

関西の活断層特集

虫の目・鳥の目・なますの目

断層研究資料センター 理事長 藤田和夫

虫の目

大阪の地盤問題に関連して、建築・土木方面でもよく知られるようになってきた「大阪層群」の本格的な研究がはじまったのは、終戦直後の昭和24年からであった。そのころ日本は必死になって、国内にエネルギー資源を求めていた。そして当時の地質調査所大阪支所の所長であった別所文吉氏の発案によって、大阪府の予算を獲得、大阪の地下の天然ガス存在の可能性を調査することになった。しかしその頃は、大阪の地下がどのようにになっているか、まったく手探りの状態であった。

そこで大阪の地下を知るために、まずその周辺の丘陵地帯を調査しようということになって、われわれ“若手の研究者”が、千里丘陵から調査をはじめることになった。この部分に露出している地層が大阪の地下にもぐっていくに違いないというのが、われわれの想定であった。この発想はみごとにあたって、ここに露出する地層をモデルタイプとして「大阪層群」という名前がつけられた。

これはいまや日本の第四紀層のタイプともなって、世界的にも知られるようになってきたが、当時の調査はまったく“虫の目”であった。炎天下の雑木林や草地を、空腹をかかえながら、はいまわるようにして歩いた。最近ひさしぶりに千里中央駅のあたりを見て、その変貌ぶりにおどろいた。40年の間の開発の凄さを、目のあたりに見る思いであった。」

鳥の目

その間に、われわれは空中写真によつて、“鳥の目”を獲得した。そのなかで浮かびあがってきたのは、断層変位地形の問題であった。おだやかな自然のたたずまいの象徴とみられてきた近畿の山地は、じつは活断層でかこまれた断層ブロックが第四紀それも後半になって隆起してきたものであり、それらは直下型地震の化石とみられるようになってきた。

ついでわれわれは、ランドサットという武器を活用することによって、巨大視野を獲得した。大阪のみならず近畿全域をひとつの視野におさめることができるようになったことによって、われわれはまた新しい視点を獲得した。「大阪湾はなぜ橢円形か」というような設問がでてきたのも、これによる。これは“宇宙の目”ともいえるであろう。これについてはSTRUCTURE NO. 36, 44に書かせていただいたので、ご覧いただきたい。

しかし“宇宙の目”をもってしても、地表面下をみとおすことはできない。月面上に人類が立てても、地球の内部にはもぐりこめない。地表に露出する部分はわかっていても、大阪平野の内部を知る正確な資料は、ボーリングによるほかはなかった。大阪のかかえる地盤沈下という深刻な問題に対処するために、昭和39年に港区で掘られたOD-1よばれる深層ボーリングが、その後十数年にわたってわれわれの唯一のたよりであった。それは当時としてはおもいきった二千万円という予算をつぎこんだものであったが、908mで力つきで中止、基盤に達することはできなかつたのである。

大阪平野とその延長にある大阪湾を合せて大阪盆地とよぼう。これはまわりの山地の隆起にたいして、逆に沈降して地層を蓄積していくところであるために、常に新しい地層が上に重なってゆき、深いところをかくしてしまう。しかもその表面が大都市の建設の主戦場なのである。まさに隔靴搔痒の思いを長年にわたって味わってきたのであった。

なますの目

いったい大阪盆地の底はどうなっているのか。その中には何がどれくらいつまっているのか。その断面を点ではなく線で知るために開発された技術が音波探査法であったが、それは当時水域しか使えないものであった。しかし私にはまさに新しい世界が開けたような気がした。さっそく各方面にアピールして、大阪管区気象台の当時の台長大谷東平氏を委員長とする「大阪湾音波探査委員会」を組織した。船は神戸海洋気象台の春風丸をつかわせてもらい、機器は地質調査所から借用、経費は沿岸自治体に負担してもらって、大阪湾全域に520kmにわたって測線をかけることができた。昭和37年のことである。

これによって大阪湾底をおおう沖積軟弱層の分布の大綱がわかつてきた。当時の電極型の発振機を使用した自作に近い機器では、深部情報を得るには不十分であったが、沖積層の3次元的分布はつかめた。それは大阪湾橢円の長軸より西寄りの線にそつて最も厚く、それより泉州側に楔状に薄くなつてゆくが、神戸側にはあまり薄くならない。これが関西国際空港が泉州沖に立地するようになった最大の原因である。

なぜ沖積層がこのような形をしているのか。私はこれが盆地の沈降運動の形態の表現であり、地殻変動と密接にかかわっていると考えたが、その先にはすすめなかつた。ただ大阪湾の南半分の地域では、沖積層下の情報も不明瞭ながらかなり深部までえられた。それによると、沖積層の最も厚い部分の下に断層の存在を暗示する大阪層群の乱れのあることがうかがわれたのである。表層だけではなく、地下深部に探しをいれる“なますの目”が切望されるようになってきた。

大阪湾断層

この推定断層が思いがけなく最近になってようやく姿をあらわした。淡路島仮屋沖から泉州沖まで北緯38度30分の線



にそって東西に音波探査の測線がとられたが、最近の機器の性能の飛躍的な進歩のおかげで、盆地底までの明瞭な弾性波記録がえられた。これによるとこの断層付近の基盤の深さは2000m近くに達し、断層は逆断層で、基盤の落差は数百mに達するものと推定される。そしてこの基盤の変位はこれを被覆する大阪層群に大規模な撓曲をもたらしているが、その影響が沖積層にまで及び、断層を境として東側で厚くなっていることがはっきりした。いいかえると泉州側のブロックが西にむかって傾動的に沈みこみ、その上に淡路島側のブロックが乗り上げるような構造をしていて、この運動の影響をうけながら、盆地内にたまたま大阪層群が曲げられ、その運動は沖積層にまで続いているのであるから、これはまさに活断層中の活断層といってよいであろう。これを大阪湾断層とよびたいとおもう。

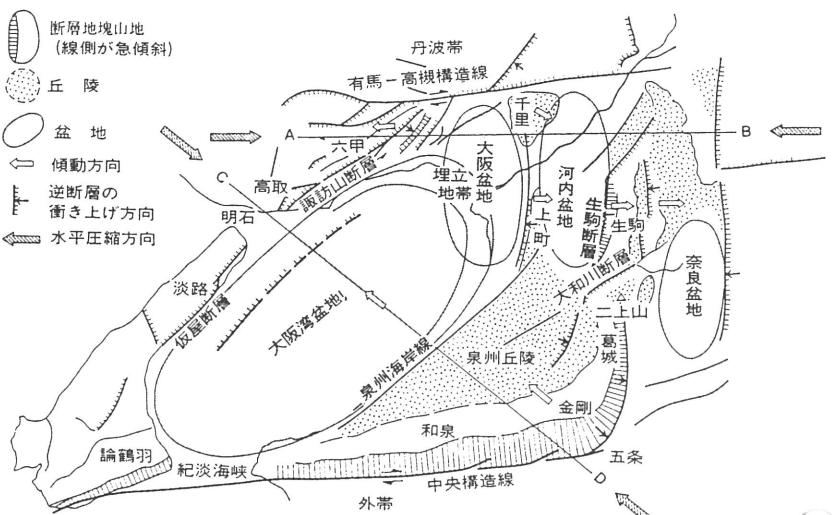
残念ながらこの断層は現在ひとつの測線で確認されたにすぎない。そして昭和37年度の音波探査結果と合わせてみると、その北への延長は明石海峡東側まで追跡できるが、それより先は不明である。けれどもそれが六甲の南縁を通って尼崎方面にのびることは、構造解析の上からも予想され、さらに大阪平野の中で最も未知とされている淀川構造帯とも関係があるのでないかとみられる。これらの地域は大阪ベイエリアの中でも今後最も重要な位置を占める部分であり、一刻もはやく総合的な調査がのぞまれるのである。

もうひとつ最近のできごとは、温泉ブームで大阪盆地内であいついで深いボーリングがおこなわれ、基盤の深度が決定されてきたことである。それらは、これまでOD-1などと予想されていたよりもはるかに深く、1500m以上に達するものも少なくない。このような厚い大阪層群で充填された盆地は、ひとつのお椀のようなシンプルなものではなく、大阪湾断層や上町断層で切られ、上町隆起帶で河内盆地と分離されるという複雑さである。しかしやっと戦後40年目にして、基盤の硬岩でかこまれた入れ物のなかに、第四紀の軟岩が異常に厚くたまっているという、その三次元的な姿がとらえられるようになってきた。

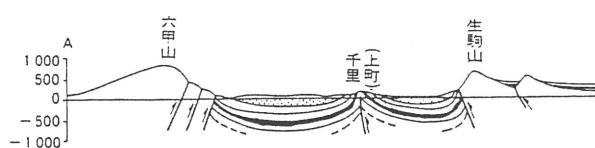
そこで浮かびあがってきたのは、大地にへばりついて地下の動きに感応する“なまずの目”である。従来の建築地盤

