

千葉県東方沖地震による地盤災害 —速報—

遠藤 秀典・釜井 俊孝・宇野 沢 昭・相原 輝 雄
Hidenori ENDO Toshitaka KAMAI Akira USOSAWA Teruo AIHARA

1987年12月17日11時08分 千葉県東方沖でかなり大きな地震 (M6.7) が発生した。この地震による被害の範囲は 震央に近い九十九里平野から東京湾の臨海地域に及んでいる。地震発生直後から数日間にわたる現地調査を実施した結果 液状化 斜面崩壊・地すべり等の様々な現象がその土地の地形 地質 地下水の条件及び盛土や埋土の状態を反映して発生しており また ブロック塼の倒壊や屋根瓦の損傷などの被害が広範囲に生じていたことが判明した。これらの地盤変状等は 過去の地震において しばしば大きな被害を引き起こし 注目されてきた現象である。例えば 新潟地震 (1964) では液状化によって多大な人的・物的被害を引き起こされた。関東地震 (1923) の際にも千葉県下では養老川及び小櫃川沿いの低地で液状化等による地盤の

変状が発生している。

ところで 関東地方では東海地震あるいは直下型の大地震の発生が懸念され これらの大地震による地震動は今回の地震より大きいと予想されている。その対策として地盤災害の発生予測図が自治体などによって作成されている。しかし、地震による災害を防止するためには行政の対応だけでなく 住民が地震に伴って発生する地盤災害について知識を持ち その土地の条件について普段から留意しておくことも必要であろう。

本報告では 今回の地震によって生じた様々な現象について 過去の地震の際の調査結果をふまえて報告する。

なお 本調査に際し協力していただいた多くの自治体及び住民の皆様に感謝いたします。



写真1 東京湾岸埋立地の噴砂丘 (12月19日撮影)

液状化による噴砂・噴水現象に伴って形成された噴砂丘。ここでは噴出孔の周囲が陥没している。液状化は 堆積物が液体と同様な状態に変化することであり 地下水で飽和された堆積物の間隙水圧 (堆積物の粒子間の水圧) が上昇することによって生じると考えられている。例えば 容器に砂をつめ 水に浸した状態で 容器の側面を軽くたたくと 砂は液状化する。この場合 間隙水が液状化した堆積物と共に地表に噴出する 噴砂・噴水現象と呼ばれる現象が生じる場合があり 砂などが噴出孔のまわりに堆積し 噴砂丘が形成される。

地盤災害

地震によって発生する災害には 震源からの距離あるいは家屋などの構築物の構造の違いのほかにその土地の地質 地形 地下水の条件 盛土 埋土の条件を反映して生じる災害がある。このような災害を地盤災害と呼ぶことにする。

地盤災害が生じる要因の一つは 地表付近の地盤の変位のし易さや土砂の性質の変化のし易さが異なることによるものであり もう一つは より深部の

地下地質条件によって 地表付近に伝播される地震波の性質が異なることによる。

前者について 今回の地震では液状化 斜面崩壊・地すべり等が生じている。後者については 一般的に活断層あるいは大きな破砕帯が存在すると言ったその地域の地質構造や低地に分布する沖積層の層相や層厚分布が関係する。このような自然条件の分布と今回の被害の頻度分布との関係については被害に関する調査が各自治体等によって進められている段階であり 今後の検討課題の一つである。



↑写真2 九十九里平野の海岸付近の水田に形成された噴砂丘（旭市椎名内 12月18日撮影）

この付近の噴砂丘には 中粒ないし細粒砂からなり 表面が砂鉄質の細粒な砂で覆われているものが多い。液状化が生じ易い条件として 地下水位が高く ゆるづめの 砂の地植物が分布することなどであると指摘されている。

このような条件は 低地では 海岸付近の砂丘の背後にある低地付近 沖積低地の自然堤防付近などに形成され易く また低地の旧河道跡や沼沢地等 あるいは湖や海を砂を主とする土砂で埋め立てた場所に形成され易い。

←写真3

九十九里海岸付近の畑地に形成された割れ目と噴砂丘（旭市椎名内 12月18日撮影）

この砂丘の縁辺部に位置する畑地では 割れ目上に噴砂丘が並んで分布する。割れ目の延長上のビニールハウス内では多量の地下水及び砂が噴出している。また液状化による地盤の変位に伴って ビニールハウスの一部が沈下している。

