

なぜ武村式では入倉式より大きな地震規模になるのか 武村式は日本の地震の特性で評価している

2014. 1. 9 美浜の会

断層が引き起こす地震モーメント（地震の規模）を断層面積から算出する場合、入倉・三宅の式を使った値に対し、武村式を使った場合の値はどんな断層面積に対しても4.7倍になる（図1）。もし武村式をベースにして（他の条件を固定して）基準地震動を評価すれば、地震加速度は基本的に現行の4.7倍になると評価すべきであり、そうすると耐震安全性は根本的に崩れる。

現行では、津波の波源評価については土木学会の指針（2002）[1]に基づいて武村式（ただし、断層長さから地震モーメントを求める式）が用いられ、同じ断層でも基準地震動を導くときは入倉式が用いられるという二重基準になっている。地震と津波は福島原発事故を引き起こした当の原因でありながら、未だに二重の評価が行われるとは、まったく納得しがたいことである。

そのため、入倉式と武村式の違いを明らかにし、武村式の根拠を明確にした上で、基準地震動評価にも武村式を使うべきだと主張するのがここでの結論である。

1. 分析の方法

なぜ武村式では入倉式より高い地震モーメント値が出るのか、この問いに対する示唆が入倉論文自体の中に書かれている。例えば、入倉たちの論文[2]の6頁では、右の図2の点線が入倉式の結果を表すのに対し、一番下にある実線が武村式の結果を表すことを踏まえて、この違いの「理由は・・・断層面積長さや幅を求めるときの定義の違いかあるいは日本周辺の地震の地域性によるものか、今後の検討が必要とされる」と述べている。

確かに図1に示した武村式の基礎となった

10個の点はすべて日本国内の地震データに基づいている[3]。他方、入倉式のベースとなったのは Wells and Coppersmith 論文[4]（以下W-Cとして引用）から条件を付けて採り入れた図2の緑色の小丸点である。これがどういうデータかを特定するために次の方法を用いた。

- ・ 41個に見える（以下41個とする）緑色の小丸点から数値を読み取り、その一つひとつをW-Cにある244個の地震データと比較し、数値がほぼ一致する地震を特定した。
- ・ こうして特定した41個の地震の中に、日本国内地震は福井地震しか見あたらず、他は米国、中国等のアジア、南米、トルコ、イラン等全世界からの地震データである。

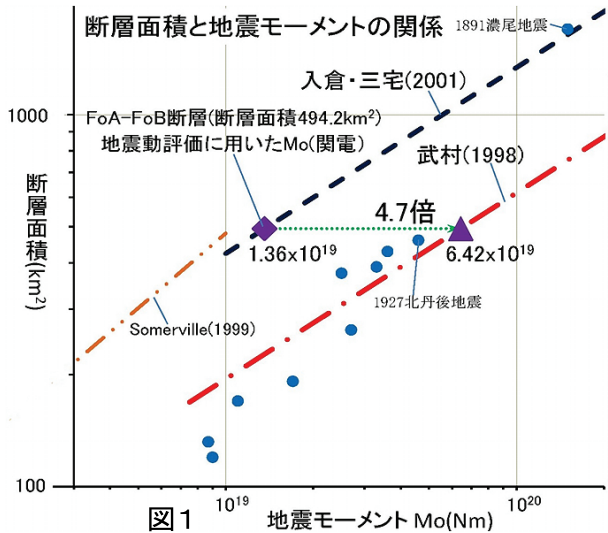


図1

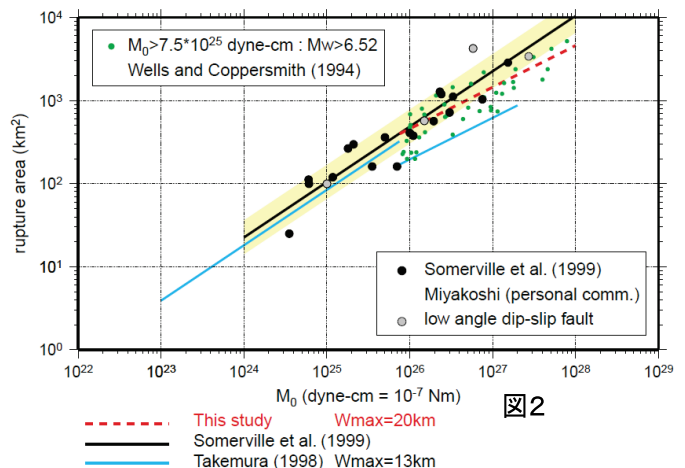


図2

- ・ 図2の中に書かれている条件 ($M_0 > 7.5 \times 10^{25}$ dyne·cm, $M_w > 6.52$) を満たす地震は41個の2倍以上の84個(断層面積が記載されていないものを除く)ある。なぜ41個に限定したのか、なぜ日本の他データが採用されなかったのか不明であるが、入倉たちの上記論文では「Wells and Coppersmith(1994)のデータについては、信頼性のあるものに限定するため・・・信頼できる(reliable)と記述されているもののみ用いる」(3頁)とあるので、信頼できるものを採用したと考えられる。実際、W-Cでは、244個の地震の震源パラメータ(断層面積、断層幅等)で、信頼できないとされるものには括弧が付けられていて、上記条件を満たしながら入倉が採用しなかった43個の地震のうち、33個は断層面積の値が括弧付きである。
- ・ 武村式でとりあげた10個の地震のうち6個は244個の中に存在しており、武村式データにはなくてかつ条件を満たす地震も存在している。

