

# 足柄平野上部の地下水位上昇について

横山尚秀、荻野喜作、大木靖衛

神奈川県温泉地学研究所\*

Upward Tendency in Groundwater Level Observed in the Upper Part of Ashigara Plain

by

Takahide YOKOYAMA, Kisaku OGINO and Yasue OKI

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

Hakone, Kanagawa

(Abstract)

Since 1965 groundwater levels and flowing rates have been observed in 13 wells in the Ashigara Plain and the Oiso Hills. Considering the general trends in groundwater levels in the last 20 years, it was found that there had been an upward tendency since 1979 in the upper part of the Ashigara Plain and this trend is in contrast to a downward tendency before 1978. The maximum rise in groundwater level since 1979 was estimated to be 4m at Kanaishima, Kaisei Town. The volume of groundwater which had accumulated moreover in the aquifer was calculated to be 2,000,000m<sup>3</sup>. This is because the Miho-Dam began to regulate the flow rate of the Kawachi River for domestic water supply purposes in 1979. As the flow regime of the Sakawa River has become stable, due to control by the Miho Dam, the amount of influent recharge along the Sakawa River has increased in the upper part of the Ashigara Plain since 1979.

## 1 はじめに

足柄平野や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となっている。そのうえ、地下水は水環境を構成する因子としても重要で、小田原市や中井町では滾滾と自噴する地下水が豊かな水環境を形成している。しかし、地下水の利用が盛んになるにつれて地下水位が低下し、地下水障害が認められるようになった。例えば、足柄平野中央部では自噴帯が縮小し、相模湾沿岸地域では地下水塩水化が進んでいる。このような地下水事情から各障害を監視するため地下水水収支調査の一環として足柄平野及び大磯丘陵の15ヶ所で地下水位等の連続観測を実施している。

---

\*神奈川県温泉地学研究所 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19巻、第3号、1-16、1988

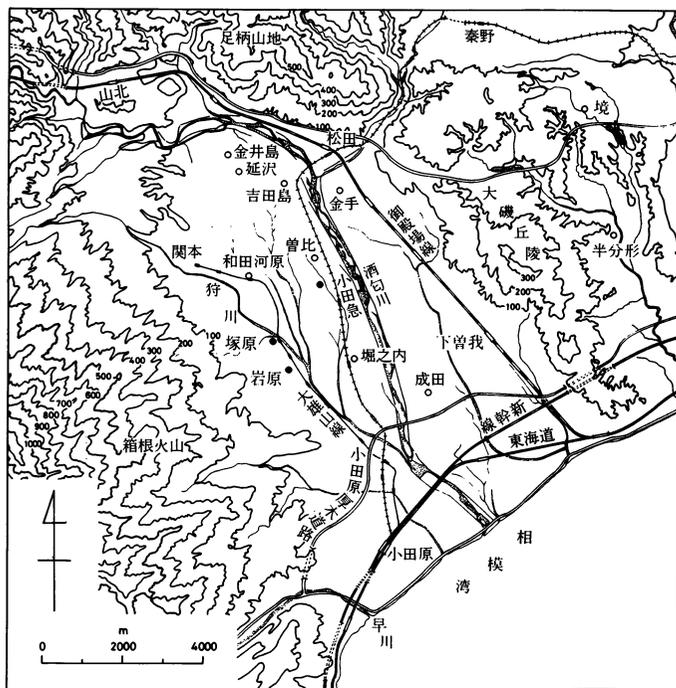


図1 観測井位置（白丸は水位観測井、黒丸は自噴量観測井）

水位観測結果によれば、昭和61年は梅雨期の降水量が例年に比べ少なかったため、足柄平野上部にある観測井の水位（最高値）が昨年に比べ低下していた。しかし、年間変化の状況（水位変化パターン）は地下水位、自噴量ともほぼ例年どおりの変化が観測された。ところで、足柄平野観測井が設置されて丁度20年が経過した。そこで、これを契機に各観測井について水位観測開始当所からの水位変化の傾向を調べた。その結果、昭和54年以来開成町付近で4 mも水位が上昇していることが分かった。水位上昇の原因は上流に三保ダムが建設されたためと推定された。

## 2 地下水位及び自噴量観測結果

### (1) 足柄平野の観測井

足柄平野上流部と中央部の8ヶ所で地下水位を連続観測し、箱根山東麓の2ヶ所と小田原市曾比で自噴量を毎月1回の頻度で水位を測定した。さらに、水位観測を補足するため毎月1回成田観測井の脇井戸（深度6 m、30 m）で測定した。水位観測は1ヶ月巻日記水位計を使用しており、測器は金井島観測井（中浅測器製、W-761）を除き全て坂田電気製（HRL-5）である。各観測井の位置を図1に、井戸仕様を表1に示した。1986年の観測結果は図2-1～8に示した。次にこれらの観測井の記録について平野上部から順に説明する。

〔金井島観測井〕 水位観測結果は図2-1のとおりである。例年どおり4月に水位上昇が始まり、7月下旬の土用干しで水位低下があるが、9月初めに最高値が記録された。年間変動量（最高値－最低値）

表1 観測井の仕様

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

は12.2mで、水位上昇率は5月下旬が最も大きく、0.28m/日であった。地下水は主に水田への灌漑用水によって涵養されているため水位変化のパターンは毎年変わらない。昭和61年は6~7月の降水量が少なかったが、最高値を比較すると水位は昭和60年に比べ1.7m低かった。

〔延沢観測井〕 水位観測結果を図2-2に示す。井戸水は例年ならば翌年の2月頃まで涸れないが、昭和60年は12月に既に涸れてしまい、井戸涸れは約5ヶ月間つづいた。灌漑期となった5月の終わりになって例年どおり水面が現れ、土用干しを挟んで水位は上昇した。しかし、水位最高値を比較すると昭和60年より約1m低い。

〔吉田島観測井〕 水位観測結果(図2-3)によると、金井島観測井と同様なパターンを持つ水位変化が観測された。梅雨時の少雨の影響は少なく、水位の最高値は昨年と比べ0.6m低い。年間変動量は7.8mで、5月下旬の水位上昇率は0.19m/日であった。

〔曾比A観測井〕 曾比観測井は足柄平野上流部に位置する。酒匂川扇状地として見ると扇端部にあたると。水位観測結果(図2-4)によると、水位年間変動量は2.2mと小幅となり、5月下旬の水位上昇率も0.07m/日と小さい。水位の最高値は昭和60年と比べ0.2m低い。