液状化

地盤の液状化に伴って 地表に様々な現象が生じる。今回の地震及び1983年日本海中部地震の際（遠藤ほか 1984）には 液状化に伴って次の様な現象が生じた。

1. 噴砂・噴水現象による噴砂丘の形成（表紙 写真1, 2, 3）
2. 地表まで広範囲に液状化し 地盤が流動化し 地面が上下に波を打ったり 水田の畝が左右に

うねる現象、

3. 液状化した地盤の見かけの比重より小さい木柱等は浮上し 大きいものは沈下する。このような場合 液状化した地盤上に 道路などの盛土部分があらると不同沈下を生じ 亀裂や段差が形成される。
4. 地下浅部に生じた液状化層をすべり面として 地盤の移動現象が生じる場合がある。この場合にも地盤に亀裂や段差が形成される（写真4,5）。



←写真4

液状化による道路の亀裂（旭市権名内 12月18日撮影）

この写真の中央部の道路に亀裂が形成されている。液状化した地盤上の盛土の道路には 各地で陥没・亀裂が生じている。この写真の右端付近の延長上が写真3の位置である。

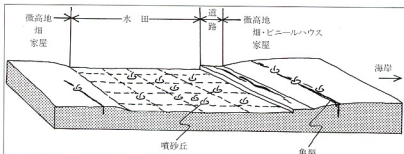


✓写真5

液状化による家屋被害の一例（旭市権名内 12月18日撮影）

地盤に液状化が生じた場合には 家屋が不同沈下したりあるいは地盤に亀裂が生じ 家屋が土台から損傷を受ける場合がある。この写真は 地盤に亀裂が生じ 家屋の土台が破損 変位した例である。このような場合 建物の戸が開かなくなったり閉まらなくなる程度であると被害が軽微であるかのように思われがちだが 元の状態に復旧するためには 建物全体を一度持ち上げて土台を打ち直すなどの大がかりな工事が必要な場合も多く 経済的には大きな被害である。

↓図1



九十九里平野海岸付近の地形と液状化による地盤変動の現象の分布概念図。旭市権名内付近の液状化による現象の分布を概念的に示す。微高地に挟まれた水田では 噴砂丘が形成されている（写真2）。一方 微高地の水田側の縁辺部には割れ目が形成され その割れ目に沿って噴砂丘が分布する（写真3）。またこの境界付近の道路では陥没や亀裂が生じている（写真4）。これらの微高地の割れ目は 液状化した堆積物をすべり面とする表層の軽微な移動現象によって生じた可能性がある。

マスマーブメント

地震によって斜面などで様々な地盤の移動現象（マスマーブメント）が生じる。例えば1984年長野県西部地震では、御岳山8合目付近で大規模な山腹崩壊が生じ、この大量の土砂は比較的乾いた状態で高速流下した（岩層なだれ）（栗田ほか 1984）。また土石流や泥流が発生することもある。



写真6

斜面崩壊（長南町 12月24日撮影）

ここでは 2 方向の節理によって“くさび”状に切りはなされた泥岩が崩壊した。このような崩壊は 転倒 すべり 落下及びそれらの複合した運動の結果として生じる。上総層群の分布域では このような崩壊が多く発生した。

斜面崩壊（成東町 12月21日撮影）

ここでは 崩壊した土砂が斜面の中程で停止し、降雨などによって 二次的に移動する恐れがあると考えられ、住民に対し避難勧告が出された。台地の縁辺部には 自然及び人工的な急崖があり、この急崖を背に 多くの家屋が立地している。本地域では台地には主に砂層からなる下総層群とそれを覆う関東ローム層が分布する。

写真7



斜面崩壊

急斜面の比較的狭い範囲の土砂が安定を失って急激に落下する現象である。今回これらの現象が生じたのは主に丘陵の斜面及び台地の縁辺部の

崖付近である。これらの丘陵には上総層群が分布し、台地には下総層群とそれらを覆う関東ローム層が分布する。この地質条件の違いを反映して斜面崩壊の移動様式も異なっている。



写真8 斜面崩壊 滑落崖（成東町 12月21日撮影）

崖の表層が薄くはげ落ちる様な崩壊で、崩壊の幅は約30m厚さ約1.5mである。滑落崖の背後の約2mの範囲には亀裂が形成され、崖全体が不安定な状態にあることを示している。崩壊土砂上の立木の倒れた方向は斜面の上部では上方に、一方下部では下方に向かっており、この斜面崩壊では回転を伴う運動が主体であったことを示している。

