

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)

横山尚秀、萩野喜作、大木靖衛

神奈川県温泉地学研究所*

Groundwater Level Monitoring in the Ashigara Plain and the Oiso Hills
(Study of Groundwater in the Ashigara Plain, Part 9)

by

Takahide YOKOYAMA, Kisaku OGINO and Yasue OKI

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture
Hakone, Kanagawa

(Abstract)

Groundwater levels and flowing rates have been observed in 13 wells in the Ashigara plain and 2 wells in the Oiso hills. The influence of irrigation and the effect of precipitation to the groundwater were remarkably large in the hydrographs from 1984 to 1985. As the 1984 annual precipitation was only 60 % of the annual average, the shortage of rain lowered the groundwater levels and lessened the discharging rates of artesian wells in the foot of Mt. Hakone. Since the 1985 annual precipitation was recovered to ordinary rate, the groundwater levels and the discharge rates were recovered to normal level. The general trend of groundwater levels for the past 5 years indicates upward tendency. Drop in groundwater levels recorded in 1984 or 1985 are considered to be a temporally lowering of groundwater level due to small precipitation. Noticeable drop of groundwater level caused by pumping hasn't appeared in the recent records.

はじめに

足柄平野及び大磯丘陵では上水道や工場水源の地下水依存度が高く、地下水は重要な水資源である。しかし、地下水利用が高まるにつれて地下水位が低下し、自噴域の縮小や沿岸域の地下水塩水化等の地下水障害が発生している(横山ほか 1980、1982、1984)。このような地下水事情から、地下水収支調査の一環として15ヶ所で地下水位等の連続観測を実施し、地下水の監視を行っている。

* 神奈川県足柄下郡箱根町湯本997 〒250-03
神奈川県温泉地学研究所報告 第17巻、第5号、127-140、1986

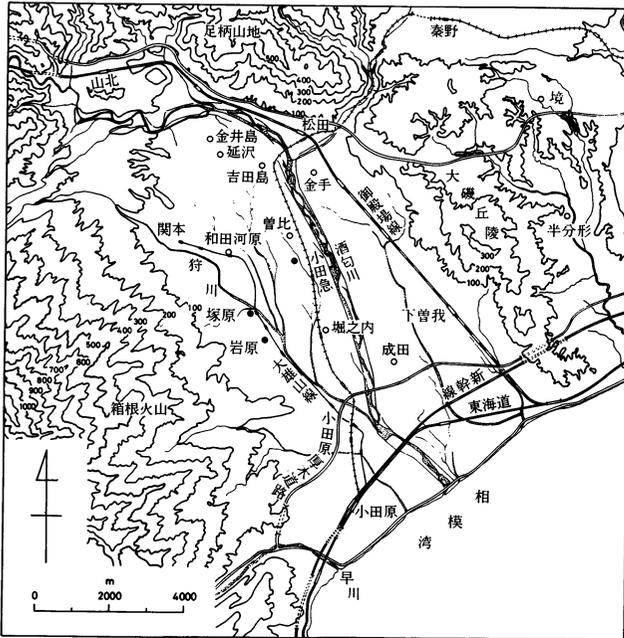


図1 観測井位置図（白丸は水位観測井，黒丸は自噴量観測井）

う地下水水位低下の進行は認められない。

これらの調査結果の詳細は次に述べるとおりである。

地下水水位及び自噴量観測結果

〔足柄平野〕 足柄平野上流部と中流部の8ヶ所に自記水位計を設置し、地下水水位観測を行っている。自記水位計はいずれも1ヶ月巻きで、金井島観測井（中浅測器製、W-761）を除きすべて坂田電機製（HRL-5）を使用している。さらに、水位観測資料を補足するため毎月1回地下水水位を成田観測井脇の浅井戸（深度6m，30m）で、自噴量を箱根山麓の2ヶ所、小田原市曾比1ヶ所で測定した。観測井の位置を図1に、井戸仕様を表1に示した。また、各観測井の観測結果を井戸毎に2年分並べて図2-1～5、及び図3、4に示した。

例年の地下水水位変化によると、灌がい用水の影響が大きい平野上流部では毎年3月に最低水位が記録され、その後水位は急上昇する。水位は8月に最高を記録した後、翌年の春まで約6ヶ月間低下を続ける（荻野ほか 1974、横山ほか 1975）。したがって、足柄平野の地下水からみた水年は4月から翌年の3月と考えられる。

このような水年の水位変化パターンは毎年同じで、夏の土曜干しのためこの時期の水位変化に凹みが生じるのが特徴である（図2-1）。しかし、最近の水位の凹みは昭和40年代ほど顕著でない。水位の凹みを挟んで初めのピーク（7月）が小さく、後のピーク（8月）が大きくて目立っている。8月になっ

本報告では昭和59年、60年の2年間にわたる地下水水位と自噴量の観測結果について検討した。昭和59年は記録的な渇水年となり、年降水量は平年値の約6割にすぎなかった。この影響が各観測井で認められ、昭和58年の地下水水位と比べ水位低下が目立った。渇水の影響は昭和60年3月まで及び、水位低下期に当たる3月の水位は例年になく低下した。しかし、昭和60年6月の大雨と灌がい期とが重なって水位は回復した。

地下水水位経年変化により最近10年間の地下水状況をみると水位は回復傾向にある。水位は昭和59年の異常渇水により一時的に低下したが、昭和60年になると水位は例年並に回復した。揚水に伴

