

1964年の新潟地震による市街地における液状化災害の復元

藤田 至 則^{*}・浜田 政 則^{**}・高 浜 信 行^{*}
大 草 重 康^{*}・興 水 正比古^{**}・児 玉 悟^{***}

Reappraisal of liquefaction disasters in urban areas in the 1964 Niigata earthquake

by

Yukinori FUJITA, Masanori HAMADA, Nobuyuki TAKAHAMA,
Sigeyasu OKUSA, Masahiko KOSHIMIZU, and Satoru KODAMA

(Abstract)

In recent years landslide and large scale permanent ground displacements caused by liquefaction during earthquakes have been disclosed in very gentle sloping on nearly flat areas by the authors. Large scale permanent ground displacements must have occurred due to the slide of overlying layers along the loose fine sand layer in a depth which had liquefied during the earthquake. From this point of view the ground disasters by large scale permanent ground displacements have been reappraised in the areas of Niigata city during the 1964 Niigata earthquake. It has been proved that such permanent ground displacements occurred in wide areas by liquefaction in Niigata city.

Key words: Niigata earthquake, liquefaction, ground displacement

キーワード: 新潟地震, 液状化, 地盤の変移

I ま え が き

1983年(昭和58年)5月26日, 秋田沖で発生した日本海中部地震によって, 津波災害と, 住宅, 道路・港湾施設・人工水田などにおける地盤災害が生じた。

藤田は, 秋田県若美町^{わかみ}付近の人工水田と住宅, 秋田港と能代港の港湾施設や道路, 能代市の住宅, 各地の盛土した道路などに生じた液状化による災害の調査を行い; この過程で, 若美町の人工水田に生じた噴砂の調査結果, とくに, 噴砂列と水田の地盤の傾斜の関係から, 噴砂と地割れは, 傾斜地盤上の砂層の液状化による地すべりが原因であるという仮説を発想した(図-1)。そして, 上記の港湾施設の災害が, この仮説によってよく説明できることを知り(図-2), 同時に, 住宅や盛土の道路などの災害の原因もこの仮説で説明できることがわかった(藤田, 1983)。

藤田は, さらに, この仮説によって, 1964年(昭和39年)6月の新潟地震によって生じた噴砂と地割れの災害の原因について, 検討した結果, 前記の仮説ですべて合理的に説明できることを知った(藤田, 1986)。

* 新潟大学積雪地域災害研究センター

** 東海大学海洋学部海洋工学科

*** 新潟大学工学部土木学科

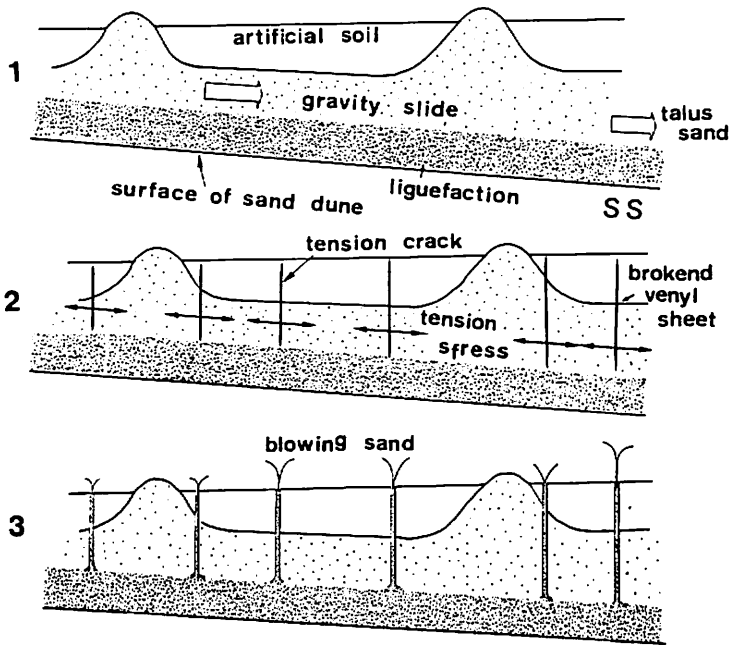


図-1 若美町の人口水田における噴砂の形成過程を示す模式断面（藤田，1983）

- 1：傾斜した滞水砂の液状化によって、表層土塊が傾斜ぞいに移動する。
- 2：表層土塊が水平引張力で開口破断する。
- 3：圧の高い液状砂が噴出して噴砂を形成する。

Fig. 1 Schematic profile showing the formation of sand volcanoes by liquefaction in puddy field in Wakami-cho.

1. The surface soil slide down along the sloping liquefied sand layer.
2. Tension cracks were formed in the surface soil by a horizontal tensile stress.
3. The liquefied sand with a high pressure erupted from the cracks forming sand volcanoes.

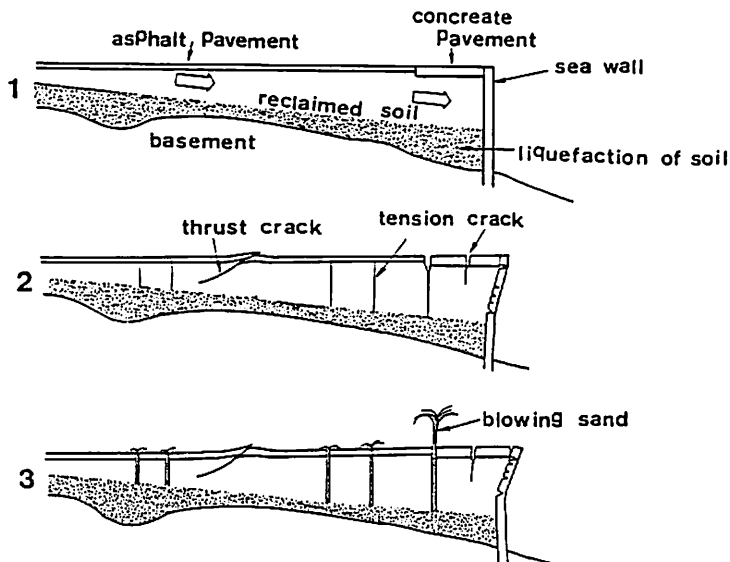


図-2 秋田港駅東方の埠頭の噴砂の形成過程を示す模式断面（藤田，1983）

- 1：傾斜した滞水砂の液状化によって、表層土塊と舗装部が傾斜ぞいに移動（矢印方向）。
- 2：表層土塊と舗装部が水平引張力で開口破断する。
- 3：圧の高い液状砂が噴出して噴砂が生じる。

Fig. 2 Schematic diagram showing the formation of sand volcanoes in the quay to the east of Akita-ko station.

1. Surface soil layer and pavement slid down displace along the sloping liquefied sand layer in the arrow direction.
2. Tension cracks were formed in the surface layer and pavement by a horizontal tensile stress.
3. The liquefied sand with a high pressure erupted from the cracks forming sand volcanose.

