

土砂災害の予知システム

建設省土木研究所砂防研究室

研究員 原 義 文

1. はじめに

直接的土砂災害には、土石流災害、がけ崩れ災害、および地すべり災害がある。これらの災害を予測するということは、①いつ(時間)、②どこで(場所)、③どの程度(規模)の災害が起こるかを、前もっておしはかることであるが、この全ての項目を満足する予測を行うには、まだ、調査研究が不足している。現在までの状況は、場所については、都道府県を中心に危険地域として、ある程度以上の外力があった場合、土砂災害の起る可能性のある地域を注出する調査が行われている。ただし、全ての地域を調査対象とすると膨大な作業量となるため、被害対象(例えば人家戸数等)を限って調査している場合が多い。また、規模については、その予測は難しく、研究を継続中である。時間に関しては、土砂が動き出す前駆現象をとらえ、土砂災害直前に予測を行う場合と、災害の誘因となる降雨状況から災害の発生を予知する場合は考えられる。前者については、地すべりを対象に実用化されて来ているが、土石流、がけ崩れに対しては、調査段階である。後者については、現在、土石流に対して積極的に検討を進めており、一部で実用を開始している。がけ崩れについても、警戒、避難基準雨量の検討を続けている。

ここでは、土石流に対する警戒、避難基準雨量を中心にした発生予知システムについて

述べるとともに、がけ崩れに対する基準雨量調査の状況についても触れる。

2. 土石流発生予知システム

2.1 土石流警戒・避難システム

最初に、降雨による土石流発生予知システムの位置付けについて述べる。図1に示したように、この土石流発生予知システムは、土石流に対して関係住民がスムーズな避難を行うための、土石流警戒・避難システムの一部に組み込まれるものである。この土石流警戒・避難システムは、土石流発生の危険性に関する情報を収集し、責任者にその情報を与え、責任者の判断を含めた情報を関係住民に伝達するという、人間、組織を含めたシステムとして考えられ、現在、総合土石流対策モデル事業に指定された地区において整備されつつある(表参照)。ここで、図1に示したものは当研究室として検討している案であり、

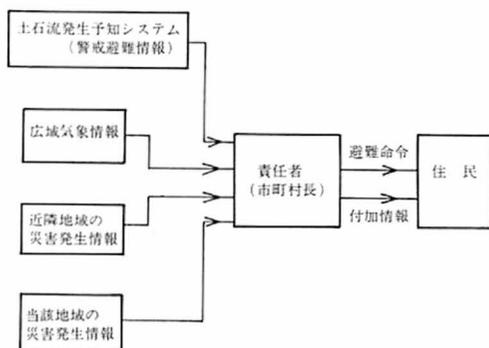


図-1 土石流警戒避難システム概要図

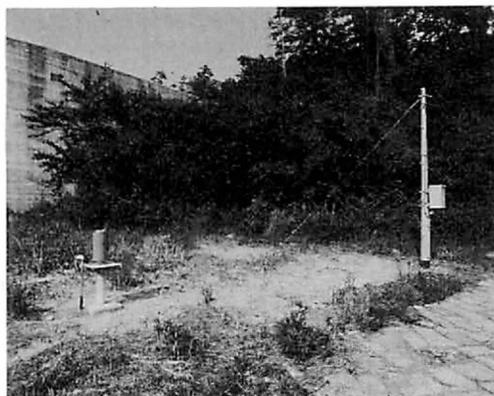


写真-1 土石流発生予知システム（雨量測定部）

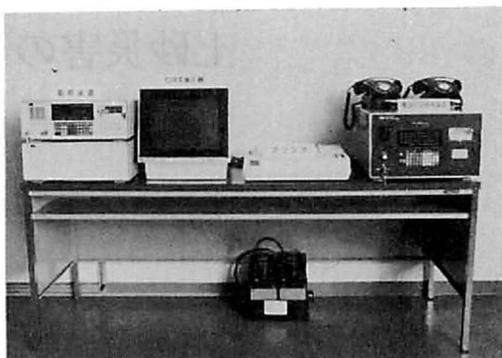


写真-2 土石流発生予知システム（雨量解析部）

表 総合土石流対策モデル事業モデル地区一覧

事業別	モデル地区	担当事務所又は県	開始年度
直轄砂防事業	上高地	松本砂防工事事務所	昭和59年度
	中津川市	多治見工事事務所	"
	神戸市	六甲砂防工事事務所	"
	桜島	大隈工事事務所	"
	札幌市	北海道開発局	昭和60年度
補助砂防事業	日光市	日光砂防工事事務所	"
	富士宮市	富士砂防工事事務所	"
	鳥海	秋田県	昭和61年度
	神津島	東京都	"
	王滝	長野県	"
日本平	浦神	静岡県	"
		和歌山県	"

