

B. d. VIII.

地質調査所報告 第249号

地下水位の観測記録

地質調査所

昭和48年11月

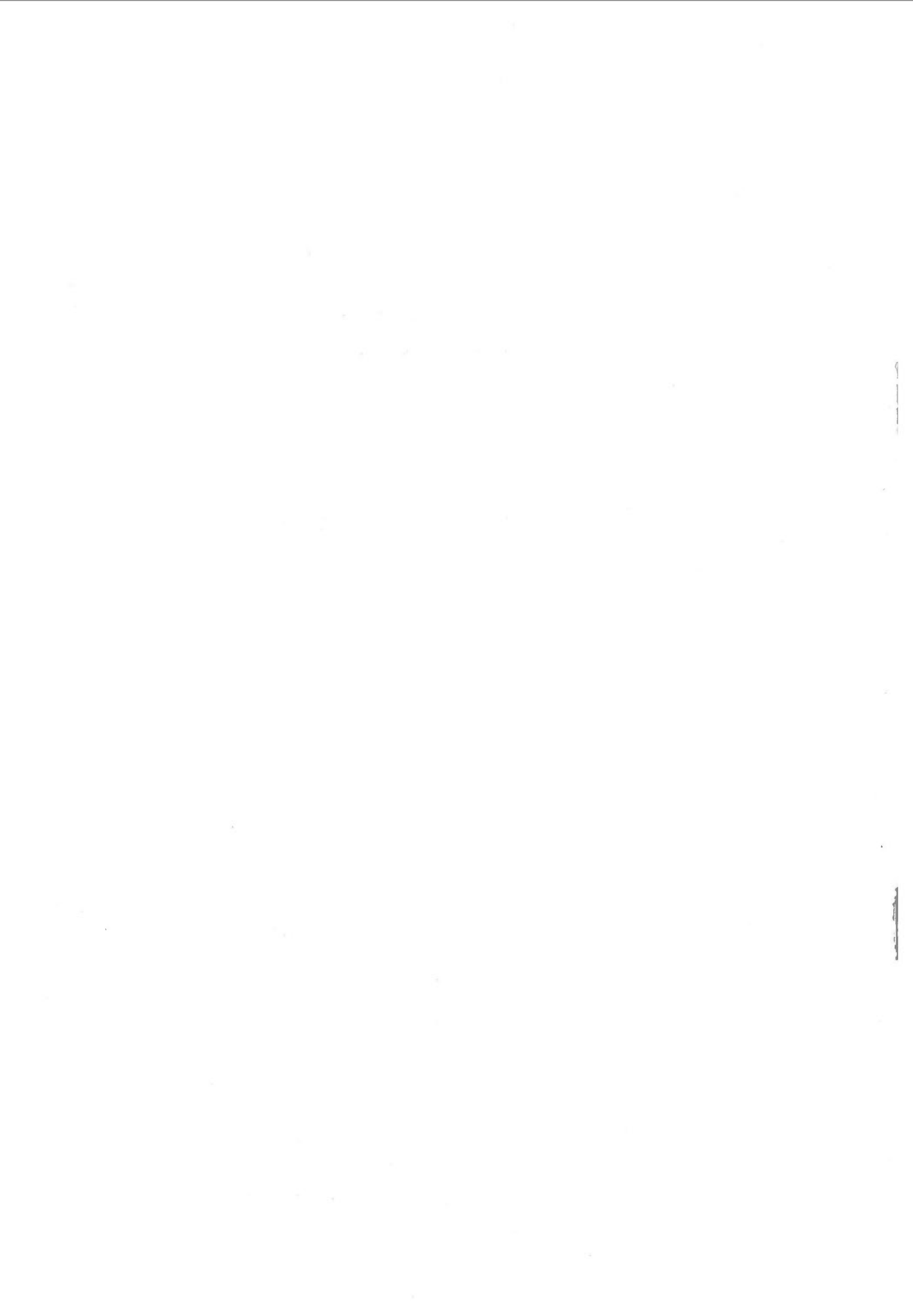
556. 3. 04

地質調査所報告

所長 小林 勇

地下水位の観測記録

尾崎 次男



目 次

緒 言	1
I. 地下水位についての若干の議論	2
I. 1 地下水位	2
I. 2 地下水面の昇降	8
I. 3 地下水の汲みあげが地下水面におよぼす影響	11
II. 各地における地下水位に関する記録	14
II. 1 大船渡市	14
II. 2 太田市	14
II. 3 玉村町	14
II. 4 茂原市	17
II. 5 市原市	18
II. 6 東京都	18
II. 7 川崎市	20
II. 8 中条町	25
II. 9 五泉市	25
II. 10 長岡市	26
II. 11 黄瀬川水系	26
II. 12 富士市	32
II. 13 静岡市	32
II. 14 浜松市	34
II. 15 名古屋市	34
II. 16 四日市市	36
II. 17 明和町	38
II. 18 伊丹市	38
II. 19 東播地区	40
II. 20 西播地区	44
II. 21 観音寺市	45
II. 22 徳島市・藍住町	47
II. 23 阿南市・那賀川町	49
II. 24 高知市	50
II. 25 八代市	50
III. 地下水面低下の傾向	53
結 言	54

地下水位の観測記録

尾崎次男*

緒言

第2次世界大戦終了後、地質調査所では全国各地にわたって、工業用水源としての地下水開発に関する調査研究を実施してきた。これらの調査研究を通じて、各地の地下水事情が次第に明らかにされてきたが、この過程において、地下水位が異常に低下したり、あるいは海岸地帯において地下水中の塩分が増加し、これがさらに促進あるいは拡大することが予測される地域が各地で見出されるようになった。地下水位の低下が地盤沈下の主な原因であるとされ、また海岸地帯におけるそれが、海水の侵入による水質汚染の拡大であることが明らかになるにつれて、環境および資源の保全上重大な問題であることが認識されるようになってきた。この結果、国および地方自治体においても、それぞれの措置がとられつつ現在にいたっている。

このため地質調査所においても早くから、地下水の水位および水質の変化の監視を目的とし、昭和29年に浜松市において3本の井戸を利用して観測を開始した。以来、種々の制約はあったが、次々と観測井を増やし、現在では全国的規模での観測体制をとるまでにはいたっていないが、北海道を除き、観測井の数は全国123カ所に達するまでになった（第1図および第1表参照）。

これまでの観測結果は、工業地帯における地下水の保全をはかるとともに、地下水の汲みあげを規制し、地盤沈下の防止に資することを目的とする「工業用水法（昭和31年6月11日、法律第146号）、建築物用地下水の採取について、地盤沈下防止のため必要な規制を行なうことを目的とする「建築物用地下水の採取の規制に関する法律（昭和37年5月1日、法律第168号）」の制定に関して、基礎資料の一部として用いられている。その後1969年に実施された「地下水利用適正化調査地域」の選定について利用されるとともに、所内の水資源調査研究グループの研究にも、そのデータは有効に活用されてきた。

とはいうものの、この地下水位観測は、逐次井戸の所有者の協力をうけ、それぞれに観測を依頼してきたものであって、ややまとまった観測が行なわれるようになったのは昭和33年以降のことである。このような観測は10～20年のデータが出てはじめて利用価値があるものである。すなわち、一種の地質現象である地下水の水位の変動は、短期間の観測では、その間に入る異常現象を除去して全体の傾向を知ることとは不可能である。ここに昭和32年以来約15年を経過したので、一部について一応信頼できる結果を公表できることになった。また、これらの観測データは、できるだけ早く公表して地域社会あるいは学問分野で有効に利用されるようにしてこそ、その価値があるものと信ずる次第である。

以下、細かい分析は、それぞれ別に発表することにして、その観測データと極く概括的な地下水位の動向と態様について述べることにする。そして、これらの資料が、国および地方自治体などの諸機関に

* 応用地質部

おける種々の施策について参考資料となり、地下水の開発・保全あるいは調査研究のための基礎的資料として活用されればこのうえない喜びである。

これらの観測の実施については、元地質調査所応用地質部長蔵田延男博士が工業用水課長であった時代にさかのぼるものである。この成果を公表するに当って、同博士の努力に対して敬意を表するとともに、観測井の設置と、その観測に長い年月、地道な努力をつづけていただいた地方自治体の諸機関および民間企業の各工場などの関係者に対し厚く御礼申し上げる。

I. 地下水位についての若干の議論

I. 1 地下水位

降水（雨・雪・霰・雹など）や地表水（河川・湖沼・かんがい用水路・ため池・湛水田）などの水が地中に浸透したのが地下水であって、地下水は動水勻配にしたがって流動し、最終的には河川および湖海などに排出される。地下水量の大小は、地下水が含まれる土壌の有効間隙と補給量の多寡に支配されるが、一般的には、降水および地表水からの補給があれば地下水量は増加するし、これらの補給が少なければ、地下水は植物の根によって吸収されたり、生育期における植物の葉面とかあるいは地面から蒸発して空中に逸散し、さらには河川および湖海に排出して次第に減少する。したがって、地下水量を判断する場合、降水量はきわめて重要な指標である。しかし、これの直接把握は地下水位の直接測定によって確認するのが捷徑である。



第1図 地下水位依頼観測井の分布

第1表 地下水位依頼観測井一覽表

昭和47年8月末日

番号	観測井の位置	井戸の深度	観測開始時	観測中止時
1	岩手県大船渡市盛町字土手下	42.5m	昭和35年11月	
2	群馬県太田市大字飯塚	200	36. 5	昭和38年10月
3	群馬県前橋市鳥羽町	250	41. 4	43. 3
4	群馬県伊勢崎市今泉町	330	36. 5	45. 5
5	群馬県佐波郡玉村町玉村小学校校庭内	250	42. 4	
6	埼玉県南埼玉郡久喜町久本365	300	36. 10	
7	同 川越市小仙波町5-14	250	37. 12	
8	同 戸田市下笹目3200	80	36. 5	
9	東京都足立区都立足立高校校庭内	111	32. 4	
10	同 墨田区東洋紡績K. K. 向島工場敷地内	120	35. 4	38. 10
11	神奈川県川崎市古川通大日日本電線K. K. 川崎工場敷地内	49	33. 8	39. 3
12	同 川崎市菅1518	6	〃	
13	同 川崎市菅2017	6	〃	
14	同 川崎市井田仲野183	42.5	〃	
15	同 川崎市鹿島田1156	46.2	〃	
16	同 川崎市宿河原1965	20	〃	
17	千葉県市原市五井1950	270	35. 7	
18	同 市原市五井市原市役所敷地内	250	〃	
19	同 市原市五井君塚神社境内	255	〃	
20	同 市原市八幡1036	195	〃	
21	同 市原市市原草刈公民館敷地内	150	〃	
22	同 市原市市津番場神社境内	100	〃	
23	同 千葉市浜野町1335	155	〃	
24	同 市原市岩崎84	276	〃	
25	同 市原市青柳2050	278	〃	
26	同 市原市廿五星494	250	〃	
27	同 市原市市津葉木神社境内	76	〃	
28	同 市川市原木131	130	38. 5	46. 3
29	同 上	86	〃	〃
30	同 市川市埋立地第二工区敷地内	154	〃	〃
31	同 船橋市機械金属協同組合敷地内	151	〃	〃
32	同 船橋市夏見夏見中学校敷地内	102	〃	〃
33	同 船橋市船橋市役所敷地内	105	〃	〃
34	同 船橋市船橋ヘルスセンター敷地内	152	〃	〃
35	同 君津郡君津町君津漁業組合敷地内	202	〃	
36	同 富津町飯野中学校敷地内	152	〃	
37	同 君津町周西小学校敷地内	152	〃	
38	同 千葉市神明町旧千葉港敷地内	233	39. 4	41. 9
39	同 千葉市末広町末広中学校敷地内	222	38. 4	

40	千葉県千葉市末広町末広中学校敷地内	148	38. 4	
41	同 千葉市白旗1-5蘇我中学校敷地内	224	38. 10	
42	同 千葉市浜野生浜小学校敷地内	230	〃	
43	同 市原市八幡1036	294	38. 3	
44	同 市原市五井五井中学校敷地内	140	〃	
45	同 市原市姉ヶ崎姉ヶ崎開発工事事務所	350	38. 1	
46	同 市原市姉ヶ崎姉ヶ崎小学校敷地内	250	37. 11	
47	同 君津郡袖ヶ浦町長浦中学校	250	〃	
48	同 市原市姉ヶ崎今津朝山地区	300	〃	41. 9
49	同 習志野市東習志野町2-750	180	46. 4	
50	同 松戸市上本594	140	〃	
51	同 佐倉市熊野堂	110	〃	
52	同 君津郡袖ヶ浦町字代宿字作畑156	330	〃	
53	同 君津郡袖ヶ浦町久保田25	330	〃	
54	同 君津郡袖ヶ浦町蔵波304	330	〃	
55	同 上	230	〃	
56	同 市原市市津東国吉	115	34. 8	
57	同 茂原市市東中学校敷地内	41	〃	
58	同 富士見1692-2	5	35. 6	41. 3
59	同 茂原市東郷富士見1368	5	〃	〃
60	新潟県北蒲原郡築地村宮瀬		40. 4	
61	同 築地村高島		〃	
62	同 中条町大出		〃	
63	同 五泉市吉沢市浄水場敷地内	38. 4	34. 6	
64	同 五泉市五泉小学校敷地内	43. 8	〃	
65	同 長岡市干場1-1-24	22	42. 4	
66	同 東新町1-589	22	〃	
67	同 四郎丸1-2-25	22	〃	
68	同 干手2-8-1	22	〃	
69	同 南町2-1-1	25	43. 4	
70	同 学校町3-14-1	50	〃	
71	同 水田町555	100	44. 12	
72	同 前島町75	22	45. 10	
73	同 今井町165	70	〃	
74	同 川崎町1414	22	43. 4	
75	同 蓮湯町1848	22	45. 10	
76	同 川崎町平柳	25	〃	
77	同 水道町11-1	70	44. 12	
78	富山県富山市新庄町76	55	34. 7	
79	同 山室20	20	〃	
80	同 高岡市二塚1260	20	〃	
81	同 富山市針原中町524	59	〃	39. 3
82	同 藤の木町52	25	〃	39. 6

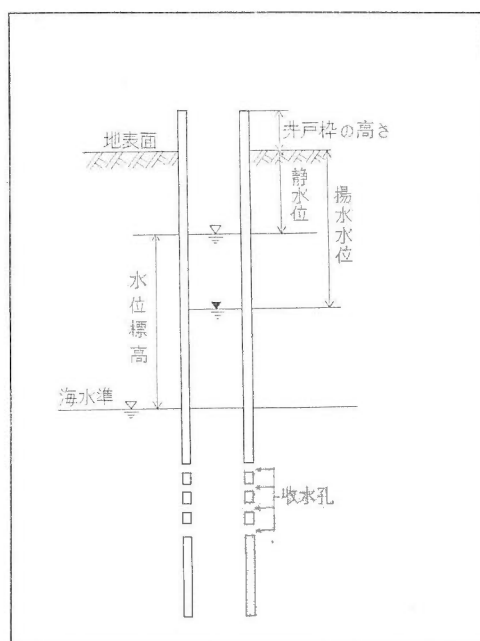
83	富山県射水郡大門町島1386	20	34. 7	41. 7
84	静岡県駿東郡裾野町石脇546	45	37. 10	
85	同 御殿場市富士岡字中清水		"	
86	同 駿東郡裾野町伊豆島田	65	"	
87	同 裾野町水窪字道場山	60	43. 7	
88	同 御宿字六反	65	"	
89	同 深良1320-1	60	"	
90	同 駿東郡裾野町水窪字道場山236-6	65	"	
91	同 沼津市大岡字市場800-5	145	44. 1	
92	同 三島市一番町19-3	20	45. 1	
93	同 駿東郡長泉町長泉中学校内	41	37. 10	41. 6
94	同 富士市鮫島田子の浦旧水源井	136	37. 11	43. 10
95	同 吉原市鈴川2-151	76	38. 10	
96	同 柏原新田	136	37. 10	47. 3
97	同 富士市平垣300	102	36. 6	46. 3
98	同 上	40	"	"
99	同 静岡市与一衛門新田	13	32. 1	36. 8
100	同 上	7.2	36. 9	
101	同 駒形小学校	36	31. 5	
102	同 藤枝市弥左衛門大州中学校	80	41. 5	
103	同 焼津市中根新田大富小学校	96.5	42. 4	
104	同 志太郡大井川町宗高大井川中学校	225	43. 4	
105	同 榛原郡金谷町島909-1	48.5	43. 7	
106	同 吉田町川尻	30	44. 3	
107	同 吉田町大幡	30	44. 4	
108	同 浜松市上島町1605	64.7	29. 1	
109	同 市野町6465	8.5	29. 7	
110	同 葉節町680	3.6	29. 7	34. 8
111	同 飯田町1598	3.4	35. 6	
112	同 初生町1305	10.7	"	
113	同 新橋町2648	3	"	
114	同 船越町224	5.6	"	
115	同 豊西町1693	3	36. 6	
116	同 竜光町843-1	2.9	"	44. 3
117	同 東町531	4.8	"	
118	同 神ヶ谷町3490	13	"	
119	同 飯田町2340	38	43. 4	
120	愛知県名古屋市中川区北江町3-13	101	30. 4	45. 3
121	三重県四日市市塩浜町1-1	132	33. 4	
122	同 上	70	"	35. 3
123	同 上	2.4	"	43. 3
124	同 多気郡明和町大字南藤原537	40	38. 4	
125	兵庫県伊丹市八人子442	80	37. 6	

126	兵庫県明石市藤江町須崎187-1	120	38. 1	
127	同 二見町東二見字藤寄451	120	"	
128	同 加古川市平岡町一色字若宮556	120	38. 5	
129	同 尾上町安田字柳町398-5	87	"	
130	同 高砂市高砂町朝日町1-1	120	38. 1	44. 6
131	同 姫路市飾磨区北細江215	35	39. 5	
132	同 網干区板上430	50	"	
133	同 赤穂市真殿字下原670-3	78	39. 4	
134	同 高雄字東畑1928-1	18	"	
135	同 浜市字ゴマギ587	50	"	
136	香川県観音寺市流岡町719	3. 8	35. 7	
137	徳島県徳島市川内町鶴島298	38	33. 6	
138	同 川内町大松	40	"	
139	同 板野郡北島町鯛浜	33	"	
140	同 藍住町奥野	40	"	
141	同 麻植郡鴨島町江川公園	60	"	
142	同 那珂郡羽の浦町	10	"	
143	同 阿南市上中島南島油免	5. 2	"	44. 3
144	同 下大野町	7	"	
145	同 柳島町中之島支所	20	"	
146	同 那賀郡那珂川町平島小学校	40	"	
147	同 那賀川町敷地今津小学校		44. 4	
148	高知県高知市朝倉米田	3. 7	36. 6	
149	同 一の宮月留	1. 3	"	
150	同 朝倉朝倉小学校	3. 8	42. 9	44. 9
151	同 朝倉丁435	2. 45	36. 6	39. 4
152	同 縄手町		41. 9	
153	同 中須賀町		43. 10	45. 12
154	熊本県八代市三ツ江湖町弥次分校		33. 11	36. 12
155	同 植柳上町6037		33. 10	一時中断
156	同 豊原仲町363	2. 83	"	
157	同 郡築6-50	0. 81	"	
158	同 十条町1-1	6	"	36. 8
159	同 上	6	"	"
160	同 上	76	"	
161	同 奥国町1-1		33. 9	
162	同 岡町谷川1050		37. 1	
163	新潟県長岡市東坂元上町1丁目	22	47. 4	
164	鹿児島県姶良郡吉松町中津川1720	351. 8	44. 6	46. 10
165	宮崎県えびの市真幸真幸小学校敷地内	550	"	"
166	埼玉県大里郡妻沼町大字台911	200	45. 4	46. 3
167	同 上	5	"	"

海や湖などの水面は一見して確かめられるが、眼に見えない地下水も本来流動する性質を有しているため、不明瞭ながら地下水面を形成している。そして井戸の掘さくによって、地下水面の一部が確認できる。厳密な意味では地下水面と井内水面とは幾分差があるが、実用上では井内水面を連ねた面を地下水面と称し、基準面からこの地下水面までの距離を地下水位と称している。したがって、基準面が地表である場合には地表下水位、中等潮位であれば地下水位標高ということになる。

一般に、地下水位が浅いとか、深いというのは前者の場合であり、地下水位が高いとか低いというのは後者の場合である。

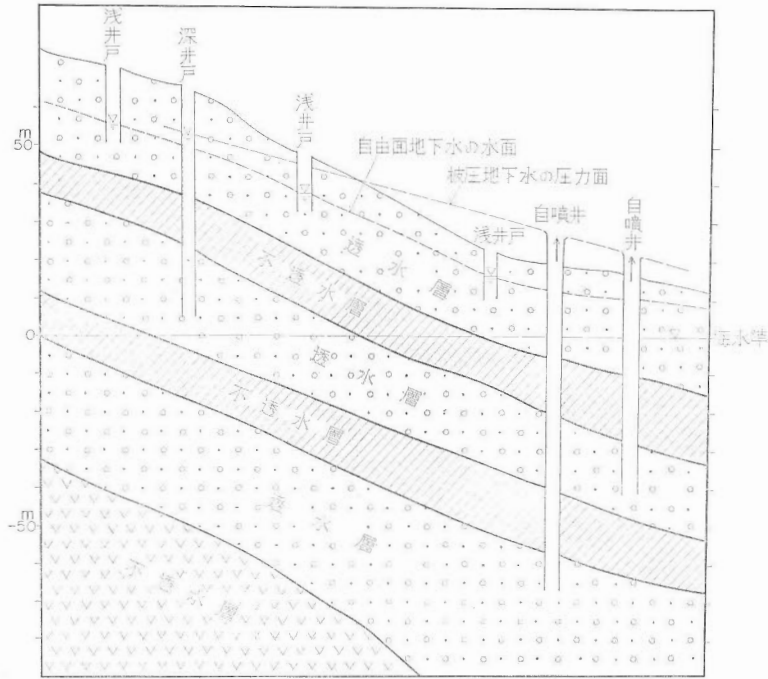
地下水位とは、地下水が自然の状態で流動している場合であれ、人為的な地下水の汲みあげの場合であれ、基準面から地下水面までの距離の総称とするが、本文では、ポンプで汲みあげ中の井内動水位を、とくに揚水水位（運転水位ともいう）として区別して取り扱うことにする（第2図参照）。



第2図 地下水位の測定

地下水位の測定には、テープあるいはコードとマグネットペルあるいはテスターなどを利用した手観測と、一週間あるいはより以上長期的な自動測定ができる自動記録装置による方法とがあり、後者は連続した記録が得られるので、記録を解析するのに便利である。この依頼観測井における地下水位の測定方法は、原則として5日ごとに1回の手観測による測定と1週間巻き自記水位計による測定である。

我々の足下にある大地には、多少の差こそあれ、地下水が含まれており、地下数mの浅井戸から数10mあるいは100m以上の深井戸によって、それぞれ異なった深度から地下水を取得している。深井戸では、しばしば地下水が地面より高く自噴する場合がある。第3図に示すように、地下水面のあり方から、同一帯水層内に地下水面を有している地下水を自由面地下水、同一帯水層より上方に地下水面を有している地下水を被圧地下水と称し、それぞれ区別している。そして自由面地下水を取得の対象とした

