

日本地質学会関西支部報

Proceedings of Kansai Branch, Geological Society of Japan

NO.122

1997年5月30日

日本地質学会関西支部(大阪市立大学理学部地球学教室内)

日本地質学会関西支部例会報告

日本地質学会関西支部例会が1997年3月22日(土)・23日(日)の2日間にわたって島根大学総合理工学部(松江市)にて開催された。シンポジウムと講演会への参加者は78名に達し、当支部例会では最近にないほど盛況であった。シンポジウムのテーマが野外調査をやっている人に興味をもたれたことが参加者の多かった理由と考えている。

1. シンポジウム「断層/地すべり?露頭の見方」

世話人:横田修一郎・横山俊治・三田村宗樹

- 1)断層と地すべり……………横田修一郎(島根大)
- 2)断層の一部である地すべりと地すべりの一部である断層について……………山根誠(応用地質株)
- 3)中央構造線の活断層露頭と地すべりによるえせ活断層露頭……………長谷川修一(株四国総合研究所)
- 4)「すべり面」の多様性:4タイプの事例報告……………横山俊治(株オキココレーション)
- 5)鶴田玄武岩に見られる断層と地すべり現象……………山内靖喜・伊賀貴子(島根大)・岡田龍平
- 6)地すべり活動を含めた大賀衝上断層の評価……………鈴木茂之(岡山大)・田中元(復建調査設計株)・宝谷周(岡山大)

2. 講演会

- 1)地質調査所による宍道湖ボーリング SB-1 の再検討……………中村唯史・徳岡隆夫(島根大)
- 2)宍道湖ボーリングコア(SB-1)堆積物の元素組成からみた完新統流の堆積環境の変遷……………石賀裕明・中村唯史・徳岡隆夫・三瓶良和・高安克己(島根大)
- 3)隠岐変成岩の P-T-t 経路……………高須晃(島根大)・DALLMEYER, R.D.(ジョージア大)
- 4)飛騨変成岩宇奈月地域の地質と岩石……………石持知美・高須晃(島根大)
- 5)青海-蓮華帯青海地域からの Kosmochlor の発見……………阪本志津枝・高須晃(島根大)
- 6)紀伊半島西部龍門山地域の三波川変性作用……………石川憲一・高須晃(島根大)・廣田善夫(同和工営)
- 7)四国中央部別子地域三波川帯の東平角閃岩体西縁部の地質と変性作用……………宮城康夫・高須晃(島根大)
- 8)四国中央部三波川帯のざくろ石の累帯構造とナップ構造……………浅田明日香・高須晃(島根大)

- 9)四国中央部瀬場地域三波川変性帯のエクロジヤイト……………猪原亮介・高須晃(島根大)
- 10)四国中央部別子地域三波川変性帯中の五良津西部岩体の地質と岩石…釘宮康郎・高須晃(島根大)
- 11)山口県阿武地域における白亜紀流紋岩類と花崗岩類の全岩組成および Sr,Nd 同位体比……………
弓削智子・今岡照喜(山口大)・飯泉滋(島根大)
- 12)兵庫県南西部における舞鶴帯・超丹波帯・丹波帯構成層に発達するスレート劈開……………
竹村静夫(大阪市大)
- 13)東アジアのジュラ紀後期「領石型堆積岩岩石区」の提唱……………楠利夫(同志社中)
- 14) *Unumaechinatus* 群集(ジュラ紀中世放散虫)の群集組成[その12] ……………八尾昭(大阪市大)
- 15)中国雲南地域の中・古生界(その4)－ペルム系・三疊系の産状－……………八尾昭・桑原希世子・
江崎洋一・劉建波(大阪市大)・郝維城(北京大)
- 16)大阪層群の海成粘土層の地球科学的検討……………道前香緒里(大阪市大)・石賀裕明(島根大)
- 17)兵庫県南部地震による内陸部人工改変地の分布とその被害…三田村宗樹・高家志菜(大阪市大)
- 18)島根半島の中新統泥質岩と地すべり……………野村律夫(島根大)・福井一彦(ウエスコ)
- 19)ライマン, ナウマンと山陰地方……………清水大吉郎

以下, 上記のシンポジウム・講演会および 1996 年 7 月 13 日に行われた支部講演会の講演要旨を収録する。

講演要旨

個人講演(1996年7月13日)

ジャワ島の火山活動

西村 進(京都自然史研究所)

Volcanism in Java, Indonesia.

NISHIMURA S. (Kyoto Institute of Natural History)

1974年インドネシア地域のテクトニクスに興味をもち、その後、一つ一つと多くの地球科学上のイベントを研究し、とりまとめて来た。これらには京都大学理学部を中心とした多くの共同研究者、インドネシア科学局地球工学研究開発センターの多くの所員の方々、と研究を進めて来た。全体は未だにまとまっていない。今年3月IAEAの expert として、ジャワ島北部ムリヤ地区での原子炉立地条件の Review に参加した。その時痛感したのは、もっと調べた事を論文にして残しておくべきだと感じた。その一つのジャワ島の火山活動の変化についてまとめた。

ジャワ島の火山活動は15Ma頃の沈み込み帯の生成に始まる。すでに何回か発表している(例えば、NISHIMURA and SUPARKA, 1986)。ジャワ島での和達・ベニオフ帯は700km深度まで発達しているが250~500kmでは地震がみられない(NEWCOMB and McCANN, 1986)。火山活動の現状は西ジャワ、タシクラマヤのガルトの南 G.Papadayan (2.622m) 及びその周辺の火山がソレイアイト岩系で

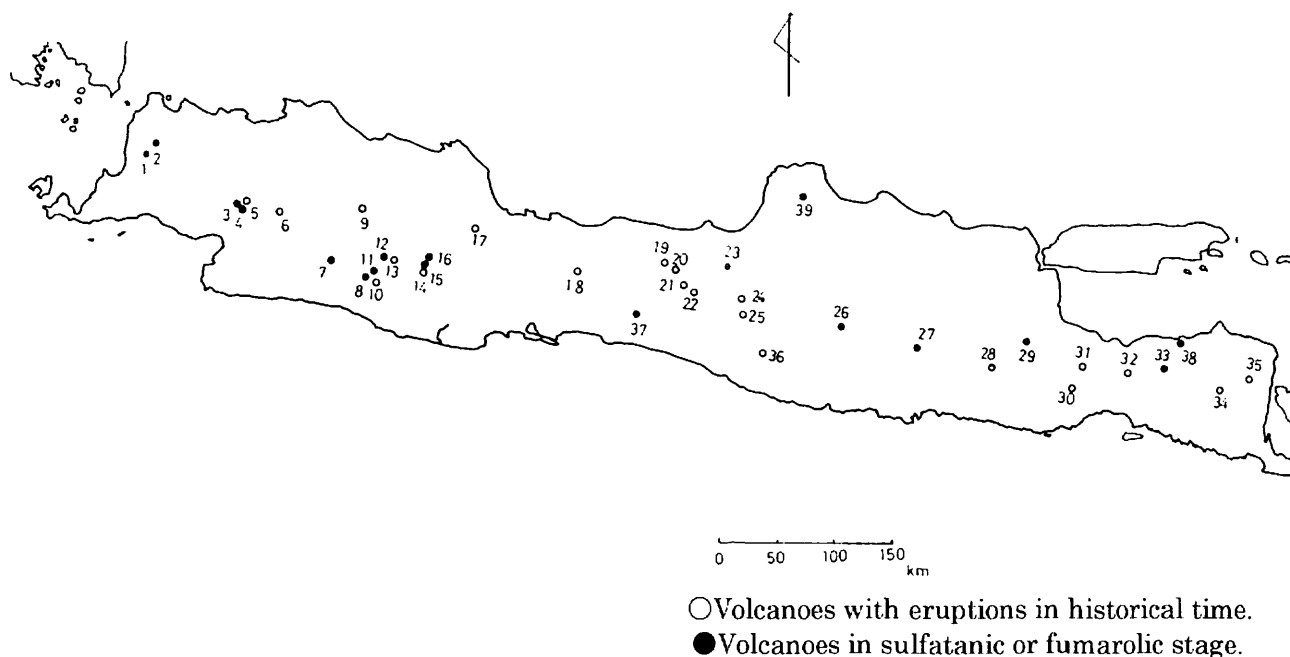


Fig.1. Volcanoes in Java.

1:Pulosari, 2:Karang, 3:Kiraberes Gagak, 4:Perbaki, 5:Salak, 6:Gedeh, 7:Patuha, 8:Wajang Windu, 9:Tangkuban Prah, 10:Papandayan, 11:Kawah Manuk, 12:Kawah Kamodjang, 13:Guntur, 14:Galun ggung, 15:Telaga Bodas, 16:Kawah Karaha, 17:Tjerimai, 18:Slamet, 19:Butak Petarangan, 20:Dieng, 21:Sundro, 22:Sumbing, 23:Ungaran, 24:Merabu, 25:Merapi, 26:Lawu, 27:Wilis, 28:Kelud, 29:Ardjuno Welirang, 30:Semeru, 31:Broma, 32:Lamongan, 33:Ijang Argapura, 34:Raung, 35:Kawah Iden, 36: Bayat, 37: Karansambung, 38: Riggitt, 39: Muria.

ある。他はソレイアイトの火山はみつかっていない。その他はカルクアルカリ岩系の火山である。すなわち島弧の火山でみられるソレイアイト、カルクアルカリ、アルカリ岩系の帯状分布がみられない。しかし、カルクアルカリ岩系の中では、トレンチ側から背弧海盆側にかけてアルカリが増加する帯状分布はしている。また、ジャワ海に面して、東ジャワの Ringgit と中部ジャワの G.Muria(1,602m)にはアルカリ岩系の火山岩がみられる。これらアルカリ岩系は現在活動していないが、何時まで活動していたかが非常に問題である。今まで「G.Muriaが一番遅くまで活動していて数十万年前で活動を終えている。それはテクトニクスの面からみてもわかる」としていた(西村進, 1975)。しかし、最近まで活動していたとの意見もあるが、今回、詳細な検討から噴火活動は約 30 万年前で活動を終えているとの結論を得た (Table 1)。

文献

NEWCOMB, K.R. and MCCANN, W.R., 1987, Seismic History and Seismotectonics of the Sunda Arc, *J.G.R.*, 92, 421~439.

西村進, 1975, ジャワ島火山とプレートテクトニクス, *九十九地学*, 10, 9~17.

NISHIMURA, S. and SUPARKA, S., 1986, Tectonic Development of East Indonesia, *J. SE Asian Earth Sci.*, 1, 45~57.

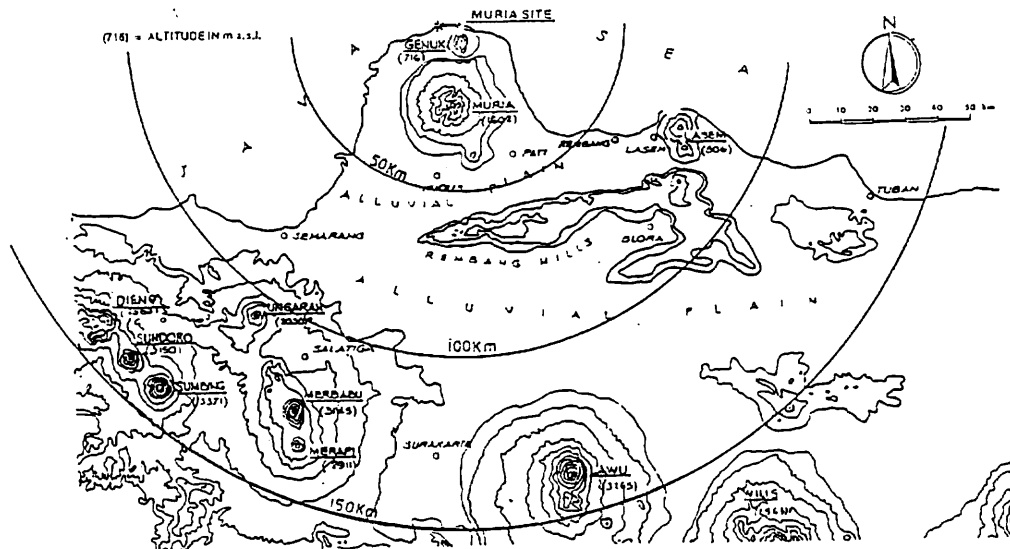


Fig.2. Muria Peninsula and its vicinity

Table 1. Volcanic history at G.Muria.

| | Mt. Genuk | Mt. Muria |
|---------------|---|-----------------------------------|
| >0.3Ma | alkali basalt volcanism | |
| Present | cooling stage | |
| 0.2-0.03 Ma | | phreatic explosion |
| 0.3 Ma | phreatic explosion | young Muria volcanism |
| 0.5 Ma | young Genuk volcanism | |
| 0.7 Ma | | |
| 0.8 Ma | | |
| 0.85Ma | | old Muria volcanism |
| 1.65Ma | old Genuk volcanism | |
| 2.1 Ma | | erosion of Unjung Water Formation |
| 3.3 Ma | upheaval of Unjung Water Formation | |
| Pliocene | sedimentation of Unjung Water Formation in sea | |
| | folding, faulting, upheaval and erosion of Bulu Formation | |
| Upper Miocene | sedimentation of Bulu Formation in shallow sea | |

中国山東半島に超高压変成岩を見る

平島崇男(京都大学)

