

酒匂川右岸地域の自噴井戸

日比野英俊^{*1}、粟屋 徹^{*2}、板寺一洋^{*2}、横山尚秀^{*2}、長瀬和雄^{*2}、平野富雄^{*}

Flowing Wells on the Right Bank of Sakawa River in the Ashigara Plain

by

Hidetoshi HIBINO^{*}, Tohru AWAYA^{*2}, Kazuhiro ITADERA^{*2}, Takahide YOKOYAMA^{*2},
Kazuo NAGASE^{*2} and Tomio HIRANO^{*}

Abstract

By surveying flowing wells on the right bank of Sakawa River, we were able to determine the position, distribution and amount of flow from the wells.

We also determined decreases in the amount of flow and the cause of the decreases by comparing the results with past findings.

Flowing wells are sensitive windows to water conditions that can be confirmed directly by visible observation, and the present situation as well as changes are important in maintaining the water environment.

It is necessary to utilize flowing wells carefully and watch for decreases of the amount of water used for cultivation by subsurface water development in the Ashigara Plain, and to create a maintenance scheme that matches the area.

1. はじめに

足柄平野は、酒匂川の水が豊富で、その水は生活用水、工業用水、農業用水、発電用水等に利用され、この地域の発展に大きく寄与してきた。

なかでも、地下水は需要量も多く、足柄平野の水利用では大きな割合を占めている。特に、平野中流部に分布する自噴井戸は、地下水が地表面に湧出する様子が地域の豊かな水環境をかもしだしている。

しかし、井上(1993)、湧水調査チーム(1991)により自噴域の縮小が発表され、地域の水環境の指標として用いられるようになった。

このような自噴井戸が、地下水開発とどのように関連し、また、その保全策をどのように講じたらよいかにつ

いて基礎資料を得るため、自噴井戸の存在、自噴量等の調査を行った。

自噴井戸の状況を把握することにより、将来の地下水開発と水環境保全を検討し、さらには、足柄平野の地下水管理に貢献させていきたい。

2. 足柄平野の地下地質構造

足柄平野は、箱根火山、足柄山地及び大磯丘陵に挟まれた幅4 km、長さ12 kmのほぼ矩形の扇状地性の沖積平野で、砂礫層が100m以上も厚く堆積している(図1、山崎、1994)。

^{*} 南足柄市企画部水資源政策課 〒250-0192 南足柄市関本 440

^{*2} 神奈川県温泉地学研究所 〒250-0031 小田原市入生田 586

神奈川県温泉地学研究所報告 第30巻、第1・2号、19-32、1999.

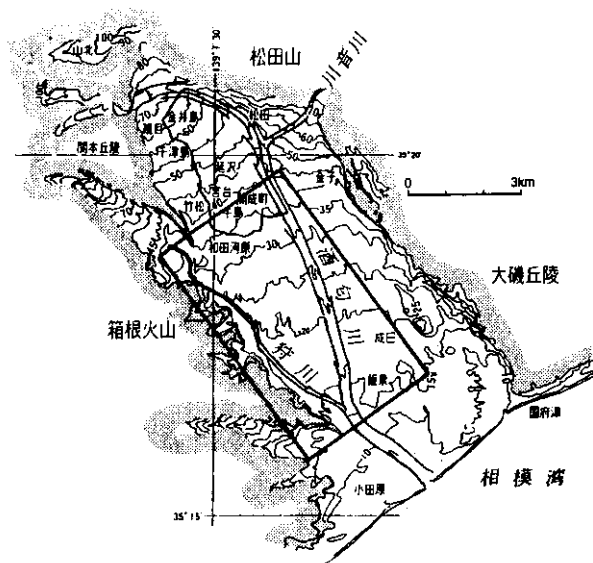


図 1. 酒匂川の扇状地と調査範囲
(四角形の部分)(山崎、1994に加筆)

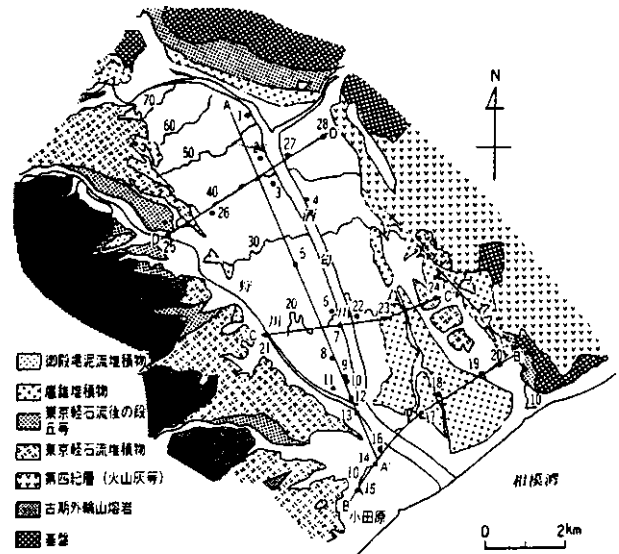


図 2. 足柄平野の地質図
(長瀬他、1991)

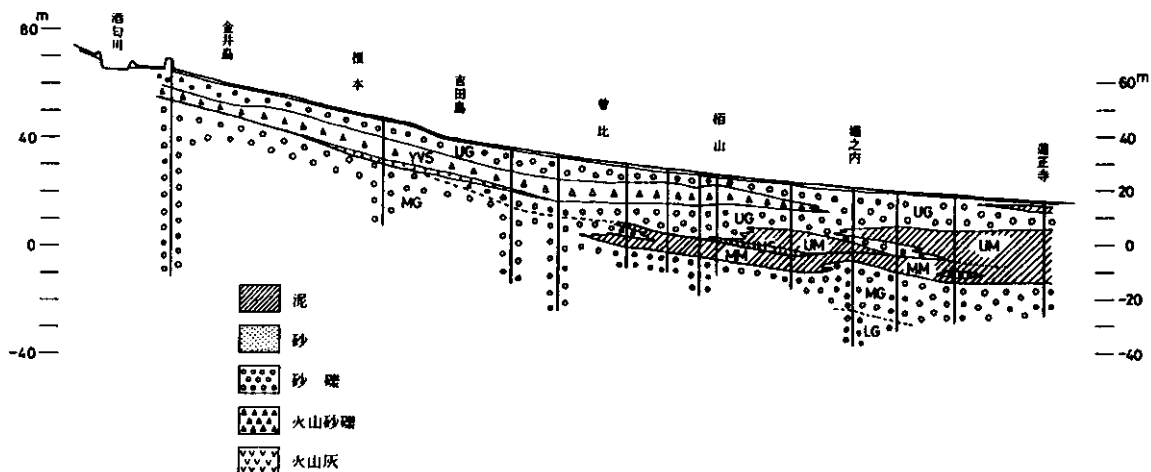


図 3. 足柄平野の地質縦断面図(小沢他、1982)

足柄平野を構成する地層は、酒匂川等の搬出による厚い砂礫層のほか、箱根火山等の噴出による軽石流堆積物、火山灰、火山泥流堆積物等である(図 2、長瀬他、1991)。

これらの地層の内、厚い砂礫層が帯水層を形成している。地質縦断面図を図 3 に示す(小沢他、1982)。

地質縦断面図によると、平野上流域では、顕著な不透水層は認められず、全層が同一帯水層とみなされる。

中～下流域では、深度 30～50m 付近に泥層(あるいはローム層)を挟み、帯水層は 2 分される。このため、第 2 帯水層中の地下水は被圧され、中～下流域に自噴帯が形成されている。

