

新潟地震を予察して

須貝 貫二 佐藤 茂 牧野 登喜男

I ま え が き

I. 1. 新潟地震勃発

昭和39年6月16日13時2分 裏日本にはまれな大地震が新潟市をはじめ新潟・山形・秋田3県にわたる日本海沿岸地帯を強襲というニュースは梅雨前なんとなくおもしろい気分におちいっておりしかも昼休みでくつろいでいたわたくしたちに大きな衝動を与えずにはおこななかった。新潟市街の被害状況はラジオにテレビに新聞に刻々報道され気象庁から即日この大地震を新潟地震と命名すると発表された。新潟地震による災害は新潟・山形・秋田3県に及んでいるが新潟地震と名づけられた理由は新潟市においてその被害がもっとも大きかったことによるものと思われる。新潟市街をはじめ各地における建造物の倒壊道路・橋梁の破損港湾施設の破壊田面の沈降・隆起住宅地への浸水等々の悲報が矢つぎばやにわたくしたちの耳や目にとびこんできたがわたくしたちの気持ちをもっともおもしろいものにしたのは新潟市街の北東隅信濃川河口右岸にある昭和石油会社の石油タンク炎上の大黒煙とその付近の住宅街へ重油を浮かばせた濁水が浸入したことでその状景はテレビニュースなどで生々しく報道されまだわたくしたちの眼底にはっきりと焼きつけられている。また鶴岡市における幼稚園の建物が倒壊していたいけな多数の園児が死傷したという悲報もわたくしたちは忘れることができない。

しかしながらこのような暗い面が多いなかでわたくしたちの気持ちをほっとさせたものは大地震にはつきものといわれている火災が上に述べた石油タンクの炎上とタンクから流れでた重油に引火してその付近の住宅が多数類焼したことを除けば被災地域全域にわたってほとんどまったくおこらなことで死傷者が意外と少数にとどまったことである。

I. 2. 地盤変動調査研究活動の開始

新潟地震はさきに述べたように新潟市をはじめ新潟・山形・秋田3県の日本海沿岸地域の随所に多大の災害を与えたが当然のことながら地割れ地盤の陥没と隆起山崩れ崖崩れなどの地盤の変動のほか

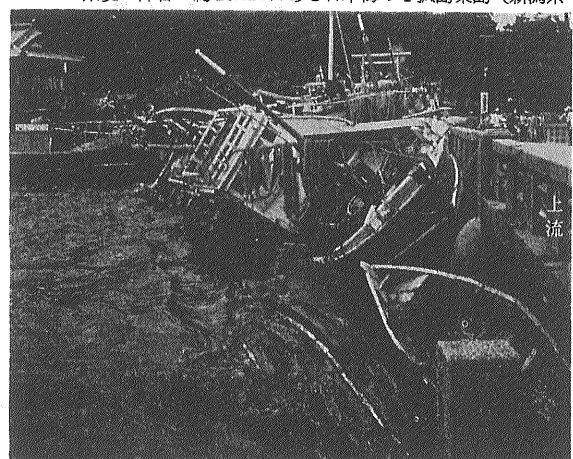
地下水の水位の変化温泉の水温や湧出量の変化津波の襲来(写真1)などの自然環境の変化をももたらした。

これらの諸現象がどうしておこったのかそれがどの程度の規模のものであるのか新潟市街に生じた高層建築物の不等沈下や倒壊はいかなる原因によるのかなどの疑問を追求し解明するために関係のある国立調査試験研究機関(科学技術庁国立防災科学技術センター運輸省気象庁気象研究所同省海上保安庁水路部建設省国土地理院同省土木研究所同省建築研究所通商産業省工業技術院地質調査所農林省農業土木試験場同省林野庁林業試験場など)や諸大学の地震・地学関係部門(東京大学地震研究所新潟大学地質学教室その他諸大学)は新潟地震勃発後それぞれの立場においてときをうつつさず調査研究活動を開始した。地震がおこった翌17日には国立防災科学技術センターの和達清夫所長東京大学地震研究所河角広所長はヘリコプターで新潟市の災害状況を視察のうえ即日帰市ただちに座談会を催して専門家の立場から新潟地震についての所見を述べた。その様子はテレビを通じて報道されたので読者の多くは記憶していることと思う。

これらの調査試験研究機関や大学などの調査研究の成果についてはいずれそれぞれの立場から詳しい報告がなされることであろうがこれまでにわかったおもな事項はつぎのようである。

① 新潟地震の震央(俗に震源地)

東経139°12'北緯38°24'の地点すなわち新潟・山形県境の沖合い約20kmにある日本海の1孤島栗島(新潟県



①津波によって上流に押しあげられた漁船のため下流の濁水が堤防をこえて市街に浸水した(村上市岩船町明神橋 村上市災害対策本部提供)

岩船郡粟島浦村)の南東2~3kmの海域にあって震源までの深さは約40kmである(気象庁による)

② 新潟地震の特徴

振幅が大きく 周期は長く 水平動が大である(和達国立防災科学技術センター所長による)

③ 災害と地盤の地質条件との関係

両者の関係はきわめて密接で 新潟市についても 地盤の地質と物性などの点について 十分留意しながら建造物を構築していたならば 災害は著しく減少したことであろう

④ 粟島の隆起

震源地にもっとも近い粟島において その中央南東海岸で約1.4m 同北西海岸で約1.0m 隆起した. なお同島の南西海底部に かなりの広がりをもった隆起部が出現し その南東縁には 南東側落ちの断層も生じているものよである.

第1表 地質調査所の予察班の編成および調査地(ルート)

班名	調査員	所属部課・職名	期間	調査地(ルート)	備考
予察第1班	技官 佐藤 茂	地質部 図幅第1課長	39. 6. 17~	東京→白根市金巻 →新潟→大形 →寺尾→内野 →黒崎→直江津 →東京	ジープ運転
	技官 牧野登喜男	燃料部 石油課第3調査研究室長			
	技官 深谷栄治	庶務課 庶務係	39. 6. 23		
予察第2班	技官 須貝貫二	燃料部 石炭課長	39. 6. 20~	東京→(三国峠)→(新潟)→新発田→中条→村上→勝木→鶴岡	ジープ運転
	技官 鈴木泰輔	石炭課第7調査研究室員	39. 6. 24		

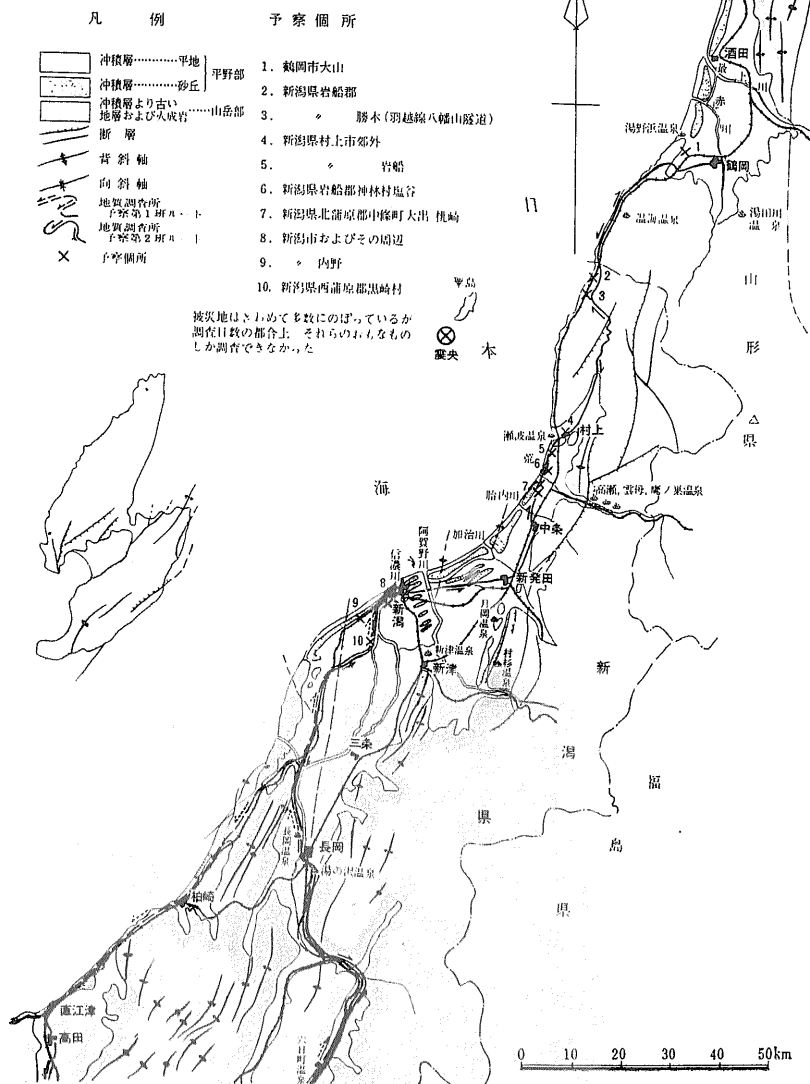
他方 粟島の対岸の花崗岩から構成されている陸域沿岸部は約30cm 沈下し 西方に向かって ゆるく傾動している(地震研究所森本良平教授による)

1. 3. 地質調査所の動き

予察班派遣

地質調査所は 新潟地震の勃発した6月16日の翌17日に 課長ほか技官1名(予察第1班)をジープを馳って 一路新潟市に急行させ 同市ならびにその周辺における地盤の変動状況を調査(予察)させるとともに 同市南西の柏崎・直江津方面の状況をも調査させた.

他方 震央から近距離にあって 地盤の変動が大きいだろうと予想されながら 災害状況の報道が少なく 被災状況が詳かでなかった 新潟市以北の地域にも 6月20日 やはり課長のほか技官1名からなる予察第2班をジープを馳って 新発田・中条・村上・鶴岡方面に派遣して 災害と密接な関係にある地質資料の入手に努めさせた. 第1班は6月23日に 第2班は同24日にそれぞれ帰京し 地質調査所としては ごく概略ではあるが いちおう 新潟地震に伴って生じた 新潟・山形県下陸域の地盤の変動状況について 資料を入手するとともに 災害と地質条件との関係について 一知見を得ることができさらに 今後の調査研究を推進するうえで 必要な資料を入手することができた.



