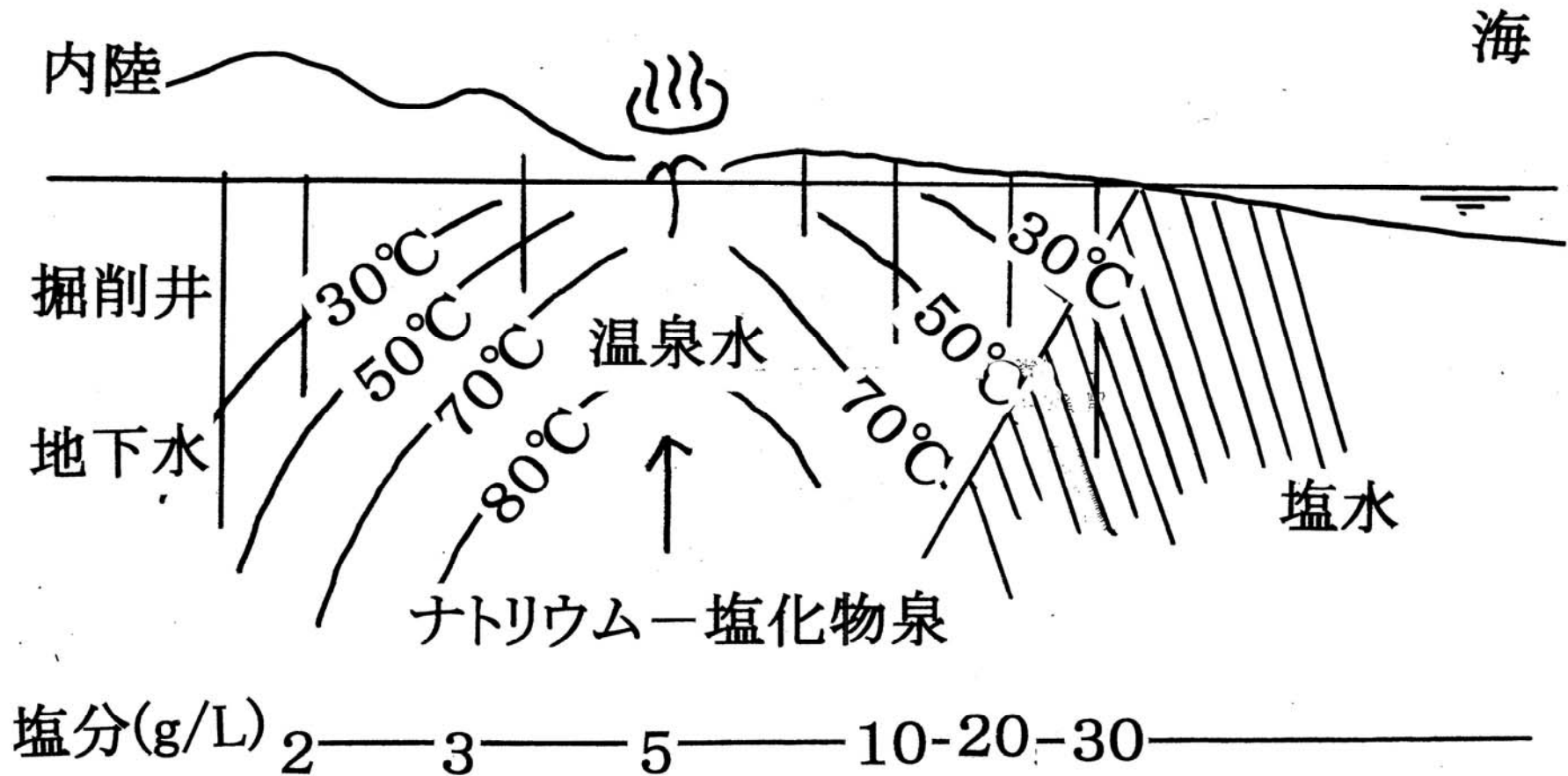


ナトリウム－塩化物泉が内陸では冷地下水、
海側では海水（塩水）と接しているモデル図

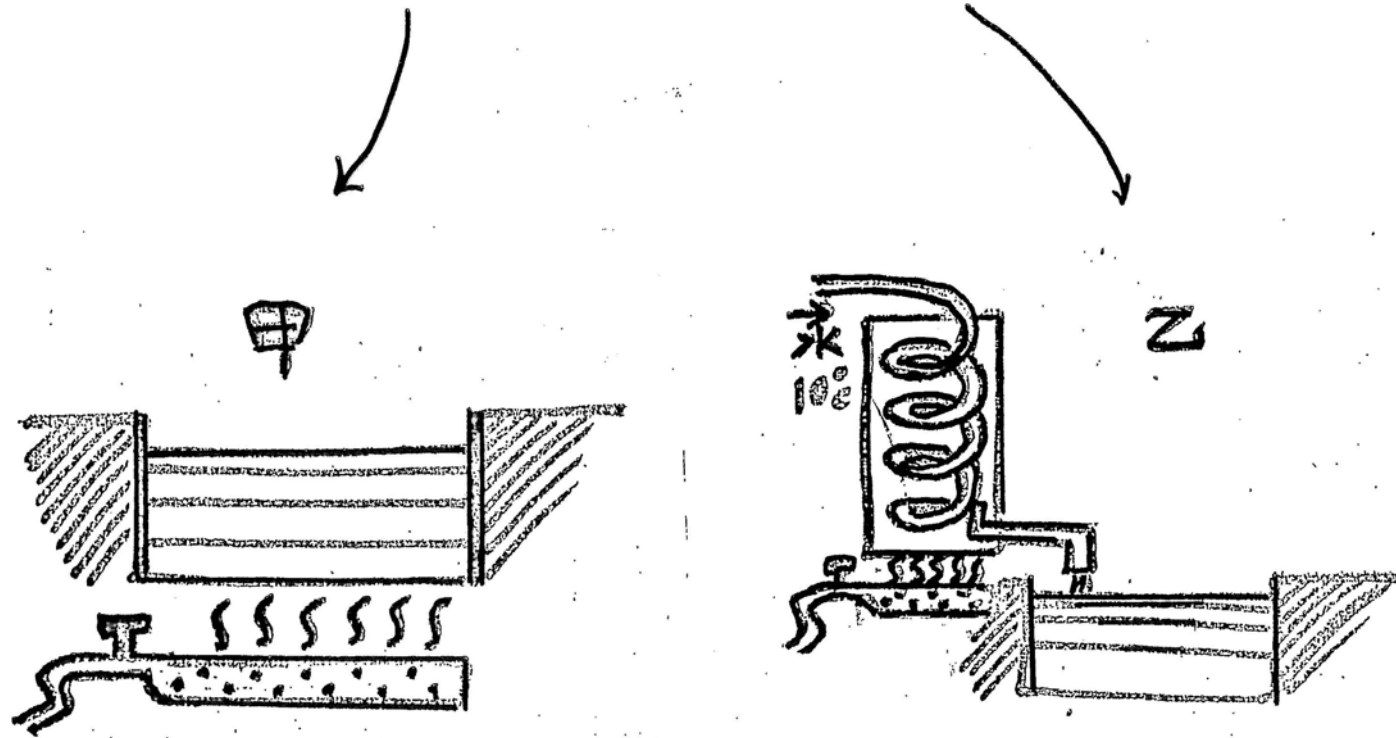


温泉水は水増し現象そのものである

加熱方式

直接加熱

間接加熱



温泉の成分による金属に対する腐食作用とスケール生成作用を十分考慮して方式および材料を吟味する。

無色、透明、無味、無臭の温泉は腐食もスケールもトラブルが少ない。

SUSは温度と塩分濃度に注意する。

スケールは、石灰質、鉄質、硫黄質、けい酸質、粘土類、生物（藻類、細菌類等）色、その硬さ、付着位置等を調べる。

加熱により、二酸化炭素、硫化水素、ラドン、鉄（Ⅱ）、炭酸水素イオン、カルシウムイオン等が変化する。

腐食、スケール対策として、薬品類の添加が行われる。

薬品：ポリリン酸ナトリウム、ポリアクリル酸ナトリウム、フوسفオン酸、クエン酸等が用いられる。出来れば、食品添加物に適合する品質を選択する。

浴剤と温泉の相違点

浴 剤

粉末、液体、錠剤等持ち運びが簡単。どこでも使用可。医療部外品が大部分。

「医療部外品」表示があるものとないものがある。

一般的に疾病の治療が目的ではない。緩和な作用。

効能は薬事法で規定。疲れ、肩こりなど。

安い、手軽、簡便、どこでも使用可。

家庭を中心に利用。病院でも使用。

家庭での使用例：薬剤の濃度は希薄（20gを浴槽200Lに投入。

1L当りに換算すると0.1g

着色剤、香料使用、薬剤は規格品（薬局方、化粧品原料基準、食品添加物など）単品は不可。

2種以上混合。

- ○○温泉と表示してあっても、その温泉地の温泉成分とは無関係
- ただし、塩化ナトリウム、塩化カリウム、硫酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、炭酸ナトリウム、塩化カルシウム、塩化マグネシウム、クエン酸、フマル酸など仕様化合物は無機成分では限られている。ハーブ、薬草など使用している製品もある。

不安定成分

二酸化炭素(炭酸ガス)	CO_2	揮散
ラドン	Rn	揮散・壊変
硫化水素	H_2S	揮散・硫化沈殿物
鉄	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}$	酸化沈殿物
炭酸水素イオン	HCO_3	分解・アルカリ性
炭酸イオン	CO_3	CO_2 吸収

