

シンポジウム「温泉、地熱の多目的利用」

深層熱水供給システムの開発

新エネルギー総合開発機構 小村 精一

1. はじめに

石油に代る新しいエネルギー源としての地熱エネルギーの開発利用はわが国はもちろん、諸外国の場合でも、主として発電を目的とする地熱蒸気の生産に主眼がおかれてきているのが現状である。従って、その開発は火山地帯が対象となり、現在稼働中の日本の6地熱発電所も主要火山地帯上に位置している。しかし、これらの蒸気発電を目的とした開発可能地域は特定の範囲に限定されているばかりでなく、主として山間部の、しかも国立公園内にあり、また人口密集地から遠い等、立地条件・需要関係に難点がある。さらに、探査技術のおくれからくる探査開発段階におけるリスクの問題、高温熱水処理にともなうシリカスケールの沈着。溶蝕等の建設コストの増大要因など未解決の問題をかかえている。

これに対して、もう1つの地熱賦存形態である深層熱水の開発利用には上記の火山蒸気の場合にみられるような問題点は存在しないか、またはほとんど解決されている。

深層熱水は一般に非火山性地熱水とも呼ばれているように、火山地帯とは関係のない堆積岩地域に広く分布し、地下深部に層状をなして存在する熱水鉱床である。地球内部で岩石中の放射性元素の崩壊によって絶えず生成される熱エネルギーは岩石中を熱伝導によって移動して地殻に達し、地球表面から大気中に絶え間なく放射されているので、地球内部構造の均質性からみて、この地球表面に達する熱エネルギーの量、熱流量は火山地帯を除いて著しい差異はないはずであって、現に実測される地下増温率(地温勾配)は平均して $3.0^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ であることは一般によく知られている。地殻内の比較的浅い部分に地下水を貯留する地下水層が存在する場合には、岩石中を通過する熱エネルギーが、この地下水層中に貯留されることになる。単純計算でも、地下2,000mでは温度 60°C ($3.0^{\circ}\text{C}/100\text{m} \times 2,000\text{m}/100\text{m}$)、これに地表面の年平均気温 15°C を加えると、 75°C 前後の熱水が存在することになる。この地熱水をボーリングによって地表に取り出し、その熱エネルギーを抽出利用しようとするのが深層熱水開発の基本的考え方である。

深層熱水は堆積岩地域の地下深部に熱水を貯留するような比較的多孔質な粗粒層が存在する場合には広域かつ大量に採取することができ、しかも利用後の廃熱水を再び地下の同一層に還元することによって、熱エネルギーだけを半永久的に取り出して、冷暖房・施設・農業・道路融雪等多目的に利用することが可能である。

2. 深層熱水開発の従来経過

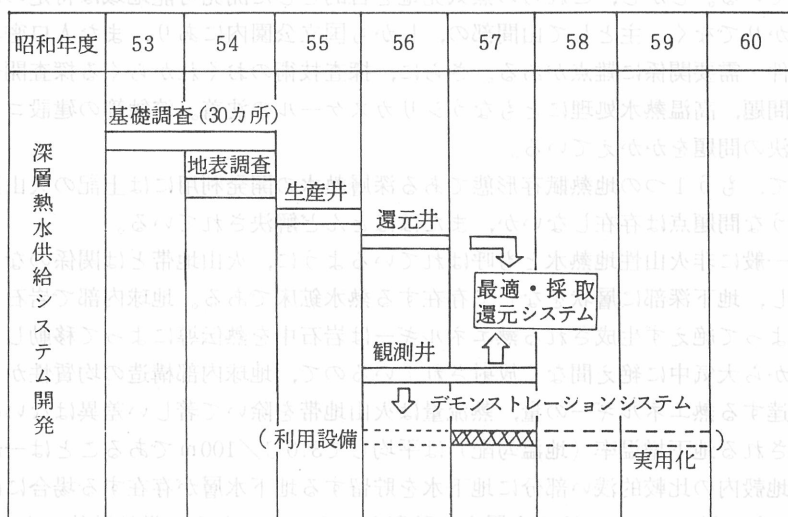
深層熱水の研究開発はサンシャイン計画の一部として昭和52年度から地熱技術開発株式会社が通産省の依託を受けて実施してきており、53年度までに全国で30の深層熱水賦存地域を選定して基礎調査を終了した。昭和54年度には共同研究受託者として石油資源開発(株)が新たに加わり、上記30地域の中から苫小牧(北海道)・上北(青森)・和田(秋田)・長岡(新潟)の5地区をえらび出し

て、地下地質・地温分布・還境条件等を総合的に比較検討した結果、研究開発の適地として秋田和田地区がえらばれた。これによって全地区内の河辺雄和地区にバイプロサイス地震探査を実施し、その結果に基づいて試験井1号の探削予定地点が選定された。

昭和55年10月新エネルギー総合開発機構の発足と同時にこの研究開発事業は工技院から機構に依託されることとなり、55年下期に秋田県河辺雄和地区で試験井掘削(深度1,310 m)を含む現地野外実験を開始した。

