

1. はじめに

いわゆる沖積低地の第四紀堆積物は、河口近くの比較的広い氾濫原低地において厚い分布を見せるのが普通である。日本海に面した鳥取県青谷町の平野は幅1.5km にすぎないが、厚さ50m 以上の第四紀層が堆積していることが判明した。

本講演では河川横断方向に対して配置された多数のボーリングならびに土質試験資料により得られた地質情報を整理して、第四紀層の層序とその特殊な物性値を明らかにしたのでここに報告する次第である。

本稿をまとめるにあたり、日本工営株式会社広島支店の清水卓実課長には始終、御助言いただいた。また同支店牛渡 聡氏、本社都市土木部寺田俊朗氏には原稿を読んで御討論いただいた。これらの方々に深甚なる謝意を評す次第である。

2. 地形地質概要

調査地は日置川と勝部川の合流点付近に発達する三角州平野であるが、河口には島状の溶岩台地とこれに接した海岸砂州（青谷砂丘）により閉塞されてできた砂丘后背湿地（潟湖の跡）も認められる（図-1）。平野の周囲には花崗岩からなる開析された山塊と溶岩台地が分布している。

平野部は第四系よりなり、基盤地質は白亜紀に併入した花崗岩と新第三紀鮮新世の火山岩類である。

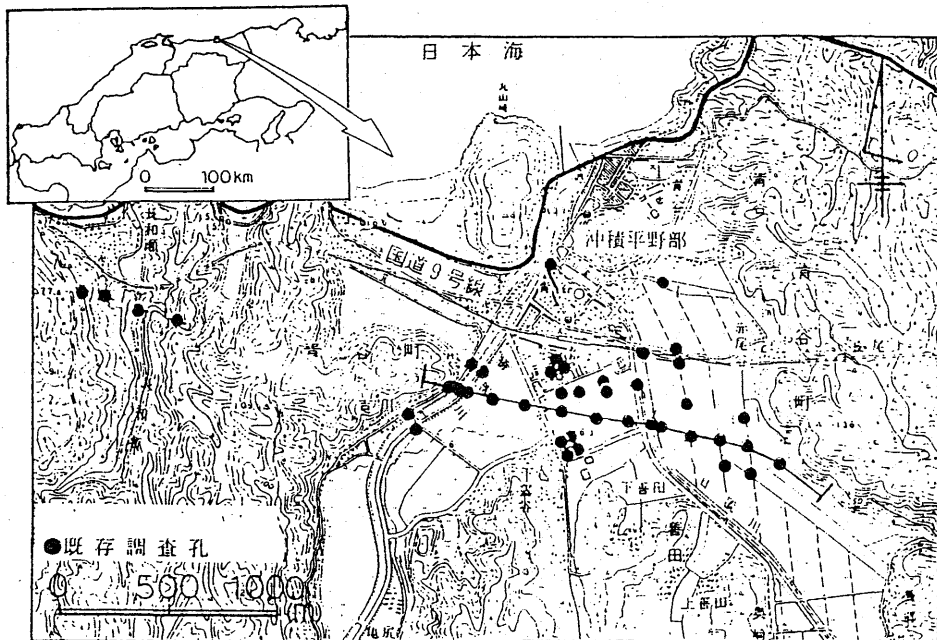


図-1 調査箇所図

花崗岩は鳥取花崗岩とよばれる地域全体の基盤をなすもので、岩相は黒雲母花崗岩である。

新第三系の火山岩類には亀尻玄武岩、鉢伏安山岩があるが、後者は火砕流堆積物を伴い山地全域に広く分布している。

第四系は砂礫を主体とする更新統堆積物（洪積層）、砂丘堆積物、粘土・シルト・砂などを主体とする完新統堆積物（沖積層）からなる。

表-1 調査地周辺の地質層序

地質時代	地層区分	記号	記 事
新生代	沖積層	a	沖積平野やその他の小扇状地をはじめ各河川に沿って発達。
	砂丘堆積物	Sc <sub>1</sub>	日本海沿岸に幾つも分布、発達している。
第四紀	洪積層	d	沖積平野の廣大低地深所に内在する。
新生代第三紀鮮新世	安山岩類 (鉢伏安山岩類)	Pv <sub>3</sub>	鉢伏山から北方にかけて広く分布し、溶岩台地地形を形成する。
	玄武岩類 (亀尻玄武岩)	Pv <sub>2</sub>	青谷町亀尻付近を中心に厚さ60~70mで溶岩台地地形を形成する。
中生代白亜紀	鳥取花崗岩	G <sub>3</sub>	山陰地方の海岸部にほぼ平行する長大な分布を示し、延長120km以上に底盤状岩体を構成する。

