

1 - 9 根室沖に期待される地震

An Expected Major Earthquake off the Coast of Eastern Hokkaido

北海道大学理学部
阿部 勝 征・横 山 泉
Katsuyuki Abe, Izumi Yokoyama
Department of Geophysics,
Faculty of Science,
Hokkaido University

島弧でおこる巨大地震の発生機構に関する研究はここ数年で大きく進歩し、我々は断層運動に関して定量的データを多く持つに到った。これらの知識をもとにして、根室沖に予想される地震の規模を検討し、今後の予知問題を再検討するのが本稿の目的である。

地震の発生機構を知る上での基本的なパラメータは(1)断層面の幾何学、(2)断層面の大きさ、(3)断層面上のすべり量である。もちろん、他にも断層要素があるが、地震断層の運動方向と規模とおさえるだけなら、上記3つの量で充分である。以下、これら3つの量にしぼって、根室沖で予想されている地震について検討する。

(1) 断層面の幾何学

千島列島から根室沖を経て十勝沖に至る海溝沿いには今までいくつかの巨大地震が発生しているが、最近おきた地震については長周期表面波の解析によって断層要素が決められている。これらの地震は北から、1963年エトロフ島沖地震 ($M \sim 8.3$)、1969年北海道東方沖地震 ($M \sim 7.8$)、1968年十勝沖地震 ($M \sim 7.9$)である。余震域を第1図に示す。これらの地震はいずれも、陸側に低角に傾斜し海溝軸にほぼ平行な走向をもつ断層を境として、陸側のブロックが海側のブロックの上へのし上る逆断層運動を示す。海側のブロックの運動方向はほぼ $N50^\circ W$ である。従って、プレート・テクトニクス立場にたてば、太平洋プレートの島弧での沈み込みのあらわれがこれらの巨大地震であり、一様な性質を持つことは不思議でない。これらの結果から、根室沖にある大地震空白域で予想される地震は上に述べた様な低角逆断層運動を示すであろうと推定される。

(2) 断層面の大きさ

予想される地震の断層面の大きさは第1図に示される大地震空白域の大きさ、および、ここに起きたであろう1894年根室沖地震 ($M \sim 7.9$)の津波の波源域の大きさから推定できる。波源域の大きさはおよそ断層面の大きさを表わすことは最近おきた巨大地震の研究から確かめられている (Abe, (1973))。大地震空白域と羽鳥 (1973)の津波解析結果から、予想される地震の断層は $200 \times 80 \text{ km}^2$ のディメンジョンをもつと推定される。参考として

他の巨大地震を例にあげれば、1963年エトロフ島沖は $250 \times 150 \text{ km}^2$ 、1969年北海道東方沖は $180 \times 85 \text{ km}^2$ 、1968年十勝沖は $150 \times 100 \text{ km}^2$ と決められている。

(3) 断層面上でのすべりの大きさ

この量は断層面の大きさとともに地震の規模を与える。すべりの大きさは以下に述べるように応力変化量から推定できる。環太平洋島弧に最近おきた巨大地震について（例えば、Abe, (1972)）、地震モーメント、断層面の大きさ、応力変化量との関係を第2図に示す。この図からわかるように応力変化量は浅い巨大地震についてほぼ一定の値をとる。平均すると応力変化量は 32 ± 6 バールとなる。この値と断層面積から、地震断層のくいちがい理論により、予想される地震の地震モーメントは $2.7 \times 10^{28} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ 、すべりの大きさは3.4mとそれぞれ推定される（ M_0 を地震モーメント、 $\Delta\sigma$ を応力変化量、 S を断層面積、 $\langle D \rangle$ を平均のすべり量、 μ を剛性率とすると、これらの量の間には、 $M_0 = 0.410 \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$ 、 $\langle D \rangle = M_0 / \mu S$ であらわされる関係がある）。なお剛性率は $0.5 \times 10^{12} \text{ dyne} / \text{cm}^2$ にとってある。このような地震は、近くでおきた1969年北海道東方沖地震と良く似ている。

