

学 位 論 文 題 名

Thermal evolution of the Kamuikotan zone

(神居古潭帯の熱史)

学位論文内容の要旨

北海道中軸部には高压変成岩類を含む神居古潭帯が分布している。90年代以前は神居古潭帯変成岩類の圧力型は典型的な高压型で、形成年代は100Ma以前であると考えられてきた。しかし、最近の研究により、100Maより若い放射年代が続々と報告され、変成条件も下は約2kbまで下がる可能性が出てきた(岩崎ほか, 1991; 太田ほか, 1991; 山崎, 1992; など)。この様な幅広い神居古潭帯の変成条件・放射年代の広がりをも説明するために様々な説が唱えられてきている。そこで、今回は神居古潭帯中央部地域に分布する岩石から神居古潭帯変成岩類を形成していた沈み込み帯の、沈み込み剪断帯沿いのpaleogeothermを求め、このpaleogeothermについて熱移動に関する計算を行ない、その結果をプレートテクトニクスと関連づけて議論を行う。

ある地域から放射年代値と変成温度圧力条件を多数求め、等しい放射年代値を示す岩石の温度圧力条件をP-T図上で結ぶとその時期の地温勾配を表していると考えることが出来る。今回はそれぞれの地域で変成鉱物分帯のzoneごとに変成温度圧力条件をP-T図上にプロットし、ほぼ等しい年代値を示すzoneを結び、それをその期間のpaleogeothermと考えた。推定されたpaleogeothermは120-100Maが最も低く、それより古いものは若くなるに従って120-100Maのpaleogeothermに向かい温度が減少する傾向、100Maより若いものは若くなるに従って温度が増加する傾向を持つ。

先に描いたpaleogeothermを「説明したい現象」として、沈み込み帯のモデルを立て、沈み込み剪断帯に沿った温度勾配を計算した。均質かつ等方的な媒質内の熱伝導を考え、熱伝導方程式をADI法 (Peaceman and Rachford, 1954) を用いて差分方程式に表した。内部発熱は剪断熱と放射改変による大陸(島弧)地殻内の発熱を考えた。それぞれの数値はFurukawa and Ueda (1989) の値を使用した。鉛直方向は固定し水平方向のメッシュの幅を変化させることによって沈み込み角度を表現し、スラブの動きはQuasi-dynamic scheme (Miner & Toksoz, 1970) を使い表現した。沈み込むスラブの年齢は下からの熱流量を変化させて表現した。また、沈み込み剪断帯に沿った流体の流れによる熱の運搬・付加プリズム内の運動による熱の運搬・ウェッジマントルの対流による熱的影響は無視できると考えた。

まず、このモデルにおいて様々なパラメータを変化させ、その地温勾配に与える影響を見た。大陸(島弧)地殻内の放射改変による発熱・沈み込み速度・沈み込み角度・斜め沈み込みの角度・沈み込むスラブの年齢のうち、沈み込み剪断帯の温度勾配に最も影響を及ぼすのは、若いスラブの沈み込みと斜め沈み込みの度合いである。特に、若いスラブが沈み込むと密度が低いいため沈み込み角度も浅くなることが予想され、更に温度が上昇することが予想される。沈み

込み速度は温度勾配の変化の速さに影響する。沈み込み速度が速いと速やかに定常状態に達する。

このことをふまえ、モデル計算を神居古潭帯のpaleogeothermに適応した。Hori and Sakakibara(1994)により、静内川流域において沈み込んだ海洋地殻の復元がなされており、ここでは135Maに沈み込んだスラブの年代として100m.y.oldを仮定した。また、プレート相対運動のデータはEngelbreton et al. (1985)のデータを使用した。

地温勾配低下のステージ (135-120Ma) では角閃岩を形成するような高い地温勾配の状態からの冷却速度を考えた。結果として沈み込み角度18度の時は約5cm/yr、沈み込み角度6度の時は約10cm/yr程度で沈み込ませてやる必要があった。この時期のイザナギプレートとユーラシアプレートの相対速度は29.4-20.4cm/yrであり (Engelbreton et al., 1985) 計算された沈み込み速度に比べかなり速い。この事はこの時期の沈み込みが60-80度程度の斜め沈み込みであった事を示す。地温勾配上昇のステージ (100-55Ma) のpaleogeothermの変化は、沈み込んでいるスラブの年齢の変化によると考えられる。300-350°C・約5kbの近辺の温度圧力条件では55-75Maの放射年代値が得られており、100Maから55Maにかけてほぼ均等な速度で地温勾配が上昇するとpaleogeothermに良く合う。しかし、時間の経過に対してスラブの年齢がコンスタントに若くなるように沈み込ませると、20m.y.oldのスラブが沈み込むあたりから温度上昇の速度が上がり、300-350°C・約5kbの近辺を十分時間をかけて通過しない。結果としてpaleogeothermの変化に合うようにするには、135Maに100m.y.oldのスラブが、ある時期に急速に若くなり、その後ゆっくりと若くなる状態を造ってやる必要がある。また、地温勾配上昇のステージ中約100-85Ma近辺で地温勾配が下がる傾向が見られる。Engelbreton et al. (1985)のデータによればこの時期、プレートの相対運動が大きく変化する。つまり斜め沈み込みの角度が変化したことによると考えられるが、この時期は渡辺・岩崎 (1993) とSakakibara and Ota (1994) によって報告された神居古潭変成岩類の放射年代・変成条件のギャップに良く一致する。

