

# 温 泉 科 学

## 第 8 卷 第 2, 3 号

昭和 32 年 9 月

綜 説

### 温泉分析と適応症

(第10回日本温泉科学学会特別講演)

八 田 秋

(九州大学温泉治療学研究所)

#### 緒 言

温泉法の制定に伴い温泉の分析規準が定められ、大分析法も立案中であるといわれる。全国の温泉が同一規準によって眺められることは、温泉研究者のみならず、温泉利用者にとっても好都合である。1千余の温泉地を有する我国で、この難問題と取組んでここまで持って来られた先輩各位、厚生省、温泉協会学術部の関係各位に深く敬意を表するものである。

しかしながら温泉の生物学的作用を対象とする側から見れば、第一に温泉は溶液、イオン、コロイド又はその他等の何れの形で生体に作用するかの問題がある。現在の分析法では一応蒸発乾固するのでいわば殺してやっているわけで、この点手がかりを与え得ない。

第二に 60 種に及ぶ元素を含む温泉の各成分は、相互に相加的に又は相斥的に影響しながら作用するものであるから、主成分だけからは果してどれ位の効果を発揮し得るかは不明である。

第三に現在分析対象とされているもの以外の因子で、その作用の無視出来ないものがあり得ることである。微量成分もこれに属するであろうし、又新しい因子が将来発見される可能性がある。

かように見て来ると現在分っている範囲からだけでも温泉は複雑で、温泉が個性を持つとか生ものであるとかいわれることが肯けるし、現在の分析成績一本で個々の温泉の適応症を割切ってしまうことに無理がある。

しかし我々は正確に温泉の作用を把握して、適切且つ誤りのない指導と助言とを与えなければならぬ。外国では現地に温泉医がいて個々の温泉作用を医学的に見、分析の足りないところを補って療養客を指導しているが、我国にはまだ温泉医の制度さえない。我々は分析表からだけで適応症を定めている国を知らないのである。

ひるがえって考えて見ると、如何に温泉作用が複雑であっても、いわばその答は我々の手中にある。即ち温泉を直接生体に働かせて、その時に起る生体内の諸変化を検討することによって、その作用を確認することが出来るのである。こうすることによって我々は温泉利用のための誤りない指針を把握出来る許りでなく、又逆に温泉作用の秘密を探出すことも可能であろう。

かような観点から、昭和 27 年度以来、長湯、俵山、道後、雲仙、霧島を了え、本年は阿蘇を研究中である。これ等の研究成果はその都度特別号として発表した。本日は雲仙までの研究成果の中か

ら、共通的な点を拾い上げ、併せてそれ等の理解のために行った実験成績について報告する。

### 水分代謝

血液水分量を黒田氏微量定量法で調べると、40°C程度の1回泉浴により、人の場合発汗を伴うため室温によっても左右されるが、発汗のない家兎では浴後40分には増加しており、以後毎浴前値の測定では、連浴によって漸減の傾向が各泉に見られる。

1回飲泉でもやや増加するが、連飲によって1週間までは毎飲泉前値に著変なく、2週間以後増加傾向を示し、多少とも貯水的であることを知る。

注目すべきことは細胞外液の態度で、泉浴の場合にも飲泉の場合にも減少する。その甚だしい道後では-0.3lに及び、3週間を通じて多少とも減少がづくのである(第1図)。

これは全く予期しなかったことで、測定法の不備によるものではないかと検討したが、無浴対照では著減を認め得なかった。

細胞外液は細胞間液と血液水分量との和であるから、血液水分量の増加の場合には細胞間液の減少は輪をかけて大きいわけである。この水分は細胞内に入るか、尿や汗となって排出される外にはないわけである。

そこで尿量をしらべて見ると、道後と雲仙3泉の泉浴の場合、細胞外液の減少と尿量の増加とが、連浴第1週までは大体対応的で、細胞間液の代償によって尿がまかなわれている。道後では飲泉の場合にも泉浴に劣らない細胞外液の減少が見られるので、単に水分摂取に伴う受動的尿量増加以外に、組織液の血管内動員による積極的な利尿作用を示している。

他方、細胞外液の細胞内への浸入について考察すると、細胞膜はその内外で荷電が異なり、大きなpotentialを示すが、充奮がおこるとこのpotentialがOに近づき、KとPの游出と、Naの浸入がおこり、水分がこれに伴って入ることが知られている。shockの場合も同様であるが、温泉の場合には後に述べる様な血清鉍質の所見や、血中に交感緊張性物質の増量するものに却って細胞外液の減少が軽度であること等から、細胞内への水分浸入はあまり大きいとは考えがたい。しかしこの点は更に検討中である。

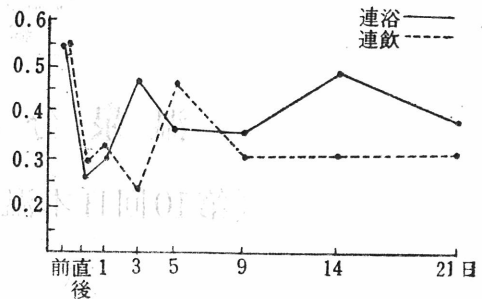
### 鉍質代謝

以上水分の動きを鉍質代謝の面から覗いて見ると、先ず尿中Clの排泄量は多少の不一致はあるが、長湯3泉、道後、雲仙3泉の連浴、連飲ともに大体尿量に一致している。従って尿量が多い程、体内のClが運び出されることを意味し、前述の積極的な利尿作用の一面を物語っている。そしてこのことは各泉に共通であるので、泉水中に含まれている程度のCl量の差位では、血清Cl量に比べて遙かに小さいのであまり影響がない様に思われる。結局各泉の持つ利尿作用の大きさが支配的である。

このことの持つ臨床的意義は大きく、従来温泉の利尿作用は尿路疾患の際、尿を薄めて洗流すことに在ったが、利尿に伴う脱水、脱塩作用は生体に大きな影響を与えるものである。腎機能の甚だしく犯されていない限り、浮腫や高血圧の治療に大きな役割を演ずるのであろう。逆に脱水状態のあるものへの温泉利用は注意を要するわけである。

