

徳島県木沢村地域の秩父一黒瀬川帯海底火山 噴出物の組成と随伴層の微化石年代

地質班（地学団体研究会）

石田 啓祐^{*1} 元山 茂樹^{*2} 吉岡 美穂^{*1} 岡本 治香^{*1} 西山 賢一^{*1} 橋本 寿夫^{*3}
森江 孝志^{*4} 中尾 賢一^{*5} 小澤 大成^{*6} 香西 武^{*6} 辻野 泰之^{*5}

1. はじめに

四国東部の徳島県木沢村地域は、秩父累帯に位置しており、秩父累帯を構成する付加体には、海底火山噴出物起源の緑色岩類が大小の岩体として含まれている。とくに追立より上流の坂州木頭川本流、ならびに檜戸川、泉谷川流域には、大用知、符殿、沢谷、西三子山、しがきの丸、岩倉北東、勘場谷合流点付近に大規模な緑色岩体や、比較的まとまった緑色岩の分布が知られている（平山ほか、1956；丸山、1976；石田・香西、2003；村田、2003など）。それぞれの緑色岩体の分布や、年代を異にする付加体への帰属に関しては、テレーン解析の一環として付加体構成岩類の微化石年代に基づく検討が進められてきた。その結果、調査地域の緑色岩類には、秩父北帯のジュラ紀付加体に帰属するものと、黒瀬川帯（秩父中帯）ペルム紀付加体に帰属するものとがあることが知られている（石田、1985；富永、1990）。

しかしながら、個々の岩体の分布や帰属の詳細に関しては、1）地形的急峻さと植生による追跡の困難さに加えて、2）岩相は類似でも異なる緑色岩体相互の隣接による野外での構造境界の特定の困難さ、3）スラスト運動にともなう構造変形や付加・沈み込みによる変成による堆積・層序の初生的情報の喪失・欠如などが原因で、十分に解明されたとはいえない岩体や地域が残されている。

このような当地域の緑色岩類と付加体研究の現状を踏まえて、筆者らは、まずこれまでの検討が十分

ではないと考えられる緑色岩類に関して、火成活動の時期やマグマの特徴を明らかにする目的で、海洋プレート層序の観点から、緑色岩類に層序的に随伴する堆積物の認定と微化石年代の特定、ならびに緑色岩類の組成分析を行った。今回提示する解析データは、今後の付加体地質の解析や、緑色岩体の起源となる海洋プレート上での火成活動の特性を探求する上で必要不可欠なものであることを付言する。

2. 海底火山噴出物としての枕状溶岩

枕状溶岩とは、“枕のような形”の溶岩が幾重にも積み重なったものである。高温で粘性の少ない玄武岩質溶岩が、海底などの水中に噴出するときに形成される。断面形態から“枕のような形”と形容されるが、形成過程から見ると、“練り歯磨きをチューブから押し出したような形”といった方がわかりやすいかもしれない。一般的な特徴としては、表面が急冷されて細粒（ときにガラス状）になる点、冷却-収縮に伴う放射状および同心円状の割れ目が存在する点、一つの“枕”の上面は丸く下面は下に垂れ下がった形をつくる点などがある。

木沢村には、典型的な枕状溶岩が、坂州発電所下、岩倉北西の檜戸川河床、泉谷などに見られ、地質学的にもよく調査されており、その学術的価値は高い。以下に代表的な露頭を紹介する。

