

千葉県東方沖地震による液状化現象とその被害

Liquefaction and Resulting Damage to Structures
during the Chibaken-Toho-Oki Earthquakeことうだ きくお
古藤田 喜久雄*わかまつ かずえ**
若松 加寿江**

1. まえがき

1987年12月17日午前11時8分、千葉県東方沖の北緯35度21分、東経140度29分、深さ58kmを震源とするマグニチュード6.7の地震が発生した。各地の震度は、千葉、勝浦、銚子で震度Vの強震、館山、東京、横浜などで震度IVの中震であった。筆者らは、翌18日より液状化の調査を開始し、現在までに千葉・茨城・神奈川・東京の1都3県、104地区で噴砂を確認した。本報告では、これらの液状化発生地点について、その被害状況および液状化地点の地形・地盤の概要を報告する。

2. 液状化発生地点の分布と被害状況

図-1は千葉県東方沖地震で噴砂が見られた地点の分布を示している。また、表-1, 2には液状化に起因すると思われる被害の概要、液状化地点の微地形区分および土地の履歴を示した。以下、表-1, 表-2に沿って、①東京湾沿岸、②九十九里平野、③利根川下流域、④その他、の地域別に液状化の状況を記す。なお、図-1および文中の記号は、表-1, 表-2の記号に対応している。

2.1 東京湾沿岸地域

千葉市から木更津市までの東部沿岸の各地と浦安市・東京江東区の一部に液状化が発生した。表-1に示したように、これらの大部分の地点は昭和40年代に造成された海岸の埋立地である。

浦安市では、昭和46年に造成された埋立地に限って、住宅地の一角にかなり激しい噴砂・湧水が見られた(口絵写真-4)。砂は、下水管の埋設されている箇所や、塀・住宅・電柱の周囲などから噴き出しており、いわゆるルーフィング現象が各所で見られた。構造物の被害は、道路および塀、門柱、ポーチなどの小亀裂や軽微な沈下にとどまっているが、比較的多数認められた。なお、噴砂があった地区では、住宅はすべて木造建築には珍しいべた基礎で、塀も大部分生け垣であったことが被害を軽微にとどめた一助になったと思われる。

千葉市、市原市、袖ヶ浦町では、海岸埋立地のプラント地帯や学校、公園などの敷地に噴砂が多数発生した。学校

や公園では、噴砂はグラウンド部分に生じ、建物の被害は全く認められなかった。プラント敷地には立ち入れなかったが、市役所等への報告によれば、構造物への影響はほとんどなかったとのことである。また、この地域の建物はすべて杭で支持されており、タンク等の基礎地盤は締固めによる地盤改良が施されているとのことである。施工状況の詳細は不明であるが、今回の地震では、これらの対策が被害軽減に功を奏したものと思われる。

このほか、市原市、袖ヶ浦町、木更津市のやや内陸部下総台地崖下に位置する新興住宅地などで噴砂が見られた。このうち、市原市青葉台(Ic 10)、袖ヶ浦町神納(So 3)および木更津市請西(Ki 4)では、液状化による木造家屋の典型的被害が発生している。いずれも外観上は無被害に近い状態であるが、内部では重い外周部などが沈下して、床や建具が著しく傾斜し、応急補修のみで住み続けることは困難と見受けられた。被害家屋は、敷地スペースなどの点から、基礎を打ち直すことが無理であり、事実上修復不能である。このため、市原市青葉台の住宅のように、全壊の判定が下された例もある。

市原市青柳(Ic 8)および中(Ic 11)付近では、1923年の関東地震でも液状化が発生した記録がある¹⁾。いずれも養老川の旧河道にあたるが、今回の地震での噴砂は小規模なものであり、被害は特に認められなかった。

