

炭酸泉は未来を描く

「癒し」+「効能」の決定版が秘める医療・介護・健康分野でのパラダイムシフト



炭酸泉普及会社「シードル九州」代表
獣医師・医学博士

浦川 豊彦

はじめに

21世紀、全人類が背負わなければならない重い十字架=地球温暖化の原因である温室効果ガスとして、二酸化炭素=炭酸ガスは今や悪者扱いの感があります。

しかし、本来炭酸ガス自体は、太陽との距離から計算される本来の地球の平均気温-18℃を、0.035%の炭酸ガスを含む大気の温室効果により、30℃以上高い平均気温15℃の穏和な気温にしてくれている感謝すべきガスです。それに生命エネルギーの源である植物の光合成=炭酸同化作用には必須のものです。現代社会の抱える問題は化石燃料の大量消費で、自然が吸収してくれる許容量をはるかに上回る温室効果ガスの急激な排出と、それに伴う急激な気候変動なのです。

生体における炭酸ガスは有機物を酸素で燃やした代謝産物として呼気から体外へ排泄されるため、あたかも廃棄物のように思えますが、重炭酸緩衝系として血液のpHの急激な変化を和らげ、組織での酸素交換を促進したり、胃酸を中和したり多様な働きをしています。

この本は、分子生物学の研究者であった私が、遺伝子研究の可能性とその限界が見え始めた時、出会った「福田・安保」理論=自律神経免疫学によって生物学・医学の考え方が一変したことを述べています。この学説は、現代西洋医学が最も苦手とするがんを含む慢性疾患の病因を解明したばかりではなく、治癒と予防の方向性を明らかにしたことです。

そして研究対象として最後に行き着いた炭酸泉の著しい効果効能と、その原点である高濃度天然炭酸泉、特に筆者のホームグラウンドである九州地方の高濃度炭酸泉の実状について述べ、最後に自分の人生の残りをあてがうにふさわしい炭酸泉の普及に関連する提案をまとめてみました。

自律神経免疫学と同様に、炭酸泉も医学教育過程には取り入れてられていません。炭酸泉活用の先進国=ドイツと違って、「温泉大国」の日本では保険医療の対象にもなっておりません。ですから、ほとんどの医師には知識がありません。単なる民間療法程度にしか見られていないのです。そのため、この本では自律神経免疫学と炭酸泉の医学的な効果効能を理論的に詳しく紹介しました。

ある意味で、医療はパラダイム（ある時代や分野において支配的規範となる物の見方や捉え方≡常識）の寄せ集めと言えます。科学の時代、実証の時代と言われる現代医学も真理に基づかない多くの思い込みを引きずり、かつ内包しているのです。

卑近な例をあげれば、皮膚科領域の日常的な外傷や熱傷の治療ですら、消毒、ガーゼ乾燥、かさぶた形成（痂皮=ミイラ化）、最後に瘢痕治癒といった疼痛を伴う治療が100年来まかり通っています。

ところが一方、細菌の高汚染部位でありながら消毒できない口腔内や肛門部の傷は消毒なしでも化膿しないという「常識」の考察からアンチテーゼとして、夏井睦医師が始めた傷を水洗いだけで一切消毒せず、乾燥させずに、痛みもなく治癒が格段に早い「ラップ療法」とも呼ばれる湿潤治療がようやく一般開業医に普及し始めました。消毒・ガーゼが常識だった外傷治療の分野でさえパラダイムシフト（その時代や分野における常識の劇的な変化）を起こしつつあるのです。

人工炭酸泉のお手本である高濃度天然炭酸泉の大半は、泉温が30℃以下でそのままでは浴用として不適なためほとんど見向きもされてきませんでした。ボイラーで加温する際、容易に炭酸ガス抜けを起こすからです。

私はこの問題を台所実験によって解決し、加温時のガス抜けを最小限にする方法と実用的な装置を発明することで、冷鉱泉を「宝の湯」にすることが可能になった経緯も述べています。

このままでは破綻が避けられない日本の医療と医療制度の問題点を喚起し、近い将来人口の3割が高齢者という超高齢社会の日本に、医療と介護の負担を軽減する効果的な手段として、全身浴の入浴習慣を持つ唯一の国であるからこそできる、日常的な炭酸泉温浴を活用・習慣化することを提案します。

この先20年30年を要するかも知れませんが、私はこの分野でのパラダイムシフトの推進に微力を注ぎたいと思うのです。

最後に、この本が読者の皆さまに慢性疾患の原因や炭酸泉とは何かに関して、何らか記憶に残る情報を提供できたとすれば、それは著者の無情の喜びにほかなりません。

目次

はじめに

序章 炭酸泉研究前夜

第1章 温熱療法、自律神経免疫学、炭酸泉との出会い

がんは遺伝子の病気、でも遺伝病ではない

帰国とがん温熱療法の本質

ヒートショック・タンパク質 HSP

自律神経免疫学との出会い

自律神経免疫学とは

ストレスと慢性疾患病因論

現代西洋医学の慢性疾患治療の問題点と東洋医学

入浴と白血球 --- シャワー派はリンパ球不足

入浴事故死は年間1万4千人

炭酸泉との出会い

第2章 炭酸泉の医学的価値と性質

炭酸泉とは

炭酸泉の生理作用

静脈血の動脈血化

炭酸泉のキーワード=一酸化窒素 NO

炭酸泉は薬湯

炭酸泉と糖尿病

健康には良いのは酸素? ---- 過剰酸素は有害

天然炭酸泉の性状

温泉と不当表示防止法

遊離炭酸ガス濃度測定法の問題点

炭酸ガス濃度は過少評価されがち

第3章 九州の天然炭酸泉

分布と成因

長湯・ラムネ温泉

七里田温泉・下湯

釜ノ口温泉・山里の湯

阿蘇野の高濃度炭酸冷泉湧出地帯

霧島の炭酸泉地帯

島原は知られざる大炭酸泉湧出地帯

船小屋鉱泉 ---- 堆積平野の高濃度炭酸泉

第4章 超高齢社会と炭酸泉

超高齢社会の幕開け

現代医療の問題点

「新型」インフルエンザ騒動の顛末

薬剤偏重の日本の医療

予防とコスト

炭酸泉を介護と医療と予防予防に

家庭用炭酸泉製造装置の普及

日常的炭酸泉温浴の有効性の検証

第5章 炭酸泉を「正しく」加温せよ

炭酸冷鉱泉の加温で炭酸ガス抜け

炭酸冷鉱泉の「正しい」加温法の発見

連続炭酸泉加温装置「カーボウォーマー」の発明

知的財産権の話

第6章 炭酸泉の近未来活用

炭酸泉浴槽の工夫

天然温泉の高濃度炭酸泉化「はさみ温泉・湯治楼」

超高濃度炭酸泉「野母崎海の健康村・陽の岬温泉」

ミネラルウォーターとしての炭酸泉

過疎地へ炭酸泉導入でコミュニティ活性化

炭酸泉温浴と心電図

炭酸泉温浴セーフティ・システム

炭酸泉の加温は地産バイオマス燃料で

第7章 炭酸泉Q&A

序章・炭酸泉研究前夜

人生は思いもよらない出会いの連続です。それは人であったり、物であったり、形のない考え方であったりします。私には後で述べる自律神経免疫学や炭酸泉もその出会いの一つ一つです。炭酸泉との出会いまでの私の人生には紆余曲折がありました。

私は1954年九州も最北端、門司港で生まれ育ちました。当時海外に開けた貿易港、特に台湾バナナの輸入港として門司は賑わっていました。

1962年夏、私が小学校2年生の時、台湾からの貨物船「御影丸」の船員に真性コレラ患者が発見され、町中の消毒でコレラ・パニックになりました。効きもしない死菌ワクチン接種、生ものの禁止、はては桃を湯通しする始末でした。幼心に下痢でもすればコレラかと恐れるほど伝染病に対し強烈な印象を植え付けられました。

私は学力と家計の許す範囲の進学先として、また子供の頃読んだパスツールの伝記から微生物研究への憧れもあって、宮崎大学の獣医学科を選びました。当時は4年間だった獣医学教育を終え、縁あって1977年に久留米大学医学部微生物学教室ウイルス学講座の助手として採用されました。

1980年代は微生物、特にわずかな遺伝子しか持たないウイルス学の分野への分子生物学的研究手法=遺伝子組換え技術が導入され、次々とウイルスの全遺伝子配列が解読されるなど、ウイルスの分離同定と血清疫学と言う古典的ウイルス学研究から脱却し始めた時代でした。

そこに10年ほど在籍し、その講座の古い体質と古典的ウイルス学のみ研究に限界を感じて、学位取得を契機に海外留学（今では死語になりつつあります）の道を探りました。幸い知人の紹介を得て、当時最先端技術を開発していたオックスフォード大学のウイルス学研究所のポスドク・フェロー（博士研究員）のポストを紹介され、久留米大学を辞して単身渡英しました。

私が師事した当時ウイルス学研究所所長デービッド・ビショップ教授はイギリス人でしたが、渡米後長くアラバマ州立大学の教授を務め、数年前にオックスフォード大学教授兼所長として招聘されて、アメリカ式の躍動的な研究所に作り替えていました。

日本人ポスドクはよく学びよく働き、数年という短期の留学中にそれなりの成果を出すので、次々と日本人研究者を雇っていた時代でした。私もその歴代日本人ポスドクの一人となったわけです。

私は、それまで抑圧されてきた分子生物学的研究をスポンジが水を吸うごとく吸収し、自らの課題の研究に時間と努力を注ぎ込みました。朝は7時前に研究所出向き、夜は10時11時まで働き、夕食は深夜翌日にかかることもしばしばでした。

当時は30を過ぎたばかりの無理のきく年齢だったし、何よりも研究が面白くて、自発的な長時間労働もまったく苦になりませんでした。私の人生で最高に仕事をした時代でした。



左：ウイルス学研究所（オックスフォード大学）、右：ビショップ教授兼所長

しかし、猛烈に実験ばかりしてストレスを溜めていたわけではありません。本能的にリラックスすることも忘れていませんでした。

2万人の学生、8,500名の教職員を擁する英語圏最古のオックスフォード大学は通常の大学ではありません。独立した40弱の独立大学=コレッジの緩やかな連合体です。いつも大学のどこかで音楽や劇のパフォーマンスが開催されており、実験の待ち時間に合わせてよく出かけたものです。

週末は気晴らしのため、ロンドンはもとより直ぐ近くイギリスの田舎=コッツウォルズ地方をはじめ、連休にはコーンウォール地方、ケンブリッジ、ウェールズ、湖水地方、スコットランドへ古いルノーの車でドライブしたものです。

ヨーロッパでの生活が2年目になると、パスツール研究所にも知り合いができ、今度は国境を越えロンドンとは違う雰囲気のパリまで何度も足を運びました。

ポスドクの安月給ながら、よく働き、よく学び、よく文化・芸術を楽しみました。国籍は様々でしたが、年齢が20代・30代ですから気の合う友達とパーティーやパブで話し、仕事以外でも人生最高に充実した2年間のイギリス留学でした。

そうして、海外での研究環境に自らじっくり浸ることで日本の大学の問題点や日本の社会がよく見えるようにもなりました。

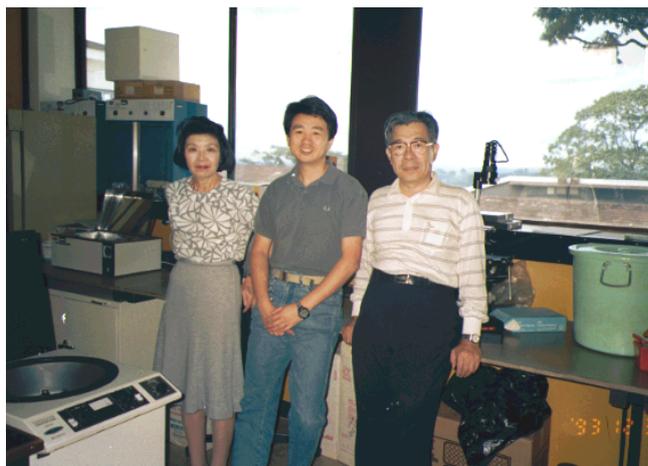
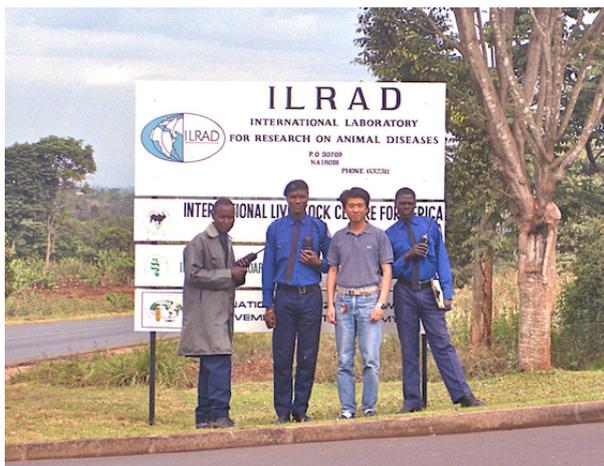
2年間の研究の成果は、5つのトップネームの論文と数編の論文に共同研究者として名を連ねました。そして最後の成果として、2年目の終わり頃1989年1月に、その後の運命を変える出会いがありました。

帝京大学の江下優樹先生（現大分大学）との出会いでした。先生は当時JICAの専門家として、ケニアのナイロビにある国連の農業研究機関ILRAD（イルラッド：国際動物病研究所、1995年にILRI：国際畜産研究所に組織替え）で『眠り病』の原因となるトリパノソーマ原虫の研究を終え、一家で帰国の途中、先生がアラバマ大学留学時代のボスであったビショップ教授を訪ねてオックスフォードに立ち寄ったのでした。

私たち兄弟弟子は、直ぐに意気投合し、後に私の1992年から3年間と1999年から1年間、合計4年間のケニア滞在に繋がったのです。

イギリスからの帰国後は、先輩を頼って化血研（財団法人化学及び血清療法研究所）菊池研究所に一時席を置き、トリパノソーマ原虫の遺伝子研究もさせていただきました。

その後1992年から3年間、日本人研究者の蛭海啓行先生のご尽力もあって、ILRADでトリパノソーマ原虫の研究に専念できました。



左：ILRAD（現ILRI）のゲート前、右：蛭海先生ご夫妻とLab3研究室にて

この国際研究所は、国連食糧農業機関(FAO)傘下の農業研究センター17の一つで、当時アフリカの畜産を著しく妨げている慢性消耗性感染症のトリパノソーマ病（ヒトでは『眠り病』）とタイレリア症=東海岸熱の2つの感染性原虫病の研究と制圧に特化した研究所で、当時はアフリカにありながら国際的にも研究レベルは高く、超一流科学誌『ネイチャー』にも度々論文が掲載されるほど人材と設備が整い、先進的な研究が行われていました。私は有能なケニア人研究者フェリックス・マジワ博士と共同研究を進めました。

国立公園や動物保護区へのドライブは勿論、日本人はどこに住んでも温泉好きとあって、ナイロビから3時間弱のドライブで行けるマガディ湖と言うソーダ湖の温泉にも日本人仲間を連れて度々訪れました。泉温40数℃でpHが10.3の強アルカリ性食塩重曹泉です。皮膚の角質タンパク質が溶けてぬるぬるとなります。

勿論肝心な研究も進み、学問上それなりの貢献ができたと言えます。その成果の一部は、今でも私の名前を検索すれば、当時の研究の内容をネット上で読むことも可能です。

3年間のケニア滞在から帰国して、半年ほどタイの国立動物衛生研究所に技術指導に向きました。その後の2年間は、筑波の農水省の外郭研究機関である社団法人農林水産先端技術研究所に属し、実際には家畜衛生試験場（現動物衛生研究所）でウシの免疫遺伝子研究に従事しました。

その後2度目となるアフリカ行きで1999年から1年間ナイロビに再赴任しました。

その時、ウシの隔離実験棟でこの原虫の慢性感染実験を行ったのです。ところが、栄養状態の良い若ウシの一部はいつこうに発症しないどころか、血中にあるはずの原虫すら確認できません。発症とは病原体と免疫とのせめぎ合いの結果なのです。

そこで、人為的なストレスを与えるため副腎皮質ステロイドのコルチゾルを投与したところ、途端に隠れていた原虫が血液中に出現し発熱したのです。この体験から、慢性感染症の発症におけるストレスの関与が深く私の脳裏に刻まれました。

2000年から1年間は、オックスフォード留学時代もう一人のボスのポーリー・ロイ教授の要請を受け、ロンドン大学衛生及び熱帯医学校LSH&TMで海外通算7年半の研究生

活を送りました。仕事は自分の実験のかたわら、主に若いポスドクや大学院生にアドバイスを与える役割でした。

LSH&TMは、ロンドン大学のメンバーで、100年以上の歴史を誇ります。かつては大英帝国時代の海外植民地経営を衛生学と熱帯医学の分野から支えてきた歴史がありますが、現在は衛生と熱帯病研究専門の大学院大学で、世界中の国からの留学生を受け入れ、公衆衛生と熱帯医学の専門家を育成しています。卒業生は、世界中、特に開発途上国のそれぞれの分野で専門家として活躍しています。

当時、金融立国に変貌したイギリスでもバブル気味で、住宅価格・賃貸価格の高騰に加え、わずか1時間半ほどの通勤時間のロンドンの都会生活は、私にとって苦痛だったこともあり、2001年11月、温熱療法の確立を目指す大阪のベンチャーからの参加要請を受け、帰国しました。

このベンチャーは、数年後に乱脈経営や役員の不社会的行為が元で解散することになりましたが、私には温熱療法という今までの微生物と免疫の基礎研究とは少し違うテーマを扱うきっかけになりました。

第1章 温熱療法、自律神経免疫学、炭酸泉との出会い

がんは遺伝子の病気、でも遺伝病ではない

1953年のワトソン、クリックのDNA 2重らせん構造の発表からちょうど50年目の2003年には、ヒトゲノムDNAの全塩基配列解読が完了しました。

ゲノムとは、ある生物の持つ全ての遺伝子情報です。先端的ゲノム研究の成果として、糖尿病の遺伝子発見、アトピー性皮膚炎など慢性疾患の原因を特定の遺伝子に帰するよう報告が次々となされています。

元は分子生物学者の私が、後述の温熱療法や自律神経免疫学を学んで出した結論は、遺伝病はごく一部であり、がんを含めた慢性疾患の大多数は心身のストレスなど環境要因によるものです。何もかも遺伝子のせいにするのは、間違っているということです。

まず始めに、日本人の最大の死因であるがんの発病におけるゲノム遺伝子の比重を例にとってみましょう。



【図表1-1】一卵性双生児のがん発症部位（早川和生大阪大学教授ら）

がん細胞は分裂を制御できなくなった細胞で、無限に分裂を継続しようとします。細胞の分裂を促進するアクセル役の遺伝子群と、分裂を抑制するブレーキ役の遺伝子群の複数の染色体DNAに段階的に変異が起こり積み重ねることが明らかにされています。白血病はわずか1ヶ所の変異でも発病しますが、通常の固形がんでは変異の数が加算されるごとに悪性度が増してゆきます。

がんの発症に遺伝がどの程度影響しているかを推しはかる良い研究があります。図表1-1は大阪大学の早川和生教授らの調査で、1,354組の一卵性双生児を追跡し、発見された56名の発症したがんを部位別にまとめたものです。

一卵性双生児は遺伝的には全く同じです。免疫学的にも同一で、一卵性双生児間の移植には拒絶反応がありません。最も拒絶反応が激しい皮膚移植さえ可能です。その多くは子供時代はほぼ同じ環境で育てられますが、高等教育以降、社会に出てから別々の生活をします。ヒトに限らず動物の一卵性双生児の研究は、遺伝子の影響と環境の影響を比較検討する目的では、例数が少なくても信頼性の高いデータが得られます。

もし、がんが世代を超える遺伝性の病気=遺伝病であれば、がんを発症した場合、同じ発症部位のペアが多く観察されるはずですが。遺伝病では生殖細胞、すなわち卵子か精子の

核DNAの遺伝子にもがんを起こす変異が入っており、一卵性双生児には正確に遺伝しているはずですが。

しかし、この調査では、わずか1組2名に同じ肺がんが見つかっただけでした。残りの54名は相手方とは一致しませんでした。このことは特殊な家族性のがんは例外として、一般的ながんでは、生後の環境要因がその発症に決定的に影響していることを示しているのです。

確かに、「大多数のがんは細胞分裂の調節遺伝子群の後天的な（生後の）変異による」という意味においては、ごく少数の例外を除いて「がんは遺伝子の病気だが、遺伝病ではない」と言えます。

では、がんの原因は何でしょうか。

原因として発がん性のある化学物質、放射線、C型肝炎など発がんウイルス感染など外的要因ばかりが強調されて、真の犯人が見逃されてきたようです。しかし、それは内なる敵です。最大の要因は、長期間持続する各種ストレスに起因する交感神経緊張による体温と血流低下と、同時に起きる自分の顆粒球の増多と放出される活性酸素による組織破壊の繰り返しと複製過程で起きやすい遺伝子の突然変異、それに加えてがんの芽を摘み取ることができない免疫抑制であると考えられるようになってきました。

また、戦前にはほとんど患者がいなかった糖尿病やアトピー性皮膚炎が近年激増している背景は、これらの病因とされる遺伝子がわずか1世代で一斉に劇的に変わった訳ではなく、すべて生活を取り巻く環境要因に依るものと言えます。

そもそも、自然には階層性があります。物理学の分野なら上層から下層の順に、宇宙—超銀河—銀河—恒星—惑星—物質—分子—原子—素粒子—クオークです。それぞれの上層はその下の下層を土台にしていますが、各階層は特有の法則や原理を有します。ニュートン力学では素粒子の運動を説明できませんし、逆に波動方程式を惑星の運動に適応できません。

生命も同様です。分子生命現象の設計図であるゲノムの解読完了、すなわち細胞核DNAの全配列が読み取られたからと言って、その上位の階層である細胞—組織—臓器—個体の全てが全配列で決定され、ましてや個々人の人生が生まれながらにして総て決まっているとは決して言えません。慢性疾患の原因を遺伝子だけのせいにするのは、上位の階層である医学を否定するものです。

帰国とがん温熱療法の本質

2001年イギリスから帰国して取り組むようになったがんの温熱療法とは、がん患者が細菌やウイルス感染に罹り、高熱を発した後自然治癒した症例の観察からヒントを得て、高体温を全身もしくは体の一部に人為的に誘導する治療法で、英語ではハイパーサーミア hyperthermiaとかthermotherapyと呼ばれています。

元々、発熱は温血動物に古くから備わった生体防御の一つと考えられています。ヒトでは脳の体温調節中枢での設定値を37℃から一時的に39℃にして発熱を促します。風邪などで38℃に発熱していても、ゾクゾクと悪寒がするのはそのためです。体温を高めることによって、体内に侵入した病原体の増殖を抑え、血行を良くして自己の免疫を活性化す

る働きがあると考えられています。つまり病気からの治癒過程の発熱は、古来より自然が与えてくれた「自己温熱療法」とも言えます。

この治療法の歴史は古く、熱の有用性について記述に残っているだけでも、古代エジプト、ギリシャ・ローマ時代に遡ることができます。

古代エジプト（BC1550）のEbersパピルスには、偉大な医術師イムホテップImhotep（BC2600）の「腫瘍を切開し、細菌を感染させる治療法」の記述があります。

ギリシャでは、医学の父とされるヒポクラテスHippocrates（BC460～？）が「熱は自然の治療法である」と熱の有用性を説き、温泉を治療に使ったとも言われています。

温熱療法には、脳内でエンドルフィンのようなモルヒネ様物質産生を誘導し、がんなどの痛みを緩和する効果があって、QOL(生活の質)の向上に貢献することもよく知られています。この作用は、頑固な便秘に表れる副交感神経抑制の強いモルヒネや消炎鎮痛剤の作用が、治癒に必要な発熱と血管拡張・血流量増加をもたらすプロスタグランジンの産生を阻害し、リンパ球の数と機能を著しく抑制するのとは異なります。

過去の自己温熱療法の開拓者として特記すべき人物は、1900年を挟んで40数年間活躍したアメリカのウィリアム・コーリWilliam Coleyです。彼は外科医でしたが、細菌感染したがん患者が自然治癒したのを観察して、手術不能ながん患者896人の腫瘍内と周辺部位に連鎖球菌、霊菌セラチアや死菌を接種することで患者の発熱を誘導し、上皮性がんでは5年生存率34～73%、骨肉腫で13～79%と報告しています。当時『コーリの毒』と俗称されていましたが、正確には混合細菌ワクチンでした。

しかし、20世紀の初頭には、リスターListerによる無菌手術の普及、放射線療法と化学療法の導入と普及ががん治療の主流となり、現在のがんの3大療法となったため、コーリの混合細菌ワクチン接種法は完全に廃れて忘れ去られてしまいました。

ところが1972年には、ラックデシェールRuckdeschelらはニューイングランド医学雑誌に、手術と術後管理の失敗である肺がん手術後の細菌感染症=膿胸は、皮肉にも5年生存率を化膿しない場合の18%から50%へと32ポイントも押し上げると報告しています。

実は現在の日本でも、がん治療に細菌製剤が使われています。ピシバニールOK-432と言う溶血性連鎖球菌のペニシリン処理凍結乾燥製剤です。しかし、免疫力を削ぐ抗がん剤との併用が一般的では、治療成績はコーリの足元にも及ばないのが実状です。免疫療法と言いながら、抗がん剤という免疫抑制製剤とどうして組み合わせが可能なのでしょうか。

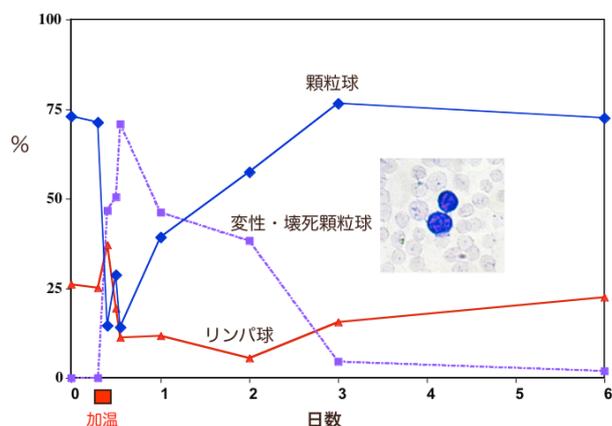
今この時代にも、がん患者が感染症による発熱で腫瘍が消失する自然治癒例が散見されていますが、現代医学はまともに解明しようとはしません。「そんなはずはない。そもそも誤診だった、治ったのなら良性腫瘍だった」と言い訳をするのです。

その後温熱療法は、自らの発熱から、全身もしくは局所を外部から加温する方法へと進歩しましたが、その原理は当初から、がん細胞は正常細胞と違って熱に弱い易熱性であり（これはあくまでも仮定、典型的なパラダイム）、より高い温度と長い時間かけてがん細胞だけを「熱で焼き尽くす」と言うものでした。

ですから今も温熱療法の主流は、抗がん剤や放射線との併用でより効果的に「焼き殺す」理論であり、細菌や真菌による日和見感染に注意するために顆粒球数だけは調べますが、がん細胞を排除する主力のリンパ系免疫のことをほとんど考慮していません。

それを検証する基礎実験として、私たちは大阪市立大学の片本宏博士（現宮崎大学教授）が率いる獣医グループと金沢医大の奴久妻智代子博士の協力を得て、高精度に水温を保つ浴槽=高精度温浴装置とイヌとネコを用いたの共同動物実験を行いました。

最初は生体の熱に対する限界温度を探るため、0.5℃刻みで高体温を誘導して1～2時間維持し、その体温の生体への影響を調べました。



【図表1-2】ネコの高体温（43.0℃、2時間）による顆粒球の変性壊死（浦川ら、2006）
イヌの温熱療法研究（大阪府立大学獣医学科との共同研究、日ポリ化工）

その結果、深部体温（直腸温）42.5℃を超える全身の加温は全身、特に白血球のうち顆粒球の急激な壊死・崩壊をもたらし、主要臓器の出血など致死的な副作用があることが判明しました。

おそらくメカニズムとして、顆粒球が死ぬと細胞内の活性酸素やロイコトルエンなどの炎症を起こす活性物質が急激かつ大量に放出され、顆粒球の重要な役割である腸管バリアー機能が壊され、大腸の腸管内からの細菌感染や細菌の作るエンドトキシン吸収、それに加えて白血球のサイトカイン・ストーム（過剰生産）による全身の組織傷害を起こしたからだと考えられます。

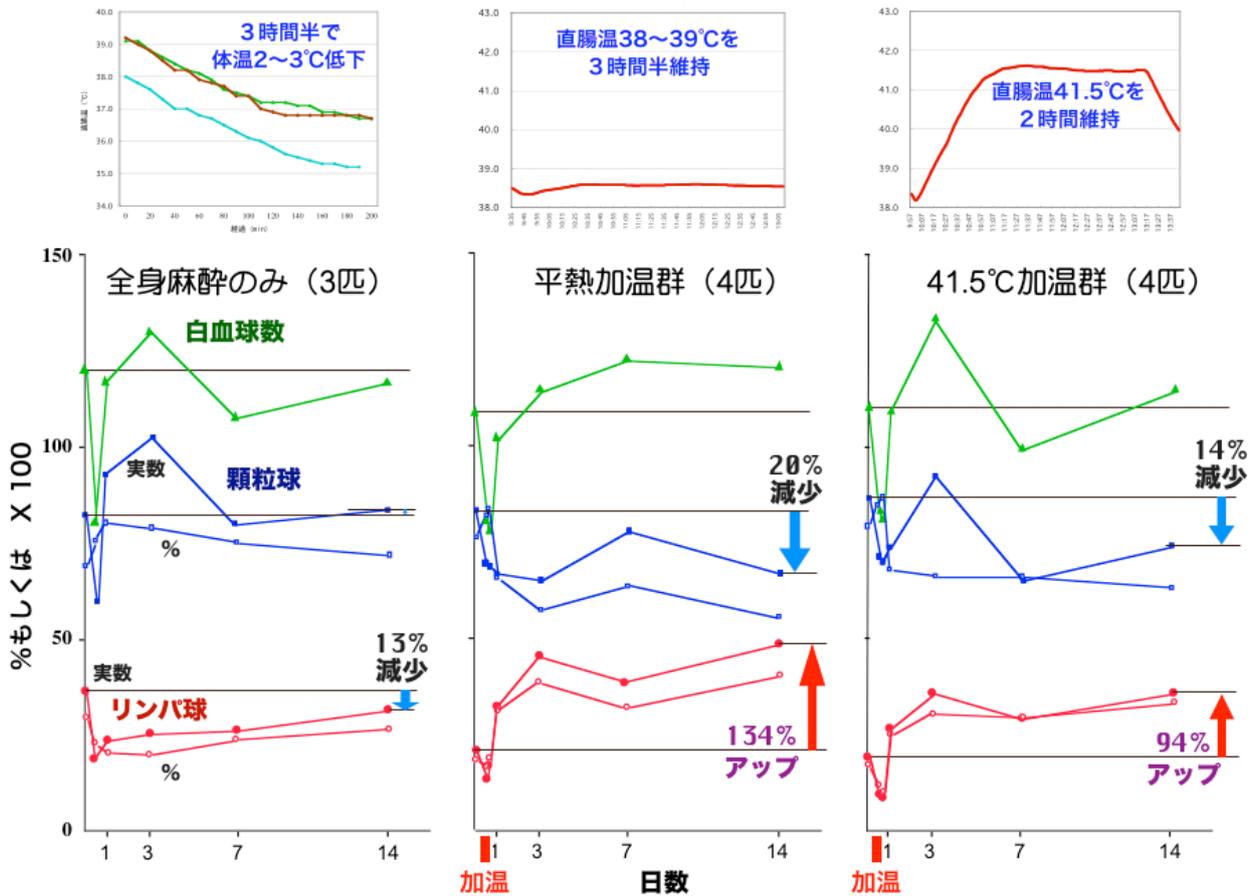
図表1-2では43.0℃での加温の場合、8割以上の顆粒球が加温途中から急激な変性壊死し、3日目に新しい顆粒球の補充でほぼ正常化しました。このことから顆粒球の末梢血中での寿命が2～3日であることが分かります。この温度ではリンパ球は増えるどころか、減少しました。

当然のことながら他の臓器にも障害が認められ、血液中の肝臓の酵素値AST（GOT）とALT（GPT）では、加温直後から劇症肝炎レベルの一過性の急激な上昇も観察されました。完全に回復するまでには2週間を要しました。

幸い加温後のイヌやネコには、脳細胞への傷害を伺わせる加温前とは明らかに異なる行動等は観察されませんでした。

一連の動物実験の結果から、全身加温での限界温度は42.0℃であり、この温度は入浴中に泥酔して超過しうる危険な温度域でもあると言えます。

炭酸泉は未来を描く



【図表1-3】 イヌを用いた全身温熱療法の影響実験（浦川ら、ハイパーサーミア誌、2006）

加温がもたらす免疫力の量的な変動を見ると、より安全な深部体温41.5℃では、加温直後に一時的に減少しますが、1日目から2週間以降も実数（●）と割合（○）ともリンパ球の実数と割合の増多が持続しました（図表1-3右）。ところが対照群として用意したイヌの平熱38～39℃の加温群でも、予想外にリンパ球の増多と顆粒球の減少が持続したのです（図表1-3中）。

そこで急遽、麻酔だけの実験群を追加しました。全身麻酔を施している間、約4時間の核心温は最大2～3℃低下し、この一時的な体温低下は、その後2週間にわたってリンパ球の減少傾向を来しました（図表1-3左）。

同時に細胞性免疫力の質的な面を調べるため、ツベルクリン反応に似た皮内反応も行い、有意の免疫細胞の集積による局所の肥厚を確認しました。

これらの動物実験の結果は、従来言われてきたように、免疫力の量と質の両方で「適切に温めれば免疫力は増し、冷やせば低下する」ということを明確に実証したものでした。

ヒートショック・タンパク質 HSP

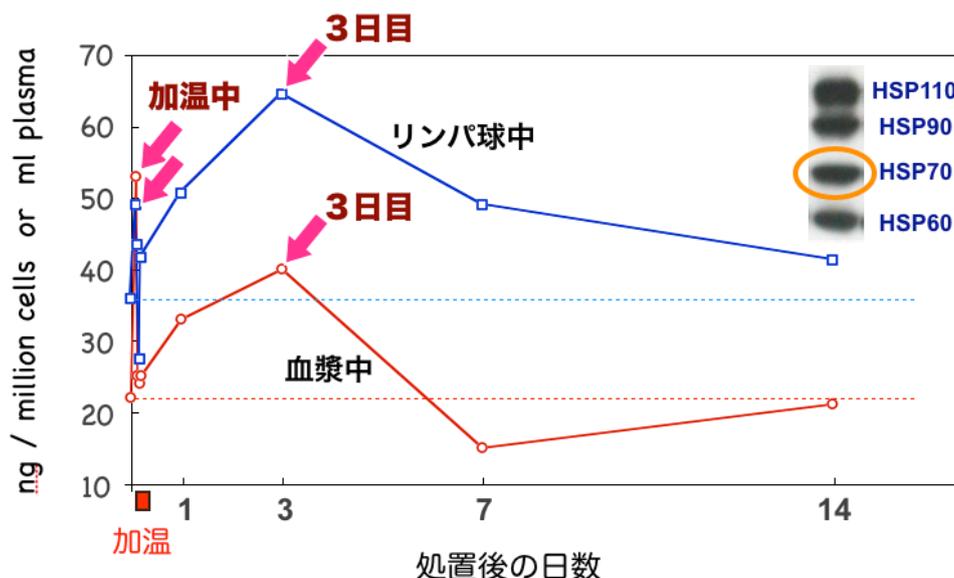
一般に細胞は通常以上に加温されると、細胞是一群のヒートショック・タンパク質 HSPsを作ります。熱が引き金となって幾つかの遺伝子が活性化され、HSPsを新たに作ったり、増量するのです。

このことは、生物が高温などの生存を脅かされる環境にさらされた時、他のタンパク質の合成を抑えても優先的に合成し、生存を保障するのです。

そのため、これらの遺伝子群は大腸菌から哺乳類に到るまで非常に良く保存されており、いかに生物の生存に必要な遺伝子群であるかを物語っています。

熱や他のストレスでも誘導されるため、ヒートショック・タンパク質とかヒートストレス・タンパク質と名付けられました。

しかし、ストレスのない時でも一群のHSPsは合成されており、タンパク質の生成から分解までの介添え役としての重要な役割が確認され、今では分子「シャペロン」とも言われています。その総量は、時に全細胞タンパク質の15%にも達することがあります。



【図表1-4】 41.5°C 2時間加温されたネコの血漿とリンパ球中Hsp72の量的変化 (浦川ら、2006)

HSPsの役割は、タンパク質の生成・輸送・品質管理の全般を担っており、以下のように多岐にわたります。驚くべきことに、その分解産物さえも有用利用しているのです。ここにも生物のしたたかさを垣間見ることができます。

- ・タンパク質合成時にポリペプチド鎖を正しく折りたたみ立体構造を形成する。
- ・でき上がったタンパク質を細胞内のあるべき場所に移動する。
- ・熱変性など立体構造が壊れたタンパク質を修復する。
- ・修復できない場合には印を付け、その後一定の大きさに分解する。
- ・分解産物を細胞表面に移動する過程で、臓器移植で拒絶反応の原因となる主要組織適合遺伝子複合体MHC (ヒトではHLA) に結合させ提示する。この抗原提示は、リンパ球が自己・非自己を認識する重要な名札になる。
- ・中でも、Hsp72 (HSP70の熱誘導型) とHSP90は熱でよく誘導される。加熱直後と2~3日目にピークがあり、1週間後には通常のレベルに戻る (図表1-4)。
- ・摘出したがん組織から精製したHSPs分子にはがん抗原も噛み込んでおり、自己注射すると自己がんワクチンとして働く。
- ・がん細胞の自殺死 (アポトーシス) を促進する。

- ・ マクロファージの成熟と抗原提示を促進する。
- ・ 運動機能が増すため、2日前に予備的に体を加温すると筋肉疲労が減少し、持久力を必要とするスポーツでは好成績に繋がる。

がん細胞を熱で「焼き尽くす」立場をとる従来の温熱療法では、がん細胞自体もHSPsによって熱耐性を獲得するため、HSPsは温熱療法の「敵」と見なされて来ました。

しかし、がん細胞が死なない40℃程度でも著明に誘導され、免疫機能を亢進する複数の作用も確認されました。熱医学の学会でもHSPsは頼もしい「味方」に変貌しつつあります。これも典型的なパラダイム・シフトです。

本来、ウイルスや細菌感染で到達するせいぜい40℃程度の自己発熱によるがんの自然治癒の症例観察から始まった温熱療法の本質は、「熱でがん細胞を焼き殺す」、ではなく「全身の免疫を亢進する」だったのです。

自律神経免疫学との出会い

イギリスからの帰国後、急速に深く細分化されつつある免疫学、特にその全体像を理解するための再勉強を始めました。その時本屋で見つけたのが安保徹新潟大学医学部教授の著書「絵でわかる免疫」です。

ヒトの体細胞総数は60兆個で、免疫系の細胞数は2兆個、約3%が調和を持って、体の防衛を担当しています。

血液中の免疫系細胞の白血球は多い順に顆粒球（好中球、好酸球、好塩基球の3種類）、リンパ球、単球（マクロファージの一種）からなり、複雑なチームワークで生体防御の役割をになっています。それは、外からの異物と内なる異常を排除する仕組みです。

それまでは、白血球の数と分画（割合）の意味が不明確で、まさか自由に体内を遊走する白血球細胞まで、自律神経の支配を受けているとは思いませんでした。

自律神経系は内臓、血管、リンパ節など広く分布している神経系で、血液循環、消化吸収・排泄、内分泌、生殖など生命活動を維持してゆくとき、生体の様々な機能を無意識的に調節する神経系です。

「餌取」や「闘争」行動などエネルギーを消費する活発な運動を司る交感神経系と「休息」やエネルギーを溜め込む「消化・吸収」を司る副交感神経系からなり、副腎以外の臓器や組織はこれらの二重支配を受け、かつシーソーのように拮抗支配を受けています。

自律神経系の誕生と発達を進化化学的に見れば、ヒドラやイソギンチャクのような下等な多細胞生物から進化する過程で、まず消化・吸収・分泌・排泄を統合して司る副交感神経系が現れました。その後海底への固着生活から移動生活へと活動を可能にする脊椎の発生と、椎骨数の増加による胴長進化の過程で、活発な運動を無意識的に調整する交感神経系が遅れて発達してきたものと考えられます。

その証拠は、脊椎動物の自律神経系を解剖学的に見れば、理解できます。すなわち、副交感神経系の走行経路は、頭部の「迷走神経」と「骨盤神経」との2つに前後（ヒトの場合は上下）で完全に分断されています。

一方遅れて進化した交感神経系は、椎骨毎に神経節を作り、活発な運動のために血圧・心拍数・血糖を上げ、一時的に他への血流を犠牲にして脳と筋肉に重点的に回すことで支

えています。交感神経系の役割は、摂食活動や闘争のような活動的な昼間の体調を保障するのです。

従来から、有名なハンス・セリエの「ストレス学説」で副腎皮質ステロイドなどのホルモンによる胸腺（リンパ系免疫の高等教育臓器）縮小という影響は知られていましたが、自律神経が血液中に単独で遊走している白血球を直接支配している、とは誰も考えつきませんでした。

その自律神経と免疫が密接に関与していると分かってきたのは、1995年のことです。当時、新潟で腕の良い外科医であった福田稔医師は、晴天が連続した後の休日に限って、腹膜炎を起こすような重度の虫垂炎（いわゆる盲腸）の急患手術で、ゴルフを幾たびもキャンセルせざるを得なくなった経験から、気圧の変動と重度の虫垂炎の発生との因果関係を見つけ、ある医学生物学雑誌に投稿しました。

たまたま同じ雑誌に掲載された論文を執筆した免疫学者の安保徹新潟大学大学院教授に思い切って相談したことから、二人三脚で練り上げた「福田-安保」理論が生まれました。しかし、実はこの理論の源泉となる先駆的な理論があったのでした。

当時、古いタイプのリンパ球であるNK（ナチュラル・キラー）細胞に対する世界標準となる特異モノクローナル抗体を作り、胸腺外分化Tリンパ球の存在を証明するなど、すでに免疫学で著明な業績を上げていた安保教授は、以前から白血球の規則的な日内変化や季節変動に気付いておりました。それは自身が東北大学の医学生時代に、齋藤章講師から受けた講義の記憶を思い起こすものでした。

齋藤が自説を「生物学的二進論」と名付けた理論と言うのは、ぶどう球菌のような化膿性の細菌感染が起きると顆粒球が増えると同時に脈が速くなる、すなわち交感神経緊張状態になる一方で、ウイルスなどの感染や異種タンパクの侵入の場合はカタル性やアレルギー性炎症を起こし、リンパ球が増えると同時に徐脈になる、すなわち副交感神経優位の状態になることを見いだしました。

このことは別の言い方をすれば、「感染微生物の粒子の大きさによって、担当する白血球の顆粒球とリンパ球の比率が決定され、自律神経の刺激状態も異なる」と言うものでした。

齋藤がこの先駆的な観察から導き出した理論を提唱した時代は、ちょうど高度成長期の生活レベルの向上と抗生物質の普及により、古典的な細菌感染症が激減しつつある時代に重なりました。戦前長いこと死因の第一位であった結核症が激減するなど、薬とは「切れ味のいい」抗生物質のように即効性・著効性を持つもの、という現在に通じる「薬の常識」が育成されました。

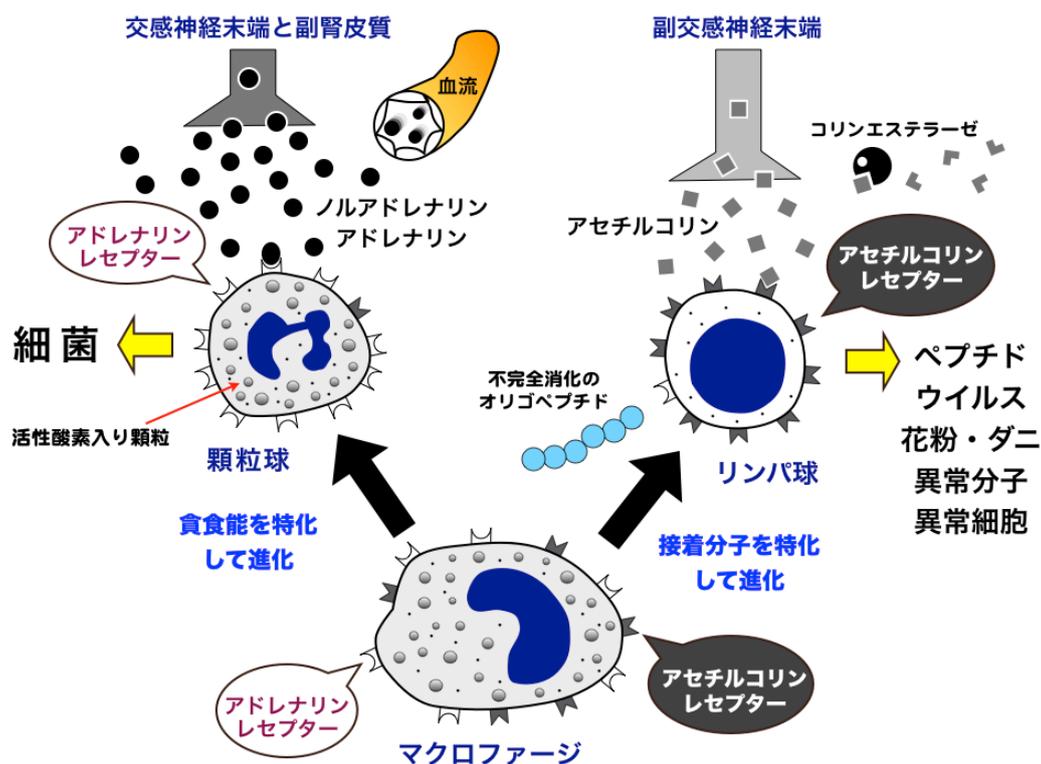
こうした時代の流れにあっては、齋藤理論がまったく見向きもされなかったのは当然でした。こうして一旦埋もれ忘れ去られてしまった齋藤理論ですが、30年以上もの時を経て息を吹き返し、新たに「福田-安保」理論として、さらに進化することになるのです。

この本では「福田-安保」理論のことを自律神経免疫「学」と述べています。いまだ学会では認められたものではなく異端視されているため、厳密には「学説」と書いた方が適切なのかも知れません。しかし、いずれ普遍的な科学的法則として学会でも認識される

と、私は確信しています。それで特に断りが無い限り、この本では自律神経免疫学で統一しました。

自律神経免疫学とは

その理論の根幹は、「ストレス・緊張・活動」を司る交感神経が副腎髄質からのアドレナリン、神経繊維末端からのノルアドレナリンを介して白血球の顆粒球（好中球、好酸球、好塩基球）を支配し、「休息・リラックス・消化吸收・排泄」を司る副交感神経がアセチルコリンを介してリンパ球（寿命1週間以上、35~41%、1マイクロリットル= mm³ 当たり2,200~2,800）を支配しているという「自律神経による免疫支配」です。



【図表1-5】自律神経による白血球支配（安保徹、「絵でわかる免疫」、2001、一部改）

そもそも全ての白血球は、単細胞のアメーバーに似て貪食作用に優れた食細胞マクロファージから進化したと考えられます。

リンパ球は体内に紛れ込む消化が不十分なタンパク質由来のオリゴ・ペプチド分子（アミノ酸が数個~数十個程度繋がったもの）を安全に処理するために接着分子を発達させてきました。進化の順番は、NK細胞→胸腺外分化Tリンパ球（T細胞）→胸腺経由Tリンパ球（T細胞）で、抗体を作るBリンパ球（B細胞）の進化の系列はB-1→B-2細胞です。

