



# 土砂災害防止法に関する海外調査団報告 その1

## 土砂災害防止法に関する海外調査団

### 1. はじめに

日本における土砂災害の防止に関しては、これまで「砂防法」、「地すべり等防止法」、「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」の3法により実施してきた。しかし、市街地が山麓周辺に拡大するとともに、危険区域内の家屋移転などがスムーズに実施出来ないところもあり、土砂災害による被害が毎年繰り返されてきた。このような状況に対処するため、昨年5月、ソフト面を強化する新法「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」（以下、「土砂災害防止法」という）が国会で成立し、2001年4月から施行されることとなった。

今般、区域設定の技術的課題について検討を行うため、土砂災害の危険区域を設定し、土地の利用規制とソフト面の対応を実施している先進国である、オーストリア及びスイスに調査団を派遣し、その実態と課題を調査した。

本報告は平成13年3月31日～4月10日の11日間における土砂災害防止法に関する両国における調査結果の概要について記すものである。なお、両国において、多くの資料や聞き取り調査結果があったことから、3回に分けて報告する。第1回目は概略行程及びオーストリアにおける危険区域関係の調査結果について、第2回目はスイスにおける危険区域関係の調

表-1 概略行程

月 日		午 前	午 後
3月31日	土	10:45 成田発 (OS556)	16:10 ウィーン着
4月1日	日	ウィーン西駅 9:17 → イエンバッハ 14:09	
4月2日	月	第1回ワークショップ オーストリアの危険区域図に関する法律と統計について ・危険区域図作成方法について チロル及びツィラータールにおける危険区域図	・ヒンタートウックスの事例紹介 ・ヒンタートウックス現地調査
4月3日	火	第2回ワークショップ ・地方行政からみた危険区域図について ・日本の砂防紹介 ・ゲルロスの事例紹介	・ゲルロス現地調査
4月4日	水	・ワークショップの評価、まとめ ・インスブルック大学訪問	・インスブルック 12:41 → チューリヒ中央駅 16:27
4月5日	木	・スイス連邦工科大 水力学、 水文学、氷河学研究室訪問 ・日本の現状紹介	・チューリヒ州職員訪問
4月6日	金	・ランバッハにて現地調査 (シュヴァンデン/ブリエンツ)	・連邦機関職員訪問 ・日本の砂防紹介
4月7日	土	・ゾーレンベルグにて地すべり地調査 ・専門家訪問	・ウーリ州：洪水計画 ・職員訪問
4月8日	日	・ブリーク (1993年被災地) 訪問 ・バルトシャイダー (2000年被災地) 訪問 ・職員訪問	・ランダ (岩崩れ) 現地調査 ・職員訪問
4月9日	月	・ツェルマット → ベルン → チューリヒ	14:00 チューリヒ発 (SR168)
4月10日	火	8:50 東京着	



査結果、第3回目はその他の調査結果をそれぞれ記載することとした。

## 2. 行程とメンバー

### (1) 行程

今回の訪問先は、オーストリア（3月31日～4月4日）及びスイス（4月4日～10日）である。オーストリアではラムザウで4月2日～3日の午前中にワークショップを開催した後、午後からはヒントートゥックスやゲルロス等を現地調査した。また、オーストリア最終日にはインスブルック大学を訪問し、意見

交換を行った。

スイスではシュヴァンデン、ブリーク等を現地調査し、スイス連邦工科大学及び水及び地質学の連邦局等を訪問し、そこで意見交換を行った。

表-1に概略行程を示す。図-1にはオーストリアでの移動経路、図-2にはスイスでの移動経路を示す。

### (2) 調査団メンバー

調査団は、瀬尾克美 専務理事を団長、三本木先生を顧問とし、松井砂防部長以下3名の団員、及び通訳1名の計6名で構成された。表-2に調査団メンバーを示す。また、表-3には、オーストリア及びスイスで意見交換を行った方々を示す。

