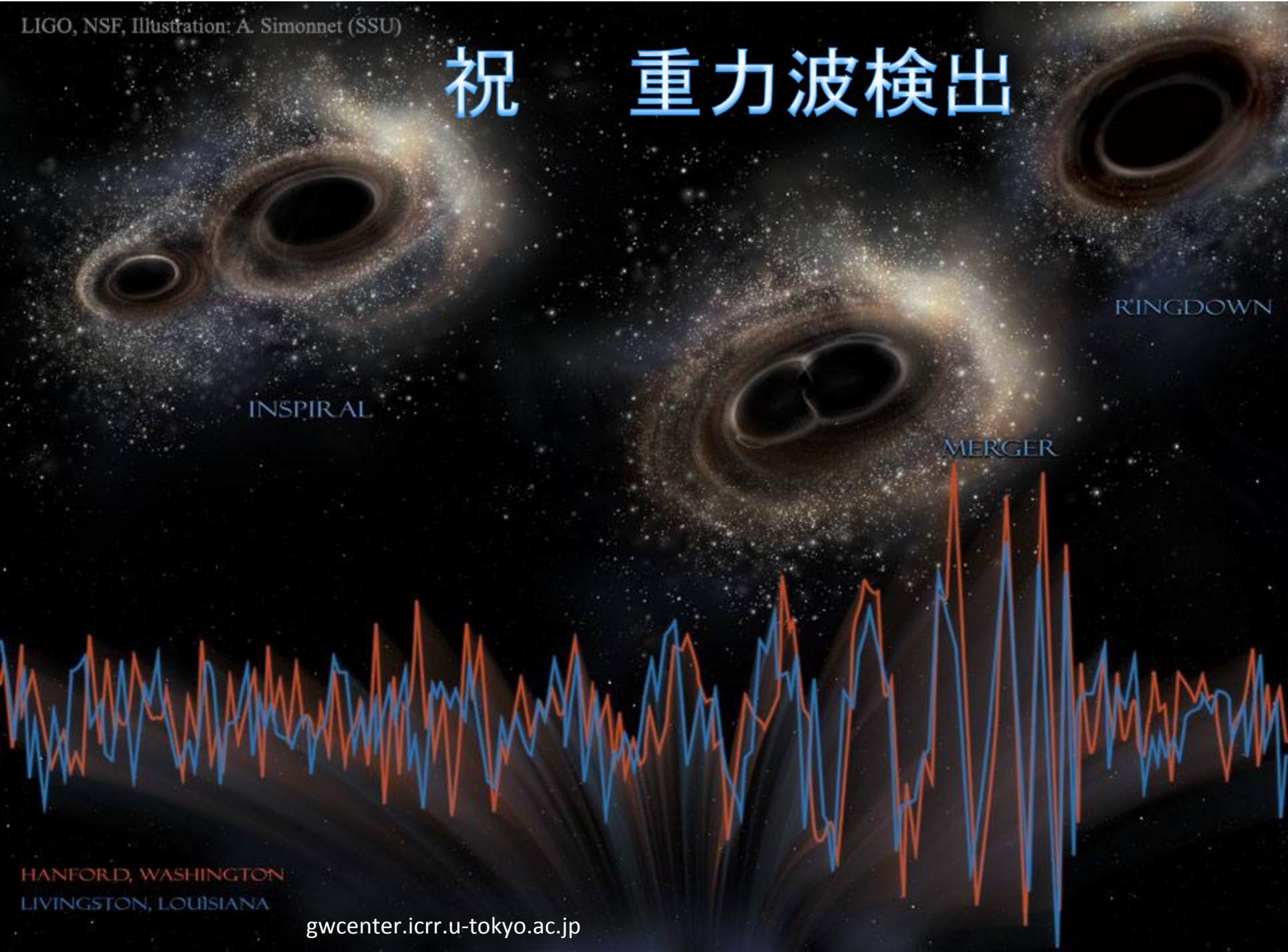


40年を振り返って

古本宗充

祝 重力波検出



INSPIRAL

MERGER

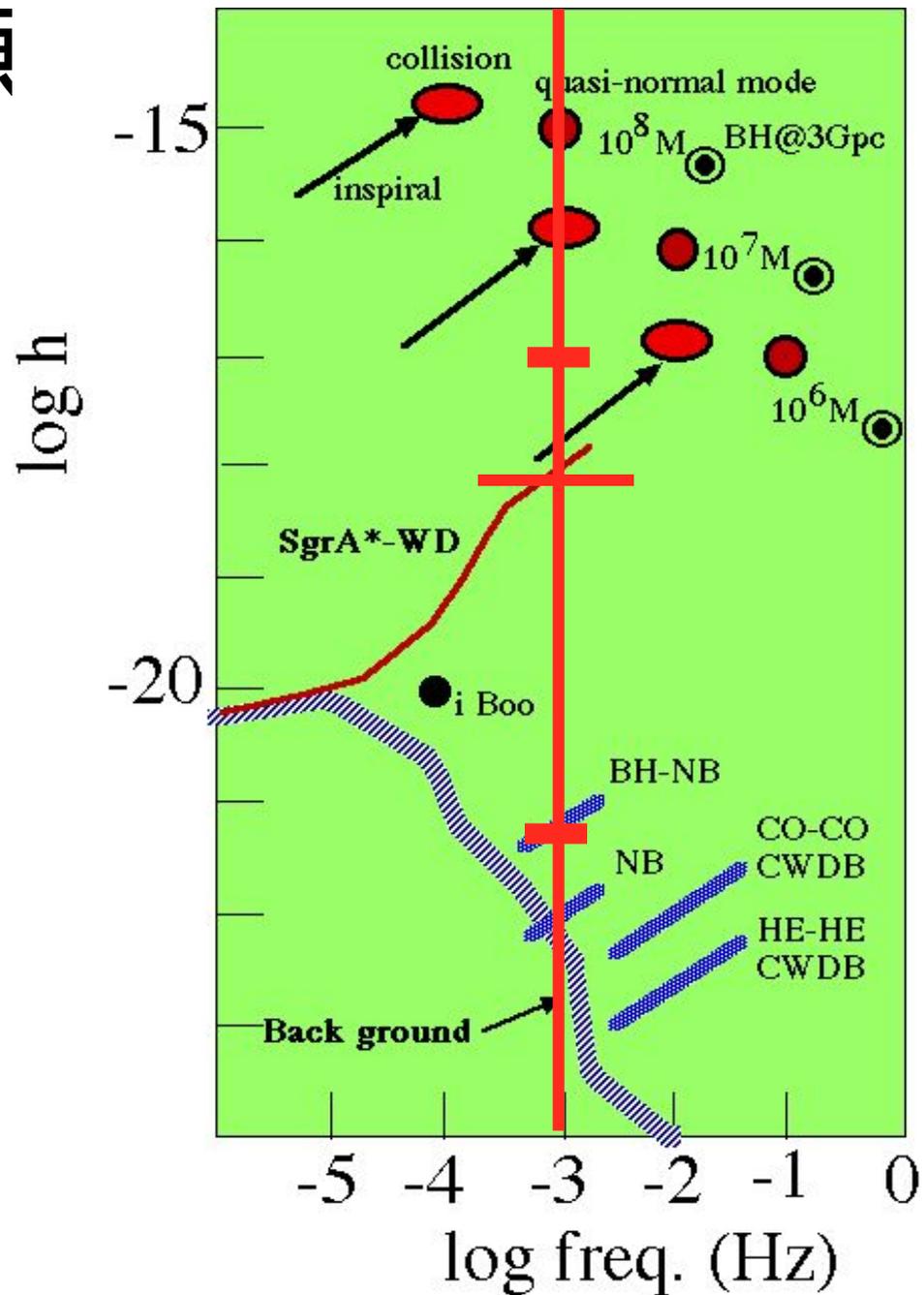
RINGDOWN

HANFORD, WASHINGTON
LIVINGSTON, LOUISIANA

重力波 波源

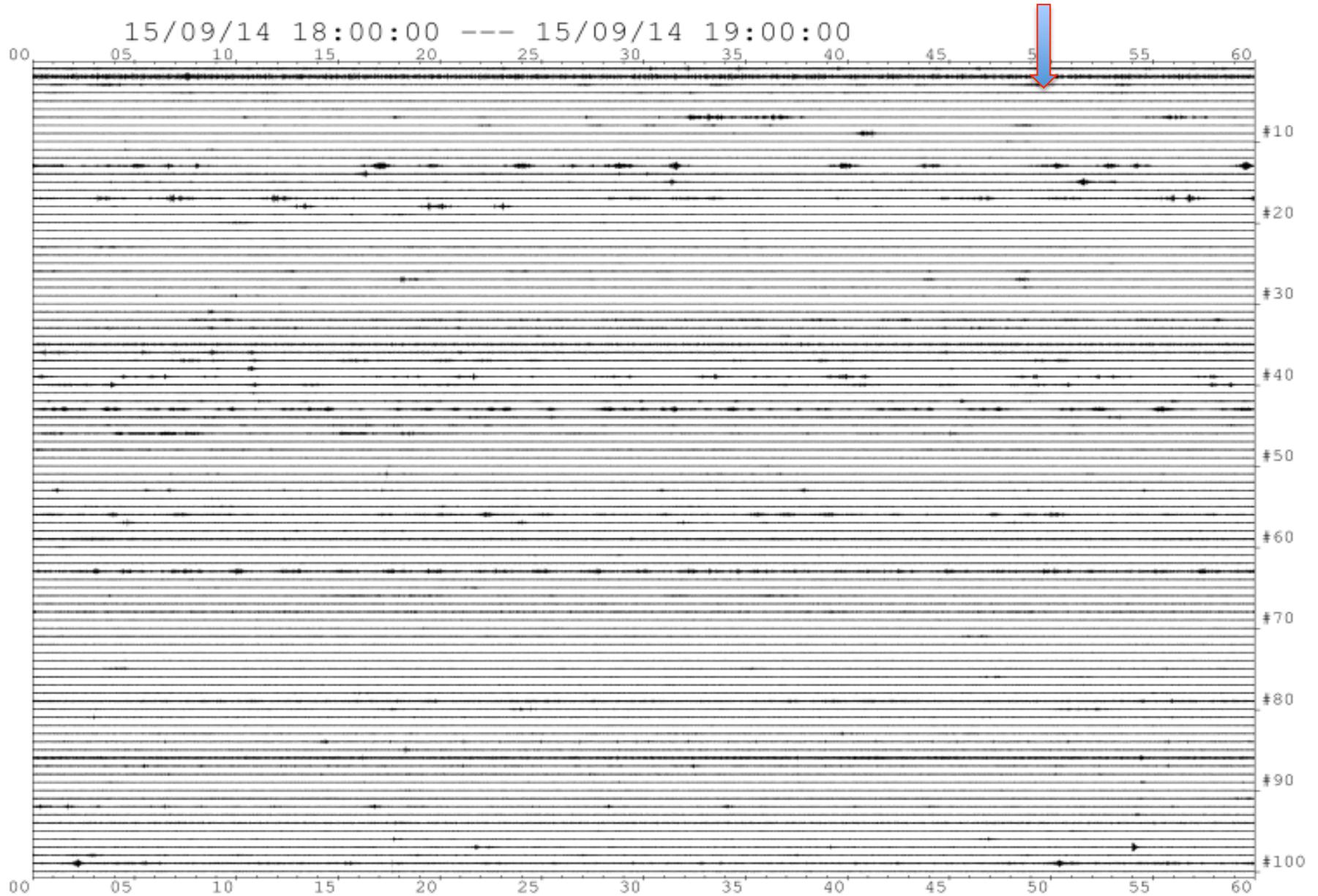


受信機



日本列島に沿った100観測点の記録

防災科技研



本題に戻って

断層（地震）の階層性

地震学の骨格

弾性論

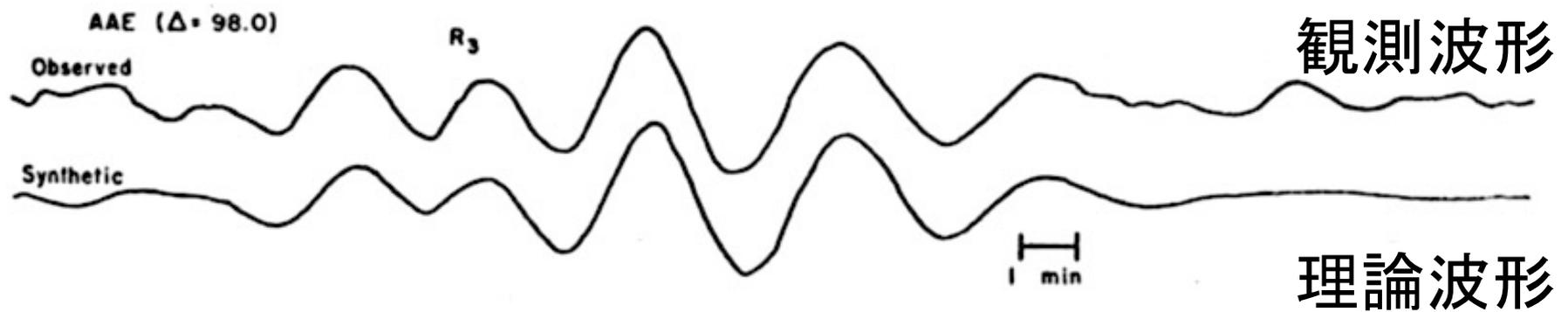
地震統計

プレートテクトニクス

青木

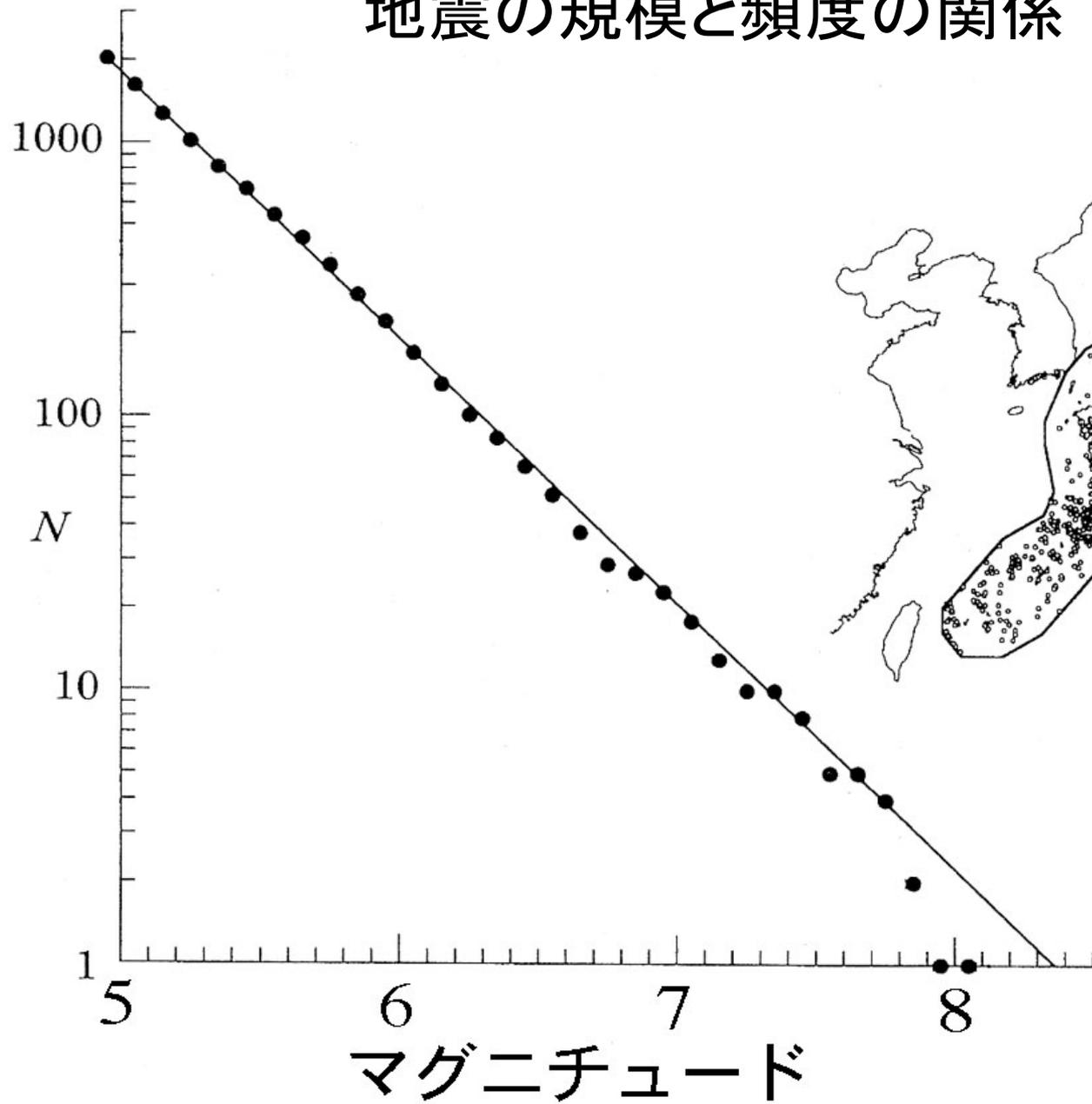


宇津 深尾



地震の規模と頻度の関係

地震数



1965年—1999年の地震 (宇津, 1984)

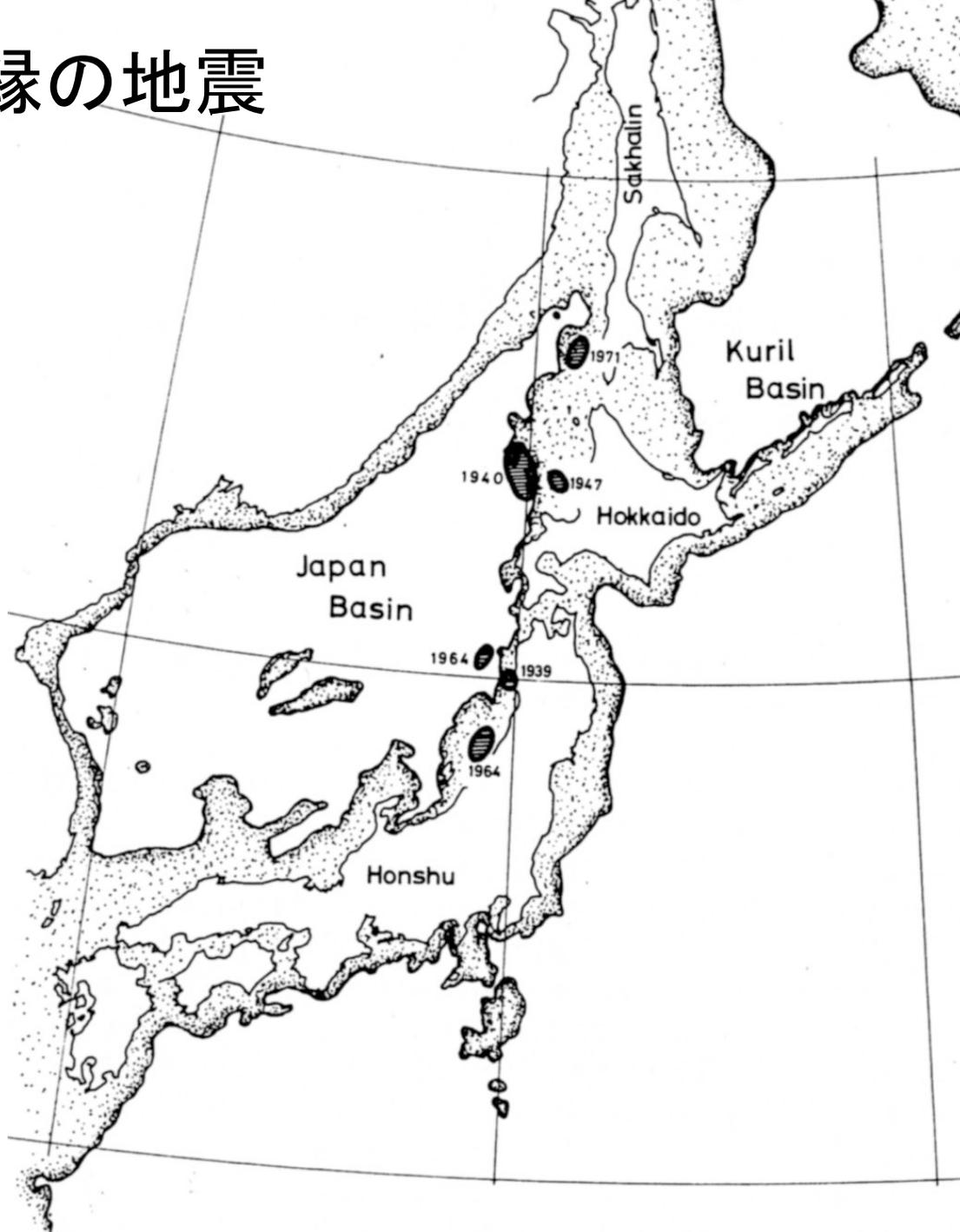
マトリョーシカ (ロシア人形)



自己相似

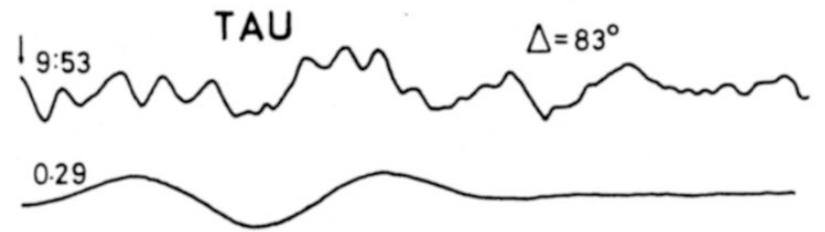
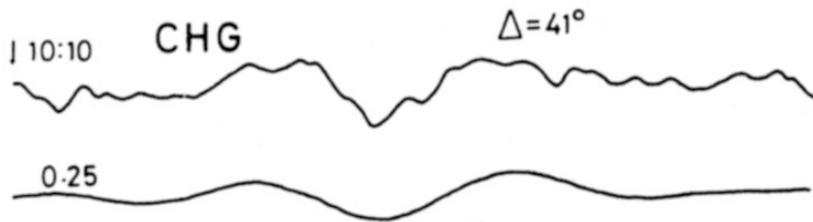
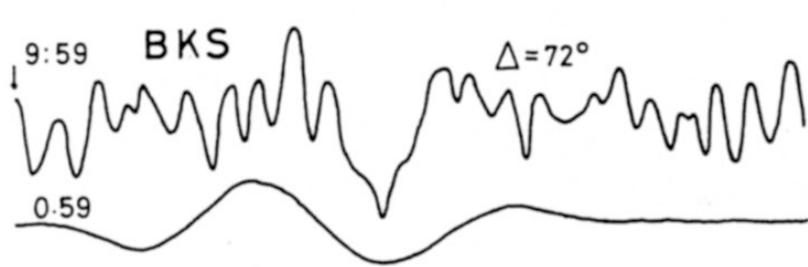


日本海東縁の地震



男鹿半島沖地震(Mw7.0)波形比較

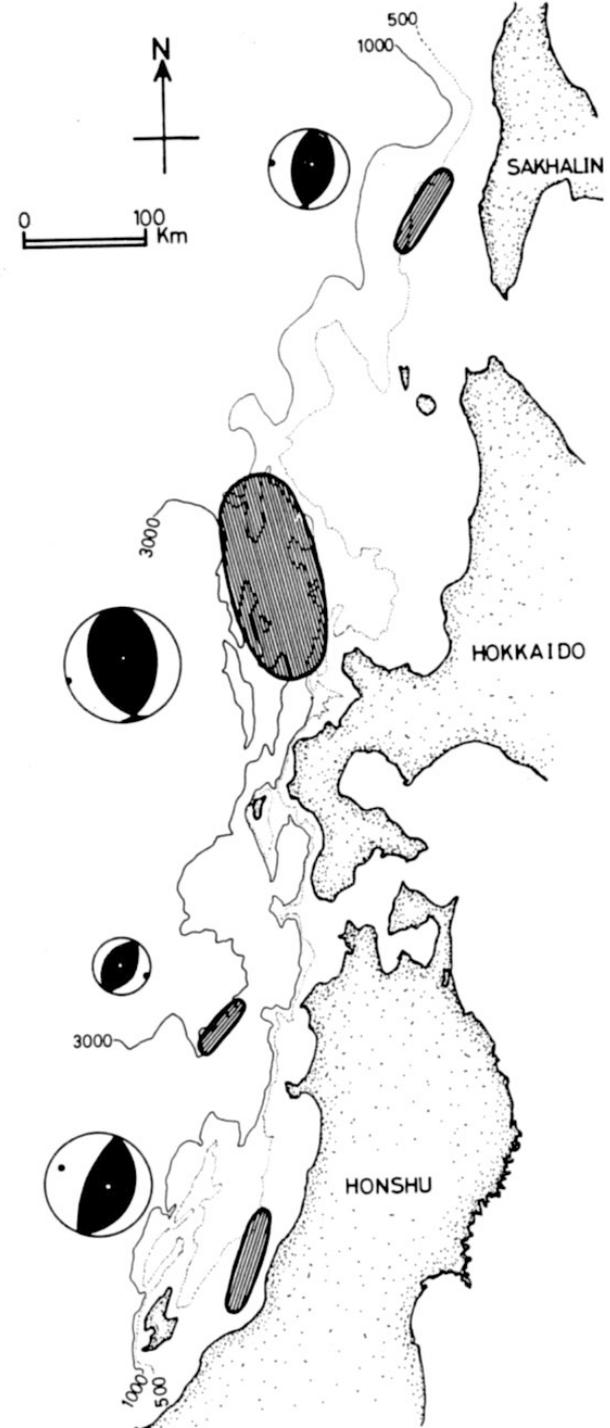
1964 off Oga Eq. Mw=7.0



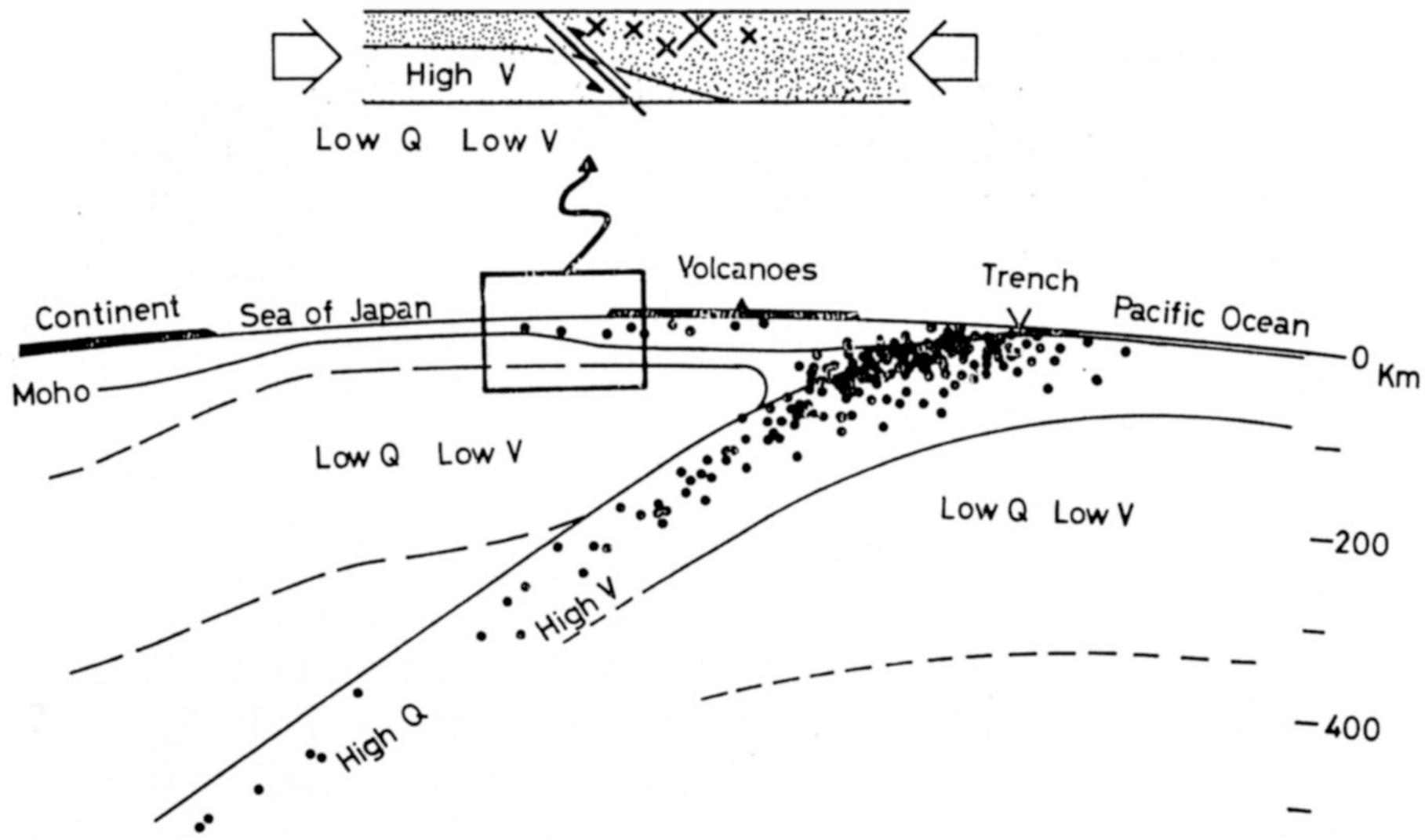
Fukao and Furumoto (1975)

