

札幌市とその周辺地域における温泉資源の現況

Investigation of geothermal resources in Sapporo City and its vicinity

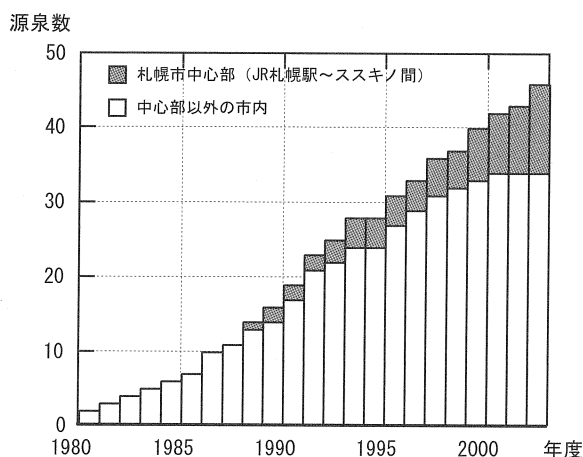
柴田 智郎・秋田 藤夫
Tomo Shibata and Fujio Akita

キーワード; 札幌市, 温泉資源, 温泉井

Key words; Sapporo City, geothermal resource, borehole

I はじめに

近年, ホテルや大規模レジャー施設での浴用利用のほか, 温泉付き分譲マンションや老人介護施設などでの利用を目的とした温泉開発が, 大都市を中心に急速に進められている。札幌市も例外ではなく, 定山溪温泉・小金湯温泉地区を除く市内平野部では, 源泉数が増加している。特に, JR札幌駅からススキノにかけての中心部では, ここ数年で源泉数が急増しており, 平成14年3月時点で市内全体の4分の1以上を占めるようになった(第1図)。



第1図 札幌市内の温泉開発状況。市内中心部 (JR札幌駅～ススキノ間) と中心部以外の市内 (定山溪温泉・小金湯温泉地区を除く) の地域

Fig.1 Change of number of boreholes in Sapporo City

このような市内平野部の源泉数の増加傾向は現在も続いており, 近い将来における温泉資源の衰退や枯渇現象の発生が懸念される。そのため, 当研究所では平成14～16年度にかけて, 源泉利用状況や資源動向を把握することを目的として, 札幌市 (定山溪温泉・黄金温泉地区を除く) とその周辺地域の温泉源泉に関する調査を行なっている。本報告では, 平成14～15年度にかけて実施した調査によって得られた資料をまとめた。

II 調査方法と結果

札幌市とその周辺地域で掘削された64源泉を調査した(第2図)。第1表にはこれらの源泉に関するデータをまとめて示す。これらの源泉の中で, 揚湯試験等の資料があるものについては, 透水量係数 T および透水係数 $k (= T/D)$ の水理定数を求めた。ただし, 一般に D は温泉貯留層の層厚であるが, ここではスクリーン長に等しいと仮定して計算した。

平成14～15年度に, ほとんどの源泉について現地調査を実施した。その際, 源泉の管理者から利用状況などについて聞き取り調査を行なうとともに, 可能な源泉については自然水位を測定し, 温泉水を採取した。試料採水時には, 温度, pHおよび電気伝導度を測定した。また, 採取した試料水の水質分析は後日実験室にて行ない, 結果を第2表に示す。

