

長岡地震調査報告*

新潟地方気象台・長岡気象通報所

550.346

I 調査報告**

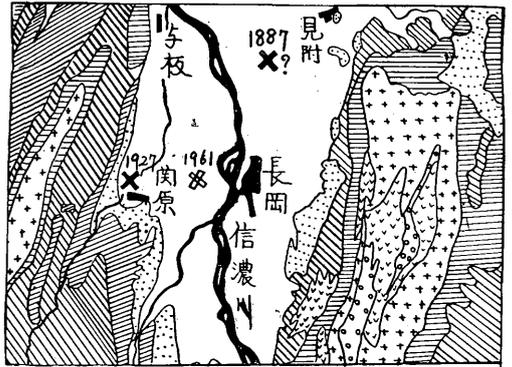
§ 1. まえがき

昭和36年2月2日3時39分に起った長岡地震は、典型的な局発地震であった。長岡市西部川西地区に死傷者35名、家屋の損害1,500余戸の予想外の大被害を与えた。しかしこの被害の大部分は、直径約3~4kmのごく狭い範囲内に限られており、この中心から信濃川をへだてやく1,500mはなれている旧長岡市街では、ほとんど被害を生じていない。この地震の震央は、長岡市西部の北緯37°21'、東経138°49'の地点で、深さは0~5kmくらいのきわめて浅いものと推定され規模は $M=5.1$ くらいで地震としては決して大きなものではなかった。震源の深さがきわめて浅く、かつ沖積層が厚くたい積しているぜい弱な地盤の上に起ったために、大きな被害を起したものであろう。この地震はいわゆる信濃川地震帯に属する。信濃川地震帯は一般に局発地震が多く、また規模のわりには被害が大きいのであるが、長岡付近の地震にはこの傾向が著しい。長岡近辺では、明治以来数回にわたって起っており、その規模も大体5くらいであるが、いづれも多少の被害を生じている。このうち今回の地震の被害は、最も大きいものようである。今回の地震について、一時市民の間では、目下市の周辺で行っている構造性ガスの採掘が原因であるとの説が広まったが、その後専門家の間でこれについて否定的な意見が発表されてからは、次第にこのような説は取って来た。

なお、この地震による余震は、有感だけで80回以上におよび、このうち震度III程度のものは4~5回起った。

§ 2. 地質の構造

長岡市周辺は、第1.1図の如く信濃川流域の平野部に位置するが、この地域の下層には古生層が分布しその上に第三紀層（魚沼層群等）が広く分布したい積している。このたい積の進行過程で古生層が地向斜を起し、その結果第三紀層は厚い所で10km近くに達している。更にこの上に第4紀層の洪積層および沖積層がたい積、この間に地殻運動による褶曲作用で出来た低い所にはこれ等の



凡例
層序 (堆積岩類)

第4紀層		沖積層	
		矢代田層	●●●●
第3紀層	鮮新世	魚沼層	////
		灰爪層	////
		西山層	====
第4紀層	中新世	椎谷層	+ + + +
		寺泊層	○ ○ ○ ○
火成岩層(魚沼層時代)			▽▽▽▽

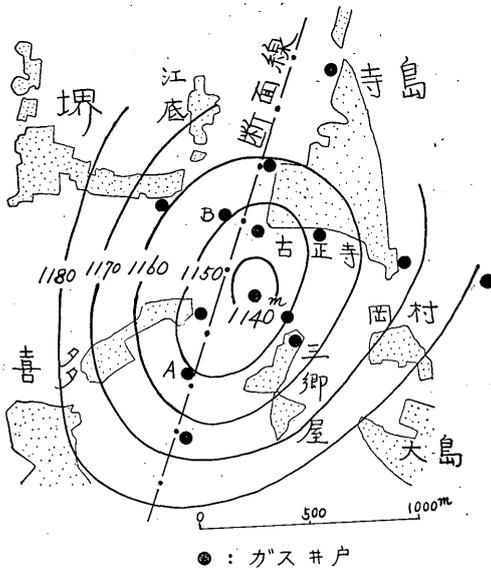
第1.1図 長岡付近地質図
(新潟県地質図作成委員会地質図による)
備考 矢代田層: 礫, 砂, 泥およびこれらの互層よりなる。海退の堆積物で海成陸成層の両者よりなる。
魚沼層: 砂, 粘土の互層を主とするほか礫層を挟み炭質物をふくむ事が多くしばしば亜炭層を挟む。
灰爪層: 砂岩およびシルト岩を主とする。下位に基底礫岩を有する事あり。
西山層: 灰質頁岩あるいは砂質頁岩を主とし時に凝灰角礫岩や凝灰岩をふくむ。
椎谷層: 砂岩, 砂岩泥岩互層あるいは酸性の軽石質砂岩よりなり時に礫岩をふくむことがある。
寺泊層: 塊状の黒色頁岩を主とする。しばしば凝灰角礫岩および凝灰岩を挟む泥岩砂岩の薄互層よりなる所もある。

* The Nagaoka Earthquake of February 2, 1961.

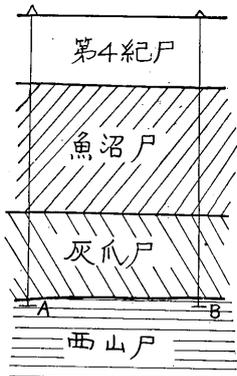
** 新潟地方気象台 中川三郎, 伊藤重敏

層が厚くたい積している。信濃川沿岸ではこの内最も新しい沖積層のたい積が発達しているが、特に西岸は川が蛇行している側にあるので、東岸の旧市内よりもこの層が厚くたい積している。このため川西地区は遙かにぜい弱な地盤になっていて、地震による被害を受けやすくなっている。

なお第1.2図および第1.3図に震央付近の地下構造を示す。三郷屋、古正寺、寺島の線が背斜軸になっており、ガス井戸がこのあたりに分布している。地下約1,200mまでの地層についていえば、800mくらいまでは砂、粘土の互層をなしており、それ以下では頁岩層をなしている。



第 1.2 図 西長岡油田西山層上限の等深度線

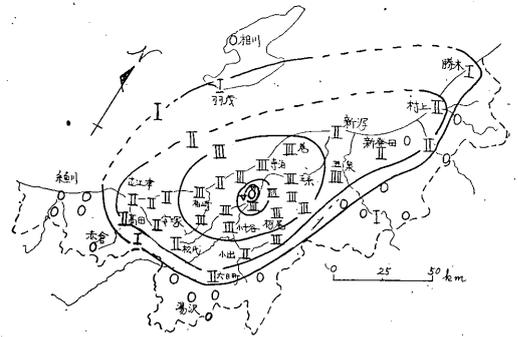


第 1.3 図 西長岡油田地層断面図 (ABは第1.2図の井戸ABを示す)

§ 3. 震度分布

第1.4図の如く有感域は、海岸線の方向に沿って細長く北東から南西にかけだ円状に分布しており、長軸は130 km、短軸 60 km となっている。当地方は、信濃川流域及び海岸線に沿って北ないし北東に平野が伸び、この上に沖積層がたい積している。これに反し山嶽丘陵地帯は、洪積層或は第3紀層よりなる堅い地盤に覆われているため、震度は、地盤のぜい弱な平野地方に拡がっている。

なお輪島 ($\Delta=184$ km)、石巻 ($\Delta=242$ km) で震度 I となっているのは、異常震域によるのではなからうか。これらを除けば有感半径は、約 130 km となる。



第1.4図 震度分布図

§ 4. 記象紙の検測及び調査

本地震を調査するため、震央距離 500 km 以内にある気象官署の記象紙を集め、原官署の読取りを参考にして当台で独自に再験測を行い第1.1表の地震観測表の如き結果が得られた。これにもとずき次のような調査を行った。なお各地の記象については一部を付図に示す。

