

## 1999～2003年，北海道で開発された温泉及び冷鉱泉の化学成分について

### Chemical Constituents in Thermal and Mineral Waters of Newly Developed Springs in Hokkaido During 1999～2003

内野 栄治      市橋 大山      青柳 直樹

Eiji UCHINO, Daisen ICHIHASHI and Naoki AOYANAGI

The quality of water samples from 30 hot and mineral springs developed in Hokkaido from April 1999 to March 2003 was studied.

The results were summarized as follows:

- 1) By the determination of mineral contents, 30 springs were classified into 11 salt springs (36.7%) containing sodium chloride, 4 simple thermals (13.3%), 4 alkaline springs (13.3%) with sodium hydrogen carbonate, 3 saline springs (10.0%) with sodium sulfate, 3 sulphur springs (10.0%) with hydrosulphuric ion and others. A radioactive spring was not recognized.
- 2) Hyperthermal springs above 42°C occupied 73.3% (22 of 30 springs). Hypotonic mineral water, under 8g/kg in total dissolved matter content, occupied 90.0%. On the other hand, acid springs under 6.0 in pH value was only one spring.
- 3) Humic substances, which are closely related to the color of water, were detected at 5 springs.
- 4) From a hygienic point of view, the drinking amount of spring water was limited at 12 springs (40.0%) and 1 spring (3.3%) because of high in F, CO<sub>2</sub> contents, respectively.

**Key words** : thermal spring (温泉) ; mineral spring (鉱泉) ; chemical composition (化学組成) ; Hokkaido (北海道)

## 目 的

北海道は温泉資源に恵まれており，温泉地及び源泉の数は各々全国の約1割を占めている<sup>1)</sup>。これらの温泉は観光資源としてはもとより，保養，地域暖房，園芸，養殖・養魚など広範囲に利用されている<sup>2,3)</sup>。

昭和25年以降，当所では温泉法に基づいて，北海道で湧出したり掘削された源泉の成分分析を実施してきた。これらの温泉の化学的特性については岩本らを中心として編集された『北海道鉱泉誌』<sup>4,5)</sup> や，中谷ら<sup>6)</sup> によって報告された。また，昭和54年以降，北山ら<sup>7-14)</sup>，内野ら<sup>15,16)</sup> も新しく開発された源泉について，2年ごとにその化学成分特性を報告してきた。これらの調査結果は本道における温泉資源の開発，探査，保護及び適正利用などに有益な情報を提供してきた。

本報告は，前報<sup>16)</sup> に引き続き，平成11年4月から平成15年3月までの4年間に得られた調査結果をまとめたものである。

## 方 法

本調査は，平成11年4月から平成15年3月までの4年間に，当所に依頼された鉱泉分析のなかで，新しく開発され

た30カ所の源泉を対象とした。各源泉から湧出あるいはポンプ揚湯（水）した温泉水及び冷鉱泉水は，その泉温，pH，湧出状況などを記録した後，二酸化炭素や硫化水素などについて現地分析した。また，試料は持ち帰ってから分析するため，各成分ごとに必要な現地処理を行い，ポリエチレンびんに採取した。分析は鉱泉分析法指針<sup>17)</sup> に準じて行った。

## 結 果

### 1. 源泉の地理的分布

ここで対象とした源泉の地理的分布を図1に示す。源泉所在地は，北海道立地質研究所の分類<sup>18)</sup> により区分した。すなわち，西南北海道中南部8件，西南北海道北部4件，北海道中央部7件，北海道東部11件であった。

### 2. 温泉及び冷鉱泉の化学成分

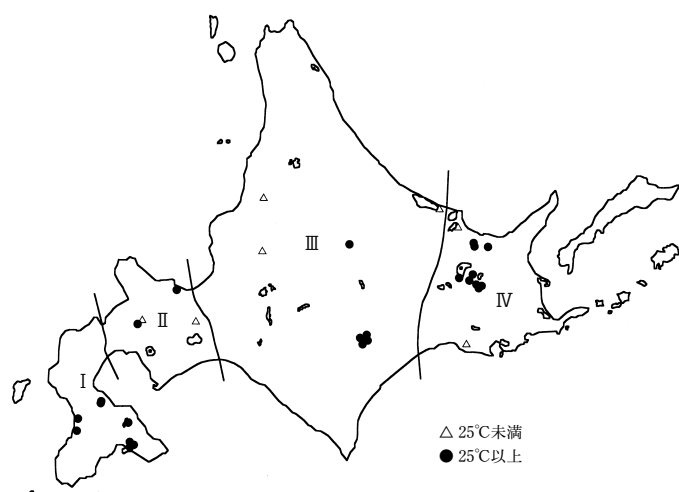
各源泉の所在地，湧出状況，泉温及びその化学成分の分析結果は別表1に示すとおりである。以下，鉱泉分析法指針<sup>17)</sup> に基づいた鉱泉の泉温，液性，浸透圧による分類内容及び主要成分組成比などについて述べる。

