

**P5. 怒田・八畝地すべりにおける長期の地すべり動態観測にもとづいた、
地すべり変位・地下水挙動の特徴と地質構造との関係について**

**Based on the long-term monitoring of landslide movement in the Nuta-youne landslides, relationship
between characteristics of landslide displacement and groundwater behavior, and geological structure.**

○山本 逸輝（応用地質株式会社）
窪田 安打（応用地質株式会社）
福井 慧（四国山地砂防事務所）
田所 真路（四国山地砂防事務所）
野波 英輔（四国山地砂防事務所）

1. はじめに

怒田・八畝地すべりは、四国山地のほぼ中央部で吉野川の中流域に位置している。地すべり防止区域面積が410.8haの国内でも最大級の破碎帯地すべりである。三波川帯の泥質片岩分布域と御荷鉾緑色岩類分布域にまたがる地すべり地である（図-1）。

当該地すべりでは、昭和57年度より直轄地すべり対策事業として地表水排除工を中心に対策工の施工を進め、効果が発揮されている。また、長期の動態観測結果から、個々の地すべりブロックの変位や地下水変化は把握されてきたが、動態観測結果と地質の特徴や地質構造との関係の検討は少ない。このため、地質の特徴を踏まえた動態観測結果の考察や地すべり活動の評価をより詳細に検討する上でも、これまでの長期の動態観測結果について、地質構造との関係を整理することは有意義と考えられるので、以下に報告する。このような取り組みは合理的な地すべり対策を検討するうえでも参考になると考えられる。

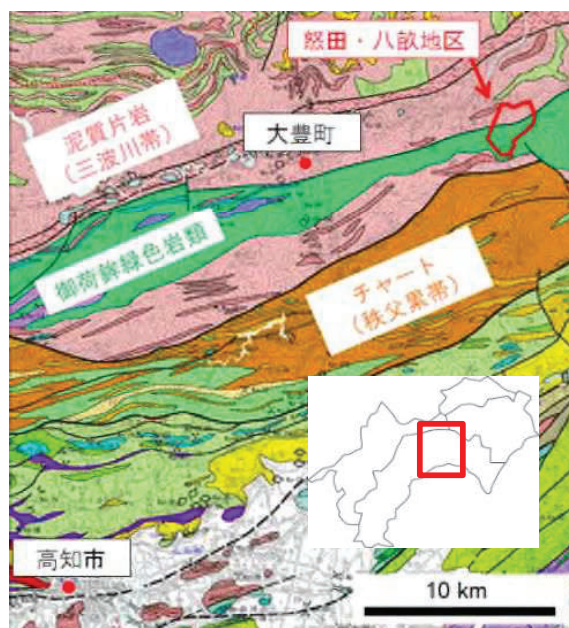


図-1 怒田・八畝地すべりの位置と周辺の地質
（四国地方土木地質図編纂委員会、1998に加筆）

2. 怒田・八畝地すべりの地質構成と地質構造

怒田・八畝地すべりは、怒田・八畝・立野・三津子野の4地区からなる。地すべり地帯の中～南部を占める怒田・八畝・三津子野地区は御荷鉾緑色岩類、北西部の立野地区には三波川帯の泥質片岩が主に分布する。三波川帯の泥質片岩には北傾斜の片理面が顕著に発達しており、北向き斜面に対して流れ盤の面構造を有する。御荷鉾緑色岩類は、変成した玄武岩溶岩や火砕岩からなり、低角度の片理面が発達する場所と、片理面の少ない塊状岩盤である場所が混在している。この三波川帯と御荷鉾緑色岩類の境界は断層として清水構造線（構造帯）と呼ばれており（小島ほか、1956；脇田ほか、2007）、怒田・八畝地すべり内の南大王川河岸において、高角度で南傾斜する幅6mの断層破碎帯の露頭が報告されている（佐藤・窪田、2016）。

3. 地質ごとの地すべり変位と地下水位変化の特徴

怒田・八畝地すべりのブロック分布図を図-2 に示す．このうち，御荷銕緑色岩類域の代表的なブロック（N2-1, 2, 3 ブロック）の観測孔の動態観測結果を図-3 に示す．孔内傾斜計による地すべりの累積変位図が示すように，当初は年間 50mm 以上の変位が観測されていたが，平成 12-14 年

