北陸の被害地震と金沢における震度

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 北浦, 勝, Kitaura, Masaru メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00029603

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.

日本海域研究所報告，第12号，67～77頁

北陸の被害地震と金沢における震度

北　浦　　勝*

Damaging Earthquakes of Hokuriku District and Earthquake Intensities in Kanazawa City

Masaru KITAURA

1. まえがき

北陸地方は昔から地震が比較的少ないところと言われている。確かに最近の数十年間においては北陸に大きな被害をもたらした地震は福井地震（1948年），大聖寺地震（1952年），それに新潟地震（1964年）ぐらいである。しかし過去の災害史には地震による北陸の被害が少なからず記されている。従って現在はたまたま地震の静穏期に当るのに過ぎず，近い将来に被害地震が来ないという保証はない，という考え方も成り立つ。

耐震設計においてはこのような地震活動度を地域係数として評価し，設計に反映させている。最近建設省から発表された新耐震設計法[1]によれば，建築構造物については昨年4月から，また土木構造物については各種構造物の耐震設計法が改正される時点で，地域係数の値を北陸地方の大部分で引き上げることになっている。しかも地震の来襲が人々の関心を集めている東海地方や関東地方と同じレベルにまで引き上げるのである。このことは，比較的少ないとされる北陸地方における地震が構造物にとっては軽視しえないものであるとして評価されたのであろうと考えられる。

地域係数の決定に当っては災害史を確率統計的に解釈し，地震の活動度は定常であるものとして推定された地動の最大加速度が用いられている。しかしながら地震の活動度は必ずしも定常とは言い切れず，大規模地震が発生すると，その後数10～数100年間は蓄積される地殻のひずみが岩盤の破壊ひずみにまで達せず，従って大きな地震の発生の可能性は少ない。このことは災害史からも，また地震のメカニズムをほぼ説明しているとされるプレート・テクトニクス理論からも明らかである。また北陸地方には中規模以下の地震（マグニチュードにして7以下）が多いが，この種の地震は広範囲に渡る被害はもたらさないものの，局地的には壊滅的な被害をもたらすものもある。ところがこのような地震はあまりにも局地的であるので，日本のどこにおいても手に入るような資料，たとえば理科年表[2]などには採録されていない場合がある。従って理科年表などの資料を基に推定された地動の最大加速度には小規模地震の影響が十分に反映されているとは言い難い。

すなわち地域係数の評価に当っては時間的にも，場所的にもよりミクロな立場からの考察が要求

* 金沢大学工学部建設工学科

される。このような観点から本研究は，北陸地方における耐震設計の地域係数をより詳細に把握していくための基礎的資料を得るために，北陸地方の被害地震を見直した。そして史料を基に北陸の地震活動度について検討を加えるとともに，北陸の一都市として金沢に注目し，過去の地震時における金沢の地動加速度（震度として評価する）の推定を試みた。また地震の歴史に占める現在の位置，さらに予想される将来の地震についても検討を加えた。

2. 北陸における地震活動度

北陸における現在までの地震の活動ぶりを知るとともに，地震の歴史において現在の占める位置を明らかにすることは，将来の地震活動度を予測する上で非常に重要な意義を持つ。そのために最初に地震被害の史料[3),4)]から，北陸近辺に震源を有する地震および石川県における被害地震を選び出し，表にまとめた。それが**表－1**である。表は1586年以降の地震を取り扱っているが，これは文献（特に4）において，金沢付近の震度が推定しうる程度に震災の様子が詳細に記述され始めている時代がこの頃だったからである。表中の金沢の震度については**3.**で検討を加える。マグニチュードの欄が空白となっている地震は，理科年表[2)]などを調べたにもかかわらず規模が小さ過ぎるためか掲載されておらず，値がわからなかったものである。備考欄に×印のついている地震は，震源は北陸3県近辺にはないものの規模が大きかったので，石川県に被害を及ぼした地震を表わしている。