55-75Maに300-350°C・約5kbの状態を保持するには約10m.y.oldのプレートが55-75Maに沈み込み続けている必要がある。このような状況を造るにはどのような条件が考えられるか見るために、海嶺の拡大速度がプレート年代の分布にどのような影響を及ぼすか、簡単なモデルで考察した。120Maからの海嶺拡大速度の増加が若いプレートを大量に生産したため、古い海洋プレートが急速に消費され、若いプレートが沈み込むようになり、海嶺と海溝の相対運動と、海嶺の拡大速度のかねあいにより、沈み込むスラブの年齢がゆっくりと若くなっていったと考えると説明できる。また、拡大速度の増大の影響が沈み込み帯に及ぶには海嶺からの距離によって時間差が生じる。三波川帯・領家帯の放射年代値が東ほど若い値を示す現象が確認され、海嶺沈み込みの影響と考えられているが、その様な年代極性は海嶺が南西方向に存在し、その拡大速度が大きく増大することによってももたらされる可能性がある。Engelbreton et al. (1985) のreconstructionでは、日本列島の南～南西にかけてイザナギー大平洋海嶺が存在することは、このモデルと良く一致する。

同様の手法で他の高圧変成岩類を分析すること、または沈み込み帯で変成作用を受けた岩石をより詳細に分析し、より精密なモデルを立て計算することによって、プレートの運動や海嶺の位置などをより正確に議論できる可能性がある。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 渡 邊 暉 夫

副 査 教 授 石 原 舜 三

副 査 助 教 授 在 田 一 則

副 査 教 授 板 谷 徹 丸

岡山理科大学大学院理学研究科 (自然科学研究科)

学 位 論 文 題 名

Thermal evolution of the Kamuikotan zone

(神居古潭帯の熱史)

高压変成帯は過去のプレート沈み込み帯とみなされ、変成岩の原岩と変成帯上昇の年代、変成帯の造構史はプレート運動の解明の鍵を握るものと考えられてきている。太平洋の中生代以降のプレート運動の復元は1980年代にEngelbretonによって行なわれたが、北西太平洋の部分は詳しいデータが不足していたため、その復元に曖昧な点が多かった。特に、海嶺がいつ、どこに沈み込んだかについては定説がなかった。

この問題の解明には変成帯の温度-圧力条件とその変遷の研究が第1に必要である。著者は神居古潭帯の岩石学的、年代学的研究を基礎にこの問題に取り組んだが、最初の調査地域を中部神居古潭帯の泥質片岩の分布地域とした。ここで著者は高压変成岩に連続する地域でありながら、中圧の変成条件しか示さない変成岩が分布することを明らかにした。さらに、白雲母のK-Ar年代の研究を行ない、これまで知られていなかった100 Maより若い年代を持つ岩石であることを明らかにした。この成果は神居古潭変成帯の造構造史を西南日本に分布する三波川帯と連続する沈み込み帯で考えることを可能にするものであった。そして、それまでの神居古潭帯復元のモデルに大きく修正を迫るものであった。

著者は調査地域を広げ、また、年代論と鉱物化学的研究を深め、神居古潭変成帯が1億年を超える長い上昇の歴史を持つものであること、この間、変成温度の変化はあまり認められないものの、圧力変化が5 kbのも及ぶものであることを明らかにした。このような圧力幅は、連続する変成帯のそれとしては例が少ない。また、神居古潭変成作用は年代的にも変成条件の上でも、白亜紀の蝦夷層群を隔てて東側に分布するイドンナップ層に連続することを明らか

にした。これはアメリカ西海岸のフランシスカン層群で予想されていた通時的変成作用の例を鮮明にするものであった。なお、変成岩の白雲母K-Ar年代論では過剰Arが組成に依存し、不正確な年代がでるとの見解がある。このため、著者はAr-Ar法による年代をもとめ、K-Ar年代では低温部でのArの損出がわずかにあるにすぎないので、K-Ar年代でも信頼にたる議論が出来ることを確認した。

このような成果の上になって、神居古潭帯のP-T-t経路を検討した結果、著者は神居古潭帯の地温勾配の変化が従来知られていたものとは違うことを発見し、新しく熱史のモデル計算を行なった。この計算はMolnar and England(1990)によって提案され、Dumitru(1991)によってフランシスカン層群に適用された式を基本にしているが、神居古潭帯の熱史にもっとも良くフィットする場合、何が重要であるかを検討し、以下の結論に達した。

1) shear stressは無視しうる。2) 地殻内発熱は考慮しなくてよい。3) 沈み込むプレートの斜交の程度と年代がもっとも重要である。4) 一部に知られている重複変成作用も地温勾配の回復の様式の違いによって説明しうる。

このうち、3)の結論を神居古潭帯の熱史に適用されると、海嶺の位置の復元を検討することが出来、ここに論争中のプレート復元について、新しいモデルを提出することが可能となった。

神居古潭帯は、白亜紀初期の沈み込みの開始以来、100 Maまでは冷たいプレートの沈み込みによって説明出来る。その後、若い海嶺が近づくので、地温勾配は上がるが、50 Ma頃の最も高い地温勾配による変成作用は海嶺の沈み込みを必要条件とはせず、トランスフォーム断層で切られた南北に伸びた海嶺が北西大西洋を通過することによって起りうるものである、ということ明らかにした。この結果は海嶺の沈み込みを想定していた西南日本の三波川変成帯の上昇や領家変成作用の上昇年代の解釈にも影響を及ぼすものである。特に、領家変成帯のマグマ活動が単純に東に移動したとは言いきれないというデータが出始めている現在、著者のプレート復元モデルは日本の中生代以降の変成帯形成史を論ずる上で、この上なく重要な貢献をするものとなった。

よって、著者は北海道大学博士(理学)の学位を授与される資格のある者と認める。