

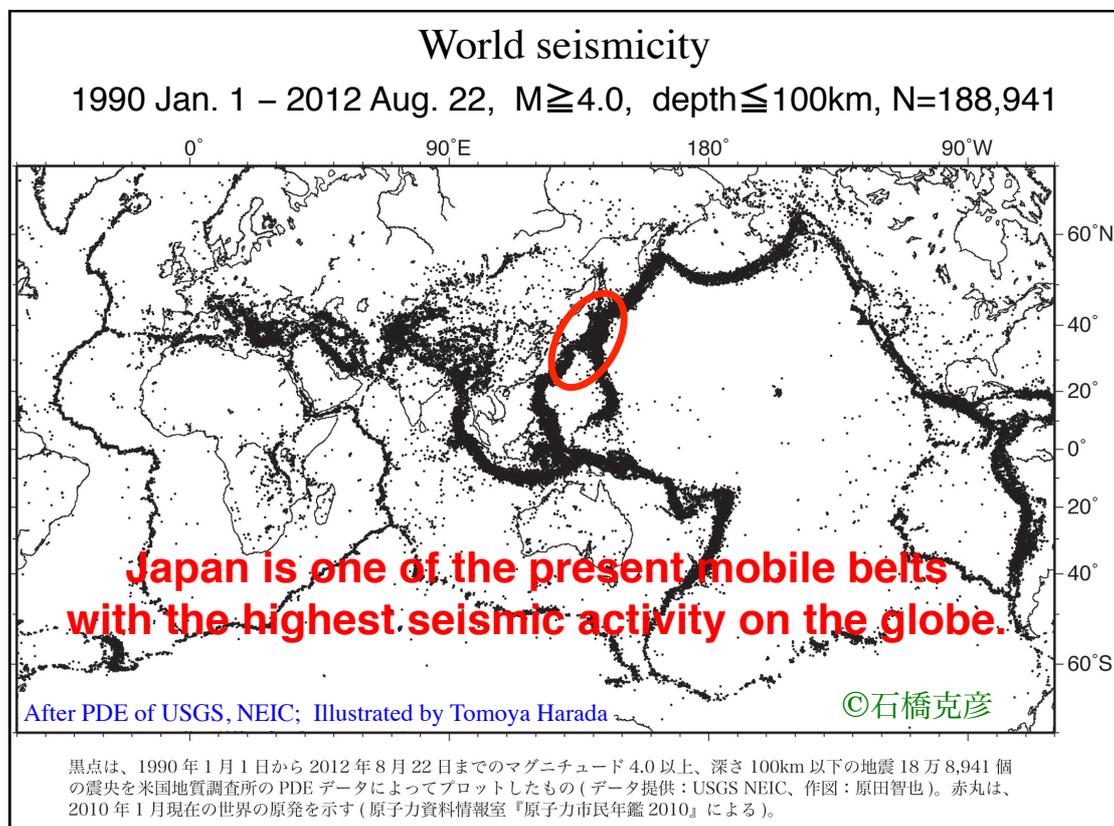
学術フォーラム／高レベル放射性廃棄物の処分を巡って
日本学術会議／2012年12月2日(日)13:00～18:00

変動帯・地震列島で 高レベル放射性廃棄物の 地層処分ができるか？ ～失われた12年～

石橋 克彦

(神戸大学名誉教授／地震学)

©石橋克彦



NUMO 技術報告書『地層処分事業の安全確保（2010年度版）

—確かな技術による安全な地層処分の実現のために—

2.2.4.1 わが国の地質環境の特徴

©石橋克彦

わが国は、変動帯に位置し、安定大陸に比べてプレート運動に起因する断層活動、火成活動、隆起・侵食などの自然現象が活発である。わが国の地層処分における長期的な安全性を確保するためには、まず、将来にわたりこれらの自然現象の著しい影響が見込まれる場所を回避する必要がある。

