

表 20 露天風呂測定 D 湯面から上方 10cm 位置

GASTEC CORPORATION ANALYS Ver.5.06.000
 本体型式 GAS-8AT
 製造番号 001111 識別名 1111
 logファイル名:露天風呂② 測定0湯面上10cm

レコード番号 1
 開始時刻 2018/02/02 08:43:19
 終了時刻 2018/02/02 10:30:55
 データ数108
 センサレンジ 100ppm
 ログング間隔 1分
 濃度ログング条件 瞬時
 温度ログングあり
 温度ログング条件 瞬時

検知値測定値	
時刻	濃度(ppm)
2018/2/2 8:38	0

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
1	2018/2/2 8:43	0	18.8
2	2018/2/2 8:44	0	18.8
3	2018/2/2 8:45	0	18.8
4	2018/2/2 8:46	0	18.8
5	2018/2/2 8:47	0	18.8
6	2018/2/2 8:48	0	18.8
7	2018/2/2 8:49	0	18.8
8	2018/2/2 8:50	0	18.4
9	2018/2/2 8:51	0	18.2
10	2018/2/2 8:52	0	18.1
11	2018/2/2 8:53	0	1.3
12	2018/2/2 8:54	0	1.2
13	2018/2/2 8:55	0	1.4
14	2018/2/2 8:56	0	1.3
15	2018/2/2 8:57	1	1.3
16	2018/2/2 8:58	0	1.3
17	2018/2/2 8:59	0	1.3
18	2018/2/2 9:00	0	1.4
19	2018/2/2 9:01	0	1.2
20	2018/2/2 9:02	0	1.3
21	2018/2/2 9:03	0	1.3
22	2018/2/2 9:04	0	1.3
23	2018/2/2 9:05	0	1.3
24	2018/2/2 9:06	0	1.3
25	2018/2/2 9:07	0	1.1
26	2018/2/2 9:08	0	1.3
27	2018/2/2 9:09	0	1.1
28	2018/2/2 9:10	0	1.3
29	2018/2/2 9:11	0	1.4
30	2018/2/2 9:12	0	1.2
31	2018/2/2 9:13	0	1.3
32	2018/2/2 9:14	0	1.3
33	2018/2/2 9:15	0	1.1
34	2018/2/2 9:16	0	1.3
35	2018/2/2 9:17	0	1.4
36	2018/2/2 9:18	0	1.3
37	2018/2/2 9:19	0	1.3
38	2018/2/2 9:20	0	1.1
39	2018/2/2 9:21	0	1.3
40	2018/2/2 9:22	0	1.3
41	2018/2/2 9:23	0	4.3
42	2018/2/2 9:24	0	4.3
43	2018/2/2 9:25	0	4.3
44	2018/2/2 9:26	0	4.3
45	2018/2/2 9:27	0	4.1
46	2018/2/2 9:28	0	4.3
47	2018/2/2 9:29	0	4.3
48	2018/2/2 9:30	0	4.3
49	2018/2/2 9:31	0	4.3
50	2018/2/2 9:32	0	4.4

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
51	2018/2/2 9:33	0	4.3
52	2018/2/2 9:34	0	4.3
53	2018/2/2 9:35	0	4.3
54	2018/2/2 9:36	0	4.3
55	2018/2/2 9:37	0	4.1
56	2018/2/2 9:38	0	4.1
57	2018/2/2 9:39	0	4.1
58	2018/2/2 9:40	0	4.0
59	2018/2/2 9:41	0	4.0
60	2018/2/2 9:42	0	4.0
61	2018/2/2 9:43	0	4.0
62	2018/2/2 9:44	0	3.9
63	2018/2/2 9:45	0	3.9
64	2018/2/2 9:46	0	3.9
65	2018/2/2 9:47	0	3.8
66	2018/2/2 9:48	0	3.8
67	2018/2/2 9:49	0	3.8
68	2018/2/2 9:50	0	3.8
69	2018/2/2 9:51	0	3.8
70	2018/2/2 9:52	0	3.8
71	2018/2/2 9:53	0	3.8
72	2018/2/2 9:54	0	3.8
73	2018/2/2 9:55	0	3.8
74	2018/2/2 9:56	0	3.8
75	2018/2/2 9:57	0	3.8
76	2018/2/2 9:58	0	3.8
77	2018/2/2 9:59	0	3.8
78	2018/2/2 10:00	0	3.8
79	2018/2/2 10:01	0	3.8
80	2018/2/2 10:02	0	4.0
81	2018/2/2 10:03	0	4.0
82	2018/2/2 10:04	0	4.1
83	2018/2/2 10:05	0	4.1
84	2018/2/2 10:06	0	4.1
85	2018/2/2 10:07	0	4.2
86	2018/2/2 10:08	0	4.2
87	2018/2/2 10:09	0	4.2
88	2018/2/2 10:10	0	4.2
89	2018/2/2 10:11	0	4.2
90	2018/2/2 10:12	0	4.1
91	2018/2/2 10:13	0	4.4
92	2018/2/2 10:14	0	4.4
93	2018/2/2 10:15	0	4.5
94	2018/2/2 10:16	0	4.5
95	2018/2/2 10:17	0	4.5
96	2018/2/2 10:18	0	4.5
97	2018/2/2 10:19	0	4.5
98	2018/2/2 10:20	0	4.5
99	2018/2/2 10:21	0	4.4
100	2018/2/2 10:22	0	4.4

表 21 露天風呂測定 D 床面から上方 70cm 位置

GASTEC CORPORATION ANALYS Ver.5.06.000
 本体型式 GAS-8AT
 製造番号 001305 識別名 1205
 logファイル名:露天風呂④ 測定D床面上70cm

レコード番号 1
 開始時刻 2018/02/02 08:44:33
 終了時刻 2018/02/02 10:30:40
 データ数107
 センサレンジ 100ppm
 ログング間隔 1分
 濃度ログング条件 瞬時
 温度ログングあり
 温度ログング条件 瞬時

検知値測定値	
時刻	濃度(ppm)
2018/2/2 8:34	0

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
1	2018/2/2 8:44	0	11.4
2	2018/2/2 8:45	0	11.3
3	2018/2/2 8:46	0	11.6
4	2018/2/2 8:47	0	11.6
5	2018/2/2 8:48	0	11.7
6	2018/2/2 8:49	0	11.7
7	2018/2/2 8:50	0	11.7
8	2018/2/2 8:51	0	11.6
9	2018/2/2 8:52	0	11.4
10	2018/2/2 8:53	0	11.3
11	2018/2/2 8:54	0	11.3
12	2018/2/2 8:55	0	11.6
13	2018/2/2 8:56	0	11.5
14	2018/2/2 8:57	1	11.3
15	2018/2/2 8:58	0	11.0
16	2018/2/2 8:59	0	8.7
17	2018/2/2 9:00	0	8.4
18	2018/2/2 9:01	0	8.3
19	2018/2/2 9:02	0	8.3
20	2018/2/2 9:03	0	8.3
21	2018/2/2 9:04	0	8.3
22	2018/2/2 9:05	0	8.3
23	2018/2/2 9:06	0	7.9
24	2018/2/2 9:07	0	7.9
25	2018/2/2 9:08	0	7.9
26	2018/2/2 9:09	0	7.9
27	2018/2/2 9:10	0	8.3
28	2018/2/2 9:11	0	8.6
29	2018/2/2 9:12	0	8.3
30	2018/2/2 9:13	0	8.3
31	2018/2/2 9:14	0	8.3
32	2018/2/2 9:15	0	8.7
33	2018/2/2 9:16	0	8.5
34	2018/2/2 9:17	0	8.3
35	2018/2/2 9:18	0	8.3
36	2018/2/2 9:19	0	8.3
37	2018/2/2 9:20	0	4.6
38	2018/2/2 9:21	0	4.8
39	2018/2/2 9:22	0	4.7
40	2018/2/2 9:23	0	4.6
41	2018/2/2 9:24	0	4.5
42	2018/2/2 9:25	0	4.5
43	2018/2/2 9:26	0	4.4
44	2018/2/2 9:27	0	4.3
45	2018/2/2 9:28	0	4.2
46	2018/2/2 9:29	0	4.1
47	2018/2/2 9:30	0	4.1
48	2018/2/2 9:31	0	4.6
49	2018/2/2 9:32	0	3.8
50	2018/2/2 9:33	0	3.7

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
51	2018/2/2 9:34	0	3.7
52	2018/2/2 9:35	0	3.6
53	2018/2/2 9:36	0	3.6
54	2018/2/2 9:37	0	3.4
55	2018/2/2 9:38	0	3.3
56	2018/2/2 9:39	0	3.3
57	2018/2/2 9:40	0	3.3
58	2018/2/2 9:41	0	3.3
59	2018/2/2 9:42	0	3.1
60	2018/2/2 9:43	0	3.1
61	2018/2/2 9:44	0	3.1
62	2018/2/2 9:45	0	3.0
63	2018/2/2 9:46	0	2.9
64	2018/2/2 9:47	0	2.9
65	2018/2/2 9:48	0	2.8
66	2018/2/2 9:49	0	2.7
67	2018/2/2 9:50	0	2.6
68	2018/2/2 9:51	0	2.6
69	2018/2/2 9:52	0	2.6
70	2018/2/2 9:53	0	2.5
71	2018/2/2 9:54	0	2.5
72	2018/2/2 9:55	0	2.5
73	2018/2/2 9:56	0	2.4
74	2018/2/2 9:57	0	2.4
75	2018/2/2 9:58	0	2.4
76	2018/2/2 9:59	0	2.3
77	2018/2/2 10:00	0	2.3
78	2018/2/2 10:01	0	2.3
79	2018/2/2 10:02	0	2.3
80	2018/2/2 10:03	0	2.3
81	2018/2/2 10:04	0	2.3
82	2018/2/2 10:05	0	2.3
83	2018/2/2 10:06	0	2.3
84	2018/2/2 10:07	0	2.3
85	2018/2/2 10:08	0	2.3
86	2018/2/2 10:09	0	2.1
87	2018/2/2 10:10	0	2.1
88	2018/2/2 10:11	0	2.1
89	2018/2/2 10:12	0	2.1
90	2018/2/2 10:13	0	2.1
91	2018/2/2 10:14	0	2.0
92	2018/2/2 10:15	0	2.0
93	2018/2/2 10:16	0	2.0
94	2018/2/2 10:17	0	2.0
95	2018/2/2 10:18	0	2.0
96	2018/2/2 10:19	0	2.0
97	2018/2/2 10:20	0	2.0
98	2018/2/2 10:21	0	2.0
99	2018/2/2 10:22	0	2.0
100	2018/2/2 10:23	0	2.0

表 22 露天風呂測定 E 湯温調整槽湯面から上方 10cm 位置

GASTEC CORPORATION ANALYSIS Ver.5.06.000
 本体型式 GAS-8AT
 製造番号 001371 施設名 1371
 logファイル名:露天風呂② 測定E湯面上10cm(湯温調整槽)

レコード番号 1
 開始時刻 2016/02/02 08:44:01
 終了時刻 2016/02/02 10:23:21
 データ数108
 センサレンジ 100ppm
 ロギング間隔 1分
 濃度ロギング条件 瞬時
 流量ロギングあり
 温度ロギング条件 瞬時

検知値測定値	
時刻	濃度(ppm)
2016/2/2 8:43	25

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
1	2016/2/2 8:44	0	18.3
2	2016/2/2 8:45	0	18.4
3	2016/2/2 8:46	0	18.4
4	2016/2/2 8:47	0	18.4
5	2016/2/2 8:48	1	18.4
6	2016/2/2 8:49	0	18.4
7	2016/2/2 8:50	0	18.3
8	2016/2/2 8:51	0	18.2
9	2016/2/2 8:52	0	1.9
10	2016/2/2 8:53	0	1.7
11	2016/2/2 8:54	0	1.4
12	2016/2/2 8:55	0	1.1
13	2016/2/2 8:56	2	1.0
14	2016/2/2 8:57	1	1.3
15	2016/2/2 8:58	0	1.2
16	2016/2/2 8:59	0	1.5
17	2016/2/2 9:00	1	1.6
18	2016/2/2 9:01	0	1.9
19	2016/2/2 9:02	0	1.9
20	2016/2/2 9:03	0	1.7
21	2016/2/2 9:04	0	1.4
22	2016/2/2 9:05	0	1.1
23	2016/2/2 9:06	0	1.0
24	2016/2/2 9:07	0	1.5
25	2016/2/2 9:08	0	1.3
26	2016/2/2 9:09	0	1.9
27	2016/2/2 9:10	1	1.8
28	2016/2/2 9:11	0	1.5
29	2016/2/2 9:12	0	1.2
30	2016/2/2 9:13	1	1.9
31	2016/2/2 9:14	0	1.7
32	2016/2/2 9:15	0	1.5
33	2016/2/2 9:16	0	1.3
34	2016/2/2 9:17	20	1.1
35	2016/2/2 9:18	110	1.0
36	2016/2/2 9:19	66	1.9
37	2016/2/2 9:20	26	1.6
38	2016/2/2 9:21	72	2.8
39	2016/2/2 9:22	92	2.8
40	2016/2/2 9:23	32	1.9
41	2016/2/2 9:24	120	1.9
42	2016/2/2 9:25	56	1.1
43	2016/2/2 9:26	92	1.1
44	2016/2/2 9:27	62	1.2
45	2016/2/2 9:28	30	1.3
46	2016/2/2 9:29	54	1.3
47	2016/2/2 9:30	80	1.3
48	2016/2/2 9:31	61	1.3
49	2016/2/2 9:32	64	1.4
50	2016/2/2 9:33	70	1.4

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
51	2016/2/2 9:34	88	1.5
52	2016/2/2 9:35	101	1.5
53	2016/2/2 9:36	104	1.6
54	2016/2/2 9:37	106	1.1
55	2016/2/2 9:38	125	1.1
56	2016/2/2 9:39	52	1.8
57	2016/2/2 9:40	41	1.9
58	2016/2/2 9:41	34	1.0
59	2016/2/2 9:42	21	1.0
60	2016/2/2 9:43	22	1.1
61	2016/2/2 9:44	19	1.1
62	2016/2/2 9:45	3	1.1
63	2016/2/2 9:46	42	1.1
64	2016/2/2 9:47	19	1.0
65	2016/2/2 9:48	55	1.0
66	2016/2/2 9:49	51	1.0
67	2016/2/2 9:50	106	1.0
68	2016/2/2 9:51	19	0.9
69	2016/2/2 9:52	69	1.0
70	2016/2/2 9:53	111	1.0
71	2016/2/2 9:54	18	1.0
72	2016/2/2 9:55	11	1.0
73	2016/2/2 9:56	22	1.0
74	2016/2/2 9:57	22	1.0
75	2016/2/2 9:58	29	1.0
76	2016/2/2 9:59	23	1.0
77	2016/2/2 10:00	45	1.1
78	2016/2/2 10:01	28	1.1
79	2016/2/2 10:02	19	1.1
80	2016/2/2 10:03	34	1.1
81	2016/2/2 10:04	49	1.2
82	2016/2/2 10:05	57	1.2
83	2016/2/2 10:06	125	1.2
84	2016/2/2 10:07	69	1.2
85	2016/2/2 10:08	35	1.2
86	2016/2/2 10:09	45	1.2
87	2016/2/2 10:10	29	1.2
88	2016/2/2 10:11	101	1.2
89	2016/2/2 10:12	88	1.2
90	2016/2/2 10:13	61	1.1
91	2016/2/2 10:14	62	1.3
92	2016/2/2 10:15	69	1.4
93	2016/2/2 10:16	69	1.4
94	2016/2/2 10:17	64	1.5
95	2016/2/2 10:18	62	1.5
96	2016/2/2 10:19	7	1.5
97	2016/2/2 10:20	2	1.6
98	2016/2/2 10:21	1	1.5
99	2016/2/2 10:22	9	1.5
100	2016/2/2 10:23	9	1.6

表 23 露天風呂測定 F 湯面から上方 10cm 位置

GASTEC CORPORATION ANALYS Ver.5.06.000
 本体型式 GAS-8AT
 製造番号 001342 測定名 1242
 lgdファイル名:露天風呂⑤ 測定F湯面上10cm

レコード番号 1
 開始時刻 2018/02/02 08:43:11
 終了時刻 2018/02/02 10:32:29
 データ数110
 センサレンジ 100ppm
 ログング間隔 1分
 濃度ログング条件 瞬時
 温度ログングあり
 温度ログング条件 瞬時

検知値測定値	
時刻	濃度(ppm)
2018/2/2 8:33	0

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
1	2018/2/2 8:43	0	18.0
2	2018/2/2 8:44	0	18.1
3	2018/2/2 8:45	0	18.1
4	2018/2/2 8:46	0	18.2
5	2018/2/2 8:47	0	18.2
6	2018/2/2 8:48	1	18.2
7	2018/2/2 8:49	0	18.1
8	2018/2/2 8:50	1	18.0
9	2018/2/2 8:51	0	1.8
10	2018/2/2 8:52	0	1.8
11	2018/2/2 8:53	0	1.3
12	2018/2/2 8:54	0	1.0
13	2018/2/2 8:55	1	1.0
14	2018/2/2 8:56	0	1.3
15	2018/2/2 8:57	1	1.0
16	2018/2/2 8:58	0	1.0
17	2018/2/2 8:59	1	1.3
18	2018/2/2 9:00	1	1.0
19	2018/2/2 9:01	0	1.0
20	2018/2/2 9:02	0	1.4
21	2018/2/2 9:03	0	1.1
22	2018/2/2 9:04	1	1.0
23	2018/2/2 9:05	0	1.0
24	2018/2/2 9:06	1	1.0
25	2018/2/2 9:07	0	4.0
26	2018/2/2 9:08	0	4.0
27	2018/2/2 9:09	0	4.4
28	2018/2/2 9:10	1	4.1
29	2018/2/2 9:11	0	1.0
30	2018/2/2 9:12	0	1.0
31	2018/2/2 9:13	0	1.4
32	2018/2/2 9:14	0	1.1
33	2018/2/2 9:15	0	2.0
34	2018/2/2 9:16	0	2.0
35	2018/2/2 9:17	0	1.1
36	2018/2/2 9:18	0	1.5
37	2018/2/2 9:19	0	1.5
38	2018/2/2 9:20	0	2.4
39	2018/2/2 9:21	0	2.0
40	2018/2/2 9:22	0	1.0
41	2018/2/2 9:23	0	2.1
42	2018/2/2 9:24	0	2.1
43	2018/2/2 9:25	0	2.0
44	2018/2/2 9:26	1	2.0
45	2018/2/2 9:27	0	2.0
46	2018/2/2 9:28	0	2.0
47	2018/2/2 9:29	0	2.0
48	2018/2/2 9:30	0	1.0
49	2018/2/2 9:31	0	1.0
50	2018/2/2 9:32	0	1.0

