

# 3次元地質構造可視化のための地下断面図

迫垣内 薫<sup>1)</sup>・原田 芳金<sup>2)</sup>・西村 進<sup>3)</sup>

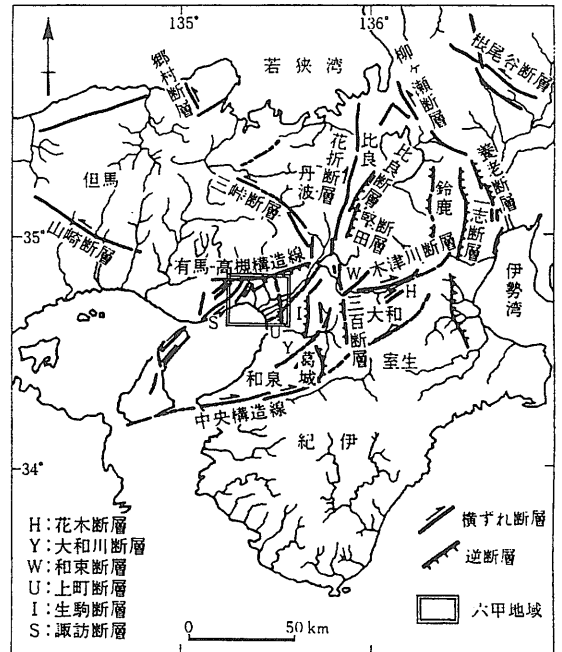
## 1. はじめに

ある地域の地質構造を表現するため、資源開発などの特定地域を除いて、これまでは一般に地質平面図と代表的な地質断面図で示されていた。これだけでは地質構造を概念的に理解できても地域の全体像を3次的に把握することは難しい。また、今日では地下の3次元地質構造を地質の専門家以外にも防災上の観点から理解する必要が出てきている。

3次元地質構造の表現のためには、基本的に精度のよい地表及び地下の地質データが豊富にあること、これらのデータをコンピュータに入力し、多様な画像に処理することが必要である。本論では3次元地質構造を作成する方法として、国土数値情報の標準地域メッシュシステムに準拠した格子状の地質断面図を作成する方法を示す。モデル地域として大阪湾を含む六甲地域(東西約25km, 南北約18km, 深度5km)を選定している。

## 2. モデル地域の概要

近畿地方北部は第四紀後半においては東西性の圧縮場テクトニクスにより、基盤が逆断層や横ずれ断層を伴う断層地塊構造を示している。日本列島では活断層の密度の高い地域である(第1図)。モデル地域である六甲地域は、近畿トライアングル地帯の北西斜辺に位置し、基盤の隆起部と沈降部とが明確に分かれており、主要な活断層である有馬-高槻構造線や六甲断層系を含む地質構造的に興味のある地域である。1995年1月には兵庫県南部地震が発生した。大阪盆地周辺には基盤に到達する1,000m級の試錐データが豊富に存在している。



第1図 六甲地域の位置図。日本の地質「近畿地方」(1987)に加筆。

## 3. 六甲地域の地質と地質構造

モデルの対象となる六甲地域は、先第三紀花崗岩類及び中生代よりなる六甲山地隆起部(基盤)と鮮新・更新統よりなる伊丹・大阪沈降部(堆積盆)から構成される。この地域は第四紀の東西圧縮場テクトニクスにより基盤は逆断層を伴う撓曲構造を呈している。堆積盆における堆積環境はほぼ一定に沈降している。基盤の隆起部と沈降部との最大変位量は約100万年の期間で2000mを越えている。

### 3.1 地質

六甲地域の地質総括表を第1表に示す。主として

1) 三井金属鉱業(株)：〒140 品川区大井1-23-1

2) 勸原子力環境整備センター

3) 京都大学 理学部

キーワード：可視化, 3次元, 国土数値情報, 六甲地域, 地下断面図

藤田・笠間(1982)に準ずるが、大阪層群については大阪盆地に実施された深層ボーリング結果と対応させるため市原ほか(1991)、市原(1993)の分類を引用した。本地域の地質系統は大きく基盤岩類と被覆層とに分類される。