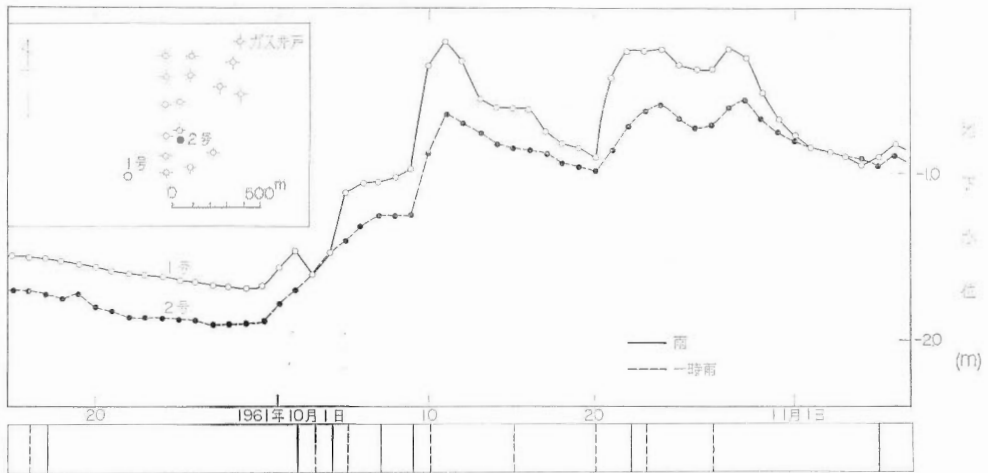


第3図 自由面地下水と被圧地下水

井戸を浅井戸, 被圧地下水を対象とした井戸を深井戸とっている(第3図参照)。

I. 2 地下水面の昇降

自由面地下水の場合は、もちろんのこと、被圧地下水の場合にも、その地下水面は(被圧地下水の場合は圧力面^{注1)})というべきである)一定不変のものではなく、ある期間を通じて時間的に変動する。そ



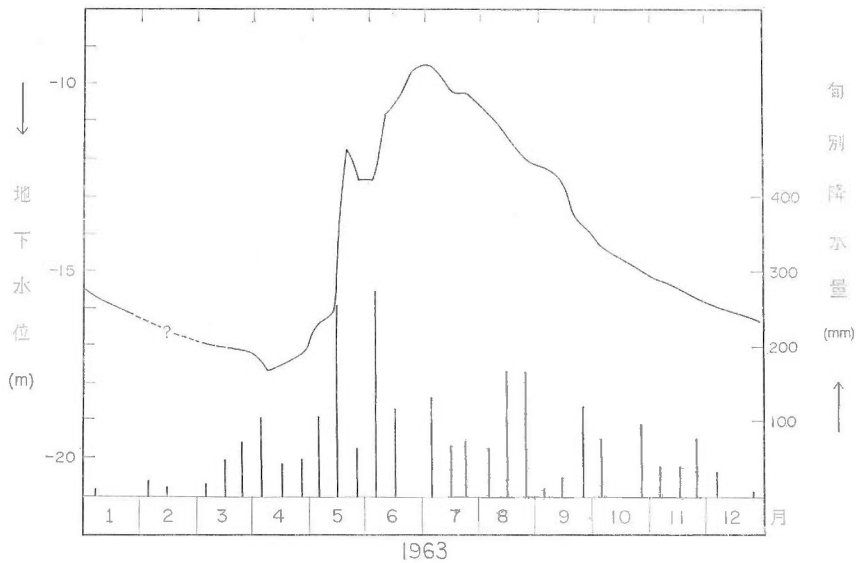
第4図 茂原地区観測井(深度2.4m)における地下水位と降雨の関係

注1) 本文では被圧地下水の地下水面を以下圧力面と呼称する。

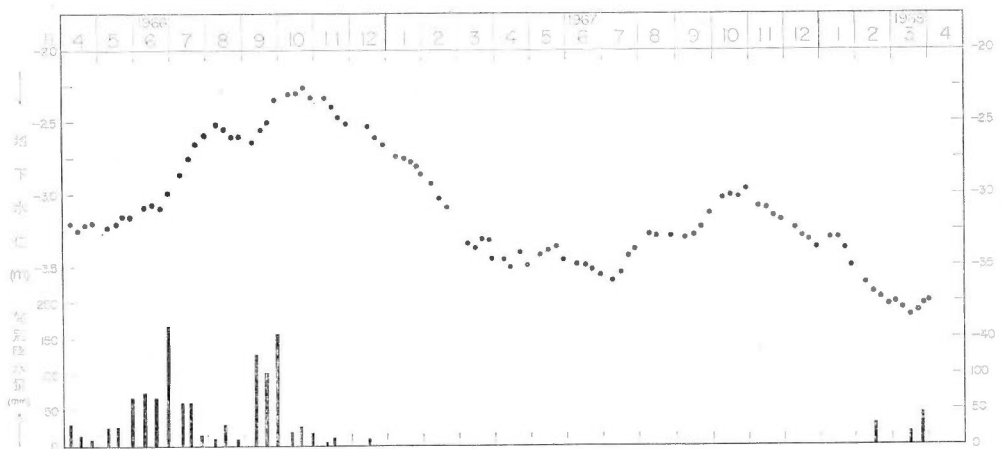
して地下水面の昇降は荷重・地震・気圧変化および潮汐などの特別な例を除いては、地下水の補給および排出に伴って変動するのが普通である。

第4図は千葉県茂原市の某天然ガス工場内にある浅井戸（深度2.6mおよび深度2.4m）における水位変動を示している。地下水位は降雨による補給に反応して上昇している。すなわち10月1日以降のひきつづく降雨により地下水位が次第に上昇してゆく関係が理解できる。

第5図は静岡県駿東郡裾野町に設けられた地下水位観測井（深度45m）における水位変動と旬別降水量の関係を示してある。降水量が少ない1月・2月頃の影響が4月上旬頃の地下水位に地表下17.60mと最低水位として示されるが、5月・6月の降水による補給のため、7月に入って地下水位は9.40mと



第5図 裾野観測井（深度45m）における水位変動と旬別降水量（地盤高178.0m）



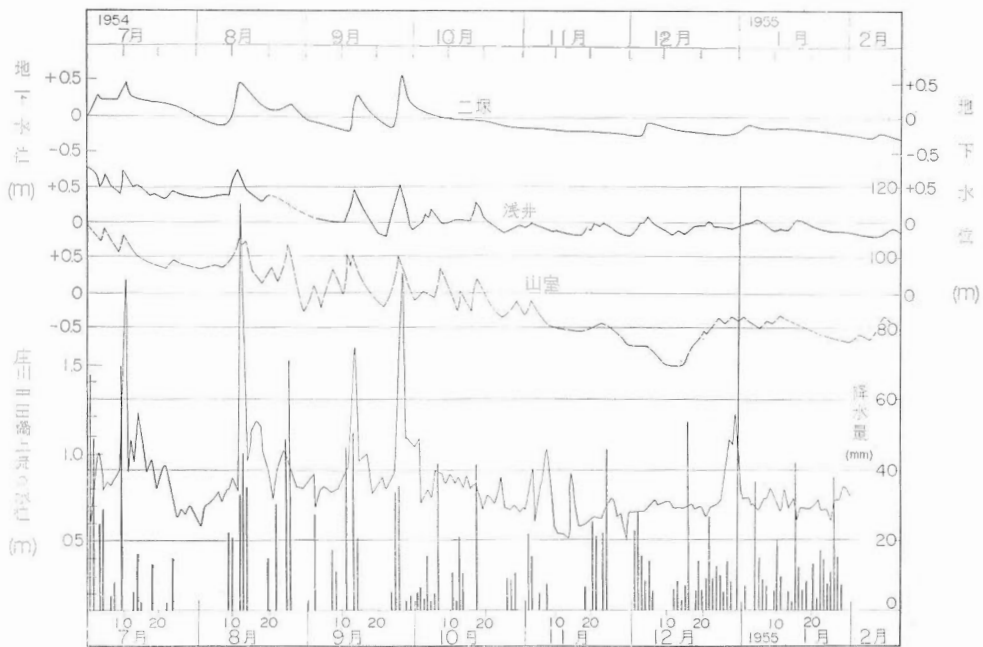
第6図 前橋観測井（深度250m）における被圧地下水の圧力面の変動と旬別降水量の関係

急激に上昇し、最高水位と最低水位の差（以下較差という）は、実に8.2mに及んでいる。

第6図は群馬県前橋市にある国立群馬工業高等専門学校校庭に設けられた観測井（深度250m）における水位変動と旬別降水量の関係を示している。井戸の収水層は200m以深にあって、この帯水層は当時未開発の状態にあったため、圧力面は自然の状態変動しているものとみて差支えない。図に示すように、降水量のピークと圧力面のピークに1ヵ月程度のズレが認められるが、深部地下水であっても、圧力面は降水からの補給があれば上昇し、補給が少なければ次第に下降してゆく関係が容易に理解できる。

集中豪雨などの際には、雨水は急速に地表を流下するから、河川の水面は急激に上昇する。ところが雨水が地下に浸透する場合には土壌の間隙を通じて地下水面に達するまでに長時間を要するので、地下水面が上昇するまでには、降雨があってから数時間あるいはそれ以上の遅れがあるのが普通である。この場合、帯水層の透水性および地下水面までの通過距離によって遅れの差が生ずるのは当然であるが、地下水位はひきつづく地下水補給によって上昇する。第4図、第5図および第6図などの地下水位曲線から容易に判断できるように、豪雨などの際に地下水位が上昇する場合でも、あるいは晴天が続いて低下する場合でも、その変動は河川水位などにくらべて、ごく緩慢に行なわれている。

自由面地下水の水位変動は、季節によって異なるほか、水面の上昇および下降の変化は場所によって著しく相違する。たとえば扇状地の扇頂部および扇中部とか、台地および丘陵地では概して地下水位が深く、水位変動の割合が著しく大きい。これにくらべると、扇状地の扇端部とか臨海部の低地では、地下水位が浅く、しかも地下水位の変動が僅少な範囲で行なわれる傾向がある。したがって、このような



第7図 地下水位観測井における被圧地下水の圧力面の変動と庄川の水位および降水量の関係

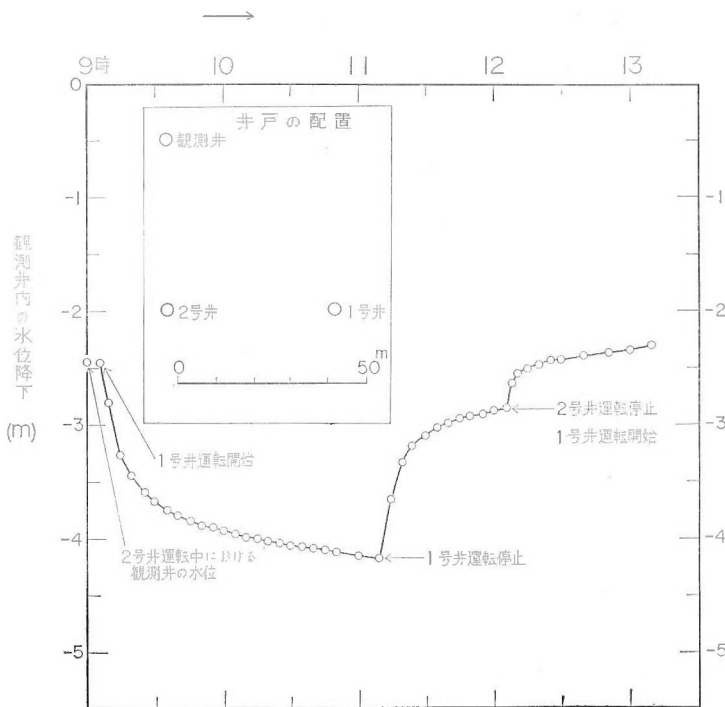
低地では雨季には湿地帯を形成しやすい環境にある。

第7図は、富山県高岡市を流れる庄川の左岸にある二塚小学校校庭に設けられた地下水位観測井（深度20m）と右岸にある浅井小学校校庭に設けられた地下水位観測井（深度20m）、さらに富山市内の山室中学校校庭に設けられた地下水位観測井（深度20m）における被圧地下水の圧力面の変動と降水量および庄川の河川水位などの関係を示している。図の結果では、降水量の多寡が河川水位および圧力面の昇降に影響をおよぼしている状況が理解できる。観測井設置当時、富山市および高岡市の一円には多数の掘抜井があり、自噴していた。上述の観測井は自噴帯の上限に設けられているが、多量の地下水補給があれば、一時的に自噴するのである。

すでに示した例でもあきらかなように、自由面地下水であっても、深層の被圧地下水であっても、補給があれば地下水面上昇し、補給がなければ水位は次第に低下するといった関係、すなわち、地下水の補給および排出に応じて地下水位は長期間に亘って変動する。

I. 3 地下水の汲みあげが地下水面上におよぼす影響

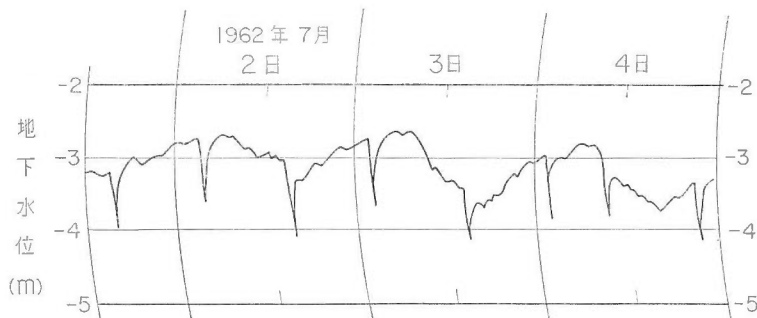
地下水は、井戸という構造物とポンプおよびその他の揚水設備により汲みあげられる。そして、揚水に伴って井戸内の水位は直ちに降下するが、一般には、数時間後にはほぼ一定した水位を保つのが普通である。揚水を停止すれば水位は上昇し、やがて原水面まで回復する。そして原水面と安定した揚水面までの距離を水位降下と称している。したがって、井戸内の揚水水位は揚水量の多寡に応じて、つまり



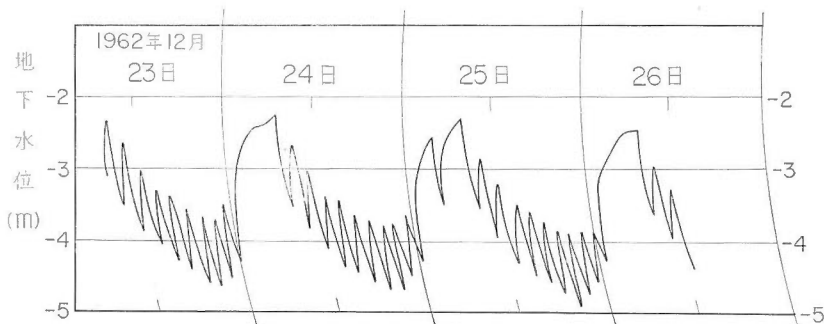
第8図 隣接井の揚水および停止の影響を受ける観測井の水位降下

ポンプによる排水量と井戸への湧水量が釣り合いがとれた場合であるが、あるいは高く、あるいは低く安定する。地下水を汲みあげると、水面の低下は井戸内ばかりでなく、揚水井を中心としたある範囲（影響範囲）の地下水面が引き下げられ、井戸の継続揚水が地下水面の低下および影響圏の拡大に関係する。

第8図は新潟県五泉市で行なった揚水試験の結果を示している。これらの井戸は、いずれも深度150mであって、80m以深の帯水層から取水しており、観測井は試験当時に自噴していた。2号井は揚水量が毎分3.5m³の割合で1966年7月23日6時から揚水しており、これがため観測井の水位は2.45m低下した。このような揚水状態で、さらに1号井が揚水量を毎分3.5m³の割合で揚水すると、2時間経過後における観測井の水位は4.2mと一層低下した。図からもあきらかなように、揚水井の数が増加すれば、井戸相互間の距離に関係するが、それぞれの井戸の揚水量に応じた水位低下が互いに累積して付近一円の地下水面低下を促進する過程が理解できる。



第9図a 伊丹観測井における被圧地下水の圧力面変動の自記記録
(単独揚水井が1日のうち数時間地下水を汲みあげた場合)

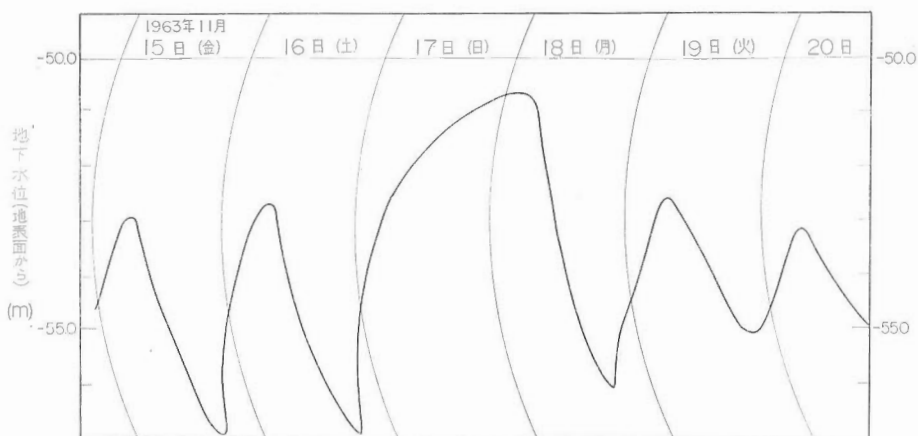


第9図b 伊丹観測井における被圧地下水の圧力面変動の自記記録
(単独揚水井が頻繁な断続運転を繰り返し、地下水を汲みあげた場合)

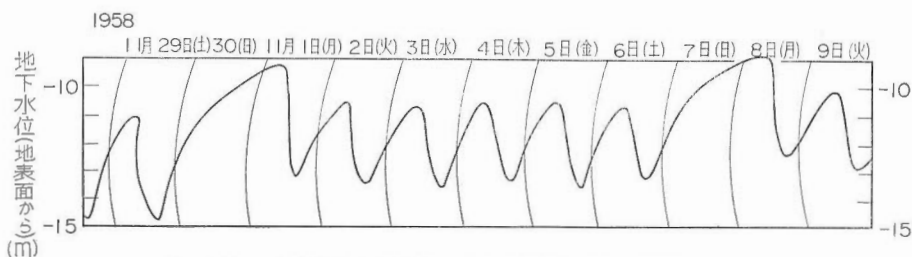
第9図aは、近隣にある単独揚水井の地下水汲みあげが観測井の水位に与える影響を示している。揚水井のポンプは、汲みあげた貯水槽の水位が一定水位より低下すると、自動的に始動する仕掛けになっている。揚水井では、当初は単時間の運転であったのが、地下水利用量の増加に伴って、頻繁な継続運転を行なったため、地下水位が次第に低下してゆく関係が、第9図aおよび第9図bから察知できる。

影響圏の拡大，すなわち地下水面の低下は，単に揚水量の多寡に関係するだけでなく，たとえ揚水量を一定にしても，揚水継続時間に関係する事実が理解できる。

地下水を多量に揚水し使用している工業地帯では，電休日とか祭日などの工場の休日および台風などの災害で停電すると，工場井戸の揚水が停止あるいは揚水量が減少するから，地下水面は急速に回復に向かう。第10図aおよび第10図bは，観測井における水位変動記録の一部を示しているが，ここでも休日の日曜日から月曜日にかけて水位が上昇している。このような地下水面の一時的な回復は，1昼夜というような時間内でも繰り返し行なわれる場合がある。すなわち，井戸の揚水を昼間に限り，夜間は停止するような工場には，普通このような例がみられる（第9図b参照）。



第10図a 東京都墨田観測井における地下水位の日変動記録



第10図b 東京都足立観測井における地下水位の日変動記録

第10図aおよび第10図bに示した地下水水位曲線は，揚水開始と停止によって水位低下および回復といった変動を繰り返しつつ，揚水量の多寡に応じて，1年間を通じて次第に低下したりあるいは上昇したりする。

この場合，地下水面が上昇することは，地下水のエネルギーが蓄積されることになり，下降することは，それが消耗されることになる。つまり休ませればエネルギーが蓄積され，次の挙動開始が高い水位で有利にはじめられるが，連続使用を行なえば，一般的には疲労の連続となって，地下水面の漸減的低下をきたすのである。一週間の変動をみても明らかにされるが，水位は週末に向かって必ず低くなっている。井戸集団のある地帯で，部分的に過剰揚水が行なわれているところでは，こうした傾向があき

らかに読みとれるので、井戸管理上心すべき点である。

II. 各地における地下水位に関する記録

II. 1 大船渡市

岩手県大船渡市は、リアス式海岸で有名な三陸海岸の南端に位置しており、幅約1 km、奥行6 mを有する天然の良港である「大船渡湾」を擁している。観測井は大船渡湾に注ぐ盛川の右岸沖積地に設けられており、井戸口径150 mm、深度42.5 mで、14~20 mまでの玉石混り砂礫層から収水している。揚水試験後、地下水位経年観測井として利用している。地下水位は、おおむね12月から翌年の3月にかけて最も低くなり、6月・7月および8月の夏季に上昇している(第11図参照)。図の結果では、集中豪雨および台風時の降雨からの補給により、地下水位が著しく上昇している傾向がみとめられる。地下水位は、渇水期にも海面上4.0 m以上を維持しており、豊水期には5.2 m近くに達している。ここでは、まだ地下水の大規模利用が行なわれていないため、地下水面の低下を招来するような人為的影響はうけていないようである。

II. 2 太田市

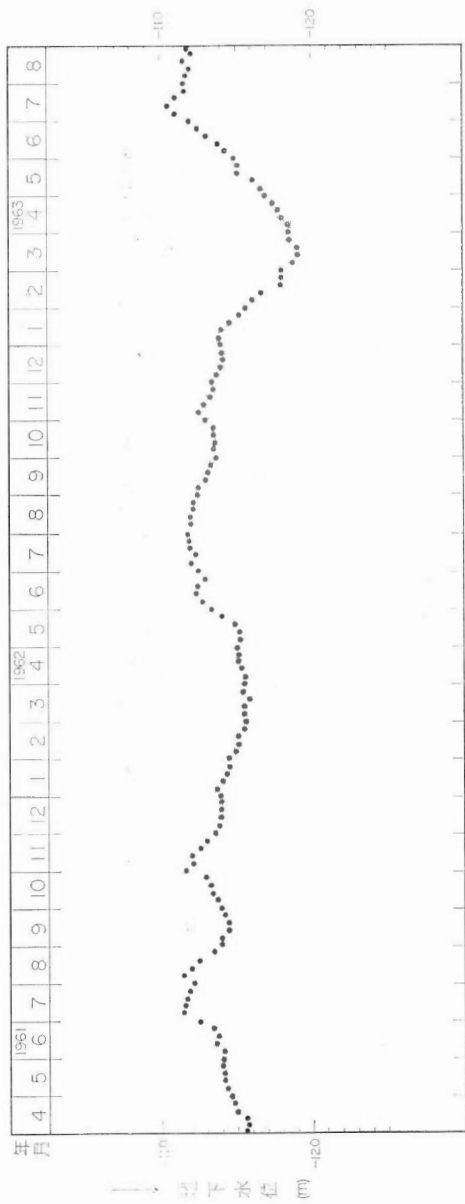
群馬県太田市は首都圏の範囲内にあって、電気器具・機械および食品工業などの軽工業が発達しており、内陸工業地帯として発展の途上にある。1960年に市の東方にある元飛行場跡で、地下地質をあきらかにする目的で深度200 mのさく井が行なわれた。この結果150 m以深に有力な砂礫層の存在が確認された。この帯水層は、当時まだ十分開発されておらず、また付近には揚水規模が大きい工場が存在しなかったため、この被圧地下水の圧力面の変動は自然の状態を示すものとみて差支えない。

第12図に、圧力面の経年変動を示している(第12図参照)。図からも明らかなように、最低水位は3月頃の渇水期に、最高水位は7月から8月にかけて生じている。1963年には長期渇水のため、圧力面は地表下、12 m近くも低下している。こうした深部の被圧地下水であっても、その水位は地下水の補給および排出の多寡に対応して、年間1 m前後の変動を繰り返している。

