

富士開発株式会社 内園 立男  
若宮 ひとみ

1. はじめに

沖積平野は、地質学的に第四紀更新世末期～完新世に形成された地盤で、おもに沖積層と呼称される堆積物により構成されている。沖積層は、約2万年前の海面最大低下期から現在までの地質年代で見ると、短い間に、海面変動に支配された環境条件下において堆積したもので、一般的に脆弱な地盤として評価されている。また、耐震工学上最も重量な検討地盤とされている。

沖積平野での地盤研究は、昭和30年代の地盤沈下を契機にして進められ、地盤図として成果が公表されている。最近では、沖積地盤の堆積環境と地盤特性との関係を解明することを目的とした研究活動も進められている。(土質工学会：堆積環境が地盤特性に及ぼす研究委員会、地盤工学会中部支部) 阪神、淡路大震災以降は、その機運も高まってきている。

著者らも、上記の動きに合わせ濃尾平野尾西地区の沖積層の堆積環境を考慮した地盤特性の解明を進めている。(土質工学会1995、地盤工学会中部支部1995)

本報文は、その中での沖積砂質土について堆積環境と地盤特性を解明し、地盤評価として液状化の判定を行ったので報告する。

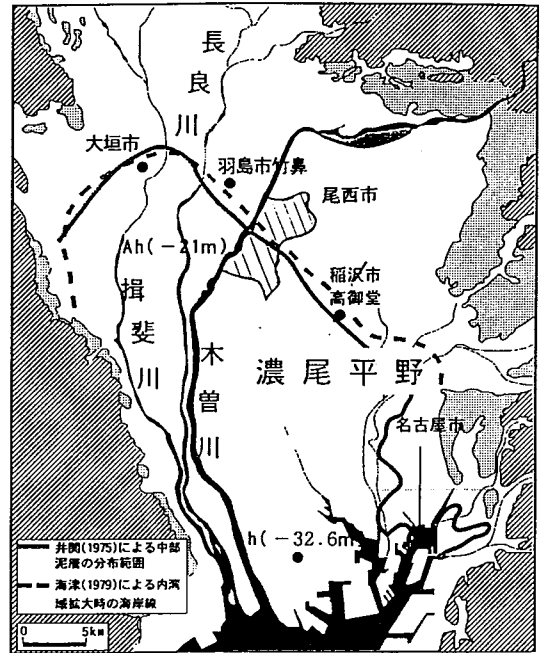


図-1 調査地域地質図  
(海津1992に一部加筆)

2. 尾西地区の地盤概要

尾西地区は、図-1に示すように中央北部に在り、自然堤防、河畔砂丘、後背湿地、旧河道、人工地盤等の地形要素からなる河成氾濫原帯である。

沖積層の層序は、表-1に示すように、上位から沖積陸成層、沖積上部砂層、沖積中部砂層、沖積中部泥層、沖積下部砂層、濃尾層、第一礫層からなる。砂質土からなる砂層は、陸成砂層A<sub>ts</sub>、上部砂層A<sub>us</sub>、中部砂層A<sub>ms</sub>、下部砂層A<sub>ls</sub>、濃尾砂層N<sub>s</sub>に区分される。それぞれの砂層の堆積状況は、図-2の代表地質断面図に示す。

また、地震環境としては、濃尾地震時の推定断層の存在が想定され、地盤の液状化も報告されている。(愛知県防災会議地震部会、1991)

表-1 濃尾平野および尾西市域の地質層序

地質時代	濃尾平野			尾西市域	
	井関(1962)	古川(1972)	海津(1992)	内園(1995)	記号
沖積世	沖積陸成層	南隔層 上部	沖積陸成層	沖積陸成層	A <sub>t</sub>
	沖積上部砂層		沖積上部砂層	沖積上部砂層	A <sub>us</sub>
	沖積中部泥層	下部	沖積中部泥層 新砂層	沖積中部砂層-1 沖積中部泥層 沖積中部砂層-2 沖積中部砂層-3	A <sub>ms-1</sub> A <sub>ms-2</sub> A <sub>ms-3</sub>
	沖積下部砂層		濃尾層	濃尾層	A <sub>ls</sub>
更新世	沖積下部砂層	濃尾層	濃尾層	N	
洪積世	基底礫層	第1礫層	基底礫層	第1礫層	G <sub>1</sub>

