

四川大地震の起こり方と震度分布

石川有三（気象庁地磁気観測所）

1. はじめに

5月12日14時半前（北京時間）に中国四川省ブン川を震源とするマグニチュード8.0（モーメントマグニチュード7.9）の地震が起きた。震源断層は、四川省中西部の都江堰市から北東へ300km近く延び、甘粛省・陝西省の境界付近まで達するという巨大なものであった。このため、被害は四川省にとどまらず、甘粛省、陝西省、重慶市（特別市）におよび、死者69,222人、負傷者374,171人、行方不明者18,176人、被災地域の総面積は日本の面積37万平方キロより広い44万平方キロ、被災人口は4624万人という極めて深刻な被害を引き起こした。死者・行方不明者の合計が87,398人というのは、残念ながらこれまで中国で知られている紀元元年以降の犠牲者数では、1556年陝西省華県(Huaxian)地震の83万人、1976年唐山(Tangshan)地震の24万余人、1920年海原(Haiyuan)地震の23万人、1303年山西省洪洞(Hongdong)地震の20余万人に次ぐワースト5になってしまった。

また、ブン川地震は、被害が極めて大きかったということ以外にこれまでとは異なった被害の特徴を示した。20世紀最大の被害を出した1976年唐山地震では、24万人の犠牲者を出し、唐山市という100万工業都市を壊滅させ、天津市にも被害が及ぶという、都市を直撃したものであった。しかし、当時は市場経済化が行われておらず、被害を受けたのはほとんどが国営企業や公有企業などであり、個人の私有財産の被害は目立たなかった。しかし、今回は改革開放政策が進み、私有財産が増えている中で起きた大災害であった。個人所有の生産財や不動産を失ってダメージを受けた人も多かった。さらに、唐山地震は夜中の3時という就寝時間帯に発生し、家族全員が犠牲になったケースが多かったが、今回は昼間の時間帯に発生し、家族が分散している状態で被災し、家族全員が亡くなるケースは余り多くなかったことである。

2. 震度分布とその特徴

ブン川地震では、地表地震断層が林(2008)によって報告されているが、最大震度は1.1（中国の震度階）であり、気象庁震度階の7に相当する。中国の震度階は、最大は1.2であるが（石川・白,2008）、その報告事例は無く、これまで報告されている最大震度は今回の地震と同じ1.1である。その例は、1920年海原地震 M8.5、1927年古浪地震 M8、1976年唐山地震 M7.8 が知られており、実質的な最大震度は1.1と考えても良さそうである。ブン川地震の震度と余震の分布を図1に示した。最大震度1.1の地域が震源断層に沿って2カ所に別れており、主破壊が2つに別れていたという八木・西村(2008)の解析と一致する。

