エチオピアの地下水
——エチオピア農工業開発銀行 (A. I. D. Bank)
地下水開発プロジェクトにおける地下水開発について——

Groundwater of Ethiopia—on the development of groundwater of
A. I. D. bank Underground Water Resources Development Project——

藤 波 正 人*
Masato FUJINAMI

Abstract

The writer has engaged in hydrogeological survey and technical services for ETHIOPIA A. I. D. BANK Underground Water Resources Development Project.

This project was started on November 1974, utilizing six Japanese drilling rigs (four percussion type and two rotary type) for the purpose of solving the drought problem.

Based on the data obtained from this project the writer classifies the ground water types into five classes, and are listed as follows :

1. Abyssinia plateau type
2. Rift valley type
3. Dire Dawa fan type
4. Ogaden desert type
5. Awash valley type

The discharge rate is expected 100-300 l/min. with drawdown 10-40m, except the Ogaden desert in which the successful drilling depth are from 50m upto 120m.

Most of the water in the survey area has a conductivity around 500ppm with high hardness. In the Ogaden area, water from the wells shows high chlorine contents of 2000ppm and up.

The water of some wells in the Rift valley, contains as high as 6ppm Fluorine.

In the Awash valley the water of the wells shows high water temperature of above 30°C.

As for the drilling method, rotary drilling method, with the exception of few wells by air rotary drilling method, was used in the Abyssinia plateau. Cable tool method was used in the Rift valley area. Either cable tool or rotary method was used in the other areas.

1. まえがき

このプロジェクトは、日本政府とエチオピア政府との借款契約に基づきエチオピア A. I. D. BANK を窓口として新たに設立された地下水開発プロジェクトである。これについては蔵田延男 (1974) の

* 三協工業株式会社地質部

(昭和52年1月10日受理)

報告がある。

1974年4月より同年11月までにプロジェクトのデポの建設及び機械機材の搬入が行なわれ、1974年11月12日に第1号井がデポ内に掘さくを開始した。掘さく機械は日本製のパーカッション型4台、ロータリー2型台の合計6台で1975年7月には全機稼動状態となり、以来1976年5月現在27本が完全に仕上がり、3本が特殊ポンプ待ち、5本が途中で掘さくを中止し、3本が掘さく中である。

2. プロジェクトの現況

筆者が山下千文氏*の後を受けて1975年6月より1976年5月まで水理地質専門家として技術指導(カウンターパートの育成)及び水理地質調査に従事した時期における本プロジェクトの概況は以下の通りである。

現在のエチオピアは革命後2年以上たつが、政情不安でゲリラ活動も活発であり一方これに対する弾圧も厳しく、ついに1976年の4月には本プロジェクトのテクニカルマネジャーと水理地質のカウンターパートがソマリアへ亡命した。

当初このプロジェクトは自主的に水理地質調査を行ないつつ、可能性ある場所を選定してプログラムを組み掘さくを行なってきたが、1975年9月より水資源庁のコントロールの下に入り、掘さくはすべて水資源庁より指示された場所、地域で行なわれるようになった。

これらの井戸はすべて早ばつ対策と称され、主に低地帯の遊牧民の定着が目的とされたので、砂漠のような土地に掘さくすることが多くなり、水理地質的に地下水開発の可能性が無いところが多く現実にオガデン地方では静水位280m、導伝率7000 $\mu\text{v}/\text{cm}$ 等の結果を示している。

一方掘さく技術はこの2年間でかなり上達し現在ではエチオピア人だけで十分にやれるだけの力量をつけることができるようになった。

3. エチオピアの地下水

エチオピアの地下水については、すでに蔵田延男(1968)、村下敏夫(1969)の報告があるが、ここではA. I. D. BANKプロジェクトの資料からエチオピアの地下水を5つのタイプに区分してそれぞれの水理地質的特徴について述べると共に掘さく条件についても記述した。(図-1及び図-2参照。)

- ①アビシニア高原型
- ②リフト・バレー型
- ③ディレダワ扇状地型
- ④オガデン・デザート型
- ⑤アワシュ・バレー型
- ①アビシニア高原型

模式地……アジスアベバ、アカキ、アンボ、カリティ等。

地形・地質……アビシニア高原特有の熔岩台地上で標高2000m前後、Trap Seriesのbasaltic lavaが被圧した下部のTrachytic rhyolitics tuff, pyroclastic flowが主帯水層。

