

# 亀の瀬

藤田 崇 = 大阪工業大学工学部教授

## 過去の活動

亀の瀬地すべりの位置は、金剛山地と生駒山地を大和川が東西に横断する峡谷部の北側の丘陵地帯、大阪府柏原市峠にある。地すべり活動は数万年前からあったが、記録が残されているのは明治以後である。明治20年に鉄道が敷設されたが、地すべりによりすぐ廃線のうきめとなり、同23年に再敷設された。同36年には大和川の河床隆起により、上流地域44.9haが浸水した。

## 昭和6～7年の地すべり

昭和6年9月、夫婦塚の溜池が潤渴した。そして11月21日に夫婦塚の水田に幅1.5cmの亀裂が北東-南西方向に出現した。これが有名な亀の瀬地すべりの発端で、以後の経過を表1に示す。昭和7年9月までに地すべりは峠地区約32haに及び、最大累計移動量は、水平方向に53m、沈下量13.54m、河床隆起36m、道路の隆起31.9mに達した。1日の最大水平移動量は52.3cm、同じく河床隆起は38.5cmを示した。関西本線の峠地区のトンネルは完全に崩壊し、大和川南岸に移設されて現在に至っている。当時の内務省は大和川南部を開削して河道を拡げ、河床隆起に対処した。

## 昭和26～28年頃の地すべり

昭和26年に清水谷地区南部の3ha余に地すべりがおこり、同34年10月地すべり防止区域に指定された。この地域の滑動抑制のため、昭和38年から42年2月にかけて仏生堂地域で48万m<sup>3</sup>の排土工を施工した。

## 昭和42年以後の地すべり

前述の排土工完了後の2月14日に仏生堂北方の土山中腹や清水谷上流地域に亀裂が発見され、新たな地すべりが発生した。その状況を表2に示す。主な活動期は同年7月までの約5ヵ月間で、最大累計移動量は、水平方向に26m、沈下量11m、国道25号線の隆起1.4m、河床の隆起1.4m、トメシヨ山南部の滑落崖の高さは20mに達した。地すべり地域は清水谷地区で約30ha、峠地区を含めると53haになった。

その後昭和46年に最大4cm/年の沈降と国道の隆起2cm/年が計測された他は、特に顕著な動きは認められていない。その間トメシヨ山南部の排土工をはじめ多くの対策工が実施された。

## 地質

本域の火山岩類は南方の二上山地域を中心とする二上層群の一部であって、その研究は次のように発展した。

昭和6～7年の地すべりのさいに、当時の二上山火山岩類の研究成果をふまえて初めて本格的に調査され、今日の基礎をきづいた。

昭和25年に二上山地域の火山層序が確立され、二上層群と命名されて中新世中期（約1500～1000万年前）の地層と確定された。これ以後の調査はこの成果にもとずいている。

昭和42年の地すべりの頃、本域の火山岩類の層序を二上層群と対比させて確立した。表3に本域の火山層序をまとめて示した。

昭和50年代になって、ボーリング、トンネル、調査坑等地すべり岩体内部の多くの地質情報を総括し、地すべり機構を地質的に解明した。図1に地質図を示す。

本域の二上層群は、領家帯の花崗岩～花崗片麻岩を基盤にして、大阪層群に不整合におおわれる。その層序は下位から次のようである。

原川累層：層厚＝30～100m

基底礫岩（5～10m）：径1mをこえる花崗岩礫を含む淘汰の悪い花崗岩質の礫岩である。

明神溶岩（20～50m）：暗灰～淡灰色の含角閃石紫蘇輝石石英安山岩で、緻密・微晶質でサヌカイトに似ている。

火砕岩類（30～70m）：明神溶岩と同質の凝灰角礫岩を主体とする。基質に黒雲母を含み、花崗岩礫を有することがある。一部凝灰質砂岩をはさみ、岩相の変化ははげしい。上部で一部熱水変質がみられる。