さらに、1984年長野県西部地震によって、伝上川上流の斜面をおおっていた、軽石層とスコリア層が液状化することによって、大崩壊が生じ、下流に大規模な土石流をもたらした、という上記の仮説を適用した見方を提唱した（藤田・鈴木、1984）。

その後、浜田らは、能代市と新潟市において、地震の前と後に撮った空中写真によって、地盤の水平移動の測定を行い、その移動が液状化によって生じたとの見方を得て、藤田の仮説を実証し、同時に、液状化をもたらした砂層の傾斜の状況を明らかにした。さらに、能代市における、傾斜地盤にそった地盤の水平移動に伴って生じた、水道管とガス管、ならびに、家屋の災害状況の実態をも明らかにした。また、新潟市における近年のビルの再建築に当たっての旧ビルの基礎杭の引き抜き作業の結果、判明した、多くの基礎杭が地盤の地すべり方向に、屈曲したり、折れたりしている事実が判明したという事例を紹介し、前記の仮説の正しさを側面から検証した。さらに、新潟市の信濃川に架橋された万代橋の両側の地盤が河に向かって水平移動していることを、航空写真によって明らかにした（浜田ほか、1986 a；1986 b；HAMADA, M.,1986）。

II 新潟地震による地盤災害の復元

著者らは、以上にのべた研究結果を吟味した結果、新潟市の市街地において、一定の方針をたてて調査をすれば、災害時の液状化による災害状況を復元することができるという見通しを得たので、次のような方針で調査を進めた。本報告の図の作成は、新潟大学積雪地域災害研究センターの鈴木幸治技官にお願いした。また、本調査に関するアンケートには、後述の新潟市の調査地における市民の皆さんからの協力を戴いた。以上の方々に厚く感謝する。

1. 調査方法

- (1) 地震の発生前と発生後の航空写真によって、地盤の水平移動の変位量を求める。とくに、アンケートの成果が得やすい地震前からの住宅密集地帯において、上記の変位量を集中的に求めた。
- (2) あとであげるように、四ヶ所において、予め、用意したアンケートによって、地元の人々にアンケートの回答を求め、同時に、地元の人々が保管している写真などをお借りして解析をおこなった。なお、地盤災害の記録が残されている小・中・高校や養護学校などの資料をお借りし、地盤災害の状況の復元を行った。
- (3) 調査地における地震前と地震後の道路分布、特にその傾斜状況から地盤災害の状況の復元を行った。

2. 調査地域

調査は、次の10ヶ所でおこなった（図－3）。しかし、地元の人々に対するアンケートは市街地の四ヶ所で行った。

<市街地>

- ① ^{おおがたほんちょう}大形本町
- ② ^{しもやま}下山町
- ③ ^{しんがわ}新川町（通船川と阿賀野川の合流部）
- ④ ^{しんめい}神明町

そして、次の六ヶ所は、すべて、高・中・小学校と養護学校で、そこには、地震災害の状況に関して、それぞれ、記録が残されていたので、それらの資料を収集し、学校当局の証言にもとづいてそれらを整理しなおした。

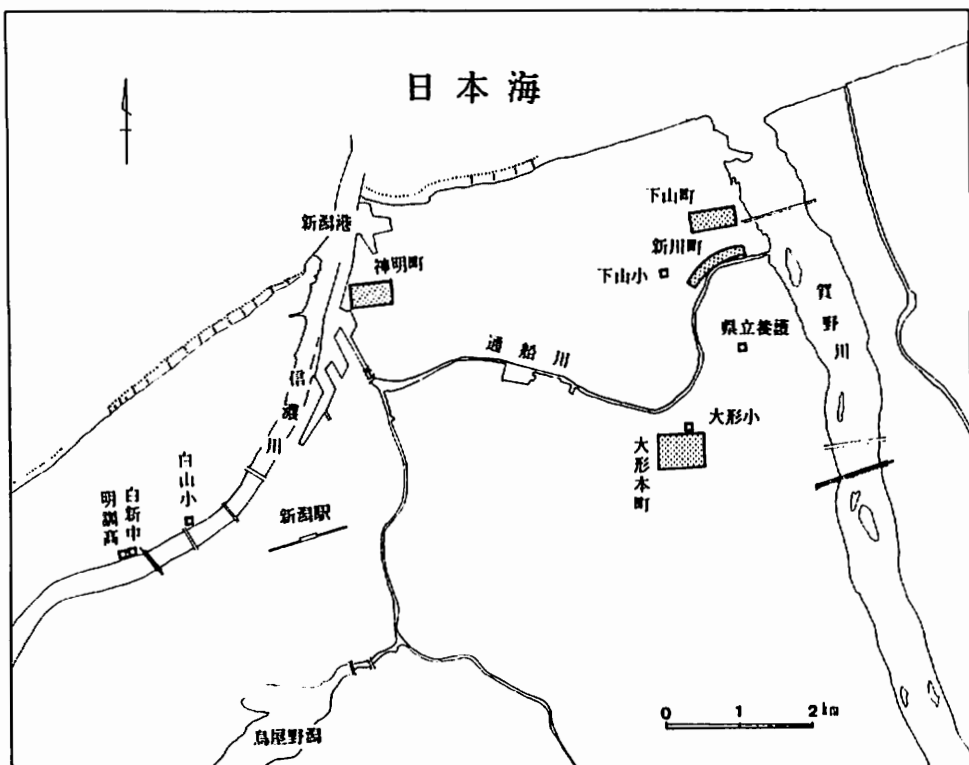


図-3 新潟地震による地盤災害の見直し地域
Fig. 3 Ground hazard areas by the 1964 Niigata earthquake reappraised.

<学校関係>

- ① 市立白新中学校 (はくしん)
- ② 私立明訓高校 (めいくん)
- ③ 県立養護学校
- ④ 市立大形小学校
- ⑤ 市立旧下山小学校
- ⑥ 市立白山小学校 (はくさん)

3. 市街地の調査結果

アンケートを中心として四ヶ所の<市街地>で調査を行った。

(1) アンケートの項目

省 略

(2) 有効回答の件数

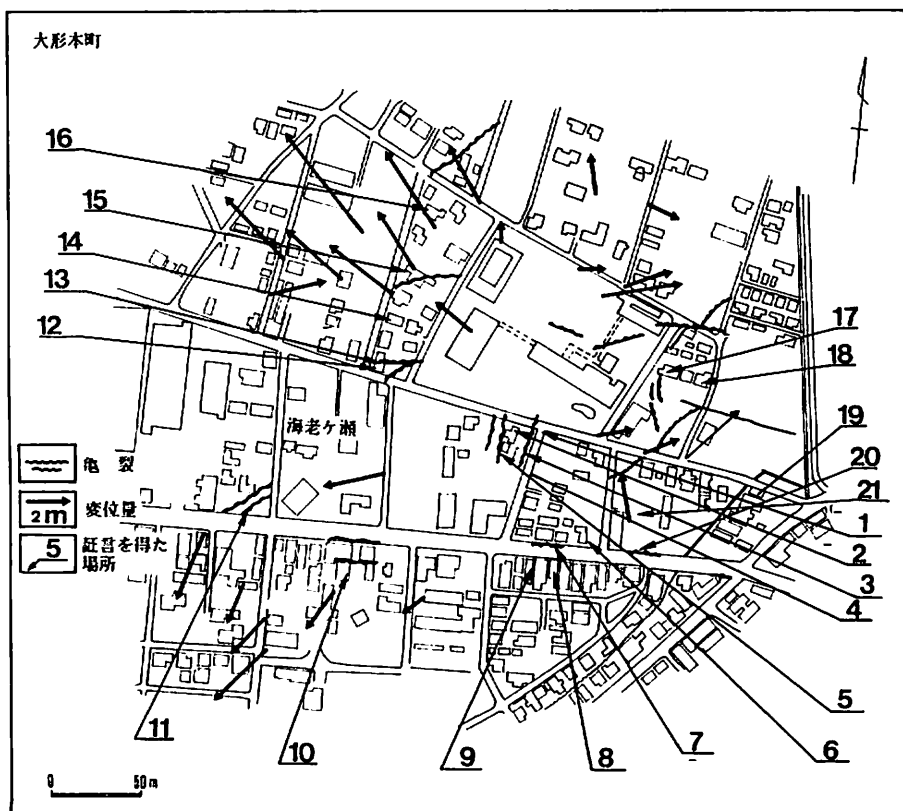
大形本町	: 21件	下山町	: 17件
新川町(1)	: 12件	新川町(2)	: 15件
神明町	: 11件		

