

はじめに

神戸層群の分布地域には近畿地方でも有数の地すべり多発地帯として知られており、空中写真や地形図判読によって神戸層群の分布地域は近畿地方でも有数の地すべり多発地帯として知られており、空中写真や地形図判読によって多くの地すべり地形の存在を読みとることができる。なかでも三田盆地中央部の吉川町一帯は、ほとんどの斜面が地すべりによって形成されている。

神戸層群は多数の凝灰岩層を挟在しており、これらを素因とする地すべりが発生している。神戸層群に多くみられる地すべりは、幅50~100m、長さ100~300m、深さ5~15mで $10^3 \sim 10^4 \text{m}^3$ 規模の比較的規模小規模な地すべりである。しかし、吉川町南東部の吉川川沿いの豊岡北地区や南水上地区では、移動体の層厚は最大でも20m程度と薄いものの $10^6 \sim 10^7 \text{m}^3$ 規模の大規模地すべりが発生している。本発表では、これら神戸層群にみられる大規模地すべりが発生する地形・地質条件について既往研究成果も踏まえて考察することとする。

神戸層群にみられる大規模地すべりの特徴

調査地域の地すべり地形、地すべり分布地質などを検討した結果、大規模地すべり発生には次のような特徴があることが明らかとなった

- (1) 同地域は同斜構造を反映して、典型的な**非対称山稜**が発達している。この非対称山稜の**ケスタの背面**に、大規模な地すべり地形は形成されている。
- (2) 神戸層群の大規模地すべりは、移動体の層厚が最大でも20mと薄いかかわらず、広い面積を有している。斜面構成地質は硬質層と軟質層とが互層する**延性度較差の大きな層状岩盤**である。すべり面は延性度較差が大きい凝灰岩と非凝灰岩(砂岩泥岩互層)との境界に沿って**凝灰岩層中**に形成され、**平滑で連続性が良い**。
- (3) 神戸層群の地すべりの**滑落崖や側方崖の形態**は節理や断層などの**構造割れ目**に規制される。中川ほか(1999)でも示されているように、大規模地すべりの**滑落崖の方向はリニアメントや節理群の方向とも一致している**という結果が得られている。また、横山(2000)では宮崎層群の大規模地すべりも神戸層群同様、滑落崖や側方崖の形態は割れ目に規制されていると報告している。
- (4) 大規模地すべり末端には吉川川や美囊川などの河川が流下しており、その**下刻作用によって斜面末端部が不安定化**すると逐次地すべりが発生すると考えられる。現在、**豊岡北地すべり**や**南水上地すべり**など大規模地すべりの素因となっている豊岡凝灰岩部層最下部は吉川川河床付近に位置している。
- (5) 凝灰岩層上位には**硬質な礫岩層**が分布しており、凝灰岩の**浸食を妨げるとともに、地下水を供給**すると考えられ、凝灰岩の軟質粘土化を徐々に促進させると考えられる。

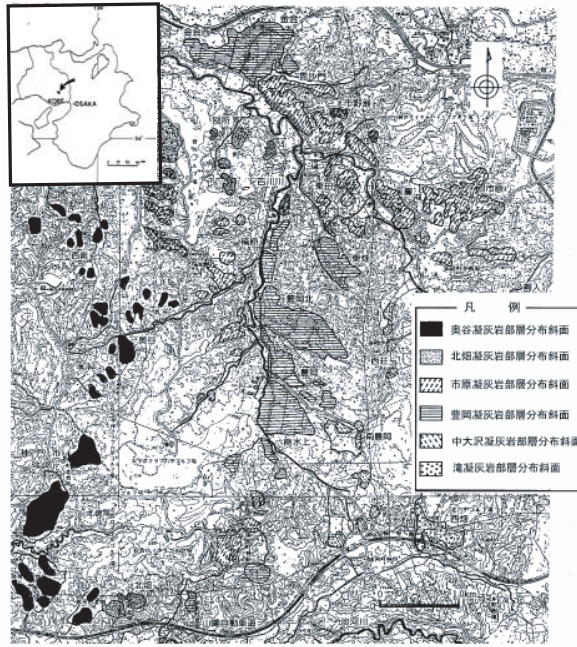


図-1 地すべり発生斜面分布図(秋山ほか, 2004)

