

## CS 7

# 台風9119号の山林被害による土砂災害発生限界雨量の変化

九州大学大学院 学生員○川原 恵一郎 九州大学工学部 正 員 平野 宗夫  
建設技術研究所 正 員 原田 民司郎 九州大学工学部 正 員 森山 聡之

### 1. 緒言

1991年9月に九州北部に上陸した台風19号は、進路およびその東側にあたった九州北部、中国、東北地方に大きな強風災害を与えた。特に九州では筑後川上流域の山地部において未曾有の風倒木災害が発生し、このため地元においては、倒木・揺木による山腹崩壊危険性の増大と大量の流木の発生による水害・土砂災害の激化など、いわゆる「台風2次災害」の発生が懸念され、深刻な社会問題となっている。

本報では、筑後川上流域を対象として、台風19号による被災前後の土砂災害の発生危険度を求め比較検討する。その際、人間の神経細胞をモデル化したニューラルネットワークを用いる。

### 2. 土砂災害発生限界とニューラルネットワークによる推定

豪雨により山腹の土砂が流動化する条件について、平野ら<sup>1)</sup>は、山腹における側方浸透流の水深がある値になった時、崩壊が始まると考え発生条件を導き、土砂災害の発生限界降雨は到達時間とその間の累加雨量により規定されることを示した。これらの値の推定には、一連の降雨波形から種々の時間における累加雨量の最大値を求め、土砂災害が発生した時の降雨波形とそうでないものとに分類し、両者の差が極小となる時間を到達時間とする手法が用いられている<sup>2)</sup>。しかし、差が極小となる時間は必ずしも明瞭でなく、到達時間の推定が困難な場合も少なくない。ここではその推定にニューラルネットワーク<sup>3)</sup>の利用を試みる。

ここで、ネットワークの構造は、入力層、中間層、出力層の3層からなり、各層はユニットが集合したものからなる。入力層の各ユニットに入力された情報は、各ユニット間にある重みにより結合され、中間層、そして出力層へと送られる。このとき、中間層及び出力層では、シグモイド関数により出力される。さらに、ネットワークから出力された結果に対して教師信号を与え、それに適合するように各ユニット間の重みを変化させて、自己学習を行う。そして、これを繰り返すことで最適なネットワークが形成される。ここで、学習方法にはバックプロパゲーション（誤差逆伝播法）を利用する。

ニューラルネットワークには、降雨毎に各時間の最大累加雨量値を入力し、 $[0, 1]$ で出力される。これは、出力値が1に近いほど、危険度が大きく、災害危険度とみなされる。ここでは、出力された危険度より、到達時間と限界雨量を検討する。

### 3. 解析及びその結果

使用データは、図-1に示す松原ダム、大野、山浦、及び鶴河内雨量観測所の1時間雨量の記録である。各地点で1～24時間の累加雨量の最大値を求めて、1991年の台風19号の前後でプロットする。図-2、3は松原ダムにおける台風被災前後の累加雨量である。両図を比較すると、1992年にはそれ以前より少ない雨量で災害が発生していることが判る。

次に、上記のデータをニューラルネットワークに適用する。まず、1990年までの1～12時間までの累加雨量を入力し、土砂災害の発生時には0.99、不発生時には0.01と教師信号を与え、ネットワークに学習させる。同様に、1992年の結果を学習させる。次に、それぞれのネットワークに1992年までの累加雨量を入力して出力を求める。松原ダム地点における6時間累加雨量に対する出力の結果を図-4に示す。種々の時間について同様の図を描いてみたところ、図に示す6時間が最もまとまりがよく、この時間が到達時間と推定される。また、台風後のデータを学習したネットワークの出力は、台風前を学習した場合より大きな値を示しており、同じ雨量に対して災害発生の危険度がかかなり大きくなっていることが判る。同様にして、他の観測所について求めた到達時間と台風19号被災前後の災害発生限界雨量を表-1に示す。

