

# 愛知県の地盤

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-10-28 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Kondo, Yoshinori, Sakata, Shokichi, Naganuma, Kazuaki, Yasue, Katsuo メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24517/00067750">https://doi.org/10.24517/00067750</a>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



# 愛知県の地盤

近藤善教\*, 坂田章吉\*, 長沼ぬまかず和明\*, 安江やすえかつ勝夫\*

## 1. まえがき

愛知県は日本列島のほぼ中央部に位置し、県西部から南部には濃尾平野が、東部には標高 500~1000 m の三河高原が広がっている。

愛知県南東部には日本第一級の断層である中央構造線が通る。この構造線を挟み、両側は対照的な地質分布を示している。

ここでは、愛知県の地盤の概要を捕えるという観点により、各地質時代ごとの地質分布、各地層の工学的性質を述べ、愛知県で発生した地盤災害、建築基礎や土木構造物と地盤の関係について述べる。

## 2. 地形・地質概要

### 2.1 地形概要

図 1 に愛知県の地形区分図を示し、主な地形項目について概要を述べる。

#### (1) 平野

愛知県内の主要な平野は、愛知県西部の濃尾平野、愛知県東部の岡崎平野および豊橋平野である。

濃尾平野は、木曾川、長良川、揖斐川の木曾三川および庄内川によって形成された広大な平野である。濃尾平野の東縁は尾張丘陵によって限られ、西縁は木曾川を隔てて三重県・岐阜県の平野部へと続き、養老山地によって限られる。濃尾平野は、

中新世末期~鮮新世初期からの濃尾傾動地塊運動によって西に傾きながら形成され、図 2 に示すように西側で洪積層・沖積層が厚く堆積し、また、木曾三川は西側に偏って流下している<sup>1)</sup>。



図 1 愛知県の地形区分図

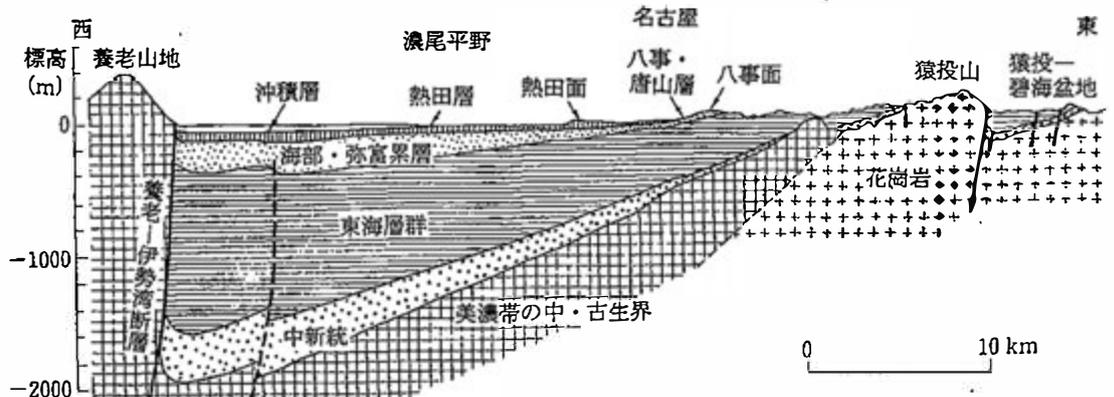


図 2 濃尾平野の傾動地塊の模式断面図<sup>1)</sup>

\*社団法人 全国地質調査業協会連合会 中部地質調査業協会 研究委員会

岡崎平野は三河高原の南西部に広がり、矢作川、境川による沖積低地および洪積台地からなる。

豊橋平野は、三河高原の南部に広がり、豊川の両側に広がる段丘と豊川下流部の沖積平野からなる。

(2) 三河高原

愛知県東部の三河高原は全体に起伏のなだらかな準平原状の山地(標高500~1000m)からなる。愛知県最高峰の茶臼山(標高1415m)もこの地域に位置する。

2.2 地質概要

愛知県の基盤は、渥美半島の先端部から設楽地方を通る中央構造線によって2分される。中央構造線より北西側は「西南日本内帯」と呼ばれ、北から美濃帯、領家帯が分布し、中央構造線より南東側は「西南日本外帯」と呼ばれ、三波川帯、秩父帯が分布する。これらの地層を新生代新第三紀および第四紀の地層が被覆する。図3に愛知県周辺の地質構造区分図、図4に愛知県の地質概要図<sup>2)</sup>、表1に地区別地質構成表を示す。