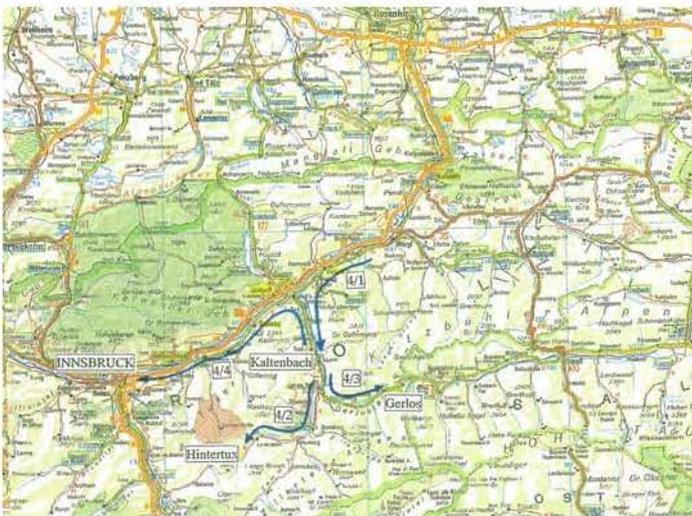


図-1 オーストリアにおける移動経路（4月1日～4日）

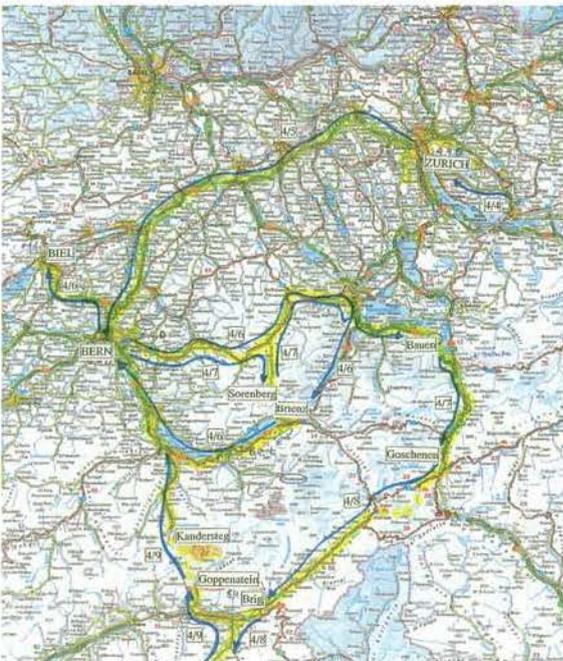


図-2 スイスにおける移動経路（4月4日～9日）

表-2 調査団メンバー

氏名	所属
瀬尾克美(団長)	(財)砂防・地すべり技術センター専務理事
三本木健治(顧問)	明海大学教授
松井宗広	(財)砂防・地すべり技術センター砂防部長
栢木敏仁	同上 砂防部課長代理
荻田充祥	同上 総合防災部主任研究員
日浦由紀	現地通訳

