

## 島根県内の工業鉱物資源の分布と地質概要

大平 寛 人\*

### Mineral resources and geological outline of Shimane Prefecture, SW Japan.

Hiroto Ohira\*

#### Abstract

Non-metallic mineral resources are abundant in Shimane Prefecture, and several mines are currently operating. These resources are mainly formed by hydrothermal systems following igneous activity. Several metallic resources were once mined in the area of Cretaceous to Paleogene granitoids, but all of these mines have been closed since the 1980's. However, hydrothermal sericite and other clay resources, and silica and feldspar from pegmatites are still being quarried. These resources are used as raw materials for paints, cosmetics, and pottery. Zeolite and bentonite resources are quarried from pyroclastic sediments of the Kuri Formation (middle Miocene), from sites distributed around or near the coast from Oda to Matsue City. Zeolite and bentonite are used for soil improvement and other industrial uses such as adsorbents. These minerals were formed by hydrothermal and diagenetic alteration following the effusion of the pyroclastics. Silica sands (Yunotsu district) and clay-rich rocks are distributed sporadically in the Pliocene to Pleistocene Tsunozu Formation in the central to western Shimane Prefecture. The Silica sands are used for ceramics, in the glass industry and for casting, whereas the clay-rich rocks are very important for the roofing tile industry. The youngest hydrothermal activity derived from dacites of the Oe-Takayama volcanic suite was associated with the formation of the Iwami-Ginzan silver mine. Even today, a hydrothermal system associated with dacitic volcanism is active beneath the Mt. Sambe district. The abundance of mineral resources in this area is thus closely related to repeated igneous-hydrothermal activity during the Paleogene to Pleistocene periods.

**Key words:** mine, mineral resource, non-metallic mineral resource, hydrothermal, Shimane Prefecture,

#### はじめに

島根県は古くから銀や銅、鉄の産地として有名であり、近年では黒鉱や石膏、銅、鉛、亜鉛を産出した。採掘される鉱物種は時代や経済情勢とともに変遷し、現在はゼオライト、粘土および珪砂などが工業鉱物資源として採掘されている。この地域がこのような資源に富む理由は、主に以下の地質条件と密接に関連している。(1) 内陸側に山陰帯の花こう岩が広く分布しそれらが熱水変質帯を伴うこと。(2) 大田市から島根半島にかけての沿岸部には第三紀中新世中期の火山噴出物が広く分布し中国地方で唯一のグリーンタフの分布域であること。(3) 県中西部の広い範囲に第三紀鮮新世末期～第四紀の特徴的な堆積岩層が分布すること。(4) 地質時代を通して火成活動に関連する熱水変質を重複して被った地域であることなどである。なお資源の採掘に関してはこれらの地域固有の地質学的条件に加えて、開発に適した社会的環境も重要な要因であると考えられる。今回この地域の鉱床分布と地質との関連や稼業鉱山の地質学的背景と現状について簡単にまとめたので報告する。

#### 鉱床分布域と地質概要

島根県の鉱床および鉱山については島根県の地質(島根県, 1985)に地質概況や開発経緯が休廃止鉱山を含めてかなり詳細にまとめられている。これらの鉱床は地質時代や岩石から大まかに区分することができる。白亜紀～古第三紀の花崗岩に胚胎する鉱床、第三紀中新世の凝灰岩(グリーンタフ)を母岩とする鉱床、第三期末～第四紀の堆積岩および火山岩に関連する鉱床である。これらの多くは火成活動に関連した熱水変質作用によって形成されたものである。現在稼業している主な鉱山の位置を島根県中～東部の地質図(島根県, 1985)上に示す(第1図)。一部の休廃止鉱山も含めてある。鉱山の分布域を見てみると、大まかに内陸部の赤やピンクで示された地域と、石見銀山を含む沿岸部のオレンジ色・青色の地層が分布する帯状の地域におおまかに区分することができる。

赤色やピンク色の地域は主に古第三紀(6500万年前～2300万年)の花こう岩類で、セリサイトやカオリンなどの鉱床が採掘されている。これらの鉱床は花崗岩の進入とそれに伴う熱水変質作用によって形成されたと考えられている。例えば雲南市のセリサイト鉱床は花崗岩の進入後、花崗岩の亀裂沿って熱水が浸透し花崗岩が変質することにより形成された。第1図から明らかなように、これらの鉱床は出雲市から

\*島根大学総合理工学部地球資源環境学科 〒690-8504 松江市西川津町 1060  
Department of geoscience, Shimane University, Nishikawatsu, Matsue, 690-8504, Japan.



