

# 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)

横山尚秀, 荻野喜作, 小沢 清

神奈川県温泉地学研究所\*

Monitoring of Groundwater Level, Ashigara Plain  
(Groundwater of Ashigara Plain, Part 6)

by

Takahide YOKOYAMA, Kisaku OGINO and Kiyoshi OZAWA

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture  
Hakone, Kanagawa

(Abstract)

In addition to the previous two observation wells, 6 wells have been newly added for the groundwater monitoring system of the Ashigara plain.

The general trend of water levels for 5 years from 1970 to 1975 had been lowered by increase of pumping wells. The drop rate of the groundwater level ranged from 0.75 m/year to 0.11 m/year. Considering groundwater budget of the upper Ashigara plain, the groundwater recharge at the marginal boundary is supplementally taking place to fill the loss of groundwater storage.

### はじめに

足柄平野には砂礫層が厚く堆積しているため、良質で豊富な地下水が胚胎され、古くから地下水の利用が行われている(香川, 1948)。

昭和35年頃から小田原市を中心に工場の進出が始まり、地下水利用状況は大きく変った。水源井の掘さく数の増加に示されるように、地下水利用量は毎年増え続けた。昭和48年には足柄平野全体で約19.5万m<sup>3</sup>/日の揚水量となり、この20年間の最大量を記録した。

一般に、地下水揚水量の増大は地下水位の低下をひき起こし、低下が著しい場合は地盤沈下や地下水の塩水化等の地下水障害が発生する。障害発生の可能性は、それぞれの地域の水文地質状況と地下

\* 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13巻, 第5号, 91-98, 1982



観測している。曾比観測井，和田河原観測井，堀之内観測井，成田観測井は平野の中流域に位置し，被圧地下水を観測している。

足柄平野下流域に観測井を設置していないが，工場水源井で定期的な地下水位観測が行われているので，資料不足を補うことが出来る。

各観測井の地下水位記録は図2に示す処理手順に従ってコンピュータ処理し，データ読み取りからデータファイルの作成，グラフの作図が行われる。昭和56年の観測記録を図3に示す。なお，金井島観測井は昭和44，48，52，56年の水位変化を対比して図4に示した。

地下水位記録は各観測井とも前年同様の年間水位変化のパターンを示している。上流域の観測井はかんがい期の水位上昇と非かんがい期の水位下降が顕著である。水位の年較差は12～7mと大きい(表2)。

一方，中流域では年間の変化量が3～0.3mで，上流域から離れるほど変化量は小さい(表2)。また，観測井の内には付近水源井の影響(日変化)が大きい井戸がある。和田河原観測井の0.6m，成田観測井の0.2mが顕著である。

成田観測井や堀之内観測井では地下水利用量の年間変化と呼応した地下水位変化が記録され，夏季に水位が低下する。

### 地下水位の経年変化

県企業庁では三保ダム建設工事の足柄平野地下水への影響調査を目的に，昭和43年から13年間にわたり地下水位観測を行った。

観測井の内，足柄平野の上流から順に金井島観測井，吉田島観測井，牛島観測井，曾比観測井，堀之内観測井の5井を選び，観測井ごとに7月の水位について経年変化を図5に示した。

観測井の地下水位は，堀之内観測井は昭和40年代前半，他は昭和40年代後半に低下傾向を示している。すなわち，地下水位は昭和40年代にあった揚水量の増加に呼応した低下傾向を表わし，各期間の前後と比べて低下率が大きい。しかし，昭和50年代になると揚水量の増加が止むと，地下水位は揚水量の傾向とほぼ同時に横這いとなる。

それぞれの観測井の平均水位低下率を求めると，金井島観測井で0.75m/年，吉田島観測井で0.40m/年，牛島観測井で0.35m/年，曾比観測井で0.11m/年，堀之内観測井で0.37m/年であった。上流