根室沖にある大地震空白域におきた1973年6月の地震を検討する。マグニチュードは気象庁で7.4、NOAAで7.7であるが、NOAAの内訳をみると7.5（PMR）、7.4（TUC）、7.4（MUN）、8.3（TUL）の計4個の平均である。この地震の余震の分布を他の巨大地震のものとともに第3図に示す。震央をプロットした期間は1973年根室沖（EDR）、1952年十勝沖（中央気象台）については本震後1週間、1968年および1969年北海道東方沖（EDR）については本震後1日である。この程度の比較的短い期間は断層面の大きさを推定する上で適当と考えられる。一般に、余震活動は本震後時間とともに空間的に拡大していく。しかし、この拡大していく余震活動は地殻の不均質さから生ずる断層面から離れた場所での局所的な応力の解放や再調整に伴うもので断層面上での破壊を表わしていないと考えられる（例えば、茂木、1968）。第3図には羽鳥（1973）の求めた津波初動の逆伝播図を書き加えてある。図中の太線がそれそれらにより囲まれた地域が波源域となる。余震分布や波源域から推定される断層の大きさはほぼ $100 \times 80 \text{ km}^2$ であって、予想される大きさより半分小さい。また島崎（1973）によれば、1973年根室沖の地震モーメントは $0.7 \times 10^{28} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ であり、予想される規模より小さく、約 $1/4$ である。なお、この地震は他の巨大地震と同様に低角逆断層型の運動を示す。以上の考察により、1973年根室沖地震は予想される地震と比較して、断層の幾何学は同じであったが、地震モーメントないし歪のエネルギーは約 $1/4$ と小さいものであったと結論できる。

この1973年根室沖地震に関連して、この付近の巨大地震の発生様式に注意しておく必要がある。例えば、1968年1月29日の地震（ $M \sim 6.9$ ）と1969年8月11日の北海道東方沖地震（ $M \sim 7.8$ ）との関係で示される例である。前者の余震域は約 $80 \times 60 \text{ km}^2$ で後者の巨大

地震の余震域内に完全に含まれている（第3図）。前に述べたと同じ方法で、 $80 \times 60 \text{ km}^2$ を断層面の大きさとして地震モーメントを推定すると $0.44 \times 10^{28} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ となり、1969年の巨大地震の $2.2 \times 10^{28} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ とくらべ1/5程小さい。このような一連の北海道東方沖地震で示される規模の大小関係や余震域の重なり具合からみて、第1図で示される大地震空白域にはいまだ歪エネルギーが蓄積されていると考えることはそれほどおかしいことではない。しかし、1973年の地震で歪エネルギーの一部が解放されたのであるから、予想される地震の規模は地震モーメントで $2 \times 10^{28} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ 、すべりの大きさが2.5mと若平小さ目となる。断層面の大きさは $200 \times 80 \text{ km}^2$ 、歪エネルギーで言えば1973年根室沖地震の約4倍である。

