

広島エクスカーションの報告

奥西一夫・中川 学

2014 年 10 月の国土研エクスカーションは、台風 19 号が接近する中を強行する形になりました。参加者は 11 名でした（当初予定は 19 名）。幸いエクスカーション先の広島地方は台風の直撃を免れ、1 日目の二葉山トンネル予定地の調査は雨で山道を歩くことを断念し、短縮コースを取ることを余儀なくされたものの、翌 14 日は天気にも恵まれ、安佐南区の土石流被災地で予定通りの調査をおこなうことができました。台風のリスクと、延期した場合に土石流被害の状態を十分見られなくなるデメリットを秤にかけて強行を判断したのですが、台風が京阪神を直撃することがあらかじめ予測されたため、急遽参加を取り止めた人が多く、申し訳なく思います。結果的に京阪神でも大きな被害はなく、参加者もエクスカーションに専念することができました。ただ、京阪神地区でも広島地区でも、新幹線と私鉄は通常通り運行したものの、JR の在来線は 13 日の午後から完全運休になったのは予想外でした（国土研エクスカーションはその影響を受けませんでした）。

今回のエクスカーションは準備が遅れ、8 月 29 日発行の国土研ニュース 448 号にはその予告を掲載できませんでした。9 月 6 日の運営理事会でエクスカーションの概要計画を決め、9 月 16 日に企画部と事務局メンバーで準備会議を開催して詳細計画を詰め、9 月 21 日発行の国土研ニュース 449 号でそのアナウンスと参加者募集をおこないました。10 月 5 日には国土研事務所でエクスカーションの事前学習会を行い、二葉山トンネル計画の問題点と 8 月 20 日広島土石流災害に関する学習資料をインターネットで何回かに分けて配布しました。

10 月 13 日には午後 1 時に広島駅（図 1 の A 地点）に集合し、二葉山トンネル問題に詳しい広島在住の越智会員の案内でその予定地の一部を調査しました。第一ポイントの広島東照宮（図 1 の B 地点）およびそこへの道で、トンネル計画の概要と、地質概要、および二葉山南斜面の樹木景観の重要性について説明を受けました。当初計画ではそこから二葉山山頂（図 1 の C 地点）に向けて山道を直登することになっていましたが、土砂災害のリスクを考慮して、自動車が通る舗装道路を上り、尾根（図 1 の D 地点）を越えて、牛田東 1 丁目のトンネルが通過する予定地、特に高い不安定な擁壁のある区域（図 1 の E）を調査しました。その後牛田東 1 丁目集会所（図 1 の F 地点）で地元の方々と交流会をおこない、トンネル問題の説明を受けて質疑や意見交換をおこないました。そして地元の方々のご厚意により広島ロードビル（図 1 の F 地点）まで車で送って頂き、そこで越智会員から二葉山トンネル問題と 8 月の広島地区土石流に関してパワーポイント



図1 二葉山トンネルの地図（広島高速道路公社の資料にエクスカージョン地点を書き込み）

を用いた系統的なレクチャーを受けました。その後、会場を海鮮料理店（図1のG地点）に移して交流会を行い、その日の日程を終えました。

翌14日は今年8月20日に起きた土石流災害の調査をおこないました。現地事情に詳しい越智会員が午前中は勤務で参加できないため、その間は現地調査の経験のある池田、中川、奥西の3会員が案内しました。9時1分広島発の可部線で七軒茶屋駅に向かい、そこからまず緑井地区の土石流（図2の①）を調査しました。緑井8丁目はいわゆる土石流扇状地に立地していますが、扇頂部に過去の土石流堆積物があり、そこで谷の水はほとんど伏滅していたと思われます。少ない谷の水を農業用水として分け合うためか、扇頂近くで谷川は2つに分岐させられていました（図2のB地点）が、いずれも疎通能力はきわめて小さく、今回の土石流に際しては川が全くないに等しい状態になり、土石流は家屋に衝突して破壊したり、家と家の間（特に道路）をすり抜けてりして流下したようです。この溪流は鳥越峠から流下しているものですが、他の被災地が危険な山裾部を開発していたことに対して、溪流に沿って住宅地を開発するというさらに危険なもので、

