

2011年東北地方太平洋沖地震の 津波による堆積土の堆積特性に関する調査

常田 賢一¹・Rakhmadyah Bayu²・谷本 隆介³・中山 義久⁴

¹正会員 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 教授 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

E-mail: tokida@civil.eng.osaka-u.ac.jp

²Institut Teknologi Bandung, Faculty of Earth Science and Technology (Jalan Ganesha 10,Bandung 40132, INDONESIA)

E-mail: dophne_own@yahoo.com

³学生会員 大阪大学工学部地球総合工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

E-mail: rtanimoto@civil.eng.osaka-u.ac.jp

⁴正会員 (協) 関西地盤環境研究センター (〒566-0042 大阪府摂津市東別府 1-3-3)

E-mail: nakayama@ks-dositu.or.jp

2011 年東北地方太平洋沖地震では、津波後に津波堆積物が陸上部に残留した。特に、砂質土による津波堆積物は、過去の地震による津波到来の証として位置付けられているが、今回の津波による堆積物の諸特性の把握が必要である。本研究は、仙台平野の海岸線から内陸に至る 3 断面を対象として、津波による土砂の堆積箇所における堆積土層厚および堆積構成を把握するとともに、堆積土層および原地盤から土試料を採取し、粒度特性を調査した。その結果、既往の津波堆積土に関する調査結果との比較に基づいて、堆積土層厚の海岸線からの距離減衰特性を明らかにするとともに、粒度特性の視点から津波堆積土の堆積特性に関する幾つかの知見を提示している。

Key Words: earthquake, tsunami, field survey, sediment sand layer, grain size distribution

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震（以下、本地震と呼ぶ）では、津波による流送物が瓦礫などとして陸上部に残留したが、土砂も同様に堆積している。ここで、土砂による津波堆積物は、過去の地震による津波の発生時期あるいは発生規模を証左する重要な指標として位置付けられている¹⁾。例えば、Szczucinski²⁾は 2004 年インド洋津波の津波堆積土に関して、堆積層厚の海岸からの距離減衰特性を把握しており、本地震では仙台市による調査³⁾などが報告されている。しかし、これらの調査では、堆積層厚が主体であり、堆積土の粒度特性に基づいた堆積特性については深く言及されていない。

以上のことから、本地震においても、津波による堆積土の諸特性の把握が必要であるとの認識から、本研究は、仙台平野における海岸線から内陸に至る 3 断面を調査対

象として、津波による土砂の堆積箇所において、堆積層厚および堆積構成を把握するとともに、堆積土層および津波前の原地盤から試料を採取し、それらの粒度特性を調査した。そして、特に、堆積砂層厚の海岸線からの距離減衰特性について、既往調査と本調査結果を比較し、当該地震の堆積特性を明らかにしている。さらに、堆積層厚だけでなく、粒度特性の視点からも堆積特性を考察し、得られた知見を報告している。

2. 調査箇所および堆積の特徴

(1) 調査断面と調査箇所

調査を実施したのは、最大津波高の第 1 波の押し波により大部分の浸水が発生し、滞水が数日間継続したと思われる仙台平野である。調査断面は、図-1 に示す仙台

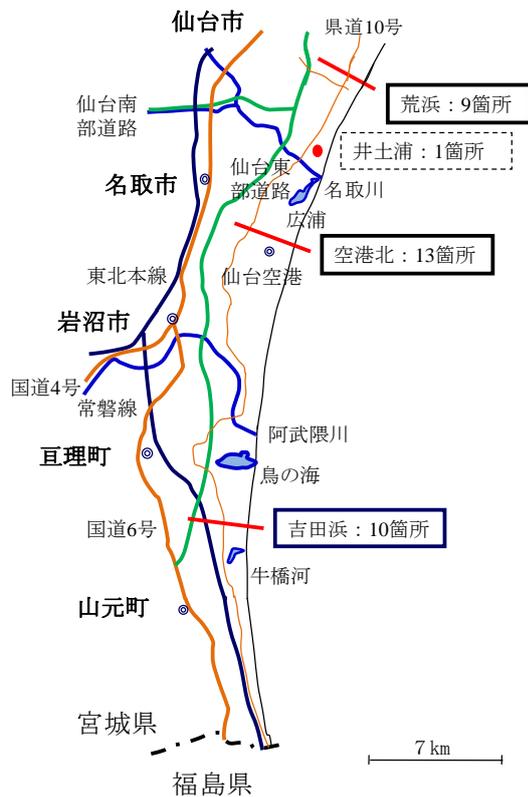


図-1 調査位置：3断面および1箇所

市若林区荒浜地先（荒浜と呼ぶ）、名取市の仙台空港の北側（空港北と呼ぶ）および山元町の吉田浜地先（吉田浜と呼ぶ）の3断面であり、海岸線から2.8～3.3kmまでの範囲である。3断面の調査箇所を表-1～表-3および図-2～図-4に示すが、それぞれ9箇所、13箇所および10箇所である。さらに、仙台市若林区井土浦地先の1箇所でも調査しており、全調査箇所は33箇所である。

通常、津波堆積土の調査は、浜堤背後の湿原など、外部環境の変化の少ない場所で実施されるが、土地利用が進み、そのような条件に合致する場所が皆無であること、

仮に該当箇所があっても周到な準備が必要であることから、本調査では堆積土と津波前の地盤（以下、原地盤と呼ぶ）の差異が明確に把握できると思われる平坦な水田あるいは耕作地を対象として実施した。また、現地での堆積土および原地盤の判別は、土層の色相、粗・細の状態、手触り、植生、混入物などに基づいて実施した。

さらに、現地の状況に応じて、堆積土および原地盤から土試料採取を実施したが、採取箇所および対象土層は表-1～表-3の通りであり、採取試料は荒浜の8箇所/16試料、空港北の12箇所/22試料、吉田浜の6箇所/16試料の54試料である。ここで、堆積土が無いあるいは僅かな箇所（荒浜 No.9、空港北 No.9、吉田浜 No.7～No.10）および井土浦では試料採取をしていない。さらに、堆積土層として粘性土層と砂質土層がある場合（荒浜 No.4）、堆積砂層が2層（荒浜 No.3、吉田浜 No.4、No.5）あるいは3層（吉田浜 No.3）である場合、原地盤が単層でない場合（吉田浜 No.3、No.6）は、それぞれの土層で試料採取を実施した。

表-1～表-3には、地盤材料の分類記号により採取試料の分類を併記しているが、堆積土の多くは“分級された砂（SP）”あるいは“粘性土まじり砂（S-Cs）”であり、原地盤は“粘性土質砂（SCs）”である。しかし、空港北の原地盤のうち、No.4、No.6、No.8はSP、No.5、No.7、No.11はS-Csであり、荒浜および吉田浜よりも粗粒である。また、吉田浜のNo.3、No.6では、SCsの原地盤の下にS-Csがある。さらに、荒浜 No.4、No.7の最上層は“砂質粘性土（CsS）”であり、荒浜 No.5の堆積土は“礫まじり粘性土質砂（SCs-G）”である。

なお、調査は2012年4月下旬に実施し、津波発生後、1年余が経過しているため、表層の細粒分の流出など、津波後の状態変化が懸念されるが、いずれの調査箇所も津波以降に人為的な手は加わっておらず、調査地が平坦地であること、堆積土が周囲に拡散した痕跡が無いことから、津波後の堆積状態の変化は皆無と考えている。

