

Ⅱ 浦安地区の液状化—流動化被害の詳細調査結果

東京湾岸埋立地では、液状化—流動化現象による被害程度が場所により大きく異なる。これらを定量的にみる指標として杭基礎を持つと思われる構造物の抜け上がり量の測定結果を第3報において報告した。また、第3報では現地での地表からの観察の結果、地表での被害の現れ方の違いを認識し、その違いについて、噴砂、道路の変形、レンガ塀や電柱の傾き・沈み込み、戸建て住宅のような浅層基礎を持つ構造物の沈下・傾きなどを中心にタイプ区分を行なった(表1)。このタイプ区分に基づきその詳細な平面分布をまとめたものが図16である。このタイプ区分と抜け上がり量の分布調査結果は整合性があったので、これらを統合した図面とした。なお、現象は本来連続的に変化しているものと思われるが、その変化の度合いを表現するためタイプ分けをして分布図として表現している。この中で、特にCタイプとDタイプの区別については現地では困難な場合が多く、Dタイプに極めて近いCタイプがある。同時に、Bタイプに近いCタイプも存在する。また、このタイプ区分は地表面の変形を重視し構造物の被害は補完的にみることとした。なぜならば構造物の被害は、その基礎構造に大きく依存するためであり、これらを把握するのは困難であるからである。基礎の深さはさまざまであり、液状化—流動化する深度も地質環境に大きく依存し一様ではない。例えば、基礎構造の直下の深度で液状化—流動化が起こっていれば構造物に大きな影響が考えられるが、基礎構造よりも浅い深度やかなり深い深度で起こっていればそれほど大きな影響は考えられないわけである。よって、この区分はそのまま構造物の被害にあてはまるものではない。分布調査の結果としては、タイプ区分は地表面の変形に重点をおいているので抜け上がり量とは調和的であった。このため、被害タイプの境界はほぼ抜け上がり量(≒地盤の沈下量)の等量線の分布をほぼ表現しているものと思われる。

現地調査は、主に3月下旬～5月下旬におこなった。タイプ区分が最初は個人差もあったので、クロスチェックも行ないながら進めていった。現地調査は現象の把握と記載といった意味から調査の分解能は5～10m程度である。なお、太平洋沖地震での液状化—流動化現象は県内の広い範囲で発生したものの、人員等限られた中での調査であることから、残念ながら未調査の部分もある。このため、図16の着色部が調査した部分となる。

調査の結果、概要は以下のとおりである。

- ①液状化—流動化現象は旧海岸線よりも内陸側の自然地層である沖積層上にはほとんどみられず(工事などで掘り返した地点を除く)、旧海岸線以南の埋立地においてみられる。このことは、基本的には人工地層中で液状化—流動化現象が主に発生していることを示している。
- ②埋立地の中では、全域が一様に液状化—流動化しているわけではない。また、千葉市美浜区でみられるようなKmオーダーの帯状の被害分布はここではみられない。むしろ、地表面において被害状況が異なるAタイプ～Dタイプが混在し、まだら状に分布している。また、Aタイプについては旧護岸よりも内陸側の北西の埋立地では、幅100m長さ500m程度の帯状に分布する。旧護岸よりも沖合い側の南東の埋立地では直径500mを超える規模の大きな斑状の分布をなす。
- ③首都高速湾岸線を境に、北側ではCタイプ・Dタイプが広く分布し、南側ではAタイプ～Dタイプが混在しまだら状分布をなしている。
- ④液状化—流動化現象による被害が顕著なのは、入船から明海および日の出にかけてのシンボルロード沿い、美浜・富岡・今川・高洲の境川沿い、舞浜の見明川沿い、日の出の中部、高洲の北端と中央部および南端部、今川の旧護岸沿いの南東端、富岡の南西端、弁天の北東端部と中央部、鉄鋼団地の中部、千鳥の中南部等であった。
- ⑤一方、埋立地にもかかわらず液状化—流動化被害が比較的小さいか場合によってはみられない地区があり、この中には事前になんらかの液状化防止対策が施されているところもある。
- ⑥液状化—流動化現象として、噴砂、噴水、地表面の変形(地波・地割れ・陥没・地盤の沈下など)、構造物被害(地盤の沈下にとまなう中・高層ビルの抜け上がり、戸建て構造物やコンクリート塀・門柱・敷石および電柱などの浅層基礎構造物の沈み込みや傾動、マンホール・防火水槽等の空洞状の地中構造物の浮上)などがみられた。
- ⑦地波により地表の波状変形が残っているのがみられ、その形態は直径数mのドーム状に隆起したものや、波上になっており波頭が東西方向に伸び波長が10～20m程度のものがみられる。
- ⑧戸建て住宅地部分のAタイプ～Bタイプの被害部分では、道路面と比較して両脇の戸建て住宅部分が沈下している場合が多くみられた。また、道路と側溝のつなぎ目からは大量の噴砂・噴水があった。アスファルト道路は

難透水性なので、噴砂・噴水により浮上した可能性がある。

以下に、各地区の被害状況を示す。なお、写真は地表面の変形の状況や構造物の被害状況を中心としており、被害のないところについては撮影していない。このため、写真のみをみていくと被害が強調される印象になってしまう。液状化－流動化被害の実態は図 16 に示すとおりであることに注意いただきたい。

表 1 液状化－流動化現象の地表での被害の現れ方による区分

タイプ名	液状化－流動化現象の地表での被害の現れ方
Aタイプ	<ul style="list-style-type: none"> ・多量の噴砂がみられる。 ・道路は大きく波打ち鉛直方向に30cm以上の凹凸や段差がみられる。道路わきのU字溝は波打っていたり破損したりしている。 ・戸建て住宅などの低層の構造物は大きく傾いたり沈み込んだりしている。 ・電柱や塀は大きく傾いたり数十cm以上沈み込んだりしている。
Bタイプ	<ul style="list-style-type: none"> ・噴砂がみられる。 ・道路は波打ち鉛直方向に10～20cm程度の凹凸や段差がみられる。道路わきのU字溝の一部は破損している。 ・戸建て住宅などの低層の構造物は傾いたり沈み込んだりしている。 ・電柱や塀は傾いたり10～20cm程度沈み込んだりしている。
Cタイプ	<ul style="list-style-type: none"> ・噴砂がみられる。 ・道路は数cm程度のわずかな波打ち・沈下や亀裂がみられる。 ・戸建て住宅などの低層構造物は外見からはほとんどわからないが傾いたり沈み込んでいるものもある。 ・電柱には沈降や傾きはほとんどみられない。少ないもののレンガ塀などが少し傾いていることがある。
Dタイプ	<ul style="list-style-type: none"> ・噴砂はみられない。 ・道路は亀裂や凹凸などはみられない。 ・家は沈み込みや傾きなどはみられない。 ・電柱・塀は沈み込みや傾きは見られない。