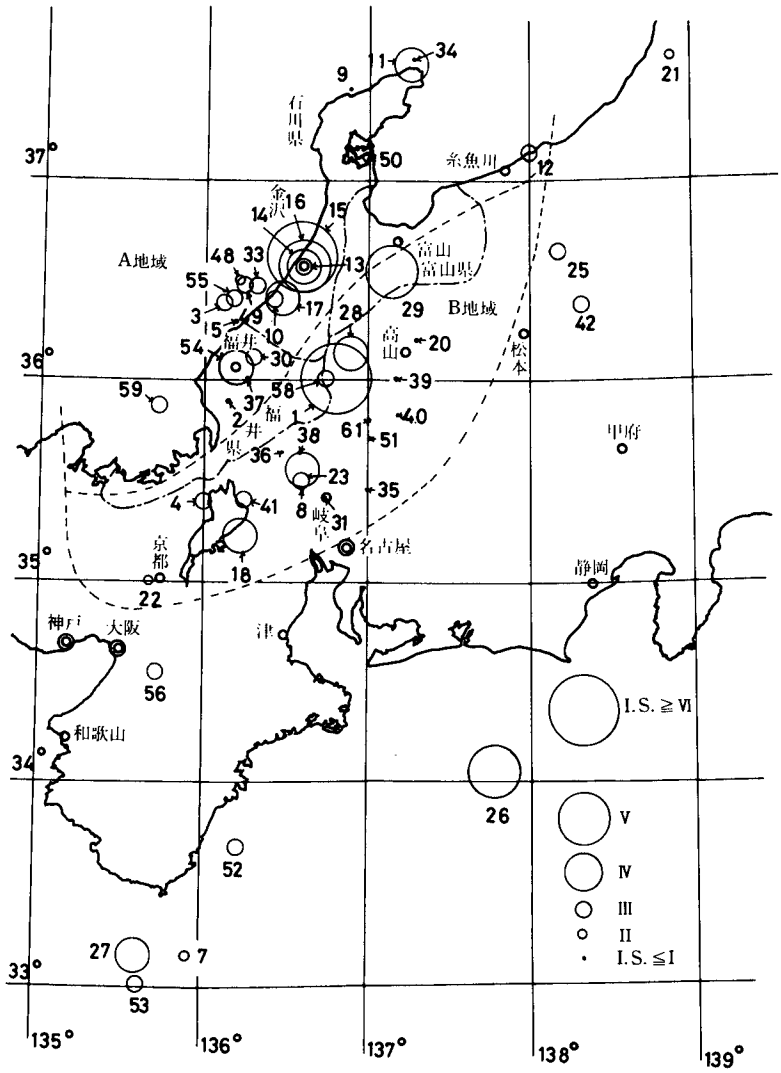
表－1　北陸近辺に震源を有する地震および石川県における被害地震

No.	地震名*1	発生年	M*2	金沢の震度*3	備考*4
1	白山	1586	7.9	Ⅵ	B
2	越前	1639	6.1		A
3	大聖寺	1640	6.7	Ⅲ	A
4	比良	1662	7.6	Ⅲ～Ⅳ	B
5	大聖寺	1691	6.2		A
6	元禄	1703	8.2	Ⅲ	× 震源地 房総沖
7	宝永	1707	8.4	Ⅱ	× 〃 南海沖
8	美濃大垣	1715	6.2		B
9	輪島	1722			A
10	小松	1725	5.9	Ⅲ	A
11	能登先端	1729	6.9	Ⅳ	A
12	越後	1751	6.6	Ⅲ～Ⅳ	A
13	金沢	1759		Ⅲ	A
14	金沢	1786		Ⅴ	A
15	金沢	1799	6.4	Ⅵ	A
16	金沢	1799		Ⅳ	A
17	小松	1815	6.2	Ⅳ	A
18	近江	1819	7.4	Ⅳ	B
19	近江	1824		Ⅲ	B
20	飛弾大野	1826	6.2		B
21	越後	1828	6.9	Ⅱ	×
22	京都	1830	6.4	Ⅱ	B
23	美濃西部	1833	6.4	Ⅲ	B
24	羽前	1833	7.4		× 津波により輪島で死者47