いうまでもなく一般に脱水作用は連浴に大であり、脱塩作用は連飲により大であるが、道後の場合、浴飲ほぼ同様であることは注目に値する。

尿量と尿中Cl排泄量との間に時にずれの見られることは、水分が抗利尿ホルモンの支配下に在り、



第1図 細胞外液量の変動 (各平均値)

Clが主として副腎皮質ホルモンによって影響されるためであろう。

副腎機能を検討して見ると、先ず道後の尿中の尿酸・クレアチニン比は5日に最高値を示し、又ひとで連浴時好酸球変動を見ると9日に最低値を示した。

雲仙の場合にも尿酸・クレアチニン比に、連浴、連飲ともに3日と14日の山が見られ、尿中17-OHCSと17-KSの動きも、連浴、連飲ともに3日と14日とに山がある。(第2~3図)。

一般に血中のCorticoidが増すと、血清Naは増し逆にKは減る筈であるから、これ等の動きを見ると、雲仙3泉の初回泉浴後血清Naは僅かに減少、5日まで減少をつづけるが以後は増加傾向を示す。Kはこの間著変なく8日に古湯、小地獄に著しい増加があるが、これは死亡のための異例のことでと解され、新湯では14日に低下を示した。

飲泉でもほぼ同様で、Naは中期の減少で3日と14日とに増す如くである。Kは前期減少、8日増加、古湯を除き14日減少である。

即ち時日のずれはあるが、連浴によって1相性又は2相性のHypercortieの時期が見られ、雲仙の場合には連飲によっても連浴に劣らないHypercortieを来すことが分った。

鉍質の動きを詳しく検討するため、Balance studyをやってみると、渡辺の成績では1回泉浴直後に細胞間液の血管内流入によると思われる血清Naの著しい増量が起こり、更に尿量の減少に伴うNaの排泄減少によって拍車をかけられる(第4図)。浴後利尿の強い人工炭酸浴後には、かような血清Naの増加は見られない(第5図)。

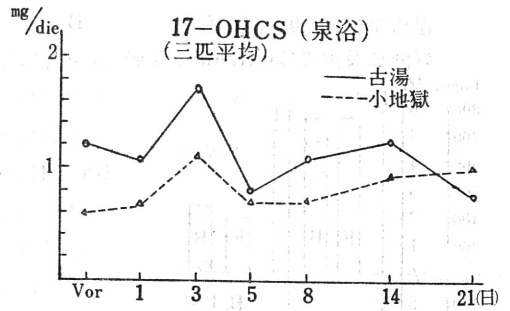
この増加血清Naは一過性で、間もなく水分と共に細胞間に還る様である。

血清Kはこの時期に一致してやはり一過性の減少を示す。これは主として腎のK透過性の充進のため、尿中への排泄が高まるためである。

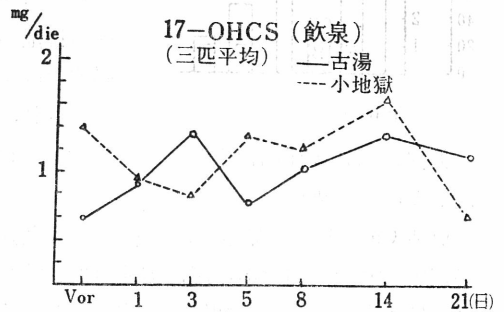
Caの尿中排泄が減少するにもかかわらず、血清Caはあまり変化しない。これはCaが消化管からも排泄されることにもよるであろう。

浴直後の血清Naの増加とKの減少とは、一見Hypercortieを思わせるが、時間的に見て浴開始より20分足らずの短時間であり、且つあまりに一過性に過ぎず、加うるに前述の如き細胞外液の減少等これに合わない点がある。

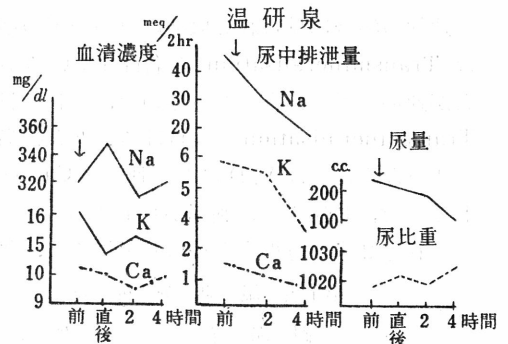
そこで温研泉につき、ひとで1回浴前後の血中好酸球、螢光Corticoidを測定すると、辻の成績では浴後明かに好酸球減少をさえ示すが、Compound Fも



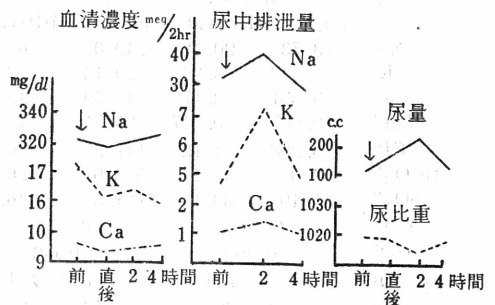
第2図 雲仙温泉



第3図 雲仙温泉



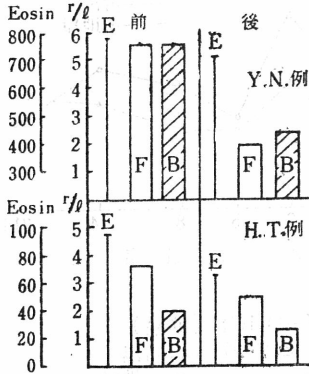
第4図 泉浴のBalance study 人工炭酸泉



第5図 泉浴のBalance study

温研泉42°C 10分浴後血中

好酸球及蛍光Corticoidの変動



第6図

Bも明かに減少しているの、Hypercortieのためとは考え難い。結局自律神経の変調が主役であり、好酸球は血中ヒスタミンの消長と関係があるものと見られる(第6図)。

別府地区で最も Hypercortie 的な泥浴では、4時間後にも血清NaとKの変動がつづくのである。

クールをつづけて行くと、僅かながらもその相加作用によって、血清鉍質の一定の増加を示すことが知られている。

先ず血清Caについて考えると、これは体内ことに骨骼や歯に多く、内分泌調節的には副甲状腺の充進により、Pと共に骨から動員されて血中、尿中に増すし、副腎皮質ホルモンによっては、尿尿中への排泄が高まり、骨中、血中の減少を示す。又V.DはCaの経腸的吸収を促し、骨への沈着を助ける。その他自律神経によっても左右され、KやMgと相斥的である。