3. 現地調査

今回の自噴井戸の調査では、足柄平野中流部の酒匂川右岸地域(図 1 の四角形で示す範囲)に位置する小田原市栢山、小台、新屋地区などに存在する井戸について、自噴井戸の確認及び地下水の水質、水温、利用状況等の調査を行った。

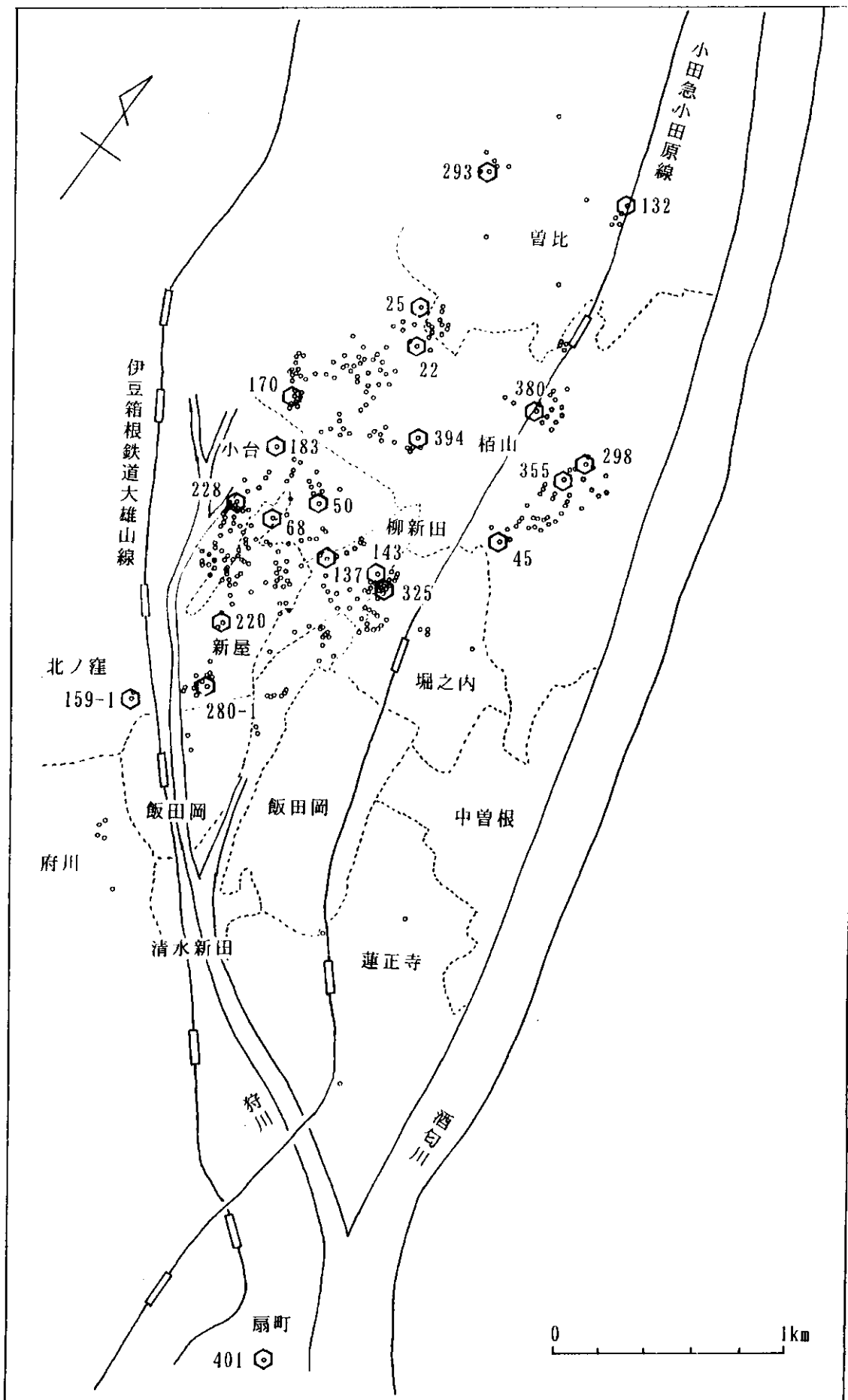


図4. 井戸分布図(六角形は、採水・分析した井戸)

井戸番号	地区	測定日	口径 m	深度 m	温度 ℃	pH	導電率 μS/cm	自噴量 l/min
311	堀之内	961121	0.60		15.8	8.39	176	0
319	堀之内	961128	0.55		16.4	8.27	167	17
320	堀之内	961128	0.60		16.6	8.29	169	6
321	堀之内	961128	0.60		16.9	8.33	166	0
322	堀之内	961128	0.60	31.21	16.9	8.36	166	33
323	堀之内	961128	0.58		17.0	8.46	167	16
324	堀之内	961128	0.62	40.47	16.7	8.40	167	19
325	堀之内	961128	0.61	31.90	16.5	8.44	167	20
326	堀之内	961128	0.61	35.54	16.5	8.52	167	2
327	堀之内	961128	0.60					0
328	堀之内	961128	0.51		16.7	8.52	171	5
329	堀之内	961128	0.57	20.70	16.5	8.51	171	0
330	堀之内	961128	0.60		16.5	8.44	168	20
331	堀之内	961129	0.60		15.9	8.54	165	0
332	堀之内	961129	0.60		16.5	8.29	168	9
333	堀之内	961129	0.58	31.77	16.4	8.46	169	0
334	堀之内	961129	0.60	32.07	16.4	8.29	167	7
335	堀之内	961129	0.59	40.49	16.4	8.30	167	5
336	堀之内	961129	0.58		16.7	8.55	167	5
338	堀之内	961129	0.60		16.6	8.57	168	7
339	堀之内	961129	0.50		16.0	8.54	174	0
340	堀之内	961203	0.57		15.3	8.33	163	1
341	堀之内	961203			16.4	8.31	172	19
82	新屋	960917	0.60	50.62	18.1	7.78	233	0
83	新屋	960917	0.04	5.94	22.1	7.59	262	0
84	新屋	960919	0.60	40.51	20.4	8.01	229	0
85	新屋	961022	0.60		17.5	7.85	232	0
86	新屋	960924			18.9	7.62	232	0
87	新屋	960924						0
88	新屋	960924		50.00	20.8	7.68	233	0
89	新屋	960924			18.5	7.74	229	0
90	新屋	960926	0.72	38.26	18.9	7.06	234	0
91	新屋	961003	0.75	36.00	19.3	7.70	227	0
92	新屋	961003	0.59	15.24	18.8	7.92	235	0
93	新屋	961003	0.64	17.21	19.3	7.88	232	0
94	新屋	961003	0.60	33.09	19.3	7.85	231	0
95	新屋	961023			18.2	8.05	231	0
96	新屋	961003	0.60	30.75	19.6	7.96	232	0
97	新屋	961004	0.63		17.4	7.48	234	0
98	新屋	961003	0.60					0
99	新屋	961004	0.70	26.58	18.3	7.75	231	0
100	新屋	961115	0.60		17.5	8.07	235	4
101	新屋	961004	0.60					0
102	新屋							0
103	新屋	960924	0.59		19.5	7.51	230	0
104	新屋	961004	0.53		18.5	7.85	230	0
105	新屋	961004			18.7	7.84	229	0
106	新屋							0
107	新屋	961023	0.60					0
108	新屋	961023			18.4	7.96	228	0
109	新屋	960924		80.00	22.5	7.49	234	0
110	新屋	960924						0
111	新屋	960927			18.1	7.67	230	0
112	新屋	960926	0.06	27.27	17.6	7.24	233	0
113	新屋							0
114	新屋	960926			17.5	7.36	231	0
115	新屋	960926	0.59					0
116	新屋	961003	0.62	35.17	19.0	7.87	232	0
117	新屋	961003						0
118	新屋	960927	0.60	25.07	17.6	7.92	232	0
119	新屋	960927	0.62	30.76	17.4	7.64	235	5
120	新屋	960924						0
122	新屋	960924						0
123	新屋	960924	0.59	40.58	21.7	7.53	233	0
124	新屋	961003			20.0	7.68	305	0
125	新屋	961003	0.53	40.21	18.1	7.94	231	0
126	新屋	961003	0.60	25.00	19.1	7.95	232	0
127	新屋	961004	0.60	27.53	18.9	8.00	231	0
180	新屋	960910	0.58	35.70	17.5	8.07	235	29
200	新屋	960917	0.59	45.24	17.8	7.52	239	4