問題は沖積基盤・洪積基盤というように分類されて、それらの支持力を中心に検討されてきた。しかしここではっきりしててきたことは、大阪盆地が、関東や東海あるいは新潟とも違ってきわめて特異な構造をしているということである。1985.9.19のメキシコ地震において震源から400km離れたメキシコ市街に大きな被害がでた。このときメキシコ盆地と大阪盆地の相似性が指摘されたが、大阪盆地の構造がはっきりしないまま立ち消えとなつたような気がする。さらに大阪盆地は直下型地震の原因となる地殻の歪エネルギーをたくわえている活断層を多数かかえている。その中で発生する地震動はまた特異な挙動をするのではなかろうか。そしてそれが表層地盤に及ぼす影響のきめ細かい検討は、今後の基本的課題

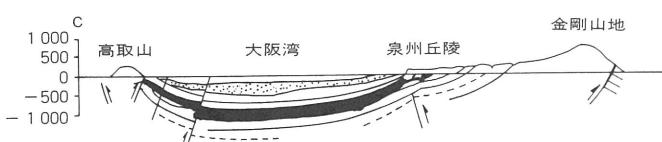
であろう。さらに大阪湾断層の活動は津波の発生につながる可能性が大きい。この場合の湾内の海水の挙動も、特異なものになるであろう。大阪湾にM 6以上の地震が発生したとき、はたしてどこが津波警報をだしてくれるであろうかという声も聞かれる。最近のフィリピン地震やロス直下型地震は“大阪地震”と構造的な類似がいちじるしい。この40年をふりかえると、開発ばかりが先行するのを、われわれは口惜しい思いで眺めてこざるをえなかった。構造物の巨大化、高層化が急速にすみつつある昨今、急階段ばかり登らないで、踊り場ももうけて、大自然のSTRUCTUREを視野にいれながら、構造物のSTRUCTUREの検討をすく願いしたいのである。



(A) 27



(B)



大阪をめぐる山地・丘陵・盆地とそのテクトニクス
断面図の太線は約100万年前の海成粘土層

structure No.36 1990.10

下記センターに、私の40年にわたるこれらの問題に関する地質資料を収集して、利用に供しております。

大阪市西区靱本町一丁目8番4号 大阪科学技術センター5階
断層研究資料センター
TEL 06-443-5321(内線364) FAX 06-443-9484

断層変位地形からみた活断層、地層変形からみた活断層

はじめに

近畿地方は、活断層が多い日本の中でも、特に活断層が密集している地域である。若狭湾を頂点とし、和歌山と鳥羽を結ぶ線を底辺とする三角形の中には、断層運動によって高くなった山地が分布し、反対に低くなったところには盆地や湖がひろがっている（藤田, 1982a）。

ところで、日本で見られる活断層は全て、稀に間欠的に、急激に動いて地震を発生する。しかも断層は、かつて動いたのと同じ場所で、繰り返し活動する性質があることが明らかにされている。したがって、断層沿いの岩盤のずれは、地震のたびに加算されてますます大きくなっている、明瞭な断層変位地形（図-1）を残すようになる（松田・岡田, 1968, 松田, 1992）。

大阪平野の周囲をとりまく山地も、第4紀、特に最近の50万年間の断層運動の繰り返しによって形成されたものであることが、明らかにされている（藤田, 1982b）。山地を形成した活断層の多くは、有馬-高槻構造線や生駒断層のように、大阪平野をとりまく山地と平野の境界に走っている。そればかりでなく、大阪平野の中央部に南北に延びる上町台地の西側には、上町断層が存在することも明らかにされている（藤田, 1976）。

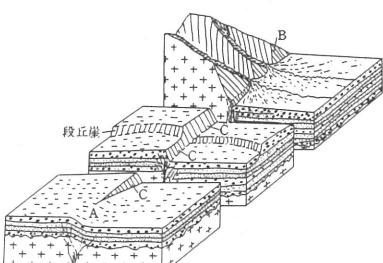
そこで、上述の活断層に、空中写真を利用しての断層変位地形と、ボーリングデータベースを利用しての地層変形から迫った結果を紹介したい。

断層地形からみた断層

上述のように、大阪平野とその周辺の山地との境界には、断層が走っている。戦後、市街地は大阪平野から山地に向かって発展し、今やそれらの断層を越えて山地の中へ広がっている。したがって、断層の直上にも構築物が多数存在する状態となっている。

上述のように、活断層が同じところで変位を繰り返すならば、断層を少し避けて建物を構築するだけで、その断層がずれ動いて地震を発生した時の被害を軽減できるはずである。

構築物の耐震性がいかに高まろうとも、現在の巨大化した都市において地震時の被害を減少させるために、活断層の位置を正確に把握することは重要な課題である。特に、ライフライン系は活断層を横断して伸びている場合が多く、その安全性の確保のためにも、活断層の位置を正確に把握する必要がある。



断層崖の諸例(松田ほか, 1977 を改訂)
A: 抱曲崖, B: 三角末端面, C: 低断層崖。

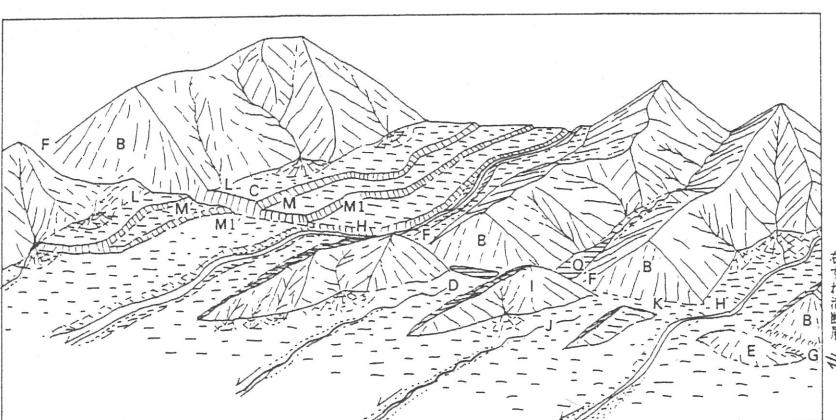


図1 断層変位地形の代表的な例（活断層研究会, 1991）

(財) 大阪墳試験場 松山紀香

そこで、縮尺1万分の1の基図上に活断層を記入した活断層詳細図（試作図）の例を示す。作成場所は、近畿地方でも最も断層上の市街地化が著しい六甲山地の南麓部である（松山・岡田, 1991）。

六甲山地南麓部は、戦前から市街地化が始まり、戦後は断層を越えて山地へと大規模な宅地造成がすすんだ。かつては、明瞭な断層地形や断層露頭が各所でみられたが、現在は全く市街地化し、人工改変のため、元の地形が全く失われている所も多い。したがって、現在では、繰り返し活動した断層による変位の痕跡を見い出すことも、断層の位置を詳細に把握することも不可能である。

しかし、幸いなことに戦後間もないころ、米軍が撮影した空中写真が残っている。この写真を利用すると、まだ大規模な人工改変がなされる前の六甲山地を見ることができる。断層地形も各所に明瞭に残っており、六甲山地南麓の断層位置をかなり詳しく追うことができた（図-2）。

活断層詳細図の基図には、縮尺1万分の1の地形図を利用した。1万分の1の地形図では、建物が一軒ずつ描かれ、道路の一本一本がはっきり認識できる。この図上に断層線を記入すると、家一軒程度の精度（約10m）で断層位置を把握することができる。

六甲山地と平野部の境界に位置する活断層のトレース（地表面と活断層の交わった線）は、直線状の山麓線として、非常に明瞭である。山地側には、三角末端面が並ぶ（図-1のB）。また、山地中の活断層では、明瞭な断層鞍部が直線上に並んでいる。

比較のために図-2の地域の縮尺の20万分の1の活断層図を図-3に示す。縮尺20万分の1の活断層図では、単純な直線で表現されている活断層も、実際には複雑に分岐し、さらに個々の断層は、ゆるやかに曲がっていたり、断層と断層の間にさらに短い断層が存在している様子がみてとれる。

