

—挨拶— 20周年を迎えるに当たって

—動向—

総括

考古学研究室

地質調査室

土壌研究室

ロシア科学アカデミー I・S・ジュシチホフスカヤ博士訪問記

—研究報告—

(総説) 花粉分析の歴史と現状

イギリス西南部、Cornwell 地方、Falmouth 付近の
Carnmenellis 花崗岩の岩相について

埼玉県北部 (岩殿丘陵) に分布する中新統の石灰質
ナンノ化石層序 (Vol. 2 続報)

諏訪湖湖底堆積物の花粉化石群集と古環境変遷およ
びその対比 (GS400、63B ボーリングコアの花粉分析)

大峰沼の形成から将来に至る総合研究 1

—浮島の成因と環境変遷—

大峰沼の形成から将来に至る総合研究 2

—沼域ならびに植生の調査と将来予測—

群馬県高崎市・寺尾中台遺跡から出土した炭化材の
樹種

近世江戸遺跡から出土した焼塩壺

(資料) 南関東地方を中心としたイネ属由来植物遺
体の出現傾向

—技術報告—

湛水条件下における土壌のガス発生挙動について
放射性炭素年代測定技術の導入にあたって

取締役社長 日野政晴

徳永 重元

成田英吉・成田伸哉

堀内誠示・柳沢幸夫・栗原行人

大嶋秀明

田中義文・堀内誠示・中根秀二・辻本裕也

田中義文・堀内誠示・中根秀二・辻本裕也

高橋 敦・橋本真紀夫・田村 孝

矢作健二・植木真吾・橋本真紀夫・斎藤紀行

馬場健司・金井慎司・田中義文

小畑 勝・熊木和弘

矢作健二・小畑 勝・辻本崇夫



1998.4

PALYNOSURVEY CO., LTD

20周年を迎えるに当たって

取締役社長 日野 政晴

当パリノ・サーヴェイ株式会社は、この9月をもって20年を迎えることになりました。これもひとえに多くの皆様によるご愛顧、親会社の日本肥糧株式会社のご支援を始め関係各位の日頃のご尽力の賜物と厚く御礼申し上げます。

創立以来、一貫して産業と文化の面で当社独特の微化石事業を通じて、自然科学的立場から種々の課題の解決に貢献して参っております。

顧みますと当社は我が国で最も早くこの事業を手がけ、従って絶えず先駆的な思考と手法を持ち続けて参りました。この間には幾多の試行錯誤もありましたが、この貴重な経験は決して無駄ではなくこれらを生かして今日の基礎が確立し、これらを踏まえて現在の姿があると言えます。

今日、産業界はバブル崩壊後の低迷期を脱しようとしております。幸いなことに少しずつ一般社会経済における向上指向がみられるようになりました。産業界の動きとともに開発、調査事業においても一層の活動を期待したいところです。

当社の業務の中で、大きな比重を占めます考古学の分野では、当時の自然環境や生業をより深く知ろうという気運は高まっております。過去の人々がおかれていた環境や、社会構造について当社は独自の解析、技法(花粉、珪藻、材、胎土分析等)によりそれらの事実を解き明かすことに御協力して参りました。さらにこれらの課題を解決するための手法を研究開発し、実践していきたいと考えております。

一方、現在重要な課題の中には地質調査を中心とした資源の有効利用と環境の保全があります。そのための調査、解析には創立当初より参画して参りましたが、最近、放射性炭素による年代測定、蛍光X線による化学分析等の機器の導入及び新しい手法を加え、一層の充実を期しております。また、環境問題の解決には種々の対応がありますが、当社の持てる能力は主として生物群の変遷とその背景など過去の環境を明らかにし、それに基づき現在の問題解析に対処する手法であります。この分野では、私共の糧である農業に関連した土壌分析も行っており、土の性質、植栽等の課題解決についてもお役に立たせて頂いております。

以上のように、当社の地質学、考古学、土壌学の3分野に関する調査、解析機能は逐年充実し、これら技術の相互補完は活発に行われ社内総合力の向上に努力しております。更には、上記3分野の力を総合化し、これからの当社の事業展開の一つとして地道ではありますが、環境アセスメントについても注力していきたいと考えます。

文明の発達と自然環境との調和に係わる最も重要な部分を正しい眼でとらえ、調査データの提供に止まらず、その改善の手法をも含めたまさにコンサルティングが出来ればと理想を描いております。

20年を契機として更なる発展充実を期して努力して参りますので今後ともよろしくご支援をお願いいたします。

業務総括

当社発足以来、本年にいたる間約20年が経過し、その間業容の展開はめざましいものがありました。特に最近の5年間に社内における体制は逐次発展的整備がなされ、次期中期計画の中で更なる展開が期待されます。

当社の組織は現在、考古学・地質学・土壌学の3つの学際分野に分けられてはいますが、有無相通ずる交流が社内で行われており、総合力が発揮できるよう努めています。

考古学研究室においては文化財調査・研究への協力支援のため目的別・分野別にグループをつくり、遺跡発掘・研究調査における要望に対応できるように心掛け、自然科学的分析は勿論、調査報告への積極的な協力の姿勢を持っております。遺跡調査における解析の多面性は年毎に顕著になっており、これらグループにより調査研究の際に出される種々の要望に対応できるように配慮しております。更に、この期間中に社内へ導入した¹⁴C年代測定や蛍光X線分析などを始めとする種々の分析方法を活用し、分析能力も増大してきました。また、従来から盛んに行われてきた大都市とその近郊の平野部における遺跡発掘に加えて、近年は全国各地より調査を依頼されるようになり、沖縄・伊豆七島・小笠原諸島などの島嶼部における発掘に協力する機会なども多くありました。

地質調査室におけるこの5年間での特筆すべきことの一つには微化石分析における1手法である石灰質ナノ化石分析の導入でした。これにより他の微化石との組み合わせによる詳細な地層年代区分の解析が可能となりました。また、各地の活断層に関する調査における微化石分析による協力もめざましいものがありました。更に、当室で行っている業務に薄片作製業務があります。岩石は勿論のこと、土壌から土器、漆器にいたるまで、様々な試料に対応できる当社の薄片作製業務は重要なものとなってきました。

土壌研究室のこの期間中の業務は、主軸であった土壌分析から、土壌バイオマス測定などの各種手法による植栽地土壌の調査解析・緑農地資材の品質評価調査へと、業務内容が充実拡大してきました。また、遺跡調査・地質調査に伴う理化学分析、¹⁴C年代測定、蛍光X線分析などの測定も担当しており、これら機器分析技術の導入によって、考古学・地質学分野での調査を一層発展させることができました。なお、¹⁴C年代測定については、国際的にも年代測定機関として登録されました。当社の土壌研究室は、長年培った農業・緑化植栽分野のノウハウと考古学・地質学の調査研究に適用される自然科学分野を合わせ持つユニークな存在であります。今後もこれらの特徴ある能力を生かし、各々の応用分野においてより広範囲な視野を持ち対応します。また、現在、地域の地元では環境保全やリサイクルといった社会的なテーマを抱えておりますが、これらに対しては現地での土壌分析調査を重視し、評価解析に取り組んで行きます。

当社の発足時における発想と理念はその後も後退することなく受け継がれ、それが各室の具体的な業務および依頼者からの要望に対する解析能力向上に現れています。

20年という歳月は長いとは言え、当社の展開の中では誠に短い期間でもありました。事業の予想以上の展開に即応しつつ組織の改編、事業所の拡大、本社の移転等々を行い、業容の一層の充実を心掛けてきました。その間、当社の調査研究の成果、活動が多くの方で、みなさまに理解していただいていることを感じております。

今後も更に各方面において「自然科学の境界領域を進む」という当社の理念にご理解とご賛同を得たいと願っております。

考古学研究室

考古学研究室では、遺跡調査や考古学研究への協力・支援を具体的かつ的確に行うため、目的別・分野別に5つのグループを設け、実務を展開してきました。この間には、1995年の本社移転など全社的な変化もありましたが、当室としても様々な展開があり、その活動領域もさらに広がってきています。節目のひとつとしてこれまでをふりかえり、今後の展望をまとめておきたいと思います。なお、当社顧問として、とくに古環境・遺物グループのご指導を頂いていた京都大学名誉教授島地謙先生が、1996年病没されました。指導者を失った悲しみは大きいのですが、生前先生から賜った薫陶を糧に、さらなる研究の展開をはかることを室員全員が決意しています。

理念と実践

当室では、考古学研究上派生する様々な課題を解決するため、自然科学の分野から協力を行っています。また、発足当初掲げた「考古学と自然科学の境界領域を構築する」という理念は、なお変わることなく堅持しています。その基本が実務にあることは、言うまでもありません。考古学の調査・研究上派生する課題について、調査計画段階から協議調整を重ね、よりの確

なコンサルタントができるよう日夜努力を重ねています。そして、このような依頼先との協同作業を通じて信頼関係が発展するケースも多く、報告書として提出した当社のデータ・解析結果の活用方法も、ずいぶん変化してきています。

まず、発掘調査報告書のなかで、当社の調査成果の掲載方法に顕著な変化がみられます。巻末に一括掲載されるのではなく、関連する考古学的事実記載が含まれる章中に分析調査成果が組み込まれる例（東京都木曾森野遺跡・埼玉県丸山台遺跡・大阪府宮ノ下遺跡等）や、遺構・遺物の評価や発掘調査成果のまとめを共著で行う例（東京都田園調布南遺跡・同豊島馬場遺跡等）など、踏み込んだかたちがさらに増えてきています。

また、このような積み重ねが、学会発表や論文投稿など発掘調査報告書の枠を越えた段階へと発展していくこと（表1）につながっています。すでに、成果品としての報告書提出時点がすなわち協力関係の終了という段階ではなく、その後の調査成果の活用、公表まで協力していく段階に至っています。当社理念の実現方法のひとつとして重視しており、さらなる信頼関係の構築と解析内容の一層の充実をはかりたいと考えております。

表1 共著のかたちで行った主な学会発表

年次	題名	学会名
1994	「赤城山南麓における平安時代の製鉄と植生」	東北地理学会春季大会
	「焼塩壺の研究（その1）」	日本文化財科学会第11回大会
1995	「駿豆地方縄文時代草創期の居住地について」	日本考古学協会第61回総会
	「田ノ保遺跡の古環境復元（1）」	日本文化財科学会第12回大会
1996	「江戸で出土した壺屋焼陶器について」	日本文化財科学会第13回大会
	「東伊豆町峠遺跡の縄文土器胎土分析」	〃
	「群馬県榛名山麓地域における縄文時代から平安時代の住居構築材の用材」	〃
1997	「縄文時代晩期終末期の土器群の胎土分析」	日本文化財科学会第14回大会
	「東海地域におけるS字状口縁付甕の産地について」	〃

新分野への展望

当室から提出される調査成果が活用される例としては、他に史跡整備の分野があります。これらは、整備地内の植栽樹の選定ばかりでなく、周辺景観や住居構築材の樹種など、遺跡の再構成のための具体的材料となります。現在までに、栃木県法界寺跡・茨城県上高津貝塚・佐賀県吉野ヶ里遺跡等の整備に協力しています。博物館展示への協力とともに、今後この分野での展開を模索中です。

史跡整備とは別に、地方自治体史（県史・市町村史など）への参画も増えました。これには、既存の資料をとりまとめるものと、新たに分析調査を行うものがあり、北区・海老名市・綾瀬市などで協力をしています。いずれもその自治体を中心としたやや広い地域を設定し、古環境と人間活動のかかわりを解き明かせるような内容を目指しています。この分野でも、史跡整備と同様に今後の展開を模索しています。

地域性の重視

当室では、各遺跡毎に得られた調査成果が遺跡の再構成に活用されることを目指してしていますが、同時に地域性についても重視しています。流域・台地・平野などの地形単位や遺跡分布、共通する遺構・遺物の分布等を考慮に入れ、地域論や社会論につながるような調査課題・内容の選択を行っています。

東京低地・静清平野・濃尾平野・河内平野・善光寺平などでは地域的な調査が継続され、多くの成果が蓄積されてきました。また最近では、物や人の交流を解

明すると言う観点から島嶼部の考古学に注目し、学術調査等へ積極的に参加しています。これらの地域については成果のとりまとめや総合化を進めており、東京低地や静清平野・善光寺平などでは、その一部を依頼者とともに公表しています。他の地域についても、地域の考古学研究者と協力のうえ、準備を進めています。

