

埼玉県中北部, 秩父帯北帯に産するチャートの岩石学的研究

村田もえ* 川野良信**

キーワード：秩父帯北帯, チャート, 主成分元素, 微量成分元素, 希土類元素

I. はじめに

チャートは、放散虫や藻類などの遺骸に起因する90%以上のSiO₂を主体とし、陸源碎屑物を起源とするAl₂O₃, TiO₂, K₂O, Rb, マンガンジュール由来のMnO, Co, Pb, 海生生物の骨格からもたらされるCaOとP₂O₅を少量含む岩石である(堀ほか, 2000; 杉谷, 1996). 化学的観点からチャートを取り扱った研究例は多く, Murray (1994) は、大陸縁辺部, 遠洋域, 中央海嶺域を形成場とするチャートの公表値をコンパイルし, それらの化学的特徴からチャートの形成場を判定する区分図を提案している. また, 杉谷(1996)は, 珪質堆積岩のMnO/TiO₂やAl₂O₃/TiO₂, Zr/TiO₂を用いて, 陸源碎屑物の起源物質としてチャートに混入した火成岩の推定を試みている. さらに, 堀ほか(2000)は付加体中の層状チャートの化学分析に基づいた, 形成時の酸化還元状態について言及している. 加えて, Wang *et al.* (2012) は, 中国南部の揚子江プラットフォーム縁辺部に分布するチャートの希土類元素組成について検討し, Euの正異常と熱水活動の関係について議論している. このように, チャートは著しく化学組成に偏りがある岩石ではあるが, 化学分析の結果からその起源物質や形成場についての検討が行われている.

一方, 堀ほか(2000)でも述べられているように, チャートは付加体を構成する代表的な岩石であり, 埼玉県西部に分布する秩父帯にもその産出が知られている(松岡, 2019; 河合ほか, 2021). 近年, Tominaga and Hara (2021) は, 関東山地に分布する秩父帯および御荷鉾緑色岩類中に産する玄武岩の起源について議論し, 秩父帯チャートの化学的特徴についても述べている. 本研究では, Tominaga and Hara (2021) の研究結果を踏まえ, 秩父帯上吉田層, 柏木層館サブユニット, 柏木層萩平サブユニットのチャートに加え, 住居附層のチャートについても全岩化学分析を行い, それぞれのチャート

の化学的性質と形成環境について考察する.

II. 地質概略

調査を行った地域は, 関東山地北東部にあたる埼玉県中北西域である(第1図). 北から三波川帯, 秩父帯北帯, 山中地溝帯, 秩父帯南帯, 四万十帯と帯状配列をなしており(松岡ほか, 2016), 秩父盆地には中新統が, 河川沿いには第四系がそれぞれ分布している(牧本・竹内, 1992). 以下, 牧本・竹内(1992), 久田ほか(2016), 松岡(2013)に基づき, 調査地域(第2図)の地質概略を述べる.

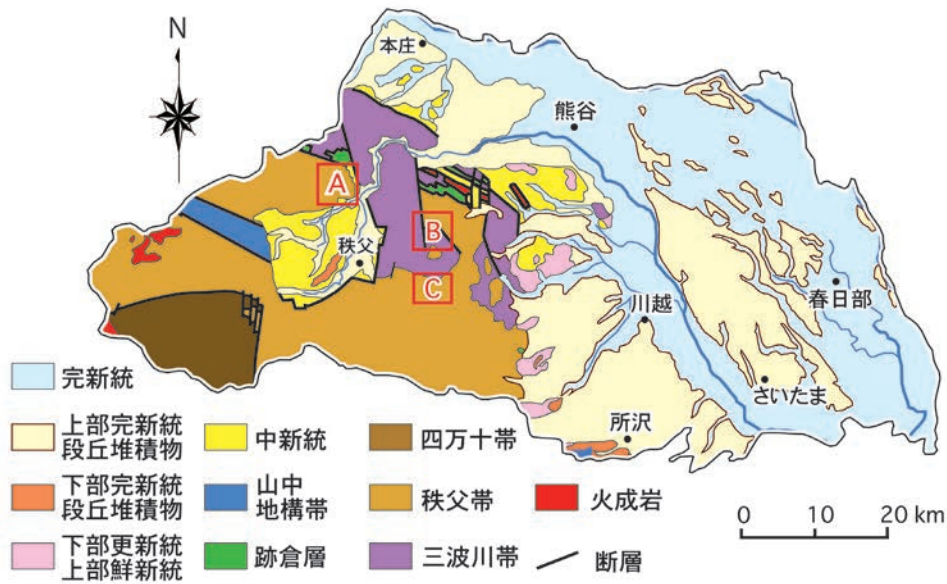
三波川帯は, 泥質片岩を主体とし, 砂質片岩, 苦鉄質片岩および石英片岩, まれに石灰質片岩を含む結晶片岩類から構成される(牧本・竹内, 1992). 三波川帯の原岩年代として, 砂質片岩の碎屑性ジルコン U-Pb 年代から99.9±4.0 Maが報告されている(長田ほか, 2015). なお, 後述の秩父帯, 御荷鉾緑色岩類とともに三波川帯は低温高圧型の変成作用を被っている(牧本・竹内, 1992). 御荷鉾緑色岩類はジュラ紀後期または白亜紀前期に付加した地帯とされ(遠藤・横山, 2019; 松岡, 2013), 三波川帯と秩父帯のほぼ境界付近を占めている(甲藤, 1978). Endo and Wallis (2017) は変成砂岩の碎屑性ジルコンから131.2±3.8 Maを, Tominaga and Hara (2021) はアノソサイトのジルコンから157.0±0.9 Ma, 凝灰質千枚岩から110.1±2.4 MaのK-Ar年代をそれぞれ報告している.

跡倉ナップは, 金勝山岩体, 跡倉層, 寄居層から構成され, 三波川帯の構造的上位にあたる. 金勝山岩体は二疊紀の閃緑岩, 跡倉層は白亜紀後期の礫岩・砂岩・泥岩, 寄居層は白亜紀末～暁新世の礫岩で構成されている(牧本・竹内, 1992).