3. 研究計画の内容

この研究・開発の目標は都市周辺部の堆積盆地の地下深部に広く賦存が見込まれる非火山性地熱資源(深層熱水)を開発し、地域暖房・施設農業等熱水の多目的利用をおこなう技術を確認するため、現地実証実験によって深層熱水の最適採取還元システムの開発を行うことである(第1図)。この目標を達成するために行う具体的な研究・計画の概要は次の通りである。



第1図 深層熱水供給システム開発スケジュール

3.1 試験井の掘削：55年度の1号井の掘削に引き続いて、2～4号井(予定深度1,300m～1,600m)を掘削し、各試験井について物理検層・コア試験・水質化学分析等の各種分析試験を行うとともに、熱水産出テストによって熱水の時間当り産出量・温度・化学成分・随伴ガス組成・孔底の圧力温度等を調査し、各試験井の熱水産出能力についての基礎資料を得る。

3.2 採取還元試験：試験井の掘削によって得られたデータに基づいて、熱水・ガス分離器・熱交換器・冷却塔・固形分漏過装置・トレーサー等薬液注入装置・水軟化器・熱水貯留槽・圧入ポンプ・各種メーター類等を含む採取還元試験施設を設計製作し、試験井敷地内に設置する。この試験施設と試験井4坑を使用して、約1年半にわたり、トレーサーテストを含む各種の採取還元試験を継続実施する。試験井の役割は生産井・還元井・観測井とし、生産井から65℃の熱水を毎時20トンの割合で採取し、これを約35℃に冷却して、還元井から全量圧入する。生産井と還元井との間隔は100 mで計画し、生産井から採取された熱水は採取層と同じ貯留層に還元されるクローズドシステムを採用している。これは熱水を採取することによって発生する地盤沈下等の環境影

響を排除して、熱エネルギーだけを地下から無限に抽出利用するためである。こうして冷却還元された熱水のフロントが貯留層内を生産井に向かって進む間に熱エネルギーを吸収し、再び生産井に到達するまでに要する時間・温度回復状況・生産量の変化・圧力変動等、地下還元熱水の貯留層内における流動挙動を解明する。さらに、この周辺に配置される観測井での観測データも加えると、熱水貯留層の立体構造が判明する。

3.3 採取還元モデルの検討：本プロジェクトの研究開発は熱水貯留層の数学モデルによる検討を主な手法としているので、既存の熱水貯留層モデルの改良研究によって、深層熱水の貯留層に適したシミュレーションモデルを作成し、これを電算システムに組みこんで、野外実測データとのマッチングを繰り返すことによって、貯留層の数学モデル化をはかる。

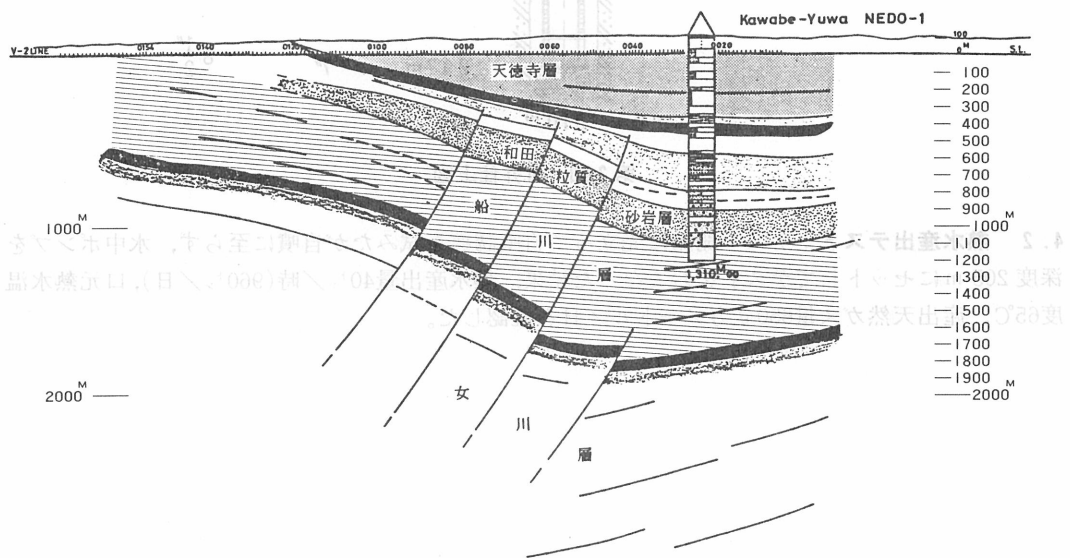
3.4 地盤変動調査：深層熱水を採取利用するに当たって、周辺的生活環境に及ぼす可能性がある影響としては、地盤沈下が主要なものと予測されるので、その対策を検討する基礎資料を得るために、水準測量・基準点測量によって地盤の水平変動と上下変動を解明する。54年度からの継続調査として計画しているので、試験井掘削前、全掘削後、採取還元テスト前、全テスト終了後の各段階における比較資料が得られるはずである。