〔和田河原観測井〕 和田河原観測井は工場地域に近く、工場水源井の揚水の影響が毎日の水位記録に大きく現れる。水位は一日のうち未明の最も高い時点で値を読み取った。水位観測結果(図2-5)によると、水位年間変動量は2.9mで、5月下旬の水位上昇率は0.11m/日であった。昭和60年と61年の水位変化グラフを比較すると、最高値、最低値共に殆ど変わらず、同じパターンの水位ハイドログラフが

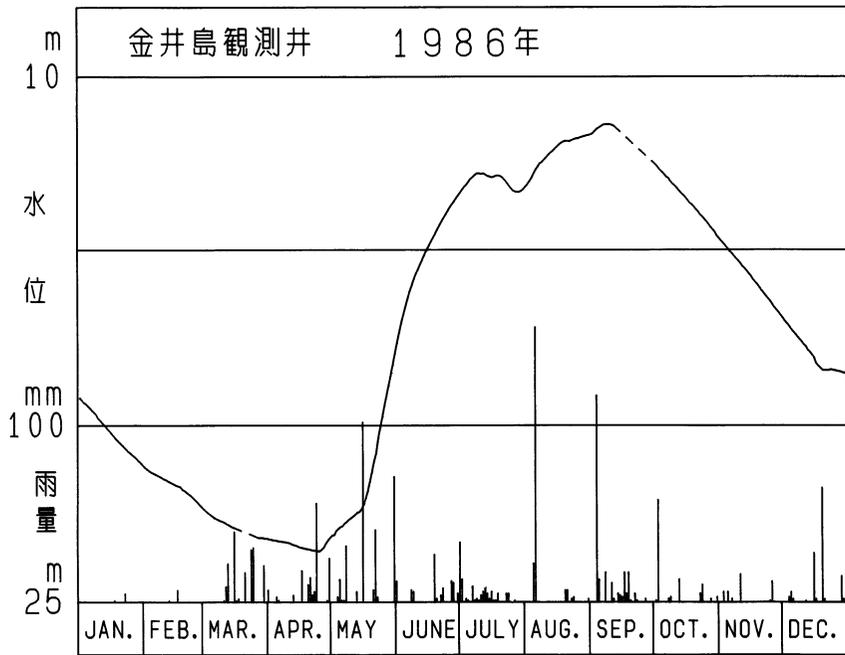


図2-1 水位観測結果（金井島観測井、昭和61年）水位は地表からの深度（m）

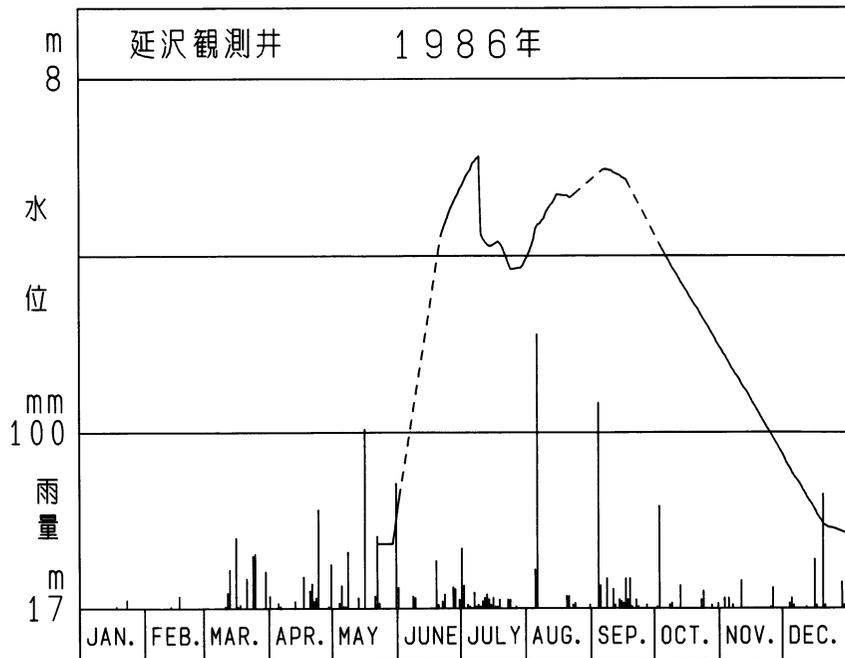


図2-2 水位観測結果（延沢観測井、昭和61年）水位は基点からの深度（m）

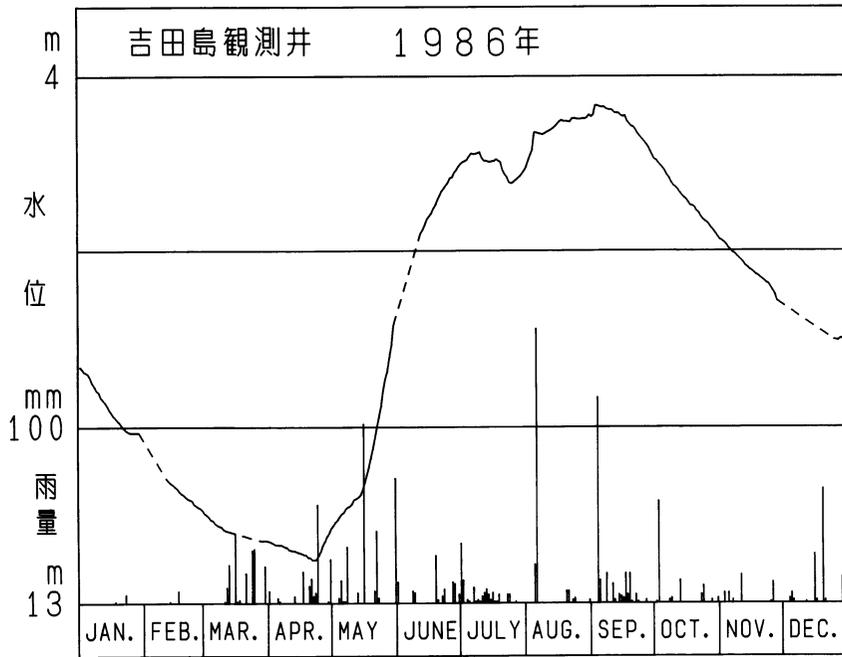


図2-3 水位観測結果（吉田島観測井、昭和61年）水位は基点からの深度（m）

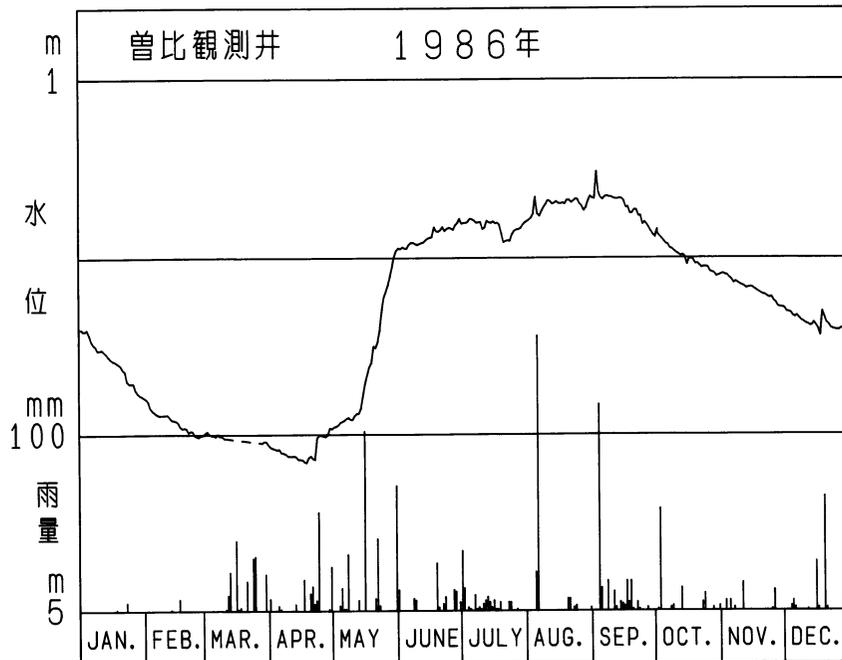


図2-4 水位観測結果（曾比観測井、昭和61年）水位は基点からの深度（m）

