鉱物学雑誌

第15巻

第5号

1982年7月

論

説

福岡県津屋崎産沸石鉱物の化学 組成と成因

上野 禎一*

花田 京子*

Chemical Compositions and Geneses of Zeolites
from Tsuyazaki, Fukuoka Prefecture, Japan

Teiichi UENO* and Kyoko HANADA*

Abstract

In Tsuyazaki area, Fukuoka Prefecture, there spread Cretaceous granodiorites and Tertiary sediments, in which many kinds of zeolites occur as the veinlets with quartz or calcite and as the cementing materials

1982年6月14日受理

* 福岡教育大学地学教室

Department of Earth Sciences, Fukuoka University of Education,
Akama 729, Munakata-city, Fukuoka Prefecture, 811-41

of conglomerate. These zeolites were identified as heulandite, laumontite, leonhardite, stilbite and analcime by X-ray diffraction, and their chemical compositions were obtained by electron probe micro-analyser. Heulandite has a composition of $\text{Ca}_{0.65} \text{Na}_{4.70} \text{K}_{0.74} \text{Mg}_{0.08} \text{Al}_{8.25} \text{Si}_{28.02} \text{O}_{72} \cdot 22.87\text{H}_2\text{O}$ and occurs as the cementing material of conglomerate. Stilbite has a composition of $\text{Ca}_{1.9} \text{Na}_{6.16} \text{K}_{0.58} \text{Mg}_{0.04} \text{Al}_{9.74} \text{Si}_{26.03} \text{O}_{72} \cdot 27.47\text{H}_2\text{O}$ and often occurs on the heulandite crystal. Leonhardite has a composition of $\text{Ca}_{3.41} \text{K}_{0.42} \text{Mg}_{0.01} \text{Al}_{7.74} \text{Si}_{16.38} \text{O}_{48} \cdot 13.96\text{H}_2\text{O}$ and occurs as the veinlets with quartz. Analcime has a composition of $\text{Na}_{0.94} \text{Ca}_{0.03} \text{Al}_{0.98} \text{Si}_{2.02} \text{O}_6 \cdot 0.99\text{H}_2\text{O}$ and occurs as an idiomorphic crystal in the vug of sandstone in association with a petrified wood. Judging from their occurrences, it is thought that the zeolites found in Tsuyazaki area were formed by the hydrothermal process.

1. 緒 言

福岡県津屋崎付近の地質は、北九州白亜紀花崗岩類に属する北崎花崗閃緑岩、平尾花崗閃緑岩を基盤とし、それらを不整合に覆う砂岩、頁岩、礫岩等からなる第三紀の堆積岩類(津屋崎層)と、その上位の新期カンラン石玄武岩等からなっている。(岡田・小島, 1963¹¹⁾) これら花崗閃緑岩中には沸石、方解石等からなる幅数 mm ~ 数 cm の無数の細脈が走っており、第三紀の堆積岩中にも同様な細脈として、また礫間を充填して各種の沸石鉱物が産出する。特に第三紀層の下部層である岡田・小島 (1963)¹¹⁾ の分類でいう IC 部層 (礫岩層) 中の礫間膠結物は古くから注目され、Harada (1936)⁷⁾、竹原 (1937)¹³⁾、岡本 (1944)¹²⁾ 等により輝沸石とされていたが、岡田・小島 (1963)¹¹⁾ はほとんど束沸石であるとした問題の膠結物である。近年、中牟田 (1976)¹⁰⁾ により本地域の沸石と粘土鉱物に関する詳細な研究がなされ、IC 部層中の礫間を充填する橙赤色の沸石は輝沸石で晶洞状をなしており、その内側に白色ないし無色の束沸石や方解石が晶出していることが明らかにされた。

今回、この IC 部層中の沸石類および他の部層中から採取した二、三の沸石類について EPMA を用いてその化学組成を求めてみた。X 線粉末データとともにその実験結果について以下に報告し、これら沸石類の成因について考察を加えてみる。

Fig. 1. Locality of samples in the Tsuyazaki, Fukuoka Prefecture, and geological map of this area (after Okada & Obata, 1963).