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
51	2018/2/2 9:33	0	1.0
52	2018/2/2 9:34	0	1.0
53	2018/2/2 9:35	0	1.0
54	2018/2/2 9:36	1	1.1
55	2018/2/2 9:37	0	1.1
56	2018/2/2 9:38	0	1.1
57	2018/2/2 9:39	0	1.1
58	2018/2/2 9:40	0	1.1
59	2018/2/2 9:41	0	1.1
60	2018/2/2 9:42	0	1.1
61	2018/2/2 9:43	0	1.1
62	2018/2/2 9:44	0	1.1
63	2018/2/2 9:45	0	1.1
64	2018/2/2 9:46	0	1.0
65	2018/2/2 9:47	0	1.0
66	2018/2/2 9:48	0	1.0
67	2018/2/2 9:49	0	1.0
68	2018/2/2 9:50	0	1.0
69	2018/2/2 9:51	0	1.0
70	2018/2/2 9:52	1	2.0
71	2018/2/2 9:53	1	2.0
72	2018/2/2 9:54	0	2.1
73	2018/2/2 9:55	0	2.1
74	2018/2/2 9:56	0	2.0
75	2018/2/2 9:57	0	2.0
76	2018/2/2 9:58	0	2.2
77	2018/2/2 9:59	0	2.0
78	2018/2/2 10:00	0	2.4
79	2018/2/2 10:01	0	2.4
80	2018/2/2 10:02	0	2.0
81	2018/2/2 10:03	1	2.0
82	2018/2/2 10:04	0	2.0
83	2018/2/2 10:05	0	2.1
84	2018/2/2 10:06	0	2.1
85	2018/2/2 10:07	0	2.1
86	2018/2/2 10:08	0	2.0
87	2018/2/2 10:09	0	2.0
88	2018/2/2 10:10	0	2.0
89	2018/2/2 10:11	0	2.0
90	2018/2/2 10:12	0	3.0
91	2018/2/2 10:13	0	3.0
92	2018/2/2 10:14	0	3.1
93	2018/2/2 10:15	0	3.1
94	2018/2/2 10:16	0	3.1
95	2018/2/2 10:17	0	3.1
96	2018/2/2 10:18	0	3.0
97	2018/2/2 10:19	0	3.0
98	2018/2/2 10:20	0	3.0
99	2018/2/2 10:21	0	3.1
100	2018/2/2 10:22	0	3.0

表 24 露天風呂測定 F 湯面から上方 70cm 位置

GASTEC CORPORATION ANALYS Ver.5.06.000
 本体型式 GAS-8AT
 製造番号 001130 識別名 1130
 logファイル名:露天風呂② 測定F湯面上70cm

レコード番号 1
 開始時刻 2018/02/02 08:42:38
 終了時刻 2018/02/02 10:21:24
 データ数110
 センサレンジ 100ppm
 ログング間隔 1分
 濃度ログング条件 瞬時
 温度ログングあり
 温度ログング条件 瞬時

検知値測定値	
時刻	濃度(ppm)
2018/2/2 8:34	0

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
1	2018/2/2 8:42	0	18.5
2	2018/2/2 8:43	0	18.7
3	2018/2/2 8:44	0	18.8
4	2018/2/2 8:45	0	18.8
5	2018/2/2 8:46	0	18.8
6	2018/2/2 8:47	0	18.8
7	2018/2/2 8:48	1	18.8
8	2018/2/2 8:49	0	18.7
9	2018/2/2 8:50	1	18.5
10	2018/2/2 8:51	0	18.3
11	2018/2/2 8:52	0	18.0
12	2018/2/2 8:53	0	1.2
13	2018/2/2 8:54	0	1.4
14	2018/2/2 8:55	0	1.1
15	2018/2/2 8:56	0	1.2
16	2018/2/2 8:57	1	1.4
17	2018/2/2 8:58	0	1.1
18	2018/2/2 8:59	1	1.0
19	2018/2/2 9:00	1	1.4
20	2018/2/2 9:01	0	1.1
21	2018/2/2 9:02	0	1.3
22	2018/2/2 9:03	0	1.4
23	2018/2/2 9:04	0	1.1
24	2018/2/2 9:05	0	1.3
25	2018/2/2 9:06	1	1.5
26	2018/2/2 9:07	0	1.1
27	2018/2/2 9:08	0	1.3
28	2018/2/2 9:09	0	1.5
29	2018/2/2 9:10	0	1.3
30	2018/2/2 9:11	0	1.0
31	2018/2/2 9:12	0	1.3
32	2018/2/2 9:13	0	1.5
33	2018/2/2 9:14	0	1.3
34	2018/2/2 9:15	0	1.1
35	2018/2/2 9:16	0	1.0
36	2018/2/2 9:17	0	1.3
37	2018/2/2 9:18	0	1.5
38	2018/2/2 9:19	0	1.7
39	2018/2/2 9:20	0	1.8
40	2018/2/2 9:21	0	1.5
41	2018/2/2 9:22	0	1.5
42	2018/2/2 9:23	0	1.4
43	2018/2/2 9:24	0	1.4
44	2018/2/2 9:25	0	1.4
45	2018/2/2 9:26	0	1.3
46	2018/2/2 9:27	0	1.3
47	2018/2/2 9:28	0	1.2
48	2018/2/2 9:29	0	1.2
49	2018/2/2 9:30	0	1.0
50	2018/2/2 9:31	0	1.0

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
51	2018/2/2 9:32	0	1.3
52	2018/2/2 9:33	0	1.3
53	2018/2/2 9:34	0	1.3
54	2018/2/2 9:35	0	1.3
55	2018/2/2 9:36	0	1.3
56	2018/2/2 9:37	0	1.1
57	2018/2/2 9:38	0	1.1
58	2018/2/2 9:39	0	1.3
59	2018/2/2 9:40	0	1.3
60	2018/2/2 9:41	0	1.3
61	2018/2/2 9:42	0	1.3
62	2018/2/2 9:43	0	1.3
63	2018/2/2 9:44	0	1.3
64	2018/2/2 9:45	0	1.3
65	2018/2/2 9:46	0	1.3
66	2018/2/2 9:47	0	1.3
67	2018/2/2 9:48	0	1.3
68	2018/2/2 9:49	0	1.3
69	2018/2/2 9:50	0	1.4
70	2018/2/2 9:51	0	1.4
71	2018/2/2 9:52	0	1.4
72	2018/2/2 9:53	0	1.4
73	2018/2/2 9:54	0	1.4
74	2018/2/2 9:55	0	1.4
75	2018/2/2 9:56	0	1.4
76	2018/2/2 9:57	0	1.4
77	2018/2/2 9:58	0	1.3
78	2018/2/2 9:59	0	1.3
79	2018/2/2 10:00	0	1.3
80	2018/2/2 10:01	0	1.1
81	2018/2/2 10:02	0	1.1
82	2018/2/2 10:03	0	1.3
83	2018/2/2 10:04	0	1.3
84	2018/2/2 10:05	0	1.3
85	2018/2/2 10:06	0	1.0
86	2018/2/2 10:07	0	1.0
87	2018/2/2 10:08	0	1.1
88	2018/2/2 10:09	0	1.1
89	2018/2/2 10:10	0	1.1
90	2018/2/2 10:11	0	1.3
91	2018/2/2 10:12	0	1.3
92	2018/2/2 10:13	0	1.3
93	2018/2/2 10:14	0	1.3
94	2018/2/2 10:15	0	1.3
95	2018/2/2 10:16	0	1.3
96	2018/2/2 10:17	0	1.3
97	2018/2/2 10:18	0	1.4
98	2018/2/2 10:19	0	1.4
99	2018/2/2 10:20	0	1.3
100	2018/2/2 10:21	0	1.3

表 25 露天風呂測定 G (浴槽への温泉注入口) 湯面から上方 10cm 位置

GASTEC CORPORATION ANALYS Ver.5.06.000
 本体型式 GAS-8AT
 製造番号 001303 施設名 1203
 logファイル名: 露天風呂⑤ 測定 G (湯落ち口湯面上10cm)

レコード番号 1
 開始時刻 2016/02/02 08:44:37
 終了時刻 2016/02/02 10:23:47
 データ数108
 センサレンジ 100ppm
 ログング間隔 1分
 濃度ログング条件 瞬時
 温度ログングあり
 温度ログング条件 瞬時

施設管理画面	
時刻	濃度(ppm)
2016/2/2 8:40	0

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
1	2016/2/2 8:44	0	11.1
2	2016/2/2 8:45	0	11.1
3	2016/2/2 8:46	0	11.1
4	2016/2/2 8:47	0	11.2
5	2016/2/2 8:48	0	11.2
6	2016/2/2 8:49	0	11.1
7	2016/2/2 8:50	0	11.2
8	2016/2/2 8:51	1	12.2
9	2016/2/2 8:52	2	12.4
10	2016/2/2 8:53	1	12.2
11	2016/2/2 8:54	1	11.9
12	2016/2/2 8:55	1	11.8
13	2016/2/2 8:56	2	11.3
14	2016/2/2 8:57	2	11.1
15	2016/2/2 8:58	0	10.8
16	2016/2/2 8:59	1	10.5
17	2016/2/2 9:00	2	10.2
18	2016/2/2 9:01	4	10.0
19	2016/2/2 9:02	1	9.7
20	2016/2/2 9:03	1	9.5
21	2016/2/2 9:04	2	9.2
22	2016/2/2 9:05	2	9.0
23	2016/2/2 9:06	1	8.7
24	2016/2/2 9:07	1	8.5
25	2016/2/2 9:08	2	8.3
26	2016/2/2 9:09	0	8.0
27	2016/2/2 9:10	1	7.8
28	2016/2/2 9:11	0	7.5
29	2016/2/2 9:12	0	7.3
30	2016/2/2 9:13	1	7.0
31	2016/2/2 9:14	1	7.0
32	2016/2/2 9:15	0	6.9
33	2016/2/2 9:16	0	6.8
34	2016/2/2 9:17	1	6.8
35	2016/2/2 9:18	1	6.5
36	2016/2/2 9:19	1	6.3
37	2016/2/2 9:20	1	6.2
38	2016/2/2 9:21	0	6.1
39	2016/2/2 9:22	1	6.0
40	2016/2/2 9:23	0	5.9
41	2016/2/2 9:24	0	5.9
42	2016/2/2 9:25	0	5.7
43	2016/2/2 9:26	1	5.7
44	2016/2/2 9:27	1	5.6
45	2016/2/2 9:28	0	5.5
46	2016/2/2 9:29	0	5.4
47	2016/2/2 9:30	0	5.4
48	2016/2/2 9:31	1	5.2
49	2016/2/2 9:32	1	5.1
50	2016/2/2 9:33	0	5.1

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度[℃]
51	2016/2/2 9:34	1	5.0
52	2016/2/2 9:35	2	4.9
53	2016/2/2 9:36	1	4.8
54	2016/2/2 9:37	1	4.8
55	2016/2/2 9:38	1	4.8
56	2016/2/2 9:39	1	4.8
57	2016/2/2 9:40	1	4.8
58	2016/2/2 9:41	0	4.8
59	2016/2/2 9:42	0	4.8
60	2016/2/2 9:43	0	4.7
61	2016/2/2 9:44	0	4.7
62	2016/2/2 9:45	1	4.7
63	2016/2/2 9:46	2	4.6
64	2016/2/2 9:47	0	4.6
65	2016/2/2 9:48	0	4.6
66	2016/2/2 9:49	0	4.5
67	2016/2/2 9:50	1	4.5
68	2016/2/2 9:51	1	4.4
69	2016/2/2 9:52	1	4.4
70	2016/2/2 9:53	1	4.4
71	2016/2/2 9:54	1	4.3
72	2016/2/2 9:55	1	4.3
73	2016/2/2 9:56	0	4.3
74	2016/2/2 9:57	0	4.3
75	2016/2/2 9:58	0	4.2
76	2016/2/2 9:59	0	4.2
77	2016/2/2 10:00	1	4.2
78	2016/2/2 10:01	0	4.2
79	2016/2/2 10:02	0	4.2
80	2016/2/2 10:03	1	4.2
81	2016/2/2 10:04	0	4.2
82	2016/2/2 10:05	1	4.2
83	2016/2/2 10:06	1	4.2
84	2016/2/2 10:07	1	4.2
85	2016/2/2 10:08	1	4.2
86	2016/2/2 10:09	2	4.2
87	2016/2/2 10:10	0	4.2
88	2016/2/2 10:11	0	4.2
89	2016/2/2 10:12	1	4.2
90	2016/2/2 10:13	0	4.1
91	2016/2/2 10:14	0	4.2
92	2016/2/2 10:15	1	4.2
93	2016/2/2 10:16	1	4.2
94	2016/2/2 10:17	0	4.2
95	2016/2/2 10:18	0	4.2
96	2016/2/2 10:19	1	4.2
97	2016/2/2 10:20	0	4.2
98	2016/2/2 10:21	0	4.1
99	2016/2/2 10:22	0	4.1
100	2016/2/2 10:23	0	4.0

表 26 露天風呂脱衣所 床面から上方 70cm 位置

GASTEC CORPORATION ANALYS Ver.5.06.000
 本体型式 GAS-8AT
 製造番号 001706 識別名 1706
 logファイル名:露天風呂脱衣所 脱衣室床面上70cm

レコード番号 1
 開始時刻 2016/02/02 08:33:29
 終了時刻 2016/02/02 10:34:21
 データ数120
 センサレンジ 10ppm
 ロギング間隔 1分
 濃度ロギング条件 瞬時
 温度ロギングあり
 湿度ロギング条件 瞬時

検出値測定値	
時刻	濃度(ppm)
2016/2/2 10:33	0

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度(℃)
1	2016/2/2 08:33	0.1	12.2
2	2016/2/2 08:34	0.1	12.3
3	2016/2/2 08:35	0.1	12.3
4	2016/2/2 08:36	0.1	12.3
5	2016/2/2 08:37	0.1	12.3
6	2016/2/2 08:38	0.1	12.3
7	2016/2/2 08:39	0.1	12.3
8	2016/2/2 08:40	0.1	12.3
9	2016/2/2 08:41	0.1	12.3
10	2016/2/2 08:42	0.1	12.3
11	2016/2/2 08:43	0	12.3
12	2016/2/2 08:44	0.1	12.3
13	2016/2/2 08:45	0	12.3
14	2016/2/2 08:46	0	12.3
15	2016/2/2 08:47	0.1	12.3
16	2016/2/2 08:48	0	12.3
17	2016/2/2 08:49	0	12.3
18	2016/2/2 08:50	0.1	12.3
19	2016/2/2 08:51	0	12.3
20	2016/2/2 08:52	0.1	12.3
21	2016/2/2 08:53	0.1	12.3
22	2016/2/2 08:54	0.1	12.3
23	2016/2/2 08:55	0.1	12.3
24	2016/2/2 08:56	0.1	12.3
25	2016/2/2 08:57	0.1	12.3
26	2016/2/2 08:58	0.1	12.3
27	2016/2/2 08:59	0.1	12.3
28	2016/2/2 09:00	0.2	12.4
29	2016/2/2 09:01	0.1	12.4
30	2016/2/2 09:02	0.1	12.4
31	2016/2/2 09:03	0.1	12.4
32	2016/2/2 09:04	0.1	12.4
33	2016/2/2 09:05	0.1	12.4
34	2016/2/2 09:06	0.1	12.4
35	2016/2/2 09:07	0.1	12.4
36	2016/2/2 09:08	0.1	12.4
37	2016/2/2 09:09	0.1	12.4
38	2016/2/2 09:10	0.1	12.4
39	2016/2/2 09:11	0.1	12.4
40	2016/2/2 09:12	0.1	12.4
41	2016/2/2 09:13	0.1	12.4
42	2016/2/2 09:14	0.1	12.4
43	2016/2/2 09:15	0.1	12.4
44	2016/2/2 09:16	0.1	12.4
45	2016/2/2 09:17	0.1	12.4
46	2016/2/2 09:18	0.1	12.4
47	2016/2/2 09:19	0.1	12.4
48	2016/2/2 09:20	0.1	12.4
49	2016/2/2 09:21	0.1	12.4
50	2016/2/2 09:22	0.1	12.4
51	2016/2/2 09:23	0.1	12.4
52	2016/2/2 09:24	0.1	12.4
53	2016/2/2 09:25	0.1	12.4
54	2016/2/2 09:26	0.1	12.4
55	2016/2/2 09:27	0.1	12.4
56	2016/2/2 09:28	0.1	12.4
57	2016/2/2 09:29	0.1	12.4
58	2016/2/2 09:30	0.1	12.4
59	2016/2/2 09:31	0.1	12.4
60	2016/2/2 09:32	0.1	12.4
61	2016/2/2 09:33	0	12.4
62	2016/2/2 09:34	0	12.4

