

復建調査設計株式会社 正会員 ○中簀 恭介
広島大学大学院工学研究科 国際会員 土田 孝
広島大学大学院工学研究科 国際会員 加納 誠二

1. はじめに

土砂災害の発生前には、いくつかの前兆現象が起こることが確認されており¹⁾、その中の一つに「土が腐ったようなニオイがする」という報告がある。このニオイの発生理由については、ニオイの元が地盤内に存在し、降雨の浸透や地下水位の上昇によって押し出されるという可能性が指摘されている²⁾。もしこれが本当ならば、この臭気を検知することで崩壊危険度の高まりを知ることができる可能性がある。

ニオイの元となる物質は土壌の間隙内で、間隙空气の①降雨浸透による大気との入れ替え、②wetting front の降下により圧縮された間隙空气の噴出が挙げられ、③地下水位の上昇による押し出される。これらは斜面崩壊前に起こるため、これにより、斜面崩壊危険度の高まりを知ることができると考えられる。そこで現地観測と一次元降雨模型実験を実施し、ニオイを用いた崩壊予測手法の実現性の検討が本研究の目的である。

2. 既往の研究

由利²⁾は、現地においてニオイの測定を行い、室内模型実験により地下水位の上昇とニオイ強度の関係について検討し、以下のように報告している。

a) 現地観測

広島大学構内のががら山において、軽量動的コーン貫入試験の貫入孔を利用し、深度方向のニオイ強度を 20～200cm まで 20cm 毎で測定した。また、2m×2m のメッシュを作成し、深度 1m のニオイ強度を測定した。さらに、軽量動的コーン貫入試験機を用いて、メッシュ間隔は 50cm で 25 点測定し、平面方向の分布を検討している。その結果、ニオイ強度と水平方向・深度方向・貫入抵抗値の関連性は見られなかった。

b) 一次元降雨模型実験

アクリルパイプに豊浦砂を締め固めて層厚 60cm の土層を作成し、下部のコックからブタンガスを注入し、土層内の空気と置換させた。所定の降雨強度の雨を降らせ、地盤内の水分量を多点式土壌水分計で測定した。同時に、地表面上 2cm のニオイ強度をニオイセンサで測定したが、地下水位の上昇とニオイ強度の関連性は見られなかった。



図-1 ニオイ強度測定状況

3. 本研究

a) 現地観測

「土のニオイ」の元は放線菌の作りだすニオイ物質だと言われているが、他の微生物も無機・有機化合物をエネルギー源としてイオウ化合物等ニオイのある化学物質を作り出している。そこで本実験では、ニオイ強度の他に、微生物生息に関与すると思われる項目として、「pH・含水比・細粒分含有率・強熱減量・貫入抵抗値」を広島県内 9 箇所の自然斜面で測定し、それらとニオイ強度との関連性を検討する。

ニオイ強度・pH・貫入抵抗値・間隙比は深度 30cm と 50cm で測定し、粒度・含水比・強熱減量は深度 30cm を測定する。

図-1 にニオイ強度測定状況を示す。

b) 一次元降雨模型実験

図-2 のように、アクリル土層の底にニオイ物質として活性汚泥によって発酵させた米ぬかを 3cm 敷き詰め、その上に豊浦砂を 97cm 締め固めて層厚 100

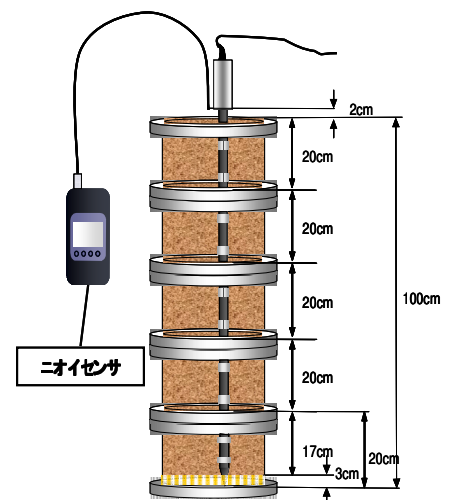


図-2 一次元降雨模型実験 概要図

cm の土層を作成する．その後，所定の降雨強度の雨を降らせ，地盤内の水分量を多点式土壌水分計で測定する．同時に，地表面上 2cm の位置でニオイ強度値を測定することにより，降雨による雨水の浸透と地下水位の上昇に伴う間隙空气の排出機構について，実験的に検討する．

4. 実験結果

a) 現地観測

ニオイ強度と関連が発見された項目を図3 と図4 に示す．

この結果より，pH が小さくなるにつれて，また，強熱減量が大きくなるにつれてニオイ強度が増加していることが読み取れる．① 育成植物によって異なるが，通常の植物育成には pH 値が 3.5～4.0 が良いとされている³⁾．② 強熱減量試験とは，有機質土の地盤内に存在する有機物含有量を測定する試験であり，間接的に微生物の生息状況を知ることができる試験である．①②より，ニオイ強度には，pH と強熱減量が関与していることが確認できる．

b) 一次元降雨模型実験

実験結果の一例を図5 に示す．

図5によると，降雨開始からの経過時間が 600 分のあたりで，ニオイ強度が急上昇していることが分かる．このことから，地下水面の上昇に伴うニオイ強度の上昇が確認できる．しかし，この実験結果では土層がほぼ完全に飽和すると共にニオイ強度が増加しているため，前兆現象としてよりも，崩壊に伴うニオイ強度の増加が予想される．

