

1. まえがき

本文では、中国地方山陽側ではこれまで余り知られていない地すべり発生とその変動について紹介する。規模は小さいが、本地すべりの形態は、「長崎県、佐賀県など北松浦地方によく見られるタイプの地すべりで、第三紀層などを被覆する玄武岩の溶岩流が存在する地質構成を示し、この溶岩は節理・割れ目などが発達し、降雨水の貯留場所となり、溶岩流末端付近に地すべりが多く発生している。¹⁾」、いわゆる北松型地すべりと呼ばれているものに類似している。

2. 地形・地質

調査地は、標高400~500mの世羅台地と呼ばれる低起伏山地から丘陵地を示す地域である。この台地の上には、標高500~600mを示す円錐火山が点々と分布する。

調査地の地質は、図2-1.調査地周辺の地質図に示すように主として中生代の火成岩類(吉舎安山岩類・高田流紋岩類・花崗岩類)が広く分布し基盤を構成する。この基盤の上に、第四紀洪積世の甲立礫層相当層、玄武岩類が堆積する。

甲立礫層相当層は、権現山西部ののり面で凝灰質シルト~砂層を示し、特に上部の玄武岩類との境界付近では、明灰色でミナを有する凝灰質シルト~暗褐色灰色均質なシルトをなす。本層は西方に緩く傾斜する。

玄武岩類は、権現山周辺に分布するものからみると、下位より玄武岩溶岩、玄武岩質凝灰岩、火砕流堆積層からなる。玄武岩溶岩は黒色堅硬な岩石であるが、柱状節理が発達したり、風化して礫層状を示したりする。節理面は南東方に45~70°で傾斜するものが優勢とみられる。玄武岩質凝灰岩は花崗岩のくされ礫を含み、基質は赤褐色粘土を多く含有する。本層は権現山東側斜面に部分的に分布する。火砕流堆積層は大小の硬質玄武岩礫を含む黄褐~暗褐色灰色礫質シルトを主体とする。本層は権現山周辺に広く分布するもので地すべりの移動層を形成するものである。

