

鳥取県浜村および鹿野地区温泉地の地球化学的研究 および鳥取県中部にある諸温泉の泉質の比較検討

阪上正信,* 御船政明*

緒言

鳥取県に存在する各地温泉の総合的研究として筆者等はすでに、中部地区の東郷松崎温泉¹⁾ および三朝温泉²⁾³⁾ に関する研究を報告したが、今回さらに中部地区の浜村勝見温泉および、その南方4.5kmにある鹿野今市温泉についての総合的研究にさいし、とくにその地球化学的研究の分野を担当した。まづ、これら両温泉それぞれの特質を化学的な面で比較検討することは、両温泉湧出地の地質学的な相異の検討とともにきわめて興味ある課題である。また、その特質にもとづいて、両温泉地の中間地および周辺地の井戸水等の地下水の水質を検討すれば、両温泉それぞれの広がりや影響範囲を知ることができ、これをこの附近の地質構造との関連において考察して、温泉地開発のための指針を示唆することができる。筆者等は以上の諸点を考慮しつつ、この地域の地球化学的研究を行い、さらにその結果を、すでに報告した他の鳥取県中部地区の温泉についての研究結果とも比較検討した。なお同時期に本研究と並行して行われた地質学的研究および地球物理学的研究は別に報告⁴⁾ される筈であり、またとくに鹿野町の今市地区、中園木梨地区について行われた比抵抗法を利用した電気探査による地質構造の研究については別に詳細な報告⁵⁾ がなされている。

採水地点と採水状況

水質分析を行った試料水の採水地点の名称は第1表および第2表に記載し、その所在は各地点の記号番号とともに第1図に示した。なお浜村勝見温泉および鹿野今市温泉について、その地点が近接している場所は、その詳細な地点を第2図(イ)(ロ)に示した。

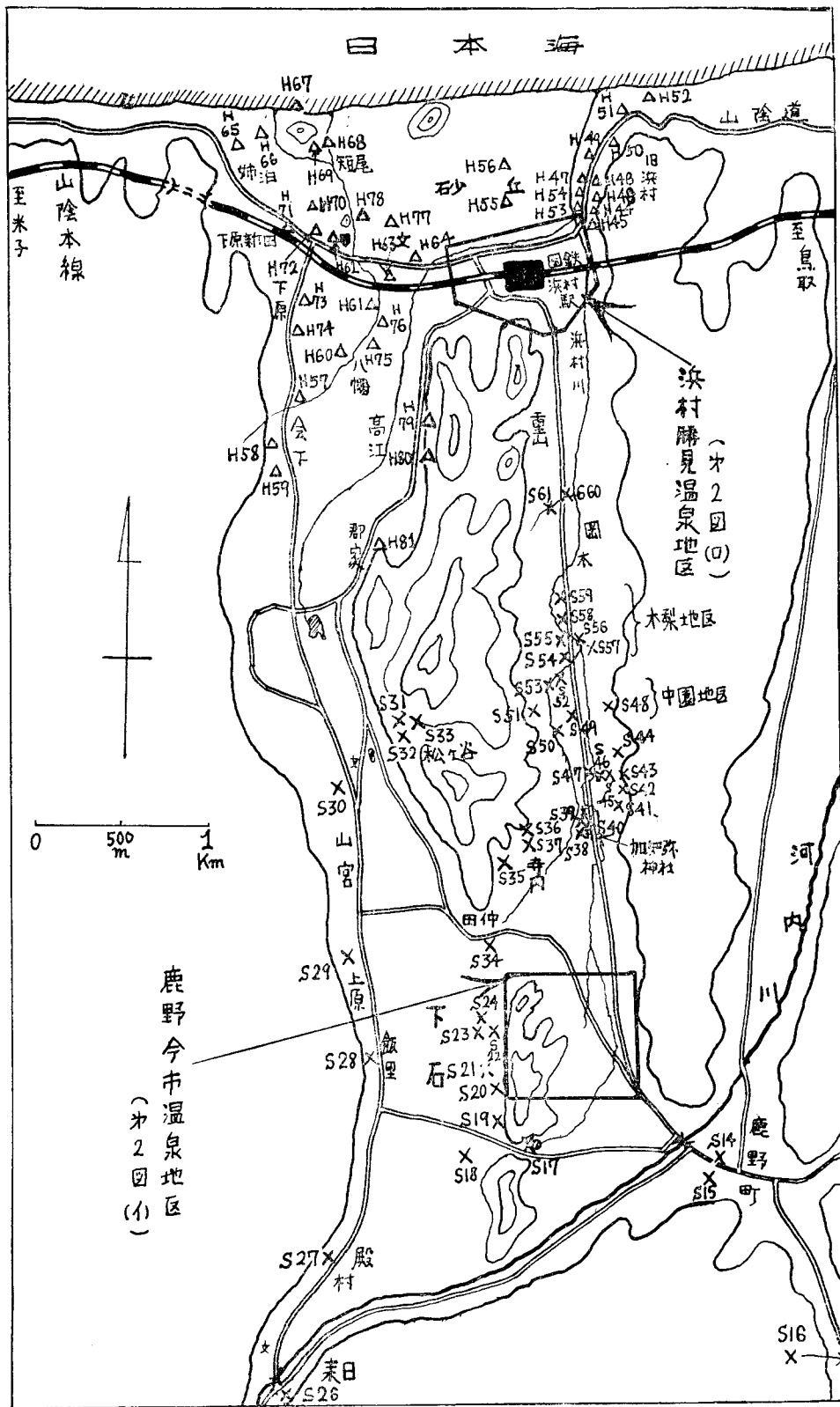
採水地点における採水状況は自然湧出状況のものをF、手押ポンプによるものをP、動力ポンプにより継続揚水中のものをM、貯留したものをS、沢水や河川水をBとして、第1表第2表に示した。なお採水はポリエチレン瓶を用いて行い、試料水そのままのものほかに、とくにヒ素、リン、ウラン、ラジウムの定量を行うための試料として、試料水1ℓにつき濃硝酸約3mℓを加えたものを採水した。なお水温の測定は100°Cの水銀留点温度計および水銀普通温度計またはアルコール温度計を用いて行つた。そのさい手押または電動ポンプにより揚水するものは、採水前に相当量の水を揚水して、定常的な温度となつたものを测温した。

水質の分析法

分析を行つた各化学成分のうち、 HCO_3^- 相当量の分析は、ポリエチレン瓶を一杯にみたした試料水からまづ最初に行い、採水当日に宿舎において分析を終える様にした。その値は、塩酸滴定によるメチルオレンジアル

* 岡山大学温泉研究所化学部門

第1図 採水地点

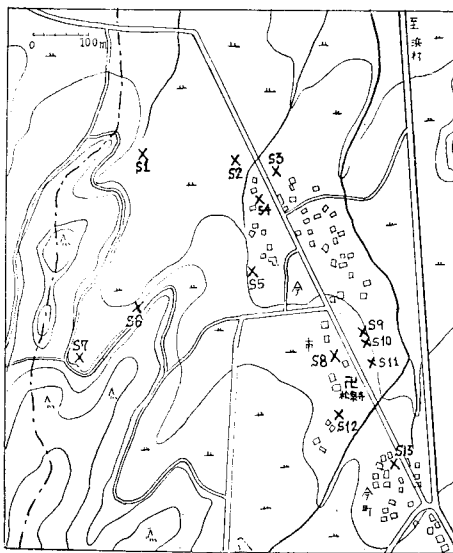


カリ度より求めたものである。

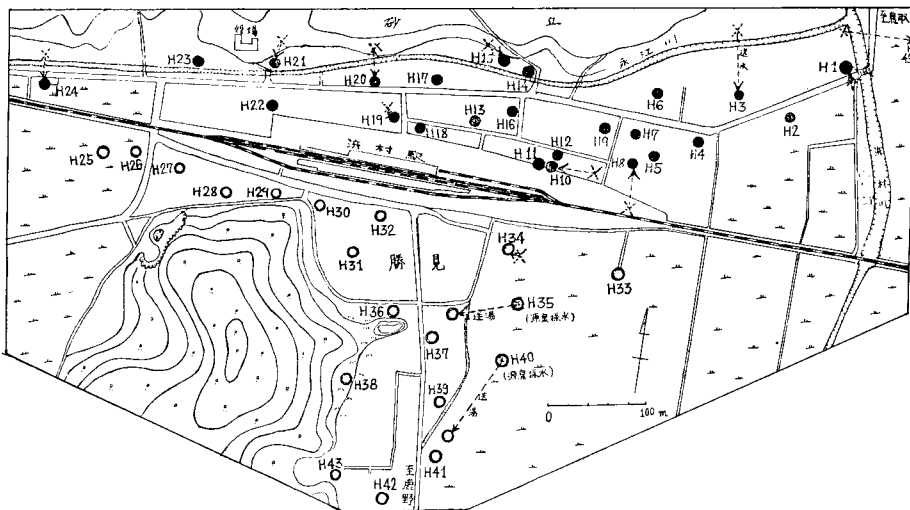
その他の化学成分の分析法としては、Cl⁻はMohr法による滴定、SO₄²⁻はクロム酸バリウム一酸懸濁法を用いる比色法、Ca²⁺およびMg²⁺の定量はEDTAによる滴定法を用いたが、いずれも先に報告した三朝温泉についての研究²⁾の場合と同様である。

