

日本地質学会

関西支部会報 No.117 (合併号)
西日本支部会報 No.103

JOINT ISSUE
PROCEEDINGS No.117 OF THE KANSAI BRANCH
AND
PROCEEDINGS No.103 OF THE NISHINIHON BRANCH
GEOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN



1993年12月

日本地質学会関西支部・西日本支部合同四国例会
講演要旨・学会記事

1993年10月16・17・18日 香川大学教育学部

討 論 会

地球環境と脊椎動物の進化

Evolution of the Earth Environments and Vertebrates

趣 旨

仲谷英男（香川大・教育）

Hideo Nakaya

地球環境の変遷は脊椎動物の分化・放散や大量絶滅に大きな影響を与えてきた。逆にいえば、脊椎動物の進化パターンにみられる大きな変化はなんらかの地球規模の変動が起きたことの重要な指標ともいえる。従来日本ではこのような環境変遷と脊椎動物進化を関連づけるような研究は不十分であった。これは脊椎動物化石を含む地層の古環境解析が一部を除いて行われていないこと、また研究の前提となる脊椎動物の系統解析が遅れていたことが大きく影響していたためと考えられる。

本シンポジウムの目的は、海外調査を中心として最近多くなりつつある地球環境の変遷と脊椎動物の進化をテーマとする研究の現状をまとめ、問題点、今後の海外調査計画との関連、研究の方向などについて討論し、意見の交流をすることにある。

今回、地球環境変動と脊椎動物の進化について、中生代に関して日本や中国で進められてきた研究を、新生代後半に関して東アフリカやインドネシアで進められてきた研究を中心に議論を深めたいと考えている。

今後、国際陸上環境進化 (ETE) プロジェクトに示されたような基準をもとに、詳細な研究が進められれば、各地の環境変遷を精密に復元し、各時代毎に空間的な広がりをもった環境と脊椎動物の進化を関連づけることができるであろう。そして、これらの成果を総合することにより地球規模の環境変遷史研究に貢献できるようにしたい。

中国の中生代恐竜動物群の変遷

谷本正浩（大阪府立東大阪養護学校）

Faunal Change of the Dinosauria of China

Masahiro Tanimoto

植物食恐竜にしばしば見られる前足第一指の大きな爪は、従来攻撃・防御の武器と見なされるが多かったが、これを主に高所採食のための道具として捉えなおすことが可能と思われる。また小型植物食恐竜の爪は肉食恐竜に似て比較的鋭いが、これも木登りによる高所採食のためという説明ができる。この考えは歯の形態変化とも調和的である。ここでは中国における恐竜動物群の変遷を、この高所採食から低所採食へという食性の変化という観点から展望する。

1) ジュラ紀前期：雲南省禄豊等。原竜脚類が盛えた。前足第一指に大きな爪がある。

2) ジュラ紀中期：四川省自贡等。短頸型と長頸型等竜脚類の多様性が見られる。原始的な剣竜類も発見された。竜脚類・剣竜類という異なるグループにおいて共に前足第一指に大きな爪があることは注目できる。小型鳥脚類も見つかっている。彼らの走行に適した体は必ずしも木登りの能力を否定はしない。小型であることは木登りにとって重要である。

3) ジュラ紀後期：四川盆地では竜脚類は長頸型だけになった。短頸型の竜脚類の消滅は、剣竜類による生態的地位の交替を意味するのかもしれない。大型肉食恐竜においては同属の中でも歯の薄い種と厚い種がある。

4) 白亜紀前期：内蒙古で最近見つかった竜脚類は頸椎数は長頸型に近く、頸椎の長さは短頸型的のようである（正式記載は未発表）。

5) 白亜紀後期：内蒙古二连では原始的なカモハン竜が見つかる（Cenomanian）。山東省や黒竜江省では大量のカモハン竜の骨格がティラノサウルス類の厚い歯等を伴って産出する。カモハン竜類では白亜紀前期のイグアノドン類にあった前足第一指の「スパイク」が消失する。モンゴルで見つかった竜脚類でも前足第一指の爪は消失していた。これは胴体断面形と共に低所採食傾向を暗示する。

中国西南地区ジュラ紀恐竜動物群の変遷

張 奕宏 (重慶自然博物館)

Faunal Change of the Jurassic Dinosauria of Southwestern China

Yi-hong Zhang

中国西南の四川盆地, 雲南の禄豊盆地や滇中盆地, 貴州の大方盆地は2億3千万年前は浜海湖盆で, 三疊紀後期になって海水が退き, 「古巴蜀湖」「古滇川湖」になった。そしてジュラ紀前期には完全に海洋と隔絶した。当時の西南地方の気候は温暖湿潤で植物が繁茂し, 恐竜の繁栄には有利であった。地層の堆積は比較的連続しており, 恐竜化石の数量も非常に豊富である。時代別におおよそ3つの動物群に分けられる。

① ジュラ紀前期 (あるいは三疊紀後期) — 原竜脚類……*Lufengosaurus*動物群

おもに雲南省の禄豊, 滇中, 大方県, 四川省威遠県にみられる下禄豊層あるいは珍珠冲層に分布。主要なものは *Lufengosaurus huenei*, *L. magnus*, “*Jingshanosaurus xinwaensis*” (未発表), *Yunnanosaurus*, *Coeluridae* indet., *Sinosaurus*。

② ジュラ紀中期 — 竜脚類……*Shunosaurus*動物群

四川盆地の自流井層, 新田溝層, 下沙溪廟層に分布。主要なものは *Shunosaurus lii*, *Omeisaurus tianfuensis*, *Huayangosaurus taibaii*, *Xianosaurus dashanpuensis*。

③ ジュラ紀後期 — 竜脚類……*Mamenchisaurus*動物群

四川盆地の上沙溪廟層, 蓬萊鎮層に分布。主要なものは *Mamenchisaurus hochuanensis*, *Szechuanosaurus campi*, *Yangchuanosaurus shangyouensis*, *Y. magnus*, *Chialingosaurus Kuani*, *Tuojiangosaurus multispinus*。

①の動物群の *Lufengosaurus*, *Jingshanosaurus* はドイツの Upper Keuper の *Plateosaurus* に似ている。②の *Shunosaurus* 動物群は原始的類型から進歩的類型への過渡的類型である。③の *Mamenchisaurus* 動物群は進歩的類型を代表し, 北米の Morrison Formation の動物群と対比できる。

従って恐竜動物群の進化の比較とジュラ紀の地層区分の研究にとって, 重要な意義があるといえる。

Table 1. Columnar Section of Formation From Upper Triassic to Upper Jurassic in Sichuan basin.

Systems	Series	Formation	Principal Lithological Characters	List of fossils	
Jurassic	Upper	Penglaizhen	Purplish red mudstone, sandy mudstone, light grey mass of sandstone	<i>Sauropoda-Mamenchisaurus</i> fauna	
		Suining	Red-purplish mudstone, fine sandy mudstone and shale		
		Shangshaximiao	Interbedding purplish sandy mudstone, sandstone, with the Estherids-bearing shale at bottom		
	Middle	Xaishaximiao	Light grey fine to medium grained feldspathic quartzitic sandstone	<i>Sauropoda-Shunosaurus</i> fauna	
		Xintianguo	Mainly purplish grey sandy mudstone lenses and masses sandstone black shale		
	Lower	Ziliujing	Da'anzhai	Grey crystalline limestone and shell-bearing mudstone	<i>Prosauropoda-Lufengosaurus</i> fauna
			Maanshan	Mainly purplish red sandy mudstone and calcareous mudstone	
			Dongyuemiao	Grey mudstone nonmarine shell limestone and shell-bearing mudstone	
		Zhenzhuchong	Composed mainly of purplish-red mudstone and sandstone intercalated with green grey quartzose silty mudstone		
	Triassic	Upper	Xujiahe	Mainly grey mudstone and sandy mudstone, light yellowish and light grey sandstone intercalated with carbonaceous shale and thin coal seam	

Dong et al. (1983) より

日本の中生代海生爬虫類の概観

平山 廉 (帝京技術科学大・情報)

A Review of Mesozoic Marine Reptiles in Japan

Ren Hirayama

我国の中生代浅海成層からは1970年代以降、多数の爬虫類化石が発見されるようになった。魚竜目 (Ichthyopterygia)、鱗竜目 (Sauropterygia)、有鱗目 (Squamata) のモササウルス科 (Mosasauridae) やカメ目 (Testudinata) のウミガメ上科 (Chelonioidea) などの典型的な海生爬虫類に加え、ワニ目 (Crocodylia)、翼竜目 (Pterosauria) やカメ目のスッポン上科 (Trionychoidea) など陸棲～淡水棲、飛行生の爬虫類も確認されている。

時代別に見ると、三疊系では宮城県東部に分布する稲井層群に世界最古の魚竜類が産出し、*Utatsusaurus hataii* (Shikama, Kamei & Murata, 1978) が報告され、また箕浦名知男 (北海道大学) による新属新種の記載が進行中である。平山は今年の調査で現地になお多数の魚竜化石の存在することを確認した。前肢の形態などから稲井層群の魚竜が最も原始的なことは確実であり、研究の進展が望まれる。*Metanotosaurus japonicus* (Yabe & Shikama, 1948) は同層群より鱗竜類の偽竜亜目 (Nothosauria) として報告されたが、椎体や肋骨の形態から魚竜であると思われる。ただ、その模式標本が行方不明の上、保存も不良である。ジュラ系の資料は未だに数点しか確認されておらず、堆積環境や露頭条件などを考慮すると今後も標本の急激な増加は期待できない。上部白亜系には海棲爬虫類の大半の資料が集中しており、分類群も多様で、かつ標本の保存状態も良好である。平山・地徳 (印刷中) によれば、ウミガメ類では特に Maastrichtian のオサガメ科が豊富で、資料価値も高い。鱗竜類については Nakaya (1989) によるエラスモサウルス科の記載が唯一詳細なものであるが、頭骨などを含む未記載の資料が多数、研究中である。モササウルス類では鈴木 (1985) による *Mosasaurus hobetsuensis* の報告があるが、鈴木茂 (私信) によれば全般に質・量ともまだ十分ではない。ワニ類や翼竜などについては正式な記載が未公表の段階である。