1) 坂州発電所下の枕状溶岩

この坂州木頭川の露頭（図2）は、おそらく県内で最も有名な枕状溶岩の露頭のひとつである。この岩

*1 徳島大学総合科学部

*2 徳島市立高等学校

*3 藍住東中学校

*4 徳島県立山川少年自然の家

*5 徳島県立博物館

*6 鳴門教育大学

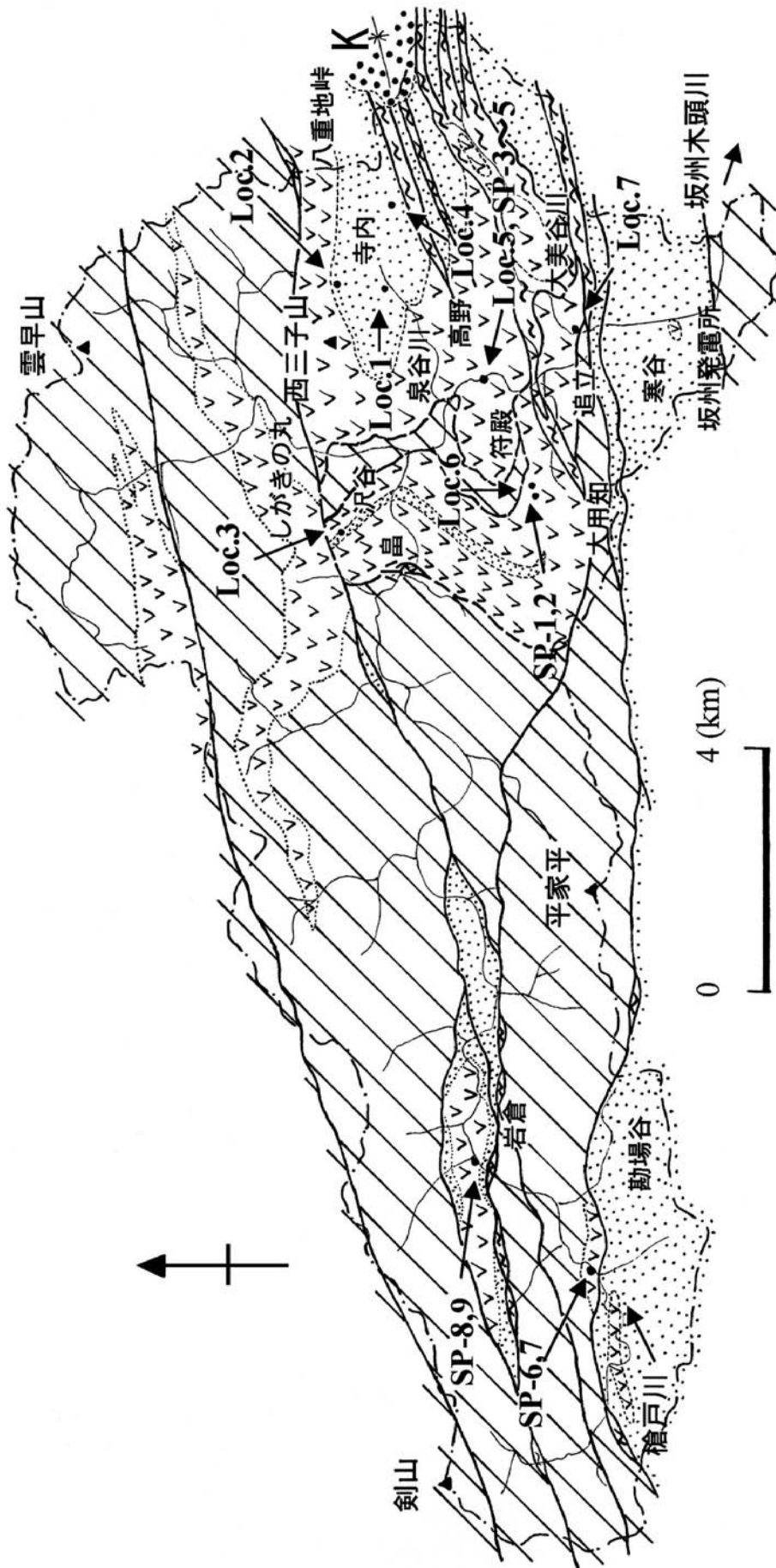


図1 木沢村地域の地質図と微化石・岩石試料採集地点
 V: 緑色岩類 (海底火山噴出物と石灰岩, チャート); ~: 蛇紋岩; 細かい砂目: ペルム紀付加体と中生代斜面堆積相 (黒瀬川帯); 粗い砂目 (K): 下部白亜系 (黒瀬川帯); 斜線: ジュラ紀付加体 (秩父北帯・南帯)

体は、黒瀬川帯のペルム紀付加体に属する非曾根層群メラングジュに含まれる異地性岩塊であり、海洋底のプレート沈み込み運動に伴い、海溝下で陸源碎屑物と共に混在しメラングジュを形成しながら陸側に付加したものの一つである。岩崎(1990)によれば、枕状溶岩としての構造はよく残っているものの、玄武岩溶岩に含まれていたはずの鉱物は何も残っていないという。県立博物館常設展示室には、この産地の“枕”一つ分が展示されている(図3:上下が本来とは逆になっている)。現在、この露頭は2004年夏に発生した水害で大量の砂礫に覆われ、観察できない。

