

2005 年福岡県西方沖地震について

飯尾能久・田村修次

要 旨

2005 年 3 月 20 日、福岡県西方沖地震(マグニチュード 7.0)が発生した。その余震域の南東端において、地震発生域の深部で応力集中が起こっている可能性がある。さらに、そこから警固断層へ伸びる地震分布も存在する。しかし、そこで大地震が差し迫っているかどうかは現時点ではよく分からない。福岡県西方沖地震の断層の延長上における大地震発生の可能性を念頭において、防災対策をとることが重要である。

キーワード：福岡県西方沖地震，余震，警固断層，内陸地震，下部地殻，応力降下量

1. はじめに

2005 年 3 月 20 日 10 時 53 分頃、福岡県西方沖(福岡市の北西約 40km)を震源とするマグニチュード 7.0 の地震が発生した(気象庁, 2005)。最大震度は福岡県と佐賀県で 6 弱であった。余震分布は、志賀島を南東端として、北西方向に約 50km 延びている(Fig.1, 九州大学地震火山観測研究センター, 2005a)。玄界島は余震域内に位置しており、最も大きな被害が発生した。これについては、2 節で紹介する。

九州北部は地震活動が大変低く、今回の余震域周辺で発生した M7 以上の地震は、1700 年の老岐・対馬付近の地震(M7)が知られているだけである。近年においては、M6 以上では 1898 年の糸島の地震(M6.0)、M5 以上では 1930 年の福岡県西部の地震(M5.0)以来、大きな地震は発生していない(地震調査委員会, 2005a)。

「30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図」によると、余震域内の玄界島や志賀島における確率は 3%未満となっている(地震調査委員会, 2005b)。これは、地震活動が大変低いためである。ただし、太平洋沿岸域以外の内陸では、確率が 3%を越える地域は非常に少ない。というのは、内陸地震は、発生頻度が最も高い断層においても、数百年に 1 度程度しか起こらないからである。再来間隔の長い断層では、たとえ前回の地震から長い年月が経過していたとしても、30 年以内に地震が発生

する確率が 3%を越えることは少ない。30 年以内に 3%未満という確率は、生活感覚から見ると低い確率に思えるが、安全な地域であるということでは決してないのである。地震調査委員会(2005b)の基本的な考え方は、「確率には差があるものの、日本は

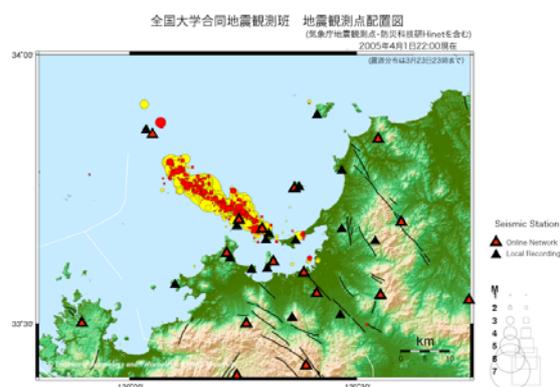


Fig.1. Aftershock distribution of the 2005 West-off Fukuoka Prefecture Earthquake (Mjma 7.0) Black and red triangles indicate temporal and permanent seismic stations, respectively (Kyushu Univ., 2005a).

どこであっても被害を伴うような地震が発生する可能性がある」というものである。はからずも、この地震はその第1例となった。しかしながら、本当に日本全国どこでも被害を伴うような地震が発生する可能性があるかどうかは、実はよく分かっていない。確率が、少なくとも、他の地域に比べると相対的には十分低い地域が存在するように思われる。4節で述べるように、内陸地震の発生過程については、最近ようやく包括的な作業仮説が提出されたところであり、地域ごとの差についてはまだ解明が進んでいないのが現状である。

話を福岡県西方沖地震に戻すと、福岡市内には、北西-南東の走向を持つ警固断層が存在することが知られている(活断層研究会, 1991)。余震分布は警固断層の延長上に位置するように見える。そのため、警固断層に対する影響が、発生当初から懸念されていた(例えば、遠田・堀川, 2005)。

全国大学合同地震観測班は、上記のような問題を背景に、福岡県西方沖地震の発生過程の解明と、今後の発生予測に資するため、余震域とその周辺に地震観測点を設置した(九州大学地震火山観測研究センター, 2005a; Uehira et al. 2006)。本稿では、その解析結果を紹介しながら、現時点までに明らかになったことをまとめる。