美濃帯は、愛知県北部の犬山市周辺に分布する。古生代末期から中生代に堆積した砂岩・粘板岩・チャート・石灰岩・緑色岩からなる。これらの地層は、堆積時の大規模な海底地すべりによる地層の移動・再堆積、その後の褶曲運動・断層運動により複雑な地質構造を示す。

領家帯は、愛知県東部の三河高原に広く分布する。地質構造的には美濃帯の南東側、中央構造線の北西側に位置することになる。高温低圧型の変成岩類と白亜紀の花崗岩類からなる。中央構造線に沿って、圧砕作用を被ったマイロナイトが帯状に分布する。

三波川帯は、中央構造線の南東側に位置する低温高圧型の結晶片岩および緑色岩等からなる。

秩父帯は、三波川帯の南東側、三河高原の南端と渥美半島に分布し、美濃帯と同様に古生代末期から中生代に堆積した堆積岩類から構成される。

新第三紀中新世の堆積岩類・火山岩類が、設楽地域、瀬戸市周辺、岡崎市周辺および知多半島の先端部に分布し、それぞれ設楽層群、瑞浪層群、岡崎層群、師崎層群と呼ばれている。

主に新第三紀鮮新世に堆積した地層が、知多半島、名古屋市東部から瀬戸市に分布し、一括して東海層群と呼ばれる。このうち、知多半島に分布するものは常滑層群、

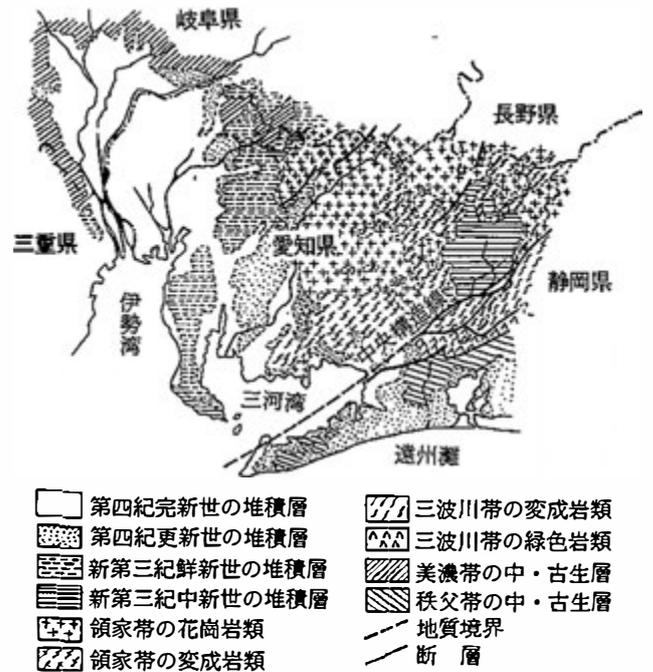


図4 愛知県の地質概要図<sup>2)</sup>

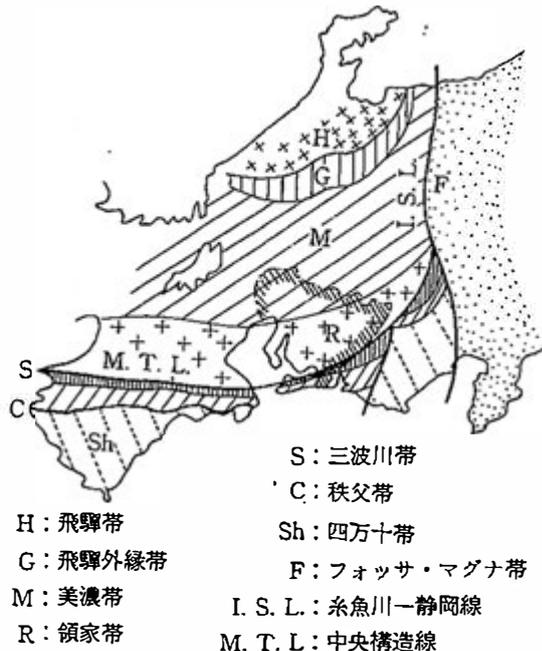


図3 愛知県周辺の地質構造区分図

表1 愛知県の地区別地質構成表

地質時代		地質学的区分の名称				
		伊勢湾北部 臨海地区	岡崎平野周辺 知多半島	東三河地区		
新 生 代	第四紀 (沖積世)	完新世	南陽層	沖積層	沖積層	
		更新世	後期	濃尾層 第一礫層 鳥居松礫層 大曾根層	低位段丘層	牛川累層 (小坂井台地・ 豊橋段丘礫層)
			中期	熱田層 { 上部層 下部層	碧海層 (中位段丘層)	二川累層 { 高師原礫層 渥美累層
				築海二部 第三礫層 弥富 八事山層	亀崎層 (高位段丘層) 武豊層 (高位段丘層)	
	新第三紀	鮮新世	東海層群 瀬戸層群 (矢田川累層 瀬戸陶土層)	東海層群 常滑層群		
		中新世	瑞浪層群 (品野層)	岡崎層群 師崎層群	設楽層群	
	中・古生代		美濃帯中・ 古生層 花崗岩類	領家花崗岩類 領家変成岩類	領家変成岩類 三波川変成岩類 秩父帯中・古生層	

名古屋市東部丘陵地から瀬戸市に分布するものは瀬戸層群と呼ばれる。瀬戸層群下部には瀬戸物の原料となる粘土（蛙目粘土・木節粘土）や石英砂（珪砂）が含まれる。