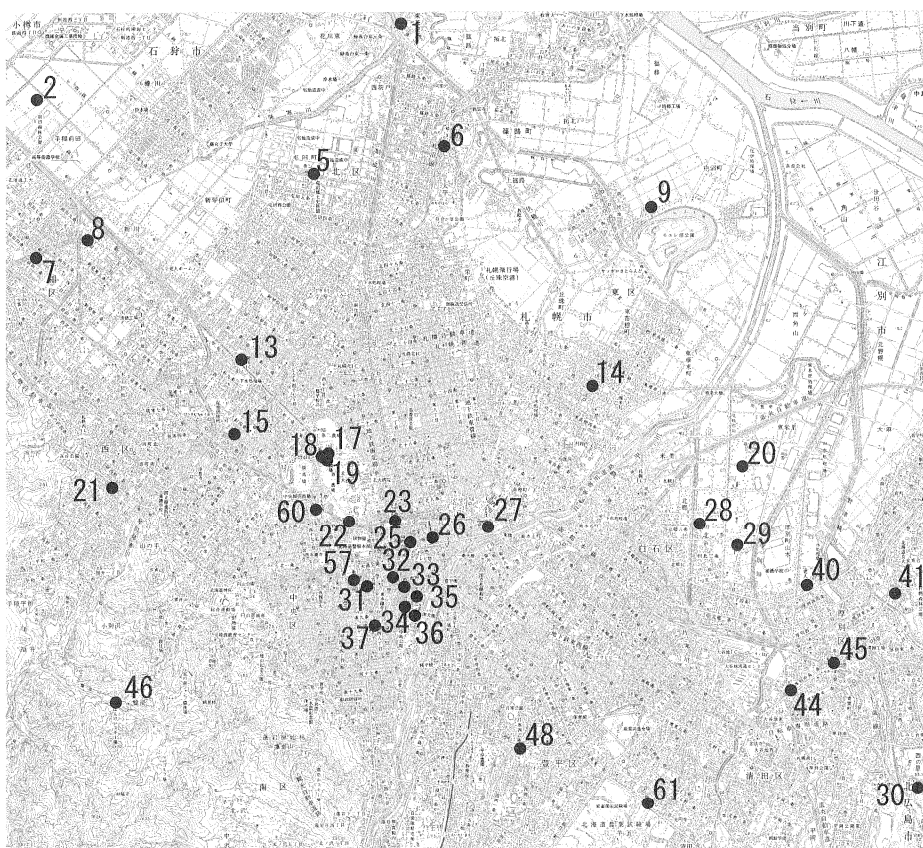
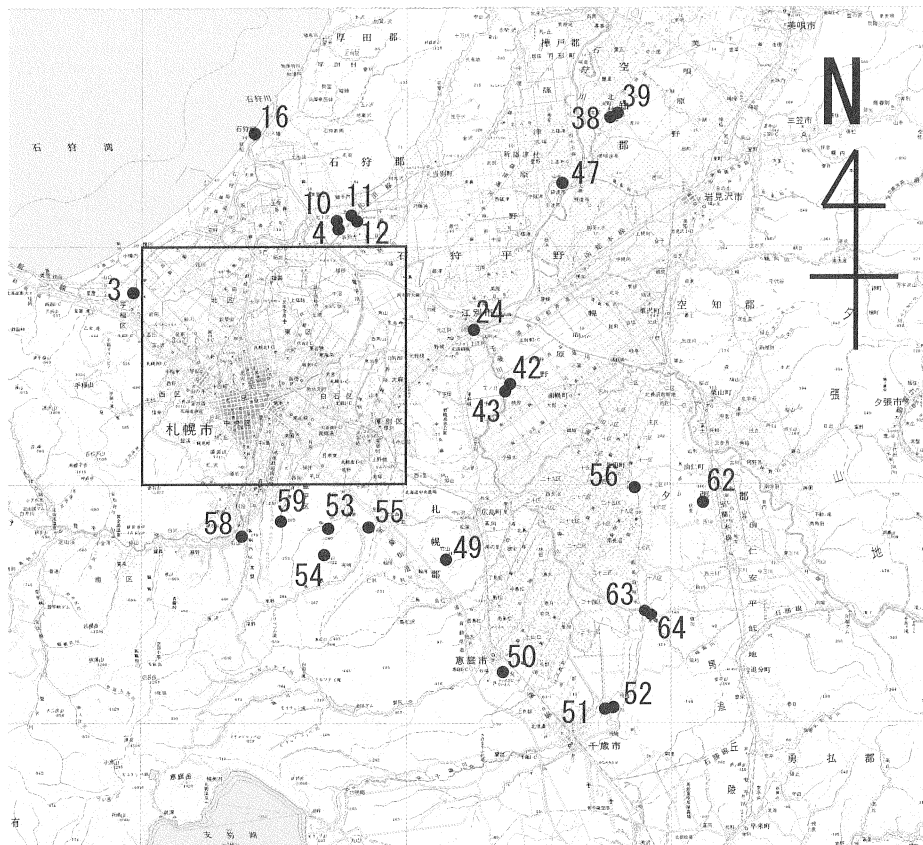
II. 1 透水量係数の推定