酸性とした試料水より分析を行つたヒ素およびリンの分析は、Gutzeit法の改良とリンモリブデン青の比色法を組合せたところの、ヒ素とリンの逐次定量法⁶⁾によつた。またウランの分析はリン酸アルミニウムとの共沈、酢酸エチルによる抽出を行つてのち、回転炉を用いてフッ化ナトリウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウムと熔融して螢光体をつくり、その螢光光度を測定する方法⁷⁾によつた。ラジウム分析は次のごとくに行つた。すなわちpH 1.5前後とした試料水より硫酸アンモニウムおよび一定量の塩化バリウムにより100mgの硫酸バリウムの沈澱をつくり、一夜放置後、直径約2.5cmの小円形の口紙上に、放射性物質定量用の手動ポンプロカ装置で口過する。その口紙を自然乾燥後、円環つき試料皿に円環にてはさんでのせ、3週間以上放置する。その放射能をローリツチエン検電器により測定し⁸⁾、その値を、ラジウム標準溶液より同様に操作したものの放射能測定から作成した検量線と比較して定量する。

第2図(イ) 鹿野今市温泉地区



第2図(ロ) 浜村勝見温泉地区



さらにラドンの定量は改良型KY式ローリッ補正を行つた値である。
 ツチエン・ラドン計を用いた⁹⁾。測定は採水 なお、試水は普通 20ml を用い、ラドン箱
 後なるべくはやく行い、その経過時間による には内容積200ml のものを使用した。

第 1 表

採水状況 { F: 自然湧出
 P: 手押ポンプ
 M: 動力ポンプ
 S: 貯留水
 B: 沢水, 河川水

記号	採水地点	採水状況	採水日(1959)	温度(°C)	Cl ⁻ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Ca ²⁺ (Mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	AS(mg/l)	P(mg/l)
今市地区											
S1	湯鼻の湯	F	11.11	41.5	196.6	95.2	68.8	14.43	2.73	0.25	0.038
S2	鈴木正てる氏	F	〃	57.1	326.0	87.8	113.5	23.36	0.78	0.33	0.038
S3	公衆浴場	F	〃	61.2	324.4	84.2	114.5	22.65	1.65	0.32	0.074
S4	今本茂幸氏前	S	〃	23.2	41.2	56.1	17.0	10.36	2.60	0.03	0.041
S5	樋の詰	P	〃	63.8	329.0	90.3	113.3	24.01	0.82	0.36	0.036
S6	クズレ山際湧水	F	〃	26.1	74.2	68.3	24.0	9.93	3.51	0.05	0.030
S7	越路山際湧水	F	11.15	15.0	14.8	56.1	3.8	8.72	5.33	—	—
S8	東西波引湯	S	11.11	34.0	334.0	85.4	119.0	24.30	0.86	0.36	0.022
S9	田村湧水	F	11.16	—	28.4	41.5	14.3	8.22	3.25	—	—
S10	竹森裏湧水	F	〃	—	27.2	35.4	—	5.86	2.51	—	—
S11	大井津湧水	F	〃	—	14.4	25.6	—	5.58	2.47	—	—
S12	地堂湧水	F	〃	—	7.8	15.9	7.0	5.29	1.99	—	—
今町, 旧町内地区等											
S13	山名藤蔵	P	11.15	15.0	8.3	29.3	5.7	7.86	2.38	(0.0005)	0.020
S14	山下旅館	P	11.18	16.9	12.2	31.1	5.0	4.64	3.25	—	—
S15	石尾氏	P	〃	17.8	9.8	34.7	7.8	5.36	3.47	—	—
S16	鬼入道湧水	F	〃	—	8.4	14.3	2.0	1.28	1.21	—	—
下石地区											
S17	馬の池	S	11.15	15.7	8.4	30.5	1.7	6.07	2.60	—	—
S18	下石南あぜ下	S	〃	12.8	9.6	60.0	—	10.00	5.64	—	—
S19	武田氏	P	〃	14.5	13.4	26.8	2.3	5.29	3.38	(0.0005)	0.045
S20	中瀬清治氏前	P	〃	17.5	10.0	39.0	5.0	7.29	4.29	—	—
S21	真田早苗氏前	P	〃	17.2	9.0	37.8	—	7.65	3.38	—	—
S22	西法寺田ボ東	F	〃	—	11.4	48.8	—	8.00	4.89	—	—
S23	〃 西	F	〃	17.3	11.4	35.4	5.0	7.36	4.21	—	—
S24	〃 北	F	〃	16.5	11.6	37.8	—	7.57	4.16	0.001	0.044

第 1 表 (つづき)

記号	採水地点	採水 状況	採水日 (1959)	温度(°C)	Cl ⁻ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Ca ²⁺ (Mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	AS (mg/l)	P (mg/l)
西麓, 西北地区 (鹿野町西, 気高町西南)											
S26	来日, 岡田潔氏	P	11.15	16.4	12.6	31.7	—	6.43	3.82	—	—
S27	殿村 不勢平神社 水源湧水	FS	〃	13.4	8.6	24.4	—	4.07	2.86	—	—
S28	飯里 桂三蔵氏	P	〃	14.0	14.2	15.9	—	2.86	2.04	—	—
S29	上原 山根寿雄氏	P	〃	14.6	22.8	18.3	3.2	3.43	3.34	—	—
S30	山宮 農 協	P	〃	15.4	20.4	30.5	4.7	6.79	4.20	—	—
S31	松ヶ谷 田ボ北側	S	〃	—	14.0	7.3	2.4	0.86	2.08	<0.0003	0.016
S32	〃 田ボ南側	S	〃	—	13.2	17.1	—	1.21	1.99	—	—
S33	〃 北の沢 沢水	B	〃	15.0	12.6	12.2	—	1.29	1.60	—	—
S34	田仲 山ぎわ	F	〃	15.2	15.6	18.3	4.2	4.64	3.25	—	—
加知弥神社周辺											
S35	寺内勝田一郎氏	P	11.15	15.8	14.2	14.6	—	1.43	2.08	0.002	—
S36	〃 田中五一郎氏	S	〃	14.7	16.2	43.9	3.0	6.22	3.90	—	—
S37	〃 〃	P	〃	15.0	34.8	59.8	5.0	12.15	6.72	—	—
S38	神官 飯田氏	S	〃	19.8	21.8	31.7	9.2	9.15	4.47	—	—
S39	神社 社務所	P	〃	19.5	11.6	36.6	—	8.79	4.47	—	—
S40	岡崎 正己氏	P	〃	21.3	38.0	48.8	15.0	9.65	4.12	0.007	—
S41	山ぎわ 道路そば	S	11.17	—	—	—	—	—	—	(0.0006)	0.017
S42	官方杉原喜代己氏	P	〃	16.0	25.0	35.9	8.0	7.72	4.03	(0.0007)	0.19
S43	〃 岡村氏前水源	S	〃	16.0	17.2	32.2	3.5	5.93	3.21	—	—
S44	助産婦 佐藤氏	P	〃	16.0	17.2	80.0	4.0	10.36	6.50	—	—
S45	田ボ湧水	F	〃	16.3	19.8	38.8	9.2	7.86	3.47	—	—
S46	田ボ縁藻ぎわ湧水	F	〃	17.0	23.6	37.1	11.5	6.57	3.38	—	—
S47	道ぎわ 勝田氏	P	〃	19.0	26.0	37.1	12.0	7.79	3.29	0.008	0.025
中 園 地 区											
S48	東中園椿木富江氏	P	11.17	15.3	19.2	25.13	2.5	5.93	3.12	—	—
S49	バス駅前山下氏	P	〃	21.0	36.0	44.16	17.3	7.29	4.47	0.003 ₅	0.032
S50	西中園山下いさを氏	P	〃	18.1	14.2	38.18	9.2	8.56	3.59	0.002 ₂	0.021
S51	西中園森山熊治氏	P	〃	16.0	16.0	52.58	1.7	5.57	4.94	—	—
木梨岡木地区											
S52	勝田川わき排水口	B	11.17	21.0	42.0	39.4	19.2	10.36	3.90	—	—
S53	勝田川本流	B	〃	16.0	11.4	32.2	6.7	5.93	3.12	—	—
S54	高田 勇氏	M	〃	23.0	86.6	58.6	32.0	13.00	4.07	0.045	0.042
S55	渡辺氏田ボぎわ	P	〃	22.3	79.8	51.4	31.5	12.15	4.42	0.027	0.046
S56	渡辺とし治氏	P	〃	21.3	69.8	64.5	25.0	13.22	4.77	—	—
S57	高木 浅五郎氏	P	〃	19.6	21.6	51.4	15.2	11.08	4.77	0.0015	0.008
S58	元村長 田中氏	M	〃	21.7	36.8	40.6	16.0	7.15	3.90	0.018	0.042
S59	バス道ぎわ桐谷氏	P	〃	20.4	41.4	68.1	19.0	10.72	6.28	0.016	0.061
S60	江川わき湧水	F	〃	20.6	41.6	38.2	16.6	10.00	4.12	0.0008	0.164
S61	江川本流	B	〃	19.0	47.4	33.4	5.5	9.65	4.12	—	—

