# 盛土斜面における宇宙線中性子数の季節変動 Seasonal Variation in Cosmic-ray Neutrons at an Embankment Slope

## ○牧野弘樹\*・平嶋雄太\*\*・末次大輔\*\*\*・宮本英揮\*\* MAKINO Hiroki\*, HIRASHIMA Yuta\*\*, SUETSUGU Daisuke\*\*\*, MIYAMOTO Hideki\*\*

### 1. はじめに

膨大な土砂災害危険箇所を有する我が国では,局地的集中 豪雨に伴う土砂災害に対する減災対策の整備が切望されている。 土砂災害警戒情報の発令基準値として,アメダス解析雨量とマ サ土固有のパラメータに基づく土壌雨量指数(SWI)が活用され ているものの<sup>1)</sup>,斜面の空間スケールは解析雨量のメッシュ間隔 (5 km)よりも小さいうえに,SWIは3段タンクモデルから算出した 推定値であるため,斜面の空間スケールに適合した実測値に基 づく土砂災害警報システムの構築が急務である。本研究では, 半径約 300 m の表層土壌水分量を測定できる COSMOS (COsmic-ray Soil Moisture Observing System)<sup>2)</sup>を活用した新た な警報システムを検討するための前段として,盛土斜面におい て高速中性子数の季節変動を観測した。

### 2. 方法

2016年2月18日(DOY49)に,盛土斜面(佐賀県唐津市)の中 央(Photo1)に観測装置(Fig.1)を設置した。高速中性子検出器を Q-DL-2100 データロガー(Hydroinnova)に接続し,それをCポー トを介して CR-1000 データロガー(Campbell sci.)に接続した。ま た,同一地点の3深度(-10,-30,-50 cm)に水平に埋設した TDT センサー(Acclima)と,高度1.5 mに設置した雨量計も CR-1000 データロガーに接続した。RS-232を介して, CR-1000 データロガ ーを web カメラ搭載型フィールドルータ(X-ability)に接続した。 2016年3月24日(DOY84)から2017年1月10日(DOY10)の 高速中性子数(Ø),体積含水率(Ø),雨量をそれぞれ10分間隔 で,画像に基づく植物群落高(Fig.2)を1日間隔で測定した。

#### 3. 結果と考察

雨量計による SWI は、体積含水率(*θ*)と連動した(Fig.3)。 地表面に近い-10 cm の*θ*値は、SWI の増減に対して素早い応



Photo1 盛土斜面の観測サイト Monitoring site at an embankment slope Neutron detector Solar panel (15W×3)





Changes in height of plant communities (Z)

答を示した(Fig.3)。特に集中豪雨に見舞われ、土砂災害警戒情報が発表された DOY172(注意報: SWI = 97)および DOY174(警報:SWI = 122)では、SWI と連動して全深度の6が急増した。また、降雨が認

<sup>\*</sup>佐賀大学大学院農学研究科, Graduate School of Agricultural Science, Saga University, \*\*佐賀大学農学部, Faculty of Agriculture, Saga University, 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター, Institute of Lowland and Marine Research, Saga University, キーワード: COSMOS, 高速中性子, 土壌水分, 土壌雨量指数, 盛土斜面



Fig.4 高速中性子数の1時間積算値,各時間(6,12,24h)の移動平均値( $\phi$ )および土壌雨量指数(SWI)の経時変化 Changes in 1 h Cumulative value and moving average value (6,12,24 h) of fast neutrons counts and soil water index (SWI) められなかった DOY196~240 では両者が急減し,著しい土壌の乾燥の兆候が認められた(Fig.3)。

極端な乾燥および湿潤条件下において,高速中性子数とSWIとの間に負の相関が認められた(Fig.4)。 高速中性子数の1時間積算値はばらつきが大きかったため,6,12,24hの移動平均値(Ø)を求め,SWIと 比較したところ,土砂災害警戒情報が発表された期間(DOY172,174)に加え,先述の乾燥期間(DOY 196~240)に限り,SWIに対するØの負の応答が認められた(Fig.4)。

一方,上述の極端な乾湿条件を除いた他の観測期間では、 $\phi$ と SWI との明確な相関は認められなかった(Fig.4)。観測開始直後の盛土斜面は被覆植生のない、いわば裸地に近い状態であったものの、時間の経過とともに植物群落高が増大し 130 cm に達し、web カメラを植物群落が遮った DOY150 以降は観測できなかった(Fig.2)。土壌中の水分に加え、地表面における植物群落の成長から枯死に到る一連の植物体内の水分総量の変動も、COSMOS による観測領域内の水分変動として観測され得る。また、半径 300 m の観測領域内に、民家や道路などの構造物が存在するなど、観測領域は必ずしも面的に均一ではなかった。現時点では、植物群落内水分量の増減や観測領域の面的不均一性が $\phi$ 値に及ぼす効果を明らかにしたうえで、正確に斜面の土壌水分量を評価することは難しいものの、極端な気象条件において $\phi$ の季節変動を捉えることが出来たことは、本法が土砂災害の前兆の把握に応用できる可能性を示唆する。

#### 4. おわりに

土壌の乾燥および湿潤に対する高速中性子数の1時間積算値(Ø)の移動平均値とSWIとの間に, 一定の負の相関が認められた。表層土壌水分量を正確に評価するために,面的均一性の高い野外に おいて,植物群落内の水分量がØに及ぼす影響を定量的に評価する予定である。 謝辞:国土交通省九州地方整備局佐賀国道事務所の助力を得て本研究を実施した。ここに記して謝意を表す。 参考文献:1)岡田憲治ら,2001,天気,48(5),349-356.,2)Zreda et al.,2012, Hydrol. Earth Syst. Sci., 16, 4079-4099.