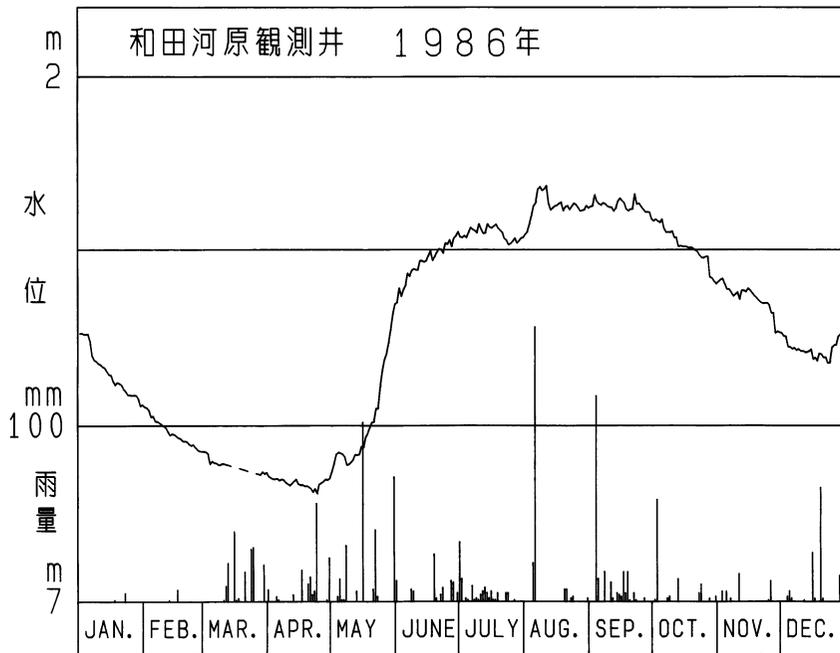


図2-5 水位観測結果（和田河原観測井、昭和61年）水位は基点からの深度（m）

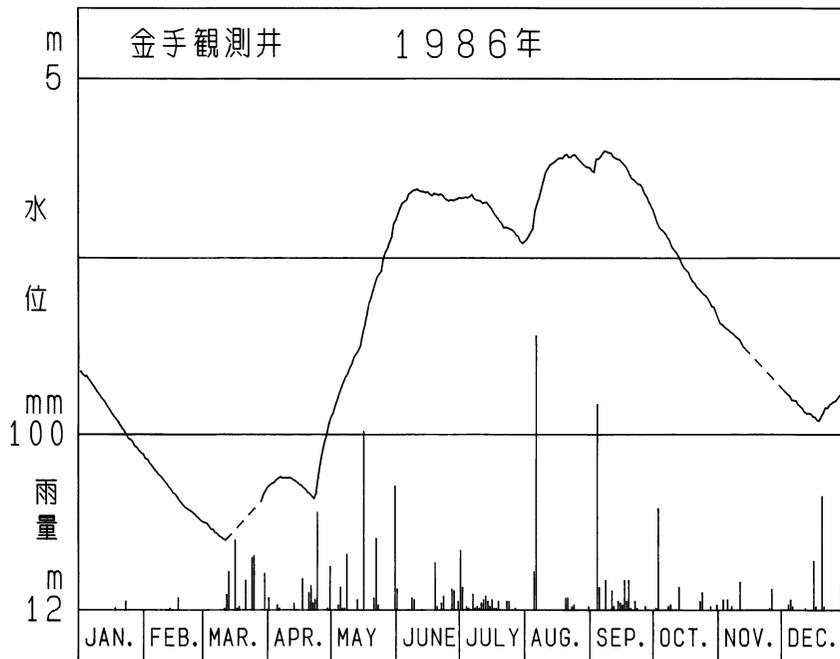


図2-6 水位観測結果（金手観測井、昭和61年）水位は基点からの深度（m）

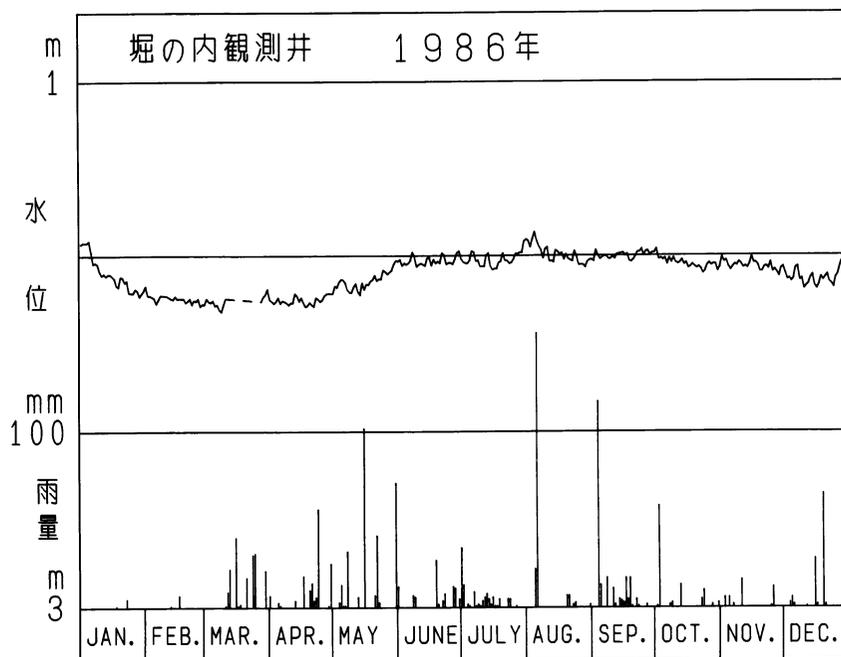


図2-7 水位観測結果（堀之内観測井、昭和61年）水位は基点からの深度（m）

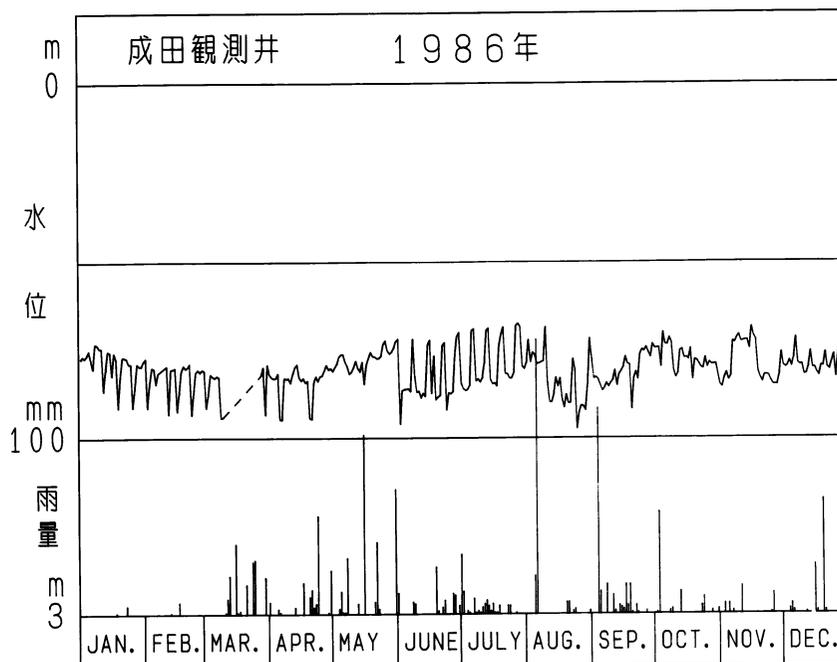


図2-8 水位観測結果（成田観測井、昭和61年）水位は鉄管端（地上4m）からの深度（m）

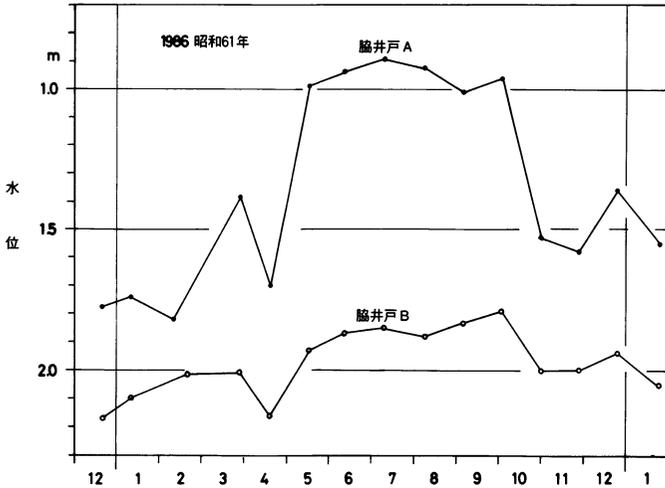


図3 成田観測井脇井戸の水位観測結果（昭和61年）水位は基点からの深度（m）

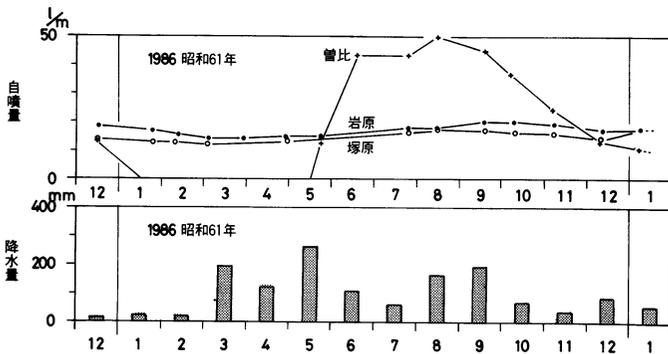


図4 自噴量観測結果（昭和61年）単位 l/分

影響が著しく、堀之内観測井と同様に未明の記録値を読み取った。一週間の内土曜日曜は工場のポンプが稼働しないため水位が上昇する。このため水位ハイドログラフは鋸歯状の変動となっている。なお、年間水位変動をみると、夏期に水位が低下する水位変化のパターンは昭和60年と変わらない。

観測井の脇に脇井戸A（深度6m）と脇井戸B（深度30m）が併設されている。これらの観測井では毎月1回の頻度で水位測定を行っている。観測結果は図3のとおりであった。

脇井戸Aは灌漑期の6～9月に水位が上昇し、1mより浅くなる。しかし、昭和60年の水位と比べると、灌漑期の水位は約0.3m低い。脇井戸Bの水位も昭和60年に比べ約0.3m低い。

〔自噴井の湧出量〕 岩原及び塚原観測井は自噴井で、箱根火山東麓に位置し、火山斜面に降った雨水によって涵養されている地下水を観測している。一方、曾比B観測井は足柄平野中央部に位置し、曾比A観測井から下流側に約500m離れている。この自噴水は平野上部で浸透涵養した地下水である。これら観測の水位変化は図4のとおりである。

記録された。

〔金手観測井〕 水位観測結果(図2-6)によると、3月以降の降水量の増加、5～6月の水田灌漑の影響による水位上昇、さらに7月下旬の土用干しによる水位低下後8、9月の大雨による水位上昇が認められる。水位の年間変動量は5.2mで、5月下旬の水位上昇率は0.8m/日であった。

