

神戸層群の地すべりと地形、地質の関係 (兵庫南部地区・吉川町)

廣田清治*・佐々木一郎**・谷岡健則***

Relationship between landslide and geology with geographical feature in the Neogene Kobe Group (Yokawa-cho in southern Hyogo, Japan)

Kiyoharu HIROTA*・Ichiro SASAKI**・Takenori TANIOKA***

はじめに

本文は、神戸層群分布域の地すべり地を対象とし、地すべり分布と地質分布および起伏量との関連性を検討した結果である。検討手段として、神戸層群吉川累層上部を主体に部層単位で地質を区分した。

調査対象地域である吉川町は兵庫県美囊郡に位置し、新第三系の神戸層群が分布している。吉川町南部地域には地すべりが多発しており、地すべりブロック (休止・活動中を含めて) は当地域同層群分布域内 (2114.3 ha) の21.7% (459.4 ha) を占める。神戸層群の地すべり発生層準はこれまで累層単位程度で捉えられていた (藤田・笠間, 1983) が、筆者らは斜面整備に利用できる資料として部層単位でとらえる様を試みた。広域踏査と既往のボーリング調査の結果、当地域の地すべりは地質と関連があるほか、起伏量の影響が考えられる。すなわち、地すべりの発生は、①凝灰岩分布域 (とくに Kyu-tf2 凝灰岩部層-粘土化頻度が高い-)、②大きな起伏量 ($H \geq 60\text{m}$) を示す地域 ($S = 1/25,000$ 地形図, 500mメッシュで作成) に多く見られる。

広域踏査の結果をまとめるため、国土基本図 (関西航測・日本工事測量共同企業体作成, 1:2,500 国土基本図) を使用した。

なお、本文は、近畿農政局計画部資源課が実施した『昭和59年度斜面整備対策調査兵庫南部地区地すべり調査業務』 (近畿農政局, 1985) の報告書の一部を改稿したものである。

調査業務報告書の内容については、佐々木 (1985MS)、広田ほか (1987MS) の報告がある。

踏査範囲は、中国自動車道以南の吉川町である (2114.3 ha, 図1)。

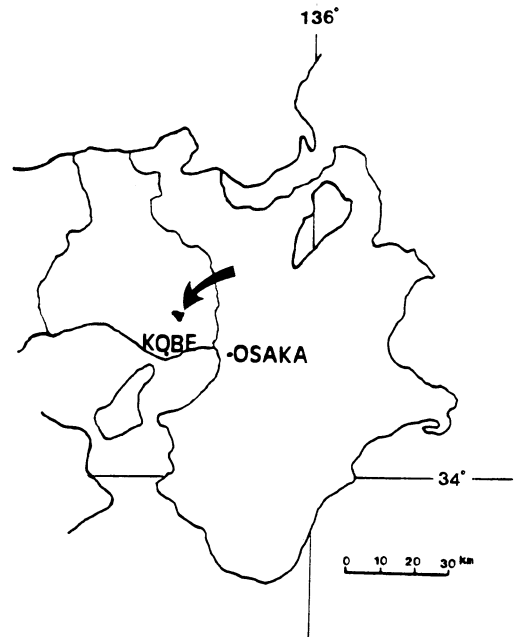


図1 調査位置図

地形地質概要

[地形]

調査地内の地形は、標高150~250mの丘陵と、それを開析している加古川水系美囊川およびその支流により形成された段丘性の平坦面に大別できる。

丘陵部は、起伏量30~60mのなだらかな地形であり、美囊川の各支流の侵食により小さな沢地形が発達する。地形の形態の変化は、調査地域内の水系、美囊川およびその支流大沢川、吉川川、奥谷川に囲まれた各区域にある尾根部に見られ、尾根の方向性に若干の差異が生じている。大局的には、尾根は南北性 (北西-南東方

* 日本基礎技術 (株) 大阪支店: 〒530 大阪市北区松ヶ枝町6-22 (昭和54年島根大学文理学部地学教室卒業)

** 日本基礎技術 (株)

*** 近畿農政局計画部資源課: 〒606 京都市上京区西洞院通下長者町下ル。

向が多い)と西北西—東南東性の方向で特徴付けられる。

段丘は、主に美濃川およびその支流である吉川川沿いに帯状に分布し、分布面積は丘陵部に比べて狭い。

丘陵部には、地すべり地形を示す緩斜面が多く、たとえば豊岡、南水上に見られる地形はその代表的なものである。また、丘陵部に発達する小さな沢地形には、沖積世の堆積物(崖錐、土石流等の移動性の堆積物)が薄く被覆しており、支流沿いの段丘面付近では小規模な扇状地を形成している。

[地質]

調査地を含む三田盆地には、新第三系中新統神戸層群が分布している。神戸層群の名称は鹿間(1936)によって提示され、のち、明石海峡北岸の神戸市を模式地として本層群の記載が行われた(鹿間, 1938)。

神戸層群は、六甲・帝釈山地によって三田盆地と白

川地域(神戸市)に分断されており、それぞれ西側に開く形で円心円状に露出している。三田盆地における神戸層群は、全層厚が500m以上あり、凝灰岩と非凝灰岩との堆積サイクルが4回認められたため(HUZITA, 1962)、下位から有野累層、吉川累層、淡河累層、三津田累層に区分された(藤田・笠間, 1971; HUZITA, KASAMA and HIRANO, 1971)。HUZITA (1962)によると1回の堆積サイクルは、粗粒な碎屑性堆積物に始まり、厚い火砕性堆積物に終る。その後、従来の三津田累層は淡河累層上部に組み入れられ(藤田・笠間, 1971)、三田盆地における神戸層群は下位から有野累層、吉川累層、淡河累層の三累層に区分された(図2)。

調査地は三田盆地のほぼ中心部にあり、吉川累層と淡河累層が分布し、下位から吉川累層下部(K1)、吉川累層上部(Ky)、淡河累層下部(Ku)が確認できる。

[地質構造]

中部および近畿地方の横ずれ活断層の走向は、北西—南東性のもの(山崎断層、三峠断層、根尾谷断層、阿寺断層など)と、北東—南西性のもの(大月断層、五助橋断層、猿投北断層、跡津川断層など)の共役2方向があり、前者は左ずれ、後者は右ずれである(岸本・尾池, 1985)。

HUZITA (1962)、藤田(1968)は西南日本における構造要素として近畿中部に近畿三角帯(Kinki Triangle)を定義し、その中の構造の形成時期を調べて、西南日本の構造発達史を論じている。藤田・笠間(1983)は周縁の断層系を以下の4系統に大別している。