日本海東縁の地震

震源域の大きさと 発震機構

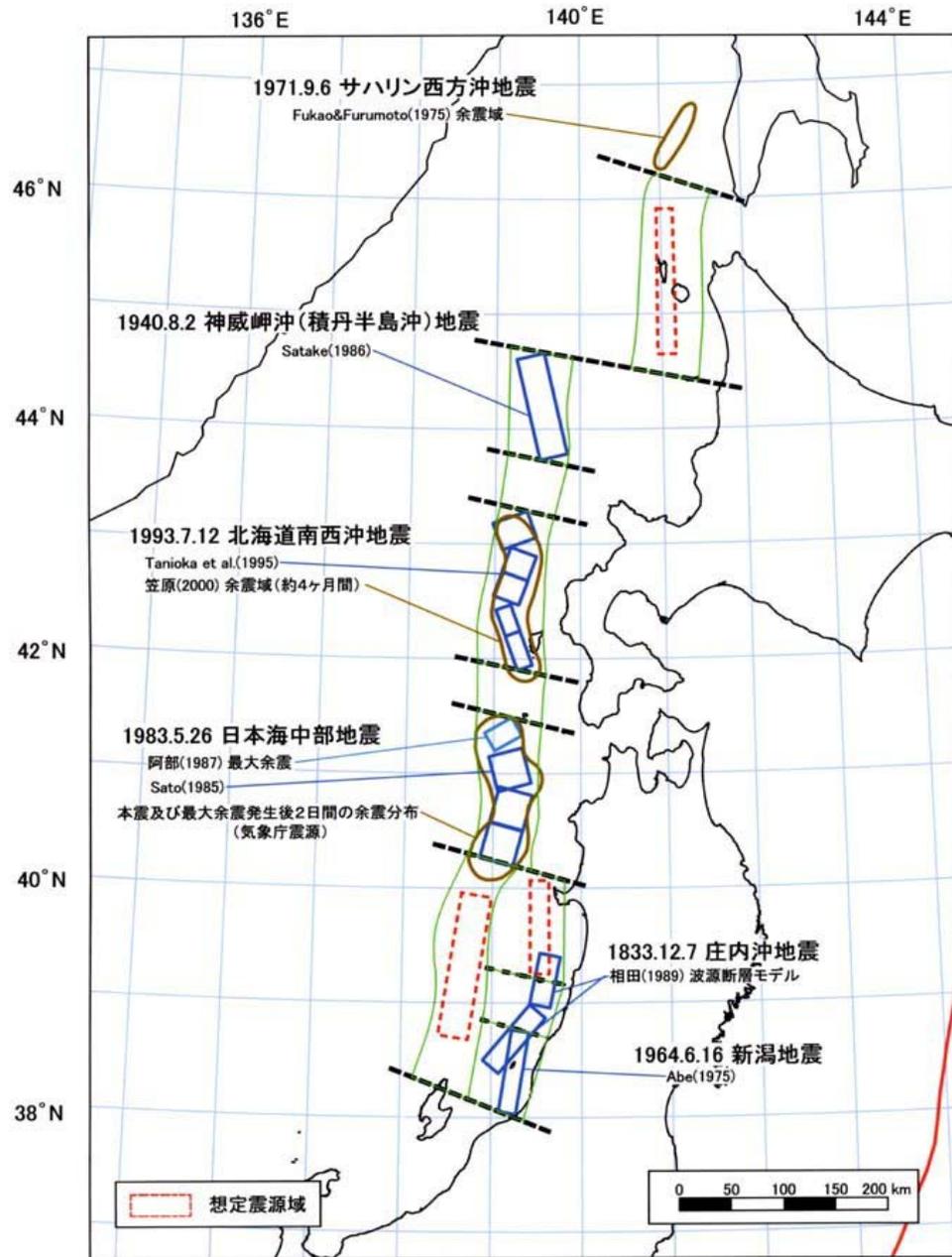


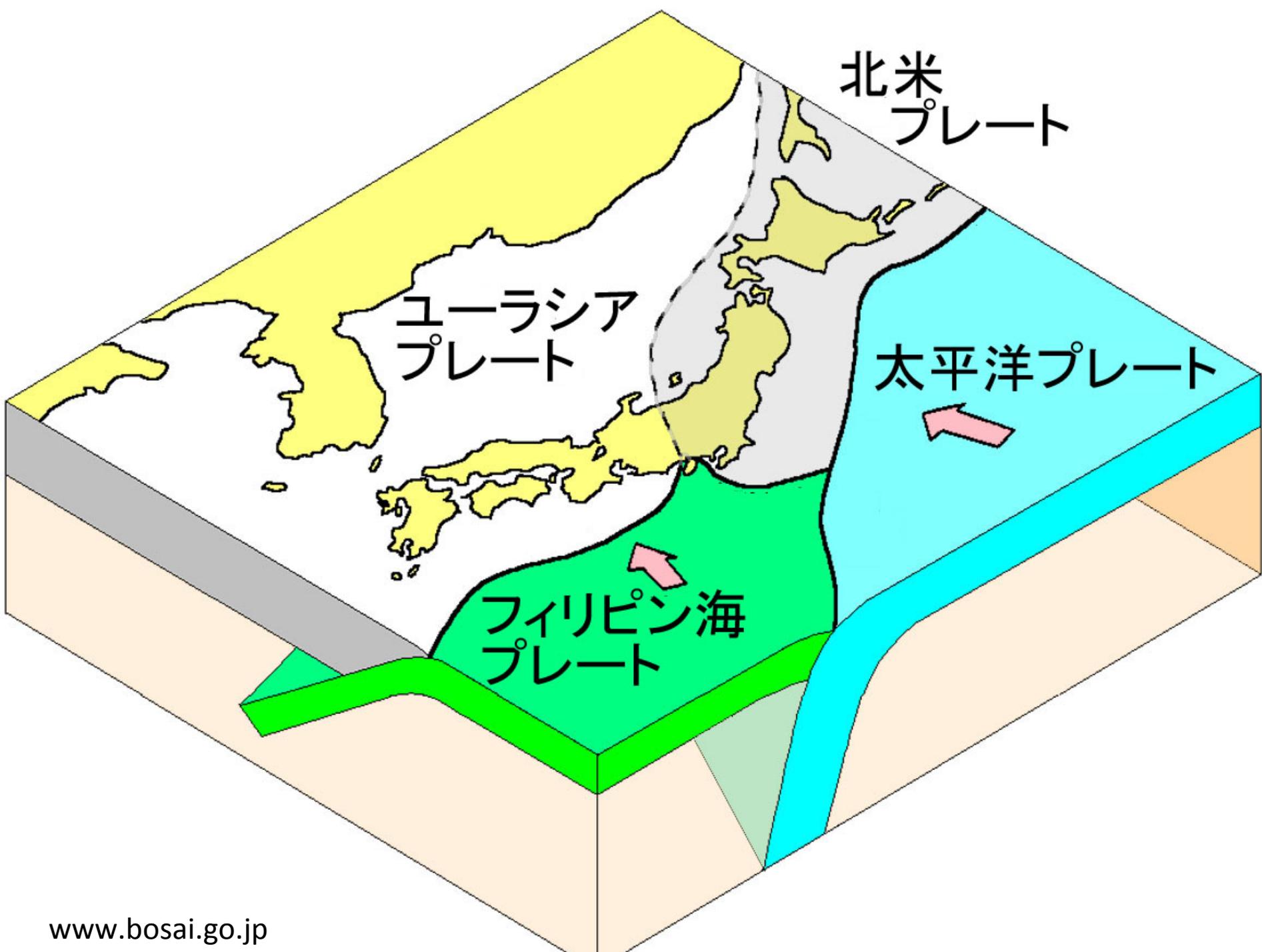
震源から推定される日本海東縁構造の発達 将来, 沈み込み帯「のようなもの」となる可能性



