

平成 23 年台風 12 号により奈良県内で群発した深層崩壊の発生限界降雨について

奈良県土木部砂防課 : 大塚 俊次^{*1}、藤井 啓治、山上 悟
 国際航業株式会社 : 〇西川 友章、島田 徹、笠原 拓造、江川 真史
^{*1}現 奈良県宇陀土木事務所

1. はじめに

平成 23 年 8 月 30 日～9 月 5 日にかけて、非常にゆっくりとした速度で北上した台風 12 号により、山沿いを中心に広い範囲で記録的な大雨となった。8 月 30 日からの総降水量は紀伊半島を中心に広い範囲で 1000 mm を超え、奈良県上北山村上北山(カキヤマ)では 1808.5 mm となるなど、年平均値の 6 割に達したところもあった。大雨が長時間続いたこともあり、奈良県では南部を中心に、小規模な崩壊や土石流も含めると全域で約 1800 箇所土砂移動が発生している。中でも深層崩壊が多く発生していることが、今回の特徴的な現象である。

本報告では、現在奈良県で運用されている「土砂災害警戒避難基準雨量(CL)」の設定手法に基づき、台風 12 号降雨の推移を示すスネーク曲線に、奈良県で運用されている CL と深層崩壊発生時刻を重ね合わせ、深層崩壊発生の発生限界降雨について検討した。対象としたのは、人家や公共施設に近く、関係する市町村役場、地元の自治会長や住民へのヒアリングにより、発生時刻が特定できた 17 箇所の深層崩壊である。

2. スネーク曲線の推移と深層崩壊発生のタイミング

今回の深層崩壊発生の降雨状況を把握するため、RBFN(放射基底関数によるネットワーク解析手法)による非発生降雨に基づいた応答曲面を用いて、土壌雨量指数の「RBFN 出力値」を現行 CL と比較することにより検討した。検討に用いたのは、土壌雨量指数(気象庁 5km メッシュ雨量)と 60 分間積算雨量(気象庁 1km メッシュ解析雨量)の推移を示すスネーク曲線と平成 2 年～平成 16 年の雨量データを基に奈良県で設定された CL である。

台風 12 号降雨によるスネーク曲線と深層崩壊の発生時刻との関係を整理したのが表-1 である。また、各深層崩壊発生地点におけるスネーク曲線に崩壊発生時刻をプロットした事例が図-2～図-6 である。本検討における深層崩壊の発生限界降雨は、崩壊発生時の RBFN 出力値を評価の対象とするが(図-2)、崩壊発生が土壌雨量指数ピーク以降の戻り際のタイミングで発生している箇所(図-3)では、土壌雨量指数ピーク時の RBFN 出力値を評価の対象とすることとした。

表-1 スネーク曲線(土壌雨量指数)の時系列変化等一覧表

箇所番号	市町村	箇所名 深流名	土砂移動現象			土砂災害 発生日時	土壌雨量指数					RBFN出力値		
			形態	河速 閉塞	崩壊面積 (㎡)		CL到達 時刻	ピーク 時刻	CL～ 崩壊発生 (h)	ピーク～ 崩壊発生 (h)	CL収束 時刻	現行 CL	土壌雨量 指数ピーク	崩壊発生
1	五條市(大塔町)	辻堂・柳谷川	崩壊・土石流		17,000	2011/9/4 2:00 ~ 2011/9/4 6:00	9/2 13:30	9/3 24:00	36.50	2.0	9/5 7:00	0.2	0.0014	0.0023
2		辻堂・鍛冶屋谷	崩壊・土石流		19,000	2011/9/4 ~ 2011/9/4 2:00 ~ 6:00	9/2 13:30	9/3 24:00	36.50	2.0	9/5 7:00	0.2	0.0014	0.0017
3		宇井	崩壊	〇	64,000	2011/9/4 7:06	9/2 16:00	9/3 24:00	39.10	7.1	9/5 7:00	0.1	0.0010	0.0061
4		赤谷・清水	崩壊		245,800	2011/9/3 19:00	9/2 9:00	9/4 4:00	34.00	-9.00	9/5 18:00	0.9	0.0001	0.0024
5	野迫川村	北殿・岩谷	崩壊・土石流	〇	47,100	2011/9/4 10:10	9/2 21:30	9/3 24:00	36.66	10.16	9/5 8:00	0.6	0.0002	0.0154
6	十津川村	長殿・テラ谷	崩壊・土石流		26,400	2011/9/3 11:00	9/2 13:30	9/4 4:00	21.50	-17.00	9/5 3:00	0.2	0.0001	0.0431
7		長殿・濁谷川	崩壊	〇	183,000	2011/9/4 3:00	9/2 13:30	9/4 4:00	37.50	-1.00	9/5 3:00	0.2	0.0001	0.0002
8		長殿・大筋丸	崩壊		36,600	2011/9/4 3:00	9/2 13:30	9/4 4:00	37.50	-1.00	9/5 3:00	0.2	0.0001	0.0002
9		野尻	崩壊・土石流		188,200	2011/9/3 16:38	9/3 6:00	9/4 4:00	12.63	-9.37	9/4 19:30	0.1	0.0005	0.0122
10		重里・大畑瀬	土石流	〇 明治	-	2011/9/3 19:30	9/2 22:30	9/4 4:00	21.00	-8.50	9/5 8:00	0.1	1.8*10 ⁻⁶	0.0007
11	川上村	迫・西谷川	崩壊		77,400	2011/9/4 17:20	未到達	9/3 18:00	未到達	23.33	未到達	0.1	0.3360	0.7938
12	黒滝村	赤滝・黒滝川	崩壊・土石流		19,700	2011/9/3 5:55	9/3 2:00	9/3 22:00	3.92	-20.00	9/4 9:00	0.1	0.0332	0.2033
13		赤滝・柏原谷川	崩壊	〇	27,000	2011/9/5 12:00	9/2 17:00	9/3 21:00	67.00	39.00	9/4 16:00	0.1	0.0818	0.9517
14	天川村	坪内・戸の瀬	崩壊	〇	7,200	2011/9/3 22:35	9/3 1:00	9/3 22:00	21.58	0.58	9/4 12:30	0.1	0.0496	0.0722
15		坪内・冷水	崩壊	〇	63,100	2011/9/4 12:00	9/3 1:00	9/3 22:00	35.00	14.00	9/4 12:30	0.1	0.0496	0.2257
16	御杖村	畑井谷川	崩壊・土石流		1,000	2011/9/4 22:35	9/2 24:00	9/3 3:00	46.58	43.58	9/4 12:00	0.1	0.0790	0.5984
17	東吉野村	麦谷川	崩壊・土石流	〇	57,400	2011/9/4 7:17	9/2 24:00	9/3 2:00	31.28	29.28	9/4 9:00	0.1	0.0820	0.2708