25	善光寺	1847	7.4	III	×
26	安政東海	1854	8.4	V	×
27	安政南海	1854	8.4	IV	×
28	飛弾白川	1855		IV	B
29	越中安政	1858	6.9	V	B
30	越前丸岡	1858	6.9	III	A
31	岐阜	1889	6.7		B
32	濃尾	1891	8.4	IV	B
33	能登	1892	5.8	III	A
34	能登	1896	6.6		A
35	木曽川中流域	1898	6.5		B
36	根尾谷	1899	6.0		B
37	鯖江	1900	6.6		A
38	根尾谷	1900	5.9		B
39	乗鞍岳	1903	5.7		B
40	岐阜	1906	7.1		B
41	姉川	1909	6.9	III	B
42	長野上田	1912	6.5	III	×
43	加賀	1918		III	A
44	北陸	1922		III	A
45	関東	1923	7.9	III	×
46	九頭竜川	1926		III	A
47	富山射水	1928		II	A
48	大聖寺	1930	5.5	II	A
49	大聖寺	1930	6.4	III	A
50	七尾	1933	6.0	II	A
51	岐阜八幡	1934	6.2		B
52	東南海	1944	8.0	III	×
53	南海	1946	8.1	III	×
54	福井	1948	7.3	IV	A
55	大聖寺	1952	6.8	III	A
56	奈良吉野	1952	7.0	III	×
57	庄川	1954		III	B
58	北美濃	1961	7.0	III	B
59	越前岬沖	1963	6.9	III	A
60	新潟	1964	7.5	II	×
61	岐阜中部	1969	6.6		B

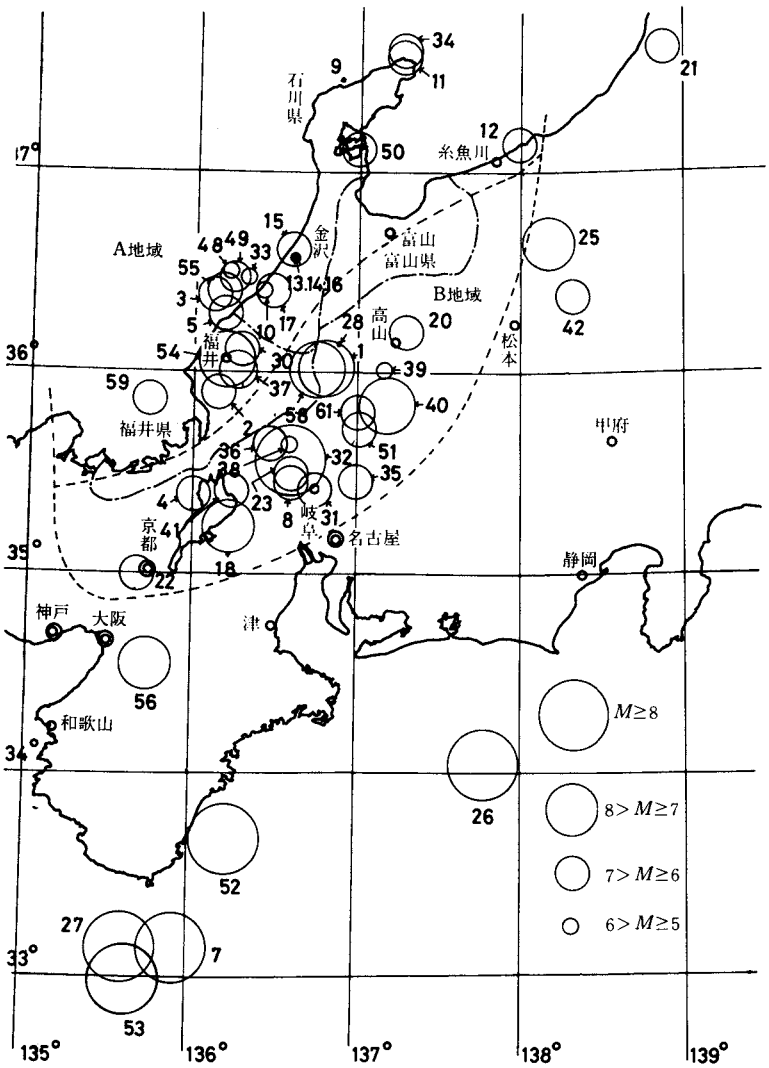
＊1　地震の正式名称がないものは震源地名を示す。
＊2　空白は値が小さく，不明を表わす。
＊3　空白はII以下。
＊4　×印は震源が北陸近辺にないことを示す。
　　Aは北陸の日本海沿岸付近に，Bは内陸部に震源を有する地震を表わす。

表－1から震源地と地震の規模（マグニチードM）の関係を取り出し，北陸近辺の地図に書き込んだものが**図－1**である。**図－2**には各震源地にその地震による金沢の震度（$I.S.$）を記入した。また地震活動度を量的により把えやすくするために，表の内容を以下の図－3，4の2枚の図にまとめ直した。すなわち**図－3**は横軸に地震発生年を，縦軸にマグニチュードをプロットしたものである。図中△印は北陸地区（福井，石川，富山の3県）の日本海沿岸付近の地域（以下A地域と呼



