

第244回地質調査所研究発表会講演要旨*

特集 兵庫県南部地震の地質学的背景

兵庫県南部地震と地質調査所

衣笠善博

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震に関して、地質調査所では地震の直後から緊急調査を行うとともに、平成7年度には以下に記すような、震源域の活断層の活動履歴の調査、深部から浅部にわたる地下構造調査、地殻応力の測定など、多方面にわたる調査・研究を実施した。

1. 有馬-高槻-六甲断層系活断層調査
2. 近畿地域西部における地震予知観測研究
3. 地震発生ポテンシャル評価のためのフィージビリティ調査
4. 要注意活断層調査
5. 地質図の数値化

講演会では、兵庫県南部地震の概要を述べた後、これらの調査・研究の成果の概要を述べた。(首席研究官)

有馬-高槻-六甲断層帯の活動履歴と 1995年兵庫県南部地震

栗田泰夫*・寒川 旭**
鈴木康弘***・吉岡敏和****

1995年兵庫県南部地震は、「要注意断層」(Matsuda, 1981)と指摘されていた有馬-高槻-六甲断層帯の南西部に発生した。地震後に、同断層帯の他の区間における地震発生ポテンシャルを評価する目的で、トレンチ掘削等による活動履歴調査を実施した。この結果、淡路島北西岸の1995年地震断層における活動の再来間隔は約2-2.5千年であったことが分かった。また、同島北東岸の東浦断層等の活断層及び有馬-高槻構造線活断層系の中・東部では、再来間隔が約1.5-2.5千年であり、1596年慶長伏見地震の際に最新活動があったことが分かった。有馬-高槻-六甲断層帯は、固有の変位を繰り返す3-4つの主要セグメントから構成されており、全体としては活動期と静穏期のサイクルを繰り返している

*平成8年11月6日東京、石垣記念ホールにおいて開催

ると考えられる。最近の活動期では、約400年前に2-3つのセグメントが運動して活動し、残りの1つのセグメントが兵庫県南部地震の主要な発生源となった。

(*環境地質部・**大阪地域地質センター・***愛知県立大学・****地質部)

通商産業省における地震調査研究の 取り組みについて

富田育男

戦後最大の震災となった阪神淡路大震災を契機として、昨年、地震防災対策特別措置法が施行され、地震に関する調査・研究等の推進を図っていくために地震調査研究推進本部が設置された。通商産業省をはじめとする関係省庁は、地震調査研究推進本部の下、地震調査研究を推進しているところ。

最近では、地質調査所で調査を実施した糸魚川-静岡構造線について、推進本部地震調査委員会で評価・広報されている。地質調査所で実施した他の地点の活断層調査結果についても、同調査委員会で評価が実施される予定。(工業技術院総務部研究業務課長)

神戸地域の地下地質と1995年兵庫県南部地震

遠藤秀典*・塚本 齊*・中澤 努*・渡辺史郎**
牧野雅彦**・村田泰章***・渡辺和明***

1995年兵庫県南部地震による神戸地域の被害と地下地質の調査結果について概要を報告した。重力探査結果から、平地の山地側には基盤深度の急傾斜部が分布し、階段状の構造をなす。重力が急勾配から緩勾配に変化する場所に大きな落差を伴う逆断層が分布すると推定できる。浅層反射法弾性波探査によって伏在断層の存在が確認された。また、極浅層反射法探査によって、断層は浅部で分岐するなど複雑に分布し、一部は地表直下まで達していることなどが明らかになった。神戸市中央区脇浜町周辺における浅部地質の総合的調査のうちボーリング調査結果では、浅部は主として扇状地性の堆積物からな

る。地質年代が18,000年より古く、ATを含み、関東地方の立川段丘に相当する更新統が分布することなどが明らかになった。また、地震後の水準の繰り返し観測結果から、1995年10月から1996年2月までの期間では、ステップ状やとう曲状の変動が特徴的に認められ、兵庫県南部地震による地下深部の断層変位の一部分が地表直下まで達した可能性があることが明らかになった。これらの地下地質と被害分布との関係を検討すると、被害分布には、断層によって区切られた地下地質構造が密接に関係していることを示す。震動が大きくなった要因には多くの可能性があるが、地震観測結果は、地下浅部までを含めた地下地質構造の不整形性が震動分布に密接に関係していることを示唆する。

