

5万分の1「生野」地域の地質 ～2億年のタイムトラベルからたどる今～

吉川 敏之¹⁾・栗本 史雄¹⁾・青木 正博²⁾

1. はじめに

5万分の1「生野」地域は、兵庫県のほぼ中央部、丹波高地と中国山地の境界付近に位置する山がちの地域です。この地域の西と東には南北にJR播但線と加古川線が走り、また自動車道路の整備も進んで阪神地区や姫路市からの交通の便は良いところです。近年では緑や清流を求めて都会から訪れる人も少なくありません。そのため、自然とふれあう施設やハイキングコースの整備を自治体が熱心に進めており、関係するガイドブックやコースマップも充実しています。

地質に詳しい方が、あるいは詳しくなくても生野と聞いてすぐに思い当たるのは生野鉱山(生野銀山)でしょう。1100年以上の歴史を持つ生野鉱山は「生野」地域北部にあり、江戸時代から近代まで大量の鉱石を産出し続けたことで全国的にも有名です。鉱物ファンの間では、産出する鉱物の種類が豊富なこともよく知られています。

一方で「生野」地域全体の地質はこれまであまり紹介されてきませんでした。その理由は、生野鉱山が社

会的な注目を浴び、詳しく調査されてはきたものの、この地域に分布する地層の特徴や地質構造がはっきりわかっていなかったためと思われます。今回発行された、5万分の1地質図幅「生野」(吉川ほか, 2005)の調査・研究によって、これまで知られていなかったこの地域の地質学的な事実が数多く明らかになりました。本稿ではその成果を基に、2億年に及ぶ「生野」地域の歴史をたどるタイムトラベルにご案内します。

なお、地質図幅原稿執筆後、この地域の多くの自治体で合併があったか、または合併協議が進行中です。このため、5万分の1地質図幅「生野」の地質図及び説明書には古い自治体名が記されていますし、本稿中の一部の自治体名もいずれ古いものになってしまっていますが、執筆時点の事情ですのでご了承ください。

2. 地形・地質の概要

地図を広げていただければすぐわかるでしょうが、



第1図 「生野」図幅地域によく見られる地形。妙見山南麓を南西方より望む。山麓には平地から急傾斜に始まる斜面と、「麓屑面」と呼ばれるなだらかな斜面がともに見られる。斜面の先にある「安楽田」の地名は、もとは水害の多い「荒田」であったものが、安楽に暮らせるようにと後に改められたらしい。矢印の山稜部には、戦国時代に山城が築かれていた。

1) 産総研 地質情報研究部門
2) 産総研 広報部地質標本館

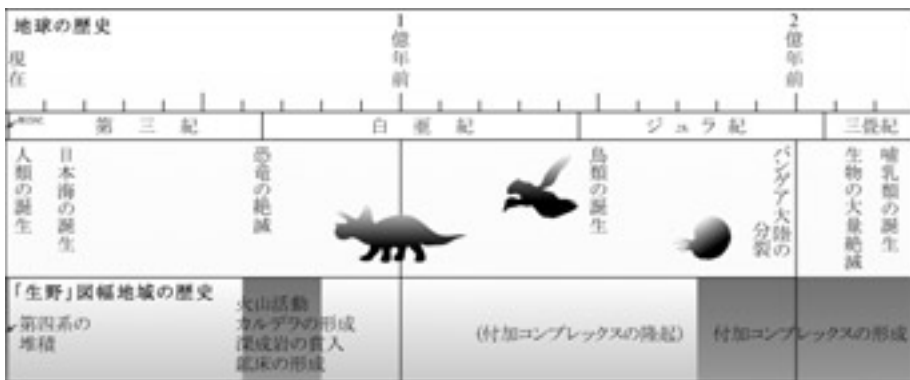
キーワード: 5万分の1地質図幅, 生野, 付加コンプレックス, 白亜紀火成岩類, 鉱床, カルデラ, 麓屑面

「生野」地域には平地は少なく、大部分が山地と丘陵地からなっています。山地の特徴として河床から山稜までの比高と勾配が共に大きく、山と谷のはっきりした地形をつくっています(第1図)。このため、戦国時代には戦術の要衝となる各地に山城が築かれていました。もっとも、このような地形は同時に豪雨時には出水しやすい条件を備えているとも言え、昨年(2004年)10月の台風23号の豪雨では加古川水系の西脇市・社町などで記録的な水位の上昇があり、大きな被害をもたらしました。