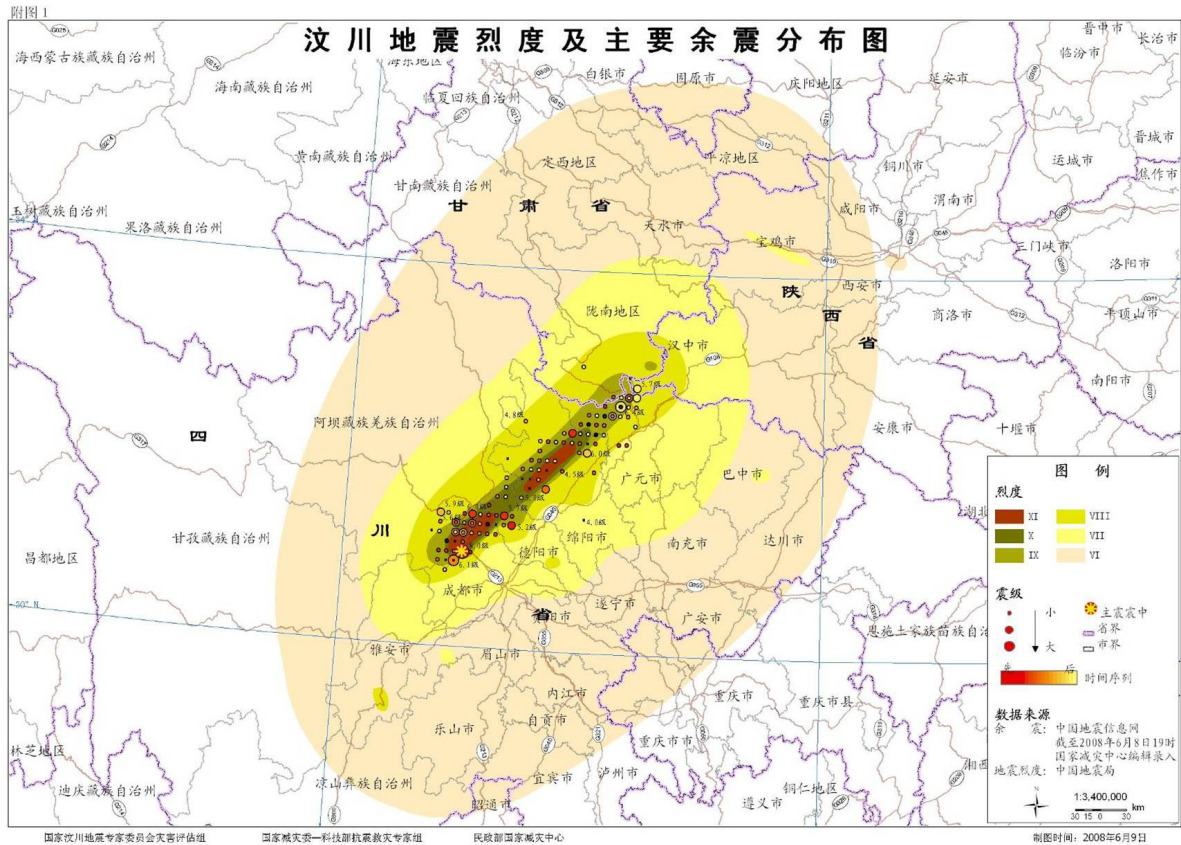


図1：ブン川地震の震度と余震分布図（中国地震局による）。震度の数値は、中国の震度階により、焦げ茶色の「11」はおおむね気象庁震度階の「7」、濃緑色の「10」は「6強」、緑色の「9」は「6弱」に相当する。図中の緯度は、北緯30度と34度であり、この緯線間の経線に沿った距離は、約440kmであり、震度9の地域の長さがおよそ400kmに及んでいる事が分かる。

ブン川地震で記録された最大加速度は、四川省八角観測点(震央距離 105.7km、以下括弧内は震央距離を示す)で 632.9 ガル(成分不明)であった(中国地震信息网)。この加速度値自体は、日本などで近年観測されている値に比べても特に大きな値では無い。従って大きな加速度があったため被害が大きかったわけではなさそうである。むしろ大きな被害をもたらした原因は、加速度の最大値より、大加速度の震動継続時間が長かったためでは無いと思われる。

四川省安宏(Anhong)観測点の加速度波形記録を図2に示す。ここでは最大加速度として、東西、南北、上下のそれぞれの成分で各 186.9、131.6、89.3 ガル(168km)が観測された。ブン川地震のように巨大な震源断層を持つ場合は、震央距離で比べても必ずしも適切な比較ではないが、一つの参考として 1995 年兵庫県南部地震の場合に震央距離がほぼ同じ室戸市で観測された最大加速度は、東西、南北、上下のそれぞれの成分で各 22.7、13.1、8.8 ガル(169km)が観測されており、ブン川地震の場合の 1/10 程度であった。しかし、破壊の進行方向であり震央距離がやや近い 133km であった滋賀県彦根市城町では、各成分の最大加速度が 146.9、136.8、39.1 ガルでブン川地震の安宏観測点よりやや小さい程度である。しかし、大きな違いは、その継続時間である。彦根市で記録された加速度波形を図3に示したが、数十ガル程度以上の震動は 10 秒あまりしか続いていない。しかし、ブン川地震の安宏観測点では、約 100 秒も続いている。この両者の大きな違いの原因は、震源断層の長さの違い