Liquefaction judgement and Sedimentary Environment to Alluvial sand - case in the Bisai terrdin of the Nohbi plain - : T.Uchizono, H.Wakamiya (Fuji kaihatu.Co)

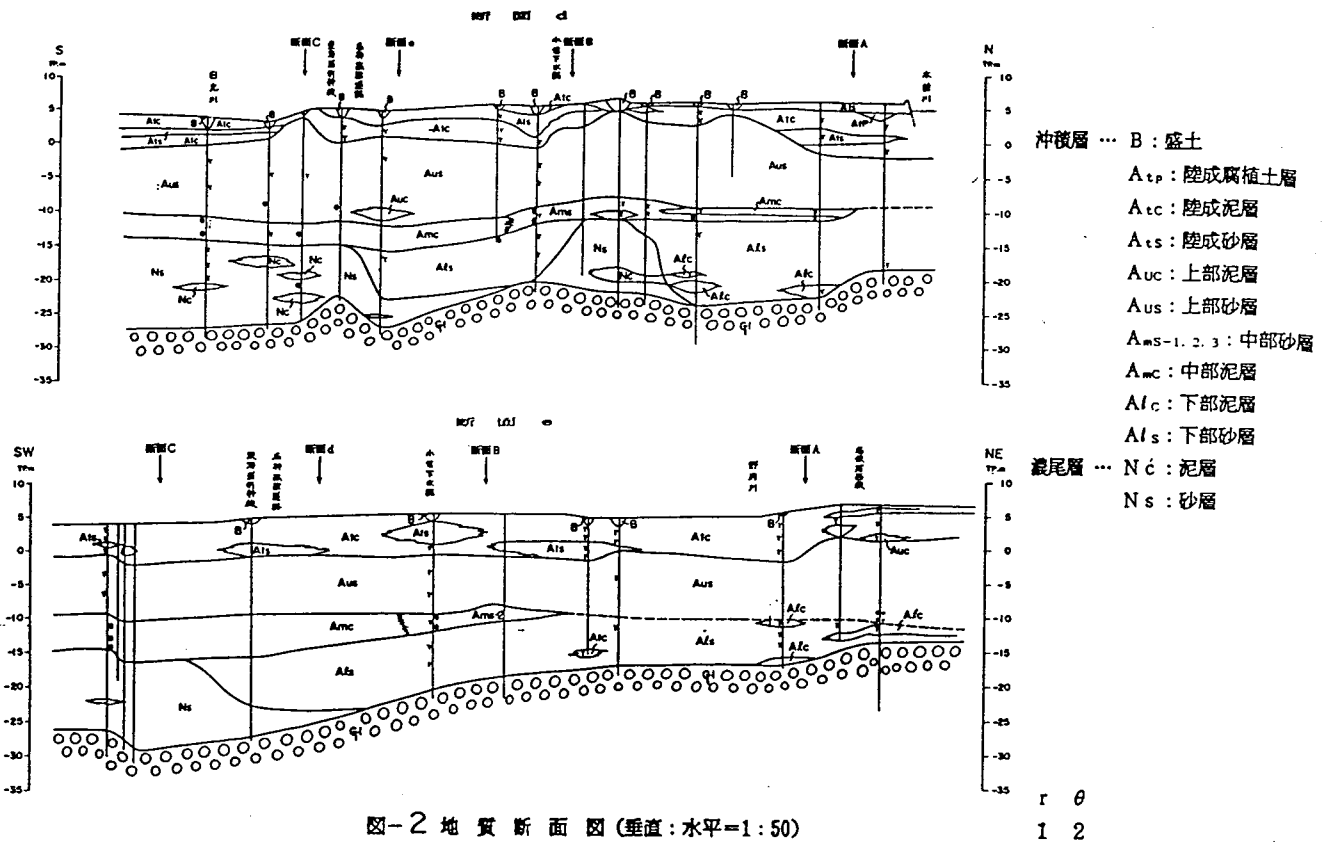


図-2 地質断面図 (垂直:水平=1:50)  
1. 腐植物 2. 貝殻片 G<sub>1</sub>. 第1礫層

### 3. 粒度特性から見た堆積環境と地盤特性

沖積砂質土の堆積環境と地盤特性を解明するため粒度試験結果の資料から50%通過粒径 $D_{50}$ 、細粒分含粒分含有率の粒度特性及びN値を深度分布図、(図-3, 4)及びN値と粒度特性の関係図(図-5)としてまとめた。