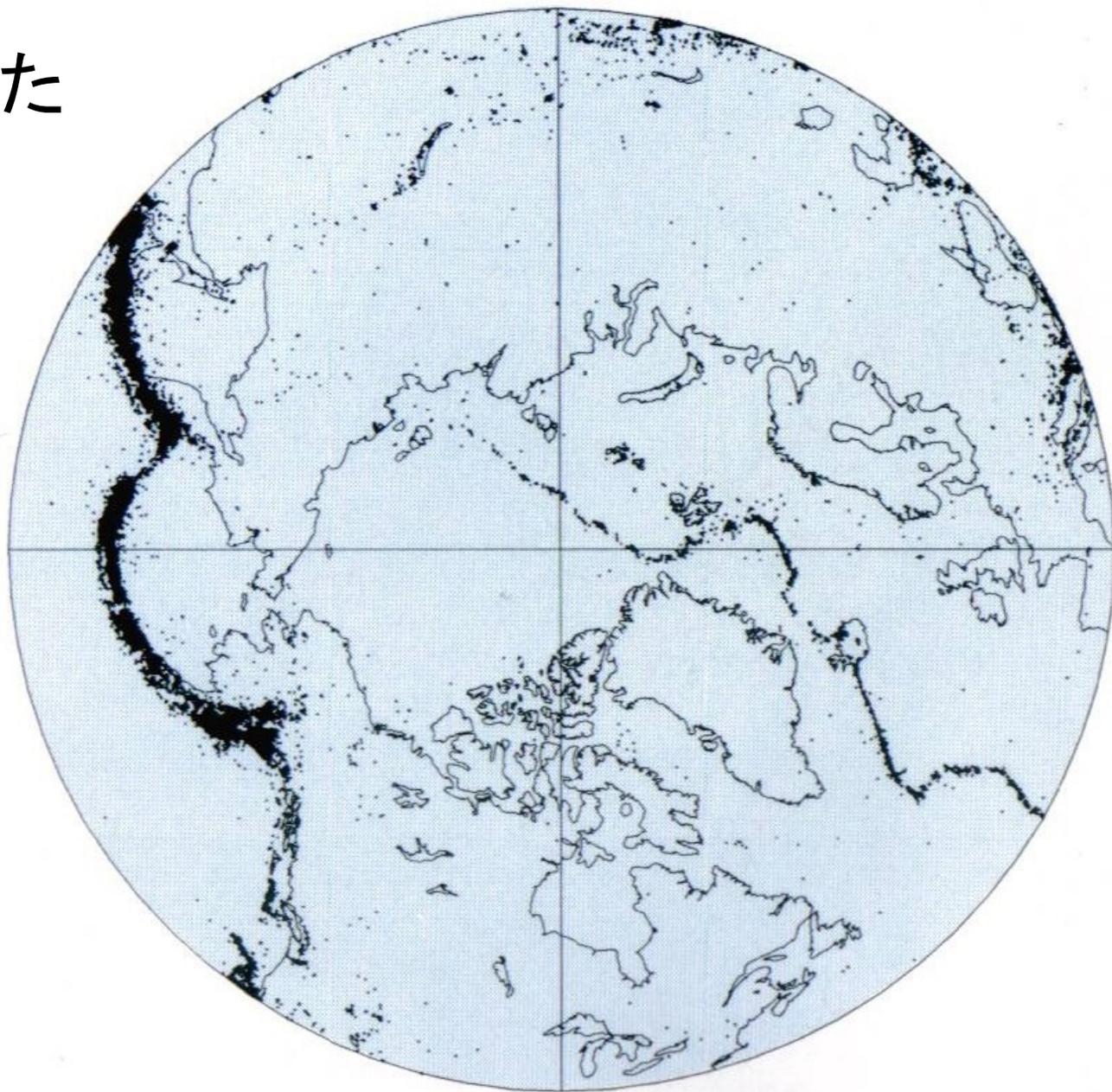
上田誠也先生

「そんなこともありますかねえ～」



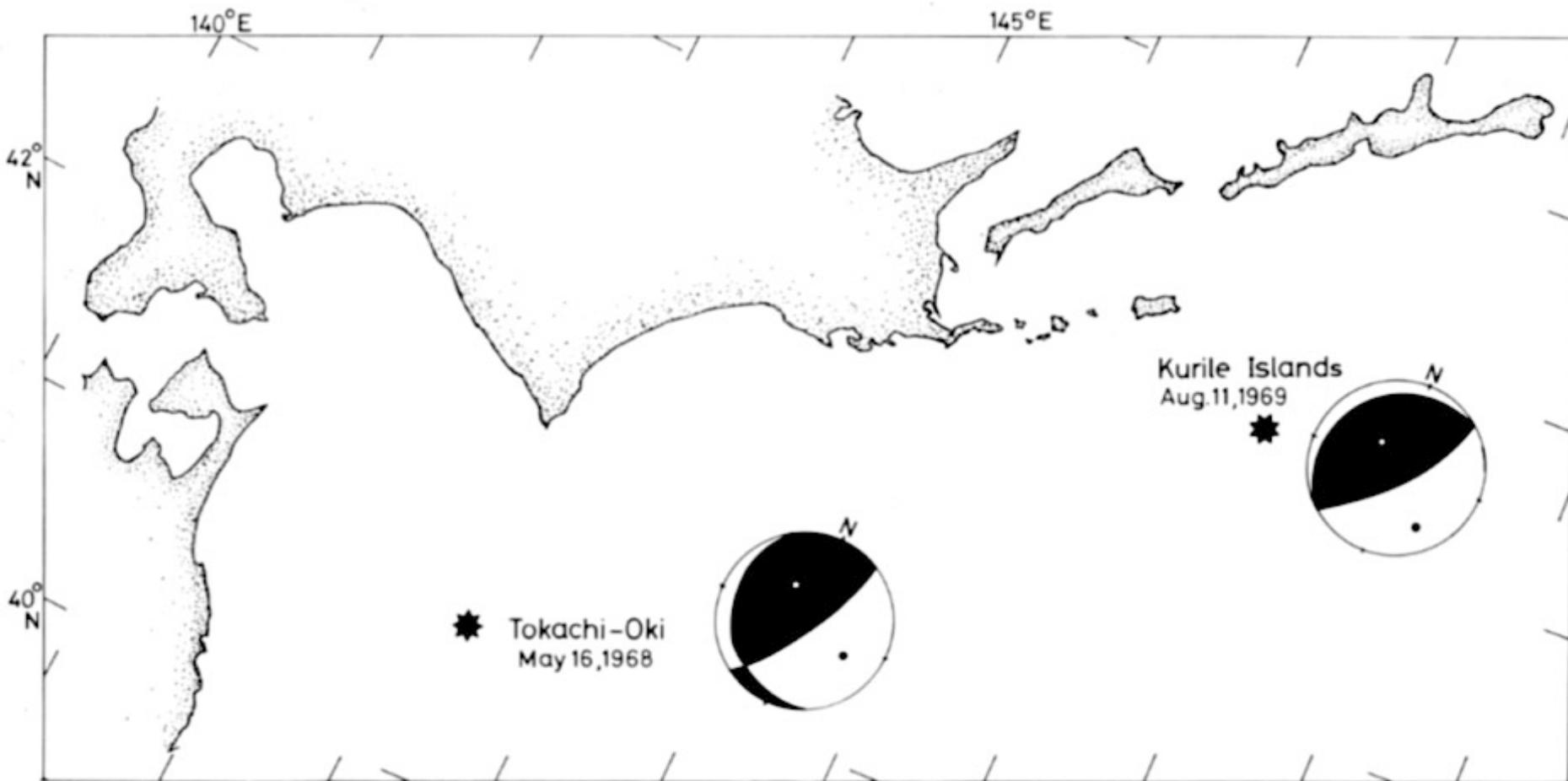


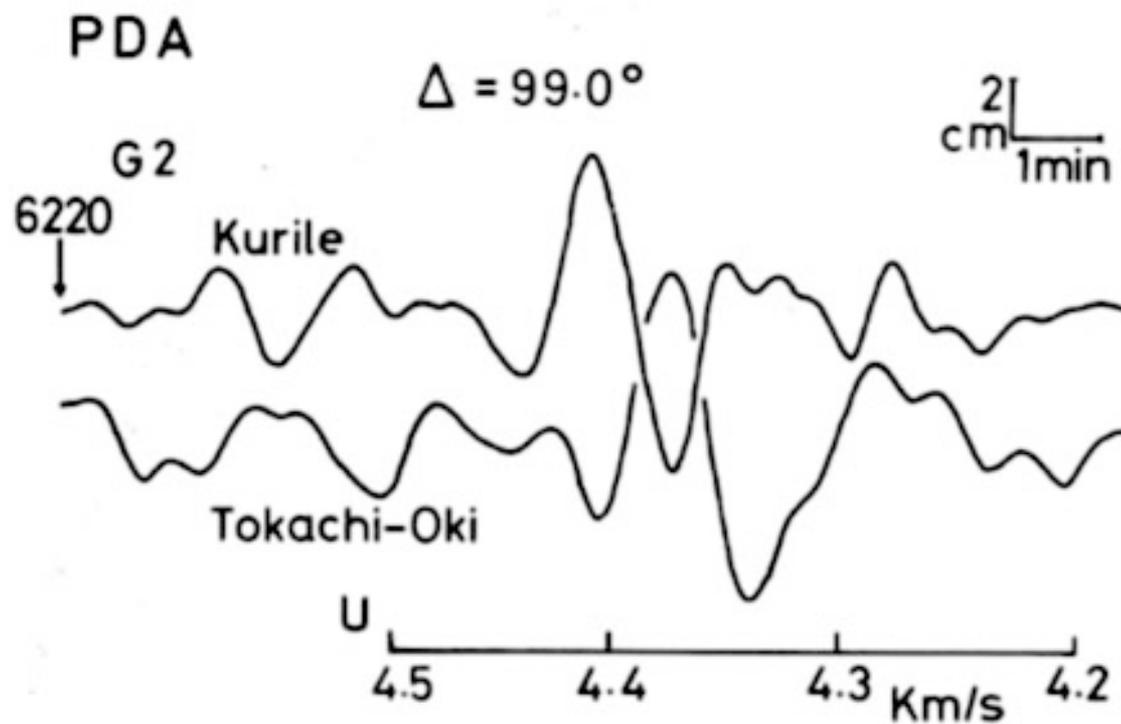
北極からみた 地震分布



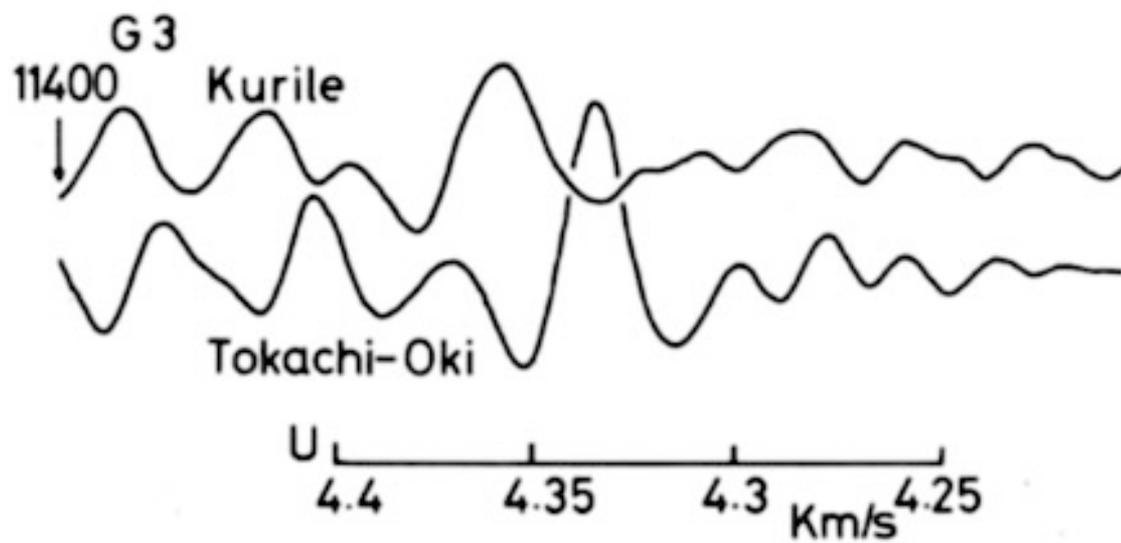
地震の分布（吉井敏尅／東京大学地震研究所）

1968年十勝沖地震と1969年千島列島地震



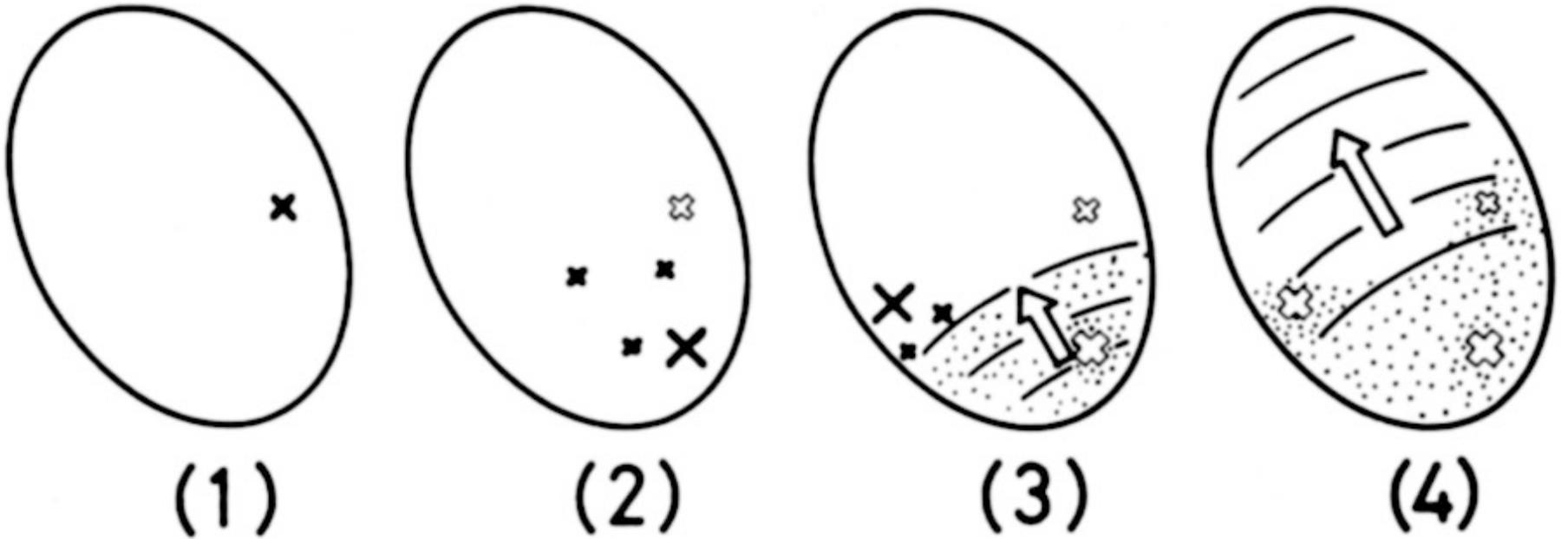


千島
十勝沖

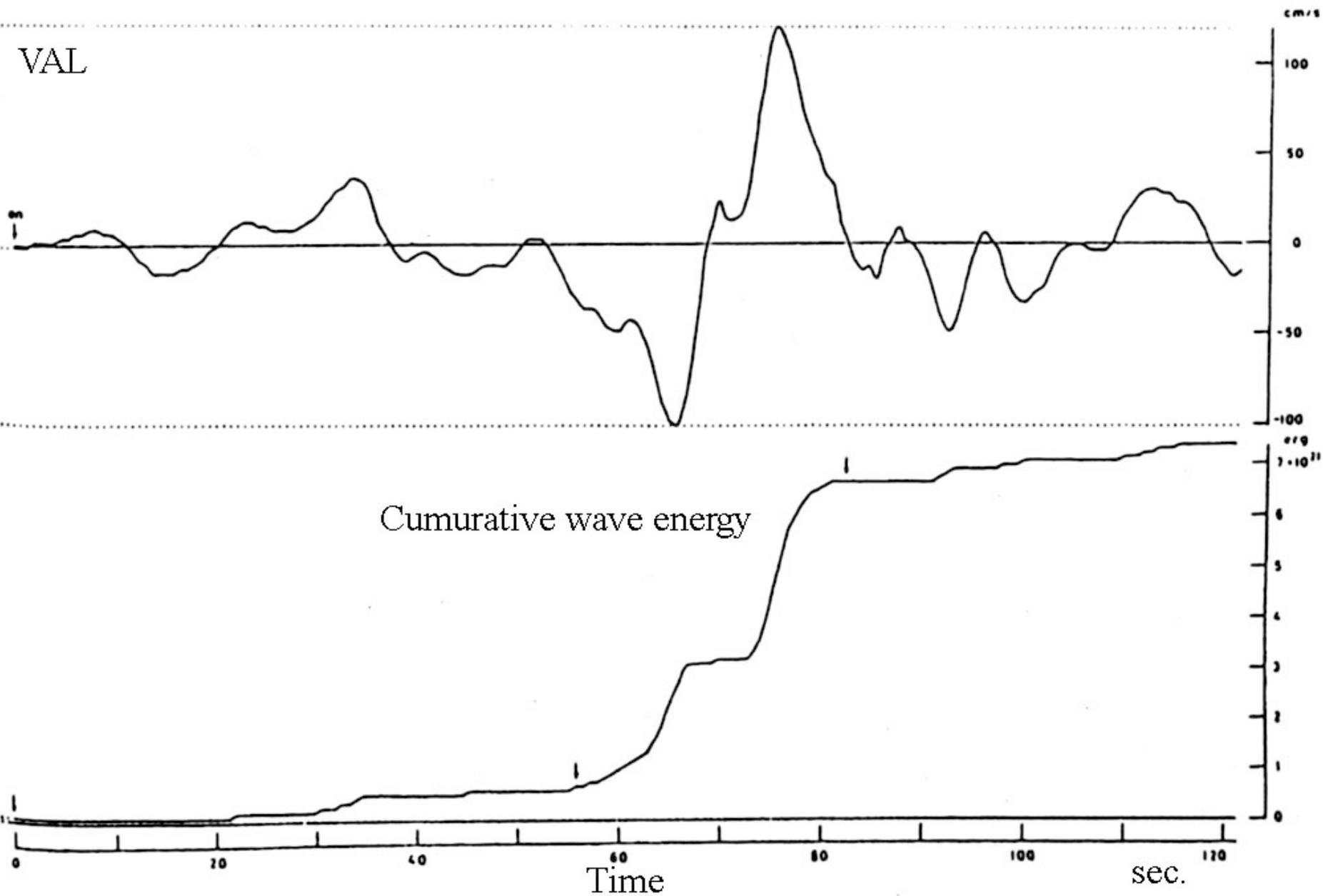


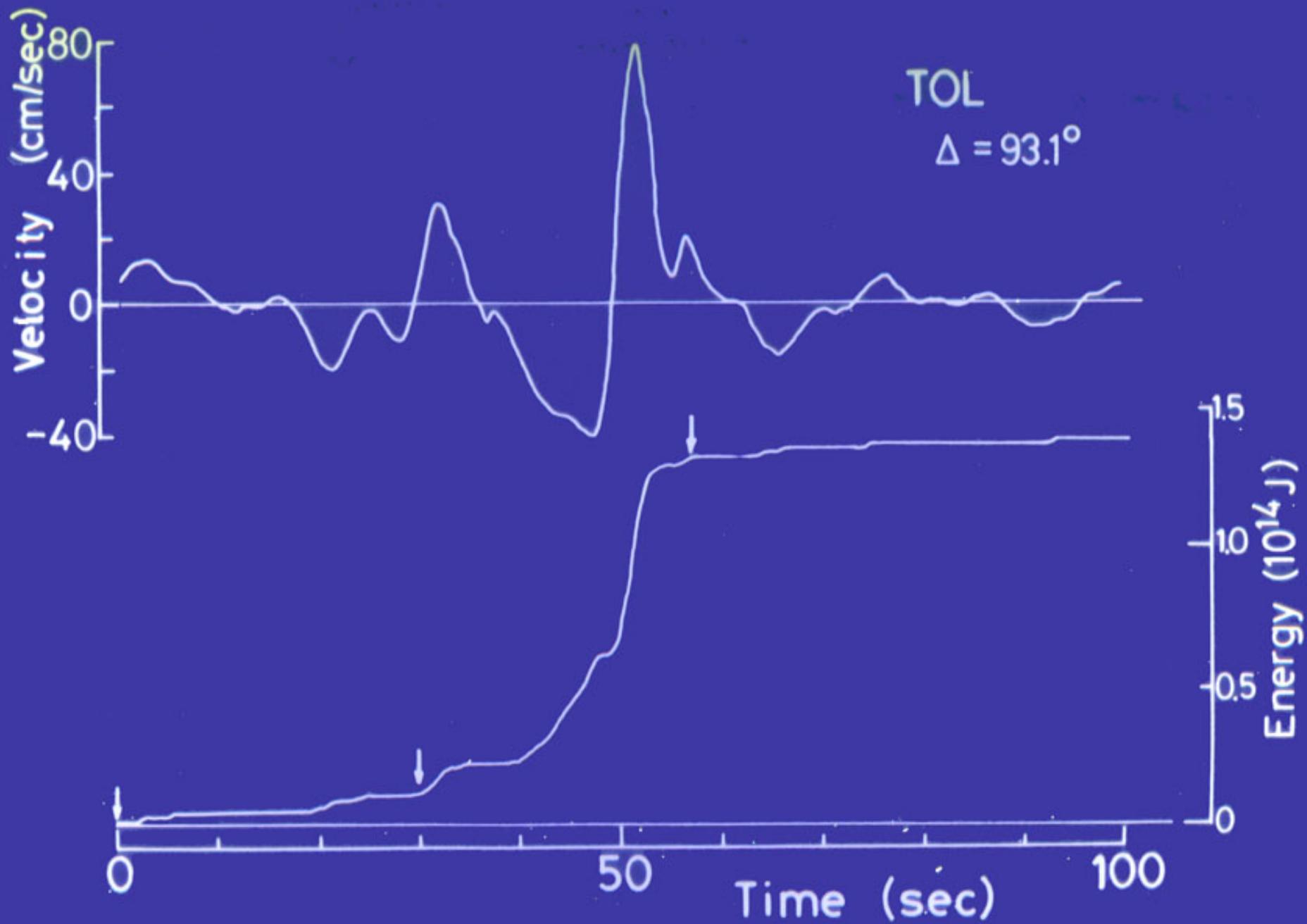
十勝沖地震の破壊過程

最初は「ぐずぐず」していた

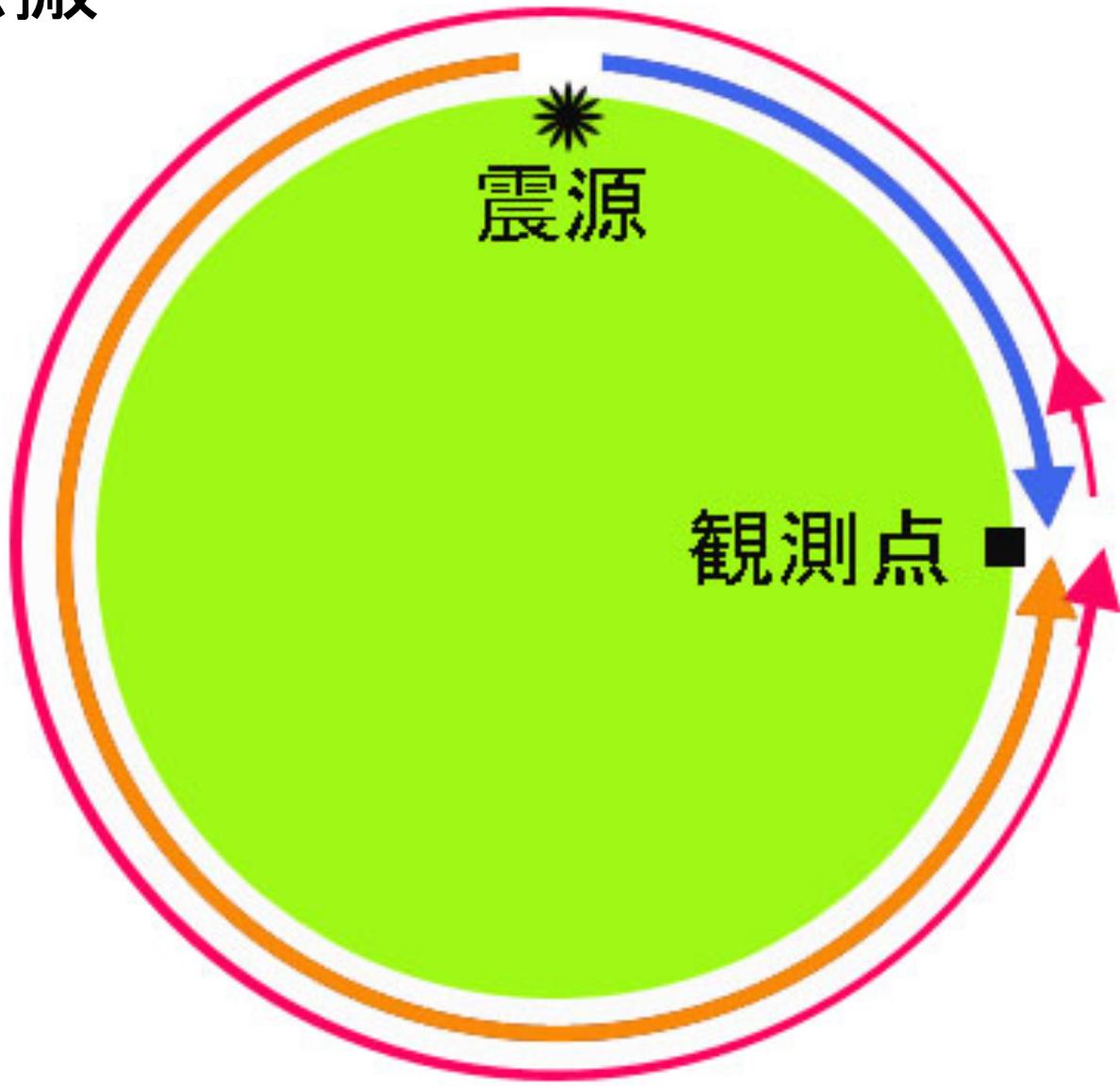


VAL



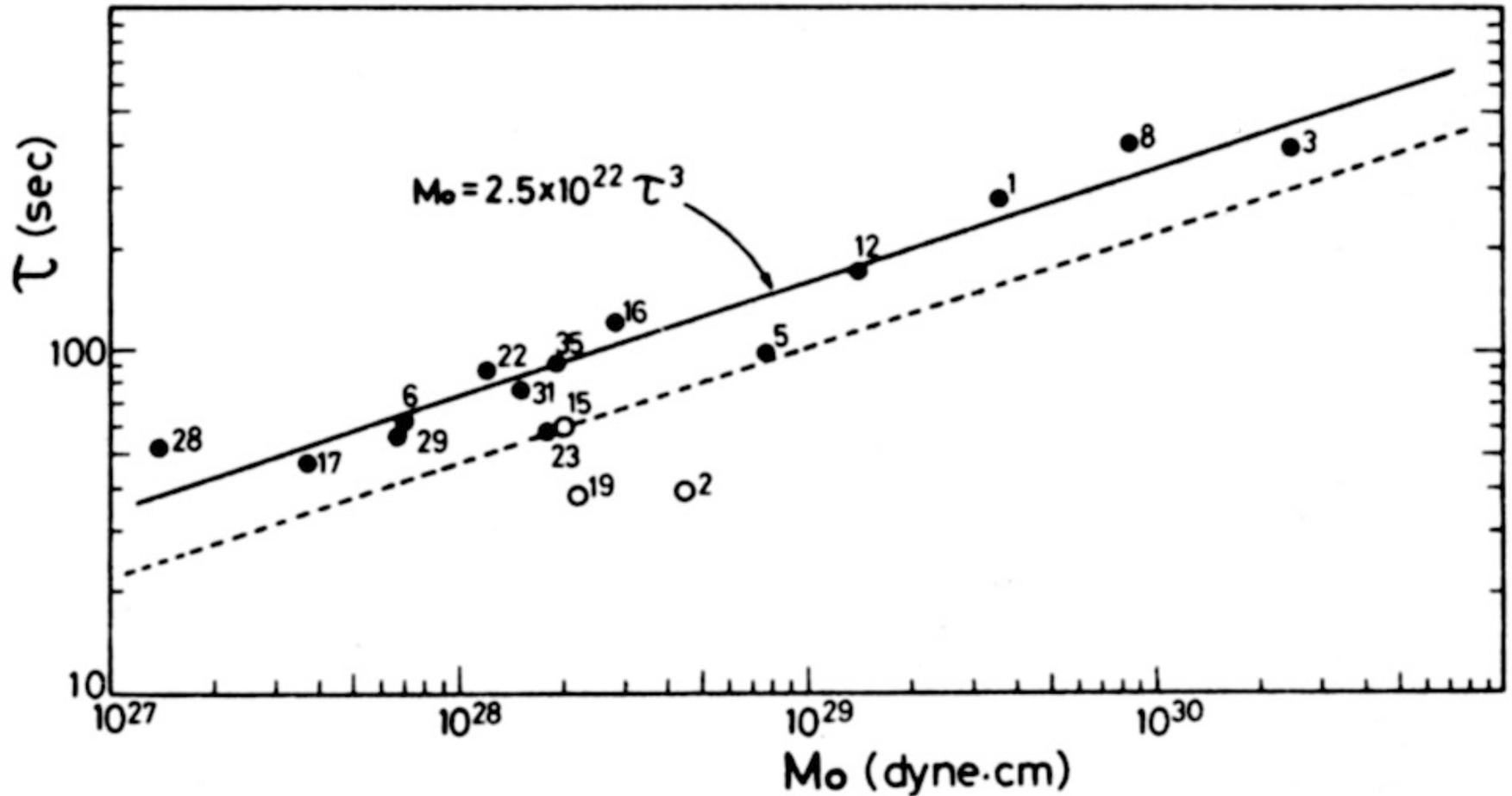


表面波の伝搬

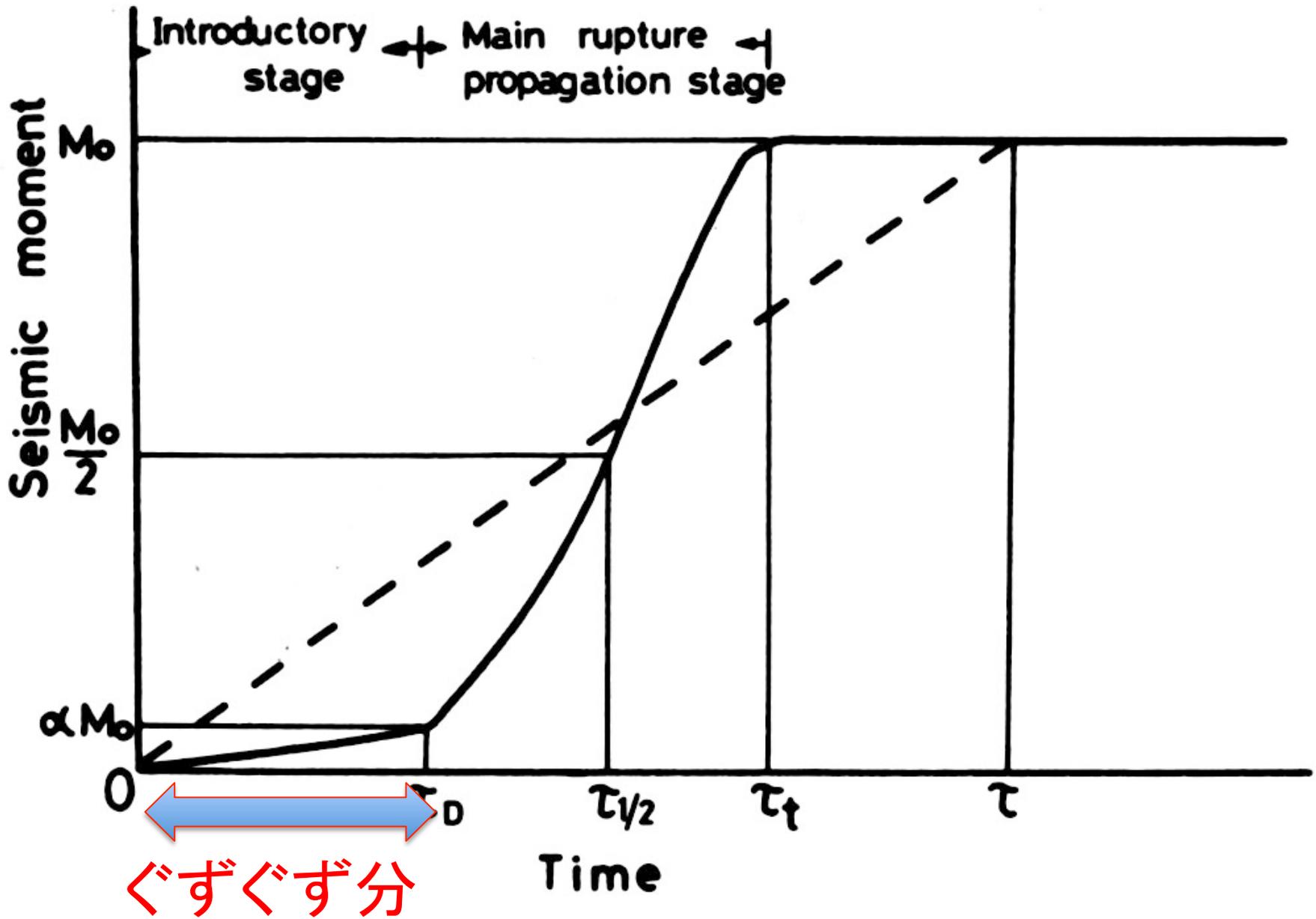


地球を何周りもする

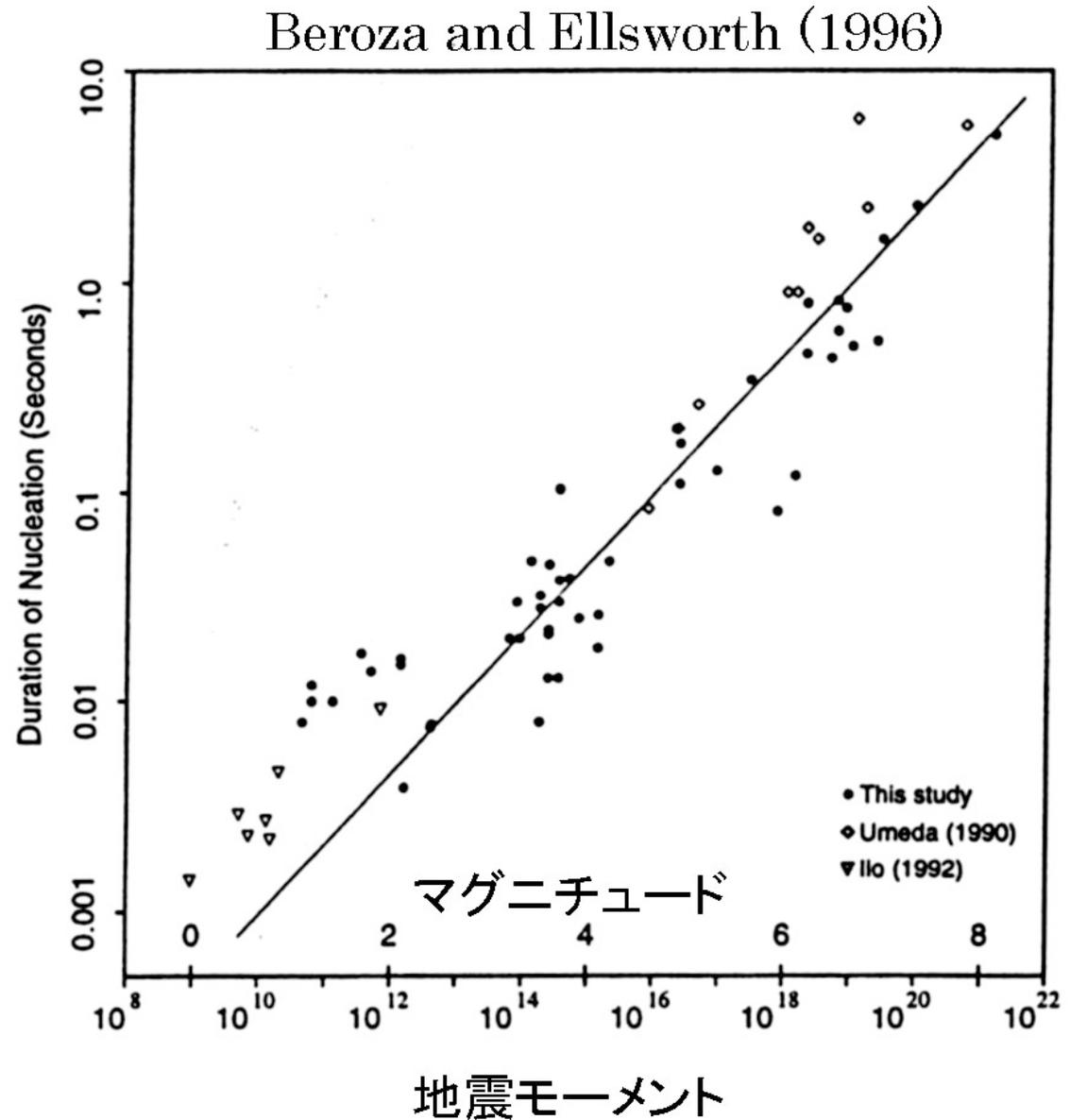
断層運動の規模と破壊にかかる時間



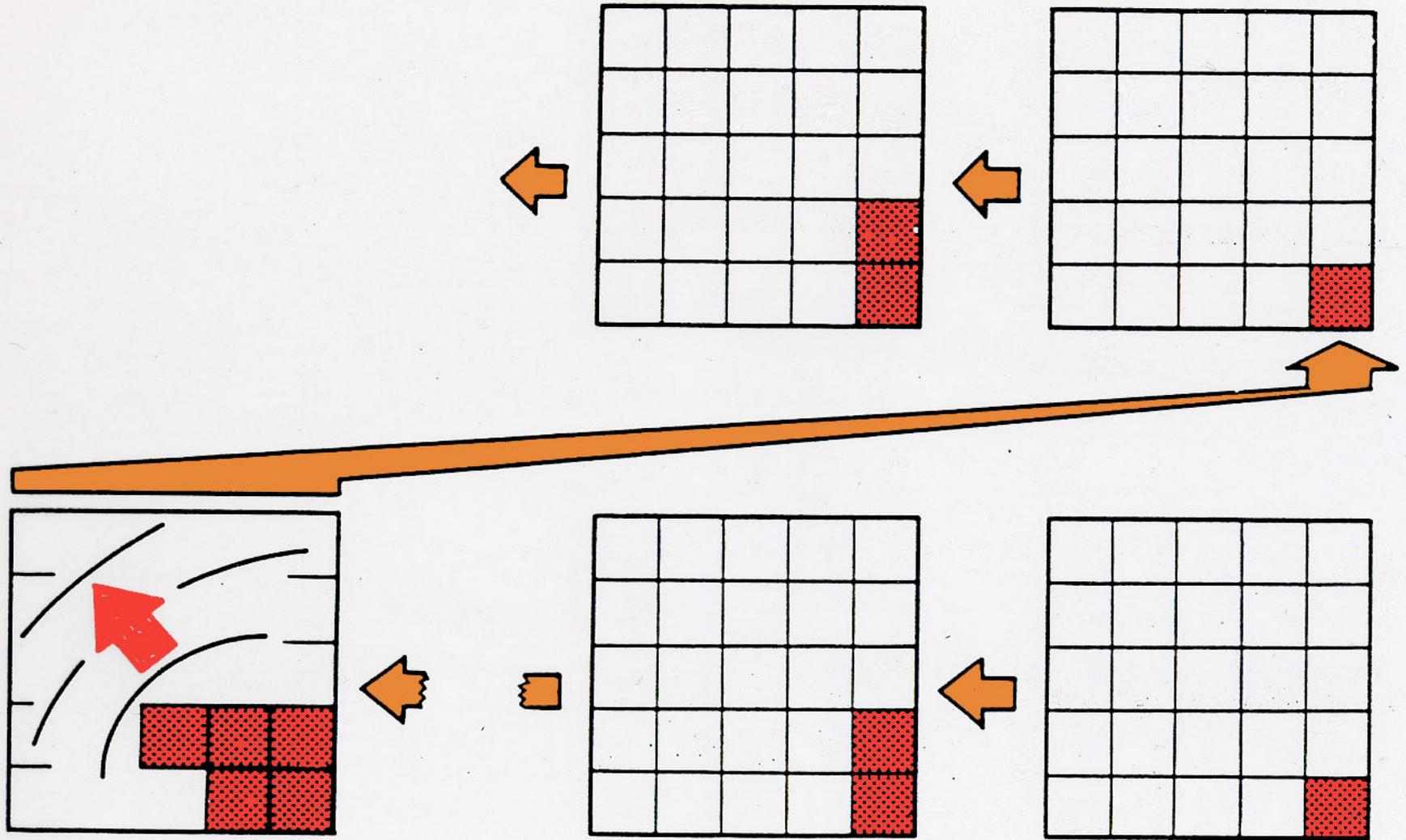
単純な破壊(破線)よりも長くかかっている



初期破壊時間と断層規模は関係している



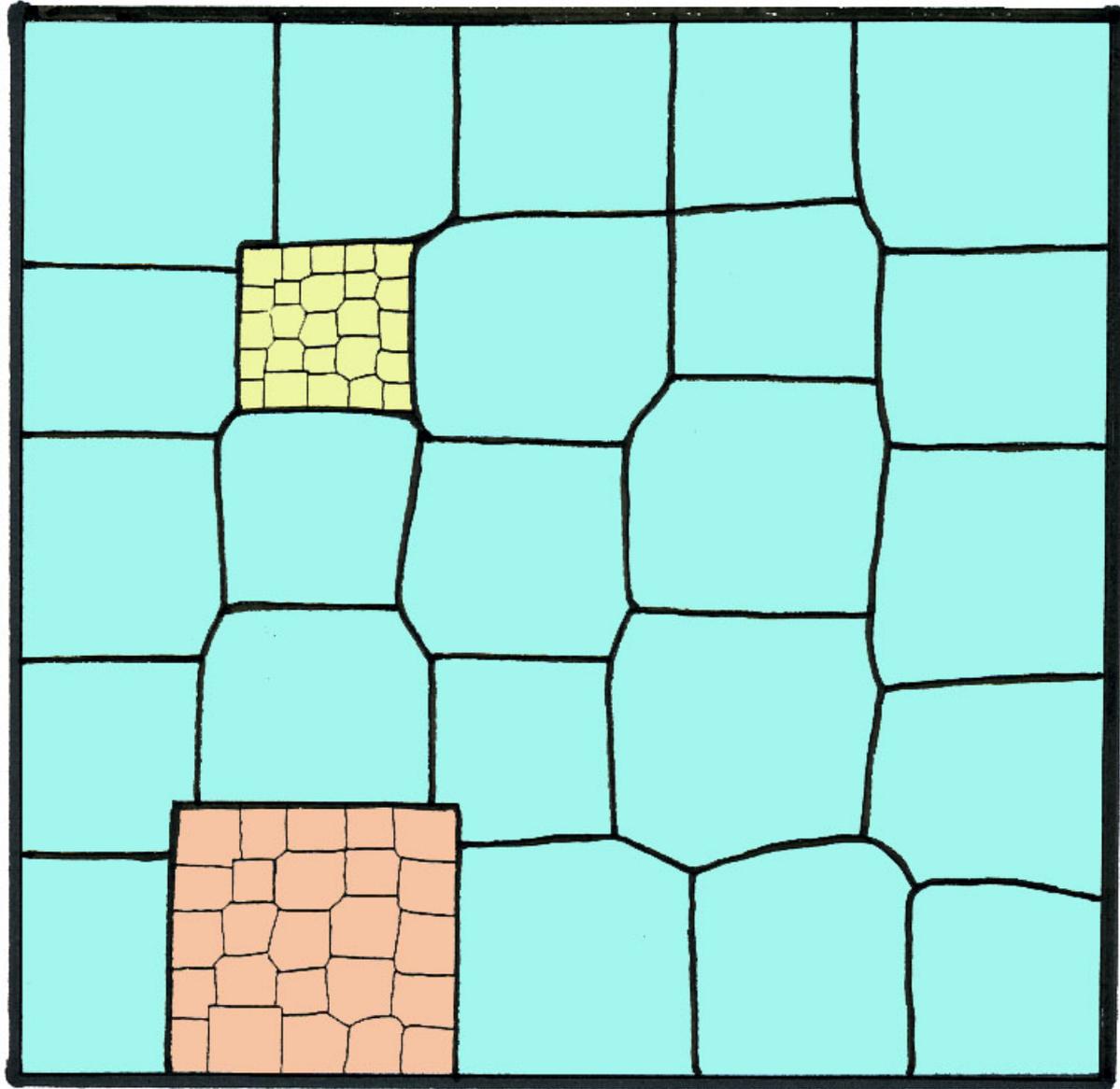
断層の階層的破壊モデル



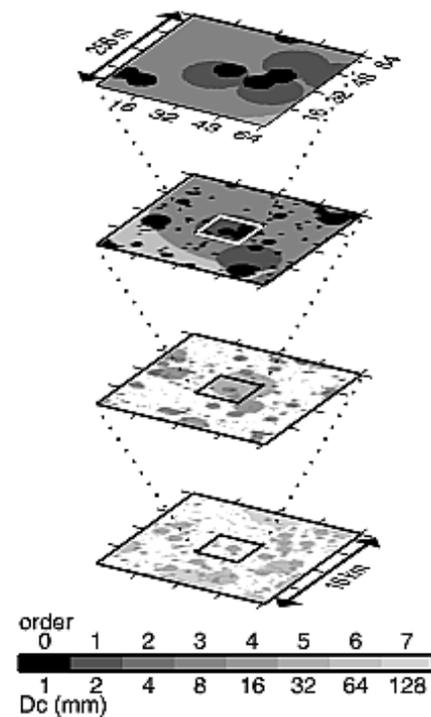
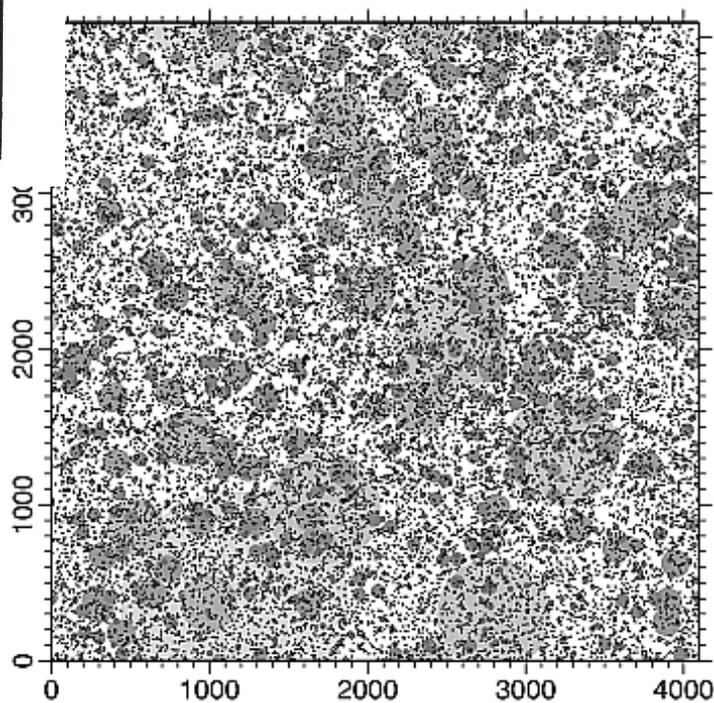
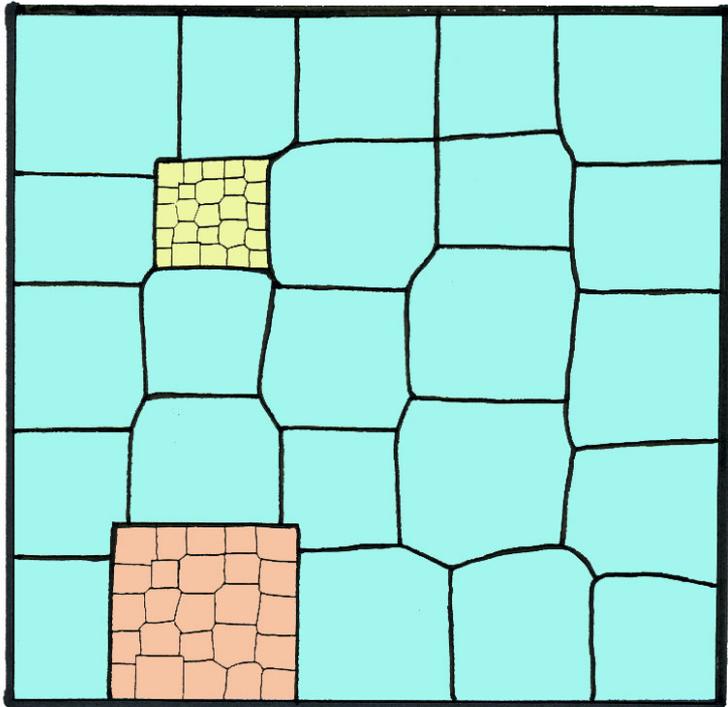