2) 岩倉北西の槍戸川沿い

岩倉北西の槍戸川沿いには、広範囲に枕状溶岩が露出している。アプローチが容易ではないが、県道木沢上那賀線沿いにも露出しており、台風後には法面から崩落した溶岩塊が観察された。図4はまさに“練り歯磨きをチューブから押し出したような形”をしており、形成過程を知ることのできる絶好の標



図2 坂州発電所下の枕状溶岩露頭
急冷縁で包まれた枕状断面と内部に放射状の節理が見られる



図3 坂州発電所下の枕状溶岩断面標本
(県立博物館展示標本)

本であるので、写真で紹介する。

3. 微化石年代

A. 海底火山噴出物に随伴する石灰質堆積物

大用知・加州・阿津江・符殿・沢谷・しがきの丸・西三子山一帯には、枕状溶岩をはじめとする海底火山噴出物からなる緑色岩体が分布し(丸山、1976)、大小の石灰岩体や、チャート岩体が伴っている。この緑色岩体は、黒瀬川帯のペルム紀付加体に帰属すると考えられている(石田・香西、2001; 村田、2003)。今回、当地域の海底火山噴出物の活動時期の解明を目的として、緑色岩類に挟在または随伴する石灰質堆積物の微化石年代を検討した。その結果、以下の地点から、年代決定に有効なコノドントが検出された。

1) 高野(Loc. 1 : 041016-7)

泉谷川北岸の高野～小泉にかけては、層厚100mに及ぶ石灰岩層が、北西-南東走向で、北東へ緩傾斜しながら、西三子山南西斜面の標高800～900m付近の山腹を等高線に沿って分布する。この南東延長は県道徳島上那賀線沿いに露出しており、高野では、この石灰岩に帰属する石灰岩チャート互層岩塊から、コノドントの*Hindeodus* sp. Pa(プラットフォーム型要素)ならびに*Diplognathodus* sp. Paが検出されることから、この石灰岩層の年代は、石炭紀後期～ペルム紀である。この石灰岩は分布状況から、枕状溶岩と塊状溶岩を主とする緑色岩塊に挟在するものと推測され、緑色岩類はほぼ同様の活動時期と見なされる。