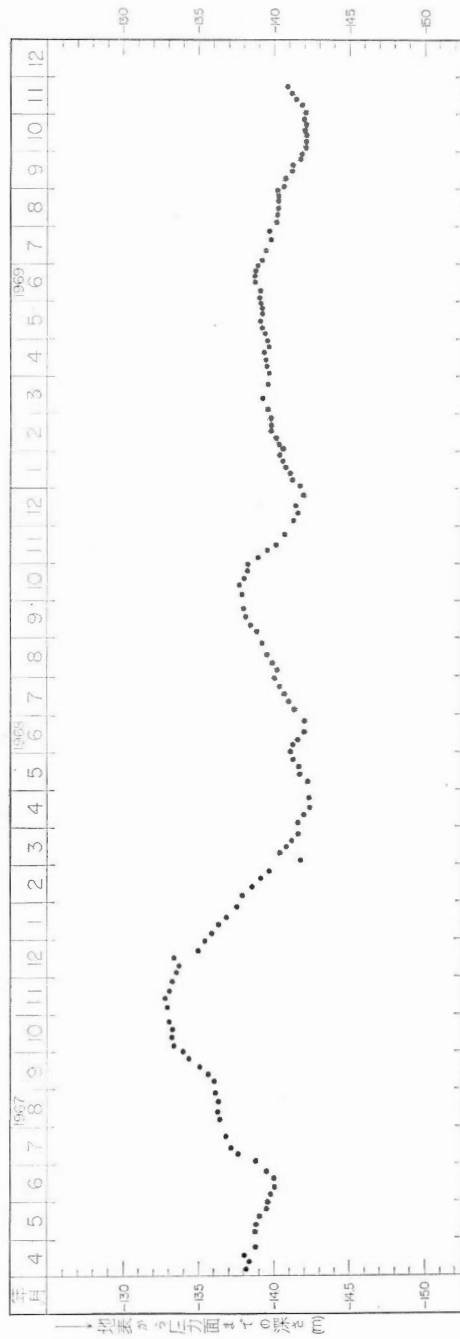
II. 3 玉村町

地質調査所は、科学技術庁の特別研究調整費による利根川水系水高度利用に関する総合研究の一環として、深部帯水層の存在および開発可能性を確認するため、群馬県佐波郡玉村町にある玉村小学校校庭に深度250 mの井戸を掘さくし、1967年3月に完成した。このさく井結果では、深度200 m前後に有力な帯水層が確認され、本層中の被圧地下水は鉄分が少なく水質的にもすぐれているので、本井の成功により、今後の深部地下水の開発に明るい見通しが得られたのである。本帯水層は未開発の状態にあったため、圧力面は自然の状態で変動している。

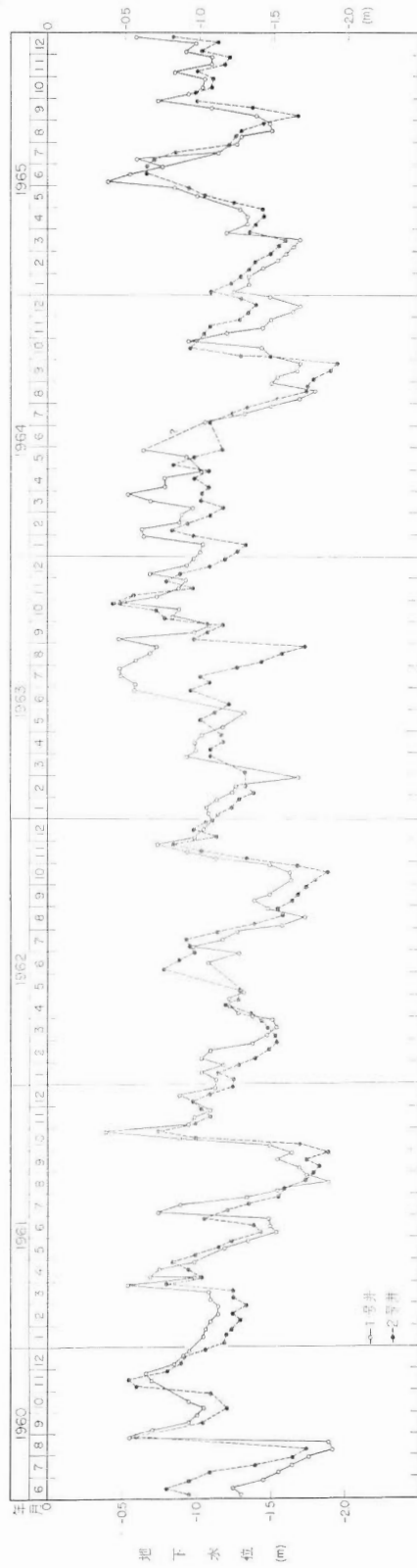
第13図は玉村観測井における圧力面の経年変動を示している(第13図参照)。水位は8月頃と10月頃に上昇し、翌年の1月頃から5月頃までに低下している。本井の水位変動は、第6図に示した前橋観測



第12図 群馬県太田観測井における被圧地下水の圧力面の経年変動
(深度 152.0~200mに賦存する被圧地下水の圧力面の変動を示している。深部地下水であっても降水からの補給をうけ4月以降の多雨期に地下水位が上昇している)



第13図 群馬県玉村観測井 (深度 250m) における被圧地下水の圧力面の変動
(深度 200m 前後に賦存する被圧地下水の圧力面変動を示している。深部地下水であってもその圧力面は補給および排出にしたがって上昇および低下する関係がみとめられる)



第14図 茂原観測井における地下水位の旬別最低水位変動

(冬季における地下水位の低下は自然浸水による結果であり、5月以降9月までに生ずる地下水位の異常低下は、付近にあるかんがい排水井等の地下水汲みあげによる影響を示している)

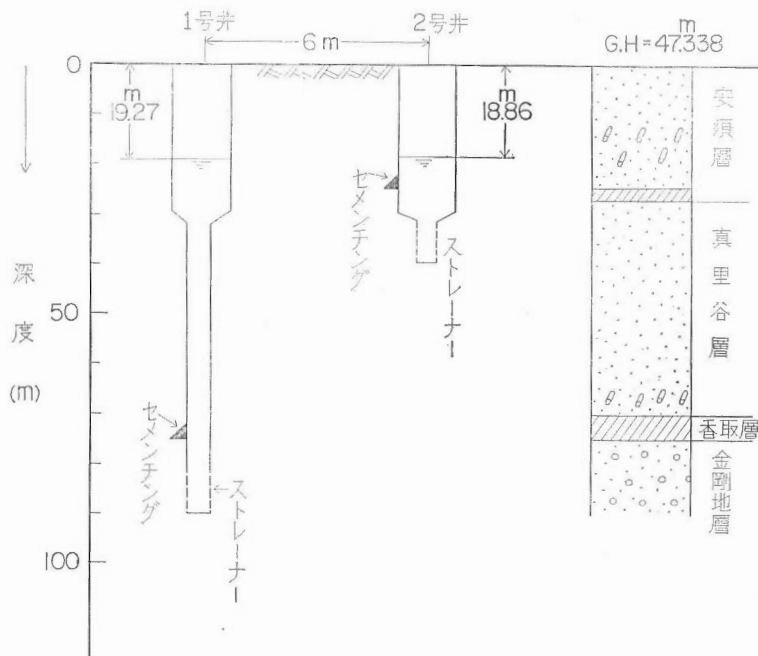
井と類似するが、水位の上昇時および下降時におけるピークは、前橋観測井にくらべると玉村観測井に若干の遅れが生じている傾向がみとめられる。

II. 4 茂 原 市

千葉県茂原市には、深度数 100m の深井戸が多数あり、深部地下水を大量に汲みあげている。この地下水中にはガスが含まれていて分離したガスを工業に用いている。こうした深部地下水の大量開発が自由面地下水を対象とした浅井戸の水位に、どのような影響を与えるのであろうか。たまたま、本地区には深度 2.5m 前後の地下水位観測井が 2 井設けられており、1960 年以來自記水位計による継続観測を行っていた。観測井の位置およびガス井の位置は、前掲の第 4 図に示してある。

第 14 図に示した水位変動は、旬別の最低水位（10 日間における最低水位）を示している。図の結果では、地下水位の低下が著しい期間は、例年、冬季渇水期の 1 月・2 月および 3 月と、8 月・9 月の夏季渇水期に生じている。なお、このほか、5 月・6 月および 7 月のいずれかの月に、水位の低下がみとめられる。

深部地下水の大量汲みあげが、自由面地下水に影響しているとすれば、深部地下水の汲みあげ期間および汲みあげ量の増加に伴って、自由面地下水の水位に著しい低下が生じるものと推定される。しかしながら、1960 年から 1965 年までの旬別最低水位は、地表面下 0.5~2.0m の範囲で変動しており、その低下は 2.0m をこえることはない。このような地下水面の経年変動は第 4 図に示した地下水位と降雨の関係で十分説明できる。また人為的には、5 月・6 月の水田の代掻期しろかきおよび夏季渇水時における、かんが



第 15 図 市津地区観測井の井戸構造および地質柱状図

い用としての自由面地下水の取得が地下水位に強く影響しているのであって、深部地下水の大量開発が直接浅井戸の水位におよぼす影響は、みとめられない。

第15図は、千葉県市原市市津にある某化学工場内に設けられた地下水位依頼観測井の井戸構造と地下地質の状況を示している。1号井と2号井の距離は6mであって、1号井（深度90m）は金剛地礫層から取水し、2号井（深度40m）は真里谷砂層から取水している。そして両層の間には厚さ5m程度の粘土層が介在している。井戸完成当時における地下水位は、1号井は19.27m、2号井が18.86mを示し、2号井の水位が1号井よりも40cm程度高いという関係にある。

第16図に1号井および2号井における被圧地下水の圧力面の経年変動を示した。これらの観測井における水位変動の特徴は、両井の取水層が粘土層のために隔離されているにもかかわらず、それぞれの水位が類似的に変動する傾向がみとめられる。両井の圧力面は、おおよそ地表面下19.30mから20.50mまでの範囲で変動しているが、例年、5月から8月までの豊水期に、圧力面が異常に低下する事実が指摘できる。したがって、これらの水位低下期間中は両帯水層中の被圧地下水が、それぞれ大量に汲みあげられている状況が、図からも推定できる。

II. 5 市 原 市

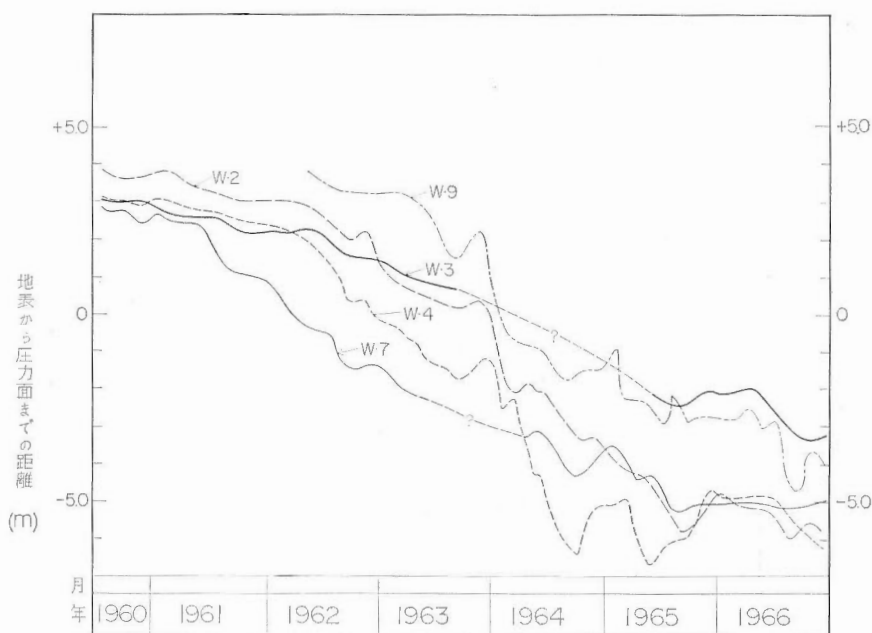
千葉県の五井・市原地域には、いわゆる「上総掘り」と称する掘抜井群がある。これらの井戸では被圧地下水が地上まで自噴するので、便利な井戸水として一般生活用に供されていた。その後、この地域に大規模工場群がつつぎつつぎに進出して多量の被圧地下水が汲みあげられているが、その汲みあげ量については、「地下水利用協議会」が設けられており、その取得に関して自主規制が行なわれている。この地区には、被圧地下水の圧力面低下の監視井として、深度200m前後の地下水位依頼観測井が設けられている。

第17図は、これらの観測井における被圧地下水の圧力面の経年変動曲線をそれぞれ示している。図からもあきらかのように、圧力面は1960年当時に地表面上3.0m前後を示していたのが、年々、低下をたどり、1965年には圧力面低下の範囲は、地表面下3.0mから6.0mに及んでいる。とくに、1963年12月から急激な圧力面低下が生じており、1960年から1966年までの6年間における圧力面の低下は、6mから10mに達している。圧力面の低下の割合が、観測井ごとに異なるのは、地下水汲みあげ地区から観測井までの距離、つまり遠近の相異によるためであろう。

京葉工業地帯では、被圧地下水の圧力面低下が促進されており、千葉市および船橋市における観測井での圧力面低下は、地表面下20mに及んでいる。

II. 6 東 京 都

東京都の江東地帯から城北地帯にかけては、厚層の砂礫および砂が発達しており、これらの地層は良好な透水帯を形成している。これは、「浦和水脈」と名付けられているが、浦和水脈は川崎市・所沢市付近から荒川に沿って東京湾に向かっていて、浦和水脈にあたる江東地帯から城北地帯にかけては、従来、深度100～250mの深井戸により大量の被圧地下水が開発されている。こうした被圧地下水の大量開発が圧力面の異常低下と低下地域の拡大をもたらし、地盤沈下を促進させる結果となった。これに対し



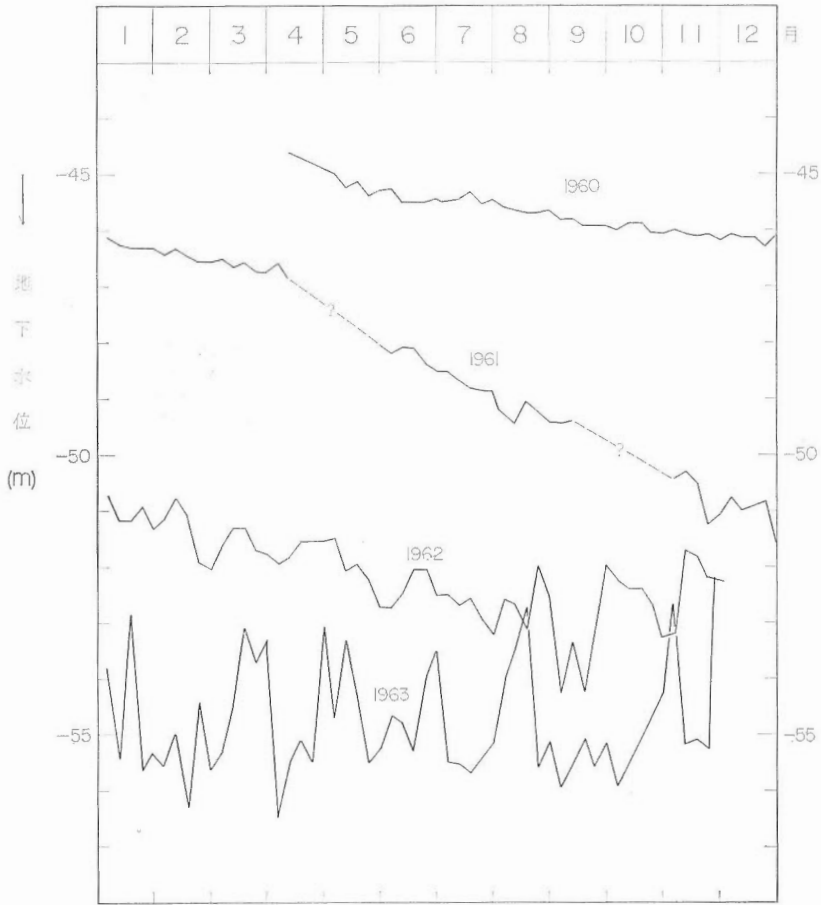
第17図 五井・市原地区観測井における被圧地下水の圧力面の経年変動
(自噴井の圧力面低下は観測開始以来6年間に6mから9mの範囲に及んでいる)

て、その防止のため、1959年工業用水法による指定地域に指定され、続いて1962年には建築物用地下水の採取に関する法律による採取規制が行なわれるようになったのである。

当時、浦和水脈の地下水位の変動を観測するため、上流にあたる埼玉県川越市・戸田市・東京都足立および墨田の合計4カ所に、地下水位観測井がづぎづぎに設けられた。戸田市および墨田の観測井は、その後道路計画および敷地移転などの関係で、観測を中断あるいは中止している。

第18図は、墨田区にあった旧東洋紡績墨田工場内に設けられた深度126mの地下水位依頼観測井における水位の経年変動を示している。この井戸は、84m以深の帯水層から取水している。被圧地下水の圧力面は、1960年当時すでに地表面下46mに達しており、その変動は年末に向かって一方的な低下をたどっている。しかも経年変動では、年々4m以上の低下を示している。この観測井で注目される事実は、1962年後半から水位低下の割合が減少し、1963年には当然低下をたどる圧力面が上昇しはじめている事実が明らかにされている。

足立観測井でも1964年以降、水位低下速度の減少が示されており、このような現象は、工業用水法による規制措置・建築物用地下水の採取に関する規制と工業用水法の一部改正および指定地域の拡大により、地下水汲みあげについての制限が一層強化され、その効果があらわれてきたものと解釈される。しかしながら、第19図の結果では、1965年以降の圧力面は、ふたたび年々低下する傾向がみとめられている。この上流側にあたる城北地帯および戸田市における被圧地下水の圧力面が、年々低下をたどっているので、足立観測井における圧力面の低下現象は、上流側における地下水の大量汲みあげの影響が下流側に及んだためと考えられる。



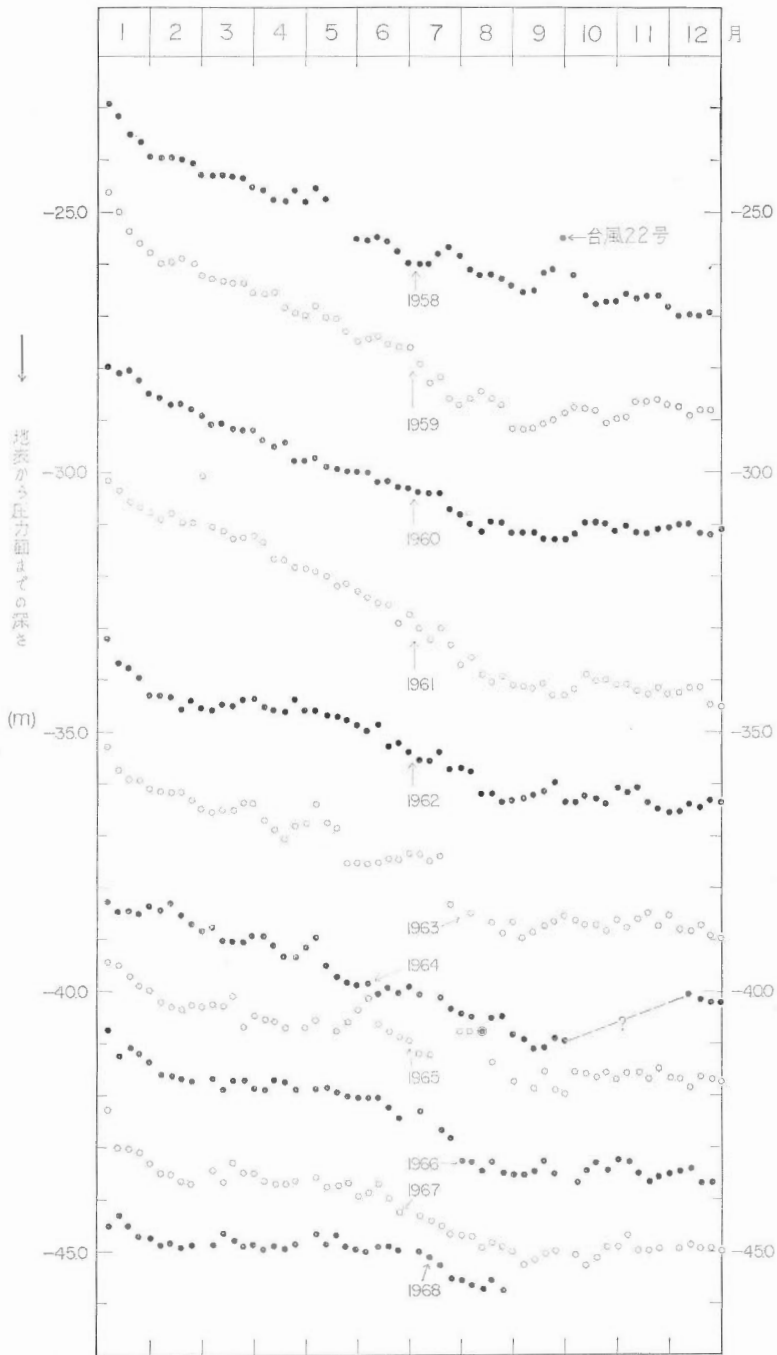
第18図 墨田観測井における被圧地下水の圧力面の経年変動
 (被圧地下水の圧力面は年々2~4mの割合で低下していたのが地下水の汲りあげ規制により低下の割合が減少するようになった)

II. 7 川 崎 市

川崎市臨海部には、大小規模の工場が密集し、工業用の水源に大量の被圧地下水を取得していた。こうした被圧地下水の取得が随所に圧力面の異常低下を生じさせ、川崎駅付近における圧力面は地表面下30m近くに達した。また、これに併行して地盤沈下の増進が認められるにいたり、1957年6月に川崎市を通る国鉄東海道線以東の地域に対し、わが国ではじめて工業用水法が適用されたのである。しかしながら、圧力面はその後も年々低下をたどり、この現象が次第に上流側に波及したので、1962年10月に指定地域は東急横浜線以東の地域まで拡大された。

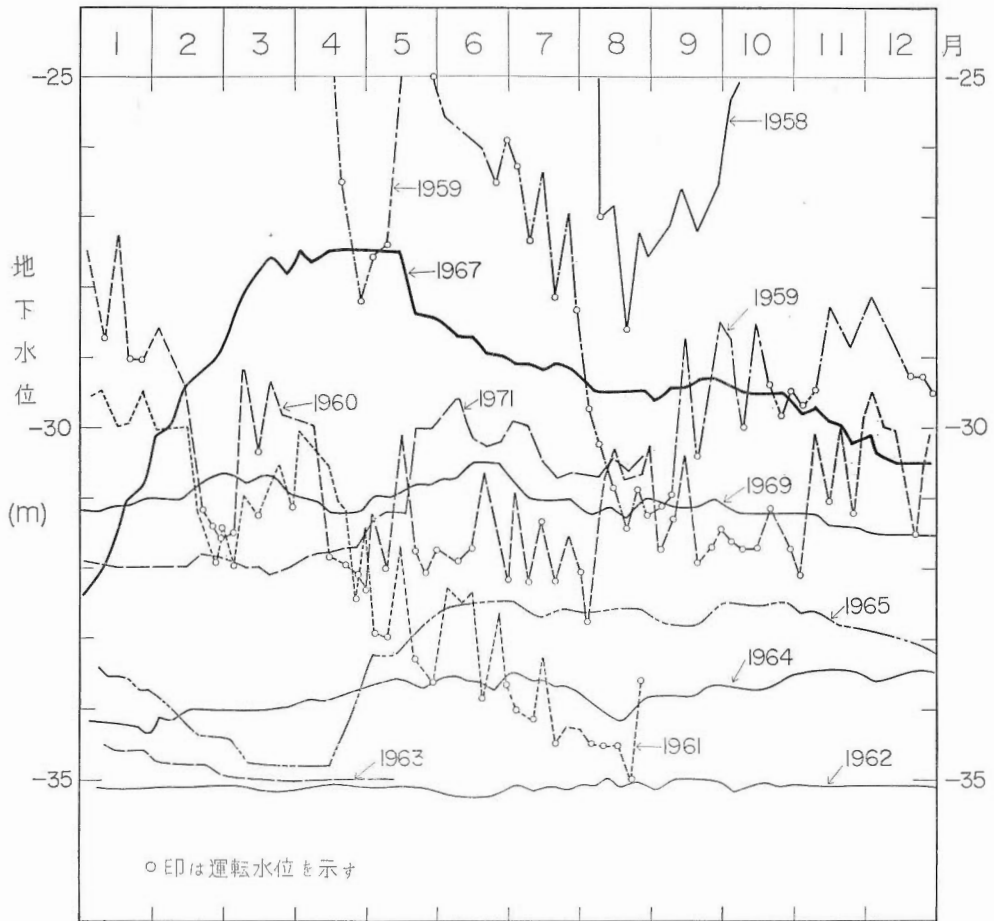
多摩川沿いの沖積低地には、もっとも上流にあたる菅から臨海部までに、合計7カ所に地下水水位依頼観測井(うち2井は中止)が設けられている。

