

おおいた温泉基本計画

～持続可能な温泉利用に向けて～



大 分 県

はじめに

大分県は、緑豊かな山野、清らかな河川、変化に富んだ海岸線など、全国に誇れる豊かな自然環境に恵まれています。中でも、温泉資源は豊富で、別府や由布院など全国的に著名な温泉地を中心に、県内の16市町村で温泉が湧出し、日本一の源泉数と湧出量を誇ることから、平成25年度には「おんせん県おおいた」として商標登録が認められました。

奈良時代に編纂された「豊後国風土記」にも温泉に関する記述があるように、県内では古くから浴用を中心に療養や保養、休養のために温泉が利用され、観光資源としても活用されてきました。また、温泉熱を活用した施設暖房や施設園芸、養殖漁業、地熱発電などの多目的な利用も行われ、その中でも、再生可能エネルギーとして注目を集める地熱発電による発電電力量は日本一となっています。

その一方で、温泉は雨水を起源とする有限な資源であり、持続可能な利用を行うためには適切に保護することが不可欠です。県内の温泉地においては、温泉の使い過ぎによる温度の低下や湧出量の減少、泉質の変化など、温泉資源の衰退化が生じつつある地域もあり、保護対策の強化を求める意見も強くなっています。また近年では、温泉偽装問題の発生や温泉付随ガスによる爆発事故、地熱開発の急激な増加、温泉の禁忌症及び入浴又は飲用上の注意事項の改訂、療養泉の泉質分類の改訂など温泉資源及びその利用を取り巻く環境は大きく変化しています。

こうしたことから、県では、新たに生じている課題や社会経済情勢の変化等に適切に対応するため、今後の温泉行政の基本指針となる「おおいた温泉基本計画」を新たに策定しました。「おんせん県おおいた」として温泉を将来にわたって持続可能な利用ができるよう保護し、魅力ある温泉利用を推進するため、今後はこの計画に基づいて諸施策を推進しますので、県民の皆さまのより一層のご理解とご協力をいただくとともに、取組への積極的な参加をお願いいたします。

結びに、この計画の策定にあたり、貴重なご意見をいただきました「大分県環境審議会温泉部会」及び「おおいた温泉基本計画策定委員会」の委員の方々をはじめ、ご協力をいただきました多くの皆さまに厚くお礼申し上げます。

平成28年3月

大分県生活環境部長 諏訪 義治

おおいた温泉基本計画について

日本一の源泉数・湧出量を誇る本県では、古くから浴用を中心に、療養や休養のために温泉を用いるとともに、観光資源としても利用してきました。近年では、温泉の持つ熱エネルギーの有効利用が進められており、施設暖房や施設園芸、養殖漁業、地熱発電など幅広い分野での活用が行われています。また、温泉は地域の文化とも深く関わっており、温泉地に数多くある共同浴場や地獄蒸し料理での利用などはその一例です。

その一方で、温泉はそのほとんどが雨水を起源とすることから、利用できる量には限りがあります。温泉を過剰に湧出させると、温度の低下や湧出量の減少など温泉資源の衰退化や枯渇化を引き起こし、豊富にあったはずの温泉資源をこれまでのように利用できなくなるおそれがあります。

このように、魅力あふれる「おおいたの温泉」を将来にわたって利用していくためには、温泉資源をしっかりと保護し、適正に利用することが不可欠であり、そのために必要なことを「おおいた温泉基本計画」の基本目標としています。

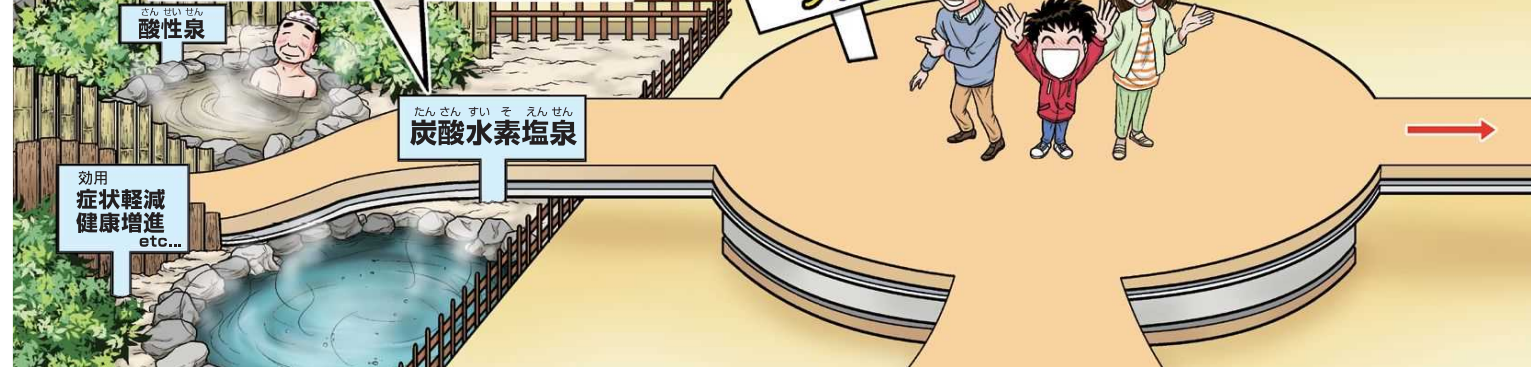
基本目標を達成していくためには、温泉事業者など温泉に直接関わる方々だけでなく、温泉利用者など多くの方々の理解と協力が必要になります。そのためには、より多くの方々が、温泉を楽しみ、温泉に関心をもち、温泉への理解を深めてもらうことが何よりも重要です。

ここから3ページでは、この計画の目指す姿について、「温泉のもつ魅力」、「温泉の利用例」、そして「その魅力ある利用を支えるために必要なこと」の3つの観点からイラストを用いてわかりやすく解説しています。

「日本一のおんせん県おおいた」として、温泉を将来にわたってより魅力的に利用できるよう、この計画で掲げた目標とその達成に向けた具体的な取組への県民皆さんのご理解とご協力をお願いいたします。

魅力あふれる温泉を みんなで使おう! 守ろう!

ここから読んでね!



地熱発電



大分県の地熱発電量って日本一なんだ!

おんせん 温泉の熱利用



しせつだんぼう 施設暖房

ようしよく 養殖

ほかほか 園芸

さらに様々な分野でも利用されているぞよ!

どうじゃ? スゴイじゃろ!

使って楽しい! ②

お蒸しゆで料理



使って楽しい! ①

いんせん 飲泉 ※

飲みくらべ

ごまかす



りゅうさんえんせん 硫酸塩泉

にさんかたんそせん 二酸化炭素泉

かんてつせん 含鉄泉

※飲泉にあたっては、飲用上の注意事項を守って行う必要があります。



おんせん
温泉は使いすぎると
今のように
使えなくなるんじや

なんで?

雨水

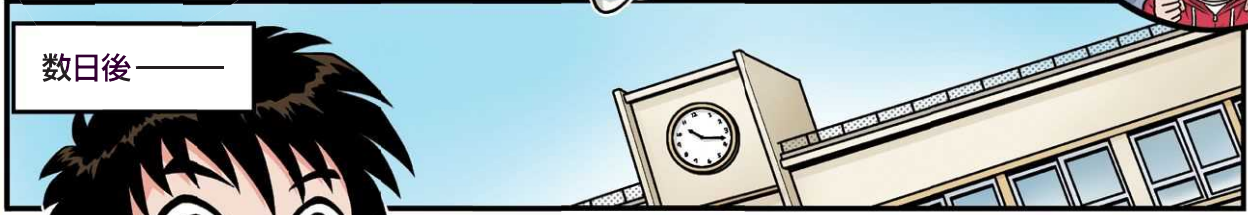
貴重な
おんせん
温泉資源

おんせん
温泉は
降った雨水が
地中で温められて
つくられるもの

おんせん
温泉

おだ
無駄にしちゃ
いけないんだね!

無限にあるものでは
ないんじや!



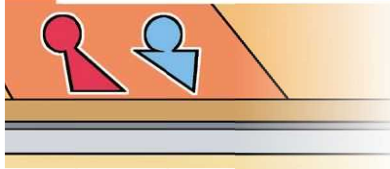
数日後——

ぼく
僕はこの間家族で
おんせん
温泉博物館に
行ってきました

そこで僕は
おんせん
温泉について
色々を知ることが
できました

この
大切な資源を

ぼく
僕たちの次の世代に
残していくことが大切だと
思いました!



おおいた温泉基本計画 目次

I	計画策定にあたって.....	1
	1. 計画策定の趣旨.....	1
	2. 計画の性格・役割.....	1
	3. 計画の期間.....	1
	4. 計画の構成.....	1
II	県内温泉の概要.....	4
	1. 大分県の地勢.....	4
	2. 温泉の定義.....	7
	3. 温泉の効用.....	14
	4. 温泉の湧出メカニズム.....	21
	5. 温泉法令の概要.....	39
	6. 温泉掘削等の規制.....	42
III	現 状.....	47
	1. 概 況.....	47
	2. 温泉資源の保護に関する事.....	61
	3. 温泉利用に関する事.....	68
	4. 温泉施設での事故防止に関する事.....	82
	5. 温泉の情報発信に関する事.....	86
	6. 温泉研究に関する事.....	91

IV 課題	96
1. 温泉資源の保護における課題.....	96
2. 温泉資源の適正利用における課題.....	97
3. 安全・安心な温泉利用における課題.....	99
4. 温泉における災害及び事故の防止における課題.....	99
5. 温泉の多様な情報発信における課題.....	100
6. 温泉の調査研究の推進における課題.....	101
V 基本目標	102
VI 具体的な施策	104
1. 温泉資源の保護.....	104
2. 温泉資源の適正利用.....	109
3. 安全・安心な温泉利用.....	113
4. 温泉における災害及び事故の防止.....	116
5. 温泉の多様な情報発信.....	118
6. 温泉の調査研究の推進.....	120
VII 各主体の役割と計画の推進	122
1. 各主体の役割.....	122
2. 計画の推進.....	123
参考文献一覧	124

巻末資料..... 129

資料 1	大分県環境審議会温泉部会 委員名簿.....	131
資料 2	おおいた温泉基本計画策定委員会 委員名簿.....	131
資料 3	平成26年度 温泉利用状況報告書（総括表）.....	132
資料 4	平成26年度 温泉利用状況報告書（浴用・飲用利用分）.....	133
資料 5	平成26年度 温泉利用状況報告書（他目的利用分）.....	134
資料 6	温泉利用状況 経年変化（昭和38年度末～平成26年度末）.....	135
資料 7	県内で湧出する温泉の泉質名一覧.....	137
資料 8	市町村別泉質名一覧.....	140
資料 9	おおいた温泉基本計画 関係指標一覧.....	144

[TOPICS]

No.1	大分県温泉管理基本計画の取組状況.....	2
No.2	禁忌症及び入浴又は飲用上の注意事項の改訂.....	20
No.3	温泉モニタリング調査の拡充.....	66
No.4	レジオネラ症による健康被害.....	69
No.5	温泉の泉質の変化.....	71
No.6	わかりやすい温泉表示～温泉カルテ～.....	72
No.7	おおいたの温泉の顔.....	88

[Coffee Break]

Vol.1	温泉の定義「25℃以上」.....	9
Vol.2	温泉と火山のつながり.....	37
Vol.3	戦前の温泉規制～大分懸鉾泉取締規則～.....	41
Vol.4	大分県の規制は厳しい？.....	46
Vol.5	温泉のない市町村.....	53
Vol.6	温泉の泉質名とは？.....	58
Vol.7	温泉井戸の寿命.....	67
Vol.8	地域の温泉を利用しよう！健康づくりと温泉利用.....	76
Vol.9	県内における地熱発電のあゆみ.....	79
Vol.10	おんせん県おおいたの根拠 日本一の源泉数.....	90
Vol.11	温泉を活用した様々な取組例.....	93

I 計画策定にあたって

1. 計画策定の趣旨

大分県では、温泉行政の基本的方向を示し、「温泉資源の保護と適正利用の推進」という目標を達成するために、全国初の温泉行政の指針となる計画として、平成 13（2001）年 3 月に「大分県温泉管理基本計画」を策定しました。

計画策定から 15 年が経過し、その間に、長野県白骨温泉における温泉偽装問題の発生や東京都渋谷区で発生した温泉付随ガスによる爆発事故、地熱開発の急激な増加、温泉の禁忌症及び入浴又は飲用上の注意事項の改訂、療養泉の泉質分類の改訂など温泉資源及びその利用を取り巻く環境は大きく変化しています。

そこで、温泉資源やその利用を巡って、新たに生じている課題や社会経済情勢の変化等に適切に対応するため、新たに計画を策定するものです。

2. 計画の性格・役割

この計画は、源泉数・湧出量ともに日本一である「おんせん県おおいた」において、有限な温泉資源を保護し、持続可能で、かつ、安全・安心な温泉利用を推進するために、本県の温泉行政における基本方針を定めるものです。

また、第 3 次大分県環境基本計画の個別計画として、その目標の実現施策を温泉資源の保護と利用の点から具体的に示すものになります。

この計画には、県が行う施策や事業はもとより、市町村が主体となる施策や県民が自ら実施することが望まれることも含まれています。計画を推進するためには、市町村の積極的な参画を期待するとともに、県民や事業者に対してもこの計画に示す考え方や施策について理解と協力を求めるものです。

3. 計画の期間

計画の期間は、平成 28（2016）年度を初年度とし、平成 36（2024）年度までの 9 年間とします。

4. 計画の構成

この計画では、温泉の定義や湧出メカニズム等を記載した県内温泉の概要、温泉資源やその利用及び温泉行政などにおける現状と課題、それらに対応するための基本目標、

基本目標を達成するための具体的な施策、各主体の役割と計画の推進の6つの項目で構成しています。

〔TOPICS No.1〕 大分県温泉管理基本計画の取組状況

平成13（2001）年3月に策定した大分県温泉管理基本計画では、「貴重な温泉資源を保護し、温泉の適正な利用を推進することにより、県民の健康と公共の福祉の増進に寄与する」ことを目標に、6項目の基本目標と17項目の施策を、県、市町村及び県民が主体的に取り組むこととしていました。各施策における具体的な取組内容については以下のとおりです。

目標		施策	具体的取組
1	温泉資源の保護	温泉法に基づく規制や指導を徹底する	<ul style="list-style-type: none"> 天瀬町天ヶ瀬温泉において保護地域を設定（平成15年～） 地熱発電を目的とした温泉掘削の審議基準を追加（平成26年10月） 温泉部会の開催を年4回から年6回に増加（平成19年度～）
		各温泉地の温泉賦存量の把握に努める	<ul style="list-style-type: none"> 平成5～12年度に実施した県内各温泉地の賦存量調査以降は未実施
		温泉の衰退化の前兆把握に努め、未然に対策を講じる	<ul style="list-style-type: none"> 温泉監視基礎調査（温泉モニタリング）の実施（平成13年度～）
		各種開発から温泉資源を保護する	<ul style="list-style-type: none"> 温泉地周辺での公共事業などで保全策の調査検討を実施
2	温泉の適正利用の推進	温泉を安心して利用できる基準を作成する	<ul style="list-style-type: none"> 「禁忌症及び入浴又は飲用上の注意事項」が改訂される（平成26年7月1日） 温泉成分を分析する登録分析機関の増加（指定制から登録制に変更）
		温泉成分等の適正な掲示を徹底する	<ul style="list-style-type: none"> 温泉成分の再分析が10年ごとに義務化（平成19年度～） 県内の温泉利用施設に法改正、基準の改定及び適正な表示を通知・指導
		温泉の利用形態に係る表示を推進する	<ul style="list-style-type: none"> わかりやすい温泉表示を目的とする「温泉カルテ」への助成 利用施設への立入調査・指導を実施