（2000-2002 年）の地下水排除工施工後は，対策による地下水低下効果により年間 3mm 以下の変位に収束した．この対策工施工に関わらず，観測開始以降の地すべり変位の特徴として，多量降雨の影響による一時的な変位の増加幅は小さく，緩慢な変位が継続する点が挙げられる．これは，地下水位が降雨時の一時的な水位上昇のほかに，豊水期は全般に水位が高いことが影響していると考えられる．また，白石他（2004）は灌漑用水が影響している可能性を指摘している．一方で，図-4 の三波川帯域の代表的なブロック（T-1 ブロック）の観測孔の動態観測結果によると，平成 26 年（2014 年）8 月の豪雨，平成 30 年（2018 年）7 月の豪雨の影響で変位が一時的に増加するが，これ以外の時期の変位は小さい特徴がある．これは，地下水位が降雨時に急上昇するが，降雨後は急速に水位が低下することと，前述した豊水期の水位の高まりが無いことが影響していると考えられる．また，図-5 に多量降雨時の降雨量と孔内傾斜計の変位量の関係を示し，地質に応じた特徴が，他ブロックでも共通して認められる．なお，抽出した孔内傾斜計は「地すべり地における挿入式孔内傾斜計マニュアル，2010 年 7 月」に則り，平成 22 年以降に設置された孔とした．

