

P-2. 砒素に富む変質安山岩中の硫化鉱物の産状に基づく 総砒素含有量区分

Division of total As-concentrations based on mode of sulfide minerals in altered andesite

○千葉悦子¹・榊原正幸²・堀 利栄²・中井芳恵³

Etsuko CHIBA¹, Masayuki SAKAKIBARA², Rie S. HORI² and Yoshie NAKAI³

¹愛媛大学大学院理工学研究科 〒790-8577 松山市文京町 2-5

Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2-5 Bunkyo-cho, Matsuyama
790-8677, Japan

²愛媛大学理学部地球科学科 〒790-8577 松山市文京町 2-5

Department of Earth Science, Faculty of Science, Ehime University, 2-5 Bunkyo-cho,
Matsuyama 790-8677, Japan

³愛媛県立今治工業高校 〒794-0822 今治市河南町 1-1-36

Imabari Technical High School, 1-1-36 Kanan-cho, Imabari 794-0822, Japan

はじめに

日本列島では、地質時代の火山活動に伴う熱水変質作用によって、多種類の有害金属元素が基盤岩中に局地的に濃集している。そのような地域の土木工事などによって発生する残土が溶出基準もしくは土壌含有量基準を超えて有害金属を含有する場合、それらは遮水・埋設処分がなされることが多い。しかしながら、汚染残土の処分にかかるコストは莫大で、最終処分場も十分に準備されているとはいえない。そのため、肉眼によって有害金属濃度の高い岩石を容易に、かつ適切に識別することが可能となれば、これら処分場の縮減につながると考えられる。

愛媛県砥部町万年地域には As を多量に含有する変質安山岩体(以降、万年安山岩体と呼ぶ)が分布している。この安山岩体中の硫化鉱物は特徴的な濃集形態を示すことが知られている¹⁾。本研究では、愛媛県によって掘削された B-1 ボーリングコアおよび地表で採取した試料を用いて、硫化鉱物の産状に注目し、肉眼による As 濃度の高い岩石の識別について検討した。

地質概説

調査地域は、愛媛県松山市から南方約 20km の伊予郡砥部町南部の万年地域周辺である(図1)。本地域には、基盤岩として三波川結晶片岩類および第三系久万層群の礫岩層が分布し、それらに多数の第三紀安山岩類が岩脈もしくはパイプ状岩体として貫入している¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。

本研究の対象とする万年安山岩体は、国道 379 号線沿いの万年から銚子ダム周辺にかけ

て分布する南北1.5km, 東西1kmのパイプ状貫入岩体である(図2). 万年安山岩体の原岩は斜方輝石安山岩であるが, その大部分が貫入後の熱水変質作用によって変質している. 同岩体はその変質作用の程度の違いによって, 弱変質安山岩および強変質安山岩に区分される(図2). 強変質安山岩は, 粘土化および珪化の進行したタイプである.