地質時代		×10 <sup>6</sup> 年	鉱床母岩・地質	鉱床(鉱山)・成因
新生代	第四紀	完新世	(デイサイト溶岩・凝灰岩) ・大江高山火山群噴出物 ・都野津層 (礫・砂・泥など)	銀、銅、金など (石見銀山・熱水鉱床)
		更新世		0.01
	第三紀	鮮新世	珪石(三子山周辺の鉱山) ・主に風成砂 ・瓦粘土(泉中西部都野津層) ・淡水、海成の粘土質層	珪石(三子山周辺の鉱山) ・主に風成砂
		後期		5.2
		中期		10.4
		前期		16.3
		漸新世		23.3
	古第三紀	始新世	・花崗岩類(鉛山期)	ペントナイト (大田市朝山、出雲市大津、他) ・凝灰岩の熱水変質と結成変質
		漸新世		65
	中生代	白亜紀	後期	・花崗岩類(因美期)
前期			112	
			・花崗岩類(広島期)	セリサイト (錦山・花崗岩の熱水変質) カオリン (矢野馬木・長石の熱水変質)
			・花崗岩類(広島期)	珪石・長石 (馬谷城山鉱山) ・熱水性ペグマタイト)

第2図 地質時代と主な鉱床。古第三紀以前，新第三紀中新世中期，鮮新世～第四紀更新世の地層や岩石が鉱床を胚胎している。かつて採掘された大東地区の鉱山，都茂鉱山，銅が丸鉱山は因美期～鉛山期の花崗岩に関連する。隠岐では珪藻土を採掘する二つの鉱山が稼業している。

の鉱床が形成したとされる(赤坂, 2003)。石見銀山の東側約20 kmに位置する三瓶山周辺の地下にはデイサイトの活動に関連した熱水系が現在も維持されていると考えられる。

以上のように，この地域の鉱床の多くは地質時代ごとの熱水活動と密接に関連して形成された。特に大田市から島根半島に至る地域は，中新世以降の火山活動に伴う熱水変質を重複して被った地域であるということもできる。これらの熱水は内陸側の花崗岩中に胚胎する古い時代の鉱床の一部にも影響を与えたと考えられる。

第2図には主な鉱床と地質時代との関連をまとめた。なお前述したように島根県の鉱床の詳細については島根県の地質(1985)に約200頁にわたってまとめられている。現在の稼業鉱山の分布はカサネン工業株式会社(<http://www.kasanen.jp>)や島根県鉱業振興協会(<http://www.smodo.jp>)のホームページにまとめられている。また中国地方の鉱床と地質時代との関連についてはかつて東元・神谷(1974)によりその概要が報告され，また近年の鉱山の動向については加藤ほか(2004)の報告がある。次節では現在の主な稼業鉱山の概要を地質時代ごとに述べる。

### 白亜紀-古第三紀の鉱床

白亜紀-古第三紀の鉱床は主に第1図のピンク～赤色の内陸側の地域に位置する。現在は雲南市三刀屋の鍋山鉱山や益田市馬谷の馬谷城山鉱山などが稼業している。

鍋山鉱山は雲南市三刀屋町乙加宮に位置し，斐川礦業株式会社によりセリサイト(熱水性の微細白雲母)が坑道採掘されている(第3図)。セリサイトの抽出，精製などの工程は別の場所で行っている。この鉱床は約50 Maの鶴(ひよどり)花崗岩中に発達するNW方向の亀裂に沿って，花崗岩形成末期の熱水が浸透し，周囲の花崗岩をセリサイトに変質させたものである。鉱体の規模はおおまかに厚さ30 mで北西-