尚、整理にあたっては、縄文海進時の海岸線を堆積環境が変化する境界として考え、それより北東部(陸域)と南西部(海域)に区分した。それぞれの砂層を地質断面図と粒度特性から考えられる堆積環境と地盤特性について考察する。

#### ① 深度分布

- ・ 陸域砂層  $A_{ls}$  : 本層は、河川性の氾濫原堆積物でおもに自然堤防を構成するが、後背湿地では粘土層と不規則な互層状で堆積する。50%粒径は分布域による変化は認められない。細粒分含有率は、南西部では試料数の少ないこともあるが、ばらつきが少ないのに対し、北東部は幅広い範囲にあり、河川の氾濫等、堆積環境の変化があったことがうかがえる。N値は、深度方向に高くなる傾向にあるが、粒度特性の変化と同様にばらついている。
- ・ 上部砂層  $A_{us}$  : 本層は、河川から供給された内湾三角州の堆積場が考えられる厚い砂層である。50%粒径は、北東部で幅広い範囲を示すが、粒径が上部から下部へ向かい小さい→大きい→小さくなるという粒径変化が見られる。細粒含有分率も上部で多く、中部で小さく、再び下部で多くなっており、50%粒径と呼応している。粒度特性から推察される堆積環境は、安定した海水域での三角州の堆積過程を表していると考えられる。N値は、南西部においては粒度特性に同調しているが、北東部では深度に向かい高くなっている。
- ・ 中部砂層  $A_{ms}$  : 本層は、縄文海進の内湾拡大期での堆積場が考えられ、南西部では、泥層中の下部層、北東部では同時異相として堆積している。50%粒径は、南西部で小さく、北東部で大きい。細粒分含有率