て水位が最高となる傾向が観測されることは、昭和50年代になって土曜干し期間変更等の水田灌がい慣例が変わったためと考えられる。

昭和59年の渇水の影響に注目し、昭和59、60年の地下水位観測結果について平野上流部から順に説明すると次のとおりである。

金井島観測井 図2-1 (ア)によれば、昭和59年は水年の初めにあたる4月になっても水位上昇が始まらなかった。水位は1ヶ月以上遅れた5月中旬になって上昇を開始している。このため、8月の水位は昭和58年と比べて約2.5m低かった。これらの現象は昭和59年の少雨が原因と考えられる。昭和60年は雨が順調に降ったため、水位は例年の値にもどった。

延沢観測井 渇水の影響が最も強く現れた井戸である (図2-1 (イ))。昭和59年2月に水が涸れた後、翌年5月下旬までの3ヶ月間地下水が現れなかった。さらに、例年ならば地下水は翌年の2月頃まで涸れないが、昭和59年は12月早々に水が涸れてしまった。渇水の影響は昭和60年前半まで大きく影響し、5月中旬に再び地下水位が現れるまでの5ヶ月余りの間水位観測が出来なかった。しかし、昭和60年後半の水位は例年並となり、水位は回復した。

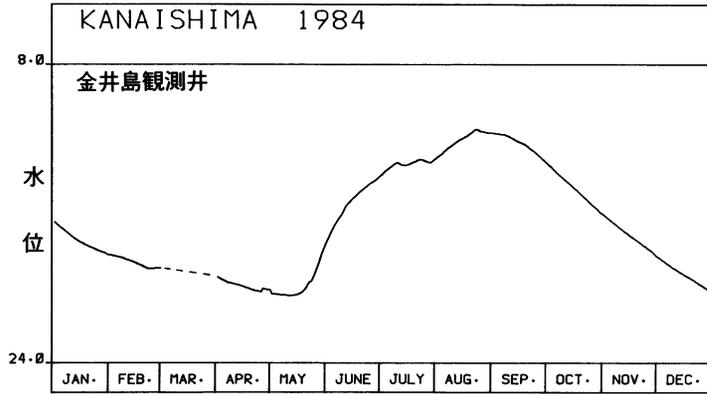
吉田島観測井 ハイドログラフ (図2-2 (ウ))によると、金井島観測井と同様に、昭和59年4月の水年当初の水位上昇開始に遅れが認められる。また、例年より早く9月早々に水位低下が始まり、翌年の昭和60年3月まで低下を続けた。しかし、昭和60年後半には水位が回復した。

曾比観測井 昭和59年の水位上昇 (図2-2 (エ))は例年に比べて遅れ、5月中旬になって1.2mの

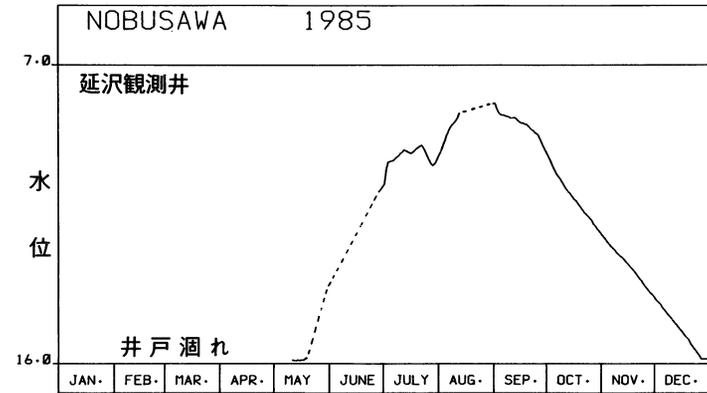
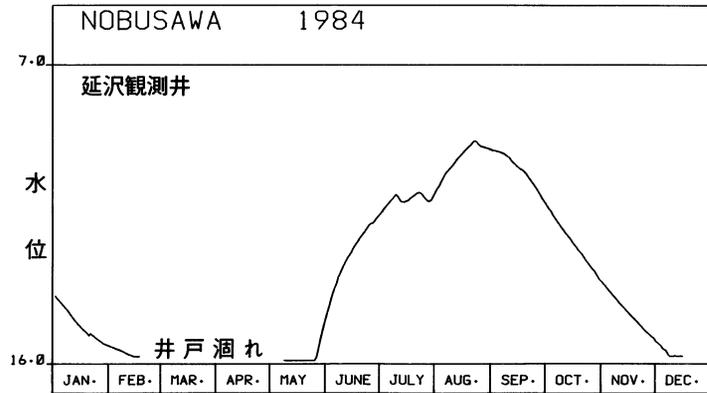
表1 地下水位観測井一覧表

No.	名 称	所 在 地	掘さく年 口	径	掘さく深度	ストレーナー	現在深度
1	金井島観測井	開成町金井島	1968	75mm	80 m	18~22, 42~46, 60~70m	38 m
2	延沢観測井	開成町延沢	不明	1,000	不明	浅井戸	16
3	吉田島観測井	開成町吉田島	1968	100	60	28~39, 55~60	32
4	曾比観測井	小田原市曾比	1968	75	60	17~21, 38~42, 51~55	47
5	和田河原観測井	南足柄市和田河原	1968	75	60	44~53, 56~61	60
6	金手観測井	大井町金手	1968	75	70	40~44, 48~52, 64~68	49
7	堀之内観測井	小田原市堀之内	1968	75	60	30~34, 42~46, 54~58	60
8	成田観測井	小田原市成田	1977	150	70	46~68	70
9	成田脇井戸A	小田原市成田	1977	25	6	3~6	6
10	成田脇井戸B	小田原市成田	1977	25	30.5	27~30	30.5
11	半分形観測井	中井町半分形	1974	250	112	44~84, 89.5~93.5	112
12	境観測井	中井町境	不明	800	17	浅井戸	17
13	片山観測井	小田原市曾比	不明	75	40	井底	40
14	加藤観測井	小田原市岩原	不明	75	30	井底	30
15	内田観測井	南足柄市塚原	不明	75	50	井底	30