によるが、このような強振動の長時間の継続は、被害にも大きな影響を与える。過去の事例で見ると、本震で被害を受けて半壊になっていた建物が、その後の大余震で全壊になってしまうことはしばしば見られることである。長時間の強振動が続くと言うことは、短時間の震度6であれば半壊で留まる物が、震度6が長時間続けば、半壊が全壊になることは容易に想像できる。強振動の長時間の継続と言う現象は、特に注意をするべきことである。現在、日本の震度計のアルゴリズムには、始まりから60秒間で処理され、このような長時間継続する強震動は想定されて居らず、今後、駿河トラフから南海トラフに続く、東海、東南海、南海地震の連動破壊の可能性も議論されており、日本でも長大震源断層を想定した震度計算方式も検討しておく必要がある。

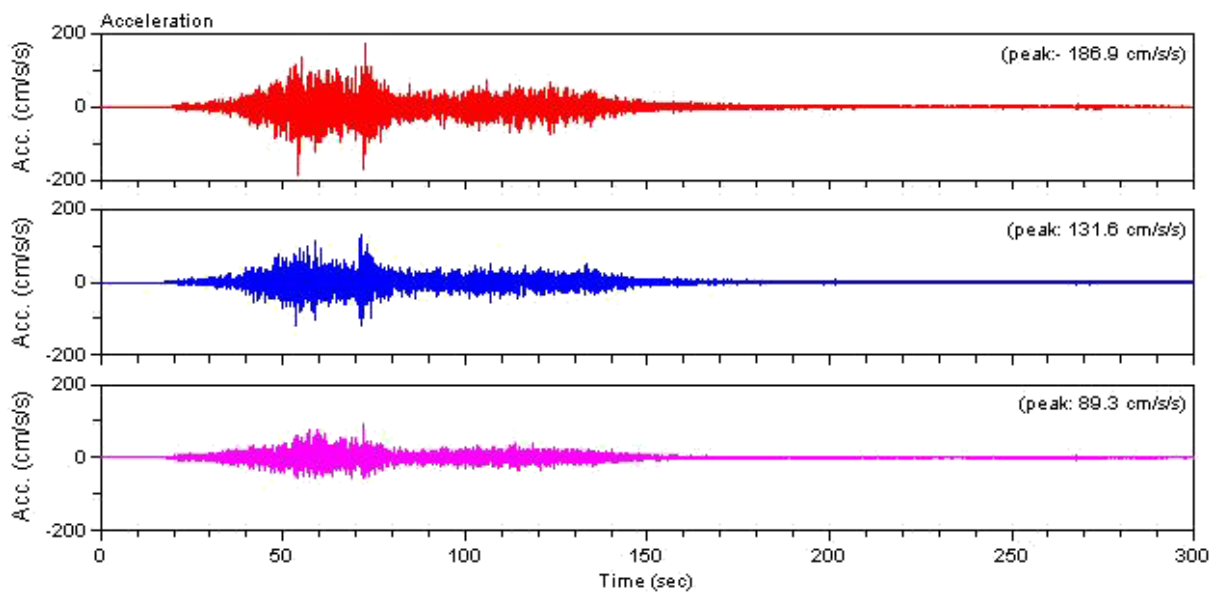


図2：四川省安宏観測点で記録された本震の強震波形。上からそれぞれ東西、南北、上下成分。東西成分では驚くべき事に、数十ガルを越える震動が約100秒間も続いていたことが分かる。

