

4. 岩ヶ平刻印群第12次調査地の

地形・地質条件と土石流堆積物

松田順一郎（財東大阪市文化財協会）

1. はじめに

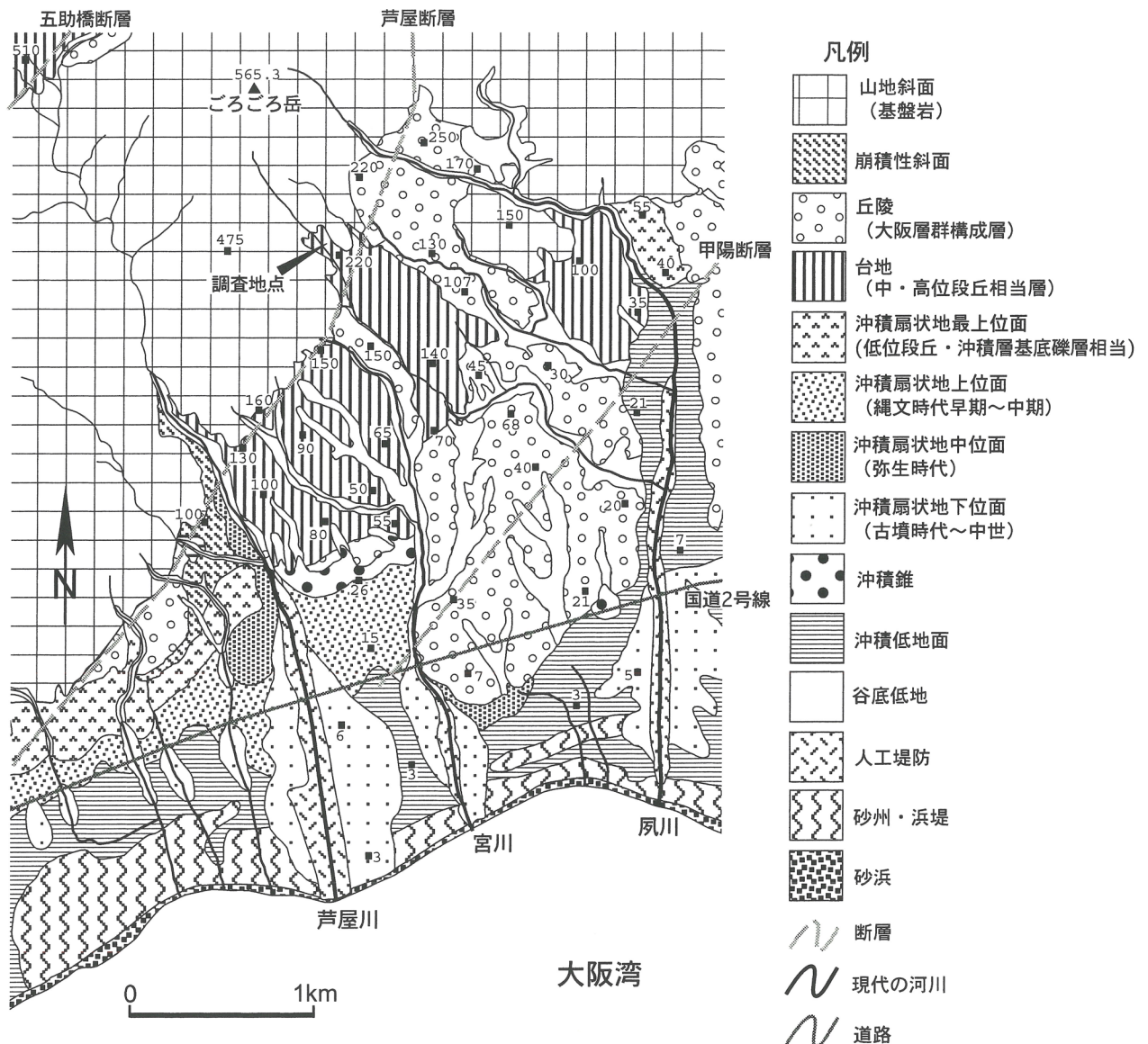
芦屋市北東部にある六麓荘浄水場の岩ヶ平刻印石群第12次調査地でみられた土石流堆積物について、同地の地形・地質条件とともに検討した。本稿ではその結果を述べる。

