

神戸層群豊岡北地すべりの地すべり構造発達史

Structural History of Toyooka-kita Landslide in the Kobe Group

村井政徳(高知大院・黒潮圏海洋), 横山俊治(高知大・理)

Masanori MURAI(Graduate School of Kuroshio Science, Kochi Univ.) Shunji YOKOYAMA(Kochi Univ., Sci.)

はじめに

近年、廣田ほか(1987)をはじめ多くの研究により、神戸層群の地すべりの多くが凝灰岩(広域テフラ)中にすべり面をもつ凝灰岩地すべりであるということがわかってきた。神戸層群凝灰岩地すべりは、5°程度の非常に緩傾斜のすべり面をもつ異なる層面地すべりであり、この特異性はすべり面となった凝灰岩の性質のみならず、地すべりを含む斜面地質全体の物質分布構造に起因していると考えられるが、その実体は明らかになっていない。神戸層群は多数の凝灰岩層を挟在しているが、層準によって地すべり発生頻度が異なる。三田盆地中央部に位置する吉川町の豊岡凝灰岩部層分布地域には、多数の地すべり地形が発達し、本研究対象の豊岡北地すべり地はその代表である。

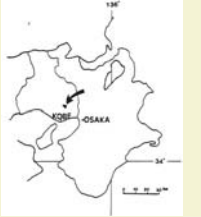


図-1 調査位置図

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。



写真-1 豊岡北地すべり地全景写真



写真-2 地すべり地の空中写真

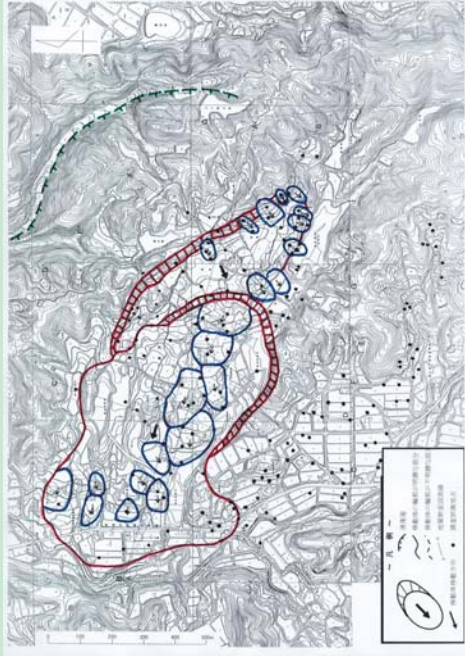


図-2 地すべりブロック図

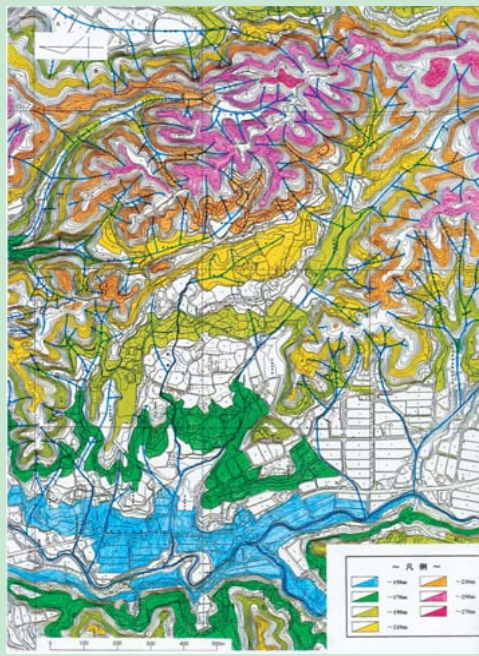


図-3 段彩・水系図

<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“イヌグソ”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

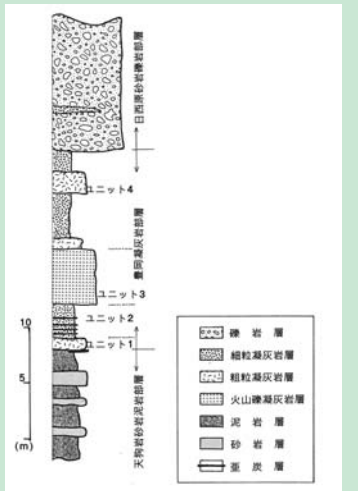


図-4 豊岡北地すべり地の岩相層序

<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。この緩傾斜面は吉川川河床(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て、典型的なケスタ地形を呈している。

