

3 化 学 部

3.1 業務概要

化学部は無機係、有機係、鉱業係の3係に別け、化学工業（醸造工業と食品工業関係を除く）及び鉱業に関する依頼分析、依頼試験、依頼調査、技術相談と試験研究に従事している。中小工鉱業の水準にも達しない所謂零細工鉱業者（技術者、試験設備を備え得ぬ）からなりたつ本県工鉱業の特殊性と量は別として鉱石の種類多く然も鉱山数は相当高い本県鉱業の特殊性から、鉱石類を始め、種々の分析依頼、技術相談が多かつたが、特に本年度は工業用水関係の業務が、目立って多かつた。

依頼試験は、ゴム引張試験、セメント瓦強度試験、石油類の規格試験等が主である。

鉱山調査は、業者からの依頼調査が主で、新しい新鉱区の発見はないが、探鉱法等の現場指導を行い、良い結果を得た場合が多い。試験研究は、業務の性質上勢い従になっているが、「竜門司焼三彩釉青釉の改良試験」、「薩摩焼素地改良の基礎試験」、「塩化亜鉛法による活性炭製造試験」、「クエン酸中の不純物及びその除去法」

「指宿温泉の推移とその考察」「温泉熱利用製塩についての研究」等を一応まとめた。

尚人員の構成は次の通りである。

化学部長	黒川達爾雄
有機係長	石原学
係員	鮫島昭
無機係長	野元堅一郎
係員	齋田徳幸彦
鉱業係長	川元清彦
係員	村山広道
嘱託	木脇祐之

3.2 研究試験

3.2.1 題目 指宿温泉の研究（第一報）

指宿温泉の推移とその考察

黒川達爾雄

〔目的〕指宿温泉の成立を調べその保護対策を樹立するため

〔概要〕指宿温泉は、高温の自噴温泉が広範囲に分布している事で有名であつたが、泉熱製塩、泉熱促成栽培用として、温泉水が大量採取されるようになってから、事情が変つて来た。その変遷を次の3期—①大正末期の製塩用次いで促成栽培用として泉源開発が行われた第1次温泉開発期②昭和22年前後の製塩用として大口径掘さく及び自然湧出地点の掘開の行われた第2

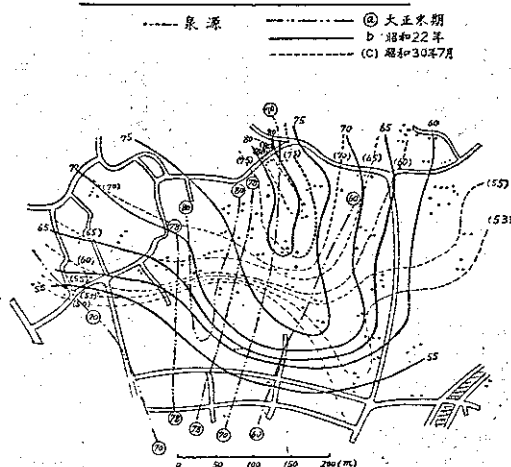
次温泉開発期③昭和30年前後の旧温泉孔浚せつ行為緩和後に起つた第3次温泉開発期—に大別して述べ、更に泉温測定、泉質分析、水位調査、泉源掘さく記録による地層断面の対比の結果、(1)その原因が、多量採湯等に基づく水位低下並にそれによつて引起された地下水、海水の浸入に由るものである事、及び(2)指宿温泉（少くも製塩地帯）は、指宿温泉西部の山手地帯に熱源をもつ層間性温泉で、2大主流より成立つものである事、の2点を推定し得たので、その概要を報告する。

〔本論〕指宿の語源は、最上氏によれば、古代日本語「イベシユケ」（物を煮るの意）、南葉氏によれば、古代日本語「ユベシキ」（温泉を吹き上げる所）に由来するとされ、いづれもこの地区に高温温泉が分布していた事を示唆する。事実かつては指宿温泉と云えば高温自噴温泉が広範囲に分布している事で有名であつた。然しながら産業用として、大量の温泉水が採取されるようになってから事情が変り、高温温泉分布範囲の縮小、水位の低下を来し、温泉使用不能の地区すら生ずる様になった。