中国東部の山東半島は、北側の中朝地塊と南側の揚子地塊が中生代に衝突して形成された大陸衝突型造山帯の一部である。この地域では、1989年に地殻物質起源の変成岩からコース石仮像(コース石から転移した石英結晶)(YANG and SMITH, 1989)が、1990年にコース石が見出された(HIRAJIMA *et al.*, 1990)。その後もコース石やその仮像の発見が相次ぎ、その分布範囲は、山東半島北東の烟台(Yantai)から青島(Qingdao)を経て南西の五連(Wulian)を結ぶ断層の南西側、東西700km、南北50kmに及ぶことが判明し、蘇魯(Su-Lu)変成帯と呼ばれている。

蘇魯変成帯や他の多くの超高压変成帯では、コース石などの超高压変成作用を示す鉱物の大半は、エクロジャイトに含まれる。これらエクロジャイトは、一般に変成帯の大半を占める低压型鉱物組合せを持つ片麻岩中に層状あるいはレンズ状に産する。エクロジャイトと片麻岩の見かけの形成圧力は数10kbarも異なる。この現象を単純に考えれば、地下100Kmと地下30kmで形成された岩石が隣り合って一緒に出現していることを意味する。このような地質現象を説明するために次のような2つの考え

方が提案され論争が続いている:

- a) "エクロジヤイトと周囲の片麻岩は、かつて地下深部で一緒に変成した。地表に上昇する過程で、石英長石質の片麻岩では変成反応が選択的に進み、低圧型組合せに再結晶したが、エクロジヤイトでは変成反応があまり進行せず、高圧鉱物が残った"とする説(in situ モデル)。
- b) "エクロジヤイトは地下深部で形成された後で、何らかの理由で地殻下部まで上昇し、低圧型鉱物組合せを持つ片麻岩と合体した"とする説(exotic モデル)。

BIINOとCOMPAGNONI(1991)は、西アルプスの超高压変成岩地域で、超高压変成花崗岩が、地表へ上昇する際の後退変成作用で、低圧型の黒雲母片麻岩に変化する事例を報告した。これは、石英長石質の変成岩は容易に変形・再結晶し、過去の歴史を留め難いことを示す。従って、エクロジヤイトに伴う片麻岩の温度圧力履歴を、現在の鉱物組合せだけから単純に低圧型だと考えるのは危険である。

最近、蘇魯変成帯中部、青島東方の仰口(Yangkou)海岸で、アジア初、世界で2例目の超高压変成花崗岩類を見つけた。仰口海岸で見られる地質学的・岩石学的データ(HIRAJIMA *et al.* 1993; WALLIS *et al.* 印刷中)は"in situ"モデルを支持する。その詳細は次の通りである。

<産状と鉱物組合せ>

1. 仰口海岸は、変成火成複合岩体(仰口ユニット)と蘇魯片麻岩で構成されている。
2. 仰口ユニット(70x100m)の主要構成岩種は、ブロック状の変成塩基性岩・変成花崗閃緑岩とそれらを取り囲む線構造の顕著な片麻岩(streaky gneiss)などで構成され、"block in matrix"構造が特徴である。それに対し、蘇魯片麻岩は数枚の角閃岩層とともに単調な層状構造を示す。
3. 仰口ユニットでは、高圧時の変形を強く受けた塩基性岩は片理の良く発達したコース石エクロジヤイトになっている。変形の弱かった部分は、はんれい岩あるいは岩脈などの火成岩組織を残したままエクロジヤイト化している。未一弱変形の変成花崗閃緑岩も火成岩組織を残すが、オーグライトはNa-単斜輝石に置換され、斜長石とFe-Mg 鉱物の境界部にはコロナ状のザクロ石が発達し、エクロジヤイト相の変成作用を被っていることが判る。また、変成花崗閃緑岩は変成塩基性岩と密接に伴い、一部では、エクロジヤイト化した岩脈に貫かれている。従って、変成塩基性と変成花崗閃緑岩は共に超高压変成作用を被ったことが判る。
4. Sreaky gneiss の主要構成鉱物は、蘇魯片麻岩と同様に、石英-斜長石-カリ長石-黒雲母などの低圧型であるが、超高压変成花崗閃緑岩に特徴的なルチルやコロナ状ザクロ石を含む。野外では、超高压変成花崗閃緑岩はそのブロックの周辺から変形し、連続的に Sreaky gneiss に漸移していることが観察できる。以上のデータから、sreaky gneissは超高压変成花崗岩類に由来することが判明した。従って、仰口ユニット(70x100m)を構成する主要な岩種は一連の超高压変成作用を被っていたことが判った。

<仰口海岸の超高压変成岩の形成条件>

仰口ユニットの主要な岩種は全て超高压条件を示す証拠を含んでいるが、その周辺の蘇魯片麻岩からは見いだされていない。しかし、仰口ユニットの東方 50m の地点で、蘇魯片麻岩と互層する厚さ1 mの角閃岩層の中心部からコース石エクロジヤイトを見つけた。このことから、蘇魯片麻岩と互層する角閃岩層はかつて超高压変成岩であったことが判る。

仰口ユニットと角閃岩中のエクロジヤイトの形成条件を、POWELL(1985)のザクロ石-単斜輝石温度計を用いて検討した。0.45<Xjd<0.55 の組成範囲を持つ単斜輝石を含むエクロジヤイトで見積もられた温度は 600-700°Cの範囲で一致した。従って、仰口ユニットとその周辺の地域はかつて同じ様な超高压変成作用を被った可能性が考えられる。

シンポジウム「断層／地すべり？ 露頭の見方」(1997年3月22日)

断層と地すべり

横田修一郎(島根大学)

Faults and Landslides

YOKOTA Shuichiro

変位が明瞭でない断層露頭では、断層の地図上の位置や特性を破碎帯のみから判断しなければならない。破碎帯を目の前にして、広域で断層の概略位置を知るのみであればいいが、断層の実態を大縮尺で捉えるのは一般に難しい。“破碎帯”は断層運動によって破碎され、軟質化したものといえるが、これに類似したものに地すべりのすべり面がある。日本のように地形が急峻で起伏の大きい地域ではいたるところに地すべり、あるいは広く斜面変動(slope movement)とよばれる表層現象が生じている。また、断層運動で形成された破碎帯であっても、力学的に軟質であるが故にそれが地すべり面をなす場合も少なくない。こういったものに対して、現実の露頭でどのようにして識別するか？ はたして識別できるのか？ 各地で行われている様々な地質調査でそういった疑問がきかれるようになってきた。

地すべり、あるいは広く斜面変動とよばれる現象は、これまで比較的表層の現象と考えられがちであった。しかし、最近では、古いものをも含めれば、山体の内部深くまでそのような現象が存在するらしいことが知られるようになってきた。たとえば、山間部の急傾面でも深い部分で低角のクラックがボーリングによって捉えられることも多く、それに沿っては岩盤が緩んでいることも少なくない。地質関係者のなかには地すべりに馴染みがない人も少なくないが、地すべり、岩盤すべりとよばれる表層の現象は意外に多いのではないかと思われる。こういった場合、(i)低角の断層面、(ii)断層面を境とした非対称な岩盤の緩み、(iii)破碎帯のテクスチャーなどが識別のポイントとなる可能性がある。

一方、新しい時代の軟質な地層ではごく表層での変位が注目されるが、それがゆえに地すべりのすべり面が“活断層”に見えることもある。重力による一過性のすべりは、たとえ第四紀層を変位させていても“活断層”には該当しない。本シンポジウムではこういったことをテーマに最近の事例を見ることによって、そこから断層と地すべりの識別方法、露頭での見方を探る。

逆断層運動による地すべり中の偽角礫岩と巨大地すべりに発達する偽断層岩

Pseudo-breccia in landslides related to active reverse faulting and pseudo-fault rocks in larger-scaled landslides

山根 誠(応用地質株式会社)

地表付近で見られる岩盤の破碎現象が、断層によるものか地すべりによるものかの判定は、活断層評価や斜面安定評価の際、その結果を大きく左右する。

断層の発達している地盤が地すべり運動を起こす場合には、既存の断層に地すべり時の変形が重複する可能性があるが、露頭に現れた破碎現象が断層なのか、断層の再動なのか、断層とは無関係なのか、露頭の観察では判断がつかず、種々の調査が完了した最終段階に総合的解釈によって判断を下す場合も少なくない。露頭における判定は地質技術者に期待されているが、どのような現象が

判定の根拠になるか確立されていないからである。

本講演では、山地・平地境界の逆断層(活断層)の断層運動と密接に関係した地すべりに見られる破碎現象と、巨大地すべりのすべり面付近や移動体内部に形成された種々の破碎現象を紹介し、その成因を考察する。

1) 山地・平地境界の逆断層の断層運動で発生した地すべりに発達する偽角礫岩

山地・平地の境界に発達する逆断層の先端では、断層面が地表に向かって緩傾斜化することがある。その際、上盤側の岩盤は断層運動によって地表に押し出されるとともに、重力によってクリープする。その結果、上盤側では硬質岩盤であっても割れ目が開口し、先端部には岩盤に漸移する角礫岩—断層押し出し角礫岩と命名—が形成される。

断層押し出し角礫岩は礫どうしのかみ合わせが復元できる岩塊相と同質のマトリックス相からなり、岩盤から離れるに従い大きな岩塊は少なくなるとともに、マトリックス相が増加する傾向がある。

断層運動時かその後上盤のクリープ領域で発生した地すべりでは、断層押し出し角礫岩が移動体の先端部を構成する。

断層押し出し角礫岩は、単なる断層岩でも堆積性の角礫岩でもない。

2) 巨大地すべり中の種々の偽断層岩

紹介する巨大地すべりは、美濃帯の石灰岩・緑色岩分布域で発生したもので、地すべりの発生域と堆積域でのすべり面付近や、移動体内で種々の偽断層岩が形成されている。

発生域のすべり面付近のものは、断層岩と酷似しているが、通常の断層岩とは異なって、丸みを帯びた礫がわずかに配列し、主として緑色岩の破碎物からなる基質中にはフィルム状の粘土層に直線状の条線と鏡肌を有するせん断面が発達している。

堆積域のすべり面付近では表層堆積物(谷埋め堆積物や表層の赤色土)を破碎帯中に巻き込み、表層堆積物の縞状構造形態に変形の様子が記録されている。

また、移動体を構成する石灰岩・緑色岩は構造的層序を保存しながら破碎が進み、石灰岩では石灰質膠結物で角礫集合体を形成し、緑色岩では網目状の剪断面が発達する。

中央構造線の活断層露頭と地すべりによるえせ活断層露頭

長谷川修一(四国総合研究所)

1. はじめに

地表に露出する地層は、常に重力場に置かれている。活断層は、しばしば山地と平野との地形境界を形成する。このため、活断層の山側を構成する岩体は、常に重力によって下方の移動する環境にある。このような重力によって下方に移動する頻度と、断層運動の再来確率を比較すると、前者がよりありうる現象であろう。また、断層運動の際に、重力による変形が加算されることも普通の現象であろう。にもかかわらず、山裾で発見される第四紀層と山地を構成している地層との接触関係は、これまで構造的な断層と短絡されてきたことが多いように思われる。

本報告では、四国の中央構造線を例として、過去の地震断層すなわち活断層と認定できる断層露頭と地すべりによって接触したと考えた方がよい露頭の認定方法について紹介する。

2. 地質学的な活断層の認定条件

過去の地震断層すなわち活断層を地質学的に認定するには、①変位地形、②第四紀層の断層変

位, ③基盤岩の断層変位の3条件を満たす必要がある(澤田臣啓, 談).

したがって, 上記の3点セットが確認されれば, トレンチ調査で, 断層を外すことはまずないであろう. 現実的には, ①と②を確認し, ③の担保が得られれば一応活断層とみなして差し支えないであろう. 中央構造線活断層系(岡田, 1991)とされる断層でも, この3点セットが揃った活断層は以外と少ない.

3. 地すべりによるえせ活断層露頭の認定条件

四国の中央構造線活断層系に沿っては, 完新世から更新世前期に至る地すべり岩体が分布する. これらの岩体と第四紀層との境界面は, これまで中央構造線もしくは第四紀前半の中央構造線の断層活動を示すと考えられたが, 以下の特徴から, 地すべりによる接触面と推定できる.

- ①【地形】変位地形の可能性のあるリニアメントと一致しない. 更新世中期以降のものは, 逆に地すべり地形と一致する.
- ②【根無し】岩盤と第四紀層との境界面は, 平野側で高角度であるが, 山側ほど低角度になり, 根無し岩体のように見えることが多い.
- ③【変位様式】全体に水平移動量を示す構造が多く, 上下方向の変位を示す構造が少ない.
- ④【変形の違い】低角度の境界面上盤が著しく破碎されているが, 下盤側の破碎はほとんどない.
- ⑤【緩みの発達】上盤は, 不規則な開口性の破断面が岩体全体にわたり発達する.
- ⑥【注入】開口性の破断面に沿って堆積物の注入がある.
- ⑦【一過性】すべり面付近には, しばしば粘土を基質とする角礫層が形成され, 滑剤層となっている. この境界面には, 定着, 固結後の活動を示す剪断面が形成されていない.
- ⑧【ブルドーzing】地すべり岩体の先端部と第四紀層との境界には, 不整合状の高角度の境界面が形成され, その前面の第四紀層中には, ブルドーzingによって局所的な褶曲~急傾斜構造が形成されている.
- ⑨【復元】背後の山地斜面に復元できる.

