

1. 鉱泉の定義と分類

1-1 鉱泉の定義

鉱泉とは、地中から湧出する温水および鉱水の泉水で、多量の固形物質、またはガス状物質、もしくは特殊な物質を含むか、あるいは泉温が、源泉周囲の年平均気温より常に著しく高いものをいう。

温泉法にいう「温泉」は、鉱泉の他、地中より湧出する水蒸気およびその他のガス(炭化水素を主成分とする天然ガスを除く)を包含する定義である。

鉱泉は、温泉法第2条別表に従い、常水と区別する(第1-1表)。

鉱泉のうち、特に治療の目的に供し得るものを療養泉とし、第1-2表により定義する。

第1-1表 鉱泉の定義(常水と区別する限界値)

1. 温度(源泉から採取されるとき温度)摂氏25度以上
2. 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(1 kg 中) mg 以上
溶存物質(ガス性のものを除く)*1	総量 1 000
遊離二酸化炭素(CO ₂)(遊離炭酸)	250
リチウムイオン(Li ⁺)	1
ストロンチウムイオン(Sr ²⁺)	10
バリウムイオン(Ba ²⁺)	5
総鉄イオン(Fe ²⁺ +Fe ³⁺)*2	10
マンガン(II)イオン(Mn ²⁺) (第一マンガンイオン)	10
水素イオン(H ⁺)	1
臭化物イオン(Br ⁻)	5
よう化物イオン(I ⁻)	1
ふっ化物イオン(F ⁻)	2
ひ酸水素イオン(HAsO ₄ ²⁻)*3 (ヒドロヒ酸イオン)	1.3
メタ亜ひ酸(HAsO ₂)*3	1
総硫黄(S)[HS ⁻ +S ₂ O ₃ ²⁻ +H ₂ S に対応するもの]*4	1
メタほう酸(HBO ₂)*5	5
メタけい酸(H ₂ SiO ₃)*6	50
炭酸水素ナトリウム(NaHCO ₃)*7 (重炭酸そうだ)	340
ラドン(Rn)*8	20×10 ⁻¹⁰ Ci=74 Bq 以上 (5.5 マツヘ単位以上)
ラジウム塩(Ra として)	1×10 ⁻⁸ mg 以上

*1 遊離二酸化炭素、遊離硫化水素のようにガス性のものを溶存物質として計算しないよう注意すること。蒸発残留物の値を「溶存物質(ガス性のものを除く)」としないこと。また、海岸直近で掘削された井戸における地下水の温度が25℃未満で、溶存物質(ガス性のものを除く)が1000 mg/kg以上の鉱泉(いわゆる塩類冷鉱泉)の場合、現世の海水を温泉と判定しないよう注意すること。海水が起源となっている温泉(いわゆる

化石水タイプ)は近年の大深度掘削で多く見られるようになったが、そのような温泉は海水が岩石-水反応を経ているため、現世の海水に比べ硫酸イオン濃度が著しく低下している。一般的に、化石水の硫酸イオン濃度は高くても数 mg/kg 以下であることが知られている(ただし、化石水に天水起源の地下水が混合することにより硫酸イオン濃度が上昇することもある)。また、化石水タイプの温泉では、カルシウムイオンとマグネシウムイオンの比が現世の海水に比べカルシウムリッチになっているので、カルシウム・マグネシウム比も一つの判定基準となる。判定基準の事例としては、Mg/Ca モル濃度比が1を超えないことを基準とするものがある。また、水の安定同位体分析や近傍の海水を採取し比較する等して判定することも考えられる。また、新規掘削泉では、掘削に用いた泥剤成分を温泉成分として分析してしまう場合がある。基本的に新規掘削泉では、掘削後濁りのある状態での分析を実施するべきではないが、やむを得ず分析を行う際には結果報告書に「洗浄不十分なので、十分揚湯を行い、濁りが取れてから再分析することが望ましい。」等と記載すること。

