

## 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)

横山尚秀\*、荻野喜作\*、大木靖衛\*、結田康一\*\*

神奈川県温泉地学研究所\*\*\*

Groundwater Recharge Process in the Upper Part of the Ashigara Plain  
Inferred from Changes in Groundwater Temperature Distribution  
(Study of Groundwater in the Ashigara Plain, Part 10)

by

Takahide YOKOYAMA, Kisaku OGINO, Yasue OKI and Koichi YUITA

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture  
Hakone, kanagawa

(Abstract)

The process of groundwater recharge in the Ashigara plain was studied by monitoring groundwater temperature from November, 1983 to February, 1986. During 1984 and the first half of 1985, the temperature of groundwater was remarkably affected by the cold winter temperature. When the groundwater level lowered considerably, intrusion of (winter) cool river water or warm (summer) surface water into the deeper part of the aquifer are shown in the annual profiles of water temperature. In 1985, the wide range of temperature fluctuation to be more than 4 deg. was observed along the Sakawa river. Looking over the fluctuation of the groundwater temperature and tracing the movement of cool and warm water, two main recharge process of the groundwater were recognized. One is the periodical percolation of irrigated water or rain water and the other is the constant infiltration of river water. Water supplied by these recharge processes moves as the groundwater flow in the Sakawa alluvial fan. This interpretation given by temperature distribution is good agreement with the distribution of groundwater heads.

### はじめに

足柄平野上流部は酒匂川と川音川の扇状地によって構成されており、平野地下水にとって箱根火山と並び主要な地下水かん養域である。一般に扇状地は地表水が浸透し易く地下水かん養が盛んで、地下水の流速は早く水循環が早い。足柄平野上流部の地下水は河川水と水田かんがい用水等の地表水によってかん養され、これらとの結び付が強い。

\* 神奈川県温泉地学研究所

\*\* 農林水産省農業環境技術研究所

\*\*\* 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、141-158、1986

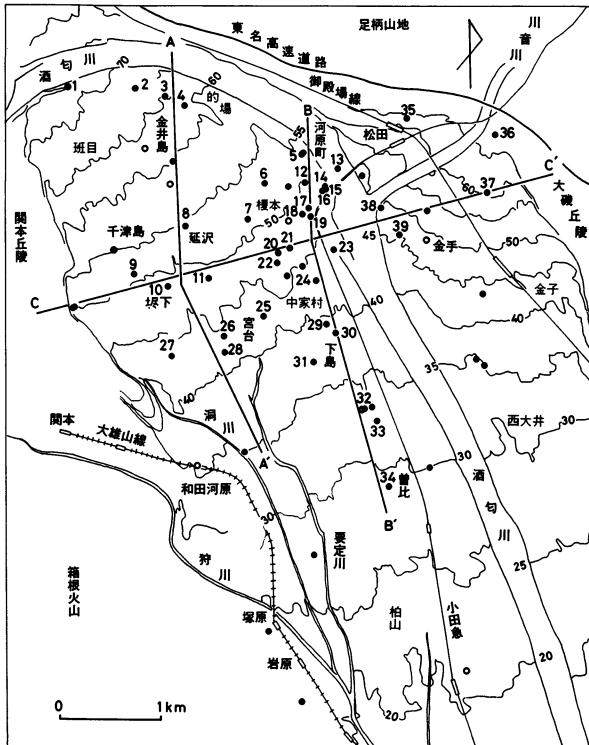


図1 調査地域および観測地点  
(A-A', B-B', C-C'は断面線)

足柄平野の農業活動と地下水との関係を見ると、灌がい期の地下水かん養状況について荻野ほか（1974）、横山ほか（1975、1977）の報告がある。足柄平野上流部は灌がい期の地下水位上昇が顕著で、水田灌がい地下水に及ぼす影響が特に強いので、農地が持つ水かん養機能の分析調査にとって好適な地域である。

扇状地の水かん養機構解明のため昭和58年末から足柄平野上流部を調査地域とし、地下水温を指標とする地下水かん養機能解明調査を行っている。水循環が早い扇状地では地下水温は良好なトレーサーとみなされており、本調査でも既にその有効性が認められている（横山ほか1985）。

以上のような理由から昭和60年も前年度に引き続き地下水温測定を主体とする地下水調査を実施した。とくに、前年

度調査で明らかになった河川水のかん養（伏流浸透）や農業活動と地下水温変化との関係に着目し、水温形成と地下水かん養との係わりについて検討した。

### 調査地域の水文地質

酒匂川扇状地及び川音川扇状地の地質は小沢ほか（1982）によって調査されている。これにより平野上流域の地下水帯水層を次の様に区分した。

沖積層上部層は砂れき層で、山北火山砂れき層と併せて上部帯水層と呼ぶ。この帯水層の下限は地表から15～20mである。これらの地層の下位に層厚20～30mの砂れき層から成る沖積層中部層があり、中部帯水層と呼ぶ。この地層は扇状地を構成する主帯水層である。この地層の下位にある洪積層の砂れき層を下部帯水層と呼ぶ。下部帯水層は工場用水や公営水道水源井の主採水層となっている。

いずれの帯水層も透水性が良く、良好な帯水層である。しかし、扇頂部では1～3月の渇水期に水位が低下し、上部帯水層は地下水が涸れることがある。

平野上流部では上部帯水層と中部帯水層の間に不透水層は認められず、地下水は連続していると考えられる。中部帯水層と下部帯水層の間には埋没段丘を示す火山灰層を挟む所があるが、不透水層とは

表1 調査井の仕様

No.	名 称	井深 m	ストレーナー m	帯水層	No.	名 称	井深 m	ストレーナー m	帯水層
1	足柄電設	49	37.5~48.5	中部	21	山陽スコット	40	27.6~36.2	中部
2	開成町1号	80	36~58	下部	22	山陽スコット	40	27~36	中部
3	開成町2号	80	41~47, 52~69	下部	23	開成町4号	80	52~74	下部
4	開成町3号	80	47~69	下部	24	小野	20	井底	上部
5	足柄光学	30	25~29	中部	25	露木	20	井底	上部
6	足柄農協	55	—	下部	26	草柳	6	井底	上部
7	日石 G. S.	30	—	中部	27	青木	11	井底	上部
8	遠藤	30	井底	中部	28	露木	22	井底	中部
9	山崎	30	井底	中部	29	井上	21	井底	上部
10	ウォーターケム	60	51~58	下部	30	辻村	(5)	井底	上部
11	高橋	19	井底	上部	31	府川	21	井底	上部
12	北村	18	井底	上部	32	八幡神社	14	井底	上部
13	酒匂川	—	—	地表水	33	暗渠排水	1	—	上部
14	白石	11	井底	上部	34	片山	40	井底	中部
15	林	15	井底	上部	35	鈴木	(10)	井底	上部
16	小野	28	井底	中部	36	田中	(18)	井底	上部
17	大鐘	25	井底	中部	37	山崎	19	井底	上部
18	渡部	21	井底	中部	38	健楽園	(10)	井底	上部
19	北村	(10)	井底	上部	39	小島	40	井底	中部
20	山陽スコット	55	37~48	中部					

認められない。したがって、各帯水層間で地下水は容易に移動出来ると考えられる。しかし、酒匂川扇状地の扇端部にあたる小田原市曾比より下流側で上部帯水層、中部帯水層、下部帯水層とも不透水層を挟み、被圧地下水が胚胎され、自噴帯が形成される。

調査地域は扇状地堆積物が厚く、多量の浸透水を地下に貯留出来るので、足柄平野上流域が平野地下水のかん養域としての適性を備えている。

### 調査方法

掘削深度やストレーナー位置等の井戸仕様が明らかで、現在も使用中の井戸37ヶ所、暗渠排水口1ヶ所、酒匂川表流水1ヶ所を選び定期観測を行った。各観測点の仕様を表1に、その位置を図1中に示す。なお、本年度は川音川扇状地の観測井を3ヶ所増やして調査の充実を計った。