		温泉利用施設の安全性の確保及び維持管理を徹底する	<ul style="list-style-type: none"> 硫化水素による事故防止のための温泉利用施設の構造基準の通知・指導 可燃性天然ガスが湧出する温泉の事故防止のための法改正及び指導の徹底（平成 20 年度～）
		温泉排水の適正処理に向けた対策を検討する	<ul style="list-style-type: none"> 温泉地での温泉排水の調査（大分県温泉調査研究会の調査研究報告）
3	温泉の有効・多目的利用の推進	限りある温泉資源を有効に利用する方法を検討し推進する	<ul style="list-style-type: none"> 利用形態の把握が不十分であり、具体的な取組が不足
		温泉の多目的利用を推進する	<ul style="list-style-type: none"> 「大分県の地熱・温泉熱エネルギーとその理解促進」の作成・配布 農林水産業やサービス施設等の保健・福祉分野での利用が増加 短期イベントにおける足湯等の設置に係る手続きの簡素化
4	特色ある温泉地づくりの支援	自然環境と調和した温泉地の整備に努める	<ul style="list-style-type: none"> 竹田温泉群の国民保養温泉地指定（長湯温泉から竹田市全域へ拡大再指定） 温泉涵養林のメカニズムは未解明
		高齢者や身体障害者が安心して利用できる温泉地の整備に努める	<ul style="list-style-type: none"> バリアフリー法や大分県福祉のまちづくり条例の制定
5	普及啓発	温泉資源の保護意識の高揚を図る	<ul style="list-style-type: none"> 大分県温泉管理基本計画（概要版）の配布 県内6温泉地でシンポジウムを開催
		温泉に関する情報の提供に努める	<ul style="list-style-type: none"> 「おおいたおんせんマップ」の作成及び配布 県庁ホームページに「大分の温泉」ページを設置
6	調査研究の推進	温泉に関する調査研究を推進する	<ul style="list-style-type: none"> 大分県温泉調査研究会の調査研究事業への支援 温泉成分分析書のホームページ掲載
		研究成果の公表と有効活用 に努める	<ul style="list-style-type: none"> 大分県温泉調査研究会報告の電子化とホームページ掲載

Ⅱ 県内温泉の概要

1. 大分県の地勢

(1) 地形

本県は、九州本島の北東部に位置し、北に周防灘、東に別府湾、豊後水道の海域を望み、西と南を英彦山系、津江山系、九重山系及び祖母・傾山系の山岳地帯に囲まれています。地形は複雑で山地が多く、平野は比較的少なく、県土の約 7 割が森林に覆われています。

山地では、「九州の屋根」と呼ばれ、広大な草原を裾野に持つ九重火山群や由布・鶴見火山群のほか、海拔約 1,000m の山塊が連なる英彦山・犬ヶ岳山系、極めて急峻な山岳地形である祖母・傾山系がその代表です。また、玖珠地域や耶馬溪地域では、溶岩台地や溶岩が浸食されて生じた奇岩・奇峰が林立し、特徴的な景観を作り出しています。

これらの山地を流れ下る水流は、渓谷や瀬を刻み、山国川、大分川、大野川、筑後川、番匠川など多くの河川となって豊富な水の恵みをもたらしており、その河口部には大分平野や佐伯平野など比較的大きな平野が広がっています。

また、海岸線の総延長は約 758km に上り、県北部には遠浅の周防灘、中央部には深く湾入している別府湾があり、南部の豊後水道域にある日豊海岸では国内屈指のリアス式海岸が形成されるなど、その変化に富んでいます。

(2) 地質

日本の地体構造は、糸魚川―静岡構造線により東北日本と西南日本に二分され、西南日本は中央構造線によって日本海側が内帯、太平洋側は外帯に分けられます。本県は、北部が内帯、南部が外帯にあたり、松山―伊万里構造線、大分―熊本構造線、臼杵―八代構造線、津井―木浦構造線と呼ばれる大規模な構造線（断層）が通過しています。

新生代以前に形成された地質を大きく区分すると、領家帯(片麻岩類・内帯花崗岩類)、三波川帯(結晶片岩類・蛇紋岩)、大野川層群(中生層)、秩父帯(古生層・中生層)、四万十帯(中生層)の5つに大別されます。領家帯の変成岩や花崗岩類は、その大部分が安山岩、凝灰岩、溶結凝灰岩等に覆われており、国東半島の南東部など一部地域での



み露出が見られます。一方で、外帯側にある秩父帯や四万十帯には、古生代から中生代にかけて形成された砂岩、泥岩、頁岩等が帯状に分布し、このうち、秩父帯には石灰岩層が挟まれており、津久見市を中心に石灰石として採掘されています。また、三波川帯の結晶片岩類は、佐賀関半島一帯に広く分布しています。

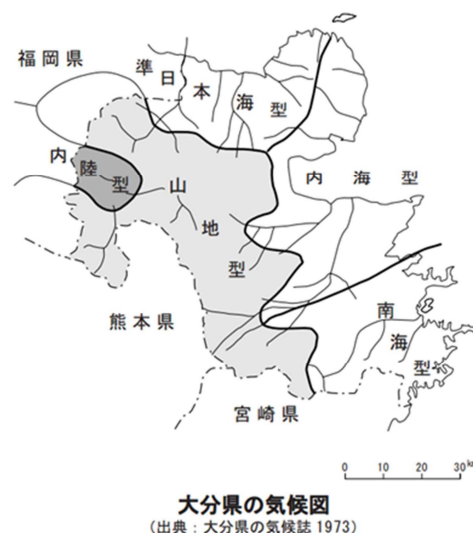
新世代以降の地質は、新第三紀と第四紀の火山活動による火山岩や凝灰岩などの火山噴出物が主体であり、新生代以前に形成された岩石や地層群を基盤岩とし、構造線を覆うようにして分布しています。その岩類を大きく分けると、古い順に、中新世火成岩類（祖母・傾火成岩類や大野火山岩類など）、鯛生層群・宇佐層群・碩南層群相当層と火山岩類、大分層群相当層とその時代の火山岩類や火砕流堆積物、段丘堆積物と阿蘇火砕流堆積物、第四紀後期の火山活動による火山岩類及び沖積層になります。また、主に第四紀になって活発化した火山活動が、今日の豊富な温泉・地熱資源をもたらしています。

(3) 気候

本県は、山地が海岸に迫っているなど特徴的な地形が気候にも影響し、県土面積の割には、比較的多くの気候区に分けられます。

季節風や台風の時期を除けば、全般的に温暖です。南部は温暖多雨で亜熱帯植物の自生も見られ、西・中南部の山地部は冬季にはかなりの低温となりますが、瀬戸内海に面する地域は年間を通じて温暖で、降水量も少ないのが特徴です。

本県の気候区を大別すると、次の5気候区に分けられます。



① 内海型気候区

別府湾と臼杵湾に臨む地域で、年平均気温は 15～16℃、年間降水量は 1,600～1,900mm です。

② 準日本海型気候区

周防灘に臨む地域で、冬季は比較的雪が多く、年平均気温は 15℃前後、年間降水量は 1,600～2,000mm です。

③ 南海型気候区

津久見以南で豊後水道に臨む地域で、温暖多雨、年平均気温は 15～17℃、年間降水量は 2,000～2,400mm です。

④ 山地型気候区

英彦山系、くじゅう山系、祖母傾山系などを含む海拔 300~400m 以上の高地で、年平均気温は 11~14℃、年間降水量は 1,800~2,400mm です。

⑤ 内陸型気候区

日田盆地を中心とする地域で、年平均気温は 15℃前後で寒暖の差が大きく、年間降水量は約 2,000mm です。

2. 温泉の定義

(1) 温泉の定義

「温泉」とは、温泉法第2条で「地中から湧出する温水、鉱水及び水蒸気その他のガス（炭化水素を主成分とする天然ガスを除く。）で、別表に掲げる温度又は物質を有するものをいう。」と定義されています。別表の内容は、次のとおりです。

[温泉法第2条別表] 下記のいずれかに該当すると温泉になります。

一 温度（温泉源から採取されるとき温度とする。）	摂氏 25 度以上
二 物質（次に掲げるもののうちいずれか一つ）	
物質名	含有量（1kg 中）
溶存物質（ガス性のものを除く。）	総量 1,000mg 以上
遊離炭酸（CO ₂ ）	250mg 以上
リチウムイオン（Li ⁺ ）	1mg 以上
ストロンチウムイオン（Sr ²⁺ ）	10mg 以上
バリウムイオン（Ba ²⁺ ）	5mg 以上
フェロ又はフェリイオン（Fe ²⁺ ,Fe ³⁺ ）	10mg 以上
第一マンガンイオン（Mn ²⁺ ）	10mg 以上
水素イオン（H ⁺ ）	1mg 以上
臭素イオン（Br ⁻ ）	5mg 以上
沃素イオン（I ⁻ ）	1mg 以上
ふっ素イオン（F ⁻ ）	2mg 以上
ヒドロヒ酸イオン（HA ₅ O ₄ ²⁻ ）	1.3mg 以上
メタ亜ヒ酸（HA ₅ O ₂ ）	1mg 以上
総硫黄(S) [HS ⁻ +S ₂ O ₃ ²⁻ +H ₂ S に対応するもの]	1mg 以上
メタほう酸（HBO ₂ ）	5mg 以上
メタけい酸（H ₂ SiO ₃ ）	50mg 以上
重炭酸そうだ（NaHCO ₃ ）	340mg 以上
ラドン（Rn）	20（百億分の1 キュリー単位）以上
ラジウム塩（Ra として）	1 億分の 1mg 以上

(2) 療養泉の定義

「療養泉」とは、温泉（水蒸気その他のガスを除く。）のうち、特に治療の目的に供しうるもので、環境省が温泉の成分分析法などを定めている鉱泉分析法指針の中で以下のとおり定義されています。

療養泉の規定を満たす温泉には、温泉の泉質名が付けられます。泉質名は、温泉に含有する成分等に基づき、「ナトリウム-塩化物泉」などの名称が付けられます。また、温度が25℃以上であることをもって療養泉となる場合には、「単純温泉」と名付けられます。

なお、温泉法に基づく温泉ではあるものの、療養泉の基準に満たないものについては泉質名がないため、「温泉法第二条の別表に規定する〇〇の項により温泉に適合する。ただし療養泉には該当しないので泉質名はない」と表示されます。

- 一 温度（温泉源から採取されるとき温度） 摂氏 25 度以上
- 二 物質（下記に掲げるもののうち、いずれかひとつ）

物質名	含有量（1kg 中）
溶存物質（ガス性のものを除く。）	総量 1,000mg 以上
遊離二酸化炭素（CO ₂ ）	1,000mg 以上
総鉄イオン（Fe ²⁺ +Fe ³⁺ ）	20mg 以上
水素イオン（H ⁺ ）	1mg 以上
よう化物イオン（I ⁻ ）	10mg 以上
総硫黄(S) [HS ⁻ +S ₂ O ₃ ²⁻ +H ₂ S に対応するもの]	2mg 以上
ラドン（Rn）	30（百億分の 1 キュリー単位）以上

温泉の定義「25℃以上」

県内で湧出する温泉の約8割が42℃以上の高温泉であり、温泉といえば暖かいものというイメージがありますが、温泉法では含有する成分等を含まなくとも、地中から湧出する25℃以上の温水をすべて温泉と定義しています。



自然に湧き出す温泉（自然湧出泉）

文部科学省の「水泳指導の手引」によると、学校プール水温は23℃以上が望ましいとされており、25℃の温泉は

プールには利用できても、そのまま入浴するような利用には適していません。それでは、なぜ日本の温泉の定義のうち、温度は25℃以上となったのでしょうか。

国内において初めて、温泉の定義のうち温度を25℃以上としたのは、大正10年に定められた日本薬学会協定になります。協定では、ドイツをはじめとする諸外国と同様に、地域における年平均気温よりも高い温度を有する温水を温泉とすることにしました。当時の日本は台湾がその統治下にあったため、国内各地の年平均気温のうち、最高であった台湾の気温を元に、日本の風土及び気候などを考慮し、温泉の温度に関する定義を25℃以上としました。

戦後、温泉法の制定により、法律によって温泉が定義されることになりました。法律を制定するにあたって、日本薬学会協定で定めた温度をそのまま採用したことから、温泉法においても、温度の定義は25℃以上とされました。ちなみに、比較的温暖な大分市における年平均気温（1981～2010年の平均）は16.4℃で、最も温暖な那覇23.1℃となっています。

なお、世界各国における温泉の定義のうち、温度については以下の表のとおりと定められています。一般にヨーロッパ諸国における温度の定義は低く、東アジア諸国では25℃以上の温度と定義しています。

〔諸外国における温泉の温度に関する定義〕

温度	国名等
20℃以上	イギリス、イタリア、フランス、ドイツ
21.1℃ (70°F) 以上	アメリカ
25℃以上	中国、韓国
30℃以上	ハンガリー、台湾

(3) 温泉の分類

温泉は、温度や液性、浸透圧、湧出する形態や状態などによって様々に分類されます。また、療養泉については、温泉療養の観点から10種類に分類されます。

① 泉温の分類

温泉が地上に湧出したときの温度又は、採取したときの温度を泉温といい、泉温によって以下のとおり分類されます。

県内で湧出する温泉の84%が高温泉にあたり、全国平均の約56%を大きく上回っていることから、豊富な温泉資源に恵まれていることがわかります。

分類名		泉温
冷鉱泉		25℃未満
温泉	低温泉	25℃以上34℃未満
	温泉	34℃以上42℃未満
	高温泉	42℃以上

② 液性の分類

温泉の液性は、湧出時の水素イオン濃度の値（pH）により以下のとおり分類されます。県内では、pHが低く極めて酸性が強い塚原温泉や明礬温泉をはじめ、pHが10程度のアルカリ性温泉まで様々な液性の温泉が湧出しています。

分類名	水素イオン濃度
酸性	pH3未満
弱酸性	pH3以上pH6未満
中性	pH6以上pH7.5未満
弱アルカリ性	pH7.5以上8.5未満
アルカリ性	pH8.5以上

③ 浸透圧の分類

温泉の浸透圧は、溶存物質（ガス性のものを除く。）、または凝固点（氷点）により以下のとおり分類されます。

分類名	溶存物質（ガス性のものを除く）	凝固点
低張性	8,000 mg/kg 未満	-0.55℃以上
等張性	8,000 mg/kg 以上 10,000 mg/kg 未満	-0.55℃未満-0.58℃以上
高張性	10,000 mg/kg 以上	-0.58℃未満

④ 湧出形態の種類分類

湧出する形態により、温泉は以下のとおり分類されます。一般に温泉地における温泉開発においては、自然湧出泉から掘削自噴泉へ、掘削自噴泉から掘削動力泉へのシフトが見られ、県内においても掘削動力泉が増加しています。