3.5 総合解析：上記(1)~(4)の結果について総合解析・評価をおこなって、熱水貯留層の利用特性を解明し、クローズドシステムによる同層還元をおこなう場合の熱水温度低下・坑井間の相互干渉等の問題を解決して、適正坑井間隔・最適熱水生産量を決定する。こうして深層熱水資源を利用する際の経済性を見通しをたてることができる。

4. 55年度成果の概要

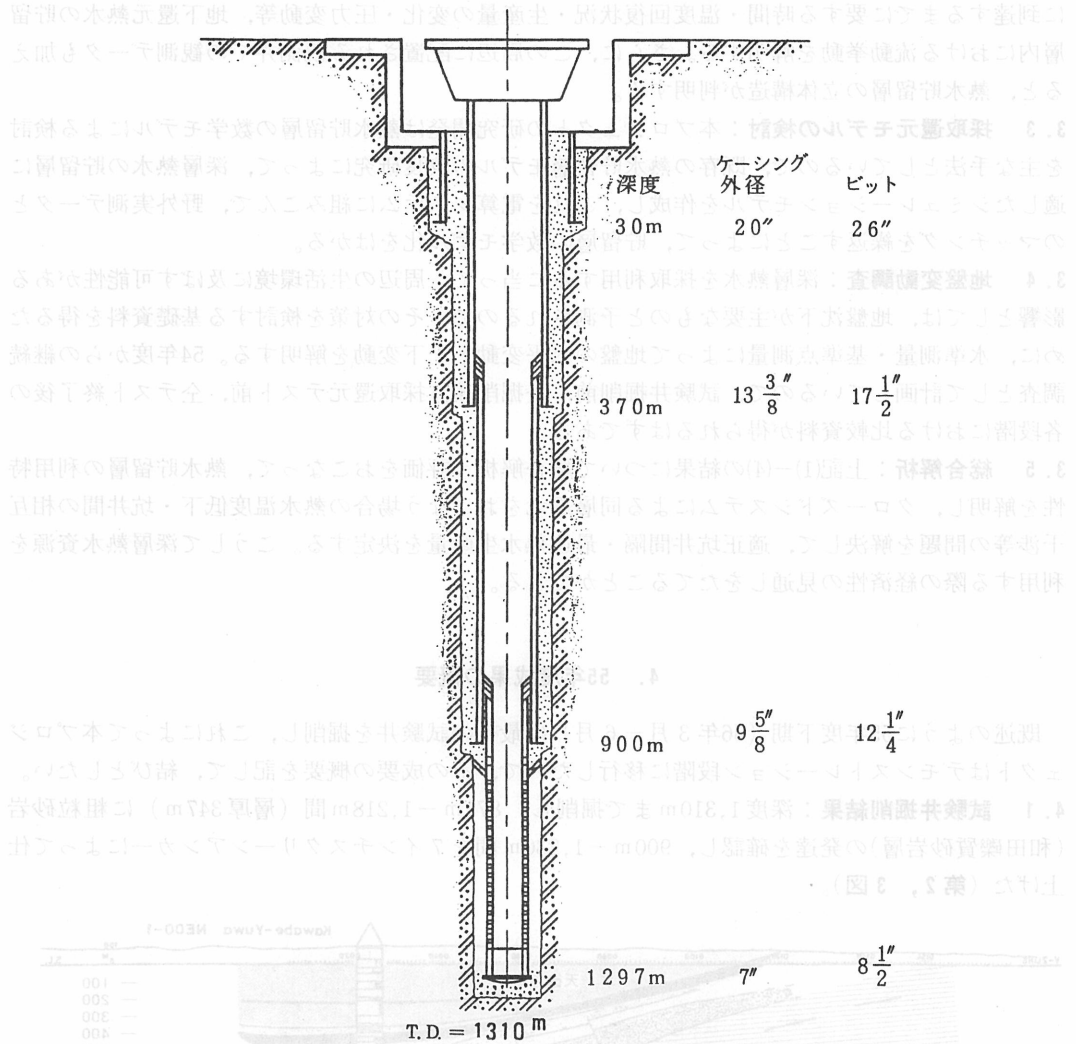
既述のように55年度下期(56年3月~6月)に最初の試験井を掘削し、これによって本プロジェクトはデモンストレーション段階に移行したので、その成要の概要を記して、結びとしたい。

4.1 試験井掘削結果：深度1,310mまで掘削し、871m~1,218m間(層厚347m)に粗粒砂岩(和田礫質砂岩層)の発達を確認し、900m~1,230m間を7インチスクリーンアンカーによって仕上げた(第2, 3図)。



第2図 地質断面図

Kawabe-Yuwa NEDO-1



第3図 坑井仕上図

4.2 熱水産出テスト：テスト開始に先立って自噴誘導を試みたが自噴に至らず、水中ポンプを深度205 mにセットしてテストをおこなった結果、熱水産出量40^ト/時(960^ト/日)、口元熱水温度65℃、産出天然ガス量650立方メートル/日を確認した。