(*環境地質部 **地殻物理部 ***地質情報センター)

終端付近(北淡町育波:育波,宝塚市:宝塚),有馬・高槻構造線沿い(大阪府池田市:池田)で調査・観測井を掘削し、連続コアの採取とコア試料・坑井を利用した各種調査を行った。更に坑井を歪・地震・地下水位の観測井として利用している。野島平林において断層を貫く坑井を掘削し、コア観察・検層等の結果から、野島断層の地下構造・物性等を明らかにした。また他の坑井では、得られたコア試料による地殻応力測定を行うとともに、水圧破碎法等による絶対応力の測定を行った(池田・宝塚・育波)。坑井の深度は池田:800m,宝塚:1,000m,垂水:303m,平林:747m,育波:1,000mである。さらに坑井内に3成分歪計・高感度地震計・強震計を設置し、地下水位とあわせて観測を継続している。

(*地殻熱部 **地殻物理部)

群発地震発生域直上での地殻応力測定 —兵庫県猪名川町における—

佐藤隆司・楠瀬勤一郎・長 秋雄

兵庫県川辺郡猪名川町の周辺では、1994年7月以来、断続的に群発地震活動が続いている。特に、1995年1月17日の兵庫県南部地震直後から始まった活動では、深さ1km以浅の地震も発生している。我々はこの群発地震活動域のほぼ直上で深さ1,000mのボーリング孔を掘削し、地殻応力測定をはじめとする各種調査を行った。

水圧破碎法による応力測定が深度100m付近、600-700m、950m付近で行われた。このうち深度950m付近での測定では、最大水平圧縮応力約70MPa、最小水平圧縮応力約40MPaという非常に大きな応力値が得られた。また、水圧破碎法及びボアホールブレイクアウト(孔壁の破壊)の出現方位から求めた最大水平圧縮応力の方向は東-西ないし北西-南東方向が卓越する。講演では、これらの測定結果と周辺地域における既存の応力測定結果や地震の発震機構のデータとの比較がなされた。

(環境地質部)

断層近傍における坑井による地球物理観測

伊藤久男*・栗原保人**・宮崎光旗**
木口 努**・西澤 修*

兵庫県南部地震を引き起こした有馬-高槻-六甲断層帯において、断層運動の異なる場所5ヶ所;野島断層沿いの破壊開始地点付近(神戸市垂水区:垂水)、破壊域

トレンチ調査により解明された 要注意活断層の活動時期

杉山雄一*・下川浩一*・奥村晃史**・水野清秀*
佐竹健治*・山崎晴雄***

要注意断層とされている長野県の伊那谷断層帯、静岡県富士川断層系、及び神奈川県国府津-松田断層の断層活動史の解明を目的として、トレンチ調査を実施した。

その結果、伊那谷断層帯のうち、伊那盆地西縁の逆断層系については、最も新しい活動が少なくとも6000年前以降であり、2300年前頃に発生した可能性が高いことが分かった。また、その一つ前の活動は約1万年前に起きたことが明らかになった。一方、伊那盆地の内部を縦走する前縁断層系については、完新世の断層活動を示す証拠は得られなかった。富士川断層系については、大宮断層のトレンチ調査の結果、同断層が約3000年前の縄文時代晩期に活動したことが明らかになった。また、約1万年前から3400年前の間にも断層活動があったと推定された。国府津-松田断層に関しては、縄文時代中期-弥生時代末期の間に活動した断層や約3千年前に形成された地割れや地すべりが確認され、約3千年前の縄文時代晩期に断層活動があったと考えられる。

(*環境地質部 **広島大学 ***東京都立大学)

反射法深部構造探査による1995年兵庫県南部地震 震源域周辺の断層・基盤構造

横倉隆伸・加野直巳・山口和雄・宮崎光旗

1995年兵庫県南部地震を引き起こした造構造運動解明の一助として、当地域の変形構造を広域的に、また地下数kmという深部まで解明するため、陸域・浅海域・海域にわたる反射法深部構造探査を実施した。本探査により、1) JR神戸駅の北方や芦屋川周辺の平野部には明かに活断層と思われるものが存在すること、2) 花崗岩体の周辺を画する断層は低角逆断層であるものが多いこと、3) 大阪湾断層は和田岬沖において3つに分岐し、ひとつは和田岬断層に、他は六甲アイランド方面へと続くこと、4) 淡路島内の楠本断層直下まで海からの基盤が入り込んでいることから仮屋断層が低角の逆断層であることが示されたこと、5) 大阪湾の基盤深度は最深部で3,000mを越えるがこれと対照的に播磨灘側はせいぜい1kmと浅いこと、6) その他多くの新たな断層が発見されたこと、などの結果が得られた。