日本の中生代海生爬虫類の時代分布

紀	世	魚竜目	鱗竜目	モササウルス科	カメ目
白	6500万年前		?	※	◎
	Maastrichtian		● ○	+	◎ △
	Campanian		● ○	+	▲
	Santonian		●		▲ △
	Coniacian		●		▲ △
	Turonian	?	●		▼ △
	Cenomanian	◆?	● ○		△
亜	9700万年前				
	Albian				
	Aptian				
	Barremian				
	Hauterivian				
	Valanginian				
	Berriasian				
紀	1億4500万年前				
	Tithonian				
	Kimmeridgian				
	Oxfordian				
	1億5700万年前				
	Callovian				
	Bathonian				
ラ	Bajocian				
	Aalenian	■			
	1億7800万年前				
	Toarcian				
	Pliensbachian		●		?
	Sinemurian				
	Hettangian				
三	2億800万年前				
	Rhaetian				
	Norian				
	Carnian				
	2億3500万年前				
	Ladinian				
	Anisian	□			
豊	2億4100万年前				
	Spathian	★ ◇			
	Nammalian	★ ☆?			
	Griesbachian				
紀	2億4500万年前				

魚竜目；☆： *Metanothosaurus nipponicus*, ★： *Utastusaurus hatafi*, ◇：新属？（箕浦私信），□： *Mixosaurus*?（箕浦私信），■： *Leptopterygius*（藻谷，1991），◆： *Platypterygius*?（箕浦私信）／鱗竜目（Nakaya, 1989と高桑，1992による）●：プレシオサウルス上科，○：プリオサウルス上科／モササウルス科（鈴木，1985と木村・鈴木・山下，1993による）※： *Mosasaurus hobetsuensis*, +：属種未定）／カメ目（平山・地徳，印刷中による）△：スッポン上科，▼：プロトステガ科，▲：ウミガメ上科未定，◎：オサガメ科，？：甲能・高桑私信 平山 廉「日本の中生代海生爬虫類の概観」資料（1993・10/16；日本地質学会 関西支部・西日本支部合同例会：香川大会）

ケニア・リフト北部における後期新生代の火成活動と構造運動

沢田順弘 (島根大・理)

Late Cenozoic Igneous Activity and Tectonic Events in the Northern Kenya Rift

Yoshihiro Sawada

東アフリカ大地溝帯はエチオピアからモザンビークに至る総延長約4000kmに及ぶリフト帯であり、ビクトリア湖を境に東西のブランチに別れている。東ブランチはツルカナ湖を境にしてエチオピアとケニアのドーム(リフト)に分けられ、それらは別個のマントル・ブリュームに起因するものと考えられている(White & McKenzie, 1988)。火成活動の開始時期は北から南に向かって新しくなる傾向にある(Pilger & Rosler, 1976)。ここではケニア・リフト北部における後期新生代の火成活動の変遷と構造運動について報告する。

後期新生代の層序は下位から Nachola F.(19–15Ma), Aka Aiteputh F.(15–10Ma), Namurungule F., Nanyangaten-Kongia F.(7–5Ma), TIRR TIRR F.(4Ma) 及び第四紀火山岩類に区分される。19Maから10Maに至る火成活動は基本的にはアルカリ質のバイモーダルな活動であり、玄武岩の活動とともに、15Maに大量のトラカイトの活動が認められる。9–8Maは火山活動が微弱かまたは休止の時期で、7Ma以降は4Maにアルカリ流紋岩の活動以外は玄武岩の活動が卓越する。Namurungule F.とKongia F., Kongia F.とTIRR TIRR F.の間には明瞭な不整合が認められる。特に前者の構造的ギャップは著しく9–8Maに大規模な構造運動が起こったことを示しており、マントル・ダイアピルに起因する一連の火成活動の終焉を物語っている。玄武岩類の年代と化学組成からもこの期を境にしたダイアピルの2ステージのパルスがあったと推定されている(Tatsumi & Kimura, 1990)。9–8Maの火山活動の微弱期と大規模な構造運動はケニア・リフト全体を通じての傾向である。

サハラ以南のアフリカの新生代後期哺乳動物相の変遷

仲谷英夫 (香川大・教育)

Evolution of the Late Cenozoic Mammalian Fauna of Sub-Saharan Africa

Hideo Nakaya

日本ケニア合同調査隊による発掘調査の結果、ケニア北部サンプルヒルズのナムルングレ層より、サハラ以南のアフリカでは従来ほとんど知られていなかった後期中新世哺乳動物相が発見された。年代はその上下の地層の地質年代学的調査から8-9Maと考えられる。

このナムルングレ動物相を含めることにより特に東アフリカの哺乳動物相を新第三紀から第四紀にかけて総合することができるようになった。その結果、この地域の哺乳動物相には中期中新世から後期中新世におおきな交代がみられることがわかった。

この現象をクルテンにより確立された動物相の半減期を用いて解析したところ、東アフリカの哺乳動物相の半減期は中期中新世以降短縮し、大規模な動物相の変化が生じたことが明らかになった。また、この時代以降移入した哺乳類は草原環境支持者がいちじるしく多くなっている。

このような哺乳動物相の変化はユーラシア大陸で広く認められる乾燥化に伴う草原環境の拡大がアフリカでもみられたものと考えられる。また従来より知られている太平洋地域における中期中新世の海中熱帯事件のような汎世界的な気候変動との関連も考えられる。

この地域の哺乳動物相は後期中新世以降、動物相の半減期は安定化に向かい、また分類群の構成も更新世に至るまで大きな変化がみられず、後期中新世の哺乳動物相が現在のエチオピア区哺乳動物相の基礎を形成したと考えられる。

従来、乾燥化の進行とそれに伴う森林生息環境の縮小は、直立二足歩行などの特徴をヒト科が獲得する上で関係があったと考えられている。中新世中期から後期にかけて、サハラ以南のアフリカで乾燥化がいちはやく進んだことは、ヒト上科からヒト科が分岐した場所として東アフリカが最も有力であるという古人類学上の仮説を支持すると考えられる。

インドネシアの第四紀哺乳動物相とその環境

三枝春生（兵庫県立人と自然の博物館／姫路工業大・自然・環境科学研）

Quaternary Mammalian Fauna and its Environments of Indonesia

Haruo Saegusa

ジャワの哺乳類生層序としては Von Koenigswald (1934, 1935) によるものが使われてきた。しかし、80年代に入り、De Vos, Sondaar, Leinders らによる再検討が行われ、新たな生層序が提唱された。彼らは、Dubois コレクションの再検討を通じて、Von Koenigswald の生層序で混乱していた動物群を整理し、さらに各動物群の新旧を1) 陸化しつつあるジャワ島に大陸から次第に動物が移住するというモデルおよび2) インドネシア・日本の共同研究CTA-41の結果を用いて生層序を組み立てた (Leinders et al., 1985)。

しかし、彼等の生層序には1) 哺乳類の移住モデルおよびそれに付随した古環境の説明、2) 大陸の種とジャワ島産の種の系統関係が不明といった点に問題がある。彼等は長鼻類が動物群の新旧を決める上で重要として、次のような順で移住が起きたとしている。 *Mastodon* → *Stegodon* → *Elephas*。筆者の予察的な観察によれば *Mastodon* とされたものは *Simomastodon* であり、この属と *Stegodon* は中国において同時期に出現していることから、単純に *Mastodon* → *Stegodon* といった順番は成立しない。また、孤立状態にあったとされている Trinil 動物群には大型食肉類が含まれるなど、古生態的に奇妙な点がある。

今後、CTA-41 以降のインドネシア・日本隊の層序学研究成果を活用し、新たに古環境解析の資料を収集する、Bumiayu など30年代から、発掘、層序両面で十分な研究が行われていない地域を再調査する、大陸の種との系統関係を明らかにする、など必要であろう。

討 論 会

付加物質からよみとる中央太平洋超プルーム

Super Plume Activity in the Central Pacific
— Deduction from Accreted Oceanic Fragments —

趣 旨

木村 学 (香川大・教育)

Gaku Kimura

近年、地球深部から湧き上がるスーパープルームの果たす様々な役割がホットな話題となり、地球科学の新たな発展を進める上で大きな議論的となっています。日本列島など環太平洋地域には無数の海洋地殻の破片が付加しています。これらは古地磁気学的研究や古生物学的研究などから赤道に近い低緯度地方から漂移してきたものであることが推定されています。1980年代初頭にはテレーン学派によって、これらのものまで含めてその合体プロセス、造山プロセスのみが強調され、なぜ低緯度なのかは、幻のパンフィカ仮説によってあいまいにされてきました。しかし、南太平洋地域はジオイドからも地球深部から湧き上がる巨大プルームの存在場所であり、そこでは周期的に活発な活動があるのではないかと、それらが地球の環境変化に大きな影響を及ぼし、繰り返し起こった生物大量絶滅の重要な原因となったとする見方が有力視されるようになってきました。従来、大陸性の最も明瞭なテレーンとされた北米のランゲリアでさえ、巨大海台であることがわかってきました。そこで今、環太平洋地域に見られる全ての海洋性物質の起源、時代、生成場所などを全面的に見直すことが、過去の地質時間に遡って、中央ないし南太平洋の超プルームの活動史を考える上で唯一の方法であり、重要な研究課題であります。これまで、日本列島では付加体や緑色岩類、オフィオライトなどに関する多くの研究があり、このことを検討する重要なフィールドになっております。西日本のみか、ぶ帯や北海道の空知帯は海台の重要な候補と考えられています。