2.2 九十九里平野

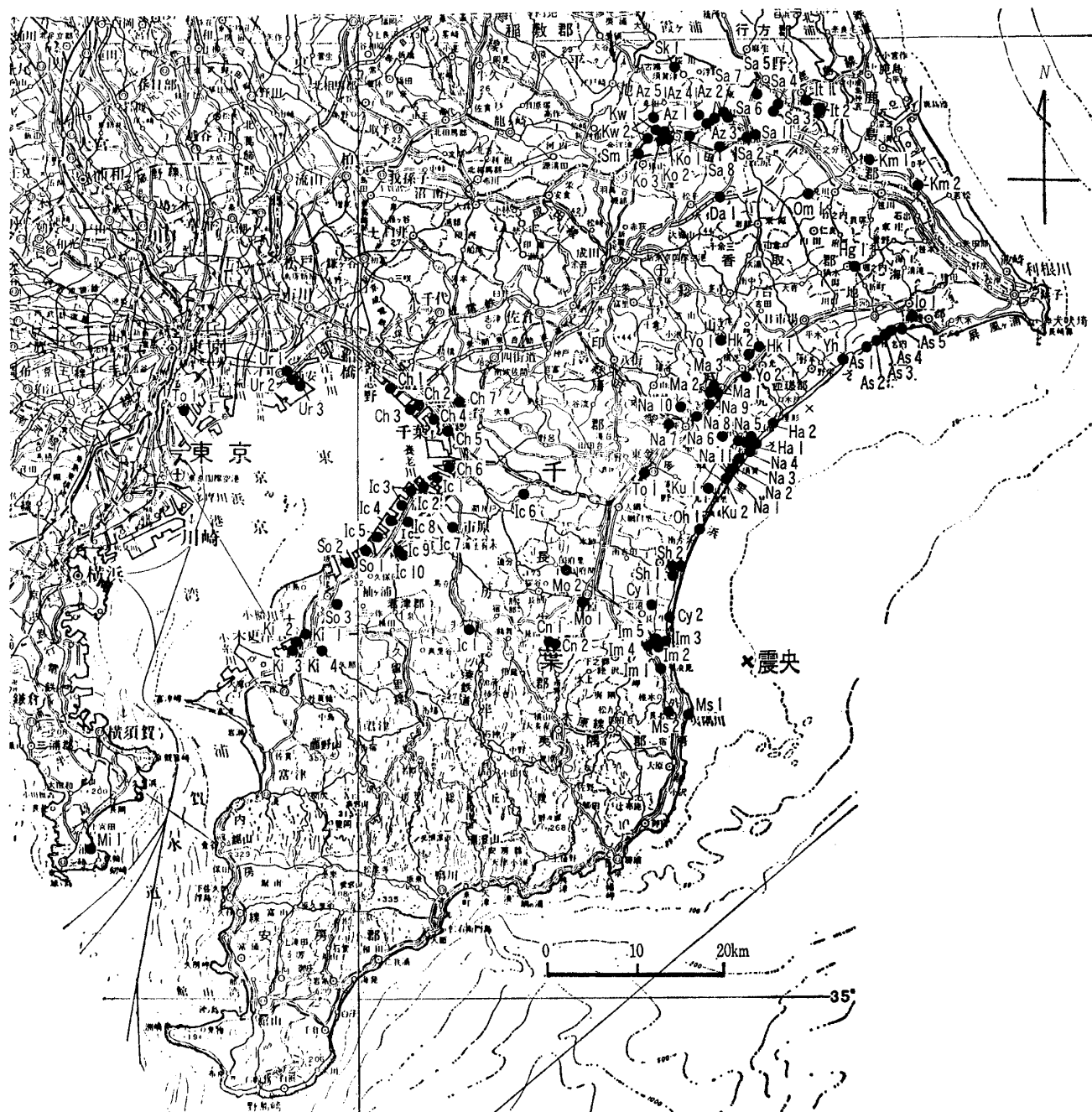
九十九里平野は、下総台地前面に発達する海岸平野で、海岸線に平行した砂州・砂丘列とその間の堤間低地、および砂州・砂丘地帯背後の後背湿地から成っている。この地域では、液状化を始め地盤震害に起因する木造家屋や道路の被害が多数認められた。

震央に最も近い一宮町では、全壊家屋2軒、半壊家屋14軒を出したが、これらはすべて液状化、地割れ、沈下などによるものである。液状化が発生した地域は、堤間低地・砂州縁辺部における砂鉄採掘場の跡地の埋戻し地、一宮川の旧河道地帯、および上総丘陵崖下の低温な水田盛土地に限定されており、「元屋敷」と呼ばれる古くからの宅地での被害は極めて軽微であった。

上総丘陵崖下に位置する田町(Im 4)では、家屋半壊1軒ほか多数の家屋被害が出ているが、いずれも水田を盛土造成したところである。住人の話によれば、盛土前の水田

*早稲田大学教授 理工学研究所

**早稲田大学特別研究員 理工学研究所



図一 千葉県東方沖地震で噴砂が認められた地点

は丘陵からの地下水が常時湧き出しており、極めて低湿であったとのことである。その中でも、もと沼地のあたりで家屋が半壊しており、また丘陵の裾の古くからの宅地と水田盛土地のちょうど境界にあたる部分では、ブロック塀がまっ二つに割れていた。

このほか、噴砂は確認されなかったが、九十九里波乗り道路が堤間低地にあたる部分で全長720mにわたり波状変形した。また、この付近の砂丘の縁辺部の家屋が、地割れや陥没によって全壊1軒、半壊2軒をはじめとする被害を被っている。これは砂丘が堤間低地の方に向かって大きくすべり出したことによるものと見受けられた。

一宮町に次いで家屋等の被害が集中した地域として、東金市台方地区(To 1)が挙げられる。ここでは、筆者らが

確認しただけでも10数軒が家屋傾斜、床上浸水をはじめとする液状化による被害を被っている。台方地区は、下総台地崖下に位置する水田盛土地で、前述の一宮町田町と同様な条件下にある。同じ敷地内でも、台地の裾の畑であったところに建てた母屋は無被害であったが、水田であったところでは湧水が著しく納屋が不同沈下をきたすなど、微地形区分や土地の履歴によって、対照的な状況を示した。この地区では、地震以前にも地盤が沈下していたと思われる所があった。