井戸のストレーナー位置によると、調査井の採水対象となっている帯水層は民家の開放井を除けば同一帯水層が多い。これらの調査井は揚水設備があり、水温はポンプを充分稼働させて温度が安定した後蛇口で測定した。温度計は水銀温度計を用いた。測定頻度は毎月1回である。また、臨時に5ヶ所の井戸を選び数回水温を測定した。この井戸は現在使用されず、揚水設備が無いので熱電対センサー

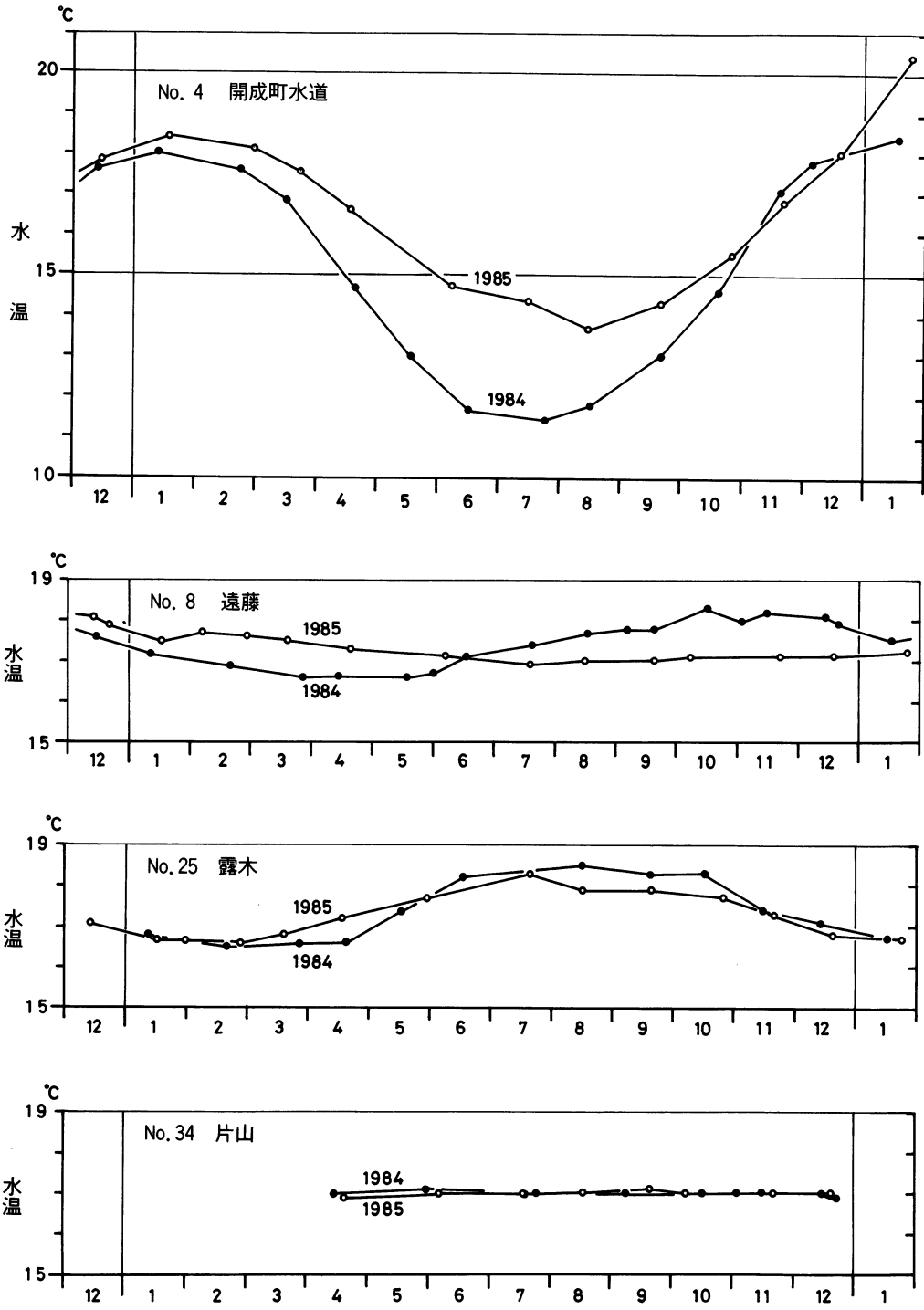


図2 酒匂川扇状地の地下水温度変化 (昭和59, 60年)

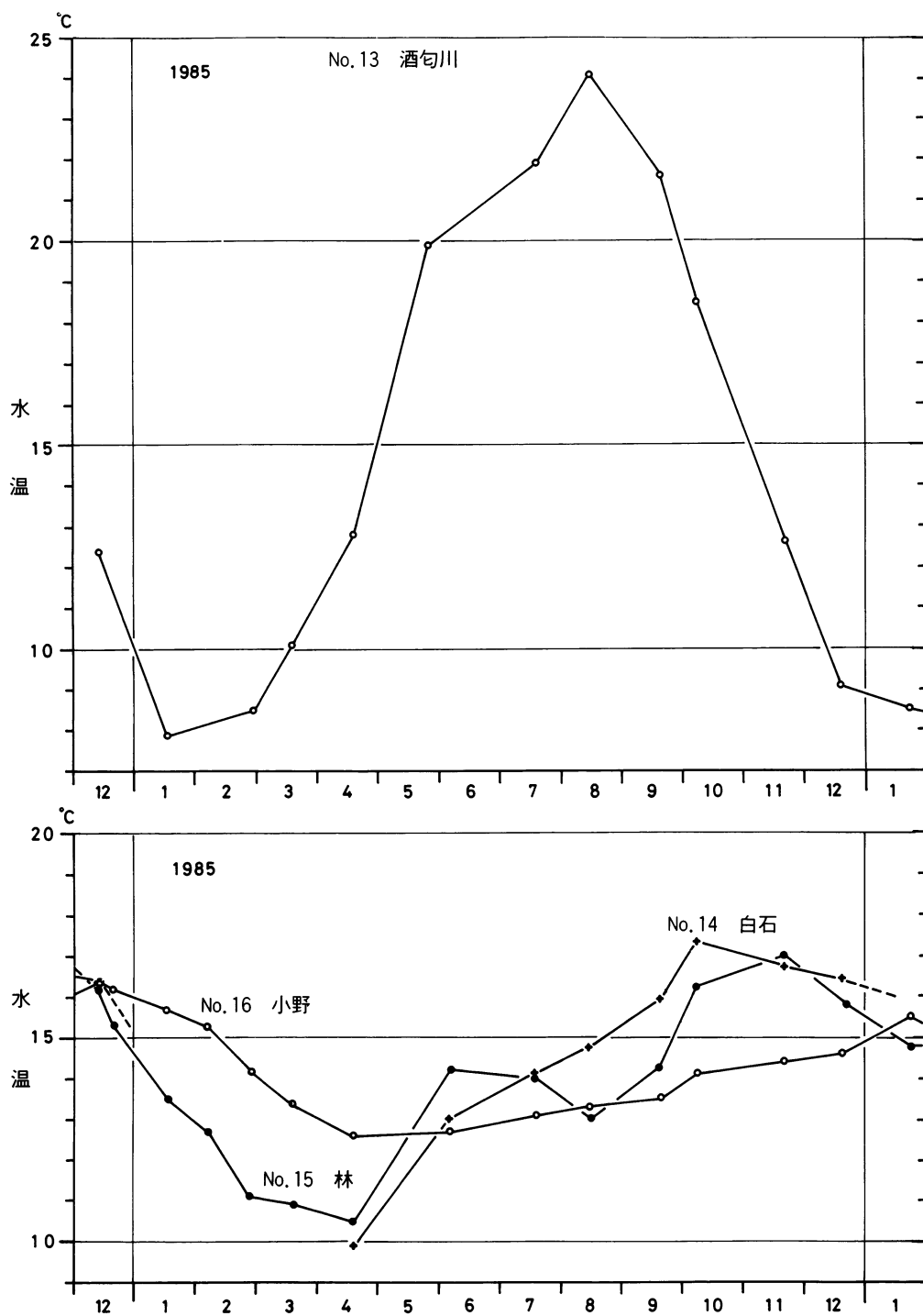


図3 河原町地区の地下水温変化 (昭和60年)