2. 試料の産状

今回調査したのは津屋崎町北西半島部の西海岸である。Fig. 1に試料の採取地点を★印で示し番号を付している。採取地点1はIC部層（礫岩層）中の礫間を充填している沸石鉱物の採取場所である。この礫岩層は岡田・小島 (1963)¹¹⁾により記載された様に、変質安山岩、粗粒玄武岩、ひん岩、火山礫凝灰岩、砂岩および頁岩の数 cm～数 10 cm の円礫からなっている。中牟田 (1976)¹⁰⁾により報告された様に、礫間の膠結物は、礫に接して晶洞状をなす橙赤色の輝沸石とその上に柱状に成長している無色透明～白色の束沸石とからなっている。輝沸石は厚さ 1 mm 程であり、その上の束沸石は長い

Table 1. X-ray powder diffraction data for heulandite from Tsuyazaki.

hkl	I/I _o	d _{obs} (Å)	d _{calc} (Å)
020	100	8.9	8.9
200	1	7.9	7.9
311	1	5.26	5.26
310	1	5.12	5.08
131	3	4.67	4.64
401	1	4.39	4.37
421	2	3.92	3.92
241	1	3.73	3.73
321	1	3.53	3.57
222	1	3.43	3.43
002	1	3.30	3.33
422	2	3.19	3.18
510	1	3.12	3.13
350	6	2.969	2.959
530	1	2.806	2.803
532	1	2.726	2.739
152	1	2.529	2.533
261	1	2.442	2.438
223	1	2.356	2.352
623	1	2.201	2.200
730	1	2.122	2.121
572)	1	1.967	(1.965
841)			1.965
243	1	1.770	1.769
0101	1	1.725	1.723
951)	1	1.698	(1.700
1021)			1.698
a=17.74 ± 0.02 Å, b=17.85 ± 0.01 Å,			
c= 7.44 ± 0.01 Å, β=116.3 ± 0.1°			

ものでは5 mm 程ある。しばしばその束沸石の上に方解石の結晶がみられる。また礫自身の割れ目に沿っても同様な輝沸石と束沸石の生成がみられる。採取地点2は、岡田・小島 (1963)¹¹⁾ の分類でいう IIC 部層に属するが、下部の青灰色砂岩中に幅数 mm～数 cm の白い沸石脈が多くみられる。これら脈を形成している沸石は X 線粉末法によりレオンハルダイトと同定された。中牟田 (1976)¹⁰⁾ は津屋崎層の他の層準からレオンハルダイトを見出しているが、ここではこの IIC 部層中のものについて実験を行なった。採取地点3は、岡田・小島 (1963)¹¹⁾ の分類でいう IVB 部層に属するが、その青灰色砂岩層中に頻りに珪化木がみられ、その近傍に生じている空洞中には径 2 mm 程の白色の自形をした方沸石が晶出している。この方沸石を採取して実験試料とした。

Table 2. Chemical compositions of heulandites.

	1	2
SiO ₂	61.58	57.38
Al ₂ O ₃	15.36	16.91
FeO*	—	—
MgO	0.11	0.01
CaO	1.34	7.00
SrO	—	1.55
Na ₂ O	5.32	0.10
K ₂ O	1.27	1.38
H ₂ O	15.02	16.73
Total	100.00	101.06
Numbers of ions, O = 72		
Si	28.09	26.8
Al	8.25	9.3
Mg	0.08	—
Ca	0.65	3.5
Sr	—	0.4
Na	4.70	—
K	0.74	0.9
H ₂ O	22.87	26.1

* total iron as FeO

- 1: (Ca, Na₂, K₂, Mg)_{3.45} [Al_{8.25} Si_{28.09} O₇₂] • 22.87H₂O, from Tsuyazaki, Fukuoka Prefecture, Japan, Electron probe micro-analysis, this study
- 2: (Ca, K₂, Sr)_{4.4} [Al_{9.3} Si_{26.8} O₇₂] • 26.1H₂O, from Giebelbach, Switzerland, wet chemical analysis, Merkle and Slaughter (1968)