第四紀に堆積した地層のうち、更新世初め～中期に堆積した地層は丘陵地や高位段丘を形成し、更新世後期に堆積した地層は中位～低位段丘を形成する。これらの地層は濃尾平野等の平野部では、沖積層の下に埋没する。第四紀完新統は、沖積平野を形成する。濃尾平野の沖積層は南陽層と呼ばれ、名古屋港付近では層厚約40mに及ぶ。

### 3. 各地層の工学的性質

濃尾平野地区を中心に、各層の土質試験値を表2にまとめて示す。

沖積層の南陽層上部砂層は、含水比 $w_n$ が30%程度、内部摩擦角 $\phi$ は30°以下を示し、全体として緩い。また本層は粘土混り砂に分類されることが多いが、均等係数の小さい砂が卓越し、地震時には液状化の危険性が高い。透水係数 $k$ は、 $10^{-5} \sim 10^{-2} \text{cm/sec}$ と分布範囲が広く、細粒分が不均質に混入していると推定される。

下部粘性土層の含水比 $w_n$ は、その値の範囲が広く、腐

植物の混入するものは100%を越える場合がある。本層の平均一軸圧縮強度 $q_u$ は $0.5 \text{kgf/cm}^2$ 程度以下と軟弱で、圧縮指数 $C_c$ が1.0以上と高く、圧密を生じやすい粘土の特徴を示す。洪積層の鳥居松礫層や大管根層の礫層の含水比 $w_n$ は20%以下であり、透水係数 $k$ は $10^{-3} \text{cm/sec}$ 程度を示す。熱田層の上部砂層にはしばしば軽石を含有し、単位体積重量 $\gamma_t$ も $1.1 \text{gf/cm}^3$ 程度の低い値を示すことがある。また、本層は砂層であっても、内部摩擦角 $\phi=20^\circ$ 程度の他に、粘着力 $c=0.5 \text{kgf/cm}^2$ 以下程度を有している。熱田層の下部粘土層は含水比 $w_n$ が50%前後の値を示し、沖積層に比べてばらつきが少なく、比較的均質な土性を示している。一軸圧縮強度 $q_u$ は $1.0 \text{kgf/cm}^2$ 以上と沖積層より1オーダー程度高く、分布深度が深いほど一軸圧縮強度が大きくなる傾向がある。圧縮指数 $C_c$ は $0.5 \sim 1.1$ と比較的低く、しかも過圧密状態となっている。海部・弥富累層は砂礫層と粘土層との互層よりなるため、透水係数やせん断定数にばらつきも大きい。八事・唐山層は比較的粘土分を多く含有した締った砂礫層であり、せん断強度も大きい。