定ヶ城累層：層厚＝50～160m

下部礫岩（2～30m）：花崗岩、片麻岩、安山岩の垂円礫を多量に含む花崗岩質の淘汰の悪い礫岩で、砂岩を一部ではさむ。

旧期ドロコロ溶岩（25～70m）：黒～暗灰色の複輝石安山岩であるが、上部は熱水変質を受けて緑色化している他、ブロック化がみられる。

旧期ドロコロ火砕岩類（20～50m）：複輝石安山岩礫より成る凝灰角礫岩を主体とし、全般に熱水変質による緑色化が顕著である。

上部礫岩・砂岩（亀ノ瀬礫層：層厚2～15m）：花崗岩礫を有する不淘汰の礫岩及び砂岩で、基質に凝灰質部分を含む。

新期ドロコロ溶岩（5～65m）：旧期のものと同質の暗黒～暗灰色の安山岩溶岩で、板状節理に富み、変質を受けていない。

## 地すべり機構

清水谷地区の滑動岩体は旧期ドロコロ溶岩及び火砕岩類が主体で、岩屑化や粘土化が進んでい

る。すべり面は下位の原川累層火砕岩類の上部の熱水変質により粘土化の進んだ部分に形成されており、この粘土層の含水比が高くなって軟弱化することが滑動の主因と考えられる。すべり面深度は20～60mである。2号排水トンネル内の岩屑層から発見された木片のC<sup>14</sup>年代は37,800年をこえた。

峠地区の滑動岩体は新期ドロコロ溶岩とされ、新鮮な岩体のまま大和川に向かって滑動し、東部地域では大阪層群上に約100mにわたって衝上している。すべり面は上部礫岩・砂岩（亀の瀬礫層）に形成された高含水性の粘土帯である。

1号調査坑で確認されたこの礫岩・砂岩層の厚さは2mで、下位から次のように構成されている。赤色砂岩、花崗岩礫を含む粘土質砂岩、

黒雲母の卓越する砂質粘土、安山岩、花崗岩細礫を含む縞状の暗灰色粘土、圧砕された花崗岩礫、粘土化した安山岩礫を含む粘土、で構成されている。粘土層面のスリッケンサイドからみて、主すべり面はととの境界部とみられ、この粘土の含水比はやや低いが、この粘土の含水比は高い。すべり面深度は30～80mである。また、6号排水トンネル内のすべり面を有する礫層中の木片のC<sup>14</sup>年代は、26,320年±1,860年であった。

本域の地すべり機構は完全に解明されてはいないが、火砕岩変質部及び礫岩の凝灰質基質部が地下水により粘土化とくに膨潤性に富むモンモリロナイトが生成されたこと、この脆弱な粘土質部の上位に荷重の大きい厚い溶岩がのり、しかも大和川方向に傾斜する流れ盤型構造であることなどが地すべりの主因と考えられる。地下水は、節理に富む溶岩内を通して容易に深部に浸透したと思われる。さらに、第四紀後半における後背地の生駒・信貴山地の傾動運動、大和川断層帯の活動、ならびに大和川の削剝作用が密接に関連している。

## 対策工事

本域では多くの本格的抑止工が実施された。排水工として6つの排水トンネル、26基の集水井と多数の排水ボーリングが施工され、表面排水路、暗渠排水路が整備された。地すべり土塊の滑動を抑制するため、約300本の鋼管杭打工と峠地区を中心に69基もの深礎工を施工しつつある。清水谷地区では滑落崖のあるトメシヨ山を中心に12万m<sup>3</sup>の排土を実施し、地すべり土塊の安定化がはかられている。