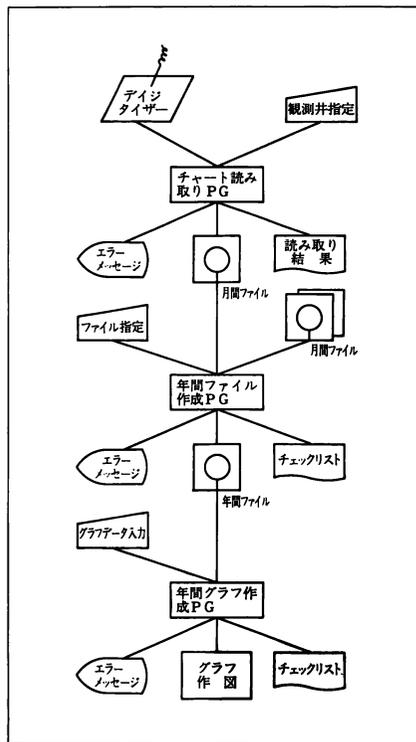
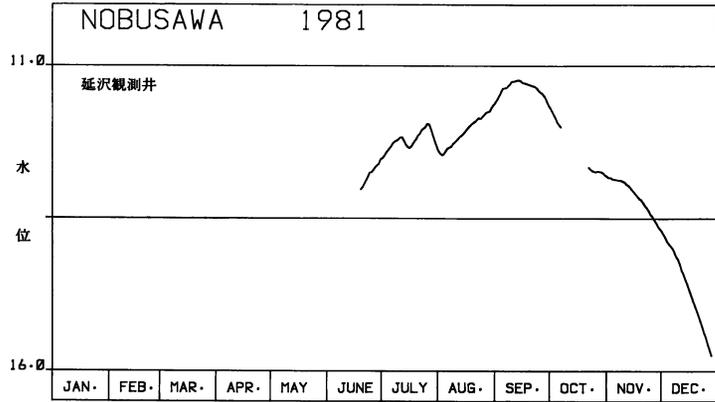
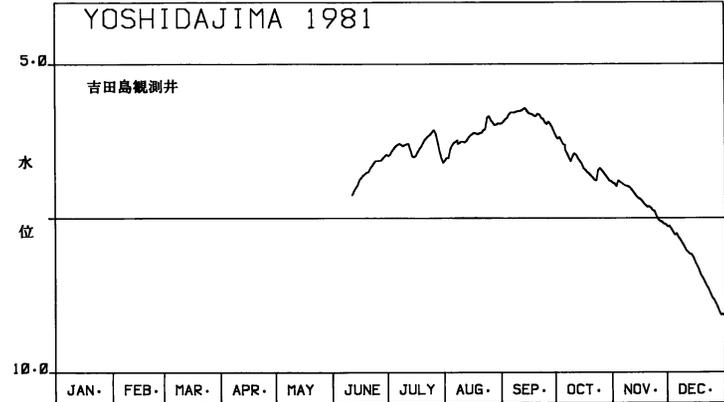


図2 地下水位記録処理の流れ図

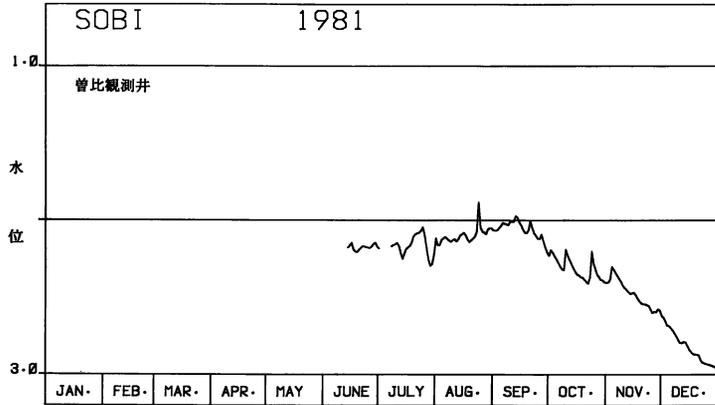
図3 地下水位観測結果(1)