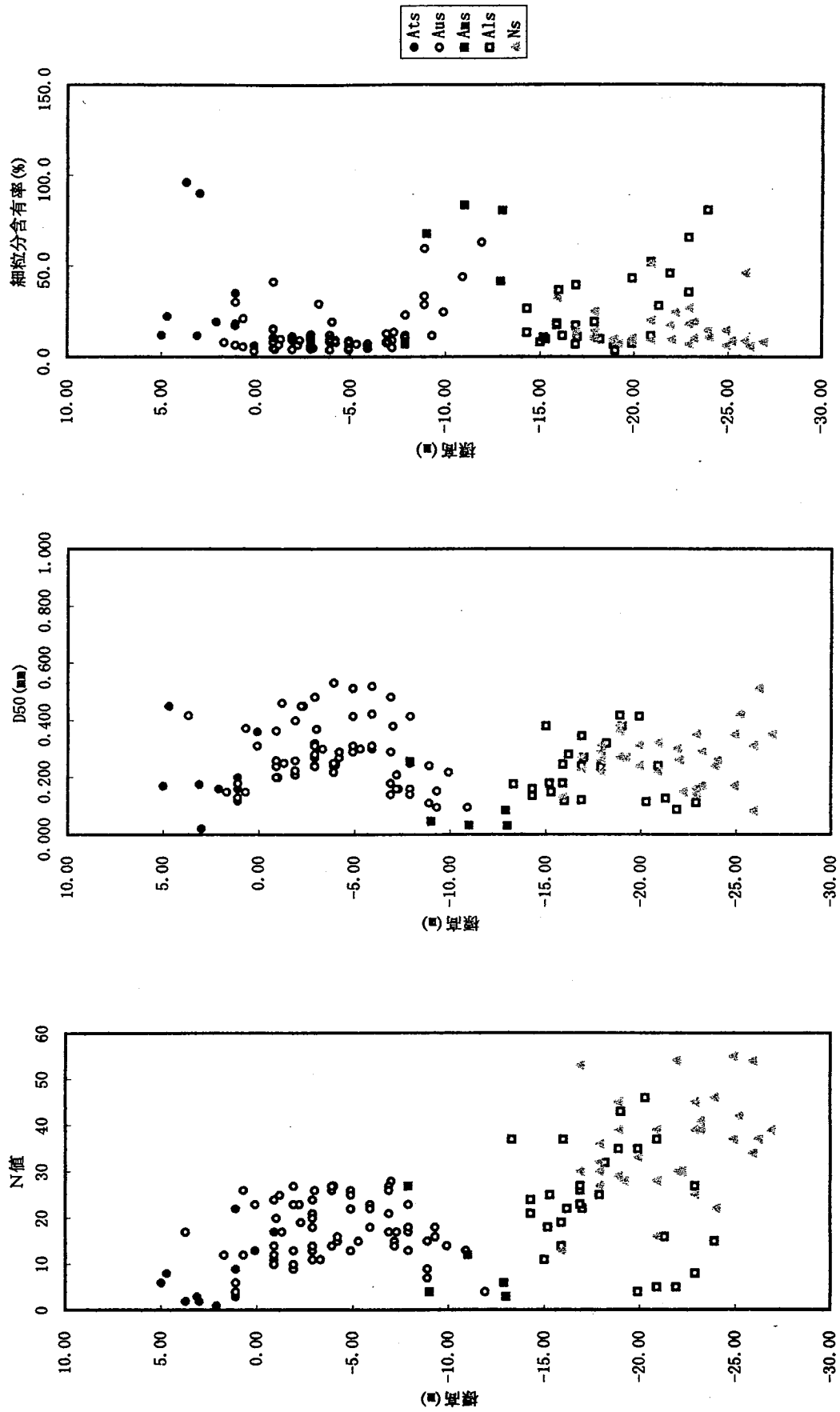


図-3 粒度特性・N値深度分布 (南西部)