(地殻物理部)

淡路島の地震断層ストリップマップ

水野清秀・粟田泰夫

兵庫県南部地震に伴って、淡路島北西岸では、長さ10.5km、変位量1.6-1.8(最大2.5)mの地震断層が出現した。地震断層は大きく2つの断層線に分けられ、ひとつは既存の野島断層に沿って8.8km、もうひとつは水越撓曲の北西部に沿って3.0kmの区間である。地震断層は、淡路島北部の東岸の採石場跡地でも、長さ1.6kmにわたり変位量0.1-0.2mのものが出現した。

地質調査所では、これらの地震断層の地表での形態や変位量等について、できるだけ多くの地点で観察や測量、スケッチ、写真撮影等を行った。断層の位置や変位量、亀裂の分布などの調査結果を縮尺10,000分の1の地質図上や2,500分の1の地形図上に表現した地震断層ストリップマップを現在作成中であり、その原図をポスターセッションで掲示した。測定したすべての地点の断層変位量を変位量を示し、観察のポイントとなる事項を書き込みで示した。

(環境地質部)

有馬-高槻構造線のトレンチ発掘調査

寒川 旭*・杉山雄一**

兵庫県南部地震では淡路島北西岸の野島断層が活動し、断層活動は神戸側の六甲断層系の深部にまで及んだ。しかし、その東方延長の有馬-高槻構造線は活動しなかったため、地震直後には同構造線が近い将来に活動し、京阪神地域直下で大地震が発生する危険性が危惧された。このため、同構造線の活動可能性を評価するため、川西、箕面、茨木の3地区でトレンチ調査を実施した。その結果、川西地区の最新活動時期は安土桃山-江戸時代初頭、箕面地区のそれは室町-江戸時代であることが判明した。また、茨木地区の最新活動時期は鎌倉と地震史料及び遺跡の地震跡に関するデータから、本構造線の最新活動は1596年慶長伏見地震に対応すると結論された。また、その前の断層活動は2,800年ほど前の縄文時代晩期に生じたと考えられ、1596年の最新活動との活動間隔は約2,500年となる。400年前の最新活動と2,000年以上の活動間隔から、有馬-高槻構造線が近い将来活動して、大地震を引き起こす可能性は低いと考えられる。

(*大阪地域地質センター・**環境地質部)

鳴門海峡部の中央構造線の活動履歴調査

吉岡敏和*・水野清秀**

調査は、まず、徳島県鳴門市大手海岸・淡路島南淡町阿万地区間の鳴門海峡海域においてソノプローブ及びスパーカーを同時に併用して音波探査を実施し、断層の位置を確認した後、大手海岸沖において海底コア採取を行った。

音波探査から得られた断面では、沖積層と推定される被覆層中の反射面に、南落ちの断層変位が見られた。この断面では、鍵となる反射面が、海底面以外に3面認められ、これらを上から反射面a、反射面b、反射面cとした。断層はこれらの反射面を明瞭に食い違わせており、断層を挟んでの高度差は、反射面aで約1m、反射面bで約5m、反射面cで約6mである。また、海底コアの粒度分析の結果、海底下約2mに砂質層(K1)が認められ、この層には、断層を挟んで変位が見られない。したがって、この地域の中央構造線の最新活動は、反射面aに相当する地層の堆積後、K1の堆積前と考えられ、年代測定の結果、その年代はおおよそ2,500-3,500年前と推定された。

(*地質部・**環境地質部)

