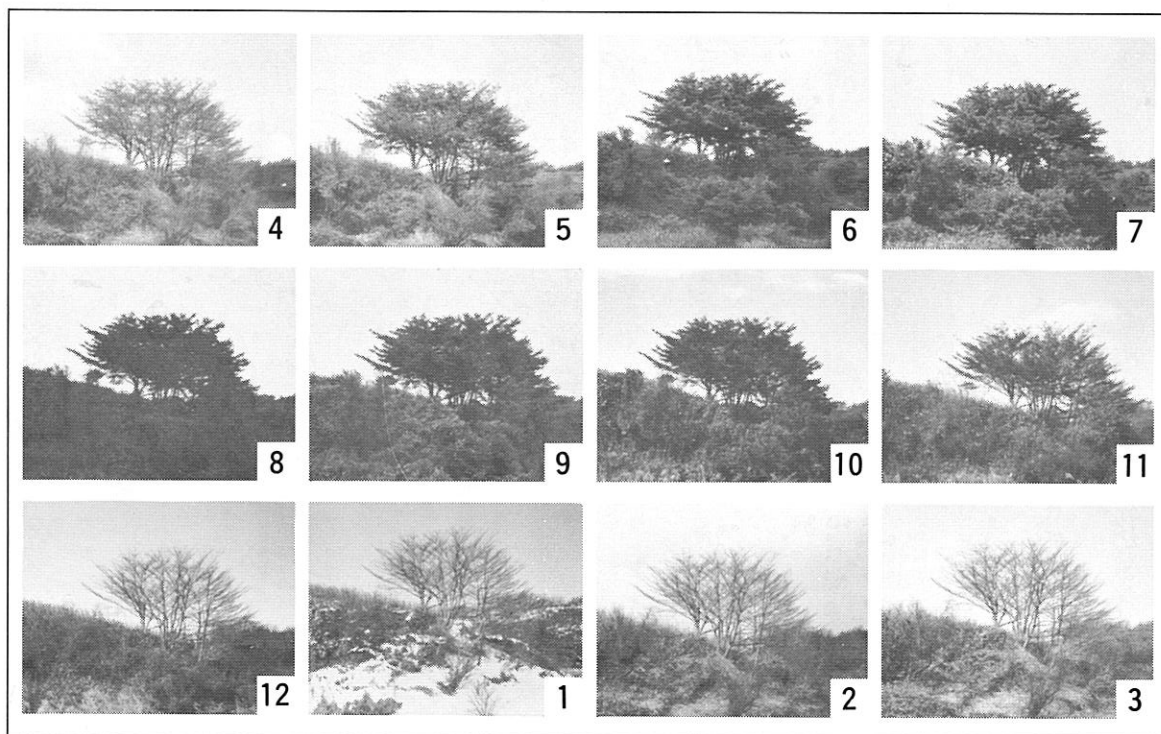


横浜南部丘陵

舞岡川源流域の水文調査

1984年12月



舞岡の景観

(地名は27ページ参照)

84. 4. 26



写真1.

松原越より上流を見る

83. 8. 30



写真2.

松原越付近のせせらぎ

83. 10. 27

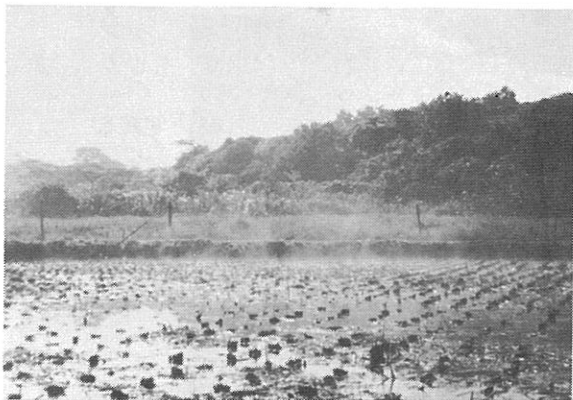


写真3.

雨あがりの水田
(松原越付近)

84. 4. 26



写真 4.

宮田よりばらの丸をみる

83. 7. 1



写真 5.

田植えのすんだ宮田

83. 12. 20



写真 6.

ばらの丸より宮田

84. 4. 26

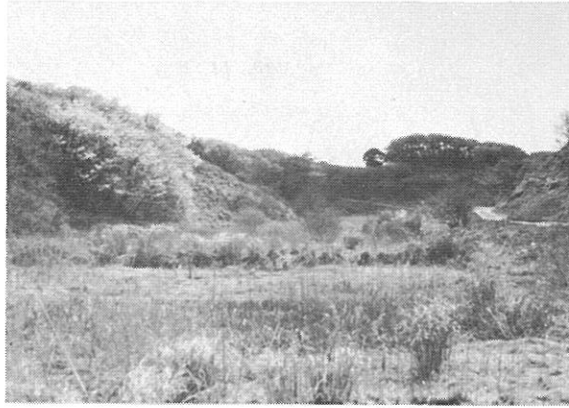


写真7. 大原 上流方向を見る

83. 6. 9

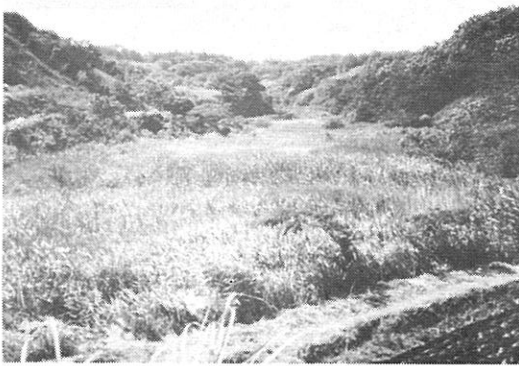


写真8. 夏の大原

83. 12. 7

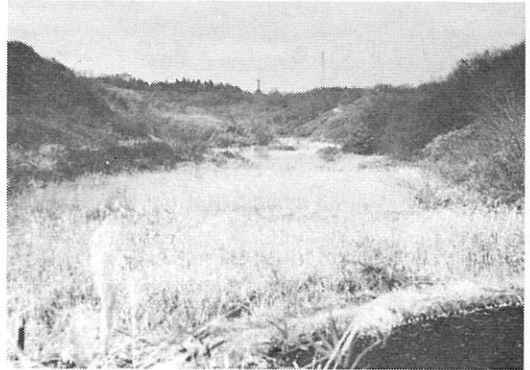


写真9. 冬の大原

83. 6. 9



写真10. 大原上流部の水田，田起しのすんだところ。中央右の奥がおんどまり。

83. 11. 8

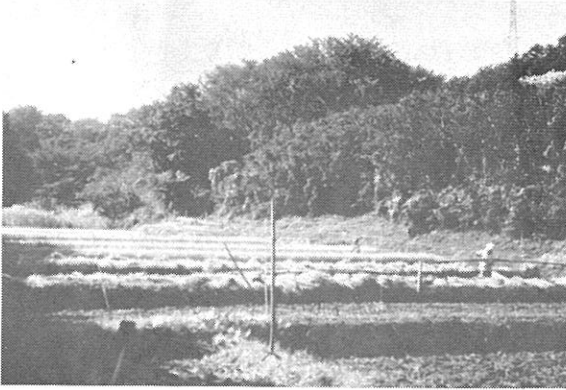


写真 11.
狐久保

83. 3. 9



写真 12.
小谷戸

83. 10. 27



写真 13.
長久保

雪 景 色

84. 1. 20

84. 2. 2

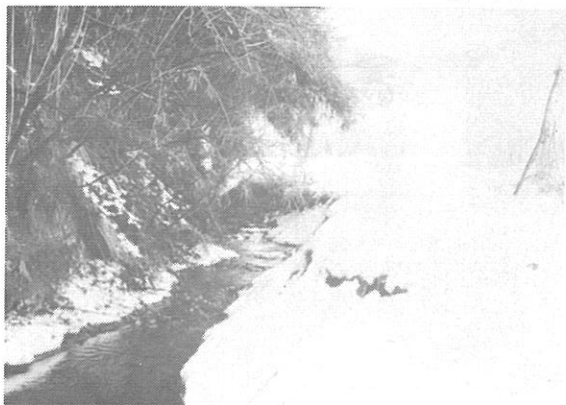


写真14. 松原越

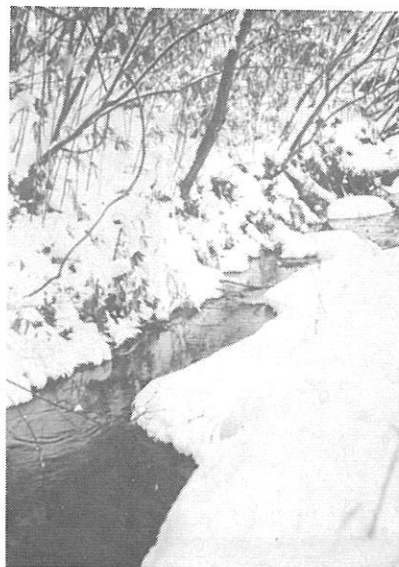


写真15. 松原越

84. 2. 13



写真16. 宮田

84. 1. 20



写真17. 大原

観測施設

83. 4. 2



写真 18. 量水堰

83. 4. 2

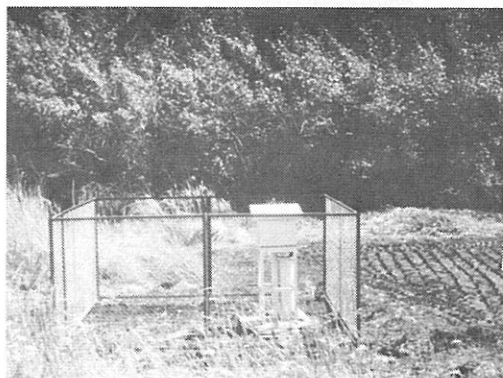


写真 19. さくらなみ観測井

83. 4. 2

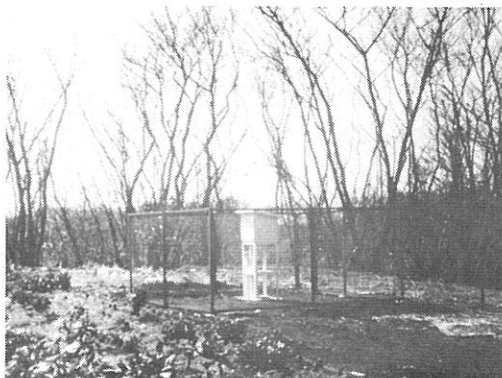


写真 20. ばらの丸観測井

84. 11. 16

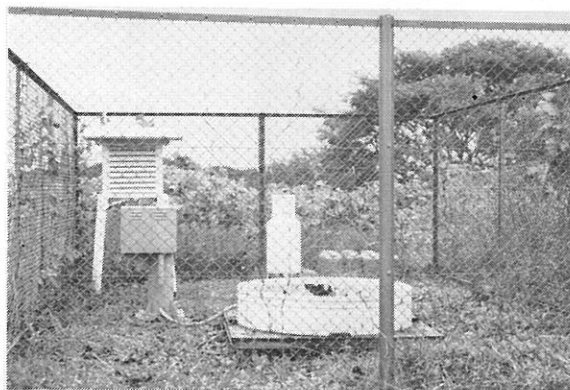


写真 21. 雨量計, 蒸発計, 温度計

季節調査定点・湧水点（付図参照）

84. 11. 16



写真 23. No. 2 (おんどまり)

83. 11. 7

84. 11. 16



写真 22. No. 1

根の下に湧水点がある



写真 24. No. 3

84. 11. 16

84. 5. 30



写真 25. No. 5

84年5～8月 三角堰と水位計
を設置



写真 26. No. 7

83. 11. 7



写真 27. No. 8

84. 11. 16



写真 28. No. 9

84. 11. 16



写真 29. No. 10

83. 8. 30



写真 30. No. 11

84. 11. 16



写真 31. No. 12

84. 11. 16



写真 32. No. 14 (瓜久保)

83. 11. 8



写真 33. No. 15

84. 11. 16



写真 34. No. 16

83. 3. 18

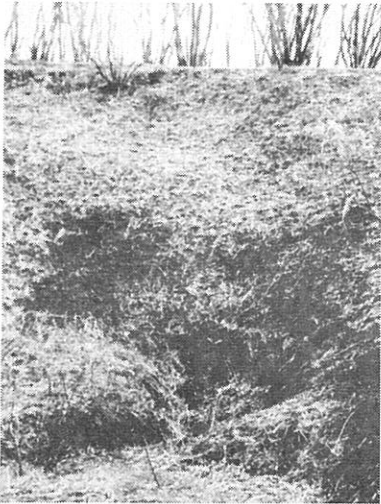


写真 35. 宮田谷頭部の湧水点
(中央下の凹み)

83. 1. 12



写真 36. 写真 35 の遠景

83. 3. 8



写真 37.
瓜久保谷頭部
の湧水点

目 次

ページ

〇はじめに

I. 調査の概要

- 1. 調査の趣旨と目的 1
- 2. 調査対象地域 3
- 3. 調査の実施内容 3

II. 舞岡川源流域の地形と水理地質

- 1. 地 形 10
 - 1) 地形の概要 2) 空中写真判読による微地形分類
- 2. 水理地質 14
 - 1) 地質の概要 2) 地層・土質の試験結果 3) 水理地質構造

III. 舞岡川源流域の人文環境

- 1. 土地利用 23
- 2. 水 利 用 25
- 3. 災 害 26
- 4. 地 名 27
- 5. 都市計画 29

IV. 舞岡川源流域の水文観測調査

- 1. 地 表 水 31
 - 1) 流量調査 2) 洪水流出 3) 流出の特徴と水利用の可能性
- 2. 水質調査 53
 - 1) 水質分析結果 2) 溶存物質の負荷量と流域の水質特性
- 3. 地下水位の観測結果 72
 - 1) 観測井の設置状況 2) 地下水の賦存と流動状況 3) 地下水位の変化状況
 - 4) 地下水位の変化と降水量, 湧水量の関係
- 4. 水収支の検討 84
 - 1) 水収支の基本式 2) 水収支諸成分の検討 3) 水収支の算定結果

V. 水文調査の結果と今後の課題(まとめにかえて)

- 1. 水文調査結果の要約 97
 - 1) 土地自然的な特性 2) 地表水の特徴 3) 地下水の特徴 4) 水収支の算定結果
- 2. 今後の課題と問題点 100

〇おわりに 103

〇参考文献 104

〇参考図書 105

〇水文観測結果一覧表 107

☆【観測ノート】 定期測定について(8) 流量の日変化(33)

流量の日変化-夏・冬の例-(51) 最高・最低の記録(96)

○ は じ め に

都市の生活は、経済性、利便性の面で大きく発展してきました。同時に過密化した都市でも身近な自然が生活の中でも、教育の面からも求められるようになってきました。ところが、身近な自然としての、緑や水辺は年々都市化の進行によって、変質したり、失われつつあります。

そこで、当研究所では、都市自然の保全、創造のための研究を、生態学的、社会科学的、水文学的な面から行なっています。この報告は戸塚区東部の小流域を対象に昭和57年、58年の2か年にわたって水文調査を行なった結果をまとめたものです。

水文調査とは、ある地域の水の循環の仕組みを明らかにするもので、良好な自然環境を維持し、水辺に十分な水量を確保していく上で、欠かせない調査です。

今回調査した地域は、横浜でも数少なくなった「谷戸」の原風景をとどめており、現在でも多くの市民に親しまれておりますが、その一部は現状の自然を生かした公園になる予定です。その緑と水辺を維持し、さらにより多くの市民に親しめる場とする上で、この調査が重要な役割を果たすと考えます。

また、水文調査は洪水対策、水の経済的利用といった面では多くなされてきましたが、自然環境の保全という視点からの水文調査は殆どありませんでした。こうした面からも、この報告が、同じような他の「谷戸」の保全のために十分活用できるものと考えます。

なお、この調査は横浜水文学研究会に委託して実施したものであります。

1984年12月

横浜市公害研究所長 田 中 芳 雄

1. The first part of the document is a list of the names of the members of the committee.

2. The second part of the document is a list of the names of the members of the committee who have been elected to the office of Chairman.

3. The third part of the document is a list of the names of the members of the committee who have been elected to the office of Secretary.

4. The fourth part of the document is a list of the names of the members of the committee who have been elected to the office of Treasurer.

5. The fifth part of the document is a list of the names of the members of the committee who have been elected to the office of Vice-Chairman.

6. The sixth part of the document is a list of the names of the members of the committee who have been elected to the office of Member-at-Large.

7. The seventh part of the document is a list of the names of the members of the committee who have been elected to the office of Member-at-Large.

I 調査の概要

1. 調査の趣旨と目的

近年、大都市とその周辺地域において都市的土地利用がますます高密度で拡大し、土地自然の失われる傾向が進行している。そこで都市域に緑と水辺を中心とした自然環境を保全・回復・創造しようとする努力が各方面で高まってきた。この背景には都市機能をもつ地域が極端に拡大し、変質してきたことにより、人間が本来もつ生活環境の物質的側面での居住性のみならず、安らぎ、潤い、ゆとりなどのある快適で健康な環境づくりが再認識されてきたことによる。

しかし、ある地域を公園や緑地として保全していく場合、その周辺地域で宅地開発などの進展に伴い難浸透域が増加したり、地下掘削などの土木工事により地下水の水みちが遮断されたりして、地下水の水位低下や涵洩化、さらに河川の維持水量の減少化が顕著に表われる傾向が予想できる。このように都市地域の拡大は土地自然のもつ浸透・保水・貯留機能効果を著しく減少させるばかりでなく、必要な水量が確保できない環境にしてしまう。そのため自然環境の維持・回復に必要な水の確保についての基礎的研究が重要な課題となる。

横浜市ではこうした現状におかれる地域が年々増加する傾向にあるため、市内にモデル地域を設定し、自然条件と水のあり方などの関係を明確に知る基礎資料を得ることが急務となる。幸にして、横浜市緑政局が計画している戸塚区の舞岡公園予定地域は、現状の自然を十分生かした、いわゆる自然公園とする構想がある。しかし、自然公園であっても当然ながら予定地域内には人工的な土地改変や諸施設がつけられることになる。その際、基本的には土と緑に清流をリンクさせねば公園の価値も半減するため、現状のせせらぎや豊かな緑を残存していく必要が生じる。また公園予定地域周辺では宅地開発などが急速に進行しており、必要な水量が十分確保でき、しかも維持できるかが危ぶまれている。

したがって、公園予定地域の水のあり方と土地自然条件の関係を調査・研究して、将来とも十分な水量の確保が可能かどうかを検討する水文学的基礎資料を得ることがまず必修課題となる。さらに公園および周辺の宅地開発などに伴って賦存水量の減少が予想される場合には、地域の自然的特性を踏えつつ、とるべき方策の検討を行うための資料も必要になる。

そこで横浜水文学研究会は、横浜市公害研究所の依頼により、1982年度から約2か年間の予定で、上記の舞岡公園予定地とその周辺地域の水文学的調査を実施することになった。

本調査では、上記の趣旨に基づき、現在市域で比較的良好な自然状態にある舞岡川源流域をケース・

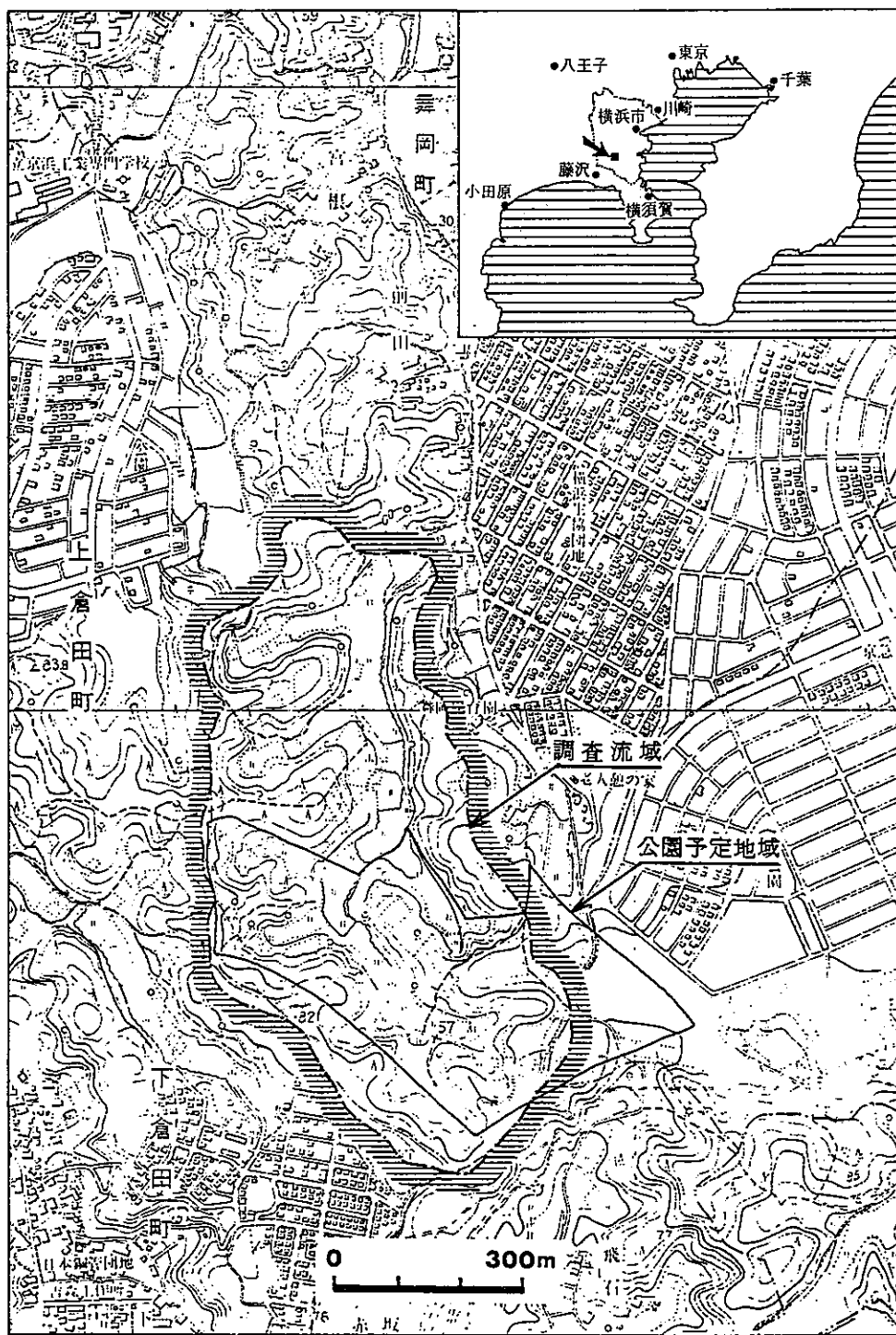


図1・2・1 調査地域図

地図は横浜市発行 1万分の1地形図(港南区図)を使用した。

スタディとして、開発以前の丘陵と谷戸の土地自然特性を踏えつつ、水文学的立場から流域内の水の動態変化を定量的に考察し、良好な水文環境を維持するための方策を検討する。また、都市化あるいは都市環境の整備は河川や地下水の状態を変化させることから、今後の都市・地域開発に伴う水文環境変化に対する調査手法の確立や望ましい都市環境のあり方について、水文学的立場から基礎的資料を提供することを目的に一連の水文調査を実施してきた。

2. 調査対象地域

水文ならびに水収支の調査・研究では、まず調査の対象地域を設定することが必要である。この場合、調査の目的に対応した地域の設定が必要となり、一般には地形単位を一つの水文地域＝流域＝として設定するのが妥当である。そこで調査の対象としたモデル地域は図 I・2・1 に示す如く、横浜市緑政局が計画している舞岡公園予定地を含む面積約 37.8 万 m^2 の流域とした。ここは柏尾川の一支流舞岡川源流域に当たり、行政的には戸塚区舞岡町の一部地域である。

