

GSJ コア豊田下山観測点資料

北川有一¹⁾、佐藤 努²⁾、小泉尚嗣¹⁾、中山伸朗³⁾、伊藤健二³⁾、鈴木悠爾³⁾

1)産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター

2)産業技術総合研究所 地質情報研究部門

3)株式会社日さく

1. 掘削地点周辺の地質概要

本掘削地点である愛知県豊田市神殿町は、西南日本内帯に属し、領家帯の南縁付近に位置している。本地域には領家帯の花崗岩類が広く分布しており、東方約5kmの三都橋周辺には領家帯の変成岩類が分布する。

豊田下山観測井は、愛知県豊田市神殿町中切7-2の下山保健福祉センター敷地内に位置している。

各観測井の緯度・経度および標高を表1に示す。

表1 各観測井の緯度経度(世界測地系)および標高

	緯度	経度	標高
孔1	35°02'25.87	137°21'28.14	479.72m
孔2	35°02'26.29	137°21'28.77	479.52m
孔3	35°02'29.23	137°21'27.52	479.94m

(1)花崗岩類

掘削地点で認められる花崗岩は、領家帯の花崗岩のうち領家変成作用とほぼ同時期に活動したと想定される古期領家花崗岩類に属する。古期領家花崗岩類は、古い順に神原トータル岩(神原1967)、天竜峡花崗岩(小出1942)、清崎花崗岩(小出1949)に区分され、掘削地点に分布するものは神原トータル岩である。

神原トータル岩は、おもに中粒の花崗閃緑岩～石英閃緑岩から構成される。主要な構成鉱物は、斜長石・石英・黒雲母・Ca角閃石・カリ長石で、少量のイルメナイト・チタナイト・ジルコンを含む。領家変成岩の構造と平行な方向に片麻状構造がある。

神原トータル岩の分布は、掘削地点を中心に北西～南東方向に約10kmの区間に分布する。掘削地点ではベースン構造を示す。

榑本他(2007)の報告によると、掘削地点付近の神原トータル岩の形成された温度・圧力は1.6kbar/610～4.4kbar/650とされている。

岩石の形成年代は、Rb-Sr年代で80～114Ma(早瀬・赤坂,1967)、モナザイトのCHIME年代で 94.9 ± 4.9 Ma、 94.5 ± 3.1 Ma(Nakai and Suzuki,1996)という値が得られている。

神原トータル岩が分布する周辺域では、領家帯の新时期花崗岩類である武節花崗岩が分布する。武節花崗岩は岡崎市の北東部から掘削地点北方の足助付近まで分布している。岩相は主として細粒～中粒の両雲母花崗岩から構成される。構成する鉱物は、斜長石・

石英・黒雲母の主要鉱物以外に副成分鉱物として、ザクロ石・モナザイト・ジルコンを含む。全岩の化学組成では、SiO₂成分が72~75%と多いことが特徴である。

武節花崗岩の年代は K-Ar 年代で 73Ma (河野・植田, 1966) や約 66Ma (仲井, 1982) 、Rb-Sr 全岩アイソクロン年代で約 72Ma (仲井, 1982) という値が得られている。

領家帯に分布する花崗岩のうち、「古期」とされるものは濃飛流紋岩の活動(約 64Ma ~ 90Ma)以前の花崗岩とされ、領家変成岩と同様に片麻状構造が強いという特徴がある。一方、「新时期」とされる花崗岩は、濃飛流紋岩の活動時期とほぼ同じ時期の花崗岩とされ、片麻状構造は、それほど強くないという特徴がある。

(2) 変成岩類

掘削地点の東方に分布する領家帯の変成岩類(領家変成岩類)は、ホルンフェルス帯と片麻岩帯、およびその中間の漸移帯から構成され、いわゆる高温低圧型を示す。源岩は砂質岩が主で、泥質岩・チャートが含まれる。分布の方向は、中央構造線と平行に北東-南西方向を主とするが、掘削地点東方の三都橋付近では東西方向が卓越する。また、三都橋付近の花崗岩(新时期花崗岩)の周辺では、接触変成作用による複変成作用が生じている。

