

都幾川低地における埋没砂層が起す液状化の可能性

上野瑞樹¹ (埼玉県立川越女子高等学校SSH課題研究グループ)
小暮岳実¹ (埼玉県立川越女子高等学校教諭)

1. はじめに

一般に地盤の液状化は海岸の埋め立て地で地震の際に発生しやすい現象であるが、草野(1989)や若松(1993)は旧河道、自然堤防、中洲、砂丘、砂州の縁辺部も液状化が起りやすい場所として報告している。さらに林(2010)は粗粒堆積物からなる地表の微地形だけでなく、埋没した自然堤防を構成する砂層も液状化の発生に深く関わっているとしている。また、液状化しやすい特徴として、50%通過粒径が $500\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ であること、細粒分($75\mu\text{m}$ 以下)の割合が35%以下であることが挙げられている(平塚市博物館, 2014)。

本研究は、埼玉県西部を流れる都幾川周辺の東松山市および吉見町にまたがる都幾川低地(図1a)を研究対象として、地下に存在する埋没した自然堤防などを起源とする砂層が、液状化を起す原因となりうるのかを検討することを目的とする。

2. 方法

1) 地形分類図の作成

都幾川低地の微地形を詳細に検討するために、空中写真(国土地理院1990年、1/10000、カラー)を用いた詳細な地形判読を行い、既存の荒川流域地形分類図(大矢ほか, 1996)を参考に、詳細な地形分類図を作成した(図1b)。

2) 試料採集

上記の方法で分類した微地形を構成する堆積物の特徴を検討するめ、ハンドボーリングによる掘削を行い、堆積物の観察と試料の採取を行った(図2)。2mまでの掘削には検土杖を用い、それ以深の掘削にはハンドオーガーを用いた。

本研究では、堆積物の粒径について、 $2 \sim 0.2\text{mm}$ を粗砂、 $0.2 \text{ mm} \sim 75\mu\text{m}$ を細砂、 $75\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ をシルト、 $5\mu\text{m}$ 未満を粘土とした。

3) 試料の観察と粒度分析

採取した試料は、長友(1993)を参考にして過酸化水素水で腐植などの有機物を分解

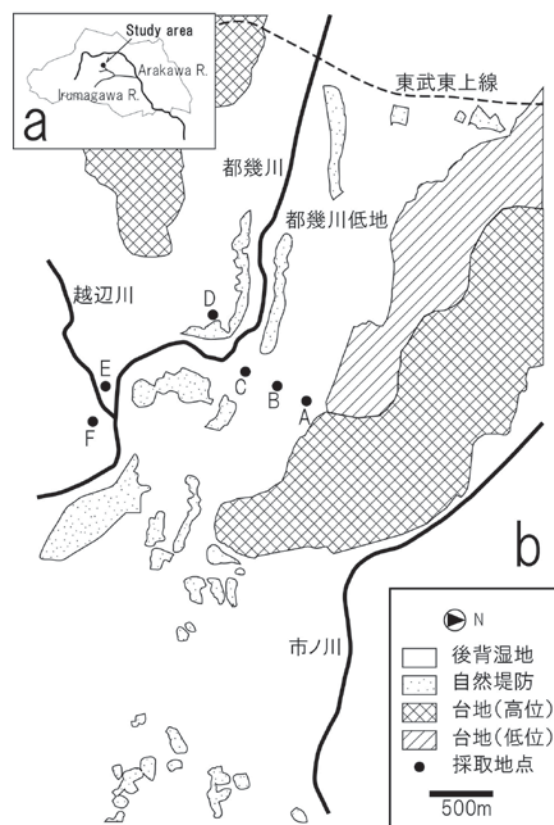


図1 地形分類図
Fig. 1 Terrain classification map

した後、沈殿法で粘土を洗い流し、 120°C で乾燥させたものを観察および粒度分析用の試料とした。これらの試料は、採取地点ごとに上位から昇順に番号をあてた。

観察は実体顕微鏡で行い、含有鉱物種を確認した。また、粒度分析には 2.0mm 1.0mm $850\mu\text{m}$ $500\mu\text{m}$ $250\mu\text{m}$ $150\mu\text{m}$ $75\mu\text{m}$ $53\mu\text{m}$ の分析ふるいを用い、粒径範囲ごとの重量を計測した。

3. 結果

1) 地形分類図の結果

地形分類図から都幾川沿いに発達する自然堤防以外にも、越辺川合流点付近の都幾川低地南部や、さらに南の市ノ川右岸周辺の低地に都幾川とは平行しない自然堤防が見られた(図1b)。