秩父帯は, 関東山地から九州西部まで東西方向に1,000 km以上にわたって連続する付加体であり(河戸ほ

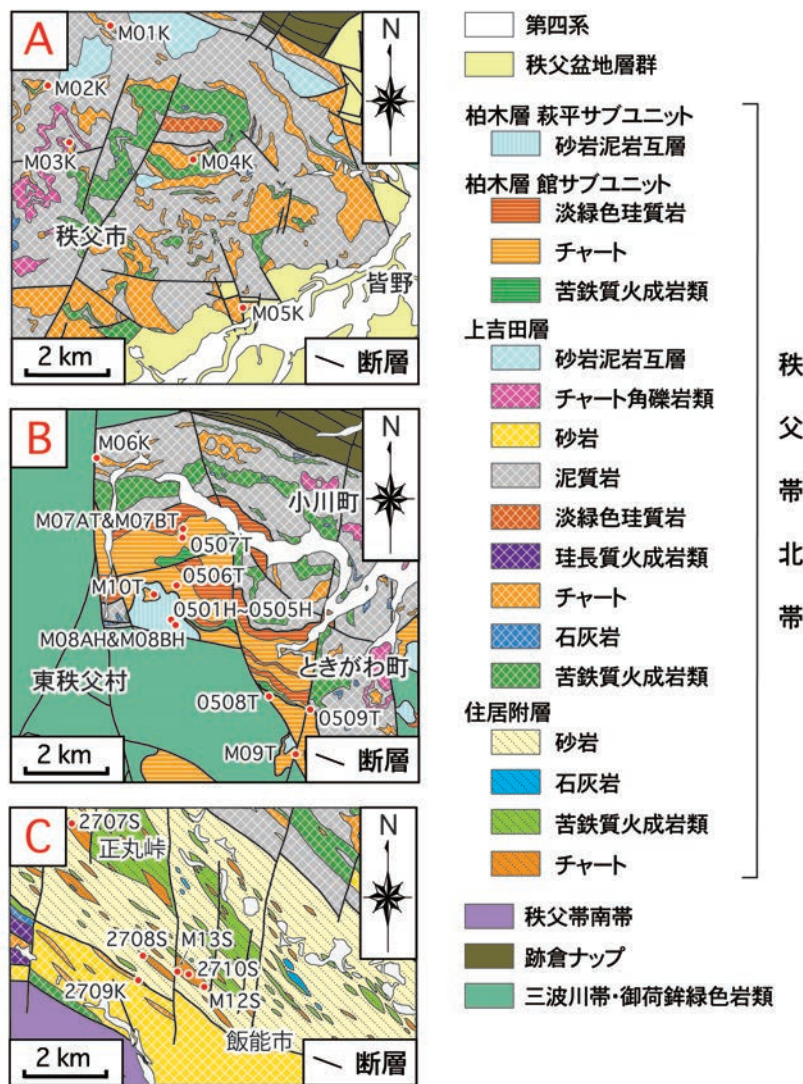
* 立正大学地球環境科学部卒業生

** 立正大学地球環境科学部



第1図 埼玉県の地質概略図（堀口，2012）

図中のA, B, Cは第2図の範囲をそれぞれ示す。



第2図 調査範囲の地質図および試料採取位置

（牧本・竹内，1992；久田ほか，2016；松岡，2013；埼玉県地質図編纂委員会，1999）

か, 1991), 藤本 (1935) および Huzimoto (1936, 1937) は, 秩父帯を坂原層, 柏木層, 万場層, 上吉田層に区分し, 石灰岩に含まれるフズリナ化石から石炭紀後期からペルム紀の堆積物とした。さらに, 新井ほか (1966) は南蛇井層を新たに定義し, 山北 (1998) は四国地域の秩父帯遊子川層から住居附層を独立させた。一方, 1970年以降, 秩父帯泥岩中にジュラ紀~白亜紀前期を示す放散虫微化石が発見されるようになり, 現在では秩父帯はジュラ紀付加体であるとされている (松岡, 2007, 2012; 牧本・竹内, 1992)。関東山地の秩父帯は, 山中地溝帯の分布を境に北帯と南帯に区分されており, 調査地域は秩父帯北帯にあたる (牧本・竹内, 1992)。秩父帯南帯は, 大平山ユニット, 斗賀野ユニット, 三宝山ユニットに分けられ, 秩父盆地より南東では浦山断層より南に広範囲に分布し, チャートや粗粒碎屑岩を主体としている (松岡ほか, 1998)。秩父帯北帯はジュラ紀に大陸縁辺部に付加した堆積岩コンプレックスであり (牧本・竹内, 1992), 砂岩中の碎屑性ジルコン年代は 194.9 ± 4.7 Ma を示し (Endo and Wallis, 2017), 変成年代として 140 Ma の白雲母 K-Ar 年代が報告されている (磯崎ほか, 1990; 河戸ほか, 1991)。

牧本・竹内 (1992) は, 構造的な下位より, 秩父帯北帯のチャート・珪質岩ユニットを柏木層, 泥質混在岩ユニットを万場層もしくは上吉田層, 砂岩・泥岩ユニットを上吉田層の3ユニットに区分した。また, Kamikawa *et al.* (1997) は, 上吉田層の南側に分布する塩基性塊状溶岩と赤色チャートに特徴づけられる層を四国地域の住居附層に相当するとした。さらに, 松岡 (2013) は, 柏木層をジュラ紀後期の館サブユニット (以下, 柏木層を省略し館サブユニットとよぶ), 白亜紀前期の萩平サブユニット (以下, 柏木層を省略し萩平サブユニットとよぶ) に細分した (第2図)。

住居附層のチャートからは二畳紀古世の放散虫化石 (指田, 1992), 上吉田層のチャートからは三畳紀のコノドント化石 (滝沢, 1979; 久田, 1984), 泥岩からジュラ紀中世の放散虫化石 (松岡, 2012), 館サブユニットの珪質凝灰岩からジュラ紀の放散虫化石 (牧本・竹内 1992), 萩平サブユニットの石灰岩から二畳紀前期のフズリナ化石 (Huzimoto, 1937), チャートの岩塊から三畳紀のコノドント化石 (豊原・小坂, 1981), 珪質頁岩から白亜紀前期の放散虫化石 (松岡, 2007) がそれぞれ産出している。

秩父盆地層群は中新統に起こった大規模な海水準上昇によって形成され, 礫岩・砂岩・凝灰岩・泥岩・頁岩な

どから構成されている (牧本・竹内, 1992)。

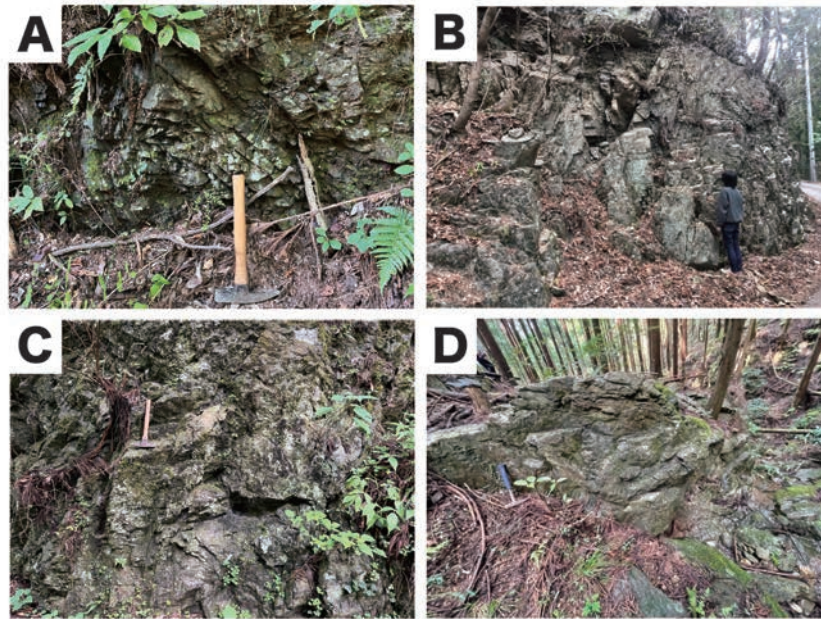
秩父盆地から東側の寄居町に向けて河成段丘が発達しており, 第四紀堆積物やローム層が分布している (牧本・竹内, 1992)。

Ⅲ. 野外および鏡下観察

本研究では, 秩父帯北帯の住居附層, 上吉田層, 館サブユニット, 萩平サブユニットに含まれるチャートについて調査を行った。第2図に各試料の採取位置を示す。なお, 試料番号の末尾に付記したアルファベットはそれぞれの地層もしくはサブユニットの頭文字の英字 (S: 住居附層, K: 上吉田層, T: 柏木層館サブユニット, H: 柏木層萩平サブユニット) を表している。

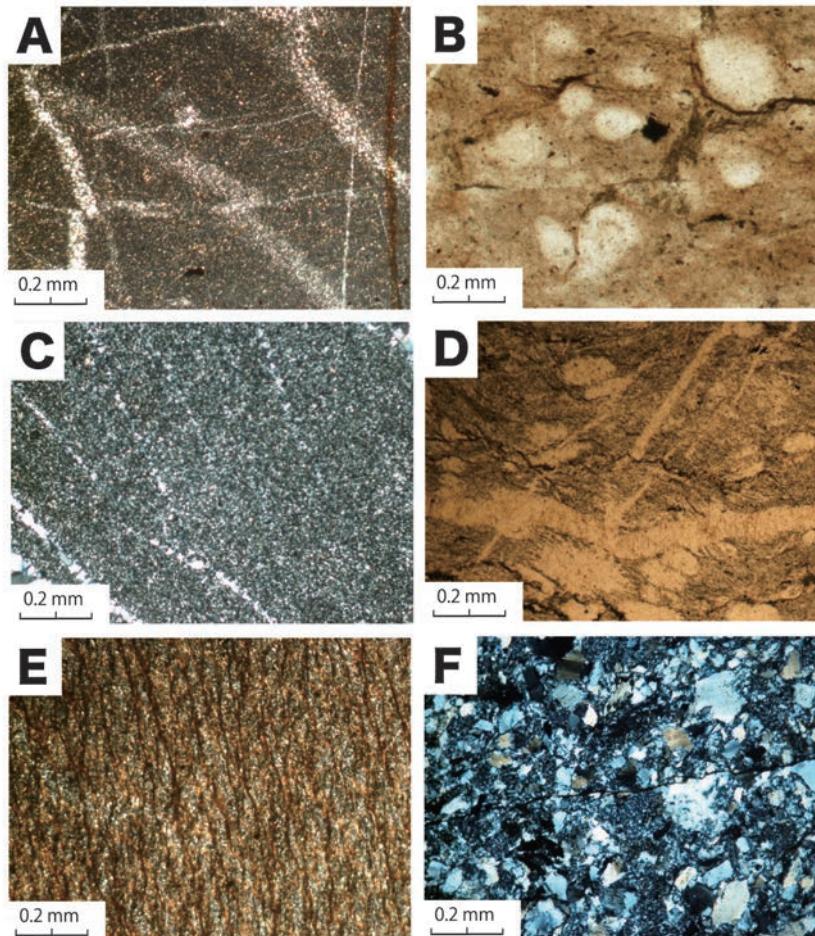
住居附層は秩父帯北帯の南側に分布しており, 北西-南東の方向性をもつレンズ状岩体を多く含んでいる (松岡, 2019)。試料は飯能市から正丸峠の範囲に分布する住居附層のチャート分布域5カ所から採取した (第2図C)。チャートは厚さ5~10 cmの層状として産し, 泥岩を挟む場合もみられる。走向は地点によって北東や北西と乱れるが (第3図A), いずれも北側に 40° ~ 80° 傾斜している。試料は, 暗灰色~黒色を呈する新鮮で緻密なチャートである。鏡下では, 極めて細かい石英の基質から構成され, 部分的に0.5 mmほどの赤褐色, 他形の不透明鉱物を含んでいる。石英脈が網状に発達し, 幅0.1~0.15 mmの脈には破断がみられ, そのずれの方向に石英の細脈が伸びている (第4図A)。試料M13Sには周囲の石英粒子と明瞭な境界を有し, 内部に僅かな網目状の構造をもっている粒径0.1 mm以上の楕円形を呈するウーライトが含まれている (第4図B)。