ホルンフェルス帯は、泥質岩で顕著な片状構造を示す。砂質岩では片理は顕著ではないが、石英の多い部分では石英が伸びて片状構造を示すこともある。

片麻岩帯は、石英や長石から構成される白色の縞と、黒雲母を主体とする黒色の縞の繰り返し顕著な岩相を示す。

接触変成帯では、著しい珪化作用を生じた変成岩が分布する。

領家変成岩類の変成度は、北西の美濃帯に近づく方向と南東の中央構造線に近づく方向で低下するが、北西方への変成度が距離に対して徐々に低下するのに対し、南東方では中央構造線の付近で急激に低下する(Kutsukake 1977)。

変成作用のピーク年代は、モナザイトの CHIME 年代で 98~102Ma (Suzuki and Adachi, 1998) とされている。

引用文献

榊原雄太郎, 1967, 長野県下伊那郡新野付近の先領家花崗岩類について. 柴田秀賢教授退官記念論文集, 63-71

小出博, 1942, 天竜峡付近の花崗岩類. 東京帝国大学農学部演習林報告, 30 69-95

小出博, 1949, 段戸花崗閃緑岩および段戸変成岩類. 地団研専報, 1, 37

榊本洋輔・榎並正樹・壺井基裕, 2007, 中部地方領家帯に産するトーナライトの固結深度の推定. 日本地質学会第 114 年学術大会講演要旨, 201

早瀬一一・石坂恭一, 1967, Rb-Sr による地質年令(1)西南日本. 岩鉱, 58, 201-212

Nakai, Y and Suzuki, K, 1996, CHIME monazite ages of the Kamihara Tonalite and the Tenryukyo Granodiorite in the eastern Ryoike belt of central Japan. Jurnal

of Geological Society Japan,102,431-439

河野義礼・植田良夫,1966,本邦産火成岩の K-Adating() 西南日本の花崗岩類 .
岩誌, 56, 191-211

仲井豊, 1982, 中部地方領家帯の武節花崗岩 . 日本地質学会第 89 年学術大会講演要
旨, 404

Kutsukake,T, 1977, Petrological studies on the Ryoke metamorphic rocks in the
Toyone-mura area,Aichi Prefecture,Japan. Mem.Fac.Sci. Kyoto
Univ.,Ser.Geol.Mineral, 18, 49-110

Suzuki,K and Adachi,M,1998, Denudation history of the High T/P Ryoke Metamorphic
Belt,Southwest Japan:constraints from CHIME monazite ages of gneisses and
granitoids. Journal of Metamorphic Geology,16,23-27

2. 孔井の地質

(1) 孔 1

孔 1（深度 600m）は、領家帯の古期花崗岩類である神原トータル岩が全深度において分布する。また、アプライト脈・ペグマタイト脈が 1cm～数 m の幅で多数貫入している。

物理検層の結果では、孔 1 の地層を A～G の 7 層に区分した。なお、A 層の上位層は表層から深度 20m まで盛土である。表 2 に各層の特徴を示し、図 1 に総合柱状図を示す。

表 2 各層の特徴

区分	深度 (m)	平均比抵抗値 (ロング: m)	平均 P 波・S 波速度 (km/sec)	岩相の特徴	地下水
A 層	20 ~ 46.8	1563.8	4.53・2.19	上部は風化している。	深度 170m 以浅は亀裂から孔内へ地下水が流入する。
B 層	46.8 ~ 130.3	4642.3	4.95・2.32		
C 層	130.3 ~ 257.5	6392.7	4.94・2.38	アプライト脈が卓越する。	
D 層	257.5 ~ 412.3	2097.0	4.40・2.13	亀裂がやや多い。	深度 320m ~ 425m にみずみちあり。
E 層	412.3 ~ 452.0	299.3	4.44・2.20	亀裂が卓越する。	
F 層	452.0 ~ 494.5	2882.7	4.50・2.33		地下水の流動はない。
G 層	494.5 ~ 600.0	6789.7	4.88・2.43	幅 1m をこえるペグマタイト・アプライト脈が分布する。	