分類名	湧出形態の種類
自然湧出泉	自然状態のままで地表に湧き出る温泉
掘削泉	土地を掘削することによって湧出する温泉
自噴泉	自ら湧出する温泉
動力泉	動力（ポンプなど）を利用して湧出させる温泉

⑤ 湧出（採取）流体の種類による分類

湧出（採取）流体の状態により、温泉は以下のとおり分類されます。本県の温泉掘削の規制にあたっては、噴気・沸騰泉と温泉を区別し、埋設管の口径等を分けて規制しています。

分類名	湧出（採取）流体の種類
噴気泉	水蒸気のみが噴出するもの（温度は沸点以上）
沸騰泉	水蒸気と熱水の混合流体が噴出するもの（温度は沸点）
温泉	液体の温泉水が湧出するもの（温度は沸点未満）

⑥ 療養泉の種類

温泉のうち療養泉について、温泉療養の観点から温度若しくは含有成分に基づいて分類すると、単純温泉、塩化物泉、炭酸水素塩泉、硫酸塩泉、二酸化炭素泉、含鉄泉、酸性泉、含よう素泉、硫黄泉、放射能泉の10種類に分類されます。それらについては、それぞれ泉質ごとに特有の泉質別適応症が定められています。

県内では、含よう素泉と放射能泉を除く8種類の温泉が湧出し、それぞれの温泉に含有する成分は多種多様です。そのため、含有成分に富み、複数の療養泉に分類される温泉も数多く湧出しています。

掲示用 泉質名	定義	特徴	泉質別適応症
単純温泉	溶存物質質量（ガス性のものを除く。以下この表において同じ。）が1kg中1,000mgに満たないもので、泉温が25℃以上のもの	刺激が少なく、子どもや高齢者にもやさしい温泉です。また、アルカリ性単純温泉（pH8.5以上）では、入浴すると肌がすべすべになります。	（浴用）自立神経不安定症、不眠症、うつ状態 （飲用）－
塩化物泉	溶存物質質量が1kg中1,000mg以上含み、陰イオンの主成分が塩化物イオンのもの	「熱の湯」と言われ、暖まりやすく、皮膚に塩分が付着するため、保温効果や循環効果があります。また、塩味で、石けんがきかないのが特徴です。	（浴用）きりきず、末梢循環障害、冷え性、うつ状態、皮膚乾燥症 （飲用）萎縮性胃炎、便秘
炭酸水素塩泉	溶存物質質量が1kg中1,000mg以上含み、陰イオンの主成分が炭酸水素イオンのもの	皮膚の角質を軟化する作用があり、俗に「美人の湯」と言われます。また、暖まりやすく、浴後はさっぱりする特徴があります。	（浴用）きりきず、末梢循環障害、冷え性、皮膚乾燥症 （飲用）胃十二指腸潰瘍、逆流性食道炎、耐糖能異常（糖尿病）、高尿酸血症（痛風）
硫酸塩泉	溶存物質質量が1kg中1,000mg以上含み、陰イオンの主成分が硫酸イオンのもの	塩化物泉や炭酸水素塩泉と同様、塩類泉で保温効果があります。飲むと胆のうを収縮させ、腸のぜん動を活発化します。	（浴用）きりきず、末梢循環障害、冷え性、皮膚乾燥症 （飲用）胆道系機能障害、高コレステロール血症、便秘
二酸化炭素泉	二酸化炭素が1kg中に1,000mg以上含まれるもの	入浴すると皮膚の表面に細かい泡となって付着・吸収され、保温効果や循環効果があります。温泉水を飲むと炭酸味がします。	（浴用）きりきず、末梢循環障害、冷え性、自律神経不安定症 （飲用）胃腸機能低下

掲示用 泉質名	定義	特徴	泉質別適応症
含鉄泉	鉄(Ⅱ)イオン及び鉄(Ⅲ)イオンの総量が1kg中に20mg以上含まれるもの	空気に触れると酸化し、赤褐色の沈殿物が生じ、浴槽が赤褐色を帯びているのが特徴です。また、飲むと鉄の味がします。	(浴用) - (飲用) 鉄欠乏性贫血
酸性泉	水素イオンが1kg中に1mg以上含まれるもの	酸性が強いと入浴で皮膚にしみ、殺菌力が強く、飲むと酸味がします。鉄や硫化水素を含むときは、淡黄褐色～淡緑色になることがあります。	(浴用) アトピー性皮膚炎、尋常性乾癬、表皮化膿症、耐糖能異常(糖尿病) (飲用) -
含よう素 泉	よう化物イオンが1kg中に10mg以上含まれるもの	非火山性の温泉に多く見られ、放置すると黄色く変色します。飲むと総コレステロールを抑制します。	(浴用) - (飲用) 高コレステロール血症
硫黄泉	総硫黄が1kg中に2mg以上含まれるもの	殺菌力が強いので、皮膚表面の細菌やアトピーの原因物質を取り除きます。硫化水素を含み、腐敗した卵のような臭気、いわゆる「硫黄」のかがおりがします。	(浴用) アトピー性皮膚炎、尋常性乾癬、慢性湿疹、表皮化膿症 (飲用) 耐糖能異常(糖尿病)、高コレステロール血症
放射能泉	ラドンが1kg中に30×10 ⁻¹⁰ キュリー以上含まれるもの	温泉に含まれる微量の放射能は炎症に効果的とされています。	(浴用) 高尿酸血症(痛風)、間接リウマチ、強直性脊髄炎など (飲用) -

3. 温泉の効用

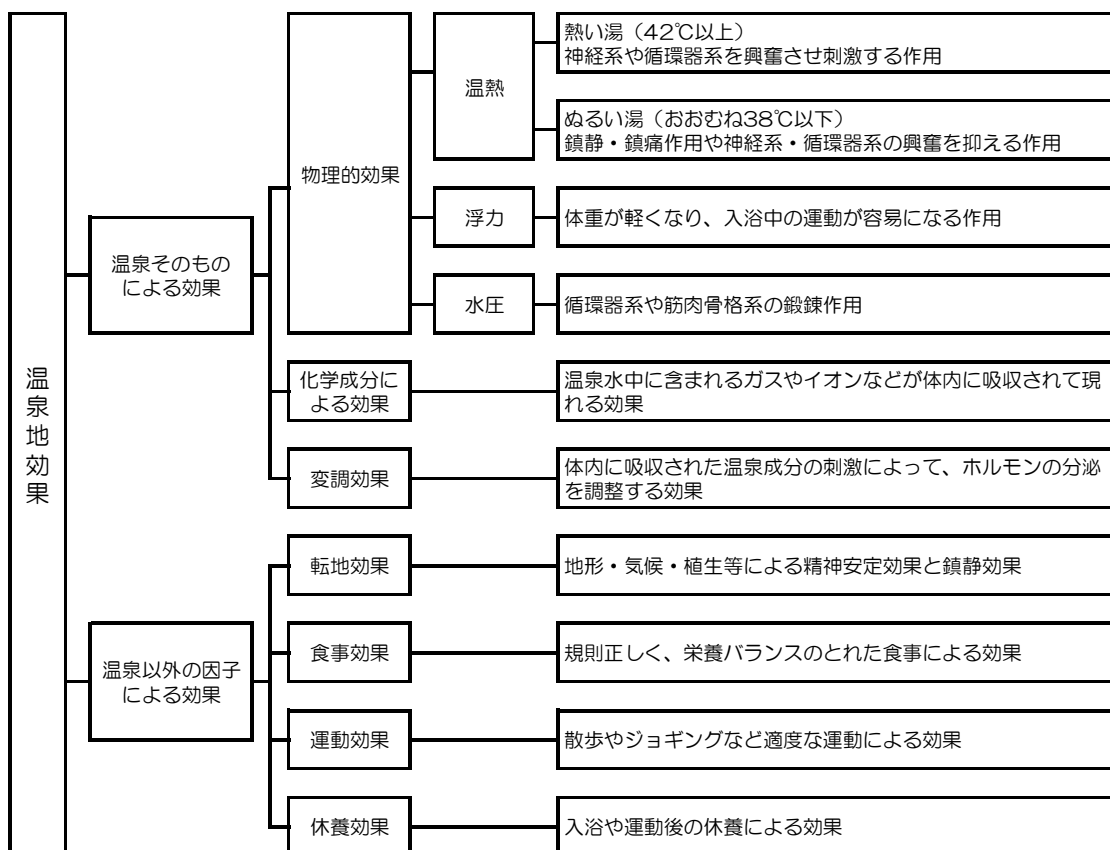
(1) 温泉及び温泉地の効果

多くの温泉地は、古くから湯治場として人々に親しまれ、働く人々が余暇を利用して心身を休め、健康の増進を図り、あるいは疾病を治療するために利用されてきました。

温泉療法とは、自然環境の持つ生体機能調整作用を最大限に生かした自然療法の一つとされ、近年では、健康増進や予防医学としての温泉利用に注目が集まっています。

温泉が人体に及ぼす効果には、温泉水に含まれる化学成分によるもの以外にも、温熱、浮力、水圧などによる物理的効果があります。また、温泉地の地形や気候などの周辺環境によるものなど温泉以外の因子による効果もあり、温泉地の効果は温泉そのものの効果と転地や気候、食事、運動等の総合効果として現れるものとされています。

表 温泉と温泉地の効果



そのため、温泉療養の効用を温泉の成分のみによって確定することは困難ですが、療養泉の適応症はおおむね(2)で述べるとおりとされています。また、温泉に含まれる成分は、それぞれの温泉によって千差万別であり、特殊な疾病の場合には、禁忌症として一般に温泉の利用を禁止すべきものもあります。温泉の禁忌症については(3)、入

浴又は飲用上の注意事項については（４）のとおりであり、安全・安心な温泉利用にあたっては、それぞれの温泉がもつ特徴を理解し、利用することが重要です。

なお、温泉の禁忌症及び入浴又は飲用上の注意事項等については、最新の医学的知見と科学的根拠を踏まえ、平成２６年７月１日付けで改訂されました。

（２）適応症

温泉療養は、特定の病気を治療させるよりも療養を行う人の持つ症状、苦痛を軽減し、健康の回復や増進を図り、全体的な改善効用を得ることを目的にしており、その効用を適応症といいます。適応症はすべての温泉にあるものではなく、温泉のうち療養泉に該当するものにおいてその効用が期待されます。

温泉療養を行うにあたっては、以下の点を理解して行う必要があります。

- 温泉療養の効用は、温泉の含有成分などの化学的因子、温熱その他の物理的因子、温泉地の地勢及び気候、利用者の生活リズムの変化その他諸般によって起こる総合作用による心理反応などを含む生体反応であること。
- 温泉療養は、特定の病気を治癒させるよりも、療養を行う人の持つ症状、苦痛を軽減し、健康の回復、増進を図ることで全体的改善効用を得ることを目的とすること。
- 温泉療養は短期間でも精神的なリフレッシュなど相応の効用が得られるが、十分な効用を得るためには通常２～３週間の療養期間を適切とすること。
- 適応症でも、その病期又は療養を行う人の状態によっては悪化する場合があるので、温泉療養は専門的知識を有する医師による薬物、運動と休養、睡眠、食事などを含む指示、指導のもと行うことが望ましいこと。
- 従来より、適応症については、その効用は総合作用による心理的反応などを含む生体反応によるもので、温泉の成分のみによって各温泉の効用を確定することは困難であること。

① 一般的適応症（浴用）

筋肉若しくは関節の慢性的な痛み又はこわばり（関節リウマチ、変形性関節症、腰痛症、神経痛、五十肩、打撲、捻挫などの慢性期）、運動麻痺における筋肉のこわばり、冷え性、末梢循環障害、胃腸機能の低下（胃がもたれる、腸にガスがたまるなど）、軽症高血圧、耐糖能異常（糖尿病）、軽い高コレステロール血症、軽い喘息又は肺気腫、痔の痛み、自律神経不安定症、ストレスによる諸症状（睡眠障害、うつ状態など）、病後回復期、疲労回復、健康増進

② 泉質別適応症

揭示用泉質	浴用	飲用
単純温泉	自律神経不安定症、不眠症、うつ状態	—
塩化物泉	きりきず、末梢循環障害、冷え性、うつ状態、皮膚乾燥症	萎縮性胃炎、便秘
炭酸水素塩泉	きりきず、末梢循環障害、冷え性、皮膚乾燥症	胃十二指腸潰瘍、逆流性食道炎、耐糖能異常(糖尿病)、高尿酸血症(痛風)
硫酸塩泉	塩化物泉に同じ	胆道系機能障害、高コレステロール血症、便秘
二酸化炭素泉	きりきず、末梢循環障害、冷え性、自律神経不安定症	胃腸機能低下
含鉄泉	—	鉄欠乏性貧血
酸性泉	アトピー性皮膚炎、尋常性乾癬、耐糖能異常(糖尿病)、表皮化膿症	—
含よう素泉	—	高コレステロール血
硫黄泉	アトピー性皮膚炎、尋常性乾癬、慢性湿疹、表皮化膿症(硫化水素型については、末梢循環障害を加える)	耐糖能異常(糖尿病)、高コレステロール血症
放射能泉	高尿酸血症(痛風)、関節リウマチ、強直性脊髄炎など	—
上記のうち2つ以上に該当する場合	該当するすべての適応症	該当するすべての適応症

(3) 禁忌症

禁忌症とは、「1回の温泉入浴又は飲用でも有害事象を生ずる危険性がある病気・病態」のことをいい、すべての温泉において禁忌となりうる一般的禁忌症と、温泉の泉質によって禁忌となりうる泉質別禁忌症、含有成分によって禁忌となりうる含有成分別禁忌症に分けられます。

なお、禁忌症にあたる場合においても、専門的知識を有する医師の指導の下に行う温泉療養については、その利用が妨げられないものとされています。

① 一般的禁忌症（浴用）

病気の活動期（特に熱のあるとき）、活動性の結核、進行した悪性腫瘍又は高度の貧血など身体衰弱の著しい場合、少し動くと息苦しくなるような重い心臓又は肺の病気、むくみのあるような重い腎臓の病気、消化管出血、目に見える出血があるとき、慢性の病気の急性増悪期

② 泉質別禁忌症

掲示用泉質	浴用	飲用
酸性泉	皮膚又は粘膜の過敏な人、 高齢者の皮膚乾燥症	—
硫黄泉	酸性泉に同じ	—

③ 含有成分別禁忌症

成分	浴用	飲用
ナトリウムイオンを含む温泉を1日（ $1200/A \times 1000$ ）mlを超えて飲用する場合	—	塩分制限の必要な病態（腎不全、心不全、肝硬変、虚血性心疾患、高血圧など）
カリウムイオンを含む温泉を1日（ $900/A \times 1000$ ）mlを超えて飲用する場合	—	カリウム制限の必要な病態（腎不全、副腎皮質機能低下症）
マグネシウムイオンを含む温泉を1日（ $300/A \times 1000$ ）mlを超えて飲用する場合	—	下痢、腎不全

よう化物イオンを含む温泉を1日(0.1/A×1000)mlを超えて飲用する場合	—	甲状腺機能亢進症
上記のうち、2つ以上に該当する場合	—	該当するすべての禁忌症

