

## 鶏足山塊の地質構造・化石層序と岩石鉱物

阿武隈山地岩石鉱物調査会

### はじめに

鶏足山塊の地質は、高取鉱山のような金属鉱山や終山鉱山のような石灰岩採掘鉱山などの多数の鉱山が稼行していたことにより、古くから研究が行われていた。これらの鉱山はいずれも閉山となり、現在では産出鉱物の収集も困難になっている。しかし、最近になって、付加地質学を用いた新たな研究の進展があり、多量に微化石が発見され、それによる層序と地質構造が組み立てられている。今回の調査では、そのような微化石に焦点を当てて収集し、さらに、最近報告された新たな火山岩の採集と化学的データも加えて報告する。これによって、鶏足山塊の地質構造発達史と、足尾山地の地質との関係が明瞭になるとと思われる。

### 地質概説

八溝山地は、東西約30 km の幅で、南北に約100 km 連続する山地である(図1)。北から八溝、鷲子、鶏足、筑波に分けられる。南端の筑波山塊が花崗岩類と変成岩類から成っているのを除いて、北部の八溝、鷲子、鶏足の3山塊は、砂岩と頁岩を主体としてチャートと石灰岩を挟有する中生代の堆積岩コンプレックスによ

って構成されている。この堆積岩コンプレックスは、西南日本内帯の丹波帯及び美濃帯の東方延長である足尾帯に属すると考えられている(磯見・河田, 1968)。調査地域は八溝山地のほぼ中央部に位置する。鶏足山塊は、八溝山地の中央部を西から東に横断する那珂川をほぼ北限に、花崗岩類の分布する笠間-岩瀬間の横谷を南限とする東西約30 km, 南北約20 km の山塊である。調査地域の中生界は、全体として北東から南西走向で、30~60°傾斜で分布する。見かけ上の下位より国見山層、高取層、鮎田層に区分される(Kanomata, 1961; 通産省資源エネルギー庁, 1987)。以下に国見山層、高取層、鮎田層について概説する。調査地域の鶏足山塊の地質図を図2に示す。国見山層は、笠間市飯田から七会村徳蔵にかけ分布している。砂岩優勢な砂岩頁岩互層からなり、正順層と逆転層が南東から北西方向に1~2 km 前後の幅で繰り返している(滝沢・笠井, 1984)。高取層は、北東から南西方向に比較的連続するチャート層を主体として、頁岩層や砂岩頁岩互層を挟有する。構造的低位の国見山層とは断層で接している(笠井・木村, 1973)。高取層は御前山村下伊勢畑から高取山と八瓶山を経て鶏足山付近まで分布して、

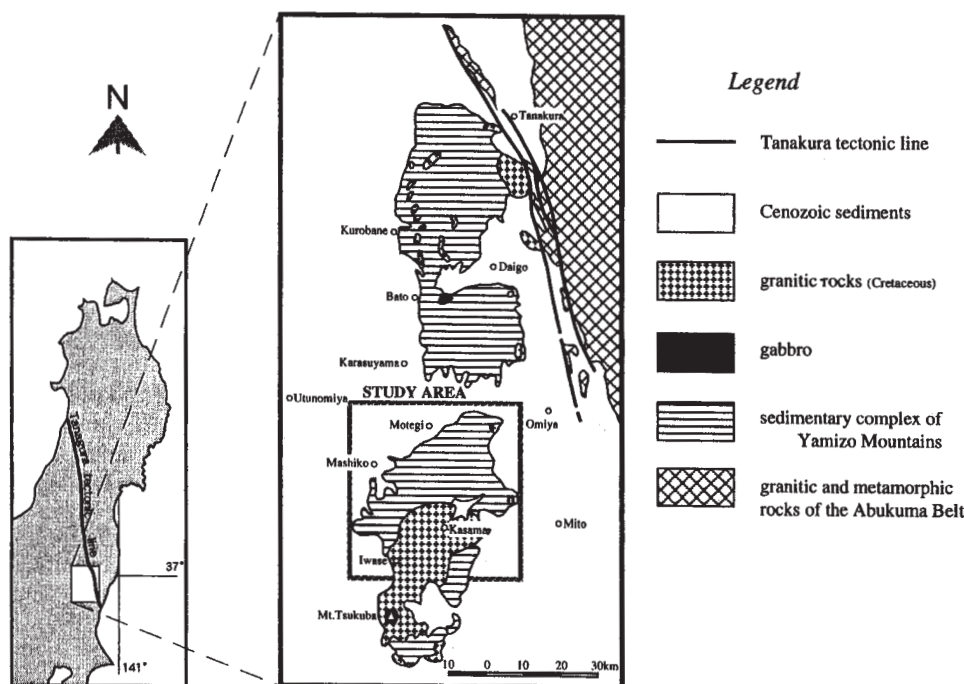


図1. 八溝山地の鶏足山塊、鷲子山塊、八溝山塊の分布。

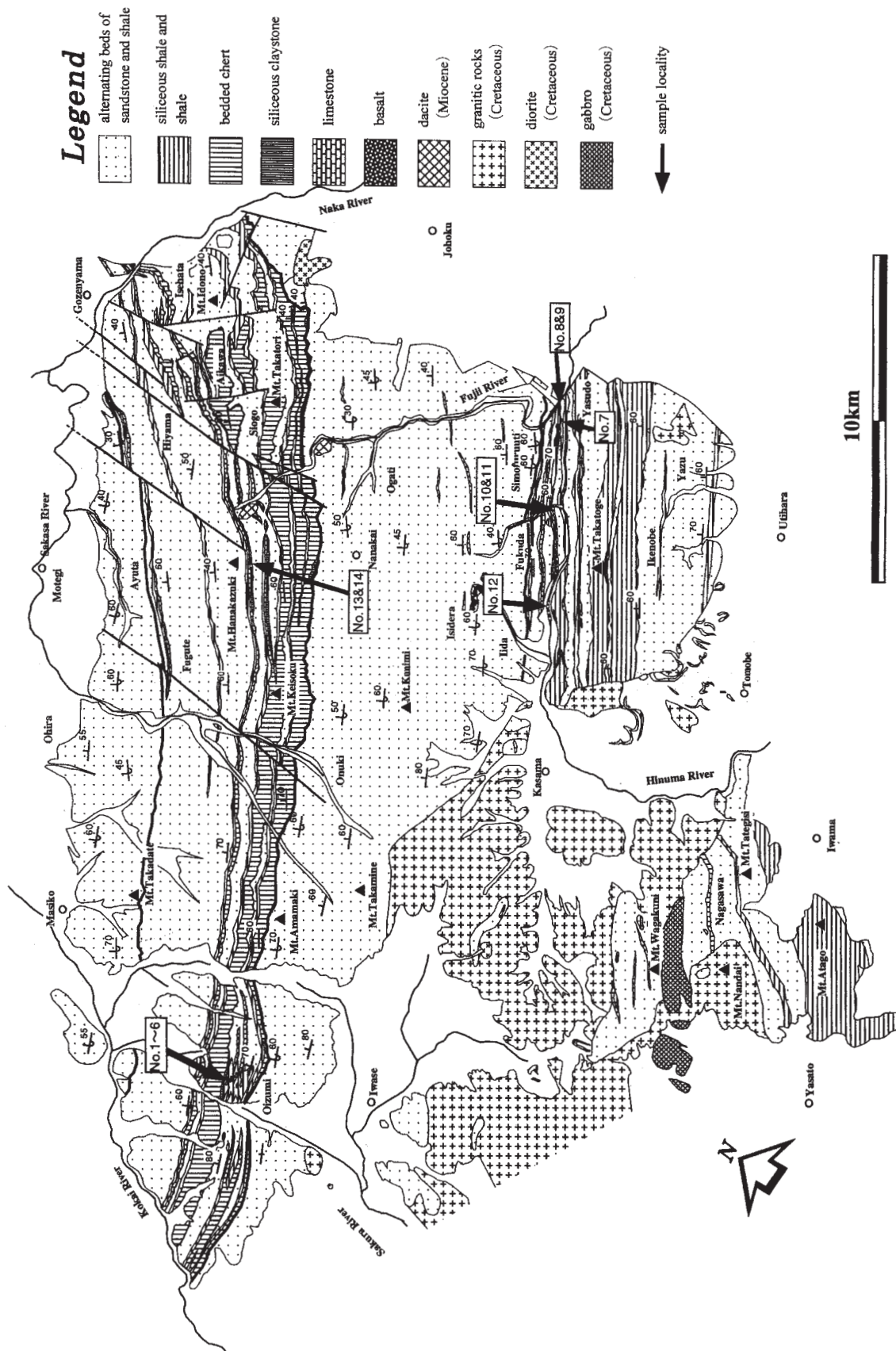


図2. 鶏足山塊の地質図と緑色岩試料採取位置。

鶏足山塊では標高の最も高い尾根を形成している。本層の南西延長部の岩瀬町大泉付近では、砂岩・チャート・石灰岩・緑色岩などをブロックないし大小のレンズとして含むメランジ相の泥質岩がみられる。鮎田層は、頁岩層を挟有する砂岩頁岩互層を主体とする。高取層の上位に連続的に重なる。本層の西縁の益子町では、級化層理の発達したタービダイト相が逆転層として分布している（笠井，1978）。調査地域の産出化石としては、笠間市と常北町の境の中山峠の国見山層から中生代型の植物化石が（大山・笠井，1974）、同層の頁岩からは最末期ジュラ紀の放散虫化石が（脇田ほか，1989；堀，1996；堀・指田，1998）、高取層の頁岩層からはジュラ紀放散虫化石が（Sashida *et al.*，1982）、同層のチャート層から後期三畳紀のコノドント化石が（猪郷，1972；福田，1974；吉田ほか，1976）知られている。鮎田層からはジュラ紀オックスフォードリアンのアンモナイトが報告されている（鈴木・佐藤，1972）。

鶏足山地のジュラ紀付加体の地質構造と化石層序および年代

1. チャート-碎屑岩シーケンス

チャート-碎屑岩シーケンスとは、下位より珪質粘土岩・チャート・珪質頁岩・砂岩頁岩互層の順に重なる。日本の中生代付加体において最も基本的な層序である。鶏足山塊の北部地域には、6枚のチャート層が北東から南西方向に比較的良好に連続して分布し、そ

れらの間に珪質頁岩や砂岩頁岩互層の碎屑岩が認められる。高取層の地層を良く観察すると、衝上断層を基底として下位から層状チャート、珪質頁岩や砂岩頁岩互層の碎屑岩が一定の順序で重なる、チャート-碎屑岩シーケンスの繰り返しが認められた（笠井ほか，2000）。本地域のチャート-碎屑岩層シーケンスの岩相変化と地質年代を調べるため、図3の地質図に示したように東から西方に、下記の5セクションを設定