自己相似性が必要

自己相似性を持った階層モデル(概念図)



とびとびモデル

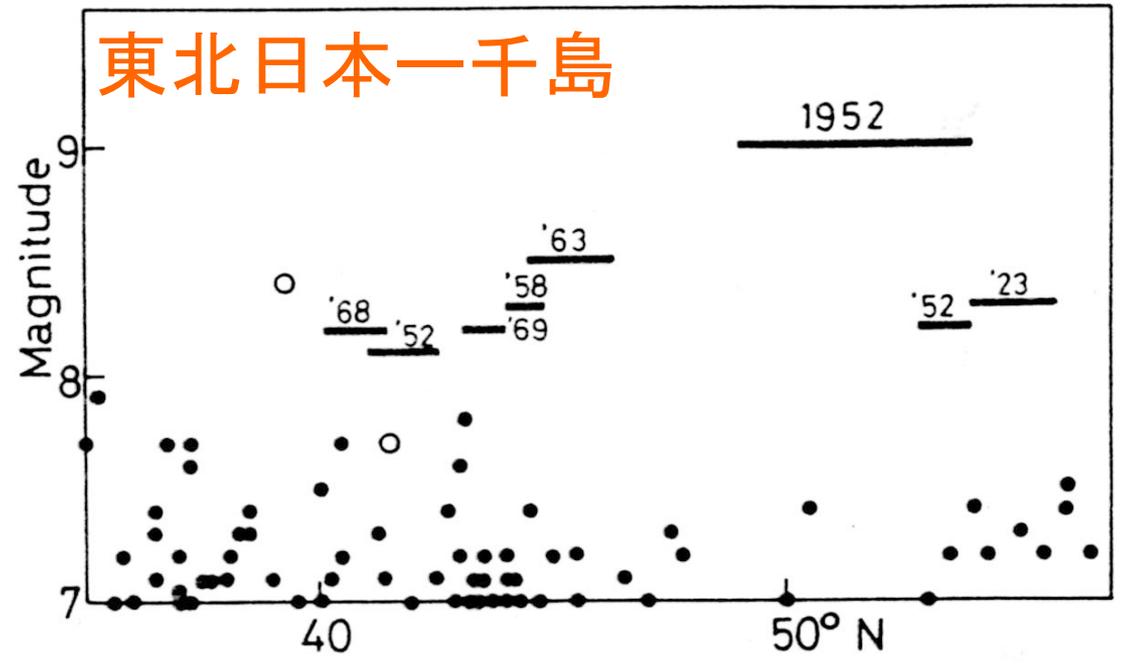
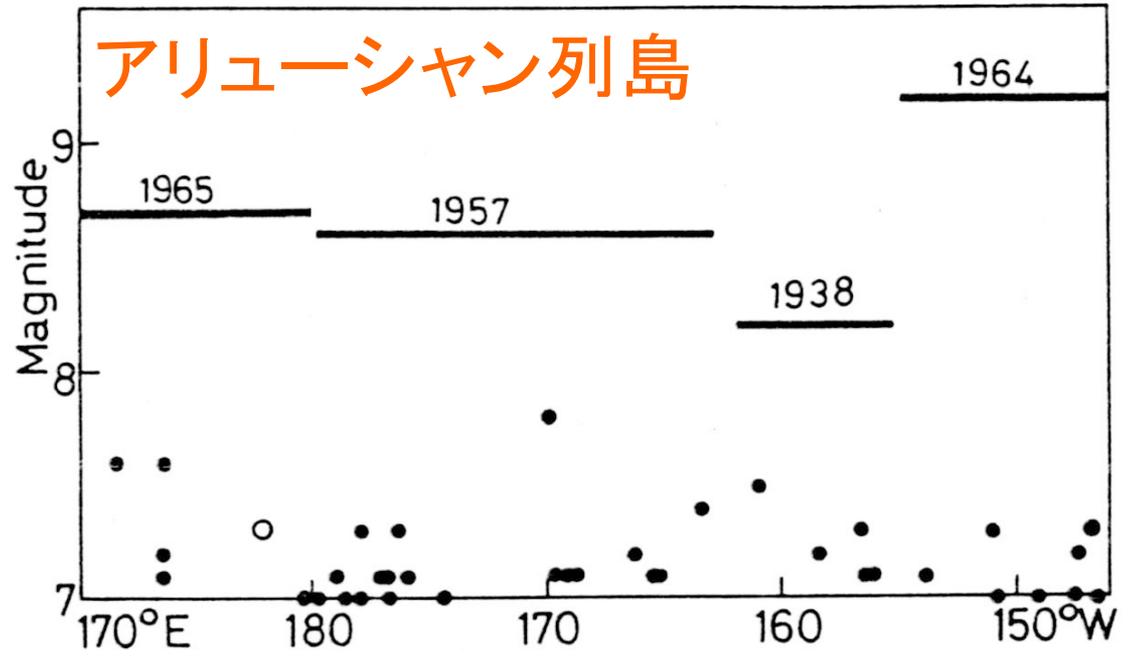


「連続」モデル

Ide and Aochi,(2005, JGR,110)

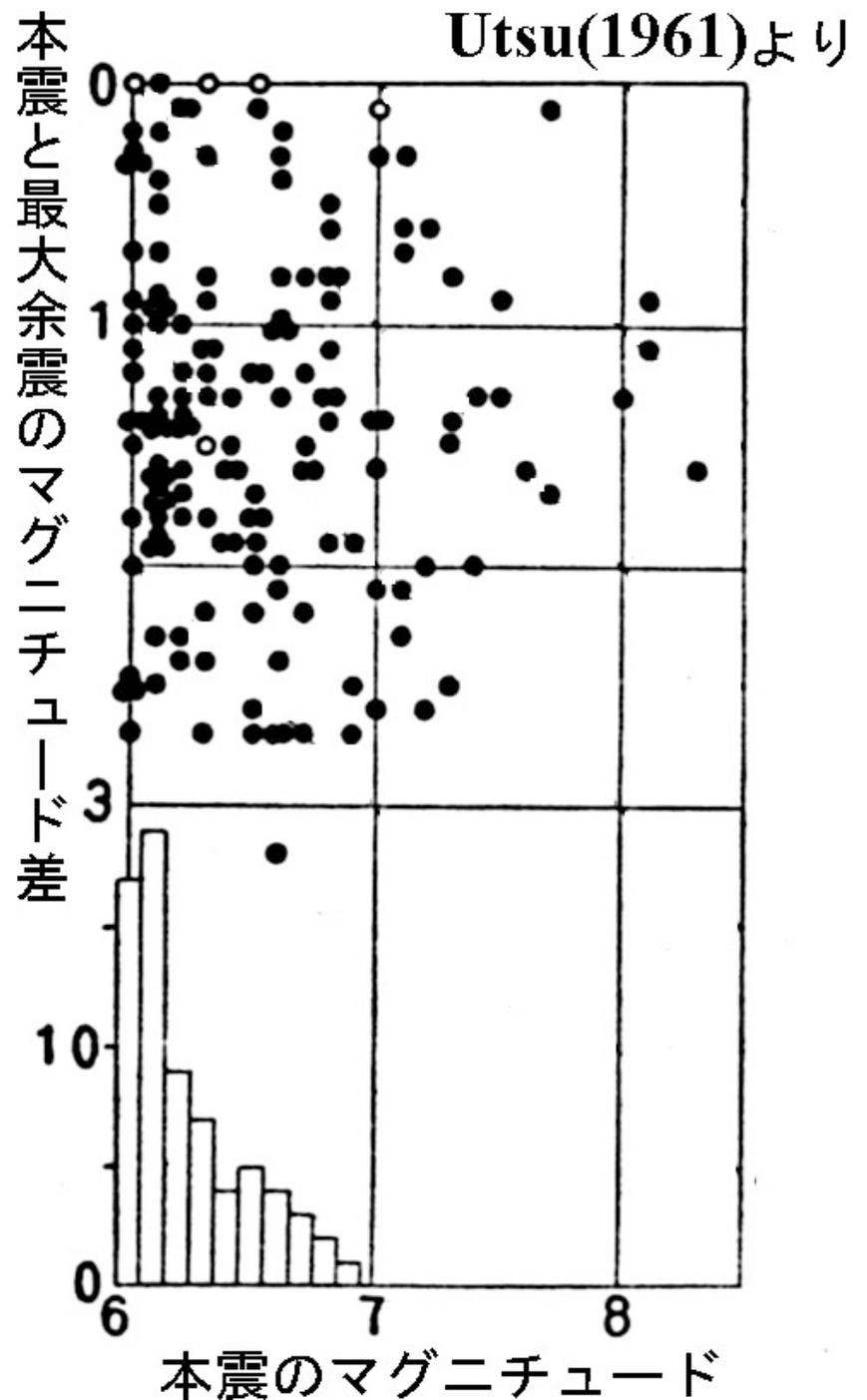
巨大地震の震源の大きさ

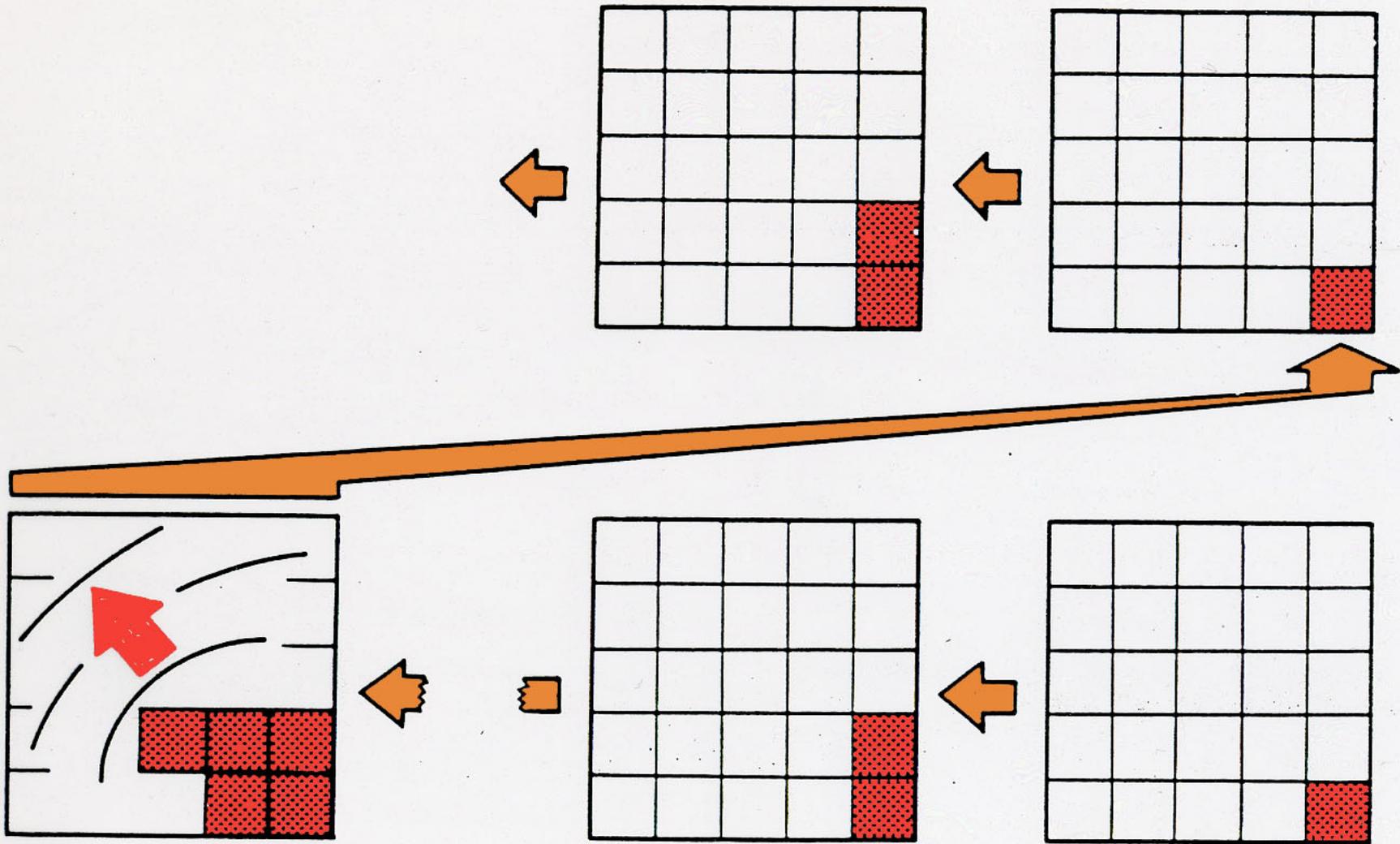
ギャップ(とび)がある.

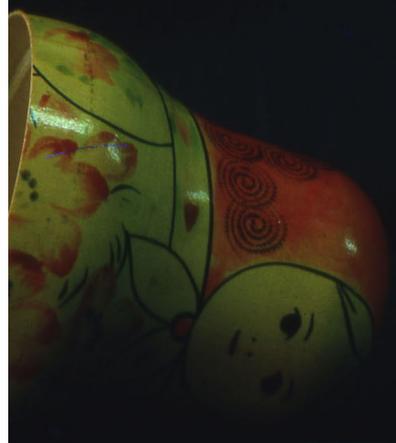


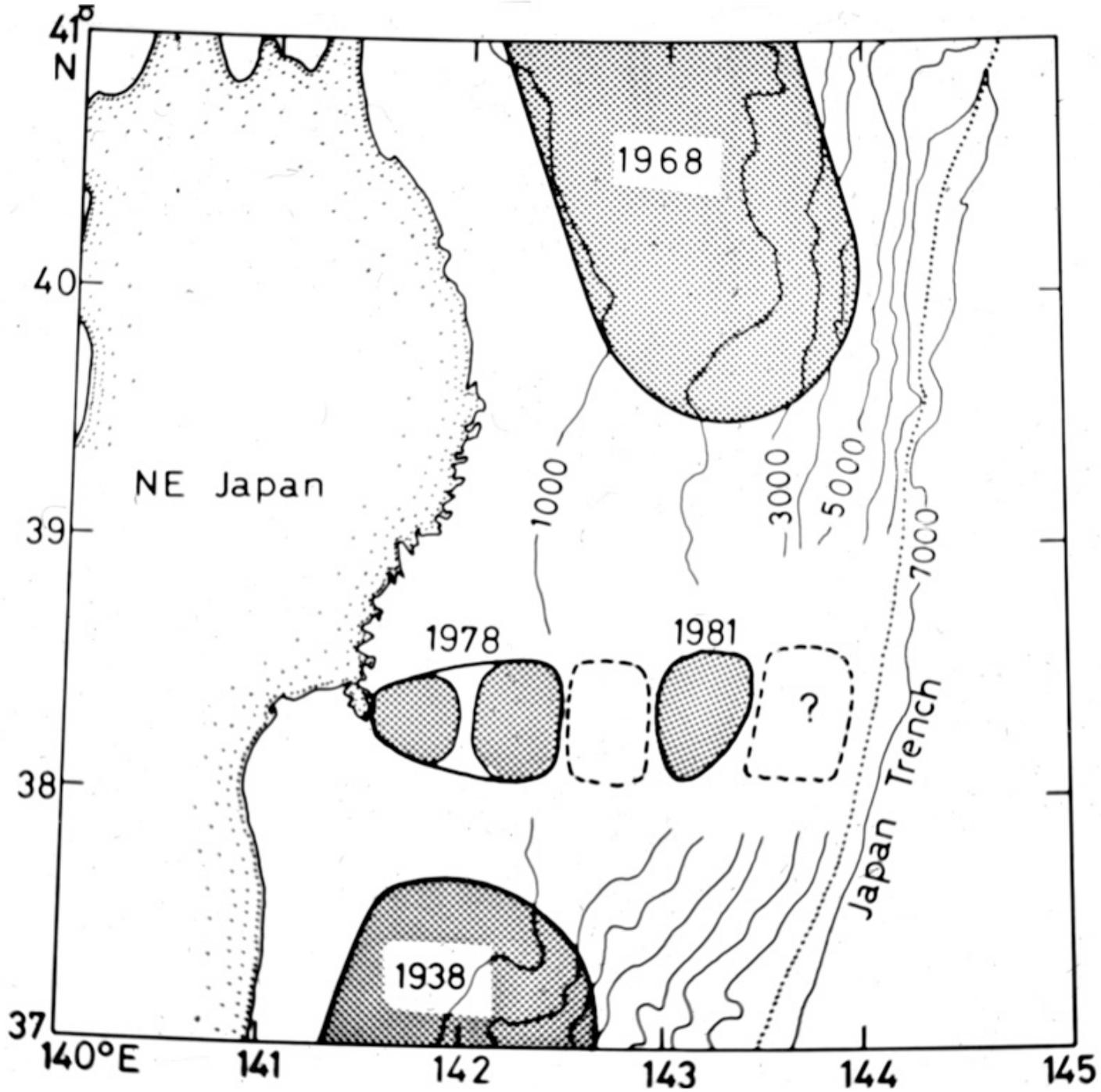
最大の余震の規模と
本震の規模との間
にはギャップがある。

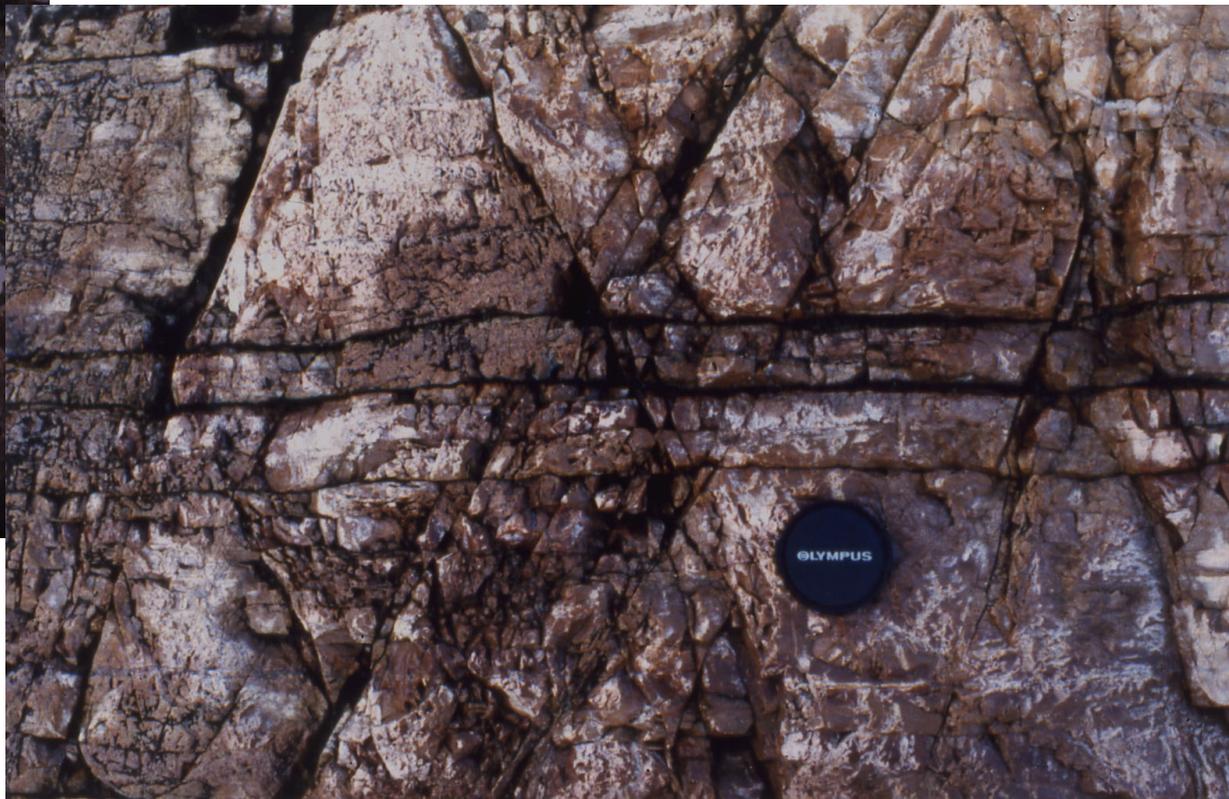
“ボート”の法則











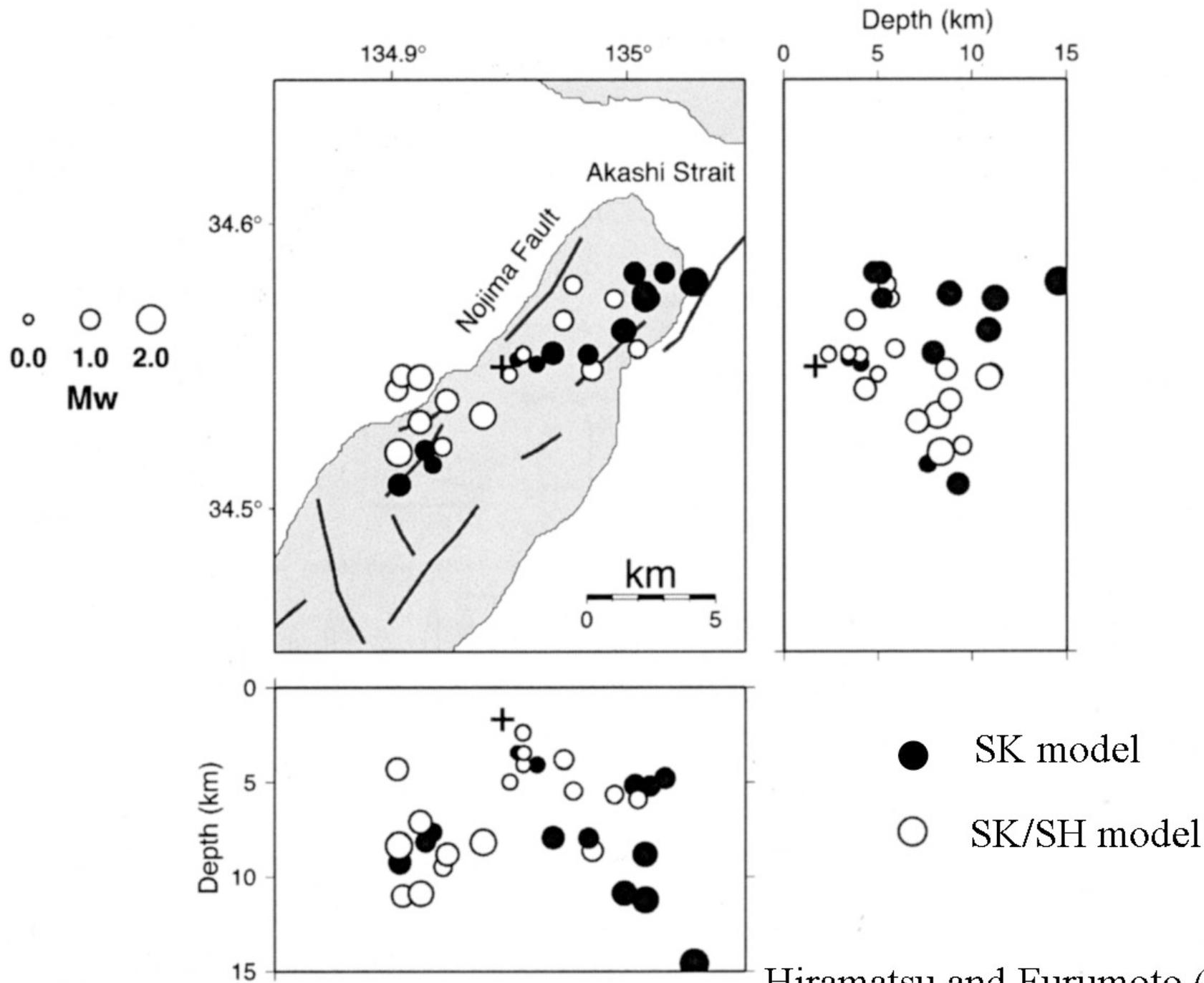
金沢城 石川門



1995年兵庫県南部地震

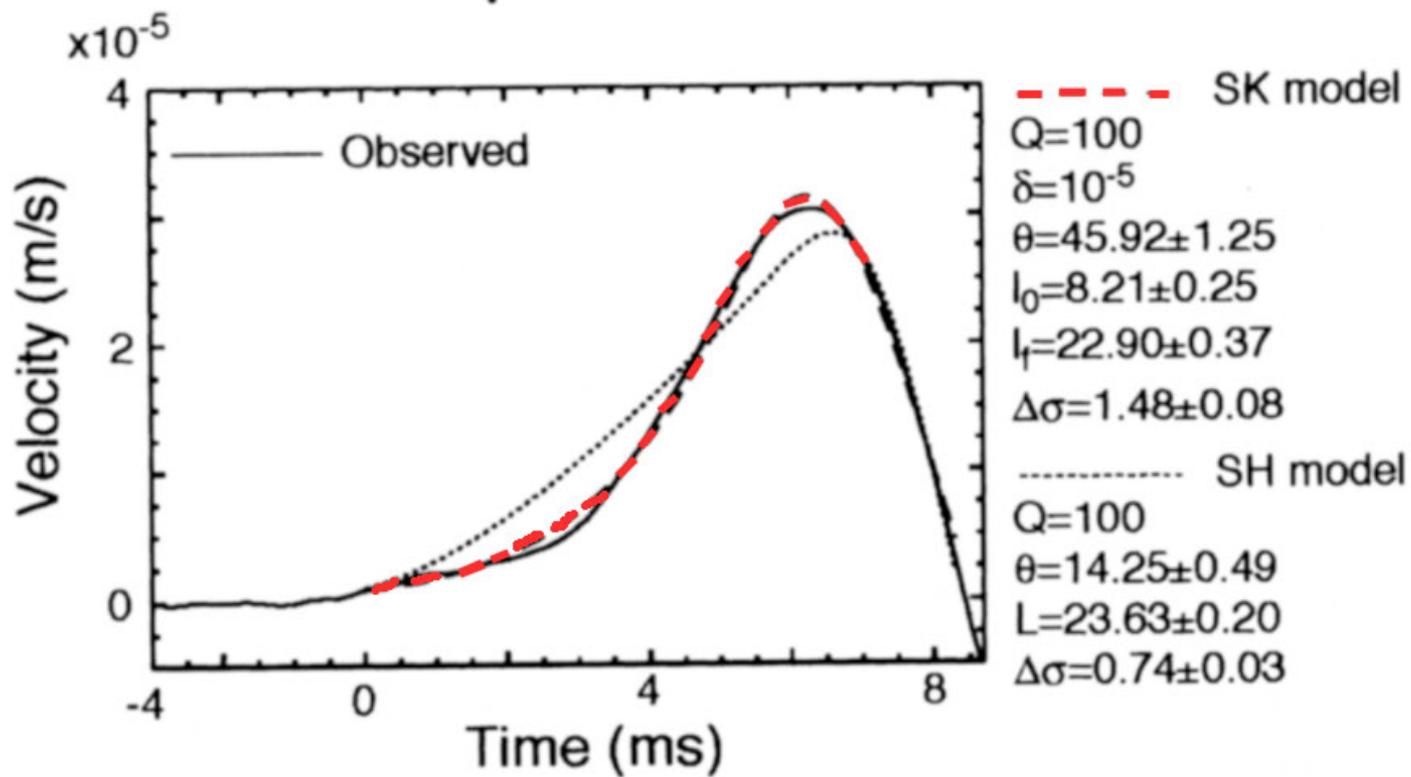
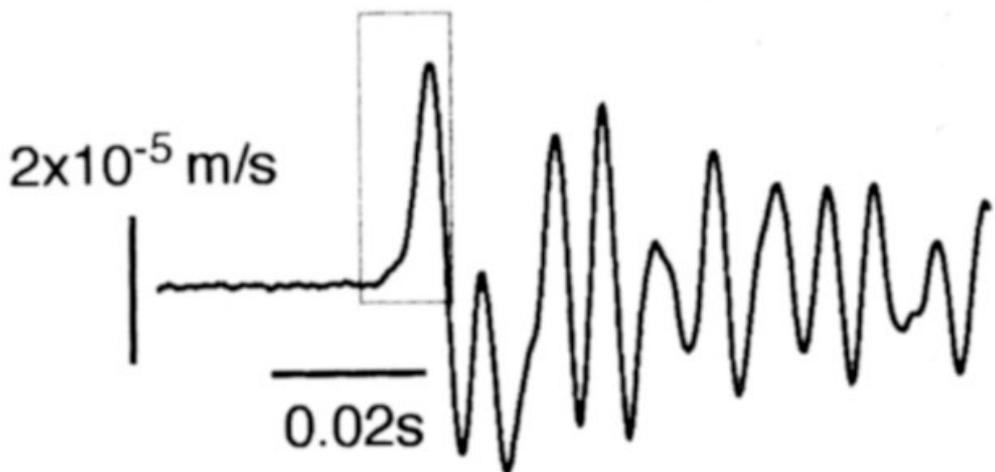
<http://www.city.kobe.jp/cityoffice/57/>