図2-1 地下水位観測結果 (金井島観測井, 延沢観測井)

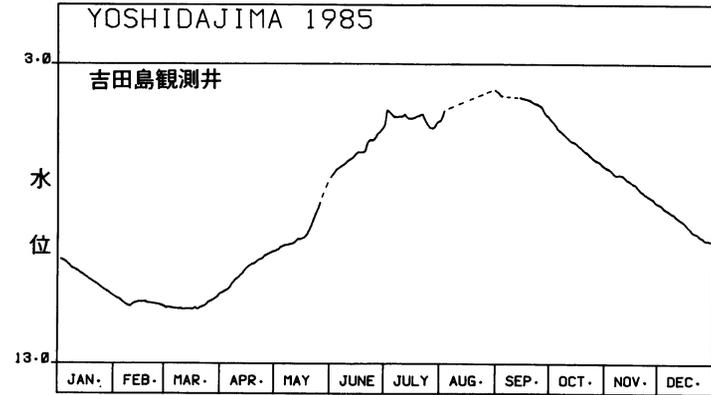
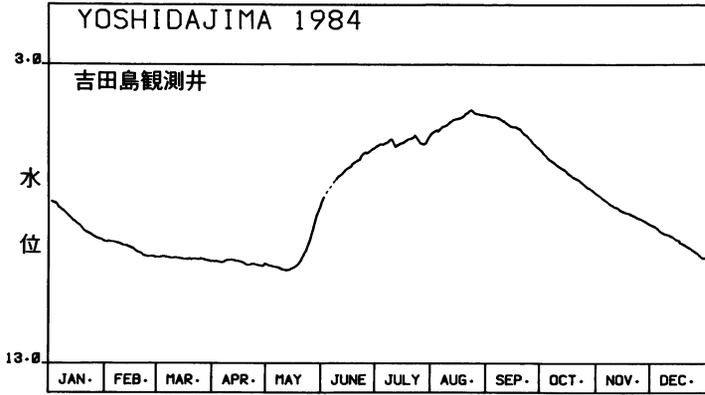


(7) 金井島観測井 (昭和59, 60年)

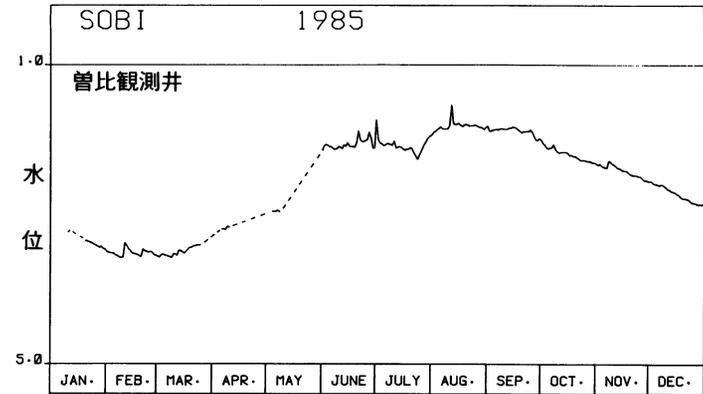
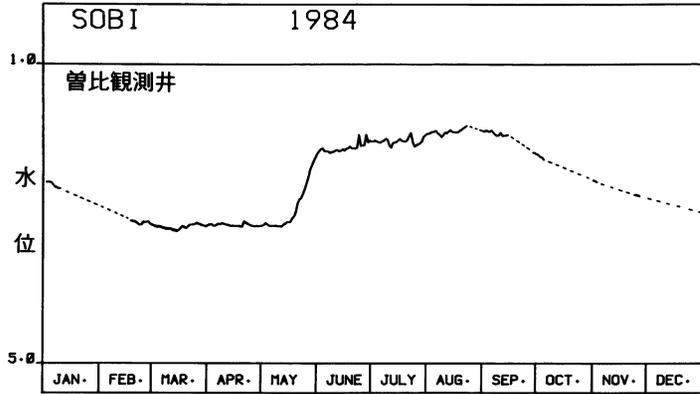


(1) 延沢観測井 (昭和59, 60年)

図 2-2 地下水位観測結果 (吉田島観測井, 曾比観測井)

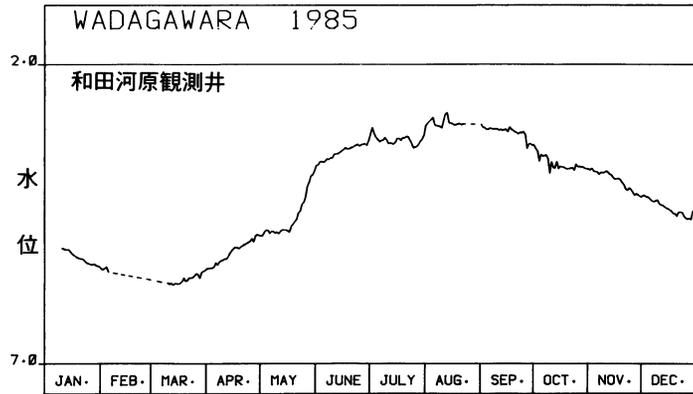
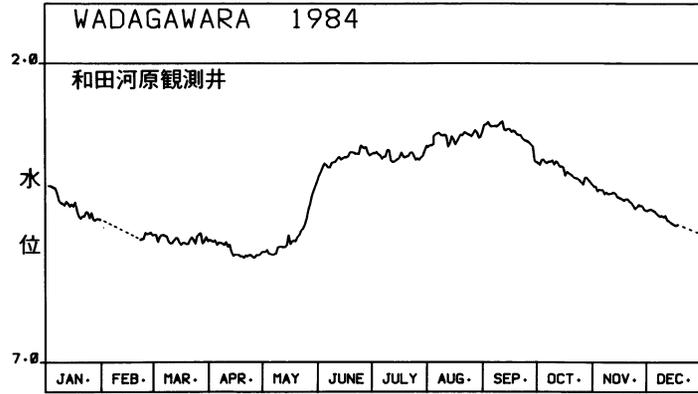