活断層詳細図上に、地震時において様々な指令の拠点となる行政関係の施設や、病院、避難場所となる学校関係、ライフライン関係の重要施設などを記入し

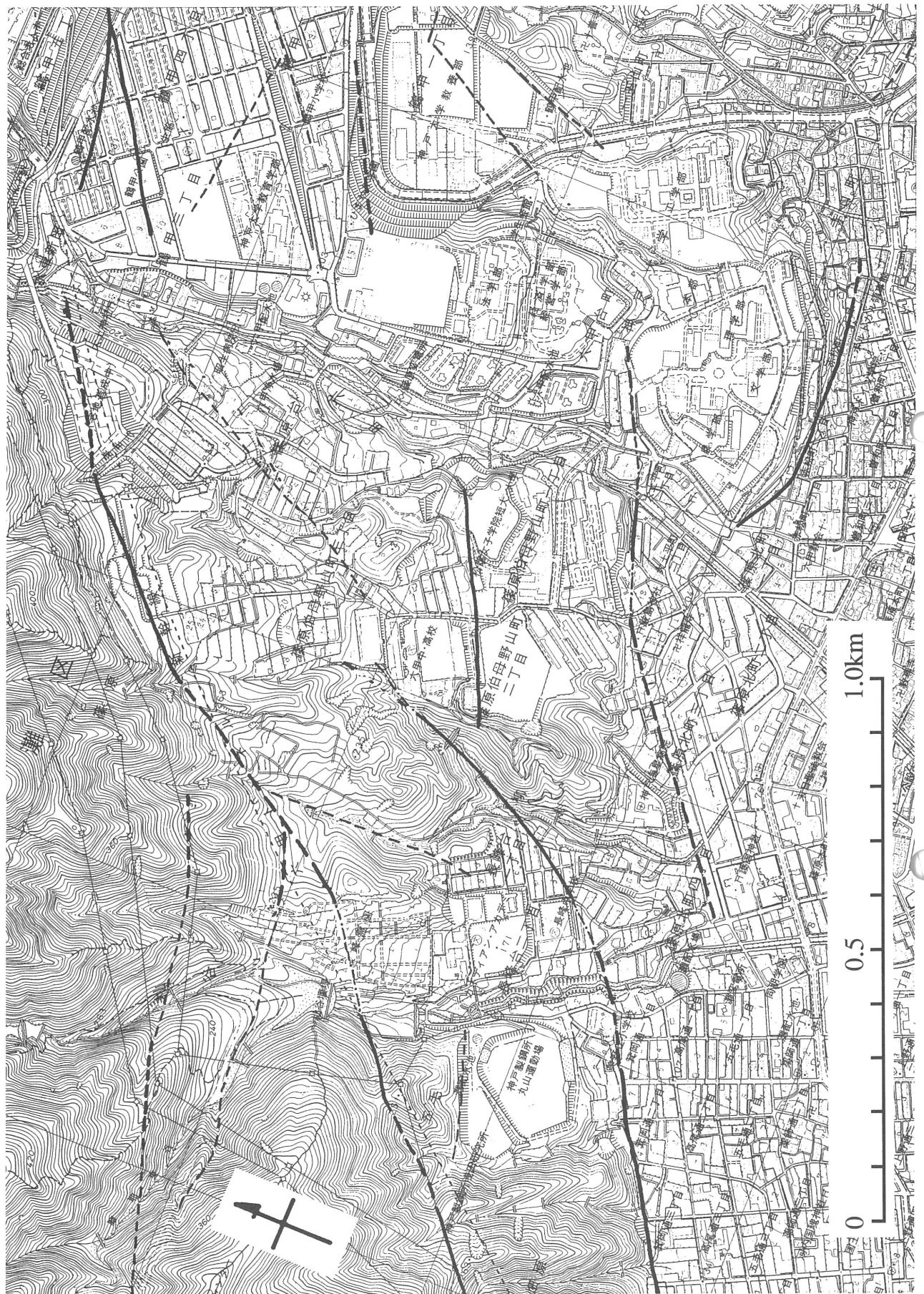


図-2 六甲山南麓部の活断層詳細図(縮尺1万分の1、部分)(松山・岡田、1991)

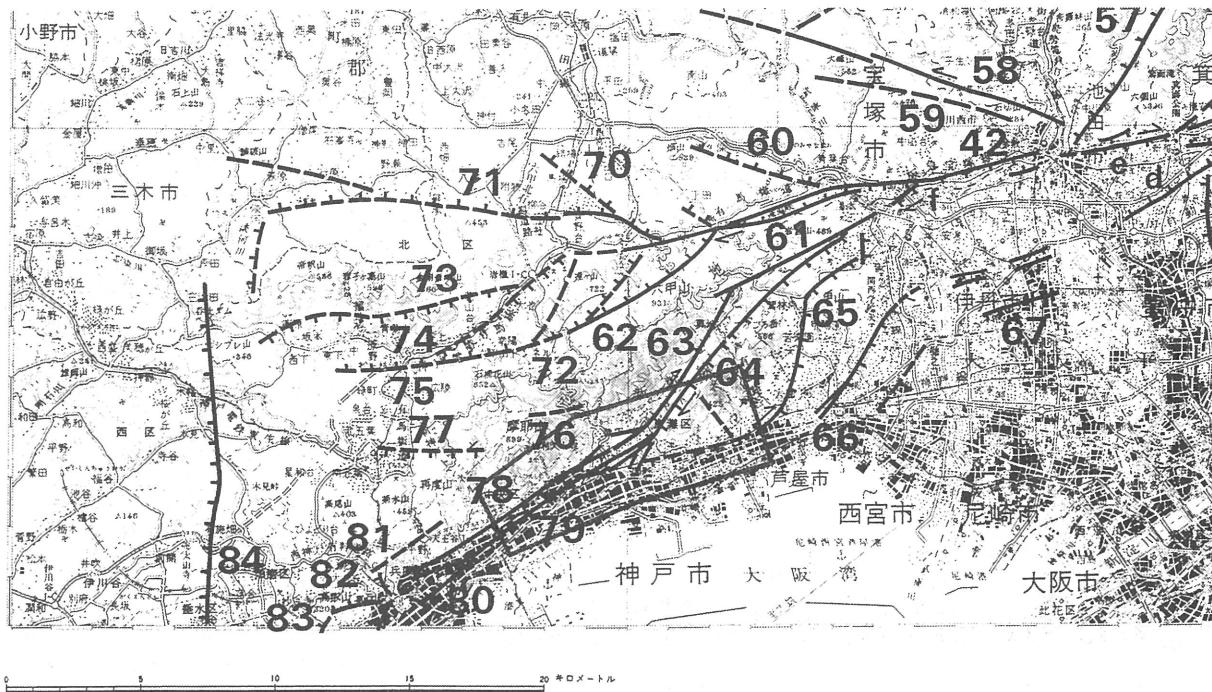


図3 20万分の1活断層図(活断層研究会 1991)枠内は、1万分の1活断層詳細図作成範囲

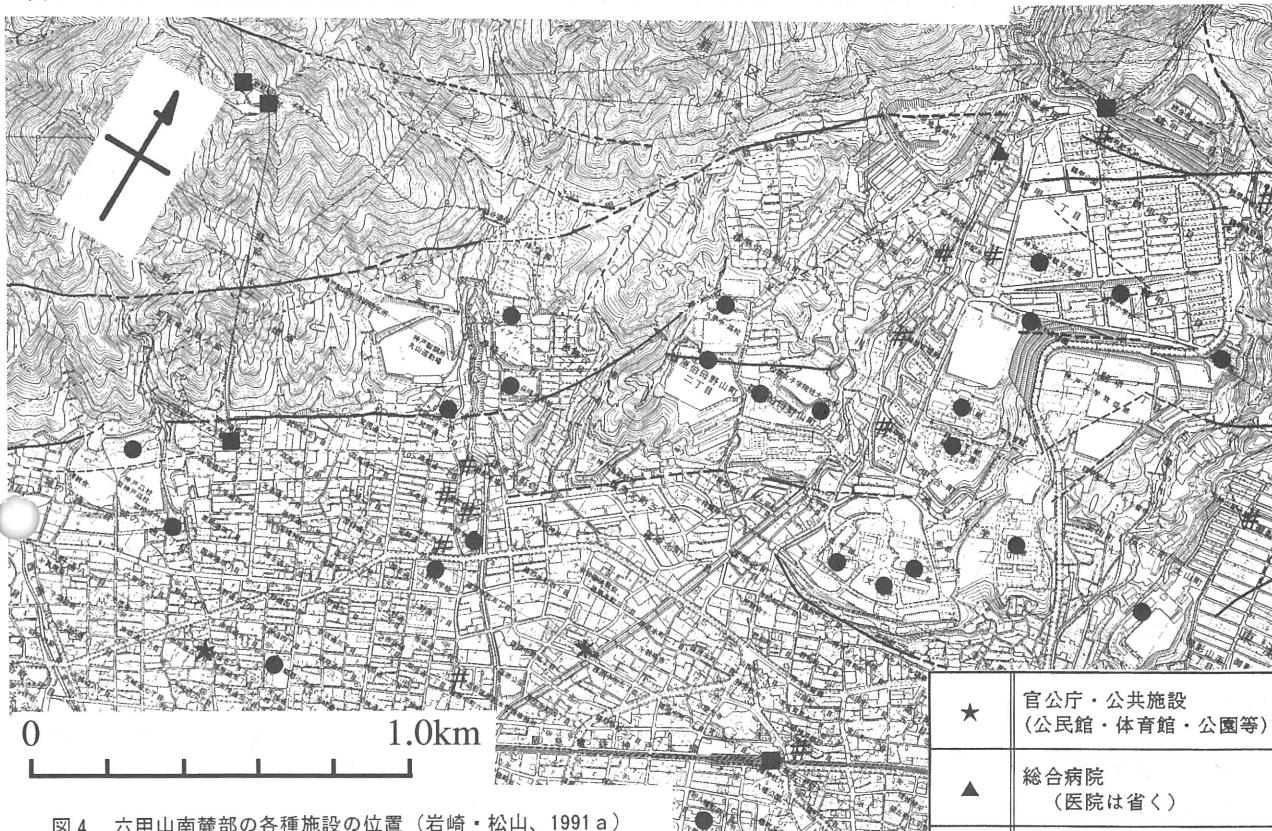


図4 六甲山南麓部の各種施設の位置(岩崎・松山、1991a)