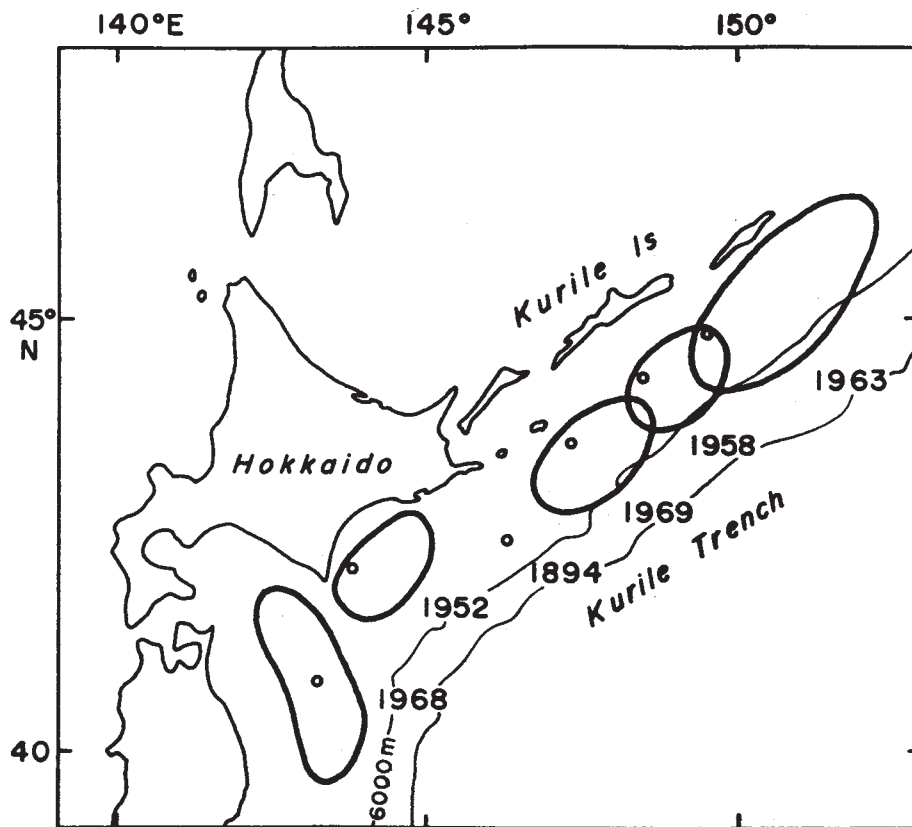
1973年根室沖地震は根室半島に沈降をもたらしたが（第4図）、その量は適当な断層モデルを導入すれば説明をつけられる。さらに、予想される地震に関しても地震が弾性的なふるまいをする限り今回と同じ様に根室半島は沈降すると推測され、花咲の検潮記録で代表される道東の大きな異常沈降は回復されないことになる。しかし、もし地殻が弾的にふるまうという考えをはずすならば（例えばKanamori, 1973）、この問題の解決は困難でない。例えば、海底下の地殻では巨大地震を引き起こすように弾性的ふるまいで歪を蓄積する一方、道東下の地殻では非弾的に歪を蓄積していると考え。この例では、予想される地震がおこると道東では地震計や津波のカバーする周期範囲をこえた長周期の非弾性地殻変動が誘発され、異常沈降は“除々に”回復していくことが期待される。また、非弾的な歪の解放が地震に先行すれば、油壺や串本の検潮記録に現われた地震前の異常沈降停止も期待される。今後、花咲の検潮記録などによる道東の地殻変動変化に注意したい。

参 考 文 献

- Abe, K., Mechanisms and Tectonic Implications of the 1966 and 1970 Peru Earthquakes, *Phys. Earth Planet. Interiors*, 5, 367, 1972.
- Abe, K., Tsunami and Mechanism of Great Earthquakes, *Phys. Earth Planet. Interiors*, 7, 143, 1973.
- Kanamori, H., Mode of Strain Release Associated with Major Earthquakes in Japan, *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 1, 213, 1973.
- Mogi, K., Development of Aftershock Areas of Great Earthquakes, *Bull. Earthquake Res. Inst., Tokyo Univ.*, 46, 175, 1968.