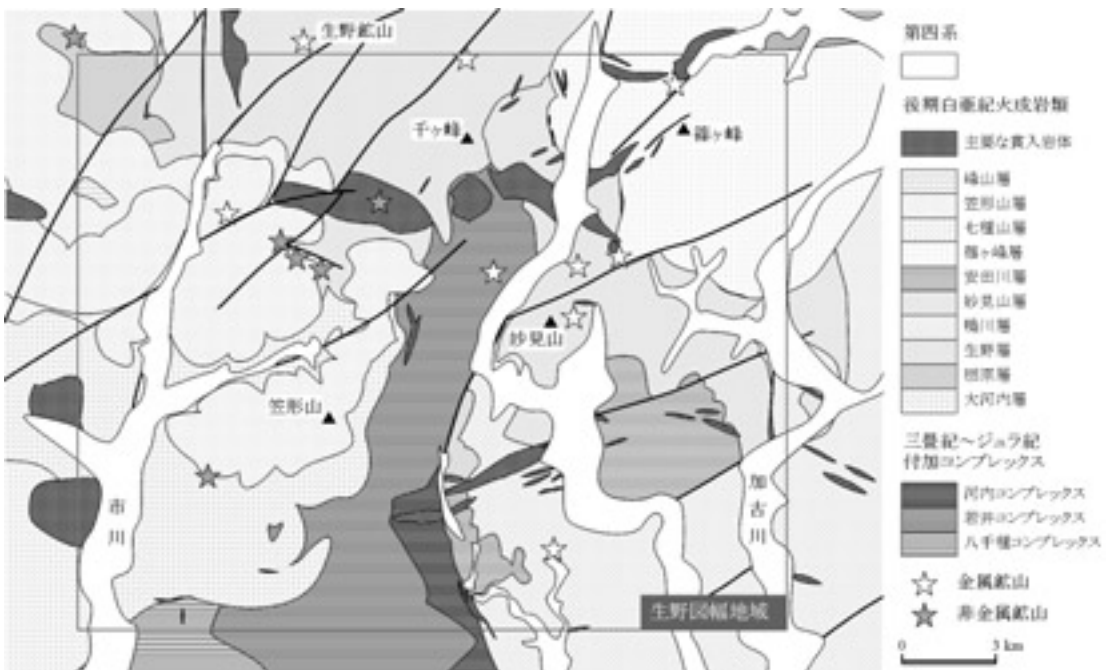
主な河川は南北方向で、この地に降った水を瀬戸

内海へと運んでいきます。当地は昔から良質の松・杉・檜材の産地で、現在のような流通システムがなかった頃は、伐採された木材は筏を組んで主要な河川によって瀬戸内海沿岸の消費地へと運ばれていたそうです。また、笠形山南麓の笠形神社にあった神木の檜は、姫路城の昭和の改修工事の際に西の大柱(上部)に使われたことで知られています。

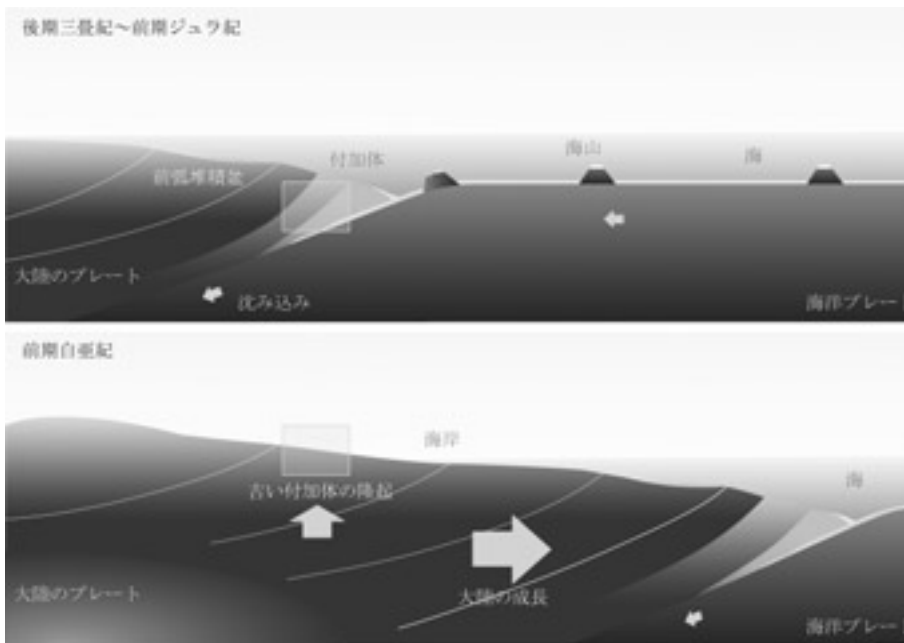
「生野」図幅地域に分布する地層は、時代を基準にして大きく3種類に区分することができます(第2, 3図)。すなわち、1) 三畳紀～ジュラ紀の地層、2) 後期白亜紀の火成岩類、3) 第四系です。このうち、1) 三