第 2 表

{採水状況の記号は第1表に同じ
{Mc は源泉より相当距離送水

記号	採水地点	採水状況	採水日 (1959)	温度(°c)	Cl ⁻ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	As (mg/l)	P (mg/l)
浜村温泉地区 (国鉄線北部)											
H1	鈴木旅館	Mc	12.17	47.0	261.6	47.8	450.0	105.0	5.64	0.16	—
H2	浜本しま	Fs	〃	19.7	44.8	102.8	47.0	15.36	2.60	0.036	0.122
H3	木下クリンク	Mc	〃	10.4	12.2	52.6	3.5	11.79	4.55	0.003	—
H4	東屋	M	〃	44.6	249.2	68.1	322.5	78.18	2.60	0.070	—
H5	むつみ荘	M	〃	44.0	196.8	68.1	332.5	68.60	5.20	0.11	—
H6	栗山氏よこ井戸	P	〃	34.0	98.0	85.4	152.5	30.73	5.64	0.04	—
H7	たばこ屋北湯	M	〃	55.7	369.6	49.0	460.0	101.5	15.6	0.12	—
H8	〃 南湯	M	〃	54.5	262.8	42.9	462.5	104.3	4.16	0.13	—
H9	一の湯	M	〃	52.9	376.0	52.6	457.5	120.8	5.46	0.07	—
H10	浜の屋東湯	M	〃	61.0	296.0	46.6	476.0	100.7	11.88	0.19	0.025
H11	〃 中央湯	M	〃	64.0	311.2	46.6	472.5	121.5	5.64	0.20	—
H12	〃 プール湯	M	〃	65.0	307.2	35.9	481.5	120.9	2.34	—	—
H13	徳安氏の湯	M	〃	48.5	392.0	46.6	477.5	127.9	1.73	0.025	—
H14	小谷旅館源泉	M	12.18	46.0	386.0	44.2	570.0	107.2	32.09	0.080	—
H15	〃 井戸水	Mc	〃	16.8	19.4	47.8	7.7	8.79	9.49	0.002	—
H16	喜樂井戸	M	〃	31.2	102.8	74.1	161.3	53.59	4.77	0.030	—
H17	酒ヤ与田商店	M	〃	25.4	147.2	130.5	196.0	78.61	11.27	0.012	—
H18	駅前鈴木精一氏	M	〃	32.3	207.2	53.8	307.5	75.17	9.02	0.028	—
H19	合銀井戸より隣家	Mc	〃	24.8	408.0	13.2	612.5	208.7	8.67	0.022	—
H20	三谷ラジオ店水道	Mc	〃	15.5	25.8	33.7	11.5	10.43	11.01	0.0035	—
H21	町営住宅水道	Mc	〃	17.0	23.6	—	13.7	13.43	10.49	0.0025	—
H22	バイク裏溜井戸	S	〃	18.2	335.6	46.6	480.5	172.2	9.54	0.002	—
H23	細谷氏井戸	P	〃	16.7	19.6	—	12.5	15.58	10.49	0.002	—
H24	斎藤医院	M	〃	13.8	22.4	57.3	17.5	13.79	10.28	0.009	0.025
勝見温泉地区 (国鉄線南部)											
H25	辰元あしの湯	M	12.17	42.5	329.6	20.3	632.5	152.9	28.18	0.16	—
H26	松原三重吉氏	M	12.18	33.4	385.2	13.9	630.0	212.9	2.60	0.15	0.006
H27	湯口程次氏	F	〃	28.9	410.0	11.9	630.0	214.4	9.10	0.05	0.046
H28	瓦屋池原氏	M	〃	13.2	56.6	29.9	6.5	8.43	4.42	(0.0005)	—
H29	木下けい造氏	F	〃	14.9	23.6	31.7	13.7	5.72	2.43	(0.0002)	—
H30	池原為造氏	F	12.17	14.3	59.0	39.4	16.5	7.86	2.86	0.001 ₃	0.022
H31	湖山好子氏	S	12.18	16.5	33.4	46.6	16.0	13.93	2.64	0.012	—
H32	森太郎氏	F	〃	21.0	146.0	41.5	231.5	57.45	6.33	0.022	—
H33	木下政雄氏	M	〃	43.0	134.4	54.1	210.5	57.60	0.67	0.050	—
H34	畜産加工場	Mc	12.17	61.0	285.6	34.7	491.0	124.3	1.30	0.16	—
H35	鈴木虎一氏	M	〃	63.6	289.2	35.9	470.0	126.5	1.30	0.14	—
H36	下の井戸	M	〃	17.0	39.4	35.9	7.6	7.86	5.29	0.03	0.009
H37	木村宇佐蔵氏	P	〃	31.7	176.0	57.3	264.3	70.03	5.20	0.025	—
H38	花原氏裏井戸	P	〃	16.5	30.0	25.1	7.0	5.22	3.77	0.001	—
H39	松田優広氏	F	〃	17.8	34.2	75.3	26.0	9.43	2.08	0.002 ₅	0.062
H40	萩原和也氏の湯	M	〃	54.0	206.4	49.0	360.0	86.47	1.30	0.12	—
H41	〃 井戸	M	〃	20.4	31.4	63.3	17.0	8.93	1.95	0.002	—
H42	坪内豊蔵氏	M	〃	19.0	21.0	52.6	6.0	3.79	2.04	(0.0003)	—
H43	椿共同井戸	P	〃	15.3	23.2	4.78	10.2	7.50	4.77	(0.0005)	0.020

第 2 表 (つづき)