台方地区のほか、同じ下総台地崖下に位置する成東町大富小学校(Na 8)、光町台(Hk 1)地区でも、地震以前に顕著な地盤沈下があり、校舎や家屋が不同沈下していたとのことである。大富小学校では、昭和33年に水田を盛土造

表-1 液状化発生日の被害と地形・地盤の概要 (千葉県)

記号	位置	噴砂箇所	被害の概要	微地形区分	土地の履歴				
Ur 1	浦安市	海楽1丁目	畑・道路	門柱・塀等の軽微な亀裂・沈下多数・道路亀裂	海岸埋立地	昭和46年竣工			
		美浜3丁目	宅地・空地		"	"			
		入船4丁目	美浜第一公園 宅地・道路		"	"			
Ch 1	千葉市	美浜地先	人工海浜	グランド亀裂	海岸埋立地	昭和46年竣工			
		高州	高州第一中学校		グランド亀裂	"	"		
			高州第二中学校		グランド亀裂	"	"		
			高州第一小学校		グランド亀裂	"	"		
			高州第三小学校		グランド亀裂	"	"		
			高州第三保育所		グランド亀裂	"	"		
		高浜	高浜東公園		道路	"	昭和48年竣工		
千葉中央卸売市場	工場敷地・道路		"	昭和42・43年竣工					
4	新港	中央港1丁目	千葉ホートパーク	"	昭和42年竣工				
		蘇我2丁目	火力発電所	"	昭和46～53年竣工				
		作草部町	宅地	"	水田盛土				
		中	宅地・畑	"	"				
Ic 1	市原市	八幡海岸通	工場敷地	グランド亀裂	谷底平野	昭和38年竣工			
		五井海岸	工場敷地		海岸埋立地	"			
		五井南海岸	養老川臨海公園		"	昭和40～42年竣工			
		千種海岸	工場敷地		"	"	昭和40～43年竣工		
			工場敷地		"	"	昭和40～42年竣工		
		姉崎海岸	姉崎公園		"	"	"		
			市東第一小学校		グランド亀裂	谷底平野	水田盛土		
		山田橋	宅地		谷底平野	水田盛土			
		青柳	水田		旧河道(養老川)	"	"		
		姉崎	姉崎中学校		グランド亀裂	谷底平野	水田盛土		
		青葉台7丁目	宅地		家屋全壊2軒	谷底平野	水田盛土(昭和45年頃)		
中	宅地・畑	"	旧河道(養老川)	水田盛土					
So 1	袖ヶ浦町	北袖	工場敷地	道路亀裂・陥没	海岸埋立地	昭和45～49年竣工			
		中袖	道路		"	"			
			工場敷地・道路		"	昭和48年竣工			
3	袖納	衛生清掃センター	家屋一部破損数軒(不同沈下, 建具, 床傾斜)	後背湿地	水田盛土(昭和50年頃)				
Ki 1	木更津市	富士見3丁目	道路	布基礎亀裂, 柱・床傾斜, 浄化槽浮上	海岸埋立地	昭和49年竣工			
		新田3丁目	道路		"	"			
		潮浜1丁目	宅地・道路		"	昭和53年竣工			
		晴西3丁目	宅地		"	水田盛土(昭和46年頃)			
Ms 1	岬町	長者	岬町総合運動場	グランド亀裂	旧河道(夷隅川)	水田盛土(昭和49年頃)			
		和泉広瀬	砂浜	"	旧河道(夷隅川)	"			
Cn 1	長南町	長南	長南中学校	グランド沈下, 道路陥没・テニスコート隆起	谷底平野	水田盛土(昭和35年頃)			
		坂本	長南町中央公民館		"	"	水田盛土(昭和46年頃)		
Im 1	一宮町	東浪見	水田・畑	道路亀裂・沈下(150m), U字溝の隆起・陥没 家屋半壊2軒, 一部破損数軒	堤間低地と砂州の境界	砂鉄探掘跡地			
		下村	一宮カントリー		"	"	"		
			畑		家屋半壊1軒, 一部破損数軒	旧河道(一宮川)・後背湿地	一宮川の浸透砂による盛土		
		田町	愛国学園臨海寮		管理人住居半壊, 地盤沈下に伴う建物破損	旧河道(一宮川)	"		
			一宮学園		建物基礎の不同沈下, 建物ゆがみ, 浄化槽浮上	自然堤防・旧河道(一宮川)	"		