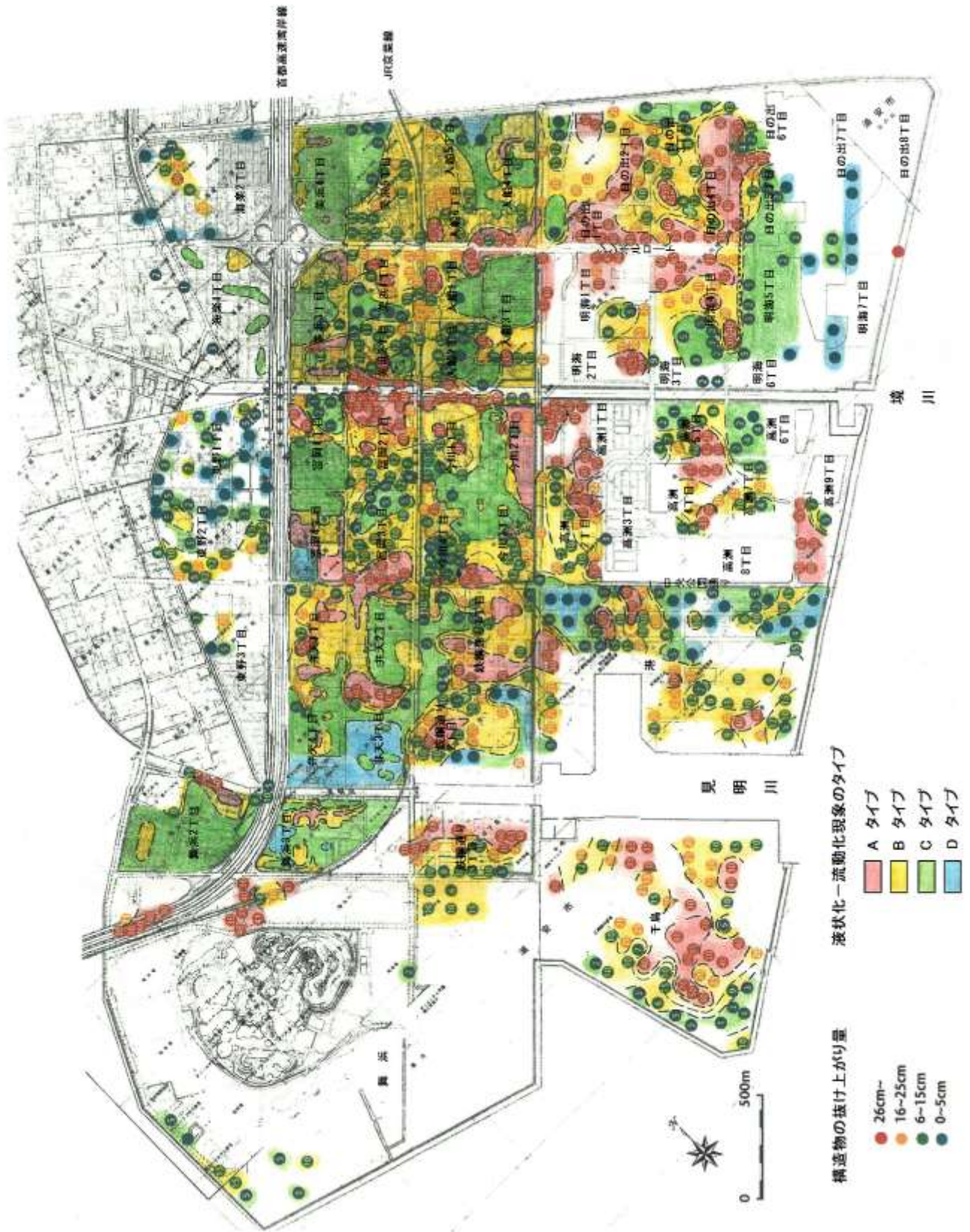


図 16 浦安市の埋立地での液状化—流動化現象による地表でみられる被害の状況。現象のタイプ区分は表 1 を参照。抜け上がり量については第 3 報図 5 を参照。

各地区の被害状況

海楽1丁目～2丁目

CタイプとDタイプが広く分布している。1丁目では、インターチェンジ付近にBタイプが分布し、5～10cm程度の沈下や、階段・敷石の沈み込みがみられた。2丁目では、浦安高校にA～Bタイプがみられ、ここから南方向にBタイプが小規模ながら断続的に見られる。また、猫実一丁目の旧海岸線付近では、1～2cm程度の抜け上がりや敷石の破損が一部みられる部分がある。なお、1丁目の南西部では一部で東方沖地震時に小規模ながら噴砂を伴う液状化～流動化現象が生じていた。

海楽1丁目



Bタイプの被害の例。部分的に5～10cm程度の沈下があり、一部の階段・敷石の沈み込み、ブロック塀や階段の破損、地波や噴砂の跡がみられた。4/11撮影。



浦安高校。抜け上がりによる段差が生じ、渡り廊下が損壊した。4/11撮影

海楽2丁目



浦安高校ではAタイプ～Bタイプの被害がみられた。校舎が15cm程度の抜け上がり、外部施設が傾いた。4/11撮影。



浦安高校。沈下と基礎埋設場所の抜け上がりのため路面が波状となった。4/11撮影。

美浜

CタイプとBタイプの被害が広がっている。シンボルロードを挟んで分布状況が異なる。

シンボルロードより北東側では4丁目を中心とした北側ではCタイプの被害が広がり、5丁目を中心とした南部ではBタイプの被害が広がっている。4丁目の北西端ではBタイプの被害が分布し、これに連続して北東部にはAタイプの被害がみられる。また、Cタイプの被害の中に小規模なAタイプの被害が分布している。

シンボルロードの南西側ではこの中央を南東方向へ延びる道路に沿って広くCタイプの被害が分布し、両脇の南西部と北東部ではB～Aタイプの被害が分布する。南西部には波頭が東西方向に延びる波長10～15mの地波がみられる。特に境川に沿ってAタイプの被害が帯状に分布しており、護岸内側に沿って一部で陥没もみられる。東方沖地震時には3丁目の南東部の一部で液状化～流動化現象が生じている。また、その中の一部では1992年2月2日4時4分の地震の際にも同現象が再度おこっている。

美浜1丁目



Bタイプの被害部分. 駅前の歩道. 地波がみられる. 4/12撮影.



Bタイプの被害部分. 駅へ至る歩道橋の抜け上がり. 25cmの抜け上がりが見られる. 4/12撮影.

美浜2丁目



境川沿いのAタイプの被害. 護岸は大きく抜け上がるとともに内側に沿って大きく陥没した. 陥没は裏込め部分の転圧の不良ないし, 護岸の川側への移動が考えられる. 4/11撮影.

美浜3丁目



Aタイプの被害. 道路と戸建て建造物間の駐輪場の沈下. 50cm程度沈下している. 4/21撮影.



中央部のBタイプの被害. 杭基礎のある家の取り付け階段の抜け上がり. 4/21撮影.



南西部のAタイプ~Bタイプの被害. 東西方向に波頭が延びる波長10~15mの地波. 3/18撮影.



南西部のAタイプ~Bタイプの被害. レンガ積の下段が道路面とともに沈んでいる. 3/18撮影.



A タイプの被害部分. 道路下の防火貯水槽の浮上. 4/21 撮影.



北東部の A タイプの被害部分. 下水道本管のマンホールは上部ほど南東(道路)側へずれている. 4/21 撮影.



南西部での A タイプの被害. 電柱・レンガ積み塀の傾きを伴う沈み込みがみられる. 住宅にも沈み込み・傾動がみられる. また, 地波もみられる. 3/18 撮影.

C タイプ~D タイプの被害部分. 中央部にはほとんど変形がみられないところもある. ここは周囲に比べてやや標高が高い. 上下ともに 4/21 撮影.



美浜4丁目



北東部の A タイプの被害部分. ガス本管の復旧工事. 黄色の管は7倍の伸びに耐えられるとのことである. 水位はGL-1.5m. 4/21 撮影.

北東部の B タイプの被害部分. 門柱・塀の傾動を伴う沈み込みと, 道路の沈下. 4/21 撮影.

美浜5丁目



A タイプ～B タイプの被害部分. 杭基礎のある家の抜け上がり(上)と電柱の沈み込み(下:上の電柱部分の拡大). 4/21 撮影.



中央部の B タイプの被害部分. 噴砂を伴う沈下による被害. 4/8 撮影.



中央部の B タイプの被害部分. 庁舎の基礎のない花壇部分は、傾きながら沈み込んだ。4/8 撮影.

入船

A タイプ～D タイプの被害が混在して分布している。シンボルロード沿いには A タイプの被害が分布するが、シンボルロードを挟んで分布状況が異なっている。

シンボルロードより北東側では入船 6 丁目と 5・6 丁目を境する北東方向に延びる道路に沿って C タイプの被害が分布し、北東ほどその分布は広がっている。この周囲には B タイプの被害が広がり、シンボルロード沿いに A タイプの被害が分布している。ここでは、杭が深部まで打たれているビルは 15～45cm もの抜け上がりがみられる。また 3 階建てのコンクリート製のビルの多くは地中に数十 cm 沈み込み傾いている。中には周囲の道路もひきずられて沈下しているものもある。また、戸建ての建物も多くは沈み込み傾いている。

シンボルロードの南西側では B タイプの被害が広がっている中、シンボルロード沿いおよび新浦安駅前付近に A タイプの被害が分布する。入船南小学校および入船中学の一部にも A タイプの被害がみられる。また、入船 2 丁目および 3 丁目の北東側では C タイプの被害が広がっている。

一方、地波も A タイプ～B タイプの被害分布域にはしばしばみられている。

入船1丁目



Aタイプの被害部分. 新浦安駅のエレベータの抜け上がり. 3/23 撮影.

入船2丁目



Bタイプの被害部分. JR 京葉線沿いの駐輪場の被害. 4/8 撮影.



Bタイプの被害部分. JR 京葉線沿い. 全体が沈下し, 側溝部分が北西-南東方向に圧縮され破壊した. 4/8 撮影.

入船4丁目



Bタイプの被害部分. 側溝と車道間に隙間があいている. 相対的にそれぞれが北東-南西方向へ移動したことになる. 4/14 撮影.



Aタイプの被害部分. 北東-南西方向の道路の南東側の側溝の浮上. 道路の高さの低い側にあたる. 4/16 撮影.



Bタイプの被害部分. 公園の縁石の転倒. 押さえのない道路側へ転がる. 上下とも 4/16 撮影.



B タイプの被害部分. 3階建てビルには沈みこんでいるものがみられた。入口の縁石が傾いており、ビルが沈み込んでいることがわかる。4/16撮影。



A タイプの被害部分. 3階建てのコンクリート製ビルが50cm程度沈み込んだ。また、周囲の道路もいっしょに沈降している。4/16撮影。



B タイプの被害部分. 多くの戸建て住宅が傾いている。4/14撮影。



B タイプの被害部分. 戸建て住宅が20~30cm程度沈み込んでいる。側溝が波うつ。4/14撮影。



A タイプの被害部分. 入船~鉄鋼団地の南東端に延びる旧護岸沿いに、液状化-流動化現象の著しい部分が広くみられる。ここでは陥没を伴っている。4/14撮影。



B タイプの被害部分. 西端部での歩道の縁石の転倒。4/15撮影。



B タイプの被害部分. 側溝の脇が大きく沈下。側溝自身は浮き上がり波状変形している。4/15撮影



A タイプの被害部分. 塀の沈み込みにより, 鉄格子がたわんでいる. 左のコンクリート製の重量構造物はその重さのため沈み込んでいる. 4/15 撮影.