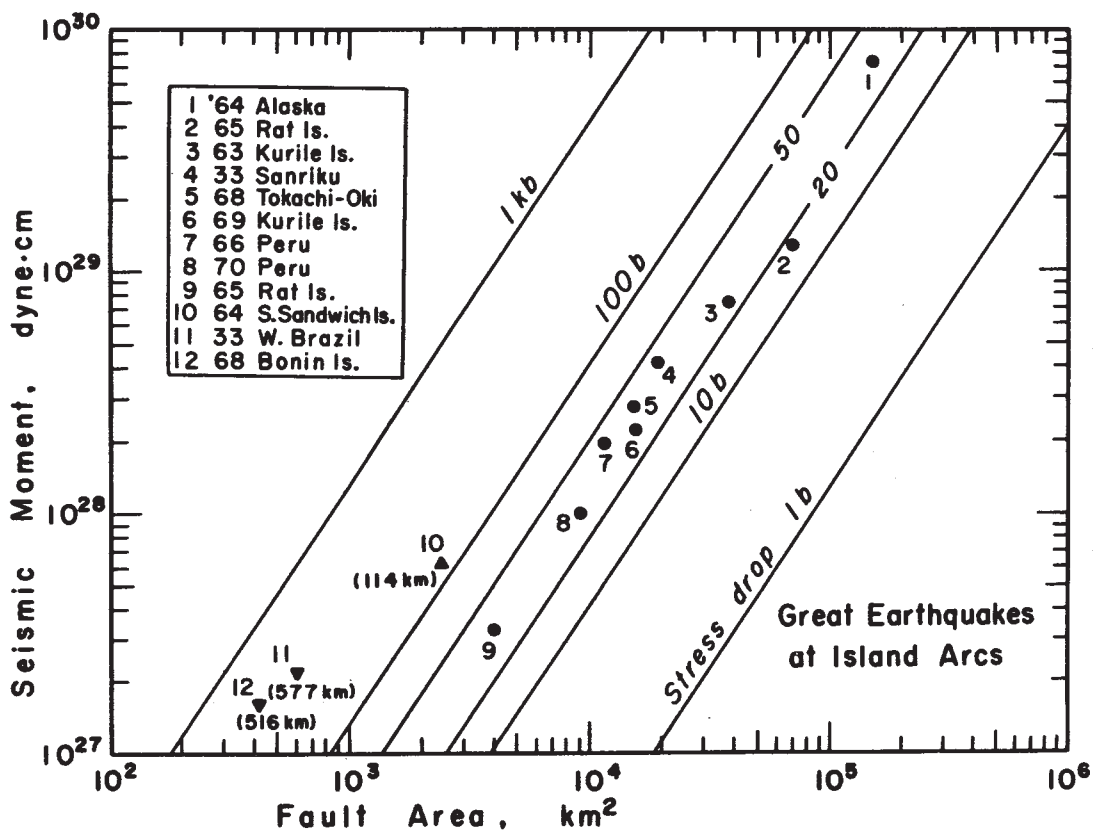
羽 鳥, 1973年6月根室半島沖津波と周辺における津波活動, 昭和48年度秋季地震学会,
京都

