

# 土砂災害防止法に関する海外調査団報告（その2）

## 土砂災害防止法に関する海外調査団

### 1. はじめに

前回は、概略行程及びオーストリアにおける危険区域設定に関する調査結果について報告を行った。第2回の今回は、スイスにおける危険区域設定に関する調査結果について報告する。スイスにおける調査は、平成13年4月5日～4月8日の4日間であり、この間にチューリヒ州、ベルン州、ルツェルン州、ウリ州、ヴァリス州の5つの州で現地調査並びに地元職員の説明及び討議を行った。4日間で5つの州を回るため、朝の8時前に宿舎を出発し、夜9時すぎに宿に到着しようとした強行軍もあった（ただ、緯度が高いため、夜9時でも薄明であった）が、貴重な情報が入手でき非常に有意義であった。

スイスの調査報告を行う前に、行政のシステム等について簡単に触れておく。

スイスは26のカントン（州）が加盟してできた連邦国家である。カントンは、ゲマインデと呼ばれる自治体により構成されており、連邦、カントン、ゲマインデは、日本でいう国、都道府県、市町村に相当するが、日本との大きな違いは、各カントンはそれぞれ独立した国のように憲法や政府、議会を持つということである。これはスイスが、ゲマインデという自治組織単位が外圧から身を守るため協力して同盟を結び成り立ったという歴史から来ているものであり、そのため住民の自治意識も高く、ゲマインデ>カントン>連邦といった力関係が形成されている様であった。（オーストリアでは、国>州>自治体であった。）このことが、危険区域図作成についても影響を与えている印象をうけた。

### 2. スイスにおける危険区域に関する調査結果

下表にスイスにおける現地調査のスケジュールを

調査スケジュール

月 日	午 前	午 後
3月31日 土	10:45 成田発 (OS556)	16:10 Wien 着
4月1日 日	Wien Westbahnhof9:17 Jenbach14:09	
4月2日 月	第1回ワークショップ 危険区域図に関する連邦法 危険区域統計 危険区域図の作成法 Tyrol 及び Zillertal における危険区域図	・ Hintertux の事例紹介 ・ Hintertux 現地調査
4月3日 火	第2回ワークショップ 地方政府の見地による危険区域図作成 日本の砂防紹介 Gerlos の事例紹介	・ Gerlos 現地調査
4月4日 水	ワークショップの評価、まとめ Innsbruck 大学訪問	・ Innsbruck12:41 Zurich HB16:27
4月5日 木	the Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (ETH)訪問 日本の現状紹介	・ Zurich 州職員訪問
4月6日 金	Lammbach にて現地調査 (Schwanden/Brienz)	・ Federal Agencies(FOWG)職員訪問 ・ 日本の砂防紹介
4月7日 土	Sorenberg にて地すべり地調査 専門家訪問	・ Uri 州：洪水計画 ・ 職員訪問
4月8日 日	Brig (1993年被災地) 訪問 Baltschieder (2000年被災地)訪問 職員訪問	・ Randa (Rockfall) 現地調査 ・ 職員訪問
4月9日 月	Zermatt Bern Zurich	14:00 Zurich 発 (SR168)
4月10日 火	8:50 東京着	

示す。スイスでは、カントン（州）、及びゲマインデ（自治体）の担当者の説明及び討議を行った後、現地調査を行った。

#### 2.1 4月5日

##### (1) スイス連邦工科大学 水力学、水文学、氷河学研究室にて

スイスでは、まずはじめにスイス連邦工科大学のVAW（水力学、水文学、氷河学研究室）を訪問した。VAWは、スイス連邦工科大学チューリヒ校（ETHZ）の研究所で、ヨーロッパでも主要な研究所の1つであり、1930年に設立された。この研究室では、従来からの観測、調査による研究に加え模型実験、コンピュータを用いたシミュレーションを行っている。