第20図は東急横浜線以東の第2次指定地域にある、川崎市工業用水道水源井(深度46m)の揚水水位



第19図 足立観測井（深度 111m）における被圧地下水の圧力面の経年変動

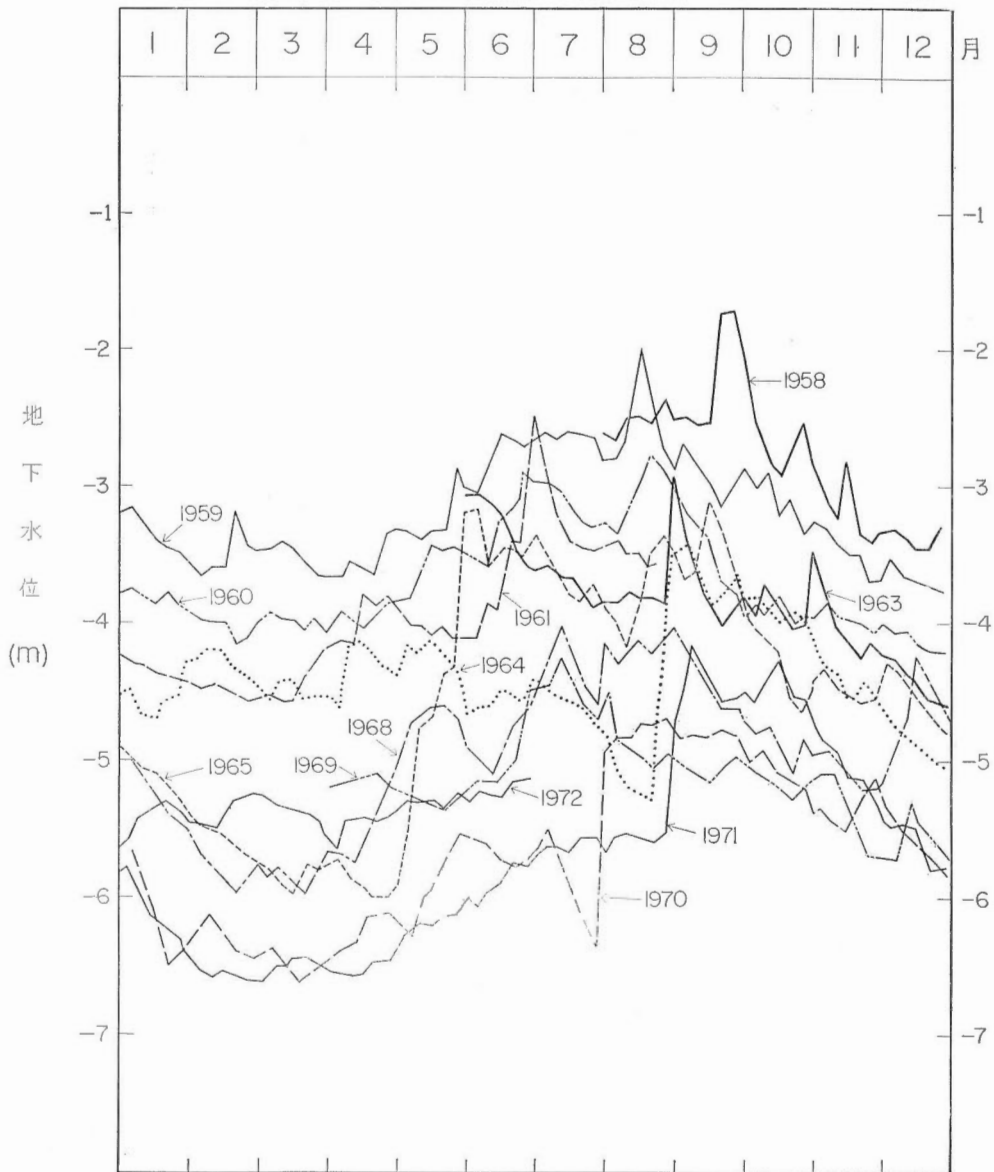
（年々 2 m 前後の圧力面の低下が生じていたのが 1964 年以降低下の割合が次第に減少している）



第20図 鹿島田観測井（深度46m）における地下水位の経年変動
 （地下水返りあげの停止あるいは減少にともなって1964年以降地下水位が回復している状況を示している）

と静水位の変動記録を示している。図中、鋸状を示し急激に上昇している点が静水位を示している。市では、工業用水源として地下水を対象にし、井田地区および木月地区に深度40～60mの井戸を22本掘さくし、このうち15本の井戸から1日に45,000m³の地下水を取得していた。こうした大量揚水のため地下水位は年々低下を示し、1958年当時、地表面下28.50mであったのが、1962年には実に35.00mに達した。このため、1962年以降、本井は運転不能となり、以後は静水位のみを測定している。第20図に示した地下水位の変動では、最低水位は1962年の35mをピークとし、以後の地下水位は次第に上昇を示し、1967年4月には地表面下27.5m前後まで回復している。

第21図は、宿河原にある多摩精工K.K.工場構内に設けられた、観測井（深度20m）における地下水位の経年変動を示している。なお、この図では、図が複雑となり、見にくくなるために、1961年9月以降1963年の5月までと1966年、1967年の記録は省略した。



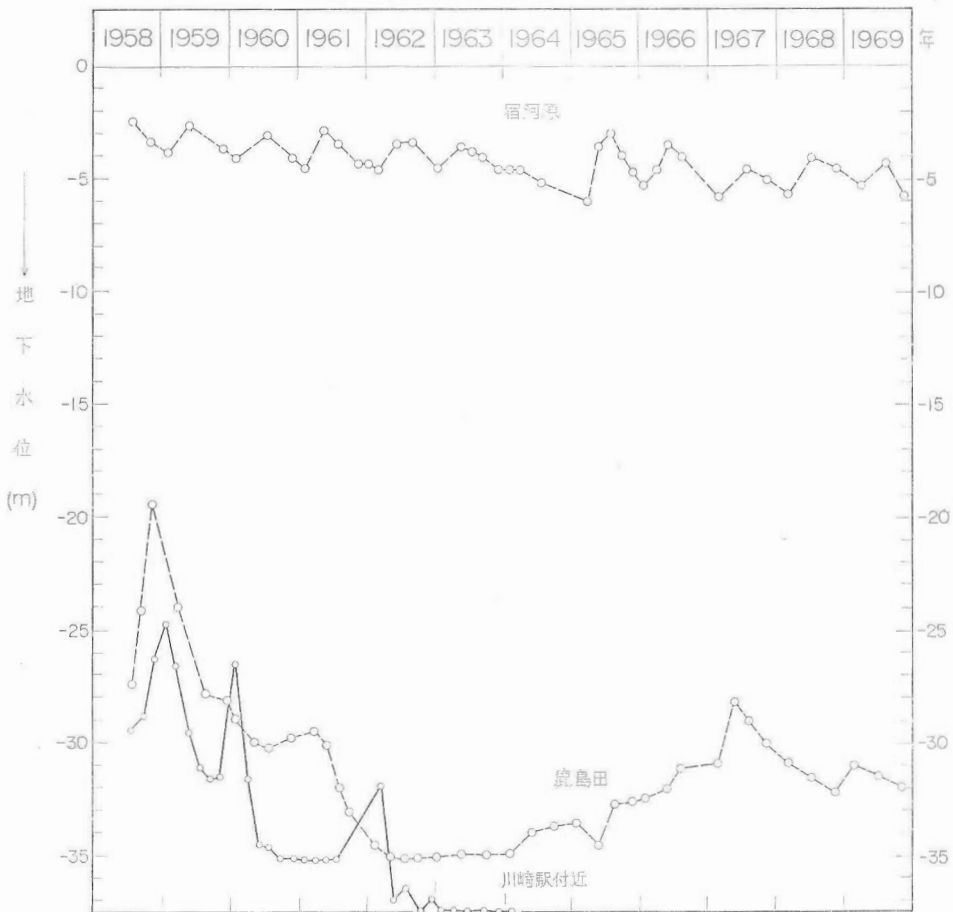
第21図 宿河原観測井（深度20m）における地下水水位の経年変動

図の結果では、例年12月から翌年の4月頃までと、7月下旬から上旬にかけて地下水水位が低下する傾向がみとめられるが、全体としては、5月頃から10月頃までの多雨期に地下水水位が上昇を示している。地下水水位は、1958年頃から1963年までは、年々低下の傾向を示しながらも、その変動は地表面下1.5mから4.5m前後の範囲で、上昇および下降を繰り返している。しかしながら、1964年1月から8月中旬まで、1963年以降の冬季渇水期における地下水水位は、4.5m以上におよび1965年、1968年の2月から4月には、6.0mとさらに低下し、1970年3月および1971年の2月における地下水水位は6.5mをこえてい

る。

このような地下水位の著しい低下現象は、近隣工場における地下水汲みあげによる影響のほか、1964年以降が、たまたま異常渇水年にあたっていた結果と解せられる。渇水期における地下水面の異常低下は、井戸の水枯れとして社会問題を惹起する。しかし、図の結果では、地下水位は1959年以来12年間に、全体として3 m程度の低下となっている。

第22図は、川崎市宿河原から川崎駅付近までに設けた、3カ所の観測井における地下水位の経年変動を示している。東急横浜線以東地域における地下水位が異常に低下していたのが、法による地下水汲みあげ規制強化のため、地下水位が次第に回復してゆく状況が理解できる。

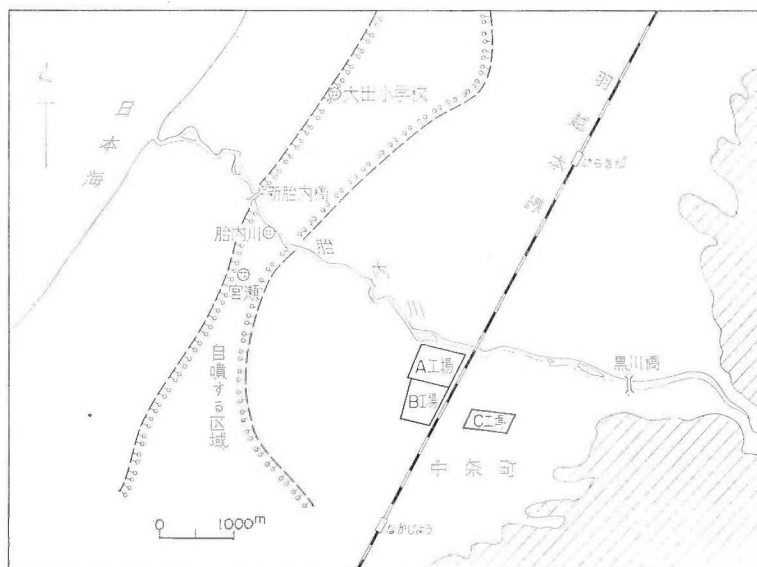


第22図 川崎市における地下水位の経年変動

(地下水の大量汲みあげが地下水位低下を促進し、地下水採取規制のため汲みあげ量が減少するとその分だけ地下水位が回復する)

II. 8 中 条 町

新潟県中条町を流れる胎内川の下流沖積低地には、深度40mから80mまでの掘抜井が、おおよそ900本ある。この被圧地下水は自噴するので家庭用の飲料に供されている。一方、自噴帯の上流側にあたる胎内川の左岸には、地下水取得規模が大きい2～3の工場があり、観測井設置当時、これら工場を含めた地下水取得量の合計は1日に114,000m³におよんでいた。地下水の大量取得が被圧地下水の自噴帯におよぼす影響を監視するため、第23図に示した自噴帯のなかに3カ所の依頼観測井を設けている。



第23図 新潟県中条町における観測井の位置

第24図に3カ所の観測井における圧力面の経年変動を示している。自噴帯では、被圧地下水の圧力面が地上から2～4mの高さを維持していたのであるが、観測井における圧力面は人為的な地下水汲みあげの影響を受け、その変動は観測当初から複雑な上昇および下降を示している。

大出観測井および宮瀬観測井における圧力面は、季節的に類似して変動している。たとえば、圧力面の低下は、例年、7月後半から10月までと、翌年の1月から3月までの期間にみとめられ、しかも圧力面低下の割合が年を追うて増大してゆく傾向が指摘できる。一方、胎内川観測井における圧力面は、既述の観測井のそれと全く対照的な変動を示している。ここでの圧力面変動の特徴は、圧力面が当然上昇を示す時期の4月・5月および6月のいずれかの月に、水面が著しく低下する事実である。これは、付近にある水田かんがい用の揚水井による地下水汲みあげの影響と考えられる。

II. 9 五 泉 市

新潟県五泉市の早出川左岸一帯には、水質良好な被圧地下水が賦存している。この被圧地下水は低地では自噴するので、孔径5cm程度の掘抜井により取得され、一般家庭および小規模な工場などの用水、

さらに水田のかんがい用に供されている。掘抜井の深度は30mから50mまでが、もっとも数多いが、より深部の帯水層の存在が確認されるにしたがって、井戸の深度が増加してゆく傾向がある。

第25図は、五泉市街地に設けられた観測1号井（深度38.4m）および観測2号井（深度43.8m）における圧力面の経年変動を示している。五泉市は裏日本型気候区に属し、夏季渇水期を除いては降水が多い。これらの観測井における圧力面の変動も、おおむね降水に対応して冬季に高く、夏季に低くなる傾向を示している。また、圧力面は、観測当初地上0.3～0.7mを維持し、自噴していたのであるが、1963年後半頃から目に見えて圧力面が低下している。さらに、1965年8月頃には、自噴が停止してしまい、圧力面は地表面下0.2mと低下したが、その後の地下水補給により11月中旬には、ふたたび自噴している。

自然的な異常渇水の時期には、当然圧力面の低下は免れないが、このほか同一帯水層における多数井戸の開発および同一帯水層からの大量地下水汲みあげが、年間を通じて自噴していた圧力面を次第に低下させ、ついには自噴停止にまで導くのである。

II. 10 長岡市

長岡市を含む一帯は、「豪雪地帯」で例年冬季には雪害に悩まされている。長岡市では道路の積雪対策として、消雪用に大量の地下水を汲みあげ、その効果をあげている。

地下水位観測井は長岡市街を中心とした地域に、深度23m前後のものが9井、深度60m前後のものが3井、さらに深度100mのもの1井が、つぎつぎに設けられている。

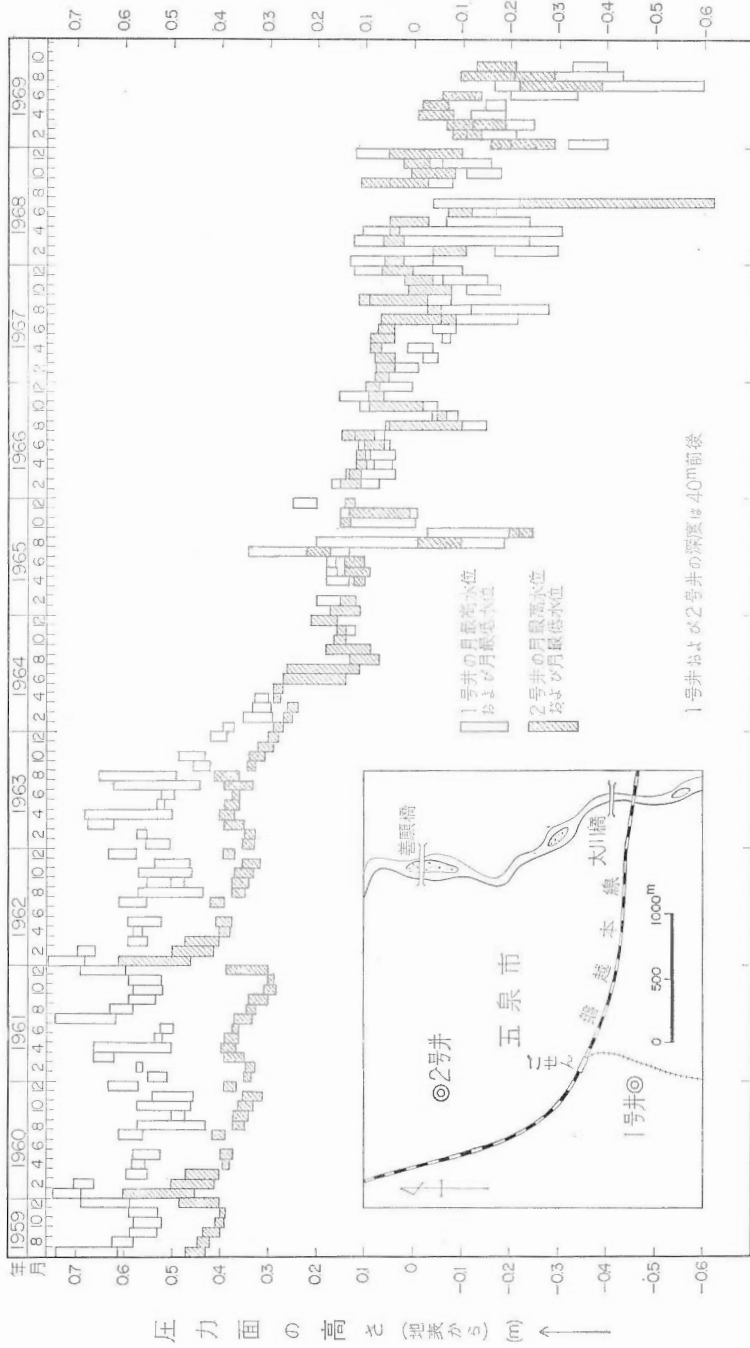
第26図に、これらの地下水位観測井の位置を示した。また、第27図に、深度22mの観測井における地下水位の経年変動と旬別降水量の関係を、第27図aに、深度22mと深度50mの観測井における地下水位の経年変動と長岡測水所における信濃川水位の関係を示した。第27図の結果では、いずれの観測井でも、例年12月中旬から3月中旬までの積雪期に、地下水位が異常に低下している。そしてこの時期における地下水位の低下は、3mから4m以上に及ぶが、融雪による地下水補給と地下水の大量汲みあげ停止によって、水位は3月末には急激に上昇している。また、第27図aに示した信濃川水位から判断すると、渇水期は冬季および夏季に生じており、冬季渇水期における地下水の大量汲みあげが、自然渇水による地下水面の低下に加えて、さらに異常低下を促進させている。

II. 11 黄瀬川水系

「富士五川」の一つである黄瀬川は、富士山の東麓に発源し湧水を合わせて御殿場市・裾野町・三島市を流れ、沼津市内で狩野川に合流する。黄瀬川の河谷は富士山の新时期溶岩流におおわれ、この溶岩流および下位にある地層は水量豊富な地下水を包蔵し、地下水の一部は駿東郡清水町付近で、湧泉群（湧出量は1日に約100万 m^3 ）を生じ、柿田川の源泉となっている。富士の白雪の湧水で知られる三島市および近隣には大規模工場群の進出が著しく、工業用水源として大量の地下水が取得されている。

黄瀬川に沿って、御殿場市から三島市までの合計7カ所に、地下水位依頼観測井が設けられている。

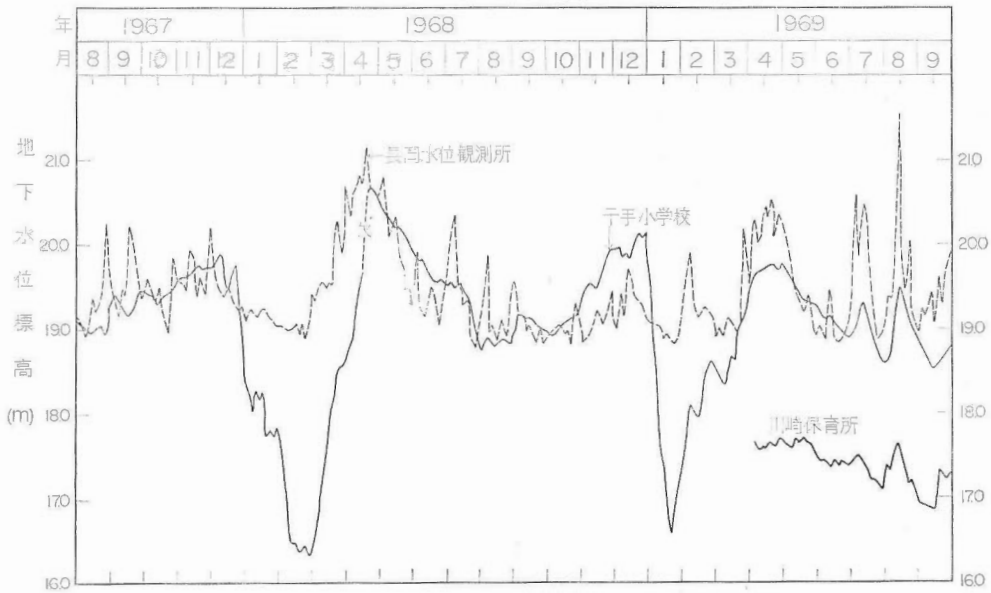
第28図および第29図は、石脇観測井（深度45.0m）および三島観測井（深度22.0m）における地下水位の経年変動を示している。水位の経年変動は、各観測井とも共通した傾向がみとめられる。すなわ