たのが、図-4である。それらの施設から最寄りの活断層までの距離ごとに表したのが、図-5である。行政施設やライフライン関係の施設は、比較的活断層から離れている海岸よりも多いが、学校・病院などは活断層沿いに多い(岩崎・松山, 1991a, 1991b)。特に災害時の避難場所に指定されている学校の中には、活断層直上に構築されているものも

ある。

このような状態は、六甲山地南麓だけでなく、日本各地でもみられることである。今後、公共性の高い建造物の構築時に活断層を考慮するためや、ライフライン系の保全あるいは地震被害の策定のために、縮尺1万分の1程度の活断層詳細図は必要と思われる(岩崎・松山, 1991a)。

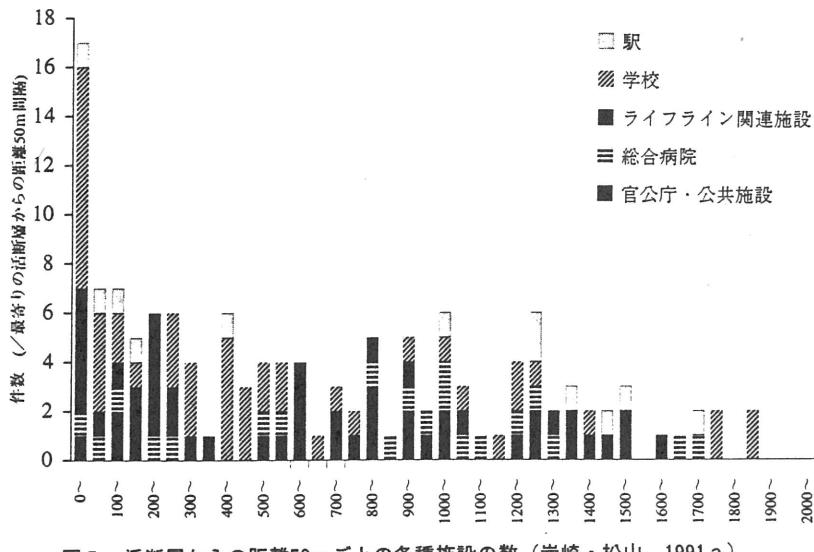


図5 活断層からの距離50mごとの各種施設の数（岩崎・松山、1991a）

1990年以降現在までに、数人の研究者によって数ヶ所の部分的な活断層詳細図が作成されている（活断層研究8号参照）。また、1993年以降、地質調査所によって縮尺2.5万分の1のストリップマップ（活断層に沿った帯状の活断層詳細図）が作成されつつある（例えば阿寺断層系ストリップマップなど、佃ほか、1993）。

空中写真を利用しての活断層の詳細な位置を把握する方法は、非常に有効な方法ではあるが、もちろん限界もあり、少なくとも地表面に断層運動の痕跡（断層変位）を残しており、それらが蓄積しているような断層であってこそ、この手法が使える。地表面にまで断層変位が達していない断層や、断層運動後に新しい堆積物に覆われているような場所では、断層位置の同定はできない。

地層変形からみた断層

大阪平野の中央部には、南北方向に洪積層からなる上町台地が延びている。1963年に、地盤沈下対策のために大阪平野の地層構造を知る目的で、深層ボーリング調査が実施された。港区田中元町におけるOD-1は、907m掘削されたが、孔底でも基盤岩に達しなかった。一方、上町台地の延長部の都島区都島南通りで掘削されたOD-2では、656.3mで基盤岩に達した。OD-1とOD-2は距離にして7kmしか離れていないにもか

かわらず、基盤岩の深度には400m以上の大きな差があることから、両者の間に断層（上町断層）が推定された（藤田、1976）。

この断層は、1968年近鉄奈良線が、難波駅乗り入れの地下工事を行ったときに確認された（竹中・藤田作図、Ikebe et al., 1964）。上町断層は、上町台地の西縁の崖よりさらに西側に位置しており、上町断層の直上の地表面には、何らの断層変位の痕跡も無かった。空中写真では、見えない断層である。

上町台地の高まりがほぼ南北方向に延びることから、上町断層もほぼ同様に南北方向に延びると推定された。その後、反射法地震探査によって、上町断層の深部構造、断層変位の実態などが明らかにされていった（例えば、堂島川沿いの測線、吉川ほか、1987）。しかし、依然上町断層の詳細なトレースは不明であった。

近年、民・学・官の協力により『関西における大深度地下空間利用に関する研究協議会』が発足し、その活動の一環として京阪神のボーリングによる地質調査結果を収集し、データベース化が図られた。収集されたボーリングデータは、京阪神一円で約30000本に達する。

収集されたボーリングデータを用いて、大阪平野の中で無数の断面図を作成した結果、大阪平野における沖積層や、G.L.-50m付近までの上部洪積層（いわゆ

る天満層など）のおおまかな構造や地層分布の状況がかなり明らかになった（「関西地盤」、1992）。

大阪平野西部の代表的な断面を図-6に示す。A-A'断面は大阪市中央部を、B-B'断面は、大阪市南部の大和川に沿って、ほぼ東西方向に切った断面図である。図中のMa12層は、今から12~13万年前に堆積した海成粘土層である。

B-B'断面のMa12層は、ニュートラム平林駅付近まではほぼ水平に分布しているが、平林駅付近から急に西に傾斜し、住之江公園駅付近では再び水平に分布するようになるが、その上面標高は西側に比べて約30m高くなっている。

このMa12層が示す、地層がかぎ型に折れ曲がるような変形は撓曲構造とよばれ基盤岩の上に厚い堆積物が覆っているようなところでみられる。地表近くの堆積物は折れ曲がっているだけであっても、地下深部の基盤岩は断層で切れている。

両断面で上町断層は、Ma12層やさらに下位の洪積層の連続が途切れる形で現われている。また汐見橋撓曲や、大和川撓曲などの撓曲構造は、Ma12層のかぎ型の折れ曲がりとして表現されている。

以上のような断面図を様々な方向で作成した結果、沖積層や上部洪積層の分布範囲やその構造（傾斜方向）、層厚の変化、さらに下位の大阪層群に属する洪積層の構造などが明らかになった。代表例として図-7にMa12層の上面標高分布図を示す。

Ma12層の分布は、上町台地によって、西大阪地域と東大阪地域に二分されている。さらに、西大阪地域についてみると、大坂城西側からJR大正駅付近にかけての線上と、地下鉄玉出駅から南西へ延びる線上で、急に上面標高が高くなっており、分布の東端になっている。これらの線は、Ma12層の分布を規制している構造と推定された。

以上のようにして、上町断層の位置をはじめとして、上町断層から分岐するような北東-南西方向の撓曲構造が浮かび上がってきた（図-8）。

ボーリングデータは、点の情報であり、空中写真のように面の情報ではないが、多くのデータを用いて、地層の変形を明らかにすることによって、地表面下に隠れた活断層の位置や変位方向などを明らかにすることができる。これが地層変形からみた断層である。

