

## 温泉入浴に關して顧慮すべき 健康日本人皮膚の荷電について

高 安 慎 一 ・ 下 河 邊 舜 一

(國立別府病院)

本論文の要旨は昭和25年、和歌山縣白濱温泉に於て開催された、日本温泉科學會の席上口述發表されたものであるが、此度本誌の御好意によつて初めて紙上に印刷せられる運びになつた事を感謝します。

尙關係諸實驗は主として、下河邊によつて行はれたものである。

### 一、研究の動機

天然温泉の化學反應を調べて見ると、強酸性のものから、可なりのアルカリ性のものに至るまで相當廣汎圍に涉つて、其の反應が異つて居るものであるから、是に入浴した場合には、各個の温泉の持つPH値と、人体皮膚固有の荷電との間に於ける、相互關係の相違に基いて、こゝに行はれる物理化學的作用型式に、格段の變化を生ずる場合も起り得る事が想像される。此の種の關係は、且てハーブーダーも、温泉中のイオンの皮膚通過について論じた處である。

今此の様な想像を逞ふして見ると、温泉作用を考究するに當つては、豫め人体皮膚のPHを明らかにして置く事が、極めて大切な問題と考えられるのである。そこで、我々は先づ健康日本人皮膚のPHを測定し、更に進んで、其の生物學的意義を追求検索する目的を以て、本研究を開始したのである。

### 二、皮膚のPHに關する既往の觀察

皮膚の表面が酸性を呈して居ると云ふ事は既に早くより一部の學者によつて説かれて居つた處であつたが、1928年に至りシャーデ及マルチラニイ等は所謂シャーデ氏電極を利用し、直接に生体皮膚のPHを検査して其の値が1.78乃至5.17の間にある事を述べた。

1935年にはウイルカーソンが電氣泳動現象を利用し、摘出採取せる皮膚片を脱脂、乾燥、細粉として浮遊液をつくり、其の上皮小片の電氣泳動速度を測定して、3.7のPH値を算出し、人体皮膚の荷電がかかるPH値を以つて表示される事を提示した。又同年ケラーは種々なる電解質の稀薄溶液を生体皮膚に作用せしめて、所謂滲透電壓を測定した結果よりして、表皮の等電點をPH3.7であると説いた。是に對し關教授は此の値は恐らく皮膚に於ける酸性外套膜に對する値であらうと述べられた。關教授門下の大原氏は昭和18年(1943年)、組織の切片に對する色素の染色性より推定して、皮膚胚層の等電點は4.6角層は4.8であるとした。是れより先き北村、馬兩氏は直接に生体皮膚に應用した瓦斯電極を通じて皮膚のPHを測定し、其の値をPH5.6乃至6.0なりと説いたものである。

以上の諸學者の與へた數値は、それぞれ若干の差違があつて、一致點に到達して居らぬが、免も角皮膚表面は相當高度の酸性側に傾いて居る事だけは疑いなき處であると考えられる。

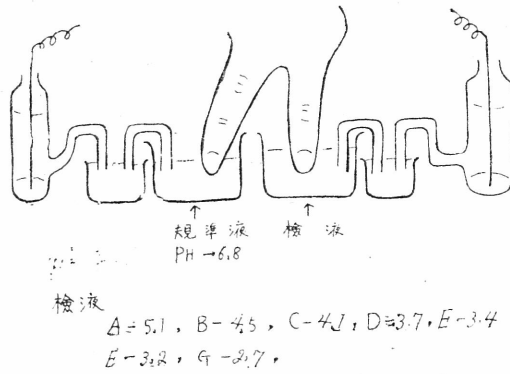
### 三、余等の行つた實驗と其成績

健康日本人の皮膚に於ける荷電を検索する目的を以て、次の二つの方法を探る事にした。

甲、PH値を異にする數種の緩衝液を皮膚に接觸せしめて、該液と皮膚との間に於ける所謂滲透電壓の値を順次觀察追求する方法であつて、此の方法の細い手技は且てケラーが行つた方法に則つた。即二本の手指を利