3. 実験結果

今回の調査で採取した輝沸石, 束沸石, レオンハルダイト, 方沸石について, X線粉末法により回折データを, EPMAにより化学組成を求めた。X線粉末回折は, 30 kv, 20 mA, で CuK α 線, Ni-フィルターを使用した。EPMA は日本電子社製 50 A 型を用い, 加速電圧 15 kv, 試料電流 2×10^{-8} A (MgO 上), ビーム直径 20 μ m の条件で測定した。標準試料として合成の SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaSiO₃, 天然の NaAlSi₃O₈, KAlSi₃O₈ を使用し, 補正計算は Bence & Albee (1968)²⁾ 法を, H₂O 補正には湯佐・都築 (1976)¹⁶⁾ の方法を用いた。分析試料は, 冷間埋込樹脂を用いて固め, 研磨の仕上げには粒径 1 μ のダイヤモンドペースを使用した。

Table 3. X-ray powder diffraction data for sodian stilbite from Tsuyazaki.

hkl	I/I ₀	d _{obs} (Å)	d _{calc} (Å)
020	100	9.09	9.08
131	2	5.31	5.29
222	19	4.67	4.69
	2	4.56	
	1	4.48	
312	2	4.29	4.30
	22	4.06	
041	2	4.02	4.03
203	2	3.74	3.74
242	2	3.49	3.49
402	3	3.40	3.40
403	4	3.20	3.21
	1	3.11	
152	18	3.03	3.02
243	1	2.880	2.887
314	5	2.778	(2.788
351)			(2.786
404	1	2.722	2.735
441	2	2.566	2.575
170	1	2.514	2.518
071	1	2.491	2.486
263	1	2.357	2.353
553	1	2.176	2.168
173	1	2.060	2.065
464	1	2.034	2.029
406)	1	1.873	(1.871
054			1.871
006	5	1.825	1.823
306	1	1.811	1.810
394	1	1.640	1.641
466	2	1.590	1.591
537	1	1.555	1.556
a=13.61 ± 0.07 Å, b=18.15 ± 0.02 Å			
c=11.29 ± 0.05 Å, β=129.3 ± 0.3°			

IC 部層から採取した橙赤色の輝沸石の X 線粉末データを Table 1 に示す。最近, Merkle & Slaughter (1968)⁹⁾ が Giebelbach 産の輝沸石を用いて構造の精密決定を行ない, 空間群 Cm, 格子定数 $a=17.73$, $b=17.82$, $c=7.43$ Å, $\beta=116^\circ 20'$ を得ている。津屋崎産輝沸石の格子定数は, $a=17.74$, $b=17.85$, $c=7.44$ Å, $\beta=116.3^\circ$ となり彼らのデータとほぼ同じである。EPMA による分析結果を Table 2 の 1 に示す。比較のために, 2 に Merkle & Slaughter の湿式分析の結果を並記してある。津屋崎産輝沸石は, Giebelbach 産に比し Na, Si に富み, Ca, Al に乏しい。沸石鉱物によくみられる $\text{NaSi}=\text{CaAl}$ 型の置換の他に津屋崎産輝沸石においては, $\text{Ca}=(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Mg})$ 型の置換も相当行なわれている。

次に橙赤色の輝沸石の上に晶出している白色の束沸石の X 線粉末データを Table 3 に示す。束沸石は研究者により異なる面指数が用いられている。

Table 4. Chemical compositions of sodian stilbites.

	1	2
SiO ₂	54.26	56.16
Al ₂ O ₃	17.23	17.17
Fe ₂ O ₃	—	0.02
FeO	—*	0.11
MgO	0.05	0.74
CaO	3.72	4.08
Na ₂ O	6.63	3.60
K ₂ O	0.95	0.85
H ₂ O	17.16	17.99
Total	100.00	100.74

Numbers of ions, O = 72		
Si	26.03	26.55
Al	9.74	9.97
Fe ³⁺	—	0.01
Fe ²⁺	—	0.04
Mg	0.04	0.52
Ca	1.91	2.07
Na	6.16	3.30
K	0.58	0.52
H ₂ O	27.47	28.87

* total iron as FeO

- 1: (Ca, Mg, Na₂, K₂)_{5.32} [(Al_{9.74} Si_{26.03} O₇₂) 27.47H₂O
from Tsuyazaki, Fukuoka Prefecture, Japan, Electron
probe micro-analysis, this study
- 2: (Ca, Mg, Fe²⁺, Na₂, K₂)_{4.54} [(Al, Fe³⁺)_{9.98} Si_{26.55} O₇₂]
28.87H₂O, from Onigajō, Mié Prefecture, wet chemical
analysis, Harada and Tomita (1967)