表-3 意見交換を行った方々

国	名前	邦名	肩書き	所属
オーストリア	Dr. Hanns Wolfgang Weinmeister	ワインマイスター	Prof. of Torrent and Avalanche Control	University of Agricultural Sciences,Vienna
	Dr. 丸井 葉明		農学・自然工学博士	新潟大学
	Dr. Mark	マーク		
	Dr. Johann Stotter	シュテッター		
	Hr. Neuner	ナイナー		Universität Innsbruck Institut für Geografie
	Bauer	バウアー		
	DI Siegfried Sauermoser	ザウアモア	Gebietsbauleiter(地域の主任)	
	Thomas sonser	ソンザー	Ingenieurburo für nattraum-analyse und naturgefahren-management	ploner&sonser OEG
	Alexander ploner	プロナー	Dipl.-ing.	
	Hermann Eriker	エルラー	Abgeordneter zum Tiroler Landtag Bürgermeister der Gemeinde TUX	チロル市長兼TUX村長
	Franz Hori	ホル	Major of the community of Gerlos	ゲロス市長
スイス	Dr. Andreas Gotz	ゲッツ	Dipl.Ing.ETH vizedirektor (副部長)	Federal Office for Water and Geology
	Roberto Loat	ロート	Geomorphologist Flood protection	Federal Office for Water and Geology
	Dr. Armin Petrascheck	ペトラスチェック	Dipl.Ing.Dr.sc.techn.ETH Head of water management section	Federal Office for Water and Geology
	Prof.Dr.-Ing. Hans Erwin Minor	マイナー	Director	ETH (スイス連邦工科大) VAW(水力学、水文学、氷河学研究室)
	Dr. Peter U. Volkart	ヴォルクアート	Head of the Hydraulics Laboratory (水力学ラボの長)	ETH (スイス連邦工科大) VAW(水力学、水文学、氷河学研究室)
	Prof.Dr. Hans Kienholz	キーンホルツ		ベルン大学(University of Berne) 地理学部 (Dept. of Geography)
	Markus Zimmermann	ツィンマーマン	Dr.phil.nat.G geomorphologe	geo. Gewissenschaftliches Buro
	Rene Graf	グラフ	Dipl.Ing.ETH	Forstamt fachbereich Naturgefahren LUZERN
	Dr.sc.tech.FPF Dominique Berod	ベロルド		Department des transports
	Albert FOURNIER	フリナー	Chef de service	Department des transports
	Dr. Martin Jaeggli	ジャギ		
	Daniel Lauber	ラウバー	Alt Standerat(スイスの全州会議員)	国会議員

3. 収集した資料

オーストリア及びスイスで数多くの危険区域設定に関する資料を頂いた。その中でも特に重要と考えられる資料を表-4に示す。なお、文献名の和訳は仮訳である。

下表に示した文献の中でも特に、スイスで収集した「土砂移動による危険に関する指針」、「-注意、自然災害- 州と市町村の土砂災害に対する責任」、「自然災害に対する対策指針」は次の理由から重要な資料である。

な資料である。

「土砂移動による危険に関する指針」は土砂災害に関する危険区域設定の基本的な考え方が記載されており、「-注意、自然災害- 州と市町村の土砂災害に対する責任」は市町村が区域を設定する際に留意すべき事項等が分かりやすく記載されている。また、「自然災害に対する対策指針」は土砂移動現象毎に建築物に作用する力の算出方法が具体的に示されている。

表-4 主な収集資料リスト

国	文献名	著者及び発行機関
オーストリア	危険区域設定の基本事項	Prof. Weinmeister
	シュヴァーツ地区における危険区域設定	HR. Sauermoser
	危険区域設定のための手がかり	Thomas sonser & Alexander ploner
	ゲロス地区の区域設定図	DI Siegfried Sauermoser
	危険区域設定のための法的基礎	Thomas sonser & Alexander ploner
スイス	土砂移動による危険に関する指針	MR Bauer
	-注意、自然災害-	スイス連邦
	州と市町村の土砂災害に対する責任	ベルン州
	自然災害に対する対策指針	ザンクト・ガレン州の建築物保証機構
	キーンホルツ、シュバンデン地区の区域設定図	Markus Zimmermann



#### 4. オーストリアにおける危険区域に関する調査結果

下表にオーストリアにおけるワークショップスケジュールを示す。前述したとおり、ワークショップは2日間に渡って行われ、午前は会議、午後は現地調査を行った。以下には4月2日、3日のワークショップの内容と現地調査結果を示す。