第1図 新潟・山形県の地質概略図

II. 新潟地震についての 一般的な予備知識

地質調査所の新潟地震予察調査の結果にもとづいて新潟地震に伴って生じた地盤の変動について述べるまえにこれに必要な一般的な予備知識として被災地域の地質の概要と新聞や雑誌によく使用されている用語のおもなものについて解説的に述べさらに新潟平野の第四紀沖積層の地質状況と平野の変せんについて概略的に述べることにする。

II. 1. 新潟・山形県下の地質概要

新潟県のほぼ中央を北北東に流下して日本海に注ぐわが国最大の信濃川とその東側を北流する阿賀野川・加治川などによって形成された新潟平野は南端に近い長岡から北端の村上まで延長約110km 最大幅員(新潟—新津—五泉)約30kmの広がりをもって分布している。その西方には柏崎・高田の両平野があり北方の山形県下の日本海沿いには鶴岡・酒田を含む庄内平野が分布している。

新潟・庄内平野の日本海岸には砂丘がよく発達しとくに信濃川と阿賀野川との間には海岸線に平行なおよそ7列の砂丘群があり阿賀野川と加治川(分水)との間にも4列の砂丘群がみられる。

新潟・山形県境と新潟県と福島・群馬・長野3県との県境地域には古生層や花崗岩などから構成されている古期岩層が分布し山地帯と平野との間の丘陵地帯にはそれぞれ新潟・庄内両油田地帯を形成する新第三紀層が発達している。

新潟油田地帯においては新第三紀層は北北東—南南西方向の軸をもつ波状の地質構造(多数の背斜と向斜を含む褶曲構造)がみられ同方向の多数の断層によって切断されているが全体として日本海に向かって新しい地層が順次重なっている。

庄内油田地帯においてはほぼ南北方向の褶曲構造とこれを切断している同方向の断層が数条みられる。

このような新潟・庄内両油田地帯を支配している構造とくに断層系は新潟地震の発生とまったく無縁であるとは考えがたい。震央にもっとも近い粟島は新潟油田地帯を構成している新第三紀層のうちでも比較的下部の地層(玄武岩の岩床を含む)からおもに形成されこれが北西に向かって傾斜している。

新潟・山形県境の山地は日本海に迫って海食崖を形成して景勝の地として知られている。主としてその南半部は花崗岩北半部は含油新第三紀層の下部の地層から構成され後者は西方にかなり急角度で傾斜している。佐渡ヶ島は新潟油田地帯を構成する新第三紀のうち下部の地層からできていて北東—南西方向の褶曲構造を示しおおむね同方向の数条の断層によって切断されている。

II. 2. 新潟地震の大きさ(規模)

わが国では地震があると震度いくつということが気象庁から発表される。この震度というのは地面のゆれ方の強さを表わすもので人体に感じた程度や構築物などのゆれ方でいくつかの階級にわけられた震度段階がある。わが国で広く用いられているのは1949年に気象庁が制定した0から8階級の震度段階である。今回の新潟地震では東北・関東・中部地方各地に震動を感じたが最大震度は新潟・長岡・酒田・只見等が震度5の強震(震度5は壁に割れ目がはいたり墓石や石灯ろうが倒れたり煙突や石垣などが破損する程度)で八戸津等は震度1の微震(静止している人やとくに地震に注意深い人にだけ感じる程度)であった。

地震の大きさ(規模)はさきに述べた震度と混同されやすいがこれは区別されるべきもので規模がいくら大きくても震源から遠く離れている時はもちろん

第2表 地震の震度(中央気象台式)と体を感じるゆれの程度との関係

震度の階級	ゆれの程度
0 無感覚地震	地震計に感じてても人体には全く感じないもの
1 微震	静止している人や特に地震に注意深い人にのみ感じる
2 軽震	一般の人が感じる程度のもので戸障子がわずかに動く
3 弱震	家屋が動き戸障子が鳴動し電灯のようなつるしたものや器内の水面の動くのがわかる
4 中震	家屋の動揺が激しくすわりの悪い器物は倒れ器内の水が溢れ出る
5 強震	壁に割れ目が入ったり墓石石灯籠が倒れたり煙突土蔵も破損する
6 烈震	家屋の倒壊が20%以下で山崩れを生じたり盛り土の道路その他に多少の地割れを生じる
7 激震	家屋の30%以上が倒壊し山崩れ地割れ断層が生ずる程度以上

第3表 わが国における最近の大地震

地震名	年	マグニチュード(M)
関東地震	1923	7.9
北丹後地震	1927	7.5
北伊豆地震	1930	7.1
三陸沖地震	1933	8.5
福島県東方沖地震	1938	7.7
男鹿地震	1939	7.0
鳥取地震	1943	7.4
東南海道地震	1944	8.0
三河地震	1945	7.1
南海道地震	1946	8.2
福井地震	1948	7.3
十勝沖地震	1952	8.3
房総沖地震	1953	8.2
新潟地震	1964	7.7

ん震度は小さくなり 逆に規模が小さくても 震央が陸地に近い場合は震度が大きくなる. この地震規模を表わすにはいろいろの方法があるが 国際的に広く用いら

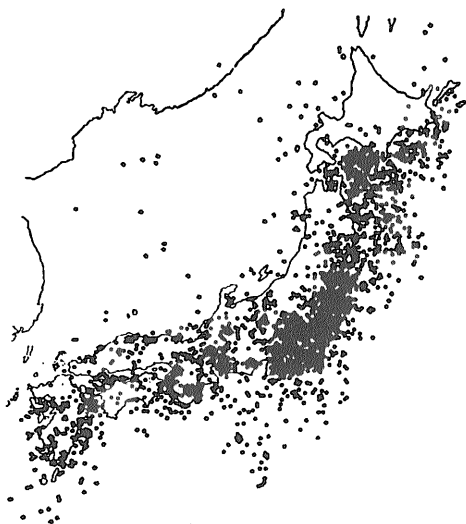
れているのはマグニチュード (M) ということばで表わされる規模指数で これは震源距離100kmにある特定の地震計 (固定周期0.8秒 制振度 h0.8 倍率2,800倍) に記録された振動の最大振幅をマイクロン単位で測定した値の10を底とした対数値で その地震規模を表わすと約束したものである.

新潟地震はMが7.7と発表されており 今世紀に世界で起こった最大規模の地震は 1960年5月の南米のチリ沖地震でMが8.75である. またわが国では関東地震 (1923年9月) が7.9で この後の最大規模のものは1933年8月の三陸沖地震でMが8.5である.

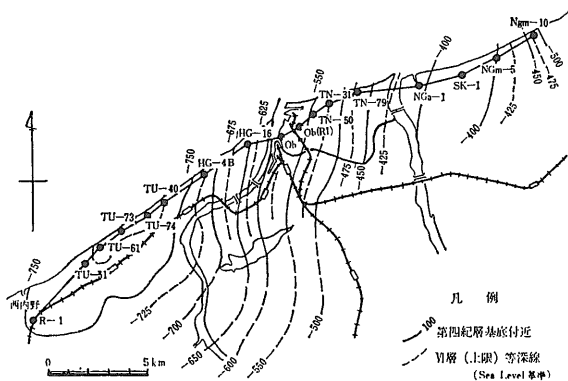
II. 3. 地震帯

さて世界的にみると 地球上には地震のおこりやすい地域と 地震がほとんどおきない安定地域とがあって 地震のない地下の安定した広い地域の周辺部に帯状に地震の多い地帯が分布している. この地震帯でもっとも活動の著しいのが 太平洋を囲む大陸周辺の環太平洋地震帯で これに次ぐのは地中海-トルコ-ヒマラヤ山脈沿いに東西方向に延びる欧亚地震帯である. このほか大西洋・インド洋等の海底山脈沿い アフリカ東部 ハワイ諸島も割合いに地震が多い.

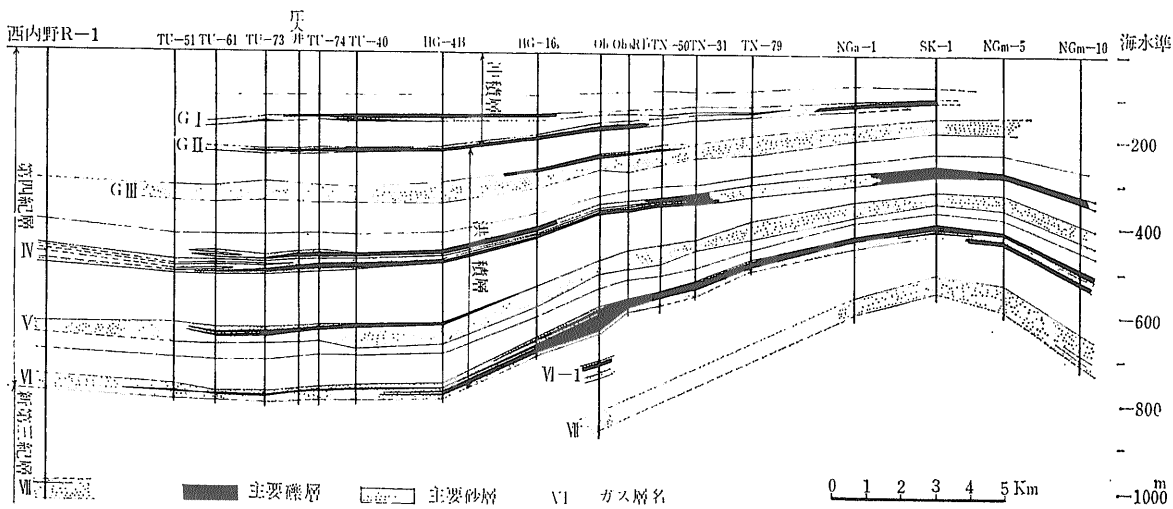
わが国は前述の環太平洋地震帯に属し とくに地震が多い地帯としてあげられるのは 日本列島の太平洋岸のやや沖に沿って走る外側地震帯とよばれるもので 従来までの記録では 関東-福島県沖-三陸沖-北海道南東部がもっとも地震発生が多い地震帯で 小規模のものはもちろん多く ときどきM8以上の大地震がおきている. また東海道-南海道は上記の地帯よりは多くないが ほかに比較して多く 小規模のものとともに しばしばMが8内外の大地震がおきている. さらに南西部の日向



第2図 1900 ~ 1950年に起こった顕著な地震・やや顕著な地震 3,147個 (深発地震を除く) の震央



第3図 A 新潟ガス田主要坑井位置図



第3図 B 新潟ガス田主要坑井対比図

灘付近も小規模のものとともに Mが8内外の大地震がおこっている。この地震帯を **外側地震帯** と名づけているが これに対して日本海沿岸を走る地震帯を **内側地震帯** とよんでおり 外側地震帯に比べて地震数も少なく 被害が大きくても規模としてはM8以下が多く 被害の大きかったのも 震央が陸に近い海底の場合で局所的被害の場合が多かった。これらのほかに内陸でもたびたび地震がおきている。新潟地震の震源の深さは さきに述べたように40km と発表されているがこれは **浅発地震** (深さ60kmを境に浅発と深発地震に普通わけられ 300km以深のものを超深発地震とよぶこともある) に属すもので 回数としてはもっとも多いものである。環太平洋地震帯での浅発地震回数は世界全体の約80%を占め とくに日本付近でおこる浅発地震の年平均回数は 各M値ごとの世界全体回数の10%を占めておいて 非常に多くこれが **地震国日本** といわれるゆえんである。

今回の新潟地震は 内側地震帯としてはまれに規模の大きいもの (M=7.7) で 震央 (震源地) は北緯 38.4度 東経139.2度 岩船郡沖合い20数kmの海底で陸地に近く また新潟市のように新しい地層である第四紀沖積層が厚く分布する平野部 とくに砂丘の縁辺部 旧河道埋立地等は地質条件としてはもっとも悪く 軟弱地盤が地震動にゆられ 砂泥流動と不等沈下現象をおこして 災害を大きくしている。このような軟弱地盤では 震度も地盤の変動もはるかに大きかったものと思われる。

II. 4. 新潟平野の第四紀沖積層の 地質状況と平野の変せんについて

新潟平野第四紀沖積層の地質状況 新潟平野はおもに信濃川 阿賀野川の流域に発達した 三角洲ないしは扇状地性の沖積平野である。平野周辺部は新第三紀層からなる山地と丘陵で さきに言及したようにいわゆる新潟油田 ガス田を形成するいくつかの雁行する背斜群があり その走向は大局的に北北東～南南西である。この新第三紀層は もちろん新潟平野第四紀層の下位にも伏在しており 38年度に地質調査所が実施した蒲原層序試錐GS-1号 (地質ニュース115号) では深度3700mまで掘さくされ 椎谷層 (新第三紀層の中一上部) で掘止め かつ東新潟ガス田の試錐SK-1号でも深度3000mで椎谷層というように 平野の下位には第四紀層と新第三紀層を合わせて数1000mの地層が発達しているものと思われる。

