

足柄平野の地下水(その2)

横山尚秀*, 荻野喜作*, 加藤浩**, 大木靖衛*

神奈川県温泉研究所

Groundwater of Ashigara Plain (2)

by

Takahide YOKOYAMA, Kisaku OGINO, Hiroshi KATŌ and Yasue ŌKI

Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture

Hakone, Kanagawa

(Abstract)

The Ashigara plain is divided into three zones based on the surface gradient; the upper zone forming an alluvial fan is 1/75-1/100, the intermediate zone is 1/200-1/250, and the lower zone is 1/500.

In the upper zone of the plain, the groundwater is recharged by the water stream of the Sakawa river and the summer irrigation for the paddy field; the groundwater system of the upper zone is largely influenced by the Sakawa river. Cultivation of the paddy field during summer makes the permeation of water to depth and raises the groundwater level by a few meters. On many logs of wells, a layer of black silt is recognized and the hydrogeological property of the upper zone is explained as follows; the fan gravels above and below the silt layer provide good aquifers and their permeabilities are on the order of $1-4 \times 10^{-1}$ cm/sec.. The groundwater of the upper zone is a free water system yielding 30,000m³/day by pumping. In the intermediate zone, the deposits of the shallow horizons contain clay materials and provide two aquifers. The groundwater of the lower horizon belongs to a confined water system.

A simple hydrogeological model of a homogeneous aquifer is applied to evaluate the water budget of the groundwater system. The recharging from the paddy field and the Sakawa river and the discharging to the intermediate zone are estimated of the simple model of the upper zone by the digital computer.

*神奈川県温泉研究所 神奈川県箱根町湯本997 〒250-03

**神奈川県立山北高校 神奈川県山北町向原2370 〒258-01

神奈川県温泉研究所報告 第6巻, 第3号, 133—140, 1975

はじめに

足柄平野は南東に相模湾を面し、足柄山地、箱根山、大磯丘陵に囲まれた矩形の平野である。酒匂川は川音川、狩川を合流し、平野を斜に横切って流下している（図1）。平野は扇状地の性質を持ち、地表面の傾斜は1/75~1/500で砂礫層を厚く堆積している。

足柄平野は地下水が豊富であるが、その調査報告は多くない。古くは香川（1948）が自噴井調査を行っており、その後井上義光（1962）が測水調査を実施している。1960年代になり、小田原市内に工場が進出するようになった。この頃から神奈川県企業庁の酒匂川開発基礎調査が始まり、毎年総合的な水文調査資料が報告されるようになった。今までに発表された地下水に関する報告書に付いて、足柄平野の地下水（その1）にまとめられている。

今まで足柄平野では工場が進出し、市や町の給水量が増え、次々と井戸が掘さくされ、地下水の揚

水量は次第に増加し、平野に掘られていた掘抜井戸の自噴圧力の低下が引き起こされている。

調査地域および調査方法

足柄平野は酒匂川によって形成された扇状地の性質を備えた沖積平野である。鈴木（1971）によれば、足柄平野の現地地形面はその傾斜の変換点である標高35mと10mの等高線付近に境界線を引き、平野を上流、中流、下流域に区分している。地表面の傾斜は上流域(1/75~1/100)、中流域(1/200~1/250)下流域(1/500)と次第に小さくなっている（図2）。

酒匂川は氾濫をくり返し、右岸地域（上流、中流域）には多くの微高地（自然堤防）を残している。この微高地には集落が形成され、島の名称の付く地名で呼ばれている。この集落では共同井戸が掘さくされ、地下水の利用が行なわれている。