地質学会西日本支部と関西支部には西日本のみならず北海道を研究している人達も多いので、この機会に上記の討論会を企画しました。

南太平洋スーパープルーム

巽 好幸 (京都大・総合人間)

Super-Plume in the S. Pacific

Yoshiyuki Tatsumi

地球深部の構造・組成などを推定する際に、地球内部物質の部分融解生成物であるマグマを用いることで、有効な束縛条件を与えることができる。地球上の火山活動は、プレート発散境界・収束境界・内部で起こっているが、前二者では、マグマの発生を引き起こす地球内部物質の上昇は、200キロメートル以浅の最上部マントルに限られている。従って、地球深部のダイナミクスを理解しようとする際には、プレート内部火山からの情報が必要不可欠である。

プレート内火山は、プルーム状の高温マントル物質の上昇に伴う減圧融解が原因で形成される。プルームの発生場所に関しては、プレート運動に対してこれらの火山が不動点と見なせることから、マントル深部とくに核との境界域であると、なんとなく考えられてきた。しかし、最近の地震波トモグラフィーの結果は、2つの地域を除くと、プルームの上昇は上部マントル内に限られる可能性が高いことを示している。従って、我々がマントル下部までを覗こうと考えた場合には、2つの地域、フレンチポリネシアとセントヘレナをターゲットとして選ばなければならない。

これらのマントル深部起源のプルームに伴う火山岩は、他のプレート内火山の岩石と比べて、鉛同位体比が高いこと (high- μ と呼ばれる) が化学的な特徴である。この特徴は、マントル最下部まで沈み込んで蓄えられているかつての海洋地殻が、1つの化学的な端成分であることを示している。また、とくにフレンチポリネシアは、現在西部太平洋域に分布する巨大海台群の形成場所であることから、100Ma前後にスーパープルームがマントル最下部から発生した可能性が高い。

現在のフレンチポリネシア・西部太平洋の巨大海台・付加体中の破片として産する岩石を解析することが、時間変化をも含めたスーパープルームの解明そして次世代パラダイムの構築をもたらすものと期待される。

日本のオフィオライトと環太平洋造山帯のオフィオライト

石渡 明 (金沢大・理)

Japanese Ophiolites and Circum-Pacific Ophiolites

Akira Ishiwatari

日本列島, ロシア東岸, 北米西岸では, 古生代前期から新生代までの様々な時代のオフィオライトが, 古いものほど構造的上位に重なる多重オフィオライト帯をなし, アラスカ, 南米西岸, オーストラリア東部〜ニュージーランドでもほぼ同様である. 陸半球地域の古生代前期または中生代後期の「単発型」オフィオライト帯に比べて, 環太平洋顕生代多重オフィオライト帯の年代幅の広さは著しい. また, 環太平洋地域のオフィオライトは付加帯に対して陸側から海側へ衝上しているのに対し, 陸半球地域では受動的大陸縁に対して海側から陸側へ衝上しており, 衝上場が本質的に異なる. 一方, 南西太平洋地域は地球上で最もオフィオライトに富むが, それらはこの地域の海底の「前弧オフィオライト」や多数の縁海の海洋性地殻と同時に, 白亜紀後期から始新世にかけて形成され, その直後に衝上した島弧縁海系地殻・マントルの断片である.

オフィオライトの形成時代の頻度分布には, 750Ma (原生代後期), 450Ma (古生代前期), 150Ma (中生代後期) の顕著な3つのピークが認められ, 600Ma, 300Maにも局地的なピークがある. これらの地球的なオフィオライト・パルスは, 地磁気逆転の休止期, 海洋地殻生産量の増大期, 化石燃料鉱床の形成期, 長期的な高海水準期と一致する. オフィオライト・パルスを定常的なプレートテクトニクスやその過程で発生する海嶺衝突などの小事件の集積で説明するのは困難である. 地磁気逆転の休止期が示すような地球核の運動の変化と, それに起因するスーパーブルームの発生・上昇・破裂, およびサージ・チャンネルを通じての拡散によって, 地球内部から大量の熱が短時間に地表へ放出される事件があり, オフィオライト・パルスはその時期の同時多発的な海嶺系の形成とその直後の破壊 (島弧縁海系・大陸衝突帯への転化) を表していると考えられる. 南西太平洋の新生代オフィオライト帯はその最近の例であり, この仮説の検証にとって重要である.

海台－海山複合体としてのサハリン南東部に分布する緑色岩類

石塚英男・小島弘子（高知大・理）

Greenstones from SW Sakhalin, Russia; an Example of an Oceanic Plateau
and Sea-mount Complex

Hideo Ishizuka and Hiroko Kojima

サハリン島は、アジア大陸の北東縁辺部に位置しており、その南東部に分布する中生代後期の地質は北海道中軸部に分布する同時代の地質（空知帯）の北方延長であるとされている。また、それらの地質は付加・沈み込みコンプレックスの特徴を有しており、サハリンー北海道中軸部地域が中生代後期のプレート境界での重要な活動域であったとみなされている。一方、同地域には大量の緑色岩類が分布しており、これら緑色岩類の起源も重要な検討課題となっている。我々はこの問題について全岩化学組成の特徴から検討を行ったので、その結果について、以下に報告する。

問題となる緑色岩類は、多くの場合、block in matrix の関係で黒色泥岩中に出現し、枕状・塊状溶岩あるいはそれらの角礫化した状態で産出するが、他岩類との関係、変形の程度、鏡下での特徴、および全岩化学組成から大きく2つに分類される。一つは、石灰岩・チャートと密接に関連して産出し、著しく発泡しており、変形は弱く、鏡下ではしばしば斑状組織（斑晶としては、ケルサータイト、黒雲母、Ti-輝石などが出現）を呈し、化学組成では Ti, P, Zr, Nb などに富んでいる。もう一つは、石灰岩・チャートとの関連は弱く、あまり発泡しておらず、変形が強く（一部は結晶片岩化している）、鏡下では再結晶化の弱い部分で見る限り無斑状組織であり、化学組成では上記の元素に乏しく、特に Zr-Nb 比などから N-type と T-type MORB の中間の特徴を有することが認められる。サハリン南東部では、主に、前者はアニバ湾域に、後者はススナイ地域に分布する。同様の特徴は北海道中軸部に分布する空知帯にも認められる（この点についても、時間があれば言及したい）。

本報告では、このような特徴を有するサハリン南東部に分布する緑色岩類について、海台－海山複合体という見地から議論する。

みかぶ・空知オフィオライトの形成年代と火成作用

榊原正幸・秋好邦子（愛媛大・理）・堀 利栄（愛媛大・教養）

Volcanism and Age of the Mikabu and Sorachi Ophiolites

Masayuki Sakakibara, Kuniko Akiyoshi and Rie Hori

今回、演者らは日本列島の中生代付加体中では最大規模のオフィオライトである西南日本外帯四国西部および東部地域のみかぶ緑色岩および北海道新冠・三石地域の空知層群に関して、両者の形成年代および火成作用について検討した。その結果および従来のデータも合わせると、みかぶ・空知オフィオライトに関しては以下のようにまとめられる。

〔形成年代〕四国西部大久喜地域のドレライト中の赤色チャートのゼノリスからジュラ紀古世後期以降を示す放射状化石が見い出された。普通角閃石のK-Ar年代（内海ら，1990）や単斜輝石のNd-Sm年代（田崎ら，1988）も考慮すると、みかぶ緑色岩はジュラ紀後期頃形成されたと考えるのが妥当であろう。いわゆる“空知層群”は、構造的上位の白亜紀前弧海盆体積物の基盤となる緑色岩を主とするユニット（空知層群）と構造的下位の白亜紀前期付加体（神威古潭コンプレックス）中のものに分けられる。従来の微化石データにもとづくと、みかぶ緑色岩と同様に両者ともジュラ紀後期に形成されたと考えられる。

〔火成作用〕主要元素から見ると、みかぶ緑色岩および神威古潭コンプレックスの緑色岩は P_2O_5 および TiO_2 に乏しいグループ（LPTタイプ：ソレライト）とそれらに富むグループ（HPTタイプ：アルカリ岩質）に分けられる。両タイプは同一地域に認められる場合もある。一方、空知層群はLPTタイプのみである。また、みかぶ緑色岩および神威古潭コンプレックスのLPTタイプにはMgOが17wt.%以上含むHigh-MgO玄武岩が認められる（中野，1985；大貫ら，1988）。Y, Zr, Nbなどの液相濃集元素から見ると、みかぶ緑色岩の初生マグマの多様性は部分熔融の違いによると考えられる。すなわち、HPTタイプでは部分熔融の程度が低く、一方LPTタイプではより高い。また、そのソース・マントルはN-type MORBのそれよりややenrichしている。ただし、空知層群および神威古潭コンプレックスについては、主要元素以外のデータは極めて乏しいため詳細は明らかではない。

みかぶ緑色岩および空知-蝦夷帯の玄武岩質岩類は、火成年代、噴出規模、赤色チャートの産状、および岩石化学的特徴に基づくと、ジュラ紀後期の海洋性海台の破片である可能性が大きい。かつ、これらに含まれるコマチアイト質玄武岩の存在は、これらのマグマが発生する際にマントルの部分熔融の程度が異常に高かったことを示している。前オフィオライトの成因は、オフィオライト・パルスの解明に極めて重要な鍵を与えている。

みかぶ帯深成岩類の起源

小澤大成（鳴門教育大・自然）

Petrogenesis of Plutonic Rocks of the Mikabu Belt

Hiroaki Ozawa

最近スーパーブルーム由来の火成活動が注目されている。西南日本に800kmにわたって断続的に分布するみかぶ帯は海台の有力な候補とされている。みかぶ帯の岩石は変質変成を被っているが、比較的新鮮な深成岩類に注目して起源を考察する。