(1) 走時曲線

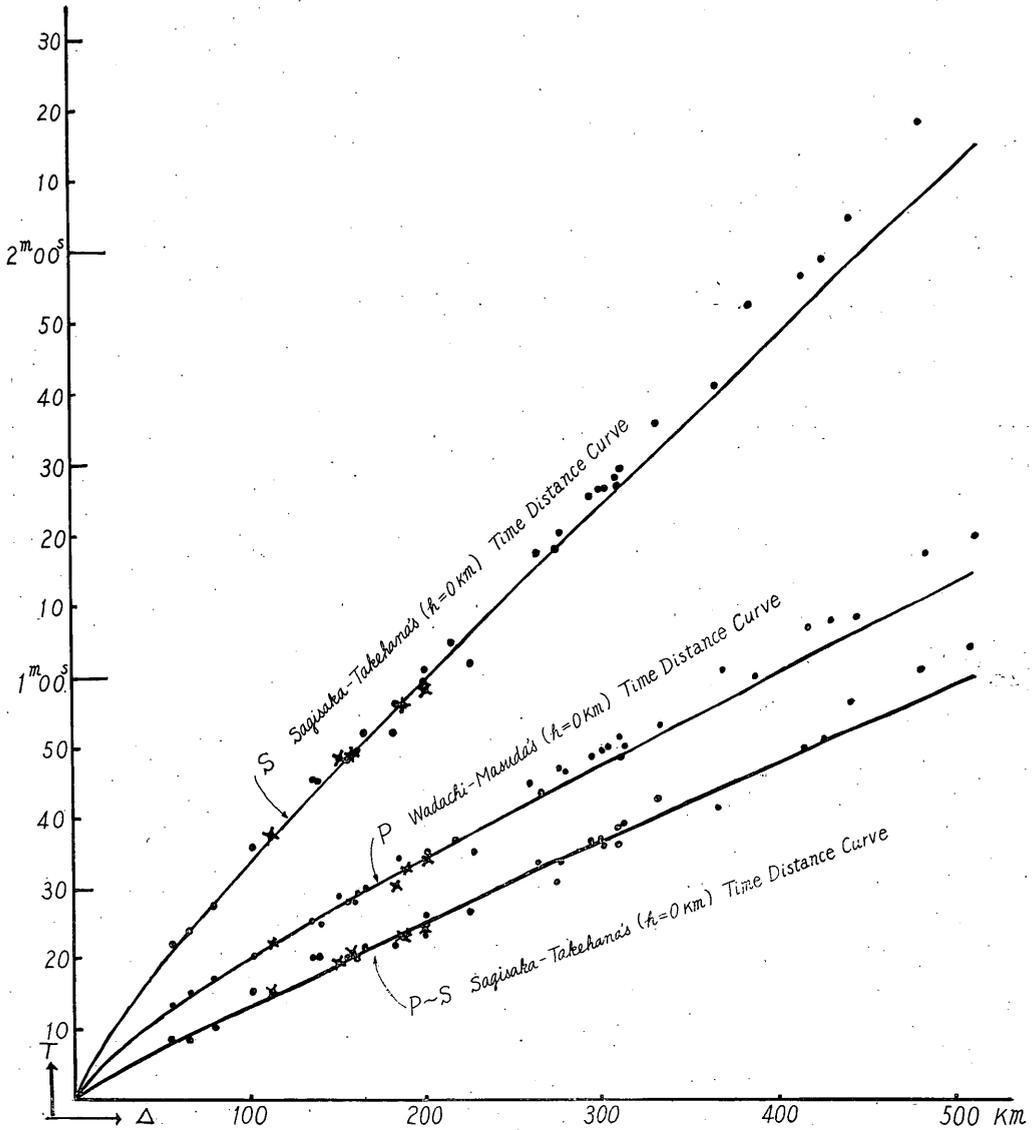
第1.5図は、第1.1表の結果をプロットしたもので、震央距離の算出は、地震観測法によった。

先ず P 波は、200 km くらいまでは比較的明瞭であるが、それ以上になると相の立上りは不明瞭になり、300 km 以上では、初動の読取は困難で時には \bar{P} を取っていることもある。これに和達、鷺坂、益田の走時曲線を適用すると、 $h=0$ に一致する。また S 波および P ~ S についても各点は、大体鷺坂、竹花の $h=0$ の走時曲線に一致するので、これらの結果より震源の深さは 0 ~ 5 km くらいとなる。この図では輪島、仙台で P、S 共に 2 ~ 2.5 秒くらい早過ぎることが特徴で、異常震域と関連して今後調査の要があると思われる。

第 1.1 表 長 岡 地 震 観 測 表

種類	官 署 名	震度	P 発 震 時	P̄ 発 震 時	P* 発 震 時	S 発 震 時	P~S sec	初動方向(μ)			最 大 振 巾					震 央 距 離 (km)			
								P _N	P _E	P _Z	M _{N(μ)}	T _(s)	M _{E(μ)}	T _(s)	M _{Z(μ)}		T _(s)		
W	新高相長松	II	03 39 13.6			39 22.1	8.5	+31	+8	+9	1100	2.1	1100	2.9	760	2.7	56		
P			0			23.9	8.7	-8	-8	+11	375	2.1	278	1.9	111	1.5	66		
W			0			17.4	27.4	10.2	+1	-1	+1	138	2.9	98	2.9	118	2.9	80	
W			0			20.5		35.9	15.4	-3	-3	+10	276	3.7	224	2.7	110	2.3	102
G			0			21.8		37.5	15.3	-5	-3	+5							113
W	宇白熊松福	0	25.3			45.4	20.1	-1	+2	+	230	2.3	170	2.9	120	1.2	137		
P			0			24.8	39 27.5	20.3			43	1.8	38	2.2	18	1.3	140		
E			0			29.1	31.8	48.6	19.5	-2	+1	+6	83	3.8	110	3.8	78	3.4	152
P			0			28.1	31.1	48.4	20.3	-2	-2	+	23	0.9	20	1.2	4	1.0	156
E			0			28.2	32.7	49.1	20.9	+	+2	+3	67	0.8	41	3.0	45	1.7	159
P	山富輪酒水	0	29.4			49.5	20.1	+2		+4	52	2.0	40	1.7	28	1.1	161		
W			0			30.2	33.2	52.1	21.9	-2	+1	98	4.7	101	4.6	69	4.0	166	
W			0			30.2	35.1	51.8	21.6	+2	-4	-5	121	0.7	213	0.8	136	0.5	183
P			0			33.1	37.7	56.1	21.8	-	+	+6	194	2.0	247	2.0	92	2.2	184
E			0			32.7	37.0	55.8	23.1	-1	+1	+	99	3.2	70	3.2	80	2.9	189
E	小高甲仙三	0	34.0			58.0	24.0	-	+1	+4	102	3.8	98	4.0	47	3.2	201		
P			0			35.2	40 01.1	25.9	-2	-4	+	10	2.0	12	1.1	11	0.9	201	
W			0			35.4	39 39.7	59.0	23.6	-3	-2	+5	26	2.4	35	2.7	10	1.0	201
W			0			35.2	45.3	40 01.7	26.5	-1		-2	90	2.5	100	2.5	40	2.0	227
W			0				51.2	45.0	-				38	2.7	41	2.9	13	2.2	259
J	銚秋静富大	0	43.6			17.3	33.7	+	-	-	9	1.5	9	1.2	8	2.2	265		
W			0			54.7	47.1	17.8				130	2.9	91	4.1			276	
W			0			46.1	46.8	20.2	33.6									279	
W			0			48.8	40 00.0	50.9	36.5				28	2.8	24	2.7	19	2.3	295
W			0			49.7	51.1	26.4	36.7									201	
W	名浜御敦彦	0	50.1			51.1	26.3				51	5.2	32	3.8			303		
P			0			51.7	01.2	51.7	27.9			36.2						310	
W			0			48.7	00.6	53.0	26.8			38.1	34	3.7	32	3.5		311	
P			0			50.2		29.2	39.0			42.5						313	
W			0			53.1		35.6	42.5				12	2.3	12	1.9		333	
W	宮京豊大尾	0	40 00.9			40 02.8	41.8	40.9									368		
W			0			00.2	19.1	06.0	52.3	52.1								387	
W			0			07.0			56.4	49.4								417	
W			0			08.0			58.7	50.7								429	
W			0			08.4	29.8	16.5	41 04.6	56.2								444	
W	和歌山岬	0	17.4			20.4	18.2	1 0.8									484		
W			0			20.0	24.0	1 4.0										512	

備考 種類の略号はつぎの地震計を示す
 W: ウィーヘルト式地震計 P: 普通地震計 E: 電磁式地震計 G: ガリッテン式地震計



第1.5 図 P, S および P-S 走時曲線
 ● ウィーヘルト式または普通地震計
 × 電磁式地震計またはガリッテン地震計

(2) 地震の規模

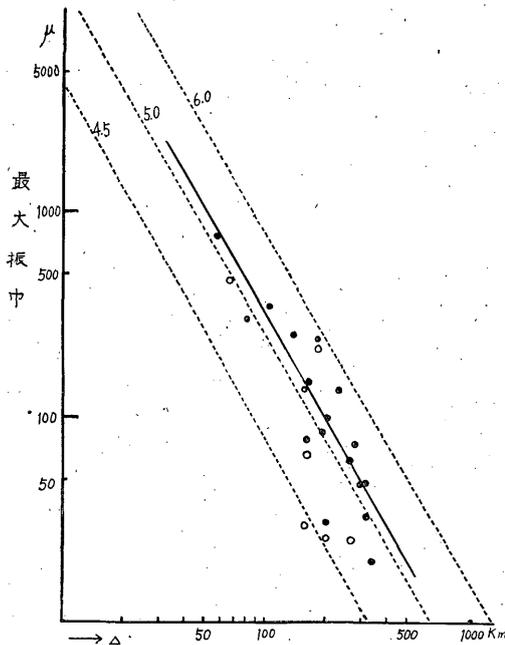
強震計による観測資料は少ないので、ウィーヘルト式地震計、電磁式地震計および普通地震計で観測された各地の最大振巾（水平2成分の合成値）にその官署の地盤係数をかけこれを A として次式により M を計算した。

