

森地熱発電所と濁川地熱地域の概観

川村 政和 (地 殻 熱 部)
Masayori KAWAMURA

1. はじめに

紹介をする。

我国では7番目 北海道では最初の地熱発電所発電部門の建設が今春から始められる。濁川温泉(森町)は北海道南西部の代表的な温泉地の1つであるが地質調査所はその地熱開発の有望性に着目し昭和42・43年と地質調査を行っている。地熱開発に向けての本格的基礎調査は昭和47年に開始されており以来地質地化学物理探査及び構造試錐 調査井の掘削が行われてきた。

昭和52年からは本格的な蒸気生産部門の開発が始められ昨55年7月には計画した生産井 還元井の掘削が終了した。これにより予定した出力5万kWにあたる蒸気量を確保できる見通しを得たため今春から発電部門の本格着工がなされるのである。本文では濁川地域における地熱環境と開発の推移及び発電計画の概要について

2. 濁川盆地の概観

(a) 調査及び開発の推移

濁川盆地については地形の特異さから注目され これまでに数多くの調査研究がなされている。その主なものをあげると地質や構造については 小林(1911) 田中館(1930) 矢島(1934) 土居(1961) 石田(1967) 佐藤(1968) 及び 松下他(1973)の研究があり又地温分布や温泉の化学成分 湧出機構等については太秦他(1959) 福富(1963) 中谷他(1969) 浦上他(1977 1978)そして筆者(未発表)による研究がある。この他に日本重化学工業(株)(中村1977 安藤他1978 鷹背他1978 土井他1978)は地熱発電を目的としたいくつかの調査を1972年から開始しており それと並行して1973年に地質調査所による全国地熱基礎調査の一環としての調査(浦上1974)や1974年に資源エネルギー庁による地熱開発精密調査(1975)が実施されている。これについてはその推移を表2・1にまとめている。

(b) 地 熱 環 境

濁川地域の地形は直径約2.5kmの五角形をなす盆地になっており(図2・1) 標高350m程度の山で周りを囲まれている。盆地の内部は平坦であるが南側から北側に向けて2kmで約50m程度の傾斜をなして下っている。河川としては南及び西側から2・3の流入があるがその内最も大きいのは南側の狗神岳(899.4m)から流れてくる澄川である。これらの川は濁川に合流して盆地から北東方向へ流出している。濁川盆地の成因についてはカルデラ説(田中館 土居)火山活動後の断層説

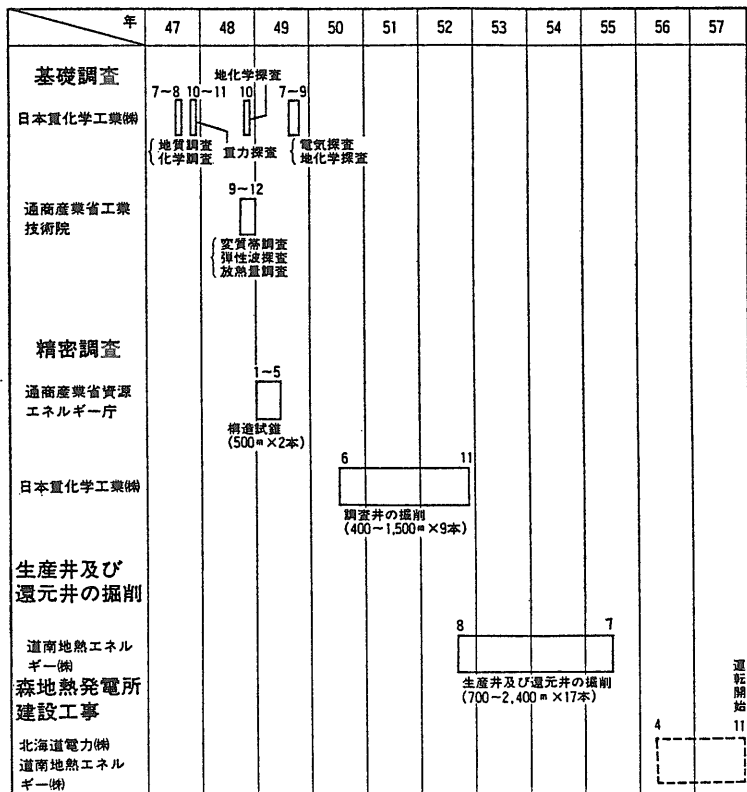


表2・1 地熱発電のための調査・開発の推移⁽²³⁾
(昭和42・43年の調査についてはこれに含まれていない)