〔堀之内観測井〕 工場水源井の影響で鋸歯状の変動が毎日記録されるが、その中では数cmで和田河原観測井に比べ小さい。水位は未明に水位回復上昇した所で記録を読み取った。水位観測結果は図2-7のとおりである。水位の年間変動量は0.3mであった。1年を通して比較すると、水位は昭和60年と比べ約0.1m低い。

〔成田観測井〕 成田観測井の観測結果を図2-8に示す。毎日の水位変化は付近の工場の揚水の影

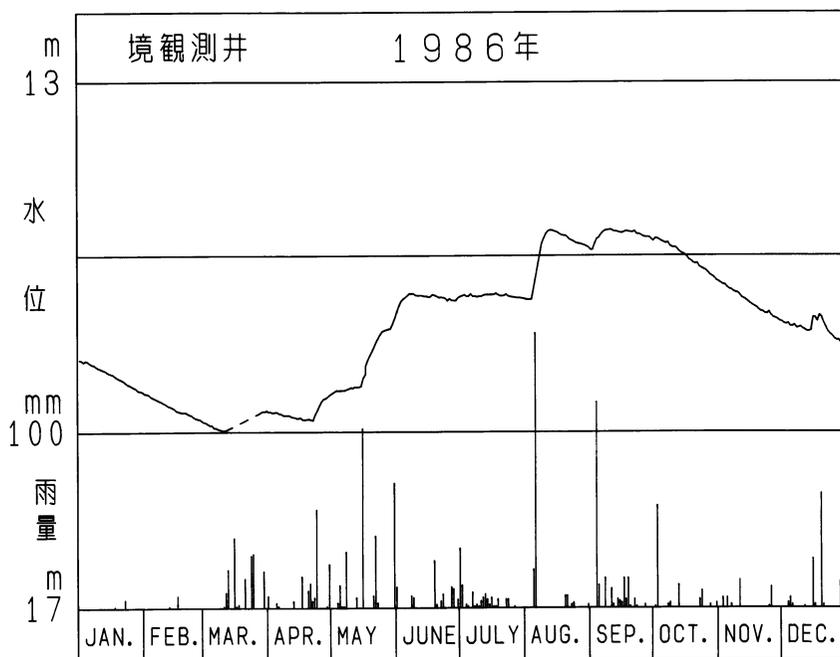


図5-1 水位観測結果（境観測井、昭和61年）水位は井戸端からの深度（m）

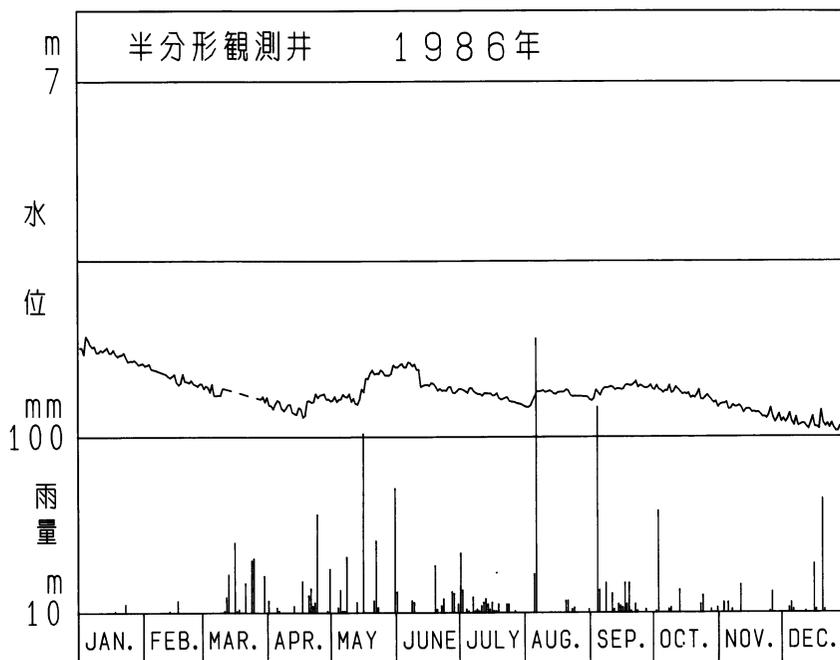


図5-2 水位観測結果（半分形観測井、昭和61年）水位は井戸端からの深度（m）

曾比B観測井は1月に自噴停止した後、灌漑期の5月下旬に再び自噴を開始した。自噴量は8月に最大値50ℓ/分を示した後、地下水位と同様に低減した。年間変動量は50ℓ/分、最大湧出量は前年と同量である。一方、箱根火山山麓の2観測井は3月に自噴量が最も少なくなるが、年間変動量は10ℓ/分と小巾である。

## (2) 大磯丘陵の観測井

中井町の中村川流域の2ヶ所（半分形、境）で地下水位を観測している。中村川上流域の境観測井は深度17mでローム層中の浅層地下水を測定対象としている。中流域の半分形観測井は深度44m以深の被圧地下水を対象としている。両観測井とも坂田電機製（HRL-5）水位計を使用している。

〔境観測井〕 水位観測結果は図5-1のとおりであった。丘陵地に位置し、畑地域のため水田灌漑の影響は無い。地下水位は3月以降まとまった雨がある毎にステップ状に上昇し、10月以降降水が少なくなると低下している。昭和61年は梅雨時の降水量が例年より少なかったため、年間最高水位は昨年と比べ約0.7m低い。

〔半分形観測井〕 水位観測結果は図5-2のとおりであった。水位は気圧変動の影響を受けるため、水位記録には気圧変化に対応して小さな鋸歯状の変化が観測されている。水位変化と気圧との比を気圧係数で表せば約2.5mm/mbと計算される。観測井は丘陵の端に位置し、谷の水田地帯に隣接するが、被圧地下水で帯水層が深いため水田灌漑の影響は認められない。昭和61年は6～9月が少雨のため夏期の水位上昇は小幅であった。年末の水位は9mで昨年と比べると0.5m低い。

## 3 地下水位の経年変化

県企業庁が三保ダム建設に伴い、ダム建設が地下水へ及ぼす影響調査を目的として昭和43年に足柄平野に8観測井を設置して以来今年で20年が経過した。これら観測井の内6井と、その他14ヶ所の水位観測資料を併せ、20年間の水位変化の傾向について調査した。