地域性を重視するという観点から、当室では各地域の考古学研究成果の習得に努めています。年1回1泊2日で行う調査研究部研修会では、群馬県・長野県・静岡県・愛知県などの地域で見学や地域研究者との意見交換などを行いました。また、地域レベルの学会・研究会の参加や地域研究者を講師とした内部講演会などの開催も、積極的に行っています。今後ともこのような活動を活発に行い、幅広い知識の習得をはかりたいと考えています。

啓蒙活動

最近では、各地の埋蔵文化財センターなどからの要望で、当室員が研修会講師として派遣されることが増えてきました。単なる分析調査方法の説明ばかりでなく、その地域で得られた分析調査成果のまとめやその意義について、説明するよう心がけています。

一方、考古学の専門家が対象でなく、一般市民や子供を対象とした講座・教室の講師を努めることもあります。考古学研究上、自然科学分析調査が必要不可欠であることの具体的な現れとして、当室では歓迎しています。

表2 当室員の主な外部講師派遣先

分類	派遣先
各文化財センター研修	三重県埋蔵文化財センター、財団法人長野県埋蔵文化財センター佐久調査事務所、同長野調査事務所、財団法人栃木県埋蔵文化財センター
市民講座	豊島区文化財講座、葛飾区郷土と天文の博物館考古学入門講座
子供教室	藤岡市子供環境教室

研究活動

当室の研究活動には、様々なかたちがあります。各グループ単位、あるいはグループ間協力のもと、基礎と応用のテーマを設定し、計画的に実践しています。そのうち、応用研究に属する焼塩壺の胎土に関する研

究や縄文時代以降の住居構築材の収集・研究は、すでに一部を学会などで公表しています。これらは、依頼案件に端を発しているものもあり、依頼先との協力関係が発展した結果といえます。

また、大学等で実施される学術調査への参加も、応

用研究実践の場として貴重です。この数年間は、ほぼ毎年のように学術調査に参加しています(表3)。発掘調査をともに進めることで、考古学知識の吸収や調査

表3 当室が参加した主な学術調査

年次	調査名
1991～	島嶼部諸遺跡の発掘調査
1989～1995	長野県柳又A遺跡の発掘調査
1996～	北海道美利河1遺跡の発掘調査

所見の共有ができ、また様々な分析調査方法を試みたり、解析方法の開発を行うための絶好の機会となっています。

また、この5年間には学会・研究会の運営に参画したり、国立歴史民俗博物館など国立研究機関の特定研究員を委嘱される室員も増えてきました。これも研究活動の一環として貴重であり、今後とも積極的に展開したいと考えています。

基礎資料整備

農林水産省森林総合研究所の協力による木材標本収集をはじめ、各地の研究機関の協力により、微化石、種実、テフラ、岩石、動物標本などの収集・整理を進めています。また、地方自治体史などの系統的な文献収集や、当社をはじめとする分析調査に関する既存資料の収集整理を進めています。今後、地域・分野・課題別にデータベース化をはかり、近い将来データバンクとしての機能を発揮していきたいと考えています。

新規展開

より一層の解析能力の向上と、新たな分野に対応する能力を得るために、蛍光X線回折装置、赤外分光分析装置、¹⁴C年代測定装置などの機器設備の充実をはかりました。いずれもすでに設置・調整を終え、稼働を開始しております。今のところ、蛍光X線装置は土器類や陶磁器類の胎土の特徴を把握したり黒曜石石材の原産地を推定するために、赤外分光分析装置は土器附着物・アスファルト・琥珀などの有機質物質の解析・同定に応用しています。また、¹⁴C年代測定装置の導入は、過去の資料を扱う調査・研究にとって最も基礎となるものであり、いわば永年の「夢」でありました。今回の導入を機に、さらに総合解析力の充実をはかり

たいと考えています。

一方、ニッテツファインプロダクツ釜石文化財保存処理センターとの提携により、木製遺物と金属遺物の保存処理についても対応ができるようになりました。とくに木製遺物は、当社の材同定を併用することで、材質に合った有効な保存処理を行うことができるものと期待されます。また、この実務開始に伴い、当室員が釜石に赴き技術研修を受けたことにより、円滑な実務展開を行えるようになっていきます。

各グループの状況

最後に、当室の5グループ毎に歩みを簡単にまとめておきます。

<層序・年代グループ>

層序学的・年代学的手法を用いて遺跡周辺の地形・地質の変遷過程を明らかにすることを目的とするグループで、現地調査を重視しています。ここ数年間では、武蔵野台地・相模野台地をはじめとする関東地域のローム層序や暗色帯の成因、静清平野を中心とした東海地域の低地の層序確立や地形発達等について成果を残しました。また、江戸遺跡の土木工事の実態解明などにも成果を残しています。最近では、¹⁴C年代測定装置を導入し、年代資料の蓄積をはかり、年代学的な解析能力の向上を目指しています。さらに、空中写真判読やデジタル化による地形図作成等の地形・地理学的手法を積極的に取り入れ、遺跡の立地等に関わる、時代毎の自然地形復元解析の充実をはかっています。

<古環境グループ>

過去の人間生活と自然環境との関わりを明らかにすることを目的とするグループです。ここ数年間では、東京低地・善光寺平・静清平野・濃尾平野・河内平野などの低湿地遺跡を中心に古環境変遷に関する資料を蓄積し、一部の地域では依頼者と共同で総合解析結果をまとめ、公表しました。その他の地域でも総合解析の実施を計画しており、準備を進めています。一方、分析・同定の根拠となる標本の収集・整備は、各大学や研究機関のご協力のもと、積極的に進めているところです。最近では、微化石分析を実施する前提となる堆積環境の把握について、土壌の微細構造の観察や土層断面の軟X線撮影を試みており、よりの確な調査ができるような技術の習得に努めています。また、解析技術の問題として、各微化石の絶対量分析の有効性に

ついて検証作業を進めています。

<遺構解析グループ>

遺跡から検出される様々な遺構について多角的な視野から解析を加え、その用途や社会的な背景を明らかにすることを目的とするグループです。発足当初は、水田における稲作の消長に関する検証を中心としていましたが、最近では要望される遺構の種類や調査内容は多様化してきました。このような幅広い要望に応えるため、新手法（寄生虫卵分析等）の導入や既存の土壌化学分析の整理・充実などを行ってきました。最近では、炉・カマドの燃料材（木本・草本）・遺構の内容物（墓・貯蔵穴・トイレ等）・陥穴の構造等様々な調査課題に対応しています。

<遺物分析グループ>

考古学的な解析に自然科学的な解析を加え、新たな遺物研究の展開を図ることを目的とするグループです。発足当初は、木質遺物（炭化材を含む）と土器胎土を中心に実務を展開し、資料の蓄積を行いました。そして、木質遺物では群馬県を中心とした住居構築材や木器、土器では愛知県下の縄文時代以降の土器や江戸時代の焼塩壺について成果をまとめ、依頼者と共同で公

表しました。最近では、金属遺物・土器付着物（オコゲ）・漆・琥珀・アスファルトなど様々な遺物の素材について、積極的に検討をくわえています。また、従来の分析手法に新たな手法をくわえ、より多角的に遺物の性状を把握できるように心がけています。これに伴い、新たに赤外分光分析装置や蛍光X線回折装置を導入し、調査対象の拡大や解析精度の向上を図っています。

<考古学研究グループ>

分析調査結果にもとずき、考古学的な見地から解析を加え総合解析報告書にまとめること、およびそのためにあらゆる調査活動を行うことを目的とするグループです。この数年間、現地協議・調査計画立案段階から報告書提出、さらにはデータの活用まで、「遺跡に戻せる」成果を提供すべく努力してきました。その結果、提出した総合解析報告書の数は、年を追う毎に増えてきています。今後も、1件でも多くの総合解析報告書を提出できるよう心がけるとともに、これまで蓄積した多くの経験を背景として、史跡整備や地方自治体史への協力など新たな展開を模索していきたいと考えています。

【動向】ロシア科学アカデミー I・S・ジュシチホフスカヤ博士訪問記

去る1995年10月11日、ロシア科学アカデミー極東支部歴史・考古・民族研究所上級研究員、イリーナ・S・ジュシチホフスカヤ博士（Ph. Dr. Irina S. Zhushchiknorskaya）が、当社研究所（群馬県藤岡市）を来訪した。博士は極東地域の土器製作について、胎土分析を応用した研究を広く展開されており、また考古学研究への自然科学分析の応用一般についても、深い見識を有する気鋭の研究者である。今回の来日は、北方ユーラシア学会（加藤晋平代表）の招へいによるもので、講演・シンポジウム・視察という多忙なスケジュールが組まれていたが、日本における胎土分析の現状確認と実際に分析調査に携わる研究者との意見交換を行いたいとの博士の強い希望があり、当社研究所来訪が実現したのである。

当日は、北方ユーラシア学会事務局森本和男氏が通訳を兼ねて博士に同行された。当社では、調査研究部

長広瀬春朗（当時）、考古学研究室員辻本崇夫・矢作健二を中心に応待し、当社考古学研究室における胎土分析の現状・方法の説明を行うとともに、施設見学をして頂いた。また、博士にも、主な研究テーマである極東地方における初期土器の製作についてご講演頂いた。当日のスケジュールは、以下の通りである。

- 午前11：20 研究所着
- 午前11：25 あいさつ（広瀬）
- 午前11：30 研究課題と展開（辻本説明）
- 午後12：10 昼食
- 午後13：30 施設見学（広瀬・辻本案内）
- 午後14：30 胎土分析の方法と展開（矢作説明）
- 午後15：00 極東地域の初期土器の製作について（博士講演）
- 午後15：50 討議・意見交換
- 午後17：30 研究所発

（調査研究部考古学研究室 辻本崇夫）

地質調査室

当室は地質調査、微化石調査、岩石鉱物調査に関する依頼を受け、分析調査報告を行ってきました。

特に、最近の地質調査室の目標としては、1) 分析能力を高め、広範な情報・知識を身につけて、早く・的確・解り易い報告を提供すること、2) 内容を低下させることなくコスト的にも合理的な報告を提供できることを重要な課題として取り組み、次に示します3項目に沿った展開を心がけてきました。

- ・社内研究活動を積極的に実施し、技術研鑽を進める。
- ・新規技術の開発・導入を計る。
- ・組織と業務の合理化を進める。

これらの課題が十分満たされたとは言いがたいですが、その成果を回顧してみます。

まず、社内研究活動の積極的な実施と技術研鑽の課題については、特に微化石調査を中心にその成果がまとまりつつあり、地質学会や第四紀学会などで公表することができました(後掲)。また、これらの活動を通して人材育成・技術研鑽の伸展もなされてきたとの手応えを感じています。

次に、新規技術開発・導入の課題については、当期間の初期に、石灰質ナンノ化石調査法の研修・技術取得を行い、業務においても積極的な展開を始めました。当初は日本海側の第三系を中心とする分析調査を集中的に行い、その後、上総層群を中心とした関東地域の第三系～第四系を対象とした層序解析業務へと展開してきました。その成果の一端は、本誌に掲載した埼玉県岩殿丘陵の新第三系微化石層序として報告されているとおりです。

また、地層対比や堆積環境推定に際して、従来から得意分野としていた微化石による調査法の他に、当社の理化学分析を担当している土壌研究室との協力の下に理化学性の分析調査を積極的に取り入れる試みを行ってきました。

最近では、火山灰対比において重要な指標である火山ガラスや重鉱物の屈折率測定のための温度変化型測定装置を導入しました。これにより従来まで行っていた測定方法に比べて、高精度な測定が可能となり、作業効率の改善もなされました。火山灰分析そのものは、

以前から考古学研究室と共同作業で行なってきましたが、更新世後期以前のテフラも対象とすべく試資料の整備を進めております。

また、会社全体で取り組みました、¹⁴C年代測定事業や、環境アセス事業に関しても、それぞれの事業に関わる地質分野の諸問題を中心に、パリノとしての事業体系を構築すべく携わってきました。これらはまだ手を付け始めた段階のものもありますが、今後に一層の充実を期していきたいと考えています。