酒匂川左岸地域には松田付近の川音川扇状地、大磯丘陵に沿った小扇状

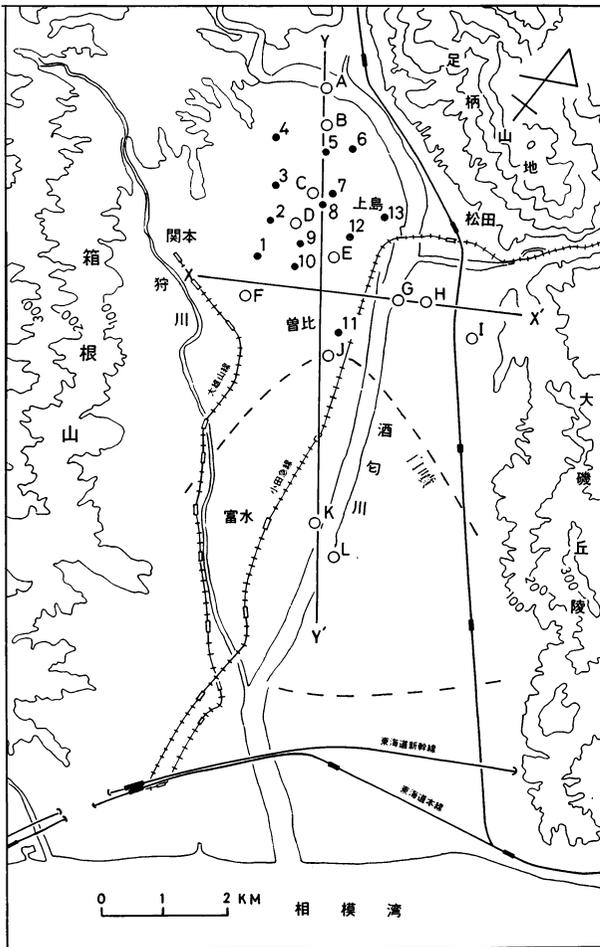


図1 観測井分布図（白丸は地質資料、黒丸は水位観測井、X-X'とY-Y'は断面位置を示す）

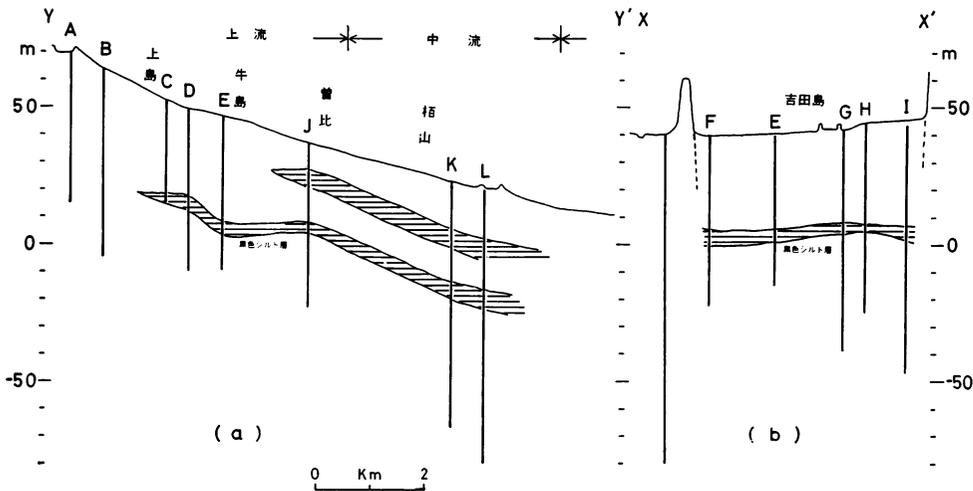


図2 地質断面図 (A～Iは井戸名称, 横線はシルト層を挟む粘土層)

地、鴨宮付近の台地、国府津から小田原にかけて海岸砂丘がみられる。

地下水調査は上流域から始め、下流域へ順に拡大してゆく方針である。上流域は足柄平野の地下水涵養域と考えられており、地下水がどのように涵養されるか検討する必要がある。今年度調査の対象となっている上流域には、南足柄市、開成町、松田町が属している。

今回は個別訪問による深井戸利用調査と浅井戸の測水調査を主に行なった。とくに、井戸掘さく時の地質資料は地下の水理地質を解明するのに重要である。浅井戸の水位資料は地下水の涵養に大きな役割をはたしている水田の灌漑と地下水位の変化との関係を知るために必要である。

この報告では観測結果をもとにして、足柄平野上流域の地下水の水収支シミュレーションに用いる地下水流動系モデルの作成を目的とした。

水文地質

足柄平野には工業用水源として100余の深井戸が掘さくされている。井戸掘さく資料は平野に砂礫が厚く堆積していることを示している。丹沢山地、足柄山地、そして箱根山や富士山の火山に近いので凝灰岩や閃緑岩の礫が多く、熔岩や火山灰がみられる。足柄平野の地質については神奈川県地質調査報告書(1971)に詳しい。

