

- 3 内陸における地殻の不均質構造と地震発生過程との関係 - 糸魚川・静岡構造線周辺とヒマラヤ衝突帯周辺域 -

Relationship between generation processes of large earthquakes and heterogeneities in the inland crust: the northern part of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic line and the Himalaya collision zone

(研究期間 平成 15～17 年度)

国際地震工学センター

International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

芝崎文一郎

Bunichiro Shibazaki

Stress concentration processes of large inland earthquakes are determined by heterogeneous structures in the crust. We investigated deformation and stress concentration processes for large inland earthquakes. We numerically simulated the deformation and faulting that occur around the Backbone Range in northeastern Japan. We also investigated the deformation and stress concentration processes around the source region of the 2004 Mid Niigata Pref. earthquakes, the northern part of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic line, and source regions of thrust earthquakes in Nepal.

【研究目的及び経過】プレート内地震の場合、再来周期が長く、しかも断層系も複雑であるため、地震が発生する場所の特定は大変難しい上に、どのようにして発生するかその物理機構も殆ど分かっていない。内陸大地震は大きな被害を生ずる場合が多いので、その発生機構を明らかにし、中長期予測の精度を向上させることは急務である。

最近の GPS 観測により、日本の陸域で歪み集中帯が存在することがわかってきた。その典型的な例が、新潟 - 神戸歪み集中帯であり、その中で新潟中越地震が発生した。もう一つは、東北脊梁山地周辺における歪み集中帯で、この周辺で過去に内陸大地震が発生している。この歪み集中帯は、地殻の不均質構造（熱構造による不均質性や流体分布の不均質性）に起因すると考えられる。本研究では、地殻の不均質構造を考慮して、島弧地殻内の内陸大地震の応力蓄積のメカニズムを解明することを目的とする。

他方、アジア大陸に目を向ければ、ヒマラヤ衝突帯周辺という大規模な衝突帯（歪み集中帯）が存在し、この周辺域で内陸大地震が発生している。ヒマラヤ衝突帯周辺のテクトニクス及び地震活動の解明は地球物理学の分野において最も興味深い課題で、各国が国際共同研究を実施し、詳細な地殻構造等が解明されつつある。しかしながら、その成果を現地の観測機関に還元し地震災害軽減に繋げようとする動きは少ない。本研究では、ネパールの元研修生と地震活動とテクトニクスの調査を行い、シナリオ地震の設定を行う。

本稿においては、日本列島における内陸大地震の応力蓄積過程のモデル化として、東北脊梁山地のモデル化、

新潟県中越地震発生域の応力蓄積過程のモデル化、そして、糸魚川・静岡構造線北部地域の応力蓄積過程のモデル化を報告し、次にヒマラヤ衝突帯周辺域の地震活動とテクトニクスの調査について簡単に報告する。

【研究内容】

1) 東北脊梁山地のモデル化

東北日本弧においては奥羽脊梁山地周辺域に歪み集中帯が存在することが知られている。この地域では、詳細な地震学的観測や熱構造に関する観測研究が進められており、シミュレーションモデル構築に必要な情報を入手することが可能である。1997 年に東北日本弧を横断する地殻構造探査が実施され、詳細な地殻構造断面図が得られた (Iwasaki et al. 2001)。本研究では、この結果を用いて、上部地殻、下部地殻そして上部マントルからなるモデルスペースを考える (図 1)。

温度構造に関しては、産業総合研究所がコンパイルした地温勾配のデータを参考にする。東北日本弧の断面に沿って、脊梁山地及び出羽山地付近で地温勾配が高くなっている。本研究では、この地温勾配の空間分布を考慮してモデル化を行う。

シミュレーションには、Shibazaki et al. (2006)により開発された非線形粘弾塑性解析ソフトを用いる。このソフトにより地殻深部の非線形流動と上部のモール・クーロンの降伏条件による断層形成過程のモデル化が可能となる。

図 2 がシミュレーション結果で相当応力の分布を示す。奥羽脊梁山地及び出羽山地の下で、高温のためにリソスフィアの厚さが薄くなり、応力が高まっている。図 3 が相当歪みで、非線形流動による歪み及び塑性歪みの和で

ある。3本の断層帯が形成されている様子が確認できる。右から、上平断層、千屋断層、北由利断層に対応していると考えられる。東北日本弧では、不均質な地殻構造を考慮することで、内陸における応力蓄積と断層形成過程を再現することが可能である。