「NE-SW方向: 五助橋断層・渦ヶ森断層・大月断層・諏訪断層・布引断層・須磨断層・湯槽谷断層・射場断層・古々山断層など。

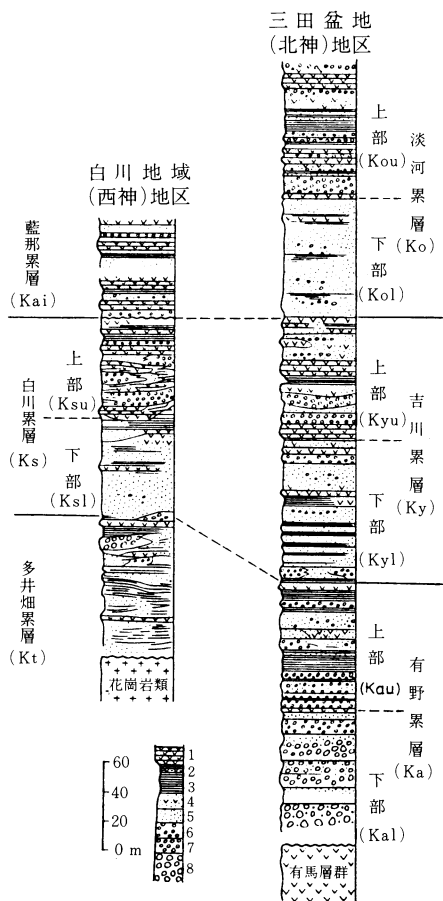
WNW-ESE方向: 藤原山撓曲(断層)・有野断層・淡河断層・万福寺断層・論破山断層(撓曲)。

E-W方向: 六甲断層・淡河断層・北摩耶断層・六甲山地南縁の推定断層など。

N-S方向: 高塚山撓曲(断層)・丸山断層・鈴蘭台撓曲。(藤田・笠間, 1983)。

神戸層群の各累層は三田盆地および白川地域を通じて円心円状に露出している。神戸層群の西に開く同心円的な構造を切って、大阪層群の構造が重なっている。さらに、六甲の上昇運動を伴う断層が両者を切っている。

三田盆地の神戸層群は上位の地層ほど南西部に寄り、六甲山地西縁部のものは上位の地層が北西部に寄り、帝釈山地西部では、最上位の淡河累層が直接基盤にアバットしている。藤田・笠間(1971)は、このような構造は、神戸層群形成当時に、堆積盆地の成長につれ



神戸層群総合柱状図 (HUZITA et al, 1971)

- 1 凝灰岩 2 凝灰質泥岩 3 泥岩 4 凝灰質砂岩
- 5 砂岩 6 凝灰質円礫岩 7 円礫岩 8 垂角礫岩

図2 神戸層群総合柱状図 (藤田・笠間, 1971)

て沈降の中心が移動し、地層があたかも屋根瓦状にずれながら形成されたと考えた。

神戸層群は、大部分水平に近い緩傾斜の地層であるが、三田盆地南東隅から北西にのびる構造軸があり、その北翼では30度以上の傾斜をもち、急斜部に藤原山フレクチャーないし断層がみられる。この断層を追跡すると、六甲断層に収斂してゆく傾向が認められる。このことから、藤田・笠間（1971）は、六甲上昇運動に伴って形成された断層系の影響が、神戸層群の褶曲構造に及んでいると考えた。

調査地の地質構造は、巨視的には美囊川およびその支流、吉川川と密接な関連を持っており、美囊川以北については一般的に地層の走向は東西方向、傾斜は南落ちを示し、吉川川以東については地層の走向は南北方向、傾斜は西落ちを示している。このことから、標高が等しければ西にいく程上位の地層がみられる。上述の南北方向から東西方向への走向の変化は、南北→北西→南東→東西と漸移的に変化している。これは、堆積盆の形態に影響され、断裂系の支配が弱いためと考える。

地層の走向・傾斜は西～西南に緩く傾く単斜構造と調和的な値を示すが、走向・傾斜にばらつきがみられる箇所もある。

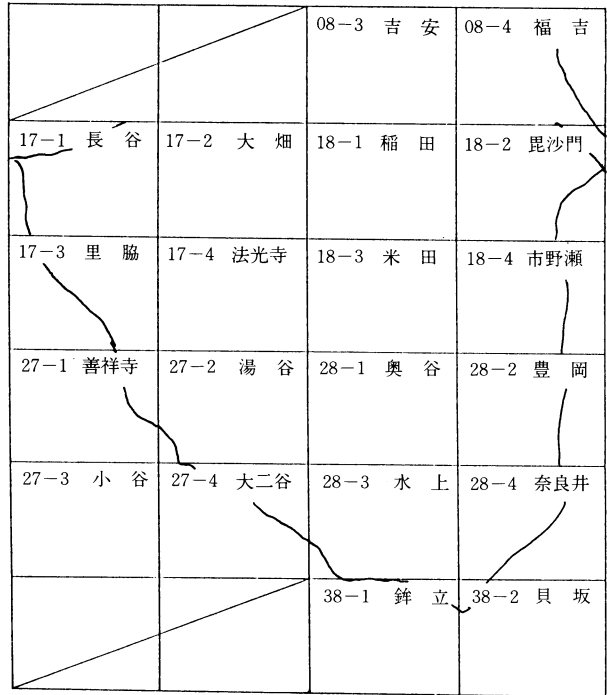
また、調査地は北東-南西方向および北西-南東方向の共役なりニアメントで構造が支配されると云える。航空写真および地形の形態から求めたリニアメントの方向は、東部で北北東-南南西性のもと北西-南東性のものがあり、中央部では、美囊川に沿った南で東西性を示し、米田地区とそれの西で南北性となる。西部でのリニアメントの方向は、北東-南西性と北西-南東性のものがある。また、Kyu-tfl凝灰岩部層中の硬質凝灰岩には、小構造として共役な節理系が観察できる。節理の方向は、北北東-南南西方向と東北東-西南西方向に多い。

地質各説

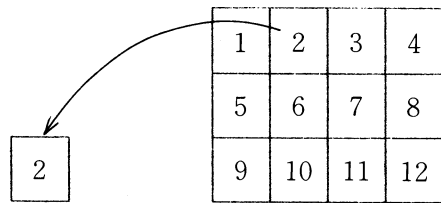
本文で使用する土地に対する語句の定義は以下のとおりである。

図幅—国土基本図に付けられた地名（例：28-4 図幅、「奈良井」；図3）。

区画—独立した最小単位の国土基本図を12分割し



28-4 「奈良井」(図幅)



28-4-2 区画

図3 図幅および区画説明図

た一つ（例：28-4-2 区画）。

地区—大字・小字名で呼ばれる地名（例：東田地区）。地域—地区よりも広範囲のものであるが、やや範囲があいまいである。

（例：大沢川および吉川川で囲まれた地域）。

[層序]