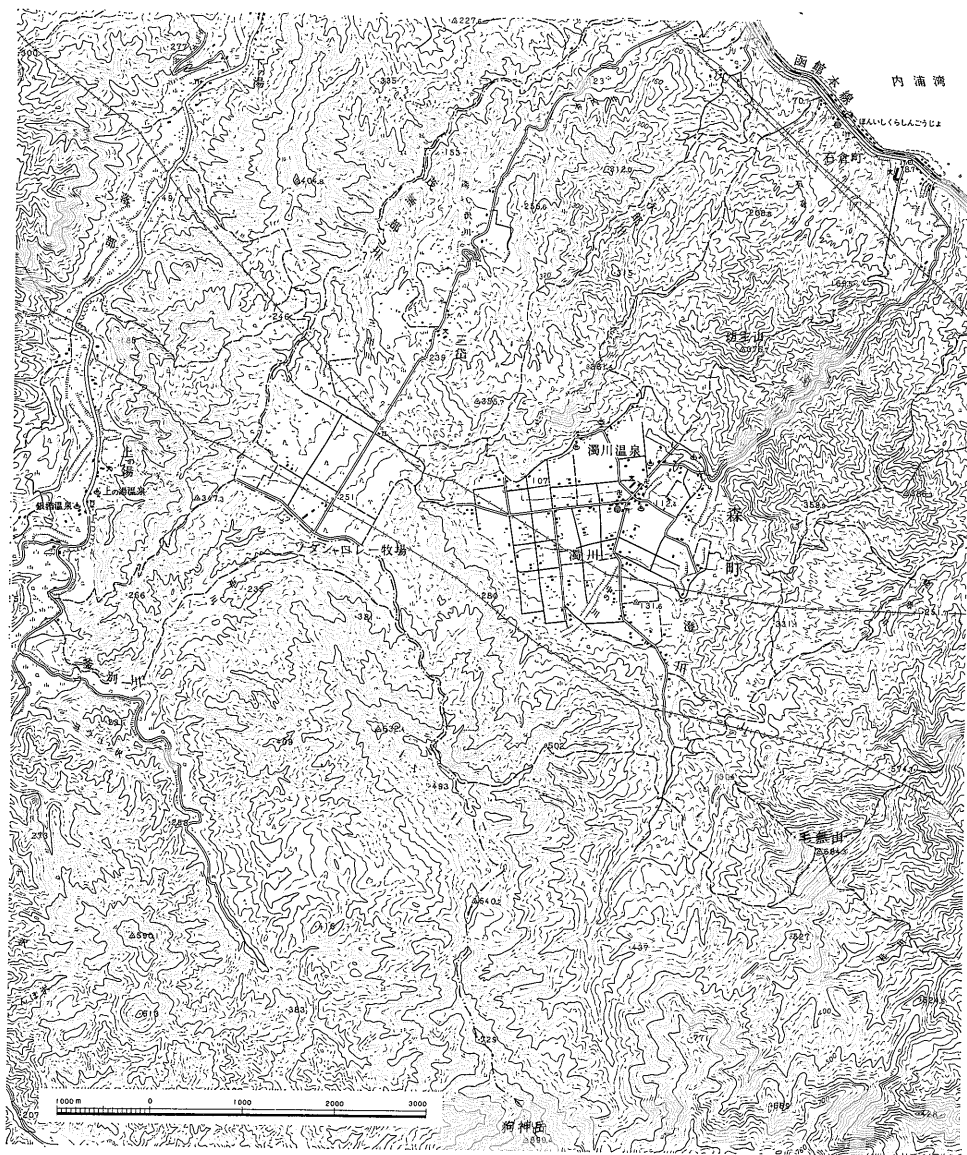


図2・1
濁川地域の地形

(矢島 石田) それに断層後の火山爆発説(河田) 等々の説明がなされていたが 佐藤(1968)はこれがクラカトア型カルデラであり ガラス質角閃石安山岩のドームを形成した後 活動によりドームが完全に破壊され陥没したものであると推定している。又 その地下構造について中村(1977)は開発調査の結果から 図2・2の様に推定しそれまでのものとはいくつか異なる点のあることを明らかにしている。

濁川温泉は現在約90孔程の泉源を有しているが その大半は盆地中部から北側に集中している。旅館は6軒あり浴用に利用されているが ビニールハウス(写真2・

1)等の農業用や 養魚用にもかなり利用されている。

温泉調査で最新のものは筆者が1981年2月に実施しており これによると活動孔数62孔 湧出量3,640l/minそして放出熱量は3,283 kcal/sec (0°C基準)と求められている。太秦他(1959)や 中谷他(1969)はその泉質について SO_4^{2-} 量が少いが HCO_3^- 量は多く Cl^- 量は9~2,300 mg/l と その含有量に大きな差のあることを明らかにしている。又 福富他(1963)は泉温と Cl^- 量との関係(図2・3)から濁川温泉が3つの系統から成ることを明らかにし その湧出機構のモデルについて考察している。更に それらの湧出する分布(図2・4)は

浦上他 (1978) により求められており 3つの系統別の湧出状況を明瞭にすることができる。

1973年 地質調査所によりこの地域において全国地熱基礎調査の放熱量調査 (浦上 1974: 浦上他 1977) が実施され 1m深地温調査が行われたが その分布 (図2.5) も図2.4に示す泉温分布とほぼ同様な傾向を示していることが知られた。この他盆地の北部の数ヶ所において噴気活動が見られる。この内最大のものは 北端に位置し変質帯のひろがる