図4 槍戸川沿いのチューブ状の形態が顕著な枕状溶岩

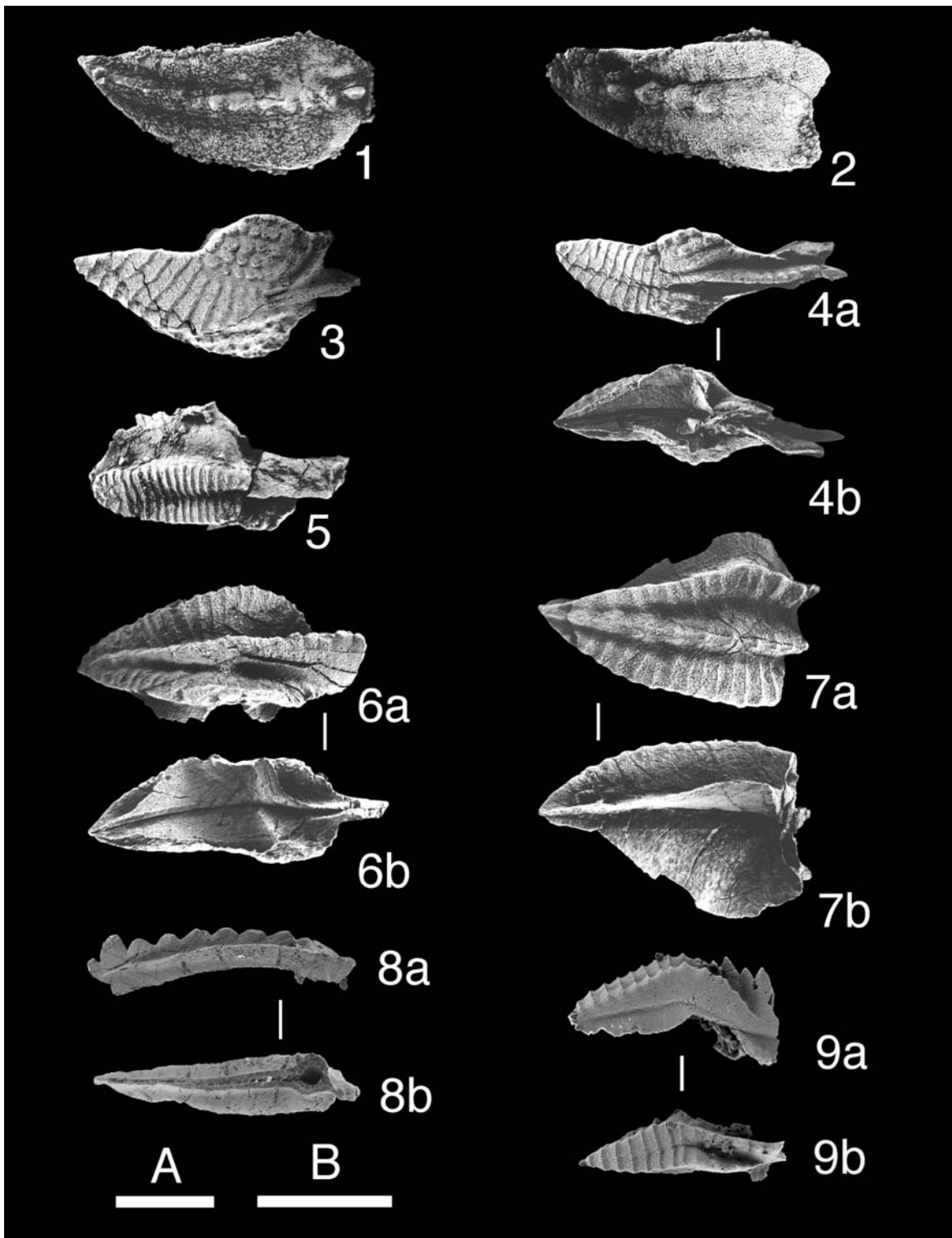


図5 八重地-出羽林道石灰岩およびみさご山産石灰角礫岩と狭在層産コノドント
 スケール (A,B) は0.5mm. A: 1, 3-6, 8 B: 2, 7, 9 1-7: loc.4 (041009-8) ; 8: loc.7 石灰岩/チャート互層中の
 チャート; 9: Loc.7 (石灰角礫岩)
 1, 2: *Gondolella clarki* Koike; 3, 4a,b: *Idiognathodus delicatus* Gunnell group; 5: *Idiognathoides corrugatus*
 (Harris & Hollingthworth) ; 6a,b, 7a,b: *Neognathodus bassleri bassleri* (Harris & Hollingthworth) ; 8a,b:
 “*Gondolella*” sp.; 9a,b: *Idiognathoides sinuatus* Harris & Hollingthworth

3) 八重地-出羽林道 (Loc. 4 : 041009-8)
 寺内東方の八重地-出羽林道沿い (標高900m付近)

の切り通し西壁には、東西走向で北傾斜する泥質千枚岩の中に、長径数mの石灰岩塊が含まれており、

石灰岩からは*Neognathodus bassleri bassleri* Pa、*Idiognathoides corrugatus* Pa、*Gondolella clarki* Pa、*Idiognathodus delicatus* Pa、*Hindeodus* sp. Paが多産する。コノドントの群集構成から、この石灰岩は石炭紀後期前半（ペンシルバニアン前半）に属するものである。

3) 符殿トンネル (Loc. 5 : 041011-5)

2005年台風10号による阿津江の崩壊下部にあたる坂州木頭川東岸河床では、緑色岩に北東-南西走向で北西傾斜の断層鏡肌が見られる。この緑色岩は東西走向南傾斜であり、上流から下流に向かって下位から上位へ枕状溶岩（3m）、塊状溶岩（20m）と重なり、その上位に淡灰色石灰岩（3m）、さらに塊状玄武岩が重なるのが見られる。対岸の符殿トンネルの石灰岩は、この挟在石灰岩の西方延長であり、厚さ20m以上に及ぶ。この石灰岩からは、コノドントの*Neognathodus* cf. *bassleri* Pa が検出され、その年代は石炭紀後期（ペンシルバニアン前半）である。