A タイプの被害部分. ビルの抜け上がりと地波および電源ボックスの傾動. 4/19 撮影.



A タイプの被害部分. 多くの戸建て住宅が傾いている. 4/27 撮影

入船5丁目



B タイプの被害部分. 入船北小学校の護岸に隣接するグラウンドは多量の噴砂に覆われ沈下・変形した. 4/8 撮影.

入船6丁目



A タイプ~B タイプの被害部分. シンボルロード沿いでは多量の噴砂が搬出された. 3/22 撮影.



B タイプの被害部分. 中層のビルにみられる抜け上がりによる段差と噴砂の跡. 4/7 撮影.



A タイプの被害部分. 中層ビルにみられる抜け上がりによる段差. 抜け上がり量は約45cm. 4/7 撮影.



A タイプの被害部分. 中層ビルにみられる抜け上がりによる段差と塩ビ管の破断. 4/7 撮影.

東野

Cタイプ・Dタイプが広く分布しており、その中に部分的にBタイプが分布する。
2丁目と3丁目を境し南東に延びる中央公園通り周辺にBタイプが分布する。また、Cタイプの中には、Bタイプに近い部分とDタイプに近い部分が広くみられる。

東野2丁目



Bタイプの被害部分。左のマンションに付帯している仕切り塀が傾いている。4/11撮影。



Bタイプの被害部分。傾いた低層ビル。4/11撮影。



Bタイプの被害部分。噴砂を伴う沈下により、基礎のある校舎は20cm程度の抜け上がりを生じた。4/11撮影。



Bタイプの被害部分。グラウンドに張られたマットや人工芝が北東方向に20cm程滑った。4/11撮影。

富岡

Aタイプ～Cタイプが混在して分布している。中央を南西に走る通りに沿ってCタイプが広く分布し、この両脇にはBタイプが広がり、さらに北東および南西の端に沿ってAタイプが広がっている。

2丁目の北東部の境川沿いではAタイプは広がりを持ち、50cmを超える大きな抜け上がりがみられる。4丁目の南西部の公園の築山には噴砂はみられないが、この周辺では大量の噴砂があった。

1・2丁目の境川沿い、および3・4丁目の南西道路沿いで液状化-流動化現象が顕著に認められるが、住宅街の中央部では被害は軽微である。

富岡1丁目



Aタイプの被害部分。境川沿いでは沈下し、体育館脇の側溝部分は波状変形している。4/5撮影。



Aタイプの被害部分。噴砂を伴う沈下による、マンホールやフェンスの被害。4/5撮影。



Cタイプの戸建て街区の中央部では、多少の噴砂や塀の傾きが認められても被害は軽微であった。4/5撮影。

富岡2丁目



Aタイプの被害部分。境川の護岸は周囲の沈下に伴い抜け上がり、一部は傾いた。ここでは、護岸上部が陸側に傾斜していることから、液状化-流動化に伴う地すべりによる円弧すべりの可能性が考えられる。4/5撮影。



Aタイプの被害部分。60cm程度の大きな沈下が生じ、杭基礎を有する建造物に著しい抜け上がりがみられた。4/5撮影。

富岡3丁目



Aタイプの被害部分。中央公園前の道路の地波。3/18撮影。



A タイプの被害部分. 中央公園グラウンドにみられる噴砂列の南東方向に延びる延長上の地表面の変形. 店舗敷地内に地表面の大きな傾斜がみられる. 4/12 撮影.



A タイプの被害部分. マンションの抜け上がりと破断した樋管. 4/5 撮影.



A タイプの被害部分. 20~30cmの抜け上がりにより入口のコンクリート部分が傾斜した. 4/5 撮影.



A タイプの被害部分. 抜け上がったマンションの玄関. 4/5 撮影.



A タイプの被害部分. ガソリンスタンドとその周辺の地表の変形. 4/5 撮影.



A タイプの被害部分. 中央公園通に沿って大量の噴砂があった. 3/13 撮影.



A タイプの被害部分. 30cmほど抜け上がったビルの入口. 4/5 撮影.



A タイプの被害部分. 浦安市立図書館富岡分館での約35cmの抜け上がり. 4/5 撮影.



A タイプの被害部分. 著しい液状化—流動化現象がみられた富岡交番の建屋. 傾き沈み込み, 噴砂も多量に噴出した. 4/5 撮影.



B タイプの被害部分. 非常階段部分の抜け上がり. 4/5 撮影.



上記の A タイプの被害部分に隣り合うようにみられる小規模な C タイプ～D タイプの低被害部分. 隣の白い建物も含めて抜け上がりはみられなかった. 4/5 撮影.



B タイプの被害部分. 今川 1 丁目・4 丁目と富岡 2 丁目・3 丁目との交差点付近にみられる波長 15m 程度の地波. 4/14 撮影.

富岡 4 丁目



極小規模な C タイプ～D タイプの被害部分. 上の構造物の入口. 抜け上がりはみられない. 4/5 撮影.



A タイプの被害部分. 中央公園グラウンドの噴砂列. 南東方向の延長上の富岡 3 丁目には被害の大きい場所が連続する. 4/12 撮影.



A タイプの被害部分. 中央公園通に沿う店舗敷地内の歩道の変形. 4/5 撮影.



A タイプの被害部分. 中央公園とその周辺では激しい液状化—流動化現象が認められ, 多量の噴砂や大規模な路面の変形が認められた. 4/22 撮影.



A タイプの被害部分. 傾いた物置. 4/5 撮影.



A タイプの被害部分. 中央公園脇の歩道. 盛土造成された土手の石組みが沈下し, 変形や破壊が顕著に認められた. 上段は4/5, 下段は4/26 撮影.



B タイプの被害部分. 歩道の端ではアスファルトが道路側へずれ, 縁石が転倒している. 4/22 撮影.



A タイプの被害部分. 中央公園前の道路上の噴砂跡. 正面方向に京葉線線路がある. 4/5 撮影.



A タイプの被害部分. 中央公園の崩れた石垣. 右側は首都高速湾岸線. 4/5 撮影.

今川

Aタイプ～Cタイプが混在して分布している。中央を南西に走る通りに沿ってCタイプが広く分布し、この両脇にはBタイプが広がり、さらに北東および南西の端に沿ってAタイプが広がっている。また、Aタイプは南東端の旧護岸に沿って帯状に分布している。コンクリート製などの重い塀が地中に傾きながら沈み込んでいるものがBタイプやAタイプの被害地域では多数みられた。

1丁目の今川記念公園は、周囲よりも2m弱程度高く盛土されている。ここでは、周囲の地面といっしょに盛土部分が沈下している。また、盛土層の上には、亀裂を伴う細粒砂～極細粒砂主体の噴砂や段差がみられる。また、波長15～20mの地波もみられ、波頭の方は北東方向に連続している。

4丁目の中央部では、噴水が著しく、抜け上がりが20cm程度あったものの、噴砂は少なく戸建て建造物の沈み込みや傾きがほとんどなく一様に沈下したと思われるところがあった。なおこの部分では、スコップで庭を掘ると貝殻がたくさん含まれているとのことである。

2丁目～3丁目では、南東端の旧護岸に沿ってAタイプが分布している。ここでは塀や戸建て建造物の沈み込みが著しく、相対的に道路面が高くなっている。この北隣ではCタイプが広がっており、被害程度のコントラストが著しい。

今川1丁目



Aタイプの被害部分。境川の護岸沿いに30cm程度の抜け上がりがみられる。4/20撮影。



Bタイプの被害部分。波長20mの地波。4/20撮影。



Bタイプの被害部分。道路中央が高く、両脇が低くなり波打ち、塀が沈み込み傾いている。4/20撮影。



Bタイプの被害部分。コンクリート製車庫が30cmほど沈み込んだ。4/20撮影。



B タイプの被害部分. 噴水著しく浸水した跡がみられる. 道路面から 50cm の高さまでおよんだ. 4/20 撮影.



B タイプの被害部分. 公園北西部の防火水槽の浮上. 4/20 撮影.



B タイプの被害部分. 今川記念公園. 盛土部分は周囲の道路とともに沈下している. 4/20 撮影.



B タイプの被害部分. 道路脇の家とコンクリート塀の 10cm 程度の沈み込み. 4/20 撮影.



B タイプの被害部分. 20cm 程度の抜け上がりや電柱の沈み込み・傾動. 4/20 撮影.



B タイプの被害部分. 道路に比べて家の敷地側が 10~15cm 程度沈下している. 4/20 撮影.

今川2丁目



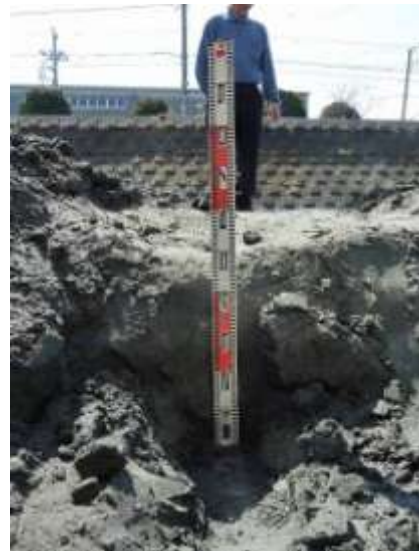
B タイプの被害部分. 今川公園の盛土上の噴砂. 4/20 撮影.