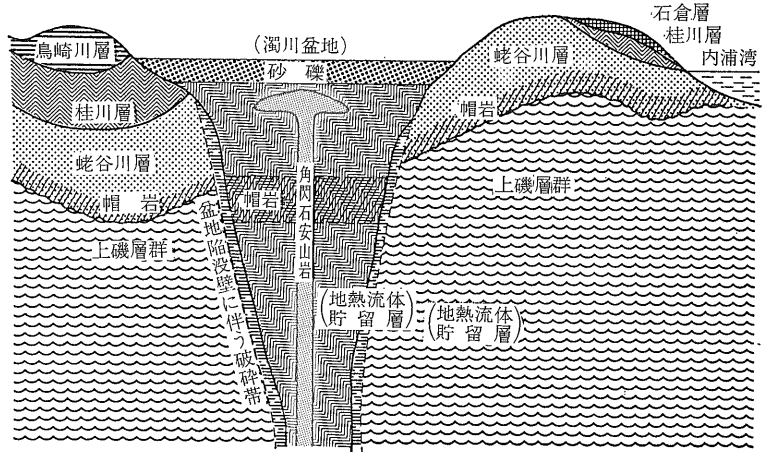


図2.2 濁川盆地の模式断面図⁽²³⁾

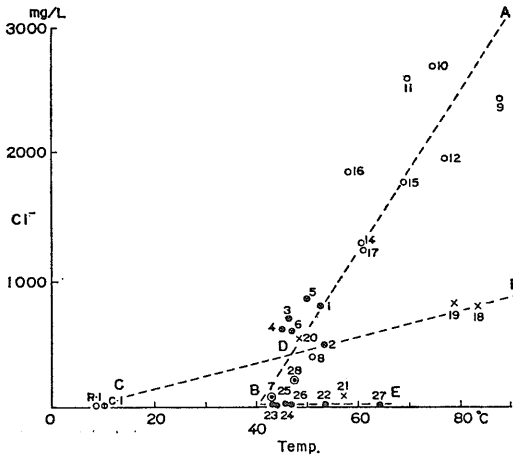


図2.3 泉温とCl⁻量との関係⁽⁷⁾

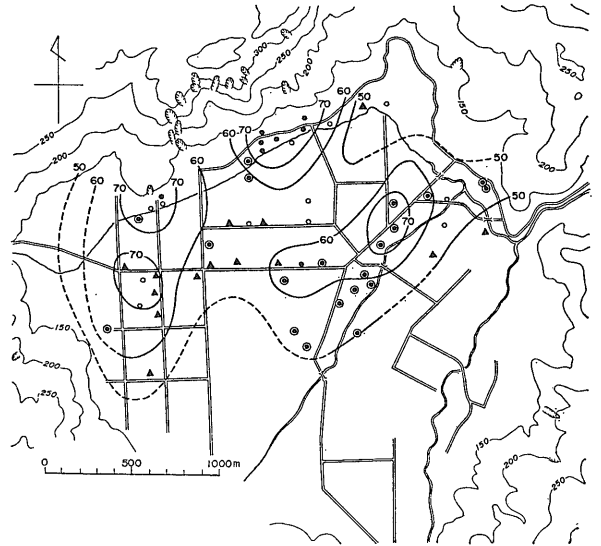


図2.4 泉温とCl⁻量の分布⁽¹⁹⁾

- ▲印は Cl⁻ 130 mg/l 以下
- 印は Cl⁻ 130~1,000 mg/l
- 印は Cl⁻ 1,000 mg/l 以上
- 印は未分析の温泉を表わす

賽の河原 (グラビア 写真4) で ここではかつて硫黄を採取していたといわれ 硫化水素を伴う炭酸ガスがいたるところで噴出しているが 温度は低い。これに対し中学校の北東部にあるカルメラと呼ばれるところ (グラビア 写真6) では高温の噴気が出ている。又 その北西部 100m 程のところでも 農家の庭や水田の中に噴気が出ており (グラビア 写真



写真2.1 ビニールハウスの暖房に利用されている温泉 (撮影: 正井義郎)

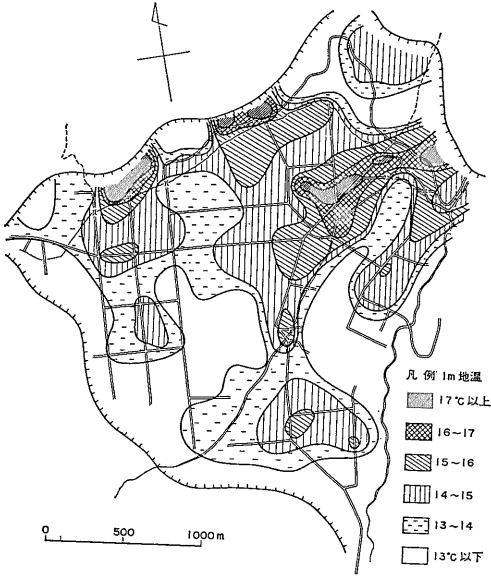


図2・5 1m 深地温分布⁽¹²⁾

7) 地面も焼けていて (グラビア 写真8) 付近の地温の高いことが知られる (写真2・2 2・3)。

この付近にはかつて 「熊の湯」と呼ばれた湯池があったと云われているが現在は埋められて存在していない。この他数ヶ所において マッドポット等の活動があるといわれ(福富他 1963) この付近の地熱活動が活発であることをうかがわせる。