研究対象の中には、雪崩の予測等もある。例えば、ユングフラウでは人が危険な区域に立入ることができることから、雪崩災害の予測を行っている。予測



は、2~3日前に出すのだが、あまり早く出して空振ると信じてもらえなくなり、遅すぎると文句が出るそうである。このあたりは、万国共通の悩みのようなものである。

研究費は、連邦と一部企業からの出資を受けて行っている。民間企業からの依頼もあるらしい。後述するが、ウリ州やヴァリス州の災害復旧工事の工法についても、この研究室で模型実験を行い実証したとのことである。

今回、模型実験を行っている実験棟についても見学を行った。担当されている方の話では、現在土石流の模型実験を行っているが、土石流を再現する材料を試行錯誤した結果、ある食物素材が最も土石流の模型実験に適していることが判明したので食品会社に協力を依頼して試用しているそうである。幅広い分野との協力が必要であると実感した次第である。(写真-1)



写真-1 実験装置



写真-2 Birmensdorf市を流れるReppisch川

## (2) チューリッヒ州AWEL (Abfall, Wasser, Energie, und Luft) の職員訪問 Goldi氏

チューリッヒ州は、スイスの中央よりやや北に位置し、面積およそ1,728km<sup>2</sup>で171の市町村からなっている。チューリッヒ州では、洪水災害を例とした危険区域図について調査を行った。

1999年に4つの市町村で試験的に洪水災害の危険区域図の作成がなされるとともに今後の作成の優先順位も決められている。

現地調査は、Birmensdorf市を流れるReppisch川についてである(写真2)。この地点における同河川の流域は、およそ30km<sup>2</sup>で1994年の5月19日に洪水災害が発生した。現地の洪水対策は、被害の拡大が予想される道路に面した箇所や、直接人家に被害の生じる箇所、人家の建替え(地盤をあげること)ができない範囲について護岸や築堤をおこなっていた。しかし、濫氾しても直接人家に被害の出ない畑や緑地については、とくに対策を実施していないようである。部分改修のために未改修部が溢水するのではという苦情は出ないのか聞いてみたが、そういう意識は無いとのことであった。

## (3) キーンホルツ教授による危険区域の考え方の説明

ベルン大学のキーンホルツ教授と会う機会を得たので、スイスの危険区域図について話をうかがった。

スイスでは、危険区域図の作成をコンサルタント(30社くらい)に委託している。オーストリアでは、まだこの種の業務を行うコンサルタントが少ないようで、公的機関が直営で作成しているとのことである。オーストリアで話をうかがったプロナー、スンザーの両氏が設立したコンサルタント会社は、まさに民間初の危険区域検討業務を行っていた会社である。スイスでは各州の専門機関が、危険区域図を必要とする自治体を選定して区域図の作成を実施する。スイスにおける危険区域図作成の歴史は、Avalanche(雪崩)については1955年から作成を始めたそうである。そして1991年にカントン(州)が危険区域図を作成するようになった。そして1997年に「危険区域図の作成の仕方と土地利用の手引き」を連邦政府が策定した。1997年以降、全ての州が、危険区域図を作成している。avalanche(雪崩)についての危険区域図は現在スイス全体で実施済であるが、洪水については60~70箇所で全体の10%程度で

ある。2000年度は、55,000万スイスフランを洪水と土石流の危険区域図作成に充てた。しかしRockfall（斜面崩壊）やlandslide（地すべり）は、2, 3しかマップが無いとのことであった。

スイスにおける危険区域図の持つ色の意味は、

**■**：建築禁止区域

**■**：（ここはオーストリアの黄色）：建築許可を与える区域（但し教会など集客施設は不可）

**黄色**：情報を与える区域（殆ど大丈夫。もしかしたら来るかも程度）

**黄\*白のストライプ**：さらに危険度（頻度）の低い区域

となっている。例えばダム工が完成すると、その下流は黄白ストライプに変わったりする。このように、各区域の境界は対策工事の実施により変更される事例があるとのことである。