(注) Aは、温泉1kg中に含まれる各成分の重量(mg)を指す。

(4) 入浴又は飲用上の注意事項

① 浴用の方法及び注意

温泉の浴用利用に伴う事故等を防止するため、以下の注意事項を守って行うことが必要です。

ア. 入浴前の注意

- (ア) 食事の直前、直後及び飲酒後の入浴は避けること。酩酊状態での入浴は特に避けること。
- (イ) 過度の疲労時には身体を休めること。
- (ウ) 運動後30分程度の間は身体を休めること。
- (エ) 高齢者、子供及び身体の不自由な人は、1人での入浴は避けることが望ましいこと。
- (オ) 浴槽に入る前に、手足から掛け湯をして温度に慣らすとともに、身体を洗い流すこと。
- (カ) 入浴時、特に起床直後の入浴時などは脱水症状等にならないよう、あらかじめコップ一杯程度の水分を補給しておくこと。

イ. 入浴方法

(ア) 入浴温度

高齢者、高血圧症若しくは心臓病の人又は脳卒中を経験した人は、42℃以上の高温浴は避けること。

(イ) 入浴形態

心肺機能の低下している人は、全身浴よりも半身浴又は部分浴が望ましいこと。

(ウ) 入浴回数

入浴開始後数日間は、1日当たり1～2回とし、慣れてきたら2～3回まで増やしてもよいこと。

(エ) 入浴時間

入浴温度により異なるが、1回当たり、初めは3～10分程度とし、慣れてきたら15～20分程度まで延長してもよいこと。

ウ. 入浴中の注意

- (ア) 運動浴を除き、一般に手足を軽く動かす程度にして静かに入浴すること。
- (イ) 浴槽から出る時は、立ちくらみを起こさないようにゆっくり出ること。
- (ウ) めまいが生じ、又は気分が不良となった時は、近くの人に助けを求めつつ、浴槽から頭を低い位置に保ってゆっくり出て、横になって回復を待つこと。

エ. 入浴後の注意

- (ア) 身体に付着した温泉成分を温水で洗い流さず、タオルで水分を拭き取り、着衣の上、保温及び 30 分程度の安静を心がけること（ただし、肌の弱い人は、刺激の強い泉質（例えば酸性泉や硫黄泉等）や必要に応じて塩素消毒等が行われている場合には、温泉成分等を温水で洗い流した方がよいこと。）。
- (イ) 脱水症状等为了避免するため、コップ一杯程度の水分を補給すること。

オ. 湯あたり

温泉療養開始後おおむね 3 日～1 週間前後に、気分不快、不眠若しくは消化器症状等の湯あたり症状又は皮膚炎などが現れることがある。このような状態が現れている間は、入浴を中止するか、又は回数を減らし、このような状態からの回復を待つこと。

カ. その他

浴槽水の清潔を保つため、浴槽にタオルは入れないこと。

② 飲用の方法及び注意

温泉は、湧出後、時間の経過とともに変化がみられるため、地中から湧出した直後の新鮮な温泉が最も効用があると言われていています。それぞれの泉質に適する用い方をしなければ、かえって身体に不利に作用する場合もあるので、温泉の飲用に当たっては、以下の注意事項を守って行う必要があります。

なお、温泉を飲用に供する場合は、当該施設の設置者等は新鮮な温泉を用いるとともに、源泉及び飲泉施設について十分な公衆衛生上の配慮を行う必要があります。

ア. 飲泉療養に際しては、専門的知識を有する医師の指導を受けること。また、服薬治療中の人は、主治医の意見を聴くこと。

イ. 15 歳以下の人については、原則的には飲用を避けること。ただし、専門的知識を有する医師の指導を受ける飲泉については例外とすること。

ウ. 飲泉は決められた場所で、源泉を直接引いた新鮮な温泉を飲用すること。

エ. 温泉飲用の 1 回の量は一般に 100～150mL 程度とし、その 1 日の総量はおよそ 200～500mL までとすること。

- (注) 1. 温泉にヒ素、銅、ふっ素、鉛及び水銀並びに遊離炭酸が含まれる場合は、この記載に加えて、別に定める方法により飲用量を示すこととする。
2. 温泉が pH3 未満である場合（希釈が行われ、飲用に供する温泉が pH3 以上になっている場合を除く。）は、この記載に代えて、例えば「この温泉の

液性は酸性であるため、真水で pH3 以上となるようおよそ A 倍に薄めた上で、飲用の 1 回の量は 100mL までとし、その 1 日の総量はおよそ 200～500mL までとすること。」とする。なお、A の数値は、pH により異なるため、pH3 以上となるように具体的希釈倍率を算出して記載すること。

オ. 飲泉には、自身専用又は使い捨てのコップなど衛生的なものを用いること。

カ. 飲泉は一般に食事の 30 分程度前に行うことが望ましいこと。

キ. 飲泉場から飲用目的で温泉水を持ち帰らないこと。

ク. 飲用する際には、誤嚥に注意すること。

(注) 誤嚥とは、うがいや焦って飲むことなどにより、肺や気管に水分を吸い込んでしまうことをいう。なお、嚥下障害を発症している人は飲泉を行わないこと。

【TOPICS No.2】禁忌症及び入浴又は飲用上の注意事項の改訂

温泉の禁忌症や療養泉の適応症については、環境省が掲示基準を定めており、平成 26 年 7 月 1 日付け「温泉法第 18 条第 1 項で定める禁忌症及び入浴又は飲用上の注意について」として、最新の医学的知見と科学的根拠を踏まえて 32 年ぶりに改訂されました。それぞれの項目における主な変更点は以下のとおりです。

【温泉の禁忌症】

- 温泉の一般的禁忌症（浴用）から妊娠中（とくに初期と末期）が削除されました。
- 飲用の禁忌症の区分が泉質によるものから、含有成分によるものに変更されました。

【療養泉の適応症】

- 療養泉の一般的適応症（浴用）として、胃腸機能の低下（胃がもたれる、腸にガスがたまるなど）・軽症高血圧・耐糖能異常（糖尿病）・軽い高コレステロール血症・軽い喘息又は肺気腫・自立神経不安定症、ストレスによる諸症状（睡眠障害、うつ状態など）が追加されました。
- 泉質別適応症では、主成分及び副成分の適応症を併記することが明記されました。

【入浴又は飲用上の注意事項】

- 浴用の注意事項については、わかりやすい用語を使用し、浴用の状況に応じた注意喚起に変更されました。
- 飲用の注意事項では、15 歳以下の人飲用を原則禁止し、誤嚥に関する注意が明記されました。
- 1 日あたりの最大飲用量が、これまでの 1,000mL から 500mL に制限されました。（なお、含有する成分によってさらに制限されることもあります。）

4. 温泉の湧出メカニズム

(1) 温泉の湧出メカニズム

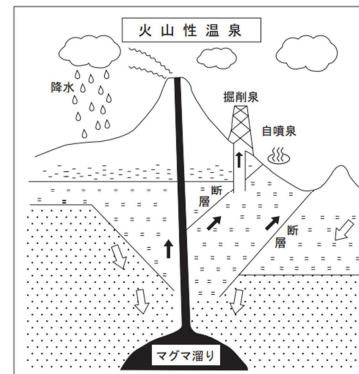
本来、温泉は自然に湧き出るものをいい、雨や雪が地下にしみ込んで、それが加熱され、様々な成分が溶け込みながら地表に出てくるものです。湧き出たものが川を流れ、蒸発し雲になり雨になってまた温泉になるという、人間を介在しない大きな循環システムがつくられています。温泉は火山性の温泉と非火山性の温泉に大別でき、非火山性の温泉は深層地下水型と化石海水型に分類することができます。

① 火山性温泉

火山地帯では地下数km～十数kmという比較的浅い部分に、深層から上昇してきたマグマがマグマ溜まりをつくり、1,000℃以上の高温度になっています。

地表に降った雨や雪の一部は、地中にしみ込んで地下水になり、流れていきます。この地下水がマグマ溜まりの熱で温められ、断層などの自然の地下構造や人工的なボーリング等に湧き出てきます。

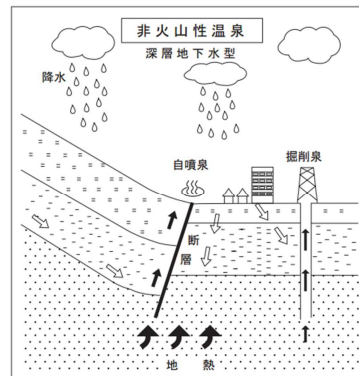
このようにして火山性の温泉は成り立っています。



② 非火山性温泉（深層地下水型）

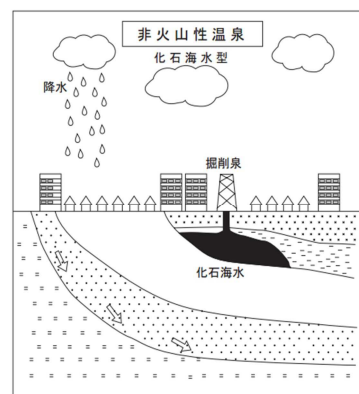
地下では、深度が深くなるほど地下増温率で地温が上昇し、一般的に100mごとに約3℃上昇すると言われています。

地表に降った雨や雪の一部が地中にしみ込んでいき、地下水となりますが、そのうち、地温などを熱源として温められたものが深層地下水型の非火山性温泉と考えられています。



③ 非火山性温泉（化石海水型）

太古の地殻変動などで当時の古い海水が地中に閉じ込められている場合があります。これを化石海水と呼んでおり、非火山性の温泉の一部にはこの化石海水が起源とされるものがあります。



出典：温泉のしおり（環境庁）

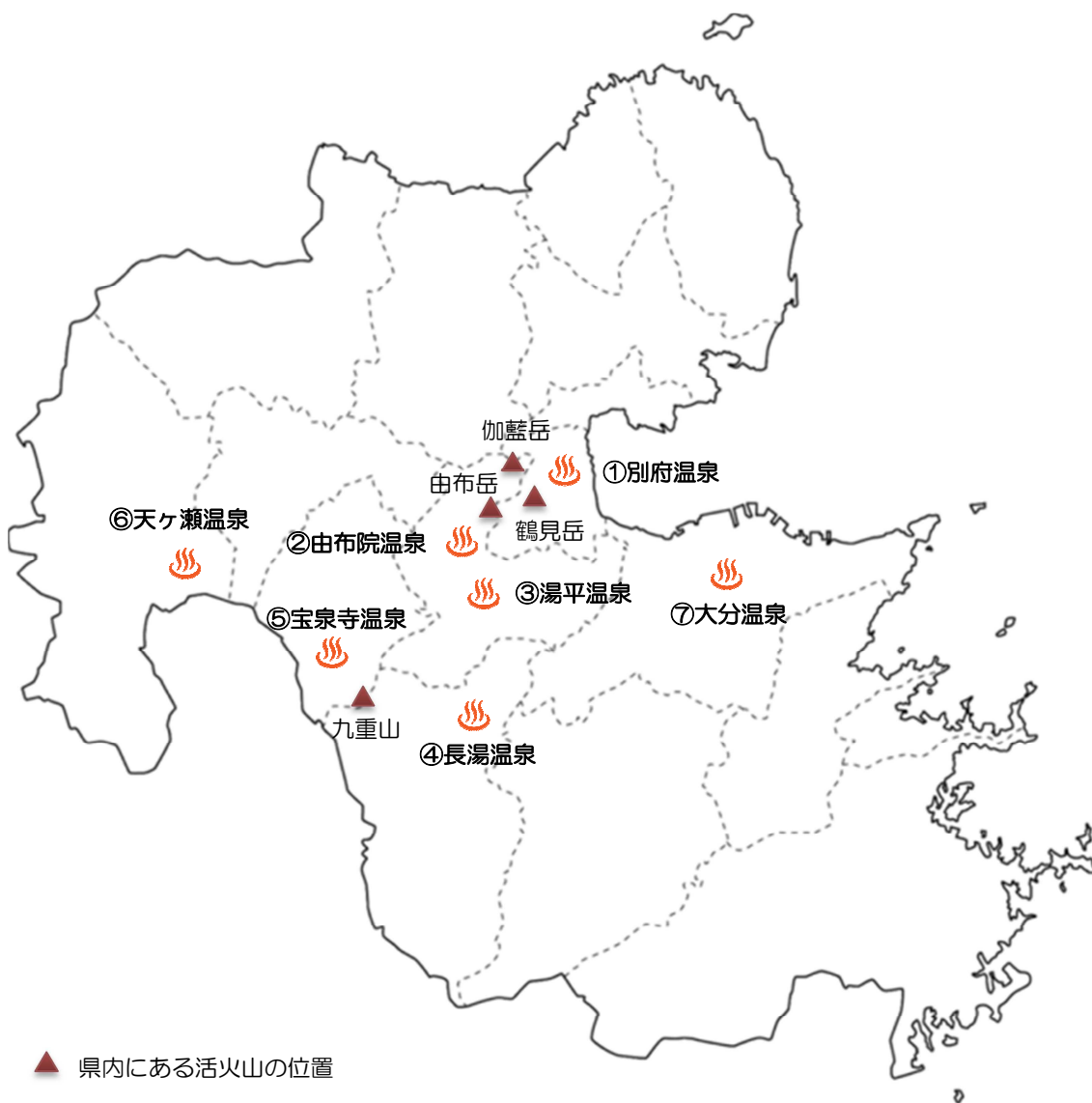
(2) 県内の主要温泉地の湧出メカニズム

大分県には、その中央部を北東から南西に走る別府―島原地溝帯と呼ばれる大地の裂け目に沿って、鶴見岳・伽藍岳、由布岳、九重山などの活火山があります。

温泉はその多くが火山性温泉で、これら火山の周辺に集中しています。北東部の鶴見岳・由布岳の周辺に別府温泉・由布院温泉・塚原温泉・湯平温泉、南西部の九重火山群の周辺には筋湯温泉・川底温泉・宝泉寺温泉・七里田温泉・長湯温泉・釜ノ口温泉・赤川温泉などがあります。