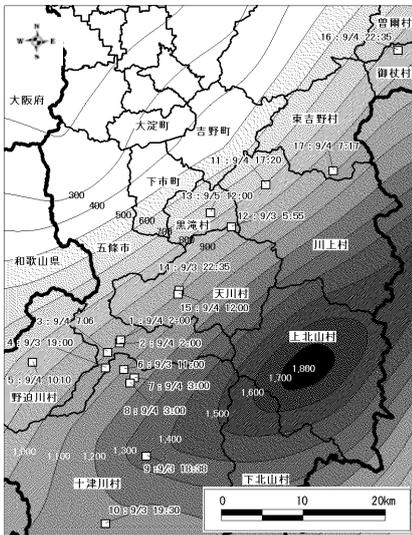


図-1 対象とした深層崩壊発生箇所図

<CL 突破から崩壊発生までの所要時間>

スネーク曲線が CL を超えてから崩壊発生するまでの所要時間について、傾向は以下のとおりである。

- ①スネーク曲線が CL を超えても、深層崩壊は直ぐには発生していない。CL を超えてから崩壊発生までの時間差は、早い箇所では約 12 時間半、その他は 21 時間～67 時間、平均すると約 34 時間であり、概ね 1 日以上時間差のあることが分かった。
- ②図-3 に示すような、崩壊が土壌雨量指数のピークに到達した後の戻り際に発生しているケースでは、60 分間積算雨量の

観点で見ると、降雨が小康状態に落ち着いてから崩壊発生するという特徴がある。スネーク曲線がピークに達してから崩壊発生までに生じる時間差については、今後の検討が必要である。

- ③(12:赤滝・黒滝川A)は、スネーク曲線が一度CLに到達するものの4時間後にCL手前に戻るタイミングがあり、その時に崩壊発生している。(11:迫・西谷川)では、スネーク曲線がCLに到達せずに崩壊が発生している。どちらも崩壊発生時には、CLを突破していない。

<崩壊発生時のRBFN出力値について>

深層崩壊の発生限界降雨として評価対象にしたRBFN出力値については以下の傾向が見られた。

①現行CLより手前で崩壊が発生(図-4、図-5)

CLの手前で崩壊発生している2箇所(12:赤滝・黒滝川A、11:迫・西谷川)は、それぞれRBFN出力値が0.20、0.33と共にCL設定時の0.1より大きくなっている。

どちらの箇所も過去に災害履歴が無いため、過去の非発生降雨の分布状況によりCL(RBFN出力値0.1)が高く設定されている。これにより、スネーク曲線がCLを突破せずに深層崩壊が発生している。このような箇所については、今回の深層崩壊の発生したタイミングやスネーク曲線の推移を踏まえて、現行CLを見直す等、今後の十分な検討が課題として挙げられる。

②RBFN出力値は概ねCL付近(図-6)