みかぶ帯の超苦鉄質-苦鉄質岩体はジュラ紀付加体中にレンズ状に分布しており、超苦鉄質-苦鉄質の碎屑岩を一般的に伴う。元々の層序は塩基性火山岩/ホルンブレンドにとむ小岩脈群/超苦鉄質-苦鉄質集積岩であり、平行岩脈群および溶け残りのペリドタイトを欠く。

超苦鉄質-苦鉄質集積岩の集積鉱物は、かんらん石/かんらん石および単斜輝石であり、粒間鉱物として斜長石、ホルンブレンド、斜方輝石およびフログパイトを含む。粒間液の結晶化は集積鉱物相の化学組成に影響を与えていて、みかぶ帯のかんらん石がFeに富むのはこのためである。かんらん石のFo値は最大で92.5であり、このかんらん石は0.43%のNiOを含み、かんらん石マントルアレイでMgに富む側の延長線にプロットされる。MORB, BABBやHotspotのかんらん石と比較すると高い値を示す。共存するスピネルはCr/(Cr+Al)比が0.6と比較的低く、高圧での融解を示唆する。スピネルのTiO₂含有量、Cr/(Cr+Al)比、Fe³⁺/(Cr+Al+Fe³⁺)比でみると、現在の海台玄武岩の組成とは一般に異なっている。ホルンブレンドのTiO₂/K₂O比は一般に高く、海台玄武岩の領域と一致する。

得られているみかぶ帯の深成岩類および火山岩類の微量成分組成はコンドライトと比較してLREEにやや枯渇した組成である。また鉛の同位体組成もMORBの様な低い値をとる。

小岩脈の化学組成から推定されるみかぶ帯の初生マグマ組成はMORBやBABBと比較してMgOに富み、SiO₂に乏しい。ノルムプロットからは高圧(2Gpa以上)での生成が示唆される。

海洋物質から読み取る南太平洋スーパープルーム活動

— 最末期ジュラ紀のスーパープルームを例として —

木村 学 (香川大・教育)・榊原正幸 (愛媛大・理)

Ancient Super Plume Activity in the Central Panthalassa

— Deduction from Accreted Latest Jurassic Oceanic Fragments in Japan —

Gaku Kimura and Masayuki Sakakibara

最近, 大陸の洪水玄部岩や海台の火山活動が地球深部の活動を理解したり, 地球環境へのカタストロフィックな影響を考えるうえで重要であると認識され, 大きな議論の焦点になっている (たとえば Courtillot, 1990; Richard et al., 1989; Coffin and Eldholm, 1991; Duncan and Richard, 1991 など). また, これらの火成活動の地質時代を通じての周期的活動も指摘されている (Courtillot and Besse, 1987; Rampino and Southerns, 1988; Larson, 1991a, b).

南太平洋には多くのホットスポットが存在している. ジオイド異常 (Anderson, 1982; Chase and Sprowl, 1982; LePichon and Huchon, 1983) とこの地域での下部マントルにおける低速度層の存在 (Merli and Dziewonski, 1987; Anderson, 1990; Tanimoto, 1990; Fukao, 1992) はこの地域で広域的に熱いマントルの上昇流が存在していることを示唆している. この上昇流の歴史はホットスポットの軌跡や海台の形成位置の復元によって中生代までは遡ることが分かっている (Anderson, 1982, 1990; Chase and Sprowl, 1982; Tarduno et al., 1991). 白亜紀の活発な海台の形成とエピソード的なプルームの上昇の関係は様々に議論されている (Nakanishi et al., 1989, 1992; Larson, 1991a, Tarduno et al., 1991). しかし, 白亜紀より前の地質時代に於ける太平洋 (パンサラッサ超海洋) でのプルームの活動は現在の海洋に古い時代が残されていないので不明瞭になる. これらの時代における唯一のプルーム活動を解く方法は環太平洋造山帯に付加した海洋性物質の解析である.

1980年代, 環太平洋造山帯における議論はテレーン論の流行の中で, その形成プロセスに主要な焦点がおかれ, またパシフィカ仮説と結びついて微小大陸の合体が強調されてきた. また, そこに見られるオフィオライトについては時代に偏在性があるとの重要性が気がつかれ (Abatte et al., 1985; Ishiwatari, 1989; Nicolas, 1989) ていたが, それらの起源は背弧海盆の時代偏在性と考えられてきた (たとえば Nicolas, 1989). しかしたとえば合体した大陸性のテレーンの代表と考えられてきた北米西岸のランゲリアスーパーテレーンは巨大海台と考えられるようになった (Richard et al., 1991). これらのものも含めて付加した可能性のある海洋性物質の起源の再検討とその時代偏在性の解明はパンサラッサ超海洋中央部でのエピソード的なプルームの上昇を解くうえで重要な鍵となっている. 本論では日本列島に付加した海洋性物質に時代偏在性があること, そして後期ジュラ紀に形成された大規模な緑色岩類が北海道からサハリンにかけて, 白亜紀初期に付加しているが, それはジュラ紀末の地球規模の様々な転換期のものであり, 今は消えてしまったイザナギプレート上に形成された大規模海台であり, かつ現在太平洋北部にあるジャツキー海台のパートナーである可能性があることについて述べる.

一般講演

ブラジル産イタコルマイトの産地と産状

清水大吉郎（京都大・理）・鈴木博之（同志社大・工）

Locality and Occurrence of Brazilian "Itacolumite"

Shimizu Daikichiro and Suzuki Hiroyuki

曲る石として注目されてきたイタコルマイトは18世紀末にブラジルのイタコルム山付近で発見されたことから名付けられ、19世紀末までに、インドやアメリカ合衆国などでも発見され、いろいろと研究された。著者らは最近この岩石をあらためて検討し、その結果を発表した(Suzuki & Shimizu, 1993)。

曲る機構の基本は凹凸のある石英粒子がからみあい、その間にすき間があることによって屈曲するもので、(弾性的でない)、ジグソー・パズル的なモデルがあてはまる。

上記研究は各地産のいくつかの標本と、1969年のインドの産地の観察にもとづくもので、最初の産地のブラジルのものの産状は、文献では詳しくは判明しなかった。

今回ブラジルの原産地を訪れた。産出層は原生界のミナス統下部のカラサ珪岩層の一部(約20億年前後)である。イタコルム山を作るイタコルム層はその上位で、これには曲る石は産しない。訪れたのは古い鉱山町 Ouro Preto の2.5km北東のCachoerias das Andorinhas (アンドリンハ川の黒い鳥という意味)で、厚い珪質岩層を採掘している。曲る石は厚さ数十センチの部分だけである。厚さ1~2cmによく成層し割れるが、その内部にもさらに細かい2~3mmの層理があって割れることがある。曲る石の下位の数十センチの部分は風化してぼろぼろの砂状になっているが、部分的には原形をとどめていて、それは曲る。

成層状態および構成鉱物(大部分再結晶した石英粒子で少量の白雲母を含む)は、曲る部分も固い部分でも同じように見える。特定の部分だけ風化をうけやすくなって、白雲母が空隙になっているために曲るといえる。風化をうけやすくなる原因(変質か)が解明される必要がある。現地を案内された Messias Gilmar de Menezes 氏に感謝する。

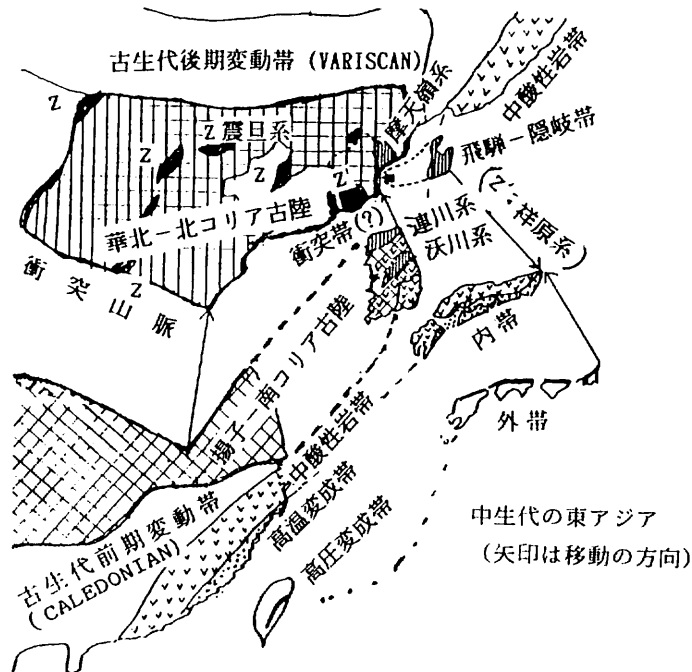
コリア半島北部の（東アジアにおける）構造的的重要性

佐藤信次（松山東雲短大）・金 容義（テクノアース）・猪俣道也（東京農大）

Tectonic Importance of North Korea in East Asia

Shinji Sato, Young-U Kim and Michiya Inomata

- 1) 飛騨-隠岐変成帯の一部はコリア北東部の摩天嶺変成岩（下-中部原生代）に似ている。
- 2) 含ダイヤモンド-コズ石-エクロジャイトが華北古陸の南の大別山脈から発見され、揚子古陸の北方への衝突とみなされる (Hirajima, et al., 1990). 北コリアの祥原群（上部原生代）と漣川変成岩の間の破碎帯が上記の中国の衝突山脈の延長に当たる可能性がある。
- 3) 南コリアには華北型震旦系に相当する祥原群がなく、沃川変成帯（先カンブリアか古生代か不明）を含む南コリア古陸は、揚子古陸の延長とみなされる。
- 4) 北東コリアの清津-会寧地区は、中央アジア-内モンゴル-満州のヴァリスカン変動帯に属し、ここにはヴァリスカン期（古生代末）花崗岩がある。北コリアにはカレドニア期花崗岩もある。
- 5) 1920年頃から中朝古陸にはシルルーデヴォン-下部石炭系が欠如すると信ぜられたが、北コリア南部からシルル系と、漣川系とされた広い地域からデヴォン系が発見され、山口貴雄 (1961)の正しいことが分かった。