谷沿いの人家全てが甚大な被害に遭っていました。土石流を構成していた土砂や岩塊はほとんど撤去されていましたが、家屋の損傷や家の外壁に付けられた泥の痕跡などから土石流の流れを十分推測することができました。土石流が流下してきた谷の上流には斜面崩壊があり、斜面崩壊をきっかけに発生した土石流がこの住宅街を襲ったことは間違いない所ですが、谷の中で土石流によって溪床が侵食され、土石流の土砂量を増加させたことも重要です。このように、過去の土石流によって扇頂部に厚い堆積が起こり、谷の水の多くが伏没して川が貧弱な所を、堆積土砂を侵食して肥大化した土石流が襲い、被害を拡大させた状況は他の多くの調査スポットでも共通的に見られました。この土石流扇状地の西翼に当たる緑井7丁目ではこの土石流扇状地に流入する2つの谷から小規模ながら土石流が流れ出し、谷の出口付近にあった墓地から多くの墓石を流出させ、被害を大きくしたことが注目されました（図2のA地点の左方）。

続いて隣接する八木3丁目の県営緑ヶ丘住宅のある土石流扇状地（図2の②）を訪れました。最初に扇端部で上流の谷から続く川を見ました（図2のC地点）が、驚くほど断面が小さく、ちょっとした雨でも溢れるのではないかと思われる程度のものでした。そしてこの川に沿って上流に行くほど川の断面は広くなっていましたが、流下してきた土石流はこの川の流路を無視して好き勝手に暴れまくったことが被害を受けて全半壊した家のように推測されました（全壊家屋はほとんど撤去済みでしたが）。県営緑ヶ丘住宅（図2のD-E）は鉄筋コンクリート2階建ての双子家屋が等高線に沿って2〜3列、土石流扇状地のほぼ端から端まで展開しており、土石流はその一部を直撃しました。さすがに鉄筋コンクリート造だけあって、建物躯体は無事でしたが、土石流は1, 2階の窓を突き破って家の中を貫通し、死者を含む大被害を与えました。ここで起きた土石流は3波にわたって次々に住宅地をおそったと言われています。この土石流扇状地の扇頂部は、僅かに下刻された部分（図2のF）を谷川が流れ、その近くに住宅が建ち並んでいましたが、その部分で上流から流下した土石流によって扇状地堆積物が大きく下刻されていますが、その他の部分（図2のG）は原野として残され、そこには過去の土石流が残した堆積物が残存し（図2のH地点）、その一部には土石流の先頭部を構成していた巨礫が凍結したような形で今も見られます。しかしこの地域の住民は林の中に隠れているこのような土石流の「教材」を見るものがなかったのか、見ようとしなかったのか、悔いが残ります。

この土石流扇状地の扇頂部近くで小さい支流の流入がありますが、そこからも土石流が流入し、やはり谷を埋めていた堆積物を洗掘して扇状地におおきな土石流被害をもたらしました。たまたまその支流の出口にあった星野藤夫氏の宅地（図2のI地点）の不同沈下問題で越智、奥西ほかの国土研会員が現地調査をしていましたので、その成果も踏まえた説明をおこないました。

その東隣の住宅地（図2の③）は土砂流を伴う溪流氾濫の被害を受けていますが、これはスキップし、さらに東側の住宅地（図2の④）を調査しました。ここでは2つの谷から土石流が来っていますが、その内のひとつ（図2のL）は谷の出口の流路が屈曲している部分で河道から飛びだして堆積し、そこには住宅がなかったので、大きな被害は出ていませんが、他方（図2のM）では谷の出口を塞ぐ形で宅地造成されていた住宅が土石流の直撃を受け、その周辺でも多くの家屋が巻き添えを食らって破壊されていました。ここでは土石流扇状地の縦断勾配が大きく、そのため、土石流による家屋破壊は扇端近く（図2のN）にまで及んでいました。