データNo.	時刻	濃度(ppm)	温度(℃)
63	2016/2/2 09:35	0	12.4
64	2016/2/2 09:36	0	12.4
65	2016/2/2 09:37	0	12.4
66	2016/2/2 09:38	0	12.4
67	2016/2/2 09:39	0	12.4
68	2016/2/2 09:40	0	12.4
69	2016/2/2 09:41	0	12.4
70	2016/2/2 09:42	0	12.4
71	2016/2/2 09:43	0.1	12.4
72	2016/2/2 09:44	0.1	12.4
73	2016/2/2 09:45	0.1	12.4
74	2016/2/2 09:46	0.1	12.4
75	2016/2/2 09:47	0.1	12.4
76	2016/2/2 09:48	0.1	12.4
77	2016/2/2 09:49	0.1	12.4
78	2016/2/2 09:50	0.1	12.4
79	2016/2/2 09:51	0.1	12.4
80	2016/2/2 09:52	0.1	12.4
81	2016/2/2 09:53	0.1	12.4
82	2016/2/2 09:54	0.1	12.4
83	2016/2/2 09:55	0.1	12.4
84	2016/2/2 09:56	0.1	12.4
85	2016/2/2 09:57	0.1	12.4
86	2016/2/2 09:58	0.1	12.4
87	2016/2/2 09:59	0.1	12.4
88	2016/2/2 10:00	0.2	12.4
89	2016/2/2 10:01	0.1	12.4
90	2016/2/2 10:02	0.1	12.4
91	2016/2/2 10:03	0.1	12.4
92	2016/2/2 10:04	0.1	12.4
93	2016/2/2 10:05	0.1	12.4
94	2016/2/2 10:06	0.1	12.4
95	2016/2/2 10:07	0.1	12.4
96	2016/2/2 10:08	0.1	12.4
97	2016/2/2 10:09	0.1	12.4
98	2016/2/2 10:10	0.1	12.4
99	2016/2/2 10:11	0.1	12.4
100	2016/2/2 10:12	0.1	12.4
101	2016/2/2 10:13	0.1	12.4
102	2016/2/2 10:14	0.1	12.4
103	2016/2/2 10:15	0.1	12.4
104	2016/2/2 10:16	0.1	12.4
105	2016/2/2 10:17	0.1	12.4
106	2016/2/2 10:18	0.1	12.4
107	2016/2/2 10:19	0.1	12.4
108	2016/2/2 10:20	0.1	12.4
109	2016/2/2 10:21	0.1	12.4
110	2016/2/2 10:22	0.1	12.4
111	2016/2/2 10:23	0.1	12.4
112	2016/2/2 10:24	0.1	12.4
113	2016/2/2 10:25	0.1	12.4
114	2016/2/2 10:26	0.1	12.4
115	2016/2/2 10:27	0.1	12.4
116	2016/2/2 10:28	0.1	12.4
117	2016/2/2 10:29	0.1	12.4
118	2016/2/2 10:30	0.1	12.4
119	2016/2/2 10:31	0.1	12.4
120	2016/2/2 10:32	0.1	12.4
121	2016/2/2 10:33	0.1	12.4
122	2016/2/2 10:34	0.1	12.4