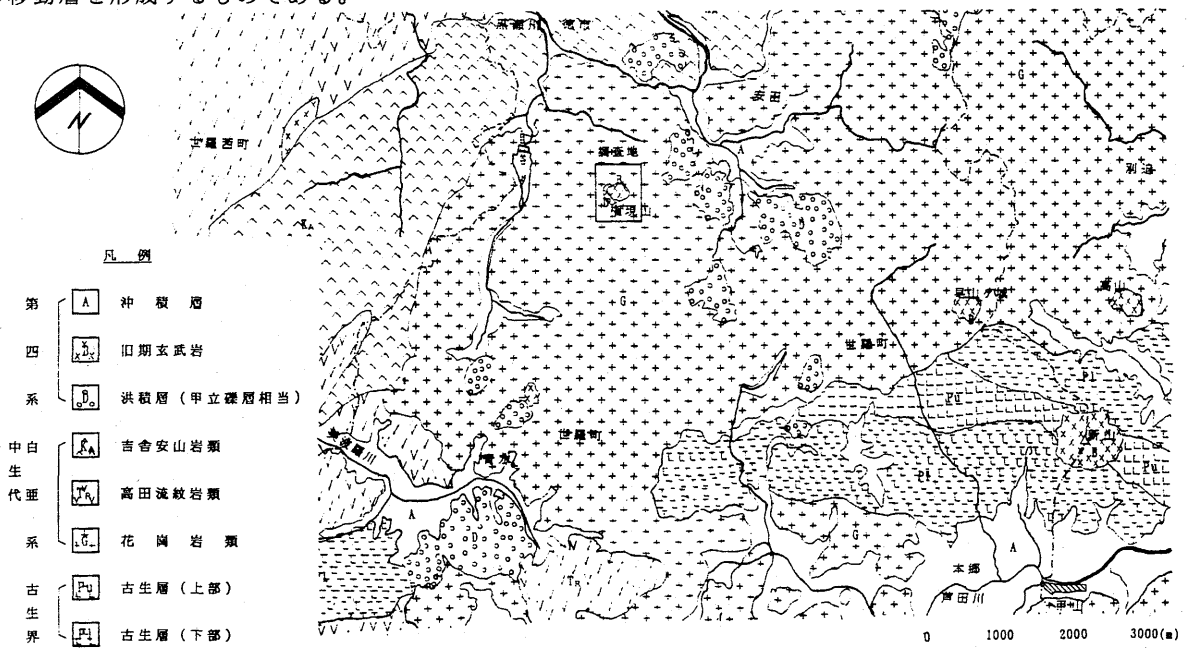
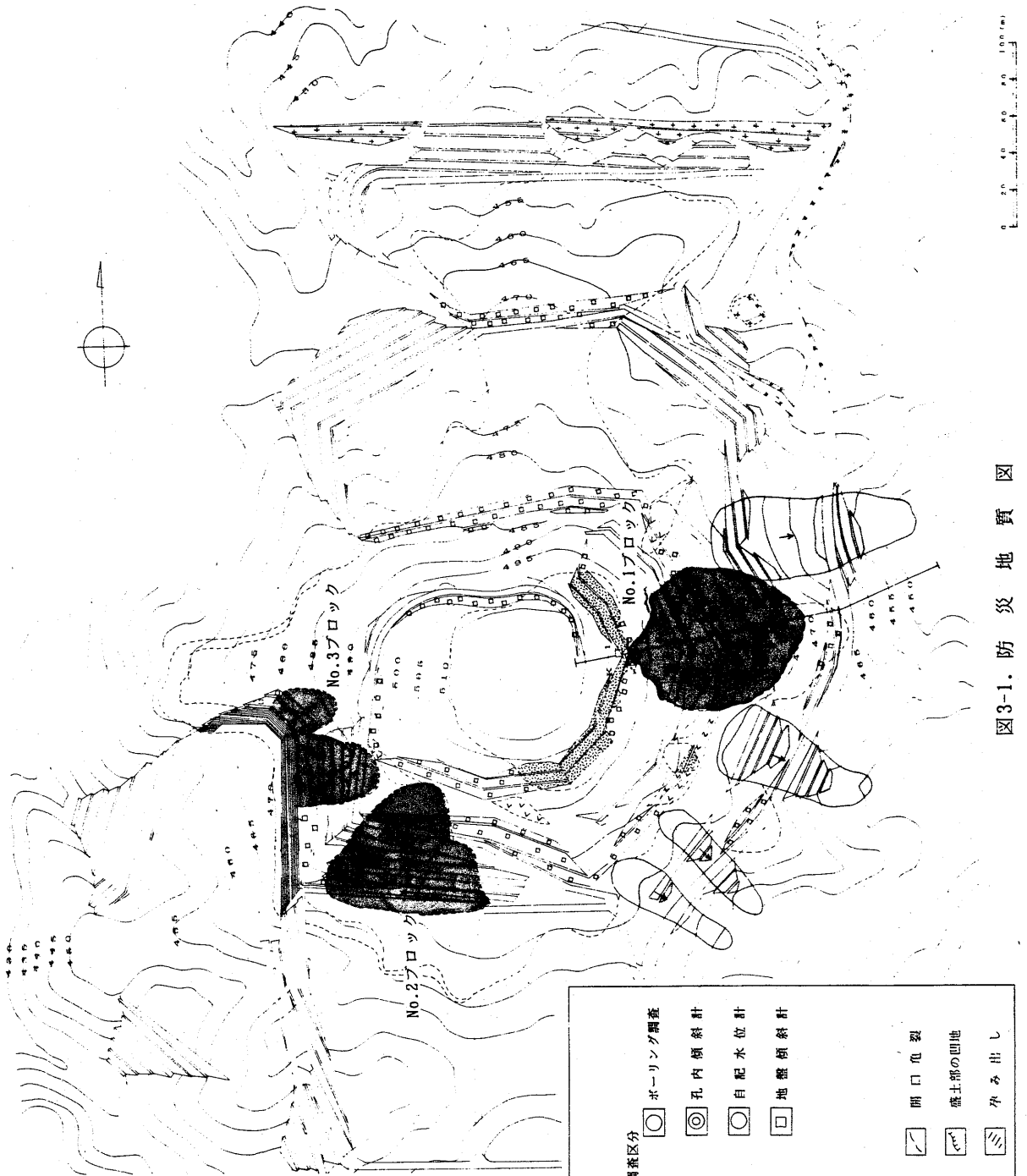


図2-1. 調査地周辺の地質図(中国四国農政局計画部²⁾,1975に加筆)