富士川断層系の活動履歴調査

下川浩一*・山崎晴雄**

富士川断層系の活動履歴を明らかにすることを目的に、トレンチ調査、ボーリング調査、浅層反射法弾性波探査等からなる総合的な活断層調査を実施した。その結果、本断層系を構成する入山瀬、大宮、安居山及び芝川-入山の4断層の位置や平均変位速度に関する新たなデータを得ることができた。特に、富士川河口部の重力探査等により、入山瀬断層は従来の推定位置よりやや西側を通過することが分かった。また、富士宮市青木のボーリング調査の結果、安居山断層の平均上下変位速度は1,000年当たり約6mであることが明らかとなった。富士宮市山本での大宮断層のトレンチ調査では、トレンチの南側及び北側壁面に東落ちの正断層が露出した。壁面観察や年代測定の結果、同断層は約3,000年前に活動し、この活動が最新活動に当たる可能性があるとともに、同断層は約10,000年前-3,500年前の間にも活動した可能性が高く、活動間隔は7,000年より短いと推定されることが明らかとなった。

(*環境地質部・**東京都立大学)

国府津-松田断層の活動履歴調査

水野清秀・下川浩一

国府津-松田断層は神奈川県西部に位置する活断層であり、要注意断層として扱われている。断層の活動履歴を明らかにする目的で、総合的な地質調査を実施した。

ボーリング調査では、約5-6万年前に噴出した東京軽石層及び箱根新期火砕流堆積物が広く認められた。これらの分布高度を検討した結果、断層を挟んで両側で100m前後のずれがあることが明らかとなった。断層の垂直方向の平均変位速度は2-3m/1,000年程度と見積もった。

トレンチ調査は5ヶ所で実施された。断層近傍の地層は幅広く変形しており、小断層、地割れ、地すべり等が伴われる複雑な性状を示すことが明らかになった。これらは1度の断層運動による変形の表層部分のみを見ていると思われるが、断層運動の時期を、地すべりや地割れ等の形成時期から推定した。国府津地区では、地割れを埋めている土壤等の年代測定結果から、断層活動時期がおよそ2,800-2,900年前頃と推定された。曾我谷津地区でも、断層運動に伴うとみられる崩壊堆積物前後の土壤中の土器の鑑定結果から、断層活動の時期は縄文中期から弥生末期の間と推定された。これが最終活動時期と考

えられるが、それ以前の活動時期及び1回の断層運動の変位量については明らかにできなかった。

(環境地質部)

糸魚川-静岡構造線活断層系の活動履歴調査

奥村晃史*・井村隆介**

糸魚川-静岡構造線活断層系の4地点〔白馬・大町・小淵沢・櫛形〕でトレンチ発掘調査を行った結果、1,000-1,500年前に白馬から小淵沢まで100km余りの区間で地表断層を伴う地震が発生したことが分かった。この地域の歴史地震としては、762AD〔美濃・飛騨〕、841AD〔松本〕、1714AD〔小谷〕、1725AD〔伊那・高遠・諏訪〕、1791AD〔松本〕が知られている〔宇佐美, 1987〕が、18世紀の地震に対応するイベントはこれまで見出されていない。したがって、762ADまたは841ADの地震が北部・中部の最新活動に対応する可能性が高い。また、同活断層系北部〔白馬-松本〕・中部〔岡谷-小淵沢〕の再来間隔はそれぞれ2,000年程度、3,000-5,000年と推定される。これらの値は松本における牛伏寺断層の平均再来間隔515-840年より有意に大きく、断層系の各部分が異なる地震発生時系列を持つと考えられる。牛伏寺断層の最活動の時期が迫っていることは既に指摘されているが、トレンチの結果から見て、その活動は断層系全体を破壊するものではないと推定できる。

(*広島大学文学部・**鹿児島大学理学部)

空中電磁法とCSAMT法による 淡路島北部の活断層調査

高倉伸一

地質調査所は淡路島北部の活断層の周辺で、空中電磁法及びCSAMT法による比抵抗構造調査を実施した。空中電磁法調査では、200km²に及ぶ範囲で5周波数のデータを取得し、各周波数の見掛比抵抗平面図を作成した。その結果、白亜紀の花崗岩類の分布域と新第三紀以降の神戸層群や大阪層群などの分布域はそれぞれ高比抵抗域と低比抵抗域になることや、当地域の活断層の多くは比抵抗リニアメント(比抵抗の急変を示す線状構造)として把握できることが分かった。CSAMT法調査では、当地域の主要な活断層を横切る2本の測線でデータを取得し、2次元解析により各測線下の比抵抗構造を求めた。その結果、深度1km程度までの比抵抗構造が詳細に把握され、断層の傾斜や断層周辺の不均質構造の状