調査流域の周辺は大規模な住宅団地の造成が進行している地域で、宅地造成の際に丘陵を削り谷を埋めて平坦化した人工改変地形が広い面積を占めている。このような人工的な地形改変地にはコンクリート・アスファルト化された舗装道路や住宅などが建設され、改変以前に保持していた保水・浸透機能が失われて、地下水の涵養に対する影響も大きいと考えられる。しかし、調査の対象地域には住宅建設もなく、農耕利用に伴う人工改変地が一部に認められる程度で、自然地形および自然的な景観は大きく改変されることなく自然色の強い現況を示している。

3. 調査の実施内容

本調査は当初 1982・83 年度の 2 カ年計画で目的を達成できるように進めてきた。しかし、諸般の事情で観測施設の設置が遅れたり、観測開始後に欠測期間が生じたなどのため、十分な調査・観測資料が得られなかった。そこで一部の資料については、その後の観測資料を含め内容の検討を行ってきた。調査の方法やその内容は目的を達成するために図 I・3・1 の手順で実施してきたが、以下にその概要を記す。

(1) 既存資料の収集と概査

調査流域を把握するために、まず調査開始当初には地形図、空中写真、ボーリング柱状図、水文気象などに関する既存資料を収集・整理し、検討を行った。さらに現地踏査により調査流域の概略を把握・検討し、ボーリング地点、量水堰、雨量計、観測井設置場所ならびにそれらの規模などについての決定を行った。その際には地形、地質、植生、流路の形態、湧水分布、利水・排水状況などの概査についても実施した。

(2) 流域特性調査

調査流域における水の動態や水収支に関連する自然・人文条件について、地形図、空中写真などを基に地形計測および現地調査により明らかにした。主な内容としては調査流域の平均高度・傾斜・起伏量、微地形分類、植生、土壌、土地利用、耕作状況、利水・排水状況などである。

1982・83年度

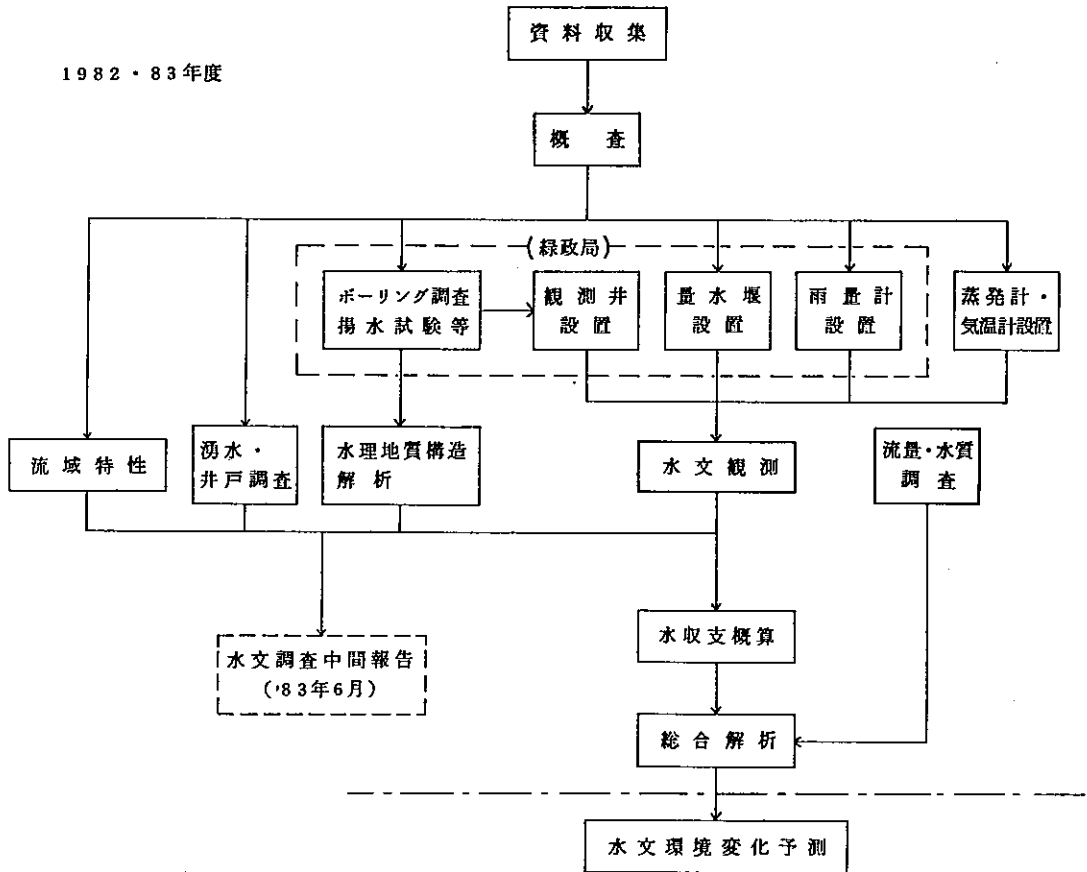


図 I・3・1 水文調査フローチャート

(3) 湧水・既設井戸調査

調査流域の湧水の位置・高度，湧水量，水質，および周辺地域の既設井戸の利用状況，地下水位などについて調査し，水理地質，地下水の賦存状態，水収支計算の基礎資料とした。

(4) 水理地質・土質調査

前記した如く，ボーリング調査，土質試験，現場透水試験，揚水試験などを実施することにより，調査流域内の土質，水理地質構造，帯水層の性質・分布を明らかにするために必要な基礎資料を得ると同時に水文資料を得るための観測施設を設置した。

これら一連の諸作業・調査の実施計画案は本研究会で作成し，さらに横浜市緑政局が応用地質調査事務所 (KK) に「舞岡公園水理地質調査委託業務」として依頼し，実施したものである。実施内容のうちボーリング掘削，土質試験などの諸元・数量は表 I・3・1 に示す如くである。また調査ボーリング，観測井，量水堰，雨量計施設などの設置地点は付図に，観測井の構造および設置状況は図 I・

表 I・3・1 水理地質調査の諸元と数量

井	地盤高 T. P. (m)	孔径 (%)	掘進長 (m)	デモン サンプリ ング (m)	現場透水 試験 (回)	電気検層 (m)	室内土質試験 (ケ)			観測井設置			備 考	
							比重	含水比	粒度	過潤 密度	名称	ストレー ナ長(m)		管頭高 T. P.(m)
B-1	76.39	66	30.00		2	28	3	3	3					
B-2	60.73	66	30.00	5.00		20	13	13	10					
B-3	45.59	66	10.00				2	2	2					
B-4	70.81	66	30.00	5.00	3	24	13	13	10					
B-5	50.51	66	10.00				2	2	2		5.0	51.43	5.0	51.43
B-6	49.79	66	10.00				3	3	3		5.0	51.09	5.0	51.09
B-7	81.35	66	40.00	5.00	3	22	14	14	10					
B-8	63.82	66	10.00				2	2	2		5.0	64.34	5.0	64.34
B-9	75.14	66	20.00	5.00	3		12	12	10		10.0	75.27	10.0	75.27
B-10	80.80	66	30.00				3	3	3		20.0	80.83	20.0	80.83
計			220.00	20.00	11	94	67	67	40					
1号井	45.57	250	6.50								2.0	46.63	2.0	46.63
2号井	81.71	250	31.50								6.0	82.72	6.0	82.72
B-3'	45.59	66	5.00								4.0	46.11	4.0	46.11
計			43.00											

3・2にそれぞれ示してある。

(5) 水文観測・水収支調査

水文観測諸施設の設置に伴い1983年3月下旬より自記計を付置した観測井2か所で地下水位、量水堰1か所で地表水の水位・流量を、さらに自記雨量計で降水量の継続観測を実施している。蒸発量の観測は1983年6月24日、気温・地温のそれは同年7月28日より開始し、それぞれの地点で自記計による継続観測を行っている。また水文観測諸施設のうち自記計を備えてない観測井5か所と湧水点2か所は、毎週1回程度の割合で手測りの方法を用い定期的な測定を行っている。

(6) 地表水の流量・水質調査

地表水については、上記の観測個所以外に流域の16か所を調査定点として決め、地表水の流下に伴う流量と水質の変化を把握するために定期的・季節的な調査を2・3か月ごとに数回実施してきた。さらに上記における調査定点の一部を用いて流量・水質の日変化を把握する目的で、1984年4月21日から22日にかけて24時間調査を行ってきた。それらの水質調査項目は原則として現場で測定あるいは分析可能な水温 (T)、pH (RpH)、電気伝導度 (EC)、塩素イオン (Cl^-)、溶存酸素 (DO)、鉄イオン (Fe)、アンモニア性窒素 (NH_4^+-N) である。また調査定点16か所のうち数か所については、現場で採水した試料を公害研究所の実験室でより詳細な分析を行った。

(7) 水文環境の変化予測

調査流域の水文・水収支関係と自然・人文条件の関連性を明らかにするために調査を続行中である。現段階では調査・観測資料が十分でないため、引き続き調査流域内で資料の集積を行っていくとともに、調査流域内外の土地利用の変化あるいは土地改変の状況などについていくつかのケースを想定し、その場合における水文環境の変化予測を試み、今後予想される公園造成に伴う水文環境の変化を考察していく計画である。(長沼)

ばらの丸
観測井

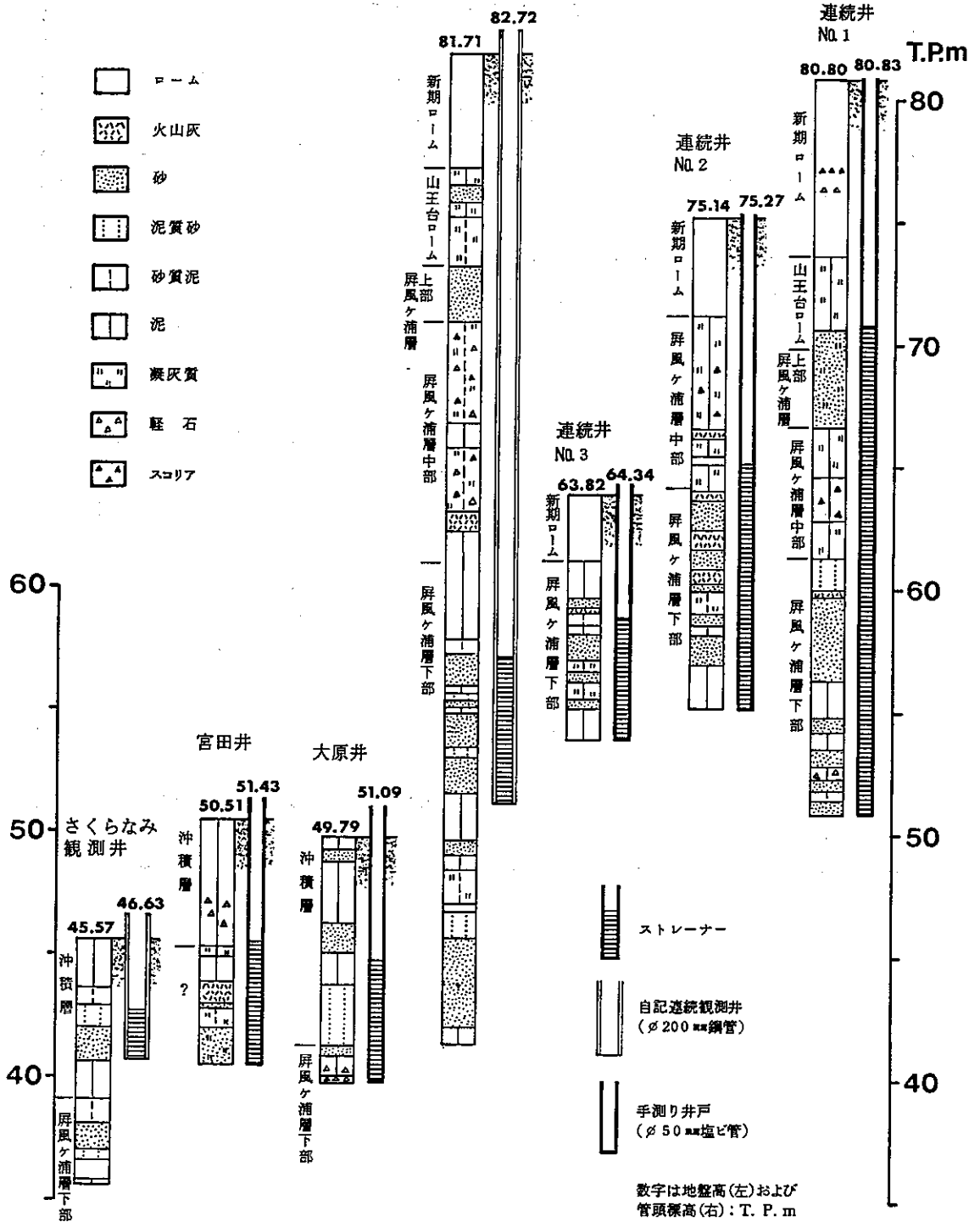


図 I・3・2 観測井の構造

定期測定について

今回の調査では継続してデータをとるために、雨量計1、温度計1、蒸発計1、水位計3（地下水位、流量）の計6つの1か月巻自記計を設置しました。これらの器械の保守・点検と2か所の流量測定点、5か所の手測り観測井の観測のために、週に1回調査流域をまわりました。1か月巻の自記計の保守に週1回というのは多過ぎるようですが、それでもいろいろなトラブルによって、かなりの欠測がでました。

器械のトラブルの主なものとしては、インク切れ、時計部の不調、湿気で紙が延びることによる紙送りの狂いなどがあり、機種や設置場所の環境によって様々です。しかし、最も困ったのはいたずらです。特に量水堰は、設置してすぐの1983年4月中旬から5月初旬にかけて3度も水位計の格納されている観測箱が壊され、フロートが落とされるなどの被害を受けました。これには困って観測箱の周囲をさらにベニヤ板で囲み、一種の“鞆堂”づくり、扉もボルトでとめるようにして、やっといたずらを防げるようになりました。今後も野外に観測施設を設ける場合には適切な機種の選定、設置方法を考えるのと同様にいたずら防止も真剣に考える必要があるでしょう。

また予想外に大変だったのは量水堰のドブさらいと、草刈りです。量水堰は堰止められている流路の部分が一定の寸法を保っていることでその水位から流量が計算できるわけですが、大雨が降るたびに土砂が堆積して底が浅くなり、正確な流量の算出ができなくなります。そこで、春から秋の雨の多いシーズンには頻繁にドブさらいをする必要がありました。

また、蒸発計、雨量計のまわりに草が茂ると、正確な値がとれません。ところが、ここでのスキ、クズ、アシなどの生長は極めて良く、6～9月の間に3回はこれらの観測施設の周囲の草刈りをしなければなりません。そのほかに観測点を結ぶ巡回ルートも自分で切り開かなければなりません。

このように、信頼出来る観測データを欠測なく得るためには予想もしなかった仕事が次から次へと出てきます。（高井）

観測野帳記入例

200 84年4月17日 観測地 高井

148

52

天候 快晴

水量せき	ポイントゲージ 401.8 =
10時15分	三角せき下端 505.8 =
	差(越流高) 104.0 =
	流量 4.86 l/s 水温 10.5℃

特記事項 電池交換

さくらなみ	地下水面高度
観測井	10時35分 1.38 m

特記事項

はらの丸	地下水面高度
観測井	11時20分 26.90 m

電池交換

雨量計	特記事項 雨量計 電池交換 糸15分計(始7"止)
-----	------------------------------

MEMO ・サツ味は10% ・90%ポ申花 ・アツツツツマは0% トR. 官田 0.95% ←	NO.5	4.99	3.750	0.75
	12:15 14.8%	5.18	3.900	0.75
	R=5.7mm →0.88l/s	5.31	4.000	0.75
		5.07	3.800	0.75
		5.21	3.900	0.75

観測地 高井 84年4月17日

観測地	10時25分	水温	10.8℃
1回目	10"02	2,160 ml	0.22 l/s
2回目	9"92	2,120 ml	0.21 l/s
3回目	10"17	2,170 ml	0.21 l/s
計	30"11	6,450 ml	0.21 l/s
(平均流量)			

観測地	11時50分	水温	14.7℃
1回目	9"96	1,530 ml	0.15 l/s
2回目	10"00	1,540 ml	0.15 l/s
3回目	9"91	1,530 ml	0.15 l/s
計	29"87	4,600 ml	0.15 l/s
(平均流量)			

観測地 地下水位 観測

大原井	10時55分	1.13 m
宮田井	10時45分	10.76 m
蓮籠井NO.1	11時35分	13.55 m
NO.2	11時40分	10.45 m
NO.3	11時45分	3.65 m

Ⅱ 舞岡川源流域の地形と水理地質

1 地形

1) 地形の概要

舞岡川源流域の地形は、多摩丘陵低位面 (T_2 面) に属し、丘陵頂部の標高は90~60 mでほぼ北側に傾斜している。多摩丘陵は横浜市域で、北西部から南部に広く分布し、市域のほぼ中央を貫ぬくかたちとなっている。丘陵は侵食による開析作用を受けて丘陵面としての原地形は失われ、頂部の背面は波状形の極めてゆるい平坦面をなしている。丘陵地の侵食過程をみる一例として、調査流域の高度面積曲線を描くと図Ⅱ・1・2のようになる。この曲線のあり方はある地域の侵食がどの程度進行しているかを表現するものである。図に示したように、調査流域で得られた曲線はストレーラー (1952) による侵食度合の進んだ時期、すなわち壮年期の地形形成をあらわす曲線とほぼ一致している。そして侵食が進むにつれて曲線より下部アミ部の面積比は減少していく。

したがって、調査流域の谷の発達は良く、丘陵を開析して形成された樹枝状の谷地形は、流域のほぼ中央に主谷が形成され、谷底 (沖積面) は一般に谷の高さに比較して浅くかつ平坦で、多くは水田となっている。沖積面の標高は60~40 mでほぼ北方向に緩傾斜している。谷頭部から流域末端部における谷底面の縦断プロファイルを描くと図Ⅱ・1・3の通りである。この図から主谷の勾配は上流から下流までほぼ一定であるが、きざはし谷戸の合流点から宮田合流点にかけては急勾配のところが認められる。

調査流域の面積 (A) は $378,250 \text{ m}^2$ (約 37.8 ka) であり、最高点の標高は88 m、最低点のそれは40 mで約50 mの比高を有し、全流域の平均標高 (E) は62.4 mである。主谷の流路長 (L) は813 mで、主谷底面の平均傾斜は約 $1/33$ である。主谷に対して全流域の平均傾斜は約 $1/3$ で、かなりの急傾斜となっている。流域の平均幅 ($B = A/L$) は465 m、流域形状係数 (F) は0.57で、南北に延びた縦長の帯状となっており、流水は南から北に向かって流れている。

こうした調査流域の地形諸元の計測結果は表Ⅱ・1・1に示す如くである。

表II・1・1 調査流域の地形諸元

A	流域面積	378,250 m ² ≒ 37.8 ka
$B = A/L$	平均幅	465 m
$F = B/L = A/L^2$	形状係数	0.57
L	本川流路長	813 m
H max.-min. E	標高 { 最高-最低 流域平均	88 ~ 40 m 62.4 m
R	平均起伏量	8.78 m
S	傾斜 { 主谷底 流域平均	約 1/33 約 1/3 (19.3°)

以上一連の地形計測の方法は、1/2,500 地形図を用いて次のように行った。

地形計測の方法

①流域界・流域面積 (A) : 1/2,500 地形図上で地形的流域 (分水) 界を決め、その面積 (A) をプランメーターにより計測した。

②流域形状係数 (F)[※] : 流域平均幅に対する主川長の比から求める。

平均幅 $B = A/L$ (A : 流域面積, L = 主川長)

形状係数 $F = B/L = A/L^2$

当該流域の場合、1/2,500 地形図では $A = 378,250 \text{ m}^2$, $L = 813 \text{ m}$

$B = 465 \text{ m}$ $F = 0.57$

③平均標高 (E) : 1/2,500 地形図を用い、流域を25 m 方眼に分割し、その交点の標高 h を読み、次式から求める。

$E = \Sigma h/N$ (N : 交点数)

当該流域の場合、 $N = 631$, $\Sigma h = 39,318 \text{ m}$ となり、 $E = 62.4 \text{ m}$

④高度別度数分布・高度面積曲線 : 流域の高度区間を5 m ごとに区分し、上記の交点標高の度数分布を求める。

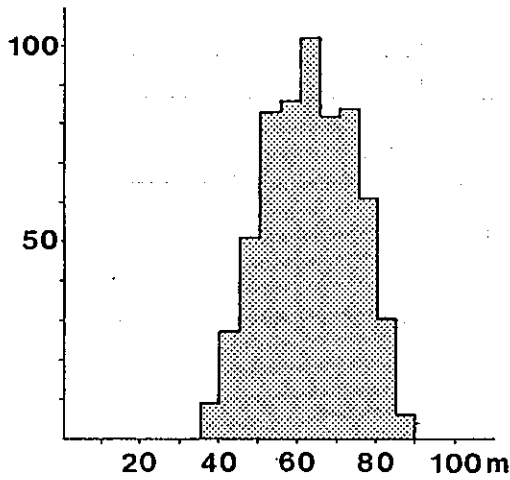
また縦軸に与えられた等高線の高さ (h) / 流域の高さ (H), 横軸に与えられた等高線で囲まれた面積 (n) / 全面積 (N) として高度面積曲線を描いた。

⑤平均起伏量 (R) ・平均傾斜 (S) : 1/2,500 地形図を用い、25 m 方眼で分割して方眼内の最高点と最低点の差を起伏量とする。その結果、方眼数 623, 起伏量計 5,468 m となり、したがって、平均起伏量 $R = 5,468/623 = 8.78 \text{ m}$, 平均傾斜 S は、平均起伏量 R / 方眼間隔 I で求められる。
 $S = 8.78/25 = 0.35$ (19.3°)

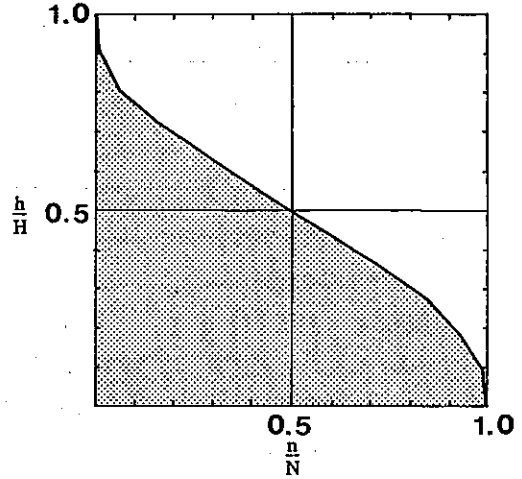
※) 流域形状係数 (F) が大きいと、長さの割合に幅の広い流域をあらわし、小さいと細長い流域をあらわす。この F が大きければ、流域に降った雨は同時に集まって流れることを意味する。日本の主要河川の F は 0.2 程度の値が多い。したがって、流域のかたちは細長い傾向にあるものが多い。

表II・1・2 高度別度数分布

標高区分(m)	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90
交点数(n)	9	37	51	83	86	102	82	84	61	30	6
$\frac{n}{N}$	1.00	0.99	0.93	0.85	0.72	0.58	0.42	0.29	0.16	0.06	0.01
$\frac{h}{H}$	0.00	0.09	0.18	0.27	0.36	0.45	0.55	0.64	0.73	0.81	0.91