「すべり面」の多様性: 4タイプの事例報告

横山俊治(オキコ コーポレーション)

Variety of “sliding surfaces of landslide”: introduction of four representative examples

YOKOYAMA Shunji (Okiko Corporation)

地すべりにおいては, 移動体とその下の不動地盤との境界を「すべり面」と呼んでいるが, その実態は必ずしも明らかになっていない. 鏡肌・条線が発達した平滑な剪断面が出現することもあれば, 明瞭な剪断面が認められないこともある. 剪断部の厚さが数 mm でまさに「面」と呼んでもおかしくないこともあれば, 数 10cm の領域全体が破碎されていることもある. 構成物質も粘土だけではない. このような産状の多様性は形成過程の違いを反映したものであり, 「すべり面」とは形成条件の異なる断層とも相違点が見いだされるものと期待される. ここでは, 現出形態の異なる4タイプの「すべり面」を紹介する.

①粘土薄層(地すべり粘土)に発達する明瞭な剪断面=「すべり面」

このタイプは崩積土すべりや二次すべりに発達する. 鏡肌・条線が発達した連続性の良い剪断面は断層と似ているが, 条線は連続性が良く, 尾根が丸に帯びている点が断層と異なるかも知れない. 注目すべき点は連続する剪断面の形成に先行する粘土薄層の形成である. 粘土薄層は移動体の側面を面する垂直の割れ目にも発達することから, 最終的なすべりに先行する微小破壊に続いて浸透水と

共に粘土分が注入・集積したものと考えられる。このような物質移動は浸透水の増加が破壊と密接に関係している地すべりの特徴かも知れない。

②連続した剪断面が発達しない「すべり面」: 神戸層群の軟質凝灰岩に沿う滑動の事例

移動量は大きいですが、連続する剪断面は見られない。斜交した短い剪断面が生じている。軟質凝灰岩はスメクタイトに富み、塑性指数が 87%を越え、塑性変形を起こしやすい。剪断帯では塑性変形と脆性破壊が同時に進行したか、剪断面が塑性変形によって消滅した可能性がある。

③礫・粘土混合層からなる「すべり面」: 和泉層群の砂岩泥岩互層の岩盤すべりの事例

移動体は泥岩中の層理面に沿って滑動し、途中で層理面を横切る低角度断層に沿って移動し、再び泥岩中の層理面に沿って滑動している。礫・粘土混合層は低角度断層を横切る直後から発達している。そこでは、移動体の下部には破断と地層の引き伸ばしによって、その直下の岩盤でははぎ取りによって砂岩岩塊と泥岩岩片の混合物を生じ、さらにそれらが移動過程ですりつぶされて砂岩礫と泥岩起源の粘土質基質からなる混合層が形成される。移動体の下部の消滅量に比べて、混合層は少ない。破壊過程における破砕物質の移動が顕著である。

④高含水の流動化層からなる「すべり面」

このタイプは盛土で多発する。浸透水の流入によって流動化層が下部に形成されると、強度低下と自重の増加で崩壊する。流動層のみが流出することも少なくない。破壊は層で発生しており、断層面のような剪断面は形成されない。巨視的にはすべりは起こっていないと見るべきであろう。

「すべり面」は多様な現出形態をとるが、形成時に浸透水の影響が大きく、機械的な物質移動が起きている点は共通している。地すべりは低封圧下の変形で破壊面が緩く、実移動は上盤のみで起こる。破と降雨とが密接で、クリープ変形と変位量の大きい脆性破壊を短期間の間に繰り返す。これは断層の形成条件とは異なる。形成条件の相違が断層と「すべり面」とで異なる破砕性状を生じている可能性がある。

鶴田玄武岩中に見られる断層と地すべり現象

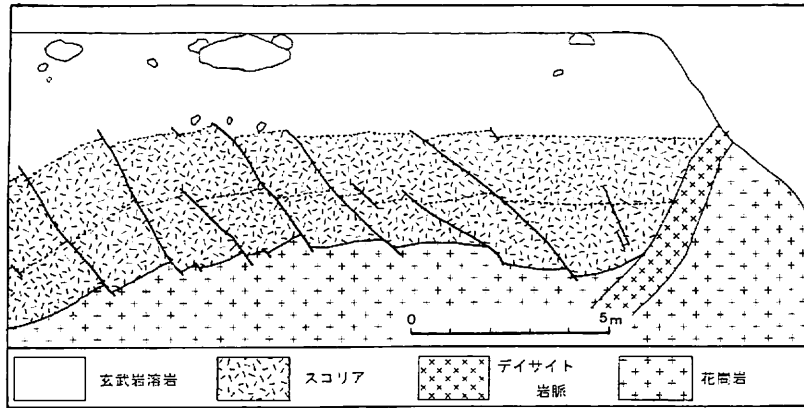
山内靖喜・伊賀貴子(島根大学)・岡田龍平

Faults and land sliding in the early Quaternary Tsuruta Basalts

YAMAUCHI Seiki, IGA Takako and OKADA Ryuhei

鳥取県西部の会見町から溝口町にかけての台地状の山地には更新世前期に噴出したアルカリ玄武岩類(鶴田玄武岩)が分布する。アルカリ玄武岩分布域内には主な噴出源と考えられる4つのスコリア丘が存在する。鶴田玄武岩類は、古第三紀の根雨花崗岩を不整合におおい、下位より、砂礫層(層厚:2m)、スコリア層(層厚:数10cm~4m)、玄武岩溶岩(層厚:約90m)、スコリア丘を形成するスコリア(最大層厚:80m)および玄武岩溶岩からなる。

最近、鶴田玄武岩分布域の縁辺部で活断層が発見されたが、この活断層は山腹とは逆方向に傾斜し、基盤の花崗岩中に破砕帯を伴うことから、地すべり性の断裂ではないと判断され朝金断層と名づけられた。朝金断層は、鶴田玄武岩の噴出以前に活動を始めており、約2000年前までに7回活動している。同時に、鶴田玄武岩と花崗岩の不整合面の一部が断層起源の急斜面からなり、スコリア層がそれにアバットするのが数カ所で観察された。スコリアが急傾斜の不整合面にアバットする付近では、



第1図 スコリア層を切る地すべり性の断層

スコリア層を切る小規模な断層がしばしば見られる。これらの断層は正断層で、花崗岩中には1mぐら
いしか追跡できないことから、地すべり性の断層と判断された(第1図)。この地すべりはスコリア層堆積
後で玄武岩溶岩堆積前に起きている。

他方、スコリア層の下部だけが地すべりで変形していて上部は正常に堆積している露頭が観察され
た。また、その近くの断層ではスコリア層下部は約2m、上部は約1m変位している露頭が観察され、
これらは、スコリア層下部堆積後で、上部堆積前に断層運動が生じたことを示している。この2つの観
察から、スコリア層下部が堆積した直後に、断層活動が生じ、その衝撃でスコリアが地すべりを起こし
たと推定される。この断層活動はスコリアの噴出に伴って生じた可能性がある。しかし、数本の断層が
スコリア丘を形成するスコリアを切っているが、その内の1本は中部更新統の溝口凝灰角礫岩を切っ
ていることから、鶴田玄武岩の噴出後にも活動している。すなわち、鶴田玄武岩の噴出活動に関連し
て活動した断層がその後も再活動している可能性大きく、先に述べた朝金断層もその可能性があるとい
える。

地滑り活動を含めた大賀衝上断層の評価

鈴木茂之(岡山大・理)・田中 元(復建調査設計(株))・宝谷 周(岡山大・理)

Re-investigation of the Oga Thrust by means of landslide study

SUZUKI Shigeyuki, TANAKA Hajime and HOUTANI Syu

岡山県川上郡地域には岩体をなす石灰岩が特徴的に伴われる古生界、植物化石やモノチス化石
を多産する上部三畳系、礫岩や赤色泥岩で特徴づけられる白亜系が分布する。それらはほとんどが
教材にもなるような識別しやすい堆積岩で構成されている。しかし近年、天然記念物である“大賀の押
し被せ露頭”が不整合露頭とみなされたことによって(大藤,1985)、その地質の複雑さが再認識された
が、それぞれの層序や地質構造、ならびに地質関係を明らかにするには困難を究めると表現し得る
地域でもある。大賀衝上断層は藤本ほか(1994)によって新たな断層露頭が発見されたことによって、
その存在が再確認されたことから、ますますその断層の地史的位置付けが混迷してきたように見受け
られる。さらに大賀地域は成羽層群地滑りの多発地域でもある。そこで今回は広域的な地質構造と地
層分布からみた大賀衝上断層の変位規模、地滑り調査法を適用した大賀ナップの成因の再検討に
ついて述べ、合わせて地表表層部での地滑りなどによる変形の識別の重要性について触れる。

大賀衝上断層は川上町大賀地区に模式的に存在し、芳井町日南でも確認されている。いずれも上部三疊系成羽層群に古生界の石灰岩と綠色岩が衝上している。大賀地区では成羽層群の上にナップ状に古生界がのるが、それと同様の古生層は成羽層群に不整合に覆われて分布しており(大藤,1985),断層露頭とは500mも離れていない。大藤(1985)が示しているように、成羽層群と古生界との不整合境界が保存されていることから、この断層が地層の分布に与える影響は大きくないといえる。

大賀地区において道路工事の拡張によって新露頭が現れたことから、ナップ状構造の形と滑り面周辺の観察、ならびに山砂利層堆積時の古地形の復元を行なった結果、このナップ状岩体の移動には地滑りによる助長が大きいという結論を、以下の事実から考えた。

大賀衝上断層新露頭においても、成羽層群地滑りと同様に炭質泥岩で滑っている。S-C fabric のような一般的な断層破碎組織が認められない。明瞭な断層面が認められない。滑り面の上盤側は角礫状であったり、節理が発達している。節理は開口しており、角礫状になった部分でも礫の間を埋める粘土に空隙が認められた。滑り面に赤褐色の粘土が認められたり、上盤側の節理面に鏽が沈着しており、地下水が滑り面上にあったことが考えられる。これらのことは滑り面が断層面よりも地滑り面特有の性状を持つことを示す。新露頭周辺のナップ状岩体は全体で西に緩く傾斜している。山砂利層の分布から山砂利層堆積時の河谷地形が復元できるが、これによるとナップの西側にほぼ南北に伸びる谷が存在していたことがわかる。

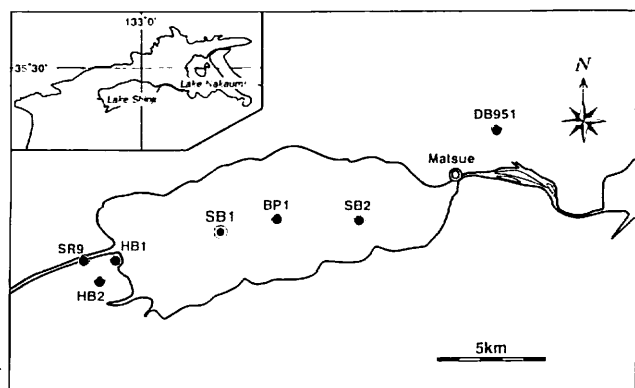
以上のことから、本ナップ状岩体はこの北東数100mに分布する古生界分布域から、旧河谷に向けて滑ったため形成されたと考えられ、ナップより地滑り岩塊とみなされる可能性がある。

個人講演(1997年3月22・23日)

地質調査所による宍道湖ボーリング SB1 の再検討

中村唯史・徳岡隆夫(島根大学総合理工学部地球資源環境学教室)

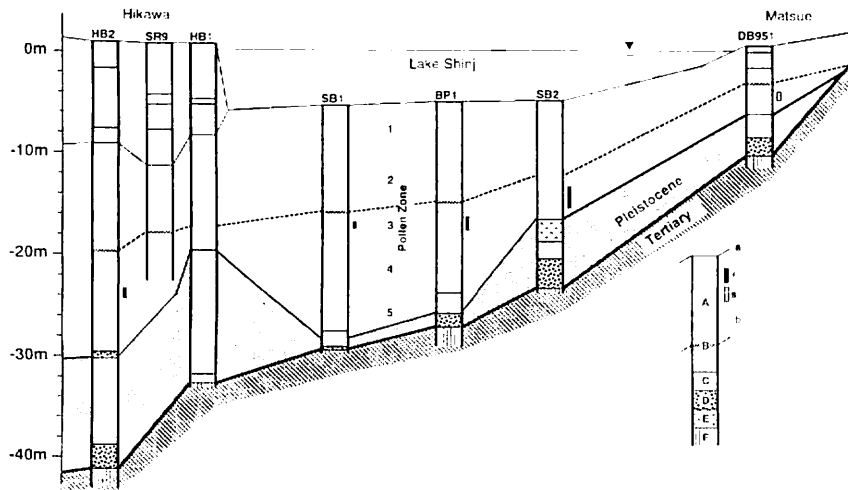
島根県西部中海・宍道湖の完新世地史についての研究は1980年以降に島根大学地質学教室を中心とする組織的な研究によって著しく進んだが、その基礎となったのは1960年代に地質調査所によって行われた一連の調査・研究である(水野ほか,1966,1972など)。これらの研究成果は中海・宍道湖の自然史研究の資料をまとめた三梨・徳岡(1988編)においても貴重な資料として掲載されている。それらの中に宍道湖でおこなわれた完新統中海層の基底まで達する二つのボーリ