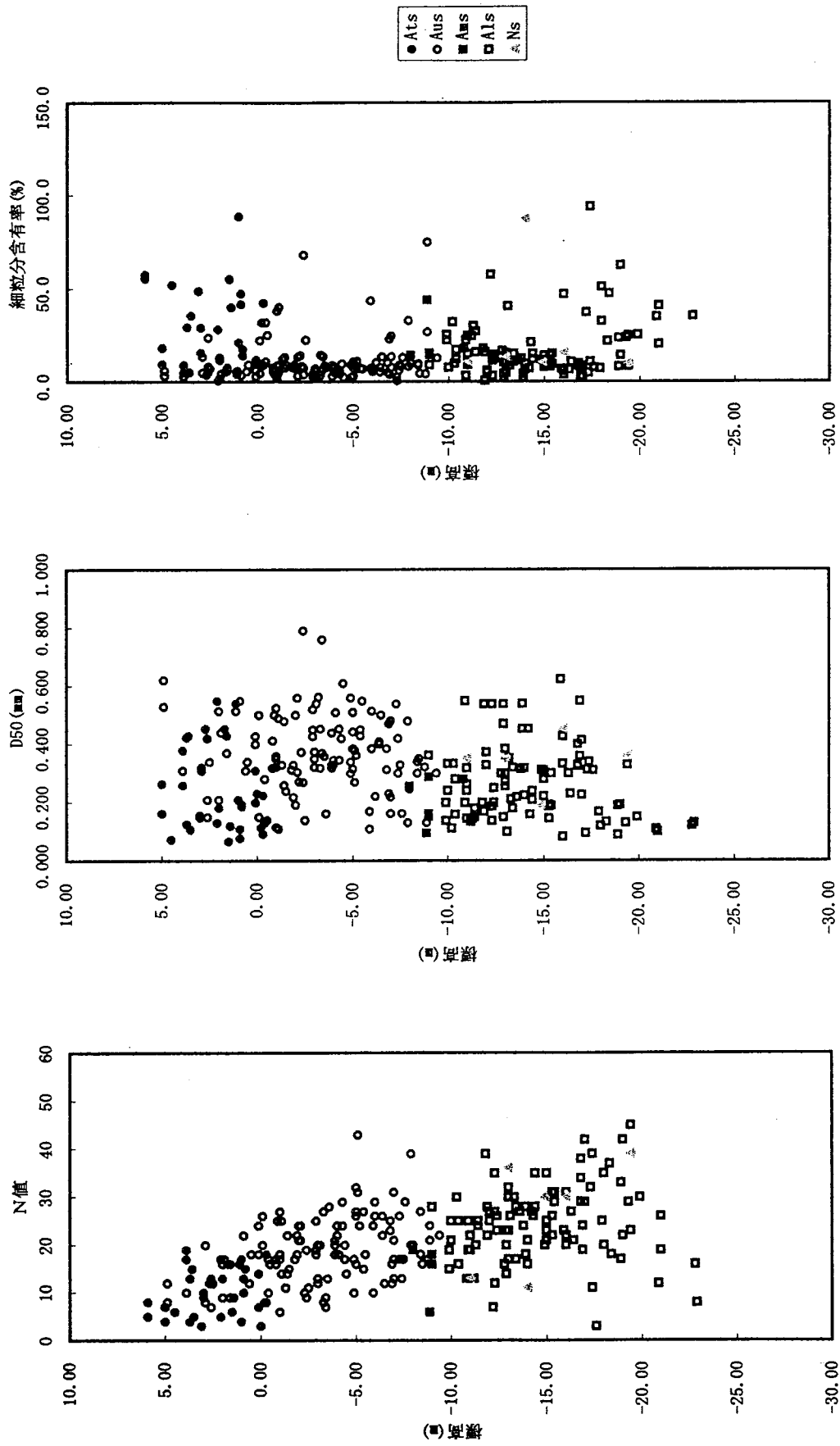


図-4 粒度特性・N値深度分布 (北東部)

は、南西部で多く、北東部では少ない。粒度特性から、分布域による堆積環境の変化が見られる。N値は、西南部で小さく、北東部では高くなる。

・下部砂層A<sub>1s</sub>：本層は、海面が低下した時期の淡水域での堆積場が考えられている。50%粒径は、南西部では深度を増すに従い、徐々に粒径が大きくなるが、標高-20m付近を境に再び小さくなり、北東部では幅広い値を示す。細粒分含有率は、南西部では深度を増すに従い多くなるが、北東部でもやや多くなる傾向にある。粒度特性から見られる堆積環境は、下位から水位域からやや不安定な水位域への堆積場の変化を考えることもできる。N値は、深度方向に高くなるが、下位で再び小さくなる傾向にある。

・濃尾砂層N<sub>s</sub>：本層は、海面上昇期の堆積場が考えられている。南西部での分布が広い。50%粒径は、深度方向に大きくなる。細粒分含有率は少なく、ほぼ一定値にある。N値は深度方向に大きくなる。

以上、述べたように同じ地層として区分された砂層でも、堆積環境の変化が考えられ、その変化が粒度特性、地盤特性の変化として表れることが分かった。

#### ②N値と粒度特性の関係

N値と50%粒径D<sub>50</sub>の関係は、粒度が大きくなるとN値が高くなる正の相関が認められる。その相関傾度は地層により異なる。これは同じN値でも50%粒径が異なる堆積環境の違いを表すと考えることもできる。

N値と細粒分含有率の関係は、データのばらつきが見られるものの、細粒分含有率が少なくなるとN値が高くなる傾向がN値15~20位までは認められ、それ以上のN値では、N値が高くなっても細粒分含有率はおおむね一定値にある曲線的な関係を示す。

### 4. 液状化の検討

粒度特性から、堆積環境と地盤特性を検討した沖積砂質土の地盤評価として液状化の判定を行った。なお、液状化の判定は、全ボーリング地点（63本）のうち粒度分析のあるボーリング地点（34本）について行った。

#### 4.1 判定方法

本報告書では、一般的によく用いられている簡易法で、阪神、淡路大震災以降に判定規準が改定された道路橋示方書（1996）の判定法にしたがって行った。

判定対象は、GL-20mまでの沖積砂質土とし、密度は道路橋示方書の値を用いた。

地表面最大加速度は、既往研究（愛知県防災会議地震部会1991、稲沢市地震防災研究会1994）で地震想定による地震構造を考慮した加速度分布が求められていることから、それを基に250gal（東南海・東海地震：地震動タイプⅠ）、350、450gal（濃尾地震：地震動タイプⅡ）を設定した。算定には、この設定加速度を全域に一律付与した。

