

菊地・山中(1997)論文の地震モーメントについて

若狭ネット資料室長 長沢啓行

原子力規制委員会・原子力規制庁へ提出していた5月19日付緊急要請文および5月15日付「川内1・2号の地震動評価等に関する緊急公開質問状」において、菊地・山中(1997)論文に関し修正すべき点が判明しました。それは、「九州電力が菊地・山中(1997)論文を曲解している」という主張についてです。

本論文の第一著者の菊地氏はすでに亡くなっていますが、第二著者の山中氏から第三者を通じて元データの提供を受けました。それによると、1997年5月13日鹿児島県北西部地震の地震モーメント $0.90 \times 10^{18} \text{Nm}$ は、二つの断層の地震モーメントの総和になっていました。これまで「東西断層の破壊過程に関連して時間的に重なっている南北断層による地震のモーメントが一部加算されたものであり、東西と南北の全体の地震モーメントではない可能性がある」と主張してきましたが、間違いでした。別紙の通り、元データには東西断層と南北断層のCMT解のほかにTotal(全体)のCMT解が示されており、本来であれば、論文中にTotalのCMT解および東西と南北の共役な断層に関する震源パラメータが記載されてしかるべきところ、Totalの東西方向のパラメータだけが記載されていたため、誤解が生じたものです。また、論文中では断層面積が $10\text{km} \times 5\text{km}$ と記されていましたが、 $5\text{km} \times 5\text{km}$ の断層が東西方向と南北方向に一つずつ存在し、その合計として $10\text{km} \times 5\text{km}$ と示されていたことも判明しました。これは論文中の図3に描かれている断層図面(東西がほぼ $10\text{km} \times 5\text{km}$ に描かれており、南北はその半分程度)とは整合しませんので、余計に誤解を生むことになりました。なぜ、断層面積と異なるこのような図が描かれたのかは不明です。以上より、「九州電力が菊地・山中(1997)論文を曲解して1997年5月13日鹿児島県北西部地震の地震モーメントを過小に設定した」という可能性はなくなりました。

他方、原子力規制庁は、1997年5月13日鹿児島県北西部地震の地震モーメントとして、

- | | |
|----------------------------|--|
| (1) 菊地・山中(1997) | $0.90 \times 10^{18} \text{Nm}$ ($M_w 5.9$)、 |
| (2) 九州大学理学部島原地震火山観測所(1997) | $1.2 \times 10^{18} \text{Nm}$ ($M_w 6.0$)、 |
| (3) 防災科学技術研究所 F-Net | $1.22 \times 10^{18} \text{Nm}$ ($M_w 6.0$)、 |
| (4) the Global CMT project | $1.42 \times 10^{18} \text{Nm}$ ($M_w 6.0$)、 |
| (5) 気象庁CMT解 | $2.17 \times 10^{18} \text{Nm}$ ($M_w 6.2$) |

の5種類を収集しています。それぞれ、元になる地震観測データとデータの処理法が異なるため違った結果が出ていますが、九州電力はこれらのうち最小となる(1)の値を採用しています。

5月21日の大飯3・4号の運転差し止めを命じた福井地裁判決が述べているように、基準地震動を超える地震が過去に4原発で5回に及び、基準地震動の過小設定は明らかです。あらゆる可能性を考慮して、考え得る限りの最大規模の地震・津波を想定すべきところ、九州電力は最小の地震モーメントを選んで地震動評価にとって最も大事な応力降下量を最小の値に設定しているのです。「論文の曲解による地震規模過小設定」の疑惑は晴れましたが、「数あるうちの最小の地震規模を選択して地震動を過小評価している」という事実は変わりません。この点については、引き続き、追及していきたいと考えています。

福井判決を機に、5月23日に緊急要請文を提出し、改めて5月15日付け緊急公開質問状への回答を求めることにしました。その際に、5月19日付け緊急要請文の要請項目(1)および5月15日付け緊急公開質問状における質問項目1を一部修正することにしました。

この緊急要請文と緊急公開質問状への賛同は2014.5.23現在 88団体、416個人に上りますが、さらに拡大して原子力規制委員会・原子力規制庁に誠意ある回答を求めていると存じます。引き続き、変わらぬご支援、ご協力をお願い申し上げます。

◆遠近実体波形解析◆

5月13日 鹿児島県薩摩地方の地震(Mj 6.2) http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/EIC_News/970513.html

●概略・特徴:3月26日の地震(Mj 6.3)の余震と見られますが、通常の余震に比べて、マグニチュードが本震と同程度であることや、断層面がはっきりと別れることなど、いくつか特徴的な点が見られます。九州大学や鹿児島大学のデータによると今回の地震の余震は、震央を頂点としてL字型に分布しています。

●データ処理:IRISの観測点から広帯域実体波記録11点分を収集。

●結果:解析結果を図1に示します。

地震源パラメタ:

走向, 傾斜, すべり角 = (98, 88, -1)

東西走向、左横ずれ断層

南北走向、右横ずれ断層

地震モーメント $M_0 = 0.90 \times 10^{18} \text{ Nm}$

$M_w = 5.9$

破壊継続時間 $T = 3.5 \text{ s}$

断層面積 ($L=2\text{s} \times 2.5 \text{ km/s} \times 2$)