秋吉産大型腕足類 *Gigantoproductus* の産状と古生態

梶原忠裕 (九州大・理)

Occurrence and Paleocology of Large Brachiopod *Gigantoproductus* from Akiyoshi
Tadahiro Kajiwara

秋吉石灰岩層群の下部石炭系から産する大型腕足類 *Gigantoproductus* の個古生態について考察する。秋吉石灰岩層群からの *Gigantoproductus* の産出はすでに数カ所から報告されているが、その産状についての詳細な記載は全くなされていなかった。そこで、いままで知られている産出ポイントのうち、大久保地域 (OK 203)、龍護峰地域 (Ru 138)、大平山地域 (B-94) の3ポイントで、産状の記載、比較を行った。その結果、*Gigantoproductus* がほぼ原地性の産状を示しているのは、B-94 ポイントだけであることがわかった。OK 203 及び Ru 138 ポイントでは、合弁率が著しく低く、死後運搬を示している。しかし、表面の摩耗が少ないこと、級化した堆積物の基底に集中していることなどから、ストームなどによる急速運搬の結果、集積したものと推定される。

ところで、原地性、異地性の産状を問わず、*Gigantoproductus* の殻は convex-down のものが多い。これは殻形態に依存していると考えられる。合弁の *Gigantoproductus* の殻を前後方向に切断してみると、pedicle valve が厚く、対照的に brachial valve が非常に薄い。切断面から得られる重心の位置から、*Gigantoproductus* は trail をほぼ垂直に立てた格好で安定することがわかった。Productacea 上科の腕足類は pedicle を持たず、殻表面に発達した spine で姿勢を保持しているものが多い。しかし、秋吉石灰岩層群産のものも含めて、*Gigantoproductus* の多くは spine がなく、上記のような、殻形態に見られる機械的特性によって、姿勢を保持していたことが考察される。

紀伊半島西部三波川帯低温部の変成作用 (その1) — 変成分帯 —

小川 香・川人勝久・寺林 優 (香川大・教育)

Low-grade Metamorphism of the Sanbagawa Belt, Western Kii Peninsula (Part 1)

— Metamorphic Zones —

Kaori Ogawa, Katsuhisa Kawahito and Masaru Terabayashi

紀伊半島西部の和歌山県美里町地域の毛原層では、ローソン石が変塩基性岩類中に出現し三波川帯の低温部としては特異な地域である (Hada, 1967)。栗本 (1986) は毛原層の分布位置、岩相及び変成度から三波川帯に属する可能性を指示し、磯崎ら (1992) は、泥質岩 5 試料の細粒変成白雲母の K-Ar 年代値 (91~100 Ma) より四国中央部の三波川南縁帯に対比できるとした。

この地域の変成作用の特徴を明らかにするために、毛原層と三波川帯の主体にかけて、地質調査と変塩基性岩類を中心に岩石採取を行った。174 個の変塩基性岩類の検鏡の結果、北西に向かって変成度が上昇する順に、変塩基性岩類中の Ca-Al 珪酸塩鉱物組合わせの違いにより、A 帯、B 帯、C 帯の 3 帯に区分される。A/B 帯境界は緑簾石の出現、B/C 帯境界はローソン石の消滅によって定義される。A 帯ではローソン石とパンペリー石が共存し、B 帯ではさらに緑簾石が加わるがローソン石の出現頻度は次第に低くなる。アクチノ閃石は、A 帯の低温部では出現しないが、B 帯、及び C 帯ではかなり普遍的に出現する。アルカリ角閃石は、A 帯の低温部から出現するが C 帯の高温部では出現しなくなる。アルカリ角閃石はドレライト質の岩石において残存輝石の縁から成長していることが多くマトリックス中でみられるのは 1 例だけで、その出現は原岩の組成依存性が強いようである。

本研究での緑簾石出現線とローソン石消滅線は、従来三波川帯と秩父累帯の境界と考えられていた有田川構造線とは斜交する。

高圧型変成帯における Inverted Metamorphic Gradient の成因 (四国中央部三波川帯)

岡本和明 (岡山大・教養)

Origin of the Inverted Metamorphic Gradient in the High-P/T Metamorphic Belt
(The Sambagawa Belt, Central Shikoku as a Case Study)

Kazuaki Okamoto

高圧型変成帯における逆転した変成度勾配 (Inverted Metamorphic Gradient = IMG) の起源を subduction metamorphism に求める考え (Peacock, 1987) には熱源、温度圧力構造の連続性に問題がある。England & Molnar (1993) の計算結果は、mantle wedge からの熱伝導、流体の熱輸送のみでは IMG を説明し難く高温帯の低温帯への衝上に伴う dissipative heating が重要な熱源であることを明らかにした。また彼らは、いくつかの変成帯の岩石学的に求められた IMG と理論的に見積もられた IMG の不一致が、変成作用後の構造薄化を示唆することを示した。四国中央部三波川帯の温度圧力構造は相平衡岩石学的研究により精密に決定されている。圧力構造は高温帯の低温帯への衝上を示唆するが、低温帯の高温帯への底付け作用 (付加過程) を否定する。低温帯の温度構造は、伸長化に伴う不連続は認められるが、基本的には連続である。高圧高温帯の低温帯への衝上 (=貫入, 丸山, 1991) は下部地殻における循環 (Toriumi, 1990; 大槻, 1992; 岩瀬・本多, 1993) であり、衝上に伴い IMG が低温帯に形成された。

上部デボン系越知層産出の碎屑性クロムスピネル

久田健一郎（筑波大・地球科学）・根来麻子（アイ・エヌ・エー）・荒井章司（金沢大・理）

Detrital chromian spinels from the Upper Devonian Ochi Formation

Kenichiro Hisada, Asako Negoro and Shoji Arai

高知県横倉山の南斜面には上部デボン系の越知層が分布する。本層は、細粒砂岩薄層を挟在する薄層理シルト岩からなり、稀に腕足類化石を産出することから海成層と考えられている。今回、越知町大平の越知層細粒砂岩中に多量のクロムスピネル粒子が含有されることを確認した。この産出は本邦最古である。砂岩を採集した露頭は、平田（1966）により *Leptophloeum rhombicum* などの鱗木類の産出地として紹介された露頭である。今回顕微鏡下で確認されたクロムスピネルは全て angular であり、粒径は 0.03~0.08mm である。色調は比較的一定しており、褐色のものが多い。EPMA による 23 粒の分析によれば、Cr# は、0.34~0.98、Mg# は 0.13~0.66 に及ぶ。TiO₂ wt% は全体的に低く、0.3 以下である。また Fe³⁺/(Cr+Al+Fe³⁺) 原子比は 0.15 以下であり、低 TiO₂ wt% であることを考え合わせると蛇紋岩起源のクロムスピネルとみなすのが妥当と考えられる。Cr# の広い変化幅や 0.3 以下の低い TiO₂ wt% のクロムスピネルを含むかんらん岩は、島弧から前弧の上部マントルを特徴づけるものである（荒井，1989）。

日本のシルル・デボン系はカルクアルカリ岩系の流紋岩・石英安山岩質の溶岩や火砕岩（時に溶岩凝灰岩）を特徴的に含み、暖浅海成石灰岩や陸源性碎屑岩からなる。このカルクアルカリ岩系列の酸性~中性火山岩類の分布は、海洋プレートの沈み込み帯に沿う、厚さが少なくとも 18 km 以上のシアル質地殻をもつ島弧または大陸縁弧に限られることが指摘されている（勘米良・松田，1980）。今回産出した碎屑性クロムスピネルの化学組成は、上記の見解を支持するものであり、おそらく前弧地域へのマントルウェッジ起源の蛇紋岩の突出を示唆するものであろう。また、黒瀬川帯はデボン紀には大陸縁辺（パンゲア大陸？）の沈み込み帯に位置していたことが推定される。

四国東部秩父累帯北帯に分布する高根かんらん岩体の岩石学的特徴

山本裕司・小澤大成・村田 守・西村 宏・奥村 清（鳴門教育大・自然）

Petrology of Ultramafic Rocks from Koune Mass in the Northern Subbelt of Chichibu Belt, Eastern Shikoku

Yuji Yamamoto, Hiroaki Ozawa, Mamoru Murata, Hiroshi Nishimura and Kiyoshi Okumura

四国の三波川帯・みかぶ帯・秩父帯・黒瀬川帯には、超苦鉄質岩が数多く分布している。

そのなかで、秩父帯北帯に点在する小規模超苦鉄質-苦鉄質岩体がケルスート閃石や黒雲母を特徴的に含むことに着目し、それらの K-Ar 放射性年代および岩石学的特徴を明らかにすることで、西南日本の付加体テクトニクスに岩石学的制約を与えられるものと考えている。本報ではその一端として、徳島県名西郡神山町高根に分布する超苦鉄質小岩体の記載の結果について報告する。

高根かんらん岩体の超苦鉄質岩は、斜方輝石が認められず、単斜輝石が認められたことから、これらはウェールライト質キュムレイトである。関東山地（平野・飯泉，1973）や九州中部（斎藤ら，1958）の秩父帯の超苦鉄質岩はハルツバーチャイトであることから、従来、Mg に富む斜方輝石に富むかんらん岩の存在が秩父帯の特徴であると考えられていた（荒井，1989）。しかし、本岩体の超苦鉄質岩は、この従来の秩父帯の超苦鉄質岩の見解とは異なるものであった。