$$M = \log A + 1.73 \log \Delta - 0.83 \quad (\text{坪井の公式})$$

これを第1.6図に示す。点のばらつきはあるが、 $M=5.1$ の所に線が引かれるようである。各点について調べると

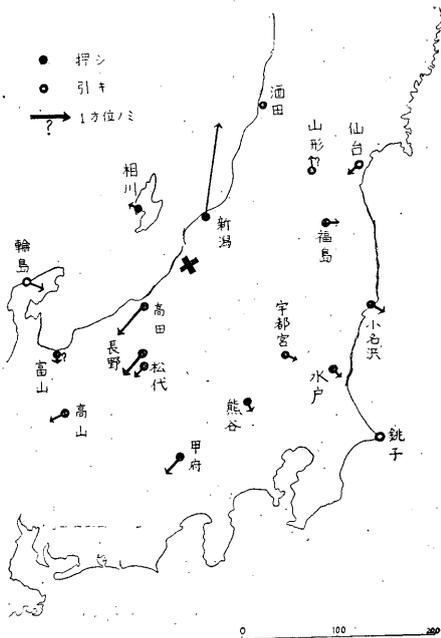
普通地震計の場合は、だいたい少さく出る傾向がある。一方大きく出ている所は輪島、仙台、酒田の三点でこの内輪島、仙台は走時曲線の所でふれたように、異常震域との関連も考えられ、酒田は最上川河口の三角洲上に位置し、沖積層が厚くたい積し軟弱な地盤（地盤係数0.7）を形成しているため、特に振巾が大きくなっていると思われる。

なお参考のために、普通地震計を除く18か所について



第1.6図 長岡地震規模図

● ウィーヘルト式または電磁式地震計
○ 普通地震計
最大振幅：水平動成分の合成値



第1.7図 初動分布図

算術平均をとると、 $M=5.1$ となる。

(3) 初動分布

地震の規模が小さいので、初動方向は限られた範囲でのみ観測された。これを第1.7図に示す。これを見ると大部分が押しで、引きは仙台、輪島、銚子の3か所である。すなわち近距離は、押しのみがあらわれ、引きは180km以上ではじめて出ている。このため、初動方向の明確な分離が困難なので、節線は省略した。

(4) モホロビチック層の厚さ

震源の深さがごく浅い地震の場合、震源より出たP波は或る距離以上になると、明瞭に \bar{P} および P^* を分離出来ることがある。

当台に集めた各気象官署の記象紙について、可能な限り \bar{P} および P^* を験測した結果を第1.1表に掲載してある。これらの結果をP波走時曲線と共にプロットしたのが、第1.8図である。この図より、 $\Delta=80$ kmおよび160 kmの2点が転向点となり、 \bar{P} および P^* の走時曲線が引かれ、各々の速さ $v_P=5.1$ km/s、 $v_{P^*}=6.2$ km/s が得られた。また地殻直下のPの速さが $v_P=7.5$ km/s となるから、次式¹⁾よりモホロビチック層の厚さが求められる。

$$H = \frac{1}{2} \left\{ \frac{v_1 v_2}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}} \left(\frac{\sqrt{h^2 + D^2}}{v_1} - \frac{D}{v_2} \right) + h \right\}$$

ここで $h=0$ として上記の値を代入すると、 $H=26$ kmとなり、第1.9図の如く第1層および第2層それぞれ13 kmとなる。

§ 5. 余 震

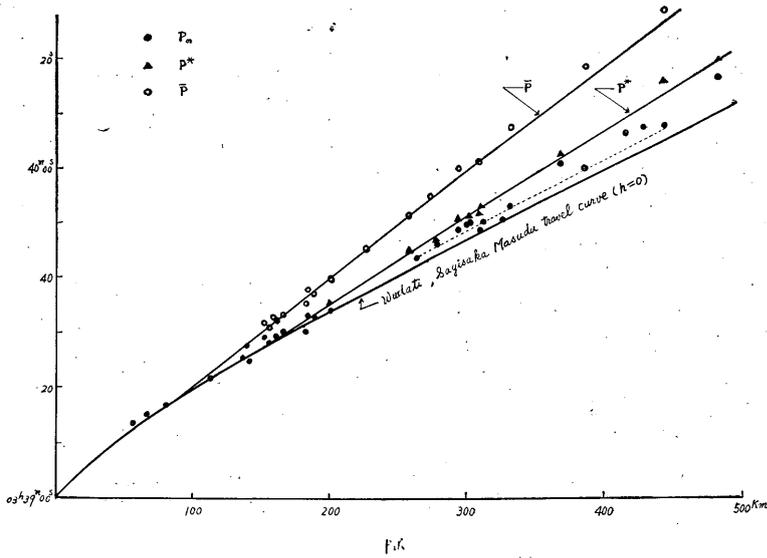
今回の地震では、震源地の長岡に地震計がないので、正確な余震回数是不明であるが、長岡通報所における有感回数を第1.10図に示す。図より明らかなおお、余震は正常な減少を示したが、一たんおさまった余震も3月上旬震央付近で震度Ⅲを含む前後5回の地震を感じ、人々を驚ろかせた。これ以後しばらくとだえたが、5月30日再び余震のうちで最大と思われるものが発生した。

この時震央付近では、震度Ⅳくらいでその位置は本震よりやや北寄りではないかと思われる。しかし、幸いにもこの1回だけで以後は全くおさまっている。

§ 6. 関原地震との比較

今回の長岡地震は、昭和2年10月27日の関原地震の東方僅か4 kmの地点に発生し、その被害は関原地区一帯にまでおよんだ。巨視的には、同一箇所とみてよいであろう。

規模は、関原地震5.3、長岡地震5.1と大差はなく、



第1.8図 長岡地震 P 波の走時曲線

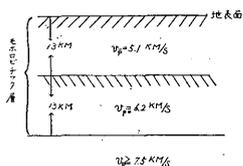
第1.2表 長岡地震および2月12日までの余震(長岡気象通報所)

番号	震度	日 時	番号	震度	日 時	番号	震度	日 時	番号	震度	日 時
		△			h m			h m			h m
1	IV	2日03h39m	20	I	13 27	39	I	23 25	58	I	06 10
2	I	03 50	21	I	13 31	40	I	23 56	59	II	6日06 35
3	I	03 52	22	I	13 40	41	II	3日01 08	60	II	06 36
4	I	04 00△	23	II	15 54	42	II	02 05	61	I	7日04 33
5	I	04 02	24	II	15 58	43	I	03 16	62	I	04 43
6	I	04 03	25	I	16 11	44	I	03 17	63	I	05 05
7	I	04 04△	26	I	16 15△	45	I	03 18	64	II	15 02
8	I	04 07	27	III	17 09	46	I	03 19	65	I	15 08
9	III	04 09	28	I	17 28	47	III	07 01	66	I	17 33
10	I	04 11	29	I	18 20	48	I	14 05	67	I	8日00 58
11	III	04 13	30	I	18 47	49	I	14 02	68	I	05 19
12	I	04 40	31	I	20 54	50	I	21 43	69	II	9日02 28
13	I	05 50	32	I	20 55	51	I	4日03 09	70	I	02 30
14	I	06 21	33	II	21 08	52	I	03 40	71	I	02 51
15	I	06 40	34	I	21 10	53	I	04 10	72	I	02 56
16	I	06 53	35	I	21 11△	54	I	19 53	73	I	04 35
17	I	07 32	36	III	21 12△	55	I	23 08	74	I	05 10
18	I	09 12	37	III	21 17	56	I	5日02 50	75	I	06 13
19	I	11 13	38	II	23 22	57	I	05 20	76	I	12日21 55

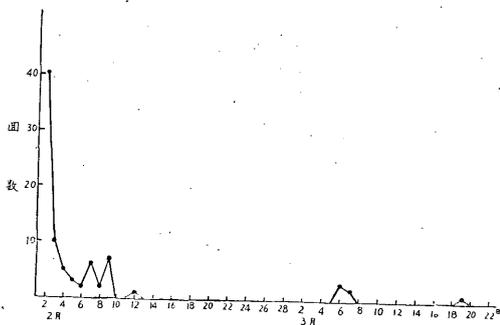
△は地鳴りが観測されたもの

関原地震の震度分布第1.11図は長岡地震によく類似している。しかし被害の程度はけた違いに後者が大きい。この理由として、次の諸点があげられる。

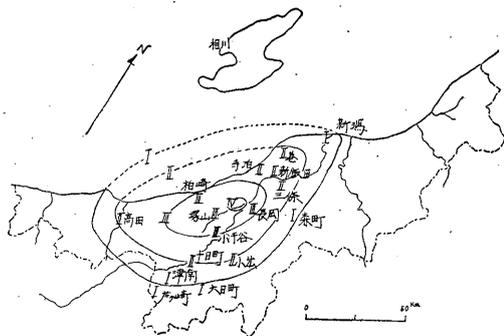
(1) 震源が浅い、長岡地震の深さは、前述したように $h=0\sim 5\text{ km}$ のきわめて浅いものに対して、関原地震は 8 km と計算されている²⁾。すなわち関原地震より浅