表-5 ワークショップスケジュール

オーストリアにおける危険区域図に関するワークショップ プログラムとスケジュール	
4/2	ホテルテレジア
9:00-9:10	ワインマイスター教授による開会挨拶及び出席者の紹介
9:10-9:25	オーストリアの危険区域図に関する法律と統計について (パウアー氏)
9:25-10:20	危険区域図作成方法について (ワインマイスター教授)
10:20-10:45	チロール地方における危険区域図について (ノイナー氏)
10:45-11:00	休憩
11:00-11:15	ツィラータール地方における危険区域図と土地利用について (ザウアモア氏)
11:15-11:45	地域における具体的な危険区域図の作成方法について (プロナー&スンザー)
11:45-12:15	ヒンタートゥックスにおける危険区域図の事例 (ザウアモア氏、プロナー&スンザー)
12:30-13:45	昼食
14:00	ヒンタートゥックスへ移動
15:00-17:00	ヒンタートゥックスの地域住民と市長との討論
18:00	チロール市長の招待による夕食会
4/3	
9:00-9:30	地方行政からみた危険区域図について (マーク氏)
9:30-10:00	日本の砂防の紹介について (瀬尾専務、松井部長)
10:00-10:15	休憩
10:15-10:30	ゲルロスにおける事例紹介について (ザウアモア氏)
10:30-11:00	ゲルロスにおける危険区域図の事例について (プロナー&スンザー)
11:15	ゲルロスへ移動
12:00	ゲルロス市長の招待による昼食会
14:00-17:00	地域住民と市長との討議
17:00	ホテルへ移動
19:00	夕食
4/4	
9:30-10:30	総合討論及びワークショップの総評

#### 4.1 4月2日ワークショップ

##### (1) バウアー氏「オーストリアの危険区域図に関する法律と統計について」

オーストリアでは災害を受ける可能性がある自治体は65%であり、これらの自治体において災害を100%回避することは不可能である。現時点では防災関係予算としては1年間に1億ユーロ（約107億円）であるが、危険区域図等の設定がないとさらに予算が必要であると考えられる。危険区域図は危険な場所を知らせることにより土砂災害を減らすためのものであるとともに、土地利用状況を変えるものであり、憲法上の位置づけから国が実施するものである。

オーストリアでは1884年に砂防法が策定、1975年に森林法が改正、1976年に政令（計画の条件、区域の基礎的な考え方を記載）が策定されている。森林法は農林省が管轄し、危険区域の設定は砂防部局が担当している。危険区域の設定と認可に関してはオーストリア国内では一律であり、住民が安心して住むためには、国内で一律であることが重要である。

危険区域の公開までの手続きとしては、まず州内部で検討を行い、次に委員会ですでできる限り1つの意見になるように審査が行われ、その結果が4週間住民に縦覧される。なお、委員会は危険区域に関係する市長、土砂災害専門家、国で構成されている。

危険区域の設定に関する全ての責任は国にあり、市長の責任は州法に基づいて危険区域に基づいた地域の都市整備に関することである。したがって、自治体が都市計画を策定する際には危険区域図に基づいて実施される。

##### (2) ワインマスター教授「危険区域図作成方法について」

危険区域の設定で重要なことは、危険な場所をいつ、どれくらいの頻度で、どのような方法で設定するかである。オーストリアでは150年に1回の頻度（ガンベル法で確率処理）の土砂災害に対する危険区域を設定している。

危険区域の設定は、面的解析として流域を降雨量、崩壊地面積率、流路密度等を参考に、類似の危険度を持つ小流域に分割した上で、この小流域を災害の大小に応じて、頻度や規模を基に危険度ごとに区分している。オーストリアの危険渓流数は2600渓流あり、上記の検討を踏まえて、危険渓流を約30の危険度に区分している。さらに、扇頂部の微地形の調査

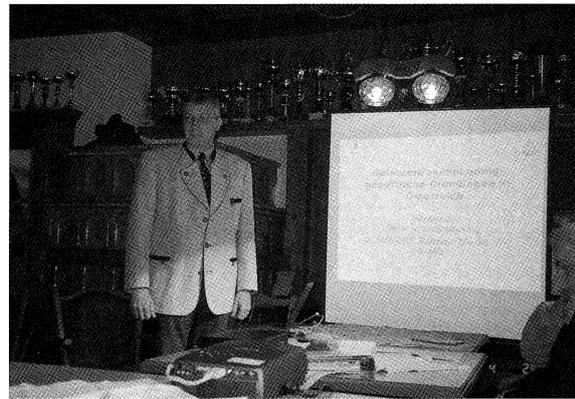


写真-1 4月2日ワークショップの状況

を行っている。

危険区域設定方法には、経験的手法、科学的手法、数値シミュレーションによる手法が用いられている。土石流の危険区域設定は日本と同様に難しく、現地の実態調査を踏まえることが重要であると認識している。