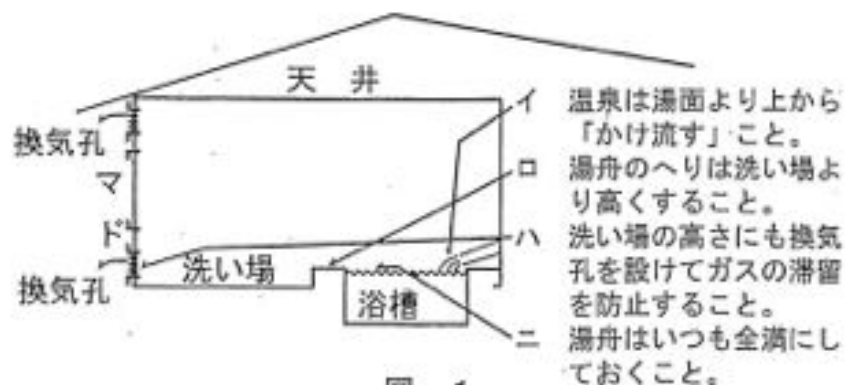
安定成分

ナトリウム・カリウム・カルシウム・マグネシウム・塩素・硫酸・メタけい酸・メタほう酸

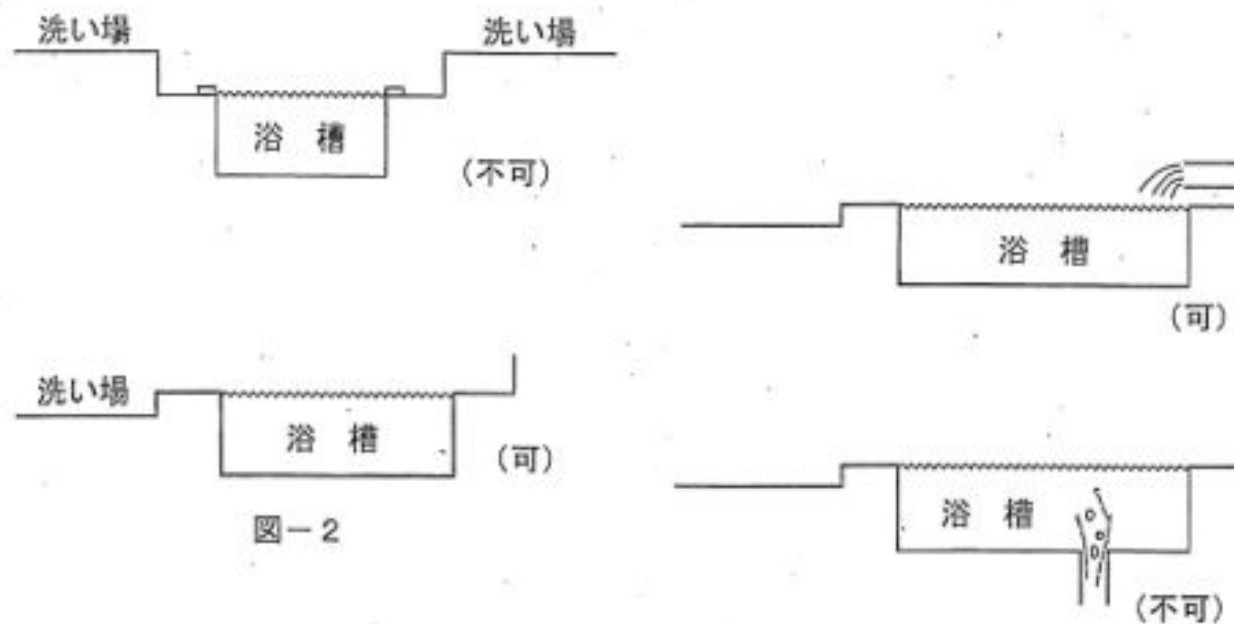
条件により不安定となる成分

カルシウム・アンモニウム・亜硝酸・砒素・銅・鉛・マンガン・アルミニウム・りん酸・腐植質

図－1 浴室の硫化水素濃度の基準



図－1



図－2

温泉浴槽水の基準

濁度	5度 以下
過マンガン酸カリウム消費量	25mg/l 以下
大腸菌群	1個/mg 以下
レジオネラ属菌	検出されないこと (10cfu/100ml未満)

源湯(源泉)基準

色度	5度以下
濁度	2度以下
pH	5. 8～8. 6
過マンガン酸カリウム消費量	10mg/l中検出されないこと
レジオネラ属菌	検出されないこと (10cfu/100ml未満)

にごり湯とは？

にごり湯は、温泉水中に元々溶けていた成分が、温度や圧力の変化、空気との接触、微生物の消息と増殖などによって不溶性となり、浮遊、沈殿、付着などを起こした結果、精製したものである。

従って、有効成分が抜けてしまっている点が大変重要で、場合によっては『ただの水』になっていることもある。

勿論、有効成分がまだ十分溶けている場合もある。

にごり湯には、湧出後にごりが増す場合と、初めから濁っている場合がある。

にごりの成分は、硫黄、鉄(酸化物・硫化物・けい酸塩)、炭酸カルシウム、けい酸塩(粘土類)、微生物とそのスライム等、他にマンガン化合物、有機物等

濁りは、皮膚に付着し、放熱散を妨げ、或いは適度の刺激を皮膚に与え、浴後体が温まる効果があると云われている。但し、アメーバ等の原生動物がにごり中に生息する場合は、レジオネラ属菌の繁殖を助けるので、注意が必要である。

