資 料

日本の坑井温度プロファイルデータベース

核燃料サイクル開発機構東濃地科学センター地質環境研究グループ* 坂川 幸洋・梅田 浩司

株式会社ペスコ中部事務所** 鈴木 元孝

地熱エンジニアリング株式会社探査部*** 梶原 竜哉

独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター**** 内田 洋平

Database on the Temperature Profiles of Boreholes in Japan

Yukihiro SAKAGAWA and Koji UMEDA

Geoscience Research Group, Tono Geoscience Center, Japan Nuclear Cycle Development Institute,
959-31, Jorinji, Izumi, Tokishi, Gifu 509-5102, Japan

Mototaka SUZUKI

Chubu Office, Pesco Co., Ltd., #301, Mino Bldg. '92, 25, Minamimachi 3-chome, Tokiguchi, Toki,
Gifu 509-5123, Japan

Tatsuya KAJIWARA

Exploration Department, JMC Geothermal Engineering Co., Ltd., Hosoyachi 101-1, Ukai,
Takizawa-mura, Iwate-gun, Iwate 020-0172, Japan

Youhei UCHIDA

Water Environment Research Group, Geological Survey of Japan, AIST, AIST Tsukuba Central 7,
Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

(Received December 24, 2003; Accepted March 16, 2004)

§ 1. はじめに

坑井温度プロファイルから地下の温度構造や熱流量、地下水流動、地表面温度変動が解析できることが知られている。本データベースはそれら解析の基礎資料とする目的で作成した。

日本全国の石油井、地熱井、地殻活動の観測井、地方自治体などが管理している地盤沈下対策用観測井、温泉井などの坑井温度プロファイルを収録している。また、可能な限り熱伝導率や温度プロファイル測定条件も調査

し記載した。

§ 2. データベース作成の経緯

矢野・他 (1999) は日本全国の温泉井、地熱井など 1,936 本の坑井について坑底温度などを調査し、日本列島地温勾配図を作成した。個別坑井のデータ(緯度、経度、標高、スタンディングタイム、坑井深度、坑底温度、地温勾配)については田中・他 (1999) によって公表されているものの、深度ごとの温度データ(いわゆる温度プロファイル)は示されていない。また、谷口・他 (2003) は気候・水文変動を推定することを目的に、(1) 浅層地下水温度鉛直分布データ(約 500 本、深度 50 m から数百 m)、(2) 日本全国 61 カ所の農業気象官署における地温連続測定データ(深度 10 m)、(3) 孔底温度(1,937 データ(地質調査所)、深度約 6 km まで)の 3 種

* 〒509-5102 土岐市泉町定林寺 951-31

** 〒509-5123 土岐市土岐口南町 3 丁目 25 番地
美濃ビル '92 301 号室

*** 〒020-0172 岩手郡滝沢村鶴岡字細谷地 101-1

**** 〒305-8567 つくば市東 1-1-1 中央第 7

類のデータを統合し、データベースの構築を試みた。温度プロファイルが明らかであれば、地温勾配のほか、深度ごとの流体の流動の特徴や流体流動を考慮した熱輸送などを推定することが可能となる。温度プロファイルが上昇流型、すなわち上に凸であれば熱伝導に加えて上昇する流体によっても熱が浅方に運ばれている。この移流項は、主として温度プロファイルの曲率、すなわち地温勾配の深度変化率から求めることができる[例えば、Bredehoeft and Papadopoulos (1965)]。地表面温度が変動すると、熱伝導により地下温度分布が変化する。パルス変動の影響を考えると、古い変動ほど温度変化の最大幅が小さく温度変化を被る深度が深くなる。実際の地表面温度変化はパルス変動の積分で表せるので、地下温度分布変化をパルス応答と地表面温度変化の畳み込み積分でモデル化するとき、地下温度分布には地表面温度変化に関する情報が豊富に含まれていると考えることができる。したがって、地下温度分布が流体流動の影響を受けておらず、温度プロファイルのデータの分解能・精度が高いなどの条件が揃えば地表面温度変動を求めることができる[例えば、Beck (1982), Lachenbruch and Marshall (1986), Kukkonen and Clauser (1994), Sakura *et al.* (1996), Taniguchi *et al.* (1999)]。近年、温度プロファイルを利用して移流項を解析、また、気候変動を解