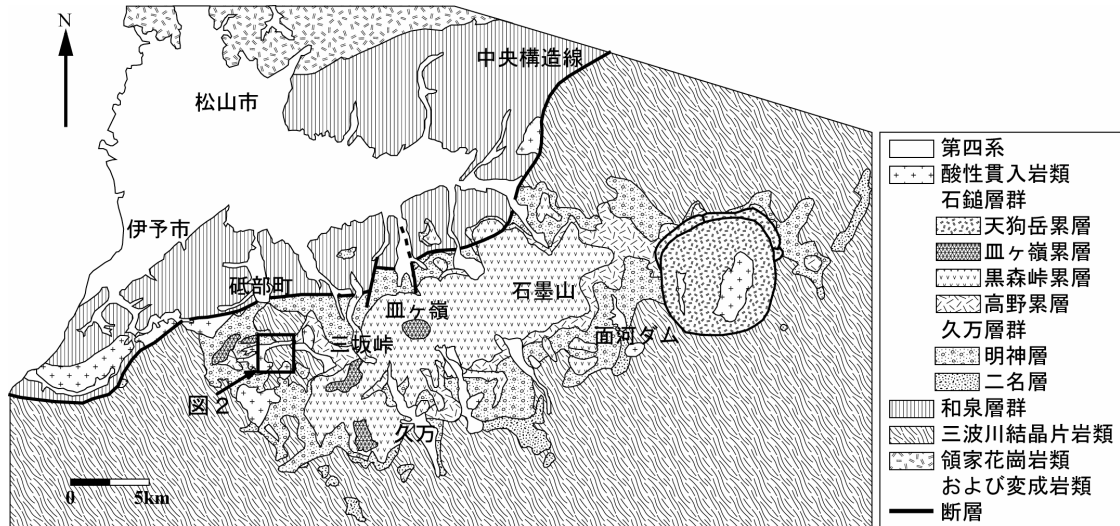


図1. 愛媛県北西部の地質図. 須鎗ほか(1991)⁵⁾および愛媛県地質図編集委員会(1991)⁶⁾を改変.

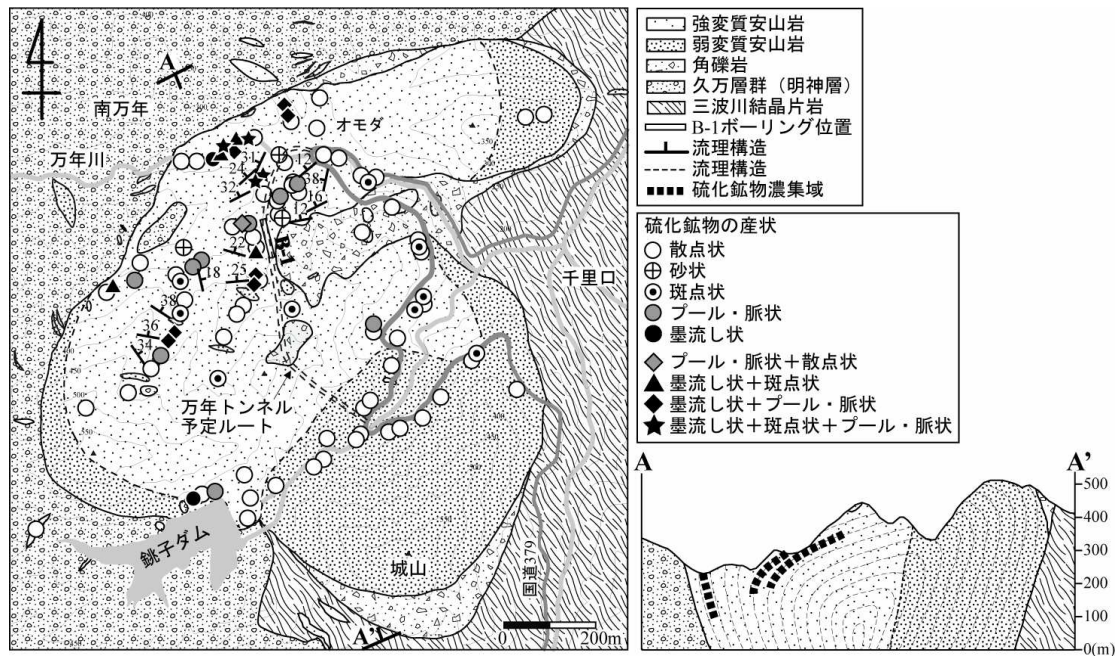


図2. 万年地域の地質図および断面図. 地質図には, 万年安山岩体中の硫化鉱物の分布も示している.