近年、ボーリング技術の進歩とともに深い深度までの掘削が容易になり、これまでに県内17市町村で温泉開発が行われています。

県内の主要な温泉地における温泉湧出メカニズムについては、以下のとおりとされています。

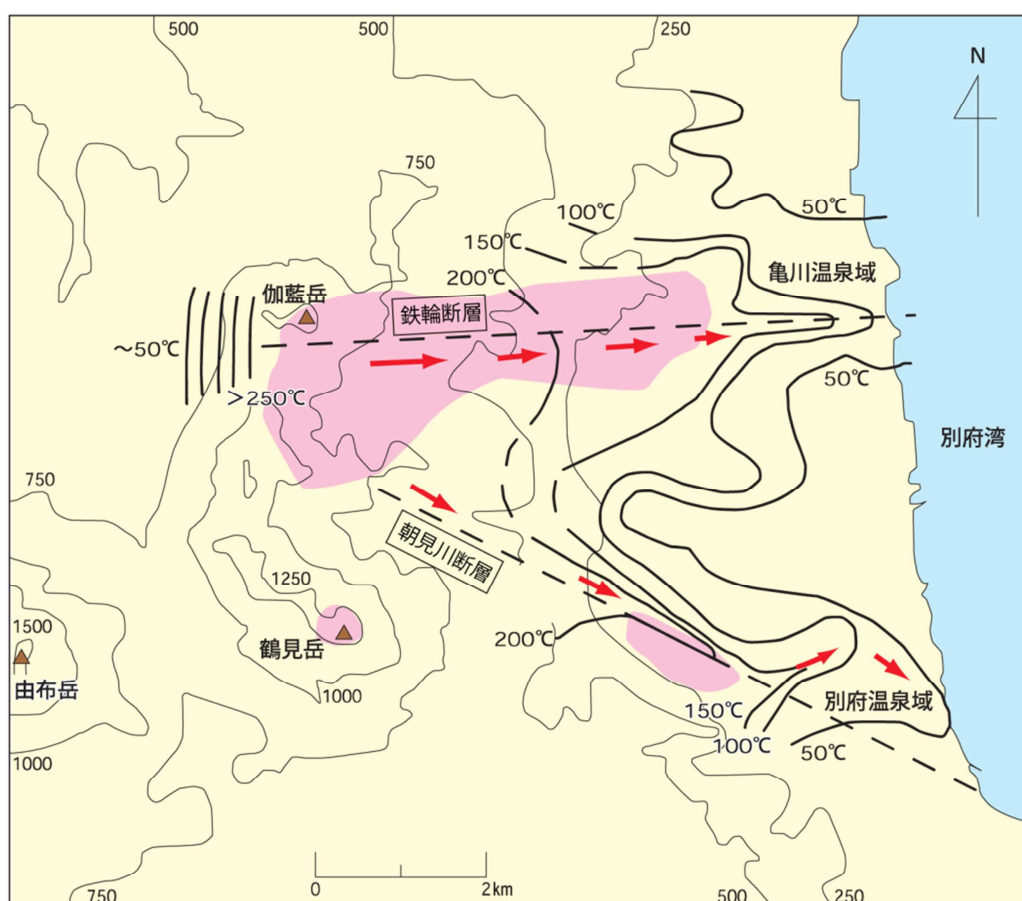


① 別府温泉

別府温泉では、西方の山地から海岸に向かって、噴気泉、沸騰泉、一般温泉の順に分布し、現在利用されている温泉井戸は、約 2,300 あります。1 日あたりの流出水量は約 50,000t、熱量は約 7.0×10^9 kcal と推定され、温泉資源に極めて恵まれた地域となっています。

温泉の原熱水は、西方背後の鶴見火山群の地下に存在する塩化物泉型の熱水であり、その温度は 250~300℃、塩化物イオン濃度は 1,400~1,600mg/L です。また、原熱水はそのほとんどが天水起源であり、地下温泉水の平均滞留時間はおよそ 50 年とされています。

温泉水は、別府市北部の鉄輪断層及び南部の朝見川断層に沿って海岸方向に流動し、低地に至って扇状地に溢れ出しています。この流動過程での生じる原熱水と天水との混合、地下での熱水の沸騰や蒸気の凝結及び岩石類との化学反応により、多種多様な成分が含有する温泉が生成されています。

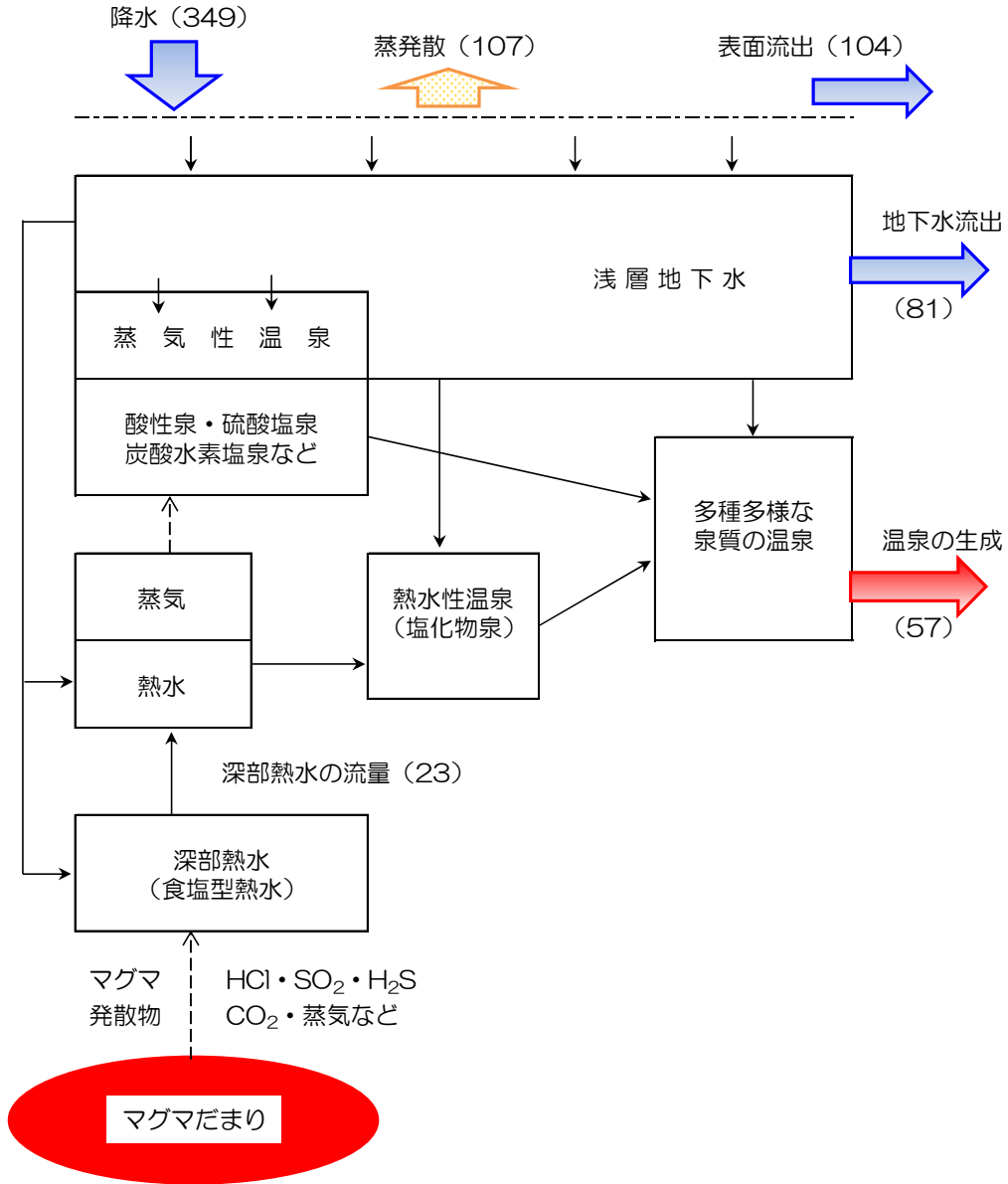


別府温泉の概略図

(京都大学名誉教授 由佐悠紀氏提供)

別府温泉の生成モデルと水収支

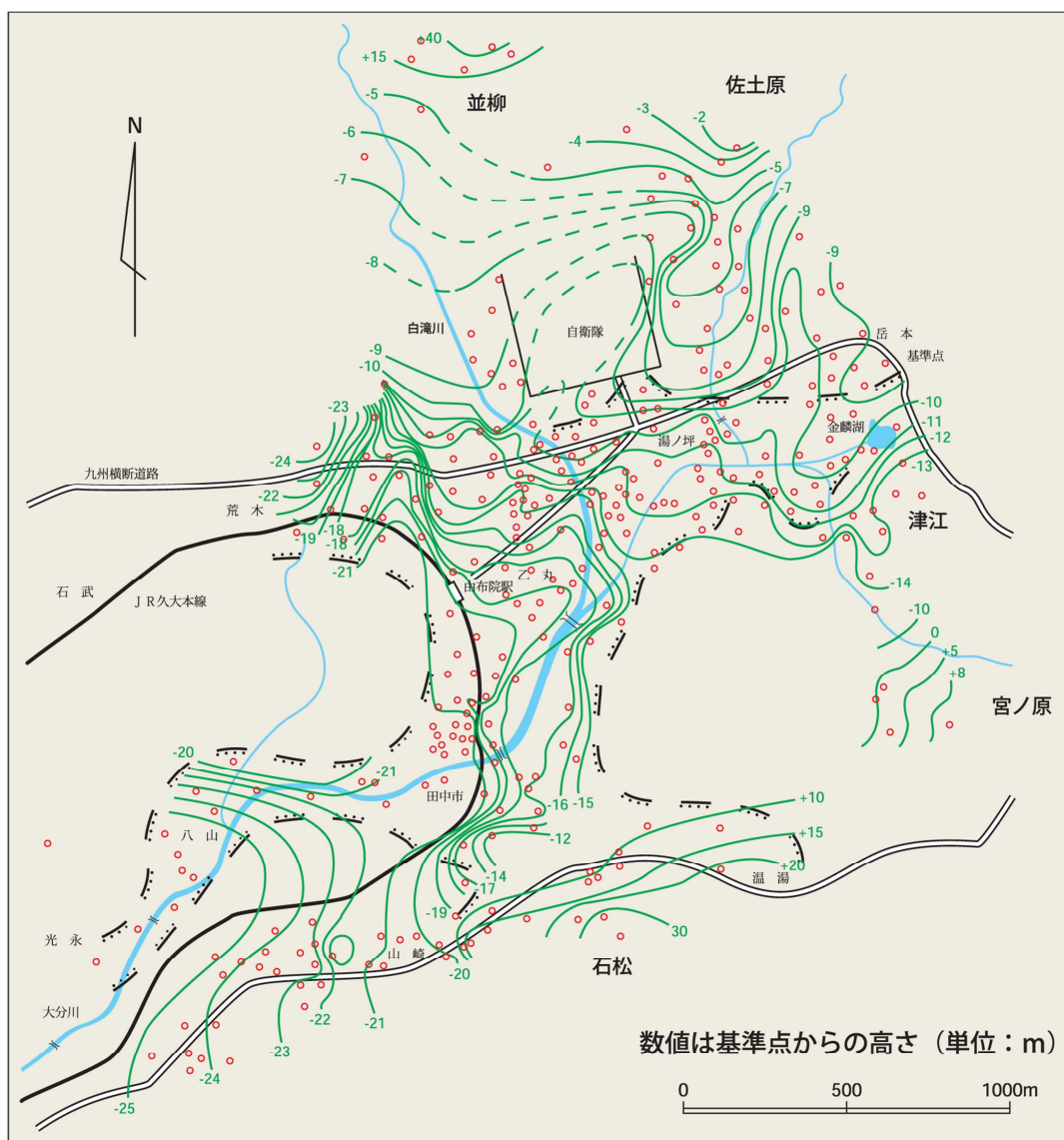
単位 : キトン/日



(京都大学名誉教授 由佐悠紀氏提供)

② 由布院温泉

由布院温泉の温泉水は天水起源と考えられ、温泉の水頭(水圧)分布や泉質からみて、4つの水系(石松・津江-宮ノ原・佐土原・並柳)で構成されています。盆地の南縁をほぼ東西に走る由布院断層に沿って分布する石松水系が最も高温で水頭が高く、この高温水の一部は断層を横切って北方に漏れ出しています。次に高温なのは、盆地の北東部に発する佐土原水系です。これら4種の温泉水は、自噴帯である盆地中央部に向かい、最終的には西方の大分川下流方向に流れていきます。現在利用されている温泉井戸は約700で、1日あたりの流出水量は約16,000t、熱量は 0.8×10^9 kcal程度と推定されています。



由布院温泉の静止水頭分布
(京都大学名誉教授 由佐悠紀氏提供)

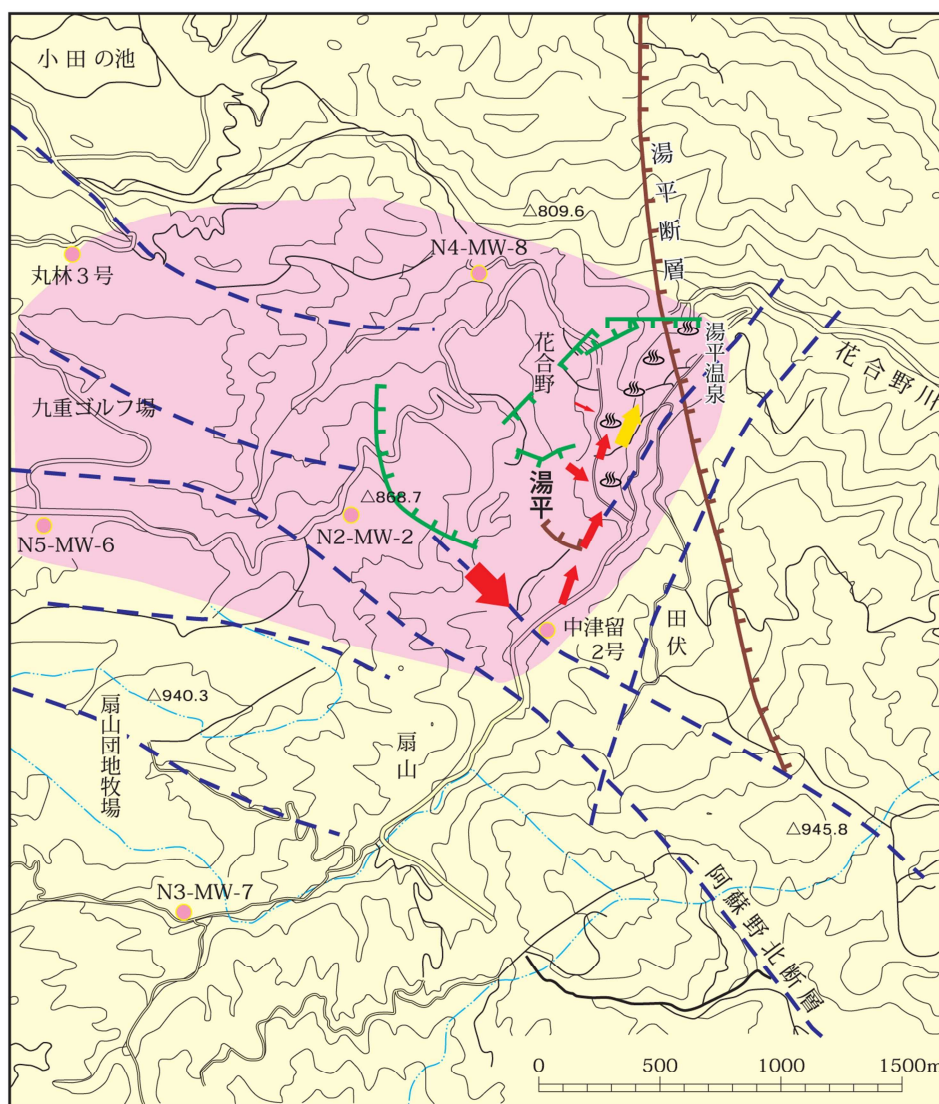


由布院温泉の地表面下 150m 深の地温分布 (単位 : °C)

(京都大学名誉教授 由佐悠紀氏提供)