析しようとする機運が高まってきているため、本データベースを公開することにした。

梅田・他 (2003) は矢野・他 (1999), 田中・他 (1999) のデータに須田・矢野 (1991), 北海道立地下資源調査所 (1995), 棚田 (1997), 山野・他 (1997) の坑井データ、地熱 [新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2002)] および地下水の分野における既存公表文献などより収集したデータを追加し、流体流動の寄与を加味して熱流量を解析した。その際、温度プロファイルが不明な坑井は除外した。また、浅い坑井では温度測定誤差の影響で地温勾配の算定誤差が大きく、地下水流動などによる温度の擾乱が激しいため、掘削深度が 300 m 未満の坑井も除外した。その結果、坑井数は 1,215 本となった。本データベースは梅田・他 (2003) がコンパイルしたデータをデータベース化したものである。

§ 3. データベースの概要

本データベースは坑井名、坑井所在地、坑口座標、温度プロファイル測定条件、出典などの付帯情報と温度プロファイルの数値データからなる。

付帯情報は全坑井分をファイルメーカー用のファイル (ランタイム版) にまとめた。付帯情報は坑井番号、都道府県名、地点名、温泉名・坑井名、掘削年月日、最終坑

坑井温度データベース

坑井番号	191	北緯	43.0407
都道府県	北海道	東経	140.9922
地点名	余市郡赤井川村	標高(m)	790
温泉名・坑井名	N5-AM-5	掘削深度(m)	1501
掘削年月日	H6.7.17-10.12	水位(m)	488
最終坑径	101mm	検層時の外気温度(℃)	1
坑井の種類	地熱	スタンディングタイム	120h
傾斜・方位	TSW7°06', 偏距564.12m	深度範囲(m)	0 ~ 1501
備考	熱伝導率=2.86W/m/K(測定値)	データ数	152
出典	新エネルギー・産業技術総合開発機構(1993) 地熱開発促進調査報告書 No.36, 阿女峠地熱地帯。		
坑井所有者			

191.html

Fig. 1. An example image of well-bore information associated with well-bore temperature profile.

Fig. 2. An example image of geological column and well-bore temperature profile.

Table 1. The Basis of Thermal Conductivity.

ケース		熱伝導率の与え方
対象坑井で熱伝導率の測定結果がある場合		対象坑井の熱伝導率の平均値を用いる
対象坑井で熱伝導率の測定結果がない場合	地質柱状図あり	解析対象区間*を代表する岩石を抽出し、その岩石の熱伝導率の平均値を用いる
	地質柱状図なし	JNCが作成した地質分布図を基にして、岩石名を特定し、その平均値を用いる

*: 坑井温度プロフィールが Bredehoeft and Papadopoulos (1965) の一次元熱輸送モデルに当てはまる深度区間。坑口から坑底の大部分を占める場合が多い。

径、坑井の種類、傾斜・方位、坑口座標、掘削深度、検層時の坑内水位、検層時の外気温度、スタンディングタイム（掘削などの作業後坑井を放置し、坑井温度を回復させた時間）、温度データの深度範囲およびデータ数、備考、出典、岩相分布からなる (Fig. 1, 2)。Fig. 1 はファイルメーカーの「フォーム形式」表示であり、Fig. 2 は Fig. 1 の「地質柱状図と坑井温度分布データ」欄をクリックすると現れる Web ブラウザによる情報表示である。

坑井番号は北から順、緯度が同じ坑井群については東

から順に付けた。公表文献からの収録でなく地方自治体や民間企業などから提供を受けたデータについては、その旨を記した。

また、岩石の熱伝導率をできる限り調べ備考欄に記載した。熱伝導率は、測定値がある場合には測定値を記載し、測定値がない場合には岩石の種類を基に推定して記載した (Table 1)。なお、熱伝導率の整理には、矢野・他 (1989)、岩石物性値データベース PROCK [須田・他 (1991)] およびこれらに含まれない NEDO 地熱開発促進調査における測定結果を用いた。

Fig. 3. An example image of detailed data of well-bore temperature profile displayed in Web browser.

Fig. 2 の Web ページには坑井温度プロフィールの数値データファイルへのリンクがあり、これを用いて数値データを Web ブラウザに表示させたりファイルをコピーすることが可能である。数値データを別ウィンドウに表示させた例を Fig. 3 に示す。

温度プロフィールの数値データは基本的に 1 坑井につき 1 ファイルである。坑井によっては複数回に分けて測定が行われているものがあり、そのような坑井に対してはデータをテキストファイル中、縦列に連結した。また、坑跡データが入手できた坑井については、通常の深度対温度のファイルのほか、垂直深度対温度のファイルも収録している (Fig. 2, 3)。坑跡データが入手できなかった坑井については、傾斜井であっても垂直深度対温