第1.9 図 モホロビッチ層の厚さ



第1.10 図 日別余震回数



第1.11 図 昭和2年関東地震々度分布図

いことがその理由の1つであろう。

(2) 地盤が弱い 長岡地震の震央は、完全な平野部で、このあたりは信濃川の旧河床でもある。しかし関東地震の場合は、黒川が小木の城山脈と八石山脈の谷合をぬけて平野部に注ぐ出口で発生したために、比較的、地盤は良く、その震動区域も山手が大部分である。

事実丘陵上にある関原の東半分は平地の西半分より被害は少なかった。

(3) 積雪の荷重 長岡地震では、当時屋根上の積雪が30~40 cmあり、非住家では、その影響がみとめられた。雪の荷重の一般住家に対する影響は個々の住家については、はっきりしたものは見出せないが震央付近の震動の激しいところでは被害を増大させてこの結果が統計上にあらわれているのではないと思われる。

なお両回の地震とも、円すい型の泥火山の形をした噴出孔がみられた。関東地震では、地震直後石油ガスを含む青砂を噴出したと記載されているが、今回の場合は、積雪のため果して石油ガスを噴出したかどうかは不明である。

§ 7. 新潟県内の被害地震

新潟県は内側地震帯に属するが、さらに細分すれば、陸地は信濃川地震帯と姫川、天竜川地震帯に属するといえよう。1.12図でも明らかなように、県中央部以南に被害地震が多く以北はほとんど発生していない。

信濃川地震帯は、局発地震が特徴で震源も浅い。したがって1828年の三條大地震、1847年の善光寺大地震を別としても、その被害地震の規模6前後のものが多い。しかし、長岡付近の地震は関東地震、長岡地震ともに、 $M=5.1\sim 5.3$ 程度のもので大きな被害を出している。このことは、同地震帯に属する長野県北部でもあまり例を見ないものである。県内の信濃川地震帯のうちで、長岡・三條付近の発生密度が大きく、大体30~40年に1回は被害地震がある。県内信濃川沿いの地震は、その規模5程度のものであっても、油断出来ないことを今回の地震は我々に教えてくれたものといえよう。

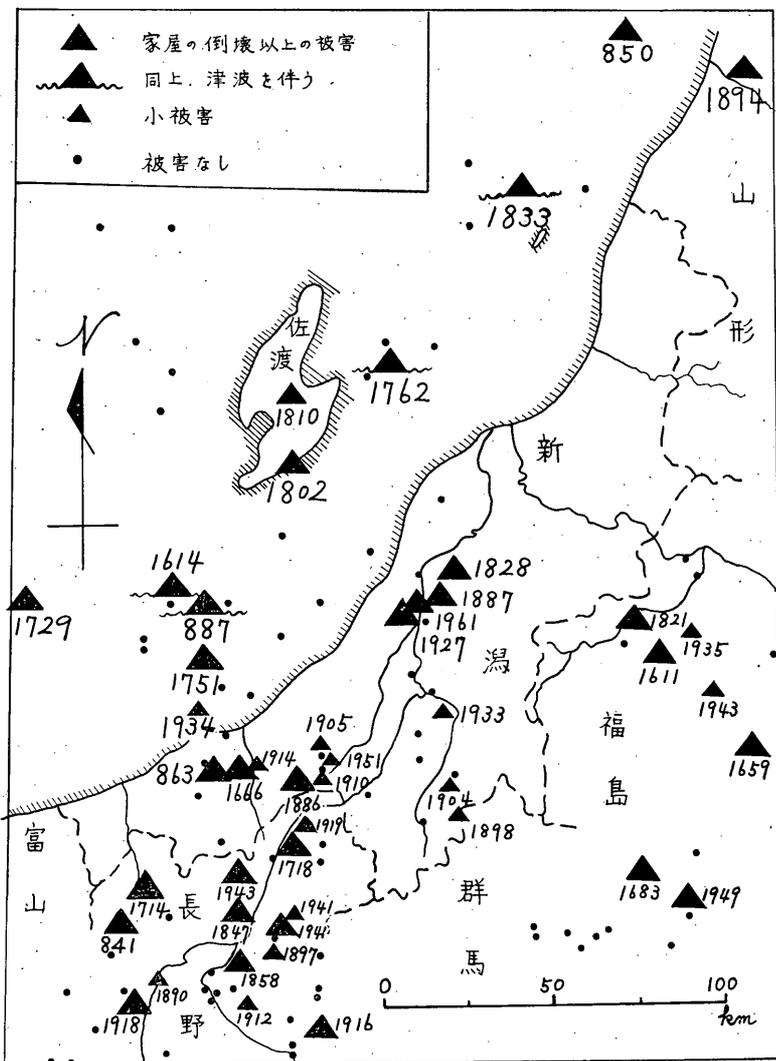
参 考 文 献

- 1) 高木 聖：震源 (第10報), 験震時報, 18(1953), 49~65.
- 2) 国富信一：昭和2年10月27日の中越地震調査報告, 気象集誌, 6 (1928), 59~84.

第1.3表 新潟県内に災害を起したおもな地震表

年号年月日 (西 暦)	被害地名お よびマグニ チュード	記 事
貞観5. 6. 17 (863. 7. 10)	頸 城 7.0	越中、越後の国に大地震あり、丘や谷の形が変り、山崩れがあり、倒壊家屋、死者が多い。口碑に大津波妙高山の麓迄打上げ直江津の島々崩壊と伝う。
仁和3. 7. 6 (887. 8. 2)	頸 城 6.5	この夜、越後の国地震う。津波をともない死者が多い。
永仁元. 4. 13 (1293. 5. 27)	越 後 魚 沼 7.1	越後魚沼郡に山崩れあり死者を出す。この日諸国に地震あり、鎌倉でも大いに震い寺院など焼失す。
文亀元. 12. 10 (1502. 1. 28)	越 後 国 府 6.9	越後国国府（現在の直江津）で人家に被害が多い。
永正14. 6. 20 (1517. 7. 18)	越 後 6.4	越後国地震強く、家屋多数倒壊。この日会津でも地震強し。
慶長19. 10. 25 (1614. 11. 26)	高 田 領 7.7	越後国高田領で大地震あり、津波打上げ死者多し。
寛文5. 12. 27 (1666. 2. 1)	高 田 領 6.4	越後国高田領に大地震あり、高田城破損、損壊焼失家屋多し、宝暦元年の地震より損害・死者多し。死者1500人。
享保4. 3. 18 (1719. 5. 7)	東 頸 城	越後国保倉団平山鳴動し山崩れあり死者68人、負傷者29人。
享保14. 7. 7 (1729. 8. 1)	佐 渡、能登 6.9	能登から佐渡にかけて地震あり、佐渡では壊家死者が相当あった。
宝暦元. 4. 26 (1751. 5. 20)	高 田 領 6.6	高田大地震、越後国全般に大震動した。高田領における全壊および焼失家屋6,088戸、死者1,128人。余震も多く27日朝強震1回あり。高田領内で全壊になった村も多い。桑取谷では山崩れがあり、桑取川大閉鎖して、決壊したため有間川の沿道駅ともに水におくわれた。直江津町史によれば津波を伴い、荒川はらんして河口は、土砂に埋れて、船の航行困難になった。
宝暦12. 9. 15 (1762. 10. 31)	佐 渡 6.6	佐渡国で強く震動し岩山の崩壊あり、死者数人あり。鶴島村では地震後津波あり26戸流失。新潟においても地割れあり。
享和2. 11. 15 (1802. 12. 9)	佐 渡 6.6	佐渡国で最も強く、島の南部羽茂では多くその害を受け、小木町は総戸数453戸ほとんど全壊し出火、住家328戸、土蔵28棟、寺院2カ所焼失、死者18人。港内の海底約1町干潟が浅くなった。小木町を除いた佐渡三郡では壊家732戸、死者3人。
文化7. 1. 1 (1802. 2. 4)	佐 渡	佐渡国地震があり余震がつづいた。被害については不詳である。
文政11. 11. 12 (1828. 12. 18)	三 條 6.9	三條大地震。古志、三島、浦原の三郡被害大。三條は全壊、死者400人を出し地震後の火災は翌朝におよび全町を焼失した。見附も全壊全焼となり今町も出火した。長岡では壊家があったが被害比較的軽く新潟および海岸の地は格別の損害はなかった。震災地全般を通じて全壊住家9,808戸、焼失住家1,204戸、死者1,443、傷者1,749。
天保4. 10. 26 (1833. 12. 7)	佐 出 羽 国 7.4	佐渡国羽出庄内に大地震あり佐渡では、関、五十浦、岩谷、羽黒に納屋の壊れ92棟、加茂、表町湊町に破損家119戸、地震後の津波のため商千、田野浦石名において流失家屋79戸、上越、中越地方でも壊家多数あり松ヶ崎でも津波による死者あり新潟港でも船舶の被害あり。
弘化4. 3. 24 (1847. 5. 8)	長 野 7.4	善光寺大地震。震災地を通じて壊家34000、焼失3500、死者12000、火災水害おびたしい越後国頸城郡川浦村においては1293戸、全壊死者16、高田領においては壊家477、死者5を出した。また山崩れによる湛水のため数十カ村浸水し、この決壊のために信濃川急に増水し1丈余の高さに増し、古志郡においては田地10137石、三島郡では4504石浸水。
明治19. 7. 23 (1886)	信 越 国 境 6.1	東頸城郡仁上村、牛ヶ鼻村などにて土蔵破損橋梁破壊などの被害あり。
明治20. 7. 22 (1887)	押切(長岡) 6.1	古志郡、南浦原、三島郡境一帯に地震強く古志郡にて家屋の全半壊などあり見付長岡与板の中間付近ではないかと推察される。暫定的に押切付近としたい。
明治31. 5. 26 (1898)	六 日 町 6.7	六日町では家屋土蔵の亀裂あり尾根石の落下田畑に亀裂あり。震源地は牛ヶ岳付近。
明治37. 5. 8 (1904)	六 日 町 6.9	魚沼郡五十沢村が最も強く家屋土蔵などの損傷多少あり。
明治38. 7. 23 (1905)	安 塚 6.3	東頸城郡安塚町で壁に亀裂を生じた所がある。
明治43. 5. 26 (1910)	信 越 国 境 —	東頸城郡大島村菖浦および菱里村須川が最も強く石垣の破損、地震の亀裂あり。