2. 玄界島における被害

玄界島は、今回の地震で最も大きな被害を受け、全島民避難を余儀なくされた。島の面積は約1km²、平地の少ない山岳地形である。今回の地震による家屋被害は、225家屋中全壊が16戸、半壊が157戸とされている。負傷者は6名である。

玄界島では南東斜面および沿岸低地に住宅が集中している(Photo 1)。斜面は階段状に整地され、そこに住宅が建設されている。住宅の被害は沿岸低地で少なく、主に斜面で多く発生していた。特に斜面の盛土の擁壁(主に雑石積)が破壊し、それに伴う地盤変形で損傷した家屋が多く見られた(Photo 2)。一方、沿岸低地の住宅では屋根瓦の被害が目立ったものの構造体の被害は少なかった。以上から、家屋被害の主な原因は、地震動によるものではなく、宅地の地盤変形によるものと思われる。



Photo.1 Long-distance view of Genkai Island



Photo.2 Typical damage of wooden house

地震発生時、玄界島に地震計は無く、本震の強震記録は残されていない。ただし、沿岸部の低地で鉢植えが整然と残っていたこと、また山の中腹にある玄界小学校の教室で家具の転倒が少なかったことを考慮すると、震度6弱程度だったと推測される。なお、玄界島の斜面部では、階段が多く車の通れる道がほとんど無い。今回の地震で火災が発生しなかったのは、不幸中の幸いである。

3. 全国大学合同地震観測班による観測結果

全国大学合同地震観測班は、Fig.1に示すように臨時観測点を設置した。また、余震域は海域であるため、九州大学地震火山観測研究センターと東京大学地震研究所は海底地震観測も行った。九州大学地震火山観測研究センター(2005b)は、これらのデータとオンラインの九州大学・福岡市・気象庁・独立行政法人防災科学技術研究所のデータなどにより、精度の良い震源分布を求めている。

4月20日に余震域の南東南で最大余震M5.8が発生するまでは、余震分布の下限は、下に凸のお椀型を示していた。同様の特徴は、新潟県中越地震(Shibutani et al., 2005a)や2000年鳥取県西部地震の余震分布(Shibutani et al., 2005b)でも見られている(飯尾ら, 2006)。

飯尾ら(2006)は、この特徴を以下のように説明し

た。余震域中央部の直下の下部地殻に Weak zone(強度の弱い領域)が存在するため、その変形により、余震域中央部の地震発生域最下部では応力集中が発生していた。一方、余震域の両端では、Weak zoneから離れているため、応力集中は起こっていなかった。そのため、余震域中央部では深いところでも本震のすべりが起こり、余震が発生したのに対して、両端部では、相対的に強度の小さい、浅い部分しかすべりが起こらず余震も深いところで発生しなかった。

この推定が事実であれば、内陸地震の原因は、主に、局所化された弱い領域にあることとなる。この問題は、内陸地震の発生予測にとって大変重要である。そうであれば、大地震の断層の隣接領域では、一般的には、引き続き大地震が起こる可能性は低いからである。少なくとも、これまで日本の内陸で発生した大地震に関しては、隣接領域で引き続き大地震が発生したことは知られていない(飯尾・小林, 2004)。

4月20日の最大余震 M5.8 は、余震域の南東端、志賀島の直下で発生した。しかも、その2次余震の分布は、上記のお椀型の下限の分布から外れた、地震発生域の最下部に位置していた(九州大学地震火山観測研究センター, 2005a; Uehira et al., 2006)。さらに、その後、志賀島付近から警固断層に向かってのびる地震の並びが見えるようになった(地震調査委員会(2005b)の資料など)。このことは、余震域の南東端で、深部まで応力集中が発生している可能性を示唆している。

そこで、Iio et al. (2006) は、余震域とその周辺における応力集中の度合いを推定するために、合同地震観測班のオンライン波形データを用いて、余震の応力降下量分布を推定した。手法等は Iio et al.(2006) に詳しいので、ここでは結果を紹介する(Fig. 2)。