**a. 基盤岩類**

基盤岩類は中生代層(丹波層群)、酸性火山岩類(有馬層群)及び花崗岩類よりなる。六甲山地における中生代層は砂岩・頁岩よりなり、地表部にルーフペンダント状に残存しているが、有馬一高槻構造線以北では基盤岩体として存在する。酸性火山岩類は凝灰岩・凝灰角礫岩よりなり、有馬一高槻構造線以北に広く分布する。凝灰質泥岩の分布から東西性の褶曲軸をもつ緩傾斜の波曲構造をとり、丹波層群の侵食平坦面上を明瞭な傾斜不整合で覆っている。

花崗岩類は領家型の花崗閃緑岩と、広島型の六甲花崗岩に大別できる。六甲山地はこれら花崗岩類より構成される。領家花崗岩類は六甲山地の西部に一部見られるが、六甲山地の大部分は六甲花崗岩が占めている。六甲花崗岩は東北東一西南西に伸長し北側に傾斜した岩体で、丹波層群・有馬層群との関係から比較的浅所に貫入したものと考えられている。

**b. 被覆層**

被覆層は新第三紀中新世の神戸層群、鮮新—更新世の大阪層群及びそれ以降の地層よりなる。神戸層群は六甲山地北方の三田盆地及び六甲山地の西方に広く分布し、多数の流紋岩質凝灰岩を挟む礫岩・砂岩・泥岩層の互層からなり淡水成である。しかし、明石海峡付近には海成層も見られる。

六甲南東麓にドーム状に突出する甲山は瀬戸内系火山に特徴的なサヌキトイド安山岩よりなり、岩頭が残存したものである。

大阪層群は六甲山地南東部に広く分布する。試錐により伊丹台地や尼崎・大阪平野下に広く厚く分布している。砂礫層・粘土層が繰り返す単調な地層群であるが、多数の火山灰層を挟み、よい鍵層になっている。これらの層準と構造的な位置関係から第四紀の地殻変動の実態が明らかとなってきている。

高位段丘面は大阪層群最上部の堆積面であり、中位段丘以下が段丘の特徴を備えたものである。

**3.2 地質構造**

隆起山塊をなす六甲山地の範囲は、東西系の有

第1表 六甲地域の地質総括表。藤田・笠間(1982)、市原ほか(1991)による。

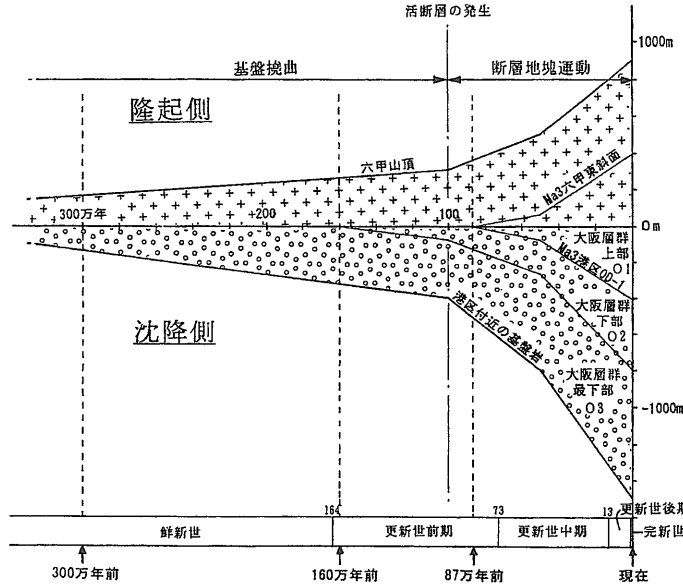
地質時代		地質系統		主な地史		
新 生 代	第四紀	更新世	沖積層 低位段丘 中位段丘 高位段丘	被 覆 層	沖積平野の形成	
			後期		大阪層群	段丘の形成
			中期			第二瀬戸内海時代
	前期	最下部層	瀬戸内湖水湖時代			
新第三紀	鮮新世	甲山安山岩	瀬戸内系火山岩の噴出	瀬戸内系火山岩の噴出		
		神戸層群		古神戸湖の時代 第一瀬戸内海時代		
中生代	白亜紀	六甲花崗岩 有馬層群 領家花崗岩類	基 盤 岩 類	広島型花崗岩の貫入 酸性火山岩類の活動期 領家型花崗岩の貫入		
		丹波層群		ジュラ紀付加体		
古生代						