温泉の場合生体内に内分泌、自律神経系に大きな変動が起るので、経腸、経皮的吸収のみが支配的因子とは考え難い。

血清Caの動きを見ると、一般に各泉共連浴と連飲とが似ており減少的であるが、雲仙の如き酸性泉に時に初期又は末期に一過性の増量を示すものがある。

注目すべきことは中性に近いもので、連浴或は連飲によって日と共に血清Caの漸増を示すものがあることである(第7~8図)。

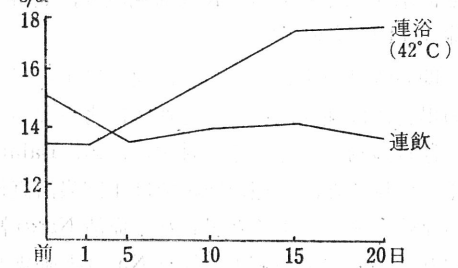
連飲の場合に見られる血清鉍質の一定の増加を Spiro は Transmineralisation と名付けているが、同様なことが連浴の場合にもあり得るので、これを我々はやはり Transmineralisation と名付けることを提唱している。かようなものではV.Dに似た骨へのCaの沈着が見られるので、骨疾患への利用が可能である。

これ等2泉の分析表を検討して見ると、共通点として

第1表 温泉分析表

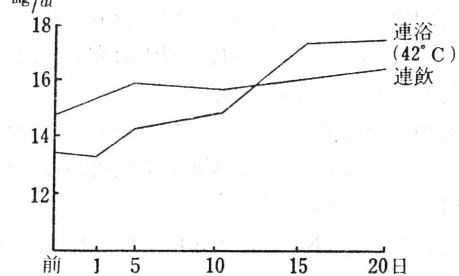
泉種	観海寺		的ヶ浜	
	単純温泉		含食塩重曹泉	
PH	6.3		7.63	
蒸発残渣	0.349g/kg		1.304g/kg	
	mg/kg	Millival%	mg/kg	Millival%
Na <sup>+</sup>	73.73	90.18	240.0	67.27
K <sup>+</sup>	4.532	3.26	20.43	3.37
Ca <sup>++</sup>	3.551	0.17	47.59	15.30
Mg <sup>++</sup>	0.567	0.047	25.71	13.63
Cl <sup>-</sup>	5.208	4.13	147.9	26.88
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	142.0	65.44	532.0	56.20
SO <sub>4</sub> <sup>==</sup>	51.40	30.10	124.3	16.69
CO <sub>2</sub>	41.05		65.72	
H <sub>2</sub> S	0.469		0.649	
微量成分	Cu	5.5 r/L	7.0 r/L	
	As	0 "	42.0 "	
	Zn	3.6 "	7.0 "	
	Co	0 "	0 "	

血清Ca と的ヶ浜



第7図

血清Caと観海寺



第8図

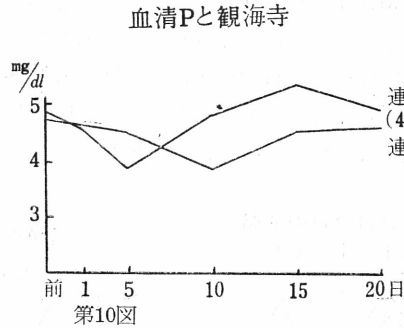
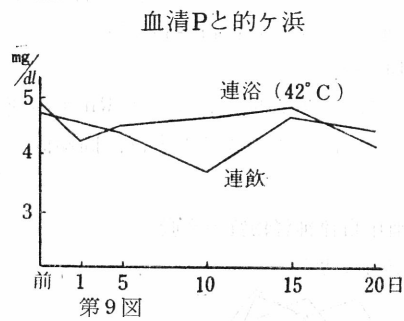
はPHとH<sub>2</sub>Sとが近い位のもので、Caは却って観海寺に少ない。尚2泉共に連浴によって血清アルカリフォスファターゼを減少させる作用がある(第1表)。

かくの如く分析の違うものにも、非常に似た作用を示すものがあることは極めて興味があり、且つ注目すべきところである。

これ等血清Caの増量に伴い、雲仙では血清無機Pも著しく増加する。故に血清Caの増量はむしろ骨よりの動員と考

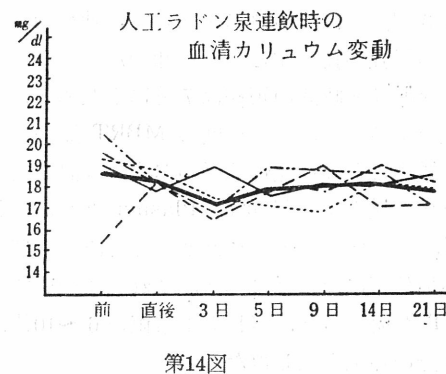
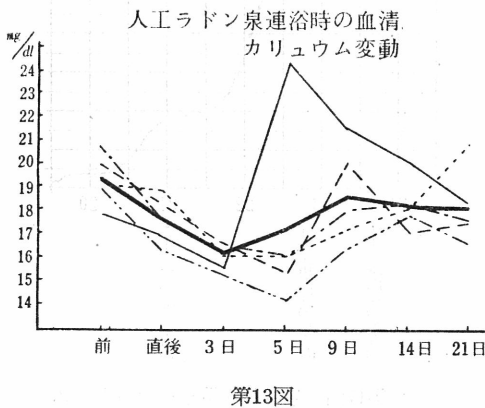
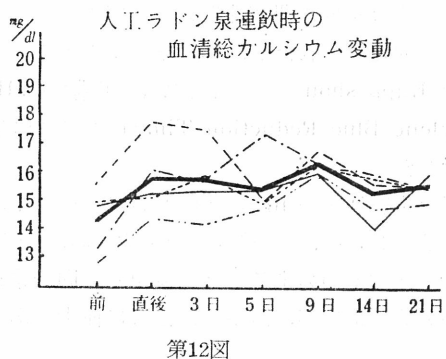
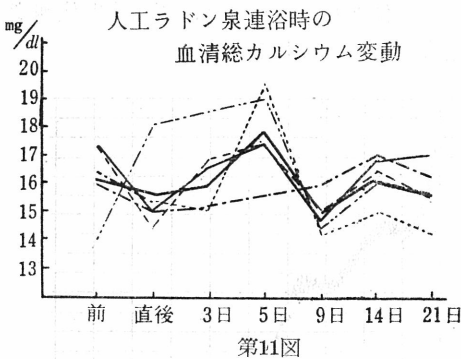
えられるが、先程の観海寺、的ヶ浜2泉では血清Pはむしろ減少しており、酸性泉と行方が異なることを示唆している。(第9~10図)。