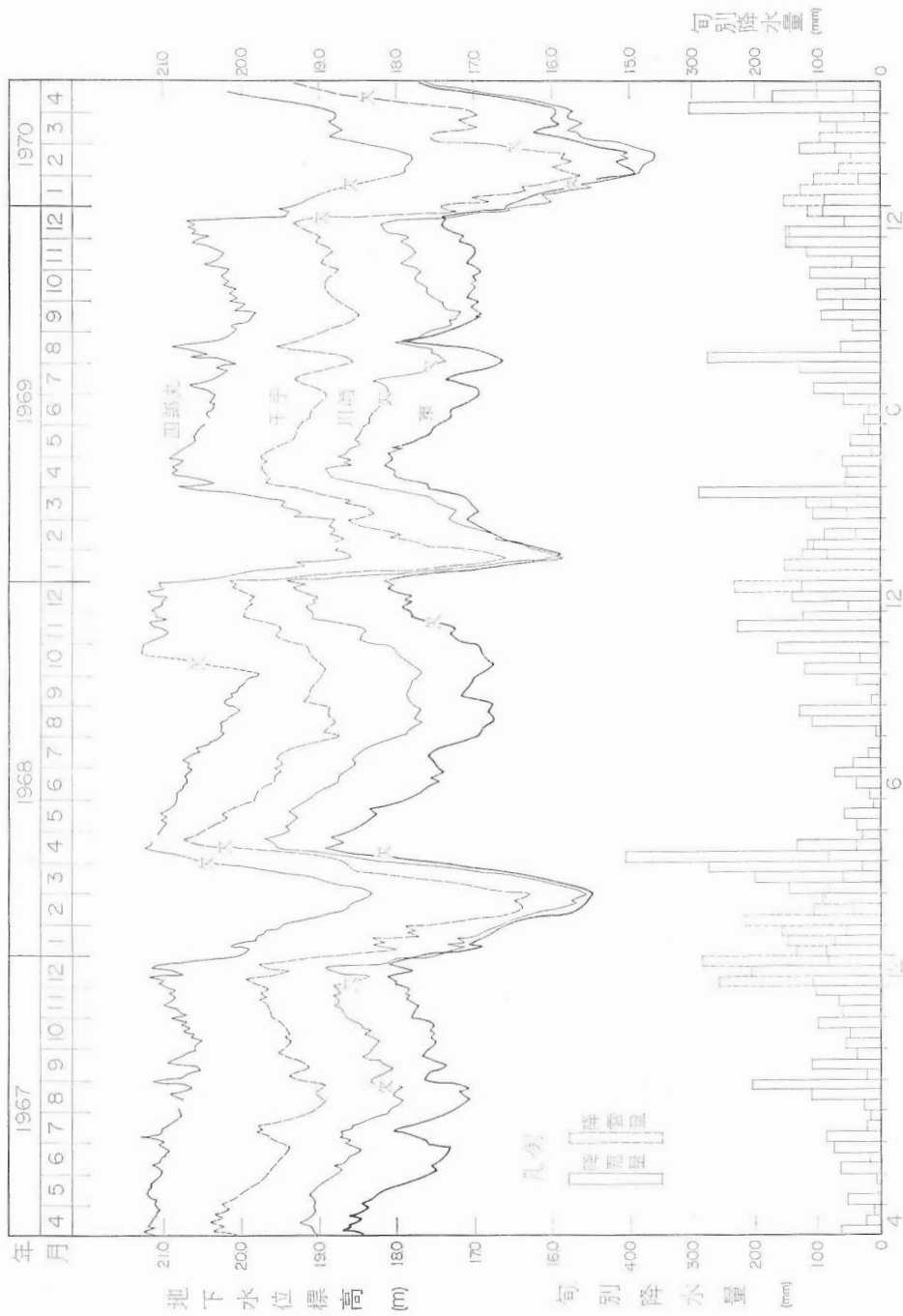
第25図 五泉地区観測井における被圧地下水の圧力面の経年変動



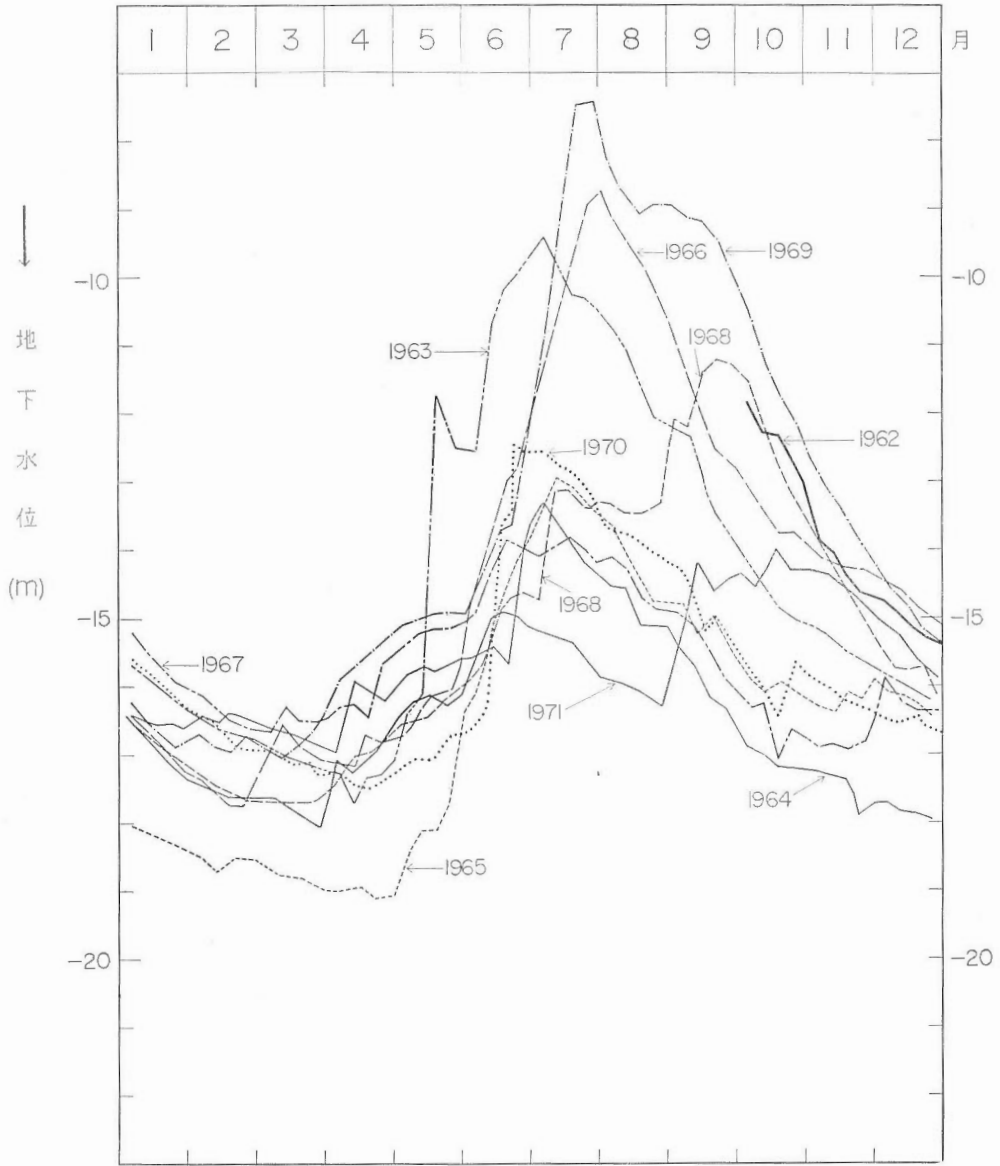
第26図 長岡市内における地下水位観測井の位置



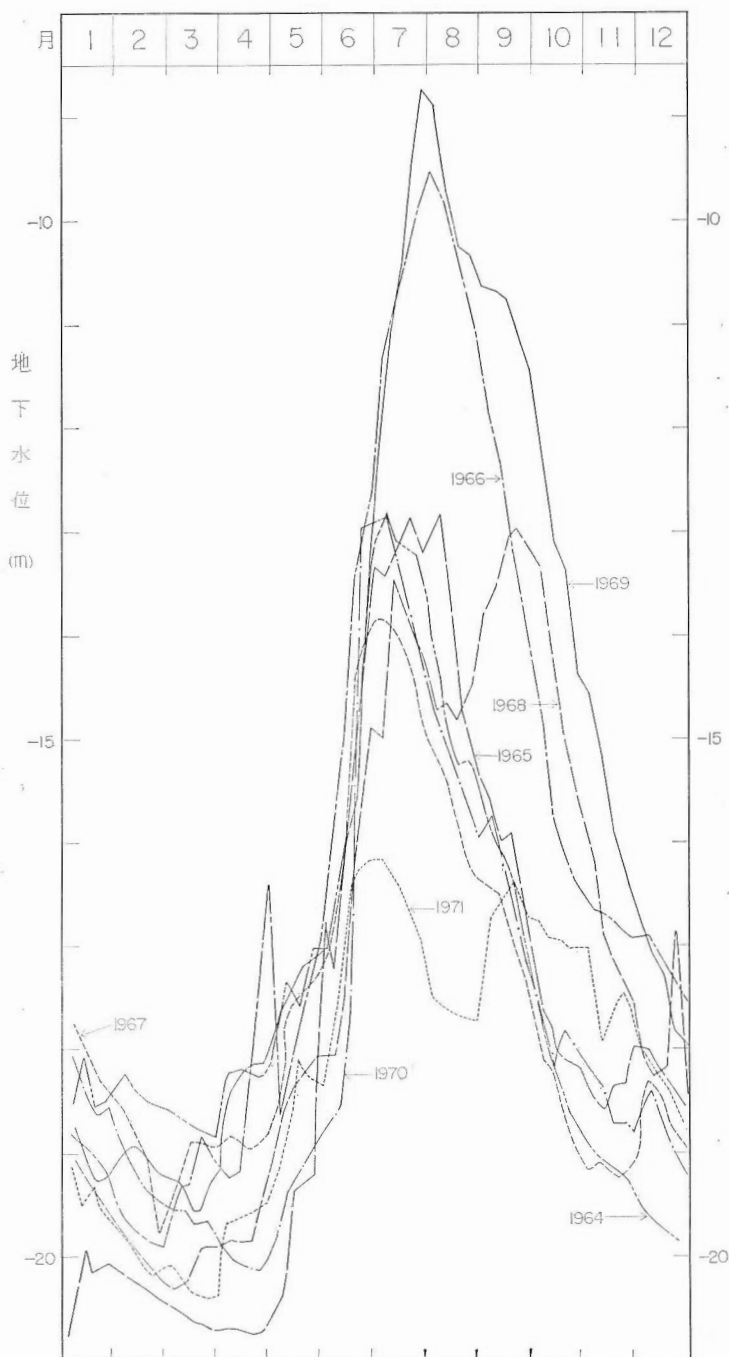
第27図 a 長岡地区観測井における地下水位の経年変動と信濃川の水位



第27図 b 長岡地区観測井における地下水位の経年変動と旬別降水量
 (酒至用地下水の大盛込みあげのため、例年12月下旬から3月中旬まで地下水位の異常低下が生じている)



第28図 石脇観測井（深度45m）における地下水位の経年変動



第29図 三島観測井（深度22m）における地下水位の経年変動

（地下水位の季節的変動。昭和40年3月・4月の例年にない「水」が地下水位の異常低下となっている）

ち、地下水位は例年、5月頃から急激に上昇を示し、6月頃から9月までの時期に最高水位に達しており、これを過ぎると次第に低下している。年間における地下水位の較差は、年によって異なるが、石脇観測井では3.0~8.0m、三島観測井では実に6.0~11.0mの範囲に及んでいる。

1965年の春、三島駅付近にある楽寿園の湧水池や、その他の湧水池の水が減少あるいは枯渇して、その原因が工場井戸群の地下水汲みあげにだけ向けられていた。しかしながら、1964年12月から1965年4月にかけて両観測井とも、地下水位が例年にくらべて著しく低下しており、この事実は、地下水供給源である降水が例年にくらべて少なかった結果によるものと考えられる。したがって、当時、新聞紙上を賑わした湧水の枯渇・減少を招来した責任の大半は自然現象にあったのである。

II. 12 富士市

吉原を含む富士市一円に賦存する被圧地下水は、水質もすぐれ水量も豊富な関係で、古くから製紙工場およびパルプ工場などの用水源として、大量に利用されていた。ところが、1960年に田子の浦港建設のため、沼川河口を開さく・浚渫していた時期に、沼川左岸にある石油加工K. K. 工場の井戸水に、突然、500ppm に達する塩素イオンがみとめられた。これが端緒となって、わが国で屈指の地下水量を誇った富士・吉原地区に、地下水塩水化の危機が認識されるようになった。

第30図は、富士市平垣に設けられた地下水依頼観測井のA井（深度102m）とB井（深度40m）における圧力面の経年変動を示している。B井の観測記録には一部揚水水位を示している。図中、鋸状に急激に低下する黒点が揚水水位である。

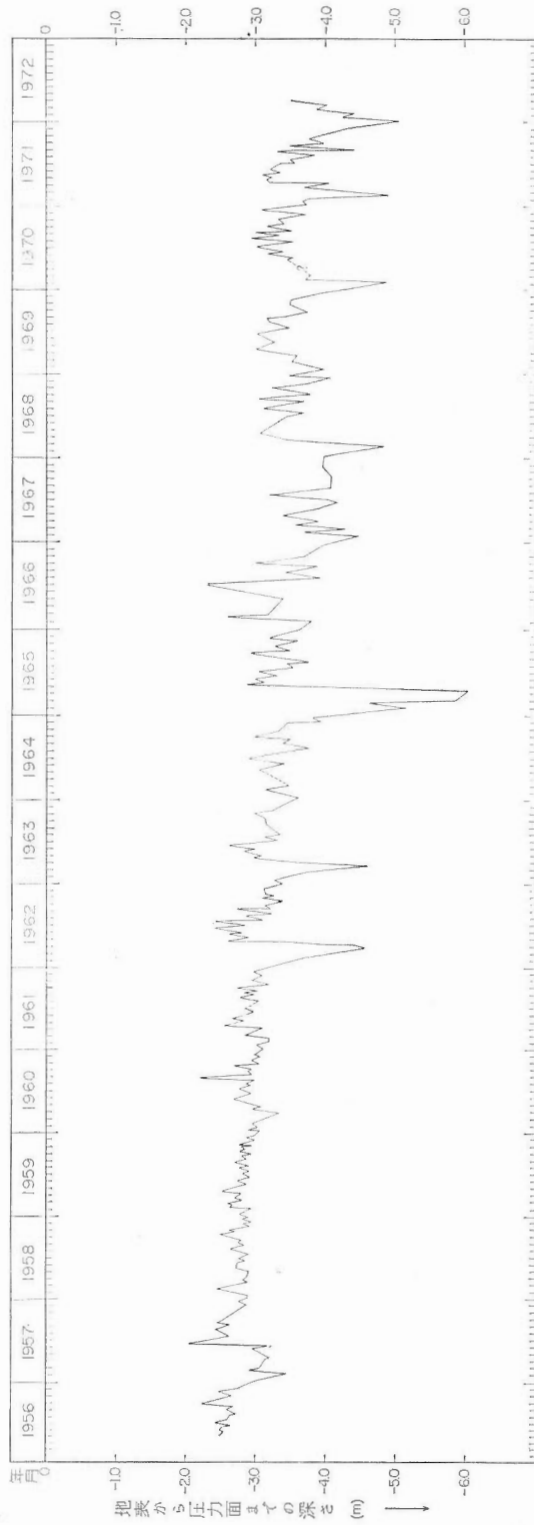
圧力面は、観測当初、地表面下2mから8mの範囲を変動していたのであるが、年々、その変動範囲が増大し、1968年には地表面下3mから13mとなっている。ここでの圧力面変動の特徴は、例年、10月の後半から翌年5月までの時期に、圧力面が著しく低下する事実である。そして、圧力面が、もっとも低下する1月から4月までの時期を同じくして、奇しくも地下水中の塩分濃度が増加している。

第31図は、富士市柏原新田に設けられた自噴井における圧力面の経年変動を示している。ここでは、年間を通じた圧力面の変動は少なく、その較差はおおよそ1m以内となっている。5月から9月までの期間に、圧力面の低下が生じるのは水田かんがい用として地下水を汲みあげるためである。

II. 13 静岡市

安倍川の下流左岸にあたる静岡市駒形小学校の校庭には、地質調査所地下水位観測井（深度35m）が設けられている。

第32図は、1956年4月以降における被圧地下水の圧力面の経年変動を示している。ここでは、圧力面の上昇および下降の変動は、おおむね降雨量の多寡に相関しており、水位は例年冬季渇水期に低下している。また、図の結果では、1962年から1965年までの冬季渇水期における水位が異常な低下を示している。さらに、圧力面が地表面下3.0mを下まわる時期は、これまで冬季渇水期に限られていたのが、1962年以降は年間の大部分の期間が3.0mを下まわっている。このような水位低下の現象は、1962年以降がたまたま渇水年にあっていたとしても、これに加えて、地下水の大量汲みあげによる影響が、次第に周辺の地下水位に波及しているものと考えざるを得ない。



第32図 駒形観測井（深度35m）における被圧地下水の圧力面の経年変動
 （1965年12月から翌年3月までの異常見水が地下水位の著しい低下となっており）

II. 14 浜 松 市

浜松市内には、自由面地下水および被圧地下水を対象とした地下水位依頼観測井が11本設けられている。

第33図に、自由面地下水を対象とした和田小学校観測井と与進中学校観測井、さらに被圧地下水を対象とした上島観測井（深度60m）における地下水位の変動を、それぞれ示している。ここでは、観測井の大部分が夏季および冬季の渇水期に、地下水位の低下がみとめられるが、地下水位の低下期間は夏季にくらべて冬季渇水期が長いのである。

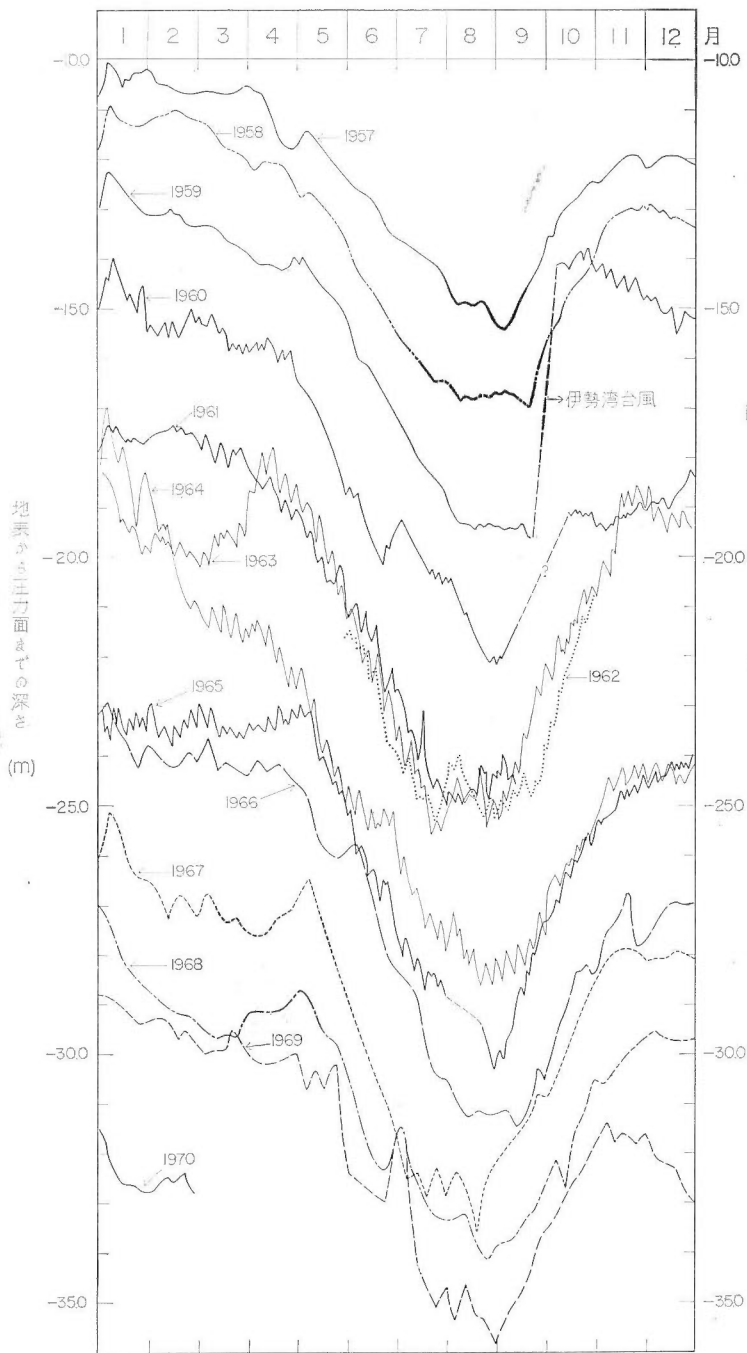
和田小学校および与進中学校の観測井における地下水位は、おおむね降雨量に相関して上昇および下降の変動を示すが、上島観測井における圧力面は、ほとんどこれに関係なく、上昇および下降の変動を示しており、とくに、1960年以降の夏季渇水期に著しい水位低下が生じている。1955年観測開始当時の地下水位は地表面下2.5m程度であったのが、1965年以降の夏季には地表面下10mに達しており、この原因は近隣における地下水取得の響影が次第に波及しているものと推定される。

II. 15 名 古 屋 市

名古屋市立工業高等学校の校庭には、被圧地下水を対象とした深度101mの地質調査所地下水位観測井が設けられていたが、1970年3月に校舎改築のため廃井となった。水位の観測は1955年5月に開始したが、当初の圧力面は地表面下8.90mを示していた。

この観測井における水位変化の特徴は、圧力面が冬季に高く、夏季に低くなる現象であって、この現象は、夏季に被圧地下水の大量利用が行なわれていることを物語っている。観測当初における年間の水位較差は、5m程度であったのが、1960年には8m、1964年には実に11m以上に増大している。また、圧力面は年々、低下の一途をたどり、観測当初の頃は、年間の水位低下は1～1.5m程度であったのが、1964年には3m以上におよんでいる。

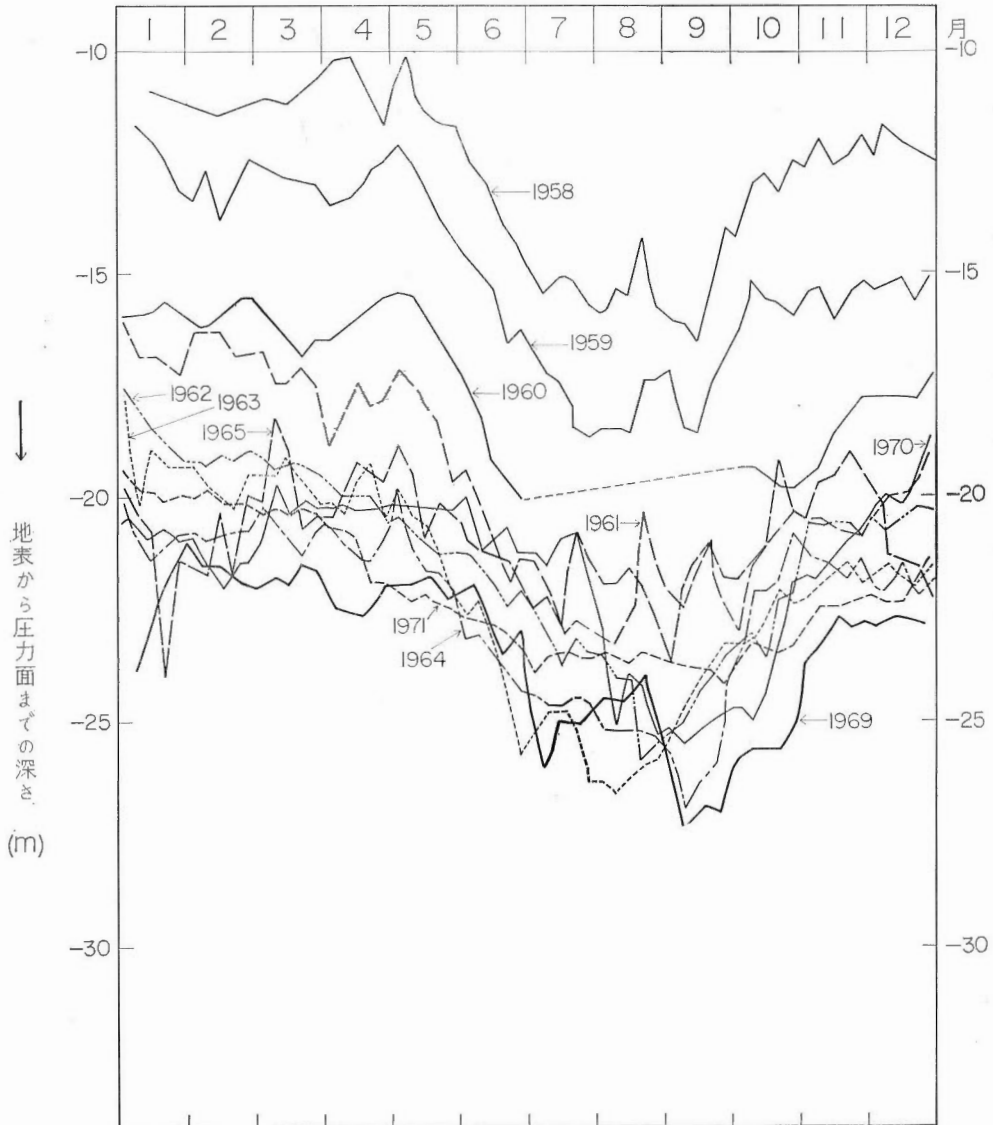
さらに、第34図の結果を検討すると、9月末から年末にかけて、例外なく水位が回復しているし、翌年の正月休みには、一時的であるが急激に上昇している。これは、台風シーズンの降雨による地下水補給と季節的に工場群の冷却・冷房用地下水の汲みあげ量が減少したためである。1959年10月はじめに、圧力面が一挙に5m以上上昇している。これは、伊勢湾台風の被害をうけた一部工場が地下水汲みあげを停止したためと、台風時の降雨による地下水補給の結果である。さらに、1961年から1963年までと1964年から1965年にかけては圧力面の低下が例年にくらべて減少している。この事実は、1960年5月に施行された工業用水法による地下水の汲みあげ規制強化措置が、ようやく実を結んだ効果と考えられる。地下水汲みあげ規制前の1955年から1960年までの5年間における平均した圧力面の低下は、年間に1.9mを示しており、規制後、すなわち1960年以降における圧力面の低下は、年間に1mとなって、わずかながら規制効果がみとめられている。しかしながら、1969年8月における最低水位は、地表面下36mに達しており、第34図に示した圧力面の経年変動曲線からの傾向では、圧力面は今後もなお低下をつづけるものと予想される。