にごり湯を集め、浴剤のように利用することが昔から行われていたが、不溶性の物質、化学組成がはっきりしない物質は、薬品部外品としての許可が下りにくい。また、硫黄質のものは、酸性物質を少々含むため、一般家庭の過熱器を痛めることがあるので注意が必要。

足湯について1

足 湯 146施設についての調査 日本温泉気候物理医学会、2010年度調査
環境省、平成21年度 温泉に関する掲示内容等についての医学的調査

足湯の効果 癒し、安らぎ、リラックス効果、結構改善、保温効果、疲労回復、集客効果
最近は医学的名研究調査も多く、手湯も行われている。

足湯の温度 40～42℃が70%

施設設置者 都道府県・自治体が39. 3% 旅館・ホテル・民宿 28. 6%

料 金 無料88% 有料12% 100円程度が最も多い

足湯について2

足湯おすすめ施設

那須塩原「湯っ歩の里」 大型足湯施設(屋内) 平成18年8月建設
面積:317m²、深さ20～30cm 泉質:ナトリウム－塩化物・炭酸水素塩泉
水温:およそ40℃
利用者数200名(平日)、500名(シーズン中) 料金:大人200円
野外飲泉施設有り

湯河原温泉「独歩の湯」 大型野外施設
面積:1800m²、深さ30～40cm 泉質:ナトリウム－塩化物・硫酸塩泉
水温:37～45℃
利用者数:年間約10万人(平成18～19年度) 料金:大人300円、子供200円
70歳以上は無料
特徴:「風水」の理論による四つの門と三つの山を配した中に、遊歩道があり、9ヶ
の泉が設定されている。足湯底に足裏刺激の健康ツボを刺激する凹凸が設定
休憩ベンチ(屋根付き)

足湯について3

足湯の医学的研究

作用機序： 下腿を温水に浸すことによる直接効果と下腿に与えられた温熱が心血管系を介して深部温度を上昇させて、全身へ温熱作用を及ぼす間接効果に分けられる。

直接効果には温水に触れた部分への温熱効果の他、自律神経を介した作用がある。足浴は全身浴と同様に、循環・呼吸・神経・免疫機能に効果を与える。

（日本温泉気候物理医学会 新温泉療法 124P2004）

地熱発電の現状(平成19年度)

