

富山市科学文化センター

# とやまと自然

第17巻 冬の号 1994

富山の温泉

高倉 盛安 2

雨や雪が運んでくる様々な成分 1 —— 海からの塩分 —— 朴木 英治 7

いきおいよく吹き出す温泉水（黒薙温泉の間欠泉）

# 富山の温泉

高倉盛安

## ♨ 温泉とは何か

温泉とはどんな水を指すのかといいますと、普通の地下水とは異なった水ということで、温泉法（1948年、法125号）では下記のように定義しています。すなわち、①あるいは②の条件を満たせば温泉ということになります。

①地表で採取されたときの水温が25°C以上であること。すなわち、溶存物質の種類や量に関係なく、水温が25°C以上あれば温泉となります。

②溶存物質の種類と量が表1のうち、いずれか一つが含まれていること。すなわち、水温が25°C未満であっても、表1のうちの一つを満たしておれば温泉となります。なお、1948年以前はこれを鉱泉といっていました。

一方、温泉には特に医療的効能があると認められるものを療養泉といっています。その条件は水温が25°C以上（温泉に同じ）であること、あるいは、表2の物質中の一つを満たしていることが必要です。たとえば水温が25°C以下であっても、鉄が10~20mg/kg未満であれば温泉になりますが、療養泉にはなりません。療養泉になるには20mg/kg以上が必要です。なお、療養泉の条件を満たせば医療的効能（適応症）を記載することができます。脱衣場などに温泉分析値と医療的効能とを記載した表が掲載されていれば、その温泉は療養泉であることを示しています。

ところで、温泉というと誰しもまず興味を感じるのが水温です。温泉では水温のことを泉温といいます。温泉法では25°C以上と定めていますが、この温度は台湾における年平均気温よりやや高い温度を採用しているのです。1948年以前は34°C以上でした。34°Cを不感温度といい、冷たくも熱くも感じない温度です。諸外国は一般に低い温度を採用しており、アメリカは21.1°C(70°F)、ドイツやヨーロッパ諸国は20°Cです。戦後、日本は国際化の進展と共に、温泉プールとしての利用も生じてくるだろうということで、諸外国の温度に近づけたということです。

## ♨ 温泉を得るための要件

温泉を得るために地下において、熱源、水源および通路の三つが必要です。

熱源としては火山作用、地下火成活動および地下増温率などがあります。地下増温率とは、全地球上を平均すると100m深くなるにつれて3°C地温が上昇することをいいます。もちろん、場所によっては違いがあり、増温率が高いほど熱源としての効果は大きいことになります。

水源としては地下水や化石海水があります。化石海水とは海底火山活動によって堆積した地層（グリーンタフ）中にとじ込められた海水で、千数百万年から二千数百万年もの間、海水から隔離されてきた水をいいます。その他、マグマから分離した水、すなわち、マグマ水（処女水）もありますが、一般には地下水で相当希釈されています。

つぎに、温泉水を地表まで導く通路としては断層破碎帯や岩脈中の節理および火山の火口などがあります。ボーリングは人工的に通路を作りための手段で、最近は千数百mまでボーリングが容易になりましたから、新しい温泉がつぎつぎと得られています。

## ♨ 本県における温泉の概要

1993年2月末における源泉の数は116箇所にも及び、ここ20年程で2倍近くに増えました。これらの源泉の科学的な概要について述べていくことにします。

### (1) 源泉の地質と温泉の成因ならびに泉温

表3に温泉名と源泉の地質概要を上げました。また、図1に源泉の位置および泉温の分布状態を示しました。

#### 1) 第四系堆積層中に源泉を有する温泉 (Q)

主として臨海部に存在する温泉で深度は30m以浅のものが多く、熱源がないため泉温は13~17°Cと低く、水源は地下水です。なお、生地第一温泉(No.83)のように現海水による塩水化地下水もあります。なお、この分類に入る温泉は15箇所で、

表1. 温泉の定義による溶存物質の種類と量

物 質 名	含有量 (1 kg中)
溶存物質 (ガス性のものを除く)	1,000 mg以上
遊離二酸化炭素	250
リチウムイオン	1
ストロンチウムイオン	10
バリウムイオン	5
総鉄イオン	10
マンガン(II)イオン	10
水素イオン	1
臭素イオン	5
ヨウ素イオン	1
フッ素イオン	2
ヒ酸水素イオン	1.3
メタ亜ヒ酸イオン	1
総硫黄	1
メタホウ酸	5
メタケイ酸	50
炭酸水素ナトリウム	340
ラドン	$20 \times 10^{-10}$ キュリー単位以上
ラジウム	$1 \times 10^{-8}$ mg以上

表2. 療養泉の定義による溶存物質の種類と量

物 質 名	含有量 (1 kg中)
溶存物質 (ガス性のものを除く)	1,000 mg以上
遊離二酸化炭素	250
銅イオン	1
総鉄イオン	10
アルミニウムイオン	5
水素イオン	10
総硫黄	10
ラドン	$30 \times 10^{-10}$ キュリー単位以上

全源泉中13.9%を占めています。

## 2) 新第三系のグリーンタフ(岩稲累層)とその上部の堆積岩層に源泉を有する温泉(T)

主として富山平野をとりまく丘陵性山地に存在する温泉で、深度は一般に深く数100mです。その他、神通川下流域平野部から臨海部にかけて深度700~1300mの温泉、すなわち、足洗老人福祉センター(No.60)や新開アーバンシティ第一源泉(No.68)などもこの分類に入り、それらの数は79箇所で、全源泉中68.1%を占めています。泉温は25°C以上のものが多く、最高は金太郎温泉2号井(No.80)の74°Cです。熱源は海底火山活動に由来する岩稲累層およびその下部の岩体にあり、また、岩稲累層より上部の堆積岩層では地下増温率が関係してきます。水源は岩稲累層やその上部の堆積岩