5	船頭給	一宮町保育所	グランド亀裂	後背湿地	水田盛土				
Cy 1	長生村	本郷	水田	野球場グランド亀裂	後背湿地・旧沼地	水田盛土, 沼地の埋立			
		入山達	道路		旧河道(一宮川)・自然堤防	"			
Sh 1	白子町	北川岸	九十九里波乗り道路	道路沈下	堤間低地の中の旧沼地	昭和42年頃埋立			
		刺金納屋	畑		砂州背後の旧河道	湿地の埋立			
Mo 1	茂原市	緑町	白子町集団施設地区	プール浄化槽亀裂・浮上	砂丘縁辺	盛土(昭和47年道路開通)			
		園府閘	宅地	基礎の不同沈下2軒	砂州と堤間低地の境界	湿地の埋立			
Oh 1	大網白里町北泉	産業道路	二宮保育所	道路亀裂	旧河道(一宮川)	昭和40年代埋立, 同52年盛土			
		産業道路	道路亀裂		谷底平野	水田盛土(昭和59年頃)			
Ku 1	九十九里町片貝	作田	水田	家屋沈下(50cm), ブロック塀不同沈下	砂州と堤間低地の境界	"			
		畑	宅地		"	"			
Na 1	成東町	本須賀	宅地	車庫大走り亀裂・排水路側壁はらみ 前面道路歩道膨れ上がり(延長50m) 家屋不同沈下, 基礎亀裂, 家屋内部にゆがみ 電柱沈下・道路亀裂	堤間低地	昭和10年頃埋立			
		井之内浜	宅地		"	砂州背後の旧河道	湿地の埋立		
			松ヶ谷		宅地	"	"	(昭和45, 46年頃)	
		水田	水田		"	"	"	"	
			水田		"	"	"	"	
		木戸浜	水田		給水施設被害	堤間低地	大規模圃場整備施工(昭和45-49年)		
		水戸岡	水田		"	砂州背後の旧河道	湿地の埋立		
		上横地	水田		"	木戸川氾濫原	大規模圃場整備施工(昭和45-49年)		
		成東	会社敷地		校舍不同沈下(10cm)・傾斜, 基礎亀裂, コンクリート土間亀裂・陥没	堤間低地	水田盛土(昭和60年)		
		富田	大富小学校		"	後背湿地	水田盛土(昭和33年頃)		
		早船	宅地		"	後背湿地	"		
親田	水田	"	"	"					
小松	水田	"	谷底平野	水田盛土					
Ha 1	蓮沼村	平	宅地・畑	基礎の不同沈下3軒	木戸川氾濫原	大規模圃場整備施工(昭和45-49年)			
		殿下	宅地・畑		砂州背後の旧河道	昭和55年頃造成			
Ma 1	松尾町	大堤	宅地	基礎の不同沈下3軒	"	昭和50年頃造成			
		遠久田	宅地		"	後背湿地	蓮田盛土		
			畑		"	水田盛土(昭和48年頃)			
3	田越	宅地	"	谷底平野	(昭和30年代)				
Yo 1	横芝町	谷台	水田	不同沈下による家屋破損多数, 床上浸水1軒	谷底平野	水田盛土(昭和20～50年代)			
		栗山	水田		堤間低地	水田盛土(昭和37年)			
To 1	東金市	台方	宅地	基礎の不同沈下, 家屋傾斜	後背湿地	水田盛土(昭和44年頃)			
		台	畑		"	"			
Hk 1	光町	台	畑	RC平屋倉庫亀裂, 遊歩道亀裂・陥没	谷底平野	水田盛土			
		富下	畑		谷底平野	"			
Yh 1	八日市場市吉崎	勤労者野外活動施設	RC平屋倉庫亀裂, 遊歩道亀裂・陥没	砂州背後の旧河道	砂州背後の旧河道	水田盛土(昭和54年頃)			
		井戸野浜	水田		盛土道路亀裂(延長320m)	砂州と堤間低地の境界	砂鉄探掘跡地(昭和30～40年代初)		
As 1	旭市	中谷里浜	水田	隣接する宅地の家屋傾斜	砂州と堤間低地の境界	砂鉄探掘跡地(昭和30～40年代初)			
		谷里浜	水田				隣接する宅地の家屋傾斜		
		足川浜	水田・畑					隣接する宅地の家屋傾斜	
		椎名内浜	水田						盛土道路亀裂・隆起・陥没, 基礎不同沈下1軒
		野中	水田						
宅地	家屋増築部の破断1軒・家屋傾斜1軒								