ホルモンであり神経伝達物質でもあるアドレナリンとノルアドレナリン（ドーパミンとも合わせてカテコールアミンと呼ばれる）は、副腎髄質と交感神経末端の分泌部位から遠

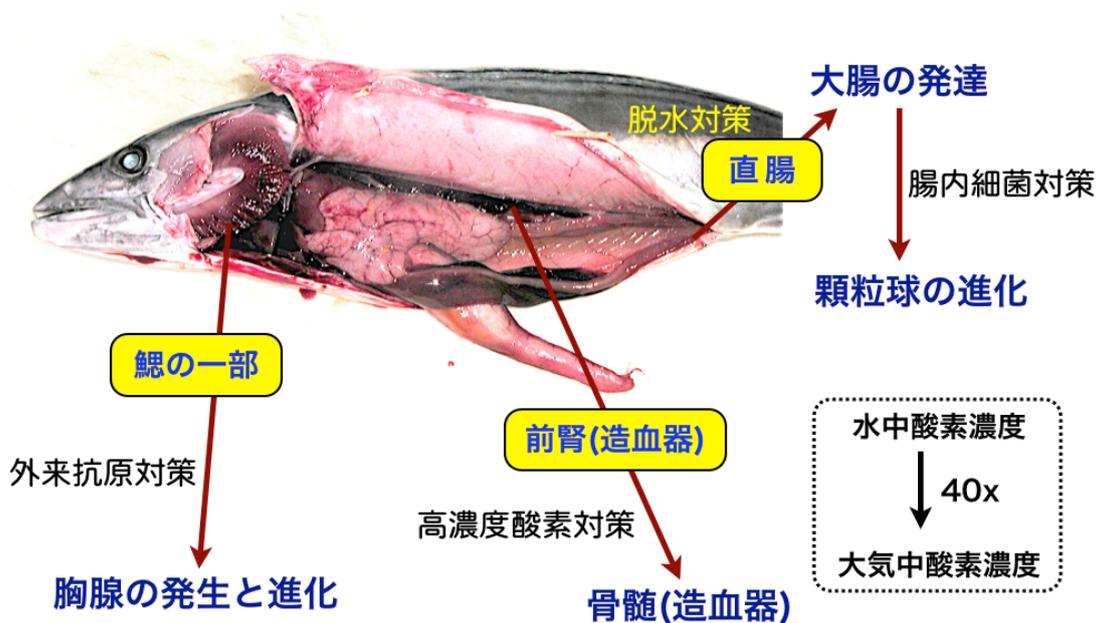
く離れて存在する顆粒球すべてに血液や体液を介して作用可能です。実際、血液検査でそれぞれの濃度を測定できます。

しかし、副交感神経末端から分泌される神経伝達物質アセチルコリンは、シナプス（神経接合部）膜のみならず血中や脳に広く存在するアセチルコリン・エステラーゼAChEにより直ちに加水分解されるため、ホルモンのように遠くの細胞には作用が及ばず、副交感神経末端の近くにいるリンパ球へのみ作用するに留まります。ですからリンパ球の半数が常駐する小腸は、消化管の運動を支配する副交感神経からリンパ球への格好の伝達場所になります。食物中のキノコのβグルカン、海藻や食物繊維のような消化されがたい成分が効果的に副交感神経を刺激し、リンパ球を刺激することができるわけです。

なぜアセチルコリン・エステラーゼが体液中に豊富に常駐し、分泌されたアセチルコリンを目の敵のように分解するのは、アセチルコリンの神経興奮作用を限定させる必要があるからです。もし、有機リン系農薬やサリンなどでアセチルコリン・エステラーゼ活性が阻害されると、直ちに重篤なアセチルコリンの過剰刺激症状として痙攣（けいれん）、意識混濁や麻痺を起こすことから、その存在意義の重要性が理解できます。

正直その時まで、生物進化をいう眼で免疫という高度なネットワークを有する生命現象の全体像を描ききれずにいた私には、この説明はストーンと落ち、まさに目から鱗の落ちる思いでした。衝撃的、いや革命でした。特に白血球の原型であるマクロファージからの2つの進化形としての顆粒球とリンパ球の性格・機能分担の解説でした（図表1-5）。

魚をさばいている時、よく観察すると陸上脊椎動物との違いから、これら免疫細胞の進化が浮かび上がってきます。



【図表1-6】脊椎動物の上陸と免疫の進化（魚の解剖、浦川原図）

脊椎動物が魚類から両生類へと上陸する際、水中から大気中へと酸素濃度は約40倍急上昇しました。えら呼吸から肺呼吸への進化上、初めて経験する酸素ストレスです。この高濃度酸素環境になった時、造血器官は前腎から骨髓造血へと移行しました。このこと

は、過剰酸素の傷害（後述）としての出産直後の新生児黄疸の発症のメカニズム、すなわち肝臓造血から骨髄造血への移行と同様です。

リンパ球のうち、脊椎動物の上陸に伴い、魚類時代に最も外来抗原との接触が多かった鰓の一部から進化した胸腺Thymus（サイマス）で選別されエリート教育を受けたTリンパ球が、外来異物（主にタンパク質）やがん細胞も含め異常になった自己細胞の除去、ウイルス感染細胞の除去、抗体産生の指令など今では「新しい」免疫の中樞を担っています。上陸に伴って獲得した新しい免疫細胞は、アセチルコリン受容体を主に持ち、副交感神経の支配下にあります。

それに加えて、それ以外のNK細胞、胸腺外分化T細胞、それに抗体産生B-1細胞のような進化途上の「古い」タイプのリンパ球の存在も忘れてはなりません。これらのリンパ球は、老化や免疫抑制時に比率が増しますが、まだアドレナリン受容体が主で、交感神経支配下にあります。

高等生物の免疫系はこの「古い」免疫システムを土台に、新たに付け加わった胸腺由来T細胞の「新しい」免疫システムの二層構造をなしているのです。この新旧免疫システムを構成するそれぞれのリンパ球の性状と機能こそ、膠原病いわゆる「自己免疫」疾患の真の理解の鍵となるものです（後述）。

顆粒球が脊椎動物の上陸後に急激に進化した最大の理由は、魚類から両生類を経て爬虫類に到る脊椎動物の上陸に伴って大腸が発達したからです。水から離れて水様便をしているとたちまち脱水を起こすため、水分の再吸収専用の臓器として直腸の一部が巨大化したものです。そうして、便の数割が細菌からなるように、大腸内は膨大な数の細菌の住み家になって腸内細菌叢（フローラ）を形成しています。顆粒球はアドレナリン受容体を主に持ち、交感神経の支配下にあります。活発な餌取り行動や繁殖闘争を支えるからです。

この大腸粘膜や活動時に受けた傷口から侵入しようとする細菌に対し、顆粒球は有害な活性酸素を逆手にとって、主に粘膜で食菌・自爆しながら細菌感染を防ぐ役割を担って進化してきました。先に述べた腸管バリアー機能です。

しかし、血中での寿命はわずか2日です。顆粒球の核の多くが球状ではなく引きちぎれた分葉を呈しているのは、まさに死につつあることを意味しており、アポトーシス（細胞のプログラム死）と呼ばれる状態です（図表1-8参照）。過剰な顆粒球は死ぬとき周りに活性酸素を放出するため、組織破壊の原因になります。

顆粒球とマクロファージの殺菌の詳しいメカニズムは、活性酸素の一つ過酸化水素 H_2O_2 （3%溶液は消毒薬のオキシフル）として働くより、さらに塩素イオン Cl^- を酸化し、次亜塩素酸 $HOCl$ と言う水道水、プールや循環風呂でお馴染みの塩素消毒剤を生成して殺菌を行っているのです。

顆粒球が減少するのは、リラックス状態である副交感神経優位になって相対的に減少することが一般的ですが、その他に医療行為が原因で起こることもあります。それは、抗生物質の連用です。多剤耐性菌の選択による「スーパー・バグ」の日和見感染症が問題となっていますが、抗生物質の連用は個体レベルでは腸内細菌叢の減少を招きます。そのため腸内細菌からの刺激が減り、それと戦う顆粒球も連動して減少するのです。

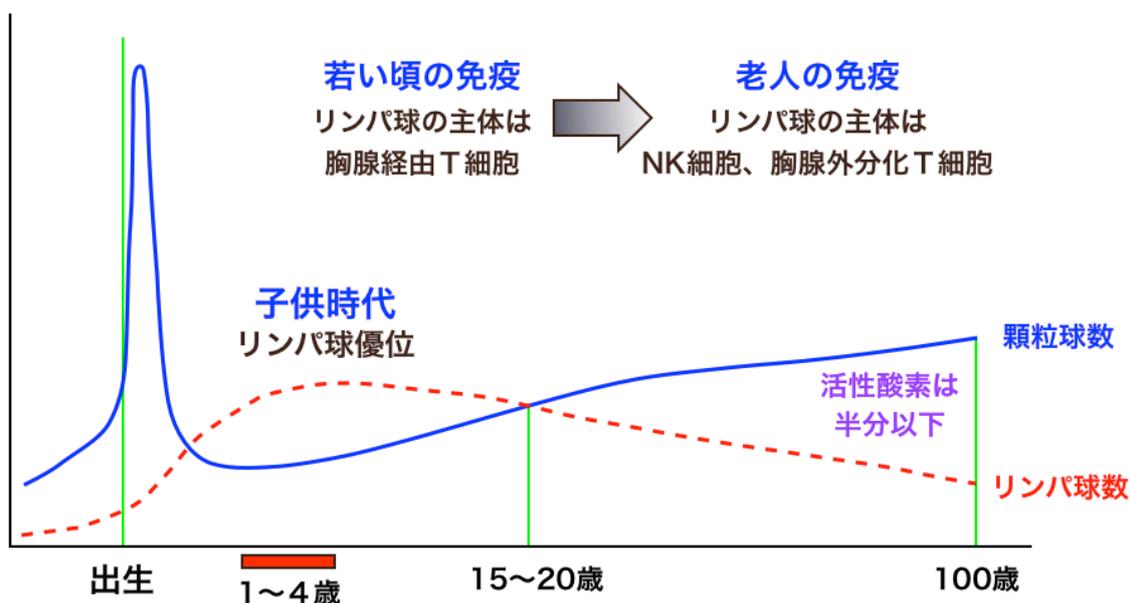
その昔、私が動物実験としてマウスを使っていた時、乳飲みマウスの時期から滅菌した環境（餌とケージ）で飼育すると、白血球のうち顆粒球の割合が10%以下と極端に少なく、リンパ球だらけになっていた事実の謎解きが、四半世紀が過ぎて、ようやく納得できた次第です。

顆粒球の量は具体的にどの程度でしょうか。体重65kgのある人の白血球数が7,000mm³で、顆粒球60%、顆粒球の体積を10μm角と仮定すると、大雑把に20mlです。その半数が毎日死ぬわけですから10ml ≒ 10グラムもの顆粒球です。決して少ない量ではないことが分かります。

白血球の総数は、1日の活動エネルギー量に比例し、男性は女性より多く、激しいストレスや、長時間労働、睡眠不足、細菌感染、白血病で増えます。このように、白血球数と分画（顆粒球、リンパ球、単球の割合）は免疫力の量的な指標として見ることができます。

それ以外で免疫力を質的に見る客観的な数値として、血液検査で分かる重要な指標は、今のところ血液単核球（単球とリンパ球）のインターロイキン12（IL-12）の産生能です。このサイトカイン（免疫系の細胞が出す細胞間情報伝達物質）は、がん細胞を攻撃し排除する細胞性免疫機能を押し量る、比較的良い数値マーカーだと考えられるようになってきました。ただし、検査に時間かかるのと検査費用が高額なのが問題です。

他には、同じくサイトカインであるインターフェロンγ（IFN-γ）とTNF-α産生能、NK活性、細胞性免疫と液性免疫の比率を現すTh1/Th2比が参考になります。



【図表1-7】加齢と免疫（安保徹、「治療」、2000、一部改）

また、それぞれの白血球の数は年齢と密接に関係があります。ヒトは出生した途端に高濃度酸素に曝され、顆粒球が一過性に増え（1万数千個/mm³）数日後に死滅し、新生児黄疸の原因になります（後述）。

1966年に日本に紹介されたスポック博士の育児書では乳児期の生後3ヶ月からの離乳食が推奨され、高度成長期に小児科医も含め早期離乳が常識化しました。

しかし、これはヒトの生理を無視した大問題なのです。ヒトは直立二足歩行の代償に産道となる骨盤下口が狭くなり、胎児を未熟なうちに回転を伴う難産で出産しなければならなくなりました。そのため、免疫学者の西原克成博士によれば、子供の消化機能の完成は2歳とも言われ、早期離乳で粗めのザルのごとく未消化の食物分子が腸管から吸収されるとされています。哺乳類の生理を無視した早期離乳は、この世代から始まる食物アレルギー激増の背景になりました。

スポック博士の育児書は本家のアメリカでは完全に否定されているにもかかわらず、現在の母子手帳でも離乳食は5ヶ月からと、いまだに日本では早期離乳が完全に否定されていないのは問題です。

子供時代、特に1～4歳までの幼児時代はリンパ球が特に多い時期です。過剰な場合、外来抗原に対する過剰反応を起こし易く、早期離乳、甘い菓子と飲料、外遊びの減少、カイチュウや条虫などの内部寄生虫感染の激減、口呼吸、食品添加物と合成化学物質の氾濫と清潔すぎる環境がアトピー性皮膚炎や喘息などのアレルギー疾患の素因になります。

思春期ごろ、顆粒球数とリンパ球数の逆転が起こり、加齢と共にリンパ球数は減少し、顆粒球数は増加します。その後中年に到るまでの期間が、人生の中で最も免疫力の充実した時期です。

しかし、単に数の変化だけではありません。質の面も変化します。高齢者の顆粒球中の活性酸素は半減しますので、数が増えても傷害を起こすことは減少します。

リンパ球も若い頃には、主体は胸腺由来の外来抗原に反応するTリンパ球ですが、高齢者ではリンパ球の主体は体内に生まれる異常抗原・異常細胞（がん細胞など）の排除が仕事のNK細胞や胸腺外分化Tリンパ球なのです。

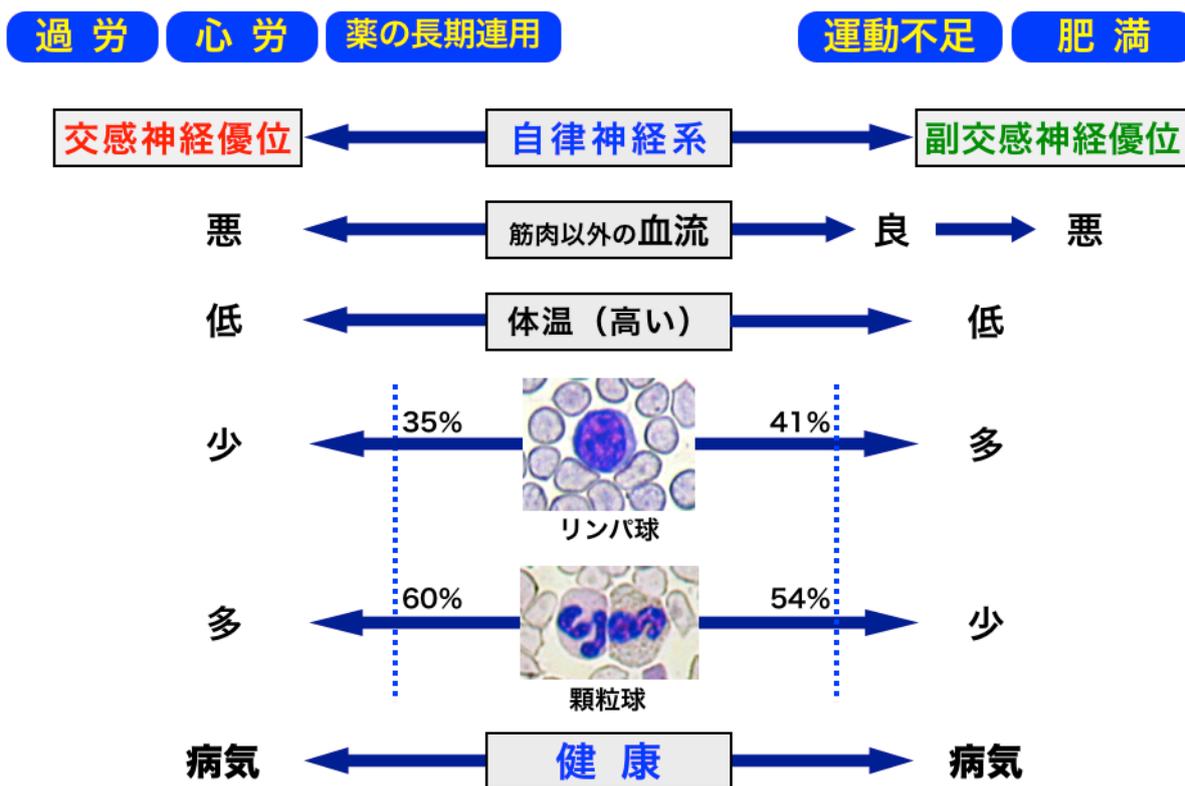
ストレスと慢性疾患病因論

健康とは、どちらか一方に偏らず、昼間は交感神経優位、夜は副交感神経優位を定期的に繰り返している状態です。交感神経緊張は人生のスパイスとして、目標を持ってやる気を出し、実行する意味では必要です。

しかし、長時間労働、精神的な悩みなど心身のストレス（歪み）が多い現代社会では、交感神経緊張状態が数ヶ月・数年と長期間継続しがちです。また、睡眠不足や長期にわたる薬剤の連用も交感神経緊張の持続を招きます。

過剰なストレスが様々な病気を招くことは、今では常識になりつつありますが、そのメカニズムに関して、体系的に説明されてきませんでした。自律神経免疫学の登場によって初めて、明快に解明されるようになりました。

キーワードは、血流障害と組織破壊、それに低体温です。



【図表1-8】自律神経の状態と血流、体温、リンパ球、顆粒球、健康状態との関連性（安保徹、「絵でわかる免疫」、2001、一部改）

交感神経緊張が連続するとアドレナリン（副腎髄質分泌）とノルアドレナリン（交感神経末端分泌）の作用で血管収縮が持続して血流障害が起こります。と同時にアドレナリンには、リンパ球に対してステロイドホルモンよりもさらに強力な免疫抑制作用があることは、あまり知られていません。

また、交感神経緊張の持続は、組織破壊の主要な原因でもあります。交感神経緊張で増多する顆粒球（54～60%が理想）は細菌感染から体を守るといふ本来の重要な役割を担っていますが、末梢血中に現れてからは2～3日しか寿命がなく、過剰な顆粒球が粘膜以外で死ぬときに、大量の活性酸素などをまき散らし組織破壊をきたします。

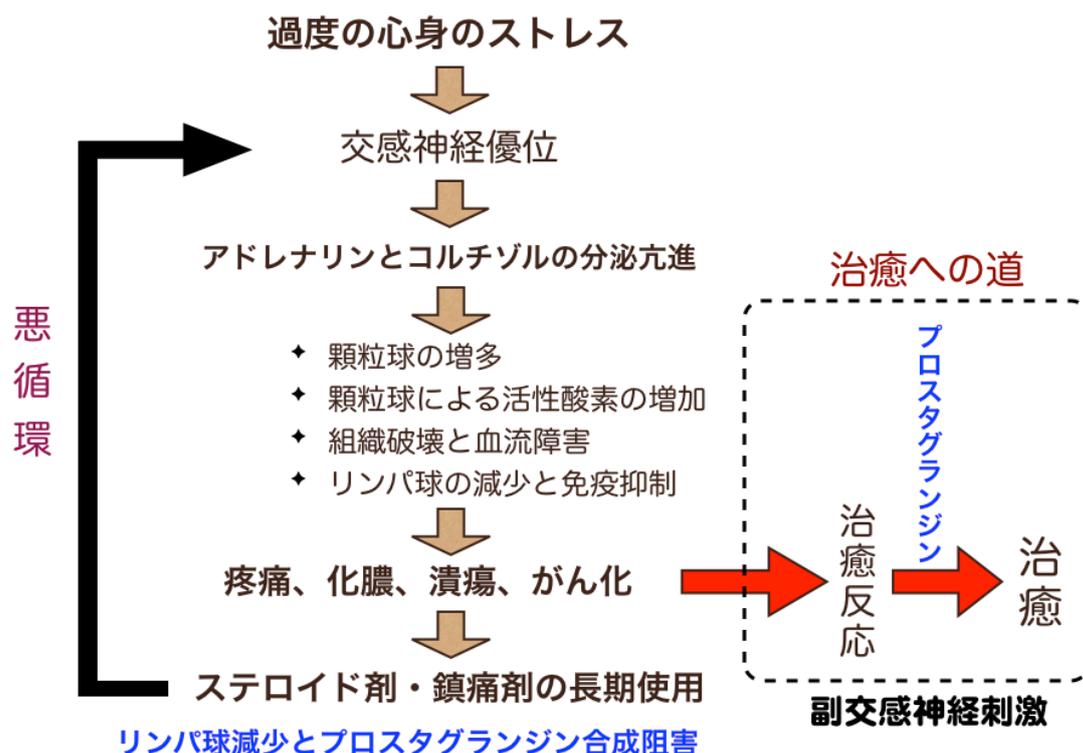
その結果、肩こり、便秘、高血圧、消化器潰瘍、化膿、潰瘍性大腸炎などの慢性疾患をもたらします。さらに活性酸素は染色体DNAにも傷を与えます。特に分裂中の染色体DNAはむき出しになっており活性酸素の傷害を受けやすく、DNA複製・修復過程で高率に変異をもたらします。代表的な変異の過程は、活性酸素が塩基の一つグアニンを8-オキシグアニンに酸化させ、複製時にアデニンに入れ替わってしまうのです。

この突然変異がタンパク質をコードしている遺伝子に起きると、場合によっては本来のアミノ酸が別のアミノ酸に置き換わり、できあがったタンパク質が正常に機能しなくなることがあります。

そのうち、細胞増殖を制御する遺伝子群での変異は発がんの原因となります。5～10年かけて、組織破壊と再生の繰り返しと染色体DNA変異の蓄積に加えて、リンパ球を中心

とする免疫監視の低下により、異常細胞の発見と排除がなされず見逃され、がんが発症すると説明しています。とりわけ、がんは低体温と低酸素の環境を好むのです。

健康を保つためには、昼間は活発な活動を支える交感神経緊張状態ぎみに、夜はリラックスして副交感神経優位に、メリハリのついた自律神経のバランスをとることが大切です。こうすることで自律神経自体の活動レベルが高まり、1日のリズムもでてきます。



【図表1-9】 ストレスが慢性疾患を起こす病因論と治療への道

慢性疾患の治療に使われる副腎皮質ステロイドは、本来アドレナリンに次いで第2の生命活動を支える重要なホルモンです。しかも「ジキル博士とハイド氏」と例えられるように極端な2面性を持つ、取り扱いに注意を要する薬剤です。

良い面としては、飢餓、創傷、感染などの緊急時に直面する危機から脱出するために、ブドウ糖・タンパク質・脂肪を総動員したり、血圧と血糖を上げるように体全体を調整するのです。また、副腎皮質ステロイドの一つコルチゾルは早朝一時的に上昇し（モーニング・バースト）、目覚めのホルモンとも呼ばれるように覚醒と日中の活動の引き金となります。

反面、緊急時には当面必要としない免疫や炎症や組織の修復（自然治癒力）を犠牲にします。免疫系の細胞内では発熱や炎症を起こすタンパク質の転写を抑制し、逆に抗炎症タンパク質の転写を促進します。炎症を起こすプロスタグランジンの合成を阻害します。また、ミトコンドリアに作用して細胞死を誘導することで、免疫細胞、特にリンパ球の数と活性を抑えます。組織には冷えをもたらし、胸腺は萎縮します。

ですから、上記の性質をわきまえて、自前のホルモンが少ない時や緊急時に限って、副腎皮質ステロイド剤の適量を短期間使用することになります。アナフィラキシーショックなど、救命的処置には必需薬品です。

副作用として重篤なものには、感染症、消化器潰瘍・穿孔、大腿骨頭壊死、白内障・緑内障、精神障害（うつ、不安、統合失調など）など、比較的軽い副作用としては頻脈、ムーンフェイス、むくみ、高血圧、糖尿の悪化、骨粗鬆症などがあります。

生理的代謝・排泄を上回る副腎皮質ステロイドは、酸化変性を受け、皮膚などの組織に長く停滞し、持続的に交感神経刺激することで動脈硬化、老化促進します。

ステロイド剤の長期投与で自分の副腎が副腎皮質ステロイドを産生しなくなった時に、ステロイド剤を急に中止すると、離脱症状（血圧低下、発熱、リウマチ様関節炎など）を起こしますので、徐々に用量を減らす必要があります。

解熱鎮痛剤=非ステロイド性抗炎症剤NSAIDs（エヌセーズ）は炎症を起こすプロスタグランジンの合成阻害剤です。解熱鎮痛剤の長期連用は、消化器潰瘍を始め交感神経緊張に伴う病因となります。

両者ともに一時的に炎症が抑えられ不快な症状が消えますが、薬が次々と加わることにより悪循環に陥り、恒常的な冷えと血流抑制をもたらし、結果として組織破壊と臓器障害による疾患が長期化・増悪化してゆくのです。

交感神経緊張からもたらされる慢性疾患から脱却して治癒への道は、効果的に副交感神経刺激を与えることで治癒反応を誘導することです。具体的には、生活の見直し、鍼灸（特に刺絡）、漢方、温熱、玄米食、有酸素運動などです。

呼吸は、体性神経による随意運動と自律神経による不随意運動の二重の支配を受ける運動です。緊張時、意識的に腹式呼吸や深呼吸の際に呼気をゆっくり10秒程度かけて出せば、副交感神経優位の体調に切り替えることができます。

食べることも副交感神経を刺激する手っ取り早い方法ですが、過食・飽食はマクロファージなど免疫系細胞に未消化分子の処理という余計な負担をかけるので避けるべきです。キノコや海草などは免疫細胞を活性化し、消化器の蠕動運動を通じて副交感神経を刺激します。

その時組織ではマクロファージなどが必須脂肪酸のアラキドン酸からプロスタグランジンという物質を作って、局所の血流と体温を確保するために一時的に腫れ、発赤、発熱、疼痛（あるいは痒み）を伴う炎症を治癒過程で起こしますが、これは治癒反応=好転反応であることを理解すれば、少しの間我慢し、本当の治癒へと向かうことができるのです。

一方割合として少ないのですが、運動不足、肥満などストレスのない穏やかすぎる生活は、副交感神経優位の体調を招きます。過度の副交感神経優位も血流と体温を低下させますが、運動など適度の交感神経刺激を与えると正常化しやすいのが特徴的です。

「病は気から」と昔から言われてきましたが、まさに大脳皮質の高度な精神活動である心のありようが、大脳辺縁系、次いで間脳の視床下部を經由して自律神経系に強く影響を与え、さらに免疫系にも作用しているということです。

また、地域社会や国家レベルで普段の生活を一変する地震、台風、噴火などの自然災害、それに戦争は心身への最大級のストレスです。災害に備え、起こった場合は相互扶助で支え合うことです。何よりも最大の人的災害=戦争を繰り返さないよう、英知を振り絞らなければならないことは言うまでもありません。

現代西洋医学の慢性疾患治療の問題点と東洋医学

現代西洋医学に対比される自律神経免疫学、別名「心と体をつなぐ免疫学」とか「福田・安保」理論という「異端の免疫学」で多くの慢性疾患の病因を考えると、心身のストレス、長期の投薬に端を発する交感神経優位による血流障害と免疫抑制、それに顆粒球増多・細胞死により放出された活性酸素傷害の悪循環がもたらす持続的な組織破壊であることがわかります。

確かに現代西洋医学は、抗生物質の登場や救急医療の発達に見られるように、例外はあるものの、感染症や急性疾患に対して画期的な治療効果をもたらし、その恩恵には計り知れないものがあります。

しかしその一方で、慢性疾患に対してはそうではありません。対症療法、すなわち治癒反応である痛み、腫れ、発熱など不快な症状を化学合成薬で取ることに終始し、真の原因療法とは言えません。逆に、その多くが代謝抑制剤であり、かつ副作用をもつ薬剤の長期投与は、副作用による医原病となって、より深刻な事態=重症化を招いていることも事実として直視しなければなりません。

代謝系がかなり異なる原核細胞の細菌に対して抗生物質が劇的に細菌感染症を駆逐するため、医師も含め多くの人に化学合成薬もすばやく効いて当然と言う錯覚を与えています。ところが、抗生物質でも高等生物と同じ真核細胞である真菌に対する抗生物質となると途端に、毒性が強くなるのです。

哺乳類の体は、生体を構成する分子と温度が非常に複雑に絡み合った複雑系で、まだまだ完全には理解されていないのです。ましてや高度の精神活動を行うヒトでは、設計図であるゲノムDNA配列が解読されたからと言って、いまだに未知の部分を含むブラックボックスであることを認める謙虚さが必要です。

免疫学の歴史をひもとくと、1960年代に胸腺が免疫の司令塔を担うTリンパ球の重要な教育・成熟（自己に反応するクローンの排除）臓器であることが分かって以来、それまで長いこと抗原抗体反応の学問=血清学だった免疫学は爆発的な発展を見せました。その後数々の重要な発見が続き、複雑な免疫現象が解明されてきました。

そして近年の免疫学は、細分化され免疫に関する個々の分子や遺伝子の研究が主流となりました。それで「木を見て森を見ず」のごとく、弊害として慢性疾患の真の病因、そして治癒における免疫の全体像を描ききれいていません。

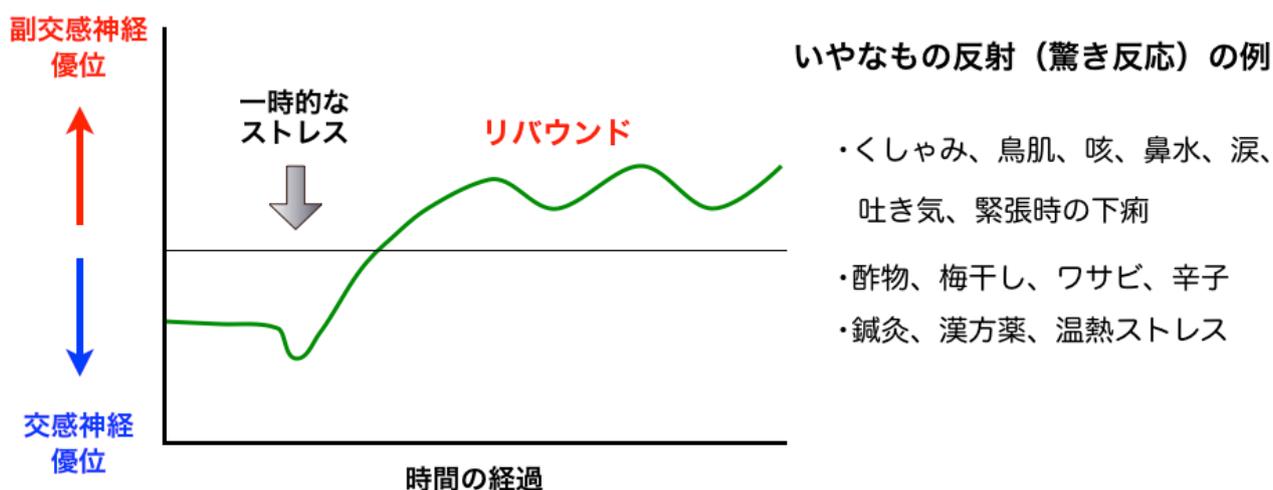
その最たる違いは、SLE（全身エリテマトーデス）、関節リウマチ、潰瘍性大腸炎、クローン病など、いわゆる「自己免疫疾患」=膠原病に関する病因論です。これらの疾患では、自己抗体（抗核、抗コラーゲンなど）の産生、強い炎症、女性に多いなどの特徴が見られます。

現代免疫学では、本来排除されるべき胸腺禁止クローンの不完全除去が原因の「免疫亢進状態」である、と認定しています。自己反応性を有するリンパ球と自己抗体は増悪因子＝「悪」と見なします。それゆえ、炎症を止めるために、リンパ球の機能を落とし、免疫系細胞を強力に抑制する副腎皮質ステロイドホルモン、解熱鎮痛剤、免疫抑制剤の長期投与で症状を押さえ込もうとするのが標準治療法として、一般化しています。これも典型的なパラダイムだと私は思います。

しかし、自律神経免疫学ではそうは考えません。実際に組織を攻撃している主体は、交感神経支配下の顆粒球と古い免疫系の胸腺外分化T細胞です。百寿者のような高齢者の血中には高率に抗核抗体などの自己抗体が普通に検出されます。これは古い免疫系の抗体産生B-1細胞が分泌する抗体で、老化に伴う異常自己細胞などの老廃物を速やかに処理するのが役割です。自己抗体は「悪」ではありません。

ですから、現代免疫学の主流が主張する「免疫亢進状態」とは真反対の考え方なのです。自律神経免疫学では、逆に自己免疫疾患は究極の「免疫抑制状態」にある、と考えます。おのずから治療法も更なる免疫抑制ではなく、交感神経優位状態から副交感神経優位状態にシフトさせてやるわけです。

ではどうすれば、シフトさせることができるのでしょうか。



【図表1-10】 いやなものの反射 (驚き反応)

具体的には、交感神経優位の緊張状態にある時、鍼や灸などの短時間で急激なストレスを与えると、生体はストレス=いやなものを除こうとする反射が起こります。これは「驚き」反応とも呼ばれ、一時的な交感神経刺激に対するリバウンドとしての副交感神経反射が起こります。

一般に漢方薬は干して乾燥され、酸化され、苦味が強く、生体には好ましくない物質です。これらを排除、解毒しようと副交感神経反応が惹起されるのです。反応はマイルドでそれなりの時間がかかります。

ただし、漢方薬すべてがマイルドで安全と言うことではありません。中には激しい薬効を有するものがあることを認識すべきです。このように東洋医学の治すメカニズムは、生体の自律神経反射をうまく引き出し、自然治癒力を高めることにあるのです。

他の「驚き」反応として、くしゃみや咳は気道に異物が入った時、吹き出そうとする反応です。目に異物が入ったり、悲嘆にくれたり、悲報を聞いた際、涙を出して押し流そうとします。涙だけではなく、同時に鼻水も出ることも多いです。これらは分泌を支配する副交感神経の作用です。

また、発表会直前などの交感神経緊張時にはドキドキと心拍数と血圧が増しながらも、一方で副交感神経反応である下痢や小水が近くなるのは、一見矛盾しているように見えます。しかし実は、無意識的に嫌な事柄から一刻も早く逃げだそうと、副交感神経支配の消化管の排泄活動が一時的に活発になるからです。事柄が過ぎ去れば、直ぐに治まることを誰もが経験したはずです。

食事に関連して言えば、子供は酢の物、梅干し、ワサビ、辛子などの刺激物は、最初に口にした時すぐさま吐き出します。尋常ではない味覚の刺激から、大量に食べると毒であることを本能的に知っており、2度めから避けます。

ところが、大人はこうした刺激物が消化吸収を亢進することを過去の経験から学習して、反射回路ができ上がっています。ですから「毒」と知りながら喜んで食べるのです。

他にも、入浴による血流亢進と体温上昇、副交感神経支配の腸管運動と小腸のリンパ球を刺激する玄米、雑穀、キノコ、海草などの摂取、笑うことなどです。小腸は全リンパ球の半分近くが集積するところと言われます。それは、吸収されるタンパク質の未消化ペプチド（アミノ酸が数個～数十個連なったもの）を無害化処理するためです。

約2,500億個もあるとされる小腸粘膜表面を覆う上皮細胞は壊れやすいため、腸絨毛のくぼみの腸陰窩で絶えず新生される上皮細胞で3～4日という短い期間に入れ換えられています。そのため、放射線や抗がん剤に対して真っ先に影響を受け、消化機能が低下し下痢をするのです。

一般に上皮性の分裂細胞に発がんは付きものです。ところが、小腸はいつも大量に常駐するリンパ球に見守られているため、全長7～9mの腸管の2/3も占める割には、小腸のがんは極稀なのです。

逆に約1.5mの大腸は顆粒球の支配する器官です。細菌の侵入を防ぐため、顆粒球は大腸の内側粘膜面で活性酸素をばらまきながら自爆しています。便の表面は顆粒球の死骸で覆われています。消化管の運動を司る副交感神経からの刺激が少なければ、便秘になり腸内容は長時間滞留します。活性酸素に加え、リンパ球はとても少なく、血流も悪く、免疫監視がおろそかになるため、腸管としては短い割には大腸がんは多いのです。

副交感神経優位の体調で血行が良くなることはがん治療には欠かせません。リンパ球は全身を駆けめぐり、がん細胞への接触チャンスが増すからです。

また、笑いがNKリンパ球のがん細胞への攻撃を手助けすることは有名です。このNK細胞はがん細胞に向けてパーフォリンとかグランザイムといった分子の大砲の弾を撃ち込み、がん細胞表面に穴を空けて殺しますが、この時も分泌・排泄を司る副交感神経優位の体調でなければ有効に働きません。事実がん患者にはNK細胞がたくさんあるのに、がん細胞を排除できないでいます。

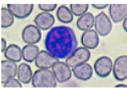
このように今までは、「メカニズムが不明」とか「科学的な数値での検証がない」と批判されてきた針灸や漢方などの東洋医学や代替医療の治癒メカニズムが、自律神経免疫学

の登場で明快に説明できるようになり、これらの分野の施術者たちから熱烈に受け入れられつつあります。

入浴と白血球 --- シャワー派はリンパ球不足

2004年にベンチャーでの研究に限界を感じ、入浴に関連した温熱の基礎研究に熱心だった日ポリ（にっぽり）化工株式会社の新設の温熱療法研究室に迎え入れられました。同社は一般家庭の内風呂が普及する以前の1962年には、ベランダにも設置できる半畳ほどのFRP製シャワー付き一体型浴槽を独自開発し、今日のユニットバスの原型を開拓した歴史を持つ意欲的な関西を拠点とする中規模浴槽メーカーです。さらに同社は、私の提案を採用し定期健康診断の血液検査の際、数百円の追加でできる白血球の分画を検査項目に入れました。

白血球の総数、分画は細菌感染の有無だけではなく、一日の活動量、ストレス、免疫力を知る重要な量的な指標です。確かに、これらは季節的な変動や一日の時間帯でも昼夜では変動しているため、意味が薄いと思われがちです。しかし、同じ時間帯の採血で半年なり1年間隔で定期的に測定することで、個人の免疫状態をうかがい知ることができるうえ、多数の定期検診では特定の集団の免疫力を量的な指標として推し量ることができます。

		湯船派 *	シャワー派**	理想値
リンパ球 	実数	2,248 ± 915	1,901 ± 799	2,200~2,800
	%	33.2 ± 10.9	25.9 ± 9.2	35~41
顆粒球 	実数	4,176 ± 1,435	5,037 ± 1,784	3,600~4,000
	%	60.9 ± 11.5	68.4 ± 8.7	54~60

*：うち女性1名 **：うち女性2名

【図表1-11】入浴の習慣と白血球の関係（日ポリ化工本社従業員各18名、2005）

その結果は、個人情報なので、無記名のアンケートに性別と年齢帯それに入浴の習慣も含めて答えてもらいました。2005年、シャワーで済ませる人が多い梅雨時の結果をまとめたものが図表1-11です。50歳以上のシニアの方は湯船派が圧倒的に多かったので除外し、湯船派とシャワー派が同数の20~40歳代の社員各18名の血液検査結果です。女性の比率は共に小さかったので除外していません。

自律神経免疫学によると、リンパ球の理想値の範囲は1マイクロリットルあたり2,200~2,800で割合が35~41%、顆粒球の理想値は3,600~4,000と54~60%です。

湯船派は、リンパ球、顆粒球ともほぼ理想値の範囲に入るものの、シャワー派はリンパ球数が少なく、割合も低いことが分かりました。一方の顆粒球は2割近くも多く、理想値

の上限を超えています。一般的な傾向として、ゆっくり時間をかけて湯船に入浴する人々は、リラックスの副交感神経優位で、簡単にシャワーで済ませる人ほど交感神経優位の傾向にあるようです。

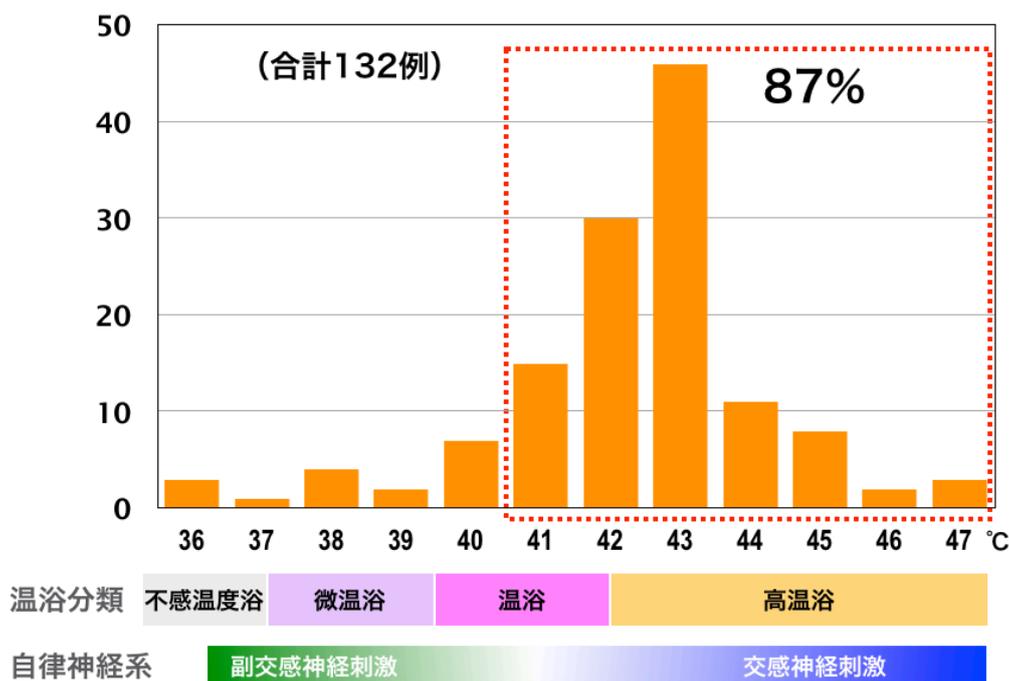
サンプル数が少ないながら、こういった入浴の習慣と白血球の相関関係を明らかにしたデータとしては恐らく世界でも最初のものでしょう。このような調査を大企業の職場で行い、大規模なサンプル数を元にした信頼度の高い結果を見たいものです。

こうした基礎データこそ、温泉の効用など従来EBM（根拠に基づいた医療）がないと批判されてきた民間療法の科学的な評価を可能にするものと思います。また、一般検診や集団検診にも、わずかの負担でできる白血球の分画を是非取り入れてもらいたい項目です。

入浴事故死は年間1万4千人

高齢者の入浴は諸刃の剣です。

入浴に関連する事故死はあまり知られていませんが、年間14,000人と推計されています。近年の交通事故死が年間6千人台なのでその2倍以上です。年齢別では70歳以上の高齢者が7割以上を占め、季節的には11月～3月の冬季に集中し、死因として脳と心臓の循環障害、それに溺死が多いとされています。



【図表1-12】入浴死発生時の浴槽温度の測定（相原ら、横浜市立大）

それに見逃できない因子の一つが、湯温です。図表1-12は横浜市の統計で、救急隊が入浴死の起こった時の湯温を測定しています。それによると、41°C以上がほぼ9割を占めており、日本人が好む高温浴が引き金になっていることを示しております。

そして問題なのは、自立度の高い高齢者の突然死の主要な死因なのです。老老介護が一般的になった今日の大きな問題です。高濃度炭酸泉での入浴は40°C以上では熱すぎるように感じるため、高温浴に原因する死亡をある程度防止できる可能性があります。

高齢化の進行に伴い独居老人の世帯数が増加しており、入浴事故を恐れて入浴回数を減らす傾向があります。

炭酸泉との出会い

温熱療法の基礎研究から得られた結果は、侵襲性の強い41～42℃の体温に誘導しなくとも、発熱レベルの38～40℃程度であれば、リンパ球を主体とする免疫系の数と機能を著明に亢進することを示していました。この温度域は、しっかり入浴することで、到達できる温度域です。

その温熱研究の最中に、三菱レイヨンの高濃度人工炭酸泉製造装置と出会ったのでした。高濃度炭酸泉と温熱療法は相性がぴったりで、研究データを一見しただけで相加・相乗作用があることが直ぐに分かりました。

実は、1977年に久留米大学に就職してから、炭酸泉地帯である九重に毎年数度は訪れており、天然炭酸泉として大分県の長湯温泉や阿蘇野の冷鉱泉群のことは知っていましたが、高濃度炭酸泉が温泉の中でも飛び抜けた生理・薬理作用を有することまでは知りませんでした。

天然の炭酸泉に真似て、三菱レイヨンが炭酸ガスを効率良く温水に溶かす技術を開発したのは、1997年頃同社が得意な中空系膜を人工心肺装置の肺としてガス交換の試験していた際、どうしても血漿が漏れると言う失敗作がきっかけでした。医師のアドバイスを受け、逆に水に溶けやすい炭酸ガスを溶かし込むという逆転の発想から始まったものです。

炭酸ガスは水に溶けやすいガスの一つですが、40℃の温水には途端に溶けにくくなります。それまでは溶解装置内を循環させ徐々に濃度を上げる循環式が一般的でした。それが、この中空系膜では90%以上の効率で温水に溶け込んだそうです。その到達濃度は一度温水を通す（ワンパス式）だけで1,100～1,300ppmと高濃度で、炭酸入浴剤の薬剤法では1/10以下の100ppm程度です。

三菱レイヨンは人工炭酸泉製造装置の開発過程で、溶け込んだ遊離炭酸ガス濃度を測定するのに、鉱泉分析指針も含め、従来のいずれの方法にも問題が多いことに気づき、より簡易かつ正確に遊離炭酸ガス濃度を測定するための炭酸ガス検知管法も同時に開発しました。このため、遊離炭酸ガス濃度を簡易かつ客観的に定量することができるようになり、各地の天然炭酸泉の実測、それに後述の天然炭酸冷鉱泉の加温法の発明に繋がりました。

同社は2000年に製品化しましたが、当時の装置は大きく、詰まって時々交換する必要のある中空系膜のモジュールは高価でした。2005年同社から、浴槽組み込み型として、小型かつ中空系膜法ではないミキシング法（溶解効率80%）を採用した家庭用人工炭酸泉製造装置の共同開発と商品化の申し出が日ポリ化工にありました。

私は、炭酸泉には将来性があることは疑う余地もなかったもので、強く共同開発の契約締結と推進を進言しました。そうして、中塚伊三郎社長の英断で両社の共同開発が始まり、家庭用炭酸泉製造装置『シードル』の完成と販売に到りました。

私が自信を持って進言したのは、これから迎える超高齢社会の日本で、医療と介護を軽減できる可能性を日常的な炭酸温浴に見いだしたからです。

なぜなら、私の義理の父親は50歳代に脳出血を起こし、最初に診た医師の優柔不断な判断で手術とりハビリが遅れたばっかりに、その後亡くなるまでの四半世紀、後遺症の左

半身麻痺の不自由な生活を強いられました。本人は勿論、家族、特に直接世話をする義理の母親に大きな負担がかかり、長寿の家系である義理の母が悪性リンパ腫で先に亡くなる悲劇を経験してきたからです。あの時脳出血を予防できておれば、どんなにか妻の実家の家族一人ひとりの人生が変わっていたことでしょう。

日常的な高濃度炭酸泉温浴は、著明な血流亢進と体温上昇をもたらし、西洋医学が苦手とする慢性疾患の治療と予防に最適です。しかも、天然炭酸泉地帯の数世代にわたる経験から、炭酸泉温浴の連用はほとんど副作用がなく、安全性にも優れているのが分かっています。世界でもトップクラスの濃度と湯温の大分県の七里田温泉下湯では、地元の人々は産湯から使ってきたと聞いております。

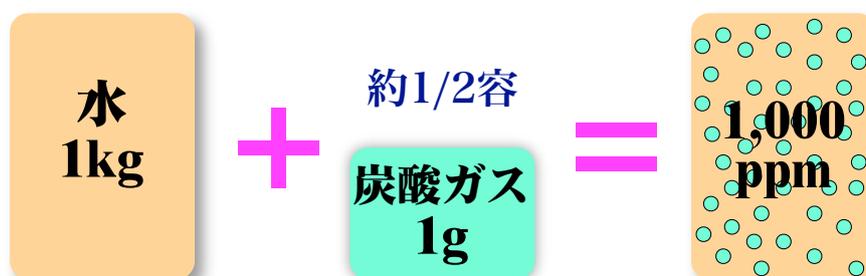
第2章 炭酸泉の医学的価値と性質

炭酸泉とは

温泉に入浴すると、温泉成分は皮膚表面に作用するだけではなく、皮膚を通して吸収されますが、その分量は非常に少なく、それらがどのような効果を及ぼすか不明な場合が多いのです。ところが例外的に効率良く皮膚を通過し、著明な効果を示す物質が炭酸ガスなのです。

ここで炭酸泉のことをおさらいします。炭酸飲料が一般的なので、理解しやすいのですが、炭酸ガスは水に溶けやすいガスの一つです。低温・高圧条件下ではさらに溶けやすくなります。高濃度で炭酸ガスが溶け込んだ地下水を炭酸泉と言います。炭酸水とも呼ばれることがありますが、ここでは炭酸泉と呼ぶことにします。

濃度は水1kg=ℓに炭酸ガス何mgを意味するppmで表します。例えば、地下水1ℓにおよそ半分の容量の炭酸ガス1g=1,000mgが完全に溶け込んだ場合、遊離炭酸ガス濃度1,000ppmの炭酸泉になります。