平野の地質資料から平野の地質として次の3つの特色が読み取れる。

1) 平野には砂礫が200m以上の厚さで堆積している。上流域は地形、地質とも扇状地性で、上流域ほど礫が多く、中流域に移るにつれて粘土やシルト分を含むようになる。

2) 平野上流、中流域にかけて2～10mの黒色の腐植物を含むシルト層を挟む粘土層が地下40m付近に広く分布している。

表 1 揚 水 資 料

名 称	静 水 位	揚 水 水 位	揚 水 量	透 水 係 数
明 治 コ ム 化 成	1.4 m	2.23m	2,700m ³ /day	2.5×10 ⁻¹ cm/sec
足 柄 上 衛 生 組 合	13.75	15.03	3,800	1.9×10 ⁻¹
山 陽 ス コ ッ ト	5.90	9.85	4,000	1.0×10 ⁻¹
共 同 井 戸 (No. 4)	12.94	13.14	120	1.8×10 ⁻¹
富 士 機 器				4.0×10 ⁻¹

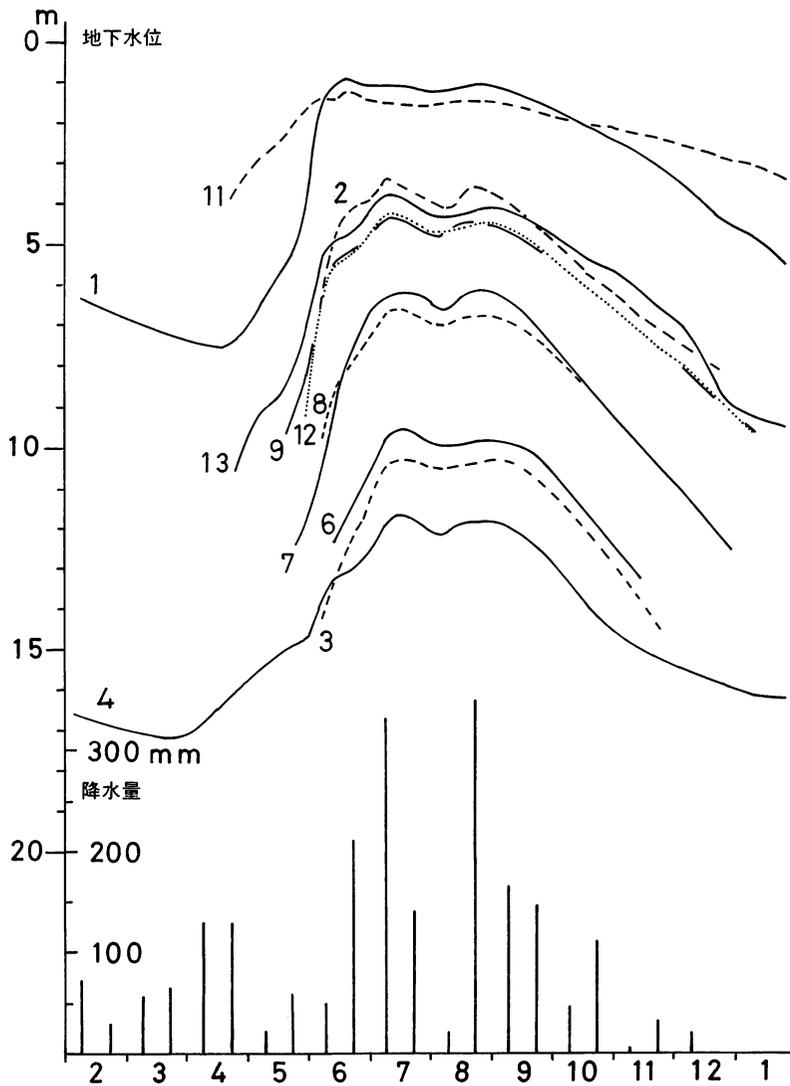


図 3 地下水位観測記録 1974 (井戸番号は図 1 と同じ。降水量は開成町第 3 水源地で観測)