2. 地形・地質条件

六甲山地南東部のごろごろ岳（565.3m）とその南にのびる尾根の東斜面基部には、芦屋断層が南西－北東方向にはしり〔藤田ほか 1991〕、その付近より下方の斜面では、更新統下～中部にあたる大阪層群の上位に、層厚数m～10数mの高位あるいは中位段丘構成層（10数万年前）に相当する堆積物が分布する（第81図）〔市原編 1991；林・市原 1993〕。この堆積物は巨礫を多く含む土石流堆積物で、古期の扇状地堆積物だが〔田中 1998〕、その分布域は扇状地堆積盆が未発達なまま、土石流堆積物を載せて低地に対して隆起し、段丘化した台地状の斜面が形成されたと考えられる。その南部は、宮川とその支流に開析され、段丘化しており、高度の異なる3つの面に区分される。北部は岩園町北端部から六麓荘町にかけての、標高約70mから220mまでの長さ約1kmの斜面にあたり、夙川の支流によって開析されている。宮川沿いの地形面に比べて高く、六甲山地南東麓の変位様式を反映しているようである。沖積低地では、芦屋・甲陽両断層間にそれらと並行してのびる潜在断層が宮田ほか〔1995〕によって示唆されており、その延長が山麓斜面とその南東側の丘陵との地形発達を画している可能性がある（第82図）。

空中写真や地形図を見ると、六麓荘の土石流斜面には、土石流口ウブにも見える凸型の緩斜面や、相対的な基準面低下の過程で生じた開析谷、途切れがちな段丘崖状の急斜面、比較的新しいと思われるガリー、埋没流路跡らしき溝状の凹地、人工改変によると思われる崖や平坦地が錯綜してみとめられ、現地表面の起伏から扇状地の特徴を推測できない。なお、これまでの調査でみつかった刻印石の分布〔古川 2002〕は、上述した開析谷やガリーの谷壁、その他の急斜面部分に集中している。

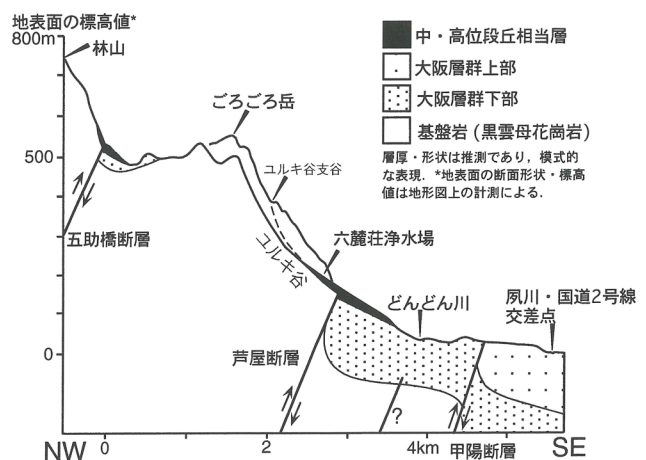
六麓荘の斜面に流下するユルキ谷、ツルベ谷の谷口より上流側約350m、標高約250mまでの谷中にも土石流堆積物が堆積しており、谷口直下まで、おおむね一連の斜面をなす。ユルキ谷の調査地上流側では、2本の支谷が合流し、広い堆積斜面が生じている。現在のユルキ谷の流



第81図 芦屋市とその周辺の地形分類図 (辻〔2002〕の制作者による改訂図に加筆)

