



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道地方の地殻内地震分布の上限・下限
Author(s)	勝俣, 啓; KATSUMATA, Kei
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 68, 153-159
Issue Date	2005-03-15
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.68.153
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14367
Type	departmental bulletin paper
File Information	68_p153-159.pdf



北海道地方の地殻内地震分布の上限・下限

勝俣 啓

北海道大学大学院理学研究科附属地震火山研究観測センター

(2005年1月11日受理)

Shallow and Deep Boundaries of Earthquakes in the Crust in Hokkaido

Kei KATSUMATA

Institute of Seismology and Volcanology,

Graduate School of Science, Hokkaido University

(Received January 11, 2005)

Shallow and deep boundaries of the seismogenic zone in the crust were investigated in Hokkaido, Japan. Two seismic catalogs compiled by Hokkaido University and Japan Meteorological Agency were used. Results obtained from the two catalogs were consistent with each other in general spatial pattern. Depths to the shallow and deep boundaries range from 0 to 5 km and from 10 to 15 km, respectively, all over the study area except for the Hidaka Mountain Region and the northern part of Hokkaido, where both shallow and deep boundaries are deeper than the other area. The spatial pattern of the deep boundary has a good correlation with that of the Curie point, suggesting that the temperature controls a depth to the deep boundary of the seismogenic zone in the crust.

I. はじめに

地殻内に発生する大地震の震源域は、地殻が脆性を保っている部分であると考えられる。したがって地殻の脆性領域の広がりを知ることは地殻内大地震の発生ポテンシャルを評価する上で重要である。一方、地殻内部に発生する微小地震の深さ分布は脆性領域を推定するために有効である。通常、地表近くでは封圧が小さいため微小地震は発生しないが、深くなるに従って封圧が増加し、地震が発生するようになる。さらに深くなると地温が上昇し岩石が流動性を示すようになり、微小地震は発生しなくなると考えられる。したがって微小地震の発生領域が地殻の脆性領域に対応していることになる。

本論文では、北海道大学大学院理学研究科附属地震火山研究観測センター（北大センターまたは ISV）の地震カタログと気象庁札幌管区气象台（札幌管区または JMA）の地震カタログを用いて、北海道地方の地殻内地震の深さ分布を議論する。北大センターと札幌管区は互いに波形デー

タを交換している（一柳・笠原，2001）ので，ほぼ同じ観測点分布で震源決定を行っている。しかし，P波・S波到着時の読み取り値の組み合わせや地震波速度構造，震源決定用計算機プログラムが同じではない。したがって北大センターが決定した震源の位置と札幌管区が決定した位置は一致しないのが普通である。本論文では，異なる処理を通して得られた札幌管区の震源カタログと北大センターの震源カタログに基づき地殻内地震の上限・下限の分布を求めた。両者共に空間的に同じパターンが得られたとすると，そのパターンは信頼性が高いと判断できる。

II. データと解析

1985年1月1日から2002年6月30日までに決定された震源を使用した。震源カタログの中から北緯41.5～45.5度，東経139.5～145.5度，深さ35 km以浅，M2以上の地震を選択した。札幌管区の地震カタログからは9570個，北大センターのカタログからは9259個の地震が選択された。そして北緯41.5～45.5度，東経139.5～145.5度の領域内に東西0.1度×南北0.1度の格子点を設定した。各格子点から±0.2度の範囲に存在する震央を選び，それらの地震の頻度分布を作成した。浅い方から10%と深い方から10%の深さをそれぞれ，地震発生層の上限と下限の深さであると定義した。すなわち上限と下限の間にはその格子点における全地震数の80%が入ることになる。群発地震や余震活動を取り除くためのデクラスタリング処理は行わなかった。また，地殻内低周波地震の震源も除いていない。地震数が10個以上の格子点についてのみ上限と下限を決定した。