記号	採水地点	採水状況	採水日(1960)	温度(°C)	Cl ⁻ (mg/ℓ)	HCO ₃ ⁻ (mg/ℓ)	SO ₄ ²⁻ (mg/ℓ)	Ca ²⁺ (Mg/ℓ)	Mg ²⁺ (mg/ℓ)	AS(mg/ℓ)	P(mg/ℓ)
浜村東部地区											
H44	浜本常蔵氏	S	2.23	10.0	37.2	12.2	<7	3.93	3.25	—	—
H45	浜村警察署	Mc	〃	13.0	23.6	109.8	<7	24.65	9.32	0.001	—
H46	浜本まさ子氏南	S	〃	14.0	52.6	17.1	21.0	3.07	12.01	0.0005	—
H47	鈴木米太郎	P	〃	10.4	21.6	130.5	26.3	17.87	9.32	0.002 ₅	—
H48	いなり前井戸	S	〃	11.2	56.0	19.5	10.0	6.43	5.85	0.001 ₅	—
H49	小田広吉氏	P	〃	10.6	81.4	89.1	19.0	21.80	11.06	0.001 ₅	—
H50	旧浜村バス駅	P	〃	11.0	61.0	26.8	16.0	5.36	11.27	0.001	—
H51	豊田氏深井戸	S	〃	13.1	61.2	68.3	13.8	16.79	9.54	0.001	—
H52	浜村木工井戸	P	〃	14.7	55.6	26.8	10.2	5.00	6.72	0.0005	—
H53	半鐘下溜水	S	〃	12.8	9.6	12.2	16.0	6.79	5.42	0.001	—
H54	石田恒雄氏	P	〃	12.5	71.0	61.0	17.8	16.08	8.02	0.0008	—
H55	砂丘住宅久野氏	P	〃	16.0	20.0	81.7	12.0	11.08	8.02	0.002 ₅	—
H56	砂丘溜水	S	〃	10.8	27.0	12.2	15.8	6.79	4.34	—	—
浜村西部地区											
H57	会下久野齊氏	M	2.24	9.0	31.8	40.3	10.3	10.36	6.50	0.003	—
H58	〃 谷尾信夫氏	FS	〃	13.0	20.6	15.9	5.0	2.14	3.25	0.0015	—
H59	〃 石田貞吉氏	FS	〃	13.9	23.4	35.4	—	7.15	4.77	—	—
H60	八幡田ぼ下	F	〃	17.0	12.8	22.0	9.0	6.07	5.20	—	—
H61	鉄道よこ田ぼ下	F	〃	17.0	13.8	28.1	9.5	5.72	5.42	—	—
H62	浜村保健所	Mc	〃	10.1	19.2	18.3	9.0	6.29	5.07	(0.0005)	—
H63	浜村中学校	Mc	〃	14.0	17.2	26.8	6.5	5.22	3.77	0.0015	—
H64	山尾善九郎氏	P	〃	13.5	21.6	145.2	11.0	9.36	11.07	0.001	—
H65	姉泊平尾行正氏	P	2.23	14.2	62.6	103.7	11.5	13.22	14.05	0.001	—
H66	〃 細田操氏	P	〃	10.5	26.6	17.1	17.8	11.43	2.69	(0.0005)	—
H67	海岸海水	*	〃	10.7	19560	137.9	2400	375	1257	(0.0005)	—
H68	短尾流水	B	〃	9.8	45.0	22.0	10.0	5.72	8.02	—	—
H69	新田北短尾湧水	F	〃	16.0	67.0	165.9	13.5	41.80	15.83	0.001	—
H70	下原新田堀場亀造氏	P	〃	13.2	64.6	54.7	22.8	17.51	7.37	—	—
H71	〃 細田健造氏	S	〃	12.2	21.2	14.6	8.0	5.79	6.46	(0.0005)	—
H72	〃 小井津菊次郎氏	P	〃	15.3	20.2	22.0	9.0	5.72	5.20	0.0015	—
H73	下原荒尾幸一氏	P	〃	16.4	14.8	26.8	6.5	12.86	6.50	0.001	—
H74	〃 池原二郎氏	S	〃	10.8	69.0	19.5	8.5	10.36	8.24	(0.0005)	—
H75	八幡谷尾正三氏	P	〃	17.0	14.2	32.9	7.0	10.00	4.34	(<0.0005)	—
H76	〃 谷口公三氏	P	〃	17.2	21.2	25.6	7.0	6.07	3.90	(<0.0005)	—
H77	学校北西溜水	S	〃	20.0	12.8	46.4	13.7	10.72	8.67	—	—
H78	保健所裏溜水	S	〃	10.5	19.4	14.6	12.3	10.36	2.82	—	—
H79	高江山本市蔵氏	P	〃	12.0	—	13.4	4.0	2.50	1.95	(<0.0005)	—
H80	高江溜水	S	〃	9.0	21.4	9.8	7.0	3.22	10.62	(<0.0005)	—
H81	郡家茅野氏	P	〃	14.6	34.6	15.8	13.7	7.15	8.67	0.0015	—

水質分析の結果と各成分相互間の関係

分析結果は第1表, 第2表に示した。これ等の結果を総合的に考察するために, Cl^- 含有量の値を横軸にとり, 水温その他の化学成分の含有量をそれぞれ縦軸にとつてグラフ上に各採水地点の結果を示したのが, 第3図～第8図である。なお Cl^- 含有量 40mg/l 以下の試料水については, 表示点が密集する場合はその領域のみを示した。また各点の記号は第1図第2図(イ)(ロ)にも示した様に, 鹿野町とその西部および西北部の周辺地域(\times), 浜村温泉地域〔国鉄線北部〕(\bullet), 勝見温泉地域〔国鉄線南部〕(\circ), および, 浜村勝見温泉の東北部と西部にあたる周辺地域(\triangle)の4地域にわけて図示した。

なおこれ等の結果を他の鳥取県中部地区の温泉¹⁾²⁾と比較するために, 各図上において, $\text{Cl}^-430\text{mg/l}$ の位置をとつて, 各温泉の泉質それぞれについて, Cl^- と各要素間の相関関係の傾向とその範囲を示してある。関金温泉の傾向は図中点線で示したが, その各源泉の分析値等は別に報告¹⁰⁾の筈である。

(A) 水温～ Cl^- の関係

第3図に示した両者の関係をみると, 浜村勝見温泉および鹿野今市温泉ともに, 両者間に正相関関係がみられる。とくに鹿野今市温泉においては, 引湯を貯留した場所で测温した東西波の源泉をのぞけば, 三朝温泉三朝地区の源泉にみられた関係に近い正相関関係がみられる。一方浜村勝見温泉においては Cl^- 含有量のわりに水温の低いものが数地点にみられる。この事実の原因としては, 各採水地点の状況とともに, 浜村勝見温泉が東郷松崎温泉のような層状泉と考えられ, 温泉水の貯

留中の冷却なども考慮しなければならない。さらに図にみるように, 海水の混入した東郷池¹⁾の南岸にある東郷松崎温泉では, 泉温のわりに Cl^- 含有量の多いことも注意すべきことである。

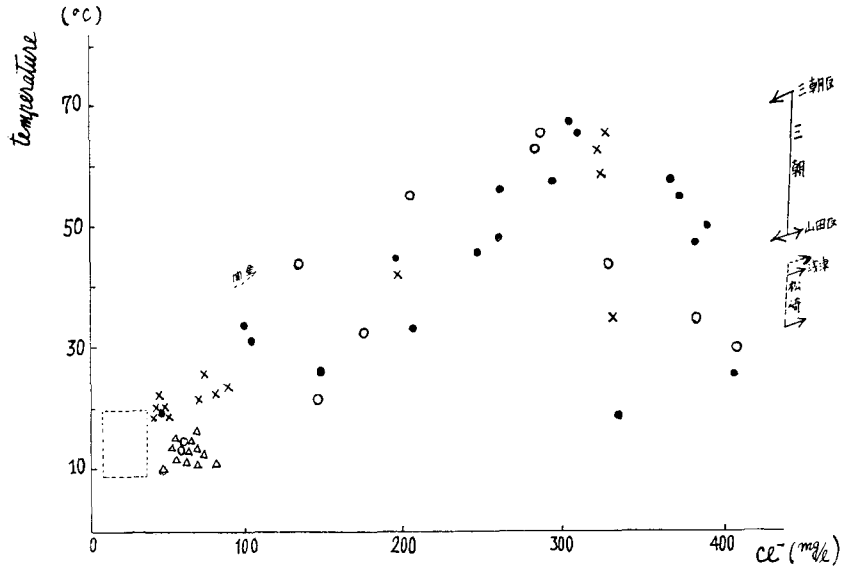
(B) Ca^{2+} ～ Cl^- , SO_4^{2-} ～ Cl^- の関係

浜村勝見温泉と鹿野今市温泉の泉質の差異がもつともよくみられるのは, 次の第4図の Cl^- ～ Ca^{2+} の関係および第5図の Cl^- ～ SO_4^{2-} の関係である。すなわち両者の関係にはそれぞれの温泉において正相関関係がみとめられる。そして浜村温泉と勝見温泉はほとんど同一の傾向にあり, ただ両温泉内の西部にある Cl^- 含有量の多い源泉にやや Ca^{2+} および SO_4^{2-} の多いのがみとめられる程度である。この両温泉傾向と比較して, 鹿野今市温泉の正相関関係の傾向は著しく異なり, 三朝温泉の傾向に近く, Cl^- 含有量のわりに Ca^{2+} , SO_4^{2-} の含有量が浜村勝見温泉の場合より著しく少ない。なお東郷松崎温泉における傾向は Ca^{2+} ～ Cl^- , SO_4^{2-} ～ Cl^- の関係ともに前二者の中間の傾向を示す。つまり浜村勝見温泉は他の鳥取県中部の諸温泉に比し, Ca^{2+} , SO_4^{2-} の多いこと。つまり所謂石コウ泉の性格をかなりもつことがわかる。さらにこの温泉地において, 今までに掘さくされたどの源泉も基盤花こう岩には達せず, 地下構造の面で火山岩を主とする堆積層中の層状泉と考えられることは, 同じ層状泉の東郷松崎温泉の傾向をも考えあわせると興味深い。