組織と業務の合理化は、「速く、的確で解り易い報告書づくり」のために、室内を業務と調査研究の2体制に分けて、作業効率の向上と専門分野の技術向上を計るようにしました。依頼者サイドとしては、限られた工期の中で、地質情報を収集して、調査結果に基づいて対策を立てたり、さらなる調査計画を立てる作業がある訳ですから、分析調査の結果が少しでも早く必要となってきます。ところが、微化石分析など私たちが手がける仕事の多くは手作業が必要となっているために、なかなか分析調査期間を短縮できない事情もあります。これを少しでも改善するために、作業分担を見直してそれぞれの担当者の専門性を高め、またコンピューターによる作業効率化に努めてきました。まだいくらかも努力すべき点が有りますが、作業スピードは確実に上がっており、緊急な業務にも何とか応えることが出来るようになってきました。

また、目的に応じた柔軟な調査方法を採用することで、速く、安くといった対応も徐々に始めております。そのために、現在は作業内容の見直しやマニュアル化、調査法の改革を実施しているところです。

5年間の受注業務について

資源調査に関連する分析調査では、この5年間の前期～中期は、石灰質ナンノ化石分析による業務が主体となって展開しました。日本を代表する先生方にご指導を受けたとはいえ、分析業務開始の当初から各地の試料を多量に調査する機会を得られたことは、大変幸運であった一方、担当者にとっては日々緊張の期間であったことも確かでした。しかし、この期間に得た当

社の技術向上と経験は何ものにも代えられない貴重なものであり、この苦労が、現在の当社の石灰質ナンノ化石分析に対する自信をもたらしたと考えております。

また、従前より依頼を受けてきました花粉化石による分析も相変わらずのご依頼を頂き、この5年間では古第三系～白亜系にかけての古い地層の化石に接する機会にも恵まれました。古い時代の分析については、当社創業以来の技術と自信を持っておりますが、今後ますます研鑽を積んでいくべき分野であると再認識しています。

ところで、この5年間の動向を見るときに特筆しなければならないのは、阪神大地震後の地質調査業務関連受注の急増があります。行政が緊急対策として、一斉に地下地質構造の調査を実施し、活断層関連の調査が盛んになり、層位的分析調査が増加しました。中でも陸成層の解析に有効で、且つ第四紀から完新世の時代対比にも有効な花粉化石分析の依頼が急増しました。特に、関西地域からの調査依頼が増加し、当社の関西地域の事業展開を促進させることにもなりました。また技術的にも、今回の一連の調査は、大阪層群の下位の神戸層群から上位の段丘堆積層までの広い年代を網羅するような微化石試料を扱う機会となり、私たちに多大な知識と経験をもたらしてくれました。反面、これらの機会が災害によって得られたことはたいへん残念なことでした。

一方、岩石鉱物学的な調査に関しましては、地質調査・資源調査・土木建設地盤調査などの分野からのご依頼にお応えして、資材評価や地質調査の基礎資料を提供してきました。更に、元素分析機器も導入されて、多角的な分析調査を行う体制も整備されてきました。また、考古学において土器・須恵器などの岩石鉱物学的研究が盛んになるにつれて、これらの業務が占める割合も高くなってきました。遺物の薄片作製に際しては、難しい条件も多く、試料が小片のために作り直し

も出来ない場合があります。熟練した技術と長年の経験がものを言う仕事となっています。そして、遺物を岩石鉱物学的な視点で多角的に分析調査する事により、新たな知見も見いだされてきております。

これから

最近の活断層調査における微化石分析では、改めて花粉化石の重要性を再認識しました。それは当然の事ながら古環境の解析や、花粉帯対比に基づいた地層対比がもたらす情報がいかに貴重であり重要であるかという事でした。しかし一方では、地層対比を論じる際に、既往の分析調査データが少ないことかと感じることもしばしばでありました。また、花粉化石の場合は、他の微化石に比べて有効な示準化石に乏しいために、丹念に組成の変化を追って既往の花粉組成の変遷（気候変化）と比較していけるかが分析の精度を左右してしまうということもありました。精度向上には如何に多くの事例を検索でき、有効な資料を選択・活用し、且つ正確で丹念な分析調査が出来るかにかかってきます。これは他の微化石分析についても同様であります。私たちは、この点を5年間の重点課題としてきたつもりであり、分析調査内容は、これまでより一段の向上をしたものと思っています。

しかし、解明すべき課題に対してまだまだ満足出来るものでないことも十分理解しているつもりであります。また一方では、綿密な調査は自ずと調査期間が長くなり、費用の増大を伴います。目的に対して、常に効率の良い方法を選択して、早く、精度の高い情報を提供できるかは現実的な問題であります。

私たちは、分析機器の整備なども進めながら、地質時代・堆積環境・岩石鉱物学的調査において、調査・解析精度を向上させるべく、日々努力研鑽を積み重ねて、丁寧な仕事を心がけていきたいと思っています。

学会投稿・発表を行った研究報告（共著を含む）

年次	題名、発表者、学会名
学会論文投稿	
1994	「埼玉県岩殿丘陵に分布する中新統の珪藻化石層序」 堀内誠示・柳沢幸夫 地質調査所月報,45(11),665-675.
1996	「土壌ガス中のラドンによる関東平野北西部の活断層調査」 加藤 完・吉川清志・高橋 誠・丸 賢一 地質調査所月報,47(5),291-303
1997	「長野県諏訪湖湖底堆積物中の花粉化石群集とその対比」 大嶋秀明・徳永重元・下川浩一・水野清秀・山崎晴雄 第四紀研究,36(3),165-182.
学会発表	
1993	「東京国際空港における第四紀層—特に東京湾周辺の上総層群との関連について—」 佐藤博之・佐藤真治・小田嶋俊雄・興津昌宏・井上俊和 海洋調査協会調査研究委員会
1994	「Late Quaternary Paleoenvironments of the Japan Sea as Revealed by Tephrochronology, AMS14-C Dating and Palynological Data.」 Ikehara,Ken., Kikkawa,Kiyoshi., <u>Oshima,Hideaki.</u> International Symposium on Global Fluxes of Carbon and Its Related Substances in the Coastal Sea-Ocean-Atmosphere System (1994 IGBP symposium).
1995	「諏訪湖湖底堆積物の花粉化石群集とその対比」 大嶋秀明・徳永重元・山崎晴雄 日本花粉学会
1995	「横浜の帷子川河口部から産出された微化石分析結果と沖積層の対比」 杉本 実・興津昌宏 環境地質シンポジウム
1995	「Warm Water Inflow, Land Climate and Sediment Discharge to The Japan Sea Since the Last Glacial: Evidence from Pollen analysis of Marine Sediments」 Ikehara,Ken., <u>Oshima,Hideaki</u> 5th International Conference on Paleoceanography(ICPP V)
1996	「珪藻化石群集による低地堆積物の古環境推定について」 堀内誠示・高橋 敦・橋本真紀夫 日本文化財科学会
1996	「盆地埋積堆積物の花粉分析から推定される諏訪湖の形成開始時期」 山崎晴雄・下川浩一・大嶋秀明・徳永重元 地球惑星科学関連学会
1996	「後期第四紀における日本海の堆積速度と海洋古環境、陸上気候との関係」 池原 研・大嶋秀明 地球惑星科学関連学会
1996	「埼玉県岩殿丘陵に分布する中新統の珪藻・ナンノ化石層序」 堀内誠示・柳沢幸夫・栗原行人 日本地質学会

土壌学研究室

土壌研究室は、環境、緑化、土壌そして水質に係わる分野を主として分析調査依頼を受け、より正確、より迅速に情報を提供できるように、常に努力してきました。この数年間に、報告実績が蓄積した調査解析や新たに確立した分析手法はつぎのとおりです。

- ・公園や道路の緑化・ゴルフ場の芝地などの植栽地土壌の調査解析
 - ・植物の生育に大切な土壌・水質環境にかかわる土壌改良材などの緑農地資材の品質解析
 - ・新規分析技術の研究開発
- 土壌中の微生物総量を称する土壌バイオマス。
遺跡出土品などの¹⁴C年代測定。
岩石、胎土（土器）などの蛍光X線装置による成分分析。

公園や道路の緑化・ゴルフ場の芝地などに使用する植栽地土壌については、客土の理化学分析から植栽土としての適正を評価してきました。最近では、植栽樹木や芝などで発現した生育障害についての問合せが増えています。そのため、植物生育に障害の発生した場所の土壌分析だけでなく、現地調査も実施して総合的な評価と対策が要望されてきています。植栽地での現地調査は、植物に生育障害が発生した時、葉や芽、枝にどのような生育障害が発現しているのか、樹木や芝の根の生育状況は健全であるのかを直接確認するために、大切な方法です。（写真1、植栽地調査例）。

つまり、現地調査では、植栽土壌の断面調査により、植物の根張り状況、土壌が硬くないか、地下水位が高くないか、植物根の生育に影響を及ぼす阻害物が存在していないかなどを調べます。また、室内分析では、現地採取した試料について、物理性試験で、透水性は良好か、土・水・空気のバランスはどうか、植物生育に必要な水分をどれくらい確保できるかなどを調べます。化学性分析では、植物生育に必要な養分量の把握だけでなく、各種養分のバランスも確認し、さらに調査地点の状況から想定される植物生育阻害成分の有無についても調べます。

これらの調査から、調査地点で発現している植物の

生育障害の原因を調べ、土壌の構造的な改善、有機質・無機質土壌改良資材の施用方法とその量、適正な肥料の施用方法とその量などについて資料をまとめ、改良指針・肥培管理指針として依頼者へ情報を提供しています。

ゴルフ場の土壌診断でも、同様に現地調査を行いゴルフ場土壌に必要な分析項目による診断結果を提供しています。

今、自然環境保全やリサイクルの観点から、再資源化された有機性廃棄物が、土壌改良資材などの緑農地資材として、緑化地に多く使用されてきています。例えば、浄水・下水処理場の汚泥、道路公園緑地の植物廃材などはコンポスト化されたり、土壌改良材の原料となったりしています。他にも数多くの有機質・無機質系の土壌改良資材、特殊肥料、緑化基盤材などの資材が開発されています。このような資材を使用するには、使用時の効果だけでなく、植栽に利用しても安全であることを確認しなければなりません。つまり、植物の生育に必要な養分分析だけで資材の評価をせず、生育阻害の原因となる重金属などの分析や実際に植物の栽培試験をとおして、種子の発芽や生育障害の有無、植物の生育に対する施用効果（写真2、栽培試験例）を確認することが大切なのです。この考え方に基づいて、資材開発メーカーなどから、土壌改良材や土壌基盤材などの緑農地資材の品質解析調査の依頼が増え、その調査結果を報告しています。また、開発した資材の品質特性の調査結果から、その用途利用についての検討も依頼される場合もあります。

このように、緑農地で発生した生育障害の原因究明、資材の安全性の確認、特性評価という依頼者が問題解決に悩み、その回答を期待しているテーマに対して、適切な情報の提供が、これからも当室に要望される課題であり、今後は関連情報の収集、基礎試験などを蓄積、充実させていきたいと考えています。

土壌研究室では、新規分析を随時取り入れ依頼者の要望に対応できるように分析技術の研究開発を進め、土壌バイオマスや¹⁴C年代測定技術の導入と蛍光X線装

置の導入をしました。

土壌中の微生物総量を称する土壌バイオマスは、土壌の可給態養分量を推定する指標でもあり、地力の維持や適切な肥培管理を行うために必要な基礎情報であり、今後、農耕地や植栽地土壌の性質を示す項目として必要な分析項目です。