灌漑期の水位上昇が一段落する7月中旬の水位と、非灌漑期の水位が最も低下する3月の水位を選び、20年間の水位変化を図6に表した。図中に傾向を曲線で示したように、水位変化の傾向に下向き傾向と上向き傾向とが昭和53年を境に認められる。昭和43年から53年までの水位は毎年低下していたが、この傾向は地下水開発等に起因し、その詳細は横山ほか（1977）に詳しい。しかし、昭和54年以降の水位上昇についてまだ十分調査されていないので、ここに検討することにした。

### (1) 地下水位上昇域の分布

地下水位の上昇は平野上部の金井島、延沢、吉田島の3観測井で認められた。図6に示した水位経年グラフによると、顕著な水位上昇は昭和54年に始まり、昭和59年まで続いた。昭和59年以降水位は水位上昇は鈍化している。

足柄平野上部の工場や水道水源井、民家の井戸について、昭和53年前後の水位変化を更に検討したところ、観測井と同様な水位上昇が確認された。これら調査結果をまとめると、水位上昇は酒匂川右岸に限られ、水位上昇量は開成町金井島で最も大きく4mにのぼった。上昇量分布は図7のとおりである。

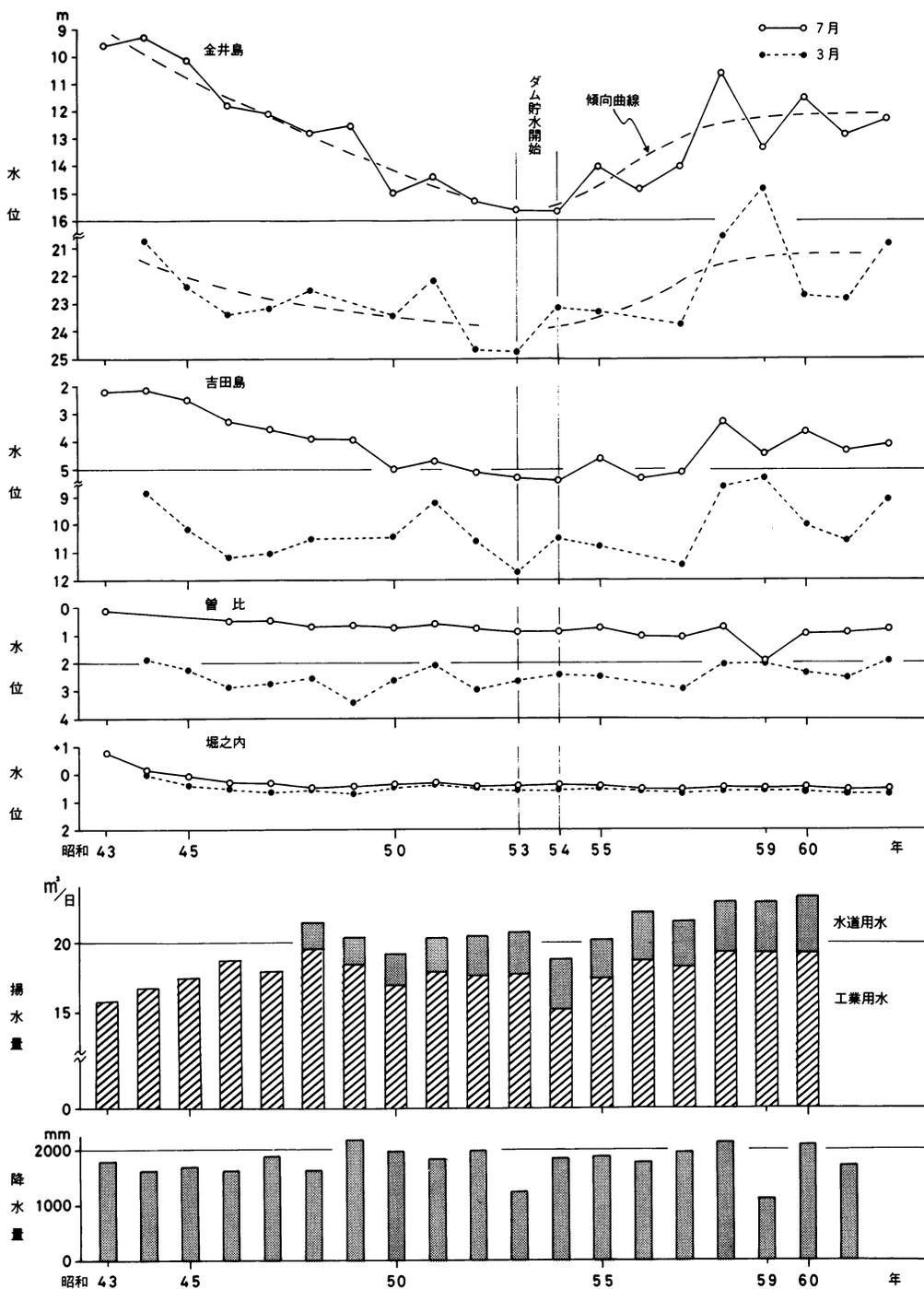


図6 地下水位（7月、3月）と地下水揚水量の経年変化

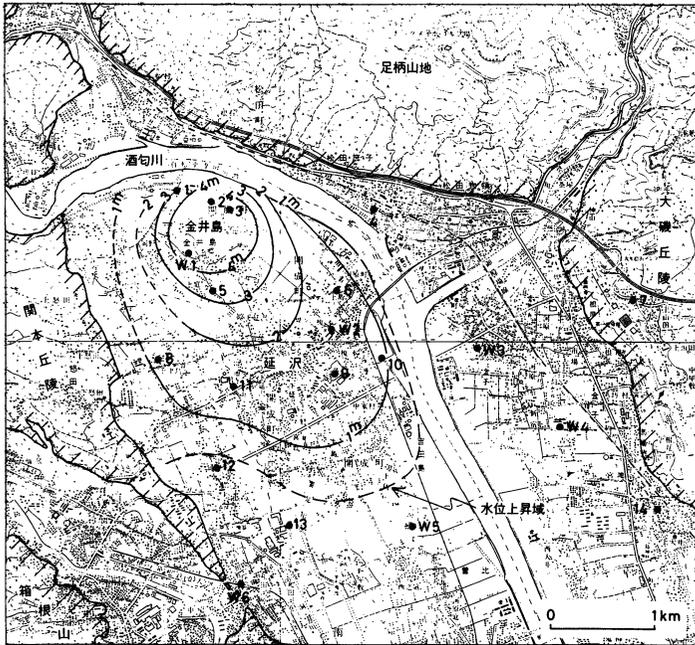


図7 地下水位上昇量の分布 (m) Wは県観測井、他は民間観測井

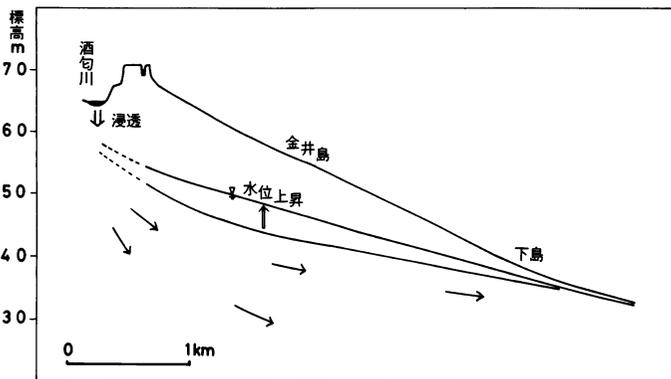


図8 地下水位上昇域断面図 (開成町付近)

表せば図6のとおりであった。揚水量は昭和40年代の増加期の後、昭和50年代になると横這いとなった。しかし、昭和50年代後半は経済活動が緩やかな上昇傾向となり、揚水量は僅かながら増加傾向となった。したがって、水位上昇が始まった昭和54年以降の傾向は揚水量が増加傾向と言える。揚水量は水位を大幅に上昇させる因子とならない。

年降水量を平均値で比較すれば、昭和53年以前の水位低下期の平均値が1,733mm、昭和54年以降の平均値が1,766mmで、ほぼ同一であった。よって、降水量も水位上昇の原因では無い。

〔土地利用等の地表条件変化〕 平野上部では農地の宅地化や工場進出のため年々変化している。一方、

