

地中音による地すべり予測に関する基礎研究

本間道路株式会社 正会員 ○土佐 啓幸

長岡技術科学大学 環境・建設系 正会員 宮木 康幸

長岡技術科学大学 環境・建設系 正会員 鳥居 邦夫

1. はじめに

日本は国土の約8割近くが山地で占められており、昔から種々の自然災害の中でも山地に由来する災害の比率が高い。最近では土砂災害が著しく目立つようになり、日本全国の各地に危険箇所が数多く存在するため、斜面監視体制の開発や強化が必要とされ、現在、日本では様々な方法を用いた斜面監視を行っている。

我が研究室では、CCDカメラを用いた斜面監視システムを開発している。このシステムの特徴として、

- ・ 比較的広い面積を監視することが可能。
- ・ 無人での自動監視が可能。

などが挙げられる。しかし、欠点としては、

- ・ 斜面の地表だけが監視の対象となっている。
 - ・ 夜間や気象条件などの外的な影響を受けやすい。
- などが挙げられる。

そこで、平成12年度から音響的手法を用いた地すべり予測システムが考えられた。音響的手法の利点としては、地表面に変動が現れる前に、地中の構造が変化する現象を地中音として計測し、地すべりを予測できることが考えられる。

2. 研究概要

平成14年11月16日、新潟県刈羽郡西山町の国道116号線沿いで地すべりが発生した。再び地すべりが発生する可能性があるということで、同年11月22日すべり面近くに地中音計測機器を設置した。

計測方法としては、低周波帯高感度センサを長さ約1mの単管パイプに取り付けて地中音の計測を行っていた。また、外部からのノイズの影響を少なくするために、スポンジを表面に巻いた三角コーンを上からかぶせていた。計測状況を図-1に示す。

しかし、このノイズ対策方法では、気象の影響、

特に、降雨が地面等を叩く音の影響により、地中音を特定することが困難であった。

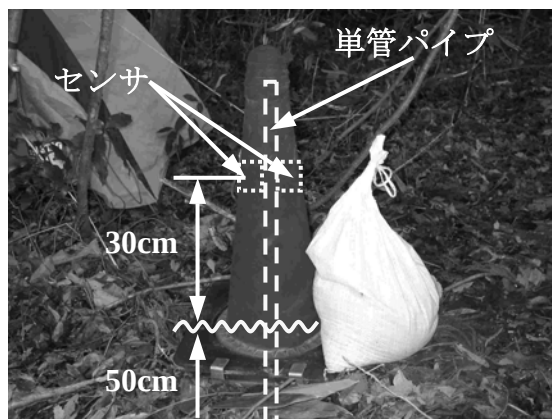


図-1 計測状況

そこで本研究では、センサをより着目する音源に近づけ、地上で発せられるノイズからセンサを遠ざけるために、単管パイプなどのセンサを取り付ける媒体を介せずに、センサを地中に直接埋めることを考えた。

次に、昨年度の模型実験において、地すべりの誘因である地下水流の変化をセンサで捉えられるかを検討した。その結果、水平方向に流速を変化させると、100Hz以下の周波数領域で変動することがわかった。

本研究では、地表面もしくは地中に変動が現れた場合に、植物の根が切れる音が発生することに着目し、この根切れ音の特性を調べ、地すべりの予測につながるかどうかを検討した。

3. 計測機器について

本研究で使用する計測機器を図-2に示す。感知した振動をセンサは電圧の変化としてとらえる。この電圧はアナログ信号となり、アンプにより増幅し、A/Dコンバータによってデジタル値に変換し処理され、ハードディスクに記録している。