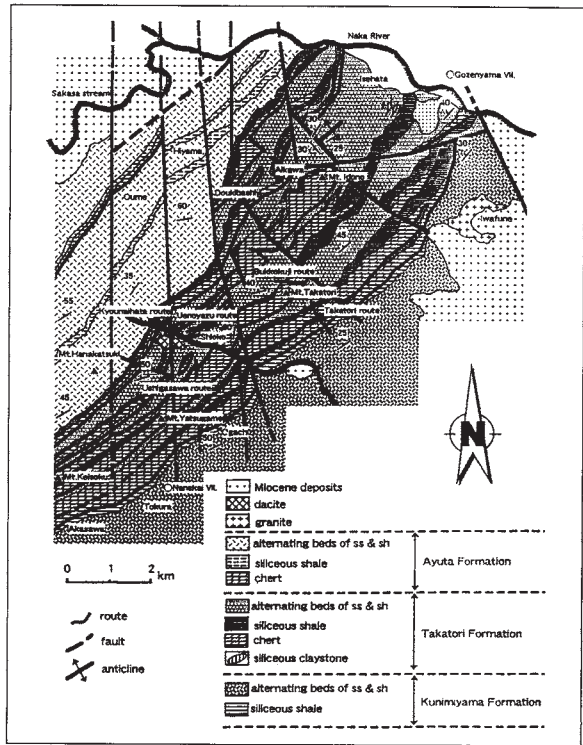


図3. 鶏足山塊北部の地質と柱状図ルート。

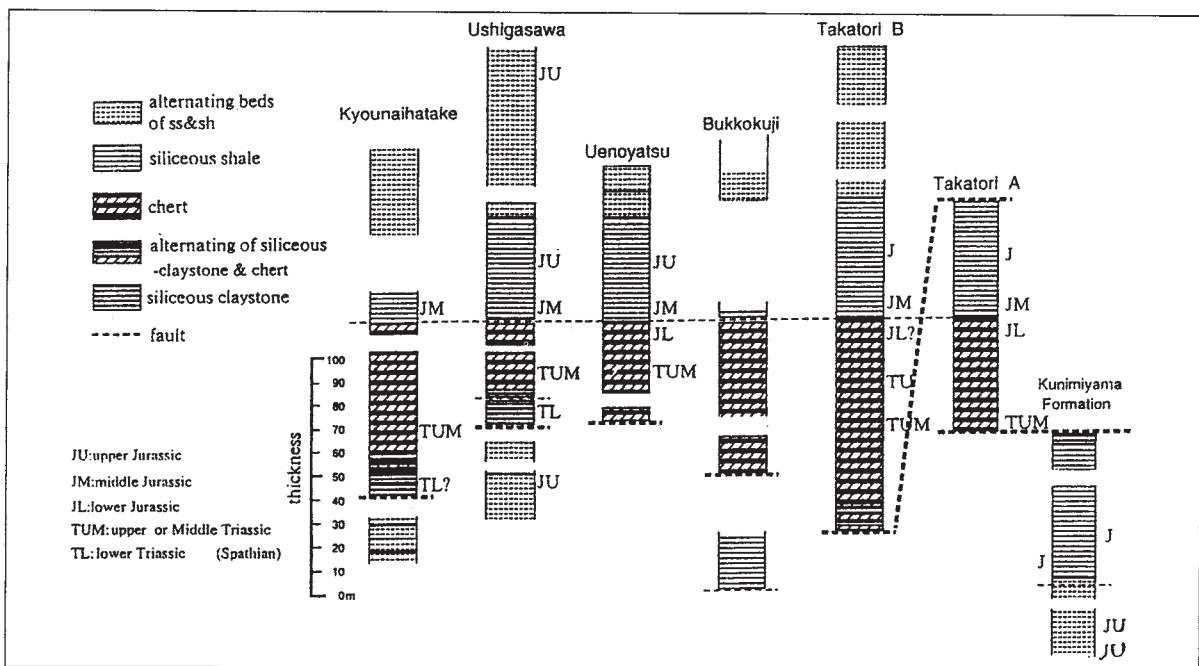


図4. 鶏足山塊北部の各セクションごとの地質柱状図。



し調査した。図4には各セクションの柱状図を示す。(1) 高取林道セクション(図5): シークェンスが2回(ユニットA・B)繰り返している。(2) 仏国寺セクション: ユニットCで、強い熱変成を受けている。(3) 上の谷津セクション: ユニットDで、層状チャートから砂岩まで連続して露出する。(4) 牛ヶ沢セクション: ユニットEで、珪質粘土岩、チャート、珪質頁岩、砂岩頁岩互層が連続して露出する。(5) 京内畑セクション: ユニットFで、珪質粘土岩から珪質頁岩まで良く露出する。このセクションのチャート層は花香月セクション(佐藤ほか, 1987)に連続している。本調査地域で認められたA~Fのチャート-碎屑岩シークェンスユニットは、下位より① 灰緑色-黒色珪質粘土岩(欠如する場合もある)、② 層状チャート、③ 暗緑色珪質頁岩、④ 葉理の発達した黒色頁岩および砂岩頁岩互層の碎屑岩という上方粗粒化のシークェンスが共通して認められた。その模式的な地質柱状図は第6図のようになる。この岩相変化は、下位より遠洋性珪質岩、半遠洋性泥質岩、陸源性碎屑岩(タービダイト)と重なる海洋プレート層序を示していると考えられる。

2. 化石による地質年代

調査地域のチャート-碎屑岩シークェンス各部の年代は、高取層の5セクションでA~Fユニットの各部か

ら産出した放散虫化石とコノドントから、下記のように地質年代が明らかになった。① 灰緑色-黒色珪質粘土岩は、前期三疊紀スパシアンを示すコノドント *Neospathodus homeri* (Bender) と *Neospathodus triangularis* (Bender) が得られており、珪質粘土岩は前期三疊紀である。② 層状チャートは、下部から得られた中・後期三疊紀を示す *Triassocampe* spp. と *Livarella* sp. A (in Yoshida, 1986)、上部から得られた前期ジュラ紀を示す *Parahsuum* spp. から、下部層状チャートの中部三疊紀から上部層状チャートの前期ジュラ紀までの連続した年代が分かった。③ 珪質頁岩は、下部が *Tricolocapsa plicarum* Yao 等が示す中期ジュラ紀バジョシアンで、上部がその他の放散虫化石から後期ジュラ紀を示すことが分かった。④ 砂岩頁岩互層の頁岩からは後期ジュラ紀(キンメリッジアン-前期チトニアン)の放散虫化石が得られた。以上の岩相層序と地質年代の対応から、鶏足山塊中央部のチャート-碎屑岩シークェンスユニット群は、図4の各セクションの地質柱状図に示したように、共通して前期三疊紀(スパシアン)から後期ジュラ紀(キンメリッジアン-前期チトニアン)にかけての同じ地質時代構成であることが明らかになった。高取層のチャート-碎屑岩シークェンスユニットと国見山層の各部から産出した代表的な化石及び時代区分を図7、8および図版1、2に示す。