これらの資料については、＜市街地＞では、大形本町、下山町、新川町(1)(2)、神明町などにおける調査例を報告し、また、＜学校関係＞では、市立大形小学校、旧下山小学校、白山小学校などの資料についてだけ報告する。

(3) 市街地の調査内容

A 大形本町（図－４）

この図は、航空写真にによって得られた土地の水平移動量（変位量）、写真などによって画いた地割れ、そして、住民から得られた証言のうち有効な21ヶ所の証言のあった場所などを図示してある。



図－４ 新潟市大潟町における地盤災害の復元（番号は、証言を得た地点）

Fig. 4 Large scale ground displacements by the 1964 Niigata earthquake in Ōgata-cho, Niigata city (Numbers shows the point where eyewitnesses existed).
 → displacement vector ≈ cracks

a 証言

証言１：家が道路側へ傾斜、庭に噴砂の跡、それは、深さ80～100cm、大人一人が入る亀裂あり。

証言２：土地が盛り上がり、前の道路より高くなった。直径8～9 m位の噴砂の跡あり。

証言３：家が道路の方へ1～1.5 m移動し、家全体が0.8～1 m沈下。

証言４：地震前に真すぐな道が、地震時に曲がってしまい、今もそのまま。

証言５：地震前に、家は道路より30～40cm高かったが、地震後は同じ高さとなった。家の敷地に2本の亀裂がイナズマ型に走った。

証言6：家が国道（7号線）側へ移動して傾斜。家の裏の水田から噴水と同時に軽石がふきでた。田のあぜの止め木が浮上った。水田全体がうき上り、東の方へ流れるような感じがした。

証言7：家は国道側で約50cm沈下し、家と国道の間に長さ4～5mの亀裂が生じた。

証言8：家の南側は元は沼地で昭和32～33年頃埋め立てた。この部分に水がわき出した。

証言9：家全体が5～6m沈下した。国道に東西方向に沢山の亀裂が走った。

証言10：家全体が50～60cm沈下し、南側へ移動した。家の前とうしろに、国道と平行して巾1m位の亀裂が生じ、家のうしろの亀裂を境にして南側が南西方へ移動した。国道側の亀裂から水が噴いた。

証言11：家が国道側へ3m移動し、国道側が1m位沈下した。小学校の方（北東方向）から家を横切る巾1m程の亀裂が入り、そこから軽石を含む噴砂がでた。

証言12：家の東側が沈下した。家を通った亀裂から噴水した。

証言13：全体として、高いところが低くなった。家の北西側が沈下し、そこから水が噴き出した。水の噴き出しは、2～3日つづき、足をいれるともぐった。家の敷地に亀裂が2本走った。亀裂は子供がすっぽり入る程度（写真－1）。

証言14：家の東側が沈下したため家が傾いた。家の西側の側溝が西に湾曲した。巾15cm程度の亀裂が何本も走り、そこに水が噴きでた跡があった。

証言15：家全体が40cm程沈下した。敷地内に巾1m、長さ10mほどの亀裂が生じた。亀裂から噴砂があった。亀裂に足を入れると底なし沼のようだった。床下に噴砂の跡があった。

証言16：家全体が90cm位沈下した。敷地内を通科して生じた亀裂のため、家が割れ、亀裂から噴砂があり、ほかにも、径30cm位の噴砂の跡があった。家の西側の電柱が西方へ30～40cm移動した。

証言17：家が浮いた感じがしたあと、50cmほど沈下し、南側の畑と家との段差がなくなった。直径80cm程度の穴から白い砂が噴き出した。大形小学校が東方へ水平に動いた感じがした。

証言18：家全体が50cm程沈下し、東側へ移動した。家の北側が盛り上がり、そこに亀裂が生じた（写真－2）。地震前の基礎が砂中に沈下した。その後はコンクリートをつけ加えた。



写真－1



写真－2

証言19：土地の高いところが沈下し、低いところがもち上がった感じがした。倉が前のめりに45cm程沈下した。家の北側の田地に10m間隔で巾30cm位の亀裂が入った。直径4～5mの穴から噴砂があり、穴は底なしであった。水田が1m位もち上がった。持ち上がったところに不規則な亀裂が生じた。

証言20：家が全体に1m程沈下した。家の前の池がわれて水が無くなった。亀裂は南北方向のものが主で、20cm位の長さだった。家の北側が畑地で、そこを川のように水が流れた。

証言21：家全体が1.8m程沈下し、国道の方へ50cm位移動した。家の西側の塀が西方へ倒れた。国道側と敷地内に亀裂が入り、長さ5m程であった。家の東側の空き地に泥水といっしょ軽石が噴き出した。

d 大形本町の調査結果のまとめ

土地の水平移動（変位量）の状況からわかるように、この地域では、大形小学校や新潟自動車を中心として、四方八方へと土地が水平移動をしたことがよみとれる。そして、それに、多くの証言を照らし合わせると、この図の変位方向が、移動した方向そのものであることがはっきりするのである。

また、アンケートからよみとった亀裂の方向は、変位量を示す土地の移動方向と、ほぼ直交したり、斜交したりしていることは、この亀裂が土地の水平ずれによって生じた水平引張の場に生じたことを実証するものである。