源泉管理者などから提供された揚湯試験の資料から, 透水量係数を推定した。透水量係数は揚湯停止後の回復試験から推定した。この場合の透水量係数 (T) は,

$$T = Q \{ \ln(t_2/t') - \ln(t_1/t') \} / \{ 4\pi(s_2 - s_1) \} \quad (1)$$

の式から求められる。ここで, Q : 揚湯量, t : 揚湯開始後の経過時間, t' : 揚湯停止後の経過時間, s : 水位である。第3図には, 源泉No.23の回復試験結果を示す。横軸に $\ln t/t'$ を, 縦軸に水位を示す。回復試験は, 一定量 Q を揚湯し, 揚湯停止後の水位回復の時間変化を測定するものである。第3図で示すように, 揚湯停止後, 一定の時間が経過すると水位変化は直線にならぶ。この直線部分に対して, (1)式を適用し, 透水量係数を計算する。

得られた透水量係数および透水係数は第3表に示した。それぞれの値は, $0.037 \sim 9.2 \text{ cm}^3/\text{sec}$ および $1.2 \sim 224 \times 10^{-6} \text{ cm}/\text{sec}$ の範囲にある。スクリーンが浅い部分にある源泉の方が, 深い部分にあるものに比べて透水量係数が大きい傾向がある。これは, 浅部の温泉貯留層と深部の貯留層の湧出能力の違いによるものであり, 浅部の温泉貯留層の方が湧出能力が高いと考えられる。スクリーンが浅部の帯水層にある源泉については, 若