尚これまでの研究



成績から、大体各泉ともに血清KとMgとが同調的で、Caと対蹠的変動を示すものが多いことを知ったが、Hypercortieの時期にはKとCaとが共に減少することもある。血清鉍質の変動は温泉の場合にも、自律神経、内分泌調節の影響を大きく受けているものと考えざるを得ない。故に我々のいうTransmineralisationなる概念は、鉍質の吸収に主体をおいたSpiroのそれとは決して同一ではない。

道後の場合興味あることは、連浴と連飲との作用が非常によく一致しており、前述の水分、鉍質の動きを始め、蛋白代謝、糖忍耐力、血液、血漿還元力、自律神経物質等すべての全身性変化と一部臓器作用とにこれが見られたことである。このことは本泉が腸からと同程度に皮膚からも吸収されるもののあることを示唆する。

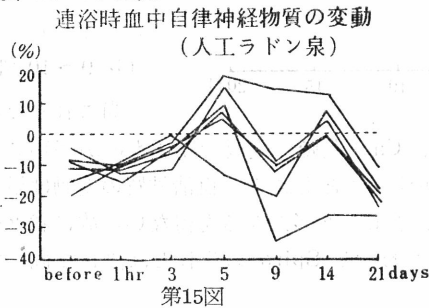


かような物質は現在分っているものでは、 $H_2S$ 、 $CO_2$ 、 $Rn$  の3者で、分析成績から  $H_2S$  と  $CO_2$  とは痕跡に過ぎないので、放射能泉としての規格には僅かに足りないが、5 MA/l 程度の  $Rn$  が物をいったものと考えられる。

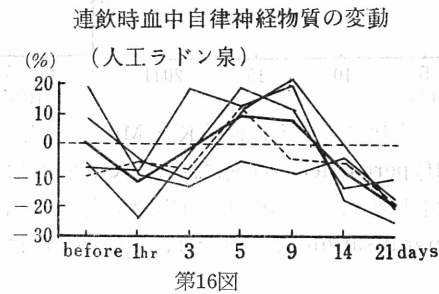
これを確かめるため、5 MA/l 程度の  $Rn$  水を作り、連浴連飲をやってみた。野崎の成績では  $Rn$  水連浴の血清  $Ca$  の動きは道後に似ているが、連飲の場合にはやや形がちがう (第11~12図)。

血清  $K$  は連浴連飲ともほぼ道後と同傾向を示した (第13~14図)。

血清アドレナリン様物質の動きは、検査日に多少のずれはあるが、平井の成績によると  $Rn$  水の連浴連飲共に前期副交感緊張性、後期に交感緊張性となることで一致し、道後の成績ともほぼ同傾向である (第15~16図)。



第15図



第16図

勿論道後の場合更に他の含有成分の作用も加わるので、 $Rn$  水と全く同様ではあり得ないが、 $Rn$  が主役を演ずるものであろうとする我々の推定がほぼ間違っていないことを証明し得たものと考えられる。

### 血漿還元力

血漿還元力は重要な研究課題の一つである。これまでヨード酸値として表わされ、蛋白中間代謝産物の増加の兆と見られたが、 $V.C$  やグルタチオンの増量を報告したものもある。

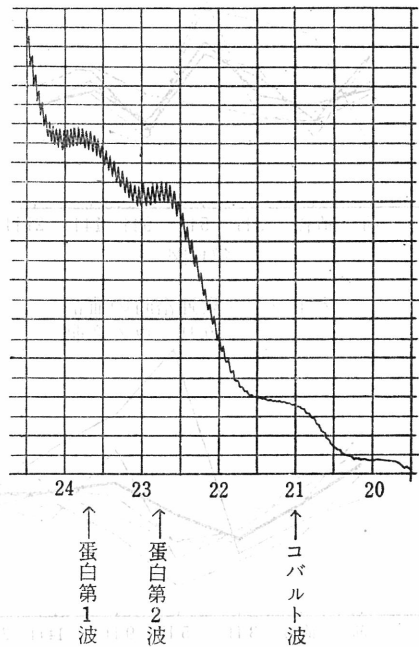
我々は Kapp shou の方法に従い、血漿の MBRT (Methylene Blue Reduction Time) を各種温泉について検討した。

波多野は別府地区の10数種の温泉について1回浴と連浴の影響をしらべ、浴後延長を来すもの、不変なもの、短縮を示すもののあることを見出し、同一泉種では高温で短縮的であるが、浴温差は割合に僅少であることを見た。

三木はこれ等の温泉の飲泉で、ほぼ同様な傾向を認め、連浴では3週間ではほぼ前値に復するが、連飲では末期まで還元力の増強が持続することを知った。

これ等血漿還元時間の短縮は7分にも及ぶが、多くは3分前後であるので、この程度の MBRT 短縮を来すに必要な血漿中の各種還元性物質の濃度の検討を行った。

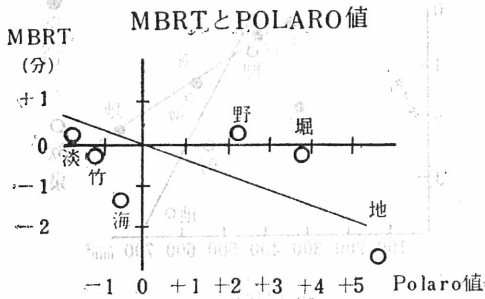
即ち乾燥血漿を正常濃度の Plasma とし、これに尿酸、 $V.C$ 、ブドウ糖、グルタチオン等をほぼ生理的濃度とその各種倍率になる様に加え、これ等について型の如く MBRT を検すると、何れも正常値の6~10倍濃度でないと3分の短縮を来し得なかった。



第17図 泉浴後血漿ポーラログラム

ところが同程度の短縮に必要な BAL の量は 19r/cc, ハイポでは 75mg/cc で足り, SH の量に直すと夫々 9.5r/cc と 23mg/cc となる。