第2図 「生野」図幅地域の地質年表。



第3図 「生野」図幅地域の地質概略図。



第4図 付加コンプレックスの形成と、その後の隆起。四角の網掛け部がその時代に想定される「生野」地域の地理的な位置。古い付加体の隆起は新しい付加体の形成、すなわち大陸の成長を意味していることがわかる。

畳紀～ジュラ紀の地層は地表での分布はあまり広くありませんが、地下には広い範囲に伏在し、「生野」地域の土台をなしていると考えられます。2) 後期白亜紀の火成岩類は、地表の多くの地域を占めて分布しており、生野鉱山もこの火成岩類の活動と関係しています。登山道の整備されているような高い山は、ほとんどがこの岩石からなっています。3) 第四系は主に現在の谷筋に沿ってみられ、その分布域は主要な生活の場となっています。第四系の層厚は他の時代の地層に比べるとはるかに小さく、地表付近にだけ形成されています。

3. 三畳紀～ジュラ紀の地層

「生野」地域で最も古い岩石は、地域の南部から中央部にかけて分布する泥岩や砂岩、チャート、緑色岩からなる地層です。これらは総称して付加コンプレックスと呼ばれ、大洋底や海溝に堆積した地層が、プレートの運動によって陸側に押しつけられ、海洋プレートから陸側のプレートに付け加わったもの(付加体)です。この地層は、西南日本に広く分布しており、近

畿地方では丹波帯と呼ばれています。「生野」地域の丹波帯は河内コンプレックス、若井コンプレックス、八千種コンプレックスからなっており、産出する微化石からこれらの地層は三畳紀～ジュラ紀に形成されたことがわかっています。この時代、まだ日本海はありませんでしたので、ジュラ紀の「生野」地域は大陸の縁辺部に位置する海溝近くの深い海だったわけです。

ジュラ紀に付加コンプレックスが形成されて以降、この地域がどのような環境にあり、どんな地層が形成されていたかは定かではありません。「生野」地域にはジュラ紀の次の時代である白亜紀のうち、前期の地層が残されていないためです。ただし、東隣の「篠山」地域には前期白亜紀に堆積した篠山層群という地層が残っています。篠山層群は湖や河川で堆積した陸成層です。したがって、「生野」地域周辺は付加体の形成以降、全体として隆起の傾向にあり、白亜紀になると陸化していたものと考えられます。仮に三畳紀とジュラ紀の境である約2億年前から、白亜紀の前期と後期の境である約1億年前まで隆起を続けるとすると、海溝は水深数千mの深海に相当しますから、

単純に計算すると1千年に数cmほどの割合で海上まで隆起してきたこととなります。また、これは「生野」地域を超えた広い範囲で考えると、その間に大陸が成長してきたことも示しています(第4図)。

4. 後期白亜紀の火成岩類

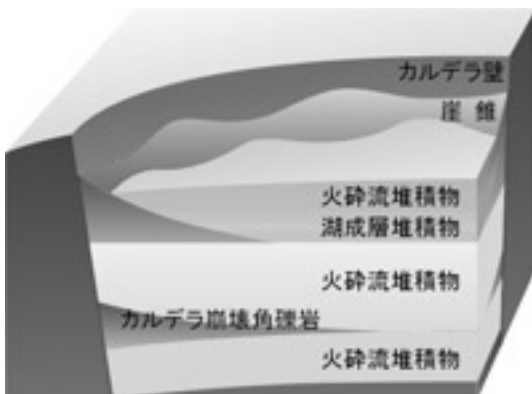
白亜紀の後期になると、様子は一変します。「生野」地域に活発な火山活動が続いて起こるようになったのです。