III. 結 果

北海道地域では内陸の地震活動度はあまり高くないが，所々に地震がまとまって発生している場所がある。深さ0～10 kmでは，十勝支庁北部で定期的に地震が群発している。また1993年北海道南西沖地震の余震，1995年北竜町付近の地震の余震，2000年有珠山噴火に伴う地震などが含まれている。10～20 kmでは，日高地方の海岸付近の活動が顕著である。逆に微小地震活動が全く見られないのは，北海道北部の東半分である。この領域の西側および南側には非常に明瞭な境界が存在しているように見える。

Fig. 1とFig. 2は地震発生層の上限と下限の深さ分布である。Fig. 3は下限の深さから上限の深さを引き算したもので，地殻内地震発生層の厚さを表している。北大センターと札幌管区，両者共に，長波長の空間パターンはほぼ一致していることが分かる。上限の深さは0～5 kmであり，下限の深さは10～15 kmである。ただし，日高山脈周辺や道北部は例外で，上限・下限ともに他の地域よりも深くなっている。ところが，地震発生層の厚さにはこのような顕著な地域性は見られない。これら波長の長い空間パターンに関しては，北大センターと札幌管区の結果がよく一致している。

より短波長のパターンを見ると，日高山脈西部の地震発生層の厚さは，札幌管区は30 km程度と厚いが，北大センターは23 km程度と薄くなっている。これは札幌管区の方が北大センターよ

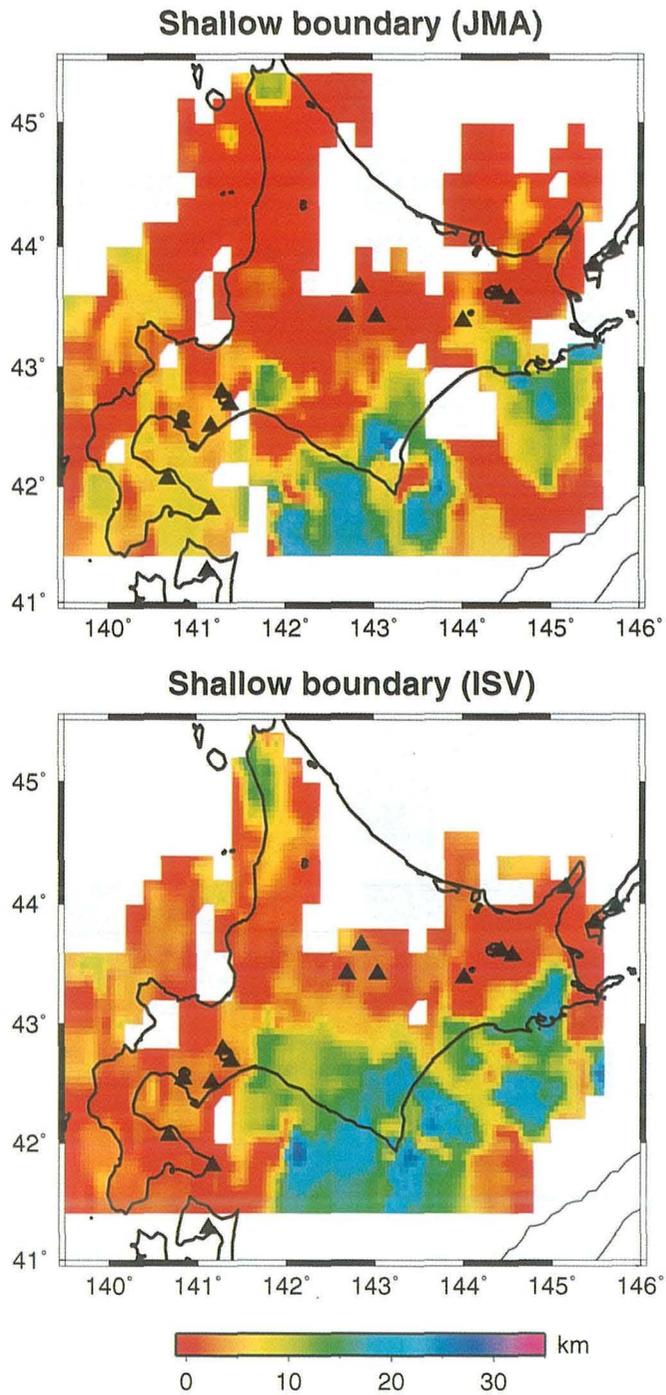


Fig.1. The shallower boundary of the seismogenic zone in the crust in km. The seismic catalogs compiled by JMA(top) and ISV(bottom) were used. Closed triangles indicate active volcanoes.

