

1. はじめに

山腹自然斜面における地中水の移動は、地形・地質など様々な要因に支配され、流域流出過程の主要な部分を占める一方で、斜面崩壊や地すべりの発生にもかかわる重要な現象である。筆者らは第三紀丘陵性山地の小流域において、降雨流出過程で生じる諸現象の解明のうち、とくに、自然林地の等高線が平行な、集水性のない山腹平斜面における豪雨時の雨水移動機構について、定性的な解析をほぼ終えた。^{1), 2)}

そこで次の目標として、雨水の集中性という特徴をもつ凹斜面形の流域での飽和地中水の挙動を解析することとし、昭和59年度に新たな小試験地を設定した。しかしながら、昭和59年度の観測においては豪雨がなく、顕著な飽和帯の形成はみられなかった。ここでは、観測に先だつて行なつた土研式簡易貫入試験機による試験地の土層構造調査と、わずかに得られた飽和帯の観測結果から、試験地の地表面形や内部構造と飽和帯の形成過程について若干の知見を発表する。

2. 研究方法

2.1 試験地の概要

試験地は、図-1に示すような、多摩丘陵にある東京農工大学農学部附属波丘地利用実験実習施設内の0次谷凹斜面を含む山腹斜面で、0次谷の流域面積は約0.13 haである。標高は164~183 m、地質は、図-2に示すように、標高175 m附近より上部が、関東ロームの中で最も古い多摩ローム層であり、このローム層は0次谷の谷線部に沿って標高170 m附近までみられる。下部は、表層部の風化の激しい御殿峠礫層が堆積している。植生は、大部分が26年生のスギおよびヒノキの人工林で、林床には丈の低いシダ類、ドクダミおよびササが自生している。

2.2 調査・観測の方法

(1) 簡易貫入試験

斜面内の地盤の状態を知るために、試験地において、図-1に示すように、等高線に沿った調査

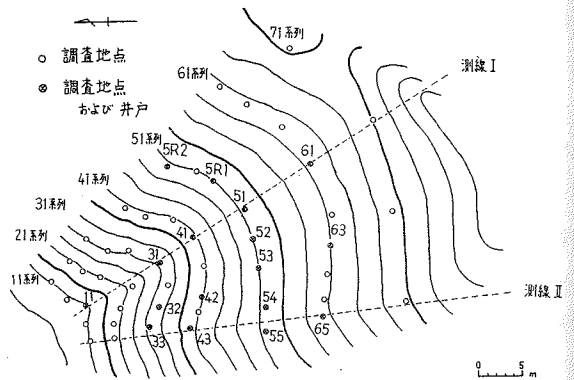


図-1 試験地の地形と調査地点および井戸の配置

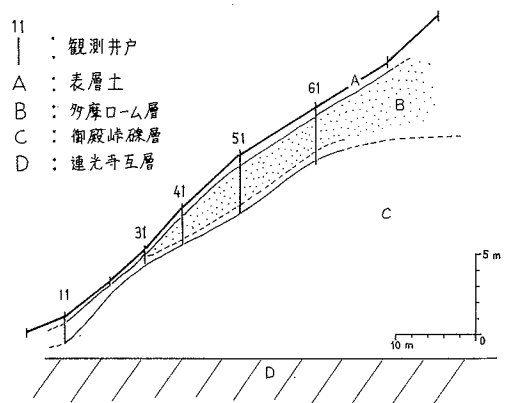


図-2 0次谷の谷線部の地質

地点を48ヶ所設け、土研式簡易貫入試験機を用いて貫入試験を行なった。調査結果はNc値で表わした。

(2) 地下水位観測

凹斜面内の飽和地中水の集中性をとらえるため、貫入試験の調査地点のうち17ヶ所(図-1中の⊗印)に地下水位観測井戸を設置した。井戸は透水性の低い御殿峠礫層の弱風化部に達するまで掘削し、塩ビ管の一端にストレーナー加工をしたものを埋設した。そのうち9ヶ所には自記水位計をとりつけ、その他の井戸は手計測することにより、降雨中およびその前後の水位変動を観測した。また井戸の掘削時には土層観察を行なった。

なお、以下の結果および考察での説明の便宜上、等高線に沿う一群の貫入試験の調査地点を一つの系列として扱い、11系列、21系列、・・・のように呼び、また斜面方向には測線Ⅰ(谷線部)および測線Ⅱ(尾根線部)を定めた。