2. 結果

武村式の日本地震10個とW-C中の条件を満たす日本地震を集めて、それらが入倉データ集団に対してどのような位置を占めるかを検討した。その結果は右の図3のようになる。

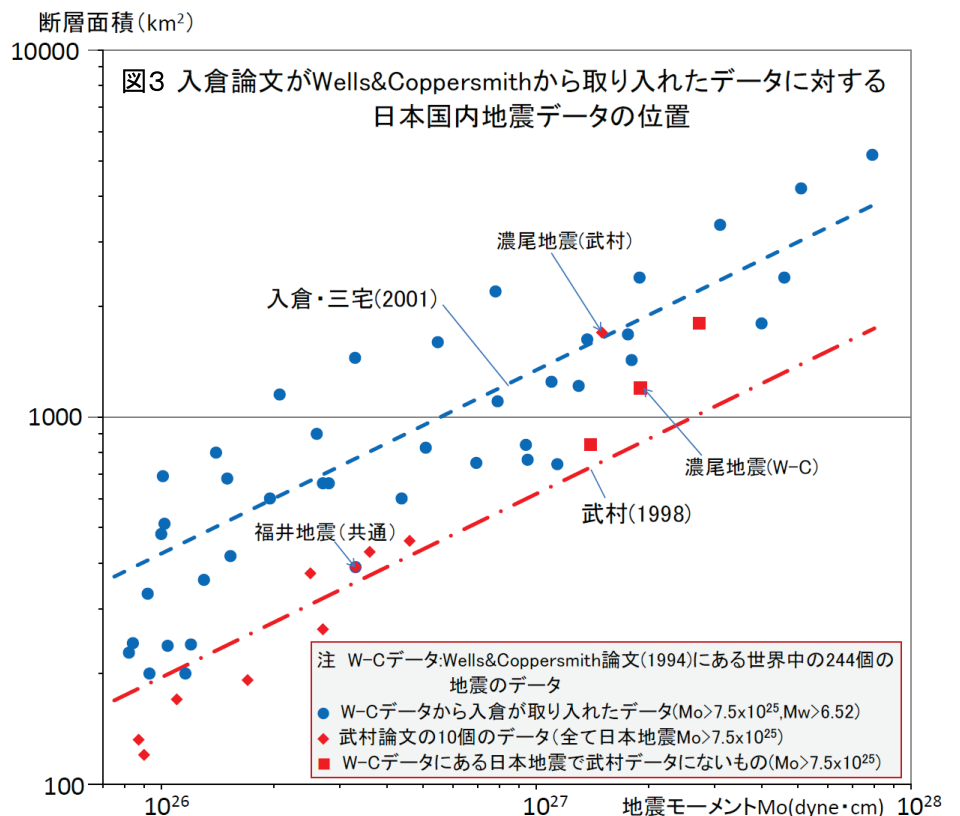
① 日本の地震(◆と■)

は元の入倉の点集団(●)の周辺部に位置している。つまり、同じ断層面積で大きい値が出る位置(より右側)にある。従ってより大きい値が出るのは日本の地震の地域的特性であると言える。

② ただし、濃尾地震に関

しては武村論文とW-Cでは断層面積と地震モーメントの数値がかなり違っている。武村論文では、断層の端にある枝分かれ部分をすべて断層面積に取り入れたと注釈されているが、他と比べて異常な位置にあるように見える。それゆえここでは基本的にW-Cの方を採用することにした。他にも両方で数値が違う例があるがそれらは武村論文データを採用した。このような断層面積等の評価に不確定な面があるのは事実だが、基本的に日本のデータが入倉データ集団の外縁部に来ていることは明確に認めることができる。

③ これら全ての日本のデータの最適直線を最小自乗法(傾き 1/2 固定)で求めると、 $\log S = 0.5 \log M_0 - 10.70$ となり、武村式(一点鎖線、 $\log S = 0.5 \log M_0 - 10.71$)にほぼ一致する。同様に、入倉の点集団の最適直線を求めると、 $\log S = 0.5 \log M_0 - 10.41$ となり、入倉式(点線、 $\log S = 0.5 \log M_0 - 10.37$)と比べて、定数項が少し小さい値になる。原因は、我々が選んだ41個の地震と入倉論文で採用されている地震に相違があること等によるのかもしれないが、不明である。