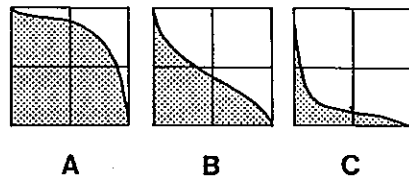


図II・1・1 高度別度数分布図

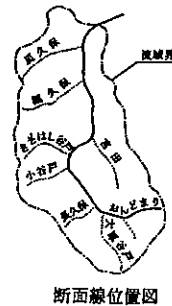
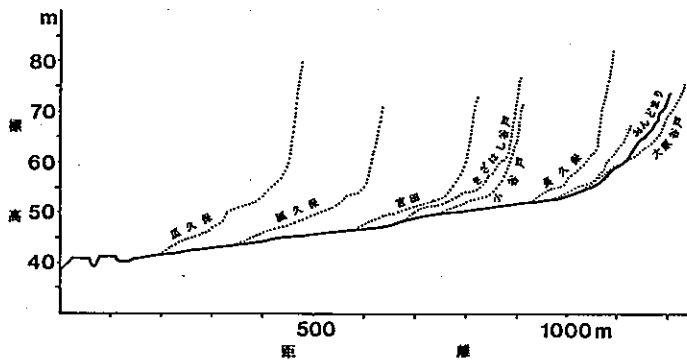


【参考】ストレーラー(1952)

- A: 侵食の初期(幼年期)の曲線
- B: 侵食の進んだ時期(壮年期)の曲線
- C: 平坦化され残丘のみがみられる時期(準平原)の曲線



図II・1・2 高度面積曲線



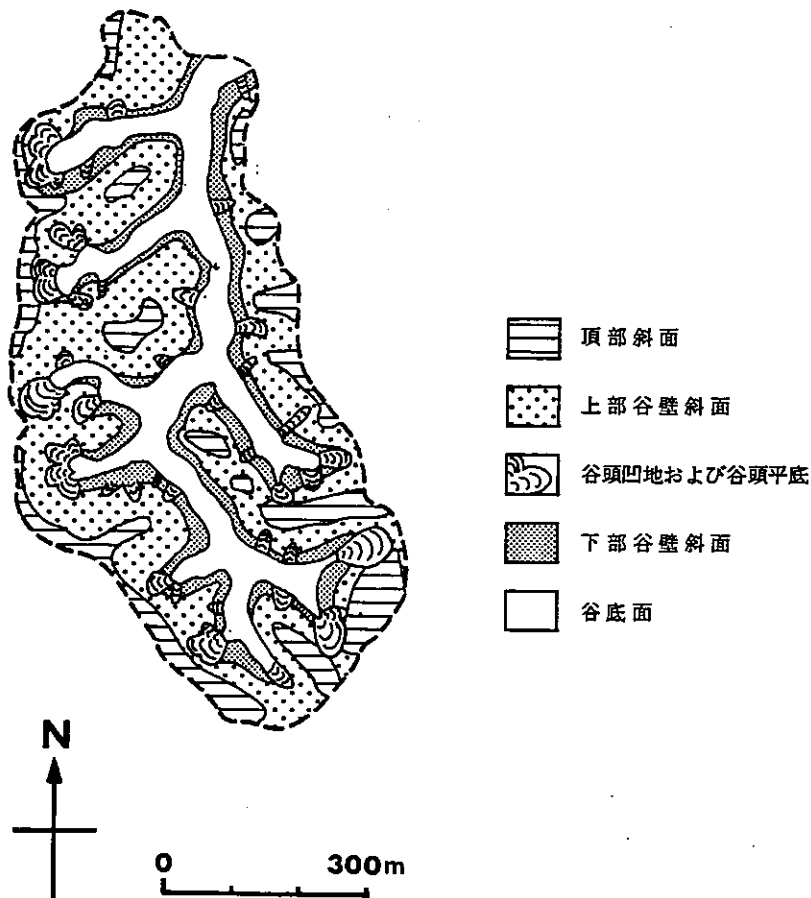
図II・1・3 谷底面縦断プロファイル

(資料: 1/1,000 仮称舞岡公園予定地現況平面図)

2) 空中写真判読による微地形分類

調査流域の地形について、さらに水文諸要素や水文的特性を知る手段として、空中写真を用い当該流域の微地形分類図を作成した(図II・1・4)。微地形分類に使用した写真は、1979年10月1日撮影の $1/1.1$ 万カラー写真で、その分類に当っては次のように行った。

- ①頂部斜面 丘陵頂部の平坦面
- ②上部谷壁斜面 頂部斜面に続く緩斜面
- ③谷頭凹地及び谷頭平底 谷頭・谷壁の崩壊によってできた急崖と崩壊土の堆積によってつくられた斜面
- ④下部谷壁斜面 谷底面と接する急崖部、上部谷壁斜面よりはるかに大きい傾斜をもつ
- ⑤谷底面 平坦な低湿地よりなる堆積性平地



図II・1・4 微地形分類図

この図から分布面積は上部谷壁斜面が最も広く、谷底面がそれに次いで広い。図Ⅱ・1・1の高度別度数分布では75~50 mの広さが約70%を占めるが、これは上部谷壁斜面の分布高度とよく一致することが認められる。また、図Ⅱ・1・3の縦断プロファイルで、流域の西側から主谷に合流する6本の支谷は、いずれも急な谷頭凹地からやや緩やかな谷頭平底を経て、谷底面に続いており、現在も谷頭侵食は谷頭部で進行していることがうかがえる。(長沼, 高井)

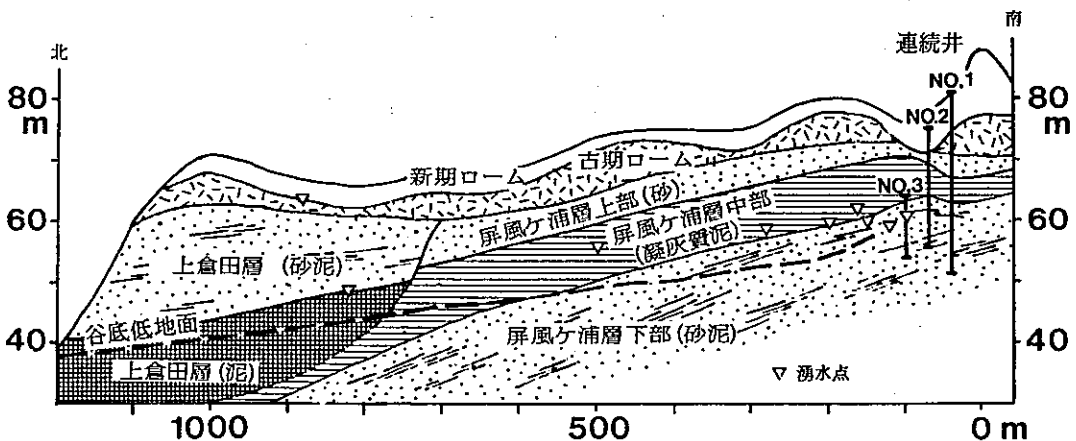
2. 水理地質

1) 地質の概要

調査流域の地質構成と層序関係はボーリング柱状図, 現地踏査などから表Ⅱ・2・1に示す通りである。すなわち本流域の基盤を構成する第四紀更新世の屏風が浦層は下部の砂泥互層から成るDs₃層(層厚20 m+)、中部の凝灰質砂泥りシルトから成るDt層(層厚5~8 m)および上部の比較的均質な細砂を主体とするDs₂層(層厚18 m+)の3層から成っている。この屏風が浦層は横浜南部地域に分布し、それを不整合に覆う細砂および砂泥互層から成る上倉田層が調査流域北東部および調査流域西側に分布する。両層とも相模層群に属する海成層であり、ボーリングコアなどに貝化石がみられる。上倉田層は2層に分かれ、分級互層を成す固結シルトDc₁層と一部泥質土をはさみ、かつ火山碎屑物を含む均質な細砂Ds₁層(層厚19 m+)である。この地層上部には山玉台ローム(Lm₂層)が整合に堆積しており、さらにこのローム層を不整合に覆って新期ローム層(Lm₁)が調査流域の丘陵尾根部に広く分布している。

一方、丘陵を開析した谷を構成する沖積層は層厚5~8 m前後で、調査流域南部では黒褐色の腐植土、有機質粘土(Ap層)を主体とし、北部では褐灰ないし黄灰色細砂(As層)およびシルト(Ac層)が卓越する。沖積層の分布する谷底面は水田としての利用をみることが多い。また谷地形の枝沢頭部には谷の一部を埋めるようにしてロームから成る崩壊土(崩積土)が多く認められる。

図Ⅱ・2・1は調査流域における地層の堆積状態と湧水のあり方を模式的に示したものである。



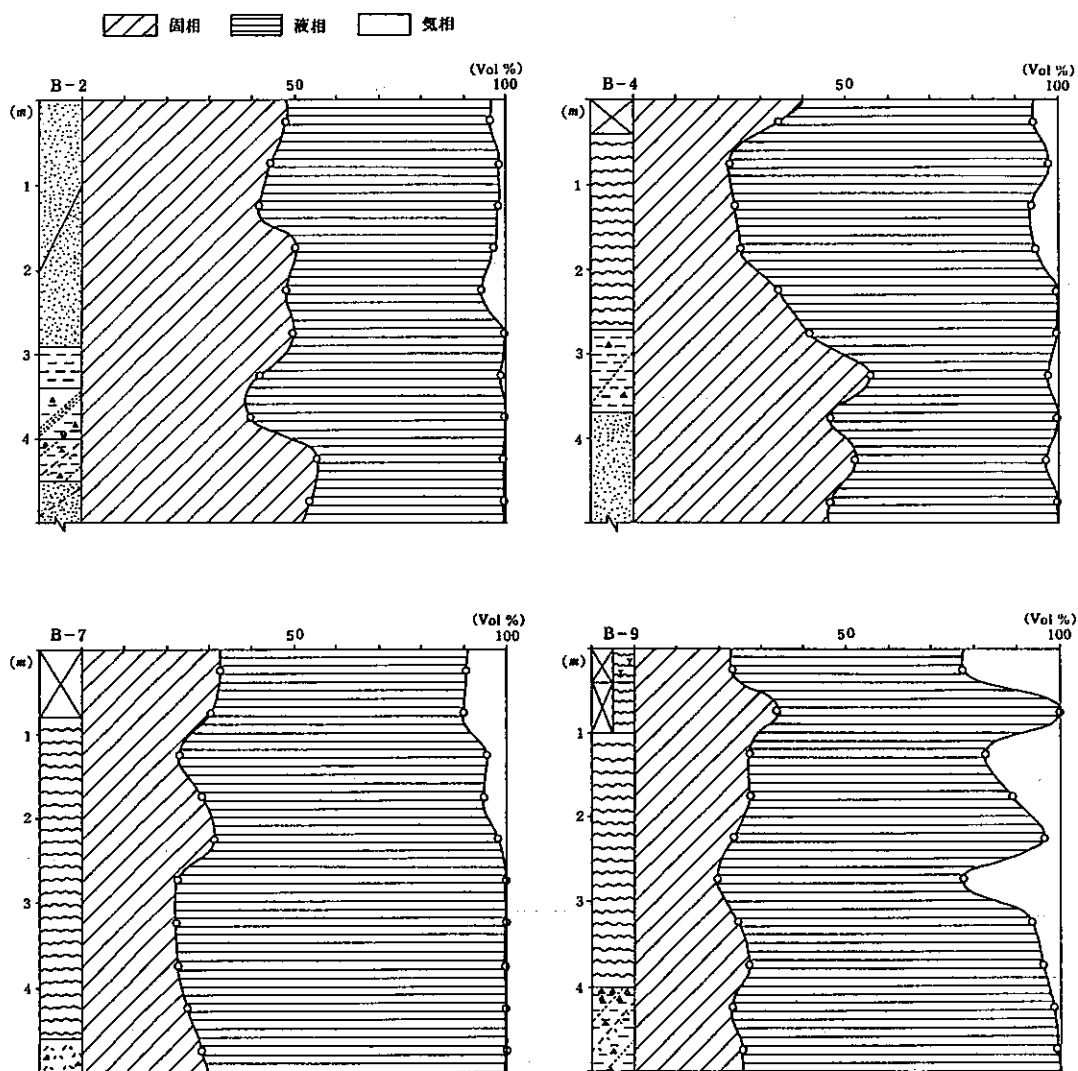
図Ⅱ・2・1 地質模式断面図

表II・2・1 調査流域の地質構成と層序関係

地質年代	地層名	地質名	記号	層相	
第 四 紀	現 世	表土・盛土	B	草根、瓦礫等を不均質に混る。	
		崩積土	dt	斜面の崩落により堆積、ロームを主体とする。	
	完 新 世	沖積層	腐植土	A	Ap
			粘性土		Ac
			砂質土		As
	後更新世	新ローム	ローム	Lm ₁	色調は茶褐色で1mm以下の赤色スコリア、黄色軽石を含む。全体に均質な層である。
	中 期 更 新 世	山王台層	ローム	Lm ₂ (tf ₁ , Sc ₁)	色調は乳黄色～黄褐色で青灰色の泥質スコリア、軽石粒(1mm前後)を含み、層相はシルト質～砂質を呈する。tf ₁ (20～30cm厚)の若干ゴマ塩状の細粒火山灰層や、Sc ₁ (5cm厚以下)の泥質スコリア挟在する。
		上倉田層	細砂	Ds ₁	上部では乳黄色の細粒火山灰や1mm前後の泥質スコリア(青灰色)や軽石(白色)を挟在し、標高57m付近の泥質部では、同様に1mm前後のスコリア、軽石を混在し、貝殻片を混入する。全体に均質な細砂層で雲母片を混入する。色調は黄灰～濁黄灰色である。
			固結シルト	Dc ₁ (Sc ₂)	色調は新鮮な部分で暗灰～青灰色である。上部は全体に塊状の固結シルトで全体に腐植物片を挟在する。下部での層相はシルト質細砂～砂質シルト～シルトと分級互層状を呈し、貝殻片を混入する。最下部では安山岩質スコリア層(1～1.5m厚)になり、その上部は腐植物多量に混入し、色調は黒褐色になっている。
		屏風が浦層	細砂	Ds ₂	色調は淡黄灰～灰色で比較的粒度均質の層である。本地域西部では二枚貝のモールド化石を多く含む。所々、1～3mmの軽石、スコリア層を上部で挟在する。固結状態は不均質である。全体に褐鉄鉱多く含み、クロラミナがみられる。
凝灰質砂混りシルト			Dt (tf ₂)	色調は、茶褐色～黄灰色～暗灰色と変化する。全体に泥質スコリア(青灰色)、白色～乳黄色軽石を多量に含む。上記スコリア、軽石粒の大きさ、量は下部にいくにつれ増大する傾向がある。本地域西部の露頭部では二枚貝のモールド化石を多く含む。本層の下部には乳黄～桃白色の細粒火山灰層(tf ₂)を伴う。	
砂主体 砂泥互層	Ds ₃ (Pm ₁)		色調変化は激しい。新鮮な層では青灰色～暗灰色である。細かい砂泥互層になっており、シルト質の部分では腐植物を含む。全体に火山砕屑物に乏しいが、本域南部の下部層で腐植物と軽石粒(2～3mm)を多量に含む層(Pm ₁)を挟在する。本互層は砂質土を主体とする。		

屏風が浦層のDs₂層（細砂層）では砂分含有率70～85%と比較的大きく、自然含水比15～38%と小さい。比重は2.7前後の値を示している。

上倉田層のDc₁層（固結シルト層）では粒度組成上砂分4.0%、シルト分40.5%、粘土分55.5%と細粒物質を多く含んでいる。自然含水比は68%で、比重は2.67の値を示している。Ds₁層（細砂層）はB-2地点でこの層を対象に地表から深度5 mまでの連続サンプリングを行っているが、この部分における三相プロファイルでは上部2.5 mまでが不飽和となっている。砂分含有率をみると29.0～75.5%と広い範囲の値を示すが、5 m以下では29～59%、それ以深では57.5～75.5%となり、前者の方が



図II・2・3 表層の三相プロファイル

小さな値を示す。これは地表近くに分布することから風化を受けて粘土化が進んでいることに起因するとみられる。自然含水比は29~55%、比重は2.69~2.75となっている。

ローム層のLm₂層(山王台ローム層)は砂分含有率15~53%で上部のLm₁層よりも大きく、自然含水比は31~110%と広い範囲にばらつくが、全体的には50%以下の小さいものが多い。比重は軽石を多量に混入することにより一部2.58と小さい値が得られた以外、2.70~2.76の範囲を示している。またLm₁層(新期ローム層)の砂分含有率は一部で45%前後と比較的砂分の混入の多いところが認められるが、全体的には3~25%と少ない。自然含水比は65~120%と広い範囲の値を示す。比重は2.6前後の値と2.73~2.80の値とをもつものに分かれる。前者はB-4地点で地表~0.5m、B-7地点で地表~1.0m、B-9地点で地表~2.0mの試料に対する値で、いずれも有機質を多く含むことが特徴となり、したがって土の比重を小さくしていると考えられる。

沖積層のAs層(砂質土)の砂分含有率は51~66%、自然含水比40.8~55.7%、比重2.68~2.71の範囲にある。この層はDs₂層およびDs₃層と比較すると、砂分がやや少ないこと、自然含水比が若干大きいこと、粒径が小さい傾向を示すことが明らかである。

一方、土を構成する土粒子の間隙に含まれる水および空気の全体積に対する体積百分率(Vol.%)を深度別にみると、図II・2・3のようになる。これから理解できることはB-4の上部2m、B-7の上部2.5m、B-9では全層にわたって気相の存在がみられ、いわゆる不飽和帯を形成していることがわかる。またB-9地点における飽和度は70~80%の値を示す部分があり、他地点(85%以上)に比べ小さい値であることも理解できる。

こうした土粒子の粒径から透水係数の推定を通常用いているヘイゼン(Hazen)およびクレーガー(Creager)の方法とで行うと表II・2・2のようになる。

(2)現場透水試験

調査流域の透水状態がどの様であるか、一応の目安を得るために、自然のままの状態の表土(F)、ローム(Lm₁)、細砂(Ds₂)、細砂・固結シルト(Ds₃)について、4地点11試料で透水試験を行った。試験方法は、表土・ローム層では地表から30~50cm掘って平坦面をつくり、そこにハンドオーガーで直径17~18cm、深さ約50cmの穴を掘り、これに水を注入して平坦面まで満水にし、以後の水位低下量を測った。これを透水係数①の方法とする。また深層部の土層については単孔式ケーシング法を用いて、注入法と回復法で試験を行った。これを透水係数②の方法とする。その試験結果の概要は表

表II・2・2 透水係数推定値

(単位: cm/sec)

地層	ヘイゼンの公式	クレーガーによる方法	推定値
As層	$4.84 \times 10^{-6} \sim 9.61 \times 10^{-6}$	$6.4 \times 10^{-5} \sim 1.2 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4}$
Ds ₁ 層	$1.44 \times 10^{-6} \sim 4.84 \times 10^{-6}$	$1.7 \times 10^{-7} \sim 6.4 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-5}$
Ds ₂ 層	$9.00 \times 10^{-6} \sim 2.25 \times 10^{-4}$	$1.2 \times 10^{-4} \sim 1.75 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^{-3}$
Ds ₃ 層	$1.00 \times 10^{-6} \sim 4.00 \times 10^{-4}$	$3.6 \times 10^{-6} \sim 2.6 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-3}$

表II・2・3 現場透水試験結果表

地点名	試験区間		地質名	地層記号	平衡水位		間隙水圧 (kg/cm ²)	透水係数 K (cm/sec)		
	G. L. (m)	T. P. (m)			G. L. (m)	T. P. (m)		①の方法	②の方法	
									注入法	回復法
B-1	0.50~1.00	75.89~75.39	ローム	Lm ₁	-	-	-	3.7×10 ⁻⁴		
	28.00~28.50	48.39~47.89	細砂	Ds ₂	13.05	63.34	1.52		7.1×10 ⁻⁶	
B-4	0.30~0.80	70.51~70.01	ローム	Lm ₁	-	-	-	5.1×10 ⁻⁴		
	27.00~27.50	43.81~43.31	細砂~ 固結シルト	Ds ₃	27.38	43.43	0.01		5.2×10 ⁻⁶	
	29.20~29.70	41.61~41.11	細砂	Ds ₃	24.22	46.59	0.52		5.0×10 ⁻⁶	2.7×10 ⁻⁴
B-7	0.50~1.02	80.85~80.33	ローム	Lm ₁	-	-	-	2.2×10 ⁻⁴		
	21.00~21.50	60.35~59.85	炭灰質 シルト	Ds ₃	-	-	-		*2.4×10 ⁻⁴	
	27.50~28.00	53.85~53.35	細砂	Ds ₃	25.25	56.10	0.25		5.7×10 ⁻⁶	6.9×10 ⁻⁵
B-9	0.50~1.00	74.64~74.14	表土	F	-	-	-	3.2×10 ⁻⁴		
	17.50~18.00	57.64~57.14	細砂	Ds ₃	13.83	61.31	0.39		1.5×10 ⁻⁵	4.1×10 ⁻⁴
	18.90~19.05	56.24~56.09	固結シルト	Ds ₃	16.13	59.01	0.29		2.6×10 ⁻⁷	2.0×10 ⁻⁶

* クラックより透水したと考えられ、見かけの値である。

II・2・3に示す通りである。

また参考のために採取したローム層の試料を使用して、室内透水試験を実施したが、得られた結果は表II・2・4に示した。

これらの結果によると、地表面最上部の深さ0.5~1.0 mの黒色表土層(F)の透水係数は10⁻⁴ cm/secのオーダーを示し、この地域の地層中では比較的透水性が良い。ローム層(Lm₁)のそれでは地表下0.5 mの現場透水試験で2~5×10⁻⁴ cm/sec程度の値を示し、室内透水試験によると大略10⁻⁴~10⁻⁶ cm/secのオーダーをとっている。また屏風が蒲層に属する砂層(Ds₃)では10⁻⁴~10⁻⁵ cm/secのオ

表II・2・4 室内透水試験結果表

地点名	採取深度G. L. (-m)	透水係数K (cm/sec)	地層
B-2	2.90 ~ 3.40	2.12 × 10 ⁻⁶	Ds ₁
B-4	2.00 ~ 2.50	9.60 × 10 ⁻⁹	Lm ₁
B-7	2.50 ~ 3.00	1.41 × 10 ⁻⁶	Lm ₁
B-9	1.60 ~ 2.10	1.27 × 10 ⁻⁴	Lm ₁

表II・2・5 電気検層結果による帯水層

地点名	深度 G. L. (m)	標高 T. P. (m)	分布地質	地層記号
B-1	25 ~	51.4 ~	細砂	Ds ₂
B-2	21.5 ~ 23	39.25~37.75	スコリア	Dc ₁ (Sc ₂)
	26 ~ 28.5	34.75~32.25	細砂	Ds ₃
B-4	24.5 ~ 27	46.3 ~ 43.8	細砂	Ds ₃
B-7	27.5 ~ 30.5	53.85~50.85	固結シルトと 細砂の互層	Ds ₃
	36 ~ 39.5	45.35~41.85	細砂	Ds ₃

オーダーの値を示す。これに比べると屏風が浦層のうち固結シルト (Ds_3) および細砂層 (Ds_2, Ds_3) では一桁透水性が悪く、 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ cm/secのオーダーの値を示している。

(3)電気検層

調査流域のB-1, 2, 4, 7の4地点で、電気検層(2極配置)を実施したが、その測定結果と地下水位との関係を考察すると、各地点における比較的良好な帯水層と判断できる地層は表II・2・5の通りで、主に屏風が浦層下部の細砂層(Ds_3)がそれである。

