

## 韓国の土砂災害～その2

——1998年の事例を中心に——

周藤利一\* 瀬尾克美\*\*

今回は、1998年8月の韓国の土砂災害のうち、日本でも報道された智異山（チリサン）の災害について、韓国防災協会の柳泰容会長から関係資料<sup>1)</sup>を入手することができたので、その資料にもとづいてできるだけ忠実に紹介する。

### 1. 概況

智異山は、韓国南部の慶尚南道と全羅南道の境にある標高1915mの名山で、韓国の本土では最も高い。一帯は智異山国立公園に指定され、名利も多く、観光客や仏教徒で年中賑わっている。この山で、1998



図-1 韓国の主な山と河川概要図

\* 建設省河川局水利調整室長

\*\* (財)砂防・地すべり技術センター専務理事

年7月31日夜10時から8月1日午前2時にわたり発生した土石流により、渓谷でキャンプしていた登山客を中心に34名の死亡者を出す惨事が発生するなど、智異山一円で大災害が発生した。その概況は表-1のとおりである。

### 2. 降雨分析

図-2に、降雨が始まった7月31日昼12時から降雨が小康状態に入った8月1日午前11時までに降った総降水量の等雨量線を示す。この図は、建設交通部蟾津江（ソムジンガン）洪水統制所、韓国水資源

表-1 智異山一円の1998年災害の被害総括

人命被害	95名（死亡68名、行方不明27名）
被災者数	100世帯、285名
浸水家屋	716棟
農地被害	5,882ha
建物被害	88棟、1,253百万ウォン
船舶	5隻、7百万ウォン
道路・橋梁	308箇所、16,565百万ウォン
河川	396箇所、37,829百万ウォン
小河川	360箇所、9,745百万ウォン
水道	51箇所、863百万ウォン
水利施設	538箇所、17,988百万ウォン
砂防施設	23箇所、6,578百万ウォン
その他施設	513箇所、10,093百万ウォン
水産養殖場	9箇所、303百万ウォン
ビニールハウス	11ha、644百万ウォン

※100ウォン=10.4円（1999.6）



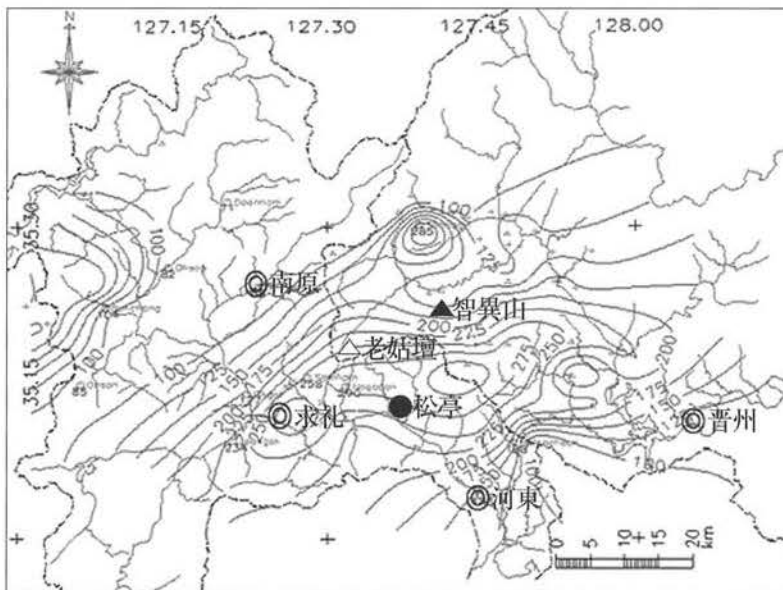


図-2 智異山地域の等雨量線図 (1998.7.31.12:00~8.1.11:00)

表-2 10分資料による時間別最大降雨量 (単位: mm)

	降雨継続時間			
	10分	20分	30分	60分
老姑壇	29	55	80	139
求礼	29	58	84	139

表-3 1時間資料による持続時間別最大降雨量 (単位: mm)

	降雨持続時間		
	1時間	2時間	3時間
老姑壇	135	176	188
求礼	131	171	193
双溪	88	158	203
三一岩	111	158	172
文跡邑	102	163	190

