

(57) 1923年関東地震による地盤変状の調査

○早稲田大学 若松 加寿江
東海大学 浜田 政則
九州工業大学 安田 進

1. はじめに

1964年新潟地震や1983年日本海中部地震の事例調査に基づく最近の研究¹⁾によれば、液状化に起因して地盤が水平方向に数mも移動し、その結果、亀裂・陥没・隆起などの地盤破壊や構造物被害を生じたことが明らかにされている。本研究では、首都圏における液状化による永久変位の発生形態や発生条件を明らかにするために、既往の被害地震として1923年関東地震を取り上げ、地盤変状に関する調査を実施した。

2. 調査方法

地盤の永久変位の測定方法としては、地震前後の航空写真を用いる方法が挙げられる¹⁾。しかしながら、関東地震は我が国で航空写真測量が行なわれる以前に発生した地震であり、地震前に撮影された航空写真が現存しない。地震直後については、ごく一部の地域について撮影されたものが震害報告書に掲載されているが、鮮明ではなく地盤変状を判読するに足るものはほとんどない。そこで本研究では、既往の文献および地震体験者へのヒアリングの2つの方法で調査を行なった。

3. 調査地域

図1は既往の文献に記載されている関東地震の際の噴砂・噴水地点をプロットしたものである。これらの地点の中から、川や砂丘に並行な地割れが何本か入るなど地盤変状の発生状況等から判断して液状化に起因する地盤の永久変位が発生した可能性のある地域(図1①~⑫)を選び、住民へのヒアリング調査および震災資料・地盤資料の収集を行なった。

4. 調査結果

調査の結果、上記の12地域のうち以下の3地域で液状化に伴う地盤の水平変位が生じたと推定された。

4.1 埼玉県春日部市川久保(現緑町)

①地盤変状の状況 地質調査所(1925)²⁾には、埼玉県下の古利根川および元荒川沿岸には図2に示したような多数の地割れができ、多量の水および砂を噴出したとの記録がある。古利根川右岸の春日部市では川久保の石川宅前の生垣が、図3に示したように古利根川の方に最大1.5 m移動するなど、液状化による地盤の水平方向の永久変位が発生したことを示唆する被害も報告されている。ヒアリング調査の結果、上記の石川宅前の生垣が文献に記載されている通りに移動したことが確認されたほか、土地が川の方に広がった、家屋が地割れに引き裂かれて半壊した、自転車やかまどなどが地割れに落ちたなどの証言が得られた。

②地形・地質との関係

古利根川は1621年まで利根川の本流であった河川であり、図4の地形分類図に示すように自然堤防、後背湿地、旧河道が

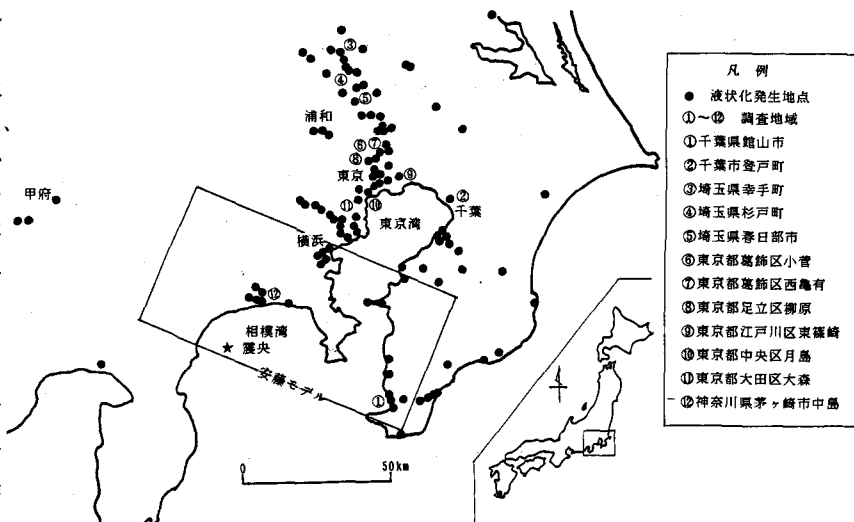


図1 関東地震による噴砂・噴水地点

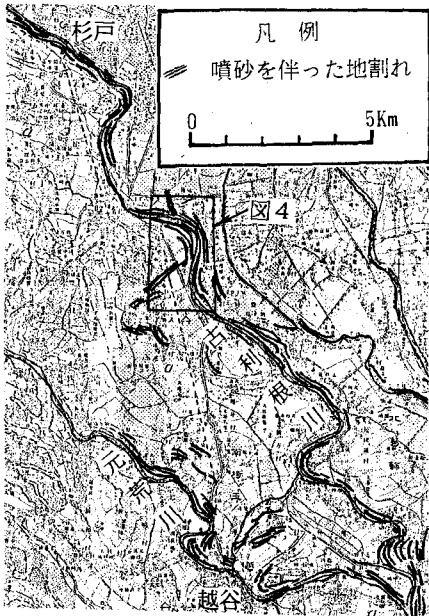


図2 関東地震による古利根川沿岸の地割れの分布 (地質調査所 1925)