況が推定された。空中電磁法は活断層の分布の推定に、CSAMT法は活断層周辺の構造の推定に有効な方法であることが確認できた。
(地殻物理部)

トラップ波による野島断層の地下構造

伊藤久男*・栗原保人**

断層破碎帯では周囲に比べて地震波速度が遅いことから、断層破碎帯内を伝わる特殊な波(断層トラップ波)が存在する。このトラップ波は観測点・震源の両方が断層破碎帯内にある場合のみ観測されるので、トラップ波の観測される地震の震源分布から、断層のセグメンテーション・深部構造を把握することが可能である。兵庫県南部地震による地震断層の地表変位の最も大きかった野島平林地区において、断層をはさんだ地震計アレイを配置し、余震観測を行った。断層から40m程度以上離れるとトラップ波は観測されないことから、野島断層の幅は40m程度の狭いものと推定した。これは坑井調査の結果と調和的である。また野島平林でトラップ波が観測された地震は野島断層沿いのものであり、それより東側の地震ではトラップ波が観測されないように見える。これは野島断層とその東側の楠本断層とが別のセグメントに属することを示す。断層に直交する断面での震源の分布を見ると、余震分布の西端の地震が野島断層と連続していることを示し、興味深い。

(*地殻熱部・**地殻物理部)

断層掘削と坑井内調査による 野島断層の地下微細構造

伊藤久男*・栗原保人**・宮崎光旗**・木口努**

兵庫県南部地震に伴う地表変位の最も大きかった淡路島野島平林において、断層を貫く坑井を掘削し、コア観察・検層と坑井を利用した各種観測等の結果から、野島断層の地下構造について調査した。坑井の地質は花崗閃緑岩であり、深度623.1m-625.1mで花崗閃緑岩起源の断層ガウジに遭遇し、ほぼ連続するコアの採取を行った。コアの観察及び坑井内測定から断層ガウジの前後に幅数十メートルの断層破碎帯が認められる。断層破碎帯の境界は明瞭でない。断層破碎帯内では変質・変形が認められ、低比抵抗・低密度・高空隙率・低速度で特徴付けられる。断層ガウジより深部(断層の下盤)で、P波、S波速度が上盤より有意に遅く、 V_p/V_s が大きい。また断層破碎帯内部の速度構造は、断層粘土を中心に断

層の上盤と下盤とで非対称な分布を示す。これは断層の上盤と下盤とで、変形の履歴が異なることを示唆する。断層破碎帯内いくつかの透水ゾーンがある。破碎帯内部と外部とのき裂の分布に有意な差がある。

(*地殻熱部・**地殻物理部)

断層近傍における地殻応力分布

伊藤久男*・西沢 修*・栗原保人**・山本清彦***
佐野 修****・小林洋二*****

兵庫県南部地震を引き起こした有馬-高槻-六甲断層帯において、断層運動の異なる場所5ヶ所;野島断層沿いの破壊開始地点付近(神戸市垂水区:垂水)、破壊域終端付近(北淡町育波:育波、宝塚市:宝塚)、有馬・高槻構造線沿い(大阪府池田市:池田)で調査・観測井を掘削し、全坑井についてボーリングコア試料を用いたAE(カイザー効果)と変形率変化(DRA法)の同時計測、DSCA法による地殻応力計測を行った。また池田・宝塚・育波の3坑井において水圧破壊法による地殻応力の原位置測定を行った。主応力の大きさについては、宝塚では最大主応力と最小主応力との差(差応力)が大きく、池田・育波では差応力が小さい。また平林では等方的な応力状態である。なお、宝塚ではボアホールブレイクアウト・コアディスクキングが観察された。坑井に強い差応力が働く場合、最小水平応力の方向に坑径の拡大が生じることが知られている(ボアホールブレイクアウト)。これらの現象は差応力が大きい場合に生じることから、宝塚ではコア測定・水圧破壊法からの差応力が大きいとの結果を支持する。また方位については、多くの場合東西方向に最大主応力軸が現れる。