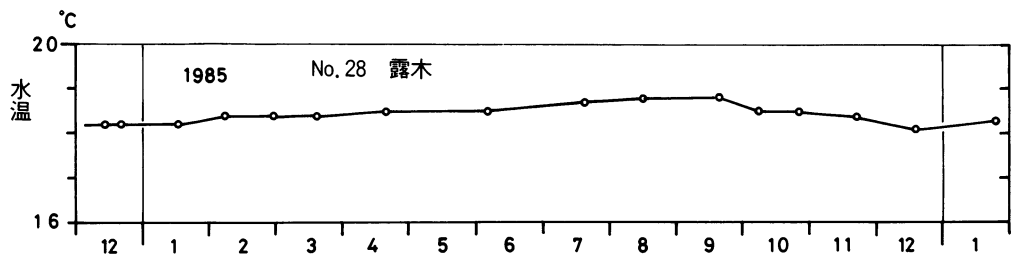
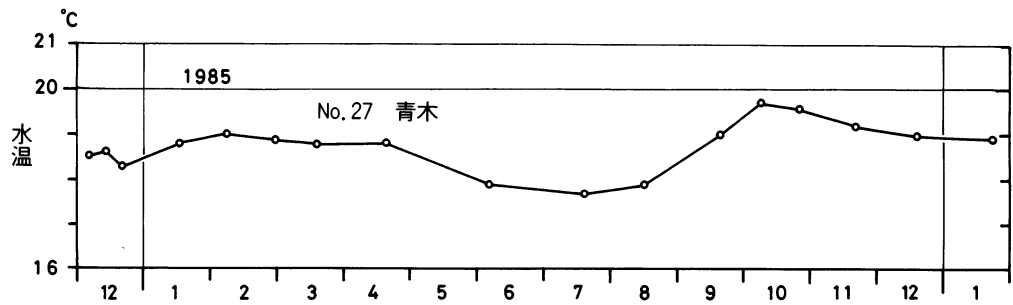
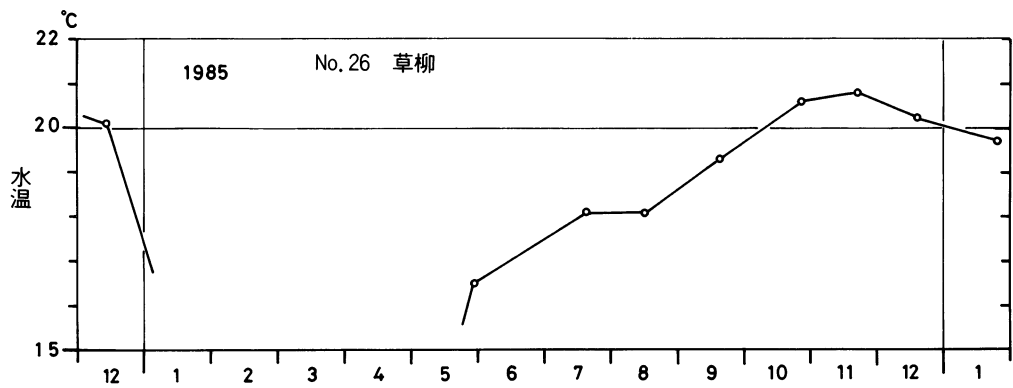
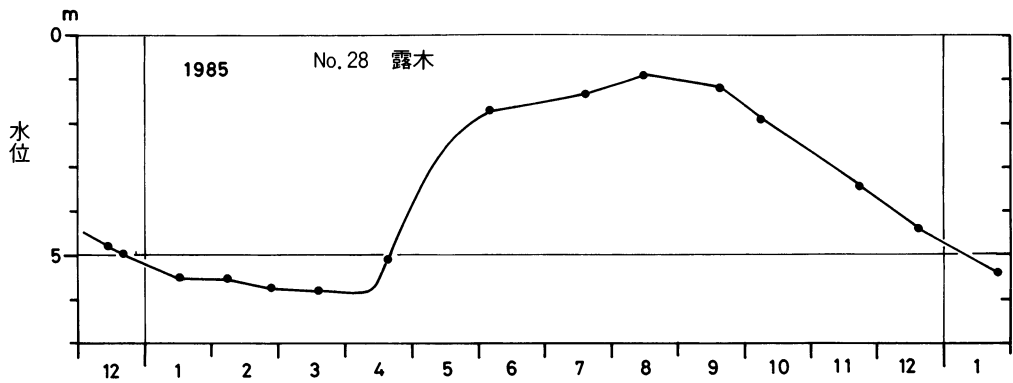


図4 宮台地区の地下水温変化 (昭和60年)