地すべり地の概況
権現山菅農団地周辺の地すべり
ブロックは右図の3ブロックで
ある。

No.1ブロック：
今回地すべりの被害が発生した
ブロックである。

No.2ブロック
造成時に小すべりを生じたが、
その後小崩状態にある。

No.3ブロック
甲立礫層相当層と火砕流堆積層
の境界から多量の湧水があり水
抜き工が施工されている。

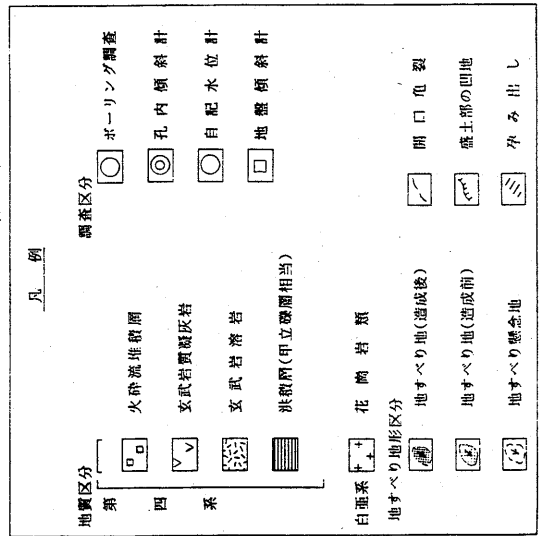


図3-1. 防災地質図

3-2.地質調査

平成3年12月15日～平成4年3月29日にボーリング調査(2孔)を中心とした地質調査と変動調査(孔内傾斜計2孔、自記水位計2基、地盤傾斜計2基)を実施した。変動調査は途中休止期間はあるものの平成6年8月まで継続している。

調査結果から図3-2に示すような地すべりの地質断面をとらえて、発生の要因は次の3つの素因が考えられた。

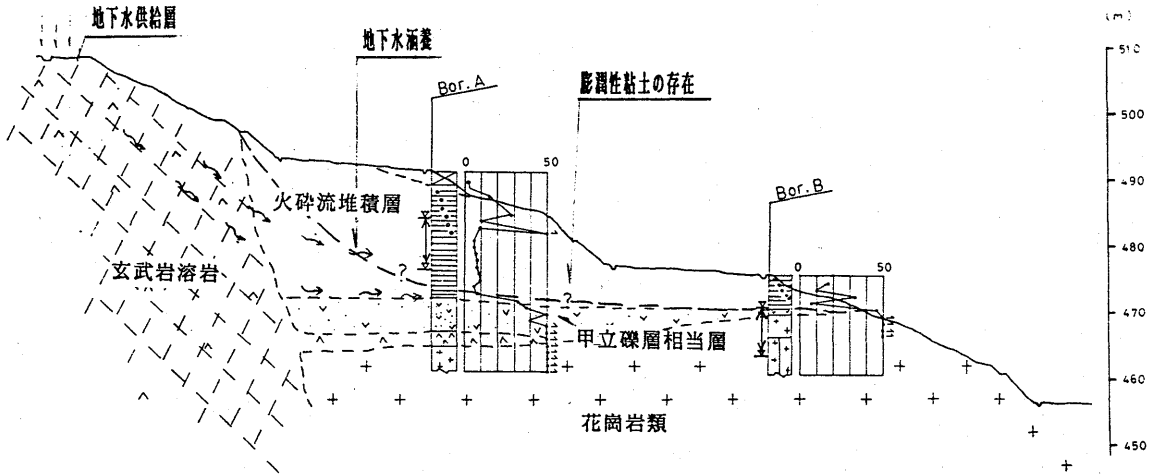


図3-2. 地すべり地質断面図

1) 山頂部を形成する玄武岩溶岩は、節理・亀裂が発達し、良好な帯水層であり、山頂部は造成後未処理で雨水を浸透しやすく、かつ節理面の傾斜方向が地すべりと一致するために、地すべりブロックに地下水を供給する地層となっている。

2) スべリ面の直下に分布する甲立礫層相当層は、上部が明灰色の凝灰質シルト～暗褐色シルトよりなる固結した不透水層である。このために、地すべりブロック内に涵養された地下水を滞水させたり、またその上面が地下水流動面となったりして、土質強度の低下と間隙水圧の上昇を助長しすべり面を形成させやすい。

