

## 日本のオフィオライト研究史

石渡 明 (東北大学東北アジア研究センター)

### 1. はじめに

私はオフィオライトを研究してきて既に 40 年になる。この期間はちょうど日本でオフィオライトの概念が紹介されてから、その研究が現在のように発展するまでの期間と重なる。オフィオライト及びその研究史の概略は石渡 (1986, 1989, 1993, 2009, 2010) の総説や高橋・石渡(2012)の教科書などで述べてきたので、今回は私自身の研究史を軸に、私が関わってきた人物に焦点を当てて述べてみたい。文中で敬称を略す失礼をお許し願いたい。

### 2. 世界のオフィオライト研究略史

まず、オフィオライトは「蛇の石」という意味であり、19 世紀からラテン系の言語で蛇紋岩の意味に使われていた。1950 年発行の古今書院「地学辞典」第 5 版でも蛇紋岩のフランス語とされている。ドイツ人のシュタインマン (Steinmann, 1927) はこの語を蛇紋岩 (かんらん岩)、斑れい岩、輝緑岩・スピライト (曹長石玄武岩) の 3 種の岩石の集合体に用い、深海底堆積物 (放散虫チャートなど) に貫入した巨大なマグマがその場で複雑な分化作用を行いながら固結した一連の火成岩体という岩石成因論的意味を与えた。この論文は図が 1 つもなく、やや冗長なドイツ語で書かれ、あまり読まれなかったが、イギリスの Bailey (Sir の称号つき) and McCallien (1960) が蛇紋岩、玄武岩枕状溶岩、放散虫チャートの組み合わせを「シュタインマンの三位一体」と呼んでこの組み合わせの一体性・普遍性を強調し (彼らは Steinmann (1927) を「革命的論文」と称賛している)、深海底マグマ活動として意義づけたことで有名になった。ただし、シュタインマンは放散虫チャートをオフィオライトの 3 要素に数えておらず、オランダの den Tex の「シュタインマンの三位一体」の漫画 (Coleman, 1977 の Fig. 1) にも放散虫チャートはない。

私のフランス留学中の上司だったオーボアン (図 1) は、地向斜の教科書 (Aubouin, 1965) で、オフィオライトを地向斜発達初期の深海底でのマグマ噴出の産物として意義づけ、その印象的な餅盤様のモデル図を載せて、「オフィオライト帯はネックレスのように地中海を取り巻いており、その珠がオフィオライト岩体、その鎖が輝緑岩・放散虫チャート層に当たる」のように女性読者を意識した名文で論述しているが、シュタインマンの論文はあまり評価しておらず、「オフィオライトは放散虫チャートに貫入したのではなく、放散虫チャートはオフィオライトの噴出後にその上に堆積した。貫入モデルでは枕状溶岩の存在も説明できない」と批判している。私は留学中にフランスの理科教員の研修会に参加したことがあり、Aubouin の構造地質学の講演中は度々女性教員のため息が聞こえたが、その次の岩石学者の講演では舌打ちやブーイングが多かったのを覚えている。Aubouin は史上最年少でアカデミー会員になったという話も流布していた。また、歴史的経緯もあって、フランス人はアングロサクソン系の人を批判的に見る傾向がある。

そして 1960 年代後半にキプロスやギリシャの典型的なオフィオライトに関する詳しい地質学的研究が現われ、それらの層序が海洋地殻の地震波速度構造と合致することが注目され、1970 年代初めのプレート・テクトニクスの登場とともに、陸上に現われた海洋プレートの断面として

オフィオライトが一躍脚光を浴びることになった (Moore, 1969; Moore and Vine, 1971)。

### 3. 私のオフィオライト研究史

オフィオライトが地球科学の中で大きな意味を持たされたのは 1970 年代初頭であるが、時を移さず、この新しいオフィオライトの概念は日本に紹介された (岩崎, 1971; 1972a, b)。この頃私は横浜国立大学教育学部に入学し、3 年生になった 1973 年の春から「夜久野岩類」の卒論研究を始めたが、研究開始時点でオフィオライトの概念は頭になかった。当時、大学の近くの三浦半島の蛇紋岩を巡検で見て、マントルから来たと言われていたかんらん岩が、どうやって地表まで上昇してきたのか、周囲の岩石との関係はどうなっているのかに興味を持ち、平野(1969)が報告した福井県西部の大島超苦鉄質岩体に目をつけて、そこから研究を始めたのである。しかし、1975 年の私の卒業論文では、Laurent (1975) のアパラチアのオフィオライトの報告を引用し、大島岩体を含む夜久野岩類はそれとよく似ているのでオフィオライトであろうと述べている。