第2図 源泉位置図. これらの地図の作成にあたっては, 国土交通省国土地理院発行の20万分の1および5万分の1数値地図(画像)「札幌」を使用した

Fig. 2 Locations of boreholes

第1表 札幌市（定山溪温泉・小金湯温泉地区を除く）とその周辺地域の源泉データ

Table 1 Data of boreholes in Sapporo City and its vicinity

地図番号	深 度 (m)	スクリーン 位置 (m)	調査日	泉 温 (°C)	pH	電気伝導度 (S/m)	静水位 (m)	揚湯量 (l/min)	利用・ 未利用
1	1,003		2002/8/28	29.4	7.21	3.200	-25.00	~100	利用
2	1,200	645~ 975	2002/9/27				-21.98		未利用
3	1,000	700~1,000	2002/8/1	33.2	7.25	3.180			利用
4			2002/11/20	14.2	7.56	0.410	自噴	~5	未利用
5	1,000		2002/8/28	26.6	7.29	1.565			利用
6		730~ 983	2002/8/29	13.9	8.32	0.014		~500	利用
7	700		2002/8/1	25.3	8.57	0.121			利用
8	170	480~ 600	2002/7/26	13.4	7.93	0.028			利用
9	850		2002/8/28	20.6	7.58	0.987	-4.58	~180	利用
10			2002/11/20	16.2	8.63	0.100			利用
11	100	46~ 72	2002/11/20	25.6	8.19	0.184			利用
12	60		2002/11/20	23.4	8.07	0.257	自噴		利用
13	1,000	523~ 858	2002/8/1						利用
14	1,795	1,459~1,795	2002/8/29	12.0	7.98	0.579			未利用
15	596	425~ 579	2002/7/26	20.5	8.50	0.006			利用
16	1,002	683~ 991	2002/5/23	26.5	7.77	0.680	約-5	~200	利用
17	657	288~ 376							未利用
18	600	538~ 579							利用
19	400	280~ 356							未利用
20		1,564~1,841							未利用
21	65		2002/7/26	10.3	7.84	0.023		~140	利用
22	700	519~ 684	2002/8/29				-17.36		利用
23	1,000	648~ 978	2003/3/17	22.7	8.32	1.645			利用
24	1,300	783~1,289	2002/5/24	28.1	7.58	1.280			利用
25	1,200	900~1,175	2002/6/27	28.9	7.64	1.310			利用
26	1,203	950~1,175	2002/6/27	13.6	8.09	0.620		~10	利用
27	1,200	938~1,191	2002/8/29	12.0	7.98	0.579			利用
28	1,700								利用
29	1,802	1,500~1,800	2002/7/9	22.3	7.31	4.600	-48.90	20~30	利用
30	1,000	758~ 962	2002/10/10	37.7	8.32	0.124			利用
31	751	427~ 745	2003/6/10				-23.23		未利用
32	1,000	670~ 820	2002/6/28	16.0	7.75	0.484	-12.50	~20	利用
33	1,000	599~ 929	2002/6/28	24.7	7.51	2.820		3~4	利用
34	1,460	990~1,460	2002/9/27						未利用
35	800	550~ 770	2002/6/27	25.5	7.83	1.246		30~35	利用
36	903	511~ 880	2002/7/9	12.1	7.50	2.970		~7	利用
37	950	750~ 950	2002/7/9	25.2	7.11	2.890		~4	利用
38	1,002	848~ 981	2002/10/11	41.9	7.12	3.790			利用
39	1,100	918~ 995	2002/10/11	44.6	7.13	4.120			利用
40	1,500	645~ 975	2002/7/10	13.8	8.62	0.686	-0.50		未利用
41	1,500	1,200~1,450	2002/7/11	34.6	7.86	0.171		~20	利用
42	1,508	1,195~1,497	2002/10/11	37.0	7.47	2.540			利用
43	1,500	1,190~1,500	2002/10/11	50.6	7.07	2.730			利用
44	1,000		2002/7/10	34.2	8.18	0.159			利用
45	1,000	807~1,000	2002/7/10	19.0	8.42	0.034	-11.03		利用
46	1,500		2002/9/27				自噴		未利用
47	702	482~ 680	2002/10/11	46.7	7.13	4.040			利用
48	1,150	655~1,133	2002/7/11	25.8	8.20	0.607	-13.88	100~140	利用
49	1,300	1,036~1,295	2002/11/19	26.7	8.73	0.038			利用
50	1,601	1,303~1,578	2002/11/19	15.4	7.90	1.567			利用
51	1,800	1,340~1,736	2002/11/19	24.8	9.61	0.072	自噴		利用
52	1,300	1,168~1,244	2002/11/19	18.1	9.41	0.078	自噴		利用
53	1,300	1,150~1,500	2002/7/23	27.9	8.40	0.020	自噴	~140	利用
54	1,500		2002/10/10				自噴		未利用
55	1,500	1,116~1,494	2002/7/23	29.5	8.03	0.148		180~200	利用
56	1,500	980~1,500	2002/10/10	45.6	7.57	2.920	自噴		利用
57	1,001	800~1,001	2002/6/28				-20.15		未利用
58	1,500		2002/7/23	14.8	8.02	0.232		~70	利用
59	300		2002/7/11	16.2	7.80	1.541			利用
60	603	432~ 592							利用
61	1,096	844~1,086							未利用
62	1,303	598~1,280	2002/11/20	17.1	8.37	0.205			利用
63	33		2002/10/10	24.2	8.39	0.167	自噴		利用
64	110		2002/10/10	25.4	7.79	1.146	自噴		利用

