

# 日本における地下浅所断層の生成頻度

東電設計 正会員 ○吉田鎮男、白土博司、ソフトウェアサイエンス 沢田臣啓

## 1. はじめに

地層処分においては、将来 10 万年程度の期間、処分サイトの地下環境が安定であることが要求されている。この長期安定性の課題の一つに、＜埋設廃棄体への断層直撃の可能性＞がある。核燃料サイクル開発機構「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—」（平 11）や土木学会原子力土木委員会地下環境部会「概要調査地区選定時に考慮すべき地質環境に関する基本的考え方」（平 13）などによると、日本列島の造構応力状態の大局的枠組は、プレート運動史を踏まえると、少なくとも過去 50 万年以降変わっておらず、将来 10 万年程度も同様であるとしている。加えて、日本の主要活断層のほとんど全ては捕捉されており、大局的造構応力状態が変化しない限り、将来 10 万年程度の期間の地下浅所断層活動は、これら主要活断層に限られるであろうと推論している。従って、これらの活断層を避けて処分サイトを選定すれば、廃棄体への断層直撃を免れることができるであろうと判断している。

本研究は、上記の推定が保証されるかどうかの検討、および地下浅所断層の新生の可能性の検討を行うおとするものである。その手法として、過去数 100 万年以降に堆積した地層中に生成した地下浅所断層の存在頻度を、日本数地のボーリング・物理探査によって作成された精度のいい地質断面図から求め、それらから 10 万年当り、10 km<sup>2</sup> 当りの断層存在頻度を推定するという新しい方法を用いた。

## 2. 浅所断層の時空分布と新生

断層活動に由来するとされる日本の内陸地震は、活断層分布域に限らず、全国至る所で起っている。しかし、プレート境界地震や火山性地震は別にして、そのほとんどは深度 3~30 km で起っているため、それら地震を発生させた断層が処分深度に影響する地下浅所(0~1,000 m 程度、以下同じ)に達する可能性は非常に小さいと推察される。地震のマグニチュード(M)と断層の長さ(L)の関係、[松田などの経験式]~[地震学の断層モデル]によれば、M3 で L=0.08~0.45 km、M4 で L=0.32~1.4 km、M5 で L=1.3~4.7 km、となる。従って、地下浅所に達する可能性がある断層に関わる地震は、M5 程度以上のものとなる。それらの地震によって存在が推定される断層のうち、どれほどが地下浅部に達しているか、また今後新たに生成する浅部断層はどれくらいの頻度になるかを、時空的に求めることが、地下環境の長期安定性を評価する上で重要であろう。その様な時空分布を求めた研究例はないと思われる。

## 3. 検討対象地域

地下浅部に達する断層の生成頻度の時空分布解析をおこなうには、地下浅所に水平な地層が分布していて、かつその連続性を精度よく捕捉できる地域が適している。日本においてこの条件を備えている地域は、大きな平野に限られる。大きな平野の中でも、石狩平野・関東平野・濃尾平野・大阪平野には、鮮新世~更新世のほぼ水平な地層が広範囲かつ連続的に厚く分布しており、ボーリング資料・物探資料(測線の長い反射波探査あるいは音波探査)が豊富で、精度の良い地下浅部地質断面図が得られている。これら四つの平野の水平層中に分布する断層の数およびその生成時期から、これらの地域の地下浅部における断層の存在頻度(生成頻度)を時空的に見積る。さらに、この存在頻度と、それらの地域における地震の震源分布・発生頻度とを比較して、過去数 10~数 100 万年の間に地下深部で生じたであろう多数の断層のうち、何パーセント程度が地下浅部に達したかを推定する。

キーワード：断層、活断層、地震と断層、地層処分、地下地質環境

連絡先：110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3、東電設計、電話 03-5818-7507

これら四つの平野域は、日本の中で地質構造上の位置が特異な場所ではない。すなわち、これらの平野における鮮新世～更新世の地層の基盤をなす地層は、平野周辺域に分布する中新世およびそれ以前の地層に連続的に連なっている。また地震活動の点でも、とくに活動的であるとか非活動的であるという地域ではない。従って、これらの地域から得られる浅所断層の存在頻度は、日本の多くの地域に広く適用できるであろう。

### 3. 結果

四つの平野における浅所断層の、断層の数、検討対象とした面積、それらの断層が生じた期間、対照地層の厚さ、断層存在頻度(10 万年、10 km<sup>2</sup> 当り)は、下表の通りです。

#### 石狩平野

区域名	断層数	検討面積 km <sup>2</sup>	対象地層		断層存在頻度 本/10 万年/10 km <sup>2</sup>
			年代 Ma	深度 km	
札幌市東部	0	179	0.78	0.10	0
札幌市東北部	0	292	0.78	0.15	0

#### 関東平野

区域名	断層数	検討面積 km <sup>2</sup>	対象地層		断層存在頻度 本/10 万年/10 km <sup>2</sup>
			年代 Ma	深度 km	
千葉県西部	2	285	2.2	1.5	0.003
東京湾	7	246	2.2	2.0	0.013

#### 濃尾平野

区域名	断層数	検討面積 km <sup>2</sup>	対象地層		断層存在頻度 本/10 万年/10 km <sup>2</sup>
			年代 Ma	深度 km	
名古屋市西北部	1	270	5.20	1.5	0.00071
名古屋市中心部	1	490	0.60	0.05	0.0034
名古屋市西南部	3	310	0.35	0.2	0.028

#### 大阪平野

区域名	断層数	検討面積 km <sup>2</sup>	対象地層		断層存在頻度 本/10 万年/10 km <sup>2</sup>
			年代 Ma	深度 km	
大阪平野	3	378	0.20	0.06	0.040
神戸地区	12	80	1.06	0.60	0.14

四つの平野における断層存在頻度(本/10 万年/10 km<sup>2</sup>)は、0～0.04 である。ただし、活断層の密集地帯として知られる神戸地区は 0.14 で、一桁多い。大まかに言うと、過去数 100 万年間に浅所に達した断層の発生頻度が将来も変わらないとすると、日本の大方の地域において、浅所断層は将来も 10 km<sup>2</sup> 当り 100 万年に 1 本足らず生じるということである。

他方、これらの平野の検討域下で過去約 100 年間に発生した M5 以上の地震(深度 3 km 以深で発生)の数は、それぞれの地域で 20～30 回程度である。これを 10 万年当りに換算すると、2～3 万回ということになる。上の発生頻度の最大値、0.04 を取ると、200～300 万回の地震当り最大 4 本の断層が 1000 m 程度で浅所に達すると見積られる。