その後金沢大学の修士課程に進んで更に調査範囲を拡大し、鉱物や全岩の化学分析を行って、「夜久野オフィオライト」の論文を発表したが (石渡, 1978)、その時点では私自身典型的なオフィオライトを見たことがなかった。本物を見たこともないのに「これはオフィオライトだ」と言うのはよくないが、この論文が日本で最初の「岩石がよく揃った」オフィオライトの報告となった。この論文はすぐに勘米良ほか編(1980)の教科書(p. 22-25)に引用され、多くの論文に好意的に引用された。ある学会の廊下で「あれは無理だと思う」と偉い先生から言われたことはあるが、その先生や他の人が反論を書いたという話は聞かない。そして、非典型的なアルプスのオフィオライトを岩崎正夫・小松正幸と一緒に見学したのは東京大学の博士課程在学中の 1980 年、キプロスやオマーンの典型的なオフィオライトを実地に見て感動し、夜久野岩類がオフィオライトだと確信したのは大学の教員になってからである (各々 1987, 1990 年)。石渡(1978)に続き、日本各地から相次いでオフィオライトが報告された (石渡, 1989; 1993 の文献を参照)。

一方、夜久野オフィオライトに多数の外国人を案内した。フランスの Aubouin らの巡検隊 (図 1) を始め、1988 年に岩崎正夫が主催して日本で開催したオフィオライト研究会の参加者 (多くはイタリア人)、1992 年万国地質学会議 (IGC) 京都大会の A25・C22 巡検参加者、そして Ken Hsü、Mike Coffin、Yildirim Dilek などである。彼らからも否定的な指摘はなく、夜久野岩類がオフィオライトであることは世界で認知されたと思っている (Nicolas, 1989; Dilek and Furnes, 2011)。夜久野オフィオライトの英語論文 (Ishiwatari, 1985a, b) については、地殻が厚いのは海台起源の証拠とする論文が出たが (Isozaki, 1997)、その後のデータで縁海起源が確認された (Ichiyama and Ishiwatari, 2004)。IGC のオフィオライト論文集 (Ishiwatari et al. 1994) では地球上のオフィオライトの時空分布を論じたが、Dilek (2003) も同様の考えを述べている。

### 4. 日本のオフィオライト研究前史 (餅盤と構造帯)

日本のオフィオライトは、オフィオライトと認識される前はどのように解釈されていたか。舞鶴帯の夜久野オフィオライトの場合は、小川(1897)がこれを餅盤状岩床 (laccolithic sill) と考え、杉 (1925) や富田(1925)はその内部の結晶分化作用を論じ、杉はラコリス型層状分化岩体のモデル図を提案した (都城(2007)によるとこれは杉の卒論)。橋本 (1970) は、杉と富田が斜

長石と単斜輝石の屈折率の相関について逆の関係を導き出していることを指摘しているが、それらの正否についての議論は避けている。石渡(1999)の結果に基づけば、杉の結果が多分正しく、富田の結果は間違っているか、または系列の異なる岩石を混ぜて測定したのだと思う。

これに対して、猪木(1959)はこれらの火成岩が変成岩や玄武岩質火山岩を密接に伴うことに注目し、時代も成因も異なる4つの「岩群」が乱雑に集合して産する「構造帯」であると考えた。彼によれば、かんらん岩+輝石斑れい岩(第4岩群)、古期花崗岩+輝緑岩(第3岩群)、泥岩を伴う玄武岩・輝緑岩・斑れい岩(第2岩群)、角閃岩などの変成岩(第1岩群)には相互の成因関係がなく、これらが一連のオフィオライトではあり得ないことになる。