即ち MBRT を短縮させるためには, 有機性 SH 体が最も微量で足り, 無機 SH でも短縮は示すが可成りの量を要するのである。以上の成績から温泉作用でおこる MBRT の短縮は主として有機 SH 体によるものであろうと考えた。



第18図 泉浴後の比較

値の 10 倍に及ぶ蛋白 SH 体の増加と, 24 時間後の回復とが見られるが, ハイポの注射や 300mg/l の人工硫化水素泉浴後には 30~60 分後の変化は軽度で, 却って 24 時間後に最高の増加が見られ, 泉浴後のそれと似ているのである (第 19 図)。

この蛋白第 2 波の生起物質は主としてチスチンと解されており, 有機 SH 体は速かに蛋白と結合して蛋白 SH 体を作るが, 無機 HS が蛋白 SH 体となるのには長時間を要することが肯けるのである。

従来泉水中の S 化合物又は  $H_2S$  等が経口的に摂取されると, 腸内細菌の作用によって有機 SH 体となり得るが, 経皮的に吸収された  $H_2S$  等の無機 S 化合物が果して有機 SH 体となって利用され得るかは長らく疑問視されていた。泉浴後に見られる血漿 SH 体の増加は, 脾臓内の貯蔵 SH 体の游出であると説く人もあった。しかし最近無機 HS も肝臓内の Disulfylase や Hydrosulfylase 等の酵素によって,  $S=S$  や SH 体になることが分って来た。前述の人工硫化水素泉浴実験成績は, 無機 S 化合物の経皮的吸収によっても血漿 SH 体の増量が可能であることを立証したもので, その意義は極めて重大である。若し脾臓からの単なる游出による増量であるならば, もっと早く Polarogramm に表われてもいわけである。

今これを各地の温泉の MBRT について見ると, 俵山の 1 回浴で川の湯に 1 分程度の短縮が見られ, 町の湯ではほとんど変化がない。道後では連浴, 連飲ともに 4 分間の延長を示し, 雲仙では小地獄に連浴, 連飲ともに短縮が見られたが他では著明ではない。

以上の成績を総合すると血漿還元力の増強は, アルカリ性泉よりも酸性泉に高度なものが多いが必ずしも pH と一致せず, 又泉水の rH と直接の関連を見出し難い。

生体内の SH 体にはチスチンの外, メチオニン, グルタチオン等が数えられ, その病態生理学的な意義については近時俄かに注目され, 蛋白 SH 体の高エネルギーによって多数の酵素が活性化され, ことに Co-Enzyme A はその助けによって活性醋酸, 活性コハク酸等の作用を生起するといわれる。SH 体は又細胞分裂の刺戟因子として働き, 組織の修復や腫瘍増殖の際に消費されて減少するので,

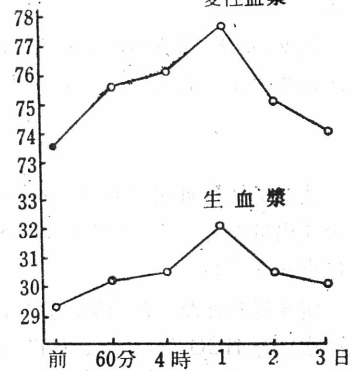
血漿 Polarogramm の蛋白第 2 波が, 蛋白 SH 体であることに着目し (第 17 図), 崎山は泉浴の影響を検討した結果, 著しい蛋白 SH 体の増加が見られ, 各泉の成績を MBRT と対比するとほぼ同傾向ではあるが, 全く相関的とはいえず, 海地獄の様な例外が見られるので, 蛋白 SH 体がすべてではなく, SH 体以外の因子も MBRT に参与するものと考えられる (第 18 図)。

BAL やパニールチン等の蛋白 SH 体を注射して Polarogramm を調べると, 既に 30~60 分後の血漿中に前

人工硫化水素泉一回浴

3 例平均値

変性血漿



第19図 血漿 S 体の変動

これを補給することは創傷治癒を速め、腫瘍の増殖を促すことになるわけである。

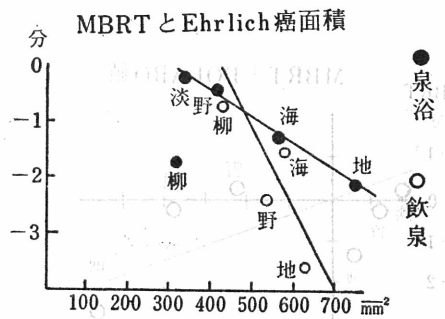
臨床的に創傷や皮膚病に治効ある諸温泉、即ち別府では田の湯、柳湯、堀田、明礬各泉、雲仙小地獄等に著しく MBRT の短縮が見られることは極めて興味深い。

松本はかつて温泉の創傷治癒力と白血球食菌能との平行性を指摘した。チステンの白血球賦活作用は衆知のところであり、富山は浴後 SH 体増強的な温泉（白湯、堀田、泥浴）に浴後白血球増加を見ているが、白血球の動きは他の因子によっても左右されるので、例外（地蔵）も見られた。

小県が指摘している様な創傷治癒作用と吉田肉腫増殖促進との平行性にも理論的根拠が見出せるし、事実橋本は Ehrlich 癌を腫瘍型としてマウスで行った実験で、移植 23 日後の腫瘍面積の大きさが、各泉泉浴、飲泉の夫々の MBRT 短縮度とほぼ相関関係を示す成績を得た(第20図)。

更に SH 体の還元能は放射線による活性酸化酵素を抑えるのでその障害防止的であり、又蛇毒や金属中毒等に対しても解毒作用のあることが明かにされている。従ってこの様な方面への温泉効果に関しても根拠が得られたわけである。

我々の実験成績からも分る様に、かような疾患の温泉治療に当っては、泉浴のみならず飲泉もすすめらるべきである。

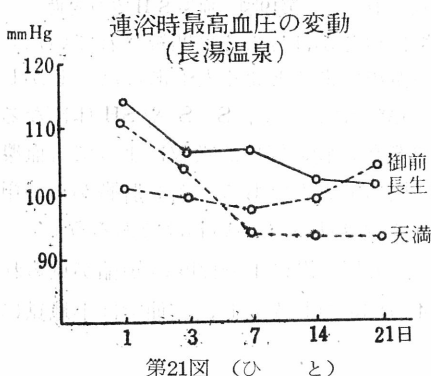


第20図

### 微量成分

我々が総合研究の第一着手として取上げた長湯温泉は大分県にあり、利用泉源 15 口と 1 日 1 万石の湧出量を有する。泉温は 38°~40° C、何れも含炭酸土類泉に属し、心臓泉として稀に見る好条件に恵まれている。