(㉞) 吉田島観測井 (昭和59, 60年)

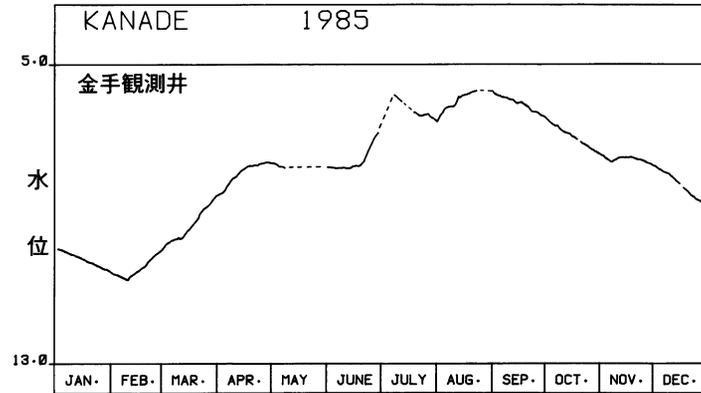
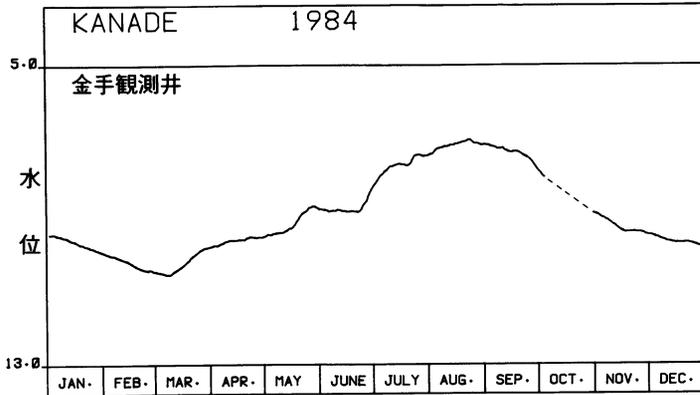


(㉟) 曾比観測井 (昭和59, 60年)

図 2-3 地下水位観測結果 (和田河原観測井, 金手観測井)

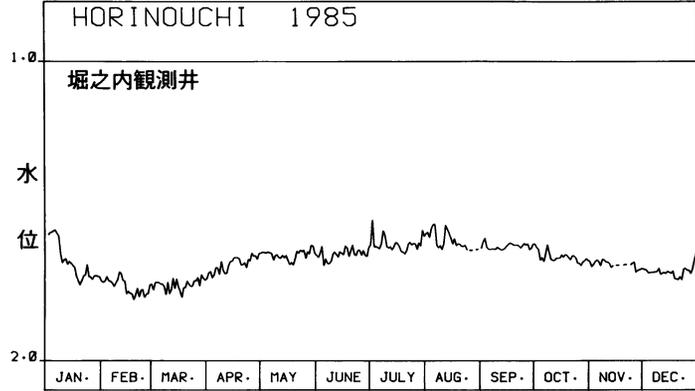
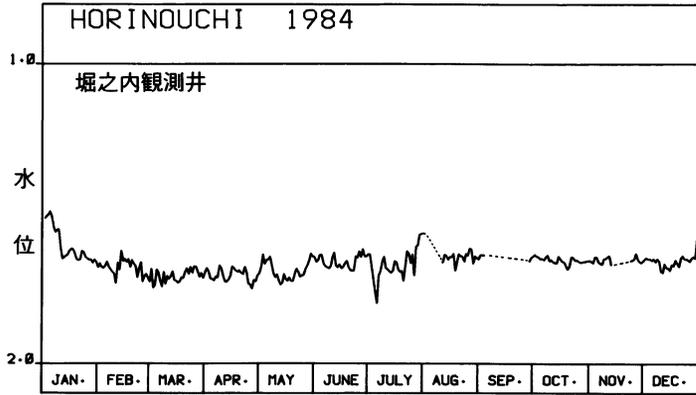


(ア) 和田河原観測井 (昭和59, 60年)

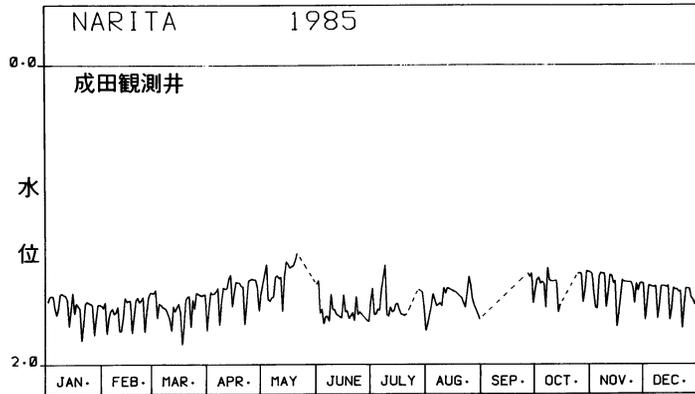
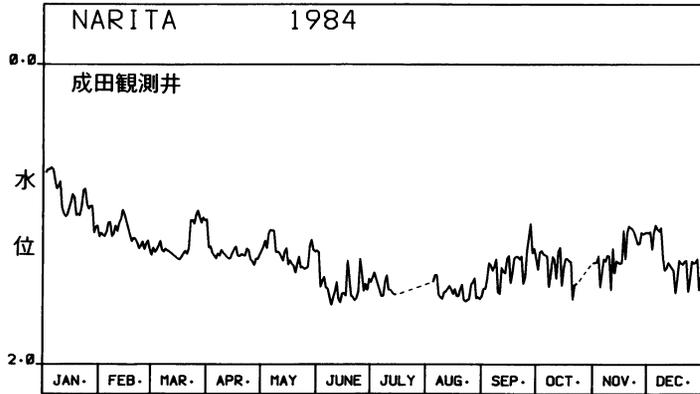


