

土壌雨量指数にみる崩壊ポテンシャル

アジア航測株式会社 ○天野 篤 湯川典子 気象庁予報部 岡田憲治

1. 背景

2004年、全国各地で豪雨に伴う土砂災害が頻発した(表-1)。次々上陸した台風や前線等の際、刻々と伝えられた降水量実況・予報で、九州・四国・紀伊半島太平洋側など真っ赤な高い棒グラフが並んだ画面は記憶に新しい。しかし、土砂災害は、降水量の絶対値に比例せず、むしろ洗礼を受けていない寡雨地帯での発生および被害が目立った。

警戒・避難の観点からは、1,000mmオーダーの連続雨量を聞き慣れたところで、今降っている数100mmが危ないと連想し難いのは当たり前で、そこに落とし穴が潜んでいる。危急時に的確な災害対処行動が円滑にとれるかどうかは、住民の意識にしろ防災機関の緊急体制にしろ、過去の経験や日頃の備えに負うところが大きく、常襲地とそうでない土地では社会自体が持つ耐性にも隔たりが感じられる。稀に起こるかもしれない災害を人間がどう理解し回避するか、被災後必ず聞かれる「まさかここが…」という不意打ちの心情、「正常化の偏見」が問題とされる所以である。10年前崩れ去った「関西に地震はない」的例外神話は、土砂災害についても存在しない、との認識を新たにさせられた。

このような背景から、土砂災害の発生のしやすさにつながる自然的地域条件、いわゆる「免疫性」※1)についての知識、どこでどの程度の雨に気をつける必要があるのかを地帯別に示し一般に普及させるのが減災対策上重要ではないかと考え、崩壊等の発生限界を評価する単一降雨指標である「土壌雨量指数」の値を用い、本邦分布図を作成した。

2. 土壌雨量指数

土壌雨量指数は、全国約5km格子のレーダー・アメダス解析雨量を基に、小葉竹・石原(1983)が総合化した短期洪水流出解析用3段直列タンクモデルを用い、土壌中に蓄えられた水分量の履歴順位と崩壊等発生との相関から、平均的な危険度を予測する判定法で、気象庁岡田らが開発(2000)※2)した(図-3)。本手法は、①現象と結びついた意味合いが理解しやすい、②(過去10年間の)履歴順位概念の導入により広域の大規模土砂災害について良好な判定精度が検証されている(図-4)、③時系列的な変化を表しやすい(単一化指標故)、④精度的に全国均質で連続的な空間分布の把握に優れる、⑤下段タンク貯水位で遅れて発生する現象(や解除時期)を捕捉できるなど、多くの特長を有する。

図-1,2は、2004年の土砂災害発生事例を土壌雨量指数の経時変化で示したものである。上側折線は土壌雨量指数(3段タンク貯水位合計)、下側は2段目タンク貯水位の変化、棒グラフはレーダー・アメダス解析雨量である。崩壊と土石流の発生事例は、いずれも土壌雨量指数値が履歴1位を更新してすぐの時点で起こっており、そのときの値は宮川村に比べ新居浜市の方が2/3程度と低くなっている。

表-1 2004年の主な風水害

月日	気象原因	被災地	総雨量/ 時間雨量	死者・ 不明者
7.12~14	新潟・福島豪雨	新潟県 栃尾市	431 mm 62 mm/hr	16
7.17~18	福井豪雨	福井県 美山町	285 mm 96 mm/hr	5
7.29~8.2	台風10号	徳島県 木頭村	980 mm 90 mm/hr	3
8.17~20	台風15号	愛媛県 四国中央市	610 mm 70 mm/hr	10
8.27~31	台風16号	宮崎県 南郷村	756 mm 65 mm/hr	17
9.4~8	台風18号	宮崎県 諸塚村	905 mm mm/hr	45
9.25~30	台風21号	三重県 尾鷲市	904 mm 133 mm/hr	27
10.7~9	台風22号	静岡県 御前崎市	413 mm 89 mm/hr	9
10.18~21	台風23号	徳島県 神山町	545 mm 74 mm/hr	98