$S = 10 \times 5 \text{ km}^2$

深さ $h = 8 \text{ km}$

食い違い $D = M_0 / \mu S = 0.6 \text{ m}$

($\mu = 30 \text{ GPa}$)

応力降下 $\Delta \sigma = 2.5 M_0 / S \times 1.5$

$= 6.4 \text{ MPa}$

●解釈:パルス幅が2秒程度の2個のサブイベント(小断層)が得られました。全くのスペキュレーションですが、最初の小さいイベントが南北に走向を持つ断層に、2つめの大きい方のイベントが東西方向の断層に対応するのではないかと考えられます。いずれにせよ、共役な断層がほぼ数秒遅れで動いたと考えられます。(文責:菊地正幸・山中佳子)

長沢コメント:この資料によれば次のことが明らかである。

(1)1997年5月13日鹿児島県北西部地震の震源パラメータは、南北と東西の2方向の断層に関する震源パラメータがそれぞれ存在する。菊地・山中(1997)の予稿論文には、TotalのCMT解が記載されておらず、共役方向にある2つの断層が活動した以上、Totalの震源パラメータとしては本来、東西と南北の共役方向の2つを記載すべきところ、東西方向のパラメータしか記載されていなかった。なぜ、TotalのCMT解等が記載されていなかったのかは未だ不明である。また、そのため、記載された震源パラメータは東西方向の断層に関するものと受け取れ、南北方向の震源パラメータは同予稿論文には記載されていないように見えた。

(2)予稿論文に記載された断層面積は $10 \text{ km} \times 5 \text{ km}$ となっているが、これは破壊伝播速度を 2.5 km/s 、破壊継続時間を2秒と仮定して導出した断層長さ5km(断層幅に等しいと仮定)から、東西と南北の2方向の断層面積をそれぞれ $5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$ とし、その合計だけが記載されているが、予稿論文にある図3とは不整合である。その理由については未だ不明である。図3では、 $10 \text{ km} \times 5 \text{ km}$ の断層面積に相当する断層は、3月26日の地震の断層面積 $15 \text{ km} \times 7.5 \text{ km}$ との相対的な関係から、東西断層に相当すると見えた。Totalに関する記述がないこともあって、予稿論文に記載の断層面積は東西断層に関するパラメータであるように見えた。

(3)予稿論文について、いくつかの疑問点が残るが、同論文に記載の地震モーメント $0.90 \times 10^{18} \text{ Nm}$ は、Totalの地震モーメントに相違なく、「東西断層の破壊過程に関係した地震モーメントであり、最初に破壊した南北断層の最初の破壊過程の地震モーメントは含まれていない」との長沢(2014)の推論は誤りであった。

(2014.5.23記)

Kagoshima 97/05/13 Mj 6.2

$M_0 = 9.0 \times 10^{17} \text{ Nm}$ $M_w = 5.9$

$H = 8 \text{ km}$ $T = 3.5 \text{ s}$ $\text{var.} = 0.5557$

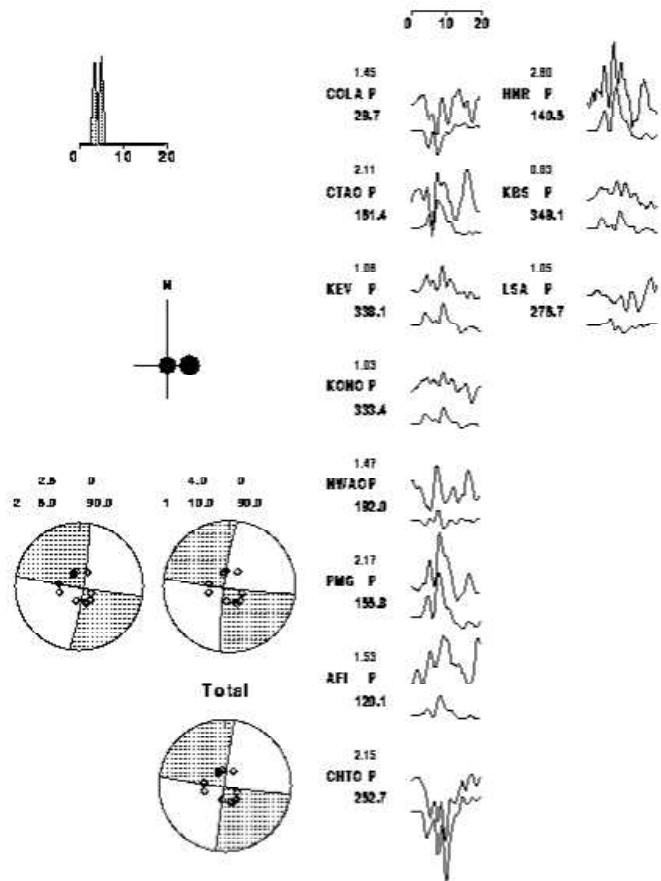
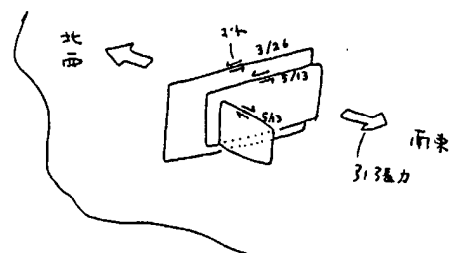


図3



(菊地・山中(1997)論文にある図3)