(昭和41年 鳥取県地質図より抜粋一部加筆修正)

### 3. 平野部の第四系

平野部に分布する第四系の詳細な層序は、表-2に示すとおりである。平野の基盤をなすのは鳥取花崗岩であるが、その深度は50m以上に達する。

表-2 平野に分布する第四系の詳細層序

地質時代	地層名	記号	記 事	地盤地質区分*			
新生代第四紀	盛 土	b f	礫混じりシルト	—			
	更新世 (沖積世)	沖積第1粘性土	A c 1	粘土質シルト	最上部層	潟湖堆積層	
		沖積第1砂質土	A s 1	シルト混じり砂		氾濫原堆積層	
		沖積第2粘性土	A c 2	シルト質粘土、砂質粘土	上部 粘土層	海成堆積層	
		沖積第3粘性土	A c 3	砂混じり粘土			
		沖積第2砂質土	A s 2	砂	上部砂礫層	河成 堆積物	
		沖積砂礫	A g	シルト混じり砂礫			
		沖積第4粘性土	A c 4	砂混じり粘土、砂質シルト			
	更 (洪新積世)	洪積第1砂礫	D g 1	砂礫、シルト混じり砂礫、シルト	下部砂礫層		—
		洪積第2砂礫	D g 2	砂礫、シルト混じり砂礫	最下部層		
洪積粘性土		D c	粘土、シルト、砂質シルト	—			
先第四紀	基盤岩類	Ad, Gr	安山岩、花崗岩	基盤岩類			

第四系の分布状況は図-2に示す。この図は図-1における実線方向の断面図である。更新統の洪積第2砂礫層は全般にわたって基盤岩類を覆う均質で密実な砂礫層なのに対し、洪積第1砂礫層は下位の第2砂礫層をチャンネル状に削りこんで堆積しており、粘性土層を数枚挟在するなどやや不均質な層相をなす。

完新統の沖積層は粘性土層と砂質土層の互層であり、ほぼ水平に堆積している。このうち沖積第2粘性土層は水平連続性も良く、最大層厚15mと完新統の大部分を占めている。本層はシルトと粘土が混在した層相を示すが、全般に高含水比で極めて柔らかい軟弱層となっている。

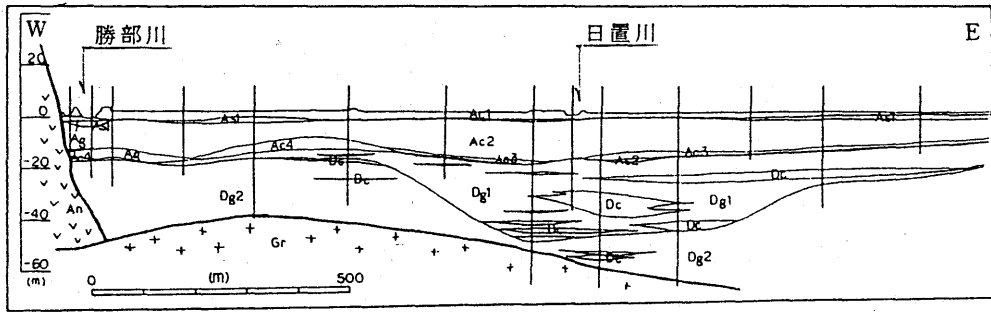


図-2 東西方向地質断面図

#### 4. 第四系の物性値

物性値の判定にあたっては、標準貫入試験や水平載荷試験などの孔内原位置試験、攪乱または不攪乱試料による室内土質試験データに基づき、地層毎の代表値を選定した(表-3、図-3)。