^{14}C 年代測定は、遺跡発掘遺物や地質調査によるボーリング試料などを対象試料として、その年代測定結果を報告しています。

蛍光X線装置による分析として、岩石・胎土成分分

析、遺跡出土古銭の非破壊による成分定性分析などの情報を提供し、地質調査、考古学調査の基礎資料となっています。

このように、土壌研究室から提供している各種情報は、緑化植栽関連以外にも、考古学、地質資源分野などの各方面に利用されています。

今後も、様々な分野に、要望される正確な情報を、より迅速に、適切でわかりやすい報告として提供できるように、努力していきたいと考えています。



写真1 植栽地調査例



写真2 栽培試験例

花粉分析の歴史と現状

徳永 重元¹⁾

1. 花粉分析研究の発端と展開

花粉分析法とは堆積物を酸・アルカリ等で処理し、その残渣の中から検出した植物の花粉と孢子化石の種類・構成等によって、古植生・古環境・地質時代等を考える研究方法である。その研究方法が生まれてから今日までの発展の過程を以下に略述する。

現在ではこの方法による研究成果は、単に植物学界だけではなく地質学・考古学その他広く学際的な分野の中で使われ成果を上げている。

しかし、その初期ではまず花粉自体の研究から始まった。1600年代イタリーの M. Malpighi は花粉の形が植物によって異なることに注目し、それらの大きさ・形・色などを記載した。19世紀に至ると顕微鏡の改良によって更に花粉の細部の観察が出来るようになった。そして、花粉・孢子の形態を理解することは基本となることであった。

とくにスウェーデンにおける G. Lagerheim は花粉図譜を作り、また Lennart von Post は泥炭中から検出された花粉化石群の考察に数量的取扱いを導入し、このことが同法の展開の幕開けとなったと言われている。

その後、同国の Gunnar Erdtman はこの分析法を更に発展させ、氷期・間氷期における森林の変遷などを解明している。またこれと共に彼は花粉・孢子の形態専門用語を定めた。以上の卓越した業績で彼は花粉分析の世界的権威として余りにも有名である。

Erdtman の死後 Siwert Nilsson がその遺業を継承している。

一方1800年代に至りドイツではシュルツェ法という強い薬品（硝酸・塩素酸カリ等）を使った手法によって、古生代の石炭中の孢子化石の研究が進められた。さらに1900年代に至り Robert Potonié が新生代の褐炭中の花粉・孢子化石へと研究の幅を拡げ、炭層の対比に役立たせている。

このように、北欧に始まったこの手法は Erdtman という卓越した学者の発想にかかるアセトリシス法（水酢酸・水酸化カリ）によってより一層化石が見やすくなるという利点から、泥炭ばかりでなく粘土・頁岩等

の堆積岩も研究の対象となった。

発展の経緯を地域的に見れば、まず北欧から欧州中部・ソ連・インドへ、さらに研究交流の盛んであった時期ソ連から中国へと伝わっている。

一方、米大陸では1900年代 Reinhalt Thiessen は石炭薄片により孢子化石の研究を行っている。欧州流の手法の米大陸への導入はシェル石油会社が南米の油田試錐のコア解析に花粉分析法を導入したのに始まると言われる。その後、北米各油田における微化石分析の中にこの方法が加わりその後の展開に至った。



エルドマン博士（中央）と神保忠男博士（右端）
1962. 米国アリゾナ大にて

陸成・海成層が互層をなす場合でも、両相に花粉化石が入っており一連のデータが得られるという点も幸いした。

その後、応用面においては AASP（米国花粉層序学会）が設立され、また世界的には IFPS（国際花粉連合）が結成されている。

花粉分析はしかし応用面の展開ばかりでなく本来の発展の経緯を見ても第四紀に関する研究が主流とも言うべきものである。

第四紀層についての分析ではとくに氷期・間氷期の変遷を花粉群の構成変化によって把握することに主題がおかれ、そのため草本植物の多産、キク科植物の増加、地域的針葉樹の消長等を示す花粉図表が組立てられ、花粉帯が設定されてその変遷が考察されている。

1) 当社名誉顧問

第三紀以前の地層に関する花粉分析研究は、各時代から産する花粉・孢子化石群の変遷と、特定花粉の限定的出現範囲による対比の2本立で考察されることが多い。

またユーラシア・アフリカ・南北米大陸等における古生代の地層は孢子分析が研究の主題であり時代別の特徴は孢子化石によっても明らかとなっており、当時の分析の本命は古生代の炭質岩にあったと言える。

このように全世界的にみると、花粉分析法は第四紀より古生代（所により原生代）に至る展開を見せ、その後さらに広く新生代へと拡大した。

2. 我国への導入

我国へは1920年代末期、欧州に留学した林学関係の学者により同法が紹介されている。

1937、8年頃になり沼田大学・堀正一・神保忠男・宮井嘉一郎等の分析に関する業績が現れている。

当初は植生変遷・泥炭形成過程等の解明が主となり、欧州と同じく北方における第四紀の泥炭層の研究が主となっていた。

これら当初の導入期から今日まで約60年が経過しているが、その間の変遷について以下3期に分けてみた。

第1期（1945以前）

北欧の花粉分析法の紹介以来、主として国内では過去の森林と気候の変化・泥炭層の形成史の解明が研究の目的であった。

研究の対象地としては青森県八甲田泥炭（1936、神保）釧路泥炭（1937、山崎）京都付近の森林変遷（1936、沼田）等が先駆的業績であり、地質学の方面では島倉巳三郎が最も早く分析法の先鞭をつけている（1941、島倉）。

とくに八甲田方面での研究は著しく、花粉分析によって過去の広葉樹林（ブナ等）から現在の針葉樹林（アオモリトドマツ）に変遷した過程などを明らかにしている。

これら本州北部における業績は北欧の先例にならって研究された時期であった。

他方米国の Thiessen の手法に関しての紹介も行われている（1921、嵯峨）。

第2期（1945-1960）

分析の初期業績から次第に各地の第四紀層について花粉分析が展開された。そのフィールドは北海道から四国の高知平野に至る地域に広がったが、とくに四国における中村純の業績は卓越しその後の花粉帯による気候区分、あるいは植生史研究の基準ともなった。

またこの時期における特長は、太平洋戦争後日本国内における資源開発に関連して、ドイツの例にならって炭田地域での花粉分析調査が活発化したことである。

しかし当時の意識として分析試料としては花粉化石の濃集が期待される炭質岩・炭層のみに視点が集まっていた。

この期間全国の主要炭田（古第三紀）における石炭の花粉学的特長が把握されている（1958、徳永）。

その後、高橋 清は主要炭田における花粉層序をまとめた（1961、高橋）。

第3期（1961-現在）

我国の花粉分析研究について、国内における第四紀学会の設立と発展は大きな影響を及ぼしている。この期の初期、第四紀に関する自然科学各分野の協力態勢が本格化し、それにつれて古植物学とりわけ花粉分析の業績が著しく多くなった。

その中でも中部日本とくに志賀高原を中心とする高層湿原における花粉分析において塚田松雄は晩氷期から後氷期にかけての分析結果を集成し、先に中村が設定したL-R花粉帯区分と古気候・古植生の変遷をさらに明らかにしている。この基準はその後追加修正されているが同時期の古環境変遷区分として広く引用されている。

1974年の頃から考古学においては、遺跡内外における古環境を明らかにすることが進められ、自然科学的研究調査がその解析手段となり、その1つとして花粉分析法も取入れられるようになった。

研究の具体的な目標としては、先住民の生活環境の復元・遺跡周縁の古植生・生活史の中における植物の役割等々を解明する極めて多彩なものである。

とくに縄文時代の遺跡においては遺構内各所の土層の分析により特定植物の花粉（例、クリ・ペニバナ等）の存在や濃集が、生活史の解明・葬祭習俗研究の重要資料となっている例もある。また、イネ科植物の花粉は条理遺跡における農耕・稲作の考察に関して資料を提供している。

現在花粉分析の応用面としては、開発に伴う調査や港湾・空港建設などに伴う基礎試錐における地層の解析があり、さらに災害対策調査（例、阪神大震災）においては、層序解析のために他の微化石と共に試錐コアの花粉分析が行われている。

一方、我国の中・古生代の地層に関しての花粉層序学的研究はこの期の当初より始まっていたが、現在までの結果では殆ど中生代白亜系上部より新しい地層中からしか化石は認められていない。海外において古生代の孢子分析が本命であるのと大きな違いがある。

その理由は、日本列島の形成史に関連があるプレート運動、付加体の形成等の変動要因の他に、古生代の時期陸塊が少なく植生が乏しかったことも化石が認められぬ原因の1つかもしれない。しかし、中生代の手取・領石植物群等大型葉化石は産出するので将来の発見に期待したい。

3. 我国古植物研究の経緯

我国の古植物研究の流れの中で花粉・孢子の研究はどのように位置づけられているのか。発表された研究論文の消長を1つの目安として展望した。

1877年初めて化石植物についての研究論文が出て以来現在まで研究は下記3区分されると言われる。(1)当初外国人研究者が指導した時期、(2)日本人研究者が日本本土から大陸へと研究を展開し中・古生代の植物化石研究が中心となった時期、(3)国内外の総括的な研究や新生代植物研究が発展した時期（1968、棚井）。

これら植物化石研究の対象は当初葉・石灰藻・材・種実等であったが、1950年代に至り微植物を中心とする分野に注目が集まり珪藻・花粉・孢子研究の成果が著しく多く発表されるようになった。

さらに1970年代の前半に至ると、植物門の超微化石といわれる珪質鞭毛藻類（Silicoflagellate）、円石藻（Nannofossils）、渦鞭毛藻類（Dinoflagellate）の研究が始まった。

主として全地球規模で行われている海洋掘削計画（ODP）による試錐において、それら化石が時代・層序解析に有効であることが示されたためであるが、また顕微鏡の改良とくにSEM（走査型電子顕微鏡）の普及の時期とも一致している。

葉化石の研究においては我国が第三紀植物化石の世

界では有数の良好な産地であり、研究資料が多くさらに精細な識別を行うために葉脈標本の利用、紫外線の応用等が行われている。

また化石に関する有機地球化学的研究では、渦鞭毛藻類に由来するダイノステランその他が注目され、地層中における有機物質の量と化石含有傾向との関連性の研究が緒についた。

このような植物化石部門の中で花粉分析は、古植生の解明とさらに古気候についての資料を提供する役割を持っている。

4. 具体的な内容

4-1. 基礎研究

花粉分析研究ではその基礎となる諸条件（花粉生産量・分布・堆積・保存等）についての資料が多いことが望ましい。しかし、この分野における我国での研究は必ずしも多いとは言えない。

花粉の生産量については算定の条件、種類による違い等があり代表的な例によることが多いが、国内の植物についても明らかにされている例はある（1965、幾瀬）。

空中における花粉散布に関しては、八甲田山においてAbiesを標準とし各樹種の出現頻度・花粉散布力・生産力などを研究した例（1952、中村）がある。その結果散布力の小さい湖沼周辺の植物の分布が明らかにされている。

その他八甲田山を中心とする研究が多い。

花粉の堆積に関しては海域・河川域・陸域等についての研究があり、とくに陸域については稲作史との関連でイネ花粉が注目されている。

堆積の基礎的な研究として中村（1980）は*Liquidambar*（アメリカカワウ）の花粉を田植直前の水田に散布し稲収穫後、その花粉の水平と上下への移動を調査し、1cm²当たりの絶対数量を測定している。また水田の種々異なった条件の個所でイネ花粉と全花粉との産出比率を調べて分布図を画いている。その他検討の結果イネ花粉の含有率が全花粉数の30%以上残存している場合は栽培が行われたと考えたいとしている。イネ花粉の数量比は耕作の判定に重要な資料を提供している。

水中に堆積する花粉の動態は湖沼・河川・海域等に

ついて研究されてはいるが事例は非常に少なく、海域では瀬戸内海播磨灘（1979・1981、松下）、北九州海域（1974、中村他）等の研究がある。瀬戸内海海底堆積物の花粉分析の結果からは、陸域から運搬された花粉は灘北西および中央で濃集、恒流によって北部より中央部に運搬され、*Pinus* はその浮揚力大なるため沖合へ運搬されている。草本の Gramineae が集中しておりシダ類孢子は一円に分布するなど海流との関係が明らかにされている。

九州西方海域における研究では、海洋底の底質中には NAP（非樹木花粉）が極めて少なく、孢子が相対的に多く表現され、また内湾度の強い湾内では場所によって AP（樹木種花粉）と NAP の割合に変化が多いことが把握されている。