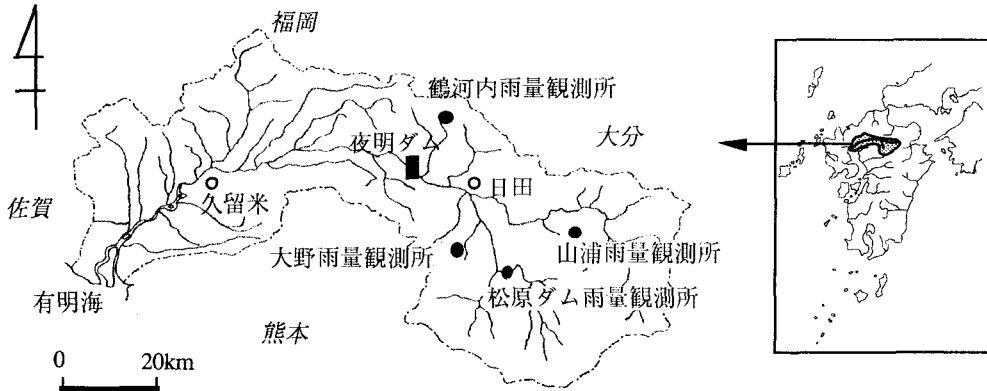


図-1 筑後川概要及び雨量観測所の位置

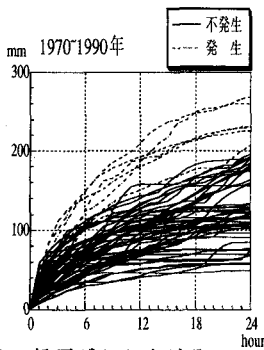


図-2 松原ダムにおける  
台風19号以前の雨量図

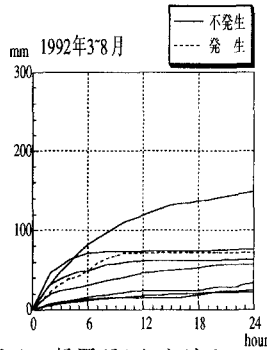


図-3 松原ダムにおける  
台風19号以降の雨量図

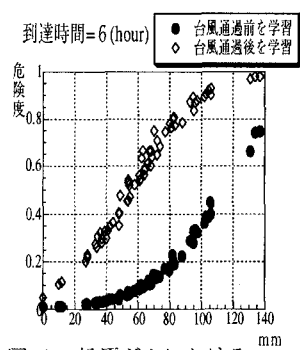


図-4 松原ダムにおける  
6時間雨量の発生危険度

#### 4. 結語

筑後川上流域の土砂災害の発生に対して、ニューラルネットワークを利用して到達時間を推定し、限界雨量を求めた。その結果台風19号の通過以降は、それ以前より少ない雨量で災害が発生することが明らかになり、土砂災害発生の原因が大きく変化していることが推測される。このネットワークは、台風19号被災前後の土砂災害の危険性の変化を判断しており、今後も様々な利用が期待される。他の雨量観測所のデータについても考察を加え、予測の検証を続ける予定である。

| 雨量観測所 | 到達時間<br>(hour) | 台風前の限界雨量<br>(mm) | 台風後の発生雨量<br>(mm) |
|-------|----------------|------------------|------------------|
| 松原ダム  | 6              | 88.0             | 42.0             |
| 大野    | 8              | 161.0            | 46.0             |
| 山浦    | 5              | 71.5             | 50.0             |
| 鶴河内   | 7              | 112.0            | 89.0             |

表-1 各雨量観測所の災害危険雨量

#### 参考文献

- 1) 平野宗夫・岩元賢・原田民司郎：人工降雨による土石流の発生機構に関する研究、第31回土木学会年次学術講演会概要集第2部、299-300（1976）
- 2) 平野宗夫・正田誠・森山聡之、活火山流域における土石流の発生限界と流出規模の予測、第30回水理講演会論文集、181-186、（1986）
- 3) 森山聡之・平野宗夫、他、ニューラルネットワークを用いた土石流発生予測について、第36回水工学論文集、705-708（1992）