第1図 SB1とその他の宍道湖および周辺のボーリング地点

グ(SB1およびSB2)がある。とくにSB1コアの記載では中海層のなかにN1火山灰と呼ばれる3枚の火山灰が挟まれていると記載されていて(水野,1972;および三梨・徳岡,1988編の水野による),その時代が縄文海進高頂期に相当するとされていることから、これらの帰属を明らかにできればと、残

念がられていた。また、N1 火山灰は中海のボーリングでこれより下位から得られた 14 C年代に基づいて5,000年前頃を示すと考えられ、大西ほか(1990)の花粉分帯をはじめとする研究はその年代をもとにおこなわれてきた。今回、SB1 の試料が保存されていることが明らかになり、これについて検討したところ、3 枚の火山灰とされていたもののうち最下位のものが鬼界アカホヤ火山灰であることが明らかになった。また、泥試料の TOC, TN, TS の分析を行った結果、深さ 2 mより上でこれらの値が急減することが明らかになった。この層準はマツ花粉が急増する層準と一致する。大西(1993)はマツ花粉が急増する原因として中国山地の山陰側で中世以降に大規模に行われた砂鉄採取とたたら製鉄によって山地が荒廃し、二次林としてアカマツ林が増加したことを推定している。宍道湖に流入する斐伊川は最も盛んに砂鉄採取が行われた河川の一つである。TOC, TN の急減は山地荒廃によって碎屑物の供給量が増加し、希釈効果によって底質中の有機物濃度が相対的に低下したことを示すと考えられる。TS の急減は希釈効果と宍道湖の塩分低下が考えられる。弓浜砂州や出雲平野は砂鉄採取の影響で急速に地形発達したことが知られており、そのことが宍道湖の塩分低下につながった可能性がある。



第 2 図 宍道湖湖底堆積層の地質断面(アカホヤの産出層準と花粉帯、および有孔虫、貝化石の多産層準を模式的に示す。ボーリング位置は第 1 図参照) a:現在の地表および湖底 b:大西による花粉帯境界 f:有孔虫多産層準 S:貝化石多産層準 A:泥 B:アカホヤ火山灰 C:砂 D:礫 E:火山灰 F:第三系 1:イネ科花粉帯 2:カシ・シイ花粉帯 3:マツ・モミ花粉帯 4:ブナ・ツガ花粉帯 5:ムクノキ・エノキ花粉帯

宍道湖ボーリングコア (SB-1) 堆積物の元素組成からみた完新統の堆積環境の変遷

石賀裕明・中村唯史・徳岡隆夫・三瓶良和(島根大学・総合理工学部)・

高安克己(島根大学・汽水域研究センター)

Geochemical implication for evaluation of sedimentary environment of the Holocene : an example of SB-1 core in the Lake Shinji, San'in district, SW Japan

ISHIGA Hiroaki, NAKAMURA Satoshi, TOKUOKA Takao, SAMPEI Yoshikazu
(Department of Geoscience, Shimane University) and TAKAYASU Katsumi
(Coastal Lagoon Research Center, Shimane University)

SB-1 コアの記載(三梨・徳岡, 1988)および、花粉分析(大西, 1977;大西ほか, 1990)にもとづき、

約 50cm 間隔で 40 試料について元素組成を検討した。乾燥試料を 1100°C, 1時間強熱し, LOI を求めた後, 1 対 5 希釈ガラス円盤による堆積物の主成分・微量成分蛍光X線分析を行った。

中海層はアカホヤ火山灰(K-Ah)を挟んで LOI が下部では 7~9% であるのに対して, 上部では 12~17% へ増加する。CIA は全硫黄量と良い相関を示しており(R=0.93), これらの変化は還元的な環境の形成によって, 堆積物中に有機物が多く蓄積されるようになったことと関連すると考えられる。

中海層の最上部を除いて, 主元素組成では平均値で $\text{SiO}_2=64.65\%$ (STD=2.38), $\text{TiO}_2=0.86$ (STD=0.02), $\text{Al}_2\text{O}_3=19.22$ (STD=0.44) という完新統のほとんどが均一な元素組成を示す。CIA=Chemical Index of Alteration (NESBITT & YOUNG, 1988, $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}^* + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$) は堆積物や原岩の風化の程度を示すが, K-Ah の上部で次第に高くなる。ここで, CaO^* は炭酸塩鉱物を除いた珪酸塩鉱物について求めている。Rb/K 比も CIA と相関している。A-CN-K ダイアグラムから予想される原岩の組成は大東花崗閃緑岩に代表される組成よりもやや花崗岩質である。

中海層最上部では元素組成は次第に変化し, Fe_2O_3 がやや増加するが, Cr や Ni は減少する。しかし, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比は減少しており, LOI および全硫黄量(中村・徳岡, 1997 本講演要旨)の低下とあわせて考えれば, 底質での硫化物の堆積は減少したと予想される。また, Ti/Zr 比は増加し, Nb/Y, Zr/Y 比は低下する。CIA, Rb/K はやや高くなる。このような変化は堆積物の供給源および風化の過程・程度の変化を示すと期待される。そして, これらの変化はイネ花粉帯の上部でマツが著しく増加する傾向と一致しており, 鮑流しのために生じた植生の変化(大西, 1997)を反映したものと思われる。

隠岐変成岩の P - T - t 経路

高須 晃(島根大・総合理工)・DALLMEYER, R.D.(ジョージア大・地質)

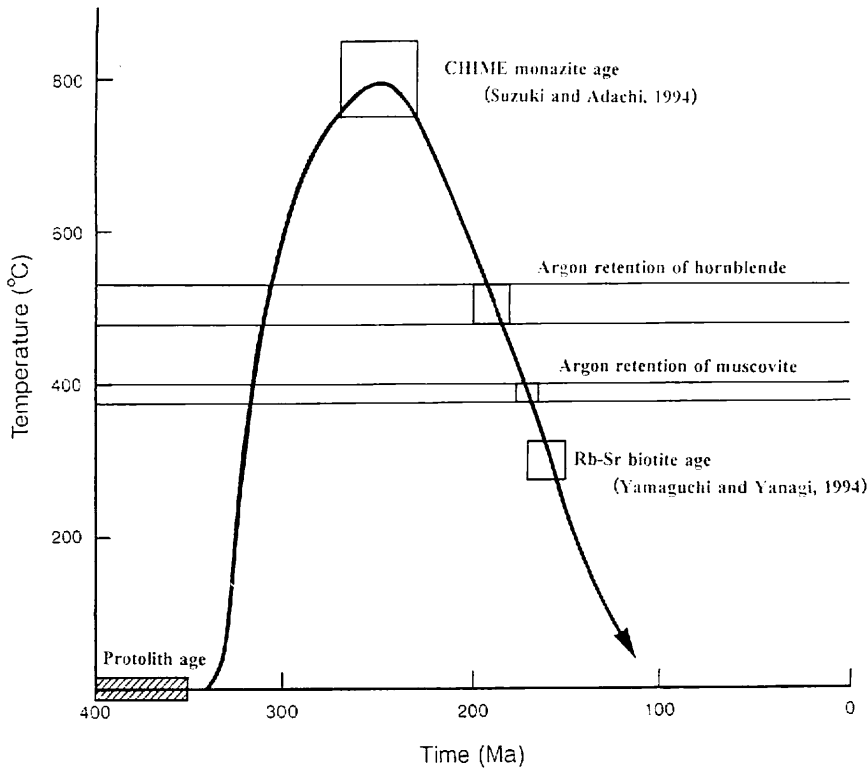
P-T-t evolution of the Oki metamorphic rocks

TAKASU, A. (Dept. of Geoscience, Shimane Univ.) and
DALLMEYER, R.D. (Dept. of Geology, Univ. of Georgia)

隠岐変成岩分布地域の5カ所より採取したサンプルの $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定を行い, 最近公表された隠岐変成岩の放射年代(SUZUKI and ADACHI, 1994; YAMAGUCHI and YANAGI, 1994)とをあわせて, 隠岐変成岩の変成経路を検討した(下図参照)。

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定をおこなったのは, 試料1: 銚子川沿いの角閃岩中のホルンブレンド, 試料2: 有木川沿いの角閃岩中のホルンブレンド, 試料3: 大久川沿いの角閃岩中のホルンブレンド, 試料4: 卯敷川沿いの角閃岩中のホルンブレンド(4A)とペグマタイト脈中の白雲母(4B)および試料5: 飯美南西の片麻状花崗岩中の白雲母である。結果は, 試料1, 3, 4Aのホルンブレンドの isotope correlation 年代は192-199Ma, 試料4Bおよび5の白雲母のプラト一年代が168-169Maとなり, それぞれ, ホルンブレンドと白雲母のアルゴンの閉止温度である約500°Cと375-400°Cへの冷却年代を示していると考えられる。下図のT-t経路曲線から得られる隠岐変成岩の冷却速度は, 約5°C/Maであり, 超高压変成岩(20-6°C/Ma), 高压変成岩(三波川: 13°C/Ma)に比べて遅い。

隠岐変成岩と飛騨変成岩のピーク年代はモナズ石の CHIME 年代よりいずれも250Maであり(SUZUKI and ADACHI, 1994), 同じ地質イベントにともなう変成作用を受けたと考えられる。両変成岩



の原岩については構成岩石種, 放射年代とも違っており, 後背地が異なる. 変成岩の上昇についても, 飛騨変成岩は中部ジュラ系九頭竜垂層群(169-163Ma)に覆われており, 隠岐変成岩に比べて上昇が早かったことがわかる. おそらく180Maの船津花崗岩の大規模な貫入にともなって急激な上昇が起こったものと考えられる.

飛騨変成帯宇奈月地域の地質と岩石

石持知美・高須晃(島根大・理)

Geology and petrology of the Unazuki area in the Hida metamorphic belt, Japan.

ISHIMOCHI Tomomi, TAKASU Akira (Dept. of Geology, Shimane University)

飛騨変成帯東北端部に位置する宇奈月地域には中圧型の鉱物組み合わせを示す泥質片岩が産出する. 泥質片岩は鉱物組み合わせにより Zone 1, Zone 2, Zone 3と変成分帯され, Zone 1から Zone 3へ変成度が高くなるとされている(広井,1980・HIROI,1983). 今回の研究の目的は宇奈月地域の変成作用の再検討を行うことと, 泥質片岩中に含まれる十字石中の Zn 含有量と変成度との関係を検討することである.

まず変成作用について述べると, HIROI(1983)では各 Zone での特徴的な鉱物として Zone 1で石英とクロリトイド, Zone 2で十字石, 白雲母と緑泥石, Zone 3で黒雲母と藍晶石をあげ, AFM ダイアグラムにおいて Zone 1から Zone 2ではざくろ石と緑泥石のタイラインが十字石と黒雲母のタイラインで切られ, Zone 2から Zone 3では十字石と緑泥石のタイラインが藍晶石と黒雲母のタイラインで切られていることを示している. 本研究では Zone 1はクロリトイド, Zone 2は十字石, ざくろ石, 黒雲母と緑泥

石, Zone 3は十字石とざくろ石が特徴的な鉱物としてあげられる. Zone 1と Zone 2はクロリトイドの有無や Zone 1で細粒な十字石, ざくろ石, 黒雲母と緑泥石が Zone 2で粗粒であることによって区分できるが, Zone 2と Zone 3は各鉱物のモード量, 粒度とも区分することはできない. また, ざくろ石の化学組成については, いずれもアルマンディン成分に富む組成であるが, Zone 1の組成が1点に集中した組成を示すのに対して Zone 2ではコアからリムに向かって Mn が減少する正累帯構造を示し, リムの組成は Zone 1よりも Fe に富んでいることで区分できる. Zone 2と Zone 3では組成も累帯構造の傾向も同じで区分できず, 変成度の差は認められなかった. また, 広井(1980)の Zone 2から Zone 1の泥質片岩と同じクロリトイド, 十字石, 緑泥石と白雲母の鉱物組み合わせを示すサンプルが見出されたことから, Zone 1の地域は南方への拡大が必要である. さらに HIROI(1983)において Zone 3の特徴的な鉱物とされた藍晶石を Zone 1から発見した. 藍晶石は Zone 1ではこれまで報告されていない. 主な鉱物組み合わせは石英, 白雲母, 十字石, 緑泥石と藍晶石である. Zone 1での藍晶石の発見は Zone 1が部分的に高い変成作用を受けている可能性がある.

十字石中の Zn 含有量については GUIDOTTI(1970)によると, 変成度が高くなると Zn を多く含むとされている. しかし, 宇奈月地域の泥質片岩中の十字石の Zn 含有量については変成度との差が認められず, 顕微鏡観察により十字石のモード量が少ないサンプルで Zn 含有量が高い値を示すことから, Zn を濃集しやすい十字石においてそのモード量が少ないと, 1つの十字石に濃集する Zn の量が多くなると考えられる.

参考文献

- GUIDOTTI, C.V. (1970) The mineralogy and petrology of the transition from the lower to upper sillimanite zone in the Oquossoc area, Maine. *J. Petrology*, 11, 277-336.
- 広井美邦 (1980) 飛騨帯・宇奈月泥質片岩の岩石記載. 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 28, 69-87.
- HIROI, Y. (1983) Progressive Metamorphism of the Unazuki Pelitic schist in the Hida Terrane, Central Japan. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 82, 334-350.

青海—蓮華帯青海地域からの kosmochlor の発見

阪本志津枝(島根大・理)・高須 晃(島根大・総合理工)

New discovered kosmochlor from the Omi area in the Omi-Renge belt, southwest Japan

SAKAMOTO, S and TAKASU, A (Shimane Univ.)