井戸番号	地区	測定日	口径 m	深度 m	温度 ℃	pH	導電率 μS/cm	自噴量 l/min
201	新屋	960917	0.60	40.50	20.4	7.63	231	0
202	新屋	960917	0.59		17.9	7.90	231	0
205	新屋	960924	0.04	7.20	19.5	7.45	266	0
207	新屋	960924	0.61	24.74	17.8	7.57	231	0
210	新屋	960927	0.59	32.93	17.8	7.54	240	2
212	新屋	960927	0.60		20.0	7.66	233	0
213	新屋	960927	0.60	40.10	17.9	7.70	232	0
216	新屋	961003	0.59					0
217	新屋	961003	0.60		18.3	7.92	232	0
218	新屋	961003	0.60	24.32	18.1	7.80	228	0
219	新屋	961004	0.45	30.70	17.0	7.43	235	0
220	新屋	961004		27.10	18.8	7.58	291	0
221	新屋	961004	0.58	40.30	19.6	7.72	229	0
222	新屋	961004	0.51	20.69	20.0	7.93	233	0
238	新屋	961015	0.60		17.7	8.09	235	2
246	新屋	961017	0.60		17.0	8.06	237	59
247	新屋	961017	0.10		16.8	7.96	235	32
278	新屋	961115	0.60		16.1	8.06	236	5
279	新屋	961115	0.50		18.4	8.13	232	0
281	新屋	961115	0.61		16.4	8.20	237	6
285	新屋	961115	0.13		17.0	8.27	232	6
312	新屋	961122	0.60		16.4	8.33	196	29
313	新屋	961122	0.60	24.39	17.0	8.33	197	10
314	新屋	961122	0.06		17.1	8.36	198	14
148	清水新田	961105	0.58	32.67	17.5	8.33	228	0
149	清水新田	961105	0.61		17.2	8.31	227	3
150	清水新田	961105	0.60	31.32	17.2	8.44	228	4
151	清水新田	961224	0.60		17.3	8.64	187	7
265	清水新田	961105	0.59	30.52	17.3	8.31	225	0
266	清水新田	961105	0.59		16.9	8.31	224	11
267	清水新田	961105	0.59		17.0	8.32	223	8
268	清水新田	961105	0.09		17.0	8.37	225	16
269	清水新田	961105	0.53		16.9	8.17	226	9
270	清水新田	961105			17.6	8.00	224	0
271	清水新田	961105	0.60		17.1	8.40	225	0
272	清水新田	961105	0.60	33.05	17.7	8.22	225	0
273	清水新田	961105	0.07	20.49	17.5	8.17	226	12
274	清水新田	961105	0.59		17.2	8.30	226	3
275	清水新田	961105	0.42	45.28	17.2	8.26	228	10
276	清水新田	961105	0.59	30.22	17.1	8.23	228	10
277	清水新田	961105			17.2	8.32	229	11
337	清水新田	961129	0.58		16.6	8.56	168	4
399	清水新田	961224	0.61		16.8	8.65	185	3
400	清水新田	961224			17.0	8.73	189	17
159A	北ノ窪	961210	0.77	27.00	16.3	8.55	140	32
159B	北ノ窪	961210	0.61		16.4	8.53	142	34
161	府川	961210	0.62		15.1	8.53	127	2
371	府川	961216	0.55		15.5	8.47	197	5
372	府川	961216	0.23		9.5	8.43	197	1
373	府川	961216	0.54		15.2	8.40	257	4
374	府川	961216	0.60	40.41	15.1	8.22	371	2
160	飯田岡	961213	0.59	50.42	17.4	8.13	193	6
316	飯田岡	961122		25.00	17.5	8.53	194	4
401	扇町	961224		70.00	17.0	8.81	151	2
158	中曽根	961121		30.00				0
155	蓮正寺	961122		23.40	16.8	8.48	171	0
156	蓮正寺	961122		28.80				0
157	蓮正寺	961122	0.10	48.00				0
315	蓮正寺	961122			17.5	8.42	182	0
282	---							0
303	---	961121	0.07		16.7	8.42	165	0

未自噴及び自噴量測定不可の自噴量を0 l/minとし、空欄は未測定である。

表2. 調査井戸の地区別自噴量の内訳

地区	井戸数 (井)	自噴井戸数 (井)	50 l/min 以上(井)	10~49 l/min(井)	1~9 l/min(井)	総自噴量 (l/min)
栢山	146	108	9	81	18	2,678
小台	72	33		26	7	619
柳新田	28	16	2	9	5	435
曾比	28	18		16	2	409
堀之内	29	20		9	11	234
新屋	71	14	1	5	8	208
清水新田	20	15		7	8	127
その他	17	10		2	8	91
合計	411	234	12	155	67	4,801

図4は、今回調査した井戸の位置を示す。現地調査は平成8(1996)年8月~12月に行い、井戸の利用状況を聞き取り、口径、深度、温度、pH、導電率、自噴量を測定した(表1)。また、図4の六角形で示す井戸は、採水して主成分及び酸素同位体比を測定した。

表1から、調査井戸の深度は30~40mのものが多く、なかには100mを越す井戸もみられる。温度は調査期間が8月~12月に及ぶこともあるが、17~18のものが多い。

また、導電率は200 μ S/cm台のものがほとんどである。

4. 自噴量の現状

表2は、表1から調査井戸の自噴量を地区毎にまとめたものである。未自噴及び自噴量測定不可の自噴量を0 l/minとした。

栢山地区では、調査井戸数146井のうち、自噴井戸数は108井、総自噴量は2,678 l/minと多く、50 l/min以上自噴している井戸数が9井、10~49 l/minが81井、1~9 l/minが18井である。

栢山地区に次いで総自噴量の多い地区は、小台地区の619 l/min、柳新田地区の435 l/min、曾比地区の409 l/minである。

合計では、調査井戸数411井のうち、自噴井戸数234井、総自噴量は4,801 l/minであり、50 l/min以上自噴している井戸数が12井、10~49 l/minが155井、1~9 l/minが67井となっている。