層に貯留されている化石海水を起源としていますが、それに地下水や現海水が混入して上昇してきます。ところで、この分類にはいる温泉の掘削深度と泉温との関係を図示したのが図2です。相関係数(R)は0.59ですから、掘削深度と泉温との間にはある程度相関が認められます。図中の点線は地下増温率を示したものですが、約1000mまでは地下増温率より泉温の方が高くなっています。しかし、それより深くなると泉温の方が若干低くなる傾向がみられます。

## 3) 花崗岩類に源泉を有する温泉(G)

黒部峡谷沿いに分布する温泉ならびに庄川沿いにある大牧温泉(No.39)およびくろば温泉(No.41)がこの分類に入り、それらの数は16箇所で、全温泉中13.8%を占めています。熱源は花崗岩体、水源は地下水で、その地下水が高温の花崗岩体に触れて温められ、岩体の節理や割れ目を通じて湧き出しています。黒部峡谷沿いの温泉はほとんどが自然湧出で、高温のものが多く、黒薙温泉(No.84)は98.5°Cと県内では最高です。

## 4) 片麻岩類に源泉を有する温泉(M)

この分類に入る温泉は常願寺川沿いの粟巣野温泉(No.71)および亀谷温泉(No.72)、利賀川沿いの利賀温泉(No.42)の3箇所です。熱源は片麻岩体、水源は地下水で泉温は25~45°Cです。

## 5) 旧立山火山地帯に源泉を有する温泉(V)

この分類に入る温泉は地獄谷温泉群およびカルデラ内の立山温泉(No.73)です。立山地獄谷の温泉群は爆裂火口内の隨所にある噴気孔から、高温の水蒸気、硫化水素および二酸化硫黄を吹き出しており、それらの噴気孔に地表水や地下水が流入して温泉が形成されています。したがって、強酸性(pH2.2~2.5)、高温(70~80°C)のものがいくつもみられます。ここでは百姓地獄(No.74)とみくりが池温泉(No.75)の二つを上げました。

## (2) pHの分布

pHの分布状態は下記のとおりです。

	pH	源泉数(比率%)
酸 性	3 未満	1 ( 0.9 )
弱 酸 性	3~6 "	7 ( 6.0 )
中 性	6~7.5 "	40 ( 34.5 )
弱アルカリ性	7.5~8.5 "	50 ( 43.1 )
アルカリ性	8.5 以上	18 ( 15.5 )

表3. 富山県における温泉の名称と源泉の地質

(1993年2月末現在)

番号	温泉の名称	地質	番号	温泉の名称	地質	番号	温泉の名称	地質	番号	温泉の名称	地質
1	岩井戸温泉	T	30	法林寺温泉(2号井)	T	59	神通峠岩稲温泉	T	88	名剣温泉	G
2	水見有磯温泉	T	31	福光温泉	T	60	足洗老人福祉センター	T	89	祖母谷温泉	G
3	水見温泉	T	32	林道温泉(1号井)	T	61	サンカロリナ温泉	T	90	阿曾原温泉	G
4	水見新温泉	Q	33	"(2号井)	T	62	鰐第一温泉ふじのや	Q	91	人見平温泉	G
5	陽和温泉	T	34	"(3号井)	T	63	鰐温泉(1号井)	Q	92	仙人湯温泉	G
6	竹原の湯	T	35	井波温泉	T	64	"(2号井)	Q	93	高天ヶ原温泉	G
7	堀田の湯	T	36	庄川温泉(1号井)	T	65	"(3号井)	T	94	黒部川明日温泉	G
8	神代温泉	T	37	"(2号井)	T	66	萩の湯	Q	95	舟見本陣山温泉	G
9	岩崎温泉	Q	38	湯谷温泉	T	67	城川原化石温泉	T	96	小川温泉	G
10	伏木温泉	Q	39	大牧温泉	G	68	信開アーバンティ第一源泉	T	97	宮崎鉱泉	Q
11	野村温泉	Q	40	五ヶ山温泉	T	69	富山温泉	Q	98	境鉱泉	Q
12	木町温泉	Q	41	くろば温泉	G	70	横江温泉	T	99	太師温泉	T
13	二上温泉	T	42	利賀温泉	M	71	粟巣野温泉	M	100	ひみ阿尾の浦温泉	T
14	五十里温泉	T	43	太閤山温泉	Q	72	亀谷温泉	M	101	氷見余川温泉	T
15	老人保養センター百楽荘	T	44	百観音温泉	T	73	立山温泉	V	102	華山温泉(3号井)	T
16	三協アルミまんよう荘	T	45	御坊山まつき温泉	T	74	百姓地獄	V	103	雨晴温泉	T
17	国吉温泉	T	46	いかはまの湯	T	75	みくりが池温泉	V	104	春日温泉(3号井)	T
18	西広谷温泉	T	47	音川温泉(1号井)	T	76	大岩温泉	T	105	赤祖父温泉	T
19	赤丸温泉(1号井)	T	48	"(2号井)	T	77	早月川温泉	T	106	サンアンドサン温泉	T
20	赤丸温泉(2号井)	T	49	千里温泉	T	78	下田温泉	Q	107	明日法福寺温泉	T
21	宮島温泉	T	50	牛岳温泉	T	79	金太郎温泉(1号井)	T	108	ゴルフ俱部ゴールドウイン	T
22	観音滝温泉	T	51	山田西温泉	T	80	"(2号井)	T	109	氷見灘浦温泉元湯	T
23	須川温泉	T	52	山田温泉(1号井)	T	81	天神山温泉	T	110	おまき源泉	T
24	安養寺温泉	T	53	"(2号井)	T	82	黒部温泉	T	111	九殿浜温泉	T
25	北陸農政局	T	54	下の茗温泉	T	83	生地第一温泉	Q	112	岩井戸温泉(2号井)	T
26	川合田温泉	T	55	高熊温泉	T	84	黒雞温泉	G	113	チューリップ温泉	T
27	華山温泉(1号井)	T	56	角間温泉	T	85	宇奈月温泉	G	114	栄和温泉	T
28	"(2号井)	T	57	春日温泉(1号井)	T	86	美山温泉	G	115	越中五箇山小瀬羽馬温泉	T
29	法林寺温泉(1号井)	T	58	"(2号井)	T	87	鐘釣温泉	G	116	友愛温泉	T