湖沼における花粉堆積については湖沼の形状、流入する河川の有無により変化はあるが、例として日本海沿岸三方湖（1993、中川他）、山中湖（1993、小杉他）の研究がある。三方湖ではイネ科花粉とハンノキ属花粉は陸からの影響の強い地域で高い出現率を示し、マツ属の花粉と羊歯類の孢子は陸からの影響力の弱い地域で高い出現率を示す。

スギ属とハンノキ属花粉は水域環境にかかわらず一定の出現率を示している。更に今後の研究を待ちたい。

4-2. 古環境研究

この分野は我国の花粉分析研究の中成果が最も多く活発な領域である。古環境という幅広い対象の中で花粉分析の成果が重要な役割を担うのは古植生と古気候

に関する解析である。

先に述べたように第四紀層に関する花粉分析成果が余りにも多いので、その中から継続性・総合性・成果の時空的広がり等からみて、以下に野尻湖・中部高原・琵琶湖における成果のみをあげることにする。

長野県野尻湖および周辺地域に分布する上部更新統および完新統の花粉分析は、1962年に始まり引き続き現在に至っている。

湖底・湖西方・湖中試錐などの試料について分析が行われ約4万年以降の堆積物について9花粉帯が設定され、最下位は最終氷期の始めまで到達している（1984、野尻湖花粉グループ）。

下限の琵琶島沖泥炭層から最上位のJ列層までの間 Pinaceae 帯と Picea-Abies 帯の存在等から約5~9万、2.5万年に寒冷期が認められ、このことは同地に産するナウマン象その他の化石産出とも整合性が認められている。

中部地方の高層湿原は早くから我国の花粉分析研究の対象となっていた。これらの成果の結集として塚田松雄により我国の晩氷期後期以降の植生と気候変遷史が立てられた。

それによれば花粉帯は晩氷期（L）から後氷期（R III b）まで5帯に分けられたが（1967・1981、塚田）、その後 R I 帯は a、b 2帯に、晩氷期も L I、L II の2帯に分けられた。これらはその後各地での同時期の分析研究の基準となっている。

琵琶湖に関する花粉分析研究は、湖の形成史上、堆

晩氷期以降の花粉帯と植生（塚田原案）

花粉帯	絶対年代(西暦)	照葉樹林帯	中部日本の温帯	時代の 特徴	地質時代 区分
R III b	1,500年前(A. D. 450)	アカマツ林, 草本低木類	アカマツ林, 草本低木類	歴史時代	後 氷 期
R III a	4,250±250年前(2300±250B. C.)	人類による森林破壊はじまる(草本類の増加開始) カシ亜属, シイノキ・ヤマモモ林, 冷温帯針葉樹進出	ブナ・ナラ属林(コウヤマキ・スギ共存) 亜寒帯林の進出	減暖期	
R II	9,500年前(7550B. C.)	カシ・シイ林	ナラ・ブナ属林 (温帯・暖温帯林の進出)	温暖期	
R I	10,500±500年前(8550±550B. C.)	冷温帯林, ヨモギ属, 草本類	針広葉樹混交林 (ブナ・ナラ属増加, トウヒ・シラビン・コメツガ減少傾向)	漸暖期	
L	約15,000年前(13000B. C.)	ハリモミを含む冷温帯林, ヨモギ属, 他草本類	マツ属を優占する亜寒帯林 (トウヒ, シラビン, コメツガ, カラマツ, ダケカンバを含む)	寒冷期	

積が連続して存在しているので約60万年間の古環境の変化が明らかとなっている。同地には200mと1400mの試錐が施行され、200m試錐については精細な花粉分析結果が得られている(1983・1986、藤)。その結論によればその間19花粉帯が設定され12回の寒冷期があり、その内10回は現在よりも年平均気温が7～8℃低下していたことが明らかになっている。

その他全国的に各所での花粉分析の結果では、それぞれの地域の古環境の変化の多様性が益々明らかになってきている。

4-3. 花粉層序対比

花粉分析の結果によって地層の時代決定や地層の対比を行うことは、現在地質学界では非海成層・海成層を問わず行われている。

現在我国では第三紀以後の地層については、微化石(有孔虫・珪藻・放散虫等)による生層序対比が多く行われ、これに花粉分析による古気候要素を加えて総合解析がなされている。

その中でも地域的には陸上の男鹿半島・新潟油田・房総半島・大阪平野等において花粉学的層序が立てられている。

男鹿半島は我国新第三紀層の模式的分布地であり台島層から鮪川層に至る間の試料が分析された結果(1978、山野井)、船川・女川層の境界に花粉化石構成上顕著な変化が指摘されている。

例えばその境界の上位では、Taxodiaceae, *Fagus* 等の花粉が増加し、下位に多かった *Carya*, *Liquidambar* 等が著しく減少するになどの変化がある。

日本海沿岸の油田地帯では、陸上における胎内川・中央油帯・八石油帯における試料分析(1979、山野井、1972、嶋崎他)と共に、海域における基礎開発試錐(阿賀野川沖・柏崎沖他)においては殆どのコアの解析に花粉分析が実施されている。

第三紀層において特に花粉層序の上で注目されているのは、中新世中期(NP-2帯)におけるマングローブ植物の花粉(ヒルギ類)化石の発見である。富山県下の黒瀬谷層の他、後に能登・瑞浪等よりも発見され、この時期の亜熱帯性環境の存在が認められたことである(1986、山野井・津田)。

新第三紀および第四紀にかけて、花粉分析による層

序決定については北海道(1972、佐藤)、房総半島(1969、大西)等において一連の成果が上がっている。とくに、大阪平野で施行されたOD-1、OD-2試錐における分析(1966、田井)では、下位の *Metasequoia* Zone、上位の *Fagus* Zone の設定と共に鍵層(Ma)との関連を明らかにし、以後大阪層群の分帯の有効な手掛かりとなった。

古第三紀から白亜紀にかけては、第三紀にはみられぬ形の花粉、例えば Normapolles 型がある。また、白亜紀の Maestrichtian に特有な *Aquilapollenites* も我国では主として東北地方以北に産し、海外との地層の対比に有効な資料を提供している(1996、高橋)。

4-4. 時代区分

海外における花粉分析研究の目的の1つに地質時代の判定がある。大陸における試錐においては統の大単位における時代判定はパリノモルフ(含孢子化石)によることも多い。

しかし我国内では既に地層がよく調査され、時代はこのような大単位で変わることは殆どないが、より細かい単位の時代区分や、白亜紀-第三紀の境界(K/T)・第三紀暁新世の確認の問題等がある。

K/T問題については北海道東部釧路地方に分布する根室層群について、有孔虫およびナンノ化石による研究の結果では、その境界は厚岸層下部または中部とされ、花粉化石によれば床潭層とその上位の霧多布層の間とされている(1990、高橋・植田)。

また有孔虫の研究からは根室層群上部の霧多布層は暁新世に入ると考えられているが、花粉分析の結果からでは未だ確認されていない。

このように、地質学上問題の個所を花粉分析により検証する研究は未だ多く存在する(1996、高橋)。

4-5. 考古学的研究

考古学における花粉分析研究は、堀正一による加茂遺跡の研究以後暫く発表が少なく、この間の経緯は把握し難いが、1960年代に至って遺跡発掘に伴う古環境調査の一環として急速に展開することとなった。とくに古環境復元に種々の自然科学的調査研究が取入れられ、花粉分析もその一環として植物化石群解明の一翼を担っている。遺跡における文化層毎の古植生解析や、花粉化石群の内容と材・実その他の植物遺体との関連

性、遺跡をめぐる後背地の古植生の内容等、古環境復元に果たす花粉分析の役割は大きい。

全国の遺跡における花粉分析調査は、90年代に至って余りにも多くその内容を詳述することは困難である。従って、以下に代表的事例となっている調査研究の事例をあげるに止めておく。

1960年代の後半でも、第四紀層の花粉分析に伴いその最上位層の花粉構成について、人為的攪乱であると論及しているものもあった。

関東地方については、武蔵野台地野川流域の遺跡における分析が先駆的なものである。さらに、中山谷・前原等の先土器・縄文時代の遺跡における分析があり、高井戸東遺跡においては関東ローム層の花粉分析が行われた。

1980年代の初期埼玉県大宮市寿能で行われた、当社も参加した発掘における花粉分析調査は、その規模・内容等で代表的なものであった(1982、埼玉県教育委員会)。

調査された地層の最下層は洪積世下末吉期、その上位には縄文・古墳時代の堆積層が重なる。それら全層の花粉分析の結果、縄文・古墳時代を通じすべてコナラ亜属を主とした落葉広葉樹が卓越していたことが示された。関東地方の一般的傾向としての照葉樹林優勢とは異なっている。

この事実から、これが関東平野中央部における地域の植生の特長を示すものとされ、その後の古植生解析における地域性を予見したものとして評価されている。

農耕の歴史解明に重要な手がかりとなるイネ花粉については、前述のように1970年の中頃、電顕像を基にした研究で識別できるようになり、また堆積の基本的解釈が確立された。

福岡県板付遺跡における花粉分析(1976、中村他)は、イネ花粉の存在により耕作が立証された例として著名である。この時期を契機として各地の条里遺跡における稲作に関する研究が盛んになって、その後縄文時代後期における農耕の問題にまで展開した。

福井県三方町にある鳥浜貝塚遺跡は、縄文前期を主とする低湿地遺跡の代表的なものである。発掘に当たって多量の人工および自然遺物が発見されたが、花粉分析研究も古環境解析の重要手段であった。

その結果では、下位よりブナ林・ナラークリ林・照葉樹林・スギ林等の4つの代表的植生変化が認められている。この森林構成の変化が、各々その時代において発見されている木器の材質と対応しているという結果も示されており、また産出した生産用具から、縄文時代前期における文化的革命も指摘されている(1979、安田)。

植生変化の人為的係り合いについては、辻 誠一郎は多くの事例をあげ検証を行っている。とくに縄文時代を中心とし、花粉分析を通じて生業活動の復元を考察する場合も他の微細遺体を総合的に把える必要があると述べている(1983、辻)。

当社においては、全国規模において自然環境の解析に協力しているが、特に地域的には河内平野や関東内陸部の低湿地遺跡との関連が深い。

その他墳墓における石室内の堆積物からの特殊の花粉の検出などもあるが、今後も花粉分析は低湿地遺跡を中心として多くの資料を提供していくことであろう。

5. 将来の課題

花粉分析法における課題は、試料採取から報告に至る間多くの課題があり、その研究は進められてはいるが、以下、将来考察するに値する課題の中のいくつかを掲げておく。

5-1. 化石抽出法

花粉分析の成果を上げるには基本的には化石を変形させずに如何に良く多く取り出すことにかかっている。

すでに化学的処理および機械的処理はアセトリシス法・シュルツェ法を基本とした操作が確立し、試料の質により薬品の濃淡・処理時間・手順の変更等が行われている。しかし海外における最近の状況をみると、抽出に関し更なる工夫が行われている。

例えば分析処理済の試料を有孔の細管中に流し、軽い花粉と重い残渣を分離したり、マニピュレーターを使って単体標本を摘出したりしている。

我国でも更なる工夫が必要で、これが分析値の向上に役立つのではないと思われる。

5-2. タイプ標本の整備

花粉学に限らず化石全般の基礎課題であるが、模式標本は最も重要な資料である。とくに微化石である花

粉・孢子については、我国の研究機関で化石記載の例は必ずしも多くはない。

その理由は花粉化石が石灰質や珪質の微化石と異なり、封入に際して加熱することが出来ず、また可撓性もあるため、標本作成の難しさがある。

このため、タイプ標本が整備された機関は少なく、模式標本による照合、新種記載などの面が遅れている。近い将来において共通の討議が出来る場が必要である。

5-3. 花粉模式層序の確立

花粉化石による層序的解析を行うには、まず地質層序の確立した地域での精細な試料採取と分析を行う必要がある。前述のように国内の油田地帯その他で分析結果が得られているが、採取試料の間隔が若干大であることは否定できない。

また第四紀層についての試錐コアの分析では、一般的に限られた地質時代のみ花粉群の特性が示されている傾向がある。

国内の代表的地域の long-range の花粉図表が欲しいものである。

5-4. 花粉堆積の基礎研究

前述したように、花粉が分布・堆積する機構は分析以前の重要課題であり、現世堆積物における花粉・孢子化石の動態は分析成果の鍵ともなる。従って、種々の湖沼・海域での花粉分布の研究は、今後大いに期待したい。