図－1　マグニチュードと震源地(地震番号は表－1参照のこと)

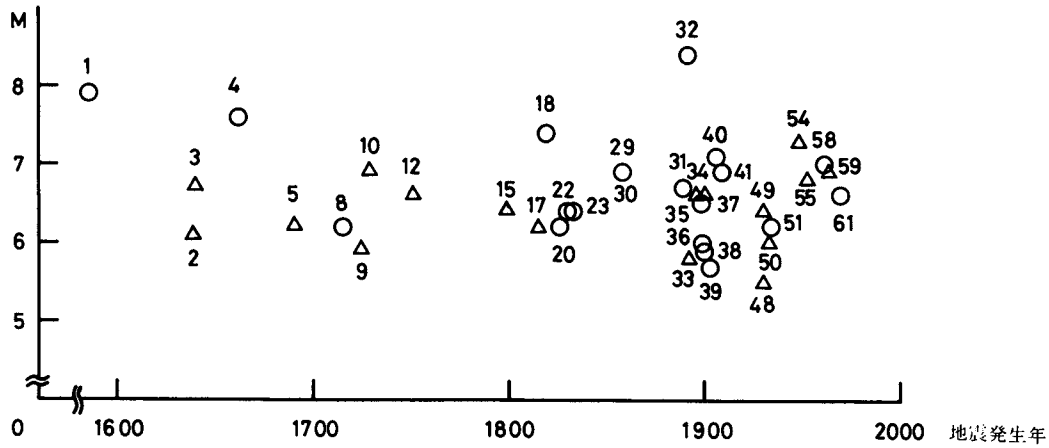
ぶ。またこの地域の地震をA地震と呼ぶ）に，○印は北陸の山間部から岐阜県などにかけての内陸地域（B地域。B地域の地震をB地震と呼ぶ）に震源を有する地震を表わす。従って表－1に示した地震のうち×印のついた13個の地震は，以上の2地域以外に属している。このように北陸近辺に震源を有する地震を2つに大別したのは以下の理由による。地震学の教えるところによれば，震源域あるいは「地震の巣」とでも呼ぶべき概念があり，各巣ごとに地殻のひずみは蓄積され，ひずみが岩石が耐えうる限界ひずみに達したところで破壊，すなわち地震が発生する。このひずみの蓄積および解放は巣ごとになされ，巣相互間の関係はある場合もあればない場合もあるとされている。[5),6)] 北陸の地震の巣がどのように分布しているかについては十分明らかでないが，活断層の分布状況[7)]を基に図－1に示すように境界を設け，仮に大きくA地域とB地域の2個の「地震の巣」からなる



図－2　金沢の震度（○の大きさは金沢での震度を表わす）

ものと仮定した。

図－3の地震はいずれもM5.5以上である。図に示されているA地震は20個，B地震は19個とほぼ同数である。A地域での最大規模の地震はM7.3の福井地震（No.54）であり，これ以外のA地震は全てMが7以下と規模は比較的小さい。これに対してB地震ではM8.4の濃尾地震（No.32）が最大であり，以下M7.9の白山地震（No.1），M7.6の比良地震（No.4），M7.4の近江地震（No.18）などが続き，A地震よりも規模の大きい地震が目につく。両地域の地震を全体として見ると，1800年頃までは地震と地震の発生間隔が長いが，1800年以降はその間隔が短かくなり，かつ10～20年位の間隔で地震の集中して発生する時期とほとんど発生しない時期とがあるようである。1800年以前の地震にも集中して発生するという傾向が若干見られるが，記録の収録もれもあると考えられ詳細



図－3　マグニチュードと地震発生年(△印はA地震，○印はB地震を表わす)