調査地内の神戸層群は下位から吉川累層下部(K1)、吉川累層上部(Ky)、淡河累層下部(Ku)が確認できる。

調査地内における層序は、基本的には藤田・笠間

時代	地質層序	地質図分類	地 質	柱 状 図	層 厚 , 分 布
第4紀	第4紀堆積層	Q	現河床堆積物 段丘堆積物		美囊川およびその支流に沿って分布する。
新 中 第 新 三 世 紀	淡河累層下部	8. Kol-ss 砂岩部層 (Kol-ss)	砂 岩		~70m. 調査地西部の脊梁部に分布する。
		7. Kyu-tf ₃ 凝灰岩部層 (Kyu-tf ₃)	細粒凝灰岩		~25m. 調査地西部の尾根に分布する。
	吉川累層上部	6. Kyu-ss ₂ 砂岩部層 (Kyu-ss ₂)	細~中粒砂岩 礫		20~65m. 調査地東部の尾根裾に分布する。
		5. Kyu-tf ₂ 凝灰岩部層 (Kyu-tf ₂)	凝 灰 岩		5~20m. 調査地東部に広く分布する。
		4. Kyu-ss ₁ 砂岩部層 (Kyu-ss ₁)	中粒砂岩 中粒砂岩 中~粗粒砂岩 礫		30~40m. 最下位のレキ岩は美囊川河床に見られる。中~粗粒砂岩は調査地東部に分布する。
		3. Kyu-tf ₁ 凝灰岩部層 (Kyu-tf ₁)	泥質凝灰岩 硬質凝灰岩 凝 灰 岩 (平行ラミナ)		10m土. 調査地北東部, 「毘沙門」, 「市野瀬」など。
		吉川累層下部	2. Kyl-ss 砂岩部層 (Kyl-ss)	中粒砂岩 中粒砂岩	
	1. Kyl-tf 凝灰岩部層 (Kyl-tf)		凝 灰 岩 凝灰質砂岩 凝 灰 岩 凝灰質砂岩 凝灰質泥岩		15m~. 調査地南東部, 「奈良井」など。

図4 神戸層群模式柱状図(調査地内)

(1971) に従い, 各累層を碎屑性堆積物と火砕性堆積物とに区分したため, 下位から Kyl-tf 凝灰岩部層 (Kyl-tf), Kyl-ss 砂岩部層 (Kyl-ss)——吉川累層下部 (Kyl); Kyu-tf1 凝灰岩部層 (Kyu-tf1), Kyu-ss1 砂岩部層 (Kyu-ss1), Kyu-tf2 凝灰岩部層 (Kyu-tf2), Kyu-ss2 砂岩部層 (Kyu-ss2), Kyu-tf3 凝灰岩部層 (Kyu-tf3)——吉川累層上部 (Kyu); Kol-ss 砂岩部層 (Kol-ss)——淡河累層に分けた (図4)。

吉川累層下部と吉川累層上部, 吉川累層上部と淡河累層下部のそれぞれの地質境界の選定は, HUZITA et

al. (1971); 藤田・笠間 (1971) の記述, ならびに柱状図 (図2) に従ったが, HUZITA et al. (1971) の地質図では吉川累層上部の始まりが, 本報告書での Kyu-tf2 凝灰岩部層の始まりに部分的に対応している。非凝灰質か凝灰質かとの区分理由であれば Kyu-tf1 凝灰岩部層が吉川累層上部の最下位層とするのが妥当であると考え。このため, 本文では Kyu-tf1 凝灰岩部層から吉川累層上部とした (図5, 図6)。

〔各説〕

吉川累層下部 (Kyl)

1) Kyl-tf 凝灰岩部層 (Kyl-tf, 新称) — 層厚: 15m ~

層相: 調査範囲内の露頭では新鮮な岩相は見られない。強風化して暗黄色を呈し、含水比は高く粘性が大きい。こう云った状態を地元では“イヌグソ*”と呼ぶ。大沢町で地すべりの素因となっている。既往ボーリング調査結果からは、この部層は五つに区分でき下位より(1)凝灰質泥岩、(2)凝灰質砂岩、(3)凝灰岩、(4)凝灰質砂岩、(5)凝灰岩が認められる。既往ボーリング調査結果から判断できる層相は以下のとおりである。

(1) 凝灰質泥岩は、下位近くに最大層厚30cm程度の礫岩のレンズを挟んでいる。新鮮部で暗緑灰色、風化すると褐灰～茶褐色を呈する。劣化が進むとかなり脆弱化する。

(2) 凝灰質砂岩は、細～中粒の凝灰質砂岩で平行ラミナが見られる。新鮮部で灰色、風化すると褐灰色となる。風化に対しその抵抗性はやや大きい。

(3) 凝灰岩は、基本的には凝灰岩と凝灰質シルト岩との細互層で構成されている。灰白～褐灰色を呈する。乾燥状態ではN値30以上のところがみられる。地表面層部では、含水すると著しく脆弱化し鋭敏比が高くなる傾向がある。

(4) 凝灰質砂岩は、層厚20～30cmのサイクルでシルト岩～粗粒砂岩までのグレーディングがみられ、このうち細～中粒の砂岩が目立っている。上部にやや不連続な凝灰岩の薄層を挟んでくる。炭化した植物片を所々に含んでいる。一般に新鮮な状態で淡緑灰色、風化すると淡褐灰～褐灰色を呈する。

(5) 凝灰岩は、本部層の中で最も上位にある。岩相的には(3)と殆ど変らない。同様に含水状態によって硬軟の程度は著しく変化する。

分布: 調査地南東部で美囊郡吉川町と神戸市大沢町中大沢との境界付近である(28-4図幅、「奈良井」)。

2) Kyl-ss 砂岩部層 (Kyl-ss, 新称) — 層厚: 10～25m。

層相: 吉川累層下部最上位に位置し、塊状であり層理がはっきりしない。淘汰は良く中粒の砂で構成される。露頭においては酸化汚染のため褐色を呈しているが、固結度は高い。基質はやや凝灰質で露頭によってはラミネーションをなし、ラミネーションに沿って礫径2～3cmの礫が見られる。まれに、泥岩および礫岩

の薄層を挟んでいるところも見られる。一見、中粒砂岩に一括できる地層でも、上位にいくに従って泥質な基質が増し、鮮明に粗粒砂岩に変る層準が観察できるため、少なくとも一回の堆積の中断(hiatus)が露頭で判断できる(市野瀬、城ヶ畑池の南)。連続性の良い礫岩層を挟む。

分布: 調査地北東部で主要地方道西脇・三田線の北に分布する。この道路と大歳神社、唐野池、観音堂を結んだ範囲である。図幅でいうと以下の範囲である。08-4図幅、「福吉」; 18-1図幅、「稲田」(中国自動車道に隣接し北東); 18-2図幅、「毘沙門」(北西部および南東部); 18-4図幅、「市野瀬」(大沢川河床に中粒砂岩が見られる)。