4) 大用知 (Loc. 6 : 041010大用知 2)

2004年台風10号による大用知の山腹崩壊地は、塊状溶岩、枕状溶岩およびハイアロクラスタイトからなる緑色岩類で構成されるが、崩壊地周辺には、この緑色岩類に挟在する碎屑性石灰岩層が3層準に挟在しており、東西性の走向で、北傾斜の分布を示す。これらの碎屑性石灰岩は、緑色岩類の碎屑物を伴いながら、緑色岩から凝灰岩質石灰角礫岩を経て石灰岩へと漸移する層序関係が見られ、海山等の火山体頂部付近の礁に起源する重力流堆積物として、相対的に深部の堆積域にもたらされたものと考えられる。大用知崩壊東側山腹850m標高の石灰岩層（最上位層準）からは、コノドントの*Neognathodus* spp. Paが検出され、石炭紀後期の年代を示す。

5) 大美谷口みさご山 (Loc. 7)

大美谷入口みさご山の海底火山噴出物に挟在する石灰岩は、海底火山頂部付近からもたらされた重力流起源碎屑性のもので、礫状石灰岩からはコノドントの*Idiognathoides sinuatus*、サンゴの*Chaetetopsis* sp.などが産し、これに伴うチャート石灰岩互層からは、石炭紀後期～ペルム紀初期型の“*Gondolella*” sp.をはじめとするコノドントが産する（石田ほか、

2004）。肉眼的にはかなり複雑かつ多様なみかけをしており、白色の石灰岩の中に海底火山噴出物および赤色のチャート、赤紫色のハイアロクラスタイトなどがさまざまな割合で入り交じっているように見える。海底火山噴出物は細粒部分ではしばしば緑色で、フィルム状～網目状に石灰質碎屑物の中に入っている。図6の石では、詳しく見れば下半の極粗粒部に3回ほど逆級化（岩屑流的）部分が見え、上半部の細粒部への移行部に顕著な級化（タービダイト型）が見える。この産地の石は「木頭石」という名前で、国会議事堂内、参議院副議長応接室の暖炉に使用されている（図7）。この石が国会議事堂に使用されている箇所や使用量はわずかである。切り出した石切場の跡は道路の法面の背後にあり、現状では見られない。

B. 緑色岩に隣接する陸源碎屑岩の微化石年代

1) 北浦林道終点 (Loc. 2 : 041016-6)

西三子山南斜面にあたる泉谷上流の県道徳島上那賀線から分岐する北浦林道終点（標高850m付近）には、泥質千枚岩と、挟在する酸性凝灰岩質千枚岩が北西-南東走向・北東傾斜で分布しており、酸性凝灰岩質千枚岩からは、放散虫の*Follicucullus porrectus*、*F.* sp.、*Albaillella* sp.が産出した。この千枚岩は黒瀬川帯のペルム紀付加体に帰属するものと見なされる。

2) しぎきの丸標高800m (Loc. 3 : 041016)

小島から、しぎきの丸へ向かう稜線沿いの林道には、標高750m付近から頂上付近にかけて、北西-南東走向で北東傾斜中角度に、3層の比較的厚い石灰



図6 みさご山石灰角礫岩の堆積構造（級化と逆級化構造） 右側が上位、下位左端にチャート／石灰岩互層が見られる

岩層（それぞれ20m以上）を挟在する緑色千枚岩が分布しており、標高900m付近には赤色チャート層（20m推定）や泥質千枚岩層が挟在する。この稜線沿いで、しがきの丸山腹の標高800m付近（2004年台風10号による嫁ヶ滝の崩壊の頂部に近い）には、地すべりブロックの泥質千枚岩が分布し、泥質岩と漸移的に挟在する酸性凝灰岩質千枚岩からは、放散虫の*Follicucullus* spp.が産した。このことから、この地すべりブロックは、黒瀬川帯のペルム紀付加体に帰属するものとみなされる。

4. 木沢村に分布する緑色岩の特徴

1) 岩石記載

今回の調査では、大用地、府殿、槍戸、岩倉の4地域で緑色岩のサンプルを採集した。また、平尾（2001）の釜ヶ谷のデータも合わせて検討した。

大用地の崩壊地に分布する緑色岩は、おもに塊状溶岩で、一部に枕状構造を残すものが見られる。鏡下観察では、細粒で無斑晶質なものから粗粒で斑状組織を示すものまでである。斑晶の残存鉱物には単斜輝石があり、一部の塊状溶岩では約2～3mmの大きな斜長石斑晶を多く含むものがある。