(注) Q: 第四系堆積層(15) T: 新第三系のグリーンタフとその上部の堆積岩層(79)  
 G: 花崗岩類(16) M: 片麻岩類(3) V: 旧立山火山地帯(3)

最も酸性の強いのが百姓地獄(No.74)で、pHは2.6を示し、酸性の原因物質は硫酸です。弱酸性を示すものは林道温泉(No.32, 33, 34)で、pH4.0~4.4を示し、酸性の原因物質は二酸化炭素(遊離炭酸)です。つぎに中性から弱アルカリ性を示す温泉は全源泉中77.6%も占め、最も多く分布しています。それらの温泉の大部分は第四系堆積層および新第三系堆積岩層に源泉があります。アルカリ性温泉は法林寺温泉(No.29, 30)、湯谷温泉(No.38)、おまき源泉(No.110)、山田温泉(No.52, 53)、春日温泉(No.58)および神通峠岩稲温泉(No.59)などで、いずれも、新第三系堆積岩層に源泉があります。アルカリ性の原因物質は炭酸水素ナトリウムです。その他、特にアルカリ性の強い温泉は粟巣野温泉(No.71)の10.0および亀谷温泉(No.72)の9.6で、いずれも、片麻岩体に源泉があります。強アルカリ性の原因物質は炭酸ナトリウムで、炭酸水素ナト

リウムにこの物質が加わっています。

### (3) 溶存物質の分布

溶存物質量の分布状態は下記のとおりです。

溶存物質量(g/kg)	源泉数(比率%)
0.5 未満	32 (27.6)
0.5 ~ 1 "	11 (9.5)
1 ~ 5 "	37 (31.9)
5 ~ 10 "	23 (19.8)
10 以上	13 (11.2)

1 g/kg未満の温泉は37.1%を占め、主として黒部峡谷沿いの温泉と立山山系内の温泉です。それに対し、1 g/kg以上の温泉は62.9%と多数に上り、ほとんどが新第三系の堆積岩層に源泉をもっています。特に10 g/kg以上の温泉は神代温泉(No.8)、西広谷温泉(No.18)、北陸農政局の温泉(No.25)、萩の湯(No.66)、城川原化石温泉(No.67)、金