これは当時一世を風靡した「黒瀬川構造帯」の考え方(市川ほか, 1956)の応用であり、日本全国に同様な「構造帯」が多数出現した。市川ほか(1956)によると、「秩父累帯の中部に当時(古生代末)の基盤にまで達する不連続帯が東西に延長して形成されたが、その形成のとき、深部より三滝火成岩類が上昇し、同時に当時の基盤に当たる寺野変成岩類(先シルリア系)、岡成層群(シルリア系)も上昇し、また周縁に準片岩が形成された。このような運動の起こった場を黒瀬川構造帯と定義する」とあり、地向斜堆積物(今で言う付加体)中に異質な基盤岩や古期岩類、変成岩・深成岩が産する狭い地帯が「構造帯」である。この論文は構造帯という新しい地質学の概念を提唱しながら、外国の論文を全く引用せず、外国の同様な地質体との比較も行わず、地球構造論的意義を論じなかった。黒瀬川帯については、その後 Maruyama (1981)の蛇紋岩メランジュ説、磯崎・板谷(1991)の内帯起源クリップ説などが提唱され、「舞鶴構造帯」も夜久野オフィオライトとそれを覆うペルム・三畳系堆積物からなる、超丹波帯に衝上し大江山帯に衝上されるナップとする理解が一般的になった(Ishiwatari, 1991; 波田ほか, 2005)。

## 5. 都城論争

日本人でただ一人、世界のオフィオライト研究に大きな一石を投じたのは都城秋穂(図2)である(Miyashiro, 1973)。彼はオフィオライトが海嶺で形成された海洋地殻(とその直下のマントル)であるという考えがまさに世界に広まりつつあった1970年代前半の時期に、最も典型的とされていたキプロスのトルドス・オフィオライトが「おそらく島弧で形成された」とする論文を発表して世界の地質学者の度肝を抜いた。都城はトルドス・オフィオライトを現地で研究したことは一度もなく、彼が論駁しようとする公表論文に載っている分析値を自分なりにプロットして、それらの化学組成が海嶺の玄武岩ではあり得ず、日本などの島弧火山岩によく似ていることから、島弧起源説を主張したのである。これは当時の学界を席卷しつつあったオフィオライト研究者たちの激しい反発を招いた(Hynes, 1975; Moores, 1975; Church and Coish, 1976)。反対者の主な論点は、オフィオライトの岩石は変質していて、その化学組成はもとのマグマの組成を表さないということだった。しかし都城の回答は、もしそれだけ変質が著しいとすれば、そのこと自体が中央海嶺(組成変化は軽微)起源を否定しているという明快なものであった。都城(1979)はこの時期を回顧して面白いことを言っている。「1つの学説が終局的に正しいか正しくないかというようなことは、おそらく誰も予想できないことである。その説を組み立てている前提や多くの観察のなかにどこか1カ所誤りがあれば、結論は正しくないかもしれない。2つ誤りがあって、それらが相互に消し合って結論が正しくなるかもしれない」。そしてそのような場合の例と

して、「Hess は、海洋地殻の主要部分（いわゆる第 3 層）は蛇紋岩でできていると考えていた・・・（中略）・・・ところが、今日かえりみれば、海洋地殻の主要部分が蛇紋岩でできているという彼の意見は、どうも正しくないらしい。もしそうだとすると、Hess は海洋地殻について誤った観念をもっていたので、海洋底拡大説という正しい説に到達することができたということになる。地質学の歴史は（あるいは一般に、学問の歴史は）、こういう屈曲した進み方の例に満ちている」と述べている。また、彼の 1 年前に Ewart and Bryan (1972) がキプロスなどの典型的オフィオライトの島弧起源説を唱えていたことにも言及している。この Bryan と私は 1990 年にソ連極東コリヤーク山地の野外セミナーで 3 週間以上同じテントで生活したことがある (Bryan, 1991)。

