

## 特集：岩石のレオロジー

嶋本利彦(東京大学地震研究所, 勉強会世話人)

1991年12月の構造地質研究会・冬の勉強会(於：東京大学地震研究所)では、岩石のレオロジーを中心テーマとしてとりあげた。本特集には、勉強会と研究発表会での講演に基づいて執筆していただいた論文と短報の中で岩石のレオロジーに関連の深いもの、および別に依頼した最近の研究の紹介(短報)がおさめられている。論文よりも短報の方が多くなってしまったが、内容的には岩石のレオロジーに関する広範な問題がとりあげられており、それぞれの研究テーマにおける最近の状況を知ることができよう。原稿は、嶋本がかなり注意深く査読をし、必要に応じて改訂をお願いした。以下、シンポジウムと本特集号についての若干の印象を述べておく。

勉強会では、嶋本がリソスフェアの強度断面に焦点をあてて、岩石レオロジーの研究の発展を概観し、現在直面している主要な未解決問題について言及した。リソスフェアのレオロジーは、プレート間の力学的相互作用の大きさの見積もり、大地震の発生機構の解明などにおいて非常に重要であるにも関わらず、これまでに体系的な研究がなされてきていない。嶋本の短報では、リソスフェアのレオロジーに関する研究の現状とこれからの研究課題がまとめられている。中でも、脆性から完全塑性に至る中間領域のレオロジー、微粒断層岩のレオロジー、水を媒介とした物質移動による変形(圧力溶解による変形)、変形に対する化学反応の影響などが、今後の主要な研究課題である。

圧力溶解のような変形に対する水の影響は、国際的にも現在もっとも活発に研究されているテーマの一つである。今回の勉強会でも、2名の関連分野の研究者(中嶋悟・小田匡寛両氏)を招いてこの問題を重点的にとりあげた。圧力溶解による変形については、本特集の清水の総説に非常に体系的にまとめられている。圧力溶解による変形で現在もっとも不確かなのは、水に溶けた溶質の粒界に沿う動き易さである。中嶋氏は、室温・大気圧下でこの grain-boundary diffusivity を測定する実験を考案し、重要な実験結果を報告された。とくに興味深いのは、クラックをほとんど含まないホルンフェルスの diffusivity が、クラックを多数含む花崗岩などの岩石で実測された値よりも遥かに小さいことである。これまでの圧力溶解の理論のほとんどは、粒/粒境界モデルに基づいているが、中嶋氏の結果は溶質の拡散経路としてのクラックの重要性を強く示唆している。これについては、圧力下でクラックが閉じた時に diffusivity がどうなるかが、今後の面白い研究課題である。中嶋氏はまた、鉱物中の水の分布を正確に測定する赤外顕微鏡を開発し、変形した変成岩中の水の含有量の分布を求めた例を報告された。この顕微鏡は、近い将来、様々な条件下で変形した岩石について多くの重要な結果をもたらしてくれるであろう。中嶋氏の2つの短報には、これらの研究成果が簡潔にまとめられている。小田氏には、岩盤中の破断面の発達様式を記述するクラックテンソルとそれに基づく透水係数の異

方性の推定について、講演していただいた。同氏は、広島大学で大学院修士過程まで構造地質学の研究をした方で、現在では岩盤力学の分野で世界的な研究を続けておられる。残念ながら、本特集には同氏の論説を載せることができなかった。

大藤氏には、岩石模擬物質を用いた透視変形実験について、現状をわかりやすくまとめていただいた。Means (1977)によって始められた透視実験は、現在では変形機構と変形組織の研究における重要分野の一つになっている。模擬物質を用いざるを得ないという制約があるが、顕微鏡下で変形組織の変化を直接観察できる利点は大きい。透視変形実験の大きな欠点は、試料とガラス面間の摩擦の影響で、正確な力学データがとれないことであった。しかし、大藤氏らは、試料とガラスの接触面をオイルで浸すことによって、摩擦を補正可能な程度にまで減らすことに成功しつつある。変形組織に加えて力学的性質が測定できるようになれば、画期的である。この種の装置は大学の工作室で十分に自作できるので、構造地質学の教育のためも含めて、わが国でも実験装置の普及が望まれる。今後、圧力溶解の過程が見れる工夫、本物の鉱物を用いた実験のできる工夫なども期待される。

金川氏には、マイロナイトの変形組織と変形機構に関する大作ともいえる総説を書いていただいた。頁数が気にならぬでもなかったが、代表的な文献をほとんど網羅した貴重なデータベースだと思って、あえて割愛をお願いしなかった。マイロナイトは、断層深部(地殻中・下部および最上部マントル)でおこっている変形のプロセスについての情報をもたらしてくれる。リソスフェアの大変形は大半が大断層沿いでおこっているため、マイロナイトを形成する条件下の岩石のレオロジーは、リソスフェアの

レオロジーを確立する上で非常に重要である。本特集の嶋本の短報(および参考文献)と金川の総説を注意深く比べていただくとわかるのだが、マイロナイトに関する膨大な記載と解析が報告されているものの、いくつかの決定的な点において研究者の意見は違うし、異なる考えをつきあわせた議論も煮詰まっていない。例えば、マイロナイト帯における変形の局所化の機構は結局はよくわかっていないし、脆性-塑性の中間領域の変形の特徴を認識している研究者は少ない。混沌とした状況をどう打ち破るか一研究としては、面白い段階である。

最近、Jian Nong Wangによって、金属・セラミックス・岩石・鉱物などの様々な物質において、以前考えられていたよりも広い条件下で、Harper-Dorn クリープと思われる線形塑性流動が見いだされた。もしこのクリープがアセノスフェアで実際におこっているならば、ある温度下における流動応力は通常の累乗流動則の予測値よりも1桁以上小さくなり、アセノスフェアに関するこれまでの知見は、hydrolytic weakening, grain-size sensitive flow(拡散クリープ)以来の変更を迫られることになる。そればかりでなく、よく知られた流動応力と転位密度などの関係も再検討の必要がある。今後この問題に関しては、低応力下における高精度な実験データに基づいて、透過電子顕微鏡観察も含む詳細な変形機構の解析が必要である。近い将来大きな論争をまきおこす可能性が高いので、本特集にもHarper-Dorn クリープについての最近の研究の要約と文献のリストをのせた。なお、Wang氏は、オーストラリア・Monash大学においてB. E. Hobbsの指導のもとで1993年に学位を取得し、平成5年度は学振・外国人特別研究員として、地震研究所で研究を続けられた。