2) 新潟中越地震震源域における応力蓄積過程のモデル化

中越地震の発生機構に関しては、半地溝帯構造が応力集中過程に寄与していると考えられている。そこで、半地溝帯構造を考慮した不均質な地殻を短縮変形させ、どのように応力が集中し断層が形成されるかを調べた。シミュレーションの結果、物質境界に応力集中が生じ、断層が形成されることが明らかになった。

3) 糸魚川・静岡構造線北部地域のモデル化

糸魚川・静岡構造線北部地域は内陸大地震の発生確率が高いと考えられている。この地域にも地殻深部に非弾性変形が生じる領域が二つある。一つは飛騨山地の直下で、この領域で短縮変形と上昇運動が生じていると考えられる。もう一つは、糸魚川・静岡構造線北部地域の直下の小さな非弾性領域である。この領域の短縮変形が、

糸魚川・静岡構造線北部地域の変形を支配している可能性がある。

4) ヒマラヤ衝突帯周辺域の地震活動・テクトニクスの調査

ヒマラヤ衝突帯周辺域の地震活動・テクトニクスに関して元研修生と最新の文献調査を行った。ヒマラヤスラスト帯におけるランプ構造によりその周辺で応力集中が生じ、地震活動が活発になることが考えられる。今後、詳細なモデル化及び地震解析が必要である。

【参考文献】

Iwasaki et al., Extensional structure in northern Honshu Arc as inferred from seismic refraction/wide-angle reflection profiling, Geophys. Res. Lett., 28, 2329-2332, 2001.

【備考】

Shibasaki, B., K. Garatani, H. Okuda, Finite element analysis of crustal deformation with non-linear visco-elasticity and plasticity: effects of non-uniform thermal structure, submitted to Earth planets and Space, 2006.

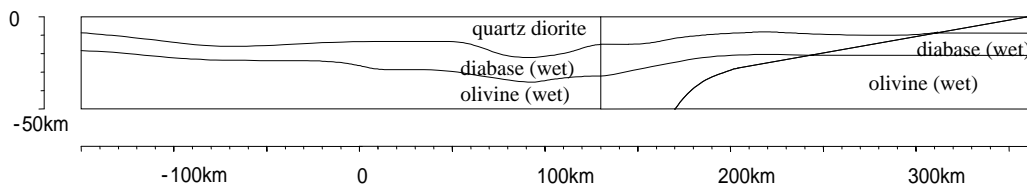


図 1 速度構造探査結果を基に構築した地殻のモデル。
上から、上部地殻(quartz diorite)、下部地殻(diabase)、マントル(olivine)からなる。

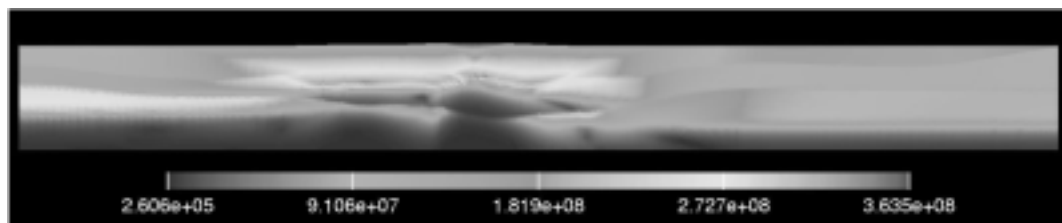


図 2 相当応力分布。単位は Pa。白色の部分に応力が蓄積。

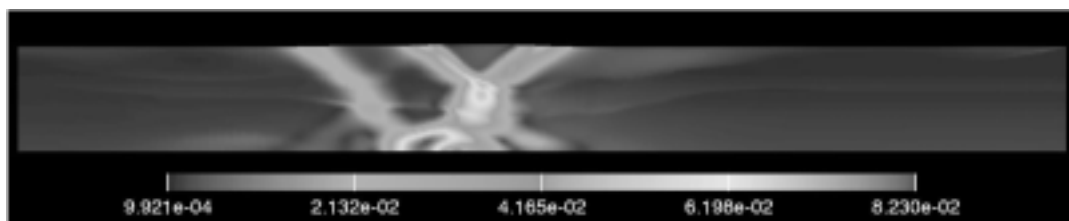


図 3 相当歪み分布。白色の部分に歪みが集中。