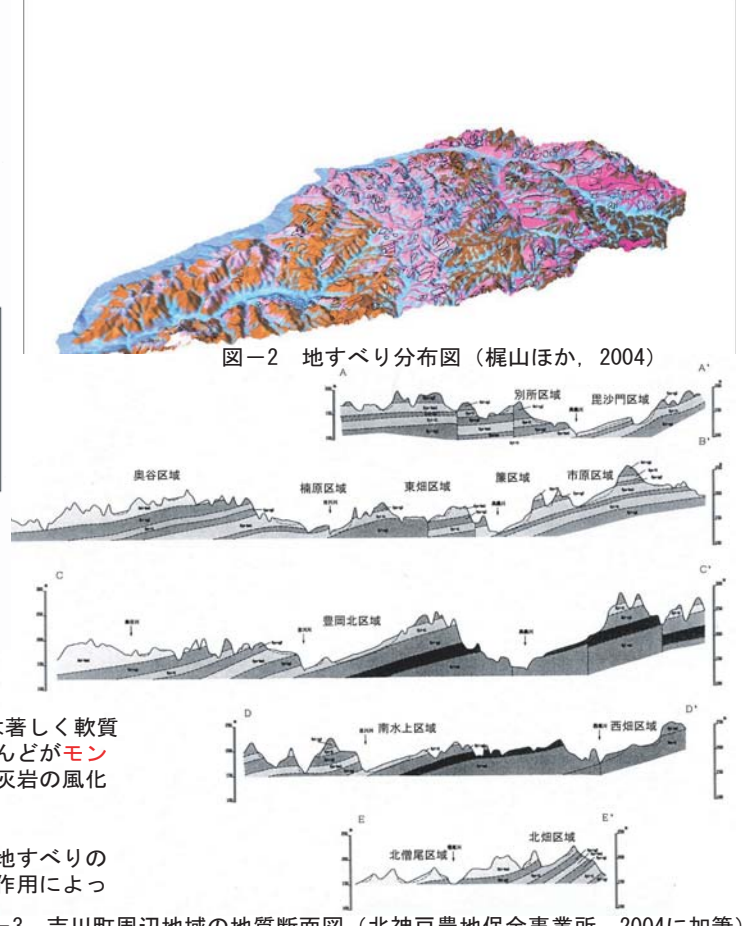


図-3 吉川町周辺地域の地質断面図(北神戸農地保全事業所, 2004に加筆)

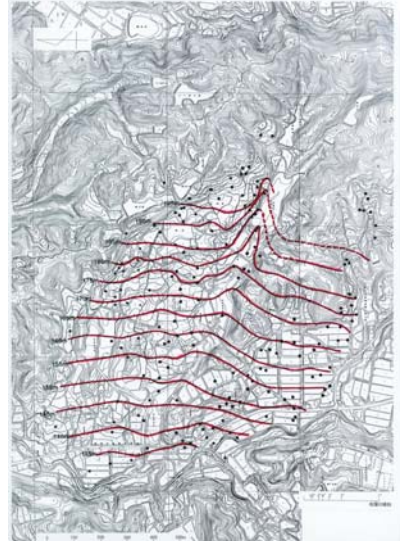
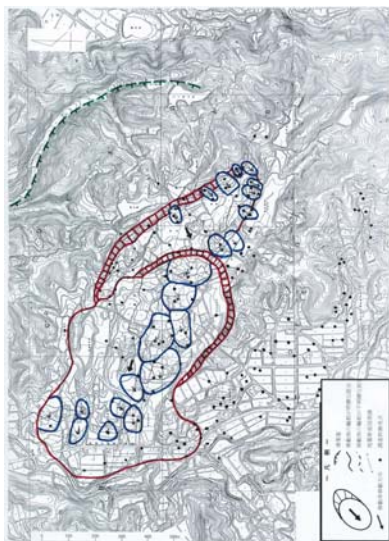
(6) 大規模地すべりの素因となる凝灰岩部層最下位には著しく軟質粘土化した**降下火山灰**が分布する。この凝灰岩層はほとんどが**モンモリロナイト**に変質しており、**高塑性粘土**からなる。凝灰岩の風化機構については今後の研究課題である。

このように、神戸層群凝灰岩地すべりにおける大規模地すべりの発生は、**地質構造・岩相組合せ・斜面物質の物性**の相互作用によって起こると考えられる。

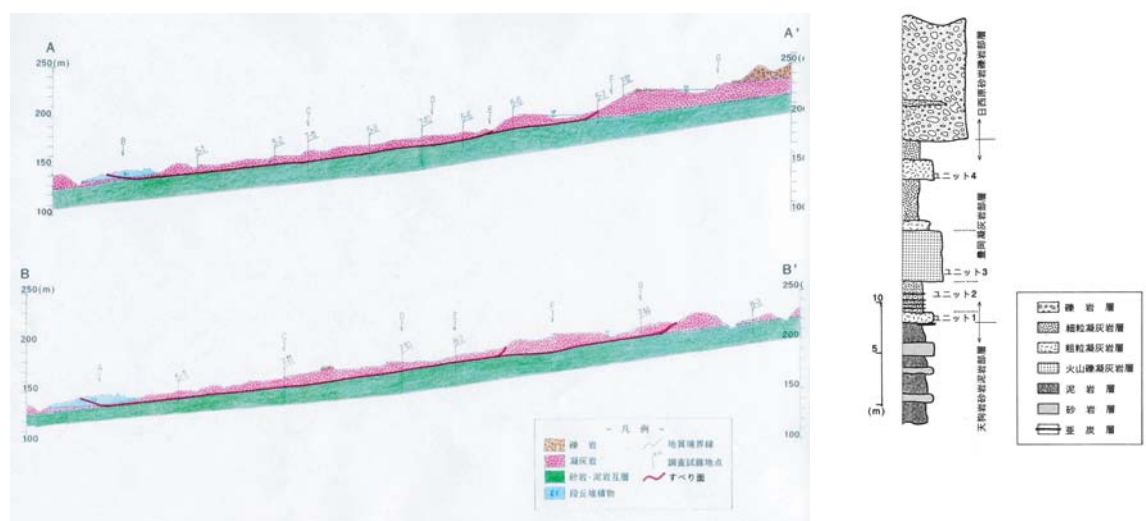
神戸層群大規模地すべりの事例(豊岡北地すべり)