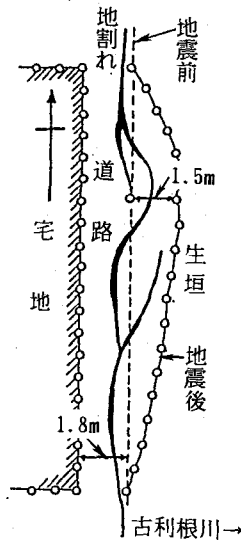


図3 春日部市川久保における生垣の移動 (地質調査所 1925)

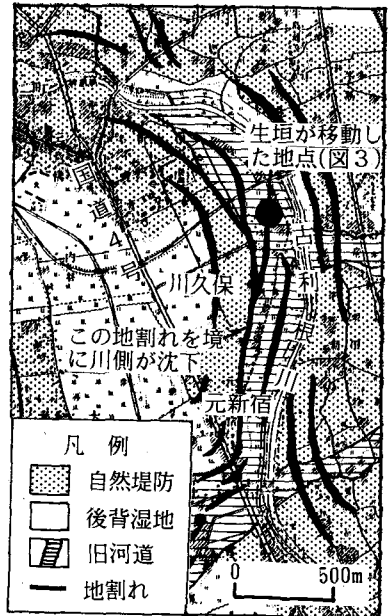


図4 春日部市川久保付近の地形分類図と地盤変状

入り組んだ地形となっている。現在の標高は川久保の国道4号線付近で約7m、川に向かって徐々に低くなり川岸で約5mである。図4をみると、生垣が移動した地点を始めて地盤変状が発生した地点はいずれも旧河道や自然堤防であることがわかる。図5は図3に示した生垣が移動した地点の西隣りにおけるボーリング柱状図である。盛土の下は古利根川の河床堆積物と思われる緩い中砂が3m程度堆積している。西側の自然堤防部における柱状図はないが、地形条件から判断して恐らくこの緩い中砂層は後背湿地との境界付近まで延びているものと思われる。この地区での地盤変状はこの河床堆積物が液状化し、地盤が古利根川の方へ動いたことによって生じたと推定される。

4.2 東京都柳原・小菅・西亀有 (古隅田川流域)

①地盤変状の状況 本地域ではかなり大規模と思われる噴砂が各所で発生したことが地質調査所 (1925) ²⁾ に報告されている。ヒアリング調査によって同文献に記載されている噴砂地点の正確な位置や被害状況が明らかになったほか、柳原と西亀有の2箇所で地盤が水平方向に移動したことを裏付ける証言が得られた。

②地形・地質との関係 調査地域は図6に示すように荒川の左岸に位置しており、古隅田川と呼ばれる小川が東の中川から西流し隅田川へ流入している。この川は現在は川幅が3m程度であるが、古利根川同様約400年前までは利根川の本流であり、現流路の両岸にみられる旧河道が往時の川幅をしのばせている。関東地震の際の地盤変状はいずれも古隅田川沿いの自然堤防や旧河道上で発生している。図7に地盤の水平方向の変位を生じたと思われる西亀有高木神社付近の地盤変状の状況を示した。ここでは東西方向及び南北方向に地割れを生じ多量の噴砂・噴水があった。地盤が北方及び西方の古隅田川の方向に動いたため、地震前は川幅3~4mであったのが地震後には川底が盛り上がり高さ1m以上の土手ができたなどの証言が得られた。図8に南北方向の土層断面図および関東地震の際の地表面最大加速度を250galとした場合の道路橋設計指針による推定液状化層を示した。現在の標高は自然堤防頂部の高木神社付近で+0.8m、北側の古