これらの区域は、想定災害の規模と頻度により区域分けされる。

余談ではあるが、キーンホルツ氏の名前は、翌日訪ねる予定のキーンホルツ村と同じで、日本語にするとキーンは松でホルツは木であるので「松木」ということになる。その名の由来は、同村が過去に土石流災害を受け壊滅した時に、唯一生き残った少年の名前で、教会で結婚した人の名簿でわかったという。（本当はおじいさんがもう一人救助されたが、助かったといううれしさのあまり昇天してしまったというのが昔話である）。このように、土砂災害に関係する地名と同じ名前を持つことから、教授は、多分この少年の子孫であると思うとのことであり、さらに砂防に関する職についていることを誇りに思っているとのことであった。

なお、教授は、オーストリアでお世話になったワインマイスター教授の退官に伴う後任選出委員会の委員でもある。他国の大学教授の審査に参加するのは、まさにヨーロッパの国際性を感じてしまう。

## 2.2 4月6日

(1) ランバッハ溪流（ブリエンツ近郊のシュヴァンデン）にて現地調査

○シュヴァンデンにおける危険区域図について（ツインマーマン氏）

シュヴァンデンはベルン州の南にあるブリエンツ湖の北東岸のブリエンツのそばにある。（図-1）今

回、現地をおとずれたのは、シュヴァンデンを流れるランバッハ溪流周辺である。



図1 ブリエンツ位置図

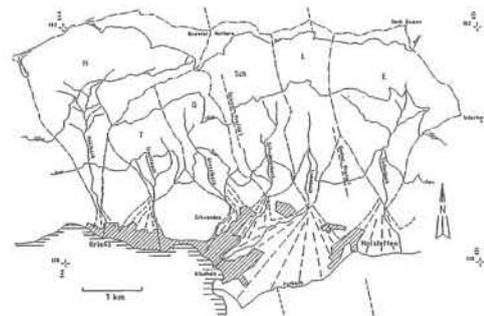


Fig.2 Die Brienser Wiltürme  
Les torrens de Brienz  
Situation of the Sixten Mountain Torrens

図2 キーンホルツ周辺図

ブリエンツ、シュヴァンデン、キーンホルツの3つの村は、土石流、落石、地すべり災害の危険箇所であり、5つの大きな溪流が存在する。1499年キーンホルツ村は、土石流災害を被り、近年では1896年に人家、道路、鉄道が損壊した。1896年の被災後に対策工事を実施した（溪流上流域に砂防ダムを施工）。同時に森林制御により災害に対応してきた。