B タイプの被害部分. 護岸沿い道路の相対的盛り上がり. 護岸周囲の沈下と家屋の沈下により, 道路中央部が盛り上がったように見えるものと思われる. 4/20 撮影.



B タイプの被害部分. 今川公園での防火水槽周囲の浮上. 構造物周囲でより大きな沈下. 4/20 撮影.



A タイプ~B タイプの被害部分. ひどいところでは50cmもの噴砂が堆積した. 3/13 撮影.



A タイプ~B タイプの被害部分. メイン道路からみると護岸から遠い家屋はあまり沈下せず、護岸に近い家屋ほど大きく沈下する傾向がある. 4/20 撮影.



B タイプの被害部分. 旧堤防の外側はあまり噴砂見られない. 堤防の境目に噴砂が生じている. 3/13 撮影.



B タイプの被害部分. 右側の家は抜け上りがみられ杭基礎があり、左の家は杭がなく沈下していると考えられる. このためこれらの境界部の階段は傾いている. 4/21 撮影.



B タイプの被害部分. 中層階住宅地内. 地震による抜けあがり量は約19cm. 地震以前の抜け上り量は約8cmである. 基礎の張り出し部分は盛り上がったように見える. 4/5 撮影.

今川3丁目



A タイプ~B タイプの被害部分. 中央公園通沿いの旧堤防の内側では、大量の噴砂を伴う. 3/13 撮影.



B タイプの被害部分. 家の前の駐車スペースの傾き. 左奥の戸建て住宅も同様に数度傾き, 居住困難とのことである. 3/23 撮影.



A タイプの被害部分. 南東端の旧護岸沿い. 大量の噴砂があり電柱が傾いた. また, 戸建て住宅とコンクリート塀が数十 cm 沈み込んでいる. 3/23 撮影.



B タイプの被害部分. 波長 10~15m の地波. 波頭は, 東西方向に延びる. 3/23 撮影.

今川4丁目



A タイプ~B タイプの被害部分. 中央公園通沿いの消防署. 路面は沈下し, 建物が大きく抜け上がり, 建物と地面の隙間を土嚢で充填している. 4/7 撮影.



今川3丁目の南西部より北東方向の写真. 手前はBタイプ, 中央がCタイプ, 奥がAタイプの被害. 護岸沿いの電柱の傾動. 4/12 撮影.



A タイプ~B タイプの被害部分. 浦安市消防署今川発出所. 約50cmの沈下と壁面についた噴砂の吹き出し跡. 4/7 撮影.



A タイプの被害部分. 南東端の旧護岸沿い. 厚さ 50cm にもおよぶ大量の噴砂があり, 電柱が沈み込み傾いている. 3/23 撮影.



A タイプ~B タイプの被害部分. 消防署の抜け上がり. 4/12 撮影.



A タイプ～B タイプの被害部分. 消防署裏の亀裂と噴砂.
亀裂と噴砂は北西方向に長く連続する. 3/13 撮影.



A タイプ～B タイプの被害部分. 中央公園通沿いの駐車場にみられた大きな沈下と大量の噴砂. 後片付けで集められた大量の噴砂. 3/13 撮影.



A タイプ～B タイプの被害部分. 中央公園通沿いでは, 地波を伴う大きな地表の変形を伴っている. 4/12 撮影.



A タイプの被害部分. 今川3丁目-4丁目の境の道の地波. 4/12 撮影.



A タイプ～B タイプの被害部分. 中央公園通沿いでは, 地波を伴う大きな地表の変形を伴っている. 地波の波頭は東西方向に延びる. 4/27 撮影.



C タイプの被害部分. 南西部の低層階住宅地内ではCタイプの液状化-流動化被害部分が広がっている. 4cmほどの抜け上り. 4/5 撮影.



B タイプの被害部分. 京葉線脇ビルの駐輪場. 屋根がビル壁に附置されているために地上部で10cmほど支柱のコンクリートが割れて持ち上げられている. 4/5 撮影.



B タイプの被害部分の中に局所的にみられる A タイプの被害部分. 局所的なので図に示すのが困難である. 30cm程度の沈下が道路にみられる. 上は4/21, 下は4/27撮影.



B タイプの被害部分. 道路部分は沈下が少なく, 両脇のレンガ塀が沈み込んでいる. 4/21撮影.

弁天

西半分はCタイプ～Dタイプが広く分布する。東半分はBタイプが広く分布する。ただし、中部に北東に延びるAタイプが分布する。北東部の南東に延びる中央公園通りに沿ってAタイプが分布している。

弁天1丁目



Bタイプの被害部分。弁天西児童公園の防火貯水槽前の道路と戸建住宅。貯水槽部分は道路部分にもかかっており全体が浮き上がり、宅地部分では全体に沈下している。4/13撮影。

弁天2丁目



Bタイプの被害部分。南公園脇の防火貯水槽の浮上に伴う歩道の変形。4/13撮影。



Aタイプ～Bタイプの被害部分。国道に近い集合住宅における約20cmの抜け上がり。入口の自転車小屋も傾斜する。4/13撮影。



Aタイプ～Bタイプの被害部分。波打つ歩道と車道側に乗り上げて壊れたアスファルト路面。4/12撮影。



Bタイプの被害部分。電柱の傾動。4/13撮影。



Aタイプ～Bタイプの被害部分。歩道の変形、沈下に伴い塀が大きく移動した。5/16撮影。

弁天3丁目



A タイプ～B タイプの被害部分. 大量の噴砂. 3/13 撮影.



B タイプの被害部分. JR 京葉線の橋脚の基礎部分の約 20cm 抜け上がり. 3/12 撮影.



A タイプ～B タイプの被害部分. 大量の噴砂のため, 道路わきに砂をよせている. 3/13 撮影.



B タイプの被害部分. JR 京葉線の橋脚の基礎部分の約 20cm 抜け上がりとフェンスの傾動. 3/12 撮影.



A タイプ～B タイプの被害部分. 直線状の沈下域が住宅街に発生した. 5/16 撮影.



A タイプの被害部分. 見明川小学校校舎の抜け上がり (25～50cm). 3/12 撮影.



A タイプの被害部分. 中央公園通のマンホールは補修後も変形が継続した. 10/27 撮影.



A タイプの被害部分. 見明川中学校校舎の抜け上がりと陥没. 基礎周囲のうら込め部分が陥没. 3/12 撮影.



A タイプの被害部分. 見明川中学校校舎脇の抜け上がりと陥没 (90~100cm). 基礎周囲のうら込め部分が大きく陥没している. 3/12 撮影.



A タイプの被害部分. 見明川中学校校舎の抜け上がりと路面の変形. 3/12 撮影.



A タイプの被害部分. 見明川中学校体育館脇に片付けられた噴砂の山. 3/12 撮影.



C タイプ~D タイプの被害部分. 南西部にはほとんど被害がみられない地域が広がっている. 3/12 撮影.

弁天4丁目



A タイプ~B タイプの被害部分. 家屋の修復例. 沈み込んだ基礎と上屋との間に木材を挿入している. 過去の他地域の被害の際にもこの方法で修復していた. 5/16 撮影.



A タイプ~B タイプの被害部分. 道路の変形が大きく, 戸建て住宅も傾き沈み込んでいる. 5/16 撮影.



C タイプ~D タイプの被害部分. 被害がみられない公園 (衛生処理場・中継ポンプ場・清掃工場跡地). 3/13 撮影.



B タイプの被害部分. 20cm 程度抜け上がったビルと路面の
変形. 3/13 撮影.



B タイプの被害部分. 抜け上がったビル周辺の戸建て住宅
の一部には傾斜などの被害がみられた. 3/13 撮影.



B タイプの被害部分. 抜け上がったビルの前
の浮上したマンホール. 3/13 撮影

鉄鋼通り

北西部の京葉線近傍ではCタイプが帯状に分布している。南西部にもCタイプが帯状に分布している。西部・中部・東部にAタイプが分布し、これを取り巻くようにBタイプが広く分布している。

中央部には北西方向に延びるAタイプが広がっている。Bタイプ～Aタイプが分布する中の北東方向に延びる道路の周辺では地波がみられ波長20m程度の場合が多い。また、波頭の向きはほぼ北西方向である。Aタイプの部分では電柱やコンクリート塀の沈み込みや傾動が一般にみられ、道路面も大きく変形している部分もあり大きな被害となっている。南西部のCタイプの部分は40cm程度の古い抜け上がりが見られるものの、今回の地震で生じた新たな変形はみられていない。

3丁目では、Bタイプが広がっており見明川に沿ってAタイプが帯状につながる。なお、この帯は舞浜2丁目・3丁目に見明川沿いのAタイプ～Bタイプの帯に連続する可能性がある。



Bタイプの被害部分。旧護岸沿いの電柱の沈み込み・傾動と地波。4/12撮影。



Aタイプの被害部分。道路の脇での沈下。建物・塀の沈み込み・傾動。4/12撮影。



Aタイプの被害部分。電柱が大きく沈み込んだ。4/12撮影。



Bタイプの被害部分。北端の中央公園通り沿い。噴砂の厚さは40cmにもおよぶ。4/12撮影。



Aタイプの被害部分。約40cmの抜け上がり。4/12撮影。



Aタイプの被害部分。プレハブとコンクリート塀の沈み込み・傾動。4/12撮影。



A タイプの被害部分. 浄化槽の浮き上がり. 同じ場所を異なる角度から撮影した. 上下ともに4/12撮影.