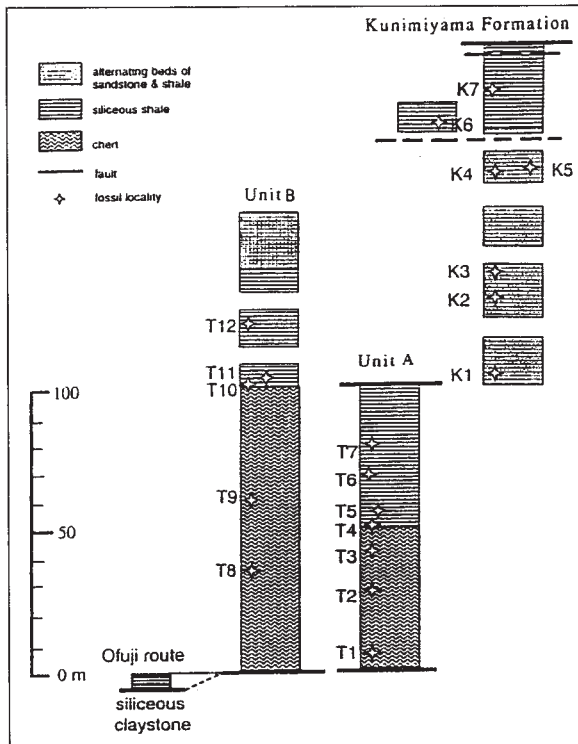


図5. 高取セクションの地質柱状図。

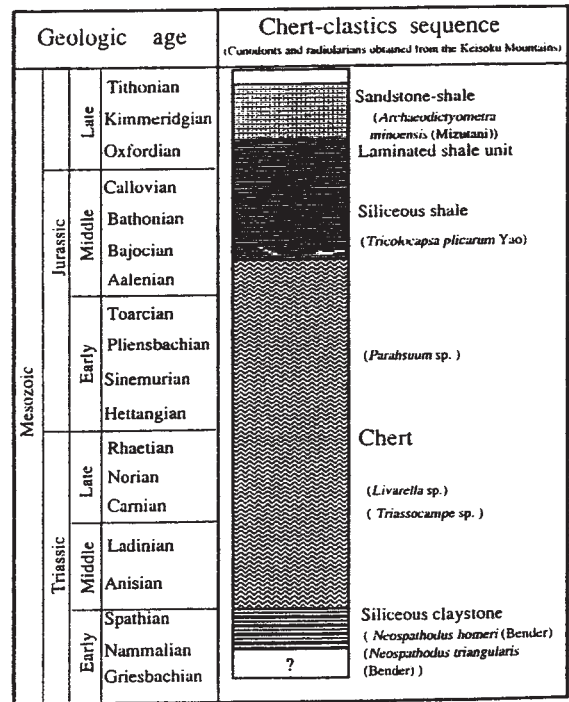


図6. 鶏足山塊北部のチャート-碎屑岩シークェンスの模式的柱状図。

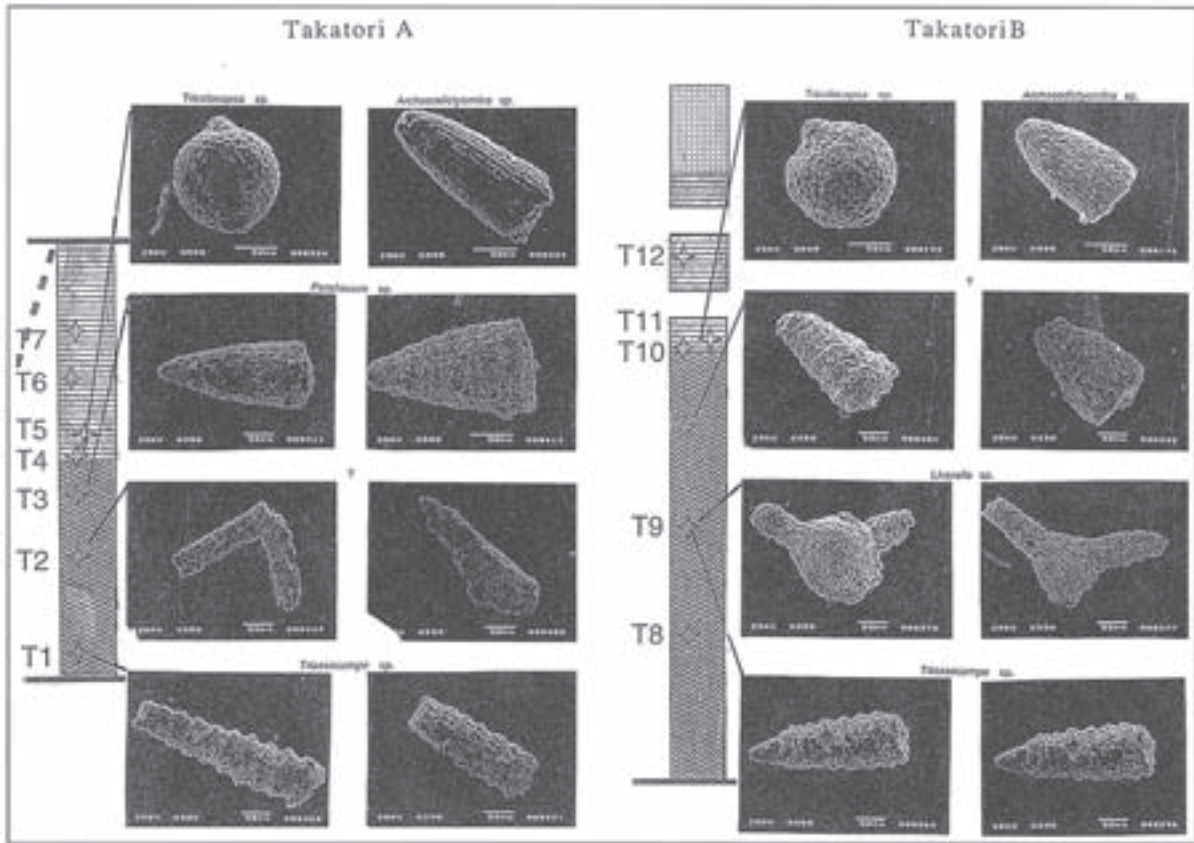


図7. Takatori AとTakatori Bの放散虫層序。  
 高取層のチャート一頁岩層中の放散虫。T1からT12まで連続する柱状図で、T1が構造的に下位になる。  
 T1, T2やT8, T9は三疊紀。T3からT7とT10からT12はジュラ紀に相当する。

Species of conodont	Conodont zonation and ranges of the conodont species. (Koike, 1994)	Early Triassic		Middle Triassic		Late Triassic
		Smithian	Spathian	Anisian		Carnian
		<i>Ns.conservativus</i> - <i>Ns.waageni</i> Zone	<i>Ns.triangularis</i> - <i>Ns.homeri</i> Zone	<i>Ng.timorensis</i> Zone	<i>Ng.Bulgurica</i> Zone	<i>Ng.Nodosa</i> Zone
<i>Neospathodus homeri</i> (Bender)	3		—————			
<i>Neospathodus cf. homeri</i> (Bender)	4		—————			
<i>Neospathodus triangularis</i> (Bender)	1	—————				
<i>Neospathodus cf. triangularis</i> (Bender)	1					
<i>Neohindeodella suevica</i> (Tatge)	16	—————				
<i>Neohindeodella benderi</i> (Kozur and Mostler)	6		—————	—————		
? <i>Neohindeodella benderi</i> (Kozur and Mostler)	1					
<i>Diplododella</i> sp.	1					
<i>Enantiognathus zieglerei</i> (Diebel)	2	—————				
<i>Ellisonia dinodoides</i> (Tatge)	2	—————				
other unidentified conodonts	101					
total	138					

図8. 牛が沢で出現したコノドント属種と帯区分。

### 3. 鶏足山塊北部の地質構造

八溝山地の中央部に位置する鶏足山塊北部の地層には、NE-ENE走向の衝上断層が6つのユニットのそれぞれの基底付近で確認される。そこでは珪質粘土岩またはチャートが滑り面を形成している。高取層最下位のユニットAの基底では、層状チャートが角礫状になり、下位の珪質頁岩に破碎帯が認められる。高取セクションの地質柱状図を図5に示した。さらに、下位の国見山層の砂岩頁岩互層中の頁岩から産出する放射虫化石がすべて後期ジュラ紀であることも考慮すると、高取層と国見山層の境界に認められる衝上断層の変位量は大きい可能性がある。鶏足山塊の堆積岩コンプレックスであるジュラ紀付加体の地質構造は、図9の鶏足山塊北部の地質断面図に示すように、同じような地質年代を示すチャート-碎屑岩シーケンスがスラストシート状になり、NE-ENE走向の衝上断層によって何度も繰り返されて累重し、覆瓦構造を形成していることが分かった。なお、覆瓦構造 (Imbricate structure) とは、同じ方向に傾斜した縦走性の衝上断層により、地層が帯状に細分化され、それぞれの地塊が屋根瓦を重ねたように一方向に押しつぶしている構造である。

### 付加体中に産する緑色岩の産状と化学組成

#### 1. 緑色岩の産状と記載

鶏足山塊には大泉地区、安渡地区、福田地区、花香月地区の4カ所で先第三系火山岩類が少量産出する。これらの火山岩は変成作用や続成作用を受けて緑色の岩石となっており、緑色岩と呼ばれる。大泉地区の緑色岩の産状を今回はじめて明らかにした。他の3地区については、既に田切・大倉 (1979) が産状と主成分化学組成を報告した。それらは、ジュラ紀の付加体コンプレックスの中に溶岩、岩脈、凝灰岩として産する。これらはメランジ帯中に石灰岩と一緒にオリストリスとして取り込まれたものである。多くは弱い変成作用を受けており、緑色岩と呼ばれる。大泉地区の採石場には厚さ10 m以上の塊状溶岩、枕状溶岩、厚さ1~5 mの岩脈、成層した凝灰岩を産する (図10, 11, 図版3)。これらはメランジ帯の石灰岩、チャート、頁岩に挟まれて出現する。石灰岩と溶岩の境界は凹凸が著しく、in situな堆積関係にある。岩脈は凝灰質頁岩に貫入し急冷縁をもつ。凝灰岩は長径5~20 cmの石灰岩、チャートの礫を多量に包有しており、オリストストロームの典型的岩相を示す。また、凝灰岩は溶岩と溶岩の間を埋めていたり、頁岩、石灰岩の薄層と互層して成層していたりする。白亜紀の花崗岩により熱変成作用を被ってホルンフェルスとなっており、原鉱物は完