馬一高槻構造線と南北系の高塚山断層、北東—南西系の甲陽・五助橋断層で囲まれた三角形の地域であり、その東部及び南部は沈降部である伊丹盆地～大阪盆地に臨むが、北及び西へはほとんど断層が消滅している。千里丘陵の標高は低いものの、地質構造的には伊丹盆地の東端に位置する南北系の逆断層を伴う隆起域であり、その隆起域は大阪市内に伏在する上町断層にまで連続しているものと考えられる。

上下変位量は、大阪平野の大阪層群では海面下1,000mの深度に及び、六甲山地では大阪層群堆積時の平坦面が海拔900mに達する。これらは約20kmの距離で基盤の深度が約2,000mに達する変位差を示している。

六甲山地南東麓における活断層の活動時期と変位量は次のとおりである(藤田・笠間, 1982)。

- ① 断層の活動時期は少なくとも100万年前以降に始まり、五助橋断層、芦屋断層、甲陽断層と南東方向へ移行していった傾向がある。
- ② 甲陽断層の運動は海成粘土層Ma5層準以降、即ち、約50万年以降に活発化している。また、大阪市内で実施された深層ボーリングOD1, 2では、上町断層を挟む海成粘土層Ma4とMa6との間(約50～60万年前頃)で上下変位速度が急激に大きくなり、現在に至っている傾向が認められている。
- ③ 各断層に沿う上下変位速度は大きくても0.1mm/年(B級)のオーダーが多いが、各断層変位の総和としての六甲山地と大阪盆地間に見られる変位量は、少なくとも1mm/年以上(A級)を示している。



第2図 六甲地域の隆起・沈降を示す概念図。Ma3は海成粘土を示す。

#### 4. 六甲地域の地質構造変動史

六甲地域における大阪層群の岩相、層序、地史に関するデータ、及び活断層の活動のセンス、変位量、変位速度、活動の時期に関するデータに基づいた第三紀後期以降の六甲地域における地質構造変動は次のようにまとめられる。第2図に六甲地域の隆起・沈降の概念を示す。

- ・300万年前：大阪層群最下部層(O3)の堆積開始
- ・160万年前：大阪層群下部層(O2)の堆積開始
  - 120万年前：海水の侵入
  - 100万年前：一部の活断層の発生  
(100万年以前は撓曲により解消)
- ・87万年前：大阪層群上部層(O1)の堆積開始
  - 50万年前：断層地塊運動の活発化(大部分の現存活断層の活動開始)
- ・現在：50万年以降の断層地塊運動の継続

#### 5. 3次元地質構造モデルの作成

以上のような現在の六甲地域の地質構造的な位置づけに基づいて、六甲地域の3次元地質構造モデルを作成することとした。以下の作成基準に基づいて作業を実施し、最終的に六甲地域の地質平面図(地表、深度1km、深度2km)及び地質断面図(東西11断面、南北12断面)を作成した。また、大阪層群の地

質構造や堆積速度の確認のために基盤の等深度線図(第3図)や層等高線図を作成し、3次元的地質構造に矛盾が生じないように配慮している。第4図に地質平面図を、第5図及び第6図に地質断面図例を示す。なお、3次元可視化のための画像処理にあたっては、地表地質平面図及び地質断面図(計23断面)のデジタル化を行っている。