経験的手法は、過去の災害実態を把握して設定するものである。昔の人はよく災害を知っており、災害が発生する場所に住んでいることは少ない。これは教会等に災害に関する古文書があり、古文書を読むと危険な区域を把握することができる。

科学的手法は災害を引き起こす可能性がある土砂流出環境の調査を踏まえた設定手法である。侵食状況の違いや崩壊地判読、小流域ごとの流出予測等を検討する。特に雪崩は植生分布や風の影響が強いため、これらを調査して評価することが重要である。また、土石流と雪崩は同一の場所で発生する場合が多いため、土砂流出状況や植生の状況等を充分調査することが重要である。さらに、土砂堆積域では痕跡調査や植生調査（土砂流出が激しい箇所では植生がない、あるいは周辺とは異なる植生が繁茂している等を調査）等が重要である。

数値シミュレーションによる手法では、降雨一流出、洪水氾濫、地すべり、土石流、落石シミュレーションを基に設定するものである。

危険区域設定のためには、上記3手法をうまくコントロールしながら設定することが必要である。さらに、タイムスパンを考慮して過去の土砂流出を再現した上で、評価するとともに、他の地域との比較することも重要である。



### (3) ザウアモア氏「ツィラータール地方における危険区域図と土地利用について」

シュヴァーツには39の自治体があり、人口は7400名、居住面積は全体の9.5%である175km<sup>2</sup>であり、45%は森林地帯である。標高は540m～1500mで、年間降水量は1200～1500mm、最大日雨量は110～140mm/日である。年間降水量の約20%は雪量であり、雪量は80～100mm/日である。地質は北側が石灰岩、南側が結晶片岩であることから、脆弱で、地形も急峻であるため、土砂移動が激しい場所でもある。

チロルには年間3800万人の旅行者が訪れ、そのうち、700万人はシュヴァーツを訪れている。このように、シュヴァーツは旅行者が多いことで有名である。

シュヴァーツには149箇所の雪崩危険箇所、326箇所の土石流危険渓流があり、これに加えて、落石や地すべりの危険箇所もある。居住区が狭いこともあり人家は密集している。したがって、レッドゾーンは80箇所、イエローゾーンは100箇所以上ある。現在、レッドゾーンとイエローゾーンの境界の見直し作業（レッドゾーンを拡げる）を実施しており、10年後には境界を設定したいと考えている。

### (4) プロナー&スンザー「地域における具体的な危険区域図の作成方法について」

危険区域図の設定は緊急性の高い場所を優先的に実施している。最初に用いる地図は縮尺1/20,000の地形図を用いて危険区域設定のための検討を実施する。レッドゾーンの設定に際しては縮尺1/2,000の地形図を用いて設定している。

危険区域設定のためには、発生域と流下域を分けて、発生域では斜面調査、地形・地質調査を実施するとともに、住民からの意見をヒアリングしている。その流域の災害のタイプ分けを行うとともに、過去の調査リストのデータベースを作成し、その流域でどのような調査が行われてきたかを把握している。崩壊地等を空中写真判読し、現地調査によって土砂収支や地下水の状況を把握し、土地利用方法の見直しを評価した上で、調査結果に基づく災害（衝撃力の算出によるレッドゾーンとイエローゾーンの境界の設定）と土地利用について検討を行っている。この際、防災工事が必要か、保護が必要かを検討し、どこまで保全するかを決定して危険区域（案）を設定している。危険区域（案）を委員会に諮問した後、

住民に縦覧している。縦覧方法は危険箇所図のファイルを自治体に置く方法をとっている。なお、希に委員会で危険区域を変更する場合もあるが、これまで危険区域に関して大きな問題は発生していない。これは危険区域設定の手続きが透明であることに起因していると考えている。