(*地殻熱部・**地殻物理部・***東北大学理学部・****山口大学工学部・*****筑波大学地球科学系)

野島平林断層掘削坑井のコアサンプルの 取り扱い・各種測定・管理

宮崎光旗*・伊藤久男**・西沢 修**

野島平林では断層を貫く坑井を掘削し、ほぼ連続した岩石コアを採取した。この貴重な連続コアについて、系統的な管理と取り扱いの統一を目的として、コアイメージの取得を行った。

コアイメージとしては、コア箱に収納された状態の箱全体の写真を元にしたPhotoCD、コラスキャナーによるコア表面のデジタル・イメージが取得された。前者

は主に全体把握に用いられ、後者は実物の化身としてコア試料管理やコア解析のためのデジタルデータとして用いられる。コアのデジタル・イメージは、約5 pixel/mm, 24ビットフルカラーのコア表面情報を有しているため、他の坑壁イメージデータとの対比に耐えるものである。これを利用して、方位データを有する坑壁データとイメージとを対比することにより、コア試料の方位決定を行った。更にコアイメージ自身の解析による亀裂解析や有色鉱物分布等解析等のへ利用、コアイメージ、ポアホールテレビュアーのイメージ、ハイドロフォンVSP記録を比較しての透水性亀裂の比較・解析など、様々な解析に供している。

これらコアイメージを媒体として、コア試料のビジュアルかつ有機的・系統的管理、更にコアに関する電子アーカイブを作ることができる。また、作られたアーカイブを元に、研究者や行政担当者等が各自の手元で容易に参照できる「問い合わせシステム」を提供することも可能であろう。
(*地殻物理部, **地殻熱部)

神戸地域の地下地質

衣笠善博*・水野清秀**

神戸市における甚大な被害の原因解明の基礎となる神戸市の深部の地下地質を明らかにするため、以下のボーリング調査を実施した。

被覆層の層序の全容を明らかにするためのボーリング調査として、神戸市東灘区魚崎において深度1,500mのオールコアボーリングを実施した。神戸市灘区石屋川においては、弾性波探査により浅部に断層の存在が指摘されたので、この断層を挟んで、その北と南でそれぞれ350m, 675mのボーリング調査を行った。被害が著しかった神戸市長田区において540mのボーリング調査を行った。また淡路島においては、野島断層の累積変位量を見積もるため、同断層の北西側に位置する野島川河口付近で485mのボーリング調査を行った。

講演会ではこれらのボーリング調査結果をポスターとして示した。
(*首席研究官・**環境地質部)

兵庫県南部地震に伴う淡路島の地下水変動

佐藤 努・高橋 誠

1995年兵庫県南部地震以後、淡路島では標高の低い地域を中心に湧水が生じ、逆に標高の高い地域では地下水水位が下がった。この地下水異常は地震から1年半が経

過してもなお続いている。本研究では特に湧水に的を絞り、その分布、湧水量、水温、主要化学組成等の調査を繰り返して行った。その結果、湧水は主に活断層や地質境界沿いに分布し、水温は浅層地下水や地表水よりも高く、主要化学組成は重碳酸イオンに富み、肥料等による窒素汚染物質である硝酸イオンをほとんど含まないことがわかった。これらの結果から、湧水の帯水層を構成している岩石種は淡路島の基盤となっている花崗岩類であると推定される。また地震から1年半の間に湧出した地下水量は、測定可能なものだけでも 10^6m^3 に達することが分かった。
(環境地質部)

近畿地域における地下水観測井の概要

佃 栄吉*・高橋 誠*・松本則夫**
佐藤 努*・伊藤久男***

1995年兵庫県南部地震の発生を契機として、活断層が密集して発達している近畿地域について、新たに地下水観測体制を整備することとなった。その結果、平成7年度内に全部で14カ所に地下水を中心とする観測井を設置することができた。これにより地質調査所としては内陸の活断層から発生する地震を対象とした地下水観測研究に新たに取り組むことになったわけである。