中央部に広がる A タイプの被害部分. 中央部. コンクリート塀の波うち, 沈み込み, 傾動. 4/12撮影.



Cタイプ of 被害部分. 古い地盤の沈下による抜け上がり. 人工地層の泥層部分は収縮しやすく, 地盤が沈下しやすい. 噴砂はなく, 新たな沈下はない. 4/12撮影.



西端の A タイプの被害部分. 陥没を伴う沈下. 4/12撮影.



A タイプの被害部分. 道路わき部分が著しい被害. 4/12撮影.



西端の北の A タイプ~B タイプの被害部分. 倉庫の傾き. 4/12撮影.



A タイプの被害部分. コンクリート階段の沈降. 4/12 撮影.

舞浜

ディズニーランドの遊園地内では被害は無いようである. この周囲では A タイプ~C タイプの被害がみられる. また, 舞浜 2 丁目・3 丁目では, C タイプが広く分布している. 見明川沿いに帯状に A タイプ~B タイプが分布している. 2 丁目の北西部には B タイプが分布している. 3 丁目の南西縁に沿って B タイプが分布している. ここでは, 南西端の公園と道路の境をなす盛土部分は, 周囲の地表とともに沈下している. 3 丁目の中央を南西へ延びる通りは周囲の中でも低くなっており, ここでは著しい被害となっている. 道路の両脇の歩道部分からそれぞれの側の戸建て構造物にかけて沈下し, さらにコンクリート塀と戸建て構造物は沈み込んでいる. 大きなところでは 50cm 程度沈み込んでいる. また, 道路自身にも地波がみられる.

舞浜



A タイプの被害部分. 車道はほとんど変形が見られないが, 歩道は膨らんで盛り上がっている. 4/13 撮影.



A タイプの被害部分. 高速道路橋脚周辺の液状化. 橋脚コンクリートの長軸方向と直行方向に亀裂が発生し噴砂がみられる. 4/13 撮影.

A タイプの被害部分. 舞浜駅前の歩道橋の橋脚の 40cm を超える抜け上り. 4/13 撮影.



B タイプの被害部分. 舞浜駅前での噴砂. 線状 (北西方向) に並ぶ. 5/17 撮影.



A タイプの被害部分. 歩道の波状変形と陥没. 4/13 撮影.



A タイプの被害部分. 運動公園総合体育館の階段にできた抜け上がり. 4/13 撮影.



A タイプの被害部分. 運動公園総合体育館の階段にできた抜け上がり. 4/13 撮影.



B タイプの被害部分. 階段にできた抜け上がり. 4/13 撮影.

舞浜3丁目



A タイプ~B タイプの被害部分. 戸建て住宅の背中合わせの裏庭部分にみられる亀裂と噴砂. 住宅は裏庭のほうへ傾いているものがみられる. 4/19 撮影.



A タイプの被害部分. 舞浜3丁目. 道路の中央部が高く, 両脇が低くなっている. 両脇の戸建て住宅のほとんどは傾きながら沈み込んでいる. 3/18 撮影.



A タイプ~B タイプの被害部分. 道路より家のほうが20cm程度沈み込む. 4/19 撮影.



A タイプの被害部分. 歩道から戸建て住宅にかけて地盤が沈下している. また, 50cm以上も噴砂が堆積した跡がついている. 3/18 撮影.



C タイプの被害部分では道路の脇に1cm程度の段差や亀裂がみられることが多い. 5/17 撮影.



A タイプの被害部分. 舞浜入口の道路沿い. 歩道は沈下し, その脇の戸建て住宅は地中に沈み込んでいる. 4/19 撮影.



B タイプの被害部分. 塀の沈み込み・傾動. 5/17 撮影.



B タイプの被害部分. 南西端の公園内. 南東方向の亀裂とこれに伴う噴砂. 5/17 撮影.



B タイプの被害部分. 波長 10m の地波がみられる. 波頭は東西方向に延びる. 5/17 撮影.



B タイプの被害部分. 道路よりも各戸の敷地側が 10~20cm 沈下. 5/17 撮影.



中央～西部付近の B タイプ部分中の地波. コンクリート塀が沈みこみ・傾動. 5/17 撮影.

日の出・明海

北西側では B タイプ～A タイプが広く分布し、南東側では C タイプが広く分布する。

北西側においては B タイプが広がっており、その中でもシンボルロードに沿って A タイプが広がっている。ここでは、50cm を超える抜け上がりがみられ、シンボルロードの南西脇の歩道では、本震の際歩道ブロックが北西－南東方向にずれ動き噴砂を生じている映像が撮影されている。また、シンボルロード自身も地波現象がみられた。南東側の C タイプとの境界付近に沿っても A タイプが帯状にみられ、特にここでは地波現象が顕著にみられた。日の出おひさま公園内では、北西部では B タイプであるものの、中央部では C タイプとなり、南東部では A タイプとなる。この南東部には築山があり、道路面から比高約 2m を超えるところまでは噴砂がみられ、開口亀裂もともなっていた。また、公園の北東隣の道路では地波を伴うとともに、歩道の沈下や道路中央部の盛り上がりがみられた。

日の出



A タイプの被害部分。シンボルロード沿い。大量の噴砂。道路の両脇に除雪された雪のように積み上げられている。3/18 撮影。



A タイプの被害部分。南東端の護岸。北東方向の開口亀裂が数列みられ、護岸付近全体が海側の南東側へ移動したものと考えられる。3/18 撮影。



A タイプの被害部分。シンボルロード沿いにみられる 50cm を超える大きな抜け上がりと大量の噴砂。3/18 撮影。



A タイプの被害部分。南東岸の護岸は海側にたわみ、前面には多量の噴砂が認められた。3/18 撮影。



A タイプの被害部分。シンボルロード上のゆるやかな地波。波長 15m 程度で波頭が東西方向に延びる。3/18 撮影。



A タイプの被害部分。護岸の内側には開口亀裂が顕著に認められた。3/18 撮影。



A タイプの被害部分。護岸の内側は大きく陥没し手いる部分もある。6/1 撮影。



A タイプの被害部分。おひさま公園南東端での著しい噴砂と地波および地盤の沈下。噴砂は青灰色の細粒砂〜極細粒砂である。3/23 撮影。



A タイプの被害部分。中央部の公園では側溝が波打ち破損した。6/1 撮影。



A タイプの被害部分。おひさま公園南西部。東西～北西方向の亀裂。高いところでは噴砂量が少ない。斜面にあり、地すべりを伴い亀裂が開いている。3/23 撮影。



A タイプの被害部分。おひさま公園南西部の築山に囲まれた低地部分。低地に噴砂が多くみられる。北西方向の亀裂から噴砂している。A タイプの液状化〜流動化部分。上下ともに3/23 撮影。



A タイプの被害部分。おひさま公園南西部。東西方向に延びる亀裂。A タイプの液状化〜流動化部分。3/23 撮影。



A タイプの被害部分。おひさま公園南の道路の歩道に残る地波。東西方向に延びる地波が食い違っつながっている。3/23 撮影。



A タイプの被害部分. おひさま公園の西. シンボルロードに沿う部分では抜け上がりが大きい. 3/23 撮影.



おひさま公園の北西になるにつれて抜け上がりは小さくなり, ほとんどみられない. C タイプの液状化-流動化部分となる. 3/23 撮影.



おひさま公園入口付近では噴砂が多く地表面の変形も大きい A タイプの被害. この奥に進むにつれ噴砂や変形は急速に小さくなり C タイプに変化する. 3/23 撮影.



A タイプの被害部分. 住宅壁面に残る噴砂の痕跡. 3/24 撮影.



A タイプの被害部分. 集合住宅の基礎のないベランダ部分は, 沈下・傾き破損した. 3/24 撮影.



A タイプの被害部分. 集合住宅の周囲の沈下は 70cm を超え, さらに接続するスロープは沈み込んだため段差は 1m に達した. 3/24 撮影.



A タイプの被害部分. マンホールの浮上. 3/14 撮影.



A タイプの被害部分。北東岸に近い公園では開口亀裂が顕著に認められた。噴砂を伴うものと伴わないものがある。亀裂の左側が沈下した。3/28 撮影。



A タイプと C タイプ～D タイプの被害部分との境目。日の出 4 丁目。明海から日の出にかけて直線的に段差を生じ、右側では液状化-流動化現象が顕著に認められた。一方、左側ではほとんど液状化-流動化が認められないのは、液状化防止対策の影響と推測される。3/23 撮影。



A タイプと C タイプ～D タイプの被害部分との境目。おひさま公園南西端付近。赤いコーンより先の南西側では急に地表面の変形や噴砂はなくなり、液状化-流動化現象は起こっていないと考えられる。3/23 撮影。

明海



A タイプと C タイプ～D タイプの被害部分との境目。亀裂の左側が沈下し A タイプの被害となっている。明海 5 丁目。3/23 撮影。



A タイプと C タイプ～D タイプの被害部分との境目。芝生の右側は C～D タイプ。芝生から左側は沈下しており A タイプの被害となっている。日の出 4 丁目。3/22 撮影。



A タイプと C タイプ～D タイプの被害部分との境目。土のうの部分の左は沈下し A タイプの被害となっている。明海 5 丁目。3/23 撮影。



A タイプの被害部分. 大規模な噴砂丘. 3/22 撮影.