実は都城に反論した Eldridge Moores (図 3) も私の知り合いである。この人との出会いは 1980 年のアルプス・オフィオライト巡検の時で、私は彼が研究したギリシャのヴリノス (Vourinos) オフィオライトを是非見たいと思って、巡検のバスの中で彼の隣に座り、現地の交通状況を聞いたり、ギリシャ語の数の数え方や簡単なあいさつを教わったりしたが、大変親切だった。たまたま、彼の元学生の Ann Ewing Rassios がギリシャ人と結婚して現地で研究を続けているとのことで、イタリアでの巡検が終わった後、単身フェリーでギリシャに渡り、西海岸の港からタクシーで 300 km 走って彼女が住む Grevena という街に行った。運よく彼女に会うことができ、近くの Vourinos オフィオライトの露頭をいくつか見せてもらうことができた。数年後に中村保夫と再訪した時も親切に案内してくれた。Moores とその後よく出会い、北米西岸のオフィオライトを案内してもらったこともある。彼は近年米国地質学会 (GSA) 会長や国際地質科学連合 (IUGS) 副会長を務めるなど、学界の重鎮として活躍している。都城との論争は敗色が濃いだが、彼はまだ納得しておらず、最近の論文でもオフィオライト conundrum (「難問」の意：層状岩脈群は海嶺の地質学的特徴を示すのに、火山岩の化学組成が島弧的) とか、歴史的 contingency (「偶発性」の意：海嶺火山岩の化学組成は、過去の地質時代には現在とは異なっていたかもしれない) などの難しい言葉でオフィオライト海嶺起源説を主張している (Moores et al. 2000)。

## 6. 新しいオフィオライト分類と今後の展望について

最近 Dilek and Furnes (2011) は米国地質学会誌の招待論文として新しいオフィオライトの分類案を発表した。Yildirim Dilek は Eldridge Moores の弟子で、若くしてトルコから米国に渡り、米国の大学教授になって、アメリカン・ドリームを実現した人である。日本へも頻繁に来訪し、今年 8 月の第 34 回 IGC では IUGS の副会長に選出された。この論文には世界のオフィオライトの分類表があるが、その中には日本の論文が多数引用されている。オフィオライトの分類は Moores and Vine (1971) や Miyashiro (1975) 以来様々な提案がなされたが (石渡, 2010)、Dilek and Furnes (2011) では、まず沈み込み帯に関連しないタイプと関連するタイプに分け、前者を大陸リフト帯 (CM) 型、海嶺 (MOR) 型、プルーム (P) 型の 3 つに細分し、後者は沈み込み帯域 (SSZ) 型と火山弧 (VA) 型に 2 分した。それぞれの代表は CM 型がアルプス、MOR 型は南太平洋のマコーリー島、プルーム型は南米コロンビア沖のゴルゴナ島や美濃・丹波帯、空知帯の緑色岩など、SSZ 型はキプロス、オマーンなどテーチス海地域や夜久野など環太平洋の典型的オフィオライト、VA 型は北米西岸などの花崗岩に富むものである。これらは、地質学的な産出環境や内部構造、火山岩やマントルかんらん岩の化学組成などによって識別されるが、それぞれのデータが違う分類区