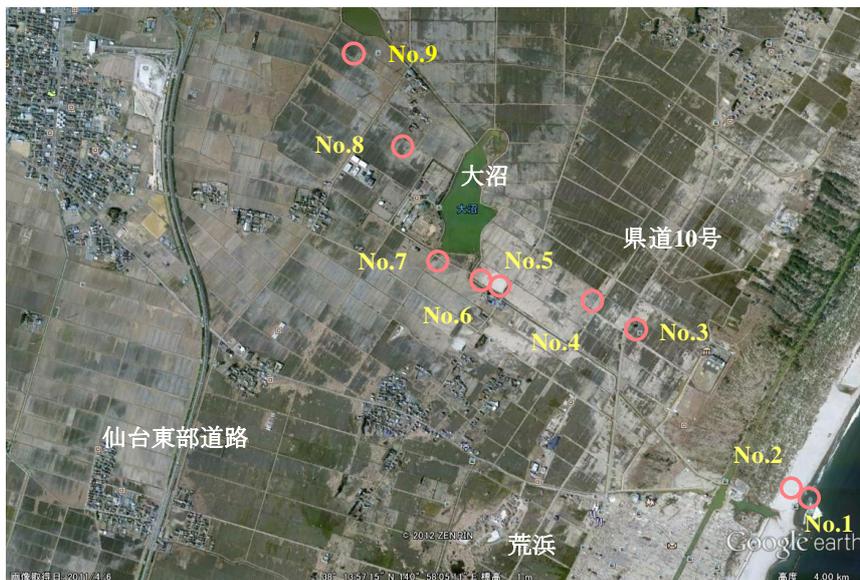


図-2 荒浜における調査箇所の位置：海岸から約3.3kmの範囲



図-3 空港北における調査箇所位置：海岸から約3.3kmの範囲

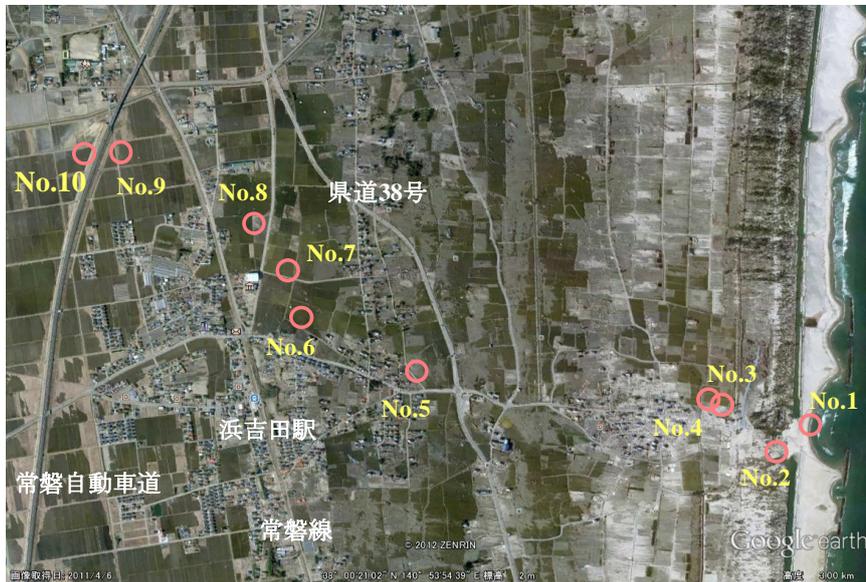


図-4 吉田浜における調査箇所位置：海岸から約2.8kmの範囲

表-1 調査箇所の諸元：荒浜

箇所No.	試料No.	層区分	最大堆積層厚(cm)	堆積砂層厚(cm)	礫分(%)	砂分(%)	細粒分(%)	D ₅₀ (mm)	地盤材料の分類	海岸線からの距離(m)
1	1	砂浜:汀線付近	—	—	0.0	99.6	0.4	0.32	SP	10
2	2	砂浜:防潮堤前	—	—	0.0	100	0.0	0.39	SP	90
3	3上	堆積・砂層	8	15	0.2	93.4	6.4	0.31	S-Cs	1,230
	3中	堆積・砂層	7		0.1	96.2	3.7	0.34	SP	
	3下	原地盤	—		0.1	71.5	28.4	0.26	SCs	
4	4上	堆積・粘性土層	3.5	5	0.0	37.1	62.9	0.017	CsS	1,470
	4中	堆積・砂層	5		0.5	87.3	12.2	0.28	S-Cs	
	4下	原地盤	—		0.6	69.6	29.8	0.24	SCs	
5	5上	堆積・砂層	22	22	0.6	91.5	7.9	0.41	S-Cs	1,970
	5下	原地盤	—		7.2	72.9	19.9	0.30	SCs-G	
6	6上	堆積・砂層	3.5	3.5	0.3	86.5	13.2	0.28	S-Cs	2,030
	6下	原地盤	—		1.4	74.6	24	0.27	SCs	
7	7上	堆積・粘性土層	1	0	0.4	25.7	73.9	0.016	CsS	2,330
	7下	原地盤	—		1.1	69.3	29.6	0.26	SCs	
8	8上	堆積・砂層	2.5	2.5	0.0	98.0	2.0	0.39	SP	2,820
	8下	原地盤	—		1.5	78.1	20.4	0.30	SCs	
9	—	原地盤	—	0	—	—	—	—	—	3,310

表-2 調査箇所の特元：空港北

箇所No.	試料No.	層区分	最大堆積層厚(cm)	堆積砂層厚(cm)	礫分 (%)	砂分 (%)	細粒分 (%)	D ₅₀ (mm)	地盤材料の分類	海岸線からの距離 (m)
1	1	砂浜：汀線付近	—	—	0.0	99.7	0.3	0.34	SP	0
2	2	砂浜：土盛前	—	—	0.3	99.6	0.3	0.43	SP	90
3	3上	堆積・砂層	14	14	1.0	98.8	0.2	0.52	SP	290
	3下	原地盤	—		0.6	99.1	0.3	0.34	SP	
4	4上	堆積・砂層	13	13	0.0	99.6	0.4	0.37	SP	490
	4下	原地盤	—		0.5	95.6	3.9	0.30	SP	
5	5上	堆積・砂層	12	12	0.0	99.6	0.4	0.34	SP	490
	5下	原地盤	—		0.8	87.6	11.6	0.29	S-Cs	
6	6上	堆積・砂層	17	17	0.3	98.9	0.8	0.35	SP	570
	6下	原地盤	—		4.9	90.8	4.3	0.35	SP	
7	7上	堆積・砂層	28	28	0.4	95.0	4.6	0.34	SP	750
	7下	原地盤	—		3.0	86.4	10.6	0.36	S-Cs	
8	8上	堆積・砂層	19	19	0.0	99.1	0.9	0.33	SP	820
	8下	原地盤	—		0.1	95.9	4.0	0.32	SP	
9	9	水路堆積	23	—	—	—	—	—	—	—
10	10上	堆積・砂層	14	14	3.5	93.2	3.3	0.41	SP	1,100
	10下	原地盤	—		2.1	81.0	16.9	0.29	SCs	
11	11上	堆積・砂層	14	14	1.6	97.7	0.7	0.38	SP	1,560
	11下	原地盤	—		0.4	85.7	13.9	0.31	S-Cs	
12	12上	堆積・砂層	13	13	0.0	94.3	5.7	0.27	S-Cs	1,950
	12下	原地盤	—		0.0	45.2	54.8	0.028	CsS	
13	13上	堆積・砂層	2	2	0.0	85.2	14.8	0.24	S-Cs	3,060
	13下	原地盤	—		0.5	44.7	54.8	0.034	CsS	

表-3 調査箇所の特元：吉田浜

箇所No.	試料No.	層区分	最大堆積層厚(cm)	堆積砂層厚(cm)	礫分 (%)	砂分 (%)	細粒分 (%)	D ₅₀ (mm)	地盤材料の分類	海岸線からの距離 (m)
1	1	砂浜：汀線付近	—	—	0.0	99.1	0.9	0.32	SP	0
2	2	砂浜：侵食堆積部	—	—	0.0	98.9	1.1	0.32	SP	120
3	3上	堆積・砂層	5	12	0.0	97.5	2.5	0.26	SP	390
	3中	堆積・砂層	7		0.0	98.9	1.1	0.28	SP	
	3下1	噴砂層	7		0.6	92.8	6.6	0.33	S-Cs	
	3下2	原地盤・粘土層	10		0.9	72.5	26.6	0.25	SCs	
	3下3	原地盤・砂層	—		0.0	94.2	5.8	0.27	S-Cs	
	3下32	原地盤・砂層	—		0.8	93.9	5.3	0.25	S-Cs	
4	4上	堆積・砂層	14	14	0.0	96.6	3.4	0.23	SP	440
	4中	堆積・砂層			0.1	99.1	0.8	0.31	SP	
	4下	原地盤			0.1	72.8	27.1	0.24	SCs	
5	5上	堆積・砂層	13	13	0.0	96.8	3.2	0.23	SP	1,590
	5中	堆積・砂層			0.1	93.4	6.5	0.30	S-Cs	
6	5下	原地盤	—	—	1.7	71.9	26.4	0.30	SCs	2,090
	6上	堆積・砂層	6	6	0.0	92.9	7.1	0.25	S-Cs	
	6中	原地盤	4		0.7	76.8	22.5	0.26	SCs	
6下	原地盤	—	0.6		84.7	14.7	0.30	S-Cs		
7	—	原地盤	—	0	—	—	—	—	—	2,120
8	—	原地盤	—	0	—	—	—	—	—	2,280
9	—	原地盤	薄い	0	—	—	—	—	—	2,810
10	—	原地盤	—	0	—	—	—	—	—	2,960

(2) 堆積の特徴

表-1～表-3 および井土浦の全 33 箇所から、津波による堆積状況に関する特徴について、代表的な箇所を例示する。なお、後述の粒度試験の結果も、適宜、引用する。

a) 荒浜 No.3

県道 10 号脇の松の木立に囲まれた祠の南側 10 m 付近であり、写真-1 のように四方は見通しの良い平坦地、原地盤は水田である。写真-2 は掘削断面であり、目視で粘性土と判別できる原地盤の“粘性土質砂”（砂分 71.5%、細粒分 28.4%）の上に堆砂層がある。ここで、砂分は粒径が 0.075mm～2mm、細粒分は 0.075mm 以下の粒径の質量比であり、以下同様である。堆積砂層厚は 15cm であり、上部 8cm は黒っぽく、下部 7cm は白っぽ

いため、両層から採取した。粒度試験結果から、上部砂層は“粘性土まじり砂”（砂分 93.4%、細粒分 6.4%）、下部砂層は“分級された砂”（砂分 96.2%、細粒分 3.7%）であり、上層は下層よりもやや細粒分が多い。

本事例は、目視で同じ堆砂層でも、上部と下部の粒度特性が異なる場合があることを示唆しており、上部で細粒分が多いのは、細粒分の沈降、堆積が遅いためである。

b) 荒浜 No.4

荒浜 No.3 の西側の県道 10 号から西に 100 m 付近の農道北側の水田であり、畦の影響が無い箇所である。写真-3 のように、四方とも見通しの良い平坦地であり、写真-4(a) の掘削断面では、明らかに粘性土と判別できる原地盤の“粘性土質砂”（砂分 69.6%、細粒分 29.8%）の

上に堆積砂層の“粘性土まじり砂”（砂分 87.3%，細粒分 12.2%）が存在する．ここで，堆積砂層厚は 2～5cm であるが，その上には厚さ 2.0～3.5cm の“砂質粘性土”（砂分 37.1%，細粒分 62.9%）があり，原地盤を含めた 3 層構造である．