この変遷は、「概要」に於て述べたように次の三期—(1)大正末期の製塩用次いで促成栽培用として泉源開発が行われた第1次温泉開発期、(2)昭和22年前後の製塩用として大口径掘さく及び自然湧出地点の掘開の行われた第2次温泉開発期(3)昭和30年前後の旧温泉孔浚せつ行為緩和後に起つた第3次温泉開発期—に大別出来るように、比較的データのまとまつた温之里地区について述べる事にする。

I 泉温分布の推移

第1図 等温線図（温之里地区）



(1) 第1次温泉開発期

第1図(a)は、第1次温泉開発期当初の泉温分布を示すもので、この頃までは水位高く（現在は当時比で1米低下している）、高温温泉は現在の鹿児島化学KK事務所—三州製塩KK—西温泉を中心に瀧口までのびており、瀧口地区でも高温温泉が自然湧出し、砂蒸しすら行われていたが、その後温泉の開発がすすむにつれ、次第に高温温泉の分布は縮少し、且最高温泉地帯は次第に北方に移動、又瀧口地区では場所によつては、温泉の自然湧出が停止し、砂蒸しの消滅が起つた。第1図(a)に示した観測以後しばらく調査が行われていないので、この間の細部の推移の有様は、はっきりしないが、筆者が昭和21年末に行つた調査の結果から考えて、次第に第1図(b)に示した様な状態に近いものになつて行つたものと思う。

(2) 第2次温泉開発期

第1図(b)は、第2次温泉開発期初期の泉温分布を示すもので、昭和当初（第1図(a)と比較）に比べると、著しい泉温分布の変化が認められる。尙表現していないが昭和21年末の概査当時比で、広範囲に水位低下（前述泉源で約20種、掘さく当時比で約50種）湧出量減退、泉温低下が起つた。

(3) 第3次温泉開発期

第1図(c)は、第3次温泉開発期初期の泉温分布を示すもので、前回の調査時に比べ、所謂泉脈の移動等は認められぬが、高温地帯の縮少がハッキリ認められる。又広範囲に水位低下がおり、前述泉源で更に20種程度の低下がみられた。

Ⅱ 塩素分布の推移

昭和30年7月に行つた前述泉温分布調査時に、同時に Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} の調査を行つた。

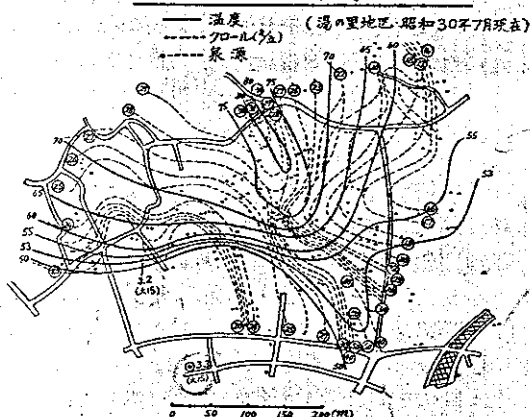
分析結果は略し、その中 Cl^- の分布を示すと第2図の様になるが、大正15年前後の温泉分析結果（少数例であるが）と比べ、変化のおこつている事が認められるし、又何か泉温分布の推移に関連がありそうに思える。（泉質分析結果に基づく考察は、第2報に於て報告する）

Ⅲ 指宿温泉の泉温分布（除階ヶ浜地区）

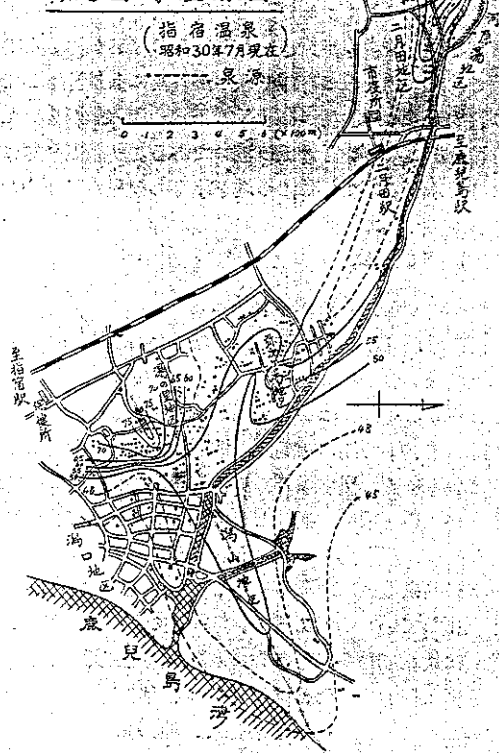
以上湯之里地区についての調査結果を述べたが、昭和30年7月更に河原湯地区、二月田地区、彌次ヶ湯地区、湯之里地区、瀧山地区の泉温調査を行つた。