- *2 総鉄イオンについては、鉄(Ⅱ)イオンおよび鉄(Ⅲ)イオンの合計を規定値とすること。微生物が濃縮したフロックを採取してしまい、これを塩酸酸性とすることで見かけ上鉄イオンを多く測定してしまうことがある。また、次亜塩素酸等を添加しているタンクや浴槽で温泉を採取した場合、底にたまった沈殿物が試料に混入し、塩酸酸性にした際に鉄イオンとして溶存していないものまで測定してしまうことがある。従って、現地で採水する際に鉄による着色が認められる場合は、現地の状況に応じてろ紙5種A~Cでろ過したのちに塩酸を加えたものを測定し、その結果を定量値とすること。ただし、有機酸を多く含む温泉では塩酸を加えることにより、有機酸と結合していた鉄が、鉄イオンとして解離することもある。そのような有機酸と結合していた鉄については、温泉水に溶解したものであり、定量値に加えるものとする。Fe³⁺については、通常現地で温泉水のpHがメチルオレンジ指示薬に対して中性か酸性の場合に測定することになっている[7-15鉄イオンの定性と定量(現地における試験操作)参照]。一般的に湧出直後の鉄イオンは、ほとんどがFe²⁺であるが、酸性の温泉水で長時間空気に触れると空気酸化に応じてFe³⁺が増加する。浴槽では、総鉄イオンの半分以上がFe³⁺となることもある。
- *3 ひ酸水素イオンはひ素が5価の形で存在するイオンであるが、本指針に示された分析方法はすべてのひ素を3価として測定する方法である。還元気化法の前処理を工夫すれば5価のひ素を測定することも可能であるが、通常温泉水に含まれるひ素はほとんど無機ひ素(3価)であるといわれている。ひ素で鉱泉かどうかの判定を行う場合には、測定試料中において明らかにひ酸水素イオンがひ素の主要な溶存形態として認められる場合を除き、測定して得られた値をメタ亜ひ酸として計算すること。また、8-4弱電解質の計算の項で、温泉水の現地におけるpHが9.2以上の場合には、イオン表には、メタ亜ひ酸イオンとして記載することになっているが、鉱泉かどうかの判定を行う際には、メタ亜ひ酸として計算した値を用いること。また、ひ素は鉄と凝集沈殿するので温泉水を採取する際には沈殿物を採取しないように注意すること。
- *4 温泉法には総硫黄(S)との記載があることから、総硫黄(S)とは、HS⁻+S₂O₃²⁻+H₂Sの硫黄(S)に相当するものを合計したものとし、次の計算式を用いること。総硫黄(S)=[HS⁻]*×32.06/33.0679+[H₂S]*×32.06/34.0758+[S₂O₃²⁻]*×32.06×2/112.1182 *:[HS⁻],[H₂S],[S₂O₃²⁻]はそれぞれの成分濃度 mg/kg
- *5 メタほう酸は、8-4弱電解質の計算の項で、現地におけるpHが9.2未満の場合はメタほう酸(HBO₂)とし、pHが9.2以上の場合にはメタほう酸イオン(BO₂⁻)としてイオン表に記入することとなっている。しかしながら、第1-1表の規定値はメタほう酸(HBO₂)のみとなっている。メタほう酸はpH7.5程度から漸次的にメタほう酸イオンとなる。本指針にはメタほう酸とメタほう酸イオンの解離平衡式(昭和32年版鉱泉分析法指針には解離平衡式が示されていた)を記載していない。現地におけるpHが9.2以上の場合メタほう酸イオンの値は、メタほう酸として計算し、鉱泉かどうかの判定を行うこと。
- *6 メタけい酸は、8-4弱電解質の計算の項で、現地におけるpHが9.7未満の場合はメタけい酸(H₂SiO₃)とし、pHが9.7以上11.7未満の場合はメタけい酸水素イオン(HSiO₃⁻)とし、pHが11.7以上の場合にはメタけい酸イオン(SiO₃²⁻)としてイオン表に記入することとなっている。しかしながら第1-1表の規定値は、メタけい酸(H₂SiO₃)のみとなっている。メタけい酸はpHが7.5程度から漸次的にメタけい酸水素イオン、メタけい酸イオンとなる。本指針にはメタけい酸、メタけい酸水素イオン、メタけい酸イオンの解離平衡式(昭和32年版鉱泉分析法指針には解離平衡式が示されていた)を記載していない。現地におけるpHが9.7以上の場合メタけい酸水素イオンおよびメタけい酸イオンの値は、メタけい酸として計算し鉱泉かどうかの判定を行うこと。
- *7 炭酸水素ナトリウムは、塩類として記載されている項目なので、ナトリウムイオンと炭酸水素イオンの当量(mval/kg)を計算し、少ない方の当量に炭酸水素ナトリウムの分子量(84.01)を乗じて計算すること。炭酸イオンを炭酸水素イオンに合算しないこと。
- *8 ラドンの測定はIM泉効計か液体シンチレーションカウンタを用いて行うことになっている。IM泉効計がラドンの電離作用により検電器内に生じた飽和電流を測定しているのに対し、液体シンチレーションカウンタは、ラドンとその娘核種から放出される放射線による蛍光を測定している。6-4ラドンの定量の項では、²²²Rnの液体シンチレーションカウンタによる定量法を記載しており、液体シンチレーションカウンタで測定を行う場合、²²²Rn濃度により鉱泉かどうかの判定を行うこと。また、ラドンの規定値は放射能濃度であるので注意すること。IM泉効計を用いるか、液体シンチレーションカウンタを用いるかは分析者の判断に任ずるところであるが、測定に用いた方法を分析書に明記すること。