路はその斜面を数m～約10mの深さで下刻している。谷中の斜面と流路は谷口直下でやや傾斜を強めるが、断層変異を示唆するほどではない。

ユルキ谷、ツルベ谷の谷頭や谷壁の土石流堆積物を供給するマスウェイティングは現在、さほど活発ではないようにみえる。谷を挟む尾根は痩せており、著しく風化した細粒物質のほとんどは土石流斜面形成期以前に削剥されたと考えられ



第82図 六甲山地南東部から調査地を経て低地に至る地質断面の模式図

る。谷頭はごろごろ岳周辺とその南にのびる尾根にみられる小起伏面に達し、そこを供給源とする風化岩屑は直下の谷中に滞留しているが小規模である。両谷は、土石流堆積の盛期を過ぎて、谷中の土石流堆積斜面を開析し、下方の斜面を局地的な侵食基準面として平衡を保っているかもしれない。

3. 調査地でみられた土石流堆積物

ユルキ谷谷口上流側の調査地でみられた堆積層の累重を第83図に示す。同図で、現地表下約1.8mまでは調査地南部の第2、第3トレンチの堆積層断面、それ以深の6.5mまでは開析流路側壁斜面の一部でみられた堆積物の断面、地表下10mまでは上記両トレンチの近傍で行われたボーリング調査の結果にもとづく。ただし、流路側壁の堆積物は、斜面に沿ってクリープした可能性が高く、そのことを念頭に、以下に述べる堆積相を認定し、累重のようすを素描する。なお、長軸長256mm以上、4096mm以下の巨礫 (boulders) の粒径区分は Blair and McPherson [1999] による。礫の岩石種は黒雲母花こう岩である。

堆積相 A：地表下約0.7mまでの垂直範囲は、淘汰の悪い礫まじり泥質砂からなる。礫は中礫より細かく、細礫が卓越する。層厚15cm以下の地層がおおむね水平層理をなす。内部構造は低角度および水平の平行葉理、トラフ型斜交葉理をなす。砂礫は部分的に級化成層し、その最上部には泥分に富む薄層がみられる。第3トレンチ付近では、本相を示す堆積物の上部が削平され、層厚約40cmの塊状の泥質砂礫層が載る。同層は土壤発達し、著しく擾乱されている。その下面直下で掘立柱建物跡などの遺構が検出されている。開析流路の側壁付近では、本相の堆積層が10～25度傾斜する層理がみとめられ、側壁のより表層では同じ堆積物が再堆積して、地表付近に散布する礫の間隙を充填している。

堆積相 B：地表下約0.7mから2m付近までは、淘汰の悪い礫まじり泥質砂と砂質泥からなる。礫は細粒の大礫 (fine cobbles、64～125mm) をわずかに含み、おもに中粒の中礫 (medium pebbles、8～16mm) ～細礫 (granules) である。堆積層Cの下位層の上部にあたると考えられる礫の間を充填しており、層厚20cm以下の数枚の地層を構成するが、地層の側方の連続が悪く起伏に富む。水平葉理、トラフ型斜交葉理がみられるほか、砂質泥層がレンズ状に挟まれたり、浅い窪みを充填する。また、砂質泥のラグ堆積物を含む砂礫が深さ・幅数10cm以下の流路を充填している部分がある。

堆積相 C：地表付近の巨礫以下、約4.7mの深さまでは、淘汰がひじょうに悪く、塊状で、逆級化する礫とそのマトリクスからなる。礫は極粗粒の巨礫 (very coarse boulders、2048～4096mm) をわずかに含むが、中粒～細粒の巨礫 (fine～medium boulders、1024～512mm、512～256mm) を主とする。亜角礫を主とし、亜円礫はやや少ない。わずかに含まれる円礫は、風化してもろい。粗粒～極粗粒の巨礫には、溪流内にとどまっていた間に摩耗したと思われる平滑な面をもつものがある。マトリクスは細粒の中礫以細の礫を含む塊状の泥質砂である。下部にはマトリクス支持の部分が多く、上部で巨礫が集中する部分ではクラスト支持。本層の最下