青海—蓮華帯青海地域, 青海のひすい輝石岩から, kosmochlor 成分を最大 61mol% 含む kosmochlor を, 根地のエケルマン閃石岩から, kosmochlor 成分を最大 94mol% 含む kosmochlor を新たに産出した. 地球上では, ミャンマー, ロシア, イタリア, 三郡変成帯大佐山地域に次ぐ kosmochlor の発見であり, 日本では, SAKAMOTO and TAKASU (1996)による大佐山地域に次いで2番目の発見になる.

阪本・高須(1996)の地質学会講演では, 蛇紋岩体に関連したひすい輝石岩の産出する青海やカムイコタン帯から今後 kosmochlor が産出する可能性のあることを指摘した. そこで, 業者からサンプルを入手し, 調べてみたところ, 今回の kosmochlor の発見に至った.

青海-蓮華帯は、飛騨外縁帯の北東部に位置する。この構造帯は全体として蛇紋岩メランジェ帯をなし、飛騨外縁帯の他の部分に比べて多様な岩石類から構成される。蛇紋岩メランジェ中には高压型結晶片岩のほか、角閃岩、変はんれい岩、変玄武岩、弱変成堆積岩、ひすい輝石岩、曹長岩、ロジン岩などがブロックとして含まれている。

青海のひすい輝石岩中に産する Kosmochlor は、ひすい輝石、オンファス輝石、曹長石、金雲母、リヒテル閃石、analcime、chromite と共生する。また、根地のエケルマン閃石岩中に産する Kosmochlor は、角閃石、曹長石と共生する。この地域の角閃石には、Cr₂O₃を7.6 wt.%まで含むものがみられる。これは、C site の Al を半分以上 Cr が置換しており、理想化学式「Na₃Mg₄CrSi₈O₂₂(OH)₂」で、これは kosmochlor の角閃石に相当するものである。このような角閃石は、YANG (1984), MEVEL and KIENAST (1986), HARLOW and OLDS (1987)によって記載されているが、新鉱物の登録はされておらず、現在私たちは、新鉱物としての記載を進めている。

これまでに、kosmochlor 及び、kosmochlor 成分を含む単斜輝石は、高压型変成岩、ひすい輝石岩、超苦鉄質岩、キンバーライト、actinolite-tremolite 岩、隕鉄から報告されている。高压変成岩中のものは、Ko-Aug join を除く Ko-Aug-Jd の広い固溶体組成の分布をしている。ひすい輝石岩中に産するものは、高压変成岩中のものの組成範囲に似ているが、少し Jd 成分に富む方向にシフトした分布をしている。超苦鉄質岩のもの多くは、Aug 成分に富む単斜輝石で Ko 成分を最大 7mol% 程度固溶する。キンバーライト中のものは、Aug-Omp と Ko の固溶体をつくる(<Ko45mol%)。大佐山地域に産する actinolite-tremolite 岩中のものは、Ko-Aug join 上の組成範囲を示し、Ko 成分を最大 56 mol% 含む。隕鉄中には、端成分に近い kosmochlor が産出する(Ko86-93)。青海のひすい輝石岩中の単斜輝石には、Ko-Omp 固溶の関係がみられる。今までひすい輝石岩中から報告されている組成より、Aug-Ko join に近い組成をしており、Ko-Jd join に近い組成のものはみられない。これは、ひすい輝石岩の全岩組成の違いによるものと考えられる。根地のエケルマン閃石岩中の単斜輝石には、Ko-Jd 固溶の関係がみられる。この kosmochlor は、最大 94 mol% の kosmochlor 成分を含んでおり、これは、隕鉄中のものも含めて、これまで報告されている kosmochlor 成分を含む単斜輝石の中で、最も kosmochlor の端成分に近いものである。

青海地域に産する kosmochlor を研究することは、kosmochlor および、それに関連した輝石の形成条件や相関係を考える上で重要であり、今後さらに研究が必要である。

紀伊半島西部龍門山地域の三波川変成作用

石川憲一・高須 晃(島根大学・理)・廣田善夫(同和工営)

Sambagawa metamorphism of the Ryumonzan district, western Kii Peninsular, Japan

ISHIKAWA, K., TAKASU, A. (Shimane Univ.) and HIROTA, Y. (Dowa-kouei)

紀伊半島西部龍門山地域の三波川変成帯は、廣田(1991)より、主に無点紋泥質片岩からなる鞆淵ユニットと、構造的みかけ上位にあたり、主に点紋泥質片岩と点紋塩基性片岩、超塩基性・塩基性岩体からなる飯盛ユニットが分布する。また、紀ノ川流域の船岡山付近には周囲の結晶片岩とは変成度・変形様式の異なる船岡山岩体が存在する。この地域の地質構造は飯盛向斜によって支配されている。以下、各ユニットについて説明する。

鞆淵ユニットは主に泥質片岩からなり、塩基性片岩、砂質片岩、珪質片岩をはさむ。また、中鞆淵には中山(1983)に記載されている超塩基性岩体が存在し、三波川変成作用後に貫入した粗粒玄武岩も見られる。片理面の走向は WNW-ESE 方向を示し、80° 北から南落ちを示す。泥質片岩の鉱物組合せから大部分緑泥石帯に属し、一部、ざくろ石帯低温部に達すると考えられる。

飯盛ユニットは主に泥質片岩と塩基性片岩からなり、珪質片岩、砂質片岩をはさむ。龍門超塩基性岩体をはじめ大小の超塩基性・塩基性岩体が分布する。泥質片岩には緑泥石+ざくろ石の鉱物組合せが普遍的に認められることから、ざくろ石帯に属する。藤崎から北山にかけてと、龍門山北方の泥質片岩層から緑泥石+ざくろ石+黒雲母の鉱物組合せが認められ曹長石-黒雲母帯に属する。また、飯盛向斜の南翼側では、コアに Na 角閃石をもつ Ca 角閃石を含む塩基性片岩が分布する。超塩基性岩体はほとんどが蛇紋岩からなる。紀ノ川流域と龍門山北方には、著しく片状化した蛇紋岩体が存在する。塩基性岩体は布袋石と善田に見られる。龍門超塩基性岩体は中山(1983)によるとダナイト・変はんれい岩・単斜輝岩からなる複合岩体としている。飯盛ユニットの地質構造は飯盛向斜によって特徴づけられ、向斜の北翼の走向・傾斜は E-W 方向で、30° から 40° 南落ちを示す。南翼では走向は E-W 方向で、80° 北落ちを示す。

飯盛ユニットと鞆淵ユニットとの関係は地質構造と変成度の差異により断層関係であると考えられる。船岡山岩体は塩基性片岩と泥質片岩からなり珪質片岩の薄層を挟む。結晶片岩中に含まれる曹長石斑状変晶のリムには灰曹長石が認められることから、灰曹長石-黒雲母帯に属する。また、白雲母や黒雲母、ホルンブレンドが "mica fish" の形態を示し、線構造方向に伸長したリボン状石英のマイクロナイト組織が認められる。走向・傾斜は ENE-WSW を示し、50° から 70° 南落ちを示す。鉱物配列による線構造は WSW をしめし、10° から 20° プランジする。

これらをもとにこの地域の変成作用を検討する。飯盛ユニット中において、向斜の南翼に Na 角閃石を含む塩基性片岩が認められる。また、向斜の北翼にのみ曹長石-黒雲母帯の泥質片岩層が分布することから飯盛向斜の北翼と南翼では変成作用に違いが認められる。

船岡山岩体は飯盛ユニットの結晶片岩とは、変成度、岩石組織、構造の上で顕著な差異が認められる。これより、船岡山岩体は飯盛ユニット中に存在する構造岩塊あるいはスラスト・シートと考えられる。また、TAKASU *et al.* (1996) により船岡山岩体と飯盛ユニットの Ar/Ar 年代は、いずれも 75-77Ma の範囲に入ることから、アルゴンの閉止温度 (375-400°C) に冷却するまで構造的に合体し、その後、同じ上昇・冷却史をたどったと考えられる。

四国中央部別子地域三波川帯の東平角閃岩体西縁部の地質と変成作用

宮城康夫(島根大・理)・高須 晃(島根大・総合理工)

Geology and metamorphism of the western portions of the Tonaru amphibolite mass in the Sambagawa metamorphic belt, Besshi district, central Shikoku, Japan

MIYAGI, Y. and TAKASU, A. (Shimane University)

四国中央部別子地域の三波川帯は、曹長石-黒雲母帯~灰曹長石-黒雲母帯といった三波川帯では高変成度の岩石が比較的広く分布している。また東赤石かんらん岩体や五良津東部・西部角閃岩体、東平角閃岩体などのいわゆるテクトニックブロックとしての超塩基性~塩基性の岩体が分布している。今回は新居浜市南方、国領川西方地域の地質調査を行った。また国領川地域の泥質片岩によ

る変成分帯についても合わせて報告する。

東平角閃岩体は、現在では原岩の大部分は、層状はんれい岩体と考えられ、またテクトニック・メランジ帯の巨大なブロックの一つであると考えられている(KUNUGIZA *et al.*, 1986 など)。現在ではそのほとんどが緑簾石角閃岩相の変成作用を受けているが、岩体東部地域にはエクロジャイトも見られる。東平岩体は岩相や変成履歴の違いから森山(1990)により、T-1タイプとT-2タイプに区分された。T-1タイプは全体的に優黒色で、蛇紋岩を層状もしくはレンズ状に挟んでいるのに対し、T-2タイプは優黒色の層と優白色の層が互層する縞状構造が発達している。変成履歴については、T-1タイプは角閃岩が一度、かんらん岩が蛇紋岩化するような後退変成作用を受け、その後三波川変成作用を受けたものである。T-2タイプは層状はんれい岩体がエクロジャイト相の変成作用を受けたのちに、三波川変成による緑簾石角閃岩相の後退変成作用を受けたものである。

今回の調査によって東平角閃岩体は、西縁部が東西 200 m, 南北 150 m 延長することが確認され、またその岩相のほとんどがT-1タイプである。今回の調査によって西縁部のT-1タイプはT-2タイプに包有されずに分布していることが明らかとなった。

東平岩体と周囲の三波川変成岩との関係については、東平岩体の縞状構造と結晶片岩の片理の走向傾斜はほぼ同じであるが、岩体西縁～南縁部では塩基性片岩を、国領川河床では南側の泥質片岩を切っており、また岩体北縁では、70～80° 北傾斜で周囲の三波川変成岩と接する。岩体南側の塩基性片岩層との間にはかんらん石を含む幅 2～5 m 幅の蛇紋岩が存在している。また須領谷付近では、幅5m, 延長 150 m の泥質片岩層が挟まれている。この泥質片岩は径5～10mm のざくろ石の斑状変晶が見られる。この泥質片岩層は、周囲の三波川泥質片岩層(特に南側の)と比較すると片理面上の緑泥石がほとんど見られない点などが若干異なる。この泥質片岩は東平岩体の上昇過程において周囲の三波川泥質片岩から取り込まれたものである可能性が高いと考えられる。

東野(1990)によって、既に泥質片岩による別子地域の変成分帯が行なわれている。本研究では今回のデータをもとに比較・検討を行った。ただし、今回の研究では斜長石の An 組成の分析は行っていないため、曹長石-黒雲母帯、灰曹長石-黒雲母帯を一括して、黒雲母帯として扱う。

比較した結果、ほとんどの分帯は一致しているが、1) 須領南方のざくろ石帯はもっと範囲が狭い可能性が高い。2) 大生院層、立川山東方のざくろ石帯は、辻ヶ峰北方尾根地域までつながる可能性が高いことがわかった。

引用文献

東野外志男(1990) 四国中央部三波川変成帯の変成分帯. 地質雑, 96, 703-718

KUNUGIZA, K., TAKASU, A. and BANNO, S. (1986) The origin and metamorphic history of the ultramafic and metagabbro bodies in the Sanbagawa metamorphic belt. Geol. Soc. Amer. Memoir., No.164, 375-385

森山 浩(1990) 四国中央部別子地域の三波川変成帯中の東平緑れん石角閃岩体中にみられる変成履歴の異なる2つの岩相について. 島根大学地学研報, No.9, 49-54

四国中央部三波川帯のざくろ石の累帯構造とナップ構造

浅田明日香(島根大・理)・高須 晃(島根大・総合理工)

Zonal structure of garnets and nap structure
in the Sambagawa belt, central Shikoku, Japan

ASADA, A and TAKASU, A (Shimane University)

ざくろ石は一般に Mn, Fe, Mg, Ca などを含む固溶体であり, 形成温度・圧力条件に敏感に反応しその組成を変化させる. 低～中温の変成岩中のざくろ石は累帯構造を示すことが多く, 累帯構造を示すざくろ石は変成履歴のよい指標となる. この累帯構造を示すざくろ石は変成史を考える上で重要である. 組成累帯構造は Mn 含有量の変化から正累帯構造(核部から外縁部に Mn 含有量の減少)と逆累帯構造(Mn 含有量の増加)とに分けられている.

