

## 画像による豪雨検知手法の検討

国土技術政策総合研究所 ○金澤瑛、中谷洋明<sup>※1</sup>

株式会社コルバック 吉村暢也、張成美

(※1 現 一般財団法人 砂防・地すべり技術センター)

### 1. はじめに

近年、土砂移動現象の発生場である山地流域に設置された監視カメラの映像の解析から、流砂水文現象の定量的な把握や流況変化、降雨強度の把握を試みた研究がなされている<sup>1)</sup>。カメラを用いて周辺状況を把握する技術は、画像のみで複数種類の物理量の観測や周辺状況の把握が可能になることから、経済的で合理的な技術となりうる。土砂災害に対する効果的な警戒避難体制を構築するためには、山地流域における降雨の状況をきめ細かに把握することが重要であり、既設の監視カメラの映像を用いることで、降雨の状況を高い時空間分解能で把握できる可能性がある。そこで、本研究では、山地流域に設置された監視カメラの映像から、土砂移動現象を引き起こすような豪雨を検知する手法を検討したので、その一部を紹介する。

### 2. 画像による豪雨検知手法の検討

屋外で撮影された画像の様相は、撮影時の気象条件(晴、曇、雨等)によって異なることから、画像の特徴である輝度を用いて気象条件を判別し、豪雨を検出する方法を検討した。

気象条件を判別する手順は以下のとおりである。

- ①5 種類(快晴、晴、曇、雨、豪雨)の条件の画像を収集し、画像ごとに適当な数の分割領域を作成する(図-1)。なお、本検討における「豪雨」は、近傍の雨量観測所のデータを参考に7 mm/10min 以上の雨とした。
- ②快晴と豪雨の分割画像の輝度によって、クラスター分析を実施し、画像の領域全体を数個程度のクラスターに区分する(図-2)。
- ③区分したクラスターの内、豪雨で輝度の差が大きくなる二つのクラスターを選定する(図-2)。
- ④5 種類の気象条件と4 程度のクラスターから、式(1)によって輝度の標準化得点および各気象条件における二つのクラスターの輝度の標準化得点の差  $z_d$  (以降、気象条件判定指標値という)を求める。

$$z_d = \frac{X_1 - \mu_1}{\sigma_1} - \frac{X_2 - \mu_2}{\sigma_2} \quad \cdots (1)$$

ここで、 $X$ は各クラスターにおける輝度、 $\mu$ は各気象条件における各クラスターの輝度の平均値、 $\sigma$ は各気象条件における各クラスターの輝度の標準偏差、各記号の添え字はクラスターの番号を表す。

- ⑤各気象条件における気象条件判定指標値の分布から気象条件ごとの判定指標値の閾値を設定する(図-3)。

- ⑥豪雨を判定する画像に対して、式(1)によって判定

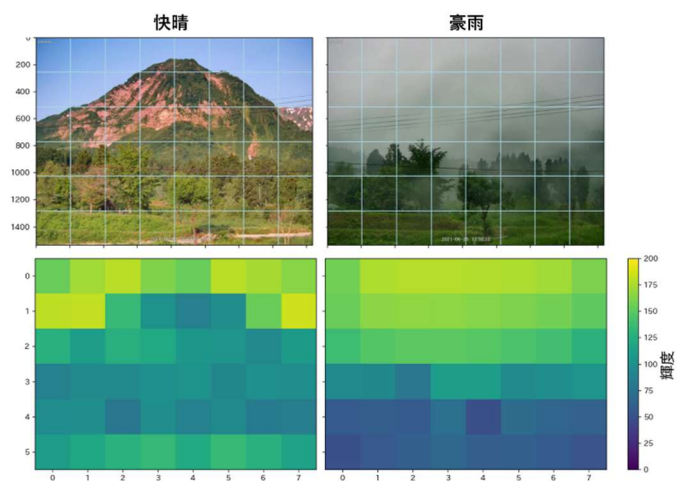


図-1 快晴および豪雨の画像の様相と輝度の分布

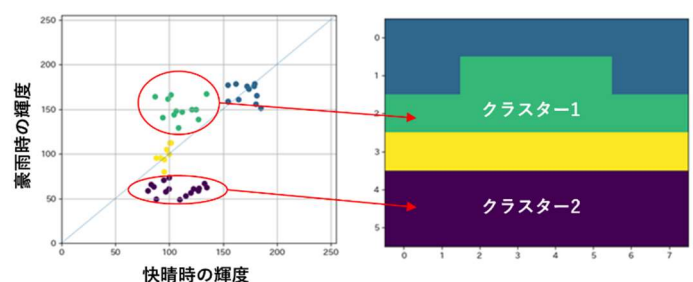


図-2 クラスター分析の結果と選定したクラスター

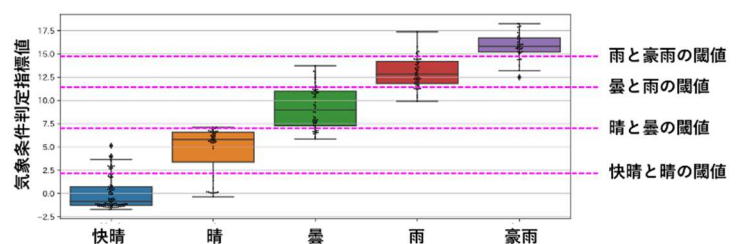


図-3 気象条件判定指標値の分布と気象条件ごとの閾値

指標値を算出し、判定指標値が⑤で決定した雨と豪雨の閾値以上となれば、豪雨と判定する。なお、本手法では閾値を参照して、豪雨に限らず任意の気象条件を判定できる。

### 3. 画像による豪雨検知手法の適用性の検証

画像による豪雨検知手法の適用性を検証するため、山地流域に設置された監視カメラ3台の映像を収集し、5種類の気象条件に画像を分類した。収集した画像の例は図-4のとおりである。それぞれのカメラで、気象条件ごとの判定指標値を算出することで気象条件を判定し、豪雨の判定における正解率、適合率、再現率をそれぞれ算出した。判定評価の意味は下記のとおりとした。