水位上昇は酒匂川左岸の川音川扇状地には認められず、右岸の酒匂川扇状地に生じている(写真1)。水位上昇域の断面図を描けば図8のとおりになり、扇頂部～扇中部で上昇量大きい。帯水層の空隙率を15%とし、水位上昇量を水量に換算すれば、足柄平野上流部は「平野のダム」の役割を果たし、貯水量を約200万 $m^3$ も増加させたことになる。

## (2) 水位上昇の原因

足柄平野に関係する地下水位上昇の原因として次の5要因が考えられるので、消去法により原因を確定する。

- ア、地表水(灌漑用水、河川水)の浸透量増加
- イ、地下水揚水量の減少
- ウ、降水量の増加
- エ、土地利用等の地表条件の変化
- オ、地震の前兆現象

〔地下水揚水量と降水量〕 足柄平野に係る2市4町の地下水揚水量変化を神奈川県工業統計調査資料結果と水道事業の実態によって

## 箱根山



写真1 足柄平野上部金井島付近（昭和63年2月8日 松田山にて撮影）

灌漑用水路の改修や道路舗装も進んでいる。これらの土地利用変化は水涵養を抑制こそすれ、促進することはない。

〔地震の前兆〕 地震の前兆現象として地下水位が異常な変化をすることが観測されている（なまずの会、1986）。しかし、問題となっている足柄平野の水位は、ア、3月に最も水位が下がり、8月に最も水位が高くなり、この水位年間変化のパターンは変わらず、全体が上昇していること、イ、水位上昇域が開成町付近を中心とする限られていること、ウ、水位上昇に比べ、著しい地殻変動が報告されていないことから、前兆現象とは認められない。

〔浸透量の増加〕 以上のように、水位上昇の原因として地下水揚水量の減少、降水量の増加等が原因とは考えられず、灌漑用水や河川水等の地表水浸透量が増加したことの可能性が強い。ただし、灌漑用水は水利慣行に変更は無いので、河川水の浸透（伏設涵養）量の増加が水位上昇の主要因と考えられる。

横山ら（1986）によれば、足柄平野上部において河川水の伏設浸透が盛んである。したがって、水位上昇の原因として伏設涵養の増加の可能性が強い。これを裏付ける現象として酒匂川の流量変化が重要で、三保ダムによる流況の安定化が原因と予想されるので検討した。すなわち、三保ダム完成を境とする昭和53年以前と昭和54年以降の流量変化を平山観測点の資料に基づいて表せば図9のようになる（昭和47年は中川大雨のため欠測）。

図9によれば、流量は渇水年であった昭和53年を境に、それ以前より昭和54年以降の方が豊水量や平水量が減少傾向で、低水量や渇水量が増加傾向となっている。このため豊水量と渇水量の差を表す水位