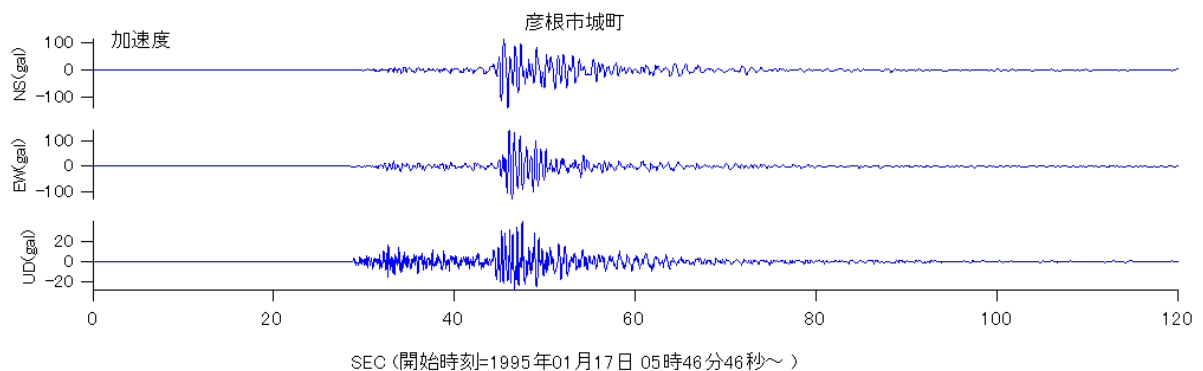


図3：1995年兵庫県南部地震の彦根市城町観測点における加速度波形。上からそれぞれ南北、東西、上下成分。横軸は時間で、単位は秒。大きな加速度は10秒間程度で終わっている。

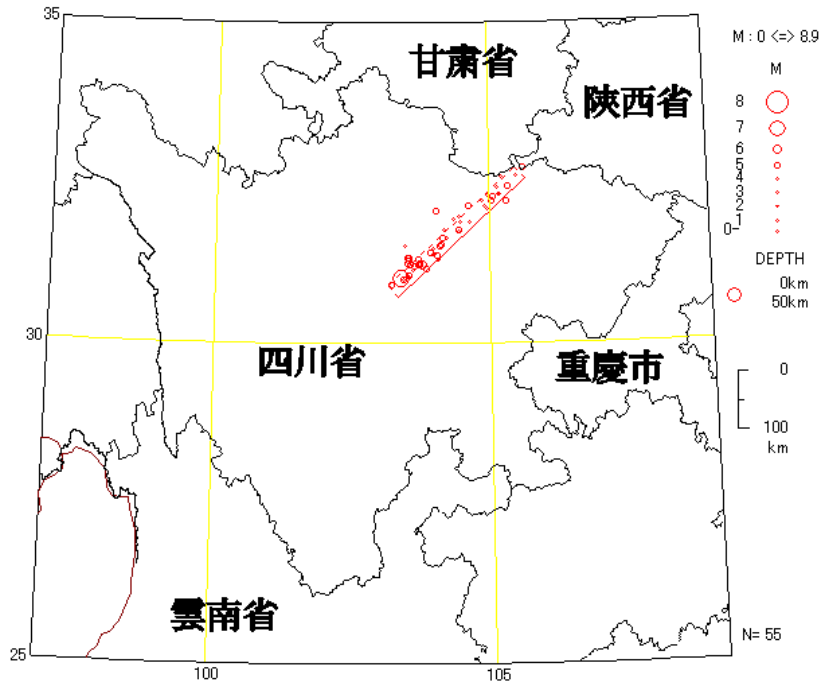


図4；ブン川地震の震源断層とおよそ3日間の余震分布。

また、緊急対応が問題になる大地震の場合、震源位置で考えるのではなく、震源断層の位置を見て、そこから被害地域の広がりを考えることが、非常に重要である。それは、例えば図4の大きな○印の位置からだけでは、同心円的な被害予測しか出来ないが、図4の長方形の全域が震動源であることを認識すれば、陝西省や甘粛省にも大きな被害が出ていると予想でき、緊急対応の初動段階から広域に適切な対応を行うことが出来る。これは日本の場合でも同じであり、初期の余震分布から見て取ることが重要である。参考までに1923年M7.9関東地震の震源断層とブン川地震の震源断層を日本に当てはめて広さを比較した地図を図5に示す。ブン川地震の震源断層は、東京から名古屋まで及ぶような巨大なものであったことが分かる。