新潟市付近については従来数多くの水溶性天然ガス採

取のための坑井が掘さくされ かなり詳しく地質状況がわかっている。しかし第四紀層と新第三紀層の境については不明の点が多い。ここではあとでのべるように一応VI層 (G₆層あるいはP層といわれるガス層で砂礫層) の下限付近を境とする 第四紀層の厚さは新潟東方松浜で400m 新潟市内が 500～600m 内野付近がもっとも厚くて800m程度である。これらの地層は内野地区を底とする大きな向斜構造を示し かつ松浜で東新潟背斜を示している。

第四紀層の地質状況は砂・礫・粘土・シルト・砂質粘土およびこれらの互層からなり 顕著な砂礫層がI層からVI層まであって これらの地層が新潟水溶性ガス鉱床の主要稼行対象となっていた。

第四紀沖積層の厚さは東方で100m 西方で240m程度である (II層を沖積層の基底砂礫層とする)。

I層から上位の地層は岩相変化が著しく信頼度の高い資料も乏しいが 全般的に砂・粘土・シルト・砂混り粘土およびシルト 有機質混り砂および粘土などで かなり軟質である。I層とII層の砂礫層は 東新潟でI層の砂礫層となっている。I層～III層は岩相が著しく変化するが 砂質層が多く 互層状を示し 炭質物を含む砂・粘土がある。炭質物の炭化度は低く草炭質である。

III層～IV層間は III層の下位で泥質となり IV～V層は厚い砂と粘土ないしシルトの互層を示し V層は主として厚い砂層で 下位に泥質となり VI層の砂礫層となる。VI層以深は ところによって砂 礫層が発達するが 全般的には単調なシルト～砂質シルト層がつづいている。

今回の地震で被害の大きかった地域についてみると 関屋 (塩ノ橋) から信濃川沿いに越後線の鉄橋までの間をガス井資料によって沖積層の地質状況をみると 深度40～50mまで砂が多く 有機質粘土・砂質粘土の薄層を挟有している。また鉄橋付近がもっとも砂が厚い。深度100m 付近までは 粘土・砂質粘土等の泥質の地層がつづき ところによって植物片を含む粘土がみられる。100m 以深沖積層基底までは 砂礫などの粗粒堆積物が発達している。I層付近には植物片等を含む有機質粘土が挟有されている。また信濃川右岸もほぼこれと類似した岩相を示している。

新潟駅付近については 資料が乏しくて不明の点が多いが 駅近くのガス井によれば 4～5mまで砂で この下位に20m程度の厚さを有する有機質粘土があり 深度40mまでまた砂がある。それに深には粘土質の岩相がつづき 深度120m 付近から砂の層が多くなっており

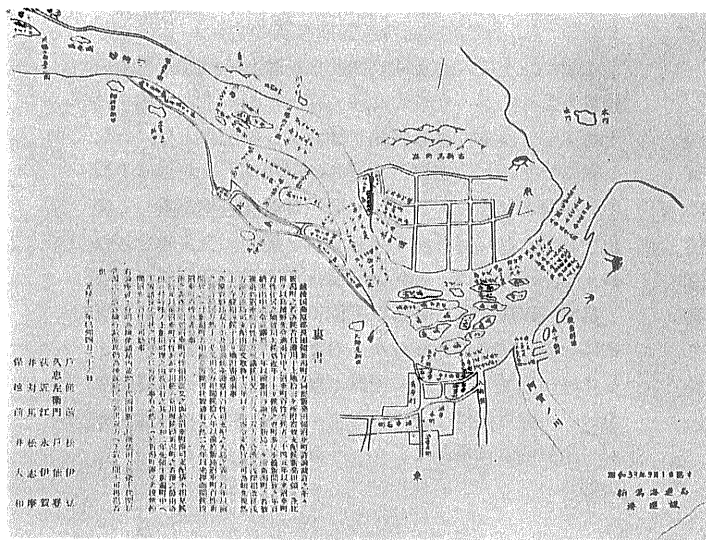
沖積層の厚さは約180mである。

内野街道付近には浅層調査のための試錐が寺尾にありこれによると掘り止め深度の30mまで全体的に砂が多いが 7~13m間に粘土質のものが多く 一部泥炭が挟有されている。

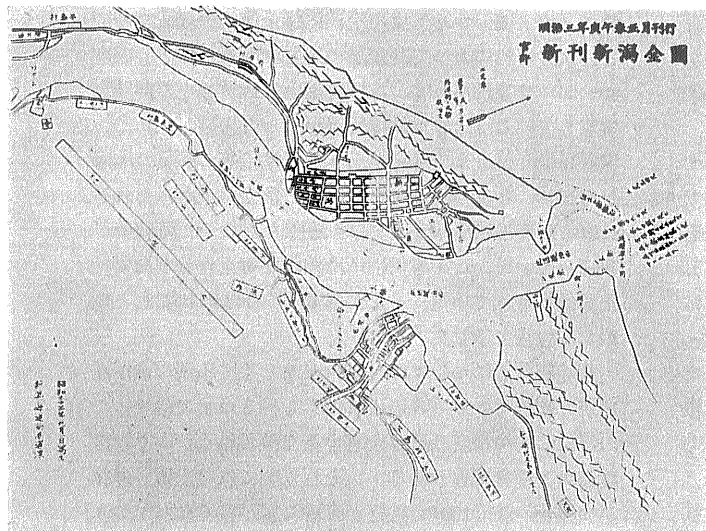
新潟には海岸沿いと信濃川沿いに 数多くのガス井が掘さくされているが それらの対象層がいずれも深部であるため ごく浅層部の地質状況については信頼度が薄いものが多く 岩相個々の対比はきわめて困難である。

平野の変せん 新潟平野はかなり新しい時期に平地になったものようで とくに新潟市付近の変せんは著しかったと思われる。

1089年(寛治3) すなわち今から875年前の古文書



第4図 信濃川河口付近の変せん図(その1)



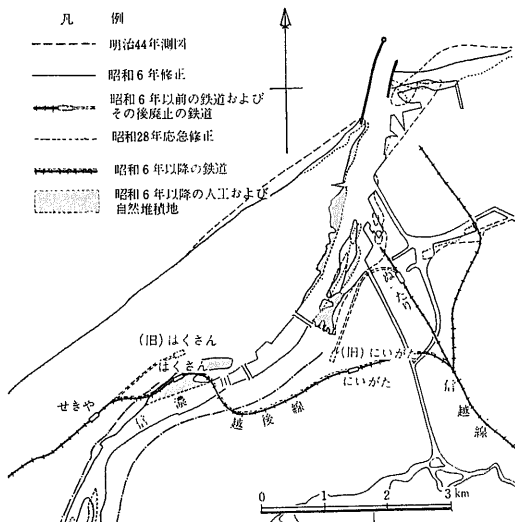
第5図 信濃川河口付近の変せん図(その2)

によると 海は村上~新発田~新津~三条まで湾入し 南西岸には弥彦山塊が半島として突出し その先端部に現在の新潟市付近から北西方あるいは北方に砂州がのびていたとされている。 この資料ではごく新しい時期まで平野の大部分が浅い湾で 1000年たらずで陸化したことになる。 しかしこの地図は想像して描かれたものであるとする説があり 信濃川 阿賀野川の流掃土砂量から推定しても 信頼度は薄いと考えられる。 もし上記の資料が事実とすれば 信濃川・阿賀野川の三角州や扇状地の堆積物の沈積速度はかなり早かったものと推察される。

年代を追ってながめると 1557~1570年(永禄年代)には信濃川左岸は現在の東中通り付近で 河口は日和山の北東にあった。

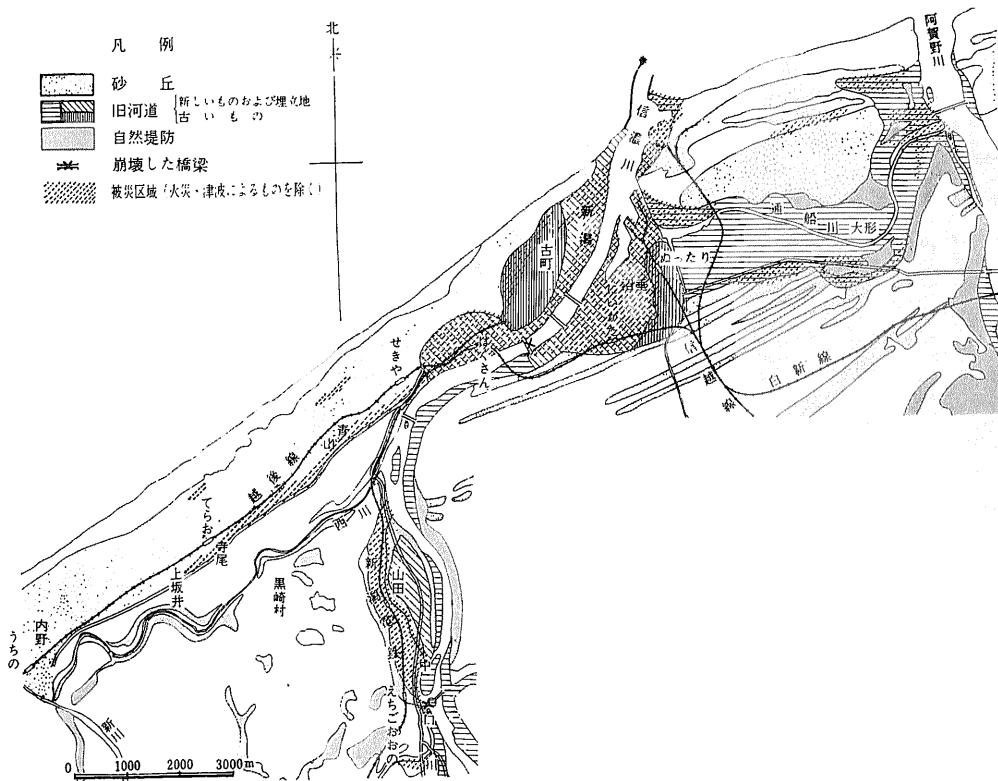
信濃川左岸汀線の後退は著しく 1699年(元禄12)ごろには かなり現在の新潟に近い形となり 河中に10余個の島があったが 40年後にはつながって流作場一帯の陸地となった。 1713年(寛永10)には 信濃川と阿賀野川は合流したが 1731年(享保16)に阿賀野川は分流し 三角州の発達著しく 流作場は沼垂と接近した。

新潟築港が完成した明治末葉までは 信濃川下流は流砂の堆積するがままで 明治~大正に至って三角州は埋立てられ 市街地に発展した。 1926年(大正15)に大河津分水ができてから 白山浦下流の信濃川両岸の埋立てがはじまり 1931年(昭和6)地理調査所発行の修正5万分の1地形図では 白山浦は埋立てられていないのでこれ



第6図 信濃川河口付近の変せん図(その3) (1911年(明治44年)以降の水陸界の変せん)

(第4 5 6図は 昭和34年1月 新潟県会議員 相原正雄氏の資料による)



第7図 新潟市付近における砂丘 旧河道 自然堤防の分布(黒田和男 原図を模式化)と新潟地震被災地域(調査地域内のみ)

はごく新しく埋立てられた地域である。1953年(昭和28)修正の同じ5万分1の地形図と比較してみると湿地もなくなり信濃川両岸の埋立ても完成されている。

また黒崎村善久から山田にかけての地域は旧河川道を埋立てたものでこの埋立ては古老の話では明治中ごろ(68年前という)に行なわれたとのことである。

以上述べてきたように新潟市付近は信濃川と阿賀野川が分・合流をくりかえしその流砂搬送土砂による埋立てで形成されておりそしてこれらが完成したのはごく新しい時期である。