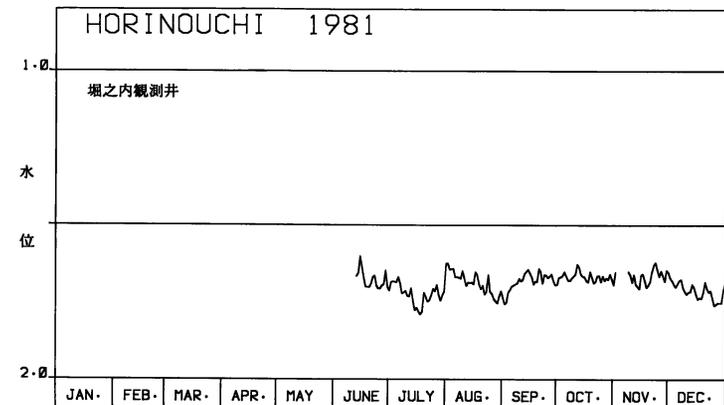
延 沢 観 測 井



吉 田 島 観 測 井

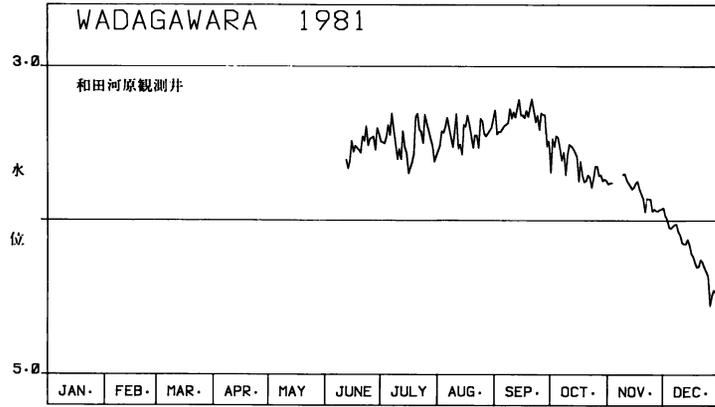


曾 比 観 測 井

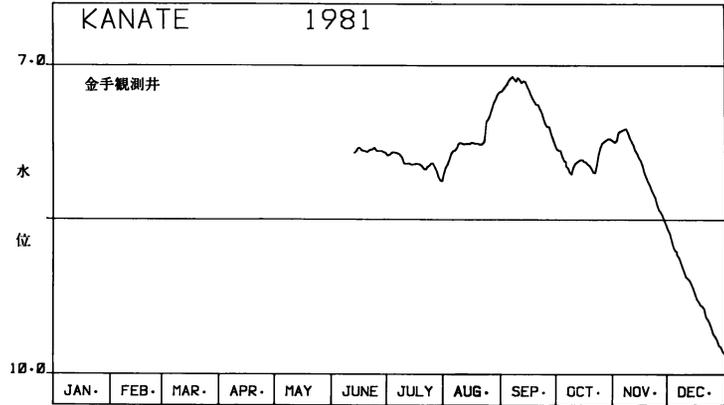


堀 之 内 観 測 井

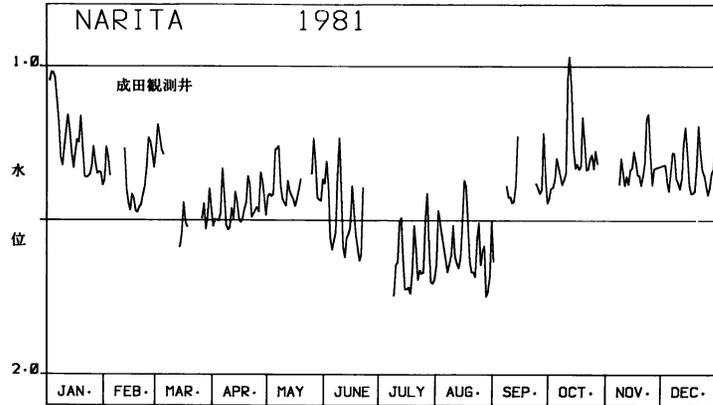
図3 地下水位観測結果(2)



和田河原観測井



金手観測井



成田観測井

表3 地下水位変化量(m)

観測井	最高水位	最低水位	変動量
金井島観測井	13.51	19.12	5.61
延沢観測井	11.24	15.74	4.50
古田島観測井	5.72	9.09	3.37
曾比観測井	1.76	2.98	1.22
和田河原観測井	3.21	4.48	1.27
金手観測井	7.11	9.80	2.69
堀之内観測井	1.55	1.78	0.23
成田観測井	0.94	1.75	0.81