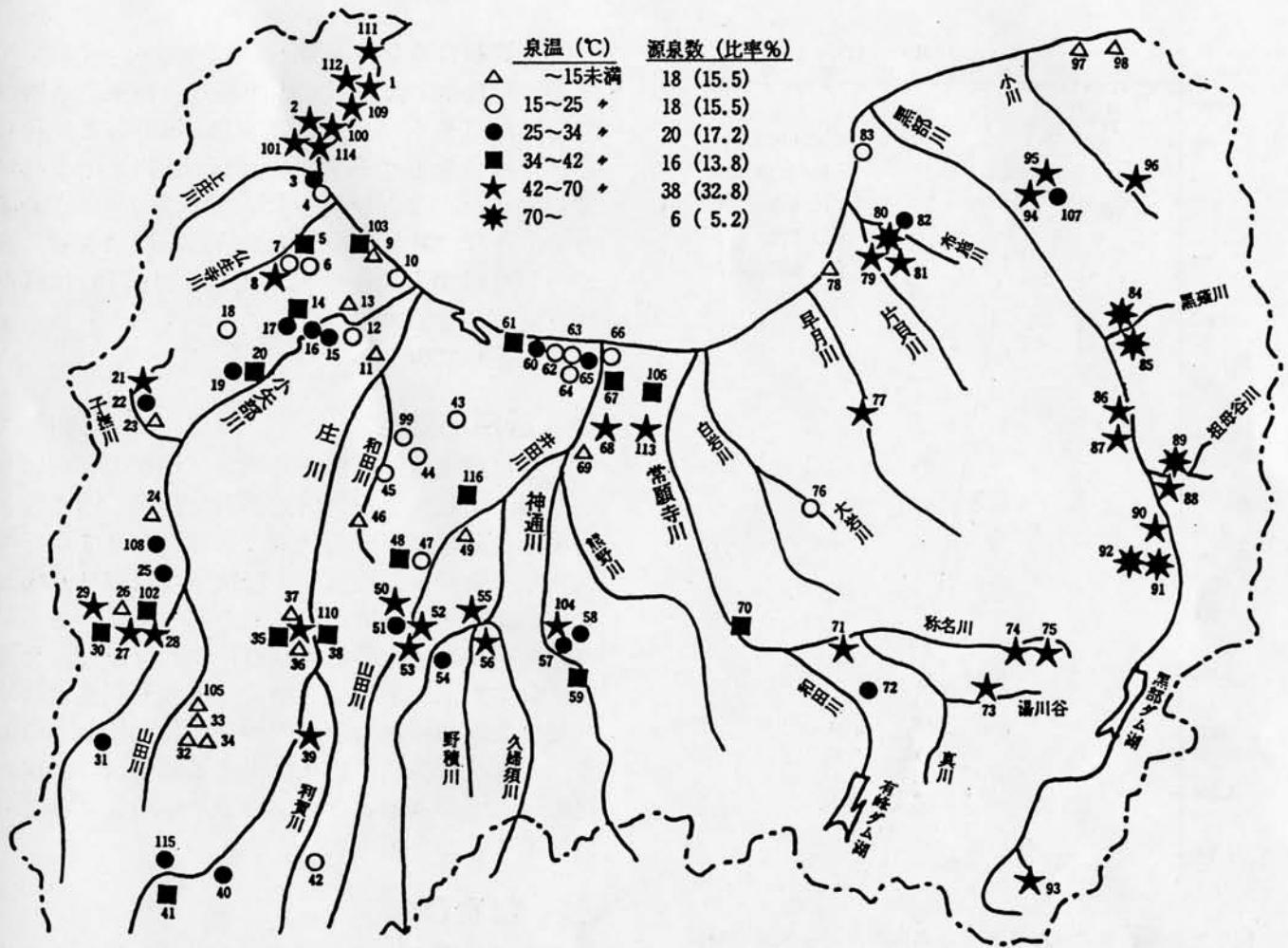


図1. 源泉の位置と泉温の分布

太郎温泉(No.79, 80)、天神山温泉(No.81)、黒部温泉(No.82)、雨晴温泉(No.103)、ゴルフ俱楽部ゴルドワイン(No.108)、栄和温泉(No.114)および友愛温泉(No.116)で、最高は雨晴温泉の29.3 g/kgです。これらは新第三系堆積岩層中の化石海水が水源となっています。ただし、萩の湯(15.55 g/kg)は掘削深度が63mと浅いことから現海水による塩水化地下水であるとみられます。なお、現海水の溶存物質量は34.3 g/kg（塩素量19%）です。

#### (4) 泉質型の分布

泉質型の分布状態は下記のとおりです。

泉質型	源泉数 (比率%)
塩化ナトリウム [NaCl]	66 (57.0)
炭酸水素ナトリウム [NaHCO <sub>3</sub> ]	23 (19.8)
硫酸ナトリウム [Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ]	6 (5.2)
塩化カルシウム [CaCl <sub>2</sub> ]	4 (3.4)
炭酸水素カルシウム [Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	13 (11.2)
硫酸カルシウム [CaSO <sub>4</sub> ]	4 (3.4)

#### 1) 塩化ナトリウム型

この泉質型をもつ温泉は66箇所と最も多数を占め、これらのうち、新第三系堆積岩層の化石海水が水源になっているとみられる温泉は50箇所もあり、いずれも溶存物質が多いです。つぎに多数を占めているのが花崗岩体に源泉をもつ黒部峡谷沿いの温泉ですが、いずれも溶存物質量は少なく1 g/kg未満です。一方、海岸沿いにある鯵温泉2号井(No.64)、萩の湯(No.66)および生地第一温泉(No.83)もこの泉質型ですが、これらは現海水による塩水化地下水であるとみられます。

#### 2) 炭酸水素ナトリウム型

塩化ナトリウム型について多数を占めるのがこの泉質型で23箇所あります。それらのうち、新第三系堆積岩層の化石海水が水源になっているとみられる温泉は14箇所あり、これらは塩化ナトリウムも多量共存しています。その他、片麻岩体に源泉をもつ利賀温泉(No.42)および亀谷温泉(No.72)、

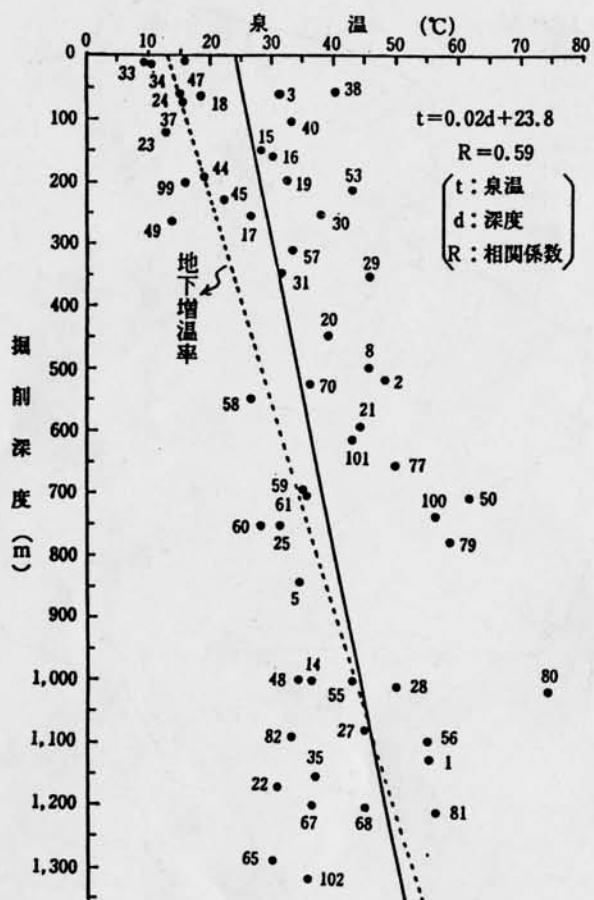


図2. 新第三系に源泉を有する温泉の深度と泉温の関係

流紋岩体に源泉をもつ明日温泉(No.94)および舟見本陣山温泉(No.95)もこの泉質型です。

### 3) 炭酸水素カルシウム型

3番目に数の多いのがこの泉質型で13箇所あります、林道温泉(No.32, 33)、太閤山温泉(No.43)、宮崎鉱泉(No.97)および境鉱泉(No.98)などのような浅井戸が多く、溶存物質量も0.5g/kg未満と少なく、普通の地下水によく似た水質組成を示しています。