部30～40cmの範囲では、大礫、巨礫を欠き、泥質砂が側方に連続する。基底面を確認できなかったのが不確かだが、地層は斜面方向に10度以内で傾くと思われる。

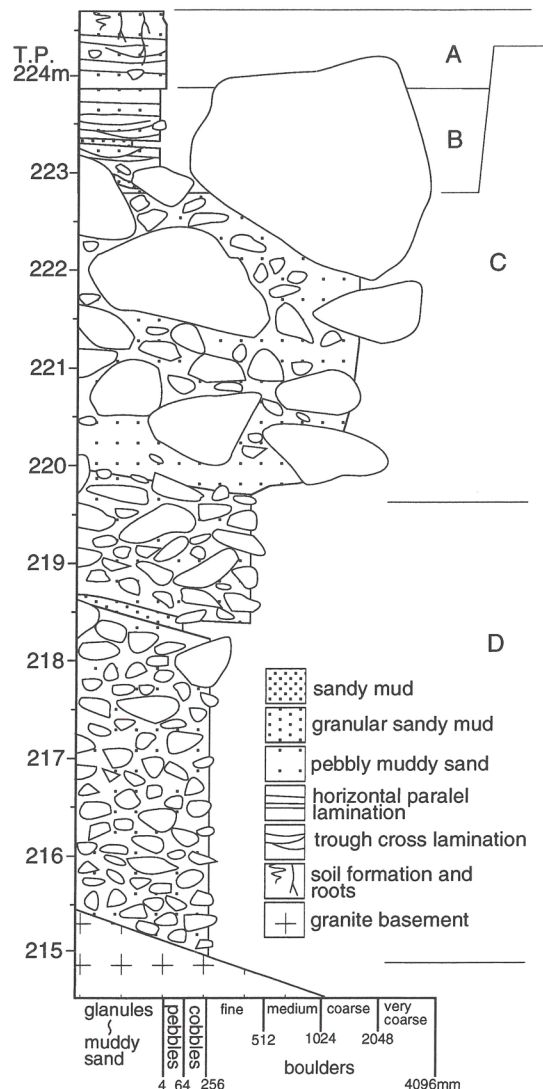
堆積相D：地表下約4.7m以下、約9.5mまでは、淘汰がひじょうに悪く、ほとんど塊状で、おそらく逆級化し、堆積相Cより細粒の礫とそのマトリクスからなる。礫は極粗粒の中礫から細粒の巨礫までを含む。地表下約6.5m以下は、ボーリングデータの情報によるが、細粒の大礫までの礫が堆積し、その上位層準の開析流路側壁の断面では細粒の巨礫までを含んでいた。亜角礫が多く、次に角礫が多い。マトリクスは細粒の中礫以細の礫を含む塊状の泥質砂である。全般的にはクラスト支持の部分が多い。本相の下にみとめられる基盤岩は、観察地点の約20m上流側では約3.5m高度を上げ、堆積相Cの堆積物が基盤岩を覆っている。