(4)揚水試験

調査流域には前記した通り地下水位の観測井を2か所設置した(付図, 図I・3・2, 表I・3・1参照)。これらを利用して帯水層の水理学的定数を把握するための揚水試験を実施した。

すなわち、地下水を定量的に評価するためには地下水を包含する帯水層の固有な性質について検討を加えねばならない。ここでいう帯水層の固有な性質とは水を伝達する能力と水を貯留する能力を意味しており、その量的表現として水理学的定数が用いられる。水理学的定数のうち、特に基本となるものは透水係数、透水量係数、貯留係数である[※])。透水係数の決定については各種の方法があるが、一般には揚水試験の方法(くみ出し法)で行う。

表II・2・6 揚水試験解析結果表

1号井(さくらなみ観測井)

	タイスの方法		ヤコブの方法		回復法	定常解析	採用値
	1号井	観測井	1号井	観測井			
透水量係数 T (cm/sec)	2.41×10^{-2}	1.69×10^{-2}	2.62×10^{-2}	7.55×10^{-1}	3.16×10^{-2}	———	3.0×10^{-2}
透水係数 K (cm/sec)	1.21×10^{-4}	8.45×10^{-6}	1.31×10^{-4}	3.78×10^{-3}	1.58×10^{-4}	1.99×10^{-4}	1.5×10^{-4}
貯留係数 S	0.44	0.195	0.365	1.95×10^{-2}	———	———	0.33

2号井(ばらの丸観測井)

透水量係数 T (cm/sec)	1.06×10^{-1}	1.66×10^{-1}	8.52×10^{-2}	———	1.4×10^{-1}
透水係数 K (cm/sec)	3.53×10^{-4}	5.53×10^{-4}	2.84×10^{-4}	1.02×10^{-3}	4.5×10^{-4}
貯留係数 S	3.60×10^{-2}	7.47×10^{-2}	———	———	5.5×10^{-2}

※ 透水係数Kは、 $T=KD$ の関係より(D:帯水層厚)
1号井は $D=200$ cm, 2号井は $D=300$ cmを適用した。

揚水試験は同一の帯水層に揚水井と観測井を設定し、揚水井からの揚水に際して観測井にみられる水位降下、また揚水停止後の水位上昇の状況などを観測し、その結果から水理学的定数を算出するものである。さらに揚水試験の結果から貯留係数を算出することができる。

こうして得られた観測値を基にして若干の方法(理論)を用い解析した結果を示すと、表II・2・6のようにまとめることができる。

※) 帯水層係数用語の説明

透水係数：「水温15°C，動水勾配1：1のもとで，単位断面積を通過する水量」と定義され，JISA-1218では「浸透流速と動水傾度が比例する場合の比例定数をいう」と定義している。浸透係数とも呼ばれ，単位は cm/sec である。

透水量係数：透水係数に帯水層の厚さを乗じたものである。透水係数がある帯水層の部分的透水性を示すのに対して，透水量係数は帯水層全体の透水性を代表し，帯水層固有の地下水に対する特性を数値でおきかえることになる。単位は cm^2/sec (m^2/sec) である。

貯留係数：揚水や排出によって低下した地下水面（被圧地下水頭面）と自然状態，すなわち揚水や排出以前の地下水面（被圧地下水頭面）によって囲まれる体積とその揚水や排水によって浸出した全水量との比である。単位は無次元である。不圧地下水の場合には，ほぼ有効空隙率に相当する。

3) 水理地質構造

調査流域の水理地質構造は「水理地質調査」によって明らかになった。その構造は図Ⅱ・2・4に示すように模式化できる。また前記した図Ⅱ・2・1の地質模式断面図もこうした観点から作成したものである。

これらより調査流域における帯水層は，沖積砂質土層(As層)と洪積層の砂主体・砂泥互層(Ds₃層)の2層のみとみられる。また前記してきたように揚水試験結果などから得られたAsおよびDs₃層の帯水層の水理学的定数は次の通りである。

As層 : 透水係数 $K = 1.5 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$

貯留係数 $S = 0.33$

Ds₃層 : 透水係数 $K = 4.5 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$

貯留係数 $S = 5.5 \times 10^{-2}$

As層の地下水は不圧（自由）地下水であり，貯留係数は有効空隙率（空隙内で真に水が流れる容積%）に等しいと考えてよいが，沖積砂層に対する一般的な値よりやや大きい値が得られている。

Ds₃層における貯留係数は比較的小きな値となっているが，これはこの層に貯留する地下水が被圧地下水としての性質を有することを示すと考えてよい。

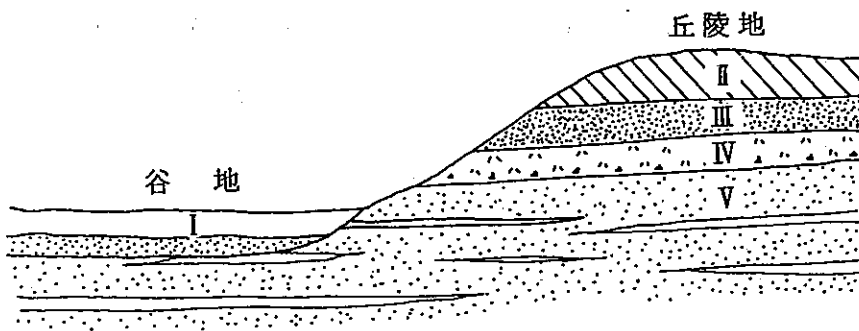
また，その他の地層における透水係数は前記したように粒度組成の特性および現場透水試験結果などから推定した値が表Ⅱ・2・3，表Ⅱ・2・4，表Ⅱ・2・5にそれぞれ示してあるが，ほぼ次のような値が得られている。

Ds₁層 : $1 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ (粒径からの推定値)

Ds₂層 : $1 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ (粒径からの推定値)

$7.1 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$ (現場透水試験結果，信頼性低い)

Lm₁層 : $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ (現場および室内透水試験結果)



- | | | |
|--|-------|---|
| I : 沖積層
(A) | | 基底に砂層を伴い、不圧地下水の帯水層となっている。 |
| II : ローム層
(Lm ₁ , Lm ₂) | | 新期ローム、山王台ロームからなり、不飽和帯を形成している。 |
| III : 洪積砂層
(Ds ₁ , Ds ₂) | | 上倉田層の細砂およびこれと不整合につづく屏風が浦層の細砂から構成される。帯水層ではないが、下位に不透水層を伴うため、局部的に溜り水を保有する可能性はある。 |
| IV : 凝灰質粘性土層
(Dt) | | 透水性が低いため、不透水層と考えられるが、地層中のクラックにより局部的に半透水層の性質を有する。 |
| V : 砂主体・砂泥互層
(Ds ₃) | | 砂と粘性土が互層をなすが、本流域の主要な帯水層となっており、被圧地下水を賦存する。 |

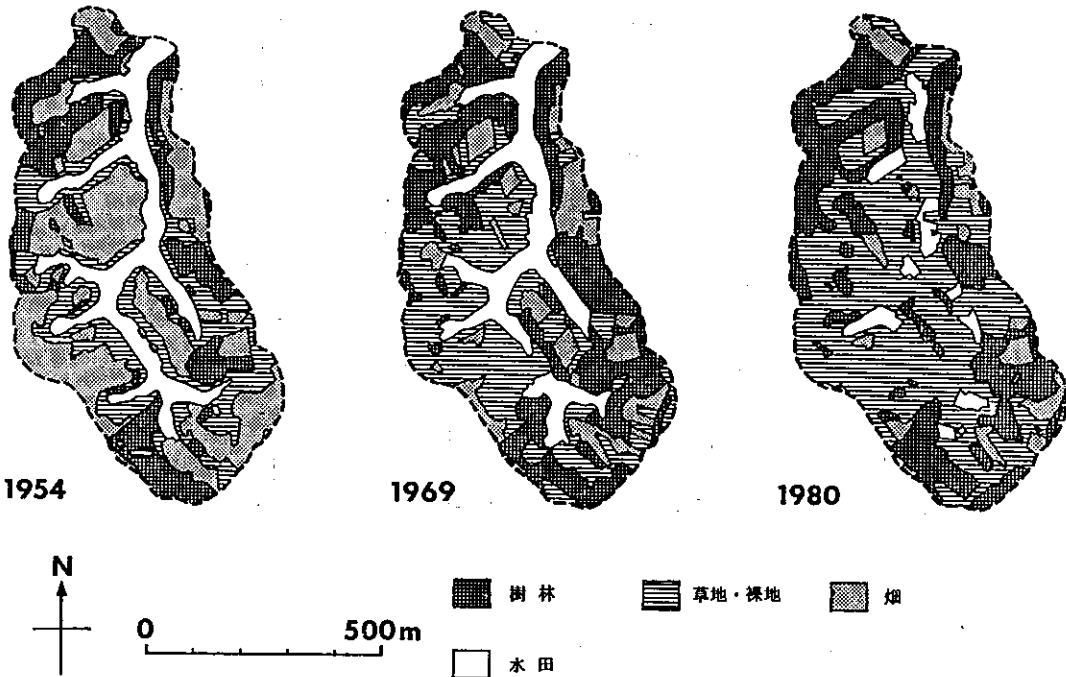
図II・2・4 水理地質構造模式図

(長沼)

Ⅲ 舞岡川源流域の人文環境

1. 土地利用

調査地域は、舞岡川の源流域に相当し、人家がなく、草地や樹林地が大部分を占め、自然状態がよく残されている地域である。横浜市は全体的に都市化が進行しており、このように自然が残されている地域は少なくなっている。



図Ⅲ・1・1 土地利用の変遷

調査流域の土地利用は、谷底の水田と、丘陵斜面の畑が中心であり、これらの土地も年々減少傾向にある。このような土地利用状況の変遷を把握するため、ここでは空中写真の判読を行い、現地調査で補足した。

使用した空中写真は

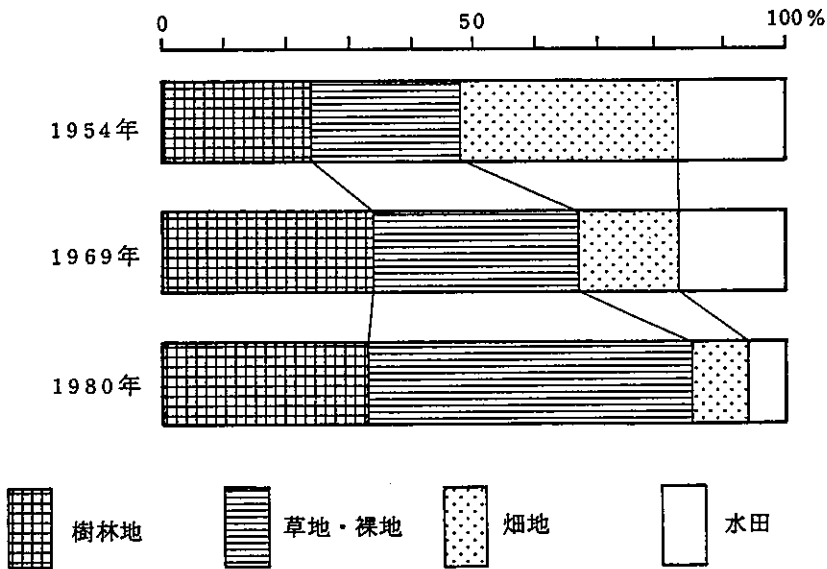
1954年4月撮影 縮尺 $1/15,000$ モノクロ

1964年6月撮影 縮尺 1/12,500 モノクロ
 1980年5月 " " 1/8,000 カラー

である。

土地利用の区分は、樹林地、草地又は裸地、畑、水田の4区分である(図Ⅲ・1・1)。また、この土地利用図をもとに、コンピューター・アイによって、土地利用別の面積率を算出した(図Ⅲ・1・2)。

土地利用 \ 年	1954	1969	1980	1980年の面積
樹林地	24%	34%	33%	12.6 ha
草地・裸地	24	33	52	19.7
畑地	35	16	9	3.3
水田	17	17	6	2.2



図Ⅲ・1・2 土地利用面積構成の推移

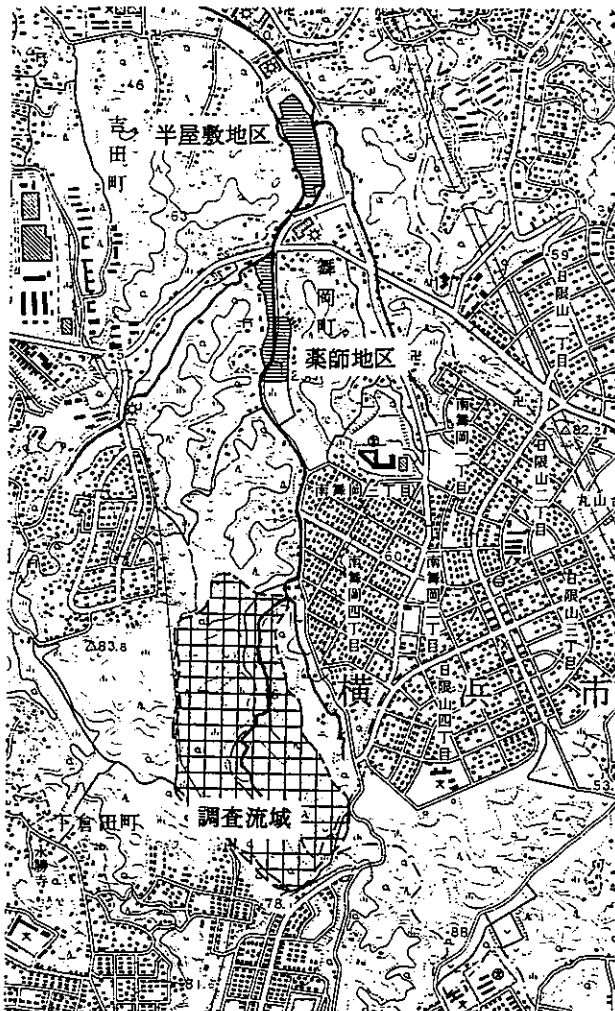
これらの調査結果から、1954年には、地域の52%が畑、水田として利用されていた状態がわかる。しかし、80年には放棄された土地が増え、利用されている土地は15%まで減少してしまった。とくに畑の減少傾向が著しい。1954年から69年にかけて、畑は $\frac{1}{2}$ 以下となり、その分樹林と草地・裸地が拡大している。畑の減少した場所は、主として中丸と大原の丘陵部である。この期間水田には変化がなかった。69年から80年にかけては、畑、水田ともに減少している。畑は7%、水田は11%減少し、その分草地・裸地が拡大している。

面積でみる限り、樹林地は減少しておらず、良好な自然環境が保たれているように見える。しかし、この地域の樹林は雑木林であり、10~15年間隔の伐採によって維持されるものであり、長い間人手が

入っていなかったため、倒木なども多く荒れた印象を与える。また、放棄された畑、水田も雑草や樹木が繁茂し、雑然とした感じである。(高木、高井)

2. 水 利 用

調査流域は舞岡川の源流域に位置し、谷頭に湧水が多く、古くから谷底では水田耕作が行われていたようである。現在は休耕田や、農家の手を放れた荒地が多く、谷底の湿地にはアシ・ヨシなどの水生植物が繁茂している。丘陵の斜面は、畑地として利用されているが、近年減少傾向が著しく、1980年には、1954年の面積の約 $\frac{1}{4}$ に相当する3.3haになってしまった。



500m

地図は国土地理院発行
2万5千分の1地形図
(戸塚)を使用した。

図Ⅲ・2・1 舞岡付近の流路と調査流域
下流側の水田分布

ここで土地利用の対象となるのは、水田と畑地であり、居住地がないので利水の主体はかんがい用水である。現在かんがいの対象となる水田面積は、調査流域の6% (約2.2ha) であるが、1950~60年代は17%あり、谷底のほとんどが水田耕作地であった(図Ⅲ・1・1)。

かんがい用水については、地下水の利用が主であり、湧水を導水し、下流の水田へ供給しており、全域をまかなうことができたようである。すなわち、谷頭から谷の縁に沿って水路を設けると共に、部分的には階段状の水田の畦畔から下の田へ流下させることもある。各谷戸からのかんがい用水は、谷底のさくらなみ付近で、河川としての流路を形成するようになる。そして、調査流域より下流側にある、薬師地区

(19,500 m^2)と半屋敷地区(25,688 m^2)の農業専用地域(1980年現在)をかんがいですることになる(図Ⅲ・2・1)。

このように、調査流域の利水の主体はかんがい用水であり、水源が地下水であることから、地下水の賦存状態が利水量に影響を与えることになる。

かんがい用水として特に水量を必要とするのは、5月~10月のかんがい期

間中である。実際に5月中旬頃からさくらなみ観測井の地下水位が上昇し、水田に水を張る作業が行われていることがわかる(図IV・3・5)。

この地域での水田の減水深は、一般に15mm/日位といわれているが、盛夏の場合は20mm/日以上、最高40mm/日ともいわれている。

下流側の農業専用地域のかんがい用水量を減水深から概算すると、減水深が15mm/日の場合、約8ℓ/sec、20mm/日では約10ℓ/secである。上流域では、これに見合う水量の確保が必要となろう。

これまでに行った調査流域の流量調査によると、5月～6月のかんがい時期を中心に、1年の半分以上の確率を示す平水量は9ℓ/secであった。この流量が農業専用地域の上流域の一部である調査流域で確保されるとみなして、下流域を潤おすことが可能な面積は、大略農業専用地域に該当する。しかし、農業専用地域のかんがいについては、減水深のほか、実態に合わせた具体的な給水対策が必要であろう。(高木)

3. 災 害

調査流域を中心とした舞岡町周辺の災害は、河川沿いの低地の浸水被害と、丘陵地斜面の崖崩れが主である。戸塚消防署管内の過去の災害を調べてみると、舞岡町の災害は、水害では、舞岡川が柏尾川に合流する付近の低地帯に常習する傾向がある。これは柏尾川の排水容量が少ないことに起因するのであろう。また、崖崩れについては、宅地造成など人工改変地の急傾斜地に多く発生しているようである。近年最も大きな被害のあった1982年9月の台風18号では、調査流域の南側に相当する、下倉田町の造成地で多くの崖崩れが発生し、家屋に被害を出した。その他にも、造成に伴う改変地に崖崩れによる被害があった。

表Ⅲ・3・1 戸塚区舞岡町の災害

災害発生日	災害要因	被害状況				
		床上浸水 (世帯)	床上浸水 (人)	床下浸水 (世帯)	床下浸水 (人)	崖崩れ (か所)
1965年 9月17日	台風25号	—	—	—	—	1
1971年 8月31日	" 23号	—	—	—	—	1
1972年 9月16～17日	" 20号	2	8	—	—	3
1973年11月10日	集中豪雨	54	177	72	189	—
1974年 7月 8日	台風 8号	—	—	—	—	1
1981年10月22日	" 24号	—	—	5	18	1
1982年 9月12日	" 18号	38	133	168	—	4

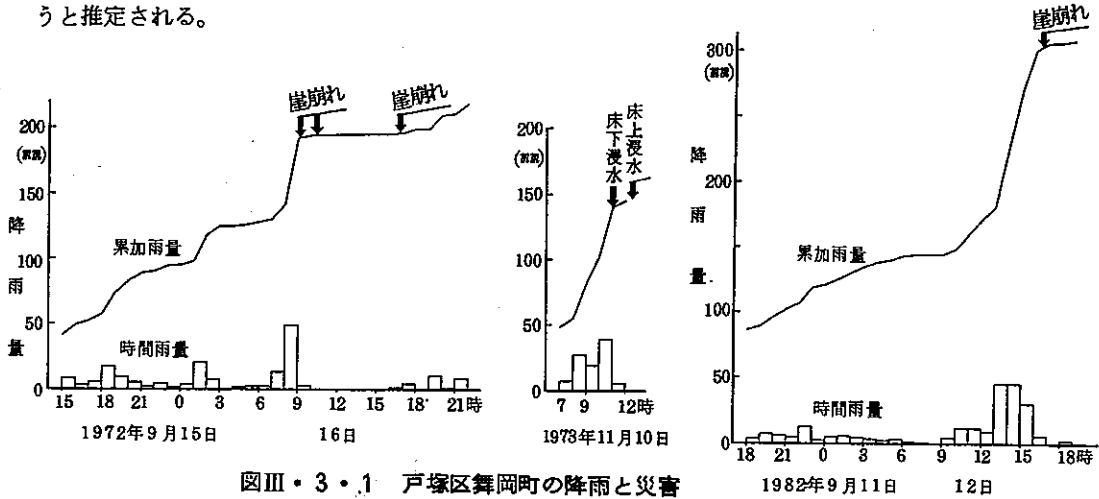
1965年から1982年にかけて、舞岡町で発生した災害をまとめると表Ⅲ・3・1のとおりである。

この地域では、台風による崖崩れが発生しやすいようである。また、災害の発生と降水量の関係について、1972、73、82年の事例を図Ⅲ・3・1に示した。これらによると、

時間雨量40mm以上の集中豪雨があった直後に、浸水被害や崖崩れによる被害が発生している。累加雨量200mm程度で危険である。

調査流域における、これまでの降水量と地下水位の観測結果では、一般的に、丘陵地の地下水位は、降雨後数時間ないし半日位でピークに達する。これに対し、谷底では、降雨と共に地下水位が上昇している。また、流量は降雨後ただちに増加を示している。ここで、崖崩れが集中豪雨直後に発生していることからすると、斜面では、降雨がただちに流出するとともに、それ以前の降雨によって飽和状

態にあった表層のローム層が一気に崩落するのではないかとと思われる。もちろん、これだけの資料から因果関係を詳細に論ずることはできないが、短時間の集中豪雨が災害の引き金になっているであろうと推定される。