### 4) 硫酸ナトリウム型

この泉質型の温泉は6箇所あり、新第三系堆積岩層に源泉をもつ法林寺温泉(No.29, 30)、福光温泉(No.31)および早月川温泉(No.77)などで溶存物質量も多いです。一方、立山温泉(No.73)もこの泉質型ですが、溶存物質量は少なく0.48g/kgです。

### 5) 塩化カルシウム型

この泉質型の温泉は、4箇所あり、地獄谷の百姓地獄(No.74)およびみくりが池温泉(No.75)、新第三系堆積岩層に源泉をもつおまき源泉(No.110)がこれに属します。

### 6) 硫酸カルシウム型

この泉質型の温泉は4箇所あり、新第三系堆積岩層に源泉をもつ五ヶ山温泉(No.40)および花崗岩体に源泉をもつ高天ヶ原温泉(No.93)がこれに属しますが、溶存物質量はいずれも1g/kg未満です。それに対し、同じく新第三系堆積岩層に源泉をもつ越中五箇山小瀬羽馬温泉(No.115)は溶存物質量が多く、カルシウムについてナトリウムも多く含まれています。

## 医療的効能

一般に温泉は神経痛、筋肉痛、関節のこわばり、うつみ、くじき、慢性消化器病、痔疾、冷え性、病後回復期および健康増進などに効きますが、塩化物泉、炭酸水素塩泉および硫酸塩泉は切り傷、火傷および慢性皮膚病に効能があります。さらに、塩化物泉や炭酸水素塩泉は飲用すれば慢性消化器病に効果があります。二酸化炭素泉や硫黄泉は切り傷、高血圧症および動脈硬化症に効能があります。しかし、浴用や飲用に供する場合は、浴場に掲載されている適応症および禁忌症をよくみて対応することが肝要です。

## むすび

温泉は地下のいろんな情報をわれわれに伝えてくれる使者なのです。したがって、学術的には極めて重要な位置を占めています。

一方温泉は古くから治療目的に用いられてきましたが、その後は観光のあるいは歓楽的な方向へ進みました。しかし最近はリゾートと一体になった温泉や病院の治療施設としての温泉といった方向に進みつつあります。さらに、地域暖房や消融雪、温室栽培など多目的に利用されるようになりました。

本県においても、以上のような方向へ進みつつありますが、個人としては、温泉治療や健康増進あるいはリフレッシュの場として有効に活用されることをお勧めします。

## 参考文献

高倉盛安(1990)：富山県における温泉の概要－地学的・化学的考察－、富山県立技術短期大学研究報告、第24巻、43-55頁。

富山県環境衛生課(1993)：富山県の温泉

高倉盛安・たかくら もりやす（元富山県立大学短期大学部長、富山県自然環境保全審議会温泉部会長）

# 雨や雪が運んでくる様々な成分 1

## ——海からの塩分——

朴木英治

### はじめに

富山のおいしい水や名水を育む県内の河川と、全国の河川について、塩分やミネラル分などの一般的なイオン成分の平均を比べると、富山の河川ではカルシウムイオン以外のミネラル成分や塩分の成分の濃度が全体に低いという特徴があります（表1）。これは、河川が急流のために水の流れが早く、岩石などと接している時間が短いことや河川の水量が多いためと言われています。この他、水の塩からさのもとなる塩分では、降ってくる雨や雪の塩分濃度がもともと低いのではないかと思われる現象も見られます。これには富山の気象や、地理的な位置などが関係しているようです。今回は雨や雪の塩分濃度に見られる富山の自然の不思議を簡単に紹介したいと思います。

### 雨や雪による塩分の輸送

海の中にはたくさんの種類のイオン成分が溶けています。その量は標準海水で1リットル中に35グラムですが、そのうちの8割にあたる29グラムが塩化物イオンとナトリウムイオン、つまり食塩の成分です（表2）。

海が荒れたりすると波がくだけ、海中にできた泡がはじけて小さな海水の粒が上空にまき上げられます。これが雲の出来る位置まで昇ると、塩分が核となって周りの水蒸気を集め、雨や雪を作つて地上に降ってきます。また、雲の下をただよっている塩分の粒（風送塩）は降ってきた雨に溶けたり、雪にくっついたりして地上に運ばれてきます。このようにして雨や雪の中にとけ込んだ塩分の平均濃度

は、科学文化センターでの観測では、もとの海水中の濃度の数千分の1程度で、その量は、食塩（塩化ナトリウム）として1m<sup>2</sup>あたり年間に10~15グラム程度です。

ところで、海水の粒が海から飛び出した時や、空中をただよっているときに塩分の組成が変わるものではないかという疑問がでてきますが、雨や雪の水質で見る限り、少なくとも濃度の高い塩化物イオンとナトリウムイオンでは海水中の比率が保たれています。

### 夏の雨で薄く、冬の雨・雪で濃い塩分

富山では海からやってくる塩分はいつでも同じように運ばれてくるわけではなく、季節によってその濃度や量がたいへん違うのです。低気圧の通過や梅雨前線などによる夏の雨の塩分濃度はたいへん低く、冬型の気圧配置の時に降る雨や雪では濃度が高くなります。このため、海から運ばれてくる塩分の量も冬に多くなり、1回の冬型の雨や雪で夏の月の1ヶ月分以上の塩分が運ばれてくることもあります。科学文化センターでの観測では年間に運ばれてくる塩分の量の8割以上が冬の期間に運ばれてきます。この現象は富山に限らず日本海側各地に共通した現象のようです。