本調査で把握した 3 層構造は，当該箇所および写真-4 (b) の井土浦の 2 箇所であるが，後述する仙台市による農地の堆積土調査³⁾では数多く報告されている．なお，荒浜 No.3 の上部は細粒分がやや多い砂層であったが，当該箇所の最上層は細粒分が相当多い粘性土である．

本事例は，堆砂層の上に粘土層が堆積した場合であるが，砂層が堆積した後に，滞水状態において細粒分が遅れて沈降，堆積したことを示唆する．

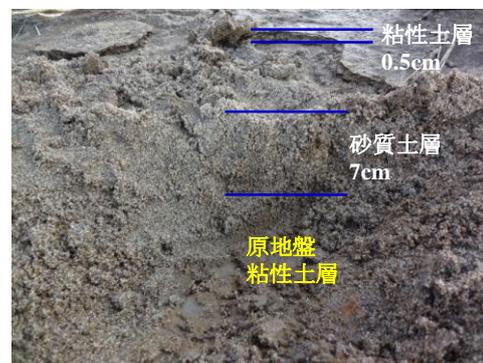
c) 荒浜 No. 7

農業園芸センターの南東側の農道交差部の南東角の水田であり，農道を挟んだ西隣は水路，北側には農道を挟んで公園があり，写真-5 のように東側は見通しの良い平坦地である．写真-6 のように，粘性土と思われる原

地盤の表層に 1cm 程度の薄い亀甲状に乾燥した土層がある．粒度試験の結果，表層は“砂質粘性土”（砂分 25.7%，細粒分 73.9%）であり，原地盤は“粘性土質砂”（砂分 69.3%，細粒分 29.6%）である．ここで，表層は明らかに原地盤と異なり，細粒分は前述の荒浜 No.3 の上部の粘性土層とほぼ類似であることから，当



(a) 荒浜 No.4



(b) 井土浦



写真-1 No.3 地点の周囲の状況：海側を望む



写真-2 堆積砂層内で堆積状況が異なる事例



写真-5 No.7 地点の周囲の状況：海側を望む



写真-3 No.4 地点の周囲の状況：海側を望む

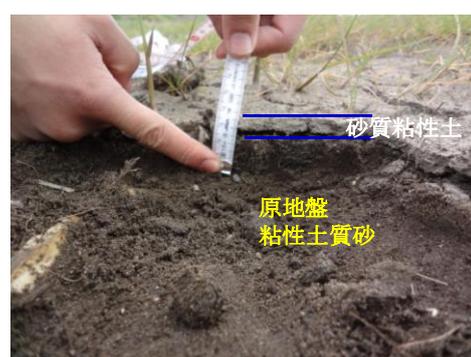


写真-6 No.7 の粘性土の堆積事例

該箇所の上層は原地盤ではなく、津波による堆積粘性土と思われる。

本例は堆積砂層が無い細粒土だけの堆積であるが、本調査を通じて明確な類似例は無く、当該の1箇所である。

d) 空港北 No. 5

写真-7 の手前の堆砂堆の部分であり、奥側の堆砂堆が5m北側のNo.4の箇所である。写真の右側が津波でほとんど倒木した保安林であり、その西隣に滞水溜が隣接している。津波前の衛星写真によれば、原地盤は畑地と思われる。写真-7 のように、堆砂堆では葦の若芽が伸びているが、写真-8 の掘削断面のように、原地盤は砂層、その上の堆砂層の厚さは8.5~12cmであり、一様ではないが12cmで代表させた。なお、堆積砂層の上部がやや茶系、下部が白っぽく、異なるように見えるが、採取は同一とした。これは、当該地は調査を始めたばかりであったため、堆積砂層でも上側と下側が異なる場合があることを想定していなかったためであり、以後の調査では明らかに異なる場合は区別することにした。なお、粒度試験によれば、原地盤は“粘性土まじり砂”（砂分87.6%、細粒分11.6%）であり、堆砂層の“分級された砂”（砂分99.6%、細粒分0.4%）とは明らかに異なる。

本事例は、原地盤が元来、砂丘地の砂層であり、その上に砂が堆積した場合であるが、このような場合は2つの砂層を区別することの必要性が示唆される。

e) 空港北 No. 7

東側の遠方に保安林があるが、写真-9 のように南北方向は見通しの良い平坦地であり、西側のやや離れた位置に貞山堀がある。写真-9 のように、枯れた葦（津波



写真-7 No.5地点の堆砂堆の状況：北側のNo.4を望む



写真-8 砂質土の原地盤における砂の堆積の事例



写真-9 No.7地点の周囲の状況：南側を望む



写真-10 堆砂を貫いて伸びる葦の事例

前から存在していたか、津波後の昨年に成長したと推定)が倒れた状態で堆砂地を覆っているが、間から若芽が伸びている。写真-10 の掘削断面のように、堆積砂層の下方で葦の地下茎が伸びており、堆積砂層を貫いて新芽が伸びている。白っぽい堆砂層（“分級された砂”：砂分95.0%、細粒分4.6%）と黒っぽい下層（“粘性土まじり砂”：砂分86.4%、細粒分10.6%）とは区別できる、下層が原地盤と思われるが、荒浜の水田と異なり細粒分が少ない。なお、空港北のNo.4、No.6およびNo.8の原地盤は“分級された砂”である。

また、堆積砂層厚は24~28cmで一様ではないが28cmで代表させた。なお、堆積砂層には塩ビパイプ（φ3.5cm、長さ70cm）が埋塞しているが、混入漂流物と思われる。

本事例は、1年後でも堆積砂層において植生が定着していることから、植相の変化に関する配慮の必要性および原地盤で砂分が多い場合があることを示唆する。

f) 空港北 No. 13

海岸線から離れた地点（3.06km）として選定したが、写真-11 のように四方の見通しが良い平坦な水田である。写真-12 の掘削断面のように、表層の堆積砂層は層厚が2cmで薄いですが、粒度試験によると、原地盤の“砂質粘性土”（砂分44.7%、細粒分54.8%）に対して、“粘性土まじり砂”（砂分85.2%、細粒分14.8%）であり、細粒土がやや多い堆積砂層である。

本事例は、海岸から離れた位置の堆積砂層では、細粒分が多く、海岸から遠方に移送されることを示唆する。

g) 吉田浜 No. 3

吉田浜の海岸は、図-4 のように離岸堤が整備されていたが、防潮堤が決壊して内陸まで浸水被害が及んだ地



写真-11 No.13地点の周囲の状況：東側を望む



写真-12 海岸から離れた位置の堆砂層

点である。当該箇所は、保安林の西側の水田（地元の人からヒアリング）であった箇所であり、東側は滞水しているが、調査箇所は水が引いていた。写真-13のように地表面にクレーター状の噴砂地形が多数見られているが、クレーター部のやや高い箇所では堆積構造を調査した。

北側は耕作地が続いており、写真-13のように西側は見通しの良い平坦地であるが、南側は宅地である。写真-14の掘削断面の通り、噴砂地形を呈する表層は層厚5cmの“分級された砂”（砂分97.5%、細粒分2.5%）であるが、その下には層厚14cmの堆砂層があり、さらに原地盤の粘性土層（“粘性土質砂”：砂分72.5%、細粒分26.6%）がある。堆砂層の上部（未計測で、層厚7cmと推定）には比較的大きなガラスや陶磁器の破片が混在しているが、写真-15のように10mほど離れた南隣の家屋が流出した宅地にもガラス片などが散乱しており、この場所から運ばれたと思われる。さらに、堆砂層は上部と下部で異なり、上部は“分級された砂”（砂分98.9%、細粒分1.1%）であり、下部は“粘性土まじり砂”（砂分92.8%、細粒分6.6%）である。

さらに、No.3において原地盤より上部に堆積したと思われる噴砂の発生層を探すために、No.3の粘性土層をさらに掘ったところ、10cm下方に砂質土層（“粘性土まじり砂”，砂分94.2%、細粒分5.8%）が現れた。いずれの砂層が噴砂層であるかは、4章で考察する。

なお、No.3と同じ水田内の西10mほどにある、畔の手前付近の噴砂地形がない箇所のNo.4では、堆砂層下の粘性土層（“粘性土質砂”：砂分72.8%、細粒分27.1%）はNo.3の粘性土層とほぼ同じであるので、この粘性土層が原地盤と推定される。また、堆砂層は層厚が



写真-13 No.3地点の周囲の状況：西側を望む

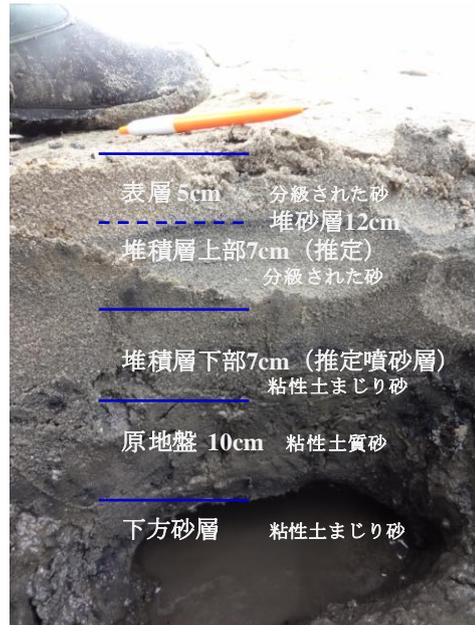


写真-14 噴砂（堆砂層下部）のある堆積事例



(a) 隣接する宅地に散乱するガラス片など



(b) ガラス片：左が宅地、右が上部堆砂層内

写真-15 堆砂層の混入物の例

No.3 と同じ 14cm の“分級された砂”であり、その上部は（砂分 96.6%，細粒分 3.4%），下部は（砂分 99.1%，細粒分 0.8%）であり、No.3 の下部より細粒分が少ないが、上・下部層が津波による堆砂層と思われる。