なお、新屋及び小台地区では調査井戸数に比べて自噴井戸数の割合が少ない。これについては次項で説明する。

図5は自噴量の分布を示す。50 l/min以上自噴している井戸には井戸番号を付けた。

自噴量の分布は、ある特定の地域に集中している。

これは、微地形の微高地が関係していると考えられる。

5. 自噴量の比較

当地域の自噴量の調査は、過去に数回行われている。

井上(1993)は、足柄平野の地下水について総合的に調査した昭和36(1961)年の調査結果に、その後の知見を加えて発表した。

その中で、自噴井戸等の分布等を明らかにしている。

なお、最近の工場等の多量揚水によって引き起こされる地下水不足を懸念している。

内田(1978)は、昭和52(1977)年の灌漑期(7月)と非灌漑期(10月)における自噴量を比較している。

非灌漑期は、灌漑期に比べて自噴量の減少がみられる。特に、浅い井戸ではその差が著しいという。

横山他(1988)は、3箇所の井戸について自噴量の季節変動を調査している(図6)。

足柄平野中央部に位置する曾比観測井では1月に自噴停止し、5月に自噴し始め、8月に自噴量は最大になる。

一方、箱根火山東麓に位置する岩原、塚原観測井では自噴量の季節変動は少ないという。

さらに、湧水調査チーム(1991)は、平成元(1989)年と昭和38(1963)年当時の自噴量を比較した(図7)。酒匂川に沿う地域と沿岸部で自噴域の縮小(後退)が認められる。

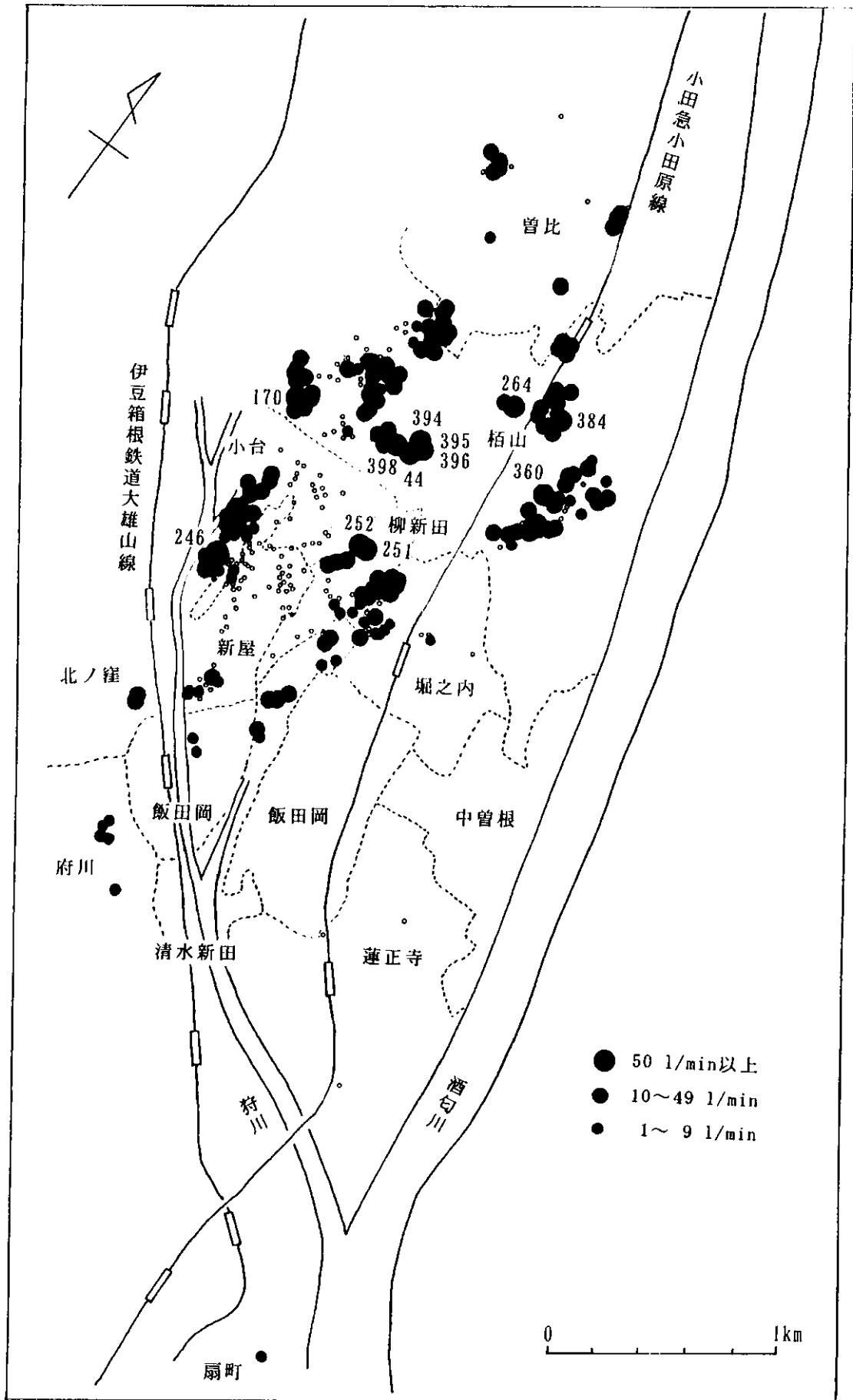


図5. 自噴量分布図(平成8(1996)年8~12月調査)

表 3 は、今回の調査結果（表 1）と、湧水調査チーム（1991）に記載されている昭和 52（1977）年 7 月、平成元（1989）年 8 月の調査結果及び南足柄市が行った昭和 42（1967）年 12 月、43（1968）年 12 月の調査結果に基づいて、自噴量を比較できた井戸をまとめたものである。

平成 8（1996）年と昭和 42（1967）年の自噴量を比較できた井戸は 129 井で、総自噴量は現在の 453 l/min に対して過去の 1,316 l/min であり、現在を 100%とすると過去は 291%となる。同様に、昭和 43（1968）年と比較すると、総自噴量は現在の 453 l/min（100%）に対して過去の 1,137 l/min（251%）となる。

さらに、昭和 52（1977）年、平成元（1989）年との比較では、現在の 344 l/min（100%）に対して昭和 52（1977）年が 791 l/min（230%）、平成元（1989）年が 426 l/min（124%）である。

このように、過去 20 年以上前には、現在の 2~3 倍の自噴量があったことが推定できる。

なお、以前は自噴していたが、今回は自噴しなくなった井戸が確認された。自噴停止井戸は、仙了川と要定川に挟まれた新屋、小台地区に集中している。

これらの地区の自噴井戸の水頭は、昭和 40（1965）年代と比較すると低下している状況にある。

6. 自噴量の減少した原因

表 3 の結果による自噴量の減少した原因について考察する。自噴量は、地下水の水位と密接に関連している。

横山他（1977）、横山他（1986a）、横山他（1988）、横山他（1998）は、地下水位の経年変化について考察している。

足柄平野上流部の地下水の主な涵養源は、酒匂川表流水と水田の灌漑用水である。

地下水位の変動は、地下水涵養量や地下水揚水量の増減に起因するという。

地下水涵養量の変化は、水田面積の変化で表すことができる。横山他（1977）によると、開成町や南足柄市の水田面積は昭和 40（1965）年には 1,300ha であったが、昭和 50（1975）年には 800ha に減少している（図 8）。