年号年月日 (西 曆)	被害地名およびマグニチュード	記 事
大正 3.11.15 (1914)	高 田 6.1	高田付近壁の亀裂、屋根石の落下などの被害あり。
昭和 2.10.27 (1927)	関 原 5.3	関原地震、三島郡関原日吉宮本の各村に被害全壊家屋2、半壊、その他被害家屋31戸
昭和 8.10.4 (1933)	十日 町 6.1	十日町の北東約 10 km 川口村牛ヶ首付近が震源。北魚沼郡川口堀の内田の山の各村屋根石落下壁に亀裂あり。
昭和 9.11.8 (1934)	名 立 沖 5.7	名立町、名立村、谷浜村桑取村などで瓦落ち、石垣くづれ、墓石転倒などの被害あり。
昭和26.8.2 (1951)	保倉川上流 5.2	震源地付近で炭小屋の倒壊、墓石の転倒などの小被害あり。



第1.12 図 新潟県およびその周辺における顕著地震の分布 (850~1960)

II 踏 査 報 告*

§ 1. ま え が き

昭和36年2月2日3時39分00秒、長岡市川西地区(信濃川左岸地区・農村地帯)に典型的な局発地震が発生し、被災面積は25部落26平方町にすぎないが、死傷者35名、家屋等の損害1500余戸という予想外に大きな被害を生じた。発震直後の諸報告により各地の震度は、長岡Ⅳ、新潟Ⅲ、高田Ⅲ、相川Ⅰ、震央は長岡付近と判定したが、震央付近では被害は無いであろうと予想された。また長岡旧市街はほとんど被害がなく、住民も誰一人として信濃川の岸左に倒壊家屋をふくむ大被害が発生してしようとは夢想だにしなかった。被災地からの報告で、はじめて事の重大さを知って驚いたのが実状であった。

新潟地方気象台では、局発地震の輪郭をつかむと直ちに現地踏査を実施した。積雪のために地変状況については不明であったので、雪解けをまって再踏査を実施した。

今回の地震は局発地震であることと、深積雪時に起ったために特異な現象が多い。

§ 2. 地震発生当時の状況

1. 震度分布

被害の分布状況によれば倒壊家屋の生じた震度Ⅵの区域は第2.1図のようにほぼ直径3~4kmのごく狭い範囲となる。隣接の三島町の藤川、上條および宮内町、越路町等における被害状況をも考慮すると、被災地の震度分布は、ほぼ北西-南東方向を長軸とするだ円形をしているように見える。被害範囲よりみて震源の深さは非常に浅いものようで、震央は一応この震度Ⅵの分布の中心付近とみてさしつかえないであろう。

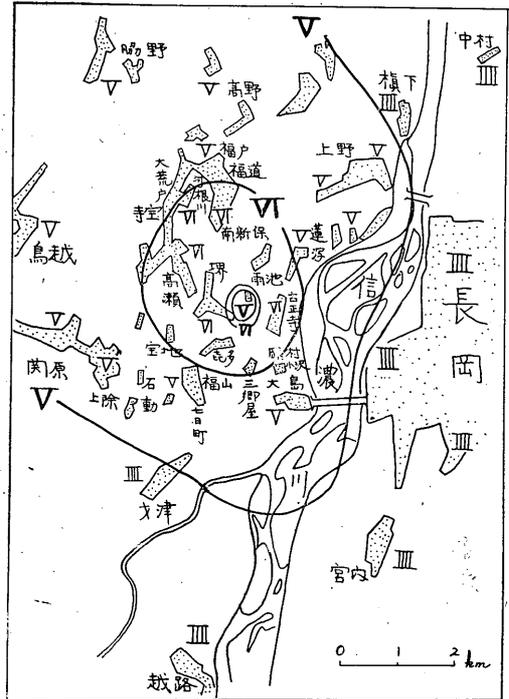
震度Ⅵの区域内の塚部落東端部から江底にかけて、小範囲ではあるが震度Ⅴ程度の被害の比較的すくない区域が存在している。この理由について現地住民は、この区域の土質(粘土質)と古正寺付近等(砂質)とのちがいのためであろうと述べている。

たゞ信濃川はたびたび変身しているの、地表付近の土質は場所により若干の相違があるようである。

2. 地震動

(1) 体感による状況

地震が起ったのは熟睡時刻であったので、初動につい



第2.1 図 震央付近の震度分布

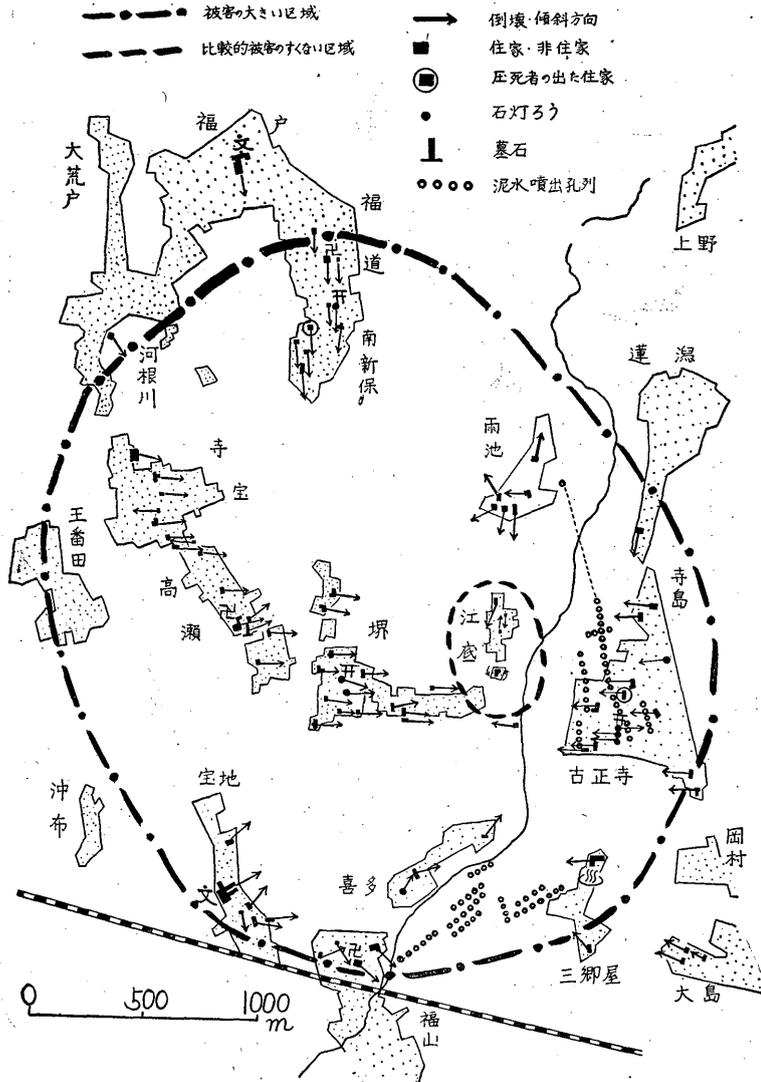
ては「アッという間もない程の出来事で、下から突き上げられた感じがした」という人が多い。塚部落では30cm位持ち上げられた感じがしたといい、三郷屋では10~15cm くらいともいう。