第 1-2 表 療養泉の定義

1. 温度(源泉から採取されるとき温度)摂氏 25 度以上
2. 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(1 kg 中)
	mg 以上
溶存物質(ガス性のものを除く)	総量 1 000
遊離二酸化炭素(CO ₂)	1 000
総鉄イオン(Fe ²⁺ +Fe ³⁺)	20
水素イオン(H ⁺)	1
よう化物イオン (I ⁻)	10
総硫黄(S) [HS ⁻ +S ₂ O ₃ ²⁻ +H ₂ S に対応するもの]	2
ラドン(Rn)	30×10 ⁻¹⁰ Ci=111 Bq 以上 (8.25 マツヘ単位以上)

1-2 鉱泉の分類

(1) 泉温の分類

鉱泉が、地上に湧出したときの温度、または採取したときの温度を泉温という。鉱泉を泉温により次のとおり分類する。

泉 温	
温泉	冷鉱泉 25 ℃未満
	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

鉱泉の液性を湧出時の pH 値により次のとおり分類する。

酸性	pH 3 未満
弱酸性	pH 3 以上 6 未満
中性	pH 6 以上 7.5 未満
弱アルカリ性	pH 7.5 以上 8.5 未満
アルカリ性	pH 8.5 以上

(3) 浸透圧の分類

鉱泉の浸透圧を、溶存物質(ガス性のものを除く)または凝固点(氷点)により次のとおり分類する。

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

鉱泉を泉温、液性、浸透圧について、次の例示のとおり分類命名する。

例示	等張性	中性	高温泉
	浸透圧	液性	泉温

この分類により命名した名称は、1-3 に示す、療養泉としての泉質名に併記するのが通例である。

1-3 療養泉の泉質の分類

療養泉は、その利用に資する目的で、含有する化学成分に基づいて、次のとおり分類する。

(1) 塩類泉

溶存物質（ガス性のものを除く）が 1 000 mg/kg 以上のものを陰イオンの主成分に従い次のとおり分類する。主成分とはミリバール(mval)値が最も大きいものをいう。

1) 塩化物泉

陰イオンの主成分が塩化物イオン(Cl⁻)であるもので、陽イオンの主成分により次のとおり細別する。

(a) ナトリウム-塩化物泉

陽イオンの主成分がナトリウムイオンである塩化物泉をいう。本泉のうち、ナトリウムイオン 5 500 mg/kg 以上、塩化物イオン 8 500 mg/kg 以上(塩化ナトリウムとして 240.0 mval/kg 以上)を含むものをナトリウム-塩化物強塩泉という*¹。

(b) カルシウム-塩化物泉

(c) マグネシウム-塩化物泉

2) 炭酸水素塩泉

陰イオンの主成分が炭酸水素イオン(HCO₃⁻)であるもので、陽イオンの主成分によりさらに次のとおり分類する。

(a) ナトリウム-炭酸水素塩泉

(b) カルシウム-炭酸水素塩泉

(c) マグネシウム-炭酸水素塩泉

炭酸イオン(CO₃²⁻)を主成分とする場合、炭酸塩泉とせずに炭酸水素塩泉とすること*²。

3) 硫酸塩泉

陰イオンの主成分が硫酸イオンであるもので、陽イオンの主成分により次のとおり分類する。

(a) ナトリウム-硫酸塩泉

(b) マグネシウム-硫酸塩泉

- (c) カルシウム－硫酸塩泉
- (d) 鉄(Ⅱ, Ⅲ)－硫酸塩泉
- (e) アルミニウム－硫酸塩泉

酸性の硫酸塩泉については、 SO_4^{2-} イオンと HSO_4^- イオンの mval%を合計して主成分かどうかの検討を行う*3。

(2) 単純温泉

溶存物質(ガス性のものを除く)が1000 mg/kgに満たないもので、泉温が25℃以上のものを単純温泉という。また、現地(湧出地)でのpH測定値が8.5以上の単純温泉をアルカリ性単純温泉という。

