

オーストリアにおける砂防の取組に関する一報告

一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 亀江 幸二 ○渡邊 尚
 新潟大学災害・復興科学研究所 丸井 英明
 株式会社地圏総合コンサルタント 片嶋 啓介

1. はじめに

オーストリアにおける砂防の取組は古くから行われ、近代における砂防の先進国の一つであった。そのため、我が国でも砂防技術の発展の過程の中で、明治時代に日本技術者の現地留学や政府によるオーストリア技術者の招聘を通じ、技術や情報を取り込んできた歴史がある。

日本とオーストリアの砂防の取組については、いくつかの点で異なるが、今回、オーストリアの黎明期の砂防の取組に関する文献資料調査、現地の砂防分野の行政官やOB、学識者へのヒアリング、また現地調査を行った結果をもとに、オーストリアの砂防の特徴的な事項と思われる点について、その一部を報告する。

2. オーストリアの国土条件と溪流対策

2.1 地形・地質

オーストリアは中部ヨーロッパの内陸に位置し、面積は北海道と同程度の83,871km²、国土の6割以上を海拔500m以上の高標高のアルプス山脈が占めている。

地質的には国土を東西方向に走るアルプスの高山地域と平行に、北側から順にモラッセ（粗粒碎屑物からなる第三紀の堆積層）、フリッシュ（泥岩、砂岩の互層状堆積層）、石灰岩、変成岩（構造的に破砕された部分を含む）、石灰岩が分布している（図1）。

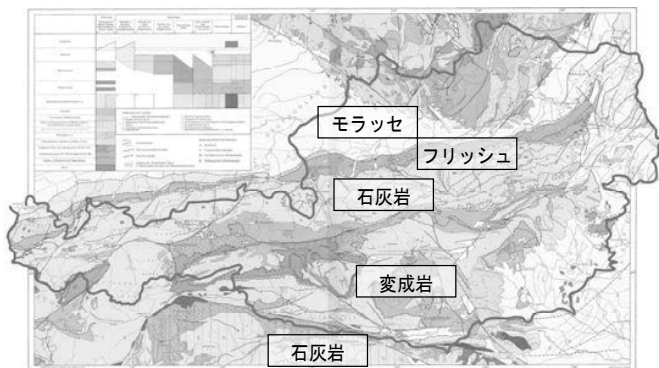


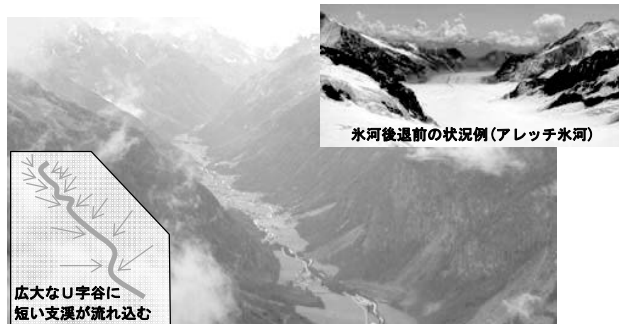
図1 オーストリアの地質

2.2 氷河分布

オーストリアでは最後の氷期といわれるウルム氷期に西部の高山地帯を含む広範囲が氷河で覆われていた（図2）。これら氷河の厚さはザルツブルクで1,200m、高山地帯では2,000mを超える箇所もあり、この時期の氷河の侵食作用により、オーストリアの特徴的な地形であるU字谷（氷食谷）が形成されている。



図2 オーストリアの氷河分布



氷河がもたらした広大なU字谷と短い支溪の例
 (チロ州ザンクト・レオンハルト・イム・ピッツタール)

2.3 溪流対策事象（モレーン）

氷河によるU字谷形成の際、流下する氷河が削り取った岩屑が谷底に堆積、あるいは支溪部に埋積してモレーンが形成されるが、氷河の消失後、このモレーンが降雨等によって流出し土砂災害を発生させる。

オーストリアではこのモレーン対策を溪流対策の主要な対象として捉えている。すなわち、オーストリアではU字谷の底部分に相当する勾配の緩い本川部ではなく、むしろU字谷の壁に相当する急勾配の支溪部を主たる対象地として砂防事業が実施されている。