研究対照となった天満、長生、御前の 3 泉は取入口のところでさえ 1.2g/kg の注目すべき CO<sub>2</sub> と、圧倒的な HCO<sub>3</sub>' を含み、Ca<Mg の特性を有している。微量成分は 18 種だが、御前のみ Zn と Li とを欠いている。



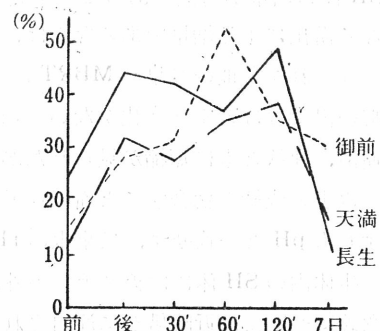
第21図 (○ と)

に発生した血管拡張性物質（コリン、ヒスタミン、アデニール酸）等が液性に運ばれて全身の血管を拡張させることにあるが、又中枢性にも鎮静的に働いて心搏動を鎮め、引いては酸素消費量を減し、エネルギー消費を節約し、心能率を増加することにも与って力がある。

近時注目されている SO<sub>4</sub>' は長湯の場合問題となる程では

ところで各種生物学的作用中、3 泉間に相違の見られるのは先づ血圧で、実験対象となった健康中学生においてさえ、天満長生では可成りの血圧低下が連浴によって得られるのに、御前では 1 回泉浴のみならずクールを通じてあまり低下が見られない (第 21 図)。

CO<sub>2</sub> 泉の降圧作用は、先づ皮膚から吸収された CO<sub>2</sub> 自体並びにその際皮内に

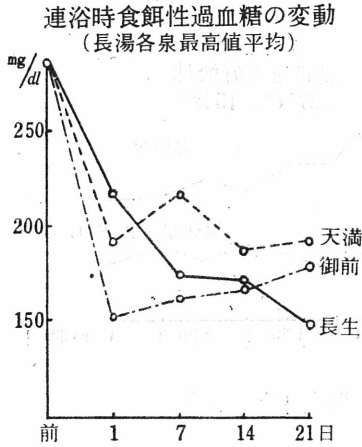


第22図 血中アドレナリン様物質の連浴時消長 (長湯各泉平均値, 洞房標本)



なく、むしろ連浴による脱水、脱塩作用が降圧効果を助けるであろう。我々は臨床的にも多数の降圧例と心障害治療例を増しつつある。

第二は血中自律神経性物質の変動で、長湯3泉では1回泉浴後1~2時間に著明なアドレナリン様物質の増加を示すが、御前に最も高値を示した(第22図)。



第23図

第2表 長湯温泉分析表 (昭和28年7月)

	天満湯	長生湯	御前湯
Cation			
Na <sup>+</sup>	327.5	394.4	149.6
Ca <sup>++</sup>	228.7	183.9	300.1
Mg <sup>++</sup>	297.7	267.9	376.7
Anion			
HCO <sub>3</sub> '	2535.7	2426.9	2620.7
CO <sub>2</sub>	1505.0	1183.0	1291.0
	mg/kg		

第3表 俵山温泉分析表 (28.10.1)

	町の湯	川の湯
泉温(気温)	40.0°(22.0°)C	41.0°(18.5°)C
pH(泉温)	9.5(40.0°)C	9.5(41.0°)C
蒸発残渣	0.2090g/kg	0.1932g/kg
Na <sup>+</sup>	44.34mg/kg	46.29mg/kg
Cl <sup>-</sup>	17.05 "	15.69 "
SO <sub>4</sub> '	16.98 "	21.41 "
HCO <sub>3</sub> '	102.1 "	99.40 "

第三に糖忍容力の変化である。3泉共に連浴で強く抑制的であるが、御前のみは中期以後ややね上りを見せている。(第23図)。連飲の場合にも御前のみにくらか末期抑制が鈍っている。

これまで糖尿病に効果ある温泉としては炭酸泉を初め、食塩泉、重曹泉、アルカリ性泉、酸性泉、石膏泉等が挙げられ、CO<sub>2</sub>泉の場合には副交感緊張性にインシュリンの分泌を高め、網内系を賦活し、鈣質変動を来すとともにエネルギー消費を抑えて糖代謝を調整し、肝や筋のグリコーゲン蓄積を増すとされ、近時泉浴も飲泉に勝る作用のあることが明かにされた。

長湯の場合、CO<sub>2</sub>の外多量のHCO<sub>3</sub>'があるし、Ca<sup>++</sup><Mg<sup>++</sup>であること、インシュリン節約的なCu、Mnの外、アドレナリン抑制的でインシュリンと協同的なZnをも含んでいる。しかしZnを欠く御前だけが特異な態度を示すことは偶然であろうか(第2表)。

俵山温泉の町の湯と川の湯との分析は、第3表の如く殆んど同様でpH9.0に及ぶアルカリ性単純泉であるが、経験上町の湯に抗リウマチ作用が顕著であるという。

今2泉の副腎機能に対する作用を、1回泉浴後4時間の好酸球減少度で見ると矢野の成績では町の湯は5mg ACTH 静注に劣らない減少を示すが、川の湯ではやや軽度であった(第4表)。

2泉の分析上の相違は微量成分で川の湯にないZnが町の湯

第4表 俵山温泉と好酸球減少率 4時間後(%)

例	町の湯		川の湯	
	ACTH	泉浴	ACTH	泉浴
1	-32	-61	-42	-45
2	-53	-47	-48	-20
3	-52	-56	-52	-40
4	-52	-60	-53	-50
5	-59	-52	-44	-36
6	-42	-60		
7	-44	-40		
8	-48	-58		
9	-40	-54		
10	-53	-56		
11	-47	-41		
12	-56	-50		
平均	-48	-53	-48	-38