発震当時偶然にも起床中であった塚部落江底の渡辺氏(PTA 会長)は、「ドッドンという爆発音に似た底力のある音が、南東方向(古正寺方向)から聞えてくると同時に、上方に激しく突き上げられた。上下動は瞬間的であって、ついで東西方向に激しく揺れた。たんす(2重、3重)は東側に倒れ落ちた。余震の場合、音(ドン)は地震動よりも先に聞こえるが方向は本震と同様に南東方向である。発光現象は無かった」と述べている。三郷屋温泉社長笠井氏も「上に突き上げられ、ついで下に引き下げられると同時にたんすが西側に転落した」とのべていることとよく一致している。被災地を通じて、最初に突き上げられる感じと、発光現象は無かったことは一致している。振動時間は約1分間、危険を感じたのは大体3~4秒位のようなのである。

(2) 振動の方向

各部落における水平の震動方向は、家屋等の倒壊、傾斜の方向がよくしめして、体感による震動方向ともよく一致している。屋内物体の倒壊・動揺も同様で、例

* 新潟地方気象台 中川三郎, 小暮光男
長岡気象通報所 小黒久雄, 勝見栄一



第2.2 図 家屋等の倒壊傾斜方向分布図

えば塚部落では棚上の南向きラジオは、たいして変位していないのに、東西向きにおかれたテレビは倒れている。大荒戸の北部では大きな被害はないが、ほぼ南東方向に震動し壁、筋かいなどは、東西方向のものに被害が多い。電柱上のトランスもその土地の震動方向にズレている。古正寺、塚では、南北に連なる雪面上の割れ目(巾数 cm 程度)が多数並行して生じているが、これは家屋等の倒壊、傾斜方向とは直角な方向である。家屋等の倒壊・傾斜方向が、きわめて整然たる分布をしていて、いずれも被災区域の中心付近を指向している。これは第2.2 図のとおりである。

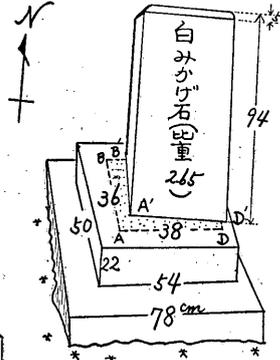
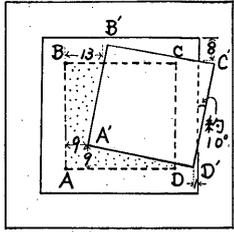
古正寺・福道における死者は、いずれも就床のまま、落下したはりの下敷になったもので、発震とほとんど同時な一瞬の出来事であった。前にものべたように、初めの震動が如何に大きいものであったかを物語っているものといえよう。

(3) 石灯ろう・墓石・鳥居等の倒壊・回転

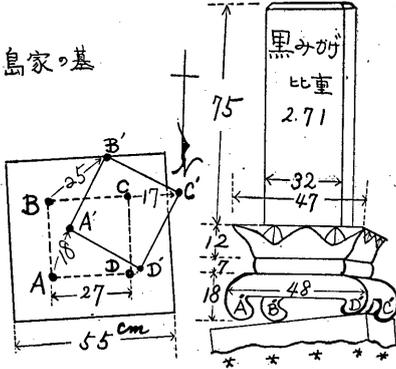
石灯ろうで全体が雪中に完全に埋まっているものや雪中に埋まっている部分には異常はない。しかし雪面上に出ている部分は、ほとんどその部落の建物の倒壊・傾斜と同一方向に倒壊している。

墓石も雪中に埋まっているものには異常はないが、雪面

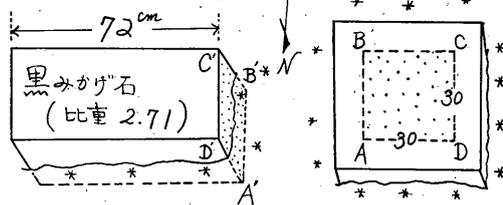
(1) 金子家の墓



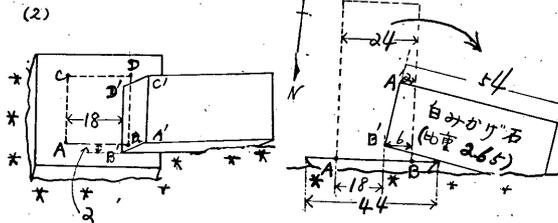
(2) 島家の墓



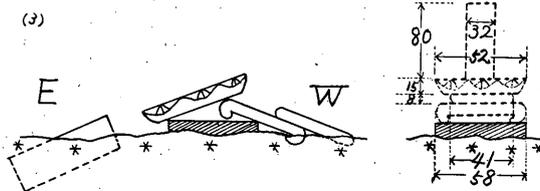
(1) 堺徳長之兵衛の墓



(2)



(3)



第2.3 図 墓石の倒壊・回転の状況 (高潮・妙楽寺)

上に出ている部分のあるものは、倒壊あるいは廻転・移動している。

これらのうちおもなものについてのべる。

ア. 福道部落の寺院境内の状況

福道の寺院の本堂は南に傾き、つり鐘堂は倒壊しそうな程に大きく傾いているにもかかわらず、境内の積雪に埋まっている墓石の石塔には異常はなく、記念碑（薄い長方形）は、その背面方向（東側）に傾いている。被災地を通じて記念碑に異常を生じたのは、これがたゞ一つの例であると思われる。

イ. 高瀬部落妙楽寺境内の状況

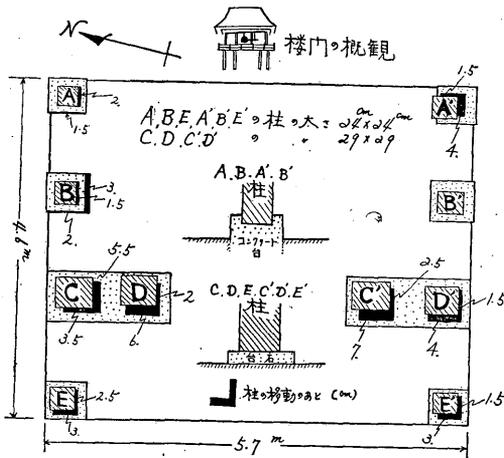
(ア) 墓石の状況

墓の石塔の $\frac{2}{3}$ 以上が雪に埋まっているものは、倒壊していない。ほ $\frac{2}{3}$ 以上が雪面上に出ている65基のうち、25基（38%）が倒壊し、この25基のうち20基（80%）は、東方に倒壊している。

また倒壊をまぬかれている石塔のうち時計廻りに回転移動しているものは4、反時計廻りのものは1基で、ほ $\frac{2}{3}$ 時計廻りのものが多い傾向がある。このほかに大型の墓は、基とも芝台、大台は西側に、上台、石塔は東側に倒れている。墓石の倒壊・回転・移動状況については第2.3図に示す。

(イ) 楼門および本堂

楼門全体が北東方向に移動したことは柱の移動跡がよく示している（第2.4図）。柱は東方に傾斜している。本堂の直径30cmのけやき柱も東方に約 $1\sim 2^\circ$ 傾き脇仏などの小仏像は東方に転落した。



第2.4図 妙楽寺楼門の脚柱の移動状況 (cm)

A・Bはコンクリート台も移動 B'は台石が粉砕されて移動量は不明 A'のみはNNWに移動している

3. 地鳴、発光現象、前兆現象

地鳴についてはすでにのべたことではあるが、堺部落江底では「ドッドッ」という底力のある地鳴を聞くと同時にはげしい上下動を感じた。このほか「ドン」という音、近くに落雷したような音、物が破壊されるような音などと人によって表現が異なる。

余震の場合は、各部落とも「ドン」という音を聞いてから震動を感じている。その聞こえる方向は家屋の倒壊あるいは傾斜方向に一致している。

発光現象および前兆現象については、なんら観測されていないし、また心当たりもない。

4. 地変・地下水の異常

積雪が多いために土地の隆起、陥没、断層などについては全く不明である（雪解け後の再踏査については後にのべる）。

古正寺では床下にきれつが生じている。床下のきれつから泥水が噴出したところもあるらしい。雪面上に多数の割れ目が生じており、これらは建造物の倒壊傾斜方向とは直角な方向に走っていることはすでにのべたとおりである。この雪面上の割れ目は、4月上旬の残雪（10～15cm）面上にも残っていた。この事実から雪面上の割れ目は、表面のみではなく積雪全層におよんでいたものと考えられる。