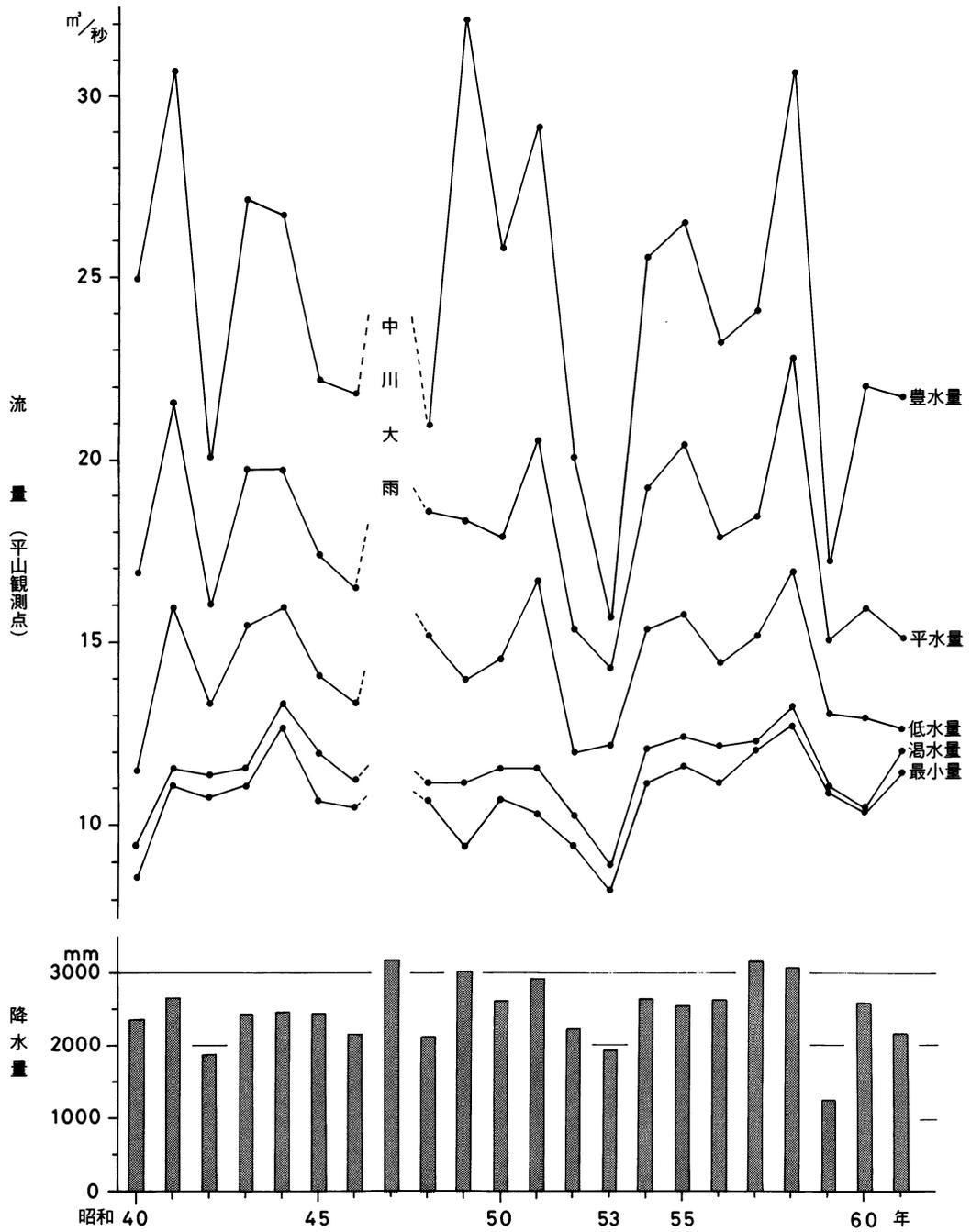


図9 酒匂川平山観測点の流況経年変化 (単位  $m^3/sec$ )

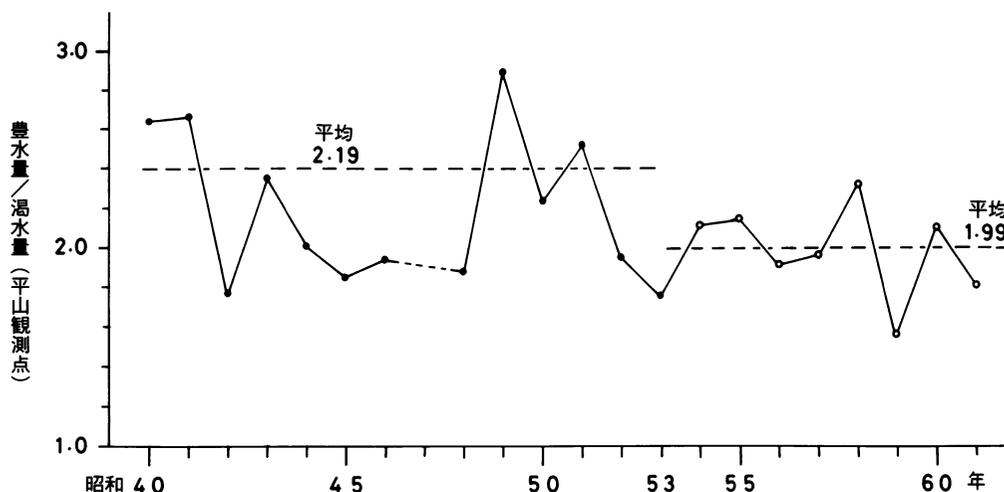


図10 豊水量/渇水量 (比) の経年変化

グラフの幅が狭くなっている。すなわち、年間の流量変動量（差）が減少し、流況が安定化していることを示している。両者の比（豊水量/渇水量）の経年変化を表せば図10のとおりである。図10によれば、昭和53年以前の比は平均2.19、昭和54年以後の平均が1.99となり、ダム完成時を境に約0.2減少している。

足柄平野上部では、河川や用水、水田灌漑等の地表水が重要な地下水涵養源である。河川水が安定して流れると、灌漑期には用水の取水量が安定するし、流量が少なくなる非灌漑期でも安定で、かつ今まで以上の流量が流れる。このため地下水涵養量が増え、水位が上昇したと推定される。

#### 4 おわりに

昭和60年に引続き昭和61年も足柄平野及び大磯丘陵で地下水位と湧水量の観測を行った。その結果例年どおりの水位と湧出量が観測された。

昭和43年観測が開始されて以来20年間が経過したので水位の経年変化について検討を加えた。その結果、水位は昭和53年まで地下水開発等に伴う低下が続いたが、昭和54年以降水位が上昇傾向に転じていることが明らかになった。水位上昇は開成町を中心とする足柄平野上部に認められ、8年間の上昇量は最大4mに及ぶ。この水位上昇は三保ダムの流量調節によって酒匂川の流量が安定し、涵養量が増加したために生じた。

#### 5 謝辞

本調査にあたり県企業庁管理局三保事務所、開成町水道課及び足柄上消防組合消防本部には調査資料を提供していただいた。水位観測にあたっては各土地所有者、管理者に協力いただいた。また、五味一雄前三保事務所長にはダム建設にあたり地下水への影響を予想し、足柄平野6井の設置に尽力された。

諸星忠義管理課長をはじめ管理課の方々には調査の円滑な進行に配慮いただいた。以上の方々に深く感謝いたします。また、調査研究に御指導いただいた前研究部長の故平賀士郎博士のご冥福をお祈りいたします。

なお、本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。

## 6 参考文献

神奈川県衛生部環境衛生課（1973～1985）、水道事業の実態

神奈川県企画部統計課（1968～1985）、工業統計調査結果報告

なまずの会水位観測班（1986）、昭和61年（1986）7月9日小田原直下の有感地震（M=4.2）とその前兆水位異常、  
神奈川温地研報告、Vol.18、No.1、7-15.

荻野喜作、横山尚秀（1987）、足柄平野の地下水、「水」、Vol.29、No.4、22-28.

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）、神奈川温地研報告、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）、神奈川温地研報告、Vol.8、No.3、115-124.

横山尚秀、荻野喜作、大木靖衛（1986）、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）、  
神奈川温地研報告、Vol.17、No.5、127-140.

横山尚秀、荻野喜作、大木靖衛、結田康一（1986）、足柄平野上流部の地下水温変化と地下水涵養機能（足柄平野の  
地下水 その10）、神奈川温地研報告、Vol.17、No.5、141-158.