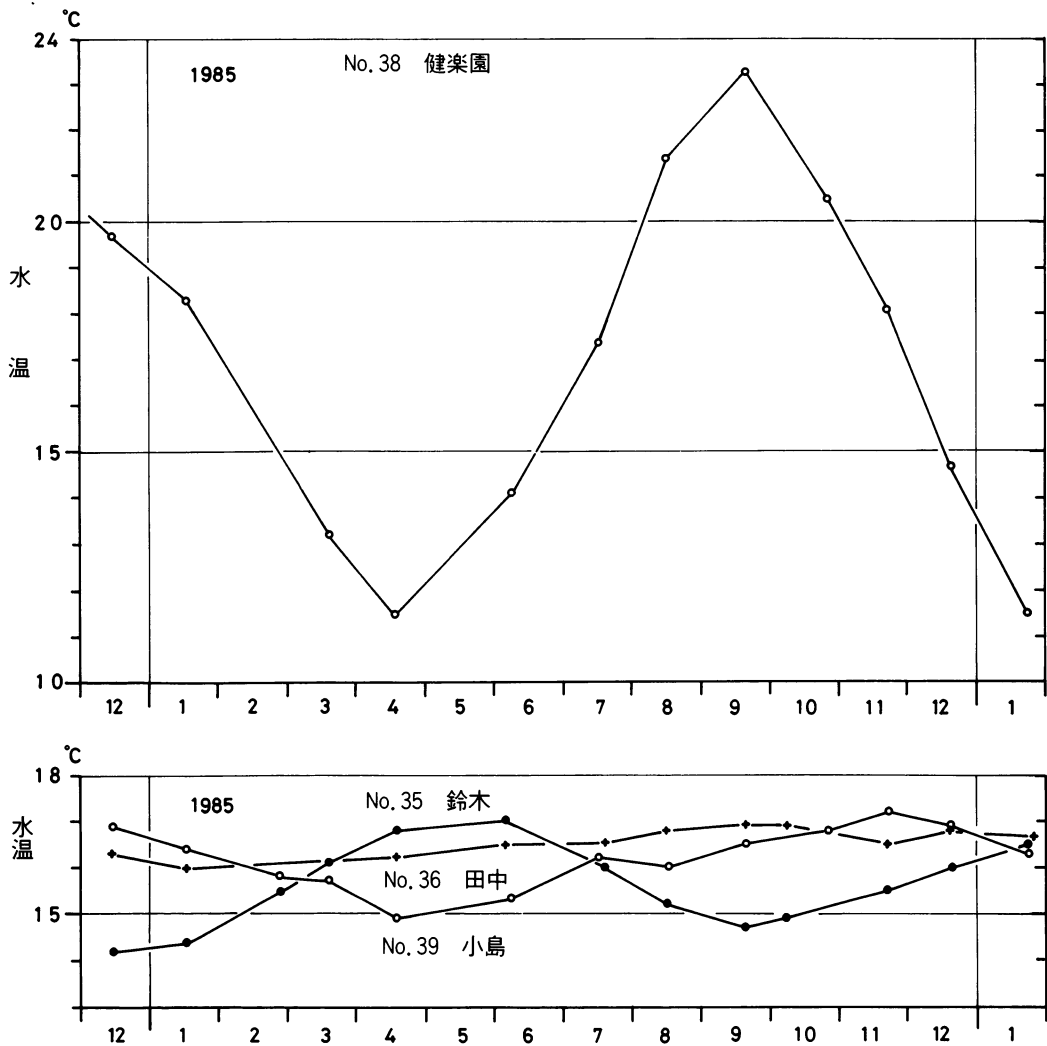


図5 川音川扇状地の地下水水温変化（昭和60年）

(C-C) を用いて水温を測定した。

### 地下水水温測定結果

38ヶ所の地下水水温測定結果の内から代表的な事例を選び図2～5に示した。この内図2～4に示した水温変化は酒匂川扇状地、図5に示した水温変化は川音川扇状地に位置する井戸の事例である。図2は扇頂部から扇端部の方向に順に井戸を選び、昭和59年と60年の水温を比較させて示した。図3、4は異なる深度で隣接する井戸の水温変化である。図3の井戸は開成町河原町に位置しており、近くを流れる酒匂川表流水の水温（十文字橋下）を併せて図中に表した。図4の井戸は開成町宮台に位置し、地下水位の記録（露木、深度12m）を併せて表した。

表2 月平均気温 (横浜)

月 (1984年)	1	2	3	4	5	6	7
月平均気温 (°C)	3.0	2.5	5.3	11.1	16.5	21.0	25.4
平均差 (°C)	-1.9	-2.8	-2.9	-2.5	-1.4	±0	+0.8

神奈川県気象月報による。

酒匂川表流水の水温は昭和59年3～6月の方が昭和60年に比べて1～2℃低かった (表2)。このため、冷たい河川水や灌がい用水が浸透して地下水温を低下させたと予想される。これを表すため図2では昭和59年と60年の水温を比較させた。

冷水が侵入した結果、図2のNo. 4 (開成町) のように昭和59年の殆ど1年中が昭和60年に比べ低温となった観測井が6例あり、No. 8 (遠藤) や No. 25 (露木) のように昭和59年前半が低温となった観測井が3例あった。他に、昭和59年後半が低温になった井戸や、温度差が認められなかった井戸が4例あった。

横浜气象台によれば、昭和59年は1～5月の月平均気温が平年に比べかなり低かった (表2)。このような異常気象を反映して表流水は低温化し、地下水温が低下した。顕著な低温化が認められた井戸は酒匂川沿いに多かった。また、昭和59年は異常な渇水年であった。とくに年後半の少雨が顕著で、年降水量は平年の6割に過ぎなかった。このため水位低下が引き起こされたと考えられる。

各観測井の水温変化グラフによると、温度振幅に大小の巾があるが、殆どの井戸で年周期変化が認められる。昭和60年の記録によると年間変動量の最大値は11.8℃、最小値は0.2℃であった。水温の最高値は23.3℃、最低値は9.8℃であった。

水温の年間変動量を0～1.9℃、2.0～3.9℃、4.0～5.9℃、6.0℃以上の4ランクに分け、上部、中部、下部各帯水層別に出現頻度をまとめると図6のようになった。

年間変動量は上部帯水層に相当する深度15m未満の井戸では6℃以上が多い。中部帯水層に相当する深度16～40mの井戸では0～1.9℃の範囲で変動する井戸が最も多く、2.0～3.9℃の範囲もかなり多い。下部帯水層から採水する深度41m以深の井戸では0～1.9℃及び4.0～5.9℃の変動範囲に属する井戸がやや多いが、各変動範囲毎の顕著な差は認められない。

深度15m以上の井戸に限れば昭和60年の年間変動量は図7の分布図のとおりであった。水温変動量

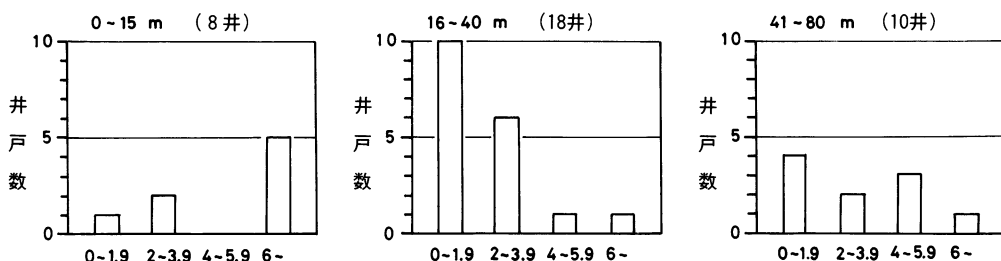


図6 年間水温変動の深度別頻度 (昭和60年)



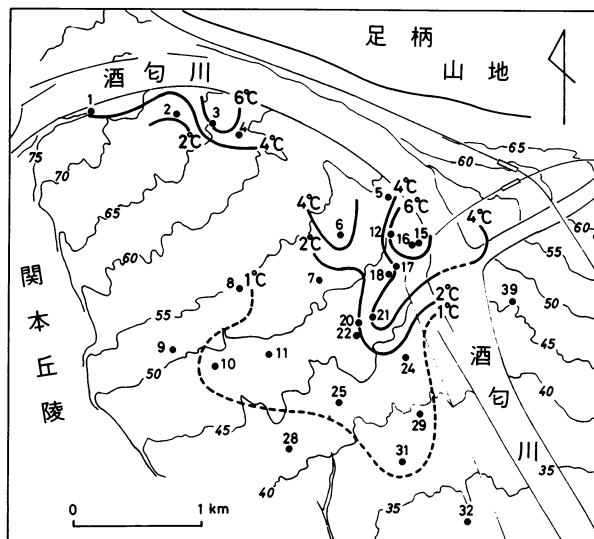


図7 年間水温変動 分布 (昭和60年)

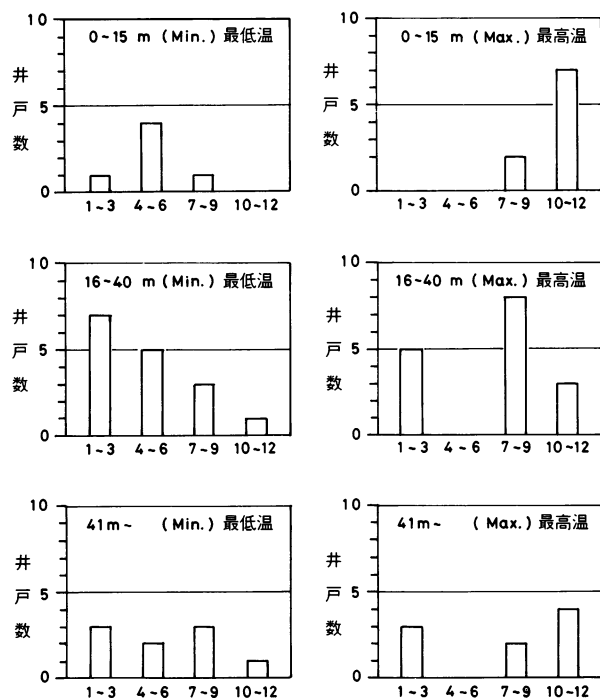


図8 最高温及び最低温出現時期の深度別頻度

が4℃以上と大きい地域は酒匂川右岸沿いの開成町金井島の的場、吉田島の河原町から榎本にかけて分布している。酒匂川から離れた扇状地中央部では水温変動量が2℃以下と小さくなっている。井戸深度15m以上の井戸では酒匂川表流水の影響が強く、年間変動量が大きいことが分布図から分かる。一方、扇端部の宮台や下島では深度10m未満の浅い井戸で年間変動量が4℃以上と大きい。