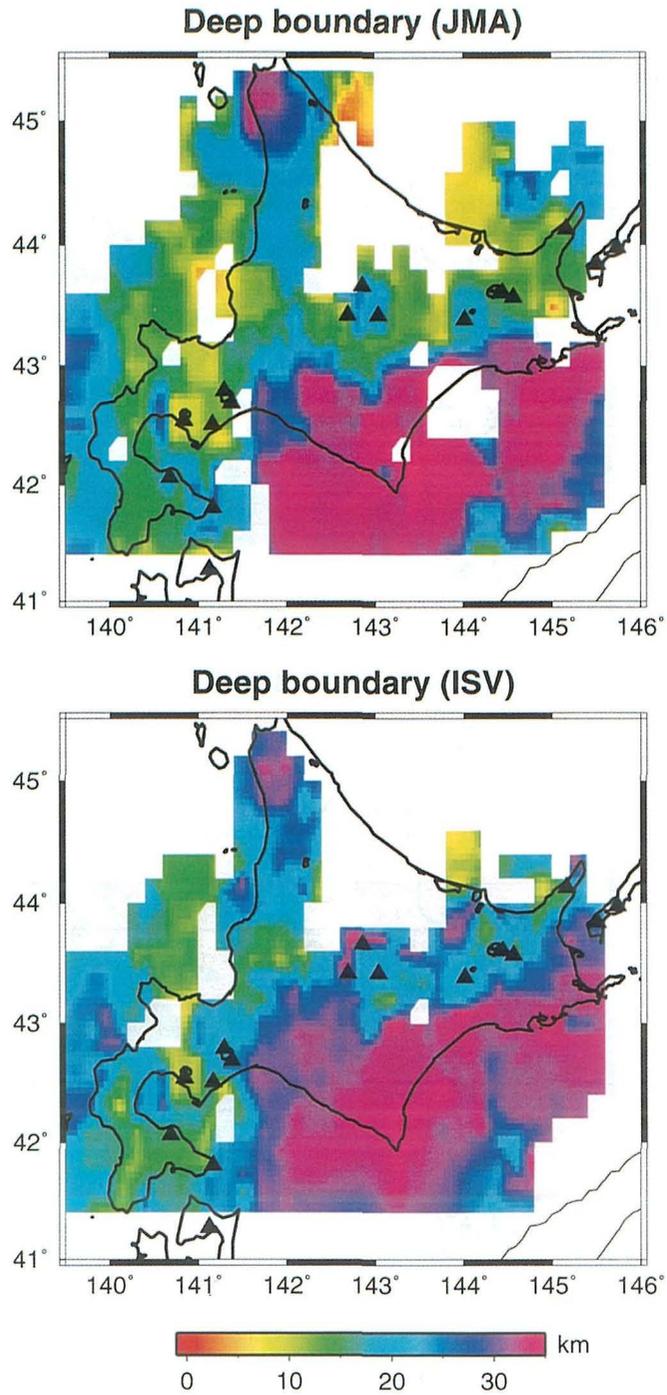


Fig. 2. The deeper boundary of the seismogenic zone in the crust in km. The seismic catalogs compiled by JMA(top) and ISV(bottom) were used. Closed triangles indicate active volcanoes.

