

寛政の金沢地震における地盤震動分布の推定

金沢大学大学院自然科学研究科 学生会員○佐々木 伸安

金沢大学工学部 正会員 宮島 昌克

金沢大学工学部 フェロー 北浦 勝

1.はじめに

寛政 11 年（1799 年）5 月 26 日、金沢城をはじめとする加賀藩の中樞地域を襲う大都市直下型地震（金沢地震）が発生した。当時、10 万人を越える人口を有した、日本海側を代表する大都市金沢に被害が集中したため、地震被害に関する詳細な記録が残っている。

そこで本研究では、古文書等の史料に見られる当時の被害状況を把握し、地震動の大きさや分布を推測することにより、地震を引き起こした断層の位置を推定するための基礎データを得ることを目的とする。

2.地震と被害の概要

寛政 11 年 5 月 26 日（1799 年 6 月 26 日）午後 4 時すぎ金沢で被害が最大となる地震が発生した。宇佐美はマグニチュード 6.4 の地震規模を推定している¹⁾。また、寒川は被害状況を文献と実地調査に基づき詳しく調べている²⁾。そこに見られる被害状況と旧気象庁震度階級³⁾をもとに各地の被害を把握し震度を推定した。

金沢地震において金沢城は顕著な被害が生じた。金沢城の代表的な建造物である石川門をはじめ、城内各地で石垣や多くの建造物の被害が発生し、城内各地に地割れ（中には段差）も発生し、震度 6 以上が推定される。金沢城周辺の城下町においては至る所で家屋・土蔵の倒壊が生じ、地面に亀裂が生じており震度 6 以上が推定される。図 1 に金沢市および周辺図²⁾を示す。小立野段丘崖に沿う地域では崖崩れによって家屋が崖下へ転落し、また段丘面を刻む地域や段丘崖下の地域では地割れが生じ水が噴き出しており震度 6 以上が推定される。浅野川より北東の大樋町では水田の水が東西に大きく傾き、松並木が五～六尺も揺れ、激しい液状化が発生しており、卯辰町周辺でも亀裂が多く生じ寺庵・墓地が大破している。震度 6 以上が推定される。犀川より南西の野町・寺町等では寺院・家屋が密集しているが、顕著な被害は生じておらず震度 5 以下が推定される。野田山では藩主前田家の墓地で石灯籠が倒れ震度 5 が推定される。金沢平野の海岸沿いには砂丘が広く発達し、平野側に河北潟が発達する。河北潟に面する砂丘上では地すべりや液状化による被害を受けた。

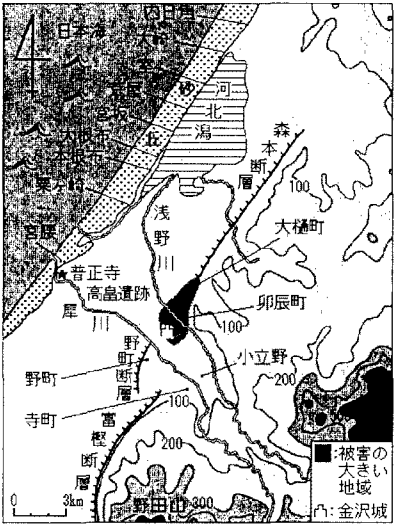


図 1 金沢市および周辺図²⁾

3.各地の加速度の推定

1)各地の加速度

震度と加速度を対応させ各地の加速度を推定する。河角は気象庁の旧震度階級と地震動の最大加速度の関係式を与えており⁴⁾、それをもとに震度と加速度の対応を表 1 のように定め、各地の加速度を推定した。

浅野川より北東の大樋町から卯辰町にかけての地域は 250gal 以上、金沢城およびその周辺の城下町では 250gal 以上、金沢市街南東部の小立野およびその周辺では 250gal 以上、犀川より南西の野町・寺町などの地域では 80gal～250gal、野田山では 80gal～250gal が推定された。