さらに東隣の住宅地（図2の⑤）では、溪流で河川改修がおこなわれており、そのためか、土砂氾濫の跡は見られましたが、土石流被害はありませんでした。このことの解釈は一意的ではないかも知れませんが、過去に土石流が出て溪床の堆積土砂が一掃されていたために、今回は土石流が発生せず、片やそういう経過のために河川改修がおこなわれたということが考えられます。

その東隣の郵政阿武の里団地（図2の⑥）では、団地の下流側を通る道を歩いただけですが、団地の東端を流れる溪流（図2のQ）で土石流の氾濫が起き、団地の東隣の小規模住宅開発で建てられた住宅群が被災していました。

最後に八木4丁目に入って八木ヶ丘団地（図2の⑦）の上流の龍華寺（図2のS地点）のある大きい土石流扇状地（図2のT）を、その西端から斜めに登る山道（図2のU）を通して調査しました。溪流はこの土石流扇状地の東端を流れていますが、土砂氾濫は扇状地の全面にわたって起きており、そこには人家がなかったので直接被害は起きていませんが、その下部に位置する八木ヶ丘団地では想定外の浸水被害を受けたようでした。さて山道を登り詰めて、龍華寺を眼下に眺める地点から激甚な土石流被害を受けた八木ヶ丘団地東部を観察しました。龍華寺の本堂は土石流扇状地の外の傾斜地にあり、入口近くが被災した程度でしたが、扇状地に位置する鉄筋コンクリート3階建ての建物が土石流に取り込まれたような形になり、建物躯体は破壊されなかったものの、大きい被害を受けていました。そこからさらに溪流を遡り、砂防ダム（図2のV地点）を調査しました。この砂防ダムは今回の土石流で満砂となり、袖部は土石流の衝撃を受けて少し変形していましたが、下流の土石流災害を軽減する効果を挙げていたようでした。ここでは砂防ダムの補修・改善工事がおこなわれていました。