### (5) ヒンタートゥックス現地調査

ヒンタートゥックスは雪崩の危険箇所である。昔は農地であったが、現在はスキー客を対象としたホテル街となっており、年間40万人が訪れている。1962年に雪崩災害が発生し、新築の際に、しっかりした危険区域を設定してほしいとの要望が住民からだされた。これをうけて、危険区域の設定の作業が始まったが、危険区域の設定に関してはスイスでの事例しかなかったため、独自の手法による最初の危険区域の設定を1970年に行い、10年かけて設定してきた。その時はレッドゾーンとイエローゾーンとグリーン（安全）の3区分であった。

このような検討が、1975年の森林法の改正につながったと考えている。現在は、指針を基に、



写真-2 ヒンタートゥックス現地調査の状況

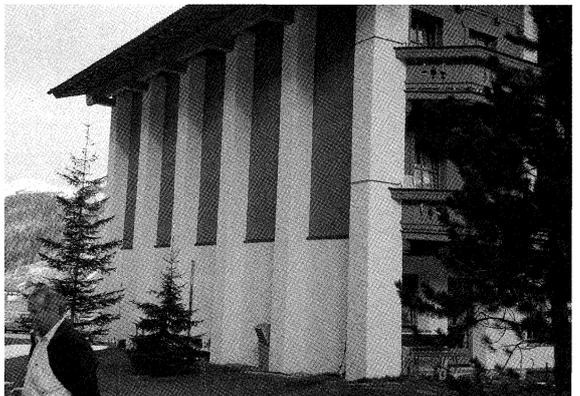


写真-3 ホテルの補強事例

25kN/m<sup>2</sup>を境界にレッドゾーンとイエローゾーンを分けているが、1999年に雪崩が発生し、その結果等を踏まえて、専門家と協議をして10kN/m<sup>2</sup>に変更したいと考えている。旅行者からは1999年の雪崩災害後、レッドゾーンの設定範囲について問い合わせが来るようになった。ハード対策としては、雪崩対策（柵工等）を30ha、導流堤及びと流路工を施工しており、事前に雪を落とすことも行っている、また、積雪等の観測を実施して、そのデータの一部はインターネットを通じて、住民にも配信するとともに、雪崩が発生しそうな場合には道路を閉鎖している。

地域の住民に聞き取りを実施したところ、住民は危険区域設定に対して好意的であり、かつ危険区域設定は重要であると考えていることが分かった。また、建築物の山側は危険区域設定前は窓があったが、危険性を指摘されて窓を塞ぐ等の改築を実施していた。（写真-3参照）

#### 4.2 4月3日ワークショップ

##### (1) マーク氏「地方行政からみた危険区域図について」

ツィラータールには25の自治体があり、140のスキーリフト（ツィラータールの面積の約9.5%）があるように、観光が基盤産業の地域である。また面積の約40%は自然保護地域に指定されている。土砂災害の形態は雪崩、土石流、地すべり等様々である。危険区域は自治体と大学、専門家が協力して設定しており、自治体は観光施設の建設等の許可など行う必要があることから、自治体にとって非常に重要なものである。また、観光都市であることから、景観にも十分配慮する必要がある、必要最小限の防災工事を行う必要があることから危険区域は必要なも