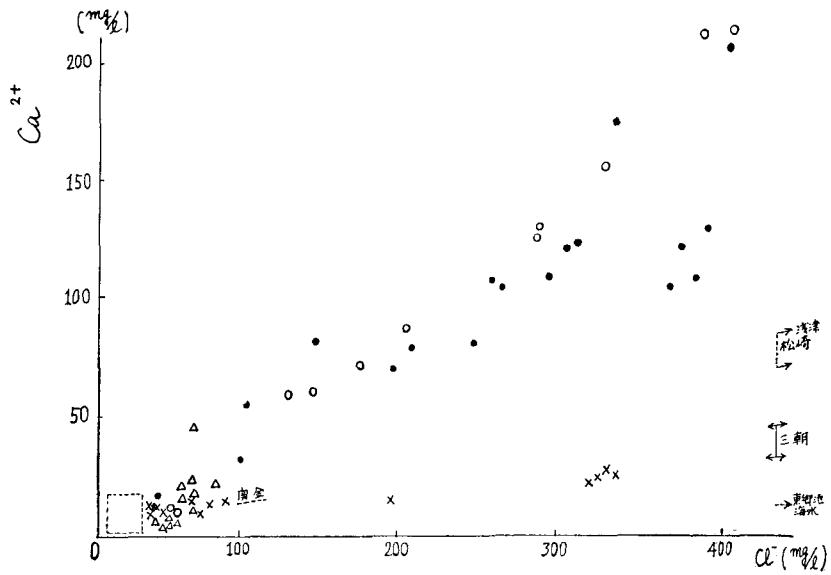
(C) HCO_3^- 相当量～ Cl^- の関係

つぎに第7図に示したように, HCO_3^- 相当量で表したメチルオレンジアルカリ度と Cl^- 含有量の関係は, 鹿野今市温泉において

第 3 図 水温~Cl⁻



第 4 図 Ca²⁺~Cl⁻



は三朝温泉山田区に近い幾分の正相関関係をみとめる。一方浜村勝見温泉においては、 Cl^- 含有量の $100\text{mg}/\ell$ 以上のものについて負の相関関係がみとめられ、 Cl^- 含有量の少ないものについては、周辺地の試料水をふくめて、アルカリ度は多いものから少ないものまで種々のものがある。この様な諸事実は東郷松崎温泉についてもみとめたことで、すでにのべたような両温泉地の相似を比較する場合興味あることである。なお上諏訪温泉¹¹⁾ の場合はアルカリ度と過マンガン酸カリ消費量との間に関係があり、ガス水のごとき有機物の混入にその因をもとめているので、筆者等は実験室にもちかえつてポリエチレン瓶のまま保存してあった今回の調査の試料水のうち、浜村温泉地のもの8ヶ、(H1, H7, H8, H10, H11, H14, H17, H24,) 勝見温泉地のもの2ヶ、(H25, H27,)、浜村東北周辺部の13ヶ、(H44~H56) 計23ヶのものについて、常法¹²⁾ により過マンガン酸カリ消費量を求めてみた。その結果 Cl^- 含有量 $200\text{mg}/\ell$ 以上の温泉水については過マンガン酸カリ消費量はほとんど $10\text{mg}/\ell$ 以下 ($2\text{mg}/\ell \sim 7\text{mg}/\ell$) (H14のみ $12.3\text{mg}/\ell$) であったが、一方において Cl^- 含有量の少ないものについては、過マンガン酸カリ消費量 ($43\text{mg}/\ell \sim 8\text{mg}/\ell$) とアルカリ度との間には明確な関係はみとめられなかった。

(D) As~ Cl^- の関係

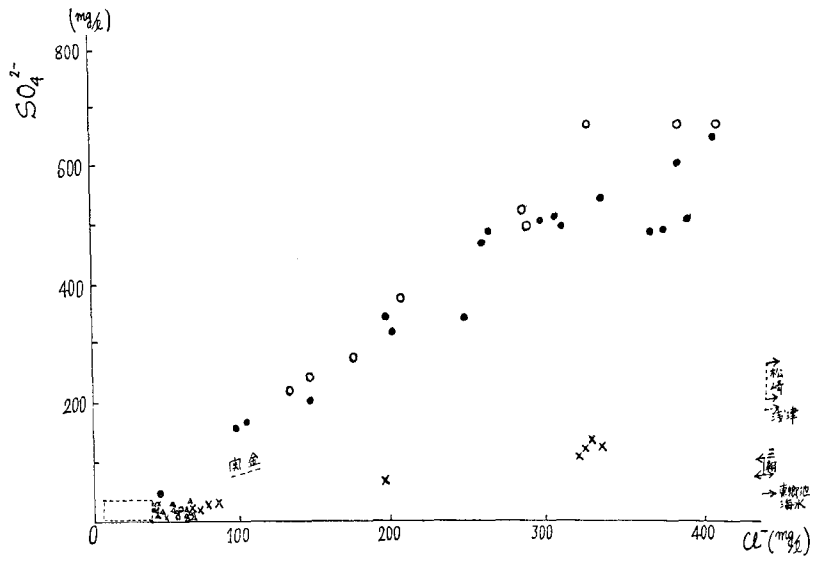
第7図に示したように、鹿野今市温泉のヒ素含有量は多く、三朝温泉における As~ Cl^- の正相関関係以上の As/Cl を示す。一方浜村勝見温泉においてはヒ素含有量はかなりのちらばりを示し、As と Cl の関係についてみる

と、ある値以上のヒ素含有量のもののみられないこととともに、 Cl^- 含有量の多いものでもヒ素含有量の少ないものがあることを注意したい。この様な事実は As/Cl のとくに小さい松崎温泉とも対照した場合、それぞれの地下構造の類似とも対照した場合、それぞれの地下構造の類似とともに海水の混入の可能性の有無も考えれば興味がある。もしたとえ、ヒ素と Cl^- は同じ熱水にその起源をもつとしても、浜村勝見温泉のような層状泉においては、ヒ素は酸化環境で水酸化第二鉄等に共沈除去されるので、貯留水をくみ上げたとき As/Cl の値が少くなっている場合があり、そのために As~ Cl^- の関係にちらばりができるのだとも考えられる。

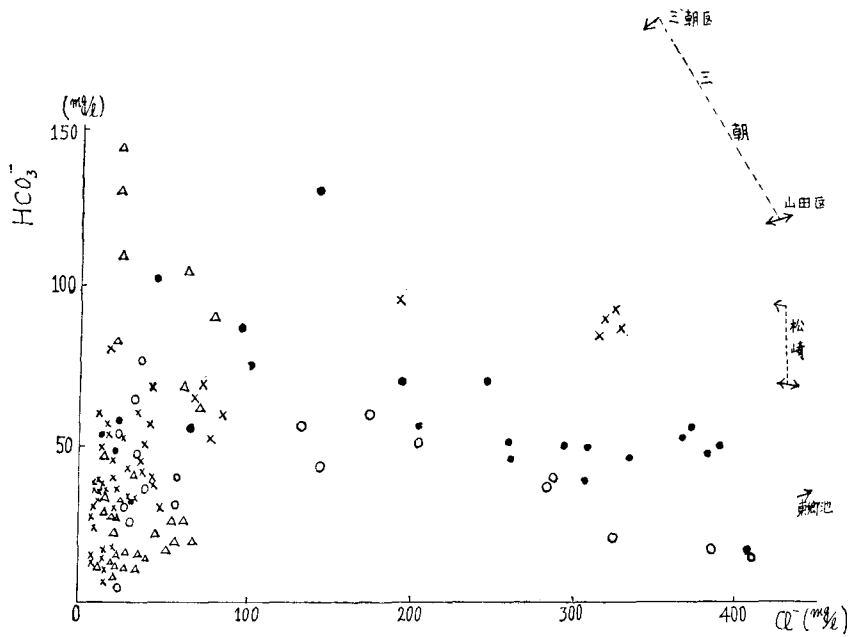
(E) マグネシウム、リン、およびフッ素含有量

第8図に $\text{Mg}^{2+} \sim \text{Cl}^-$ の様子を示したが、図にみる様に、その間には三朝温泉および東郷松崎温泉の場合と同様にとくに相関関係はみとめられない。なおリンの含有量も、分析された試料水において、特に Cl^- との間に関係のみられぬことは三朝温泉の場合と同様であった。以上の諸成分のほか今回採水した試料水のうち、浜村勝見温泉およびその周辺地のものでポリエチレン瓶に入れ実験室に保存してあつた47ヶのものについて、後程ジルコニウムとアゾ色素を用いる方法¹³⁾ により、フッ素を定量する機会を得たが、 Cl^- 含有量の多い温泉水は F^- 含有量も多く(最高 $4.8\text{mg}/\ell$ 、一般に $3 \sim 4\text{mg}/\ell$) ほぼ $\text{F}^- \sim \text{Cl}^-$ には正相関関係があることを知り得た。なお Cl^- 含有量の少ない試料水の F^- 含有量は一般に $1\text{mg}/\ell$ 以下であったが、H24, H47, H49,