吉川累層上部 (Kyu)

3) Kyu-tf1 凝灰岩部層 (Kyu-tf1, 新称) — 層厚: 10m ±

層相: 三枚の凝灰岩、すなわち下位より平行ラミナで特徴付けられる凝灰岩、硬質の凝灰岩、泥質で軟化し易い凝灰岩で構成される。このうち硬質凝灰岩は層厚が4～6mで連続性が非常によい。硬質部の最上部に層厚25cm程度の乳白色の細粒凝灰岩が占めるのが一般的な特徴である(フィールドネームでミルクータフ<milky tuff>と呼ぶこととする。ミルクータフ: 乳白色でやや黄色を帯び、堅硬で緻密な凝灰岩)。硬質の凝灰岩は、灰白～淡青灰色を呈し有色鉱物は黒雲母を含むが、肉眼的には殆どみられない露頭もある。落谷下池(18-2図幅、「毘沙門」)の西岸では、硬質凝灰岩の下位にピンク色で平行ラミナがみられる凝灰岩がくる。このピンク色の凝灰岩は、南流する小川の右岸では下に潜り露頭では確認できない。黒滝池から250m程西に離れた美囊川右岸で、軟化した平行ラミナのみみられる凝灰岩が認められ、その中には植物化石(ex. *Comptoniophyllum naumanni*)が含まれる。

分布: 18-2図幅「毘沙門」では、三山池および中池、下池に端を発し西流する小川の河床および落谷池下池より南に特徴的に分布する。分布形態は、河川に沿った線状である。「市野瀬」(18-4図幅)では大沢川に並行して中山池の北にみられ、「奥谷」(28-1図幅)では吉川川河岸に部分的にみられる。また、「豊岡」(28-2図幅)では北脇橋に良好な露頭がみられる。

4) Kyu-ss1 砂岩部層 (Kyu-ss1, 新称) — 層厚: 30～40m。

層相: 最下部(基底)は、層厚4～6m程度の堅硬な礫岩が占め、それより上位には塊状の砂岩がみられ

* イヌグソ: 地元で使われる、土壌にたいする用語で凝灰岩が風化して黄灰～暗黄色を呈し非常に軟弱となったものを呼ぶ。吉川町および大沢付近でよく使用される。

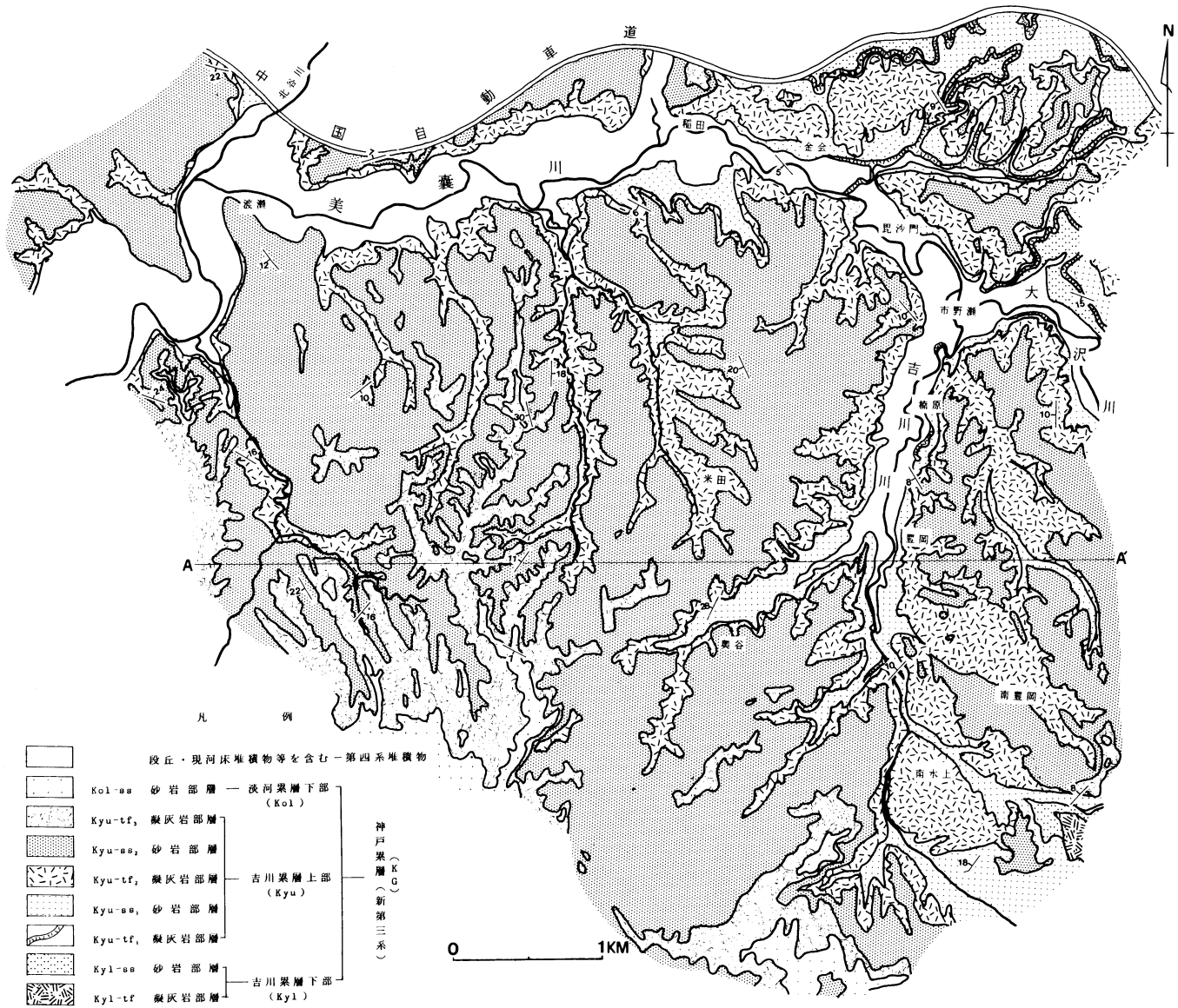
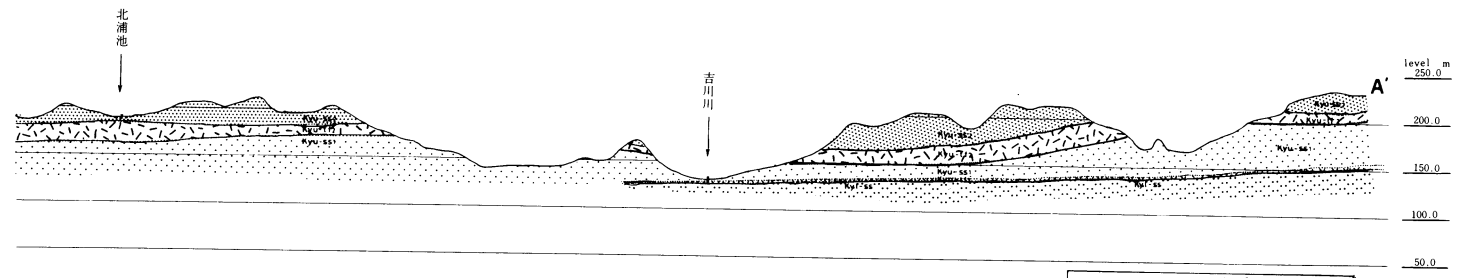
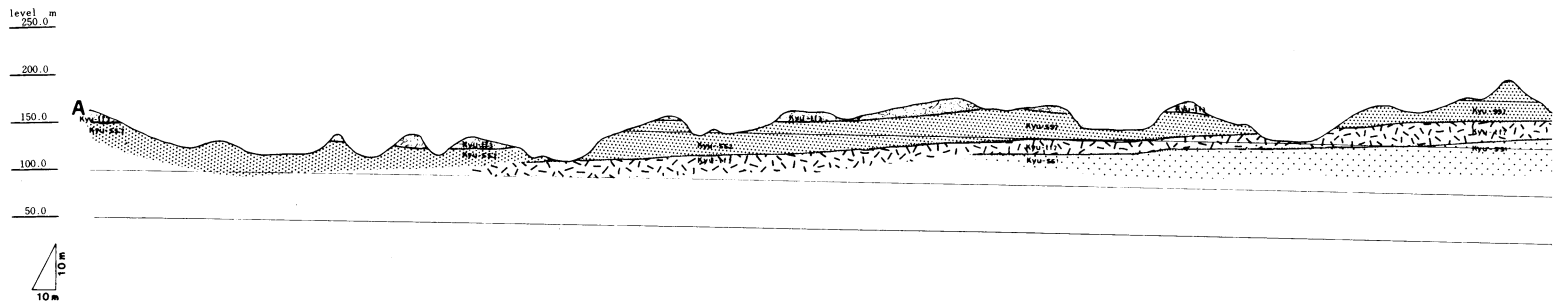