本事例は、堆積土としては、津波による堆積以外に、液状化に伴う噴砂の堆積もあることを示唆する。

h) 吉田浜 No. 6

海岸に繋がる県道 224 号から、北側に入った道路の北側の水田である。写真-16 の通り、周囲は開けた平坦地であるが、津波前の衛星写真によれば、東側（海側）のやや離れた海側は宅地の切れ目であったこと、北側は見通しがよく、南側および西側はやや離れた位置に宅地があった箇所である。写真-17 は掘削断面であるが、堆積砂層（“粘性土まじり砂”：砂分 92.9%，細粒分 7.1%）は厚さ 6cm であり、その下部は 4cm の原地盤の粘性土層（“粘性土質砂”：砂分 76.8%，細粒分 22.5%）である。さらに下方は黒っぽい細砂状の土層であったため、この層でも試料採取を実施したが、粒度試験によれば“粘性土まじり砂”（砂分 84.7%，細粒分 14.7%）であり、粘性土層よりやや砂分が多いが、原地盤と見なせる。

本事例は、吉田浜 No.3 より砂分は少ないが、原地盤の粘性土層の下方に砂質土層がある場合である。

i) 吉田浜 No. 9

仙台東部道路に繋がる常磐自動車道の横断 Box の東側出口からやや離れた水田であり（写真-18），西側はやや離れて道路の盛土があり、津波の浸水は盛土で抑制されたと思われる。堆積層が無かった吉田浜 No.7，同 No.8 および同 No.9 とは異なり、明確な堆砂層ではないが、写真-19 のように表層の粘土層の 1cm ほどを剥ぐと、粒の粗い砂（茶系）が薄く混在している。このように堆



写真-18 No.9地点の周囲の状況：南東側を望む



写真-19 堆積粘土層の下方に薄い砂層がある事例



写真-20 原地盤とした粘土層の事例：荒浜 No.9



写真-16 No.6地点の周囲の状況：東側を望む



写真-17 原地盤の粘土層の下方に砂層がある事例

砂層が僅かであるので、表-3 では“薄い”と表記し、数値では 0cm としている。

本事例の場合、表層の粘性土層は津波による堆積土層であり、滞水時の沈降によると思われる。写真-20 のように、荒浜 No.9 の水田でも表層に、乾燥によると思われる亀甲状の厚さ 2cm の粘土層が見られたが、原地盤であるか堆積層であるかは不明であるので、堆積が無い原地盤とした。

3. 堆積土砂の粒度特性

堆積土の調査箇所では、堆積土が見当たらない場合、堆積層が薄くて採取が困難な場合を除いて、原地盤および堆積土層と思われる土層から試料採取を実施したが、粒度試験（ふるい分け試験あるいは沈降分析）による粒度から、原地盤および堆積土層を確定するとともに、箇所別の比較を行い、津波堆積土の特性を検討した。

以下では調査箇所ごとの粒度試験結果は割愛するが、以下の5つの課題に関して、図-5～図-14の通過質量百分率あるいは平均粒径に基づいて、比較および検証をした。

(1) 海岸による砂の差異

津波による堆積土砂は、海岸から移送されるので、発生源としての海岸部の砂の特性の差異を検証した。図-5は、荒浜、空港北および吉田浜の汀線（No.1）および防潮堤前浜の粒度分布の比較である。津波後、1年余経過した状態のものであるが、いずれも“分級された砂”に分類され、平均粒径（以下、No.1/No.2で表記）は、荒浜で0.32mm/0.39mm、空港北で0.34mm/0.43mm、吉田浜で0.26mm/0.28mmであり、吉田浜が他の2海岸よりもやや細粒であること、No.1の汀線よりもNo.2の防潮堤付近の方がやや粗粒であることが分かる。したがって、3海岸においては、仙台平野の北部に位置する荒浜と空港北が類似であり、南部に位置する吉田浜は、他の2海岸と比較してやや細粒であると思われる。

(2) 原地盤の土質特性

本調査では、水田あるいは畑地を調査箇所としたが、同じ水田でも土質特性が異なることが推察された。図-6は荒浜のNo.3～No.8の6箇所の原地盤の粒度分布であるが、分布形状が類似であり、平均粒径は0.24～0.30mm、細粒分は19.9～29.8%の範囲にあり、No.5を除いて“粘性土質砂”である。なお、No.5は“礫まじり粘性土質砂”であるが、海側の20mほどの位置に、農道を越流して形成された落堀があり（写真-21）、原地盤の侵食土砂の混入などの影響を受けていると思われる。

図-7は空港北のNo.4～No.13の9箇所（No.9は未採取）の原地盤の粒度分布であるが、海岸から離れたNo.12およびNo.13を除いた7箇所は、荒浜の原地盤と類似しており、平均粒径が0.30～0.36mm、細粒分は3.9～16.9%の範囲にあり、“分級された砂（No.4, No.6, No.8）”、“粘性土まじり砂（No.5, No.7, No.11）”、“粘性土質砂（No.10）”と、“粘性土質砂”が主体の荒浜あるいは吉田浜と異なり、多様である。一方、No.12およびNo.13は、細粒分の含有率が高く、いずれも54.8%であり、平均粒径も0.028mmおよび0.034mmの“砂質粘性土”である。以上のように、空港北では2つのグループに区分できるが、堆積環境あるいは圃場整備の差異によるものと思われる。

図-8は吉田浜のNo.3～No.6の4箇所（No.6は上下2層で採取）の原地盤の粒度分布であるが、荒浜の原地盤



写真-21 農道の背後の落堀：左後方の白い帯が調査箇所

と類似しており、平均粒径が0.24～0.30mm、細粒分は22.5～27.1%（No.6の下層を除く）の範囲にある“粘性土質砂”（No.6の下層だけは“粘性土まじり砂”で、細粒分は14.7%）であり、ほぼ類似の原地盤と思われる。

以上の原地盤について、図-9は平均粒径 D_{50} の比較である。ここで、横軸は調査箇所の海岸からの順位、さらに箇所ごとに複数層がある場合は、上層、下層の順位で並べてあるので、海岸からの遠近による粒度特性のおよび原地盤内の粒度の差異が分かる。しかし、3断面の海岸からの順位間に、相対的な関係は無いことに注意が必要である。同図によれば、海岸から2.0～3.0km程度離れた空港北のNo.12およびNo.13では平均粒径が相当小さいが、その他では断面に拘わらず、概ね0.2～0.4mmの範囲にあり、海岸からの遠近による差異は見られない。また、複数層が確認された吉田浜のNo.3およびNo.6では、下層の方が上層よりも平均粒径が大きい。

なお、空港北のNo.12およびNo.13を除いた調査範囲において、空港北の断面は荒浜および吉田浜の断面よりも平均粒径がやや大きい傾向にある。

(3) 堆積土の土質特性

本調査では、堆積砂層でも細粒分の含有状況が異なることが分かり、極端な場合は粘性土だけの堆積もあった。このように、津波堆積土では、主に砂質土が注視されているが、堆積土の土質特性を知ることが必要である。

図-10は荒浜のNo.3～No.8の6箇所の堆積土層（No.3およびNo.4は、上下2層で採取）の粒度分布であるが、No.4の上層およびNo.7の2層以外は、分布形状が類似であり、平均粒径が0.28～0.41mm、細粒分は2.0～13.2%の範囲にある“分級された砂（No.3下層, No.8）”あるいは“粘性土まじり砂（No.3上層, No.4下層, No.5, No.6）”である。これらは、図-6～図-8の原地盤の平均粒径および分布形状に類似しているが、細粒分が少ない点が異なる。一方、No.4の上層およびNo.7について、前者は堆積砂層の上に堆積した平均粒径0.017mmの“砂質粘性土”であり、細粒分が後で堆積していることを示す。また、後者での堆積は無く、平均粒径0.016mmの“砂質粘性土”だけの堆積であるが、例えば、海岸から離れた箇所では、砂分の堆積は無くとも、滞水により細粒分が沈降することを示唆する。

図-11は空港北のNo.4～No.13の9箇所の堆積土層（No.9は未採取）の粒度分布であるが、図-6の原地盤と同様に、No.12およびNo.13の分布形状が異なるものの、他の7箇所は類似の分布形状であり、平均粒径が0.33～0.41mm、細粒分の通過質量百分率は0.4～4.6%の範囲にあり、すべてが“分級された砂”である。一方、No.12およびNo.13は、それぞれの細粒分が5.7%および14.8%であり、7箇所よりやや多く、平均粒径が0.27mmおよび0.24mmの“粘性土まじり砂”であるが、細粒分が多い理由は、海岸から離れており、滞水による沈降と思われる。