南東方向の伸びが100 mを越えるレンズ状または板状で，鉱体は北東に約70°傾斜している(高木ほか, 2000)。現在は-27.5 m準の複数の切羽で採掘しており，切羽へ向かうには坑口から堅坑で-30 m準まで垂直に下りる必要がある。坑道は粘土鉱体の外側の比較的新鮮な花崗岩中に粘土鉱体の伸びの方向と平行に運搬坑道を掘り，そこから軟弱な粘土鉱体へアプローチするよう設計されている。坑道は木枠で支保され，採掘後に再び埋め戻す方法(木枠充填工法)が採用されている。セリサイト鉱体は花崗岩組織を仮像として残すが，残留石英以外はほとんどがセリサイトへ変質し，一部カルサイトと緑泥石が形成している。鉱石からセリサイトを抽出するために主に水ひ法を改良した特別な方法が採用されている。抽出したセリサイトを圧搾・乾燥し，特殊な粉碎・開削工程を経て高純度雲母粉末として製品化される。第4図の写真はセリサイト鉱(熱水変質した花こう岩)，圧搾・乾燥した中間生成品(セリサイトケーキ)および製品粉末である。セリサイトは淡緑色を呈し純度が高く主に塗料原料や化粧品などの産業用途で使用される。この鉱山については北川ほか(1982)や高木ほか(2000)の報告がある。

馬谷城山鉱山は益田市馬谷町にあり，やや古い時代の真砂花崗岩体(白亜紀中期:100~90 Ma)の中央部に位置する。現在西日本鉱業(株)により珪石や長石が大規模に露天採掘されている。地質の概要は須藤(2001)に，また放射年代や冷却史についてはKihara et al.(2005)で述べられている。鉱床は粗粒黒雲母花こう岩中に胚胎する熱水性ペグマタイトで，周囲および内部にはアプライト質岩を伴う。ペグマタイトは10~数10 cmの塊状カリ長石と塊状石英の集合体からなり，石英は白色で部分的に錐の明瞭な自形結晶(六方石)を呈して産する。鉱山内には多数の切羽があり，それらの標高差は最大150 mに達する大規模な鉱山である(第5図)。珪石，長石の選別・粉碎・洗浄を鉱山内で行い，主に陶器や耐火材料などの産業用途に利用される。

なお奥出雲町矢野馬木のカオリン鉱床(第1図)はごくわずかに採掘の形跡が残されていたが2006年の大雨で採掘場への取付き道路が崩れている。

### 新第三紀中新世中期の鉱床

この時代の鉱床としてゼオライト(沸石)やペントナイト(膨潤性粘土:モンモリロナイト)が大規模に採掘されている。これらの非金属鉱床と地質との関連については多数の報告がある(例えば，歌田・湊, 1972; 飯塚ほか, 1974; 酒井ほか, 1980)。また石見地域(大田市周辺)についてはかつて黒鉱探査の視点から地表調査とボーリングに基づいた報告や研究がある(物部, 1972; 吉田ほか, 1977; 吉田, 1979; Yoshida et al., 1981)。

ゼオライトの稼業鉱山は大田市の五十猛地域と長谷地域，および大田市仁摩町天河内付近にある。この地域のゼオライトはCEC(陽イオン交換能)が120~180 (meq/100 g)と高く，岩相が比較的均質であるため，ゼオライト岩として大規模に採掘されるのが特長である。五十猛地域と長谷地域はいずれ



第3図 雲南市三刀屋の鍋山鉱山の-27.5 m準の切羽(斐川礦業(株))。木枠で支保され採掘後は埋め戻す工法を採用している。



第5図 益田市馬谷の馬谷城山鉱山(西日本鉱業(株))。山の斜面に複数の切羽があり標高差は150 m以上ある。塊状長石と、塊状または自形石英(六方石)が採掘される。