水温変動パターンを比較するため地下水温の最低値が観測された月と、それ以後最高温が観測された月を年間グラフから読み取り頻度分布図を作成した。頻度は1年を冬期(1~3月)、春期(4~6月)、夏期(7~9月)、秋期(10~12月)の4期に区切り、最低温及び最高温が出現した時期を期間毎に集計した。各頻度は図8のとおりであった。

最低温度が観測される時期の頻度は、冬期が11井、春期が11井、夏期が7井、秋期が2井であった。一方、最高温の時期は冬期が8井、春期が0井、夏期が12井、秋期が14井であった。これらの出現頻度を井戸深度(帯水層)別に示せば図8のようになった。

図8によれば、上部帯水層に相当する深度0~15mの井戸では春期に最低温が多く、秋期に最高温が多く現れる。中部帯水層に相当する深度16~40mの井戸は冬期から春期に最低温が、夏期及び冬期に最高温が出現している。下部帯水層に相当する深度41m以上の井戸では冬期か

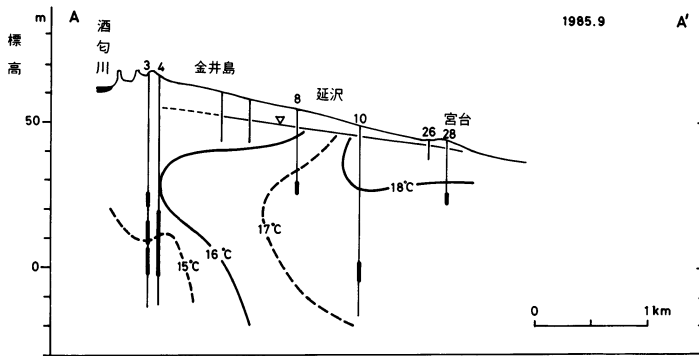


図9 A断面の地下水水温分布 (昭和60年9月)

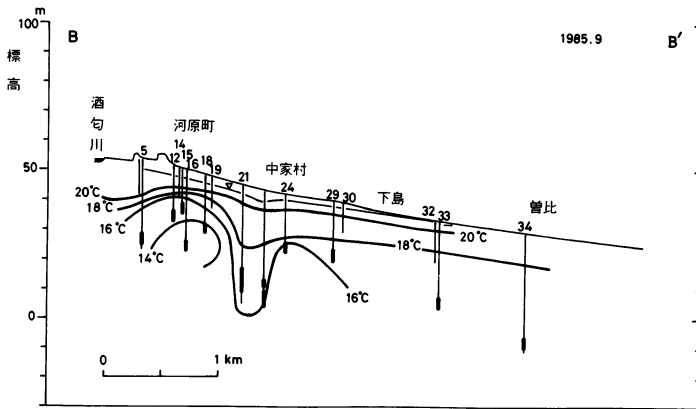


図10 B断面の地下水水温分布 (昭和60年9月)

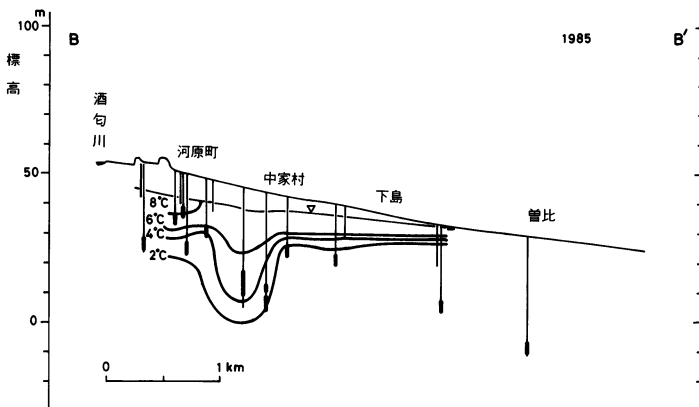


図11 B断面の水温年間変動分布 (昭和60年)

ら夏期に最低温、夏期から冬期に最高温が多く記録されている。

以上のように深度別に最低温、最高温出現期を検討したが、必ずしも深度の浅い井戸が河川水や気温に敏感に反応するとは限らず、かえって深度の深い井戸の水温変化対応速度が早い例も認められる。この理由について観測井の扇状地上の位置や井戸深度と結び付けて更に検討しなければならない。

### 地下水水温の垂直断面分布

地下水流動機構と地下水水温との関係を検討するため、図1に示したA、B、C断面線に沿った地下水水温の垂直分布を描いた(図9、10、12)。図はいずれも昭和60年9月の水温分布を表している。

A断面(図9)によると、上流側で地下水表面付近の水温が16°C以下と低く、標高0m付近にも16°C以下の冷水域が認められる。一方、下流側では深度20mより浅い所に水温18°C以上の温水域が認められる。

No.3、4の下に分布する15°C以下の冷たい地下水は冬期に

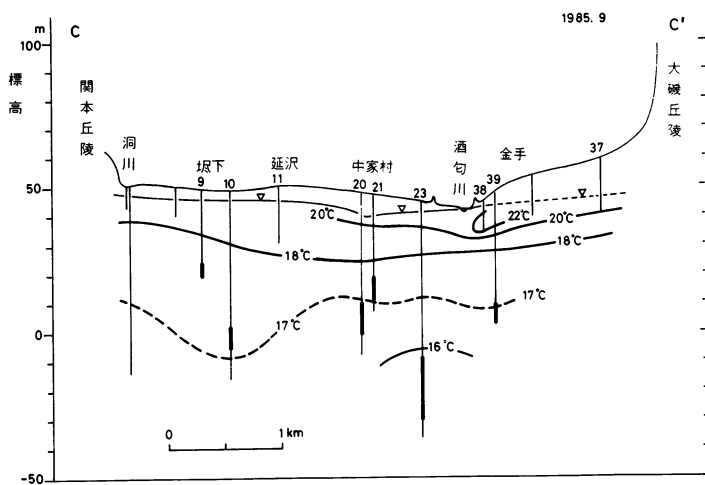


図12 C断面の地下水温分布（昭和60年9月）

付近に地下水面に沿って20℃の等温線が描かれている。等温線は温かい地下水が地下水面付近に薄く広がって分布していることを示している。夏期は水田で温められた灌がい用水が浸透するが、温水は深く潜らずに地下水面付近（上部帯水層）を流動していると考えられる。

16℃の等温線によると、中家村付近の工場水源井を中心に等温線が深度40mまで舌状に深く入り込んでいる。これは工場で揚水が行われると、揚水量が多いため周囲の地下水が引き込まれ、上部帯水層から温かい地下水が浸透してくると解釈される。

河原町付近では14℃の等温線が描かれ、その中心に13℃代の冷水塊が認められる。既に報告されているように（横山ほか 1985）、これは冬期～春期の冷たい酒匂川表流水が浸透して形成された冷水塊を表している。冷水塊は昭和59年の場合と同様に下流側へ移動し、中家村付近で消滅する。

B断面に沿った観測井の水温年間変動量の分布を断面図上に表せば図11に示すとうりになる。変動量は図の左端で酒匂川に近いところが8℃以上と大きい。そこは河川水の侵入口に近く、河川の影響が大きいことを示している。B断面全般に地下水面近くで水温変動量が6℃以上とやや大きく、地表面から浸透する灌がい用水や降水の影響が大きいと考えられる。

6℃や4℃の等温線によると、地表面と平行に描かれている等高線が中家村にある工場水源井の所で深度20mから40m付近まで下がっている。これは既に述べた冷水塊の移動と上部帯水層から侵入する温水が影響している。

曾比付近では暗渠排水の水温が年間7.8℃も変動しているが、深度10m以下では変動量が0.5℃以下と小巾である。深度40mの自噴井の水温変動量は0.1℃であった。この地域は扇端部に位置し、扇端湧水帯とみなされる。ここでは地表から灌がい用水が浸透しても深く浸透せず、かえって地下水が湧出する地域である。したがって、水温変化は地表に近い所だけ著しく、深度が深くなると水温変動量