残念ながら、調査段階では、この地域におけるボーリング資料が得られなかった。今後、それを求め、N値から、そこに存在していたであろう傾斜した液状化層を確かめたい。

なお、この地域の道路が土地の水平すべりによって、今日に至るも湾曲したままになっている多くの場所を発見することができた。

B 下山地区（図－5）

証言1：家の南側が沈下した。家の北側の道路に幅40～50cmの亀裂を生じ、亀裂から水が吹き出した。

道路とその北側の水田との間にあった1m程度の段差が地震により無くなってしまった。

北側から地震が来た感じで、家が、海の波のようにゆれた。

証言2：道路がカメノコ状に割れた。割れ目から水が噴き出した。50cm程度の水浸しとなった。

証言3：幅50cm～70cm、深さ1m程度の亀裂が生じ、このため家が割れた。亀裂から少量の泥水が噴き出し、これが2～3日続いた。家の基礎が沈下した。

証言4：幅20cm程度の亀裂ができた。家の南の方に置いてあった醤油びん等が、すべて沈下してしまった。

証言5：長さ10m、幅1m、深さ1m程度の亀裂が生じ、そこから泥水が噴き出し2～3日続いた。

証言6：水田が80a増えた。

証言7：約3.5m間隔で3本の亀裂が入った。

証言8：家が約1.5m沈下した。

海側からゆれが来て海の波のようにゆれた。

井戸から砂が噴き出し、地震後には砂が上までつまってしまった。

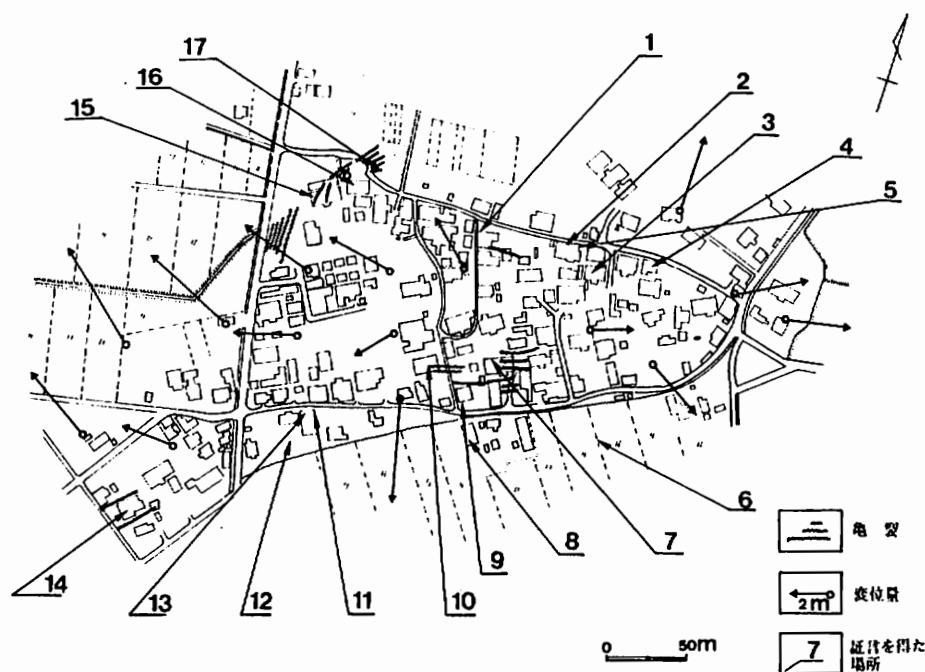


図-5 下山地区の地盤災害の復元

Fig. 5 Large scale ground displacements by the 1964 Niigata earthquake in Shimo-yama area, Niigata city. \equiv cracks \rightarrow displacement vector

証言9: 7段あったブロックべいが地震により沈下してしまった。

証言10: 幅約2mの亀裂で約40cmの段差があった。

家の土台は1m程沈下した。

家の下に3本の亀裂が入り家がハの字型に開いた。

家のとなりの小屋が矢印の方へ動いて全壊した。

証言11: 深さ50cm, 幅10m程度の亀裂が入った。

証言12: 水がふき出した(現在でもここでは, 作物が育たない)。

証言13: ブロック壁3枚分沈下した。

井戸の深さが変化した。

証言14: 家の前と後ろに亀裂が入り, 亀裂から水が噴き出した。

現在でも当時のままのブロックべいが残っており, 沈下, 亀裂の跡を見る事ができる(写真-3, 4)。

家の車庫の南側が50cm程度沈下し, 前のめりになった。この車庫は現存しており, その様子がわかる(写真-10)。

証言15: 家の下に2本の亀裂(長さ7~8m幅1m程度)がはしった。

家が全体的に1.2m~1.3m沈下し, 亀裂と直交する感じで家がすべった。

亀裂の間から貝殻や, 木片を多く含んだ水が噴き出した。高い所は地震後30分程度で水が

ひいたが、低い所は一週間以上水に浸ったままであった。

東側の水田に南北方向に亀裂が走った。地震後に水田の面積を測量したところ140坪不足していることがわかった。

証言16：家が40cm程度沈下し、基礎が地面と同じ高さになった。

証言17：土地が約3 m南側に移動して幅約3 mの用水路がなくなってしまった（写真-5）。
が不等沈下により傾斜した。

多数の亀裂（大きいものは幅約2 m）を生じ亀裂から水分が噴き出した。地震後亀裂に棒を3 m貫入させてみたが、底に達しなかった（写真-6, 7）。

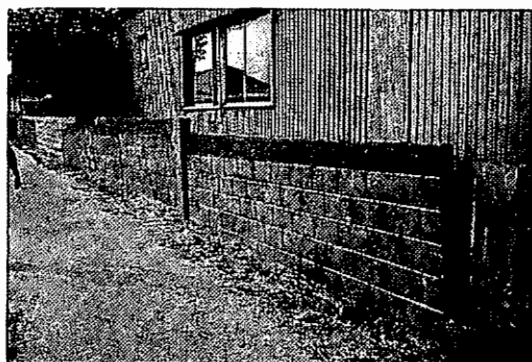


写真-3

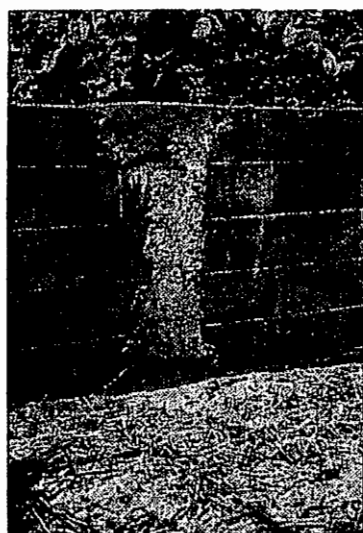


写真-4

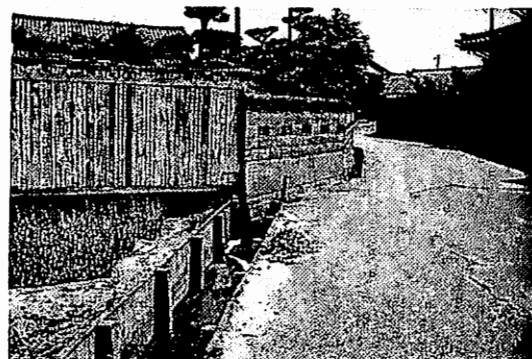


写真-5



写真-6



写真-7

C 新川町(1) (図-6)

証言1：家屋が南北方向にハの字型に開いた（約1.5m）。

地震前より家全体が高くなり、土地が地震前より広がった。

図中の亀裂の内一番南側の亀裂（幅約1.5m）により20～30cmの段差ができ、南側が低く、北側が高くなった。

真中の亀裂は家屋の下を通った。亀裂より噴砂あり、中でも一番南側の亀裂から一番多く泥水が噴き出た。

証言2：家屋が通船川側に傾斜した。

家屋、土台ともに現在も昭和9年に建てたときのままである。

地震一ヶ月後に土台あげした。

家と裏（北）側の畑の間に50cmの段差ができた。

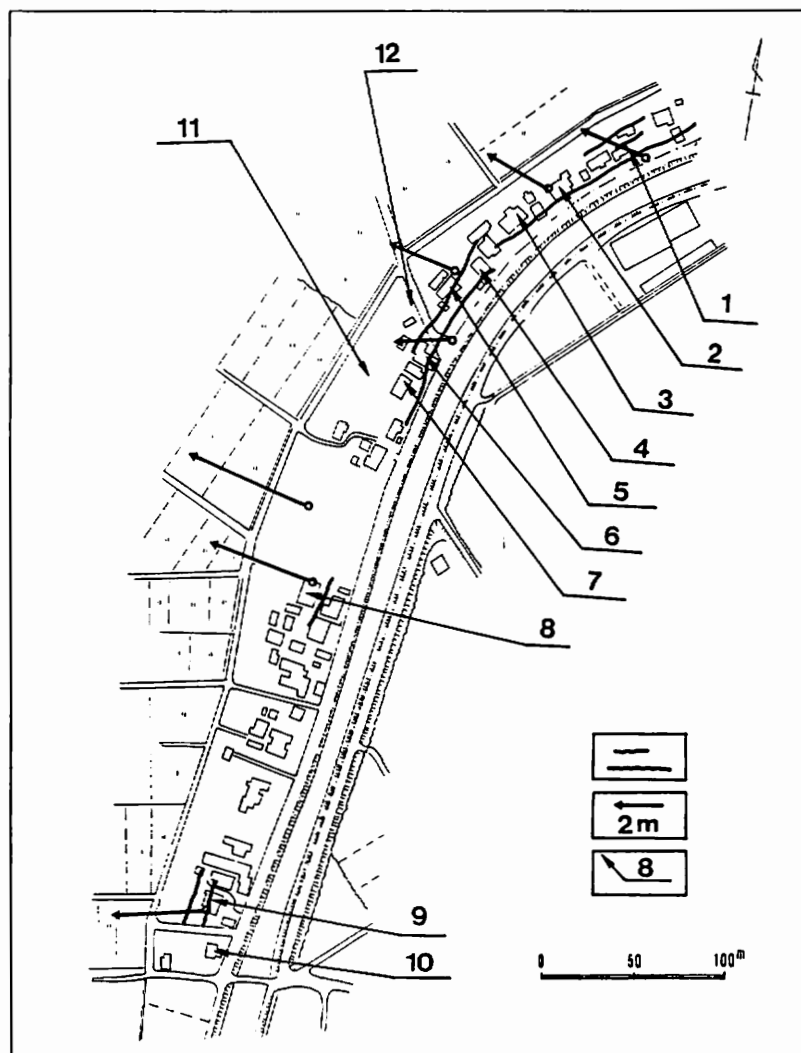


図-6 新川町(1)の地盤災害の復元

Fig. 6 Large scale ground displacements by the Niigata earthquake in Shin-kawa-cho(1), Niigata city. — cracks —→ displacement vector