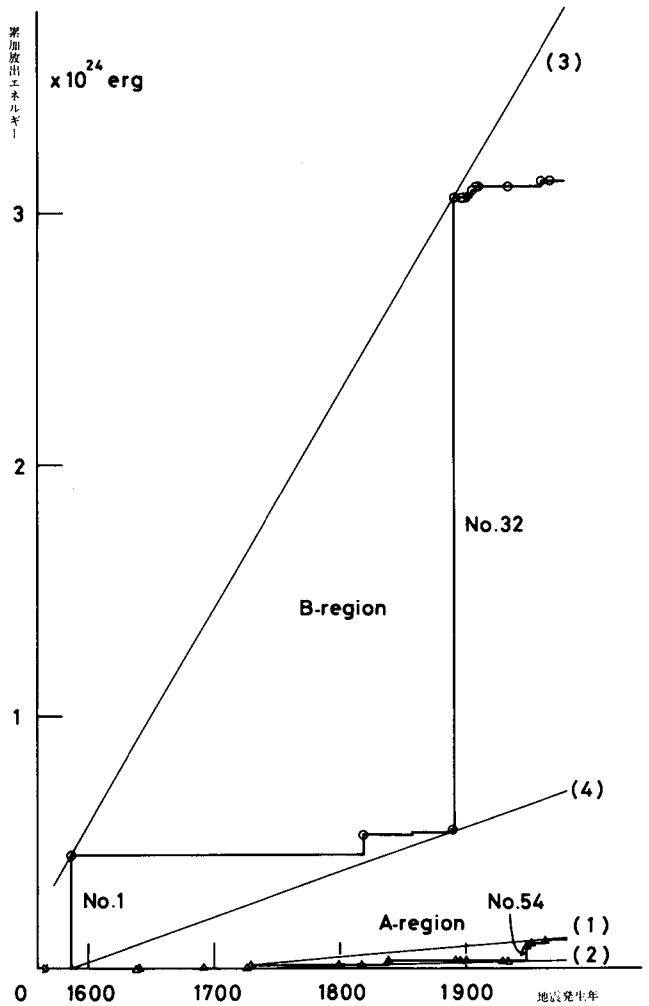
については明らかでない。この図から判断する限りでは現在（1980年）は比較的静穏な時期にあると言えそうである。A地震とB地震のそれぞれについても集中して発生しているとも見ることができる。このことには，この図が大きな地震の前後に発生する前震，余震のうちの比較的規模の大きな地震を含んでいることも関係しているのであろうと考えられる。A地震とB地震の発生時期は似かよっており，両地震は相互に関係しているようである。

次に地震のエネルギーE (erg) とマグニチュードMとの関係を表わす次式を用いて，各「地震の巣」ごとの地震エネルギーを積算した値を経年的に**図－4**に示した。

$$\log_{10}E=11.8+1.5M$$

同図からも明らかなようにB地域における累加放出エネルギーの方がA地域のそれよりもはるかに大きい。B地域に蓄積されたエネルギーは徐々に解放されるのではなく，数100年間に一度発生する大規模の地震（Mにして7.5程度以上）によってそのほとんどが解放されていることもわかる。一方A地域では累加放出エネルギーは極端に小さいものの，数10～100年間に一度発生するこの地域としては比較的大きい地震（Mにして7程度以上）によって解放されていることが読みとれる。

ここで現在蓄積されている各地域ごとのエネルギー，あるいは換算マグニチュードを推定してみる（**表－2**参照)。A地域におけるエネルギー蓄積の度合を最大に見積った場合は図－4中の直線(1)のようになり，年平均で6.4×10^{20}ergとなる。この直線が累加放出エネルギー曲線と上から接する場合の最後の地震は1963年の越前岬沖地震（No.59）であるから，今日までの17年間にこの割合で地震エネルギーが蓄積されているとすると，1.1×10^{22}ergのエネルギーが蓄積されていることになる。これはM6.8に相当する。なおこの時，1963年においてはこの年の地震によって残存蓄積エネルギーは全て解放され，ゼロとなっていると仮定している。同様にして最小に見積った場合は直線(2)で表わされ，マグニチュードに換算すると6.3となる。B地域においては予想される最大規模の地震はM8.0，最小はM7.5である。今日以降においてここに示したマグニチュードの地震が1回発生するという可能性もあるが，これだけのエネルギーを何回かに分けて解放することも考えられる。いずれにしてもA地域はA地域なりに，B地域はB地域なりに相当のエネルギーが蓄積されており，



図－4　北陸付近の累加放出エネルギー

表－2　現在蓄積されていると予想される地震エネルギー

地　域	最　大 又　は 最　小	図－4中の 直線番号	年平均の蓄積エネルギー erg/年	現在蓄積されているエネルギー erg	同左の換算マグニチュード M	現在の蓄積エネルギーの蓄積しうる最大エネルギーに対する比
A	最　大	(1)	6.4×10^{20}	1.1×10^{22}	6.8	0.20
	最　小	(2)	1.2×10^{20}	2.0×10^{21}	6.3	0.04
B	最　大	(3)	8.6×10^{21}	7.0×10^{23}	8.0	0.28
	最　小	(4)	1.8×10^{21}	1.0×10^{23}	7.5	0.04

