

Ⅲ－6 破碎帯地すべりの地下水特性

(株)荒谷建設コンサルタント 正○白石 央, 久保 修治
愛媛大学環境建設工学科 正 矢田部 龍一

1. はじめに

地下水排除工は地すべり抑制工のひとつであるが、地すべり活動と地下水位に密接な関係が見られることから、地すべり対策の中でも最も頻繁に用いられる工法である。しかしながら、地下水排除工は経験的に計画されることが多く、その施工効果には常にバラツキを生じている。地下水排除工の効果的な計画のためには、地下水の定量的評価が不可欠であるが、ほとんどなされていないのが現状である。そこで、定量評価についての試みを行っているが、その過程において明らかになった地すべりの下水特性に関して報告する。

2. 地すべり地の概要

検討対象とした破碎帯地すべりの中から、ここでは怒田・八畝地すべりににおける地下水をとりあげる。

怒田八畝地すべり地は、四国山地のほぼ中央部、高知県長岡郡大豊町に位置する。吉野川の二次支川南大王川を挟んで東側に怒田地区、西側に八畝・立野地区がある。また、怒田八畝地すべり地の基盤岩は、北部が三波川結晶片岩類、御荷鉾構造線を挟んで南側が御荷鉾緑色岩類である。

3. 地すべり地の水収支

怒田・八畝地すべり地は起伏に富む複雑な地形を呈しているが、分水界をたどることで図-1に示す3つの集水区域に区分できる。

八畝地区のY2ブロックを中心とするもの
怒田地区のN2ブロックを中心とするもの
怒田地区のN4ブロックを中心とするもの
水収支解析には雨量・地表面流出量・蒸発散量・地下水流出量・貯留変化量が関係する。以下で、これらの算定結果と水収支について述べる。
雨量・・・図-1の丸囲いに示す位置に雨量計が設置されており、この観測値を雨量データとして用いる。

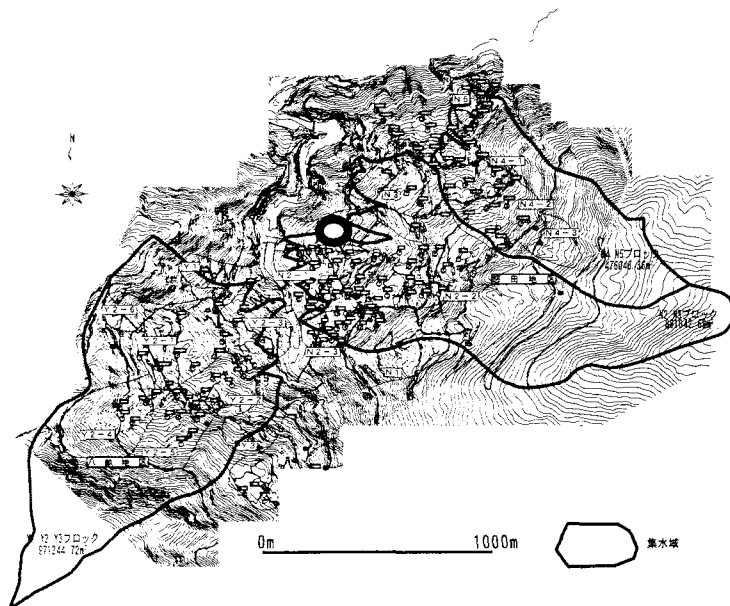


図-1 集水区域

蒸発量・・・地すべり地の近くで入手できる

データは気温・日照時間・風速に限られるため、ここでは気温データのみで蒸発散量の推定を行うことができる Thornthwaite 法を用いる。

地表面流出入・・・怒田・八畝地区には多くの沢・水路・湧水・地下水排除工が見られるが、図-1に示した集水区域を越えて流れることはなく、集水区域内の湧水や地下水排除工から排出される水は同じ集水区域内の沢に合流しており、集水区域内を流れる幾つかの沢水を測定すれば流出量を把握できる。水収支解析を行うためには、流出入量を連続観測して積算流量を求めておく必要があるが、観測地点全てを同じ精度と頻度で測定して積算流量を求めることは現実的でない。そこで、代表箇所連続観測を行い、残りの観測箇所は代表箇所との相関を取ることで流出量を算定した。

水収支の算定

各集水区域内での水収支解析は、次に示す水収支式により行う。

$$P = (D_2 - D_1) + E + (G_2 - G_1) + \Delta S$$

ここに P : 降水量 D_1 : 地表水流入量 D_2 : 地表水流出量 E : 蒸発散量

G_1 : 地下水流入量 G_2 : 地下水流出量 ΔS : 貯留量変化

貯留変化の影響を少なくするためには対象期間を長くとる必要があるが、期間を1年取れば貯留量変化をほぼ無視できることから1年間の計測期間を取る。

水収支算定結果を表-1に示す。量的には年間降雨量の約45%～59%の地下水が流入していることになる。算定値に含まれる誤差を考慮しても、明らかに地下水の流入を示している。