表層地質状況について一言ふれておくと新潟付近は海岸沿いに海岸砂丘列が発達し内陸部にもほぼ海岸線に並行する数列の砂丘列がみられる。砂丘間は潟(ラグーン)の湿地帯であるが近年乾田化されたところが多い。このほか河川はらん扇状地堆積物 自然堤防 旧河川埋立て等で構成されている。

地震に対し地質的に危険視されねばならないのは沖積層の厚いところすなわち堆積速度が早いための軟弱地盤 また旧河道の埋立ては新潟のような場合地盤としては最悪の軟弱地盤であろう。また砂丘縁も砂丘および潟という不安定なもの縁ということで同様に地盤が悪いところである。

III 新潟地震による地表の変動

さきに述べたように新潟地震によって粟島の東海岸が約1.4m隆起しているのに対して粟島の対岸の本土沿岸では約0.3m沈降していることが地震研究所の調査結果から明らかにされまた粟島の南南東約3km付近の海底に発見された東側落ちの断層は新潟地震によって生じたものであろうといわれている。しかし新潟地震によって地殻がどのように変形(隆起沈降断層 水平移動など)したか地下水 温泉などにどのような変化を与えたかについては断片的な情報が入っているのみで総合的な解明は今後の研究結果をまたなければならぬ。ここではわたくしたちが地震直後の数日間現地を調査したときに観察することのできた地表の変動について述べることにする。

新潟地震による地表の変動は第三紀層およびいろいろの火成岩分布地域すなわち山地に生じたものと第四紀層表層部すなわち平野部に生じたものとに大別することができるであろう。

III. 1. 山地に生じた地盤変動

新潟地震に伴って山地に生じた地盤変動はおもに



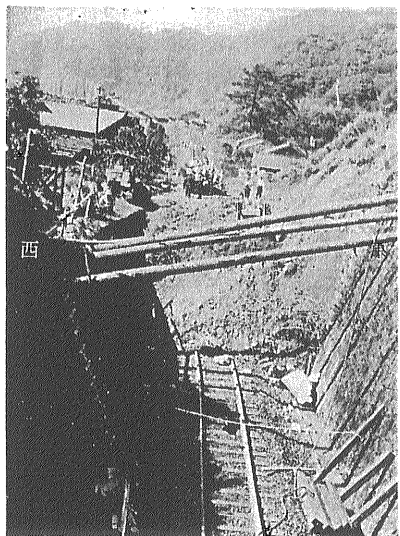
②新潟県岩船郡
山北村勝木付近
羽越線の小鉄橋
の破損

新潟・山形
県境（村上
一鶴岡間）
の海岸沿い
の山地に発
生している。
このことは
この山地が
震央にもつ
とも近いこ

とから 当然考えられることであろう。

この山地に発生した災害のうちで もっとも著しいものは 鉄道線（羽越線）関係のものである。羽越線は山形県の三瀬駅から 新潟県の村上駅まで ほとんど平地のないところを 海岸沿いに走っているため これまでも 豪雨のさいなどにはしばしば山崩れや崖崩れがおこっているが このたびの大地震のさいも 諸所（三瀬駅付近 温海駅付近 鼠ヶ関駅付近 勝木駅付近）に 崖崩れや 鉄道路床の沈下および隆起 鉄道線路の歪曲 隧道内のコンクリート壁の亀裂 鉄橋の破損（写真2）などの被害がみられる。

これらの鉄道関係の災害のうちで もっとも被害の大きかったのは、新潟県の北端に近い勝木駅北方約 300m の八幡山隧道北口東側の崖崩れ（写真3）である。



この崖を構成している地層は 庄内油田地帯の新第三紀層下部の泥岩層（細粒砂岩の薄層を挟有）で

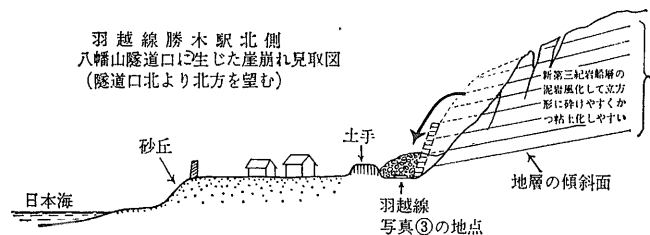
若干凝灰質をおび 西方の日本海に向かって 15° 内外のゆるい角度で傾斜している。6月16日の激震と同時に この崖の泥岩中に 鉄道線路にほぼ平行な2〜3条の亀裂が生じ 雨水や地下水のために 泥岩がかなり粘土化し これが日を経つにつれて しいだいに じわじわと崩れ落ちて路床を埋没し 同月の19日10時まで 羽越線の全通をはばんだ。この箇所は 過去にも崖崩れをおこしたことがあり 地盤のわるい箇所の1つに数えられているところである。他方 県境に近い府屋部落においても 舗装した道路上に 局部的ながら亀裂（海岸線にほぼ平行）を生じたほか 道路東側の人家のなかには 背後の崖崩れによって 半ば埋もれたものがある この崖は 下半部が新第三紀層の最下部に近い安山岩質の集塊岩層で その上に さらさらした ごく新しい時代の砂層がのっている。崩落したのはこの砂層で 激震とほとんど同時に 岩盤との境界面に沿って ずるずると崩れ落ちたものである。このほか 村上市街の郊外にも数箇所に崖崩れを生じている（写真4）。

以上のほか このたびの大地震によって生じたとみられる生々しい崖崩れの痕が 諸所に露呈しているのが ジープ上から展望されたが 大規模な地すべりや山崩れは 生じていないものようである。

村上市郊外の有名な瀬波温泉については 激震によって 温泉がでなくなったらしいとの情報があり 現地を調査した6月22日には 温泉はたしかにとまっていたが これは激震によって 地上の施設が若干破損したため 2〜3日中には 修理して復旧可能とのことであった。山形県下の 温海・湯野浜・湯田川3温泉については とくに泉況に変化を生じた という情報はない。しかしながらこれらの温泉について詳しく調査すればおそらく なんらかの変化が生じているものと推測される。

Ⅲ. 2. 平野部に生じた地盤変動

新潟市およびその周辺の地域と より震央に近い村上市 鶴岡市およびそれらの周辺地域とでは被害状況に多少の違いがある。新潟市付近では 鉄筋の建築物のような重い建造物は一様でない沈下（不等沈下）によって傾いたり倒れたものが多く 木造家屋のような軽い建造物は 局部的な隆起沈降 および表層部の押し出しに



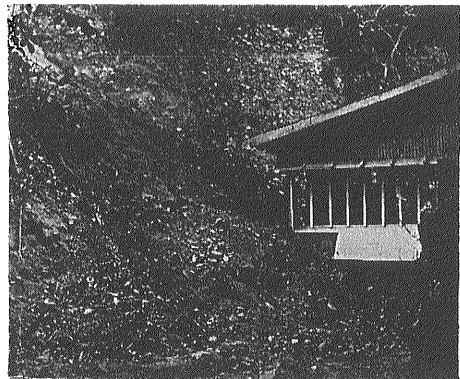
③地質が軟弱なため震動によって大量の泥岩（新第三紀岩船層）が崩れ線路を埋めた
なお 崩れた崖(右側)の地層の走向は N55°E で NW (線路側)に 15° 傾斜している

よって 波上の小舟のようにほんろうされたり 地割れや砂泥の噴出によって 破壊されたものが目立つ。しかし 地震そのものの振動や衝撃によって 破壊されたと思われるものは見うけられない。また 被災地とそうでない地域が明瞭に区別されていることを考え合わせると 新潟市付近の被害は 地盤の地質条件によって左右されたといっても過言ではないであろう。

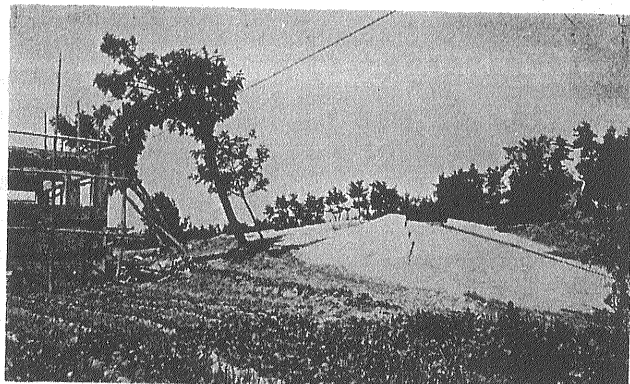
したがって 同一地質条件のもとでは建物の地震に対する強さは 地上の部分の建物の大小や新旧にはほとん

ど関係なく 地表下の基礎工事が 地盤の地質に適合していたかどうかにかかっていたといえるわけである。

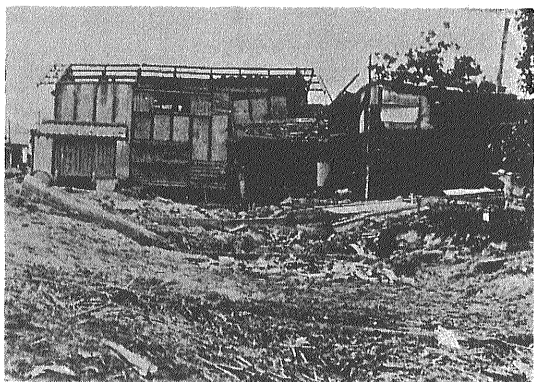
村上市や鶴岡市付近でも 新潟市付近と同様に被災地域の分布は地盤の地質条件に大きく影響されてはいるけれども 古い建築物が新しいものよりも倒壊率が高いことや 倒壊の状態などからみると 地震の振動や衝撃による被害も 少なくなかったものと推定される。両地域を通じて 砂丘上では全くといってよいほど被害を受けていない。また 平野部でも 砂丘の縁辺部とか 最



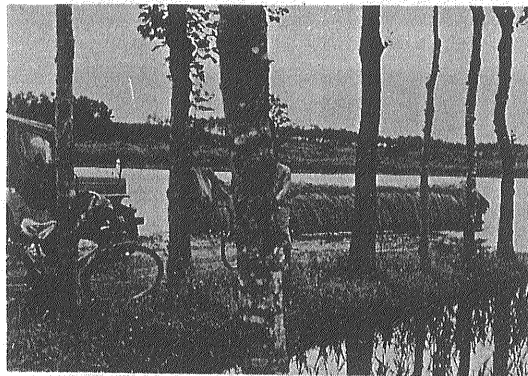
④崖崩れ (村上市瀬波地区大字滝の前 村上市災害対策本部提供)



⑤越後線寺尾駅の北東約 1 km 内野街道北側海岸砂丘縁辺部(コンクリート道路面のドーム状局部隆起 長径約25m 高さ約 3 m)