岩石記載

弱変質安山岩では、一般に原岩の組織が保存され、流理構造が明瞭に残存している。初生構成鉱物は、斑晶が斜方輝石・斜長石で、石基が斜長石・斜方輝石・不透明鉱物・燐灰石・ガラスである。有色鉱物はほとんどすべて粘土鉱物などの二次鉱物によって置換されている。斜長石は炭酸塩鉱物やカオリナイトなどの二次鉱物によって置換されているものの、残存しているものも認められる。

強変質安山岩は、二次鉱物の形成によって原岩の組織が不明瞭もしくはそのほとんどが消失している。また、原岩の流理構造も不明瞭であるが、硫化鉱物およびその他の変質鉱物の配列がそれとほぼ調和的である。

万年安山岩中の二次鉱物は、石英、オパール、炭酸塩鉱物、緑泥石、スフェーン、アナターゼ、イライト、カオリナイト、黄鉄鉱、白鉄鉱、硫砒鉄鉱、輝安鉱、黄銅鉱および褐鉄鉱である。

硫化鉱物の産状区分および分布

万年安山岩体中に含まれる硫化鉱物は特徴的な濃集形態を示す。硫化鉱物はそのほとんどが黄鉄鉱であるが、白鉄鉱、硫砒鉄鉱および輝安鉱が含まれる場合もある。本研究では、それらの粒径と組織に基づき、(1)散点状、(2)砂状、(3)斑点状、(4)プール・脈状、(5)墨流し状、および(6)硫化鉱物を含まないもの、の6タイプに区分した¹⁾(図3)。散点状の硫化鉱物は岩体中に普遍的に分布しており、弱変質安山岩体中にも認められる(図1)。それに対し、他のタイプの硫化鉱物は強変質安山岩中にも認められ、特に、岩体北部から南西部にかけて濃集している。それらの分布は流理構造と調和的である。また、同一試料において異なる産状の硫化鉱物が重なって産出しているのが多く認められた。

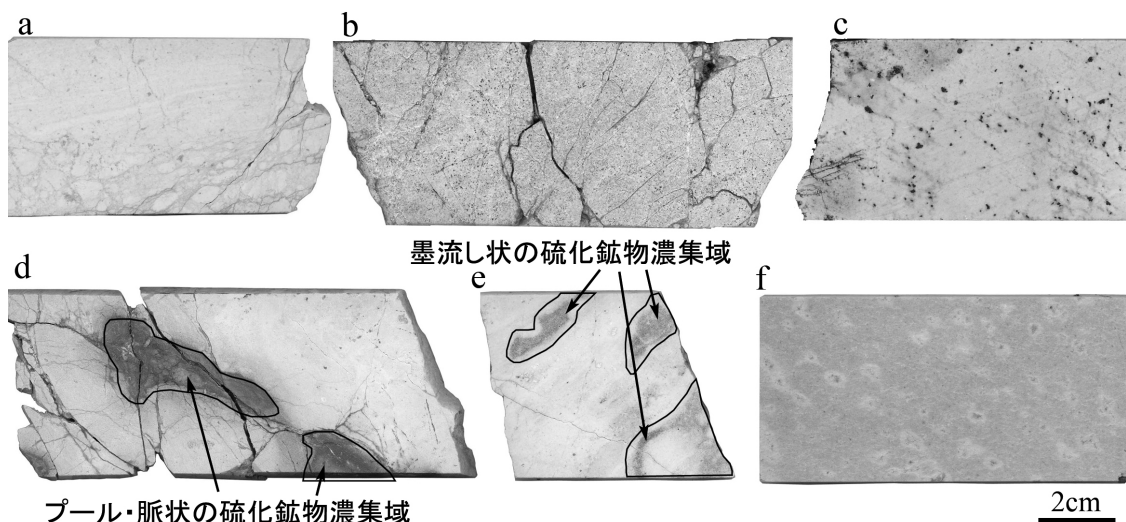


図3. B-1 ボーリングコア試料の研磨片写真。

a: 散点状. 細粒(粒径<math>< 0.2 \text{ mm}</math>)の硫化鉱物が散在するタイプで岩石中の黄鉄鉱のモ

一ドは 0.1 %未満, b:砂状. 細粒(0.1~2 mm)の硫化鉱物が単体または数個の集合体で散在するタイプで岩石中の黄鉄鉱のモードは 3 %以上, c:斑点状. 硫化鉱物が斑点状の集合体(大きさは 0.2~5 mm)を形成し, 散在するタイプで, 岩石中黄鉄鉱のモードは 2 %以上, d:プール・脈状. 黄鉄鉱を主とする硫化鉱物の集合体がレンズ状, 脈状もしくは不定形のプール状集合体(大きさは1~8 cm)で散在するタイプ, e:墨流し状. 微粒(<0.1 mm)の自形硫化鉱物が密集しているタイプで岩石中の硫化鉱物のモードは 15 %以上, f:硫化鉱物を含まない. 岩石中の黄鉄鉱のモードが 0.1 %未満.