表-1 水収支算定結果

地区	期間	降水量 $P(m^3)$	地表流出 $D_2(m^3)$	地表流入 $D_1(m^3)$	蒸発散量 $E(m^3)$	貯留変化量 $\Delta S(m^3)$	地下水補給 $G(m^3)$	$(G_2-G_1)/P$ (%)
八畝	平成16年5月21日～17年5月12日	3150719	3895828	0	656591	0	-1401700	44.5
怒田N2	平成16年5月21日～17年5月12日	2858103	5125227	1190639	595611	0	-1672096	58.5
怒田N4	平成16年5月21日～17年5月12日	1544274	2122820	0	321817	0	-900363	58.3

4. 地すべり地の降雨浸透

地すべり斜面に降る雨量はすべて地中に浸透するわけではなく、下記のように分けることができる。

- ・地表面を流下して河川に流れ込むもの。
- ・空隙に富む中間層を通して、地表面流からやや遅れて流出するもの。
- ・地中に浸透して、地下水位を上昇させ、徐々に河川に流出するもの。

通常、地表面流と中間流を直接流出と呼び、地中に浸透するものと区別する。地中に浸透する雨量は直接流出を除いたものであるが、ここでは、コウ配急変点法により直接流出と地中浸透を分離した。

図-2は怒田で観測された沢のハイドログラフを片対数紙にプロットしたものであるが、減水曲線の不連続点が75時間の付近に認められる。コウ配急変点法ではこの不連続点と流量増加時の変化点とを線(図上の破線)で結ぶと、線から上の部分が直接流出部分となる。

このような解析を、水収支解析時の主要な降雨に関して行った結果、表-2に示す結果が得られた。

算定結果によると、灌漑期と非灌漑期では地中浸透量に明瞭な違いが見られる。灌漑期の地中浸透量が雨量の27～46%の範囲であるのに対し、非灌漑期では69～80%にな

っており、明らかに多い。

灌漑期は区域内の水田に水を張った状態のときであり、もともと地盤の飽和度が高い。このため、降った雨の大部分が浸透することなく、すぐに流出しているものと考えられる。

5. まとめ

水収支計算の結果、地下水の流入を裏付けるデータが得られた。他の地すべり地でも同様な結果の得られるケースがあると思われる。特に、規模の大きい地すべり地では、断層を通じてこのような地下水流入のあるケースが多いと予想される。また、降雨浸透率は灌漑期と非灌漑期でかなりの違いが見られるが、水田利用の多い地すべり地では同じような傾向があると思われる。降雨の地中浸透率を考慮する場合、灌漑期と非灌漑期に分けて検討する必要がある。これらは、地下水を定量評価するうえで重要な要素になると思われる。

参考文献 1) 白石央、吉村和司、河本敏志、高田普丈：大規模地すべりにおける地下水流下機構、地盤災害・地盤環境問題論文集、pp17-24、愛媛大学・地盤工学会四国支部、2004

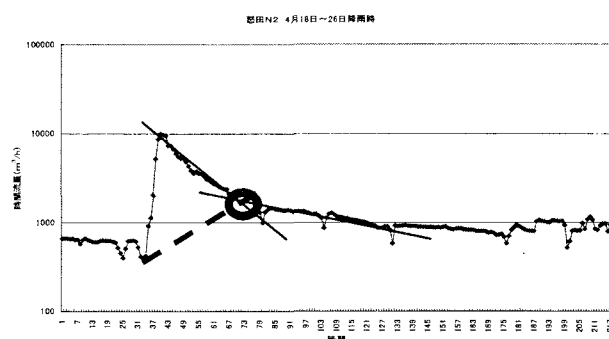


図-2 流量ハイドロ

表-2 降雨浸透率

期 間			時期	総雨量 mm	表面流出 量 m^3	表面流出 相当雨量 mm	地中浸透 相当雨量 mm	地中浸透 比率 %
2003年8月7日	～	2003年8月13日	灌漑期	136	64300	73	63	46
2003年8月14日	～	2003年8月22日	灌漑期	165	92940	105	60	36
2003年10月12日	～	2003年10月20日	非灌漑期	177	31628	36	141	80
2003年11月5日	～	2003年11月13日	非灌漑期	72	13830	16	56	78
2004年2月21日	～	2004年2月29日	非灌漑期	154	41543	47	107	69
2004年4月18日	～	2004年4月26日	灌漑期	205	125570	143	62	30
2004年4月26日	～	2004年5月4日	灌漑期	255	164737	187	68	27