図5 地質図



凡 例		神戸層群 (C, K)
○	段丘および河床堆積物	
Kol-ss	Kol-ss 砂岩部層一淡河累層下部 (Kol)	神戸層群 (C, K)
Kyu-tf	Kyu-tf 凝灰岩部層	
Kyu-ss	Kyu-ss 砂岩部層	
Kyu-tf	Kyu-tf 凝灰岩部層 吉川累層上部 (Kyu)	
Kyu-ss	Kyu-ss 砂岩部層	
Kyu-tf	Kyu-tf 凝灰岩部層	
Kyl-ss	Kyl-ss 砂岩部層 吉川累層下部 (Kyl)	
Kyl-tf	Kyl-tf 凝灰岩部層	
~~~~~	地質境界線	

図 6 地質断面図

る。礫岩は、礫径1～3 cm級の礫で構成され、構成礫の円磨度は垂円～円である。礫種はほとんど流紋岩である。礫率は30～70%と露頭によってまばらであり、含礫砂岩に分類できる露頭もある。礫率の変化は漸移的である。礫岩の上位の砂岩は中～粗粒砂で構成される。「毘沙門」(18-2図幅)では礫岩より上の砂質な部分では堆積構造に若干の乱れがみられ、下位の硬質凝灰岩の礫が含まれる。「奈良井」(28-4図幅)の28-4-2区画では塊状の砂岩が三枚みられる。下位の二枚の砂岩は、最上部がやや泥質であり、一部風化・侵食して上位の層面が観察できる。これらの塊状の砂岩中には、各々、粗粒砂→中粒砂→細粒砂→といったグレーディングが生じている。最下部の礫岩の堆積と合せると、少なくとも、本部層の堆積が始まり終了するまで堆積の中断(hiatus)が三回あったと考える。場所によって、凝灰岩のレンズを挟む。口池(18-1図幅、「稻田」)の余水吐の露頭では、礫岩(Kyu-ss2)/凝灰岩(Kyu-tf2)/砂岩(Kyu-ss1)が見られるが、凝灰岩と砂岩との境界付近でやや泥質になり、玉葱状風化(Onion structure)が著しい。

分布:「長谷」(17-1図幅)では北谷川河床で吉川橋～古市橋に、「大畑」(17-2図幅)では美囊川河床にみられる。礫層は、「福吉」(08-4図幅)では長須池の北の露頭で連続的にみられる。「稻田」(18-1図幅)では吉川川の南に分布する礫岩は、礫率が高く堅硬である。不動橋付近に連続的にみられる。「米田」(18-3図幅)で谷川製作所付近には、礫岩の分布が米田川右岸の崖にみられる。大沢川と吉川川とに囲まれる東田地区の周縁(18-4図幅)にみられる。「奥谷」(28-1図幅)に良く分布している。「豊岡」(28-2図幅)では音川川および東田川に並行して分布する。「奈良井」(28-4図幅)では塊状で中～粗粒砂岩が分布し、開析の進んだ北西～南東方向に延びる谷、県道市野瀬・大沢線沿および奈良井の谷にみられる。

5) Kyu-tf2凝灰岩部層(Kyu-tf2, 新称)―層厚: 5～20m.

層相: 黒雲母および角閃石を含み、新鮮な部分では、青灰～暗青緑色を呈するが、風化が進むと黄灰～暗黄色を呈し軟弱となる。節理は層理面の方向とそれに垂直な方向に生じる。Kyu-tf1凝灰岩部層に比べ、部層中に普遍的に軽石(pumice)を多く含むため含水し易い。その結果、Kyu-tf2凝灰岩部層分布域では、凝灰岩はほとんど風化している。硬質な凝灰岩を挟む層準があるが、連続性は悪く、ミルキータフを伴わない。

吉川町では耕作地に広範に分布し、地すべりの素因となっている。

分布:「長谷」(17-1図幅)では凝灰岩中の有色鉱物は肉眼で観察でき、17-1-2区画の塚本池の南に露頭がみられる。17-2図幅、「大畑」ではKyu-tf2凝灰岩部層は風化し、美囊川南部に分布する。「里脇」(17-3図幅)および「湯谷」(27-2図幅)では湯谷川に並行して分布している。「稻田」(18-1図幅)の北域では、吉川生コン付近の露頭で上位の砂岩と接しており、砂岩/凝灰岩の境界での走向・傾斜はN14°E・29°Wである。南域では口池付近で露頭がみられ、地層の走向・傾斜はN51°W・06°SWである。18-2図幅では、毘沙門～金会にかけて分布している。別所、箱木地区(18-3図幅、「米田」)、奥谷および米田～西奥に挟まれる谷(28-1図幅、「奥谷」)に分布する。また、豊岡地区(28-2図幅、「豊岡」)および南豊岡地区(28-4図幅、「奈良井」)に広い分布がみられ、南東方向に行くに従って、層厚は薄くなり収斂する。Kyu-tf2凝灰岩部層の分布は、地すべり地の分布と対応する。