また、検討地点での液状化危険度を表すP<sub>L</sub>法によるP<sub>L</sub>値も算出した。

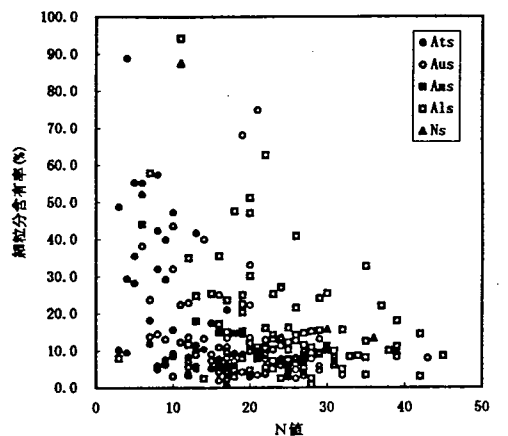
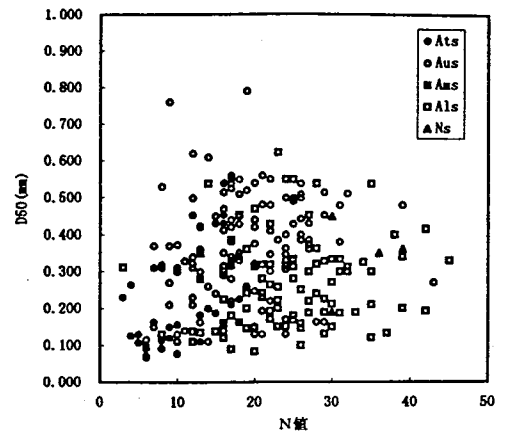


図-5 N値と粒度特性相関図  
(北東部)

