

## 関東地方整備局富士川砂防事務所長優良業務表彰 R1早川下流部航空レーザ測量業務 航空レーザ計測データを活用した土砂移動マグニチュードの算出事例 土砂移動規模の把握の試み

キーワード：航空レーザ計測, 土砂移動現象の規模, 土砂移動マグニチュード

東日本空間情報部 **御園 隆**  
 国土保全技術部 **染谷 哲久・太井 正史・相原 佳明**

### はじめに

近年、多発する豪雨により、がけ崩れなどの狭い範囲の土砂災害から土石流が同時に広域で多発するような土砂災害まで、様々な規模の土砂災害が発生しています。地震ではマグニチュードや震度、台風では風速（暴風域・強風域の大きさ）など、現象の規模を表現する指標が一般に浸透していますが、土砂災害については規模を表現する指標は十分に浸透していないと推定されます。今後は、がけ崩れや地すべり、土石流などの名称だけでなく、土砂災害の規模となる指標も一般に浸透することにより、土砂災害への意識向上が期待されます。

土砂災害の規模を示す一つの指標として、土砂移動マグニチュードという考え方があります<sup>1)</sup>。この考え方で

は、個別の土砂移動現象の規模を算出し、算出結果を合計して流域全体や土砂災害時の規模を評価します。ただし、以前は広域の土砂災害ではすべての箇所での土砂移動現象などを調査するのは困難であり、土砂移動現象の高精度な把握が困難でした。一方、近年は航空レーザ計測が同じ地域で複数回実施されるようになり、土砂移動現象を精度よく把握できるようになってきました。本業務では、富士川砂防事務所管内の早川下流部において、航空レーザ計測データを活用して直近2年間の土砂移動現象による土砂移動マグニチュードを算出し、既往の災害事例と比較することにより、早川下流部の土砂移動の規模や特徴を分析しました。

### 土砂移動マグニチュードとは

土砂移動マグニチュードは、内田ら（2005）<sup>1)</sup>によって提唱された土砂移動現象の規模を表現する手法の一つであり、(1)式で算出します。

$$SMM = \log_{10}(HV) \quad (1)$$

ここで、SMM：個別の土砂移動現象の土砂移動マグニチュード H (m)：比高 V (m<sup>3</sup>)：発生土砂量 になります。この式から、土砂移動マグニチュードは移動（発生）土砂量 (m<sup>3</sup>) と移動比高 (m) の積で評価することができます。また流域全体や土砂災害イベント全体の土砂移動マグニチュードは、(2)式で算出します。

$$SMM_{event} = \log_{10} \left( \sum_{i=1}^n H_i V_i \right) \quad (2)$$

ここで、n：1 イベントで発生した土砂移動現象数 Hi (m)：1 イベントで発生した土砂移動現象の内、SMM が大きい方から i 番目の土砂移動現象の移動比高 Vi (m<sup>3</sup>)：1 イベントで発生した土砂移動現象の内、SMM が大きい方から i 番目の土砂移動現象の移動土砂量 になります。この式から流域全体や土砂災害イベント全体の土砂移動マグニチュードは、個別の土砂移動の移動（発生）土砂

量 (m<sup>3</sup>) と移動比高 (m) の積の値を合計して評価することができます。

本業務では、発生土砂量は2時期の航空レーザ計測（2018年6月～7月と2020年6月～10月：2020年7月の降雨により雨畑川の八潮崩れで大規模な崩壊が発生）結果の標高差分（最近の標高から過去の標高を減じる：マイナスは発生・プラスは堆積）から算出しました。また比高は、土砂移動現象の発生範囲のうち最も高い標高と、堆積範囲の最も低い標高との差を算出しました。なお、土砂移動マグニチュードの算出においては、土砂移動の発生・堆積の明瞭な関係が必要です。そのため、図1に示すように発生域と堆積域の関係が明瞭な土砂移動のみ土砂移動マグニチュードの算出対象としました。

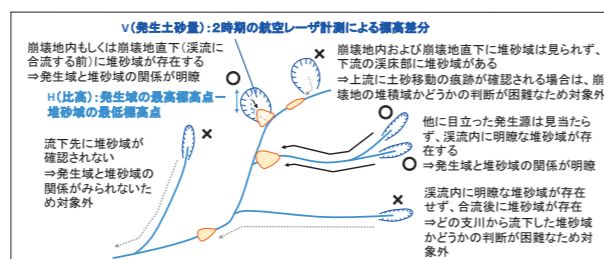


図1 土砂移動マグニチュード算出対象の模式図

### 早川下流域における土砂移動マグニチュードの算出結果

早川下流部では、合計で230箇所の土砂移動マグニチュード算出対象となる土砂移動現象を抽出しました（図2）。箇所数としては雨畑川の131箇所が最も多く、春木川の24箇所、早川下流残流域の19箇所と続きました。また流域面積当たりの箇所数では雨畑川の1.26箇所/km<sup>2</sup>が最も大きく、ハリマ沢の1.19箇所/km<sup>2</sup>、春木川の1.15箇所/km<sup>2</sup>と続きました。