これを、塩分の成分の中でも最も濃度の高い塩化物イオンの月毎の平均濃度で見てみるとよくわかります。図1は平成2年の4月から平成3年の3月までのものですが、冬型の気圧配置が強まる11月以降の濃度が高くなります。この年は9月にも濃度が高くなっていますが、近くを通過した台

表1. 全国、富山県の河川水の平均水質と降水中の平均濃度

	カルシウムイオン	マグネシウムイオン	ナトリウムイオン	カリウムイオン	炭酸水素イオン	硫酸イオン	塩化物イオン	ケイ酸
全国河川	8.8	1.9	6.7	1.19	31.0	10.6	5.8	19.0
富山県河川	10.2	1.4	4.1	0.67	31.2	5.3	3.0	11.9
降水	0.4-0.9	0.2-0.4	1.4-2.6	0.1-0.2	-	2.6-4.0	2.5-4.8	<0.1

（全国、富山県の河川平均は高倉盛安：「とやまの水」、とやまと自然 第7巻冬の号(1985)より抜粋、降水は科学文化センター屋上の観測値による）

風19号によって富山湾から強い北風が吹き、雨も降ったため、海岸に打ち寄せた波のしぶきが風送塩となって海岸から離れた市街地まで運ばれ、雨に溶けて落ちてきたものです。風送塩は雨や雪が降るとそれにとらえられてしまうため、海岸から離れるにつれて急に濃度が低くなります。

ちょうどこの年は酸性雨の観測を浜黒崎地区センター、萩浦地区センター、科学文化センター、月岡地区センターで同時に調べていたので、海岸から離れるにつれて雨に溶けた塩分の濃度が急激

表2. 海水の主要成分組成と降水の平均組成(mg/l)

	海水	降水
ナトリウムイオン	10,650	1.4-2.6
カリウムイオン	380	0.1-0.2
カルシウムイオン	400	0.4-0.9
マグネシウムイオン	1,270	0.2-0.4
塩化物イオン	18,980	2.5-4.8
硫酸イオン	2,650	2.6-4.0
炭酸水素イオン	140	

(降水は科学文化センターでの観測値)

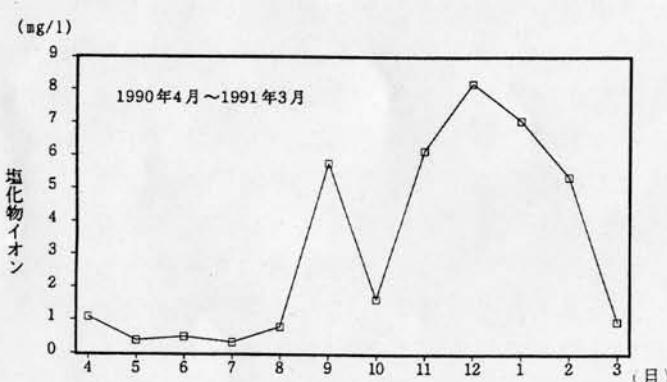


図1. 降水中の塩化物イオン濃度の月別平均

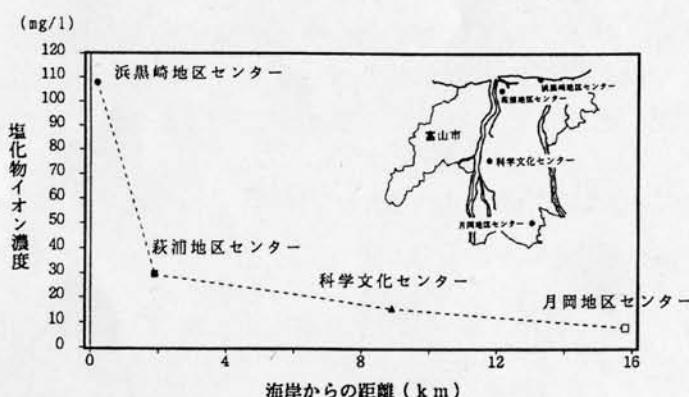


図2. 台風19号によって降った雨の中の塩化物イオン濃度と海岸線からの距離との関係

に下がる様子を見ることができました。図2がそれで、横軸にとってある海岸からの距離は各観測地点からの北の方向の富山湾の海岸までの距離です。海岸線に近い浜黒崎地区センターでは非常に高く、海から十数キロ離れた月岡地区センターでは1/10以下に薄くなっています。

### 富山に降る雨の塩分濃度が薄いのは

図3は図2と同じような図ですが、全国の河川の平均水質から求められた、降水中の塩化物イオン濃度と海岸からの距離との関係を示した図です。海岸線からの距離が同じならば、太平洋側よりも日本海側の方が塩分濃度が高くなる傾向がみられます。

河川水の塩化物イオンは、排水や温泉水が入らない限り、供給源は雨や雪と風送塩だけと考えることができます。しかも、地面の中で蓄積されることが多いとのことです。河川水の塩化物イオンの平均濃度は降水の平均濃度を指標していると考えることができます。塩分のもう一つの主成分のナトリウムイオンでは地面の中から溶け出してきて濃度が高くなるので、雨や雪の濃度はわからなくなります。

さて、図3の●点が科学文化センターで調べた1990年4月から1991年3月までの降水中の塩化物イオンの平均濃度です。科学文化センターから富山湾までの距離はわずか9kmですが、塩化物イオンの濃度は海岸から30km程度離れた場所のレベルであることがわかります。