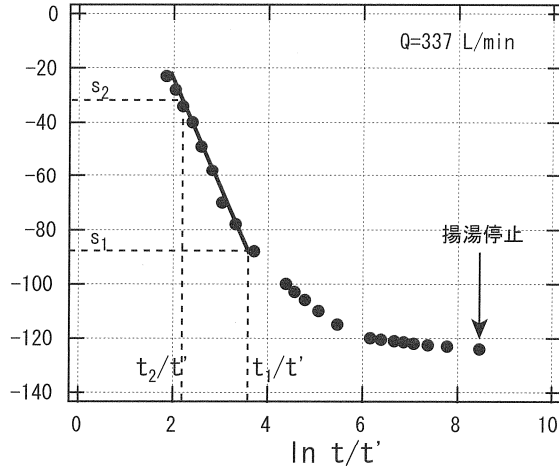
静水位の基準点は、管頭である

第2表 温泉水の化学組成
Table 2 Chemical compositions of thermal waters

地図 番号	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₂	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Li ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
	mg/L												
1	0.00	21068	83.5	1720.1	51.2	552	0.4	0.0	14510	0.0	351.8	0.0	0
3	0.00	11428	25.4	0.0	24.1	319	0.0	0.0	6911	48.2	168.7	180.1	112
4	0.81	964	1.9	42.7	20.4	481	0.9	0.0	726	0.0	27.5	42.6	5
5	0.00	7775	19.1	0.0	35.4	465	0.4	0.0	5017	0.0	0.0	108.7	0
6	0.11	4	0.0	2.5	1.1	115	1.2	0.0	27	0.0	5.9	5.1	7
7	0.77	311	0.0	10.4	3.1	650	9.1	0.1	425	0.0	18.1	8.0	2
8	0.10	13	0.0	0.0	4.7	171	0.5	0.0	32	1.3	12.0	7.4	16
9	0.00	3346	6.5	546.6	42.2	1073	2.0	0.0	2741	0.0	111.1	17.4	0
10	0.34	91	0.0	31.2	1.6	447	9.4	0.0	241	0.0	8.0	1.5	0
11	0.30	424	0.9	0.0	2.4	254	1.9	0.0	363	0.0	17.9	2.7	0
12	0.23	634	1.3	89.9	3.5	275	1.6	0.0	527	0.0	30.7	8.7	1
15	0.33	72	0.0	5.9	1.0	246	4.5	0.1	138	0.0	3.8	0.7	1
16	0.83	2048	5.2	4.9	23.3	636	1.3	0.9	1455	3.0	21.8	39.7	19
21	0.09	17	0.0	5.8	12.4	93	0.1	0.0	12	0.0	1.7	6.9	21
24	0.00	4208	8.7	0.0	85.6	1531	2.0	0.0	3059	13.0	129.7	52.5	49
25	0.00	4196	4.9	83.2	12.0	284	0.0	0.0	2569	0.0	98.7	91.2	61
26	1.02	1684	0.3	0.0	15.7	355	0.6	0.0	1112	0.0	47.9	27.9	30
27	1.36	2438	2.6	166.8	1.9	98	0.5	0.0	1359	0.0	75.7	117.6	65
29	0.00	17898	31.8	860.7	38.3	249	0.0	8.0	10393	24.7	392.1	336.1	702
30	2.40	148	0.0	29.7	3.4	469	4.8	0.0	282	0.0	15.0	0.0	0
32	0.18	1407	0.0	0.0	2.4	273	2.2	0.0	845	6.5	36.6	42.3	52
33	0.00	11416	22.7	0.0	24.7	311	0.0	9.0	6810	32.7	80.2	191.5	207
35	0.00	3218	2.8	0.0	7.8	248	1.0	0.0	1971	0.0	40.1	64.5	56
36	0.00	10578	17.8	0.0	17.9	196	0.0	8.0	6324	28.8	75.3	168.0	166
37	0.00	11350	17.5	0.0	43.0	254	0.0	11.0	5656	38.1	101.4	254.9	1029
38	0.00	30756	55.3	0.0	24.6	212	0.1	0.0	17617	0.0	582.8	261.5	1382
39	0.00	422	0.8	0.0	23.0	186	0.1	0.0	293	0.0	8.7	4.7	32
40	0.84	2104	0.0	0.0	4.7	580	5.2	0.0	1502	0.0	55.3	9.3	27
41	0.81	118	0.0	0.0	10.2	948	6.7	0.0	420	1.3	16.8	0.9	2
42	21.74	11808	30.4	0.0	89.3	1827	2.7	0.0	8173	0.0	352.8	0.0	0
43	0.00	20136	41.2	0.0	46.7	373	0.2	0.0	12916	0.0	499.2	0.0	0
44	1.55	90	0.0	4.0	8.7	905	7.1	0.0	389	0.0	14.0	0.0	5
45	0.16	11	0.0	2.8	4.2	99	0.2	0.1	40	0.0	6.5	0.2	2
47	0.00	32778	69.7	0.0	25.5	227	0.2	0.0	20190	0.0	570.1	140.4	497
48	1.51	1769	2.8	0.0	3.2	215	1.1	0.0	1118	0.0	22.1	3.3	82
49	2.48	9	0.0	5.7	0.7	238	6.3	0.0	98	0.0	5.9	0.4	1
50	3.74	5840	11.2	0.0	6.6	356	1.4	0.0	3353	0.0	75.8	0.0	463
51	0.42	70	0.2	10.7	0.1	307	61.6	0.0	165	0.0	2.6	0.0	0
52	0.35	95	0.2	20.1	0.2	338	42.8	0.0	196	0.0	4.2	0.0	0
53	0.36	10	0.0	5.3	0.2	138	7.3	0.0	61	0.0	1.7	0.0	1
55	0.61	350	0.2	52.9	1.0	97	0.7	0.1	258	0.0	5.1	1.8	22
56	0.00	18431	37.6	0.0	3.3	82	0.1	0.0	11830	0.0	276.9	0.0	0
58	0.35	114	0.1	1.7	1.9	117	0.5	0.1	92	0.3	4.2	5.9	11
59	0.00	5411	17.9	0.0	6.0	217	1.0	0.0	3413	19.5	0.0	36.8	78
62	1.09	105	0.0	63.6	8.1	1230	14.2	0.0	566	0.0	14.6	0.0	0
63	0.52	35	0.0	0.0	6.7	1030	12.5	0.0	406	0.0	16.7	0.0	0
64	25.04	4692	10.1	0.0	15.2	636	1.9	0.0	3243	0.0	116.4	3.4	0