その火山活動のタイプには幾つかの種類がありますが、主体をなすのは大量の火砕流を噴出するタイプの活動です。一回の、または連続した数回の噴火による火砕流から堆積した堆積物の層厚は数10m、ときに数100mに達する大規模なもので、当時の噴火の破壊的なエネルギーを想起させます。火砕流堆積物は主にマグマ起源の火山灰や軽石からなり、基盤の岩石の破片を含んでいます。つまり、地下からそれだけ大量のマグマや岩石を地表に運び出してしまうわけです。その結果、地下には空間が生まれます。そして火山体やその基盤の重さによって、地表は大規模に陥没してしまいます。これがカルデラと呼ばれる地形です。

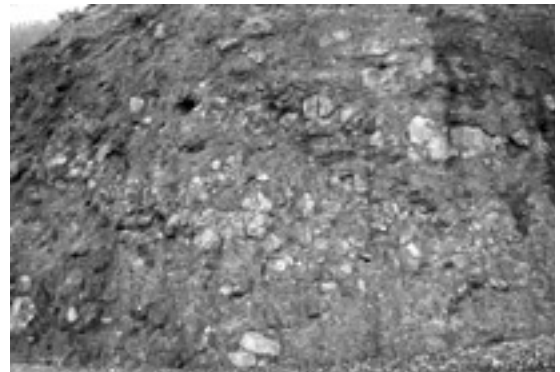
カルデラは現在の日本でも九州の阿蘇山や東北部の十和田湖、北海道の洞爺湖、屈斜路湖などに知られるように、珍しいものではありません。地形や山に詳しい方なら、カルデラを形作る外輪山という用語をご存じでしょう。しかし、「生野」地域のように古い時代に形成されたカルデラは、長い年月にわたって

浸食を受けてきたため、地形の原形は既に失われています。このような場合には、堆積物の分布や種類を丁寧に調べることによってカルデラを判別します(第5図)。例えば、カルデラの最初の陥没によってできたカルデラ壁は、非常に急傾斜で不安定な地形と考えられます。このため、カルデラ壁は容易に崩壊・滑落して、カルデラの中に崩壊角礫岩と呼ばれる堆積物を残します(第6図)。また、カルデラは大きな窪地になっているため、周辺からの水を集めてカルデラ湖をつくりやすく、湖底に泥岩や砂岩などの湖成層を残します(第7図)。火砕流堆積物の分布を調べると、層厚が大きいにもかかわらず限定された範囲にしか分布しないことがあります。更に、その分布の境界部が断層になっていたり、岩脈を挟んで古い地層と接していたりします。これらの状況証拠を積み重ねていくと、解析されてしまった古いカルデラでも見つけることができるのです。

「生野」地域にはこのような古いカルデラが幾つも見出されました。地質図に示した大河内層、栃原層～生野層の一部、安田川層、篠ヶ峰層は、古いカルデラを埋めて分布しているのはほぼ確実です。また、「生野」地域周辺からも同じ時代の古いカルデラが数多く報告されています。つまり、後期白亜紀のこの地域は、大規模な噴火活動を繰り返す火山地帯であ



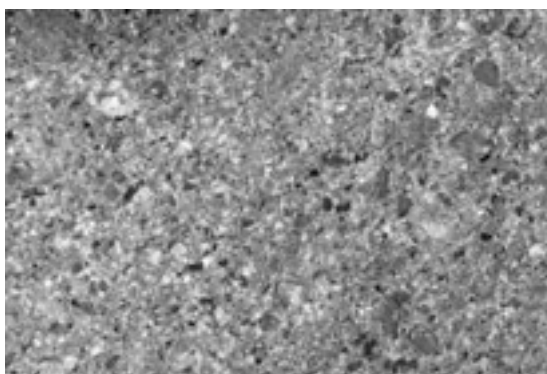
第5図 カルデラ陥没に伴う堆積物の岩相変化の例。



第6図 大河内層の礫岩。湖成堆積物の砂岩・泥岩に挟在する。淘汰が悪く、礫はあまり円磨されていないことから、礫の供給源からそれほど運ばれていないことがわかる。大河内層の分布のほぼ東端に相当し、岩脈を挟んで基盤の地層と接していることから、岩脈がかつてのカルデラ断層の位置で、その東側にあったカルデラ壁から礫が供給されたと考えられる。八千代町大屋西方。



第7図 大河内層の砂岩・泥岩を刻む「勝負滝」。砂岩・泥岩はカルデラ湖に堆積した湖成堆積物と考えられ、ほぼ水平の層構造がよく保存されている。八千代町大屋西方。



第8図 笠形山層の溶結凝灰岩。結晶片に富み、緻密で硬いため、一見溶岩や貫入岩のように見えるが、少量ながら岩片を含んでおり、堆積岩である。写真の横幅は約7cm。神崎町大山東方。