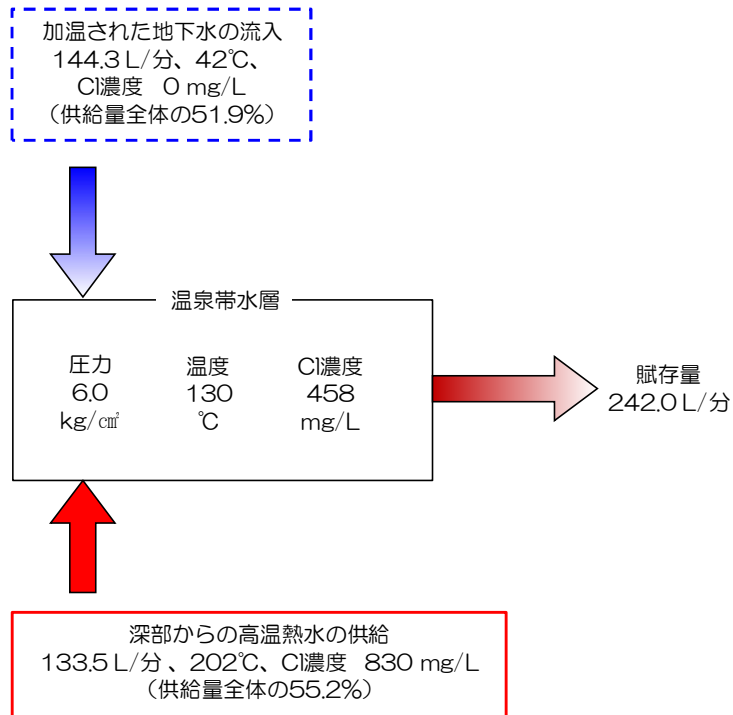
③ 湯平温泉

湯平温泉の温泉帯水層に賦存する温泉水は、東西系の断層に沿って西側から供給されて深部から浅部へと上昇する 200℃程度の高温熱水と、40℃程度に加温された地下水との混合によって生成されると考えられています。地域の温泉賦存量（地下 110m 程度までの浅部温泉帯水層）は、約 240L/分と見積もられており、現在揚湯している温泉水はすべて起源が同じ水と推定されています。

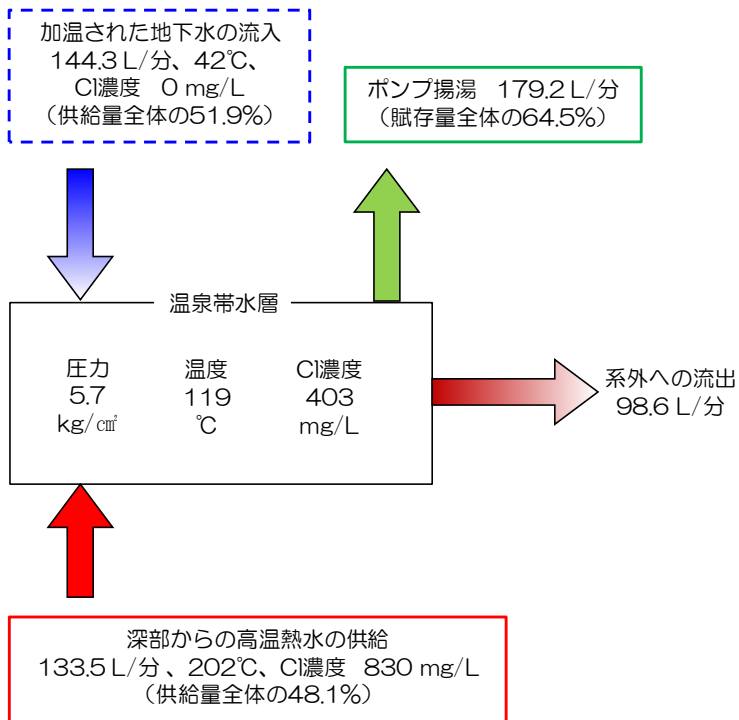


- | | | | |
|--|--------|--|-----------------|
| | 断層 | | 地熱井及び温泉井 |
| | 推定断層 | | 熱水分布域 |
| | 地すべり地形 | | 高温熱水の流動 |
| | | | 2 次的に生成された熱水の流動 |

湯平温泉の熱水流動モデル（平面図）



湯平温泉帯水層の水理モデル（動力使用前の状態）

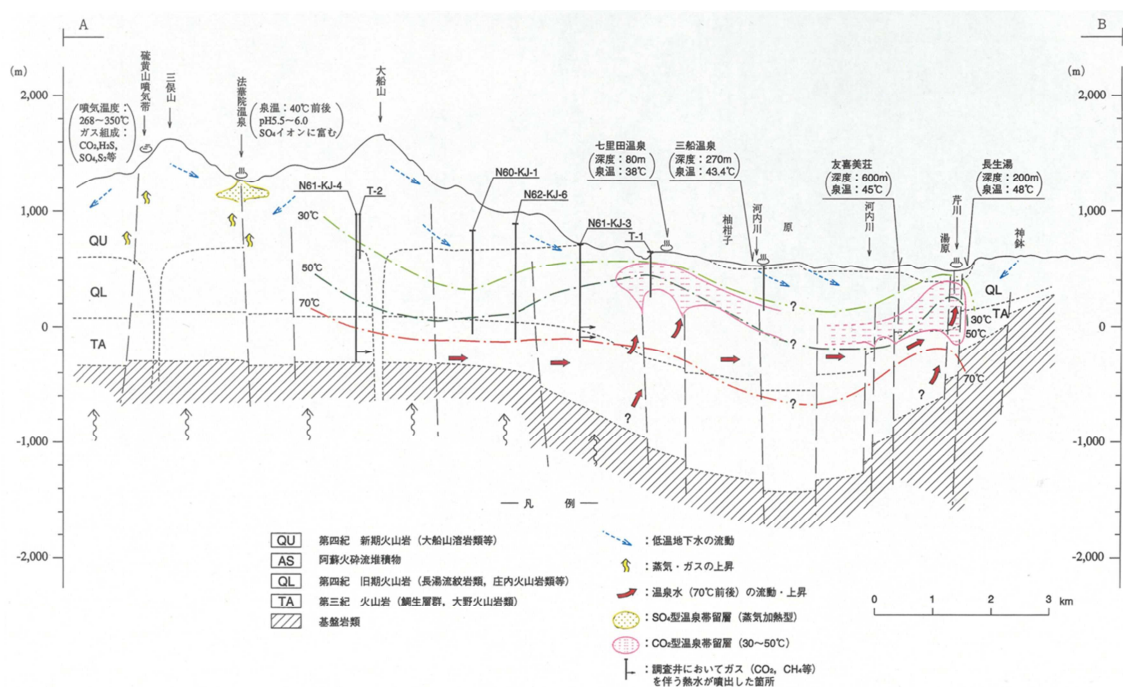


湯平温泉帯水層の水理モデル（平成5年9月の揚湯状態）

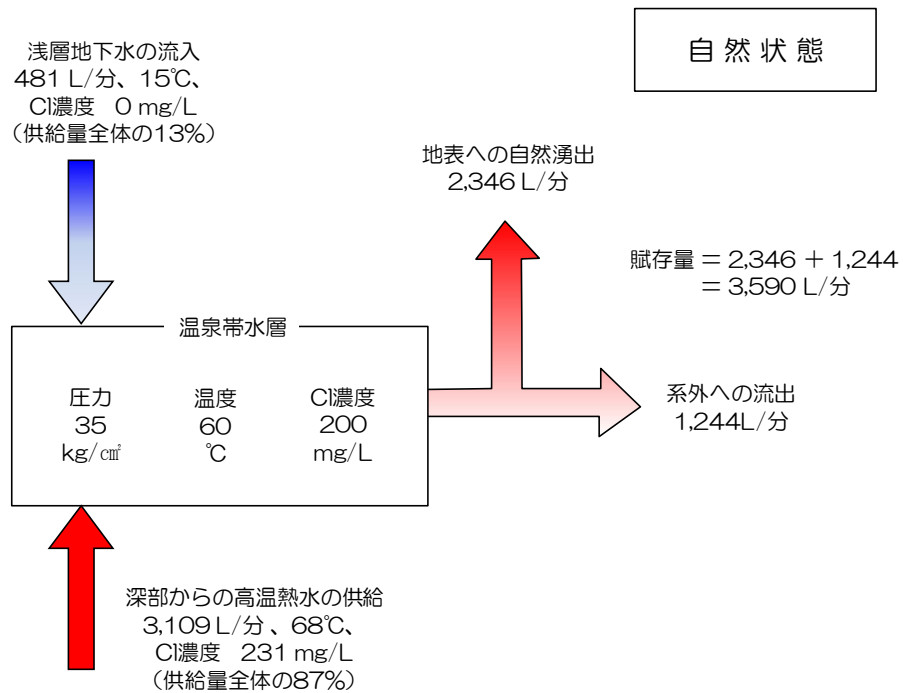
④ 長湯温泉

長湯温泉の温泉水の起源は、くじゅう火山群の標高の高い地域で降った雨水が地下深部まで浸透したものであり、この水が高温下で周辺の岩石と長時間反応して塩化物イオン (Cl⁻) 濃度が高い熱水となり、二酸化炭素 (CO₂) ガス及び浅層地下水と混合して生成されたものと推定されています。

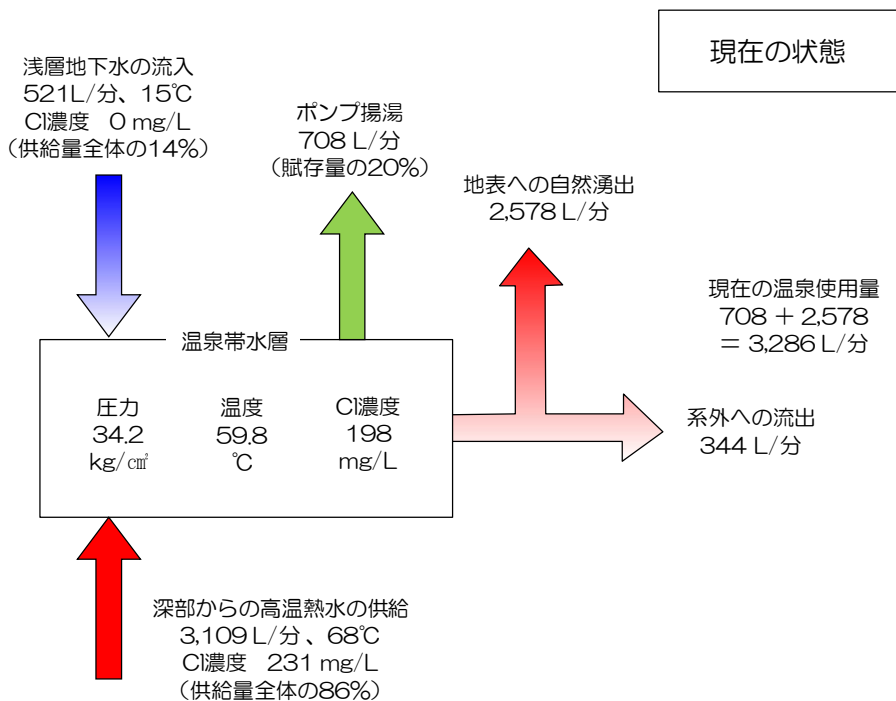
この温泉水の挙動は、長湯温泉の北西から標高-200~-400m 付近を流動して長湯地区に到達した後、芹川に沿った東北東-西南西方向の断層で形成された第三紀層及び基盤岩の隆起によって堰止められて上昇し、標高 0~300m に貯留して温泉帯水層を形成したと考えられています。長湯温泉の賦存量は、約 3,200~3,600L/分と見積もられています。



長湯温泉の広域構造概念図



長湯温泉帯水層の水理モデル（自然状態）

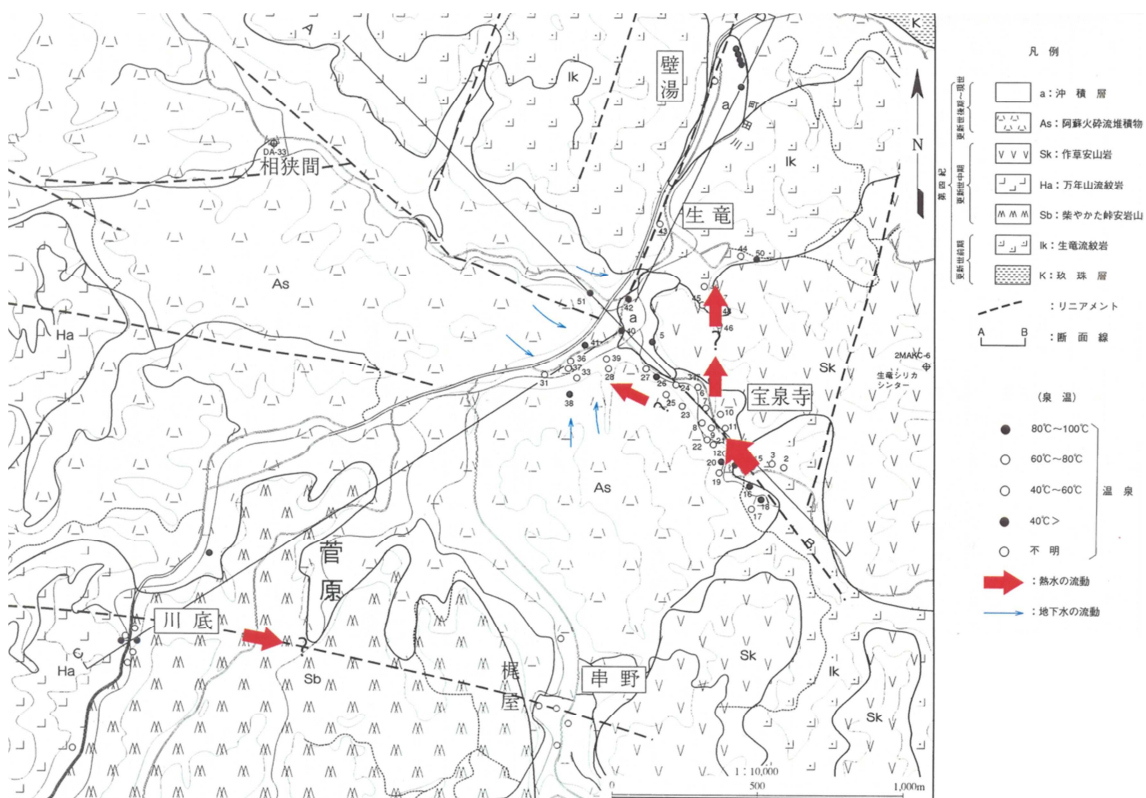


長湯温泉帯水層の水理モデル（現在の状態）

⑤ 宝泉寺温泉

九重町南山田地区の温泉は、猪牟田沈降帯の西端に沿って分布しており、深部で生成した高温熱水が猪牟田沈降帯の西端を画する北東-南西方向の急傾斜の断層に遮られて上昇し、浅部では北西-南東系あるいは東-西系の断裂に乗り移りながら流動し、地下水と混合しつつ温泉帯水層を形成していると推定されています。

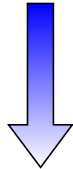
この温泉地の温泉の熱源は猪牟田沈降帯内あるいはその周辺域で30~60万年前に活動した鹿伏山、崩平山、涌蓋山等の火山の後火山作用であると考えられており、宝泉寺温泉の賦存量は約1,350L/分と見積もられています。



宝泉寺温泉の熱水流動モデル

自然状態

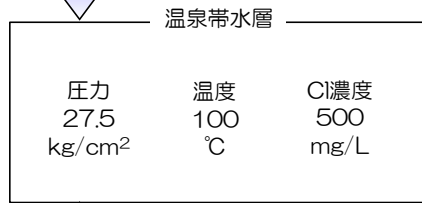
浅層地下水の流入
527L/分、15℃、
Cl濃度 0 mg/L
(供給量全体の39%)