Fig.2 に、余震の震源分布を示すが、応力降下量を色で区別して表示している。赤くなるほど応力降下量が大きく、青から黒は小さくなっている。余震域の上端付近の浅いところは応力降下量の小さな地震が多いことが分かる。また、余震域から南東に外れた活動(X:5~10km)も応力降下は小さく求められている。この活動は、強度の非常に小さな断層において、本震のすべりにより誘発された活動であると考えられる。一方、最大余震付近の活動は、赤ないし黄色で示された余震が多く、応力降下量が大きいことが分かる。このデータも、最大余震の震源付近では、応力集中が起こっていることを示唆している。

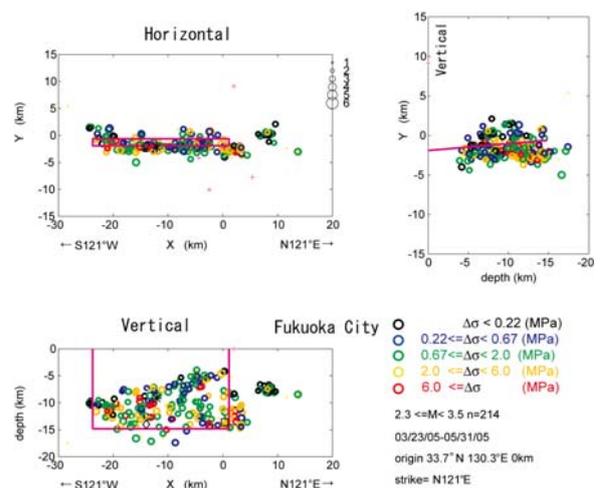


Fig.2. The spatial distribution of static stress drops of the aftershocks with $2.3 \leq M < 3.5$. The star and diamond indicate the hypocenter of the main shock determined by JMA and Kyushu University, respectively. The open square is the hypocenter of the largest aftershock (M5.8). The rectangle indicates the estimated fault plane of the main shock (Iio et al., 2006).

4. 考察

地震発生の1ヶ月後に、最大余震 M5.8 がそれまでの余震域から少し外れたところで発生するまでは、福岡県西方沖地震は、近年の他の内陸大地震と同様に終息へ向かっていると考えることができた。例えば、気象庁(2005)は、3月24日に第4報として、余震活動は次第に減衰してきており、今後、震度5弱ところによって震度5強となるような余震が発生する可能性は小さいと述べている。これは、余震数の減衰に基づく統計的な手法による予測であり、通常は、妥当な結果が得られていると考えられる。

しかしながら、内陸地震の発生過程に関しては、地震発生域の下の下部地殻の役割に着目する新しい考え方が出てきたばかりであり(例えば、飯尾・小林, 2004)、余震域とその周辺における応力状態と余震数の減衰の関係などはほとんど分かっていない。したがって、余震数の減衰に基づく予測についても、それが、あくまで確率的に高いということなのである。

想定外の現象が起こっているかどうかは、観測データを注意深く解析し、その意味するところを読み解くことが重要であると考えられる。今回は、最大余震が通常の余震活動とは異なったものである可能性を指摘した。しかし、だからといって、隣接領域で大地震が差し迫っているかどうかは、現時点ではよく分からない。地震発生

域の深部における応力状態を精度良く推定する手法の開発が重要である。応力降下量はその指標となると期待されるが、それは地震による応力の変化量であり、応力の絶対値そのものではない。地震のメカニズム解を活用する方法等が有効であると考えられる(Yukutake et al., 2006)。

5. おわりに

2005年福岡県西方沖地震は、2000年鳥取県西部地震や2004年新潟県中越地震とは異なり、余震域の端の地震発生域最深部で、応力集中が起こっている可能性がある。そこから警固断層へ伸びる地震分布も見られている。しかしながら、そこで大地震が差し迫っているかどうかを、数年以内の時間スケールで推定する方法を、現時点において、我々は持ち合わせていない。断層に加わっている応力が断層の強度にどの程度近づいているかを、精度良く推定する方法も現時点では存在しないため、多少の応力集中は起こっているが、大地震発生を早めるほどの効果は無い可能性も十分あり得る。断層に加わっている応力を精度良く推定する新たな手法を開発することが重要であるが、それに関係なく、大地震発生の可能性を念頭において、防災対策をとることが必要であると考えられる。