また、南足柄市統計書（1998）によると、南足柄市の水田面積は昭和 50（1975）年には 293ha であったが、平 7（1995）年には 191ha に減少している。このように、水

田面積の減少は地下水涵養量の減少となっている。

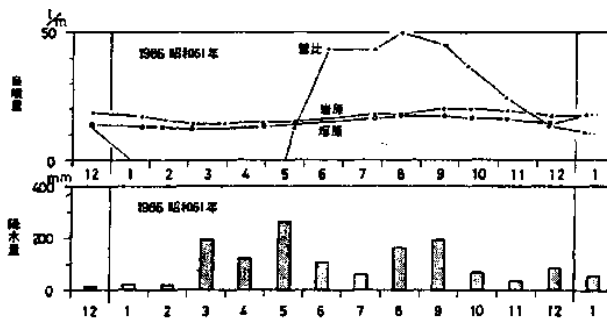


図 6. 自噴量の季節変動（横山他、1988）

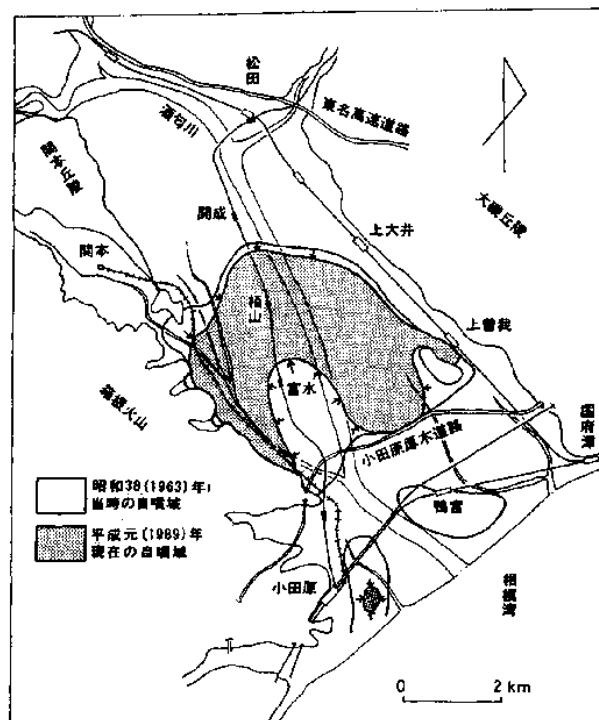


図 7. 足柄平野の自噴域の変化
（湧水調査チーム、1991に加筆）

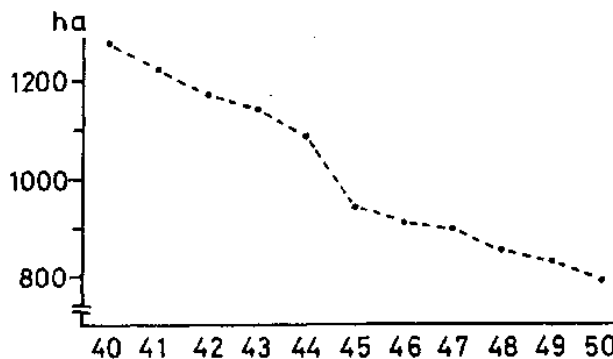


図 8. 水田面積の経年変化（横山他、1977、
神奈川県農林水産統計年表より）

表3. 自噴量の現在と過去の比較

井戸 番号	地区	年別自噴量 (l/min)				
		1996	1989	1977	1968	1967
1	栢山	0			21	26
2	栢山	30	4	10	30	39
3	栢山	0			38	52
4	栢山	0			11	17
5	栢山	4			40	50
6	栢山	2			10	12
7	栢山	36			80	86
8	栢山	0			11	18
9	栢山	0			21	30
10	栢山	0			7	9
11	栢山	0			5	4
12	栢山	0			13	29
13	栢山	0			12	8
14	栢山	10			11	9
15	栢山	0			10	24
16	栢山	2			25	41
17	栢山	0			17	4
18	栢山	0			14	22
19	栢山	0			12	17
20	栢山	9			34	41
21	栢山	0			7	7
22	栢山	13			4	11
23	栢山	0			4	7
24	栢山	5			28	38
25	栢山	14				22
26	栢山	0			9	10
27	栢山	0			21	24
28	栢山	10			5	6
29	栢山	15			7	7
30	栢山	3			15	10
31	栢山	33			17	18
32	栢山	21			12	14
33	栢山	14			1	4
34	栢山	49			4	5
35	栢山	17			46	43
36	栢山	0			13	23
37	栢山	0			11	8
38	栢山	0			4	13
39	栢山	0			6	7
40	栢山	0	8	184		
41	栢山	28	24	44		
42	栢山	13	12	15		
43	栢山	0	0	2		
44	栢山	130	130	138		
45	栢山	0	0	2		
65A	小台	36			33	20
46	小台	0			13	16
47	小台	0			13	4
48	小台	0			5	14
49	小台	0			1	2
50	小台	0			3	5
51	小台	0			0	0
52	小台	0			5	7
53	小台	0			5	7
54	小台	0			3	2
55	小台	0			3	11
56	小台	0			0	0
57	小台	0			0	0
58	小台	0			0	5
59	小台	0			2	5
60	小台	0			0	0
61	小台	0			0	7
62	小台	0			0	7
63	小台	0			6	0
64	小台	0			0	3
66	小台	0			0	4
67	小台	0			0	0
68	小台	0			5	0
69	小台	0			0	0
70	小台	11			33	32

井戸 番号	地区	年別自噴量 (l/min)				
		1996	1989	1977	1968	1967
71	小台				25	23
72	小台	4			17	17
73	小台	0			7	20
74	小台	13			21	26
75	小台				61	75
76	小台	0			6	10
77	小台	0			100	12
78	小台	22			22	20
79	小台	7			13	16
80	小台	29	28	46		
121	小台	4			5	7
82	新屋	0			6	12
83	新屋	0			10	5
84	新屋	0			0	0
85	新屋	0			0	0
86	新屋	0			0	0
87	新屋	0			0	0
88	新屋	0			0	0
89	新屋	0			0	0
90	新屋	0			0	0
91	新屋	0			0	0
92	新屋	0			0	0
93	新屋	0			0	0
94	新屋	0			0	0
95	新屋	0			0	0
96	新屋	0			0	0
97	新屋	0			9	16
98	新屋	0			3	4
99	新屋	0			0	0
100	新屋	4			3	3
101	新屋	0			0	0
102	新屋	0			0	0
103	新屋	0			0	0
104	新屋	0			0	0
105	新屋	0			0	0
106	新屋	0			0	0
107	新屋	0			0	0
108	新屋	0			0	0
109	新屋	0			4	5
110	新屋	0			15	0
111	新屋	0			0	0
112	新屋	0			1	1
113	新屋	0			0	0
114	新屋	0			2	3
115	新屋	0			8	11
116	新屋	0			1	2
117	新屋	0			7	0
118	新屋	0			2	4
119	新屋	5			3	8
120	新屋	0			13	15
122	新屋	0			24	27
123	新屋	0			14	19
124	新屋	0			0	0
125	新屋	0			0	0
126	新屋	0			0	0
127	新屋	0	0	2		
148	清水新田	0			0	0
149	清水新田	3			11	13
150	清水新田	4			7	9
128	曾比		0	0		
129	曾比		0	46		
130	曾比	9	15	22		
131	曾比	0	45	52		
132	曾比	0	36	45		
133	曾比	0	0	20		
134	曾比	34	44	91		
158	中曾根	0	0	14		
160	飯田岡	6	12	8		
161	府川	2	10	7		
159A	北ノ窪	32	15	26		

