

島根県大田市周辺のゼオライト化変質と FT 年代
三角 寿*・大平寛人**

Zeolite alteration and fission track ages
reported from Oota-city, Shimane Prefecture, SW Japan
Hisashi Misumi* and Hiroto Ohira**

* 島根大学大学院総合理工学研究科, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Shimane Univ.

** 島根大学総合理工学部地球資源環境学科, Department of Geoscience, Shimane Univ.

はじめに

資源としてのゼオライトは、わが国ではそのほとんどが中新世の火山活動地帯(グリーンタフ地域)に産出し、ゼオライト鉱物の種類は、モルデン沸石と斜プチロル沸石が多い(前田, 2003)。西南日本島根県のゼオライト資源もグリーンタフ地域にみられ、東は玉湯町玉造温泉及び平田市野郷町から西は温泉津町までの範囲に分布する(酒井, 1985)。現在島根県内ではいくつかの鉱山が事業の大小を問わず開発され、良質の鉱業製品へと加工されている。

とくに島根県西部の大田市五十猛の石見鉱山は斜プチロル沸石を主とするゼオライトの大規模な採掘を行なっている。かつて同鉱山については、黒鉱床の探査や成因の視点からいくつかの研究が報告されてきた。金属鉱業事業団(1967)などにより五十猛地域の広域調査が行なわれ、黒鉱床の成因と変質作用との関係が報告され、流紋岩の貫入による同鉱床形成時の熱水変質作用によってゼオライトを含む粘土化帯が形成されたことが明らかとなった。また関連した鉱床形成モデルもいくつか提示されている(吉田ほか, 1977: 吉田, 1979)。

一方、長谷地域については、ゼオライトや粘土を産する鉱山が分布するが五十猛地域(石見鉱山)のような地質・変質作用の研究はほとんど報告されていない。

そこで、長谷地域を主に捉えてゼオライトの形

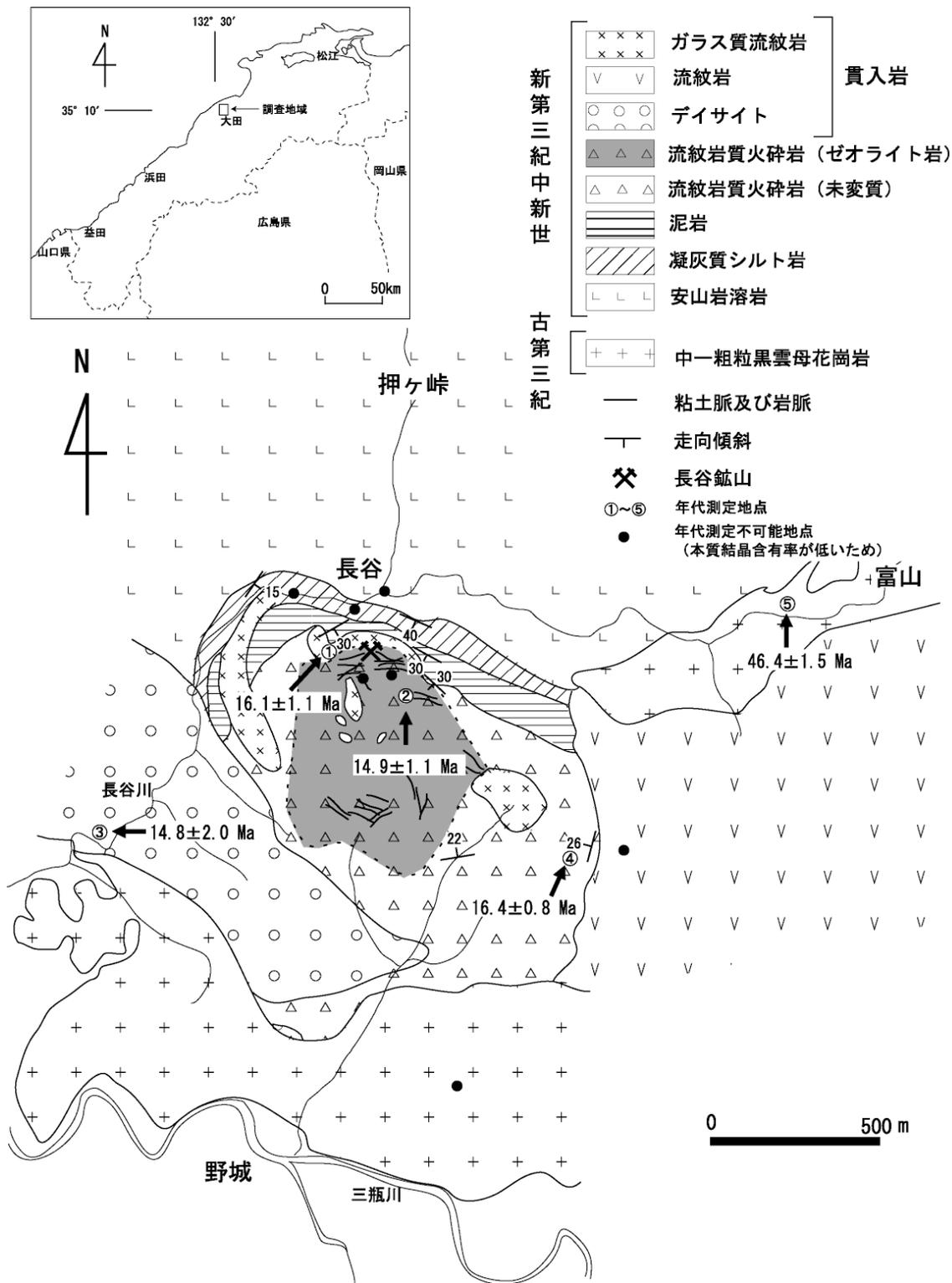
成に関連した変質作用を明らかにする目的で、三角・大平(2005)に新たな年代値を加え、さらに流体包有物を用いてゼオライトの形成ステージおよび熱水についての検討を行ったので報告する。