(Aumento (1966)¹⁾, Harada & Tomita (1967)⁶⁾, Wise (1968)¹⁵⁾ など) ここでは、比較的良好合う Aumento の示した指数を用いて格子定数を求めてみた。d 値の測定値と計算値の差が大きいものについては省き、最終的には Table 3 に示した指数についての最小二乗を行なった。その結果、 $a = 13.61$, $b = 18.15$, $c = 11.29 \text{ \AA}$, $\beta = 129.3^\circ$ の各値が得られたが、格子定数の決定精度は高くない。原因は指数付けにあると思われるが再考を要する問題である。次に Table 4 の 1 に EPMA による分析値を示し、比較のために Harada & Tomita (1967)⁶⁾ による三重県鬼ヶ城産束沸石の湿式による分析値を 2 に示す。両者とも Na の多い束沸石で、いわゆる sodian stilbite といわれるものであるが、津屋崎産の方がより Na に富んでおり、両者の Ca, K

Table 5. X-ray powder diffraction data for leonhardite from Tsuyazaki.

hkl	I/I ₀	d _{obs} (Å)	d _{calc} (Å)
110	100	9.4	9.5
200	30	6.85	6.83
020	1	6.54	6.54
201	2	6.19	6.19
111	4	5.05	5.03
220	18	4.73	4.73
221	7	4.50	4.50
310	2	4.32	4.30
201)	46	4.16	(4.17
130)			4.15
401	2	3.77	
221	15	3.66	3.66
400)	24	3.52	3.52
131)	6	3.41	(3.42
312			3.41
040	6	3.365	3.364
331	18	3.274	3.271
	10	3.205	3.202
	17	3.153	
112	19	3.036	3.036
240	2	2.956	2.951
511	12	2.877	2.879
	5	2.799	
	9	2.576	
	5	2.522	
	4	2.463	
	12	2.441	
	10	2.363	
600	3	2.278	2.278
	3	2.269	
	3	2.217	
060	4	2.180	2.181
	9	2.154	
a=14.76 ± 0.01 Å, b=13.085 ± 0.006 Å			
c= 7.560 ± 0.009 Å, β=112.12 ± 0.09°			

は比較的近い値を示している。束沸石の理想組成 $(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)_4[\text{Al}_6\text{Si}_{28}\text{O}_{72}] \cdot 28\text{H}_2\text{O}$ と比較すると, Si が少なく, Al および金属陽イオン, 特に Na^+ が非常に多いことがわかる。Si $\rightleftharpoons$ NaAl 型の置換が進んでいる。

IIC 部層中から採取したレオンハルダイトの X 線粉末データを Table 5 に示す。濁沸石とレオンハルダイトとの X 線データ, 光学的データおよび化学組成の相違については, Coombs (1952)³⁾ が詳細な記載を行っており, さらに Lapham (1963)⁸⁾ が Pennsylvania の Dillsburg 産のレオンハルダイトについて研究結果をまとめている。Lapham の示した指数を用いて格子定数を求めたところ, a=14.76, b=13.085, c=7.560Å, β=112.12° を得た。これらの値は Coombs の Hungary 産の値および Lapham による Dillsburg 産の値とよく一致しており, この X 線粉末データからは濁沸石ではなくレオンハルダイトとしてよいようである。Table 6 の 1 に EPMA による津屋

Table 6. Chemical compositions of leonhardites.

	1	2	3
SiO ₂	53.45	50.59	52.04
TiO ₂	—	tr.	—
Al ₂ O ₃	21.42	21.56	21.46
Fe ₂ O ₃	—*	0.16	0.12
MnO	—	tr.	—
MgO	0.02	0.41	tr.
CaO	10.38	11.43	11.41
Na ₂ O	—	0.43	0.20
K ₂ O	1.08	0.65	0.66
P ₂ O ₅	—	tr.	—
H ₂ O	13.65	14.09	13.80
Total	100.00	99.32	99.69
Numbers of ions, O = 48			
Si	16.38	15.85	16.13
Al	7.74	7.96	7.84
Fe	—	0.04	—
Mg	0.01	0.19	—
Ca	3.41	3.84	3.79
Na	—	0.26	0.12
K	0.42	0.26	0.26
H ₂ O	13.96	14.74	14.23