井戸 番号	地区	年別自噴量 (l/min)				
		1996	1989	1977	1968	1967
152	堀之内	22	27	34		
153	堀之内	6	17	29		
154	堀之内	4	0	1		
135	柳新田	0			0	2
136	柳新田	0			2	2
137	柳新田	0			2	3
138	柳新田	0			3	3
139	柳新田	0			0	1
140	柳新田	0			1	2
141	柳新田	13			9	10
142	柳新田	4			9	7
143	柳新田	35			19	19
144	柳新田	0			12	17
145	柳新田	0			0	0
146	柳新田	0			0	0
147	柳新田	0			0	0
155	蓮正寺	0	0	0		
156	蓮正寺	0	0	0		
157	蓮正寺	0	0	0		
129井合計		453				1316
128井合計		453			1137	
24井合計		344	426	791		

1989年及び1977年は湧水調査チーム(1991)、1968年及び1967年は南足柄市資料による。

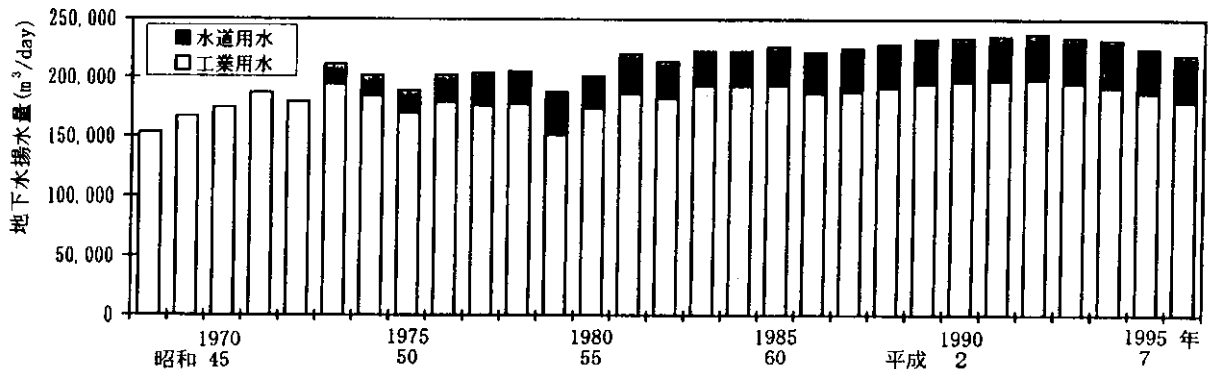


図9. 地下水揚水量の変化(神奈川県工業統計調査結果報告、神奈川県水道事業の実態より)

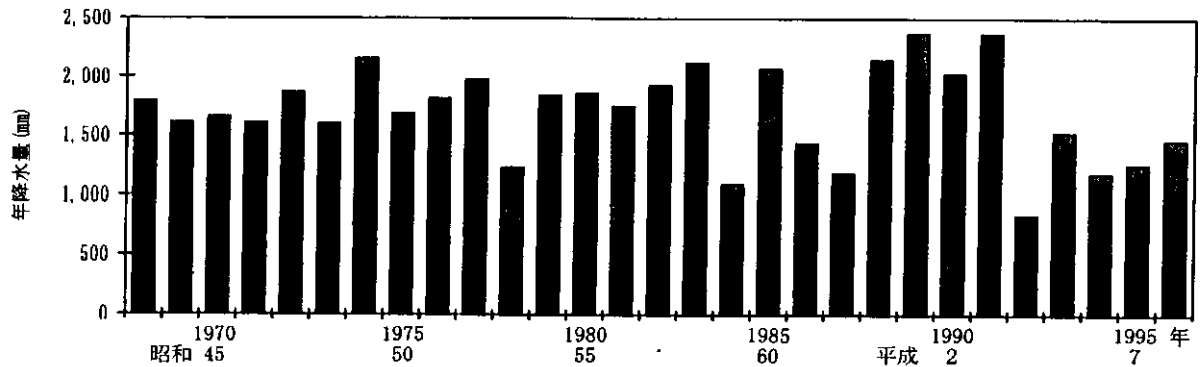


図10. 年降水量の変化(神奈川県管理水位・雨量観測年表より)

地下水揚水量の変化は、神奈川県工業統計調査結果報告と神奈川県水道事業の実態による。

集計は小田原市、南足柄市、大井町、松田町、山北町、開成町の浅井戸、深井戸、湧水の合計とした(図9)。

工業用水量は昭和40(1965)年代の増加期の後、昭和50(1975)年代から横這いとなり、最近5年間では180,000m³/dayから180,000m³/dayにやや減少している。

しかし、いまでも、工業用水量は過大であり、昭和54(1979)年当時の150,000m³/day以下にしたほうがよい。

水道用水量はほとんど変化なく、最近5年間の平均値は40,000m³/dayである。

また、年降水量は神奈川県管理水位・雨量観測年表の小田原土木事務所における数値とした(図10)。

年降水量の変化は、酒匂川表流水等の地下浸透量の変化を表現している。年降水量は昭和43(1968)年から平成3(1991)年までの平均値が1,814mmであったが、最5年間の平均値が1,256mmと少雨である。

人口の増加による一般家庭の地下水揚水量の変化についてみると、調査地域のうち、特に、井戸数の多い7地区の世帯数は、昭和42(1967)年から平成8(1996)年までに約4,300世帯増加している。

1世帯あたり1m³/day使用すると仮定して、単純計算

で4,300m³/dayの増加となる。

これらの地区の水利用の特徴は、地下水への依存度が高いことであり、水道が布設されている家庭でも井戸の掘削が多く行われている。

また、同じ地区内においても、標高の差により自噴しない井戸も多く存在している。

以上のことから自噴量の減少した原因は、水田面積の減少による地下水涵養量の減少、工業用水や一般家庭の地下水揚水量の増大や年降水量の減少傾向が主な要因となっていると考えられる。

自噴井戸は、地域の水事情を測る敏感な窓であり、平野内の地下水開発や都市化などによる涵養量の減少を監視し、地域にマッチした保全策を図る必要がある(湧水調査チーム、1991、横山他、1998)。

7. 自噴井戸の水質

足柄平野の自噴地帯は中下流部に分布する。地下水は厚い砂礫層中に胚胎し、中下流部の砂礫層中に挟まれる泥層が賦圧層となって自噴帯が形成されている。

地下水系には足柄平野水系と箱根水系があり、主な涵養源は平野上部の表流水、灌漑用水の浸透と、箱根外輪山の降水である。平野地下水の賦存状況を模式的に示す

(図11、横山他、1998)

箱根水系の水質は、足柄平野水系の水質に比べ、炭酸水素イオンが少なく、メタ珪酸が多い特徴がある(図12、湧水調査チーム、1991、横山他、1998)

また、水温が15℃台と低い箱根水系の地下水が深部に浸入していることも考えられる(横山他、1986b)