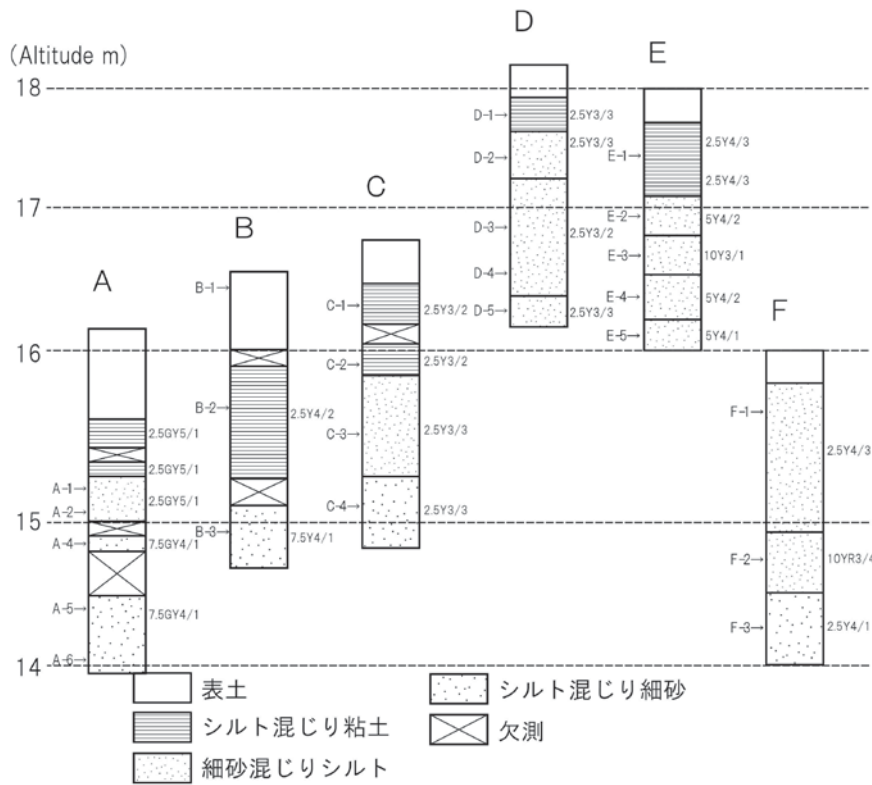


図2 調査地点の地質柱状図
Fig. 2 Geological column of sampling points

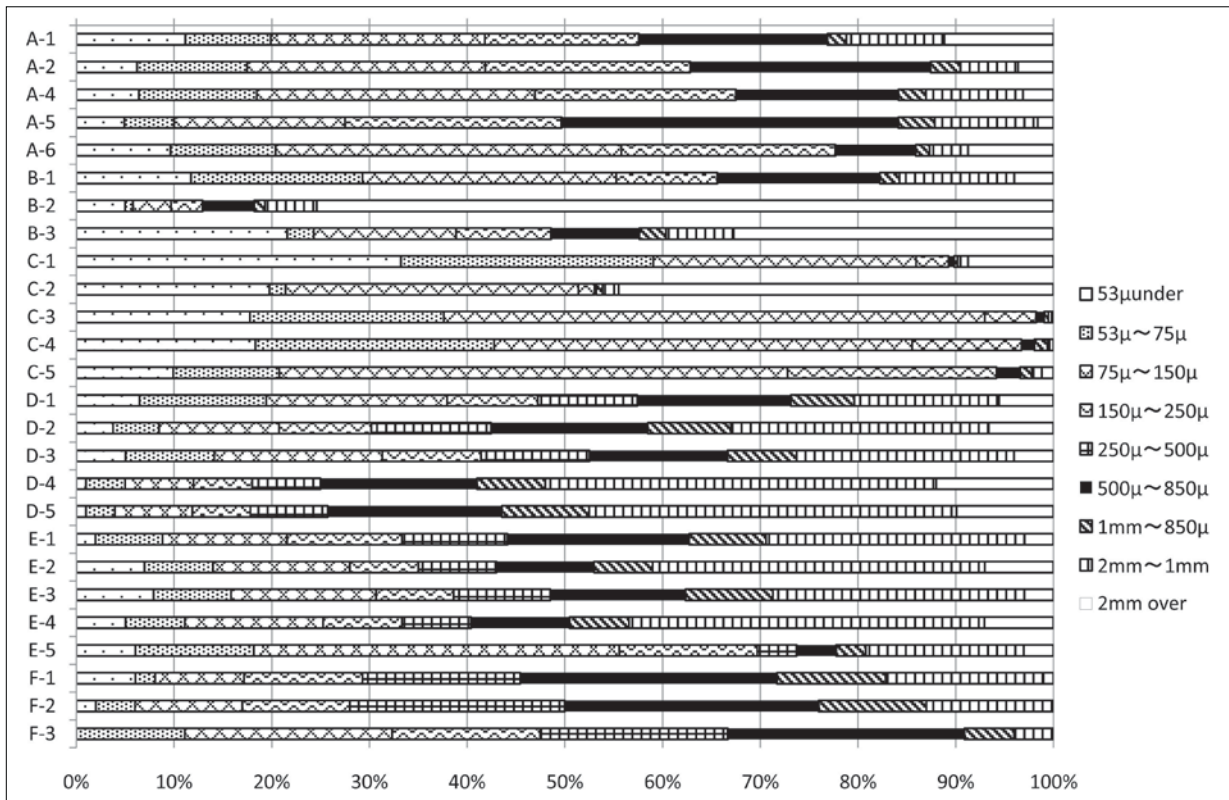


図3 粒度分布図
Fig. 3 The particle size distribution chart

2) 試料採集結果

図2に各地点の地質柱状図を示す。

都幾川左岸のA地点では、表土の下は地下1.2mまでシルト混じり粘土が堆積していて、地下1.5mまでは細砂混じりシルトが、それ以下はシルト混じり細砂が堆積している。地点Bでは表土の下は地下1.6mまでシルト混じりの粘土が堆積しており、地下1.8m以下はシルト混じり細砂が堆積している。地点Cでは表土の下には地下0.6mに厚さ0.2mほどのシルト混じりの粘土層が堆積しており、地下0.8mから地下1.6mまでは細砂混じりシルト、地下1.6m以下はシルト混じり細砂が堆積している。

都幾川右岸のD地点および地点Eでは、地下0.3mまでは表土で、地下0.6mまではシルト混じり粘土が、それ以深は細砂混じりシルトが堆積していた。地点Fでは、表土の下は地下0.3mから地下1.4mまで細砂混じりシルトが堆積しており、それ以深はシルト混じり細砂が堆積している。