図-3 キーンホルツ危険区域の手引き図

**■**：土石流により住居、道路、鉄道などがあり被害の出る範囲。

**■**：無施設だが塗ってある。

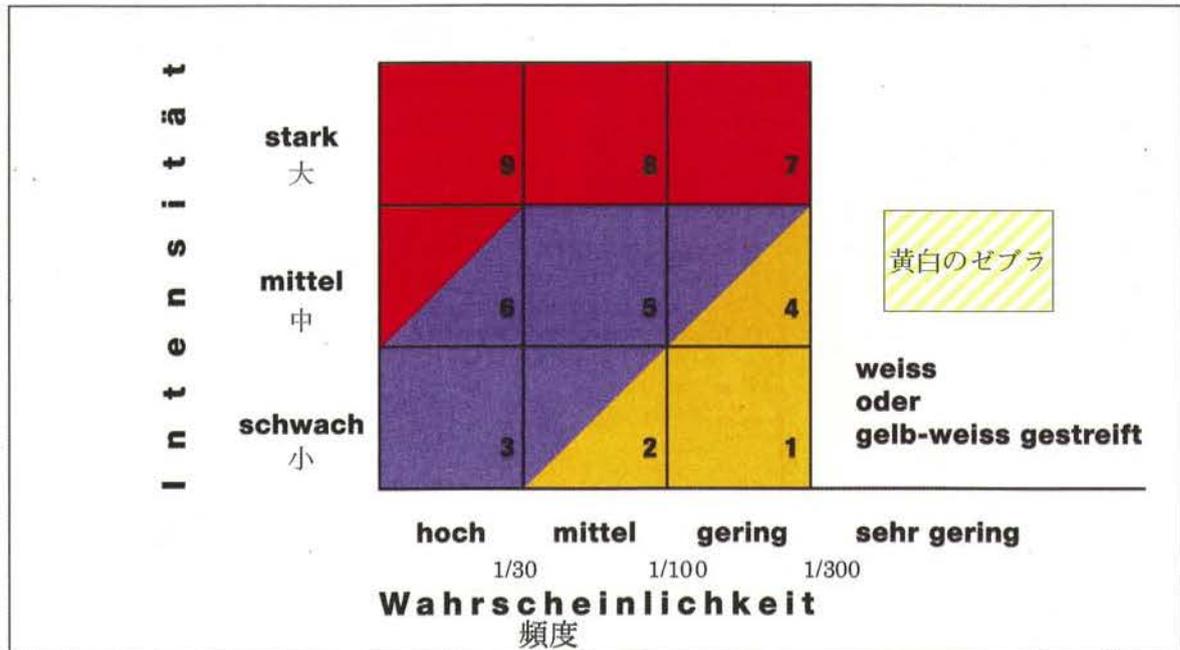


図4 危険区域図設定の考え方

100年前の対策が現在も効果を発揮し、おかげで以降損害を受けていない。(図-2)

1901年に地すべりが発生し、村まで土砂が押し寄せた。その後100年間は災害はなかった。これは、災害が発生しなかった事に加え危険区域図の作成を行ったことによるものである。バーン州は、6~7年前に危険区域図の手引となる図を作成した。同図(1/25000)は、洪水、落石、土石流等の情報とその指針を示すものである。(図-3)

この図-3は、土石流の一般予測のみであり、頻度・規模の予測は入っていない。

土地利用計画(開発、建築許可)には危険区域図が必要である。

危険区域図の縮尺は1/5000~1/10000で、そこらには頻度、規模情報が入っている。

手引図は、現在州全体についてできている。そして危険区域図は市町村毎に作られている。危険区域図を作成することで溪流により危険となる区域が分かり、「危険区域図の作成の仕方と土地利用の手引き」を基に土地利用の勧告が行われる。同手引書における基本的考え方を示す箇所を抜粋して図-4.5に示す。

図-4の色分けは、規模-頻度により線引きされている。例えば、土石流は規模で見ると、流動深1m以上で流速1m以上の場合「高い」、堆積深1m以下



図-5 危険区域図凡例

で流速1m以下の場合「中」などとなっており、現象により基準が異なる。例えば、雪崩では単位面積あたりの圧力などである。そして生起頻度と組み合わせられている。これらは各自自治体により違いがある

