

年代効果に着目した地方別累積地震エネルギーの評価

熊本高等専門学校 正会員 脇中 康太
熊本高等専門学校 非会員 片瀬 英樹
熊本高等専門学校 非会員 浜田 真衣

1. はじめに

2016 年 4 月に発生した熊本地震では、震央に近い益城町、阿蘇村、熊本市を中心に甚大なる被害が発生した。なかでも、液状化による被害が多く、液状化発生地点は 6,000 箇所以上にも上ると報告されている¹⁾。この地震における液状化被害で特徴的であったのが、東北地方太平洋沖地震のように埋立地に集中して被害があったのではなく、後背湿地や自然堤防、あるいは扇状地等、内陸地の自然堆積した古い地盤でも液状化が多発していることである。自然堆積地盤においては、砂の年代効果の影響により、液状化強度が高くなる傾向にあることが報告²⁾されているが、熊本地震では、このような自然堆積地盤においても液状化被害が多発した。その一要因として、著者らの一部は砂の年代効果に対して地震履歴が大きな影響を及ぼす可能性のあることを指摘³⁾しており、この影響が大きかったのではないかと考えている。大陸プレートの重なり合う東北地方や関東地方と比較して、九州地方は地震発生頻度の少ない地域である。このため、地震履歴による砂の年代効果の影響が小さく、2016 年熊本地震では、自然堆積地盤においても液状化被害が多発したのではないかと考えられる。

以上の背景より、本研究では、地方別の地震履歴による砂の年代効果の影響を相対的に把握することを目的として、これまで発生してきた地震データを収集し、地方別に整理し地域別累積地震エネルギーについて評価を行う。

2. 分析対象地震

全国各地に地震計が設置され、強震観測網として整備され始めたのは比較的近年のことである。ただし、気象庁における震度データベース⁴⁾は 1923 年より記録が残されている。気象庁震度データベースでは、波形記録の入手はできないが、本研究ではなるべく過去に遡ってデータを収集することを目的として、震度データを対象に分析を行う。

気象庁震度データベースには、震度 1～震度 7 までの観測地震記録が残されているが、一般的に液状化は震度 5 以上で発生することが多いため、震度 5 以上の地震を対象としてデータを収集した。なお、地震データは 1923 年～2016 年 3 月末までを対象としている。

図-1 に地震発生箇所の震央位置図を示す。一見して、関東地方や東北地方の太平洋側海溝で多くの地震が発



図-1 地震発生箇所(震央位置図)

表-1 地方別地震発生回数一覧表

地方	震度7	震度6 (6強,6弱含む)	震度5 (5強,5弱含む)	計
北海道	0	5	32	37
東北	1	12	91	104
関東	0	10	111	121
中部	1	17	76	94
近畿	1	4	14	19
中国	0	3	12	15
四国	0	0	2	2
九州	0	2	37	39

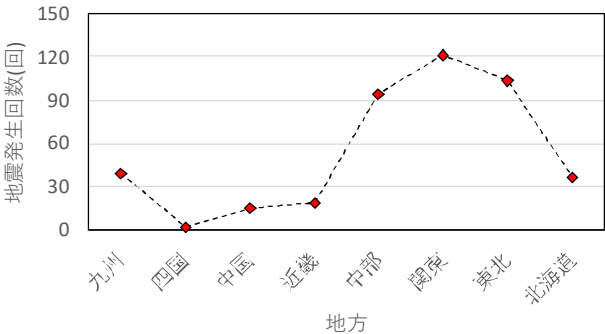


図-2 地方別地震発生回数

生していることが分かる。これらの多くは太平洋プレートの沈み込みに起因する地震である。一方で、近畿地方より西に位置する中国地方、四国地方、九州地方においては、フィリピン海プレートに面しているものの、プレートに起因する地震は多くは無く、内陸での活断層による地震のほうが多く見受けられる。これらの地震の発生箇所を地方別に整理して、表-1、図-1に示す。近畿地方、中国地方、四国地方における地震の発生回数が極めて少ないことが分かる。一方で、九州地方については、近畿・中国・四国地方と比較して、やや多くの地震を観測しているものの、表-1に示す通りその地震のほとんどが震度5であり、地震の規模としては小さい地震が多くを占めている。