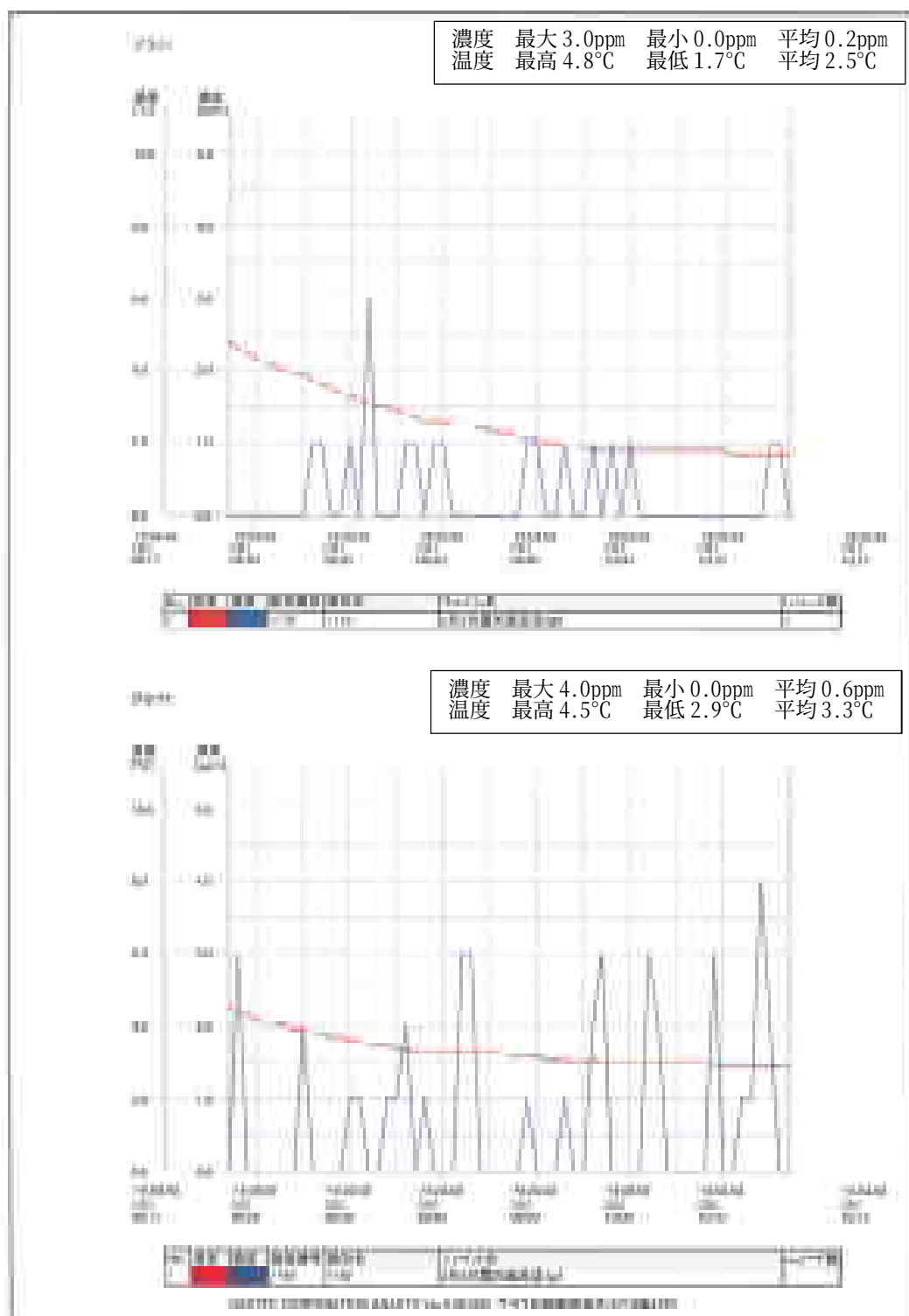


図 15 露天風呂測定 A 硫化水素濃度及び気温

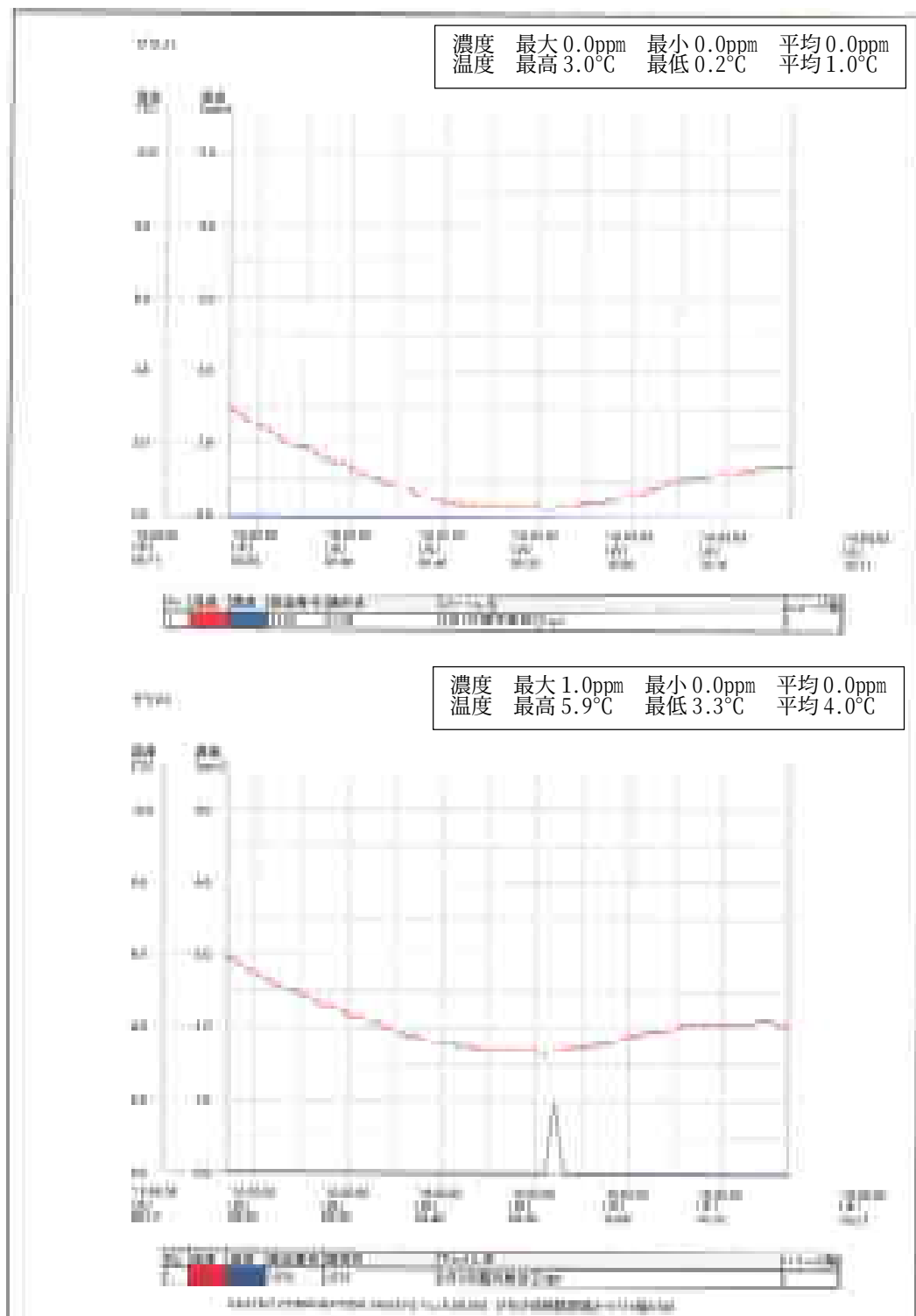


図 16 露天風呂測定 B 硫化水素濃度及び気温

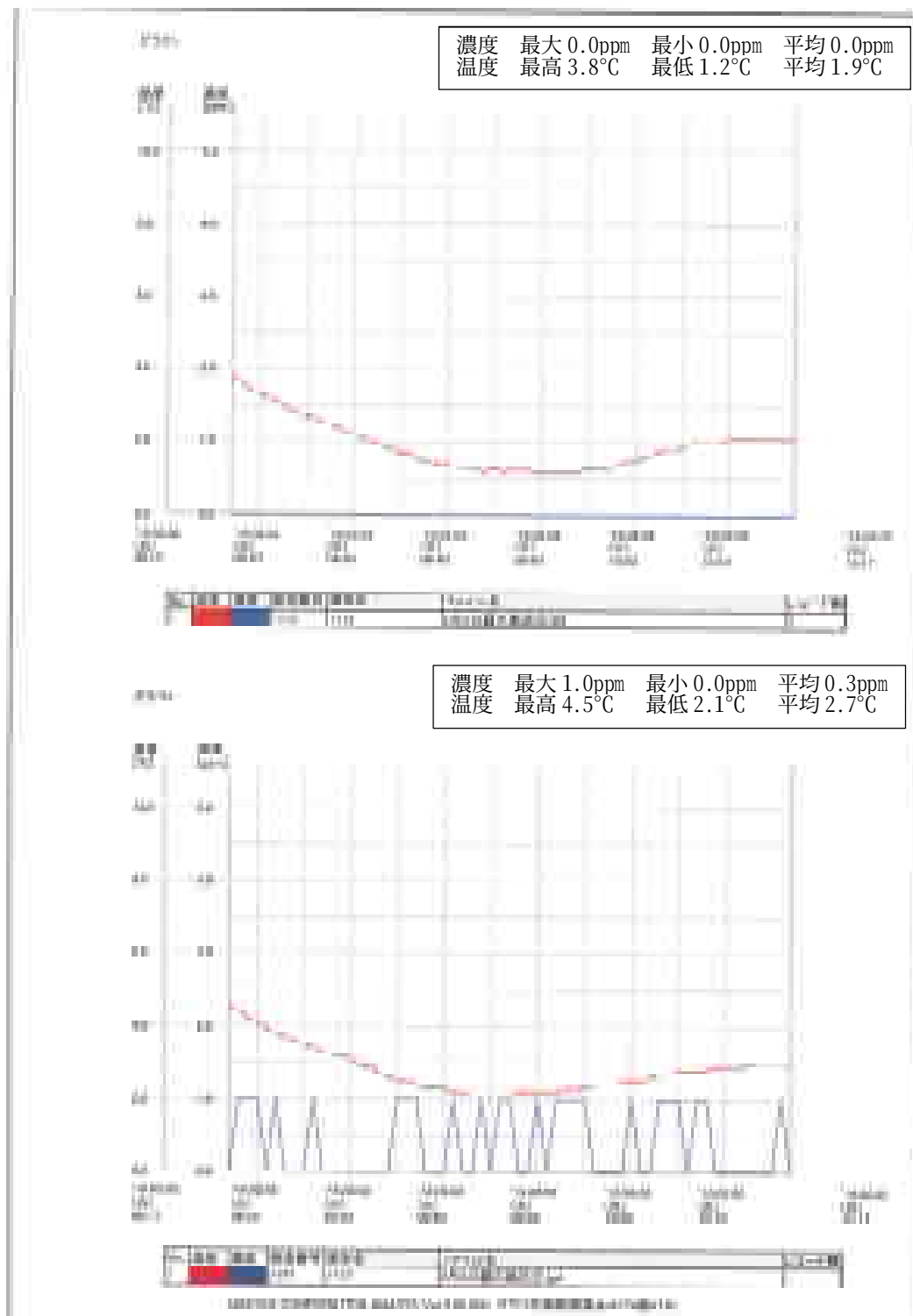


図 17 露天風呂測定 C 硫化水素濃度及び気温

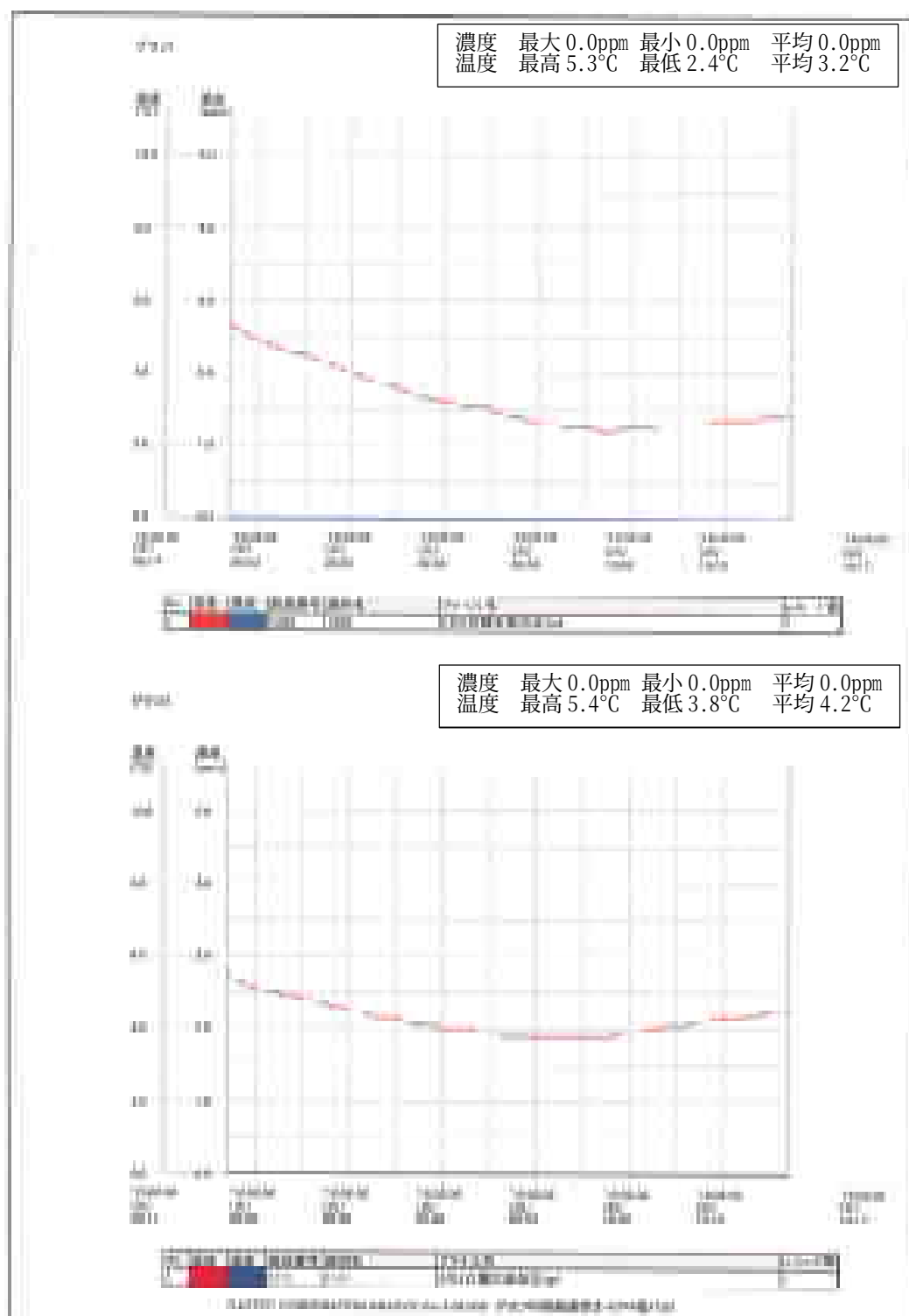


図 18 露天風呂測定 D 硫化水素濃度及び気温

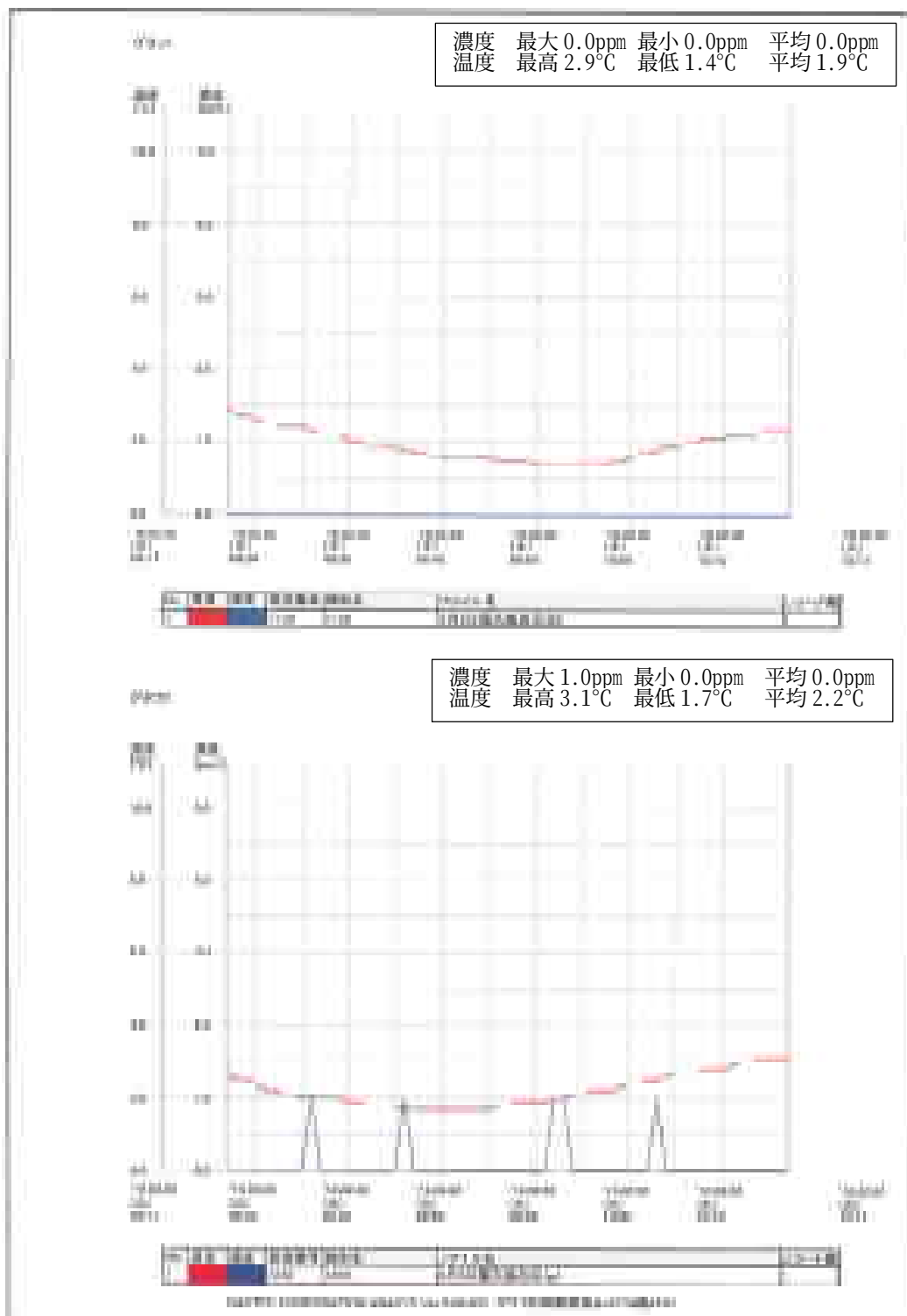


図 19 露天風呂測定 F 硫化水素濃度及び気温

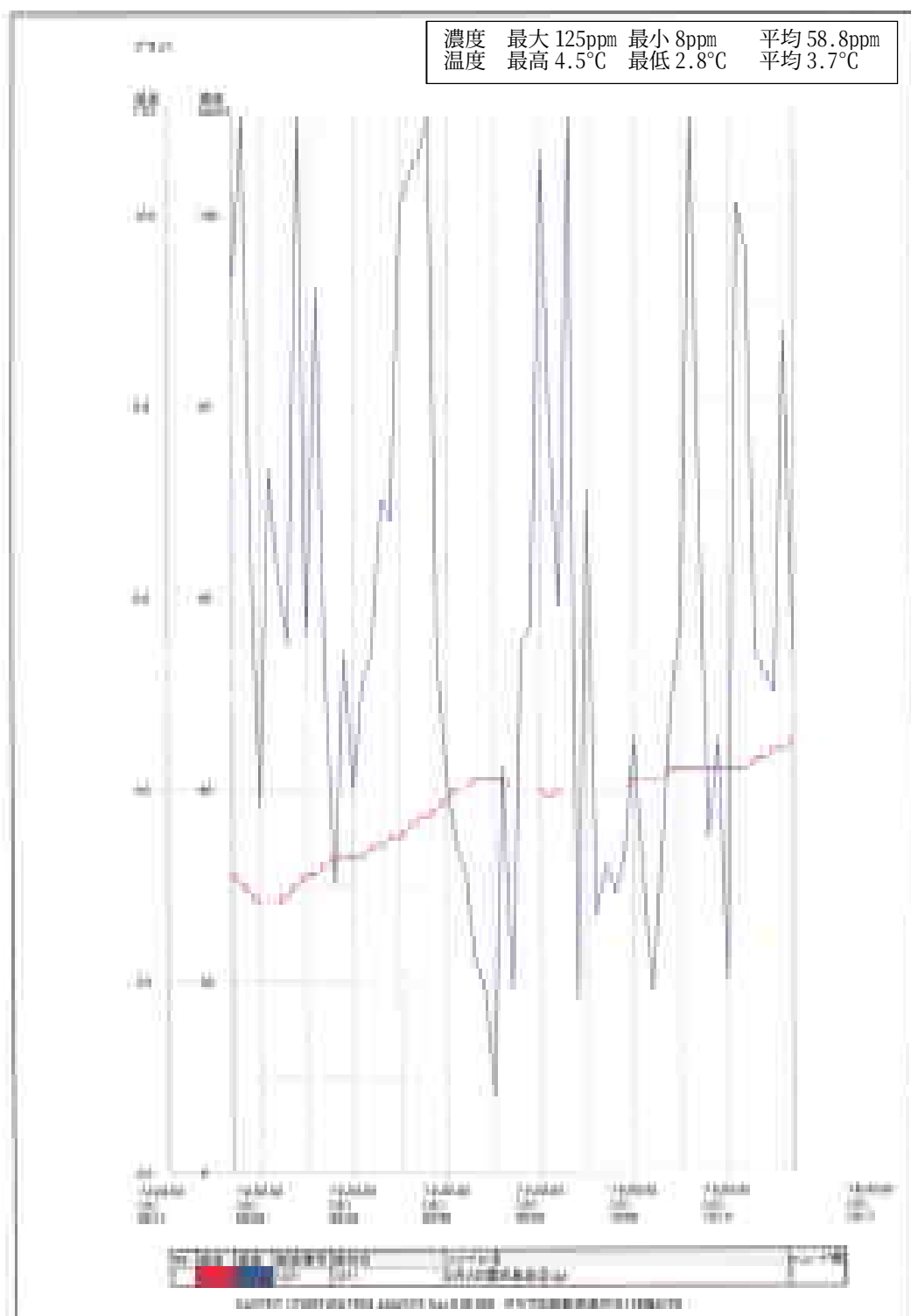


図 20 露天風呂測定 E（湯温調整槽湯面上 10cm） 硫化水素濃度及び気温

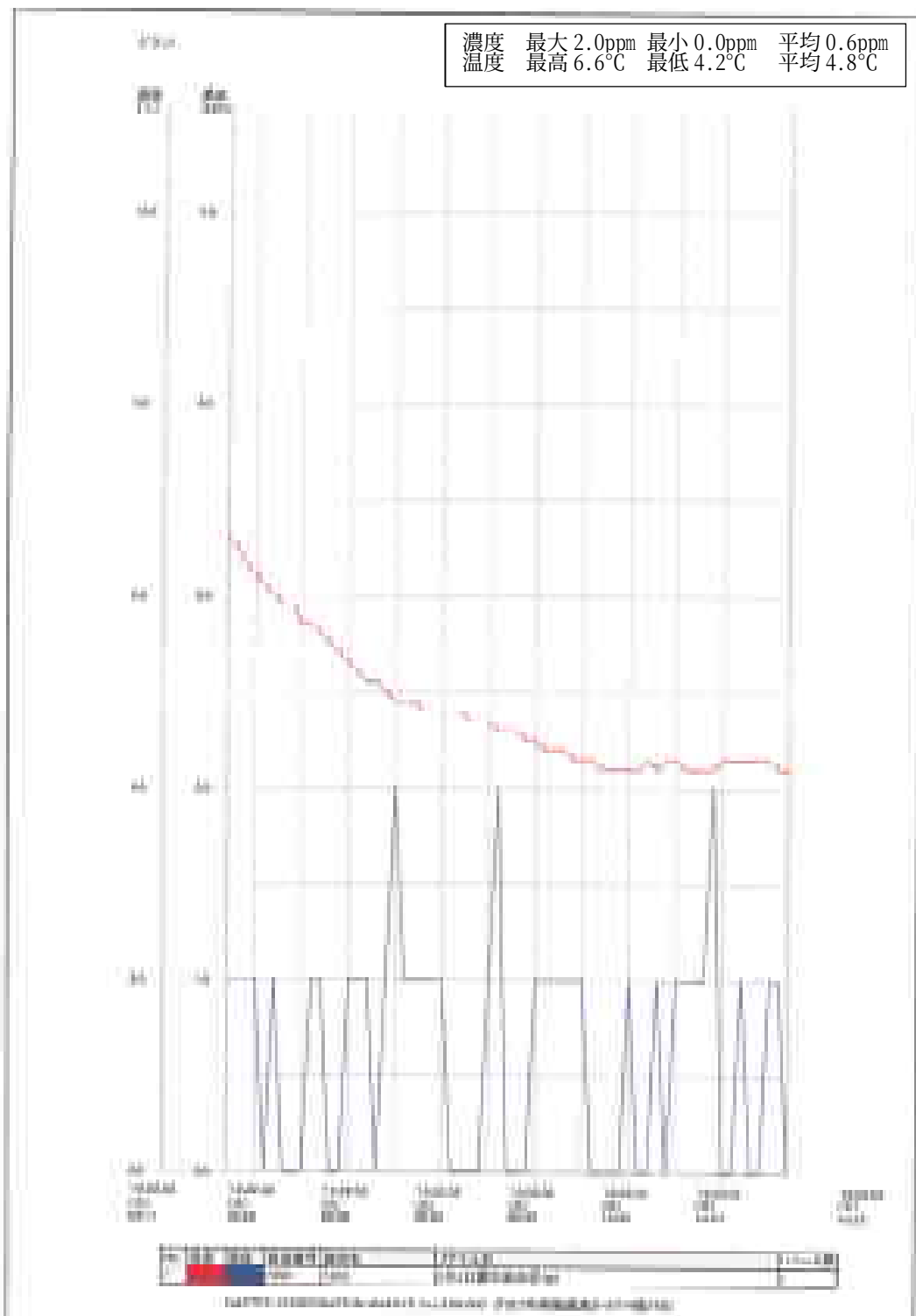


図 21 露天風呂測定 G (浴槽への温泉注入口湯面上 10cm) 硫化水素濃度及び気温

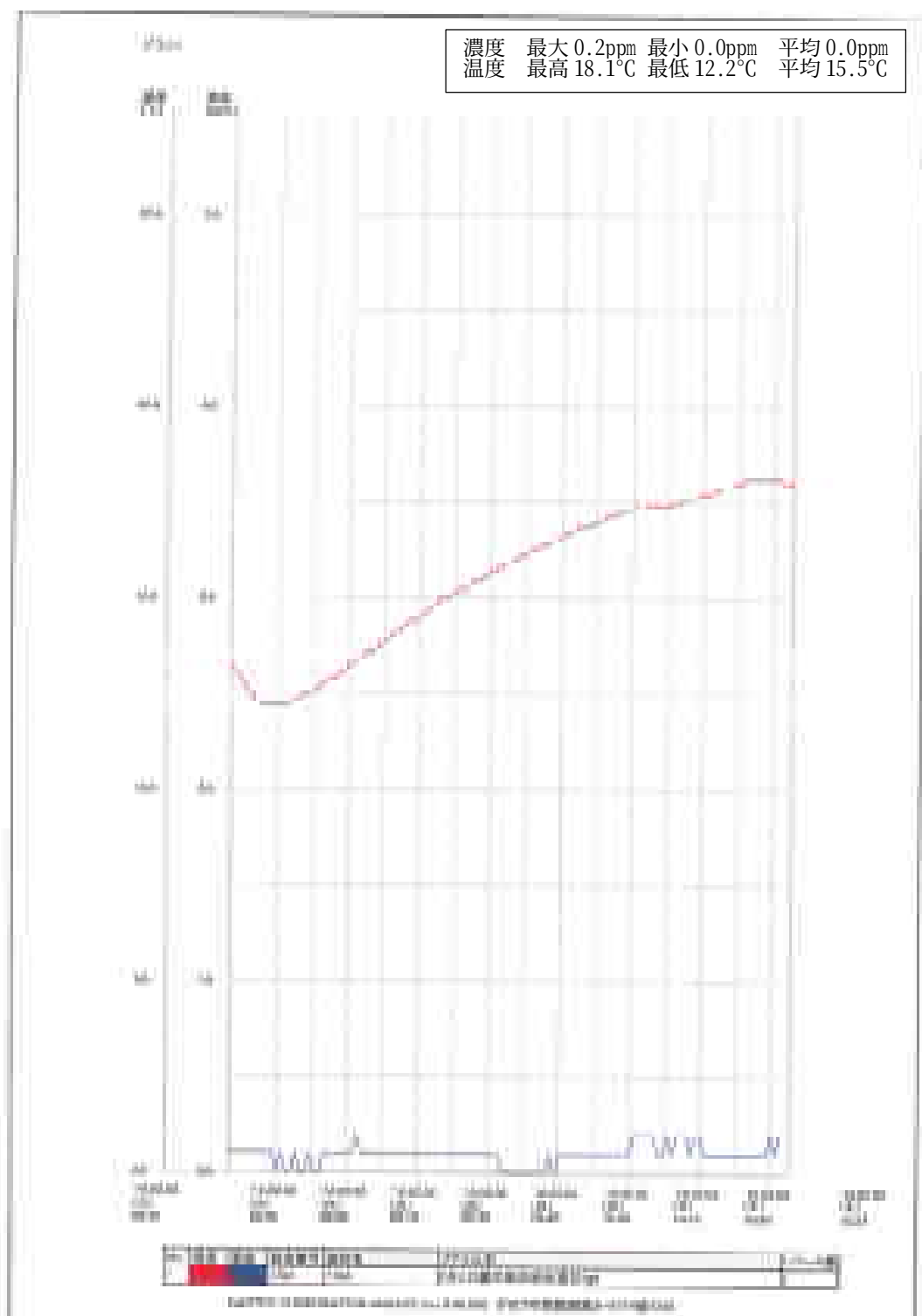


図 22 露天風呂脱衣所硫化水素濃度及び気温

測定の結果、60 分間の平均値あるいは最大値で設備構造等基準を満たしていなかったのは、以下の場所であった。

内風呂

- 測定 D 浴槽湯面から上方 10cm の位置
(平均 32.8ppm, 最大 47ppm) 図 9 参照
- 測定 D 浴室床面から上方 70cm の位置
(平均 9.7ppm, 最大 14ppm) 図 9 参照
- 測定 E 浴槽への温泉注入口湯面から上方 10cm の位置
(平均 21.6ppm, 最大 43ppm) 図 10 参照
- 測定 E 浴槽への温泉注入口湯面から上方 70cm の位置
(平均 4.1ppm, 最大 13ppm) 図 10 参照

露天風呂

- 測定 E 湯温調整槽湯面から上方 10cm の位置
(平均 58.8ppm, 最大 125ppm) 図 20 参照

ただし、内風呂の測定 E 浴槽への温泉注入口湯面から上方 70cm の位置は、設備構造等基準に定められた床面から上方 70cm ではなく、湯面から上方 70cm の値であるため、設備構造等基準に定められた計測位置ではない。同様に、露天風呂の測定 E 湯温調整槽湯面から上方 10cm の位置についても、設備構造等基準に定められた計測位置ではない。また、今回測定に用いた計測器の測定上限は 100ppm とされており、露天風呂測定時の 100ppm を超える値は参考値として示したものである。