第34図 名古屋地区観測井（深度101m）における被圧地下水の圧力面の経年変動
 （年々低下していた地下水位が工業用水法などの地下水汲みあげ規制強化によって、その低下が抑止されている事実が指摘できる。しかしながら1964年以降僅少なながら依然として低下をつづけている）

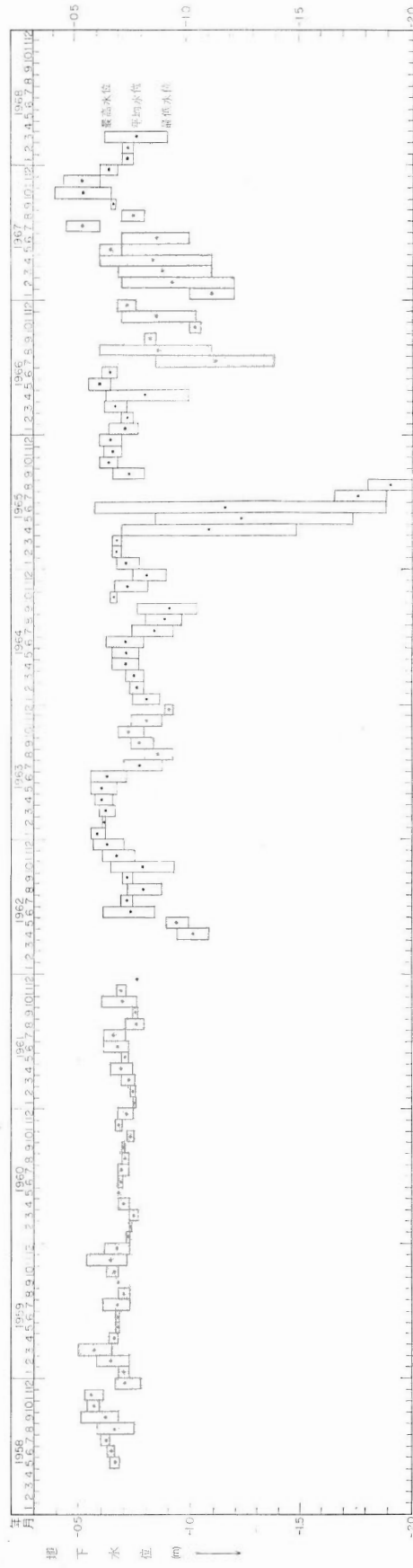
II. 16 四 日 市 市

四日市市には、大小各種の工場群が立地しており、工業用の水源に大量の地下水が使用されていた。これがため、被圧地下水の圧力面に、著しい低下が生じたので、1957年に「工業用水法」による地下水採取に関する規制が市の一部に適用された。さらに、工業用水道拡張工事終了後の1963年には、一段ときびしい地下水規制強化が行なわれた。



第35図 塩浜観測井（深度132m）における被圧地下水の圧力面の経年変動

（「工業用水法」などの地下水採取に関する法律が適用され、その規制強化の効果が被圧地下水の圧力面低下の減少となっている関係が図に示されている）



第36図 桶視測井（深度 2.4m）における地下水位の盛年変動

四日市市塩浜には、自由面地下水を対象とした深度2.4mの観測井と被圧地下水を対象とした深度70mおよび深度132mの観測井が、それぞれ設けられている(2.4mおよび70mの観測井は現在観測を中止している)。第35図は、塩浜観測井(深度132m)における圧力面の経年変動を示している。1958年の観測当初における被圧地下水の圧力面は、地表面下11mを示していたが、被圧地下水の汲みあげにより次第に低下してゆく関係が理解できる。ここでは、圧力面は、おおむね冬季に高く夏季に低くなる傾向がみとめられる。また、1958年から1960年までには、年間における圧力面の較差の増大、および経年的な圧力面低下の増進が指摘できる。しかしながら、1960年以降は圧力面の低下が僅少であり、1963年および1964年は、おおむね現状維持を示し、1965年には圧力面が逆に上昇している。このような事実は、強力におし進めた地下水汲みあげの規制効果のためであって、1965年には圧力面がもっとも低下する7月～8月の時期に地表面下21～23mを示し、前年にくらべて2m以上も上昇している。この地域では、工業用水源を、これまでの地下水にかわって、次第に工業用水道に依存するようになっており、地下水使用量の減少が次第に被圧地下水の圧力面を回復させてゆくものと考えられる。

第36図は、楠地区観測井(深度2.4m)における地下水位の月別最高水位と最低水位の経年変動を示している。地下水位の変動は、おおむね、降雨に対応しており、水位は6月中旬から7月にかけての梅雨期と9月～10月の台風シーズンに上昇し、冬季渇水期に低下している。また、年間における地下水位の較差は僅少であって、1958年から1961年までの3年間の記録では、地表面下0.4mから0.7mまでの範囲で変動している。しかしながら、1962年以降には夏季における水位低下が著しく、変動の範囲は2.0mにおよんでいる。第36図に示した経年変動の記録では、1962年以降、この付近で自由面地下水の大量汲みあげが行なわれたことが推察できる。

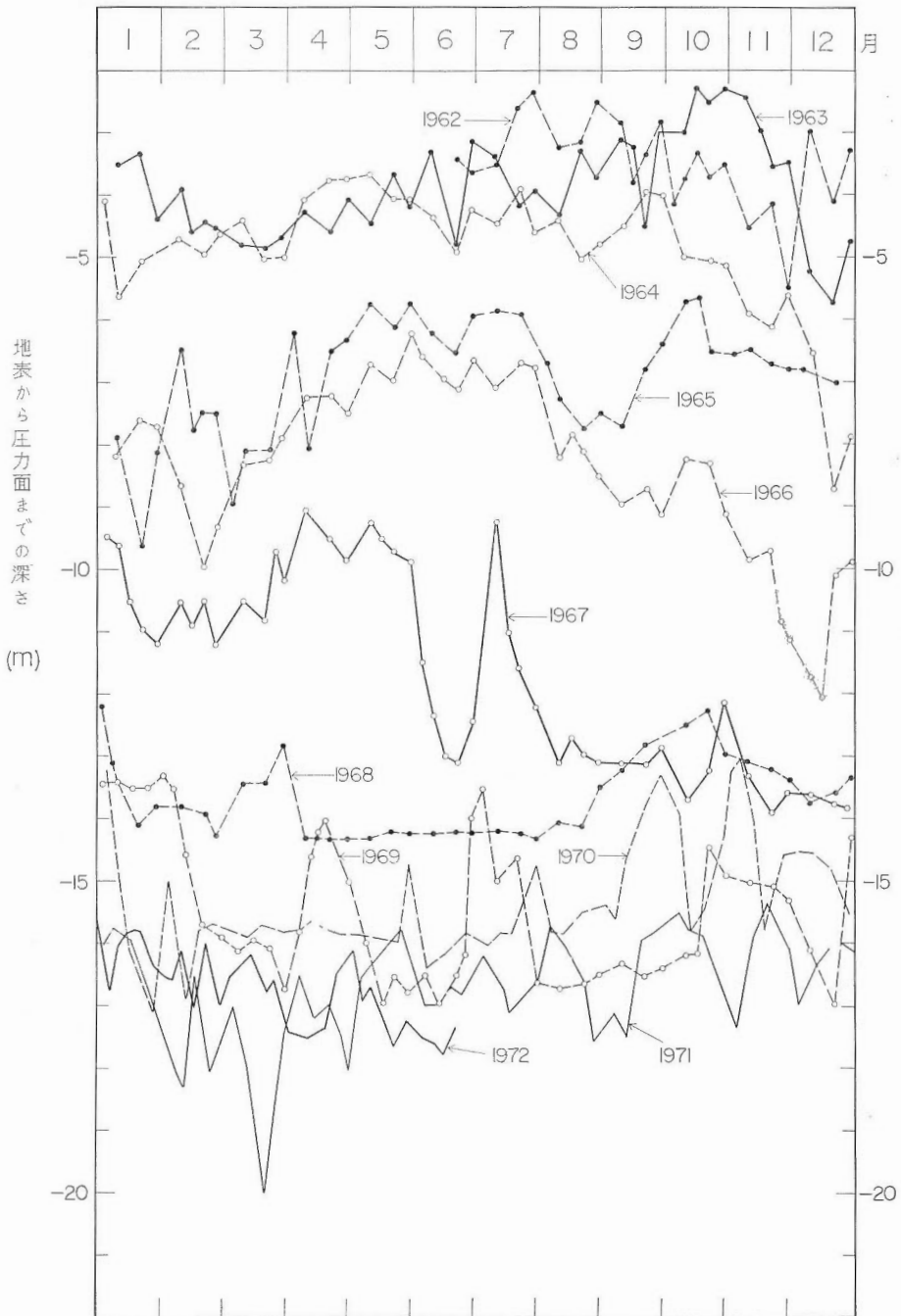
II. 17 明和町

三重県松阪市の東南方にあたる明和町では、地域一円に賦存する自由面地下水および被圧地下水は、一般飲料のほか、主として水田のかんがい用水源に利用されている。楠田川の右岸にあたる明和町南藤原には、被圧地下水を対象とした深度40mの地下水位依頼観測井が設けられている。

第37図は、観測井における圧力面の経年変動を示している。圧力面は、例年5月頃から7月上旬までの梅雨期と、9月中の台風シーズンに上昇しており、7月および8月の夏季と10月下旬から翌年の4月頃までに低下する傾向がみとめられる。1963年以降における圧力面の経年変動記録では、圧力面は地表面下0.45mから1.7mまでの範囲で変動している。観測井の近隣には、被圧地下水を大量に取得する工場およびその他の施設がないので、圧力面が他の地区のように、年々低下するような現象は、まだ認められない。

II. 18 伊丹市

伊丹市字北村には、深度80mの地下水位依頼観測井が設けられている。第38図は、観測井における被圧地下水の圧力面の経年変動を示している。圧力面は、おおむね6月から9月頃までに高く、12月から翌年の3月頃までに低下する傾向がみとめられる。しかしながら、1964年12月から1965年にかけて、圧力面が地表面下9m近く低下し、さらに8月から9月上旬にかけて圧力面の異常低下が生じている。な



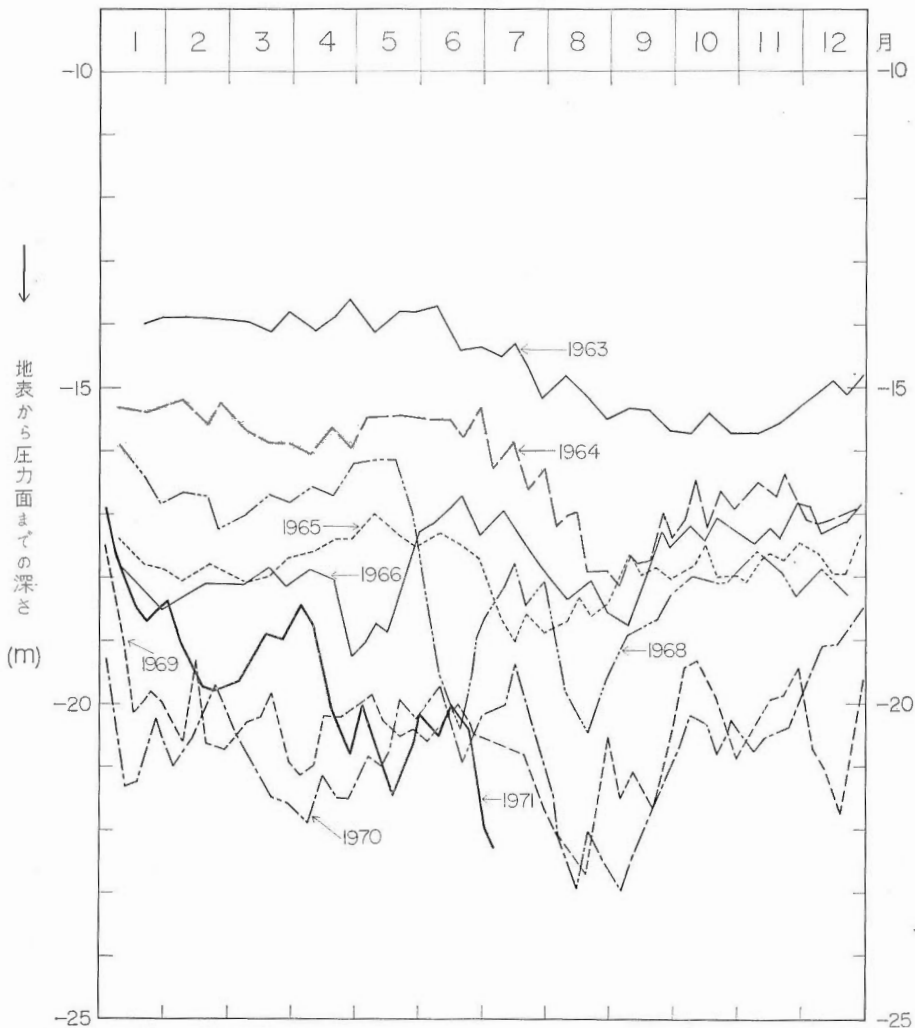
第38図 伊丹観測井（深度80m）における被圧地下水の圧力面の経年変動

（地下水汲取量の増加が地下水位に不規則な変動を生じさせている。地下水位は1962年から1969年までの7年間に14mも低下している）

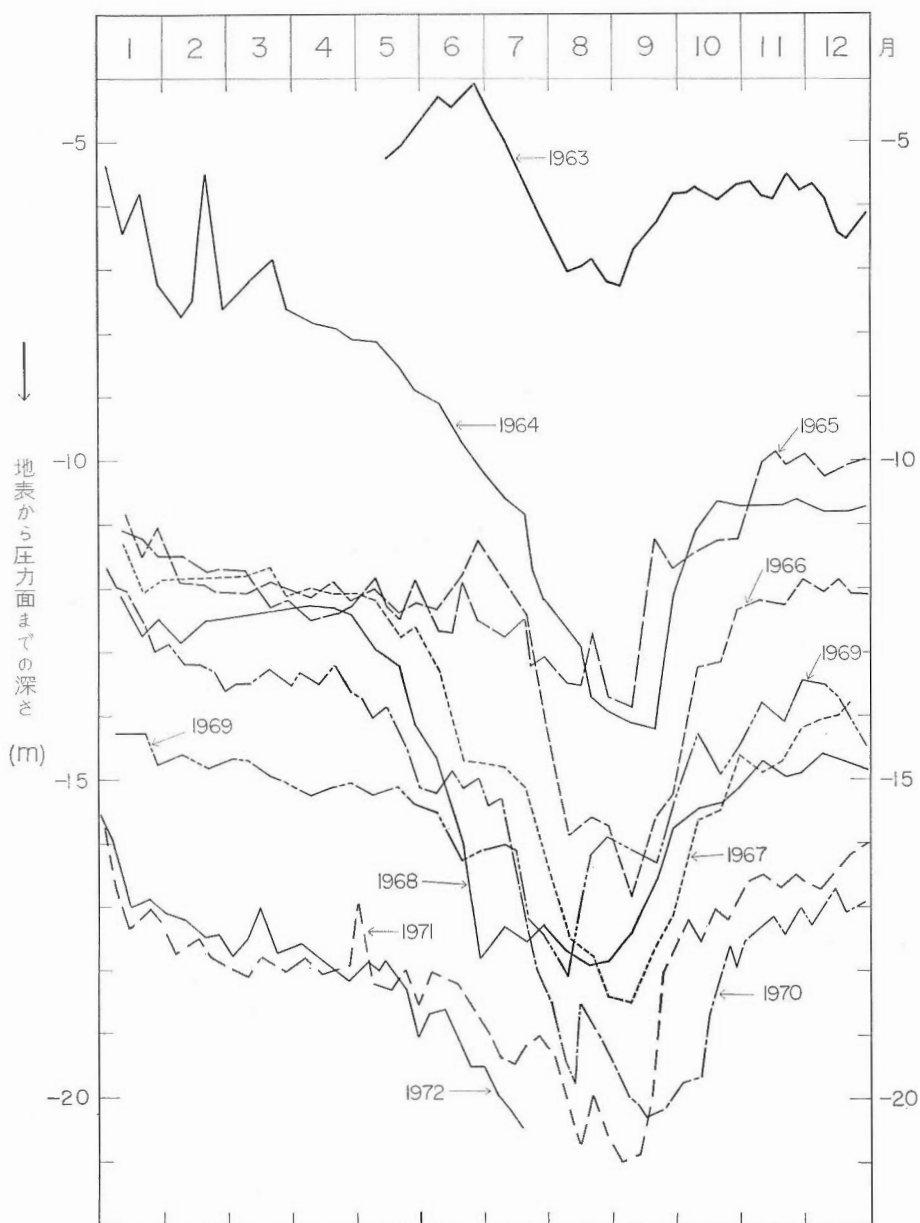
お、1965年以降の圧力面は上述の傾向に関係なく、急激な低下を示しており、1969年には地表面下17mに達している。第38図に示した経年変動曲線から、この地区では、1965年以降に大量の被圧地下水の取得が行なわれていた状況が察知できる。

II. 19 東播地区

東播地区には、被圧地下水を対象とした依頼観測井として、明石市に藤江観測井（深度120m）および二見観測井（深度120m）、高砂市に朝日観測井（深度120m）、加古川市に一色観測井（深度120m、現在廃井）がそれぞれ設けられている。



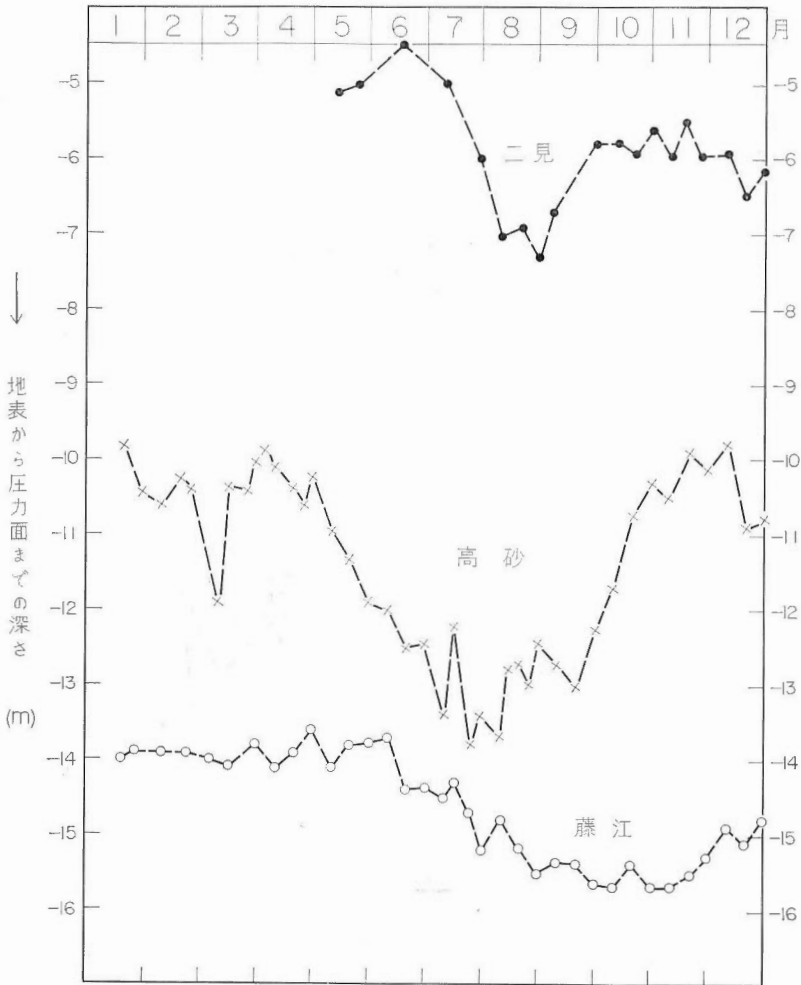
第39図 藤江観測井（深度120m）における被圧地下水の圧力面の経年変動
 （地下水位の経年変動の線が示す傾向から、1968年6月以降観測井付近における地下水
 汲上げ量の増加が推察できる）



第40図 二見観測井（深度120m）における被圧地下水の圧力面の経年変動

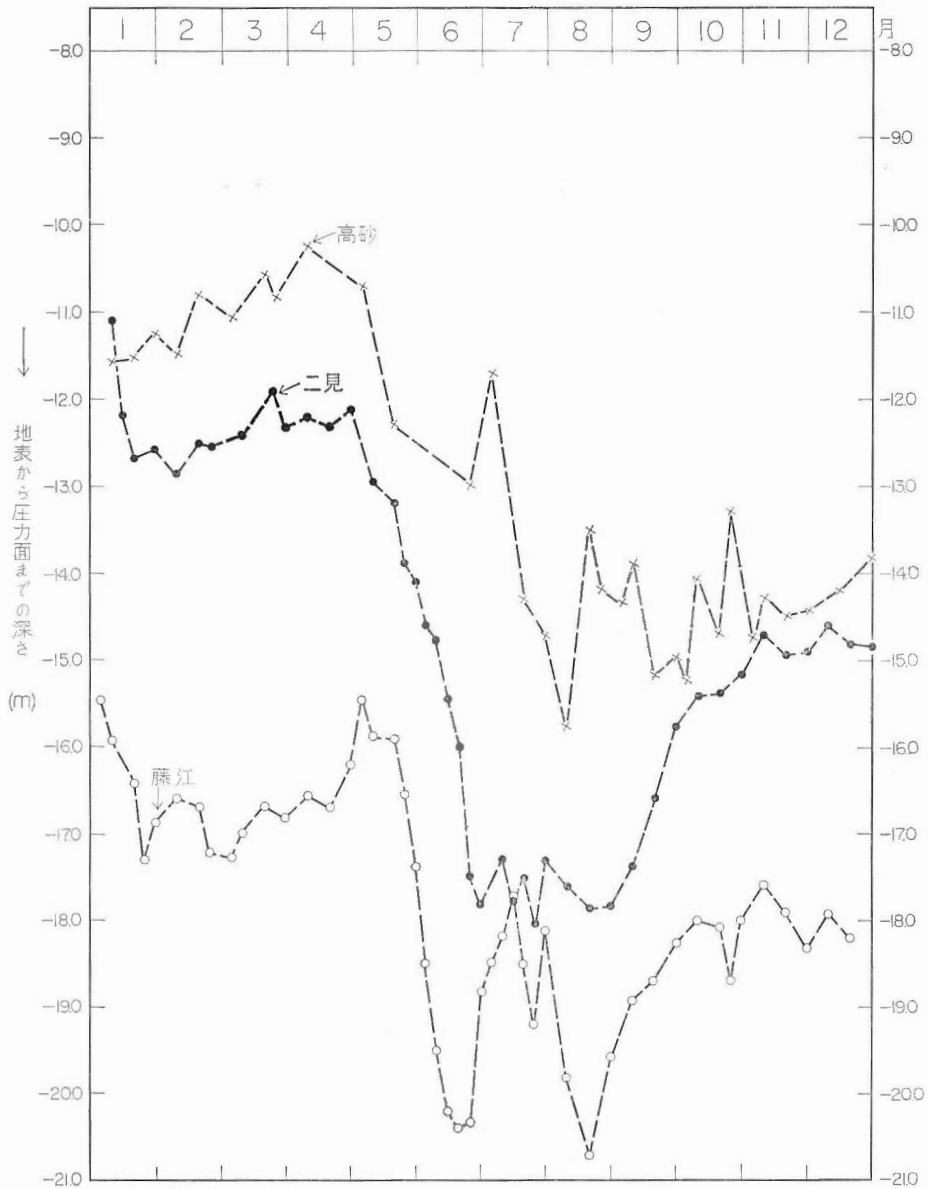
第39図は藤江観測井における圧力面の経年変動曲線を、第40図は二見観測井における経年変動曲線をそれぞれ示している。第39図の結果では、1963年頃から逐年夏季における圧力面低下の増大がみとめられる。また、1965年までには、圧力面は地表面下18m前後で変動していたのであるが、1965年7月および8月に異常低下が生じて以来、次第に顕著となり、その低下は1970年8月および9月には地表面下23mに達している。