上吉田層は秩父帯北帯の北側の秩父市に広く分布するが, 小川町~ときがわ町や飯能市にも露出している (第2図A, B, C)。試料は秩父市周辺から5カ所, 小川町と飯能市からそれぞれ1カ所ずつの計7カ所から採取した。チャートは厚さ5~20 cmの層状を呈するが (第3図B), 厚さ数cmの泥質岩を挟む場合もある。走向は北西方向が卓越するが, 傾斜は南から北へと変化する。層理面と直交するように多くの亀裂が生じ, 石英の細脈が発達している。多くの試料は暗灰色~黒色を呈する緻密なチャートである。鏡下では, 極めて細かい石英から構成される基質に幅0.02 mmほどの石英脈が発達する試料が多く, 希に粒径0.1 mmほどの石英の濃集もみられた (第4図C)。なお, 秩父華厳の滝付近の参道沿いにあった現地性転石は赤色を呈するチャート (M04K) であり,



第3図 各層および各サブユニットにおけるチャートの産状

A；住居附層のチャート（2708S）の産状， B；上吉田層のチャート（M03K）の産状，
C；館サブユニットのチャート（0509T）の産状， D；萩平サブユニットのチャート（M08H）の産状。



第4図 各層および各サブユニットにおけるチャートの偏光顕微鏡写真

A；住居附層のチャート（M12S）の偏光顕微鏡写真（クロスニコル）， B；住居附層のチャート（M13S）の偏光顕微鏡写真（オープンニコル）， C；上吉田層のチャート（M03K）の偏光顕微鏡写真（クロスニコル）， D；上吉田層のチャート（M04K）の偏光顕微鏡写真（オープンニコル）， E；館サブユニットのチャート（M07T）の偏光顕微鏡写真（クロスニコル）， F；萩平サブユニットのチャート（M08H）の偏光顕微鏡写真（クロスニコル）。

粒径0.1 mmほどの楕円形を呈するウーライトや放射虫化石が含まれている(第4図D)。

館サブユニットは小川町からときがわ町にかけて分布し、後述する萩平サブユニットとは断層を境に接している(第2図B)。試料は小川町からときがわ町のチャート分布域8カ所から採取した。ただし、M07ATとM07BTは同一露頭の異なる岩相から採取されたチャートである。多くの地点でチャートは層状を呈するが、一部の露頭では塊状を呈する場合もある(第3図C)。層状チャートの走向は北西方向で、北へ傾斜している。層状チャートの多くは黄土色から黄褐色を呈しやや風化しているが、塊状チャートは暗灰色を呈し相対的に新鮮である。鏡下では、極めて細かい石英から構成されるが、網目状に茶褐色の細脈が発達する場合や粒径0.01 mmほどの不透明鉱物を含む場合がある(第4図E)。

萩平サブユニットは東秩父村の館サブユニットと三波川帯・御荷鉾緑色岩類との間、東西2 km、南北1 kmの範囲に分布している(松岡, 2013)。萩平サブユニットは周囲の館サブユニットと断層関係にあるが、範囲内に断層で囲まれた館サブユニットのブロックを含んでいる(第2図B)。チャートは、萩平川の河岸に塊状として極小領域に分布している(松岡, 2013)。萩平川の河岸および河床から7試料を採取したが、M08AHとM08BHは同じ岩塊の異なる岩相から採取したチャートである。試料はやや風化が認められるものの、全体的には新鮮で緻密なチャートであり、白から淡灰色を呈する。石英脈の発達が顕著である。鏡下では、極細粒な0.05 mm以下の石英と粗粒な0.1 mmほどの石英の混在がみられるが、前者が80%程度を占め、後者は僅かである。(第4図F)。

IV. 全岩化学分析

IV-1. 分析方法および試料作成方法

住居附層5試料、上吉田層7試料、館サブユニット8試料、萩平サブユニット7試料の計27試料について、全岩主成分元素・微量成分元素および希土類元素を分析した。岩石は、鉄乳鉢で粗く粉碎した後、メノウ製のボールミルで細粉化を行い、最終的にアルミナ製乳鉢で極粉化した。粉碎に際して、風化した部分や石英脈は可能な限り除去し、新鮮な部分のみを用いた。粉末試料には900℃で2時間以上の強熱処理を施し、試料と融剤(四ホウ酸リチウム)を希釈率1:2で混合した後、ガラスビードを作成した。主成分・微量成分分析は、川野(2010)に基づき立正大学地球環境科学部環境システム

学科設置の蛍光X線分析装置(XRF;リガク社製ZSX Primus II)を用いて行った。ただし、分析条件を改善し、理論マトリックス補正計算はde Jonghモデルを用い、Loss on ignition (L. O. I.)を含む補正計算(山田, 2010)を施した。測定した元素は、Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Pの主成分と、Ba, Co, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Pb, Rb, Sc, Sr, Th, V, Y, Zn, Zrの微量成分の合計26元素である。希土類元素と一部の微量元素の分析は立正大学地球環境科学部環境システム学科設置のICP-MS(PerkinElmer社製NexION2000)とNd-YAGレーザーアブレーションシステム(New Wave Research社製UP-213Nd)を連結したLA-ICP-MSを用いて測定した。分析手法は川野・清水(2017)に準じ、XRFで求めたYを内標準元素として測定元素の補正を行った。測定した元素はLaからLuまでのランタノイドおよびHf, Ta, Uの計17元素である。

IV-2. 分析結果

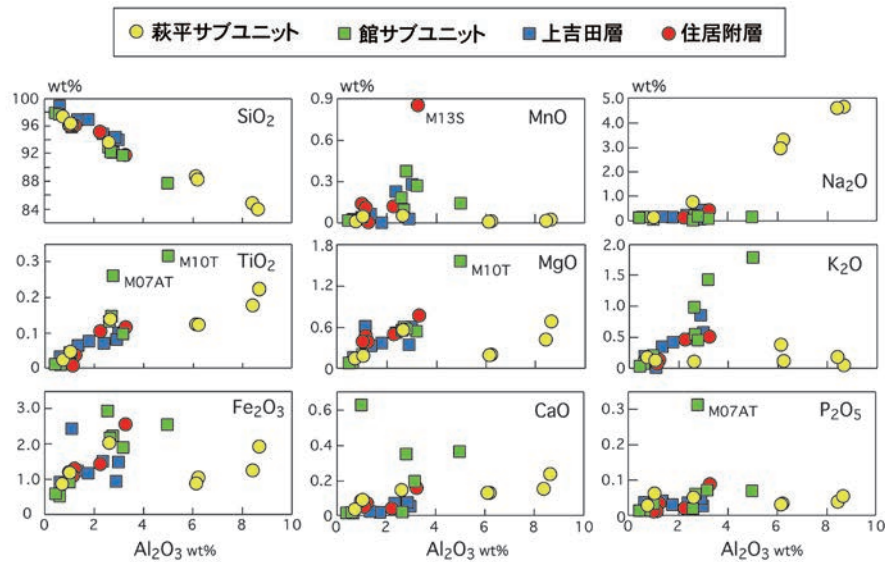
第1表に全岩主成分・微量成分元素の分析結果を示し、各層・各サブユニットの化学的特徴を明らかにするため、第5図に Al_2O_3 含有量に対する主成分元素含有量の変化を示す。住居附層チャートの SiO_2 は91.80~96.20 wt%の範囲を示し、 Al_2O_3 は0.96~3.23 wt%、 Fe_2O_3 は1.10~2.55 wt%となっている。また、 TiO_2 、 MnO 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 P_2O_5 はいずれも1.0 wt%以下を示すが、今回分析した試料全体の中で試料M13Sのみ、突出して MnO に富む特徴(0.86 wt%)を示す。上吉田層チャートの SiO_2 は93.92~98.83 wt%の範囲を示し、住居附層チャートよりも僅かに富んでいる。 Al_2O_3 は0.61~2.98 wt%、 Fe_2O_3 は0.89~2.41 wt%の範囲を示し、両元素とも住居附層チャートより僅かに少なくなっている。 TiO_2 、 MnO 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 P_2O_5 は、住居附層チャートと同じくいずれも1.0 wt%以下を示す。 Fe_2O_3 に若干の分散が認められるが、他の主成分元素には大きな変動はみられない。館サブユニットのチャートの SiO_2 は87.78~97.77 wt%の範囲を示し、住居附層や上吉田層のチャートよりも組成幅が広い。 Al_2O_3 は0.44~4.98 wt%、 Fe_2O_3 は0.54~2.93 wt%の組成範囲を有し、住居附層や上吉田層のチャートより僅かに多くなっている。 TiO_2 、 MgO 、 CaO 、 K_2O 、 P_2O_5 では住居附層や上吉田層のチャートよりも高い濃度を示す複数の試料が認められ、特に TiO_2 (0.26~0.32 wt%)、 CaO (0.35~0.63 wt%)、 K_2O (0.98~1.77 wt%)は全試料を通して高い濃度を示すものもある。さらに、試料M10Tの MgO (1.55 wt%)