(3) 特殊成分を含む療養泉

第1-3表に掲げる物質を限界値以上に含有する療養泉を次のとおり分類する。

第1-3表 療養泉の特殊成分と限界値

物質名	限界値(1 kg 中)
	mg 以上
(a) 遊離二酸化炭素(CO_2)	1 000
(b) 総鉄イオン($\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}$)	20
(c) 水素イオン(H^+)	1
(d) よう化物イオン(I^-)	10
(e) 総硫黄(S) [$\text{HS}^-+\text{S}_2\text{O}_3^{2-}+\text{H}_2\text{S}$ に対応するもの]	2
(f) ラドン(Rn)	$30 \times 10^{-10} \text{Ci}=111\text{Bq}$ 以上 (8.25 マツヘ単位以上)

1) 特殊成分を含む単純冷鉱泉

第1-3表に掲げる特殊成分のうちいずれか1つをその限界値以上に含有し、溶存物質(ガス性のものを除く)が1000 mg/kg未満で泉温もまた25℃未満の療養泉を単純冷鉱泉とし、これを下記のように細分する。なお、「(2) 単純温泉」同様、現地(湧出地)でのpH測定値が8.5以上の単純冷鉱泉をアルカリ性単純冷鉱泉という*4。

(a) 単純二酸化炭素冷鉱泉

二酸化炭素1000 mg/kg以上を含む冷鉱泉である。

(b) 単純鉄冷鉱泉

鉄(Ⅱ)イオンおよび鉄(Ⅲ)イオンの総量が、20 mg/kg以上の冷鉱泉である。

(c) 単純酸性冷鉱泉

水素イオン1 mg/kg以上を含む冷鉱泉である。

(d) 単純よう素冷鉱泉

よう化物イオン10 mg/kg以上を含む冷鉱泉である。

(e) 単純硫黄冷鉱泉

総硫黄 2 mg/kg 以上を含む冷鉱泉である。

硫黄が遊離硫化水素の型で主として含有されるもの(旧硫化水素泉)と含有されない場合(旧硫黄泉)とを区別する必要がある場合、前者に硫化水素型と付記して区別する。硫黄が遊離硫化水素の型で主として含有されるものかどうかを判定するには、遊離硫化水素濃度 mmol/kg に対して、硫化水素イオン濃度 mmol/kg にチオ硫酸イオン濃度 mmol/kg を加えた合計値を比較すること。

$[H_2S] * > [HS^-] * + [S_2O_3^{2-}] *$: 硫化水素型

* : $[HS^-]$, $[S_2O_3^{2-}]$, $[H_2S]$ は各成分のモル濃度 mmol/kg

単純硫黄温泉および含硫黄〇〇泉(後記)についても同様とする。

(f) 単純放射能冷鉱泉

ラドン 30×10^{-10} Ci/kg 以上(8.25 マツヘ単位以上)を含む冷鉱泉である。ラドン含量に従いさらに次の2種に分類する。

(イ) 単純弱放射能冷鉱泉

ラドン含有量 8.25 マツヘ単位以上 50 マツヘ単位未満のもの。

(ロ) 単純放射能冷鉱泉

ラドン含有量 50 マツヘ単位以上のもの。

2) 特殊成分を含む単純温泉

第1-3表に掲げる特殊成分のうちいずれか1つをその限界値以上に含有し、溶存物質(ガス性のものを除く)が 1000 mg/kg 未満で泉温が 25 °C 以上の療養泉を単純温泉とし、単純冷鉱泉に準じて次のとおり細分する。なお、「(2) 単純温泉」同様、現地(湧出地)での pH 測定値が 8.5 以上の単純温泉をアルカリ性単純温泉という*⁵。

(a) 単純二酸化炭素温泉

(b) 単純鉄温泉

(c) 単純酸性温泉

(d) 単純よう素温泉

(e) 単純硫黄温泉

(f) 単純放射能温泉

(イ) 単純弱放射能温泉

(ロ) 単純放射能温泉

単純温泉、単純冷鉱泉で、特殊成分について、陰イオンの主成分を区別する必要がある場合(旧緑礬泉と、炭酸鉄泉等)には例えば単純鉄温泉(硫酸鉄型)と付記してもよい。

3) 特殊成分を含む塩類泉

(a) 水素イオンを 1 mg/kg 以上含有する塩類泉は泉質名の始めに「酸性-」を付記する。

〈例示〉酸性-ナトリウム-硫酸塩泉

酸性-水素-硫酸塩泉*⁶

(b) 総硫黄、二酸化炭素、ラドン、総鉄およびよう化物イオンを第1-3表の限界値以上含有する塩類泉については、「含二酸化炭素-」、「含よう素-」等と泉質名の始めに付記する*⁷。