#### 1) 泉温

湧出時の温度による分類の結果，25°C未満の冷鉱泉が7件，34°C以上42°C未満の温泉が1件，42°C以上の高温泉が

表1 主要陽イオン及び陰イオン成分組成

イオン型	イオン組成	西南北海道中南部	西南北海道北部	北海道中央部	北海道東部	総計
陽イオン	Na>Mg>Ca	0	0	2	1	3
	Na型	8	2	4	10	24
	Na>Ca	0	0	1	0	1
	Ca型	0	1	0	0	1
	Ca>Mg>Na	0	1	0	0	1
陰イオン	Cl>HCO <sub>3</sub>	0	0	1	0	1
	Cl型	1	1	0	2	4
	Cl>HCO <sub>3</sub> >SO <sub>4</sub>	3	1	2	5	11
	SO <sub>4</sub> 型	1	0	0	0	1
	SO <sub>4</sub> >Cl>HCO <sub>3</sub>	1	0	0	2	3
	HCO <sub>3</sub> >Cl	0	1	2	0	3
	HCO <sub>3</sub> 型	0	1	1	1	3
HCO <sub>3</sub> >SO <sub>4</sub> >Cl	2	0	1	1	4	



I：西南北海道中南部 II：西南北海道北部 III：北海道中央部 IV：北海道東部

図1 源泉の地理的分布

表2 泉質の分類

泉質名	西南北海道中南部	西南北海道北部	北海道中央部	北海道東部	総計
単純温泉	1	0	2	1	4
食塩泉	4	1	0	6	11
重曹泉	1	1	1	1	4
芒硝泉	1	0	0	2	3
硫黄泉	1	0	2	0	3
塩化土類泉	0	1	0	0	1
炭酸泉	0	1	0	0	1
鉄泉	0	0	1	0	1
冷鉱泉	0	0	1	1	2

### 5) 泉質の分類

泉質は主要化学成分組成に加え、副成分などによって細分類される。ここでは主たる成分もしくは特殊成分で大別した結果を旧泉質名で表2に示す。食塩泉が11件で最も多く、以下、単純温泉と重曹泉が各々4件、芒硝泉と硫黄泉が各々3件、塩化土類泉、炭酸泉及び鉄泉が各々1件、冷鉱泉が2件であった。ラドンを8.25マッヘ単位/kg以上含む放射能泉はなかった。

### 6) その他

温泉水の着色の要因の一つとなる腐植質は音更町、滝川市、弟子屈町及び小清水町の源泉で検出した。一方、温泉を湯治目的で飲用する場合、ヒ素、フッ素、銅、鉛、水銀及び遊離炭酸の6成分については人の健康への影響を考慮し、それらの濃度により温泉水の飲用量が制限されている<sup>19)</sup>。ちなみに、大人1人1日につき各成分の総摂取量基準はヒ素：0.3g、フッ素：1.6mg、銅：2.0mg、鉛：0.2mg、水銀：0.002mg、遊離炭酸：(1回につき)1000mgに設定されている。従って、本調査では1日につき最大飲

22件であった。なお、 $25^{\circ}\text{C}$ 以上 $34^{\circ}\text{C}$ 未満の低温泉はなかった。

### 2) 液性

湧出時のpH値により分類される液性はpH6以上7.5未満の中性泉が13件、7.5以上8.5未満の弱アルカリ性泉が8件、8.5以上のアルカリ性泉が8件であった。一方、酸性泉はpH3以上6未満の弱酸性泉が1件のみであった。

### 3) 浸透圧

浸透圧を溶存物質総量により区分すると、8g/kg未満の低張性泉が27件、8g/kg以上10g/kg未満の等張性泉が2件、10g/kg以上の高張性泉が1件であった。

### 4) 主要陽イオン及び陰イオン組成

各地区ごとに、試料の主要陽イオンと陰イオンの当量比率による組成を表1に示す。陽イオンでは、ナトリウム型が28件でほとんどを占めた。一方、陰イオンでは、塩素型が16件で最も多く、以下、炭酸水素型、硫酸型の順であった。