5-5. 複合分析

花粉分析の解析は、前述のように主として古植生・古気候の変化を捉えることにその基盤をおいている。

しかし、現状では単に1手法の解答のみでは結論できぬ時代となっている。1試料について数種の化石による解析、これに加えて試料の年代を知るためのテフラおよび ^{14}C による年代測定等は可能な限り実施されて、今や複合分析の時代に入っている。

最近における大阪湾泉州沖の例(1996、西田)にみられるように、年代的出現範囲の知られているナンノ化石から逆にテフラの時代決定がなされるという報告もあり、花粉分析も益々他種手法との共同考察の時代となってきた。

また、植物生態学における最近の見解の中には、現

在みられる植生の環境条件がそのまま過去の地質時代にまで適用できるだろうか、気温や降水量の変化と植生の関係および立地条件との関連を再検する研究もある。

今後、花粉分析の解釈の中でこのような研究の結果も反映されて来ることであろう。

また、被子植物の花粉と系統については、相馬 寛吉は多くの研究を基にして論及し(1990、相馬)、高橋 清は白亜紀の化石中心に論旨を展開している(1996、高橋)。このように植物の歴史研究の上でも、花粉分析は多くの課題を提供している。

以上、花粉分析法による各分野の研究を概説したが、全ての内容を包含することは不可能であった。特に最近における展開の中では、他の植物化石と共に植生史の解明における花粉学の研究は展開をみせているが、今回の記述の中には十分に触れることが出来なかった。改めて考察を行う必要がある。

(1996.7.24.社内での講話要約)

引用文献

- S. C. Ducker and B. Knox (1985) Pollen and Pollination: A historical review TAXON 34: 401-419.
- Fuji N.(1983) Palynological study of 200-metercore samples from Lake Biwa, Central Japan Trans, Proc. Palaeont. Jap. 132: 230-252.
- Fuji N.(1986) Palynological study of 200-metercore samples from Lake Biwa, Central Japan Trans, Proc. Palaeont. Jap. 144: 490-515.
- 幾瀬 まさ(1965) 葯中の花粉粒の数並びに大きさについて. 第四紀研究 4 : 144-149.
- 神保 忠男(1936) 八甲田山の泥炭及び腐植土の花粉分析, 生態学研究, 2 : 17-20.
- 小杉 正人・池田 光雄・遠藤 邦彦(1993) 山中湖底堆積物に記録された過去2500年間の堆積変遷史. 地質学論集39 : 41-52.
- 松下 まり子(1979) 水中花粉のゆくえ. 海洋科学11 : 226-235.
- 松下 まり子(1981) 播磨灘表層堆積物の花粉分析. 第四紀研究, 70 : 89-100.
- Nakamura J. (1952) A comparative study of Japanese Pollen records, Res. Rep. Kochi Univ 1: 1-20.

- 中村 純・黒田 登美雄・満塩 博美 (1974) 堆積学的花粉分析学その1. 地質調査所月報25: 209-221.
- 中村 純・畑中 健一 (1976) 板付遺跡の花粉分析学的研究. 福岡市埋蔵文化財調査報告第35号: 29-42.
- 中村 純 (1980) 花粉分析による稲作史の研究. 考古学, 美術史の自然科学的研究: 185-204.
- 中川 毅・安田 喜憲・北川 浩之・田端 秀雄 (1993) 三方湖表層堆積物中の花粉出現率の分布. 日本花粉学会誌39: 21-30.
- 西田 史朗 (1996) 中期更新世の後半以降のナンノ化石と火山灰の連結層序. 地学雑誌105: 317-327.
- 野尻湖花粉グループ (1984) 野尻湖層および貫ノ木層の花化石群集. 野尻湖の発掘3, 地団研専報27: 83-106.
- 沼田 大学 他 (1936) 花粉分析より見たる京都付近二, 三森林の変遷について. 日本林学会誌18: 484-497.
- 大西 郁夫 (1969) 房総半島・上総層群の花化石フロア. 地球科学23: 236-242.
- 埼玉県教育委員会 (1982) 寿能泥炭層遺跡発掘調査報告書: 1-319.
- 嵯峨 一郎 (1921) 石炭層同定の標準となる孢子. 地質学雑誌, 28: 367-369.
- Sato S.(1969) Palynological consideration on Tertiary marine Sediments, Hokkaido compared with animal faunas, Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ (IV) 15: 217-272.
- 鳴崎 統五・徳永 重元・尾上 亨 (1972) 裏日本油田地域における花粉層序学的考察. 石油技術協会誌 37: 23-30.
- 島倉 巳三郎 (1941) 東亜に産する石炭のマイクロフロアについて (第1報). 地質学雑誌48: 159.
- 相馬 寛吉 (1990) 被子植物の花化石と系統. 日本植物分類学会会報 8: 39-54.
- 田井 昭子 (1966) 大阪におけるポーリング (OD-1) コアの花化石分析 (その1). 地球科学, No.83: 25-33.
- 田井 昭子 (1966) 大阪におけるポーリング (OD-1) コアの花化石分析 (その2). 地球科学, No.84: 31-38.
- 高橋 清 (1961) Pollen und Sporen des west-japanischen, Alttertiärs und Miozäns (I. II. Teil). 九大理学部紀要 (地質) 11: 151-255.
- 高橋 清・植田 芳郎 (1990) 根室層群厚岸層および床潭層の花化石層位学的考察. 長崎大学教養部紀要 (自然科学) 31: 13-37.
- 高橋 清 (1996) 被子植物花化石の起源と多様化. 海鳥社: 1-278.
- 棚井 敏雅 (1968) 日本の古植物学研究の発展と今後の課題. 日本の地質学: 275-286.
- 徳永 重元 (1958) 本邦炭の花化石学的研究. 地質調査所報告181: 1-50.
- 塚田 松雄 (1967) 過去一万二千年間: 日本の植生変遷史 I. Bot Mag Tokyo80: 323, 336.
- 塚田 松雄 (1979) 古生態学II応用編.
- 塚田 松雄 (1981) 過去一万二千年間: 日本の植生変遷史 II 新しい花粉帯. 日本生態学会誌31: 201-215.
- 辻 誠一郎・南木 睦彦・小池 裕子 (1983) 縄文時代以降の植生変化と農耕—村田川流域を例として—第四紀研究22: 251-266.
- 山野井 徹 (1978) 男鹿半島における新第三系の花化石層序. 地質学雑誌84: 69-86.
- 山野井 徹 (1979) 新潟県八石山地における新第三系の花化石層序. 山形大学紀要 (自然科学) 9: 613-627.
- 山野井 徹・津田 禾粒 (1986) 富山県黒瀬谷層 (中部中新統) に見出されるマングローブ林の様相. 国立科学博物館専報19: 55-66.
- 山崎 次男 (1937) 釧路付近の下部洪積世泥炭の花化石分析. 日本林学会誌19: 551-553.
- 安田 喜憲 (1979) 花粉分析・鳥浜貝塚. 福井県教育委員会: 176-196.

イギリス西南部、Cornwall 地方、Falmouth 付近の

Carnmenellis 花崗岩の岩相について

成田英吉¹⁾ ・ 成田伸哉²⁾

要旨

Abstract; There are five granite masses in the Cornwall region; Lands End, Carnmenellis, St. Austell Moor, Bodmin Moor and Dartmoor. Smallsatellite bosses of Tregonning, Carn Brea and Carn Marth distribute around the Carnmenellis granite.

The sample collected near the Falmouth City is described and discussed in relation with some reports on the Tregonning and St. Austell Moor granites.

Microscopic observation of collected granite revealed the following mineral assemblages in three stages;

1 biotite, plagioclase, orthoclase, quartz and andalusite, (the stage of magmatic crystallization and assimilation).

2 fluorite, tourmaline and lepidolite (the stage of greisenization) and

3 chlorite and sericite (the stage of hydro-thermal alteration).

Compositions of plagioclase and orthoclase are those of albite and anorthoclase, respectively, and polysynthetic twins of anorthoclase consists of alternating lamella of orthoclase and albite.

Rock facies of the granite enriched by sodic-feldspar could be estimated to occupy upper part of the boss of Carnmenellis granite.

1. はじめに

1994年5月末、成田伸哉は地熱調査のためイギリス南西部、Cornwall 地方、Falmouth 地区を訪問した。その際、Carnmenellis granite 南東部の試料を採取した。この地域の花崗岩は Cornwall 地方の錫鉱床に関係する花崗岩で、周辺には西部の Tregonning Hill granite や北東部の St. Austell Moor granite が知られ (Fig. 1)、両花崗岩は広いリチウム雲母帯のグライゼン化作用を伴う興味深い鉱物組合わせが見られる (Dines, et al, 1988; Edmonds, et al, 1975)。

イギリスの主要錫鉱産地域は、Cornwall 西部地区で占められるが、Carnmenellis granite 北域の錫鉱床は、Cornwall 西部地方で1000tons 以上の錫 (Black Tin) を生産した44鉱山の生産量の60%以上を占める主要鉱化地帯になっている (Dines, et al, 1988)。

この地帯の花崗岩で Carnmenellis 花崗岩の両隣の Tregonning Hill や St. Austell Moor の花崗岩はホウ素、フッ素、リチウム鉱物を含む岩相が知られ、これらの気成鉱物は特に顕著な錫鉱化域の先駆的な変質作用 (Greisen 化作用) としてまとめられている (Dines, et al., 1988; Edmonds, et al., 1975; Pollard, et al., 1988)。

地質図に記載された Carnmenellis 花崗岩は特に Tregonning Hill や St. Austell Moor のような気成鉱物を伴う花崗岩相のものではなく、斑状の粗粒な花崗岩である (BGS, 1990)。しかしこの花崗岩にも紅柱石、電気石、リチウム雲母、螢石などの共生が見られ、これらの中に興味深い生成過程が見られるので記載をし、紹介する。

1) 元工業技術院地質調査所 2) 東電設計株式会社

2. 地質の概要

CornwallやDevon地方の地質は、Dines, et al., (1988) や、Edmonds, et al., (1975) の記載によれば、基盤岩として pre-Devonian の片麻岩や塩基性岩、超塩基性岩が南部の Lizard Point 地区や Start Point の両地区に見られる (Fig. 1)。この地区の上記岩石の Ka/Ar 同位体年代は352~492Ma となっている。

デボン紀の地層はこの地域の南西部で、南部から北側に広く分布する。これらの地層は地域名で Killas series と呼ばれている。石炭紀の地層は、デボン紀の地層の北にほぼ東西に近い褶曲盆地を作って広く分布し、地域名で Culm measur series と呼ばれている。

この時期の終り（最終期石炭紀）には南北の圧縮運動で、東西性の軸を持つ褶曲が形成され、Bude では向斜構造を作り、軸部に上部石炭紀の地層を、その北翼と南翼にデボン紀の地層が分布する。Cornwall 地方の

花崗岩の活動はこの時期に平行して行われ、ほぼ ENE 方向の岩株の露出を作る。

ペルム紀の地層は、New Red Sandstone series と呼ばれ、それ以前の地層を不整合に覆って、イギリスの南東部地域を占め三畳紀以降の地層とともに、後期石炭紀までの堆積層、花崗岩の活動とは異なった構造帯を作っている。

3. Cornwall 地方の花崗岩類

Cornwall 地方の花崗岩は半島方向にほぼ並行して、15km以上の規模の岩体が5岩体知られており、西側から Lands End granite, Carnmenellis granite, St. Austell Moor granite, Bodmin Moor granite, Dartmoor granite と呼ばれている (Dines, et al., 1988; Edmonds, et al., 1975)。