公社南江 (ナムガン) ダム建設事業団、南原 (ナムウォン) 市、求礼 (クレ) 郡、河東 (ハドン) 郡、山清 (サンチョン) 郡、咸陽 (ハムヤン) 郡が管理する雨量観測所80カ所の時間別降雨資料を集計して図示したものである。この図から、智異山西側斜面の双溪寺 (サンゲサ) 溪谷、北側斜面のバムサゴル溪谷、東側斜面の大源寺 (テーウォンサ) 溪谷と徳川江 (トクチョンガン) 地域に250mm以上の雨が集中的に降ったことがわかる。

図-3 (42~43頁) は、降雨が集中的に降った7月31日夜10時から8月1日午前2時までの降雨分布を時間別に示したものである。図-3(a) (42頁) の10時から11時までの分布を見ると、今回の豪雨は智異山南西側から始まったことがわかる。そしてこの時間帯に順天観測所 (求礼より約30km南) では時間当たり145mmという韓国歴代最大降雨記録を上回っ

た。また次の時間帯 (図-3(b), 42頁) は、豪雨の中心が智異山南西側斜面に移っている。老姑壇 (ノコダン) と双溪寺溪谷に100mmを超える豪雨が降り、突発洪水が発生した時間帯でもある。図-3(c) (43頁) に示した夜12時から午前1時までの降雨分布を見ると、豪雨が智異山を西側から東側に越えて両側斜面に進行していたことを示している。東西斜面で同時に相当の降雨が降っていたが、大源寺溪谷をはじめとする東側斜面でより多くの降雨が発生していることがわかる。図-3(d) (43頁) は午前1時から2時までの降雨分布を示す。午前1時を過ぎて西側斜面の降雨は弱くなり、東側斜面の降雨

は前の時間帯と同様に継続していることがわかる。大源寺溪谷と徳川江で突発洪水が発生したのはこの時間帯であったと推定される。

### 3. 降雨強度分析

表-2は、建設交通部の蟾津江 (ソムジンガン) 洪水統制所が管理する老姑壇と求礼の観測所において10分間隔の降雨量資料を収集して、時間別最大値を分析したものである。これらの降雨量は、平均何年に1回発生しうるかを示す頻度で評価することができる。10分降雨の生起確率は約30年程度で、それほど大きな値ではない。しかし、30分や60分降雨は、過去の資料の収集期間が制限され、これより大きな記録がないために、生起確率を示すことができないほど大きい値である。あえて頻度を推定するならば、30分降雨の場合約500年超過確率、60分降雨の場合約1000年超過確率に相当する。従って、今回の降雨の特性は、過去には10分程度しか持続しなかったさまざまな強度の降雨が、何時間も継続したものであると言える。

表-3は、1時間資料による持続時間別最大降雨量を示したものであるが、時間雨量が100mmを超える記録が4つの地点で発生した (気象庁順天観測所145mmを含めると5箇所)。この4箇所の記録は、いずれも7月31日夜11時から夜半にかけての間に発生した。この値は頻度で見ると、30分や60分資料と同様に、これまで観測された値がこれよりはるかに

小さいので、確率処理が不可能である。しかし、無理を承知で推定すると、少なくとも500年超過確率以上に該当するものと判断される。

突発洪水は、米国では普通2時間に100mm以上の降雨があった場合に発生すると言う。ところで、今回の智異山に降った雨は多くの地域で2時間に100mm以上を記録し、そのなかでも順天で60分間に145mm、求礼と老姑壇で139mmを記録した。突発洪水が発生しうる充分な量の降雨が発生したわけである。

4. 洪水到達時間分析

図-4 (44頁)は、智異山突発洪水発生時収集された10分間隔の雨量と水位記録である。上側に図示した棒グラフは、老姑壇観測所で収集された降雨記録であり、折れ線グラフは蟾津江本川に位置する求礼(○表示)と松亭(ソンジョン:●表示)水位観測所の水位記録である。

まず、突発豪雨が発生した7月31日夜11時から夜半までの間は、蟾津江上流の影響が下流に及んでいなかったことがわかる。豪雨が南西側から東北側に移動したために、蟾津江下流地域に上流地域より先に降雨があったからである。図を見ると、上流に位置する求礼観測所の水位が下流に位置する松亭観測所の水位よりあとで上昇したことがわかる。