このうち沖積第2粘性土層については注意を要する厚い軟弱層であることから、より詳細な物性値検討を行い、上位よりa, b, cの3層に区分して土質定数を設定した。

表-3 地層別物性値(土質定数)一覧

地質時代	地層名	記号	N値	単位堆積重量(t/m <sup>2</sup> )	粘着力(t/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角(°)	強度増加率	
新生代第四紀	完新世	沖積第1粘性土	Ac1	-	1.3	1.5 *	0	0.4 *
		沖積第1砂質土	As1	3.0	1.84	0.0	21	-
		沖積第2粘性土a	Ac2a	-	1.45	2.8 *	0	0.35 *
		沖積第2粘性土b	Ac2b	-	1.38	3.2 *	0	0.35 *
		沖積第2粘性土c	Ac2c	-	1.36	3.0 *	0	0.35 *
		沖積第3粘性土	Ac3	-	1.58	3.8 *	0	0.35 *
		沖積第2砂質土	As2	4.4	1.9	-	23	-
		沖積砂礫	Ag	5.1	1.9	-	23	-
		更新世	沖積第4粘性土	Ac4	-	1.6	3.8 *	0
	洪積第1砂礫		Dg1	23.3	2.0	-	33	-

\*土質試験値から推定した

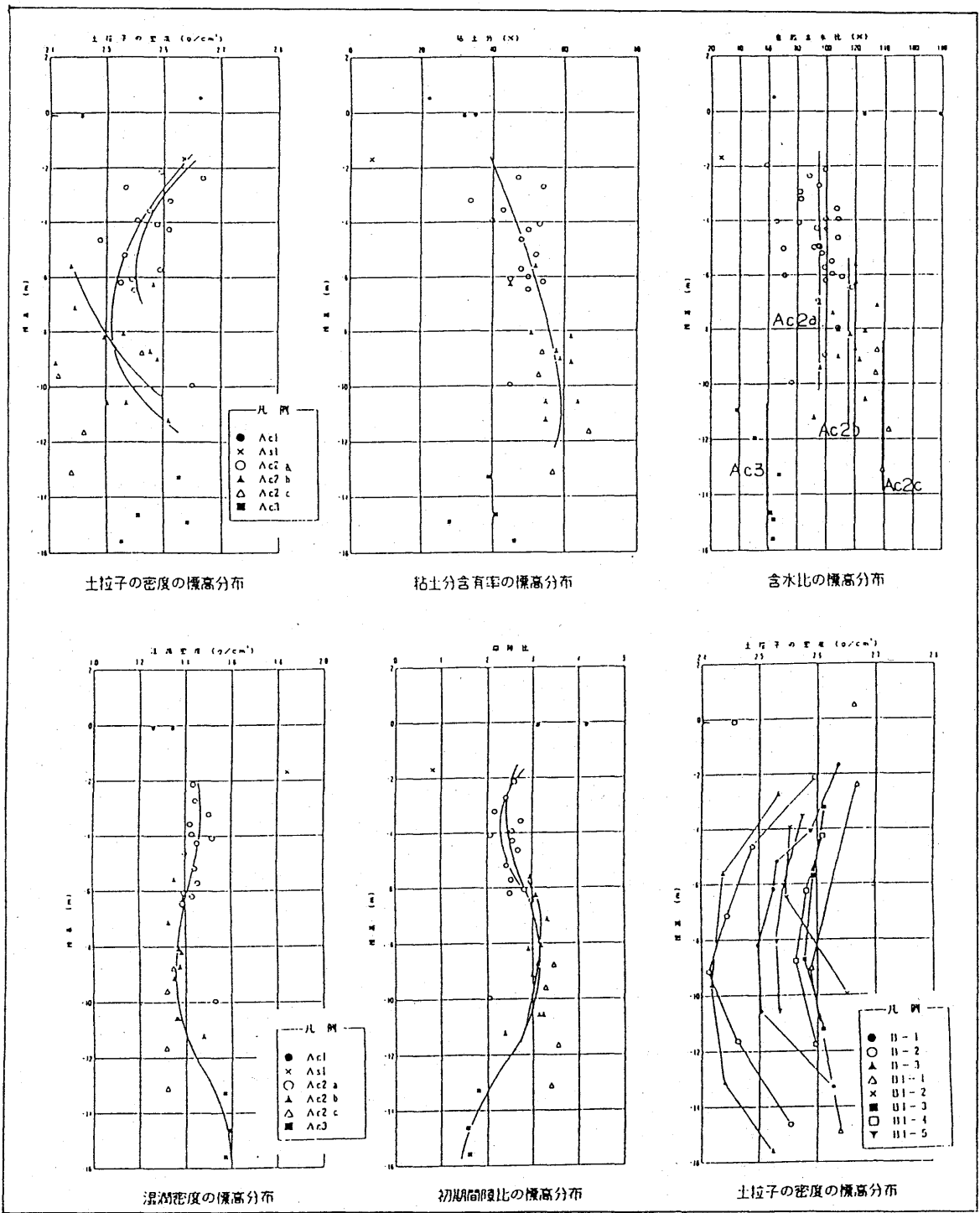


図-3 各物性値の標高分布

一般の粘性土は深部になるにつれ、有効土被り圧の増加に伴い圧密が進行し、含水比は減少するが本沖積第二粘性土層はこれとは逆の傾向を示している。この理由として、①深度が増すにつれ粘土分が増加すること。②深度が増すにつれ有機分の含有量が高くなるという特性が考えられる。有機分含有率の変化は、土粒子の密度が深度方向に減少していることから伺うことができる。この特徴から後述する圧密降伏応力の分布にも一般とは若干異なる傾向を示すこととなる。

## 5. 粘性土の圧密特性

第四系の物性値のうち、沖積粘性土層で得られた圧密特性には次のような特徴がある。