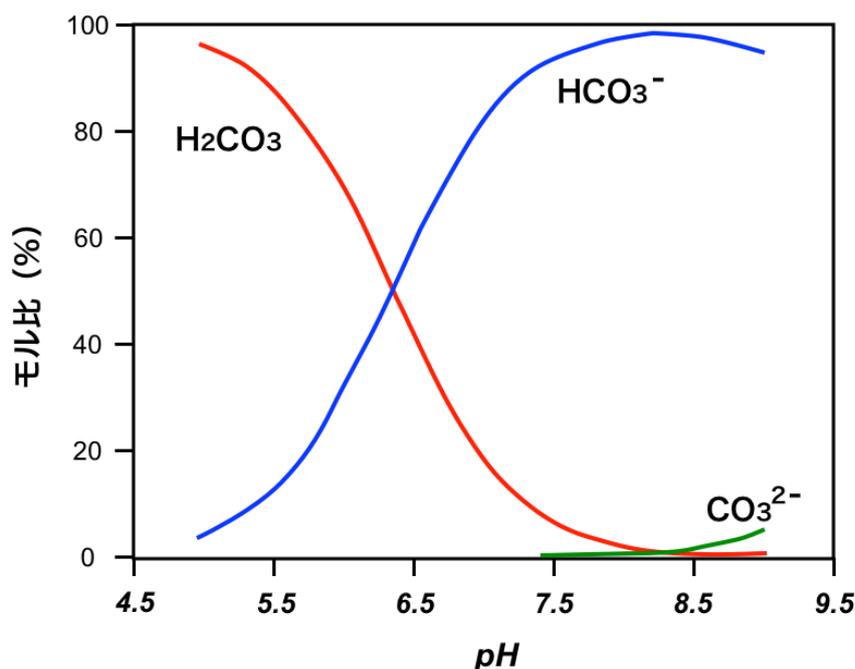
【図表2-1】遊離炭酸ガス濃度1,000ppmの炭酸泉

この覚えやすい1,000ppmという数値は、湯温40℃付近での飽和濃度でもあります。治療目的に利用できる療養泉「二酸化炭素泉」の最低基準でもあり、体感的にも皮膚や体毛に炭酸ガスの細かな泡が付き始めるという極めて分かりやすい指標にもなります。炭酸泉と言っても、溶けている炭酸ガス濃度はさまざまです。

それで、この本では便宜的に、1,000ppm以上を高濃度、温泉法による温泉基準の最低ラインである250ppm以上1,000ppm未満を中濃度、炭酸入浴剤で得られる50ppm以上250ppm未満を低濃度と定義します。

ちなみに、ヒトが酸っぱい炭酸味を感じる最低濃度は200ppm程度と言われ、慣れると少し口に含んだだけで、おおよその濃度が分かるようになります。濃い炭酸の場合泡が口腔内ではじける物理的な感覚刺激の他、炭酸水に酸味を感じるには、舌の味蕾にある味覚細胞の細胞膜にある炭酸脱水素酵素4と酸味を感じる味覚センサーの両方が必要です。5つある基本的味覚（甘味、塩味、酸味、苦味、うま味）は、味覚細胞上のそれぞれのレセプター（受容体）からの刺激によります。酸味の場合はPKD2L1と呼ばれる受容体であることが近年明らかにされています（「サイエンス」誌、2009）。

お馴染みの炭酸飲料には、ビール（約3,000ppm）やコーラ（約5,000ppm）がありますが、これらは低温・高圧という人為的な条件下で製造されたものです。また炭酸泉は、1時間に10%程度の割合で炭酸ガスが自然に抜け、加温や攪拌で容易にガス抜けを起こし、温泉の劣化=「老化」が促進されるという、とてもデリケートな温泉です。



【図表2-2】 30°Cの純水での炭酸物質のpH変化における量的比率（工業用水試験法 JIS K0101）

1. 炭酸ガスは、水に溶け炭酸を形成します。 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
2. 炭酸の一部が炭酸水素イオンに解離します。 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
3. 炭酸水素イオンの一部が炭酸イオンに解離します。 $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

炭酸ガスは水に溶けたとき、炭酸として、炭酸水素イオンとして、さらに炭酸イオンとしての存在様式がありますが、水のpHによってそれぞれの存在割合が異なります。遊離炭酸ガスは炭酸として存在できるpH領域では存在できますが、pHが8以上のアルカリ性条件下では、もはや炭酸としてほとんど存在できず、大半が炭酸水素イオンとなります。実際、天然の炭酸泉にはpH8を超えるものは見当たりません（図表2-12）。

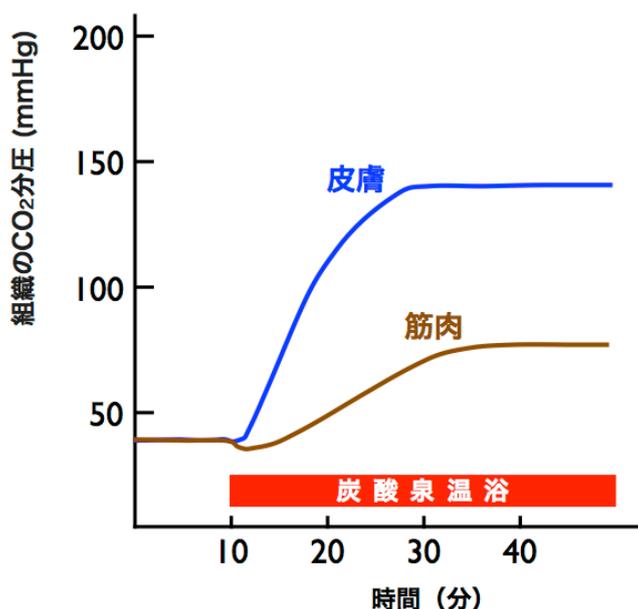
温泉中にアルカリ金属のナトリウムがあれば、アルカリ性の美肌の湯の重曹泉（ナトリウム-炭酸水素塩泉）となります。アルカリ土類金属であるカルシウムとは、水に溶ける炭酸水素カルシウム（重炭酸カルシウム） $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ として温泉中に存在します。ちなみに炭酸カルシウム CaCO_3 は、ほとんど水には溶けず、厄介な温泉スケールの代表格です。

天然の炭酸泉は、火山ガスに由来する火山性のもの、地下を構成する岩石に由来するもの、それに埋没生物の分解産物による生物性のものに大別されますが、1,000ppm以上の高濃度で溶け込むには、泉温と圧力、それに特別な地下環境の条件が揃う必要があります。そのため日本では温泉の数%です。

しかも、後述のように高濃度天然炭酸泉の大多数は、そのままでは浴用に適さない冷泉であり、加温なく浴用に使えるのはさらに稀少です。高温泉では炭酸ガスが溶け込み難いのと、溶けた炭酸ガスが湧出時の急激な圧力低下で抜け易いからです。実際の湯船で、体温より高くかつ泡付きの良い高濃度炭酸泉となると、九州では釜ノ口(うけのくち)温泉の山里の湯が唯一の存在でしょう。

炭酸泉の生理作用

なぜ私が高濃度炭酸泉にこだわるのでしょうか。その話しを進める上で、まず初めに、その医学的価値、他の泉質にはないダントツの効果効能を述べておかなければなりません。



【図表2-3】炭酸泉入浴時間と炭酸ガスの経皮吸収と浸透 (Tiedt, 1990)

意外にも、遊離炭酸ガスは体内に吸収されやすいガスの一つです。経皮吸収されやすい脂溶性ガスには、炭酸ガス CO_2 の他、硫化水素 H_2S ガス、ラドン Rn ガスがあります。

このうち硫化水素ガスは炭酸ガスと同様に血管拡張作用がありますが、効果が出てから毒性が出るまでの濃度の範囲（安全域）が極めて狭いのと、高い腐食性があり、安全に取り扱うには難があります。ラドンガスはラジウム泉のラジウム Ra の原子核が崩壊してできる揮発性で放射性のガスで、ホルミシス効果が期待されるのですが、この本の範囲外なのでこれ以上触れません。

炭酸ガスは、ビールやコーラを飲めばホッとするように、炭酸水を飲めば消化管粘膜から、浸かれば皮膚から速やかに皮膚から浸透します。炭酸ガスは気体状態より、水に溶けた遊離炭酸ガスの状態の方が格段に効率良く経皮吸収されます。図2-3に示すように、浸漬開始から皮膚への浸透が始まり、20分くらいで最大値に達し、さらに少し遅れながら筋肉や体深部へと浸透してゆきます。

呼気には4～5%の炭酸ガスが含まれています。炭酸泉に全身浴した場合、炭酸ガスは皮膚から吸収され（平均 50m l / min ）、最終的には肺から排泄されますが、安静時の呼気中の炭酸ガス排出量が 250m l / min であるとする、計算上では呼気炭酸ガスの15%程度です。高濃度炭酸泉に全身入浴したからと言って、呼吸が苦しくなることはまったくありません。逆に炭酸ガスの排泄が促進され、静脈血の動脈血化（後述）が起こります。

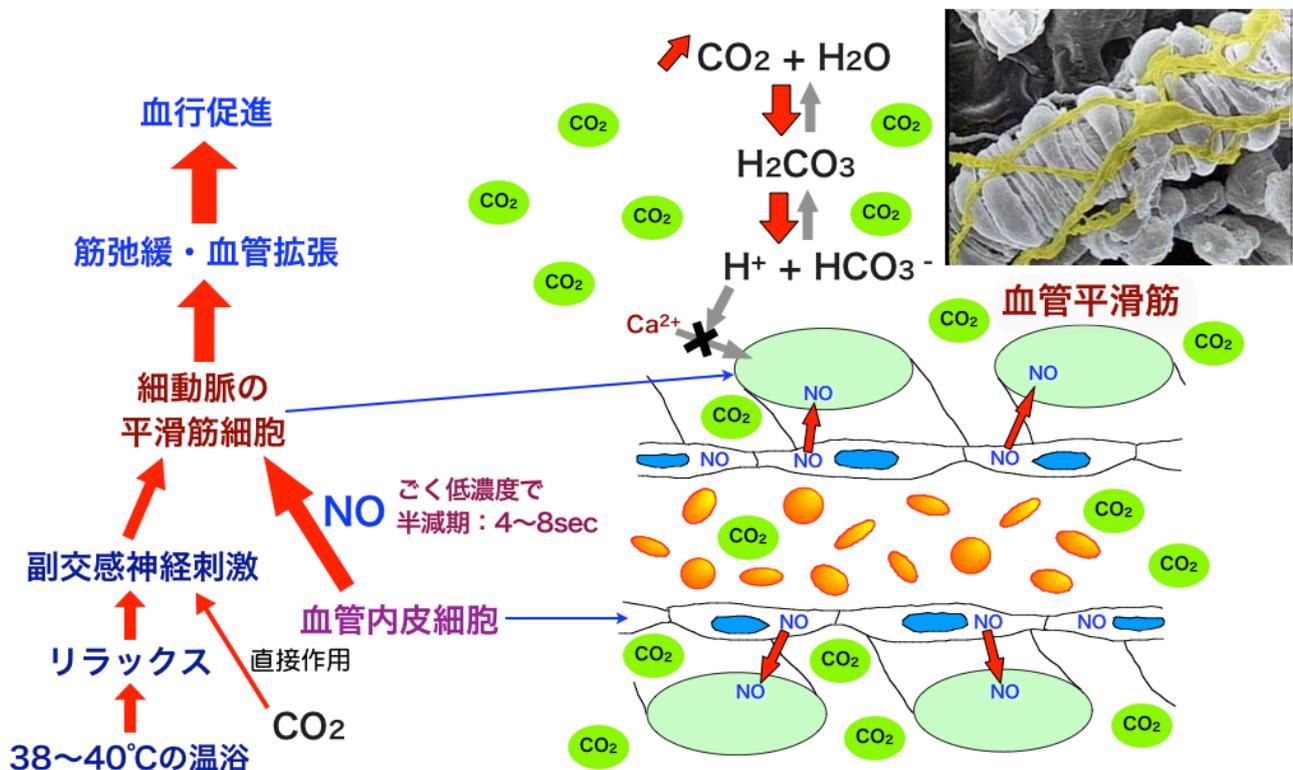
皮膚からの吸収は、どこの部位の皮膚でも一律というわけではありません。手のひらや足の裏のような角質が厚い部位は少なく（最大で $0.038\text{m l / cm}^2\text{/min}$ ）、手足や臀部は

中間（最大で $0.045\text{m}\ell/\text{cm}^2/\text{min}$ ）、腹部周囲は最も吸収されやすく（最大で $0.118\text{m}\ell/\text{cm}^2/\text{min}$ ）、3倍程度の吸収速度の違いがあります（三菱レイヨン資料）。

みぞおち付近までの炭酸泉の半身浴は、炭酸ガスの吸収量が多いのと腹腔内部臓器への拡散が期待され、長時間負担なく長湯できるので、全身浴の静水圧を苦しく感じる人にはお勧めです。

炭酸ガスは安全域が広いガスの一つです。呼吸での長期安全限界は0.5%、短期間暴露では3%、許容限界は7~9%とされ、10%を超えると約10分で意識不明となるとされています（昭和炭酸株式会社、製品安全データシート）。炭酸ガスによる中毒はごく稀ですが、炭酸泉浴室での換気には注意を払う必要があります。

組織や臓器での炭酸ガス濃度（専門用語では分圧）が高まることは、生体にとっては生死に関わる緊急事態ですので、排除する仕組みが直ちに働きます。炭酸ガスは、敷石をピッタリと敷き詰めたように、血管の内側表面を構成する扁平で薄い一層の血管内皮細胞に、体内ニトロとも呼ばれる内因性（自前の）一酸化窒素NOをごく微量に作らせます。



【図表2-4】炭酸ガスによる血管拡張のメカニズム（細動脈の電顕写真は愛媛大学、菅原隆）



左：細かな真珠の泡、右：浸漬部の皮膚の紅潮

炭酸ガス分圧の上昇により、血管内皮細胞内では一酸化窒素合成酵素NOSによりアミノ酸のアルギニンが酸素で酸化されて合成されます。こうして産生されたNOは次々に亜硝酸や硝酸に酸化され、尿になって腎臓から排泄されます。そのため、NOの半減期は4～8秒と短いので離れた細胞へは作用しません。

そのNOが近傍の細胞、特に血流のバルブ操作をしている細動脈の血管平滑筋（コイル状に締め上げる括約筋）に働き緩め、その強力な血管拡張作用で驚くほどの血流亢進と代謝促進をもたらします。この働きは一酸化窒素合成酵素NOS阻害剤のL-NAMEによって、実験的に阻止されることから明らかです（入江ら、2005）。

また、自律神経への影響も無視できません。浸透した炭酸ガスは、交感神経の緊張を直接抑え、適切な湯温と共に副交感神経を刺激し、NOの働きと共同して血管拡張作用を増幅するのです。時々、「毛細血管拡張」との記述を見ますが、一層の血管内皮細胞からなる毛細血管が拡張するわけではありません。血流量が増えるので、血管が太く見えるのです。

また、一部の炭酸が電離してできる水素イオンは、平滑筋の収縮に欠かせないCa²⁺イオンの平滑筋細胞への取り込みを拮抗阻害する作用も働くようです。循環器系への総合作用として、末梢血管抵抗が減り、血圧も下がることで、心臓は楽に血流量（心拍出量）を増すのです。これが心臓療養に使われる由縁です。

遊離炭酸ガス濃度が1,000ppm以上の場合、誰の目にも明らかなように、浸漬部の皮膚や体毛にヨーロッパでは「真珠の泡」と呼ばれる細かな気泡が付き、浸漬部の皮膚が紅潮します。この現象は温度にあまり関係なく、20℃の冷泉でも観察されます。

また、冷感覚の閾値を下げ、実際の湯温より2～3℃温かく感じます。加えて、浸透した炭酸ガスは、浸漬部の自律神経に直接作用して、緊張の交感神経を抑制し、同時にリラックスをもたらす副交感神経を刺激し、消化・吸収・分泌・排泄を促進します。

静脈血の動脈血化

また、外からは見えませんが、高濃度炭酸泉への入浴後に採血すると、通常はどす黒い静脈血が動脈血のような鮮血色になっています（図2-6左の右試験管）。「静脈血の動脈血化」と呼ばれます。

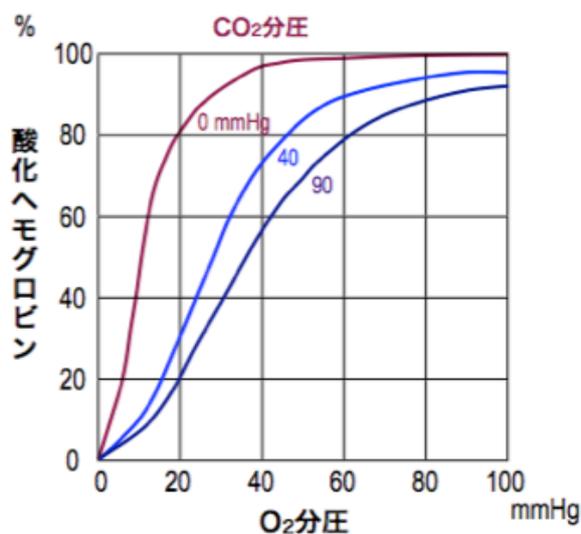
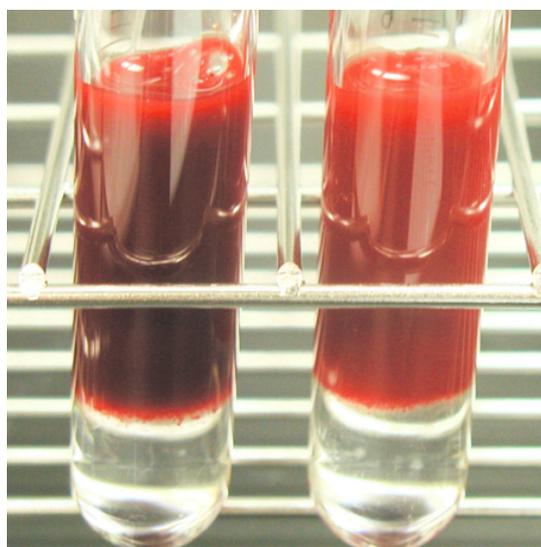
鹿児島大学の田中信行教授（当時）は、1990年代当時炭酸入浴剤で達成できた濃度300ppmの炭酸泉での10分間の入浴前後で、静脈血中の溶存酸素が36mmHgから56mmHgに53%増加、経皮吸収で増えたであろう血中溶存炭酸ガスが逆に41mmHgから35mmHgに15%減少したと報告しました。

動脈血のpHは7.4±0.05に厳密に設定されていますが、もしpH7.0以下になると昏睡に陥り、pH7.7以上になると痙攣を起こし、心停止をきたします。そのため、血液にはpHの変動を緩和する緩衝能があります。激しい運動では乳酸と炭酸ガスが一時的に増えて酸性に傾きやすいのですが、それを直ちに中和する仕組みがあるのです。その約半分が炭酸-重炭酸緩衝系なのです。



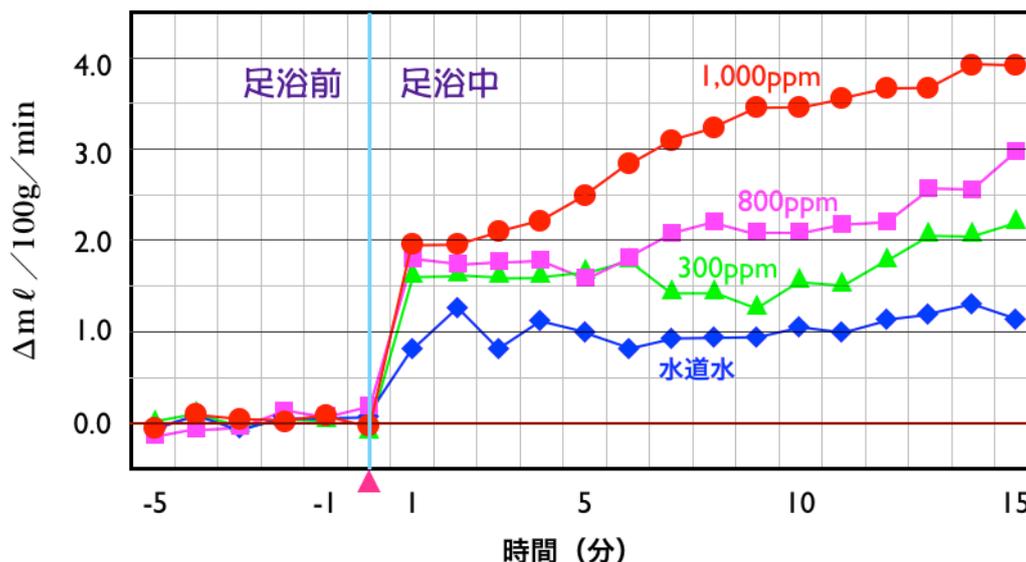
炭酸泉温浴では効果的に炭酸ガスが排泄されるために、炭酸ガスが減った分pHが上がって正常範囲内でアルカリ化を起こします。また、血液粘性は低下してサラサラ化することを報告しています。加えて、内因性（自前）の血栓溶解酵素を活性化し、血栓の融解作用を促進すると言われています。

このように炭酸泉入浴で組織や臓器でのガス交換（内呼吸）が促進されるのは、「ボーア」効果と呼ばれています。これは、酸素を結合したヘモグロビンが同じ酸素分圧（濃度）であれば、組織や臓器の炭酸ガス分圧が高い程、より多くの酸素を放出することで組織での酸素と炭酸ガスの交換を促進するからです。ヘモグロビンの立体構造が、周りの炭酸ガス濃度に依存して変化することは、X線結晶解析によるタンパク質の立体構造決定（1953年）の当時すでに知られていました。



【図表2-5】左：全身浴による静脈血の動脈血化、右：ヘモグロビンの酸素解離曲線（ボーア効果）

足浴, 湯温 41°C, n=12名



【図表2-6】炭酸濃度別の組織血流量の変化 (前田ら、北里大学、2003)

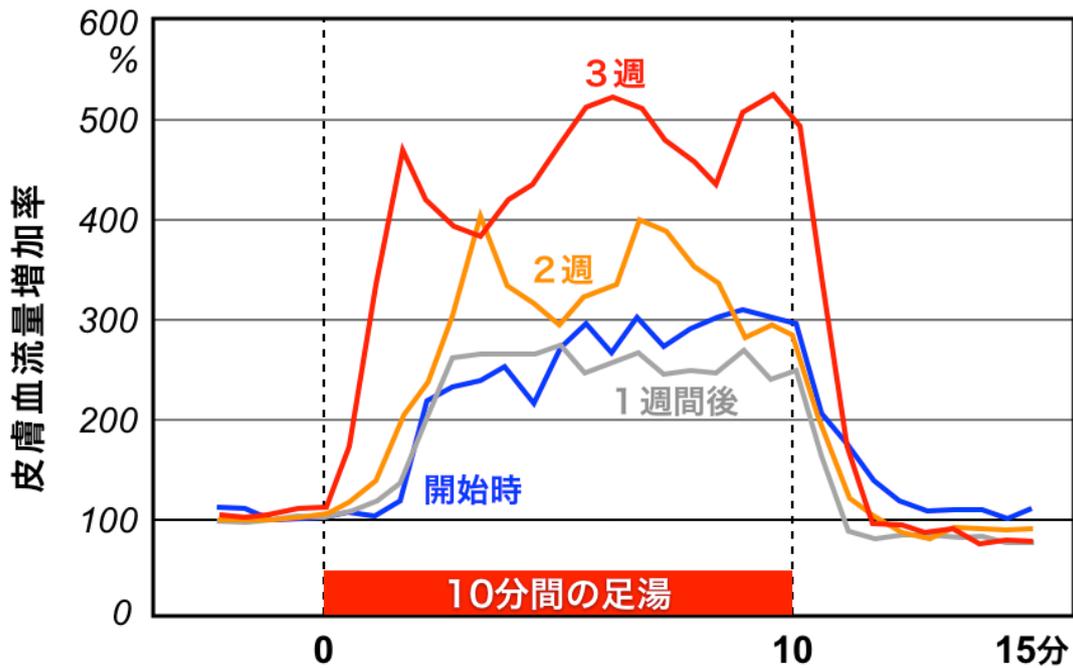
例えば、図表2-5右のグラフで組織の酸素分圧が20mmHgの場合、酸化ヘモグロビンは炭酸ガスの分圧が0mmHgならば20%分しか放出しませんが、炭酸ガス分圧が40mmHgならば、さらに50%分余計に酸素を放出できます。

この炭酸泉の血流亢進作用は、遊離炭酸ガス濃度に依存して増大します (図表2-6)。すなわち、炭酸ガス濃度が高ければ高いほど、できる限り体毛や皮膚に泡が付き始める目安となる1,000ppm以上であることが望ましいのです。また、泡付きがよいことは精神面でも、「効いている」という好ましいプラセボ効果が加算され、薬理作用をさらに押し上げます。

このプラセボ効果は別名「偽薬」効果と呼ばれ、薬剤の効果を判定評価する際に紛れ込む精神的な経路で発揮される薬理効果です。「よく効きますよ」という暗示があれば、数割の人に本物の製剤に似せた砂糖玉や小麦粉でも期待される薬効が得られるのです。

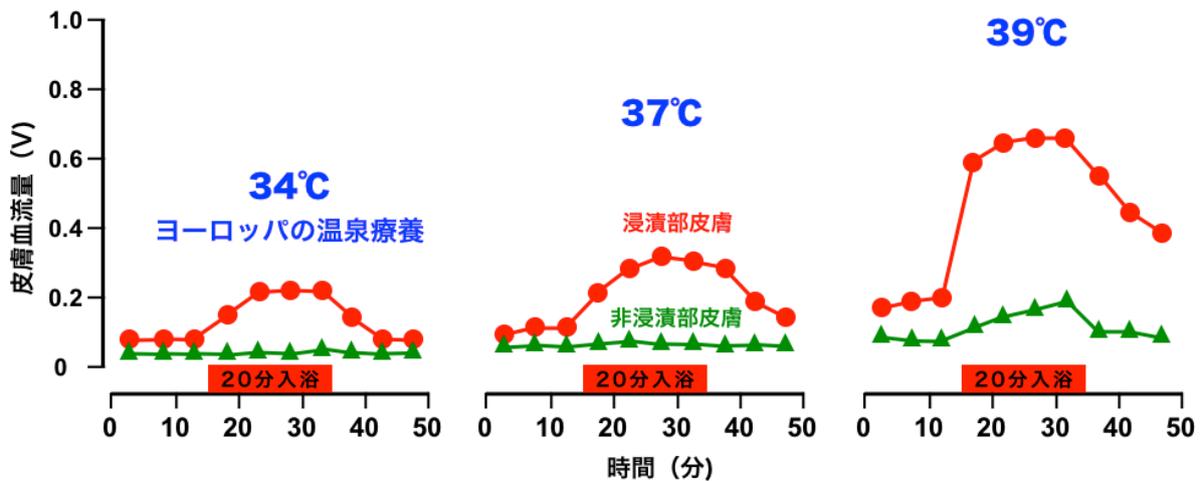
「不純な」要因として、一部の医学・薬学者に嫌われていますが、一般に副作用がなく、「格安」であり本来の薬理作用を増強する意味で、私は大いに活用すべき効果だと思います。

この現象も「心のありようが免疫と疾患に反映する」と説明する自律神経免疫学なら、すんなり理解できます。



【図表2-7】炭酸泉足湯の長期連用効果（岩手医科大学、第2内科）

レーザー組織血流計による皮膚血流量の測定（n=7名）



【図表2-8】炭酸泉の湯温の違いにおける血流量の変化（西村ら、愛知医科大学、2003、一部改）

炭酸泉の長期連用効果も見逃せません。特に動脈硬化が進行して血流の悪い高齢者は、図表2-7のように、週を追う毎に炭酸泉の連用効果は血流量の増加として顕著に現れます。特に3週間後は著しいです。それは、血流の悪い臓器や組織へより多くの血液を流すため、側副血管（バイパス血管）が発達することと毛細血管の新生が起こり、血流を良くする体への器質的な変化に依るものと考えられます。

阿岸裕幸北大名誉教授が指摘するように、湯治の結果として体の確実な変化を期待するには3～4週間程度の時間が必要です。洋の東西を問わず、古来より長期療養期間は1週間を1巡り（サーカセプタン・リズム）として、3～4巡りが基本とされてきました。生体の自然治癒反応過程には、自律神経と免疫系の正常化、一時的な悪化（好転反応）と

その後の組織修復の期間を経て3～4週間めに第一番目のピークが訪れると考えられます。

血流を増大させるもう一つの主要な因子は湯温です。湯温が体温より僅かに高い38～39℃は、リラックスの副交感神経を刺激し、血管拡張作用を亢進します。この温度域は、体に対する負担も少なく安全に長湯でき、温熱効果との相乗作用が最も顕著な温度域です（図表2-8右）。その結果、血流促進・体温上昇作用が持続し、体の芯から温まります。

一般に、ヨーロッパの炭酸泉は湯温が低く、高いものでも34℃程度なので、温熱との相乗効果は望めないうえ、全身浴では核心温さえ下げかねません。

実際に、私自身が正確に35.0℃の1,300ppmの人工炭酸泉に20分間入浴したところ、不感温度域なので冷たく感じませんが、舌下温が0.3℃、直腸温が0.1℃低下しました。

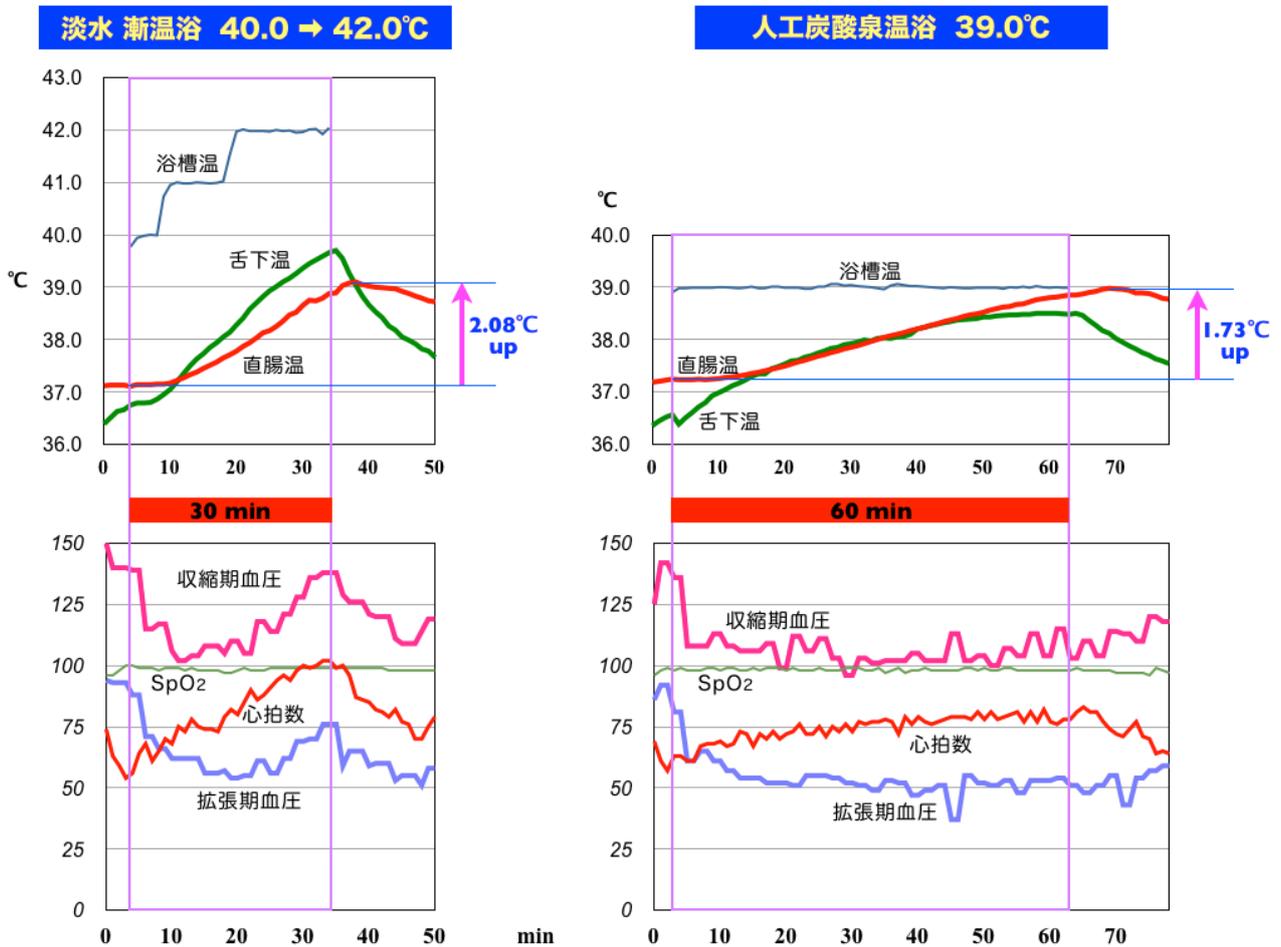
100年以上の歴史を持つヨーロッパの炭酸泉療養と研究の限界は、湯温を自由に變えることができないため、体温より高い湯温での温熱効果との相加相乗効果が検討されてこなかったところにあります。日本において、湯温を自由に設定できる天然と人工の高濃度炭酸泉の登場は、これまでの炭酸泉先進地域であるドイツと東欧での炭酸泉医療と研究を刷新する可能性をもたらすはずです。

体への負担が少なく、高濃度炭酸泉の良さを最大に引き出す湯温38～39℃はヨーロッパにはなく、私はこの狭い温度域を「炭酸泉のゴールデン湯温」と呼びたいです。

淡水温浴と炭酸泉温浴の違い

通常の水浴と炭酸泉温浴はどう違うのでしょうか。

その違いを調べるために、実際の入浴温度での水道水水浴30分間と高濃度人工炭酸泉温浴60分間の違いを高精度温浴槽に入って、血圧、心拍数、動脈血中の酸素飽和濃度、舌下温、直腸温を比較した実験が図表2-9です。



【図表2-9】 淡水温浴と炭酸泉温浴時の体温と生体情報の比較（浦川原図）

淡水温浴として、40℃ 5分、41℃ 10分、42℃ 15分と変化させる30分間の漸温浴、すなわち湯温を段階的に上げて、体への負担を少なくする理想的な温浴をしても、入浴中は血圧・心拍数とも41℃を超えると急上昇しました。終わり頃にはとても辛く感じました。多くの日本人が好む湯温42℃は、交感神経刺激温度なのです。血液温に近いと考えられる舌下温は急激に上がりますが、核心温である直腸温は遅れて上がります。

ところが、39℃の高濃度炭酸泉温浴では、1時間の入浴中血圧は低く保たれたままで、心拍数はわずかに増加しただけです。細動脈の拡張で末梢血管の抵抗性が減り、心臓は楽に働きながら、全身の血流量である心拍出量は確実に増加しています。

そのため、循環器レベルでの炭酸泉温浴が、有酸素運動と同等の「運動しない運動療法」と言われる由縁です。舌下温と直腸温はほとんど差がなく上昇し、全身がほぼ同じペースで加温されているのが分かります。個人差もありますが、1時間入浴しても辛さを感じることはありません。

動脈血中のヘモグロビンの酸素結合率を示す酸素飽和度SPO₂は、入浴前97～98%でしたが、淡水温浴と炭酸泉温浴の両方とも入浴中は99～100%を示しました。

このことから、炭酸泉と温熱の両効果を最大限引き出す意味では、38～39℃の高濃度炭酸泉温浴は、体への負担が少なく、より安全に長時間入浴できるのが分かります。勿論入浴中は気付かなくてもかなりの発汗をしますから、入浴前後にはコップ2～3杯分、合

計500ml程度の水分を忘れず補給します。特に高齢者は渴きの感覚が鈍っているので意識的に給水します。

血圧に関連して血管収縮をまとめてみます。そもそも血液の配分は、血液を全身へ送るポンプである心臓の働きで決まる訳ではありません。動脈が分岐しながら次第に細くなり、組織で毛細血管に分岐する直前の細動脈と呼ばれる動脈のバルブ機能が主に組織や臓器への血液分配を調節しています。

血流量の最大変動幅は、手足の指では最大で600倍もの変動幅があり、内臓など体幹の非露出部でも7倍の変動幅があるとされます。この組織の血流量を決定する細動脈には長時間収縮しても疲れな平滑筋からなる括約筋があり、前毛細血管括約筋=スフィンクターと呼ばれる内管をコイル状に取り巻く筋肉です（図表2-4の走査電子顕微鏡写真）。

この血液分配を支配するのが自律神経です。狩りをしたり、猛獣に襲われ逃げるような緊急時には瞬発の筋力が必要です。その瞬発力を支えるのが交感神経緊張であり、その作用物質がカテコールアミンと総称される副腎髄質から出るホルモンのアドレナリンと交感神経末端から分泌される神経伝達物質の一つノルアドレナリンです。

ところがアドレナリンに対してどの血管も一様に収縮するわけではありません。臓器別の血管によって収縮させたり、逆に拡張させたりする巧妙な仕組みになっているのです。

それはアドレナリンに α 作用と β 作用という2つの作用を持たせているからです。血管平滑筋の細胞表面にはそれぞれ α と β と言う2種類のアドレナリン受容体分子が存在し、臓器別にそれらの分布密度を違えているのです。 α 作用は主に末梢血管の収縮を行い、 β 作用は筋肉の血管と気管支の拡張と心拍数を増加させます。ノルアドレナリンは α 作用が強く、 β 作用が非常に弱いという違いがあります。

活発な運動時には、 α レセプターが優勢な皮膚や消化器官などでは血液をあまり必要としないため、アドレナリンの α 作用により血管は収縮し、血流を最小限にします。同時に、消化吸收を促進する副交感神経も同時に抑制されるので空腹感を覚えません。

かたや激しい活動を支える筋肉、気管支そして心臓は β レセプターが優勢で、アドレナリンの β 作用で血管を拡張し血流を増して筋肉運動を支え、気管支を広げて呼吸しやすくし、心拍数を上げるのです。

このように同じホルモンでも受け取る臓器別に、相反する作用（ここでは収縮と拡張）を選択させる精巧な仕組みになっているのです。

炭酸泉のキーワード=一酸化窒素 NO

1986年、一酸化窒素NOは、強力な血管拡張作用を持つ血管内皮由来血管拡張因子EDRFとして、すでに実体が分からないまま命名されていた分子そのものとして、驚きを持って同定されました。想定外の、あまりに単純な化学物質だったからです。

NOはフリーラジカルという対になっていない電子を持つ原子もしくは分子で、電子を得て安定しようと、激しい化学反応を起こす物質です。有害な大気汚染物質としても有名ですが、水素を奪うほど反応性がなく、他のラジカルと結合して安定化するため、厳密にはラジカルではなくラジカル捕捉剤と言う研究者もいます。

NOは発見の経緯になった血管拡張作用の他、体内では微量ながら多彩で重要な生理作用を担っています。他の循環器系への作用として、血小板凝集抑制による血栓形成抑制作用、抗動脈硬化作用などがあります。

その他、NOは顆粒球のうち多数派である好中球が細菌の食作用を行う酵素を活性化しますが、炎症時の増悪因子としても働きます。さらに中枢と末梢神経系で神経情報伝達物質として働き、記憶の維持にも働いています。

これらの多彩な生理作用は「諸刃の剣」です。この二面性をもつNOの「善」の面を強調し、賢く活用するのが炭酸泉と言えます。

血管内皮細胞が産生するNO分子の作用発現時間は意外に短く、半減期が4～8秒程度とされ、活性酸素と同様にスーパーオキシドディスムターゼSOD、抗酸化ビタミンC・E、グルタチオンなどの体内の抗酸化機構で直ちに代謝（亜硝酸や硝酸へと酸化）され、尿中に排泄されます。それで、産生されたNOは近傍の細胞もしくは自身の細胞だけに作用することになります。

入浴との関係では、15分程度の入浴でもNO産生を増加させ、毛細血管の新生を促進するとされ、高濃度炭酸泉温浴の場合はより効果的です。

ノーベルと一酸化窒素 ---- 火薬は薬

強力な火薬でありながら、同時に狭心症の治療薬として百数十年の歴史をもつニトログリセリン舌下薬の開発の歴史は、実に奇異な経緯があります。

そもそもニトログリセリンは、1847年のイタリア・チューリン大学のソプレーロによって、濃硝酸と濃硫酸それにグリセリンを加えることで初めて合成されました。

このオリーブ油のような粘りけのある液体を1滴とって熱すると、強力に爆発する恐怖の物質でした。彼はほんの少し舐めたところ、激しい頭痛に襲われました。脳の血管が急激に拡張したからです。

その後爆薬としては、1867年アルフレッド・ノーベルの発明で、多孔質の珪藻土に染み込ませると安全に取り扱えることが分かり、ギリシャ語の能力=「デュナミス」から「ダイナマイト」と名付けられました。この「諸刃の剣」はその後の世界を一変させました。建設と戦争のための破壊です。

ニトログリセリンが狭心症の特効薬として臨床応用されるのに、発明から12年ほどかかっていますが、この間効く・効かない論争が行われました。今なら簡単に説明できますが、ニトログリセリンの薬理作用は舐めたり舌下、つまり粘膜から吸収された時は直ちに作用を現すのに対して、そのまま飲み込んだ場合、肝臓での分解=解毒を受け効果が激減するからでした。

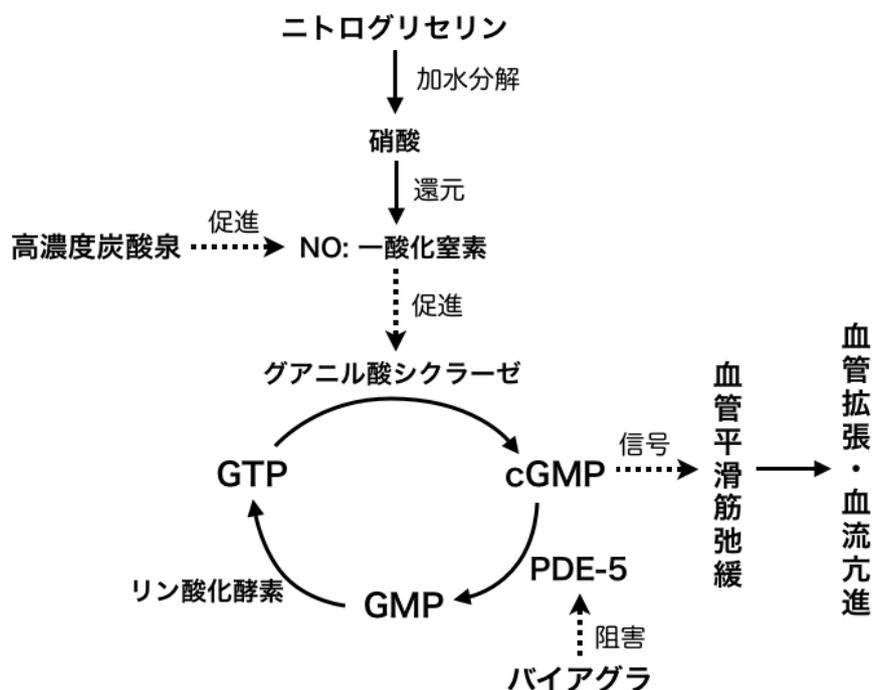
また、ノーベルのダイナマイト製造工場では、労働者の激しい頭痛とめまいを主徴とする「月曜病」と言う奇妙な病気があり、火曜日以降は耐性出現のため時間の経過と共に軽減しました。また、狭心症の発作が軽減されることも知られました。これは、ダイナマイト製造過程で揮発したニトログリセリンの吸入による急激な血管拡張の仕業でした。

晩年狭心症を患ったノーベルがトリニトリン（怖い爆発物を連想させないための当時の薬の商品名）の恩恵にあやかっただと言う逸話と、かたや処方された服用を拒否したと言う相反する逸話も知られています。

分子レベルでの作用メカニズムは長いこと不明でしたが、薬剤の代謝過程でできる一酸化窒素NOの作用であることが、1970年代になってようやく明らかにされました。

ニトログリセリンは加水分解を受け、硝酸が生成されます。それが還元されNOになり、酵素グアニル酸シクラーゼを活性化し、核酸の一つGTPからcGMP（サイクリックGMP）へと変化させます。それが信号となって血管平滑筋が弛み、血管が拡張し、血流亢進を起こすのです。

1998年のノーベル生理学・医学賞は、NOの血管拡張作用と細胞情報伝達物質であることを明らかにしたファーチゴット（Furchgott）、イグナロ（Ignarro）、ムラド（Murad）の3名の学者に授与されています。ノーベルの遺言に従って1901年に始まったノーベル賞の授与が、ほぼ百年目にノーベル賞の原資となったニトログリセリンの爆薬以外の「副作用」に関連して与えられたのは、何かの因果でしょうか。



【図表2-10】ニトログリセリンと一酸化窒素（体内ニトロ）の血管拡張作用

また、ペニスの勃起を持続させるバイアグラ（クエン酸シルденаフィル）の分子作用機序とも密接に関係しています。NOSは陰茎海綿体平滑筋に分布する神経にも存在し、性的興奮で産生されたNOがcGMP量を増やし、それが強いシグナルになって海綿体の平滑筋を緩めます。バイアグラはcGMP分解酵素PDE-5を阻害することで、cGMPシグナルを長持ちさせて血管平滑筋を持続的に弛緩させ、その結果として血管拡張作用=勃起が持続することです。

元々バイアグラは、狭心症の治療薬を目的として開発されましたが、治験段階で有効性がないと判断され、臨床試験が中止されることになりました。バイアグラはニトログリセリンなどの狭心症治療薬と併用すると相乗的に作用して全身の血管を弛緩させ、急激な血圧降下でショックを招く重篤な副作用があるのです。

ところが治験参加者が次々と未使用試験薬の回収要請を拒否する事態になり、最後には予期せぬ副作用が主作用として、製薬化されたという面白い経緯があります。炭酸泉とダ

イナマイト、それにバイアグラがNOを介する血管拡張というキーワードで繋がっているのは、実に不思議です。

炭酸泉は薬湯

高濃度炭酸泉ほど即効性のある効果効能・作用メカニズム・安全性のはっきりした温泉の泉質は、他の泉質には見られません。

高濃度天然炭酸泉活用の先進国=ドイツでは、公認の保養地総数376ヶ所のうち、炭酸泉の温泉保養地が51ヶ所と多く、180年近く前の1835年にバートナウハイムに最初の本格的な温泉療養施設ができて以来、主に高血圧と心筋梗塞の療養に使われてきたため『心臓の湯』と呼ばれてきました。泉温は最高でも体温以下の34℃程度ですが、プールを満たすほど桁違いに湧出量が多く、医療保険での炭酸泉治療=湯治（他は硫化水素泉、放射能泉、強食塩泉の4泉質限定）が確立しています。

ただしヨーロッパでは、何事も天然の状態をベストと考えるため、ぬるい炭酸泉を取って加温しようとはしません。ミネラルウォーターも日本と違って、殺菌処理せずそのままボトリングしています。人為的な操作や処理をできるだけ排除するのです。私はここに泉温の温熱効果の重要性に気付いていないドイツの炭酸泉研究と療養の限界があると考えます。

戦後日本が積極的に導入してきた米英の医学と医療には、炭酸泉はありません。イギリスには高濃度炭酸泉が湧出していませんし、アメリカは大きな国なのでどこか探せばあるかも知れませんが、今は確認されていません。それで、炭酸泉はおろか温泉さえも医療には取り入れられていません。

かたや世界に冠たる温泉大国でありながら、温泉を科学して医療や介護に積極的に活用しようとしないうる日本に対して、温泉教授の松田忠徳氏の指摘は明快です。

「文献に残るだけで1300年もの昔から温泉とつきあい、効能を享受してきた長い歴史があるにも関わらず、効能ひとつ声高らかに明言することができない現実。温泉大国とは言葉だけで、この国には国立の温泉研究所ひとつない。温泉を科学的なものとして捉えない、捉えようとしないうる、その意味では温泉後進国とさえいえるのが現実です。」（「知るほどハマル！温泉の科学」）まったく同感です。

高濃度天然炭酸泉は、どれ一つを取っても同じ成分の源泉はありません。泉温や炭酸ガス濃度以外にもミネラルなど他の温泉成分に個性があるからです。ですから純粹に炭酸泉だけの効果を検討できませんでした。ガス抜けを容易に起こすことから、輸送することもできないため、辺鄙な湧出地で、しかもそのままの泉温で実験するしか方法がありませんでした。

ところが1997年に、人工的に炭酸ガスを温水に効率良く溶け込ます炭酸泉製造装置が三菱レイヨンにより開発されました。これにより、どこの実験室でも病院でも、天然炭酸泉と違ってミネラルなどの混じり気のない高濃度炭酸泉が用意でき、しかも湯温と炭酸ガス濃度とも自由に選択できるようになったため、高濃度炭酸泉の医学的な研究が一気に進みました。

また、今日までに温泉の医学的研究が先細り、国立大学の温泉研究所がほとんど姿を消してきたわけですが、心と体をつなぐ自律神経免疫学の成立、あるいはドップラーレーザー血流量計、自律神経測定装置、そしてDNAマイクロアレイの登場など、かつては客観的な数値として表せなかった現象を計測できるようになり、はっきり違いが分からなかった温泉研究も再度見直す時代が来たのではないかと思います。