第4図 セリサイトの鉱石(変質した花崗岩)、中間製品(ケーキ)および製品粉末。



第6図 五十猛地域のゼオライト鉱山(三井金属資源開発(株)石見鉱業所)。地表から-50 m以深まで良質のゼオライト岩(クリノプチロライト)を産する。

も現在は三井金属資源開発(株)石見鉱業所により採掘されている。五十猛地域では斜プチロ沸石(クリノプチロライト)からなる軟質の流紋岩質凝灰岩を坑道採掘しており、地表から-50 m準以深まで良質なゼオライト岩が分布している(第6図)。現在は地表から新たに坑道を掘削しながらゼオライト岩を採掘している。なおこの鉱山ではかつては近傍の海拔-30 m~-100 mレベルで黒鉱や石膏が採掘された(吉田, 1979, 島根県, 1985)。坑道で採掘されるゼオライト岩は淡緑青色を呈する凝灰岩で(第7図)、屋内での乾燥工程で淡褐色に変化する。一方長谷地域にはモルデン沸石(モルデナイト)からなる淡緑色の硬質のゼオライト岩が分布し、現在は山の斜面に小規模のベンチを作りながら露天採掘している(第8図)。長谷地域のゼオライト岩は現在の鉱区の外側(南側)の標高の高い部分に広く分布が確認されている(三角・大平, 2005; 三角, 2006)。両地域のゼオライト岩は五十猛の鉱業所内で粉碎、乾燥、製品化され様々な相手先ブランドで出荷される。長谷地域と五十猛地域ではゼオライトの種類、岩石の硬度や色調が異なるが、これは鉱床母岩である凝灰岩

の噴出場所や熱水変質の性質など地質学的条件の違いに密接に関連している。五十猛地域では均質で岩片の少ない火砕岩が母岩であるのに対し、長谷地域では岩片の多い火砕岩で直近のガラス質流紋岩の貫入による熱水変質を被っている(三角, 2006; 三角・大平, 2006)。大田市仁摩町天河内付近で採掘されるゼオライト岩もモルデン沸石(モルデナイト)からなり、島根ゼオライト(株)により採掘され、(株)イズカにより製品化されている。これらゼオライト岩は土壤改良剤のほか飼料、建材、ろ過材など多様な産業用途に利用される。

ベントナイトは久利期の流紋岩質凝灰岩あるいはその上位の大森期凝灰岩が採掘対象であり、例えば大田市朝山町朝倉付近ではカサネン工業(株)などにより採掘されている。ベントナイトは各種粘結材などの工業用途のほか、ボーリング泥水や農業土木分野でも広く利用されている。酒井(1970)によれば久利層中部に挟在する頁岩層より上位の層準の淡緑色凝灰岩層のうち岩片や礫の少ない部分がベントナイト化(モンモリロナイト化)したとされる。井上ほか(1981)や酒井ほか(1980)によればベントナイト鉱床は主に久利層のデイサ



第7図 坑道内で観察されるゼオライト岩。採掘直後は淡緑青色を呈するが屋内での乾燥工程で次第に褐色化する。



第8図 長谷鉾山最上部の採掘場。山の斜面を採掘しており、緑色～淡緑色の硬質のゼオライト岩（モルデナイト）を採掘している。鉾山下部ではガラス質流紋岩脈が多数貫入している。



第9図 大田市温泉津町荻村（三子山西麓）の温泉津鉾山（株トウチュウ）。



第10図 大田市温泉津町荻村～西田（三子山東麓）の三子山鉾山（瓢屋株）。重機で階段採掘されている。赤褐色の濃い部分も砂岩層で大江高山火山群のデイサイトによる熱水変質を被っている。

イト質火砕岩がその堆積直後に熱水変質作用を受けて形成し、その後も続成変質作用を重複して被ったとされる。朝山町朝倉周辺にはふたつの採掘場があり淡緑色で比較的均質なベントナイト鉾石を採掘している。現在は主に大津町南方においてゼオライトを含むCEC（陽イオン交換能）の高いベントナイト鉾石が採掘されている。

なおこの時代の鉾床群は島根半島にも連続して分布する（第1図）。出雲市河下町の鱈淵鉾山ではかつて石膏を大規模に採掘したが1978年に閉山した。大社町鶴峠の鷲銅山は中世から存在し（島根県，1985），戦後は日本鉾業や大宝鉾業によって銅鉾石や石膏を採掘したが1968年～1972年にかけて全山閉山した（田中，1994）。ここでは精錬跡やスラグからの排水がその後の鉾業者によって現在も管理されている。ゼオライトも島根半島にかけて広く分布しており、出雲市の一畑薬師周辺（小堺町後山）にはゼオライト岩（モルデナイト）や火山ガラスの採掘場が複数箇所あり地質や鉾物学

的特徴が報告されている（飯塚，1996）。また宍道湖対岸の玉湯町周辺にはゼオライト岩（クリノプチロライト）が相当量貯存するとされる（飯塚ほか，1974）。

### 新第三紀末～第四紀の鉾床

この時代の工業鉾物資源としては珪砂や窯業用粘土が重要で都野津層とよばれる地層に胚胎する。都野津層は300万年～100万年前に堆積した地層で、大田、温泉津、江津から益田にかけて局所的に分布し、基盤は中新世中期の久利層や大森層の火砕岩類あるいは古第三紀花崗岩である。なお石見銀山の銀鉾床もこの時代の大江高山火山群の活動に関連して形成された鉾床である。