その結果を図示すると第3図のようになる

第2図 等温線図 等クロール線図



第3図 等温線図



Ⅲ 温泉掘さく断面記録図（略）

泉孔の掘さく断面は、多くは掘さく業者の秘密であり、又掘さく依頼者は単に温泉だけを問題とし、その構造については無関心であつたので、旧時の掘さく断面図は皆無であつたが、温泉法施行後各掘さく井についての記録図が県衛生部宛提出されるようになり、現在100本分以上がまとまつている。ただ地学の素養のない人達が

作つたものである、判断を必要とする、

これによると、従来云われて来たように採湯されている温泉層は、20間層、30間層及び、40間層で、二月田地区では20間層、湯之里地区では30間層が主である。これ以下はあまり調べられていない。

V 指宿温泉のなりたちと推移についての考察

(1) 指宿温泉のなりたちについて

地形、第2図、第3図、掘さく断面図の対比、推移の状態から、指宿温泉（除摺ヶ浜地区）は「指宿市西南部の山手地帯に熱源があり、そこに起源をもつ温泉水が、耐水層間（例：岩盤、粘土層、小砂層、パン）の透水層（例：軽石層、砂利層）を海岸に向って透過流下している事により成立し、少くも第3図の A—B—E—F 及び C—D—E—F で示される2大主流とも称すべきものが推定される」と考える。

ここに主流とは、その地帯の透水層が、他に比べ低位にあるか、透水率が大いいか又はその厚さが厚い等の原因で、山手側からの起源温泉水が容易に多量流下しており、周辺に比べ温度が高く且地下水の混入量が少いため、塩分濃度も高い予想上の流れである。所謂温泉層は、この透水層の事で、この地下水即ち温泉水は圧力もち、掘さくして地表との間に通路を作ると、自噴するという次第である。

(2) 移りかわりについて

指宿温泉（除摺ヶ浜地区）のなりたちが、(1)に於て述べた様なものであるとして、I、II、IIIに於て述べた中の2〜3の現象について説明してみよう。

即ちI、(1)で述べた湯之里地区の高温部の移動は、当初は海岸に流れ出す以外に流れ出る事の出来なかつた温泉水が、道を求め、当時としては掘さく泉孔の分布が最も多かつた鹿児島K.K事務所—三州製塩K.K—西温泉—湯口温泉地区に向う準安定の温泉主流をなして透過流下湧出していたのであるが、第一次の温泉開発期に、以前とは比較にならぬ程多数の泉孔が湯之里地区、彌次ヶ湯地区に掘さくされた結果、本然の安定した姿に帰つて行つたもので、その結果従来の高温地帯は温度が低下し、代つて温泉主流地帯附近の温度が上昇したものと考え、当然同時に広範囲に水位低下が起つた筈であるが、当時はあまり目立たなかつたものであろう。

ただ湯口地帯は、端末となつたため、顕著な水位低下、温度降下、湧出量の減退、所によつては自噴の停止を来し、更に海水や地下水の浸入すら起つたものと思う。

又同様な事即ち高温部の移動、水位の低下、地下水の浸入等は河原湯、二月田、彌次ヶ湯地区でも起つたもの

と思うが、しつかりした観測値が無く、不明なのは残念である。更に第2次の温泉開発期、第3次の温泉開発期を経て、多量の採湯が行われるようになった結果、水位の低下が起り、主流以外の地帯では起源温泉水の量がへり、温度降下の原因となつたが、他方地下水、海水の浸入を引きし、温度降下に拍車をかけ又はかけつつあるものであろう。

この地下水、海水の浸入は第2図から推定されるが、温泉所有者の間で温泉が鹹くなつた、甘くなつたという言葉が聞かれるのも、ベロメーターによる定性的観測結果として、参考にしていいと思う。又この地下水、海水浸入の点は、且つて鹿児島文学部の露木助教授、鎌田助教授によつても指摘された。

尙余談になるが、電休日と平日とで、温泉水位又は湧出量に顕著な差異の認められる地区がある。これは動力使用の採湯が行われている等を示唆するものと思う。

VI 指宿温泉開発に当り注意しなければならぬ点

指宿地帯においてこれまでにおこつて来た高温温泉分布地帯の縮小、水位低下、湧出量の減退、（相互干渉の鋭敏化）等の原因が、起源温泉水の供給量と一有効降雨量に關係がある一採湯量の不均衡に基くものとするなら、自然は如何ともなし難いので、適正な採湯による規整を行う事が問題解決の手段になる。