証言 3：家が沈下し、この近辺で一番低くなった。

地震時、家の北側の畑がうねっていた。

床下に何本もの細い亀裂があり亀裂からの噴砂で家の中は砂だらけになった。

家の南側の亀裂（幅 2 m ～ 3 m）から軽石、川木を含む噴砂があった。

地震後、道路が、川の方へ移動したようだった。

証言 4：幅 2 m の亀裂、亀裂により小屋が倒壊した。

家の南側が約 60cm 沈下して、道路が高くなった。

証言 5：家の縁の下が堀のように水浸して、丸太（梁）がつぎ目より離れた。

家の南側は竹やぶだったのが地震で消滅した。

証言 6：地震前に、ほとんど接していた家と倉の間に亀裂を生じ、180cm に広がってしまった。

亀裂の間から砂が吹いた。

高さ 75cm 程度の基礎が完全に沈下し、棒でついてもどこにあるのかわからなくなってしまった。

縁固板が、全部離れてしまった。

地震前に簡易水道がひかれていたが、地震で水道管が沈んでしまい発見できなかった。

道路が通船川の方に移動し、川の幅が道路一本分せまくなった。

証言 7：地震により家が八の字型に開いてしまった。

地震前に井戸があったが、地震により底が上がってしまった。

地震前はとても良い水が出ていたが、地震後はかれた。

証言 8：家屋全体が 1 m 程度沈下し、通船川側へ傾斜した。

家の南側の納屋が約 60cm 沈下し、以後 2 回土台あげして、現在に至っている。

図中の亀裂（幅 3 ～ 4 m）から噴砂があり、軽トラックが砂に埋もれた。

家の東側のコンクリートブロックが沈下、45cm 程掘らないと出てこなかった。

証言 9：家屋の西側が沈下し、傾斜した。家の下から泥水が噴き上げた。

通船川の川幅は地震前より広い（地震の影響かどうかは不明）。

図の様な亀裂があった、幅約 2 m

ほどあった。

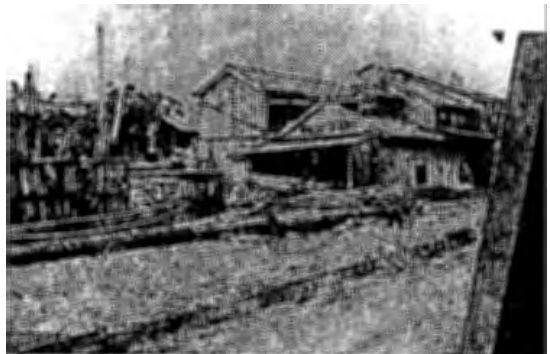
証言 10：家屋全体が 1 m 程度沈下（地震後 1.5 m 程土盛りをした）した。

地震はゆったりした感じのゆれで、
棚の上のものは落ちなかった。

証言 11：水田が波状になった。

証言 12：70cm 程度の深さで水がたまった。

証言 13：地震で通船川の川底が上がってしまった（写真－8）。



写真－8

D 新川町(2) (図-7)

証言1：蔵(明治時代の建物)の下に亀裂が生じ、中央の土台が開いた。

この蔵は地震後、割れた土台部分にコンクリートを打った以外は、手を加えていない(写真-9)。

証言2：現在、道路との段差は30cm程度であるが、地震前は1 m程度あった。

証言3：地震により北側に傾斜、地震前は平たんであったが、地震後に。

証言4：西之宮神社の境内の下に大きな亀裂を生じ、境内が亀裂に落ち込んだ(写真-10)。

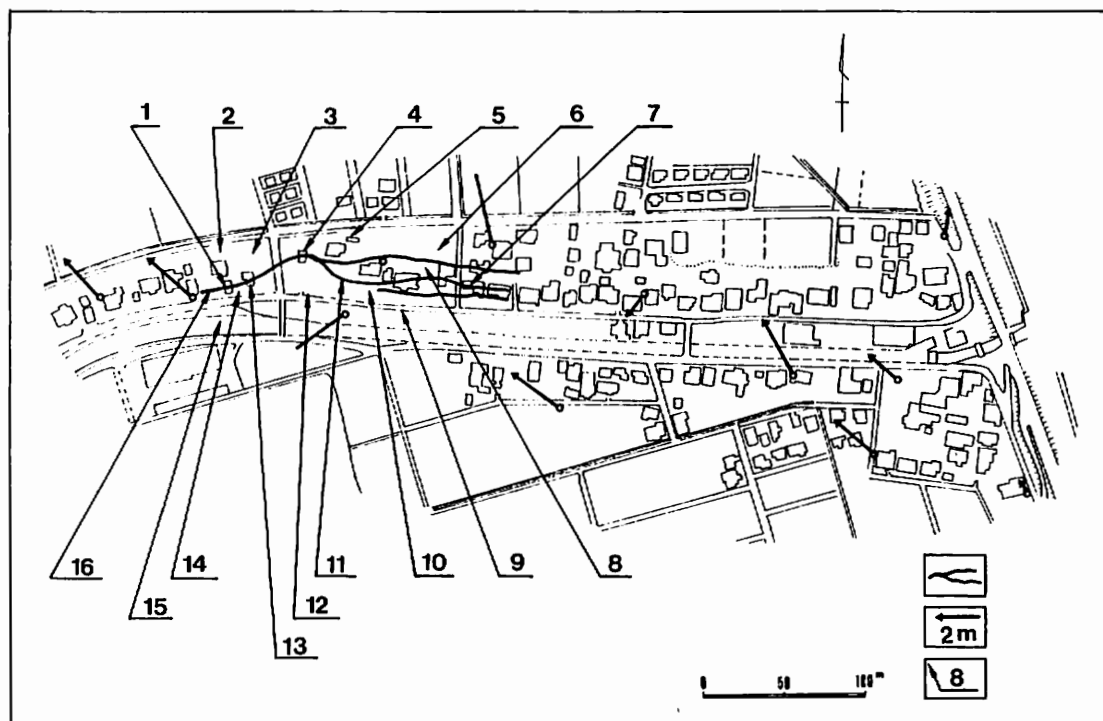


図-7 新川町(2)の地盤災害の復元(2)

Fig. 7 Large scale ground displacements by the 1964 Niigata earthquake in Shinkawa-cho(2), Niigata city.