(カ) 金手観測井 (昭和59, 60年)

図2-4 地下水位観測結果 (堀之内観測井, 成田観測井)



(キ) 堀之内観測井 (昭和59, 60年)

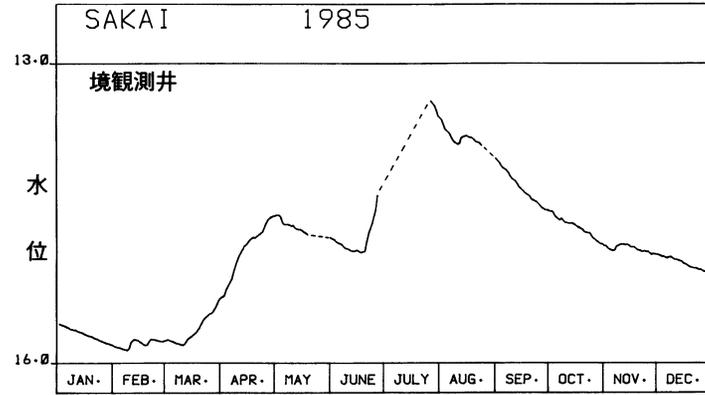


(ク) 成田観測井 (昭和59, 60年)

図2-5 地下水位観測結果 (半分形観測井, 境観測井)



(ケ) 半分形観測井 (昭和59, 60年)



(ク) 境観測井 (昭和59, 60年)

急上昇となって現れた。しかし、夏期の水位は例年並であった。渇水の影響は上流の金井島観測井や吉田島観測井ほど著しくない。

和田河原観測井 この観測井は南足柄市の工場地帯に近い。このため、工場群の用水に合わせて毎日40～50cmの水位変動が観測される。観測井は毎日未明に水位が最も上昇するので、この時の値を読み取りグラフを描いた(図2-3(オ))。水位変化グラフによると和田河原観測井にも渇水が影響し、昭和59年の水位上昇開始時期に遅れが認められる。

金手観測井 昭和59年の記録(図2-3(カ))によると、例年並に3月下旬に水位上昇率は低く、8月の水位は例年と比べて1m余り低かった。昭和60年は2月以降順調に雨が降ったため、2月から早々に水位の上昇が開始し、8月に水位は例年並まで回復した。

堀之内観測井 近くにある揚水井の影響で毎日数cmの変動が観測されている。揚水の影響が無くなる正月休み中は水位が約30cm上昇する(図2-4(キ))。普段の地下水水位は地表面下約50cmと浅い。1年間の水位変動によると3月の水位が最も低く、8月前後に最高となる年周期が認められるが、水位変動量は30～40cmと僅かである。渇水の影響は殆ど認められない。

成田観測井 自噴地帯に位置し、水位は地表から約2.5mの高さにある。水位は近くの工場水源井の影響を敏感に受け、毎日20cm余りの水位変動が観測されてる。水位は早朝に最も高くなるので、この時の値を読み取った(図2-4(ク))。揚水の影響は更に週変化となって現れている。水位は毎週月曜から金曜まで日変化しながら低下し、土日で回復する。このため水位変化グラフは鋸状となっている。そして、揚水の影響は年間の水位変動にも認められる。冷房等のため水需要が増える夏期(6～8月)に水位が低下し、グラフに凹みが出来ている。なお、昭和60年の水位は昭和59年と比べて約30cm低かった。

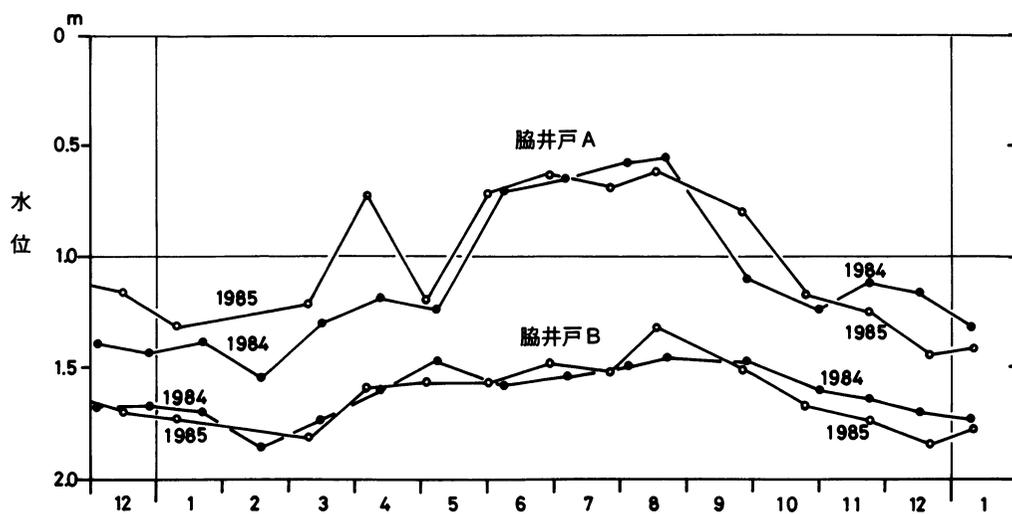


図3 成田観測井脇井戸の水位観測結果

ところで、成田観測井の脇に深度6m（脇井戸A）と30mの観測井が（脇井戸B）が設置されている（小沢ほか 1980）。脇井戸Aの地下水は自由水、脇井戸Bの地下水は被圧水である。これら観測井の地下水位を毎月1回測定したところ、水位変化は図3のようになった。図3は昭和59、60年の水位が比較出来るよう2年分の水位を併せて表した。