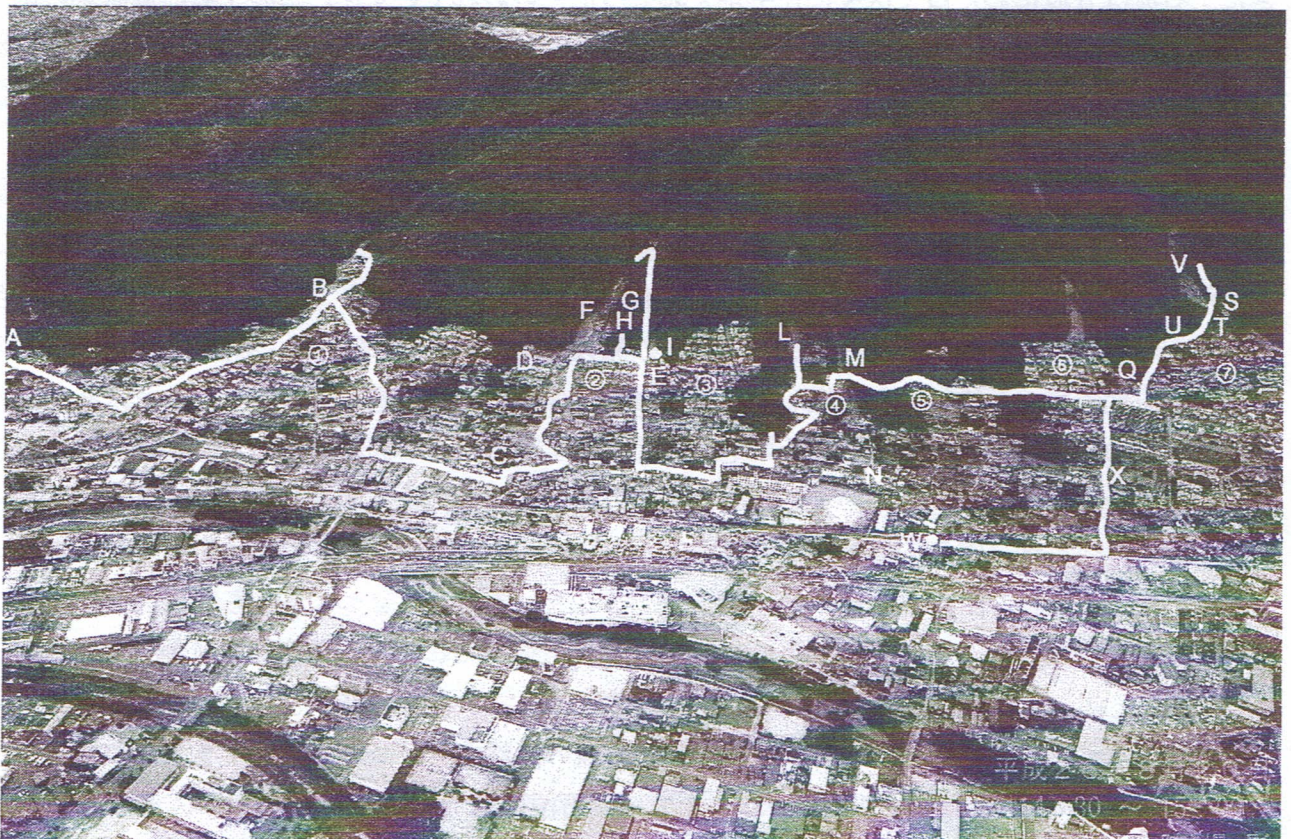


図2 安佐南区の土石流調査ルート（国土地理院の北西方向の斜め空中写真に書き込み、）

さらに東の被災地も見なかったのですが、時間が迫ってきたので、可部線の梅林駅（図 2 の W 地点）に向かい、そこで現地解散となりました。その途中で県営梅林住宅の西隣のマンション群の脇に、かつて河道があった痕跡をみました（図 2 の X 地点）。その上下流には川は全くなく、住宅開発ブームの中で、この地域の川がいかに虐待されてきたかを象徴するような光景でした。

安佐南区の山麓部はほぼ全面的に土石流扇状地となっており、国土地理院の土地条件図ではこれを「土石流堆」としているほか、広島県はインターネットを通じて公開している「土砂災害ポータルひろしま」では、土石流による被害が想定される地域と表示し、注意を呼びかけていました。しかし、その広島県がここに県営住宅を、広島市が市営住宅を建設し、それが呼び水となってそのまわりに民間住宅が建ち並ぶようになったことは、マスコミ等でも指摘されているように、日本社会が内包している重大な矛盾のひとつであり、この災害を契機に全国的に解決策を追求して行かなければならない問題だと言えます。

2014 広島土砂災害の自然的素因について

志岐常正

はじめに

去る 9 月 12 日と 15 日に、広島の越智会員の案内により現地を調査しました。15 日は奥西会員、久守さんと一緒でした。越智会員が勤務している比治山女子高校の地学部生徒 10 人ほどが来てくれました。すでにその頃までにも、専門家による緊急調査の結果がテレビや新聞で速報されていましたが、どうもその内容に腑に落ちぬところがあると感じたのが動機です。