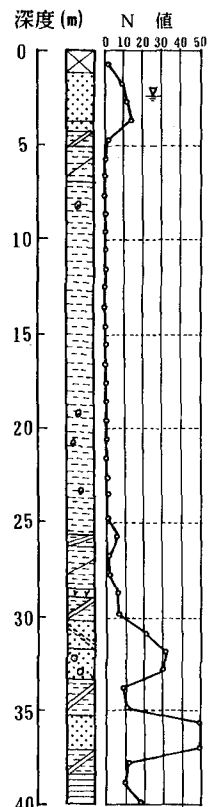


図5 川久保におけるボーリング柱状図

隅田川河岸で-0.4mと、地表面は川に向かってやや傾斜している。土層断面を見ると地表付近に緩い砂層が10m程度堆積しており、これが液状化を起こしたと推定される。推定液状化層の厚さに注目すると、地割れが発生した辺りを境として古隅田川の方では急に厚くなっている。A1地点より北側のボーリング資料がないため明確なことは言えないが、古隅田川の河床砂層の影響で液状化を起こした緩い砂層は川に近づくに従いさらに厚くなると思われる。地盤の水平変位が発生したのは液状化したこれらの緩い砂層が川に向かって流動したためと考えられる。

4.3 神奈川県茅ヶ崎市中島

①地盤変状の状況 古藤田らが茅ヶ崎市および平塚市で行なった関東地震の際の液状化に関するヒアリング調査結果³⁾によると、相模川下流左岸に位置する中島地区は両市を通じて液状化が最も激しく、「噴き出した地下水によって集落全域が水浸しとなり水が引くのに2日間かった」「約80戸の井戸のうち2、3戸を除いて噴き出した砂で全て埋まった」などの状況が明らかにされている。今回行なったヒアリング調査では、大川と呼ばれる地震当時幅5m程度の小河川沿いに地割れが発生し、地震後大川の川幅が半分以下になり川底が隆起した、地割れの近くの畑の面積が地震後約7%増えたなどの証言が得られた。また、この地割れを映した地震直後の航空写真も見つかり、地割れの分布が一部明らかとなった。

②地形・地質との関係

調査地域は地形的には扇状地性低地である。図9の地形分類図に示したように、相模川の沿岸部には網の目状の旧河道が見られ、旧河道の間は旧中洲である砂礫質の微高地となっている。前述の大川は相模川の派川の一つである。図10に中島地区における地盤変状の状況を示したが、地割れは大川から斜めに分流する