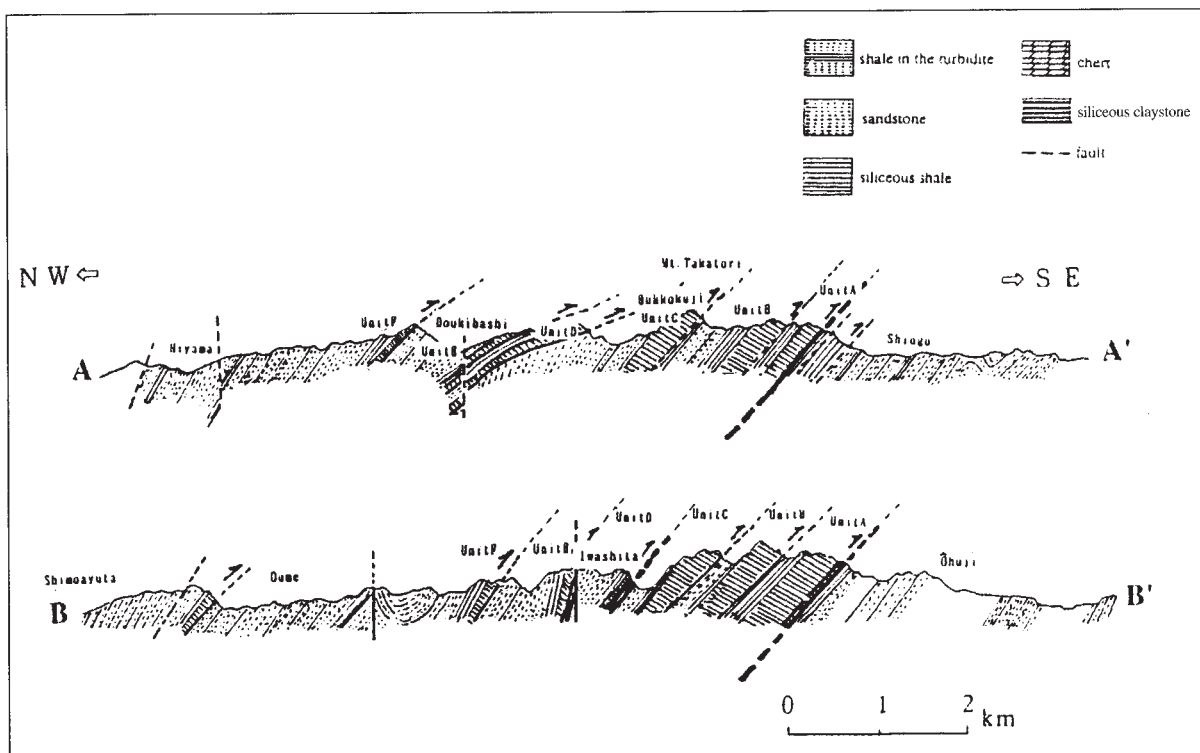


図9. 鶏足山塊の地質断面図。



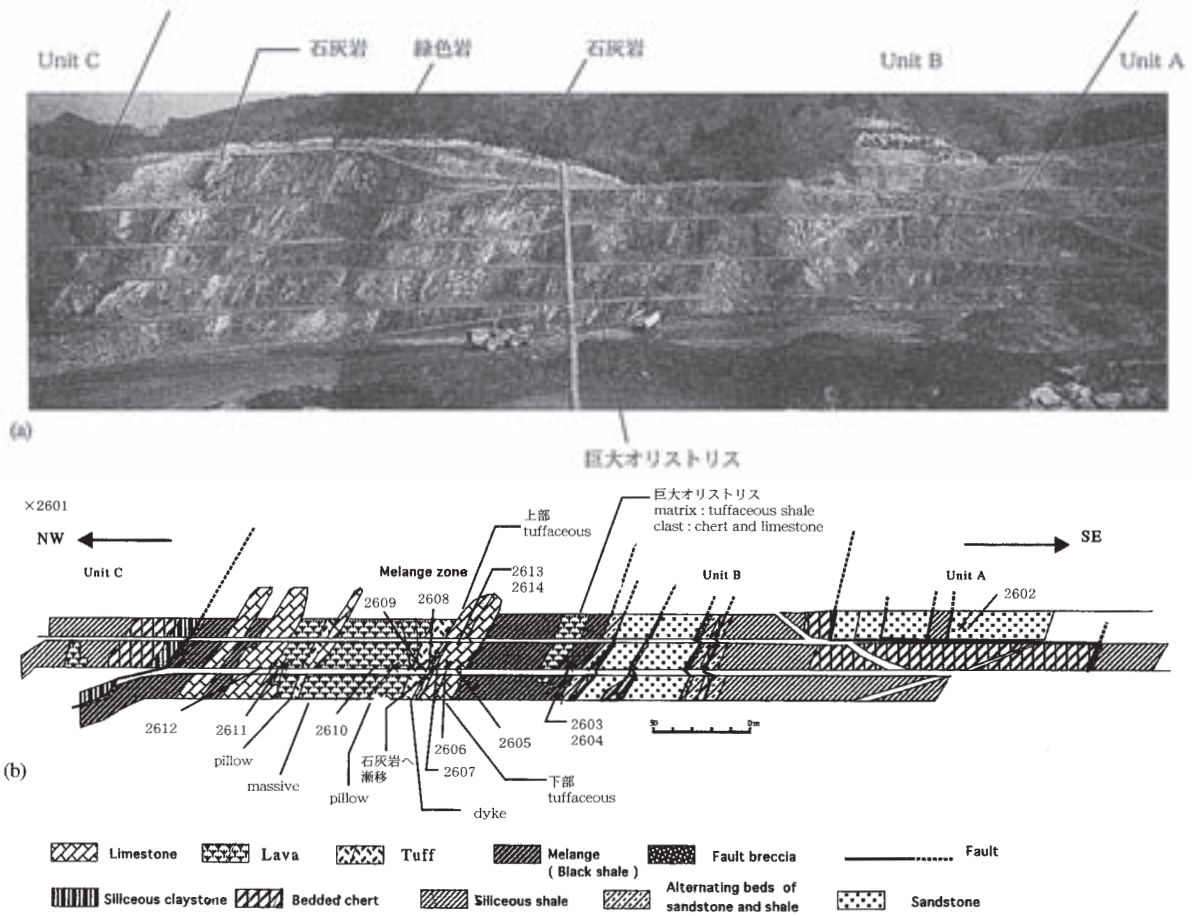


図10. 岩瀬町大泉採石場の連続露頭。  
 (a) 連続露頭写真 (平成11年 3月26日撮影)  
 (b) 露頭スケッチと試料採取位置

全に再結晶して残っていないが、火山岩の組織は明瞭に残っている。変成鉱物として、黒雲母、白雲母、チタナイトが多量に生成している。安渡地区には緑色片岩相程度に変成作用を受けた緑色岩が、枕状溶岩、塊状溶岩、火山角礫岩として産する。火山角礫岩は長径5~20 cmの石灰岩礫を包有してオリストストロームを形成する。溶岩には普通輝石 (Augite) やチタン普通輝石 (Ti-augite) が残存し、枕状溶岩には球晶 (スフェルライト) が存在する。

福田地区には、溶岩と岩脈の複合岩が母岩の砂岩中に貫入している。岩脈は粗粒なAugite からなるドレライト質玄武岩で、母岩の砂岩との間で急冷縁を有する。変質は弱く、普通輝石やチエルマッカイト (Tchermakite) 質角閃石がよく残存する。花香月地区には塊状溶岩が産する。変質は弱く、チタンパーガス閃石 (Ti-pargasite) やチタン普通輝石がよく残存する。福田地区と花香月地区の緑色岩の変成作用は極めて弱く、もとの火山岩結晶が良好に残っている。

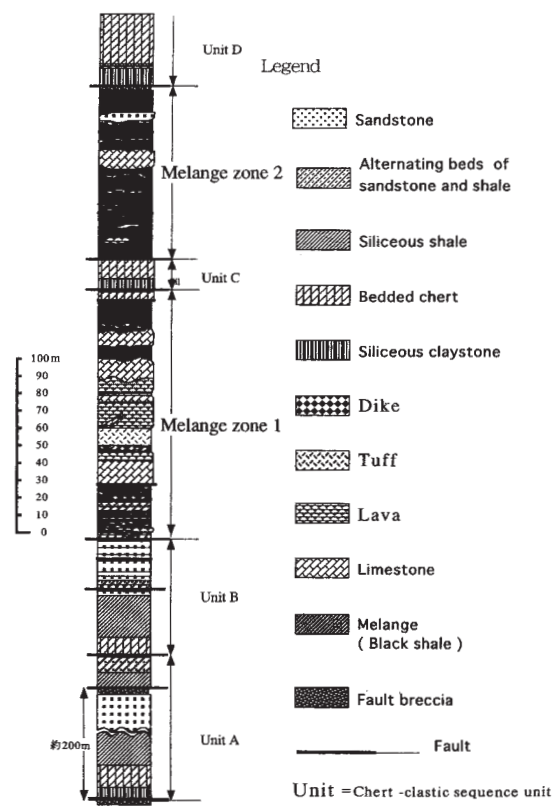


図11. 大泉地区メランジの柱状図。

2. 鶏足山地の先第三系緑色岩類の化学組成

上記の4地区から14個の試料を選び、主成分、微量元素、希土類元素組成の分析を行った(表1)。主成分および微量元素分析は蛍光X線分析装置で、希土類元素組成は誘導結合型アルゴンプラズマ発光分光分析計で行った。玄武岩のテクトニックな活動域を知るために、各種の玄武岩分類法により本地域の緑色岩の化学組成の特徴を示した(図12~21)。福田地区の緑色岩はMORB型の組成であった。大泉、安渡、花香月地区の緑色岩は多様な化学的特徴を示し、MORBではないアルカリ岩の性格を有し、福田地区のものとは異なっていた。

大泉、安渡、花香月の緑色岩は石灰岩やチャートと密接に出現し、海洋性ないし遠洋性堆積物に貫入したり堆積したりしている。福田地区の緑色岩は砂岩に貫入しており、陸源性堆積物に貫入したものである。海洋性プレートと大陸性プレートの収束域に生じた付加

体というテクトニックな背景を考慮すると、前3地区の緑色岩は海洋プレートに乗って運搬され、付加体の中に添加されたものと位置づけられる。他方、福田地区の緑色岩は陸源性堆積物に直接貫入するので、MORBのマグマ活動が付加体のフロントで起こる必要がある。少量産出する緑色岩のデータのみなので、ここでは、問題の提案にとどめる。

足尾帯の二畳系出流層は主として緑色岩から構成される(柳本, 1973)。これらの緑色岩はアルカリ岩の性格を有し(中島ほか, 1992)、大泉、安渡、花香月地区のものとはよく類似する。出流層は二畳紀の海山と考えられている。出流層の上位には二畳紀の鍋足石灰岩層が厚く堆積している。大泉、安渡、花香月地区の緑色岩はジュラ紀付加体中のメランジ帯に産することから考えると、出流層の海山が崩壊して鶏足山塊のジュラ紀付加体コンプレックスに取り込まれたと解釈することが可能である。

表1. 鶏足山塊緑色岩の主成分, 微量元素, 希土類元素組成.