分を示す場合の扱いや量的なデータの境界値などにあいまいな部分もある。いずれにしても、この分類はオフィオライトが地球上の様々な環境で生産されることを示している。

この分類案の中で新しく登場した重要な類型は「ブルーム型」である。これは海台や大規模な海山列など海洋性 LIP の断片と考えられるもので、あまりマントルかんらん岩を伴わず、超苦鉄質火山岩（ピクライト、コマチアイト、HFS 元素（Ti, Zr, Nb など）に富むメイメチャイト）を多く伴う。これは地球深部から上昇した高温のマントル・ブルームによる大規模なマグマ活動を示すもので（Ichiyama et al. 2012）、海洋地殻全体の中でかなりの割合を占めるものであるから、それが陸上に現われているものをオフィオライトとすることに不都合はないが、問題は巨大火成岩区（LIP）の火山活動は海洋地域に限らず大陸地域でも起きていることで、それらを除いて海洋地域のものだけをオフィオライトとして扱うのは片手落ちではないか、という懸念がある。実際、海洋 LIP と大陸 LIP で、あまり化学組成や岩石学的性質の差はなく、むしろ大陸 LIP 相互の差が大きくて、例えばエチオピア LIP とシベリア LIP では地質学的、地球化学的性質が全く異なり、シベリアの岩石は島弧火山岩のような特徴を示す（石渡・Destra, 2012; 鉱物科学会演旨 R6-09）。さらに、大陸では LIP の活動に伴って大規模な層状貫入岩体や広域岩脈群が形成されている。一方、大陸の造山帯や島弧には、固体貫入したと考えられる巨大なアルプス型かんらん岩体（ざくろ石レールズライトなど）があり、これらは LIP やオフィオライトより低温の、熔融程度の著しく低いマントル・ブルームを表すと考えられるが、Dilek and Furnes の分類案には含まれない。これらも視野に入れると、オフィオライト分類の枠組みを超えた、地球の大規模な苦鉄質・超苦鉄質火成作用の産物全体の系統的成因分類が実現するように思う。高橋・石渡(2012)の教科書は、アルプス型固体貫入かんらん岩体、大陸の層状貫入岩体、オフィオライト・海洋地殻、そして海洋・大陸 LIP やアラスカ型貫入岩体といった、地球上に見られる主な苦鉄質・超苦鉄質岩体をマントル・ブルームの温度という観点から系統的に説明する成因分類を試みている。しかし、34 年前の轍を踏んで恐縮だが、私はこの教科書で述べた大陸の層状分化岩体を一つも見ることがない。見ていないものを人に説明するのは気持ちが悪いので、体が動く間に是非一度現場を踏みたいと思っている。また、LIP の超苦鉄質火山岩は火星や水星の岩石と化学組成が似ており（石渡, 2010; 2011）、その研究には他の惑星の岩石成因論へと広がって行く夢がある。

**謝辞：** 2012 年 6 月 10 日に東京都北区王子で開かれた地質学史懇話会で拙文の原型になる話をさせていただき、本誌への拙文の発表をお世話いただいた矢島道子博士に感謝する。故都城秋穂先生は Ishiwatari (1985b) の査読者のお一人であったが、この論文の謝辞にお名前が書いてないので、ここに記して感謝の意を表す。Jean Aubouin 先生は私をフランス留学に招いて下さり、この件では故飯山敏道先生や中村保夫先生にもお世話になった。私が夜久野オフィオライトの英語論文を完成できたのはフランス留学のおかげであり、これらの方々に厚く感謝する。

#### 引用文献

- Aubouin, J. (1965) *Geosynclines*. Elsevier. 309 p.  
 Bailey, E.B. and McCallien, W.J. (1960) Some aspect of the Steinmann trinity, mainly chemical. *Quat. J. Geol. Soc. London*, 116, 365-395.