また、山がちで海に囲まれた地形・地理条件、変動帯に特有な複雑な地質構造や多種多様な岩種、豊富な地下水や高い地下水位などの地質環境の特性を把握し、それらの長期的な変遷を考慮して、地層処分にとってより好ましい条件を有する場所を選定することが重要である。

これらの条件に関しては、自然現象は過去数10万年程度の地質学的記録をもとに、将来10万年程度の予測が可能であることや、変動帯に位置するわが国においても、地層処分に必要な条件を満たす地質環境が広く存在することが示されている (JNC, 1999b)。

JNC (核燃料サイクル開発機構) (1999b)：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ— 分冊1 わが国の地質環境。

わが国における高レベル放射性廃棄物
地層処分の技術的信頼性
—地層処分研究開発第2次取りまとめ—
総論レポート

要 約

わが国の地質環境

地質環境の長期安定性に影響を与える可能性のある天然現象には、地震・断層活動、火山・火成活動、隆起・沈降・侵食、気候・海水準変動がある。(略)

火山活動や断層活動は過去数十万年程度にわたり限られた地域でくり返し起こっていることが示された。(略)火山活動や断層活動による影響を被らないような地域がわが国にも広く存在しているといえる。(略)地層処分システムに対する影響を回避することが可能である。

(略)

以上のことから、将来十万年程度にわたって十分に安定で、かつ人工バリアの設置環境および天然バリアとして好ましい地質環境がわが国にも広く存在すると考えられる。

©石橋克彦

地震が地層処分システムに与える影響

総論レポート (p. III-13)

©石橋克彦

3.2.3 地震・断層活動

地震・断層活動が地層処分システムへ与える影響としては、岩盤の破断・破碎とこれにともなう地下水移行経路の形成、地震動による岩盤や地下水の性質の変化などが想定される。このうち、岩盤の破断・破碎については、活断層（注は略）の分布や性質を把握することにより、処分地の選定に際して、重大な影響を被る可能性のある範囲を避けることが重要である。一方、地震動に関しては、後述するように地下深部における地震による揺れは地表付近に比べて小さい。また、地震が起こった際に人工バリアは岩盤と一体となって振動すると考えられるため、想定される最大級の地震動を考慮したうえで、工学的な対策を施すことが可能である。

「将来10万年程度にわたって十分安定で、
多重バリアに適した地質環境が広く存在」は、
地震現象からみて正しくない

- ・ 活断層だけが地震を起こす、
 - ・ 日本の活断層はすべて判っている、
 - ・ 活断層のない場所が広く存在する、
という見方は根本的に誤り
- 2000年10月6日の鳥取県西部地震が実証した

「10万年経ってみたら地震の影響を免れた」
という場所が皆無ではないかもしれないが、
いま特定することは不可能

©石橋克彦

地震の影響は大地震ほど広域に影響

- ・ 震源断層面のズレの直撃による破断・擾乱 ©石橋克彦
 - 地下処分場にとって最悪の事態になりうる
 - ・ 地震波による揺れ
 - 地下の地震動がやや弱くても、人工バリアと天然バリアの揺れ方の違い etc.
 - ・ 広範囲におよぶ岩盤の変形と応力の変化
 - 岩盤中の大小無数の割れ目が閉じたり開いたりして地下水が動く
 - // 8 巨大地震では 100～200 km 遠方にも影響
 - 広い範囲で大小無数の余震・誘発地震が発生
- 以上が、地震の規模や距離に応じて処分場に影響し、
地下水による放射性核種の溶出・移動を促進

1946年南海地震：地震時・地震後の地下水異常と断層モデルから計算した面積歪 (川辺岩夫, 1991)