府殿トンネル北側出口の周辺では石灰岩と接するように緑色岩が分布している。府殿トンネル東側の石灰岩と直接する部分では塊状溶岩が分布しており、その北側には大用地と同様の大きな斜長石斑晶を多く含む塊状溶岩が分布している。

槍戸川沿いに分布する塊状溶岩には、細粒で無斑晶質な緑色岩と粗粒なドレライトがある。ドレライ

トには単斜輝石が残存している。無斑晶質岩とドレライトは同じレンズ状の小規模岩体から産するが、露頭での岩相変化については未確認である。

坂州木頭川沿いの岩倉周辺では、東西方向に伸張したレンズ状岩体中に枕状溶岩と塊状溶岩が分布しており、枕状構造および急冷縁は明瞭である。鏡下観察では、細粒でデンドリティックな単斜輝石が観察され、単斜輝石と斜長石の微斑晶を含むものがある。

釜ヶ谷に分布する緑色岩は、東西方向に伸張したレンズ状の小規模岩体である。鏡下観察では、細粒で樹枝状または羽毛状の単斜輝石を含む（平尾、2001）ことから、急冷してできたものと考えられる。

2) 全岩化学組成の特徴

木沢村大用地、府殿、槍戸、岩倉の4地域より採集したサンプルから9個の緑色岩について全岩化学組成の分析を行った（表1）。標準試料は地質調査所のJB2、JB3、JA2、JG1a、JG1b、JG2、JG3、JR1、JR2を使用し、鳴門教育大学自然系地学教室の理学電気工業製RIX-2000で分析を行った。岩石粉末試料の作成および分析方法は村田（1993）に従い、主要成分はファンダメンタルパラメーター法、微量成分は検量線法により分析した。

ZrとNbなどの元素は、部分融解や結晶分化作用の過程において液相濃集元素として振る舞うため、同一起源のものであれば一定の比を保つことが期待される。また、それぞれHFS元素であるため、変成・変質作用による元素の移動はほとんどないと考えられることことから、火山岩中の比を用いて緑色岩の起源物質の特性を議論できる可能性がある。このことから、今回、全岩化学組成を分析した大用地、府殿、槍戸、岩倉の緑色岩および平尾（2001）の木沢村釜ヶ谷、神山町野間谷、徳島市旭リサイクル、徳島市中津峰の緑色岩の分析データを合わせてZr-Nb図（図8）を作成し検討することにした。

大用地、府殿、槍戸の緑色岩はNb/Zr比が0.067～0.083、釜ヶ谷の緑色岩はNb/Zr比が0.073～0.104、岩倉の緑色岩はNb/Zr比が0.150～0.151である。大用地、府殿、槍戸に分布する緑色岩はZr-Nb図でほぼ同じトレンドを示すことから、同一起源物質から形成されたと考えられる。また、これらの岩石群に



図7 「木頭石」を使った国会議事堂参議院副議長室応接室暖炉

はSiO₂含有量が52%を超えるものがあり、かなり分化が進んだ岩石を含んでいると考えられる。釜ヶ谷の緑色岩は大用地、府殿、槍戸の緑色岩と比較してNb/Zr比が少し高い値を示しているが、現在の分析データからは明確な差異は認められない。これに対して岩倉の緑色岩が示す高いNb/Zr比は、周辺の緑色岩分布域と比較してみると、野間谷、旭リサイクル、中津峰のアルカリ岩とよく似たNb/Zr比を示しており、大用地、府殿、槍戸、釜ヶ谷の緑色岩とは明らかに異なる起源物質から形成されたことを示唆している。

主要成分と微量元素のMgO含有量の変化に伴う組成変化では、各地域の岩石群はほぼよく似た傾向を示す。すなわち、液相濃集元素およびその酸化物はMgO含有量の減少に伴って増加し、非液相濃集元素はMgO含有量の減少に伴って減少する傾向が見られるが、2つの岩石群の違いは確認できなかった。