なお、本地域の丘陵及び台地では、崖の上部が樹木の根によって張り出し、また樹木自体も崖側に成長し、不安定な状態のところが多い。



写真9 斜面崩壊によって形成された亀裂・段差（成東町 12月18日撮影）

この写真の道路の地割れ・段差は斜面崩壊によって形成された。地割れは写真の左側の宅地にも形成されており、家屋では土台に亀裂が入り、戸や敷居が動かなくなった。このように斜面崩壊・地すべりによる家屋被害には、移動した土砂が、家屋を押しつぶすなどの被害と共に、滑落崖付近に形成される地割れ・陥没による被害が生じる。

地すべり

緩斜面の比較的広い範囲の土塊があまり破壊されずに緩慢に移動する現象である。斜面崩壊と比較して特有の地質及び地質構造とより密接に関連

して発生する。地形的には斜面崩壊に比較してより緩い斜面（5～20°）で発生し一度発生すると反復して移動する場合が多い。今回の地震では夷隅町八乙女で発生した



写真10 夷隅町八乙女の地すべりの全景

今回の地震によって斜面崩壊が多く発生したが、本地点では地すべりが発生した。この斜面は上総層群の太田代層の砂がら砂泥互層からなり地層の傾斜は約8度で斜面の傾斜方向とはほぼ同じである。この地すべりは風化した岩盤が地層の層理面に沿って移動したものと考えられる。

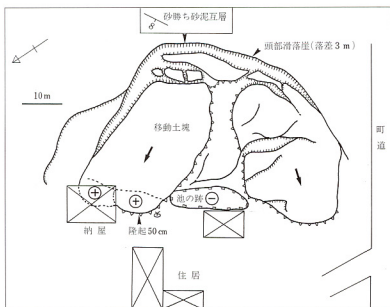


図2

夷隅町八乙女の地すべり地の平面図

地すべりの幅は約70m 長さは約40mで頭部では最大落差3mの滑落崖が形成されている。移動した土塊は比較的原形を保った状態で移動しており中央部で裂けて2つの土塊に分かれている。そのため中央部は陥没している。移動した土塊の末端部は圧縮されて隆起している。

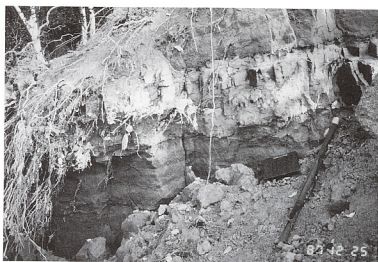


写真11

移動土塊

地すべりは 写真の奥から手前に向かって移動しており 末端部には 風化した砂泥互層からなる移動土塊の断面が観察される。



写真12

頭部滑落帯

崖に残された条線の方向から地すべりの移動方向がわかる。崖の左側の部分が地すべりで 右から左側に滑っている。



写真13

押しつぶされた納屋

地すべりの末端部が5 mほど下方に移動したため 農家の納屋が押しつぶされる被害が生じている。ここでは 斜面が移動したために 地面が約50cm隆起する現象が生じている。また地下水がしみ出す現象が生じている。

ライフラインの被害

1978年宮城県沖地震では 宅地造成地の被害及び今回の地震でも頻発したブロック塀の倒壊が大きな問題として取り上げられた。一方 同様に電気・水道・ガスなどのライフラインの被害も多く 都市特有の被害について関心と呼ぶ契機となった。今

回の地震では 長南町等でガス・水道管等の被害が頻発し 復旧には多くの時間を要する事態となった。各地で道路等に亀裂・段差が生じており 地盤が変位しそれに伴って埋設物が損傷したことも その大きな原因の一つである。

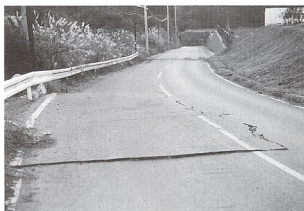


写真14

亀裂・段差（長南町 12月24日撮影）
地盤に各地で亀裂・段差及び陥没が形成され 長南町などでは ガス管 水道管に多数の被害がでた。



写真15

屋根瓦の被害（市原市 12月19日撮影）
今回の被害のうち家屋被害で最も数が多いのは屋根瓦の被害である。屋根瓦の被害の発生には その構造上の違いも反映しているだろうが 今後地質条件との関係について検討する必要がある。



写真16

倒壊した大谷石の塀（夷隅町）
ブロック塀や石垣などの倒壊が 各地で頻発した。 2人の人が倒壊した塀の下敷となって 亡くなっている。