図Ⅲ・3・1 戸塚区舞岡町の降雨と災害

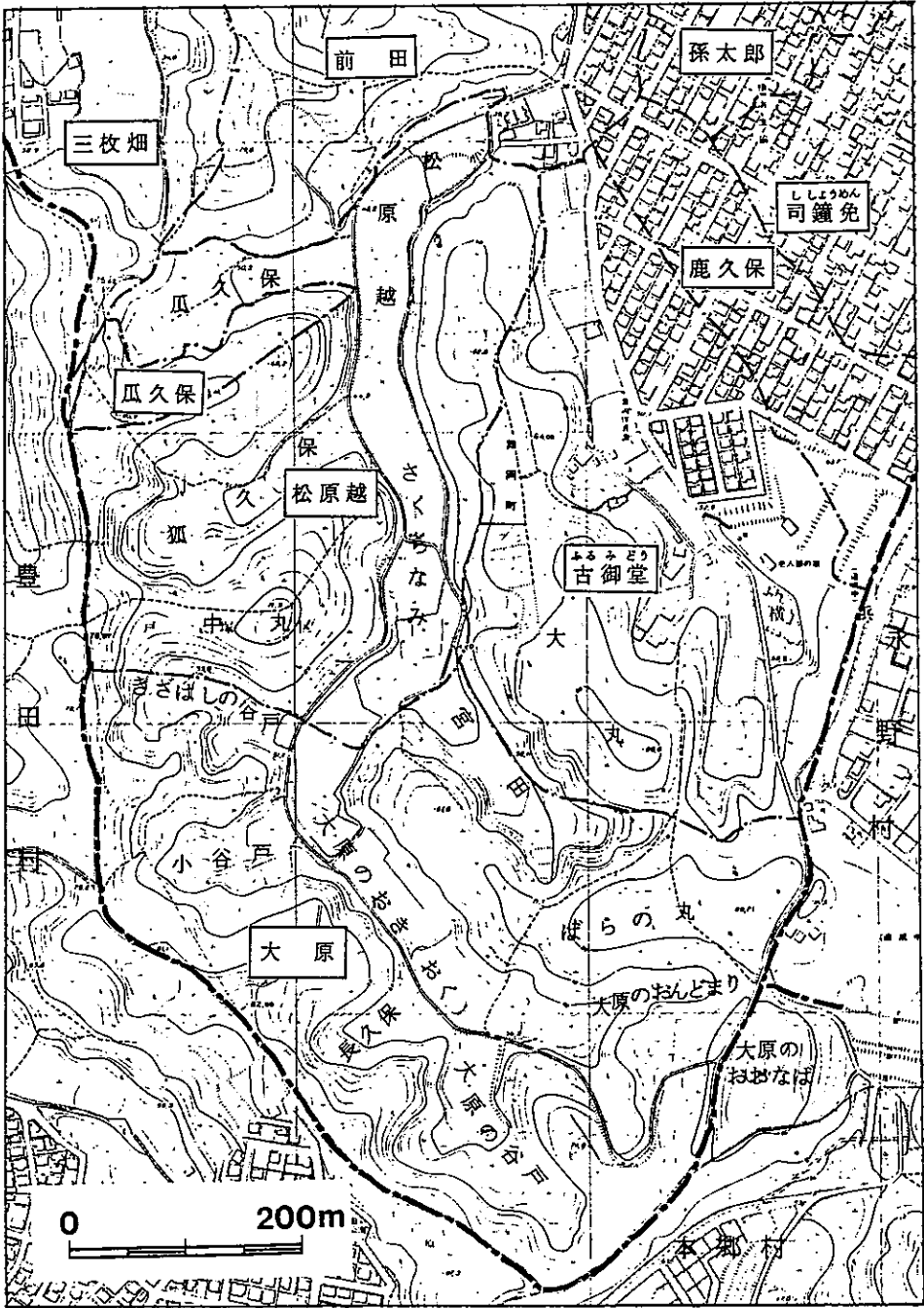
災害は被害があって認定されるものであるが、現在調査流域には居住地もなく、あまり人為的な影響を受けていない状態で、直接被害に結びつく要素は少ないが、谷戸の斜面では、崖崩れや滑落した地形を見ることができる。そして、1982年9月、崖崩れにより死者1名を出した災害をみのがすことはできないであろう。

今後この地域を公園として利用する場合、多くの人々の出入りが予想され、人的被害の発生が危惧される。公園用地の造成、整備次第では、崖崩れなど災害の発生も心配されるので、地形・地質・水文などの条件を考慮し、できるだけ自然の状態を維持するとともに、防災対策を含めた公園建設が望まれる。(高木)

4. 地名

調査地域には、地元で古くから呼び習わされている地名がある。ここでは、昭和4年発行の川上村公図をもとに、現地聞きとり調査による地名を図Ⅲ・4・1に示した。それによると、これらの地名は、地形の特徴を表現したものが多くいようである。例えば、瓜久保、狐久保、長久保などクボのつく地名は、丘陵地を刻む奥まった谷に多く、谷頭には地下水の湧水がみられ、水田耕作が行われている。柳田国男(1968年)によると、クボという地名は、水たまりを意味し、小さな水田適地とされている。これと同様な地名として、きざはしの谷戸、小谷戸、大原の谷戸などヤトのつくものもあるが、これらは開析された谷の地形をそのまま地名としてつけたものであろう。いずれの地名も湧水との関係があり、舞岡川の源流域であることを示していよう。これらの谷の地名に対し、尾根の部分では、大丸、中丸、はらの丸と、マルのつく地名が多い。頂部がなだらかでまるい丘陵地を示した呼称であろう。また、流域最上流部にある、大原のおおなばというなだらかな斜面の地名も、これと関連があるものと思われる。これらの丘陵地では畑作が中心となっている。

このように、地名からも、この地域が尾根と谷の入りくんだ地形であることを推察することができる。



村界
 字界
 字名

字名は昭和4年発行の川上村公図、地元で呼び習わされている地名は戸塚区舞岡町1911金子政夫氏による。
 地図は横浜市発行 2,500分の1地形図(上永谷)を使用した。

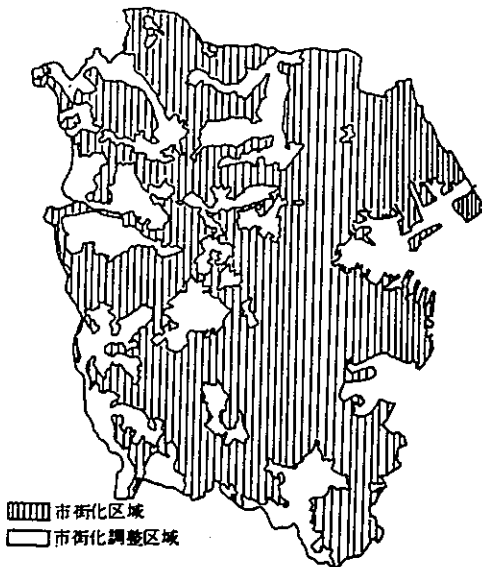
図III・4・1 調査地域周辺の地名

比較的小きな谷戸にもつけられたこれらの地名は、水文調査定点の呼称としても便利である。ここでは、“さくらなみ”を谷底の地下水観測地点名として用いた。この他にも、おんどまり、瓜久保などの地名を用いた。(高木)

※戸塚区舞岡町金子政夫氏による。

5. 都市計画

生活環境における緑の量と住民の満足度に関する調査等から、緑被率30%が都市における緑の必要量の下限といわれ、その確保が緑行政の主要な指標となっている。横浜の緑はこの20年間に半減し、現在ちょうどその下限である30%となっている。



図III・5・1 市街化調整区域の分布

河川に恵まれた都市となっているが、その水源を涵養する源流域となっているのは、大部分がこの調整区域の緑である。

すなわち、調整区域の農地や山林を主体とする緑地は、「緑」としてでなく「水」の観点からも都市の快適環境づくりにとって貴重な自然となっている。

しかしながら、横浜の調整区域は都市環境政策にもとづいて計画的に線引きされたものでなく、諸々の社会的、経済的な枠組のなかで行われてきたために、図III・5・1のように、島状の分布を余儀なくされている。

島状の分布であるために、まず第1に都市基盤整備の影響を受けやすい。つまり道路や地下鉄など特に線的整備が行われるとき、調整区域が横切られやすい。

第2に、周囲が市街化され、また調整区域内の交通の便がよくなるために、開発圧がきわめて強くなる。

その緑の分布は、市域の約 $\frac{1}{4}$ を占める市街化調整区域と残りの市街化区域で約半々となっているが、横浜の緑の骨格となっているのは調整区域の緑である。すなわち、市街化区域の緑はいわゆる斜面林が中心で、1、2の例外を除くすれば概ね数百 m^2 からせいぜい数 ha 規模で点在している。それに対し、調整区域の緑は、小さくても数十 ha で、大きいものは千 ha を超えており、大規模な緑の塊となっている。横浜の代表的な自然地である緑の七大拠点(円海山、舞岡・野庭、川井・矢指、三保等)も調整区域の緑が核となっている。

加えて重要なのは、調整区域の緑は規模が大きいだけでなく、市内河川の源流域となっていることである。横浜には丘陵地の開析によって生じた中小の河川が葉状に張りめぐり、

第3に、民間開発ばかりでなく、不足する学校や病院など教育文化的施設の立地場所としての需要もたかまる。

このように島状の調整区域は、都市化・市街化の影響を非常に受けやすい立地条件となっているが、さらに来年(1985年)以降は調整区域の開発基準が20haから5haへ緩和の方針もあって、ますます開発圧は高まろうとしている。それに対し、都市農業育成策である農振法の農用地区域や条例の農業専用地区の指定制度が保全の強い担保力を発揮しているが、それらは優良農地が中心で林地や水文的に重要な谷戸は担保の手当があまりされていない。市民の森制度が林地保全に大きな効果を果しているが、まだその指定は林地の一割に及ばない。

以上は、横浜の緑と水環境の基盤となっている調整区域がかかえる問題を一般的に概観したものであるが、これらの問題がもっとも集中的に表われているのが舞岡地区といえる。

舞岡町(295.4ha)の調整区域は211.8haで、この地域の調整区域の中心をなしている。そのうち農業系で指定されているのは、農振地域111.4ha(田12.8, 畑24.6, 山林29.5, その他44.5), 農専地区90.9ha(田9.9, 畑19.3, 山林24.1, その他37.6), であり、もっとも担保力の強い農用地区域は32.9haである。(なお、農用は農専に、農専は農振に含まれている。)また公園予定地は15.95ha(但し、舞岡町分。全体は18.9ha)であり、合わせてなんらかの保全系での指定があるのは約6割となっている。

それに対し、すでに明治学院大学(20.4ha)の建設が進むとともに、地下鉄駅の開通も決定している。さらに水文的見地からは再検討の余地のあると思われる都市計画道路の3路線が、公園に接して計画決定されている。また、土地所有のデベロッパーへの移行もすすんでおり、地下鉄開通や調整区域の開発基準の緩和、あるいはハイテク構想とも絡んで、様々な開発計画が一気に浮上してくる動きもある。

しかし、舞岡源流域は、第1に緑の七大拠点の一つとして横浜の代表的な緑地であるとともに、第2にその規模の大きさと谷戸(水)が一体となっているために、ホテルやクワガタやヤンマなどの親しみやすい生物が豊かに棲む貴重な身近な自然(都市自然)となっている。加えて第3に、河川的环境維持用水源および雨水流出抑制効果においても、独川源流域とともに戸塚の母なる川 - 柏尾川の生命線となっている。

自然的あるいは社会的に見ても、舞岡源流域は水文的にきわめて重要な位置にあり、この地の計画立案には水文学的配慮が欠かせないものと思われる。(森)

Ⅳ 舞岡川源流域の水文観測調査

1 地表水

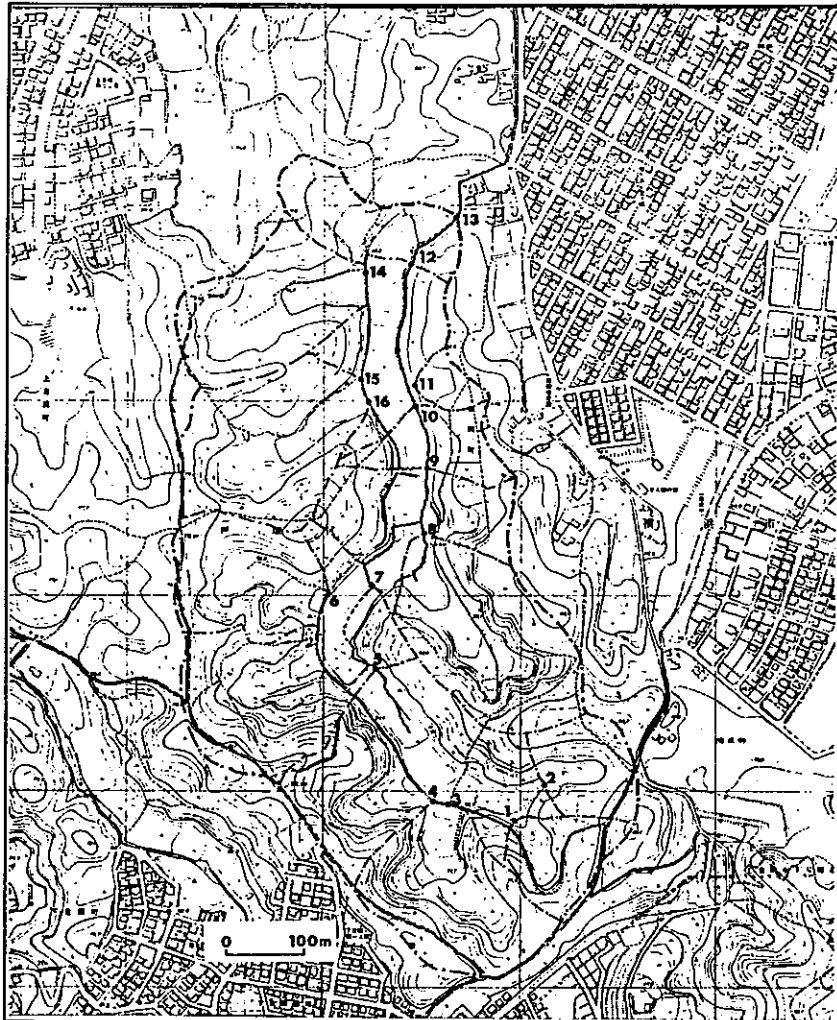
ここでは流量調査の結果から舞岡川源流域の流出特性について述べる。流量調査の内容は調査流域末端の流量を量水堰によって測定すること、調査流域内の地下水湧水量、支谷の流水量、調査流域内小流の流水量について季節調査をすること、季節調査の流量測定定点のうち湧水、谷水の代表2定点について週1度の定期流量測定をすることであった。

量水堰の設置場所は源流域の最下流端、松原越付近で、集水面積は37.8 haである。量水堰は長さ8 m、幅1 m、高さ0.8 mの鋼製水路の下流端に直角三角堰、側方に長さ5 mの横越流堰をつけ、洪水時、濁水時のいずれの場合についても流量が測定可能な構造にした。直角三角堰の越流最大水深は50 cm、横越流堰は直角三角堰の越流水深が30 cm以上になった場合に越流するようになっている。両堰を併用することによって、最小1 ℓ /sec から800 ℓ /sec の流量が測定できる。流量は直角三角堰の上流1 mの位置（横越流堰下流端から1 m下流）に自記水位計を設置し、直角三角堰越流水深および横越流下流側水位を求めて計算によって推算した。利用した流量計算式は直角三角堰については沼知、黒川、沢沢の式、横越流堰についてはDe. Marchiの式である。この量水堰によって昭和58年3月27日から流量観測を開始し、途中事故等による若干の欠測期間はあがるが現在まで継続して観測を続けている。

季節調査は調査流域内の地下水湧水量、各支谷の谷水流量、河川水量について季節ごとに流量を測定し、流域からの流出水量の季節変動を把握しようとして実施したものである。16か所を流量測定地点として選び、下記のように昭和58年から同59年にかけて5回の調査を実施した。

- 第1回 1983年 9月6日～7日
- 第2回 1983年11月7日～8日
- 第3回 1984年 2月24日
- 第4回 1984年 5月 7日
- 第5回 1984年 8月 6日

16定点のうち3定点が湧水地点、6定点が谷水地点、7定点が河川水地点である。これら各地点の流量は場所によってプラスチックシリンダーあるいはビニール袋を用いて採水し、採水水量、採水所要時間を計測することによって測定した。測定回数は1定点につき5回を基準としたが、測定精度の高い一部の定点については3回を基準としている。いずれの場合についても、平均値をその定点の



地図は横浜市発行1/2,500地形図(上永谷)を使用した。

図N・1・1 季節調査定点と定点別流域区分

流量とした。

定期測定は調査流域の湧水および谷水のそれぞれの代表地点として、おんどまり定点および瓜久保定点の流量を概ね週一度の割合で測定継続したものである。1983年4月2日に測定を開始し、1984年2月までに約50回の測定を行なった。おんどまり定点については、湧水点から浸出する湧水を土のうによって堰止めビニールパイプに導水することによってあらかじめ流量測定が容易に行なえるように手を加えている。また瓜久保定点についても谷水が谷出口の農道下に集水されて排水管を流出するところを流量の測定定点としていることから、おんどまり、瓜久保両測定地点ともに流量測定は容易にしかも精度は良く行なえる。(写真23および32参照) 流量測定の方法はいづれの定点もプラスチック製メスシリンダーおよびストップウォッチによって採水量、採水所要時間を測る方法によった。

流量の日変化(年間)

川の水量は、雨による増水や極端な減水時には、人の目でも普段より多いか少ないか分かりますが、普段の時のわずかな流量の変化は見ただけでは分かりません。

ところが、今回の調査で、量水堰で連続的に流量を測定してみると、1日の時刻によって規則的に流量が変化していることがわかりました。

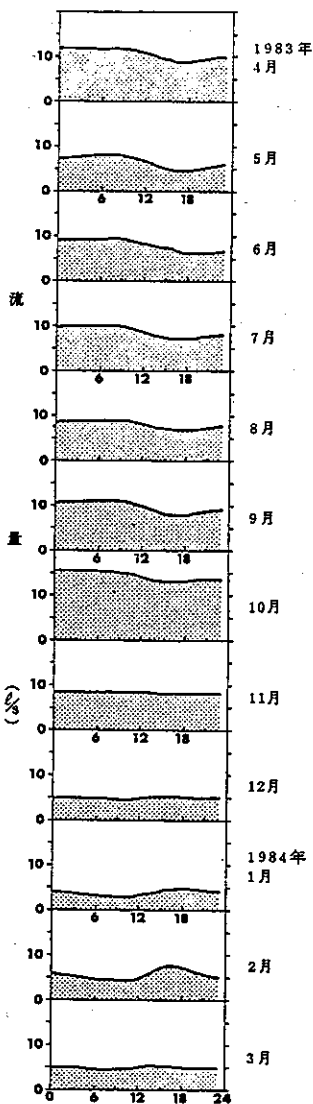
そこで1983年4月から1984年3月までの1年間の流量の日変化を見てみました。日変化は雨などによってそのパターンが崩れるので下記の条件にあてはまる日を除きました。

- 1) 降水のあった日
- 2) 前日に5mm以上の降水のあった日
- 3) 明らかに人為的影響とみられる流量急変が認められる日

これらの日を除いた残り150日に日変化が現われているものとししました。その結果をまとめたのが右の月平均流量日変化図です。この図は、月ごとの日変化のあった日の毎正時の流量を平均したものです。たとえば、1983年4月の日変化が認められる日は5日あるので、5回の0時の平均量が12 l/sec となります。

これらの図をみると日変化には二つのパターンがあることがわかります。一つは4月から10月まで、0～10時ごろが比較的安定して多く、月によっては7～8時ごろに最大となります。最小は17時前後に現われます。もう一つは、1～3月までで、前者とは逆に、8～10時ごろに最小となり、15～17時ごろに最大となります。

このような日変化は、気温と日射によるものと考えられます。春から夏にかけては、夜は蒸発、蒸散とも低いため、流量は安定して多いですが、日の出とともに、気温も上昇しはじめます。それに伴って水面、地表からの蒸発も増加するので、急激に流量が低下し始めます。このような低下は、気温、日射が最高となる13時前後を過ぎても続き、日の落ちる頃に最小となって、また増え始めます。冬には、逆に気温の低い夜間は水は氷、霜、雪などの形で流域内に保留されるため、流量は低下していますが、日の出とともに、それらが溶け始めます。冬には植物の蒸散作用は低下しており、蒸発量も小さいため日中にピークが現われます。そしてこの二つのパターンに挟まれた11～12月が最も日変化が小さくなっています。



月平均流量日変化図

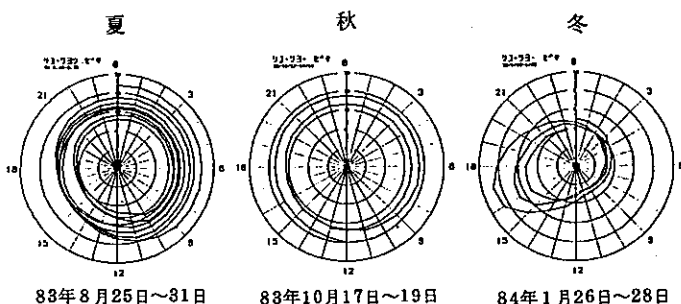
このように、流量の日変化は年間通して見られるので、舞岡のような自然の多い小流域の流量調査は、変化の少ない秋が最適といえます。また1日に何点か測定する場合には、データの補正について考慮する必要があるでしょう。(高井)

1) 流量調査

(1) 調査流域の流況

年流出と降雨その他の関係については、N-4に述べているので、ここでは1983年3月27日から1984年2月29日までに量水堰で測定された流量観測値から調査流域の流況曲線を求め、年流出の特性を検討した。検討に用いた流量は1日24時間毎正時の流量で流量数は日数にしておよそ315日分に相当する。したがって、今調査で得た流況曲線は1年の86%の流量記録によって得たものである。

上記期間中に発生した最大流量は544 ℓ/sec でこれは昭和58年8月15日の台風5・6号の影響による。第2位は昭和58年6月21日の380 ℓ/sec で台風10号の影響による。200 ℓ/sec 以上の大流量は総じて6月から10月の梅雨期ならびに台風期に発生している。しかしこの期間は気温も高く蒸発散が盛んになると同時に6月は水田用水の引水もあって無降雨期間の流量は極端に少なくなる。したがって、最少流量は1.7 ℓ/sec で昭和58年6月6日に発生している。



図Ⅳ・1・2 日変動代表例

無降雨期間の1日の流量記録をみると極めて周期的変動をすることがわかる。5月から10月にかけて流量は昼間に少なく夜間に多くなる。この傾向は夏期において著しく11月から12月にかけて消滅する。また1月から3月までの冬期においては流量の日変化パターンは逆転して昼間に多く夜間に少なくなる。夏期の蒸発散、冬期の

凍結融解の結果によると考えられるが、流量は気象条件のみならず、気候条件によっても変動している。(図Ⅳ・1・2)

水利用の可能性あるいは水源としての良否を判定するためには流量の時系列変動、すなわちハイドログラフを観察すると同時に流況曲線をつくっておくと便利である。流況曲線は普通発電水力や農業用水に関する計画に用いられ、流量記録から流量の発生度数を調べ流量の大きい方から累加度数を求めることによって得られる。発電水力の調査においては流況曲線から以下に示すような流量の等級別が使用されている。

渴水量 1年を通じ355日間はこの下らない流量

低水量 1年を通じ275日間はこの下らない流量

平水量 1年を通じ185日間はこれを下らない流量

豊水量 1年を通じ95日間はこれを下らない流量

河水を引用する利水事業においては以上の流量の他、平均流量、平均高水量、平均低水量、最多流量、年平均最大流量、年平均最小流量等の名称がそれぞれの目的によって定められている。調査流域においても、今後の流域の改変ならびに水利用上の問題を整理する上で好都合であると考え、以下の方法によって流況曲線を作成した。

流況曲線は一部欠測期間があったため、1983年3月から1984年2月の間に得られた315日間の流量記録によって求めている。普通日平均流量が用いられるが、流量の日変化等の影響も考慮できるように、流量の発生度数は発生時間数によって求めた。調査流域における流量の発生時間数をみると10 l/sec以下の流量の占める割合が約50%、20 l/sec以下の流量については約85%を占める。したがって、流量区分は小流量ほど細かく区切って発生時間数を調べる必要があると考え、流量区分は0~20 l/secについては1 l/sec間隔とし、20~50 l/sec、50~100 l/sec、100~200 l/sec、200~500 l/sec、500 l/sec以上についてそれぞれ5 l/sec、10 l/sec、20 l/sec、50 l/sec、100 l/secとした。以上によって流量区分別流量発生時間数を整理すると、表Ⅳ・1・1のようになる。発生時間数の最も多い流量区分は5~6 l/secで665時間、次いで3~4 l/secが650時間、4~5 l/secが643時間となり、3~6 l/secの流量が発生頻度のピークを成した。