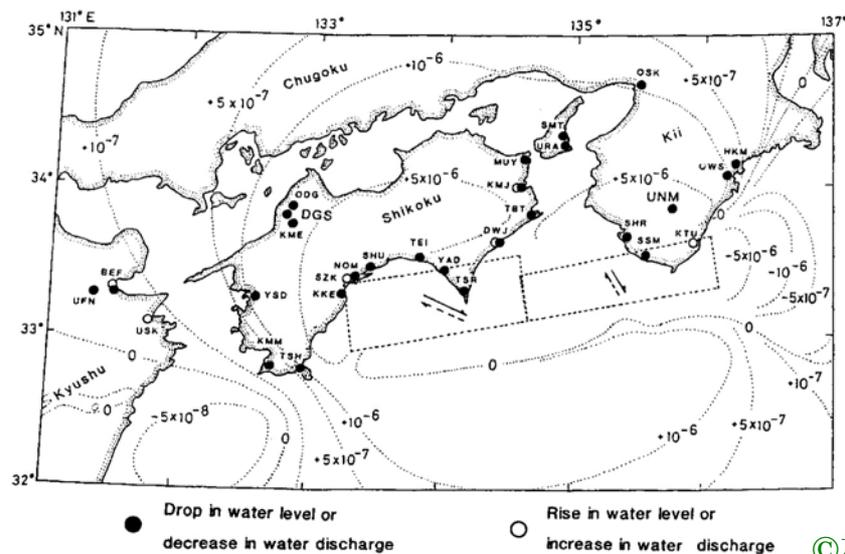
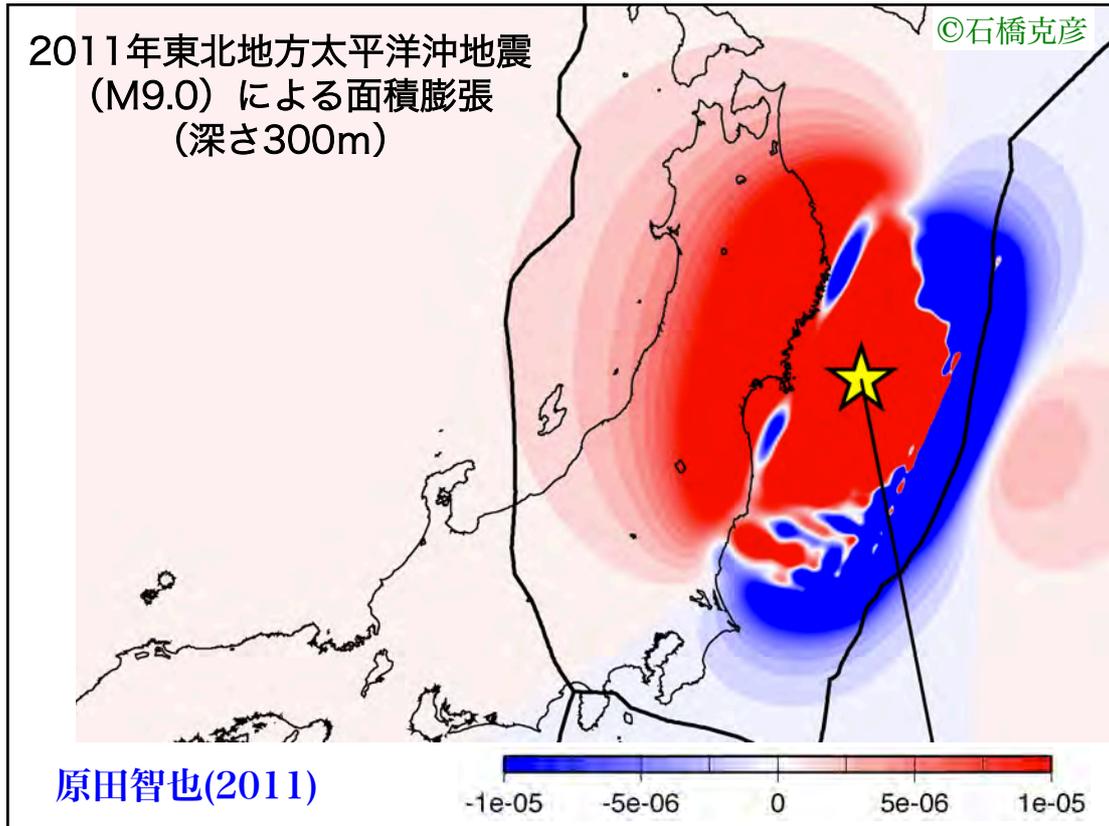