A タイプの被害部分. 昇降口の倒壊. 3/23 撮影.



A タイプの被害部分. 歩道に生じた段差. 3/22 撮影.



A タイプの被害部分. マンホールの浮上. 3/22 撮影.



A タイプの被害部分. 大型商業施設. 3/22 撮影.



A タイプの被害部分. 片付けで集められた噴砂. 3/13 撮影.



A タイプの被害部分. 沈下に伴う配管の被害. 3/22 撮影.



A タイプの被害部分. 大量の噴砂に埋まるコンクリート小構造物の傾斜・沈み込み. 3/13 撮影.



A タイプの被害部分. シンボルロード沿いのビル入口の
 抜け上がりと大量の噴砂の状況. 3/13 撮影.



A タイプの被害部分. シンボルロード沿いのビル入口の
 抜け上がり. 3/13 撮影

高洲

未利用の土地の部分が多いため未調査部分が広いものの、Bタイプ～Aタイプが広く分布する。
 北西部にはBタイプ～Aタイプが広く分布している。また、北東部にAタイプが広く分布し、70cmを超える大きな抜け上がりがみられている。中部ではBタイプ～Aタイプが広く分布し、高洲小学校周辺ではAタイプが分布する。南部においても浦安南高校を中心にAタイプが分布する。

高洲1丁目



A タイプの被害部分. 集合住宅の周囲が大きく沈下し基礎杭が露出するなど、60cmを超える著しい抜け上がり現象が認められた。3/25 撮影。



A タイプの被害部分. 1mに達する抜け上がりが認められた。3/25 撮影。



A タイプの被害部分. 沈下量が90cmを超える地域も認められた。3/25 撮影。



B タイプの被害部分. 高洲北児童公園周辺、コンクリート塀が沈み込み傾動している。3/23 撮影。



A タイプの被害部分. 道路わき部分の沈下と噴砂. 3/23 撮影.

高洲 2 丁目



B タイプの被害部分. 太陽の丘公園. 北西方向の直線状に続く亀裂と噴砂. 上下ともに 3/13 撮影.

高洲 3 丁目



A タイプの被害部分. マンホールの浮上. 3/23 撮影.



A タイプの被害部分. 歩道部分にみられる地波と噴砂. 地波の波頭は東西方向に延びる. 3/23 撮影.

高洲 4 丁目



A タイプの被害部分. 高洲中央公園の防災用 100m³ の貯水槽の浮上. 4/11 撮影.

高洲 6 丁目



液状化—流動化に伴う地盤の沈下による水たまりと噴砂. 上下ともに 3/13 撮影.

高洲8丁目



脇の低い部分(浦安南高校側)には噴砂が見られる. 3/13 撮影.



Bタイプの被害部分. 中央公園通にみられる地波と噴砂. 3/18 撮影.



Bタイプの被害部分. 多量の噴砂と噴砂丘. 3/16 撮影.



Bタイプ~Aタイプの被害部分. 中央公園通の道路と周辺の波打ち. 沈下部分とドーム状に膨らんだ部分がある. 3/16 撮影.

高洲9丁目



浦安南高校のAタイプの被害状況. 3/13 撮影.



Aタイプの被害部分. 浦安南高校. 古い沈下による抜け上がりに加え, 液状化-流動化により30cmを超える抜けあがりがあった. 3/13 撮影.



Aタイプの被害部分. 浦安南高校の校舎の周囲の沈下に伴う, 著しい抜け上がり現象. 3/25 撮影.



Aタイプの被害部分. 浦安南高校の沈下した校庭には噴砂と泥水が溜まった. 3/25 撮影.



Aタイプの被害部分。ビルの40cmを超える抜けあがり。
3/13撮影。

港

南東に延びる中央公園通りの南西方向に数えて2本目の通りを境に南西側では全域に広くBタイプが分布し、北東側ではCタイプが広がっている。南西側ではBタイプの中に部分的にAタイプが小規模な斑状にみられる。北東側ではCタイプの中に比較的小規模なAタイプ～Bタイプがまだら状に分布する。



Aタイプ～Bタイプの被害部分。噴砂によって埋もれた地下設置型の消火栓。黄色の消火栓の蓋がアスファルトより約5cm沈み込んでいる。4/12撮影。



Aタイプの被害部分。路上に積まれた噴砂。4/12撮影。



Aタイプ～Bタイプの被害部分。路上に積み上げられた噴砂。4/12撮影。



Bタイプの被害部分。地表面が変形し、水たまりができてきている。4/12撮影。



Aタイプの被害部分. 60cmを超える抜け上がりで倉庫の入口に段差を生じている. 4/12 撮影.



Aタイプの被害部分. 基礎の抜け上がり. 4/12 撮影.



Bタイプの被害部分. 抜け上がりと沈下による変形. 4/12 撮影.

千鳥

Aタイプ～Bタイプが広く分布している. 中央を通り南北に帯状に延びるAタイプが分布する. この中央部では抜け上がり量が70cm以上と非常に大きい.



Aタイプの被害部分. 電柱が沈み, 押しボタンの高さが低くなっている. 4/15 撮影.



Aタイプの被害部分. 浦安市でも最大級の抜け上がり量である95cmを記録した. 4/13 撮影.



Aタイプの被害部分. 90cmを超える抜け上がりがみられる. 4/13撮影.



Bタイプの被害部分. 千鳥学校給食センター. 20cm程度の抜け上がりがみられる. 4/13撮影.



Aタイプの被害部分. 沈み込んだ塀. 手前の歩道は膨れ上がっている. 4/13



Bタイプの被害部分. 浦安市クリーンセンター. 入口に10cm程度の抜け上がり. 4/13撮影.



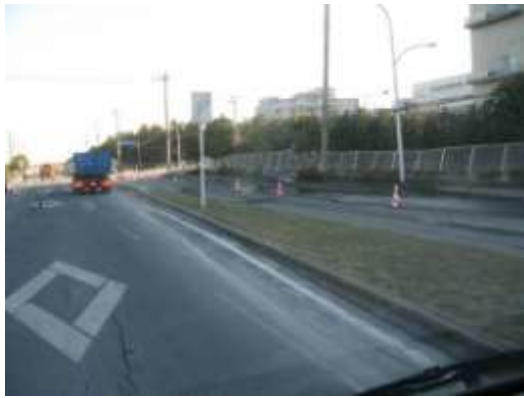
Aタイプの被害部分. 沈み込んだ塀. 手前の歩道は膨れ上がっている. 4/13



Aタイプの被害部分. 千鳥町中央部の大量の噴砂と電柱の傾き. 3/18撮影.



船着場には噴砂や変形もなく液状化していないと思われる. 4/13撮影.



Aタイプの被害部分. フェンスの傾きと波うち. 3/18 撮影.



Aタイプの被害部分. フェンスの傾きと変形. 3/18 撮影.

Ⅲ 千葉市美浜区での液状化－流動化被害分布と地質構造に関して

第3報において、被害分布と地質構造についての関係を述べた。ここでは、本センター地質環境研究室の前身の公害研究所地盤沈下研究室および水質保全研究所地質環境研究室が行なった数本の層序ボーリングを基に、地質環境インフォメーションバンクに登録されている建築基礎ボーリングを中心としたボーリングデータなどによって作成した沖積層基底面および人工地層基底面（加藤ほか，2012 投稿中）と、3月の時点での被害分布を重ね合わせたものを図17に示す。なお、現在行なわれている各機関での被害調査ボーリングの結果、基底面図の修正箇所もでてこよう。以下に、地区ごとの傾向を述べる。

稲毛海岸・高洲・高浜地区：この地区の中央を北東－南西方向～南－北方向に延びる比高差10～20m程度の谷埋め状の沖積層の分布がみられる。谷の西翼は比較的急傾斜をなし谷の形状が比較的明瞭であるものの、東翼は緩傾斜をなし谷の形状がやや不明瞭である。西翼部ではほぼ谷の中に液状化－流動化被害の集中部分が分布する。東翼部ではその分布はほぼ標高-10mの等量線よりも深い部分に被害は多く分布するが、これよりも浅い部分にもみられる。特に、人工地層の基底面がほぼ-3m以深の部分においてその傾向が強まる。ただし、国道14号線に近い部分では、人工地層や沖積層の厚さに関係なく被害は広がっている。

真砂・磯部地区：この地区では沖積層は顕著な谷状の分布をしていない。しかし、マリーナストリート沿いおよびJR京葉線検見川浜駅を通る北東方向に延びる小規模の谷、および磯部7丁目付近に南北方向の小規模の谷がみられ、その中には被害が集中する。しかし谷の外にも被害は分布する。また、人工地層の基底面が-3m以深の部分では、被害の範囲が広がる傾向がある。

若葉・打瀬・中瀬・ひび野・浜田・豊砂地区：北東－南西方向～南－北方向の比高差20mを越える深さの幅の広い谷が分布する。ほぼ、谷の中に被害が分布する。ここでは人工地層の基底面が-2m以深の部分において、谷の外にも被害が分布するようになる。一方、国道14号線に沿う千葉市美浜区幕張西～習志野市香澄の埋立地では、人工地層や自然地層の厚さとは関係なく被害が分布している。