全岩化学組成

B-1 ボーリングコア試料および地表で採取した試料に関して, 主要・微量元素の化学組成分析を行なった. 分析は愛媛大学理学部の蛍光 X 線分析装置 (Philips 社製 PW2400) および京都大学原子炉実験所の放射化分析システムを使用して行なわれた.

弱変質安山岩を特徴づける散点状タイプは, As 濃度が 0~66ppm である. このタイプは As 濃度が 50ppm を超える試料が稀に認められるが, 約 7 割以上の試料において As 濃度は 20ppm 以下である(図4a).

一方, 強変質安山岩の硫化鉱物濃集部では, より高濃度の As を含有している. 硫化鉱物の産状タイプごとに As の最高含有量を比較すると, 墨流し状の硫化鉱物を有する変質安山岩が最も As に富んでおり(19~1197ppm), 砂状(57~90ppm), 斑点状(2~104ppm), プール・脈状(1~148ppm)の順に減少している(図4). また, 土壌含有量の基準値 150ppm を上回る As の高濃度領域は墨流し状および斑点状の硫化鉱物が重なって産出する領域に限定されている.

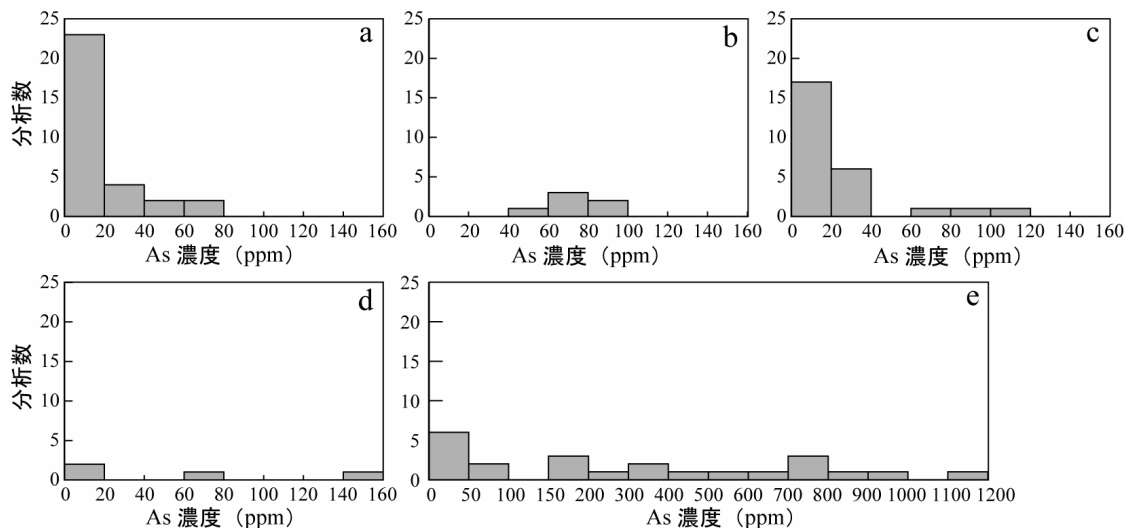


図4. 万年変質安山岩における硫化鉱物の産状に基づく As 含有量のヒストグラム.

a: 散点状, b: 砂状, c: 斑点状, d: プール・脈状, e: 墨流し状.