第40図に示した二見観測井における経年変動曲線でも、例年、7月から9月までの期間に圧力面の異常低下がみとめられる。さらに、ここでは1965年以降、これまで圧力面が上昇していた1月から5月までの時期に異常低下が生じており、1970年7月にいたっては、圧力面の低下が急速に増大している。被圧地下水の利用は、当初は利用量が夏季に増大していたのであるが、年間を通じて次第に増大する傾向がみとめられ、この状況が図に示した圧力面の経年変動記録から読みとれる。



第41図 東播地区観測井における1963年の被圧地下水の圧力面

第41図および第42図は、東播地域の観測井における1963年および1968年の圧力面変動記録をそれぞれ示している。観測5年後における圧力面の変動を比較すると、高砂観測井における変動の割合は僅少であるが、藤江観測井における圧力面の低下および二見観測井における圧力面の異常低下が指摘できる。さらに、これらの観測井における圧力面は、年々低下する傾向がみとめられることから、これらの観測井を含む地域全体での被圧地下水の圧力面が次第に低下してゆくものと推察される。

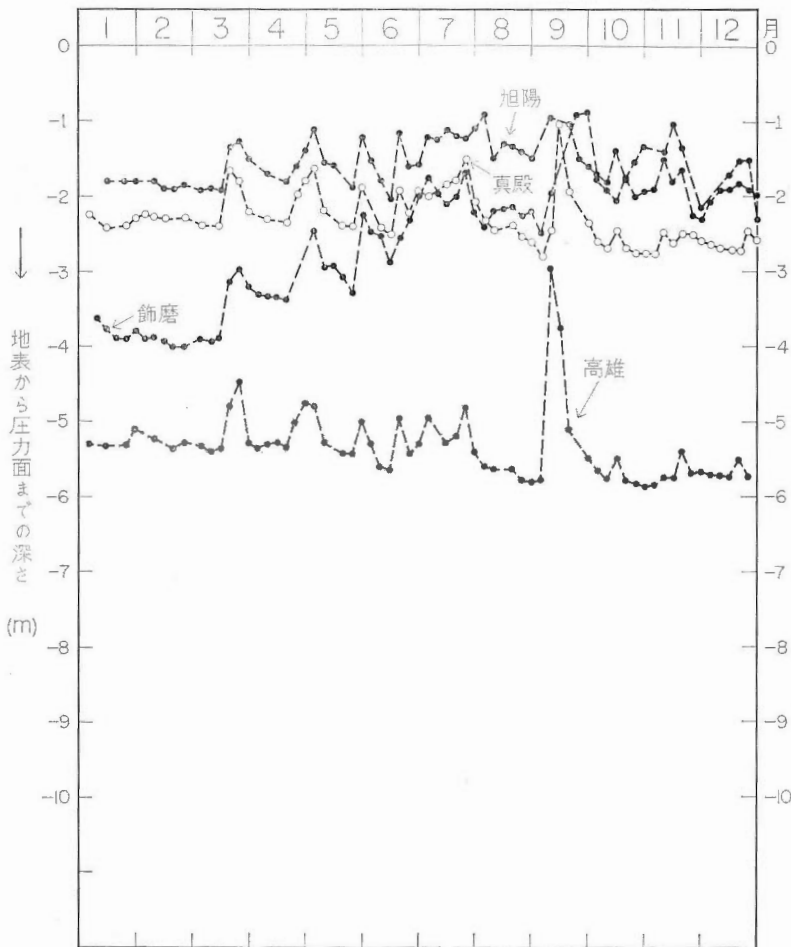


第42図 東播地区観測井における1968年の被圧地下水の圧力面

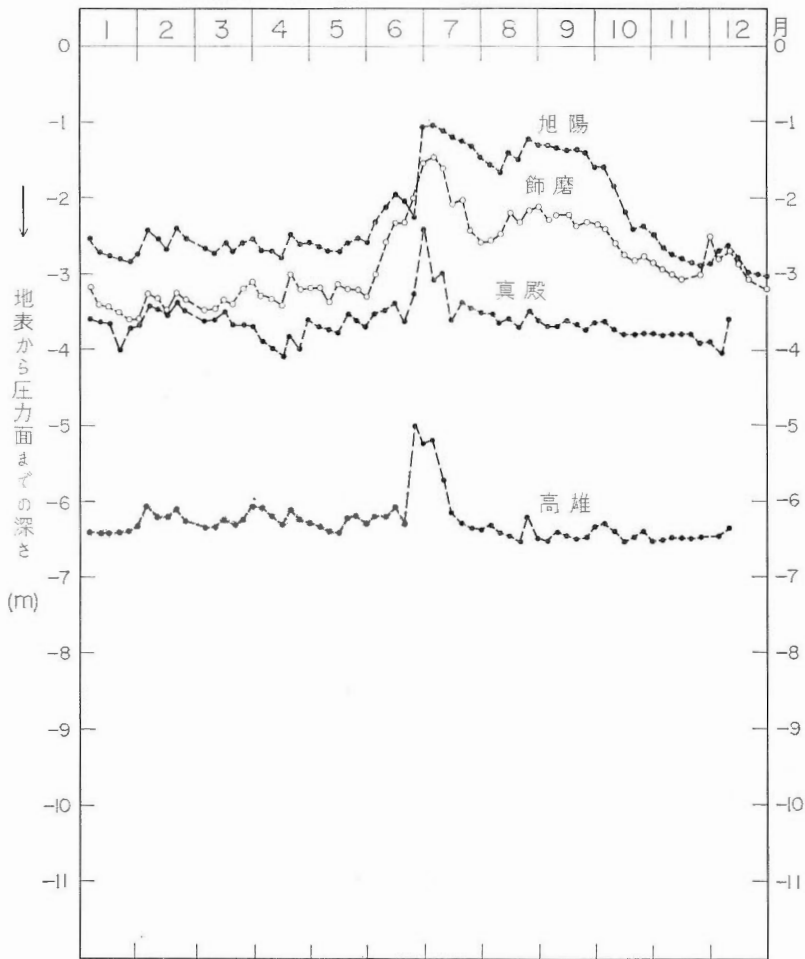
II. 20 西 播 地 区

西播地区には、姫路市に旭陽観測井および飾磨観測井が、赤穂市に塚越観測井・真殿観測井および高雄観測井が、それぞれ設けられている。観測井は被圧地下水を対象としている。第43図および第44図は、これら、観測井の1965年および1969年における圧力面変動曲線をそれぞれ示している。

圧力面は、7月および8月に一部低下がみとめられるが、全体としては、おおむね3月から9月までに上昇を示し、10月から翌年3月上旬までの時期に低下する傾向がある。図に示した4カ年経過後における圧力面変動曲線の比較では、いずれの観測井でも圧力面の低下は僅少である。たとえば、旭陽観測井および飾磨観測井では、圧力面は、変動の様態は異なるが、従来とも地表面下1~4mの範囲で変動しており、著しい低下は生じていない。これに対し、真殿観測井における圧力面は1.5m程度、高雄観測井においては1m前後の低下がみとめられ、しかも、これら観測井の圧力面は、これまで降水によく



第43図 西播地区観測井における1965年の被圧地下水の圧力面

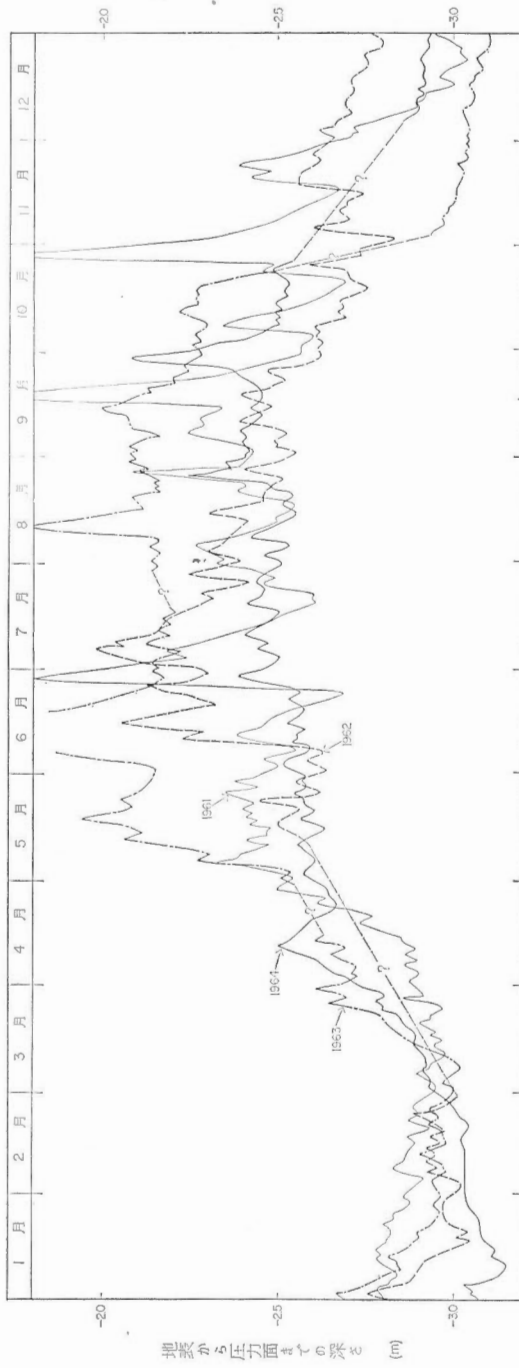


第44図 西播地区観測井における1969年の被圧地下水の圧力面

対応していたのが、1969年には、よほどの降雨がないかぎり反応がにぶくなっている。このような理由は、地下水の汲みあげが年間を通じて定常的に行なわれてきたためと考えられる。

II. 21 観音寺市

香川県観音寺市は、瀬戸内海に臨んでおり、財田川の扇状地に位置している。ここでは、量・質ともに利用の対象となる地下水は、ほとんど扇状地の地下水にかぎられ、地下水の補給については財田川の流量に関連があるといわれている。財田川の左岸に浅井戸を設け、1960年以来地下水位の観測を行なっている。第45図は、観測井における地下水位の経年変動記録を示している。経年の地下水位は地表面下1.4mから3.7mまでの範囲で変動している。また、地下水位が2.5mを下まわる期間は、これまで12月から翌年の3月までと、6月・7月・8月および9月上旬の時期に生じていたのが、1966年以降は、これらの時期に関係なく低下している。とくに、夏季における地下水位の著しい変動がみとめられるが、



第46図 藍住観測井（深度40m）における被圧地下水の圧力面の経年変動

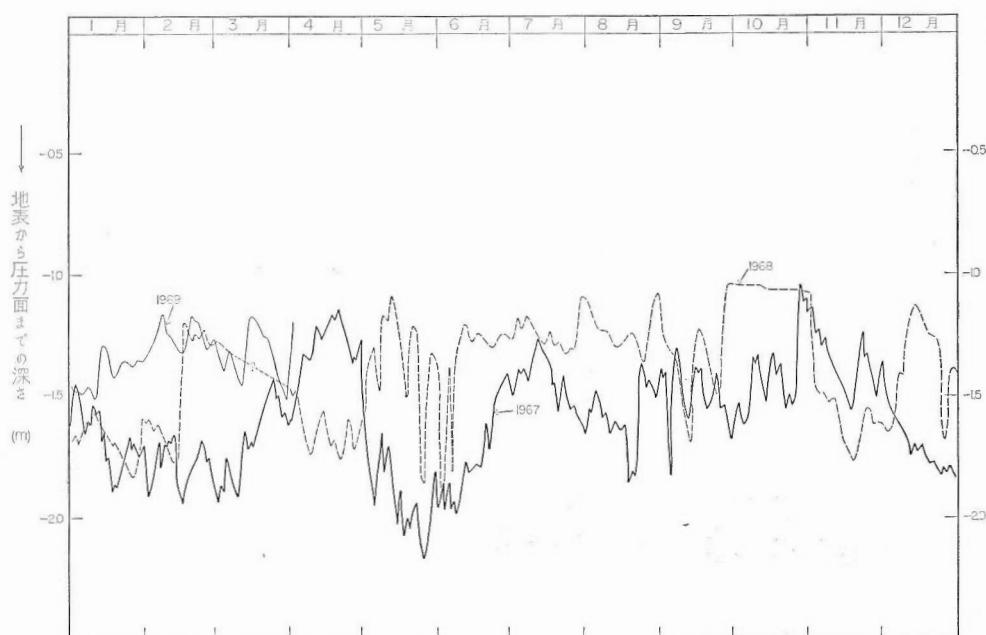
これは自然湧水のほかに、かんがい期における財田川の取水および地下水の取得による影響と考えられる。また、1967年8月下旬における地下水位の異常低下は、例年になかった干ばつの影響と思われる。

II. 22 徳島市・藍住町

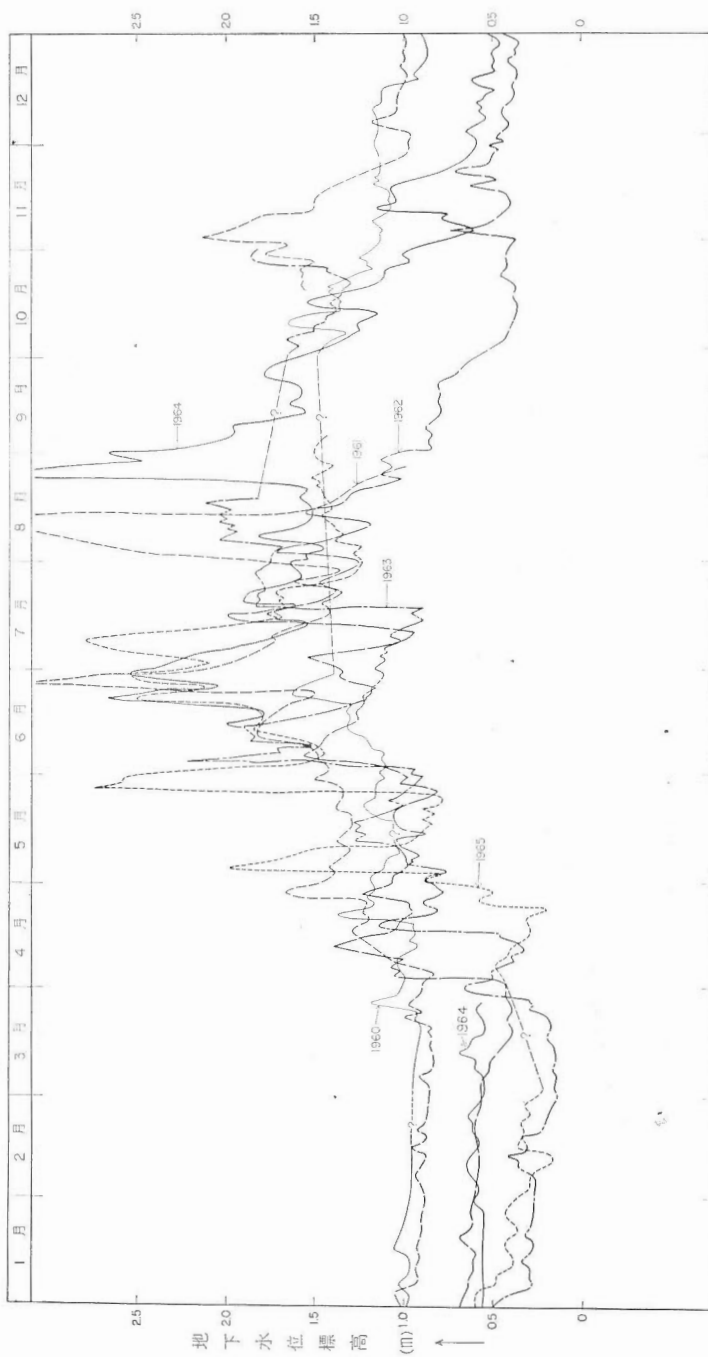
徳島市内を流れる吉野川沿いの沖積低地には、水量豊富な被圧地下水が賦存している。この付近には大規模工場群が立地しており、当時、工業用水源として1日に10万 m^3 以上の被圧地下水を汲みあげていた。これら工場群の上流側に藍住観測井（深度40m）が、下流側に鶴島観測井（深度38m）がそれぞれ設けられている。

第46図に藍住観測井における1961年から1964年までの圧力面の経年変動記録を示している。圧力面は、全体の傾向としては、例年4月頃から10月頃までに上昇を示し、11月下旬から翌年の3月までの期間に低下する。この変動記録では、年末から年始にかけての時期に圧力面が僅かに上昇を示すが、これは、暮れから正月の休暇時に工場群などによる地下水汲みあげ量が減少したため、圧力面が一時的に回復したのである。

第47図は、鶴島観測井における1967年から1969年3月までの圧力面の経年変動曲線を示した。この観測井における圧力面変動の特徴は、変動の態様は年度によって異なるが、年間を通じて地表面下1～2mの範囲内で変動している事実である。この付近の被圧地下水は、1955年当時には地上まで自噴していたので、圧力面は約14年間に2m以上低下したことになる。



第47図 鶴島観測井における被圧地下水の圧力面の経年変動
 (年間を通じて地下水の大量汲み上げが、不規則な水位変化で示される)



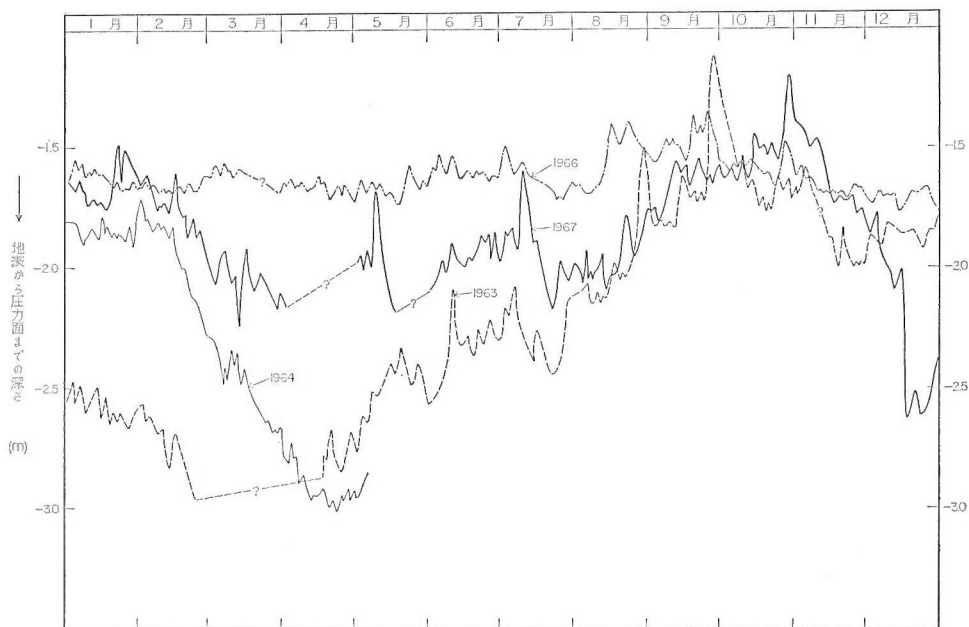
第48図 柳島観測井における地下水位の経年変動

II. 23 阿南市・那賀川町

徳島県、那賀川の下流沖積低地では、近年諸産業の用水源として大量の地下水利用が行なわれており、1970年の最盛時における地下水取得量は1日に20万 m^3 以上となっている。

那賀川の右岸にあたる阿南市に、柳島観測井（深度20.3m）が、左岸側の那賀川町に平島観測井（深度40m）がそれぞれ設けられ、自記水位計による観測を行なっている。

第48図は、柳島観測井における、1959年10月から1965年8月までの地下水位経年変動曲線を示している。地下水位は、大局的に、例年4月頃から10月頃までの期間に上昇を示し、11月下旬から翌年3月までに低下する傾向がみとめられ、水位は海面上0.2~3.0mの範囲で変動している。冬季渇水期における地下水位は、1960年当時では海面上1m前後を示していたのが、1965年には0.2m前後となって、観測開始以来約5年後に0.8m程度の水位低下が生じたことになる。臨海部では、地下水位が低下し、その標高が海水面を下まわると、海水が侵入して地下水の塩水化を招来するから、この付近の揚水井は、その保全上細心の注意が必要である。



第49図 平島観測井における被圧地下水の圧力面の経年変動

第49図は、平島観測井における被圧地下水の圧力面の経年変動曲線を示した。図に示した水位変動曲線からの判断では、1966年は、年間を通じた地下水汲みあげの影響があらわれており、さらに、1967年以降の2月下旬から4月下旬にかけての期間には、これまで以上の大量の地下水汲みあげが、この時期に集中的に行なわれたため、異常な地下水位低下を生じたものと推定される。しかしながら、地下水汲みあげ量の減少に伴って、7月以降、地下水位が次第に上昇してゆく関係が、図に明瞭にあらわれている。

II. 24 高 知 市

高知市では、市内を流れる鏡川に沿った平地部に、自由面地下水を対象とした地下水位依頼観測井が、上流から下流までに3井設けられていたが、このうち、2井が観測を中断し、現在では浅井戸の朝倉丙地先にある観測井だけが継続観測を行なっている。

第50図は、これらの観測井における地下水位の経年変動記録を示している。

図に示した水位変動曲線では、朝倉観測井における地下水位が、もっとも下流側にあたる一の宮観測井の地下水位にくらべて、その変動が著しく大きい関係がみとめられる。さらに、地下水位は、およそ4月から9月までの期間に高くなる傾向があり、12月から翌年の3月までの期間には、例年、地下水位の低下が生じている。地下水位の上昇は、おおむね降水の多寡に支配されて変動するもようであり、朝倉観測井における地下水位は、地表面下0.9~3.9mの範囲で変動している。これにくらべて、一の宮観測井における地下水位は、地表面下1.1~1.8mを示し水位の上昇および下降の割合がきわめて少ない関係がみとめられ、また、その範囲も0.7m以内で変動している。この観測井では、冬季温水期における水位低下のほか、例年、7月から9月上旬までの期間に水位の低下がみとめられており、この傾向は1963年以降が著しくなっている。これは、夏季における自然温水に加えて、観測井の付近における地下水汲みあげによる影響と推定される。