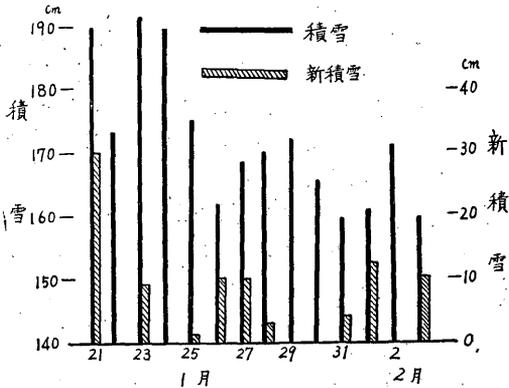
井戸水については、堺部落（地下水位が高い）では一部水が止まり、喜多部落では50m層の水が止まった。三郷屋（5～6m層）およびその南方の福山・石動・七日町（50m層）の水量は、逆に豊富になった。

三郷屋温泉（970m層、頁岩層）は、地震直後は砂混りの湯が出て、水量ガス量ともに多くなり、水温はわずかに上昇（42.5℃、常温は42.0℃）した。また310m層（水温36℃）は、地震直後は細い砂の泥水を吹き出した。

5. 積雪と被害

現地の積雪は150～170cm、所によっては200cm近くはあり、昨年末の豪雪による積雪がつづいているために、表面付近をのぞき全層がざらめ雪（密度0.47）化して、重量を増すと同時に衝撃に対しては抵抗力を持つようになっていた（第2.5図）。

雪中に埋もれている石灯ろう、こまいぬ、墓石などには異常はなく、電柱、電線などの配電、通信関係の故障、障害も意外にすくなく鳥居、記念碑などの倒壊も皆無である。また雪中に埋もれていたサイフォン型の樋管もなんら異常はない。これは密度の大きい積雪が、緩衝作用あるいはダンパー作用の働きをしたためであろう。



第2.5 図 積雪および新積雪の状況
(長岡通報所)

屋根上の雪は、すでに3~4回は雪おろしを実施してあるので、地震当時は一般に30~40 cm くらい積っていた。数日前からあまり降雪もなかったので、屋根上の雪はしまり雪から一部はざらめ雪化しつつあった。

一般に作業所、堆肥舎、物置小屋などは、その構造上積雪の荷重に弱く、しかも屋根雪は住家よりも少し多目で、中には70~80 cm くらい積っていたものもある。したがって、例えば王子川農協倉庫(面積231m²、積雪70~80 cm 完全倒壊)のように積雪の荷重がその倒壊の重要な原因ではないか、と思われるものが見受けられた。

被害住宅のうちで特異なものとしては、家屋の半分は屋根のはりが落下して大破しているにもかかわらず、他の半分は安全であったもの、(古正寺一池田氏宅、建築年数40年、南新保一金内氏宅、建築年数20年、階下就寝者4人死亡)あるいは2階全体が横におしに倒壊(堺一東側に倒壊、建築年数20年、2階は後に増築したもの、古正寺一稲垣氏宅、西側に倒壊、建築年数40年、2階就寝者1名死亡)などがある。後者は2階は完全に倒壊しているにもかかわらず、階下は外観的には特に異常はみとめられない。平家建に2階を増築した部分は地震に弱いことは、日越小学校もよい実例を示している。

一般に奇妙なことではあるが、新しい家に被害が多く、しかも2階が傾斜しているものが多い傾向がある。著るしく老朽化したものは別として、古い農家建築様式の住家は見かけによらず被害がすくない。たとえば喜多部落では、退避命令を受けた4戸のうち3戸は終戦後の建築によるもので、残りの1戸はかなり古いものである。

したがって一般住家の被害の程度は、当地方のいわゆる台輪(だいわ)造り、さいざち造りなどの建築様式が大きく影響している。

当地方の建物は、積雪重量に対する考慮は払われているが、壁面積すくなく広間が多いなど、耐震的な建築様式の考慮にかけているように思われる。

屋根雪の荷重が一般住家の被害にどのように影響したかは、個々の住家についてははっきりしたものは見出せない。しかし全く影響が無いということは考えられず、震動のはげしい震央付近では、かなり被害を増大させ、これが統計上にはっきりした数字となってあらわれているのではないかとも思われる。しかしこのことについては、再度検討を要するであろう。

積雪のため救援物資の輸送などの救援活動は、著るしく妨害された。除雪は救助対策の第1番に着手する重点目標であって、自衛隊の応援のほか除雪関係について動員できるものは、すべて動員して実施された。

6. 被害の分布

第2.6図は、第2.1表より算出した住家全壊率分布図である。今回のような典型的な局発地震では、同一部落内でも位置により被害程度が異なるうに、部落の境界が入り込んでいたりすると、部落単位で被害率を比較しても必ずしも正確な分布が求められない。また被害表の数値そのものにもいろいろな要素が入りこむおそれもある。

第2.6図では南新保付近について古正寺付近に最大被害区域がある。たゞ南新保は、全戸数が非常にすくないので、被害率から直ちに南新保が最大激震地であるとい得るかどうかについては検討を要する。踏査の実感では、古正寺部落も南新保に劣らず被害を生じている。しかしこの分布図は大勢としては第2.1図の震度分布図と合致している。この震度分布の中心から約4 km はなれると、被害はほとんど生じていない。

たゞ中心付近の堺部落東端部および同宇江底の約20戸ばかりは、被害が比較的すくない。この理由についてはさらに資料を総合して検討を要するであろう。

天然ガス供給施設には大した被害はなく、送ガスパイプ折損などの軽微な被害があった程度である。ガス採掘会社は、地震発生と同時に保安上一時送ガスを中止したが、まもなく6時頃には帝石、日産化学、北陸ガスなどの大手会社にガス供給を開始している。

§ 3. 雪解け後の踏査状況*

地震直後の現地踏査では、積雪のため地変の状況は全く不明であったので、雪解けをまって4月7日および4月18日の2回現地踏査を実施した。被害家屋の補修はほ

* 長岡気象通報所 小黒久雄, 勝見栄一

第2.1表 被害調査表
その一 建物死傷者被害調査表(新潟県資料長岡地方の状況による)

区分 町名	総世帯数	住家								非住家								死傷者			
		全壊		半壊		小壊		計		全壊		半壊		小壊		計		死者		傷者	
		戸数	世帯数	戸数	世帯数	戸数	世帯数	戸数	世帯数	非住	公共	非住	公共	非住	公共	非住	公共	男	女	男	女
古正寺	56	28	29	25	25			53	54	1						11			1	7	5
寺宝	28	14	4	13	13			27	27	1	1		1		2	1	4			6	2
王番田	79	20	20	33	33	26	26	79	79	7		4		7		18				2	2
寺鳥	18	5	5	10	10			15	15												
福道	89	42	42	43	43	3	3	88	88	4	1				4	1		4	1	2	
南新保	13	8	8	4	4			12	12	2					1	2	1				
宝地	82	19	20	51	52	10	10	80	82	15		5				18					
福戸	42	10	10	25	25	6	6	41	41	3	1	7	4		10	5					1
雨池	22	3	3	19	19			22	22	1			2		2	1	4				
高瀬	25	7	7	14	14	4	4	25	25												
喜多	48	28	28	19	19			47	47												
河根川	70	1	1	56	56	13	13	70	70	2				2	4				1		
蓮瀧	63	5	5	21	22	36	36	62	63												
大島	64	14	14	40	40	5	6	59	60												
小沢	592	9	9	18	18	468	482	495	509					1	1						1
三郷	17			11	12	4	4	15	16												
岡屋	17	2	2	12	13	2	2	16	17												
大荒	97	1	1	13	14	15	15	29	30												
高野	71	4	4	34	34	31	31	69	69												
小計	54			1	1	28	28	29	29												
小計	1547	220	222	462	467	651	666	1333	1355	34	3	16	7	9	5	59	15	0	5	17	13
石動	38					38	38	38	38												
七日町	70					70	70	70	70												
福山	23					23	23	23	23												
関原地区	1008			3	3	8	8	11	11			3	2	3	6	2					
上除	324					14	14	14	14												
小計	1463			3	3	153	153	156	156			3	2	3	6	2					
合計	3010	220	222	465	470	804	819	1489	1511	34	3	19	9	12	5	65	17	0	5	17	13

被害見積総額 12億6813万9千円(建物11億118万9千円, 什器類1億6695万円)

その二 その他の被害

1. 農地農業用施設

ア. 農地 50 ha, 75カ所 1500万円

イ. 農業用施設 97カ所 2900万円

水 路 50カ所

揚水機 9カ所

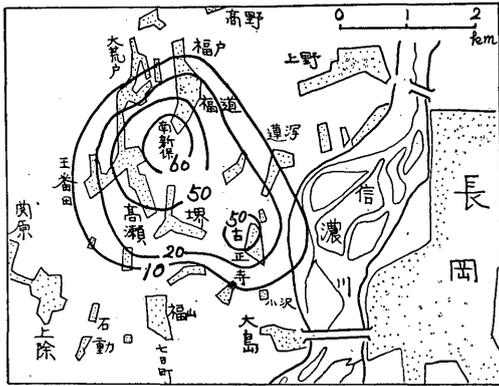
農道 38カ所

合計 172カ所 4400万円

2. 配電送電関係(東北電力会社)

