フランスの砂防事業を担う RTM (Restauration des Terrains en Montagne、山地修復庁)の本部があるグルノーブル市に隣接する。県内にはアルプス山脈が位置し、地形の大半が山地で、主な河川としてイゼール川(Isère)とその支川であるアルク川(l'Arc)が流れる。南側は牛伏川階段工の手本となったサニエル渓があるオートザルプ(Hautes Alpes)県に接する。



3. モレール (Morel) 渓

モレール渓はイゼール川の左支渓で、Belleville (直訳：美しい渓谷) 集落を流れる流域面積約 34km²、標高約 2,600m に源を発する流路延長約 10km の溪流である。溪流左岸に、大規模な崩壊地が存在するため、崩壊地脚部の侵食を防止する目的で、崩壊地上流に呑口部を設けた延長約 1km の隧道が 1902 年～1906 年に施工されている。隧道の吐出部は滝の様相を呈しており、吐出部下流には 1905 年～1912 年に施工された床固工群により、溪床の固定、溪床勾配の緩和および流路の整正が図られている。工事完成後の写真と比較すると、施工後 100 年以上が経過し、溪流の安定化が図られ、構造物も周辺環境になじんだ景観を呈している。現在は溪流の両側が遊歩道となっており、多数の説明版が設置され、環境学習、防災学習の場としての整備がされている。

なお、「砂防」第 55 号 (1937 年) で東京帝国大学の砂防工学講座教授の伊藤武夫博士が、この溪流における砂防工事の内容を記述しており、さらに、「砂防工事参考写真説明書」(1935 年頃) で初代京都大学砂防教室教授の村上恵二博士がモレール渓に隣接するセシュロン (Sècheron) 渓の災害と復旧の内容を記述し、当地における砂防事業を日本で紹介している。



計画平面図



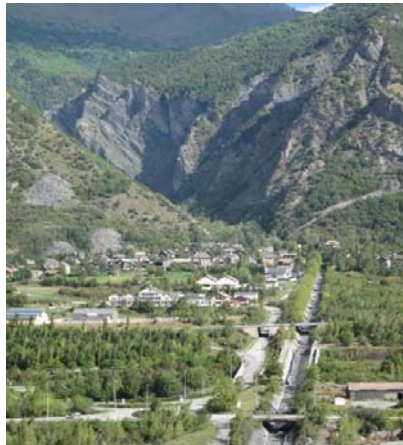
工事完成間近のモレール渓 (1909 年)



現在 (2014 年) の隧道吐出部と流路工

4. サン・ジュリアン (Saint-Julien) 渓

サン・ジュリアン渓はアルク川の右支渓で、Saint-Julien-Montdenis 集落を流れる流域面積約 20km²、標高約 2,800m に源を発する流路延長約 8km の溪流であり、モレール渓と同様、伊藤博士が、当地における砂防事業を日本に紹介している。1892 年の災害を契機に行われた砂防事業は、上流の大規模荒廃地対策としての隧道に加え、谷出口より下流では床固工群と石張り護岸によって直線化されたことが当時の写真よりわかる。今回の現地調査では年代の古い対策工以外に、高さ約 5m のコンクリートスリット堰堤 (2003 年施工) が確認できた。周辺の巨石の大きさに対して、スリット幅が広く思われたが、堰堤上流にはスリット幅と同程度の大きさの巨石が存在していた。また、中流部にある堰堤上には、ワイヤーロープで円柱状のコンクリートブロックを吊り下げたハネルセンサー型式の土石流検知センサーとテレメーターが設置されており、土石流の発生が検知、送信されるようになっている。



Saint-Julien 溪 (左:工事前 1898 年,中央:工事後 1903 年⁶⁾,右:現在 2014 年)

土石流検知センサー

5. マニバル (Manival) 溪

マニバル溪はイゼール川の右支溪で、St. Ismeir 村を流れる流域面積 3.6km²、標高約 1,700mに源を発する流路延長約 3km の溪流である。地質はジュラ紀の石灰岩及び泥岩で、最上流部は崩壊が著しく、崩壊抑制を目的に、オーストリア松による植林が継続して実施されている。この地における砂防事業の歴史は古く、RTM の 150 年史 (1860 年～2010 年)⁷⁾において、その事業経緯がとりまとめられている。溪流の上流部では 1865 年の大水害を契機に、19 世紀後半に建造された 60 基の石積み堰堤が存在し、以降に建造された堰堤を含めると現在では 100 基以上が存在している。堰堤群は構成する材料や積み方が部分的に異なるものが見られ、修復しながらその機能を果たしていると考えられる。堰堤水通し部と袖部の形状は明確に分かれていない。巨石を組み込んだ構造の堰堤もみられる。

上流部では古くからの石積み堰堤が存在する一方で、下流部では現代的なコンクリート製の堰堤が見られる。様々な水通し形状 (水通し袖勾配) の堰堤が存在し、画一的でない工夫が見られる。さらに、中流部には透過型堆積工が建造されており、その水通しはオーストリアでも多く見られる下流側に張出しをつけた型式で、屈曲部のある断面形状となっている。

また、溪流内にはこの地域で最初の土石流観測所が設置されており、音響センサーやテレビカメラ、超音波流速計による計測が実施されている。さらに、調査用タグを埋め込んだ礫や LiDAR (航空レーザー測量) を用いて河床変動状況が調査されている。



上流の石積堰堤 (左: 1921 年撮影, 右: 現在 2014 年)

コンクリート製透過型堆積工

6. おわりに

フランス・サボア県における砂防事業について現地調査を行った。当地では古くから砂防事業が実施されており、その内容は欧州を視察した日本人技師を通じて日本にも紹介され、日本の近代砂防の発展に寄与していたことが考えられる。また、歴史的な施設だけでなく、新たな施設を組み合わせる砂防対策を行っている現状を確認できた。

マニバル溪の調査にあたっては、リヨン大学の Oldrich Navratil 氏、IRSTEA の Frédéric Liébault 氏、Alain Rocking 氏に資料提供・現地調査で大変お世話になった。

参考文献

- 1) 島 健、西本晴男、北原哲郎、秋山浩一：オーストリアにおける砂防堰堤の特徴、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集、2) 渡邊尚、亀江幸二、丸井英明、片嶋啓介：オーストリアにおける砂防の取組に関する一報告、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集、3) 嶋大尚：第 1 回海外砂防セミナー及び現地視察に参加して、SABO、Vol. 88、p. 24-27、2006、4) 山越隆雄：フランスにおける土砂災害と対策の現状、砂防学会誌、Vol. 59、No. 2、p. 59-63、2006、5) 山越隆雄：フランスにおける RTM (山地修復) 事業の歴史、砂防と治水、39 巻、3 号、p. 97-101、2006、6) J. Messines du Sourbier, Les calamités publiques en Savoie au cours de l'année 1938(suite), 1939、7) 150 ans de lutte contre les risques naturels : http://www.irma-grenoble.com/05documentation/03phototheque_diaporamaRTM.php