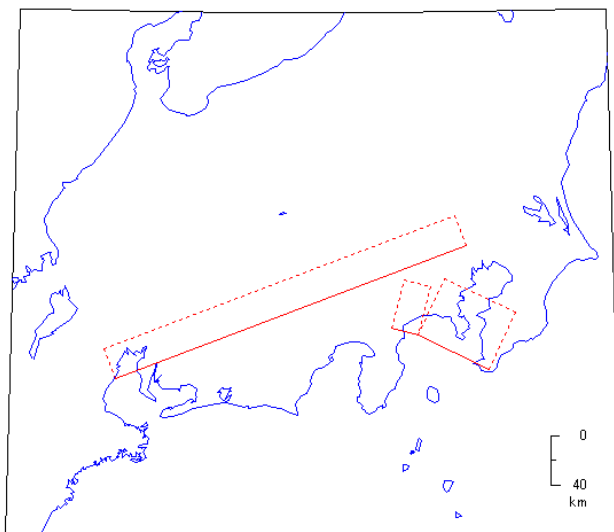


図5：1923年M7.9関東地震の震源断層（2枚で22 x 45kmと63 x 55km）と仮想的に位置を移したブン川地震の震源断層（300 x 30km）を同じ地図に示した。ほぼ東京から名古屋までの地域が震源域になる大きさである。

3. 地震発生とその背景

今回のブン川地震が発生した西側では、衝突してくるインドプレートによりユーラシアプレートが南側から押し込まれ、高く広大なチベット高原を形成している。このため、地殻が短縮厚化され広大な高原を形成すると共に、その地殻が東へ押し出されている。この東へ押し出される先が四川盆地であり、今回起きたブン川地震は、押し出された地殻が四川盆地に乗り上げて起きたものである。地震の発生メカニズムで言えば逆断層型であった。

インド・オーストラリアプレートとユーラシアプレートの境界地帯は、1997年チベット地震 M7.5 から活動期に入ったと筆者は指摘しており（石川,2008b）、1999年トルコ・コジャエリ地震 M7.8、2001年インド・ブジュ地震 M8.0 と中国崑崙山地震 M8.1、2004年スマトラ超巨大地震 M9.0、2005年スマトラ沖地震 M8.6 とパキスタン地震 M7.6、2006年ジャワ沖地震、2007年スマトラ南方沖地震 M7.7 と続き、2008年はこのブン川地震 M8.0 と続発している。現在の活動期の直前40年間は極めて地震活動の低い静穏期であったが、過去の繰り返しから推定すると、活動期はこれまで20年間以上継続している。それから類推すると、今回の活動期は11年経過したところであり、さらに10年間以上は継続すると考えられるので、今後もしばらくは十分注意する必要がある。

参考文献

石川有三,2008a,中国の地震と地震予知,なみふる,No.69,p6-7.

石川有三,2008b,四川大地震とプレート境界域の活動期,地球惑星科学関連学会連合大会,ポスター No. : 地震-01

石川有三・白玲,2008,中国の震度階について,日本地震学会ニュースレター,20巻,2号,23-24.

八木勇治・西村直樹,2008,地震の波から明らかになった四川大地震の震源像,なみふる,No.69,p4-5.

林愛明,2008,2008年中国四川大地震の地震断層,なみふる,No.69,p2-3.