* total iron as FeO

- 1 : Ca_{3.41} K_{0.42} [(Al, Mg)_{7.75} Si_{16.38} O₄₈] 13.96H₂O, from Tsuyazaki, Fukuoka Prefecture, Japan, Electron probe micro-analysis, this study
- 2 : Ca_{3.84} (Na, K)_{0.52} [(Al, Fe, Mg)_{8.19} Si_{15.85} O₄₈] 14.74 H₂O, from Shimonita-district, Gunma Prefecture, Japan, wet chemical analysis, Goto et al. (1975)
- 3 : Ca_{3.79} (Na, K)_{0.38} [Al_{7.84} Si_{15.85} O₄₈] 14.23H₂O, from Hungary, wet chemical analysis, Coombs (1952)

崎産レオンハルダイトの分析値を与えてある。比較の為に後藤ら (1975)⁴⁾ による群馬県下仁田産レオンハルダイト, Coombs (1952)³⁾ による Hungary 産レオンハルダイトの湿式による分析値をそれぞれ, 2, 3 に示す。津屋崎産のものは, これら2つに較べて Si, Kが多く, Al, Ca が少ないのが特徴である。レオンハルダイトの一般式 Ca₄ [Al₈Si₁₆O₄₈]・14H₂O と比較すると, CaAl⇌KSi 型の置換が生じているのがよくわかる。濁沸石の一般式は Ca₄ [Al₈Si₁₆O₄₈]・16H₂O であるから, H₂O の分子数からもこの津屋崎産のもの

Table 7. X-ray powder diffraction data for analcime from Tsuyazaki.

hkl	I/I ₀	d _{obs} [°] (Å)	d _{calc} [°] (Å)
110	10	9.9	9.7
111	1	7.80	7.90
200	3	6.86	6.86
211	50	5.60	5.60
220	11	4.85	4.85
311	1	4.15	4.14
321	5	3.67	3.67
400	100	3.43	3.43
332	44	2.923	2.925
422	6	2.800	2.801
431)	15	2.691	(2.691
510)			(2.691
521	14	2.505	2.505
	6	2.423	
611)	7	2.226	(2.226
532)			(2.226
620	1	2.170	2.169
541	1	2.117	2.117
631	2	2.023	2.023
543	1	1.943	1.940
640	10	1.902	1.903
633	6	1.866	1.867
642	1	1.835	1.834
732)	14	1.742	(1.743
651)			(1.743
800	4	1.715	1.715
741	5	1.689	1.689
820	1	1.664	1.664
822	2	1.618	1.617
831	4	1.595	1.595
842	2	1.497	1.497
761	3	1.479	1.480
664	1	1.462	1.463
754	1	1.447	1.446
932	4	1.415	1.415
770)	1	1.386	(1.386
853)			(1.386
806)	2	1.372	(1.372
10,00)			(1.372
10,11	7	1.359	1.359
$a=13.7211 \pm 0.0008 \text{ \AA}$			

はレオンハルダイトである。

IVB 部層中から採取した方沸石の X 線粉末データを Table 7 に示す。Taylor (1930)¹⁴⁾ は方沸石に対して空間群 Ia3d, 格子定数 $a=13.72\text{\AA}$ を与えているが, 今回の津屋崎産方沸石は格子定数 $a=13.7211\text{\AA}$ でほとんど同じ値を得ている。Table 8 の 1 にこの方沸石の EPMA による分析値を与え, 比較のために Harada et al. (1967)⁵⁾ による新潟県間瀬産方沸石の湿式分析値を 2 に示してみた。両者ともよく似た組成をもっているが, 津屋崎産の方が, Na, Ca に富む様である。津屋崎産方沸石は理想組成に非常に近い。

Table 8. Chemical compositions of analcimes.