6) Kyu-ss2砂岩部層(Kyu-ss2, 新称)―層厚: 20～65m.

層相: 礫を含む、凝灰質な細～中粒砂岩である。最下部に、層厚4 m前後の礫岩が占め、上部に砂岩が載る。礫径は2～3 cmである。ラミネーションが顕著にみられることが特徴で、ラミネーションに沿って礫および凝灰質な碎屑物を挟みやすい。凝灰岩のレンズを挟む。砂岩が塊状になる部分もある。

分布: 下池などの池の回り、および尾根部に分布がみられる(17-1図幅、「長谷」)。中国自動車道沿線(17-2図幅、「大畑」)、尾根裾に広く分布する(17-3図幅、「里脇」)。大歳神社の200m西で北北西～南南東方向に延びる谷、尾根裾の露頭にみられる(27-2図幅、「湯谷」)。勸喜院聖天堂の位置する東西に延びる尾根に分布が認められる(18-2図幅、「毘沙門」)。「米田」(18-3図幅)で東西に延びる特徴的な4連の尾根は、この砂岩で構成される。東田地区(18-4図幅、「市野瀬」)の尾根部に広がる。「奥谷」(28-1図幅)でも尾根部を形成している。南豊岡地区(28-4図幅、「奈良井」)の北、北西～南東方向に延びる尾根にみられる。

7) Kyu-tf3凝灰岩部層(Kyu-tf3, 新称)―層厚: ～25m.

層相: 白色で細粒な凝灰岩である。Kyu-ss2砂岩部層(Kyu-ss2)の上位にくるが、Kyu-ss2砂岩部層の上位にくる凝灰岩は調査地内では点在して分布し、しか



も各分布域間で層相の差異がみられる。大岩鼻（28-4 図幅、「奈良井」）の砂岩の上位になる凝灰岩は、岩相がミルクータフに酷似するが、Kyu-tf1 凝灰岩部層中の硬質凝灰岩上部のミルクータフに比べ層厚が4 m 程度と厚くなる。大岩鼻の凝灰岩を含め、Kyu-ss2 砂岩部層の上位にくる凝灰岩をKyu-tf3 凝灰岩部層層準とした。

分布：高沢寺（17-2 図幅、「大畑」；17-2-6 区画）の西の露頭では、層厚5 m 程度の礫岩層を挟む。上水道配水池付近に、分布がみられる（18-1 図幅、「稲田」）。古江谷池の東方の尾根（230 m レベル）、および西奥の東に北北東～南南西方向に延びる尾根の頂（190 m レベル）に認められる。

淡河累層下部（Kol）

8) Kol-ss 砂岩部層（Kol-ss）—層厚：～70 m.

層相：含礫砂岩で、最上位にあるため全般に風化を被り易く固結度は低いと判断されるが、粗粒の砂岩（細礫部あり）となるところでは、堅硬である。

分布：17-3 図幅、「里脇」：27-2, 「湯谷」：27-4, 「大二谷」：28-4, 「奈良井」の各図幅の脊梁部に分布する。

#### 地すべりブロック分布

地表踏査で確認した地すべりブロックを抽出し、地すべりブロック分布図（図7）を作成した。地質分布と地すべりブロック分布との関係を検討すると、地すべりブロックの分布はKyu-tf-2 凝灰岩部層およびKyu-ss2 砂岩部層の分布と良く一致する。

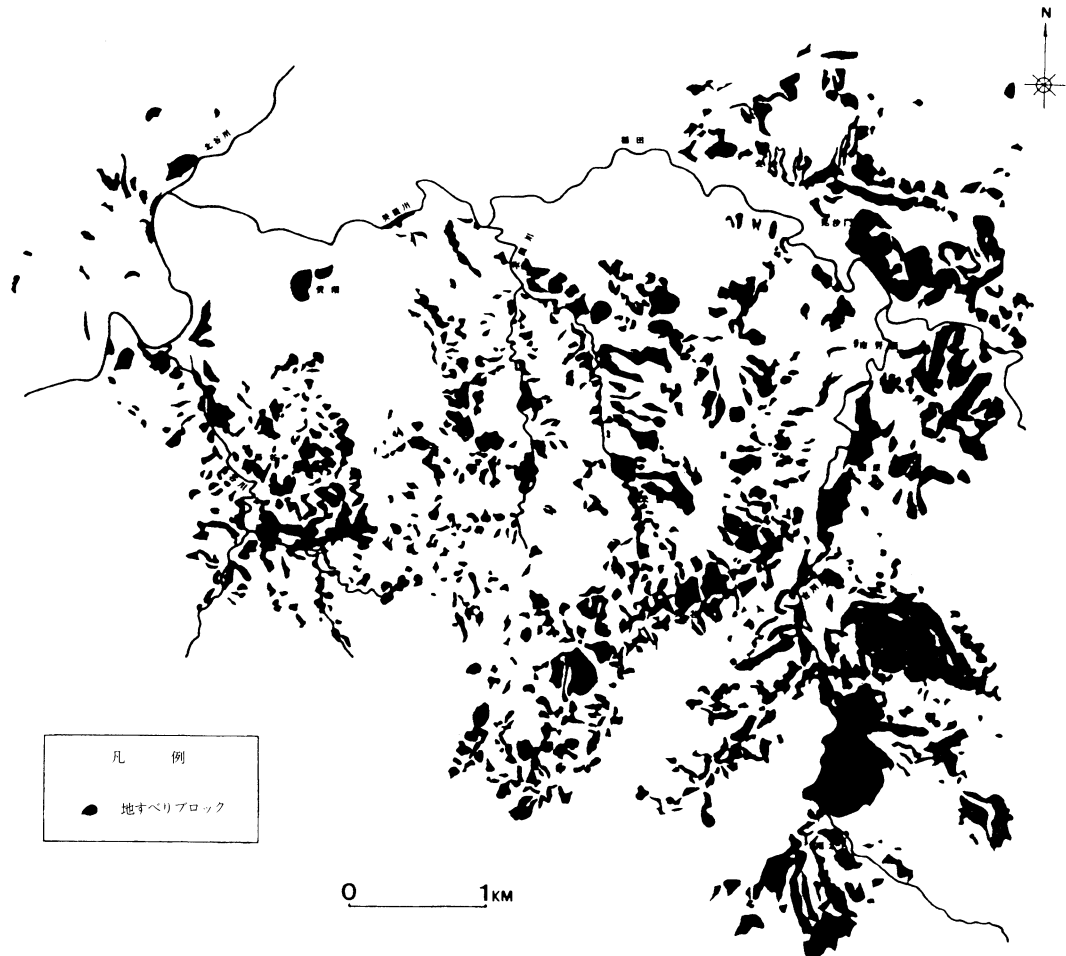


図7 地すべりブロック分布図

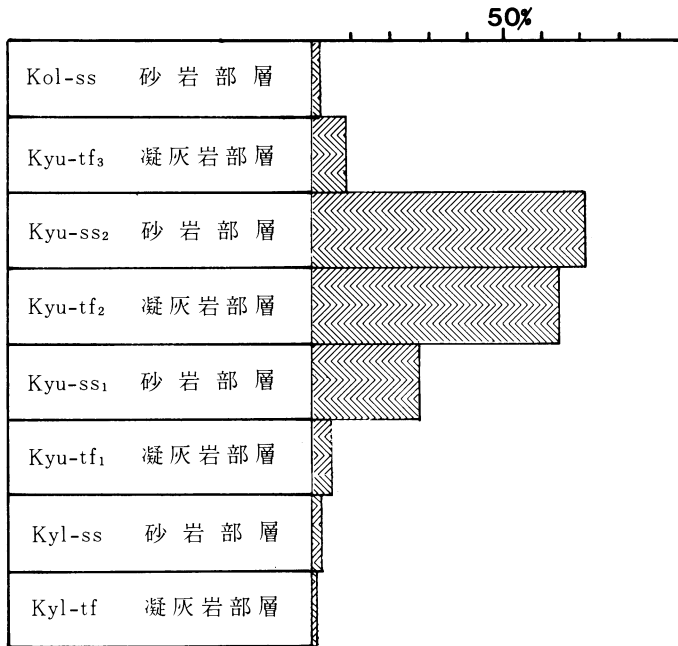


図8 地すべりブロックの基盤地質出現頻度  
(%は地区数に対する分布部層の数、複数にまたがることもあり総計は100%をこえる)

これをまとめると以下のとおりである。

地すべりの基盤地質を部層毎の頻度でみると、Kyu-tf2凝灰岩部層とKyu-ss2砂岩部層の二部層が最も高い頻度を示す(図8)。この結果によると、地すべりと凝灰岩の相互関係は必ずしも明瞭ではないが、Kyu-ss2砂岩部層は、砂岩、凝灰岩、礫岩の互層で、そのうち、凝灰岩、凝灰質砂岩分布域に地すべりブロックが集中すると云うことと、表層には砂岩層が分布するが、砂岩層の下位に凝灰岩が分布し、その部分がすべり面となっている場合が考えられる。したがって、基本的に凝灰岩が地すべりの根本な素因をなすと言える。この凝灰岩については、さらに細粒凝灰岩と粗粒凝灰岩に分かれ、このうち細粒凝灰岩がすべりやすいとされている。ただし、粗粒凝灰岩はこの細粒凝灰岩を挟み、この部分がすべり層になると考えられる。