*気象庁・消防庁ホームページ調べ

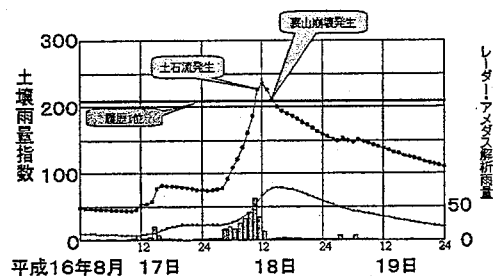


図-1 愛媛県新居浜市北西部の発災前後時系列

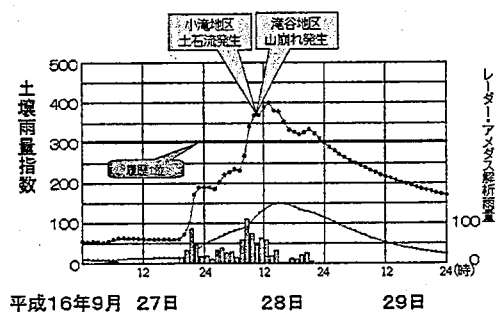


図-2 三重県宮川村滝谷・小滝地区発災前後時系列

※1 免疫性 小出博が、著書「山崩れ」(1955)中で示した概念。例えば崩壊が発生し山腹不安定土層が取り除かれると、その後風化等劣化の進行で再び不安定な材料が蓄積されるまでの間、斜面は免疫性を有する。多雨地帯と寡雨地帯では履歴が大きく異なっており、長年の間の繰り返して、やがてその地点の素因と誘因(浸食営力)に見合った安定性の斜面から構成されることになる。免疫性の度合いが把握できれば、平均的な崩壊発生危険度が評価されることになる。

※2 引用文献 岡田憲治(2000):土砂災害の軽減に向けた「土壌雨量指数」の開発, 消防科学と情報, 60, 22-28

3. 土壌雨量指数による崩壊ポテンシャル

1988～2003年の全国の土壌雨量指数からメッシュ履歴1位の値を分布図化したのが図-5である。「応用水文統計学」(岩井・石黒,1970)の本邦確率雨量の地域分布と調和的で、互いのデータの確かからしさが認められる。2004年の発災事例をいくつか併記したが、履歴1位の土壌雨量指数値が大きいところでは雨も多くなってから災害が発生し、小さいところでは雨が少なくても起こっている。よって、図中の値が相対的に小さいところで自然山地の持つ耐性は低く、降雨に伴う崩壊等発生ポテンシャルは高いとみなすことができる。ざっくり地帯区分で示すと、北海道はじめ東北・信越・中国地方などは免疫性に乏しく、すなわち素因と誘因を包括した崩壊ポテンシャルが高く、単に雨の絶対量だけを見聞きし油断しては危ないことが示唆される。過去設定されてきた旧建設省砂防系警戒・避難基準雨量は、2軸かつ都道府県毎ブロック別であったため、このような全国一律の面的比較は困難であった。

以上のように地域性を反映した土砂災害発生予測が重要なことから、気象庁ではこれまで土壌雨量指数の履歴順位を用い「大雨警報の切替」を行ってきた。土壌雨量指数の値自体は一般向けに提供されていないが、科学的な判断材料のひとつとして将来公開された折には、本ポテンシャル分布との照合により、崩壊等の災害発生危険性の水準を定量的に認識できるようになれば望ましい。

4. 今後に向け

2005年度より、河川局砂防部と気象庁予報部が連携した「土砂災害警戒情報」の本格実施が始まる。2軸平面上で非発生降雨から解析される複雑な形状の閾値(C.L.)を設定する「連携案」が新たに考案されたが、運用に至るまでには課題も想定される。

例えばリードタイムを考慮し有効な警戒避難を行うためには、先行降雨と降り始めからの降雨実績・予測時系列による危険性変化が追跡でき、かつ科学的に納得できるアウトプットが求められる。すなわち、横軸の「土壌雨量指数」(「記録の短時間大雨情報」)で実質的には判断することになり、見慣れぬ判定図様式を単一降雨指標毎に分解し、読みとりやすく時間を追って表すアイデアを図-6に示す。

実際の運用局面では、どのタイミングでどう行動すればよいか重要なわけで、経時的に事態の動きがつかめる予知情報、直感的にわかりやすい表現が不可欠である。それぞれの「受け手」にきちんとリスクが理解されてこそその防災情報、身を守るための行動に結びつけるためにはどうあるべきか、その本質を肝に銘じたい。