それらの岩体の周辺に小規模な衛星状岩体が見られる。

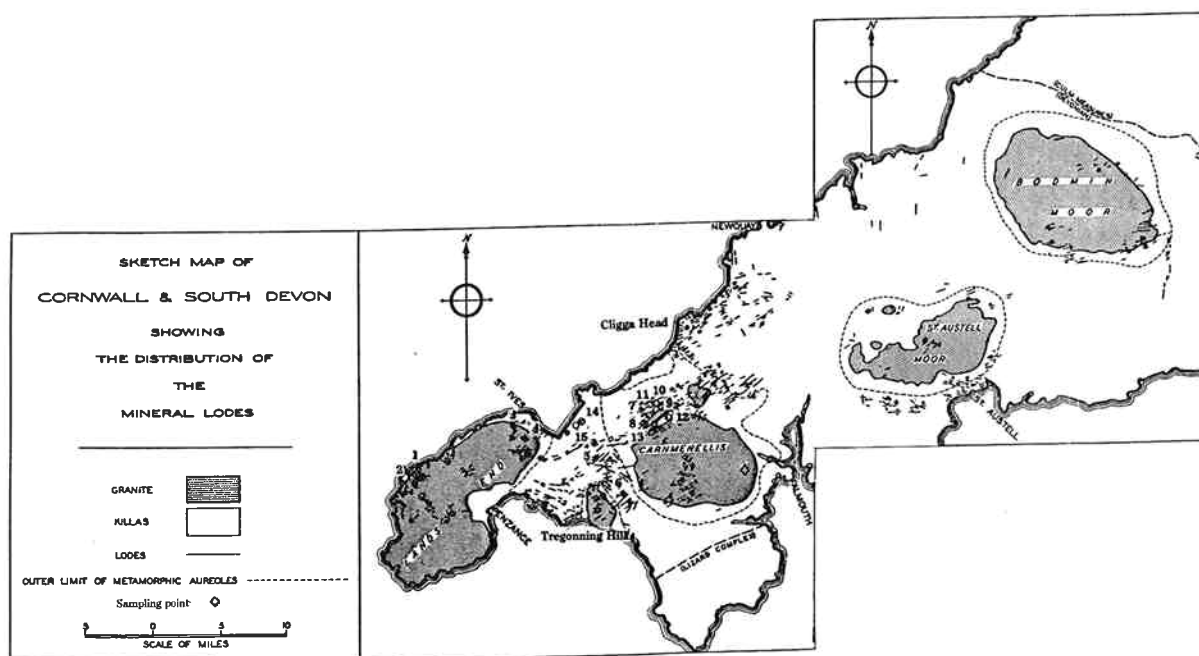


Fig.1 Modified sketch map showing the distribution of mineral lodes and granites(after Dines, H.G., et al.,1988).

このうち Carnmenellis granite の周辺のもの、西側の Tregonning Hill granite、北西側の Carn Brea granite、北側の Carn Marth granite が知られ、イギリスの主要な錫、銅、その他の鉱産地帯になってきた。

これらの花崗岩は、後期石炭紀におけるこの地域の堆積盆の褶曲運動、上昇運動と深く関係し、バリスカ

ンの主変動期としてまとめられている。その絶対年代は254~298Ma と測定されている (Edmonds, E. A., et al., 1975)。

このほかアプライト、ペグマタイト、ランプロファイアー、エルバン (elvan) と呼ばれる石英斑岩など小規模の岩脈を伴っている。これらの岩体にグライゼン

化作用や熱水変質作用による様々な鉱物組成を示す岩相が見られる。

ペグマタイトやアプライトは主に花崗岩中や花崗岩帯の極く周辺に見られる。

グライゼンの一部には、ペグマタイト質や花崗岩質のものもみられる。グライゼンは Cligga Head のものが特に著名である (Dines, 1988)。

この報告では、西側の Tregonning Hill granite や北東側の St. Austell Moor granite の記載と比較して、採取した Carnmenellis の花崗岩の記載をする。

4. Tregonning Hill の花崗岩類

Tregonning Hill の花崗岩類は Carnmenellis granite の西側に位置する花崗岩である。

BGS (1984) の 1 : 50000 Series 地質図「Penzance」では、西側の Lands End granite と東側の Tregonning Hill granite が知られている。

Tregonning Hill 花崗岩は延長 5.5km で NS 方向に伸びるやや小規模の岩体で、Tregonning Hill に分布するリチウム雲母花崗岩と Godolphin Hill に分布する中粒～粗粒の黒雲母花崗岩の複合岩体といわれており、中粒～粗粒岩相のものが、リチウム雲母花崗岩の上にはほぼ層状に重なっている。

Tregonning Hill Granite は Godolphin Hill granite に比べて後期のもので、リチウム雲母、曹長石、電気石を含む中粒の花崗岩といわれている。

5. St. Austell Moor の花崗岩類

St. Austell Moor の花崗岩類は、Carnmenellis granite の北東 24km に位置する。この花崗岩は、Budham, J. P. N., et al., (1976) によれば上部石炭期の地層中に侵入する花崗岩類の一部で、後期の様々な鉱化作用で特徴づけられ、metasomatism-pegmatites, aplite-greisens, mineralization, porphyries-kaolinization などを伴って多様な岩相が認められることを報告している。

特に、St. Austell Moor granite の岩相変化は顕著で fresh granite, pegmatite, porphyry (elvan), greisen, tin-tungsten veins やカオリン化した花崗岩が知られている (Edmonds, E. A., et al., 1975)。

Badham, J. P. N., et al., (1976) によれば、花崗岩は、一般に石英、カリ長石、斜長石、白雲母、電気石

で構成され、不規則な流理状で縞状組織を示す。ミクロリチックな晶洞には電気石と石英を伴う。

花崗岩周辺の変成岩は、熱変成作用を受け、粘土質堆積岩は石英、堇青石、紅柱石、黒雲母ホルンフェルスを作る。花崗岩中にも堇青石、紅柱石を含むものがしばしば見られ、粘土質岩石の花崗岩による同化作用を伴うものが知られ、St. Austell Moor, Carnmenellis, Bodmin, Dartmoor の花崗岩中にもよく見られる。グライゼン化作用は、Edmonds, E. A., et al., (1975) によれば、二つの岩相が見られる。第一の岩相のものは普通 Li を含む白雲母と電気石、石英が主に長石を交代するもので、第二の岩相は節理や鉱脈に関係するフッ素やその他のガスの多い溶液で、トパーズ、螢石、電気石を伴う石英、白雲母岩を作る。若干のグライゼン化作用には錫石を伴う。

6. Carnmenellis 花崗岩

Carnmenellis 花崗岩は東西約 15km の岩体で、Tregonning Hill 花崗岩の北東約 3.5km に位置する。この岩体は GBS, (1990), 「Falmouth」の 1 : 50,000 地質図で Lamprophyre, 細粒から中粒の花崗岩 (Gf)、中粒から粗粒の黒雲母—白雲母花崗岩 (Ge)、中粒から粗粒の花崗岩 (megacrysts > 15mm Gd)、粗粒花崗岩 (abundant megacryst > 15mm Gc)、粗粒花崗岩 (megacryst > 15mm Gb)、粗粒花崗岩 (abundant megacryst > 15mm Ga)、aplite の 8 岩相に区別されている。

この岩体の北部は、小規模な露出を示す Carn Brea 岩体と Carn Marth 岩体地域を含めて Cornwall 地域の銅、錫の一大産地帯になっていたところである (Edmonds, E. A., et al., 1975; Dines, H. G., et al., 1988)。

採取された花崗岩の試料は粗粒花崗岩 (Gb) に属し、正長石斑晶を伴い、石英、斜長石で構成される岩相のものである。しかし、組成鉱物は 13 種に及ぶ多様な鉱物と、それらには興味深い形成過程が見られ、紅柱石、黒雲母、斜長石、正長石、石英を主とし、副成分鉱物としてアパタイト、ジルコン、不透明鉱物と二次的な電気石、リチウム雲母、螢石、緑泥岩、セリサイトを伴っている。

これらは Table 1 に示した。このモード測定は薄片中で 1063 点の測定が行われたものである。計算された

化学成分は Table 1. に示されている鉱物成分の分子式

とモードをもとに計算された理論値(I Wt%)である。

Table 1. Mode Analysis and Theoretical Chemical Compositions of the Carnmenellis Granites near the Falmouth, Cornwall Region, S. W. England.

	MODE		I Wt%	II Wt%
P1 (Na ₂ Al ₂ Si ₆ O ₁₆)	24.5	SiO ₂	73.4	72.08
Kf (K ₂ Al ₂ Si ₆ O ₁₆)	27.3	TiO ₂	-	0.29
Qz (SiO ₂)	27.3	Al ₂ O ₃	13.6	14.25
Bi (K ₂ Fe ₆ Al ₂ Si ₆ H ₄ O ₂₄)	2.2	Fe ₂ O ₃	-	0.45
Ad (Al ₂ SiO ₅)	0.8	FeO	1.4	1.49
Zr (ZrSiO ₄)	0.1	MnO	-	0.06
Ap (Ca ₁₀ P ₂ F ₂ O ₈)	0.1	MgO	-	0.46
Op (Fe ₃ O ₄)	0.0	CaO	0.1	1.17
Tr (Na ₂ Fe ₆ B ₆ A ₁₂ Si ₁₂ H ₄ O ₆₀)	0.8	K ₂ O	6.4	5.09
Lp (K ₂ Li ₄ Al ₂ F ₄ Si ₈ H ₄ O ₂₄)	10.7	Na ₂ O	2.8	3.11
Fl (CaF ₂)	0.0	Li ₂ O	0.6	-
Ch (Fe ₄ Al ₄ Si ₂ H ₈ O ₁₈)	1.2	H ₂ O	0.7	0.98
Sr (K ₂ Al ₆ Si ₆ H ₄ O ₂₄)	5.0	P ₂ O ₅	-	0.25
total	100.0	B ₂ O ₃	0.1	-
		ZrO ₂	0.1	-
		F	0.8	-
		total	100.0	99.68

II.Cornwall 花崗岩25個の平均値
(Stemprok and Škvor, 1974)

紅柱石は、石英、斜長石結晶の中に客晶状の自形の結晶を作るものや電気石に交代されるもの (P 1,2,3)、またリチウム雲母に交代されているものなどが見られ (P1)、早期の晶出鉱物である。

黒雲母は板状で (P1,4,5,6,7)、アパタイト (P 1)、ジルコン、不透明鉱物を含有し、一部電気石、リチウム雲母に交代されている。

斜長石は曹長石質で、粉状や微細繊維状のセリサイトに交代されている (P1,2,3,4,8)。

正長石は斑状で、カルルスバッド式双晶、アノーソクレーズ式双晶、パーサイト組織を示し (P2)、全体に灰色粉状に汚染され、リチウム雲母、セリサイト、緑泥岩に交代されている (P4,6)。

石英は強い波状消光を示し、縫合状集合を示す (P 1,2,3,5,6,7,8)。

副成分鉱物にはジルコンやアパタイト、不透明鉱物が見られる (P1,2)。

リチウム雲母は紅柱石、正長石、斜長石や黒雲母を交代し (P1,3,4,6,7)、一般には無色だが X=pale brown を示すものがある。X軸にほぼ垂直な薄片で001と110の弱い劈開が見られ、光学的Z軸は010に平行で

ある。この光学的性質は、Winchell (1951)の Octophyllite に属する Lepidolite であることを示す。また、肉眼では pale pink を示すものが見られ、一般には、無色を示すが、二次的なリチウム雲母の外見を示す。

電気石は schorlite 質で少量含有し (P2,3,5)、交代状で、紅柱石や黒雲母を交代し、黒雲母や石英、正長石の粒間を埋める。

螢石は微量で、粒間充填状で、無色から紫色を示し、石英の粒間を埋め、(111)の劈開を示す (P5,7,8)。

このほか、緑泥岩、セリサイトによる変質作用が見られる。緑泥岩は、黒雲母、斜長石、紅柱石を交代する (P1,3,4,5,6,7,8)。セリサイトは微細繊維状に斜長石を交代している (P3,4,5)。これらの鉱物の量比は Table 1. に示した。

この様な各組成鉱物の産状は、大きく3つの形成過程を示す。その第一は紅柱石、黒雲母、曹長石、正長石、石英の同化作用を含めた花崗岩質岩漿の結晶作用、第二は電気石、螢石、リチウム雲母のグライゼン化作用で、第三は緑泥岩、セリサイトの形成を伴う熱水期の変質作用である。