⑥新潟県岩船郡神林村塩谷部落における地盤の陥没状況

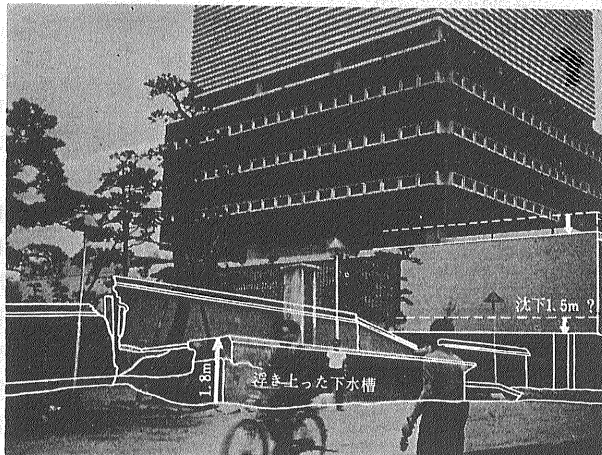


⑦新潟県北蒲原郡中条町乙部落付近 広範囲に水田が陥没した



矢印は傾斜方向を示す

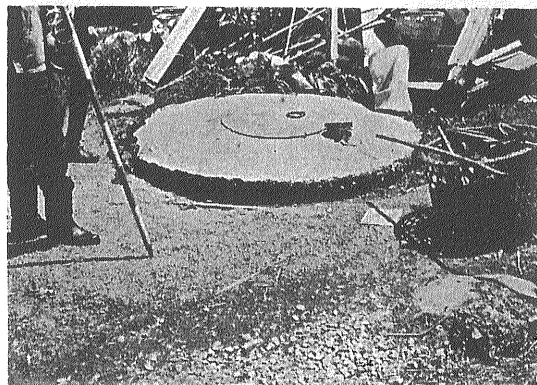
⑧西蒲原郡黒崎村喜久 旧信濃川沿いにゆるく波状にうねった局部沈降隆起 3軒の家は波面に順応して傾斜している 多くの南北性地割れを伴う手前に白く見えるのは噴出した砂



⑨新潟駅前 ホテル新潟の沈下とそれに伴う浄化槽の浮き上がり(1.8m) ホテルは1~1.5m沈下しているが肉眼的にはほとんど傾斜していない 破壊されたへいの内側の庭園はほとんど変動を受けていない



⑩通産省地盤沈下観測井の抜け上がり(約30cm)(新潟市大形)



⑪浮き上がった消防井(村上市山辺里 村上市災害対策本部提供)



⑫新潟県庁分館の抜け上がり



⑬新潟市白山駅南東方信濃川北岸埋立地
河道に平行して発達した地割れ群 道路面が河道に向かって傾斜すると同時に押し出された(第38図参照)

近(おそらく数100年前以後)堆積した地区を除く部分では 一般に被害が少ないようである。

被害のはなはだしい地域を地形的にみると 次の3つの型に大別される

- ① 海岸砂丘と平野部との境界付近
- ② 旧河道およびその沿岸部(現河道の沿岸部を含む)
- ③ 埋立地

Ⅲ. 2. a 地表に現われた種々の地質現象

上記の被害地に共通に認められる現象としては 局部的沈降隆起 地割れ 地下水砂泥の噴出 押し出し などがあげられる。

局部的沈降隆起 個々の沈降や隆起の規模は幅数m から数10m 程度のもが多く 高低差は数m以下であるが(写真5・6) 北蒲原郡中条町では相当広範囲の沈降も認められる(写真7)。平坦地や砂丘縁辺部の緩傾斜地では緩く波状をなし 木造家屋が波形に順応して傾き 異様な光景を呈することがある(写真8)。またビルディングや盛土などの重い構築物は一般に著しく沈下し その周辺部には 地盤の隆起や 軽い構築物の浮き上がりを伴うことがある(写真9)。

井戸 杭 マンホール 基礎の深い建築物 観測井などは 周囲の地表が沈下するために 見かけ上抜け上がったような状態になっていることがある。

この場合には それぞれの最深部と地表との間の地層が 地下水や砂泥の噴き出し 地層それ自体の圧縮によって 全体として抜け上がった分だけ圧縮していることすなわち 圧密を生じていることが明らかである。たとえば 内野町寺尾南西方坂井輪中学付近の県道南側ではコンクリート杭(深さが明らかでないが数m以下)が約15cm 通産省沼垂地区地盤沈下観測井(深度約564m)では17cm 同大形地区地盤沈下観測井2本(深度約522mと約430m)では いずれも約30cm(写真10) 村上市山辺里では消防井が約10cm(写真11)それぞれ抜け上がっている。また県庁分館では部分的であるが 数cm 抜け上がっていることは注目される(写真12)。

地割れ(亀裂) 新潟市街地およびその周辺地域では地割れが著しく発達している。とくに万代橋—帝石橋間の信濃川ぞいおよび黒崎村山田 善久付近の旧信濃川ぞいに顕著であり(写真13) 舗装道路 高層建築物の周辺部 盛土やその周辺部などにも 所によりよく見られる(写真14)。一般に道路 旧河道 現旧河道の沿岸部 砂丘の縁辺部では これらに平行な方向の地

割れが優勢で これにほぼ直角をなすものも見られる。沈下した重い建造物のまわりには 建造物の輪郭に ほぼ平行な地割れを生じている。たとえば 新潟総合グラウンドの観覧席は沈下し傾斜しているが その内側には円形の地割れが生じている。地割れの方向性と地割れの震央に対する方位との関係については 明らかにすることができなかったが 新潟市付近では 全体として北東-南西ないし東西方向 つまり海岸線や海岸砂丘の方向に平行なものももっとも優勢であり これにほぼ直角をなすものも多い。とくに黒崎村の旧信濃川に沿う北北西-南南東方向の地割れ群は注目される。地割れの幅は 一般には数10cm以下であるが 黒崎村善久では1~3mのものが普通に認められ 部落の人の話では幅5mに達するものもあるという。個々の地割れの長さは 一般には数mから数10mであるが たがいに不規則に雁行する数条ないし10数条が群をなし さらに黒崎村の旧信濃河道で見られるように 地割れ群が集合して地割れ帯をつくっているところもある。地割れの落差は20cm以下のものが多いが 昭和橋や大野大橋のたもとの盛土の部分では 60cmから70cmに達するものもある(写真15)。低地の地割れからはよく砂泥を噴出しており 幅の広いものは砂泥でみたまされている(写真16)

地下水 砂泥の噴出 この現象は新潟地震の特徴的なものの1つである。新潟市およびその周辺の被害地では 市街といわず田畑といわず いたるところで地下水とともに多量の細~中粒砂や ときに泥の噴出があった。高層建築物や盛土などのような重い建造物の周辺部 砂丘縁辺部の平地ではとくに著しい。また田畑やグラウンドなどの低地が やや広域にわたって沈下しているところでは 沈下区域全体にわたって 砂泥の噴出が認められる。噴出孔は円形で 一般に線状に配列し 大きいものは径30cm程度に達し 厚さ数10cm以下の細粒砂を ときに泥を混えて堆積している(写真17)。

また 噴出孔が地割れにそって連続しているものもある(写真18)。

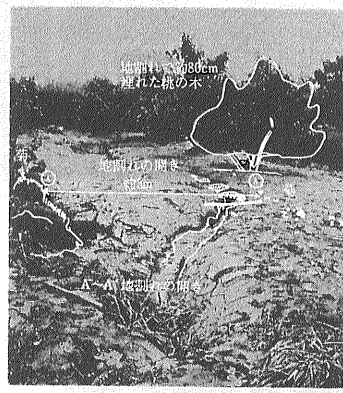
押し出し 上記の局部的沈降隆起 地割れあるいは砂泥の噴出の激しいところでは 表層部が河や旧河道あるいは斜面にそって移動することがある。移動量は多いところで数m以下である。黒崎村善久付近では 顕著な沈降(3m前後)を伴って 国道や信濃川の堤防を 中ノ口川に向かって2~3m押し出している(写真19) また内野町寺尾の北東方約1km付近では 砂丘南東斜面に南側落ち50cm前後の小断層を多数生じ 多量の砂を南東方に押し出している(写真20・21)。



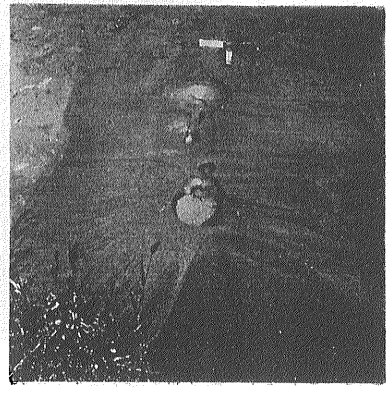
⑭ 砂丘縁辺部の松林中に発生した地溝状の地割れ 幅約3.5m 沈下50cm N50°Eの方向(北蒲原郡中条町桃崎)



⑮ 地割れ(新潟県白根市大野橋白根側の道路破損) (白鳥一典撮影)



⑯ 旧信濃川沿岸部 南北方向(旧河道の方向)の地割れ 割れ目は噴出した砂と一部泥で埋まり桃の木が埋まっている 幅約3m 地割れの方向は南北(南に向かって撮影)



⑰ 西蒲原郡黒崎村大野 大野大橋付近の中ノ口河南岸地 下水と砂の噴出した穴 中ノ口川にはほぼ平行(ほぼ東西)に排列している

Ⅲ. 2. b 被害はどのような地質状態のところ

でどのようにして生じたのであろうか

以上述べたような 沖積層表層部に認められるいろいろの現象が生ずるための条件には 振動の性質(振幅 周期 継続時間 水平か垂直かなど)のほかに 地盤の地質的条件として 次の4つが推定される。

- i) 自由地下水面が地表下浅所にあること
- ii) 水で飽和され 振動を与えると流動状態となって 著しく支持力を減ずるような砂層(いわゆる流砂)や泥層(いわゆる流泥)が 地表下浅所に しかも自由地下水面下に伏在していること
- iii) 自然堆積にしても 埋立てにしても きわめて新しい地層であること. おそらく ii) の条件についても 埋積してからの時間 すなわち 堆積物や埋立地の俗にいう「しまり」が 流砂あるいは流泥現象を呈しやすいかどうかに 大きな影響を与えているように思われる
- iv) 上記のような 軟弱な地盤の上に 砂丘のような塊状をなす堆積物や 盛土あるいはビルディングなどの重量物

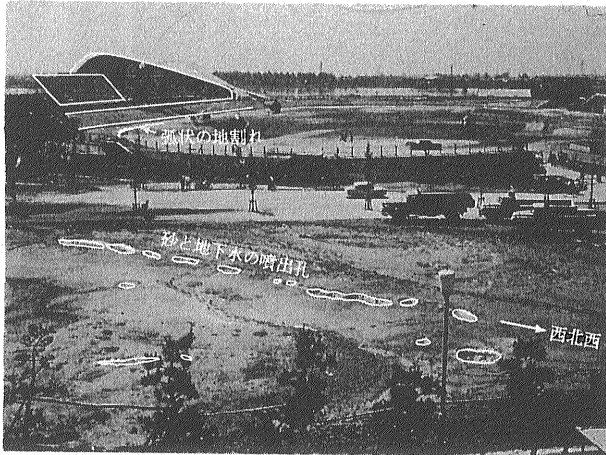
が不安定な状態で乗っていること

次に さきにあげた被災地の3つの型について どのようにして被害が生じたかを 観察事項から少し 考えてみることにする。

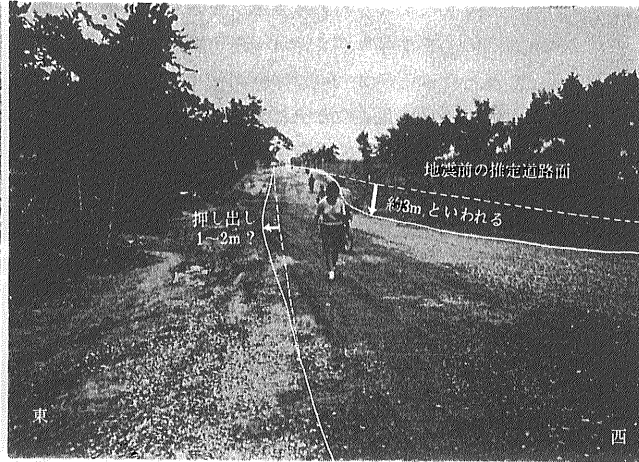
海岸砂丘と平野部との境界付近

新潟市南西方の内野町上坂井付近から 北東方の新潟市寺尾一青山一関屋一東中通り北側にかけては この型の被害が帯状に ほとんど全域にわたって発生している(写真5. 20~23). 信濃川以北でも 北蒲原郡中条町大出付近や 岩船郡神林村塩谷付近などに 同型の被害が各所でおきている(写真 6. 14 24~27). また 新潟市競馬場南西方や大形付近などのように 海岸砂丘内の低地にも 自由地下水面が地表下浅所にあると思われるところでは 被害を生じている。