このため、砂防の対象流域面積や流路延長は日本のものより小規模のものが多く（表1）。このことがオーストリアでは、日本とは異なり大規模な砂防施設を必要としなかった理由の一つであると考えられる。

表1 オーストリアの主要な砂防事業対象地域

※文献調査と砂防行政担当者・OBへのヒアリング結果から作成

No	地域名	溪流名	流域面積 (全体) (km ²)	流路延長 (全体) (m)	着工年 (または期間)
1	Oberdrautaler Wildbäche	Draßnitz-, Gnoppnitz-, Gragraben	40.7	14,000	1850 ~1860
2	Hallstadt	Hallstätter Mühlbach	3.3	2,500	1885 ~1888
3	Schwaz	Lahnbach	8.0	3,000	1882 ~1985
4	Reichenau an der Rax	Grießleitenbach - Preinerbach, Katharinsperre	5.0	4,000	1894
5	St. Aegy am Neuwalde	Keerbach	36.1	9,000	1933~
6	Zell am See	Schmittenbach	11.0	4,800	1886 ~1899
7	Klosterneuburg	Brunnengraben	1.1	1,200	1925 ~1930
8	Königstetten	Marleitenbach	3.7	2,400	1930 ~1935
9	Klosterneuburg	Neudauergraben	3.3	2,300	1925 ~1930
10	St. Andrä-Wördern	Hagenbach	10.2	11,700	1920 ~1942

2.4 筏流しのために発達した溪流工事

ザルツブルク東方のザルツカンマーゲート周辺では17世紀初め頃から製塩が盛んに行われるようになった。この製塩では燃料として大量の木材を必要としたため森林を伐採し、伐採木で筏を組み、溪流を流下させて搬出するという手法が発達した。またその際、筏をスムーズに流すため以下の施設が考案され、整備された。

- ①筏流し用溪流の輸送能力を維持・改良するための「水門付き堰（クラウゼン）、突堤」

- ②洪水や筏流しによる損傷を防ぐための「護岸、突堤、緩衝壁」
- ③土砂流出による川底と兩岸の侵食防止のための「横工（床固工は落差2～3m）、護岸」

こうした独自の溪流技術が発達した一方で、森林伐採による山地の荒廃が進んだ結果、1897年と1899年に大規模な土砂災害が発生した。これらの災害では数多くの溪流施設が破壊されたが、堅固な石造り等の施設は被災を免れ、その後の“砂防”に重要な手掛かりを与えた。すなわち「水門付き堰」は『堰堤』として、「突堤」は『水制工』として、「護岸、緩衝壁」は、『護岸、導流工』として、また「横工」は『帯工、床固工』として機能することが明らかとなり、これらが後の砂防技術に活かされていくこととなった。



筏流しのために設置された水門付き堰

3. オーストリアにおける砂防部局と大学の連携

3.1 オーストリアの砂防部局

オーストリアの砂防事業は1882年に南部のKarnten, Tirol, Krain 地域で発生した大災害を契機として1884年に始まり、砂防法に相当する「山岳河川の安全な誘導対策に関する法律」の制定と、オーストリア・ハンガリー帝国溪流対策営林技術局の設立が行われた。

第一次世界大戦後には「オーストリー・ハンガリー帝国」の崩壊や溪流対策の必要性の高まり受け、支局の細分化が行われ、現在に至っている（図4）。

また、オーストリアの砂防事業は、国直轄のみで行われており、かつ直営により工事が実施されている。



図4 オーストリアの砂防支局区分(1921年以降)

なおオーストリアではWang等をはじめとして著名な研究者・技術者による著書が多く存在するが、日本の河川・砂防技術基準や水系砂防計画の基本計画書に相当するような統一的な技術基準や計画書は作成されていない。オーストリアでは各支局長の裁量の下、各現場に適したそれぞれ独自の対策が、個別に計画・実施されている。

3.2 オーストリアにおける砂防研究

オーストリアで砂防教育を実施している大学機関はウィーン農科大学(Universitat für Bodenkultur)のみであり、「オーストリア・ハンガリー帝国溪流対策営林