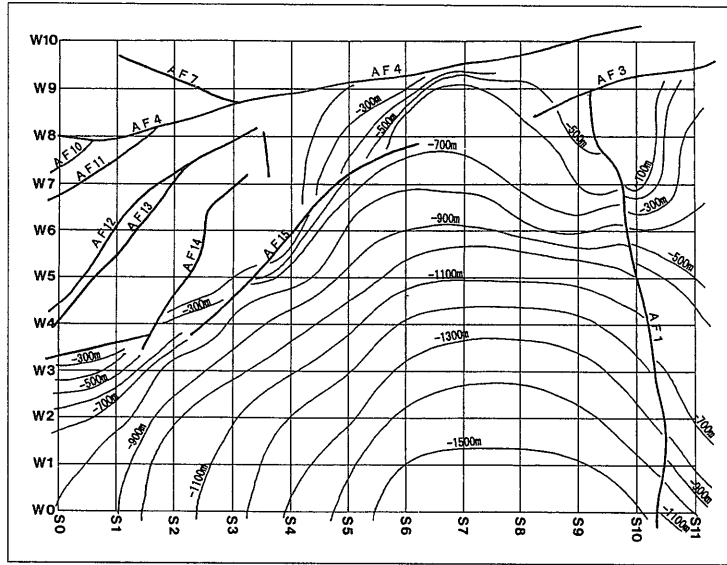
次に3次元地質構造モデルの作成基準を示す。

- ① 縮尺：5万分の1で作成する。
- ② 対象範囲・深度
 

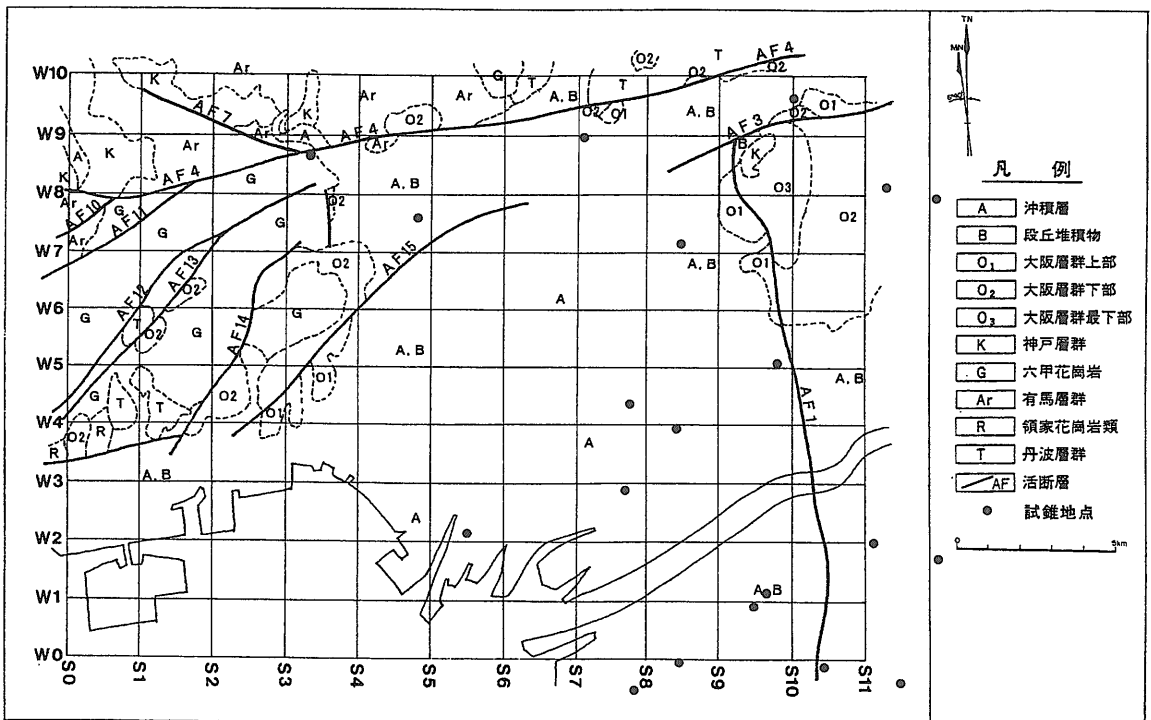
国土地理院によって整備された国土数値情報の標準地域メッシュシステムに準拠した次のメッシュを使用して作成する。すなわち、一次メッシュ：5235、二次メッシュ：02, 03, 04, 12, 13, 14, 22, 23, 24である。モデル地域は、基準点を二次メッシュに当たる国土地理院5万分の1地形図「大阪西北部」の南西端(北緯34°00′, 東経135°15′)とする東西約25km, 南北約18kmの範囲で深度は5kmとする。
- ③ 断面線
 

基準点を通る東西断面線をW0, 南北断面線をS0とし、基準点より順次北にW10, 東にS11まで断面線(東西断面：約1.9km間隔, 南北断面：約2.3km間隔)を設定する。断面数は東西11断面, 南北12断面となる。
- ④ 層序区分
 

基本となる六甲地域の層序は、下位から先第三紀



第3図 大阪層群の基盤等深度線図. AFは活断層を示す.



