

## 第6回 TL 及び ESR 年代測定に関する 国際専門家会議に参加して

下川浩一<sup>1)</sup>・今井 登<sup>2)</sup>

### 1. はじめに

第6回 TL 及び ESR 年代測定に関する国際専門家会議 (6th International Specialist Seminar on Thermoluminescence and Electron Spin Resonance Dating) が1990年7月2日から6日にかけてフランスのクレルモン＝フェランで開催された。この国際会議には、ヨーロッパ13か国から89名、米国・カナダから16名、日本から11名等、全部で26か国から約140名が参加した。5日間にわたって個人講演が行われ、2日目と4日目にはポスターセッションが開かれた。また、2日目の講演終了後、観光名所となっている近くの火山ドーム、Puy-de-Domeへの小旅行、さらに4日目の午後にはPuy-de-Domeからさらに南へ連なるChaine-des-Puysの単成火山群の巡検とSt. Saturnin Castleでの晩餐会が催された。

TL 及び ESR に関する国際専門家会議は、オックスフォード大学のAitken教授の研究グループが中心となって、ヨーロッパで3年に1度開催されているもので、今回はケンブリッジ大学のKing's Collegeで行われた。今回は地元Blaise-Pascal大学のFain氏らの協力により、クレルモン＝フェランの会議場を借りて行われることとなった。

会場となったクレルモン＝フェランは、パリ南方420kmに位置する人口約15万人の町で、中部フランス、オーベルニュ地方の中心都市である。町には古代ローマ時代の要塞や中世の教会が残り、芸術文化都市の側面を見せる一方、現在ではミシュランに代表されるタイヤ工業に支えられる産業都市としても有名である。会議初日には、市中心部にある公会堂において、市長主催の歓迎会が催された(写真1)。

講演内容は TL 及び ESR それぞれについてのモデルや測定技術・手法と、実際の年代測定結果に関する研究、さらに光年代測定(Optical Dating)についての原理と測定結果に関するもの大きく6つのセッションに分類される。TL と ESR については、その生成メカニズ

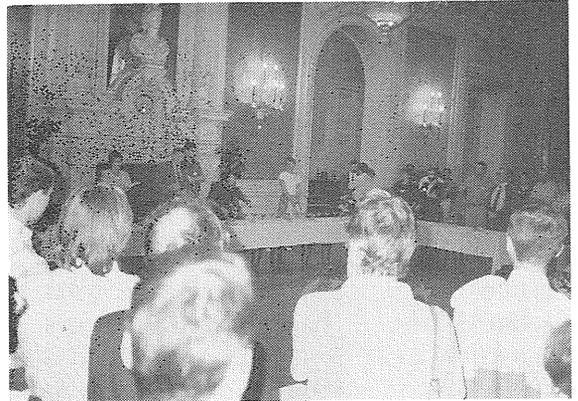


写真1 クレルモン＝フェラン市公会堂でのレセプション。



写真2 ポスターセッション会場での討論風景。

ムや格子欠陥の安定性についての実験、測定上の問題点や装置の改良、ESR 顕微鏡を使った応用例、堆積物中の石英や長石を使った堆積年代の測定など広い範囲にわたる内容であったが、やはり今回のトピックスは、前の会議において華々しいデビューを遂げた光年代測定についての講演であった(写真2)。

1) 地質調査所 環境地質部  
2) 地質調査所 地殻化学部

## 2. TL 及び ESR とは

TLはThermoluminescenceの略語で、熱蛍光と訳され、結晶に熱を加えていったときに500°C以下で特徴的に発光する現象のことを指す。これは結晶中の格子欠陥に捕獲されている不対電子とホールが加熱によって再結合し、より安定なエネルギー準位に移行するときに生ずる。したがってその発光量を計測することによって、結晶中の不対電子（ホール）の濃度がわかる。TLと同様の現象で、熱のかわりにレーザー光照射によって励起させ生じる蛍光はOSL (Optically Stimulated Luminescence) と呼ばれる。