発電所数 17
発電ユニット数 20
総認可出力 535.26MW
総発電電力量 3,663,500MWh
総生産井数 165本
総蒸気量 3,325t/h
総熱水量 8,640t/h

採取熱量(温泉・地熱)(基準温度15°C)

温泉

42°C以上の温泉(平均60°C) 99.6PJ(60,3000t/h)

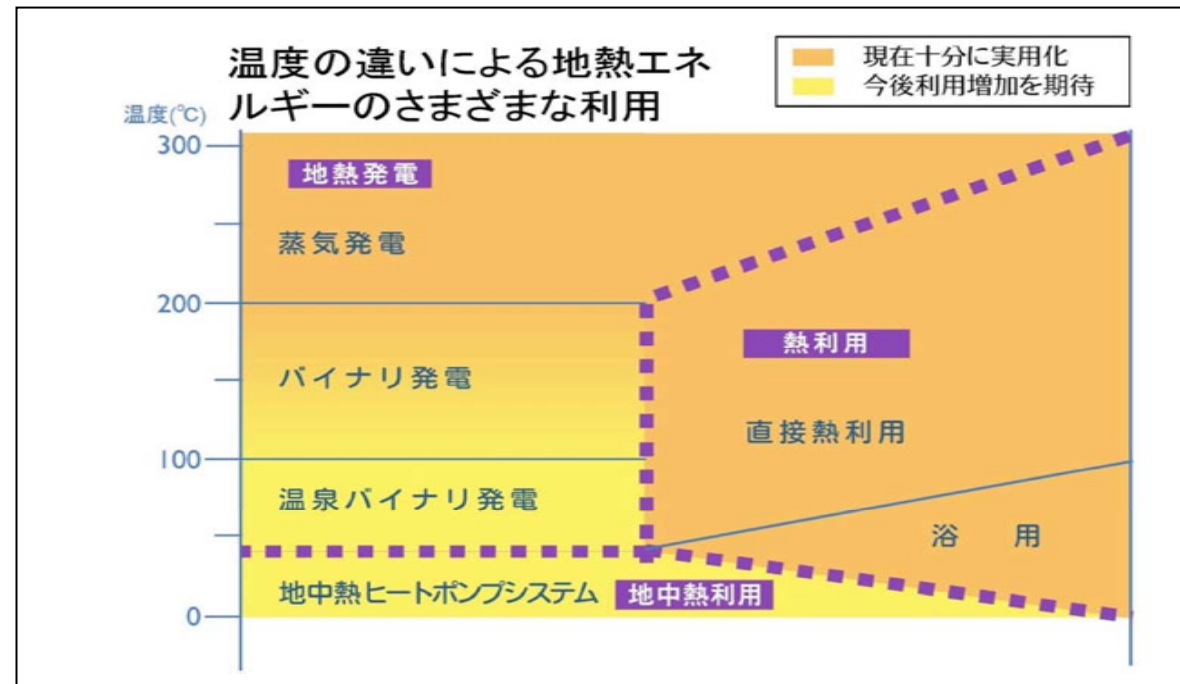
水蒸気(100°Cとして計算) 30.6PJ(1,334t/h)

地熱発電

蒸気(150°Cとして計算) 82.3PJ(3,325t/h)

熱水(100°Cとして計算) 27.0PJ(8,640t/h)

野田徹郎(地熱開発と温泉資源)
第50回 温泉経営管理研修会テキスト 平成22年11月(中央温泉研究所主催)



地下熱エネルギーの温度に応じた多様な利用

15°C前後

80~100°C

150°C以上

地中熱利用冷暖房システム

夏は涼しく、冬は暖かい地中の恒温性を利用して冷暖房を行います。



地中熱利用冷暖房システム(九州大学)

温泉やバイナリー発電利用

温泉に利用するだけでなく、高くない温度でも発電できるように、水よりも蒸発しやすい液体(ペンタンや水/アンモニア)に熱交換し、タービンを回して発電することもできます。



八丁原バイナリー発電ユニット
出典: 西日本環境エネルギー(株)HP

高温蒸気発電

地下から噴出する高温蒸気を利用してタービンを回し、発電を行います。大霧地熱発電所の近くの霧島温泉郷には、約130もの源泉があり、変わることなく浴用、給湯用、暖房等に利用されています。発電と温泉との共生は可能なのです。