圧密降伏応力 $P_c$ の深度分布の関係は、深度方向に一元的に増加するのが一般的である。しかし本地域においては、図-4に示すように、一般的な関係にあるグループ（一点鎖線）と深度5~8 m付近の沖積第2粘性土層の圧密降伏応力が局所的に大きくなるグループが認められる（破線）。

後者のグループは粒度構成が前者より若干（数%）砂に富んでいる程度で、物理特性としては大きな差が認められなかった。

ここでその原因について検討を行った。

### 1) 堆積環境

まず両者の堆積環境の相違を比較する。

後者のグループを採取した平面的位置は、日置川と東側山地の中間地点付近から東側にかけての場所である。この付近ではほぼ一定の層厚であった沖積粘性土層が薄くなる箇所である。またこの付近で採取されたボーリングコアを観察すると、粘性土中に薄い砂層がシーム状に挟まれているのが認められる。

また沖積粘性土層の堆積環境は潟~浅海のようなおだやかな場と想定されるが、山地側にかけて層厚が薄くなることや埋没段丘面が確認されないことから、山地とは浜で接していたと推定される。これより砂層をしばしば交える環境にあったと考えられる。

すなわち圧密に伴う排水は砂層を介して促進され、降伏応力の増大に寄与したと考えられる。

一方、他の地点では潟~浅海の中心に近いところであり、砂などが混入せずに粘性土だけが堆積したものと考えられる。したがって同一地層においても堆積環境の相違による粒度の相違が認められるのである。

### 2) 水位変動

海水準変動による水位変動を想定すると、水位低下に伴い上部の地層は浮力を失い結果として粘性土層に対する上載荷重を増すことになる。この時の最大水位低下量は、沖積第1砂質土層の基底である標高-3.0m付近（比高4.5m）と考えられる。

また降雪や結氷などによる地下水位の季節変動も想定されるが、このときの最大低下量は標高-2.0m付近（比高3.5m程度）と仮定し、単位体積重量より上載荷重を求めた。