図を見て、老姑壇の雨量の増加と松亭の水位の増加が直接関連していることがわかるが、二つの記録の時間間隔は約40分程度と推定される。老姑壇の雨量は、7月31日夜10時40分までは10分降雨量が1mm程度で、そのときまで豪雨が始まっていなかったことがわかる。しかし、10時50分には5mmが記録され、11時には8mm、11時10分には17mm、11時20分には25mm、そして11時30分には最高値である29mmを記録した。松亭の水位は、夜11時40分までは0.70mで、水位が上昇していなかったが、10分後の11時50分には2.08mと、10分間で水位が急上昇した。

従って、老姑壇の降雨強度が急上昇した11時10分

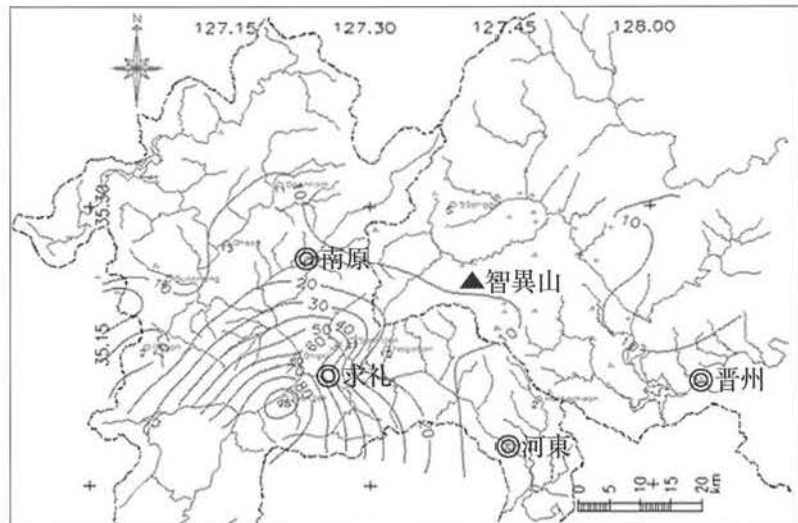


図-3(a) 智異山地域等雨量線図 (1998.7.31.22:00~23:00)

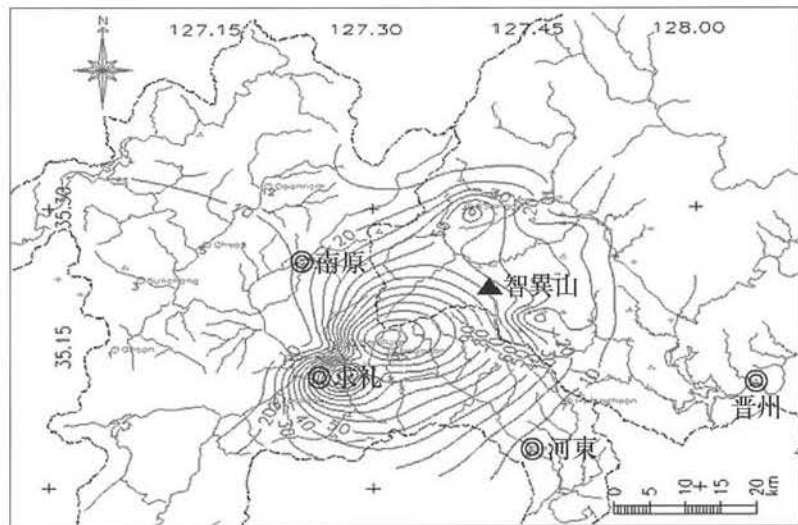


図-3(b) 智異山地域等雨量線図 (1998.7.31.23:00~24:00)

と水位が急上昇した11時50分との時間差が40分なので、老姑壇から松亭水位観測所までの洪水到達時間が40分程度であったものと推定される。雨量観測所は、松亭水位観測所より若干上流で流入する蟾津江支川である徳銀内溪谷に位置する。従って、豪雨が集中した老姑壇溪谷で降雨強度が最高点に到達した後、突発洪水が発生して本川に合流した後、さらに松亭まで到達した時間がほぼ40分なので、溪谷中間や下流では30分未満で突発洪水が到達したことがわかる。