3. 結果および考察

3.1 簡易貫入試験によるNc値の変化と等Nc値線図

(1) 図-3は、等高線に沿ってみた調査地点のNc値の変化である。この図と土層観察より次のことがわかる。

- ① 21系列では、崩積土の堆積がみられる。
- ② 31系列は傾斜変換部にあたり、全斜面中で最も土層が薄くなっている。
- ③ 41系列になると、谷線部にのみ、明らかに貫入抵抗が小さいまま深くまで変化しない部分が現われる。
- ④ 51系列では、そのような貫入抵抗の小さい部分が左右の両尾根方向に広がり、内部の凹型の土層構造が明らかである。

なお図には示さなかったが、11系列には21系列より厚い崩積土の堆積がみられ、また61、71の両系列には3~4mの厚い夕摩ローム層の堆積がみられる。

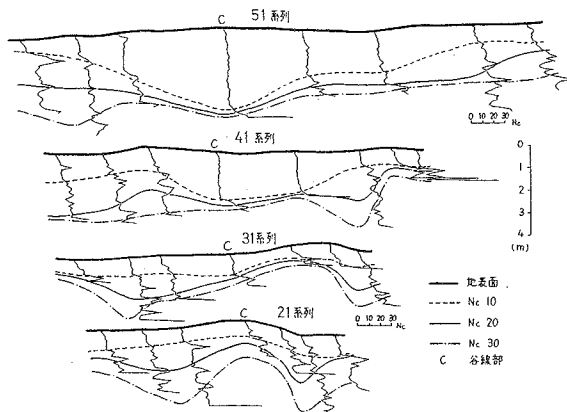


図-3 各系列ごとのNc値の変化

(2) 一方図-4は、斜面方向にみた調査地点のNc値の変化である。

まず、測線ⅠおよびⅡの縦断形から斜面形をみると、測線Ⅰについては、斜面の下部より崩積土堆積地、急傾斜部、緩傾斜部となっており、31系列と51系列の部位がそれぞれ傾斜変換部となっている。また測線Ⅱについては、斜面最下部に崩積土堆積地がみられるほかは全体が凸型斜面となっており、斜面の上部ほど緩傾斜となっている。これらは、それぞれ谷地形、尾根地形の特色をよく示している。Nc値の変化についてみると、測線Ⅰでは斜面の下部と中上部より上方とでは、明らかにNc値の

変化傾向に相違が認められ、それは土層厚の相違となって現われている。これに対し、測線Ⅱでは斜面の上部の51系列の部位まで斜面形に沿った N_c 値の各等値線をひくことができ、土層厚の小さいことがわかる。

(3) 以上の結果と井戸掘削時の土層観察より、仮りに N_c 値20を越えた地点を土層内の基盤面と仮定し、その地点を標高で表わして描いた“等 N_c 値線図”と地表面形とを比較してみたのが図-5である。この図より、“等 N_c 値線”によって示される谷のほうが、地表の谷よりも深く入りこんでおり、地表面形とは異なる深い地下谷のようなものの存在がわかる。

このように、地表の凹地形部に対応して、さらに深い地下谷のようなものが存在することは、地表下の雨水の集中性を暗示するとともに、土層の風化や侵食を通じて地表の凹地形を発達させる可能性を示唆するものと思われる。