用量を1000 mLとして、基準値を越す例がフッ素で12件、また、1回につき基準値を越す例が遊離炭酸で1件それぞれ認められた。他の4成分については飲用量が制限される濃度よりも全て低い値であった。なお、フッ素濃度の最も高い弟子屈町（4.3 mg/kg）の源泉の飲用許容量は1日につき大人で370 mL、同様に遊離炭酸濃度の最も高い倶知安町（1434 mg/kg）のその量は1回につき大人で690 mL以内であった。

## 要 約

平成11年4月から平成15年3月までの4年間にわたり、道内で新たに開発された30カ所の温泉及び冷鉱泉の化学成分の調査結果をまとめた。

その結果、泉質は食塩泉が11件で最も多く、以下、単純温泉と重曹泉が各々4件、硫黄泉と芒硝泉が各々3件と続き、道内で数少ない炭酸泉が1件認められた。放射能泉は全く認められなかった。また、泉温については高温泉が22件、浸透圧については低張性泉が27件であった。さらに、液性については弱酸性泉が1件のみで、残り29件の内訳はアルカリ性泉が8件、弱アルカリ性8件、中性が13件であった。その他、着色の要因となる腐植質が5源泉で検出された。一方、人の健康に与える影響を考慮し、飲用許容量が制限された源泉はフッ素で12件、遊離炭酸で1件認められた。

## 文 献

1) 環境庁自然保護局監修：温泉必携（改訂第7版），日本温

泉協会，東京，1995，p.344

- 2) 日本の地質『北海道地方』編集委員会編：日本の地質1 北海道地方，共立出版，東京，1995，p.344
- 3) 藤本和徳，松波武雄：北海道における地熱・温泉利用の現状－1998－，地下資源調査所，札幌，1999
- 4) 北海道立衛生研究所：北海道鉱泉誌（第一部），道衛研所報，7，135（1955）
- 5) 北海道立衛生研究所：北海道鉱泉誌（第二部），道衛研所報，8，237（1957）
- 6) 中谷省三，多賀光彦：道衛研所報，12，211（1961）
- 7) 北山正治，佐藤洋子，井上勝弘：道衛研所報，31，88（1981）
- 8) 北山正治，佐藤洋子，井上勝弘：道衛研所報，33，96（1983）
- 9) 北山正治，佐藤洋子，井上勝弘：道衛研所報，35，60（1985）
- 10) 北山正治，佐藤洋子，井上勝弘：道衛研所報，37，53（1987）
- 11) 北山正治，佐藤洋子：道衛研所報，39，57（1989）
- 12) 北山正治，佐藤洋子：道衛研所報，41，41（1991）
- 13) 北山正治，佐藤洋子：道衛研所報，43，25（1993）
- 14) 北山正治，佐藤洋子：道衛研所報，45，39（1995）
- 15) 内野栄治，佐藤洋子，都築俊文：道衛研所報，47，64（1997）
- 16) 内野栄治，佐藤洋子，都築俊文：道衛研所報，49，94（1999）
- 17) 環境庁自然保護局監修：鉱泉分析法指針（改訂），温泉工学会，東京，1978
- 18) 北海道立地下資源調査所：北海道の地熱・温泉（A，B，C，D），地下資源調査所，札幌，1976，1977，1979，1980
- 19) 環境庁自然保護局長通知（環自企第424号）：温泉の利用基準について，1975