記号	位置	噴砂箇所	被害の概要	微地形区分	土地の履歴
To 1	飯岡町 三川	畑 野球場 宅地	グラウンド被害	砂州	砂鉄採掘跡地
Hg 1	干潟町 入野	干潟中学校		後背湿地	池沼の埋立
Om 1	小見川町 内野	西小学校	グラウンド被害	谷底平野	
Sa 1	佐原市 粉名口	利根川河川敷		旧河道 (利根川)	昭和20年代埋立
2	佐原市 佐原口	道路・宅地	基礎不同沈下, ブロック塀亀裂, 道路・側溝隆起	" (")	"
3	佐原市 佐原ハ	道路・新島中学校	校庭地盤沈下	旧湖沼 (与田浦)	"
4	扇島	水田	農業用水送水パイプ破損	" (")	"
5	八筋川甲	宅地	家屋基礎・土台・天井・屋根地割れによる破断	旧河道 (横利根川)	昭和28年埋立
6	石納	水田	農業用水送水パイプ破損	" (利根川)	"
7		宅地	家屋被害数軒 (傾斜, 基礎の不同沈下等)	" (")	"
8		石納公会堂	木造建物の基礎や内部にゆがみ・破損	" (")	"
7	野間谷原	水田	農業用水送水パイプ破損	" (")	昭和20年代埋立
8	谷中	水田	農道亀裂	旧湿地	"
Ko 1	神崎町 今	水田	農道陥没	旧河道 (利根川)	昭和35年埋立
2	向野	水田・畑	農道陥没	" (")	"
3	松崎	水田	農道陥没	" (")	"
Sm 1	下総町 高岡	水田			
Da 1	大栄町 伊能	大栄中学校	野球場グラウンド被害	台地	昭和56年頃切土造成

表-2 液状化発生地点の被害と地形・地盤の概要 (茨城県・神奈川県・東京都)

記号	位置	噴砂箇所	被害の概要	微地形区分	土地造成の状況
Kw 1	茨・河内村 大浦	水田・宅地	家屋基礎不同沈下・破損4軒, 土間コンクリート亀裂, 道路亀裂・陥没, 電柱傾斜	旧沼地 (大浦沼)	昭和43年埋立
2	十三間戸	水田	道路亀裂・陥没, 電柱傾斜	旧河道 (利根川)	昭和30年代埋立
Az 1	茨・東村 清久島	水田	道路亀裂・陥没	旧河道 (利根川)	昭和30年頃埋立
2	六角	宅地・道路・水田	家屋基礎不同沈下多数, 水道管破損多数, 道路亀裂・沈下, 電柱沈下	" (")	昭和34年埋立
3	結佐	水田・道路・宅地	道路亀裂・陥没, 家屋基礎不同沈下数軒	旧河道 (利根川)	昭和30年頃埋立
4	大重	宅地・水田	家屋傾斜1軒, 家屋内部ゆがみ・柱くるい数軒	旧沼地 (手賀沼)	昭和20年干拓, 30年代埋立
5	平須	宅地		" (平須沼)	昭和20年干拓, 34年埋立
6	橋向	水田	道路亀裂・陥没 (延長140m)	旧河道 (利根川)	"
Sk 1	茨・桜川村 四箇・三次	ゴルフ場		谷底平野	水田盛土 (昭和59年頃)
It 1	茨・潮来町 日の出	道路・畑・宅地	道路亀裂・陥没, 埋設管沈下・浮上, 電柱傾斜, 掘り不同沈下・亀裂, 家屋傾斜1軒, 建具くるい多数	旧湖沼 (内浪逆浦)	昭和22年干拓, 46年水田盛土
2	拾番	道路・水田	道路亀裂・波状変形 (延長500m)	旧河道 (常陸利根川支川)	河川の埋立
Km 1	茨・神栖町 田畑	水田		旧河道	"
2	横瀬	常陸利根川堤防	堤防亀裂・沈下 (延長100m)	"	"
Mi 1	神・三浦市 金田	畑		谷底平野	砂鉄採掘跡地
To 1	東・江東区有明・13号地			海岸埋立地	造成中

成して木造2階建校舎が建てられたが、翌年から地盤沈下が始まった。沈下量は地震前に既に最大30~40cmに達し、地震でさらに10cm近く沈下したとのことである。木杭で支持された校舎は地震後大きく傾いたため、支柱で建て起こされた。

松尾町大堤 (Ma 1) も台地崖下に位置している。もと水田や蓮田の盛土造成地で局所的に噴砂・湧水が見られた。被害はなかったが、住人の話によると、ここでは関東地震の時も水田上の盛土道路で激しい噴砂が見られたとのことである。

九十九里町、成東町、蓮沼町では、海岸沿いの砂州背後の旧河道にあたるところで、軒並みに液状化が発生している。図-2は、昭和9年の河川の状況を示しているが、下総台地に源を発する木戸川、栗山川などの河川は、かつてはこの地域の強い季節風と潮流のために河口が砂で塞がれ、図のように砂州背後の低地に流れ込んでいた。近年、河川改修によって河口が確保され、旧河道の名残である湿地も造成されて別荘地や公共施設用地となっている。九十九里町作田 (Ku 2) のある家では、床下、庭など到るところから噴砂・湧水したために数10cm湛水、家屋全体が50cm近く沈下し、縁側と庭がほとんど同レベルになった。ここは、周辺で最も水はけが悪く、50mm程度の降雨で湛水することである。