四国中央部三波川帯のざくろ石の累帯構造についてはこれまでに多くの研究がなされてきた. SAKAI *et al.* (1985)は汗見川地域のざくろ石には基本的に自形の同心円状の成長面がみられることを報告した. 同心円状の自形成長を示さないものとして HIGASHINO and TAKASU(1982)が報告したような碎屑性のざくろ石, TAKASU(1986), 高須・近藤(1993)の瀬場谷地域の融食-再成長を示すざくろ石がある. また, Sector zoning 様組織を示すざくろ石が KITAMURA *et al.*(1993), 高須・近藤(1993), SHIRAHATA and HIRAJIMA(1995)により報告された. さらに, 浅田ほか(1995)によりすじ状とアメーバ状の組成不均質を示すざくろ石, 浅田・高須(1996)により文象構造様組織を示すざくろ石が報告されている. ざくろ石の化学組成については BANNO *et al.*(1986)により, ざくろ石帯, 曹長石-黒雲母帯, 灰曹長石-黒雲母帯の化学組成の傾向が Mn-Fe-Mg 三角図に示されている. このように四国中央部三波川帯のざくろ石の累帯構造には多様性があることがわかってきた.

本研究では, 四国中央部の別子地域と汗見川地域からざくろ石を含む泥質片岩を採集し, ざくろ石の累帯構造は EPMA による反射電子線像, 元素カラーマップ観察と定量分析による化学組成の傾向を用いて検討した. その結果, ざくろ石の累帯構造は大きく2つのタイプに分けられた. 1)形成過程で形成された累帯構造と, 2)形成後の累帯構造の改変である. 1)には融食-再成長組織, 逆累帯構造(マントル部), BANNO *et al.*(1986)で示された化学組成からのズレ, 文象構造様組織がある. 一方, 2)にはすじ状及びアメーバ状の組成不均質, 逆累帯構造(外縁部)がある. 1)のうち, 融食-再成長組織, 逆累帯構造(マントル部), 化学組成の傾向のズレは別子地域東平岩体周囲にのみみられ, 東平岩体による接触変成が考えられる. 文象構造様組織は灰曹長石-黒雲母帯を除く広範囲にみられる. 2)は曹長石-黒雲母帯, 灰曹長石-黒雲母帯などの高変成度部にみられ, すじ状とアメーバ状の組成不均質は高温時の元素拡散, 逆累帯構造(外縁部)は後退変成作用の高温時の結果, もともとあった累帯構造が改変されたと考えられる.

四国中央部の三波川帯では構造学的研究からスラスト・ナップ構造が提案されてきており(例えば, HIGASHINO, 1990; 原・塩田, 1996), それらのナップの区分と各々のざくろ石の累帯構造の分布とを検討した. その結果, 上述のざくろ石累帯構造の分布とナップ区分とは特別関係がないことがわかった.

四国中央部瀬場谷地域三波川変成帯のエクロジャイト

猶原亮介・高須 晃(島根大・理)

Eclogites in Sambagawa metamorphic belt,
Sebadani area, central Shikoku, Japan.

NAOHARA, Ryosuke and TAKASU, Akira (Dept. Geol., Shimane Univ.)

四国中央部三波川帯別子地域は、高変成度の結晶片岩が広く分布し、さらに高い温度・圧力条件を経てきた大小の塩基性、超塩基性のテクトニック・ブロックが存在するという特徴をもつ。瀬場谷地域は別子地域のほぼ中央部に位置し、瀬場谷変はんれい岩体というテクトニック・ブロックが露出している。瀬場谷変はんれい岩体は、高温のエクロジャイト岩体として三波川の結晶片岩中へと固体貫入したため、周囲の岩石に接触変成を与え、塩基性片岩中には累進的にエクロジャイトが形成された (TAKASU 1984)。このエクロジャイトは静水圧下で形成されたため、粗粒のオンファス輝石斑状変晶が無方向に成長しているという組織的特徴をもつ。一方、瀬場谷地域の塩基性片岩中には瀬場谷岩体とはなれた地域でもエクロジャイトが見いだされている。大野谷流域に産出するものは、オンファス輝石が基質で定向配列し線構造を形作ることから、広域変成作用で形成されたと考えられている。ただし、ざくろ石は細粒で核部に強い Mn の濃集が見られ、その形成温度は低く、緑簾石角閃岩相相当であると見られる (猶原・高須 1994)。今回の調査では、さらに 6カ所でエクロジャイトが発見され、そのうち瀬場谷下流の東方では特に大規模な産状を示すエクロジャイトが見いだされた。これは、大野谷のものと同様オンファス輝石が基質で線構造を形成する一方、ざくろ石は最大径 7mm と粗粒で、核部に Mn の濃集をもたない。このエクロジャイトのざくろ石とオンファス輝石より、ELLIS and GREEN (1979)の地質温度計、坂野 (1986)のひすい輝石圧力計を用いて、610~640°C、10~15kbar の平衡温度が見積もられた。これは大野谷のものとは違い、エクロジャイト相の変成条件を示すものである。これはこの地点において塩基性片岩が広域的な累進変成作用によってエクロジャイト相に達した可能性を示唆する。

上記のすべてのエクロジャイトは、いずれも瀬場谷岩体を擁する塩基性片岩層 (本研究では塩基性片岩層 B と呼ぶ)にのみ見られ、本地域の他の塩基性片岩層においては見いだされていない。また、塩基性片岩層 B においては普遍的なざくろ石斑状変晶も他の層では確認されない。塩基性片岩層 B の角閃石の組成は、大局的には $Mn / (Mn + Fe)$ が他の層よりも低い傾向が見られる。これはざくろ石の初出温度が高いことが示唆し、エクロジャイトの産出等を考え合わせて塩基性片岩層 B のみ他の層よりも変成温度が多少高い可能性がある。角閃石はまた、 $Na / (Na + Ca)$ について塩基性片岩層 B で若干高い値を示し、圧力も高かったことが推測される。これらの特徴により、塩基性片岩層 B は他の三波川塩基性片岩層より多少高温・高圧な位置で変成したものが現位置にもたらされた可能性がある。

四国中央部別子地域三波川変成帯中の五良津西部岩体の地質と岩石

釘宮康郎・高須 晃(島根大学・理・地質)

Geology and metamorphism of Western Iratsu epidote-amphibolite mass
within the Sambagawa metamorphic belt
in the Besshi district, central Shikoku, Japan

KUGIMIYA, Y. and TAKASU, A. (Dept. of Geology, Shimane Univ.)

別子地域三波川変成帯の三繩層上部層には三波川結晶片岩類よりも高温・高圧で変成されたテクトニック・ブロックが多数存在する(TAKASU, 1989). テクトニック・ブロックの地質, 岩石, 変成履歴を検討することにより, 結晶片岩では得られない付加体深部の岩石の性質とテクトニクスを明らかにすることができる. 今回, 五良津西部岩体の地質, 変成履歴を中心に, 五良津東部岩体との境界について検討した. 五良津角閃岩体は原岩の違いとグラノブラスティック組織, 核部で Mg が高く, 周縁部で Mg が低い累帯構造を持つ融食再成長ざくろ石が存在する五良津東部岩体と存在しない五良津西部岩体に高須・上阪(1987)により区分されている. 今回, これまで未調査と思われる保土野谷からグラノブラスティック組織を示す輝岩, ののち滝上流から片理の著しい五良津西部岩体の岩相および浦山川から融食再成長ざくろ石を見出したことから五良津両岩体の境界は大きく変更された. 五良津西部岩体は西から上位に向かって, 蛇紋岩・はんれい岩を伴う単斜輝岩層, 少量の泥質岩・珪質岩・大理石を伴う塩基性火山砕屑岩起源のざくろ石白色雲母角閃岩, 挟みの少ない大理石層, 層理の発達する酸性凝灰岩起源の珪質岩の層序が認められた. この層序の一部は海山の層序を保っていると考えられる. 沈み込み型のプレート境界において, 海山がエクロジャイト相に達するほど深くまで沈み込んだ例として注目される.

ざくろ石白色雲母角閃岩の主要鉱物組み合わせから少なくとも 3 つの変成ステージが区別できる. ざくろ石の包有鉱物群で緑れん石角閃岩相を示す緑れん石, ホルンブレンド, パラゴナイト, フェンジャイト, 曹長石, 石英, 基質の鉱物群でエクロジャイト相を示すざくろ石, オンファス輝石, バロワ閃石, パラゴナイト, フェンジャイト, 曹長石, 石英, 基質の鉱物群を置換する鉱物群で緑れん石角閃岩相を示す緑れん石, ホルンブレンド, パラゴナイト, フェンジャイト, 曹長石, 石英. また, 基質のホルンブレンドは累帯構造をもち, 核部から周縁部に向かって藍閃石, バロワ閃石, ホルンブレンドへと変化するものがまれに存在する.

ざくろ石の累帯構造は核部から周縁部に向かって Mn 成分の減少, Mg 成分の増加を示す正累帯構造を示す. 外套部で融食再成長しているものが認められる. ざくろ石に包有されるオンファス輝石との ELLIS and GREEN(1979)の温度計と坂野(1986)のひすい輝石圧力計を用いて変成温度・圧力を見積もった. その結果, 核部から周縁部に向かって温度圧力の上昇が認められ, 融食部で低下が認められた. 核部で 600-615°C, 13-14kb, 外套部で 600-685°C, 14kb, 融食部で 550-610°C, 12-14kb, 周縁部で 640-650°C, 14-15kb であった. 周縁部での条件は TAKASU(1989)の結果と調和的であった.

五良津西部岩体は藍閃石片岩相から緑れん石角閃岩相を経てエクロジャイト相に達し, 2 度の累進変成ステージの後, 緑れん石角閃岩相の三波川変成作用を受けた複雑な変成履歴を持つと考えられる. これまで五良津東部岩体において高須・上阪(1987)により同様な温度・圧力履歴が報告されていることから, 付加体深部における異質ブロックの上下運動は一般的である可能性がある.

山口県阿武地域の白亜紀流紋岩類および花崗岩類の全岩組成および Sr, Nd 同位体
弓削智子・今岡照喜(山口大・理)・飯泉 滋(島根大・総合理工)

Whole-rock chemistry and Sr, Nd isotope ratios of Cretaceous rhyolites and
granitoids in the Abu district, Yamaguchi Prefecture, Japan

YUGE Tomoko, IMAOKA Teruyoshi (Yamaguchi Univ.) and
IIZUMI Shigeru (Shimane Univ.)

西南日本内帯には白亜紀の大規模な珪長質火山岩類とその地表下での固結体である花崗岩類が広く分布しているが、両者の成因的關係は必ずしも明らかではない。山口県北部の須佐から奈古にかけては白亜紀の阿武層群福賀累層が分布し、その下底にシート状に黒雲母花崗岩が貫入している(村上, 1963; 神谷, 1974)。福賀累層については、詳細な火山層序学的研究が行われているが、時代に関する証拠は乏しい。また福賀累層中にはマグマ組成を示すと考えられる溶岩がかなり含まれること、黒雲母花崗岩を密接に随伴していることから、本研究においては、福賀累層の流紋岩溶岩と花崗岩類を研究対象として全岩の主成分および微量元素組成, Sr, Nd 同位体について検討し、両者の成因的關係を解明することを目的とした。

主成分組成についてみると、流紋岩溶岩の SiO₂ wt.% は 74~79 で、高シリカ流紋岩組成を示す。また、花崗岩類の SiO₂ wt.% は 73~77 で、流紋岩溶岩と類似した値を示す。他の主成分組成についてもハーカー図上で大きな差異はない。さらに、微量元素組成(V, Cr, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Ba, Y, Zr, Nb)についても両者間に顕著な差異はみられない。

流紋岩溶岩と花崗岩類について Sr, Nd 同位体比を測定した。流紋岩溶岩9試料の全岩アイソクロン年代は 86.8±2.8Ma で、SrI 値は 0.70544±24, MSWD は 0.07 であった。花崗岩類8試料の全岩アイソクロン年代は、85.0±3.1Ma で、SrI 値は 0.70526±23, MSWD は 0.23 であり、その中の1試料の全岩-カリ長石-斜長石のアイソクロン年代は、79.7±5.3Ma で、SrI 値は 0.70521±17, MSWD は 0.58 であった。さらに、流紋岩溶岩と花崗岩類は同一のアイソクロンを形成し、その年代は 87.0±3.1Ma, SrI 値は 0.70526±25, MSWD は 0.35 であった。流紋岩溶岩と花崗岩類の ε Nd 値は -0.1~+0.6 の狭い範囲にあり、両者間で違いは認められない。

標題地域において流紋岩溶岩と花崗岩類は密接な随伴關係を示し、その主成分および微量元素組成は類似し、Sr 同位体年代や SrI 値および ε Nd 値が誤差範囲内で一致している。これらの事実から、阿武地域に分布する火成岩類は共通の Sr, Nd 同位体比をもったマグマの火山-深成作用によって形成されたものと考えられる。

兵庫県西南部における舞鶴帯、超丹波帯、丹波帯構成層に発達するスレート劈開
竹村静夫(大阪市立大学理学部地球学教室)

Slaty cleavage developed in the Maizuru, Ultra-Tamba and Tamba zones,
southwest Hyogo Prefecture, Southwest Japan

TAKEMURA Shizuo

スレート劈開は弱変成作用により形成されたフォリエーションの一種であり、一般に泥岩などの細粒砕屑岩中に発達する。地層、岩石にスレート劈開が見られるということは、過去にある条件の造構作用を受けたことを意味する。しかし、日本の非~弱変成層においては、スレート劈開などの変形構造が

認められても、一部の例外を除いて詳しく検討されてきた例は少ない。本講演では、舞鶴帯、超丹波帯、丹波帯構成層に見られるスレート劈開とそれに関係した微小変形構造を紹介し、それらから得られる情報について概説する。