3. 地方別累積地震エネルギーの分析

2章における整理は、あくまで地震の発生回数に着目して整理したものである。当然の事ながら地震はその規模を示すマグニチュードの値によって、全く異なるエネルギーを示す。したがって、ここでは各地方で発生したそれぞれの地震のマグニチュードに着目して分析を行う。地震エネルギー E はマグニチュードを用いて式(1)^{例えば5)}にて算出した。なお、マグニチュードは基本的に気象庁マグニチュード M_j にて算出したが、2011年東北地方太平洋沖地震においては、気象庁マグニチュードは $M_j=8.4$ で頭打ちとなっているため、モーメントマグニチュード $M_w=9.0$ を採用して計算した。

$$\log_{10} E = 4.8 + 1.5M \quad \cdots \text{式(1)}$$

地方別累積地震エネルギーの算出結果を図-3に示す。マグニチュードをエネルギー $E(\text{J})$ に変換して、その後、地方ごとに全ての地震で足し合わせているため、非常に大きな値を示しているが、相対的に各地方で比較してみる。全体を通してみると、近畿地方より東側に位置する地方については比較的大きな累積地震エネルギー

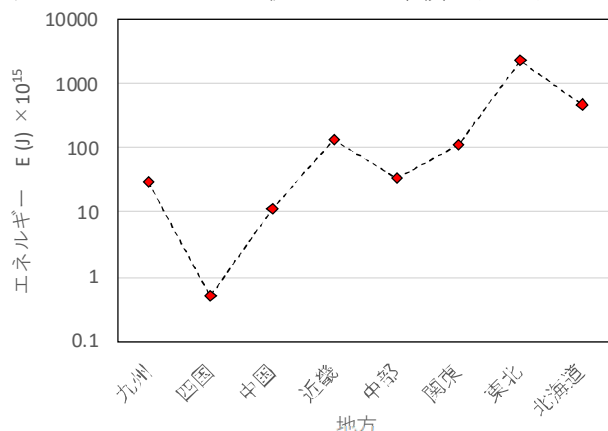


図-3 地方別累積地震エネルギー

ーを示しているのに対し、中国・四国・九州の3地方は比較的小さな累積地震エネルギーを示している。東北地方について、特筆して非常に大きな値を示しているが、これは2011年東北地方太平洋沖地震によるエネルギーが非常に大きいためである。一方で、図-2と比較してみると興味深いのが、地震回数の多くは無い北海道地方や近畿地方において、比較的大きな累積地震エネルギーを示していることである。これら地域は $M_j > 8.0$ を超える巨大地震が発生しており、こういった地震によるエネルギーが大きく総じて大きな累積エネルギーを示す結果となった。

4. まとめ

本研究では、地震の観測記録として残されている1923年より約100年近くの地震履歴を整理して、地方別累積地震エネルギーを算出して評価を行った。その結果、西日本に位置する中国地方・四国地方・九州地方については、他地方と比較して地震の累積エネルギーは非常に小さい値を示した。1章で述べた通り、年代効果は地震履歴が大きな影響を及ぼす可能性があるため、これら地方は相対的に年代効果が小さい可能性がある。特に、四国地方においては、累積地震エネルギーが非常に小さいことに加えて、南海トラフ地震の発生が危惧されている地域であるため、2016年熊本地震と同じように自然堆積地盤を含めて、液状化被害が多発する可能性のあることを示唆している。

参考文献

- 1) 若松和寿江, 先名重樹, 小澤京子: 平成28年(2016年)熊本地震液状化調査報告(第3報), 土木学会地震工学委員会地震被害調査小委員会, 2016.
- 2) 安田進, 清水善久, 小金丸健一, 森本巖: レベル2地震動下の液状化および液状化後の変形特性に与えるエイジング効果, レベル2地震動による液状化に関するシンポジウム論文集, 公益社団法人土木学会, pp.319-396, 2003.
- 3) 脇中康太, 谷本俊輔, 石原雅規, 佐々木哲也: 地震履歴が砂の液状化強度およびコーン貫入抵抗に及ぼす影響に関する動的遠心模型実験, 日本地震工学会論文集第15巻, 第6号, pp.44-59, 2015.
- 4) 気象庁震度データベース: <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>
- 5) 国立天文台: 理科年表(2016年版), 丸善出版, p.718, 2015.