

【研究領域名】 「地殻流体：その実態と沈み込み変動への役割」

【研究期間】 平成21年度～平成25年度

【領域代表者】 ^{たかはし}高橋 ^{えいいち}栄一（東京工業大学・大学院理工学研究科・教授）

【領域代表者からの報告】

（1）研究領域の目的及び意義

複数のプレートがせめぎ合う場所に位置する日本列島は、沈み込み変動を研究する上で、地球上でもっとも恵まれたフィールドといえる。沈み込むプレート由来のH₂Oがマグマ発生に重要な役割を担っていることはよく知られていたが、プレート境界型地震や内陸地震の発生メカニズムへの流体相の関与を示す証拠も急速に蓄積されつつある。本研究領域の目的は、沈み込み帯の各場所に存在する流体相の実態とそれが沈み込み変動に果たす役割を、水溶液の分子構造から日本列島の水循環までのマルチスケールで解明することにある。そのため、地震波観測、電磁気観測、高圧物性、高圧実験、地球化学分析、分子シミュレーション、流体ダイナミクスの学際研究チームで領域を組織した。本領域は、地殻流体の起源・実態・役割を解明するために、観測・実験・数値計算・化学分析等を有機的に結び付けることにより、沈み込み帯における流体分布図Geofluid Mapを作成し、流体の移動過程とその役割を明らかにするGeofluid Dynamics の創生を目指している。2011年3月11日に起きた東北地方太平洋沖地震の解析によって、巨大地震発生にH₂Oなどの流体が極めて重要な役割を果たす可能性が示唆されている。巨大地震により活性化された日本列島の地殻変動は予断を許さない状況にあり、地震発生・火山活動における地殻流体の役割解明を目指す本研究領域の推進は極めて重大な急務である。

（2）研究成果の概要

総括班は領域全体の方針策定と共に、全体研究会、融合研究セミナー等を開催し、異分野間コミュニケーションによる新たな学術創出を図っている。総括班はまた、ホームページ、ニュースレター、アウトリーチ活動により、研究内容や目標等を広く社会へ発信し、サマースクールを開催するなど若手育成に勤めている。中間評価までに335編の論文を公表するなど、本領域の研究成果は着実に上がっている。研究項目A01では鳴子火山周辺で地震および電磁気同時観測を行い、3kmの解像度で地震波速度および比抵抗の3次元構造を求めることに成功した。研究項目A02は地殻流体を含む岩石の標準モデルPROM構築を目指し、流体を含む岩石の粘性構成則の確立、粒間流体の化学輸送過程を解明した。さらに流体の起源解明を目指し、流体-メルト間の微量元素分配係数のその場決定、変成岩中の流体組成と発生深度との関係を発見するなど多くの成果をあげた。研究項目A03では流体の移動過程解明を目指し、温泉水・火山岩・鉱床の組成・同位体比の分析を行い、スラブ由来流体成分の検出、流体量と組成の系統的变化を明らかにするなど、多くの成果をあげた。総括班は研究項目を横断する融合研究チームを組織し、A01の観測結果をA02の作成するPROMを用いて翻訳し、地下深部の流体分布を示すGeofluid Mapを描くアルゴリズムを完成した。融合研究の結果、濃厚塩水あるいはマグマとしての地殻流体が、日本列島の地下広範囲に分布する可能性が示された。

【審査部会における評価結果及び所見】

A（研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの進展が認められる）

（1）総合所見

地殻流体の実態解明と沈み込み変動に果たす役割の全容解明を目指すという本研究領域の目標に対して、総括班主導のもと、3つの融合研究が推進され、その成果としてGeofluid Mapが作成されつつあることは、今後に大きな期待が持てる。地震波によるトモグラフィ手法と電磁気的手法を同じ地域に用い、連携して地殻の流体的振舞を調べているなど、共同研究が広がっていると認められる。また、深部の地殻流体は有馬型塩水であることや、塩水