用し、其の一つを規準緩衝液に、他の一つを任意撰擇した各種濃度の PH の酸性液に漬して、其の相互間の電壓差をボゲンドルフの補償法によつて測定したのであつて、(其實験装置の要部は次の模型圖に示した如くである)。

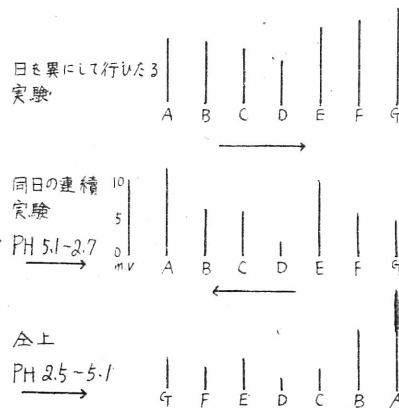
被験手指は各被験者に於て、豫め左右何れかの一方のみを利用する事とし、其の示指及中指を先づ石鹼を利用して洗ひ更に蒸溜水を以て洗滌し、最後に乾燥ガーゼにて軽く拭ひ去りて實驗にかゝつたのである。



緩衝液はセーレンゼン法に則つた磷酸緩衝液であつて、先づ規準液としては PH 6.8 のもの、他は A(5.1)。B(4.5)。C(4.10)。D(3.7)。E(3.4)。F(3.2)。G(2.7)。の7種であつて、各液の PH は毎常實驗の直前にケンヒドロソ法により、其の PH 値を確定したる後ち實驗を開始したのである。

被験者は8名の青年健康男女である。

起電力の計測は實驗開始後5分毎に行つた。其の結果を見ると指を被検液中に漬した後ち、15分乃至20分位の間は漸次起電力の増加を見るが、次第に最高の平衡値に到達して、其以後は、此の値のまま持續する。此の場合に於ける起電力の増加度平均値をグラフに現はして見ると次表の如くである。



以上の實驗成績から次の様な諸事項を知る事が出来た。

(1), 一指を規準液に、他指を PH 値の異なる各種の液に漬した場合には、兩指の間に電壓差を生ずる。

(2), 此の電壓差の値は、接觸液の PH 濃度の異なるに應じてそれぞれ異なる。

(3), PH 5.1~2.7 に至る余の實驗例に於ては、最高 22.1 mv. 最低 4.1 mv. の値を示した。

(4), 各個の PH 液に於ける實驗を、それぞれ日を異にして施行した場合には、PH 3.7 の液に於て最少電壓差を示し、是より酸度の高低何れの場合でも漸次其の電壓差が大となつた。

(5), 全一日に連続的に順次異なる PH 液に接觸せしめて行つた實驗に於ては、最初酸度の低きものより漸次酸度高きものに移りたる場合と、反對に酸度高きものより漸次低きものに移つた場合とでは、始と終りの起電力の大小の關係が異なるが、何れの場合でも、最小の電壓差を示したのは矢張り PH 3.7 の液に據つてであつた。

(6), 前項の現象は且てケラーが酸又はアルカリを以て豫備處置を施して後ち、電壓差の測定を行つた場合は、皮膚帶電状態の變化に基き、起電力の關係が異なる事を明らかにしたのであるが、全く此の所論に相應するものである。

(7), 以上の諸成績から PH 3.7 は浴水の接する身体表面の等電點と考へてよい様である。

乙, PH 値を異にする種々なる緩衝液を媒介として兩手指間の直流電氣抵抗を順次觀察追求する方法であつて、検査輪道の連結型式は甲の實驗に於けると全く同様の裝置を利用した。但し電原は GS 蓄電池 1 箇であつて甲實驗に於ける不分極性電極を利用して是を手指に通じ、其の抵抗値はホイートストン氏橋の常法に則つて測定した。皮膚に接觸する緩衝液の PH 値は一指は常に標準液たる緩衝液に漬し、他の一指は甲實驗に於けると同様 A. B. C. D. E. F. G. の 7 種である。又被験者健康青年 6 名である。

