

四万十町での湧水観測とタンクモデルによる土砂災害発生危険基準線設定

三重大学 ○八木雅子（現：林野庁）
 堤大三
 渡邊竣介
 香川大学 竹之内健介

1. はじめに

高知県高岡郡四万十町大正は、地質的に四万十帯に位置しており、深層崩壊等の大規模な土砂災害が比較的発生しやすい場所である。さらに大正地区内の人口の密集地は土砂災害警戒区域や特別警戒区域として設定された斜面で囲まれている²⁾ことから、この地域に対して適切な土砂災害発生予測が求められている。現在、全国の自治体ではタンクモデルを使って土壌雨量指数を算出し、横軸に土壌雨量指数、縦軸に1時間雨量をとったスネークラインが、土砂災害発生危険基準線 CL (Critical line) を超えることを判断基準とした警戒情報の発令を行っている。しかし、タンクモデルに含まれる3つのパラメータ（流出係数、浸透係数、流出孔高）は、全国で同じ値が一律に用いられており、地形や地質、植生といった地域特性が全く反映されていないまま土砂災害警戒情報に用いられている。本研究では高知県高岡郡四万十町大正を対象地として、現地の特性を反映したタンクモデルを検討し、より信頼性の高い土砂災害予測に資する検討を行った。

2. 現地観測

対象地の斜面の湧水地点にて湧水量観測用装置を製作・設置をした。設置後の様子を図-1 に示す。この装置の仕組みについて説明する。湧水地点にコンクリートの堰を設け、発生した湧水を確実に塩ビパイプに流入させる。プラスチック容器の最下流端に設けた矩形の堰を超える水の水位を水圧式水位計 (OYO S&DL mini) によって10分間隔で2021年4月から2021年11月にかけて継続的に観測をする。また、水位計で得た水位から全幅堰の公式を用いて湧水の流量を算出し、タンクモデルでの流量計算と単位を揃えるために1時間積算流量とする。この流量 (l/h) を流域面積 4.62 ha で除し、mm/h の単位で表した流出高を流量と定義した。観測で得られた流量の変化を降雨観測値と共に図-2 に示す。



図-1 湧水実測装置

3. 解析方法

斜面内部を3つのタンクによって概念化したモデルがタンクモデルである (図-3)。タンクモデルの流量が、現地観測で得られた流出量変化を近似できるようにパラメータを調整した。そのパラメータを表-1 に示す。

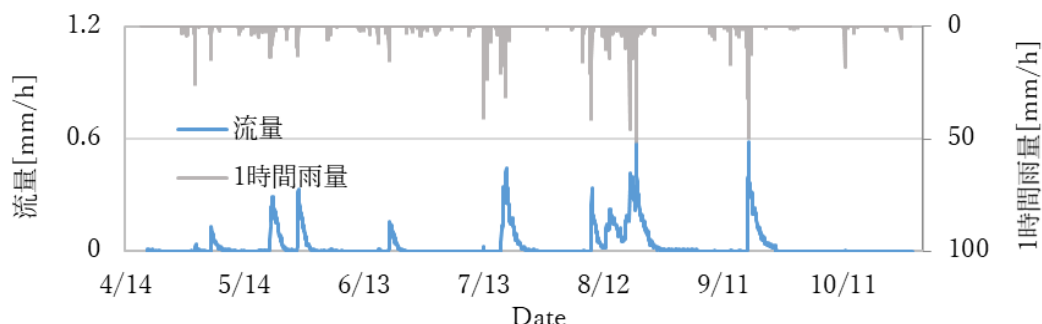


図-2 流量と降雨観測値

現地で降雨終了後の無降雨期間が長く続いた時でも、少量ではあるが流量が観測されたことから地表面流出のみではなく、土層深くまで浸透し、降雨発生から遅れてから流出する地下水流出が対象地の湧水に影響していると考えられる。そのため、Case1 から3 に向かって浸透係数を大きく設定し、それを基準として観測流出量を近似するように流出係数を調整した。