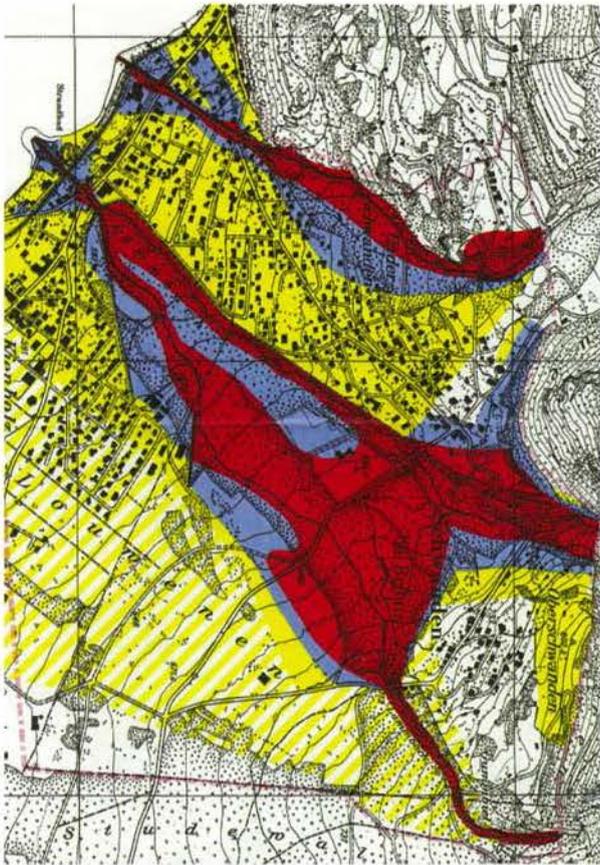


図-6 キーンホルツ周辺の危険区域図

が、基本的に規模・頻度を組み合わせて評価している。

**黄色**：頻度は低く規模は小～中くらい

**青色**：頻度が高く、規模は小～中

**赤色**：最も危険である

ストライプ（黄白）は、確率・頻度でのみ評価される。（確率が極めて低いもの）

どの自然災害でもこれを基に作られている。

危険区域図の着色は同時に、土地利用の規制を意味している。

**赤**：人が建物の中にも危険である。新しい建物は建ててはいけない。

**青**：完全に建物は壊れないだろう。人が建物の中にいる時は損害を受けない  
→つまり外にいと危険。キャンプ場などの情報としても有効である。

**黄**：損害のあり得る場所。ここに住んでいる人は安全であろう。

青は、建物の新築は可能だが、建物は災害に対し

保護（補強・対策）を行わなければならない。以上が危険区域図の作成法と解釈・運用するときの基本的な考え方である。

キーンホルツ周辺における危険区域図の事例を図-6に示す。

建物補強に必要な力も、同図に示されるゾーン毎に設定される強度に基づくのである。

ただ、地すべりについては、強度でなく速度で示されている。

基準線上にある家の扱いは、より危険側を適用する（赤と青の境は赤で扱う）が、実際は家を取り込む形で線引きしている。

この基準は、連邦が手引き書により全国で適用している。しかし運用については、州～自治体により行われている。

○危険区域図のシュヴァンデンにおける運用について（ベルン州 フォレス氏による説明）

ベルン州では1971年以降どこの村でも、土地（空間）利用図が必要となった（10年更新）。



図-7 ベルン州の土地（空間）利用図

この写真の図（図-7）は1985年に新しく2つの場所を追加したもの。1/2000縮尺でオレンジが住居地区、赤は住居・工業地区、黄は危険な所だが、この図ではあまり関係ない。

1997年に新規の区域図作成を計画した。

シュヴァンデンはベルン州の中でも最初に作図を始めた。当時はまだ区域図作成の技術が普及しておらず、ツィンマーマン氏の会社に依頼した。

危険区域図を作るときは、州と自治体で話し合いをして線引きを決めた。反対する人もいたが、対策や補強の方法などを説明し、合意を得た。

1985年の区域図作成時に赤の区域つまり住居の建



てられない区域を設定したが、このとき既にこの赤い区域に11戸の人家を建てる計画があった。その後の話し合いで、建築を中止した。しかしその後、護岸（築堤ダム）を作ったから安全になり区域も赤→黄色と変更された。幸運だったのはこの赤の区域は、村の土地だったので争いは起きなかった。土地は村のものだが家は個人のもので、現在は11戸の人家が建っている。