鉱物化学組成

愛媛大学理学部に設置しているエネルギー分散型 EPMA (日本電子製 JSM-5400) を使用して、硫化鉱物の鉱物化学組成分析を行なった。黄鉄鉱と白鉄鉱は、その断面の形状に基づいて区分した。

万年安山岩体の As を含む主な鉱物は硫砒鉄鉱である。硫砒鉄鉱は墨流し状の硫化鉱物を有する変質安山岩で特徴的に認められ、白鉄鉱結晶の周縁部に付着もしくは黄鉄鉱と包有しあって産している(図5)。また、黄鉄鉱、白鉄鉱および褐鉄鉱中からも少量の As が検出された。白鉄鉱には 2 wt.% を超える As を含有するものも認められた。

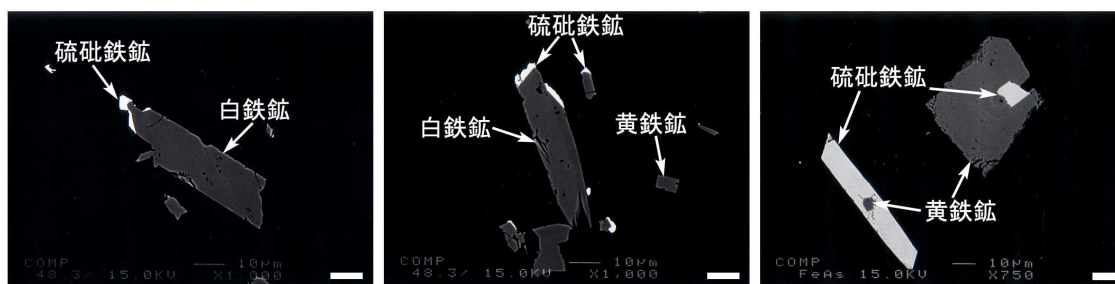


図5. 墨流し状の硫化鉱物を有する万年変質安山岩の組成像. スケールは 10 μ m.

考察

今回検討した変質安山岩などの火山岩において、As 濃度の高い領域を識別するためには、硫化鉱物の鉱物組み合わせ、鉱物量比およびそれらの産状・組織の関係を明らかにすることが重要である。万年安山岩体の場合、硫化鉱物の産状・組織を(1)散点状、(2)砂状、(3)斑点状、(4)プール・脈状、(5)墨流し状、および(6)硫化鉱物を含まないもの、の6タイプに区分した。そのタイプ区分と As 濃度の相関を見ると、墨流し状および斑点状の硫化鉱物が重なって産出する変質安山岩が As を最も高濃度に含有していることが明らかになった。簡単な訓練を受けた地質技術者であれば、墨流し状および斑点状の両タイプの硫化鉱物を有する変質安山岩を比較的容易に見出すことが可能であると考えられる。

また、今回の発表では、ほとんど触れられていないが、土木工事以前に硫化鉱物濃集領域の形態およびそれらの地表下の3次元分布をより正確に推定することが重要となる。この点については、別の機会に報告したい。

文献

- 1) 榊原正幸・中井芳恵・千葉悦子・近石沙知子・佐野 栄・堀 利栄, 2005b, 愛媛県砥部町の万年変質安山岩体のボーリングコアにおける硫化鉱物の産状および砒素濃度. 愛媛大学理学部紀要, 27-37.
- 2) 中井芳恵・近石沙知子・榊原正幸・堀 利栄・佐野 栄, 2003, ヒ素に富む変質安山岩の

環境岩石学的研究. 第 13 回環境地質学シンポジウム論文集, 199-204.

- 3) 千葉悦子・榊原正幸・佐野 栄・堀 利栄・中井芳恵, 2005, 愛媛県砥部町の万年変質安山岩体の化学的風化における主要・微量元素の挙動. 愛媛大学理学部紀要, 36-46.
- 4) 榊原正幸・千葉悦子・近石沙知子・中井芳恵, 2005a, 愛媛県砥部町における万年変質安山岩体周辺の地質および熱水変質作用. 愛媛大学理学部紀要, 19-26.
- 5) 須鎗和己・岩崎正夫・鈴木堯士, 1991, 日本の地質 8「四国地方」. 共立出版株式会社, pp.266.
- 6) 愛媛県地質図編集委員会, 1991, 愛媛県地質図. (株)トモエヤ商事.