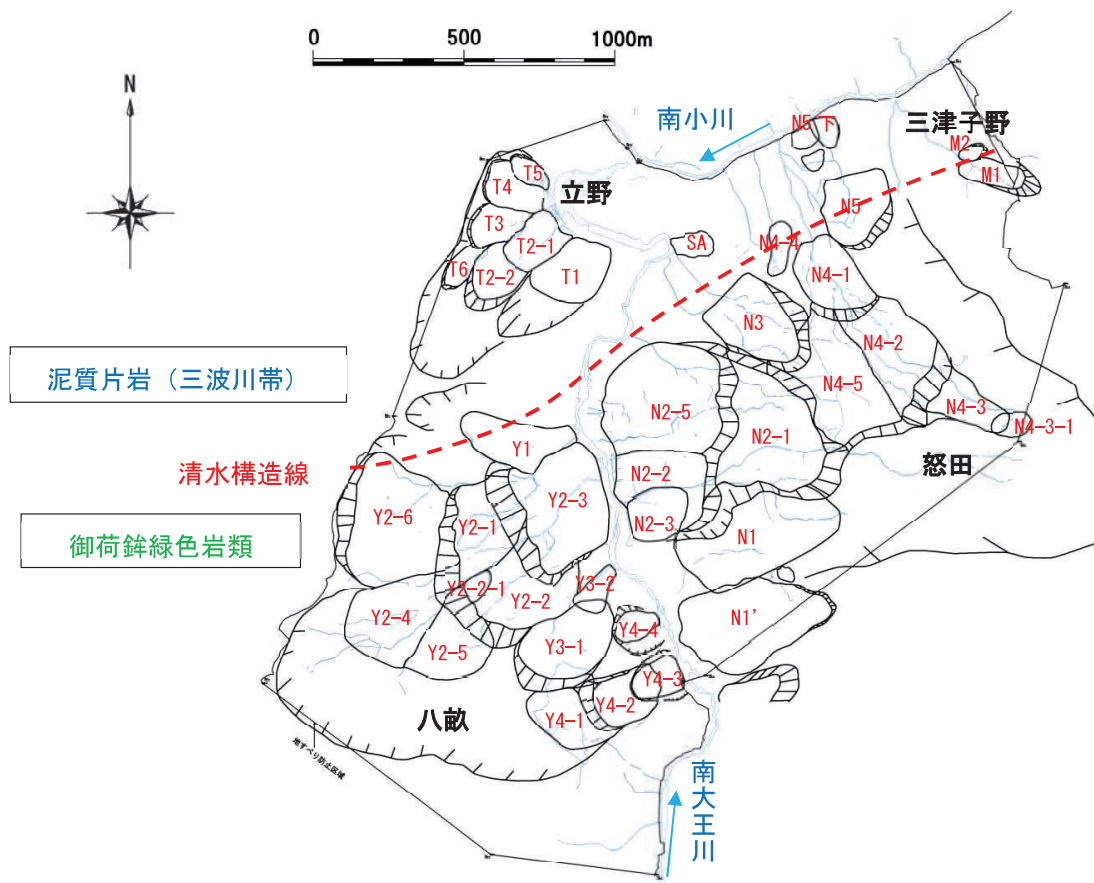


図-2 怒田・八畝地すべりのブロック分布図

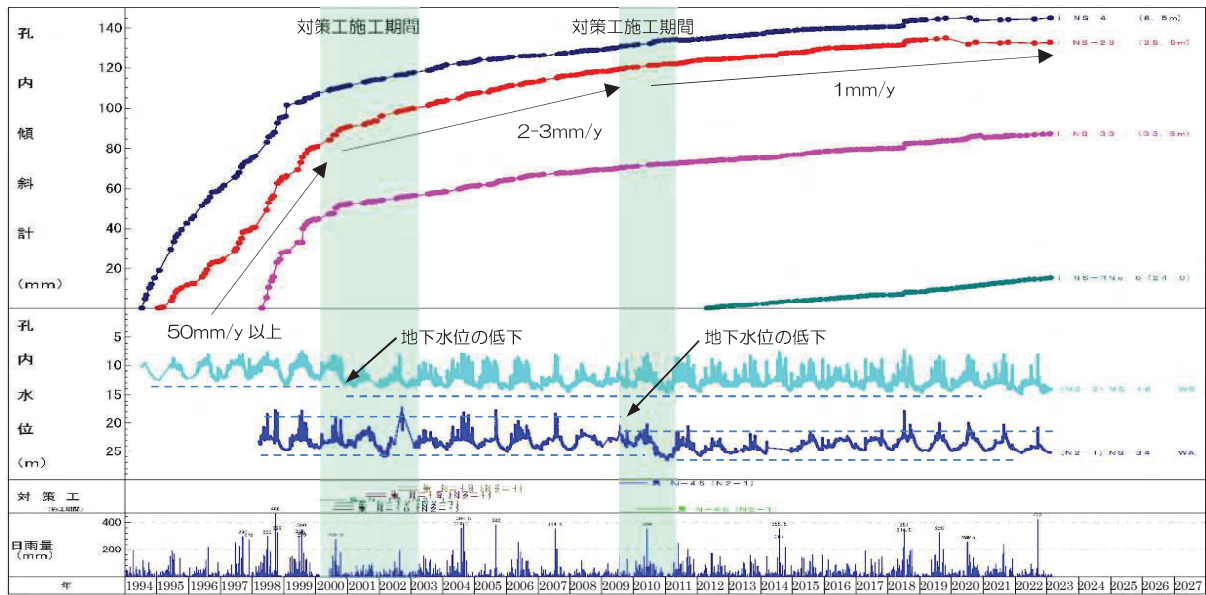


図-3 御荷鉾緑色岩領域に位置する観測孔の動態観測結果図（観測期間 1994-2022 年、N2-1, 2, 3 ブロック）

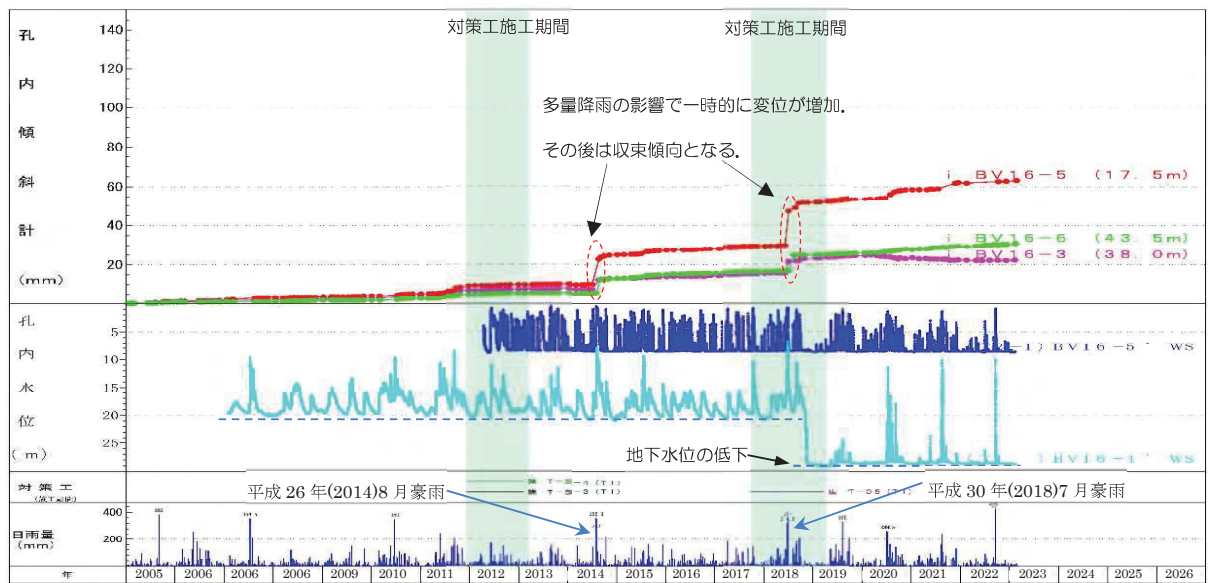
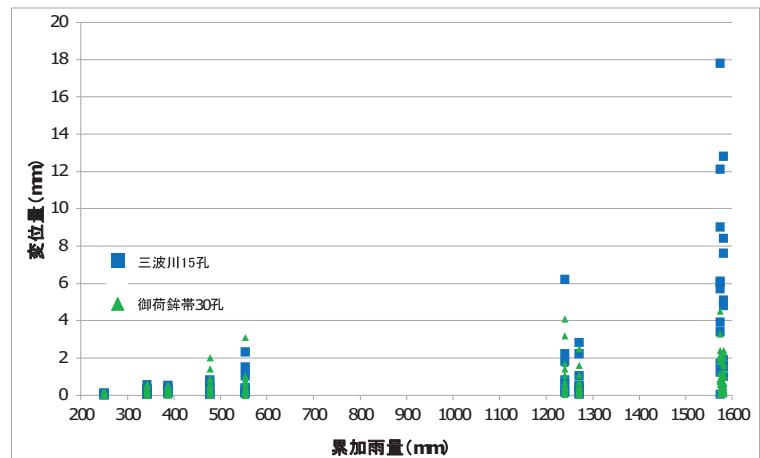


図-4 三波川帯域に位置する観測孔の動態観測結果図（観測期間 2005-2022 年、T1 ブロック）

図-5 累加雨量と地すべり変位量の関係図
(観測孔の設置条件の影響を避けるため、孔内傾斜計マニュアルに従って施工された孔のデータをプロットした)



4. 降雨時の地下水位変化と地質構造の関係

降雨時における地下水位変化について、平面的な変化から地質および地質構造との関係を検討する。ここでは、近年の代表的な豪雨として、長雨型の平成30年7月豪雨および短期間強雨型の令和4年9月の台風14号通過時における水位変化図を示す。なお、ここで整理した水位観測孔はオールストレナ孔のみで整理した。部分ストレナ孔は被圧等の影響で周辺孔との比較が難しいため除外した。