湯之里地区にしろ、河原湯、二月田、彌次ヶ湯地区にしろ、主流に当る地区及びこれに準ずる地区の採湯、山手側のそれは周辺特に海岸寄りの泉源に甚大な悪影響を及ぼす筈で、即効的でないにしても逐次悪影響を引起して行く事が予想されるので、適正な採湯が望ましい。又泉源水位の切下げやポンプ使用による採湯は、水位の低下を促進し、その場しのぎには良く見えても、大局的には全地域の水位低下と湧出量の減退、温度降下、及び稀るべき地下水、海水の浸入を引きし、広い地域を再建不能の状態に陥れる事になるので、厳にいましめなければならない。

又これまで述べた問題は、同一温泉層からの過剰採湯により引起された結果が、大きく表われた所をとりあげているくらいがあるので他の温泉層からの採湯も研究されていいであろう。尙この際は、掘さく技術が大きな因子となるので、技術者の選定が肝要と思う。採湯した温泉は徹底的にそのエネルギーを利用する必要があり、殊に廃湯温泉が50°〜60°などというような事は許さるべきでない。又未利用の温泉は取敢えず湧出量の制限を行う事が望ましい。更に高温より低温にいたる段階的な温泉の利用法、低温温泉の工業的活用方法等考究さるべき

であろう。

Ⅶ 結 言

指宿温泉（除沼ヶ浜地区）の語源考、その移りかわり、を述べ更にその成立ちが指宿市西南部の山手地帯に熱源をもつ層間性温泉で、少くも二大主流よりなるものである事を想定し、それに基づいて2～3現象の解釈及び開発に当って留意しなければならぬ点を述べた。後者については、厳密には地球物理学や地質学の専門家の検討を必要とするが、取敢えず大胆ながら、素人論を展開する事にした。

尚昭和30年夏の湯ノ里地区調査に当つては、肥大工学部応用化学科学生小田、笹田、森の3君を煩わし、又指宿塩業組合、指宿市役所、指宿保健所、県衛生部の方々から種々の御援助を受けた。

（第7回日本塩学会にて発表済）

3.2.2. 題目 温泉熱利用製塩についての2～3の知見

黒 川 達爾雄

〔要旨〕温泉熱利用製塩は、温泉のもつている顕熱或いは潜熱を利用して、海水（温泉水そのものを原料とした所もあった）を濃縮し、製塩を行うもので、指宿温泉、小浜温泉、（別府温泉）、白浜温泉、片瀬温泉、熱川温泉、瀬波温泉、北海道の某温泉等で行われている。以前は、温泉浴或は温泉蒸気浴上に海水を入れたバットを置き、又は海水槽中にパイプを通し、その中を温泉水或は温泉蒸気を通して、海水を暖め、水分を揮発又は蒸発せしめて濃縮を行い、採鹹採塩を行っていたが、今日では、この他に温泉熱利用の立体式採鹹法や真空罐式採塩法が行われる所もあるようになった。

筆者は多年製塩能率の向上、低温温泉の利用並に温泉保護の立場から、立体式採鹹法の採用を主張し、指宿温泉に於て、自らその実施にたづさわつて来たのであるが、今日多くの製塩地に於て（一つは温泉温度の低下、湧出量の低下等所謂温泉異変がおこつた結果一別報：指宿温泉の研究参照一或意味では、止むを得ぬ理由からかも知れぬが）この種採鹹法が普及しつつあるのを見て、感慨無量なものがある。

立体式採鹹法において、①海水の余熱装置として、温泉熱利用熱交換器（色々な形式が考えられる）が良いのか、パイプ式濃縮装置をそのまま使用した方が良いのか、②蒸発装置としては、一般の枝条架型式が良いのか、高架槽型が良いのか、或いは冷水塔型式が良いのか等、色々な研究問題が残されており、又これについては筆者の持論もあるが、こゝでは不十分ながら、これまでの研究

の中、温度—蒸発速度の関係、温泉熱利用立体式採鹹法における海水余熱効果等について、簡単に図示報告する事にする。〔概要〕説明は省き、図表によつて示す。

第一図：温度—蒸発速度関係図（平面蒸発）

温度蒸発速度関係図（平面）