最大値 最小値

比抵抗検層では、B 層・C 層および G 層が高い比抵抗値を示し、両層が均質で硬質な岩盤であることを示している。一方、E 層は顕著に低い比抵抗値であり、コア観察で認められた「亀裂が発達する深度」であることが再確認された。

音波検層では、比抵抗検層において高い比抵抗値を示した B 層・C 層および G 層で高い速度を示した。低速度帯は D 層と E 層であり、こちらもコア観察における亀裂の多い深度と一致している。

電気伝導度検層では、深度 262m まで電気伝導度の大きな変化（特に C 層）が示された。また、270m 以浅の亀裂を塞いだ状態で 300m 以深を検層した結果では、深度 320m ~ 425m に顕著な変化が認められ、水みちの存在が示された。

温度検層では、深度 330m ~ 360m に温度の変曲点が認められた。この深度は、電気伝導度検層において水みちとして示された深度であり、地層水の影響によるものと判断した。温度勾配は、変曲点より浅い深度で 1.2 /100m、深い深度で 1.1 /100m であった。最高温度を示したのは、孔底で 24.3 である。

ボアホールテレビでは、合計 2003 本の割れ目が観察された。明瞭な割れ目（646 本）

とヘアークラック（955本）が卓越し、開口割れ目が少ない。割れ目の分布は、D層・E層で多い。割れ目の角度は、深度300mまでは30°以下の低角度割れ目が多く、深度200m以深では30°以上の中角度～高角度割れ目が多い。開口割れ目・明瞭な割れ目・ヘアークラックの集中する方向は、N15E8EとN54E54NEの2極で、水平方向と中角度の割れ目が多い。また、中角度および高角度の割れ目は北方向に傾斜するものが多い。

(2)孔2

孔2（深度200m）は、孔1と同様に全深度で神原トータル岩が分布する。孔1の検層による層区分では、孔2に分布する地層はA層～C層である。

比抵抗検層は、深度140m～200m（C層）について実施し、比抵抗値は概ね2000～3000mを示し、全体に硬質な岩盤であることを示している。

音波検層（深度140m～200m：C層）は、P波速度が3.8km/sec～5.8km/secの値を示し、硬質な岩盤である。

電気伝導度検層では、深度141m付近、深度151.2～152.5m、深度167.7～170.2m、深度194mの4箇所では電気伝導率の急激な変化が認められ、同深度での地層水の存在が示された。

温度検層では、深度30～70m付近までは温度が一定（13.5℃）で、70m以深で0.8/100mの温度勾配で上昇する。また、HQ掘削時に測定された温度では、地層水の分布する深度140m～190mで温度はほぼ一定の15.5℃～15.8℃を示した。

ボアホールテレビでは、合計142本の割れ目が観察された。明瞭な割れ目（23本）とヘアークラック（87本）が卓越し、開口割れ目はわずか4本であった。割れ目の分布に、深度方向による傾向は認められない。割れ目の角度は、30°以下の低角度割れ目が多い。開口割れ目・明瞭な割れ目・ヘアークラックの集中する方向は、N36E12SEで、孔1で示された低角度の割れ目の集中方向とほぼ同じである。

(3)孔3

孔3（深度50m）は、孔1・孔2と同様に全深度で神原トータル岩が分布する。孔1の検層による層区分では、孔3に分布する地層はA層とB層である。

比抵抗検層結果は、概ね2000m前後を示し、全体に硬質な岩盤であることを示している。

音波検層結果は、P波速度が5.0km/sec～6.0km/secの値を示し、硬質な岩盤である。

電気伝導度検層では、深度23m付近、深度28.8m、深度41mの3箇所では電気伝導率の急激な変化が認められ、同深度での地層水の存在が示された。

温度検層では、深度10mまで温度が安定せず、10m以深では、深度とともに温度が低下する傾向が認められた。水面での温度15.1℃が孔底（深度50m）では13.6℃であった。

ボアホールテレビでは、合計 73 本の割れ目が観察された。明瞭な割れ目（10 本）とヘアークラック（36 本）が卓越し、開口割れ目は確認されなかった。割れ目の分布に、深度方向による傾向は認められない。割れ目の角度は、30° 以下の低角度割れ目が多い。明瞭な割れ目・ヘアークラックの集中する方向は、N53W4NE で、水平に近い角度の割れ目が卓越する点で、孔 1 や孔 2 の集中方向とほぼ同じであるといえる。