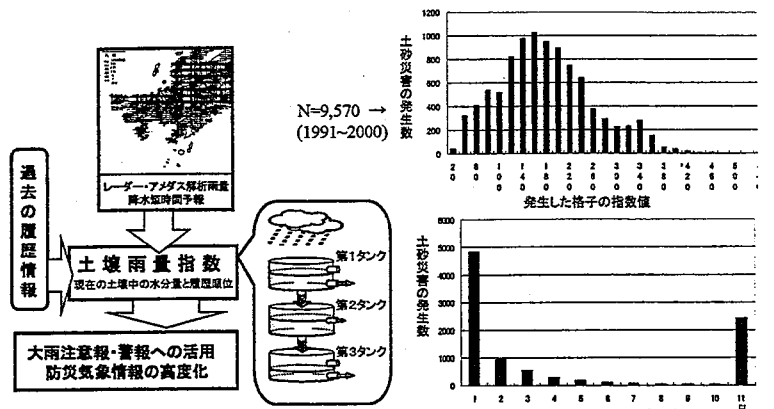


図-3 土壌雨量指数概念

図-4 災害発生格子指数値・履歴順位

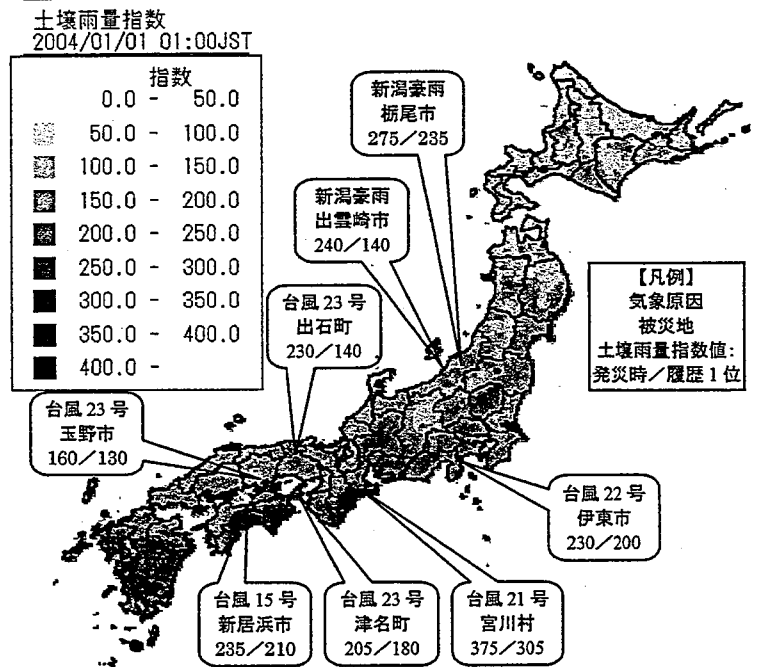


図-5 本邦土壌雨量指数履歴1位≒崩壊ポテンシャル分布

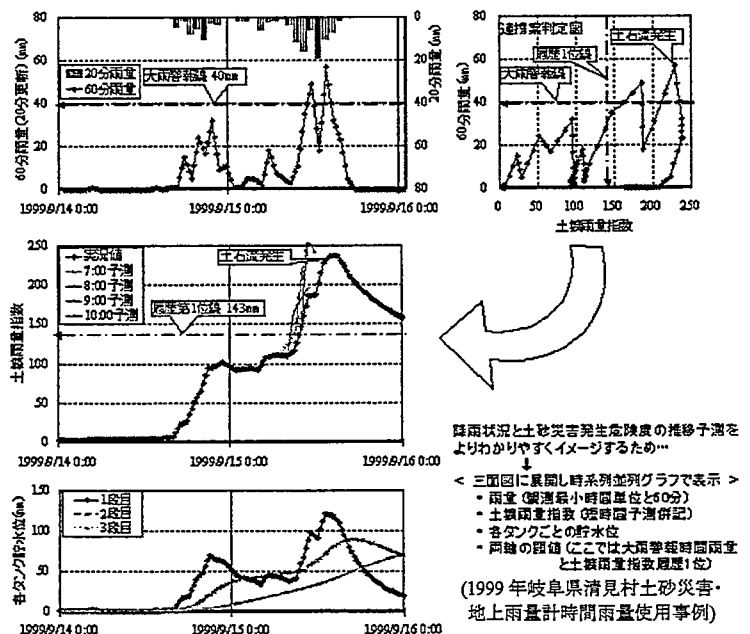


図-6 土砂災害警戒情報「連携案」判定図表現の工夫