測定の結果、硫化水素濃度は、内風呂では、浴槽への温泉注入口付近で高濃度を示した。しかしながら、内風呂の湯面から上方 10cm の位置（測定 D）の硫化水素平均濃度は、浴槽への温泉注入口湯面から上方 10cm の位置（測定 E）よりも高くなっている。最大硫化水素濃度がさほど変わらない点と温泉注入口湯面から上方 70cm の位置（測定 E）の硫化水素平均濃度が 4.1ppm とさほど高くないことや浴室の構造を考慮すると、測定 D は、浴槽への温泉注入口の風下に位置するため、60 分間の平均濃度や最大値が浴槽への温泉注入口よりも高濃度となったものと考えられる。浴室の風速は浴槽中央部で最大 0.30m/s と無風に近い状態であった。浴室の風向もはっきりしなかったものの、測定 D 付近の外部からの吸気口では最大 1.80m/s の風速が観測されており、わずかな気流が存在し、浴槽への温泉注入口付近で浴室空気中に拡散した硫化水素が吸気口から換気扇の方向に流れる風に乗ったものと考えられる。

この傾向は露天風呂でも観測された。もっとも濃度が高いのは、測定 E 湯温

調整槽（図 23）湯面から上方 10cm の位置である。

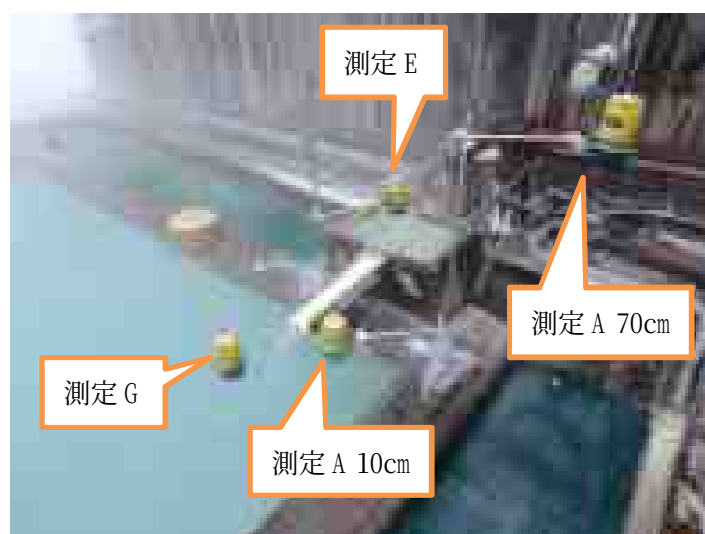


図 23 露天風呂測定 A,E,G 付近

測定 E は図 23 写真奥の温泉が湯温調整槽に注入される場所であり，露天風呂の浴槽への温泉注入口（測定 G）は，測定 E の湯温調整槽を経て浴槽に注がれている場所である。浴槽への温泉注入口湯面から上方 10cm の位置（測定 G）の硫化水素濃度平均値が 0.6ppm，最大値が 2ppm であるのに対し，測定 G の風下にあたる湯面から上方 10cm の位置（測定 A）は，硫化水素濃度平均値が 0.6ppm，最大値が 4ppm となっている。

露天風呂でも内風呂同様，浴槽への温泉注入口の風下付近の硫化水素濃度が最も高濃度となることがわかった。

内風呂及び露天風呂の実測値から判断すると，浴槽湯面から上方 10 cm の位置として測定する場所は，最も高濃度となる浴槽への温泉注入口の風下付近が適当であると考えられる。同様に，浴室床面から上方 70 cm の位置として測定する場所についても，浴槽への温泉注入口の風下にあたるもっとも直近の床面から上方 70 cm の位置が適当であると考えられる。

今回の測定には，定電位電解式硫化水素濃度計を用いた。定電位電解式硫化水素濃度計とガス検知管の同時刻の測定値を表 27 に示す。

表 27 同時刻の 定電位電解式硫化水素濃度計 (ES)
とガス検知管の測定値の比較

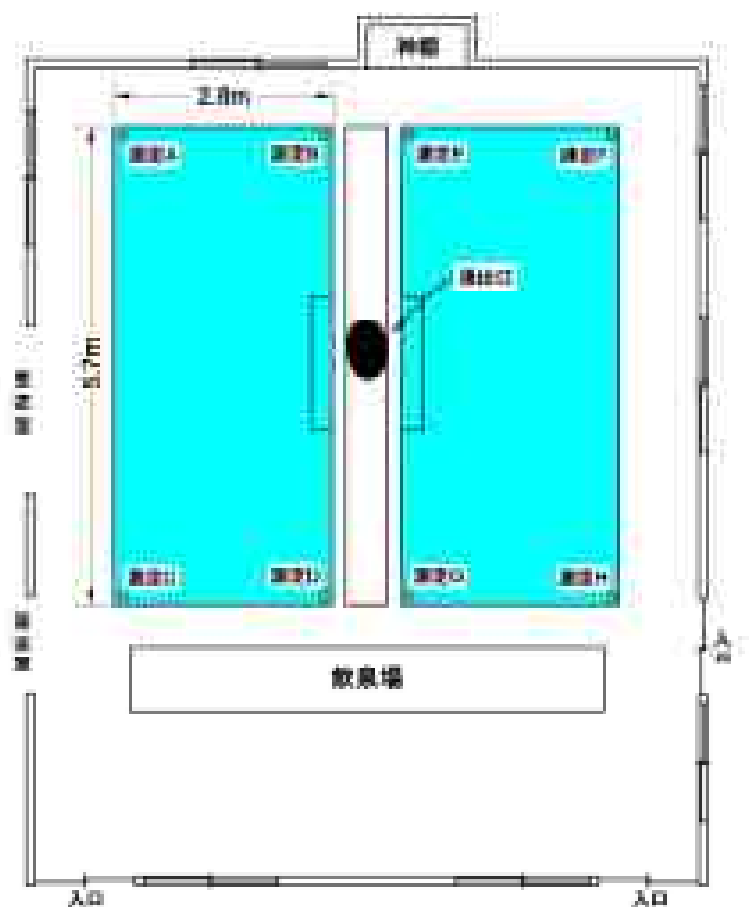
ES 測定 器番号	ES 測定	検知管	ES 測定	検知管
	内風呂測定時[ppm]		露天風呂測定時[ppm]	
①	3	4	0	0
②	2	3	0	2
③	4	5	22	25
④	2	3	0	0
⑤	3	4	0	0
⑥	13	11	1	8
⑦	3	4	0	0
⑧	40	16	0	0
⑨	1	3	0	0
⑩	13	11	1	2
⑪	3	4	0	0
⑫	2	3	0	0
⑬	0	0	0.1	0

定電位電解式硫化水素濃度計とガス検知管の同時刻の測定値を比較すると、内風呂測定時の⑧と露天風呂測定時の⑥を除けば概ね同じような値を示している。また、内風呂測定時の⑧（図 9 下段）、露天風呂測定時の⑥（図 21）を見ると、どちらも硫化水素濃度の値が激しく変化しており、定電位電解式硫化水素濃度計が瞬間値を記録するのに対し、検知管では、濃度測定を行う際に 1 分間ほどかかる点が影響したものと考えられる。さらに、露天風呂測定時の⑥は、屋外の強風下での測定だったため、検知管が水面から跳ねる温泉水を吸ってしまい、高い値を示した可能性もある。

このように定電位電解式硫化水素濃度計とガス検知管の測定値にはほとんど差が無いものと考えられるが、定電位電解式硫化水素濃度計が瞬間値を示すのに対し、ガス検知管では、検知管吸引時間の中央値を示すという特徴がある。

「環境省委託業務報告書：平成 27 年度温泉を原因とする中毒事故等対策検討」に示した事例であるが、大分県寒の地獄温泉で浴室内硫化水素濃度測定を行った事例を示す。図 24 には、各測定点で測定を行った結果を示す。A～H 地点の硫化水素濃度は定電位電解式検知器を用いて測定した。

寒の地獄温泉調査結果 2015/9/7 12:10



寒の地獄温泉測定結果				
測定場所	H ₂ S[ppm]		O ₂ [vol%]	
	高さ10cm	高さ70cm	高さ10cm	高さ70cm
A	7.7	3.6	21.0	21.0
B	3.2~39.5	2.5	21.0	21.0
C	7.6	6.2	21.0	21.0
D	4.4	2.0	21.0	21.0
E	47.5	4.2	21.0	21.0
F	31.9	0.9	21.0	21.0
G	8.7	3.9	21.0	21.0
H	6.4	1.9	21.0	21.0

図 24 寒の地獄温泉空气中ガス濃度（瞬間最大値）

上述のように定電位電解式センサを用いて測定を行ったところ、B、E、及び F 地点で瞬時的に高い値が計測されることがあった。そこで高い瞬間値が多く観測された B 地点の湯面から上方 10 cmと床面から上方 70 cmで検知管を用いて改

めて測定を行ったところ、その値は、それぞれ 6ppm と 3ppm であった。定電位電解式センサの測定値もおおむね同じ値（10cm：6ppm，70cm：3ppm）を示しているが、瞬間的に高い値を示すことがあった。定電位電解式センサと検知管では測定感度に差が無いとされるので、使用する機器の感度による差ではなく、定電位電解式センサでは、ごく短い間の濃度上昇をとらえているものと考えられる。寒の地獄温泉の源泉からは、ごくわずかに温泉付随ガスが湧出しており、表 28 には、源泉湧出口で採取した温泉付随ガスの気泡をガス採取袋に採取し分析を行った結果を示した。硫化水素以外の成分はガスクロマトグラフで測定し、硫化水素についてはガス採取袋からガスを直接検知管に導入して測定した。ガスクロマトグラフ測定では、酸素、窒素及び二酸化炭素に熱伝導度検出器を使用し、メタンからヘキサンまでの炭化水素は、水素炎イオン化検出器を使用した。

表 28 寒の地獄温泉付随ガス分析結果

成分名	濃度 [vol. %]
酸素 (O ₂)	1.12
窒素 (N ₂)	90.84
二酸化炭素 (CO ₂)	8.00
メタン (CH ₄)	0.041
エタン (C ₂ H ₆)	<0.001
プロパン (C ₃ H ₈)	<0.001
ブタン (C ₄ H ₁₀)	<0.001
ペンタン (C ₅ H ₁₂)	<0.001
ヘキサン (C ₆ H ₁₄)	<0.001
硫化水素 (H ₂ S)	0.01
計	100

表 28 からわかるようにガスの主成分は窒素で、副成分として二酸化炭素を含んでいる。また、硫化水素を 0.01vol. % (=100ppm) 含んでいる。このガスは、空気起源のガスに火山性のガスが少量混じったものであると考えられる。温泉付随ガスの気体比重は、1.01 でほぼ空気と同じである。瞬間的に高い値が計測されたのは、室内の風下にある計測点であり、ほぼ空気と同じ比重の温泉付随ガスが浴槽水面付近を風に乗って漂っていったものをとらえたと考えられる。

このように定電位電解式硫化水素濃度計とガス検知管では同等の測定結果が得られると考えられるが、定電位電解式硫化水素濃度計では、瞬間的に上昇する値も測定できる。

現在都道府県等の浴室硫化水素濃度調査では検知管式濃度計が使われることが多いが、定電位電解式硫化水素濃度計を用いた場合には、得られた測定値をどのように扱い検知管式濃度計で得られた値と整合性を持たせるか検討する必要がある。

4. 適正な利用形態の検討

現在環境省では、設備構造等基準を定め、硫黄泉を公共の浴用に供する場合の施設の設備構造を示している。

「公共の浴用に供する場合の温泉利用施設の設備構造等に関する基準
(平成 18 年 3 月 1 日 環境省告示第 59 号)

世帯の消費に供する場合は、通常利用税額の超過額に課する基礎
(昭和48年3月1日 国税庁令第33号)

注：廣州財政局公告2008年

本品用ひば類科類とせる飼料は、1)オシロイ等中、甜菜糖(糖化水素イオン)、アサギ糖類イオン及びアサギ糖化水素に相当するものを含む。以下同じ。2)オシロイ等オシロイ土壌をすくう糖類とす。

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

温泉利用許可者（温泉法（昭和26年法律第125号）第19条第1項）の規定による許可を受け、温泉を公共の浴用に供し、又は供しようとする者をいう。以下同じ。）は、硫化水素を原因とする事故の防止のため、温泉を公共の浴用に供する施設を次の設備構造等とすること。

413 機要孔要

イ 浴室（露天風呂の場合は、利用空間をいう。以下同じ。）に換気孔又は換気装置（以下「換気孔等」という。）を設ける等により、浴室内の空気中の氯化水素の濃度が、次に掲げる数値を超えないようにすること。

- | | |
|------------------------|--------|
| (f) 浴槽湯面から上方10cmの位置の濃度 | 20 ppm |
| (g) 浴槽床面から上方70cmの位置の濃度 | 10 ppm |

換気孔等を設けたにもかかわらず浴室内の空気中の酸化水素の濃度がイに定める数値を超える場合、源泉から浴室までの間に換気その他のばっ気装置等を設けることにより、温泉中の酸化水素の含有量を減少させ、浴室内の空気中の酸化水素の濃度がイに定める数値を越えないようにすること。

ハ 換気孔等は、2か所以上設け、かつ、そのうち1か所は、居室の床面と同じ高さに設けること。(別図1参照)

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

イ 浴槽の湯面は、浴室の床面より高くなるように設けること。
(別図2参照)

ロ 溶槽への塩酸は入口は、溶槽の湯面より上方に設けること。
(別図3参照)

II 浴室等の管理

温泉利用許可者は、利用者の安全を確保するため、浴室等において以下の内容を行うこと。

(1) 機械状態の確認

浴室内の硫化水素濃度が常に適正に維持されるよう換気孔等に対する確認を怠らないこと。また、浴室に隣接する脱衣室等においても、硫化水素が滞留しないよう、換気に十分配慮すること。特に、積雪の多い地方については、積雪により換気孔等の適切な設備が妨げられることのないように十分配慮すること。これら、周囲の地味

、積雪等により硫化水素が滞留するおそれがある露天風呂を利用に供している場合は、風速、風向等の気象条件の状況、変化等に十分配慮すること。

(2) 濃度の測定

都道府県知事又は保健所を設置する市の市長（以下「都道府県知事等」という。）が必要と認めたときは、浴室内の空気中の硫化水素濃度を検知管法又はこれと精度が同等以上の方法により、原則として毎日2回以上測定し、濃度に異常のないことを確認すること。なお、この測定のうち1回は、浴室利用開始前に行うこと。

(3) 測定結果の記録及びその保管

硫化水素濃度の測定結果を記録し、都道府県知事等から硫化水素濃度の測定結果について報告を求められたときは、直ちに提出できるようにその記録を保管しておくこと。

(4) その他

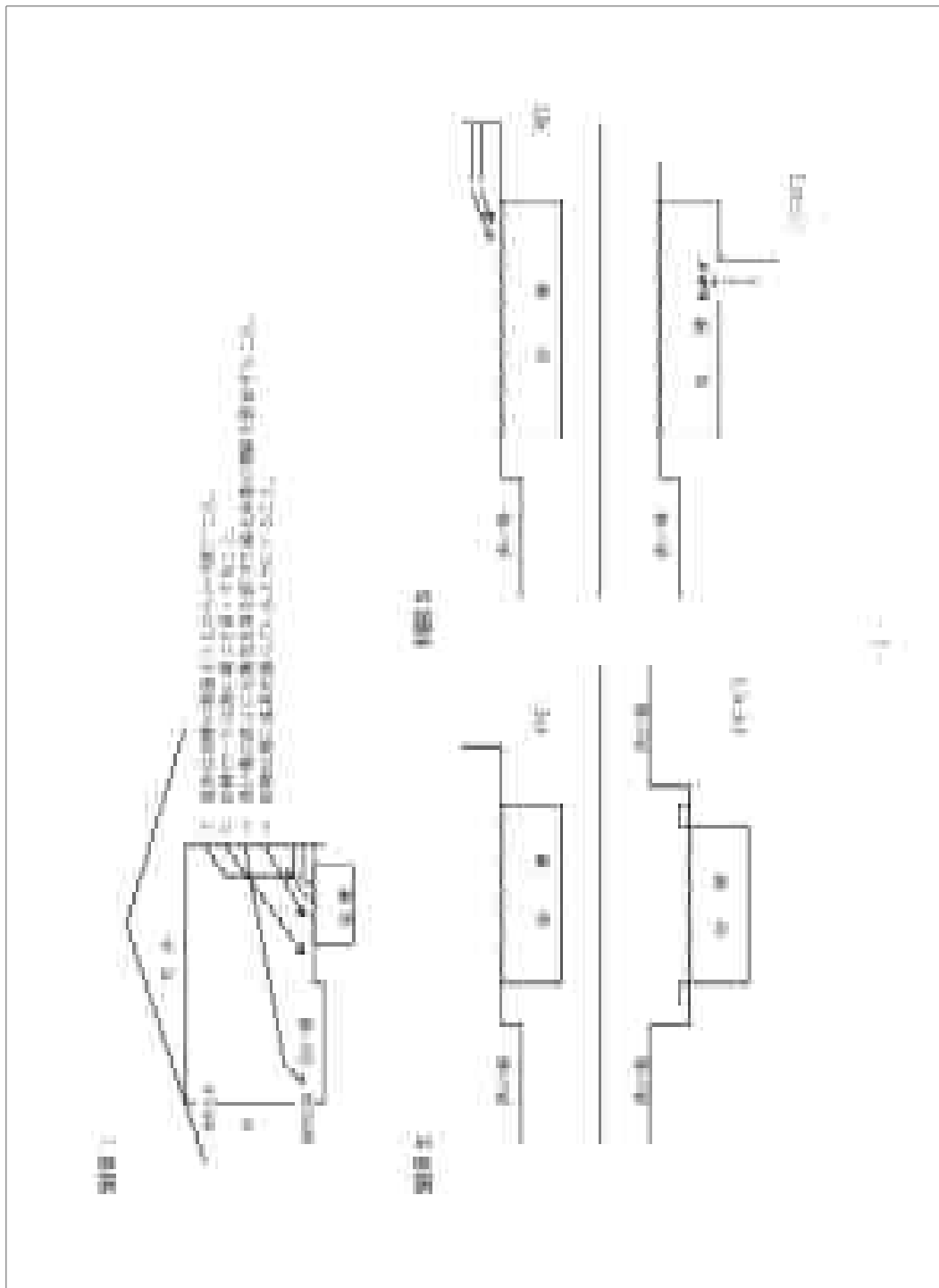
イ 浴室が利用に供されている間は、常に浴槽に温泉が満ちているようにすること。

ロ 利用者の安全を図るため、浴室内の状態に常時気を配ること。

4 立入禁止標等の設置

源泉における湯道設備、湯畑その他のばっ気装置、パイプラインの排気装置、中継槽、貯湯槽等の管理者は、立入禁止標、施錠設備、注意事項を明示した立札等を設けること。特に、総硫黄の含有量が多い温泉を利用し、又は硫化水素濃度が高くなるおそれがある大規模な貯湯槽等を利用する場合は、動力等による放熱設備等を設けることにより、硫化水素を原因とする中毒事故の防止に注意を要すること。