脇井戸Aは1、2月の水位が深く、5～9月の水位が浅い。昭和60年4月の水位上昇は大雨（図4）の影響である。5～9月の水位上昇は水田灌がいの効果である。脇井戸Bは脇井戸Aに似た水位変化が観測されており、水位は2月または3月に最低となり、8月に最高を記録している。いずれの観測井とも昭

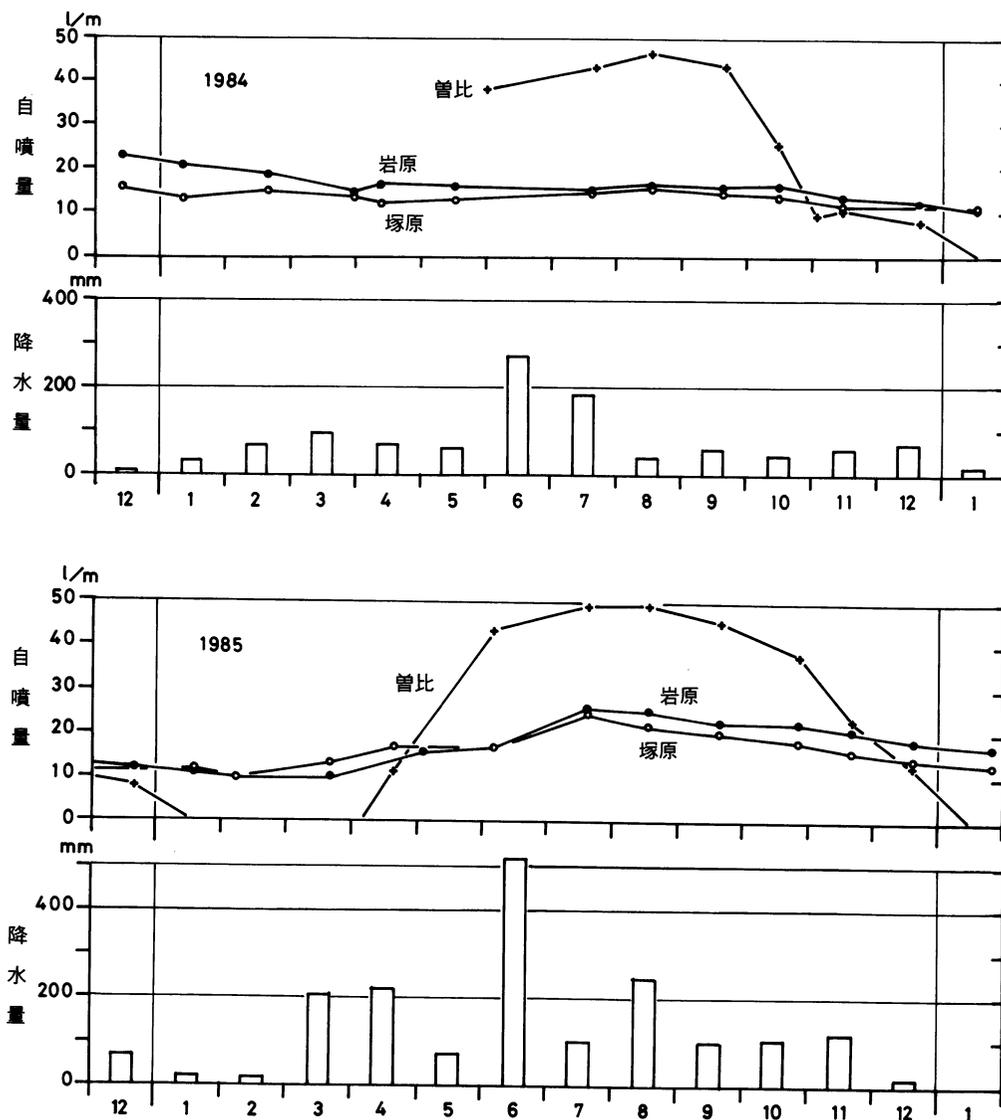


図4 自噴量観測結果

和59年と60年の水位に大きな違いは認められない。

自噴井の記録 小田原市曾比と南足柄市岩原及び塚原で自噴量を毎月1回測定した。観測結果は図4に示すとおりである。なお、後者の2井は箱根火山東麓に位置し、箱根火山山麓の地下水状況を示してくれる。

箱根火山山麓の自噴量は2井とも殆ど同様な変化をしている。平野の自噴量と異なり、灌がい用水の影響は認められない。昭和59年の自噴量を昭和60年と比較すると、昭和59年は渇水のため7月以降の水量が20ℓ/分以下で、昭和60年に比べて5～10ℓ少ない。2観測井共に冬期の自噴量が10ℓ/分ほどに減少するが自噴が停止することはない。