5. まとめ

今回の調査により、木沢村内に露出する秩父累帯の緑色岩および層序的に随伴する堆積物の認定と微化石年代の特定を行ったところ、以下の結果を得た。

泉谷川北岸の高野～小泉にかけての石灰岩層からは、石炭紀後期～ペルム紀のコノドントが検出された。この石灰岩に隣接する緑色岩類もほぼ同様の活動時期と見なされる。八重地-出羽林道沿いの石灰

表1 木沢村緑色岩の全岩化学組成

サンプル番号	SP-1	SP-2	SP-3	SP-4	SP-5	SP-6	SP-7	SP-8	SP-9
採集地	大用地	大用地	府殿	府殿	府殿	槍戸	槍戸	岩倉	岩倉
主要成分									
SiO ₂ (wt.%)	48.85	51.05	52.14	49.70	57.14	50.52	50.52	46.92	47.28
TiO ₂	2.91	1.77	1.86	1.82	2.05	2.18	2.18	1.25	1.26
Al ₂ O ₃	15.26	21.53	15.49	15.72	14.52	13.53	13.53	15.65	16.02
Fe ₂ O ₃	15.79	10.55	8.43	11.92	11.40	16.39	16.39	11.59	12.31
MnO	0.16	0.10	0.15	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16
MgO	5.23	2.00	1.77	4.67	2.77	6.84	6.84	7.83	12.74
CaO	9.11	7.07	11.72	9.14	6.58	7.99	7.99	11.66	5.75
Na ₂ O	2.23	2.74	5.70	2.98	3.78	1.66	1.66	3.53	3.00
K ₂ O	0.10	2.77	2.03	3.61	0.82	0.47	0.47	1.18	1.29
P ₂ O ₅	0.36	0.41	0.81	0.25	0.76	0.25	0.25	0.23	0.19
Total	100	99.99	100	99.99	99.99	99.99	99.99	100	100
FeO*	14.21	9.49	7.59	10.73	10.26	14.75	14.75	10.43	11.08
微量元素									
Ce (ppm)	39.4	12.9	87.4	24.9	92.0	18.3	8.8	30.9	18.7
Cr	16.1	45.6	nd	32.4	nd	15.5	842.6	434.8	508
Nb	13.63	7.08	21.79	7.81	20.48	9.67	1.67	13.84	12.95
Ni	6.5	60.7	nd	20.5	nd	26.1	217.9	250.4	247.4
Pb	0.4	0.4	1.6	0.5	nd	nd	nd	nd	0.8
Rb	4.7	58.4	58.4	103.7	14	9.6	4.2	25.6	17.5
Sr	363	326.3	224.2	11.6	436	137.7	73.6	310.1	276.3
Th	1.43	0.41	2.1	nd	1.86	0.12	0.29	1.1	0.36
Y	22.9	22.6	36.5	22.9	33.5	30.7	15	17.3	17.4
Zr	176.1	96.6	326.9	109.2	296.8	143.5	20.2	92	83.9
Ba	78.5	222.5	215.4	363.8	232.3	78	40.7	154.5	338.7
Nb/Zr	0.077	0.073	0.067	0.072	0.069	0.067	0.083	0.150	0.151

岩および坂州木頭川ぞい符殿トンネルの石灰岩からは石炭紀後期前半（ペンシルバニアン前半）、大用知崩壊東側山腹850m標高の石灰岩層（最上位層準）からは石炭紀後期のコノドントがそれぞれ検出された。大美谷入口みさご山のチャート石灰岩互層からは、石炭紀後期型のコノドントが産した。

また、緑色岩に隣接する陸源碎屑岩のうち、北浦林道終点の千枚岩および、しがきの丸標高800mの酸性凝灰岩質千枚岩からそれぞれ放射虫化石が検出され、ともに黒瀬川帯のペルム紀付加体に帰属するものとみなされた。