が鉱物界面の結合力を低下させることが明らかになったのは興味深い成果である。観測、実験、ダイナミクスの研究者間で頻繁にセミナーやワークショップが開催され、融合研究の進展を図ろうとしている姿勢は評価できる。一方、Geofluid Map 作成を継続し、さらにGeofluid Dynamics の創成を目指しているが、具体的にどのような取組みを計画しているのか、より一層明らかにしてもらいたい。東北地方太平洋沖地震は、本研究に予想もしなかった発見の機会を与えることとなった。時宜を得た重要な課題であり、今後の発展を期待したい。地震のトリガーとして地殻の流体的振舞が深く関わっているとすれば、大地震の発生を受けて、新たな戦略構想があるべきではないかという意見があったことを申し添えておく。

(2) 評価に当たっての着目点ごとの所見

(a) 研究の進展状況

「異なる学問分野の研究者が連携して行う共同研究等の推進により、当該研究領域の発展を目指すもの」とした当該領域において、総括班主導のもと、3つの融合研究が推進され、その成果としてGeofluid Map が作成されつつあることは大きな進展であると認められる。さらに地殻流体の役割を解明しGeofluid Dynamics の創成を目指している。地震波によるトモグラフィ手法と電磁気的手法を、同じ地域に使い、連携して地殻の流体的振舞を調べるなど、共同研究が広がっていると認められる。観測、実験、ダイナミクスの研究者間で頻繁にセミナーやワークショップが開催され、融合研究の進展を図ろうとしている姿勢は評価できる。

「当該領域の研究の進展が他の研究領域の研究の発展に大きな波及効果をもたらすもの」として、本研究領域の中では、Geofluid Map の作成が主要な成果であろう。地殻流体が地震発生や火山噴火にもたらす影響を解明する上で、その成果が他領域に対してどのような波及効果をもたらすのか、位置づけを明確にして欲しい。一方、鳴子地区での電気抵抗度測定を受け、A02 班実験室ではこれを再現する研究が立ち上げられるなど、班を越えた刺激により、新たな研究の芽が育ちつつあると認められる。

(b) 研究成果

「異なる学問分野の研究者が連携して行う共同研究等の推進により、当該研究領域の発展を目指すもの」とする当該領域において、融合研究の成果として作成されつつあるGeofluid Map は、従来にない画期的な成果であると認められる。ただし、この結果の「検証」はどのように行われるのか、具体的な道筋を考えておく必要がある。地殻流体を主題とした国際会議が震災の影響で書面開催となったのは致し方ないが、第二回の開催を期待する。また、深部の地殻流体は有馬型塩水であることや、塩水が鉱物界面の結合力を低下させることが明らかになったのは興味深い成果である。

また、「当該領域の研究の進展が他の研究領域の研究の発展に大きな波及効果をもたらすもの」として、将来の地震予知・噴火予知に役立つと期待されるとあるが、具体的にどのような成果がどのように予知に役立つのか、どのくらい将来のことなのかを明確にしていきたい。

(c) 研究組織

特に問題点を指摘する意見はなかった。

(d) 研究費の使用

特に問題点を指摘する意見はなかった。

(e) 今後の研究領域の推進方策

総括班主導のもとに融合的な研究が推進されていると認められる。Geofluid Map の作成に続いて、Geofluid Dynamics の創成が掲げられているが、具体的にどのような取組みを計画しているのか、それによりどのような異分野連携が進み、他領域の研究に波及していくのか、より一層明確にしていきたい。マイクロからマクロまで幅広い領域の連係が本研究の特徴であるが、階層をつなぐ部分について、どの程度定量的に扱えるのか、明確にしたいだけと良い。計画研究班を越えた研究会はやや限定的であるように思われる。また、外部への情報発信の努力は、まだ小規模に限られており、拡大が望まれる。

東北地方太平洋沖地震は、こうした地震学に、これまでにない明確な対象イベントを与えてくれた。今回のヒアリングでは新しい発見がいくつか報告されているので、大地震のデータを有効に活用するなど、領域としての系統的な計画を立案し、提案時の期待以上の成果をあげてもらいたい。