大霧地熱発電所、出典: 九州電力(株)パンフレット

野田徹郎 地熱開発と温泉資源

第50回 温泉経営管理研修会テキスト 平成22年11月(中央温泉研究所主催)

地熱発電の方式－1

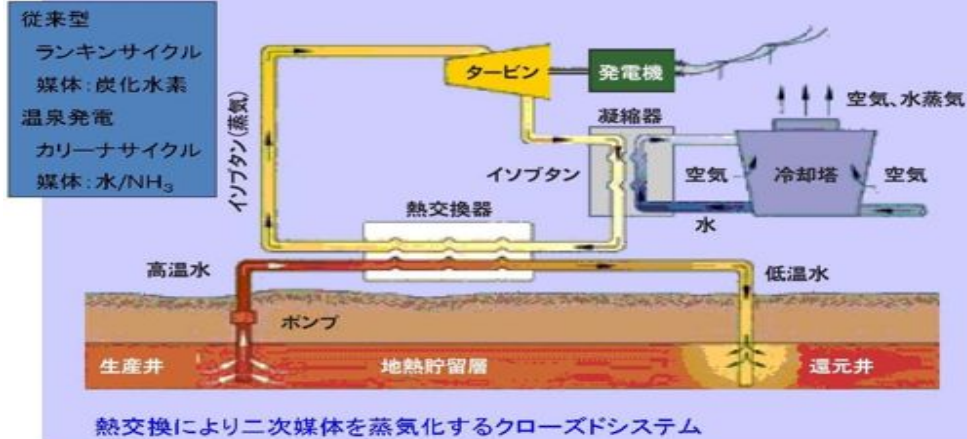
フラッシュ蒸気発電プラント



DOE資料

地熱発電の方式－2

バイナリサイクル発電プラント



DOE資料

野田徹郎 地熱開発と温泉資源

第50回 温泉経営管理研修会テキスト 平成22年11月(中央温泉研究所主催)

温泉利用の多様化について

1. 利用施設: 旅館、ホテル、両、保養所、民宿、国民宿舎、ペンション、ユースホステル、コンドミニアム、分譲住宅、貸別荘、個人住宅、病院、鍼灸院、老人オーム、公衆浴場、日帰り施設、ヘルスセンター、体育施設、ゴルフ場、学校、工場、駅、ペット治療施設
2. 浴室・浴槽: 大・中・小浴槽、男・女風呂、家族(個室)風呂、従業員風呂、共同浴場、部屋付バス、露天風呂、温泉プール、岩盤浴、足湯、手湯、介護浴、船浴、ケーブルカー浴等
3. ○○湯: 蒸し湯、サウナ、韓国式サウナチムジルバン、持続浴、時間湯、冷泉浴、瀧湯(うたせ湯)、寝湯、立ち湯、泥湯、砂湯、空洞湯、箱むし、砂むし、地むし、痔むし、まんじゅうふかし、歩行浴、渦流浴、圧注浴、蒸気(吸気)浴、噴射浴、泡風呂(ジャグジー)、波浪浴、サウンド浴、電気浴、灌注浴、かぶり湯、海藻風呂、フルーツ浴(柑橘類・林檎等)、酒浴(ビール・日本酒・果実酒)、薬草風呂(よもぎ・菖蒲・桃の葉)
4. その他: 料理(炊飯・粥・豆腐・卵・野菜等)、化粧品、清涼飲料水、ビール
湯の花の採取(草津・万座・蔵王・那須等は硫黄質・別府は明礬・玉川は北投石を含む硫黄)
ヨウ素の採取、天然ガスの採取
暖房(花卉類・蔬菜類等)、融雪、養殖、栽培、動物の飼育等
洗浄、洗車、衣服(足踏洗濯)、蔬菜の洗浄
固形温泉
5. 地熱の多目的利用は除外

温泉水を使った体にやさしい料理

甘露寺 健康日本 No. 426、22－23(2003)

1. 温泉卵

黄身と白身の固まり方が温度で違う

(65℃)(78℃)

泉質と味、食塩分がほんの少し浸透する

黒色 鉄分と硫黄分の作用(大涌谷、箱根・神奈川)

色が天候に係る(泥湯、秋田)