医療現場では、人工炭酸泉を使って、糖尿病の合併症の一つである壊疽治療等が行われています。その他、アトピー性皮膚炎、創傷、褥瘡、リュウマチ等の治療や疼痛緩和、リハビリ、それに試験的に難病やがん治療にも活用されています。これは高濃度炭酸泉が温泉の中でも、飛び抜けた効果効能を持つ「薬湯」である由縁です。

先に述べたように、同じく強力な血管拡張作用を有する温泉に硫化水素泉がありますが、安全域が狭く中毒事故の危険性があり、金属を強く腐食します。

炭酸泉は、各種スポーツ分野でも活用され始めています。筋肉痛は無酸素運動により血糖が分解され、その結果乳酸が筋肉に溜まって起こります。筋肉中の乳酸は、血流により肝臓に運ばれて初めて代謝分解されます。ハイキングが趣味の私は、九重山登山後の天然炭酸泉入浴で翌日の痛みが無くなり、効果効能の恩恵を実感します。激しい運動の後は、体温より低い30数℃の炭酸泉に浸かり、血流を良くしながらクールダウンに使用できます。美容に良いのもうなずけます。

加えて天然炭酸泉は人工炭酸泉と異なり、元となる地下水は空気から遮断された還元力のある水です。体内では、細胞を傷害し多くの疾患の原因物質である活性酸素の無害化に役立つとされています。

このように秀でた生理・薬理作用を持つ高濃度炭酸泉ですが、副作用が全くないわけではありません。低血圧による立ち眩み、副交感神経刺激で腸管運動が促進され下痢がひどくなる、リバウンド=好転反応として発疹がでる、肺の機能不全の慢性高炭酸ガス血症（足湯は問題なし）では増悪するなど少ないですが、見られることがあります。また、嬉しい副作用として毛髪の発育促進と白髪の黒化が知られていますが、一部の人に認められるだけです。

炭酸泉と糖尿病

炭酸泉による治療と予防が最も期待される疾患の一つが、今や国民病となりつつある糖尿病です。

現生人類ホモ・サピエンスの起源は、諸説ありますが20万年前の東アフリカの大地溝帯に遡るといいます。その全歴史の99%は飢餓との戦いの歴史だった、と言ってもあながち間違いではないでしょう。なぜなら、紀元前2000年頃まではずっと、全世界の人口は500万人程度であり、文明の発達と共に狩猟生活から安定した農業生産が営まれるようになって、人口爆発が起こりました。特に産業革命後は指数関数的に増大し続けています。人類史上、満身に食べられた時代は、通算しても数百年もなかったかも知れません。

それゆえ、人体（に限らず恒温動物）は、基本的に飢餓時に対して体の仕組みが準備されたと言えます。なぜなら、脳はブドウ糖の大食家で、低血糖は脳細胞にとって致命的だからです。

そのため、低血糖に対し血糖値を上げるホルモンだけでも、アドレナリン、グルカゴン、コルチゾル、成長ホルモンと四重の主要な安全装置が用意されているものの、血糖値を下げるホルモンは、インスリンただ一つです。進化上必要なかったから、他に安全装置が用意されてこなかったのでしょう。膵臓のランゲルハンス島のβ細胞が分泌するインスリンの働きは、個々の細胞が糖を取り込むのを促進し、肝臓での糖新生を抑制し、グリコーゲン合成して全体として血糖を下げるのです。

糖尿病にはインスリンがまったく分泌されないⅠ型と、インスリンの分泌が不足するかインスリンの効き目が低下しているインスリン抵抗性のⅡ型糖尿病です。日本人の糖尿病はほとんどⅡ型です。現在糖尿病患者740万人、予備軍880万人、実に6人に1人が糖尿病の脅威にあります。

半世紀前までは、糖尿病はほとんどありませんでした。進化の歴史上想定外の食生活が豊かになり過ぎた飽食時代の病気です。しかも、東洋人は飢餓の歴史が長かったせい、インスリンの分泌が相対的に少なく、欧米人が肥満で発症するのと違って、正常体重の患者が多いのが特徴です。それは、最大の原因が過食と運動不足以上に、ストレスにあることを示唆しています。

高血糖がなぜ良くないのでしょうか。それは、高血糖が続くと、ヘモグロビンA1cが過去1～2ヶ月間の平均血糖値の指標になっているように、多くのタンパク質に糖が結合し、タンパク質本来の機能を発揮できなくなるからです。詳しいメカニズムは、ブドウ糖のアルデヒド基-CHOがタンパク質を構成する塩基性アミノ酸の一つリジンの自由なアミノ基-NH₂に共有結合するのです。

その結果、代謝異常を起こし活性酸素が増え、動脈硬化をきたします。血管はもろくなり、血小板も変化して脳梗塞・心筋梗塞の原因となる血栓を作りやすくなります。

また、細胞内ではアルドース還元酵素の活性が上がり、ブドウ糖をソルビトールに変化させます。さらにソルビトール脱水素酵素により、フルクトース（果糖）にもなります（ポリオール代謝）。ソルビトールとフルクトースはブドウ糖と違って、細胞膜を通過しにくいので、細胞内に蓄積し、浸透圧の関係で細胞外の水が細胞内に過剰に浸透してきます。最後には膨らみすぎた風船のように細胞破裂を起こして細胞死を迎えます。この現象は合併症を引き起こす原因になります。

ソルビトールが神経細胞内に蓄積した場合は、足の裏の感覚異常などを起こします。感覚神経だけではなく、自律神経も傷害されます。

慢性の合併症として、網膜症、腎症、神経障害という3大合併症の他、心筋梗塞、脳梗塞、ASO（閉塞性動脈硬化症）、感染症などを起こし易くなります。高濃度炭酸泉は、今や国民病となりつつある糖尿病の予防・治療・合併症の予防に役立つことが期待されています。糖尿病との関連性を以下にまとめてみます。

- ・炭酸泉には強力な血管拡張作用があるばかりではなく、交感神経を抑制し副交感神経を効果的に刺激することができます。副交感神経は消化、吸収、分泌、排泄を司る神経であり、細胞への血糖を取込みをコントロールするほとんど唯一のホルモンであるインスリンの分泌を促進します。

- ・炭酸泉温浴を連用すると経験的に、糖尿病患者の血糖値が減少し、正常化することがあります。正確な統計がありませんが、これから検証されることでしょう。
- ・日本では現在腎透析患者が26万人おり、毎年1万人のペースで増えつつあります。そのうち糖尿病性腎症からなる人が毎年伸び続け2006年には43%に及び、慢性糸球体腎炎26%を上回りました。腎透析は、患者にとっても必ず1回4~5時間、週3度も透析機に縛られ、厳しい給水・塩分・食事制限があり、身体的な負担が大きいです。あまり知られていませんが、1ヶ月の透析のコストが45万円、一人当たりの年間医療費は500~600万円かかり、透析にかかる医療費の総額は1.2兆円、総医療費34兆円の3.5%にも及ぶ膨大な金額です。また、高頻度で処方されてきた高血圧治療としての利尿剤も、腎不全を来し腎透析患者を増加させています。炭酸泉で腎透析を回避したり、遅らせることができれば、大変な貢献ができます。是非検討すべきです。
- ・人工炭酸泉治療を積極的に取り組んでいる名古屋共立病院では、ASOからくる壊疽の治療に炭酸泉足湯を取り入れ、85%もの高率で足の切断手術を回避していると報告しています。切断によるQLO（生活の質）の低下を考えれば、患者さんには福音です。この病院には、全国からASO患者が押し寄せています。
- ・糖尿病網膜症による失明は年間3,000人で中途失明の第1位です。日常的な炭酸泉温浴による予防効果が期待される疾患です。
- ・42℃を超える高温浴での湯治では、交感神経刺激の害に加えて、アルドース還元酵素の活性が優位に増加し、ソルビトールとフルクトースの細胞内蓄積も加わり糖尿病の合併症を悪化させます。この点、炭酸泉は40℃以上では熱すぎて入れないため、より安全に温泉療養が可能です。

健康には良いのは酸素？---- 過剰酸素は有害

酸素は必須であることには疑う余地はありません。ブドウ糖を分解してエネルギーを産生する場合、酸素を使わない解糖系（醗酵も基本的に同じ）の分解に比べて、酸素を使うクエン酸回路（TCA回路）での分解では約20倍もの多くのエネルギーを得ることができるからです。

ただし、生物は誕生の初期から酸素を使うことはありませんでした。光合成ができるラン藻などの植物の出現によって酸素が大気中に放出され、次に有害な紫外線を吸収するオゾン層が形成されて生物にとって住み良くなりましたが、まだその頃の原始生物にとって酸素は猛毒でした。その後、酸素を活用できる好気性細菌を細胞内に取り込んでようやく酸素を利用できるようになりました。それが細胞内の小器官=オルガネラであるミトコンドリアです。

しかし、酸素を使って効率良く炭水化物を燃やす好氣的代謝の結果、ミトコンドリアでは使った酸素の数%もの割合で厄介な活性酸素が生成されることを代償にしていることを忘れてはなりません。

近年、酸素バー、酸素入浴、酸素飲料、高濃度酸素カプセルなどで一時的に眠気や尿量が増えたり徐脈をきたす副交感刺激反応が現れ、あたかも高濃度酸素が体に良いと錯覚さ

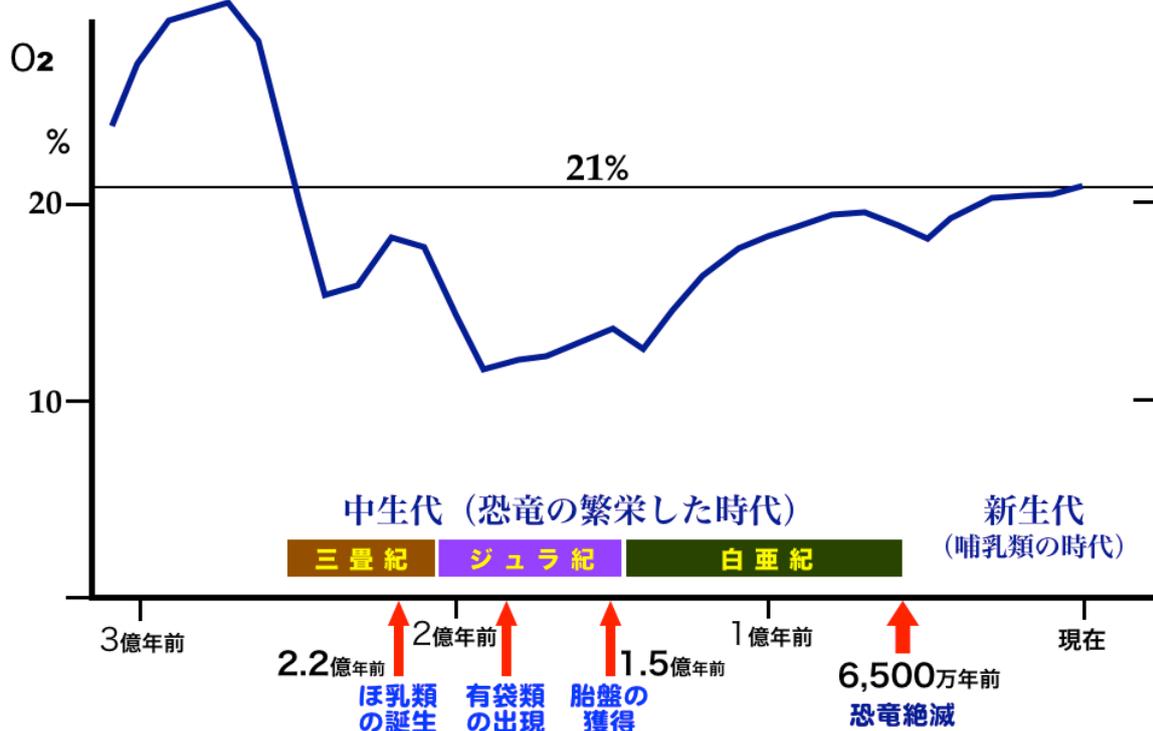
せるような宣伝や製品が一方ではあります。高濃度酸素カプセルを有名スポーツ選手が使用したことから知られるようになったのかも知れません。

しかし、これらの副交感刺激反応は多すぎる酸素を取り込まないようにする生体の一時的な「いやなもの反応」と考えられ、高濃度酸素に長時間曝されると、以下のように確実に過剰酸素による傷害をきたします。

まず、皮膚から酸素が直接吸収されることは、ほとんどありません。長期喫煙や低酸素血症などの心肺機能に異常がない一般人では、肺でのヘモグロビンの酸素結合率（飽和度）は98%前後です。深呼吸すると99~100%になります。

動脈血1ℓ中のヘモグロビン量は約150g、1gのヘモグロビンは1.34mℓの酸素と結合しますから酸素量は約200mℓです。これに比べて、直接血漿に溶け込む酸素量はわずか3mℓ、酸化ヘモグロビンの1.5%程度です。仮に溶解酸素量が少し増したとしても、数回の深呼吸には及びません。

問題は長時間の過剰酸素による深刻な健康障害です。過剰酸素の傷害は、哺乳類の進化の歴史を見ると理解できます。



【図表2-11】哺乳類の進化と地球酸素濃度の変遷（ピーター・ウォード著「恐竜はなぜ鳥に進化したのか」/文藝春秋 2008より引用）

イエール大学のバーナー博士によると、恐竜が繁栄した時代=中生代は全地球レベルでの低酸素の時代でした（図表2-11）。汗腺が変化して乳腺に進化することで誕生した哺乳類は、2億2千万年前の中生代に爬虫類から派生しましたが、巨大恐竜が繁栄したジュラ紀と白亜紀でもドブネズミ並の大きさのままでした。当時の酸素濃度は現在の半分強であり、現在までほとんどの期間を低酸素状態で進化してきました。酸素濃度が上向き始めたジュラ紀も終わる頃になって、ようやく胎盤を獲得できました。胎児の血液中酸素濃度は、胎盤を介するので母体の数分の1だからです。

それゆえ、過剰酸素は我々哺乳類の進化上長期間経験したことのないため、心肺機能に異常のない生体にとって有害なのです。その具体的な事例を以下に挙げてみましょう。

- ヒトの胎児の動脈血の酸素量は胎盤を介するため、母親の動脈血の1/3程度と言われており、低酸素状態で発育しますが、誕生を境に劇的な酸素濃度の上昇に遭遇することになります。胎児の赤血球は肝臓で造られ、胎児型ヘモグロビンFは低酸素条件下でも酸素を結合できます。生後は骨髄で赤血球が造られ、通常の成人型ヘモグロビンAに取って代わられます。
- 新生児黄疸は生後2~3日の9割以上の新生児に見られる生理的黄疸で、1~2週間で消えてゆきますが、今までその原因とメカニズムは不明でした。自律神経免疫学の提唱者の一人である安保教授はその原因を酸素ストレスとして、そのメカニズムを解明しました。それは、胎盤から肺呼吸の開始→酸素ストレス→交感神経緊張→急激な顆粒球増多（15,000/ μ l程度）→顆粒球の寿命（約2日間）による活性酸素放出→肝臓の胎児造血組織の破壊と脂肪肝（骨髄造血への完全移行）→新生児黄疸の発症（約3日間）、と言うストーリーです。
- 恐竜直系の子孫である鳥類でも同じで、ニワトリの場合21日で孵化しますが、14~15日目に肺呼吸が始まり、顆粒球増多の後、殻の外からは見えませんが黄疸を発症します。
- 皮膚や粘膜、眼球まで染まる黄疸は、壊れた大量の赤血球のヘモグロビンFのヘムが脾臓や肝臓で酸化されたビリルビンが元ですが、このビリルビン自体にも抗酸化作用があることが明らかになっています。そのため出生直後の新生児黄疸は、自前のSODやカタラーゼなど強力な抗酸化物質の準備がまだ不十分な時期に、酸素ストレスと壊れた顆粒球の活性酸素から生体を守る作用があるとされており、ここでも廃棄物を有効利用するしたたかな生物の戦略を垣間見ることができます。
- 比較的、若い女性に多い過呼吸症候群は、別名過換気症候群と呼ばれ、精神的ストレスが引き金となって起こるパニック障害の一つです。動悸、めまい、しびれ、痙攣、失神などの発作を起こします。これは、浅い頻回の呼吸で血中の炭酸ガス濃度が低下し、アルカローシス（過度の血液のアルカリ化）と血管が拡張しないため、脳組織の酸素不足をきたすことから発症します。治療として袋を口にあてがって、袋の中で呼吸をすると血中の炭酸ガス濃度が増して、脳血管が拡張し血流が増え、やがて発作が治まります。
- かつて乳児の失明の一大原因だった未熟児網膜症は、未熟児に起こる網膜の出血や混濁です。未熟児に保育器で多量の酸素補給をすることが原因の一つと判り、酸素を控えるようになって減少しました。
- 世界中どこを探してみても、酸素の薄い高地に住むこと自体が寿命を短くしている事実はありません。それどころか、世界の三大長寿地域として有名なコーカサス（グルジア、標高500~2,000m）、フンザ（パキスタン、中心の標高2,400m）、ビルカバンバ（エクアドル、中心の標高1,700m）はいずれも高地です。
- ちなみに、日本でも男性の都道府県別平均寿命の最も高いのは、平均標高が1,132m（全国平均は382m）で最も高く酸素濃度が最も低い（標高0mの87%）はずの長野

県です。交感神経優位に傾きがちな男性は女性に比べて、酸素ストレスに弱く、酸素濃度が低いほど長生きです。

- ・職業上気圧が高く酸素濃度が高い労働環境下の潜水夫やケーソン工事労働者、かつての潜水艦乗員などでは、酸素過剰症になり易く、顆粒球の増多、肺障害が知られています。高濃度酸素カプセルでは、酸素濃度が30%を超えないようにしています。それ以上だと、傷害を来すことを知っているからです。
- ・米国FDA(食品医薬品局)は“Oxygen Bars: Is a Breath of Fresh Air Worth It?”という署名論文をホームページに掲載し、過剰な酸素を安易に摂取することを諷めました。
- ・1年のうち相対的に気圧が高く気温が低めの冬季は、交感神経・顆粒球優位の季節であり、脳卒中、心筋梗塞をもっとも起こしやすい季節です。
- ・帯状高気圧のように晴天が連続したとき、破れると重篤な腹膜炎に至るような化膿性の虫垂炎の割合が多くなる経験的な事実から、福田稔医師は安保徹教授と共に自律神経免疫学=「福田-安保」理論を生み出しました。
- ・カゲロウやセミの成虫の寿命が極端に短いのは、幼虫時期の土中の低酸素環境から酸素濃度が一気に上がるための酸素ストレス傷害によるものとされています。実験的にも、高濃度酸素飼育下ではショウジョウバエは短命です。
- ・哺乳類の場合も、高濃度酸素飼育下では強直性の痙攣を起こし致死的です。

一方生体における炭酸ガスは、代謝産物でまったく無用なものと思われがちですが、「諸刃の剣」の酸素を補佐して呼吸を誘発し、血液の緩衝系として働き、胃酸を中和し、副交感神経優位をもたらす必要不可欠なガスなのです。

天然炭酸泉の性状

人工炭酸泉の手本となった天然の炭酸泉は、全温泉のわずか2%程度です。天然炭酸泉の一般的な概念を知っていただくために、その性状（遊離炭酸ガス濃度と源泉温もしくはpH）を図表2-12と図表2-13にまとめてみました。

●は実際に訪れて実測した結果を、○は温泉分析書（分析表の方がピッタリ）に記載された濃度を示しています。実測した場合、Yは浴槽中央部の温泉水の、Gは源泉の分析を示しています。

炭酸泉は溶けている炭酸ガスが抜け易いので、検査機関は原則として湧出地の新鮮なサンプルを現地で測定する項目の一つになっています。しかし、温泉施設運営者への聞き取りでは、この「原則」は必ずしも遵守されていないようです。

後で述べますが、実は温泉分析書の遊離炭酸ガス濃度の数値を額面通りに受け取る訳にはゆかないのです。ですから実測時には、源泉かけ流しの炭酸泉では実際の入浴を想定して浴槽中央部からサンプルを取り、加温している場合や、湧出量が少ない場合は源泉そのものをサンプルとしています。

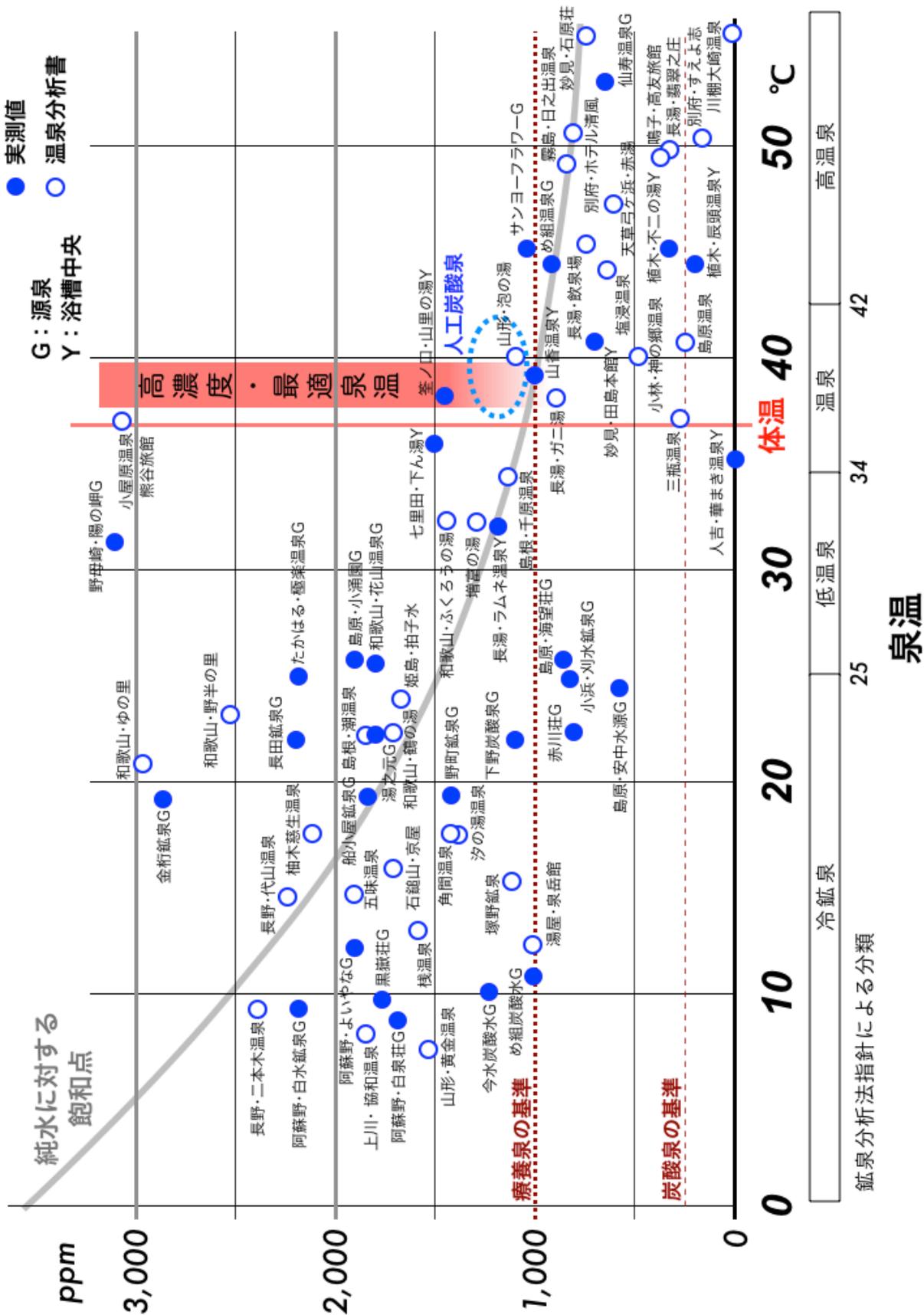
遊離炭酸ガス濃度は、季節や降水量、火山活動など環境要因の影響を比較的強く受ける源泉が見られます。測定誤差も加味して、上下幅20%程度のブレがあると考えると良いと

思います。ただし、地殻変動など余程のことがない限り、半分や1/3になることはありません。

私は、三菱レイヨンが開発したMRC炭酸ガス検知管（MRCO₂）方式の測定器、温度計、pHメーター、電気伝導度計を常時車に積んで何時でも対応できるようにしております。幸い私が住んでいる九州は火山が多く、天然の炭酸泉が散見される地域です。そのため実測値データは九州に偏っていますが、それでも個性の違う炭酸泉が数多く見受けられました。

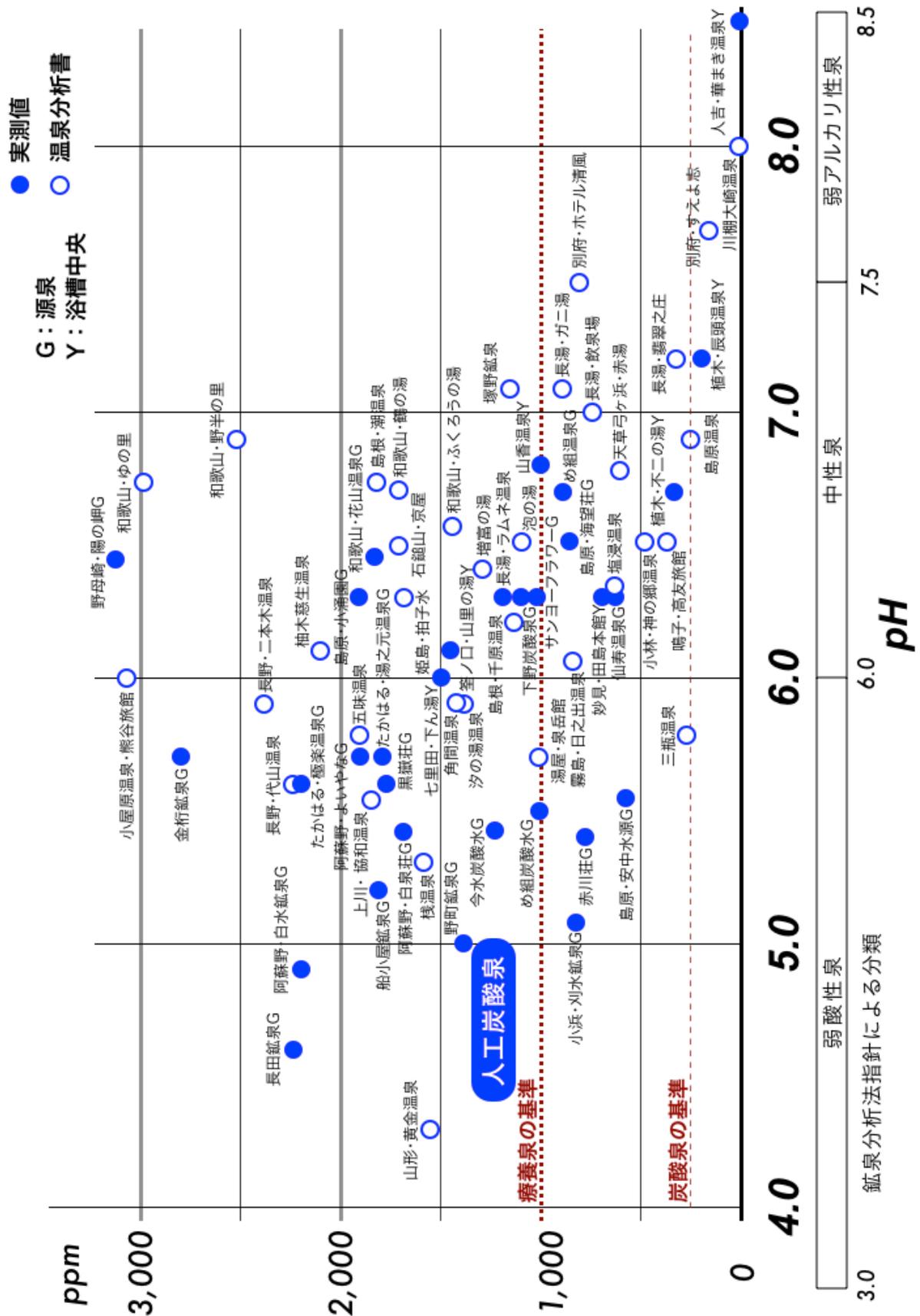
予め断っておきますが、図の半数ほどのデータは公表もしくは、私の依頼に応じて温泉施設からFAXで送られてきた温泉分析書に基づいています。遊離炭酸ガス濃度はブレがあるのと、測定方法（後述）の理由で過少評価されている場合が多いのを前提にしています。

天然炭酸泉の遊離炭酸ガス濃度と泉温



【図表2-12】天然炭酸泉の遊離炭酸ガス濃度と泉温の関係（浦川原図、2010）

天然炭酸泉の遊離炭酸ガス濃度とpH



【図表2-13】天然炭酸泉の遊離炭酸ガス濃度とpH (浦川原図、2010)

遊離炭酸ガス濃度と源泉温との関係を示したのが図表2-12です。純水に対する各温度での飽和点をつないだ曲線は、常識的にも低温ほど炭酸ガスが溶け込みやすいことを示しております。飽和曲線を超える過飽和領域では炭酸泉は不安定で、飽和点以下になろうと遊離炭酸ガスを気化します。攪拌や加温は勿論、湧出地が高地なら気圧が低いので、さらに気化が促進されます。

この図を見ると、1,000ppmを越える高濃度炭酸泉は大部分が冷泉であることが分かります。炭酸飲料を温めると急激に炭酸ガスが抜けてゆく日常体験からも領けます。

中には、ビール並みの3,000ppm程度の超高濃度炭酸泉も存在します。例えば、源泉濃度3,100ppmの野母崎・陽の岬温泉は地下1,500mもの大深度井戸からの動力湧出で、高圧の地下圧の影響が想像できます。しかし一方で、宇土半島にある金桁鉍泉2,800ppmは浅い自噴井戸です。18℃という低い泉温と炭酸ガスが地下水に効率良く吹き込む特殊な地層構造をなしているようです。

人工炭酸泉が到達できる40℃の浴槽中で1,100~1,300ppmを凌ぐ天然炭酸泉は、私の知る限り、浴槽レベルで遊離炭酸ガス濃度1,200ppm（後に1,400ppmにアップ）で泉温38℃を実現している笠ノ口温泉・山里の里であり、溶かし込んでいるミネラルも多く、十分な湧出量を兼ね備えた最もバランスのとれた理想的な天然炭酸泉の一つとして、非の打ち所がありません。

次は遊離炭酸ガス濃度とpHの関係です。実験的には、pH8を越えるアルカリ性側では、炭酸として存在できないため、遊離炭酸ガスも存在できません。実際の天然炭酸泉でもpH8を超えるものはなく、中性から弱酸性域にあることが分かります。強い酸性領域での水への溶解度は、非常に小さいとされています。

水道水に炭酸ガスを吹き込む人工炭酸泉では、最低値pH4.5を示します。そのため、一般に電気伝導度も低い低pHの炭酸泉は、自然地表湧出か浅井戸が多く、ミネラルが少ない硬度の低い炭酸泉です。福岡県みやま市の長田鉍泉、大分県由布市庄内町の阿蘇野の鉍泉地帯の多くは軟水で、市販のソーダ水に近く、癖のない爽やかな口当たりの炭酸泉です。

同じ高濃度炭酸泉でも中性域のものは、炭酸水素イオン、カルシウム、マグネシウムなどのミネラルが多く溶けた硬水~超硬水です。地層中に鉄やマンガンがあれば炭酸に溶け込みやすいため、前者の場合、金気の強い含二酸化炭素-鉄泉になり散見されます。九州では筑後市の船小屋鉍泉（鉄イオン26ppm）、高原（たかはる）温泉郷の極楽温泉（同32ppm）、野母崎の岬の湯（同29ppm）です。和歌山の花山温泉に到っては、鉄イオンの45ppmもさることながら、含有成分の総量が21,574mg/kgと驚くべき濃さです。

このようなガス成分以外のミネラルが濃い温泉でも、湧出時は通常無色透明です。炭酸ガスが抜けてpHが上昇したり、空気に触れて酸化されると、直ちに炭酸塩や鉄・マンガンの沈殿や発色を起こします。

タオルや浴槽が赤褐色に染まったり、スケールが浴槽や配管について見た目が悪いのですが、湧出時の無色透明で新鮮なうちは還元力が極めて強いうえ、炭酸ガスによる皮膚血管の拡張充血で皮膚からのミネラル吸収が促進されるため、炭酸ガス以外の成分による効

果効能の上乗せを十分期待できます。温泉としては、ヘビー級のパンチ力を有する炭酸泉「薬師の湯」と言えます。

また、入浴時に細かな泡が皮膚や体毛に付着するからと言っても、必ずしも炭酸泉とは限りません。例えば人吉の華まき温泉pH8.5は、入浴すると細かな泡が特に体毛に良く付着するところから、脱衣場に掲示している分析書の説明書きには「入浴すると炭酸の泡が体につき、肌がつるつるすべすべするお湯で、湯上がり爽やかな温泉です。」とありますし、ネット上のほとんどの書き込みでも炭酸泉と見なされています。

しかし、実測してみると炭酸ガスはまったく含まれていません。分析書の泉質もナトリウム-炭酸水素塩泉で弱アルカリ性低張性温泉です。溶存ガス成分も空欄です。付着する泡は、おそらく窒素ガスかメタンなど炭化水素系のガスでしょう。時々見ますが、炭酸水素イオンを炭酸ガスと誤解しているかも知れません。

他にも掘削1,000m以上の大深度の井戸から汲み上げた温泉の中には、ポンプで地上に汲み上げた時に圧力が一気に低下するため、溶けているガス（窒素や炭化水素ガス）が気化して、時に皮膚や体毛への気泡の付着が見られることがあり、炭酸泉と勘違いされることが散見されます。

また、pHに関連して弱酸性の炭酸泉は皮膚のpH5とほぼ同いため、美容効果（アストリンゼン効果）もあることが知られています。さらに、還元力の強い天然炭酸泉はシミを消す作用があるようですが、ここでは詳しく触れません。

温泉と不当表示防止法

何事も合理性を重んずるドイツでは、浴槽の湯口の温泉水の分析値を温泉分析書としておりますが、日本ではあくまで湧出口での源泉の分析書です。そのため、湧出後いかに加水しようが、循環温泉で何週間も入れ換えなくとも、堂々と温泉分析書を脱衣場に表示し、宣伝できるわけです。さらに、温泉を遠くへ運ぶタンクローリー湯も可能です。

2004年には全国的に温泉偽装問題が浮上しました。入浴剤温泉、水道水温泉、井戸水温泉、川の水温泉、極端な加水温泉等です。

それを受けて2005年に温泉法が改正され、温泉分析書への浴槽での利用形態（循環の有無、加水の有無、加温の有無、入浴剤利用の有無、消毒剤利用の有無）の掲示義務が明記され、温泉施設はそれらを掲示する必要性に迫られましたが、現実には遵守されているとは言えません。

そもそも温泉分析書の掲示すらない、あっても昭和の温泉分析書、分析結果の一部だけの掲示などザラです。

強制力を持たせるためには、成分分析費用に10万円程かかるわけですが、例え10年毎の検査でも小規模な温泉施設には大きな負担です。それには入湯税を充てて補助すれば、良いのではないのでしょうか。

入浴客の多数は、温泉分析書の表示内容と実際の浴槽水が同じであると錯覚しています。食品偽装にあれだけ敏感な国民が、この矛盾に鈍感なのは、一端には情報開示に消極的な行政と業界に責任があると言えます。法的には、入浴客が消費者と考えれば、不当景品類及び不当表示防止法が適応されても、おかしくないのではありませんか。

不当景品類及び不当表示防止法は、目的として「第一条 この法律は、商品及び役務の取引に関連する不当な景品類及び表示による顧客の誘引を防止するため、一般消費者による自主的かつ合理的な選択を阻害するおそれのある行為の制限及び禁止について定めることにより、一般消費者の利益を保護することを目的とする。」とあります。

不当な表示の禁止として、「第四条 事業者は、自己の供給する商品又は役務の取引について、次の各号のいずれかに該当する表示をしてはならない。一 商品又は役務の品質、規格その他の内容について、一般消費者に対し、実際のものよりも著しく優良であると示し、又は事実と相違して当該事業者と同種若しくは類似の商品若しくは役務を供給している他の事業者に係るものよりも著しく優良であると示す表示であつて、不当に顧客を誘引し、一般消費者による自主的かつ合理的な選択を阻害するおそれがあると認められるもの」とあります。ですから、少なくとも湯口での温泉分析書の掲示があつてしかるべきです。

この点、別府温泉では源泉と浴槽の成分分析情報を併記した上、ミシュランに倣つてか、独自に別府八湯温泉品質協会が温泉の達人「温泉Gメン」に依頼した客観的な評価情報をも掲載した「温泉カルテ」を認定・発行・掲示しています。ホームページからダウンロードできる温泉施設すらあり、この先進的で透明性の高い温泉情報開示の取り組みは大いに評価されるべきです。

遊離炭酸ガス濃度測定法の問題点

本題の温泉中の遊離炭酸ガス濃度は、鉱泉分析法指針という1957年に制定された行政指針に基づいて科学的に測定された結果のはずです。これは、温泉の分析法の実際を指示した現場マニュアルとも言うべき文書です。

ところが、鉱泉分析法指針は温泉を定義しているはずの温泉法との間に、整合性が欠けるダブルスタンダード（二重基準）の問題を抱えております。それに、基準値の設定根拠が曖昧であることです。

炭酸泉に限って言えば、温泉法では常水と区別する限界値として、遊離炭酸ガス濃度250ppm以上と定義されていますが、鉱泉分析指針では1,000ppm以上を「治療を目的に供しうるもの」として療養泉の一つ炭酸泉=含二酸化炭素泉と泉質名を名のつてよいことになっています。

では250ppm以上で1,000ppm未満の温泉は何と呼べばよいのでしょうか。この点何も記載がありませんから、何とも名のれません。私はこの領域の濃度を中濃度炭酸泉とし、1,000ppm以上を高濃度炭酸泉と呼ぶよう提案します。中には1,000ppm前後の炭酸泉がありますが、その場合申請者が必要とすれば、3回程度別の日に測定して、1,000未満と1,000以上の数値がでるばあいのみ、中高濃度炭酸泉などと称すれば、ボーダーラインの炭酸泉の呼称に関する問題も解決できるのではないのでしょうか。

また、指針では単に源泉温が25℃以上であれば療養泉と呼べる点も問題があります。温泉水は特徴として、いろいろな化学成分を含むはずで、はたして、水道水や普通の井戸水程度の含有物しか含まない場合でも、単に25℃以上という温度の基準だけで療養泉と呼んで良いのでしょうか。療養と言うには医学的な効果効能が期待される訳ですから、この源泉温基準だけで療養泉と呼ぶべきではないことは明らかです。この規定温度は、今

日では一般的になった都会の大深度掘削井戸からの非火山性地下水を想定していなかった時代の基準で、時代遅れの限界温度です。

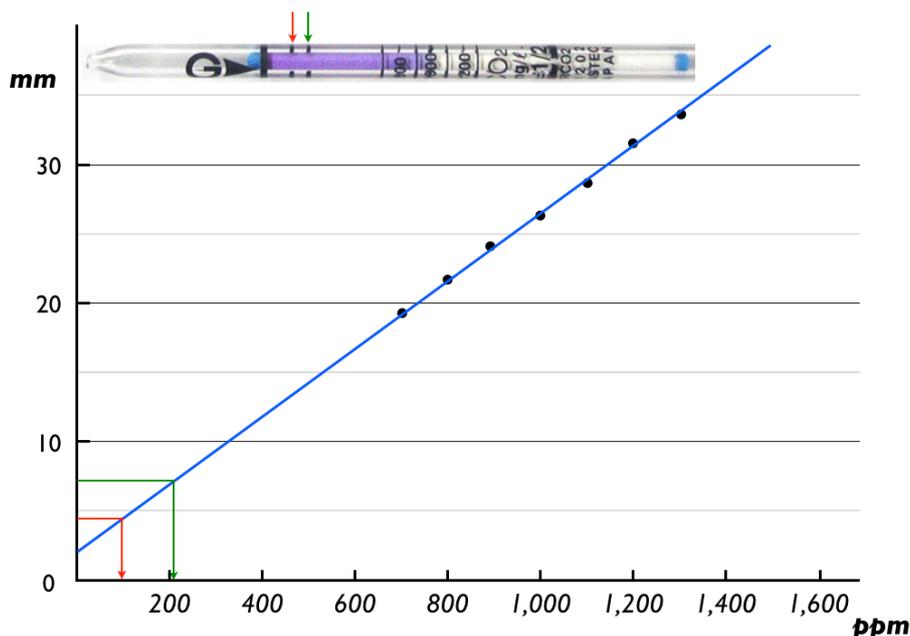
現行法上では、1,000ppmの基準を超えるか、超えないかで炭酸泉=含二酸化炭素泉と呼べるかどうか、が決まるわけですから、その測定には客観的・科学的な精度と再現性が求められるはずですが、温泉施設経営者にとっては、死活問題とまでは言えないまでも、療養泉と掲示し宣伝できるかどうかは大問題のほうです。ところが、この鉍泉分析法指針に基づく遊離炭酸ガス濃度の測定法には問題が多いのです。

鉍泉分析法指針では、サンプル移送過程で容易に抜け去ることの多い遊離炭酸ガスは、建前では現地で測定することになってはいますが、どうも厳守されていないようです。

測定法自体も問題を抱えていると思います。鉍泉分析法指針での測定法はクエン酸-酒石酸塩を加えた水酸化ナトリウム標準溶液にサンプル「できるだけ静かに50~300mlを流入させ」、「静かに攪拌したのち、塩酸標準溶液でフェノールフタレイン（色素）の微赤色が消えかかるまで滴定し、水酸化ナトリウム標準液の消費量から遊離炭酸ガス濃度を定量する」、とされています。しかし、各溶液濃度の精度、攪拌時のガス抜け、測定操作やエンドポイント判定における個人差、ガラス器具への付着分、低pHサンプルでは測定不能などの問題を挙げるすることができます。

しかも、この測定法の精度ではせいぜい有効数字が頭2桁程度ですが、鉍泉分析法指針では計算で有効数字4桁まで出させ、いかにも正確な測定法であるかのような錯覚を一般の人々に与えていることです。中には、計算上得られる数値として実際に1,176.4や1,368.4などと有効数字5桁の表示さえあります。

三菱レイヨンは、人工炭酸泉製造装置を開発する過程で、遊離炭酸ガス濃度を正確かつ迅速に測定する必要性から、鉍泉分析法、オルザット法、イオン電極法、pHとアルカリ度から換算する方法、気相圧力・気相温度測定法等、従来の測定法を検討したところ、いずれも満足できるものではありませんでした。そのため、簡便かつ迅速にそれなりの精度と再現性を持ち、現地で測定するためのコンパクトな測定器具の開発を自前で一から始めざるを得なかったのです。



【図表2-14】炭酸泉専用の遊離炭酸ガス検知管MRCO₂の検量線（写真の場合800ppm）

その結果、生まれたのが炭酸泉専用ガス検知管MRCO₂です。ガス検知管はガスの簡易測定技術として、現場ですぐ濃度が測れること（即読性）、特別な手技を必要としないため誰にでも使い易いこと（操作性）、必要な精度を持つこと（正確性）などの条件を満足する方法として開発されてきました（ガステック社）。検知管式気体測定器は、JIS K0804で規定されており、対象気体に反応して変色する粒状の検知剤を、一定内径のガラス管に充填し、両端を熔封し、濃度目盛を印刷したものです。測定対象気体の数は、すでに600種類に及び、その中には炭酸ガス検知管も含まれていました。

三菱レイヨンの開発した方法は、50mlの炭酸泉サンプルを500mlペットボトル（ほとんどが約520ml）に取って、キャップをきつく閉め、ボトルを30秒以上激しく振とうすることで、水に溶け込んでいるほとんどの遊離炭酸ガスを気相に追い出すのです。栓を抜いたビールやコーラの口を押さえて、激しく振って口を解放すると勢い良く気化したガスと中身が出るのと同じ原理です。

その気相中の炭酸ガス濃度を、専用検知管MRCO₂と吸引量50mlにセットした気体採取器（吸引ポンプ）で測定したい気体を検知管に通過させる方法を採用しました。化学反応の結果、青紫色に発色した先端の目盛を直読すれば、その値が測定したい炭酸泉の遊離炭酸ガス濃度を示すようにしたのです。この方法は、何も無い現地でも、5分もあれば簡単に測定できる画期的な方法です。検知管は使い捨てで、1本あたり数百円程度です。

この検知管の測定範囲は、目盛のある700～1,300ppmですから、サンプルの濃度によっては、2～3倍水道水で希釈したり、2倍量の100mlを使用することで対処します。それでも濃度が低く測定範囲に届かない場合は、補償外ですが図表2-14のように、化学反応は原点からの距離にほぼ比例するため、写真に撮って検量線からおよその濃度を推定しても大きな間違いはないと思います。

炭酸ガス濃度は過少評価されがち

実際、炭酸ガス検知管法で測定した結果と温泉分析書の値には、多くの場合で乖離が見られました。図表2-15は私の経験した結果です。

勿論、調査日も違うため、炭酸泉自体の濃度の季節・日時・気象変動の影響も考えられます。私の経験では、変動の幅は上下20%程度の変動が見られる炭酸泉があります。しかし実際、余りにかけ離れた数値を前にして、鉱泉分析法指針の計測法に疑問を抱かずにはおれません。

図表2-15では、温泉分析書の測定値をMRC検知管方式の測定値で割った百分比で、90～120%をリーズナブル（妥当な範囲）、80～89%をやや過少評価、64～79%を過少評価、63%以下を著しい過少評価と判定しました。その結果、リーズナブルが2/16、やや過少評価が1/16、過少評価が2/16、著しい過少評価が10/16、と言う具合に過半数が著しい過少評価なのです。中には大分阿蘇野の白水鉱泉では実測の3割にも及ばない場合もありました。

調べた中では例外的に、実測値より分析書の数値が高い唯一の例は、長湯のラムネ温泉でした。分析書上1,380ppmのラムネ温泉に関して、後日数回実測する機会がありましたが、湯口付近の浴槽水の分析では、どれもほぼ1,200ppmでした。

また、野母崎海の健康村・岬の湯温泉で経験した例ですが、私が3,100ppmと測定した日の前後1ヶ月以内に、温泉施設運営者は異なる分析業者に測定を依頼しました。容器にとると猛烈に炭酸の泡が容器の壁に付く源泉サンプルの遊離炭酸ガス濃度は、それぞれ660ppm（私の測定値の21%）と990ppm（同32%）でした。この例から現行の鉱泉分析法指針に基づく遊離炭酸ガス濃度の測定法に問題があることは、疑う余地がありません。それで、私は、温泉分析書の遊離炭酸ガス濃度をあくまでも目安と見なし、できれば浴槽水、できなければ源泉のサンプルを実測して、初めて納得するようになりました。

温泉法を所轄する環境省は、遊離炭酸ガス濃度の測定に関して上記のような深刻な問題点が指摘されたのですから、実際の炭酸泉湧出地点で複数の検査機関に測定させるなどして、測定誤差の大きな旧態然の試測定法の検証を徹底的に行い、より科学的で現実的なガス検知管法にシフトすべきではないでしょうか。

それに、野母崎海の健康村・陽の岬温泉の直近の検査値では990.2ppmになってしまったように、療養泉基準となる1,000ppm付近の測定は、複数回行い最高値を採用するなり、温泉所有者にも納得できる分析マニュアルを作るべきでしょう。