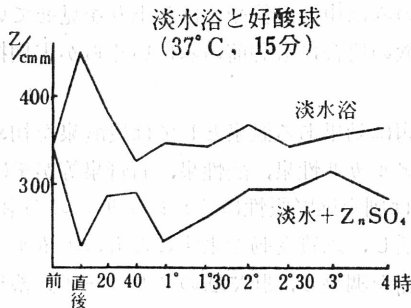
(ひと)

に100γ/kgもあることと、Liが町の湯に倍以上あること位のものである。

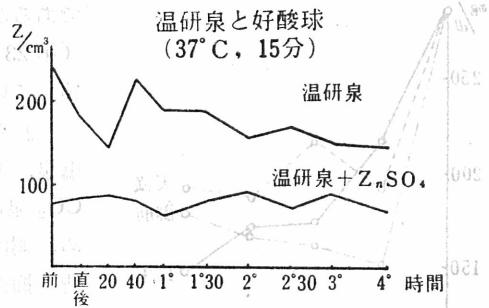
以上の諸事実から我々はZnに着目した。Znは元来生体内では前立腺と膵臓中に多く、ことに膵臓のランゲルハン氏島の周辺部にあるβ細胞中に含ま

れ、この細胞からインシュリン分泌がおこるとZnは減少するし、糖尿病患者にも減少しているといわれる。人工糖尿病をおこすアロキサヤディチゾン等が共にZnとの結合性の強い薬剤であることから、β細胞のZn欠乏を糖尿病の1つの原因と見る人がある。

更に Zn はアドレナリン抑制的であるとともに, Fe, Mn 等と並んで副腎皮質賦活のとされている。そこで今 Zn の含有量が 200 $\gamma$ /kg となる様 Zn SO<sub>4</sub> を浴水中に加え, ひとつについて浴前後の好酸球の動きを見ると, 淡水浴の場合でも温研泉の場合でも, Zn SO<sub>4</sub> 附加の方が, 同一人でやった無附加の場合に較べて, 好酸球の減少が強く且つ浴後 4 時間以上つづくのである (第 24~25 図)。



第24図 (ひと)



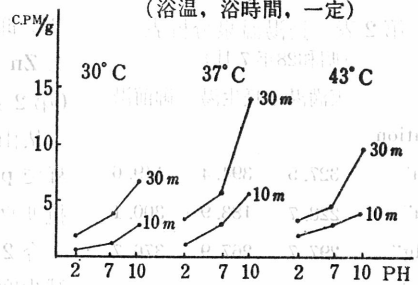
第25図 (ひと)

しかし Zn の経皮的吸収を証明した発表が見出せない。そこで Zn<sup>65</sup> を使ってしらべて見ると, 川上の成績では間違なく可成りの吸収が見られ, 浴時間の長い程, 浴温の高い程, 又浴水 pH がアルカリ性に傾く程強い吸収が見られたのである (第 26 図)。

以上の実験成績から, 同様な分析内容を持つ温泉で, Zn の有無は血圧, 糖耐容力, 副腎皮質等に対する作用に差異を示し, その存在によってより強い作用を及ぼすであろうことはほぼ間違ないものと解され, 微量成分もこれまで考えられていた以上に重要性を持つものと言えるであろう。

### 内臓の<sup>65</sup>Zn吸収量とPHの関係

(浴温, 浴時間, 一定)



第26図

## 正常化作用

温泉の生物学的作用中最も特異なのは, その正常化作用であろう。薬物もその用量によって逆の作用を示すことは Arnt und Schulz の法則として知られていたが, 最近 Phenothiazine, Reserpin 等生体の感受性を下げて, その調子の狂いを直し正常化を来すものが見出された。

昨年行われた班研究でも, 血圧が 1 回泉浴によって或程度の正常化を来すことが明かにされたが, 従来知られているのは胃分泌機能である。

我々の各地温泉の研究成績から, 最も正常化作用の著しいのは長湯で, 正酸症のものは連飲によってあまり影響がないが, 過酸症のものは下り, 低酸症のものは上って来る。

道後でも同様な傾向を示すが, 無酸症のものに時に無効例があるし, 雲仙各泉でも同様な正常化作用の外, 一過性に過酸症を来すものが見られた。

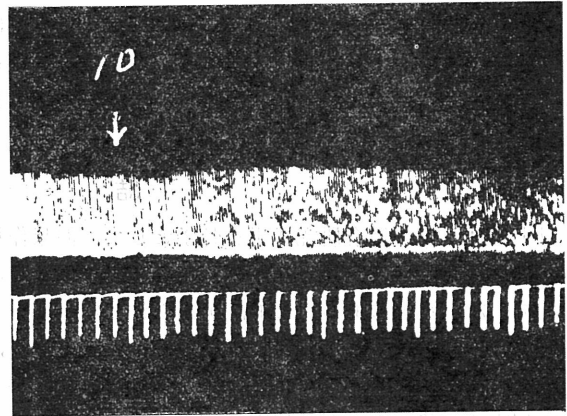
従って泉水の pH を全く無視することは妥当ではないが, 酸性の強いものでも適当に薄めて用いれば正常化作用が期待出来る。無酸症に対し胃液酸度を高める極手のない今日, 温泉は重要且つ安易な手段であって, つけ焼刃的な薬治療法とは異なり, 体質的に臓器機能を正常化するものである。

温泉の正常化作用の本態は尚不明である。温泉が副腎賦活的事であることは前述の如くで, Corticoid が過剰に過ぎない生理的範囲内で, 各種臓器の正常化作用をも有することが知られている。所謂 Homeostasis がこれである。

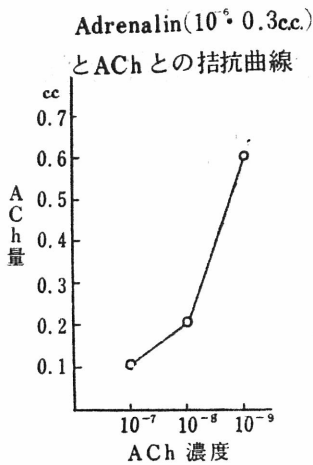
今自律神経の面から見ると、連浴の場合に血中アドレナリン様物質の洞房標本収縮増強に先立って、三日月形のくぼみを示すものがある(第27図)。