各観測井の深度は次の通りである。大阪市天王寺観測井、徳島県鳴門市板東観測井、奈良県広陵町広陵観測井、滋賀県秦荘町秦荘観測井、和歌山県岩出町根来観測井及び大阪府池田市池田観測井は深さ500m-600m級で地下水観測を主たる目的として開発・整備されたものである。更に、応力測定を目的として掘られた兵庫県宝塚、垂水、平林及び育波の300m-1,000m級の掘削孔、地質調査用の兵庫県西淡町の250mの掘削孔、高温地下水調査用の兵庫県西宮市の若王寺及び末広町の500mの掘削孔及び兵庫県猪名川町の地震観測用の1,000mの掘削孔についても地下水観測ができるように整備した。

(*環境地質部・**地質情報センター・***地殻熱部)

近畿地域における地下水観測項目の概要 —地下水・地殻歪・GPS・地震動観測—

松本則夫*・高橋 誠**・佐藤 努**
佃 栄吉**・伊藤久男***

昨年の兵庫県南部地震の前に、神戸市内の飲料水の化学組成の変化などが報告され、地下水の水位・自噴量・水温・ラドン濃度・化学成分などが、地震前兆現象とし

て改めて注目されるようになってきている。また、地質調査所では、1977年から南関東・東海地域の13カ所で、地下水位などの観測を続けており、その中で、静岡県榛原町にある榛原観測井では、1984年長野県西部地震など5つの地震に先行して同じような地下水位の変化が見られた。これらの変化は榛原観測井から150m南にある気象庁の体積歪計では観測されておらず、観測場所によっては、地下水位が体積歪計よりも地震に関する地殻変動に敏感である可能性があることが示された。

昨年、地質調査所では近畿地域西部の14カ所に地下水観測井を新たに開発・整備した(佃ほか、本講演会)。地下水観測を主目的に開発・整備された6カ所については、東海地域で経験した「地震に敏感な井戸」の地下構造を考慮して観測点が決められた。また、水位計のほか水温計・3成分歪計・地中地震計・地中強震計・広帯域地震計・GPSなどを設置した。その他の場所については地殻応力測定や地質調査用ボーリングなどの目的で掘削された井戸であるため、地下水位及び3成分歪計などを中心に観測項目を取捨選択して計器を設置した。

(*地質情報センター・**環境地質部・***地殻熱部)

徳島県鳴門市板東観測井周辺の地下構造

佃 栄吉・佐藤 努

地震予知を目的とする地下水等観測施設の一つである徳島県鳴門市大麻町大字津滋の板東観測井について、周辺の地質構造を明らかにするため、オールコアボーリング調査、反射法弾性波探査及び重力調査の結果をもとにして、板東観測井周辺の中央構造線を含む地域の地下地質構造について検討した。

反射法地震探査の結果から、中央構造線の南方には層状構造の顕著な堆積層が厚く分布し、ボーリングの結果と比較すると少なくとも1,000m以上の土柱層相当層が連続的に発達していると推定された。三波川変成岩の基盤はさらに深く、最深部では1,500mまで達するものと考えられる。和泉層群と土柱層の境界に発達する中央構造線は約40度で北に傾斜していると考えられる。重力調査から、中央構造線の近傍には重力異常の急傾斜帯があり、更にその前縁には低重力異常の列(帯)が中央構造線に並行して存在していることが明らかとなった。これは先に述べた反射法地震探査の結果とも調和しており、中央構造線の逆断層運動と関係しているものと考えられる。

(環境地質部)

静岡県草薙観測井(基準観測井)の概要 —草薙観測井(静岡県静岡市)における地下水、 地震、歪観測システムの構築—

高橋 誠*・松本則夫**・佐藤 努*・佃 栄吉*

1994年10月より地下水位観測を開始した草薙観測井は、地震に対する感度が高いことが明らかとなってきた。そこで近畿地域への新設と同時に草薙観測井の整備を行った。整備内容は、観測井を増設して3本とし、深さの異なる3層の帯水層で地下水位を観測し、最下部に歪計・地震計を設置した。また地上部にはGPSも設置した。これらの各種計測器による総合観測を行い、地下水変動のメカニズム解明をめざす。また、観測井周辺の地下構造の調査を行ったところ、観測井は谷状地形の底部に位置していることが分かった。観測井位置では静岡層の上面は深さ約250m付近にあり、これを考慮して地下水位は20,220,310mの3層を観測することにした。現在までのところ220m層の地下水が地震に対して最も感度が高く、谷状の構造に集められた地下水が上下の不透水層によって被圧されることにより歪の影響を受けやすくなっていると推定される。