實驗にかゝる前の準備處置等は凡て甲實驗に準じて行ひ、凡て細心の注意の下に實驗を行つた。

得たる成績の平均値を表示すれば次表の如くである。

標準液 PH 6.8 Phos-Lösung と各種 PH 液との間の抵抗値の平均

	標準液を(-)極へ	逆	標準液を(-)極へ	逆
A			B	
5'	40916 オーム	40333 オーム	39600 オーム	38133 オーム
10'	33066	32350	32966	32800
15'	30466	29800	31716	31383
20'	28683	28400	29466	28300
25'	28216	28250	28366	28183
30'	28600	28433	27650	27383
C			D	
5'	33850	32416	34933	34350
10'	27983	27400	31300	30366
15'	25800	24883	28983	27966
20'	25100	24666	26666	26100
25'	25083	24600	26066	25900
30'	24966	24866	26183	26050
E			F	
5'	40966	38066	43300	41566
10'	33600	31750	35116	34583
15'	30833	29466	32333	31466
20'	29033	28133	31133	30350
25'	27800	26933	30166	29283
30'	27516	26816	29100	28450

G			
5'	49116	46033	
10'	39000	38316	
15'	34866	34250	
20'	33133	32183	
25'	31616	31451	
30'	32050	31266	

以上の実験成績よりして次の事を知る事が出来た。

1. 各種 PH 液を通じての皮膚の直流抵抗は、浸漬の初めは高き値を示すも、時間の経過と共に次第に其の値を減じ、浸漬後約20分間以上を経て初めて恒久の安定値に達する。

2. 此の恒久性安定値は C 液即ち PH 4.1 の緩衝液に於て最も低値を示し、是より高 PH 値又反対に低 PH 値の液に於て何れも漸次其の値が高い。

3. 即 PH 4.1 の接觸液に於ては皮膚抵抗が最も低位にあるので、即ち此の値が即ち皮膚の等荷電點と考へる事が出来る。即皮膚の PH 値は 4.1 である。

#### 四. 色素を以つて皮膚染色を試みた成績

人体皮膚の接觸する液体メヂウムに於ける PH 値の相違が、此の液体中に存する物質の生体皮膚に對する作用状態に、影響を與ふるや否やの點を確かむる目的を以て、先づ PH 2. 3. 4. 5. 6. の各液を採り、各々 1 %メチレン青水溶液を作り、是を順次1-2 滴づつ皮膚面に滴下し、5 分間放置後、次で水流を利用して青液を洗ひ去り、メチレン青が、よく皮膚面を染色し得たるや否を觀察した處、PH 4. 5. 6. の各液を以てしては、立派に皮膚を青染せしめ得たるに對して、PH 3. 2. の各液によつては、色素は、何等皮膚に固着する事なく、従つて是を染色する事が出来なかつた。

此の事實は、上記實驗によつて知られた如く皮膚 PH が 3.7~4.1 の附近にあるが爲に生じた現象と考へられる。何となれば、かゝる陰性荷電を有する皮膜に對して、メヂウムたる液体は陽性荷電を與へられるわけであるから、水其のものが陰性皮膜に對し、其の溶解物質（此の場合は陽性荷電のメチレン青粒子）を運んで、ここに到達又通過する。即電氣的滲透の現象によつて、よく皮膚を染め得るわけである。然しメヂウムの PH が 3. 2. と其酸度を増加した場合は、皮膚の酸度を超越する事となるので、皮膜荷電は逆轉して陽性荷電となる爲に、陽陽、相反撥して、陽性荷電のメチレン青粒子を寄せつけず、従つて染色不能となつたものと解せられる。