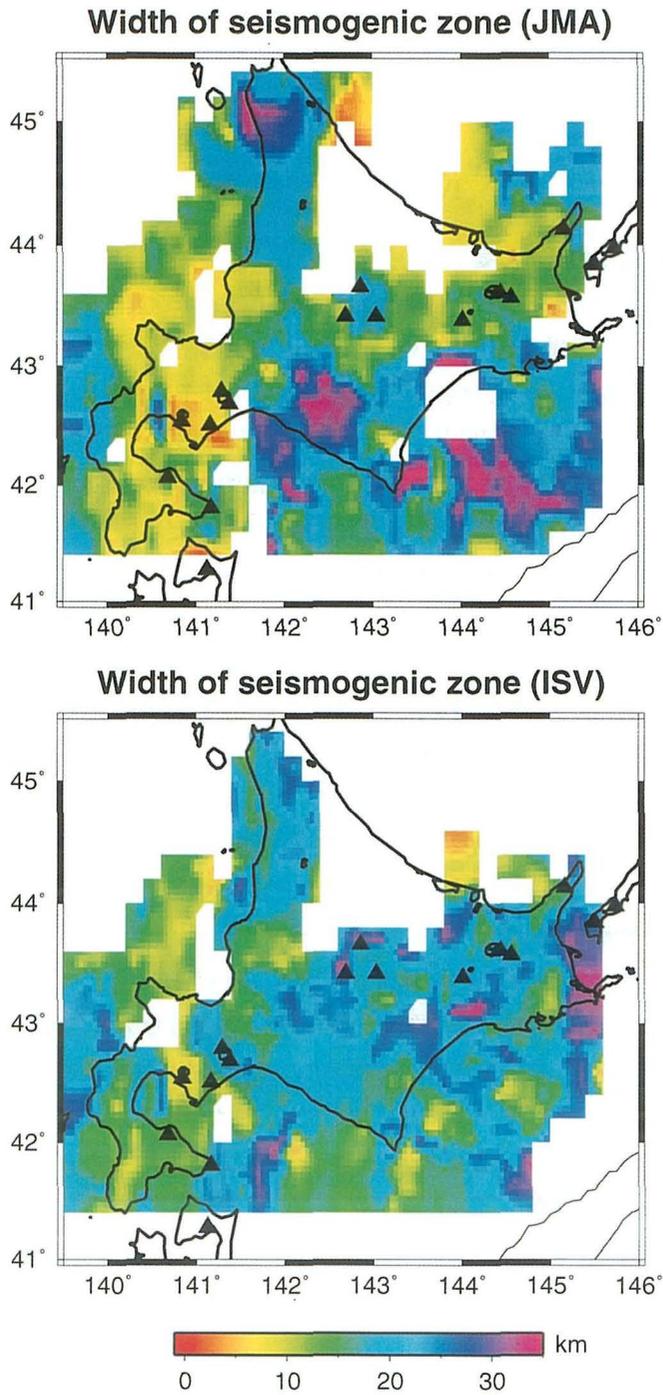


Fig. 3. The width of the seismogenic zone in the crust in km. The seismic catalogs compiled by JMA(top) and ISV(bottom) were used. Closed triangles indicate active volcanoes.

り上限の位置が浅くなっているためである。下限の位置はほぼ等しい。北海道西部では地震発生層の厚さが他地域より薄い、その傾向は札幌管区の方が顕著である。これは札幌管区の方が上限の位置が深くなっているためである。波長の短いパターンに関しては、信頼性を注意深く検討する必要がある。

IV. 議 論

1. 3次元地震波速度不均質の影響

札幌管区および北大センターでは、震源決定の際に1次元の地震波速度構造を仮定して、速度構造の地域性などは考慮されていない。しかし北海道内陸部は水平方向に速度構造がかなり不均質であることが分かっている。例えば日高山脈地域では千島島弧が西進し東北日本弧に衝突していると考えられている(木村, 1981)。そのため速度構造が極めて複雑である(例えば Moriya, 1986)。このような速度不均質の影響で震源の深さが系統的にずれる可能性がある。そこで3次元地震波速度構造を仮定して震源決定を行い、1次元構造の場合と比較し、震源の位置がどの程度ずれるか検討した。速度構造の不均質が最も強いと考えられる日高山脈付近に発生した15個の地震を例として用いた。勝俣・他(2002)が求めた3次元P波・S波速度構造を仮定した。Zhao et al. (1992)が開発した震源決定プログラムを使用した。その結果、震央の位置は2~3 km移動し、震源の深さは3 km程度浅くなる傾向が見られた。また1次元速度構造では空中に飛び出していた震源が、3次元速度構造を用いると地中に決定されるようになった。日高山脈周辺では他の地域に比べて上限・下限の位置が深くなっているパターンが見られたが、3次元速度構造を用いたとしても、この空間パターンを全体的に大きく崩すほどの影響はないようである。