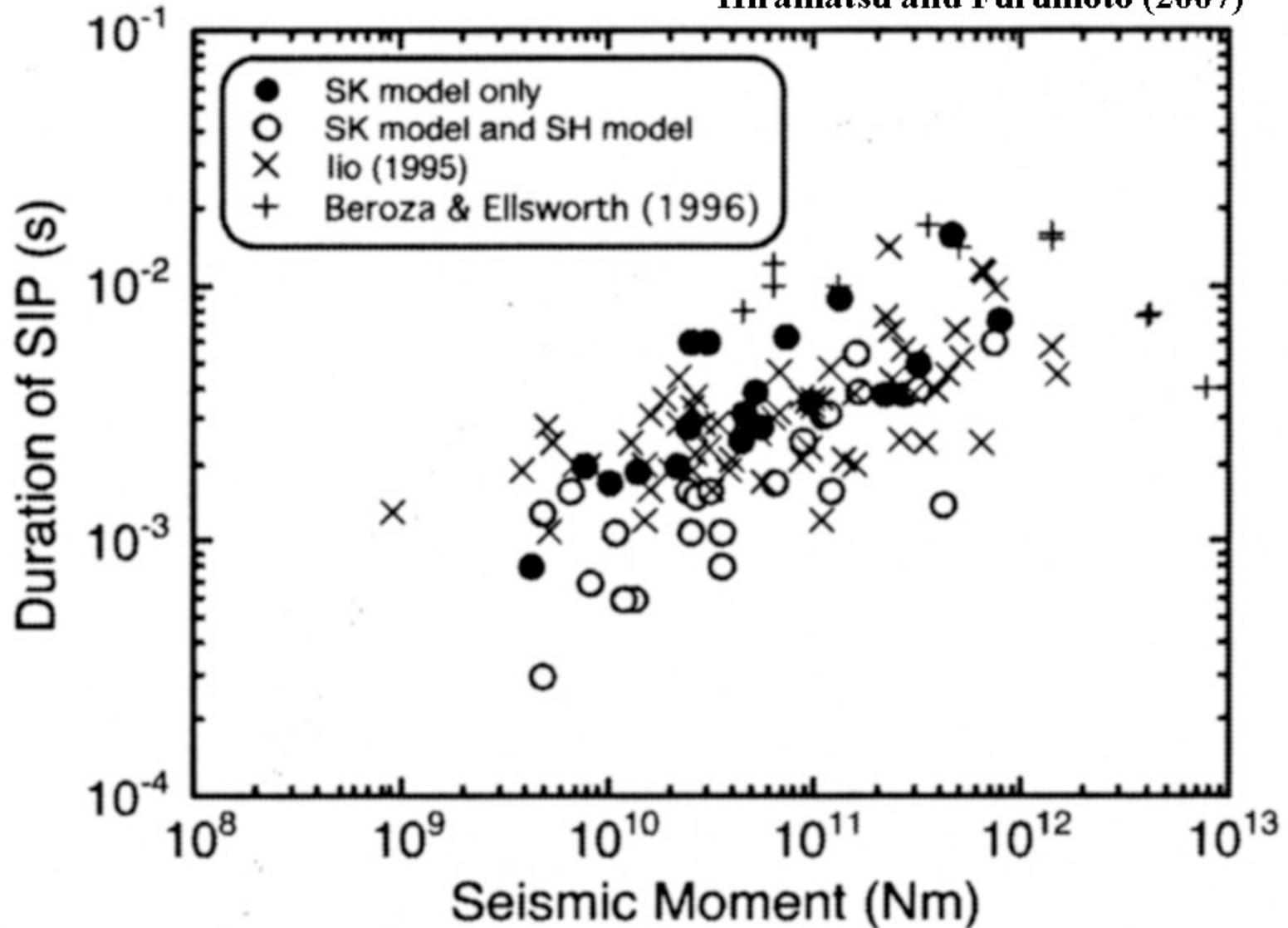
Hiramatsu and Furumoto (2007)

1999/12/08 M0.6 $r_0=1.72$ km

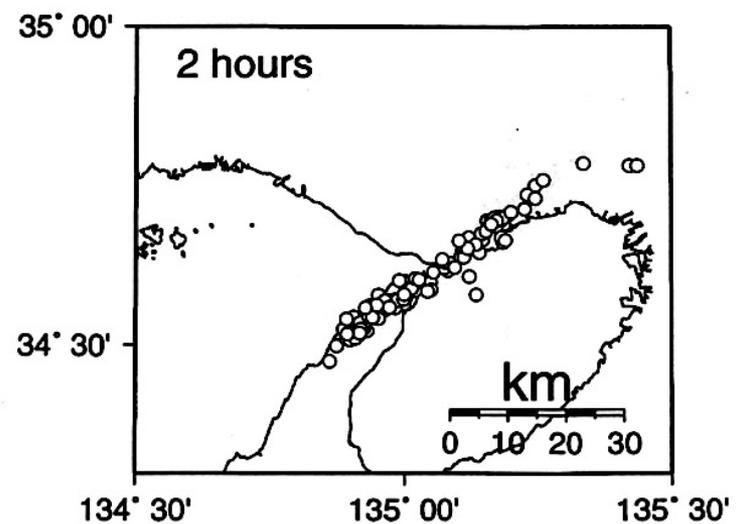
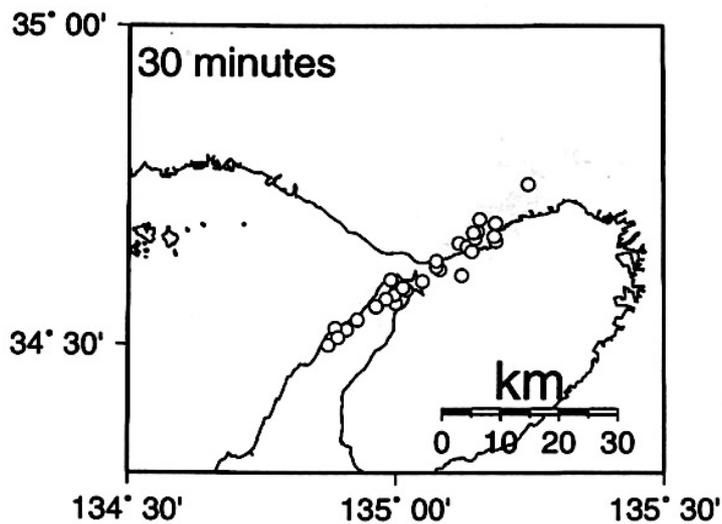
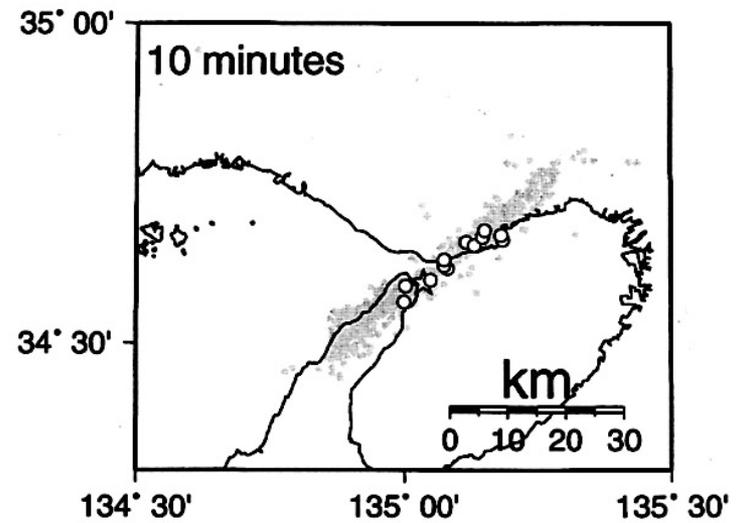
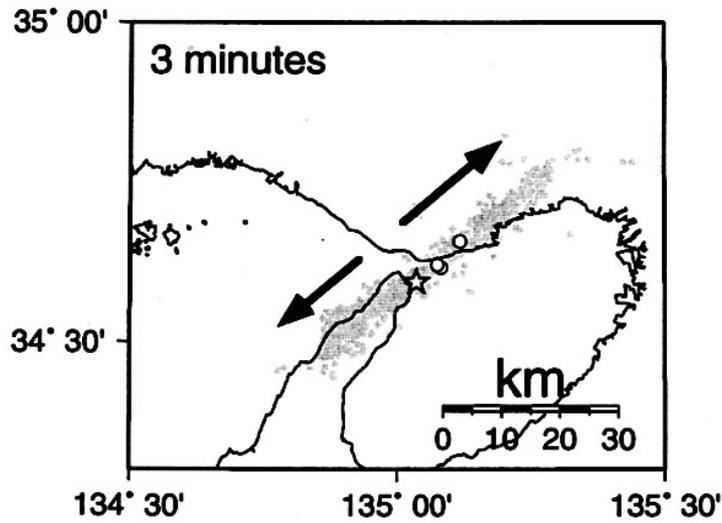


初期破壊時間と地震規模の関係

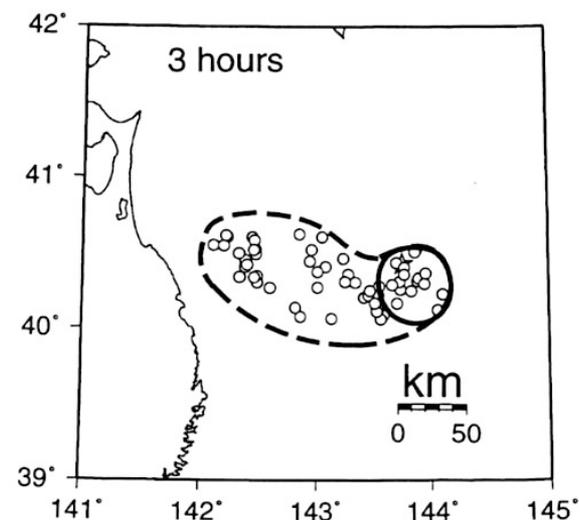
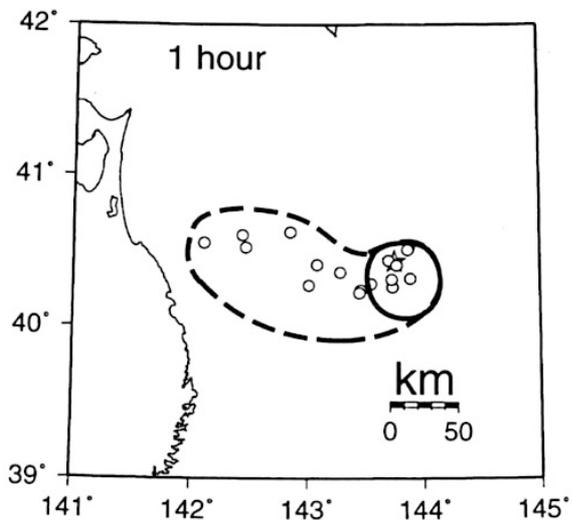
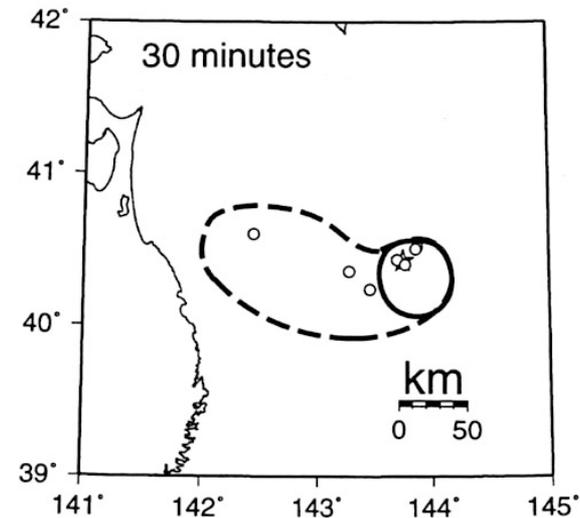
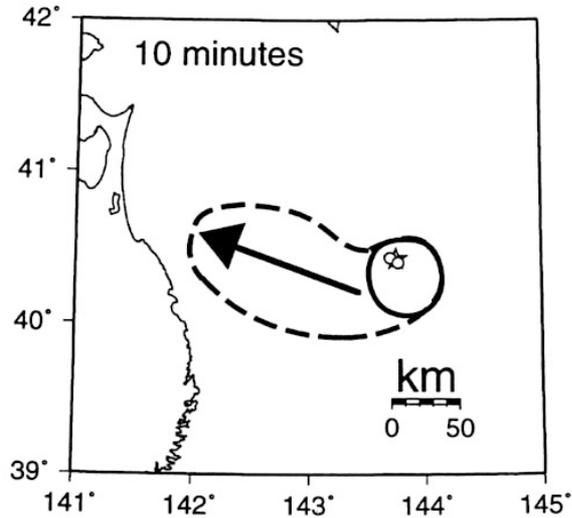
Hiramatsu and Furumoto (2007)



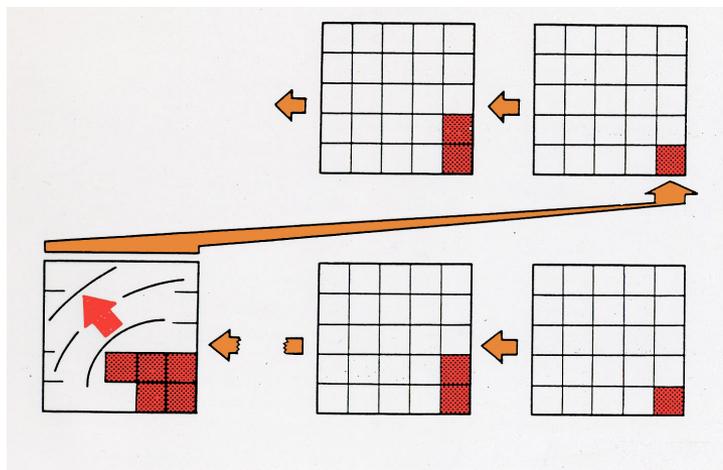
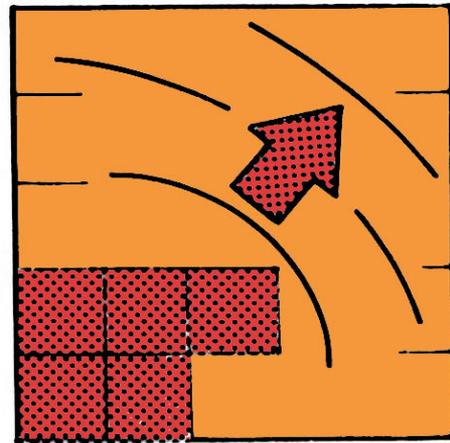
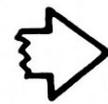
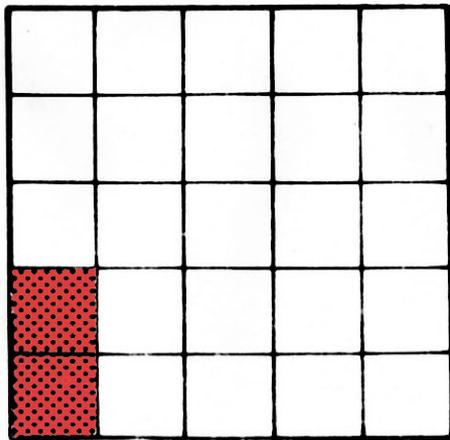
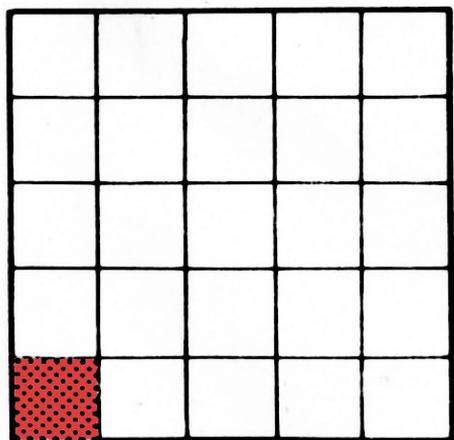
余震の時間発展



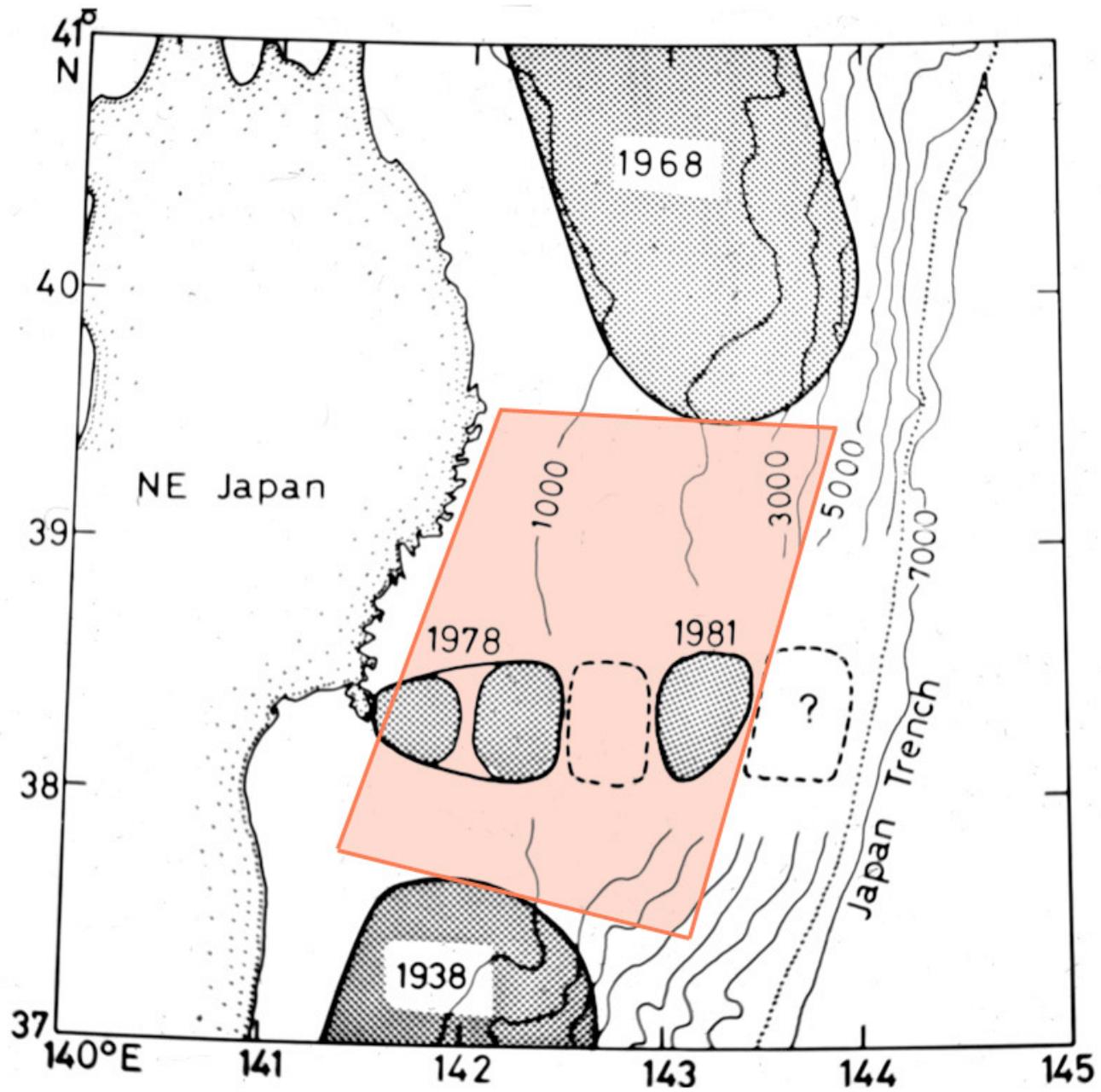
1994三陸はるか沖地震の場合



どこまで大きくなれるのか？

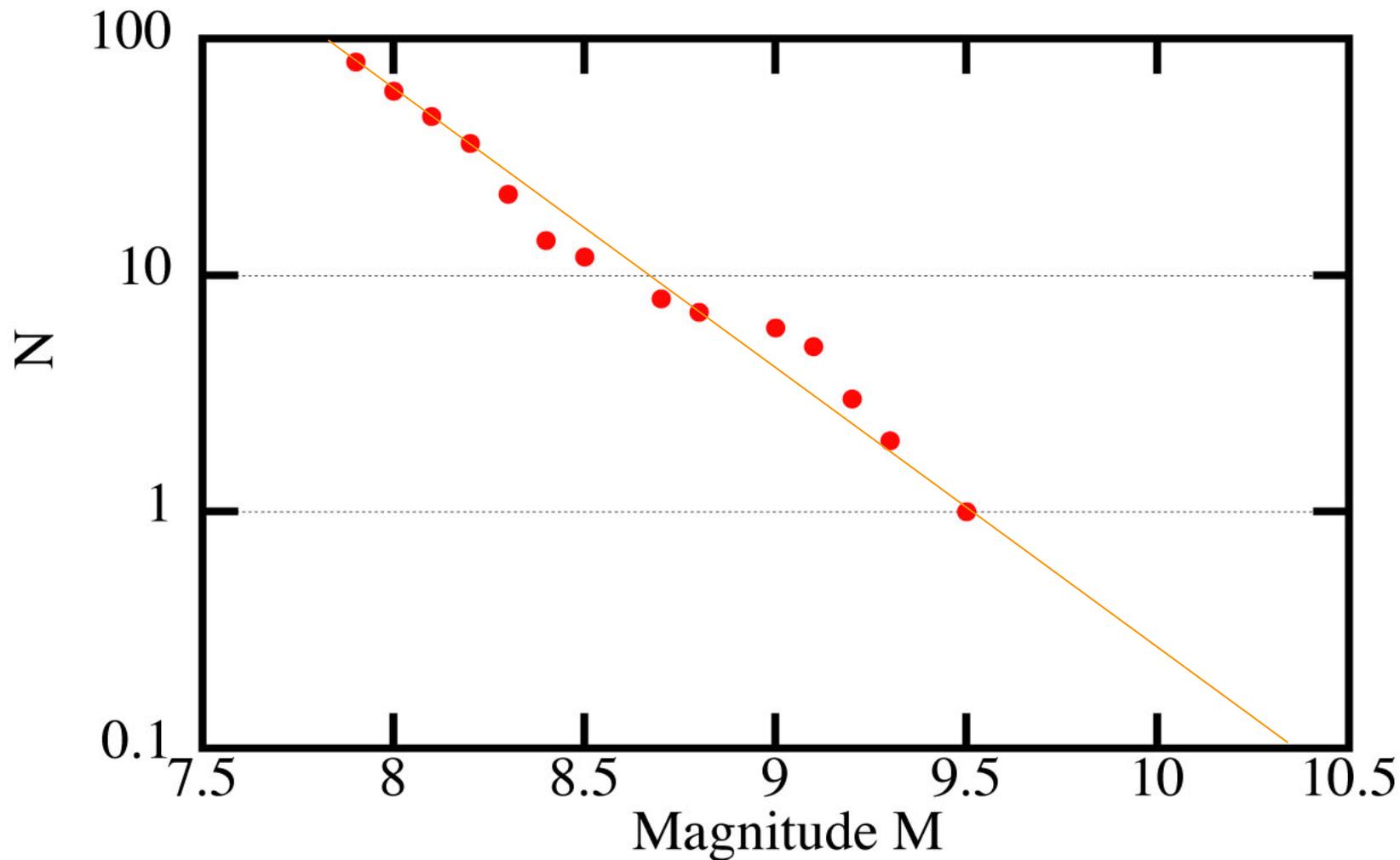






地球全体G-R関係

1921-2004





Global Earthquake model. 1.