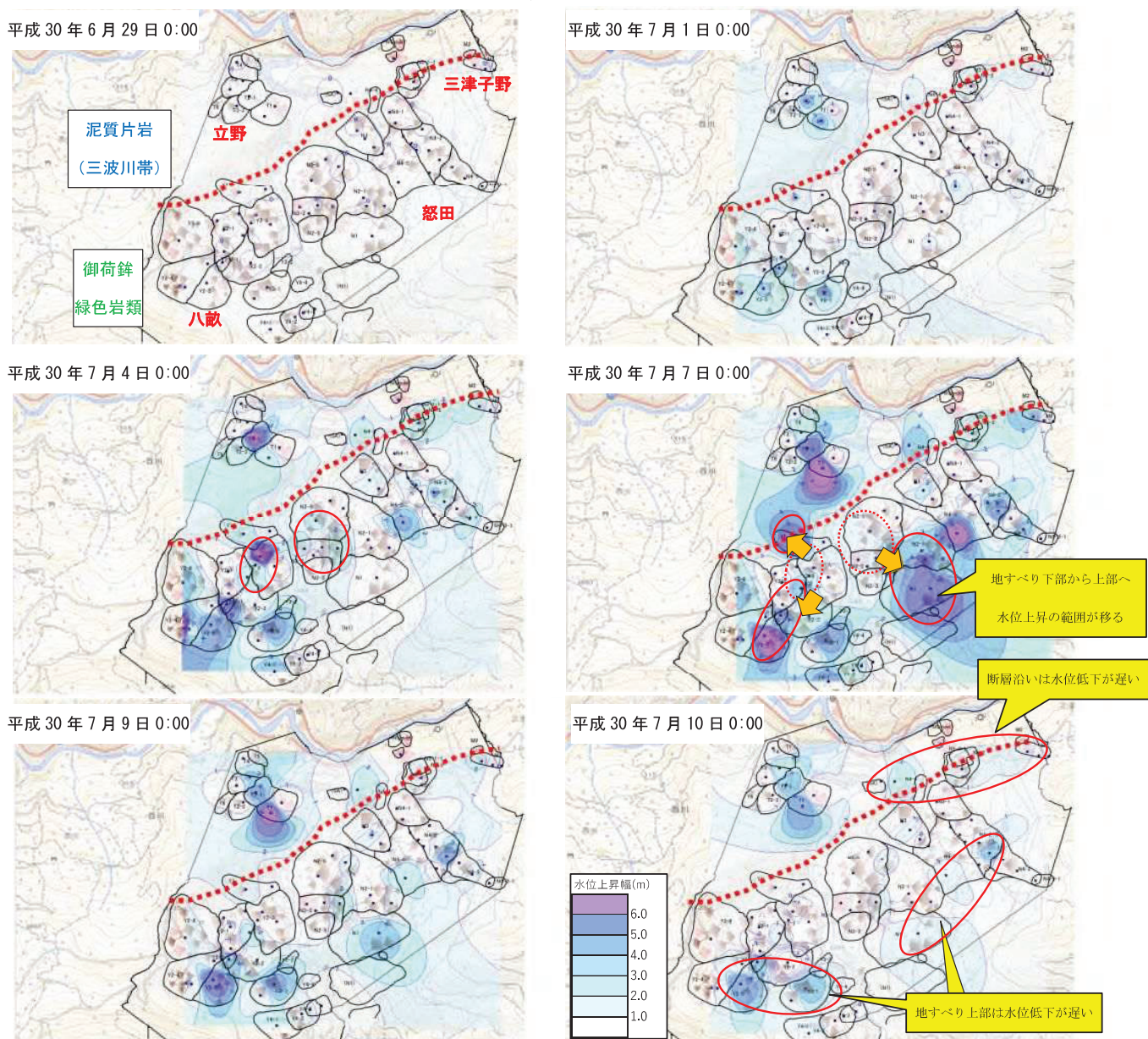


図-6 平成30年7月豪雨（長雨型）時の水位変化図（降雨開始直前の孔内水位を基準とした変化）

平成30年7月豪雨は6月28日18:00から降雨が始まり、7月6日10:00に最大時間雨量62mm、7月8日までに累加雨量1,600mm（怒田雨量計）を記録した降雨であった。図-6、8に示すように、水位変化の特徴として、御荷鉢緑色岩類域の地すべりは、地すべり下部から上部へと水位上昇の範囲が移る傾向があり、降雨終了後も地すべり上部の水位低下は遅れる傾向がある。この点は白石他（2004）が

同様に報告しているが、粘土化した地すべり土塊が原因していると推定されるが、不明瞭である。また、清水構造線沿いおよびその谷側では地下水位の低下が遅い傾向がある。これは、山側の地下水が断層沿いに堰上げられて、高い水位が維持されやすいことが原因と考えられる。

また、図-7、9に示すように、令和4年9月の台風14号では9月17日18:00から降雨が始まり、9月19日15:00に最大時間雨量46mm、9月20日までに累加雨量約530mm（怒田雨量計）を記録した降雨であった。水位変化の特徴として、平成30年7月豪雨時と比較すると全体に急速な水位上昇が認められる。そのうえで、平成30年7月豪雨で確認されたように、御荷鉾緑色岩類域において、地下水上昇範囲が地すべり下部から上部へ移動すること、清水構造線沿いの水位上昇が遅れる点などの特徴が同様に確認できる。