もしその区域で実際に災害が起これば自治体の責任となってしまう（土地利用を定めたのは村であるため）。

その災害における護岸の機能については、専門家が見に来て、ダムが元々壊れてなかったなどを調査する。もしそれで護岸に異常がなければ（止むを得ない災害として）、ベルン州の保険会社が保証する。もしダムが小さいとか、構造上の問題があれば、調査会社（エンジニア）のほうの保険でまかなわれる。ただし保険は全ての個人（企業）が加入しており、州や村が入っているものではない。このあたりは保険制度の定着した国であると実感させられた。

現在、村人はこの区域図設定に満足しているが、1つだけ、赤の区域の中に学校があることが問題となっている。もし今後問題となれば移設が必要と考えている。

○ベルン州における危険区域図の使用について

政治的に見ると、危険区域図の作成は州と市町村で行っている。

集落の保護は市町村の責務であり、連邦と州は（基準の作成などにより）可能な限り市町村を援助する。カントン（州）は、危険区域図の手引を作成し自治体を指導する。

ベルン州ではそれぞれの市町村は全て州の作成した手引書「Achtung Naturgefahrn（ベルン州）」を持っている。他の州でも同じようなものを用いている。

手引書の中には、州と市町村の災害に対する責任が①（危険の存在を）知ること→②（その危険度を）判断すること→③図化すること（危険区域図作成）→④防護対策することと示されている。危険区域図

は非常に重要な役割を果たしているといえる。連邦と州が協力し指導的役割を果たしている。危険区域図作成にかかる費用は、自治体が10%を負担し州と連邦が90%を負担する。90%のうち連邦は70%まで



図-8 ベルン州手引書における規則の考え方



写真3 橋梁部の無堤箇所



写真4 保管された堰板

出す。その比率は各州の財政状況により異なる。

次に、この手引書に記されている具体的な事例について紹介する。(図-8)

白い線に囲まれた地域が、市町村の定めた建築区域(住居区域)の範囲である。

- ①の範囲：赤区域だが建築区域外のため建物が無い範囲。この様な場合は問題なし。将来建てると言っても州は駄目という。
- ②の範囲：赤区域で建築区域となっているがまだ住居が建っていない範囲。州と連邦は、危険だから自治体に建築区域からはずすように勧める。
- ③の範囲：赤区域でかつ建築区域に家が建っている箇所。この様な場合が一番問題である。まずこれ以上建てないようにする。次に保全(赤でなくする対策)が必要。

この中の既存住宅に対しては、(州の勧告で)建物の補強(州から援助がでる)や対策工を行う(自治体による)とのことである。

人家の移転等を実施することは可能かという問に対して、私有財産(私有財産権が強い)のため移転は困難であるらしい。では工事費として、移転費用を出すのはいかがでしょうかと聞くと、保全のため(ダム工など)なら州・連邦は90%費用を出すが、

移転のための支出は困難であり、かつ非常に高くつくとのこと。

- ④の範囲：青区域の建築区域外で家が建っていない範囲。ここは建てないように指導する。もし自治体が建てたいといっても州は建てないように勧告する。

州と自治体は、同じ意識でこれらについて考えるが、自治体に対し勧告を州から行う。

州の危険区域図は、命令ではない。科学的意見である。オーストリアと同じ考え方である。

- ⑤の範囲：青区域で建築区域内だが、まだ家の建っていない範囲。州は建築区域から外すよう自治体に勧告する。例外的に建てられるものも出てくる。
- ⑥の範囲：青区域の建築区域内で既に家が建っている範囲。建築は許されるが建物を強化する。洪水なら地盤を上げたり、雪崩は、圧力に耐えるよう壁厚を増したりする。

- ⑦の範囲：黄区域で建築区域内の範囲。建築区域の内外にかかわらず建ててもいいが、そういった地域であることを知っておいてもらう(危険情報を周知)。既存の建物はそのままでもいいが災害に対し最大限強化する。これから建てるときは、危険な所は避けてもらう。