地すべりブロックの分布は次の地域に集中している。

- 1) 吉川川および美囊川沿い、とくにその右岸傾斜面、すなわち南水上、豊岡、楠原、市野瀬、毘沙門、金会、稲田地区の一連の地すべり地。
- 2) 吉川川の左支流奥谷川流域の奥谷地区
- 3) 美囊川の左支流米田川流域の米田地区。

4) 美囊川の左支流湯谷川流域の湯谷地区

地すべりブロック分布と地質分布との関係を見ると、1)の地域はKyu-tf2凝灰岩部層分布域、2)~4)の地域はKyu-ss2砂岩部層分布域に相当している。

Kyu-ss2砂岩部層分布域にある地すべりブロックは凝灰岩が素因として発生したものである。したがって、凝灰岩の分布する地域が地すべりの発生を促していると考えられることができる。

調査地内には、Kyu-tf2凝灰岩部層の他にKyl-tf凝灰岩部層、Kyu-tf1凝灰岩部層、Kyu-tf3凝灰岩部層といった凝灰岩を主体とする部層が分布する。ところが、これらの地質は地すべりの素因として十分考えられるにもかかわらず、Kyu-tf2凝灰岩部層分布域以外では地すべりの発生は頻繁に起っていない。そこで、以下に地すべり分布と起伏量の関係を検討する。

### 起伏量 (relief energy)

井上ほか(1961)によると、起伏量の定義は大別して以下の三つになる。

- 1) 単位面積内に於ける最高点と最低点との高さの差、即ち其の地域内の最大起伏量。
- 2) 接続する地形要素の間の高さの差、即ち相隣る突出地Vollformと凹地Hohlformとの高さの差。
- 3) 切峯面と切谷面との高さの差。

本文では、1)の定義に従い1/25,000の地形図で500mメッシュを区切り高低差を出し作成した(図9)。500mメッシュの設定は水系頻度が2,000mであることに起因する。

起伏量(H)は、1)  $0 \leq H \leq 30$ , 2)  $30 \leq H \leq 60$ , 3)  $60 < H \leq 90$ , 4)  $90 < H$  (単位はm)の四つにランキングした。その結果、吉川町南部においては市野瀬および吉川川流域、吉川町東の神戸市との境界に起伏量が60mを越える地域が分布していることが判った。起伏量が60mを越える地域は地すべりが頻繁に発生する地域と非常に良く一致している。

なお、起伏量図の南で東西に延びる  $90 < H$  の地域で

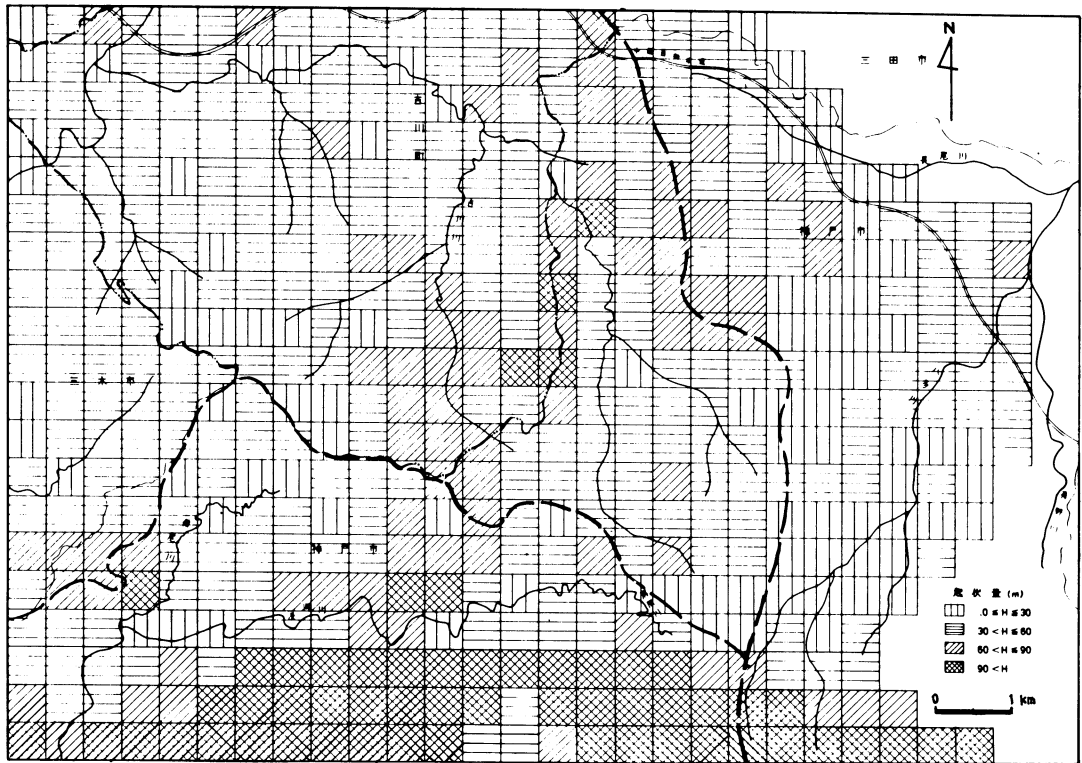


図9 起伏量図（永美原図）

は、神戸層群の基盤岩が分布しており、その侵食量の差が表現されている。

#### まとめと今後の問題点

本文では、斜面整備を行う際、地すべり発生頻度の高い層準が問題となるため神戸層群を部層単位で区分した。その結果、以下のことが判明した。

1) 吉川町南部の神戸層群は、下位から①Kyl-tf 凝灰岩部層、②Kyl-ss 砂岩部層；(吉川累層下部) ③Kyu-tf1 凝灰岩部層、④Kyu-ss1 砂岩部層、⑤Kyu-tf2 凝灰岩部層、⑥Kyu-ss2 砂岩部層、⑦Kyu-tf3 凝灰岩部層；(吉川累層上部) ⑧Kol-ss 砂岩部層（淡河累層下部）が分布する。

2) 吉川累層を上部および下部に分つ際、HUZITA (1962) の累層1回の堆積サイクルは、粗粒な碎屑性堆積物に始まり、厚い火砕性堆積物に終ると言う考えに基づき区分した。すなわち、下部を粗粒な碎屑性堆積物の占める層準上部を火砕性堆積物の占める層準とし、上部の始まりをKyu-tf1 凝灰岩部層とした。

3) 吉川町南部に分布する神戸層群では、地すべりの

発生はKyu-tf2 凝灰岩部層およびKyu-ss 砂岩部層に顕著に見られる。いずれも、部層中の凝灰岩層準である。

4) 神戸層群中で、地すべりブロックの分布域と60≤Hの起伏量分布域とは一致する。

以上のことから、地すべりの発生は凝灰質な地質の分布域で、しかも1/25,000の地形図で500mメッシュで切った起伏量図において60mをこえる起伏量分布域に集中することが言える。