浸透した酒匂川表流水である。金井島から延沢にかけて地下水面付近に分布する16℃以下の比較的冷たい地下水は地表から浸透した水田灌がい用水である。宮台付近に18℃以下の温かい地下水が分布するのは、地下水面が浅く、夏期の温かい地表水や気候の影響を受け易いからであろう。

B断面図（図10）の地下水温分布によると、地下水面

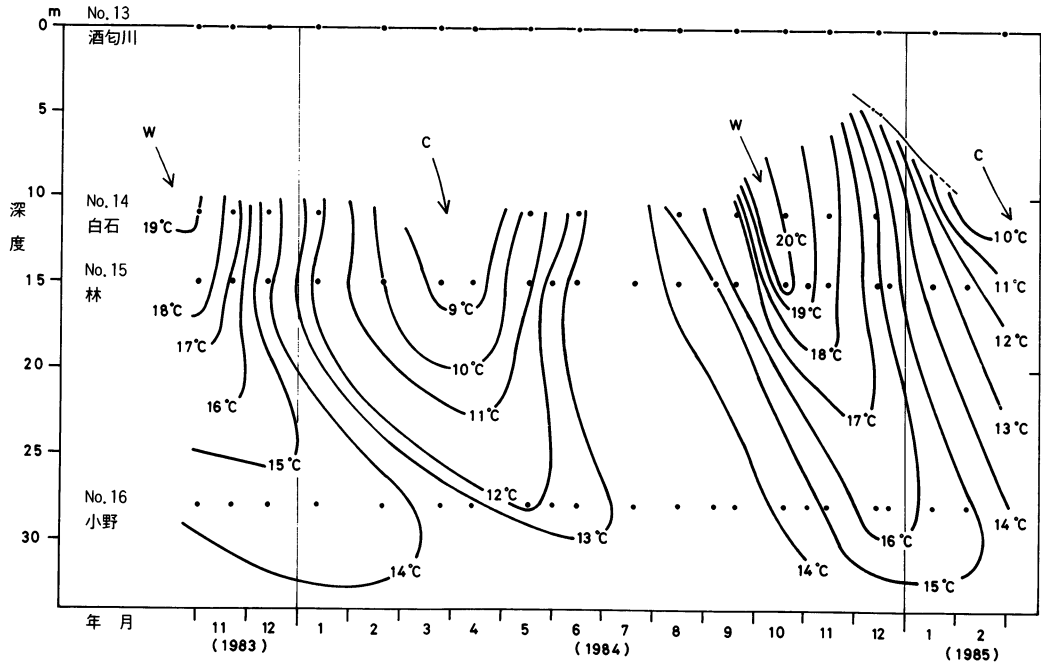


図13 河原町地区の地下水温変化分布 (昭和59年)

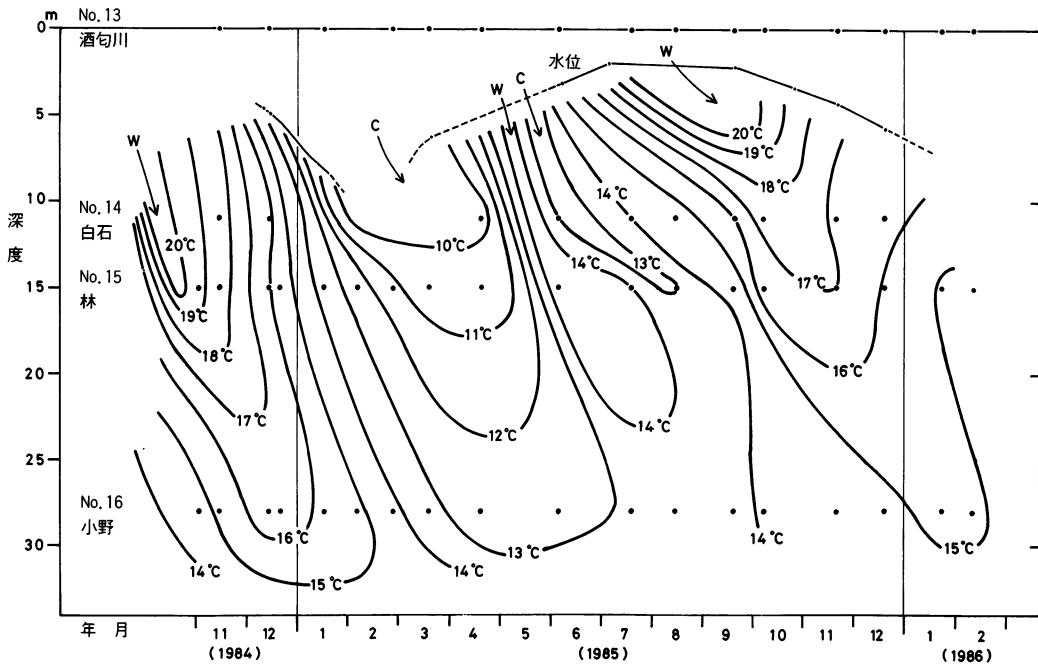


図14 河原町地区の地下水温変化分布 (昭和60年)

は小巾となる。

C断面(図12)は川音川扇状地と酒匂川扇状地の両方を切っている。断面図によると川音川扇状地から酒匂川を越えて酒匂川扇状地まで20℃の等温線が描かれている。川音川扇状地から酒匂川扇状地にかけて地下水面近くに20℃以上の温かい地下水があり、西方に向かって移動していることが分かる。途中酒匂川河床から表流水が浸透し、両者が混合して酒匂川扇状地をかん養していると考えられる。この傾向は昭和59年12月の温度分布にも認められている(横山ほか 1985)。

18℃の等温線の分布によると、等温線の位置は上部帯水層の下限にほぼ一致している。断面線のあたりでは上部帯水層に胚胎する浅層地下水の水温は18℃以上と温かい。しかし、深度が20m以上と深くなると、深い井戸ほど水温が低くなる。この水温分布は扇状地の下(中部及び下部帯水層)を流動するスケールの大きな地下水系を反映している。

#### 地下水温の深度別変化

開成町河原町に位置し、互いに隣接している3井(No. 14、15、16)と約150m離れている酒匂川表流水(No.13)の水温変化をを図3のように比較したところ、昭和59年と同様に水温ピークが深部へ移動する状況と深い観測井の水温変動グラフの平滑化が認められた。

酒匂川の水温は1~2月に最低温が、8月に最高温が記録されている。深度が浅いNo.14(11m)では冬期に水涸れのため最低温の時期が不明である。最高温度は酒匂川と2ヶ月遅れの10月に現れている。深度15mのNo.15の水温を酒匂川と比較すると、最低温が2.5ヶ月遅れで4月に記録され、最高温が3ヶ月遅れで11月に現れている。更に、深度28mのNo.16では3ヶ月遅れで最低温が、5ヶ月遅れで最高温が現れている。

これらの地下水温変化を温度変化分布図に表し、昭和59年と比較して図13、14に示した。図は縦軸が深度、横軸が時間スケールである。等値線間隔は1℃とし、井戸深度の位置に黒丸で観測時期を示した。

図13、14に明らかなように、冬期に冷たい表流水が、夏期に温かい地表水が深度30m付近まで侵入する様子が等温線から読み取れる。冷水の侵入をCとし、温水の侵入をWとして図中に表現した。とくに、深度20mまでは等値線が密に描かれており、この範囲の温度変化が著しく、地表水の影響が大きいことが読み取れる。この範囲は上部帯水層に相当し、地表水の影響は5~10<sup>m</sup>/月の速度で伝播している。