第1表 蛍光X線分析法による全岩主成分元素および微量成分元素組成

Sample No.	住居附層					上吉田層							館サブユニット	
	M13S	M12S	2707S	2710S	2708S	M04K	2709K	M05K	M03K	M01K	M06K	M02K	M10T	0507T
SiO ₂	91.80	95.25	96.13	96.20	96.14	93.92	94.34	94.88	96.89	96.90	95.84	98.83	87.78	91.72
TiO ₂	0.12	0.11	0.04	0.01	0.04	0.10	0.08	0.07	0.08	0.06	0.03	0.03	0.32	0.10
Al ₂ O ₃	3.23	2.22	1.21	1.11	0.96	2.98	2.86	2.36	1.76	1.34	1.10	0.61	4.98	3.16
Fe ₂ O ₃	2.55	1.44	1.31	1.10	1.22	1.48	0.96	1.51	1.17	1.21	2.41	0.89	2.56	1.89
MnO	0.86	0.13	0.01	0.11	0.14	0.27	0.03	0.23	0.00	0.06	0.03	0.03	0.14	0.27
MgO	0.79	0.50	0.41	0.48	0.40	0.60	0.35	0.52	0.36	0.32	0.60	0.15	1.55	0.54
CaO	0.16	0.05	0.08	0.06	0.09	0.05	0.08	0.07	0.02	0.03	n.d.	0.02	0.37	0.20
Na ₂ O	0.42	0.12	n.d.	n.d.	n.d.	0.40	0.06	0.23	0.14	0.13	n.d.	0.12	0.13	0.03
K ₂ O	0.51	0.48	0.14	0.08	0.12	0.57	0.87	0.47	0.41	0.33	0.01	0.18	1.77	1.41
P ₂ O ₅	0.09	0.02	0.04	0.01	0.01	0.03	0.05	0.04	0.03	0.04	0.02	0.04	0.07	0.07
Total	100.53	100.31	99.35	99.13	99.11	100.39	99.68	100.36	100.86	100.42	100.02	100.90	99.66	99.38
Ba	161.9	94.6	39.6	13.6	41.8	216.3	88.5	54.7	334.1	42.1	60.8	62.7	176.8	462.2
Co	34.9	3.8	0.7	n.d.	n.d.	10.8	2.2	9.1	1.3	3.9	4.6	3.1	10.0	8.6
Cr	14.0	14.4	12.5	7.3	7.8	13.3	15.1	17.6	12.7	13.6	15.8	10.5	19.1	16.1
Cu	89.9	78.6	36.5	11.1	109.5	31.2	28.2	44.1	71.6	39.0	48.3	32.3	82.7	36.0
Ga	4.6	4.4	4.5	3.6	3.5	5.6	5.2	6.4	5.4	2.9	3.8	2.0	9.0	6.1
Nb	2.2	2.1	2.0	0.6	1.5	2.2	3.2	13.9	2.2	1.9	9.6	0.9	6.0	2.9
Ni	67.9	20.0	14.0	14.7	9.2	20.5	21.4	26.4	5.1	17.7	11.3	10.3	41.5	33.6
Pb	13.2	5.3	5.4	4.3	3.9	10.2	4.5	3.7	4.2	4.2	8.7	2.4	4.1	4.8
Rb	23.9	21.8	6.5	4.1	6.4	31.1	35.5	28.0	19.9	14.7	8.7	8.4	48.7	42.5
Sc	3.6	3.6	3.6	3.4	3.6	3.5	3.8	3.7	3.8	3.4	3.1	2.9	4.2	4.1
Sr	29.6	11.2	21.2	6.2	15.3	10.3	18.8	6.2	3.0	5.0	2.2	4.2	22.0	26.9
Th	3.4	1.7	0.9	0.4	1.0	5.4	1.8	72.6	6.1	2.5	50.1	3.8	4.1	3.9
V	21.2	13.9	16.3	4.6	9.9	13.8	12.8	8.3	12.6	6.4	42.1	5.3	31.5	29.9
Y	15.8	7.2	10.7	5.4	5.3	6.7	10.8	6.5	7.5	11.0	3.0	13.5	15.8	13.0
Zn	57.6	39.1	22.7	23.1	14.9	49.4	22.2	49.5	17.3	30.9	21.8	16.2	69.9	26.8
Zr	34.5	27.0	17.8	11.3	16.1	24.7	25.2	22.1	23.3	20.1	13.7	14.3	58.6	29.6

Sample No.	館サブユニット						萩平サブユニット							
	M07AT	M07BT	M09T	0509T	0508T	0506T	M08BH	M08AH	0501H	0503H	0504H	0505H	0502H	
SiO ₂	92.12	92.06	92.89	96.23	97.58	97.77	83.87	84.79	88.17	88.67	93.58	96.23	97.25	
TiO ₂	0.26	0.15	0.13	0.04	0.01	0.01	0.22	0.18	0.13	0.13	0.14	0.05	0.02	
Al ₂ O ₃	2.77	2.68	2.57	0.98	0.62	0.44	8.66	8.41	6.23	6.12	2.62	1.04	0.73	
Fe ₂ O ₃	2.21	2.19	2.93	0.91	0.54	0.58	1.93	1.25	1.05	0.87	2.02	1.17	0.85	
MnO	0.37	0.09	0.18	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.05	0.05	0.01	
MgO	0.59	0.60	0.56	0.20	0.08	0.08	0.69	0.42	0.20	0.19	0.55	0.17	0.14	
CaO	0.35	0.02	n.d.	0.63	0.02	0.02	0.24	0.16	0.13	0.14	0.15	0.09	0.04	
Na ₂ O	0.17	0.21	0.01	0.05	0.13	0.08	4.66	4.60	3.31	2.97	0.73	0.11	n.d.	
K ₂ O	0.45	0.55	0.98	0.21	0.07	0.03	0.04	0.18	0.11	0.37	0.10	0.11	0.17	
P ₂ O ₅	0.31	0.06	0.02	0.03	0.01	0.01	0.06	0.04	0.04	0.03	0.05	0.06	0.03	
Total	99.60	98.60	100.27	99.31	99.08	99.03	100.39	100.04	99.36	99.48	99.98	99.09	99.22	
Ba	228.4	136.9	106.6	16.4	18.4	n.d.	26.4	38.4	18.3	47.2	n.d.	n.d.	11.8	
Co	11.0	5.1	6.9	n.d.	n.d.	n.d.	5.1	2.6	n.d.	n.d.	5.1	n.d.	n.d.	
Cr	21.4	21.8	20.6	10.8	8.0	8.1	41.4	20.8	27.7	22.0	14.7	16.4	12.1	
Cu	59.8	26.1	27.9	29.1	8.2	13.5	31.7	22.6	11.9	7.4	34.7	22.1	14.7	
Ga	4.7	6.7	5.2	3.4	2.5	2.3	7.7	6.9	5.0	6.6	4.8	3.3	2.8	
Nb	3.7	15.3	3.2	1.7	1.2	0.8	4.7	4.2	3.4	3.1	3.6	0.8	1.8	
Ni	36.5	18.1	29.9	7.0	3.9	4.9	18.2	13.0	10.8	8.8	27.0	9.2	6.8	
Pb	7.8	8.3	3.4	2.5	3.3	4.1	12.8	10.2	10.5	9.5	4.8	8.9	4.0	
Rb	16.2	32.5	34.5	9.4	3.6	3.1	3.6	7.8	6.3	13.6	7.4	7.1	10.7	
Sc	10.6	3.7	3.8	5.2	3.3	3.2	4.0	4.2	3.3	3.5	3.4	3.5	3.8	
Sr	32.9	7.5	5.6	19.3	7.0	3.7	71.7	45.1	54.8	36.8	13.0	5.9	3.2	
Th	3.5	78.4	2.9	1.0	0.7	n.d.	6.7	4.8	3.2	3.4	3.4	1.4	1.4	
V	28.5	21.0	53.0	8.6	2.7	1.9	21.4	16.8	10.5	11.8	23.2	12.7	6.0	
Y	40.1	8.4	5.4	7.6	5.7	4.2	13.8	10.9	9.8	10.3	8.6	6.3	4.2	
Zn	48.7	27.1	46.3	15.2	7.6	9.4	22.0	19.7	14.3	10.9	27.7	8.2	6.1	
Zr	40.7	30.9	34.4	15.8	10.6	10.6	179.7	87.6	123.9	119.7	30.7	16.5	14.6	

全鉄をFe₂O₃として表示している. n.d., not determined.