地質

長谷鉱山を含む同地域は大田湾入部の縁部に位置し、地質は古第三系の基盤岩と新第三系中新統久利層に相当する火成岩及び火砕岩が同地域の大部分を占める(第1図)。

地質調査の結果久利層は、下位より、安山岩溶岩、凝灰質シルト岩、泥岩、および流紋岩質火砕岩からなり、整合関係にある。最上位の流紋岩質火砕岩の一部はゼオライト化しており、地質図上ではゼオライト化したものとそうでないものに区分される。長谷鉱山区域内では、ゼオライト化した流紋岩質火砕岩と明瞭な境界を持つ赤色の粘土化帯がみられた。貫入岩は、ガラス質流紋岩、流紋岩及びデイサイトからなる。ガラス質流紋岩は、流紋岩質火砕岩を貫き、ゼオライト岩の周囲に分布し、自身もゼオライト化変質を受けている。他にデイサイトが鉱山南側において流紋岩質火砕岩と花崗岩の境界部に、また鉱山東側では流紋岩質凝灰岩に貫入する。

なお、凝灰質シルト岩・泥岩の走行傾斜からゼオライト化した流紋岩質火砕岩の北縁部(鉱山付近)において顕著な半盆状構造の存在を推定することができる(第1図)。



ジルコンのFT年代値

今回新たに古第三紀中-粗粒黒雲母花崗岩，中新統久利層凝灰質シルト岩，流紋岩質火砕岩（非

ゼオライト）及び貫入岩の流紋岩とデイサイトを対象とした。測定手順は大平・永井（2004）および大平（2004）に従い Zeta 値として $367.1 \pm$

表 1 FT 年代測定結果.

Sample No.	No. crystals	Spontaneous ρ_s (Ns) ($\times 10^6/\text{cm}^2$)	Induced ρ_i (Ni) ($\times 10^6/\text{cm}^2$)	Dosimeter ρ_d (Nd) ($\times 10^5/\text{cm}^2$)	P(χ^2) %	r	U ppm	Age (Ma) ($\pm 1\sigma$)
①ガラス質流紋岩	13	1.249 (331)	2.472 (655)	1.739 (4041)	29.4	0.95	190	16.1 \pm 1.1
②粘土化帯	10	1.366 (265)	2.918 (556)	1.740 (4044)	17.4	0.92	184	14.9 \pm 1.1
③デイサイト	6	1.123 (82)	2.329 (170)	1.674 (7739)	4.5	0.63	193	14.8 \pm 2.0
④流紋岩質凝灰岩(未変質)	18	3.099 (812)	5.786(1516)	1.889 (7718)	8.6	0.63	443	16.4 \pm 0.8
⑤野城花崗岩(北部)	26	4.562(3093)	2.994(2021)	1.665 (7697)	23.8	0.87	226	46.4 \pm 1.5