3) 地すべりブロックを構成するのは火砕流堆積層と玄武岩質凝灰岩層である。これらの層の基質を構成する粘土は、赤褐～暗褐色で含水すると膨潤性を示し、すべり面を形成しやすい。

上記のような素因に加えて、農地造成に伴う土工による水みちの変化と長期降雨が誘因となって、地すべりを発生させたものと考えられる。

孔内傾斜計観測では、図2-3に示すように、上段造成面 (Bor.A) では深度20.00m付近に明瞭なすべり面が、

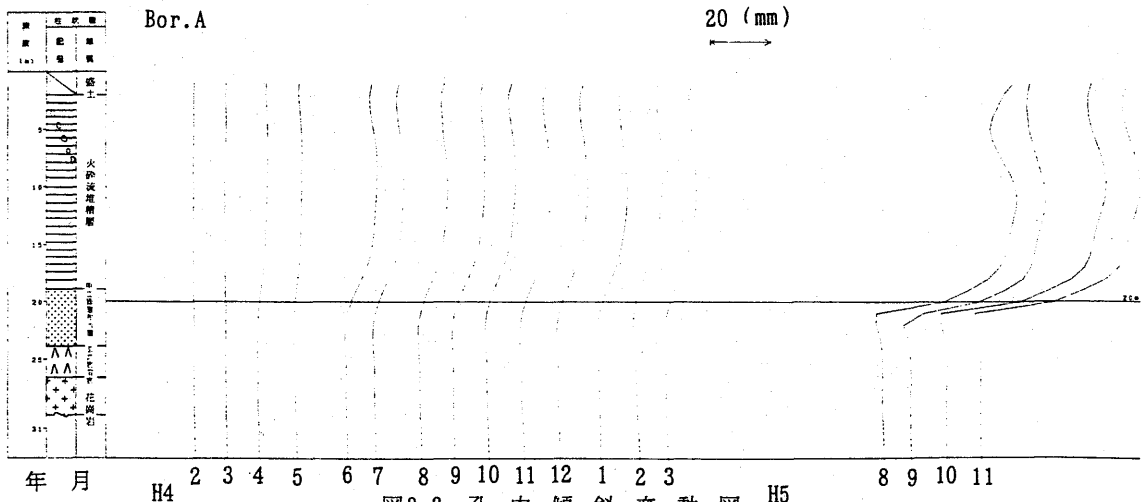


図3-3. 孔内傾斜変動図

そして下段造成面 (Bor.B) では深度5.00m付近に明瞭なすべり面が認められた。つまり、地すべりブロックの滑動は明瞭なすべり面を結んだものが最も活発なものと想定され、このブロック内の小ブロックでも部分的な滑動徴候が認められる。地すべりによる変位が大きいところでは10cm以上を示すところも認められる。また、地盤傾斜計観測では表3-2にまとめたように地すべりブロック末端部 (K-2) で潜在変動を認めた。その変動は孔内傾斜計に認めれた変動時期より少し遅れて現れる傾向を示した。

表3-2. 地盤傾斜計測定結果判定表

地点	測定日数	日平均変動量 (s/d)	合成変動量 (s/m)	傾斜ヒズミの累積性	傾斜運動方向	斜面の傾斜方向	傾斜運動方向と斜面の関連	判定
K-1	192	1.07±0.33	11.44	ナシ	S58.8 W	N80 E	ヤヤー一致 (M)	ナシ
K-2	192	2.41±0.36	14.62	ヤヤー有り	N26.8 E	N80 E	斜交	潜在

注) 斜面の傾斜方向と傾斜運動方向なす角(θ)が、次の値を示すとき、

θ < 15° 一致

15° < θ < 30° ヤー一致

30° < θ < 70° 斜交

70° < θ 直交

と記入した。

(M)は、傾斜運動方向が山頂を示すもので、(V)は、谷側のものである。

3-3. 対策工の経緯と追跡調査

対策工は、表3-1に示すように、平成3年7月の地すべり発生直後に①応急対策を実施し、その後、地質調査、変動調査を実施し、地すべり発生機構を解明しその結果に基づいて、第1期工事として平成4年4月に②覆土工、同年7月に③排水ボーリング工及び④表面对策工を施工している。平成6年7～8月の地すべり再滑動後、さらに、第2期応急対策工として、⑤U字溝補修工・⑥亀裂の補修工・⑦承水路(明暗渠)工および⑧パイプライン地上配管を行っている。以下、ここでは第1期工事の主なものである②～④について解説する。