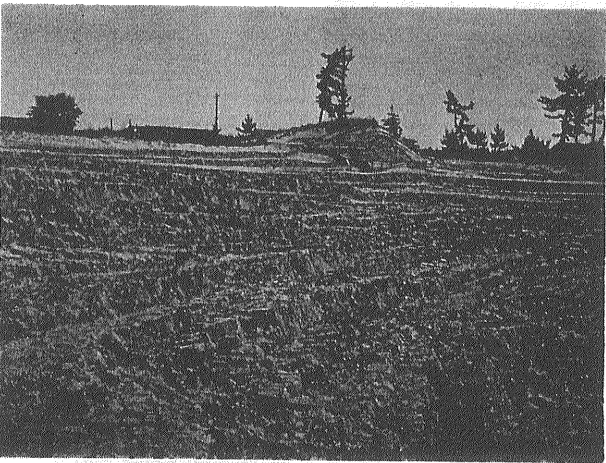
第8図はこの型の被災地の模式断面図で 寺尾付近を



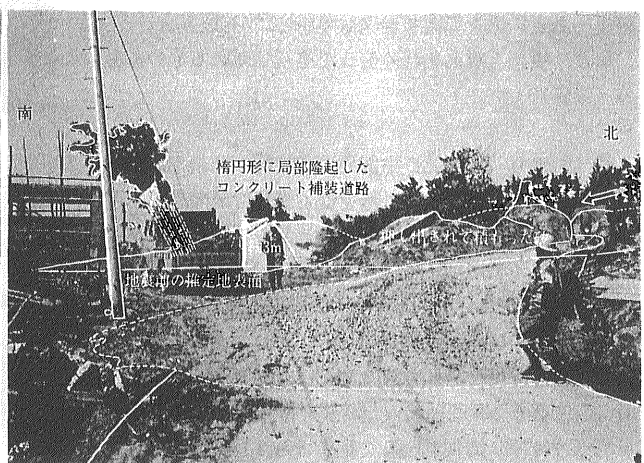
⑧新潟市総合グラウンド 信濃川沿岸付近 スタンドは不等沈下し一般に内側に傾斜している 手前の噴砂孔は西北西方向にほとんど連絡している 左側のスタンドの前にスタンドに平行な孤状の地割れが見える この噴砂孔から噴き出した地下水および砂は約 50cmの高さに達し 地震後約15分間続いたという



⑨西蒲原郡黒崎村善久新潟鉄道越後大野駅の北方約500m旧信濃川河道国道18号線が少なくとも3m沈下し中ノロ川に向かって押し出されている



⑩越後線寺尾駅の北東方約1km内野街道北側海岸砂丘南縁部押し出し多数の階段状断層(1段が50cm前後)によって道路側に押し出している一種の地すべり



⑪左と同じ場所砂の押し出しと道路路面の局部隆起(写真20)に示した押し出しの末端部 左の小山が地震前の道路面で局部的に約3m隆起している 右が押し出された砂で木の根が持ち上げられているのが見える 地震後切り開いて臨時の道路としている

通る南北方向の断面図を概念化して示したものである。海岸砂丘の下位に泥質層があるかどうかはまだ明らかでないが、いずれにしても自由地下水面は平野部より幾分上昇しており、地下水面下の砂層が地震の振動によって流動しやすい状態、つまり流砂状になったことは容易に想像できる。したがって振動によって流砂層にかけられた砂丘の圧力は、流砂層が地表に近接する砂丘の縁辺部で開放されるために、その部分に地下水や砂泥の噴出、局部的隆起沈降、地割れあるいは押し出しなど種々の変動を生ずるものと思われる。一般に内野町から白山付近にかけて、県道の北側では南東への押し出しや波状をなす局部的隆起沈降が著しい(写真22)。

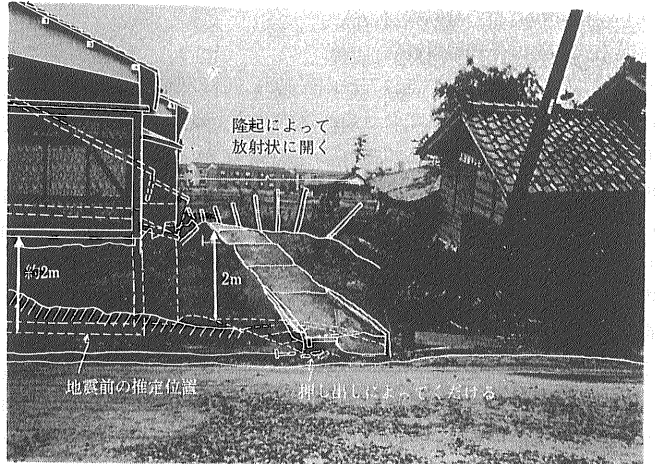
旧河道およびその沿岸部 (現河道の沿岸部を含む)

第7図において河道堆積物および旧河道内にある低湿地として示されているもののうち、とくに新しい堆積物(第7図の新潟市街では新しい河道堆積物として図

示してある)の部分における被害が大きい。新潟市街は砂丘、古町西堀町一帯、沼垂の一部を除いては、その大部分が過去約300年以降に信濃川および旧阿賀野川の堆積物で埋められている。これらのほかに現在の通船川に沿う旧阿賀野川沿い、黒崎村山田、善久付近を通る旧信濃川沿いの区域が新しい河道堆積物に属する。とくに後者は約70年前まで信濃川が流れていたという。第9図はこの型の被災地の模式断面図で、黒崎村の旧信濃川付近の横断面図を著しく概念化して示したものである。この図を中心に黒崎村の旧信濃川沿いの地表の変動について少し説明を加える。第9図の破線で示したような地形および地質状態のところに強い振動が与えられると、旧河道内の堆積物よりややしまりかつその面(田面)より1~2m高い旧河道沿岸部の堆積層(おもに畑地や宅地)では地下水で飽和されている地表下浅所の砂層や泥層が流動状態となるものと推定される。このため旧河道沿岸部は全体としてきわめ



②内野街道越後線寺尾駅の南西方約800m海岸砂丘南縁部 倒壊土蔵 地震とともに砂の地盤が約80cm盛り上がり 波打ちながら傾き沈んだという



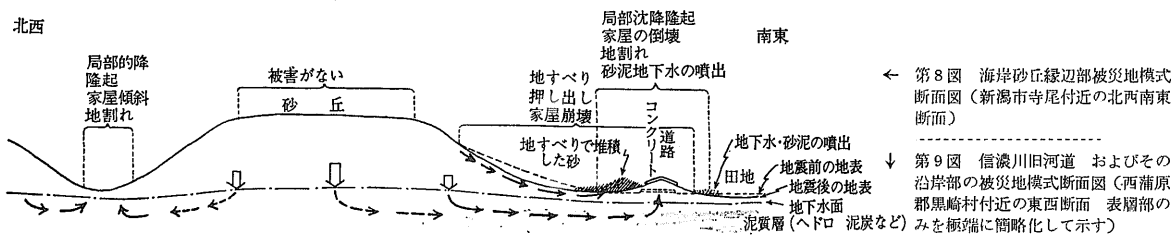
③越後線寺尾駅の北東方約1.8km 砂の押し出しに伴う局部隆起で約2m持ち上げられた家(左)と倒壊家屋(右) 後方が海岸砂丘



④地震発生直後泥水が地割れから噴出 地割れは校舎の床下にも生じている (新潟県北蒲原郡中条町大出小学校校庭)



⑤新築したばかりの大出小学校の校舎は使用不能なまでに破損している



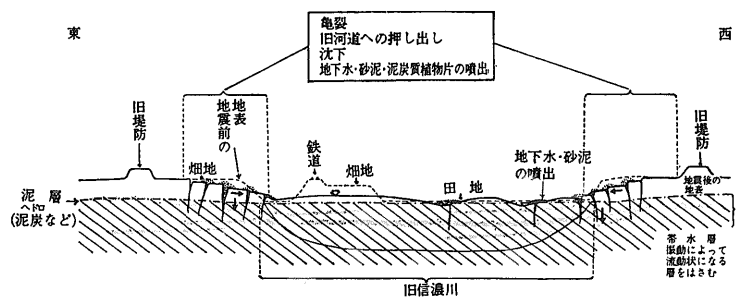
← 第8図 海岸砂丘緑地部被災地横式断面図(新潟市寺尾付近の北西南東断面)

↓ 第9図 信濃川旧河道 およびその沿岸部の被災地横式断面図(西蒲原郡黒崎村付近の東西断面 表層部のみを極端に簡略化して示す)

て軟弱な堆積からなる旧河道に向かって押し出すと同時に 沈降地割れ あるいは砂泥や地下水の噴出などの変動を生じ 家屋や畑地に大きな被害を与えるものと推定される。したがって 被害は旧河道に近いほど大きく 旧河道の沿岸から数10mないし 数100m離れた自然堤防のところでは 地表の変動はほとんど認められない。

旧河道内では田面や畑地は波状に緩く起伏し(写真8) 峯の部分では水が枯れ 谷の部分では数10cm水没している。また旧河道内では 田面より0.5~1m 高い畑地 さらにそれより0.5~1m 高い新潟鉄道の盛土は いずれも地震後には田面とほぼ同一面になられ レールは蛇のように曲りくねっている。これらの畑地や盛土は 振動によって沈下すると同時に 田地内に押し出して広がり 異様な光景を呈している(写真28)。

地下水や砂泥の噴出は 旧河道内沿岸部を問わず著しい。地割れは沿岸部のものがきわめて大きく その幅は約5mに達し 家屋に甚大な損害を与えている(写真16・29・30)。これに対して 旧河道内ではむしろ圧縮的傾向にあり 水平ずれ(55cm 以下)が目立つ(写真31)のは 旧河道の両岸部からの押し出しの影響による



盛土(鉄道)畑地は田面とほとんど同一平面をなすところが多い 田地の面は緩く波うつ(局所的な隆起・沈降)亀裂

のかも知れない。また 田面には振動によって浮き上がったと思われる樹幹や泥炭塊が 点々と見られるのは興味深い。

黒崎村善久部落で 幅3mと2.4mの2条の地割れで倒壊した旧河道ぎわの家の主人は 地震の様子を次のように語ってくれた。地震は約5分間続き 揺れが始まってから1.5~2分たつて 地面が割れると同時に多量の地下水と砂とが噴き出し これは振動が終ってから2~3分続き 水は腰の深さにまでなった(この出水はおそらく旧河道沿岸部の畑地から噴き出した水が 旧河道に流れ出したためと思われる) 地割れの幅は地震直後は2mであったが その後も徐々に幅を広げ 約40時間後に3mになって 活動はほとんど停止したという。

またある被災家屋の主人は 地震後5日目(6月20日)



◎神社の鳥居が傾いている(新潟県岩船郡神林村塩谷部落)