いつでも地震が発生しうる状態にあると言える。ただし，いずれの地域においても現在の蓄積エネルギーは蓄えうる最大のエネルギー（A地域では小さくとも福井地震(No.54)のM7.3（$=5.6\times10^{22}$

erg)，B地域では小さくとも濃尾地震（No.32）のM8.4（$=2.5\times10^{24}$erg）と考えられる）よりもはるかに小さい。すなわち表－2に見られるように，現在蓄えられていると予想される地震エネルギーの蓄えうる最大エネルギーに対する比は，A地域で4～20%，B地域で4～28%である。従っていずれの地域においてもまだエネルギーを蓄積しうる余裕があるが，もしこのまま被害地震が発生しない時期が続くと，当然のことながら，もし発生した場合にはその地震の規模は現在の予想値よりも大きくなる可能性がある。

以上の2地域の他に北陸に被害を及ぼす「地震の巣」には安政東海地震（No.26，金沢での震度Ⅴ）や安政南海地震（No.27）を発生した東海沖，南海沖がある。南海沖での最近の巨大地震は1944年の東南海地震（M8.0，No.52）と1946年の南海地震（M8.1，No.53）である。ところで太平洋側の震源域付近では繰り返し巨大な地震が発生しており，記録数が多いので比較的詳細な研究がなされている。それによると太平洋岸の震源域では100年～数100年の間隔で繰り返し地震が発生している[8]のに東海沖の巨大地震は1854年の安政東海地震以来既に120年以上も発生していない。また，「南海沖に地震が発生するときにはその1日前ないし2～3年前に必ず東海沖に地震が起っている」という事実があるが，1944年，1946年の南海沖の両地震はいずれも東海沖の地震を伴っていない。このことも今日「東海地震」の発生が注目されている理由の1つである。[9] 北陸地方がこの震源域の活動にも注意を払わねばならない訳がここにある。

3. 石川県における被害地震

前述したように表－1に北陸近辺に震源を有する地震および石川県における被害地震を示してある。表中，金沢の震度は文献に記されている震災を，気象庁の震度階級に対する記述にあてはめて求めたものである。なお気象庁の震度階級では記述が簡単すぎるので，これを補うものとして発表されている河角の震度階に対する記述[10]も参照した。また表中の空白欄は，文献に金沢近辺の被害は記されているが，金沢における記述のない地震を表わしている。従って金沢の震度はⅠもしくは無感であると推定される。

同表によると金沢におけるこれまでの最強の震度はⅥである。この値を取る地震は1586年1月18日の白山付近に震源を有する言わゆる白山大地震（No.1，図－1参照）であり，越中庄川流域や飛騨白川谷において城が埋没するなどの甚大な震害の生じたことが古文書に記されている。[4] 金沢に関する震害の記述は見出せないが，金沢周辺の被害の記述からしても金沢の震度がⅥ，しかも強い方のⅥであると考えられる。なおこの地震の規模はM7.9と推定されており，金沢に被害を及ぼした地震の中では大きい方に属する。1799年6月29日の地震（No.15）も震度Ⅵと推定される。この地震では上下動が激しく，屋根石が30cmも飛び上ったという記述や，金沢を含めてその周辺に震害の集中していることから金沢における直下型地震と言える。被害は犀川と浅野川に挟まれた地域で最も甚しく，死者15人を数える。史料に記録されている震度Ⅵの地震はこの2個である。

次に，家屋に小被害の生ずる強さである震度Ⅴの地震は全部で3個ある。1つは1786年12月27日に発生した金沢に震源を有する地震（No.14）であり，「金沢60年以来の強き地震」と文献[4]に記されている。この地震で産婦が驚いて死んだという以外には詳しい被害は不明である。ただし約60年

前の1729年８月５日の地震（No.11）では金沢こそ被害は少なかった模様であるが，金沢以北から能登にかけて死者９，潰家791の被害があった。このことから1786年の地震を震度Ⅴと推定した。なおこの地震で注目するべきことは，地震の前までに「降雪７～８尺余（約２～2.5ｍ），山の手は１丈余（約３ｍ）」であったことである。この故に雪が積っていないときの被害よりも大きかったのではないかと予想される。このような場合には特に周期の短かい構造物が地震に対して不利になるものと考えられるので，雪荷重と地震荷重といった組み合わせ荷重に対する構造物の安全性についても検討を進めることが望まれる。