表Ⅳ・1・1 流況表

流量区分	区分発生時間	累加発生時間	超過確率	区分発生日数	流量区分	区分発生時間	累加発生時間	超過確率	区分発生日数
0~1	0	7580	100.0		30~35	89	562	7.4	4.29(0.86)
1~2	26	7580	100.0	1.25	40	90	473	6.2	4.3(0.87)
3	396	7544	99.5	19.07	45	50	383	5.1	2.41(0.48)
4	650	7158	94.4	31.31	50	44	333	4.4	2.12(0.42)
5	643	6508	85.9	30.98	60	85	289	3.8	3.61(0.36)
6	665	5865	77.4	32.03	70	47	214	2.8	2.26(0.23)
7	467	5200	68.6	22.49	80	34	167	2.2	1.64(0.16)
8	460	4733	62.4	22.16	90	18	133	1.8	0.87(0.09)
9	429	4273	56.4	20.66	100	13	115	1.5	0.63(0.06)
10	541	3844	50.7	26.06	120	25	102	1.3	1.28(0.06)
11	388	3303	43.6	18.69	140	19	77	1.0	0.92(0.05)
12	285	2915	38.5	13.73	160	8	58	0.8	0.39(0.02)
13	319	2630	34.7	15.37	180	9	50	0.7	0.43(0.02)
14	251	2311	30.5	12.09	200	5	41	0.5	0.24(0.01)
15	253	2060	27.2	12.43	250	18	36	0.5	0.87(0.02)
16	201	1802	23.8	9.68	300	7	18	0.2	0.34(0.01)
17	148	1601	21.1	7.13	350	5	11	0.1	0.24
18	152	1453	19.2	7.32	400	5	6	0.1	0.24
19	139	1301	17.2	6.70	450	0	1	0.0	
20	77	1162	15.3	3.71	500	0	1	0.0	
20~25	351	1085	14.3	16.91(3.38)	600	1	1	0.0	
30	172	934	9.7	8.28(1.66)	600~	0	0		0.05

注) 発生日数は $8760 \text{ h} / 7580 = 1.156$ を発生時間に乗じて得た。

() 内の日数は流量区分を1 l/secに変換した場合の値を示す。

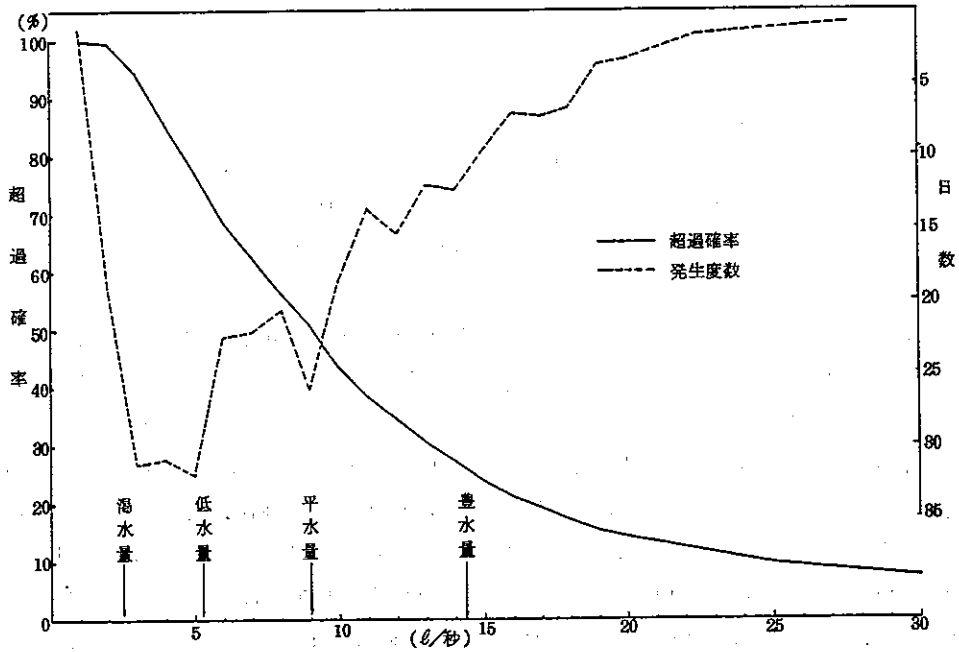


図 N・1・3 舞岡源流域の流況曲線

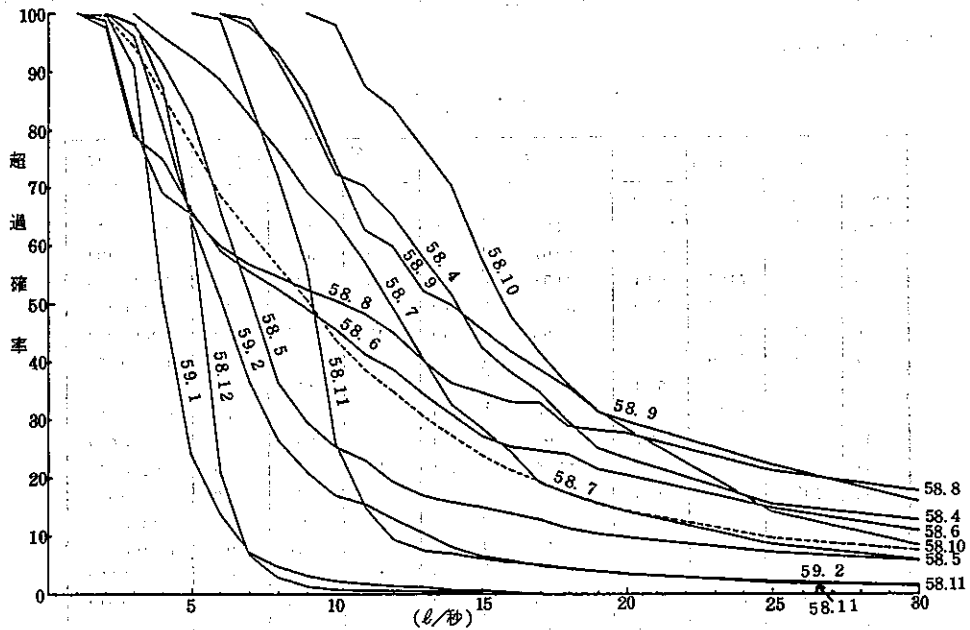


図 N・1・4 月別流況曲線

表 N・1・1 をもとに流況曲線をつくると図 N・1・3 のようになる。流量が 30 l/sec 、 20 l/sec 、 10 l/sec を超過する確率を流況曲線より求めるとそれぞれ 9.7% 、 15.3% 、 50.7% となり、対応する時間数はそれぞれ約 1.2 か月間、 1.9 か月間、 6 か月間であることがわかる。また流量曲線から先に示した各基準流量を求めると以下のようにになった。

最小流量 1.7 ℓ /sec 最大流量 501 ℓ /sec 渇水量 2.5 ℓ /sec
低水量 5.3 ℓ /sec 平水量 9 ℓ /sec 豊水量 14.4 ℓ /sec

わが国の主要河川の流況曲線から渇水量を1とした場合、平均的に低水量が1.5、平水量が2.0、豊水量が3～4になることが知られているが、調査流域においてはこの関係がそれぞれ1.0、2.1、3.6、5.8となって比較的高い値を示す。

期間中の降水量は1748.5mmであり、横浜地方気象台における年平均降水量1596mmと比較すると、年降水量は平年を上回る。しかし、後述するように、月別にみると、平年を下回る月数が6ヶ月あり、流況の水準を一概に評価することはできない。

図Ⅳ・1・4は月別に流況曲線を示したもので、これによって流量の季節別特徴をみることができる。月別流量を渇水量付近でみると、4月、9月、10月、11月がおおよそ7～10 ℓ /sec、その他の月はおおよそ1～3 ℓ /secである。低水量付近でみると、やはり同様の傾向を示すことから超過確率が75%を超える流量値が春秋に大きいことを示す(渇水が起りにくい)。超過確率が50%前後、すなわち平水量付近でみると、12月～1月の冬期に5～7 ℓ /sec、4月、9月～10月の春秋期に13～16 ℓ /secで月別流量の平均値は冬期に少なく春秋期に多くなることを示す。超過確率25%前後、すなわち豊水量付近でみれば12月～2月の冬期に5～8 ℓ /sec、4月、8月～10月の春期、台風期に18～20 ℓ /secとなる。

超過確率が25%以上の流量については、全体として冬期に流量が少なく春秋に流量が多くなる。また夏期流量の特徴は超過確率が75%以上の流量について冬期以下の値を示すこと、超過確率が50%前後の流量は年間の平均的な値を示すが超過確率が25%以下の流量値が極めて高い値を示すことである。

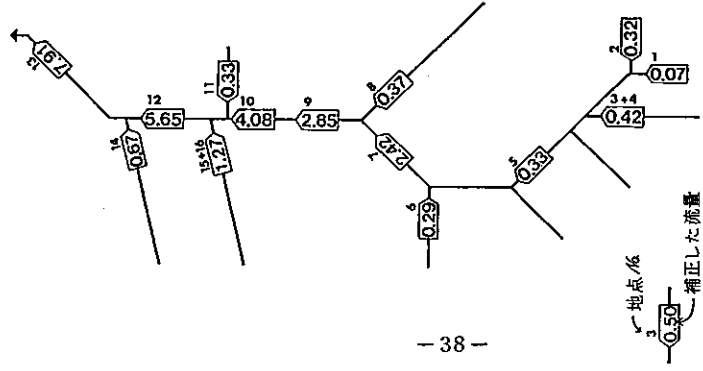
以上、月別流況曲線からみた調査流域の季節的流況の特徴は次のとおり整理することができる。すなわち、冬期は全体的に流量が少なく、夏期は台風等によって大流量が発生する反面、同時に渇水が発生し易い、春秋の流量は多く渇水は比較的起りにくいといえる。

(2)調査流域の流量特性

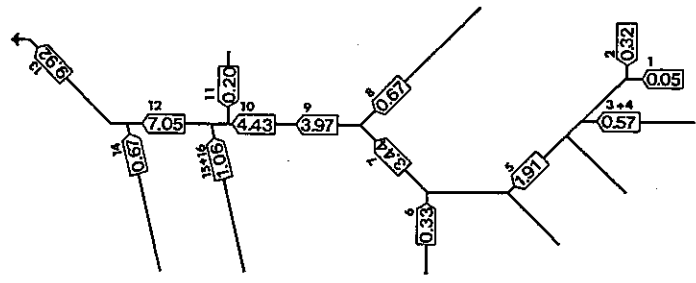
季節調査によって得られた調査流域内16定点の流量測定結果から、各調査定点の流量特性について検討した。調査期日、測定方法については先に触れているとおりである。

各流量測定定点の流量は同時観測によって得たものではなく、季節によって1日ないし2日を要している。したがって、当初より量水堰地点の流量が日変化していることが判っていたため、各調査定点間で比流量ならびに流出高を比較する都合上、量水堰流量を基準にして、特に谷水、河川水については流量補正を行なった。図Ⅳ・1・5に5回の調査結果を示すが、これらは全て補正值である。

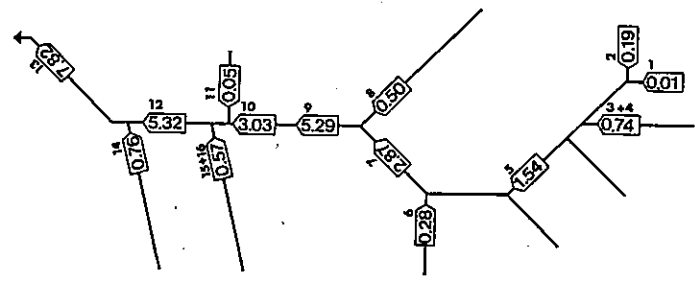
各定点の流量は表Ⅳ・1・2に示すように各調査日前の降水の状況に左右される水質調査の項の分類にならって、各調査定点を湧水部、谷水部、河川部に分類して各定点の流量を図示すると図Ⅳ・1・6のようになる。全体として降水量の多かった第1回および第2回調査時の流量が多くなっている。各調査ごとにみた流量の大小関係は湧水部、谷水部、河川部によって若干異なるが、そ



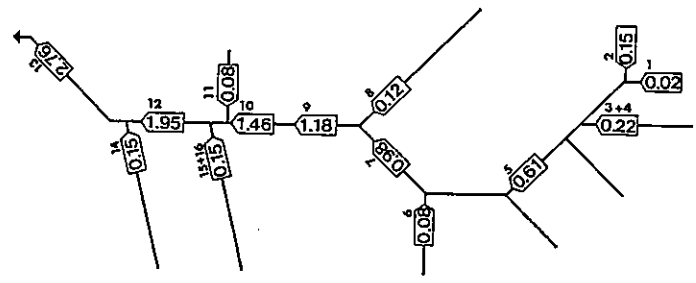
1983年9月6~7日



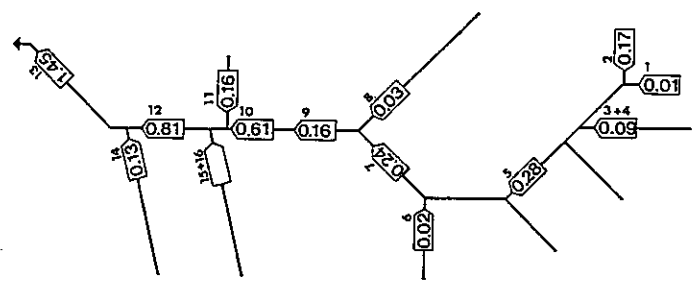
1983年11月7~8日



1984年2月24日



1984年5月7日



1984年8月6日

地点/6
 修正した流量
 単位: l/sec

図 N・1・5 季節流量調査結果図(補正值)

表Ⅳ・1・2 季節調査前の降水状況

調 査	降 水 状 況	前 月 雨 量
第1回(83. 9. 6~7)	5日前に30mm	291 mm
第2回(83. 11. 7~8)	前日~当日朝に20mm	153 mm
第3回(84. 2. 24)	前日に11mm(雪後雨)	26.5 mm
第4回(84. 5. 7)	5日間に28mm	67.5 mm
第5回(84. 8. 6)	渇水状態	118.5 mm

れぞれ分類された枠内ではおおよそ同様な傾向を示す。

ただし、第3回調査については冬期に実施したものであり、1984年1月および

2月に近年まれな降雪があったこと、したがって凍結融解の流量に影響する割合が極めて多かったことが、他の調査と異なった傾向を示す要因となったと考えられる。

図Ⅳ・1・6にみられる主な特徴は第1回調査および第2回調査、ならびに第4回調査および第5回調査について湧水部と谷水部および河川部とで流量の大小関係が、全く逆転していることである。したがって、各調査日前の降水状況から湧水部の流量は直前に降った雨の影響を大きく受けにくいこと、逆に谷水や河川の流量は直前の降雨の影響を受けやすいこと、湧水部の流量が谷水部や河川部に比較して安定していることなどを図から読みとることができる。

また第3回調査の結果については降雨浸透関係以外の要因が大きく影響していることも考えられ、異なった観点からの考察が必要となろう。

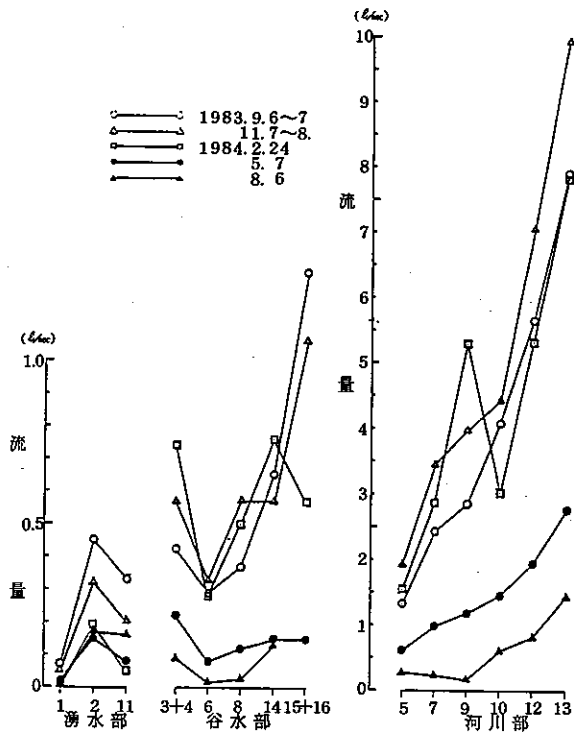
各定点の流量特性を更に詳しく検討するため、第3回調査の流量データを除いた定点間の流量変化についてその相関を求め、これをもとに因子分析を行なってみた。図Ⅳ・1・7は因子分析の結果を示すもので、座標値の近い定点ほど流量変化に同一性があることになる。そこで因子分析から、図Ⅳ・1・6の調査定点の順序を並びかえると、図Ⅳ・1・8のようになる。すなわち流量変化の同一性をもとにして調査定点を分類すると以下に示すようになる。

湧水部 №2, №11, №1

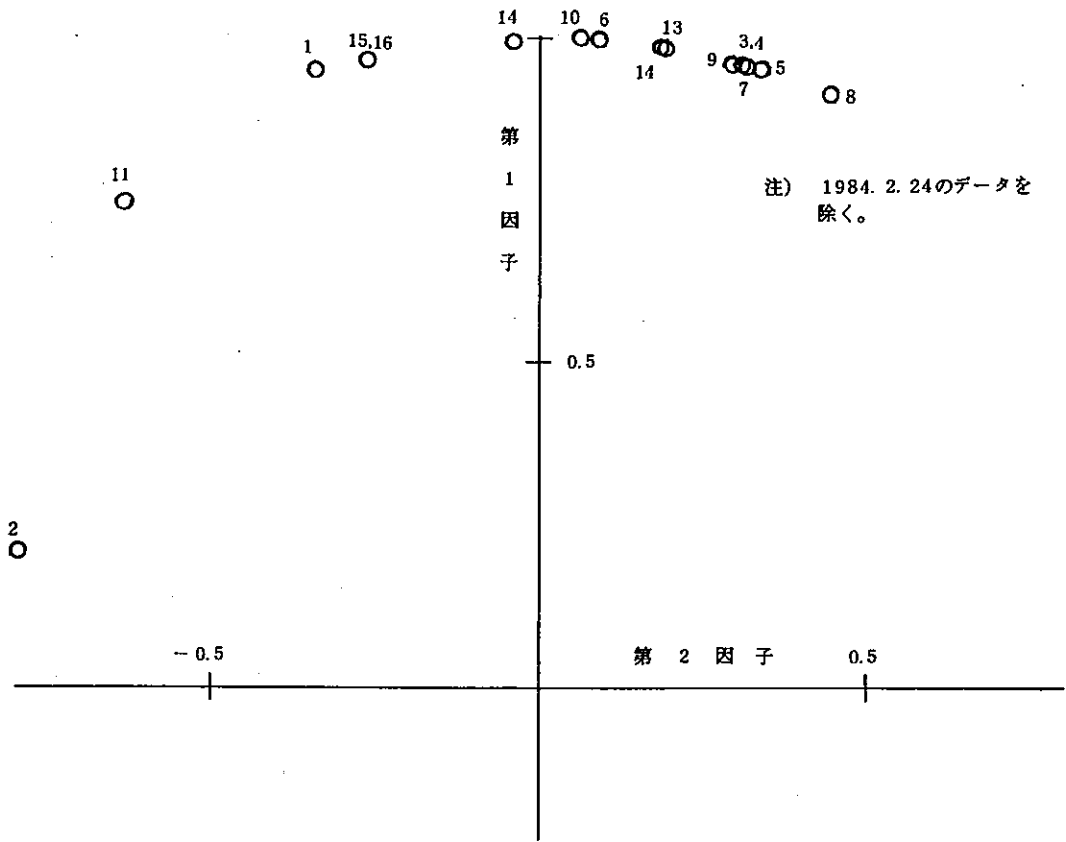
中間部 №1, №14,
№15+16

谷水部 №15+16, №14

№6, №3+4, №8



図Ⅳ・1・6 流量(形態による分類)



図Ⅳ・1・7 因子分析結果

河川部 №10, №12, №13, №9, №7, №5

上記結果から当初湧水部とみられてきた№1定点がやや谷水部の特徴を有していること、№14および№15+16定点は谷水定点でありながら湧水の特徴を有していることがわかった。

さらに図Ⅳ・1・8の定点流量を流出高(mm/日)に変換して図示すると図Ⅳ・1・9のようになる。相対的にみて湧水部の流量が多く、谷水ならびに、河川水の流量は湧水部に比較してかなり少ない値を示し、谷水および河川水の流量はほぼ同程度の値を示すことがわかる。ただし、湧水部のうち№1の流出高が極めて低いこと、№11の流出高が逆に極めて高いことの原因については、一般に地下水分の多く卓越する流出水の影響面積が正確に得にくいこと等があげられる。

そこで湧水部のうち№1定点の流出高が極めて低い値を示したことに関連して、各調査定点別土地利用の状況を見ると図Ⅳ・1・10のようになる。各調査定点の集水面積のうち山林の占める割合は№14定点(瓜久保流域)において最も多く70%を占める。逆に最も少ないのが№11定点で15%になる。山林面積の占める割合が比較的多い定点は№2, №3+4, №15+16などで50~60%を山林が占めている。

湧水部についてみると、山林面積の割合は№1が30%、№2が60%、№11が15%で流出高と山林面積の割合の関係は一致しない。河川部定点についても同様で両者の明確な関係はみられ

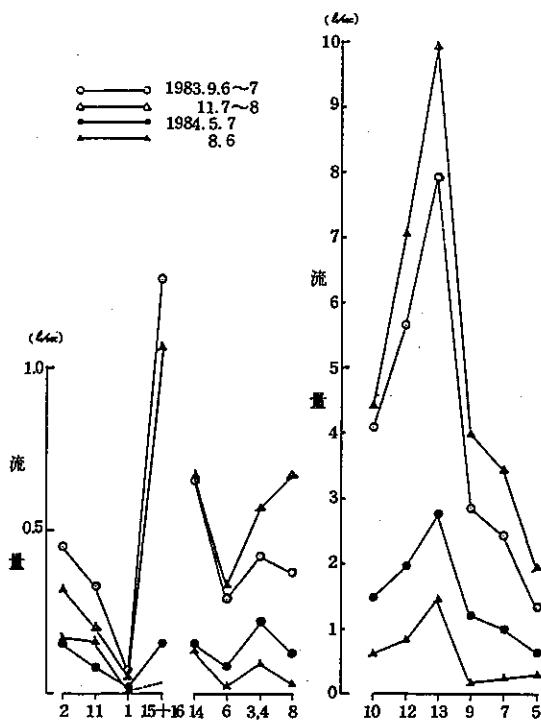


図 N・1・8 流量 (因子分析による分類)

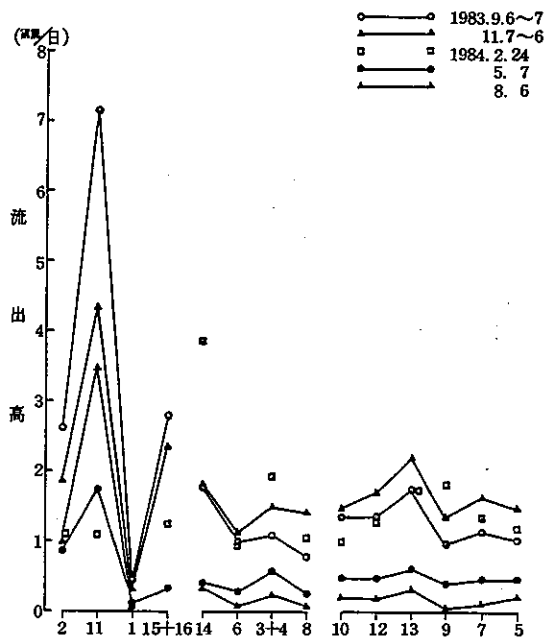


図 N・1・9 流出高 (因子分析による分類)