5. 結論

現地観測の結果，ニオイ強度と含水比・細粒分含有率・貫入抵抗値との関連性は確認できなかったが，ニオイ強度と pH および強熱減量に比例の関係が見られたことから，ニオイ強度が微生物や植生と関連性があると考えられる．今後は，深度方向や現場の観測点数を増やし，pH・強熱減量・ニオイ強度の特性について調査していく必要がある．

また，一次元降雨模型実験では，地下水位が地表面付近に達した

ところにニオイ強度の増加が認められた．このことから，斜面崩壊発生時には，ニオイ強度が増加し，ニオイが感知される可能性があることが分かった．これが前兆現象として報告されているのではないかと考えられる．しかし，本研究では，ニオイ物質の充填箇所が土層の最下部 3cm のみであったため，実地盤とは異なった地盤条件であった．今後は，より実地盤に近い条件で実験を実施し，ニオイ強度の増加するタイミングについて更に検討していく必要がある．

参考文献

- 1) 国土交通省砂防部ホームページ
- 2) 由利厚樹：ニオイセンサを用いた斜面崩壊危険度予測手法に関する基礎的研究，土木学会投稿論文，2008.
- 3) ヤマト科学株式会社ホームページ

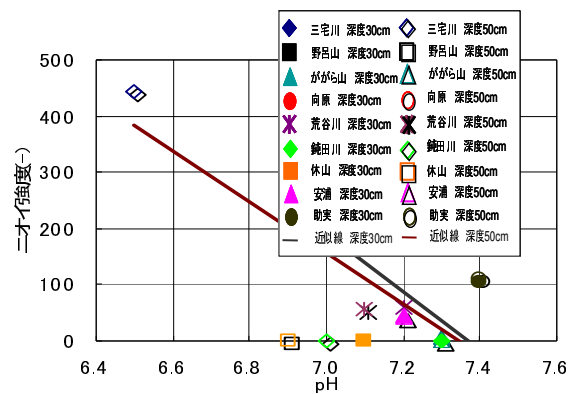


図3 pH とニオイ強度の関連性

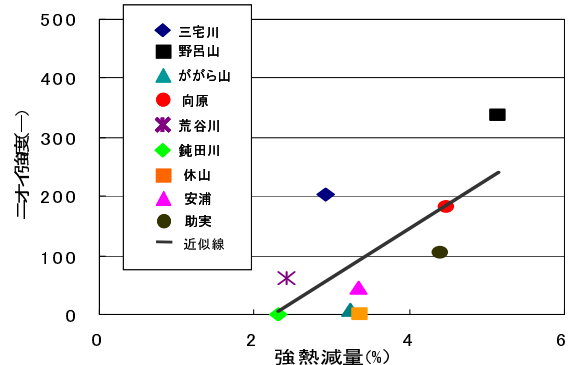


図4 強熱減量とニオイ強度の関連性

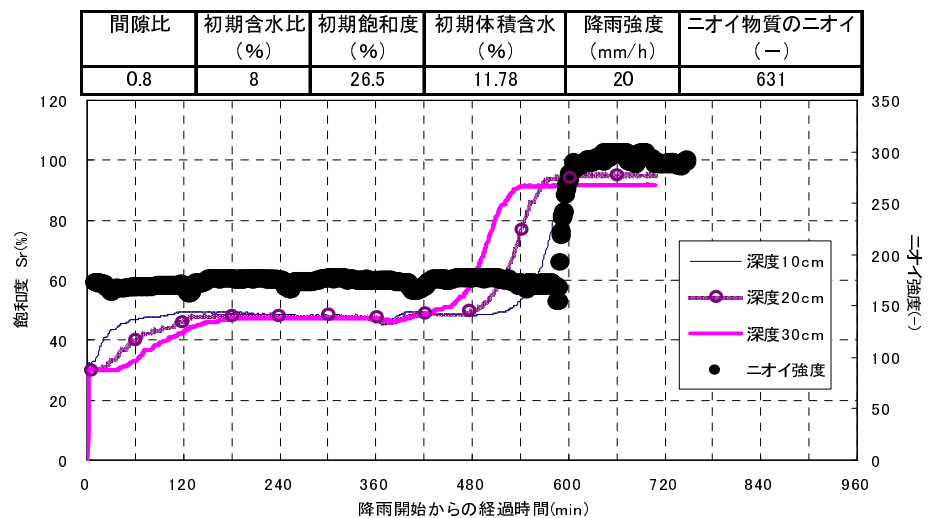


図5 飽和度とニオイ強度の経時変化