足柄平野中流部の小田原市曾比にある自噴井(No.34)の記録(図4)によると、井戸は4月～12月の間自噴する。4月以降自噴量は急増し、8月に最大量約50ℓ/分に及ぶ。そして、10月以降自噴量は急減し、翌年1月に自噴は停止する。自噴量は平野上流部の水位同様に水田灌がいの影響が大きい。

〔大磯丘陵〕 大磯丘陵では中井町半分形と境の2ヶ所で地下水位を観測している。観測井の仕様は表1のとおりである。半分形観測井は深度112mの深井戸で地下水は被圧されている。しかし、丘陵斜面の高台に位置するため自噴しない。境観測井は深度17mの浅井戸で地下水は自由水である。丘陵の上に位置し、厚いローム層中に掘削されている。両観測井とも坂田電気製自記水位計(HRL-5、1ヶ月巻き)を使用している。

半分形観測井 小沢ほか(1977)が既に報告しているように、被圧水のため気圧変化に敏感に反応するほか、揚水の影響が認められる。しかし、降水の影響はすぐに水位上昇となって現れない。また、灌がい用水の影響は認められない。

昭和59年の水位変化(図2-5(ケ))によると、1月の水位が最も高く、12月まで緩やかに低下している。水位は途中6月と12月に一時的に上昇したが上昇量は僅かであった。水位低下は翌年の3月まで続き9mを越えた。この間の水位低下量は4.5mである。渇水の影響は昭和59年後半から60年前半まで続き、昭和59年末の水位は昭和59年初の値に比べ約80cm低くなった。

境観測井 ハイドログラフ(図2-5(コ))によると、水位は昭和59年6、7月に14m台まで上昇したが、8月以降翌年の2月まで低下し続けた。最も低かった昭和60年2月の水位は約16mであった。しかし、昭和60年2月、3月、6月にまとまった雨が降ったため水位は回復し、7月には13m台まで上昇した。

地下水位の経年変化

最近の地下水位変化の傾向を把握するため、各観測井の3月中旬と7月中旬の水位を用いて水位経年変化をグラフに表した(図5、6)。図5には足柄平野観測井の代表として4井を選び、年降水量と地下水揚水量を併せて示した。また、図6は半分形観測井の7月中旬の水位経年変化である。