ESRはElectron Spin Resonanceの略語で電子スピン共鳴と訳され、磁場の中に置いた結晶にマイクロ波を加えたときに特定の磁場強度と周波数で起きる電波の共鳴吸収現象のことを指す。TLと同様、その強度は結晶中の不対電子の濃度に比例する。しかしながら電波の共鳴吸収現象は電子とホールの再結合と異なり、繰り返し測定が可能である。

不対電子（ホール）の濃度を測定することによってどうして年代がわかるのかというと、自然界に普遍的に存在するウランやトリウム、カリウムなどから発生する放射線や宇宙線によって結晶中に不対電子（ホール）が生成され、その濃度が時間とともに増加するという現象に基づいている。つまり、現在までに蓄積された不対電子（ホール）の濃度を放射線量に換算しそれを年間当たりの被曝線量で除することによって年代値が求められる。

不対電子（ホール）は、熱や摩擦、光によって再結合しゼロにリセットされる。このことを利用して、地熱地帯の変質年代や断層の活動時期、さらに黄土や砂丘砂の堆積年代を推定する試みがなされている。

## 3. TL 及び ESR 年代測定

TLの生成機構を説明するモデルについて、Sussex大学のMcKee氏や、Blaise Pascal大学のFain氏、さらにBrookhaven国立研究所のLevy氏らによる研究が発表された。TLに関しては、放射線照射後放置すると異常にTL強度が減少したり、TL測定を繰り返していくと感度が上昇するなどの現象が知られているが、これらすべての現象を統一的に説明するモデルは未だ確立されていないのが現状である。また、Sussex大学のRendel氏では堆積物中の長石と石英のTL年代測定を行った結果、光によるリセットの程度や放射線感度の高さ、照射線量とTL強度の直線性などから、長石を使うべきだと主張していたが、期待値より30~40%も若くなることや年

代値のばらつきなど未解決の問題がまだ多いと感じられた。イタリアの宇宙地球物理学研究所のCastagnoli氏の研究は、イオニア海の下底コアのTL測定値は100~200年周期で変化しており、これは太陽活動の影響を記録しているのではないかとのものであった。TLを使って過去の放射線環境を推定するという応用例の一つで、大へん興味深かった。

ESR年代測定では、ケンブリッジ大学のGrün氏がレビュー講演を行い、各研究所毎に行われている手法を比較・検討することによって、測定手法の確立を図る必要があるということ強調していた。溶岩流によって焼かれた堆積物中の石英のESR年代測定を行ったフランス考古学研究所のFalgueres氏の発表によれば、Al中心よりTi中心のほうが若い年代値を示しており、我々のこれまでの測定結果から得られた経験的事実とは逆であった。彼らが2万年程度の非常に若い試料を扱っているためかも知れない。また、大阪大学の古沢氏は、ESR顕微鏡を使って単結晶ジルコンを測定し、ESR強度の分布から結晶中の不純物の分布を明らかにする試みについて発表を行った。ほ乳動物の歯のエナメル質を使ったESR年代測定を行っているMcMaster大学のSchwarz氏らのグループは、いくつかのウラン吸着モデルによる年代値の比較・検討や、試料の微量元素分析による年代測定適合試料の判定を行っていた。

## 4. 光年代測定

光年代測定は、Simon Fraser大学のHuntley氏らによって、1985年にはじめて堆積物を使って試みられた比較的新しい手法である。熱のかわりにレーザー光によって励起するほかは、原理的にはTLとほぼ同じであるが、太陽光への短時間の曝露によって簡単にリセットされることから、堆積年代の測定に適した手法として注目を集めている。オックスフォード大学のAitken氏らのグループは、石英を使ったOSLとTLの詳細な比較実験を行った。その結果、OSLはTLの325°Cのピークに対応するトラップがレーザー光により励起されて発生したもので、同時にそのうちの一部が110°Cのトラップに移動し、これが励起後に再び325°Cのトラップに戻ることに伴い、OSLの回復(recuperation)という現象を引き起こすことが明らかにされた。また、recuperationの影響を取り除くため、220°Cで1分間程度の前処理が必要であることも報告された。また、数百年程度の非常に若い試料の測定に、赤外領域の光を使って励起する試みも発表された。光年代測定については、この5年程の間に手法的にも確立されつつあるが、<sup>14</sup>C年代と比較し