3) 酒匂川左岸地域には火山灰を含む砂利層が厚く堆積する地域がある。

これらの特徴によって足柄平野の水文地質を上流域を中心に検討する。図2 (a, b) は地質断面図である。

腐植物を含む黒色シルト層は連続性が良いので鍵層とすることが出来る。掘さく資料毎にシルト層を追跡すると、シルト層は金井島あたりでは認められないが、延沢あたりからはっきりし、中流域の富水付近まで良く追跡された。

シルト層を挟む粘土層を境に上流域の堆積物を上位堆積物と下位堆積物とに区分する。このシルト層は上流域では不透水層としての役割は小さいが、中流域では重要な難透水層* となっている。

上流域では上位堆積物は火山噴出物を挟むものの、透水性の良い1層の帯水層として取扱える。この帯水層中の地下水は自由水の性質を持ち、工業用水源や一般家庭の水源として多く利用されており、その量は $30,000m^3$ /日に達している。

上位堆積物は上流域から中流域に移るにつれて次第に砂礫層中にシルトや粘土を含み、2層以上の帯水層に分かれてくる。分かれた帯水層の内、下層の帯水層の地下水は被圧され、一般家庭の比較的浅い自噴井はこの帯水層から採水しているものが多い。

下位堆積物も透水性の良い砂礫層である。上流域では被圧されていないが、中流域になると被圧されてくる。その境界を自噴帯の分布状態 (図1) から推定すると、上流域と下流域の境界と良く一致するようだ。

水源井の揚水資料から帯水層の透水係数を算出すると、表1に示すように上位堆積物・下位堆積物とも $1 \sim 4 \times 10^{-1} cm$ /秒と透水性はかなり良い。しかし、地質断面図に示されているように、地層中の透水性の良い部分は次第に薄くなってくる。

酒匂川左岸地域の松田から国府津まで火山灰を含む厚い砂利層 (層厚約50m) が細長く南北に分布しているが、その透水性は $10^{-3} cm$ /秒のオーダーで余り良くない。

地下水位変動

足柄平野上流域で地下水位変動を調査するために13個所の井戸を選び、毎月2～4回の頻度で測水して地下水位変化の連続資料を得た。観測井の位置を図1に、それぞれの記録を図3に示す。

上流域の浅井戸は深度20m余りのものから5m余りのものまで多様であり、地盤標高が高くなるほど井深が深くなる傾向がある。浅井戸の多くは深度10数m程の井戸で、井深の深い地区では部落ごとに共同井戸を掘さくしている例が多い。地下水位は中流域に近づくとき浅くなり、例えば牛島あたりでは地下1～3mで、栢山付近では河床に地下水が湧出しているところもある。

観測井の水位記録 (図3) をみると、井戸水が冬季に枯れる例が多い。渇水期の水位測定例は少ないが、上流域の年間変動量は7～10mと推定され、中流域に近づくとき3m (No. 11) と小さくなる。