崩壊発生前にスネーク曲線がピークに達した5箇所のRBFN出力値が0.050~0.082と、概ね現行CLの設定値0.1に近い数値であった。ただし、これらの中3箇所は全てピークから崩壊発生までに30時間以上の時間差が生じているため、図-6に示すように崩壊はスネーク曲線がCLよりも手前まで戻ってから発生している。

③RBFN出力値は現行CLの1/10以下(図-2、図-3)

崩壊発生時のRBFN出力値の内10箇所が、現行CL(概ね0.1もしくは0.2)の1/10以下である0.01以下の数値となっている。0.001以下の箇所も5箇所ある。現行CLと比較すると非常に小さな値であり、今回はかなり稀な大雨であったことが分かる。

これらの中でスネーク曲線のピーク後に崩壊発生している4箇所は、CL突破からピークまでは30時間以上の時間差があるものの、ピークから崩壊発生まで2~10時間と直ぐに発生していることが分かる。

3. おわりに

本検討により、深層崩壊の発生限界降雨について以下に示す傾向があることが分かった。

- ・深層崩壊は、スネーク曲線が現行CLを超えてから、平均1日以上経過して発生する。
- ・崩壊発生時のRBFN出力値は、現行CLに近い箇所も3箇所あったが、半数以上の10箇所でも0.01より小さくなっている。深層崩壊は現行CLと比較しても、非常に稀な降雨条件において発生する傾向にある。
- ・スネーク曲線がピークに達した後、10時間以内に崩壊発生する箇所もあれば、30時間以上空けてから崩壊発生する箇所もある。すなわち、スネーク曲線がピークに達した後でも、1日以上は深層崩壊の可能性が残っていると言える。そのため、土砂災害警戒情報の発表に関して、特に深層崩壊に対しては解除するタイミングに注意が必要である。

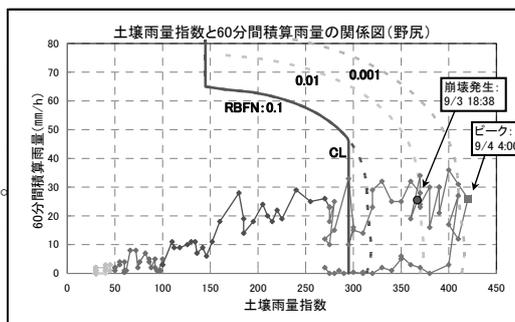


図-2 応答曲面と降雨状況(事例1)

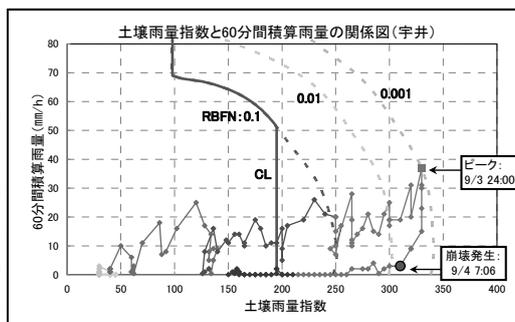


図-3 応答曲面と降雨状況(事例2)

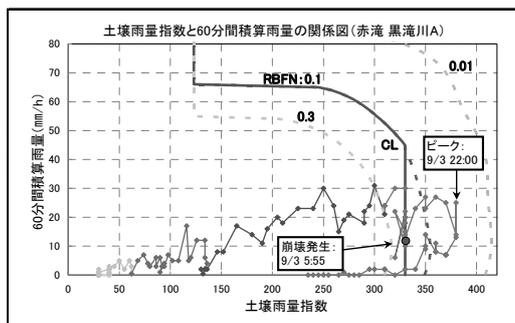


図-4 応答曲面と降雨状況(事例3)

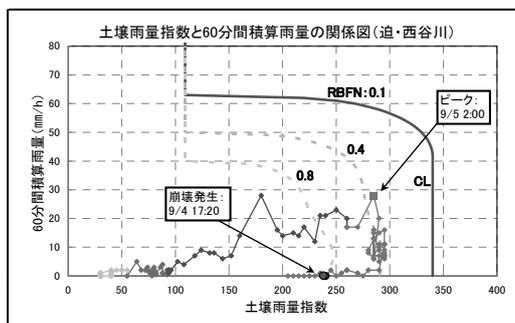


図-5 応答曲面と降雨状況(事例4)

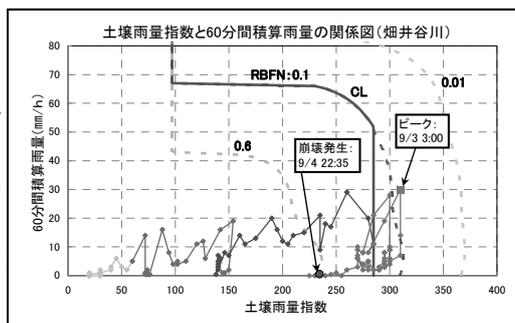


図-6 応答曲面と降雨状況(事例5)