さらに、問題点として次の事柄が揚げられる。

1) 今後、当調査地域に隣接する地域で斜面整備を行なう場合、調査のすすめ方として起伏量図の作成、凝灰質な地質の分布域を押える。と云う2段階のアプローチが有効と考える。

2) Kyu-tf1 凝灰岩部層を吉川累層上部の始まりであると設定したが、HUZITA et al. (1971) の吉川累層上部の始まりは本文のKyu-tf1 凝灰岩部層とKyu-tf2 凝灰岩部層との両者に部分的に対応している。したがって、今後さらに各部層の検討を行い層序を確立する必要があると考える。

## 謝 辞

本文をまとめるにあたり、近畿農政局計画部資源課の榎並信行地質官からは有意義な御助言を頂き、東播磨農業水利建設事務所ならびに吉川町役場からは航空写真および1/5000地形図の借用を快く引き受けていただいた。

日本基礎技術(株)の上司である田中恭一氏からは、神戸層群の地すべりと地質に関して終始御指導して戴いた。永美章氏には起伏量図を引用させて戴き、地表踏査・データ整理に有益な検討をして戴いた。昭和59年度斜面整備業務およびこの調査に関連した前業務である『県圃調査設計吉川南地すべり調査意託』(吉川町, 1982MS)のその他のスタッフは次のとおりである。すなわち、水落克則、栗原秀平、西村正史、赤川直の諸氏、また、30年近く吉川町内の地すべり対策業務に従事してきた日本基礎技術(株)の技術者諸氏に感謝する。

筆者のひとり廣田の学部学生時代の恩師である大久保雅弘先生には、廣田は地質全般をとおして御指導して戴いた。島根大学の島田昱郎教授には論文の発表に関してお世話になった。

以上、ここに合せて深謝の意を表す。

## 参 考 文 献

廣田清治・田中恭一・谷岡健則・榎並信行(1987MS) : 北神戸の地すべり。日本地質学会第94年学術大会。講演要旨, 530, 日本地質学会。

HUZITA, Kazuo (1962) : Tectonic Development of the Median Zone (Setouti) of Southwest Japan, since

the Miocene. With special Reference to the characteristic Structure of Central Kinki Area. Jour. Geosci., Osaka City Univ., **6**, 103-144.

藤田和夫(1968) : 六甲変動, その発生前後——西南日本の交差構造と第四紀の地殻変動——第四紀研究, **7**, 248-260.

藤田和夫・笠間太郎(1971) : 六甲山地とその周辺の地質。神戸市および隣接地域地質図(5万分の1)説明書, 神戸市企画局, 1-58.

藤田和夫・笠間太郎(1983) : 神戸地域の地質。地域地質研究報告 5万分の1図幅, 1-115. 地質調査所。HUZITA, Kazuo ; Taro KASAMA and Masashige HIRANO (1971) : Geology and Geomorphology of the Rokko Area Kinki District, Japan.

Jour. Geosci., Osaka City Univ., **14**, 71-124.

井上修次・花井重次・岡山俊雄・渡辺光・多田文男(1961) : 自然地理学・地形編。地人書館, 1-327.

近畿農政局(1985MS) : 昭和59年度斜面整備対策調査兵庫南部地区地すべり調査業務報告書。

岸本兆方・尾池和夫(1985) : 概論 : 山崎断層。月刊地球, **7**, 1, 4-8. 地球。

佐々木一郎(1985, MS) : 『圃場整備に伴う斜面安定度変化の検討(吉川地区において)』技術講演会。講演集。関西地質調査業協会。

鹿間時夫(1936) : 明石層群に就いて。地質雑, **45**, (515), 565-589.

鹿間時夫(1938) : 神戸層群と其の植物群。地質雑, **45** 621-640.

吉川町(1982MS) : 県圃調査設計吉川南地すべり調査委託報告書。