炭酸泉は未来を描く

源泉名	調査及び試験日	サンプル	検査機関	療養泉基準	差	割合 %	判定
				数値 ppm			
阿蘇野・黒嶽荘	2006.6.20	源泉	大分県薬剤師会	825.0		47	著しい過小評価
	2009.8.14	源泉	MRCガス検知管方式	1,760	935	100	
阿蘇野・よいやな	2002.7.15	源泉	大分県衛生環境研究センター	900.0		47	著しい過小評価
	2009.8.14	源泉	MRCガス検知管方式	1,900	1,000	100	
阿蘇野・白水鉱泉	1994.7.7	源泉	大分県薬剤師会	620		28	著しい過小評価
	2009.8.21	源泉	MRCガス検知管方式	2,200	1,580	100	
め組茶屋の炭酸水	2000.10.16	源泉	大分県衛生環境研究センター	345.0		34	著しい過小評価
	2009.8.14	源泉	MRCガス検知管方式	1,020	675	100	
め組茶屋の温泉	2003.10.22	源泉	大分県薬剤師会	731.0		81	やや過小評価
	2009.8.14	源泉	MRCガス検知管方式	900	169	100	
長湯・ラムネ温泉	2007.3.12	源泉	大分県薬剤師会	1,380.0		115	リーズナブル
	2006.5.4	源泉浴槽	MRCガス検知管方式	1,200	-180	100	
七里田温泉・下ん湯	2003.10.8	源泉	大分県衛生環境研究センター	943.0		63	著しい過小評価
	2008.11.18	源泉浴槽	MRCガス検知管方式	1,500	557	100	
筌ノ口・山里の湯	2007.8.8	源泉	大分県薬剤師会	1,080.0		90	リーズナブル
	2007.8.20	小浴槽	MRCガス検知管方式	1,200	120	100	
たかはる・極楽温泉	2008.7.14	源泉	東洋環境分析センター	829.1		38	著しい過小評価
	2009.9.24	源泉	MRCガス検知管方式	2,200	1,371	100	
たかはる・湯之元	1988.3.3	源泉	宮崎県衛生研究所	1,314		73	過小評価
	2007.10.29	源泉浴槽	MRCガス検知管方式	1,800	486	100	
島原・小涌園	2005.6.7	源泉	西部環境調査	1,005		53	著しい過小評価
	2009.9.28	源泉	MRCガス検知管方式	1,900	895	100	
船小屋鉱泉自噴井戸	2000.1.31	源泉	九州環境管理協会	1,350		75	過小評価
	2007.2.16	源泉	MRCガス検知管方式	1,800	450	100	
船小屋・野町鉱泉	2001.10.22	源泉	福岡県保健環境研究所	1,013.0		72	過小評価
	2008.6.14	源泉	MRCガス検知管方式	1,400	387	100	
船小屋・長田鉱泉	2007.8.30	源泉	福岡県保健環境研究所	1,368.4		62	著しい過小評価
	2009.8.12	源泉	MRCガス検知管方式	2,200	832	100	
中之島せせらぎ井戸	2008.10.6	源泉	九州環境管理協会	270		54	著しい過小評価
	2008.10.1	源泉	MRCガス検知管方式	500	230	100	
野母崎・陽の岬温泉	2000.5.24	源泉	九州環境管理協会	1,130		36	著しい過小評価
	2010.5.28	源泉	MRCガス検知管方式	3,100	2,830	100	
	2010.6.26	源泉	環境衛生科学研究所	990.2	-140	32	著しい過少評価
	2010.10.23	源泉	MRCガス検知管方式	2,300	1,170	74	再測定

【図表2-15】遊離炭酸ガス濃度の温泉分析書と実測値との乖離一覧表

第3章 九州の天然炭酸泉

炭酸泉の成因

炭酸泉の成因には大きく3つが考えられています。

1. 火山ガス起源説（火山性炭酸泉）

全世界の火山からの炭酸ガスの推定放出量は1,500万トンで、人間の産業活動の0.1%に相当し、多いものではありません。マグマから分離した炭酸ガスは、大部分地中に留まり、その一部が地下水に溶け込んで炭酸泉を作ります。火山ガスの中では量的に多く揮発しやすい炭酸ガスは、火山活動末期もしくは終息地帯、例えばヨーロッパのような古い火山では大量に存在しますが、活火山の多い日本では地温が低くなる火山の周辺部に限定的に存在できるようです。持続的な炭素源の供給があり湧出量が多いのが特徴です。御嶽山周辺、九重連山東南部、霧島周辺、島原などが代表的です。

2. 生物起源説（非火山性有機系炭酸泉）

堆積物中には多少とも動植物の遺骸が埋没しており、メタン細菌等の分解により地層の中で常に炭酸ガスを生じています。これが地下水に溶け込んで炭酸泉になりますが、その濃度はかなり低いために、元になる有機物が大量に埋没していることに加え、断層による亀裂などの原因で、炭酸ガスが分離して濃縮されるメカニズムが働く必要があります。資源は有限でやがては枯渇する運命にあります。こうして地層中で作られた炭酸ガスの多くは、粘土鉱物と反応して重炭酸イオンになるため、高濃度炭酸泉として存在するのは少数です。

3. 変成岩起源説（変成岩性炭酸泉）

岩石がマグマの熱で高温になると、岩石を形成する鉱物に変性作用を受け変化します。その際、炭酸ガスが生産され他の成分と反応して炭酸塩を作ります。一部はガスとして地下水に溶け込み炭酸泉を生成するというものです。炭素源がマグマに由来する意味では、火山性に分類されるものです。

九州の炭酸泉

高濃度天然炭酸泉は全国に散在しますが、実際には、私の住む火山の多い九州は数少ないと言われる炭酸泉の宝庫です。

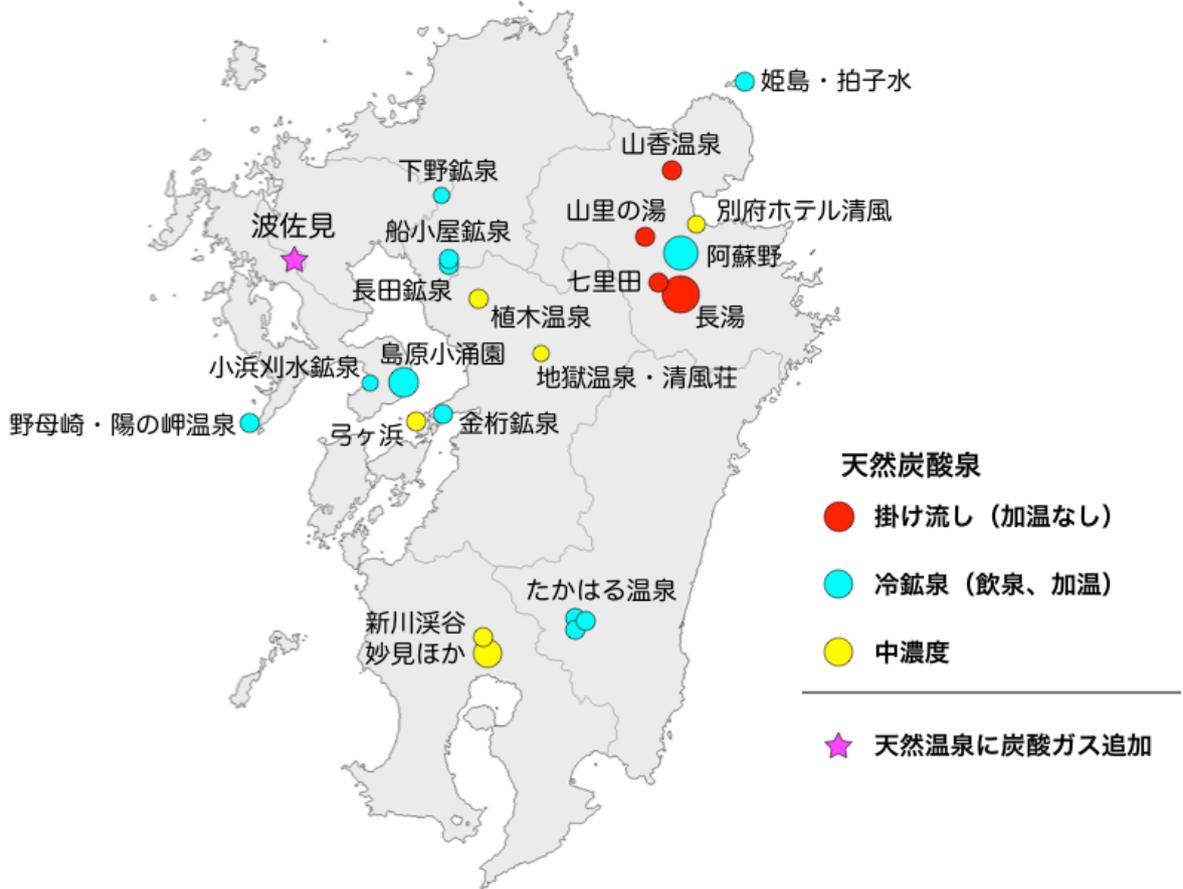
特に湧出量が多い火山性炭酸泉では、火山活動の周辺部にあたる長湯温泉を始めとする九重（15万年以降の噴火活動）周辺、妙見温泉を含む新川溪谷温泉郷や高原温泉郷を抱える霧島（30万年以降）周辺は昔から有名ですが、あまり知られていない炭酸泉として雲仙（50万年以降）の東側の島原炭酸泉をあげることができます。

活発な噴火活動を行っている桜島（2.2万年前以降）周辺にもあるようですが、有名ではありません。

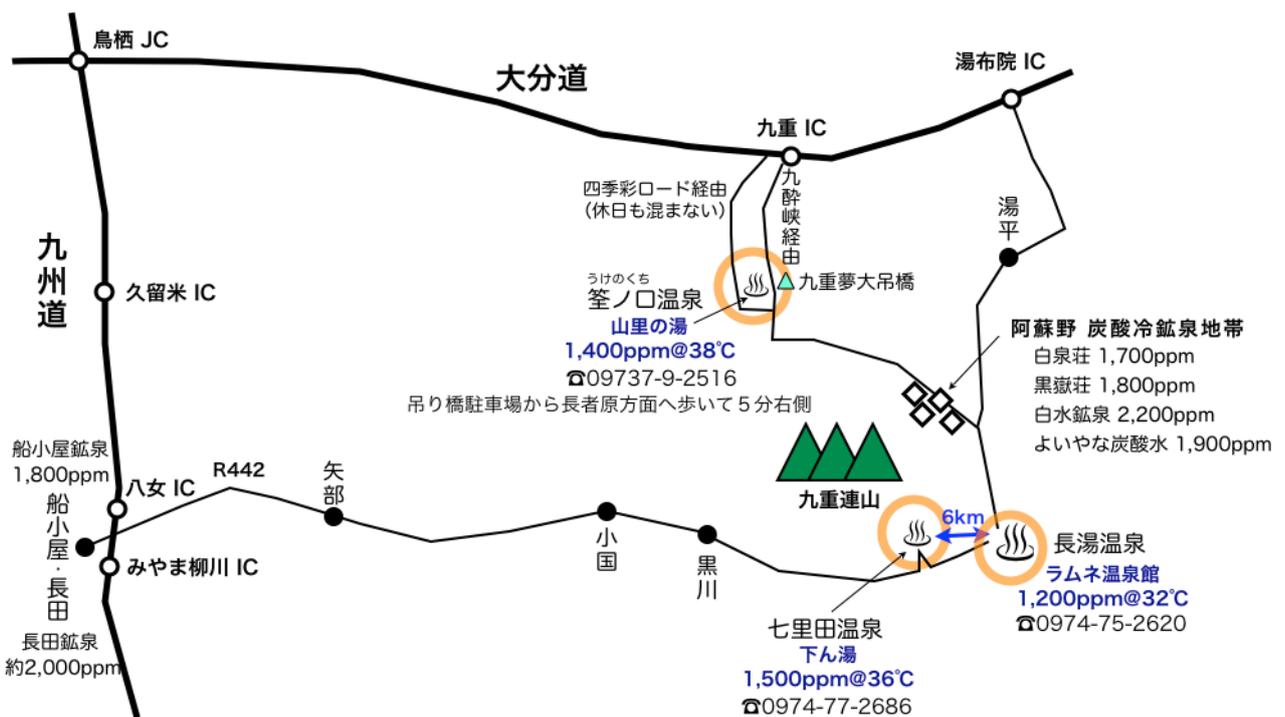
不思議なことに同じ火山でも、阿蘇山（27万年前以降）には遊離炭酸ガス濃度300ppm程度の温泉がありますが、1,000ppmを超える高濃度炭酸泉はありません。ただし現在知られていないだけかも知れません。

大分県国東半島の北東約4kmに浮かぶ姫島は、30~10?万年前ごろに活動した火山島です。含有するヘリウムガスの同位体分析からマグマ由来とされています（星住ら、私

信)。やはり古い火山活動（大岳、約140万年前）に関連すると思われる炭酸泉が宇土半島の金桁鉱泉から天草の弓ヶ浜温泉にかけて点在します。



【図表3-1】九州における中～高濃度天然炭酸泉の分布（浦川原図）



【図表3-2】九重炭酸泉の旅（浦川原図）

また、火山活動とは関係のないと思われる非火山性炭酸泉として、沖積平野にある福岡県の船小屋一帯を挙げることができます。その成因として、太田一也名誉教授の変成岩由来との説もありますが、私の調査の結果では、炭酸泉湧出井戸は矢部川が急に筑紫平野に開けた扇状地、もしくは三角州先端部に限定され、恐らく埋没した古生物のメタン細菌の分解によるものと思われます。

以下に代表的な九州の炭酸泉を紹介致します。

九重一帯は炭酸泉の宝庫です。地理的には比較的まとまっているので、炭酸泉ファンなら是非訪れたいところです。特に微妙な泉温の違い、遊離炭酸ガス濃度の違い、炭酸ガス以外のミネラル分の違いを体験・実感できる絶好の地域です。中でも、高濃度で最適湯温の釜ノ口・山里の湯、長湯・ラムネ温泉館、それにダントツの濃度を誇る七里田・下湯の3ヶ所はお薦めです。

福岡からだど日帰りでも強行軍で廻れますが、1日に3回入浴するのは無理でしょうから、長湯あたりで1泊すれば、ゆったりとした旅程が組めます。

温度のありがたさを実感できる冬季は、標高が高いため積雪や道路凍結が頻発し、滑り止めの用意が欠かせません。特に豊後中村から九酔峡経由の路は凍結しやすいので、事前に道路情報をご確認下さい。

また、阿蘇野の炭酸冷鉱泉地帯と七里田から北西北1.5kmの「め組茶屋」では、飲みやすい高濃度の炭酸水がこんこんと自噴しています。2ℓの空きペットボトルを沢山持って汲んで自宅まで持ち帰れば、そのまま飲むだけではなく、お茶、ハイボール、炊飯など炭酸水を広く活用できます。

長湯・ラムネ温泉

まず挙げなければならないのは、炭酸ガス濃度・泉温・湧出量・井戸数・収容人数の総合で「日本一」の長湯温泉です。日本における炭酸泉活用の先進地です。

開湯300年を2010年に迎えた長湯は九重連山の東山麓の丘陵地にあって、標高450m、芹川沿いに湧く山あいの温泉地です。人口約2,900人、JRの駅もなければ、国道すら通っておりませんが、年間に70~80万人もの集客があります。狭い地域に源泉数51、湧出量毎分4.5トン、泉温30~50℃、遊離炭酸ガス濃度300~1,200ppmと日本屈指の炭酸泉地帯であることは、疑う余地はありません。

古来より岡藩主中川一族に愛され、昭和初期にドイツ留学から帰国した九州帝国大学松尾武幸教授が、日本では珍しい炭酸泉であることを見だし「飲んで効き、長湯して効く、長湯のお湯は心臓胃腸に血の薬」と詠み、その効果効能を高く評価しました。

長湯温泉が偉いのは、1987年炭酸入浴剤を開発していた花王からの全国炭酸泉調査の結果を知らせる手紙が契機となって、行政主導でありながら住民たちが地域限定の貴重な資源である炭酸泉に気づき、まちづくりの核として学び、その活用を真剣に討議・実践してきたところです。

当時の岩屋万一直入町長は農業と観光の振興を結びつける「農観併進」を進め、1989年に「全国炭酸泉シンポジウム」を開催し、炭酸泉先進国=ドイツに単に視察に行くだけでなく、その後官民の人材交流と文化交流を進め、300名以上の相互訪問をおこなって

人材育成に力を注いできました。その熱意は、「直入」ブランドのドイツワインの直輸入さえ実現しています。

町中には飲泉所があるほか、およそ30ヶ所に歌碑を建て、季節の花で飾る住民の意識の高さに感心させられます。医療連携にも熱心で、地元の伊藤医院の伊藤恭（きょう）院長の温泉療養、特に糖尿病治療に全国からインターネットで評判を聞きつけた患者が押し寄せるほどです。

ラムネ温泉は大丸旅館の外湯で、かつては秘湯に近く地元民や一部マニア向けのこじんまりとした温浴施設だったのが、2005年に東京大学藤森照信教授の設計で焼杉と白い漆喰のストライプが鮮やかで形も奇抜、御前湯と共に今や長湯のシンボリックな建築物「ラムネ温泉館」に大きく変貌を遂げました。マスコミを使った宣伝上手もあって、当然人気もうなぎ登りで、連休は超満員のため数時間待たされることもしばしばです。



左：奇抜なラムネ温泉館、右：1,200ppmの泡付きの露天ラムネ温泉

実測値32℃で1,200ppmのラムネ温泉（露天）と41℃で900ppmのにごり湯（内湯）があります。農業用ビニルハウスをすっぽり被ったラムネ温泉の湯口は浴槽壁にあり、ゴボゴボと炭酸ガスの大きな泡も混じって注ぎ込まれます。露天風呂にしないと酸欠事故を起こすでしょう。泡付きも良好ですが、さすがに32℃の湯温は冬季には寒く感じるので、内湯との交互浴を行います。浴槽は屈伸運動ができるように深めに造っています。その昔は1,700～1,800ppmもあったようで、「長湯全体での過剰な温泉の汲み上げが濃度低下を招いている」、と指摘する専門家もいます。

首藤勝次竹田市長は先見性のある方で、町職員時代の早くから炭酸泉をまちおこしの核に長湯を「日本一」の炭酸泉地域に育てた仕掛け人、立役者の一人です。そうして今度は国に先駆けて、竹田市が入湯税を原資に、2011年から温泉療法に対して独自に医療補助をすることが報道されました（日経新聞2010年6月16日付）。

七里田温泉・下湯

長湯から西に6km、車で10分弱の七里田温泉の歴史は古く、弥生時代から古墳時代にはすでに温泉が利用されていたと思われる多数の遺跡があります。奈良時代「豊後風土記」にも「二つの湯河」として七里田川（七里田温泉）と芹川（長湯温泉）が記載され、

江戸時代豊後竹田の岡城に播州三木から転封した中川氏、特に三代久清（入山）十代久貴は湯治をした記録が残っています（「七里田温泉今昔物語」より）。

現在は地元住民の温泉組合共有の共同浴場です。上湯・下湯とも低温だったので、上湯は新たに掘削し、1998年に高温泉の「木の葉の湯」が開業しました。この新源泉の泉質はマグネシウム・カルシウム・ナトリウム・炭酸水素塩泉です。

新館から100mほど川沿いに下ったところにある古びた2階建ての下湯（したんゆ）は地元住民の共同風呂だったのですが、酸欠事故死があって一時閉鎖されました。しかし、炭酸泉ファンの強い要望に応じて再開された秘湯中の秘湯です。

この温泉は、自然湧出のため、動力がなかった時代の浴場を思わせる古典的な造りをしています。自噴位置に合わせて古びた脱衣場から3段で1mほど階段を下りて、通常6名、最大8～10人が入れる約65cmもの深過ぎる浴槽に、泉温36℃、高濃度炭酸泉（数回の実測値は1,500ppm）が毎分約100ℓで2ヶ所に分けられた湯口から小川のように掛け流しされているのです。小さな浴槽内には踏み段もないので半身浴ができません。酸欠事故を防ぐために年中換気扇を廻しっぱなし、真冬でも窓は開けっ放しです。

ロッカーを設置していない脱衣場での盗難や無断入浴する不届き者の続出で、ここ数年のうちに鍵や監視カメラなど古びた建物と浴室には不釣り合いなセキュリティーが設置されました。残念なことです。



左：36℃で1,500ppmの最高の泡付き、右：七里田温泉・下湯の浴槽

2003年の温泉分析書では、943ppmと療養泉基準1,000ppmに届いていないため、泉質名はカルシウム・ナトリウム・マグネシウム・炭酸水素・硫酸塩泉で、「含二酸化炭素-」の表記が抜けていますが、驚くほどの泡付きの良さから誰もが認める国内トップクラスの濃度と温度を誇る炭酸泉です。

石灰華に鉄とマンガンが分厚く沈着した赤黒い浴壁ではグラスに注いだシャンペンのように、連続する細かな炭酸の泡が生まれては消えています。体を浸けると、直ちに細かな炭酸ガスの気泡が付き始め、みるみる大粒に成長し、本当にラムネの中に浸かっているようです。

週に数回遠方から通うの常連客のほか、近年秘湯として人気が高くなり、ネットで聞きつけ遠くから訪れる客が増え、連休だけではなく平日でも順番待ちがあります。1～数時

間は長湯するので途中脱水予防のため、炭酸泉を柄杓で湯口から汲んで飲みます。口に含むと金気はわずかで、飲みづらいわけではありません。

湯船に浸かると見知らぬ温泉客同士でも、他にすることもないため、誰ともなく話が始まり、弾みます。炭酸泉の温泉談義は勿論、各地方の話しや人生談など聞けて、昔ながらの共同浴場のコミュニケーションの良さを実感できるどころです。

夏場は、湯疲れすることなく数時間も長湯できますが、さすがに冬場は標高が570mもあるので寒く、36℃は芯から温まるとまではゆきません。やはり、体温を超える38～39℃の湯温のありがたさを実感させられます。それで、真冬はめっきり客足が減ります。

できるなら耐用年数がとっくに過ぎた建物の新築の際、十分な湯量と背後に空き地もあるので、踏み段すらない深すぎる昔ながら浴槽を40cm程度の浅めにして2～3倍の広さの浴槽にし、浴槽内の一部に加温用のラジエター型熱交換器を設置して、冬季は数℃加温してやれば、四季を通じてもっと多くの入浴客が恩恵を受けることができるはずです。

筧ノ口温泉・山里の湯

同じ温泉井戸が、途中からまったく違う泉質の温泉を湧出するようになった世にも不思議な温泉です。「炭酸泉のゴールデン湯温」38℃の湯温でありながらミネラルに富む高濃度炭酸泉は、疑いもなく世界レベルでもトップクラスです。

それは、九重の北からの入り口豊後中村から九酔峡を経て、九重夢吊り橋の駐車場から長者原方面へ歩いて5分の筧ノ口（うけのくち）温泉・山里の湯です。突如湧き出した高濃度炭酸泉が惜しげもなく掛け流しされています。

九重の南東と東側の黒岳周辺には阿蘇野の白水鉦泉、長湯温泉、七里田温泉・下湯など天然の高濃度炭酸泉地帯で有名ですが、北側には存在しないものと思われていました。

掘削700mのかつての泉質は、分析書によればpH8.7のアルカリ単純温泉（遊離炭酸ガス濃度1.6ppm）で周りの筧ノ口温泉と同様の濁り湯だったそうですが、井戸内部の配管にスケールが付いて詰まり2年間の休業の後、2007年若いオーナーが帰ってスケールを除き揚泉を再開したところ、常識を超えて皮膚に泡の付く透明な温泉が湧き出したのです。



左：山里の湯の小浴槽と大浴槽、右：38℃で1,400ppmの良好な泡付き

汲み上げの際生じた気体状態の炭酸ガスも含まれて、吐出口に被せたガーゼから細かな泡が勢い良く出ています。しかも、小浴槽での湯温が体温以上の38℃で源泉掛け流し・泡付き温泉です。誤って窓を閉めきってガス中毒しないように、窓の一部は固定され年中換気されるようにしています。

泉質は、小浴槽中央の実測値でpH6.7の中性で1,200ppmという高濃度。隣の大浴槽は、37℃で1,100ppmでした。含二酸化炭素-ナトリウム・マグネシウム・カルシウム-炭酸水素塩・硫酸塩・塩化物泉のミネラル豊富な泉質です。2010年3月には、より強力な水中モーターと交換したところ、源泉は1,600ppm、小浴槽は1,400ppmで泡付きもさらにアップ、湧出量は毎分130ℓと掛け流しに十分。ただし、複数の直角配管があり、1割以上の炭酸ガスが抜けています。

北部九州は比較的地震の少ないところですが、時たまある地震直後には湯が濁ったり、大地のダイナミズムに敏感に反応するそうです。

惜しむらくは、現在の浴槽の形状です。60cmは深すぎます。40cm前後で十分です。長方形の浴槽では温度と炭酸ガス濃度の勾配が自然にできるので、わざわざ浴槽を区切る意味はないでしょう。掛け流し湯量に見合う男女合わせて10トン位の広い浴槽が可能ですから、改装時には是非改良をお願いしたいところです。

亡き先代は九重すがもり小屋（標高1,500m）の小屋守さんでした。残念ながら1995年の硫黄山噴火により小屋は閉鎖されました。受付のある母屋には在りし日のすがもり小屋を彷彿させる古びた看板や硫化水素などの火山ガスで錆びた鐘などを展示しています。山里の湯は登山客と観光客向けの立ち寄り湯に加えて、湯治客と登山客のために自炊宿（宿泊料の長期割引あり）を併設しています。

特に宣伝もしないのにネットで噂が広がり、夏場には、全日本級のアスリートが長者原（標高1,000m）付近での高地トレーニング後のクールダウンに利用し始めました。冬季の閑散期にはアトピーで悩む人々の合宿を計画しています。アトピー治療にステロイド軟膏を何年も連用した場合、体外に排泄されにくい酸化されたステロイドのコレステロール骨格が皮膚に蓄積して炎症を増悪していますが、還元力の強い最高峰の炭酸泉は蓄積した酸化コレステロールの皮膚からの排泄を促進すると共に、酸素の薄い標高800mの大自然が心身を癒し、自然治癒力を引き出してくれることでしょう。

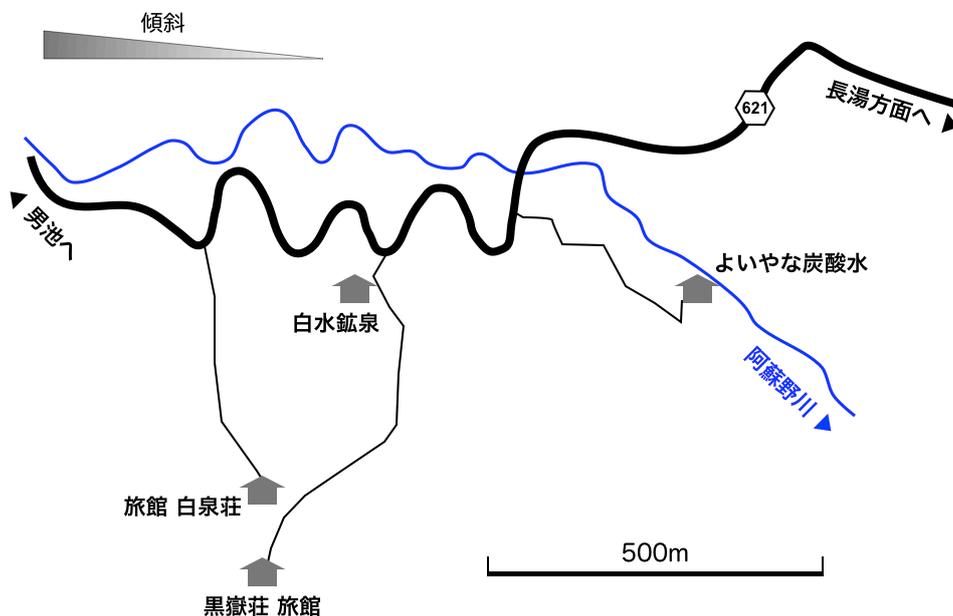
阿蘇野の高濃度炭酸冷泉湧出地帯

阿蘇野と言っても阿蘇山のある熊本県ではなく、大分県由布市庄内町阿蘇野です。九重連山の東端の黒岳（標高1,586m）斜面の北東山麓にあたり、標高約700m、黒岳・平治岳登山口の男池駐車場からは車で数分です。大分川の支流阿蘇野川の流れる地域で1km四方に4ヶ所の有料水汲場が集中しています。上流から白泉荘、黒嶽荘、白水（しらみず）鉱泉、よいやな炭酸水です。

背後は直ぐに黒岳が迫り、農業耕作地がありませんので、農薬や化学肥料の汚染がまったくありません。黒岳は一見すると九重連山中でも珍しく、全山が自然林で覆われていますが、紀元4世紀、わずか1,700年前の古墳時代の噴火でできた溶岩ドームのため、多孔

質な岩石から成る空隙の多い火山岩からなり、傾斜はきつく、川はほとんど伏流しています。

この豊富で低温の伏流水に火山ガス由来の炭酸ガスが効率良く溶け込むことで、高濃度炭酸泉が大量かつ絶えることなく生成されていると考えられます。



【図表3-3】庄内町阿蘇野の炭酸泉地帯の水汲場地図（浦川原図）



白水鉱泉の水汲風景

4ヶ所ともほとんど地表に自噴し、小川をなしたり、黒岳登山口の一つである黒嶽荘では10畳ほどの炭酸泉池を造っています。遊離炭酸濃度はどこも実測2,000ppm前後の高濃度ですが、源泉温は低く年中10℃前後です。どの炭酸泉も口当たりが爽やかな炭酸泉ですが、ミネラル含有量では白水鉱泉の58（軟水）から阿蘇野川下流の「よいやな炭酸水」の253（硬水）まで幅があります。湧出量は計測できないくらい多く、どこも毎分数百ℓと言ったところでしょう。

休日ともなると、地元大分から福岡、北九州市、熊本など水汲客の県外ナンバーが目につき、水汲客が絶えません。中には、営業用に数百ℓも汲んでゆく人もいます。そのまま飲む他に、炊飯、煮炊きは勿論、焼酎やウイスキーのソーダ割り、お茶やコーヒーにもってこいです。煮沸して炭酸ガスを飛ばすと、pHが9前後のアルカリ性になります。

20ℓのポリタンクに汲んでゆく人が多いのが気になります。2,000ppmと言う炭酸ガス濃度は水の容量とほぼ同じ容量の炭酸ガスが溶けているため、一気に使わない場合には次第にガス抜けを起こします。特に気温の高い夏場には、最後の方はかなり低濃度になっているでしょう。2ℓ程度の耐圧ペットボトルの方が、ガス抜けを防ぐ意味で、使い勝手が良いと思います。2,000ppmもあれば、日光を当てさえしなければこの地域の炭酸泉は腐りません。

しかし、日夜自噴する膨大な湧水量からすれば、実際に利用されているのは1%もなく、99%以上が川に流されています。せっかくの地域限定優良資源です。もったいないことです。道が整備されていなかった大正時代にも、海軍等に販売した過去の歴史があるのです。ボトリングして軟水のガス入りミネラルウォーターとして、国内はおろか輸出を視野に入れることが十分可能です。

また、私の発明した炭酸ガス抜け最小限化の高濃度炭酸泉加温装置「カーボウォーマー」（後述）で加温さえすれば、「飲んで良し、浸かってさらに良し」の素晴らしい炭酸温泉に活用できるはずです。

霧島の炭酸泉地帯

霧島火山群の周辺2ヶ所の炭酸泉地帯は、南西麓にある天降川（あもりがわ）中流域に並ぶ、妙見温泉、安楽温泉、新川温泉、日之出温泉、ラムネ温泉など新川溪谷温泉郷のある鹿児島県霧島市牧園町一帯と、東麓にあたる宮崎県高原町の極楽温泉・湯之元温泉・サンヨーフラワー温泉など7つの温泉からなる高原（たかはる）温泉郷です。



左：新川沿いの妙見温泉、右：自炊部もある旅館・田島本館

1866年幕末の志士、坂本龍馬が妻お龍を連れて、寺田屋騒動で負った手傷を癒すため、薩摩藩の西郷吉之助や小松帯刀（たてわき）のはからいで療養兼日本初の新婚旅行したとされる新川渓谷温泉郷一帯の炭酸泉は、一般に源泉温が高く40数～55℃もありますが、遊離炭酸ガス濃度はいずれも600～1,000ppm程度のミネラルに富む中濃度炭酸泉です。

霧島山系の麓であるため湧出量の豊富な自噴井戸が多く、妙見温泉では川岸に自噴しているのを見ることができます。掛け流しの温泉宿にはホームページも充実している石原荘のような高級旅館から、湯治客用に自炊専門旅館や自炊部を設けている庶民的な旅館やホテルが多いのも特徴で、今でも固定客が定期的に中長期滞在する湯治文化を色濃く残している湯量豊富な昔ながらの温泉郷です。

2010年のNHK大河ドラマ「龍馬伝」人気にあやかって、霧島市は龍馬とお龍が10日ばかり湯治をした市営の塩浸（しおびたり）温泉を5月にリニューアルオープンさせ、話題を集めています。塩浸温泉の遊離炭酸ガス濃度は分析書で619ppmです。近くの妙見温泉にもキズ湯と名の付く温泉浴槽があり、炭酸泉が創傷治癒に優れていたことを物語っています。



左：たかはる・湯之元温泉の22℃の源泉浴槽、右：鉄分の多い極楽温泉の源泉井戸

たかはる温泉郷は、サンヨーフラワー温泉のように40℃を超える炭酸泉もありますが、炭酸ガス濃度は1,000ppmを少し超える程度で、泉温が高いためガス抜けが多く、肝腎な湯船の濃度は中程度です。

それとは別に、この温泉郷には源泉温20数℃と比較的低いながら高濃度の炭酸泉が湧出します。極楽温泉と湯之元温泉の源泉遊離炭酸ガス濃度はそれぞれ2,200ppmと1,800ppmの高濃度です。

これらの温泉施設の源泉は、ともに鉄分やその他のミネラルが多いながらも無色透明ですが、沸かし湯は加温過程で炭酸ガスの大部分が抜け空気と接するため、直ちに酸化して茶褐色の濁り湯となります。残念ながら浴槽では、炭酸入浴剤程度の50～100ppmしか

残っていません。高濃度炭酸泉の源泉風呂も用意されていますが、夏場以外は冷たくて入れません。交互浴するにも20数℃は低すぎます。体を芯から冷やすことになります。

また、鉄やヨウ素など無機物で脂溶性のものは皮脂腺から吸収され、炭酸泉で充血すると吸収が促進されるようです。

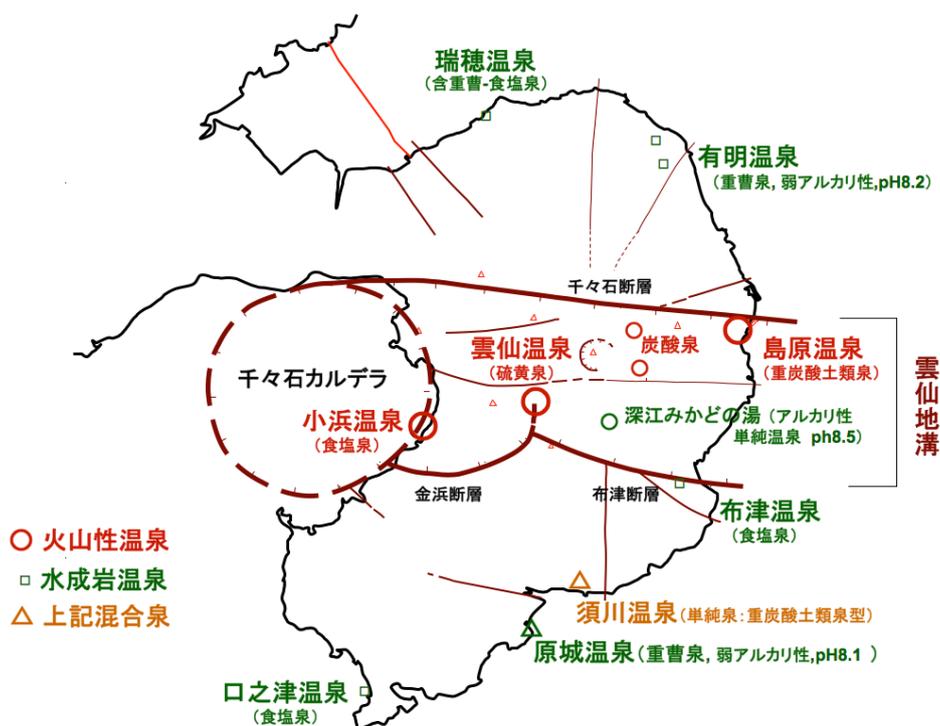
極楽温泉は、炭酸ガス抜けを最小限にする天然高濃度炭酸冷泉専用の加温装置「カーボウォーマー」を導入し、浴槽で泡付きの本物炭酸泉を提供する予定です。

島原は知られざる大炭酸泉湧出地帯

雲仙火山は噴火災害をもたらしてきた反面、温泉の恵みももたらしています。

1990～1995年の普賢岳噴火当時、鐘ヶ江菅一元島原市長と共にマスコミによく登場された九州大学島原地震火山観測所長（当時）で雲仙と温泉と地下水研究が専門の太田一也九州大学名誉教授によると、マグマ溜まりは橘湾（千々石湾）の水面下10数kmにありマグマの火道が何故か東に向かって斜めに上昇します。

そのためマグマに含まれるミネラルやガス成分が、まるで高温から低温まで温度勾配によるクロマトグラフィー（物質を成分ごとに分離・精製する物理化学的手法）で分けられたように、地上では西から東へと約15kmの範囲で小浜温泉（食塩泉）、雲仙温泉（硫黄泉）、島原温泉（重炭酸土類泉および炭酸泉）と異なる泉質の温泉群に直線的に分離している珍しい火山と温泉の関係なのです。



【図表3-4】島原半島の温泉分布図（太田一也九大名誉教授、2010）

炭酸泉としては、食塩泉で有名な小浜にも道路沿いの旅館街の裏手少し上がったところに、硫化水素臭が漂い25℃程度の刈水炭酸泉がゴボゴボと音を立てて湧いています。炭酸ガスの吹き出しが主で、炭酸泉の湧出量は極わずかな噴泉です。源泉にはイオウの湯の華が混じっていますが、pHが5.1と低い割には遊離炭酸ガス濃度は780ppmの中濃度でした。

やはり雲仙岳の炭酸泉の主流は、島原市の位置する島原半島を東西に走る千々石断層と布津断層に挟まれた雲仙地溝帯東側です。普賢岳噴火後の炭酸ガスの放出は、島原半島東部で1日当たり90トン、内訳は土壌から80トンと地下水から10トンと見積もられています（宇都ら、2004）。噴火により表土がはぎ取られ、多孔質な岩石で空隙も多い火山ですから、天水は地下水となって伏流します。加えて、島原半島東岸はマグマの熱源から一番遠いため高温泉には恵まれない反面、低温泉であるがゆえ、地下の高圧と低温の水という炭酸ガスが溶け込み易い条件で生成される高濃度炭酸泉の知られざる宝庫なのです。

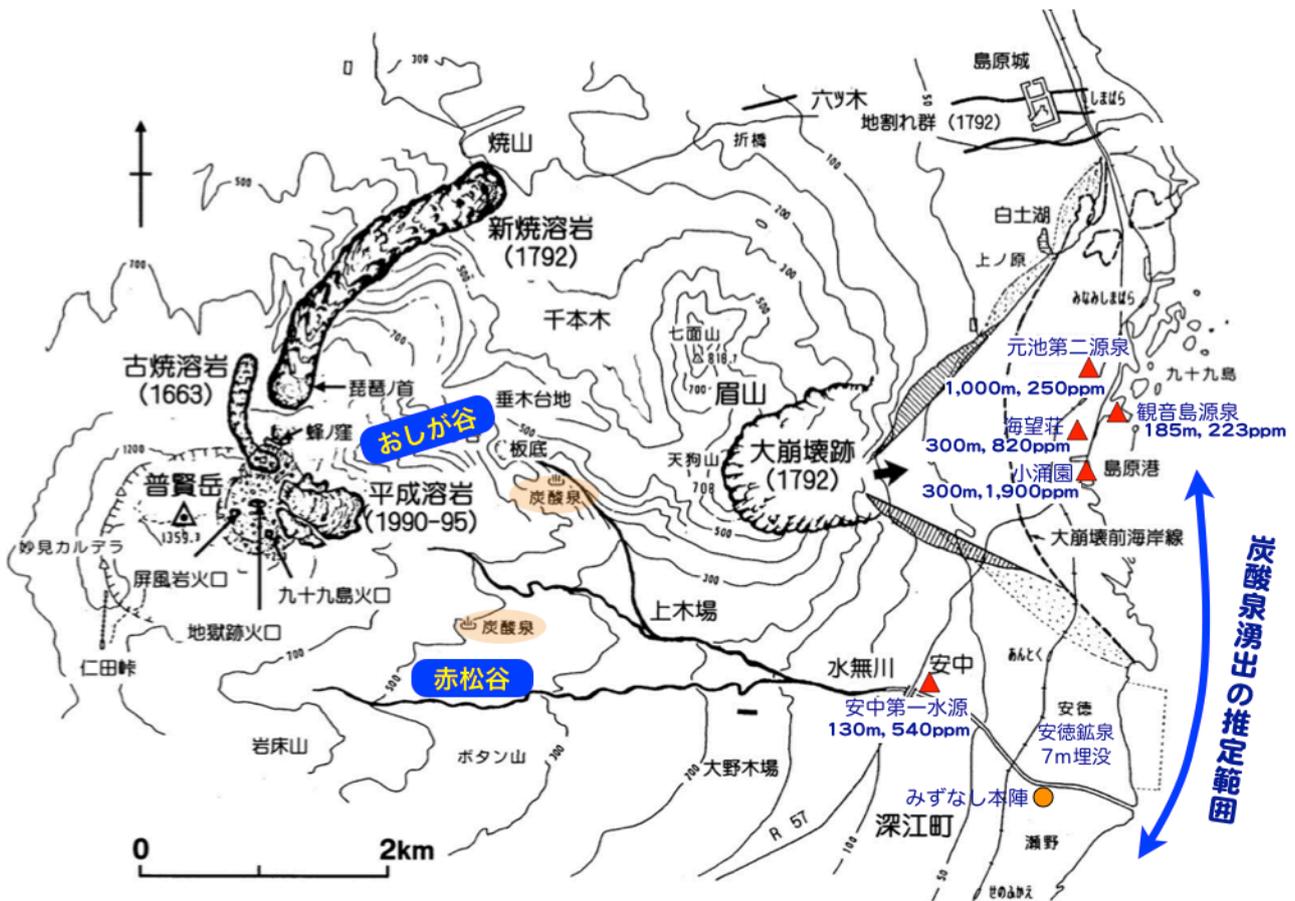
火山の山腹では天水が浸透し、麓にあたる島原は古くから「水の都」と呼ばれ、市内いたるところに湧水が沸き、それらは「島原湧水群」と称されてきました。島原湧水にも適度の炭酸ガス（3～30ppmがおいしい水の要件）が含まれており、そのため飲み口が爽やかです。島原市は上水道用の水源を豊富な湧水と地下水に頼っています。しかし、高濃度の炭酸泉の分布は、市内南部のフェリーターミナルから南島原市深江にまたがる水無川一帯にかけてです。

その一つ、普賢岳からの土石流が水無川と北安徳導流堤の分岐点付近で左右に分かれ流れ下った安中三角地帯で、この地域の7割の家屋が土石流に埋まった中で奇跡的に埋没から免れた先端部に、噴火前から上水道に利用されてきた島原市の安中水源があります（図表3-5）。地下水を汲み出す2本の井戸はともに地下130mの井戸です。水温は噴火前の17℃から現在24℃に上昇し、遊離炭酸ガス濃度も温泉基準（250ppm以上）を満たす実測値540ppmもあります。この水源の水はpH5.6の弱酸性で、そのままでは水道水質基準のpH5.8～8.6を満たさないため、わざわざ曝気されて中性にされ、水道水として供給されています。

しかし、硬度が200もあって、軟水を好む日本人には合わず、住民にも不人気な水だそうですが、そのまま紫外線殺菌してポトリングすれば、中濃度の炭酸ガス入りミネラルウォーターとして国内外の市場に出せるのかも知れません。

高濃度炭酸泉として、普賢岳噴火以前には「おしが谷」と赤松谷付近の「炭酸水谷」に数ヶ所高濃度炭酸泉が湧出していました。また、水無川下流には安徳・安中・瀬野にも鉾泉が湧き、炭酸泉でした。「おしが谷」の普賢炭酸泉は14℃で1,146ppm（太田一也九大名誉教授）であったとされます。残念ながら、これらの浅い炭酸泉は今回の普賢岳の噴火活動（1990～1995年）の火砕流と土石流によって全て埋没し、今はありません。

噴火後に土石流の土砂で7m程かさ上げされた安徳と安中地域で、近年農業用や公園用に掘削された井戸（深度40～150m）水には、どれも遊離炭酸ガスが実測で500ppm程度含まれており、鉄管を腐食し、口に含むと炭酸味がします。



【図表3-5】普賢岳の推定炭酸泉地帯（太田一也九大名誉教授、一部改）

島原観光ホテル小涌園の炭酸泉は、地下300m掘削の井戸から毎分約500ℓで30年以上も前からずっと自噴し続けており、泉温は26℃で遊離炭酸ガス濃度は、実測値1,900ppmと非常に高濃度です。泉質は含二酸化炭素-マグネシウム-カルシウム-ナトリウム-炭酸水素塩泉で、MgやCaなどミネラルにも富み、硬度1,500の超硬度水です。

島原小涌園から北北西300m程にあってほぼ同じ300mの深度の井戸から同じく自噴する海望荘の炭酸泉は実測値820ppm、さらに北の観音島源泉の深度185m井戸は223ppm（温泉分析書）と北上すればするほど薄くなる傾向があります。

一転して南側には、「小涌園から水無川にかけての地下には、膨大な量の炭酸泉資源が見込める」（太田一也九大名誉教授談）のです。現在ほとんど利用されていないこの地域限定優良資源は、雲仙岳東斜面を伏流し、大部分は沿岸の有明海で海底地下水湧出により消えていると思われます。

2008年世界ジオパークネットワークに、国内初として糸魚川ジオパーク、洞爺湖有珠山ジオパークと並んで認定された島原半島ジオパークですが、火山がもたらすものには忌まわしい災害と恵みの二面があります。島原の多くの人々はこの豊富で人を癒す価値の高い高濃度炭酸泉という「恵み」である地下資源に気付いていないようです。観光や教育に限らず、活用次第では医療観光都市として国内はもとより、国際的な療養地になれる可能性を秘めているのです。

船小屋鉱泉 ---- 堆積平野の高濃度炭酸泉

温泉を大切にしていなかったため、一時的な繁栄の後完全に衰退した例として船小屋温泉をあげます。

泉温20℃前後の船小屋鉱泉は江戸時代末期（1810年）に、矢部川を挟んで北側の久留米・有馬藩と南側の柳河・立花藩で発見され、明治21年の浴場建設以降は傷の治りが早いことから「日露戦争時に陸軍指定の転地療養所」に指定されるなど、「天与の霊泉」「天輿の湯治場」として明治・大正・昭和と繁栄しました。年平均2万人もの入湯客で賑わい、30数もの温泉旅館が造られました。

しかし、昭和10年の開発50周年記念を最高潮に、100年を待たずしてここ数十年で完全に衰退しました。今では飲泉だけの、本格的な温泉のない名ばかりの温泉郷になってしまいました。

衰退の原因として共同湯=外湯の温泉郷だったのが、各旅館が単なる井戸水の沸かし湯の内湯を造ったこと、遊興の温泉と化したこと、2つの鉱泉会社の客と資源の競合、鉱泉会社株主の地域独占化などいろいろな要因があります。中でも最大の原因は、高濃度炭酸泉でありながら、釜炊き加温から急激な温度上昇を伴う近年のボイラーという不適切な加温によって、最も重要な温泉成分である遊離炭酸ガスがほとんど抜け去るようになったからでしょう（後述）。

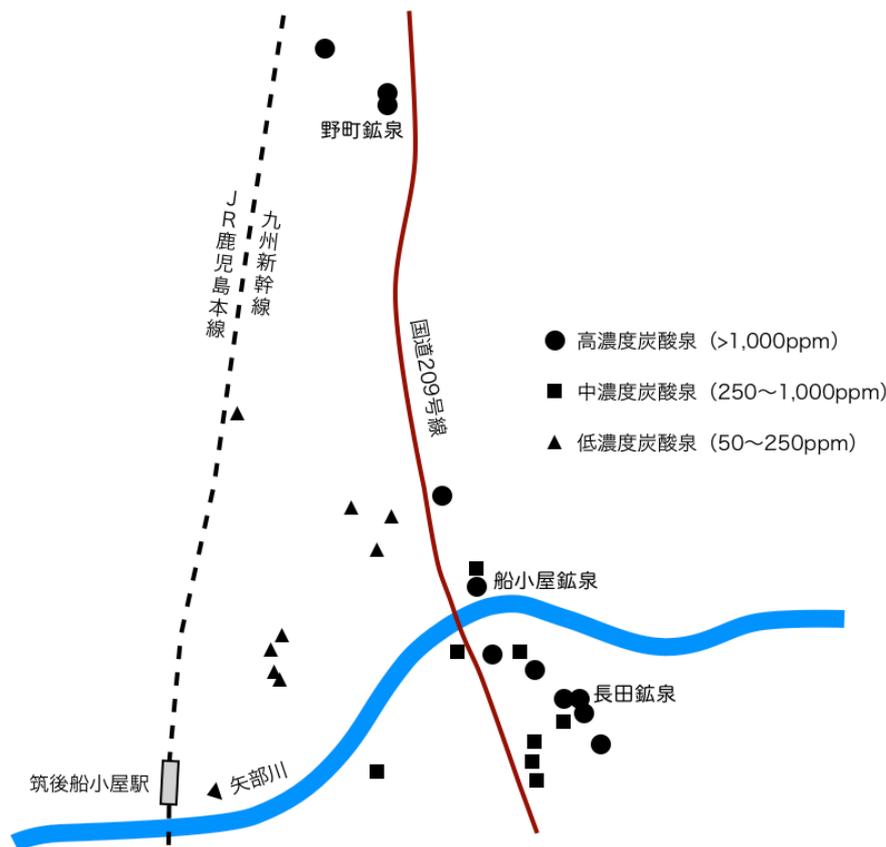
最近私は、松田忠徳教授が絶賛する山口県の俵山温泉を訪れました。40軒ほどの小規模な旅館が狭い谷間にひしめき、1,100年の歴史を持つ昔ながらの温泉地です。夜になると温泉街は静寂で、豪華な建物や遊興施設はありません。少ない温泉資源と認識しつつ、かたくなに2つの外湯中心の昔ながらの湯治場を守り続けて今に至ります。船小屋の盛衰とは対極的な温泉郷の歴史です。