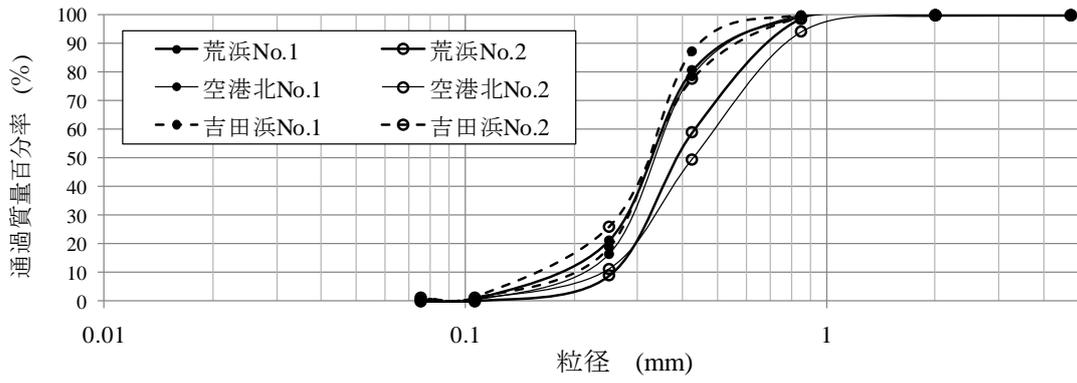


図-5 3断面の海浜部の砂の粒度特性

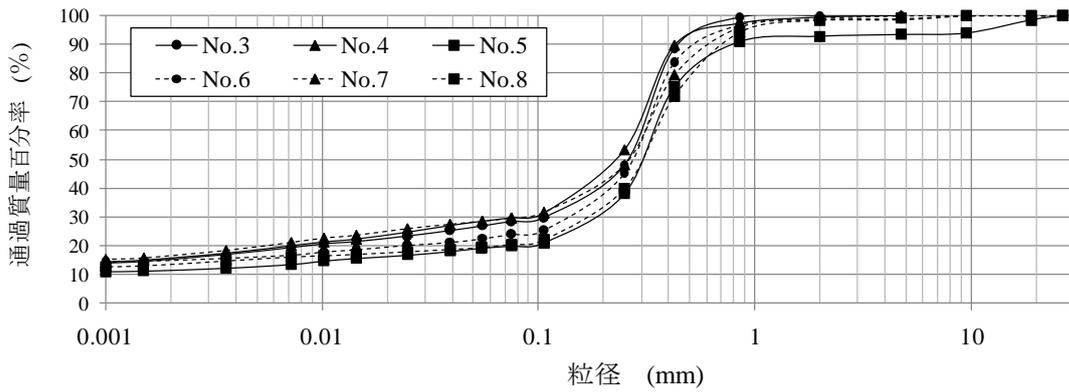


図-6 調査箇所の原地盤の粒度特性：荒浜

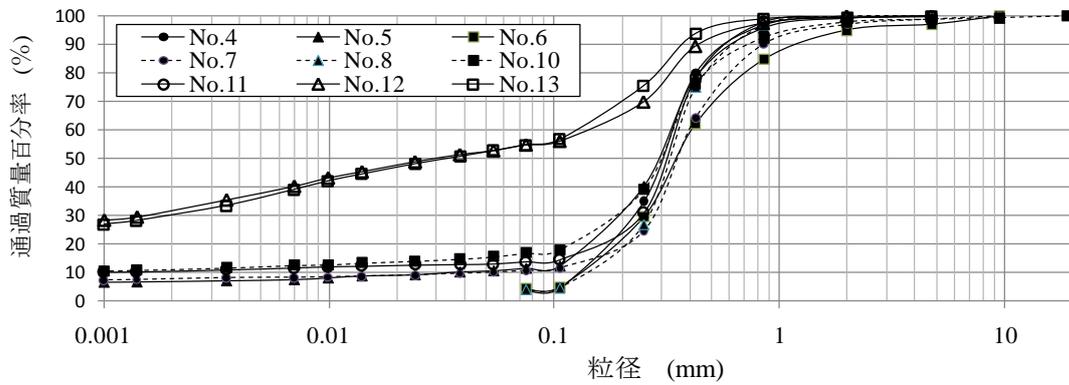


図-7 調査箇所の原地盤の粒度特性：空港北

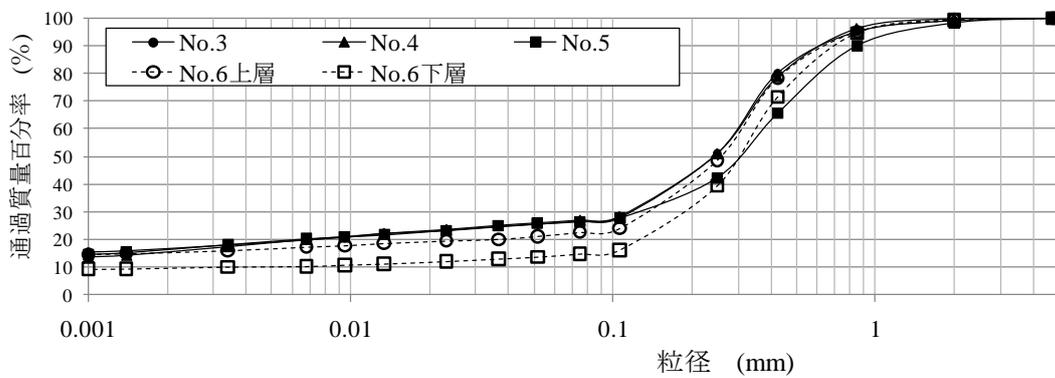


図-8 調査箇所の原地盤の粒度特性：吉田浜

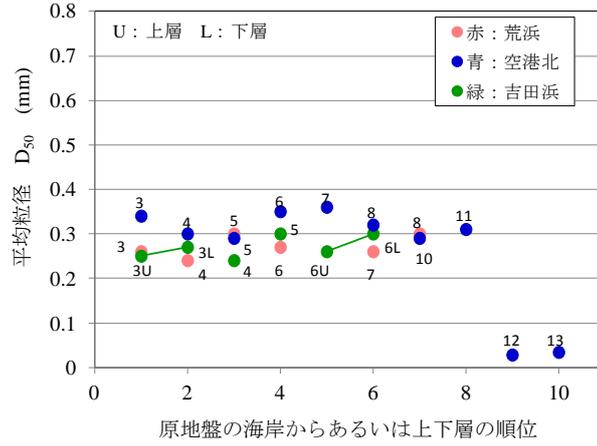


図-9 3断面の原地盤の平均粒径：図中の数字は各断面の箇所No.

