

高レベル放射性廃棄物地層処分と日本列島の地震・断層活動

HLW geological disposal and the seismic activity in the Japanese Islands

石橋 克彦[1]

Katsuhiko Ishibashi[1]

[1] 神戸大・都市安全研究セ

[1] RCUSS, Kobe Univ.

地震科学の立場から、高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性を考える。日本列島では過去数十万年間ほぼ安定した地殻応力状態が持続し、活断層密集地帯とそうでない地域が分かれているようにみえるが、地殻運動は歴史現象なので、変動帯においては、一方向への緩慢な変化が時に急激な断層活動などで顕在化する。とくに地下の地震発生のダイナミクスは、大局的に一定の応力場のもとでもマイクロな変化を伴い、活断層が存在しない場所で未成熟な亀裂系が大地震を起こすことが十分考えられる。地震・断層活動の影響を被らない地域がわが国に広く存在するかどうかを論証するためには、地震発生機構に関する一層の基礎研究が必要である。

地震科学の立場から、高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性を考える。本講演では、変動帯の日本列島で地層処分の候補地を選定できるか否かは、未だ学問的に解明されていない地震発生論の本質的課題に直結することを指摘したい。なお、これまでの地震科学では、地震活動の将来予測の時間幅は数十～100年、長くても数百年であった（しかも予測が科学的に未熟であることを社会が認めている）。約10万年先まで、地球環境と未来世代に対する厳しい責任を伴う予測が求められるのは、現在の地震科学にとっては極限的な事態であることを付記する。（本稿では「地震」を地下の「断層活動」とほぼ同義に用いており、地震動は全く意味しない。また、地震の影響については論じない）

昨年11月の核燃料サイクル開発機構による「地層処分研究開発第2次取りまとめ」は、断層活動は過去数十万年のあいだ限られた地域で繰り返し起こっているのを、将来十万年程度にわたって断層活動による影響を被らない地域が広く存在していると考え、活断層が現存していない地域に新たに断層が発生することは考え難いと述べている。これは、日本列島の活断層はすべて分かっているという大前提に立って、活断層と大地震発生を1対1に対応させた考えである。しかし、日本列島の上部地殻における地震発生のダイナミクスを考察すると（次項）、活断層とは、「上部地殻の地震発生層の中のある程度成熟した（最近数十万年の間に大地震を繰り返し発生するようになった）亀裂系の地表表現」にすぎないと考えられるので（石橋、2000、本大会）、活断層がなくても内陸の浅い大地震が起こって地表地震断層を生ずることがありうる。文部省測地学審議会（1997）が「M7.2以上の陸域の地震は（中略）認知されていないC級の活断層で起こることもある」とレビューしているのがこれに当たる（M6.8未満の地震はどこで起こるか分からず、M6.8～7.1の地震でも活断層が認められない場所で起こる可能性がある、とも述べている）。

上部地殻には、三次元的に、無数の大小さまざまな亀裂（断層）が分布している。それらが、広域応力場のもとでのローカルな応力場によって、単独にまたは繋がりが合って、M1未満の極微小地震からM7以上の大地震までを起こしており、ある程度広い空間・時間枠では、一般にM別頻度分布のG-R則が大局的に成り立っている。応力増加速度が大きければ、地下のある亀裂系で（例えばM7の）大地震が繰り返し起こりやすくなり、そこに固有のM7サイズ弱面が形成されて、毎回の地表地震断層の累積が地表で活断層として認識されるようになるだろう。しかし、応力増加速度が小さい場合には特に、幾つかの亀裂が繋がってM7の大地震を起こすのは偶然で、そこにM7サイズの固有な弱面が形成されない場合があるかもしれない。そうであれば、例えば10万年間に1回だけ生ずる地表地震断層は浸食で消えてしまい、活断層にはなりえない（しかし大地震は起こる）。

活断層が少ないとされる東北日本外帯の北上山地・阿武隈山地や西南日本外帯の四国山地などでも微小地震は定常的に発生している。ある領域でM4の地震が1年に平均1個起これば、10万年間には10万個起こり、G-R則が成り立っていればM7の地震が約100個起こる。地表で活断層が認められなくても、前項で述べたメカニズムによって、かなりの数の未成熟の亀裂系が、10万年間にそれぞれ1～2回程度、あちこちで大地震を起こすと考えたほうがよいと思われる。なお、北上山地で1931年にM6.5、阿武隈山地で1956年にM6.0、徳島県で1955年にM6.4などの被害地震が発生した事実は、10万年間にはこれら外帯でもM7級の大地震が何回か起こりうることを示唆している。

「第2次取りまとめ」は、日本列島の大部分では、現在を含む過去数十万年のあいだ安定した地殻応力状態と断層活動が持続してきたので、10万年程度の将来についても、このような状態が継続するとして地震・断層活動を評価できると考えている。しかし、地殻運動は歴史現象であり、大局的な一様性のなかにも緩慢な変化を内包していて、それが時に顕在化する。とくに地震発生のダイナミクスは、大局的に一定な応力場のもとでもマイクロな変化を伴い、周辺の地震・火山活動による応力場の擾乱なども受けて、地下の亀裂系は成長・進化・衰退すると考

えられる。その結果ある亀裂系が稀な大地震を起こすこともあるわけだが、ある地域の今後 10 万年間がどのフェイズにいるかを予測するのはきわめて困難であろう。結局、地震・断層活動の影響を被らない地域がわが国に広く存在することを地震科学から論証することは、現時点ではむずかしい。上部地殻の地震発生機構、活断層、地震テクトニクスなどの基礎研究をさらに押し進めなければならない。