2. 温泉ご飯、温泉がゆ

小谷(長野)、鮎川(和歌山)、乗政(群馬)、野沢(長野)、湯の峰(和歌山)

Na-HCO泉が多い

3. 温泉豆腐

湯村(兵庫)、嬉野(佐賀)、磯部(群馬)、野沢(長野)、湯の峰(和歌山)

温泉ビール、温泉酒

温泉化粧品 リプラス ○○温泉ミスト、きらきらミスト

○○温泉 美人ミスト、スパミスト

食品衛生法、薬事法違反にならないような注意が肝要。

Table. 1 温泉生物の出現種数

温 泉 植 物		温 泉 動 物		
細菌類	39 (1)	原生動物	虚足類	19
藍藻類	298(55) [6]		鞭毛虫類	11
鞭毛類	8		纖毛虫類	103(1)
珪藻類	167(52)[10]	腔腸動物		1
接合藻類	23 (3)	扁形動物		3
緑藻類	53 (2)	輪形動物		8
車軸藻類	1	環形動物		10
褐藻類	1	軟体動物		18
紅藻類	4 (1)	節足動物	甲殻類	12
藻菌類	2		蜘蛛類	5
蘚類	7 (1)		緩歩類	2
苔類	2 (1)	脊椎動物	昆虫類	105
羊歯類	1		魚類	16
単子葉類	1		両棲類	7
計	607(116)[16]	計		320(1)

(): 変種数, []: 品種数。江本義数 続・我が国の温泉中に生息する生物
温泉工学会誌、7巻、2号 (1969)

細菌類

バクテリア 好熱菌(サーマス属) バチルス: 硫黄バクテリア(チオバチルス、チオトリックス)リ、
鉄バクテリア(ガリオネラ)、マンガン酸化バクテリア(シュードモナス属)
汚染による浴槽水 レジオネラ属菌、大腸菌群、緑膿菌等 多種多様

藻類

藍藻類: シアノバクテリア(イデュアイミドリ、フォルミジウム、オシラトリア等)
緑藻類 珪藻類(ハネケイソウ)、微細藻類(イデユコゴメ、クロレラ)
原生動物 (アメーバ、ゾウリムシ)

温 泉 資 源 統 計 (環境省、H21年3月)

全 国

温泉地 総数 3, 1 3 3

源泉 総数 2 8, 0 3 3

利用 自噴 4, 8 7 4

利用 動力 1 3, 3 9 7

未利用 自噴 3, 1 4 9

未利用 動力 6, 0 1 3

利用 1 8, 2 7 1

未利用 9, 1 6 2

未利用源泉 総数のおよそ 3 4. 3 %

源泉 自噴 8, 0 2 3

動力 2 0, 0 1 0

総湧出量 自噴 8 0 0, 3 3 8

1 (1 分間) 動力 1, 9 7 1, 6 8 4

計 2, 7 7 2 , 0 2 2

自噴湧出量 総量のおよそ 2 8. 9 %,

動力採取量 総量のおよそ 7 1. 1 %

宿泊定員 1, 4 1 5, 5 9 7 名

湧出量 収容定員 1. 9 6 (1 名当たり 1 分間の L)

泉質の統計(1989、齊藤幾久次郎)

単純温泉	8, 136	40. 0%
二酸化炭素泉	41	0. 2%
炭酸水素塩泉(Ca型)	128	0. 6%
炭酸水素塩泉(Na型)	1, 403	7. 0%
塩化物泉	5, 857	29. 0%
硫酸塩泉	1, 159	6. 0%
鉄泉(Fe-HCO_3 泉・ FeSO_4 泉)	213	1. 0%
硫黄泉	2, 218	11. 0%
酸性泉(AL-SO_4 泉)	432	2. 0%
放射能泉	588	3. 0%
計	20, 175	99. 8%

安全入浴法(上手な入り方)

(久保田一雄 温泉療法(2006)金芳堂 参照)

1. 一人で入らない
2. 浴槽の蓋を活用し、事故防止を図る
3. 更衣室と浴室の温度管理
4. 入浴前後に水分補給
5. 42℃以上の入浴は避ける
6. 水位は胸まで
7. 朝の入浴は避ける
8. 飲酒後は入浴しない
9. 入浴前に体を洗う 入浴後は安静をたもつ
10. 満腹・空腹時の入浴は避ける
11. 熱のある入浴注意