兵庫県西南部から岡山県東部にかけては、舞鶴帯、超丹波帯、丹波帯構成層が分布する。各帯の構成層は比較的low angleな断層により接しており、舞鶴帯が構造的に最上位、丹波帯が最下位になる。これらの先白亜系には、半波長数 10m～数 100m の閉じた褶曲構造が見られる。スレート劈開は、閉じた褶曲の軸面劈開であり、50 度前後、南または北へ傾斜する。スレート劈開の発達強度は均質ではなく、構造的上位の舞鶴帯では弱く、構造的に下位になるにしたがって強くなる傾向が認められる。

スレート劈開を鏡下において観察するときは、定方位薄片が用いられる。一般にはスレート劈開と層理面の交線リニエーション(≡褶曲軸)に垂直な面(YZ 面)と、リニエーションに平行で劈開に垂直な面(XZ 面)で観察される。YZ 面では比較的 dusty seam は連続性に乏しく、イライトの発達も悪く見えるのに対して、XZ 面では、個々の dusty seam は連続性がよく、イライトの発達も強く見える。この傾向は、調査地域の全域で広く認められる。スレート劈開が強く発達した岩石には、砕屑粒の周囲に pressure shadow と pressure fringe が観察される。本地域においては、XZ, YZ の両面において観察される pressure shadow と pressure fringe は、ほとんどが対称形を示す。まれに認められる非対称な形態は YZ 面で認められる。以下に、調査地域内で見られるスレート劈開の特徴をまとめる。

1. 閉じた褶曲の軸面劈開であり、一般に 50° 前後傾斜する。
2. 劈開に伴われる pressure fringe などの微小変形構造は、一般に非対称形を示さない。
3. 構造的下位に向かって強くなる。

これらの特徴のうち、1 の特徴はやや特異である。スレート劈開は世界中の造山帯から報告されているが、アパラチアや日本の南部北上地域のような典型的なスレート帯においては、スレート劈開はほぼ鉛直に近い傾斜角をもっている。スレート劈開は最大扁平面に平行に形成されるので、鉛直に近いスレート劈開は、ほぼ水平方向の短縮を示す。本地域のスレート劈開は 50° 前後傾斜するので、これを形成した短縮は、斜め方向に起こったと言える。斜め方向への短縮は、沈み込み帯や衝上運動時などに起こりうると考えられる。

東アジアのジュラ紀後期「領石型堆積岩岩石区」の提唱

楠利夫(同志社中学校)

Petroprovince of the late Jurassic Ryoseki-type sandstones in Eastern Asia

KUSUNOKI Toshio (Doshisha J.H.S.)

1.はじめに

放散虫化石層序の進展にともなって、付加体砕屑岩の詳細な年代が明らかになってきた。このことは、これまで「かけ離れた地域」として比較困難であった付加体の砂岩組成が、同時代に堆積した砂岩層として対比可能となったばかりでなく、過去に検討された汽水や浅海の堆積環境を示す砂岩組成との比較検討をも可能にした。今回提唱するジュラ紀後期の「領石型堆積岩岩石区」は浅海性砂岩と付加体砂岩との比較より得られた知見である。

2.検討対象

汽水～浅海性砂岩：日本列島に分布するジュラ紀後期を主とする浅海性碎屑岩層は、手取型植物群を産する飛騨外縁帯の手取層群(2ヶ所)、領石型植物群を産出する南部北上帯(4ヶ所)や阿武隈帯の碎屑岩層(1ヶ所)、両植物群の混在する豊西層群(2ヶ所)に限られる(大花・木村, 1995)。これらに含まれる砂岩を対象とした。付加体砂岩：ジュラ紀後期を主とする丹波－美濃－足尾帯とその相当層(8カ所)、東アジアの秩父累帯南帯とその相当層(15カ所)の付加体砂岩を対象とした。

3.方法

日本列島に分布する砂岩の組成については、過去40年にわたっておもに伝統的ポイント・カウント法によって膨大なデータの蓄積が成されてきた。一方、1970年代よりGazzi-Dickinson法によるポイント・カウント法が使われはじめ、現在では国際的にも後者が主流となっている。上記2方法は石英や岩片等のまとめ方などに違いがあり、描かれた三角ダイアグラムの直接的比較は、個人差や誤差の範囲を越えることが多く、そのため間違っ解釈されることもある。今回、過去に計測された約30カ所の砂岩組成を利用し検討対象とするため、10カ所で再度採取し両カウント法によって測定、三角ダイアグラムで検証した。

4.結果

以上の検討から次のことが明らかとなった。

- (1)検討対象としたジュラ紀後期の付加体砂岩の組成は、外帯や内帯を問わず、ほとんどが領石型植物群を産出する碎屑岩層の砂岩組成に類似し、三角ダイアグラムでほぼ重なっている。一方、手取型植物群を産出する碎屑岩層と同じ組成を示す付加体砂岩は、現在のところ紀伊半島西部の井谷層(掃部・中沢, 1989 再定義)のみである。
- (2)公文ほか(1992)の「火成弧に由来する後背地区分」によると、領石型堆積岩岩石区は「削剥された火成弧」に由来し、手取型堆積岩岩石区は「火成活動の再開した成熟火成弧」に由来する。両堆積岩岩石区は、時代が同じで異なる火成弧の発展過程にあり、互いに独立した造構場にあったと推定される。
- (3)岡田(1989, 1995)は、堆積岩岩石区(Petroprovince)を「時代、岩相、岩石学的特性、分布の上から一つのまとまりを示す堆積岩分布地域」と定義している。今回の知見によってジュラ紀後期については「領石型堆積岩岩石区」と「手取型堆積岩岩石区」が新たに加わったこととなる。
- (4)大花・木村(1995)によると、領石型植物群は高温で、年間を通して長期にわたる乾季のある気候条件下で、手取型植物群は温暖で適湿条件下で生育した植物群とされている。したがって、これらの植物化石を産出する汽水～浅海の砂岩の後背地の環境は、同植物群が示唆するそれとほぼ同環境で、付加体砂岩の後背地も同様と考えられ、かつて碎屑粒子から想定していた堆積環境の情報と矛盾しない。
- (5)ジュラ紀後期の領石型植物群は主に揚子江下流域、ベトナム南部、マレーシアなどで見いだされていることから、ジュラ紀後期の付加体砂岩の供給源も南中国や東南アジアにあったと考えられる。
- (6)放散虫化石によって時代の確定した付加体の砂岩組成と、同時代の陸生古植物化石を産する浅海の砂岩組成とを対比・比較することが、直接的に付加体砂岩の供給源や後背地およびその環境を探るのに有効であることを示唆している。

Unuma echinatus 群集 (ジュラ紀中世放散虫) の群集組成 [その 12]

八尾 昭(大阪市立大学理学部地球学教室)

Taxonomic composition of the *Unuma echinatus* Assemblage

(Middle Jurassic radiolarians) [Part 12]

YAO Akira (Dept. Geosci., Fac. Sci., Osaka City Univ.)

西南日本内帯の美濃帯にはジュラ紀付加コンプレックスが広範に分布しており、この付加体中からは保存良好な放散虫化石が産出する。このうちジュラ系珪質岩・泥質岩中のマンガンマイクロジュール5試料(NJ-12: 福井県南条山地菅谷, HK-140: 岐阜県上麻生, MKM-1: 郡上八幡小間見, IN-7・IN-1: 各務原市鵜沼)から産出した放散虫化石の群集組成を1989年以来検討してきた(八尾, 1989-1997)。その結果、各試料の放散虫化石群集を構成する種数は、200 ~ 300種で、全体をとおして745種が識別された。各試料に含まれる放散虫化石種、5試料間の種の共産関係、種の産出レンジ等にもとづいて、化石群集の年代、群集間の類似度、群集変遷様式等を検討した。

年代: 世界各地のジュラ系からの記載種や BAUMGARTNER *et al.* (1995) の Unitary Association (UA) Zone 構成種との比較を行なった。UA Zone 構成種とは全体を通して126種が対応した。これらにもとづけば、各試料の年代は次のように推定される。なお、放射年代値は HARLAND *et al.* (1990) にもとづく。NJ-12: early Toarcian (186 Ma 前後), HK-140: early - middle Aalenian (176.5 Ma 前後), MKM-1: late Aalenian (174 Ma 前後), IN-7: early - middle Bajocian (171 Ma 前後), IN-1: middle - late Bajocian (168 Ma 前後)と推定される。推定される放射年代値から、NJ-12とIN-1の試料間の年代間隔が約1800万年と見積もられ、この年代幅のなかでの群集変遷を論じることになる。

類似度: 各群集を構成する種数と共通種数にもとづいて類似度(QS値)を算出した。算出式は $QS = 2c / (a + b)$ で、a および b はそれぞれの群集の種数で、c は両群集間の共通種数である。結果として特徴種から推定される各群集の年代順位と調和的な数値が算出され、最も遠い関係と推定される NJ-12 と IN-1 間は最小値(QS=0.16)を示し、最も近いと推定される IN-7 と IN-1 間は最大値(QS=0.52)を示す。さらに、5群集の種構成データを SPSS 解析ソフトを用いてクラスター解析を行った。その結果、隣接産出層準間の類似度は高く、層準が離れると低くなる傾向が出た。この結果は特徴種から判断した各群集の新旧関係と調和的である。

群集変遷様式: NJ-12 から IN-1 までの約1800万年間において、群集組成がどのように変遷したかを種の共産関係、種の産出レンジ等にもとづいて検討した。群集変遷パターンは、短期間(数百万年以内)に数十種に及ぶ新種の放散があり、数百万年以内にその半数が消滅する一方、残りの半数は千数百万年をこえる長期間生存していたことを示す。各層準間の百万年あたりの種の出現率・消滅率は、Aalenian から Bajocian にかけて急激に出現率が高くなり、その後次第に低下したが、消滅率は徐々に高くなったことを示す。さらに、この出現率・消滅率の増減が、群集を構成するどの分類群に支配されているのかを検討した。その結果、Spumellaria や Nassellaria の亜目のランクでは放散虫群集全体とほとんど同じ増減の傾向を示し、科のランクでも似たような傾向を示すグループが多いことが明らかになった。しかし、いくつかの科ないし属グループでは全く異なる増減パターンを示すことも判明した。これらのグループは年代検討に有効な固有種を多く含む。最終的にはジュラ紀古世から中世にかけて放散虫化石群集の変遷は、各群集を構成する各種の生存期間の長短や出現率・消滅率の高低などに規制されたと考察される。

中国雲南地域の中-古生界（その4）

—ペルム系・三畳系の産状—

八尾 昭・桑原希世子・江崎洋一・劉 建波(大阪市立大学理学部地球学教室)・
郝 維城(北京大学地質学系)

Paleozoic and Mesozoic complexes in the Yunnan Area, China (Part 4)

—Mode of occurrence of the Permian and Triassic —

YAO Akira, KUWAHARA Kiyoko, EZAKI Yoichi, LIU Jianbo (Dept. Geosci., Fac. Sci.,
Osaka City Univ.) and HAO Weicheng (Dept. Geology, Peking Univ.)

中国雲南省南西部地域の昌寧—孟連帯には、パレオテチス域で堆積した中・上部古生界—下部中生界が広範に分布する。これらの堆積層は中生代前期に形成された付加・衝突コンプレックスを構成している。演者らはパレオテチスの発達・閉鎖過程の解明を課題にして共同研究を進めており、1995—1996年の調査で明らかになった昌寧—孟連帯におけるペルム系・三畳系の産状に関する新知見を概報する。

検討地域及び地層は、瀾滄県拉巴郷南畔村のペルム系拉巴層群(雲南省地質産局, 1982)と同郷の牡音河河岸に露出する三畳系牡音河層(馮, 1992), 及び耿馬県都東方の南皮河沿いのペルム系南皮河層群である。

拉巴層群は主として碎屑岩類からなるが、珪質岩類を伴う。地質構造的には東北東—西南西の走向で、北に中程度傾斜する。拉巴層群の模式南北断面の一部をなす南畔南セクションでは、本報告のその2(桑原ほか, 1996)で述べたように層厚約 3 mのチャート層(凝灰岩質?)からペルム紀中世後期—新世の放散虫化石が産出する。主体をなす碎屑岩類からはペルム紀を示す軟体動物、腕足類化石などが報告されている(雲南省地質産局, 1982)が、珪質岩類と碎屑岩類との直接の層序関係は不明である。本セクション西側数 km の牡音河沿いの南北断面での検討では、ペルム紀チャート岩体や三畳紀チャート岩体が変形著しい泥質岩中のブロックとして産出する。三畳系牡音河層として記載された模式地のチャート層も、明らかに碎屑岩類中のブロックである。このことから拉巴層群は、三畳紀新世(牡音河層堆積後、ジュラ紀以前)に形成されたメランジュと考えられる。拉巴層群の構造的上位には、海洋島緑色岩類からなる石炭系依柳層とその上位の石灰岩層がナップとして位置している。

南皮河層群も主として碎屑岩類からなるが、珪質岩類・緑色岩類を伴う。耿馬県都東方の南皮河沿いでは、砂岩泥岩互層からなる整然層と様々なブロックを含むメランジュが発達する。メランジュは変形著しい黒色泥質岩を基質にしてチャート岩体・緑色岩体を大小様々なブロックとして含む。層状チャート岩体が、単独で取り込まれている場合と見かけ下位に枕状構造を呈する緑色岩類を伴う場合がある。個々のチャート岩体からは、ペルム紀(南皮河セクション2), 三畳紀古—中世(南皮河セクション1及び4)を示す放散虫化石が産出する。このことから南皮河層群も三畳紀新世に形成されたメランジュであろう。発達する砂岩泥岩互層は、三畳紀中世チャート層の上位に連続的に堆積した碎屑岩層であり、もとはチャート・碎屑岩シーケンスをなしていた可能性がある。南皮河層群の構造的上位には、ペルム系中・上部の碎屑岩層・凝灰岩層・石灰岩層からなる整然層がナップとして乗っていると考えられる。