船小屋のある筑紫平野は、有明海の北半分を取り囲むように広がる約200平方kmの広大な堆積平野です。日本でも有数の筑紫平野は、悠久の時間（恐竜が絶滅して新生代が始まる6,500万年前から現在）をかけて、筑後川、矢部川、嘉瀬川、六角川などの河川が、上流の山地から土砂を運んで広大な盆地に堆積してできたものです。最深部は柳川市付近で地下900mにも及ぶとされます。その南東部、矢部川が東から西へと緩やかに蛇行しながら流れる中流域に船小屋は位置します。

初めは手掘りの浅い井戸でしたが、矢部川上流に日向神ダムが建設され、堤防がコンクリート化されるにつれて、河川の水位と共に井戸水の水位も下がり、筑後市側は30mを超える深い鉱泉井戸になりました。川を挟んで南側のみやま市長田地区では、近くの筑肥山地からの豊富な伏流水の影響か、今でも浅井戸で飲みやすい炭酸泉です。長田鉱泉場では水汲客が絶えません。

しかし、なぜ近くに火山もない広大な堆積平野の一角に、高濃度炭酸泉が湧出するのでしょうか。

その成因に関しては、今まで積極的に調査されてこなかったためか、資料に乏しかったのです。そこで2006年から、現存する井戸の調査・成分分析と過去のボーリング調査などの実際のデータを積み上げ、その成因を考察してみると、一見大自然の偶然が積み重なった奇跡かと思いましたが、実は他の河川でも同じような条件さえ揃えば、必然の産物であることが示唆されました。



【図表3-6】船小屋炭酸泉井戸分布マップ（浦川原図、2010）

筑後市は1992年に、当時の70m掘削井戸からの船小屋鉱泉（旧源泉）の湧出量が減少したため、船小屋鉱泉場の地下70mまでの地質調査を民間会社に依頼し、試掘結果が残されていました。その地下構造は下記の通りです。

- ・八女台地南部低位部にあり、矢部川沿いに発達した扇状もしくは三角州地底部に属する。
- ・地層構造は、地表から下へ、表土、沖積層、洪積層、八女層となる。
- ・洪積層（180～1万年前）及び沖積層（1万年前～現在）は、砂礫を主体とする扇状地性堆積物で、一部に粘土層（3層）も見られる、いわゆる氾濫原堆積物である。特に9万年前には、山口や延岡まで火砕流が達し北海道に15cmもの降灰をもたらした600万km³ものマグマの噴出を伴う超巨大噴火した阿蘇-4の火砕流が一带に押し寄せ、火山灰の赤土（筑後ローム層）を堆積させた。
- ・八女層は、新生代新第三紀新世～鮮新世（2,250～500万年前）にかけて堆積したもので、礫岩、砂岩、凝灰岩から成り、古生物である埋木や亜炭も含まれる。
- ・ちなみに有明海沿岸の三池炭田は、これら以前の古第三紀（6,500～4,000万年前）に堆積した植物に由来する。

今回調査した船小屋鉱泉の井戸の分布と特徴をまとめると次のようになります。

1. 炭酸泉湧出地帯は矢部川と直交

炭酸泉の井戸の分布は、東から西に流れる矢部川に直交する国道209号線にほぼ沿って

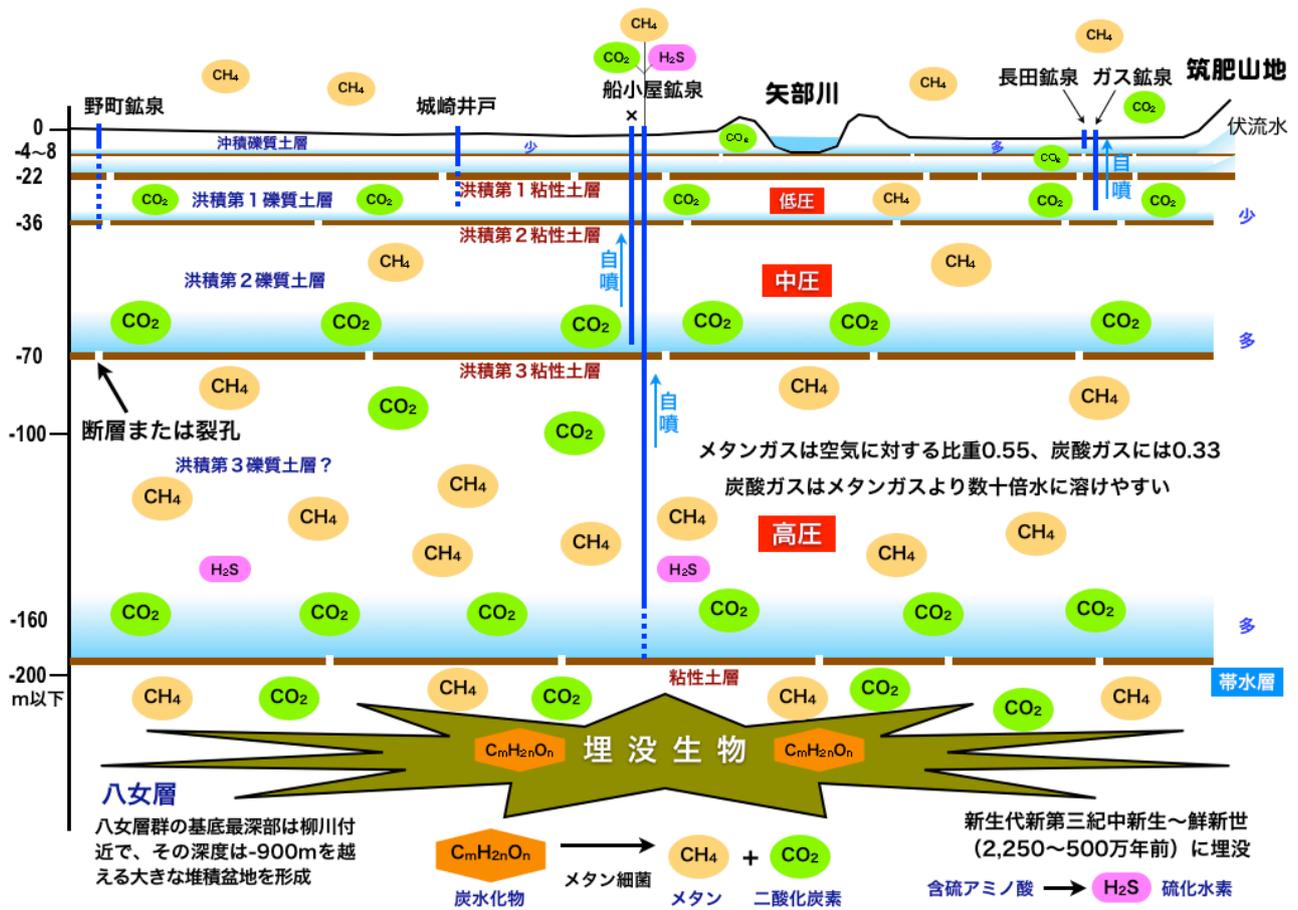
川をまたぎ、南北3kmほどの扇状地の先端のような円弧状を描いています。温泉の専門家によると「平野部の地下水脈の多くは、表層の沖積層の下に埋没した河川で、透水性の良い砂礫層が地下水の流動経路になっています。この場合、現在の河川の流路方向におおむね沿っていることが普通です。」とすることで矛盾します。この現象を説明するには、「大きな断層が走っている」、など特別な地層構造がないとこれを説明できませんが、この地域には断層は確認されていません。

2. 炭酸泉湧出地帯の地理的位置

筑後市の北半分は八女丘陵と言う丘陵地帯（正確には河岸段丘）であり、南のみやま市側は清水山のある筑肥山地（三郡変成岩と呼ばれる古生代の変成岩と中生代花崗岩類から成るの古い山地）の最西端に当たります。すなわち、炭酸泉湧出地帯は矢部川が八女と筑後市南部の狭い回廊から、一気に平野に開けたところに位置します。炭酸泉の湧出地帯が中流域の扇状地もしくは、過去海岸線の河口三角州であったことは明らかです。近くの清水山地一帯には旧石器時代から縄文時代の遺跡があり、わずか1,800年前の卑弥呼の時代でも一帯は有明海の瀉や洲や島々が点在し、矢部川が網状に流れていたとされています。

3. 現在の鉱泉井戸と水質分析

現在、最深の地下160mから採水している船小屋鉱泉場の鉱泉は、炭酸ガスにより間歇的に自噴しており、カルシウム、マグネシウム、鉄などのミネラル豊富な硬水です。僅かに硫化水素臭がします。掘削時のガス分析では少量のメタンガスも検出されています。長田鉱泉に代表されるみやま市側の浅井戸（10m未満）の炭酸泉は、ミネラル分が少ない軟水です。船小屋鉱泉場の他、掘削時に爆発的に自噴した野町鉱泉、長田鉱泉場近くの地下30mの間欠泉など深い井戸では圧力が高く、自噴する傾向があり、地下の炭酸ガス圧力が高いことを示しています。



【図表3-7】 船小屋鉱泉の成因と地層構成 (浦川原図)

上記のように、スポット的に濃度の高い井戸が分布する船小屋の炭酸泉湧出地は狭い帯状で、北が野町、南が長田の間3.5kmに限定され、今のところ、それ以外の地域には鉱泉が確認されていません。また地理的には、矢部川と直交し、川が平野に一気に開けた地点に扇状に分布しています。地下70mのボーリング調査による地層構造では、粒径の小さな粘土やシルトで形成される数層の粘性土層（粘土層=難透水層）とその上の水が貯留する礫層=帯水層から成るサンドイッチ構造が認められています。また、現存する深い井戸ほど地中のガス圧が高く、自噴傾向にあります。

最も深い船小屋鉱泉場の井戸（新源泉）から噴出するガスの成分から、船小屋鉱泉の成因は、大昔（2,000万年～500万年前）に大土石流や大洪水がもたらした地下200m以下の埋没生物が、嫌氣的条件下でメタン細菌によって徐々に分解されメタンガスと炭酸ガスを生じている、と考えられます。

また、薄いながら船小屋鉱泉場で臭う硫化水素は、タンパク質中の含硫アミノ酸の分解産物でしょう。蓋を被せるように上から覆う数層の粘土層は、発生するガスを封じ込める役割を果たしています。しかし、長い地質時代に起こった地震などによって、部分的に亀裂や裂孔が生じているでしょう。それらの穴を通じて、地下水はさらに下の帯水層へ沈降し、地中で発生した2種類のガスは上昇します。

そのうちメタンガスは、空気や炭酸ガスに比べて軽く、水にはほとんど溶けません。そのため、地層を比較的容易に抜け出し、最終的には大気中に放出されるでしょう。一方の炭酸ガスは空気より重く、水に溶けやすいのです。しかも、周りの圧力が高ければ高いほ

ど、水には溶けやすくなります。そのため、粘土層の亀裂や裂孔に近いほど、より高濃度の炭酸泉を生じると考えられます。このように、特殊な地層構造が、炭酸泉の濃縮メカニズムとして働くと説明できます。

この古生物由来と推定される資源は、火山性と違って持続的な炭酸源の供給がなく、やがては枯渇する地域と時間が極めて限定的な資源と言えます。但し、この資源はこの先100年200年ですぐに枯渇するものではないことは明らかです。メタン細菌による分解は、現在も継続していると考えられ、石油や天然ガスのように過去大量に生成されたものが地層中に貯留しているのではないでしょう。

このように、炭酸ガスの供給速度が限られているため、過剰な炭酸泉の汲み出しは、直ちに炭酸ガス濃度の低下を招くでしょう。従って、この限りある地域限定資源を有効に使うか否か、人間の英知が試されるのです。

成因に関して、私の生物起源説に対して、太田一也九州大学名誉教授は変成岩起源説を採用しています。最終的には、噴出ガスのヘリウム同位体比や炭素同位体比等の科学的な検証で成因が明らかになると思われます。

2009年、私が独自の資源調査から提案した船小屋鉱泉活用の筋書きを流用して、地元の商工会議所の音頭で温泉復活目的の公的補助金を得ました。そうして、2010年に産学共同事業として九州大学と久留米高専が、「炭酸ガス抜けなし」の加温装置を稼働させました。

私のアイデア（後述）とまったく異なる加温原理は、砂利を詰めた充填層（熱交換槽）を一旦温水で加温し、その後加温水を抜き、新たに源泉（含二酸化炭素-鉄泉、1,800ppm）を通し温めることを交互繰り返す非連続加温のバッチ方式です。しかし装置の割には給湯量が少なく、試験運用中の浴槽での遊離炭酸ガス濃度は400ppm程度で、湯温は30℃そこそこ、湯はすでに酸化（温泉の老化）され茶褐色に濁っており、皮膚や体毛への炭酸ガスの泡付きがまったくありません。残念ながら構造上連続加温ができず掛け流しに十分な湯量を給湯できず、加温段階でのガス抜けも多く、加温水が一部混じる加水ありのこの方法では、浴槽内でも高濃度という加温目標に遠く及びません。この浴槽を高濃度とは誰も認めないでしょう。

「灯台下暗し」とはよく言ったものです。地域の有形無形の財産は住民には見えにくく、よそ者の指摘がきっかけで、それまで気付かなかった地域資源を活用して地域興しに成功したケースはよく聞く話です。官尊民卑の度量の狭い地域の気質をぬぐい去り、私が発明した「正しい加温」、すなわち炭酸ガス抜け最小限化、加水無し、酸化無しの連続加温法（後述）による本物の炭酸温泉を提供すれば、外湯中心の温泉街の再興が可能だと思います。

最近、堆積平野に湧出する高濃度炭酸泉として、船小屋炭酸泉が唯一の事象ではなく、ある程度普遍的な事象であることが次第に分かってきました。それは、筑紫平野では矢部川の約5倍もの水量があり平行して流れる「筑紫次郎」筑後川にも同じような炭酸泉湧出地帯が存在することが、再確認されたのです。

それは、久留米市北西部で筑後川と宝満川の合流地点の鳥栖市側、下野地区（海拔0～6m）です。約30年前のこの地域の井戸に炭酸泉が湧くことが、太田一也名誉教授に確認

されて以来その井戸は埋められてありませんが、今日でも新規の90m掘削農業用井戸水に1,100ppmもの炭酸ガスが含まれていることを私は再確認しました。この地域は今でこそ平野の真ん中ですが、地質学的な歴史からすれば、ごく最近の人為的な干拓が行われてきた結果であって、卑弥呼の時代は「筑後川の河口は佐賀県三根町天建寺付近と久留米市安武町住吉を結んだ付近にあって、それから南は佐賀県側も含めて、すべて海であった。」（宮崎康平著「まぼろしの邪馬台国」第2部）のです。

このことから、一般的な現象として、堆積平野にある大きな川の古代の中流域の扇状地あるいは河口三角州には、地質時代に度々と襲った大土石流による上流からの大量の古生物が埋没しており、有機物の炭化と分解による炭酸ガスが継続的に発生して、地下水を炭酸泉化している図式が見えてきます。ですから条件さえ揃えば、堆積平野で高濃度炭酸泉が湧出しても不思議ではないのです。

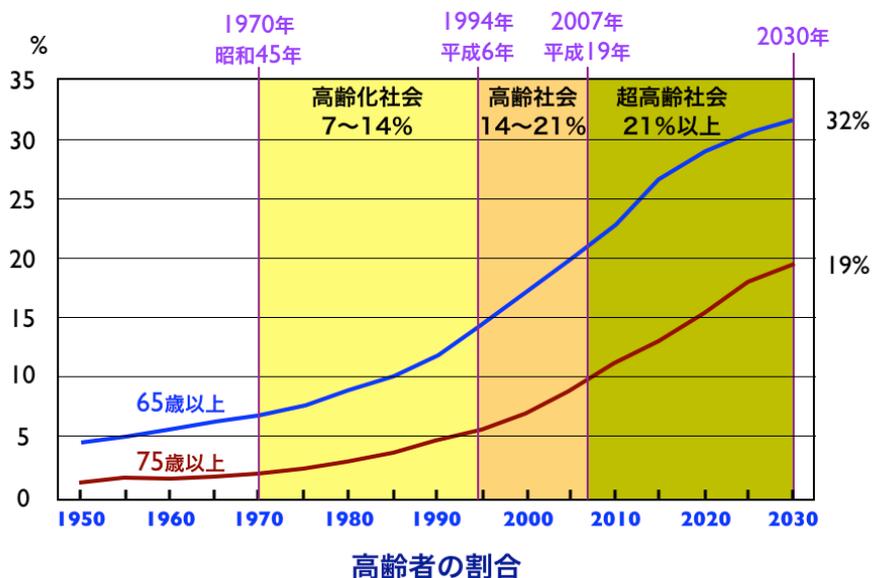
第4章 超高齢社会と炭酸泉

超高齢社会の幕開け

各種の推計では日本の高齢化の進行速度は世界一で、厳密な言葉の定義からすれば、高齢化社会（高齢者人口比7～14%）はとっくに過ぎ、高齢社会（同14～21%）から超高齢社会（同21%以上）に突入しています。

この急激に進む日本社会の少子高齢化の結果「団塊の世代」が75歳以上になり2030年頃にピークを迎える超高齢社会では、65歳以上の高齢者の割合が32%にも達すると予想されています。

2008年度の高齢者一人あたりの医療費67万3,400円は、65歳未満の4倍を超えています。2025年には国民医療費が81兆円にも達し、そのうち高齢者医療費が55%を占めるといふ試算もあります。高齢者1人を支える現役世代の人数は、現在の4人から2.3人にほぼ半減します。現在の国及び地方の長期債務総額847兆円（国民一人あたり878万円）の返済に加えて、医療と介護の負担が、若い世代にずっしり覆いかぶさるのです。



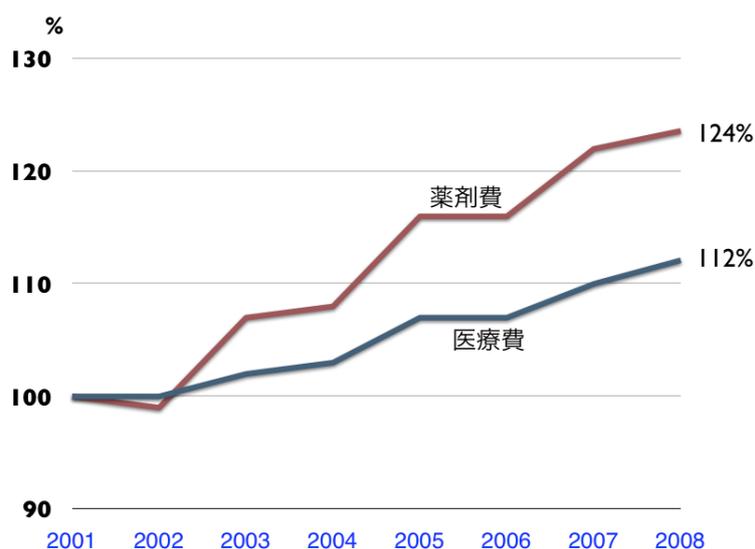
【図表4-1】日本の高齢者人口比の変遷と予想

また、痴呆を含む要介護者数は320～520万人にも及ぶと予想されています。「この要介護者数激増という危機を克服するのは、予防による介護なき長寿の実現と高度の医療技術です。」（香川靖雄著『老化と生活習慣』）と指摘するのは正しいでしょう。

現代医療の問題点

日本の総医療費は2008年度には34兆8,084億円で前年比2%6,725億円の伸びで、2年連続の過去最高を更新しました。国民一人あたりの医療費の平均は27万2,600円です。

その特徴を見ると、2001年から2008年までの7年間に医療費は12%伸びておりますが、そのうち薬剤費は24%も伸びています。実に医療費の伸びの約6割は薬剤費の伸びに吸収されている計算になります。



【図4-2】医療費と薬剤費の伸び（厚生労働省）

特にこの間、2000年と2004年の高血圧のガイドラインが改定されて、高血圧の基準が相次いで引き下げられ、急成長したのが降圧剤です。2000年は売り上げ5,000億円だったのが、2007年には1兆円を超えました。中でもアンジオテンシン受容体拮抗剤ARBの売り上げは、年間4,200億円という急増ぶりです。

この理由は、この間の国内外の高血圧の診断基準が引き下げです。世界保健機構WHOは、1978年来の高血圧の治療基準（収縮期160／拡張期95）を1999年に新しい基準（収縮期140／拡張期90）に一気に引き下げ、それに呼応するように2004年の日本の高血圧治療ガイドライン（収縮期140／拡張期90）も下げられ、驚くことに2009年の改定では、年齢に関係ないガイドライン（収縮期140／拡張期90）になりました。治療目標値は収縮期130／拡張期85未満です。

この高血圧治療ガイドラインは、心筋梗塞や脳卒中などの循環器疾患の罹患率が減るかどうかの基準だけで考えられています。そもそも、脳卒中も今や欧米並みに下がり、心筋梗塞に到っては欧米の1/2から1/4しかない日本と欧米の高血圧の基準が同じと言うのも、余りに乱暴な「世界統一」基準です。

このガイドラインの基準値の引き下げで、新たに2,100万人の『高血圧患者』が新造され、それまでと合わせて一気に3,700万人もの治療対象の高血圧患者がいる国になりました。

日本人の死因第一位はがんです。絶えず生まれ、1日に3,000細胞とも見積もられる異常細胞を監視・排除しているのは、リンパ系の白血球ですが、流れの良い血流に乗ってこそ全身をくまなく巡回監視できるのです。生体内の小さな血管を写した動画を見ると、リンパ球は血管内壁に敷き詰められた血管内皮細胞と接触しながらクルクル自転しつつ血管壁上を転がるように、血流に押されて血管内を移動しているのが分かります。

血流はガス交換、栄養素・代謝産物・ホルモンの運搬、免疫細胞の循環だけでなく、熱をも運搬します。そのため、降圧剤による低血圧でもたらされる組織や臓器における低酸素と低体温は、酸素を必要としない解糖系にエネルギー産生を委ねることでミトコンドリアの数が少ない無限分裂細胞であるがん細胞のもっとも好む環境なのです。

がん細胞が脳に並んでブドウ糖の大食漢であるという性質は、PET（ペット）検査で、フッ素18という半減期が約110分と短寿命の放射性同位元素の目印が付いたブドウ糖を静脈注射して、その全身分布を画像化し、放射能の集積部分を見つけることで、がんを診断するのに応用されています。

血圧の薬物治療の究極の目標は、「元気で長生き」のはずです。本来なら血圧を薬で基準値以下に下げることが、全死亡率に影響するかどうかを検証されなければならないのです。ところが、病的な二次性高血圧は別として、多数を占める本態性（『原因不明の』という医学専門用語）高血圧を降圧剤で治療して、寿命が延びる確たる統計学的な証拠=エビデンスがないのです。

それどころか、今までの疫学研究データ（NIPPON研究、JATE研究、JATOS研究）は積極的な降圧剤による治療（収縮期120mmHg未満）は、どれも総死亡率を増加させているのです。まさに「ガイドラインが病人をつくっている」状態なのです。

これは高血圧だけの問題ではなく、血中コレステロール値のガイドラインの基準値引き下げも全く同じ構図です。肉食が原因で心筋梗塞が多発する欧米では、血中コレステロール値が低ければ低いほど良いと考えられてきたからです。特に、密度の低いLDLコレステロールを「悪玉」呼ばわりし、140mg/dℓという上限値だけを設定し少なければ少ないほど良いとしています。

そもそも、LDLコレステロールは構成成分として、脂質二重層だけなら本来フニャフニャの細胞膜などの生体膜を形崩れしなようにがっしりさせ、コレステロールホルモンの原料となるなど、生体成分として欠くことのできない成分です。

しかも、「低いコレステロール値はがんの発症と死亡率を高める」、との報告が各国で相次いでいます。ちなみに、日本でも大半のがん患者のコレステロール値は、現在のガイドラインの基準では優等生です。低コレステロール値は、がんと感染症のリスクファクターと言っても過言ではありません。

日本では、心筋梗塞による死亡率が肉食中心の欧米の数～5分の1程度と少なく、各種の疫学研究で総コレステロール値が240～280の人が一番長生きでありながら、年2,500億円がコレステロール低下剤の購入に使われています。本当に必要な人はその1/10もないと言うのに、わざわざ多額の医療費をかけて、免疫を落とすことで発がんや感染症のリスクを高め、寿命を縮めているという訳です。

最近では、メタボ検診なる新手を繰り出し、体格を無視した胴回りの同一診断基準など、本来日本人を対象とした各種疫学調査の結論である「小太り長生き」な人々を、次々に薬剤治療対象の「メタボ患者」に仕立てています。

2008年からはメタボ検診の各医療保険団体（保険組合、企業、自治体）への義務化をスタートさせ、40～74歳の人の受診率が上がらなかったり、メタボ率が下がらないと、自己負担率のアップなどの「ペナルティを課す」と脅すなど躍起になっています。厚生労働省の胸算用では、メタボ検診によって年2兆円医療費削減できると言いますが、あまりに楽観的です。新たに検診料と治療費用が加算され、逆に医療費を押し上げると思います。

この間リーマンショックに始まる大不況下でも、高血圧薬と高コレステロール薬を手がける大手製薬会社は赤字を出していません。ガイドラインの引き下げで、次々と「病人」をつくりあげ、確実に儲かるうまい商売なのです。

WHOの高血圧に対する新指針の根拠となった臨床試験HOT疫学研究のスポンサーは、利益相反するバイエル社とアストラゼネカ社です。大金をかけ自社の主力製品に都合の悪いデータと結論を出せるはずがない、と考えるのが当たり前でしょう。

現代の高血圧症と高脂血症に対する医療は、典型的な科学的事実に反する思い込み=パラダイムと言えます。こうした慢性疾患だけではなく、誰もが罹る風邪、中でも大流行するインフルエンザでも、科学に反するパラダイムがまかり通っています。

「新型」インフルエンザ騒動の顛末

WHOと製薬企業との密接な関係は、その後の2009年6月から始まった豚インフルエンザ(H1N1)騒動でもワクチンメーカーとタミフルなどの「治療薬?!」メーカーとの癒着ぶりが指摘されています。従来のWHOのパンデミック定義「致死性が高い世界的流行」から病気の重篤度を除いた新定義に基づきパンデミック「フェーズ6」の認定のお墨付きに加え、日本ではさらに悪質で、本来鳥インフルエンザ(H5N1)に付ける予定だったはずの「新型インフルエンザ」という名前を意図的に使い回し、「死亡率が高い」などと国民の恐怖心を煽り、途方もない量と額のワクチンと「治療薬」タミフル、リベンザを消費させました。

WHOは2010年8月に今回のパンデミック終息宣言を行い、2009年4月からこの間1年程の死亡数がわずか18,449人と公表しました。原文には「わずか」ではなく「少なくとも」の形容詞がついていますが、この数は全世界での総数です。

一大キャンペーンの割にワクチン接種率が3割にも満たなかった日本でも、厚労省は2010年8月日本での感染者数が推定2,100万人、死者数が202人と報告しました。致死率0.001%です。通常の季節性のインフルエンザが0.05%とか0.1%と言うのですから、格段低いのです。国家的詐欺に加えて国際的詐欺と言われても仕方ないでしょう。

今回の「新型」パンデミック騒動で、日本を含め世界各地で明らかに通常の季節性インフルエンザより死亡率が低かったのは、もはや疑う余地のない事実です。ちなみに「新型」インフルエンザの脅威として必ず引用される1918年のスペイン風邪の死者数は2,000~4,000万人(致死率2~2.5%)、日本でも推計45万人とされています。WHOと日本政府は大金を浪費し、いたずらにパニックを煽った責任を痛切に反省すべきと思うのは、私だけではないでしょう。

一昔前は製薬企業に批判的であったWHOは、手を返すように製薬企業の紐付き・軍門に下ったのでしょうか。批判的精神なくして、どうして公正中立の監視ができるのでしょうか。WHOの決定やガイドラインをお墨付き、あたかも「水戸黄門の印籠」のごとく無批判で受け入れてきた日本政府と関連学会の責任がここでも問われているのです。

ついでに触れておきますが、ウイルス学者を30年近くした私ですが、利益供与を受けない研究機関からのインフルエンザワクチンが有効である、と言う確たる証拠付きの研究論文を見たことがありません。逆に1980年代に行われた前橋医師会の綿密で広範な臨床

研究に代表されるように「インフルエンザワクチンは無効である」、と言う論文は多いのです。インフルエンザ不活化ワクチンの製造法は、その後も基本的に変わっていません。

ですから個人的には、インフルエンザワクチンをまったく受けたことがないです。感染すれば、数日間ゆっくり休み、脳炎・脳症を引き起こす解熱剤など飲まずに、悪寒がする時は入浴してしっかり熱を出し、じっくり回復を待つのが一番です。38～39℃の発熱をすることは時には良いものです。考え方を換えれば、ウイルス感染によりリンパ系免疫が活性化され、潜伏状態のがんの芽もついでに摘み取られている、とも言えます。これこそが本来の温熱療法です。

そもそも、必ず脅しの引き合いに出されるスペイン風邪のパンデミックですが、多数の死者を出した経緯に関して、当時の時代背景と生活事情、衛生状態、医療事情を考慮した科学的な考証が必要です。

時は1914～18年の第1次世界大戦末期で世界中が疲弊し、貧困層は心身の疲労と劣悪な衛生状態、それに極度の栄養失調から細菌性肺炎への移行で重症化・死亡し、裕福層は1915年から処方箋無しで購入可能だった当時の「新薬」アスピリンを飲んで重症化・死亡したからでしょう。

アスピリンは1897年ドイツのバイエル社が、古代から使われてきた解熱鎮痛作用を持つヤナギの樹皮エキスの成分=サリチル酸から開発した合成新薬=アセチルサリチル酸で、パンデミック当時アスピリンを服用（当時の推奨日量は8～31.2g、現在の最大日量は4.5g）した人の死亡率が余りに高かったため、ドイツ製のアスピリンに毒物でも仕込んでないかと検査された逸話すらあるそうです。

加えて、丁度スペイン風邪のパンデミックの前年の1917年2月にはバイエル社のアスピリンの特許が切れ、多くの製薬企業がアスピリンの市場に参入したことも拍車をかけたことでしょう（Karen Starko, *Clinical Infectious Diseases*, 2009）。

その後アスピリンによるライ症候群（致死率の高い脳症）発症が証明されて、市販後70年経って、ようやくインフルエンザでの使用が制限されることになったのです。

ですから、アスピリンのような非ステロイド系解熱鎮痛薬NSAIDsのインフルエンザでの使用は極めて危険です。使うなら現時点で最も安全と思われるのは、少量のアセトアミノフェンです。加えて、薬の副作用を啓発しているNPO法人「医薬ビジランスセンター」の浜六郎医師が指摘するように、現在の総合感冒薬や処方薬に含有されているテオフィリン、抗ヒスタミン剤、低血糖を起こす去痰剤なども重症化や後遺症に関係していると見てよいでしょう。

歴史に「もし」は禁物であるのは承知していますが、温かい衣服と住居と十分な栄養があり、それにアスピリンの服用がなければ、当時の死亡数は数分の1から30分の1で済んだとの見方もあります。

今回の豚インフルエンザ・パニックでも、厚労省は「1回のワクチン接種で免疫ができます」と発表しました。異種タンパクを注射すれば抗体ができるのは当たり前です。感染防御や発症防御できる免疫を誘導できるのがワクチンです。気道感染のゆえ血中のIgG抗体が感染防御や発症防御に有効に働かないインフルエンザでは意味がありません。

さらに、「ワクチンが感染を抑える働きは保障されていません。――重症化を効率良く防ぐのを目標としています」と、回りくどい表現で感染防御には役立たないことを認

め、重症化を予防できる（かも）と何のイビデンスもなく希望的観測を目立たなく表明しました。もし、「重症化を防いだ」という誰もが納得できる学術論文があるなら、国民に提示すべきです。

しかしこのように「控えめに」表明しても、大半の国民はワクチンが感染を防御してくれると信じて疑わないのです。ましてや、解熱鎮痛剤を含む風邪用薬剤がインフルエンザ脳炎・脳症の主因であることなど周知徹底されてこなかったのです。

かくして効きもしない原価350円のワクチンが、全国平均自己負担額3,000円のワクチン接種となるのです。集団暗示によるプラセボ効果のみを期待したものであるなら、副作用のリスクとコストを無視した国家的犯罪と私は思うのです。科学的な検証もなく、無批判で政府のワクチンとタミフル・キャンペーンに加担したマスコミにも責任があると言えます。

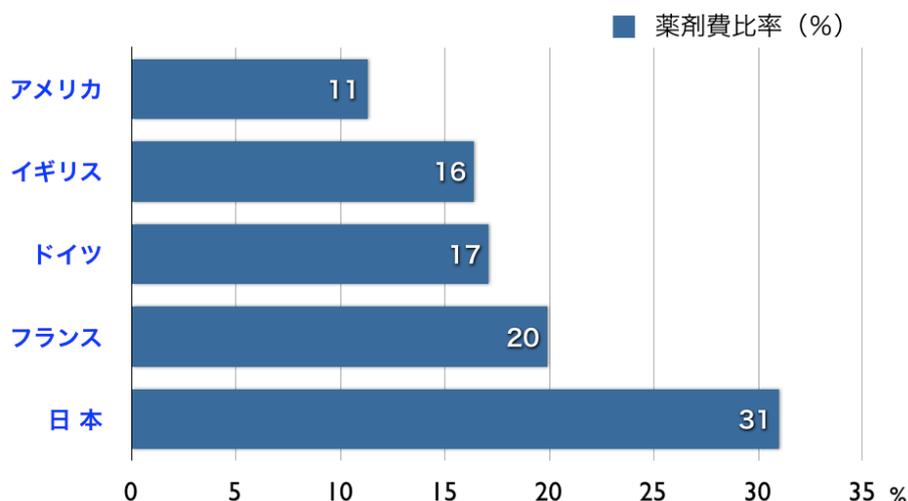
一方で、厚労省は2009年10月に約9,900万人分のワクチンを海外製薬企業から緊急輸入する契約（約1,126億円）を結びながら、一部解約（1社の838万人分の違約金92億円）、すでに輸入した分すら期限切れか廃棄予定（2社の1,660万回分と5,000万回分の約853億円）で、ほとんど使わず膨大な無駄遣い（国産未使用買取分の239万回分約37億円と合わせて約1,000億円）をした日本の対応とは対照的に、世界には毅然とした対応をとった国がありました。

それはポーランドです。首相ドナルド・トゥスクDonald Tusk率いる内閣の女性医師で保健省大臣のエヴァ・コパチEwa Kopaczは2009年11月のポーランド国会で、「（医師である）自分の親や子供に安心して投与できないような安全性や有効性に疑問のある豚インフルエンザワクチンを、しかも（リベート）疑惑付きの国外製薬企業から緊急輸入する必要性などまったくない」と述べ、国として輸入しませんでした。この決断は後に国民の健康を衛り、無駄な支出を回避することで国の財政を救ったと大いに評価されました（BBCワールドニュース）。

このことは、抗がん剤ががんの有効（画像診断でがんの断面積が1/2以下の状態が4週間連続する場合）、しかし寿命が伸びる保証ではなく、積極的な抗がん剤治療ほどがん死を免れ得ない事実と同じ論理です。不都合な事実は公表しない、かつての大本営発表と同じロジックなのです。抗がん剤が本当に有効ながん腫は限定され、実際には白血病、睾丸腫瘍、絨毛がん、小児腫瘍ですが、それ以外の固形がんでは無効です。抗がん剤自体も、免疫抑制をもたらす強力な「発がん剤」であることを認識すべきです。ですから新薬の安全性・有効性を審査する治験では、健康ボランティアを使った第1相試験（安全性と副作用の容量決定）をしません。倫理上できないからです。抗がん剤はどれも劇薬扱いです。

薬剤偏重の日本の医療

日本の医療費の特徴をよく表わすデータがあります。それは、中央社会保険協議会のまとめた医療費の中で薬剤に係わる費用の国際比較です。



【図表4-3】医療費に占める薬剤費比率の国際比較（中央社会保険協議会海外調査、1995）

この医療費に占める薬剤費の比率を国際比較すると、厚生労働省と天下り先の製薬企業に意図的に配慮してか、やや古い統計しか発表されていないのですが、1995年は、アメリカ11%、イギリス16%、ドイツ17%、フランス20%で、日本の31%は突出しています。この日本の薬剤費の突出傾向は今も変わらず、2008年の統計でも29%です。

これは日本の薬価が高いのと、処方量が多いためです。病院に行けば、病気が治るはずの注射や薬が「もらえる」、と言った日本人の薬信仰も背景にはあるでしょう。当然のことながら、薬はタダではなく、その多くが「副作用付きの毒」だと言う面を決して忘れてはいけません。元々、薬の大半は代謝抑制剤であり、基本的には「毒」であることの認識が欠けていると思います。

私の母親を含め、高齢者が10種類以上の薬を処方され、食物のように食べさせられている姿は日常的な光景です。中身を見ると、解熱鎮痛剤とその副作用対策の胃薬といった具合です。症状と副作用に合わせて、次々と積み重ねて処方されているわけです。医療より医業が優先されます。

ドクターズ・ルール425と言うアメリカの臨床医が綴った医療現場における規則や格言集には、「薬の数が増えれば副作用の可能性はねずみ算的に増える。4種類以上の薬を飲んでいる患者は医学知識の及ばぬ危険な領域にいる。」と警告し、「可能なら全ての薬を中止せよ。不可能なら、できるだけ多くの薬を中止せよ。高齢者のほとんどは薬を中止すると体調が良くなる。」と述べています。医者処方忠実で律儀な人ほど副作用という医原病の被害にあっている、と言えます。

予防とコスト

『百の治療より一の予防』（日常の予防は病気治療に勝る）など諺にあるように、予防にかかるコストは治療にかかるコストよりずっと安くあがることは、有効性に問題があるインフルエンザワクチンやコレラワクチンなど幾つかの例外を除いて、天然痘、黄熱、ポリオなど各種のワクチンの普及で明らかです。勿論、予防による疾病の減少は単に社会的なコストだけの問題ではなく、個々人の人生や幸福に直結する問題でもあります。

そのためには、確かな予防法が必要です。日常的な予防法としては科学的な裏付けがあ

ること、副作用がないか極めて少ないこと、実感できること、日常生活に組み込まれ飽きないこと、ランニングコストが安いことなどが必要条件です。この点、人工炭酸泉は十分これらの条件を満たしています。

予防やもっと広い意味での養生に努力して寿命が延びると、その分要介護・医療期間も延びて医療費の増加に拍車をかけるのでしょうか。そうとは言えません。「スタンフォード大学医学部のフリース教授は、1,741人の14年間にわたる厳密な追跡調査と詳細な疫学統計によって、生活習慣を改めて寿命を延長した人は、要介護期間は短縮し、医療費も安いことを証明したのです。」（香川靖雄著「老化と生活習慣」）

よく高齢化が医療費増大の原因だと言われますが、必ずしも正しくないのです。日本では男性の長寿県は、標高が高いため酸素ストレスの少ない長野県で79.84歳（2005年、全国平均78.79歳）ですが、長野県の高齢者の有業率30.7%（2002年、全国平均22.7%）も高く、高齢者医療費61万2,042円は全国最低（2003年、全国平均75万2,721円の8割）です。長野県の男性高齢者は、日本一働き者で長生きと言えます。

これらのことは、予防によって生活習慣が改善され寿命が延びても、逆に要介護・医療期間は短くなり、医療・介護費用は減って「ぴんぴんころり」、すなわち健康寿命が延びて「死の直前まで元気で長生き」を達成できる可能性が大きいことを意味しています。

また、日本の医療費は患者を治療して支払われる仕組みです。そのため、医療機関は保険点数の大きい治療法を選択する傾向があり、治らず長々と通院してくれる方が実入りが多いため、「治す」インセンティブ（誘因）が働かない仕組みになっています。現行制度上では、安くて完治する治療法や予防法は医療機関に受け入れられる素地がないのです。

日本の医療は国民皆保険と言いながら、被保険者本人でも医療費3割が自己負担となっています。導入時は別として、昭和50年代までは初診料だけだったのが、1984年に1割、1997年に2割、2003年には3割と年を追うごとに自己負担率が上がり続けて来ました。

私が3年間住んだイギリスでは、NHS（国民健康サービス）の病院での医療費は当然無料で、支払うどころか、逆に病院のキャッシャー（会計）では通院にかかった交通費の支給さえ受けられるのです。薬局での処方箋薬代の支払いは、どのような薬でも1,000円ほどの処方箋代を支払うだけですし、17歳以下と60歳以上ではそれすら免除されています。

いったい健康皆保険制度がありながら、3割もの自己負担のある先進国が日本の他に世界中を探して、どこにあるのでしょうか。

炭酸泉を介護と医療と予防医学に

今日の先端医療として脚光を浴びているのは、ゲノム創薬、テーラーメイド医療、臓器移植、iPS万能細胞に代表される再生医療です。臓器移植と再生医療の思想は、壊れて機能しなくなった臓器や組織を機械の部品交換と同様に、新品なり互換品と入れ換えると言う発想からのものです。しかもコストは膨大です。

そもそもどうして疾患に到ったのかの本当の病因の解明がなく、疾患を起こさないようにすべき最大限の努力=予防（養生）の思想が欠けています。この思想がない限り、疾患は繰り返され、新たな疾患が加算するだけです。

また、新薬開発には200～500億円かかり、成功率は0.01%とも言われています。この開発コストを考えれば、炭酸泉を普及させる方がはるかに確実に格安でしょう。

血流と体温を著明に高める高濃度炭酸温浴は、毎日の連用でもほとんど副作用がなく、高齢者ほど入浴効果を自覚でき、血圧を確実に下げます。現代西洋医学が最も苦手とする慢性疾患に対し、化学薬品に頼らず自律神経と白血球（顆粒球とリンパ球）のバランスを正し、自らの免疫力・自然治癒力を引き出すことで予防と治療をもたらします。

その結果、高齢者の自立度を高め、介護の負担と医療費の低減が期待できます。超高齢社会には無くてはならないものとなるでしょう。これを使わない手はないと思うのは、私だけでしょうか。

名古屋共立病院をはじめ幾つかの病院では、炭酸泉を糖尿病の合併症治療に積極的に活用していることは先に述べました。大阪府門真市のなみはやドーム側にある牧りハピリテーション病院の牧鍼灸院では、自律神経免疫治療をいち早く取り入れた牧典彦医師の指導の下で、富田祥史鍼灸師はがんを含む難病治療を対象に高精度温浴槽（日ポリ化工製試作機）と高濃度炭酸泉製造装置（三菱レイヨン製）とを用いる炭酸泉温熱療法に取り組んでいます。炭酸泉温熱療法は、自律神経免疫療法と有機的に組み合わせることによってその真価が発揮されようとしています。

また、炭酸泉を介護の現場で利用する先駆的な取り組みは、すでに多数の施設でなされています。具体的な例を述べてみましょう。

秀でた効果効能を持つ高濃度炭酸泉が人工的にどこでも製造できるとなると、介護施設を運営している方の中には、入所者や通所者の自立度を上げる福祉サービスとして自分の介護施設で使ってみたいと考える方々が出てきました。

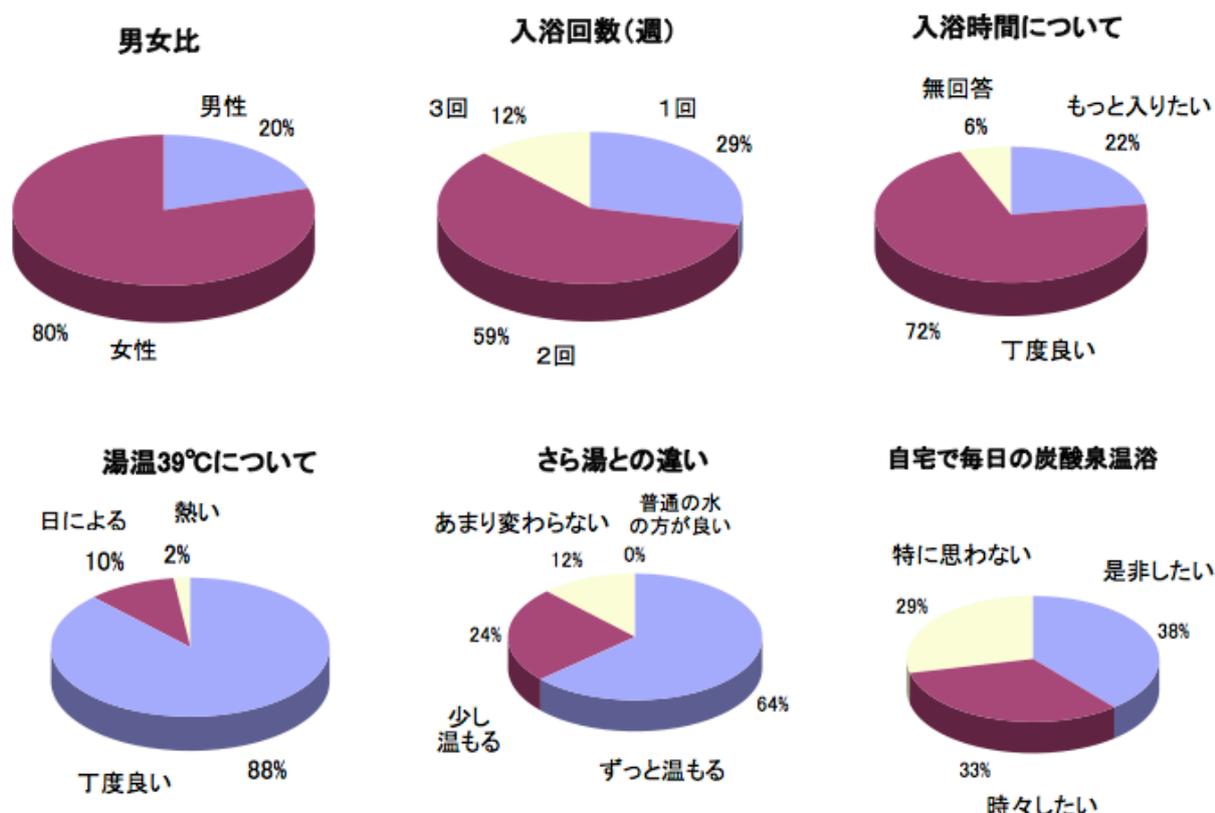
残念ながら現時点では、介護施設で炭酸泉を利用者に提供するために人工炭酸泉製造装置の導入や運用に関して、国や自治体からの補助制度はありませんが、先見性の目を持つ良心的な経営者は独自に何とか資金を工面してして導入し、高齢者の炭酸泉入浴サービスを実施しているのが実状です。



デイケア施設「銀のらくだ」の炭酸泉浴槽

一例として、陶磁器で有名な長崎県東彼杵郡波佐見町にある「この内科医院」（東洋医学に造詣の深い河野宏院長）に併設されているデイケア施設「銀のらくだ」では、2006年8月に1トンの浅めの浴槽に人工炭酸泉製造装置を導入し、湯温39℃で高濃度人工炭酸泉の掛け流しを始めました。入浴介助加算から必要な炭酸ガス（1週間に30kgポンペ1本強）の費用を何とか捻出しています。

図表4-4は、このデイケア施設を利用する通所者49名に導入後8ヶ月めの翌年3月にアンケート調査した結果をまとめたものです。利用者は介護度に依って週1～3回利用しており、週2回が6割を占めていました。業務の関係で入浴時間帯を午前中に設けざるを得ないのですが、利用者には好評です。実質的に炭酸泉に入浴している時間には個人差があり、その幅は5～20分間で、平均約9分間でした。



【図表4-4】 デイケア「銀のらくだ」の炭酸泉に関するアンケートのまとめ

湯温39℃はさら湯ならぬる湯で、多くの高齢者にはもの足りない温度でしょうが、炭酸泉の場合は9割の方が「丁度良い」と答えています。さら湯との違いでは3分の2の方が「（さら湯より）ずっと温もる」と答えています。自宅で毎日炭酸泉温浴をしたいかの質問に、7割の方が「是非したい」「時々したい」と希望しています。

その他、体調・睡眠等の変化を記載してもらおうと、「よく眠れるようになった。寝付きが良くなった。(18%)」、「足腰の調子がよい。腰痛・膝痛軽減。足の腫れが軽減した。(12%)」とありました。中には、「炭酸泉に入るようになって心臓発作が出にくくなった。」との『心臓の湯』炭酸泉の効能そのものを記入してくれたアンケートもありました。この貴重なアンケートに協力して下さった通所者と職員の皆さまの好意が、今後介護施設での炭酸泉の普及に寄与できれば、嬉しい限りです。