2)液状化からの考察

液状化の記述が見られた海岸沿いの砂丘地域がどの程度の加速度であったのかを、この地域の地盤がどの

表 1 震度と加速度の対応

加速度 (gal)	震度
0.8以下	0
0.8～2.5	1
2.5～8.0	2
8.0～25.0	3
25.0～80.0	4
80.0～250.0	5
250.0～800.0	6
800.0以上	7

程度の加速度で液状化するかを調べることによって検討した。その方法として、これらの地域のボーリングデータから最新の道路橋示方書による液状化に対する抵抗率 F_L 値を算出し、 F_L が 1.0 以下となるときに加速度を算出する。ある層が液状化しても表層に厚い非液状化層が存在すれば、地表に噴砂・噴水は生じない可能性が考えられる。石原は、地表面最大加速度が 200gal 程度の地震力に対しては、表層に 2～3m 以上の非液状化層があると下層が液状化しても地表に噴砂・噴水は生じないとしている⁵⁾。これを参考にして本研究では、地表面から 5m までは液状化層が存在しなければ、古文書等に記述が残るほどの噴砂・噴水が地表面に現れることはないものとして、解析結果を解釈した。これにより海岸沿いの砂丘地域の加速度の下限値を表 2 に示すように推定した。

表 2 加速度の下限值

地域名	加速度の下限值 (gal)
大根布	146
大崎	150
普正寺	115
金石	88
宮坂	96
栗ヶ崎	98

4.被害の分布と活断層位置

図 1 に示すように、金沢市内には 20km にわたって森本断層・野町断層・富樫断層で構成される、北東－南西方向に延びる金沢活断層系が発達している。

寛政の金沢地震において、被害の著しい地域は砂丘地域を除けば、大部分が森本断層に沿っている。海岸平野に連続的に分布する砂丘地でも、森本断層に平行する長さ 10km 前後の範囲で著しい被害が生じている。このような点から寒川は、寛政の金沢地震は主として森本断層の活動によって生じた可能性が強いと考えられるとしている²⁾。

5.福島・田中の式を用いた最大加速度分布推定

森本断層を想定した強震動シミュレーションを行い、その結果とこれまでに文献から推定した結果を比較し考察する。ここでは、断層長さ L から、対象地域での基盤面最大加速度を求める。

断層長さ L からマグニチュード M を算出するために、以下の松田の式⁶⁾を用いる。

$$M = (\text{Log}L + 2.9)/0.6$$

次に福島・田中の式⁷⁾

$$\text{Log}A_{\max} = 0.51M - \text{Log}(R + 0.006 \cdot 10^{0.51M}) - 0.0033R + 0.59$$

により、マグニチュード M と観測点から震源断層までの最短距離 R を用いて基盤面最大加速度 $A_{\max}$ を求める。

本解析の詳細および結果については紙面の都合上講演時に譲る。

6.今後の課題

本研究で得られた基礎データをもとに、今後は震源特性・伝播経路特性・サイト増幅特性を考慮した強震動シミュレーションを行い、寛政の金沢地震を引き起こした断層を推定する予定である。

謝辞：本研究の遂行にあたり、財団法人 地域 地盤 環境 研究所の鶴来雅人氏には終始丁寧なご指導と御助言を賜りました。ここに心より厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 寒川旭：地震考古学, 中公新書, 1992.
- 2) 宇佐美龍夫：資料 日本被害地震総覧, 1975.
- 3) 気象庁：地震観測指針（観測編）, 1978.
- 4) 河角広：震度と震度階, 地震, Vol.15, pp.6-12, 1943.
- 5) Ishihara.K : Stability of Natural Deposits during Earthquakes, 11th Int. Conf. on S.M.F.E., Vol.1, pp.321-376, 1985.
- 6) 松田時彦：活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震, 第二輯, 地震学会, Vol.28, pp.269-283, 1975.
- 7) 福島美光, 田中貞二：新しいデータベースを用いた最大加速度の距離減衰式の改訂, 地震学会講演予稿集, No.2, p.116, 1992.