Fig. 7. Observations of co- and post-seismic groundwater anomalies at the time of the 1946 Nankaido earthquake, compared with the residual field of areal dilatation calculated by using the geodesic fault model of IWASAKI and MATSU'URA (1981). Their original value of the fault length for the eastern fault is slightly increased in order to shift the nodal line eastward.



累積すると
活断層として
認識される

◀ **地表地震断層**

©石橋克彦

震源断層面

震源

松田(1992)
を改変

陸域の浅い大地震が(過去及び将来)繰り返し発生しても
活断層が認められないことが少なくない

- 1回ごとの大地震で地表地震断層が生じない場合
例：2000年鳥取県西部地震(M7.3)
- 次の大地震までの間に地表地震断層が浸食・消滅する場合
例：1927年北丹後地震(M7.3)

活断層が無くても浅い大地震は起こりうる！
活断層が有れば一層要注意 (短くても大地震が起こりうる)

日本列島とその近傍のM別の地震発生数の目安

(1965～99年の観測データから類推；深さ60km以浅)

M 8 以上	35 年間に	2 個
M 7 以上		23 個
M 6 以上		224 個
M 5 以上		2, 021 個
M 4 以上	約 20, 000	個
M 3 以上	約 200, 000	個
M 2 以上	約 2, 000, 000	個
M 1 以上	約 20, 000, 000	個

©石橋克彦

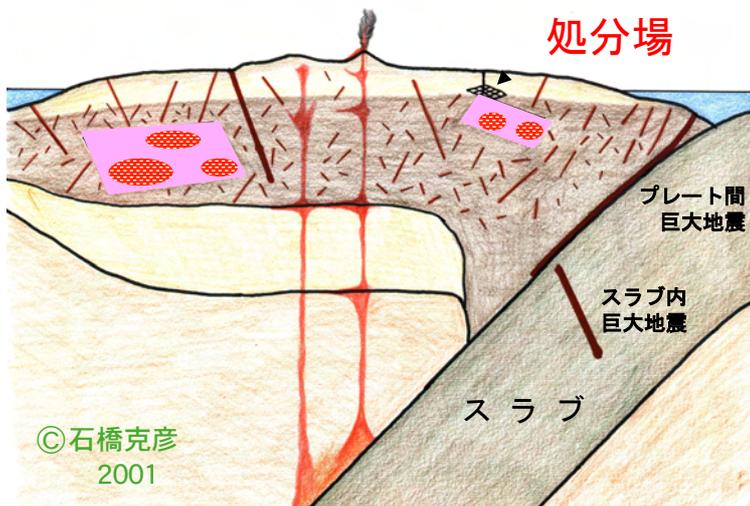
日本列島の「陸のプレート内地震」は深さ15～20km程度まで
 ほとんどの地震は地下の古傷の再破壊

小さい地震ほど沢山起こる (Mが1小さくなると発生数は約10倍)

日本列島の地下には大中小の古傷(亀裂, 割れ目, 断層)が無数にある

小さい弱面ほど数が多い

処分場



既存の大きな古傷が大地震を起こすこともあるが, 小さな割れ目が繋がって大地震になることもあるだろう.

「活断層が地震を起こす」とは限らない!