参考文献

- 飯尾能久・小林洋二 (2004) : 内陸地震発生の仕組み - 応力蓄積過程を中心に -, 月刊地球, 号外, 46, pp. 31-51.
- 飯尾能久・松本 聡・松島 健・植平賢司・片尾 浩・大見士朗・澁谷拓郎・竹内文 朗・西上欽也・Bogdan Enescu・廣瀬一聖・加納靖之・儘田 豊・宮澤理稔・辰己賢 一・和田博夫・河野裕希・是永将宏・上野友岳・行竹洋平 (2006), 2004年新潟県中越地震の発生過程 - オンライン合同余震観測結果から -, 地震 2, 印刷中.
- 活断層研究会 (1991) : 新編日本の活断層 - 分布図と資料 -, 東京大学出版会.
- 気象庁 (2005) : 2005年3月20日10時53分頃の福岡県西方沖の地震について (第4報), 平成17年3月24日14時30分.
- 九州大学地震火山観測研究センター (2005a) : 2005年福岡県西方沖地震 (Mjma7.0), <http://www.sevo.kyushu-u.ac.jp/2005-GENKAI/>, (平成18年4月15日).
- 九州大学地震火山観測研究センター (2005b) : 福岡県西方沖地震の活動について, 第163回地震予知連絡会資料(平成17年4月7日).
- 地震調査委員会 (2005a) : 2005年3月20日福岡県西方沖の地震の評価.
- 地震調査委員会 (2005b) : 「全国を概観した地震動予測地図」報告書.
- 遠田晋次・堀川晴央 (2005) : 活断層間の相互作用と地震の誘発 - 福岡県西方沖地震を考慮した福岡市直下型地震の発生確率評価 -, 産総研 TODAY, 2005-05, pp. 14-15.
- Iio, Y., Katao, H., Ueno, T., Enescua, B., Hirano, N., Okada, T., Uchida, N., Matsumoto, S., Matsushima, T., Uehira, K. and Shimizu H. (2006) : Spatial distribution of static stress drops for aftershocks of the 2005 West off Fukuoka Prefecture earthquake, submitted to EPS.
- Shibutani, T., Iio, Y., Matsumoto, S., Katao, H., Matsushima, T., Ohmi, S., Takeuchi, F., Uehira, K., Nishigami, K., Enescu, B., Hirose, I., Kano, Y., Kohno, Y., Korenaga, M., Mamada, Y., Miyazawa, M., Tatsumi, K., Ueno, T., Wada, H. and Yukutake, Y., (2005a) : Aftershock distribution of the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake derived from a combined analysis of temporary online observations and permanent observations EPS, 57, pp. 545-549.
- Shibutani, T., Katao, H., and Group for the dense aftershock observations of the 2000 Western Tottori Earthquake, (2005b) : High resolution 3-D velocity structure in the source region of the 2000 Western Tottori Earthquake in southwestern Honshu, Japan using very dense aftershock observations, Earth Planets Space, 57, pp. 825-838.
- Uehira, K., Shimizu, H., Kanazawa, T., Miyamachi, H., Shinohara, M., Iio, Y., Okada, T., Takahashi, H., Matsuwo, N., Yamada, T., Nakahigashi, K. and Uchida, K. (2006) : Precise aftershock distribution of the 2005 West off Fukuoka Prefecture Earthquake (Mj=7.0) by using dense seismic network in ocean and land area, submitted to EPS.
- Yukutake, Y., Iio, Y., Shibutani, T. and Katao, H. (2006) : Estimation of the Stress Field in the Region of the 2000 Western Tottori Earthquake -Using Numerous Aftershock Focal Mechanisms-, submitted to J. Geophys. Res//

Generating Process of the 2005 West-off Fukuoka Prefecture Earthquake

Yoshihisa IIO, Shuji TAMURA

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Synopsis

The 2005 West-off Fukuoka Prefecture Earthquake (Mjma 7.0) occurred on 20 March 2005. Stress concentration possibly occurs around the deeper part of the seismogenic region around the southwestern end of the aftershock distribution. We, however, do not know whether a next large earthquake is impending. Thus, it is necessary to prepare a possible large earthquake in the extension of the earthquake fault.

Keywords: the 2005 West-off Fukuoka Prefecture Earthquake, aftershock, Kego fault, Intraplate earthquake, stress drop