また個々の土砂移動現象の土砂移動マグニチュードの値

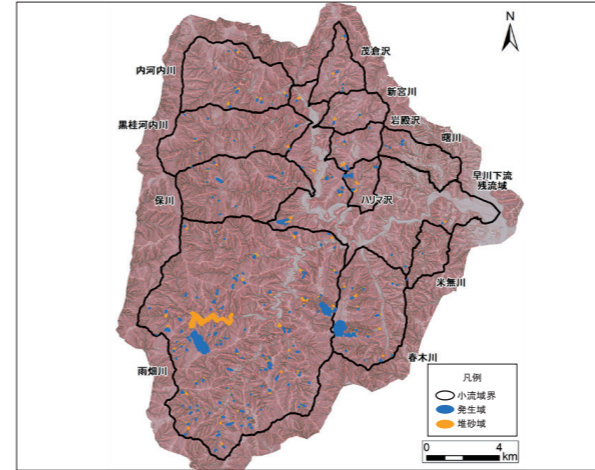


図2 土砂移動マグニチュード算出対象の土砂移動現象分布図

を算出し、各流域全体の土砂移動マグニチュードの値を算出しました（図3）。2020年7月に大規模な崩壊が発生した八潮崩れや御池の沢がある雨畑川では、9.97と最も大きな値となりました。また七面山崩れがある春木川が8.50となり、次に大きい値となりました。春木川は同程度の流域面積の小流域のなかでも値が大きいことが分かります。

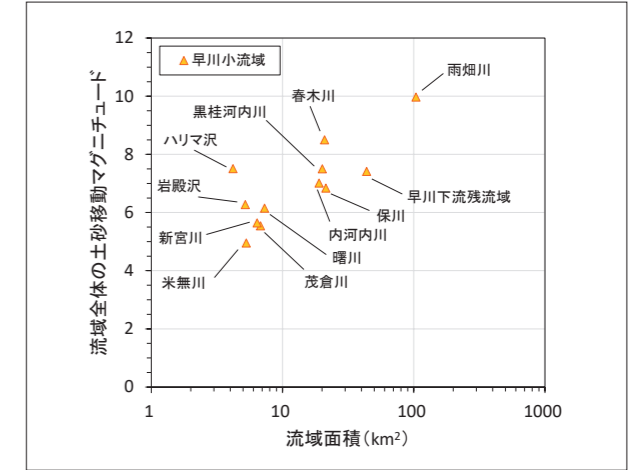


図3 流域面積と流域全体の土砂移動マグニチュードとの関係

### 既往の土砂災害事例との比較

本業務で算出した早川下流部における土砂移動マグニチュード算出値を、内田ら（2019）<sup>2)</sup>に掲載されている土砂災害イベント16事例と比較しました。雨畑川の土砂移動マグニチュードの値は、約2年間における土砂移動の結果から算出したものであるものの、過去のイベント土砂移動マグニチュードの値と比較すると、2004年新潟県中越地震や2005年台風14号による災害の事例と同程度の値でした。また、発生土砂量が相対的に少ないものの土砂移動マグニチュードの値は大きい結果となりました。土砂移動マグニチュードは発生土砂量と移動比高の積から算出するため、発生土砂量が少なく土砂移動マグニチュードの値が大きいということは、移動比高が大きいこととなります。早川下流部は勾配が急な高標高域に位置しており、他の事

例と比較した結果から崩壊や土石流による移動比高が大きいことが特徴と考えられます。

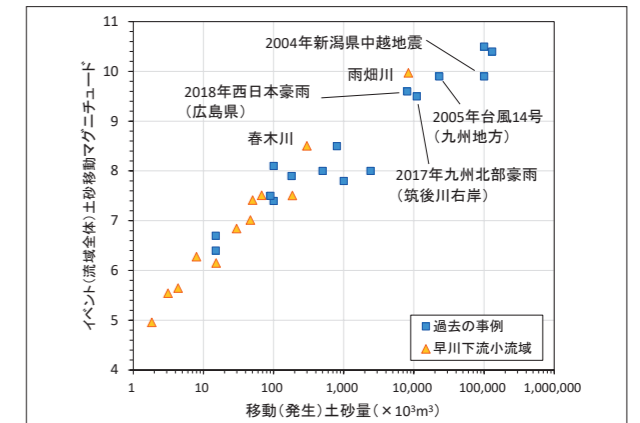


図4 移動（発生）土砂量とイベント（流域全体）土砂移動マグニチュードとの関係

### おわりに

本業務では、土砂移動マグニチュードを算出することにより、各土砂災害の規模の比較や土砂移動の特徴が分析できるようになりました。今後、土砂移動マグニチュー

ドの事例を増やしていくことで、将来的に土砂災害の規模という指標が一般の方にも浸透していくことが期待され、土砂災害への意識向上につながることを望みます。

#### 参考文献

- 1) 内田太郎・園友優・寺田秀樹・小川紀一郎・松田昌之(2005):土砂災害の規模の表現方法に関する一考察、砂防学会誌、Vol.57、No.6、pp.51-55
- 2) 内田太郎・林真一郎(2019):土砂移動マグニチュードと土砂災害の特徴の関連性及び早期算出方法、土木技術資料、Vol.61、No.5、pp.30-33