第三紀層のデータは少ないが、粘土層の含水比 $w_n$ は洪積層より低く30%程度のほぼ一定の値を示す。一軸圧縮

表2 地層の試験値一覧表（濃尾平野～名古屋地区）

			物理特性			力学特性					
			含水比 $w_n$ (%)	比重	単位体積重量 $\gamma_t$ ( $\text{gf/cm}^3$ )	一軸圧縮強度 $q_u$ ( $\text{kgf/cm}^2$ )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	粘着力 $c$ ( $\text{kgf/cm}^2$ )	圧縮指数 $C_c$	透水係数 $k$ ( $\text{cm/sec}$ )	変形係数 $E$ ( $\text{kfg/cm}^2$ )
沖積世	南陽層	上部砂層	15~45	2.32~2.78	1.5~2.1	0.11~0.18	4.0~30.0	0.0~0.4	0.10~0.33	$3 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-2}$	10~80
		下部粘性土層	30~100	2.39~2.92	1.4~1.8	0.05~0.74	0.2~12.0	0.15~0.47	0.30~2.50	$1 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-8}$	10~70
洪積世	鳥居松礫層		3.9~18.0	2.55~2.68	1.7~2.1	—	20~35	0.2~0.5	—	$5 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-1}$	<350
	大管根層(砂礫層)		4.0~14.0	2.62~2.66	—	—	—	—	—	$5 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-1}$	—
第四紀	熱田層	上部砂層	6.6~40	2.23~2.78	1.1~1.9	0.3~2.8	0.5~20.0	0.1~0.5	0.20~0.60	$3 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-3}$	60~250
		下部粘性土層	30~70	2.52~2.75	1.6~2.0	0.6~3.6	1.0~11.0	0.5~2.0	0.50~1.1	$2 \times 10^{-7} \sim 2 \times 10^{-5}$	50~300
	海部・弥富累層(砂礫層)		30~60	2.55~2.80	1.75~2.1	2.4~2.6	2.5~10.0	0.5~1.2	0.1~0.5	$7 \times 10^{-5} \sim 6 \times 10^{-2}$	<500
	八事・唐山層(砂礫層)		20~60	2.60~2.66	1.65~2.1	1.3~3.6	22.0~33.0	0.3~1.4	0.34~0.74	$4 \times 10^{-5} \sim 6 \times 10^{-2}$	<600
新第三紀	鮮新世	東海・瀬戸層群(矢田川累層)	20~45	2.57~2.67	1.7~2.0	2.0~7.2	3.0~31.5	0.4~3.3	0.16~0.62	$3 \times 10^{-7} \sim 5 \times 10^{-5}$	500~3000

強度  $q_u$  はおおむね  $2 \text{ kgf/cm}^2$  以上の高い値を示し、半固結状である。

濃尾平野の主要帯水層は、表 1 の第一・第二・第三礫層であり、それぞれ第一・第二・第三帯水層と呼ばれている。このうち最もよく利用されているのは第二帯水層で、層厚は  $15\sim 30 \text{ m}$  で地下  $100 \text{ m}$  付近に分布し、透水係数  $k$  は  $10^{-1}\sim 10^{-2} \text{ cm/se}$  である。

#### 4. 地盤災害

##### 4.1 斜面崩壊と地すべり

愛知県の斜面崩壊は主に花崗岩分布地域に認められ、地すべりは領家帯の変成岩、三波川帯の結晶片岩等に認められる。愛知県の地すべり地の数は全国的に見れば少ない。

斜面崩壊の例として、愛知県東部の花崗岩分布地域に

発生した崩壊を紹介する<sup>3)</sup>。

昭和 47 年 7 月に東海地方を襲った豪雨(最大時間雨量  $70 \text{ mm}$ , 日雨量  $250 \text{ mm}$ )に伴い、三河地方の領家帯の花崗岩分布地域に  $300$  箇所以上の崩壊が発生し、 $70$  余名の死者・行方不明者を出した。この地域には粗粒黒雲母花崗岩、粗粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩、中粒黒雲母角閃石花崗閃緑岩等が分布しているが、粗粒黒雲母花崗岩分布地域における崩壊の発生頻度が高かった。これは、粗粒黒雲母花崗岩は化学的風化よりも機械的風化が進行し、砂状粒子に分解され、地表水が浸透しやすく表面滑落型の崩壊が発生しやすかったためと考えられる。

愛知県の地すべり指定地(建設省および農林省による告示)を図 5 に示す。これらの地すべり地は表 3 に示すように、領家帯の変成岩、三波川帯の結晶片岩、新第三紀の堆積岩等の層状構造の発達した地層に特徴的に認められる。