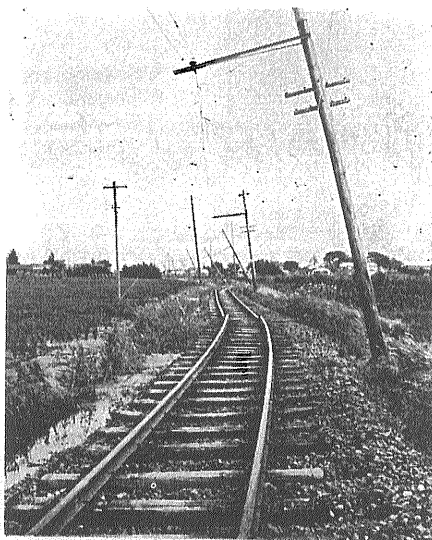
◎民家の内部 外見は無被害のように見える家屋も一歩内部に入れば破損がはなはだしい 床下に地割れ(小断層)が生じている(塩谷部落)

に復旧工事をしたが なお沈下を続け 地盤が安定しないという。 さらに 地震最中に田面を観察したある青年は 田面が70~80cmの振幅で 緩く波打ったと語っていた。 このことは 現在田面の起伏の高低差が 目測で50~100cmぐらいあることからもうなずかれる。

西蒲原郡黒崎村と白根市との境界の大野大橋付近の中ノ口川南岸や 新潟市街地の信濃川沿岸でも 前記旧河道沿岸部と類似の変動が認められる(写真18)。 とくに大野大橋の南のたもと(写真15・17・32)や 昭和橋の北のたもとのような盛土は 地割れで完全に破壊されている(写真33~35)。

埋立地

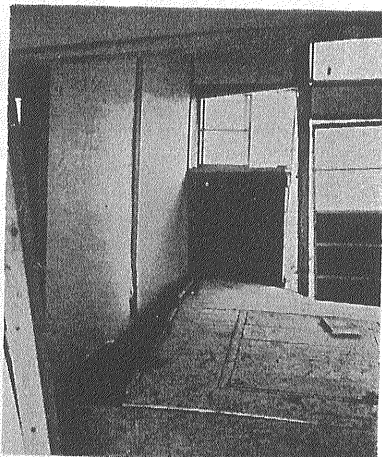
埋立地としては 新潟市街西部の関屋南方から川岸町白山の鉄橋にかけての信濃川西岸区域と 新潟駅前とが最近のものであり 万代橋以北の信濃川東岸にも より



⑱旧信濃川河道越後鉄道線路は曲折著しい 鉄道路盤は田面から0.6~1mあったというが地震後は平坦化されている(新潟県西蒲原郡黒崎村山田付近)



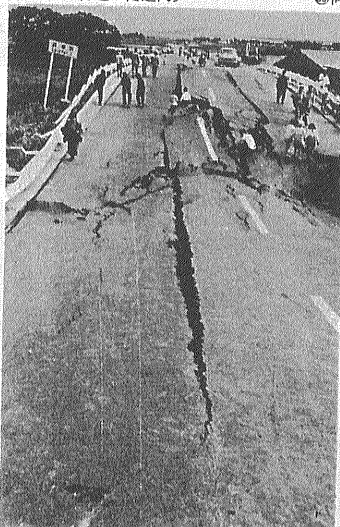
⑳地割れにより破壊された家(新潟県西蒲原郡黒崎村善久付近旧河道内)



㉑同家屋の内部 床が土砂により持ち上げられている



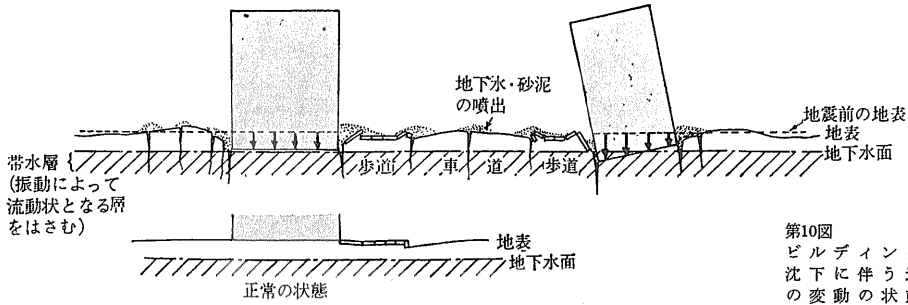
㉒旧信濃川河道内田圃あぜ道のずれ 時計方向にずれる 白く見えるのはほぼ南北方向の地割れにそって噴出した細砂(旧信濃川河道内)



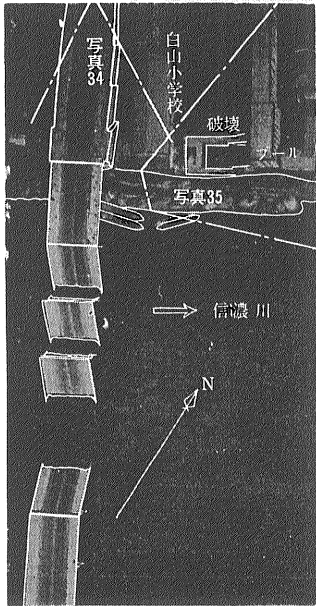
㉓新潟県西蒲原郡黒崎村大野橋の地割れ



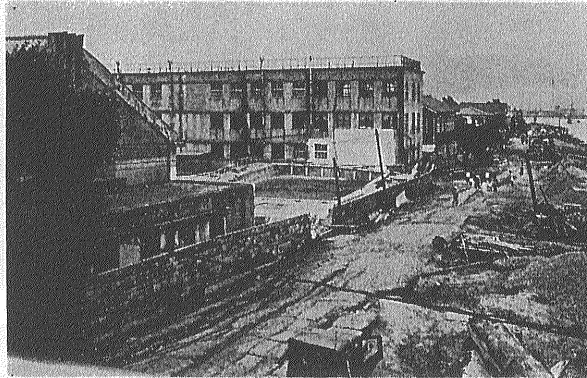
同左 拡大部



第10図
ビルディングの
沈下に伴う地表
の変動の状態を
模式的に示す

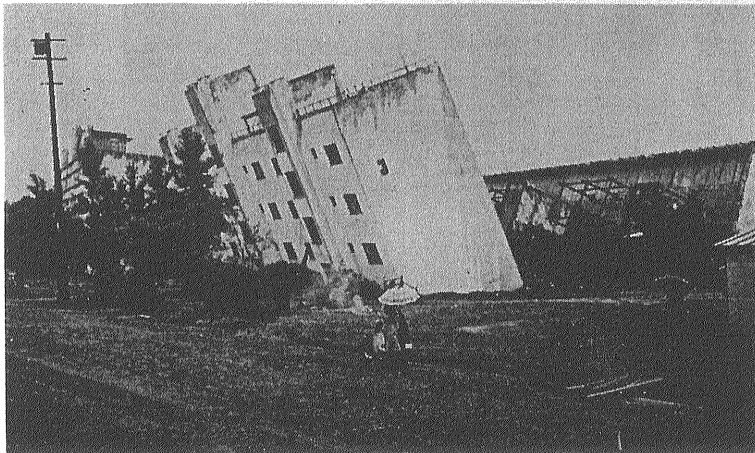


㊦ 昭和橋付近
昭和橋南のたもとの地割れによ
って擁壁が開いている。その東
方の白山小学校のプールも破壊
されている (防衛庁 39.6.17 撮影)

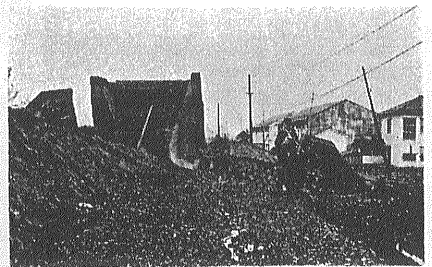


↑
㊦ 昭和橋南たもとの
地割れ。両側の擁
壁は開き顕著な不
等沈下を生じている

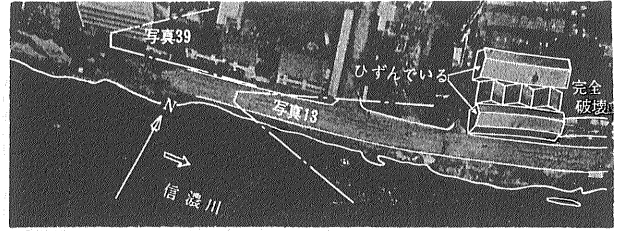
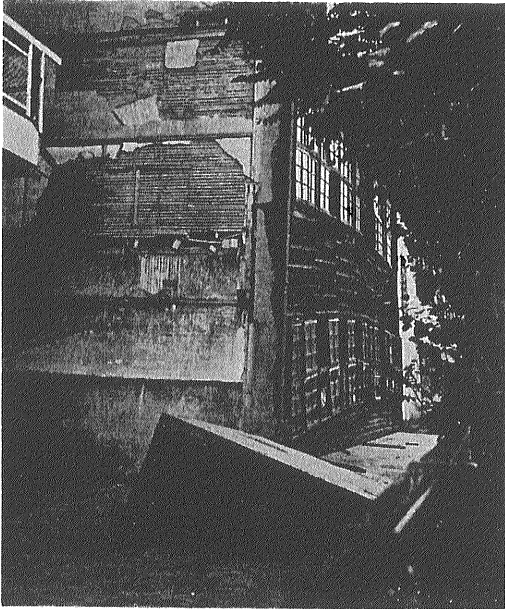
←
㊦ 昭和橋南たもとの
東隣り 信濃川北
岸 白山小学校
(左)のプールのへ
イは破壊され道路
には顕著な地割れ
を生じている ㊦ 参照



㊧ 新潟市川岸町信濃川北岸埋立地 県営アパートの横倒しおよ
び傾斜 この一群は8棟からなるが多かれ少なかれ全部傾斜している

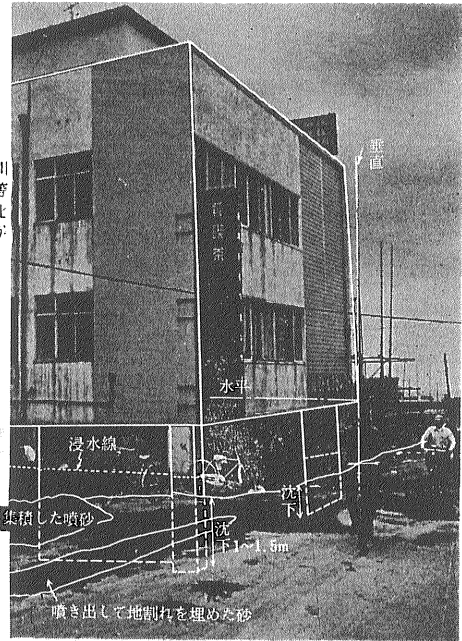


㊨ 越後線白山駅鉄橋間の陸橋
盛土の崩れ(石垣が両側にひ
らいて完全に崩壊している)



㉞白山駅南東方信濃川北岸(新潟市川岸町)(防衛庁 39. 6. 7 撮影)