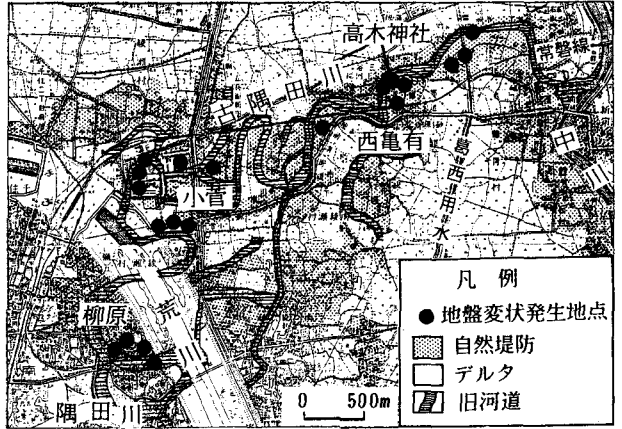


図6 柳原・小菅・西亀有付近の地形分類図と地盤変状



図7 西亀有高木神社付近における地盤変状

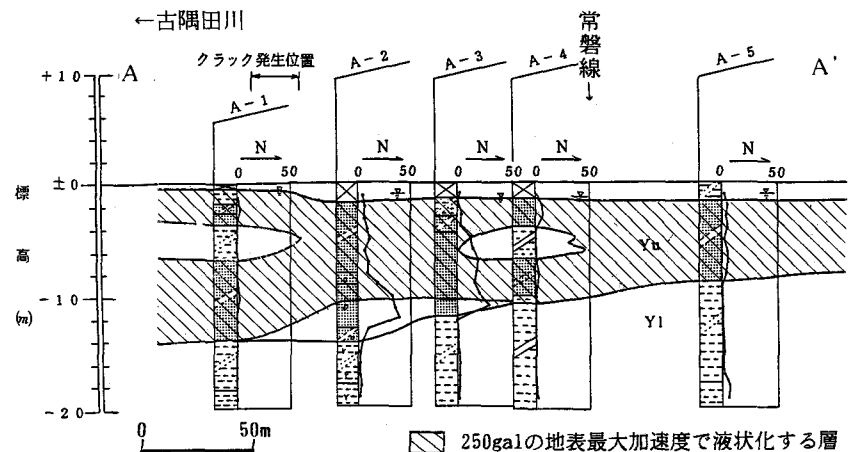


図8 高木神社付近の南北方向土層断面図と推定液状化層

旧河道に並行に生じ、この旧河道と旧中洲の境界には特に大きな地割れが入っている。土地が広がったのや大川の川幅が狭まったのは地盤が地割れの走行と直交する方向に動いたとためと仮定すると、畑付近では土地の増加面積などから推算して3m程度動いたことになる。図11に調査地域近傍のボーリング柱状図を示した。地表からG.L.-10m付近までは相模川の河床砂礫層であり、液状化を起こしそうな緩い砂層は見当たらない。しかし、この砂礫層から取水していた井戸から多量の噴砂があったこと、噴き出した砂に礫が混入していたなどの証言から、地盤変状の原因はこの砂礫層の液状化に起因すると考えられる。ただし、砂礫層といえども砂と礫の互層になっている可能性も考えられ、今後詳しい調査を行なう予定である。

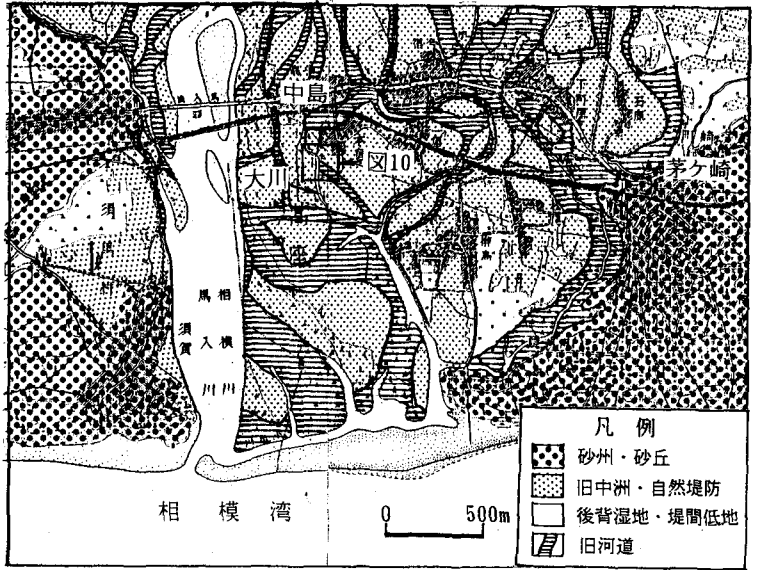


図9 茅ヶ崎市中島付近の地形分類図

5. まとめ

関東地震の際の地盤変状についてヒアリング調査等を行なった結果、少なくとも東京および近県の3地域で液状化に起因する地盤の水平方向の永久変位が発生したことが明らかとなった。今回の調査地点はいずれも中小河川の沿岸部で、自然堤防や旧中洲などの微高地から河身に向かって地盤が動いたという点で共通している。変位量は被害状況等に関する記録や証言から数mと推定されたが、新潟地震の際に見られたように5~10mといった過大な変位¹⁾は生じなかったようである。なお、永久変位発生地域のうち既存のボーリング資料がほとんどない春日部市川久保と茅ヶ崎市中島については、本年度地盤調査を実施する予定である。



図10 茅ヶ崎市中島における地盤変状

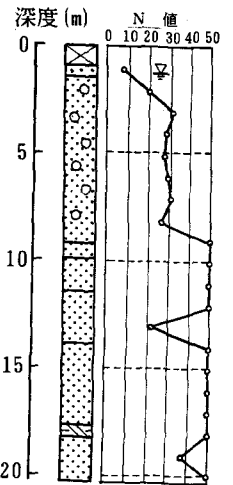


図11 中島におけるボーリング柱状図

謝辞 本研究は「地盤変状と地中構造物の地震被害に関する研究委員会」の研究活動の一環として行なったものであり、調査にご協力頂いた東海大学および九州工業大学の学生諸君に謝意を表します。

参考文献

- 1) 浜田他：液状化による地盤の永久変位の測定と考察、土木学会論文報告集、第376号/Ⅲ-6、1986
- 2) 地質調査所：関東地震調査報告第1・第2、地質調査所特別報告第1号、第2号、1925
- 3) 古藤田他：関東大地震による相模川下流地域の液状化発生地点と地形・地盤条件との関係、第21回土質工学研究発表会講演集、1986