

特集「日本列島とその周辺の熱構造」にあたって

大久保泰邦¹⁾・山野 誠²⁾

1. はじめに

この特集は1997年地球惑星科学関連学会合同大会(1997年3月25-28日, 名古屋)の共通セッション「リソスフェアの熱構造と地震・火山活動」で発表された研究の一部を論文としてまとめたものである。この特集以外にも多くの論文が月刊地球の特集「リソスフェアの熱構造」に掲載予定であるので参照されたい。

共通セッション「リソスフェアの熱構造と地震・火山活動」は日本列島を含む東・東南アジア地域を中心に, さまざまな手法による情報を総合し, 広域的な熱構造を議論するものであった。講演数は口頭発表15件, ポスター発表17件で大変盛況であった。

2. 地球内部の熱構造とシミュレーション

地球内部の熱構造は, 火山活動の発生のみならず, 海洋性プレートの沈み込み, 大陸地殻の形成, リフティングや海底拡大など, さまざまなプロセスの原動力となる。

熱構造を解明する手段としてはまず信頼性の高い観測データを収集することである。しかし, 大陸棚地域における熱流量データの不足に代表されるように, 近年の各種地球物理データの質的量的な増加に比較すると, 熱構造に関する情報は十分とは言えない状態であった。

最近これを改善すべく日本列島や東・東南アジアにおいて新たな熱流量測定が行われつつあり, 他の手法による情報と合わせて, より詳細な議論ができるようになってきた。山野ほか(1997)や松林(1997)は日本列島周辺海域や東南アジアの熱流量データを編集し, 沈み込み帯, 島弧, 縁海, 大

陸地殻の地表で観測される熱流量分布を明らかにした。大久保ほか(1997)は北海道の坑井データを収集し, 詳細な温度勾配図を作成した。

また, 地殻熱流量の分布に加え, 地震波速度構造, 電気伝導度構造, 地磁気異常, 岩石学的情報などに基づいて, 地殻及びマントルの熱構造の推定が行われてきている。佐藤ほか(1997)は東北日本弧において熱流量, 地震波トモグラフィ, Q値構造, 高圧相平衡実験などのデータを総合して地殻からマントルに至る温度の3次元分布を見積った。

地球のダイナミズムは熱伝導や対流などの物理現象と捉えることができる。そこで地表で観測されるデータを境界条件とし, エネルギー保存則や質量保存則などの物理法則に則ったシミュレーションによって温度構造を求めることが可能になる。南雲(1997)は海洋や気象の分野で利用されている物理法則を表す支配方程式群を用いたシミュレーションを行い, 結果として求められたマントル対流が火山周辺の熱異常や地震波速度構造と相関することを指摘した。固体地球では地下深部の岩石の物性が未知の場合が多く, シミュレーションがどこまで有効かということに関しては議論がある。しかし, 新たな地球観を作り出す研究としては魅力ある分野である(大久保ほか, 1997)。

3. 地震の下限と温度の関係

内陸地震やプレート境界地震の深さの限界は, 温度構造に大きく左右されることも指摘されるようになった。

棚田(1997)は神奈川県南西部において泉温から求められた地中温度分布と地震分布との関係を調査した結果, 両者の間に密接な関係があること

1) 地質調査所 地殻物理部
2) 東京大学 地震研究所

キーワード: 熱構造, 火山, 海洋性プレート, 地震, 地震の下限, シミュレーション

を指摘した。さらに箱根カルデラ内では、熱構造だけでなく、深部熱水流動が地震発生域に影響を与えていることも指摘した。

地震の下限は、脆性破壊が卓越する領域と高温粘性流動が卓越する領域の境界であると解釈されている。この深度を左右する一つの指標が温度である。しかし島弧における地震の下限の温度についてはさまざまな議論がある。最近の高温高圧下の岩石破壊実験では350°C程度であることが示されている(川本・嶋本, 1997)。一方坑井の温度検層結果と熱伝導率の測定結果から精度の高い熱流量を求め、地殻内発熱量を考慮して得られた温度構造と震源分布を比較した結果、地震の下限での温度は約300°Cであると見積もられた(小林ほか, 1997; 北島ほか, 1997)。共通セッションと同日の午後に開催されたシンポジウム「島弧深部地球科学の新展開」においては葛根田地域の深部ボーリングで得られた成果について議論が行われ、微小地震の下限における温度は320-350°Cであるとの結果も示された(土井ほか, 1997)。地震分布決定精度の向上による下限深度の精緻化、熱流量測定精度向上と発熱量モデルの精緻化によって、地震下限における温度が分かってくるものと思われる。