85.6.4

$$L = 10^4 \text{ km} = 10^7 \text{ m}$$

$$W = 6 \times 10^2 \text{ km} = 6 \times 10^5 \text{ m}$$

$$U = 60 \text{ m} = 60 \text{ m}$$

$$\mu = 1 \times 10^{11} \text{ pas. (N/m}^2\text{)}$$

$$M_0 = \mu \cdot U \cdot L \cdot W = 3.6 \times 10^{25} \text{ N.m}$$

(参考 Chile earthquake $M_0 = 2 \times 10^{23} \text{ N.m}$)

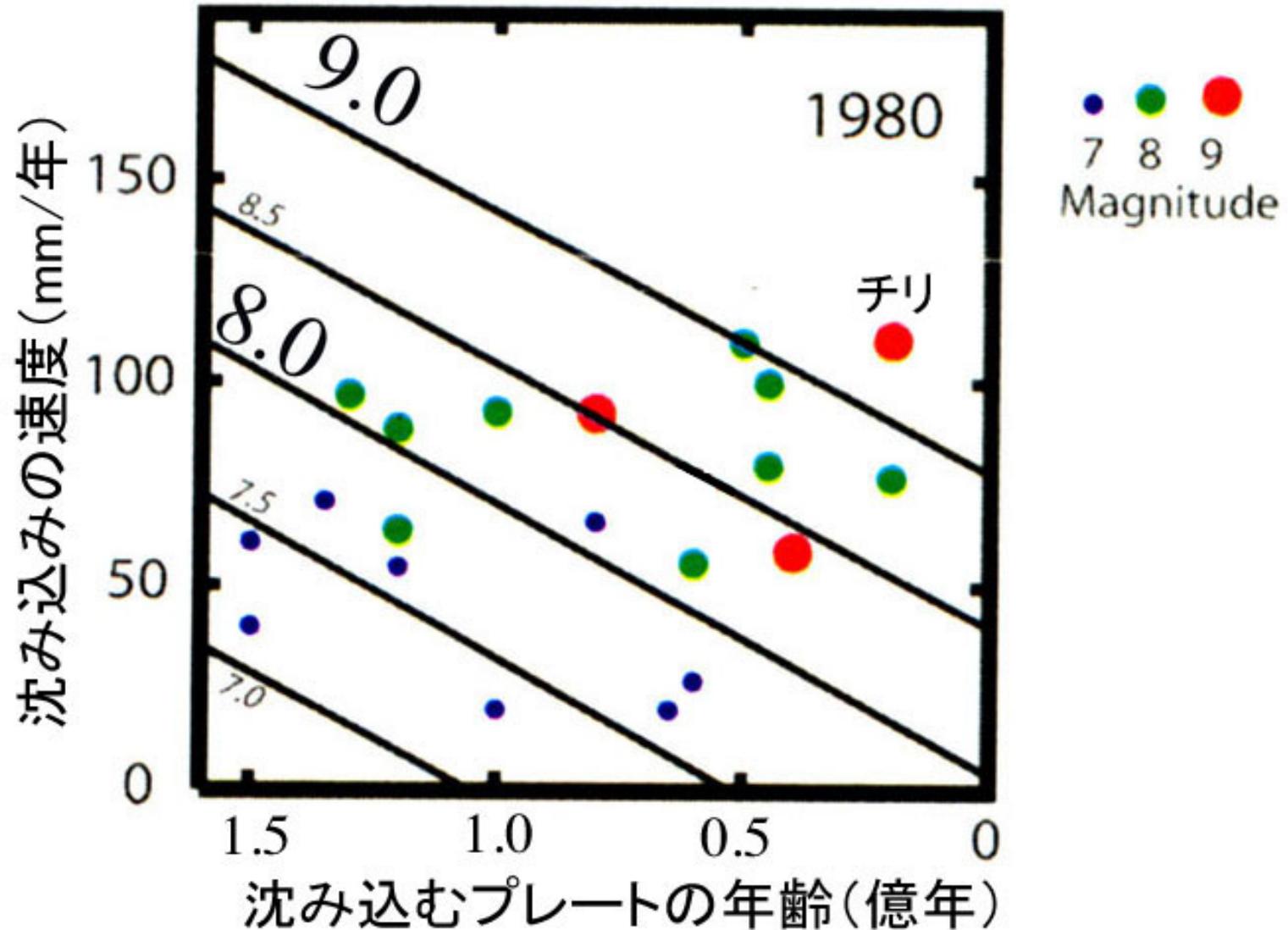
$$\Delta\sigma \cong \mu \left(\frac{U}{W} \right) = 10^7 \text{ pas} = (100 \text{ bar})$$

$$\text{Energy} = \frac{M_0 \text{ (c.g.s.)}}{2 \times 10^4} = 1.8 \times 10^{28} \text{ c.g.s.}$$

$$\log \text{Energy} = 1.5 M_w + 11.8$$

$$M_w = 11.0$$

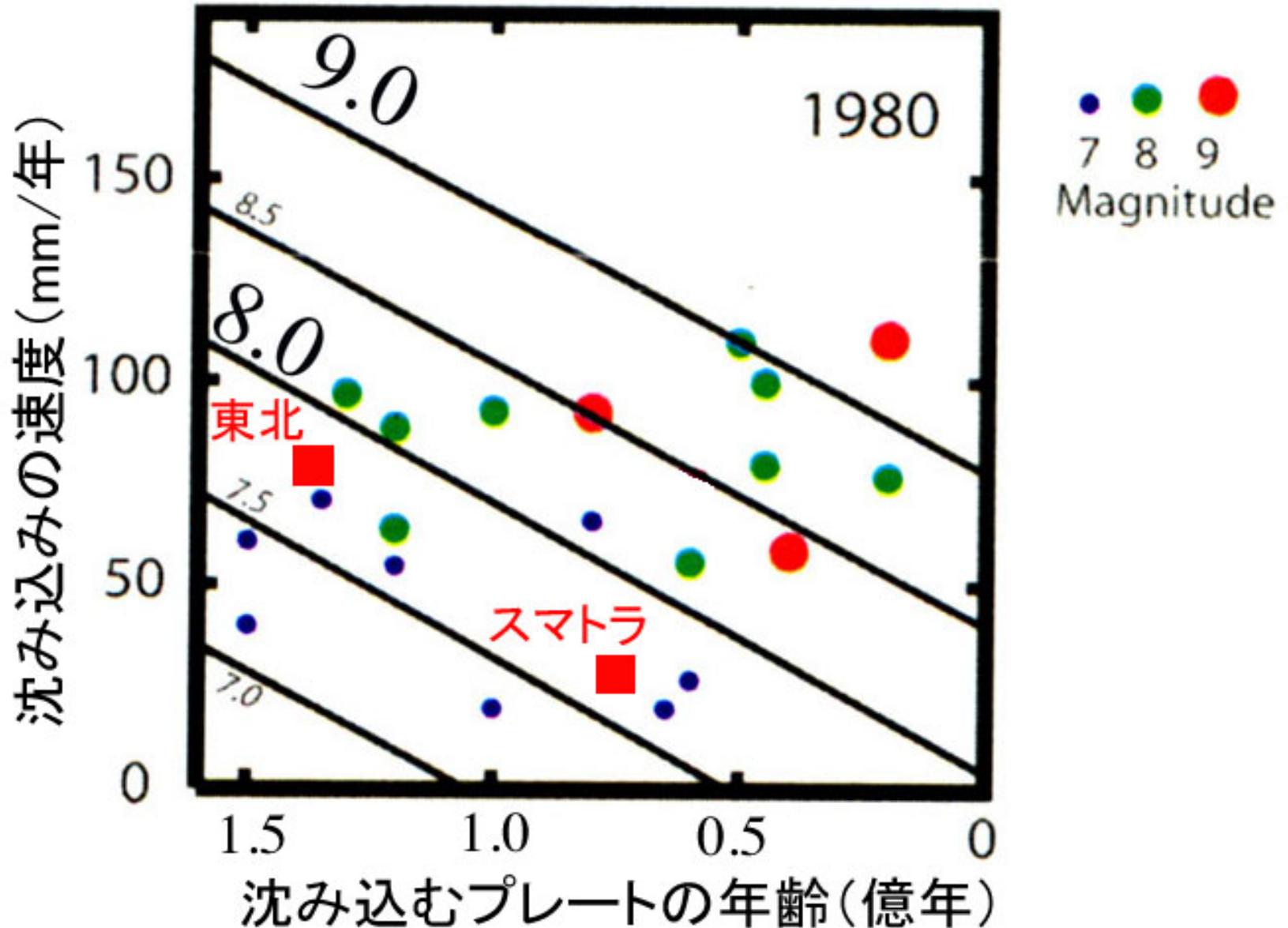
最大規模はプレートの年齢と速度で決まる

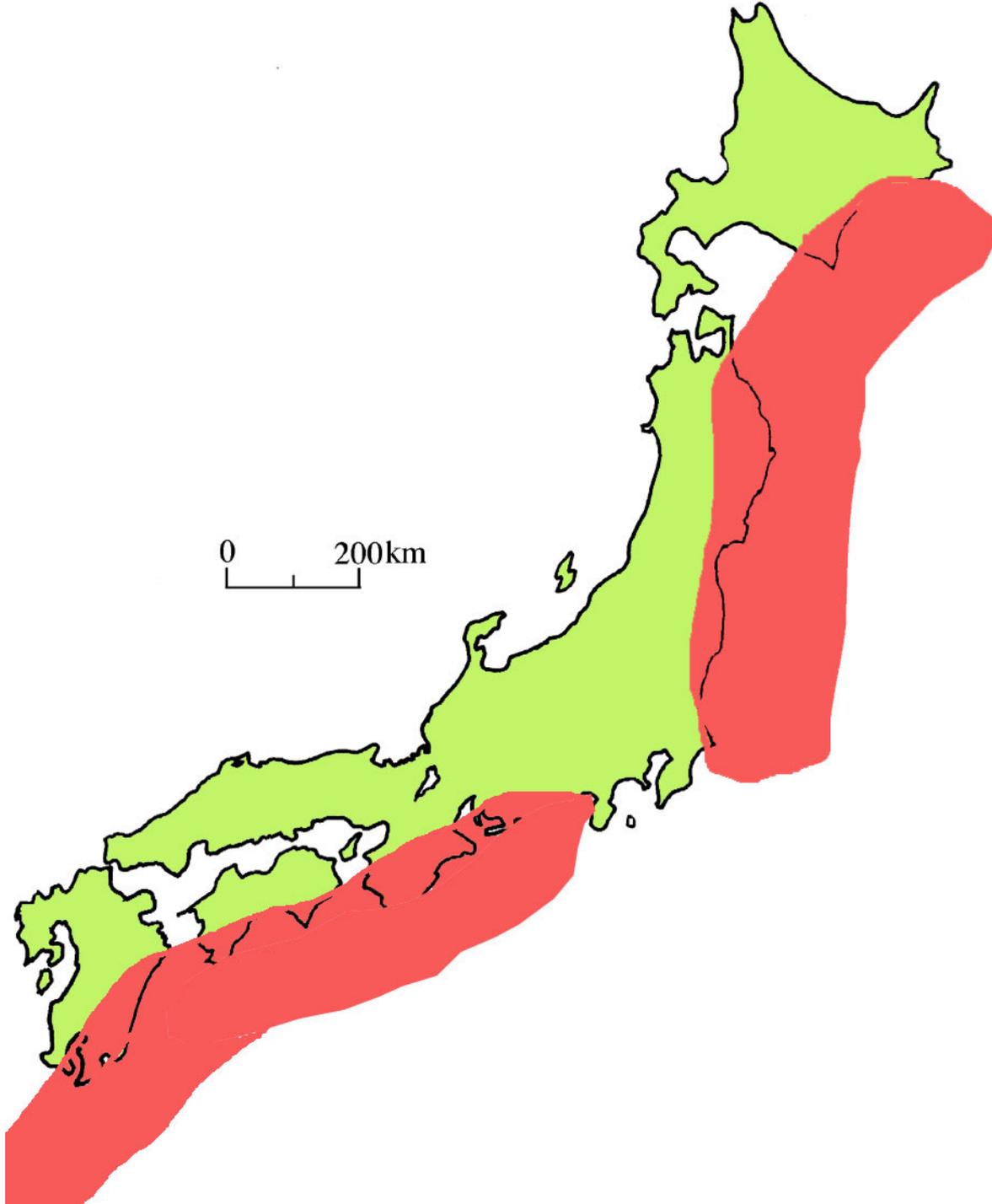


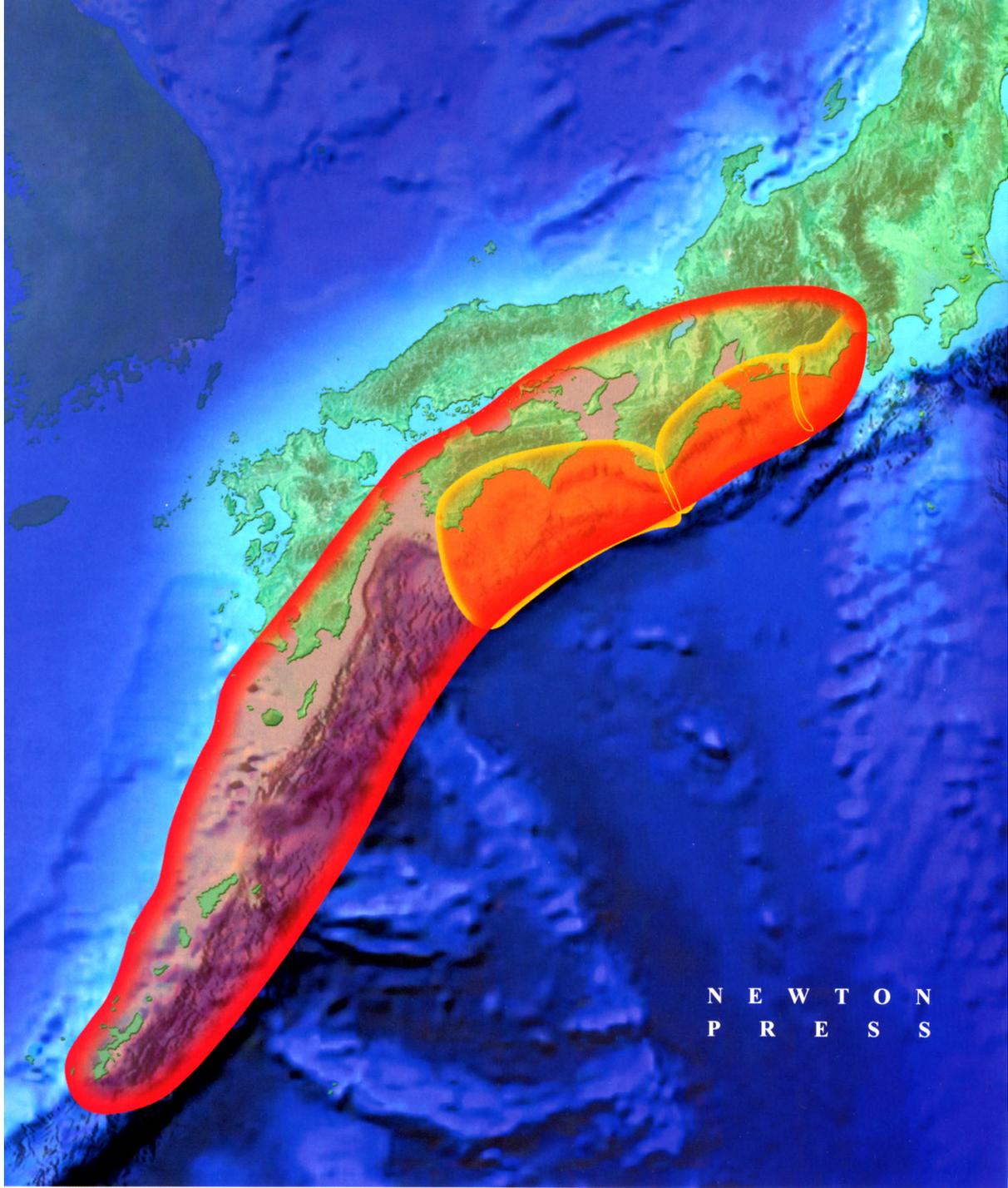
2004年スマトラ・アンダマン地震



実は年齢と速度では決まらなかった







NEWTON
PRESS

11 - 7 東海から琉球にかけての超巨大地震の可能性

Possibility of a hyper earthquake along the trench from Tokai to Ryukyuu regions, Japan

名古屋大学大学院環境学研究科

古本宗充

Graduate School of Environmental Studies, Nagoya university

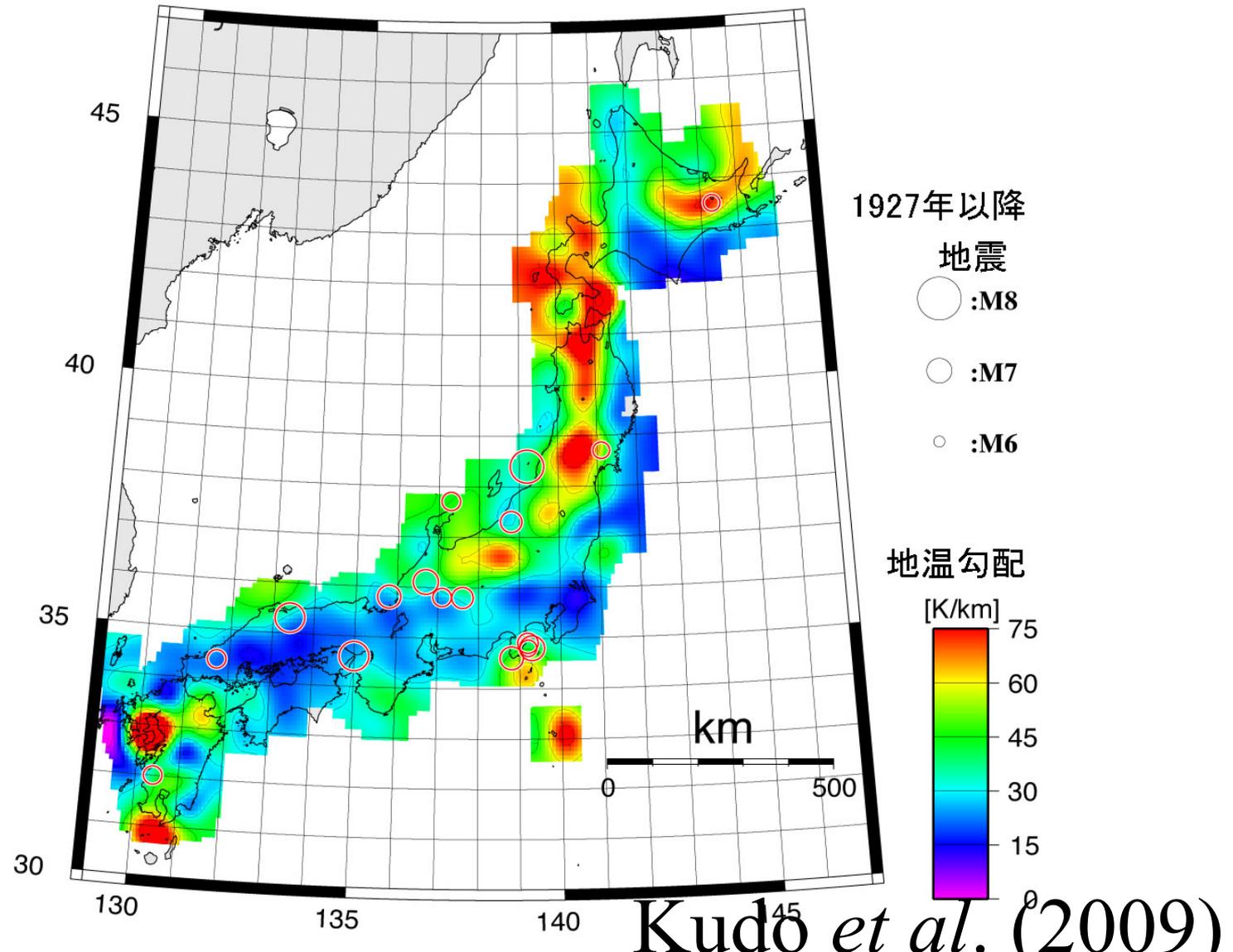
2004年スマトラ・アンダマン地震は、震源付近のみならずインド洋の対岸にも大きな災害をもたらした。そのモーメントマグニチュードは $M_w=9.3$ と推定され、1960年代のチリ地震やアラスカ地震と並ぶ規模の地震である。このような大きな地震がスマトラからアンダマンにかけて発生した事は、これまでの地震学の常識を覆した。従来、**第1図**で描かれているように、沈み込み帯におけるプレート境界型地

(中略)

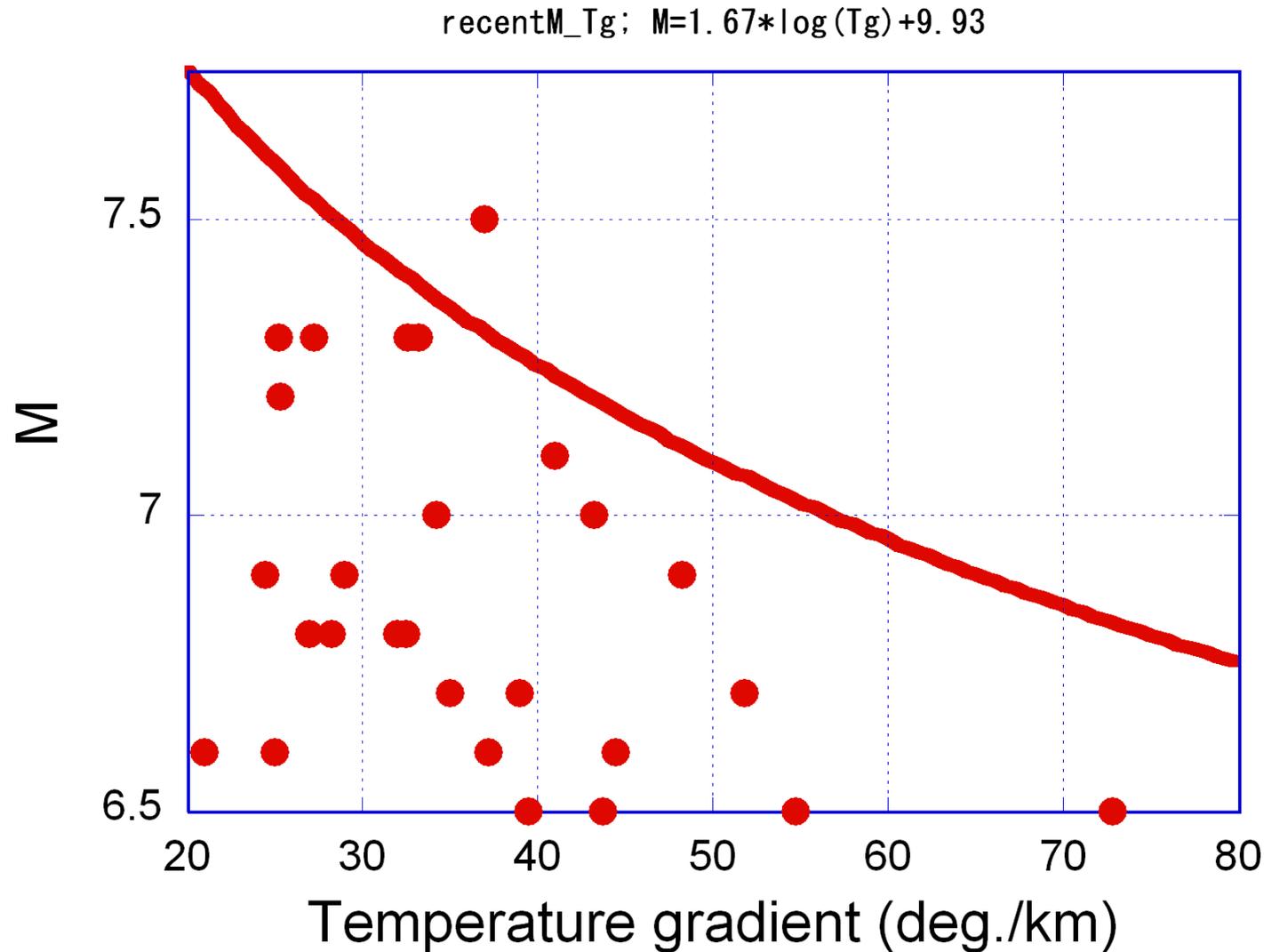
の変更が余儀なくされ、すべての地域でその可能性を検討する必要性が生じたと考えられる。つまりどの沈み込み帯でも同様の超巨大地震が発生するのであるが、その間隔が非常に長いためにこれまで気づかれていなかった可能性が出てきた。日本付近で言えば、ここで取り上げる西南日本から琉球にかけての地域はもちろん、東北日本弧や千島弧、場合によっては伊豆—小笠原弧ですら対象とするべきであるとする。最も強調したい点は、この「すべての地域で超巨大地震の可能性を検討する必要がある」ということにつきるが、ここでは今後研究が必要であるという議論を補強する目的で、**第2図**に描かれた

2007年地震予知連

地殼熱流量分布



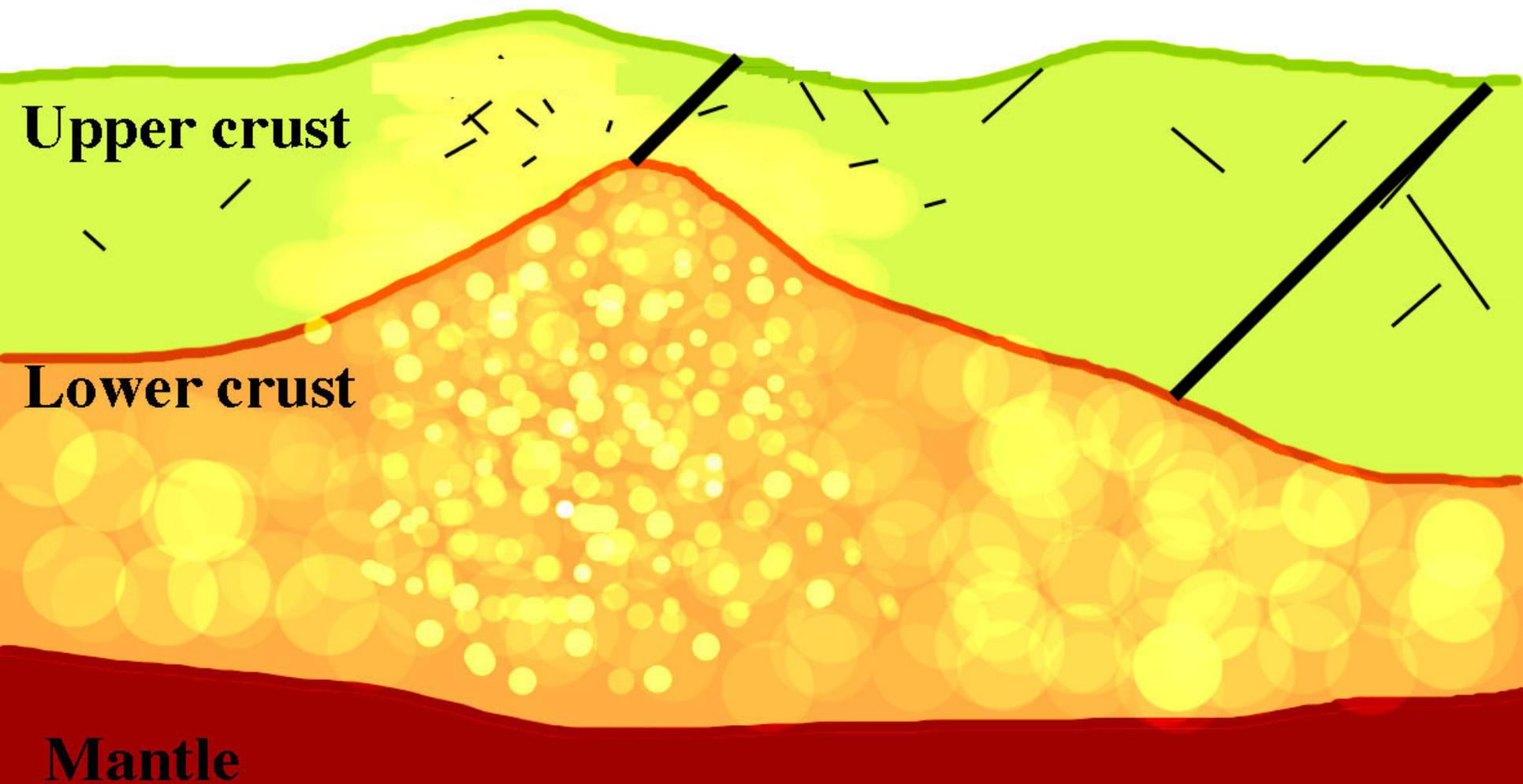
地下の温度が高い地域ほど地震が小さい



Kudo *et al.* (2009)