たことがわかります。

大規模な噴火で噴出した厚い火砕流堆積物は、あまり空冷されず、高温のまま定置します。このような堆積物では、まだ軟らかい軽石は重さのためにつぶれ、火山灰は焼結して、緻密で硬い石となります(第8図)。こうしてできた石は溶結凝灰岩と呼ばれ、火山灰や軽石の特徴はほとんど失われています。実際、強く溶結した溶結凝灰岩の見かけの特徴は溶岩や貫入岩とほぼ同じで、1960年代までは「石英斑岩」、「花崗斑岩」などと呼ばれてマグマから直接固まった石と考えられていました。「生野」地域で標高の高い山の多くは結晶片に富む溶結凝灰岩からなっていますが、これも溶結凝灰岩が緻密で硬いために、風化や浸食に対する抵抗力が強かったためと考えられます。溶



第9図 笠形山層の溶結凝灰岩の柱状節理。石材として採石され、庭石や門柱などにも利用される。神崎町猪篠。

結凝灰岩はゆっくり冷えるときに柱状または板状などの節理をつくることがあり、規則的な節理の発達する部分はしばしば石材にも利用されています(第9図)。

5. 鉱床

「生野」地域には多数の鉱山が稼行していました。そのうち、最も有名なのは生野鉱山です。生野鉱山は1973年に操業を停止するまで多量の銀・銅・鉛・亜鉛などを生産し、一時期は国の直轄鉱山ともなり、貴重な国家財源でもありました。生野鉱山の鉱山事務所及び主坑口は、北隣「但馬竹田」図幅地域内にあり、現在では株式会社シルバー生野により観光坑道を観光・見学できるコースが整備されています(第10図)。

生野鉱山はまた、多数の坑道での観察から地下の構造や鉱床形成のメカニズムが詳細に調べられている鉱山でもあり、鉱床学や鉱物学などの学問分野に大きく貢献してきました。生野鉱山では多数の鉱脈がありますが、その中でも南北方向の鉱脈の規模が大きく、地下1km以上に渡って続いているのが知られています。鉱脈は一度に形成されたものではなく、鉱化流体が同じ脈に複数回上昇してきてできたものと考えられています。

鉱脈のもととなる鉱化流体をつくるのは地下に貯留する熱水であり、熱水の供給源となるのはマグマです。生野鉱山の鉱脈の原因となったマグマがどこにあり、いつ活動したのかは正確にはわかっていません。しかし、鉱脈の鉱物から後期白亜紀火成岩類と



第10図 生野鉱山跡にある「シルバー生野」。江戸時代から近代までの採掘作業を再現した観光坑道や野外観察コース、鉱山資料館などを備え、往年の生野鉱山の隆盛を知ることができる。朝来市生野町小野字大谷筋。

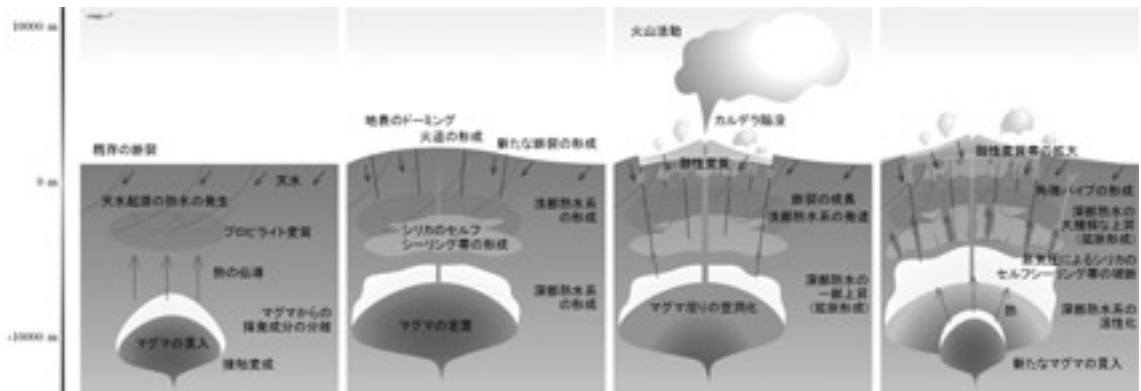
近い放射年代値が測定されていますので、これと密接な関係にあったことは間違いありません。先に述べたように生野鉱山周辺の地層(生野層)の一部はカルデラ構造をなしていると考えられています。これは、地殻に多数の断裂が発達し、マグマやそこから派生した鉱化流体が上昇しやすいことを意味します(第11図)。生野鉱山の鉱化流体の上昇が複数回あったということは、マグマ貫入などの地下でのイベントが複数回あったことを示唆しています。