②覆土工は、地すべり素因の1つと考えられた山頂部から雨水の浸透を防止するために、造成後未処理のままになっている山頂部において実施したものである。覆土により山頂部からの地下水浸透が遅くなり、地すべりブロック内への地下水の流入も緩和されたものと考えられる。

③排水ボーリング工は、地すべりブロック周辺及びその中に流入した地下水を、速やかに排水して地下水位の低下を計るものである。平成5年9月～平成6年3月の排水量測定では、8孔中4孔から常時湧水(浸出水も含む)が認められており、降雨直後の観測では、さらに多くの排水箇所が認められて、排水量も比較的多くなることから有効に機能していることが確かめられている。一方、排水ボーリングの効果という点を見ると、図2-4に示すように上段造成面で実施したBor.Aで最高地下水位で約2.0mの地下水位低下が認めら

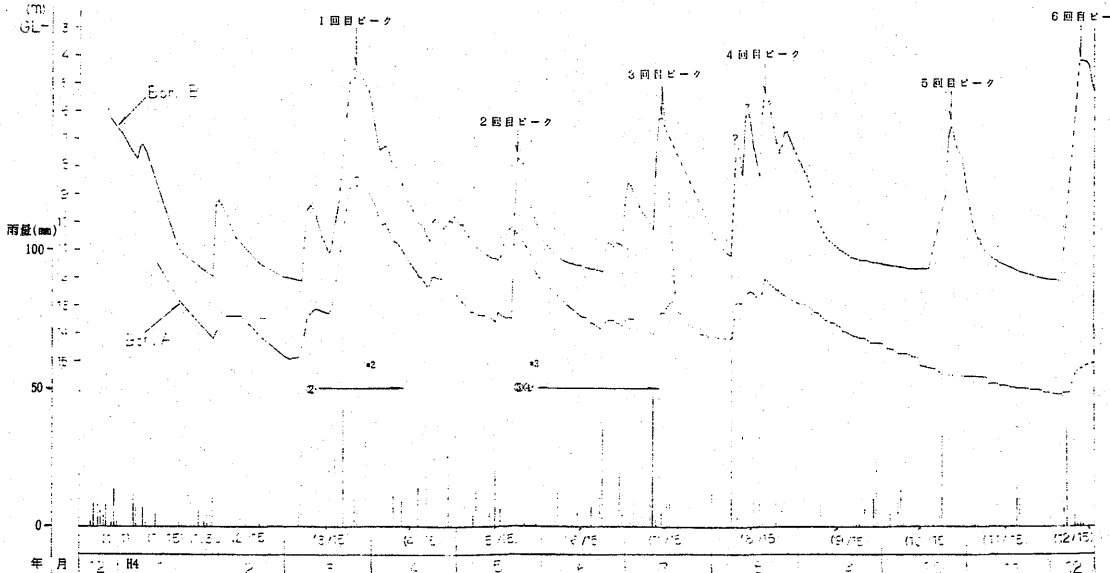


図3-4. 孔内地下水変動図

れたが、Bor.Bを実施した下段造成面にはあまり効果が認められず、むしろ平成4年12月以降に上昇傾向に転じて、最高地下水位で約2.70m上昇していた。

④造成面補修工は、U字溝継目の開口部、応急対策のままになっていた亀裂から、亀裂の拡大、雨水の浸透を防止するために実施したものである。U字溝補修は継目をモルタルにより目詰したものである。亀裂の補修は客土して締め固めたものである。切土のり面の亀裂については応急対策のままのビニールシートで覆われていたが、ビニールシートも破れて役目を果たさなかったため新しいものに交換した。縦排水路は、造成面には縦方向の水路がなく、水はけが悪く、雨水の地下浸透も大きくなっていたので、雨水を速やかに流下させるために施工されたもので、造成面を凹地状に掘り込んだ簡易土水路である。

前述したように、第1期応急対策工により地下水位にある程度の改善が認められたが、平成6年7～8月の大量降雨が、安定解析の中で見積もった想定最高地下水位を越える地下水位上昇をもたらしたと判断される。