八日市場市吉崎の勤労者野外活動施設 (Yh 1) は、砂州から旧河道の湿地へかけての自然の起伏を利用したレクリ

エーション施設である。敷地の斜面部には地すべり性の地割れが多数発生し、その下手には噴砂が見られた (口絵写真-6)。付近のRC平屋倉庫の外壁には軽微な亀裂が見られたが、敷地の高い部分、すなわち砂州上に建てられたセンターハウスは無被害であった。

旭市における被害は、九十九里平野では一宮町に次ぐも

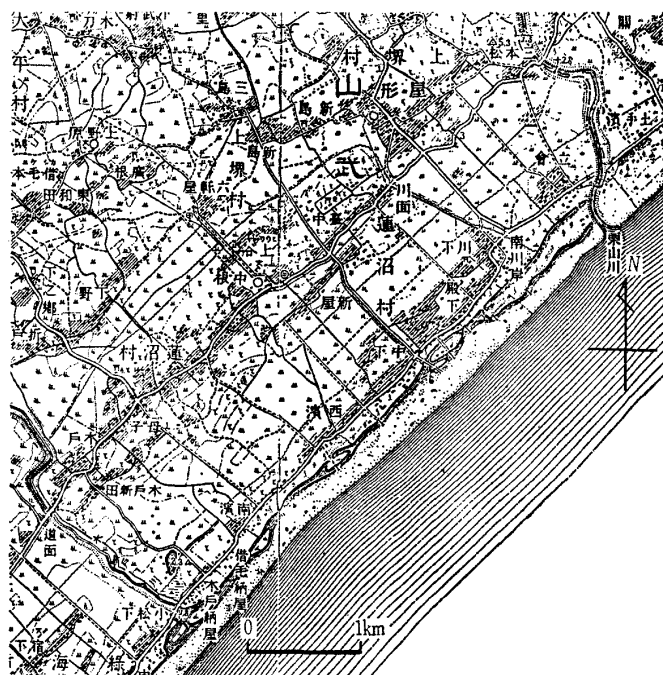


図-2 海岸沿いの砂州背後の低地を流れる木戸川と栗山川 (昭和9年, 1/5万東金・木戸)

のである。井戸野浜 (As 1) や椎名内浜 (As 4) では、水田上の盛土道路が数百mにわたって亀裂や凹凸を生じた。また、中谷里浜 (As 2), 足川浜 (As 3), 野中 (As 5) では、水田上に盛土造成された宅地が液状化に伴って地盤沈下やすべりを生じ、家屋が大きくゆがんだり、増築部分との接合部で破断するなど、住宅半壊1軒を含む合計10軒近くの被害が出た。旭市および東隣の飯岡町の海岸地帯では、昭和30年代から40年代の始めにかけて砂鉄の採掘が行われたが、上述の液状化地点はいずれもその埋戻し地である。このような砂鉄採掘場の跡地での液状化は、1968年十勝沖地震の際に青森県三沢市、八戸市などでも見られた²⁾。

2.3 利根川下流域

この地域では、下総町より下流の利根川沿岸の各地に直径1~3mにも及ぶ大孔径の噴砂孔が極めて多数見られた。筆者らが確認したなかで最大のものは、佐原市野間谷原 (Sa 7) における孔径2.9×2.1m、長径27mの噴砂丘である (口絵写真-8)。噴砂の見られた地区は、いずれも明治末期から大正年間にかけての利根川の河川改修によって生じた旧河道地帯である (図-3)。締切り後数10年間沼地であったが、昭和30年前後に一斉に現利根川の浚渫砂で埋め立てられた。

神崎町向野 (Ko 2) および佐原市石納・野間谷原 (Sa 6, 7) は噴砂が最も集中した地区である。農道の陥没や地表の水平変位に伴う水田の蛇行なども多数見られた。

東村六角 (Az 2) では、約40軒余りの家屋が地震被害を被ったが、そのうち半数近くは、家屋全体が大きくゆがむなど液状化に起因すると見られる被害である。道路の亀裂、隆起・陥没も著しく、電柱は数m沈下し、道路面が水田より低くなった箇所もある (口絵写真-9)。佐原市石納 (Sa 6), 河内村大浦 (Kw 1)・十三間戸 (Kw 2), 東村結佐 (Az 3)・大重 (Az 4) も、六角と同様な被害を受けているが、旧河道上に位置する宅地が少ないため被害は数軒にとどまった。

河内村下金江津では、旧河道の沼地を埋立造成したとこ

ろに建った住宅14軒のうち6軒が基礎の不同沈下などの被害を受け、電柱が約4m沈下した。ここでは噴砂は確認されなかったが、電柱の沈下量などから判断して、やや深部の砂層が液状化したものと推察される。このほかにも利根川沿岸の旧河道地帯では、噴砂は未確認であるが液状化によると思われる被害が散見された。