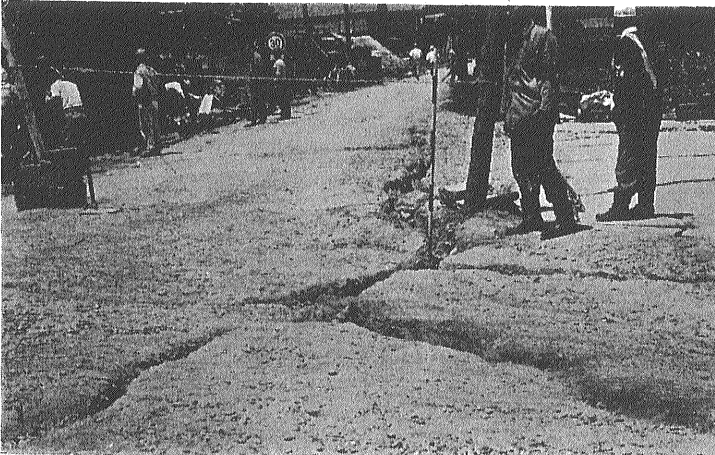
川等化が
濃ののき
信不浄上
方地下浮
南地左に
駅埋左に
北岸下が
槽が逆に
沈槽って



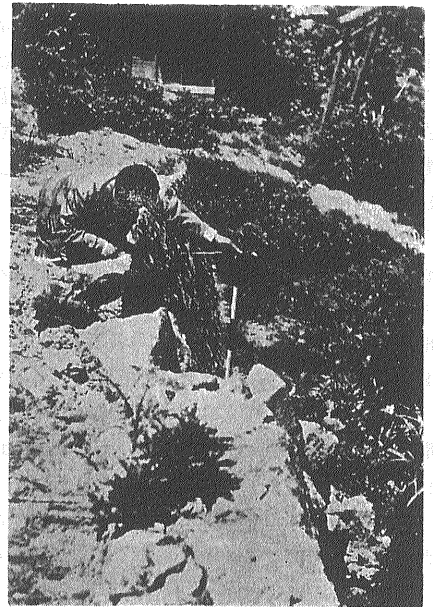
㉞新潟駅付近の建物の沈下 黒い線は噴出した砂で埋められた地割れ建物の黒い線まで一時浸水した



㉞ガス輸送管の破損(新潟県村上市岩船町 村上市災害対策本部提供)



㉞人家の倒壊と道路の地割れ(岩船町八日市 村上市災害対策本部提供)



㉞石垣の水平ずれ 鶴岡市湯野浜 (鶴岡市災害対策本部提供)

第 4 表 新 潟 地 震 予 察 災 害 地 概 況

災害地の地形区分	災害観察地	主要災害状況	表層変化状況	備 考	
平野部に生じた災害	砂丘地帯と内側平野部との境界付近に生じたもの	新潟市 東中通り一青山一寺尾一内野	家屋倒壊・破損 畑地破損 鉄道不通 橋梁破壊など	亀裂 地すべり 局部隆起・沈降 噴砂泥・噴水など	添布第1図 (7)~(8)
		〃 大形	家屋破損	亀裂 噴砂泥 噴水	同上(7)
		新潟県北蒲原郡中条町 大出 乙 桃崎	家屋倒壊・破損 水田破損 道路破損	亀裂 噴砂泥 噴水 田面起伏	同上(6)
		〃 岩船郡神林村 塩 谷	家屋倒壊 破損 井戸水濁濁 水田 道路破損	亀裂 小断層 局部隆起・沈降	同上(5)
		〃 村上市郊外(四日市) 〃 〃 岩 船	家屋倒壊破損 ガス管破損 道路 橋梁破損 堤防破損 市街浸水 港湾破損 漁船破損	高沙 亀裂	同上(4) 同上(5)
山地に生じた災害	旧河道およびその沿岸部	新潟県西蒲原郡 黒崎村 山田一善久	家屋倒壊・破損 田畑破損 鉄道不通	亀裂 局部隆起・沈下 噴砂泥 噴水 土砂押出し	同上(10)
	(現河道あたりを含む)	新潟市	家屋の沈下 傾倒 道路破損	亀裂 局部隆起・沈下 噴砂泥 噴水	同上(8)
		新潟県白根市	道路破損 橋梁破壊	亀 裂	同上(10)
	埋立地に生じたもの	新潟市 新潟駅前	家屋とくにビルディングの沈下 倒壊 破損 鉄道不通	亀 裂 局部隆起・沈下 噴砂泥 噴水	同上(8)
		〃 関屋・白山両駅南方河岸			
新第三紀層丘陵の周辺平野部に生じたもの	山形県 鶴岡市大山一下興屋	家屋の倒壊・破損 道路破損	亀裂(局所的)	同上(1)	
	新潟県村上市	同 上		同上(4)	
山地に生じた災害	新潟県岩船郡 勝木付近(羽越八幡山隧道)	鉄道不通	崖崩れ(新第三紀の泥岩および集塊岩)	同上(3)	
	〃 〃 府 屋	家屋半埋没 道路破損 水田灌溉溝破損	集塊岩上の新期砂層すべり落ち 亀裂	同上(2)	

古い埋立地がある。信濃川沿岸の埋立地は人工的に作られた新しい堆積層で第9図の旧河道沿岸部の被災地と類似の変動を受けているものと見なされる。地盤は自然堆積層よりむしろ悪い条件にあるとも考えられ地割れ 地下水や砂泥の噴出 河道への押し出し 建物の沈下が著しい(写真13・36~39)。一方新潟駅前の埋立地はむしろ第9図の旧河道内堆積物を埋立て砂で置きかえた状態に似ており旧河道内堆積層上に重い建築物を建てた場合を想像すれば地震によってどのような変動を生ずるかが推定できるであろう。実際に基礎の浅いと思われる鉄筋の建物は1m前後不等沈下していろいろの方向に傾いているものが多く地割れ地下水や砂泥の噴出も著しい(写真9・40)。第10図は高層建築物の沈下の状態を模式的に示したものである。

以上のほかに村上市鶴岡市地域には新第三紀層丘陵の周辺平野部にも家屋倒壊地割れ等の相当の被害を生じている(写真41~43)。

なおわたくしたちが予察的調査を行なった災害と表層の変化状況との関係を表示すると第4表のようである。

IV 地質調査所今後の

調査研究の方針と内容(案)

新潟地震についてはさきに述べたように多くの国立調査試験研究機関や大学などによってそれぞれの立場で予察的調査研究をいちおう実施したがいずれも早急に詳しい本格的な調査研究を推進するものとみなされる。地質調査所としてもこれまでに述べたとおりひとまず予察調査を終えたので関係調査研究機関と密接な連絡をとりながら本格的調査研究を実施する段階にきている。さきにかなり詳しく述べたように新潟地震による災害は山地部よりも平野部において著しくまた地盤の変動も平野部に著しいものがある。わたくしたちは予察調査の結果平野部における災害は地表からごく浅い個所に軟弱地下水を多量に含んだ地層(砂または泥)があってそれが上下左右に激しくゆすられたさい流動化し地震のさい生じた亀裂を通して流砂または流泥として地表に噴き出しそのために地表に陥没と押し上げによる隆起とが生ずることによってひきおこされたものが大部分であろうと

推測した。さらにことばをかえて述べれば 地表の条件がたがいにきわめてよく似ている個所でも 地盤の変動(主として沈下)の生じているところと 生じていないところがあるが この違いを生じた原因は 地下に流動化しやすい地層が存在しているかどうか ということではないだろうか。

このような考えのもとに 新潟地震というものをみた場合 地質調査所としては 上に述べた推論が正しいかどうかを まず確かめなければならない。さらに流動化しやすい地層が 地表からどれほどの深さに どれだけの厚さをもって どれほどの範囲に分布しているか 流動化しやすい地層の上下には どのような性質の地層がどのように発達しているか といった事項についてじゅうぶん調査しなければならない。このようにして 地表下における軟弱地層(流動化しやすい)の分布状況を よく解明しておくことは とりあえず 新潟市街の復旧に大いに役立つものと信ずる。すなわち 新潟市街およびその周辺についていえば 地表下の地質状況をできるだけ正しく知ったうえで その土地の利用面を検討し その措置を講ずることが肝要と思われる。地下の地質条件を軽視して 都市の発展・拡大を強行した点を反省し 今後の新産業都市の建設にも この苦い体験を役立たせなければならない。このことは ひとり新潟市に限ったことではない。

前章で述べたように 新潟市およびその周辺には 新潟地震に伴って 平野部に生じた地盤変動のあらゆる型がみられるので 地質調査所としては とりあえず この地域を調査研究の主対象とするのが妥当と思われる。

他方 新潟地震というものも 裏日本の油田地帯を支配している地質構造 とくに断層系とは まったく無縁であるとは思えない ということを 第Ⅱ章で言及したが 地質調査所としては 新潟地震と 油田地帯の地質構造との関係を 巨視的な見地に立って 考究する必要がある。とくに 現在もなお活動をつづけている断層や 傾動している地塊があるならば これらについても

他の関係研究機関(たとえば地震研究所など)と密接な連絡をとって 詳しい調査研究を行なう必要があらう。

また 大地震に伴って 深層部の地下水や温泉にも変化を生ずるのが普通であり 地すべりや 崖崩れ 山崩れ 断層 亀裂 などが生ずることも よく知られている。地質調査所としては これらのこともじゅうぶん調査して 新潟地震による地殻の変動を解析するための資料を 入手することに努めるべきであらう。

新潟地震の勃発を契機として 地殻または地盤の変動ということ を 調査研究の対象としている 各国立調査試験研究機関は 国立防災科学技術センターが中心とな

って 新潟地震防災総合研究 なるテーマをとりあげた。目下 防災センターが鋭意その実現に努力しているので実施の日も間近いことであらう。

地質調査所としても この総合研究の一翼を分担する立場にあるが 上に述べたような方針のもとに つぎにあげるようなテーマについて 調査研究を推進して 当所としての責務を果たすつもりである。

新潟地震防災総合研究の一環として 地質調査所が行なう 調査研究項目(案)

A 平野部における調査研究

- 1) 航空写真による地質学的研究 (主として新潟市およびその周辺)
- 2) 浅層部の地質調査研究 (同上)
- 3) 試錐(深度100m内外)による沖積層の調査研究 (新潟市およびその周辺)
- 4) 電気探査による沖積層の調査研究 (同上)
- 5) 浅層地下水の調査研究 (新潟市・長岡市・高田市・中条町およびそれぞれの周辺地域 佐渡郡国府川流域の平地)
- 6) 深層地下水の調査研究 (新潟市およびその周辺)
- 7) 流動化しやすい堆積物の堆積学的研究 (同上)
- 8) 既設の地盤沈下観測井による 地盤変動に関する調査研究 (新潟市)
- 9) 重力探査による深部 地下構造に関する調査研究 (信濃川—加治川間)

B 丘陵および山地における調査研究

- 1) 航空写真による地質学的研究 (新潟県・山形県)
- 2) 温泉の泉況変化に関する調査研究 (湯野浜・湯田川・温海・瀬波・月岡・村杉・新津・六日町)
- 3) 地質構造および裂か(亀裂)に関する調査研究 (同上)
- 4) 地すべり 山崩れ 崖崩れ 等に関する調査研究 (同上)

C 海域における調査研究

音波探査による 海域における地盤の変動に関する調査研究 (粟島周辺海域)

D 総合的調査研究

地質調査所以外の調査研究によって得られた資料をもとりいれて 地質調査所としての立場において A B C の各成果を総括する (新潟県・山形県)

以上の調査研究テーマについては その緊急性を考慮して いちおう 本年度(昭和39年度)内に 一通り実施して それぞれの結果をだすように 鋭意努力することはいうまでもない。しかしながらそれらの多くは 2~3年の歳月を費やして 本格的に調査研究することによって はじめてよい成果をあげ得る性質のものなので 地質調査所としては それらについて39年度にひきつづいて 調査研究を実施する必要がある。

(筆者は 石炭課長 図幅1課長 石油課)