孔 3
2 深度

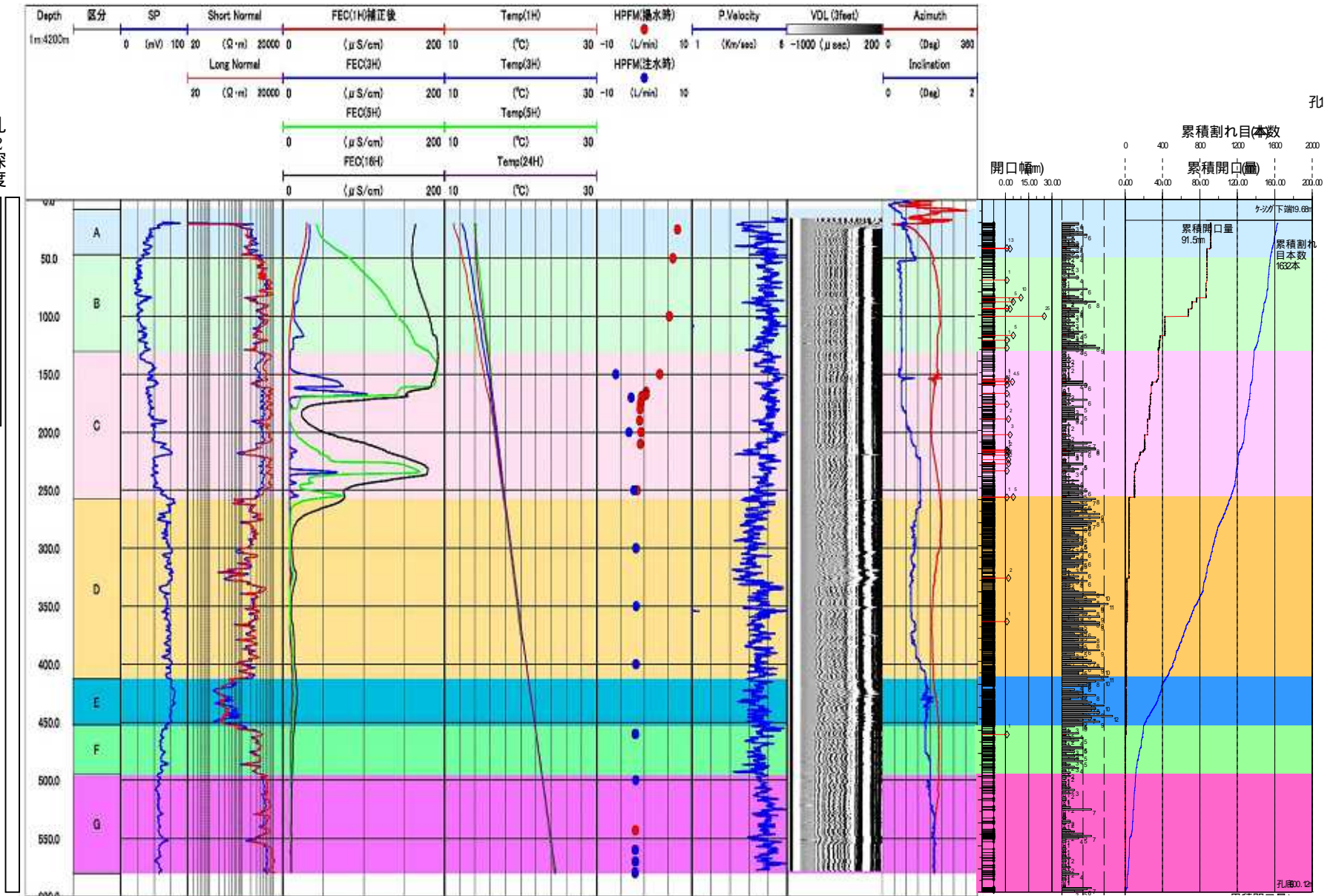


図 1 総合柱状図 (孔 1)