	1	2
SiO ₂	55.08	55.86
Al ₂ O ₃	22.62	22.29
FeO+Fe ₂ O ₃	—*	0.16
MgO	0.02	0.15
CaO	0.88	0.47
Na ₂ O	13.25	12.21
K ₂ O	0.03	0.07
H ₂ O	8.12	9.45
Total	100.00	99.66
Numbers of ions, O = 6		
Si	2.015	2.045
Al	0.975	0.962
Fe	—	0.005
Mg	0.001	0.008
Ca	0.034	0.018
Na	0.939	0.866
K	0.001	0.003
H ₂ O	0.991	1.032

* total iron as FeO

1 : Na_{0.94} Ca_{0.08} [Al_{0.98} Si_{2.02} O₆] 0.99H₂O, from Tsuyazaki, Fukuoka Prefecture, Japan, Electron probe micro-analysis, this study

2 : Na_{0.87} Ca_{0.02} [(Mg, Fe, Al)_{0.13} Si_{2.05} O₆] 1.03H₂O, from Mazé, Niigata Prefecture, Japan, wet chemical analysis, Harada et al. (1967)

4. 沸石鉱物の成因

津屋崎半島部の地層中には、基盤の花崗閃緑岩からそれを覆う一連の堆積岩にかけて多くの沸石鉱物が脈としてまたは礫の膠結物としてみられ、古くからそれらの成因に関して注目されている。

基盤の平尾花崗閃緑岩中に多く存在している薄桃色の沸石脈は濁沸石からなっており、北崎花崗閃緑岩中に頻繁にみられる細脈は東沸石、濁沸石、方解石からなっている。その上部の基底礫岩層中には、しばしば濁沸石と石英からなる熱水変質脈がみられるが、脈の数は花崗閃緑岩中のものに比べれば少ない。これらの熱水変質脈は礫岩中の礫自身を切り、礫に複数の割れ目が生じている場合は、それらの割れ目をすべて充填して伸びている。この産状

から基底礫岩が堆積し、ある程度の圧密作用を受けた後に熱水活動があり沸石脈が形成されたものと思われる。不整合面付近での沸石脈と花崗閃緑岩、基底礫岩との関係が明瞭でないので断定はできないが、両者の沸石脈は同種の熱水作用によるものと思われる。脈形成の時期は基底礫岩の堆積後で熱水作用のものは花崗閃緑岩の形成と関連をもつ火成作用と考えられる。基底礫岩層中に沸石脈の数が少ないのは、礫岩層中では花崗閃緑岩に比較して熱水が拡散しやすいこと、大量の熱水の通路になり易い直線的な割れ目ができにくいことなどが挙げられる。

基底礫岩の上部にある赤紫色シルト岩層、いわゆる IB 部層中には沸石脈がまったくみられず、犬牙状方解石からなる細脈（幅数 mm）がまれにみられるのみである。基底礫岩層中を伸びてきた沸石脈は赤紫色シルト層との境界面で完全に切られている。一般にシルト層は透水性がよくないため、沸石脈をつくった熱水の作用がシルト層には及ばなかったと考えるのが、境界面で切られていることの 1 つの理由である。又はシルト層堆積前に熱水脈の活動が終了したとも考えられる。いずれにしても花崗閃緑岩と基底礫岩層中に沸石脈を生じさせた熱水活動は赤紫色シルト層には影響を与えていないと考えられる。

赤紫色シルト層の上部にある礫岩層、いわゆる IC 部層では礫を膠結してまず橙赤色の輝沸石が、ついで白色の束沸石、さらに方解石が晶出している。産状から礫がよく膠結される前に起こった熱水活動を伴う続成作用により沸石類が形成され、礫同志が膠結されたと推察される。この IC 部層の上位には礫質砂岩、砂岩、頁岩の互層がみられ、岡田・小島 (1963)¹¹⁾ は IIA, IIB, IIC 部層と 3 つに分類しているが、これらの主に礫質砂岩の礫を膠結して IC 部層のごとく橙赤色の輝沸石がみられる。これら輝沸石で膠結されている礫質砂岩層としばしば白色の細脈（幅数 mm）が切っているが、これらはほとんどレオンハルダイトからなっている。この上位の火山性礫岩層、いわゆる第Ⅲ亜層中にも白色細脈（幅数 mm～数 cm）がしばしばみられるが、これは濁沸石と石英からなっている。さらに上位の第Ⅳ亜層は、砂岩、礫岩、頁岩の互層からなるが、粗粒砂岩、礫岩をやはり橙赤色の輝沸石が膠結している。またこの地層中には珪化木が数多くみられるが、そのオパール化した部分の近傍に白色の自形をした方沸石が生成している。IC 部層から第Ⅳ亜層にかけて礫岩層および粗粒砂岩層中にみられる赤橙色輝沸石は、産状か