同様のことは飲泉の場合にも見られ、血中にアドレナリン様物質と同時にコリン様物質の増量することを示すものである。

何とならば、アドレナリンとコリンとの混合液を洞房標本に働かせた場合、両者の力関係に一定の限界があり、この限界を越えてアセチルコリンが増量した時にのみ、かような三日月が現われるからである(第28図)。



第27図 泉浴後血清アドレナリン様物質の洞房標本増強作用に先行する三日月型の虧を示す



第28図 洞房標本に対する拮抗作用

このことは生体に加えられた温泉刺戟が、その一部は一般刺戟と同じコースを通り、脊髓より間脳に達し、反射的に副腎髄質からアドレナリンの分泌を来すものであることを物語っている。

C<sub>6~5</sub>で切断した場合却って浴後副交感緊張となることは、C<sub>6</sub>の部に迷走神経との連絡路が考えられ、これが残されたためと推定される。

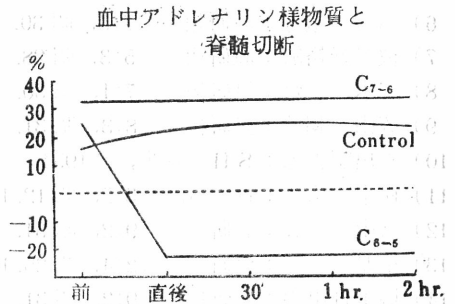
とまれ温泉刺戟の神経性伝導も重要であり、ことにアドレナリン様物質の増加は主としてこれによることが明かにされた。他方体表の副交感神経末梢の刺戟により、そこに発生すると考えられる副交感物質と、神経性の交感物質の均衡がどちらに傾くかは泉種によって分れるものと解され、作用の強い緊張性泉では副交感物質、緩和性泉では交感物質が優位となる場合が多いことが分る。尚温泉の場合にはこれに吸収作用が加わるわけであるから複雑であり、決して単なる Stressor や、刺戟療法ではない。

生体の側から見ると、体内の或変化には必ず反動を伴い、時には反対の方向に傾くことさえある。Homeostasis (Cannon), 振子運動 (真鍋), R.O.P.A. (Laborit) 等の語で表現される。

所謂 "迷走物質" の増加機序に関しては種々の研究があり、Zack-Landau によると泉浴後の皮膚のホモグネイト中に明かに副交感物質が増加しており、Kühnau の Transmineralisation 説の根拠となった。

しかしアドレナリン様物質の増加機序については、神経性が体液性であるかなお明かにされていなかった。そこで我々は脊髓切断実験を試みたのである。

平井の成績によると、脊髓切断を行わないものでは、温研泉浴後1時間にアドレナリン様物質の血中増量が見られるが、C<sub>7~6</sub>の高さで切断すると浴後の自律神経物質の変動が全くおこらない。ところが1つ高くC<sub>6~5</sub>で切ると、浴後逆にコ



第29図 温研泉浴

又これとは別に、交感又は副交感のどちらかの方向に調子の狂いがあると、同方向の刺戟に対する感受性が低まり、反対方向の刺戟にはよく反応する性質がある。故に同様な刺戟を累加することによって、慣れの現象がおこるまでに調子の狂いが是正され、次第に均整のとれた状態に近づき、かくて正常化作用を来すものと理解される。

## 結 語

以上各地温泉の総合研究成果を骨子として、温泉作用の特長を見て見た。殆んど同様な分析内容を持つ温泉にも可成重大な生物学的作用の差異を示すものがあり、又類似の作用を示す温泉の分析内容が似ていないもののあることも確かめられた。

化学分析が少なくとも現在の程度のものである限り、これ等の問題に対する手がかりを与えては呉れない。せめて微量分析までが望ましいが、近い将来に満足するに足る分析法の完成を期待することは到底不可能であろう。特定の疾患の温泉治療を誤りなく行なわせるためには、分析の遂行と並んでやはり現地を経験ある温泉医を持つことが必要である。厚生省当局の賢明なる措置を望んでやまない。

共同研究者（既発表のものを省く）

石川学，辻秀男，中村泰也，川上弘泰，古賀昭人，平井哲人，田北宗明，渡辺節，野崎秀俊。

図表は 96 の中から 33 のみを撰んだ。

## 主 要 文 献

- 1) 小泉 昇外 18 名：長湯研究 温研報 特 1，昭 28. 12.
- 2) 矢野良一外 16 名：俵山温泉研究 温研報 特 2，昭 29. 6.
- 3) 八田 秋外 25 名：道後温泉研究 温研報 特 3，昭 30. 6.
- 4) 荒巻逸夫外 30 名：雲仙温泉研究 温研報 特 4，昭 31. 8.
- 5) 膳所清之助：温研報 3:3，昭 26. 7.
- 6) 山科 亀寿：温研報 7:3，昭 30. 7.
- 7) 波多野裕敏：温研報 5:3，昭 28. 7.
- 8) 三木 哲：温研報 7:1，昭 30. 1.
- 9) 崎山 朝啓：温研報 8:3，昭 31. 7.
- 10) 平出順吉郎：SHの進歩，1954
- 11) 松本 亀雄：日温気誌 3:2，昭 12. 11.
- 12) 富山 義：温研報 9:2，昭 31. 4
- 13) 小泉 昇：温研報 2:4，昭 25. 10.
- 14) 橋本日出男：温研報 9:2，昭 31. 4.
- 15) 大島 良雄：温泉療養 1956
- 16) 杉山 尚：温泉療法の進歩，昭 24. 7.
- 17) 石川 学：温研報 3:2，昭 26. 4.
- 18) 岡嶋 大弼：温研報 3:2，昭 26. 4.
- 19) 松尾 権一：温研報 8:4，昭 31. 10.
- 20) 平井 哲人：温研報 9:3，昭 32. 7.
- 21) 何松 莊一：温研報 8:3，昭 31. 7.
- 22) H. Vogt : Grundzüge der Pathologischen physiologie 1953,
- 23) H. Vogt : Lehrbuch der Bäder-u. Klimaheilkunde 1940,
- 24) Kühnau : Zschr. f. angewandte Bäder-u. Klimaheilkunde 1:1, Mai 1954.
- 25) H. Laborit : Reaction organique a l' Agression et Choc 1955.
- 26) O. Hatta : J of jap. Balneo-Climatol. Association 2:4, march 1957.