*付近の民家の自噴井に影響を与えないように、この難透水層以深で採水している。

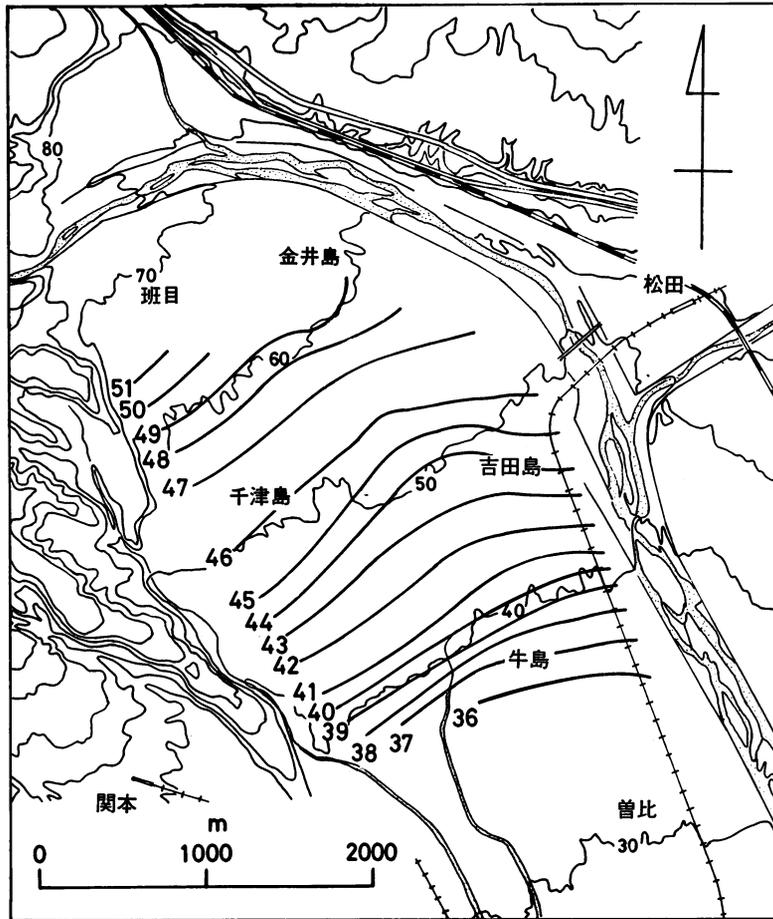


図4 地下水面図(足柄平野上流域, 1974. 8. 6~7)

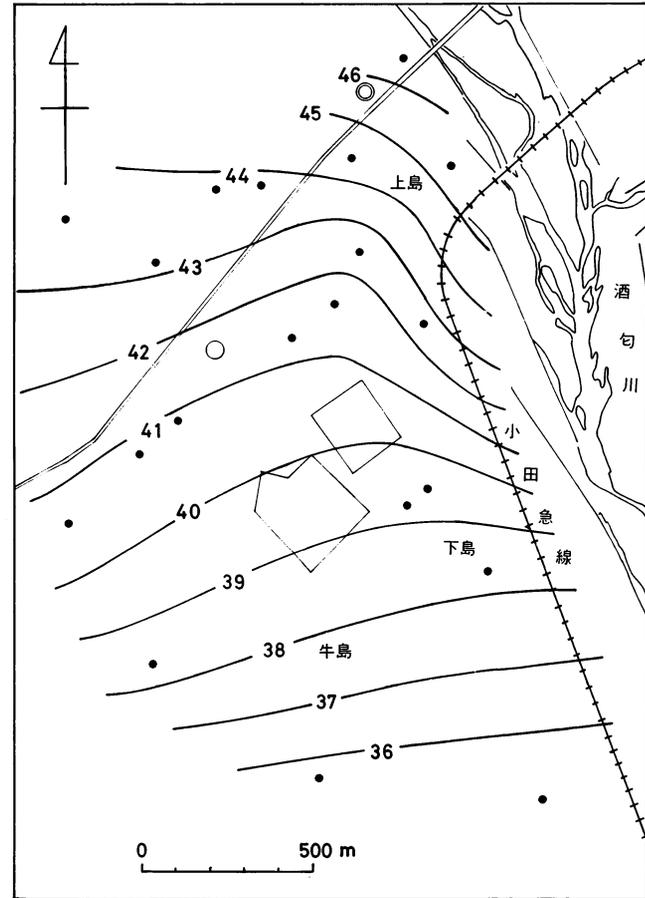


図5 地下水面図(吉田島付近, 1974.11.12, 黒丸は観測井)

1年間の水位変化は図に明らかなように、水位変動曲線の勾配から4～6月の水位上昇期、6～8月の高水位期、9～3月の水位低減期とに分けることが出来る。

上昇期は4月から始まり、5月中旬から6月上旬に1～2m/10日ともっとも大きな上昇率を示す。この期間は丁度水田代掻き期に相当する。7月になると地下水位の上昇は止み、土用干しの間一時的に低下する。8月下旬に一旦上昇した水位は以後低減期に入り、1.0～1.5m/月の割合で低下しつづける。

降水量と水位変動と比較すると、地下水位は降水量が増大する前に急上昇し、降水に対応した変化をしない。地下水は水田からの浸透水により涵養を受け、水田への灌漑用水の引水の影響が大きい。とくに、代掻き期には田が耕され、地表からの浸透が促進される。