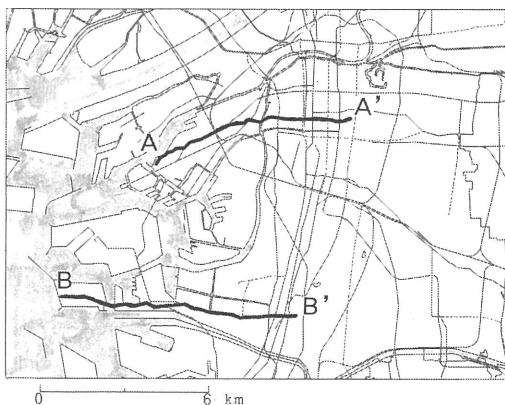
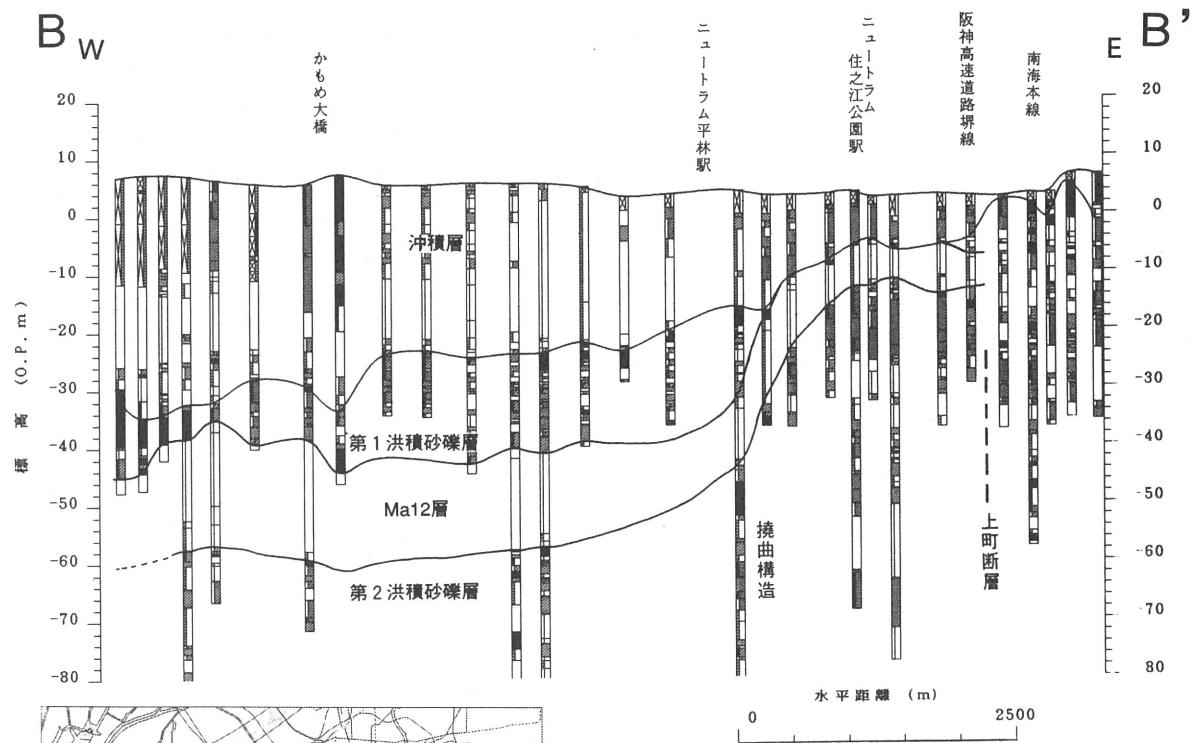
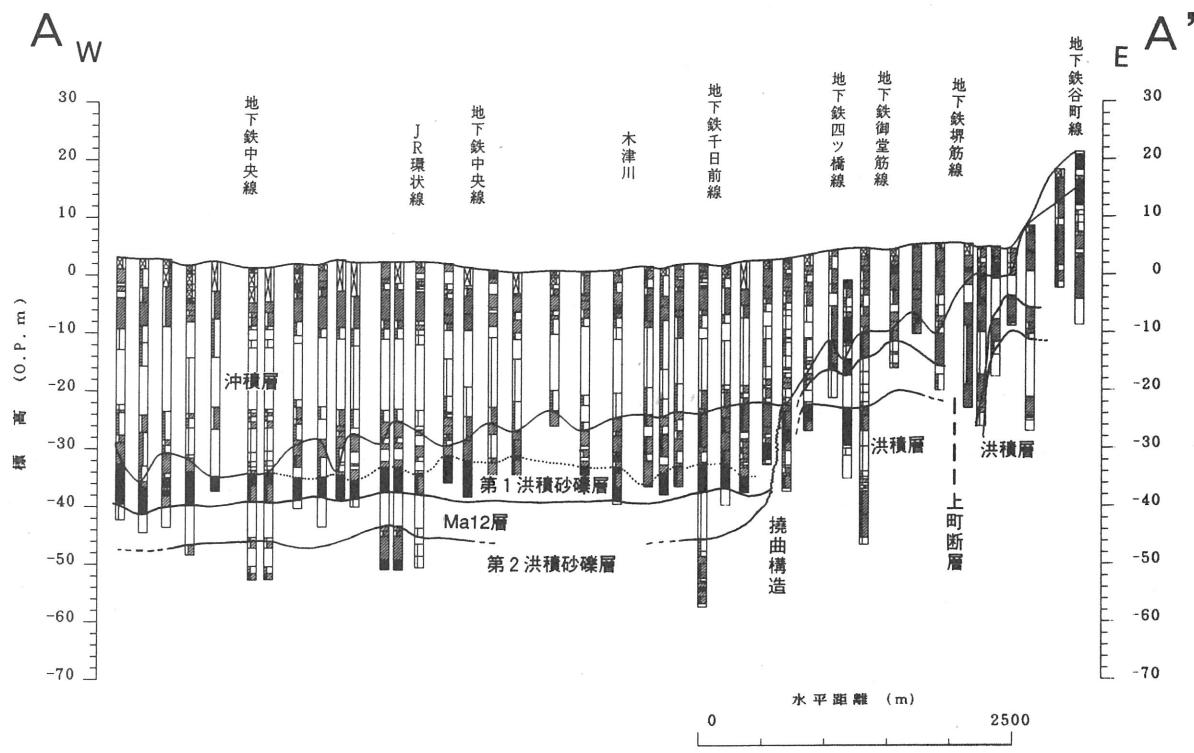


図6 大阪市西部の代表的地質断面図

上：心斎橋を東西に横切る断面図

中：ニュートラム沿った東西断面図

下：断面位置図

おわりに

このように、大阪平野周辺の活断層は、断層変位地形が非常に明瞭なものもあれば、地下に埋没している断層もある。これらの断層がいつ動くのか、あるいはいつ動いたかもわからない。これらの断層が動けば、直下型の地震となり、被害は甚大である。その被害を少しでも減少するために、あるいは被害に強い都市作りを目指すためには、断層毎の性質を調査するとともに、断層の通過する位置を正確に把握する必要がある。

そのためには、断層変位が明瞭な断層については、空中写真を有効に利用し、1万分の1程度の縮尺の活断層詳細図を作成することが有効である。また、地下に存在する断層については、ボーリングデータベースを駆使し、地層の変形や、層厚の変化、層相の変化から断層を抽出し、その位置をできるかぎり正確に把握すると共に、地層の変形も含めて断層変位の特徴を把握するようにしなければならない。

参考文献

- Ikebe N., Iwatsu J., Takenaka J. (1966) : Quaternary geology of Osaka with special reference to land subsidence. Jour. Geosci. Osaka City Univ., 13, 39–98.
- 松田時彦・岡田篤正(1968) : 活断層. 第四紀研究, 7, 4, 188–199.
- 藤田和夫(1976) : 「日本の山地形成論」. 蒼樹書房, 466 p.
- 藤田和夫(1982 a) : 近畿の地形と第四紀地殻変動. 応用地質の最近の研究. 日本応用地質学会関西支部, 9–20.
- 藤田和夫(1982 b) : 大阪地盤と地殻変動. 応用地質の最近の研究. 日本応用地質学会関西支部, 143–152.
- 松山紀香・岡田篤正(1991) : 空中写真判読による六甲山地南麓部の活断層詳細図. 活断層研究, 9, 62–92.
- 岩崎好規・松山紀香(1991 a) : 地盤環境条件図としての1万分の1活断層マップ. Proceedings of the 1st Symposium on Geo-Environments, 185–190.
- 岩崎好規・松山紀香(1991 b) : 災害地盤環境条件図としての1万分の1活断層マップ. 地球環境と応用地質. 日本応用地質学会関西支部創立20周年記念論文集, 295–304.
- 吉川宗治・町田義之・寺本光雄・横田裕

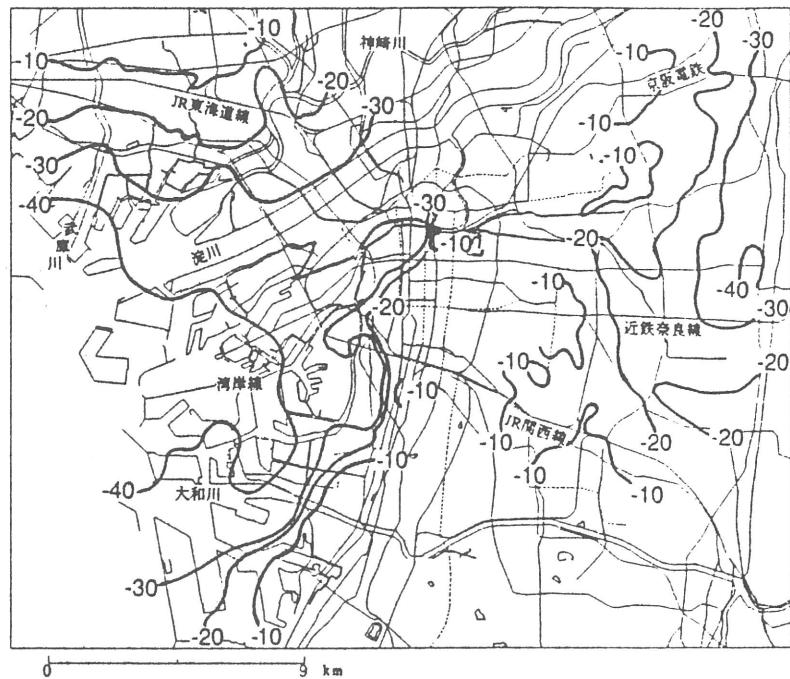


図7 Ma 12層の上面標高図 (1992) 「関西地盤」、「関西地盤」、1992)