2. 道北地域の深い震源について

道北の日本海側では他の地域に比べて地震発生層の上限・下限が深くなっている。この地域は地震観測点が少ないので震源決定精度が低く、見かけ上このような分布が得られた可能性がある。田村・他(2003)は臨時地震観測を道北地域で実施し、高精度な震源分布を得たが、地震発生層の上限は他の地域に比べて極端に深いようには見えない。また、深さ20 kmを越える地震が発生しているが、深さ30 kmより深い地震は発生していない。したがって、北大センターや札幌管区のデータからは地震発生層の下限は30 kmより深いという結果が得られているが、この結果は見かけ上のものである可能性がある。

3. キュリー一点深度パターンとの比較

キュリー一点深度分布は地下の温度構造を反映していると考えられる。すなわち高温地域ではキュリー一点深度が浅く、低温地域では深くなる。地震発生層の下限が温度構造に依存していると仮定すると、キュリー一点深度分布と相関があるはずである。地震発生層の下限が浅くなっている北海道西部では、キュリー一点深度も浅くなっている。また下限が深くなっている日高山脈周辺で

はキュリー一点深度は深くなっている。したがって、地震発生層の下限とキュリー一点深度との間には、正の相関があるように見える。この事実は、地震発生層の下限の深さが、温度の影響を強く受けていることを示唆している。

V. お わ り に

北大センターと札幌管区が業務観測により作成した地震カタログを用いて、北海道地域の地震発生層の上限と下限の深さ分布を推定した。長波長の空間パターンを見ると両者は良く一致している。地震発生層の下限とキュリー一点深度とは良い相関が見られ、温度の影響が強いことを示唆している。このように長波長の空間パターンは従来の地震カタログを使用した結果でも信頼性が高いと考えられるが、より短波長のパターンを議論する際には注意が必要である。例えば、北海道北部では北大センターと札幌管区の空間パターンが一致していたが、臨時地震観測の結果を考慮すると、このパターンは見かけ上のものである可能性がある。また、短波長の空間パターンを議論する際には、地震波速度構造の3次元的不均質性も考慮するべきであろう。

謝 辞 北海道大学大学院理学研究科附属地震火山研究観測センターの定常地震観測に尽力されている一柳昌義氏、岡山宗夫氏、石川春義氏、高田真秀氏、笠原実氏、高橋浩晃氏、本谷義信氏に感謝致します。図の作成には GMT (Wessel and Smith, 1991) を用いた。

文 献

- 一柳昌義・笠原稔, 2001. 気象庁速報検測データを北海道大学地震データ処理(WIN)システムの自動処理検測データに自動的に併合するプログラムの開発, 東京大学地震研究所技術研究報告, 7, 31-37.
- 勝俣啓・和田直人・笠原稔, 2002. 北海道日高衝突帯付近の3次元P波・S波速度構造, 日本地震学会2002年度秋季大会, P180.
- 木村学, 1981. 千島島弧西端付近のテクトニクスと構造応力場, 地質学雑誌, 87, 757-768.
- Moriya, T., 1986. Collision of forearcs and the overlapped deep seismic zone in the transitional zone between the northern Honshu and Kurile arcs, *J. Phys. Earth*, 34, S175-S192.
- 田村慎・笠原稔・森谷武男, 2003. 臨時地震観測による北海道北部地域の微小地震活動と地殻構造, 地震, 55, 337-350.
- Wessel, P. and Smith, W. H. F, 1991. Free software helps map and display data, *Eos Trans. AGU*, 72, 445-446.
- Zhao, D, A. Hasegawa and S. Horiuchi, 1992. Tomographic imaging of P and S wave velocity structure beneath northern Japan, *J. Geophys. Res.*, 97, 19909-19928.