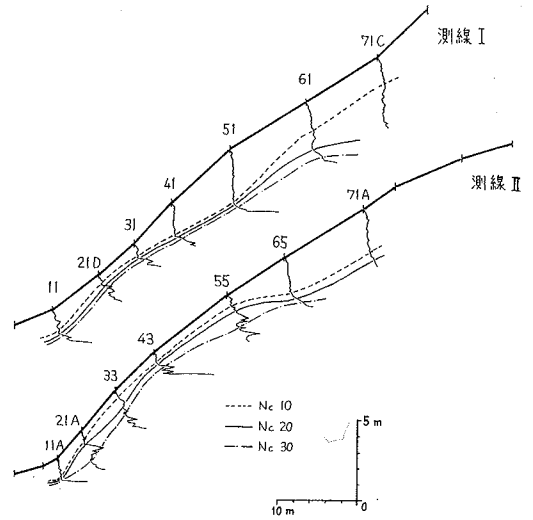


図-4 測線ⅠおよびⅡに沿った N_c 値の変化

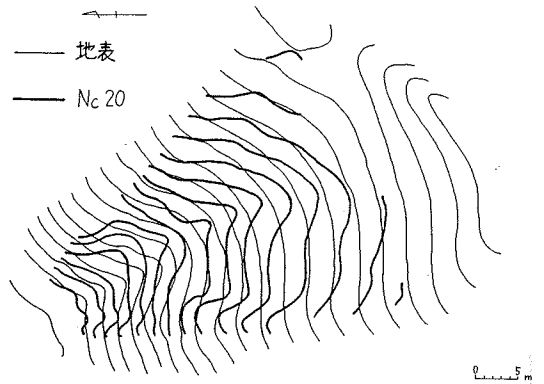


図-5 土層内の推定基盤図と地表面形の比較

3.2 降雨時の地下水位の変動

文頭にも書いたように、昨年度の観測において顕著な飽和帯の形成がみられたのは、10月10日～13日の総降雨量80mmの一例しかなく、以下にその結果を示す。

(1) まず、各井戸における地下水面の形成と挙動についてみると、谷線部(測線Ⅰ)に設置された井戸の水面形成の早さと変動量の大きさが目につく。測線Ⅰでは、まず、土層の薄いNo.31, 41の井戸で水面が形成され、順次下方のNo.11の井戸、上方のNo.51の井戸で水面が形成される。また水面の平均上昇速度としては、斜面上部のNo.51, 65の井戸で最大値約29cm/hrを記録した。

以上の現象には、基盤の地形や地質が直接に影響していると考えられる。

(2) 図-6は、先の推定基盤図と同様にして描いた、地下水位等高線図である。この図は降雨開始から約16時間後の、累加雨量40.0mmの時点からの変化を表わしている。この図からは次のことがわかる。

- ① (a) 図の地下水位等高線は基盤地形に似ている。つまり、流線は地下谷の方向へ向かっている。

② 時間の経過とともに，(b) 図，(c) 図の地下水位等高線は徐々に地表面形に似ていく。つまり，流線は地表の等高線に直交するようになる。

以上のように，斜面土層内の飽和帯の流れは，先に示した地下谷の存在の影響を受けて発達し，やがては地下谷を埋めて地表面形に沿うような流れへと変化していくことがわかる。

4. まとめ

今回の調査・観測から，凹斜面における雨水の集中性に関して次の2つの知見が得られた。

- ① 今回対象とした凹斜面試験地においては，崩積性でない斜面部において，内部に，地表面形に対応した凹型の基盤構造がみられた。これは谷の発達を考える上で1つのヒントとなる。
- ② 斜面内の凹型の基盤構造に沿って，平常時の降雨でも地下水の集中がみられ，飽和帯の形成初期の谷線部の井戸の水面上昇速度を大きくしている。またこの地下谷は凹斜面での雨水の集中性を促進している。

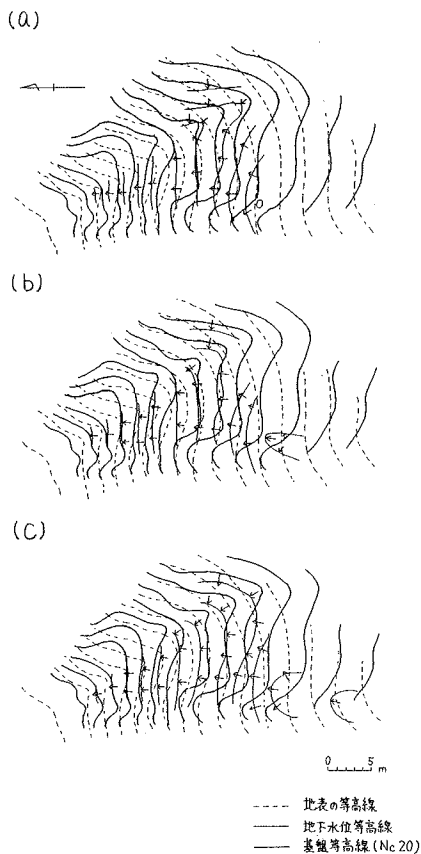


図-6 地下水位等高線の経時変化

参考文献

- 1) 太田猛彦，塚本良則，比留間雅紀：丘陵性自然斜面における雨水移動の実証的研究（Ⅰ）鉛直浸透特性と基盤地質，日林誌（投稿中）
- 2) 太田猛彦，塚本良則，城戸毅：丘陵性自然斜面における雨水移動の実証的研究（Ⅱ）斜面内地中流の実態，日林誌（投稿中）