図1 - 亀の瀬地域地質図

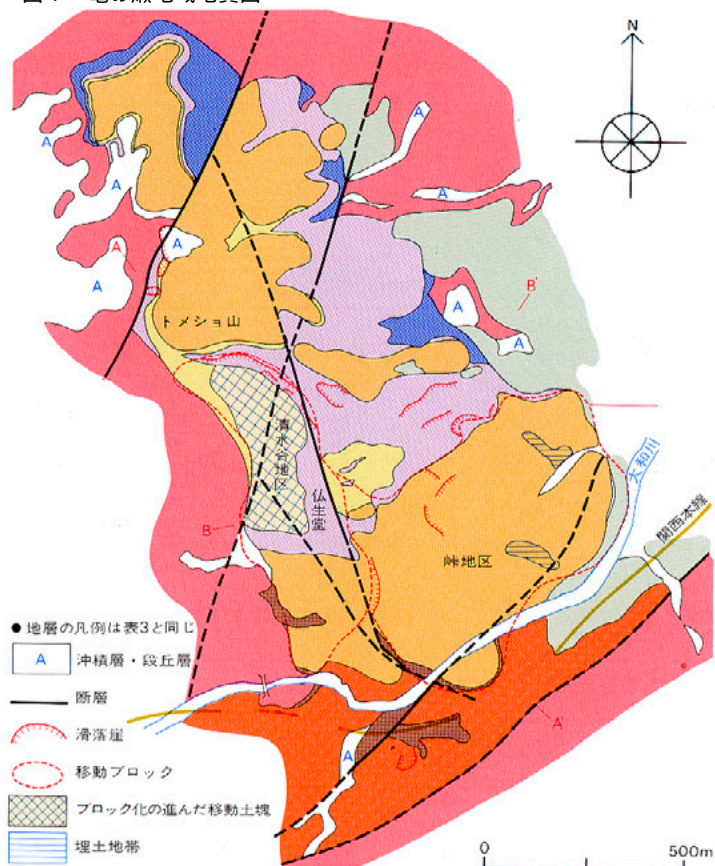


図3 - 亀の瀬地すべり平面図



図2 - 地質断面図

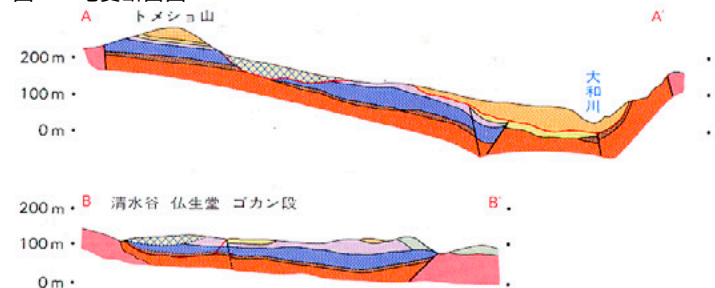


表3 - 亀の瀬地域の二上層群層序

横山・高田(1932)	松下・鈴鹿・日下部(1963) 高橋・戸田(1967)	藤田(和)・笠間・藤田(崇)<1973>
旧期河道堆積物 新期ドロコロ溶岩 基底礫層 古期ドロコロ溶岩 集塊岩 凝灰岩 明神山溶岩 圧砕花崗岩	大阪層群下部礫層 復輝石安山岩 (ドロコロ 火山岩) 二上層群 二上層群礫層 ドンズルボー層 紫輝輝石安山岩 (春日山火山岩) 領家花崗岩類	大阪層群礫層 新期ドロコロ溶岩 上部礫岩・砂岩(亀の瀬層) 旧期ドロコロ火砕岩 旧期ドロコロ溶岩 下部礫層 火砕岩類 明神山溶岩 基底礫岩 領家花崗岩類