（環境省告示第18号附則）



設備構造等基準は、主に浴室内での事故防止を目的として定められている。近年温泉施設やその周辺で発生した事故には表 29 のようなものがある。

表 29 近年報告された温泉施設やその周辺で発生した
硫化水素中毒による重大事故

発生年	温泉地	発生場所	概要
2005(平成 17)	泥湯温泉 (秋田県)	旅館付近の 駐車場	4 名死亡
2006(平成 18)	乗鞍高原温泉 (長野県)	温泉沈殿槽	1 名重体
2013(平成 25)	雲仙温泉 (長崎県)	貯湯槽	2 名死亡
2014(平成 26)	登別温泉 (北海道)	貯湯槽	2 名死亡
2014(平成 26)	北海道某所	浴槽	1 名重体(硫化水 素中毒の疑い)
2014(平成 26)	大分県	貯湯槽	1 名一時意識不明 その後回復
2015(平成 27)	田沢湖高原温泉 (秋田県)	源泉付近	3 名死亡
2015(平成 27)	万座温泉 (群馬県)	湯量湯温調 整室	2 名一時意識不明 その後回復

近年温泉浴槽で硫化水素中毒事故と断定された報告はないが、消費者庁ホームページ News Release, 平成 26 年 11 月 13 日版には、「消費者安全法の重大事故等に係る公表について」別紙「関係行政機関及び地方公共団体等からの通知」(http://www.caa.go.jp/safety/pdf/141113kouhyou_2.pdf 2016 年 2 月現在)中の管理番号 141105-001 に、硫化水素中毒が疑われる事例が報告されている。報告によると、2014(平成 26)年 10 月 8 日に北海道の宿泊施設で、温泉(内湯)を利用したところ、硫化水素ガス中毒(疑い)による意識不明の重体となった事例が発生している。本事故については現在警察の捜査中であり硫化水素中毒が確定したものではないが、記録を見る限り、温泉施設(浴室)で発生した硫化水素中毒事故は、1989(平成元)年に鹿児島県の国民宿舎脱衣室で母子 2 名が亡くなる事故以降報告が無い。

しかしながら、正確な実数は把握できていないが、温泉浴槽での溺水事故は少なからず発生しているようである。硫化水素中毒が原因となる溺水事故の可能性は、黒田 1987 に報告がある。実際に温泉浴槽で溺水事故が起きても、司法解剖が実施される例は少なく、硫化水素中毒が原因となった溺水事故が見逃さ

れている可能性も否定できない。また、今回 1 キログラム中、総硫黄を 2 ミリグラム以上含有する温泉を利用する浴槽で実測を行ったが、実測を行った施設では、浴室内の硫化水素濃度を下げするため、ばっ気装置を設置した上で、換気扇による換気を行っていた。ところが、寒冷地のため浴室内の温度が 13℃程度となっていた。近年脱衣室と浴室の温度差で神経調節性失神を起こし死亡したとみられる事例が報告されている。硫化水素濃度を下げるのは当然であるが、浴室内の気温が低くなり過ぎないように注意する必要がある。浴室の気温が低くなると、入浴客が浴槽に入った際に温度差による血管の収縮作用で意識を失いやすくなる。また、早く体を温めようと、浴槽への温泉注入口付近で肩までつかる行為を行うようになる。浴槽への温泉注入口付近は最も硫化水素濃度が高い上、肩までつかると、より呼吸器を低い位置にさらすことになり、高濃度硫化水素を吸いやすくなるため危険である。

2015（平成 27）年の田沢湖高原温泉硫化水素中毒事故の際に設置された「仙北市カラ吹き源泉事故調査委員会」は、事故の原因となった源泉を安全に使用するため、温泉造成塔や集湯槽にばっ気塔や排気口を設置し、温泉中の硫化水素濃度の低減を模索したが、温泉が流下する際に配管内で遊離する硫化水素を取り除くことが難しく、近い将来カラ吹き源泉の使用を取りやめることとしている。中性付近で 1 キログラム中、総硫黄を 2 ミリグラム以上含有する温泉は、ばっ気が難しく注意する必要がある。

また、「仙北市カラ吹き源泉事故調査委員会」がとりまとめた「安全作業マニュアル」では、浴槽等設備基準に「5 空気弁の手入れ」という項目を追加している。田沢湖高原温泉の事故では、空気弁が事故原因となっており、設備構造等基準に空気弁（エア抜き管）の対策を盛り込むべきか検討する必要がある。

4 立ち入り禁止柵等の設置

総硫黄の含有量が多い温泉を利用し、又は硫化水素濃度が高くなるおそれがある大規模な貯湯槽等を使用する場合は、動力等による騒音装置等を設けることにより、硫化水素を原因とする中毒事故の防止に万全を期すること。

また、換気等の周辺に立ち入り禁止の看板や柵等を設置すること。

5 空気弁の手入れ

温泉利用の許可を受けた者が分湯槽から管理する施設までの温泉の流れを改善するため、敷地内にある引湯管の空気弁の手入れを行う場合、必ず防護マスクを装着するとともに、酸素・硫化水素計を胸元付近に付けて作業現場に入ること。

次に空気弁の設置場所を確認したならば、酸素・硫化水素計を空気弁に近づけ周辺の硫化水素の有無を確認、濃度を測定した後硫化水素の増大や停滞に注意して作業を実施すること。

また、風の向きにも留意して、風上に身を置いて作業すること。

その他、空気弁の構造機能や空気弁の細部の手入れについては、資料編の「空気弁の概要」・「温泉利用の許可を受けた者が行う日常の手入れ手順」を参照すること。

仙北市 安全作業マニュアルから抜粋

2005（平成 17）年に泥湯で発生した事故では、温泉旅館付近の地熱地帯で事故が発生している。設備構造等基準では、「4 立入禁止柵等の設置」を定めている。2006 年以降の事故は、北海道の事例を除き、浴槽ではなく、貯湯槽や分湯槽、温泉給湯施設で発生している。特にここ数年は毎年死亡事故が発生している。「4 立入禁止柵等の設置」に、温泉給湯施設に関する内容を盛り込むべきか検討する必要がある。

近年の温泉給湯施設で起きた事故では、硫化水素中毒だとされた事例でも酸欠や二酸化炭素中毒が疑われる事例がある。現行浴槽等設備構造基準は、対象とする源泉を 1 キログラム中、総硫黄を 2 ミリグラム以上含有する温泉としている。しかしながら、二酸化炭素泉の中には、浴室内で高濃度二酸化炭素が検出されていないものの、浴槽が地表面より低い場所に設置されている事例がある。実際に大分県では、「大分県温泉管理基本計画」において、“炭酸泉については、炭酸泉の浴用施設の構造については、換気施設の設置を新たに基準として設けて、安全性を高める。”と提言している。また、二酸化炭素を多く発生する源泉の貯湯槽では、排気口の二酸化炭素濃度が 100vol.%に達するものがあり、今後二酸化炭素泉や二酸化炭素を多く含む温泉についても対象とすべきか検討が必要である。同様に、温泉の採取許可を取得し、採取を行っている施設では、可燃性天然ガス発生設備において、メタンや窒素を主成分とするガスが排気されており、設備構造等基準で、酸欠事故を起こしかねないメタンガスの発生する井戸についての扱いを行うべきか検討する必要がある。

中毒事故ではないが、2013（平成 25）年 5 月 23 日には、熊本県小国町で温泉
水タンクが水蒸気の圧力上昇により爆発する事故が発生している。

5. 設備設置に関する費用の把握

設備構造等基準では、1 キログラム中、総硫黄を 2 ミリグラム以上含有する温泉を使用する施設において、換気孔の設置やばっ気槽等を設置することを定めており、そのような施設の設置費用に関して調査を行った。

5-1. 換気孔の設置

換気孔を設置する場合、自然換気を行うのであれば、壁に穴をあけるだけで済むため、公共工事設計労務単価等のダクト工単価を参考にすると、1 ヵ所 3 万円程度で工事が可能であると考えられる。

しかしながら、安定した換気能力を維持するため、多くの施設で換気孔には、換気扇を設置している。温泉浴槽では、一般家屋等で使用される換気扇と同様の形状であるものの、換気能力を高めた有圧換気扇が使用されている。いわゆる産業用の換気扇である。硫化水素は金属部品を腐食する上、浴室内は湿度が高いため、硫化水素が発生する浴室では、通常の有圧換気扇では長期間の使用に耐えないことが指摘されている。硫化水素濃度が高い場合、高耐食性の有圧換気扇が使用される。ヒアリング等により、実際に硫化水素泉で使用されている、高耐食性有圧換気扇を製造するメーカーは 2 社のみであった。そのうち 1 社は 2012（平成 24）年に製造を終了している。現在生産を行っているメーカーのホームページによると、税別で本体が 169,000 円で販売されている。したがって、耐食性の換気扇を設置した場合、電源の確保ができていれば、ダクト工費を含め 20 万円前後の費用を要するようである。

また、通常の換気扇ではなく、シロッコファンと呼ばれる換気扇がある。こちらは工場や厨房設備等で使用されることが多い。モーター部分を排気ガスが通過しないため、羽根部分に合成樹脂を使用すれば、高温には使用できないものの、硫化水素等の腐食性ガスや湿度の高い環境でも使用することが可能となる。図 25 に、協和化工株式会社カタログからシロッコファンの外観を示す。図 25 に示したタイプでは、図の左から中央のラッパ状の部分が羽根部分となる。図 25 のタイプではモーター動力をベルトで羽根に伝達しているが、モーターと羽根部分を同軸受で接続したタイプも市販されている。

シロッコファンを設置した場合、使用条件により価格の差はあるものの、定価ベースで 50 万円程度を要するようである。取り付け工事費は、設置するだけなら公共工事設計労務単価等のダクト工程でよいが、耐食性のダクトを使用した場合等、より高額の工事費を必要とする。



図 25 シロッコファン

5-2. ばっ気槽の設置

ばっ気槽については、各施設で様々なタイプのものが設置されている。図 26, 図 27, 図 28 にばっ気槽の例を示す。



図 26 ばっ気槽



図 27 ばっ気槽



図 28 ばっ気槽

図 26 のタイプのばっ気槽は、ふたの無い単純な木製の柵に上部から温泉を落下させ、硫化水素をばっ気するタイプである。一方、図 27 のタイプのばっ気槽は、縦 2m×横 1m で深さ 0.3m 程度の木製のふたの無い柵の内部に段差やスリットを組み込んだものを斜めに設置し、柵の最上部から温泉を流下させてばっ気するタイプで、柵の内部の段差やスリットはばっ気効果を上げるように工夫されたものである。図 28 のばっ気槽は耐酸性コーティングを施したコンクリート製のばっ気槽で、階段状の槽内を温泉が流下することによりばっ気を行うタイプである。これ以外にも塔状のばっ気槽（ばっ気塔）を設置し、上部から温泉

を落下させばっ気するタイプがある。

いずれのタイプにせよ、温泉の温度、pH 及び硫化水素ガスに耐えうる材質が要求されるため、木製か FRP 製のものが多くみられる。

設置費用については、温泉の性質により様々であるが、図 26 の単純な木製桁タイプのばっ気槽であれば、20 万円程度で設置できるようである。図 27 のタイプのばっ気槽を設置する場合、設置費や柵囲い費用込みで 300 万円程度するようである。FRP 製の場合、温度 60℃、pH2 を想定した場合、直径 1m 高さ 1m の既製品の FRP 製タンクで 135 万円という見積もりをメーカーから提示された。この見積には保温材や設置費用が含まれていないので、ばっ気槽を設置する土台の工事費や配管接続などの作業費を含めると 200 万円程度かかると考えられる。また、FRP 製のタンクで、内部に段差やスリットの設置を行った場合、受注生産となるのでさらに高額になるものと考えられる。

5-3. 立入禁止柵や注意看板の設置

立入禁止柵は、硫化水素による腐食対策を考慮し木製のことが多い。豪雪地帯では、雪害対策を考慮し四隅に杭を打ち、いわゆる工事用トラロープで掲示物をぶら下げている例もある。ばっ気槽は硫化水素を大気中に開放することを目的としているので、堅牢さが求められるが、立入禁止柵は通気性が重要なため、簡素な造りのことが多い。図 29 に豪雪地帯の分湯所立入禁止柵の例を示す。



図 29 分湯所立入禁止柵

図 30、図 31 には、高湯温泉に設置されている立入禁止区域の注意看板である。

高湯温泉では冬季に積雪があるため、雪が降っても視認できる看板が必要である。そこで、塩ビ管に、ビニールフィルムに印刷した注意事項を貼り注意喚起を行っている。

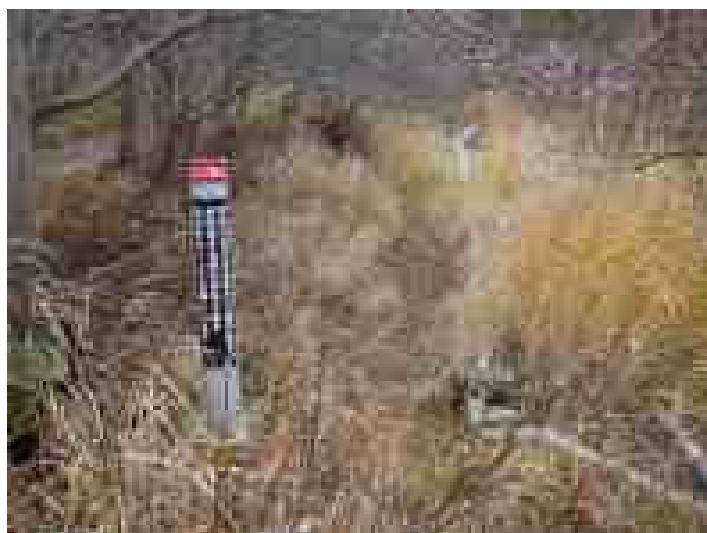


図 30 立入禁止であることを示す注意看板



図 31 立入禁止であることを示す注意看板

高湯温泉では、10 カ所以上に注意看板を設置しており、単純に 1 カ所当たりの設置費用を計算すると、土台工事費まで含めて 25,000 円程度で設置できたそうである。高湯の事例では、塩ビ管や塩ビ管キャップ、土台に使用したコンクリート柵にホームセンターで購入できる既製品を使用しており、費用を安くできている。

6. 専門家ヒアリング

本業務では、濃度測定方法、適正な利用形態及び設備設置に関する費用の把握を検討する上で必要となる情報を収集するため専門家ヒアリングを実施した。ヒアリングにご協力いただいたのは以下の専門家である。

専門分野	名称，所属*	実施日
医師	埼玉医科大学医学部教授・救急科 埼玉医科大学病院 ER・中毒センター 上條吉人	平成 28 年 2 月 16 日
測定事業実施機関	中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター 化学物質調査分析課 技術専門役 東久保一郎	平成 28 年 1 月 27 日
温泉旅館	万座ホテル聚楽 施設課 課長 黒岩健二	平成 28 年 2 月 2 日
都道府県	秋田県生活環境部 自然保護課自然公園班 主事 田口智生 秋田県雄勝地域振興局 福祉環境部 環境指導課 技師 山崎康介	平成 27 年 12 月 16 日
市町村	福島県 県北保険事務所 県北保健所 生活衛生部 衛生推進課 環境衛生チーム 主任薬剤師 新村牧子	平成 28 年 1 月 6 日