調査地域内では県企業庁が5箇所の深井戸で地下水位連続観測を実施している。観測記録をみると、ストレーナーの位置が下位堆積物であっても、地下水位は浅井戸（上位堆積物）と同じ高さで、同様な地下水位変動を示している。したがって、上流域では上位堆積物と下位堆積物が同一帯水層であると考えて取扱えることがわかる。

地下水面分布

地下水の流動状況を調べるために、上流域の測水調査を実施した。地下水面を二次元的に考え、井戸の地下水面を海拔標高で表わすと、地下水面等高線を描くことが出来る。一般に地下水は高所から低所に、谷の部分に集まるように流れる。

図4は昭和49年8月6～7日にかけて実施された測水結果をもとに描いた地下水面図である。地下水面はほぼ地表面と同じ分布をしているが、牛島から吉田島にかけて谷となっている。この谷の上に揚水量の多い工場が立地している。谷は牛島より下流で消滅してしまう。

谷の部分詳しく調査した結果を図5に示す。吉田島の工場地帯が谷の中心になっており、そこで大量の地下水が揚水されている。酒匂川河床からの伏没涵養と工場地帯での大量揚水の影響が重なって、図のような地下水面分布が形成されていると思われる。

地下水モデル

足柄平野上流域の水文地質および水収支のモデルについて検討するために、足柄平野上流域について明らかになった事項をもとに、次のような条件をもつ単純なモデルを考える。なお、下位堆積物はその厚さが不明瞭であるので、計算は上位堆積物について行なった。計算機は神奈川県保健教育センターのTOSBAC—5100を使用した。

- 1) 単一帯水層：上流域は一層の透水性の良い帯水層で構成されている。地下水は自由地下水の性質を持っている。
- 2) 境界条件：地下水は上流域で北側から南側へ地形に沿って流れ、酒匂川の涵養量は多くない。

扇端部に相当する中流域では地下水面が浅くなり、一部湧水となって河床に流出する。西側の関本丘陵からの地下水涵養は殆んど無い。

3) 地表からの涵養：代掻期に水田からの浸透量が大きく、夏季に地下水位を数 m 上昇させる。一方、降水が直接浸透する量は少ない。

4) 水理定数：帯水層の透水係数は平均値として $2 \times 10^{-1} cm/秒$ とし、貯留係数は0.20とした。

以上のようなモデルについて、足柄平野上流域を二次元として扱い、400 m メッシュに区切り、地下水位変動を計算した。このモデルにもとづいて酒匂川からの伏没涵養量や中流域への流出量を境界条件として検討するために、計算をくり返し試行錯誤を行なった。

酒匂川の伏没涵養は上島から下島にかけての河床で行なわれ、大口あたりでは数千 $m^3/日$ と少なく見積った方が良い。関本丘陵との境界では地下水の流入は考えず、中流域との境界では外側に定水位を仮定しても良いことがわかった。

謝 辞

調査にあたり南足柄市役所、開成町役場では資料収集のために便宜をはかって下さった。また、工場・事業主の方々には井戸掘さく資料を提供していただいた。測水調査では地元の方々のお世話になった。神奈川県保健教育センター所長小山光久氏は計算機の使用に便宜を計って下さった。牧野弘美管理課長をはじめ温泉研究所職員の方々には調査にあたり協力していただいた。上記の方々に厚くお礼申し上げます。

なお、この調査の費用は県衛生部温泉等研究調査費によった。生活環境課長塚田康之助氏をはじめ関係者の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 井上義光(1962), 足柄平野の地下水, 地理学評論, Vol. 35, No. 12, 642.
- 香川幹一(1948), 足柄平野の掘抜井戸盆地, 地理学評論, 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, 企業庁総合開発調査課.
- 神奈川県(1967—1974), 酒匂川総合開発基礎調査報告書, 昭和41年度—昭和48年度.
- 神奈川県温泉研究所(1968), 酒匂川流域地下水調査検層報告書.
- 神奈川県(1971), 神奈川県地盤地質図, 企画調査部防災消防課.
- 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—, 神奈川県温泉研報告, Vol. 5, No. 3, 155—166.
- 鈴木隆介(1963), 箱根火山北東部における軽石流の堆積とそれに伴った地形変化について, 地理学評論, Vol. 36, No. 1, 24—41.