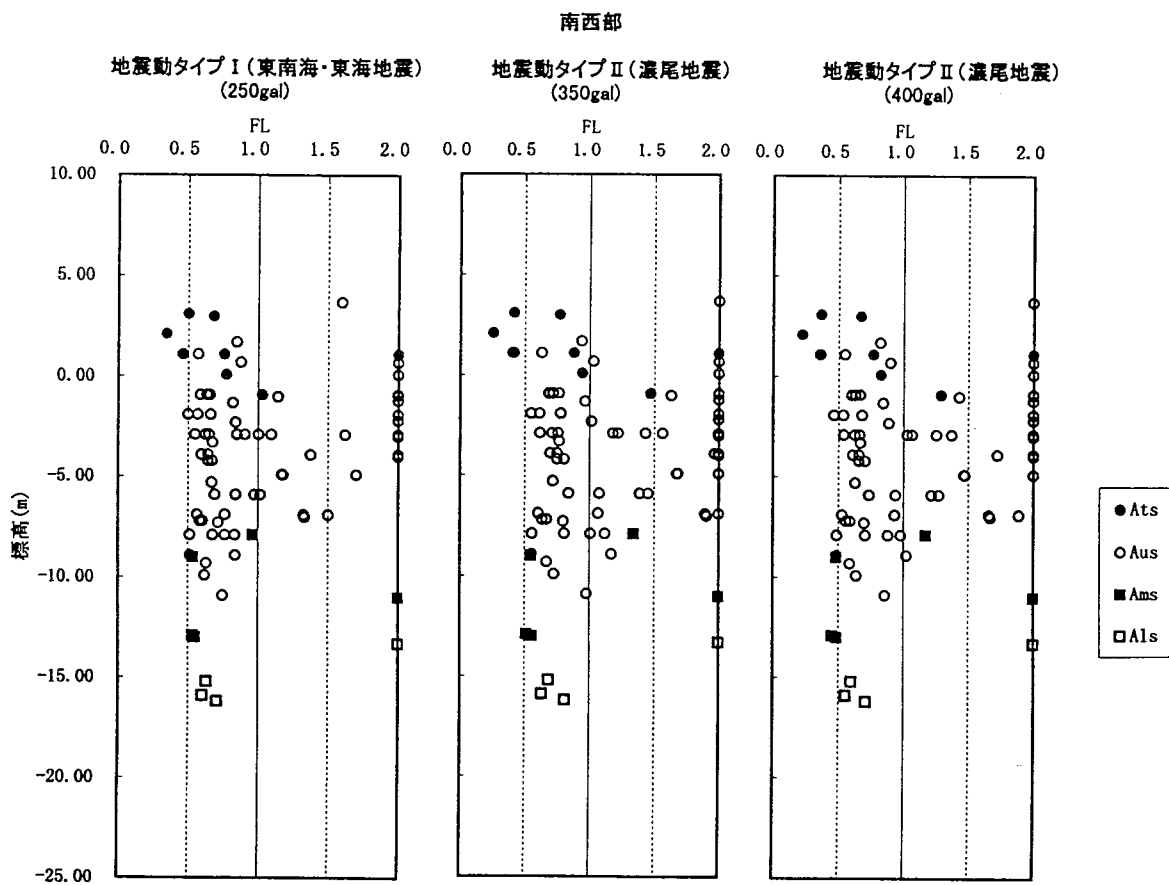
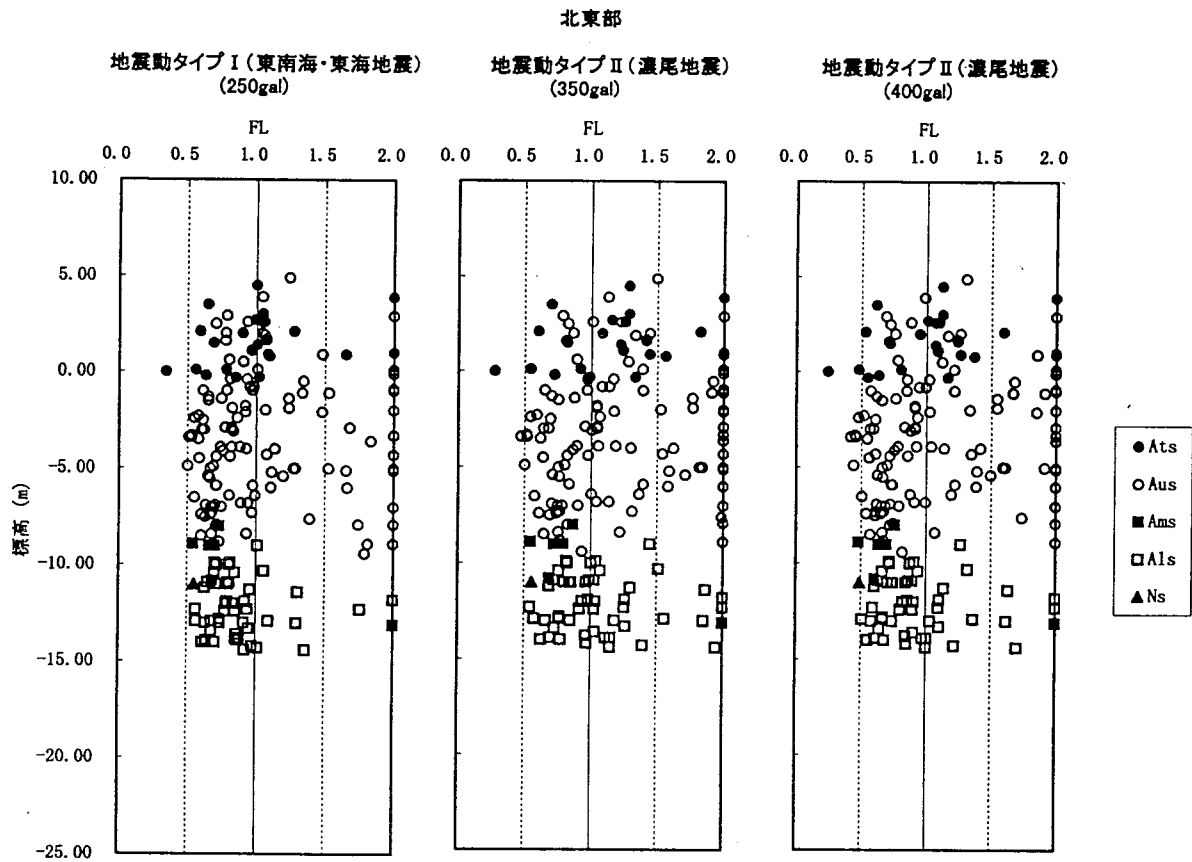