第 5 図 $\text{SO}_4^{2-} \sim \text{Cl}^-$



第 6 図 $\text{HCO}_3^- \sim \text{Cl}^-$



H50, H51, H54, などは1~mg/lの値を示した事は次にのべる温泉徴候地の判断とも関連し注目せねばならない。

(F) 放射性元素の含有量

ウラン, ラジウム, またはラドンなどの放射性元素の定量を行った試料水についての結果を第3表に示す。

ラドンについては過去にも測定があるので, それらの値と比較すると, 浜村勝見温泉については, H25のラドン含有量が多い点なども同様で, 過去の値⁴⁾との間には大きな相異はみられない。一方鹿野今市温泉については, 今回の測定は開発された当時報告された値⁵⁾と比較して相当に少なく, 放射能泉とはいえぬ値である。すなわち, 開発直前の調査では(昭和29年)SI地点近くの湧水で32.5マツへと報告されており, また昭和30年

2月のS1の値として15.86マツへ, 昭和31年4月のS2の値として7.2マツへ, となっており, 一方今回の値は再度測定を行って再確認したものである。その差異の原因については検討の必要がある。ウラン, ラジウムの含有量については高温の温泉水において, 数ヶ所の試料水でやや高い値がみとめられたが, 三朝温泉¹⁶⁾池田周辺の鉱泉¹⁷⁾などについてみられるような高含量のものはなかった。

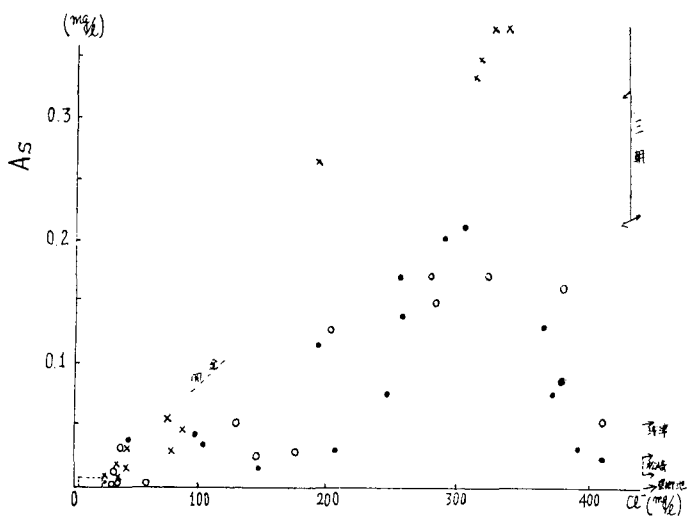
以上のように放射性元素の含有量については測定数も少いが, 各温泉地の主成分の泉質と直接の関係はないと考えられ, むしろH34その他勝見地区の測定値などをみても, 温泉の湧出経路の近くの地質等に関係した特長がある様である。すなわち基盤花こう岩との関係などがこれら放射性元素の含有量の多少にある示唆を与えると考えられる。(勝見地区

第 3 表

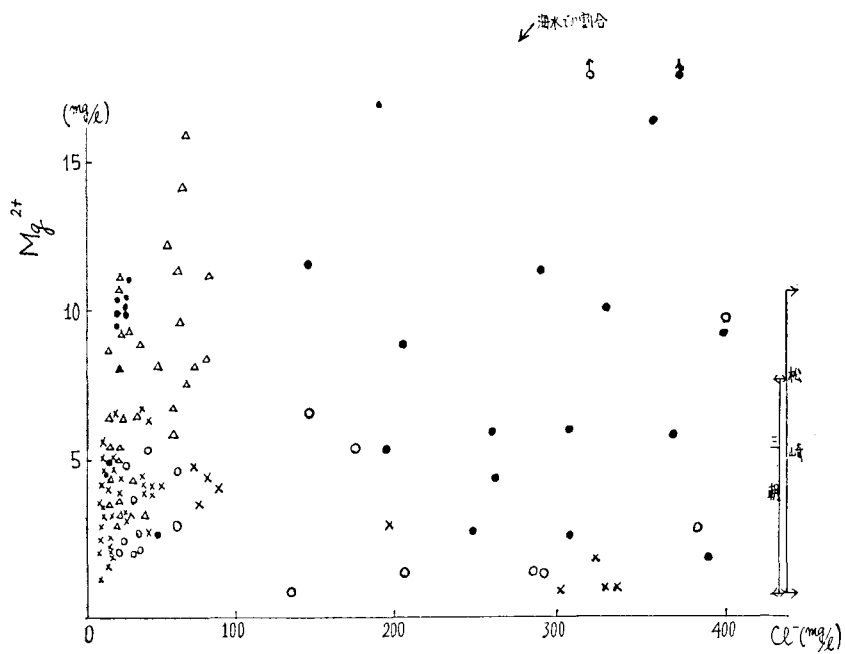
記号	採水地点	温度(°c)	U [ウラン] ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Ra [ラジウム] ($\mu\mu\text{g}/\text{l}$)	Rn [ラドン] (Mache)
S1	湯鼻の湯	41.5	0.08	/	0.21
S2	鈴木正てる氏の湯	57.1	0.45	1.3	/
S3	公衆浴場	61.2	0.15	/	0.53
S4	樋の詰の湯	63.8	0.25	0.2	/
S26	来日岡田潔氏	16.4	(<0.05)	/	/
S27	殿村水源	13.4	(<0.05)	/	/
H1	鈴木旅館の湯	47.0	0.05	0.9	/
H4	東屋の湯	44.6	/	/	3.8
H7	たばこや南湯	54.5	0.05	1.0	/
H10	浜の屋中央湯	64.0	0.3	1.5	/
H13	徳安氏の湯	48.5	/	/	3.9
H14	小谷旅館源泉	46.0	/	/	10.0
H25	辰元あしの湯	42.5	0.58	(<0.2)	48.4
H28	瓦屋池原氏	13.2	0.15	0.2	/
H34	畜産加工所	61.0	{ 1.9 (0.65)*	5.1	8.1
H35	鈴木虎一氏の湯	63.6	/	/	2.1
H40	荻原氏の湯	54.0	0.10	1.1	/

(*4月中旬採水分析のもの)

第 7 図 As~Cl⁻



第 8 図 Mg²⁺~Cl⁻



南部の露頭は花コウ岩よりなる) この点に関してはわれわれの調査と時期を同じくして、鹿野町を中心にこの地域一帯の沢水および土壌を対象として行われた、ウラン探査のための化学探鉱の結果¹⁸⁾も参考となる。

温泉徴候地の判断

すでにのべたような、鹿野今市温泉と、浜村勝見温泉においてみられる正相関関係にある各成分要素を利用すれば、それらの温泉源流の稀釈されたとみられる水質であるかどうかを、各試料水について検討する事によって、温泉徴候地を見出すことができる。これを行うために、両温泉の泉質の特長をも考えて、第4表に示すような、各成分要素について、その稀釈の程度に応ずるものとしての段階をもうけた。この表を利用し各採水地点の試料水についてその成分要素の値がそれぞれの段階に位置することになるかを検討し、それ等を総合的に考察することによって、各採水地点の温泉徴候の有無を判断した。すな

わち単に一成分の濃度などだけで温泉の徴候を判断することは、 Cl^- などにおいては市街地での汚染、 Ca^{2+} ではセメント工事、農薬その他の影響等々の人為的要素により判断を誤る危険がある。そこでこの様に総合的に各成分要素を共に考察することが最も合理的と考えた。