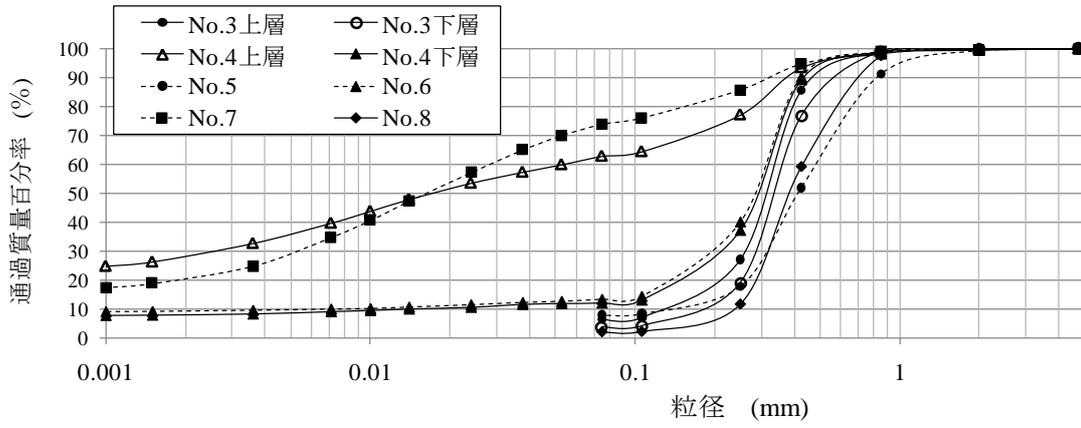


図-10 調査箇所の堆積土層の粒度特性：荒浜

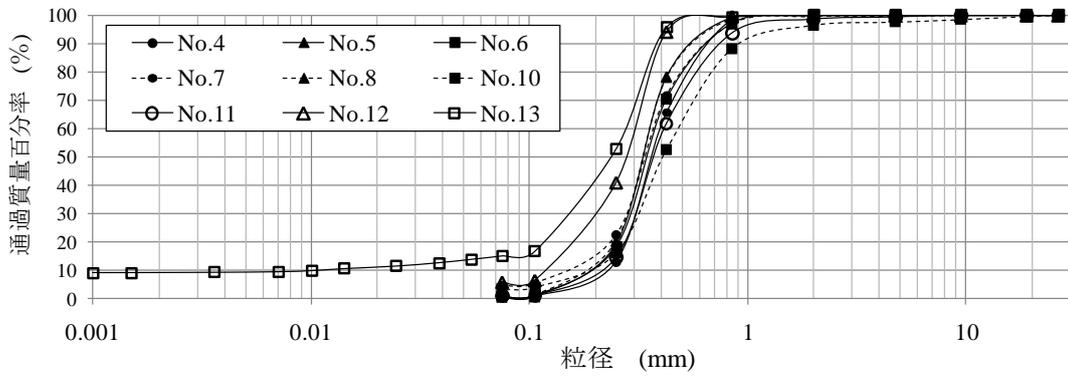


図-11 調査箇所の堆積土層の粒度特性：空港北

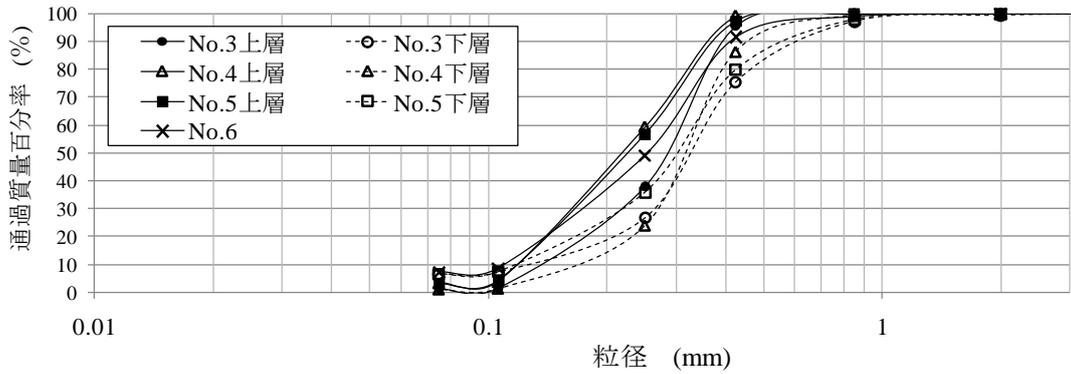


図-12 調査箇所の堆積土層の粒度特性：吉田浜

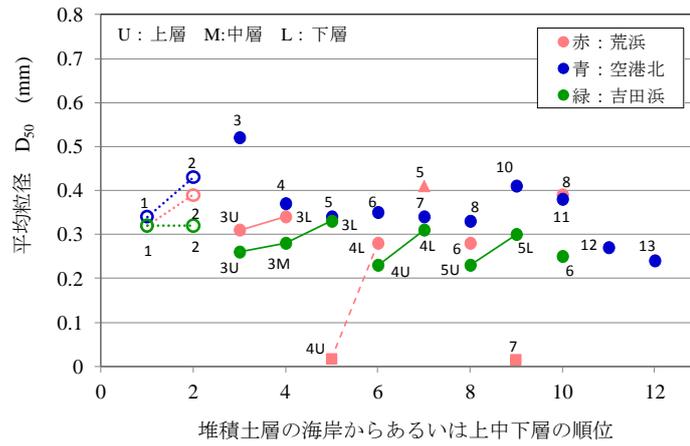


図-13 3断面の堆積土の平均粒径：図中の数字は各断面の箇所 No.

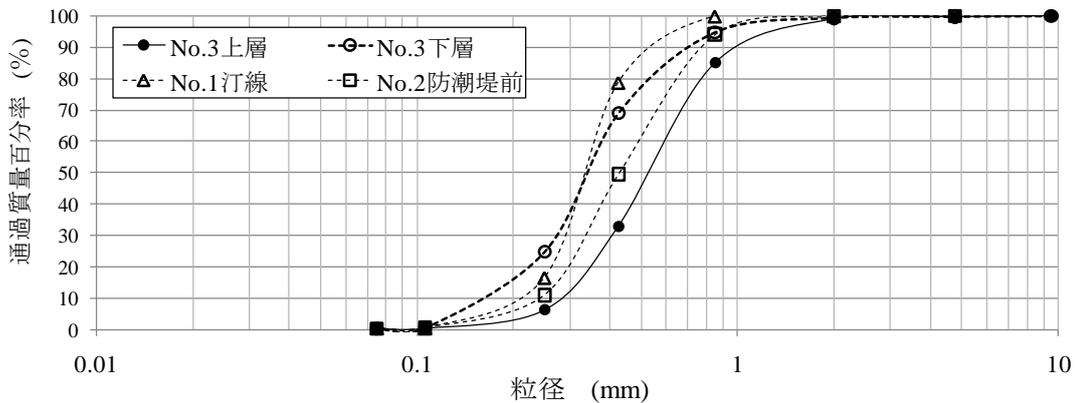


図-14 保安林内の堆積土層と海浜部の粒度特性：空港北

図-12 は吉田浜の No.3～No.6 の 4 箇所の堆積土層 (No.6 以外は、上・下層で採取) の粒度分布であるが、荒浜あるいは空港北と類似の分布形状であり、平均粒径が 0.23～0.33mm、細粒分の通過質量百分率は 0.8～7.1% の範囲にある“分級された砂 (No.3 上層, No.4 上層・下層, No.5 上層) あるいは”粘性土まじり砂 (No.3 下層, No.5 下層, No.6) である。ここで、上・下層を比較すると、3 箇所のいずれにおいても、細粒分に顕著な差異は見られないが、平均粒径 (以下、上層/下層で表記) は、No.3 で 0.28mm/0.33mm, No.4 で 0.23mm/0.31mm, No.5 で 0.23mm/0.30mm であり、上層が小さい。これは、粒径の大きさと堆積の速さに起因することから理解できる。なお、1 層堆積の No.6 (平均粒径 0.25mm) は、No.3, No.4 および No.5 の上層の粒度分布に類似しているが、No.6 が他の 3 箇所よりも海岸から離れているために、細粒であることによる。

以上の堆積土について、図-13 は平均粒径 D_{50} の比較である。ここで、横軸の定義および 3 断面の海岸からの順位間に、相対的な関係は無いことは、図-9 と同様である。同図において、粘性土である荒浜の No.4, No.7, および前述の特殊な条件下にある No.5 を除くと、いずれの断面でも海岸から離れるのに伴って、堆積土は細粒化している傾向が分かる。また、同一箇所でも複数層の場合は、上層の方が下層よりも平均粒径が小さいことが分かる。後述するように、前者は“陸方細粒化”であり、

後者は”上方細粒化“である。なお、空港北の No.12 および No.13 を除いた調査範囲において、空港北の断面は荒浜および吉田浜の断面よりも平均粒径がやや大きい傾向にある。

(4) 保安林内の土質特性

保安林内の原地盤は砂丘地の砂質土であるため、津波による堆砂との差異の判別が難しい。本調査では、空港北の No.3 の 1 箇所だけで、堆積土調査および試料採取を実施し、堆積土の判別を試みた。図-12 は掘削断面について、現地において土層が異なると判別した上層および下層の粒度特性 (いずれも“分級された砂”) および比較のための No.1 の汀線および No.2 の津波で流出した防潮堤前付近の採取試料の粒度特性である。

同図によれば、当該箇所の下層の粒度分布は、海浜部の 2 箇所のそれらに類似していることから、下層は津波前の原地盤と見なした。また、上層の平均粒径 0.52mm は下層の 0.34mm よりも粗粒であるが、海岸に近いために、津波で移送された砂の粗粒分が早く沈降したためと思われる。

(5) 液状化による噴砂と津波堆砂

本調査では、吉田浜 No.3 において、写真-13 のように地表面に液状化によるクレーター状の噴砂地形が見られたが、噴砂層とその発生層を推察した。

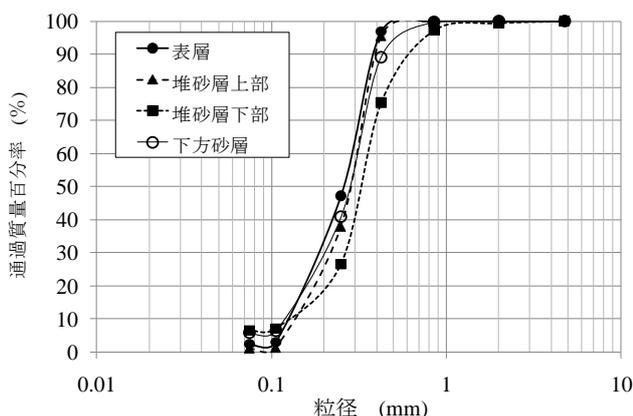


図-15 表層，堆砂層および原地盤砂層（下方砂層）の関係

通常、噴砂地形があると、地表面に噴砂が出現したと想定するが、当該箇所では津波による堆砂があるために、表層を噴砂層とすると、津波後に液状化が発生したことになる。その場合、液状化は本震ではなく、余震によることになるが、液状化に関係すると思われる最大余震は3月11日15時15分に発生した茨城県沖を震源とするM7.7の地震⁴である。しかし、当該地域での本震による津波の第1波の到達が15時50分頃であることを考えると、写真-14の表層は最大余震による噴砂層ではない。

図-15は、写真-14の表層、堆砂層上部、堆砂層下部および原地盤の下方砂層の粒度分布の比較である。現地調査では、噴砂層として表層を区別したが、表層の“分級された砂”（砂分97.5%、細粒分2.5%、平均粒径 D_{50} :0.26mm）と堆砂層上部の“分級された砂”（砂分98.9%、細粒分1.1%、 D_{50} :0.28mm）の粒度特性が類似しており、同一層と見なすことができる。ここで、表層が堆砂層上部よりもやや細粒であるのは、荒浜No.3などで見られた堆砂層の上部と下部の堆積過程の差異によるものと考えられる。また、これらの堆砂と堆砂

層下部の“粘性土まじり砂”（砂分92.8%、細粒分6.6%、平均粒径0.33mm）とはやや異なっている。さらに、原地盤の粘性土層の下の下方砂層は“粘性土まじり砂”（砂分94.2%、細粒分5.8%、平均粒径0.27mm）であるが、同層は堆砂層下部の粒度特性に類似している。

以上から、表層と堆砂層上部は津波による堆砂層であり、本震あるいは最大余震による液状化に伴う噴砂は堆砂層下部が相当すると推察できる。したがって、当該箇所では、まず、噴砂が発生してクレーター状の地形となり、その後に来た津波により均一な堆砂が行われることにより、噴砂地形が地表面に残されたと考えられる。なお、下方砂層より堆砂層下部はやや粗粒であるが、噴出に伴う細粒分の散逸と考えると理解ができる。