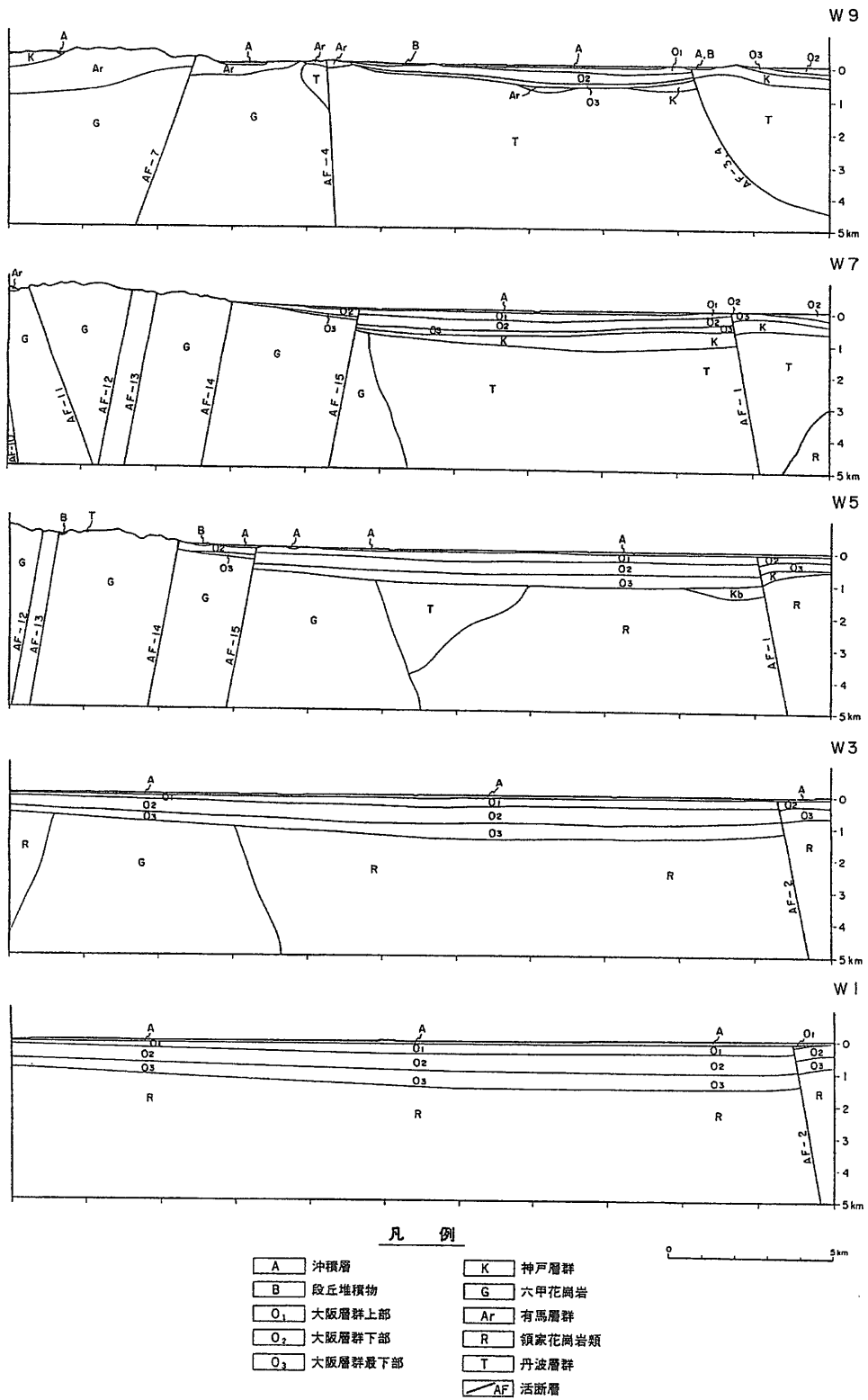
第4図 六甲地域の地質平面図

の丹波層群, 領家花崗岩類, 有馬層群, 六甲花崗岩, 新第三紀の神戸層群, 鮮新—更新世の大阪層群(最下部, 下部, 上部), 段丘堆積物, 沖積層に区分する。甲山安山岩は分布が小範囲であることから省略する。また, 段丘堆積物, 沖積層は層厚が薄いことから, こ