全ての地点で共通して、地下深くなるほど細砂が多くなり、粒径も大きくなる傾向がある。また、A・B・C地点は深さ約1.0m、D・E・F地点は深さ約0.6mで地下水が見られた。

3) 試料の観察と粒度分析結果

粒度分析結果(図3・表1)より、試料A-1、A-2、A-4、A-5、B-3、D-1、D-3、E-5、F-2、F-3では、50%通過粒径が500 μ m～30 μ m

以内になっており、試料C-1、C-3、C-4において細粒分の割合が35%を超えていることがわかる。

また、液状化が起こる可能性が高い粒度である4 μ m～400 μ mの割合は、試料A-1～A-6と、B-1、C-1、C-3、C-4、C-5において高く、試料A-1～A-6では50%以上、B-1は約60%、C-1、C-3、C-4、C-5では全体の80%以上を占めている。粒径4 μ m～400 μ mのうち、特に可能性が高い20 μ m～100 μ mの割合は、試料C-1、C-4において特に高い。試料B-2、B-3、C-2では粒径2.0mm以上の割合が他の試料と比べて高く、特にB-2においては粒径2.0mm以上の割合が80%を超えている。

4. 考察

1) 地質構造

地質柱状図(図2)より、A、B、C地点で共通して地下深くなるほど細砂が多くなる傾向がある。C地点からA地点に向かってシルト混じり細砂の層がより深くなっていくことから、台地縁辺の地下に旧河道が存在する可能性がある。現地表面はA地点の北に農業用水路が作られている。