©石橋克彦
2001

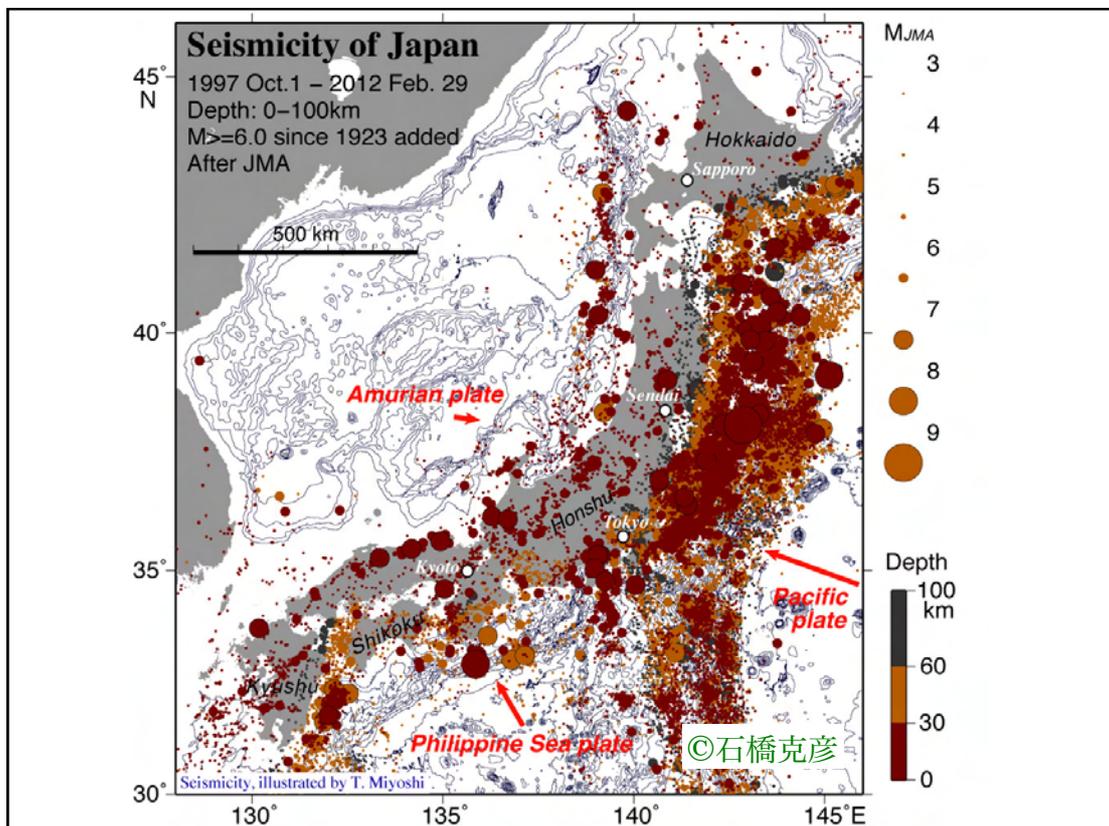
過去数十万年間の変動 → 現在 → 将来 10 万年間程度
 大局的には YES

しかし、地殻運動は歴史現象
 大局的一様性が緩慢な変化を内包、ときに顕在化
 個々の地震（岩石圏の破壊）はその現われ

上部地殻地震発生層のレオロジーとテクトニクス
 地震科学の第一級の問題

- ◆ 応力場・破壊強度の時間的・空間的ゆらぎ
 - ◆ 流体の寄与
- ◆ G-R 則と固有地震がいかに成り立つのか
 - ◆ 亀裂系・弱面系の成長・進化
 - ◆ 初生的な大破壊（大地震）があるか
 - ◆ 相互作用，複雑系
- ◆ 先天的無地震地域（浅田，1968）があるのか？
 - ◆ 応力区の形成メカニズム etc.

地質環境の長期安定性の保証はまだ無理 ©石橋克彦



Twitter より

©石橋克彦

日本列島に地層処分の適地が存在
するとした動燃2000年レポート
は、最初から結論ありきだった。
このレポートに関わった学識者の
数は多いが、その全員が知っている
ことだ。