地域特性等も考慮すれば、これ以外にも様々なパターンがあると考えられる。この中で、土石流発生予知システム（建設省では土石流発生監視装置と呼んでいる）は、土石流発生に関する重要な情報源の一つとして位置付けられる。

2.2 土石流発生予知システム

土石流発生予知システムの構成を図2に示す。まず、対象渓流に設置した雨量計からの雨量情報を、マイクロコンピュータにあらかじめ設定してある解析方法にて解析し、1時間後ないし、2時間後の土石流発生の危険性を予知する。そして、その予知情報を責任者に伝えるまでがこのシステムの一連の流れである。この流れのうち、解析の部分で1時

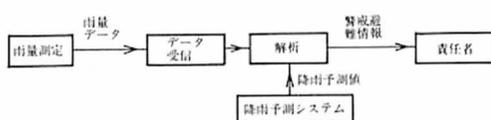


図-2 土石流発生予知システム概要図

間、2時間後の危険度を予知する際に、現在のところ既往最大雨量を見込んで予知しているが、近年のレーダ雨量計、アメダス情報等、広域雨量情報の収集手段の発達に鑑み、短時間降雨予知値の導入も考え始めている。

次にこのシステムの中心部分である、解析方法について説明する。

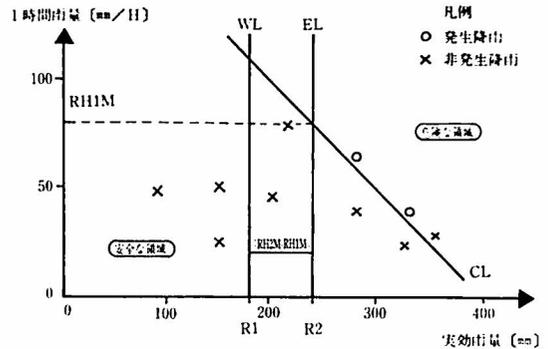
2.3 土石流発生警戒・避難基準の設定と運用

建設省河川局砂防部では、昭和59年に総合土石流対策の一環として、「土砂災害に関する警戒の発令と避難の指示のための降雨量設定指針(案)」を作成して、都道府県、市町村に、土石流に対する警戒・避難体制の整備、拡充を促している。ここでは、この指針(案)のうち、A方式と呼ばれる方式について述べることにする。この方式では、図3に示したように、まず、横軸に実効雨量と呼ばれる雨量（ひとまとまりの連続雨量にその2週間程度以

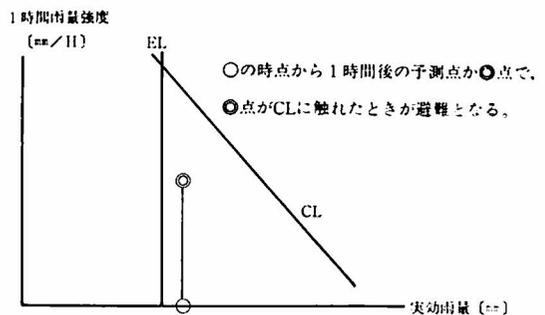
内に降った雨を逐減評価した値を加えた雨量)を取り、縦軸に1時間雨量強度を取った2次元平面上に、過去の土石流発生時点降雨と土石流の発生しなかった主な降雨の最大時間雨量の点をプロットする。ただし、横軸実効雨量は、土石流発生時点あるいは最大時間雨量時点の1時間前の値を取っており、×印(非発生雨量)あるいは○印(発生雨量)に至る降雨の軌跡は、横軸に1時間前までの実効雨量分進み、最後の1時間に縦軸方向に進むというものである。この方式でプロットされた点の分布を判断して、発生、非発生を分離する線(CL)をひき、最後の1時間に既往最大1時間雨量(RHIM)が降るとして求めた危険予知線が、避難基準線(EL)である。また、既往最大2時間雨量を用いて、このELから安全な領域に引き戻した線を警戒基準線(WL)としている。指針(案)では、このWLに達した時点で、警戒の情報を伝えることとし、ELに達した時点で、避難の情報を伝えることとしている。しかし、実際のところは、次の1時間に既往最大1時間雨量が降ることは非常に稀で、空振りに終わるケースが多くなってしまふ。空振りは、既往最大1時間雨量値が大きいほど多くなるため、運用上確率時間雨量を用いてELを設定している場合もある。しかし、やはり既往最大降雨が降らないとは言い切れないため、危険が伴う。そこで今後最も有効となるのが、1時間降雨予測値の導入である。