珪砂鉾床は1960年代頃から大田市温泉津町周辺で開発され（島根県，1985），石見銀砂あるいは石見珪砂として利用されている。温泉津町荻村の三子山西麓の鷲峰寺周辺の温泉

津鉱山では淡赤褐色の珪砂が(株)トウチュウにより採掘されている(第9図)。三子山東麓の三子山鉱山では淡黄褐色の珪砂が(株)瓢屋(ひさごや)により大規模に階段採掘されている(第10図)。石英砂層はさくさくと掘る事ができ、やや凝灰質であるが、非常に均質な中粒～細粒の砂岩層である。一部赤褐色を呈するのは後の大江高山火山群の活動に由来する熱水変質を受けた部分で、採掘場近傍にはデイサイトの岩脈や貫入岩体も見られる。採掘された珪砂は洗浄・選別後、ガラス原料、鋳物材料、陶器原料および建築材料などの用途で出荷される。井上(1977)によれば三子山周辺では都野津層が基盤の久利層や大森層の火砕岩に対して不整合に堆積し、下位から基底礫岩、シルト岩、石英砂岩I、火砕岩および石英砂岩IIの順にほぼ水平に堆積しており、資源として利用可能な石英砂岩層の最大層厚は60mにも達するとされる。

窯業用原料(瓦原料)として重要な粘土質岩も都野津層中に広く分布する。これらは淡水性粘土や海成粘土を主体とし、後者については焼成時の発泡や発色不良の原因となる黄鉄鉱除去が試みられた(長野ほか, 1996 a, b, c; 長野ほか 1998)。一般に県内の他の非金属鉱物資源は原料(岩石や鉱物)のまま加工・精製・製品化される。それに対し都野津層の瓦原土(粘土)は原料として採掘され、石州瓦(完成品)として出荷されるのが特徴である。瓦原料の粘土の多くは県内産でまかなわれ、その採掘量は年間30万t以上と見積られる(山陰経済ウィークリー, 2006)。ただし一箇所から大規模に長期間採掘するケースは少なく、個々の採掘場は小規模で採掘期間も短い。そのため採掘場所が変遷する傾向にある。良質の瓦原料の枯渇は極めて深刻な問題とされ、近年は低品位粘土の活用や(原田ほか 2002)、風化花こう岩の配合なども試みられており(塩村, 1996; 原田ほか, 2001)、一部は実用化されている。なお都野津層中の窯業用粘土の分布概要については島根県(1985)にも述べられているが、近刊予定の日本地方地質誌、中国地方(朝倉書店; 永島晴夫分筆)などを参照されたい。

石見銀山の鉱床形成は、都野津層の堆積よりもわずかに後の時代(200万年～100万年)の大江高山火山群の活動と密接に関連している。石見銀山は中世から銀を産出し最盛期で年間30～40tの銀を生産したとされる(島根県, 1985)。また1886年以降藤田組(現同和鉱業株式会社)により開発され、銅、銀および金を産出したとされる(迫田ほか, 2000)。石見銀山の鉱床母岩や鉱化作用の時代の解明については、詳細な地質学的研究や放射年代の研究に負う部分が大きい。都野津層研究グループ(1983)は都野津層と大江高山火山群噴出物の詳細な地質と植物および花粉化石の検討から、都野津層の堆積時代を第三紀鮮新世中期から第四紀更新世前期とした。また大江高山火山群の活動を第三紀鮮新世後期から第四紀更新世前期と考えた。井上ほか(1983)は石見銀山周辺の三久須(仙山)、矢滝、高山の各デイサイト岩体のフィッシュン・トラック年代(0.86–1.2 Ma)から、この地域のデイサイト(鉱床母岩)が大江高山火山群の一連の活動の後期に相当すると述べた。迫田ほか(2000)は詳しい鉱化作用の検討とデイサイトのK-Ar年代から、大江高山火山群のなかでも