写真-4 4月3日ワークショップ

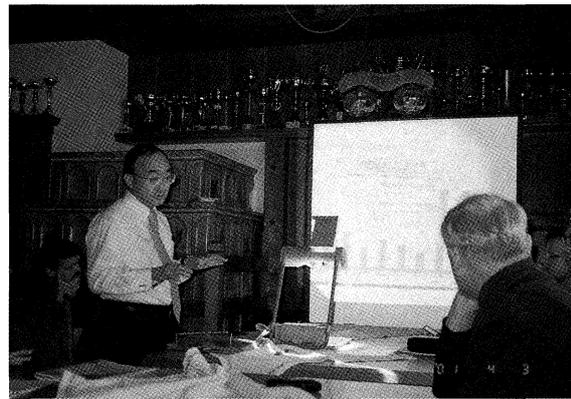


写真-5 瀬尾団長の発表状況

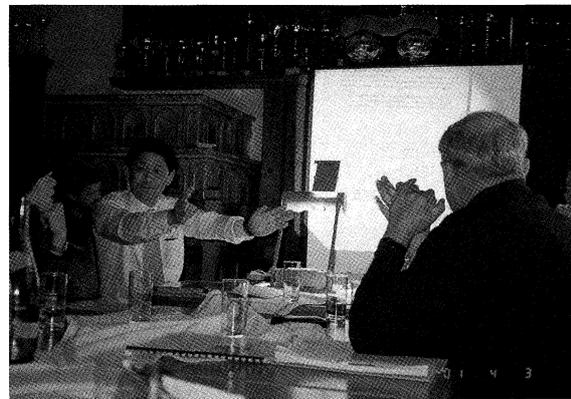


写真-6 松井部長の発表状況

のである。このような危険区域は常に更新することが重要である。

##### (2) ゲルロス現地調査

ゲルロスは観光が基盤産業の地域である。ゲルロスの危険区域は地形、地質、水文等に基づいた土砂災害のタイプ分けを検討し、例えば、土石流の場合は土石流の発生～流下～堆積のプロセスを考慮した幾つかのシナリオを検討した上で、危険区域の設定を行っている。

図-3にはゲルロスにおける危険区域図の事例と写真-7には現地状況を示す。なお、この危険区域図（図-3）に関する住民説明会が来週開催される予定とのことである。

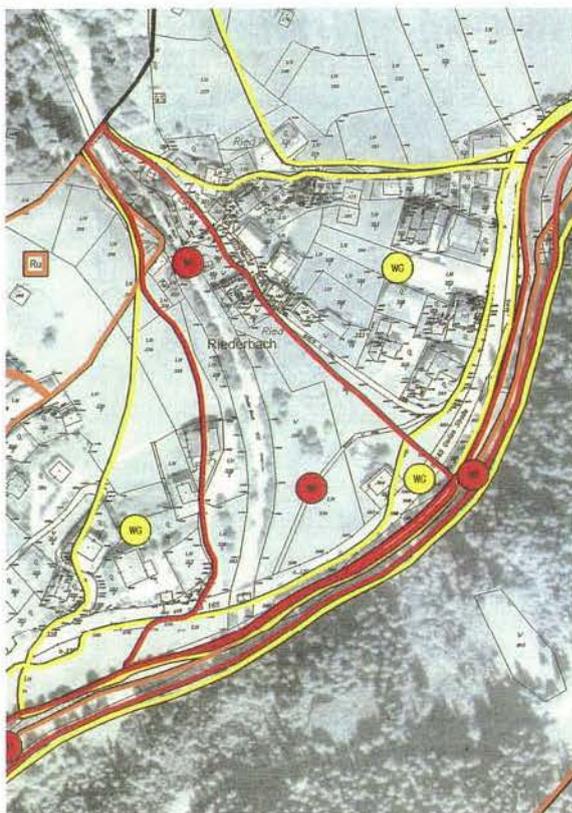


図-3 Gerlosにおける危険区域図の事例

### 5. おわりに

最後に、ワインマイスター教授と地球温暖化等について議論する機会があったので、その時の内容を示したいと思う。地球温暖化に関して、氷河の後退は長期的なトレンドの中のものであるか、地球温暖化によるものなのかは分からないとした上で、地球温暖化で次のような点が今後考えられる。地球温暖化によって、異常気象による災害の増加（誘因）、現在氷河で抑えられている土砂が不安定化する（素因）ことである。また、欧州の気候が大きく変化し、土砂災害、特に雪崩災害が増加すると考えられるが、その形態はこれまでのものと異なるものとなるだろうが、その予測は不可能である。さらに、海面の上昇や災害保険自体が破壊されることが考えられる。

また、危険区域については現時点ばかりでなく、3~4世代後のことも考えるべきであり、長期的な視点が重要である。



写真-7 GerlosのRed ZoneとYellow Zoneの現地写真  
(図-3と同じ地域)