当初、この土砂災害地が花崗岩地帯であることと、その深層風化によって発達したマサ土が崩壊して土石流を生じたことばかりが一面的に着目され、強調されているように感じられました。この見方が正しいならば、斜面のいたるところで崩壊が起こっていそうなものですが、テレビの画面を見ても、平滑な斜面はほとんど崩壊していません。源頭部の崩壊も、形状を写真で見る限り、浅いように思えます。これまでの他のマサ地帯の崩壊についてよく形容された “山がさんざんに荒れてしまった” といったイメージとはかなり異なる状況です。（それなのに被害が激甚だったことには、社会的素因・拡大要因が大きく働いたことは、誰も認めるところです。）

越智会員が国土研ニュースに速報された崩壊地現場の様子や、奥西会員の話からも、一般に広がっている自然的素因のイメージには欠落があると考えられます。そこでこの問題について越智会員や皆さんにお伝えし、調査を御願いするとともに、自分でも現地を、少しでも観ざるをえないと考えました。ところが、国土研の 10 月 14 日の現地エクスカーションには参加を見合わせたので、近く単独でも現地を訪れるつもりです。

その後、土木学会・地盤工学会のかなり詳しい緊急調査報告や京大防災研の報告が出されました。それを見ると、上記の筆者の疑問、危惧が、専門的調査に関する限り、多少的外れとなっているのは嬉しいことです。やはり現地で観れば実態が見えてくるのでしょう。他方、上の私の問題意識の方も、八木と可部地区の一部だけの検討に基づいており、一面的でした。それにしても、岩盤の風化や崩壊性質に関する地質学的検証がもっとなされる必要があるという私の指摘は、皆

さんに留意していただきたいと思います。それなくしては、災害の発生メカニズムを明らかにすることができないということです。

以下に、それに関して皆さんに説明しておいた方が良くと思うことを記します。

1 災害の自然的素因形成

谷頭での崩壊と土石流、土砂流は、これまでも繰返し発生してきた。その条件は、地質時代の新しい時代以来、下記のような、テクトニクス（地殻変動）と気候変動が、大局的に同時進行し、その結果が絡み合っつくったものです。

A：小起伏準平原面の形成 — （数 100 万年前）

ネオテクトニクスの開始 → 地盤の波状曲隆 （100 万～数 10 万年前）

ネオテクトニクスの激化、地盤破断、活断層系の発達 （数 10 万年前～）

山と低地の分化、断層線崖～急斜面の形成（地震による崩壊）

B：岩盤の長期風化、中・粗粒花崗岩のマサ化（準平原面、その遺物、段丘面から深層へ）、温暖湿潤期に化学的風化・土壌形成進行

（赤色土形成—古い扇状地堆積層表層のものは、多分数 10 万年前のもの）

細粒花崗岩はマサ化し難い、シーティングブロックの形成顕著

これらの結果、崩壊しやすいもの、つまり土石流の岩石、砂、泥などの材料物質が山腹に形成され、豪雨をトリガーとして流下しました。これは今後も起こる自然の営みであり、このことを無視した“まちづくり”は、本来許されるべきではありません。

2 岩石の種類による、発生土石流の特性

越智さん以外の調査者は、当初ほとんど注目していなかったようですが、細粒花崗岩と中・粗粒花崗岩では風化、崩壊～谷形成様式が異なります。八木地区の斜面中腹以上に分布する細粒花崗岩はマサ化せず、また深層までの風化もし難いので、少なくともこの地域では、高いところからは、（岩塊や石片、風化土がでているが）花崗岩マサ起源の砂は流下していないと思われます。土石流をなした砂の大部分は、土石流の流下前に谷埋めに加わっていた斜面下部由来の砂が掘り出され、再移動、流下したものでしょう。

この問題の参考に、ここで、岩盤の風化に関する応用地質学的事項について解説しておきます。

山稜～山腹の高所をなす細粒花崗岩には、地表面に平行な割れ目（シーティング節理）を生じます（これも一種の風化）。

これは、はじめは山稜や斜面をカバーしていますが、斜面に直交する節理（割れ目）も生まれるために、やがてブロック化します。雨水がこれら節理から下に浸透し、シーティング節理に