〈例示〉含二酸化炭素-ナトリウム-炭酸水素塩泉

含よう素-ナトリウム-塩化物泉

(4) 特殊成分を2種以上含む療養泉

第1-3表に掲げる特殊成分を2種以上含有する場合には次の例示のように命名する。

特殊成分の表記順位は、原則として以下の順位に定める。

1. 水素イオン : (酸性)
2. 総硫黄 : (含硫黄)
3. 遊離二酸化炭素 : (含二酸化炭素)
4. ラドン : (含放射能)
5. 総鉄イオン ($\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}$) : (含鉄)
6. よう化物イオン : (含よう素)

〈例示〉

酸性・含硫黄－ナトリウム－硫酸塩泉
 含弱放射能・鉄(Ⅱ, Ⅲ)－マグネシウム－硫酸塩泉
 含二酸化炭素・鉄(Ⅱ, Ⅲ)－単純冷鉱泉
 含硫黄・弱放射能－アルカリ性単純温泉

(5) 泉温による塩類泉の分類

塩類泉を温泉と冷鉱泉に分類する。泉温が25℃未満の塩類泉は「...冷鉱泉」とし、泉温が25℃以上の塩類泉は「...温泉」とすること。

〈例示〉

ナトリウム－塩化物強塩冷鉱泉
 マグネシウム－硫酸塩温泉

(6) 副成分による塩類泉の細分類

mval%が20.00以上の成分を、多い順に列記して塩類泉を細分類する。

〈例示〉

	ナトリウム・カルシウム	－ 塩化物・硫酸塩泉
酸性	－ ナトリウム・鉄(Ⅱ, Ⅲ)	－ 硫酸塩・塩化物泉*
酸性・含鉄(Ⅱ, Ⅲ)	－ ナトリウム・マグネシウム	－ 塩化物・硫酸塩泉
(特殊成分)	(陽イオン)	(陰イオン)

- *1 ナトリウム－塩化物強塩泉は近年の大深度掘削による油田塩水様地下水の採取に伴って増えてきた泉質である。強塩泉については、炭酸水素ナトリウムと同じく、塩として判定すべき項目であり、ナトリウムイオンと塩化物イオンの当量が、双方とも240.0 mval/kgを超えた場合にナトリウム－塩化物強塩泉とすること。なお、ナトリウム－塩化物強塩泉はナトリウム－塩化物泉であることを条件としているため、特殊成分を含むナトリウム－塩化物強塩泉(例：含鉄－ナトリウム－塩化物強塩泉)や副成分を含むナトリウム－塩化物強塩泉(例：ナトリウム・カルシウム－塩化物強塩泉、ナトリウム－塩化物・炭酸水素塩強塩泉)は存在するが、ナトリウムイオンを副成分とするものを強塩泉と表記しない(例：カルシウム・ナトリウム－塩化物強塩泉とは表記しない)。
- *2 例えば陽イオンが Na^+ を主成分とし、陰イオンが CO_3^{2-} 37.00 mval%、 HCO_3^- が35.00 mval%のときナトリウム－炭酸塩・炭酸水素塩泉とせず、ナトリウム－炭酸水素塩泉とする。また、炭酸水素イオンと炭酸イオンがそれぞれ20.00 mval%未満である場合、炭酸水素イオンと炭酸イオンのmval%の合計が20.00mval%以上であっても炭酸水素塩泉としないこと。
- *3 例えば酸性泉で、陽イオンが Na^+ を主成分とし、陰イオンが HSO_4^- 35.00 mval%、 SO_4^{2-} が37.00 mval%のとき酸性－ナトリウム－硫酸塩・硫酸水素塩泉とせず、酸性－ナトリウム－硫酸塩泉とする。

- *4 例：アルカリ性単純硫黄冷鉱泉。
- *5 例：アルカリ性単純硫黄温泉。
- *6 水素イオンが1 mg/kg 以上かつ、20.00 mval%以上で、陽イオンの成分で水素イオン以外の成分が20.00 mval%を超えない場合は、陽イオンの主成分に水素を明記すること。
- *7 この場合(6)の副成分の分類法による時、鉄(Ⅱ)や鉄(Ⅲ)の成分名が明記される時は「含鉄(Ⅱ)－」，「含鉄(Ⅲ)－」や「含鉄(Ⅱ，Ⅲ)－」と命名しない。
- *8 鉄(Ⅱ)または鉄(Ⅲ)イオンが20 mg/kg 以上かつ、20.00 mval%以上でも酸性・含鉄(Ⅱ，Ⅲ)－ナトリウム・鉄(Ⅱ，Ⅲ)－硫酸塩・塩化物泉と命名しない。酸性－ナトリウム・鉄(Ⅱ，Ⅲ)－硫酸塩・塩化物泉と命名すること。