4.1 を用いた. いずれの試料もジルコン含有量は少なく, 大きさも小さいために各試料の測定粒子は少ない. 新たに得られた年代値はそれぞれ 46.4 \pm 1.5Ma (基盤花崗岩), 16.4 \pm 0.8Ma (未変質流紋岩質凝灰岩), 14.8 \pm 2.0Ma (デイサイト) である. 第 1 表にはこれまでに測定した値とともに年代を示す. 基盤の花崗岩を除いていずれの年代値も久利期 (15 ~ 16Ma) を示し, 誤差範囲内である.

変質鉱物

長谷地域のゼオライト鉱床を形成する鉱体の変質鉱物組み合わせは三角・大平 (2005) よりモルデン沸石+スメクタイト±トスダイト±トリディマイト±オパールとなる. ゼオライト岩は Izawa et al (1990) 及び Hedenquist et al (1996) による変質分帯では I 帯クリストバライト (トリディマイト) - スメクタイト帯から II 帯石英 - スメクタイト帯にまたがり, 中からアルカリ性の変質を強く受けている.

流体包有物の均質化温度と塩濃度

ゼオライト形成に関連する熱水の検討を行うために均質化温度と塩濃度を求めた.

流体包有物は, 一般に鉱物が熱水から晶出する際に鉱物の内部に流体が捕獲されたものである.

なお, 均質化温度は流体包有物を加熱したときに, 気液二相であったものが液相一相になるときの温度であり, 塩濃度は流体包有物を液体窒素を用いて凍結 (-50℃) させ, その後ゆっくり加熱し, 氷が消滅したときの温度 (融点) から求められる. 融点および Bodnar (1992) の式から NaCl 換算の塩濃度 (wt%) が求められる.

実験には Linkam 社製 顕微鏡冷却・加熱装置 (Linkam LK-600PM) を使用. 冷却時の冷媒は液体窒素を用いた.

主に長谷地域ではゼオライト岩中に網の目状に細脈として充填したアモルファスシリカが多数観察された. アモルファスシリカの組織は繊維状を呈して包有物は含まれないが, 一部では細脈の中心部に石英が晶出している. そこで, 今回の石英脈を用いて測定を行った. 112 個の包有物について測定された均質化温度は 120 ~ 300℃と広い温度幅を持ち, 190 ~ 200℃の範囲に集中している (図 2).

塩濃度は 40 個の包有物から得られ, その値は 0~0.7wt%と広がりを持ち, 値はおよそ 0.3wt%に集中している (図 3). この値は, 海水の値 (約 3.0 wt%) より低く, 天水に近い. またこの結果

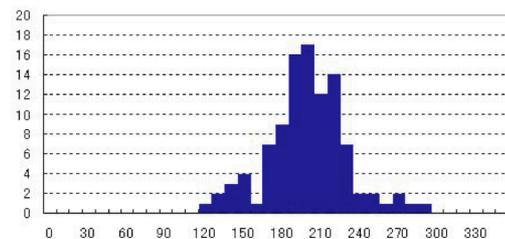


図 2 均質化温度ヒストグラム (長谷鉱山). 縦軸が測定個数, 横軸が温度 (°C).

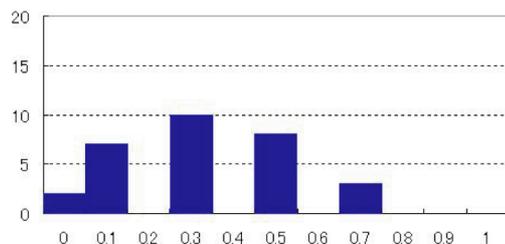


図 3 塩濃度(wt%)ヒストグラム (長谷鉱山). 縦軸が測定個数, 横軸が NaCl 換算の塩濃度 (wt%)

は現在の活発な海岸部の地熱帯の結果と同様な傾向を示している。

結論と考察

地質調査及びX線回折結果から、ゼオライト鉱床の形成は流紋岩質火砕岩の噴出に引き続いて起こったガラス質流紋岩の貫入に伴う熱水活動と密接に関連していると考えられる。

まず初期に長谷北部での安山岩の活動がおり、その後凝灰質シルト岩および泥岩が堆積した。ひきつづき流紋岩質火砕岩の噴出、ひきつづいてガラス質流紋岩および細脈の貫入が継起的に行われ、ゼオライトはこの時期に形成された(第4図破線囲み)。その後これらゼオライト岩を切るように粘土化帯が形成され、最後に流紋岩とデイサイトが貫入した。