地表への自然湧出
502L/分



賦存量 = 502 + 851
= 1,353L/分



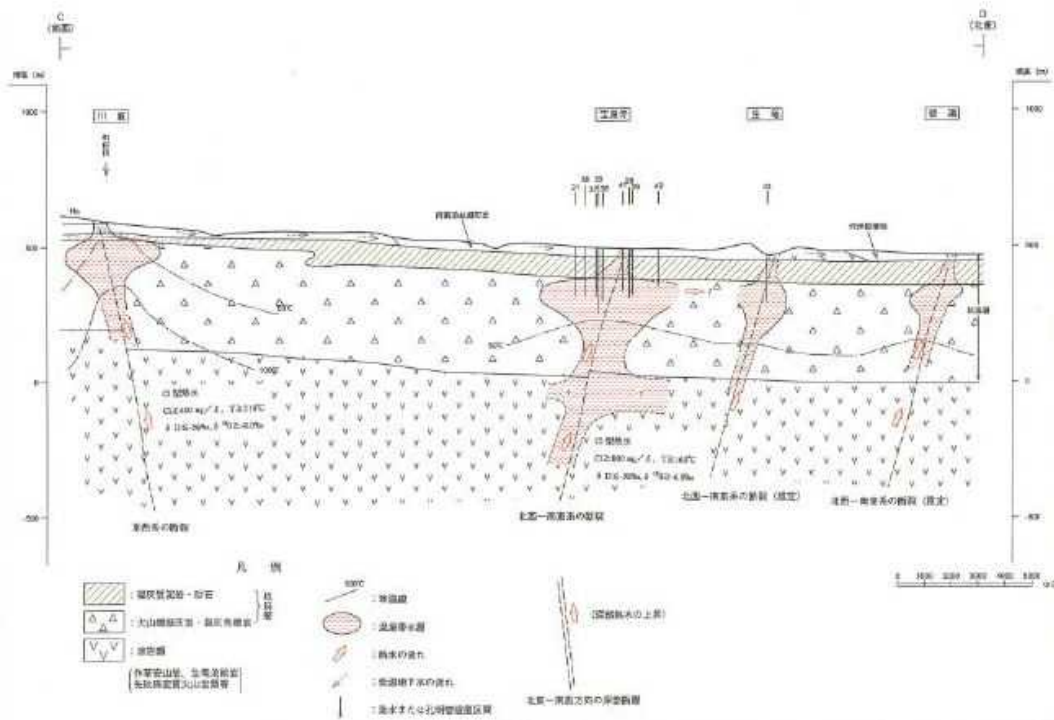
系外への流出
851L/分



深部からの高温熱水の供給
826L/分、154℃、
Cl濃度 818 mg/L
(供給量全体の61%)



宝泉寺温泉帯水層の水理モデル（自然状態）

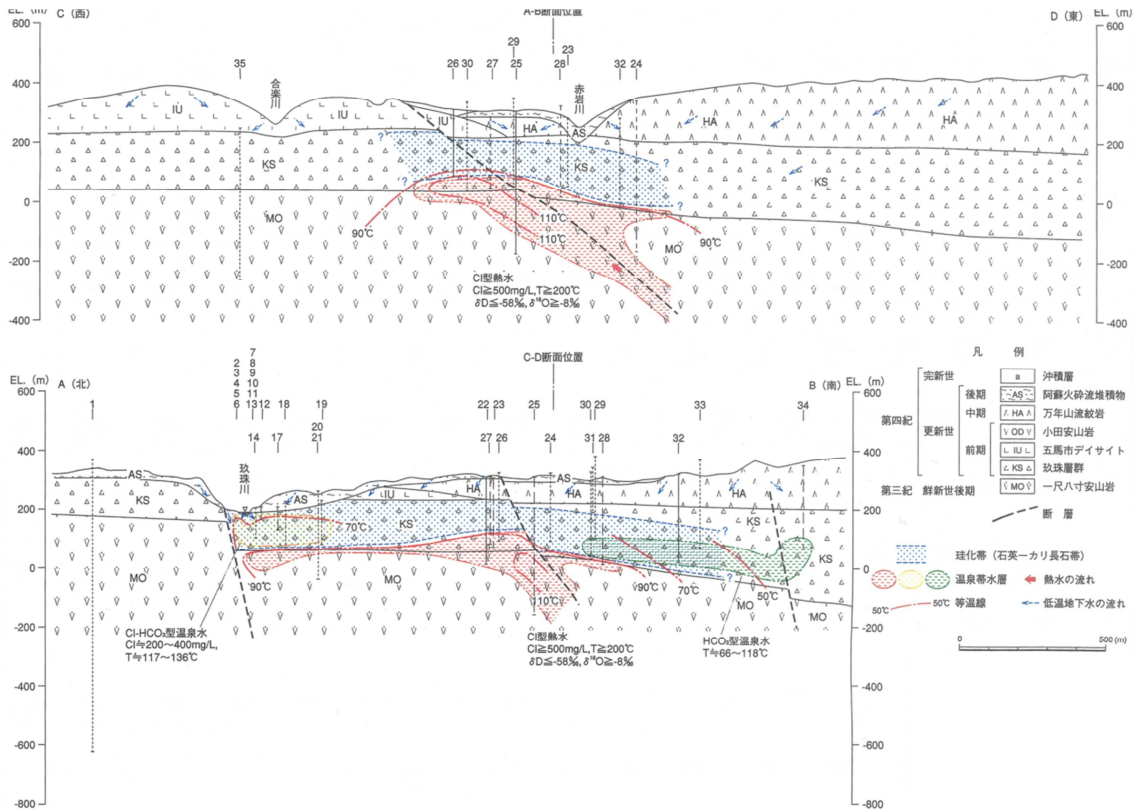


⑥ 天ヶ瀬温泉

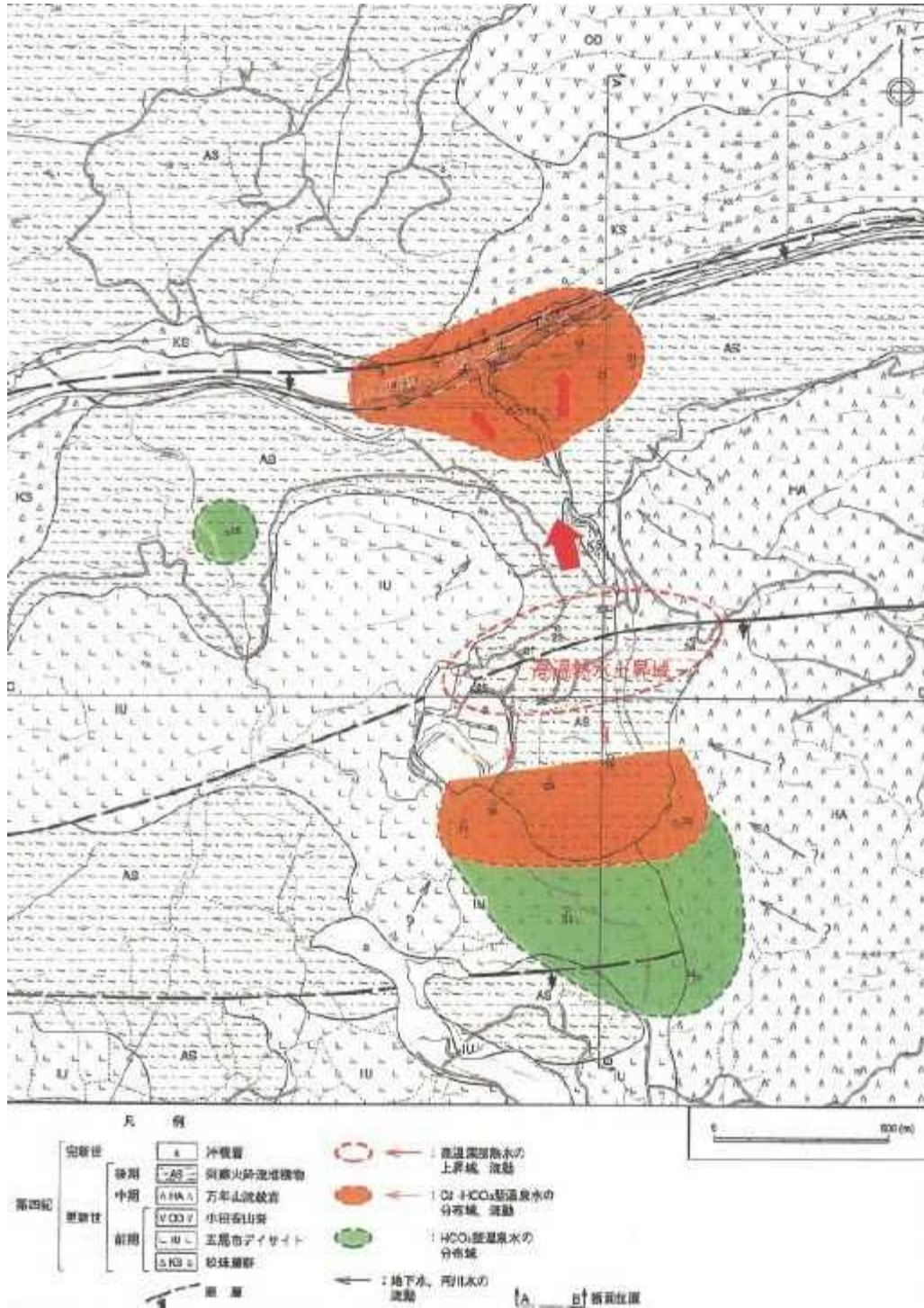
天ヶ瀬温泉は、玖珠川と赤岩の南方にある断層で区切られた領域に温泉帯水層が分布しています。この地域の熱源は、万年山溶岩あるいは五馬市デイサイトの残存マグマである可能性が強いとされています。赤岩川の河床に見られる珪化変質を被った玖珠層は、水を透しにくい難透水部（帽岩）となっているため、高温の地熱水は玖珠層と一尺八寸山（みおうやま）安山岩層の地層境界部を南北に流動しています。また、深部熱水は、赤岩周辺で東西系の断層に沿って深部から上昇し、主に玖珠川方向へ流動し、一部は赤岩の南方にも流動しています。

温泉水の加熱機構としては、①深部の高温熱水の混入、②蒸気による加熱、③熱伝導による加熱等が挙げられ、Cl-HCO₃型やCl-SO₄型の温泉水は①のタイプ、HCO₃型の温泉水は②や③のタイプと推定されています。

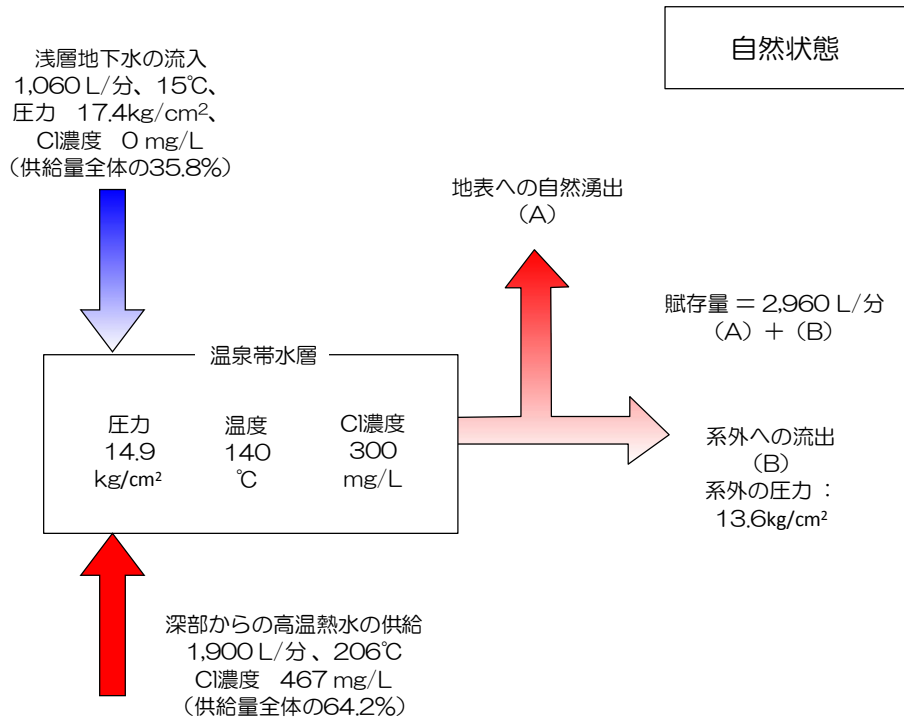
玖珠川沿いにある天ヶ瀬温泉は、深部からの高温熱水や帽岩中の割れ目に貯留した天水が加熱されてきた温泉水、玖珠川沿いに断層を通して流動してきた河川水が様々に混合して生成されていると推定されます。そのため、河川水位の変化や降水量の変化で、温泉の湧出量や泉質が変化するという特徴があります。天ヶ瀬温泉の賦存量は、約3,000 L/分と見積もられています。