2.3 短時間降雨予測値の活用

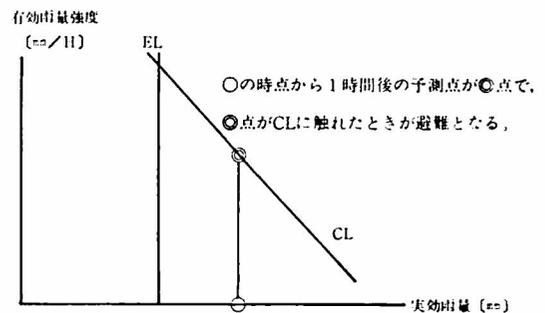
短時間降雨予測により、今後1時間の降雨量が予測できるとすると、基準雨量の運用は図4に示すように、ELを越えた時点でも次の1時間後にCLに達するかどうかの判断が



図一3 A方式のWL・ELの設定例



〔A図〕予測値がCLに達しない例



〔B図〕予測値がCLに達した例

図一4 短時間降雨予測を取り入れたA方式

可能となり、より現実合った運用が可能となる。また既往最大を越えるような降雨に対しても対応できるようになる。

ただし、ここで使用する短時間降雨予測値は、次の1時間の最大値を予測したものであ

り、特に災害の発生し易い集中豪雨時に、予測できるものでなくてはならない。現在、アメダスデータやレーダ雨量計端末を使用した、簡易な1時間降雨予測手法を開発中である。

2.4 土石流発生予知システムの導入状況

図1で示した土石流警戒・避難システムは将来的な計画図であり、モデル事業地域で検討中である。しかし、土石流発生予知システムは単独で製品化されており、導入が徐々に図られている。先に挙げた、直轄砂防事業におけるモデル事業指定区域の7事業所では既に予知システムは導入されており、そのスムーズな運用の試行を行っている。補助事業によるモデル事業は、昭和61年度からの実施であるため、まだシステムの導入に至っていないが、他の県で、自主的に導入している所があり、導入した県は10県を上回っている。特に昭和57年に大災害を経験した長崎県は、昭和60年度末までに40基を設置しており、住民の避難も実際に行われている。ただし、これら導入したシステムの多くはサイレン直結式のもので、基準に達すると地区住民にサイレンで知らせる仕組となっている。

3. かけ崩れ警戒・避難基準雨量

かけ崩れについても、かけ崩れに対する警戒・避難基準雨量が設定できないと、予知システムが成り立たないと考えられる。しかし、かけ崩れ災害の場合、降雨が非常に少ない時にでも発生することがあり、災害の発生と非発生を分離する線を設定し難いという問題が

ある。土石流と同じように災害発生下限値に予知線を設けると、空振りとなる場合が多くなりすぎ運用し難くなる。そこでこの下限に相当する雨量は避難準備雨量(気象でいう“注意報”的なもの)として取り扱うことが、実用的とも考えられる。現在、空振り頻度を0に近づける降雨指標の検討が続けられている。

4. まとめ

土砂災害予知システムについて、その周辺の話も含めて述べてきたが、災害形態によって対応の仕方が相当に違うことがわかるかと思う。しかし、住民としては、土砂災害を一つのものとしてとらえている場合が多いと考えられる。そういった理由から、できれば、土石流、地すべり、かけ崩れに対して統一した基準で避難体制がとれる検討を行う必要があるが、現象が相当に異なるため、困難な状況である。もちろん長崎災害のように非常に大きな外力が加われば、どんな形態でも土砂は移動を開始する訳で、同時に体制をとることができる。しかし、外力が小さい場合には、土砂移動現象によって危険度が相当に異なり、特に避難行動をとる場合の空振り頻度が、予知システム自体の命運を決めてしまうことを考えると、別の基準で考えざるを得ない。別々の基準で多少煩雑になっても的確な予知予測がなされれば、納得できるものと思う。このため、今後とも、土砂移動の機構と過程を解明し、予知、予測精度を上げる努力を続けることが必要である。