別表1 1999—2003年，北海道で開発された温泉及び冷鉱泉の化学成分等の分析結果

温泉所在地	地理的分布	分析年月日	ボーリング深度 (m)	湧出状況	湧出量 ℓ/分	泉温 °C	pH	密度	溶存物質 <sup>※</sup> g/kg	Na <sup>+</sup> mg/kg	K <sup>+</sup> mg/kg	Mg <sup>2+</sup> mg/kg	Ca <sup>2+</sup> mg/kg	Al <sup>3+</sup> mg/kg	Mn <sup>2+</sup> mg/kg	Fe <sup>2+</sup> mg/kg	F <sup>-</sup> mg/kg	Cl <sup>-</sup> mg/kg	HS <sup>-</sup> mg/kg	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/kg	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/kg	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> mg/kg	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> mg/kg	HBO <sub>2</sub> mg/kg	CO <sub>2</sub> mg/kg	H <sub>2</sub> S mg/kg	As mg/kg	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Hg μg/kg	腐植質 mg/kg	Rn M.E.単位/kg
乙部町	I	1999. 9	1309	自噴	590	69.5	7.2	1.0025	5.272	1625.	34.4	12.6	57.6	0.1	0.1	1.1	1.4	865.6	0.6	1941.	633.0	0.8	52.1	44.1	19.8	0.4	—	0.052	0.001	0.08	—	0.85
函館市	I	2000. 1	756	動力揚湯	450	69.3	6.7	1.0058	8.772	2194.	138.4	187.5	586.1	0.0	0.2	6.2	2.0	4089.	0.0	569.5	837.2	0.3	75.2	31.1	317.2	0.0	0.062	—	0.001	—	—	0.31
江差町	I	2001. 1	1200	動力揚湯	300	52.0	7.7	0.9994	1.419	382.8	13.5	5.8	20.9	—	0.1	1.6	2.5	90.3	0.0	363.4	499.4	1.9	30.1	5.9	9.7	0.0	0.005	—	—	0.03	—	0.03
函館市	I	2002. 2	878	動力揚湯	650	70.1	6.6	1.0032	6.492	1498.	90.6	135.6	499.7	0.1	0.1	4.2	2.3	2716.	0.0	741.9	722.0	0.2	64.5	15.7	337.0	0.2	0.058	—	—	0.03	—	0.06
函館市	I	2002. 4	635	動力揚湯	11.5	34.7	8.8	0.9988	0.910	206.2	1.5	0.9	64.4	0.0	—	0.2	2.6	8.7	2.0	540.8	54.8	8.5	17.5	1.8	0.2	0.0	—	—	—	0.05	—	0.15
八雲町	I	2002. 8		自然湧出	1.9	58.5	7.0	1.0049	9.201	2916.	43.2	6.6	23.6	0.0	—	0.2	0.8	2364.	0.2	994.2	2616.	2.0	93.2	140.0	391.0	0.2	0.001	—	—	—	—	0.05
七飯町	I	2002. 8	20	自噴	12.3	45.6	7.0	0.9987	0.773	164.1	3.7	4.3	14.1	0.0	0.3	0.1	2.3	41.5	0.0	175.2	223.0	0.2	140.4	3.1	19.8	0.0	0.008	—	—	—	—	0.08
八雲町	I	2002.12	332	自噴	56	80.0	7.0	1.0038	7.297	2278.	74.9	13.1	69.7	0.0	0.1	0.7	0.9	2192.	0.0	848.1	1591.	1.2	93.6	128.3	299.5	0.0	0.204	—	—	—	—	0.02
ニセコ町	II	1999. 7	1201	動力揚湯	17	66.1	6.7	1.0040	7.451	2412.	39.7	19.4	113.1	0.0	0.2	5.4	0.6	2999.	0.0	619.8	1006.	0.3	112.7	119.8	311.4	0.0	0.001	—	0.025	0.17	—	0.08
倶知安町	II	2000. 5		自然湧出	22	11.5	5.8	1.0006	2.530	229.4	17.0	128.2	306.2	0.0	1.9	2.4	0.1	470.1	0.0	473.8	817.2	0.0	72.9	10.1	1434.	0.0	0.001	—	0.001	0.24	—	0.35
小樽市	II	2001. 8	750	動力揚湯	38	53.6	8.4	1.0000	2.536	423.5	4.2	1.8	405.0	0.9	0.2	1.8	1.9	817.3	0.0	779.5	13.4	8.4	68.7	8.3	0.0	0.0	0.081	0.068	0.115	—	—	0.10
札幌市	II	2003. 1	70	動力揚湯	57	11.0	7.0	0.9991	1.321	338.6	1.8	9.3	16.9	0.1	0.3	8.2	0.8	152.3	0.0	0.2	760.4	0.6	16.7	11.4	100.6	0.0	0.077	—	—	—	—	0.09
小平町	III	1999. 5		自然湧出	*	7.9	7.1	0.9986	0.359	66.7	0.9	2.1	32.6	—	0.1	0.0	0.1	101.7	1.2	34.8	82.5	0.1	19.0	17.3	4.4	1.1	—	—	—	—	—	0.05