- Bryan, W.B. (1991) Exploring Pacific seafloor ashore: Magadan Province, USSR. *Oceanus Magazine* (Woods Hole), Summer 1991, pp. 48-61.
- Chruch, W.R. and Coish, R.A. (1976) Oceanic versus island arc origin of ophiolites. *Earth Planet. Sci., Lett.*, 31, 8-14.
- Coleman, R. (1977) *Ophiolites. Ancient Oceanic Lithosphere?* Springer-Verlag, Berlin.
- Dilek, Y. (2003) Ophiolite pulses, mantle plumes and orogeny. *Geol. Soc., London, Spec. Publ.*, 218, 9-19.
- Dilek, Y. and Furnes, H. (2011) Ophiolite genesis and global tectonics: Geochemical and tectonic fingerprinting of ancient oceanic lithosphere. *GSA Bull.*, 123(3/4), 387-411.
- Ewart, A. and Bryan, W.B. (1972) Petrography and geochemistry of the igneous rocks from Eua, Tongan Islands. *GSA Bull.*, 83, 3281-3298.
- 橋本光男 (1970) 夜久野塩基性岩研究略史. *地質雑*, 76, 449-454.
- 波田重熙・後藤博弥・村田恵子 (2005) 大江山オフィオライト・ナップ (関宮岩体) 下底の衝上断層の新露頭. *地球科学*, 59, 389-392.
- 平野英男 (1969) 福井県大島半島の超塩基性岩. *地質雑*, 75, 579-589.
- Hynes, A. (1975) Comment on "The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc", by A. Miyashiro. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 25, 213-216. (反論つき)
- 市川浩一郎・石井健一・中川衷三・須槍和巳・山下 昇 (1956) 黒瀬川構造帯 (四国秩父累帯の研究 III). *地質雑*, 62(2) (725), 82-103.
- 猪木幸男 (1959) 舞鶴付近のいわゆる“夜久野岩類”について. *地調月報*, 10, 1053-1061.
- Ichiyama, Y. and Ishiwatari, A. (2004) Petrochemical evidence for off-ridge magmatism in a back-arc setting from the Yakuno ophiolite, Japan. *Island Arc*, 13, 157-177.
- Ichiyama, Y., Ishiwatari, A., Kimura, J.-I., Senda, R., Kawabata, H. and Tatsumi, Y. (2012) Picrites in central Hokkaido: Evidence of extremely high temperature magmatism in the Late Jurassic ocean recorded in an accreted oceanic plateau. *Geology*, 40, 411-414.
- 石渡 明 (1978) 舞鶴帯南帯の夜久野オフィオライト概報. *地球科学*, 32, 301-310.
- Ishiwatari, A. (1985a) Granulite-facies metacumulates of the Yakuno ophiolite, Japan: evidence for unusually thick oceanic crust. *J. Petrol.*, 26, 1-30.
- Ishiwatari, A. (1985b) Igneous petrogenesis of the Yakuno ophiolite (Japan) in the context of the diversity of ophiolites. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 89, 155-167.
- 石渡 明 (1986) オフィオライト: 様々な海洋性地殻の断片. *地学雑* 95, 544-558.
- 石渡 明 (1989) 日本のオフィオライト. *地学雑*, 98, 290-303.
- Ishiwatari, A. (1991) Ophiolites in the Japanese islands: Typical segment of the circum-Pacific multiple ophiolite belts. *Episodes*, 14, 274-279.
- 石渡 明 (1993) オフィオライト. 日本地質学会編「日本の地質学 100 年」, 155-160.
- Ishiwatari, A., Malpas, J. and Ishizuka, H. (eds.) (1994) "Circum-Pacific Ophiolites" (Proceedings of the 29th IGC (Kyoto), Part D). VSP Publishers, The Netherlands.
- 石渡 明 (1999) 西南日本内帯の古生代海洋性島弧地殻断片: 兵庫県上郡変斑れい岩体. *地質学*