以上まとめると、①大局的には沖積層の谷の中に多くの被害が分布する傾向がある。②JR京葉線よりも海側では人工地層の基底面の標高-2m～-3m以深では沖積層の厚い部分の外にも被害が広がっている傾向が読み取れる。③国道14号線に近い部分では、沖積層の厚い部分以外にも被害が広がっている。

今後、精度の良い液状化予測や効果的な対策のため、①沖積層の基底まで到達するオールコアによる層序ボーリングによる地質構造・地質構成の解明、②各地層の地震動の増幅特性の解明、③地震動と間隙水圧の上昇（地下水位の上昇）との関係の把握、④液状化に引き続く流動化現象と地波現象による被害がどのように拡大するのかを明らかにするため、被害部分から低被害部分にかけてのトレンチ調査ないし、これに準ずる地層調査からのメカニズムの解明が必要である。

なお、美浜区中央部にみられる被害の詳細については、今後別報で述べる予定である。

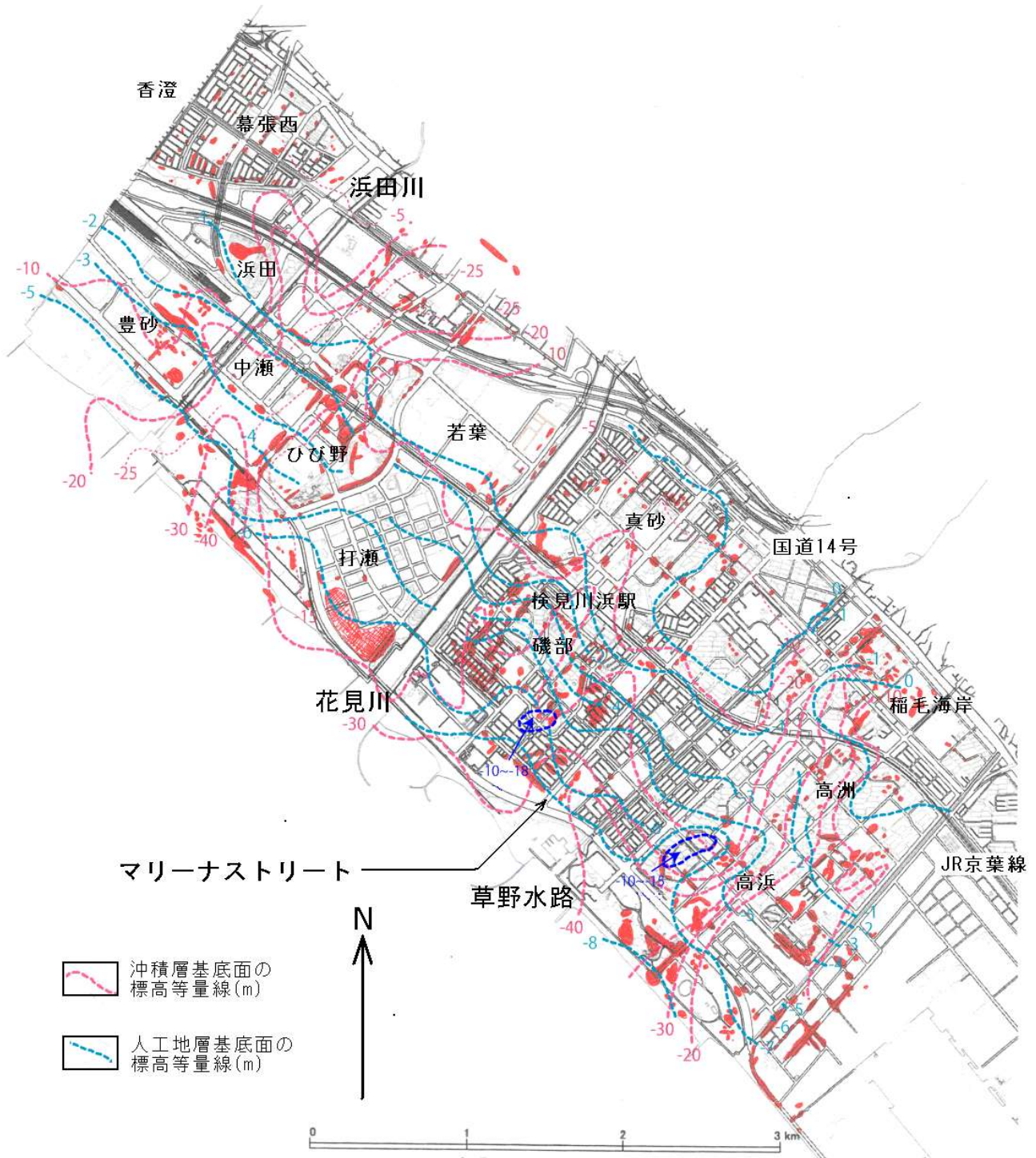


図 17 沖積層基底面図および人工地層基底面図（加藤ほか，2011 投稿中）と，3月の時点での液状化—流動化被害分布を重ね合わせた図。

各種基底面等量線は液状化—流動化の対策を行なうための調査を行なう深度の目安として暫定的に作成した。各種基底面深度は，ボーリング位置によっては未知の地質構造の変化が存在することがあり，基底面深度が大きく変わることがある。

Ⅳ 今後の災害に強いまちづくりに向けて

今後、液状化—流動化現象を明らかにし、災害に強いまちづくりを進めていくためには、第3報で述べたものに加え、以下のような現地調査が必要となる。

必要な現地調査に関しては、以下の視点が重要である。今回の地震では次のような液状化—流動化に関する新たな現象がみつかった。

①特異な被害の分布形状（まだら状分布）や、被害が拡大した要因として液状化に引き続く流動化現象と地波現象の関与が明らかとなってきた。また、今後の房総半島全域の調査が進む中でさらに新たな現象もみつかる可能性がある。このような新たな現象については、まず実態調査が必要となる。これまで、当センターでは東方沖地震以降、トレンチ調査や層序ボーリングを中心とした地質学的調査を行ないその機構解明を行ってきた。新たな現象のメカニズム解明のため、被害部分から無被害部分にかけての現地でのトレンチ掘削を中心とした地質環境調査が必要となる。これによって、地層の側方への連続的な観察が可能となり地質環境の変化に対応してこの現象が生じたのかを明らかにすることができる。

②従来の液状化予測では認識できなかった帯状の被害分布が生じた。人工地層・沖積層・洪積層の地質構造の把握と、それぞれの地層における地震動の増幅の観測が必要である。そのためには、

人工地層と自然地層との境界や沖積層と洪積層との境界および、オールコアボーリングなどによる地層構成や地層物性、地質構造の把握が必要となる。さらに、実際の地質中において地震時にどのような地震動の増幅が発生するのか、それによって間隙水圧（地下水位）がどのように変化し、液状化した地層が流動化していくのかといった観測データの取得が必要となる。

以上のような調査・研究によってはじめて、液状化—流動化現象の機構解明や地質環境が液状化—流動化に及ぼす影響が明らかとなる。そして、各地域の地質環境特性が明らかになることにより、その特性を踏まえた災害に強いまちづくりや大地の持続的利用方法が検討できるようになる。

引用文献

- 千葉県地質環境研究室，2003，図2・1—千葉県東方沖地震の震度分布．アーバンクボタ．No.40，P.4.
千葉県地質環境研究室，2003，図2・11～12—幕張の浜に現れた千葉県東方沖地震の震度分布．アーバンクボタ．No.40，P.4.
千葉県環境研究センター，2011，http://www.wit.pref.chiba.jp/_sui_chi/chishitu/touhoku/ekijouka20110318b.pdf，8p（2011年3月18日掲載）.
千葉県環境研究センター，2011，http://www.wit.pref.chiba.jp/_sui_chi/chishitu/touhoku/dai2/gaiyou20110415.pdf，57p（2011年4月15日掲載）.
千葉県環境研究センター，2011，http://www.wit.pref.chiba.jp/_sui_chi/chishitu/touhoku/dai3/ekijouka3a.pdf，25p（2011年6月9日掲載）.
江戸川区土木部沿川まちづくり課，2011，まちづくりニュース 北小岩一丁目東部地区 No.87 東日本大震災における清新町の液状化による被害状況について．http://www.city.edogawa.tokyo.jp/gyosei/toshikeikaku/machidukurijoho/kitakoiwa/kitakoiwa18/news23/files/87_230530.pdf#search=%E6%B6%B2%E7%8A%B6%E5%8C%96%E3%80%80%E6%9D%B1%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%A4%A7%E9%9C%87%E7%81%BD（2011年5月30日）
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—．新潟大学積雪地域災害研究センター研究年報．Vol.5，53-69.
茨城大学工学部都市システム工学科防災・環境地盤工学研究室，2011a，東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 東北地方太平洋沖地震地盤被害調査報告書（速報版：その1）．地盤工学会，<http://www.jiban.or.jp/file/ibarakiunivno1.pdf>（2011年3月18日掲載）
茨城大学工学部都市システム工学科防災・環境地盤工学研究室，2011b，東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 東北地方太平洋沖地震地盤被害調査報告書（速報版：その2）．地盤工学会，<http://www.jiban.or.jp/file/>