技術局」の設立に先立ち1878年に林学部門の中に設立された「山林学講座」が発祥となり、現在に至る。

この農科大学の砂防研究室で指導にあたった歴代教授は表2に示すとおりであり、日本の砂防の取組にも影響・関連があった著名な技術者が歴任している。

また表2および図5に示すように、多くの農科大学の教授が砂防行政の局長や支局長を兼任している。

表2 ウィーン農科大学山林学講座の歴代教授

※文献調査と砂防行政担当者・OBへのヒアリング結果から作成

年代	教授名	大学で実施した特筆すべき事項	農林省ポスト
1878～1886	Arthur von Seckendorff-Gudent	特別講義として「山地における造林及び野溪改良(砂防)工事」に関する講義を実施	
1888～1917	Ferdinand Wang	ドイツ語で書かれた初の教科書「砂防工事の原理」を執筆	砂防局長を兼任
1917～1920	Amerigo Hofmann	農科大で教職に就くとともに1904～1909年は日本でも砂防を教えた	溪流対策局副局長を兼任
1920～1922	Leo Hauska	大学における砂防教育を実施	
1922～1945	Paul Winter	ヘルテル(O. Härtel)とともに新しい教科書「砂防及び雪崩防止」執筆	農業・営林局長を兼任
1945～1950	Adolf Wehrmann	「砂防工事における越流横工」を執筆	支局長を兼任
1950～1951	Josef Stiny	砂防における地質的、地形的な考察に関する功績があり、多くの著書も残す	
1952～1971	Albert Weber	ハンドブック「農業水理学」を執筆	溪流・雪崩局長を兼任
1971～1990	Herbert Aulitzky	ハザードゾーニング(危険区域の設定)の基本的な部分を作り上げた	支局長を兼任
1990～2001	Hanns Wolfgang Weinmeister	大学における砂防教育を実施 国外との研究交流の実施	
2002～2007頃	Dieter Rickenmann	大学における砂防教育を実施	

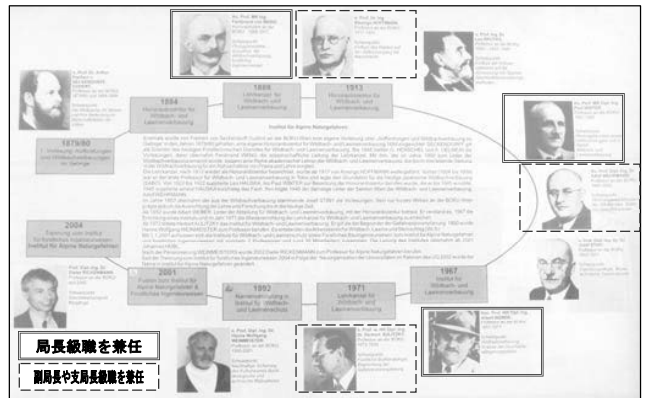


図5 大学砂防研究室の歴代教授と行政職との兼務

3.3 砂防行政と大学の連携がもたらしたもの

オーストリアでは統一的な技術基準等がなく、また、各支局長が日本よりも長い期間在任している。そのため、地域独自の対策が発展してきたと考えられる。しかし、今回の調査では各地域における対策に関してそれほど大きな差異は見られなかった。

これには様々な理由が考えられるが、その一つとして、大学教授が責任ある行政職を兼任し、学生に最新・最前線の生きた砂防教育を行ったことがオーストリアの砂防技術者の間に、共通する砂防技術が醸成され、発達してきた所以ではないかと考えられる。

4. おわりに

オーストリアの砂防事業には日本とは異なる点が多くあるが、それらは日本と異なる自然条件や対象とする土砂災害の発生要因に対する取組の差であることを今回の調査で改めて確認した。

対象とする土砂移動現象の形態、規模、特性等を踏まえ、場の条件に合った対応策や制度を合理的に導入することが、効率的・効果的に対策事業を行うことにつながることを、今回、オーストリアの砂防の取組についての調査を通じ、改めて学ぶことができた。