濁川温泉は福富他(1963)の調査では全放熱量中で熱伝導による値が74%ときわめて大きくその特異性が注目されていたが 1978年の段階では温泉孔の増加に伴い温泉による放熱量が大きくなり その割合は46%に下がっている(浦上他 1978)。尚 これらの結果から濁川地域の地熱活動は熱階級Ⅳに相当することが明らかにされている。

日本重化学工業(株)が行った地熱開発調査井における

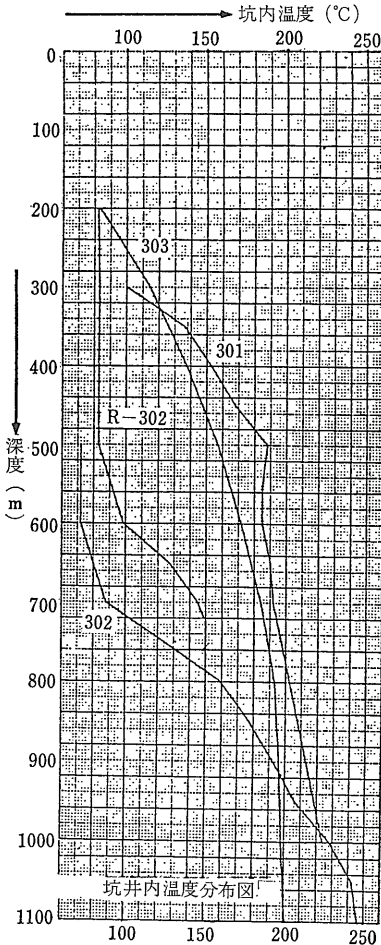


図2・6 調査井の坑井内温度分布⁽¹⁷⁾



写真2・2 地温の高い農家の庭と噴気 (撮影：正井義郎)



写真2・3 地熱のために焼けている水田跡 (撮影：正井義郎)

温度検層結果 (中村 1977) のいくつかを図2・6に示しているが 302号井では坑底 (1,100m) で246°Cにもなっており濁川盆地の地下がきわめて高温の状態にあることが知られる。同社は他に重力探査や電気探査も実施している。重力探査の結果得られた余剰重力分布 (図2・7) によると 盆地北部の低異常に対し中央部では同心円状の高異常がみられた。これに注目した浦上他 (1977) は全磁力測定 (図2・8) を行い その結果が重力分布の傾向と一致することを見出し盆地内中央部の地下に中央火口丘あるいは貫入岩体の存在を予想したが このことは地熱開発に伴う調査井等の掘削から確認されている。

3. 発電計画の概要

森地熱発電所は冒頭でも述べたように今春から発電部門の本格着工がなされるが 蒸気生産部門については昭和52年から開発が行われてきた。日本重化学工業(株)は同社が手がけたものとして 岩手県で既に完成している松川及び葛根田地熱発電所に続く3番目に濁川地域を選び 昭和47年7月から基礎調査 (表2・1) を行ってきた。その後 昭和52年8月

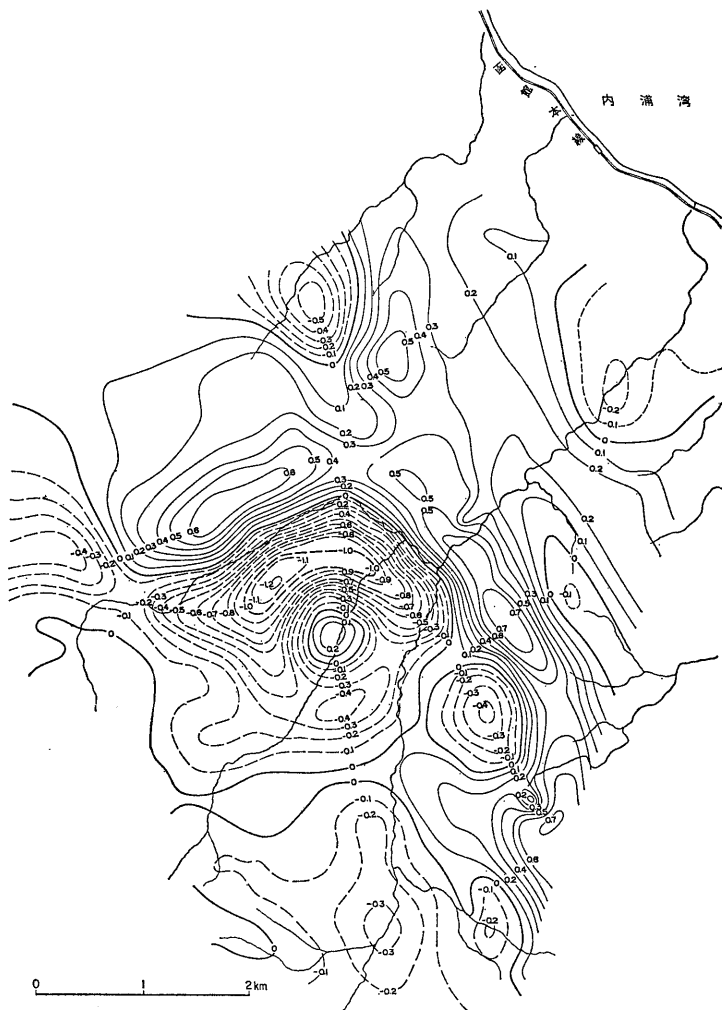


図2・7 余剰重力分布図⁽¹⁵⁾

からは同社より事業継承した道南地熱エネルギー(株)が蒸気生産 熱水還元部門の開発を行い これに北海道電力(株)が発電部門を担当し共同して 5万kWの地熱発電を目標としている。その計画の概要は以下の通りである。(北海道電力 1980 a, b)