「生野」地域には生野鉱山以外にもたくさんの金属・非金属鉱山がありました。今ではろう石鉱山2箇所を残してすべて稼行をやめてしまいました。それでも操業時のズリ(品位の低い鉱石)や坑口が残っていることがあります。所によってはキャンプ場に整備されたりしていますので、訪れてみるとこれら昔の鉱山の面影を目にすることがあるかも知れません。

6. 第四系

第四系は主な谷筋に沿って分布しています。「生野」地域は南ほど標高が低いので、河川も谷も南ほど幅が広く、第四系の分布も一般には南部ほど広くなります。加古川や市川の下流域には、河岸段丘と呼ばれる広い平坦面が形成されています。

北部の地域では河川の規模は大きくありませんが、山地の周辺に「麓斜面」と呼ばれる緩斜面が発達しています。麓斜面とは凍結によって破碎された山稜や斜面高所の岩石が山麓に崩落・堆積してきた斜面のうち、比較的緩傾斜の部分さをす地形区分です。崩積地とも呼ばれ、周氷河地域によく発達すると考えられています。日本アルプス地域では、麓斜面は山稜の北西側の斜面に発達することが知られており、凍結の影響が大きいとされています。「生野」地



第11図 「生野」図幅地域の白亜紀火成活動と鉱床生成の概念図。深部熱水系に貯留していたマグマ起源の熱水が、シリカのセルフシーリング帯を突き抜けて上昇するとき新たな鉱脈が生成すると考えられる。



第12図 妙見山(後方)の麓層面上に位置する東山古墳群。南方から望む妙見山は、麓層面からなるすそ野が長く伸びた美しい姿を呈することから「妙見富士」とも呼ばれる。中町東山。

域の麓層面は北西側斜面に限定されるわけではありませんが、ときには比較的小さな谷の奥にも顕著に形成されています。

崩落してきた岩塊は、その後の移動により、崖錐、扇状地、段丘などを構成することになります。これらは日当たりの良い場所では良好な耕作・居住環境をつくるため、古代から人の生活の場となってきました。妙見山南麓の麓層面上には東山古墳群があり、一部は復元されて構築当時の景観を再現しています(第12図)。現在でも広い傾斜地という性格を生かして果樹園や棚田の多い場所で、ゴルフ場などにも利用されています。

7. おわりに～「生野」図幅地域のいま

「生野」地域は山がちな場所ですが、決して山奥ではありません。ここに暮らす人や訪れる人はたくさんいますし、調査中に見聞きしたエピソードもたくさんあ

ります。意外だったのは野生動物が結構いることで、最近ではシカやイノシシによる農作物の被害も多いそうです。調査中にはヤマヒルやヤマダニにも苦勞させられました。しかし、後期白亜紀の様子を知ってしまうと、これらのことには目をつぶりたくもなります。カルデラ形成を伴う大規模火砕流噴火は、地球上で最も破壊的な災害のひとつです。現在の穏やかな風土の下には、その荒々しい過去の歴史が眠っているのです。

幸いなことに「生野」図幅地域には地質災害は多くありません。活断層に認定される断層は知られていませんし、北部には地すべりがありますが、活動的なものはごく一部です。ただし、一見似たような山や斜面でも地質が違えばそれを反映した特徴の違いがあるものです。例えば落石の発生する頻度や規模、地盤の強度、地下水位などは地質に強く影響されます。近代の鉱山の盛んであった時代には関係した作業に従事する人も多く、地質や水理の知識も常識の一部であったことでしょうか、現在では山や自然を広く理解している人は限られています。しかし、この地域を暮らしやすい、より安全なものにしていくためには、地盤が多様な地質からなっているということ、最新の地質の研究成果から科学的に理解することが今後ますます重要になると考えられます。「生野」図幅がそのひとつの知見として、少しでも役に立つことを願います。

文 献

吉川敏之・栗本史雄・青木正博(2005):生野地域の地質、地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)、産総研地質調査総合センター、48p.

YOSHIKAWA Toshiyuki, KURIMOTO Chikao and AOKI Masahiro (2005): A Guide to the geology of the Ikuno district.

<受付:2005年6月8日>