松亭水位記録を見ると、水位が10分間に1.3mずつ継続して上昇していたことがわかる。蟾津江のような大河川の水位が40分間に1m未満から5m以上に上昇したという事実は、今後、洪水の際の韓国の河川管理が容易でないことを示唆している。これま

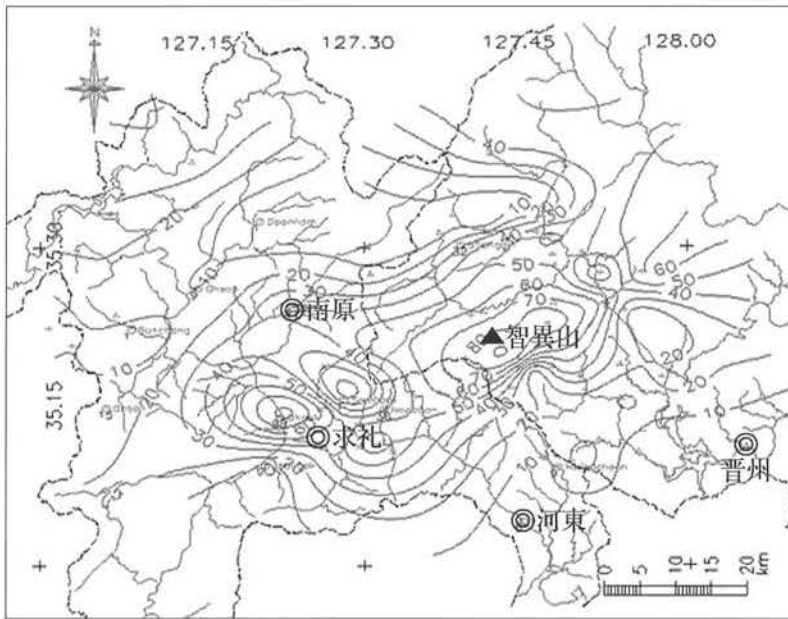


図-3(c) 智異山地域等雨量線図 (1998.8.1.00:00~01:00)

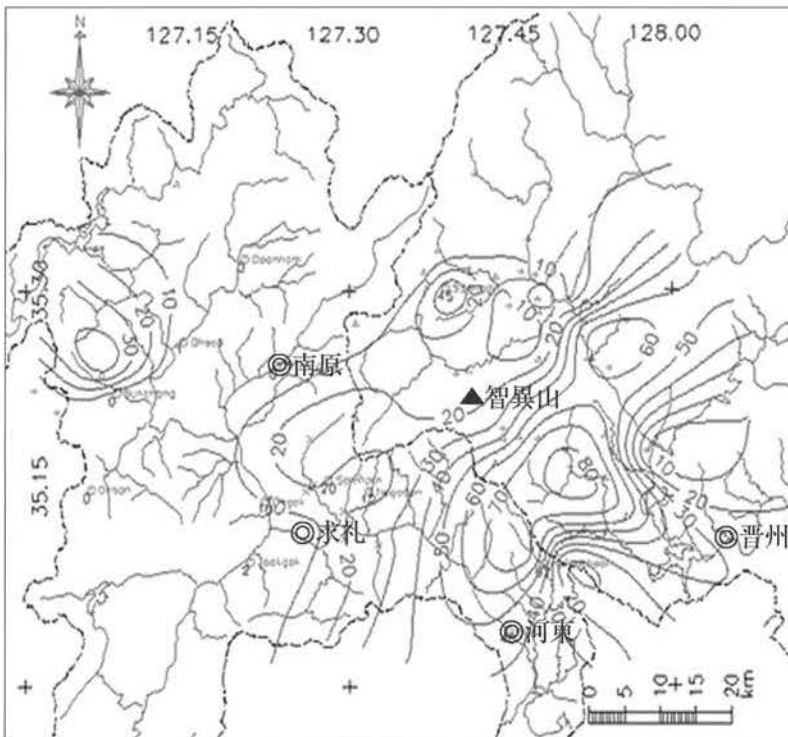


図-3(d) 智異山地域等雨量線図 (1998.8.1.01:00~02:00)