(A) 蒸気生産設備

a) 地熱井

基地	B	C	D	E	4基地
地熱井数	2本	2本	5本	8本	17本

掘削深度	地熱井数
700~1,500m	5本
1,501~2,000m	4本
2,001~2,400m	8本

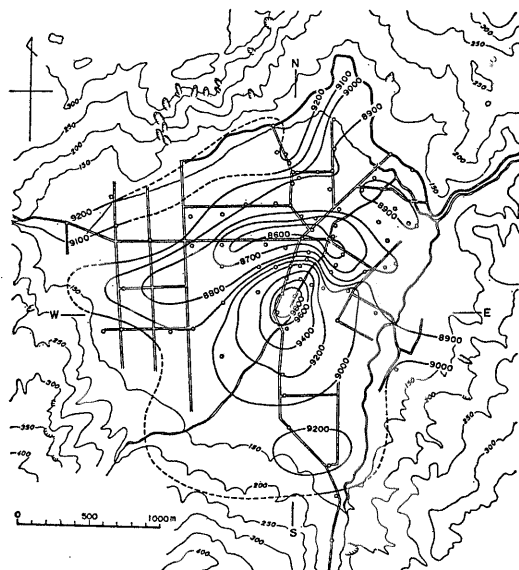


図2・8 全磁力分布図⁽¹⁵⁾

種 別	深 度	地熱井数
生産井	700~2,400m	5本
還元井	1,000~2,400m	12本

電 圧	一次 11,000 V
	二次 66,000 V
周 波 数	50 Hz
台 数	1台

b) セパレータ

一次蒸気生産能力	200 t/h
基 数	3基 (D基地)

c) フラッシュャー

二次蒸気生産能力	80 t/h
基 数	3基 (D基地)

d) 復水器

型 式	ロウレベル直接接触式
設計真空度	0.18 kg/cm ² abs
冷却水量	約7,500 t/h

e) 冷却塔

型 式	湿式機械通風送風機集合形
循環水量	9,500 t/h
循環水入口温度	53.6°C
循環水出口温度	25.0°C
設計湿球温度	17.0°C
基 数	1基
ファン台数	4台

(B) 輸 送 設 備

項目 種類	設 置 位 置	延 長 (m)	直 径 (mm)	輸 送 量 (t/h)	
二相流管	F基地~D基地間	約 600m	860	400	
一次蒸気管	D基地~電気設備間	約1,500m	1,320	410	
二次蒸気管	D基地~電気設備間	約1,500m	1,320	140	
熱水管	D基地~F基地間	約 600m	660	1,500	
	D基地~C基地間	約 700m	210	30	
	C基地~B基地間	約 400m	210	100	

f) ガス抽出装置

型 式	遠心式
容 量	3,100 kW
(抽出乾ガス量: 約45 t/h)	

(C) 電 気 設 備

a) 蒸気タービン

型 式	衝動複流排気形
容 量	50,000 kW
入口蒸気圧力	一次蒸気 7.0 kg/cm ² abs
	二次蒸気 2.0 kg/cm ² abs
入口蒸気温度	一次蒸気 164°C
	二次蒸気 120°C
入口蒸気量	一次蒸気 約362 t/h
	(ガス不含)
	二次蒸気 約133 t/h
ガス含有率	11% (重量比)

b) 発 電 機

型 式	横置円筒回転界磁形
容 量	55,600 kVA
電 圧	11,000 V
周 波 数	50 Hz
回 転 数	3,000 rpm

c) 主変圧器

型 式	屋外用送油風冷式
容 量	55,600 kVA

(D) 敷 地

電気設備敷地	約9.5 ha
蒸気生産設備敷地	約5.7 ha
輸送設備敷地	約2.0 ha

各基地及び地熱井の位置は図3・1に示してあるがこの計画ではまずF基地(写真3・1)で得た地熱流体は二相流体の形でD基地(写真3・2)に運ばれそこで得た地熱流体と共に一次蒸気を生産し発電所に送られる。

この後更にフラッシュャーにおいて二次蒸気を生産しこれも発電所に送られる。熱水(写真3・3)の一部はD基地において還元されるが残りはF基地とC・B基地に送られてそれぞれで総て還元されるという形になっている。生産される蒸気は一次・二次合わせて495t/hでこれから5万kWの発電を行う訳であるがここで用いられているダブルフラッシュ方式は九州電力(株)が運転している八丁原地熱発電所について我国では2番目のものである。又地熱井の圧力-流量特性を図3・2に示してあるがこれによるとD3号井はこれ1孔のみで百数十t/hの蒸気量を生産する我国では最大級の地