図13は、湧水調査チーム(1991)に記載のある導電率と水温の関係を示す。箱根水系の水質は足柄平野水系の水質に比べ、導電率が低く、低温である。

今回、調査地域を代表して22地点で採水し、主成分等を測定した(表4)。採水位置は、図4の六角形で示す井戸である。

図12、13の足柄平野水系と箱根水系の範囲を、今回の分析結果に投影すると、図14、15のとおりである。図から、数地点を除いて、ほとんど足柄平野水系の地下水に該当している。

また、主成分の分析を行った試料について、酸素同位体比を測定した。酸素同位体比は、試料水中に含まれる質量数16の酸素に対する質量数18の酸素の存在比で、次式で定義される。

$$^{18}\text{O}(\text{‰}) = \left(\frac{\text{試料水中の同位体存在比}}{\text{標準平均海水水中の同位体存在比}} - 1 \right) \times 1,000$$

一般的に、 ^{18}O 値の大きな水を重い水、 ^{18}O 値の小さな水を軽い水と呼ぶ。

酸素同位体比の測定は、温泉地学研究所で製造した蒸留水($^{18}\text{O} = -8.52\text{‰}$)を二次標準試料として使用し、軽元素質量分析装置(VG-PRISM)で測定した。

図16は、酸素同位体比と水温の関係を示す。調査した自噴井戸の酸素同位体比から、水温が高いほど軽く、足柄平野水系に近づき、水温が低いほど重く、箱根水系に近づくように見える。

このことから、箱根水系の地下水は、足柄平野水系の地下水に比べて水温が低く、酸素同位体比が重くなる傾向がある。

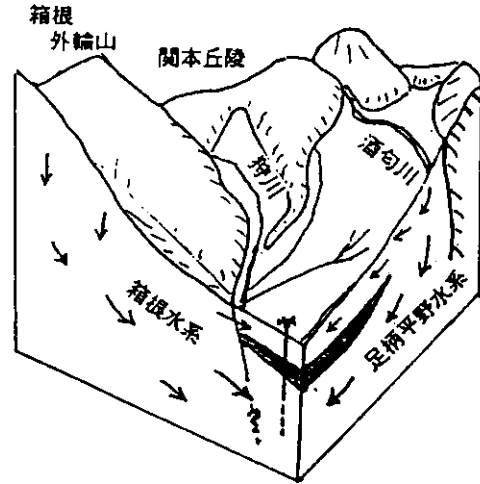


図11. 足柄平野の地下水賦存状況(模式図)(横山他、1998)

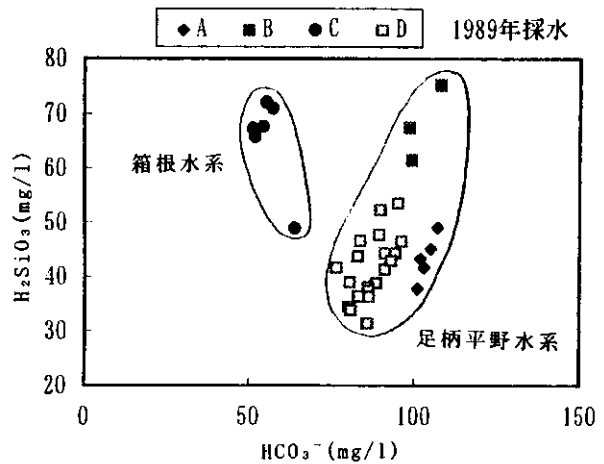


図12. 箱根水系と足柄平野水系の水質区分(炭酸水素イオンとメタ珪酸の関係)(湧水調査チーム、1991に加筆)

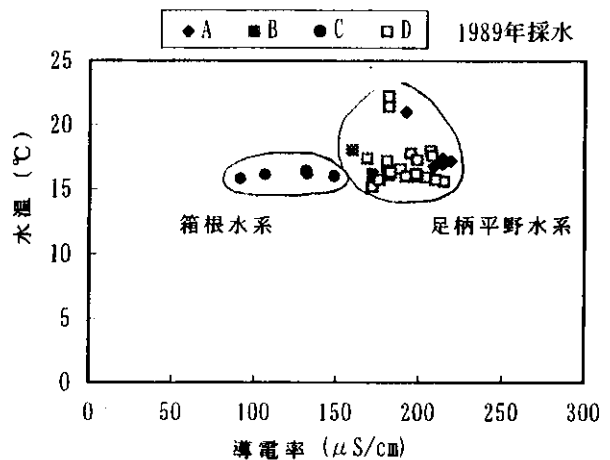


図13. 箱根水系と足柄平野水系の水質区分(導電率と水温の関係)(湧水調査チーム、1991より作成)

表4. 調査自噴井戸の主成分等の測定結果

井戸番号	所在地	採水日	深度 (m)	自噴量 (l/min)	温度 (°C)	pH	導電率 (μS/cm)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	SO4 (mg/l)	HCO3 (mg/l)	NO3 (mg/l)	H2SiO3 (mg/l)	δ ¹⁸ O (‰)
22	栢山	961009	72.50	13	17.0	7.86	224	8.47	1.54	7.51	23.60	5.72	15.70	105.00	5.95	55.00	-8.26
25	栢山	961009	50.45	14	17.0	7.79	222	8.16	1.48	7.24	23.00	5.49	15.20	109.00	5.96	54.80	-8.28
45	栢山	961115	60.96		16.3	8.50	189	7.48	1.16	5.42	20.20	4.27	11.90	101.00	4.36	45.40	-8.43
50	小台	960917	48.60		20.2	7.59	226	8.05	1.47	7.22	23.00	6.81	15.50	100.00	6.35	52.20	-8.44
68	小台	961022	40.11		17.7	7.75	232	8.33	1.54	7.51	23.70	6.47	14.70	124.00	5.29	52.60	-8.36
132	曾比	961119	30.80		17.8	8.28	152	6.82	0.80	6.73	19.80	4.44	12.70	87.00	4.05	44.00	-8.56
137	柳新田	961022	40.25		18.5	7.82	224	8.39	1.52	7.26	23.60	6.63	15.40	103.00	6.06	51.80	-8.46
143	柳新田	961022	33.64	35	17.0	8.02	206	7.59	1.30	6.17	20.80	5.23	13.90	62.50	5.50	54.40	-8.23
159A	北ノ窪	961210		32	16.3	8.55	140	6.94	1.57	4.52	17.60	8.69	5.22	76.20	11.20	72.40	-7.89
170	栢山	960816	40.59	63	16.0	6.77	236	8.32	1.51	7.63	24.20	6.82	16.00	115.00	6.93	55.20	-7.91
183	小台	960910	90.33	32	17.4	7.94	233	8.42	1.46	7.65	24.30	7.23	16.10	109.00	6.62	55.80	-8.44
220	新屋	961004	27.10		18.8	7.58	291	11.80	2.76	10.80	27.70	7.80	18.80	141.00	7.06	65.60	-8.10
228	小台	961015	25.39	14	17.6	8.37	233	8.39	1.49	7.65	23.80	6.76	17.10	113.00	6.99	57.40	-8.40
280A	小台	961115	30.86		17.1	8.24	231	8.60	1.61	7.41	23.20	6.32	17.30	109.00	8.29	55.80	-8.27
293	曾比	961119	40.10	47	17.4	8.43	183	8.12	1.48	7.35	23.00	5.00	13.90	114.00	6.01	57.40	-7.77
298	栢山	961121	100.50	16	14.3	8.33	146	6.61	0.96	5.65	19.60	4.39	12.30	95.00	5.28	44.80	-8.07
325	堀之内	961128	31.90	20	16.5	8.44	167	7.65	1.23	5.99	20.80	5.26	14.00	101.00	5.14	60.40	-8.47
355	栢山	961203	36.49	20	15.0	8.35	148	6.82	0.92	5.64	20.00	4.49	12.30	97.00	6.35	43.00	-7.65
380	栢山	961216	30.93	33	15.7	8.69	148	6.96	1.09	5.97	20.30	4.62	1.43	112.00	5.56	44.00	-7.86
394	栢山	961224	40.61	50	16.8	8.52	174	7.97	1.32	6.83	21.60	5.85	15.80	100.00	6.30	48.80	-8.30
401	扇町	961224	70.00	2	17.0	8.81	151	8.86	1.90	6.19	18.20	5.79	7.83	97.00	8.75	64.60	-8.09