II. 25 八 代 市

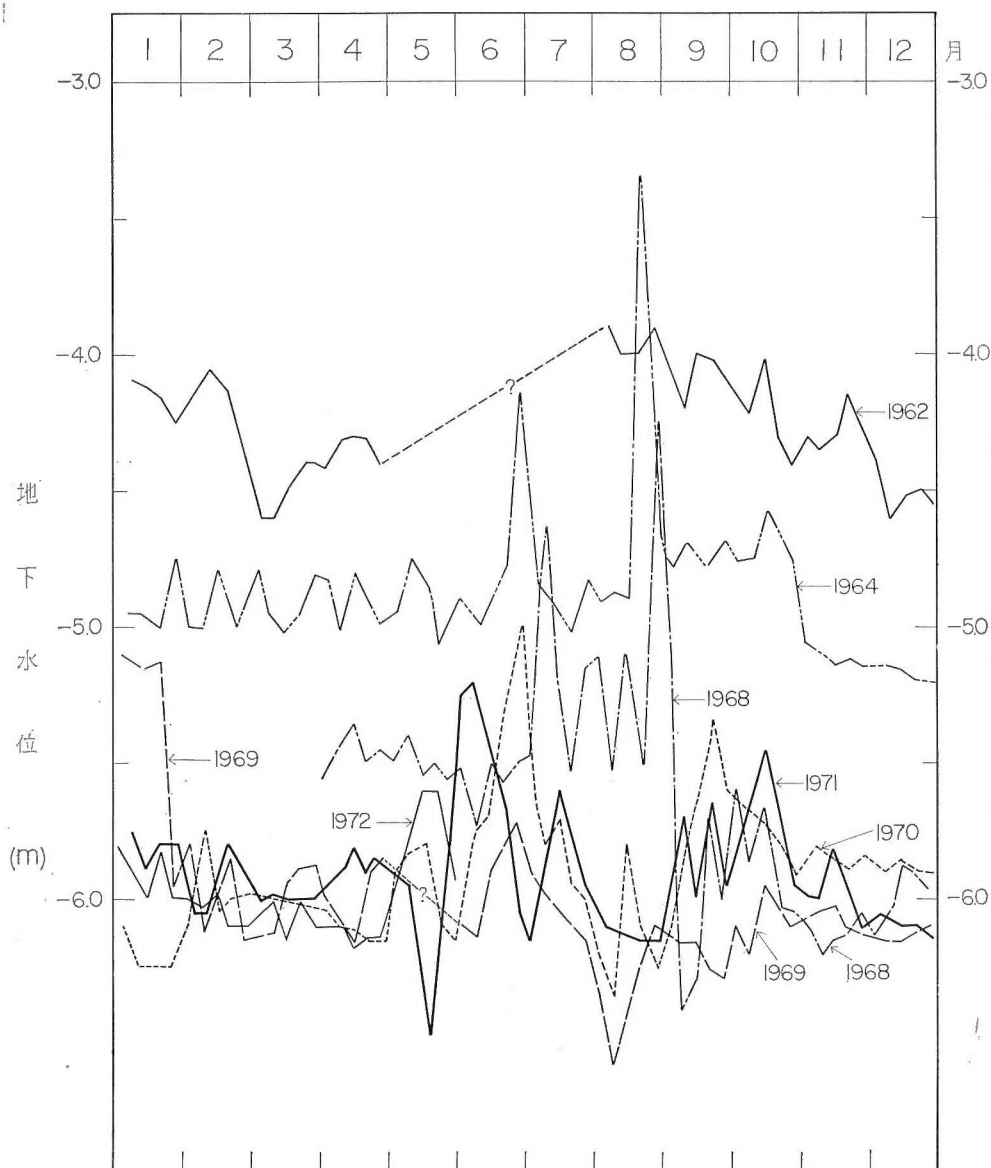
八代市は、日本三急流の一つである球磨川の扇状地上に位置している。扇状地の地下水の一部は、球磨川から供給されている関係で水量が豊富なため、地下水は製紙工業・パルプ工業および化学工業などの工場水源として、浅井戸および深井戸により、大規模に開発・利用されている。ここでは、深度100mまでに、主要な帯水層である砂層および砂礫層が4~5層認められている。

第51図は、某工場敷地内にある地下水位依頼観測井（1井は深度106m、他の2井は深度76m）における被圧地下水の圧力面の変動記録を示している。この工場には、深度106mまでの井戸が10井あって、大量の地下水を汲みあげている。

第51図の結果では、1958年10月から1969年8月までの期間における圧力面は、地表面下2.3mから6.7mの範囲で変動しており、圧力面は、全体として5月から9月までの期間が高く、10月から翌年の3月までの期間に低くなる傾向がみとめられる。また、圧力面の変動は、付近にある揚水井の運転および停止によって、著しく上昇あるいは下降を示すが、全体としては夏季における変動が不規則である。

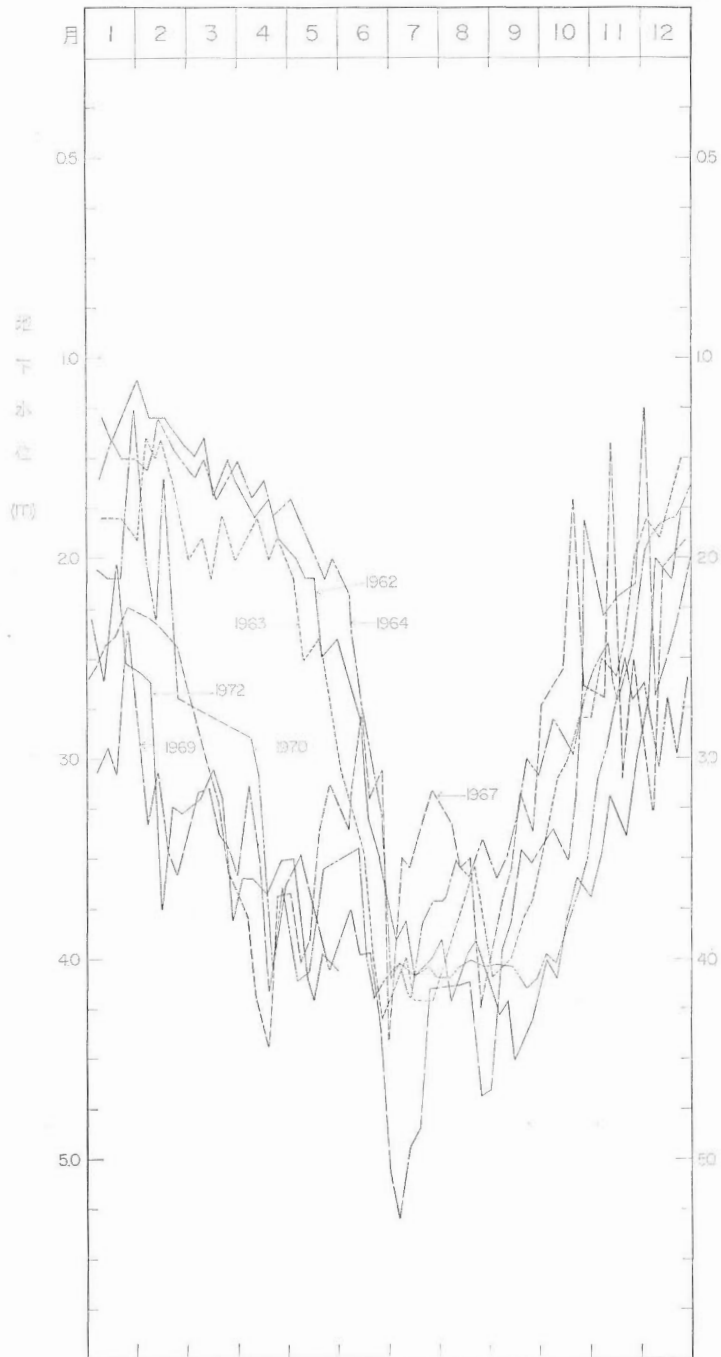
1958年10月以降、約14年間における経年変動記録では、1964年以降における圧力面は、当然上昇するものと考えられる夏季に、地表面下5m程度を示している。このような低下は、例年にくらべて渇水年のため地下水供給量の減少が予想されたとしても、それ以上に、1964年以降観測井の付近にある工場井戸群による被圧地下水開発量の急速な増加が行なわれた結果と推定せざるを得ない。第52図に示した観測井における圧力面の経年変動曲線からでも、地下水の大量汲みあげのために1962年から1969年の7年間に2m前後の圧力面低下が生じている。

第53図は、竜峯観測井における地下水位の経年変動を示している（図中、変動曲線が錯そうし、見



第52図 八代地区観測井における地下水位の経年変動

くくなるため、1965年・1966年および1968年の記録は、それぞれ省略した)。第53図に示した経年変動曲線の結果では、地下水位が当然上昇を示すはずの5月頃から9月頃までの期間に、地下水位の異常低下が生じている。さらに、1967年からは1月以降の期間にも、著しい地下水位低下がみとめられるようになってきた。これは、付近における地下水の大量汲みあげが、これまででは夏季に限られていたのが、1967年以降には年間を通じて行なわれるようになり、地下水汲みあげ量の多寡が、地下水位に急激な上昇および下降となってあらわれ、かつ経年的に不規則な地下水位変動を生じさせている。



第53図 竜峯観測井における地下水位の経年変動

(例年6月から9月までの期間に地下水の大量汲みあげが行なわれ、その結果が地下水位の異常低下となってあらわれる)

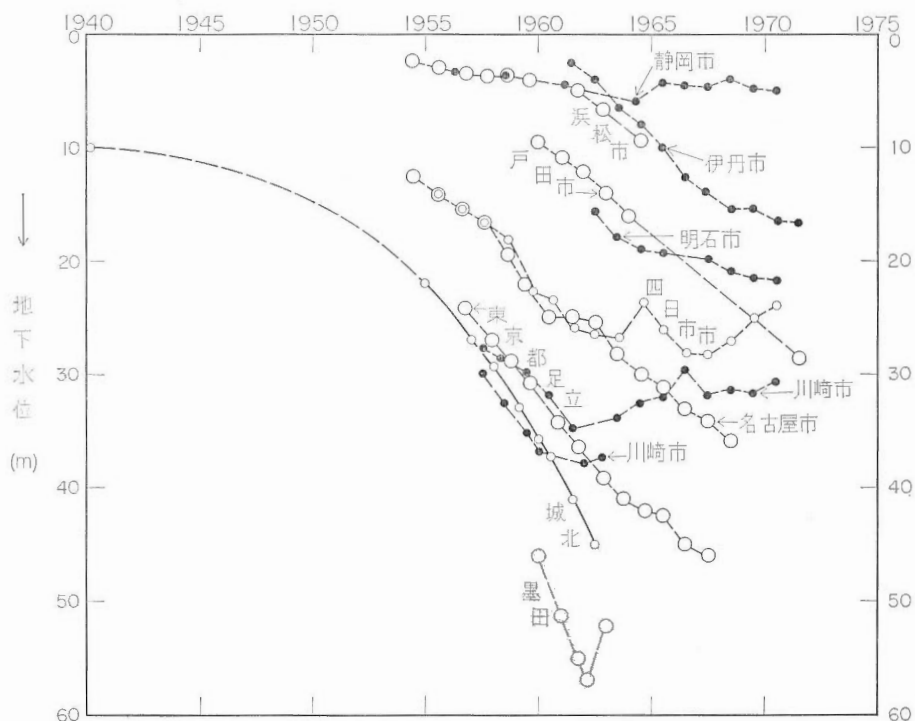
Ⅲ. 地下水面低下の傾向

これまでの観測記録に基づいて、地域ごとに地下水位の変動状況にそいて概説した。それぞれの変動状況の考察にそいては、各地域ごとにいろいろなパラメーターを考慮のうえ、細かい検討を加える余地が残されていることはいうまでもない。

- これまでの経年変動記録を総括的にみると、地域ごとに様相に変化がある。すなわち、地下水位が、
- 1) 自然の供給および排出に伴って変動はするが、長年にわたって著しい変動がみとめられない地域、
 - 2) 汲みあげ量の増加によって、次第に低下しつつある地域、および3) 異常に低下しつつある地域、
 - 4) 地下水の汲みあげ規制措置によって地下水位が次第に回復しつつある地域に4区分できる。

現在、著しい変動はみられないが、長期間には、つもりつもって大きな水位低下に発展しそうな兆しがみえるところもある。これまで、その低下が緩慢な地域であっても、今後の情勢の変化によっては破局的な事態とならないとも限らない。

ここで、東京都（足立・城北・墨田）、川崎市、静岡市、名古屋市、伊丹市および明石市における地下水位の変動を図示すると第54図のようになる。これら臨海工業地帯における被圧地下水の圧力面は



第54図 各地における地下水位低下の動向

(地下水面の低下は産業の発展および生活レベルの向上に伴って増大してゆく傾向が察知できる)

1945年、第2次大戦終了後、次第に低下を続けてきたのであるが、1955年から程度の差こそあれ、急速な低下がみられるようになった。その低下は指数函数的である。すなわち、城北地区のそれをみると、記録を欠いた期間もあるが、1940年の資料をもとに考えると、容易にうなづけるところであり、その他の異常低下地域も全く軌を一つにするものと考えて差支えなからう。そして、これらが地盤沈下の著しいところと一致していることはいうまでもない。「工業用水法」および「建築物用地下水の採取に関する法律」による規制が適用されている地域では、その適用後、地下水面の低下の速度が従来にくらべて減少し、あるいは回復している。これらの規制が効果のあることは、これによって立証され、また、地盤沈下の速度も減少していることが各地で知られている。しかしながら、一旦低下した地下水面を大幅に回復させ、もとの水位に近づけるには程遠い状態である。

さらに、一時低下の速度が減少し、あるいは水位は多少は回復したが、再びその速度が増加したところもある。この原因としては、規制によって、工場群が規制地域の外側に隣接する地域（とくに上流地域）に立地するようになり、そこで同じ帯水層の地下水が大量に汲みあげられるようになった結果、規制地域に対する地下水の補給量が著しく減少したためと考えられる。すなわち、東京都江東地区において、規制の結果一たん速度を減少した地下水位低下が、再び大きくなったのは、その上流側、埼玉県戸田市における著しい地下水位の低下（すなわち地下水汲みあげ量の増大）に起因しているものと考えざるを得ない。そして、これら事実は規制が広域的になされなければならないことを物語っている。

結 言

地質現象の変化は、きわめて緩慢であるが、これが累積されると長年月には実に大きなものとなる。地下水位の変動は、一つの地質現象であるが、これまでに述べてきたように、自然の作用に加えて人間の作用が加わっている。したがって、その変動は自然の作用に大きく依存する他の地質現象とくらべて、地域的あるいは局地的であるが、かなり速度が大きい。それにしても、3年、5年という短期間の観測では、自然あるいは人為による異常がはさまれることがあって、全体の傾向を把握することは困難である。逆に言えば、長期間の観測によって、全体の傾向を把握してこそ異常を異常として指摘することができるのである。また、さきにも述べたように、地下水は主として降水によって補給されるので、その水位変動は季節によって変化する。したがって、年間を通じての観測をも欠くことができない。

地下水位は場所・地理的位置・深度および地質的条件によってもそれぞれ相違がある。すなわち、異なった地下水盆、同じ地下水盆でもその中の位置と深度によって違うのである。さらに、その変動が人為的作用に大きく依存していることから、社会的条件も重要な要因となる。したがって、これら観測結果の詳細な検討は自然的立場からばかりでなく社会的立場からも併せてなされる必要がある。

この報告では、水位観測記録から得られた変化について、きわめて限られたパラメーター（例えば降水量・揚水量・規制措置など）から地下水位の変動について解説した。地盤沈下は地下水の過剰揚水による水位低下が主原因であることが、ほぼ定説化し、かたまりつつあることは否定できない。したがって、地盤沈下の予知・防止のためにも地下水位の観測は必要であり、一方では地下地質のパラメーターを加えてこれを考察しなければならない。この報告は、過去15年あるいはそれ以上にわたる観測結果の

公表という意味で、データの忠実な羅列に主眼をおいている。これら観測記録の細かな検討と、その種々な施策面への利用は、むしろそれぞれの専門分野によってなされるべきであろう。

ここに記した観測記録から、筆者自身も多くの知見を得ることができ、また、このような観測の必要なことを身をもって痛感したのである。しかし、全国的な観測体制としては程遠いものがある。現在、観測井の数は123に達しているが、これらは、この計画の発足当時から年々、増設して行なったものであり、その間には観測中止のやむなきにいたった観測井が44あり、これだけの数を維持するだけでも実に容易でないものがある。また、これが研究費という枠の中で実施されており、観測依頼についても、依頼、記録の回収、手数料などの支払いなどの事務手続も、それぞれの部門（研究、事務の両部門）で片手間に実施しているところにも問題がある。また、ここに発表した観測記録は、その一部にすぎない。これら観測記録を整理・保存して、いつでも公共の用に役立てる体制も必要である。

欧米の先進国では、すでに50年、60年の長年月にわたる観測例がある。この地下水位観測は1954年に発足して、各方面の御協力によって、やっと長いもので18年を経過したにすぎない。しかし、ここに多くの新しい知見を得ることができ、また各方面に利用できるデータが得られたことは喜びにたえない。関係各位に再度厚く御礼申し上げる次第である。

Observation Records of Ground Water Level

By

Tsugio OZAKI

Abstract

Since the water resources investigation group of the Geological Survey of Japan started the observation of ground water levels, especially those of artesian well, at Hamamatsu City, Shizuoka Prefecture in 1954, the number of observation wells has been increased year by year. 123 wells now continue the observation of ground water level, although 44 wells have been out of operation.

In this report, a part of the records of the observation is illustrated and brief comments are remarked especially on the relation between annual fluctuation of ground water level and some parameters such as history of development of ground water supply, annual increase of pumping amount for industrial activities, etc.

Ground water level illustrated in this report are carried out by the following two methods, namely the one is measurements by hands in every 5 days, and the other is obtained by recorder of a week's range periodically. The records are reduced so as to examine the long-term fluctuation of ground water levels, shown in this report.

Observation records of 25 areas are illustrated and some comments on factors affecting the fluctuation of ground water level are described.

As results, five types are distinguished among long-term fluctuations regarding the factors affecting them.

- 1) The fluctuation of ground water level is related to natural precipitation and supply from river water into the ground water basin. No tendency of lowering is found from start of observation to the recent time.
- 2) Ground water levels are gradually lowering, with increasing of amounts of pumping from artesian wells.
- 3) Anomalous tendency of lowering is recognized.
- 4) Abnormally rapid lowering of ground water level tends to slow or, in other words, turn into normal state, because of administrative control of pumping amount at the ground water basin. In some areas ground water level has begun to rise up.
- 5) Slight lowering of ground water level is recognized in the records for a long time. And long-term tendency of such a slight lowering makes a presumption of future progress to extreme lowering of ground water level.

Types of long-term fluctuation at each observation well are shown in the following table.

No.	Localities of observation wells	Types of long-term fluctuation
1	Ōfunato City, Iwate Pref.	1
2	Ōta City, Gumma Pref.	5
3	Tamamura Town, Gumma Pref.	1
4	Mobara City, Chiba Pref.	1
5	Ichihara City, Chiba Pref.	3
6	Kōtō and Jōhoku districts, Tokyo Pref.	3
7	Kawasaki City, Kanagawa Pref.	4
8	Nakajo Town, Niigata Pref.	2
9	Gosen City, Niigata Pref.	2
10	Nagaoka City, Niigata Pref.	1
11	Kisegawa river basin, Shizuoka Pref.	1
12	Fuji City, Shizuoka Pref.	4
13	Shizuoka City, Shizuoka Pref.	5
14	Hamamatsu City, Shizuoka Pref.	2
15	Nagoya City, Aichi Pref.	3
16	Yokkaichi City, Mie Pref.	4
17	Meiwa Town, Mie Pref.	1
18	Itami City, Hyōgo Pref.	3
19	Tōban district, Hyōgo Pref.	3
20	Seiban district, Hyōgo Pref.	1
21	Kan-on-ji City, Kagawa Pref.	1
22	Tokushima City and Aizumi Town, Tokushima Pref.	2
23	Anan City and Nakagawa Town, Tokushima Pref.	2
24	Kōchi City, Kōchi Pref.	5
25	Yatsushiro City, Kumamoto Pref.	2

地質調査所報告は1報文について報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために、次のようにアルファベットによる略号をつける。

- A. 地質およびその基礎科学に関するもの
 - a. 地質
 - b. 岩石・鉱物
 - c. 古生物
 - d. 火山・温泉
 - e. 地球物理
 - f. 地球化学
- B. 応用地質に関するもの
 - a. 鉱床
 - b. 石炭
 - c. 石油・天然ガス
 - d. 地下水
 - e. 農林地質・土木地質
 - f. 物理探鉱・化学探鉱および試錐
- C. その他
- D. 事業報告

As a general rule, each issue of the Report, Geological Survey of Japan will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- A. Geological & allied sciences
 - a. Geology
 - b. Petrology and Mineralogy
 - c. Paleontology
 - d. Volcanology and Hot spring
 - e. Geophysics
 - f. Geochemistry
- B. Applied geology
 - a. Ore deposits
 - b. Coal
 - c. Petroleum and Natural gas
 - d. Underground water
 - e. Agricultural geology and Engineering geology
 - f. Physical prospecting, Chemical prospecting and Boring
- C. Miscellaneous
- D. Annual Report of Progress

地質調査所報告

第 244 号

HOSHINO, K., KOIDE, H., INAMI, K., IWAMURA, S. and MITSUI, S. : Mechanical Properties of Japanese Tertiary sedimentary rocks under high confining pressures, 1972

第 245 号

井上英二 : 北西九州, 唐津炭田の古第三系嵯島層の岩相変化と化石群集からみた堆積環境, 1972

第 246 号

片田正人・松井和典 : 北西九州, 相の高帯の変成岩類, 1973

第 247 号

小川克郎 : 空中磁気図解析・解釈法の研究, 1973

第 248 号

Igi, S. : The metagabbros and related rocks of the "Yakuno Complex" in the inner zone of Southwest Japan, 1973

REPORT, GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

No. 244

HOSHINO, K., KOIDE, H., INAMI, K., IWAMURA, S. and MITSUI, S. : Mechanical properties of Japanese Tertiary sedimentary rocks under high confining pressures, 1972 (in English)

No. 245

INOUE, E. : Lithofacies, fossil assemblages and sedimentary environment of Oligocene Kishima Formation in Karatsu coalfield, northwest Kyushu, Southwest Japan, 1972 (in Japanese with English abstract)

No. 246

KATADA, M. and MATSUI, K. : Metamorphic rocks of the Ainoshima belt in northwestern Kyushu, Japan, 1973 (in Japanese with English abstract)

No. 247

OGAWA, K. : A study of the method for interpretation of aeromagnetic maps, 1973 (in Japanese with English abstract)

No. 248

Igi, S. : The metagabbros and related rocks of the "Yakuno Complex" in the inner zone of Southwest Japan, 1973 (in English)

地下水位の観測記録

OZAKI, T.

尾崎次男

地質調査所報告, no. 249, p. 1~58, 1973

54 illus., 1 tab.

地質調査所では、水資源に関する研究の一環として、1954年以来地下水位の観測を実施している。現在、北海道を除く全国で123本の観測井が地下水位観測を継続しており、ほかに44本の観測中止井がある。これらの観測記録の中から、25地域をえらんで、長年にわたる観測結果を図示するとともに、観測記録を支配する諸因子、たとえば月間降水量、地域の揚水総量あるいは地域開発の歴史等の記述を加えて、若干の討論を行なった。地下水位の永年変化には5つのタイプに分類されるが、とくに、長期間にわたり徐々に水位低下の傾向をもっているタイプの水位低下地域については、さらに詳細な検討が必要である。

556.3.04

昭和 48 年 11 月 22 日 印 刷
昭和 48 年 11 月 27 日 発 行

工 業 技 術 院 地 質 調 査 所

印 刷 者 田 中 実
印 刷 所 田中幸和堂印刷株式会社
東京都台東区上野 3 ~17~11

B. d. VIII.

REPORT No. 249

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Isamu KOBAYASHI, Director

**OBSERVATION RECORDS OF
GROUND WATER LEVEL**

By
Tsugio OZAKI

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto, Takatsu-ku, Kawasaki-shi, Japan

1973

地質調報

Rept. Geol. Surv. J.

No. 249, 1973