島 崎, 根室半島沖地震(1973年6月17日)のメカニズム, 昭和48年度秋季地震学会,
京都



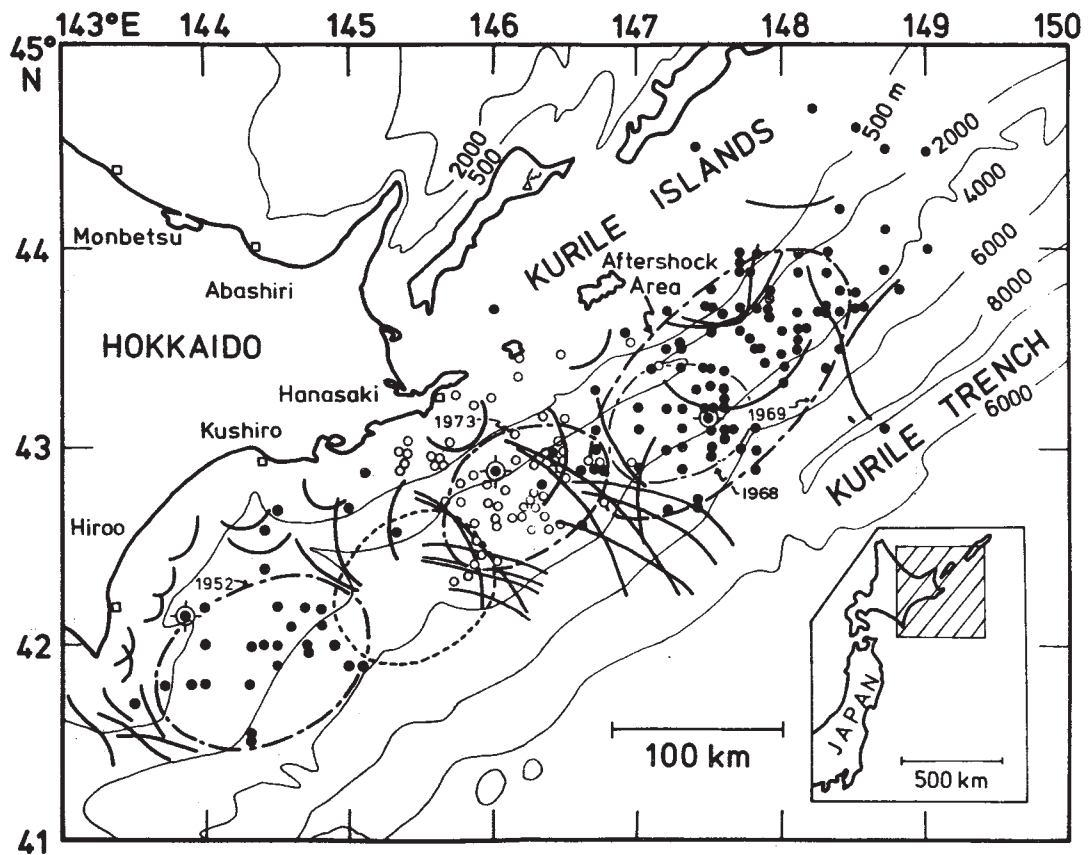
第1図 巨大地震の余震域

Fig. 1 Aftershock areas for great earthquakes.

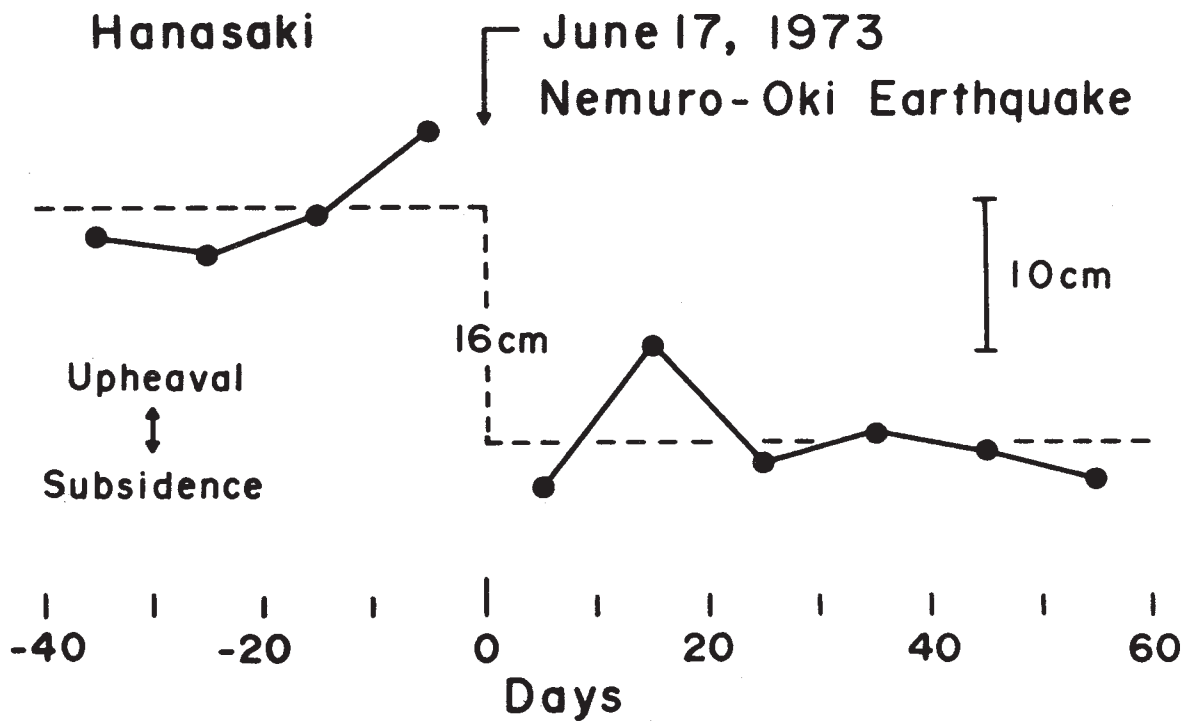


第2図 島弧の巨大地震における断層面積—地震モーメント—応力変化量の関係

Fig. 2 Relation among the fault area, seismic moment, and stress drop for great earthquakes. Data are mainly taken from Table 3 of Abe (1972).



第3図 大地震の余震と津波の逆伝播図，津波データは羽鳥（1973）による
 Fig. 3 Aftershocks and tsunami wave fronts associated with major earthquakes.



第4図 1973年根室沖地震の際の花咲検潮儀の変化（地震をはさんで10日毎に平均）
 Fig. 4 Tide gage data obtained at Hanasaki Observatory.