豊岡北地すべりは、兵庫県美郷郡吉川町の南東部に位置し、東を坊主岩と大岩鼻を結ぶ稜線と西を吉川川に挟まれた東西方向に細長い緩傾斜地を形成している。

<地形> 豊岡北地すべりを形成する吉川川右岸斜面の平均勾配は約4°と非常に緩い。この緩傾斜地は吉川川河床(標高130m)から標高200mまで続く。礫岩層が分布する標高200~270mの斜面は傾斜10~15°勾配となって稜線に至る。尾根頂部の標高は230~270mで尾根線は西北西-東南東方向に伸びている。稜線を挟んだ東向き斜面は傾斜20°前後の急斜面となっている。本地域の地質構造は西~西北西方向に傾斜しており、地質構造を反映するような形で地形は発達している、典型的なケスタ地形を呈している。



<地質> 豊岡北地すべり地には神戸層群吉川層が広く分布している。本地域の斜面地質は硬質層と軟質層とが互層する延性度較差の大きな層状岩盤で西に3~4°傾斜する同斜構造である。最上位には硬質の礫岩層である日西原砂岩礫岩部層が地すべり地の背後斜面から尾根にかけて分布している。豊岡凝灰岩部層はその下位に位置し、一軸圧縮強度で数千~数万倍の差をもつ硬軟互層からなり、4つのユニットに岩相区分される。ユニット4は軟質層優性互層で、礫岩層分布域では礫岩層をキャップロックとするキャップロック構造を形成している。ユニット3は硬質な火山礫凝灰岩層でハンマー衝撃により火花が出るほど硬く一軸圧縮強度も103~167 MPaである。ユニット2は基本的にはユニット3同様、硬質層であるが、一部軟質化している部分もある。軟質化しているとはいえ、ユニット4やユニット1に比べると硬質である。ユニット1は全体がほぼ均質な軟質層であり、含水により著しくスレーキングする性質がある。黄灰色を呈するのが特徴で地元では「イヌゴソ」と呼ばれている。豊岡凝灰岩部層の下位には硬質層である天狗岩砂岩泥岩部層が分布している。泥岩層は塊状ないしは水平~3°のラミナが発達する。露頭では乾湿繰り返しによるスレーキングのため軟質化していることが多い。一方砂岩層は塊状の細粒~中粒砂からなりスレーキングはしない。砂岩・泥岩ともにボーリングコアでは短柱状~棒状で採取され、岩盤等級ではCL級(一部CM級)に相当する。



<地すべり発生層準> 豊岡北地すべりでは、ユニット1をすべり面とする大規模地すべりとユニット4をすべり面とする小規模地すべりが共存している。ユニット1をすべり面とする大規模地すべりは、凝灰岩とその下位層との境界のみをすべり面として滑動するのではなく、ユニット1(層厚約1m)の層全体が塑性変形して滑動していると考えられる。ユニット1は側方変化に乏しく層厚はほぼ一定であるものの、一部のボーリングコアでは地層が引き伸ばされることにより層厚が減少している。このほかに大規模地すべりはユニット1をすべり面としている根拠は、①ユニット1下底面地すべり滑動を示唆する条線が認められていること(写真-3)、地すべり末端部において岩相の繰り返し認められること(写真-5)などが挙げられる。一方、ユニット4をすべり面とする地すべりは小規模な地すべりである。すべり面はユニット4の軟質粘土化凝灰岩層とユニット3(硬質火山礫凝灰岩)の境界に形成されることが多い。そのほかにユニット4の軟質層は全層が流動化するフロータイプ地すべりも起こす。また、大規模地すべりの滑落崖背後斜面から尾根にかけては、キャップロック構造に起因した斜面変動-礫岩層中の鉛直開口割れ目(gull: ガル)の形成とそこへの軟質凝灰岩の貫入現象-が発生している(写真-6)。