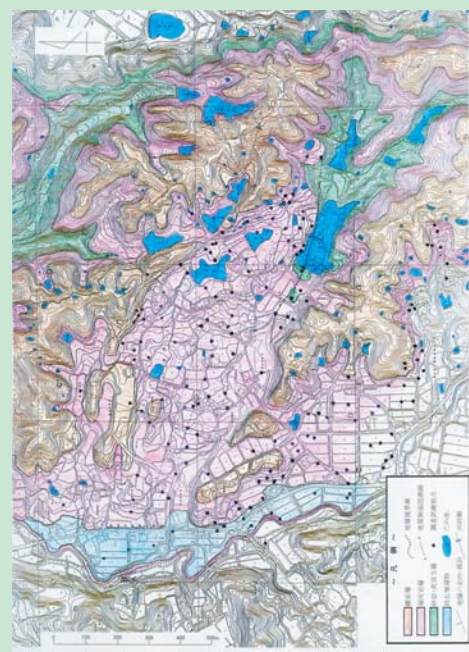


図-5 地すべり地の地質図

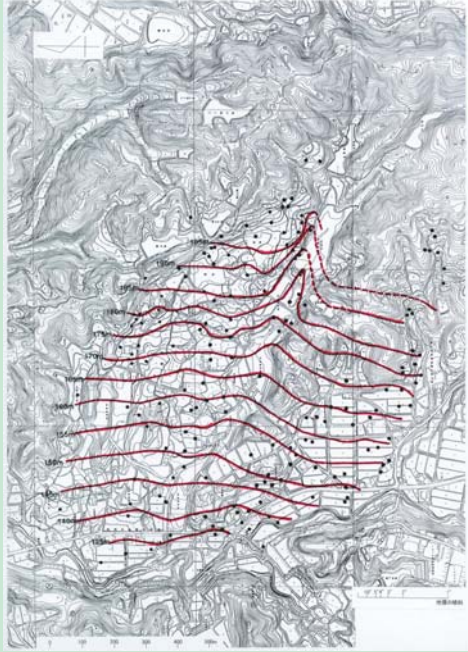


図-6 豊岡凝灰岩部層下底面コンターマップ

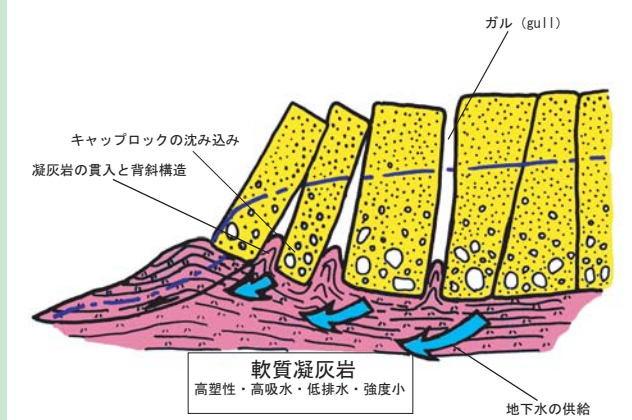


図-8 ガルへの軟質凝灰岩の貫入モデル図

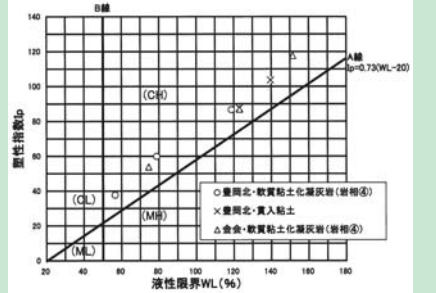


図-9 塑性図

表-1 岩相ごとの一軸圧縮強度

部層名	岩相	一軸圧縮強度 (MPa)	測定方法	測定数
日原砂岩礫岩部層	礫岩	15.7~237.2	シュミットハンマー	30
豊岡凝灰岩部層	ユニット1 (細粒軟質凝灰岩) (測定不能)	測定不能	針貫入試験	30
	ユニット3 (硬質火山礫凝灰岩)	103~167	一軸圧縮試験	3
天狗岩砂岩泥岩部層	ユニット4 (細粒軟質凝灰岩)	0.04~1.38	針貫入試験	90
	泥岩・砂岩互層	29.4~97.6	一軸圧縮試験	6

<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って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下底面で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。そのほかにもユニット4の軟質層は全層が流動化するフロータイプの地すべりも起こす。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では、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-が発している(写真-6)。

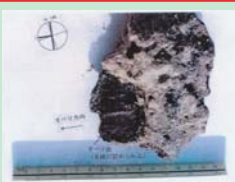


写真-3 ユニット1下底面にみられる条線



写真-4 河床に分布するユニット3



写真-5 ユニット1の繰り返し

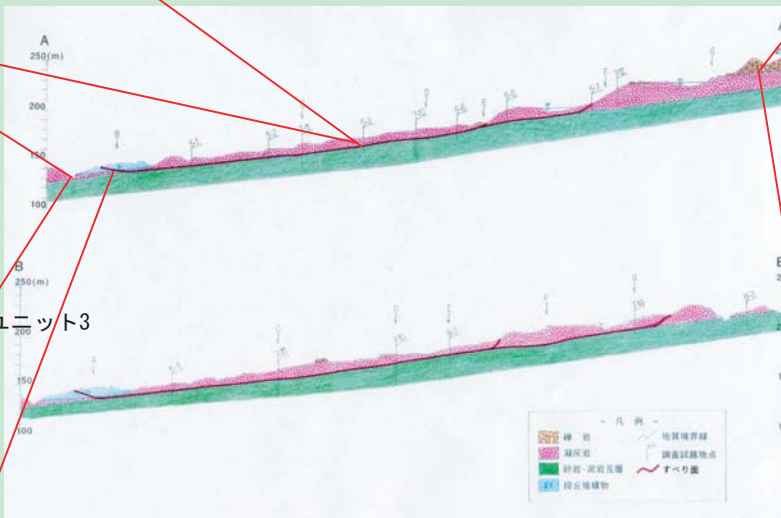


図-7 地すべり断面図



写真-6 ガルに貫入する軟質凝灰岩(ユニット4)

<地すべり発達史>

Stage I



吉川川の下刻作用により斜面末端が侵食される。

Stage II



斜面末端が侵食されることにより、右岸ではキャップロック構造に起因したユニット4の塑性流動による斜面変動が始まる。左岸斜面は地質構造が受け盤斜面なので転倒型の地すべりが発生する。

Stage III



ユニット4をすべり面とするキャップロック構造に起因した斜面変動がさらに進行することによって斜面末端の除荷も進み、その結果、ユニット1をすべり面とする大規模地すべりが発生する。

Stage IV



ユニット1をすべり面とする大規模地すべりは活動を休止する。しかし、大規模地すべり滑落崖背後斜面ではユニット4の塑性流動は継続する。また、大規模地すべり地内ではユニット4は微地形と硬軟互層を反映した小規模な地すべりに移行していく。

図-10 豊岡北地すべり発達過程の模式図