度のファイルは収録されていない。

本データベースのユーザーは緯度や経度の範囲を指定し、その範囲に入る坑井のみに限定して表示することができる。

§4. おわりに

本データベースは Windows のコンピュータと Macintosh のコンピュータで利用できる (希望者は <http://www.jnc.go.jp/ztounou/siryou/welltempdb.html> からダウンロードしていただきたい)。

本データベースでは、各坑井で熱伝導率を平均化して記載した。今後、プロフィールデータ化することで利用者の利便を図りたい。

末筆ながら、本データベースが地球熱学や気候変動学など固体地球科学諸分野の発展にわずかながらでも寄与することを願う。

謝 辞

本データベースの作成にあたり、産業技術総合研究所、北海道立地下資源調査所、新エネルギー・産業技術総合開発機構、石油公団、防災科学技術研究所、新エネルギー財団、地熱エンジニアリング、三菱マテリアル資源開発、地方自治体および坑井所有者の方々には多大なる協力をいただいた。また、東京大学地震研究所の山野誠氏およびほか1名の匿名の査読者には、原稿の不備な点をご指摘いただくとともに建設的なご意見をいただいた。これらの方々に感謝いたします。

参考文献

- Beck, A. E., 1982, Precision logging of temperature gradients and the extraction of past climate, *Tectonophysics*, **83**, 1-11.
- Bredehoeft, J. D. and I. S. Papadopoulos, 1965, Rates of vertical groundwater movement estimated from the earth's thermal profile, *Water Resour. Res.*, **1**, 325-328.
- 北海道立地下資源調査所, 1995, 60 万分の1 北海道地温勾配図.
- Kukkonen, I. T. and C. Clauser, 1994, Simulation of heat transfer at the Kola deep-hole site: Implications for advection, heat refraction and paleo-climate effects, *Geophys. J. Int.*, **116**, 409-420.
- Lachenbruch, A. H. and B. V. Marshall, 1986, Changing climate: Geothermal evidence from permafrost in the Alaskan Arctic, *Science*, **234**, 689-696.
- Sakura, Y., Y. Uchida and M. A. Anderson, 1996, Effect of groundwater flow and surface warming on the subsurface thermal regime in the Nobi Plain around Nagoya, central Japan, *Eos Trans. Am. Geophys. Union*, **77**, Spring Meet. Suppl., S97.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2002, 坑井データ管理システム (CD-R).
- 須田芳朗・村田泰章・菊地恒夫・花岡尚之, 1991, 岩石物性値データベース (PROCK), 地質調査所研究資料集, **155**, 231pp.
- 須田芳朗・矢野雄策, 1991, 日本の地熱調査における坑井データ その2 検層データおよび地質柱状図データ, 地質調査所報告, **273**, 842 pp.
- 棚田俊収, 1997, 箱根火山を含む伊豆半島北東部における地震活動, 3 次元 P 波速度構造および地中温度分布について, 地質ニュース, **517**, 38-41.
- 田中明子・矢野雄策・笹田政克・大久保泰邦・梅田浩司・中司 昇・秋田藤夫, 1999, 坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル, 地質調査所月報, **50**, 457-487.
- Taniguchi, M., J. Shimada, T. Tanaka, I. Kayane, Y. Sakura, Y. Shimano, S. Dapaah-Siakwan and S. Kawashima, 1999, Disturbances of temperature-depth profiles due to surface climate change and subsurface water flow: 1. An effect of linear increase in surface temperature caused by global warming and urbanization in the Tokyo metropolitan area, Japan, *Water Resour. Res.*, **35**, 1507-1517.
- 谷口真人・佐倉保夫・内田洋平・宮越昭暢, 2003, 日本における地下温度データベースの構築—気候・水文変動の評価にむけて—, 地球惑星科学関連学会 2003 年合同大会, T032-001 (CD-ROM).
- 梅田浩司・梶原竜哉・内田洋平, 2003, 日本列島における坑井温度プロファイルのコンパイルと一次元熱輸送モデルによる熱流束, 地球惑星科学関連学会 2003 年合同大会, T032-P002 (CD-ROM).
- 山野 誠・木下正高・山形尚司, 1997, 日本列島周辺海域の地殻熱流量分布, 地質ニュース, **517**, 12-19.
- 矢野雄策・須田芳朗・玉生志郎, 1989, 日本の地熱調査における坑井データ その1 コア測定データ—物性, 地質層序, 年代, 化学組成—, 地質調査所報告, **271**, 832 pp.
- 矢野雄策・田中明子・高橋正明・大久保泰邦・笹田政克・梅田浩司・中司 昇, 1999, 日本列島地温勾配図, 地質調査所.