〔足柄平野〕 足柄平野では昭和40年代に地下水揚水量の増加によって水位が低下したが、昭和50

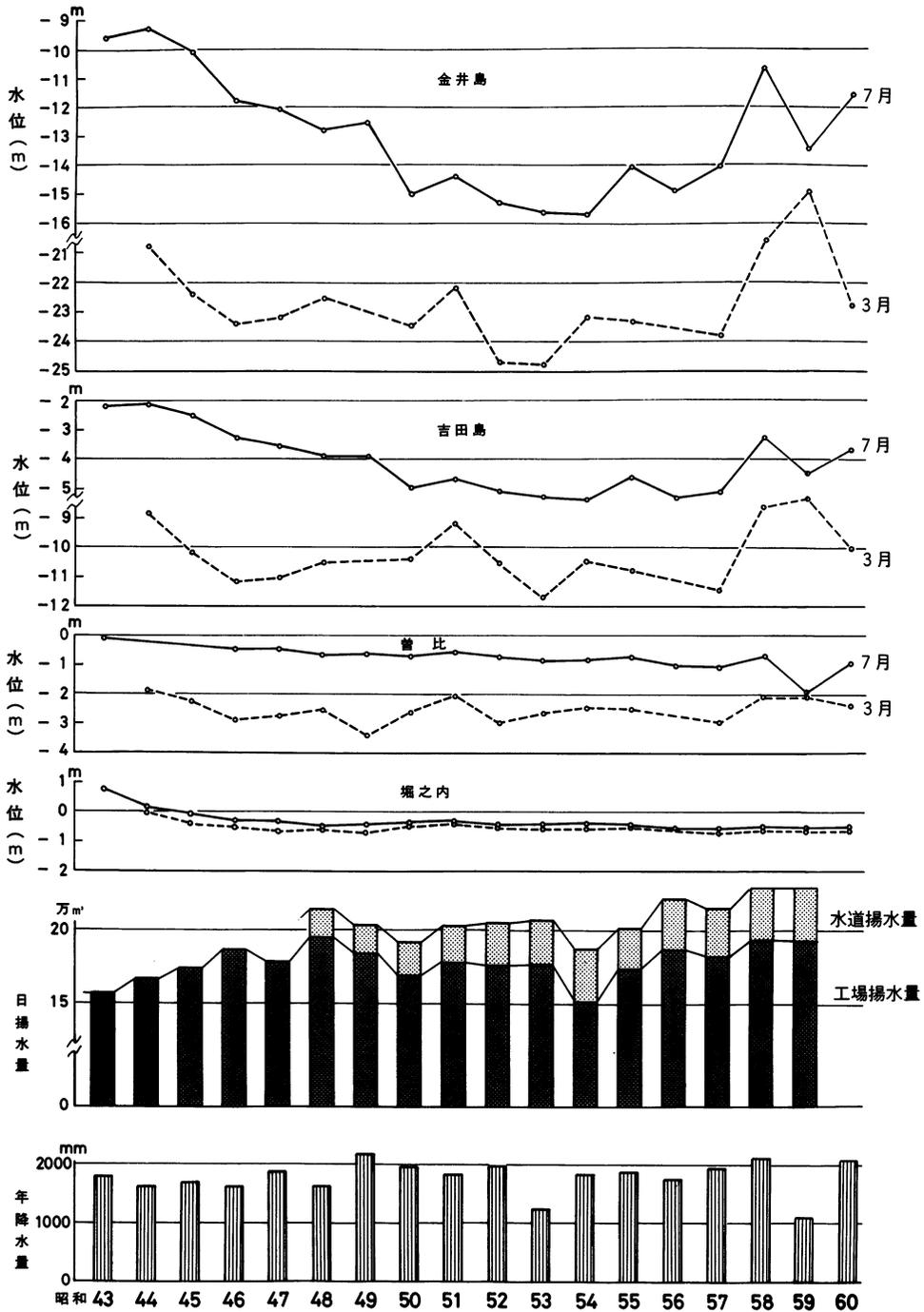


図5 足柄平野主要観測井の地下水位経年変化

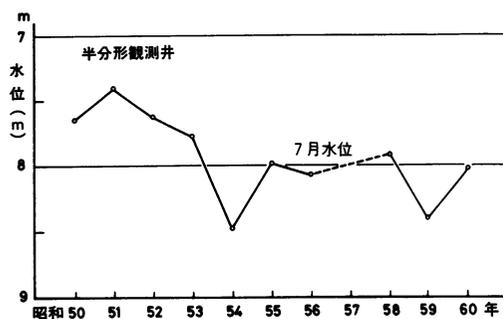


図6 半分形観測井の地下水水位経年変化

年代になると揚水量は僅かな減少、或は横ばいとなって、著しい水位低下は停止している（横山ほか 1984）。昭和55年以降は揚水量が再び増加傾向となり、昭和59年の揚水量は平野全体で日量22万 m^3 を越えている。

図5によると7月（昭和59年）と3月（昭和60年）に水位低下が認められる。しかし、前節で述べたように、この水位低下は昭和59年の少雨に起因している。少雨の影響は以前にも観測

されており、足柄平野では昭和53年の渇水により一時的な水位低下が観測されている。なお、昭和60年7月の水位は昭和58年並の位置まで上昇し回復が認められている。

〔大磯丘陵〕 大磯丘陵の地下水は降水の影響と揚水の影響を受けている。足柄平野と異なり、灌がいの影響がないので、降水量減少の影響は大きい。昭和53年渇水の影響が翌年に現れたように、昭和59年7月の水位は著しく低下した。

おわりに

地下水の枯渇を監視するため足柄平野で地下水水位と自噴量を、大磯丘陵で地下水水位を観測した。昭和59、60年の観測結果を取りまとめたところ次のとおりになった。

(1) 足柄平野では昭和59年の少雨の影響が平野上流部の観測井に顕著であった。渇水による地下水水位低下は半年余りの間続いたが、昭和60年の順調な降水と灌がいの効果により水位は回復した。また、箱根火山山麓の自噴井にも地下水水位同様に渇水の影響が認められた。

(2) 大磯丘陵でも昭和59年の渇水が地下水水位に影響し、昭和60年2、3月の水位は著しく低下した。しかし、昭和60年8月には例年並の水位まで回復した。

(3) 足柄平野及び大磯丘陵の地下水水位経年変化では昭和53年や昭和59年のように、著しく降水量が少ないと、地下水水位が一時的に低下することが認められる。しかし、昭和50年後半の水位は回復傾向にあり、地下水揚水等の人為的な要因による水位低下の進行は認められない。

謝辞

本調査にあたり、井戸所有者及び土地所有者には水位観測に便宜をはかっていただいた。また、県小田原土木事務所、県企業庁三保事務所には調査資料を提供していただいた。温泉地学研究所平賀士郎研究部長からは有益な示唆をいただき、諸星忠義管理課長ほか研究所職員には調査に当たり協力して頂いた。以上の方々に厚くお礼いたします。なお、この調査は神奈川県温泉地学研究所温泉等研究調査費による。

参考文献

- 荻野喜作、横山尚秀、加藤浩、川合康男（1974）、足柄平野の地下水（その1）－開成町付近の地下水－、神奈川温研報告、Vol.5、No.3、155－166.
- 小沢清、荻野喜作（1977）、大磯丘陵中井町地域の地下水位連続観測、神奈川温研報告、Vol.8、No.3、135－144.
- 小沢清、荻野喜作（1980）、大磯丘陵西部における地下水位観測 昭和52年～54年（1977～1979）、神奈川温地研報告、Vol.12、No.2、51－56.
- 小沢清、荻野喜作、粟屋徹（1980）、足柄平野中流部における観測井の掘さく－足柄平野の地下水（その4）－、神奈川温地研報告、Vol.12、No.2、57－62.
- 横山尚秀、荻野喜作、加藤浩、大木靖衛（1975）、足柄平野の地下水（その2）、神奈川温研報告、Vol.6、No.3、133－140.
- 横山尚秀、荻野喜作、大木靖衛（1977）、足柄平野の地下水（その3）、神奈川温研報告、Vol.8、No.3、115－124.
- 横山尚秀、荻野喜作、平野富雄、小沢清（1980）、足柄平野下流部の地下水について－足柄平野の地下水（その5）－、神奈川温地研報告、Vol.12、No.2、63－74.
- 横山尚秀、荻野喜作、小沢清（1982）、足柄平野の地下水位観測結果（1981）、足柄平野の地下水（その6）、神奈川温地研報告、Vol.13、No.5、91－98.
- 横山尚秀、荻野喜作、平野富雄（1984）、足柄平野及び大磯丘陵の地下水位観測結果について（足柄平野の地下水その7）、神奈川温地研報告、Vol.15、No.5、73－84.
- 横山尚秀、荻野喜作、大木靖衛（1985）、足柄平野上流部の地下水流動機構と水温変化（足柄平野の地下水 その8）、神奈川温地研報告、Vol.16、No.4、77－90.



写真1 観測井 金井島観測井