その結果は第5表に示した。この表において「温泉として優勢なもの」は多くの要素がⅠの段階にあるものであり、又多くの要素がⅡの段階にあるものは「温泉」として示した。このような温泉水でなくても、多くの要素がⅢの段階にあるものは「徴候つよし」、Ⅳの段階にあるものを「徴候あり」とし、Ⅳの段階に達する要素が一、二しかないものを「やゝあり?」とした。「なし」はほとんどⅣの段階に達する要素のないものである。なおこの場合鹿野今市地区ではすでにのべた Cl^- との正相関関係の点よりみて HCO_3^- 相当量の多少も判断の参考とした。また浜村地域にお

第 4 表

地域	成分要素	段階				
		I	II	III	IV	V
鹿野町とその周辺	温度 (c°)	> 50	> 35	> 22	> 18	18>
	Cl^- (mg/l)	>250	>150	> 30	> 20	20>
	SO_4^{2-} (mg/l)	>100	> 50	> 15	> 10	10>
	As (mg/l)	>0.25	>0.1	>0.01	>0.002	0.002>
	Ca^{2+} (mg/l)	> 22	> 14	> 8	8>	
浜村勝見とその周辺	温度 (c°)	> 45	> 30	> 20	> 10	10>
	Cl^- (mg/l)	>200	>100	> 30	> 20	20>
	SO_4^{2-} (mg/l)	>300	>150	> 50	> 25	25>
	As (mg/l)	>0.1	>0.05	>0.005	>0.001	0.001>
	Ca^{2+} (mg/l)	>100	> 50	>15	> 8	8>

いて、フッ素含有量が温泉徴候と関係することは、すでに前項(E)においてものべた。

この表に分類表示されたところから明らかごとく、新しく中園地区、木梨地区に明瞭な温泉徴候の試料水のみとめ、しかもその水質が鹿野今市温泉の傾向と類似のものであることは(第3図～第7図参照)、地質調査や電気探査⁵⁾の結果よりみた基盤花こう岩の状況などの地質構造も考えあわせると興味ある事実である。すなわちこの様な徴候は、鹿野今市温泉からの温泉水のこぼれが、基盤にそって上部にあらわれたとも考えられる。こ

のことは、他面この地区に今市温泉と類似の泉質をもつた別な泉源があるかどうかの問題とともに、今迄の結果を参照しつつ、今後、中園南部地帯での試錐なども併用してその開発が検討されねばならない。また浜村東部地区にも数ヶ所に徴候を認め、また過去にも一部指示のあった¹⁹⁾浜村西部下原新田附近においても幾分徴候を認めた。今後これらの地帯についてはさらに電気探査等を実施して、その泉源の有無と状況を確認し、開発可能性如何を検討することが考えられる。

第 5 表

地域	地区	温 泉		湯 泉 の 徴 候			
		優 勢*		つよし	あ り	やゝあり?	な し
鹿野町とその周辺	今 市	2, 3, 5, 8,	1,	4, 6,	9, 10,	7, 11,	12,
	今旧町 下 町内石	—	—	—	—	—	13 ~ 24
	西 麓 西 北	—	—	—	—	—	26 ~ 34
	加知弥神社 周 辺	—	—	—	40, 47,	37, 38, 46,,	35, 36 39, 41~45
	中 園 木 梨岡本	—	—	49, 54, 55, 56	52 58	57, 59 60	48, 50, 51, 53, 61
浜村勝見とその周辺	浜村温泉 (国鉄北部)	1, 7~14,	4, 5, 18, 19,	2, 6, 16, 17, 22,	20, 21, 24	15, 23	3,
	勝見温泉 (国鉄南部)	25, 26 34, 35,	27, 33 37, 40	32, 36	30, 31 39, 41	28, 29 38	42, 43
	浜村東部	—	—	—	47, 48 49	45, 46 50, 51 54, 55	44, 52 53, 56
	浜村西部	—	—	—	69, 70	57, 58 63, 64 72, 74	59~62 65, 66 68, 71 73 75~81

(* 成分濃度の相対的に多いもの)

諸温泉の特質の図示検討

今回調査を行つた, 鹿野今市温泉, 浜村勝見温泉の泉質の特長は, すでに「分析結果と各成分相互間の関係」の項で, 他の鳥取県中部地区の諸温泉の泉質と比較しつつのべたが, これら諸温泉の関係をさらに明瞭にするために第9図に示す様な三角形二つの組合せの図上に, 各成分のミリ当量の比を計算して, 諸温泉を図示することを試みた.

すなわち右の三角図は主要な三つの陰イオン成分 Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- の相互関係を示すものであって, この三角形内のどの位置にあるかによってその温泉の陰イオン構成が示される. たとえば第10図右の上下にそれぞれ示したような各領域では次の様な関係にある. (ただし〔〕はミリ当量を示す)

(a) $[\text{SO}_4] > [\text{Cl}] + [\text{HCO}_3]$

(b) $[\text{Cl}] > [\text{SO}_4] + [\text{HCO}_3]$

(c) $[\text{HCO}_3] > [\text{Cl}] + [\text{SO}_4]$

(a') $[\text{SO}_4] + [\text{Cl}] > 2[\text{HCO}_3]$

(b') $[\text{SO}_4] + [\text{HCO}_3] > 2[\text{Cl}]$

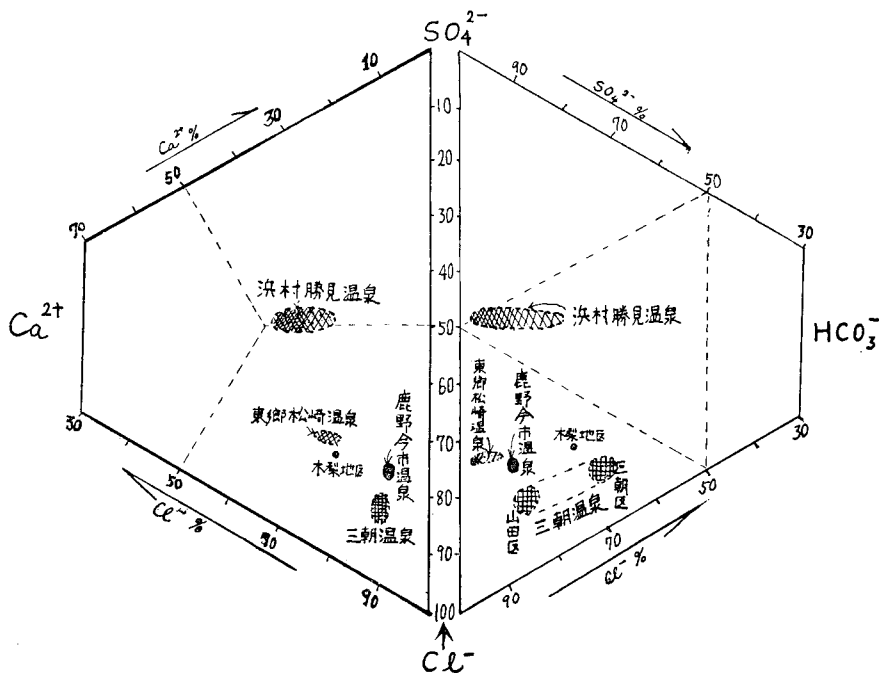
(c') $[\text{Cl}] + [\text{HCO}_3] > 2[\text{SO}_4]$

一方, 左の三角形では, 陽イオンと陰イオンの組合せを考えた場合の有力な化学種が示される. この場合は, その陰イオン構成によって第10図の上下の(イ)(ロ)の二つの条件の場合をわけて考えると都合がよく, 各領域ではそれぞれ次の様な化学種が有力なものとなる.