潮来町日の出地区 (It 1) は、昭和22年に干拓され、46年に隣接する外浪逆浦の浚渫砂で約2.8m盛土造成された地域である。ここでは、町の中心部のひょうたん池周辺の約500箇所で見られたのを始めとして、全域で特に道路における噴砂が著しかった。中には、5m位の高さまで噴水した所もあったという。砂は、下水管理設部や電柱・塀の根元から噴き出しており、下水管の浮上・沈下、電柱の傾斜・沈下、塀の亀裂などの被害が多数発生した。役場の調査によると、下水管の被害は盛土直下のG.L.-3~-4mで最も著しく、それ以浅や以深では軽微であったとのことである。噴き出した砂も粒径や色調から盛土の下の砂と判断された。この地区では、道路における被害が大きかった割には住宅への影響が少なく、家屋の傾斜が1軒見られたほかは建具のくるいなど軽微な被害にとどまっている。

利根川沿岸地域では以上のほか、利根川、常陸利根川、横利根川などの堤防が液状化による被害を受けているが、これらについては文献³⁾に詳しい。

2.4 その他

以上の3地域のほか、今回の地震ではいままで比較的事例が少なかった台地・丘陵地間の谷底平野で液状化が発生している。大部分は平野部に近い所であるが、中にはかなり内陸に入った地点もある (Cn 1, 2, Mo 2, Yo 1)。長南中学校 (Cn 1) の敷地は、昭和35年ころ水田を約5m盛土造成した所であるが、グラウンドで噴砂が生じ、これに隣接する道路が陥没し、その下のテニスコートが約1m隆起していた。この付近ではこのほかにも盛土のすべり崩壊や擁壁のはらみ出しが多く見られた。

大栄中学校 (Da 1) の敷地は、下総台地を昭和56年ころ

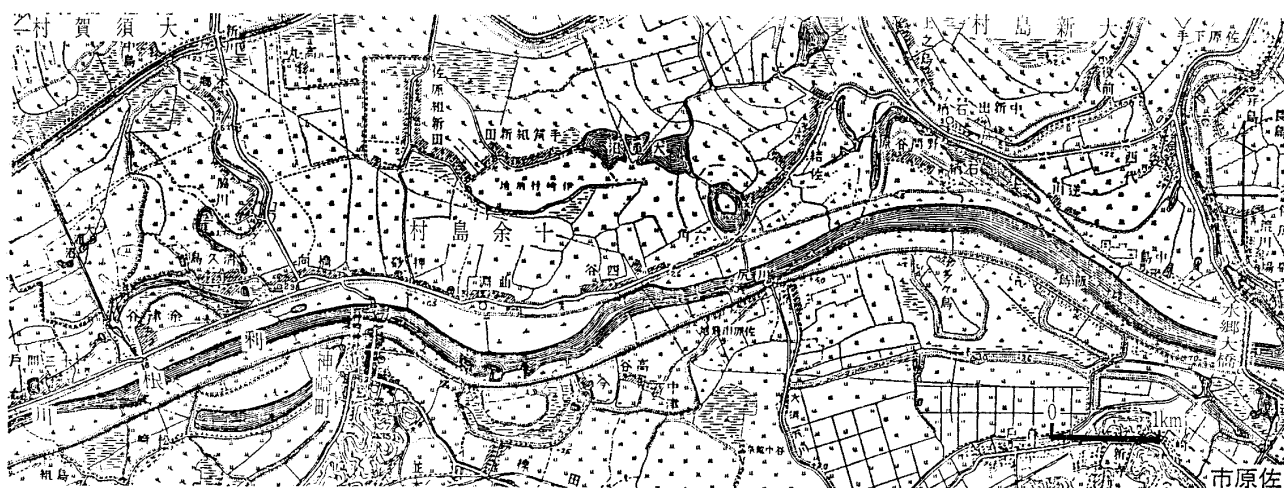


図-3 利根川沿岸にみられる旧河道と湖沼 (埋立直前) (昭和27年, 1/5 万佐原)

切土造成した所であり、今回の地震による唯一の沖積低地以外の地形区分における液状化事例である。この場合、台地とはいっても縁辺部であるため、切土した台地崖からの湧水により地下水位が高く、整地のために部分的に埋土された箇所では液状化が発生したものと推察される。既往の地震による台地での液状化事例としては、関東地震の際に千葉市登戸付近の台地上の凹地で発生した例²⁾が挙げられるが、今回の地震では液状化は発生しなかった。

このほか、震央から約77km離れた三浦市南下浦町金田でも、畑に直径1.4~2.5mの噴砂丘が3つ忽然と現れた。ここは海岸から約200mの距離にあり、海岸段丘に谷状に入り込んだ標高20m程度の低地である。近所の人の話では、かつて砂鉄を採掘していた場所という。