(注) Na:ナトリウムイオン、K:カリウムイオン、Mg:マグネシウムイオン、Ca:カルシウムイオン、Cl:塩素イオン、NO3:硝酸イオン
SO4:硫酸イオン、HCO3:炭酸水素イオン、H2SiO3:メタ珪酸、δ¹⁸O:酸素同位体比

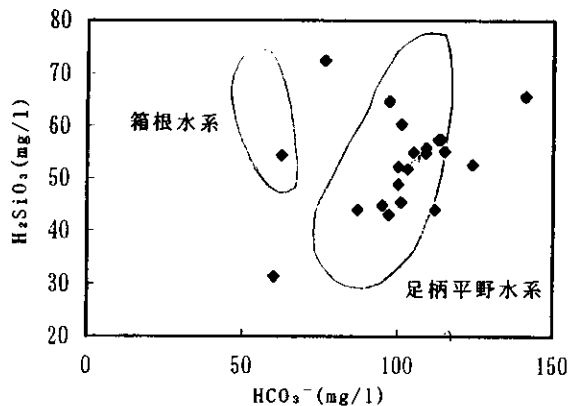


図14. 調査自噴井戸の炭酸水素イオンとメタ珪酸の関係(図12の水質区分を参照)

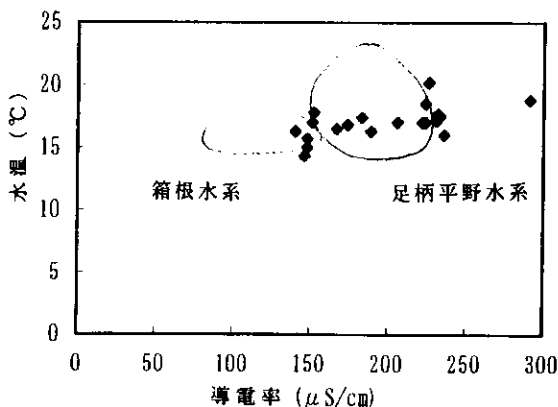


図15. 調査自噴井戸の導電率と水温の関係(図13の水質区分を参照)

8. まとめ

足柄平野中流部の酒匂川右岸地域において、自噴井戸の自噴量、水質、利用状況等の調査を行った。

調査井戸数 411 のうち、自噴井戸数は 234 井、総自噴量は 4,801 l/min であった。

平成 8 (1996) 年現在の自噴量を 100% として、過去の自噴量を比較すると、昭和 42 (1967) 年では 291%、昭和 52 (1977) 年では 230% となり、20 年以上前には、現在の 2~3 倍の自噴量があったことが推定できる。

自噴量の減少した原因は、水田面積の減少による地下水涵養量の減少、工業用水や一般家庭の地下水揚水量の増大や年降水量の減少傾向が主な要因と考えられる。

なお、自噴井戸の水質は、数地点を除いて、ほとんど足柄平野水系の地下水に該当している。

今後は、未調査の酒匂川左岸地域に存在する自噴井戸を確認すること、箱根水系及び足柄平野水系の地下水の寄与の度合いを把握すること、さらに、深層地下水との関連性を検討し、足柄平野の地下水の保全と開発の両面から、よりよい水環境を創造することが課題である。

謝辞

この調査は、執筆者の一人である日比野英俊が、市町村交流職員として神奈川県温泉地学研究所に転入して、その機会にまとめたものである。事務手続き等で神奈川県

市町村課、環境総務室にお世話になった。

また、現地調査では井戸所有者に御協力いただいた。

以上の機関及び関係者の方々に感謝いたします。

参考文献

井上義光(1993)足柄平野の地下水,開成町史研究,67-92.

神奈川県工業統計調査結果報告,神奈川県企画部統計課

神奈川県水道事業の実態,神奈川県衛生部環境衛生課

神奈川県管理水位雨量観測年表,神奈川県土木部河港課

南足柄市統計書(1998)南足柄市企画部情報管理課

長瀬和雄・八巻和幸(1991)地下地質資料集-県西部地-,

1-50.

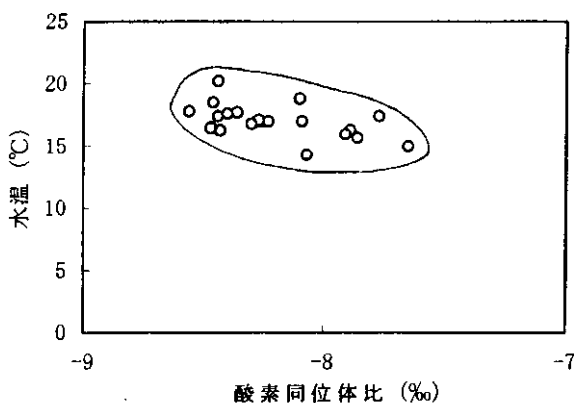


図16. 調査自噴井戸の酸素同位体比と水温の関係

小沢清、荻野喜作、横山尚秀(1982)足柄平野の地質(その1),神奈川県温泉地学研究所報告,Vol.13, No.5, 83-90.

内田幸男(1978)神奈川県足柄平野の地下水-その1-,県立小田原城内高等学校図書館紀要, No.2, 90-120.

山崎晴雄(1994)開成町とその周辺の地形と地質,開成町史自然編,第1章,1-100.

湧水調査チーム(1991)湧水調査結果報告,神奈川県温泉地学研究所, 38p.

横山尚秀、荻野喜作、大木靖衛(1977)足柄平野の地下水(その3),神奈川県温泉研究所報告,Vol.8, No.3, 115_124.

横山尚秀・荻野喜作、大木靖衛(1986a)足柄平野及び大磯丘陵の地下水位観測結果(足柄平野の地下水その9),神奈川県温泉地学研究所報告,Vol.17, No.5, 127-140.

横山尚秀、荻野喜作、大木靖衛、結田康一(1986b)足柄平野上流部の地下水温変化と地下水かん養機能(足柄平野の地下水その10),神奈川県温泉地学研究所報告,Vol.17, No.5, 141-158.

横山尚秀、荻野喜作、大木靖衛(1988)足柄平野上部の地下水位上昇について,神奈川県温泉地学研究所報告,Vol.19, No.3, 1_16.

横山尚秀、板寺一洋、日比野英俊(1998)足柄平野の地下水賦存特性と自噴帯後退,日本水文科学会講演要旨.



写真1. 自噴井戸(No.396)栢山