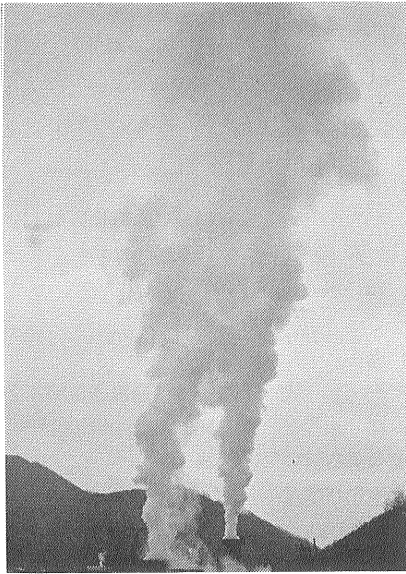


写真3・1 F基地における噴出テスト風景

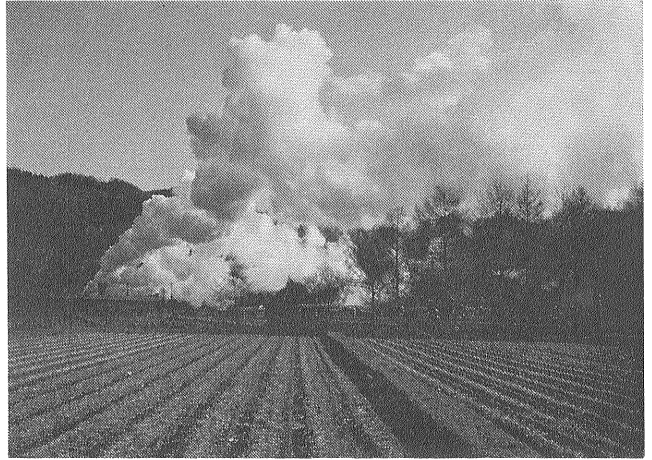


写真3・2 D基地における噴出テスト風景

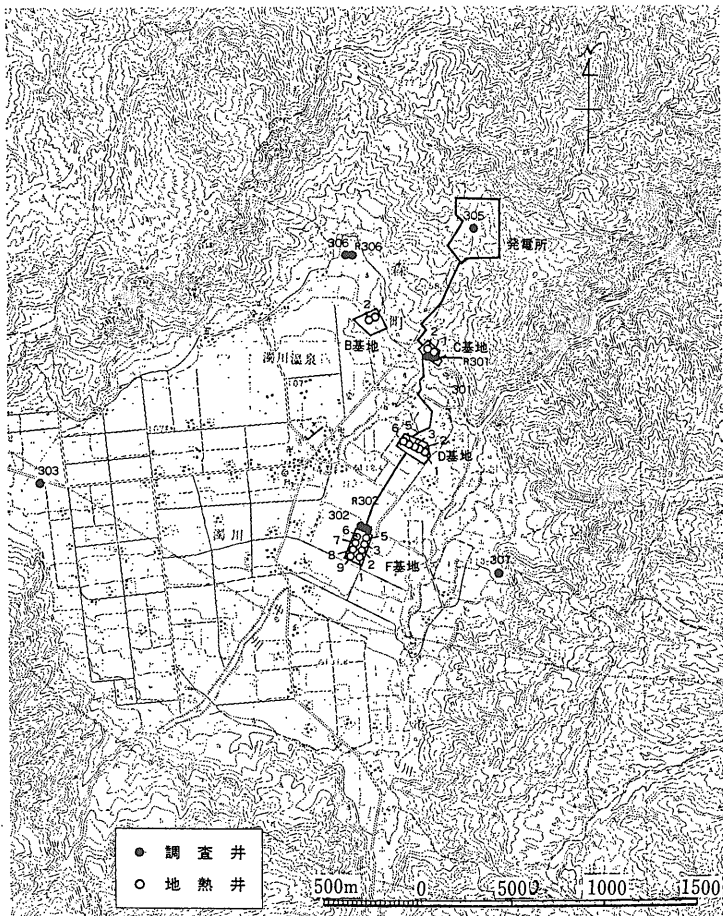


図3・1 調査井と地熱井(生産井・還元井)の位置⁽²³⁾

熱井である。D3号井のケーシングプログラムと坑内温度分布は図3・3図3・4に示している。

さて電気設備についてみると 濁川地域の地形が盆地状になっていることへの配慮から 発電所は盆地北部の坊主山中腹の海拔約200m付近に建設されることになっている(図3・5)がここで注目されるのは従来の発電所の冷却ファンが一列に並べられていたのに対し ここでは四角くまとめられている点である(グラビア写真2参照)。

これもやはり上述した事と同様な配慮からで 排出された蒸気が より強く上昇することをねらいとしているようである。今春から始められる これらの発電設備やパイプラインが完成した後 運転開始が予定される昭和57年11月には 北海道で初めて地熱の灯がとるのである。