これらの地すべり地では、主に水抜き等の対策工が施工されている。

##### 4.2 地震災害<sup>4)</sup>

県下の被害地震は、有史以来  $74$  回発生している。このうち震度 VI 程度以上の地震は  $8$  回ある。以下に明治以降の主な地震について述べる。

###### (1) 濃尾地震(1891 年 10 月 28 日, $M=8.1$ )

震央は岐阜県大野郡根尾村付近である。地震に伴い北西-南東方向の長さ  $80 \text{ km}$  に及ぶ根尾谷地震断層が現れた。断層は最大落差  $6 \text{ m}$ , 水平変位  $8 \text{ m}$  であった。この断層から分岐した岐阜-名古屋線、北方-万場線、穂積-木曾川河口線等の南北系断層が推定されている(図 6)。県下の被害は上記の変動線に沿う地域に多く、液状化現象が濃尾平野各地に見られた。

###### (2) 東南海地震(1944 年 12 月 7 日, $M=8.0$ )

震央は三重県志摩半島沖である。地盤の沈降が愛知県の臨海部で見られ、その最大量は  $100 \text{ cm}$  に達した。特に矢作川下流南部、名古屋南部や海部郡などの沖積低地や埋立地に被害が集中した。これらの地域では軟弱層が厚く堆積し、地盤の液状化も発生した。

###### (3) 三河地震(1945 年 1 月 13 日, $M=7.1$ )

三河湾を震源域とし、湾北部の内陸部に横須賀および形原断層と呼ばれる地震断層が



図 5 愛知県の地すべり指定地分布図(建設省および農林省による告示)

表 3 愛知県の地すべり指定地と地質との関係

地層名		個数
領家帯	変成岩類	5
	花崗岩類	3
三波川帯	結晶片岩類	3
	角閃岩	2
新第三紀中新統	設楽層群	2
	師崎層群	2
新第三紀鮮新統(東海層群)	瀬戸層群	2
	常滑層群	1
中・古生層		1
合計		21



図 6 濃尾地震(1891)による地震断層と推定断層<sup>4)</sup>

現われた。断層の発生に伴い陸上および海底にも地殻変動を生じ、津波が発生した。断層は最大落差2 mの逆断層である。被害は震源地に近い播磨郡の断層付近に集中し、碧海・宝飯郡に及び、名古屋市南部にも家屋倒壊、液状化が見られた。

#### 4.3 地盤沈下および水災害

濃尾平野南部では、昭和30年頃から地下水揚水量が著しく増加し、地下水位が低下した。このため、沖積下部粘土層の圧密が促進され、広域地盤沈下が発生した<sup>5),6)</sup>。

昭和35年頃までの揚水量は85万m<sup>3</sup>/日以下、沈下量は年平均1~2 cmにすぎなかったが、昭和48年には揚水量380万m<sup>3</sup>/日、沈下量最大23.5 cm/年に至った。昭和36年~平成元年まで28年間の累積沈下1 m以上の地域は、木曾三川の河口域(累積沈下量160 cm)、日光川中下流域(累積沈下量140 cm)である(図7)。昭和49年以後は、揚水規制等の沈下対策が進み沈下は沈静化し、平成元年には年間1 cm程度となった<sup>7)</sup>。

西三河地域の矢作古川下流域では、昭和50~63年の13年間に最大24 cmの沈下を生じている。沈下原因は、深度10~25 mに分布する沖積粘土層の圧密によると考えられるが、地下水位の明瞭な低下が認められないため、現在、沈下原因の究明が行われている。

濃尾平野南部は、海拔0 m地帯であり、伊勢湾台風(1959)時には、わが国最高記録のT.P.+3.89 mの潮位を示し、海拔0 m地帯では3ヶ月以上湛水した所もあっ