浜 (1990) が源泉No.17~19の干渉試験法で求めた値と調和的である。

水位 (m)



第3図 回復試験に伴う水位変化 (源泉No. 23)

Fig. 3 Water level change after discharging (No. 23)

II. 2 泉質の分析

温泉水の水質分析は、主成分イオン (陽イオン・陰イオン) についてはイオンクロマトグラフ (横河アナリティカルシステム社製IC7000S) を用いて行なった。炭酸濃度 (CO_2 , HCO_3^-) は、滴定法により測定し、指示薬としてメチルオレンジとフェノールフタレインを、滴定溶液として0.05NのHClと0.05Nの Na_2CO_3 を用いた。

分析結果は第2表に示してある。温泉水の成分は各源泉により、濃度が大きく異なっている。しかし泉質は、ほとんどがナトリウム-塩化物泉である。

III おわりに

札幌市とその周辺地域には、平成15年3月現在で利

用・未利用を含め、64源泉があり、これらの源泉について現在の状況を調査した。透水量係数および透水係数は、それぞれ $0.037 \sim 9.2 \text{ cm}^2/\text{sec}$ および $1.2 \sim 224 \times 10^{-6} \text{ cm}/\text{sec}$ であり、値は大きく分散する。また、温泉水を採取できる源泉については成分分析を行ない、ほとんどがナトリウム-塩化物泉であることがわかった。

この地域ではさらなる温泉開発が進められることが考えられるので、今後も温泉資源の動向について注意深く観測を継続する必要がある。

第3表 透水量係数と透水係数
Table 3 Hydraulic diffusivity and conductivity

地図番号	透水量係数 (T) cm^2/sec	透水係数 (k) $\times 10^{-6} \text{ cm}/\text{sec}$	
17	9.2	105	注1
18	9.2	224	注1
19	9.2	121	注1
22	0.68	41	
23	0.17	5.2	
25	0.16	6.0	
29	0.037	1.2	
31	1.1	34	
57	0.072	3.6	

注1は若浜 (1990) による。

謝 辞

源泉管理者の方々、および北海道保健福祉部の職員からは、現地調査に際して多大なご協力と資料の提供をいただいた。ここに記して謝意を表する。

文 献

若浜 洋 (1990) : 研究庁舎における地熱水生産試験結果の定量解析 (第1報)。地下資源調査所報告, 62, 85-99.