以上のように従来、整然相上部古生界としてとらえられてきた拉巴層群と南皮河層群は、三畳紀古—中世チャート岩体をも含んでおり、メランジュとしての特徴を示すことが明らかになった。また、下・中部三畳系牡音河層として記載された地層は、拉巴層群中のブロックであろうことも明らかとなった。さらに台地相碎屑岩—石灰岩層や海洋島緑色岩—石灰岩層がこれらのメランジュの構造的上位に位置する地質体であることも判明した。これらの新知見は、昌寧—孟連帯における後期古生代—中生代地質構造発達史の再構築に重要であり、また、後期古生代—中生代におけるパレオテチス域の復元に貢献するものである。

大阪層群の海成粘土層の地球化学的検討

道前香緒里(大阪市立大学)・石賀裕明(島根大学)

Geochemistry of marine mud of the Quaternary Osaka Group,
Southwest Japan

DOZEN Kaori (Osaka City University) and ISHIGA Hiroaki (Shimane University)

大阪層群は大阪平野を中心として広範囲に分布し、様々な地質学的検討により、第四系の標準層序とされている。大阪層群中の Ma-1~Ma10 の海成粘土は鍵層として有効であり、淡水成粘土と対照をなして堆積環境の復元を行う上で重要である。海成粘土層は海水準の上昇や構造運動による相対的な堆積盆地の沈降により形成されると考えられる。したがって、陸源の粗粒碎屑物が供給される陸成層に比べて、海成粘土の元素組成はより広範囲な地域からのよりよく混合した後背地の組成を反映していると期待される。今回、大阪府和泉市青葉台西の造成地において Ma3~Ma5 を含む地層から、64 試料を採集し、1対5希釈ガラス円盤による堆積物の主成分・微量成分蛍光X線分析を行った。また、10 試料については放射化分析(京都大学原子炉実験所共同利用)により希土類元素を含む微量成分分析を行った。

堆積物の組成は A-CN-K ダイアグラム上では A-CN 交線と平行な線上にプロットされ、堆積物の粒度にかかわらず同じトレンドを示す。CIA 値では海成粘土の方(CIA=75)が非海成のシルト・砂(CIA=65)よりも高い。また、これらのプロットが示すトレンドと斜長石-カリ長石成分の交点は、花崗岩よりも花崗閃緑岩の組成を代表する地点に近い。

Al_2O_3/TiO_2 比は MA3~Ma5 について海成粘土層、非海成層ともに 20 前後であり、平均的な海成粘土の値を持つ。上部大陸地殻(UC)の組成を代表する PAAS (Post Archean Australian Shale) で規格化した元素組成では、海成層・非海成層ともに多くの微量元素については PAAS に類似したパターンを示す。しかし、非海成の砂の方が Ma3 や Ma4 よりも Zr と Hf に富む。PAAS で規格化した希土類元素はほぼ水平なパターンを示す。La は同じ軽希土類の Ce に比べやや低い値を示し、砂・シルトではより乏しくなっている。堆積物の provenance を推定するために Th/Sc 比を検討したが、海成粘土、非海成シルト・砂いずれも Th/Sc=1 を示し、UC と同じ値を示す。

大阪層群の海成層はより風化が進行した provenance を持っていたと期待される。非海成のシルト・砂では堆積物の粒度による鉱物の分別作用(Zr や Hf の富化、La の減少)がみられるが、これらの provenance の組成は UC に類似する。したがって、Ma3~Ma5 を含む地層では、広範囲な地域を供給源に持ち、よりよく混合した堆積粒子が供給されていたと考えられる。なお、堆積物の全硫黄量も測定したが、Ma3 および Ma4 では 0.3%以上の濃度を示す層を含む。Ma5 では下部において濃度は低い、上位で高くなる。Ma5 より上位の非海成シルト・砂を含めたこれらの地層の有機炭素濃度は全硫黄濃度と良い相関を持つ。Ma3~Ma5 の海成粘土とされている部分以外では硫黄はほとんど検出されない。検討した地層中に含まれるアズキ・狭山・八町池等の火山灰の組成も検討したがこれらと堆積物の組成は異なり、火山灰の上下の地層には堆積学的な混合は生じていないと言える。

兵庫県南部地震による内陸部人工改変地の分布とその被害

三田村宗樹・高家志菜(大阪市大)

Distribution of artificial alteration ground and its damage
on the Hyogo-ken Nanbu Earthquake

MITAMURA Muneki and TAKAYA Shinano

阪神・淡路大震災の被害のなかで、丘陵地域の被害の多くが造成盛土に関連したものであると見られている。そこで、山麓から丘陵地域の被害検討を行う基礎的資料として、新旧地形図の比較によって比較的規模の大きな谷埋め盛土やため池や旧河道を人工的に埋立てた箇所の抽出をおこなった。使用した新旧の地形図は、大日本帝国陸地測量部発行 2 万分の 1 地形図(明治 19 年発行)と国土地理院発行 2 万 5 千分の 1 地形図(平成 2~3 年発行, 須磨・神戸南部・神戸主部・西宮・宝塚・伊丹・吹田)である。地形等高線は新旧の地形図によって描き型が違うため、細かく見ると不一致が目立つが、地形の大きな傾向をとらえて、明らかに谷が埋められている箇所を抽出した。昭和 11 年の地形図ではこの当時すでに阪神間の鉄道路線が構築されている。昭和 28 年までは、それほど大きな地形改変はみられないが、昭和 45 年には、低地部の水田がほとんどなくなり、同時に昭和 28 年まで多くみられたため池が埋め立てられている。そして、丘陵部の宅地化が、昭和 30 年代を境に大きく進むことがうかがえる。ため池跡地の土地利用をみると、いずれの地域も宅地の割合が最もおおきい。これについて、大きな割合を占めるのは学校施設である。学校施設のほか、病院や公民館・市民センター・養護施設などの公共施設として利用されている箇所が多く、芦屋・西宮地域では 25%であり、長田・湊川地域では 50%を越える。阪神間都市域での斜面被害については、日本応用地質学会 関西支部・関西地質調査業協会合同調査団(1995)、釜井ほか(1995)、三田村・大阪市立大学阪神大震災学術調査団(1995)などが比較的広い範囲の調査をおこなっている。これらをもとに、調査資料が豊富な芦屋・西宮地域の丘陵地周辺部での要因別の斜面被害分布と液状化地域を示した。この地域に分布する谷埋め盛土・ため池跡地のうち、地すべり・液状化の確認された箇所は全体の 56%にも達していて、高い被害率を示す。また、斜面被害の要因別割合からみると、厚い谷埋め盛土に関わるすべりは 43%と最も高く、薄い盛土もあわせた盛土にかかわる斜面被害は 70%近くに達している。

谷埋め盛土の方向性・厚さ・施工時期・周辺地質・断層からの距離などの項目をもとに盛土の被害規模との数量化 I 類による多変量解析を行った。同時に、各項目における被害率の検討を行った。その結果をまとめると以下のような被害特性が明らかとなった。

盛土方向は、断層線に一致するような方向で被害率も被害規模も大きくなる傾向にある。規模を大きくする要因としては沖積層でのものが挙げられ、地震動の増幅効果や液状化が介在しているとみられる。断層近傍から沈降側で被害率・規模ともに大きくなり、断層線付近での強震動、沈降側での厚い被覆層による増幅効果やフォーカシング効果が考えられる。中間的な厚さの 5~10m のもので被害率・規模ともに大きくなり、盛土時期としては戦前のものでいずれも大きくなる。これは、施工管理の悪い比較的厚い盛土で被害が発生しやすい事を示している。一方、10m を越すものは比較的新しいものが多く、施工管理もよいため被害は比較的軽微であったと言える。断層距離とあわせてみると、断層線近傍で遷急点があり、この付近に盛土地が多く、構造地形が影響している。

島根半島の中新統堆積物と地すべり

野村律夫(島根大・教育)・福井一彦(ウエスコ)

Miocene argillaceous sediment and the relation to landslide in the Shimane Peninsula

NOMURA Ritsuo and FUKUI Kazuhiko

島根半島には、中新世の泥質岩が広く分布している。海成の堆積物である成相寺層(相代層)と古江層からは有孔虫化石が報告されており(野村, 1986), 成相寺層上部では石灰質群集の *Uvigerina akitaensis*/*Epistominella shimanensis* 群集帯が, 古江層には膠着質殻群集を伴って *Cyclammina cancellata*/*U. segundoensis* 群集帯が発達している。これらの有孔虫群集帯が示す堆積環境は成相寺層が大陸斜面上部, 古江層のそれは斜面中上部である。しかも, 地形的に凹地をなす堆積盆地内に有機物質の保存されやすい還元的環境で特徴づけられている。

今回, このような環境で形成された泥質堆積岩に頻繁に発生する地すべりについて検討を行なった。すなわち, (1) 頁岩中に 0.3-0.6mm 程度の空洞が多数みられることと地すべりとの関係, さらに(2) 膠着質殻群集よりなる部分と地すべりとの関係についてである。(1)について, 多数の空洞は, その形状や空洞内の表面模様から石灰質殻有孔虫の溶解したものであることが明らかである。これら空洞内には褐鉄鉱の小さな結晶が充填していることが普通である。一方, 風化の進んでいない泥質岩中に認められる群集では, 有孔虫殻内部が黄鉄鉱で充填されている。これは, この群集が生息した環境が極めて低酸素の環境であったためである。ここで問題となるのは, このような堆積岩が地表の酸化されやすい環境におかれると, 硫酸イオンや炭酸水素イオンの形成によって間隙水が酸性化し, 石灰質の溶解が起こることである。このような因果関係が頁岩に空洞化をもたらし, 結果として岩質を弱くしたものとみられる。(2)について, 膠着質殻の群集は石灰質殻が溶解したための二次的な群集をなす場合も考えられる。この場合も黄鉄鉱や有機物質の酸化によって溶解したためであり, 泥質岩をさらに物理的に弱くさせている。古江層より採取された 10m のボーリング試料について検討した結果, 黄鉄鉱と有機物の減少が石灰質殻の割合を減少させ, さらに岩石強度(N 値)も低下させていることを明らかにすることができた。

我々は, 泥質岩に頻発する地すべりには, 地層の本来の堆積の場, すなわち堆積環境が極めて重要な要因となっているものと考えている。有孔虫のような微化石を用いて泥質岩を応用地質学的に評価していくことはこれから重要な課題になりうることを指摘したい。

ライマン, ナウマンと山陰地方の地質

清水大吉郎

Lyman and Nauman, and their geological trips in San-in District, Japan.

SHIMIZU Daikichiro

ナウマンは 1875 年に来日し, 1885 年に帰国したが, その直後, ベルリンで開かれた万国地質会議で日本地質図を展示し, 講演を行った。その地質図の説明書として出版されたのが, 有名な「Ueber den Bau und die Entstehung der japanischen Inseln」である。ナウマンの在日わずか 10 年の成果である。彼は大学での勤めのあと内務省に移り, 1878 に日本全土の 20 万分の 1 地質図作成事業

を提言している。とりかかってみると予想以上に時間がかかり、とりあえず 40 万分の 1 の予察図からはじめることとなった。その頃ベルリンで第 3 回 IGC があることを知り、それに日本の成果を発表しようと考えた。

当時の地質調査所の事業は、関東周辺が主であったので、それを補うために西日本の大旅行を 1883 年から 84 年にかけて行っている。山陰地方については、姫路から北上して生野鉦山をへて但馬に入り、鳥取から海岸をへて、米子から岡山に至るというルートだけである。IGC 提出の地質図は、この旅行での見聞に、各地の鉦山の資料などを加え、編集したものと推察される。山口県内には高島氏の地質図があった。今から見れば大まかなものであるが、西南日本の帯状構造はとらえられている。

ナウマンより早く、開拓使に招かれて北海道の調査をした米人ライマンは、北海道の地質区分を地質図として出版している(1876)。77 年内務省に移り、越後や遠江で石油調査を行った。彼もナウマンより早く日本全土の地質調査を進言している。ライマンは任期の終わりにあたり、1878 年から 79 年に北陸から西日本全域の旅行をしている。彼は若狭から丹後・但馬をへて、山陰海岸を西へ進み、津和野・山口から下関をへて九州へ渡った。その報告には、出雲での砂鉄からの製鉄や、石見銀山のことが詳しく述べられている。地質としては、北海道の地質区分を全体にあてはめ、白亜紀以前のもの全部カムイコタン岩としている。

ライマンは日本の地質図を作らなかったが、同じ考えでまとめたのがゴットフレーの地質図(1878)である。この図は簡単・粗雑であるとして無視されてきたが、日本の地質を大観したものである。

[訂正] 関西支部報 No.121, p.13, 下2行の「土佐宇」は「土佐守(とさのかみ)」と訂正。

日本地質学会関西支部報, No. 122

1995年5月30日発行

発行 日本地質学会関西支部

〒558 大阪市住吉区杉本3-3-138

大阪市立大学理学部地球学教室

TEL. 06-605-2592 FAX. 06-605-2522