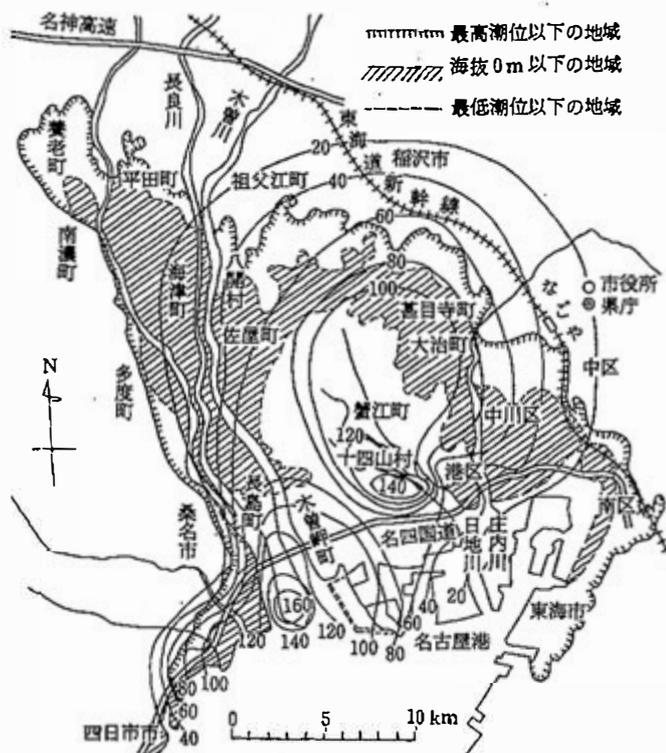


図7 昭和36年~平成元年の累積沈下量等量線図とゼロメートル地帯<sup>7)</sup>(単位: cm)

た。

#### 4.4 その他の災害(亜炭・みがき砂の採掘跡の沈下)

新第三紀鮮新世の東海層群には、亜炭や火山灰の薄層が狭在される。この亜炭や火山灰(みがき砂として利用)は、江戸時代から昭和40年代初めにかけて採掘され、その掘削跡が古洞(地下空洞)として残っている。愛知県内の亜炭採掘に伴う古洞の分布図を図8に示す<sup>8)</sup>。

亜炭やみがき砂の採掘は「たぬき掘り」といわれる手掘りで、一般的には切羽幅3~3.5 m、残柱の大きさ3~3.5 mのものが多い。

古洞の分布地域では、地盤の陥没事故が多数報告されている。春日井市高蔵寺、長久手町、日進町、豊田市貞宝町などでは、土地造成の際に古洞が発見され、調査、充填が行われている。



図8 愛知県の亜炭田および古洞の分布<sup>8)</sup>

### 5. 建築基礎や土木構造物と地盤

#### 5.1 構造物基礎

構造物基礎について名古屋市を例として述べる。

名古屋市の東部は丘陵地であり、洪積層が直接地表に分布する<sup>9)</sup>。西部は沖積層が厚く、名古屋港付近ではTP-40 mに達する。

東部丘陵地には、直接基礎が多いが、高層建築物では耐震性を考慮し杭基礎が採用されている例もある。名古屋市西部の高層建築物は洪積層を支持層とする杭基礎等を一般に採用している。

市内中央部には洪積層の熱田層が比較的浅く分布する。高層建築物の多くは熱田層を支持層とし、直接基礎や杭基礎を採用している。

#### 5.2 トンネルおよび大深度掘削

山岳トンネルとしては、県東部の山地部に道路トンネルが多く建設されているが、長大なものはない。

アーストンネルとしては、主に第三紀層～洪積層を掘削して建設された愛知用水の送水トンネルがある。また、名古屋市内の中部電力北豊田南武平町線洞道は第四紀更新世の八事層を圧気 NATM で掘削している<sup>10)</sup>。名古屋市内の地下鉄では沖積層や洪積層をシールド等で掘削している。

大規模な地下掘削としては、奥矢作の地下発電所が領家帯の花崗岩類に設置された例がある。

### 5.3 ダム

愛知県内の堤高 15 m 以上のダム

は、岐阜県との県境に位置する矢作ダムを含めて 49 ダムあり、大部分は堤高 15～30 m のかんがい用アースダムである(図 9)。堤高 30 m 以上のダムは 10 ダムあり、このうち 7 ダムが県東部の領家帯の花崗岩に建設されたダムである(表 4)。

花崗岩は新鮮な場合は堅硬な岩石であるが、深層風化等の問題がある。また、花崗岩、変成岩、中・古生層等の中生代、古生代の地層には断層が多く分布し、ダム建設上問題となる場合がある。

