

# 論文審査の結果の要旨

氏名 並木（隅田）敦子

マントル最下部のD“層は、地震波速度の水平方向の不均質が大きいことが知られているが、この構造は両側のマントルとコアの活動を反映していると考えられている。従って、地球内部の全体活動を知る上で、D”層の研究は重要である。これまでに物質科学、地震学、及び数値シミュレーション等の側面から多くの研究が行われているが、D”層の成因や役割については、まだ不明な点が多い。本研究は室内実験によって、D“層がマントル対流に与える影響、コアからマントルへの熱輸送に与える影響等を調べたものである。

本論文は7章から構成される。第1章は導入部であり、D“層に関するこれまでの地震学的な観測成果、これまでに提唱されているD”層の成因等を述べ、本研究の目的をまとめている。本論文は3部で構成されているが、第1部ではD“層の地形的な効果を実験的に調べ、第2部ではD“層とその上のマントルの間の2層対流の効果を調べている。また第3部ではこれらの実験結果の地球物理的な解釈を述べている。

第2章と第3章は、D“層の凸凹の効果を調べたものである。D”層の厚さは場所によって大きく異なっており、D“層がマントルと組成的に異なるとすれば、このD”層の厚さは、マントルの対流に影響を与えることが考えられる。本研究では、このD“層の厚さの変化を、対流層の下部の凸凹としておき、その凸凹の大きさ及び波長が上の対流層に与える影響を調べている。この効果はこの凸凹の高さが対流の境界層の厚さより大きい場合に影響があるという結果を得ている。この熱境界層の効果は、対流層が熱源を持つ場合にも下部の境界層が存在すれば、上部の対流に影響を与えることが示された。第3章では、D“層の厚さの変化が、D”層内の対流運動に与える影響を実験的に調べている。実験としては上端の傾いた水槽内での対流実験を行った。この水槽では局所的なレイリー数は水平方向に異なるが、このローカルレイリー数で対流が起きる領域が規定されることを見いだした。ローカルレイリー数が $10^3$ から $3 \times 10^8$ という広い範囲で、実験を行い、対流のパターン、温度のふらつき、水平及び鉛直方向の熱輸送を調べている。このように水平方向に

温度が一様でない系では、系全体にわたる大規模な対流運動とローカルな対流運動が共存する。本研究では大規模流に伴う水平方向の熱輸送が卓越する条件を見いだしたことが重要な成果である。

第4章と第5章では2層対流の実験的研究を行っている。D“層とその上のマントルが組成的に異なりD”層の密度が大きい場合は、マントル全体は2層対流として振る舞う。この際、D“層は高温のため、粘性は上側のマントルよりは小さくなっていると考えられる。第4章では、このような密度が小さく粘性の大きな上部層と、密度が大きく粘性の小さな下部層2層からなる対流について、D”層内の温度分布がどのように決まるかを実験的に調べている。この結果、粘性率が低い下部対流層では、層内の温度変化が、上部の層よりも小さくなることが示された。第6章では、粘性の異なる2層の間で液体の混合がある場合に、どのように混合するかを実験的に示した。下層が上層よりも粘性率が高い場合には、下層は上層を直接取り込み2層の境界は上方に移動する。しかし、上層が下層よりも粘性率が高い場合、2層の境界は移動しない。この非対象性は、組成の拡散が粘性と温度に依存することから2層の間に中間層が出来、上層が下層を直接取りこめないことによるとされている。

第6章と第7章はこれまでの実験結果に基づいて地球のD“層についての考察を行っている。この考察の一つはホットスポットとの関係である。ホットスポットは、マントルの運動に対して不動と考えられており、この原因となる場所がどこかは重要な問題である。マントル対流の上昇部がD”層上端の凸凹に規定されることから、その不動性を説明することが可能である。また、D“層内の凸凹によるD”層内の対流運動による熱輸送には、D“層の厚さの変化が影響を与え、上のマントルの対流運動を規定することが、実験に基づいて示唆されている。第7章では、これまでの実験と考察に基づいたD“層のイメージが簡潔にまとめられている。

以上述べてきたように、本論文は、D“層の成因やそのコアとマントルの活動に与える影響について、これまでに例の少ない室内実験によってアプローチしたものであり、実験と考察に基づいて、実現可能なD”層のモデルが提唱されている。これらは、今後のD“層及びマントルとコアのダイナミクスの研究の上で多くの示唆を与えるものである。従って、審査委員全員は、本論文が博士（理学）の学位論文として十分な価値があるものと判定した。