暮別町	III	2000. 5	1303	動力揚湯	700	49.7	8.4	0.9988	0.655	175.5	6.0	0.2	2.3	0.2	0.1	0.6	1.6	113.5	0.9	2.9	266.1	30.0	81.2	12.1	1.5	0.0	0.005	0.001	0.001	0.02	—	0.33
音更町	III	2000. 9	1504	動力揚湯	400	50.2	7.5	0.9998	1.764	476.1	27.7	0.9	5.2	0.0	0.1	1.6	0.6	357.8	0.0	0.3	706.2	1.7	169.9	5.9	25.5	0.0	0.016	—	—	—	2.0	0.02
音更町	III	2001. 9	1414	動力揚湯	460	51.2	8.6	0.9990	0.705	187.9	9.3	0.0	2.0	0.0	—	0.1	1.6	152.4	0.8	1.6	208.3	22.2	106.4	11.4	0.9	0.0	0.036	—	0.001	—	3.3	0.18
滝川市	III	2002. 2	123	動力揚湯	*	20.1	7.4	0.9989	0.936	235.6	11.7	2.6	4.2	0.0	—	0.2	0.6	195.6	0.0	0.0	384.8	0.7	93.1	5.5	4.3	0.0	0.006	—	0.002	—	1.2	0.22
常呂町	III	2002. 7	50	動力揚湯	210	10.6	6.2	1.0026	5.567	868.6	38.7	329.6	456.0	1.0	8.9	233.4	0.0	3458.	0.0	0.0	105.3	0.0	61.7	2.6	359.9	0.0	0.001	—	0.002	—	—	0.33
上川町	III	2002.10	70	動力揚湯	*	82.0	7.1	0.9992	1.295	263.6	14.6	3.2	19.1	0.0	0.3	0.0	1.2	39.2	9.4	57.3	723.7	0.7	115.6	30.5	152.0	8.5	0.001	—	—	0.03	—	0.11
清里町	IV	1999. 9	1000	動力揚湯	360	55.8	7.8	1.0020	5.369	1632.	66.1	10.7	276.1	—	0.5	0.4	2.4	2976.	0.3	41.7	135.8	4.2	131.4	87.9	0.1	0.0	0.011	—	0.002	—	—	0.46
弟子屈町	IV	1999.10	1208	自噴	76	46.6	8.6	0.9999	1.570	481.6	11.8	0.4	10.4	—	0.1	0.0	1.4	520.0	0.6	188.2	116.5	22.2	175.2	40.8	0.0	0.0	0.233	—	0.001	0.03	—	0.60
小清水町	IV	1999.11	1162	動力揚湯	190	51.1	7.7	0.9988	1.401	377.9	28.6	4.3	8.8	—	0.1	0.7	1.8	412.5	0.0	2.6	381.3	1.4	162.2	16.2	5.7	0.0	—	—	0.001	—	—	0.17
釧路町	IV	1999.12	1302	動力揚湯	60	24.5	8.2	1.0123	17.13	4060.	7.3	16.0	2377.	—	0.3	3.9	1.0	10520.	0.0	5.3	31.3	7.7	21.4	62.8	0.3	0.0	—	—	—	—	—	0.60
弟子屈町	IV	2000. 7	1151	動力揚湯	88	49.5	8.5	0.9989	1.461	296.8	2.9	0.5	123.6	—	—	—	1.7	109.2	0.2	790.8	11.6	7.8	111.6	4.2	0.0	0.0	0.047	—	—	—	—	0.30
弟子屈町	IV	2000.10	1137	動力揚湯	155	60.7	8.6	0.9997	1.402	295.4	3.4	0.2	132.8	0.0	—	—	1.9	34.7	0.0	862.3	15.3	6.6	43.8	4.8	0.0	0.0	0.057	—	—	—	—	0.07
網走市	IV	2001. 4	65	動力揚湯	250	23.0	8.9	0.9982	0.237	48.8	3.2	1.7	1.6	0.0	0.0	0.1	0.4	12.1	0.5	20.1	69.7	20.4	53.0	2.0	0.2	0.5	—	—	—	0.03	—	0.38
弟子屈町	IV	2001. 5	1122	動力揚湯	290	50.4	9.1	0.9984	0.501	127.2	2.1	0.1	2.6	0.2	0.2	2.2	4.3	69.8	1.2	50.3	48.5	51.9	131.8	7.9	0.0	0.0	0.094	—	—	—	—	0.08
弟子屈町	IV	2001. 8	1200	動力揚湯	357	49.2	8.6	0.9991	1.093	328.2	9.1	0.2	16.9	0.0	—	0.1	1.3	482.5	0.3	226.0	70.3	14.4	138.4	7.9	0.3	0.0	0.012	—	—	—	0.5	0.12
小清水町	IV	2003. 1	1048	動力揚湯	407	52.1	8.4	0.9996	1.430	433.7	21.6	0.3	5.7	0.0	—	0.0	3.1	543.7	0.3	0.8	229.5	25.2	142.3	22.1	1.5	0.0	0.004	—	—	—	1.7	0.12
弟子屈町	IV	2003. 3	960	動力揚湯	400	69.0	7.0	0.9998	2.069	475.1	29.8	0.6	45.4	0.0	0.2	0.3	0.9	161.0	0.0	131.1	982.0	0.7	226.0	14.5	60.3	0.0	0.080	—	—	—	—	0.13

I：西南北海道中南部 II：西南北海道北部 III：北海道中央部 IV：北海道北部 ※：除ガス成分 —：検出限界以下 \*：測定不能