1.5～1.2 Ma(150万年～120万年)に活動したデイサイトに由来する熱水が、金や銀の濃集に重要な役割を果たしたと述べている。なお大江高山火山群噴出物や都野津層については永井ほか(2004, 2005)により既報の放射年代と調和的なフィッシュン・トラック年代が報告されている。以上のことから石見銀山はこの地域で最も新しい時代の熱水活動によって形成された鉱床といえる。デイサイトの火山活動に伴う熱水系は石見銀山東方約20kmに位置する三瓶活火山の地下に現在でも維持されていると考えられる。

## ま と め

島根県には熱水活動に関連した鉱床が数多く分布し、おおまかに白亜紀～古第三紀、新第三紀中新世久利期、第三紀末から第四紀の鉱床に分けることができる。これらの鉱床の形成はこの地域が地質時代を通して火成活動に伴う熱水活動を重複して被ったことと密接に関連している。特に大田から出雲を経て島根半島に至る地域は、地質時代を通して大規模な古熱水系を形成したと考えることもできる。これらの熱水は内陸側の古い時代の鉱床にも影響を与えた。採掘対象となる鉱物種は時代と経済情勢に応じて変化し、現在ではゼオライト、ベントナイト、珪砂およびセリサイトなどが重要な工業鉱物資源として採掘されている。これら稼業鉱山の様子をあわせて紹介した。

## 謝 辞

斐川礦業(株)の伊藤通規氏および伊藤滋敏氏にはご指導とともに種々の便宜を図っていただいた。三井金属資源開発(株)石見鉱業所の田平康夫氏をはじめ皆様には教育・研究に関してご指導とご協力を賜った。(有)池田建設池田卓司氏には鉱山の地質に関してご教示いただいた。島根県産業技術センターの永島晴夫氏には多々ご教示いただいた。本学のバリー・ロザー氏にはアブストラクトに目を通していただいた。以上の皆様に感謝申し上げます。

## 文 献

- 赤坂正秀(2003)石見銀山の地質と鉱床、中国地域と対外関係(岸田裕之編)。山川出版社, 119-129。  
 飯塚信之(1996)県内産火山ガラスの工業利用に関する研究(第4報)―平田市一畑薬師付近の火山ガラス―。島根県立工業技術センター研究報告, 33, 46-48。  
 飯塚 越・井上多津男・赤木和夫・板倉雅之・大森保幸(1974)県内産ゼオライト・ベントナイト鉱床の調査研究―第1報 玉湯町周辺に産する沸石岩の産状と塩基交換能について。島根県工業試験場報告書, 11, 143-162。  
 原田達也・若槻和郎・川谷芳弘(2001)瓦坏土としての低品位粘土活用技術開発―低品位粘土と金城風化花崗岩の配合基礎試験―。島根県産業技術センター研究報告, 38, 72-75。  
 原田達也・若槻和郎・上野敏之・川谷芳弘(2002)未利用粘土活用技術の開発―低品位粘土を用いた瓦用坏土による石州瓦の試作―。島根県産業技術センター研究報告, 39, 75-79。  
 井上秀雄・植田芳郎・寺島 滋(1977)島根県宍摩郡温泉津町三子山周辺の珪砂鉱床。地質調査所月報, 28, 445-459。  
 井上多津男・酒井禮男・飯塚信之(1981)島根県大田市朝山町付近の