写真-9

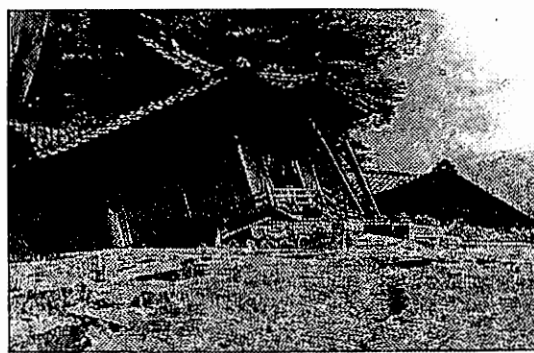


写真-10

証言5：細い亀裂が何本も生じた。

証言6：地震前にはスキーができる程度の傾斜があった。地震後、傾斜をならしたら平らになってしまった。

証言7：亀裂は幅約30cm、中から泥水が吹き出した。

ゆれがおさまってから5分位してから地割れが始まった。

地震前、道路より1.8m程度高かったが、地震後、道路と同じ高さになった。

家屋が、ハの字型に開き、全体が南東へ3m程度移動した。

道路は、地震前2m程度があった。また、通船川は30m程度であった。

証言8：亀裂からの水の噴き出しはなかったが、裏の畑から水が噴き出した。

証言9：道路に数多くの亀裂が生じた。西に向かって亀裂が入っていった。

証言10：家の前に幅、深さともに約1.8mの大きな亀裂を生じた。亀裂から水、軽石、川木が出た。

証言11：数本の亀裂によって段差が生じた。（道路側が低い）土地が増えた。

証言12：石の標柱（西之宮神社）が川側へ転倒して折損した。

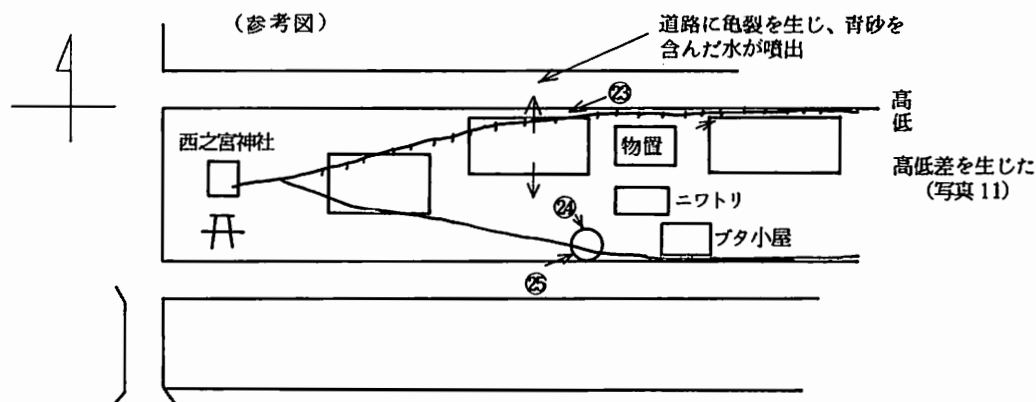
証言13：米蔵の下に亀裂を生じた。建物は当時のままであるが、土台上げをほどこした。

証言14：道路側に敷地が広がった。道路を作るとき土地を寄付させられた。

証言15：地震により通船川の川底が上がった。

証言16：幅約1m、深さ1.2m程度の亀裂、ガス、軽石、塩水が噴き出し地震後2～3年畑で作物が成育しなかった。

証言17：西之宮神社付近



道路に亀裂を生じ、青砂を含んだ水が噴出、高低差を生じた（写真-11）。

家の基礎が矢印の方向に開き、その間に家が落ちた。

家の基礎は約20cm沈下した。

地震によって川底が道路よりも高くなった（地震前には水深1.5m程度で、道路から水面まで1m程度、道路から家までの高さが1.5m程度であった）。

家の南側の亀裂は幅2m、深さ1.5m程度であった（写真-12）。



写真-11



写真-12

E 神明町（図-8）

証言1：家の北側の敷地にあった90cm程の土止めが沈下し道路と同じ高さになった。

南側の1.5mの壁が1.3mに沈下した。

家の南側の道路に幅数センチの亀裂が東西方向に入った。

墓石は倒れなかった。

噴砂の中にバイクの輪がはまり込んだ。

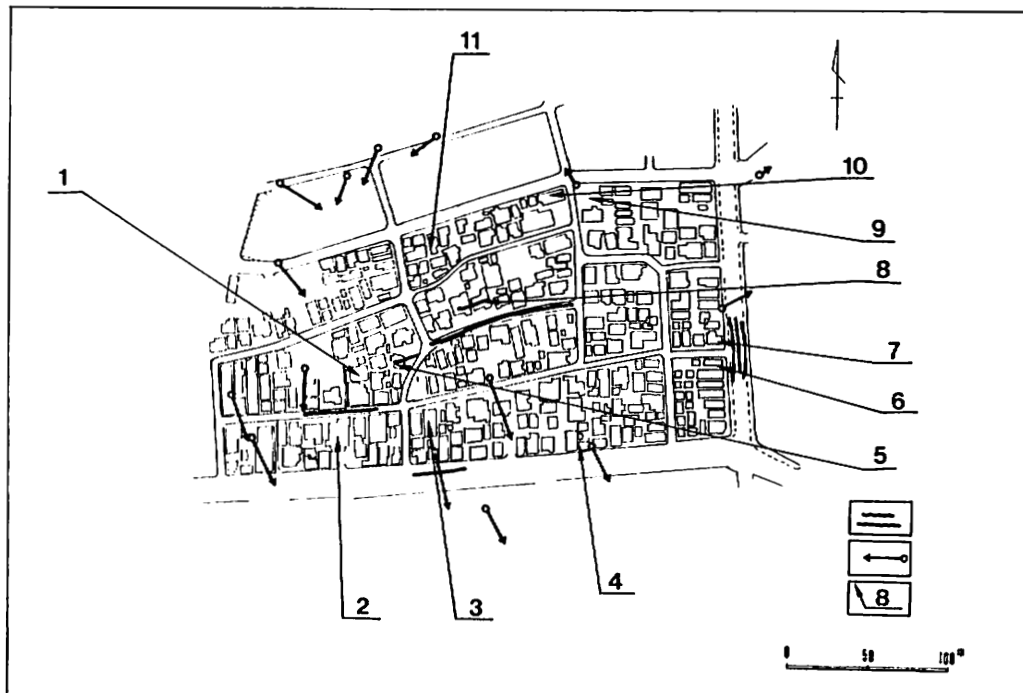


図-8 神明町の地盤災害の復元

Fig. 8 Large scale cracks by the 1964 Niigata earthquake in Shinmei-cho, Niigata city.

証言 2：全体的に敷地が沈下し、本堂の前の階段が沈下のため埋没本堂の基礎が割れて30cm程広がり本堂が南に動いた。

家の北側の道路に幅50～70cm程度の亀裂が入り、その亀裂が閉まった状態になってからその亀裂上に穴があき、30cm以上の真っ青な噴水がおきた（家の北側では道が波を打ったあと亀裂発生）。