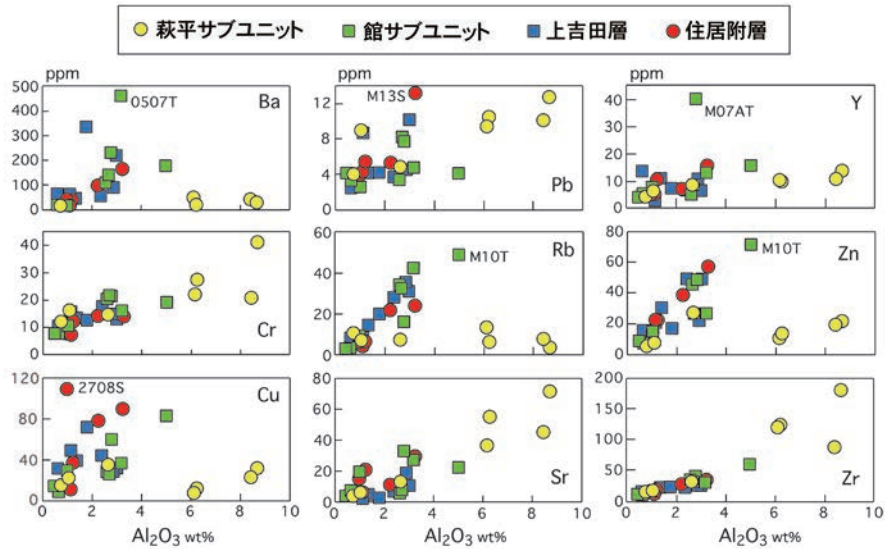
第5図 Al_2O_3 に対する主成分元素の相関図

や試料M07ATの P_2O_5 (0.31 wt%) は、全試料を通して突出して高濃度を示している。萩平サブユニットのチャートの SiO_2 は83.87~97.25 wt%の範囲を示し、他の層やサブユニットのチャートよりも組成幅が広い。 Al_2O_3 は0.73~8.66 wt%、 Fe_2O_3 は0.85~2.02 wt%の組成範囲を有し、他の層やサブユニットのチャートよりも多く Al_2O_3 を含んでいる。また、1.0 wt%以上の Na_2O を示す試料が複数認められる。

第6図に Al_2O_3 に対する微量成分元素の変化を示す。住居附層チャートでは、Cuが11.1~109.5 ppm、Pbが3.9~13.2 ppm、Znが14.9~57.6 ppmの組成幅を有し、特にCuでは試料2708S (109.5 ppm)、Pbでは試料M13S (13.2 ppm) が全チャートを通して最も高濃度を示している。上吉田層チャートでは、Baが42.1~334.1 ppm、Cuが28.2~71.6 ppm、Pbが2.4~10.2 ppmの組成幅を示しており、住居附層チャートと組成範囲が重なる元素が多い。館サブユニットのチャートでは、Baが16.4~462.2 ppm、Cuが8.2~82.7 ppm、Rbが3.1~48.7 ppm、Yが4.2~40.1 ppm、Znが9.4~69.9 ppmの組成幅を示し、特にBaでは試料0507T (462.2 ppm)、RbとZnでは試料M10T (Rb, 48.7 ppm; Zn, 69.9 ppm)、Yでは試料M07AT (40.1 ppm) が全体を通して最も高濃度を示している。 Al_2O_3 が6.0 wt%以上の萩平サブユニットのチャートは他の層・サブユニットのチャートに比して、Ba、Cu、Rb、Znに乏しく、Cr、Sr、Zrに富む傾向があり、 Al_2O_3 が3.0 wt%以下のチャートは住居附層や上吉田層のチャートの組成範囲に納まっている。

第2表に全岩の希土類元素の分析結果を示し、各層・各サブユニットのチャートへ陸源碎屑物がどの程度関与

しているのかを把握するため、第7図にPAAS (Post-Archean Australian Shale; Pourmand *et al.*, 2012) で規格化した希土類元素パターン (Wang *et al.*, 2012) を示した。上吉田層の試料M06Kを除けば、他の試料はいずれもPAASで規格化した値はほぼ0.1~1の間に含まれている。住居附層のチャートは試料M13Sで希土類元素の濃集が認められるが、他の4試料のパターンは重複する元素が多い。また、試料M13SにCeの正異常、試料2707SにCeの負異常がそれぞれみられ、全ての試料にEuの正異常が認められる。上吉田層のチャートでは、試料M06Kが希土類元素に乏しいパターンを示すが、他の6試料は類似したパターンを示し、重複する元素が多い。このうち、試料M01K、M04K、M05K、2709KにはCeの正異常、試料M02KにはCeの負異常がそれぞれ認められる。強弱はあるものの全ての試料がEuの負異常を示している。館サブユニットのチャートは、広い希土類元素組成幅を有し、試料M07ATとM10T、M0507Tが希土類元素に富むパターンを示している。また、試料M07ATにはCeの負異常、M07BT、M09T、M10TにはCeの正異常が認められる。ただし、Ceの正負の異常は、住居附層や上吉田層のチャートに認められるCe異常ほど顕著ではない。また、0506T、0508T、0509TにはEuの正異常がある。萩平サブユニットのチャートは、試料0502Hと0505Hの2試料のみ希土類元素に乏しいパターンを示す。他の4試料のパターンは、軽希土類元素で重複する部分が多いが、重希土類元素に組成差が認められる。試料0504HにCeの正異常、試料0505HにCeの負異常がそれぞれ認められる。0502H、0503H、0505H、M08AHはEuの正異常をもっている。

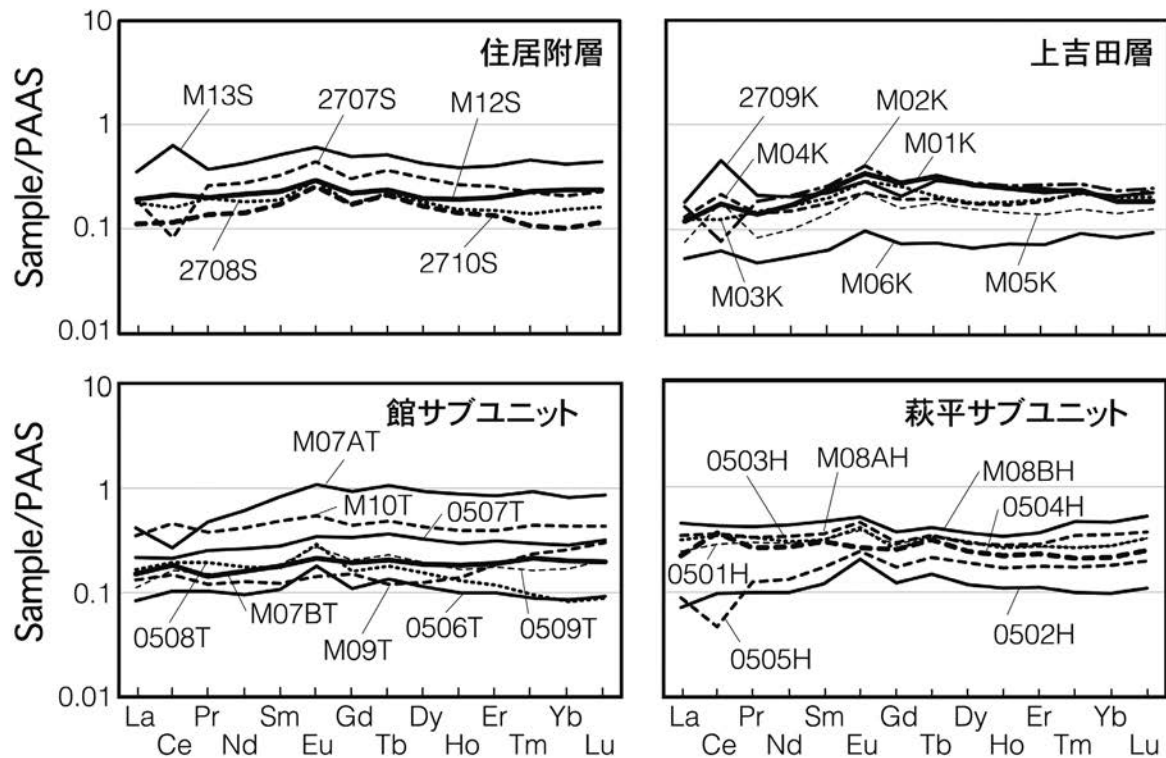


第6図 Al₂O₃に対する微量元素相関図

第2表 LA-ICP-MS分析法による希土類元素およびHf, U, Ta組成

Sample No.	住居附層					上吉田層							館サブユニット	
	M13S	M12S	2707S	2710S	2708S	M04K	2709K	M05K	M03K	M01K	M06K	M02K	M10T	0507T
La (ppm)	15.81	8.61	8.49	4.97	7.97	5.83	8.02	3.33	5.51	5.29	2.33	7.27	15.79	9.66
Ce	56.17	18.75	7.23	10.21	14.11	18.89	40.15	16.04	10.82	15.34	5.53	6.79	41.00	18.70
Pr	3.79	2.05	2.63	1.41	1.98	1.43	2.12	0.84	1.49	1.42	0.49	1.86	3.87	2.59
Nd	15.91	7.99	10.28	5.33	6.80	5.61	7.52	3.72	6.30	6.35	2.05	7.91	15.70	9.84
Sm	3.53	1.59	2.23	1.18	1.31	1.21	1.52	0.97	1.37	1.67	0.44	1.78	3.37	1.94
Eu	0.74	0.35	0.54	0.31	0.36	0.27	0.35	0.27	0.35	0.42	0.12	0.49	0.67	0.42
Gd	2.98	1.33	1.85	1.04	1.04	1.16	1.25	0.96	1.53	1.68	0.43	1.67	2.67	2.04
Tb	0.46	0.21	0.33	0.19	0.20	0.17	0.26	0.16	0.18	0.29	0.07	0.28	0.44	0.33
Dy	2.25	1.05	1.66	0.89	0.97	0.93	1.42	0.82	0.95	1.41	0.35	1.46	2.27	1.73
Ho	0.41	0.20	0.28	0.15	0.16	0.18	0.26	0.15	0.19	0.26	0.08	0.28	0.42	0.31
Er	1.24	0.61	0.79	0.41	0.46	0.57	0.76	0.43	0.59	0.70	0.22	0.81	1.22	0.97
Tm	0.21	0.10	0.10	0.05	0.06	0.10	0.10	0.07	0.10	0.11	0.04	0.12	0.20	0.13
Yb	1.27	0.71	0.63	0.31	0.46	0.61	0.62	0.42	0.61	0.56	0.25	0.70	1.30	0.86
Lu	0.20	0.10	0.10	0.05	0.07	0.10	0.10	0.07	0.09	0.08	0.04	0.11	0.19	0.14
Hf	0.83	0.84	0.26	0.19	0.47	0.67	0.50	0.40	0.65	0.38	0.30	0.20	1.50	0.67
Ta	0.15	0.33	0.11	0.10	0.23	0.29	0.21	0.13	0.44	0.15	0.12	0.15	0.47	0.25
U	0.31	0.44	0.30	0.16	3.19	0.36	1.25	0.58	0.31	0.52	1.63	0.34	0.92	1.16