他の２個は1854年11月４日の安政東海地震（No.26）と1858年４月９日の越中安政大地震（No.29）である。安政東海地震の震央は浜松沖約70kmの海中とされており，金沢に大きな被害を及ぼした地震のうちでは最も長い震源距離（約300 km）を有する地震の１つである。大聖寺で50余軒家屋がつぶれたと報告されているが，[4] 金沢における被害の記述は見出せない。しかし文献３）によれば震度Vと推定されている。一方No.29の地震は２元地震とか双子地震とか呼ばれており，越中山間部に震源を有する地震（No.29）の２時間後に越前平野に震源を有する地震（No.30）が発生した。両地震の被害は区別しにくいものがあるが，前者の地震により金沢では向粟崎で60軒ほどの家屋が潰れ，金沢城下でも114軒が全半潰している。また後者の地震では福井県下以外では大聖寺で半壊土蔵50余が記されているが，金沢に関する記述は見出せない。

被害の出始める震度である震度Ⅳの記録は８個ある。これには石川県内およびその周辺に震源のある規模の比較的小さい地震（No.11，16，17，28）と，県外に震源のある比較的規模の大きい地震（No.18（震源地近江），No.27（安政南海地震，紀州沖），No.32（濃尾地震），No.54（福井地震））とがある。後者の地震による被害は金沢では震度Ⅳであるが，石川県内で各地震の震源域に近い地方では震度はⅤ以上になっている。

震度Ⅲになるとその数は25個と多くなる。このクラスの地震もこれまでの震度の地震と同様に，規模は小さいがその震源域では震度の大きいものがあり，例えば1933年の地震（No.50）では七尾で震度Ⅴ，1952年の地震（No.55）では大聖寺で震度Ⅴなどである。

以上見たように石川県内の町に大きな被害をもたらす地震は，県内もしくはその近傍の日本海沿岸に震源を有する規模の小さい（M7以下）直下型の地震か（ただし福井地震のみ規模も大きい），もしくは県外に震源のある規模の大きい地震（M7以上）である。また後者の震源域としては福井，岐阜，滋賀など石川県に比較的近いところはもとより，太平洋側の巨大地震の発生する東海・南海沖などが含まれる。これらのことは図－１，２を比較することからも知られる。

4. 金沢における地震の頻度

表－１から100年ごとの地震の記録数を求めたものが**表－３**である。1700年代以降から地震の数が急増し，それ以前は少ない。このように古い年代の記録が少ないという傾向は京都など比較的古くから開けた地域においても見られる。このことは時代が古いほど記録として残されている地震が少ないからと解されており，北陸においても同様であろうと考えられる。近年の地震と古い時代の地震とではその記録の信頼性に差のあることは否めないが，仮に表－１に記されている記録を基に

単純に地震の頻度を求めると以下のようである。

福井地震における福井市（一部区域）の震度であるⅦ（激震，家屋倒壊30%以上）クラスの最強地震は未だ金沢を襲っていない。従って，地震の活動度は定常であって，将来に渡って過去の地震と同程度の強さの地震しか襲わないこと，および家屋などの建設地は将来とも過去と同程度の強さの地盤であること，の２つの条件が満たされる限り，震度Ⅶの地震の可能性は極めて小さいと言えそうである。

表－３　100年ごとの記録地震数

年	記録数
1586－1700	5
1701－1800	11
1801－1900	22
1901－1980	23

次に震度Ⅵ（烈震，家屋倒壊30%以下）については，1586年以降今日までに２個あるので，単純に計算すると200年に１度の割合で震度Ⅵ以上の地震が金沢を襲っていることになる。同様にして計算すると震度Ⅴ以上の地震は80年に１度，震度Ⅳ以上の地震は30年に１度の割合と計算される。

なお100年ごとの地震記録数がほぼ一定となっている1700年以降の地震記録から，先と同様の割合を求めると，震度Ⅴ以上の地震は70年に１度，震度Ⅳ以上の地震は25年に１度となる。