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Occur	dyke	dyke	tuff	lava	lava	lava	lava	lava	lava	dyke	lava	dyke	lava	lava
Rock G.	HPA	HCeAt	HPA	HPA	HCeA	HPA	LCeAT	HPA	HCeA	LCeAT	LCeAT	LCeAT	HPA	HPA
Alt. rank	Strong	Strong	Strong	Strong	Strong	Strong	Strong	Medium	Medium	Weak	Weak	Weak	Weak	Weak
texture	variolithic	variolithic	---	interser.	pilotaxitic	interser.	variolithic	variolithic	interser.	intergra.	intergra.	ophitic	interser.	interser.
SiO <sub>2</sub>	52.41	53.44	46.81	51.66	54.37	50.06	49.98	51.87	45.67	49.20	51.96	52.84	45.49	44.72
TiO <sub>2</sub>	2.67	3.74	2.56	4.59	2.79	4.46	2.56	3.12	3.11	0.81	1.11	1.32	2.93	2.94
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.86	18.08	14.368	13.58	15.90	15.17	15.92	15.49	16.45	13.14	14.92	17.10	12.81	13.73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.93	12.69	10.86	16.66	11.93	14.26	11.87	10.24	15.56	111.74	11.82	12.47	13.06	13.00
MnO	0.09	0.10	0.14	0.16	0.10	0.13	0.12	0.16	0.24	0.18	0.16	0.15	0.21	0.20
MgO	3.89	4.25	9.42	5.06	5.15	5.16	9.74	3.43	7.59	11.16	8.91	6.18	12.59	11.98
CaO	3.27	2.43	11.96	4.91	4.04	5.46	5.75	7.58	7.62	10.99	7.92	5.12	10.39	10.13
Na <sub>2</sub> O	5.56	6.09	2.56	3.47	4.79	4.67	3.71	6.34	3.18	2.43	4.11	5.14	0.94	1.67
K <sub>2</sub> O	1.23	0.28	1.02	1.19	1.14	0.84	0.68	0.33	0.71	0.21	0.13	0.49	0.89	1.07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.66	0.20	0.47	0.62	0.35	0.57	0.21	0.71	0.38	0.06	0.08	0.11	0.44	0.45
TOTAL	99.57	101.31	100.47	101.90	100.57	100.77	100.54	99.76	99.26	99.91	101.11	100.50	99.76	99.89
(in ppm)														
Ba	805	230	627	393	353	281	170	413	683	329	375	785	700	941
Co	38.4	37.4	41.6	49.2	42.1	46.9	43.5	34.0	42.2	46.8	45.1	43.6	49.35	49.9
Cr	89	41	342	15	24	58	378	261	159	501	292	111	467	434
Ga	21	25	15	21	16	22	20	17	28	11	15	18	17	18
Nb	22.9	33.6	46.3	40.8	22.3	39.4	15.5	22.2	23.4	1.7	2.2	2.7	73.4	75.4
Ni	63	43	200	24	26	39	157	108	60	155	128	86	191	196
Pb	0.6	2.6	1.5	2.2	2.0	2.8	0.9	0.7	0.8	0.5	0.5	1.3	1.8	3.1
Rb	37.5	5.1	13.8	42.5	31.4	27.6	10.1	9.3	14.5	9.8	3.4	26.5	18.7	18.9
Sc	31.5	42.5	26.0	38.8	30.7	35.7	36.7	31.8	34.0	54.3	54.0	47.2	34.8	34.8
Sr	404	186	936	249	613	232	287	617	397	194	228	424	212	314
Th	0.3	4.0	5.8	4.1	2.8	3.4	3.2	3.7	1.6	2.4	n.d.	n.d.	7.7	6.9
V	256	255	183	334	278	368	239	394	378	271	361	404	276	269
Zr	213	307	179	375	224	330	176	219	234	45	57	74	237	242
La	9.2	18.6	23.8	26.7	13.8	15.4	7.8	18.1	10.7	n.d.	0.31	0.7	35.2	36.2
Ce	33	44	48	55	35	51	19	44	27	4	3	4	78	72
Nd	21.9	21.5	20.1	34.3	19.0	30.8	11.4	29.4	23.0	1.6	3.1	4.8	33.8	32.8
Sm	6.75	7.84	5.47	10.51	6.31	7.81	4.33	8.65	6.73	1.40	2.46	2.53	7.10	7.78
Eu	2.11	2.77	2.02	2.88	2.42	2.89	1.61	2.37	2.25	0.68	0.86	1.05	1.91	2.27
Gd	6.7	7.0	4.8	9.1	6.0	8.4	5.2	7.7	6.1	2.9	3.0	3.5	5.9	5.7
Dy	5.18	5.61	3.25	7.72	5.11	6.90	3.85	7.13	6.04	2.80	3.10	3.81	4.24	4.71
Er	2.58	2.97	1.74	3.26	2.51	3.67	2.12	3.47	2.96	1.95	1.98	2.67	2.44	2.34
Yb	1.82	1.92	1.03	1.92	1.48	2.18	1.26	2.25	1.93	1.81	1.88	2.51	1.69	1.82
Lu	0.10	0.04	0.02	0.13	0.08	0.17	0.09	0.21	0.15	0.17	0.19	0.24	0.15	0.15
Y	21.7	21.6	12.9	26.3	19.1	25.9	18.3	33.1	23.3	13.6	15.7	21.1	17.2	16.7

Occur., occurrence; Rock G., rock group by Asaki & Yoshida (1998) (HPA, High-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> alkaline rocks; HCeA, High-Ce alkaline rocks; LCeAT

Low-Ce alkaline rocks and high-alkaline tholeiites); Alt. rank, alteration rank; interser., intersertintergra, intergranular;

1: 32607A (central part) Oizumi, 2: 32607B(chilled margin) Oizumi, 3: 32608 Oizumi, 4: 32610A Oizumi, 6: 32611 Oizumi

7: 990401 Yasudo, 8: 120901A Yasudo-Br, 9: 120901C Yasudo-Br, 10: 990401 Hatta, 11: 82204 Hatta, 12: 82904 Fukuda

13: 990401 Hanakazuki, 14: Hanakazuki



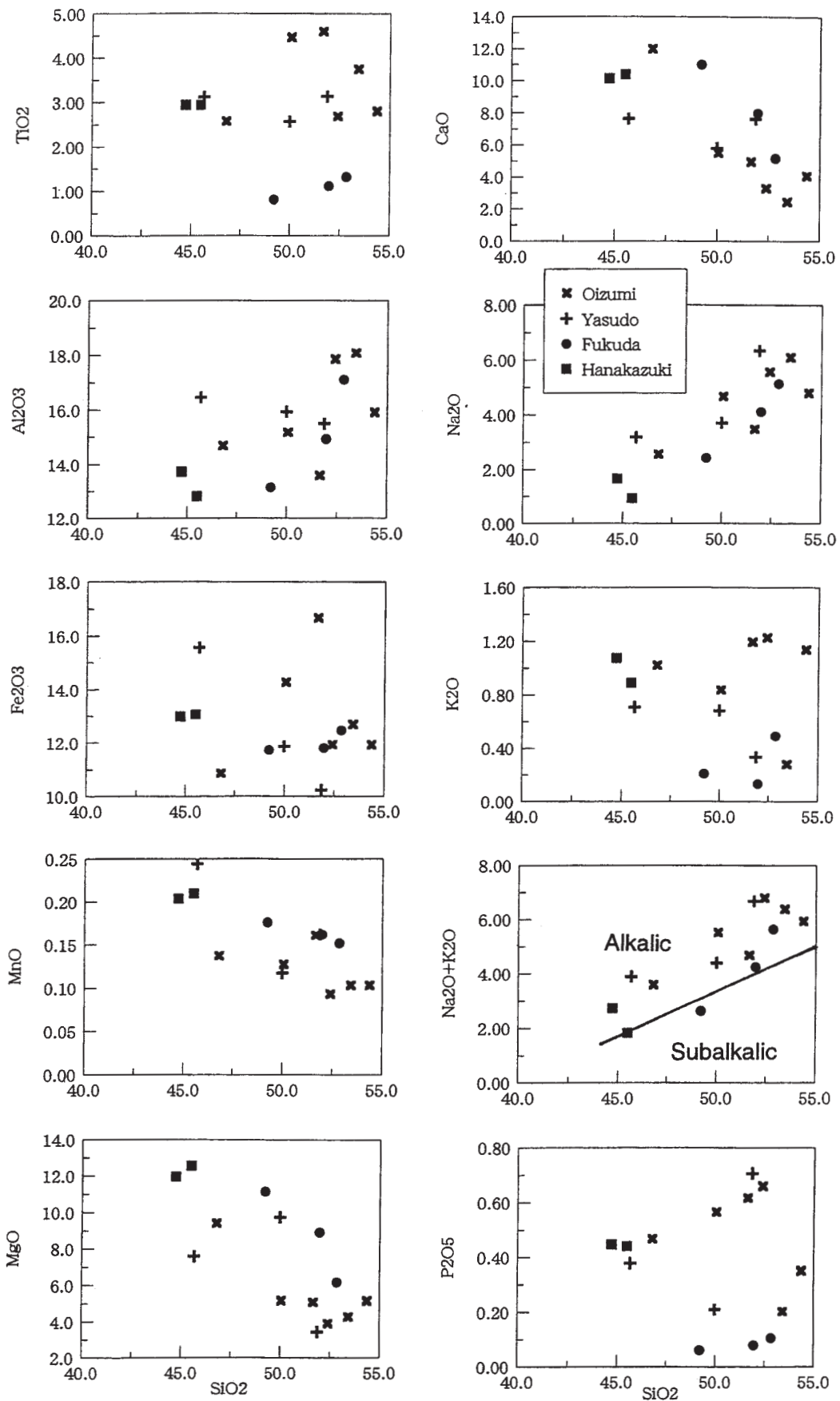


図12. 玄武岩の主成分組成のハーカー図とアルカリシリカ図.

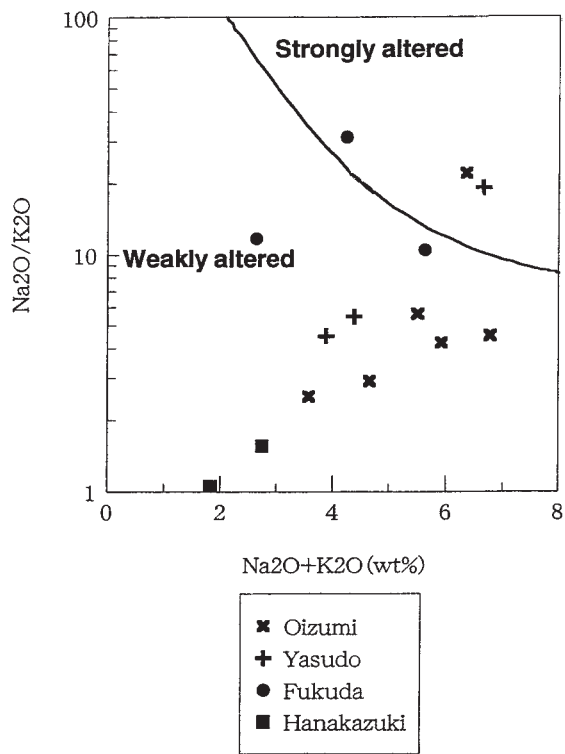


図13. 玄武岩の化学組成と活動場による分類。  
 ×: Oizumi, +: Yasudo, ●: Fukuda, ■: Hanakazuki

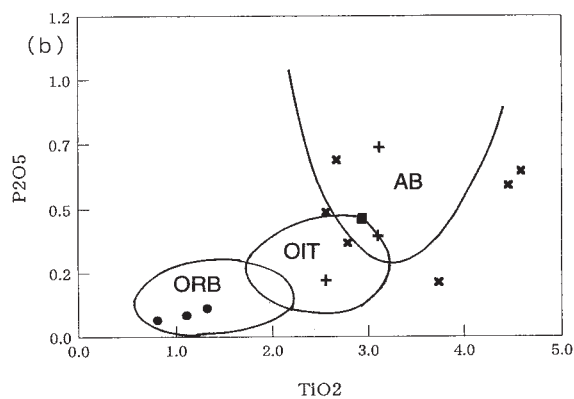
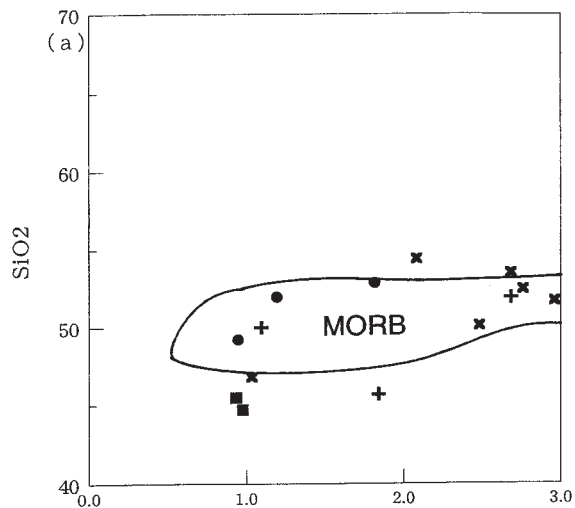