地点D、地点E、地点Fの調査からは、地下に旧河道などの埋没地形があるかどうかわからなかった。

2) 粒度分析から見た液状化の可能性

本研究において、液状化の可能性判定は平

表1 粒度分析結果

Table. 1 The particle size analysis results

	採取深度 (m)	53 μ under										75 μ 以下の合計値(%)	
		53 μ under	53 μ ~75 μ	75 μ ~150 μ	150 μ ~250 μ	250 μ ~500 μ	500 μ ~850 μ	1mm~850 μ	2mm~1mm	2mm over	75 μ 以下が35%以内(条件①)	50%通過粒径が30 μ ~500 μ 条件②に該当は●	
A-1	1.2-1.3	11.1	8.7	21.8	15.7	-	19.2	1.9	10.0	11.1	19.8	●	
A-2	1.3-1.5	6.2	11.2	24.3	20.9	-	24.5	3.0	5.9	3.6	17.4	●	
A-4	1.6-1.7	6.4	12.0	28.4	20.5	-	16.6	2.8	9.9	3.1	18.4	●	
A-5	2.0-2.2	4.9	5.1	17.4	22.1	-	34.4	3.7	10.5	1.6	10.0	●	
A-6	2.2-2.4	9.6	10.7	35.2	21.8	-	8.2	1.4	3.9	8.7	20.3	●	
B-1	0.3-0.6	11.7	17.5	25.9	10.3	-	16.6	2.0	11.7	4.0	29.2	●	
B-2	1.3-1.6	5.0	0.8	3.9	3.2	-	5.3	1.1	5.3	75.3	5.8		
B-3	1.7-1.9	21.5	2.7	14.5	9.7	-	9.0	2.7	6.9	32.6	24.2		
C-1	0.3-0.6	33.1	25.7	26.8	3.3	-	0.6	0.3	1.1	8.7	58.8	●	
C-2	0.6-0.8	12.0	1.0	18.2	1.0	-	0.1	0.4	1.0	27.0	13.0	●	
C-3	0.8-1.6	17.0	19.0	53.0	5.0	-	0.8	0.4	0.5	0.0	36.0	●	
C-4	1.6-2.0	18.0	24.0	42.0	11.0	-	1.3	1.3	0.2	0.4	42.0	●	
C-5	2.0-2.2	9.9	10.8	51.8	21.3	-	2.4	1.2	1.0	1.2	20.7	●	
D-1	0.3-0.6	7.0	14.0	20.0	10.0	11.0	17.0	7.0	16.0	6.0	21.0	●	
D-2	0.6-1.1	4.0	5.0	13.0	10.0	13.0	17.0	9.0	28.0	7.0	9.0		
D-3	1.1-1.2	5.0	9.0	17.0	10.0	11.0	14.0	7.0	22.0	4.0	14.0	●	
D-4	1.2-1.8	1.0	4.0	7.0	6.0	7.0	16.0	7.0	40.0	12.0	5.0		
D-5	1.8-2.0	1.0	3.0	8.0	6.0	8.0	18.0	9.0	38.0	10.0	4.0		
E-1	0.3-0.9	2.0	7.0	13.0	12.0	11.0	19.0	8.0	27.0	3.0	9.0		
E-2	0.9-1.3	7.0	7.0	14.0	7.0	8.0	10.0	6.0	34.0	7.0	14.0		
E-3	1.3-1.5	8.0	8.0	15.0	8.0	10.0	14.0	9.0	26.0	3.0	16.0		
E-4	1.5-1.8	5.0	6.0	14.0	8.0	7.0	10.0	6.0	36.0	7.0	11.0		
E-5	1.8-2.0	6.0	12.0	37.0	14.0	4.0	4.0	3.0	16.0	3.0	18.0		
F-1	0.3-1.1	6.0	2.0	9.0	12.0	16.0	26.0	11.0	16.0	1.0	8.0		
F-2	1.1-1.5	2.0	4.0	11.0	11.0	22.0	26.0	11.0	13.0	0.0	6.0		
F-3	1.5-2.0	0.0	11.0	21.0	15.0	19.0	24.0	5.0	4.0	0.0	11.0	●	

塚市博物館（2014）を参考にして、75 μm 以下の粒子の含有率が35%以下であること（①）と、50%通過粒径が30 μm から500 μm 以内であること（②）の二つの条件を満たしている場合に、液状化の可能性が高いと判断した。

粒度分析結果より、これらの条件を満たすのは試料A-1、A-2、A-4、A-6、B-1、C-2、C-5、D-1、D-3、F-3が液状化の可能性があると考えられる（表1）。

5. まとめ

本研究により、都幾川低地では地下に液状化を起す可能性のある砂層の存在が明らかとなった。またその砂層は旧河道に沿って存在する可能性がある。

今回の調査は限られた箇所のみだったため、今後は採取地点数を増やし、詳細な埋没微地形図を作成し、それに基づいて埋没自然堤防で試料を採取し粒度分析を行う必要があると思われる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、快く現地での採掘を許可していただいた土地所有者の方々に深く感謝いたします。また、研究をご指導していただいた川越女子高等学校の先生方に感謝し、謝辞といたします。

引用文献

- 林奈津子（2010）静岡県太田川下流低地における液状化発生地点の地形条件に関する検討. 地理学評論. 83. 4, 418-427.
- 平塚市博物館（2014）Web読み物「台地の窓」. http://www.hirahaku.jp/web_yomimono/geomado/jiban15.html（2014年11月引用）
- 草野郁（1989）関東地震における東京低地の液状化履歴. 土木学会論文集. 460. 11, 213-222.
- 長友由隆（1993）一次鉱物同定法. 70-90. 第四紀試料分析法2 研究対象別分析法. 東京大学出版会編.
- 大矢雅彦ほか（1996）荒川流域地形分類図および説明書. 建設省関東地方建設局荒川上流工事事務所.
- 若松加寿江（1993）首都直下型地震による液状化の発生と被害. 地学雑誌. 116, 480-489.