3. 千葉県東方沖地震による液状化現象の特徴

今回の地震で液状化した地点の分布とその被害状況および地形・地盤の特徴などをまとめると次のようになる。

- 1) 地震規模や震度分布の割には、広範な地域の極めて多数の地点で液状化が発生した。
- 2) 液状化による被害は一般住宅に多く、基礎の不同沈下による家屋全体のゆがみ、基礎の亀裂、床や建具の傾斜などが目立ったが、全・半壊の判定基準を満たすものは少なかった。
- 3) 液状化発生地点は、①堤間低地または堤間低地と砂州の境界、②砂州背後の旧河道、③後背湿地・谷底平野、④利根川・一宮川などの旧河道、⑤海岸埋立地など特定の微地形区分に集中した。
- 4) 後背湿地・谷底平野では、過去に液状化が発生した事例は少ないが、今回液状化が生じた地区は、いずれも台地や丘陵の崖下に位置する水田盛土地に限定されている。
- 5) 利根川の旧河道では、震央から遠く離れた地点で極めて大規模な噴砂が多数見られた。
- 6) 東京湾岸の埋立地では、広域にわたって噴砂が見られたが、構造物への影響は少なかった。また、液状化は昭和40年代に造成された地区に集中した。
- 7) 過去に液状化の事例が極めて少なかった台地上の造成地でも噴砂が認められた。
- 8) 液状化地点はいずれの微地形区分においても、埋立地、水田盛土地、埋戻し地などの人工造成地盤に限定されていた。

4. あとがき

今回の地震は被害の大きさからみると、巨大地震のそれには及びもつかないものであったが、液状化現象のみを取り上げても、実に多くの教訓を残してくれたように思う。第一には、微地形的条件を含めて土地の履歴を知ることの大切さである。埋立地や砂鉄採掘場の跡地などの埋戻し地

が危険であることが示されたのはもち論のことであるが、もっと厄介なことには、全国どこにでも見かける水田の盛土造成地に液状化が多数発生した。しかし、盛土地全体の面積からみるとごく一部であり、液状化が発生した場所の昔の様子を聞いてみると、必ずと言ってよいほど、「田が深かった」「冷や水が湧き田圃が乾くことがなかった」などの答えが返ってきた。水田を埋めて建物の敷地地盤にすることはできても、地下水が集まりやすいという「土地の体質」までは変えることができないのである。

第二には、旧河道の地盤の脆弱さである。新潟地震や日本海中部地震の際の被害例によっても既に示されているように、利根川、信濃川、雄物川などの大河川の残す旧河道の、液状化被害にかかわる威力は桁違いであることをもう一度肝に銘じておく必要がある。

第三には、臨海都市において液状化による被害が最も懸念されていた海岸埋立地も、きちんとした対策を講じておけば大被害を免れうるということである。これは今回の地震による液状化現象で得られた唯一の朗報であろう。また、従来一般に液状化発生の可能性が指摘されていたデルタ地帯も、液状化に意外と強いことが示された。今回の地震による被害地域では、利根川、養老川、小櫃川、江戸川などの下流部にデルタ地帯が広く分布しているが、旧河道など特別の条件の所を除いて液状化は全く発生しなかった。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、建設省国土地理院赤桐毅一氏、法政大学藤田文雄博士、九州工業大学安田進博士からは貴重な御教示をいただいた。表1および2に掲げた市町村役場、千葉県消防防災課、建設省利根川下流工事事務所調査課、千葉県企業庁鈴木孝氏、潮来出島土地改良区事務所茂木功氏、国立防災科学技術センター諸星敏一氏、(株)浅沼組吉田光博氏、(株)巴組鉄工所伊藤秀吉氏、(株)泉創建エンジニアリング安井八紀氏、日本鋼管(株)高橋一夫氏からは貴重な情報や資料を提供していただいた。また、現地調査に際して、神奈川県渡辺一夫氏、茨城県助川和雄氏、一宮町役場鶴澤敏行氏、神崎町役場佐野実氏、河内村役場鈴木美明氏・長峰博美氏、潮来町役場本宮弘一氏・関川昭文氏、国土地理院丹羽俊二氏、東急建設(株)青木雄二郎氏・沼上清氏・矢島淳二氏、早稲田大学久保純子氏・山田真氏、早稲田大学大学院生間瀬辰也君・中川淳君、芝浦工業大学学生上田達也君のご協力を得た。末筆ながら、以上の方々に深謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 古藤田喜久雄・若松加寿江：関東大地震の液状化地図，基礎工，Vol.6, No.11, pp.77~90, 1978.
- 2) 土質工学会震害調査委員会：1968年十勝沖地震による地盤震害調査概報，土と基礎，Vol.16, No.9, pp.5~17, 1968.
- 3) 佐々木康：千葉県東方沖の地震(62.12.17)の調査速報，土木技術資料，Vol.30, No.1, pp.47~55, 1988.

(原稿受理 1988.6.14)