表1 - 昭和6～7年亀の瀬地すべりの記録

6年9月	夫婦塚の溜池満満	7年4月上旬	旧トンネル埋没。移動土塊分裂して3つの地塊となる。馬まわりで幅100～100m長さ200mの溝状陥没
6年11月21日	夫婦塚の田面に幅1.5m北東～南西方向に2本の亀裂発生。約26haの地すべり発生	7年4月16日	内務省による直轄施工開始。道路復旧工事。移動速度6cm/日と低下傾向。2月10日以降の大和川の河床隆起は稲葉山周辺で2.7m、丁田で6m、姥のガケで5m。
6年11月29日	旧関西線トンネル西口100mで亀裂。レール5cm隆起	7年4月10日	10日以降30日まで14日間降雨
7年1月16日	旧関西線トンネル西口より400m(ほぼ中央部)の区間で亀裂発生。井戸・溜池すべて満満。当時工事中の大和川左岸の旧道路が隆起	7年5月上旬	移動量加速。馬の背後地で南北方向の陥没拡大。大和川の河床再び隆起。累計隆起量16m。
7年1月22日	旧関西線は上り線のみ運転。旧トンネル東口より東方150mのレールわん曲。東口より西120mから西口トンネルまで鉄道隆起。稲葉山が東へ移動。市ヶ平と長尾で馬蹄形クラック発生。トンネル西口で1cm/日移動。姥のガケ付近で河床緩慢に隆起	7年5月29日	東西方向の大亀裂発生
7年1月31日	旧トンネル内の車輪限界10cmを残すのみ	7年6月6日	移動量。38cm/日
7年2月1日	関西線運転中止。トンネル西口付近の移動著し。地表面に亀裂。幅10～100m延長200mにわたって陥没	7年6月19日	旧トンネル西口真直。付近地ふくれ出し。旧トンネル延長上に井戸状陥没10ヶ所発生。河床隆起6m。右岸の南平は30m左岸方向へ移動。河道閉塞による上流浸水域は推定200ha。
7年2月2日	大和川の河床隆起継続	7年6月末日	旧トンネル延長上に井戸状陥没10ヶ所発生。河床隆起6m。右岸の南平は30m左岸方向へ移動。河道閉塞による上流浸水域は推定200ha。
7年2月3日	降雨。人家倒壊	7年7月1日	関西本線左岸に新線を着工
7年2月4日	旧トンネル西口直直。大崩壊。トンネル閉塞	7年7月3日	大和川の新川開削を決定
7年2月中旬	旧トンネル中央部崩壊	7年7月4日	移動量加速51cm/日。移動量の累計は南平・オ茶屋で31～33m。市ヶ平・稲葉山で13～14m。西部の移動が激しく東部の約2倍。
7年2月20日	地すべり移動速度35cm/日。河床隆起2m	7年7月末日	移動量12cm/日。以後次第に安定化に向かう
7年3月末日	河床隆起9.16m。大和川の新川開削を決定。3月31日の移動速度8cm/日	7年11月	大和川の新川開削工事完成。187万㎡を排土
		7年12月	関西本線の新線が大和川左岸に開通

表2 - 昭和42年～54年の亀の瀬地すべり記録

42年2月14日	土山中腹。清水谷西側の田面に亀裂発生(新亀の瀬地すべりと称する)。42年の地すべり面積は52.6ha
42年3月上旬	トメショ山に亀裂発生。地すべりの全体が判明。幅200～300m。面積15ha。
42年3月下旬	峠地区で亀裂発生。馬の背ては川に向かって南下する亀裂発生。国道25号線隆起(150m区間で1.0～1.5m)。面積52.6haに拡大(うち清水谷地区が30ha)
42年4月1日	清水谷で5戸避難
42年4月下旬	累計雨量370mm。亀裂拡大24.5cm/日
42年6月8日	地すべり防止区域追加指定。大阪府73.54ha。奈良県9.05ha(実測値89.68ha)。うち耕地は52.45ha
42年6月下旬	移動量5～6cm/日に低下。大和川の河幅は250m区間にわたって約1m縮小。
45年	水平垂直移動1～2mm/日。累積傾向は不明であるが定性的な伸縮一伸一縮の傾向がある。国道は10mm/月程度の隆起沈降を示し累積傾向はない。清水谷で沈降4cm/年。国道25号線で隆起2cm/年程度
54年10月	昭和47年以降現時点まで、昭和6～7年に発生した亀裂周辺において微妙な変化が伸縮計等に表れているほかはとくに大きな動きはみられず小康状態が続いている。

●図表はすべて建設省大和工事事務所資料による(一部改変)