また、図4は富山県と石川県の雨や雪の塩分濃度の分布で、ナトリウムイオンの平均濃度で比べ

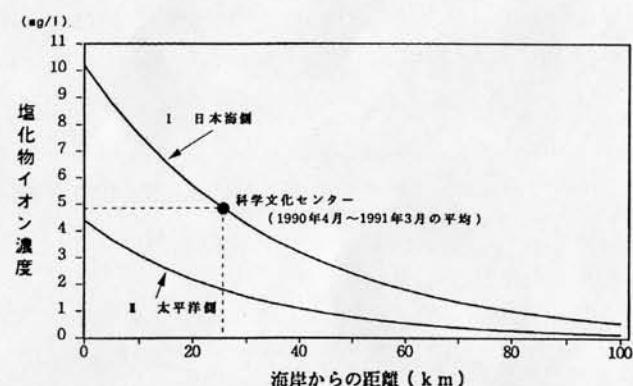


図3. 海岸からの距離と降水中の塩化物イオンの年間平均  
(グラフは角階(1975)の式よりプロット)

たものです。冬期の平均濃度を比べると石川県の都市の方が全般に高くなっています。富山市内の各観測点で比べると、月岡ではやや低く、浜黒崎では近くの海岸の影響もあって月岡の2倍の濃度になっています。しかし、他の都市よりも全体に低めで、最も濃度の高い浜黒崎でも金沢市より薄い点がおもしろいところです。

富山に降る雪の塩分濃度が低い理由は、次のように考えることができます。まず図1で見られるように、年間の平均濃度を下げる働きをする夏の雨では、雨のもととなる水蒸気が富山から200km以上も遠くはなれた太平洋岸からやってきて、途中で塩分をほとんど降り落としてくるため、塩分濃度が低くなります。

一方、冬は北西の季節風にのって雪雲がすぐ近くの日本海からやってきますが、富山市付近で雪を降らせる雲は富山湾からではなく、隣の石川県羽咋市あたりの海岸線から上陸して富山県西部の地域を通過してやってきます。その距離は40km程にもなり、やはり途中で塩分を落としてくるので石川県に比べて塩分濃度が下がるのでしょうか。しかも、標準的な冬型の気圧配置になると、県内の平野部の地上付近では陸から海に向かって南西よりの風が吹くため、富山湾から塩分が風に乗って運ばれてくることもありません。このように富山

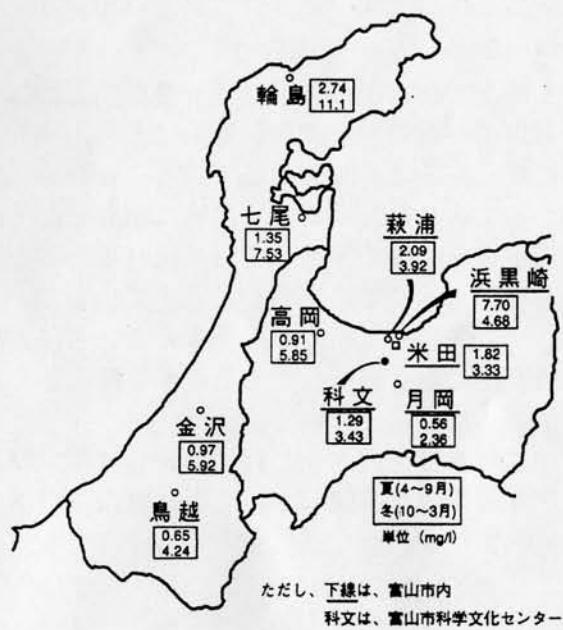


図4. 各都市の降水中のナトリウムイオンの平均濃度  
北村守次他:「石川県における降水成分調査結果」、  
石川衛公研年報(1991), 富山市の環境(1991), 公害の  
現況と対策(高岡市, 1991)より

市より西の平野部では富山湾からの塩分の供給が少ないため、海に面しているにもかかわらず、内陸の地域と同じように塩分が低くなるのです。

しかし、富山市より東の滑川市から朝日町にかけては、能登半島を通過した雪雲が富山湾を通るので、この時に塩分の供給を受けたり、風に乗って塩分が運ばれたりして濃度が少し高くなることも考えられます。このあと本当にそうなってくるのかどうか、雨や雪で調べてみたいと思います。

### 山の標高と塩分濃度

平野部での塩分の輸送についてある程度わかってくると、次は河川の源流部となる山岳部でどうなっているのか知りたくなってきます。

一般には、標高が高くなるほど塩分濃度は低くなることが知られていますが、県内の山岳部の年間をとおした観測例はまだありません。冬の山岳部は雪に閉ざされてしまうので、夏の間は観測が出来ても、塩分が多く運ばれてくると考えられる冬の間の観測が出来ないためです。そこで立山にあるいくつかの湖沼の塩化物イオン濃度を調べてみると、湖面の標高が高くなるほど塩化物イオン濃度が低くなる様子が見えます(図5)。

### 富山の河川の塩分濃度

富山県内の平野部での雨や雪の塩分濃度は石川県に比べて低く、しかも、河川の源流部にあたる山岳部では平野部に比べて塩分濃度がさらに低くなるという現象の影響が各河川の塩分濃度にどのように現れているかを塩化物イオン濃度で調べたものが図6です。水質は主に川が山地から平野部