Sample No.	館サブユニット						萩平サブユニット						
	M07AT	M07BT	M09T	0509T	0508T	0506T	M08BH	M08AH	0501H	0503H	0504H	0505H	0502H
La (ppm)	18.57	6.79	5.88	4.96	7.37	3.70	20.14	15.48	10.86	14.00	9.91	3.97	3.19
Ce	23.98	16.34	13.08	14.40	17.16	9.13	37.45	31.50	25.36	30.63	32.55	4.16	8.67
Pr	4.85	1.47	1.22	1.53	1.98	1.05	4.24	3.41	3.03	3.38	2.68	1.28	1.01
Nd	22.82	6.00	4.76	5.72	6.56	3.55	16.35	12.63	10.91	11.37	10.14	4.92	3.72
Sm	5.70	1.25	0.85	1.29	1.18	0.73	3.21	2.50	2.19	2.17	2.09	1.20	0.84
Eu	1.34	0.26	0.17	0.34	0.35	0.22	0.64	0.56	0.48	0.50	0.32	0.30	0.25
Gd	5.65	1.18	0.92	1.24	0.98	0.66	2.28	1.81	1.70	1.55	1.53	1.05	0.74
Tb	0.95	0.18	0.11	0.20	0.16	0.12	0.37	0.31	0.31	0.30	0.28	0.19	0.13
Dy	4.95	1.00	0.67	1.03	0.82	0.61	1.94	1.56	1.61	1.61	1.31	1.01	0.64
Ho	0.93	0.19	0.15	0.17	0.14	0.10	0.36	0.30	0.28	0.28	0.24	0.18	0.12
Er	2.63	0.59	0.57	0.54	0.36	0.31	1.12	0.89	0.82	0.84	0.71	0.54	0.34
Tm	0.42	0.10	0.11	0.07	0.04	0.04	0.21	0.16	0.12	0.12	0.10	0.08	0.05
Yb	2.45	0.61	0.79	0.52	0.25	0.26	1.39	1.06	0.83	0.84	0.65	0.54	0.29
Lu	0.38	0.09	0.13	0.09	0.04	0.04	0.23	0.16	0.14	0.14	0.11	0.09	0.05
Hf	0.91	0.67	0.98	0.33	0.17	0.28	5.93	3.30	4.87	4.44	0.93	0.33	0.43
Ta	0.28	0.20	0.32	0.14	0.20	0.18	0.40	0.39	0.32	0.33	0.22	0.11	0.25
U	0.91	0.36	0.92	0.43	0.42	0.34	1.29	1.33	1.28	1.30	0.75	0.54	0.68



第7図 希土類元素パターン図

PAAS (Post-Archean Australian Shale) の値は Pourmand *et al.* (2012) から引用。

V. 考察

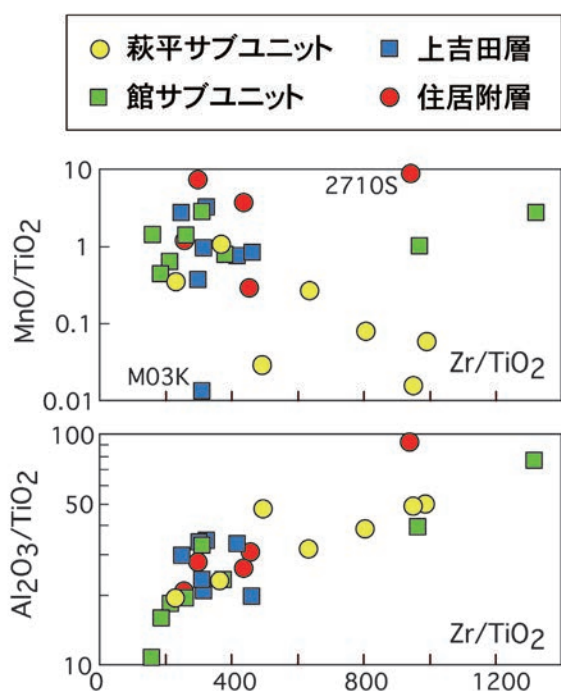
V-1. 化学組成からみた各層・各サブユニットのチャートの起源

チャートに含有される Al_2O_3 は、主に陸源碎屑物を起源とすると考えられることから、その含有量が大きいほど陸源碎屑物を多く含むことを意味する。第5, 6図をみると、住居附層や上吉田層に比して、館サブユニットや萩平サブユニットは Al_2O_3 に富む試料を多く含んでいることから、陸源碎屑物の影響が大きかったことがうかがえる。さらに、館サブユニットのチャートは、 TiO_2 , MgO , Zn に富むことから雲母に、 K_2O , Rb に富むことからアルカリ長石に富む陸源碎屑物の混入があったのかもしれない。すなわち、ここで想定される陸源碎屑物は大陸地殻を構成している花崗岩質岩からもたらされたと推定される。一方、萩平サブユニットは、最も Al_2O_3 に富むが、 K_2O や Rb は僅かしか含まれていない(第5, 6図)。逆に、極めて Na_2O に富む試料を含んでいることから、萩平サブユニットでは Na を多く含む長石を主体とする碎屑物が混入した可能性がある。以上述べてきたように、館サブユニットと萩平サブユニットのチャートは花崗岩質岩からもたらされた陸源碎屑物の影響を被っているが、住居附層と上吉田層のチャートにはそのよう

な陸源碎屑物の影響は少なかったものと考えられる。

杉谷 (1996) は、珪質堆積岩の MnO/TiO_2 や $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$, Zr/TiO_2 を用いて、供給源と推定される火成岩について検討しており、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ の値が10以下であれば苦鉄質岩からの碎屑物を多く含み、50以上であれば珪長質岩からの碎屑物を多く含むと推定している。また、海洋堆積物は遠洋性堆積物・非遠洋性堆積物を問わず $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ が20~30の間に収斂する傾向にあることや、風化抵抗性が非常に強いジルコンに含まれる Zr を用いた Zr/TiO_2 も碎屑成分の起源の指標となりうると述べている(杉谷, 1996)。後者については、 Zr/TiO_2 が大きくなるほどジルコンに富む珪長質岩からの碎屑成分が増えていることを意味している。さらに、 MnO/TiO_2 は生物源シリカや炭酸カルシウム殻による希釈効果などを反映する指標として有効で、その値が大きくなるほど遠洋性の性質が強まると考えられている(杉谷, 1996)。そこで、 Zr/TiO_2 に対する MnO/TiO_2 と $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ の関係を示した(第8図)。この図では、横軸の Zr/TiO_2 と縦軸の $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ が大きいほど珪長質岩からの碎屑物の影響が大きく、小さいほど苦鉄質岩からの碎屑物の影響を被っていることを示し、 MnO/TiO_2 が大きいほど遠洋性堆積物が多く含まれることを意味している。住居附層では、 Zr/TiO_2 と $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ が大きい試料2710Sで珪長

質岩からの碎屑物の影響が認められるものの，それを除く住居附層の試料は Zr/TiO_2 と Al_2O_3/TiO_2 が小さく，苦鉄質岩からの碎屑物を混入している可能性が考えられる。上吉田層では，多くの試料で Zr/TiO_2 と Al_2O_3/TiO_2 が小さく，苦鉄質岩からもたらされた碎屑物の混入が推定され， MnO/TiO_2 が小さい試料 M03K は非遠洋性碎屑物の特徴を示している。館サブユニットでは， Zr/TiO_2 と Al_2O_3/TiO_2 が大きい試料と小さい試料に二分され，前者は珪長質岩起源，後者は苦鉄質岩起源の碎屑物の影響をそれぞれ受けていると考えられる。萩平サブユニットにおいても Zr/TiO_2 と Al_2O_3/TiO_2 が小さい試料が含まれており，それらは苦鉄質岩からの碎屑物の混入が多かったと推定されるが，同比が大きい試料は珪長質岩起源の碎屑物の混入が多かったと考えられる。さらに， Zr/TiO_2 と Al_2O_3/TiO_2 が大きい萩平サブユニットのチャートは， MnO/TiO_2 が小さいことから非遠洋性であると考えられる。このように，住居附層と上吉田層のチャートには苦鉄質岩起源の碎屑物の混入が考えられ，館サブユニットと萩平サブユニットには苦鉄質岩に加え，珪長質岩からの碎屑物の混入もあったと推定される。