緑色岩では、大用地、府殿、槍戸、岩倉の4地域および釜ヶ谷（平尾、2001）の緑色岩のサンプルを検討した。肉眼および偏光顕微鏡下での特徴を記述

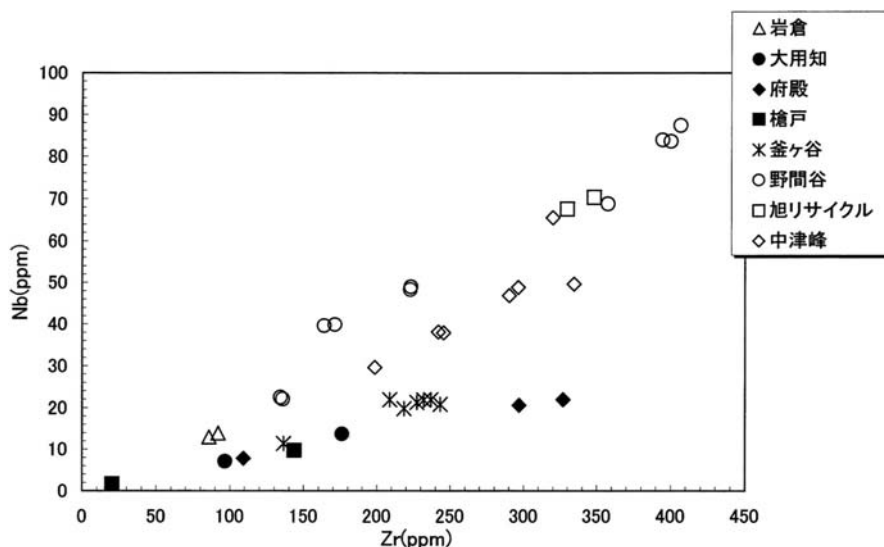


図8 木沢村緑色岩組成のZr-Nb 相関図

したのち、全岩化学組成の分析を行ったところ、大用地、府殿、槍戸に分布する緑色岩はZr-Nb図でほぼ同じトレンドを示すことから、同一起源物質から形成されたことがわかった。釜ヶ谷の緑色岩は大用地、府殿、槍戸の緑色岩と比較して明確な差異は認められないが、岩倉の緑色岩は他地点の緑色岩とは異なる起源物質から形成されたことが明らかになった。

これに加え、枕状溶岩および大美谷入口みさご山石灰岩など文化財的な価値のある露頭についてその特徴や歴史的経緯などを記述した。

謝 辞

鳴門教育大学村田 守教授には、全岩化学組成の分析を協力いただいた。徳島県立阿波高校教諭平尾尚史教諭には、全岩化学組成の分析データを一部活用させて頂いた。記してお礼申し上げます。

文 献

- 石田啓祐 (1985)：徳島県秩父累帯北帯南部の先白亜系。地質学雑誌、91、553-567頁。
- 石田啓祐・香西 武 (2003)：四国東部秩父累帯の地帯区分と層序。徳島大学総合科学部 自然科学研究、16、11-41頁。
- 石田啓祐・吉岡美徳・岡本治香・難波重里子・中尾賢一・香西武 (2004)：徳島県産国会議事堂大理石の研究—その1。産地と地質概要—。徳島大学総合科学部 自然科学研究、18、15-23頁。
- 市川浩一郎・石井健一・中川衷三・須鎗和巳・山下 昇 (1953)：坂州不整合について—徳島縣那賀郡坂州村附近の団体研究—。徳島大学学芸紀要 (自然科学)、3、61-74頁。
- 岩崎正夫 (1990)：徳島県地学図鑑。徳島新聞社。
- 工藤 晃・大森昌衛・牛来正夫・中井 均 (1999)：新版 議事堂の石。新日本出版社。
- 富永良三 (1990)：四国東部秩父北帯のジュラ紀付加体。地質学雑誌、96、505-522頁。
- 平尾尚史 (2001)：新しい地球観 (プルームテクトニクス) の教材への導入—徳島県秩父帯に見られる海洋地殻—。鳴門教育大学大学院学校教育科自然系 (理科)、地学教室修士論文。
- 平山 健・山下 昇・須鎗和巳・中川衷三 (1956)：徳島県剣山図幅および同説明書。徳島県。
- 丸山茂徳 (1976)：四国東部秩父帯中部の沢谷緑色岩コンプレックスの化学的性質。地質学雑誌、82、183-197頁。
- 村田明広 (2003)：徳島県木沢地域の黒瀬川北縁部の地質構造。徳島大学総合科学部自然科学研究、17、7-17頁。
- 村田 守 (1993)：蛍光X線分析法による韓国岩石標準試料の主成分及び微量成分の分析。鳴門教育大学紀要 (自然科学編)、8、37-49頁。