*：敬称略

ヒアリング結果のまとめ 1

実施日 平成 28 年 2 月 16 日

埼玉医科大学医学部教授・救急科

埼玉医科大学病院 ER・中毒センター 上條 吉人 様

於:独立行政法人 国立病院機構 埼玉病院

硫化水素中毒を起こす濃度については文献によりわずかな差がありますが、
実態はどのようなになっているのでしょうか？

1. いわゆるノックダウン（硫化水素ガスの数回の呼吸による意識消失・呼吸停止・心停止）を起こす濃度は 750～1000 ppm と言われている。しかしながら、その人の持つ硫化水素の代謝の能力に左右されるので、500 ppm 程度でノックダウンを起こす人もいないかもしれない。
2. 硫化水素自殺が多く発生した 2008 年以降には警察や消防が自殺場所の硫化水素濃度を測定しているが、ほとんどの事例で測定器の検出限界以上と報告されている。通常警察や消防が使用する硫化水素濃度計は、確か 150 ppm が測定上限ではないか。
3. 硫化水素は、低濃度（50～200 ppm）の長時間暴露により粘膜刺激作用を発揮するので、喘息の既往症があれば、硫化水素濃度が低濃度であっても喘息発作を起こし、場合によっては致死になる可能性がある。硫化水素は生体内でチオ硫酸塩や硫酸塩に酸化され体外に排出されるが、そのような生体内での代謝の能力には代謝酵素の活性等の個人差があると考えられる。また、飲酒や服薬の有無等も代謝酵素の活性を左右すると考えられる。
4. 一般的に子供は、硫化水素による細胞呼吸障害の影響を受けやすいとされている。また、硫化水素は空気より重いので低い位置の方が高濃度となるが、子供は呼吸器の位置が低いので、成人健常者よりも硫化水素中毒を発症する可能性が高い。

硫化水素中毒を起こす際に温泉付随ガスに含まれる二酸化炭素が影響を及ぼすことはあるのでしょうか？また温泉に含まれる二酸化炭素による中毒もありうるのでしょうか？

1. 指摘のとおり、高濃度二酸化炭素により高炭酸ガス血症になると、

呼吸中枢が刺激されて呼吸が促進されるので、二酸化炭素が高濃度で存在する環境に硫化水素が共存すれば、体内への取り込みが進むことも考えられる。

2. 国内で二酸化炭素中毒により死亡したとされる報告は少ないが、無いわけではない。例えば車内にドライアイアイスを持ち込んで自殺を図った事例がある。
3. 硫化水素と二酸化炭素が共に作用して中毒を発症する事例もあるはずである。

硫化水素中毒が疑われる患者さんが搬送された場合、どのような検査を行うのですか？

1. 治療を行う上で情報を得るため、各種検査の一環で血や尿を採取し検査を行う。現地で硫化水素が検出されたうえ、血や尿中にチオ硫酸塩が検出されれば、硫化水素中毒が疑われる。採血、採尿は心肺停止状態で搬送された患者さんでも行うが、硫化水素自殺を図った事例で、死後硬直等があり明らかに死亡している場合には医療施設に搬送されないので検体の採取が行われないことがある。
2. チオ硫酸塩の測定が可能な機関は限られているが、硫化水素の直接測定が可能な機関に比べれば多い。もともとチオ硫酸塩の測定は一般的な検査ではなかったが、硫化水素自殺が多くなってから検査できる機関が増えた。
3. チオ硫酸塩は、採取した血液や尿を凍結保存しておけば後日であっても測定が可能である。
4. 浴槽で溺れて亡くなった場合、外見上問題が無ければ多くの場合、神経調節性失神等により意識を失い溺れたと判断されることが多いと思われる。そのような場合、血中や尿中のチオ硫酸塩の検査は行われないはずである。

硫化水素中毒を発症した場合、医師でない我々はどのような対応を取るべきでしょうか？

1. 硫化水素の腐敗卵臭がしたら、危険兆候（alarming sign）と捉えて、その場を立ち去るのが基本であり、硫化水素濃度の低い風上等に避難するべきである。
2. 硫化水素自殺の際に問題となったが、警察官や消防関係、旅館従業員

員等が2次被害にあう事例があった。意識を失った人が倒れていた場合、2次被害に合わないよう注意するべきである。空気呼吸器や測定器等の装備があり、救出を行う人の安全が確保できるのであれば、直ちに硫化水素濃度の低い環境に被災者を救出するべきである。

3. 硫化水素中毒や酸欠等の内呼吸系の障害により心停止した際には、AEDの効果も限定的となってしまう可能性があるが、旅館等では宿泊客が心筋梗塞などによる不整脈から心停止することもあるのでAEDを備えておくべきである。

最近起きた温泉施設での硫化水素中毒事故の際、被災者が意識を取り戻した直後暴れ出したとの報告がありました。これは硫化水素中毒に特徴的な症状なのでしょうか？

1. 硫化水素中毒の症状として、錯乱が生じることがある。硫化水素中毒等により、脳に細胞呼吸障害が生じた場合、錯乱状態になることは考えられる。

中性からアルカリ性の硫黄泉を飲んだ場合、体内で硫化水素が発生し中毒を起こすことがあるのでしょうか？

1. 硫化水素自殺は、酸性洗浄液と多硫化物を含む入浴剤や農業用殺虫剤のライムサルファを反応させて行うのが一般的であるが、中には硫化物を含む入浴剤や農業用殺虫剤のライムサルファを飲み込み胃酸との反応で生じた硫化水素で死亡した事例もあった。胃酸は酸性なので、無機硫化物を含んだアルカリ性の温泉水を飲んだ場合、硫化水素が体内で発生する可能性はある。

同一市内の3温泉地（単純泉2カ所と硫化水素泉1カ所）の入浴中の死亡事故者を比較し、硫化水素泉では単純泉より若年者の死亡が少なくないことを指摘した文献があります。そのような調査は広域的に行われたことがあるのでしょうか？

1. 今のところ同様の広域的な調査報告はない。その文献の結論は興味深く検討する価値がある。例えば救急搬送される患者さんについて、保存されている残り検体のチオ硫酸塩の濃度を測定し、温泉の泉質

との比較をとれば興味深い結論が得られる可能性がある。日本中毒学会や日本救急医学会による多施設行動調査を行うことは可能である。

ヒアリング結果のまとめ 2

実施日 平成 28 年 1 月 27 日

中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター
化学物質調査分析課 技術専門役 衛生管理士
東久保 一朗 様
於：中央労働災害防止協会

貴会で作成されている「酸素欠乏危険作業主任者テキスト」に記載されている「硫化水素の毒作用」の表はどのような文献に基づき作成したのですか？

1. テキストを作成する際に酸欠、硫化水素中毒に詳しい医師に執筆をお願いし作成したもので、残念ながら執筆された先生はお亡くなりになっている。当時先生が大学で講義に使用していた資料等を基に作られたと伺っている。
2. テキストには、「700ppm 程度を超える高濃度になると、肺から吸収されて血流によって運ばれる間の酸化による無毒化が間に合わず、硫化水素そのものが脳神経細胞に直接作用し、そこでこれ以下の濃度の場合と異なった意識消失と呼吸麻痺という生命現象の終息を意味する急性中毒作用を起こすことになる。」との記載がある。700ppm 程度を致死濃度としている。

硫化水素を測定する際に注意すべきこととして考えられることはありますか？

1. ヒトは硫化水素濃度 20 から 30ppm で嗅覚疲労を発症し、それ以上の濃度になっても強さを感じなくなる。さらに 100ppm 以上になると嗅覚神経麻痺で臭いを感じなくなる。測定時に臭いを感じなくなった場合は、硫化水素が危険な濃度に達している可能性があり、臭いを頼り安全性を判断するのは危険である。硫化水素濃度の判断は目に見える方法で行う必要があり、検知管や定電位電解式センサによる測定を行うべきである。
2. ガス検知管は、吸引装置と検知管を接続する部分のゴムが硫化水素により劣化しやすく、日常点検が不可欠である。
3. 検知管メーカーによると、検知管に書かれている反応時間は 100mL や 50mL の規定量の空気吸引時間と薬剤の反応を加味した時間であ

るが、現在の薬剤の反応は瞬時に終了するものを用いていると聞いている。したがって反応時間よりも検知管に導入するガスの容積の方が重要であるとのことである。現在発売されている検知管吸引器には、適正な容量が吸引されたかわかるようにインジケーターがついているが、古い物にはインジケーターがついていない。そのような古い吸引器を使用する場合には、適正な量のガスを吸引できたか注意する必要がある。シリンジでガスを吸引する際に規定量をガラスチューブに導入できずに測定を終了してしまうと、実際の濃度よりも低い値となってしまうことがある。

4. 検知管で得られる結果は、吸引時間内の平均値と考えるよりも、むしろ吸引空気 100mL の瞬間値と考えるべきではないか。理想的には複数回の測定を行い、平均値を算出するのが望ましい。データ集積機能の付いた定電位電解式センサの測定器を使用すれば、簡単に演算機能を加味して平均値を出すことが可能である。据置式の定電位電解式センサの測定器を使用するのも効果的であると考えられる。

「公共の浴用に供する場合の温泉利用施設の設備構造等に関する基準（平成 18 年 3 月 1 日 環境省告示 59 号）」における硫化水素濃度の測定方法についてお気づきの点はございますか？

1. 測定方法について具体的な方法が示されておらず、その点は改善の余地があると思われる。特に測定場所や、測定回数の記載がないので具体的な記載が必要と思われる。
2. 測定場所については最も濃度が濃くなる場所を測定するべきであり、測定器メーカーさんともお話したが、浴槽へ温泉が注がれている場所が適当ではないかと思われる。
3. 「作業環境測定法（昭和 50 年 5 月 1 日法律第 82 号）」では、作業環境中の有害物質の測定を行う際に最低でも 1 時間以上 5 点以上の測定を行うこととしている。これは、作業環境における慢性中毒を防ぐため、日内変動や日間変動をとらえるには最低でも 1 時間の測定が必要であるとの検討結果を踏まえたものであり、浴室の硫化水素濃度の測定方法を定める際にも測定回数や測定時間を検討する必要があると思われる。

硫化水素濃度の基準についてどう思われますか？

1. 指摘のとおり、20ppm という値は他法令を見渡しても高い値である。硫化水素の許容濃度は、かつての 10ppm から現在 5ppm に下げられている。許容濃度の考え方は、「労働者が 1 日 8 時間、週間 40 時間程度、肉体的に激しくない労働強度で有害物質に暴露される場合に、当該有害物質の平均暴露濃度がこの数値以下であれば、ほとんどすべての労働者に健康上の悪い影響が見られないと判断される濃度」であり、あくまで健康な成人を対象とした濃度である。有害物質は、低体重、また低年齢ほど、心肺機能が衰える高齢者ほど、作用が大きくなることが知られており、いくら浴槽につかる時間が短くとも、幼児などが入浴することも想定した場合、温泉での硫化水素の規制値は許容濃度よりも低くなることも考えられる。
2. 硫化水素はわずかながら皮膚からも吸収される。作業環境においては、硫化水素は基本的に呼吸器からの吸入を主なものと想定できるが、入浴環境では、皮膚からの吸収も考慮しなければならないのではないか。

その他硫化水素濃度測定を行う際等に注意すべきことはありますか？

1. 酸欠職場で作業する職長は酸欠のおそれのある作業場所では測定をして安全を確認してから、作業現場に立ち入ることにしている。測定者が測定のために酸欠のおそれのある作業場に立ち入る際は、まずは換気をしてから立ち入るように指導している。測定が先か換気が先か判断が難しいところではあるが測定者の安全確保が最重要と思われるためである。また、酸欠場所では、もしもの時に救助にいける保護具等の設置も強く指導している。
2. 酸素欠乏等危険作業場所では、作業前に作業場所内の垂直方向および水平方向にそれぞれ 3 点以上測定点を設け、測定を行うこととしているが、それでも事故が起きている。事故原因を調査すると、作業場所に溜まった水に溶け込んでいた硫化水素や、汚泥の中に溜まっていた硫化水素が、作業員が作業場所に立ち入り、水や汚泥を攪拌したため、作業場所に充満したためであることが分かっている。硫黄泉の温泉水や湯の花にも硫化水素が溶存、貯留している可能性があり注意が必要である。貯湯槽など清掃する際には、内部の温泉水や湯の花を取り除き換気をし、硫化水素や酸素濃度を測定し安全を確認した上で作業を開始する必要がある。
3. 硫化水素測定器メーカーさんのお話では、据置式のセンサを脱衣所

に設置した事例があるとのことであった。浴室内が高湿度で据置式センサの設置が難しければ、脱衣所にセンサを設置することも考えられるのではないか。

4. 作業環境では、二酸化炭素中毒が疑われる事故事例がある。温泉でも多量の二酸化炭素を湧出する温泉であれば、二酸化炭素についても注意した方が良いのではないか。

ヒアリング結果のまとめ 3

実施日 平成 28 年 2 月 2 日

万座ホテル聚楽

施設課 課長 黒岩健二 様

於:万座ホテル聚楽

貴ホテルではホームページに硫化水素ばっ気槽を紹介されていますが、ホームページで紹介されているばっ気槽は、どのような経緯で設置されたものですか？

1. 使用する源泉は高濃度の硫化水素を含有しており、以前からばっ気槽が設置されていた。以前は源泉のある谷にばっ気槽が設置されていた。ところが、2001 年に発生した水害（台風 15 号により発生した万座川の氾濫により万座温泉の源泉や旅館設備が被災した。）¹の際に源泉施設やばっ気槽が壊れてしまった。災害復旧の際に安全面も考慮し、高台にばっ気槽を設置し現在に至っている。ホームページに記載されているものは、2001 年に建設されたものである。

ばっ気槽や源泉設備の維持管理はどのようにされていますか？

1. ばっ気槽や源泉施設に通じる道は関係者以外立入禁止としており、道の入り口にロープを設置し、看板により立入禁止である旨掲示している。
2. 作業を行う際は基本的に 3 名以上で行う。実際に作業を行う作業員の他に作業を監視する作業員を置き、異常があった際には直ちに避難指示を出すなど対応できるようにしている。作業員によっては硫化水素の臭いや目に対する刺激に慣れてしまうので注意が必要である。以前建設会社が源泉設備の作業を行った際には、硫化水素用の安全装備を携行した上で、こまめに作業時間と休憩時間を設定し、作業員が連続して硫化水素にさらされないようにしていた。
3. 作業の際には硫化水素警報器を持参するようにしているが、警報器に頼るだけでなく、高濃度の硫化水素にさらされないよう風上で作業を行うように心掛けている。

¹（）内は、中央温泉研究所による加筆

4. 源泉からばっ気槽までの配管には硫黄スケールが付着するので、半年に1回掃除を行っている。配管清掃は、専門業者に依頼している。
5. 2001年の水害が起きる以前は、源泉からばっ気槽を経て旅館わきの温泉槽に至るまでの複数個所に清掃用の大きな開口部が設けられていた。大きな開口部は作業がしやすい反面、作業員が開口部に頭を入れて作業する等事故の要因となる行為をしかねない。そこで専門業者のアドバイスを参考に、大きな開口部は廃止するとともに、清掃用の開口部の数を減らした。現在は専門業者に依頼し配管をポンプにより逆洗し硫黄スケールを取り除くようにしている。
6. 腐食を防ぐため、ばっ気槽は腐食しにくい木材を使用している。木材は酸性温泉による腐食や紫外線には耐えるものの、寒暖差や水分吸収により狂いが生じ、接合部から温泉水が漏れてしまうことがある。多少の漏れであれば、硫黄ケールにより止まることもあるが、漏れがないか点検を行うようにしている。
7. 以前ばっ気槽の建て替えを検討し、建設業者に見積を依頼した。ばっ気槽に使用する木材や金属部品は耐腐食性のものにする必要があり、材質によっては、300万円ほどかかるとのことであった。設置費用については、耐用年数をどのくらいに想定するかにより変わるようである。

浴槽設備を維持管理する上で留意されていることはありますか？

1. 浴室の換気扇には腐食に強いステンレス製の換気扇を使用している。腐食に強い換気扇を使用しても、経年劣化により換気扇の能力が落ちてしまうことがある。換気扇の能力が落ちて気づきにくいので、換気扇の点検の他、浴室内硫化水素濃度の変化や、浴室内の湯気の発生状況などに注意している。
2. 毎日浴室の硫化水素濃度を測定しているが、浴槽数が多く、1日に2回以上検知管により測定を行うと、費用がかさんでしまう。そこで現在はガスセンサを使用し測定を行っている。

その他注意されていることはありますか？

1. 源泉施設やばっ気槽に通じる道は立入禁止としているが、なかには立入禁止と知って中に入っていく人がいる。我々が気づいた際には注意し直ちに立入禁止区域から出るよう指示しているが、以前雑誌

社が無許可で立入禁止区域内に入り、源泉付近にブルーシートで仮設の風呂を設置し記事にしたことがあった。立入禁止の看板設置や道路入口にロープを設置する等しているが、興味本位で侵入する人への対応には苦慮している。

参考資料

万座ホテル聚楽公式サイト

<http://www.hotel-juraku.co.jp/manza/category02/>（2016年2月現在）

ヒアリング結果のまとめ 4

実施日 平成 27 年 12 月 16 日

秋田県生活環境部自然保護課自然公園班 主事

田口 智生 様

秋田県雄勝地域振興局福祉環境部環境指導課 技師

山崎 康介 様

於:湯沢保健所

秋田県では「公共の浴用に供する場合の温泉利用施設の設備構造等に関する基準（平成 18 年 3 月 1 日 環境省告示 59 号）」における硫化水素の濃度の測定をどのように実施していますか？

1. 秋田県生活環境部では、硫化水素濃度を測定すべき温泉地を管轄する各保健所に調査を依頼している。調査は積雪前と積雪後に年 2 回の頻度で実施している。調査は平成 18 年の泥湯の事故以前から行われている。
2. 調査の際には、原則保健所職員 2 名で調査を行い、浴槽施設管理者に立ち合いを求めている。
3. 調査は 1 日で 1 から 2 箇所の温泉地を回っている。

「公共の浴用に供する場合の温泉利用施設の設備構造等に関する基準（平成 18 年 3 月 1 日 環境省告示 59 号）」における硫化水素の濃度の測定はどのような手順で行っていますか？