ジルコンのFT年代値から長谷地域のゼオライト鉱床は、新第三紀久利期(15~16Ma前後)からの一連の火成活動に伴った熱水活動によって形成されたと考えられる。

流体包有物の均質化温度からゼオライト鉱床の形成に関連した熱水の温度は幅が広いがおおよそ200℃前後の活発な熱水であると考えられる。一連の火砕岩の噴出からガラス質流紋岩の貫入と石英細脈の充填までの間の継起的な熱水活動に関連したゼオライト化変質は堆積盆縁部(大田湾入部縁部)で生じている。流体包有物の塩濃度が著しく低いことは海水よりも天水起源の地下水の影響を強く受けていることを示唆する。

参考文献

- Bodnar, R.J. 1993 : Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solution. 59, 683-684.
- Hedenquist, J. W. and Lowenstern, J. B. 1994, The role of magmas in the formation of hydrothermal ore deposits. *Nature*, 370, 519-527.
- Izawa, E., Urashima, Y., Ibaraki, K., Suzuki, R., Yokoyama, T., Kawasaki, K., Koga, A. and Taduchi, S. 1990, The Hishikari gold deposit ; high-grade epithermal veins in Quaternary volcanics of southern Kyushu, Japan. *Jour. Geochemical Exploration*, 36, 1-56.
- 鹿野和彦・松浦浩久・沢田順広・竹内圭史, 1998, 石見太田及び大浦地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所 28-56.
- 前田寛, 2003, ゼオライトの特性とゼオライト岩の利用, 「資源環境地質学—地球史と環境汚染を読む」, 資源地質学会編, 449-450.
- 通商産業省, 1967, 昭和44年度広域地質調査報告書 北島根地域。
- 三角寿・大平, 2005, 島根県大田市長谷地域の変質作用とFT年代。フィッション・トラックニュースレター, 18, 51-55.

長谷ゼオライト鉱床形成ステージ

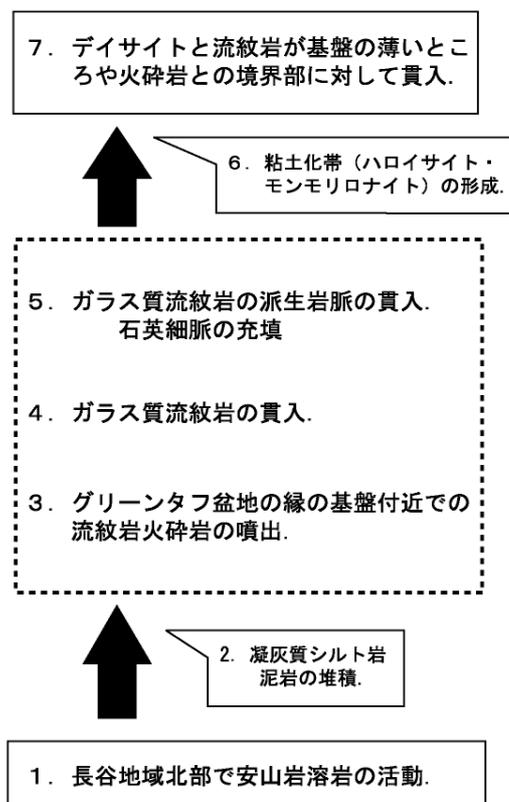


図4 長谷地域のゼオライト鉱床形成ステージ

大平寛人, 2004, 埼玉県比企丘陵および荒川河岸に分布する第三紀中新世凝灰岩の FT 年代. 地団研専報,52,51-66.

大平寛人・永井淳也, 2004, 放射年代学 (FT 法) 入門, 地球科学,no.58,185-189.

酒井禮男, 1985, 島根県の地質, 島根県の地質編集委員会 編,542 - 543.

吉田哲雄・井沢英二・森本憲秀, 1977, 島根県石見鉾床における熱水変質作用. 鉾山地質,27,181 - 189.

吉田哲雄, 1979, 流体包有物から見た島根県石見鉾床の形成過程について. 鉾山地質,29(1),21-31.