図15. 玄武岩の化学組成。  
 (a) TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>図  
 (b) TiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>図  
 ORB; 海嶺玄武岩, AB; アルカリ玄武岩

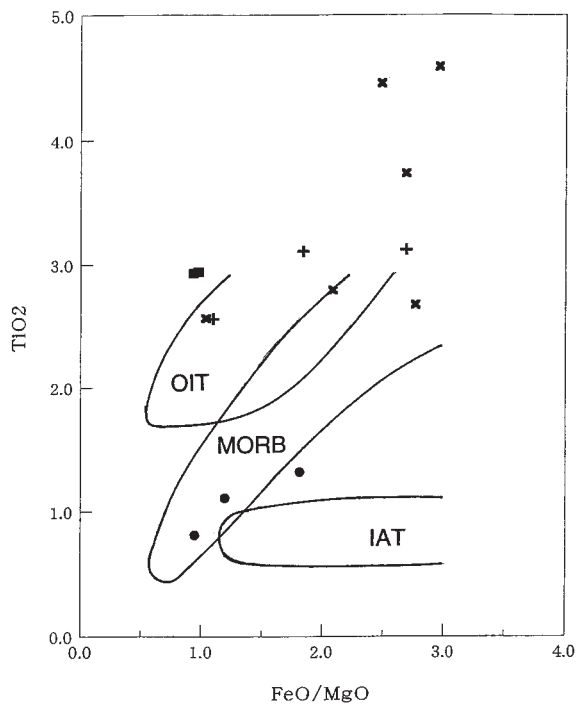


図14. 都城ダイアグラムによる玄武岩の活動場による分類。  
 MORB; 中央海嶺玄武岩, IAT; 島弧ソレイト,  
 OIT; 海洋島ソレイト

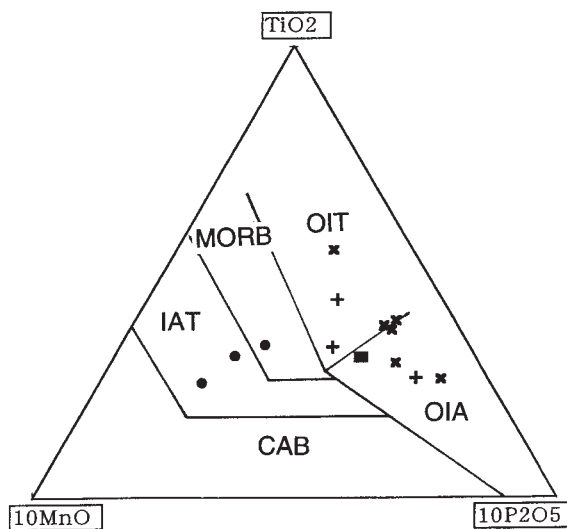


図16. 玄武岩のTiO<sub>2</sub>/10-MnO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>図。  
 OIA; 海洋島アルカリ玄武岩,  
 CAB; カルクアルカリ玄武岩

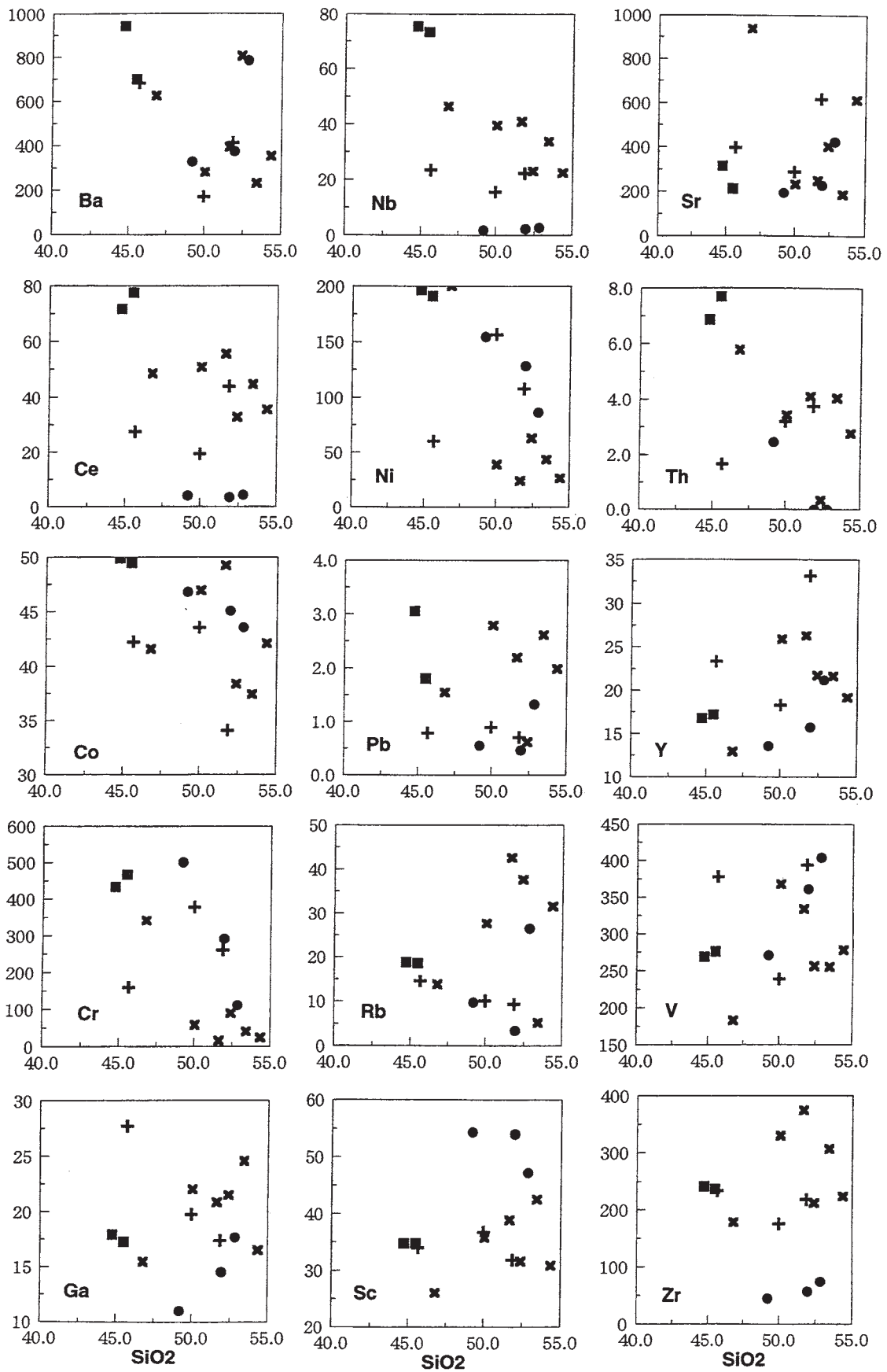


図17. 玄武岩の微量元素-SiO<sub>2</sub>図.



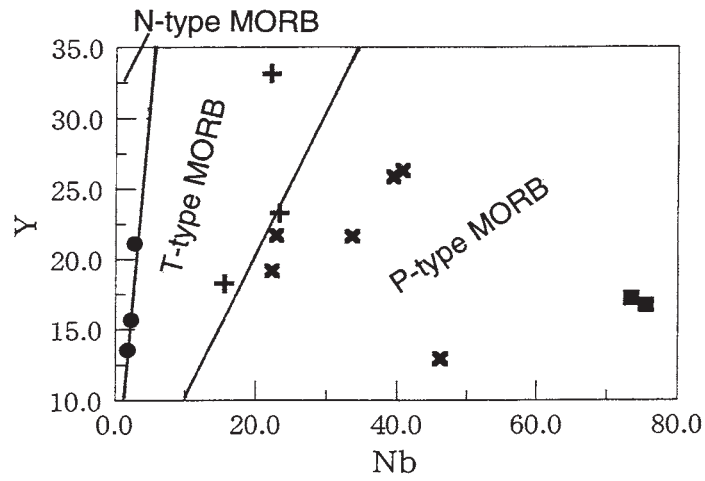


図18. Y-Nb図からみた玄武岩の分類.

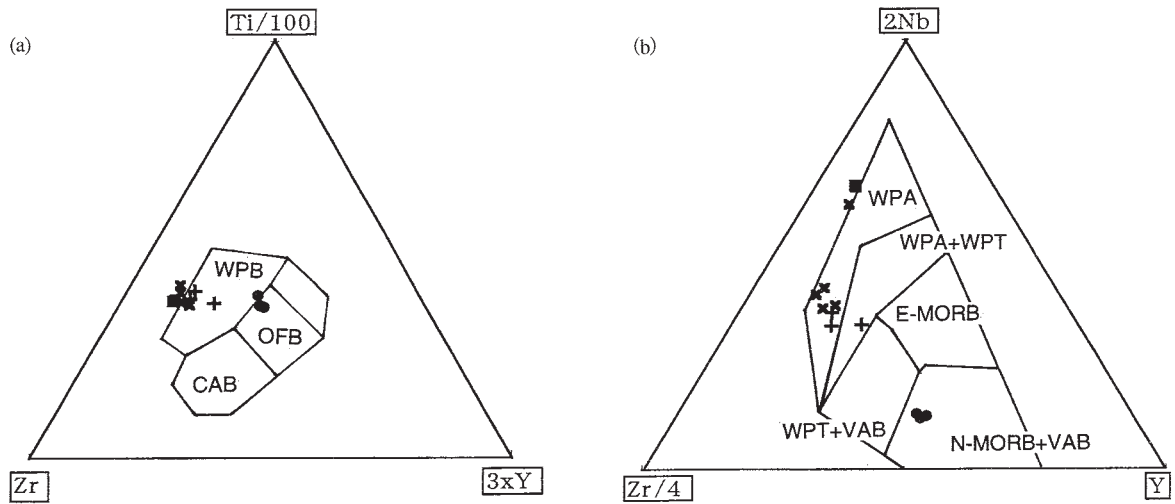


図19. 玄武岩の化学組成からみた活動場.

(a) Ti/100-Zr-Yx3図 (b) 2Nb-Zr/4-Y図

WPB; プレート内玄武岩, OFB; 大洋底玄武岩, WPA; プレート内アルカリ玄武岩,  
WPT; プレート内ソレライト, VAB; 火山弧玄武岩.