- ibarakiunivno2.pdf (2011年3月18日掲載)
- 茨城大学工学部都市システム工学科防災・環境地盤工学研究室, 2011c, 東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 東北地方太平洋沖地震地盤被害調査報告書(速報版:その3). 地盤工学会, <http://www.jiban.or.jp/file/ibarakiunivno3.pdf> (2011年3月18日掲載)
- 茨城大学工学部都市システム工学科防災・環境地盤工学研究室, 2011d, 東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 東北地方太平洋沖地震地盤被害調査報告書(速報版:その4). 地盤工学会, <http://www.jiban.or.jp/file/ibarakiunivno4.pdf> (2011年3月22日掲載)
- 茨城大学工学部都市システム工学科防災・環境地盤工学研究室, 2011e, 東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 東北地方太平洋沖地震地盤被害調査報告書(速報版:その5). 地盤工学会, <http://www.jiban.or.jp/file/ibarakiunivno5.pdf> (2011年3月30日掲載)
- 茨城大学工学部都市システム工学科防災・環境地盤工学研究室, 2011f, 東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 東北地方太平洋沖地震地盤被害調査報告書(速報版:その6). 地盤工学会, <http://www.jiban.or.jp/file/ibarakiunivno6.pdf> (2011年3月30日掲載)
- 茨城大学工学部都市システム工学科防災・環境地盤工学研究室, 2011g, 東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 東北地方太平洋沖地震地盤被害調査報告書(速報版:その7). 地盤工学会, http://www.jiban.or.jp/file/file/saigai_ibadaigeo201104n07.pdf (2011年4月9日掲載)
- 茨城大学工学部都市システム工学科防災・環境地盤工学研究室, 2011h, 東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 東北地方太平洋沖地震地盤被害調査報告書(速報版:その8). 地盤工学会, http://www.jiban.or.jp/file/file/saigai_ibadaigeo201104n08-2.pdf (2011年4月10日掲載)
- 飯川健勝, 1991, 新潟県南西部地域の地震震動区とブロック運動. 第1回環境地質学シンポジウム講演論文集, 169-174.
- 石原研而, 1976, 土質動力学の基礎. 鹿島出版, 303p.
- IUGS-GEM, 2011, <http://manmade.iugs-gem.org/>
- 地震予知総合研究振興会, 2011, 地震加速度情報 2011年3月11日14時46分. <http://www.adep.or.jp/shindo/Screen/C123380.html>
- 関東学院大学地盤防災工学研究室, 2011, 東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 横浜市金沢区八景島周辺および本牧港湾住宅周辺地盤の液状化被害. 地盤工学会, <http://www.jiban.or.jp/file/file/kiku.pdf> (2011年4月19日掲載).
- 香川 淳ほか, 1995, 1995年兵庫県南部地震における液状化—流動化現象 —人工島の液状化現象(1)—. 第5回環境地質学シンポジウム論文集, 13-18.
- 加藤晶子ほか, 2011 投稿中, 全国環境研会誌.
- Kawakami, F. and Asada, A., 1966, Damage to the Ground and Earth Structures by the Niigata Earthquake of June 16, 1964. Soil and Foundation, vol.6, No.1, 14-30.
- 風岡 修ほか, 1994, 液状化—流動化のメカニズムとその実態, 日本地質学会第101年総会・討論会 講演要旨, 125-126.
- 風岡 修ほか, 2000, 局所的な表層地質の違いが液状化—流動化に与える影響 —東京湾岸埋立地の例—, 第10回環境地質学シンポジウム論文集, 33-38.
- 風岡 修ほか, 2001, 地震時にみられた液状化—流動化現象とその時系列変化—2000年鳥取県西部地震・2001年芸予地震での例—, 第11回環境地質学シンポジウム論文集, 419-424.
- 風岡 修, 2003, 液状化・流動化の地層断面. アーバンクボタ 40号, 5-13.
- 風岡 修ほか, 2004, 砂鉄採取跡地の液状化—流動化による地波形成部分の地質状態 —1987年千葉県東方沖地震時の九十九里平野での地質環境調査結果—, 第14回環境地質学シンポジウム論文集, 395-400.
- 風岡 修ほか, 2009, 完新統海岸砂丘の砂丘間低地における液状化—流動化現象の機構解明と今後の強震動・被害予測上の問題点—1987年千葉県東方沖地震時の山武市本須賀での例—医療地質—地質汚染—社会地質学会, 第19回環境地質学シンポジウム論文集, 169-174.
- 気象庁, 2011, 地震月報, 321p.
- 国土交通省荒川下流河川事務所, 2011, 東日本大震災による荒川下流管内の被災状況等について. http://www.ktr.mlit.go.jp/arage/attachment/topics/f_1306390622_1.pdf (2011年5月26日掲載)
- 国土交通省利根川下流河川事務所, 2011, 緊急災害復旧工事. <http://www.ktr.mlit.go.jp/tonege/bousai2/pdf/>

- 110606%20kinkyusai.pdf (2011年4月21日)
- 江東区, 2011, 江東区内の被害状況と対応. <http://www.city.koto.lg.jp/seikatsu/bosai/58976/58570.html> (2011年03月14日更新)
- Kokusho,T, 1980, Cyclic triaxial test of dynamic soil properties for wide strain range. *soil and Foundations*, vol.20, No.2.
- 國生剛治, 2005, 液状化現象 巨大地震を読み解くキーワード. 山海堂, 269p.
- 楠田 隆ほか, 2001, 震度階分布の異方性と地質構造. 第11回環境地質学シンポジウム講演論文集, 425-428.
- 桑野二郎ほか, 2011, 東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 幸手市西関宿江戸川堤防被災等調査. 地盤工学会, http://www.jiban.or.jp/file/file/saigai_0315.pdf (2011年4月12日 掲載)
- Lowe,D.R., 1975, Water escape structures in coarse-grained sediments. *Sedimentology*, vol.22,157-201.
- Mogami,T. and Kubo,K.,1953, _The behavior of sand during vibration. *Proc. 3rd International Conference on Soil Mech. and Found. Eng.*, vol.1, 152-155.
- 物部長穂, 1926, 土木工事震害調査報告. 震災豫防調査會報告, 震災豫防評議會, 100号丁, 1-66.
- 長野県教師グループ, 1987, 長野県における1984年長野県西部地震の震度分布. *地球科学*, 41巻, 81-100.
- 中川光弘ほか, 青麻-恐火山列: 東北日本弧火山フロント. 1986, *岩鉱*, 81巻, 471-478.
- 新潟大学理学部地質鉱物学教室・深田地質研究所,1964,新潟地震地盤災害図.
- 楡井 久, 1981, 堆積盆中の地下水流動史と地殻変動. 堆積盆中の流体移動, 東海大学出版会, 151-174.
- 楡井 久ほか, 1986, 地震動における地波現象と帯水層の液状化, *地質学論集*, 27, 109-114.
- 楡井 久・古野邦雄, 1988, 地下水盆のモニタリングー関東地下水盆を中心にー. *アーバンクボタ*, No.27, 20-23.
- 楡井 久ほか, 1989, 千葉県地質図. 千葉県企画部.
- 楡井 久ほか (英), 1990, 千葉県東方沖地震と災害, *地質学論集*, 35, 31-46.
- 楡井 久ほか, 1996, 震災の帯を狭めた液状化・流動化現象と地層収縮現象. 京都大学都市耐震センター研究報告, 別冊第18号, 127-146.
- Seed,H.B. and Lee,K.L., 1966, Liquefaction of saturated sand during cyclic loading. *proc. ASCE*, vol.91, SM6, 105-134.
- Seed,H.B., 1968, Landslides During Earthquakes due to Soil Liquefaction. *Proc.ASCE*, vol.94, SM5, 1055-1122.
- 竹之内 耕, 2001, 地質構造と震動分布 ー北部フォッサマグナの例ー. 第11回環境地質学シンポジウム講演論文集, 453-456.
- 東畑郁夫ほか, 2011, 東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 東北地方太平洋沖地震(2011/03/11) 南関東地区の被害調査 速報. 地盤工学会, http://www.jiban.or.jp/saigai_tohata_0322_Rev3.pdf (2011年4月25日掲載)
- 角田史雄ほか, 1985, 震度分布から推定される埼玉平野の先第四系の地質構造. 埼玉大学教養部紀要, 自然科学, 21巻, 263-278.
- 矢部長克, 1918, 糸魚川静岡地構線. *現代の科学*, 6巻, 147-150.
- 山下 昇, 1970, 柏崎-銚子線. 島弧と海洋, 東海大学出版会, p.179-191.
- 山崎直方, 1925, 関東地震の地形學的考察. 震災豫防調査會報告, 震災豫防評議會, 100号乙, 11-54.
- 安田 進, 2011, 東北地方太平洋沖地震の災害調査情報 東京湾岸で液状化が発生した地区の概要 (第1報) 平成23年3月21日現在. 地盤工学会, <http://www.jiban.or.jp/file/yasudano1.pdf> (2011年3月29日掲載)
- 吉見吉昭, 1980, 砂地盤の液状化. 技報堂出版株式会社, 159p.