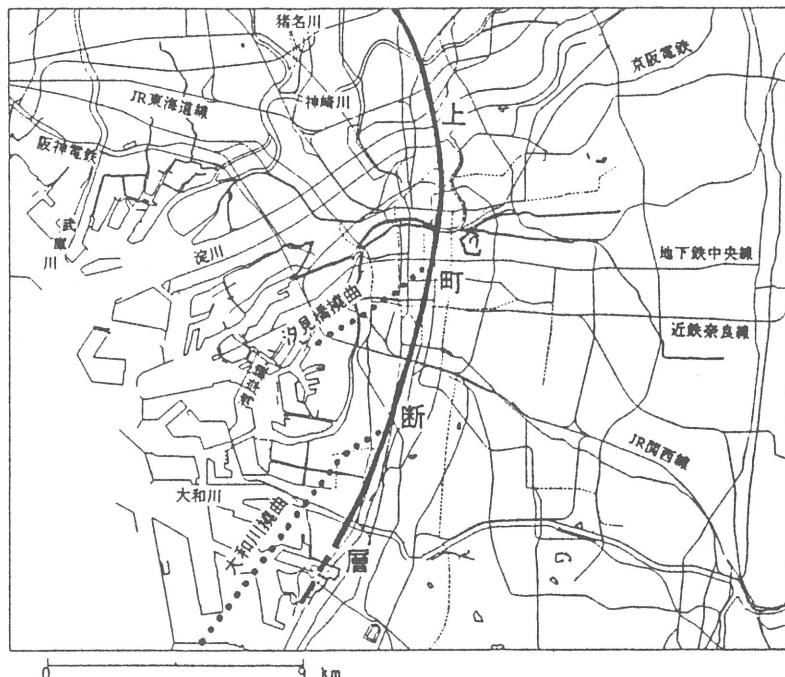


図8 大阪平野西部の地質構造図 (1992) : (「関西地盤」、1992)

- ・長尾英孝・梶原正章(1987) : 大阪市内における反射法地震探査. 物理探査学会第77回(昭和62年度秋季)学術講演論文集, 114–117.
- 関西の大深度地盤の地質構造とその特性の研究委員会・地下空間の活用と技術に関する研究協議会(1992) : 「関西地盤」. (社)土質工学会関西支部, 212 p.
- 佃 栄吉・粟田泰夫・山崎晴雄・杉山雄一・下川浩一・水野清秀地質調査所(1993) : 2.5万分の1阿寺断層系ストリップマップ説明書. 構造図(7), 地質調査所, 39 p.

地上からは見えない地質構造を探る

株式会社オキコーポレーション 加藤雅一

はじめに

大阪盆地は近畿地方の中央西部に位置し、大阪湾および大阪平野を淡路島や六甲、北摂、生駒、和泉などの山地が取り囲んでいる。大阪平野は淀川・大和川によって形成された沖積平野で、大阪市中央部を南北に延びる上町台地がこの平野を東西に分断しているが、この台地の西縁部には上町断層と呼ばれる活断層が南北に走るものと考えられている。

一方、本秋開港が予定されている関西国際空港の海底地盤は、もちろん目には見えないが、海上からのボーリング調査結果、およびそれに伴って採取された試料について実施された微化石調査などから、地質構造の全容が把握されている。

このように地上から直接見ることのできない地質構造はいかにして解明されたのだろうか。地質屋のみならず多くの土木技術者、建築に関わる技術者諸氏も多いに興味をおもちのことと思う。

そこで本論では関西国際空港の海底地盤構造に関する解析法や、放射能探査による断層調査など直接見ることのできない地質構造を探る方法について、関西を舞台に紹介してみたい。

海底地盤構造の解析

大阪湾の地下構造およびその変遷過程については、これまでに種々の調査研究が行なわれ多くの成果が発表されてきた。しかしこれらは音波探査、地震波探査や沿岸域でのボーリング調査結果を適用したもので、海底ボーリングのデータに直接基づくものは少ない。

近年、関西国際空港の建設に際し実施された地盤地質調査は、理学的な調査研究法によって海底地盤の層序を解明し、多大な成果をあげた。そこで筆者は、この調査結果をもとに空港島建設予定地における海底地盤の地下等高線図を作成し、その走向・傾斜の変化を時系列的に考察することにより、海底地盤構造および堆積変遷過程の推察を試みた。

空港島の海底には粘土層、砂層、砂礫層などの未固結の地層群が広く分布している。これらの地層群は泉州沖層群と命名され、下部を泉南沖累層、上部を空港島累層として区分された。空港島累層の模式層序を図1に示す。

空港島累層は一般に各10層準の粘土層と粗粒堆積物の繰り返しかなり、微化石を多産する。特に石灰質化石を多産する特徴があり、海成層と非海成層のサイクルが顕著に認められる。層序は海面下400mまで掘削した2本のボーリングを基準として、各層に産出する特徴のある化石や火山灰の名称で11部層に区分されている。

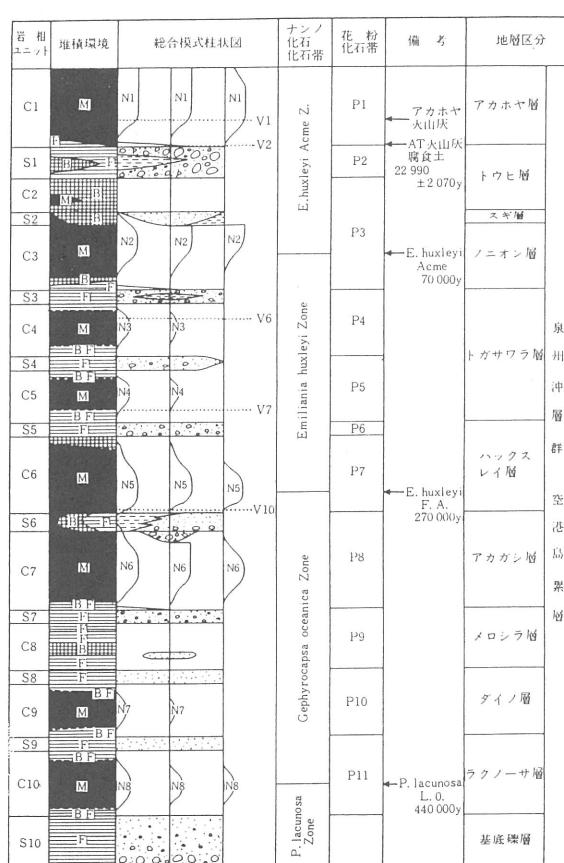
泉南沖累層では、古地磁気および火山ガラスのX線屈折率などの調査からアズキ火山灰層の分布が確認されており、それを含む粘土層は微化石調査から陸域のMa3海成粘土層に対比される。

以上の各基準面の各ボーリングにおける深度を位置図にプロットして海底地盤の地下等高線図を作成し、その解析結果を用いて、空港島における地層面構造の変遷を考察した。地層面構造を考察する鍵として、走向を用いたが、走向とは地層が水平面と交わる方向を表し、傾斜は

これに直交し水平面となす角度である。走向がN75°Eである場合、その地層の等高線は北から75°だけ東にむいている。

図1中のS1, C7層下端面の等高線、および約87万年に堆積したと考えられているアズキ火山灰層上端面の等高線を、図2(a)～(c)に示す。S1層は洪積層第一砂礫層で、大阪平野下の天満砂礫層の対比され、下端面の年代は約5万年前と考えられている。C7層はいわゆるMa9海成粘土層に対比され、図2(b)はこのうちの海成層の下端面を示しており、その年代は33～35万年前と考えられている。

アズキ火山灰層上端面の走向はN75°Eであるが、上方に移行するに従い次第に左回りに回転するよう変化し、S1層下端面ではN46°Eになっている。走向値は、堆積時の海底面や海岸線の方向を表すものと考えると、走向値の変化は最下位のアズキ火山灰層を堆積した海底



注：M：海成層、B：汽水成層、BF：汽水成層または非海成層、F：非海成層

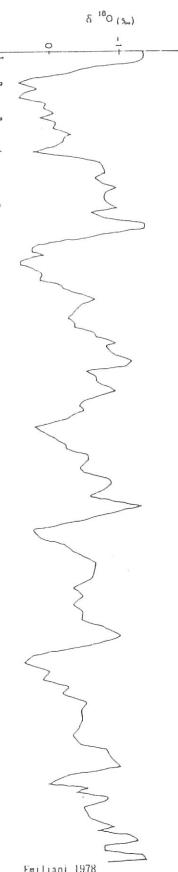


図1 空港島累層の模式層序

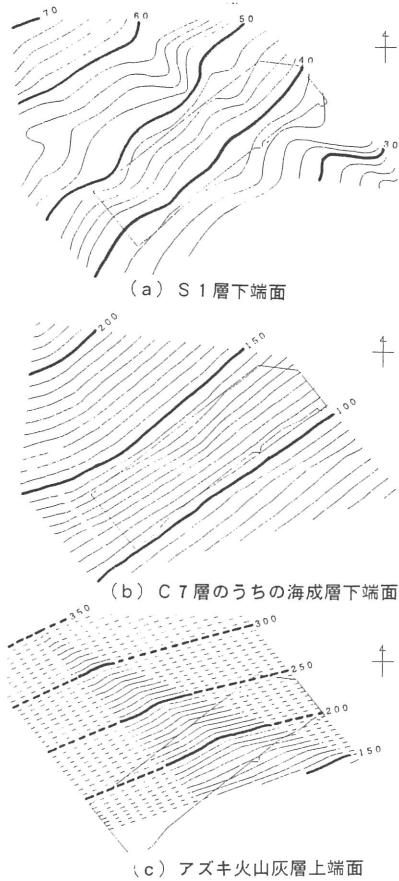


図2 空港島海底の地下等高線図（海面からの深さ、単位はm）

面がその後次第に左回転するように変化したと考えられる。

傾斜勾配は上位に移行するに従い次第に緩やかになり、現海底面では沖に向って少し傾く程度でほとんど水平に近い。これは、この場所が現在も堆積盆としての沈降の場であることを意味している。また走向の変化、すなわち傾斜方向の変化は堆積盆の中心が変化したものと解釈される。