1. 保健所に具体的な調査マニュアルはないが、秋田県が作成した「温泉利用施設調査票」に基づいて調査している。具体的には給湯口付近の浴槽湯面から上方 10cm の位置と浴室床面から上方 70 cm の位置の濃度を検知管で測定している。
2. 測定結果は「温泉利用施設調査票」に記載するとともに、使用した検知管を保存している。

「公共の浴用に供する場合の温泉利用施設の設備構造等に関する基準（平成 18 年 3 月 1 日 環境省告示 59 号）」における硫化水素の濃度の測定の結果利用施設に改善を求めた事例はありますか？

1. 近年湯沢保健所管内では測定結果が基準を超えたことがなく,指導を行った事例はない。

その他硫化水素が発生する温泉の調査に関して注意していること等ありますか？

1. 秋田県では県職員が地熱発電の影響モニタリング等で源泉の湧出量や温度を測定しているが, 仙北市の事故を受け, 観測を行う職員に硫化水素・酸素検知警報器を携行させるほか, 防毒マスクの装着を行うように徹底した。
2. 秋田県では, 温泉利用施設の測定に係る保健所職員にも念のため硫化水素・酸素検知警報器を携行させられるよう保健所への警報器の配布を行う予定である。

ヒアリング結果のまとめ 5

実施日 平成 28 年 1 月 6 日

福島県県北保健福祉事務所 県北保健所
生活衛生部 衛生推進課 環境衛生チーム
新村 牧子 主任薬剤師
於：県北保健福祉事務所

福島県では「公共の浴用に供する場合の温泉利用施設の設備構造等に関する基準（平成 18 年 3 月 1 日 環境省告示 59 号）」における硫化水素の濃度の測定をどのように実施していますか？

1. 福島県内で知事が日常の硫化水素濃度測定が必要であると認めているのは、県北保健所管内の高湯温泉と会津保健所管内の中ノ沢温泉だけである。福島県内の保健所で硫化水素濃度測定を行っているのは両保健所だけで県北保健所の高湯温泉調査は、年 2 回、春と秋に行っている。
2. 調査は、保健所職員 2 名（男女各 1 名）と高湯温泉の日常管理を行っている専門職員を立会人として 1 名加えた 3 名 1 班の 2 班構成で全浴槽設備の点検を行っている。その際に保健所職員は新人 2 人の構成とならないように配慮している。ベテランと新人を組み合わせることにより、測定方法の習熟訓練等を行っている。

「公共の浴用に供する場合の温泉利用施設の設備構造等に関する基準（平成 18 年 3 月 1 日 環境省告示 59 号）」における硫化水素の濃度の測定はどのような手順で行っていますか？

1. 濃度測定は、浴槽湯口付近湯面から上方 10cm の濃度と洗い場の床面から上方 70cm の濃度を検知管で測定している。脱衣所の濃度は測定していない。また、源泉やばっ気装置の濃度は、浴室の改修や新規に浴槽が設けられた際や、浴室での濃度測定が基準を超えた際に必要に応じて実施している。
2. 温泉法改正に伴い可燃性天然ガスの測定が義務付けられた際、県北保健所にはメタン、硫化水素、酸素等が測定できるマルチセンサーが配布された。しかしながら、マルチセンサーは浴室内で大きな警報音が鳴ることがあり、施設管理者や施設利用者に迷惑をかけない

よう検知管法を採用している。

3. 調査手順についてはマニュアルがあるわけではなく、「硫化水素ガス測定結果」表の様式に従って実施している。実質的には、年 2 回の調査時に具体的な調査方法を新人職員に伝達している。
4. 濃度測定の際には、施設管理者が行っている日常の硫化水素濃度測定（告示で定められた 1 日 2 回以上の測定）の結果を保健所職員がチェックしている。以前は定期的に施設管理者から保健所に提出するよう義務付けていたが、現在は年 2 回の調査時に現地でチェックする方式となった。

「公共の浴用に供する場合の温泉利用施設の設備構造等に関する基準（平成 18 年 3 月 1 日 環境省告示 59 号）」における硫化水素の濃度の測定の結果利用施設に改善を求めた事例はありますか？

1. 近年指導を行った事例はほとんどないが、調査の際に告示の基準を超えた場合には、その場で施設管理者に対し「環境衛生指導注意票」を渡し、改善を指導し、改善計画を提出し基準を満たしていることが確認できるまで施設の使用を禁止している。改善計画に基づき、施設管理者による測定で基準を超えないことが確認できれば、施設の使用再開を認めている。使用再開後保健所職員が現地で硫化水素濃度測定を行い、基準を超えていないか確認を行う。その際に基準を超えているようであれば、再度改善を指導する。
2. 浴室の改修や新規設置の際の設備構造のチェックの際には、告示に示された基準に違反していないかチェックを行っている。
3. 硫化水素濃度が基準を超える施設がまれにあるが、老舗の施設ではなく、新規に高湯温泉で営業を始めた施設であることが多い。古くから高湯温泉で温浴施設を運営している事業者は、硫化水素の怖さをよく知っているため、硫化水素濃度を下げるためには、湯温の低下や施設の維持管理費がかさむこともやむを得ぬことと理解しているが新規事業者の中には硫化水素に対する経験や認識が不足している事業者もいるのかもしれない。

その他硫化水素が発生する温泉の調査に関して注意していること等ありますか？

1. 浴室での硫化水素濃度測定では必要ないだろうが、源泉での湧出量

測定の際には、マルチセンサーの携行や防毒マスクの使用を検討したい。

2. ばっ気装置等硫化水素濃度が高濃度になる場所の測定用に高濃度硫化水素の測定ができる検知管の購入を検討している。

7. まとめと提言

「公共の浴用に供する場合の温泉利用施設の設備構造等に関する基準（平成18年3月1日 環境省告示第59号）」（以下「設備構造等基準」という）についての技術的な観点等の見直し等を検討した。

設備構造等基準の対象となる温泉は、1キログラム中、総硫黄を2ミリグラム以上含有する温泉となっている。アンケート調査の結果、現在国内で該当する温泉の源泉数は1265本（硫化水素型438本、硫化水素型でない源泉732源泉、不明95本）、当該源泉を利用する浴槽等の数は推定で5313施設にのぼることが判明した。また、設備構造等基準に基づき都道府県知事又は保健所を設置する市の市長が浴室内の空気中の硫化水素濃度の測定が必要と認めた事例は、13温泉地あった。基本的に硫化水素型でない1キログラム中、総硫黄を2ミリグラム以上含有する温泉からは硫化水素があまり遊離しないものと考えられているが、pHが中性付近の温泉では、硫化水素型でなくても、相当量の硫化水素を遊離するものがあり、注意が必要である。また、今回のアンケートの質問項目には無いが、1キログラム中、総硫黄を2ミリグラム以上含有する温泉を飲用している事例が存在した。硫化水素型でない温泉でも多量の硫化水素イオンを含有している温泉が存在し、そのような温泉を飲用した場合、湯口では硫化水素を発生していなくても胃酸などと体内で反応し、硫化水素を発生する可能性があるため注意が必要である。

設備構造等基準においては、浴槽湯面から上方10cm位置及び浴室床面から上方70cmにおいて硫化水素の濃度を測定することとしている。しかしながら、浴槽及び浴室のどの位置で測定するかは規定されていない。本調査では群馬県薬務課、秋田県雄勝地域振興局福祉環境部、福島県県北保健福祉事務所県北保健所の3機関の濃度測定方法について調査した。いずれの機関でも測定マニュアルは無く、調査記録票を定め測定値を記入する方法を採用していた。そこで、実際に1キログラム中、総硫黄を2ミリグラム以上含有する温泉を使用する施設の内風呂と露天風呂で実測を行った。その結果、浴室内の硫化水素濃度が最も高濃度となる場所は、浴槽への温泉注入口の風下付近であった。したがって、浴槽湯面から上方10cmの位置として測定する場所は、浴槽への温泉注入口の風下付近が適当であると考えられる。同様に、浴室床面から上方70cmの位置として測定する場所については、浴槽への温泉注入口の風下にあたるもっとも直近の床面から上方70cmの位置が適当であると考えられる。検知管式硫化水素濃度計と定電位電解式硫化水素濃度計（いわゆるデジタル式硫化水素濃度計）の測定値については、ほとんど測定値に差が無いことが判明した。しかしながら、定電位電解式硫化水素濃度計は、リアルタイムで濃度を計測することができる

ため、瞬間的な高い値を計測できることがわかった。浴室内の硫化水素濃度は変化しやすい上、浴槽への温泉注入口から硫化水素を含む気団（プリューム）が浴室を漂うことがあるため、常時低い値が観測されていても瞬間的に高い値が観測されることがある。現在、多くの公的な測定機関では検知管式硫化水素濃度計が使用されている。検知管式は、定電位電解式硫化水素濃度計と違い、測定時間に1分程度要することから、1分間の測定時間内における中央値と考えられる。定電位電解式硫化水素濃度計を用いて、瞬間的に高い値が計測された場合、その値をもって基準を満たしていないと判断するか検討する必要がある。「作業環境測定法（昭和50年5月1日法律第82号）」では、作業環境中の有害物質の測定を行う際に最低でも1時間以上5点以上の測定を行うこととしている。これは、作業環境における慢性中毒を防ぐため、日内変動や日間変動をとらえるには最低でも1時間の測定が必要であるとの検討結果を踏まえたものである。硫化水素中毒ではノックダウンと呼ばれる瞬時に意識を失う症状が起きるため、たとえ定電位電解式硫化水素濃度計による測定平均値の採用を行うよう測定方法を定めるとしても、許される瞬間値の濃度は、ノックダウンを起こす濃度より低くする必要がある。浴室の硫化水素濃度の測定方法を検討する際には、硫化水素中毒の特性を考えうえて、基準値の議論と共に測定回数や測定時間を検討する必要があると考えられる。また、定電位電解式硫化水素濃度計は、最低でも年1回程度のメーカーによる校正が必要であり、検知管についても、日常点検や使用期限を過ぎた検知管を使用しないようにする必要がある。これまで設備構造等基準に記載されていなかった測定器の保守方法についても記載すべきか検討する必要がある。

1キログラム中、総硫黄を2ミリグラム以上含有する温泉の適正な利用形態の検討を行った。寒冷地では、換気を行うと浴室内の気温が著しく低下する事例があることがわかった。近年脱衣室と浴室・浴槽の温度差で神経調節性失神を起こし、浴槽で溺死したとみられる事例が報告されている。浴室の気温が低いと、入浴客が浴槽への温泉注入口付近で肩までつかることがある。浴槽への温泉注入口付近は最も硫化水素濃度が高いため、注意が必要である。アンケート結果では、設備構造等基準に基づき浴室内の換気を指導する事例が多いことが判明したが、換気を優先するあまり、浴室内の気温を下げ過ぎると、溺水事故を誘発する可能性がある。設備構造等基準には、浴室内の気温についての記載が必要か検討する必要がある。

2015（平成27）年の田沢湖高原温泉硫化水素中毒事故の際に設置された「仙北市カラ吹き源泉事故調査委員会」は、事故の原因となった源泉を安全に使用するため、温泉造成塔や集湯槽にばっ気塔や排気口を設置し、温泉中の硫化水素濃度の低減を模索した。しかしながら、温泉が流下する際に配管内で遊離す

る硫化水素を取り除くことが難しく、近い将来事故の原因となった源泉の使用を取りやめることとした。中性付近の硫化水素泉は、ばっ気が難しく注意する必要があるため、設備構造等基準にばっ気の具体的な方法や注意点を記載するかどうかにについても検討する必要がある。

「仙北市カラ吹き源泉事故調査委員会」がとりまとめた「安全作業マニュアル」では、浴槽等設備基準に「5 空気弁の手入れ」という項目を追加している。田沢湖高原温泉の事故では、空気弁が事故原因となっており、今後設備構造等基準に空気弁（エア抜き管）の対策を盛り込むべきか検討する必要がある。

2005（平成 17）年に泥湯で発生した事故では、温泉旅館付近の地熱地帯で事故が発生している。設備構造等基準では、「4 立入禁止柵等の設置」を定めている。2006 年以降の事故は、北海道の事例を除き、浴槽ではなく、貯湯槽や分湯槽、温泉給湯施設で発生している。特にここ数年は毎年死亡事故が起きている。設備構造等基準の「4 立入禁止柵等の設置」に、温泉給湯施設に関する内容を盛り込むべきか検討する必要がある。

近年の事故では、硫化水素中毒だとされた事例でも酸欠や二酸化炭素中毒が疑われる事例がある。設備構造等基準は、対象とする源泉を 1 キログラム中、総硫黄を 2 ミリグラム以上含有する温泉としている。しかしながら、二酸化炭素泉の中には、浴槽で中毒を起こすような高濃度二酸化炭素は検出されていないものの、浴槽が地表面下の低い場所に設置されている事例がある。実際に大分県では、「大分県温泉管理基本計画」において、“炭酸泉については、炭酸泉の浴用施設の構造については、換気施設の設置を新たに基準として設けて、安全性を高める。”と提言している。また、二酸化炭素を多く発生する源泉の貯湯槽では、排気口の二酸化炭素濃度が 100vol.%に達するものがあり、今後二酸化炭素泉や二酸化炭素を多く発生する温泉についても設備構造等基準の対象とすべきか検討する必要がある。同様に、酸欠事故を起こす可能性のあるメタンや窒素を主成分とする温泉付随ガスを発生する温泉について設備構造等基準の対象とするべきか検討する必要がある。中毒事故ではないが、2013（平成 25）年 5 月 23 日には、熊本県小国町で温泉水タンクが水蒸気の圧力上昇により爆発する事故が発生している。

設備構造等基準を満たすために必要となる費用について調査を行った結果、換気扇設置には 20 万円程度、ばっ気槽の設置には 10 万円前後から 300 万円程度、立入禁止看板には 3 万円程度の費用が掛かることが判明した。換気扇設置や立入禁止看板には、それほど高額な費用は要しないものの、ばっ気装置に関しては状況により高額な費用を要することが判明した。設備構造等基準にばっ気槽の基準等加える場合には、設置費用に関する検討も必要であると考えられる。

以上の結果から、設備構造等基準に関して技術的な観点等の見直し等を以下のように提言する。

近年硫化水素等を原因とする死亡事故が発生しており、設備構造等基準の見直しが必要であると考えられる。見直しに当たっては、学識経験者等からなる委員会（火山学者、医師、温泉利用許可者、温泉設備施工業者、行政等）を開催し検討を行う必要があり、設備構造等基準について、特に下記の事項について検討を実施するべきであると考えられる。

- ① 現在、設備構造等基準の対象となる温泉は、1 キログラム中、総硫黄を 2 ミリグラム以上含有する温泉としているが、中毒や酸欠の原因となる二酸化炭素やメタンを発生する温泉についても対象とするか検討する。
- ② 設備構造等基準においては、浴槽湯面から上方 10cm 位置及び浴室床面から上方 70cm における硫化水素の濃度基準をそれぞれ 20ppm, 10ppm としているが、当該濃度が衛生管理上問題ないか検討する。
- ③ 設備構造等基準に、換気をすることだけでなく浴用利用者の溺水事故を防止するため、浴室内温度を下げ過ぎないようにすることや、高濃度硫化水素を吸わないように、浴槽への温泉注入口を囲うこと等を記載するか検討する。
- ④ 設備構造等基準においては、浴槽湯面から上方 10cm 位置及び浴室床面から上方 70cm において硫化水素の濃度を測定することとしている。しかしながら、浴槽内及び浴室内のどの位置で測定するかは規定されていない、そのため、浴槽等のどの位置で行うのが適当であるかを検討する。
- ⑤ 硫化水素濃度測定に使用する測定器について検討する。従来使用されてきた検知管式硫化水素濃度計に比べ定電位電解式硫化水素濃度計（いわゆるデジタル式硫化水素濃度計）では測定感度は同じものの、瞬間的な高い値も記録する特性があり、測定値の取り扱いや、測定回数等を検討する。また、使用機器の保守管理に関する記載を加えるべきか検討する。
- ⑥ ばっ気装置の構造基準を記載するべきか検討する。ただし、温泉の性質によっては、ばっ気装置は高額となる可能性がある。構造面だけでなく、設置費用の検討を行い実現可能なものとする必要がある。
- ⑦ 設備構造等基準では、立入禁止柵等の設置について規定しているが、

浴槽設備以外の温泉設備に対してどのような基準を設けるべきか検討する。

- ⑧ 設備構造等基準に規定されていないエア抜き管に関する規定を加えるべきか検討する。
- ⑨ 総硫黄を 2 ミリグラム以上含有する温泉を飲用することについて対策を講じるべきか検討する。

8. 参考文献

公共の浴用に供する場合の温泉利用施設の設備構造等に関する基準（平成 18 年 3 月 1 日 環境省告示 59 号）

黒田曜子（1987）温泉における溺没事故死の研究-特に硫化水素温泉の特異性と事故防止対策. 福島医誌, Vol.37, 199-211.

万座ホテル聚楽公式サイト

<http://www.hotel-juraku.co.jp/manza/category02/> （2016 年 2 月現在）

大分県生活環境部生活環境課（2001）大分県温泉管理基本計画.

仙北市（2015）安全作業マニュアル. 仙北市ホームページ：

http://www.city.semboku.akita.jp/citizens/documents/anzenmanual_20151215.pdf （2013 年 2 月現在）

仙北市カラ吹き源泉事故調査委員会（2015）仙北市カラ吹き源泉事故調査委員会報告書（案）. 第 5 回仙北市カラ吹き源泉事故調査委員会配布資料.

〈カタログ等〉

協和化工株式会社カタログ

三菱電機株式会社ホームページ：三菱電機 WIN²K

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/ldg/wink/searchProduct.do?ccd=202018> （2013 年 2 月現在）

一般財団法人経済調査会（2016）月刊積算資料. 2016 年 3 月号.