墓石は参道の中心に向かって倒れた（参道は南北方向に入っている）。

家の北側の亀裂は西側にある川の方に向かって入っていった。

厚さ60cm、高さ1.5m程度の防潮堤が縦に割れてそこから50cm程水が浸入してきた。

町全体が東南方向に動いた感じがする。

家の北側の道路は地震前はもっと見通しが良かったが、地震後南の方へ弓なりになった感じがする。

証言 3：家の南と北の道路は地震前60cm程度の高低差があったが、現在はわずかな差となった。

地震の日の夕方に南の道路では水没が90cm程度だったが、次の日には1.2m程度になっていた。

証言 4：ゆれると同時に家が動いてその後水が吹き出した。

家の土台がえぐられた。

南に家が動いた感じがする。

地震後に80cmの土台あげをした。

南側の道路に直径30cm程度の穴が無数にあり、そこから水が噴き上げた（水の噴き上げは4m）。

水のふき上げに貝がらを伴っていた。

証言 5：家が南側に傾いた。

家の下に幅30cm程度の段差のない亀裂が一本東西に走っていた。

家の北東側の道路に亀裂が入り、南側の方が北より90cm程度低くなった。

証言 6：家の東側と西側が50cm程沈下したため真中のコンクリートの土台に亀裂が走った。

東側の道路に亀裂が走った。

東側の道路に平行してあったガス管が地表に現れた。

家が西側へねじれたように思う。

家の北側の道路が南東へ動いた感じがする。

証言 7：家の敷地が幅90cm程南に狭まった。

70～80cm程度の高さの井戸が完全に沈下して埋没してしまった。

北へ5軒目の家と4軒目の家の間が1mほど広がった。

へいが、南側の道路の方へ倒れた。

家の南側の区間では、一番南の家が幅90cm程土地が広がり、そこから北の家はその分土地が狭まった。

証言 8：家の基礎が50cm程沈下した。

幅50cm程度の亀裂が家の中を走り、家が2m程さけた。

家の下に入った亀裂は南側の道にはほぼ平行に亀裂の中心が最も低く階段状になって走っていた。

南側の道でも幅10cm程度の亀裂が、東から西側に向って走るのを見た。

証言9：家の敷地内にある家屋が、北側が50cm沈下し、南側が30cmの沈下であったため、高低差により家が壊れた。

家の北側の空地が、道路より30cm程度低かったのが、地震後道路と同じ高さになった。

証言10：家の基礎がメチャメチャになった。

家の門から玄関までコンクリートの道に亀裂が入った。

証言11：家が北方向、基礎が、南方向に動いた。

西側の家と地震前は15cm程度離れていたのに屋根がくっついた。

建物の一部が東側に傾いた。

噴砂が発生し噴砂の穴は直径10cm程度であった。

(4) 学校関係の調査結果

＜学校関係＞の地盤災害の調査の調査例の一つとして、大形小学校の場合を報告する(図-9)。学校のそれぞれの場所の災害状況を(図-9)でのべる。

A 大形小学校(図-9)

- ① 体育館；地震発生後30秒たって、一大音響とともに倒壊(写真-13)。
- ② 第一校舎；巾3mの亀裂が三本走り、階段は傾き、くずれた(写真-14)。
- ③ 第二校舎；いちじるしく傾斜して、くずれる心配があった(写真-15)。

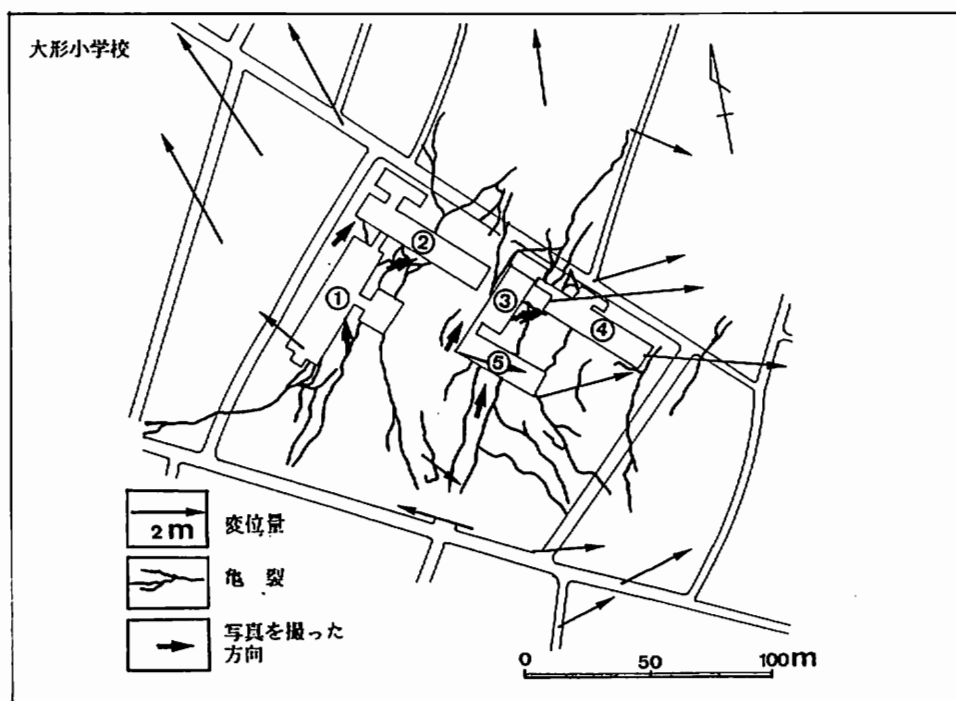


図-9 新潟市立大形小学校の地盤災害の復元

Fig. 9 Large scale ground displacements by the 1964 Niigata earthquake at Ogata primary school, Niigata city.

→ displacement vector ⇨ cracks → photograph direction

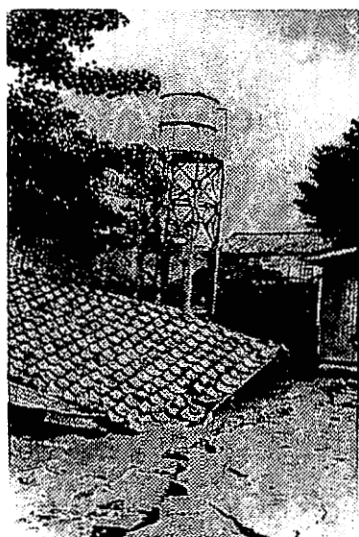


写真-13

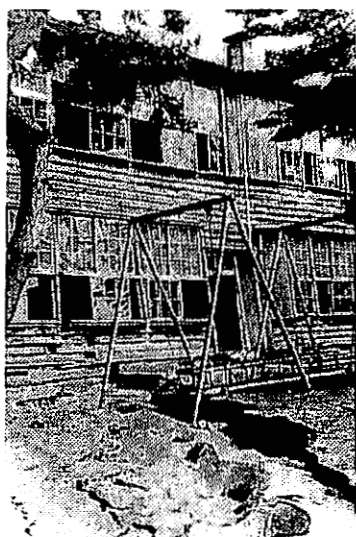


写真-14

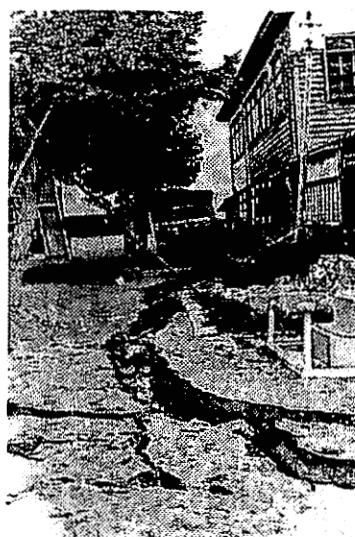


写真-15



写真-16

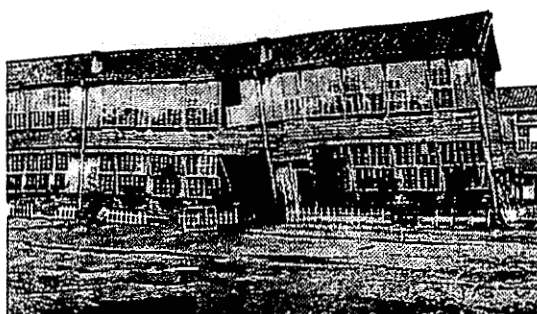


写真-17

④ 第三校舎；全体が横へ4 m，うしろへ3 m移動し，校舎の端の2教室は30cmも陥没し，傾斜した（写真-16）。

⑤ 第四校舎；中央が大きく3 m余りさけてくずれた（写真-17）。

全 体；校舎全面に亀裂が無数に生じた，巾3 m余りの亀裂も数箇所が生じ，全面に泥水の地下水がわきでた。校門前の道路の一部を残し，学校をとりまく地域全体が洪水のようであった。