図14には5~8月の深度5mから15mまでの間に13℃の等温線が細長く描かれ、温度上昇が一時的に停止したことが認められる。図13でも6~8月に等温線の間隔が広く描かれている。これらの温度分布が示すように、灌がい期にやや冷たい地表水が侵入し、水温上昇は一時的に停止したのであろう。

図13と14を比較すると、昭和59年冬期の水温が約1℃低く、冷水侵入と冷却効果が大きかった。また、昭和59年後半は温水侵入が顕著で、16℃の等温線が示すように、深度約30m付近までその効果が

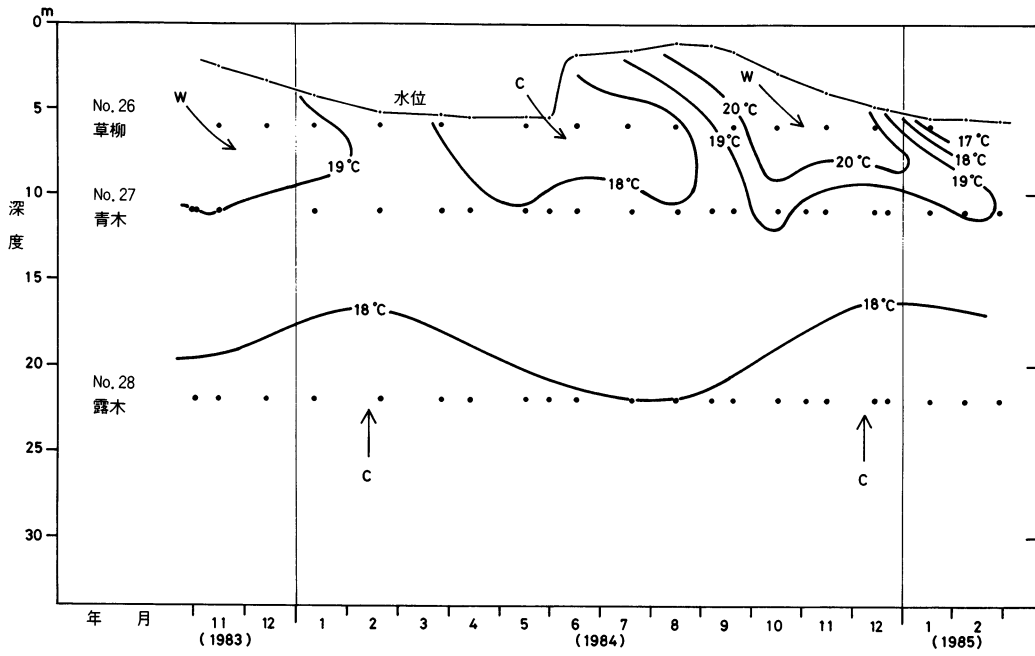


図15 宮台地区の地下水温度変化分布 (昭和59年)

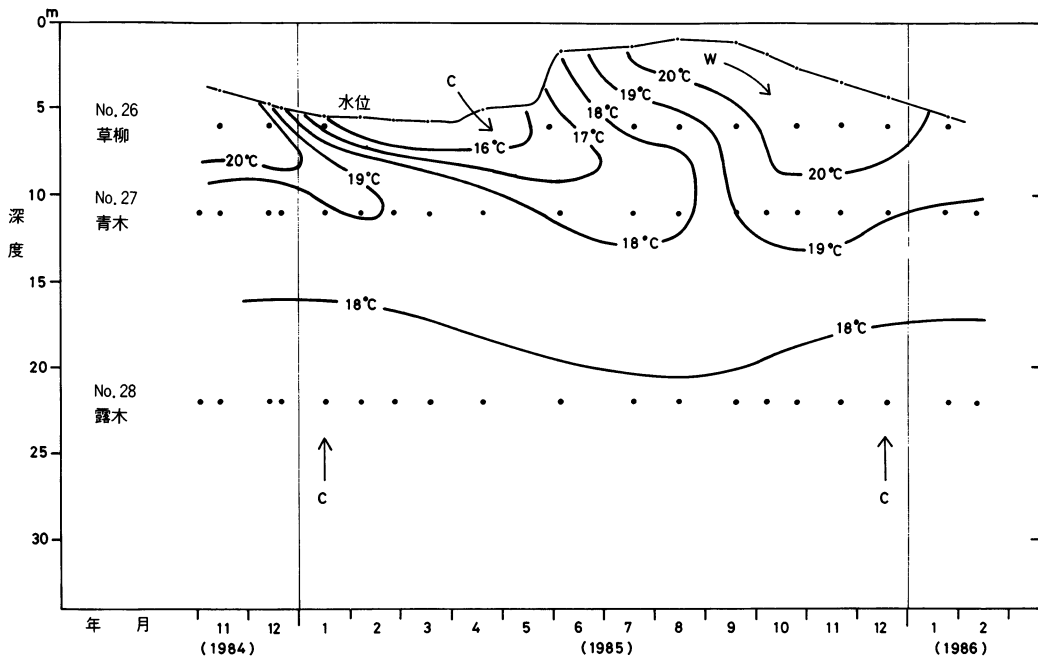


図16 宮台地区の地下水温度変化分布 (昭和60年)

現れている。昭和60年後半の温水侵入の状況は昭和58年のパターンに似ている。気象状況を考えると、昭和58、60年の温度分布が平年の温度分布を表すと考えられる。昭和59年は渇水年で地下水位が例年に比べて著しく低下し、地下水面近くの温かい地下水が深部まで侵入し易かったのであろう。

開成町宮台で隣接する3井（No.26、27、28）の水温変化は図4のとおりであった。なお、昭和59年後半の渇水により、昭和60年冬期の地下水位は昭和59年冬期に比べ30cm～1m低かった。このため、No.26（深度6m）は1月～5月まで長期にわたり涸れてしまった。

図4によれば、No.26の水温は6月以降上昇し、8月に一時的に止まった。水温上昇はその後11月まで続き、11月に最高温度が記録されている。一方、No.27（深度11m）は7月に最低温を記録しているように、7～8月の夏期に水温低下が強調されている。No.26からNo.27、28と深度を増すほど温度変化グラフは滑らかとなり、年間水温変動量は小さくなる。

水温を比較すると深度の深いNo.28（22m）は深度の浅いNo.27（11m）より温度が低く、No.28がNo.27より高温となる頻度は年間1回以内と極めて稀である。

これらの温度変化を昭和59年と共に温度変化分布図に表せば図15、16のとおりになる。図中にはNo.28の脇にある浅井戸（深度12m）の地下水位を併せて示した。

図15、16中に冷水侵入（C）と温水侵入（W）で示したように、深度6～11mの範囲で冷水と温水侵入に伴う水温変化パターンが似ている。しかし、1～7月の水温は昭和60年の方が昭和59年に比べて高い。高い。

昭和60年後半は19℃の等温線で囲まれる範囲が広く、深度12m付近まで描かれているように、昭和59年と比較して温水の侵入が優勢である。

図15、16によれば、冷水や温水の効果が認められる範囲は深度12mまでに限られる。宮台地区が酒匂川から遠く離れた扇端部に位置し、水田地帯であるため河川水より灌がい用水の影響が温度変化分布に良く表れている。また灌がい期に水位上昇を伴う冷水の侵入が顕著である。しかし、扇端部のため浸透水は12mより深く浸透せず、深度21mの水温は深所から上昇する冷水に支配されている。

### 地下水かん養と流動モデル

昭和59年度調査結果（横山ほか、1985）と本年度調査によれば、酒匂川扇状地では浸透した冬期の冷水や夏期の温水が移動する状況が地下深くまで追跡され、水温変化を利用して模式的な扇状地の地下水流動系が推定される（図17）。この地下水系は圧力水頭分布から描かれる流線と一致する。A断面（図9）に描かれている温度分布は酒匂川扇状地の地下水系を反映している。

扇頂部から扇央部にかけて浅層地下水は水田灌がい用水によってかん養されている。浅層地下水帯水層である上部帯水層にかん養された地下水が先ず貯えられる。貯えられた地下水は流動系に沿って深層へ浸透し、下流へ流動する。