### 5.4 鉄道・道路盛土・造成

愛知県の西部には沖積層が厚く分布し、盛土の沈下や破壊等の問題が発生している。

東海道新幹線幸田地区の盛土は、サンドドレーンおよびプレロード工法により施工された。

愛知県における住宅地の造成は、名古屋市東部の瀬戸層群が主に分布する丘陵地で行なわれている。大規模な住宅地造成の例としては、春日井市の高蔵寺ニュータウン、小牧市の桃花台ニュータウン等がある。

また、伊勢湾北方の木曾川や庄内川の三角洲地帯は臨海工業地帯として埋め立てられてきた。

## 6. あとがき

愛知県の地盤の概要を述べたが、紙面の関係で十分意を尽せなかった。詳細は参考文献等を参照願いたい。

### 参考文献

1) 桑原 徹：濃尾盆地と傾動地塊運動，第四紀研究，No. 7, pp. 235～247, 第四紀学会，1968.

表 4 愛知県の主要ダム一覧表(堤高 30 m 以上, 建設中は含まず)

ダム名	水系名	河川名	形式	目的	堤高(m)	竣工年	地質
新豊根	天竜川	大入川	A	FP	116.5	1973	花崗岩(領家帯)
矢作	矢作川	矢作川	A	FNAWIP	100.0	1970	花崗岩(領家帯)
宇蓮	豊川	宇蓮川	G	AWI	69.0	1958	新第三紀火山岩類
羽布	矢作川	巴川	G	A	62.5	1963	花崗岩(領家帯)
大原	豊川	豊川	R	A	46.0	1991	緑色岩(三波川帯)
黒田	矢作川	黒田川	G	P	45.2	1978	花崗岩(領家帯)
柳沢池	矢作川	飯野川	E	A	36.0	1934	花崗岩(領家帯)
富永郷	矢作川	黒田川	G	P	32.5	1980	花崗岩(領家帯)
東郷	木曾川	愛知用水	E	A	31.0	1961	新第三紀堆積岩類
大井池	矢作川	広田川	E	A	31.0	1943	花崗岩(領家帯)

形式 A: アーチ, G: コンクリート重力, R: ロックフィル, E: アース

目的 F: 洪水調節, N: 不特定利水, A: かんがい, W: 水道用水, I: 工業用水, P: 発電

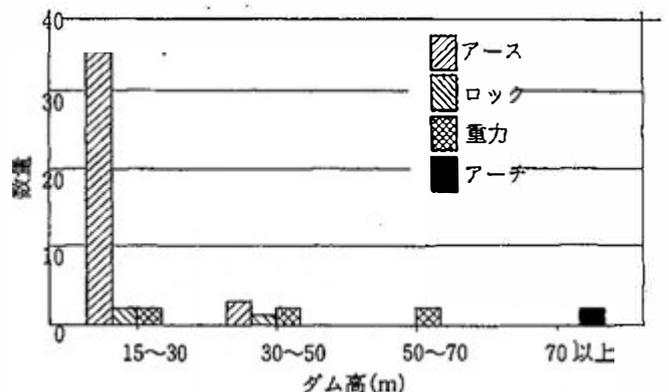


図 9 愛知県のダムのダム高とダムタイプとの関係(堤高 15 m 以上)

- 2) 地質調査所：100 万分の 1 日本地質図，1987.
- 3) 植下 協・桑山 忠：47.7 豪雨による三河地方の山地崩壊，土と基礎，Vol. 21, No.7, pp. 29～32, 土質工学会，1973-7.
- 4) 飯田 淑事：明応地震・天正地震・宝永地震・安政地震の震害と深度分布，愛知県防災会議地震部会，1979, pp. 33～30.
- 5) 東海三県地盤調査会：濃尾平野の地盤沈下と地下水，名古屋大学出版会，1985, pp.1～6, 106～146.
- 6) 植下 協，他 2 名：中部の地盤沈下，土と基礎，Vol. 138, No. 9, pp. 123～128, 土質工学会，1990-9.
- 7) 東海三県地盤沈下調査会：平成元年における濃尾平野の地盤沈下の状況，1990, pp.2～16.
- 8) 近藤善教：東海地方の亜炭古洞の分布概説，充てん，No. 1, pp. 6～7, 日本充てん協会，1979.
- 9) 土質工学会中部支部：最新名古屋地盤図，1988.
- 10) 吉田和男：市街地の滞水砂礫層を圧気 NATM で掘る中電北豊田南武平町線洞道，トンネルと地下，Vol.17, No. 5, pp. 37～45, 日本トンネル協会，1979.