4.まとめ

権現山営農団地に発生した地すべりは、地質上からみると中国地方各地に点在し、第四紀更新世前期～中期に噴出した環日本海アルカリ岩区玄武岩類と広島一岡山両県境地域に散在し、第四紀更新世前期の甲立礫層相当層に関係するものである。これらの地質について既存資料と調査結果をまとめて表4-1に示す。

地すべりの素因としてみると、玄武岩類は含水すると膨潤する粘土を含み、地すべりブロックやすべり面を形成する火砕流堆積層と玄武岩質凝灰岩、そして地下水の貯留・供給層となる玄武岩溶岩より構成される。甲立礫層相当層は甲立礫層のタイプのもとの異なり、その上部に固結した凝灰質シルト～均質シルトを有し、不透水層のために地すべりブロック内に地下水を滞水させたり、またその上面が地下水流動面やすべり面を形成したりする。発生の規模・分布個数を別にして、このような地すべりの特徴は、その形態上北松型のものに類似している。

表4-1. 権現山営農団地地すべりの地質総括表

地質時代	地質区分	文献からの引用	調査対象における地すべりに関係する地質状況
第四紀 更新世 中期	火砕流堆積層	中国地方一円に分布する環日本海アルカリ岩石区の玄武岩類の一つで小ドームが溶岩流をなす。	玄武岩質凝灰岩は花崗岩のくされ礫を含み、基質は赤褐色粘土を多く含有する。本層は権現山東側斜面に部分的に分布する。火砕流堆積層は大小の硬質玄武岩礫を含む黄褐色～暗褐色礫質シルトを主体とする。本層は権現山周辺に広く分布する。地すべりブロックを構成するのは火砕流堆積層と玄武岩質凝灰岩層である。これらの層の基質を構成する粘土は、赤褐色～暗褐色で含水すると膨潤性を示し、すべり面を形成しやすい。
	玄武岩質凝灰岩	世羅台地地区では、黒川明神・津田明神・上田明神・神ノ瀬原茶臼山と一直線に南北に、角閃石を含んだ77%の角閃岩のドームが並び、甲山付近には新山・男鹿・女鹿と20個の7%の角閃岩のドームが点在している。いずれも世羅台地の平坦面から一段と高くそびえている ³⁾ 。	
更新世 前期	玄武岩溶岩		玄武岩溶岩は黒色堅硬な岩石であるが、柱状節理が発達したり、風化して礫層状を示したりする。節理面は南東方に45～70°で傾斜するものが優勢とみられる。山頂部を形成する玄武岩溶岩は、節理・亀裂が発生し、良好な帯水層であり、山頂部は造成後未処理で雨水を透過しやすく、かつ節理面の傾斜方向が地すべりと一致するために、地すべりブロックに地下水を供給する地層となっている。
	甲立礫層相当層	甲立礫層は層厚約15m、巨礫を含む濁流の悪い固結度の低い礫層で、くさり礫化作用を受けている。日本原層は50mにおよぶ砂礫層で、吉備高原面から瀬戸内面高位部の構成層である。本層は山砂利層とともに更新世前期の形成と考えられている。一方山陽地域の中新統の分布域に重なるいわゆる山砂利層（甲立礫層相当層）の一部が鮮新統である可能性は非常に高い ⁴⁾ 。	甲立礫層相当層は、権現山西部ののり面で凝灰質シルト～砂層を示し、特に上部の玄武岩類との境界付近では、明灰色を有する凝灰質シルト～暗褐色シルトをなす。本層は西方に緩く傾斜する。本層は、固結した不透水層であり、このために、地すべりブロック内に蓄積された地下水を滞水させて、土質強度の低下と間隙水圧の上昇を助長する。また、一部地すべりでは、本層の上面が地下水流動面となつてすべり面を形成するところも認められる。

引用文献

- 1) 山田剛二・渡正亮・小橋澄治(1971) : 地すべり・斜面崩壊の実態と対策, P.18, 山海堂
- 2) 農林水産省中国四国農政局計画部(1975) : 「国営農地開発事業広島中部台地地区」地質調査報告書, P.5～8.
- 3) 今村外治・長谷見・多井義郎・小島文兒(1984) : 日本地方地質誌「中国地方」, P.331～333, 朝倉書店
- 4) 沖村雄二(1989) : 山陽の地形・地質, P.15, 山陽の農業と土壌肥料, P.7～19