4. 堆積相の解釈

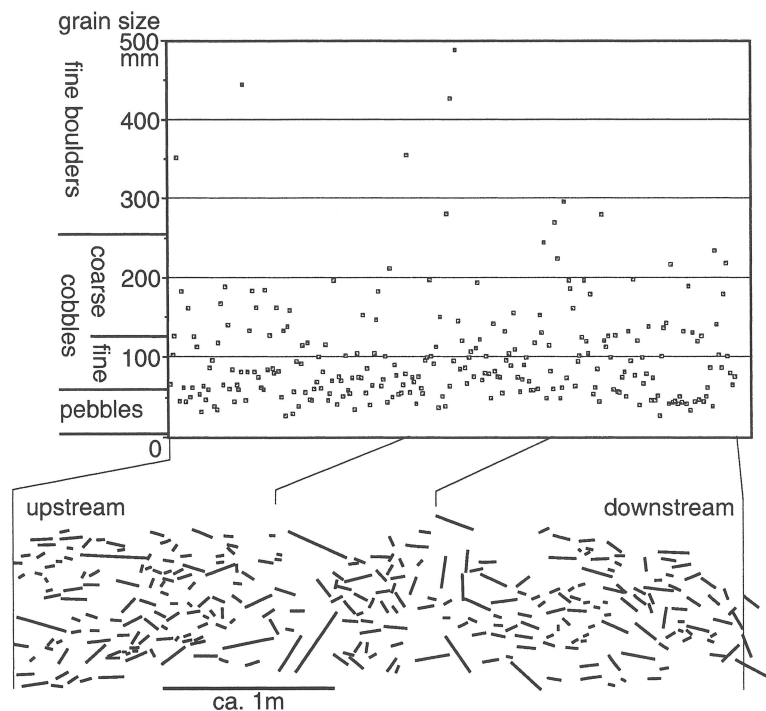
以上に述べた堆積層の累重の内、堆積相Bは下位の巨礫を主とする土石流堆積物の上部のマトリクスが侵食された後、あるいは侵食しつつ、泥質砂および砂質泥が礫の間隙を充填したことを示す。その堆積面には細い流路や水たまりが散在していたようである。堆積相Aは、礫間が充填された後の起伏の少ない緩斜面に、水深の小さい掃流によって堆積物が布状に堆積したことを示す。開析流路はこの堆積期間に形成され始めたと考えられる。両相の堆積層の間には大きな時間間隙はなく、継続的に累重したと思われる。以上の堆積物の年代を知る手掛かりはなかった。

堆積相C、Dの堆積物は、おもにマトリクス支持で、塊状あるいは級化成層をなす礫相 (Gmm、Gmg)、あるいはクラスト支持で逆級化成層をなす礫相 (Gci) [Miall 1996] で指示される土石流堆積物である。それぞれ一回の土石流によって堆積した単層とみなせ、ともに逆級化するとともに、累重全体としては上方粗粒化している。

Nemec and Steel [1984] は次のような土石流堆積層の特徴を挙げている。あまり侵食的ではないが明瞭な下底面をもつ。一般に内部構造に明瞭な層理はないが、細粒物質のサージ



第83図 調査地南部の堆積層柱状断面図



第84図 堆積相Dに含まれる礫の長軸方向と軸長の変化

は不明瞭な層をなし、堆積の繰り返しは明瞭な層理をつくる。級化（あるいは逆級化）成層は、堆積斜面方向に変化する。層厚は最大粒径の3倍以下で、両者には正の相関がある。比較的低密度の流れでは、掃流的な礫のファブリックがみられ、礫がほぼ水平方向に平行して配列したり、覆瓦構造をなすことがある。Van Steijn and Coutard〔1989〕は流れの側方では斜面方向に並ぶことを実験で明らかにした。これらの特徴は、さらに露頭の条件を変え、観

察範囲を広げて確かめることができるはずである。

堆積相D上部に含まれる礫のファブリックについては、極粗粒の中礫～巨礫の長軸をトレースし、その長さを計測した（第84図）。平均粒径が上流から下流に向かって増大する傾向がみられる。これらの礫がクリープしていないとすれば、下流側に傾く多数の長軸を土石流中のファブリックとみなせる。不明瞭だが、より粗粒の礫集団が上流側上方から斜交して下流側に堆積したようすがうかがえる。