(*環境地質部・**地質情報センター)

新型ラドン計の開発 —地震予知のための水没型地下水中 ラドンモニター装置の開発—

高橋 誠

地下水中のラドン濃度は、地震前後に変化する例が観測されており、地震予知に有効であると期待され、地質調査所でも観測・研究が続けられている。

ラドンは不活性ガスであるため、気体を分離することさえできれば、観測される α 線は通常すべてラドン起源のものとして推定でき、高感度測定を可能としている。しかし、現在のところ α 線は気体あるいは真空中でしか測定できないため、地下水中の測定する場合には揚水が必要であった。そこで、地下水に水没させ、地下の帯水層位置で観測可能なラドン観測装置を試作することにした。これは岐阜大学で開発したものを基本としており、検出器にPIN接合型のフォトダイオードを用いた静電捕集型で、検出部と制御部を分離した形状となっている。

この検出器の容器形状を変更し、水没させるために耐圧容器を開発した。現在のところ、水面下数十mまで沈める事ができる検出器容器を完成し、更に耐圧性能を高めた物を開発中である。

(環境地質部)

阪神地域における水文調査のまとめ及び 全国深井戸データベースについて

石井武政*・丸井敦尚*・風早康平**
安原正也*・佐藤 努*

神戸市の長田区や兵庫区あるいは尼崎市には、平均的な地下水温を数度上回る高温地下水が存在する。そこで地下水、湧水、温泉水の安定炭素同位体比などの分析を行い、高温地下水の特徴と成因について考察した。

$\delta^{13}\text{C}$ 値は有馬温泉などの温泉水で高い値をとる傾向があり、水温 20°C 前後の地下水にも $\delta^{13}\text{C}$ 値の高いものが認められる。また $\delta^{13}\text{C}$ 値と全炭酸濃度とはほぼ正の相関にある。炭素の起源別に $\delta^{13}\text{C}$ 値は明瞭に異なることが知られており、 $\delta^{13}\text{C}$ 値が高い値を示す地下水などには有機物以外に起源をもつ炭素が付加されていると判断される。現時点では $\delta^{13}\text{C}$ 値を高くしている炭素の起源を特定できないが、高温地下水異常域の地下に深部高温水のリザーバーがあり、それに由来する炭素が浅部の地下水に混入している可能性が考えられる。

一方、約4万件の井戸資料をデータベース化し、数値地図情報とリンクさせて画面上で検索できるシステムを構築した。これにより対象とする地域の井戸情報を迅速かつ容易に入力し、また抽出・表示できるようになった。本システムは地図上での可視化作業に優れており、「いどじびき」と呼称している。

(*環境地質部・**地殻熱部)

泉索引図)も含まれており、統合して利用できる。「震源表示システム」SeisWinは、石川有三氏(気象研究所)の開発した震源表示システム(SEIS-PC)の機能をWindowsの上を実現するシステムである。その際、留意したのは、単なる移植にとどまらず、ユーザーインターフェースの改善(基本的にマウスの操作のみで使えるように)、機能の拡充、の2点である。拡充した機能は、3次元ステレオ表示機能他である。さらに、表示のための基図(地図)データとして、海岸線や行政界のみでなく、活構造(50万分の1活構造図から抽出)と河川を加えた。(地質情報センター)

地質図・被害地震・震源 Windows版データベース

長谷川功・野呂春文

全国をカバーしている自然災害に関連するデータベースとしては、小縮尺地質図(100万分の1日本地質図第3版、50万分の1活構造図)、活断層(20万分の1活断層図)、被害地震記録(理科年表カタログ)、火山活動記録(理科年表カタログ)、震源記録(気象庁カタログ)などが整備されている。それらを手元のパーソナルコンピュータで統合的に利用するためのシステムが望まれている。今回開発したのは、「地質図等表示システム」、「震源表示システム」の2つである。ともに、Windows3.1あるいはWindows95の上で利用できる。

「地質図等表示システム」GeomapJは、小縮尺地質図(100万分の1日本地質図)、被害地震記録、火山活動記録を統合して表示・検索するためのシステムである。これらのデータベース以外に、地名データベース(50万分の1地方図対応)、温泉データベース(日本温