上記の考察により、基準面の走向・傾斜がある方向性をもって経時に変化したと考えられる。従来、大阪堆積盆地は、気候変化に伴う海水準変動や第四紀地殻変動に伴う山地の上昇によって海域の拡大・縮小が起こり変化したと考えられてきたが、これと併行して堆積盆の中心が移動するような変化があったことが推察できた。

このような海底地盤構造を解明できたのは、20枚以上の地層を正確に対比する技術が開発された事に起因する。それはボーリング試料について微化石総合調

査、ナンノ化石総合調査をはじめとする微化石調査や火山灰および火山ガラス調査、古地磁気調査、堆積物の解析や年代測定などの新しい技術や手法を導入した成果といえよう。これは肉眼では直接見ることのできないものに対する飽くなき探求心と、関西国際空港の建設を地質学という学問から支えた科学者の執念であろう。

放射能探査による断層調査

大阪平野下の地質構造については昭和初期より調査研究が進められ、OD-1号井など数100～1000m級の深層ボーリングによって地質層序・構造が研究されてきた。

上町台地の西縁部には上町断層と呼ばれる地下構造線が存在し、千里丘陵の佛念寺山断層に続くことが古くから指摘されている。上町断層は逆断層であることや、台地西縁部に数100mにおよぶ鉛直方向のずれが推定されており、既存の文献でも地質断面における岩相の変換点付近に断層の存在を示唆しているが、いずれも詳細な平面位置や方向性および横ずれの有無については未解明に近い状態である。

このような断層の探査法の一つとして放射能探査がある。地殻を構成する岩石中には、ウラン、トリウム、カリウムなどの放射性同位元素が多く含まれている。このうちウラン、トリウムはその壊変系列中にガス体であるラドンを生じる。ラドンは岩石中の亀裂や断層等を通路として上昇し、表層の土壤中に蓄積されたり、あるいは空気中に放出される。したがって地表で放射能を測定すれば、このような亀裂や断層の位置で高い放射能強度を示すことが予測される。

筆者は市街地の歩道や中央分離帯に設けられた街路樹の植込において放射能探査を実施した。使用機器はシンチレーションサーベイメータを用い、1秒間にシンチレーターに取り込まれるラドン原子数を測定することにより、各測点ごとの放射能強度を測定した。当初は放射能探査の信頼性が懸念されたため、地下鉄・高速道路などの建設に伴う詳細な地質断面図がある国道1号、中央大通り、長堀通りなどの主要道路を探査測線として、放射能強度と地質構造との関係を考察した。測点間隔はほぼ100mで、各測線においては4～6km程度の探査を行っ

ている。この研究に従事して以来、大阪平野下での探査測点数は2000点を超えている。

国道1号沿いで地下鉄南森町駅の東側に断層の存在が知られている。放射能探査結果では図3に示すように堀川小学校付近に高い放射能強度を示しており、既知の断層の位置と整合している。この断層が伸びる方向を考察するために土佐堀通りの淀屋橋から大坂城の北側まで放射能強度を測定した結果、松屋町筋と堀筋の間では放射能強度が高く、阪神高速環状線の西側にピークが認められた。この高放射能強度ゾーンが連続するものと考えると、阪神高速守口線南行き路線が堂島川を横断する付近に断層の存在が推定される。また阪神高速守口線および阪神高速環状線の堂島川路線の地下地質断面図を見ると、ボーリング調査結果で確認された断層の位置と高放射能強度ゾーンとは非常によく一致することが判る。この結果は、上町断層もしくはそれに伴う断裂が北東～南西方向の構造をもつ傾向を示唆している。

ただし上町断層が近鉄日本橋駅から南森町方面にむかってほぼ南北に伸びることが、これまでの既存資料から明らかである。したがって上町断層は全体としてはほぼ南北方向に伸びるけれど、細かく見ると北東～南西方向に雁行状に連続することが推定される。

以上のように放射能探査は広域調査においては良好な結果が得られるが、測定対象が地下深部からのガス体であり、表層部における分散や断層の物理的な幅を考慮すると、狭小な範囲の断層探査に適しているとは言い難い。しかし建築物の構築予定地付近に断層の存在が推定されている場合には、それが敷地内を横断しているのかどうかや、その方向性を概略的に把握するには有効な手法といえよう。

この放射能探査と同時期に、先に紹介した微化石調査などの技術を駆使して上町断層にアプローチした研究成果も公表されている。両者の結果は、平面的に見れば僅かに異なる部分もあるが、ともに上町台地付近に北東～南西方向の構造が存在することや、上町断層自体が複数の断裂の集合体であること、横ずれを伴った断層であることなどを唱えており、大局的には整合しているといえよう。