で1時間間隔で収集してきた降雨や水位資料収集体系は、これより短い10分や30分間隔の収集体系に転換することも検討すべきものと判断される。

老姑壇降雨観測所がある求礼郡の徳銀内溪谷下流部の橋梁が破壊された写真を見ると、こうした推測が事実であったことを示している。橋梁が破壊された場所は、河川の幅が上流に比べて若干狭い所であ

るが、破壊された橋梁の橋脚周辺には、すさまじい大きさの岩があちこちにあった。また、数十トンを超える橋梁の上板が少し下流に流されていき、2mの大きさの岩が橋梁につながる道の上に乗っていた。

表-4 (44頁)は、図-4に示した求礼と松亭地点の10分間隔水位資料に関する開始時間、ピーク時間、到達時間を示したものである。

## 5. 結論

以上、分析した降雨と水位記録は、今回の洪水時に智異山溪谷で野営していた避暑客が避難できなかった理由を若干なりとも説明してくれる。あの晩、智異山溪谷では突発洪水を起こしうる時間当たり50mm以上の大雨が降った。このため、突発的な洪水を引き起こし、巨岩とともに瞬時の間に溪谷を流下したものと判断される。

## 6. 対応策の方針<sup>2)</sup>

以上紹介した土砂災害に対する対応策の方向として、次の諸点が指摘されている。

①土砂被害を最小化するための長期的対策としては、第一に、全国に散在している地すべり危険斜面の調査と維持管理の実施、第二に、韓国の実情に適合した危険斜面調査点検表の作成及び危険斜面調査の実施、第三に、調査された各斜面別の投資優先順位の決定と危険度に応じた年次別施工計画及び実施、第四に、韓国

の土砂災害の特性と対策工法に対する継続的な研究が必要である。

②斜面崩壊は、豪雨のみならず地震等とともに発生するので、広い視点が必要であろう。災害防止のためには、工学者、地質学者、土地所有者、開発者、保険会社、そして政府の相互協力が必要である。



③一般的に、地すべり被害軽減は、次のように4つのアプローチによりなす。第一に、土砂災害危険地区の開発制限、第二に、技術基準(掘削、傾斜度、施工等)の強化、第三に、斜面崩壊危険区域の防災対策(擁壁、アンカー設置等)、第四に、適切な警報システムの構築である。

④危険地区の開発制限は、私有財産権の行使を規制するという批判があるし、山岳地形が多い韓国では最善の選択ではないかもしれないが、斜面被害低減対策の中で最も効果的で経済的な方法のひとつが、斜面災害危険地図による斜面崩壊危険地域の開発制限である。開発制限は、不安定な地盤での開発規制のみならず、既存の開発地を変更することも含めるが、重要な施設の周囲の地盤の変状が継続する場合、施設の用途を変えたり、施設自体を放棄する場合が生じ、その際に斜面の安定にどのような選択が可能なのかということと、所有者との協議に注意を払わなければならない。

危険地域での開発を抑制するためにはまず、当該地域住民の賛同を得るための広報が優先されなければならない。危険区域の設定、公共施設を建設しない、警告表示板、税制上の措置、公的買取など、さまざまな方法を考慮してみることができよう。

⑤斜面安定を中心とした掘削、施工、傾斜度決定に関する技術基準を策定しなければならない。法令で定めることのできる事項は、斜面を切ったり、掘削あるいは盛土を行う場合の許可を求めさせることとし、設計や竣工検査、維持補修に関与し、切土や盛土を規制あるいは禁止することができる。

また、排水や植生の損傷を抑制する基準及び地下排水施設の設計、施工、調査、維持管理の基準を設定しなければならない。現在、斜面のための技術基準は設定されておらず、各用途に適合して工事担当