地温勾配大

地温勾配小





PHOTOS

河北新報がとらえた
大震災

Magnitude

9

8

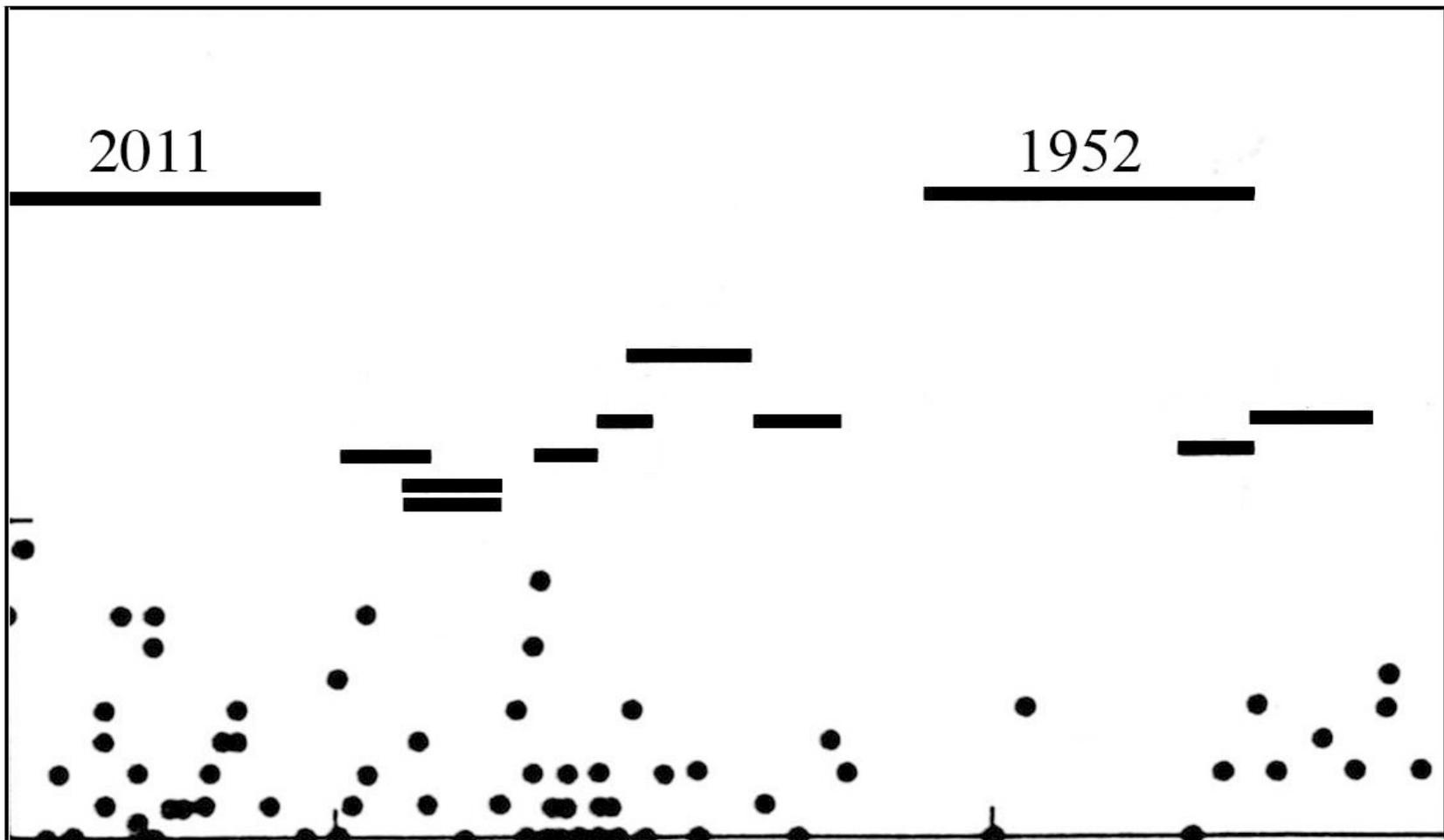
7

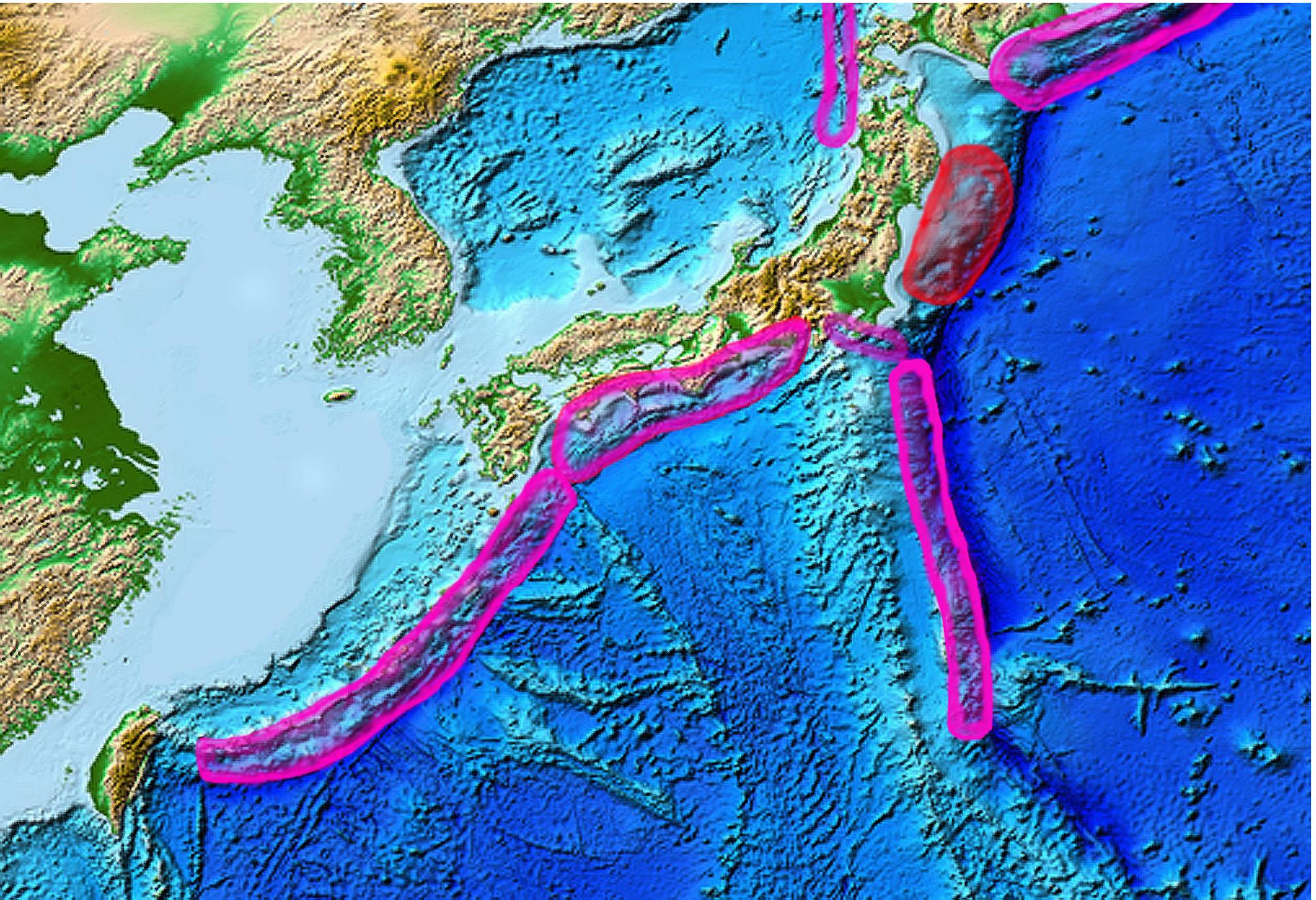
2011

1952

40

50°N





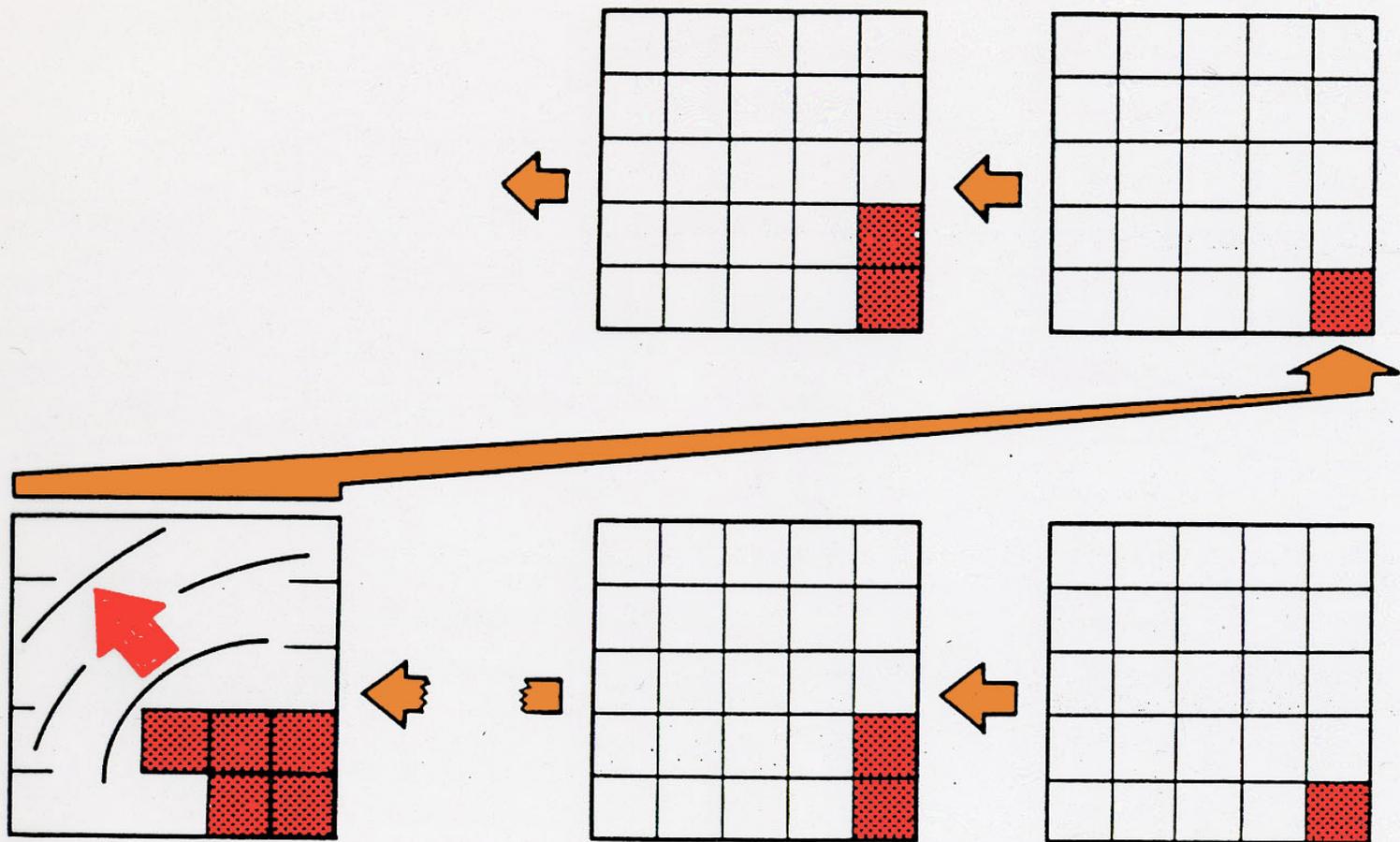




井龍康文(2007, 地質ニュース)

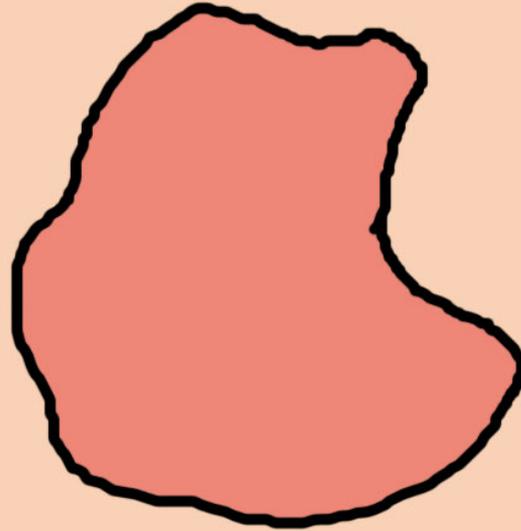
「地震予知」が出来ないことを示すモデルか？

地震は最後のサイズを知っているか？

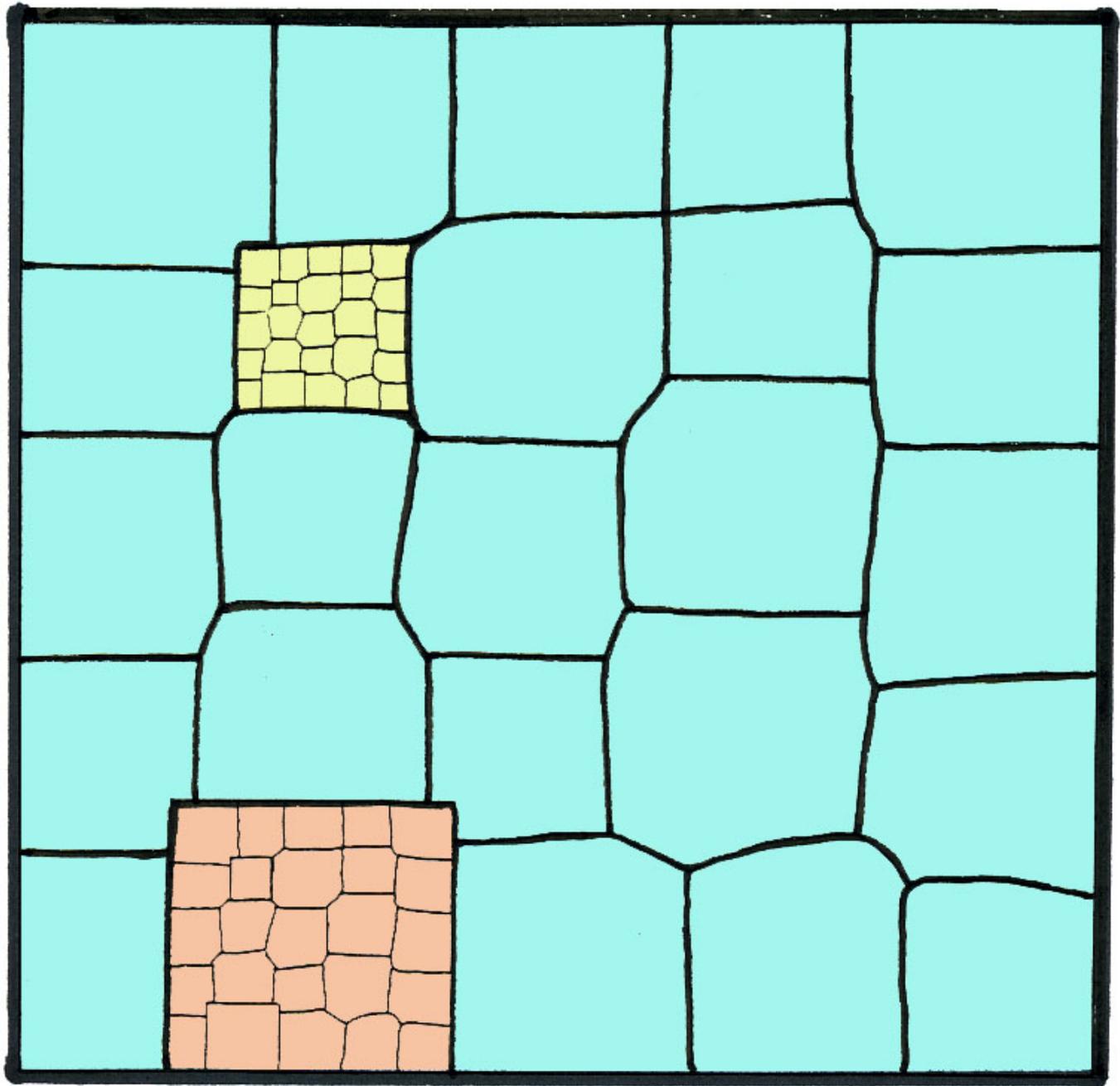


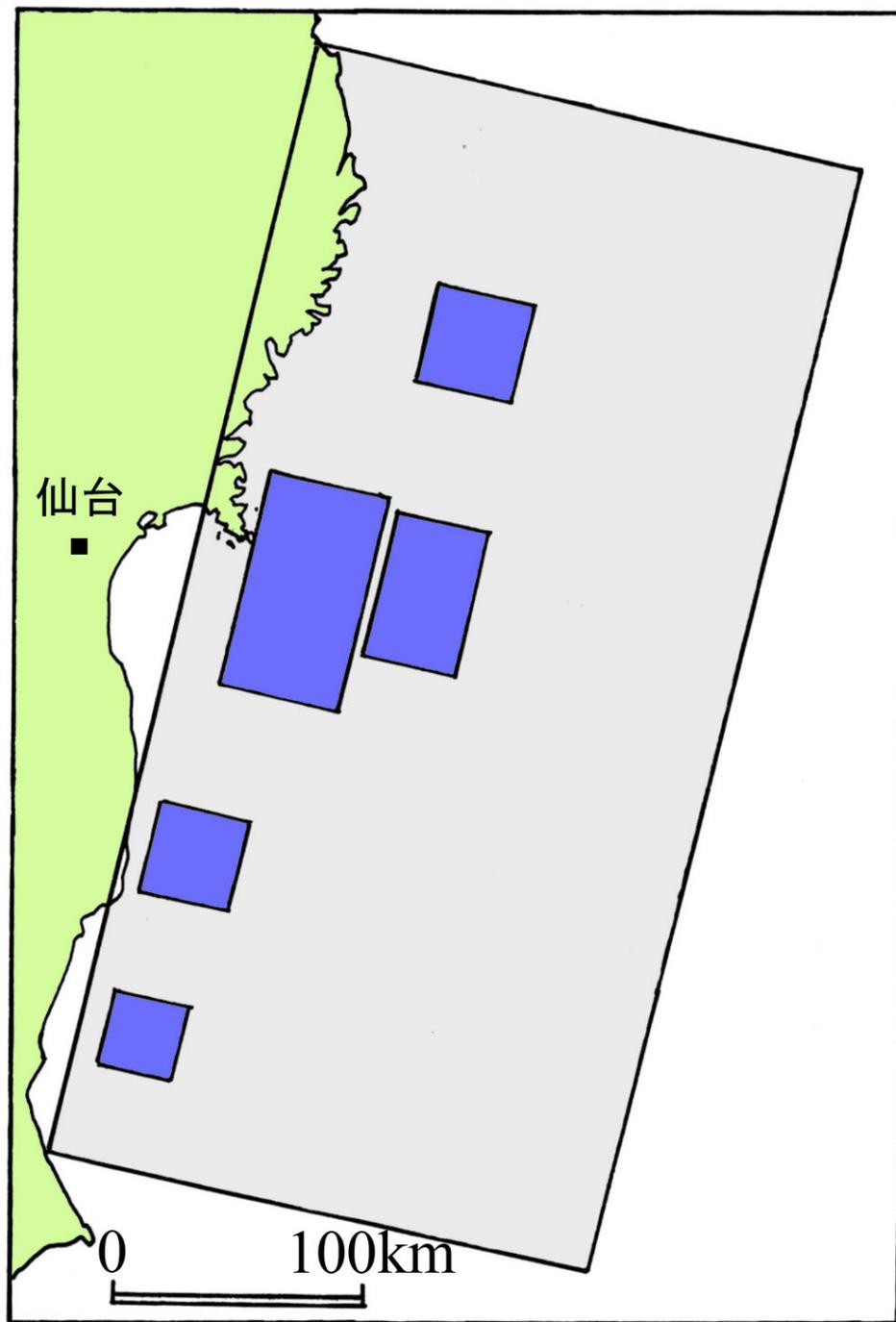
アスペリティ と バリア

断層

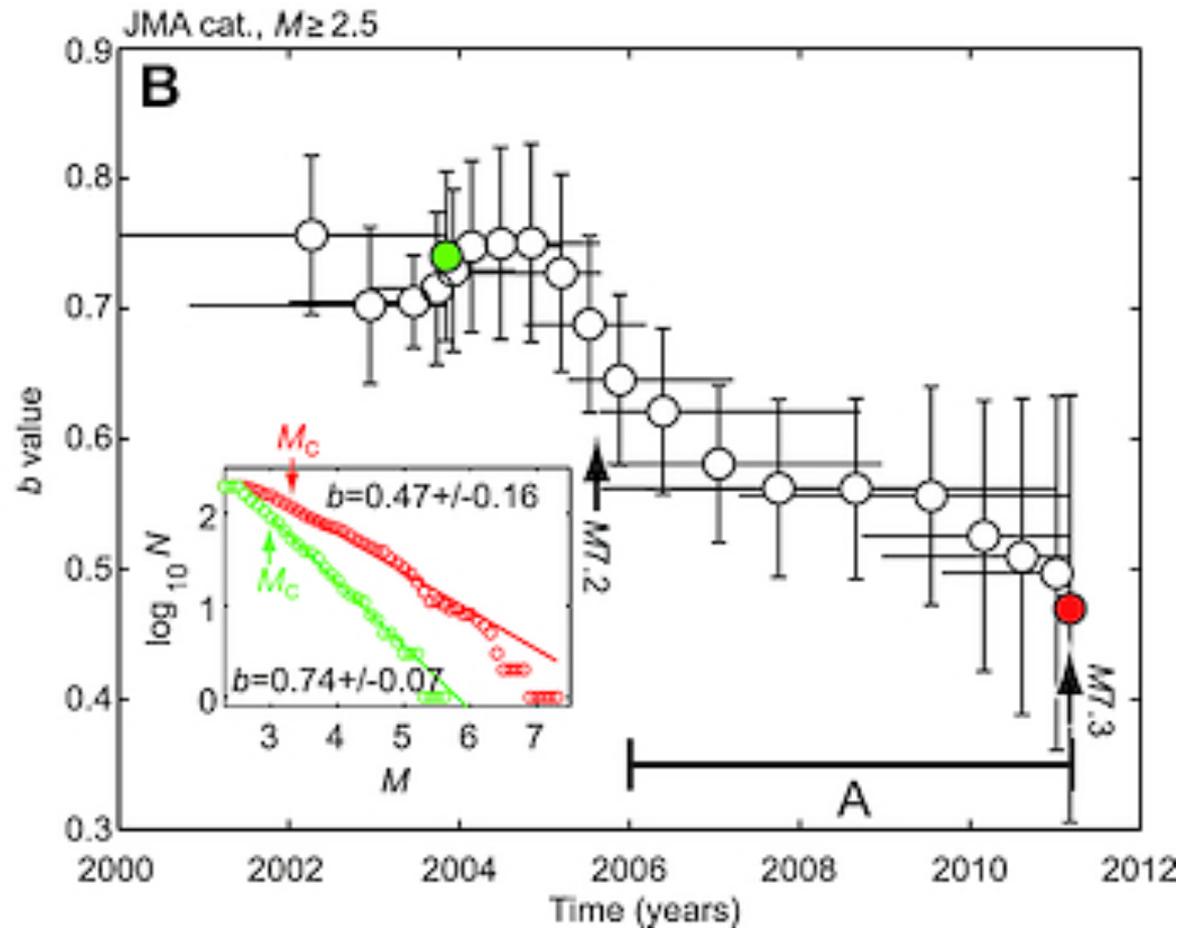
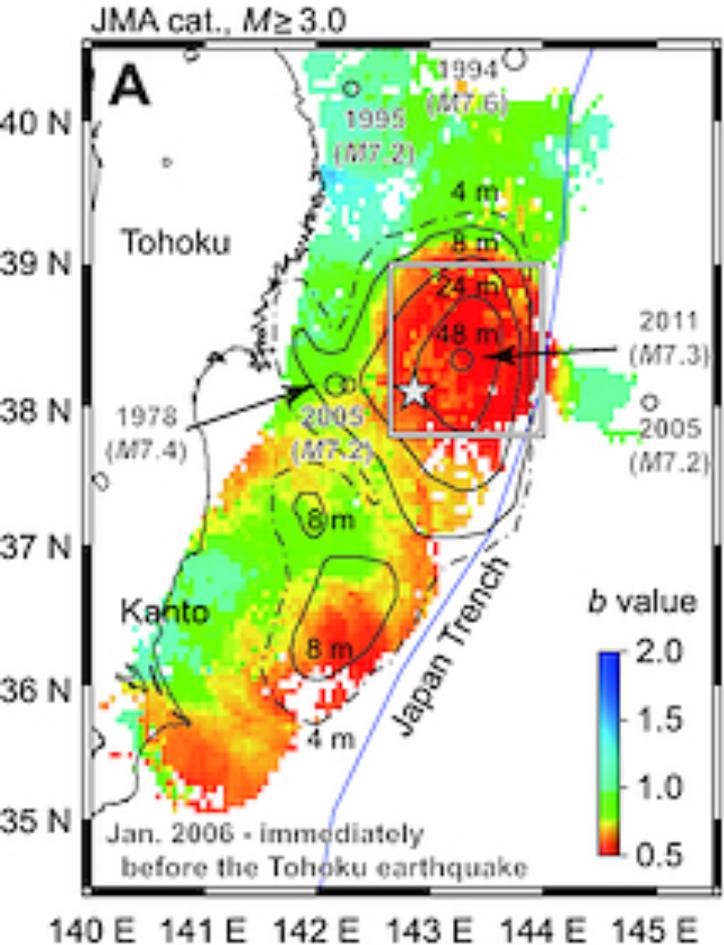


アスペリティ





震源域におけるb値の低下

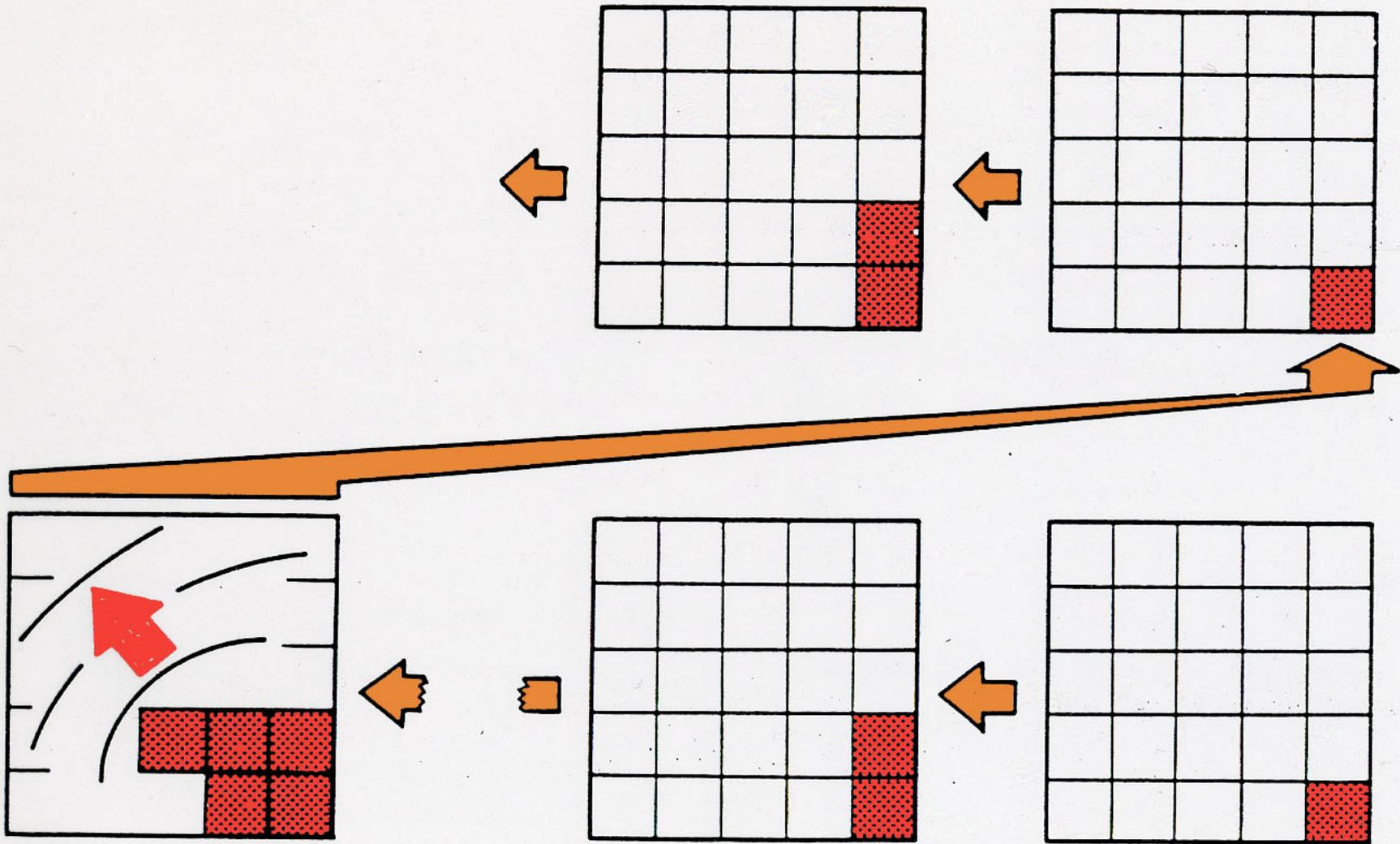


Nanjo et al., 2012

Geophysical Research Letters

Volume 39, Issue 20, L20304, 18 OCT 2012 DOI: 10.1029/2012GL052997

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2012GL052997/full#grl29636-fig-0002>