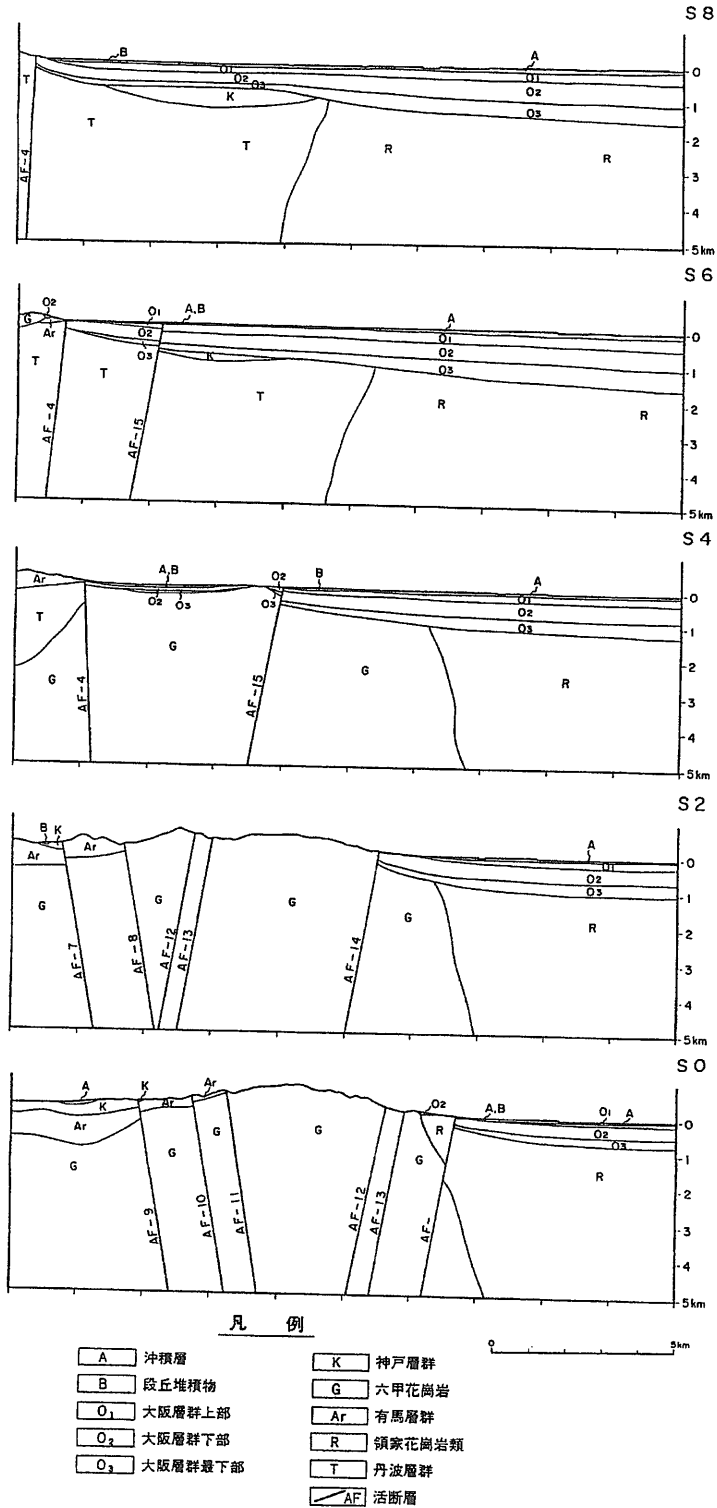
れら地質単元の境界の表示は平面図, 断面図とも省略する。

⑤ 基本地質データ

基本地質及び活断層データは, 藤田・笠間(1982), 市原ほか(1991), 市原(1993)及び活断層研究会



第5図 六甲地域の東西地質断面図



第6図 六甲地域の南北地質断面図

(1991)を引用、参考とする。

#### ⑥ 基準面

現在における基準面は海拔0mとする。

#### ⑦ 活断層の活動年代とその形態

活断層の活動年代については、第2図に示したように、約100万年前に一部の活断層が発生、さらに、約50万年前に現在活動中の活断層が発生し現在も活動を継続しているとする。活断層の形態については、深度5kmまでは高角度でほぼ直線上に連続するものとし、長さも変化しないものとする。深度5km以深の活断層の形態については考慮していない。

#### ⑧ 活断層でない過去の断層の取り扱い

過去の断層については、地質データの不足のため母岩に含まれるものとして取り扱い、モデル地域の地質平面図、地質断面図には表現していない。しかし、有馬—高槻構造線のように過去の断層の一部が再活動する場合や、新たに活断層が発生する場合の発生源となる場合が考えられるため、基盤岩類中の過去の断層構造を把握する必要は残されている。

## 6. おわりに

現在の3次元地質構造を可視化するためのモデル地域として、第四紀後半において隆起・沈降活動の顕著な六甲地域(東西約25km, 南北約18km, 深度5km)を選定し、国土数値情報の標準メッシュに準拠した格子状の地質断面図(東西11断面, 南北12断面)を作成する方法を述べた。

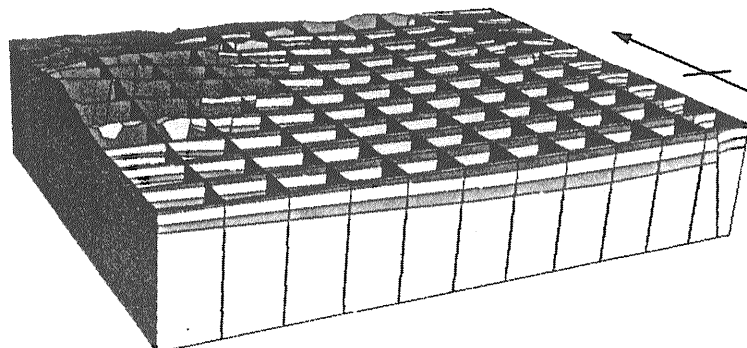