らすべて同質の熱水作用を伴う続成作用により形成されたと推察される。すなわちこれらの地層が堆積してから続成作用を受ける過程において熱水活動を受け、透水性の高い砂岩、礫岩中に輝沸石が生成されたと考えられる。第 III 亜層、第 IVA 部層、第 V 亜層に火山性の堆積物がみられることからこれらの層が堆積する原因となった火成活動に、その熱水の起源を求めることもできそうである。

岡田・小島 (1963)¹¹⁾ は、基盤花崗閃緑岩中の沸石脈は花崗閃緑岩形成の火成活動と関係ある熱水作用によるものと考え、第三系堆積物中の沸石生成についてもそれが関与したのではないかと述べている。中牟田 (1976)¹⁰⁾ は、津屋崎地域の堆積岩中の沸石類は続成作用に伴い地下水等の作用により生成されたと推察し、粘土鉱物の分布とも合わせ考えて、津屋崎層主部は輝沸石一方沸石帯に、下部は濁沸石一方沸石帯に相当することを述べている。今回の調査で、濁沸石が津屋崎層主部の IIA, IIB, IIC 部層および III 亜層にも生じていることがわかったので、必ずしも中牟田の様に二つの変成帯に分けて考えることはない様に思われる。

津屋崎地域の沸石類の成因について筆者の考えをまとめると次の 2 つになる。

- (1) 基盤の花崗閃緑岩類及び IA 部層に生じている濁沸石、束沸石の脈は同種の熱水活動によるもので、その起源は花崗閃緑岩に求められる。
- (2) IC 部層から IVB 部層にかけてみられる輝沸石を中心とした沸石類は、これらの堆積岩が続成作用を受ける過程で熱水変質作用を伴って生成された。その熱水の起源は、津屋崎層上部層堆積の原因となった火成活動と推察される。

謝 辞

本研究を行なうに際し、終始適切な御助言をして頂いた福岡教育大学鞭政共名誉教授に感謝の意を表します。EPMA の標準物質を提供して下さいた東北大学苮木浅彦教授、九州大学広渡文利教授、東京大学中村保夫助教授に深く御礼申し上げます。また、調査および室内実験の手助けをして頂いた福岡教育大学研究生の江崎淑治、草島 博両氏に、深く感謝致します。

文 献

- 1) Aumento, F.: Can. J. Earth Sci., **3**, 351-366 (1966)
- 2) Bence, A. E. and Albee, A. L.: J. Geol., **76**, 382-403 (1968)
- 3) Coombs, D. S.: Amer. Miner., **37**, 812-830 (1952)
- 4) 後藤義昭・佐藤満雄・松田俊治: 鉱物誌, **12**, 253-266 (1975)
- 5) Harada, K., Iwamoto, S. and Kihara, K.: Amer. Miner., **52**, 1785-1794 (1967)
- 6) Harada, K. and Tomita, K.: Amer. Miner., **52**, 1438-1450 (1967)
- 7) Harada, Z.: J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. IV, **3**, 223-362 (1936)
- 8) Lapham, D. M.: Amer. Miner., **48**, 683-689 (1963)
- 9) Merkle, A. B. and Slaughter, M.: Amer. Miner., **53**, 1120-1138 (1968)
- 10) 中牟田義博: 岩鉱誌, **71**, 147-156 (1976)
- 11) 岡田博有・小島郁生: 九大理研報 (地質), **7**, 75-83 (1963)
- 12) 岡本要八郎: 福岡県鉱物誌, 208 pp. 日本鉱物趣味の会, 京都 (1944)
- 13) 竹原平一: 九州帝大工学彙報, **12**, 263-276 (1937)
- 14) Taylor, W. H.: Zeit. Krist., **74**, 1-19 (1930)
- 15) Wise, W. S.: Mineral. Mag., **37**, 522 (1969)
- 16) 湯佐泰久・都築芳郎: 鉱物誌, **12**, 特別号, 99-107 (1976)