また EPM A 分析より、本岩体の超苦鉄質岩の単斜輝石とクロマイトは Ti に富んでいる、という結果が得られた。この両者の組成から判断すると、本岩体の原岩マグマはプレート内で生じたアルカリ岩質マグマである。一方、四国中央部三波川帯の超苦鉄質岩もウェールライトであるが、大陸プレートの上部マントルに由来するキュムレイトかんらん岩である（梶原，1984）。このことから、本岩体の超苦鉄質岩は三波川帯のものとも異なることが明らかになった。

非対称プル・アパート堆積盆の成長様式

岩本正人・宮田隆夫（神戸大・理）

Evolution of Asymmetric Pull-apart Basin

Masato Iwamoto and Takao Miyata

プル・アパート堆積盆の中には、中央構造線に沿う和泉堆積盆のように、堆積中心が一方方向に移動し、非対称な構造をもつものがある。しかし、このような非対称プル・アパート堆積盆がどのように成長するのか？はまだ十分に解明されていない。そこで擬似モデル実験を用いて非対称プル・アパート堆積盆の成長様式について検討した。releasing bend をもつ master fault に沿う block の移動を再現するために、実験装置では滑らかに曲げたプラスチック・プレートに沿い、sand-box (900×500×100) をモーターによって一方方向にゆっくり移動させた。モデルの長さの相似比を 1.0×10^{-5} とし、それに合わせてモデル物質は強度の小さい乾燥した砂を用いた。実験により次のような非対称プル・アパート堆積盆の成長様式が明らかになった。(1) master fault の変位に伴って、releasing bend とほぼ平行な secondary fault が発生し、master fault と secondary fault との間が沈降する。(2) master fault の変位の増大に伴い、secondary fault は断層の活動が衰えながら、releasing bend から離れるように移動する。(3) secondary fault と master fault との間に新しい secondary fault が発生し、この新しい secondary fault と master fault との間が沈降する。(4) これらが繰り返されることによって、堆積盆の相対的移動が生じ、非対称プル・アパート堆積盆が成長する。実験結果と和泉堆積盆の特徴とを比較すると、和泉山脈北縁のE-W方向の断層系とNE-SW方向の断層系は、和泉堆積盆形成時の中央構造線の横ずれ運動に伴って発生した secondary fault であると考えられる。また、上記の擬似モデル実験における堆積盆の相対的移動は、和泉堆積盆の段階的東進モデル (Miyata, 1990) とよく調和している。

Basic Study on Probability of Composition Analysis

— Statistic Program by Computer Simulation —

Ruijing Ke and Taikou Mitusio (高知大・理)

1. Introduction

In Geology, it is important to analyze the composition of rocks such as sandstones and igneous rocks in order to define those names. As for those analyses, there have been mainly three methods, that is 1) Line Analysis (LA), 2) Individual Analysis (IA), and 3) Spot Analysis or Point-Counting (PC). Generally, 2) is good for gravel beds, and 3) is usually used for igneous rocks.

This time we try mainly on 1) and 2), using NEC computer simulation and analysis by C-language.

2. Method

Beginning with a simple matter, we assume there is a rock sample consisted of nine different compositions that every one has equal probability distribution in the sample (that means uniform distribution in statistics theory) and 56 scanning lines are adopted. On each line 100 points of the compositions are included. According to this assumption, we use a computer to yield uniform random numbers (from 1 to 9) to simulate these compositions (for example 1=quartz, 2=feldspars, 3=rock fragments, 4=matrix, 5=others, etc) at nine times. And then we analyze these simulating random numbers based on probability theory and statistics by a computer. Finally we estimate the approximate relationship between scanning values' numbers and acquired accuracy in this matter.

All of this study have been made a C-language program with NEC-9801 computer. The serials of analyzed results can be displayed on computer's video by tables or graphs and can be output those to a printer.

3. Results and Discussion

According to the assumption and method stated above, the process and results are as follows:

- 3-1. Yielding random numbers for simulation.
- 3-2. Calculating relative frequencies and cumulating results.
- 3-3. Estimating the approximate mathematics function
- 3-4. Determining the whole confidence interval.

4. Conclusion

Finally to sum up, if we want to get less than 10% error in this case, then 15 lines among 56 lines are enough, and if 15% then 6 lines are good.

Reference

1. Wan, J. Z. (1992) : Technique of making program with Turbo C2. 0. 250p. China.
2. Ye, X. (1990) : Reference booklet of Turbo C2. 0. 200p. China.
3. Muray, R. S. (1975) : Theory and problems of probability and statistics. 450p. USA.

Sediments on the Shallow Continental Shelf of Tosa Bay, Shikoku, Japan

Keerthi Siri Guruge and Taikou Mitusio (高知大・理)

1. Introduction

65 bottom sediment samples from Uranouchi bay (Ub) and the shallow continental shelf (CS) of Tosa Bay off Kochi city, are collected and analyzed in view points of sedimentology, clay mineralogy and also geochemistry. And sub-bottom layers are made clear by SP-3w marine sonoprobe, with locating by Global Positioning System (GPS). The absolute age by C14 is obtained by bivalve at 190m deep as 10700 ± 490 yBP, and by gastropod at 150m deep as 13900 ± 405 yBP.

2. Sediments

There are 7 types of sediment facies, sandy gravel (sG), gravelly sandy (gS), sand (S), silty sand (sS), clay sand (cS), silty clay (sC) and sandy silty clay (ssC) by Shepard's classification. (S) is distributed mainly off the rivers of Niyodo and Monobe, and at the shelf break area. (sS) is distributed zonally between the sand areas. In (Ub), as the tidal energy decreases, the sediments become finer. Percentage of detrital grains in coarse and medium sand fractions are sharply decreased to 45m and 60m towards the shelf break, respectively.

3. Clay minerals

Clay minerals in the fine particle of the sediments are such as chlorite (ch), illite (il), smectite (sm) and kaolin (k). The other dominant detrital minerals are quartz, feldspars, mica, amphibole and hydrotalcite. (ch) is abundant at the bay mouth of (Ub) and on the (CS). (il), (sm) and (k) are rich in the inner part of (Ub).

4. Chemical elements

Major elements analyzed are Si, Al, Fe, Ti, Ca, Mg, K and P. 9 minor elements are Rb, Sr, Ba, Cr, Ni, V, Y, Zr and Nb. Si derived from siliceous rocks such as sandstone, chert and schists, is almost over 50%, showing negative correlation with most of other elements. Al is about 15% in the average. Other major elements of Ti and Mg, and minor elements of Ni, Cr and V are relatively high at the river mouth of Niyodo, and off Urado bay. Generally Rb content is high in inner (Ub) and Sr, Ba and Zr are high in the (CS). Each values of Fe, Mn, P, Y and Nb are almost equally distributed in the study area.

Reference

1. Okamura, Y. and others (1987): Explanation of the submarine geological map of Tosa bay.
2. Mitusio, T. (1986): Marine geology of very shallow portions, Part 11, Marine geology of Tosa bay, II. Res. Rep. Kochi Univ., 10: 15-27.
3. Guruge, K. S., Okamura, M. and Mitusio, T. (1993): Buried valley off Urado bay, with importance of the Niyodo river route change, Kochi. Kuroshio, spec. 7: 45-50.

シリカゲルの水熱変化 その20 — 複合塩の効果 —

渡辺章倫・満塩大洗（高知大・理）

Hydrothermal Changes of Silica Gel. Part 20. Effects of Compound Salts

Akinori Watanabe and Taikou Mitusio

1. はじめに

非晶質シリカゲル (SM) の水熱変化, その20として, CaとMgの水酸化物・酸化物の各複合塩の効果による結晶化を検討した。

2. 方法

SMの0.400gに, Ca・Mgの水酸化物・酸化物0.100・0.010gを添加し, micro-autoclave 中で, 250–350°Cで, 24–240h 各時間水熱処理した。内容物は水洗・ろ過して液部と固形部に分け, 後者はOM・SEM・XRDで同定し, 前者はAAでSi・Ca・Mgの濃度を測定した。

3. 結果及び考察

3-1. 水酸化物の場合

添加量0.100gの場合は: 350°Cにおいては, 24hでTalc (T)やTruscottite (Ts)ができて始め, 72hでは更に成長し, 240hでは他に, α -Cristobalite (C)ができる。300°Cでは, 24hでTやTsが生成され始め, 72hでは更に成長し, 240hではこれらの他に, 22度付近にCが少量できる。250°Cでは全反応時間で, TやTsが晶出する。添加量0.010gの場合は: 350°Cの24hでbroad peak (bp)がみられ, 72hではCができ, 240hでは更に成長する。300°Cにおいては24h・72hでbpがみられ, 240hではCが生成する。250°Cでは全ての反応時間でbpのみである。

3-2. 酸化物の場合

添加量0.100gの場合は: 350°Cにおいて水酸化物と比較すると, 24hではTやTsがより多量に生成され, 72hでは更に成長し, 240hでこれらの他にCが少量できる。300°Cでは水酸化物と比較して, 24hではTやTsがより多量に生成され, 72hでは更に成長し, 240hではこれらの他にbpができる。250°Cでは, 全ての反応時間でTやTsが晶出する。更に, 添加量0.010gの場合: 350°Cで24hでは既にbpがみられ, 72hではCができ, 240hでは更に成長し, 水酸化物の場合より速い。300°Cでは24hでbpがみられ, 72hでCができ, 240hでは更に成長し, 水酸化物の場合より速い。250°Cにおいては, 24h・72hでbpがみられ, 240hでCが晶出する。

3-3. 液相部の变化

液相部濃度の変化について, 多少のパラッキはあるが, いずれの温度や添加量でも, Cの結晶化する時間を境に変化が起こる。また, 添加量が多いとCだけでなく, Ts・Tも生成されるが, 少なければCa・MgはCが結晶化するさいの触媒として作用する。

4. まとめ

本実験で共通していることは, 添加量が同じ場合, 反応時間が長いほど, Cが多く生成される。

一般に、結晶化が始まるときには、濃度は減少する。250℃では、Cは生成されないが、300・350℃でCが生成される。ただし、少量の酸化物に対しては、Cは生成される。

文 献

1. Mitusio, T. and Hirano, N. (1993) Hydrothermal changes of silica gel, part 19 -Effects of double compounds. Mem. Fac. Sci. Kochi Univ. 15: 10-18.
2. 満塩大洗 (1992) シリカゲルの水熱変化, その18, Al化合物の効果. 高大水熱報, 15:12-23.