ところで震度Ⅳ以上の地震は1948年の福井地震以来30年以上，また震度Ⅴ以上の地震は1858年の越中山間部に震源を有する越中安政大地震や1854年の安政東海地震以来120年以上，さらに震度Ⅵ以上の地震は1799年の金沢での直下型地震以来180年以上発生していない。いずれにしても平均再来周期に近い間，金沢には強い地震がないということ，および金沢で震度Ⅴを記録した安政東海地震の再来が東海地域で関心を持たれていることを考慮すると，金沢などの北陸地方においても被害を伴う地震の襲う確率は軽視しえないものと考えられ，耐震対策により一層の考慮を払う必要があるものと言えよう。

5．結　　論

地震が比較的少ないとされる北陸地方の地震活動度ならびに地震時における金沢の震度を過去の史料から明らかにするとともに，地震の歴史に占める現在の位置，さらに予想される将来の地震について考察した。その結果以下のような成果を得た。

(1)　北陸地方に被害を及ぼす地震は，北陸の日本海沿岸付近に震源を有する中規模以下（M7以下）の「直下型」と呼ばれる地震と，北陸近傍の内陸部に震源を有する大規模な地震（M7以上）とから主として成る。この他，東海・南海沖の巨大地震（M8以上）によっても被害の生ずる場合がある。

(2)　地殻のひずみエネルギーの蓄積される割合が定常であるとすると，現在蓄えられている地震エネルギーの蓄えうる最大エネルギーに対する比は北陸の日本海沿岸地域で4～20%，北陸内陸部で4～28%と予想される。現在の予想蓄積エネルギーをマグニチュードに換算すると前者では6.3～6.8，後者では7.5～8.0となる。

(3)　(2)で述べた２つの震源域に蓄えられるエネルギーは，前者の地域では数10～100年間に一度発生するこの地域としては比較的大規模の地震（M7程度以上）によって，また後者の地域では数100年間に一度発生する大規模地震（M7.5以上）によって，そのほとんどが解放される。北陸で

は後者の地震に対してはその大規模な地震の再来に注目すればほぼよいが，前者の地震に対しては前者としては大きな地震はもとより，10数年に1度発生する規模の小さい局地的な被害地震にも注意を払う必要がある。

(4) 北陸近辺では10～20年ぐらいの間隔で地震の集中して発生する時期とほとんど発生しない時期とがあるようである。両地域の地震の発生時期は似かよっており，現在は比較的静穏な時期にあると言える。

(5) 金沢では震度Ⅵ以上の地震が平均200年に1度の割合で，Ⅴ以上のが80年に1度の割合で起っていることになるが，最近ではⅥ以上の地震は1799年の金沢直下型地震以来180年以上，Ⅴ以上のが1858年の越中安政大地震以来120年以上起っていない。いずれにしても平均再来周期に近い間金沢には強い地震が起っていないこと，金沢で震度Ⅴを記録した安政東海地震の再来が関心を持たれていることを考慮すると，金沢など地震が少ないとされる北陸地方においても被害を伴う地震の襲う確率は軽視しえないものと考えられ，耐震対策により一層の力を注ぐ必要があると言える。

今後は金沢以外の北陸の諸都市に注目して地震来襲度を求めるとともに，確率統計的手法を用いて歴史地震を整理し直す予定である。また地震活動度のより高い太平洋岸の諸地域のデータとも比較検討しつつ考察を進める必要がある。

本研究実施に当って，北陸の地震活動度に関する討議を通じて種々の御教示を賜わった金沢大学工学部の小堀為雄教授に深く感謝の意を表します。また本研究の予備段階において卒業研究として本テーマに取り組まれた酒井伸尋氏（現石川県），図面作成に御協力いただいた当研究室の山田満技官にも心から謝意を表します。

参考文献

1) 建設省土木研究所：新耐震設計法（案），土木研究所資料第1185号，昭52.3.
2) 東京天文台編纂：理科年表，丸善.
3) 宇佐美龍夫：資料日本被害地震総覧，東大出版会，昭52.4.
4) 石川県・金沢地方気象台：石川県災異誌，昭46.3.
5) 宇佐美龍夫：地震の種類とその影響　直下型地震と巨大地震，日本の科学と技術9，Vol. 17，No.181，昭51.9，p. 34.
6) 坪井忠二：新・地震の話，岩波新書，昭49.5，p. 19.
7) 活断層研究会編：日本の活断層　分布図と資料，東大出版会，昭55.3.
9) 浅田　敏：地震とは何か　発生のカギをにぎる断層，日本の科学と技術9，Vol. 17，No.181，昭51.9，p. 15.
10) 宇佐美龍夫：地震と情報，岩波新書，昭49.12，pp. 28～39.