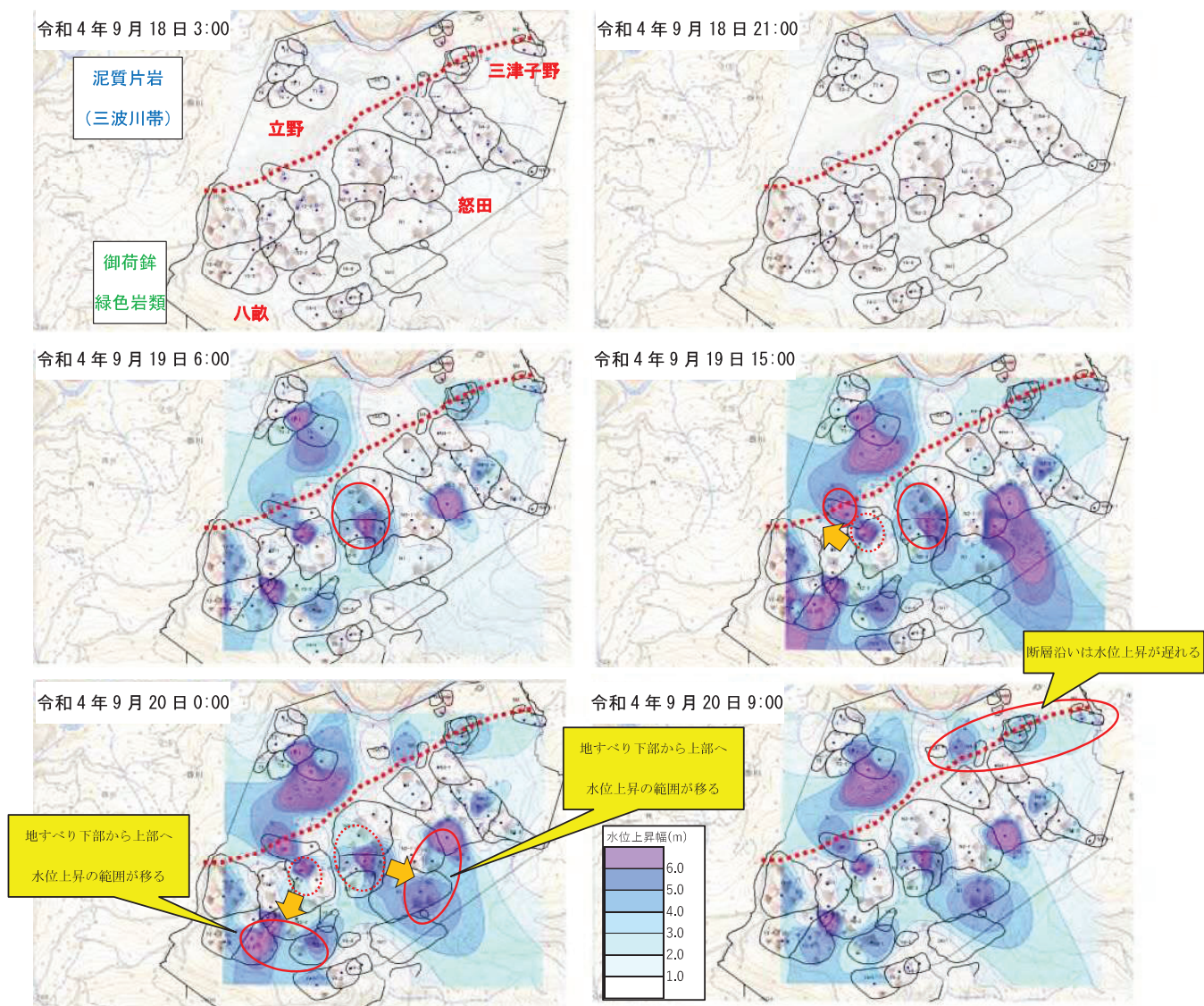


図-7 令和4年9月豪雨（短期間強雨型）時の水位変化図（降雨開始直前の孔内水位を基準とした変化）

5. まとめ

以上の検討結果から、怒田・八畝地すべりにおける長期の動態観測による地すべり変位および地下

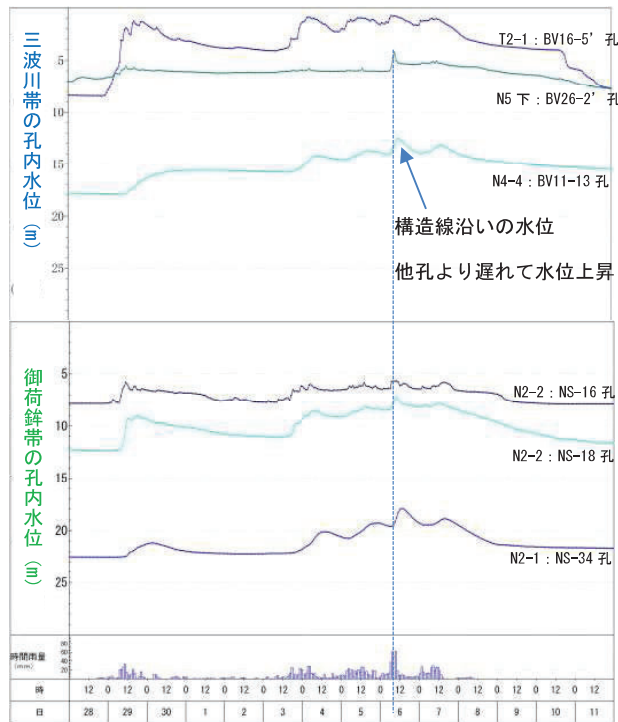


図-8 長雨型（平成30年7月豪雨）の孔内水位グラフ

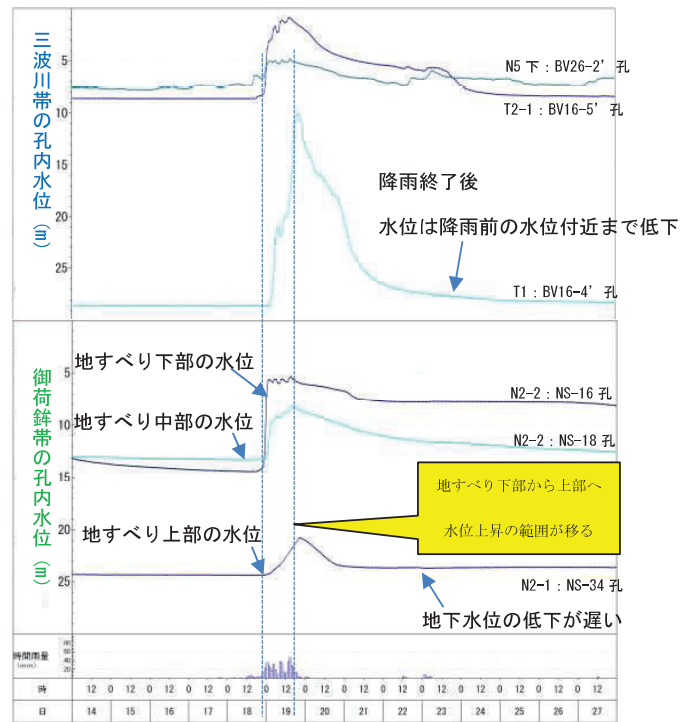


図-9 短期間強雨型（令和4年9月台風14号）の孔内水位グラフ

水位変動と地質・地質構造との関係について、以下の通りまとめられる。

- ・御荷鉾緑色岩類の分布域における地すべりは、緩慢な変位が継続する特徴がある。地下水位が豊水期にかけて高い状態であることが原因と考えられる。これは、粘土化した地すべりによるため、透水性が低く水位が高まりやすいことや、灌漑用水などの影響が推定される。また、豪雨時には地すべり下部から上部へと地下水位の上昇が移動する特徴があり、上部の地下水位の低下は遅くなる傾向がある。