第二校舎と第三校舎の間で，第三校舎が動いた地盤にのって動いていくような感じであった。

まとめ；大形小学校での土地の変位量を示す矢印からみると，校舎を中心に，北西方向と東方向へと，土地の水平移動が生じたと解釈される。亀裂の方向は，ほぼ，こうした土地の移動方向と直交ないし斜交していて，土地の水平移動が原因でそれが生じたと解釈してよい。亀裂と噴砂の関係が密接であったことは，上記の証言がよくそれを説明してくれる。

B 旧下山小学校（現在下山小学校は西の方へ移転している）（図－9）

地震によって体育館（図中①）がハの字に開いてしまった。

写真－7，8は小学校の体育館を校門側（東側）より写したものの。7は地震前，8は地震後のものである。

地震によって校舎の屋根が落下した。

体育館の南側の土止めの高さは約2 mあった。これが，地震によって沈下し，水田との高低差がなくなってしまった。

以下に付近の証言についてのべる。

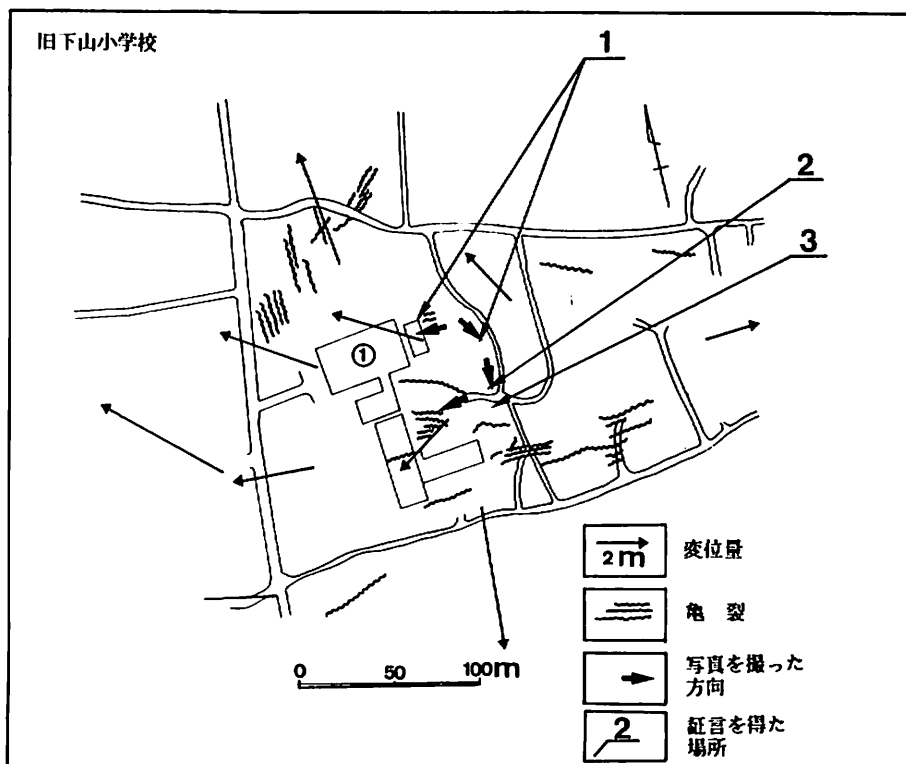
証言1：畑の中に入った亀裂は幅，深さともに1 mで小学校の東側のトイレまで続いていた。

柿の木の根元に亀裂が入り，倒れてしまった（写真－18）。現在も，倒れたまま成育している。

証言2：船に乗っている時のようなゆったりとしたゆれが1分程度続いた。ゆれの間トンネルを通過する時のような地鳴りが聞こえた。

噴火口のような形で水分が軽石とともに噴き出した。このときガスのにおいがした。

地割れと同時に亀裂から水がふいた。その噴き出しは1時間ほどでやんだが，亀裂内に留った水がひいたのは1日程たってからであった。



図－10 旧下山小学校の地盤災害の復元

Fig. 10 Large scale ground displacements by the 1964 Niigata earthquake at old Shimoyama primary school, Niigata city.

直径1.5m、深さ5～6mの井戸が、地震で平らになってしまった。

証言3：家の南側に亀裂が生じた（写真-19）、この亀裂によってブロック壁が離れてしまった（写真-20）。



写真-18



写真-19



写真-20

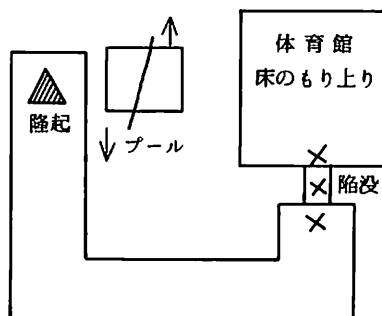


図-11 白山小学校の地盤災害

Fig. 11 Damage of Hakusan primary school by the 1964 Niigata earthquake
▲ upheaval X subsidence

C 白山小学校（図-11）

証言：プールが割れた時に、昭和大橋は落ちていなかった。

上下にゆれ、プールが波うっていた。

地震時プールには水が入っていた。割れによって校庭に水が流出。

初震が生じ、ゆれが止んで外を見た時、プールは割れていた。ただし、この時昭和大橋は落ちていなかった。

プールが割れたのは地震が起こってすぐだったようだ。

初震が起こってから5分程度たった後に屋上で落橋した話を目撃。

面談してくれた校長先生は、地震当時、白山小学校におられ、災害写真を多数所有されており、貴重な資料を拝借できた（写真、8ミリなど）。

D 白新中学校

いくつかの文献を紹介していただいた。

(1) つちもと：白新中学校記念誌

その他

E 明訓高校

当時の写真と校舎の図面があり、写真を撮影した位置はすべてわかる。

地震時、校舎の屋上で地震を目撃。

校庭に亀裂が無数に走った。

海側からゆれはじめた。船が波にゆられる感じだった。

校舎の位置図、写真等を拝借。

F 新潟養護学校

記録写真の角度と位置の確認。

当時の校舎の位置を確認。

地震当時は、現場において地震を目撃した。

養護学校に入った亀裂が大形小学校の方へ続いている感じだった。

当日、大形小学校の体育館が倒れるのが見えた。

文 献

藤田至則（1983）：噴砂現象の規則性とその成因．日本海中部地震による秋田県若美町，秋田港における噴砂災害，新潟大学災害研年報，no. 5，53～69．

———・鈴木幸治（1984）：昭和59年長野県西部地震による地震災害 — 液状化による斜面崩壊 —．新潟大学災害研年報，no. 6，111～116．

———（1986）：傾斜する地下水面に起因する亀裂・噴砂・崩壊などの地震災害．地質学論集，no.27，都市地盤の形成史と地層の液状化，清水恵助ほか編集，95～108．

浜田政則・安田 進・磯山龍二・恵本克利（1986）：液状化による地盤の永久変位の測定と考察．土木学会論文集，no.376，Ⅲ－6，211～219．

———・———・———・———（1986）：液状化による地盤の永久変位と地震被害に関する研究．土木学会論文集，no.376，Ⅲ－6，221～229．

Masanori HAMADA（1986）：Study on liquefaction induced permanent ground displacements．Association for the Development of Earthquake Prediction，1～87．