- ・正解率: 全ての判定のうち、正解した判定の割合
  - ・適合率: 例えば豪雨と判定したものうち、実際に豪雨であった割合
  - ・再現率: 例えば実際に豪雨であるもののうち、正しく豪雨と判定できた割合
- また、雨と豪雨を区別せずに雨(以降、豪雨+雨という)として判定した結果も同様の手法によって評価した。なお、検証では、各カメラの気象条件ごとの画像をおおよそ3等分の枚数になるように配分し、3分割の交差検証を行った。

表-1には、各カメラにおける画像による気象条件の判定結果を示す。また、図-5には、豪雨および豪雨+雨の気象条件判定結果の評価を示す。表-2から、どのカメラにおいても、実際の気象条件と判定結果が大きく異なる事例(実際の気象条件が快晴であるのに対して判定結果が豪雨となった事例、またはその逆の事例等)は無いことが分かった。また、図-5左図から、豪雨の正解率はどのカメラにおいても80%以上であるのに対して、適合率は14%~61%、再現率は50%~77%程度であった。表-1を参考にすると、豪雨の正解率の高さは、豪雨以外の気象条件に正解が多いことに起因していると考えられる。また、カメラ1や3の豪雨の適合率の低さは、雨を豪雨と判定しているためであると考えられる。したがって、現状では、本手法によって豪雨のみを判定するには課題が残る。一方、図-5右図から豪雨+雨では、どのカメラにおいても80%以上の高い正解率、適合率、再現率となった。したがって、これらの事例では、雨とそれ以外の気象条件を判別できることが強く示唆された。

今後、適用する事例を増やすことや閾値の設定方法について詳細に検討を進め、本手法の適用性について更なる検証を行う。

#### 参考文献

1) 金澤瑛・内田太郎・中谷洋明(2021): 監視カメラの画素値を用いた降雨強度の推定, 砂防学会誌, Vol. 74, No 3, pp.37-48.



図-4 各カメラの快晴と豪雨の画像例

表-1 各カメラにおける画像による気象条件判定結果

|      | 判定結果<br>実際の気象条件 | 判定結果 |     |    |    |    |     |
|------|-----------------|------|-----|----|----|----|-----|
|      |                 | 快晴   | 晴   | 曇  | 雨  | 豪雨 | 合計  |
| カメラ1 | 快晴              | 2    | 2   | 46 | 0  | 0  | 50  |
|      | 晴               | 16   | 28  | 16 | 0  | 0  | 60  |
|      | 曇               | 9    | 8   | 33 | 8  | 2  | 60  |
|      | 雨               | 0    | 0   | 0  | 41 | 19 | 60  |
|      | 豪雨              | 0    | 0   | 0  | 15 | 15 | 30  |
|      | 合計              | 27   | 38  | 95 | 64 | 36 | 260 |
| カメラ2 | 快晴              | 104  | 44  | 0  | 0  | 0  | 148 |
|      | 晴               | 16   | 36  | 25 | 0  | 0  | 77  |
|      | 曇               | 0    | 28  | 30 | 24 | 3  | 85  |
|      | 雨               | 0    | 4   | 17 | 35 | 29 | 85  |
|      | 豪雨              | 0    | 0   | 9  | 6  | 51 | 66  |
|      | 合計              | 120  | 112 | 81 | 65 | 83 | 461 |
| カメラ3 | 快晴              | 51   | 1   | 0  | 0  | 0  | 52  |
|      | 晴               | 5    | 28  | 21 | 0  | 0  | 54  |
|      | 曇               | 0    | 31  | 23 | 0  | 0  | 54  |
|      | 雨               | 0    | 0   | 6  | 16 | 37 | 59  |
|      | 豪雨              | 0    | 0   | 0  | 4  | 6  | 10  |
|      | 合計              | 56   | 60  | 50 | 20 | 43 | 229 |

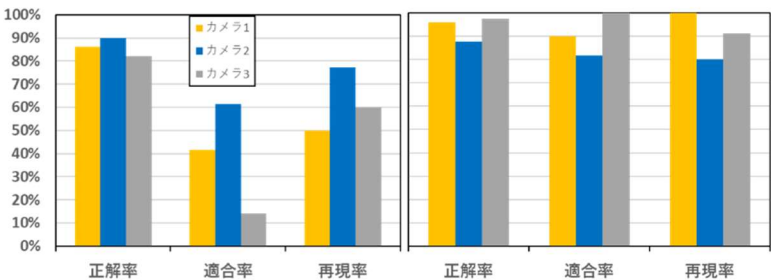


図-5 気象条件判定結果の評価 (左: 豪雨、右: 豪雨+雨)