第8図 Zr/TiO_2 に対する MnO/TiO_2 と Al_2O_3/TiO_2 の相関図

V-2. 各層・各サブユニットの形成環境の推定

チャートの化学組成は海水に溶け込んでいる成分を反映するため，金属成分を多く含む熱水の影響を被った場合，そのチャートには Fe など金属成分が付加すると考

えられている (Adachi *et al.*, 1986). そこで，熱水の影響を検討するため，Al-Fe-Mn 図 (Adachi *et al.*, 1986) を第9図に示した。図をみると，住居附層の試料 2708S と上吉田層の試料 M02K と M06K が熱水系の領域に点示され，それ以外の住居附層と上吉田層の試料は非熱水系もしくはいずれにも属さない領域に点示される。館サブユニットと萩平サブユニットの試料は全て非熱水系もしくはいずれにも属さない領域に示される。

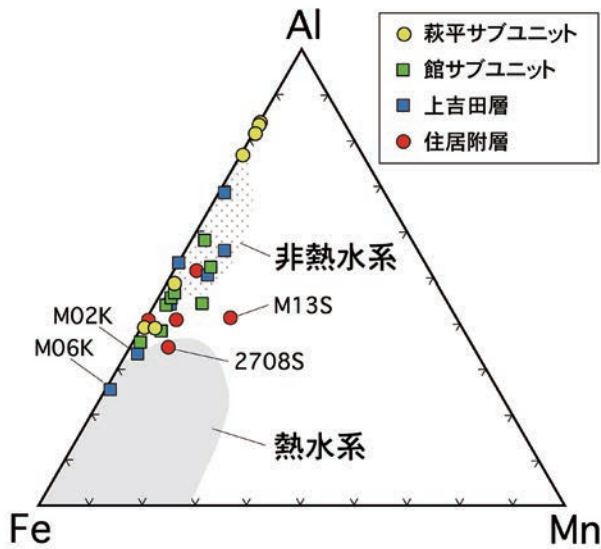
Wang *et al.* (2012) は中国南部に産出するチャートについて，PAASで規格化したチャートの希土類元素パターンについて検討を行い，酸化状態では Ce や Eu の負異常が，還元状態ではそれらの正異常が認められると述べている。また，Eu の正異常は，Fe の増加と相関がみられることから，熱水活動の影響で Eu が付加される場合もあると考えられている (Wang *et al.*, 2012)。第7図の希土類元素パターンをみると，顕著な Ce の正異常を示す試料は，住居附層の M13S と上吉田層の M04K, M05K, 2709K であり，Ce の負異常を示す試料は 2707S, M02K, M07AT, 0505H であった。前者は相対的に酸化条件下で，後者は還元条件下で形成された可能性が考えられる。なお，多くの試料で Eu の正異常が認められることから，熱水の影響を被っていたと思われるが，Al-Fe-Mn 図 (第9図) で熱水系に点示されているのは3試料のみである。熱水から放出された Fe は冷たい海水によって急冷・沈殿し，Eu のみチャートに付加されるようなメカニズムがあるのかもしれない。

Murray (1994) は，様々な造構場に出現するチャートの化学的特徴を明らかにし， SiO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , La_N , Ce_N などを指標とした判定図を提唱した。なお， La_N , Ce_N に付した $_N$ は NASC (North American Shale Composite; Gromet *et al.*, 1984) で規格化した値を意味する。そこで第10図に，Murray (1994) が提唱したチャートの堆積場を推定する図を示した。基本的には， SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Ce_N の増加は，陸源碎屑物の影響を示していると考えられている (Murray, 1994)。 $100 \times (Al_2O_3/SiO_2) - 100 \times (Fe_2O_3/SiO_2)$ 図 (第9図A) では，今回検討したほとんどの試料が大陸縁辺部の領域に点示されるが，上吉田層と館サブユニットの一部の試料が中央海嶺の領域近傍に点示されている。 $Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3) - Fe_2O_3/TiO_2$ 図 (第9図B) では，住居附層や上吉田層，館サブユニットの多くの試料が遠洋性と大陸縁辺部の重複域およびその近傍に点示され，残る試料も遠洋性や中央海嶺の領域に点示される。また，萩平サブユニットは大陸縁辺部もしくは遠洋性の領域に点示される。

$Al_2O_3/(100 - SiO_2) - Fe_2O_3/(100 - SiO_2)$ 図 (第9図C) では、上吉田層で分散が著しいが、住居附層や館サブユニットの試料はほぼ縁辺部の領域もしくは近傍に、萩平サブユニットの試料は縁辺部の領域にそれぞれ点示される。 $Al_2O_3/(Al_2O_3 + Fe_2O_3) - La_N/Ce_N$ 図 (第9図D) では、萩平サブユニットで分散が目立つが、多くの試料が遠洋性の領域およびその周辺に点示される。なお、Ce

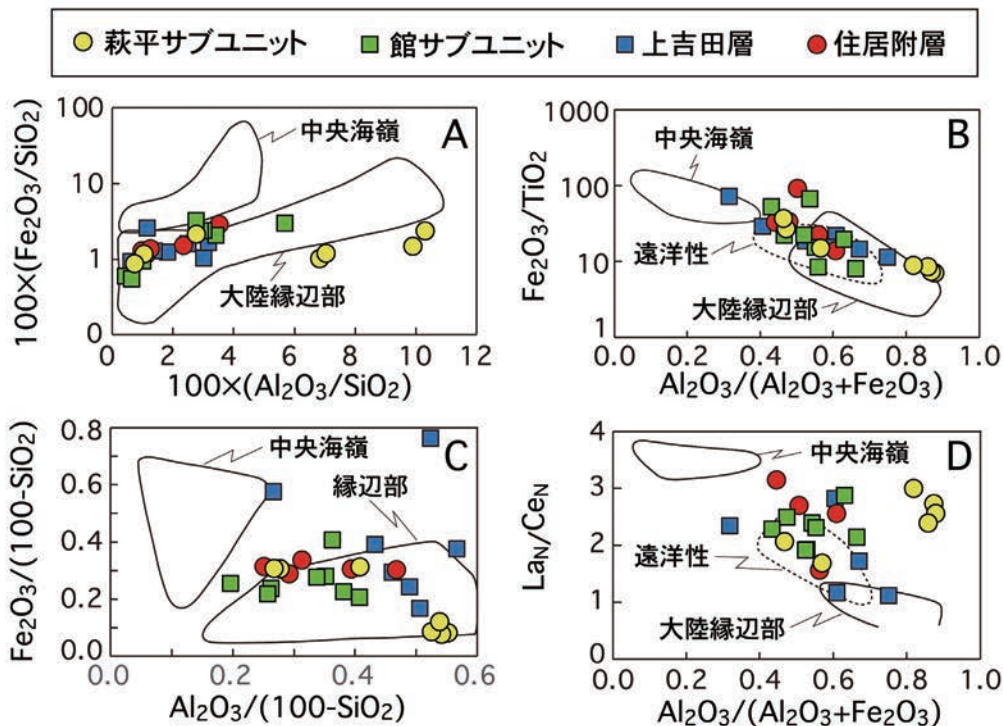
の負異常が著しい2707S, M02K, 0505K, M07ATの4試料については、 La_N/Ce_N が大きくなりすぎるため(4.33~6.57)図示していない。これら造構場を推定する図は、本研究で取り扱ったチャートが遠洋性から大陸縁辺部の造構場で堆積したことを示唆している。

最後に、以上検討してきた各層におけるチャートの造構場と、化学組成から考えられる起源物質との整合性について検証する。住居附層や上吉田層のチャートには苦鉄質岩碎屑物の混入があったことが推定され、遠洋性から大陸縁辺部を造構場としても矛盾はないが、大陸地殻物質を構成している珪長質岩起源の碎屑物の混入が顕著でない理由を説明できない。ただし、今回試料採取した地域が限定的であったため、珪長質岩起源の碎屑物の影響をみいだせなかったのかもしれない。一方、館サブユニットと萩平サブユニットは、苦鉄質岩と珪長質岩の両方からの碎屑物の影響を被っていると推定され、造構場を遠洋性から大陸縁辺部とすることに矛盾はない。今回は調査範囲が限られており、分析した試料数も少なかったため、今後さらなる検討が必要と考えられる。



第9図 Al-Fe-Mn図

非熱水系、熱水系の領域は Adachi *et al.* (1986) から引用.