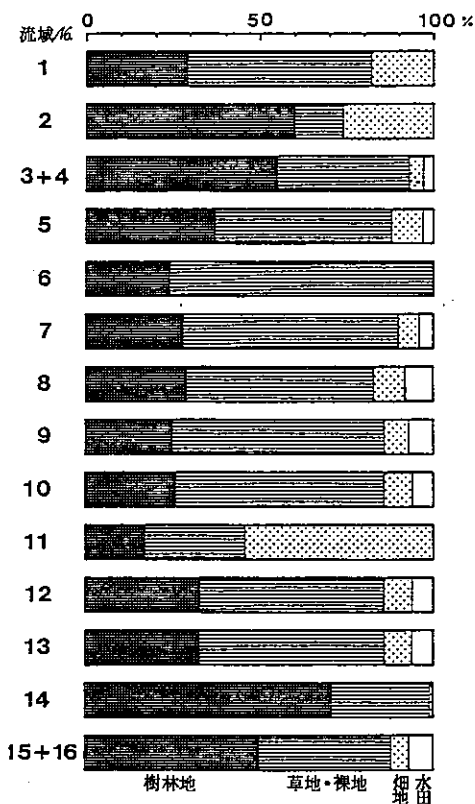
ず、流出高はむしろ下流に下るに従って高くなる傾向にある。山林面積と流出高の関係が比較的良好に現われるのは谷水定点であり、山林面積の最も多い№14 定点の流出高が最も高くなっている。

既に述べたように№1 定点については因子分析の結果、谷水の特徴も有しており、その意味からして湧水部に属する定点であるが湧水に地表付近の影響があることも考えられ山林面積の少ないことも流出高の低くなった理由としてあげられよう。

(3) 定期測定の結果

定期測定は先にも触れているように、おんどまり(№2) 定点および瓜久保(№14) 定点ならびに量水堰定点(№13) の流量を平均週一回の割合で観測したものである。おんどまりには湧水の、瓜久保には谷水の、量水堰は調査流域全体の、代表地点としてそれぞれの流出の特徴と相互関係を調べたものである。

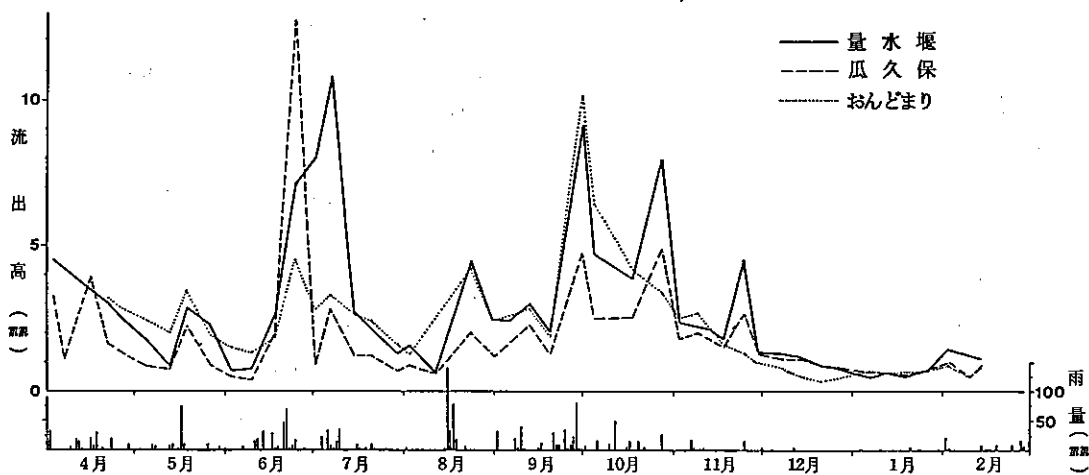
1983年4月から1984年2月までの計46回の流量調査結果から、それぞれの流量を日流出高(mm/日)に変換して図示すると図N・1・11のようになる。図中、量水堰および瓜久保地点でいくつかのピークが示されるが、これらは全て降水期間中に測定された結果が現われたものである。極端なピーク部すなわち洪水の影響範囲外で、三定点の流出高を比較すると、流出高はおんどまり定点において最も高く、瓜久保定点の流出高はそれより低い値を示し、量水堰の流出高は両定点の中間的な値を示す。おんどまりおよび瓜久保の両定点の流出高の大小関係は春先に大きく、夏期秋期と次第に減じて10月後半には一時逆転するが冬期になると両地点の流出高はほ



図Ⅳ・1・10 流域別土地利用構成

ぼ等しくなる。量水堰地点の流出高は洪水期間中の測定値を除けば、降水量の少ない期間には瓜久保地点とほぼ同程度の値を示し、比較的降水量の多い期間においてはおんどまり定点の流出高と同程度の値を示す。すなわち量水堰地点の流出高は豊水期間においては湧水と同程度の、また準濁水期間においては谷水と同程度の値を示し、濁水期間においては量水堰、湧水、谷水とともにほぼ同程度の値を示すことがわかる。

これら三定点の流出高の相互関係をみると図Ⅳ・1・12のようになる。三定点相互の相関度は量水堰、瓜久保の両定点について最も高く、次いで量水堰、おんどまりの両地点の相関も比較的高い。しかし、いずれの場合についても、洪水の卓越期間、すなわち流量値が大きい場合については同様な相関を示さない。この図から定点間の流出高の相対比をとると量水堰、瓜久保間で2対1.5、量水堰、おんどまり間では1対1、おんどまり、瓜久保間では2対1.5程度になる。



図Ⅳ・1・11 定期流量測定結果

表Ⅳ・1・3 定期流量測定結果表

測定年月日	量水堰		瓜久保		おんどまり	
	ℓ/sec	mm/day	ℓ/sec	mm/day	ℓ/sec	mm/day
1983. 4. 2	19.5	4.48	1.2	3.24	-	-
6	-	-	0.4	1.08	-	-
15	-	-	1.8	4.86	-	-
21	12.88	2.96	0.59	1.59	0.55	3.19
26	10.66	2.45	0.47	1.27	0.49	2.84
5. 4	7.48	1.72	0.32	0.86	0.41	2.38
12	5.99	0.92	0.28	0.76	0.54	1.97
18	12.37	2.85	0.81	2.19	0.58	3.36
26	9.69	2.23	0.34	0.92	0.33	1.91
6. 2	3.05	0.70	0.19	0.51	0.26	1.51
9	3.24	0.75	0.16	0.43	0.22	1.28
17	11.07	2.55	0.74	2.00	0.31	1.80
24	30.74	7.07	4.72	12.74	0.78	4.52
7. 1	34.80	8.00	0.33	0.89	0.48	2.78
6	46.90	10.79	1.04	2.81	0.57	3.31
14	11.69	2.69	0.45	1.22	0.45	2.61
20	9.10	2.07	0.45	1.22	0.41	2.38
29	5.57	1.28	0.27	0.73	0.28	1.62
8. 2	6.80	1.56	0.33	0.89	0.23	1.33
11	2.80	0.64	0.22	0.59	-	-
23	19.40	4.46	0.75	2.03	0.73	4.23
30	10.64	2.45	0.44	1.19	0.42	2.44
9. 5	10.46	2.41	-	-	-	-
12	12.90	2.97	0.86	2.32	0.49	2.84
19	8.67	1.99	0.49	1.32	0.32	1.86
30	39.78	9.15	1.75	4.73	1.75	10.15
10. 6	20.40	4.69	0.92	2.48	1.11	6.44
17	16.60	3.82	0.94	2.54	0.73	4.23
27	34.40	7.91	1.79	4.83	0.59	3.42
11. 2	10.22	2.35	0.65	1.76	0.44	2.55
8	-	-	0.73	1.97	0.46	2.67
12	9.26	2.13	-	-	-	-
17	8.03	1.85	0.57	1.54	0.28	1.62
24	19.40	4.46	0.98	2.65	0.22	1.25
29	5.84	1.34	0.47	1.27	0.18	1.04
12. 7	5.61	1.29	0.42	1.13	0.14	0.81
13	5.36	1.23	0.40	1.08	0.09	0.52
20	3.79	0.87	1.34	0.92	0.06	0.35
26	3.50	0.81	0.31	0.84	-	-
1984. 1. 6	2.30	0.53	0.24	0.65	0.12	0.70
12	2.50	0.64	0.24	0.65	0.13	0.75
18	2.30	0.53	0.22	0.59	0.12	0.70
26	3.20	0.74	0.28	0.76	0.12	0.70
2. 2	6.30	1.45	0.36	0.97	0.16	0.93
9	-	-	0.19	0.51	0.09	0.52
13	4.90	1.13	0.30	0.81	0.15	0.87

おんどまり、瓜久保の流出高の相対比は春先に大きくおよそ2対1程度であり、これが順次減じて10月後半からほぼ同値を示す。兩定点間の流出高の差は春夏に大きく秋冬に小さくなる。湧水が集って谷水となり更に流水になってゆく過程で考えれば、洪水が含まれない状態でしかも途中でなんらかの欠損がない限り、平均的にみれば湧水、谷水、流水にかかわらず流出高は同程度の値を示すと考えられる。とすると、春夏に大きく秋冬に少なくなる谷水の欠損は蒸発散と結びつけて考えられる。すなわち湧水から谷水になる過程の欠損の大部分が蒸発散によるものとすれば、量水堰地点での流出高が少雨あるいは無降雨期間中に谷水部に属する瓜久保の流出高にほぼ等しくなることが説明できる。

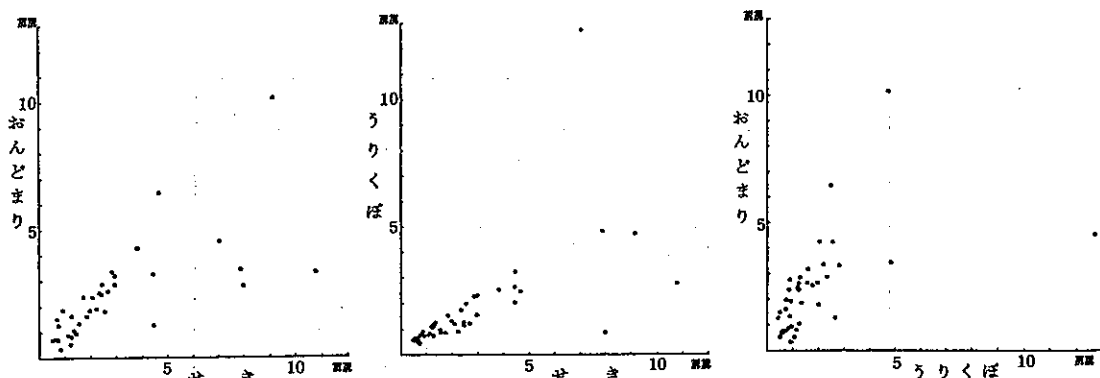


図 N・1・12 三地点間の流量相関図

2) 洪水流出

1983年3月から同年11月にかけて、一雨降水量が10mm以上あった場合についての洪水を対象とした。対象洪水数は表N・1・4に示すように全部で33洪水で、1983年8月中に発生した洪水は雨量計の故障があったため対象洪水から除いている。したがって、対象洪水時の最大一雨降水量は115mm(6月20日)であり、量水堰流量の最大値は379.5 l/sec であった。

(1) 流出係数と流出率

流出係数は貯留関数法の手法により、洪水ピーク部分のみの流出率を求めることによって得た。全洪水について流出の遅滞時間を1時間として流出係数を計算すると表N・1・4に示したようになる。得られた流出係数の最大値は0.423(1983年9月9日)、最小値は0.165となった。ハイドログラフのピーク部分だけをとって、その時の流出率を流出係数としているため、この部分の流出率は降雨条件あるいは流域の湿潤状態によって一定した値とならない。そこで、全対象洪水について得られた流出係数と一雨降水量ならびにその時の最大降雨強度との関係を見ると図N・1・13に示すようになった。すなわち、流出係数と一雨降水量および最大降雨強度との関係をみると一雨降水量および最大降雨強度の双方について流出係数との一価関数的な相関は得られなかった。しかし、全体的には降雨強度が大きくなると流出係数もそれぞれ大きくなる傾向を示す。

次に各対象洪水について、

て、その時の総降水量および総流出高の関係を図示すると図N・1・14のようになる。図から総雨量および総流出高の相関性の極めて高くなっていることがわかる。流出係数の場合と同様、降雨条件によって流出高が影響されること、基底流の

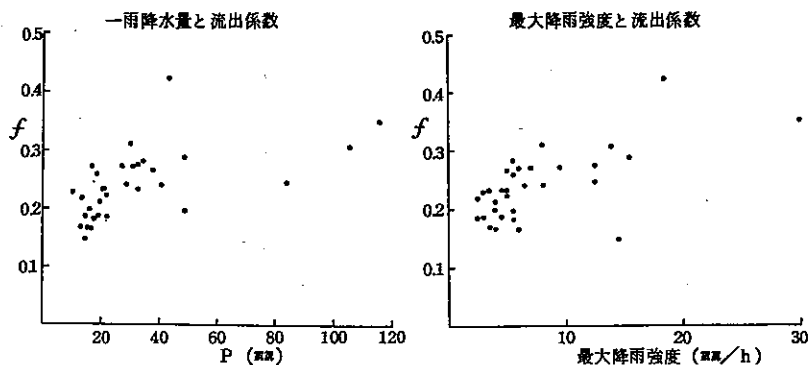


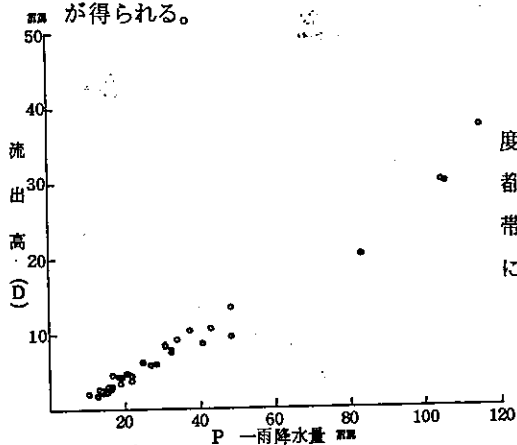
図 N・1・13 降水量と流出係数の関係

表Ⅳ・1・4 対象洪水一覧表

No	期 間	一雨雨量	最 大 降雨強度	最大流量	総流出量 ^高	流出係数	基底流量
		mm	mm/h	e/s	mm h		
1	S. 58.3.29~30	13.5	2.5	36.5	2.72(29)	0.218	8.1
2	4. 1~ 2	31.0	9.5	160.8	8.26(38)	0.272	9.1
3	4.10~11	32.5	5.0	98.6	7.73(40)	0.232	2.8
4	4.15~16	21.0	3.5	66.2	4.70(34)	0.232	9.7
5	4.16~17	37.5	5.0	71.4	10.41(46)	0.266	13.7
6	4.22~23	19.5	4.0	72.0	4.43(30)	0.212	13.2
7	5. 6~ 7	14.5	3.0	29.2	2.49(26)	0.187	6.0
8	5.12~13	17.0	6.0	46.7	4.45(41)	0.271	4.8
9	5.16~17	83.5	12.5	190.8	20.06(48)	0.246	10.6
10	6.10~11	14.5	14.5	47.2	2.16(21)	0.147	2.2
11	6.12~13	48.5	5.5	83.3	9.56(47)	0.197	5.7
12	6.16~17	28.5	6.5	59.0	5.92(28)	0.241	4.6
13	6.20~22	115.0	30.0	379.5	37.07(49)	0.350	5.5
14	6.24~25	19.0	4.5	63.4	3.54(32)	0.186	18.1
15	7. 3~ 4	22.0	5.0	62.3	4.36(36)	0.222	7.9
16	7. 5~ 6	32.5	12.5	173.9	7.66(33)	0.275	7.9
17	7. 7~ 9	18.5	5.5	67.9	4.33(36)	0.259	11.4
18	7. 9~11	34.0	24.5	211.8			12.6
19	7.20~21	10.5	3.0	29.2	1.96(35)	0.228	9.1
20	9. 7~ 9	25.0	8.0	108.5	6.22(49)	0.130	6.0
21	9. 9~10	43.0	18.5	233.6	10.58(27)	0.423	9.1
22	9.15~17	17.5	5.5	67.3	3.00(39)	0.182	9.6
23	9.20~21	40.5	8.0	148.3	8.66(27)	0.240	8.2
24	9.24~25	34.0	5.5	106.0	9.06(41)	0.281	10.6
25	9.25~26	13.0	3.5	60.6	1.94(30)	0.167	17.4
26	9.27~29	105.5	14.0	275.2	29.80(49)	0.306	19.2
27	10. 5~ 6	16.5	6.0	71.4	2.73(30)	0.165	18.4
28	10.11~12	48.5	15.5	219.0	13.36(42)	0.288	14.3
29	10.15~17	20.5	4.5	70.2	4.59(45)	0.232	14.1
30	10.19~20	16.0	4.0	48.6	2.99(29)	0.198	13.4
31	10.27~28	27.0	7.0	113.7	5.90(45)	0.272	10.8
32	11. 6~ 7	22.0	2.5	39.4	3.79(49)	0.185	9.6
33	11.23~24	15.5	4.0	55.4	2.34(19)	0.166	11.4

()内は時間を示す。

分離ならびに基底流の減衰期間が長いこともあって流出高の総量を求めることが難かしいことなどを考え、総降水量および総流出高について、上限値を用いて両者の関係を求めると次の様な関係式が得られる。



$$\text{総流出量 (D)} = 0.3 \times \text{総降水量 (P)}$$

すなわち調査流域における流出率の最大値が 0.30 程度であることがわかった。安藤義久 (1981) によれば都市化の影響が全く無い丘陵地の流出率が流域内の飽和帯の面積率に規定されるとして、多摩丘陵内の試験流域について以下の結果を得ている。

- 別所流域 $D = 0.30 P$
- 南大沢 $D = 0.31 P$
- 大栗川橋 $D = 0.31 P$

図 N・1・14 P-D の関係 (調査流域)

飽和帯の面積は降雨の大小強弱によって異なるが、丘陵地における飽和帯の発生はおよそ谷底面に限られる。

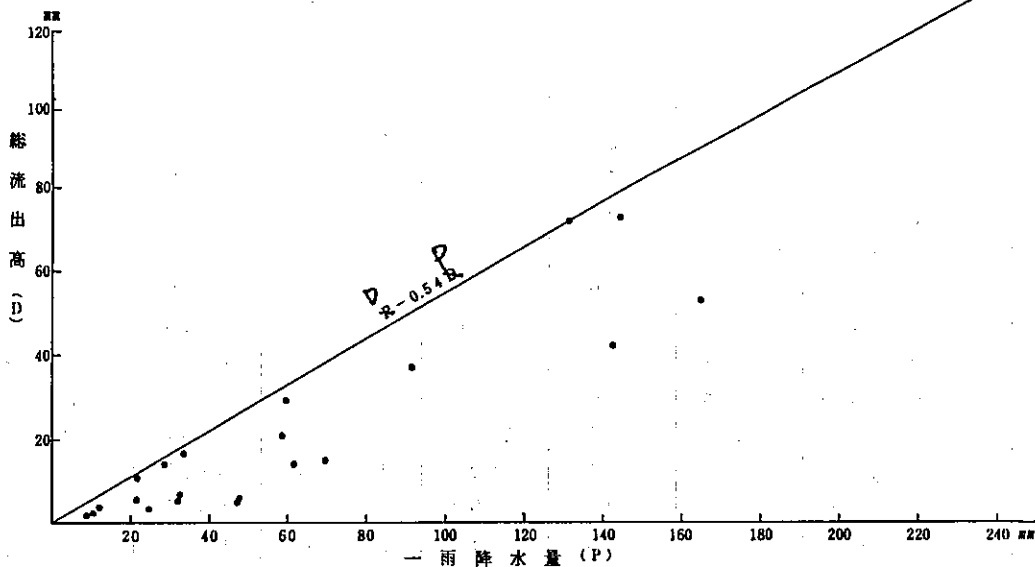


図 N・1・15 P-D の関係 (柏尾川)

調査流域の場合、谷底面の面積比率はおよそ 22% であり得られた流出率とは一致しない。

安藤はさらに都市化流域において上記関係を得ており、結果を列記すると以下のようになる。

- 香流川 $D = 0.68 P$
- 植田川 $D = 0.81 P$
- 山崎川 $D = 0.92 P$

流域が都市化することによって流出率が極めて大きくなることを知ることができる。

調査流域の場合、上記のように降雨、流出の関係は他の自然流域と同等であることが認められ

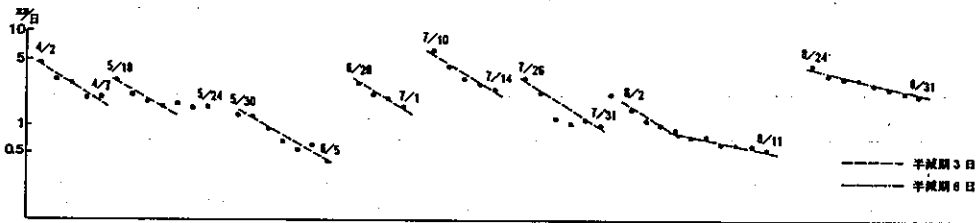
たが、流域が人工改変されるようなことがあれば、この関係は当然崩れてくる。そこで、資料としては多少古くなるが舞岡川が合流している柏尾川について、1969年から1975年にかけて発生したいくつかの洪水を対象に上記関係をみてみると図Ⅳ・1・15に示すようであった。上限値をとって一雨降水量および総流出高の関係を求めると以下のようになり、当時、既に都市化の影響を受けていたことがわかる。

$$\text{柏尾川 } D R = 0.54 D P \quad \text{古館橋}$$

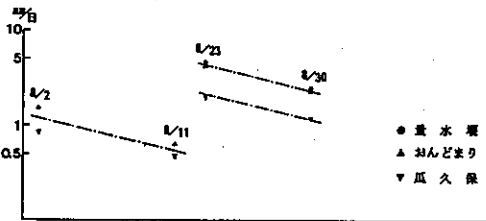
10年からそれ以前の資料によって求めた値であり、その後の都市化の進展を考慮すると現在では更に大きな値を示すものと考えられる。

次に洪水の低減部についてみる。図Ⅳ・1・16は洪水の低減部で特に準基底流あるいは基底流の卓越すると考えられる部分の低減状態を示したものである。日平均流量を日平均流出高に変換して、降雨の影響が全くないと思われる期間の低減状態をみると、低減が急な方で半減期が約3日、緩い方で約8日要す。

図Ⅳ・1・17は前項、定期調査結果の項で整理している。おんどまり、瓜久保、量水堰の1983年8月2日から11日、および8月23日から30日（両期間とも無降雨）までの流量低減状態を示す。半減期はやはり7日から9日程度であり、量水堰地点の基底流あるいは準基底流の半



図Ⅳ・1・16 調査流域の流量低減特性



図Ⅳ・1・17 三地点間の流量低減状態

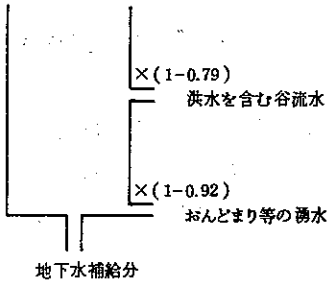
減期はおよそ8日程度、これを流量の日減衰率になおすと0.92になる。半減期3日の低減状態は洪水を含む流量の低減を示すものと考えられ、Ⅳ・1・1(3)で述べているように谷水部の流出高が河川部流出高にほぼ等しい状態での低減状態と考えられる。すなわち、おんどまり地点等湧水の流出が基底流を成すものとするれば半減期3日の低減状態にある流水は洪水の残留分を含む準基底流とみなすことができる。半減期3日を流量減衰率になおすと0.79となる。調査流域の洪水期間外の流出の機構をタンクモデルで表現すると図Ⅳ・1・18のようになる。

なお、流出解析の方法は単位図法をはじめ様々な方法が提案されている。タンクモデル法もその一つに入るが、タンクモデルの優れている点は流出の機構を目で見ることができること、モデルが