4. 結果と考察

調整後のタンクモデルのパラメータを用い、1976 年から現在まで観測された全ての降雨を入力条件として計算した土壌雨量指数と1 時間雨量から Case 別にスネークラインを描き、図-4 に示す。図の赤線は、2014 年8 月に四万十町で実際に土砂災害（土石流）³⁾ が発生した際のスネークラインを表している。それ以外の災害非発生時のスネークラインは灰線で表している。土砂災害が発生していないスネークラインの最も外側をたどる包絡線を描くことで図の紫点線の CL を設定することができると考えられる。各 Case の CL とスネークラインを見ると、従来のパラメータを用いた Case0 では、土砂災害発生時のスネークラインが CL の内側に来ており、土砂災害の発生条件を適切に判断できていないが、Case1 では、そのスネークラインが CL の外側に大きくはみ出ていることから、適切に判断できることが示されている。Case2, 3 の場合は、土砂災害発生時のスネークラインが CL の内側にあり、適切に土砂災害発生時の判断ができていないことがわかる。

5. 結論

今回、湧水観測によって得た流量とタンクモデルの計算で得た流量が整合するようなパラメータ設定を行い、従来のパラメータを用いたときのスネークラインの動向と CL を比較した。結果、大正地区の斜面で発生する土砂災害の予測に関して適切なパラメータ設定を行うことができた。今後は、Case1 の精度の検証を行っていくと同時に、スネークライン図上で住民の避難行動の参考となるような指標を設け、さらなる住民の防災意識の向上へとつなげていきたい。

参考文献

- 1) 笹原克夫, 加藤仁志, 桜井亘, 石塚忠範, 梶昭仁：平成 23 年台風 6 号により高知県東部で発生した深層崩壊：砂防学会誌, Vol.64, No.4, p.39-45, 2001
- 2) 高知県防災砂防課：高知県土砂災害危険箇所マップ
- 3) 四万十町役場：近年の町内の土砂災害

表-1 パラメータ調整結果

		Case0	Case1	Case2	Case3
流出係数	α_1	0.1	0.003	0.004	0.004
	α_2	0.15	0.004	0.002	0.003
	α_3	0.05	0.003	0.003	0.003
	α_4	0.01	0.001	0.001	0.002
浸透係数	β_1	0.12	0.12	0.24	0.48
	β_2	0.05	0.05	0.1	0.2
	β_3	0.01	0.01	0.02	0.04

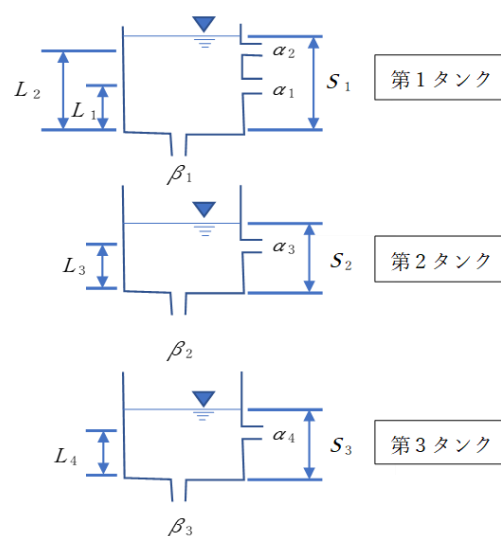


図-3 タンクモデルの概念図
(気象庁 HP を参考に作成)

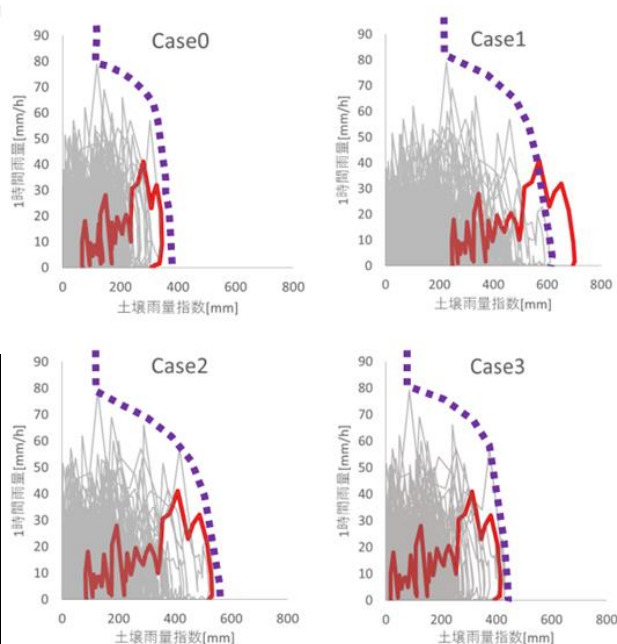


図-4 スネークラインと CL