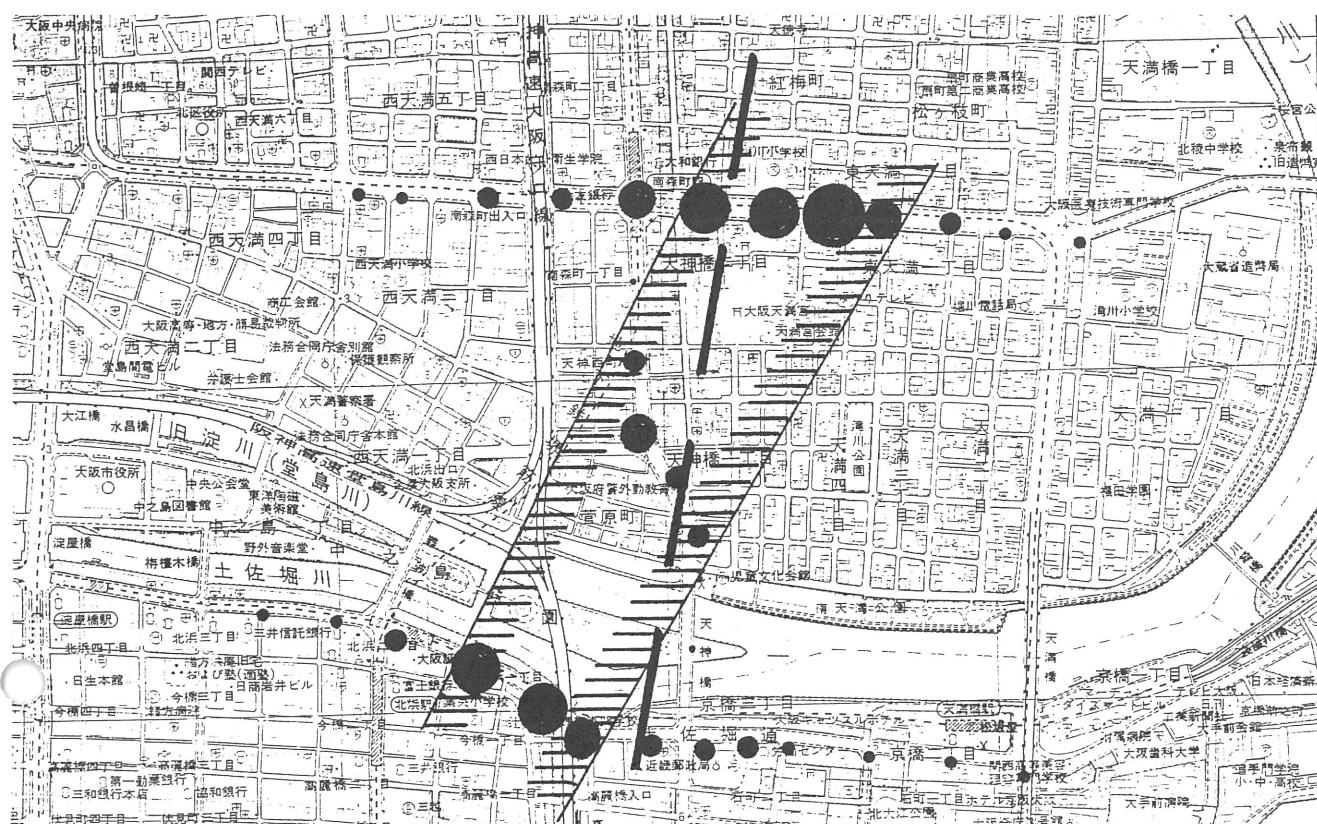


図3 国道1号南森町～土佐堀通り付近の放射能探査結果

放射能強度の偏差値

- 52.0 以上
- 51.5～51.9
- 51.0～51.4
- 50.5～50.9
- 50.0～50.4
- 50.0 未満

— 従来推定されている上町断層の方向

////// 高 放 射 能 ゾ ー ン

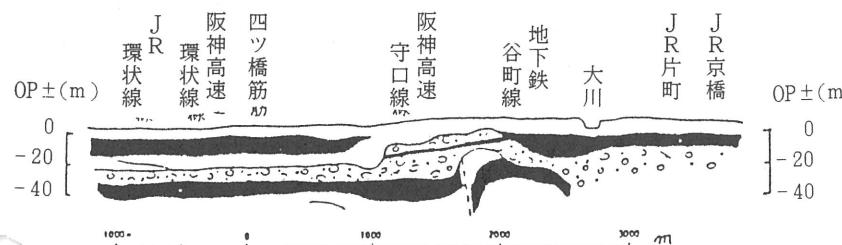


図4 国道1号の地質断面図

図1 空港島累層の模式層序

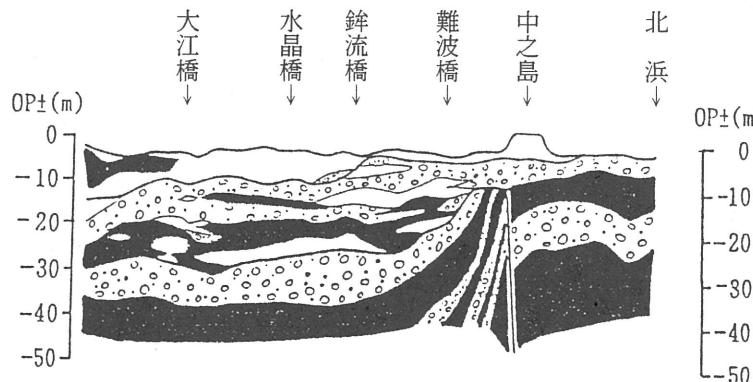


図5 阪神高速堂島川線の地質断面図

おわりに

建築物を築くには、先ずその礎となる地盤を充分に把握する必要がある。ところが関西には大阪平野や大阪湾などのように、肉眼では直接見ることができず、ブルドーザーなどによる掘削では容易に確認することのできない地下構造が潜んでいる地域がある。計画地付近に活断層の存在が懸念される場合、敷地内を横断するのか?、その方向性は?、規模は?、活動度は?、など多くの問題が挙出される。

しかし從来未解明に近かった地質構造が、近年の科学技術の発達により、かなり詳細に把握できるようになってきた。新しい調査手法の導入により、早期発見が可能になりつつある。設計が完了し、総工費が算出され、施工準備が進み、地下構造物の掘削を行った時点で断層が発見された、などという手遅れのないことが望ましい。ジオフロント、ウォーターフロントなど新たな展望をもつ関西においては、将来を見越した懸命な対応が必要なのではなかろうか。

最後に、本論をまとめるに際しては、神戸山手女子短期大学 中世古幸次郎教授に種々の御指導を賜わった。

(参考文献 次項)

参考文献

- 1) 中世古幸次郎(1984) : 「関西国際空港地盤地質調査」、災害科学研究所報告
- 2) 中世古幸次郎(1987) : 「海底地盤調査における各種地質学的手法の適用 - 関西国際空港を例として - 」、応用地質 Vol. 28, No. 4
- 3) NHKテクノパワープロジェクト(1993) : 巨大建設の世界③海上空港・沈下との戦い 日本放送出版協
- 4) 柴山元彦・加藤雅一(1989) : 「関西国際空港島の海底地盤構造について」、大阪教育大学紀要第38巻第1号
- 5) 日本建築学会近畿支部・土質工学会関西支部(1966) : 「大阪地盤図」、コロナ社
- 6) 藤田和夫(1985) : 「変動する日本列島」、岩波新書
- 7) 柴山元彦・加藤雅一(1990) : 「放射能探査法による上町断層の研究 - 大阪地下地盤構造の研究(その6)」、大阪教育大学紀要第39巻第1号
- 8) 柴山元彦・加藤雅一(1991) : 「放射能探査法による上町台地東縁部の断層群についての研究 - 大阪地下地盤構造の研究(その7)」、大阪教育大学紀要第39巻第2号
- 9) 中世古幸次郎・平野裕三(1991) : 「上町台地を中心とした地下地盤構造」、神戸山手女子短期大学紀要第34号

会員紹介

多賀 謙蔵

(勤) (株)日建設計大阪構造事務所構造部
(趣) スポーツ観戦 ドライブ

構造屋さん15年生です。某ビッグプロジェクトに参加し、基本設計～現場監理と丸4年半を経て復員してきました。少しリハビリが必要かと思っていたら「いやあ、自転車と同じですぐなるよ」と親切にたくさん仕事をいただき、すぐ構造屋さんに戻れそうです。これからよろしくお願ひします。



高谷 武

(勤) 修成建設専門学校
建築工学科
(趣) スポーツ 読書(歴史)

専門学校においては、つい学生が主となり外部との接触が少くなり日進月歩している構造に戸惑いを感じている今日此の頃で、何とか時代に遅れず、またコンピューターに使われず前進すると共に、視野を広げるために会員になります。よろしく御指導の程お願い致します。



●支部の動き

- 2/8 基礎分科会
- 2/10 PC・工業化分科会
- 3/9 構造計画分科会
- 3/16 定例研究会 PC・工業化分科会主催 施設交流館
テーマ「最近の工業化構法について」
- 3/28 講演会協賛 主催日本建築学会近畿支部 施設交流センター
テーマ「1994.1.17 ノースリッジ地震」
- 3/29 耐震設計分科会

●本部の動き

技術フォーラムが名古屋市電気文化会館で開催されました。本年は例年と異なって総会と切放し、中部支部に全国の

会

- 4) 柴山元彦・加藤雅一(1989) : 「関西国際空港島の海底地盤構造について」、大阪教育大学紀要第38巻第1号
- 5) 日本建築学会近畿支部・土質工学会関西支部(1966) : 「大阪地盤図」、コロナ社
- 6) 藤田和夫(1985) : 「変動する日本列島」、岩波新書
- 7) 柴山元彦・加藤雅一(1990) : 「放射能探査法による上町断層の研究 - 大阪地下地盤構造の研究(その6)」、大阪教育大学紀要第39巻第1号
- 8) 柴山元彦・加藤雅一(1991) : 「放射能探査法による上町台地東縁部の断層群についての研究 - 大阪地下地盤構造の研究(その7)」、大阪教育大学紀要第39巻第2号
- 9) 中世古幸次郎・平野裕三(1991) : 「上町台地を中心とした地下地盤構造」、神戸山手女子短期大学紀要第34号

能探査法による上町断層の研究 - 大阪地下地盤構造の研究(その6)」、大阪教育大学紀要第39巻第1号

8) 柴山元彦・加藤雅一(1991) : 「放射能探査法による上町台地東縁部の断層群についての研究 - 大阪地下地盤構造の研究(その7)」、大阪教育大学紀要第39巻第2号

9) 中世古幸次郎・平野裕三(1991) : 「上町台地を中心とした地下地盤構造」、神戸山手女子短期大学紀要第34号

木下 郁夫

(勤) (株)南建築事務所設計部
(趣) テニス



建築設計に係わって18年、日常の業務の中では“安全性と経済性”を念頭に、常により良い建築を創る努力をしたいと思います。現在の建築・空間構成は意匠・構造・設備と施工の共同作業。それぞれが名人の職責を全うしてこそ、良い建築が生まれるのではないかでしょうか。

田中 勝

(勤) (株)新井組技術本部技術研究部
(趣) 読書、登山



建築構造に長年かかわってきて一番強く感じたことは、理論と現実のギャップが大きいことです。現在は技術研究部門の仕事をしていますが、今後の研究活動を通じて、そのギャップを少しでも小さくできるよう、有効な装置や工法を開発していきたいと考えています。

●編集後記

今回は関西の活断層について特集しました。編集に際して、断層研究資料センター理事長の藤田先生に執筆と御助言を頂きました。本当に有難う御座いました。藤田先生はセンターの、より一層の充実をはかるため、努力しておられます。まだセンターに未加入の方も先生の主旨に賛同して頂き、入会して頂ければ幸いだと存じます。田中・三輪

発行(社)日本建築構造技術者協会関西支部事務局
懇親会主催 施設設計部 担当 保野 博
TEL(06)538-5371-(5700) FAX(06)538-5445

会員が集いました。

日時 5月20日(金) 13:00~17:30
場所 電気文化会館

テーマ 「他産業に学ぶ」

講演1 H2-Rocketの開発

講演2 高速船の開発

講演3 Linear-Motor-Carの開発

21世紀への架け橋と言える最先端の動く構造物の開発に携わっておられる方の活き活きとしたお話しに時間の経つもの

忘れて聞き入りました。面白かったです。
●事務局よりのお知らせ

6/11~6/19の期間第7回JSCA海外研修会が実施されます。総勢28名がアテネを中心として古代建築に触れて来ます。成果をご期待下さい。