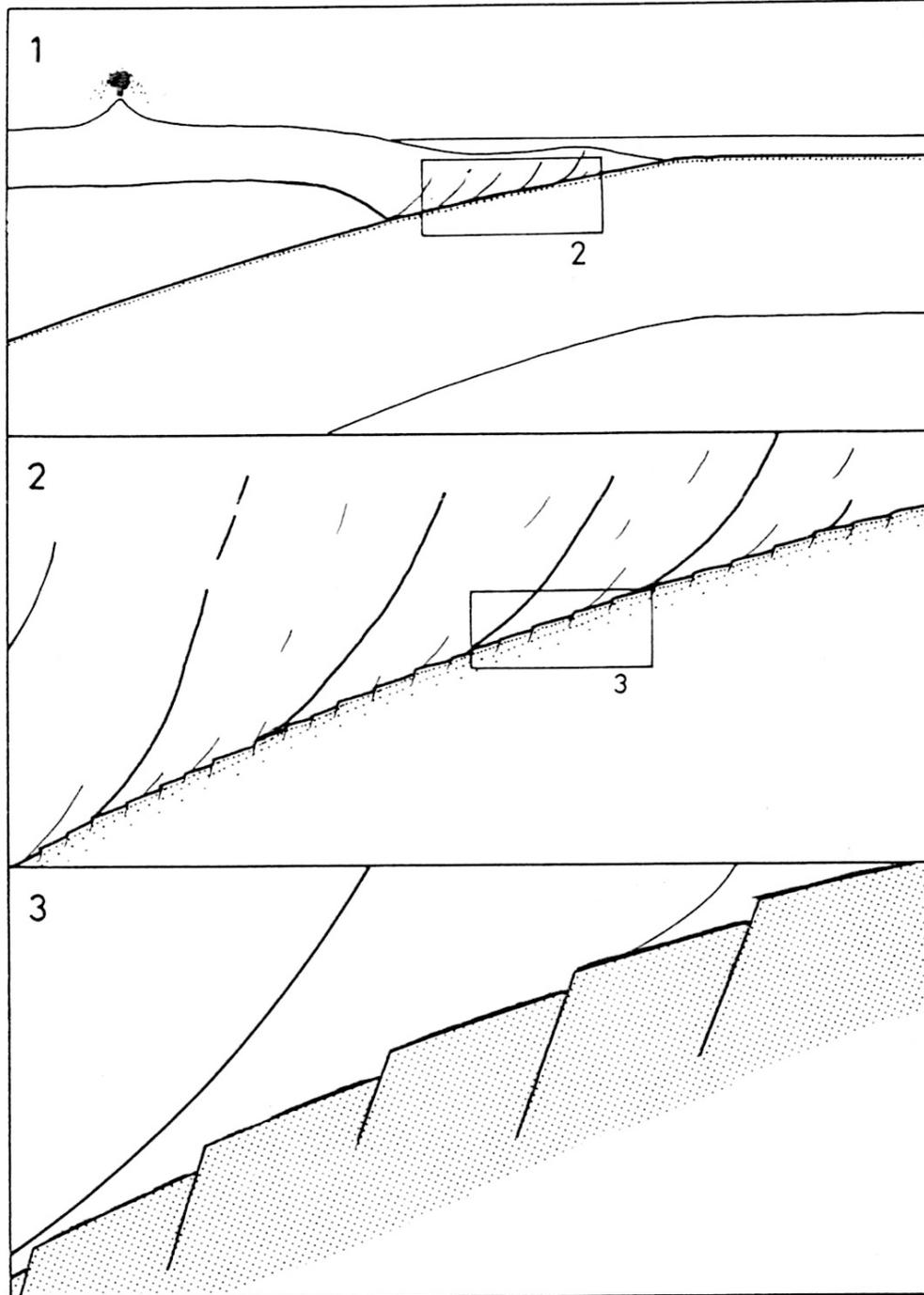


指導してくださった先生方や一緒に
学び・遊んでくださった方々に深く感
謝します。

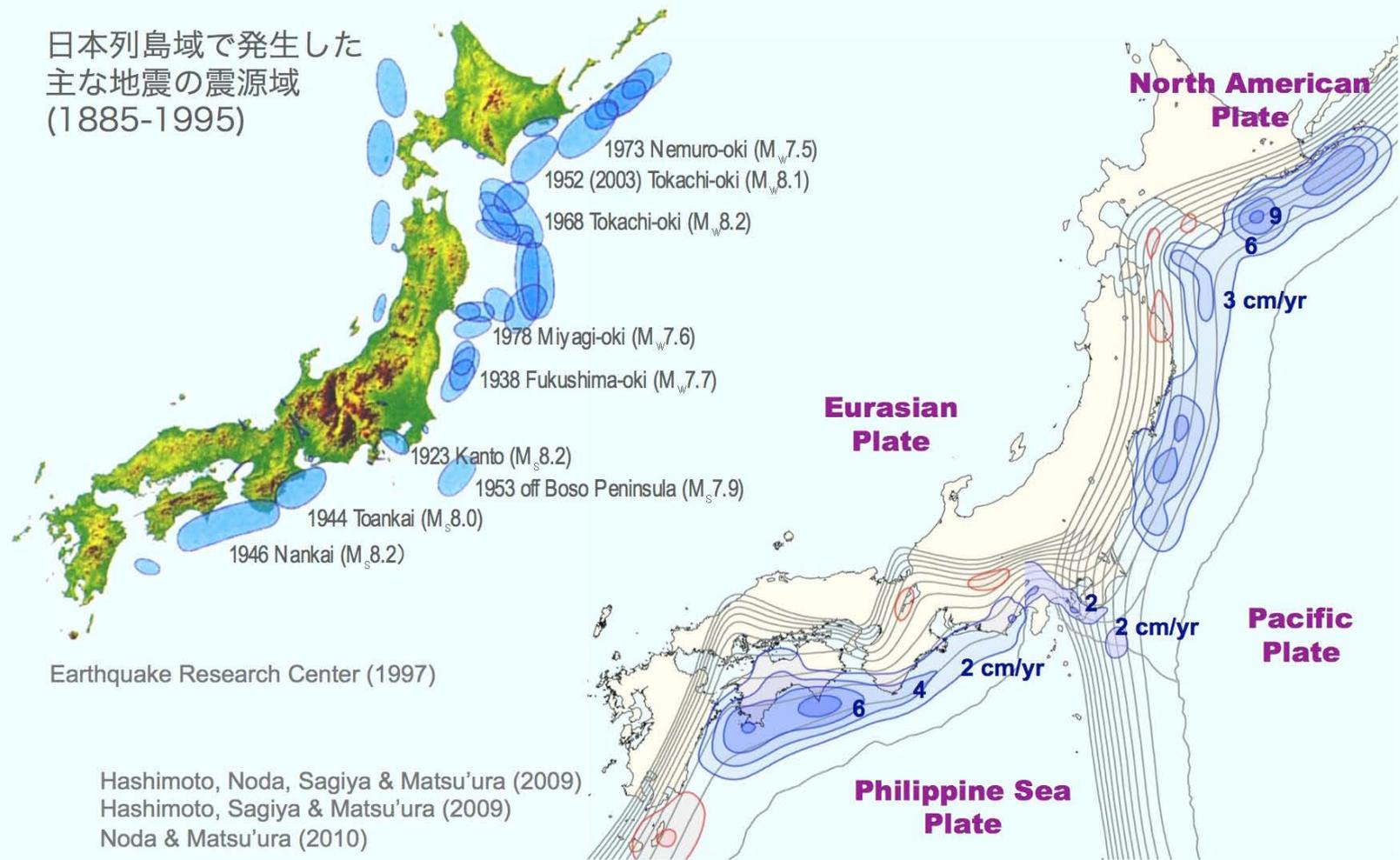
この間発生した自然災害，特に地
震と火山噴火により亡くなられた
方のご冥福をお祈りします。

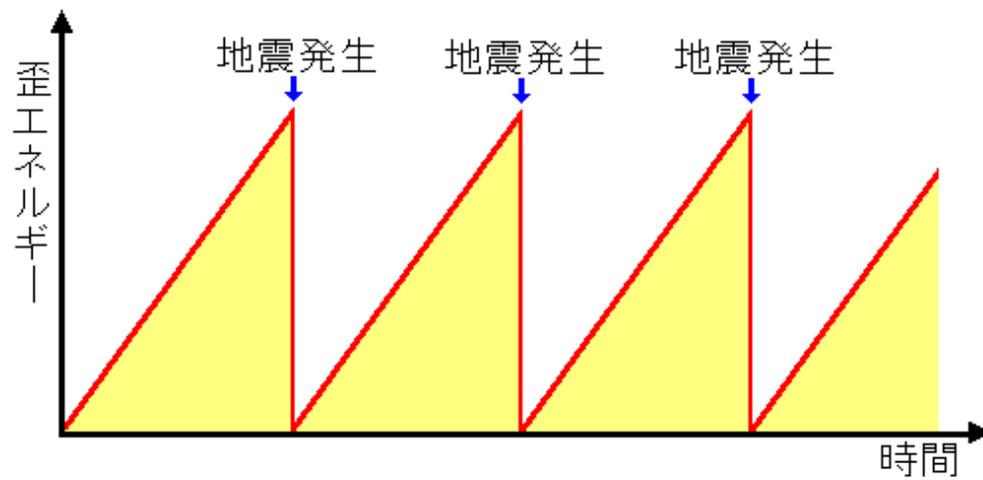
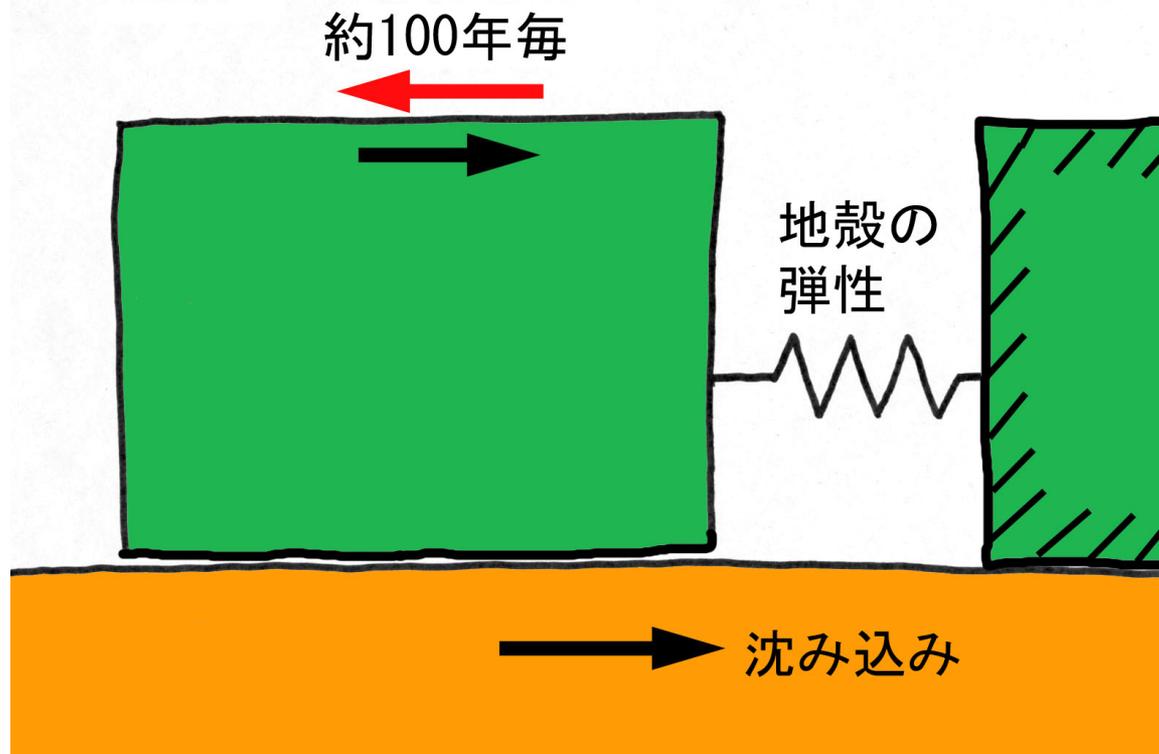
ご静聴ありがとうございました。

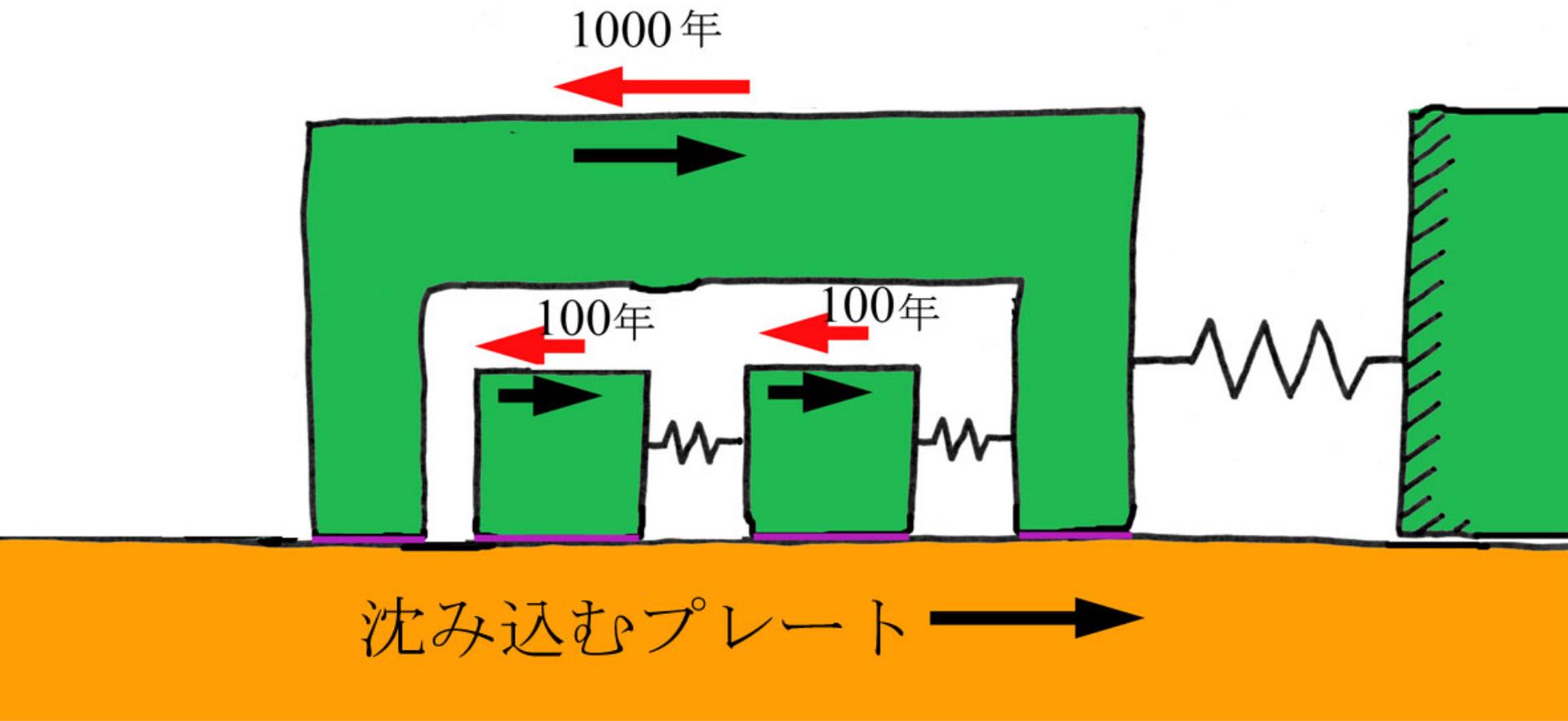




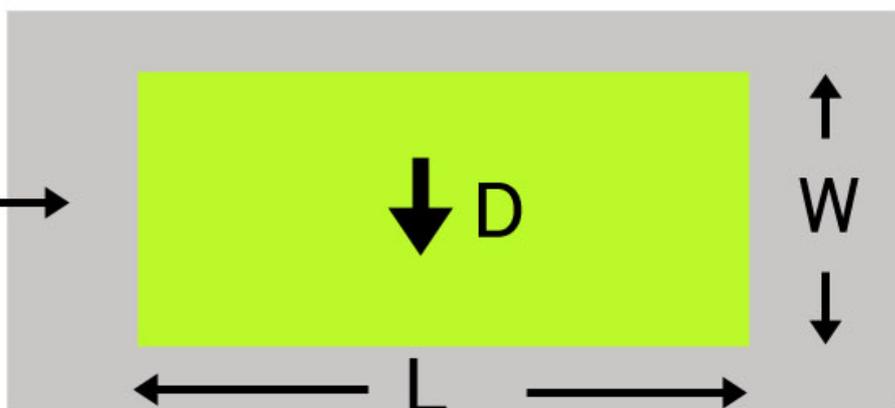
日本列島周辺域のプレート境界のすべり遅れ速度分布







周り固定 →



長さ

$$\text{歪み} = D/W$$



固定

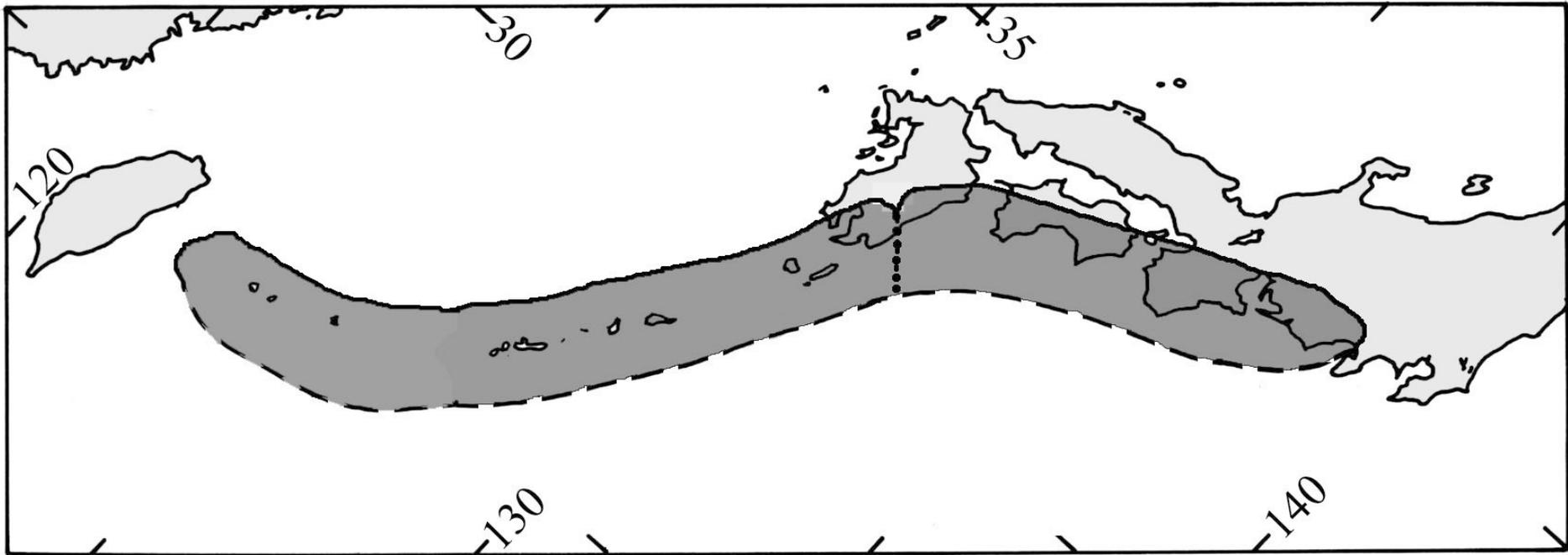
固定

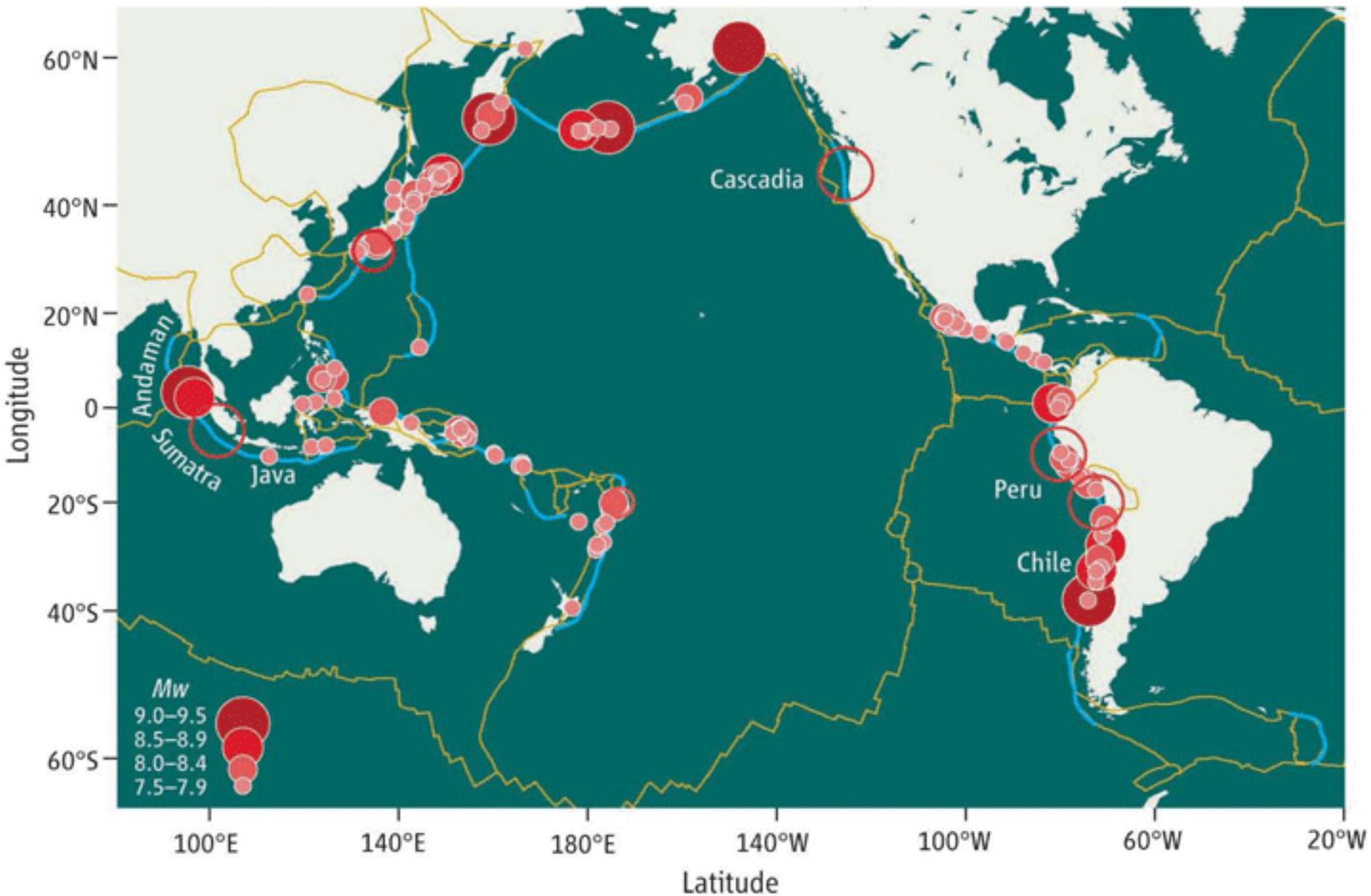
固定

↓ D

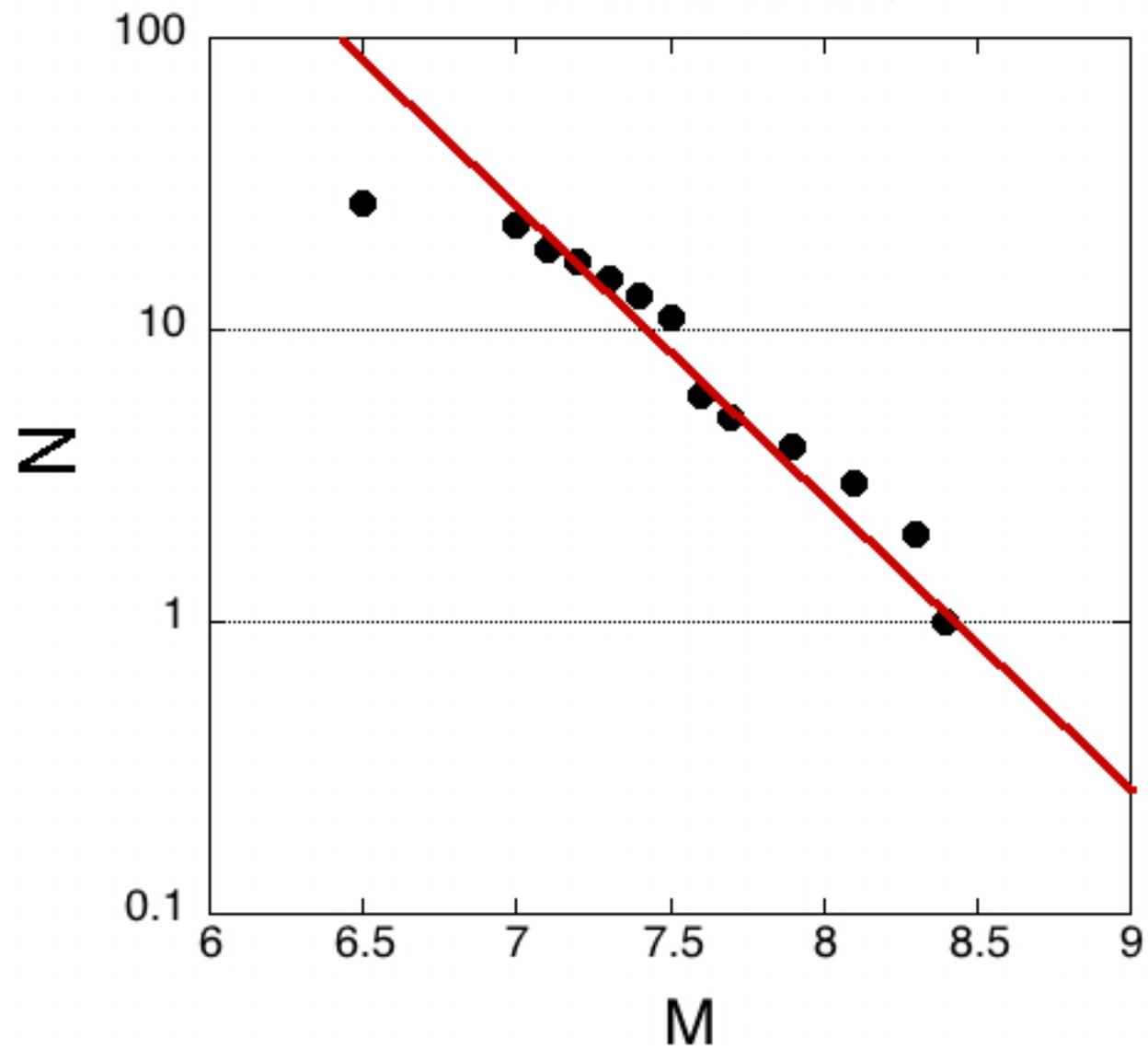
固定

$$\text{歪み} = D/L$$





東北弧の地震 (前)



東北日本弧