室戸半島の第四系

野沢 繁（日本基礎技術）・満塩大洗（高知大・理）・加賀美英雄（城西大・理）

Quaternary System of Muroto Peninsula

Shigeru Nozawa, Taikou Mitusio and Hideo Kagami

1. はじめに

室戸半島では、従来から高位段丘（羽根面/H）群・中位段丘（室戸岬面/M）群などの“段丘面群”が知られていた。しかし、満塩らはこれらは全て前期更新世の壱山層・舟場層とした。そして、クサリ礫からなる、本当の意味の高位段丘礫層を久礼岩層と命名した。従って、従来の“段丘面群”を構成する地層群は極めて古い時代のものと判明した（満塩・加賀美，1992）。ここでは室戸半島の第四系について、その後得られた結果について述べる。

2. 第四系

A) 前期更新世（芸西層群＝城本層・和食層・奈半利層／壱山層・舟場層）

芸西層群は下位から城本層・和食層・奈半利層からなるが、前2者は浅海ないし海浜である。奈半利層は非常に厚い扇状地成の礫岩からなり、標高約320mにも達する。また、壱山地区では本層の河成礫岩が基盤の第三系に壱山スラストで接する。

また、更に上位には壱山層・舟場層がくる。前者は海浜礫岩であり、断層が発達している所もみられる。一方、後者も海浜礫岩であるが、前者より低所にあり、時代も新しいと考えられる。

B) 中期更新世（高位段丘礫層／中位段丘構成層）

中期更新世は高位段丘礫層と中位段丘構成層からなる。

前者は久礼岩層であるが、分布は局部的である。しかし、本層は明らかに前述の壱山層の上のっており、従って従来の“段丘群”は古いことが分かる。

中位段丘はこれまで知られていたものより、はるかに低い所にある。本調査域では羽根層であり、この層厚は約10mで、分布高度は約10-20mであり、海浜礫からなる。本層に対比されるものは東方より生見層・野根層・元層・叶木層の諸層も海浜礫からなる。

C) 後期更新世

これは低位段丘であるが、本地域にはみられず、室戸市中心部の室津層と芸西村の叶岡層のみである。しかし、高知県中央部では土佐山田層などきわめて広範囲に及ぶ。

3. まとめ

以上を要約すれば、以下のようになる。

- 1) 本地域には前期更新世の芸西層群の和食層・奈半利層及び壱山層・舟場層がある。
- 2) 久礼岩層は高位段丘礫層であり、舟場層の堆積後の生成である。
- 3) 本地域では、地形・地層共に東南方が高く、西北方に低くなる。

文 献

1. 満塩大洗 (1981) 室戸 "M" 面中位に非らず. 中川教授退官号, 118-122.
2. 加賀美英雄・満塩大洗・野沢 繁 (1992) 高知県奈半利町付近の第四系. 城西大年報, 15:10-13.
3. 満塩大洗・加賀美英雄 (1992) 四国の第四系. 第四紀研究, 31: 297-311.

四国西端部佐田岬半島の第四系

鹿島愛彦（愛媛大・教養）・満塩大洗（高知大・理）・高橋 和（愛媛石根小）

Quaternary System in Sadamisaki Peninsula, Western Shikoku
Naruhiko Kashima, Taikou Mitusio and Mutsumu Takahashi

四国西端部佐田岬半島の、地形学的に中区とされる愛媛県西宇和郡瀬戸町付近の、伊予灘海岸に分布する第四系について調査した。

本地区には四段の段丘面、最高位面（標高120-160m：上倉面）・高位面（標高60-135m：大江面）・中位面（標高30-65m：襖鼻面）および低位面（標高6-55m：神崎面）が認められ、それぞれの段丘堆積物を上倉層・大江層・襖鼻層・神崎層と命名した。しかし段丘面のなかには、地形的には識別できるものの堆積物の確認の困難な場合も認められる。

上倉層は強風化した緑色片岩・未風化の珪質片岩の円～亜円礫を含む赤色粘土層より構成される。大江層は強～弱風化した緑色片岩・未風化の珪質片岩の円礫を主とし基質は赤色化している。模式地の襖鼻層は、緑色片岩の弱風化した角～亜角礫を主とし基質は「黄色凝灰質物質」であるが、弱風化した緑色片岩・未風化珪質片岩の円礫層の認められる地域も多い。神崎層は弱風化～新鮮な緑色片岩・未風化珪質片岩を主とする円礫層である。

神崎層は、内の浦層・高野川層（愛媛）、足摺層・平野層（高知）、岡泥層（大分）、吉南層（山口）に対比され、日本の標準の中位段丘に相当し古土佐湾海進・古豊後水道海進（リス／ウルム間氷期）時の堆積物である。また、襖鼻層・大江層は高位段丘に、上倉層はプレ段丘堆積物に対比可能である。

一方、地域によって各段丘面の標高に差の認められる部分があるが、これは段丘形成後に活動した、佐田岬半島を切断する西側上りの胴切り断層の運動によるものと推定される。

岡山市周辺に分布する新第三系山砂利層の層相と堆積場の古地形

澤田 直・鈴木茂之(岡山大・理)

Facies and Geometry of the Neogene "Yamajari" Formation of the Okayama District,
Southwest, Japan

Sunao Sawada and Shigeyuki Suzuki

岡山市周辺には、新第三系“山砂利層”の分布が多く認められる。今回は、堆積相の観察と古流向の測定を行うとともに、その分布の連続性と基底面の起伏を追跡することによって、堆積時の古環境および古地形を解析した。

“山砂利層”は、主として径5~20cmの円~垂円礫よりなる。露頭は、一般に強度の風化を受けて赤褐色を呈し、礫は中心部まで完全に軟化した“くさり礫”になっている場合も多い。“山砂利層”の基質は極粗粒砂~粗粒砂であるが、礫間には細礫が充填されており、砂の占める割合は少ない。礫種は“山砂利層”分布域周辺の地質を反映しており、流紋岩および流紋岩質凝灰岩の占める割合が多く、その他の花崗岩、安山岩、チャートおよび塩基性片岩などでほぼ90%を占める。“山砂利層”調査地域全域にわたって、顕著な組成変化は認められない。0.1~1mを越える厚さのレンズ状の粗粒砂~シルト層を挟んでいる所もある。この“山砂利層”は、南北方向に細長く分布し、基盤の谷地形を埋めるように堆積している。不整合面は岡山空港南部で数カ所確認され、いずれも20~30°の傾斜で基盤の中新統または花崗岩にアバットしている。“山砂利層”の分布の下限高度と上限高度によると、高度差が100m以上あることから、その層厚は少なくとも100mはあったと考えられるが、垂直方向の顕著な層相変化は認められない。古流向は礫のインプリケーションにより推定でき、“山砂利層”の分布方向に沿って北から南へ向かっている。この分布の連続から、“山砂利層”は西部古流系と東部古流系の2つに区分することができる。それぞれの“山砂利層”の基底面高度は、西部古流系では北で300mあるのが南で35mに下がっているのに対して、東部古流系では北で50mあるのが南で5m以下に下がっている。このように両者の基底面高度が100~200m違うことにより、それぞれ異なる時期に形成されたと考えられる。したがって相対的に高位の西部古流系の礫層を“旧期山砂利層”、低位の東部古流系の礫層を“新时期山砂利層”と区分できる。

以上のことから、“山砂利層”の堆積前にはすでに谷地形が形成されており、旧谷地形はこれらの地層によって埋積されたと考えられる。岡山市北部では、中新統堆積後に、この地域の中新統上限面に吉備高原面が形成されて以来、少なくとも2回の下刻と谷埋めを繰り返して、現在の地形に至ったと考えられる。

「超音波球共振法」による鉱物の弾性率測定

— 高温・高圧測定への展望 —

鈴木 功 (岡山大・理)

Elasticity Measurements of Minerals by Means of the Resonant Sphere Technique, RST

Isao Suzuki

地球内部の構成候補物質や各種鉱物についての弾性率およびその温度・圧力依存性のデータは、地震学的に求めた地球構造から地球構成物質を推定し、その状態を議論するために必要不可欠なものである。われわれは微小な固体試料・鉱物試料についてそれらを精密に測定するための「球共振法、RST」の開発に努めてきた。

共振スペクトルの測定法として、連続波の周波数走査による(CW法)場合と、時系列波形データの周波数解析(FT法)による場合とがある。従来は前者による測定が行われてきたが、後者には様々な利点があるのでこの方法(FT-RST)の実用化を目指している(Suzuki et al., 1993)。事例の紹介をする。

試料形状が球形であることの利点は高温下では勿論、高圧下での共振スペクトルの測定が可能な点などにある。また直方体形に比べて球形試料の方が測定スペクトルの精度が良いという結果も得ているが、これは整形の精度がよいことに由来するものと思われる。

われわれはこれまでいくつかの単結晶および多結晶試料について測定を行いつつ、測定法の確立を目指してきた。その結果、高温領域(Oda et al., 1992; 井上, 1993)も含めて共振スペクトルから固体物質の弾性率・非弾性率を得ることが可能となった。球形試料が扁平率を持つことによる振動周波数への影響の見積りも確立しており(平尾, 1992)、異方性物質の高温さらには高圧での変形に対してもデータ解析は可能となっている(鈴木ほか, 1992)。高圧下での測定にはまだ技術的に未解決の問題(Ohno et al., 1993)もありそれらを解決しつつ、開発・応用を進めている。

文 献

井上: 岡大理・修士論文, 1993, 平尾: 岡大理・修士論文, 1992, Oda et al., PCM, 1992, Ohno et al., AIRAPT/APS, 1993, 鈴木ほか, 地震, 1992.; Suzuki et al., AIRAPT/APS, 1993.