- 中新統の層序と変質。鳥根県立工業技術センター研究報告, 18, 20-28.
- 井上多津男・高島 勲・酒井禮男・飯塚信之(1983) 大江高山火山群の溶岩類のフィッシュン・トラック年代. 地球科学, 37, 275-278.
- 加藤芳郎・月森勝博・畑 和宏・林 秀樹・松原 利直(2004) 鳥根の地下資源. 鳥根県技術士会研究活動 2004, 1-5.
- Kihara S., Hoshino K., Watanabe M., Nishido H. and Ishihara S. (2005) K-Ar ages of granitic magmatism and related pegmatite formation at Umanotani Shiroyama Mine, Shimane Prefecture, SW Japan and their bearings on cooling history. *Resource Geology*, 55, 123-129.
- 北川隆二・柿谷 悟・舟木 晃(1982) 鳥根県飯石郡三刀屋町付近のセリサイト鉱床中の雲母粘土鉱物. *粘土科学*, 22, 54-67.
- 三角 寿・大平寛人(2005) 鳥根県大田市長谷地域の地質とゼオライト化変質. 鳥根県地学会誌, 20, 81-85.
- 三角 寿(2006) 鳥根県大田市長谷及び五十猛地域の地質とゼオライト化変質. 2005年度鳥根大学総合理工学研究科(地球資源環境学専攻)修士論文, 95 p.
- 三角 寿・大平寛人(2006) 鳥根県大田市周辺のゼオライト化変質とFT年代. *フィッシュン・トラックニュースレター*, 19, 19-24.
- 物部長進(1972) 石見鉱山の下部探鉱について. *鉱山地質*, 22, 121-128.
- 永井淳也・山内靖喜・大平寛人・永島晴夫(2004) 山陰地域に分布する鮮新-更新統江津層群のFT年代測定. *フィッシュン・トラックニュースレター*, 17, 17-24.
- 永井淳也・永島晴夫・山内靖喜・大平寛人(2005) 山陰地方に分布する江津層群および大江高山火山群のFT年代. *フィッシュン・トラックニュースレター*, 18, 13-17.
- 長野和秀・瀧山直之・野田修司・熊野一裕・森 忠洋(1996a) 酸化鉄細菌による海成粘土中のパイライトの除去(第1報) - エアリーフト方式による処理 -. 鳥根県立工業技術センター研究報告, 33, 8-15.
- 長野和秀・瀧山直之・野田修司・熊野一裕・森 忠洋(1996b) 酸化鉄細菌による海成粘土中のパイライトの除去(第2報) - 散水方式による処理 -. 鳥根県立工業技術センター研究報告, 33, 16-18.
- 長野和秀・瀧山直之・野田修司・熊野一裕・森 忠洋(1996c) 酸化鉄細菌による海成粘土中のパイライトの除去(第3報) - 野外野積み方式による処理 -. 鳥根県立工業技術センター研究報告, 33, 43-45.
- 長野和秀・瀧山直之・野田修司・熊野一裕・森 忠洋(1998) 酸化鉄細菌による海成粘土中のパイライトの除去(第4報) - 処理粘土を使用した瓦の試作 -. 鳥根県立工業技術センター研究報告, 35, 20-21.
- 酒井礼男(1970) 鳥根県大田市朝倉ベントナイト. *地学雑誌*, 79, 49-55.
- 酒井禮男・井上達男・飯塚信之(1980) 鳥根県大田市北部の火砕岩の変質 - とくにフェリエライトの産状について -. 鳥根県立工業技術センター研究報告, 17, 52-61.
- 迫田昌敏, 児玉敬義・井上常史(2000) 鳥根県大森鉱山(石見銀山)のAu-Cu-Ag 鉱化作用とK-Ar年代. *資源地質*, 50, 45-60.
- 山陰経済ウィークリー(2006) インサイドレポート, 粘土資源枯渇に備え新型瓦開発へ, 山陰中央新報社, 8月8・15日号, pp 11.
- 塩村隆信(1996) 金城風化花崗岩の配合によるクリストパライトの生成量の変化. 鳥根県立工業技術センター研究報告, 33, 49-53.
- 鳥根県(1985) 鳥根県の地質, 646 p.
- 須藤定久(2001) 日本の長石及び長石質資源. *地質ニュース*, 559, 50-58.
- 高木哲一・内藤一樹・飯泉 滋(2000) 鳥根県東部の花崗岩類と鉱床. 日本地質学会第107年学術大会見学旅行案内書, 35-44.
- 田中 稔(1994) 鉱山見聞紀. 鷲銅山通信, 2, 10-11.
- 東元定雄・神谷雅晴(1974) 中国地方の鉱物資源. *地質ニュース*, 243, 30-47.
- 都野津団研グループ(1983) 鳥根県中部の都野津層と大江高山火山群. 日本の鮮新・更新統, 地団研専報, 25, 151-160.
- 歌田 実, 湊 秀雄(1972) 鳥根県西部の新第三系凝灰岩に見られる沸石の累帯分布. *地質学雑誌*, 78, 329-340.
- 吉田哲雄・井沢英二・森本憲秀(1977) 鳥根県石見鉱床における熱水変質作用. 27, 181-189.
- 吉田哲雄(1979) 流体包有物から見た鳥根県石見鉱床の形成過程について. *鉱山地質*, 29, 21-31.
- Yoshida T., Mukaiyama H. and Izawa E. (1981) Alteration in the Iwami Kuroko District, Shimane Prefecture, Japan. *Mining Geology*, 31, 367-381.