家庭用炭酸泉製造装置の普及

話しは前後しますが、入浴を日常的な習慣にした最初の民族は古代ローマ人です。古代ローマ帝国はローマのカラカラ公衆浴場をはじめ支配地域に温泉が出れば複合温泉保養施設を造営し、円形競技場と共に庶民の娯楽の一つとして、古代ローマ人の日常生活に入浴が組み入れられていました。イングランドのバース、ドイツのバーデン・バーデン、フランスのクス・レ・バン、トルコの Pamukkale などが有名です。

しかし、入浴には水と湯を沸かすエネルギー源が不可欠なうえ、ローマ帝国の衰退とキリスト教の国教化以降、教義に反するという理由でヨーロッパでの入浴の習慣は廃れており、今でもほとんどの国で入浴と言えばシャワー浴です。バスタブを使っても行水程度の湯を使うくらいで、日本人ツアー客一行がホテルに着けば、途端にホテルの湯が枯渇する笑えない事態が起きるのです。

市の名前が風呂=バス（語源はギリシャ語）そのもののイギリス南部のバース市のローマ温泉遺跡は、ロンドンからの日帰りツアーとして人気があります。その遺跡博物館にはローマ兵士が互助組織を作り、「傷病兵の治療がなされたが、療養の甲斐なくこの地で死去した」という記述が墓碑に刻まれています。

アジアでも、お隣の韓国もシャワーの国で、水量・水質とも水事情の悪い国々では温浴する習慣はありません。タイでは年中暑いので頻繁に入浴しますが、汗を流し、ほてった体を冷やす水風呂です。

このように世界的に見ても、温浴を入浴習慣として持つ国民はほとんど日本人に限られるため、人工炭酸泉入浴を日常の生活に組み込み、全国民レベルで病気の予防に活用可能か否かを長期観察するという疫学的な検証を行える唯一の国が日本です。

私が最初に人工炭酸泉の魅力にひかれたのは、浴槽メーカーの研究室のある大阪で基礎的温熱効果の研究をしていた時、三菱レイヨン・エンジニアリング（現三菱レイヨン・クリンスイ株式会社）の炭酸泉開発グループから家庭用炭酸泉製造装置の共同開発と商品化の申し出があった2005年の春でした。

それまで、九重の炭酸泉と船小屋の炭酸泉の存在は知っておりましたが、その著明な効果効能に関しては無知同然でした。さっそく関連文書・論文を読み、自ら体験して、その優れた生理作用に驚かされました。それまで研究してきた温熱療法とも相性がとても良さそうでした。それで確信を持って推薦し、共同開発が正式にスタートしたのです。

それまで、三菱レイヨンは業務用と家庭用の炭酸泉製造装置の製品化を進めていましたが、装置のサイズ、準備に時間のかかる循環方式、製造能力、炭酸ガスのランニングコスト、価格等改善点を抱えていました。何よりも、通常の電化製品とは違い販売で終わる訳ではないため、メーカーだけでは個々の家庭に設置工事をし、その後のメンテナンスを行うことはできません。

私たちはユニットバスの浴室にも設置できる条件、特にサイズや電圧・排ガスなど安全性に関する事項を提案し、三菱レイヨンは我々の提案に合致する装置の小型化を進めました。



左：家庭用炭酸泉製造装置『シードル』浴室設置例、右：屋外設置例

その結果、40℃での溶解効率は90%と高いもののコストのかかる中空系膜法から、長さ30cm程の溶解装置Spaジェネレーターに変更し、温水が一度の通過で高濃度（1,100～1,300ppm）に達するワンパス式とし、最大毎分8ℓの製造能力をもつメンテナンスフリーの使い勝手の良い装置に仕上がりました。メーカー保証3年の圧力調整器の交換以外は、通常の使用で、内蔵ポンプのブラシの消耗から計算すると10年程度は稼動するものと思われ、消耗部品の交換さえすれば20年位は使用に耐える設計です。

健康器具としての商品は、日ポリ化工製の「シードル」と三菱レイヨンの「ソーダバス」という姉妹機です。ともに循環式の従来品より格段使い勝手が増したうえ、価格も下げることができました。2006年には発売開始され、一戸建てやマンションなどの一般家庭はもちろん、病院や介護施設、エステサロン等に導入されています。2010年末には、ポンプを除くなど更なるコストダウンを実現した小型機も市販されることになり、一般家庭への普及に弾みがつくことでしょう。

浴槽水を直接加温する釜炊きの風呂は無理ですが、40℃前後の給湯配管の途中に炭酸泉製造装置を入れることで、大概の既存の風呂に追加設置可能です。使い勝手を良くするには半日程度の工事が必要ですが、30kgポンベの使用で安いランニングコストを実現できます。

ちなみに、シードルcidreとは北フランスのブルターニュとノルマンジー地方の発泡性リンゴ酒で、イギリスのパブでサイダーciderを子供に注文すると、りんごジュースのようにながぶがぶ飲んで、確実に酔っぱらいます。

人工炭酸泉で使用される炭酸ガスは、産業ガスの中では最も安いガスで、実は産業廃棄物の有効利用なのです。我々が入手できる炭酸ガスやドライアイス、それに炭酸飲料は、石油生成過程や製鉄所、発電所などから出る副産物と排気ガスです。このごく一部が回収され、精製・液化されポンベに詰められ再利用されています。

人工炭酸泉に使う炭酸ガスは、ビールやコーラなど炭酸飲料の製造に使用する精製度が高い食品添加物レベルです。ちなみに、200ℓの家庭用浴槽で1回に使用する炭酸ガスの

量はおよそ250gです。車なら1~2km走って出す量ですし、一人が安静時に呼気として出す約8時間分の炭酸ガスです。

ランニングコストの大部分を占める炭酸ガスも割安な30kgボンベを基本に、各地域で大手の産業ガス取り扱い会社と炭酸泉利用者への優遇価格提供の協定を結びました。例えば、九州地域では、最大手の福岡酸素株式会社と提携し、離島でない限り、均一価格です。そのため、通常の浴槽1日分に必要な250gの炭酸ガスの価格が60~70円となりました。清涼飲料水1本分にも満たない額です。それを家族の人数分で割ると1人当たり数十円の世界です。

安い薬と言えば、解熱鎮痛剤アスピリン1錠の薬価は6円弱、狭心症薬ニトログリセリン剤のニトロペン錠1錠は15円ですが、処方箋料と調剤料を入れれば、実際にはその価格ではないでしょう。高濃度炭酸泉を薬と考えれば、最安です。

日常的炭酸泉温浴の有効性の検証

私を始め炭酸泉を普及しようとする者の多くは、日常的な炭酸泉温浴が予防に有効で、寿命を延ばす効果があると信じて疑わないのですが、それには客観的な検証が必要です。しかし、個々人のケースで証明することはできません。そこで集団を対象に使われる統計学的手法が疫学です。

具体的にはコホート研究と言う手法です。これは、特定の因子に暴露した集団と暴露していない集団（ここでは炭酸泉温浴を習慣として連用する人とそうでない人）について、研究対象となる疾患への罹患率を、将来に向かって追跡調査する前向き（現在から未来へ）の研究です。数万~数十万人が参加し、この先10~30年にわたって調査すれば、炭酸泉温浴の各種疾患への予防効果と寿命への影響を正確に検証することができるわけです。時間はかかりますが、必要な過程です。

初期購入費用の高さもあって、普及のペースが鈍いのも事実です。また、薬事法上の制限でどんなに生理学・薬学的な効果効能があろうと、宣伝することができないのも主要な原因の一つです。

これとは逆に、有効性に疑問の多い特定保健用食品（特保）と言う国のお墨付き「洗脳的」テレビコマーシャルは大量に垂れ流されています。例えば「血圧が気になる人に」、「血糖値が気になる方に」、「脂肪吸収を抑え」る、あたかも薬であるかのような錯覚を起こさせるメッセージを許すこの国の薬事行政に大いなる疑問を抱かざるを得ません。

実際、ある会社が2009年に世論に押されて製品回収と認可を返上した植物油（トリアシルグリセロール）の改変油（ジアシルグリセロール）の問題では、動物実験での発がん性を隠したり、低分子化することで引火点が10℃程度下がり天ぷら火災を起こしやすいことを明示しなかったり、企業の論理優先を垣間見ることができます。

仮に、高濃度炭酸泉が治験を経て薬事法上の医療機器としての認可を受けることになれば、逆に販売が医療用に限定されるため、一般家庭への普及の足かせになるでしょう。治療と違って、疾患予防という成果は直接見えないこともあって、残念ですが説得力を減じています。

第5章 炭酸泉を「正しく」加温せよ

炭酸冷鉱泉の加温で炭酸ガス抜け

高濃度天然炭酸泉と人工炭酸泉との違いは、温泉成分の有無の他、温泉が還元系であることをあげることができます。

この分野の専門家である大河内正一法政大学教授は、温泉が還元系であることを著書『生きている温泉とは何か』で、次のようにまとめています。

1. 温泉の本質は還元系であり、時々刻々とエージング（老化）がすすむ
2. ORP（酸化還元電位）の測定で温泉のエージングの数値化が可能
3. 人間の皮膚は温泉と同じ還元系にある
4. 温泉の新たな効能としての皮膚の酸化、老化抑制または予防の効果が期待できる
5. 水道水を用いる家庭の浴槽では、市販入浴剤を加えても温泉の代用にはならない
6. 還元系の温泉水に塩素などの酸化系殺菌剤を使用することは、温泉を殺すに等しい

水質のほか、温泉地という非日常性の気分転換、手足を伸ばせる大きな浴槽での重力からの解放、豊かな環境や食事、同病者との会話、温かいもてなしなど独特の気候風土や人間関係など温泉地でなければ決して味わうことができません。

ところが実在する高濃度天然炭酸泉のほとんどは30℃以下の冷泉で、そのままでは温浴用に使えません（図表2-12）。通常のボイラーで加温すると95%以上の炭酸ガスが抜け去ります。そのため、源泉がいかに高濃度でも、湯船では50～100ppm程度に下がり、この遊離炭酸ガス濃度は炭酸入浴剤程度でした。以下に実例を挙げましょう。

pH/成分	源泉	加温後	差・残量%
pH	6.2	→ 7.3	-1.1
硫酸イオン	213	→ 213	100%
炭酸水素イオン	1,830	→ 1,210	66%
カルシウムイオン	303	→ 173	57%
マグネシウムイオン	226	→ 157	69%
鉄(II)イオン	8.2	→ 2.2	27%
遊離炭酸ガス	1,690	→ 64	4%

【図表5-1】ボイラー加温による成分変化（拍子水温泉・姫島村健康管理センター、2006年実施）

狐踊りとクルマエビで有名な大分県の離島姫島には、拍子水鉱泉という高濃度炭酸泉が湧出しています。姫島村は炭酸泉を加温して健康増進のための温泉施設を営んでいますが、村役場のホームページには、ご丁寧にも加温前と加温後の温泉分析書がアップされています。

それによると、ボイラー加温でカルシウム、マグネシウム、鉄など沈殿を起こし減少していますが、加温の影響を最も受けるのは遊離炭酸ガスであり、96%が抜け去っております。ボイラー加温しているどこの施設でもほぼ同じです。おまけにこの施設は、パイプラバス（泡風呂）にしているので、わずかに残った炭酸ガスさえも吹き飛ばし、浴槽水はすでに酸化=老化して、茶褐色に濁っています。炭酸泉に関する知識の欠如例の一つです。

もう一例として、炭酸入浴剤「バブ」の開発に携わった花王のスタッフは、1980年代に福岡県筑後市にあった船小屋温泉（泉温19℃）の旧源泉が1,674ppmもあるのに、ボイラー加温後の40℃の浴槽では60ppm程度に落ちていることを報告しています（長倉功著『炭酸ガス 命を支える不思議な物質』）。

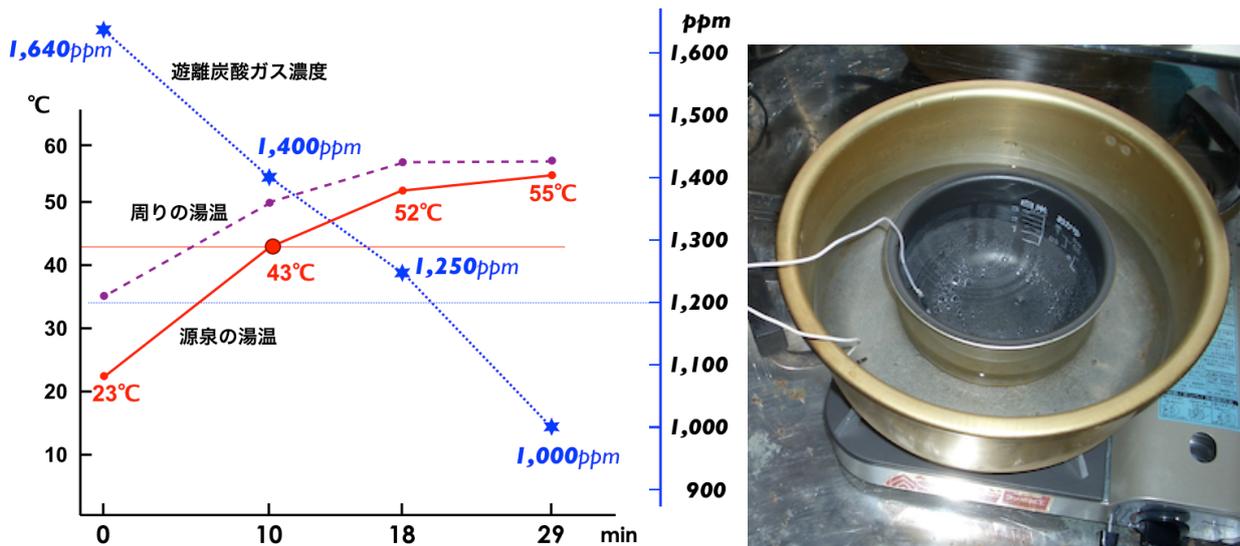
炭酸冷鉱泉の「正しい」加温法の発見

これらのように、炭酸冷鉱泉を加温して浴用に供している温泉施設で、看板には炭酸泉と称していながら、肝心の浴槽で炭酸泉ではないのは、「不当景品類及び不当表示防止法」（通称「不当表示防止法」）に抵触するのではないのでしょうか。消費者である入浴客は、炭酸泉の看板や宣伝を見てわざわざ足を運ぶ人も少なくないのです。炭酸泉を加温すればガス抜けを起こすことは、経験上誰にでも容易に推定されます。そこで、大半を占める天然の高濃度炭酸冷鉱泉を生かすため、加温しても炭酸ガスが抜けにくい加温法の開発の必要性を痛感しました。

よく考えてみると、ボイラー加温が導入されていなかった江戸から明治時代までは、高濃度炭酸冷鉱泉を沸かすのに、熱効率の悪い釜炊きをしていました。昭和30年代は一般家庭の風呂も、ガスや灯油ボイラーが普及するまでは木や石炭の釜炊きで沸かしていました。

私も子供の頃風呂炊きを任された時、よく混ぜないで慌てて入ると、上だけ熱く下は水風呂状態が出るに出られず、手で釜に向かって水をかき送りながらジワジワ湯温が上がることを時々経験しました。昔の沸かし湯温泉では、一旦浴槽に満たされた炭酸泉は熱効率の悪い釜からゆっくりと加温されたことでしょう。そのため、遊離炭酸ガスはある程度湯船に残っていたはずです。

現代のように切れ味の良い（不快な症状を直ぐに抑える=即効性のある）化学薬品がない時代は、庶民には穏やかに作用し、自然治癒を促す漢方、鍼灸、それに温泉治療しかなく、釜炊きの炭酸泉が本当に効果効能を発揮したと考えられます。それで、船小屋温泉の場合、日露戦争時の傷病兵のための軍の療養所に指定された歴史があります。効率が悪かった昔の加温、ここに加温のヒントがあると私は考えました。



【図表5-2】加温実験の結果（浦川原図）、湯煎による船小屋炭酸鉱泉の加温実験

「必要は発明の母」とは良く言った諺です。発明における動機付けの重要性を表しています。高濃度炭酸冷鉱泉のガス抜けなしの加温と言う必要から今回の発明に繋がりました。この難題を解くには設備の整った研究室ではなくとも、三菱レイヨンが開発した炭酸ガス検知管MRCO₂を使えば、食卓の上で定量的な実験ができることを思い立ちました。

それには、地元で手に入る高濃度天然炭酸冷鉱泉である船小屋鉱泉と身近にある台所用品を使って湯煎実験を繰り返しました（写真・上）。

その結果、圧力容器にでも入れない限り、常圧での炭酸ガス抜けなし加温は不可能であることが直ぐに分かりました。しかし限定的な加温条件下では、ガス抜けを最小限化することは可能でした。元々遊離炭酸ガス濃度が、1,500ppm以上あれば、数割のガス抜けを起こしても、浴槽に溜めた時皮膚に泡が付き始める1,000ppmを最低維持していれば、大方の目的を達するはずです。

その加温条件とは、図表5-2のように源泉温と周りの湯温との温度差を15°C以下でゆっくりと加温することでした。実際に当初1,640ppmで23°Cの源泉を10分間かけてゆっくりと加温すれば、43°Cになっても遊離炭酸ガス濃度は1,400ppm（85%）を維持しており、さらに55°Cまで加温しても、1,000ppm（61%）も保持していました。

このことは、時間をかけた穏やかな加温で、40°C程度まで高濃度炭酸泉を20°C程度加温しても、炭酸ガス抜けをおよそ2割程度に抑制できる可能性を示していました。遊離炭酸ガスが8割残れば目的を達するわけです。それで私は炭酸ガス抜けを最小限化する条件を「高濃度天然炭酸鉱泉の連続昇温法」と題して特許出願し、ついに特許査定（第4466781号）を受けました。

しかし、実際に冷鉱泉を加温して、皮膚や体毛への泡付きの良い浴場を造るとなると、湯の入れ替わりが少なく衛生状態を保つことができない昔のような釜炊き法では無理です。なぜなら、空気と接することが多い浴槽では1時間に10%前後の割合で、絶えず気化して抜け去る遊離炭酸ガス濃度と湯温を維持するためには、どうしても連続的な新湯の追加、つまり掛け流しが絶対に必要だからです。この場合、同じ湯を使い廻す循環式は論外です。

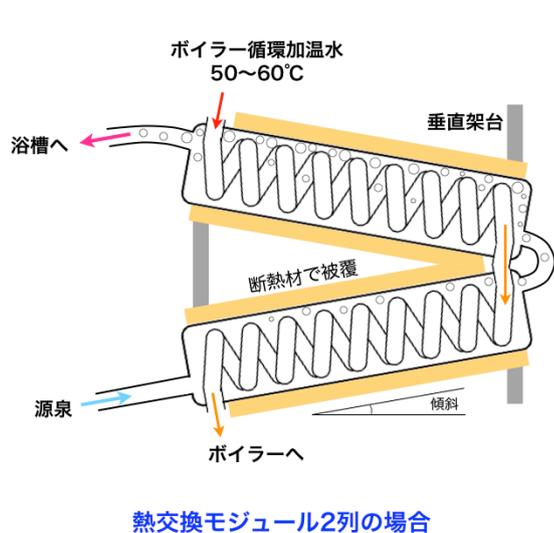
連続炭酸泉加温装置「カーボウォーマー」の発明

次のステップの具体的な課題は、浴槽容量が数トンの掛け流しに必要な毎分数十から100ℓ程度の炭酸泉を連続的に加温できるかでした。この問題を解決するため、私も属している地域の会社経営の学校とも言うべき中小企業家同友会の仲間に頼ることにしました。

実際に、ある会員企業で中規模のエネルギー関連企業の賛同を得て、共同開発を進めることになったのです。ところが2009年春、リーマンショック直後の大不況の余波を受け、その会社は共同開発最中に、まさかの倒産です。

そのニュースを聞いて、一時途方に暮れましたが、嘆いても何も進みません。気を取り直して、地元福岡の水のボトリング・プラント製造会社を経営し、天然炭酸水の可能性に確信を持っている上野勝洋社長率いるアルファテック社と提携して、仕切り直すことになりました。

その結果、全自動炭酸泉加温装置『カーボウォーマー』の実機の開発に成功し、アイデアマンである扇静昭技術部長とノウハウをまとめて実用新案の出願をして登録証（第3157975号）を取得しました。



熱交換モジュール2列の場合



【図表5-3】左：高濃度天然炭酸泉専用の連続加温装置「カーボウォーマー」の概略図、右：実機とボイラー

源泉を薄めず、ゆっくり加温するには、熱交換の原理を使うのが一般的です。問題は湯煎実験では10分間もかけて加温したのを、掛け流しに十分な湯量を確保するため、ずっと短時間で、しかも連続的に加温しなければならないことでした。

熱交換器を使う場合、通常はできるだけ場所を取らないようにコンパクトにしますが、今回は使用する二重管式熱交換器を敢えて「非常識に」長く引き延ばし、距離を稼ぐことにしました。ただ、現実的には4mより長い熱交換器は、運搬・設置・メンテナンスに難があるので、2m程度のモジュールにして、源泉の温度によってモジュール数を変える方式を採用しました。今までの経験では、このモジュール1本当たり10℃前後の加温が適切なようです。

熱交換時の温度差をできるだけ小さくするために、内管を流れる加温水と外管を流れる源泉が対向して流れるようにしました。内管には波状の襷がついて容易に折り曲げることのできるフレキシブル管をラセン状に巻いています。

このステンレス製のフレキシブル管は比較的安価なうえ、薄くかつ襷のおかげで表面積が広いので、加工性と熱交換性に優れています。また、襷とラセン巻のため、フレキシブル管内では細かな渦流が発生し、圧力をかけて加温水を流すと細かく振動し、スケールの付着防止にも一役買っています。

元々温泉のスケールは、温度の低下、圧力の低下、炭酸ガスの揮散によるpH上昇、空気との接触による酸化などの変化が起こる過程で、溶存している成分が析出付着するもので、空気と触れずに加温するカーボウオーマーではかなり抑制されます。

加温過程で一部の溶存炭酸ガスが泡となって発生し、熱交換器内の源泉の流れを阻害しますので、モジュールはわざとつづら折れ（エスカレーター状）に配置し、源泉を下から上に、加温水は上から下に向かって流します。そのため、熱交換器としては特異な形状をしたものとなっています（図表5-3）。

加温水の湯温も重要な因子です。50～65℃の範囲ですが、高温なほど泉量を増やせませんがガス抜け割合も多くなり、低温なほどガス抜けが少ない代わりに加温される泉量が減ります。実用上、55～60℃が適切な範囲です。カーボウオーマーの外管を外から触ってみると、源泉入り口から出口にかけてきれいな温度勾配がかかっているのが分かります。源泉はこの装置内を通過するのにおよそ1分間かけ、40℃前後まで加温されます。



カーボウオーマーで加温した島原炭酸泉、40℃で1,500ppmの泡付き良好

上の写真は、島原炭酸泉（源泉25℃、1,900ppm）をカーボウオーマーで加温した実証試験の結果です。この場合、40℃まで加温して、1トンのプールに満たし、1,500ppmの泡付き良好の炭酸泉になりました。源泉に遊離炭酸ガスが最低1,500ppmあれば、浴槽で1,200ppmの泡付き炭酸温泉になります。

このカーボウォーマーは、二重管式熱交換器本体と6つのセンサー（4つの温度センサー、2つの流量センサー）それに循環水用ポンプと源泉ポンプから構成されています。希望する源泉の流量と加温したい湯温を操作画面にインプットさえすれば、機械に詳しくない人でも自動運転できるように、タッチパネル式のデジタル・シーケンサー制御機能を組み込んでいます。この制御部分のハードとソフトは、制御機器を得意とするIDEC社（旧和泉電気）テクニカルサポートセンターの長友政文氏の技術支援に依るものです。

この特殊熱交換器での加温の目安は、20℃程度の源泉温であれば、炭酸ガスの残存率は約80%です。泉温が30℃程度ではもっと残存します。ですから実際には、泉温が20℃前後で1,500ppm以上の高濃度天然炭酸泉であれば、源泉100%掛け流しで、湯船全体で良好な泡付き炭酸温泉にできます。冬は39℃、夏は38℃、激しいスポーツ後のクールダウンには30数℃、と言うように外気温や目的に応じて、湯温を自由に調整できるメリットもあるのです。

しかも、加温過程ではまったく空気と触れないため酸化されず、湧出時の還元泉のままです。今までそのままでは浴用に使えなかった全国の高濃度炭酸冷鉱泉を「宝の湯」にできるのです。

知的財産権の話

知的財産権としての特許権は、医療を始め高度情報化時代の今日の日常生活では、特許に関係しない生活はあり得ないほど実は身近な物やサービスに含まれている法的な権利です。私は高濃度炭酸冷鉱泉が浴用に使われない実態を実に「もったいない」と思い、どうにか炭酸ガスが抜けないで加温できる方法はないのか、と取り組むうちに学習しました。ここでは、私が当初想定外の特許を取得した経緯をご紹介します。

炭酸ガス抜けを最小限化する炭酸泉加温の原理と、出来上がった装置の実物を関係者が見れば、「何だ。そうか。」と誰でも簡単にコピーを作ることができます。特殊な技術ではなく、自然法則を巧みに利用しているに過ぎないからです。

しかし簡単に真似されては、それまで頭、時間、お金を使った甲斐がありません。出願しない場合には、逆に第三者に出願されて権利化されてしまうと、発案者の私さえ製造できないことになりかねません。そこで発案者の知的創造活動の成果に対し、一定期間独占的な権利を法的に保護してくれるのが、知的財産権です。殊に製造業において知的財産権を押さえることは、今やどの分野でも常識です。

中小企業もしくは個人が新規性と進歩性を有する仕組みや機器を創作する、あるいはした場合、それを「権利化する」、すなわち知的財産権をまず押さえるのが重要と教えられたのは、同じく中小企業家同友会久留米支部の新商品開発のための寺子屋=GIEMON（ぎえもん）小屋と、地元中小企業向けの福岡県と久留米市の知的所有権センター主催の一連のフォーラムでした。ちなみに、GIEMONとは江戸から明治にかけて「東洋のエジソン」とも「からくり儀右衛門」とも表される久留米の生んだ偉大な発明家で東芝の創業者の一人、田中久重の幼少名です。

ただし特許は出願し、審査請求をしたからと言って、そのまま一発で特許査定されることはまずありません。特許庁の審査官から突如「先行技術がすでにある」、「新規性、進

歩性がない」、「内容が分からない」など特許法違反を楯に、大多数の出願には拒絶査定通知が送られてきます。

非電化工房主宰で特許庁工業所有権審議会委員の発明家・藤村靖之氏によれば、それは98%くらいの割合だそうです。私のような特許出願初心者は拒絶査定通知に驚き、落胆しますが、それでおしまいではありません。それからの粘り腰が必要です。

拒絶理由の内容及び担当審査官との面接や電話で問題点を分析し、60日以内に反論する意見書と補正書を提出する、といった特許庁との間でやり取りをする必要があります。特に発明の内容が審査官の専門外であったり、今までにない斬新な分野や事象では、この中間処理に結構時間がかかります。補正書には新規事項の追加は禁止されているので、補正に備えて出願時の明細書にできる限り多く記載することも重要です。普通2度程度の拒絶通知を受けることになります。

そこで通常は、特許出願・審査請求・中間処理には特許の専門家である弁理士（もしくは弁護士）に依頼する訳ですが、出願料・審査請求料などの最低必要経費20数万円の他に、成功報酬を含め100万円前後の弁理士費用を覚悟しなければなりません。

私の場合、この余計な費用を浮かせるためと、自分の主張の要点を間違いなく権利化するには、弁理士に依頼することなく自分で全てをすることを選択しました。それには、難解な特許に係わる法律=特許法、用語、関連文書を独学する必要がありました。

「学術論文を書くのと同じだろう」などと軽く考えていたのは、実に甘い判断だったことを後になって思い知らされたのですが、ともかく四苦八苦しながらも審査請求して10ヶ月めには特許査定通知「この出願については、拒絶の理由を発見しないから、特許査定をします。」を受けました。いくら「発明」を審査する特許庁でも、拒絶の理由を「発見」は正しい日本語とは言えないのではないのでしょうか。

2009年の平均審査順番待ち期間は29ヶ月ですが、私の場合は個人の出願という早期審査請求制度の対象になっていた関係で、審査期間は2ヶ月弱でした。そのため、その後の中間処理を入れても短期間で特許取得ができた方です。結論から言うと、私のような「無鉄砲」出願は技術的に権利化し損ねるリスクが大きいので、初心者の方で確実な特許査定を望まれるなら弁理士に依頼されることをお勧めします。

同時にアルファテック社の技術者との共同実機開発の過程で、幾つかの具体的な装置の構造と工夫点が出てきましたので、共同してそれらのノウハウをまとめ「炭酸ガス抜けを最小限にする高濃度天然炭酸泉の連続昇温用二重管式熱交換器」として実用新案を出願し、登録されました。

実用新案は1994年に実用新案法が改正され、申請すれば形式的な不備を除いて、内容が審査されることなく直ちに登録されるようになりました。審査がない分、権利としては弱く、侵害者に対して権利の行使をする場合には、特許庁の見解として「技術評価書」の提示が権利の有効性を示すものとして必要となります。出願後の存続期間も、特許は20年間ですが、実用新案は10年と短いのも特徴です。

ともかく、簡単に発明をコピーされないためには、具体的なノウハウを公的に登録しておく必要がありましたし、共同開発パートナーには独占的な製造を約束し、安心感を与えることもできます。

こうして、2010年3月には加温法の特許証と実機の実用新案登録証の両方を手に入れることができました。こうして、晴れて実機の公開実証試験、加温装置製造販売、それに温泉施設との間で特許実施許諾契約の締結が可能になったのです。

また、各都道府県には特許情報の利用と発信基地として、知的所有権センターが設置され、特許流通アドバイザーの無料公的サービスが受けられます。私は担当アドバイザーに、懇切丁寧に特許実施許諾契約の成文化に協力してもらうなど、大変助かりました。知財業務の実践的な勉強にもなりました。中小企業者はこうした行政サービスを積極的に活用すべきです。

第6章 炭酸泉の近未来活用

炭酸泉浴槽の工夫

炭酸泉は非常にデリケートです。たとえ源泉が高濃度炭酸泉であっても、肝心の浴槽までの経路で炭酸ガスが抜けてしまっただけでは困りものです。最終の浴槽でも泡付きを保障する1,000ppm以上の高濃度を維持できるように細心の注意を払う必要があります。そのため、高濃度炭酸泉は掛け流しが前提となります。遊離炭酸ガス濃度だけを見ると、源泉井戸から浴槽までのすべての段階と経路で引き算の連続です。それぞれの段階で細心の注意を持って気化を最大限防ぐかがポイントです。実際の炭酸泉温浴施設を見ても、もったいないと残念に思うケースが散見されます。

例えば配管です。実際に不適切な配管だけでも1～2割のガス抜けを起こします。直角に曲げる際は通常の90°エルボは避けて、なるべくRの大きな大曲エルボ（ベンド）を使うなど、なるべく過飽和状態の炭酸泉にストレスを与えない配管の形状や、曲がりの少ない最短のルートなど温浴施設設計段階から、炭酸ガス抜けを最小限にすることにこだわってもらいたいものです。

この配管内での気化防止に関して、中小企業家同友会久留米支部の新商品開発グループGIEMON小屋の会合で知り合った久留米工業大学工学部建築・設備工学科の池鯉鮒（ちりふ）悟教授は、「発泡をほぼ完全に無くするという場合は、①接続部分の内面が比較的滑らかな溶接継手を使用する方法、②塩ビ管を用いて管端の内側の角を面取りしてなめらかにしてからベンドに差し込み接着する方法、③塩ビ管を現場でバーナーで加熱して曲げることでより極力継手を使用しない方法、等が考えられます。ただし、現状でねじ接合の鋼管が使用されている場合は、継手をRの大きなベンドに交換する方法が最も簡単だと思います。」と具体的にアドバイスして下さいました。

浴槽に関して、まず第一に、掛け流す湯量が浴槽のサイズに決定的に影響します。一般の温泉の場合、泉温が50℃でも80℃の場合でも湯量を絞れば浴槽から逃げてゆく熱の関係で、浴槽で適切な湯温を保つ掛け流しが可能です。

しかし炭酸泉の場合、入浴者がいなくても、表面積の広い浴槽からは1時間当たり約10%の割合で炭酸ガスが抜け去り、入浴者がいればさらに促進されます。季節にもよりますが、絶えず湯温も下がります。そのためまず始めに、湯量という身の丈に合った浴槽のサイズが制約されています。

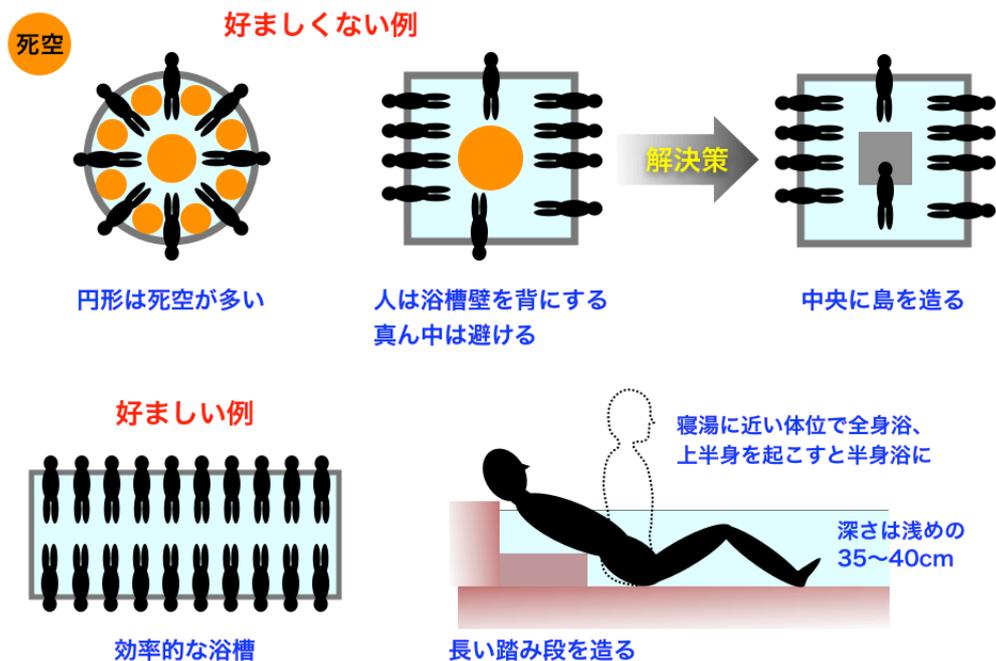
浴槽容量 (t)	最大流量 (ℓ/分)*	満水時間 (分)	最低維持流量**
2.5	40	63	16
3.0	50	60	20
3.5	60	58	24
4.0	70	57	28
4.5	80	57	32
5.0	90	56	36
5.5	100	55	40

* 1時間で満水にする流量

** 最大流量の40%

【図表6-1】高濃度炭酸泉専用浴槽の容量と掛け流し給湯量の関係

湯量を変更できる場合は、身の丈に合った実用的な浴槽の容量は、最大給湯量で1時間分を目安にします。それ以降の掛け流し湯量は、入浴客の数に合わせて最低湯量（最大給湯量の4割程度）までの範囲で変更させれば良いでしょう。



【図表6-2】高濃度炭酸泉用浴槽の工夫

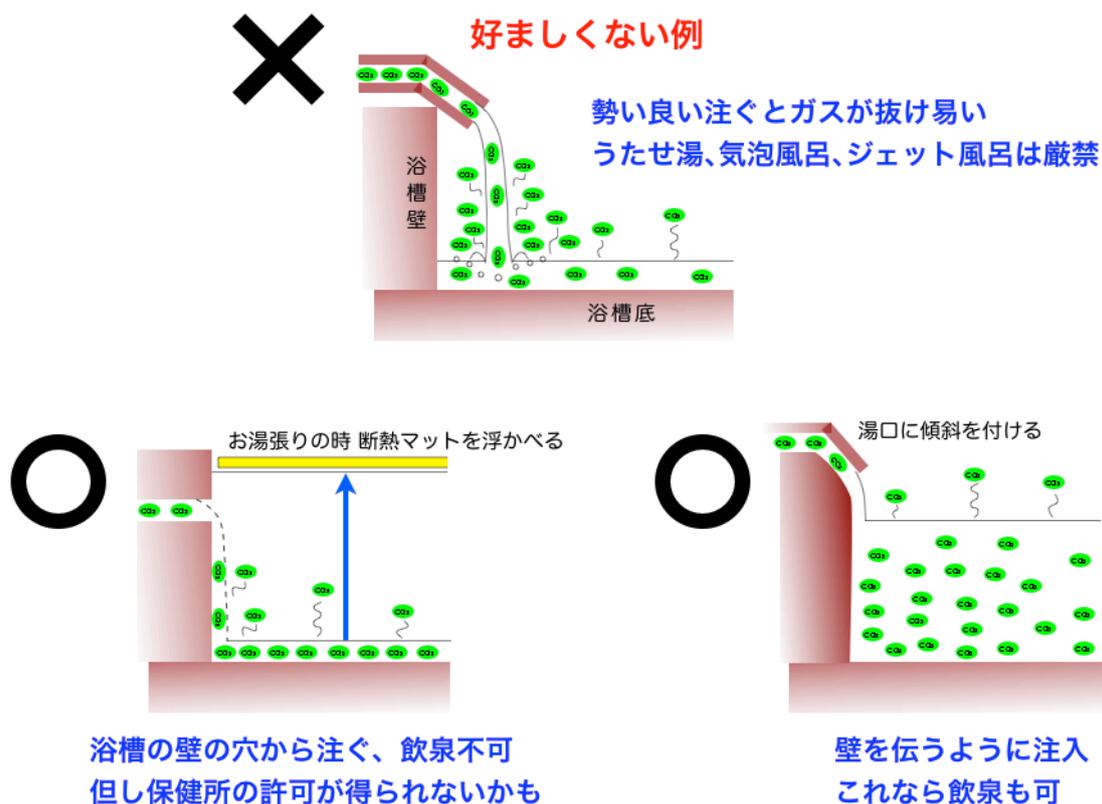
実際の高濃度炭酸泉の湯量は、多いところでも毎分200ℓ程度で、それより少ないのが多数派です。そのため、同じ浴槽サイズなら、なるべく多くの人が入浴できるための工夫が通常の温泉以上に必要となります。すなわち、広さの割には掛け流す湯量が少なくて済み、湯の入れ替わりが早いため遊離炭酸ガス濃度と湯温が維持でき、深さが浅めで静水圧が小さく心臓と肺呼吸への負担が少ない浴槽です。

加えて浴槽の形状も重要です。円形や楕円形、不定形などは、隣り合う入浴客との間にどうしても死空ができるので避けるべきです。入浴時、ほとんどの場合人は背中を壁につけます。ですから浴槽の真ん中に広い死空ができるような正方形の浴槽は避けます。既存の浴槽を改良する解決策としては、中央部に島を造り、浴槽容量を小さくすれば良いのです。

好ましい例は、向かい合った人と足が接しない幅（2m50cm程度）で横長の長方形が死空が少なく、向かい合った人同士が目を合わせて語り合えるうえ、湯頭と湯尻に適度の温度勾配が付いて好みの湯温を選べる長方形がベストでしょう。

深さは浴槽容量を決める重要な因子です。深い浴槽は静水圧が大きく呼吸と心臓への負担が大きくなるので、一般の温泉より長湯を前提とした炭酸泉温浴では、好ましくありません。そこで、炭酸泉の場合は、深さを浅めの35～40cmにします。この深さでは、寝湯に近い体位で全身浴ができ、上半身を起こすとそのままみぞおち付近の水位で半身浴にもなります。少し長めの踏み段を造ると浴槽容量を小さくできます。

デリケートな炭酸泉は攪拌に弱く、注ぐ時にガス抜けを起こす



【図表6-3】炭酸泉湯口の工夫

浴槽に炭酸泉を注ぎ口（湯口）の工夫も忘れてはなりません。よく見かける湯口からドボドボと勢い良く注ぎ込まれるタイプは、炭酸泉の場合ガス抜けが多く5%程度損をしますので、絶対に避けたいものです。打たせ湯にしたり、パイプバス（気泡風呂）やジャ

クジーは当然のことながら御法度です。循環温泉で飛沫（エアゾル）が大量に出るこれらの仕掛けこそ、高齢者の肺炎を起こすレジオネラ菌の気道感染の主要原因なのです。

ベストの注ぎ口は浴槽の底ないしは壁の穴からですが、飲泉可能な湯の場合、飲泉できない欠点があります。また、管轄の保健所の無知・無理解から、逆流をしないために浴槽との繋がりを切るように「指導」され、許可されない場合もあります。

最も無難な注ぎ口は、炭酸泉ができるだけ壁を伝わるようにします。この場合、注ぎ口を幅広くするとガス抜けしやすいので注意が必要です。炭酸泉は浴槽を満たしている時に炭酸ガスが抜け易いし、湯温も下がります。湯を溜める時、湯面に断熱マットや梱包用のプチプチ（バブル・ラップ）で覆ってやれば、ほとんどガス抜けしませんし湯温も維持できます。

浴槽での湯温の目安は、冬は39℃、夏は38℃です。高濃度炭酸泉は40℃以上では、熱く感じるので実際には長く入れません。その他、浴室は換気のため、常時窓に隙間を作っておくことも忘れてはなりません。

天然温泉の高濃度炭酸泉化「はさみ温泉・湯治楼」

効能に秀でた高濃度天然炭酸泉はどこでもあるわけではありません。人工炭酸泉と違って特定地域限定的です。しかも大半は、都会からのアクセスが悪い山間地に多いのが現実です。

このギャップを満たす方法の一つが、以下に述べる天然の温泉に炭酸ガスを注入もしくは追加する方法です。現在この先進的な試みが幾つかの温泉でなされていますが、ここでは「はさみ温泉」を取り上げてみます。人々が温泉に寄せる思い入れのドラマを見ることができます。

波佐見は先に人工炭酸泉温浴を採用しているデイケア介護施設「銀のらくだ」で取り上げましたが、なぜか炭酸泉に縁と熱意のあるところでした。波佐見にはアルカリ度の強い重曹泉の冷泉を加温した波佐見温泉センターと言う民間の温泉施設があり、湯治客もおりましたが、施設の老朽化と経営上の理由のため2006年に閉鎖、施設自体も取り壊されてしまいました。

しかし、まちおこしとして温泉を惜しむ住民の再開要請にこたえて、旧源泉の湧出量が決定的に少ないため、波佐見町は2008年に川棚川沿いに深度1,000mの井戸を新規掘削し、新源泉を掘り当てました。と言う話しはどこにでもある話しですが、波佐見が偉いのはそれからです。

まず、95%が失敗例とまで言われる町営や第3セクター方式の硬直人事と採算性無視で継続性のない経営を避け、地元の建設会社の松下和徳社長が中心になり民間主導の株式会社「はさみプロジェクト」を設立しました。銀行員時代から企業再建の実務経験豊富な財津康信支配人が加わり、温泉再建のプロジェクトが起動、主力の陶磁器産業がどん底景気のなかで、100名を超える町民の善意の出資で実現できました。



高濃度炭酸化天然温泉=はさみ温泉・湯治楼（ゆうじろう）

新源泉は38℃で、泉質はpH7.5のナトリウム-炭酸水素泉（重曹泉）です。しかし、波佐見の周辺にはすでに嬉野温泉と武雄温泉という超有名温泉地があり、同じような泉質で勝負するわけにはゆきません。新源泉には少ないですが遊離炭酸ガス濃度が含まれており、温泉分析書では77ppmでした。そこで縁あって、開業の6ヶ月前、温泉施設建設の青写真がほとんど決定しかけていた矢先の2009年11月に私に声がかかり、試験的に炭酸ガスを追加してみることにになりました。家庭用炭酸泉製造装置「シードル」を源泉井戸施設に持ち込み、天然温泉に炭酸ガスを追加したところ、実測値150ppmの源泉が1,400ppm、pH6.2の素晴らしい炭酸泉に生まれ変わることが分かりました。もし、源泉のpHが8以上あったなら、効率良く炭酸ガスを吹き込めなかったことでしょう。

本物の炭酸泉を体験したことがないプロジェクト関係者達は足湯をして、細かな泡が付き、浸漬部の皮膚が紅潮するのを見て驚嘆するや、その日の夕方には、九重の炭酸泉=釜ノ口温泉・山里の湯に入浴体験するため出向きました。念のため翌週には、今度は周囲の状況をよく見るため昼間に、長湯を含む九重の炭酸泉地帯の旅に奥様方を同伴されて、女性の意見も聞き、高濃度炭酸泉の真偽を自らの眼と体で確かめに出かけるというフットワークの良さでした。

三菱レイヨンの業務用炭酸泉製造装置「エクセルカーボ」への初期投資と、毎日のランニングコストとして炭酸ガス費用が余計にかかるものの、より良い「本物の温泉」を提供することで、地域住民の健康増進に貢献し、リピーターを増やすためにも、一部の浴槽の高濃度炭酸泉化を採用することを即決しました。この意志決定の速さは民間であるがゆえです。

次に、設計の一部変更と資本金の増資に関して行政と出資者の理解と協力を得るため、工事途中の12月2日に一瀬政太波佐見町長以下町関係者、町会議員、出資者の参加のもとに新波佐見温泉説明会が催され、河野宏医師と私の講演と炭酸ガスを追加した新源泉の足湯体験も行われました。

こうして、2010年4月26日正式に内湯として源泉掛け流しと炭酸泉（浴槽で900～1,100ppm）、それに旧源泉のアルカリ冷泉の3種類の「はさみ温泉・湯治楼（ゆうじろう）」がオープンしました。その後、連休を挟んで2週間で1万人弱の来客があり、まずは好調なすべり出しをしました。財津支配人は「あの時もう1日でも遅かったら、今の炭酸泉はなかったでしょう。」と仰りました。

はさみ温泉「湯治楼」のように、天然温泉に炭酸ガス追加し掛け流す炭酸泉化天然温泉も、天然温泉をより良い温泉として活用する新たな試みの始まりと言えます。

ただ一つ残念なことは、炭酸泉は『浸かる温泉』です。『洗う温泉』ではありません。高価なカランのついた多数の洗い場は要りません。大分の本物の炭酸泉温泉にはほとんど洗い場がありません。必要ないのです。炭酸泉温浴では、週に1～2回石鹸で洗うだけで済むからです。

それに、よくある合成洗剤であるシャンプーやボディシャンプーがここにも置いてあることです。これらは皮脂腺から分泌される皮脂を根こそぎ取り除きます。本来は、常在性で嫌気性菌のプロピオニバクテリウムが皮脂腺に住みつき皮脂を分解してパルミチン酸やステアリン酸などを産生し、皮膚の保湿とpHを5～5.5の弱酸性に保つことで、皮膚常在菌の栄養と増殖を促進し、通過菌である黄色ぶどう球菌・緑膿菌や真菌など有害な菌の定着と増殖を阻止しているのです。

炭酸泉温泉施設にふさわしいのは、肌のトラブルの張本人である合成洗剤を常備しないで、天然成分由来の石鹸だけを常備すべきです。良いものと悪いものを併用すべきではないと思います。



左：内湯の源泉と炭酸泉掛け流しの内湯、右：コンプラ弁当

それに書き加えねばならないのは、隣に併設されている地元食材と波佐見焼きにこだわる「陶農レストラン・清旬の郷」です。かまど飯と旬の野菜たっぷりの定番料理と創作の自然派料理を提供しています。

盛り付け用陶磁器はもとより、江戸時代、長崎出島から清酒と醤油を詰めてオランダ東インド会社経由で、東南アジアとヨーロッパ向けに輸出した波佐見焼=通称「コンプラ瓶」の復刻調デザインで、食べる時、食べた後も嬉しさがタッブリ入ったこだわり注文弁

当「コンプラ弁当」も見逃せません。食べた後の容器はアイデア次第でいろいろと活用できます。

島原温泉から島原炭酸泉の活用へ

同じ島原半島の小浜と雲仙に比べて島原は「熱い」温泉に恵まれず、島原市にとって温泉は悲願でした。市の「温泉開発は失敗と成功を重ね」ようやく昭和42年（1964年）に「温泉集中管理」方式=全長10kmにも及ぶ配管システムを採用する温泉給湯事業を開始しました。これは、わずか1ヶ所の源泉井戸で市内の主な宿泊施設を賄うと言う苦汁の策でした。

泉質はナトリウム・マグネシウム-炭酸水素塩泉です。特に効能に優れた泉質ではありません。現在の中央給湯所の元池第二源泉でも日量345トン、すなわち毎分240ℓで全市を賄うには少なすぎます。そのため、加水や循環風呂にせざるを得ないのが実状です。加えて、全国各地のレジオネラ問題を受けて、消毒用の塩素を加えると変色沈殿を起こすため、やむなく41℃の源泉を石油ボイラーと熱交換器で60数℃に加熱し、24時間給湯しています。