第10図 チャートの造構場判定図 (Murray, 1994)

La_N , Ce_N の計算に用いたNASC (North American shale composite) の値は Gromet *et al.* (1984) から引用。それぞれの図の領域は Murray (1994) に基づく。

VI. まとめ

今回，秩父帯北帯の住居附層，上吉田層，柏木層館サブユニット，柏木層萩平サブユニットに産するチャートの化学分析を行い，それらの起源と形成場について検討を行った。その結果，住居附層と上吉田層のチャートには苦鉄質岩起源の碎屑物の影響が考えられ，館サブユニットと萩平サブユニットには苦鉄質岩に加え，珪長質岩からの碎屑物の影響も受けていると推定された。また，化学組成から検討した造構場は，いずれも遠洋性から大陸縁辺部を示し，館サブユニットと萩平サブユニットについては起源の推定と整合的だが，住居附層と上吉田層のチャートには，珪長質岩起源の碎屑物の影響がみられないといった矛盾点がみいだされた。今後，調査範囲を広げるとともに，分析する試料数を増やして検討することが望まれる。

謝 辞

本研究は筆者の一人（村田）が行った卒業研究の内容を発展させたものである。環境システム学科の木村春花さんには，野外調査および試料採取の際にご協力いただいた。また，本研究に用いた蛍光X線分析装置（XRF）およびレーザーアブレーション誘導結合質量分析装置（LA-ICP-MS）は立正大学地球環境科学部環境システム学科の実験実習費によって購入された教育機器であり，関係者各位には機器の導入および保守管理に関して日頃よりご協力頂いている。さらに，匿名の査読者からは本論を修正する上で極めて貴重なご意見を賜った。以上の方々に厚く感謝申し上げる。

引用文献

- Adachi, M., Yamamoto, K. and Sugisaki, R., 1986, Hydrothermal chert and associated siliceous rocks from the northern Pacific: Their geological significance as indication of ocean ridge activity. *Sediment. Geol.*, 47, 125-148.
- 新井房夫・端山好和・林 信悟・細矢 尚・井部 弘・神沢 憲治・木崎善雄・久保誠二・中島孝守・高橋 洸・高橋武夫・高井暁朔・戸谷啓一郎・山下 昇・吉羽興一，1966，下仁田構造帯。地球科学，83，8-25.
- Endo, S. and Wallis, S. R., 2017, Structural architecture and low-grade metamorphism of the Mikabu-Northern Chichibu accretionary wedge, SW Japan. *Journal of Metamorphic Geol.*, 35, 695-716.
- 遠藤俊祐・横山俊治，2019，本山地域の地質。地域地質研究報告5万分の1地質図幅高知（13），53，pp.113.

- Gromet, L. P., Dymek, R. F., Haskin, L. A. and Korotev, R. L., 1984, The "North American shale composite": Its compilation, major and trace element characteristics. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, 2469-2489.
- 久田健一郎，1984，関東山地南部芦ヶ久保-鴨沢地域の中・古生層。地質学雑誌，90，139-156.
- 久田健一郎・富永紘平・関根一昭・松岡喜久次・加藤 潔，2016，関東山地秩父帯北帯の地質。地質学雑誌，122，325-342.
- 堀 利栄・樋口 靖・藤木 徹，2000，付加体層状チャート-化学組成からのアプローチ。地質学論集，55，43-59.
- 堀口萬吉，2012，埼玉の自然をたずねて 改訂版，築地書館株式会社，東京都，pp.273.
- 藤本治義，1935，関東山地北部の地質学的研究 其の1。地質学雑誌，42，137-151.
- Huzimoto, H., 1936, Stratigraphical and Paleontological Studies of the Titibu System of the Kwanto Mountainland. Pt.2, Paleontology. *Sci. Rept. Tokyo Bunrika Daigaku, Sec.C*, 1, 29-125.
- Huzimoto, H., 1937, The Nappe-theory with reference to the Northeastern Part of the Kwanto Mountainland. *Sci. Rept. Tokyo Bunrika Daigaku, Sec. C*, 6, 215-244.
- 磯崎行雄・板谷徹丸・河戸克志，1990，秩父累帯北帯ジュラ紀付加コンプレックスの変成年代。地質学雑誌，96，557-560.
- Kamikawa, Y., Hisada, K., Sashida, K. and Igo, H., 1997, Geology of the Nanmoku area in the Chichibu Terrane, the northwestern part of the Kanto Mountains, central Japan. *Science reports of the Institute of Geoscience, University of Tsukuba. Section B, Geological sciences*, 18, 19-38.
- 甲藤次郎，1978，御荷鉾構造線と唐越礫岩。地質ニュース，286，11-19.
- 河合航汰・竹内 誠・斎藤 眞・佐藤興平，2021，下仁田地域南蛇井層からのジュラ紀末放散虫化石。群馬県立自然史博物館研究報告，25，135-138.
- 川野良信，2010，蛍光X線装置による珪酸塩岩石および堆積物の定量化学分析。地球環境研究，12，85-97.
- 川野良信・清水隆一，2017，レーザーアブレーションICP-MS分析法によるガラスビード試料定量分析条件の再検討。地球環境研究，19，11-19.
- 河戸克志・磯崎行雄・板谷徹丸，1991，四国中央部における三波川帯・秩父累帯間の地体構造境界。地質学雑誌，97，959-975.
- 牧本 博・竹内圭史，1992，寄居地域の地質。地域地質研究報告5万分の1地質図幅東京（8），27，pp.144.
- 松岡 篤・山北 聡・榎原正幸・久田健一郎，1998，付加体地質の観点に立った秩父累帯のユニット区分と四国西部の地質。地質学雑誌，104，634-653.
- 松岡喜久次，2007，関東山地北東部，秩父帯北帯から産出した白亜紀古世の放散虫化石。地球科学，61，421-424.

- 松岡喜久次, 2012, 秩父帯北帯, 埼玉県横瀬町芦ヶ久保～飯能市上名栗から産するジュラ紀放射虫化石. 埼玉県立自然の博物館研究報告, 6, 59-68.
- 松岡喜久次, 2013, 関東山地北東部, 秩父帯北帯の柏木ユニット-岩相, 地質年代および海洋プレート層序-. 地球科学, 67, 101-112.
- 松岡喜久次, 2019, 関東山地, 秩父帯北帯の上吉田ユニットの石灰岩礫岩と碎屑性ドロストーンの層序・岩相と堆積環境. 川の博物館紀要, 19, 9-18.
- 松岡喜久次・長谷川美行・沖村雄二・八尾 昭, 2016, 埼玉県秩父市影森～横瀬町芦ヶ久保の秩父帯北帯の地質と産出したフズリナ類と放射虫化石. 川の博物館紀要, 16, 33-42.
- Murray, R. W., 1994, Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: general principles and applications. *Sediment. Geol.*, 90, 213-232
- 長田充弘・横川実和・高地吉一・大藤 茂・山本鋼志, 2015, 三波川変成岩類に関連する地質単元のジルコンU-Pb年代. 日本地質学会学術大会講演要旨第122年学術大会 (長野).
- Pourmand, A., Dauphas, N. and Ireland, T., 2012, A novel extraction chromatography and MC-ICP-MS technique for rapid analysis of REE, Sc and Y: Revising CI-chondrite and Post-Archean Australian Shale (PAAS) abundances. *Chem. Geol.*, 291, 38-54.
- 埼玉県地質図編纂委員会, 1999, 埼玉県地質図 (山地・丘陵地) 解説書【1999】, 埼玉県農林部林務課, pp.244.
- 指田勝男, 1992, 関東山地東縁部の秩父帯北・中帯. 地学雑誌, 101, 573-593
- 杉谷健一郎, 1996, 元素存在度比の解析による珪質堆積岩の堆積古環境の研究. 地球化学, 30, 75-89.
- 滝沢 茂, 1979, 関東山地北部の秩父帯の層序. 鹿沼茂三郎教授退官記念論文集, 89-101.
- Tominaga, K. and Hara, H., 2021, Paleogeography of Late Jurassic large-igneous-province activity in the Paleopacific Ocean: Constraints from the Mikabu greenstones and Chichibu accretionary complex, Kanto Mountains, Central Japan. *Gondwana Research*, 89, 177-192.
- 豊原富士夫・小坂和夫, 1981, 関東山地北東縁部の中・古生層と地質構造. 日本地質学会第88年学術大会巡検案内書, 103-120.
- Wang, J., Chen, D., Wang, D., Yan, D., Zhou, X. and Wang, Q., 2012, Petrology and geochemistry of chert on the marginal zone of Yangtze Platform, western Hunan, South China, during the Ediacaran-Cambrian transition. *Sedimentology*, 59, 809-829.
- 山田康治郎, 2010, 鉍石・岩石分析等で有効なガラスビード法を用いた蛍光X線分析法. *リガクジャーナル*, 41, 24-32.
- 山北 聡, 1998, 四国西部北部秩父帯のナップ構造の再検討. 地質学雑誌, 104, 578-589.

Petrology of chert from the northern part of the Chichibu Belt, north central Saitama Prefecture

MURATA Moe* and KAWANO Yoshinobu**

* Graduates of Faculty of Geo-Environmental Science, Rissho University

** Faculty of Geo-Environmental Science, Rissho University

Abstract :

We conducted chemical analyzes of cherts from the Sumiizuku Formation, Kamiyoshida Formation, Tate and Hagedaira subunits of the Kashiwagi Formation in the Chichibu Belt, and investigated their origins and tectonic fields. As a result, the cherts of the Sumiizuku and Kamiyoshida Formations are thought to be affected by clastics originating from mafic rocks, and the Tate and Hagedaira subunits are also influenced by felsic rocks in addition to mafic rocks. In addition, the tectonic fields examined from the chemical composition indicate pelagic to continental margin regions, which is consistent with the estimated origin of the Tate and Hagedaira subunits, but inconsistencies were found in the cherts of the Sumiizuku Formation and the Kamiyoshida Formation, such as the lack of influence of clastics originating from felsic rocks.

Key words : Chichibu Belt, chert, major and trace elements, rare earth element