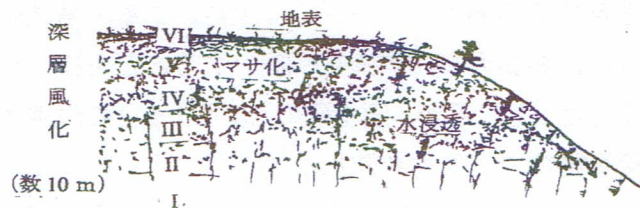


図 1 深層風化模式図

日本の粗・中粒花崗岩地帯は、地質時代新生代の新成紀末以来の風化作用が数 10 m の深さに及んでいる場合が多い。ただし、たとえ断層崖起源などの急斜面では、風化帯が浅く、シーティングがみられるところもある。

入って風化を進め、土壌をつくります
(図1参照)。

ブロック化した細粒花崗岩は、それ自体の風化は極めて遅いので、この含水土壌部でその下の未風化岩盤から離れて浮き上がったような状態になります。こうなれば、地震や豪雨などがあれば転落しやすいのは当然です。現在では、甚だしく歯が欠けた状態になり、そこには土砂や植物破片が溜まって土壌化し、雨水の浸透が激化していると思われます。今回のような雨がなくても、すでに生まれている谷に転落し、そこに溜まっている岩石ブロックも、

泥とともに土石流をなして流下するわけです。(もちろん、このようなシートをなす岩石は、どこでも地表に露出しているわけではなく、多くの場所では、薄い土壌や植生に覆われています。)

一方、風化してマサをなすのは中・粗粒花崗岩です。八木地区の西部から緑井地区の全体が、これからなる模様です。ここでは、“花崗岩のマサ地域”というとらえ方が適合しえます(図2参照)。この地域の土石流は、主として大量の砂からなるのが自然です。ただし、地形の肩をなす部分や谷頭の表層では、風化土壌が浸食されてなくなり、シーティング節理が生じている場合があります。従って、岩塊が土石流の先頭をなして流下しても不思議とは言えません。このような場合の起こり方は、比較的最近の崩壊の歴史も関係すると思われます。いわゆる“山地崩壊の免疫性”の問題ですが、ここでは省略します。

ともあれ、土石流が大量の岩塊を含むか、ほとんど砂からなるか、泥を大量に含むかは、被害が人命に関わる破壊的なものになるか、比較的に軽微で済むかに決定的に響きます。この点で今後起こる土石流がどうかは、復旧、まちづくりを考える上でも極めて重要です。上記の、山地に分布する岩石の種類、特徴と、今回それが流下した土石流の性状にどう関係したかの場所毎の調査、把握は、たとえば砂防堰堤の設置場所、規模、形状などを検討する上でも必須です。それには、岩石や砂、泥、それらがつくる土石流の性質などについての堆積学的検証が必要ですが、今日の記述はここまでにします。

なお、今回の被災地域の山地には、花崗岩類だけでなく、ホルンフェルスその他が広く分布します。上の述べたような視点、問題点は、言うまでもなくこのような地域についても言えることです。

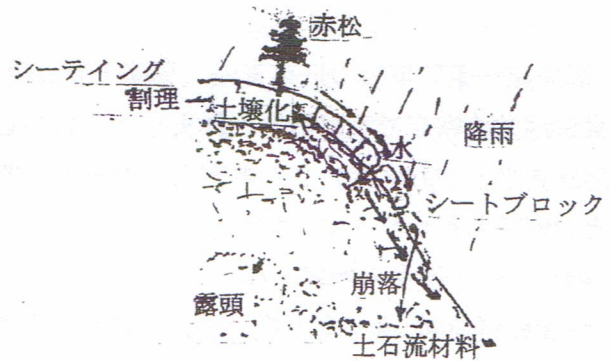


図2 シートブロック崩壊模式図

(谷頭凹地形から見上げたスケッチ、スケール不同)