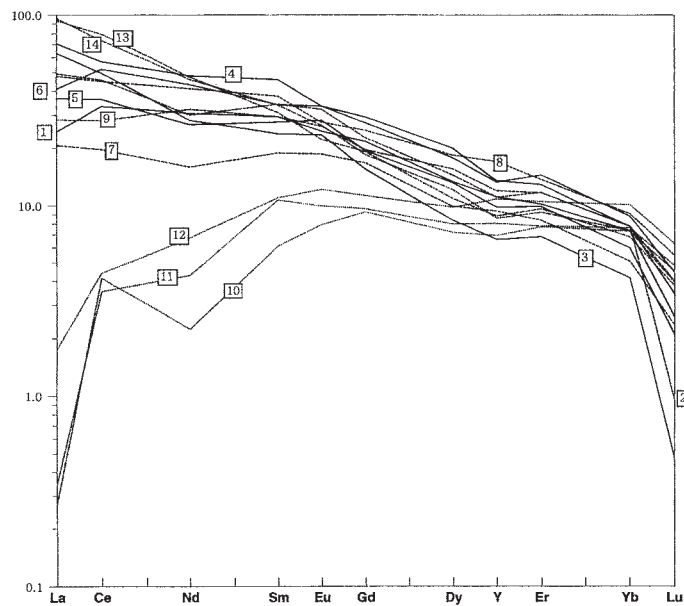


図20. 玄武岩の希土類元素パターン.

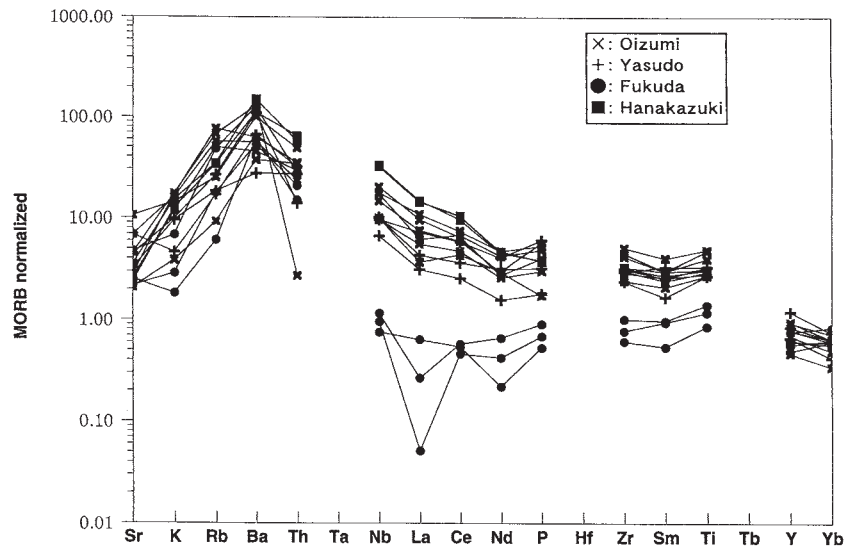


図21. スパイダーダイアグラム.

引用文献

福田一三. 1974. 鶏足山塊における地史的研究. 茨城大学卒論. 75 pp.  
 堀 常東. 1996. 八溝山地鶏足山塊から産出する三疊紀・ジュラ紀放射虫とその意義一. 日本古生物学会1996年年会講演予稿集, 52.  
 堀 常東・指田勝男. 1998. 八溝山地鶏足山塊の中生界. 地学雑誌, 107: 493-511.  
 猪郷久義. 1972. 新しい示準化石ーコノドントー. 地質雑, 81: 142-151.  
 磯見 博・河田清雄. 1968. フォッサマグナ両側の基盤岩類の対比. フォッサマグナ (日本地質学会73年大会総合討論会資料): 4-12.  
 Kanomata, N. 1961. Geology of Yamizo, Torinoko, Toriashi mountain blocks and their geological age. *Jour. Coll. Arts. Sci. Chiba Univ.*, 3: 351-367.  
 笠井勝美・酒井豊三郎・相田吉昭・天野一男. 2000. 八溝山地中央部におけるチャート・碎屑岩シークエンス. 地質雑, 106: 1-13.  
 笠井勝美・木村計四郎. 1973. 鶏足山塊の地質構造ーとくに八溝衝上断層についてー. 地質学会80年大会講演要旨, 76.  
 笠井勝美. 1978. 八溝山系の地質構造に関する新知見. 地質雑, 84: 215-218.  
 中島 裕・内田悦生・今井直哉・今井浩人・大野仁. 1992. 栃木県葛生地域の鍋山炭酸塩岩層中に産する含ブルーサイト白色岩とその生成に関与した玄武岩岩脈について. 岩鉱, 87: 445-459.  
 大山年次・笠井勝美. 1974. 八溝山系の地質と古植物.

Sashida, K., H. Igo, S. Takizawa and K. Hisada. 1982. On the occurrence of Jurassic radiolarians from the Kanto Region and Hida mountains, central Japan. *Ann. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba*, 8: 74-77.  
 佐藤 正・指田勝男・青野宏美. 1987. 八溝山地における重力すべり構造とその意義. 地学雑誌, 96: 369-379.  
 鈴木陽雄・佐藤 正. 1972. 鶏足山塊からジュラ紀菊石の産出. 地質雑, 78, 213-215.  
 田切美智雄・大倉智恵子. 1979. 日立および鶏足山塊地域の変火山岩類, 特にそれらの火成活動場と棚倉構造線について. 地質雑, 85: 679-689.  
 滝沢文教・笠井勝美. 1984. 八溝山地の中・古生層における逆転層の分布. 総研上越帯尾尾帯報告, 1: 62-67.  
 通商産業省資源エネルギー庁. 1987. 希少金属鉱物資源の賦存状況調査報告, 笠間地域. pp. 1-26.  
 脇田浩二・寺岡易司・中嶋 輝・滝沢文教. 1989. 鶏足山塊の八溝層群の放射虫化石. 地質学会96年大会講演要旨, 156.  
 柳本 裕. 1973. 栃木県葛生地域の中・古生層の層序と地質構造の再検討. 地質雑, 79: 441-451.  
 吉田 尚・笠井勝美・青木ちえ. 1976. 八溝山地の地質と尾尾帯の構造. 地質学論集, 13: 15-24.

参考文献

Aono, H. 1985. Geologic structure of the Ashio and Yamizo mountains with special reference to its tectonic

- evolution. *Sci. Rep., Univ. Tsukuba, Sec.B*, 6: 21-57.
- Isozaki, Y. 1996. Anatomy and genesis of a subduction-related orogen: A new view of geotectonic subdivision and evolution of the Japanese Islands. *Island Arc*, 5: 289-320.
- Macdonald, G. A. and T. Katsura. 1964. Chemical composition of Hawaiian lavas. *J. Petrol.*, 5: 82-163.
- Meschede, M. 1986. A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. *Chem. Geol.*, 56: 207-218.
- Miyashiro, A. 1975. Classification, characteristics and origin of ophiolites. *J. Geol.*, 83: 249-281.
- Mullen, E. D. 1983. MnO/TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: a minor element discrimination for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 62: 53-62.
- Pearce, J. A. and J. R. Cann. 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19: 290-300.
- Sashida, K., H. Igo. and T. Sato. 1993. Late Jurassic radiolarians from the Yamizo Mountains. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, (19): 33-42.
- Sun, S. and W. F. MacDonough. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 42: 313-345.
- Wilson, M. 1988. *Igneous Petrogenesis*. pp. 466, Urwin Hyman, London.

## 調査研究

笠井勝美

田切美智雄 (茨城大学理学部教授)

天野一男 (茨城大学理学部教授)

藤縄明彦 (茨城大学理学部助教授)

大森信義

## 調査協力

酒井豊三郎 (宇都宮大学農学部教授)

相田吉昭 (宇都宮大学農学部教授)

橋本 純 (国土防災技術株式会社)

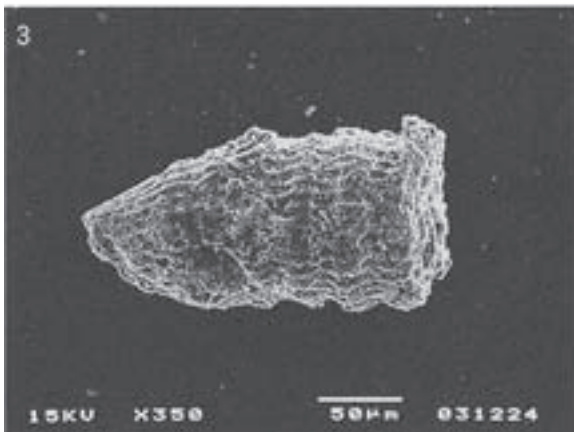
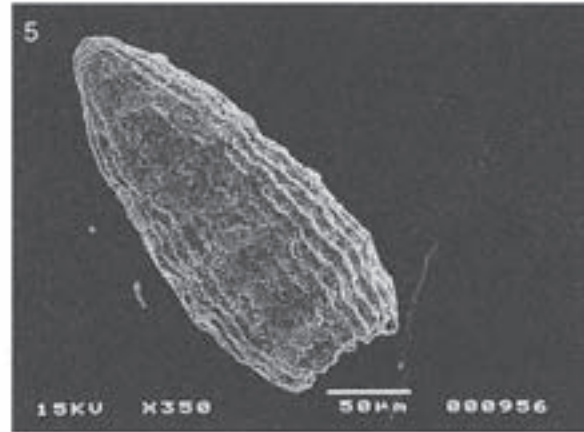
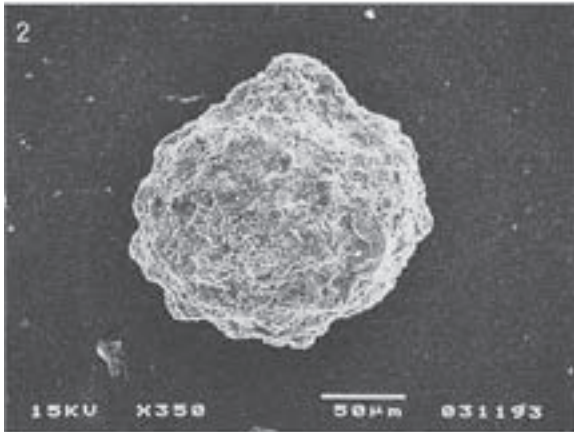
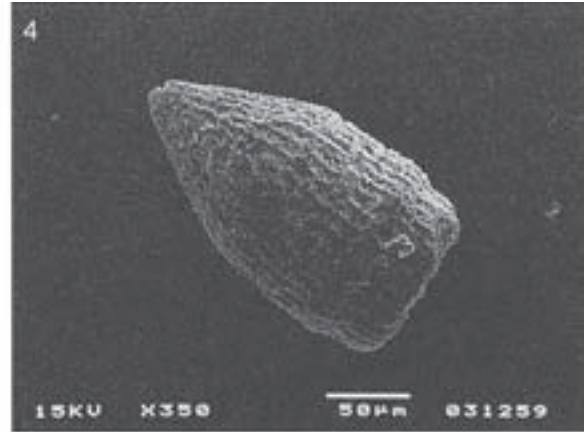
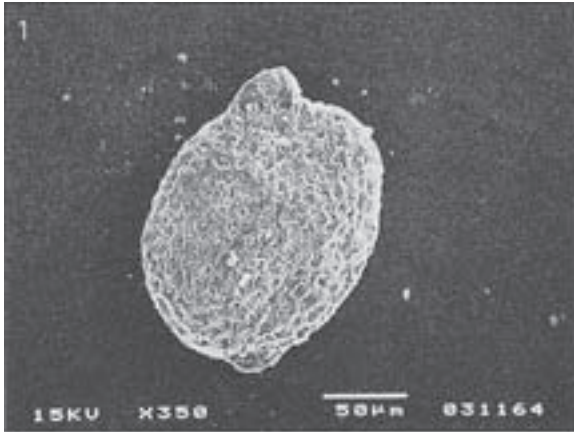
鎌田光春 (茨城大学大学院理工学研究科)