このような水位低下を想定した上載荷重の変化を図-5に示した。

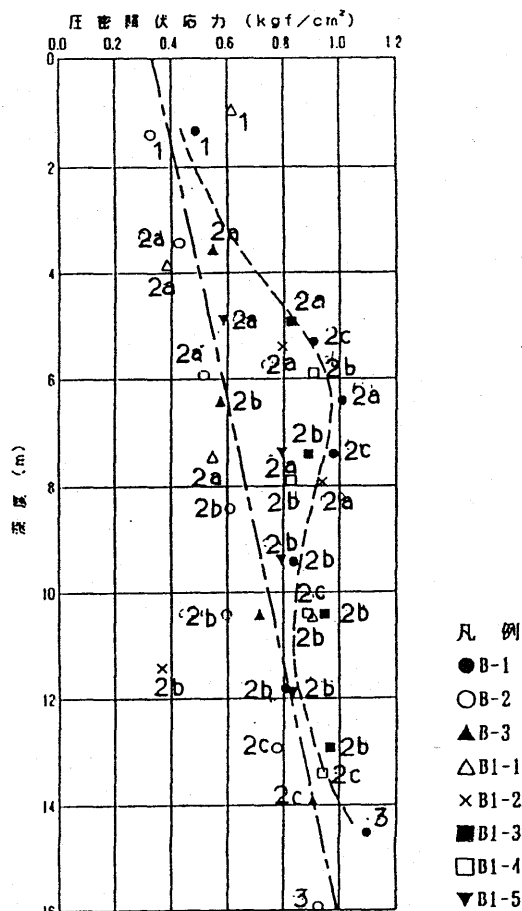


図-4 沖積粘性土の圧密降伏応力の深度分布

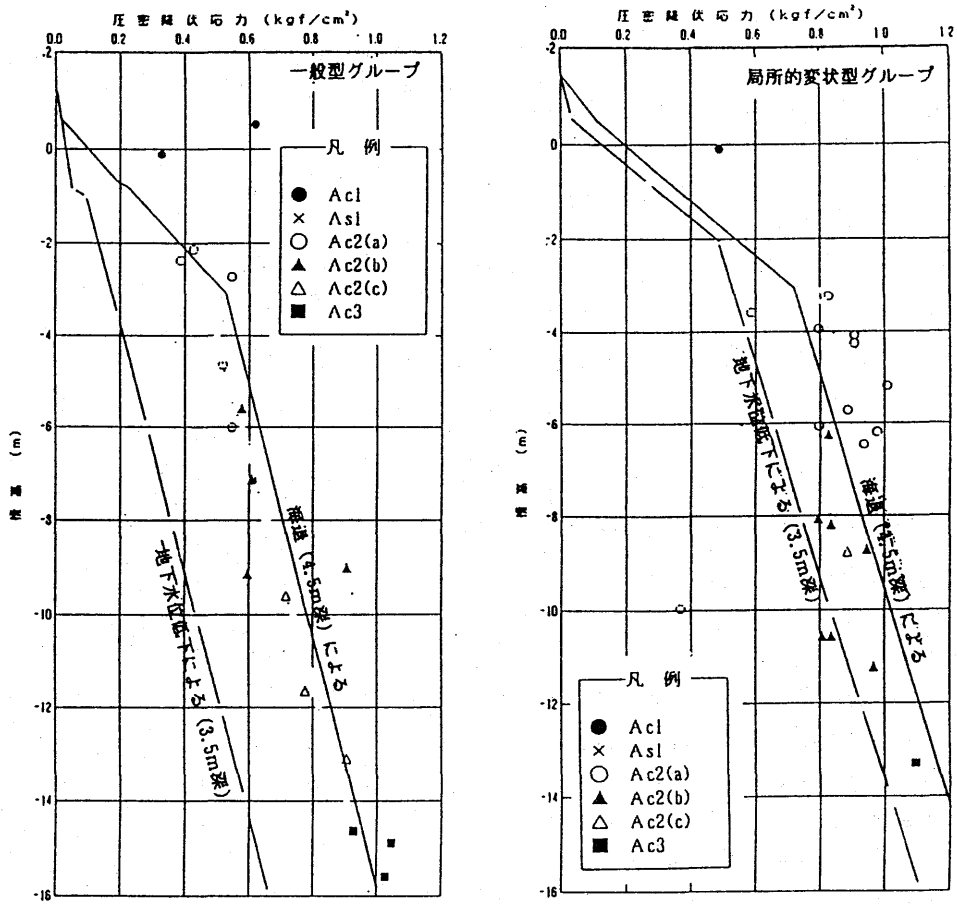


図-5 圧密降伏応力の標高分布と上載荷重分布

一般型グループにおいては、海退によるものと地下水位低下による圧密降伏応力の差が大きく、各点は海退によるライン近傍に分布している。一方、局所的変状型グループにおいてはその差は小さいので、海退、地下水位低下の両方のラインに挟まれた格好となっている。

これより、海退による水位低下を原因とするものが妥当のように思われる。

以上のような検討に基づき、局所的な圧密降伏応力の増大は、以下のように理由づけされる。圧密降伏応力の相違は、①堆積環境の相違による粒度の相違が局所的に圧密を促進させた。②海退による水位低下によって局所的に上層砂分の多い所で上載荷重が増大したこと等によるものである。

## 6. 結論

沖積平野に分布する第四系についてボーリングデータにより層序区分を行ない、一部推定値もあるものの各層の物性値を明らかにした。さらに層厚の厚い沖積第2粘性土層に対し物性値の違いに基づいて3部層に区分した。

また、同層の圧密降伏応力の局所増加に着目して同一地層内での相違を堆積環境の相違や水位変動が原因と解析した。

ただし、これらの解析検討は十分な議論を経たものとはいえ、局所過圧密論の実証についてはこれからも資料の収集再検討が必要である。会員諸賢の御教示や御討議をお願いする次第である。