平成7年1月に発生した兵庫県南部地震後、各機関により各種の地質調査・物理探査が実施されてきており、その一部は既に公表されている。特に、六甲地域周辺については、活断層である有馬—高槻構造線や六甲・淡路断層系を中心として活断層の活動特性を特定するためのトレンチ調査や試錐、弾性波や重力を利用した地球物理探査が実施されており、活断層の活動年代や過去の被害地震との関係、六甲・淡路山地の隆起部と大阪湾沈降部との詳細な地質構造に関する新知見が得られつつある。今後は、これらの新知見を取り込んで、六甲地域周辺における活断層の3次元的な形態や深部の構造、活断層の発生から成長の発達過程などを含めたテクトニクスの観点から、過去から現在に至る活断層の発達史を含む地質構造を3次元的に可視化していく必要がある。

#### 文 献

- 藤田和夫・笠間太郎(1982):地域地質研究報告5万分の1図幅 大阪西北部地域の地質。地質調査所, 京都(11)第50号。  
 市原 実・吉川周作・三田村宗樹・水野清秀・林 隆夫(1991):12万5千分の1 大阪とその周辺地域の第四紀地質図。アーバンクボタ, 30号。  
 市原 実(1993):大阪層群。創元社, 1~340。  
 活断層研究会(1991):新編日本の活断層一分布図と資料。東京大学出版会。  
 日本の地質「近畿地方」編集委員会編(1987):日本の地質6 近畿地方。共立出版, 169。

SAKOGUCHI Kaoru, HARADA Yoshikane and NISHIMURA Susumu (1995): Underground Section for Three Dimensional Geological Visualization.

< 受付: 1996年4月12日 >



〔付図〕 本文の方法で作成した東西・南北断面のブロックダイアグラム