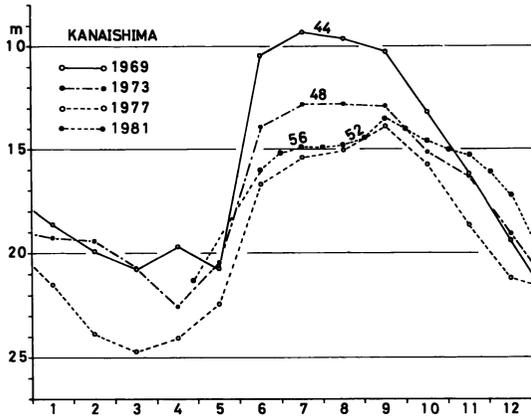


図 4 金井島観測井の地下水位観測結果

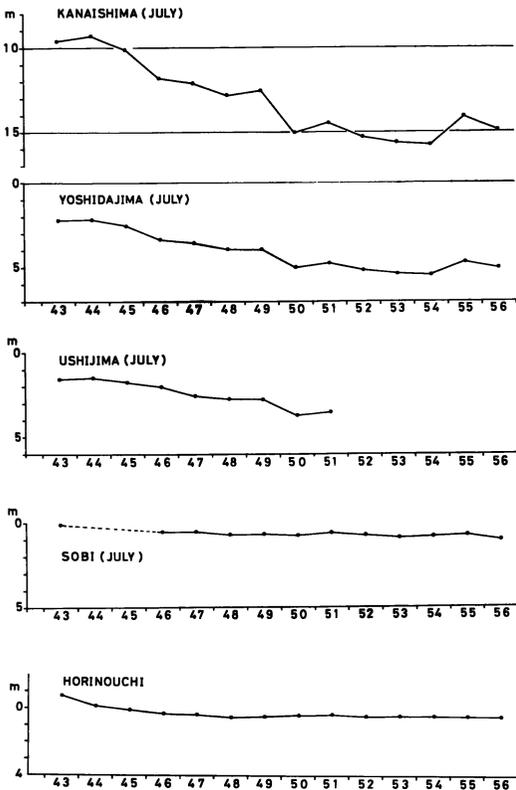


図 5 地下水位の経年変化

域の水位低下率は年間水位変動量の5～6%に相当する。

足柄平野上流域の地下水収支

足柄平野上流域で観測された地下水位の経年変化について検討したところ、地下水位は揚水量の増加に呼応して低下している。そして、揚水量が一定となると地下水位も横這いとなることが分った。

このことは、揚水の他に人為的な影響が無いとすれば、地下水の利用状況に対応した地下水収支上の平衡状態が形成されることを表わす。そこで、足柄平野上流域の開成町付近を単純モデル化し、地下水の水収支を計算した。統計資料が得やすく、水文地質学的に均一な地域と考えられるからである。

足柄平野の模式的な地下水流動モデルを図6に示す。上流域は平野地下水系における涵養域に位置付けされる。主な地下水の涵養源はかんがい用水や河川水の伏没浸透である。そして、箱根火山や足柄山地からの地下水流入も十分考えられる。

そこで、Bredehoeft and Young (1970) の水収支式に従って水収支計算を行った。新たな揚水が行われる前の地下水涵養量を  $R_0$ 、流出量を  $D_0$  とすれば  $R_0 + D_0 = 0$  ……(1) また、揚水量  $Q_k$  に伴う地下水涵養量及び流出量の変化量をそれぞれ  $\Delta R_0$ 、 $\Delta D_0$ 、地下水貯留量の変化を  $dV/dt$  とすれば

$$(R_0 + \Delta R_0) - (D_0 + \Delta D_0) - Q_k + dV/dt = 0 \dots\dots(2)$$

となる。したがって、(1)式と(2)式から  $\Delta R_0 - \Delta D_0 - Q_k + dV/dt = 0$  ……(3) となる。ところで、上流域は顕著な加圧層が認められないから自由地下水域とみなせる。帯水層の産水率を  $S_y$ 、対象面