4. おわりに

現地における取材にあたり 北海道電力榊森地熱発電所建設準備事務所長 瀬戸弘氏 及び道南地熱エネルギー(株)濁川地熱開発事業所副所長 山崎一郎氏に御協力いただいた。ここであらためてお礼申し上げる。

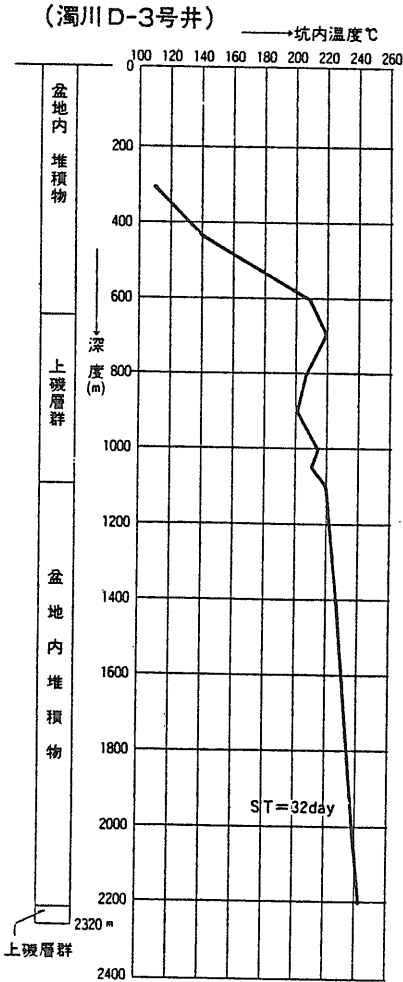


図3・4 D3号井の坑井内温度分布⁽²³⁾

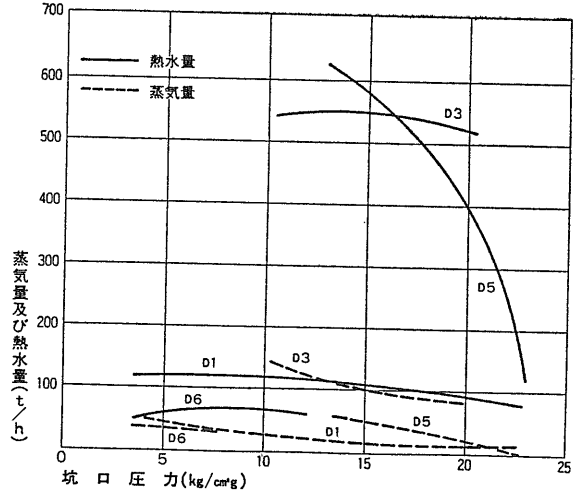


図3・2 地熱井の圧力—流量特性⁽²³⁾

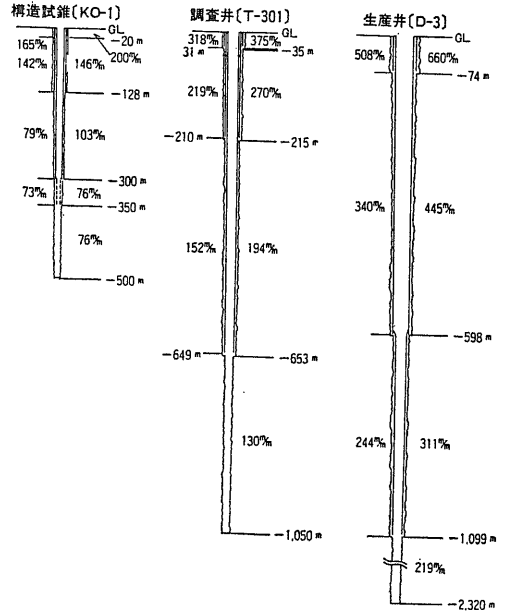


図3・3 ケーシングプログラムの例⁽²³⁾

参考文献

- 1) 小林儀一郎(1911)：渡島国濁川油田調査報告 鉱物調査報告 Vol. 15.
- 2) 田中鎔秀三(1930)：北海道濁川盆地に就きて 地学雑誌 Vol. 42.
- 3) 河田喜代助(1931)：標式的盆地の一例—北海道上濁川 地理教育 Vol. 14.
- 4) 矢島澄策(1934)：北海道濁川盆地に就て 地学雑誌 Vol. 46.
- 5) 太秦康光・那須義和 瀬尾淑子(1959)：北海道西南部の諸温泉(その3) 濁川温泉 日本化学雑誌 Vol. 80.