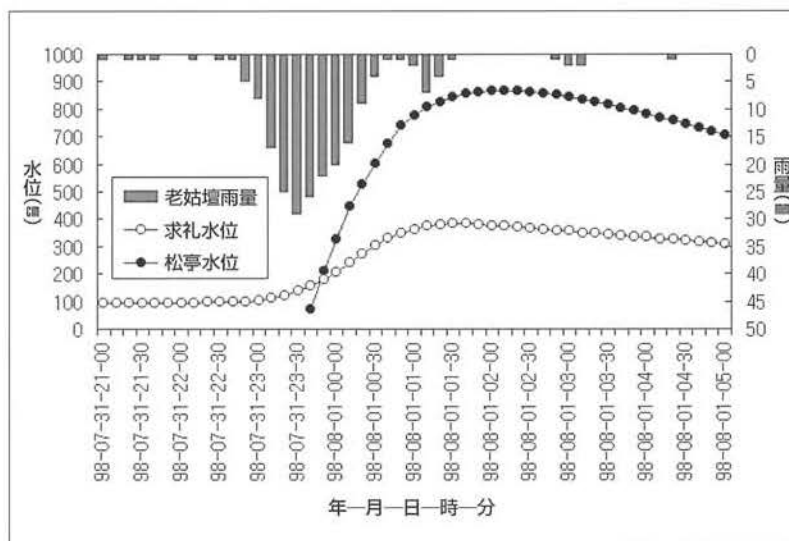


図-4 智異山突発洪水発生時10分間隔雨量と水位記録

表-4 求礼・松亭地点の10分間隔水位資料

	開始時間 (月日時分)	ピーク時間 (月日時分)	到達時間 (月日時分)
老姑壇	7-31-22-40	7-31-23-30	00-50
求礼	7-31-23-30	8-01-01-30	02-00
松亭	7-31-23-30	8-01-02-10	02-40



者や機関で自主的に定めて施行しているので、技術基準に明示すべき土木技術者と地質学者等との役割分担、責任の所在、適切な地盤調査方法及び手続、土砂流出型の災害低減対策等を定めるためには、今後一層の研究が必要であろう。

韓国では日本の災害対策基本法に相当する「自然災害対策法」が施行されているが、地すべり防止など特定の土砂災害のためだけの法律はいまだに制定されていない状態であるので、日本の地すべり等防止法などもっと研究されるべきである。

⑥さまざまな規制や危険地域の開発除外などを講じたとしても、地すべり地帯や山地の開発は継続するであろうから、地すべり危険地域の安定化のための工学的対策を合わせて講じなければならない。工学的対策を大きく二つに分けてみると、ハードな手法と警戒避難システムとがあるが、前者には、法切り工、擁壁等、構造物を利用した方法があり、これは費用が多くかかるため、どうしても必要な場所でのみ優先的に選択がなされる。後者は、斜面崩壊危険地域を監視した後、斜面の動きが予想される場合に住民に知らせるシステムで、さらに検討に値する。

⑦工学的な地すべり防止工法のような直接的な地すべり軽減対策ではないが、地すべり保険は、個人財産被害を減らすことができる方法である。一般的に、地すべり保険を実施すれば、その被害の程度は減少するが、効果的な保険として活用しようとするれば、国家の補助が相当必要になる。強制力のある保険のためには、建物、開発、維持補修を国で評価しなければならない。ニュージーランドの保険政策をモデ

ルとして研究してみるができる。

⑧最後に、国レベルの斜面被害軽減対策に必ず含まなければならない重要事項は、斜面被害軽減計画を管理することができる中央組織拡充、そして、国、地方公共団体、個人それぞれの責任の所在の確立、災害危険地図の作成、危険地区の設定、危険度の分析、災害危険地域に必要な被害軽減対策の技術指針開発、技術基準（詳細な技術基準は学識者で策定しなければならないが）のための基礎的な標準の検討、防災対策及び規制、研究所、大学などの地すべり関連（原因分析、被害軽減対策、警報システム開発等）研究テーマに対する強力な支援、地方自治体、学者、個人などのための情報センター（資料の収集と配布）としての役割、タイムリーで合理的な復旧費及び義捐金の支出を通じた救援と補償計画の策定が必要である。

#### 参考文献

- 1) 「1998年7月31日発生智異山突発洪水分析」韓国建設技術研究院水資源研究室ホームページ（韓国語）
- 2) 「土砂被害発生原因と対策」国立防災研究所防災研究官パク・トクン（韓国語）