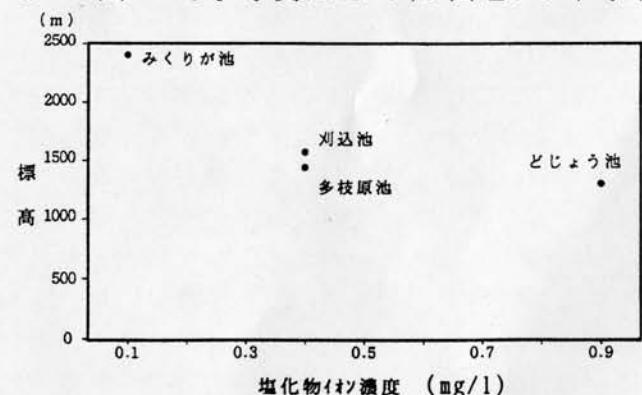


図5. 立山の湖沼の水面標高と塩化物イオン濃度  
高倉盛安他:「富山県における天然湖沼の水質とプランクトン」、富山県立技術短期大学研究報告(1988)より

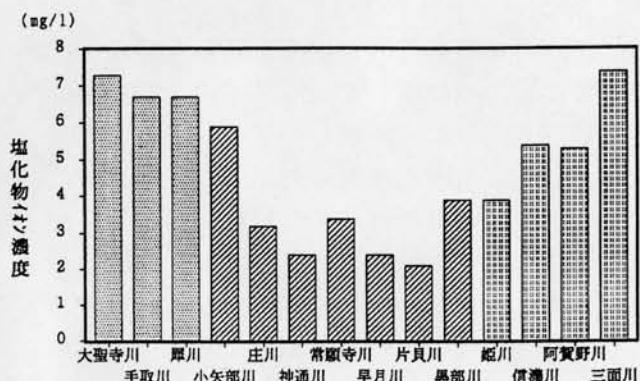


図6. 富山県と隣県の河川の塩化物イオン濃度  
小林 純; 「日本の河川の平均水質とその特徴に関する研究」、農業研究第48巻(1960)より

に出るあたりで調べられたものですが、富山県内の河川は、同じ日本海側の石川県や新潟県の河川に比べると全体に低めで、しかも、神通川と黒部川を除いて、最も西にある小矢部川から片貝川まで西から東に向かって濃度が低くなっている様子がみえます。

### 冬型が強くなるほど濃くなる塩分

富山に塩分のほとんどが運ばれてくる冬には大変おもしろい現象が見られます。

冬型の気圧配置のとき、輪島上空を通過する寒気が強ければ強いほど雨や雪の中の塩分濃度が高くなるのです。図7はその様子を示したもので、冬型の強さの尺度は輪島上空の850hPa（上空1500m程度）の気温と日本海の海面温度との温度差で示してあります。海水表面の温度は春先に向かって徐々に下がって行きますが、急な変化はありません。一方、上空の気温は強い冬型ほど低くなります。海水表面の温度と上空の気温との温度差が大きいほど海面からの蒸発量が増え、しかも海が荒れて、海面から上空の雲に運ばれる塩分量も増えるのではないかと考えられます。

さて、グラフの点は大きく3つのグループに分けられるようです。一つは温度差が大きくなってしまってもナトリウムイオン濃度があまり高くならないグループ（▲の点）で、この時は、雨や雪を降らせた低気圧が中部地方を通過する場合が多く、夏に降る雨と似ています。冬型の場合が■の点で、温度差が10°C程度の所から立ち上がっています。上空に100m昇る毎に気温は0.6°Cの割合で下がるの

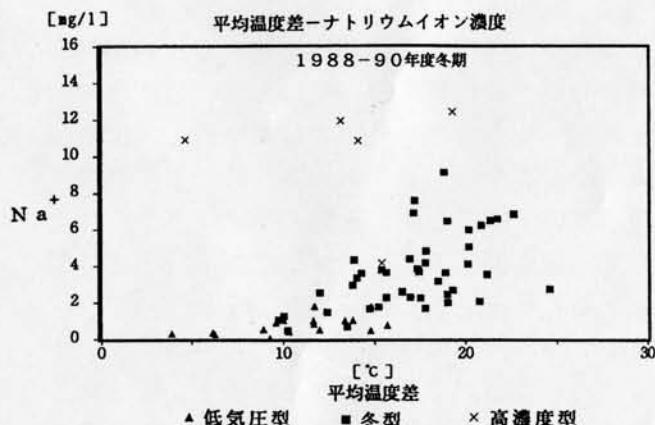


図7. 平均温度差とナトリウムイオン濃度

で、海水表面の温度と海面上の気温が同じ場合に、1500m上空では、気温は海面上よりも9°C下がることになります。■の点が10°Cの所から立ち上がりしているように見えるのはこのことと関係があるのかもしれません。最後のグループは、数が少ないので、温度差に対してナトリウムイオン濃度が非常に高くなります（×の点）。このときはたぶん、富山湾から北の風が吹き込んでいるのだろうと思います。

この冬型の強さと塩分濃度の関係から考えると、もしかしたら寒くて雪がたくさん降った後の年の河川の塩化物イオン濃度は暖冬の年に比べて高くなるのかもしれません。これは、10年ぐらい連続した河川の水質データがあればわかると思います。

### おわりに

以上のように富山の河川の塩分濃度の低さは、平野部の雨や雪の塩分濃度が低いことや山岳部でさらに低くなることが影響していることが少しずつわかつきました。また、最後に紹介した冬型の強さと塩分濃度の関係から雲が流れてくる方向の推定も出来るのではないかと考えています。これは、次に冬の酸性雨の原因を考えるときに、酸性物質がどこから運ばれてくるのかを考えるための手がかりになると思います。

雨や雪の水質を調べ、これに合わせて川や湖、地下水などの水質を調べていくと、富山の自然の不思議がまだたくさん見えてきそうです。

朴木英治・ほうのき ひではる（化学担当）