- ・三波川帯の泥質片岩の分布域における地すべりは、降雨時の一時的な変位増加が主要な変位となる特徴がある。地下水位は降雨時に短期的に上昇するものの、季節的な水位上昇の傾向は不明瞭であることが原因と考えられる。これは、すべり面は粘土化しているものの、地すべりブロックは主に礫状の破碎物等の粗粒な土質からなることなどによると考えられる。また、清水構造線沿いでは、水位が遅れて上昇して、地下水が下がりにくい特徴がある。これは、山側の地下水位を断層が堰上げること、谷側の三波川帯の地すべりに地下水位が供給されることが原因と考えられる。

引用文献

小島丈児・吉田博直・甲藤次郎・市川浩一郎・石井健一，1956，四国西条-上八川間路線に沿う三波川帯の地質，地質雑，62，317-326。

佐藤 景・窪田安打， 怒田・八畝地区，清水構造線の地質構造，日本応用地質学会中四国支部研究発表会発表論文集，2016。

四国地方土木地質図編纂委員会，1998，四国地方土木地質図および解説書，国土開発技術研究センター，859p。

白石 央・矢田部龍一・岡本 敦・吉村和司・岩男忠明，怒田・八畝地すべりの地下水流下機構と地すべり移動への影響，2004，地すべり，41，1，49。

脇田浩二・宮崎一博・利光誠一・横山俊治・中川昌治，2007，伊野地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），産総研地質調査総合センター，140p。

土木研究所：地すべり地における挿入式孔内傾斜計計測マニュアル，pp.86,2010.7。