- 論集, 52, 273-285.
- 石渡 明 (2009) オフィオライトと東北アジアの地質学的研究 (日本地質学会賞記念講演). 日本地質学会 News, 12(10), 37-41.
- 石渡 明 (2010) オフィオライト研究の新展開. 地学雑, 119, 841-851.
- 石渡 明 (2011) 水星の地質. 地質学会 News, 15(2), 8-9.
- Isozaki, Y. (1997) Contrasting two types of orogen in Permo-Triassic Japan: Accretionary versus collisional. *Island Arc*, 6, 2-24. (p. 25-50 にも関連論文).
- 磯崎行雄・板谷徹丸 (1991) 四国中西部秩父累帯北帯の先ジュラ系クリッペ: 黒瀬川内帯起源説の提唱. 地質雑, 97, 431-450.
- 岩崎正夫 (1971) オフィオライト問題についての最近の考え方—オフィオライトの層序に関連して—. 鉱山地質学会特別号, 4, 33-52.
- 岩崎正夫 (1972a, b) 海底の岩石とオフィオライト. 地球科学, 26, 36-40; 科学, 42, 302-311.
- 勘米良亀齡・橋本光男・松田時彦編 (1980) 岩波講座地球科学 15 日本の地質. 岩波書店.
- Laurent, R. (1975) Occurrences and origin of the ophiolites of southern Quebec, northern Appalachians. *Can. J. Earth Sci.*, 12, 443-455.
- Maruyama, S. (1981) The Kurosegawa melange zone in the Ino district to the north of Kochi City, central Shikoku. *J. Geol. Soc. Japan*, 87, 569-583.
- Miyashiro, A. (1973) The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19, 218-224.
- Miyashiro, A. (1975) Classification, characteristics, and origin of ophiolites. *J. Geol.*, 83, 249-281.
- 都城秋穂 (1979) オフィオライト問題とプレート・テクトニクス. 月刊地球, 1(5), 334-340.
- 都城秋穂 (2007) 日本地質学史のなかにおける小島丈児氏. 小島丈児先生追悼文集, 3-53. タニシ企画印刷 (広島市). (丸山茂徳・熊沢峰夫・磯崎行雄編 (2009) 「地質学の巨人 都城秋穂の生涯」第1巻「都城の歩んだ道: 自伝」, p. 255-301, 「日本地質学史のなかにおける異才: 小島丈児」もほぼ同文. ただし 2007 年の末尾 2 章が 2009 年では別文).
- Moore, E. M. (1969) Petrology and structure of the Vourinos ophiolitic complex of northern Greece. *GSA Spec. Paper*, 118, 74pp.
- Moore, E. M. (1975) Discussion of "Origin of Troodos and other ophiolites: A reply to Hynes", by Akiho Miyashiro. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 25, 223-236. (反論つき)
- Moore, E. M., Kellogg, L. H. and Dilek, Y. (2000) Tethyan ophiolites, mantle convection, and tectonic "historical contingency": A resolution of the "ophiolite conundrum". *GSA Spec. Paper*, 349, 3-12.
- Moore, E. M., Vine, F. J. (1971) The Troodos massif, Cyprus and other ophiolites as oceanic crust: evaluation and implications. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, A.*, 268, 443-466.
- Nicolas, A. (1989) Structures of ophiolites and dynamics of oceanic lithosphere. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 367pp.
- 小川琢治 (1897) 丹波高原北部基性岩迸出地方地質略説. 地質雑, 4, 177-182, 211-219,

319-327.

Steinmann, G. (1927) Die ophiolitischen Zonen in den Mediterranen Kettengebirgen.

Proceedings of the 14th IGC (Madrid), 2, 638-667. English translation by Bernoulli, D. and Friedman, G.M. (2003) GSA Spec. Paper, 373, 77-92.

杉 健一 (1925) 丹波、綾部附近の基性深成岩に就きて. 地質雑, 32, 417-444.

高橋正樹・石渡 明 (2012) 火成作用 (フィールドジオロジー 8). 共立出版, 202 p.

富田 達 (1925) 丹波夜久野地方閃緑岩類の成因. 地質雑, 32, 228-240, 514-524.



図 1. Aubouin らのフランス巡検隊と日本側案内者・参加者一同. 1980年10月28日. 背景は大島超苦鉄質岩体. 前列左から志岐常正, 坂野昇平, 清水大吉郎, J. Charvet, 後列左から筆者, 武蔵野 實, 竹村厚司, 平島崇男, A. Guidi, J.-P. Cadet, J. Aubouin, 三宅康幸, P. Huchon, 高須 晃, M. Faure, 井本伸広.



図 2 (左). 都城秋穂. 1980年10月29日, 京都大学理学部地鉱教室坂野研究室にて.

図 3 (右). Eldridge Moores. 1998年8月12日, フィンランド・オウル大学で国際オフィオライト研究会 (日本地質学会 News, 1(9))にて.

備考 (この備考は会報には印刷されておられません): この地質学史懇話会会報第 39 号は 2012 年 11 月 30 日に発行されました. 発行者: 杓掛俊夫, 編集者: 矢島道子・会田信行・中陣隆夫, 発行所: 地質学史懇話会 〒171-0022 東京都豊島区南池袋 2-14-1 八大ビル 502 ジオプランニング気付 Tel & Fax: 03-3984-1226, 印刷所: よしみ工産株式会社. なお, 実際の会報では写真は白黒で印刷されました. この PDF は, 地質学史懇話会の許可を得て, 東北大学東北アジア研究センター石渡研究室のホームページで公開されています. JAHIGEO は Japanese Association for the History of Geological Sciences の略です.