(イ) $[\text{SO}_4] + [\text{Cl}] \gg [\text{HCO}_3]$ の場合

(A) カルシウム以外のイオンの主なものと硫酸イオン. 通常* 硫酸ナト

第 9 図



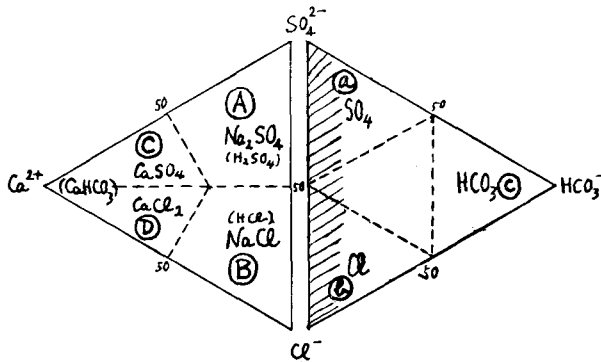
- リウム（芒硝泉），酸性泉では硫酸々性。
- (B) カルシウム以外の陽イオンの主なものとして塩酸イオン。通常* 塩化ナトリウム（食塩泉），酸性泉では硫酸々性。
- (C) 硫酸カルシウム（石こう泉）
- (D) 塩化カルシウム（塩化土類泉）
- (ロ) $[\text{HCO}_3] \gg [\text{SO}_4] + [\text{Cl}]$ の場合
- (E) カルシウム以外の陽イオンの主なものとして重炭酸イオン，通常* 重炭酸ナトリウム（重そう泉）
- (E') 全上**
- (F) 重炭酸カルシウム（重炭酸土類泉）

*Ca 以外の陽イオンでは Na が有力な場合が多い，第10図もこの場合として示した。

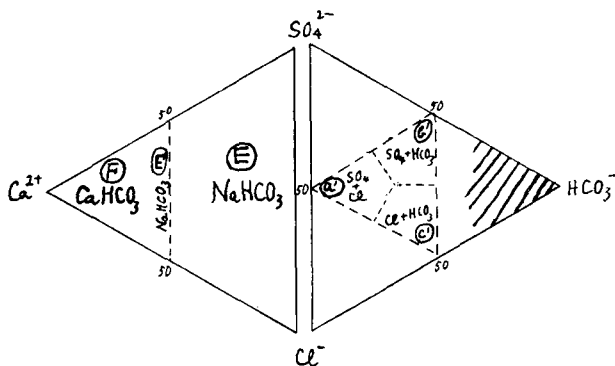
**Caは少量の $[\text{SO}_4] + [\text{Cl}]$ とほぼ相当となり， $[\text{HCO}_3]$ の相手にはわずかしかならぬので，余分の多量の HCO_3 の相手をする他の陽イオンがあり，その化学種が有力。

第 10 図

(イ) $[\text{SO}_4] + [\text{Cl}] \gg [\text{HCO}_3]$ の場合 (〔 〕 はミリ当量をあらわす)



(ロ) $[\text{HCO}_3] \gg [\text{SO}_4] + [\text{Cl}]$ の場合



なおこの図上に各温泉を図示するには、その含有する各成分の (mg/l) 分析値より次の様な方法で簡単に行った。

まず、(mg/l) 分析値について Cl/HCO_3 , Cl/SO_4 , Cl/Ca の値を求め、それにそれぞれ 1.721, 1.354, 0.565 を乗じ*** 各成分濃度をミリ当量比であらわす。あらかじめ作成した n と $(n/n+1) \times 100$ の関係を示すグラフを使用して、これらの値より、 $\text{HCO}_3 \sim \text{Cl}$, $\text{SO}_4 \sim \text{Cl}$, $\text{Ca} \sim \text{Cl}$ の関係における Cl^- のミリ当量百分率を求め、それを左右両三角形の $\text{Cl} \sim \text{HCO}_3$ 辺, $\text{Cl} \sim \text{SO}_4$ 辺, $\text{Cl} \sim \text{Ca}$ 辺上にそれぞれとって各辺に対する各頂点とむすび、その直線の交点として試料の水質の表示点を求めた。

この様にしてあらわすと鳥取県中部地区の諸温泉の水質の範囲は第9図に示すようになる。これから各温泉の特質とそれらの相互関係がきわめて明瞭にうかがわれる。とくに三朝温泉、鹿野今市温泉で表わされる様な食塩泉が、 CaSO_4 を増加して、東郷松崎温泉さらに浜村勝見温泉に移行することが、うかがわれる。この事実は、基盤花こう岩が割合浅いところにある前二者の温泉と、安山岩等の火山岩れきを多く含む堆積物の層より採取している後二者の温泉との、地質状況の差異を考えると、興味がある。すなわちカルシウムイオン、硫酸イオンは何らかの理由で、これら火山岩堆積層より、温泉の湧出の通路において供給されておるとも考えられる。このことは全国的な温泉の泉質と地質との関連につ

いての研究報告²⁰⁾ において、花こう岩質岩石を泉源とすると考えられる温泉に食塩泉が多く、一方塩基性火山岩を泉源とするとみられる温泉に石こう泉等が多いことが統計的に示されるという結果も考えあわせ、今後さらに検討すべき興味ある問題である。

本研究を行うにあたり、種々御援助をいただいた鳥取県厚生部、鹿野町、気高町当局および地元温泉組合の各位に深く御礼申上げるとともに、採水実験にあたっては池三津幸雄君および当研究所の数人の方々の御助力を得たので、厚く感謝の意を表します。

***各イオン 1g 当量の比 $1.721 = \text{HCO}_3 + \text{Cl}$
 $1.354 = \text{SO}_4/2 + \text{Cl}$
 $0.565 = \text{Ca}/2 + \text{Cl}$

文 献

- 1) 梅本春次, 外 岡大温研報**23**, 1 (1958)
 - 2) 阪上正信, 岡大温研報**25**, 13 (1959)
 - 3) 原田光, 宮腰潤一郎, 阪上正信, 御船政明 “鳥取県厚生労働部, 鳥取県温泉調査報告 (1)” (昭和34年12月) (1960)
 - 4) 原田光, 宮腰潤一郎, 外 未発表 “鳥取県厚生部報告” として印刷予定
 - 5) 杉山隆二, 岡大温研報**27**, 11 (1961)
 - 6) 阪上正信, 分析化学, **8**, 675 (1959)
 - 7) 阪上正信, 市川倫夫 分析化学誌に投稿中
 - 8) 黒田和夫, 横山祐之 “化学の研究” 第3集, 43 (1948)
 - 9) 実験化学講座**12** “放射化学” 240 (1956) 丸善刊
 - 10) 阪上正信 外 未発表 “鳥取県厚生部報告” として印刷予定
 - 11) 南英一, 野口喜三雄 外 “上諏訪温泉調査報告” (1960) 長野県諏訪市役所 P30図2, P47図35を参照
 - 12) 三宅泰雄, “水質分析” 65 (1954) 小山書店
 - 13) 鎌田政明, 大西富雄, 日化**80**, 275 (1959)
 - 14) 大島良雄, 御船政明, 山田尚春 岡大温研報**14**, 1 (1954)
 - 15) 鳥取県山田技師調査 “勝谷村下温泉群たる鷲峯温泉調査概況報告書” 鳥取県衛生研究所交付分析表 (昭和31年交付) いづれも鹿野町役場より閲覧
 - 16) 阪上正信, 日本化学第13年会講演6G57 (1960)
 - 17) 阪上正信, 日本学術振興会ウラン・トリウム鉱物研究委員会第11回会議に一部を報告 (1960) 日本化学会, 第14年会 (1961) にまとめて講演.
 - 18) 大橋收司, 青山安雄, 原島文雄, “鹿野町地域化学探鉱調査報告” (原燃公社部内報告) (1960)
 - 19) 梅本春次, 岡大温研報**9**, 20 (1953) 試料No24参照
 - 20) 佐藤幸二, 日本温泉科学学会第13回大会講演 “講演番号2” (1960)
-

Geochemical Studies on the Area of Hot Springs
in Hamamura and Shikano District

and

Comparison of Characteristics of Hot Springs in
the Central part of Tottori Prefecture, Japan

Masanobu SAKANOUE and Masaaki MIFUNE

Division of Chemistry, Balneological Institute
Okayama University

The thermal and ground waters were sampled in the hot springs district of Hamamura-Katsumi and Shikano and in their neighborhoods. The water temperatures were measured when they were sampled. Among the major chemical constituents, the chloride, sulfate, bicarbonate (methyl-orange alkalinity), calcium and magnesium content was determined. Furthermore, as the minor constituents, the arsenic and phosphorus content was also determined. The uranium, radium and radon content was determined in some samples of hot springs.

Based on the results of chemical analysis, the relations between the chloride content and the content of other chemical constituents were checked respectively. Positive correlations were found in the relations between water temperature— Cl^- , SO_4^{2-} — Cl^- , Ca^{2+} — Cl^- and As — Cl^- , although the ratios of each content showed the different characteristic in Hamamura-Katsumi compared with that in Shikano. In the samples of Hamamura-Katsumi where the thermal waters were pumped out from the sedimentary beds of volcanic rocks, the sulfate and calcium content was relatively richer compared with the content of these ions in the samples of Shikano where granitic rocks underlay as the basement in the fairly shallow depth from the ground surface. These characteristics were also noticed when the chemical compositions of other hot springs in the central part of Tottori prefecture were examined.

In the neighborhood of the hot springs district mentioned-above, distinctive indications of hot spring were found at Kinashi which was placed between Hamamura and Shikano, comprehensively examining the content of chemical constituents in the ground water samples in this region.