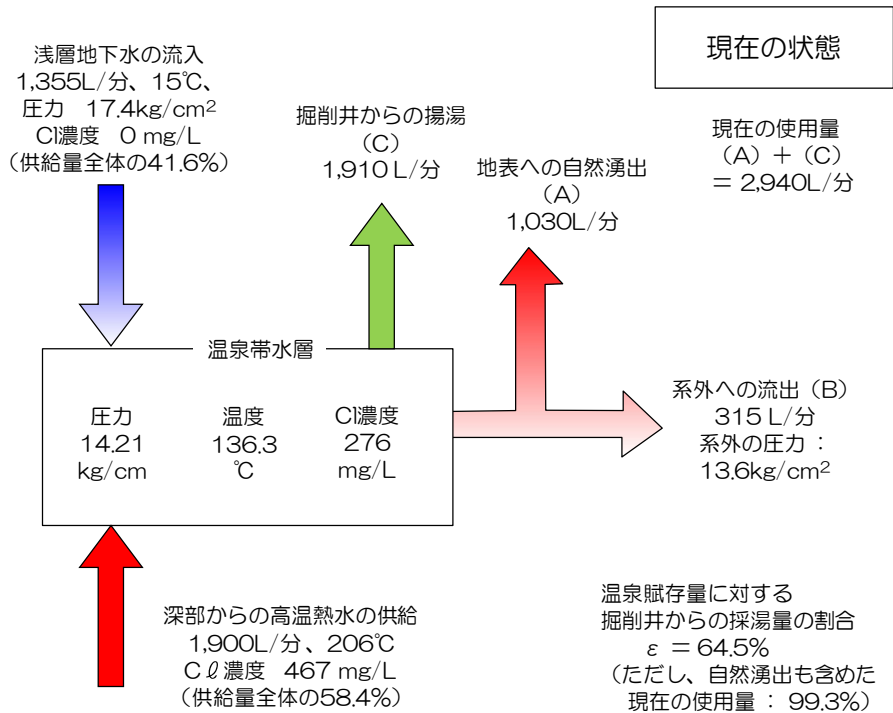
天ヶ瀬温泉の温泉構造図



天ヶ瀬温泉の熱水流動モデル図



天ヶ瀬温泉帯水層の水理モデル（自然状態）

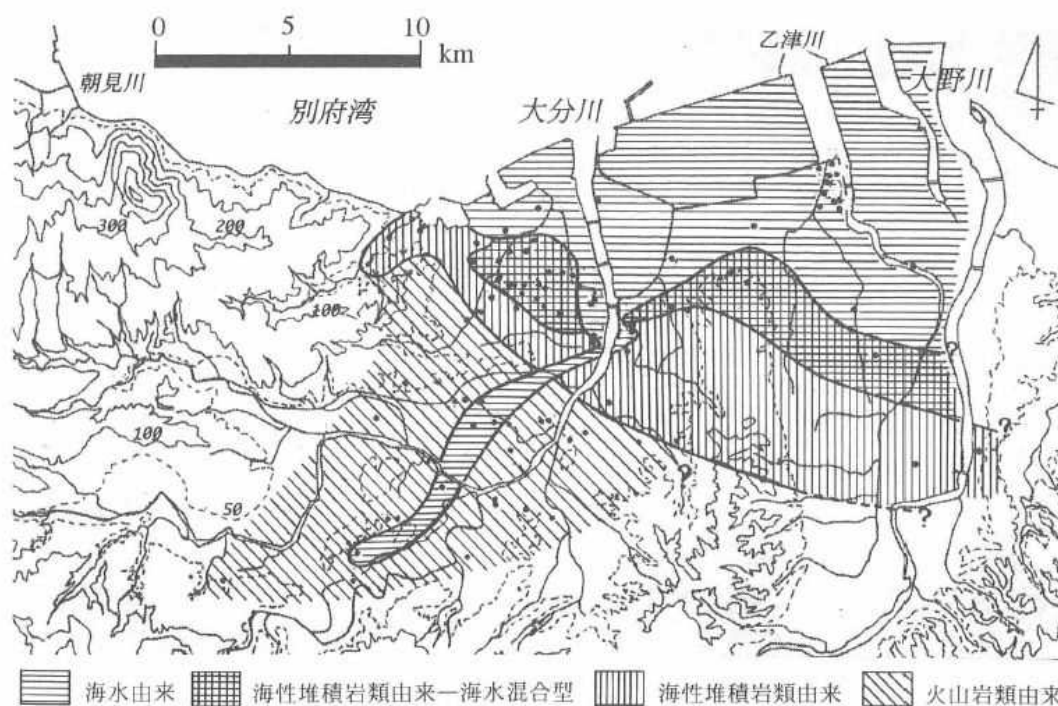


天ヶ瀬温泉帯水層の水理モデル（現在の状態）

⑦ 大分温泉

大分平野で湧出する温泉は地下600～800mほどの水成の堆積層や堆積岩が厚く発達した平地部の深層に貯留する深層熱水です。深層熱水とは、地層中に閉じ込められた地下水が地殻熱流によって加熱され温水化したものをいい、熱水の温度は地域の地殻熱流量に左右されます。

大分平野の温泉を化学成分から分類すると、①海水が変質したもの（海水由来の温泉水）、②海域で形成された地層内で生成したもの（海性堆積岩類由来の温泉水）、③火山岩類やその破砕物で構成される地層内で形成されたもの（火山岩類由来の温泉水）に分かれ、海岸から順に帯状に配列されています。



大分平野における温泉水の分布状況

また、近年では温泉に含まれる炭酸成分に着目し、深層熱水型の温泉水の起源を探る研究が進められています。最新の研究によれば、大分平野で湧出する温泉のうち、高塩分型の温泉水に含まれる炭酸成分のほとんどが深部に起源を持つ二酸化炭素とされ、従来の解釈であった堆積層中にあった海水とは異なる起源水の存在が明らかになりました。その供給源としてはフィリピン海プレートの沈み込みによって生み出される熱水と指摘されています。これは、プレートが沈み込む過程において、比較的浅いところ（岩石を溶かしマグマとなる深度の手前）でも鉱物から熱水が絞り出され、地表に向かって上昇する過程で雨水起源の地下水と混合し、温泉水が生成されるというものです。兵庫県にある有馬温泉も同様のメカニズムとされ、このような温泉は有馬型温泉と呼ばれています。

温泉と火山のつながり

日本は世界有数の火山国ですが、火山がある地域は限られています。その中でも、大分県には鶴見岳・伽藍岳、由布岳、九重山などの活火山があり、活発な火山活動によってもたらされる熱によって豊富な温泉資源が支えられています。

温泉の熱源、火山がどのようにしてできるのかという側面から大分県が温泉資源に恵まれている理由をここでは考えてみましょう。

その理由を探る鍵は、プレートテクトニクスにあることが近年の研究でわかってきました。プレートテクトニクスとは、「地球は複数の硬い板（「プレート」といいます。）に覆われており、そのプレートが主に水平方向に動くことによって、地震や火山活動などを生じさせ、地球表面の構造を作り出している」という考え方です。一般に、プレートはマントル物質がわき上がってくる海嶺で生成され、海底が溝状に深くなった海溝やトラフに向かって広がり、海溝やトラフから地球内部に沈み込んでいきます。ウェグナーが提唱した大陸移動説は、このプレートテクトニクスによって裏付けられています。

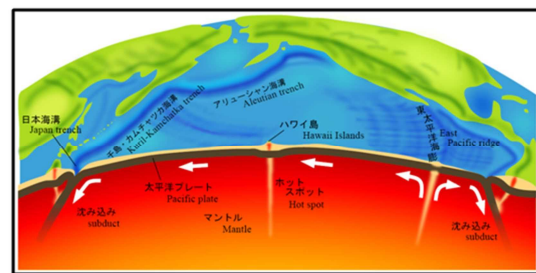
日本列島は、地球上にある十数枚のプレートのうち、太平洋プレート、フィリピン海プレート、北米プレート、ユーラシアプレートの4枚が集まっている地域で、相互に複雑な運動が生じています。大分県は、ユーラシアプレート上にありますが、その下にはフィリピン海プレートが沈み込んでいます。これは、四国の南にある南海トラフにおいてユーラシアプレートとフィリピン海プレートが接触し、密度の高いフィリピン海プレートが沈み込むことから生じています。

沈み込んだプレートは、一定の深さ（地下約 100km）まで達すると、地殻などからの圧力によってプレートの含水層を



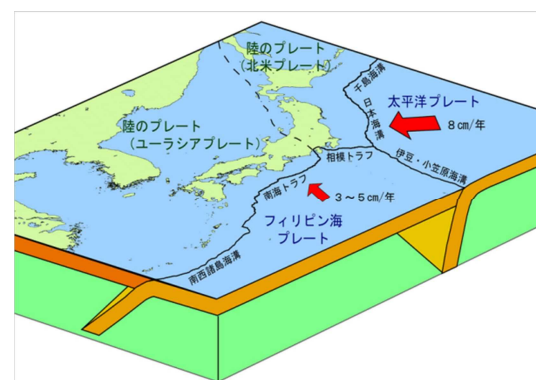
伽藍岳の泥火山

（京都大学大学院教授 大沢信二氏提供）



プレート運動の模式図

（出典：気象庁「地震発生のしくみ」）



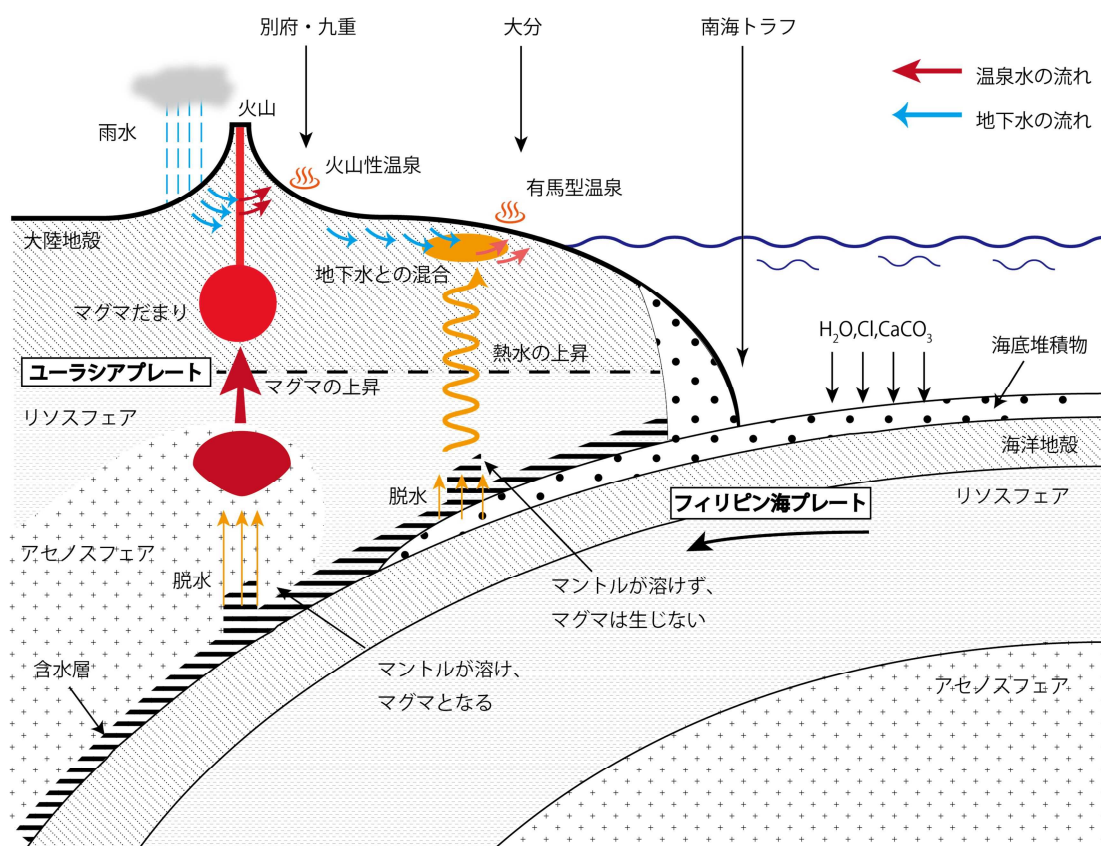
日本付近のプレートの模式図

（出典：気象庁「地震発生のしくみ」）

構成する鉱物に含まれていた水が絞り出されます。周りは高温高压の岩石（マントル）に囲まれているのですが、絞り出された水的作用によってマントルが溶け、マグマとなって上昇し、マグマだまりを形成します。その後も地下からマグマの供給を受け続け、マグマだまりが発達すると、地表で噴火を起こし、火山ができるのです。そのため、プレートが沈み込む「沈み込み帯」では海溝側から見て、一定距離のところには火山が列状に並ぶことになり、最初に現れる火山列は火山フロントと呼ばれます。大分県にある活火山は西日本の火山フロントの一角を占めています。

つまり、大分県は地下深くに沈み込んでいるフィリピン海プレートから水が絞り出されるのにちょうどいい位置にあるので、地下にマグマが発生し、火山が形成されるなど、温泉の源である豊富な熱資源に恵まれているのです。

さらに最新の研究では、もっと浅い深度（地下約60~70km）でもプレートからの脱水が起き、それが起源水となる温泉があることも分かってきました。浅い深度で脱水した場合には、岩石を溶かすことができないので、マグマをつくることはなく、熱水のみがそのまま地殻まで上昇していきます。そこで地下水と混合して、温泉水を生成する可能性が高いとされており、その代表例が大分平野で湧出する温泉とされています。



プレート運動・火山活動・温泉の関係概念図

5. 温泉関係法令の概要

温泉は、国民にとって貴重な天然の資源であり、古くから国民の保養又は療養に広く利用されてきた一方で、温泉地の発達や濫掘等の結果、温泉資源の減退や枯渇化等の問題が生じるため、戦前は都道府県令等で規制されていましたが、戦後、日本国憲法の施行に伴い、昭和23（1948）年に温泉資源の保護と利用の適正化を図る目的で温泉法が制定されました。

（1）温泉法の目的

温泉を保護し、温泉の採取等に伴い発生する可燃性天然ガスによる災害を防止し、及び温泉の利用の適正を図り、もって公共の福祉の増進に寄与することを目的としています。

（2）温泉資源の保護

温泉は地下水の一種であり、私法上、土地の利用権の範疇で行使できるものですが、温泉は国民の保健休養上、極めて貴重な資源であるため、温泉法において都道府県知事による許可制としてその利用を制限し、濫掘等による温泉源の損壊を防止しています。

● 温泉の掘削等の許可

温泉を湧出させる目的の土地掘削や増掘、動力の装置にあたっては、都道府県知事の許可を受けなければなりません。都道府県知事は、許可などの処分を行うにあたっては、審議会その他合議制の機関の意見を聴かなければならないとされています。

● 温泉源保護の措置

都道府県知事は温泉源に影響があると認めるときは、温泉採取制限命令や他目的掘削の影響防止措置命令等を行うことができます。

（3）温泉の採取に伴う災害の防止

平成19（2007）年6月に東京都渋谷区の温泉施設で発生した可燃性天然ガス（メタンガス）による爆発事故を契機として、可燃性天然ガスが付随して湧出する温泉に対する安全対策が必要とされ、同年の温泉法改正により、一定濃度を越える可燃性天然ガスが付随して湧出する温泉については安全対策が義務付けられました。

● 温泉の採取の許可

温泉の採取にあたっては、都道府県知事の温泉採取許可が必要になります。ただ

し、可燃性天然ガスの濃度が基準値以下であり、災害防止措置を必要としないものについては、都道府県知事の確認を受けることに代えることができます。

(4) 温泉の適正利用

温泉の利用については、浴用や飲用に用いるいわゆる厚生的利用と、発電や暖房、養殖等のいわゆる産業的利用に大別されますが、このうち、浴用及び飲用利用については公衆衛生上の観点から温泉法で規制されています。

- 温泉の公共的利用の許可

温泉は、種々の成分を含有しているため、中には人体に有害なものも皆無ではなく、用法によっては、人の体に害を及ぼすものも少なくありません。そのため、温泉の適正な利用を確保するため、温泉を公共の浴用又は飲用に供しようとする場合には、都道府県知事又は保健所設置市（区）長による温泉利用許可を受けなければなりません。

なお、「公共」の用に供するとは、不特定多数人の用に供することをいい、一般の温泉旅館や公衆浴場等における温泉利用が対象になります。

- 温泉の成分、禁忌症等の掲示

温泉は含有する成分等によって医治的効用は様々であり、特殊な疾病等については、一般に、その利用を禁止すべきものも少なくありません。また、効用のあるものであっても、利用の方法が適正を欠くときは、有害な結果を招く場合もあることから、温泉利用許可を受けた施設においては、温泉の成分・禁忌症等の掲示が、温泉法上義務付けられています。

なお、温泉の成分分析は、施行令で有効期間が10年間と定められており、温泉利用許可施設では、10年ごとに再分析を実施しなければなりません。

- 国民保養温泉地の指定

温泉は古くから国民の保健休養に重要な役割を果たしていることから、国民の健全な保健休養の場として、温泉利用の効果が十分期待され、かつ健全な温泉地として優れた条件を備えている地域を環境大臣が「国民保養温泉地」として指定しています。

現在までに全国で92か所の温泉地が国民保養温泉地として指定されており、県内では、湯布院温泉地（由布市）、竹田温泉群（竹田市）、鉄輪・明礬・柴石温泉地（別府市）の3箇所が指定されています。