2つの土石流堆積層からなる累重の下部にあたる堆積相Dが急勾配の基盤岩からなる谷を埋め、谷口より下方の斜面にロウブを形成していると思われるのに対し、上部にあたる堆積相Cの堆積物は、比較的粗粒な巨礫が多いことから、下位層堆積後の比較的緩やかな斜面を覆い、谷口付近に停止したと考えられる。より上流側谷中の土石流堆積物もロウブの先端はそこで停止しているはずであり、このことと、谷中の堆積場全体としては、下方の斜面より急傾斜であることから、急速な山側の上昇にともない堆積の先端が斜面上部に向かってオフラップし、堆積物が上方粗粒化して累重する堆積・地形過程〔Heward 1978〕が谷中におよんでいると考えられる。扇状地堆積物の上方粗粒化の要因として、Gloppen and Steel〔1981〕も山側の隆起にともなう土砂流出の活発化を挙げている。ごろごろ岳付近の花こう岩の摂理間隔が広いこと〔水山ほか 1967〕や、上流の谷壁斜面の細粒風化物質が減少していたらしいこと、開析谷側壁に露頭が生じることなどのほかに、上述のような表層付近により粗粒の巨礫を分布させる堆積過程は、六麓荘浄水場付近の土石流斜面の採石活動に好条件を与えたと考えられる。

文献

- 市原 実 編 (1991)『12万5千分の1 大阪とその周辺地域の第四紀地質図』 アーバンクボタ 30.
- 田中眞吾 (1998)「六麓荘」 田中眞吾・中島和一編『ひょうごの地形・地質・自然景観－失われつつある貴重な自然』 神戸新聞総合出版センター pp.60-61.
- 辻 康男 (2002)「歴史的環境」 芦屋市・芦屋市教育委員会『若宮遺跡 (第3・4・10・11・16・17・25・31・32・33・34 地点) 発掘調査概要報告書－若宮地区環境整備事業に伴う埋蔵文化財発掘調査の成果』 pp.16-23.
- 林 隆夫・市原 実 (1993)「大阪盆地北西部」市原実編著『大阪層群』 創元社 pp.41-48.
- 藤田和夫・内藤博夫・寒川 旭・植村善博・岡田篤正 (1991)「京都及大阪」 活断層研究会編『新編 日本の活断層－分布と資料』 東京大学出版会 pp.273-279.
- 古川久雄 (2002)「徳川大坂城東六甲採石場と岩ヶ平刻印群」 森岡秀人・古川久雄『平成 13 年度国庫補助事業 徳川大坂城東六甲採石場Ⅱ 岩ヶ平刻印群 (第 11 次) 発掘調査報告書』 芦屋市教育委員会 pp.6-11.
- 水山高幸・前田 昇・井上 茂・高橋達郎・羽田野誠一・森田 優・岡 義記・池田 碩・大橋 健・加藤 瑛二 (1967)「阪神とその周辺の地形－現地討論と今後の課題」『地理学評論』 **40**-11 1-16.
- 宮田隆夫・洪 景鵬・前田保夫 (1995)「神戸市街地に隠れた活断層」日本地質学会環境地質研究委員会『シンポジウム 阪神・淡路大震災と地質環境論文集』 pp.45-48.
- Blair, T. and McPherson, J. G. (1999) Grain-size textural classification of coarse sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Research*. **69**-1, 6-19.
- Gloppen, T. G. and Steel, R. J. (1981) The deposits, internal structure and geometry in six alluvial fan ? fan delta bodies (Devonian – Norway) : a study of bedding sequences in conglomerates. In Ethridge, F. G. and Flores, R. (eds.) *Recent and Ancient Non-marine Depositional Environments: Models for Explanation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, No.31, 49-69.
- Heward, A. P. (1978) Alluvial fan sequence and megasequence models: with examples from Westphalian D-Stephanian B coalfields, northern Spain. In Miall, A. D. (ed.) *Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir No. 5*, pp.669-702.
- Miall, A. D. (1996) *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. Springer, pp.106-108.
- Nemec, W. and Steel, R. J. (1984) Alluvial and coastal conglomerates: their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits. In Koster, E. and Steel, R. J. (eds.) *Sedimentology of Gravels and Conglomerates. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir No. 10*, pp.1-31.
- Van Steijn, H. and Coutard, J-P. (1989) Laboratory experiments with small debris flows: physical properties related to sedimentary characteristics. *Earth Processes and Landforms*. **14**, 578-596.