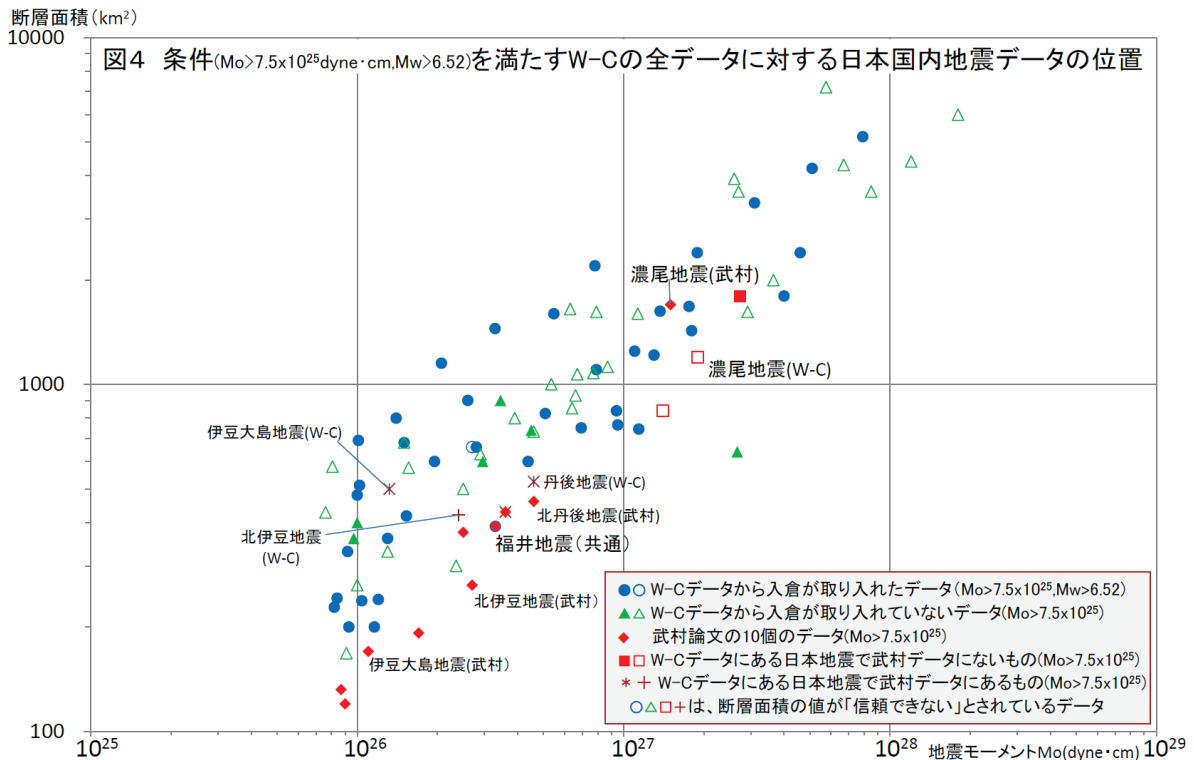


3. 結論

いずれにせよ、武村式でより大きな結果がでるのは、基本的に日本の地震の特性を反映していると思えることができる。それゆえ安全のために武村式を用いて基準地震動評価をやり直すべきである。「地域特性によるものか、今後の検討が必要とされる」と2001年の入倉論文で述べてから長い時間が経ち、その間に福島事故が起こったことを肝に銘じるべきではないだろうか。

【補足】 W-Cで条件 ($M_0 > 7.5 \times 10^{25} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$, $M_w > 6.52$) を満たす全データに対する日本国内地震の位置

図3に、W-Cデータのうち条件 ($M_0 > 7.5 \times 10^{25} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$, $M_w > 6.52$) を満たしながら、入倉論文が採用しなかった海外の地震 (▲ 6個、△ 30個) も加えると図4のようになる。△は、W-Cで断層面積の値が「信頼できないと考えられる」とされているものである。また、●、■についても「信頼できないと考えられる」とされているものを、それぞれ○、□とした。このように断層面積の不確定なものはあるが、条件を満たす全データを含めても、基本的に日本のデータ (◆、■、□) は、W-Cデータ集団 (●、○、▲、△) の外縁部に来ていることを明確に認めることができる。



- [1] 原子力発電所の津波評価技術 本編 (体系化原案) 1-34~1-38頁
2002年2月 土木学会原子力土木委員会 津波評価部会
<http://committees.jsce.or.jp/ceofnp/system/files/TA-MENU-J-01.pdf>
- [2] 特定の活断層を想定した強震動の予測手法 -強震動予測のレシピ-
入倉孝次郎・三宅弘恵・岩田知孝 (京都大学防災研究所)、釜江克宏 (京都大学原子炉実験所)
宮腰 研・香川敬生 (地域地盤環境研究所) (2001年5月)
<http://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp/irikura/recipe.pdf>
- [3] 地震第2輯 第51巻(1998)211-228頁
日本列島における地殻内地震のスケールリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—
鹿島小堀研究室* 武村雅之
https://www.jstage.jst.go.jp/article/zisin1948/51/2/51_2_211/_pdf
- [4] Wells and Coppersmith(1994)
<http://seismo.berkeley.edu/~rallen/teaching/eps256-s07/WellsCoppersmith1994.pdf>