地下水……深度100~200mでbasaltic lavaの下部のtuff等より取水、静水位30mで動水位は

* 株式会社日さく

Figure.1 GROUNDWATER AREA IN ETHIOPIA

60m 前後と水位降下は大きく揚水量は 100~300l/min。

水質……一般に導伝率は 500 μ v/cm 以下で水質は良好，水温も 20°C で飲料水に適する。アンボでは導伝率 2200 μ v/cm 水温 42°C，重炭酸イオン 1159ppm であった。

掘さく……8 本掘さくした内，事故により 1 本中止したが他は良い結果を得ることができた。掘さく機械はロータリー式が適しトリコンビットで掘進率が 20cm/日 以下の場合はエアパカッション方式を使用することによって 5~7 m/日 の掘さくが可能。

②リフト・バレー型

模式地……ギドコンベル，ムレタファラ等

地形・地質……リフトバレーの谷底に堆積した火山性堆積物，湖沼堆積物が帯水層。標高 1700m。

地下水……深度 80m で湖沼堆積物中の砂れき層より採水可能，静水位 40m，水位降下 10m で揚水量は 200~300l/min。

水質……火山性堆積物の影響で弗素 (F⁻) が多く（ギドコンベルでは 6 ppm）飲料水としては不適である。*

掘さく……リフトバレーの谷底部分に掘さくしたものはすべて満足すべき水量を得たが堆積物の厚

• 弗素の WHO 飲料水基準は最大 1.5ppm までである。

Figure. 2 TYPICAL WELL LOGS IN ETHIOPIA

さが揚水量に影響する。また谷底部分からの比高が高い所では静水位が深く取水困難、掘さくにはパーカッション式が適している。掘進率 7 m/日。

③ディレダワ扇状地型

模式地……ディレダワ。

地形・地質……中生代の石灰岩を基盤として、その上部に堆積する扇状地堆積物の砂れき層が帯水層。標高 1100m。

地下水……深度 50～80m で採水可能。静水位浅く 10～20m，水位降下は 10～20m で揚水量は 180～300l/min。

水質……重炭酸イオンが若干多いが特に問題なし，塩素イオンが多い場合もある。

掘さく……7 本掘さくしたがほぼ満足すべき結果であった。掘さくにはパーカッション式，ロータリー式いづれも可であるが，ロータリー式はベントナイトの使用量に注意しないと仕上げで苦勞する。

④オガデン・デザート型

模式地……オガデン。

地形・地質……ジュラ紀・白亜紀の石灰岩せっこう，頁岩よりなりジジガ周辺の第四紀の堆積物を除けば有力な帯水層は存在しない。標高 500～1000m。

地下水……ジジガ周辺では深度 30m 前後で Pre-Cambrian の基盤岩に到達し，その上のたまり水を利用している。石灰岩・頁岩等を掘さくしたものは静水位 250～300m で実際的に使用不可能。

水質……塩素イオン (Cl^-)、硫酸イオン (SO_4^{2-}) を多量に含み飲料不適。特に Cl^- はドフンでは 2836ppm を記録した。

掘さく…… 5本掘さくして2本は途中で掘さく中止，1本は塩水で中止2本は静水位が深くてケーシングだけ，従って本地域では成功率ゼロである。掘さく機械はロータリー式は事故（水位が低いための粘土の崩壊）が続き成功せず，現在はすべてパーカッション式で掘さくしている。

⑤アワシュ・バレー型

模式地……テンダホ，マルカワラ。

地形・地質……アワシュ川沿いの沖積低地で砂れき層が帯水層。標高500～300m。

地下水……深度60mで良好な帯水層に到達。砂れき層より採水可能静水位10～15m，動水位20～25m，揚水量は300l/minで揚水時に若干の排砂が見られる。

水質……特に問題はないが水温は30°～34°Cと高い。

掘さく…… 7本掘さくした内，1本は水温が高く（50°C）ケーシングだけであるが他は満足すべき結果を得た。掘さく機は深度も浅く砂れき，粘土層なのでどちらでもよい。

4. ま と め

以上述べたようにエチオピアでは場所を正しく選定すれば地下水開発はまだ可能である。掘さく技術も向上しているので自主的計画に基づいて掘さくが進められれば作業の能率も上昇し，良い結果を得ることができる。

参 考 文 献

- 1) 蔵田延男（1974）エチオピア地下水開発プロジェクト 水処理技術 Vol.15 No.10 1974
- 2) 蔵田延男他（1968）エチオピアにおける地下水探査・水井戸さく井技術指導総合報告書 海外技術協力事業団
- 3) 村下敏夫（1969）エチオピアの地下水調査 日本地下水学会誌 No. 16, 17