電柱切損 1 電線断線 454 変圧器の移動 32 電柱傾斜 6

電線混線 290 腕木切損 11 引込線切損その他 120



第2.6 図 住家全壊率分布 (%)

とんど終わっているが、半壊以上のは雪解けと共に整理を開始し、さかんに取りかたづけ中である。墓石、石灯ろう、などは一部をのぞいてほとんど復旧している。

両日の調査を通じて、断層あるいは地割れは発見されない。したがって農地の被害も予想外にすくない。また現地住民もその存在については関知していない。

4月7日の踏査では道路、あぜ以外はまだ残雪が10～15 cm あり、水田には雪解けによりたん水している所も多い。残雪面上には雪の割れ目がまだ残っており、土砂でよごれた箇所もあった。

古正寺より雨池にかけて、および三郷屋、喜多の中間地帯には泥水、土砂の噴出したあとと思われる小さな噴出たい土の群があった。この噴出たい土は円すい形の泥火山の形（直径 40 cm、高さ 30 cm）をしたものや円盤状（直径 40 cm、高さ 15 cm）をしている。

この噴出した砂は、粘土状に近いかなり細かいもので、表面は変質して暗褐色（田の土と同じ色）をしているが内部は青色である。このたい土のうちにはその下に直径 2～3 cm の穴のあるものもあった。

この噴出たい土の群は、古正寺より雨池部落にかけて存在するものは NNW～SSE 方向に、喜多・三郷屋両部落中間地区にあるものは NE～SW 方向にそれぞれ数條並行して走っている。しかしこのほかの地区には発生していない。これらの噴出孔は単独に発生しているものもあれば、また密接して発生したために一連のうねの形をなして連らなっているものもある。

なお雪解け後の再調査によっても、発震当時雪に埋ま

っていた墓石、石灯ろうなどの部分は、地震によっても何ら変位していないことを確かめることが出来た。

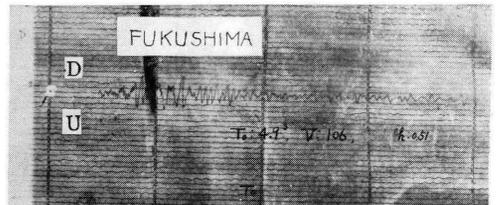
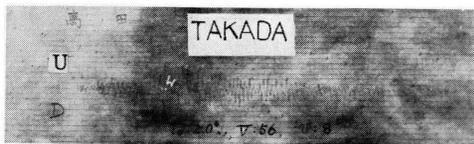
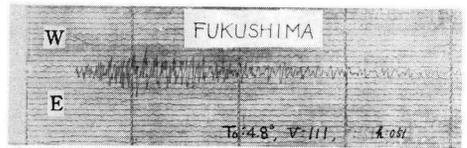
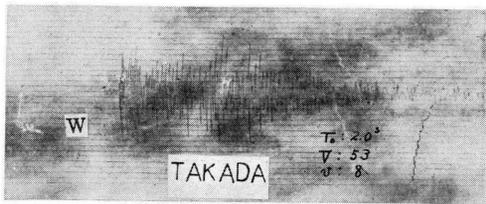
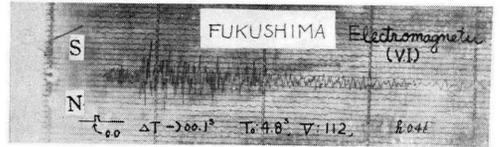
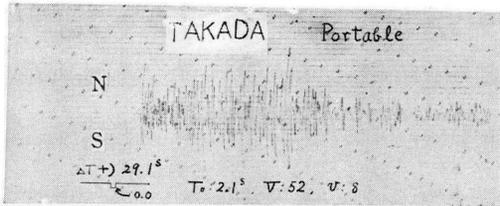
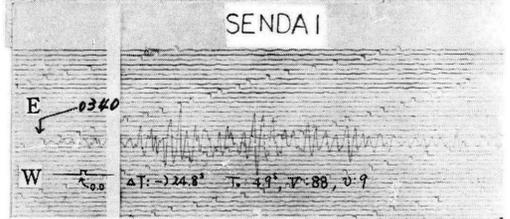
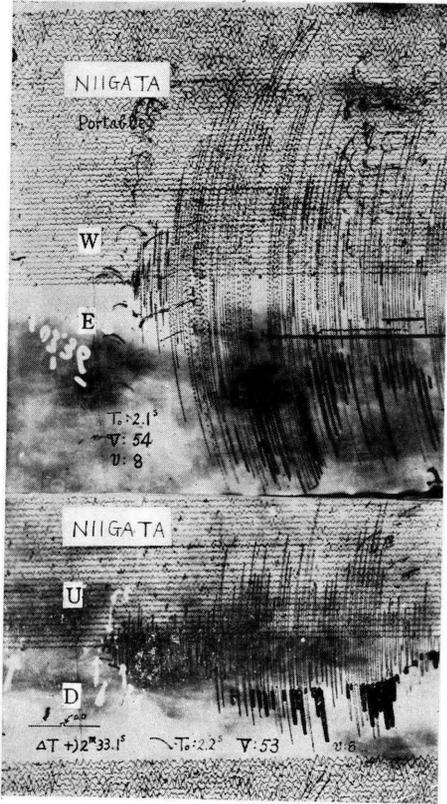
この地方は農業用水関係施設が多いのであるがこれらの施設の被害も予想外にすくない。

§ 4. む す び

長岡地震は規模は小さいが約26平方kmの狭い範囲に予想外の被害を起した典型的な局発地震である。この地震は昭和2年の関東地震の東方わずか4 km の所に発生したもので、類似点もあるがまた相違点もある。そして多雪中に発生したことは被害の発生状況を複雑にしている。踏査結果のおもな点はつぎのとおりである。

1. 被害の分布状況よりみて震源の深さはきわめて浅い。
2. 被害の特に大きいところは、信濃川川西地区の古正寺、雨池、南新保、福道、寺室、高瀬、宝池、塚などをふくむほぼ NW～SE 方向に長い円形（約長径4km、短径3 km）内のきわめて狭い限られた範囲である。
3. 建物の倒壊あるいは傾斜方向は整然とした分布をしていて上記の円形の中心あるいはその長軸を向いているように見える。
4. 当地方のいわゆる台輪（だいわ）造り、さいずち造りの建築様式は地震に弱い。古い家屋よりもむしろ新しい家屋に被害が多いように見受けられた。非住家は、一般に構造上雪の荷重に弱く、荷重のために倒壊したと思われるものがある。
一般住家被害と雪の荷重との関係について、個々の例についてははっきりした関係は見出せない。
5. 石灯ろう・墓石など雪中に埋まっている部分には異常はないが、雪面上に出ている部分は倒壊、回転、変位している。
6. 配電、送電、通信関係などの被害は意外にすくない。深積雪のためと思われる。
7. 断層、地割れなどの地変はない。泥水噴出孔が三郷屋付近、古正寺付近のみ発生している。農地および農業用水施設の被害も意外にすくない。
8. 密度の大きい積雪は地震動による破壊を助長する作用と、逆に緩衝保護作用の両面の働きをしている。したがって雪が、あるいは被害を大きくしあるいは小さくしている。

長岡地震記録集



縮尺は約 5

長岡地震写真集



高瀬部落

妙楽寺境内の白みかげ墓石が
東方に移動した状態



古正寺部落

土砂の噴出群がこの部落の北西方で直交している



福道部落

2階建の新しい家屋、南に傾斜

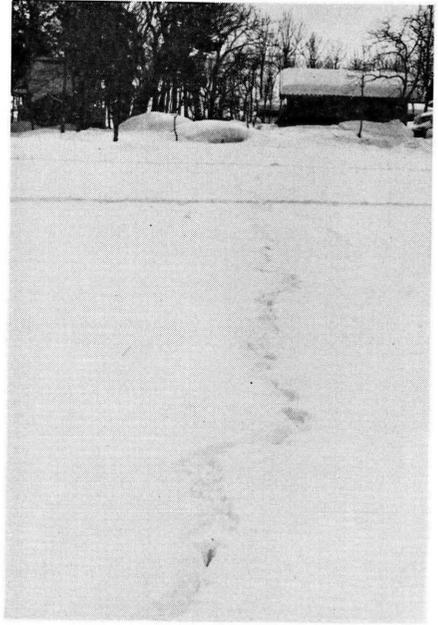


古正寺部落

付近の残雪には亀裂が残っており、雪は土砂で汚れている
大きさは上と大体同じ



古正寺部落
左隅の屋根の梁落下し、家が2つに割れた感じで、全体に西に傾く



古正寺部落
積雪上に出来た亀裂、これは多数あってすべて南北に向う



古正寺部落
西に傾いた住家



古正寺部落
2階が西に傾壊し、死亡1名を出した。死者は2階に就床のままはりの下敷となる。この写真では2階は相当跡かたづけされている