図-6 FL深度分布

## 4.2 検討結果

検討結果は、判定値である $F_L$ と堆積環境・地盤特性との関係を考察することを目的として、粒度特性と同じようにそれぞれの地区で $F_L$ 深度分布図(図-6)としてまとめた。 $P_L$ 値は次に示す評価基準に基づき液状化危険度分布図(図-7)として整理した。

$P_L=0$  : 液状化危険度はかなり低い。

$0 < P_L \leq 5$  : 液状化危険度は低い。

$5 < P_L \leq 15$  : 液状化危険度が高い。

$15 < P_L$  : 液状化危険度が極めて高い。

### ① $F_L$ 深度分布

両地区とも、地表面最大加速度が違うにもかかわらず、地震動タイプによる $F_L$ の分布は大きな変化は認められない。

- ・ 陸成砂層  $A_{ts}$  : 南東部では $F_L < 1.0$ で液状化するが、北東部では $F_L$ の幅が広くなり堆積環境の複雑さを反映している。
- ・ 上部砂層  $A_{us}$  : 南東部では、上・下部で $F_L < 1.0$ がやや多く、中部では $F_L > 1.0$ を多くなり、幅広い範囲にある。北東部では上位から下位まで $0.5 < F_L < 2.0$ と幅広い範囲にあり、粒度特性及びN値のばらつきと同じような傾向を示す。
- ・ 中部砂層  $A_{ms}$  : 南西・北東部とも $F_L < 1.0$ で液状化する。これは、粒度特性を見ると均一な堆積環境が考えられるが、N値が低く耐震上も脆弱な地盤となる。
- ・ 下部砂層  $A_{ls}$  : 北東部で対象となる。多くが $F_L < 1.0$ の範囲にあり液状化する。 $F_L$ は、粒度特性のおおまかな分布傾向を示している。

それぞれの砂層について見たが、 $F_L$ は粒度特性、N値により大きく支配される。すなわちそれは、堆積環境を反映する。 $F_L$ の整理の仕方の問題はあるものの、 $A_{ts}$ 、 $A_{us}$ の上・下部、 $A_{ms}$ では $F_L$ に与える堆積環境の影響を抽出できると考える。

### ② $P_L$ の平面分布

$P_L$ 値が示す液状化危険度分布図によると、地震動タイプによる大きな変化はみとめられない。液状化危険度の高いゾーンは、地形的に旧河道、現河道、後背湿地等に相当している。また、これは濃尾地震での液状化確認領域も含まれる。



東南海・東海地震(250gal)

濃尾地震(350gal)

濃尾地震(400gal)

凡 例

凡 例				
$P_L$ 値	$P_L=0$	$0 < P_L \leq 5$	$5 < P_L \leq 15$	$15 < P_L$

図-7 液状化危険度分布図

## 5. あとがき

本報告では、地盤資料のデータベース化による沖積砂質土の堆積環境、地盤特性の解明と液状化判定による地盤評価を行った。ここでの液状化判定は、対象が広域地盤でありながらデータの制約もあり、判定を1手法だけで行っており、必ずしも精度の高いものとはなっていない。

しかし、地盤を構成する地層の区分による堆積環境の解明、それに基づく地盤評価という面では次の事が得られた。

①同じ地層と区分された砂層でも、堆積環境の違いによる地盤特性の変化が見られる。

②液状化判定による地盤評価でも、堆積環境による液状化抵抗率 $F_L$ の差を抽出できた。

したがって、これは砂質土の地盤評価及び設計パラメータ等の設定に当たっても、堆積環境を考慮した検討は重要であることを示唆している。

### 参考文献

1. 土質工学会：堆積環境が地盤特性に及ぼす影響に関するシンポジウム1995
2. 内園立男：濃尾平野尾西地域の地下地質について1995
3. 内園立男：濃尾平野尾西地域の地盤特性－粘性土－1995
4. 愛知県防災会議地震部会：濃尾地震を想定した愛知県の被害予測調査報告書1991
5. 稲沢市地震防災研究会：稲沢市地震対策基礎調査報告書1994