4. 堆積土層の堆積特性

(1) 海岸線から堆砂層厚の距離減衰

津波堆積土に着目する場合、箇所ごとの堆積状況だけでなく、面的な分布特性を把握することも重要である。

本章では、33の全調査箇所のうち、海浜部、保安林内および井土浦（砂層厚7cm）を除いた、25箇所（荒浜7箇所、空港北10箇所、吉田浜8箇所）の堆砂層の層厚と海岸線からの水平距離（2011年4月11日の図-2～図-4から判読）との関係を整理すると図-16になる。

同図には、本地震の津波による比較調査例として、次節に示す仙台市による農地の堆積土調査³、仙台市若林区荒浜の3箇所で行われた北村・若山⁵の調査および仙台平野の3地区（若林区荒浜地区、仙台空港北地区、磯浜地区）で行われた高野らの調査⁶の結果を併記している。なお、これらの4調査による海岸線からの距離は、それぞれの調査に基づいており、海岸線の位置は必ずしも一致していない。しかし、いずれも地震後1年程

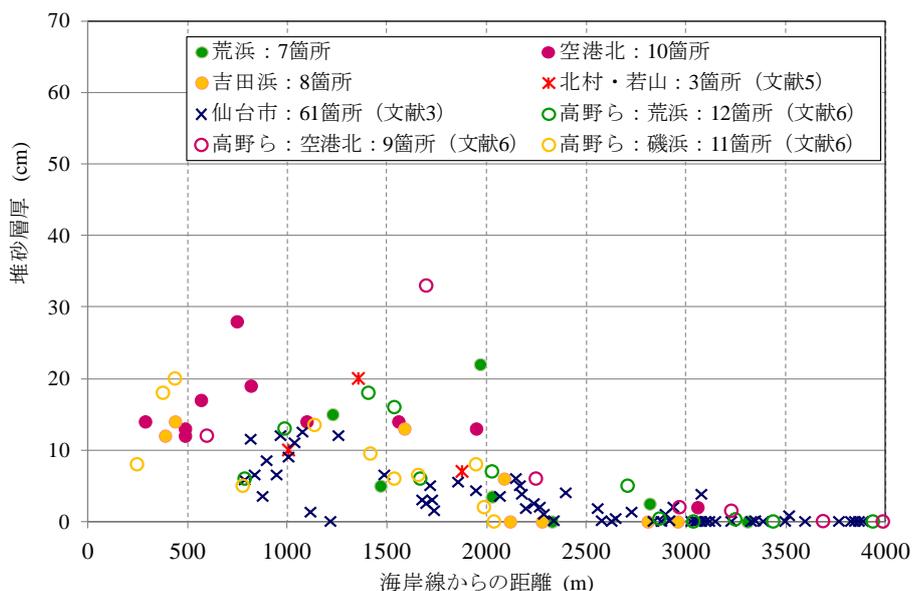


図-16 本地震における堆砂層厚の海岸線からの距離減衰

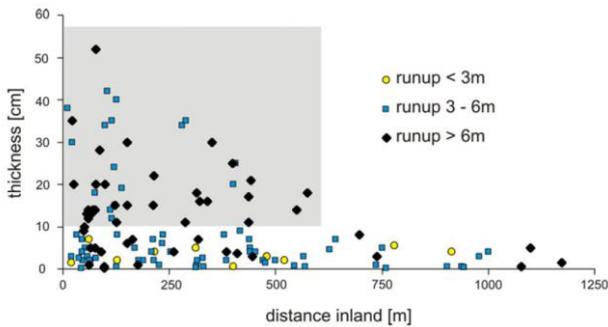


図-17 2004インド洋津波による堆積土厚²⁾

度以内で実施された調査であることから、海岸線の変動は大きくなく、有意な差はないと考えている。

同図によれば、海岸線から離れるのに伴って、堆砂層厚が低減する傾向が分る。例えば、堆砂層厚が10cm以上であるのは、海岸線から2km程度まで、5cm以上であるのは3.0km程度までである。なお、やや大きな堆砂層厚を示す箇所として、高野らの結果では、海岸線から1,700mで堆砂層厚33cmの箇所があるが、高野らによると当該箇所は周囲より低いとのことであり、堆積しやすい環境にあったと推察される。また、本調査の結果においては、荒浜のNo.5（海岸線からの距離：1,970m、堆積砂層厚：22cm）の箇所があるが、写真-21のように落堀の背後にあること、水田の畔に相当していることから、堆積層が厚くなったと思われる。

なお、図-17はSzczucinski²⁾による2004年12月26日に発生したインド洋津波におけるタイのアンダマン海岸の津波堆積土の調査結果である。同図の堆積土が砂だけか否かは分からないが、海岸線からの距離あるいは遡上高（runup）に応じて、堆積土層厚が低減している。また、津波後に堆積土が保持される限界として、堆積土層厚が10cm以上であること、津波遡上高では3m以上であるとして、図中に網掛けゾーンが併記されている。なお、同図での堆積の限界は海岸線から約1,200mであるが、3km付近まで（砂層の）堆積が見られる本地震の図-16あるいは後述の4km付近まで砂層あるいは泥層の堆積が見られる図-17と比較すると、アンダマン海岸の堆積土の堆積範囲は本地震の1/2.5～1/3程度であり、本地震による堆砂、あるいは津波遡上の規模の大きさが示唆される。

(2) 砂層と細粒土の堆積

仙台市³⁾は、海岸から約4kmまでの、七北田川から名取川付近に至る延長約10kmの範囲における61箇所において、津波被災農地に堆積した土砂の調査を実施している。調査目的は農地の汚染状況の把握にあるため、堆積厚は特に注視されていないが、堆積土である表層の泥層（粘性土と思われる）および砂層の各層厚が計測されている。泥層が砂層の上位にあると思われるが、61箇所の堆積諸元を表-2に示す、堆積厚は泥層と砂層とされているが、堆積厚が0cmであるのは9箇所なので、実堆積は52箇所である。また、堆積厚、砂層厚および泥層

表-2 堆積諸元：文献3から作成

堆積層厚H	土質別箇所数			層構成別箇所数		
	全堆積	砂層	泥層	砂層+泥層	砂層のみ	泥層のみ
0cm	9	21	14	-	-	-
0cm< H<5cm	29	25	44	15	4	10
5cm≦ H<10cm	16	10	3	16	0	0
10cm≦ H	7	5	0	6	1	0
(計)	61箇所			37箇所	5箇所	10箇所
最大堆積厚(cm)	14.0	12.5	9.5	52箇所		
最大堆積厚(cm)	14.0	12.5	9.5	14.0	12.5	4.3
細小堆積厚(cm)	0.3	0.1	0.1	1.5	0.8	0.3
平均堆積厚(cm)	5.1	4.2	2.0	6.1	4.8	1.6

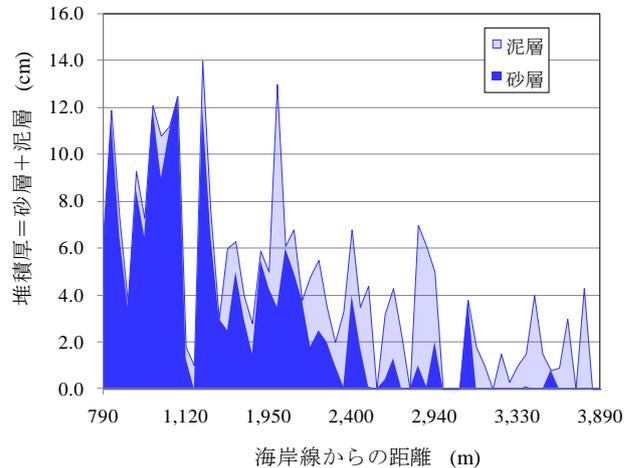


図-18 堆積厚（泥層および砂層）の海岸線からの距離：文献3から作成

厚の最大値は、それぞれ14cm、12.5cmおよび9.5cmであり、平均値は、それぞれ5.1cm、4.2cmおよび2.0cmである。さらに、堆積層の構成では、砂層と泥層、砂層だけ、泥層だけの3形態に区分できるが、それぞれ37箇所、5箇所および10箇所であり、砂層の上に泥層がある、本文で既述した、原地盤を含めた3層構造が多い。

上記の調査結果から、砂層と泥層別の堆積厚と海岸線からの距離の関係を整理すると図-18が得られる。ここで、海岸線からの距離は、調査結果に掲載されている調査箇所位置図（Google、画像取得日2011/4/6）から判読した。図面計測の読み取り精度は±20m程度であり、61箇所は海岸線から700～3,900mまでの範囲にある。図-18によれば、海岸線に近いほど堆積厚は大きく、海岸線から離れるに従って低減する傾向がある。また、海岸に近いほど砂層の堆積が顕著であり、海岸から離れるに伴って泥層が卓越する。この傾向は高野らの調査⁹⁾でも指摘されている。

以上、仙台市の調査結果を堆積厚から見ると、海岸に近いほど粒径の大きい砂の堆積が厚く、遠くなると、堆砂厚が薄くなり、細粒分の沈降、堆積による泥層が顕著になることが明確である。これは、本文の調査でも、海岸線から遠いと砂の堆積が見られなくなり、細粒分の堆積が見られたことに通じる。このような堆積特性を、後述の“上方（じょうほう）細粒化”に習って、本文では“陸方（りくかた）細粒化”と呼ぶ。