扇端部では地表からかん養された地下水は深く浸透出来ず、地表から15m以内に留まり、下流へ流

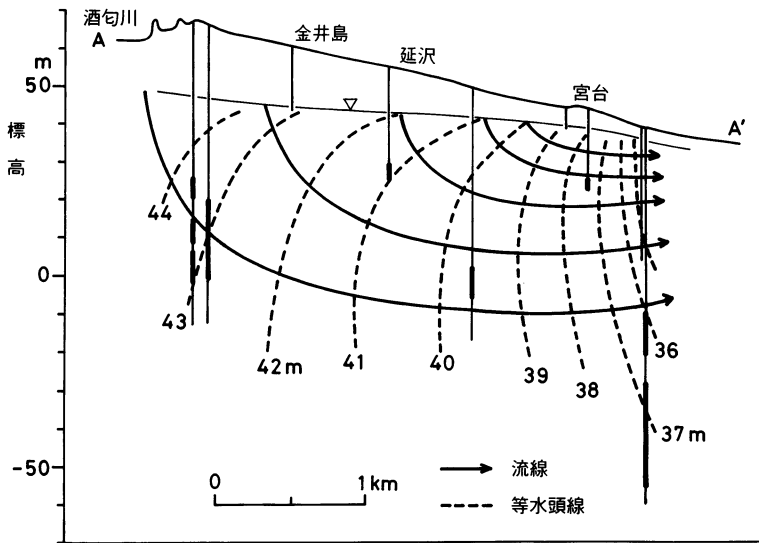


図17 酒匂川扇状地の地下水流動系

動し、水路に流出する。扇端部の地下水は地下水面が浅く、地表水や気温の影響を受け易いので水温の年間変動量が大きい。このことはA断面(図9)に描かれている18℃の等温線やC断面(図12)の温度分布、宮台地区の温度変化分布図(図15、16)に認められる。

酒匂川表流水の影響はA、B断面の温度分布をはじめ、河原町地区の温度変化分布(図13、14)に明

らかである。しかし、酒匂川沿いで伏流浸透が盛んであるが、水温変化量の分布(図7)から酒匂川の影響度に地域的な差が認められる。水温変動量が4℃以下の地域は酒匂川右岸で3ヶ所に限られ、ここに表流水が浸透し易いと考えられる。

地表水が浸透し易い条件として酒匂川の旧河道跡が考えられ、地下水かん養モデルは図18-1、2の

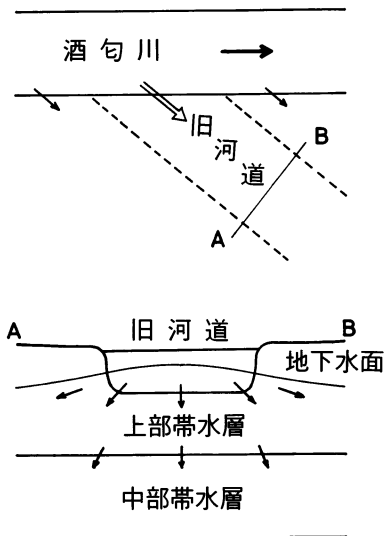


図18-1 地下水かん養モデル(河川)

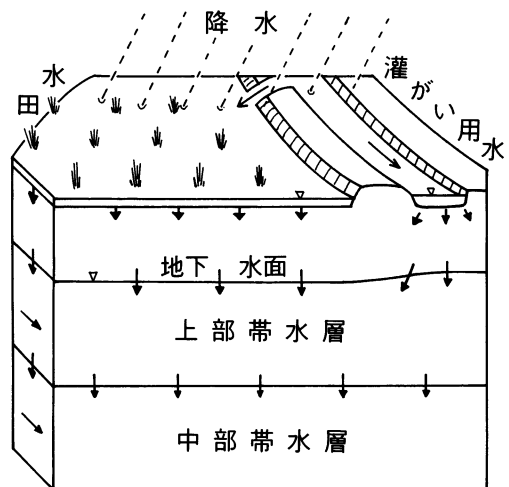


図18-2 地下水かん養モデル(灌がい及び降水)



とおりになる。酒匂川表流水は旧河床堆積物を通して上部帯水層をかん養し、更に深く浸透して中部帯水層をかん養する。

川音川扇状地は酒匂川を挟んで酒匂川扇状地と接しており、C断面（図12）の温度分布に認められているように、酒匂川を越えて川音川扇状地から地下水が流入している。しかし、両者の関係を盛り込んだ地下水流動モデル作成にはまだ川音川扇状地の情報が不十分である。両扇状地の関係を明らかにするため引き続き調査検討を行う必要がある。

#### おわりに

昭和59年度調査に引き続き足柄平野上流部で地下水温を指標とする地下水流動機構調査を行い、扇状地の地下水かん養と流動機構を明らかにすることが出来た。調査結果をまとめると次のようになる。

(1) 冬期及び灌がい期の冷水、夏期の温水の侵入が水温変化から追跡され、河川水及び灌がい用水が地下水をかん養する状況を把握することが出来た。とくに、昭和59年後半は渇水で水位が低下したため温水が例年より深く侵入した。昭和60年前半も渇水の影響が残り、冬期の冷水が深く侵入した。

(2) 昭和60年の帯水層別の水温年間変動量によると、上部帯水層で6℃以上の井戸が多く、中部帯水層は4℃未満の井戸が多かった。40m以上の深い井戸では特色はなかった。また、水温の最低及び最高が記録された時期を帯水層別に検討したところ、地表水との差は上部帯水層で3～4ヶ月遅れ、中部帯水層は3ヶ月以内であった。下部帯水層では時期に傾向が認められなかった。

(3) 地下水温変化から扇状地の地下水流動系を推定し、流動モデルに表すことが出来た。また、地下水かん養モデルを2通り考えた。かん養モデルは水田地帯の灌がい用水の浸透と酒匂川沿いの河川水の浸透である。酒匂川右岸沿いに旧河道を予想し、旧河道堆積物を通して河川水が伏没浸透するかん養モデルを考えた。

(4) 川音川扇状地の地下水は酒匂川の下を通して酒匂川扇状地に達している。しかし、水温に与える影響度は酒匂川表流水の方が大きい。

以上のように地下水温を指標として酒匂川扇状地と川音川扇状地の地下水流動機構を定性的に明らかにすることが出来た。今後はトリチウム等のトレーサーを併用するほか、地下水流動と水温形成をデジタルモデルによって定量的に解明することが必要と考えている。

#### 謝辞

本調査にあたり、現地調査に協力していただいた県民の方々、事業所、市や町の担当者に厚くお礼申し上げます。農業土木試験場木村重彦氏、小前隆美氏、竹内陸雄氏には調査結果について貴重なご意見をいただき、温泉地学研究所平賀士郎研究部長、平野富雄専門研究員、粟屋徹主任研究員には現地調査や調査結果のとりまとめに協力いただいた。また、諸星忠義管理課長をはじめ管理課の方々には調査を円滑に進めるため配慮いただいた。以上の方々に深く感謝いたします。

なお、本調査は水かん養機能調査費（農林水産省、農林水産業のもつ国土資源と環境の保全機能及びその維持増進に関する総合研究）によった。

### 参考文献

- 荻野喜作、横山尚秀、加藤浩、川合康（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、栗屋徹（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.
- 小沢清、荻野喜作、横山尚秀（1982）、足柄平野の地質（その1）、神奈川温地研報告、Vol.13、No.5、83－90.
- 谷口真人、三修和博、榎根勇（1984）、地下水調査における地下水温の重要性、ハイドロロジー、No.14、50－60.
- 山本莊毅（1983）、新版地下水調査法、古今書院.
- 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、大木靖衛、結田康一（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、177－190.



写真1 酒匂川（十文字橋付近）