4. むすび

我が国における地球熱学の先駆者の一人である早川正己博士の言葉を借りれば、地球熱学に関する研究者の多くはマグマを噴き出す火山を見て、「一体このマグマは地下のどこから来るのであろうか、どんな顔付きをしているのであろうか」(早川, 1997)という素朴な疑問から研究を始めたのである。熱構造は地球内部のダイナミズムの原動力であり、海洋性プレートの進化、大陸地殻や火山の形成だけでなく、地震の発生、鉱床の形成や地殻の隆起・沈降に伴う海水準の変動にも関係する。データ収集とシミュレーションによって地球内の熱構造を解明することは、固体地球の多くの現象を解き明かす鍵となる。

今後の課題のひとつは、元々データ取得の方法も質も異なる陸域と海域のデータをなんとか工夫

して1枚の図に編集して日本とその周辺海域の温度データを作成することである。特に大陸棚地域はデータが不足しており、周辺のデータを利用して温度構造を推定することが必要になる。

また、もう一つの課題は、地震の下限と温度構造を比較することである。地震空白域は主に高温異常域であり、地震の発生域はその周辺に集中するとの指摘もあり、地震の発生と温度構造は密接な関係にあることが予想される。そこで、火山・地熱地帯を含めた詳細な熱流量図から、予想される地震下限温度(300~400°C)の等温面深度図をあらかじめ作成することも意義あることである。地震波速度分布、比抵抗構造、キュリー点深度は間接的に温度構造を反映していると考えられ、これらと比較・検討することも今後の課題となる。

参考文献

- 土井宣夫・池内 研・笠井加一郎・加藤 修・小松 亮・金藤太由樹・宮崎眞一・赤工浩平・佐々木宗建・亀之園弘幸・内田利弘(1997): 葛根田地域の熱源深成岩—活地熱系, 地球惑星科学関連学会1997年合同大会予稿集, p253.
- 早川正己(1997): 熱に基づく地殻の物理探査, 物理探査, 50, 1-28.
- 川本英子・嶋本利彦(1997): 断層のレオロジーモデルと地震, 地球惑星科学関連学会1997年合同大会予稿集, p248.
- 北島 拓・小林洋二・鈴木宏芳・池田隆司・小村健太郎・笠原敬司・岡田義光(1997): 関東地方の熱的構造と地殻内地震, 地球惑星科学関連学会1997年合同大会予稿集, p247.
- 小林洋二・北島 拓・池田隆司・飯尾能久・小村健太郎(1997): 淡路島・平林における地殻熱流量測定, 地球惑星科学関連学会1997年合同大会予稿集, p247.
- 松林 修(1997): 東南アジア地域の新しい熱流量データ, 地質ニュース, no.517, 20-23.
- 南雲昭三郎(1997): 島弧上部マントルの熱テクトニクスの支配方程式群, 地球惑星科学関連学会1997年合同大会予稿集, p240.
- 大久保泰邦・秋田藤夫・田中明子(1997): 北海道の地温勾配図とシミュレーション, 地質ニュース, no.517, 24-29.
- 佐藤博樹・室 健一・長谷川昭・松本 聡(1997): 地震波速度構造によりとらえられた沈み込み帯のマグマ, 地質ニュース, no.517, 30-37.
- 棚田俊收(1997): 箱根火山を含む伊豆半島北東部における地震活動, 3次元P波速度構造および地中温度分布について, 地質ニュース, no.517, 38-41.
- 山野 誠・木下正高・山形尚司(1997): 日本列島周辺海域の地殻熱流量分布, 地質ニュース, no.517, 12-19.

OKUBO Yasukuni and YAMANO Makoto (1997): Remarks on Special issue "Thermal structure of the Japanese Islands and its vicinity".

<受付: 1997年8月14日>