## 執筆

田切美智雄

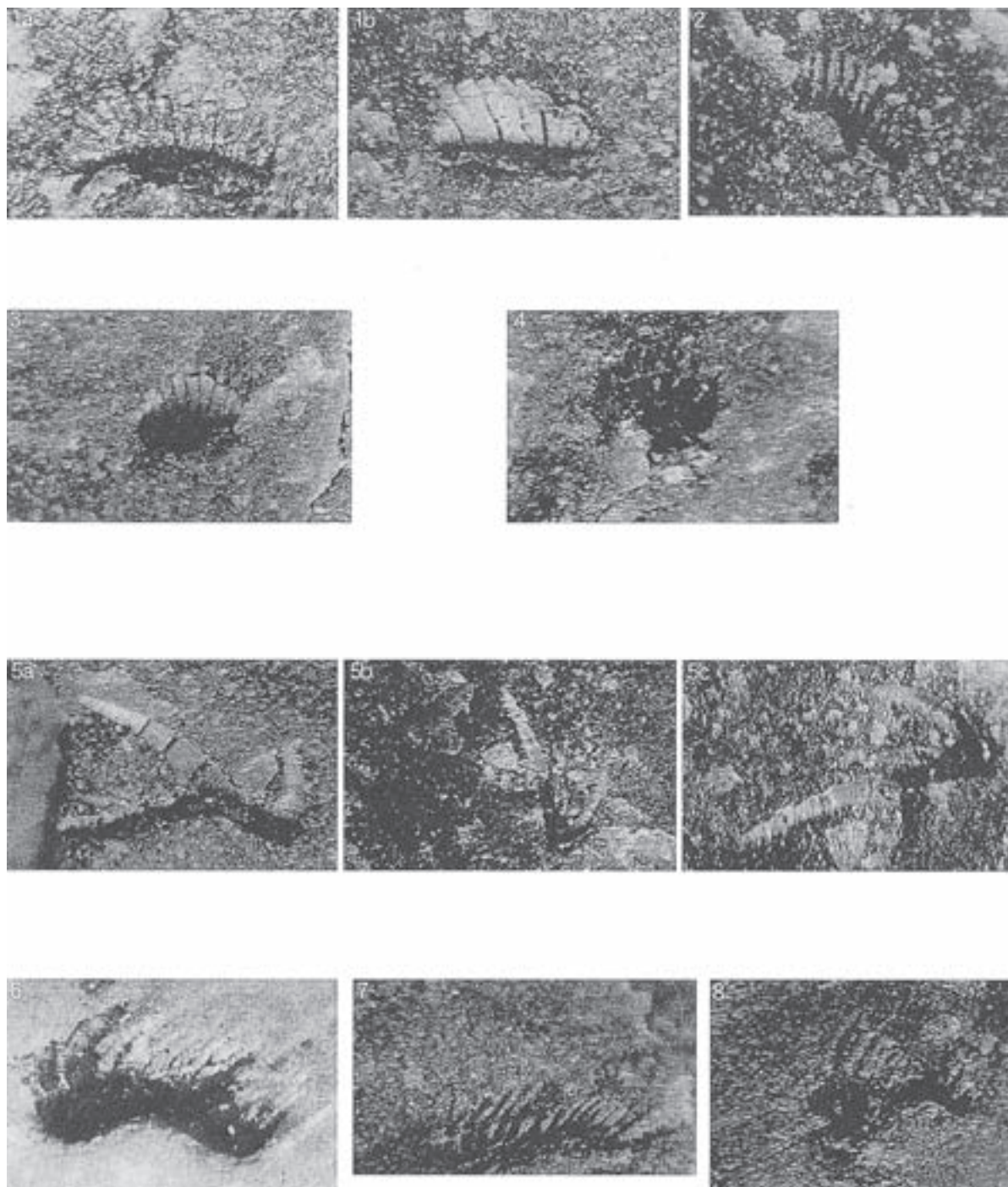


図版1. 高取層のチャート頁岩層中から産出した放射虫.



- 1 *Tricolocapsa yaoi* Matsuoka
- 2 *Sethocapsa yahazuensis*
- 3 *Archaeodictyomitra minoensis* (Mizutani)
- 4 *Archaeodictyomitra* sp.
- 5 *Archaeodictyomitra* sp.

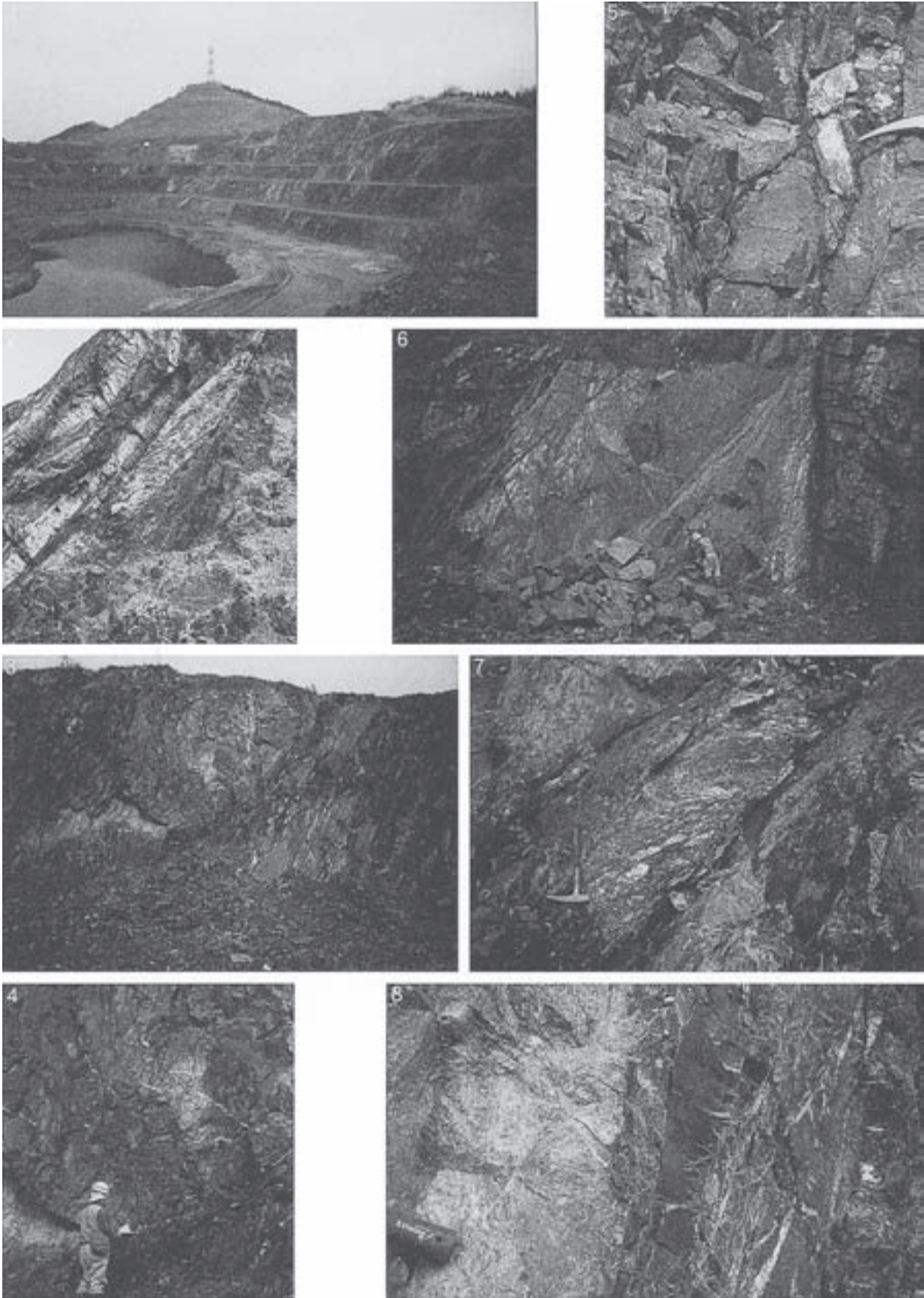
図版2. 高取層のチャート頁岩層中から産出したコノドント.



- 1 *Neospathodus homeri* (bender)
- 2 *Neospathodus cf. homeri* (bender)
- 3 *Neospathodus triangularis* (bender)
- 4 *Neospathodus cf. triangularis* (bender)
- 5 *Neohindeodella benderi* (Kozur and Mostler)
- 6 *Neohindeodella suevica* (Tatge)
- 7 *Ellisonia dinodoides* (Tatge)
- 8 *Diplododella* sp.



図版3. 岩瀬町大泉採石場の連続露頭



1 連続露頭の全景

2 スラストに沿って貫入する石英脈

3 巨大オリストリスの産状 中央に半球状に見える。

4 巨大オリストリスの境界部

5 枕状溶岩と石灰岩の関係 (左側の灰色部が石灰岩)

6 玄武岩質岩脈 (資料採取地点)

7 幅の狭い玄武岩質岩脈 (左半分の白色部) 両端に急冷層が確認できる。

8 ユニット境界のスラスト