かくの如く、メヂウムの酸度如何が、メヂウム中の含有物質の皮膚に對する作用状況を、頗る變轉せしめた事が知られるのであつて、即ち又、天然温泉其のものの酸度の強弱が、其の成分の作用結果に重大の影響を與へ得る事は疑ひ得ない事の様には思はれる。

#### 五. 結 論

イ、各種の PH 液と皮膚との間の起電力検査、及び電氣傳導能の検査等によつて、健康日本人皮膚の等荷電點を測定した。

ロ、上記測定の結果より、健康日本人皮膚の PH は 3.7 乃至 4.1 の間にある事を知つた。

ハ、皮膚に接觸する液体メヂウムに於ける酸度の強弱は、此のメヂウム中の成分が、皮膚に及ぼす作用状況の上に重大なる影響を及ぼすものである。

## 附 言

本邦に於ては特に多數の酸性泉を見、是を本邦温泉の一特徴とさへ考へられるのであるにも拘らず、此の酸性泉の定義が今日迄の處明確を缺く様である。日本薬學會協定によれば、酸性泉とは著量のHイオンを保有するものを云ふと規定せられ、又三澤博士、衣笠博士等の提唱する處は鑛泉1坩中1ミリヴァル以上のHイオンを有し、其の酸性度がPH2.5以上の強き酸性反應を呈するものを酸性泉と云ふと云つている。

然し上述の實驗によつて知る如く、皮膚はPH4の附近を界として、是より大又は小なるPH液に對する反應状態が異なるのであるから、此の生物學的の目標を限界としPH「4」より強き酸性度を示すものを酸性泉として分類する方が便宜が多いのではないかと思はれる。日本に於ける現行の鑛泉分類法は、主として其の化學成分を基として、分類されて居るのであるが、尙其の間には、苦味泉と云ふが如き五間感覺、換言すれば一生物學的反應を加味顧慮して分類された一部門もある。従つて浴作用の考究に當つて重要な指標となるべき、PH「4」を規準として酸性泉を分類する事が、色々の意味で適切ではないかとも思はれる。敢て識者の批判を待つ次第である。

## 主なる参考文献

1. H. Schade *μ. Marchionini, Arch. f. Dermatol. μ. Syphil.* 154, 690, 1928.
2. Wilkerson, *J. biol. o chemie.* 112, 329, 1935.
3. 北村精一, 馬宜驥, 皮膚科泌尿器科雜誌 第34卷第2號115. 昭和8年
4. Harpuder, *Ergebn. Inn. Med.* 42. 100. 1932.
5. 大原孝度, 岡山醫學會雜誌 55年3號470. 昭和18年
6. Keller, *Baln.* 3, 410, 1936.
7. 關 正次, 第12回日本温泉氣候學會講演. 昭和22年
8. Rein, *Z. Biol.* 85, 195, 1926.
9. Bücking, *Z. experm. Med.* 59, 448, 1828.
10. 早川金之助, 物理實驗測定法. 明治43年
11. 三澤 敬義, 温泉療法. 昭和19年 116.

Concerning the electric charge of the skin of healthy Japanese  
to be considered in case of taking natural hot-spring bath.

Shinichi, TAKAYASU & Shunichi, S HIMOKAWABE

Due to the wide difference of PH of natural hot springs, ranging from strong acid to alkali, their physio-chemical reactions to skin varies according to the PH value based on the skin PH. The biological action toward the skin should also be accordingly different. Therefore, it is necessary to clarify the PH of skin first for studing function of hot spring.

We studied on skin of many healthy Japanese and from ths observation of the electro motive force and electric conductivity of the skin touched by several different puffer solution we have confirmed that the PH of the healthy skins were between 3.7 and 4.1.

As next step, we tested the dying of the skins by using various puffer solutions of different PH value, containing 1% methylenblue and confirmed that the skins would be well dyed only when the blue solutions of PH over PH-4 were used but not the solution under PH-4. Thus, we could ascertain our original judgement.