この花崗岩質岩石の各岩相の形成過程は、イギリス

の南西部 Cornwall 地方の花崗岩と鉍化作用の関係に見られる一般的な性格で、西側、北東側の Tregonning Hill 花崗岩、St. Austell Moor 花崗岩でもごく普通に見られる。

また、花崗岩の鉍物組成にみられる長石類の性格は、曹長石とソーダ正長石で、ソーダに富んだ花崗岩の性格を示す。花崗岩、長石化作用、グライゼン化作用の関係は Taylor, R. G., (1979) や Pollard, P. J., et al., (1988) によって述べられているように多くの研究者によって検討され、花崗岩岩株の頂部に形成されると考えられてきた。

Cornwall の花崗岩に、このモデルをそのまま適用するのは、Tregonning Hill や St. Austell Moor の花崗岩類の岩相の構造区分からは難しい問題を含むが、グライゼン帯を伴う花崗岩体の上層部をしめる岩相と推定される。

試料採取地点の花崗岩は周囲の粘土質岩石を同化し、紅柱石やソーダを多く含む長石を主とする黒雲母、石英花崗岩を侵入し、引き続き電気石、リチウム雲母、螢石のグライゼン化作用が行われ、さらに、緑泥岩、セリサイトによる熱水作用が継続した経過が認められる。

これらの岩相の形成過程は、錫鉍床の形成過程と調和し、主要鉍産地域の先駆的な変質域の岩相を作っている。

ヨーロッパの花崗岩の成因については Read (1955) によって纏められ、autochthonous granite, parautochthonous granite, intrusive granite の3つの構造体花崗岩として区分され、ヨーロッパのバリスカン変動帯中の第一のものはフランス中央山塊地方の花崗岩、第二のものはフランスのアルモリカン地方の花崗岩、第三のものはイギリスの Cornwall 地方の花崗岩を変成・混成作用をとうして花崗岩の形成過程を変動構造帯の上で区分してきた。

また、Chappell, and White, (1974) はオーストラリア東部地方の花崗岩について、その形成過程で粘土質堆積岩の混成作用と錫鉍床が深く関係することを明らかにし I 型、S 型の花崗岩を区分し、ヨーロッパの花崗岩についても同様の研究が進められてきている (White, et al., 1977)。

さらに、Ishihara (1981) は花崗岩形成過程の中で Fe_2O_3/FeO 比と $\delta^{34}S$ と $\delta^{18}O$ 関係からマグネタイト型と

イルメナイト型の花崗岩を区分し、錫鉍床との関係をグローバルに論じている。

この報告では、資料不足でこれらの関係を論ずるわけにはいかないが、不透明鉍物の少ないという点では Ishihara (1981) のイルメナイト型に属することが予測され、また花崗岩中の紅柱石や堇青石などアルミナの過剰については Read, et al., (1955) や White, et al., (1974) などによって粘土質岩石の混成作用 (assimilation) として理解され、錫鉍床と粘土質岩石の混成作用の深い関係が予測される。これについては別の機会に議論する。

7. おわりに

この資料は、地質調査所在職中から行ってきた錫鉍床のまとめの中途段階の資料で、まとめに当たっては、地質調査所での経常研究や、文部省の総合研究北大前教授番場猛夫博士の「鉍化変質過程における鉍脈生成のメカニズム」などで多くの研究協力やお世話を戴いた。

また、成田伸哉の地熱調査については NEDO 在職中の関係部課のみなさん、元地質調査所長長谷紘和博士など多くの方々にお世話になった。

薄片の作成や報告のまとめについては、パリノサーヴェイ株式会社五十嵐俊雄博士、丸賢一氏、斉藤茂氏、地質調査所前鉍物資源部部長矢島淳吉博士やその他の方々に大変お世話いただいた、併せてこれらの方々には深くお礼申上げる。

引用文献

Badham, J. P. N., et al., 1976, Postemplacement Elvents in the Cornubian Batholith. *Econ. Geol., Scientific Communications*, vol. 71, p. 534-539.

BGS, 1990, 「Falmouth」 Sheet 352 1: 50000 series. Natural Environment Research Council.

BGS, 1984, 「Penzance」 Sheet 351 & 358 1: 50000 series. Natural Environment Research Council.

Chappell, B. W., & White, A. J. R., (1974), Two contrasting Granite Types. *Pacific Geol.* Vol. 8, p. 173-174.

Dines, H. G., et al., 1988. The Metalliferous Mining region of South-west England. vol. 1., *British Geol. Surv.*

Edmonds, E. A., et al., 1975, British Regional Geology, South-West England. 4th Ed., Natural Environment Research Council.

Ishihara, S.,(1981), The granitoid Series and mineralization. Econ. Geol., 75th Anniv. Vol. 1, p. 458-484.

Pollard, P. J., et al., 1988, Genetic Modelling of Greisen-Style Tin Systems. Geology of Tin Deposits in Asia and the Pacific, Ed. Hutchison, C. S., M. C. H. A. in the ESCAP Region. Vol. 3, p59-72.

Read, H. H., et al.,(1974), Granite Series in Mobile Belts. Geol. Soc. America, Ed, by Poldervaart, A.,

Special Paper, 62,. Crust of the Earth., p. 409-430.

Taylor, R. G., 1979., Geology of Tin deposits. Elsevier Scientific Company.

White, A. J. R., Beams, S. D., and Cramer, J. J., 1977, Granitoid Types and Mineralization With Special Reference to Tin. I. G. C. P., C. P. P. P., Plutonism in relation to Volcanism and Metamorphism. Ed. By Yamada, N., vol. 7, p. 89-100.

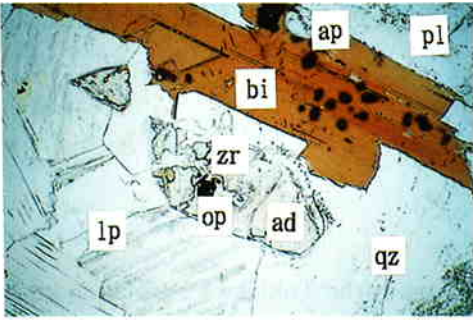
Winchell, A. N.,& Winchell, H. 1951. Elements of Optical Mineralogy. Vol. II, 4th Ed, Chapman & Hall, Ltd.

Plate:

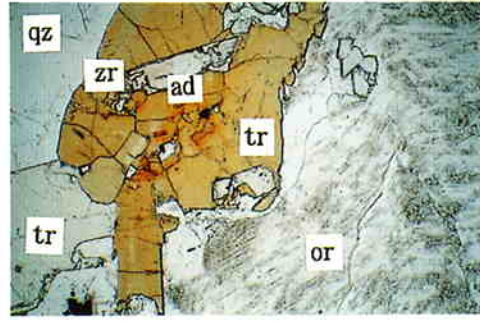
Carmenellis granite near Falmouth, Cornwall, South-West England.

1. 紅柱石 (ad)、黒雲母 (bi)、石英 (qz)、斜長石 (pl) で構成される花崗岩の主岩相の組成鉱物とこれらを交代するリシウム雲母 (lp) グライゼン相。紅柱石は周縁部からあるいは細脈状にリシウム雲母 (lp) に交代されている。ジルコン (zr)、アパタイト (ap)、不透明鉱物 (op) などの副成分鉱物や緑泥岩 (ch) を伴っている。x 23。(一) ニコル。
2. 紅柱石 (ad)、斜長石 (pl)、カリ長石 (or)、石英 (qz) 主岩相の組成鉱物とその粒間や紅柱石を交代する電気石 (tr) グライゼン相。カリ長石は斑状でパーサイト組織、アノーソクレーズ式やカルルスバッド式双晶を示す。紅柱石は電気石中に包有され、交代されている。副成分鉱物にジルコン (zr) を伴う。x 23。(一) ニコル。
3. 紅柱石 (ad)、斜長石 (pl)、石英 (qz) 主岩相の組成鉱物とそれらの粒間や紅柱石を交代するリシウム雲母 (lp)、電気石 (tr) グライゼン相。不透明鉱物 (op)、交代状の緑泥石 (ch)、セリサイト (sr) を伴っている。x 23。(一) にニコル。
4. 黒雲母 (bi)、斜長石 (pl)、カリ長石 (or) の主岩相の組成鉱物とそれらを交代するリシウム雲母 (lp) グライゼン相。リシウム雲母はカリ長石、黒雲母を不規則に交代している。交代状の緑泥石 (ch)、セリサイト (sr) を伴う。x 23。(一) ニコル。
5. カリ長石 (or)、石英 (qz)、黒雲母 (bi) 主岩相とその組成鉱物を交代する電気石グライゼン相。黒雲母を交代する電気石 (tr)、カリ長石を交代するセリサイト (sr)、電気石を交代する緑泥石 (ch)。x 23。(一) ニコル。
6. カリ長石 (or)、石英 (qz)、黒雲母 (bi) 主岩相の組成鉱物とそれらを交代するリシウム雲母 (lp) グライゼン相。カリ長石は斑状で、黒雲母やカリ長石はリシウム雲母に交代されるものや細脈状に切られるものがある。紅柱石を交代する緑泥石 (ch)。(一) ニコル。
7. 斜長石 (pl)、石英 (qz) 主岩相の組成鉱物とそれらを交代するリシウム雲母、蛍石 (fl) グライゼン相。緑泥石 (ch) を伴っている。x 23。(一) ニコル。
8. 斜長石 (pl)、石英 (qz)、黒雲母 (bi) 主岩相の組成鉱物とそれらを交代するリシウム雲母 (lp)、蛍石 (fl) グライゼン相。緑泥石 (ch)。x 23。(一) ニコル。

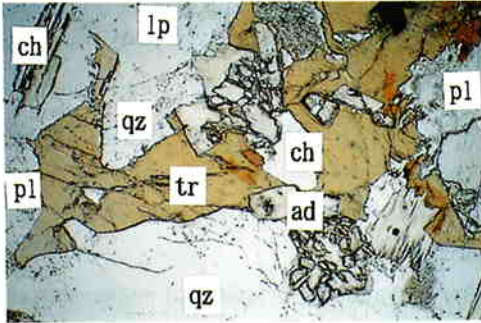
1



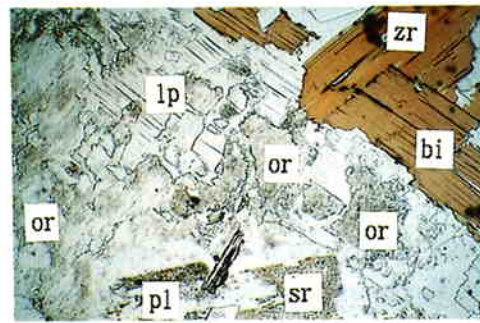
2



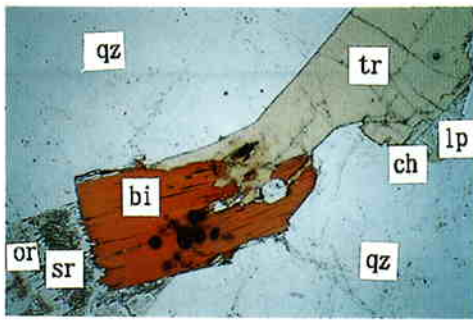
3



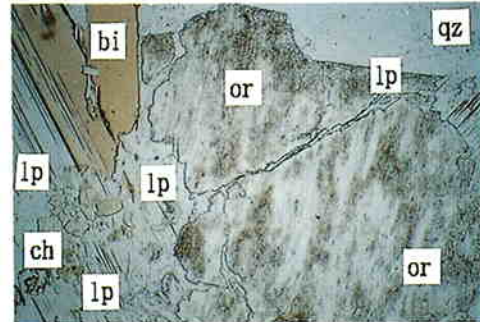
4



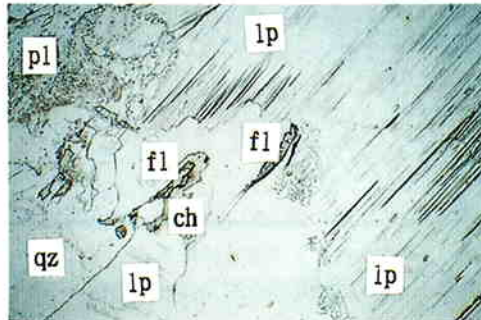
5



6



7



8