(3) 貞観津波による堆砂層

澤井ら⁷⁾は、本地震の発生前に仙台市、名取市、亶理町および山元町で古津波痕跡調査を実施している。同調査結果から、869年の貞観津波により運ばれたとされるイベント砂層（仙台市 S2、名取市 N1、亶理町 W3、山元町 Y2）について、堆積層の層厚あるいはその存在の記載がある仙台市（A：24箇所、B：17箇所）、名取市（17箇所）、亶理町（A：2箇所、B：16箇所）および山元町（1箇所）を抽出し、これらの6地区ごとに海岸からの位置の順位と砂層厚を整理すると図-19になる。ここで、澤井ら⁷⁾は、貞観津波の時期の海岸線は、仙台市、名取市で0.5～1.0km程度、亶理町、山元町で1～1.5km程度、現在の海岸線から内陸側にあつたと推定している。そのため、当時の海岸線が明確でないことから、海岸線からの距離ではなく、図-19では調査箇所の位置の順位で整理している。したがって、順位の数字が小さい箇所が海岸線に近いことを示すが、6地区間での海岸からの順位に相対関係は無い。

しかし、海岸から離れると堆積層厚が低減する傾向は図-19からも分かる。また、最大の堆積層厚は35cmであり、全77箇所のうち、10cm以上、5cm以上・10cm未満、5cm未満は、それぞれ6箇所、10箇所および61箇所である。ここで、61箇所のうちの13箇所は、砂の存在は把握されているが、層厚が明記されていない箇所である。本文の調査では、畔付近の堆積など、比較的堆積しやすい箇所が含まれていることから、砂層厚も大きめであることを考えても、貞観津波による堆砂規模は、図-16の本地震によるものと同等程度と思われる。

なお、澤井ら⁷⁾は、イベント砂に基づいて推定した貞観津波による海岸からの遡上距離について、仙台市で“少なくとも1km”、名取市で“少なくとも4km”、亶理町で約2.5km、山元町で約1.5kmとしており、本地震による津波浸水域と比較すると、規模が小さいように思われるが、“津波堆積物から復元される浸水域は、実際の浸水域より小さく、津波が遡上するうちに、波の営力が弱まり、砂を遡上上限まで運ぶことができなかつたと考えるのが妥当”としている。

ここで、上記で扱われる津波堆積物はイベント砂層で

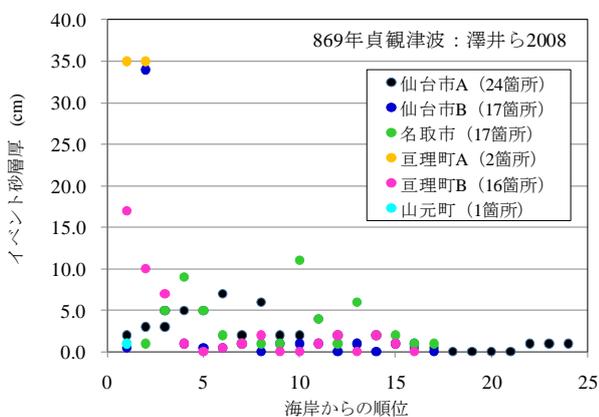


図-19 貞観津波によるイベント砂層厚：文献7から作成

あるので、砂が対象であるが、本文の調査でも明らかになったように、津波により運搬され、堆積するのは砂質土だけでなく、粘性土（だけ）もあり、この場合、細粒分の堆積は砂分の堆積より海岸線から離れた位置で見られることから、より遠方の遡上上限を把握するためには、粘性土の津波堆積層を痕跡指標とすることが考えられる。しかし、粘性土の年代特定も考えられるが、遡上上限に近いほど、該当する堆積層厚が薄く、把握が困難であること、あるいは津波後には津波以外の要因による細粒分の堆積があることなどを考えると、細粒土層により津波痕跡、遡上上限を推定することは難しいと思われる。

なお、澤井ら⁷⁾の堆積土調査では、例えば、堆積土が粗砂層～中砂層～細砂層のように、上方ほど粒度が細粒になることは、“上方細粒化”と表記されているが、津波堆積土の堆積特性を適切に言い表している。

5. おわりに

本文の仙台平野の3断面で実施した津波堆積土の現地調査および採取土の粒度試験の結果、津波堆積土の堆積特性に関する以下の有用な知見が得られた。

- 1) 今回の調査では、堆積の有無を重視し、堆積条件としての地表面状態の差異は考慮していないが、土砂の堆積は必ずしも均一かつ広範囲ではなく、水田の畔周りで堆積しやすいなど、地表面の僅かな形状によって異なることが分かった。したがって、過去の堆積層の評価においても、堆積の有無あるいは堆積層厚は、その時点の地形など堆積環境に左右されることに注意が必要である。
- 2) 現地における堆積土層および原地盤の特定は、土層の色相、粗・細の状態、手触り、植生、混入物などに基づいて、主として目視で判別したが、粒度試験の結果からもその妥当性が確認できた。
- 3) 堆積土の土質構成は、砂質土のみ、粘性土のみおよび粘性土と砂質土の互層に大別でき、海岸からの距離、津波後の滞水状態などにより、以下のように異なる。
 - 3-1) 砂質土のみの堆積であっても、上部と下部の粒度特性が異なる場合があるが、上部の方で細粒分が多い“上方細粒化：fining upward”の傾向がある。これは細粒分の堆積が遅れることによる。
 - 3-2) 粘性土のみの堆積は、海岸線から離れた地点で見られる“陸方細粒化：landward fining”の傾向がある。これは、細粒であるために、遠方まで流送されたこと、津波後の滞水時の沈降のためである。なお、粘性土の供給源としては、沖合と浸水による陸上部の土砂の侵食、巻き込みが考えられる。
 - 3-2) 砂質土の上の粘性土の堆積は、粗粒土が先行して堆積し、その後、滞水状態で細粒分が沈降、堆積したためである。これも“上方細粒化”と呼ぶことができる。なお、本調査では砂質土の上の粘性土の堆積箇所

は少なかったが、例えば、仙台市の農地調査では多数把握されている。

- 4) 陸上部の堆積土（特に、砂分）の発生源を検討するために、汀線付近の砂の粒度特性を調査したが、堆積土には細粒土が含まれており、海浜部とは異なる。この細粒分の混入、堆積は前述の3-2)の理由による。
- 5) 保安林あるいは海岸近くの耕作地では、原地盤が砂質土である場合がある。これは、砂丘地形など、津波以前の砂の堆積によるが、津波による堆砂層を評価する際に注意が必要である。
- 6) 堆砂の発生原因には、津波による海浜からの運搬、液状化による噴砂、陸上部の津波侵食があるので、それらの存在の認識と識別が必要である。
- 7) 津波による砂質土の堆砂層厚の海岸線からの距離減衰特性を図-14としてまとめたが、既往地震あるいは本地震の津波に関する類似の調査研究と同様に、砂質土の堆砂層厚は海岸線からの距離の増加に伴い減少する傾向がある。

謝辞：本文で引用した文献6)の原データの提供および問合せに関して、(株)ダイヤコンサルタント東北支店の大内 学氏の協力を得ている。ここに、記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) (独) 産業技術総合研究所活断層・地震研究センターWEBサイト：東北地方太平洋沖地震調査速報，津波堆積物を用いた過去の巨大津波の研究，2011.6.9更新。
- 2) Witold Szczucinski : The post-depositional change of the onshore 2004 tsunami deposits on the Andaman Sea coast of Thailand, Nat Hazards, DOI: 10.1007/s11069-011-9956-8, open access at Springerlink.com, published online:31 August 2011
- 3) 仙台市：津波被災農地に堆積した土砂の調査結果（速報値）について，仙台東部地区農業災害復興連絡会，第6回連絡会，資料10，2011.8.9.
- 4) 気象庁：平成23年（2011）東北地方太平洋沖地震について（第21報）余震の発生状況，報道発表資料，平成23年3月18日17時30分。
- 5) 北村晃寿・若山典央：宮城県仙台平野大沼周辺における遡上した津波堆積物の調査，静岡大学地球科学研究報告，38，p.1-2，2011.
- 6) 高野邦夫・大内 学・新山 雅憲・伊藤靖雄・中倉弘道：東北地方太平洋沖地震の津波堆積物，東北地質調査業協会 協会誌「大地」，52号，技術報告，p.30-39，2012.
- 7) 澤井祐紀・宍倉正展・小松原純子：ハンドコアラを用いた宮城県仙台平野（仙台市・名取市・岩沼市・亘理町・山元町）における古津波痕跡調査，活断層・古地震研究報告，第8号，p.17-70，2008.

FIELD STUDY ON SOILS DEPOSITED BY TSUNAMI IN THE 2011 OFF THE PACIFIC COAST OF TOHOKU EARTHQUAKE

Ken-ichi TOKIDA, Rakhmadyah Bayu, Ryusuke TANIMOTO
and Yoshihisa NAKAYAMA

In the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, the soils flown by the tsunami flood were deposited at the inland. Because the deposited layers are indicated to elucidate their spatial extent and date of the past tsunami, the deposits of soils in the above earthquake is necessary to be investigated in detail. In this paper, the field survey at the 33 sites in the typical 3 transects of Sendai Plane has been conducted to dug small pits to measure the deposited states of the flown soils and sample 54 soils of the deposited and buried layers to know their grain size distributions. As the results of this study, the relation between the deposited thickness of the sandy layer and the distance from the coastline can be clarified referring to other survey results, and several interesting lessons on the sedimentation of soils can be obtained based on not only field conditions but also grain size distributions of deposited soils.