そのためトン当たり550円以上にもなる高コストの温泉水に、利用する宿泊施設は悲鳴を上げ、次々と利用施設の脱落が続き、行政は赤字を補填する悪循環に陥っています。この集中管理システムは「地面を温めている」と揶揄されています。



【図表6-4】温泉集中管理方式の全長10kmの配管図（原図島原市、一部改、右が北）

この高コストの島原温泉に換わり得るのが、泉質ではるかに優れ、普賢岳の噴火時期（1990～95年）も含め掘削以来30年以上涸れることなく湧出しながら、26℃の冷泉のため、見向きもされてこなかった島原炭酸泉です。

今まで、ほとんど利用されることもなく、沖合で海底湧出して海中に姿を消しています。この豊富で地域限定の貴重な地下資源は、現在自噴中の島原小涌園1ヶ所だけでも毎分500ℓもあり、ポンプで揚泉すれば毎分1トンも可能でしょう。

共存共栄の温泉街を目指すなら、誰もが気軽に立ち寄り利用できる共同湯（外湯）を造ることで。加えて、この豊富な高濃度炭酸泉は冷泉のままでは炭酸ガス抜けしにくいいため、既存の配管システムの一部をそのまま有効活用して南から逆方向に流し、宿泊施設の内湯では必要な量だけを「カーボウォーマー」を使用して加温すれば、加温にかかるコストは半減するでしょう。

現在日本一の炭酸泉と標榜し、マスコミで度々取り上げられている大分県の長湯に、質量とも勝るとも劣らない泡付き炭酸泉の源泉100%掛け流しの温泉郷が実現できるでしょう。

高濃度天然炭酸泉の活用をまちづくりの核に据えて、中長期滞在型の湯治の里（療養型温泉地）を造ることで。それには、医療機関との連携、農業や漁業者との連携で安心安全な食材確保・体験型農漁業、雑穀やハーブなど体に良い食材の生産、遊歩道の整備、泉種の異なる小浜と雲仙温泉とのタイアップなど、長期間滞在しても飽きないメニューを用意することで。

まちづくりは、行政主導ではなく行政は応援に徹して、民間の知恵と活力を集める仕組みやNGO組織を育てます。例えば、「糖尿病療養地」に特化して、中国をはじめ海外からの療養客を受け入れるメディカル・ツーリズム（医療観光）も夢ではありません。

火山は今回の普賢岳噴火のように時に災厄をもたらしますが、同時に特有の景観、地下水と温泉、鉱物資源、地熱、肥沃な土地といった恵みももたらします。『災い転じて福となす』と言う諺通りに地元住民が高濃度炭酸泉と言う潜在的な恩恵を認識し、人々の健康と地域の活性化にどうすれば最大限に活用できるか問われていると言えます。

超高濃度炭酸泉「野母崎海の健康村・陽の岬温泉」

行政も含め、ほとんどの長崎県民はご存じではありませんが、実は、長崎県は大分県に並んでも遜色ないほどの、知られざる炭酸泉地帯を抱えているのです。

島原炭酸泉のことは先に述べましたが、もう一ヶ所特記すべきほどの炭酸ガス濃度を持つ温泉があります。それは、長崎市内から南西に約25km、野母崎半島の先端に近い日本最西端の温泉、野母崎海の健康の村・陽の岬温泉です。近年産業遺産として脚光を浴び始めた軍艦島を正面に一望できます。

この施設は、2001年に旧西彼杵郡野母崎町が深度1,500m温泉井戸を掘削し、温泉宿泊施設としてオープンさせたもので、市町村合併で2005年長崎市に編入され、現在は長崎市の所有になっています。観光の振興と地域の活性化及び市民の健康増進を目的とし、指定管理者に管理運営を委ねています。



野母崎海の健康村・陽の岬温泉の源泉井戸と処理施設（左）、カップに注いだ源泉（右）

私が初めて訪れたのは2010年5月28日です。インターネット情報では、ミネラルに富む含鉄・二酸化炭素-マグネシウム・カルシウム-炭酸水素泉と言う泉質の炭酸泉で、その濃度が1,130ppm、源泉温35℃であることは公表されていました。訪問前日に源泉分析の許可を長崎市から得て、現地に赴きました。源泉井戸の側にある圧力釜のようなガス分離器から多量の炭酸ガスの気泡とともに汲み上げられた無色透明の新鮮な源泉を分析のためにカップに注いだ途端、ものすごい泡付きに驚かされました（図6-6右）。

この源泉は明らかにビール並み（約3,000ppm）の濃さなので、源水17mℓに水33mℓを加え3倍希釈して炭酸ガス検知管で測定したところ1,040ppm、すなわち源泉の遊離炭酸ガス濃度は3,100ppmだったのです。私が実測してきたそれまでの最高値、宇土半島の金桁鉍泉の2,800ppmをあっさり超えました。

ところが、私が測定した前後時をほぼ同じくして、別の2つの温泉分析業者が遊離炭酸ガス濃度を測定していますが、それぞれ660ppmと990ppm（調査試験日が6月26日）と言う結果を出しています。5ヶ月後の10月23日にも実測しました。その時でも2,300ppmでした。この井戸の遊離炭酸ガス値の変動が大きい原因の一つは、水中モーターを使って深井戸から汲み出す時点で、攪拌によるガス抜けを起こし易いためと考えられます。それでも、鉍泉分析指針に基づいた測定ではなぜ療養泉基準の1,000ppmを下回る低い値しか出ないのでしょうか。

特に後者の測定時には、私のアドバイスに従って、指定管理者が実際に立ち会ったうえ、「原則」通り湧出地で、鉍泉分析法指針に基づきサンプル採取後直ちに実測した結果です。前述の温泉分析書との乖離が甚だしい例の一つです。いかに現行の遊離炭酸ガス濃度測定法が、現実には則していないかの最たる例と言えます。

泉温が30℃以上あってもこれほど濃いのは、炭酸ガスが大深度井戸ゆえ地下にかかる圧力によって封じ込められているからでしょう。太田一也名誉教授によると成因は変成岩起源と言うことですが、軍艦島=羽島炭鉍を目前に見ると埋没古生物由来の生物起源ではないかと私には思えるのです。炭素やヘリウムなどの同位体分析で、その起源を明らかにして欲しいものです。

加えて驚くべきことに、陽の岬温泉では2001年の開業当時から、この高濃度炭酸泉の源泉をわざわざ除鉄・除マンガン装置を通し、炭酸ガスも抜きながら、消毒用の塩素剤を注入し、貯留タンクに一旦溜めてから大循環浴槽に新湯として注入しています。

折角の泉質も台無しです。おそらく掘削当時、温泉掘削業者の言いなりに、温泉処理をするための高額な設備に投資させられ、年間数百万円という高額維持費の負担が収益を圧迫していることは想像に難くないのです。

加えて残念なのは、80~100人は同時に入れそうな大浴場に入ると、まず循環風呂に特有な塩素臭が鼻につきます。これではプール並みの「塩素泉」です。ちなみにヒトが塩素臭を感じる大気中での塩素濃度は3.5ppm以上とされています。

湧出量に見合わぬ男女それぞれ30トン、合計60トンもある巨大な浴槽に、本来炭酸泉にはあってはならないジャクジー、バイブラバス、打たせ湯が同じ巨大浴槽に附属し、まるでスーパー銭湯並みです。現在の湧出量での掛け流しなら、最大でも男女各10トン程度の浴槽が妥当でしょう。

湯船の湯は除鉄・除マンガン装置のおかげで透明感がありますが、完全に除ききれていないので茶褐色です。それでも、浴槽水の遊離ガス炭酸ガス濃度は250ppmもあるのです。元々の源泉が超高濃度だからこそまだ幾分残っているのでしょう。

2004年7月宮崎県日向市の3セク温泉施設「日向サンパーク温泉・お舟出の湯」で、死者7名感染者200名以上ものレジオネラ菌集団感染を契機に、県によっては源泉掛け流しの温泉まで塩素を注入する行政指導がなされています。残念ながら長崎県もその一つです。掛け流しの温泉施設で毎日の清掃を念入りに行っている限り、本来還元泉の温泉では、酸素がないと増殖できない偏性好気性菌であるレジオネラ菌感染の心配はいりません。

現状は、高濃度炭酸泉温浴のコンセプトをまったく間違えた温泉施設になっています。せっかくの超高濃度炭酸泉です。実験的に源泉を足湯桶に取り、70℃のお湯を2割程度加えてみると、41℃で1,320ppmになり、皮膚には泡が良く付きました。元々泉温が31℃程度あるわけですから、70℃の湯を少し加えるだけで看板に違わぬ素晴らしい炭酸温泉になるはずです。現に源泉の炭酸ガス濃度が2,000ppmを超える柚木慈生温泉（山口県）や木曾福島・二本木温泉（長野県）では、温水とのブレンドで、浴槽でも泡付きの炭酸泉を実現しています。

海健康村を所有する長崎市には、その名にふさわしい本物の掛け流し高濃度炭酸泉を提供して頂きたいと節に願っています。

ミネラルウォーターとしての炭酸泉

ヨーロッパで生活したり、旅行すると分かりますが、ミネラルウォーターのほぼ半数は炭酸ガス入りです。実際に、2009年の統計でも販売量の44%がガス入りです（European Federation of Bottled Waters）。炭酸ガス入りの鉱泉が多く、その湧出量

が豊富だからです。またカルシウムやマグネシウム等を多く含む硬度の高い鉱泉は、「飲む野菜」とも称され文字通りミネラルの補給源としても捉えられています。

特に、ガス入りミネラルウォーターは胃壁から吸収される炭酸ガスにより副交感神経が刺激される結果、食欲をそそり、疲れがとれるため好んで飲まれています。スッキリした飲み口が、乾燥した空気と西洋のこってりした料理にも合います。日本人が間違っ買ったり、注文して初めてガス入りミネラルウォーターを飲まされると、「こんな水、飲めたものじゃない」と感じるのですが、飲み続けると、不思議と病みつきになります。

日本では、数十年前は人々が「ミネラルウォーターを購入してまで飲む」など考えられませんでした。味、受水槽の衛生状態、発がん性と催奇性が疑われている塩素消毒でできるトリハロメタンなど、水道水への不信感から次第に消費が増え、統計を取り始めた1986年の年間1人当たり0.6ℓから、2008年には19.6ℓと22年間で約30倍も消費が伸びています。今や国産は勿論、ヨーロッパやアメリカからもおびただしいブランドのミネラルウォーターが輸入されるようになりました。ただし、ガス入りミネラルウォーターは、ほとんど普及していません。

天水がしみ込み地下水となる涵養区域内に、工場や住宅地はもとより、過剰施肥による硝酸性窒素汚染が懸念される農耕地や牧畜地がほとんどない大分県・阿蘇野や島原の炭酸泉のように、安全で豊富な湧出量の炭酸泉がボトルリングされれば「ナチュラルミネラルウォーター」（農林水産省のガイドライン）として、国内のガス入りミネラルウォーター市場を新規に開拓できる可能性があります。未開拓な国内市場より確実な市場は、水事情の悪い中国、東南アジアから中東を経てアフリカにかけての目覚ましい経済成長中の海外市場です。

日本は天然資源に乏しいとされていますが、安全で生存に必須な水資源に恵まれた日本は、今世紀から本格的な水の輸出大国になることでしょう。

島原炭酸泉はマグネシウム補給源としても注目すべきです。例えば、島原小涌園の炭酸泉は1,466もの超硬度ですが、カルシウム/マグネシウム比が0.8と極めてユニークです。骨粗鬆症予防として、ビタミンDとともに、最近までカルシウムの摂取ばかりが強調されてきました。

しかし、日本人の2倍のカルシウムを摂取するアメリカや北欧の人々の骨粗鬆症の比率は日本人の約2倍です。このことから、カルシウム単独の過剰摂取は、体内での石灰化を促進するため、逆に脳梗塞、心筋梗塞、痴呆症、動脈硬化症など発病リスクを増すと、ようやく認識されるに至りました。

大切なのは単独では暴走しがちなカルシウムに対する女房役のマグネシウムの摂取比率を、カルシウムの1/2にすることです。大豆食品、魚介類、海草、木の実など食物中にはマグネシウムが化合物の形で含まれていますが、消化吸収されにくいのです。それに比べ、水中に溶けてイオン化しているマグネシウムはずっと吸収されやすい、とされています。そこで、現代人の食生活ではおろそかになりがちなマグネシウムの補給源として、Mgリッチ炭酸飲料と見なすことができます。また、マグネシウムは穏和下剤として働き、便秘を防止する意味でも重要なミネラルです。

女房役のマグネシウムが必要です（理想は2:1）

水・食品	摂取量	カルシウム	マグネシウム	Ca/Mg	鉄
島原炭酸泉	200mℓ	37.54 mg	49.4 mg	0.8	0.2 mg
牛乳	200mℓ	220 mg	20 mg	11.0	0.0 mg
煮干し	10g	220 mg	23 mg	9.6	1.8 mg
木綿豆腐	100g	120 mg	31 mg	3.9	0.9 mg

成人1日の推奨摂取量 約600 mg 約300 mg 約10 mg

マグネシウムは大豆食品、魚介類、海草、木の実に多く含まれる。

【図表6-5】 島原炭酸泉とその他の食品のカルシウムとマグネシウムの含有量比較（浦川原図）

過疎地へ炭酸泉導入でコミュニティ活性化

地方、特に農山村地域や離島では急速な過疎・高齢化が進行中です。

近年日本各地に高齢者福祉施設として多額の費用をかけ、温泉を掘削し、温泉がでると豪華な温泉施設を造営し、送迎のためのマイクロバスやワゴン車を用意している自治体が散見されます。

しかし、バスやワゴン車による送り迎えは、時間の制約や顔見知りが多く会話の機会が限られるなど、利用者にとって使いづらいうえ、大多数の施設では、巨額の掘削・建設費用に加え維持費用が嵩み、95%が赤字経営と言われる第3セクター温泉は自治体の重荷になっているのが実情ではないでしょうか。

一方地域には、高齢者の方々が相互の親睦を図る、村の行事・教養・レクリエーション・福祉・緊急時の避難等に利用される施設として、住み慣れた地域に根ざした公民館、「老人憩いの家」、集会場、小中学校の廃校などの住民共有や公共の施設があります。

これらの施設は基本的に自宅から歩いて行ける範囲にあり、高齢者の地域コミュニティの中心的存在に成り得るもので、更なる活用が望まれます。実際に有効に活用されている所もあれば、立派な施設ながら月1回、年数回程度の利用しかない所もあります。

医学的な効果効能が証明された療養泉に相当するお湯が、ポーリング無しで、過疎・高齢化地域のどのような場所でも利用できるとしたらどうでしょう。天然の炭酸泉には及ばないものの、優れた血流亢進作用を持つ高濃度人工炭酸泉は、どこでも給湯設備と浴室さえあれば設置、利用することができます。

現場の状況によって多少異なりますが、増築せずに内部の改装だけですすことができます。清潔なユニットバスと高濃度炭酸泉製造装置を含めた合計の価格が1カ所あたり200万円前後で設置でき、時々新湯を継ぎ足し、オーバーフローさせることで湯温と炭酸ガス濃度を維持しながら、衛生的に10～20名にサービスすることが出来るのです。

炭酸泉は、通常の風呂との違いは入浴すれば、高齢者には直ぐ実感できます。自宅の風呂よりずっと魅力があるため、利用を希望する高齢者は多いと思います。独居老人も入浴

事故を恐れずに安心して入浴できるし、何よりも高齢者の孤独感を和らげてくれるでしょう。

自治体は直接運営に関与せず、住民の自主性にまかせます。「入浴時間割を作り、100円程度の利用費を徴収する。足が不自由な人には相乗りしたり、送り迎えする。囲炉裏を囲んだり、炭酸泉足湯を作り談笑する。自治体は時々、保健婦や理学療法士を派遣し、住民の健康状態や自立度を把握し、風呂上がりに柔らかくなった筋肉と関節の運動機能訓練をする。」など創意工夫できます。

こうすれば、毎日安全に炭酸泉に入って効果効能を得るだけでなく、疎遠になりつつある地域のコミュニティーが活性化されるのではないのでしょうか。

炭酸泉温浴と心電図

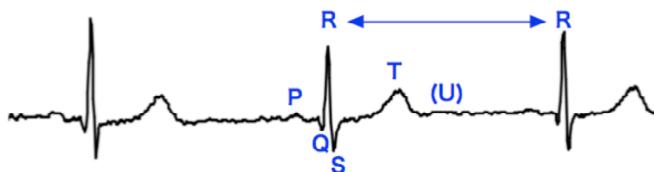
炭酸泉は思わぬ使い方もできます。現在、入浴中の心電計測として、防水処理した接触電極を付けたホルター心電計で、数日レベルの長時間記録を取ることが可能です。その結果、入浴との関連性が明らかになりつつあります。

一例として「狭心症60人の入浴時の心電図記録では、入浴中に労作性狭心症の7%に虚血性ST変化または著明な不整脈が出現した。安静時狭心症では37%、労作・安静時狭心症では81%と高率であった。安静時狭心症はすべてが入浴直後の立位で出現していた。労作・安静時狭心症ではすべて入浴中で出現していた。安静時狭心症では浴槽からあがった立位時に、急激な血圧低下、心拍数増加と自律神経の関与によって冠動脈の攣縮（れんしゆく）が誘発されると考えられる。浴槽入浴中は水圧による前負荷増大、血圧上昇、心拍数増加をきたし、高温浴で一層著明になる。」（www.m-junkanki.com）などの報告があります。

心電シグナルが減衰するものの、浴槽に設置する特殊な非接触型電極を使って、入浴中の心電図を取ることが可能なこともすでに知られています。また、水に塩など電解質を溶かし込むと、心電シグナルが強くなることも知られています。

高濃度人工炭酸泉では、pHが4.5～5のように弱酸性を示し、一部の遊離炭酸ガスがイオン化して水に溶け込んでいるため、電気抵抗値が水道水より低く、電気をより通し易い性質があります。この性質により、浴槽に付けた非接触型電極でも、通常の接触型電極での心電シグナルの1/2～1/4程度に減衰するものの、電気伝導度を決める水道水に溶け込んでいるミネラルの種類と量の地域差に依らず、どこでも安定的に入浴中の心電シグナルを取ることができると思われます。元々の水道水の成分にもよりますが、炭酸ガスを加えることにより、2割程度シグナルが大きくなります。

通常の3極誘導・電極直付けECG



非接触電極・炭酸泉入浴時ECG



【図表6-6】 通常の接触型電極心電図（上）と炭酸泉温浴時の非接触型電極による心電図（下）（浦川原 図）

ただし直接電極に比べ、非接触型電極による心電シグナルの特性は「湯を介しているため低周波領域の減衰が生じる」、さらに「浴槽の形状、湯の電気伝導度の違いにより異なるので、浴槽内心電図を用いての心電図波形そのものの解析は、表面電極から得られる心電図信号と異なるので臨床的には評価できないが、心拍数の測定には、なんら問題がない。」（田村俊世、2003年）との報告もありますが、炭酸泉温浴時の心電データを長期間観察すれば、波形やR-R間隔のゆらぎから不整脈や自律神経機能の判定に活用できるかも知れません。

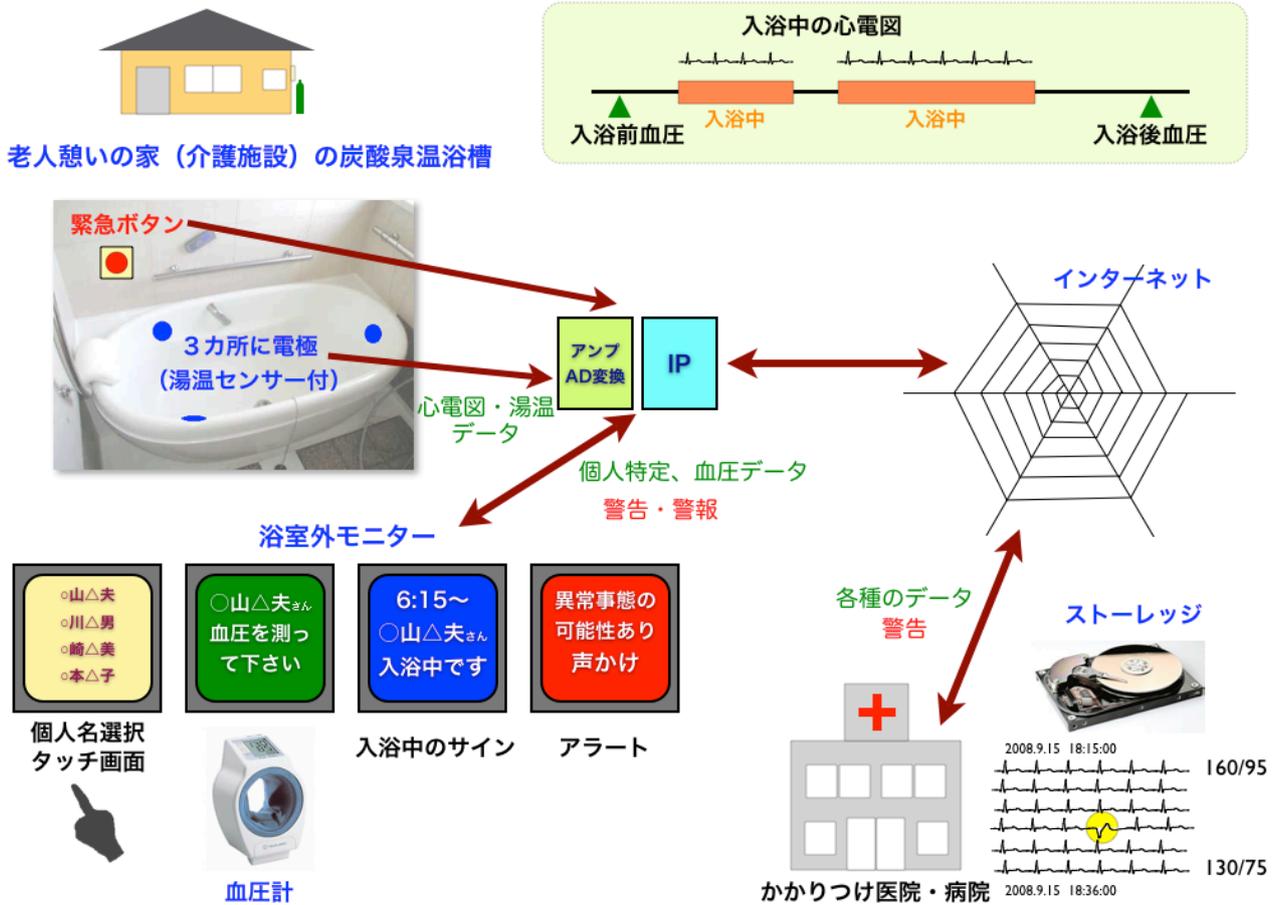
電極から得られるシグナルには、心電のほか生体からのものとして筋肉の収縮に伴う筋電や、生体以外の湯の揺らぎにより発生するノイズがあります。これらは周期性や波形から区別されます。

また、入浴時と出浴時の波形は筋電も加わる特徴的なパターンなので、除外できます。浴槽内での大きな動き以外は、基線安定化フィルタというソフトウェアで処理すれば基線が平坦化し、基線が大きくうねることはありません。

炭酸泉温浴セーフティ・システム

炭酸泉温浴時に、浴槽に設置した非接触の電極で、入浴者の結構きれいな心電が取れることが分かりました。このことは、心電シグナルをパソコンに取り込み、異常状態を判断すると警告出して入浴に伴う事故死を予防したり、かかりつけの病院のホストコンピューターに日常的にデータを保存・蓄積させることで、遠隔医療への応用の可能性が出てきます。

このシステムの実際の運用は、過疎高齢化地域の公民館などでの炭酸泉サービスや介護施設・病院など利用者が予め限定されている施設での入浴に限りますが、入浴者は入浴前に自分の名前をタッチパネルで入力し、個人認識を済ませます。その後入浴直前の血圧を測定します。そして入浴です。出浴後も血圧を測定します。画面には過去のデータも含めた入浴前後の血圧の変化を表示すると、高血圧の方は血圧の変動を実感できます。



【図表6-7】 炭酸泉温浴セーフティ・システムの全体像

この炭酸泉温浴セーフティ・システムは、本格的な超高齢社会を迎える近い将来、年間14,000人と推定される入浴に伴う事故死を可能な限り未然に防ぎ、遠隔医療の一つとして、日常生活で得られる身体の生体情報データをかかりつけの医療機関と共有することで、日常的に医療との接点を持つことが可能となります。

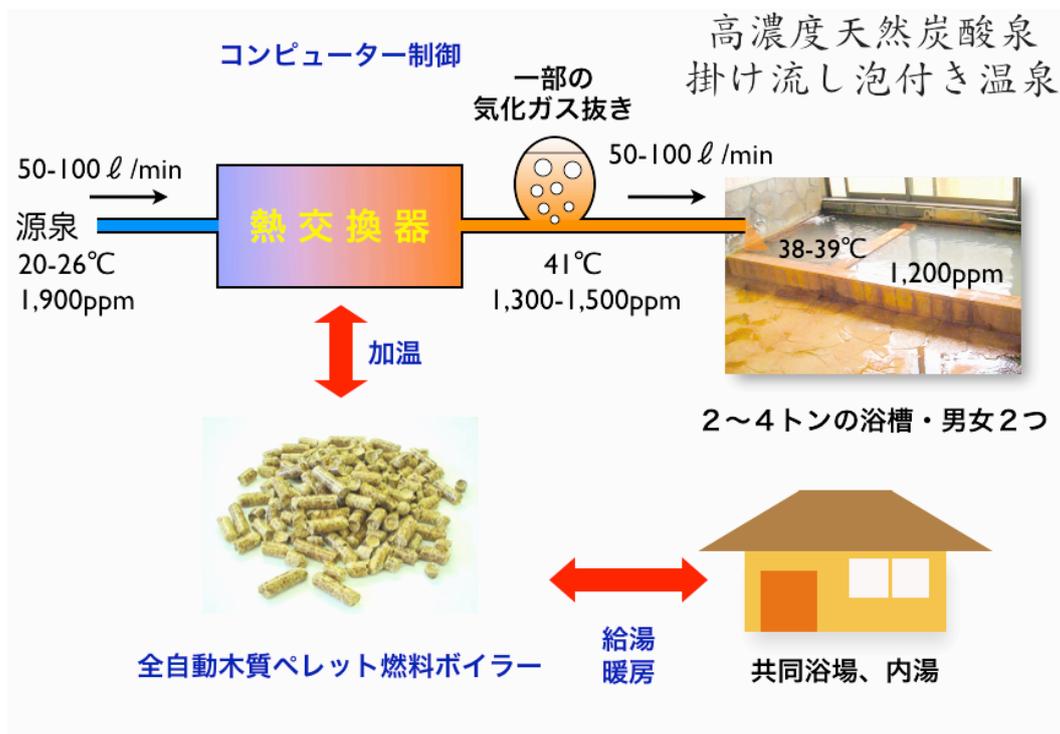
ただし、現行薬事法では生体情報モニタから出るシグナルを使って警報を鳴らすことは、生ずるタイムラグにより同時性が失われるため、禁止されています。しかし、将来の過疎・超高齢社会の日本では、デメリットよりメリットの方を重視せざるを得ない状況になることは必至でしょう。私は、このシステムは炭酸泉の長期的連用が循環器系に及ぼす効果を見る貴重なデータを提供してくれると考えています。

炭酸泉の加温は地産バイオマス燃料で

天然炭酸冷鉱泉の活用には熱エネルギーが必要ですが、温泉施設で加温用のオイルの臭いがするのは、実に興ざめさせられます。加温や施設の給湯に際して、過去価格の乱高下を繰り返し、地球温暖化を加速する化石燃料に依存しない、再生可能＝カーボンニュートラルなバイオマス燃料を使うことです。

中でも最も現実的で有望な木質ペレット燃料は、製材時の樹皮・端材・間伐材をおが屑のように破碎・乾燥した後、木材中のリグニンが接着剤となるため、他に何も加えず高圧でノズル

から押し出し、ペレット（直径6～8mm円筒形、長さ1～2cm）化したものです。木質ペレット燃料は、輸送・貯蔵・取り扱い・着火性に優れ、全自動ボイラーも市販されています。日本では年間4万トン程度が生産されているに過ぎませんが、外貨を使わない純国産燃料として安定供給が見込まれます。排出権取引を目前に、石炭火力発電所では石炭と混焼するために、日田や門川では年間数万トン・クラスの大規模ペレット工場が立ち上がり始めました。



【図表6-8】木質ペレット燃料を使って炭酸泉の加温

近隣の林業地域にペレット製造工場をつくり、利用者との共働で地域限定の大量生産・保管・配送・小売りする施設と仕組みをつくるのです。そうすれば、現在石油やガスに依存している公共施設・宿泊施設や農業用ハウス、さらには一般家庭での利用も促進されます。

このように林業と連携し相互活性化することで、雇用も創出でき、原油価格の乱高下に一喜一憂することなく、石油が枯渇する将来までも安定的で環境に優しいエネルギーの地産地消が可能でしょう。

高知県高岡郡梶原町や岐阜県白川町は町を挙げて木質ペレット燃料をはじめ、先進的な地域循環型エネルギー活用の先進地で、参考になると思います。

重油の価格 1ℓあたり	65円	80円	120円
重油 年間 25 kℓ	163万円	200万円	300万円
木質ペレット 年間 40 ton @40円/kg	160万円	160万円	160万円
差 額	+ 3万円	+ 40万円	+140万円

【図表6-9】 重油と木質ペレット価格の比較試算

この木質ペレット燃料を使用した場合の採算性ですが、キロ当たり40円であれば2010年4月時点の重油価格とほぼ同等ですが、2008年の原油高騰の際の100円を超える状況では有利です。問題は数億円かかるペレット製造プラントの建設とペレットボイラー導入の初期投資の費用負担です。

地球温室効果ガス削減へとエネルギー転換を国際的に約束している日本は、国内エネルギーの自給政策を確実に実施するため、2011年からの化石燃料にチャージする環境税を純国産で循環型のエネルギー活用への支援にまわすべきではないでしょうか。

第7章 炭酸泉Q&A

Q1. 炭酸泉って何ですか？

CO₂つまり二酸化炭素ガス=炭酸ガスが溶け込んだ水です。一部は電離してイオン化していますが、大部分はそのまま溶け込んでいます。pHは肌に優しい4.5~7の弱酸性からから中性です。ミネラルが少ないほどpHは低く、水道水に炭酸ガスを溶け込ませる人工炭酸泉では4.5~5程度です。砂糖と果汁抜きのソーダ水です。疲れたときコーラやビールなどの炭酸飲料を飲むと体の内でホッとしますが、炭酸泉浴は体の外からリラックスをもたらします。

医学的な治療効果がある温泉水を療養泉と言い、その泉質は主成分によって大きく9つに分類されています。単純泉、炭酸水素塩泉、塩化物泉、硫酸塩泉、鉄泉、硫黄泉、酸性泉、放射能泉それに単純炭酸泉です。

Q2. 日本には炭酸泉の温泉はありますか？

残念ながら、世界有数の火山国で温泉大国の日本ですが、地下の圧力から解放され地上に湧出したときの源泉が60℃以上の場合、炭酸ガスは急激に抜け出しますから、例え湧出口の源泉の温泉分析書にあったとしても、湯船に来る頃にはほとんど抜けてしまっています。ですから実質的な高濃度の炭酸泉の割合は数%程度でしょう。しかもその大半は泉温が30℃以下の炭酸冷鉱泉として、全国に散在しています。浴用に適した体温程度の高濃度天然炭酸泉で、湯船でも高濃度を保っているものは少なく、大分県の長湯温泉のラムネ湯ほか、七里田温泉の下湯（したんゆ）、笠ノ口温泉の山里の湯、島根県の小屋原温泉、福島県の大塩温泉、北海道の五味温泉などわずかに知られるだけで、それ以外に実質的な天然高濃度炭酸泉は極めて少ないです。

しかも、溶存している炭酸ガスは攪拌や加熱で容易に抜けてしまうため、高濃度炭酸泉は輸送や加温には全く向かず、多くの人にとって今まで手が届きませんでした。著者が考案・発明した天然炭酸泉加温装置「カーボウォーマー」は、加温過程で8割前後の炭酸ガスが残るので今まで浴用として利用されてこなかった高濃度炭酸冷鉱泉も、これから利用できるようになります。

Q3. 高濃度人工炭酸泉の高濃度とはどの程度で、どのように作るのでしょうか？

高濃度とは1,000ppm以上、つまり水1kg（ℓ）あたり1g以上の炭酸ガスが溶け込んでおり、水温40℃ではほぼ飽和濃度に相当します。高濃度炭酸泉に入浴しますと、ヨーロッパでは「真珠の泡」と呼ばれる細かな炭酸ガスの泡が皮膚や体毛にびっしり付いて、それが実に心地良いのです。1,000ppmをきると泡付きは極端に悪くなりますから、泡付きの良さが遊離炭酸ガス濃度の良い目安になります。数分から10分も経つと、浸漬部分の皮膚が紅潮してくるのも高濃度炭酸泉の特徴です。皮膚の温度センサーにも直接働いて、実際の湯温より2~3℃高く感じます。また、直接外から見ることができず採血すれば直ぐ分かるのですが、炭酸泉温浴をす

ると組織や臓器でのガス交換が促進されて酸化ヘモグロビンが増えるために、通常どす黒い静脈血の色が鮮血色になります（静脈血の動脈血化）。

人工的に温수에炭酸ガスを効果的に溶解して高濃度炭酸泉を作る方法は10年前までありませんでした。三菱レイヨンの開発した画期的な人工炭酸泉製造装置は、温水を装置に1回通過させるだけで炭酸ガスを効率よく溶け込ませ、1,100～1,300ppmの過飽和状態まで作れます。炭酸入浴剤による薬剤法では、1錠では50～100ppm程度です。

Q4. 炭酸泉はどのように体に良いのでしょうか？

高濃度（最低でも400～800ppm程度は必要）の炭酸泉浴をしますと、水に溶け込んだ高濃度の炭酸ガスの一部が皮膚から効率良く吸収され、最終的には呼気から排出されます。この時血管内皮細胞が作るNO：一酸化窒素（狭心症のニトログリセリンと同じ作用メカニズム）の作用に加え、適切な湯温では副交感神経を刺激して、毛細血管の血流量を決めるバルブの役割をしている細動脈の血管平滑筋（コイル状に締め上げる括約筋）を緩めて皮膚の血管を一気に拡張させます。そのため、まず皮膚の血流量が劇的に増えることから始まって、組織や臓器での酸素と炭酸ガスの交換、栄養素と乳酸などの老廃物の運搬、免疫細胞の遊走が効果的かつ全身に波及します。皮膚血流量の増加は、42℃以上の危険な高温浴の温熱作用でも起こりますが、安全な湯温である38～39℃のぬるめの温度域でもさら湯の場合の数倍にも及びます。

炭酸泉の多いヨーロッパ、特にドイツでは血圧を下げ心臓に負担をかけないため、肉食に伴い発症率が高い心筋梗塞の療養に使われ「心臓の湯」と言われています。しかし、泉温が最高でも34～35℃と低めで、体温以上での炭酸泉の温熱効果との相乗作用は検討されてきませんでした。入浴として適切な温度の38～39℃での炭酸泉温浴は血流亢進と体温上昇をもたらすし、疲労回復、筋肉痛・関節痛・腰痛などの疼痛緩和、高血圧症、動脈硬化症、リウマチに有効とされています。その他、リラックスをもたらす副交感神経優位の体調に導き入れることで、リンパ球の数・割合および活性が増します。その結果、自律神経の正常化と免疫力を基本とする自然治癒力を引き出し、おおかたの慢性疾患の治療と予防に有効と考えても大きな間違いはないと思います。全身浴の場合、静水圧が心臓にかかるため心臓に疾患のある方は半身浴が勧められています。また、簡便な足浴も選択できます。

Q5. 炭酸泉温浴の温度と時間は、真水の場合と異なりますか？

炭酸泉温浴の適切な温度は炭酸の効果で温感が上がるため、体への負担が少ない38～39℃のぬるめで、少し長めの15～30分間じっくり浸り、1日に1～2回が適切とされています。半身浴なら長湯ができます。

注意すべき事は入浴中は多量の汗が出るため、入浴直前にコップ1杯のアルコールや高濃度の糖分を含まない水分ないしはスポーツドリンクを摂るのは勿論、長めに入浴する際は途

中でも水分補給することで脱水による血液の濃縮に伴う血栓の形成を予防します。特に高齢者は喉の渇きの感覚がやや鈍っているので、習慣として入浴直前・途中に水分補給することを是非心がけたいものです。

Q6. 炭酸泉に毒性や副作用はありませんか？

呼気にも4~5%程度含まれ、高濃度・長時間の暴露でない限り炭酸ガス自体には高い毒性はありません。もし毒性が強ければ、3,000~5,000ppmもあるビールやコーラは飲めませんね。ただし、締め切った浴室では、空気より重いため水面近いところのガス濃度が高くなる場合があります。最低中毒濃度は2%とも言われています。それで、高濃度炭酸泉の浴場では換気には留意する必要があります。

また炭酸泉温浴は副交感神経を刺激しますので、消化管が運動が活発となり、下痢ぎみになる人がいます。その他、低血圧症の方は急な立ち眩みに注意し、高炭酸ガス血症の方や皮膚から出血している場合は禁忌です。その他、嬉しい副作用として、皮膚血流の改善により発毛や白髪が黒化するケースがあることも知られています。

Q7. ガスが抜けやすいと言うことは、入る毎に炭酸泉を入れ替える必要があるのでしょうか？

確かに、炭酸泉はとてもデリケートな温泉で、強くかき混ぜると炭酸ガスが容易に気化して抜けます。そのため浴槽内を強く攪拌するようなジェットバス、気泡湯、打たせ湯とは併用できません。しかし、抜け易いとは言え1時間程度放置しても90%以上の濃度を保ちます。天然炭酸泉の場合、湯温と炭酸ガス濃度を維持するためには掛け流しが不可欠です。循環風呂では炭酸ガス濃度は一気に低下するので向いていません。

人工炭酸泉の場合、湯温が下がった場合の追い炊きは、加熱部分で炭酸ガスが一気に気化するうえ、腐食の点でもガス湯沸かし器に好ましくないので、禁止です。ですから、冷え易い冬場には一部蓋をしたり、湯面を包装用のバブルラップなどで覆うなどの工夫が必要でしょう。湯度と濃度が下がった場合、41~45℃のやや熱めの炭酸泉を新たに注ぎ足すことで対処します。

Q8. ジェットバス、マイクロバブル、酸素バブル、ミストサウナなど各社それぞれに効能を謳っておりますが、炭酸泉とはどう違うのでしょうか？

上記のそれぞれにある程度の効能があるのは事実でしょう。しかし、高濃度炭酸温浴の効能はこれらに比べると遙かに優れています。前述のように、1,000ppm以上の高濃度炭酸泉は医学的に治療効果が期待できる9種類の療養泉の一つに分類されています。しかもヨーロッパでは150年以上も療養に使われてきているように、医学的な効果効能は検証済みです。また、一般的に高濃度の酸素は酸素ストレスと活性酸素を増やし有害です。

Q9. 二酸化炭素は地球温暖化ガスでは？

確かに、そうです。しかしながら、現在市内に流通している炭酸ガスやドライアイスは、石油生成過程や、製鉄所、発電所などから出る副産・排出ガスのごく一部を回収し、精製・液化してポンペに詰めて有効再利用されているものです。人工炭酸泉の場合、200ℓの家庭用浴槽で1回に使う炭酸ガスの量は250g程度です。ちなみに大人ひとりが安静時に出す炭酸ガスの排出量は1分間あたり250mlで0.5gですから、8時間分です。車なら1~2km走って出す量に匹敵します。

Q10. ラニングコストはどの位かかりますか？

炭酸ガスはあらゆる市販ガスの中で最も安価と言われてはいますが、お客様に用意していただくことになるガスポンペのサイズ（7kgと30kg）とガス販売店の地域差に依ります。7kgポンペは初めに買い取る場合が多いうえ単位あたりもやや割高になりますが、30kgポンペならレンタルの場合が多く、200ℓの家庭用浴槽で60~70円程度です。この場合、ポンペの交換の目安はほぼ3月毎です。

一般家庭用の人工炭酸泉製造装置「シードル」や「ソーダバス」では、炭酸ガスのレギュレーター=圧力調整器（数万円程度）は機能と安全保証のため3年毎の交換が必要です。

Q11. 購入を考えていますが、初期費用がまだ高いですね。

そうですね。確かに数年までは人工炭酸泉製造装置の購入・設置の初期コストは決して安いものではありません。そこで2006年頃から一般家庭への普及を本格的に促進するために、より使い勝手に優れ、浴室内・外に設置できるように小型化するなどの装置の改良を進め、つい最近価格リーズナブルな人工炭酸泉装置が発表されました。大型フラットパネル・テレビのように30万円台になると一気に普及が進むと私は考えております。

Q12. 自宅での炭酸泉温浴は本物の天然温泉より優れていますか？

ある意味でイエス、ある意味でノーです。自宅の炭酸泉温浴は毎日いつでも手軽に楽しむことができますが、広く開放感のある浴場、非日常性の気分転換、豊かな自然環境、食事、社交などの独特な気候風土は温泉地でなければ決して味わうことができません。また、一般に塩素を入れない掛け流し温泉は還元水です。両方の長所をうまく生かして家族全員の健康を維持・亢進したいものです。

温浴が日常生活に習慣化されている唯一の国である日本でこそ、高濃度炭酸泉を活用する取り組みが可能であり、日常的な炭酸泉温浴が各種の疾患の予防に有効であることを実証するために、今こそ未来に向かって多数の人々が参加して、社会実験する時だと思えます。これから本格的に迎える人口の3分の1が高齢者となる超高齢社会で、この炭酸泉温浴が普及し日常的に使われ、その結果として国民の健康増進に繋がれば、医療費・介護費用の節減、高齢者の社会参加など社会的貢献は計り知れないものになる、と私は大いに期待しているのです。

《参考文献》

- 夏井睦著、「傷はぜったいに消毒するな」、光文社、2009年
阿岸祐幸・古元嘉昭監修、「炭酸ガス入浴健康法」、主婦の友社、1985年
長倉功著、「炭酸ガス 命を支える不思議な物質」、朝日新聞社、1988年
入來正躬監修、相沢克幸著、「炭酸泉で健康になる!」、現代書林、2007年
石川理夫著、「温泉の法則」、集英社、2003年
大塚吉則著、「温泉療法」、南山堂、1999年
飯島裕一著、「温泉で健康になる」、岩波書店、2002年
阿岸祐幸著、「温泉と健康」、岩波書店、2009年
小池静一著、「温泉の底力」、祥伝社、2009年
日本温泉科学会 西村進編、「温泉科学の最前線」、ナカニシヤ出版、2004年
大河内正一著、「生きている温泉とは何か」、くまざさ出版社、2003年
松田忠徳・阿岸祐幸・大河内正一・甘露寺泰雄著、「温泉の未来」、くまざさ出版社、2005年
保田芳昭著、「温泉論 消費者の観点からそのあり方を問う」、大月書店、2009年
松田忠徳著、「知るほどハマル!温泉の科学」、技術評論社、2009年
松田忠徳著、「温泉に入ると病気にならない」、PHP研究所、2010年
前田眞治著、「温泉の最新健康学」、悠飛社、2010年
伊藤要子著、「HSPが病気を必ず治す」、ビジネス社、2005年
安保徹著、「絵でわかる免疫」、講談社、2001年
安保徹著、「医療が病をつくる」、岩波書店、2001年
安保徹著、「免疫革命」、講談社、2003年
安保徹著、「体温免疫学」、ナツメ社、2004年
安保徹著、「薬をやめると病気は治る」、マキノ出版、2004年
安保徹・福田稔著、「免疫学宣言」、河出書房新社、2005年
安保徹著、「人が病気になるたった2つの原因」、講談社、2010年
小林勝相著、「生命にとって酸素とは何か」、講談社、2002年
吉田信弘・大西正夫著、「火薬が心臓を救う ニトログリセリン不思議ものがたり」、ダイヤモンド社、1990年
浜六郎著、「やっぱり危ないタミフル」、金曜日、2008年
浜六郎著、「下げたら、あかん! コレステロールと血圧」、日本評論社、2004年
浜六郎編集、「薬のチェックは命のチェック No. 38, 39」、NPO医薬ビジランスセンター、2010年

あとがき

生命の誕生から38億年、DNA 2重らせんと言う安定した遺伝情報受け渡し高分子システムを獲得・内包した生命は、遺伝情報を子孫に確実に受け継ぎながら進化してきました。

どの人もこの世に存在することは、38億年に及ぶりレーが途中で一度も途切れることなく先祖たちが遺伝子のバトン渡しを行ってきた証しです。それに加えて、人類は文化・社会制度など遺伝子情報以外の遺産を伝承・発展させてきました。

50を過ぎて、自分の生きてきた時代を振り返ると、すべてが肯定されるようなものばかりではありませんでしたが、総じて夢が現実となった幸福な時代だったと思えます。

まず何よりも、日本では戦争がなかったことです。次に、20世紀は科学技術の分野で飛躍があった世紀でした。貧しかった昭和30年代の子供の頃には夢物語であった事柄、具体的にはテレビなどの生活家電、自動車、飛行機、海外旅行、携帯電話、パソコン、インターネット、医療など今では当たり前となったものを次々と体験できたことです。また、教育の機会が与えられ自分なりの思想が形成されたこともあげられます。

同時に、急速な開発・発展の代償として、私たち戦後生まれの団塊の世代は、子孫に膨大な負の遺産を残そうとしています。グローバルには富の分配の不平等、地球温暖化、紛争、核兵器、環境汚染など挙げられます。日本に限定すれば、国民一人当たり900万円に迫ろうかとする借金、国土の乱開発、一次産業の衰退、超高齢社会に伴う医療と介護の負担などです。

現在を生きる我々の責務は、より良い社会や仕組みを引き継ぎ、発展させ、次の走者に引き渡すことです。これらの負の遺産を解消する努力を怠ってはならないと思います。

個人として50も過ぎれば、残りの人生を何に専念するか、考える人も多いかと思います。

私の場合、自律神経免疫学の「伝道師」のひとりとして、効果効能に秀でた炭酸泉を普及させることを自らに任じました。しかしながら、普及のために一人ひとりに説明し、納得してもらうにはおのずから限界があります。また、詳しい書籍はないのか、と数人から質問されました。残念ながら、炭酸泉を紹介する書籍は幾つかありますが、詳しくまとまったものはありません。そこで、力量不足を重々承知のうえ、自らが筆を執ることにしたわけです。

本書では単に炭酸泉の解説だけに留まらず、なぜ疾患が起きるのか、自律神経免疫学の見地からその病因論を述べました。なぜなら、病気の起こるメカニズムが分からないままでは、治療への道筋を示せないからです。その過程で現代西洋医学が抱える数々のパラダイムを具体的に言及しました。医学や医療はいまだ未完成であるからです。

文中にはどうしても沢山の専門用語がでてきます。必要な場合には解説を加えていますが、一度読んだだけでは理解できないかも知れません。図書館やインターネットなりで、さらに情報を得て下さい。新しいことを知ることは、喜びの一つだと思います。

体を構成する分子や細胞が複雑に絡み合い、調節し合うさまを知れば知るほど、生命の巧妙な仕組みに驚かされます。しかも高度な精神活動を営むヒトの場合、心と体は不可分の関係にあります。このような見地から、複雑な体と高濃度炭酸泉の関係を述べたつもりです。

本書の終わりでは、未活用の炭酸冷鉱泉を「正しく」沸かし療養に活用することと、飲用に適す場合にはボトリングして輸出することを提案しました。これこそ、資源小国の日本にある超優良な資源であることが、読者の皆さまにお分かりいただけたと思います。

特に、潜在的な高濃度炭酸泉湧出地域では、住民の皆さんが稀少で貴重な地域限定の炭酸泉資源の価値に気づき、この大自然のすばらしい贈り物を賢く活用する方策に知恵を絞り、かつ実行して欲しいと願っています。

本書には活用成功の事例報告はなく、その意味では本書は未完結です。この先、それぞれの湧出地で熱意を持った人々の活用成功物語が出てくることを、大いに期待したいと思います。

最後に、天然炭酸泉の調査と本書の出版に快く協力して下さった方々と、期せずしてわがままな人生を選択した私を陰で支えてくれた妻、典子に深く感謝致します。

2011年1月

著者のプロフィール

1954年、福岡県生まれ。宮崎大学獣医学科卒。獣医師・医学博士。久留米大学に勤めた後、英国を皮切りに通算海外研究生活7年半。専門は微生物と免疫の分子生物学。2001年帰国後、温熱療法の基礎研究に従事することをきっかけに、自律神経免疫学と炭酸泉に出会い、現代西洋医学と医療の根源的な問題に気付く。現在、日常的な炭酸泉温浴が慢性疾患の治療と予防に有効であると確信を持ち、九州で炭酸泉の普及活動を進めている。