瀬戸内酸性火山岩類の岩石学的特徴

妹尾 護 (吉備国際大)

Petrological Feature of the Setouchi Acidic Volcanics

Mamoru Seno

第三紀中新世の活動産物である瀬戸内火山岩類は、流紋岩から玄武岩へと多種類の岩石で構成される。その活動は大量の砕屑岩類（凝灰岩、溶結凝灰岩、凝灰角礫岩等）で特徴づけられる酸性岩類に始まり、ひき続いて安山岩と玄武岩が噴出している。本報告では、酸性岩類の全岩化学組成と斑晶鉱物の化学組成に基づき、その岩石学的特徴を明らかにした。結果は以下の通りである。

1. 一般的に、モル $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$ 比は高く、1.1 を越えるパーアルミナスな岩石が多い。
2. 花崗岩類の分類に従うと、ザクロ石-黒雲母流紋岩の全岩化学組成はIタイプの、一方、黒雲母-斜方輝石流紋岩のそれはSタイプの性格を示す。
3. 黒雲母-斜方輝石流紋岩中の斜方輝石斑晶は $Al > 2 Ca$ ($O=6$) で、Maeda et al. (1991) によるパーアルミナス火成岩（Sタイプ火成岩に相当）からの斜方輝石の特徴と合致する。
4. 黒雲母、斜方輝石、チタン鉄鉱の化学組成からも明らかなように、結晶作用時の酸素分圧は低い（FMQ緩衝曲線に近い）。

以上の岩石学的特徴とSr初生値に関するデータ（石坂，1984など）から、瀬戸内酸性火山岩類の成因には還元的かつパーアルミナスな性格をもつ地殻物質の寄与が大きかったものと考えられる。ただし、その鉱物組成、また全岩化学組成等については、各酸性岩によって大きく異なっていた可能性がある。

見 学 旅 行

讃岐山脈南麓の中央構造線

案内者：長谷川修一（㈱四国総合研究所）

10月18日、1人の遅刻者もなく定刻どおり香川大学を出発。天気は雨と地質見学には最悪、見学地に着くまでに晴れてほしいと参加者全員が願った。（その願いも虚しく午前中は雨、しかし午後は何とか雨が上がった）最初の見学地までは約1時間かかるので、その間に参加者の自己紹介や、案内者から見学ポイント等の説明が行われた。

STOP-1（脇町曾江谷川）：讃岐山脈を構成する和泉層群砂岩泥岩互層。国道193号線沿いで、和泉層群の露頭を観察できる数少ない場所である。また、道路際に空き地もあり駐車するのに好都合である。この地層はほとんど変形しておらず、砂岩と泥岩が互層している様子がよく分かった。ここで、徳島から参加の2名と合流した。

STOP-2（阿波町名岡東）：土柱層中に分布する和泉層群からなる地すべり岩塊。ここでは土柱層の上に、和泉層群が乗っている様子が観察できる。和泉層群は全体が角礫状に破碎されており、境界面は連続性に乏しく、走行傾斜も場所によって違っていた。この境界面は断層や不整合面ではなく、地すべりによって生じたものと考えるのが最もよいようである。観察露頭に行く前の、下層の土柱層だけ（和泉層群が上に乗ってきていない）のところに、ミ＝「土柱」といえるような侵食地形が見られ、幅50cm深さ2m程の深い溝が何本も出来ていた。雨が降っているため足元が悪く、また、露頭の斜面が急傾斜なので進むのに苦労した。

STOP-3（阿波土柱）：土柱層の層相と土柱の地形。天然記念物の「土柱」は、観光名所として有名である。高さ10mを越える土の柱が何本もカーテン状にそびえ立っており、自然の造形には感心させられた。この地形は、主に土石流堆積物からなる土柱層の礫層が、雨水の侵食作用を受けて形成されたものである。ここには歩いて約30分ほどで一周できる遊歩道が整備されており、（土柱の上に行ける）その遊歩道の途中の露頭で、和泉層群が土柱層の上に乗っているのが観察できたが、風化が激しいためその境界は明瞭ではない。今まで転落事故がないためか、土柱の上には柵などは無く、土柱の上から間近に下を覗くことが出来た。（一步間違ると転落する）

STOP-4（阿波町井出口）：父尾断層による含花崗岩礫扇状地性土柱層の変位。ここでは、道路沿いの崖で花崗岩礫扇状地性堆積物の露頭を観察した後、見晴らしの良い小高い山に登り、父尾断層による断層変位地形を観察した。（ちょうどその変位地形境目あたりに家が建てられていたので見学者全員「あんなところに家を建てて大丈夫なんだろうか」と心配していた）

STOP-5（市場町上喜来）：父尾断層の断層変位地形と最新の断層運動。現在建設中の高速道路の高架の直下の場所で、以前にトレンチ調査が行われ断層が確認された場所に行ったが、現在は埋め戻され断層面を見ることはできなかった。（当時の様子を案内者より聞いた）

STOP-7 (市場町金清谷川) : 父尾断層直上の白鳥荘。市場町町営の施設「白鳥荘」に隣接して、白鳥のいる池があり、この池の真下を父尾断層が通っており、池の水を抜いたときには非常に明瞭に断層面が観察できるとのことであるが(案内書にはその写真が載っている)残念ながら現在、池は満水状態であり見ることはできなかった。

見学が順調に進み予定より早く終わったので、帰る途中に2カ所、当初予定していなかったところに立ち寄った。

塩江温泉林道沿いの領家花崗岩・和泉層群の境界。以前は塩江温泉の前を流れる香東川河川敷に降りると、領家花崗岩と和泉層群(基底礫)の境界(不整合面)が明瞭に見られたが、現在は藪におおわれその境界を見るのは非常に困難である。そこでここに代わって、境界が見られるのがすぐ近くを通っている林道沿いの露頭である。境界付近は風化が激しく、あまりよい露頭ではなかった。新岩崎橋直下の長尾断層。高松市内から新高松空港へのバイパスとして建設された新国道193号線が香東川をまたいでいる橋(新岩崎橋)のたもとに、長尾断層の露頭がある。周囲は護岸工事をしているためあまり条件のよい露頭とはいえないが、断層面のところは護岸工事をしていないため、香川県の活断層として最も有名な長尾断層を、手軽に観察できるポイントになっている。

今回の見学旅行に参加して、中央構造線について深く知ることができ、たいへん有意義であった。また、地殻変動が活発な地域では、地層の境界が何であるか(断層、不整合、地すべり面など)を見分けるには、周囲を含めてよく観察し、考察しないと間違いを犯す危険性があることがよく分かった。見学地では、断層地形は明瞭に見ることができたが、本当の意味での活断層面そのものは直接見ることができず残念であった。

最後になりましたが、今回の見学旅行に際して、案内者の長谷川修一氏には見学計画・見学案内書作成から現地での懇切丁寧な説明までして頂きました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。参加者は案内者も含め9名。

向井淳彦(香川県立高松工芸高等学校)記

学 会 記 事

日本地質学会関西支部・西日本支部合同の四国例会が、1993年10月16日(土)・17日(日)の両日において開催されました(参加者数84名)。香川大学教育学部を会場として、16件の一般講演と、2件の討論会が行われました。懇親会が16日午後6時から、香川大学学生会館において開かれ、親交を深めました。また、18日(月)には四国総合研究所の長谷川修一氏の案内で「讃岐山脈南麓の中央構造線」の見学旅行が行われました。

例 会 参 加 者 名 簿

秋好 邦子	浅野 哲也	石垣 忍	石塚 英男	石原 由章	石渡 明
猪原 三義	岩崎 正夫	池田 倫治	岩本 正人	大西智恵美	岡本 和明
小川 香	小澤 大成	角道 雅子	鹿島 愛彦	加治 敦次	梶原 忠裕
鎌滝 孝信	川沢 啓三	川人 勝久	菊池 直樹	木下 修	木村 学
熊井 久雄	久保 和子	倉本 敬一	Keerthi Siri Guruge	香原 鎮雄	三枝 春生
境 正樹	榊原 正幸	坂口 照恵	佐藤 弘一	佐藤 勤	沢田 順弘
清水大吉郎	篠原 正男	島本 紫織	鈴木 功	鈴木 茂	鈴木 茂之
妹尾 護	竹村 静夫	巽 好幸	田中 秀典	谷本 正浩	谷山 穰
張 奕宏	角替 敏昭	寺林 優	徳山 桂子	富田 宰臣	中江 訓
中尾 賢一	中田 和也	仲谷 英夫	七山 太	西殿 泰子	野沢 繁
橋本 浩志	長谷川修一	早坂 祥三	久田健一郎	平山 廉	平山 東子
藤田 綾子	Fabbri Olivier	堀 利栄	満塩 大洗	三好眞一郎	向井 淳彦
村田 守	森 征洋	森下 知晃	森山 純子	両角 芳郎	安岡かおり
矢野 享	山本 裕司	Ruijing Ke	渡邊 章倫	渡辺 克典	渡部たか子

日本地質学会関西支部会報 No. 117 (合併号)
日本地質学会西日本支部会報 No. 103

1993年12月1日発行

発行 日本地質学会関西支部・西日本支部合同
香川大会実行委員会
〒760 高松市幸町1-1
香川大学教育学部地学教室内
TEL 0878 (36) 1962

印刷 におか印刷
〒760 高松市番町5-2-20
TEL 0878 (31) 4373