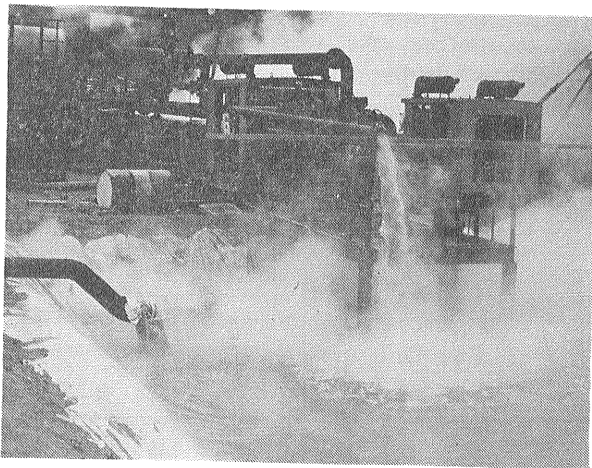


写真3・3 噴出テストにおける熱水の湧出 (D基地)

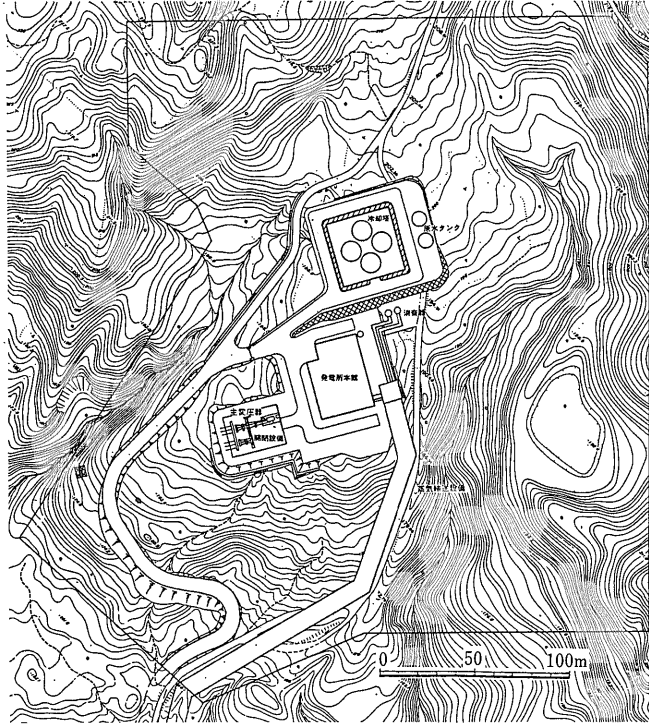


図3・5
電気設備配置図⁽²⁴⁾
(概観はグラビア参照)

- 6) 土居繁雄(1961)：北海道渡島国森町の地質 北海道立地下資源調査所報告 No. 25.
- 7) 福富孝治・藤木忠美・須川明・大谷清隆・和田昭夫・徳永英二(1963)：北海道 濁川温泉の調査報告 北大地球物理学研究報告 No. 10.
- 8) 石田正夫(1967)：北海道濁川盆地付近の地質について地質調査所月報 Vol. 18.
- 9) 佐藤博之(1968)：西南北海道濁川カルデラとその噴出物について(演旨) 地質学雑誌 Vol. 74.
- 10) 中谷省三・都築俊文・勝田也子・橘高毅・渡瀬納・三上正村・森田邦雄(1969)：北海道の温泉成分の化学的研究(第9報) 濁川温泉の湧出機構 北海道立衛生研究所報 No. 19.
- 11) 松下勝秀・鈴木守・高橋功二(1973)：濁川(5万分の1地質図幅説明書) 北海道立地下資源調査所.
- 12) 浦上晃一(1974)：放熱量調査 全国地熱基礎調査報告書(地質調査所) No.1 駒ヶ岳北部.
- 13) 資源エネルギー庁(1975)：昭和49年度地熱開発精密調査報告書 No.3 駒ヶ岳北部.
- 14) 二間瀬冽(1976)：北海道の地熱・温泉(A)西南北海道中南部Ⅱ・6 濁川・八雲東部地区 調査研究報告 第3号 北海道立地下資源調査所.
- 15) 浦上晃一・西田泰典(1977)：駒ヶ岳北部地域放熱量調査物理探査報告 地質調査所月報 Vol. 28.
- 16) 平沢清(1977)：地熱開発調査の地域レポート (1)駒ヶ岳北部地域 地熱エネルギー Vol. 2.
- 17) 中村久由(1977)：北海道森町濁川地域の地熱開発 全国地下資源関係協会合同秋季大会予稿集.
- 18) 安藤重幸・佐藤浩・鷹嘴守彦・斎藤清次・千葉義明・土井宣夫(1978)：濁川カルデラの地下構造(演旨) 火山 Vol. 23.
- 19) 浦上晃一・小泊重能・戸松政夫・佐倉保夫・瀬川良明・太井子宏和・池田隆司・陶山秀明・木戸和夫・熊沢克己・戸坂隆(1978)：濁川温泉の調査 昭和53年北海道温泉調査報告 北海道衛生部薬務課.
- 20) 鷹嘴守彦・安藤重幸・斎藤清次(1978)：北海道濁川地熱地域の地質について—その1—(演旨) 地熱 Vol. 15.
- 21) 土井宣夫・井出俊夫・千葉義明(1978)：北海道濁川地熱地域の地質について—その2—(演旨) 地熱 Vol. 15.
- 22) 佐藤準(1980)：北海道森町濁川盆地における地熱開発の現況 地熱技術 Vol. 15.
- 23) 北海道電力(株)(1980, a)：森地熱発電所建設計画の概要.
- 24) 北海道電力(株)(1980, b)：森発電所環境影響調査書のあらまし.
- 25) 川村政和：未発表.