キーワード：地すべり予測、音響的手法、地中音、根切れ音

連絡先：〒951-8013 新潟県新潟市柳島町1丁目5番地1 TEL:025-222-5611 FAX:025-222-5060

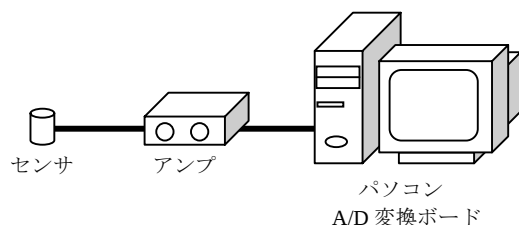


図-2 計測機器

4. 根切れ音について

地すべりの前兆現象として、頭部において亀裂が入ったり、末端部でせり出したりといった現象がある。そこで、草や木の根が断ち切られて音が発生することが考えられる。

本研究では、この植物の根切れ音に着目し、その特性を調べ、地すべりの予測につながるかどうかを検討した。

4.1. 根切れ音

実験状況を図-3に示す。3種類の植物（図-4参照）を地面から抜き、それぞれの根切れ音についてFFT解析を行った。

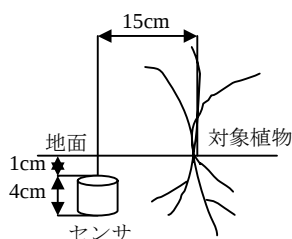


図-3 実験状況



図-4 対象植物

実験結果を図-5に示す。それぞれのグラフを見ると、80Hz付近と100Hz付近で共通して卓越することがわかる。

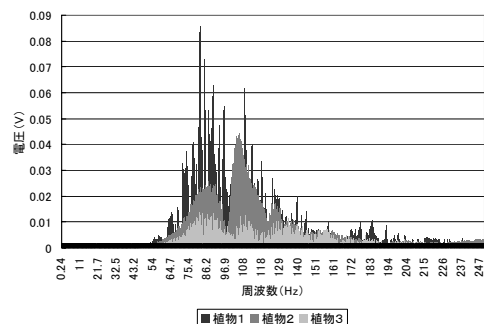


図-5 FFT解析結果

根切れ音は、ノイズ等と比較すると衝撃波に近いことが考えられる。したがって、波形が矩形波に近いので、傾きを求めると無限大に近い大きな値になることが考えられる。そこで、ノイズおよび、植物

1～植物3の各波形について傾きを求め、その最大値を表-1に示す。

表-1 傾きの最大値 単位：V/sec

植物1	植物2	植物3	ノイズ
1.72×10^4	7.44×10^3	2.25×10^3	3.41×10

表より、ノイズと植物では傾きの大きさが比べものにならないほど異なることがよくわかる。したがって、波形から根切れ音とノイズの判別を行う際には、非常に有効な手段ではないかと考えられる。

4.2. センサの測定有効範囲

音源からセンサまでの距離を変化させ、根切れ音と確認できる有効範囲を実験により求めた。実験状況を図-6に示す。

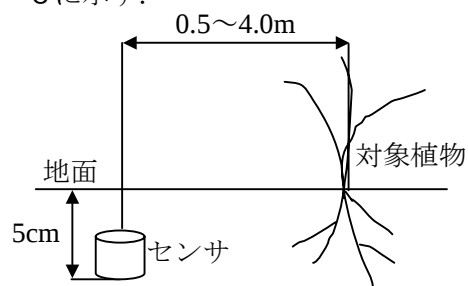


図-6 実験状況

各根切れ音についてFFT解析を行い、その最大電圧値と距離の関係について示したグラフを図-7に示す。グラフより、3m以上になるとノイズと変わらない値になっていることがわかる。

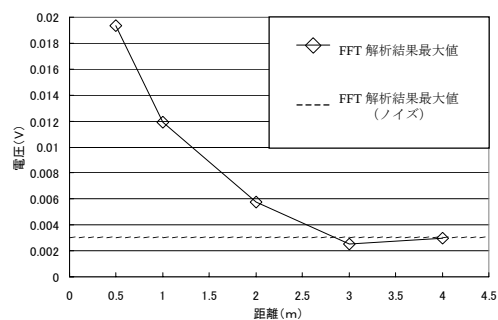


図-7 FFT解析値の最大値と距離の関係

5. まとめ

以上より、

- (1) 根切れ音は80Hz付近と100Hz付近で共通して卓越する。
 - (2) 根切れ音の波形の傾きをとると、非常に大きな値となる。
 - (3) 根切れ音と分かるセンサの有効範囲は2m以内である。
- ということがわかった。