州によっては、赤区域に設定されたにもかかわらず建てることがある。そういう場合は、もしどこかを保護すればいいというケースに限られる。

州は実際、建築区域をはずすよう勧告するかというと、相談、議論はしているが行政手続きを実施したことないようである。州と自治体は予算が無いから対策工ができないが、自治体は、将来、対策工により②や⑤の区域が安全になりうるという希望を持っている。だから自治体は州の勧告より連邦の財政力(対策工)を頼りにしている。

スイスでは、個人は、それぞれの建物に保険加入する義務がある。だから、被害があっても支出できる。(このあたりが日本と大きく異なると感じた。)国内の全危険箇所に対策をするほどお金がないため、87年の災害以降基本的な考え方を改めて、危険区域図作成と土地規制に方向転換した。

スイスでは、連邦は基準書を作り、州は手引きを作り、自治体はそれを基に、危険区域図、ゾーンマップ(土地利用図)を作る。土地利用図は法的効力を持つが、危険区域図は持たない。

現地にて「危険区域図はどこで住民に見せるのか」



と尋ねると、自治体の庁舎で1週間縦覧し、以後も保管しているので見れるとのことであった。看板などでは出していないようである。

また、新規に線引きをするときは、関係者を集めて説明会を行うとのことである。このあたりは、オーストリアと同じであった。

現地にてダム工（築堤）を確認したが、橋梁部等で、築堤が切れる所（写真-3）は、H鋼の親杭方式で堰板を入れるようになっていた。そうすることで土石流が、無提区間から外へ出るのを防げる。ただ堰板を誰がいつ入れるかの詳細については確認できなかった。（写真-4）

## (2) 連邦機関（FOWG）職員訪問

水及び地質学のための連邦機関（FOWG）は、環境・運輸・エネルギー・通信の連邦省（DETEC）に属しており、水利用、水管理、水文学、地質学および洪水や地震などの自然災害に関する共同センターである。主な部門は5つに分かれており、130名のスタッフが所属している。今回、そのうちの（Natural Hazard Mitigation）部門を尋ねた。事務所はベルン近郊のピールにあり、今回のスイス調査団の行程に同行いただいたゲッツ氏、ペトラシエック氏、ロート氏が迎えてくださった。

FOWGでは、スイスの連邦や州、自治体が目指す洪水対策の考え方について以下の様な説明を受けた。スイスでは、1987年の洪水災害で12億ドルの被害を受け、これを教訓に洪水対策の指針を再検討した。その結果、1991年に洪水防御にかかる連邦法が新たな洪水政策として定められ1993年より施行されている。

この中では、危険の評価（現象毎の危険箇所、頻度と規模の評価）、防護の必要性の検討（現象毎の頻度と規模から必要な対策の検討）、工法の立案（まず、適切な河道の維持管理と、土地利用の計画、そして構造物による防護工法）、緊急時の計画策定（危険を認識すれば、危険は半減される）が主な柱となっている。また、今後の洪水対策工は、過去においては点・線的に整備していたものを、面的にそして空間的に整備を考えている。そして社会面、環境面、経済面を検討し、安全だけでなく環境にも配慮した土地利用を行うべきと考えている。

## 3. 終わりに

今回は、スイスにおける5日間の行程のうちの2日間を紹介した。次回には残ったルツェルン州、ウリ州、ヴァリス州での調査結果を報告したいと思う。今回のスイス、オーストリアの調査は、3月31日に成田空港を出発した。アルプス地方の気候を考えると、4月ではまだまだ気温も低く、吹雪や雨に見舞われて移動すら大変であろうというのが大方の予想であった。ところがふたを開けてみると、快晴につぐ快晴で絶好の日和が続いた。現地の方々もこんな事は、めずらしいと言っておられた。我田引水となるが、これも調査団各位の日頃の行いの良さの賜であったのかもしれない。日本を出発したときは4月になろうかというのに大雪が降っていたのだから…。

人が会話に困った時にする差し障りのない話と言えばお天気の事だが、今回はこのことを何回も話題に使うことができた。