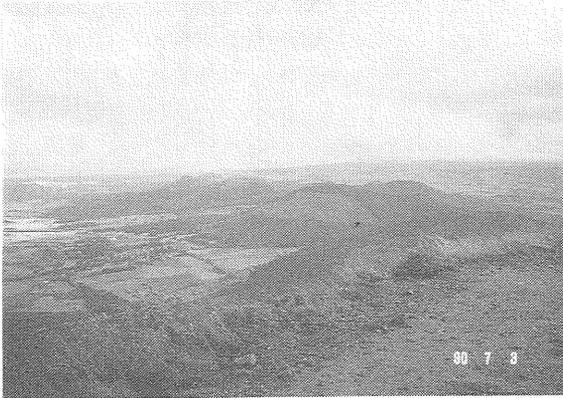


写真3 Puy-de-Dome 山頂からの Chaîne-de-Puys 単成火山群の遠望。

てやや若くなる傾向があり、異常減衰や年間線量見積り等解決すべき問題がまだ山積しているという印象を受けた。

### 5. 巡 検 等

2日目の講演終了後、町の西方約10kmにある Puy-de-Dome に向かった。この山は約8100年前に噴出した粗面岩のドームで、この付近の最高峰1460mを持つ。山頂には電波塔が立ち、休日ともなるとハングライダーのメッカとなる。この日は時々霧がかかるあいにくの天候であった(写真3)。

4日目の午後は、Puy-de-Dome を中心に南北約30km にわたって連なる Chaîne-de-Puys と呼ばれる大小50余りの単成火山群をたどりながら南へ向かう巡検に参加した。最初のバスストップは、Puy-de-Lemptegy という直径約300mほどのアルカリ玄武岩からなるスコリア丘で、火口跡を中心とした採石場となっており、火山の断面が観察できる。玄武岩を覆って白く見える堆積物の層は、最後に噴出した粗面岩質の火砕流堆積物だとの説明があった。我々は、千m近い標高のためか肌寒い小雨の降るなかを傘をさしながら説明に聞き入っていた(写真4)。この付近の玄武岩溶岩は、斜長石のTL年代測定により年代値が求められており、またこの試料から、はじめてTLの異常減衰という現象が発見されたというエピソードも紹介された。巡検の最後は、クレルモン・フェランの南方約15kmの St. Saturnin という町の古城での晩餐会で締めくくられた。城の前では中世の衣装をまとった地元の人達が、珍しい楽器を演奏しながら出迎えてくれた。城の中ではフランス料理とワインを堪能しながら地元の人達のフォークダンスに興じ、時のたつのを

忘れるほどであった。

### 6. おわりに

次回は3年後にウィーンで開催されることが確認されて、本国際会議の日程は終了した。

今回の発表では、光年代測定の研究がかなりの進展を見せており、手法的に確立されつつあることが実感された、と同時に、TL や ESR 年代測定におけるのと同様な問題点も依然として未解決のままである。これからは種々の年代測定法との比較・検討のみならず、同一層準の様々な堆積環境の試料を使った測定によって、堆積・埋没後の影響がどれくらい正確に把握できるかということを検討してみるの必要性を痛切に感じた。

今回発表された研究内容については、そのポストブリ



写真4 Puy-de-Lemptegy 採石場で説明に聞き入る巡検参加者。

ントが、原理や測定技術・手法に関するものは Nuclear Tracks に、年代測定等の応用研究に関するものは Quaternary Science Reviews に特集号として掲載される予定である。

最後に、著者の一人下川は、財団法人日本産業技術振興協会の依頼により今回の国際会議に参加したことを記し、関係者の方々のご協力に感謝の意を表します。

SHIMOKAWA Koichi and IMAI Noboru (1991): A report on the 6th International Specialist Seminar on TL and ESR dating in Clermont-Ferrand, France.

<受付1991年4月1日>