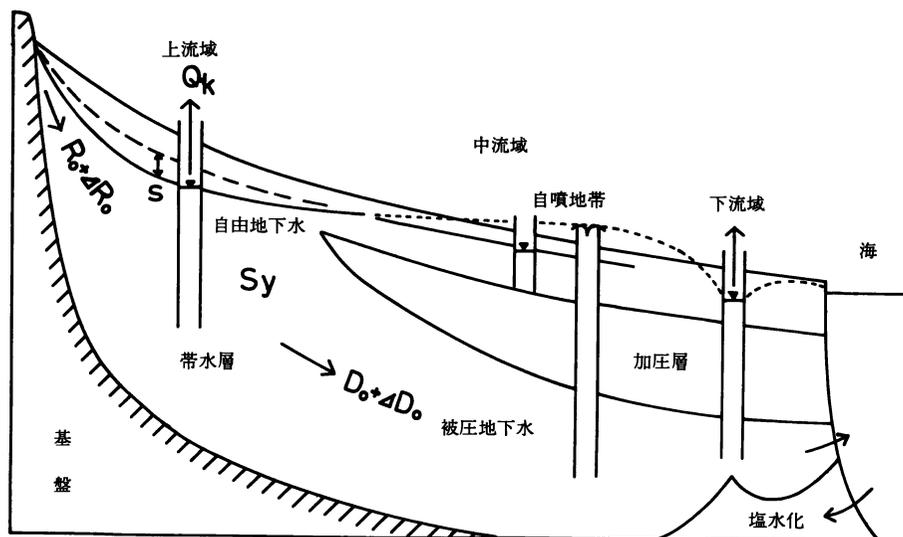


図 6 足柄平野の地下水流動モデル

積を  $Ab$  とすれば、水位低下量  $s$  を  $s = \Delta V_{ki} / (S_y \cdot Ab)$  ……(4) で表わせる。

そこで、揚水量増加に伴う地下水涵養量、流去量の変化を 0 と仮定して(4)式により水位低下量を求めることにする。揚水量の増加量が貯留量の変化量となるから、 $\Delta V_{ki}$  は  $45.7 \text{ km}^3/\text{年}$  である。面積を  $6 \text{ km}^2$ 、産水率を 0.15 とすれば、水位低下量は  $0.5 \text{ m}/\text{年}$  となる。

実際に観測された地下水位の低下率は平均  $0.4 \text{ m}/\text{年}$  であるから、計算値の方が  $0.1 \text{ m}/\text{年}$  だけ大きい。このことは、揚水に伴う地下水涵養量と地下水流去量の変化があったことを意味し、新たな揚水量変化に対応した地下水収支の平衡状態が形成されることを裏付けている。

足柄平野上流域の地下水位低下率は水位の年間変化量 5～6% であった。平野の地下水流動モデル(図 6) に示されるように、地下水位の低下は地下水涵養のある境界では水頭勾配を増大させ、中流域との境界では水頭勾配を減少させる。

水位低下による帯水層の厚み変化の割合は小さく無視出来る。したがって、ダルシー則により、地下水位低下は地下水涵養量を増大させ、流去量を減少させることがわかる。

揚水量増加にともなう地下水位低下を 5% と仮定すれば、これによる地下水涵養量は 5% 増加し、地下水流去量は 5% 減少することになる。したがって、(2)式は

$$(R_0 + 0.05R_0) - (D_0 - 0.05D_0) - Q_k + dV/dt = 0$$

となるから  $0.1R_0 - Q_k + dV/dt = 0$  という関係が得られる。

これは、地下水揚水により涵養量が 10% 増加したことを意味し、新たな地下水収支の平衡状態が形成されたことを示す。

## ま と め

昭和56年度から新たに6観測井が加わり、水位観測体制が強化されたので、地下水位記録の処理システムを開発した。そして、各観測井の記録を整理するとともに、水位の経年変化について検討したところ、次のような傾向を把握することが出来た。

- (1) 昭和56年の地下水位は前年同様の变化で、水位低下の傾向は認められなかった。
- (2) 地下水位は堀之内観測井で昭和40年代前半に、他は昭和40年代後半に低下率を増大させて低下した。そして、昭和50年以降は水位低下は止まり、横這い状態が続いている。
- (3) 地下水位低下は揚水量の増加と対応する。水位低下率は0.75~0.11m/年で、年間変化量の5~6%であった。
- (4) 開成町付近の地下水収支計算を行ったところ、揚水量の増加とともに水位が低下し、地下水涵養量が増加し、地下水流出量は減少する。こうして、新しく地下水の水収支は平衡状態となる。

## 謝 辞

本調査にあたり、環境総務室、温泉地学研究所管理課には観測井移管にあたり協力いただいた。企業庁三保ダム管理事務所からは貴重な観測資料を提供していただいた。また、温泉地学研究所長大木靖衛博士、平賀士郎研究部長からは有益な示唆をいただいた。以上の方々に厚く御礼します。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った。

## 参考文献

- BREDEHOEFT, J. D. and R. A. YOUNG (1970), The temporal allocation of ground water—A simulation approach, *Water Resources Research* Vol. 6, No. 1, 3-21.
- 香川幹一 (1948), 足柄平野の掘抜井戸盆地, *地理評* Vol. 21, No. 4-6, 180-181.
- 神奈川県企業庁 (1965), 酒匂川流域地下水調査報告書 p. 99.
- 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, 横山尚秀, 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.