出来あがれば後の流出計算は比較的容易であり、親しみ易さを持ち備えている点であろう。今回の報告ではモデルを作りあげるところまで到達できなかったのであるが、舞岡川源流域の水文現象変化予測等にかなり有用になると考えられ、使用に耐え得るモデルの検討を行なっている。

3) 流出の特徴と水利用の可能性

調査流域における調査期間中(1983年3月から1984年2月)の降水量は1726.5mmであった。

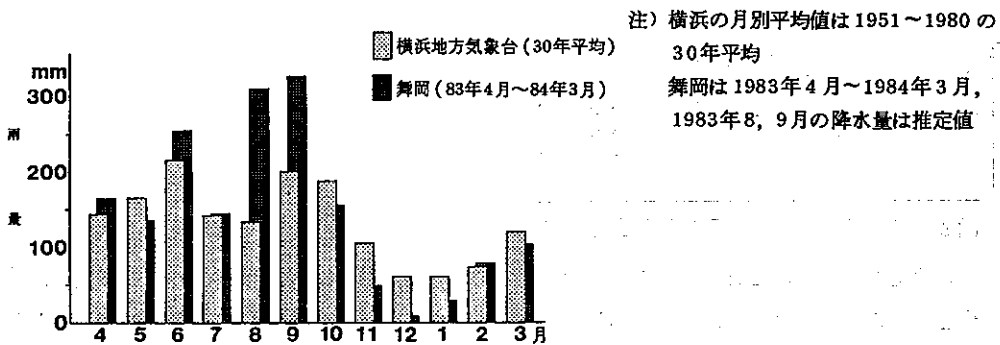


横浜地方気象台で観測されている降水量の過去30年間の年平均値は1596mmであり、水文調査の実施された1年の降水量は平年の値を約130mm上回った。(図Ⅳ・1・19, 表Ⅳ・1・5) 調査期間中の降水量が平年に比較して多めになった原因は1983年の8月および9月の降水量が殊に多かったことによる。8月は台風5号および6号の影響によって15日には139mm(横浜地方気象台)の豪雨があった。この時、水量堰流量も調査期間中最大となって500ℓ/secを越えていた。また9月も同様に台風10号の影響によって、28日には舞岡源流域の観測雨量で79.5mmの降水があった。雨量計が故障していたため、舞岡の8月の降水量を正確に知ることはできないが、横浜地方気象台の値を用いると、8月、9月の総降水量は616mmになり、横浜地方気象台の平年の1.9倍ほどの雨が降っている。

図Ⅳ・1・18 タンクモデル

表Ⅳ・1・5 横浜地方気象台と舞岡の雨量

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	年間
(舞岡)	164.5	134.0	254.5	142.5	(311.0)	(327.0)	153.5	48.5	7.0	26.5	77.5	102.0	1748.5
(横浜)	142.7	163.7	215.9	140.9	132.2	199.1	186.7	104.3	58.7	61.2	71.8	118.8	1596.0
差	21.8	-29.7	38.6	1.6	178.8	127.9	-33.2	-55.8	-51.7	-34.7	5.7	-16.8	130.5



図Ⅳ・1・19 横浜地方気象台と舞岡の雨量

しかし、8月・9月を除いた他の月の降水量についてみると、平年並かむしろ降水量の少なかった月が多く、1983年10月から1984年の3月までの降水量は415mmで平年の601.5mmを下回っている。また、月別降水量を平年と比較すると、平年以下の月数が6ヶ月、平年並か多少多い月数が4ヶ月、平年を大巾に上回った月数が2ヶ月となっており、1983年の8月、9月の両月を除くと

降水量は平年かそれ以下であったことになる。すなわち、前項で述べた調査流域の流出状況等はどうした気象条件下での結果であった。

1年間のデータをもとに調査流域の流出に関する調査結果を改めて整理すると以下のようになる。

(1)年間流出の特徴

○年間を通じてこれ以下になることが稀な流量(渇水量)は $2.5 \text{ } \ell/\text{sec}$ であり、日流出高に変換すると約 $0.6 \text{ mm}/\text{日}$ になる。

○年間を通じて約9ヶ月はこれ以下になることがなく、また最も発生頻度の高い流量(低水量)は $5.3 \text{ } \ell/\text{sec}$ であり、流出高に変換すると約 $1.2 \text{ mm}/\text{日}$ となる。

○年間を通じて約6ヶ月はこれを下らない流量(平水量)は $9.0 \text{ } \ell/\text{sec}$ であり、日流出高に変換すると約 $2.1 \text{ mm}/\text{日}$ となる。

○年間を通じて約3ヶ月はこれを下らない流量(豊水量)で、水利用計画上の上限の流量は $14.4 \text{ } \ell/\text{sec}$ であり、日流出高に変換すると約 $3.3 \text{ mm}/\text{日}$ になる。

(2)季節別流出の特徴

○超過確率97%の流量(渇水量に相当する超過確率)を月別にみると、4月および9~11月に高い値を示す。

○超過確率75%の流量(低水量に相当する超過確率)は4月、7月および9~11月に高い値を示す。

○超過確率50%の流量(平水量に相当する超過確率)は4月、7月および9~10月に高い値を示す。

○超過確率26%の流量(豊水量に相当する超過確率)は4月および6~10月において高い値を示す。

○超過確率を基準とした各流量値について、5月および12月~2月は全面的に低い値を示す。

月別流況曲線から調査流域の流況の季節特性をみると、平常時の流量は春期および秋期に比較的多く、夏期および冬期は少ない。冬期の渇水は他の季節に比較して通常降水量の少ないこと、ならびに降雪があった場合に蒸発分が多くなることがあげられる(調査期間中は特に降雪になった場合が多かった)。また、夏期の渇水は冬期に比較して降水量が多い場合でも無降水の期間が長引くと、気温が高いため蒸発散分が多くなることによって起る。調査期間中は6月および8月の両月、超過確率50%以上の流量が低い値を示し、超過確率75%以上については年間の最低を示した。

すなわち夏期は降雨の状況によって大流量も発生するが、逆に渇水状態に陥る場合もある。

春期、秋期の平常流量は冬期、夏期に比較して高い値を示し、降水量が平年並であれば渇水の起る確率は低い。春秋期の蒸発散量が夏期に比較して少ないこと、冬期に比較して降水量が多いこと、秋期については夏期の大雨による浸透分が多いこと、によって流量が比較的安定するものと考えられる。

また、1983年5月の流量が冬期並に低い値を示したことについては、この月の降水量が平年以下であったこと、水田への引水によって蒸発、浸透による欠損分が増えたことを要因とするものと考えられる。

(3)源流域内流量の特徴

- 湧水、谷水、河川水の流量変化はそれぞれ異っている。
- 流出高で比較すると平常時同時刻の流出高は谷水部および河川部ではほぼ同程度であり、湧水点についてはそれ以上の値を示す。
- 有林地の割合と流出高の関係は谷水部でほぼ相関する。
- 河川部の流出高は下流に下るほど高くなり、量水堰で最大となる。

以上は季節調査による。

○洪水の影響範囲外で比較すると、湧水部の流出高は谷水部より高く、河川部の流出高はその中間で変動する。

○河川部の平常時の流出高は多雨時には湧水点と、また少雨時には谷流水点とほぼ同程度の値を示す。

○湧水点と谷流水点との流出高の差は春夏に大きく、秋になると減じて冬期に入っては差を示さない。

以上は定期調査による。

湧水部および谷水部での流出高は以上に示した特徴から蒸発散による欠損分であると考えられる。したがって6月、8月の湧水は無降雨期間中の蒸発散が流量に強く影響して発生したと考えられる。これに比較して冬期1月の湧水は降水量が少ないことを直接要因とすることは夏期湧水時の湧水点流出高が1(mm/日)以上で発生しているのに比較して、冬期では1(mm/日)以下になって発生していることから類推される。

(4)洪水流出の特徴

○一雨降水量が10mm以上の洪水について、流出率は0.16から0.30であり、流出率は傾向として一雨降水量の多いほど、また降雨強度の強い時ほど大きくなる。

○一雨降水量および総流出量の関係は各洪水によって異なるが、得られた資料から、上限値で

$$\text{総流出量}(D) = 0.30 \times \text{一雨降水量}(P)$$

の関係が得られた。

調査流域で得られた流出率の最大値はおおよそ30%であり、安藤義久(1981)が多摩川流域の小試験流域で得た結果とほぼ同程度の値を示す。都市流域の流出率が都市化の状況によってこの値以上の値を示すことは安藤の都市化流域での研究によっても明らかであり、舞岡川を含む柏尾川流域の同関係からも同様である。

調査報告では洪水に関してあまり詳しい検討を行っていないが、調査流域が今後その姿を変えた場合、当然流出の状況は変化しよう。流域に都市的要素が多くなれば、それだけ流出率も大きくなり、洪水の下流への影響もでてくる。したがって洪水に関する問題は、更に下流に拡大して検討する必要がある。

今回の調査報告では主に調査流域における平常時の流量について、流域の流況曲線を作成することなどによってその特性を検討した。得られる水量は湧水量を対象とすれば1日当り220mm³、年水量にすれば8万m³である。同様に低水量では460m³/日、15万m³/年、平水量で780m³/日、

23万 m^3 /年、豊水量では1250 m^3 /日、29万 m^3 /年となる。

最近の1人当りの生活用水の使用量をみると、1日平均使用水量は1981年の実績で関東臨海地区は302(ℓ /人/日)、全国平均は285(ℓ /人/日)である。調査流域の利用可能流量を豊水量とすれば、得られる水量は約2600人分の年間生活用水量に匹敵する。そのまま飲用に供することはできないとしても、雑用水として、また非常時であれば僅かな処理で質的にも量的にも飲用水として利用することも可能となろう。

また最近都市河川の水質悪化に鑑み、その浄化を促すことを目的に下水道処理水を放流する事例や計画が多く試みられている。下水の二次処理の要する経費は1 m^3 当り約170円が必要とされている。したがって、例えば29万 m^3 の処理をするに必要な費用はおよそ5,000万円が必要になる。本川柏尾川に流入する舞岡川源流域の湧水も同等の付加価値を有するものとみても間違いでないであろう。源流域および下流域の水田用水の、水質悪化を緩和する環境用水の、また都会では増々見る機会の少なくなっているホテルや小川の小動物を育む水源として、総合的な評価を下せば舞岡川源流域を水源としてみるだけでも付加価値は更に大きく見積ることができる。

かつて舞岡川源流域に限らず、横浜においては谷戸という谷戸の大部分が水田として利用されていた。したがって少なくとも明治期までは谷戸の湧水は生活のための重要な水資源として十二分に利用されていた。しかし、都市化の進展とともに今では源流域と呼ばれる多くの谷戸の水源地としてより土地としての価値が急騰した。したがって今では多くが消滅し、僅かが源流域として姿をとどめるに過ぎない(図Ⅲ・5・1参照)。

今回、水文調査の対象となった舞岡川源流域の上流部18.9 haは横浜市によって自然的公園となることが既に決定している。貴重な水源部であり、水源としての付加価値の下降を最小限に押え得る内容であること、他の源流域の新たな開発の指針となるべき積極的な対応によって公園化が更に付加価値を高めるような内容であることが望まれる。(野澤)

観測ノート

流量の日変化 — 夏の例 —

下図は1983年9月3日から7日にかけての流量とさくらなみ観測井の地下水位のグラフです。

この例ですと、0～10時ごろの流量が安定して多く、10時以降急激に流量が低下していくのがわかります。そして17～18時に最小となり、それから増加していきませんが、ふえ方は減少に比べ緩やかになっています。

変化量は、6日ですと、10時までには9.6 ℓ /secあったのが、17～18時には6.0 ℓ /secまで落ち、最大流量の63%になっています。

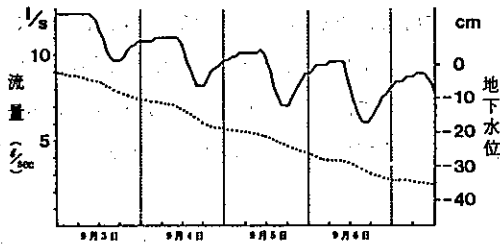
また、地下水位の低下にも日変化がみられ、流量と同じく10～18時ごろに大きく低下する傾向がみられます。

流量の日変化 - 冬の例 -

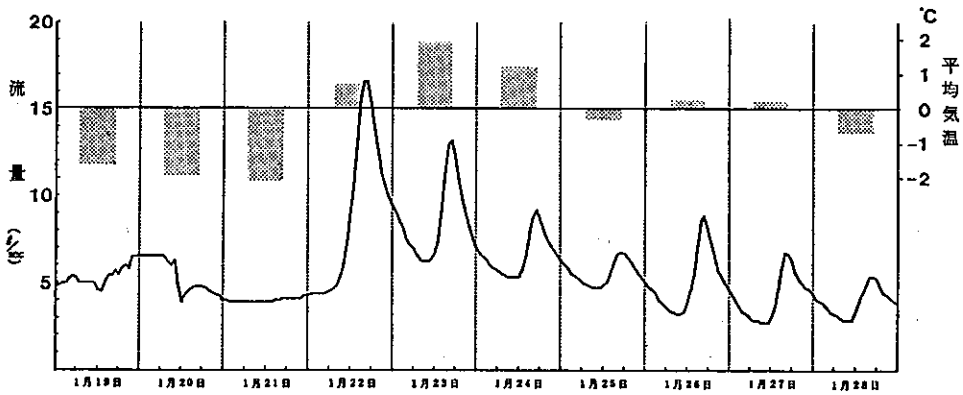
やや特殊なケースですが、1984年1月19日から28日までの積雪がある場合の日変化をみてみます。

この期間には1月19日に最深積雪21cm、21日には、同じく11cmの降雪がありました。19～21日は、雪が降っているにもかかわらず、低温のため流量はふえていません。ところが、22日以降は、天候が回復し、気温も上昇したため、雪が少しずつ溶け出し、流量がふえています。そのパターンは11時ごろより流量がふえだし、夕方の17時ごろにピークになるもので、22～28日の間にてい減しながら同じパターンがみられます。

1984年の1月から2月は雪が多かったため、特にこのような日変化が顕著でしたが、雪が降っていない1月上～中旬にも、最小流量が最大流量の60～70%程度となる日変化がみられました。(高井)



流量の日変化 - 夏の例 -
(1983. 9. 3~4)



流量の日変化 - 冬の例 -
(1984. 1. 19~28)

2 水質調査

水質調査は、調査流域の表流水を対象とし、季節調査、24時間調査を実施した。季節調査は、流量調査と同時に、これまで5回実施した。調査時期は、季節的な変化の状態を把握するため、2～3か月ごとに行った(1983年9, 11月, 84年2, 5, 8月)。調査定点は全体で16か所あり、いずれも舞岡川の源流域に相当する。このうち6か所(㊦5, 7, 9, 10, 12, 13)は舞岡川としての流路を流れる河川水である。他に、舞岡川の主谷に対する支谷の表流水を谷水とし、7か所(㊦3, 4, 6, 8, 14, 15, 16)、また谷斜面からの湧水を3か所(㊦1, 2, 11)調査した(付図参照)。

この他1984年4月21～22日にかけて、24時間調査を4か所(㊦2, 5, 13, 14)で実施し、日変化の状態を調べた。

水質調査項目の選定に際しては、現地で測水調査が可能であることと、調査器材との関係から、水温、電気伝導度(EC)、pH、溶存酸素(DO)、塩素イオン(Cl^-)、鉄(Fe)、アンモニア性窒素(NH_4^+-N)の7項目とした。ただし、湧水を中心に、谷水、河川水の水質をより詳細に知るため、定点㊦1, 2, 3, 5, 11, 13については、水質分析を横浜市公害研究所で実施した。水質分析の項目は、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素($NO_2^- - N$)、硝酸性窒素($NO_3^- - N$)、総窒素(T-N)、リン酸($PO_4^{3-} - P$)、硫酸イオン($SO_4^{2-} - S$)、硬度、一般細菌数、大腸菌群数、生物化学的酸素要求量(BOD)である。

現地の測水調査で使用した器材は次のとおりである。

水質項目	使用器材
水温, EC	: 東邦電探製EST-3型電気水質計
pH	: セントラル科学製CP-20型pHメーター
DO	: セントラル科学製UC-11型溶存酸素メーター
Cl ⁻	: セントラル科学製UC-4型塩素イオンメーター
Fe, NH ₄ -N	: 米国HACH社製DR/4型直読式水質分析器

1) 水質分析結果

個々の調査定点における水質調査の結果は表Ⅳ・2・1と図Ⅳ・2・1～2・2に示した。

調査結果を作図するにあたり、調査定点を先の河川水、湧水、谷水に分類して表示した。河川水については、上流から下流に向けて㊦5, 7, 9, 10, 12, 13の順で、その間隔は距離に比例している。しかし、湧水および谷水の定点については、距離的な対応関係はない。また、各定点を線で結んだのは、相互の相対的な変化を知るためである。

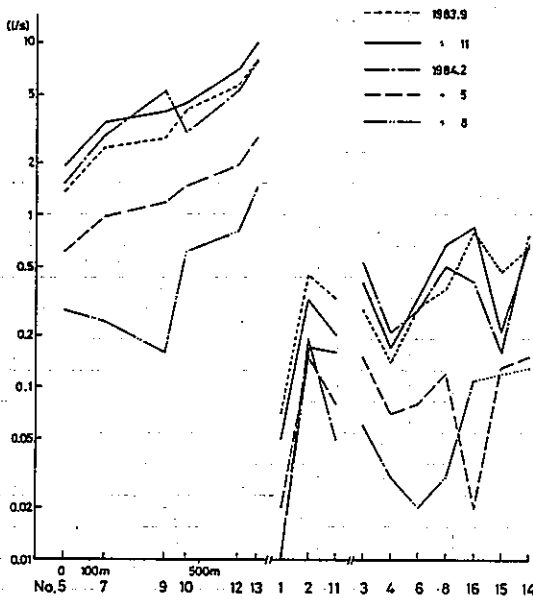
これらの図から、調査流域の水質について、項目によっては河川水、湧水、谷水の特徴を知ることができよう。

表Ⅳ・2・1 季節調査記録(1)

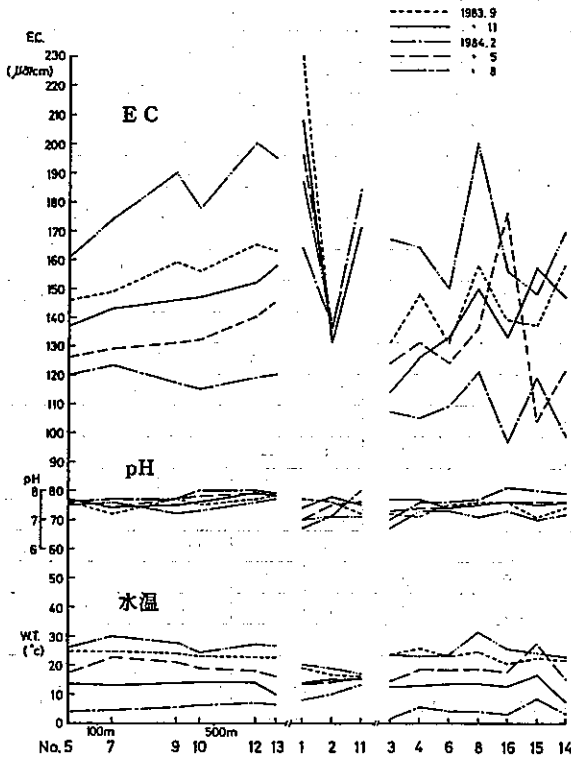
調査定点 No (水路)	測水時間 年, 月, 日, 時間	気温	水温	流量	EC	pH	DO	Cl ⁻	Fe	NH ₄ -N
		℃	℃	ℓ/sec (補正)	μS/cm (18℃補正)		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
大原 1(湧水)	1983. 9. 6. 10:30	-	19.0	0.07	230	7.7	5.1	27	0.01	0.08
	11. 7. 9:40	13.0	14.0	0.05	208	7.4	5.8	8	0.02	0.37
	1984. 2. 24. 10:00	6.0	8.0	0.007	164	6.7	8.1	12	0.11	0.43
	5. 7. 9:50	22.5	13.3	0.02	196	7.0	5.2	11	0.60	0.22
	8. 6. 10:16	30.0	20.0	0.01	187	7.0	4.0	34	1.0	0.40
大原の 2おんどまり (湧水)	1983. 9. 6. 10:50	29.0	16.8	0.45	132	7.6	6.2	15	0.03	0.05
	11. 7. 10:00	13.0	15.1	0.32	131	7.8	6.8	8	0.01	0.04
	1984. 2. 24. 10:10	6.0	10.0	0.19	137	7.1	9.6	8	0.01	0.03
	5. 7. 10:05	22.0	14.0	0.15	137	7.5	7.1	12	0.07	0.03
	8. 6. 10:35	31.0	18.8	0.17	136	7.1	6.3	35	0.18	0.04
大原の谷戸 3(谷水)	1983. 9. 6. 11:05	31.0	23.6	0.28	131	7.2	5.8	14	0.03	0.12
	11. 7. 10:20	14.5	12.5	0.40	114	7.7	6.2	8	0.08	0.10
	1984. 2. 24. 10:20	9.0	1.5	0.53	107	7.0	7.9	9	0.16	0.07
	5. 7. 10:15	23.0	14.5	0.15	124	7.3	5.6	9	0.75	0.05
	8. 6. 10:50	33.5	23.8	0.06	167	6.7	3.4	19	5.2	0.29
大原の谷戸 4(谷水)	1983. 9. 6. 11:30	31.0	25.8	0.14	148	7.1	5.7	12	0.04	0.12
	11. 7. 11:00	15.0	13.1	0.17	126	7.7	6.2	9	0.03	0.08
	1984. 2. 24. 10:30	9.0	5.8	0.21	105	7.6	8.7	10	0.05	0.14
	5. 7. 10:25	23.0	18.2	0.07	131	7.4	6.9	10	0.54	0.10
	8. 6. 11:05	33.0	23.0	0.03	164	7.3	5.4	25	0.88	0.25
大原のおき 5(舞岡川)	1983. 9. 6. 14:25	30.0	24.7	1.33	146	7.6	5.8	22	0.03	0.05
	11. 7. 11:15	19.0	13.7	1.91	137	7.7	6.2	10	0.04	0.08
	1984. 2. 24. 10:40	13.0	4.0	1.54	120	7.6	8.4	14	0.03	0.01
	5. 7. 10:35	24.0	17.3	0.61	126	7.7	6.2	8	0.27	0.05
	8. 6. 11:30	33.5	26.0	0.28	161	7.5	5.2	23	0.68	0.07
きざはしの 6谷戸 (谷水)	1983. 9. 6. 15:00	30.0	23.0	0.29	131	7.5	5.2	16	0.06	0.14
	11. 7. 11:30	16.0	13.5	0.33	133	7.4	5.7	9	0.03	0.17
	1984. 2. 24. 11:10	11.0	4.2	0.28	109	7.6	7.8	13	0.02	0.16
	5. 7. 10:50	-	18.3	0.08	124	7.4	5.2	7	0.35	0.05
	8. 6. 11:45	34.0	23.4	0.02	150	7.3	5.4	24	0.55	0.09
さくらなみ 7(舞岡川)	1983. 9. 6. 15:15	30.0	24.6	2.42	149	7.2	5.9	18	0.05	0.07
	11. 7. 11:50	16.0	13.0	3.44	143	7.4	5.9	11	0.03	0.15
	1984. 2. 24. 11:20	10.0	4.6	2.87	123	7.7	8.4	12	0.01	0.06
	5. 7. 11:00	24.5	22.5	0.98	129	7.4	8.1	6	0.27	0.05
	8. 6. 12:00	34.5	30.0	0.24	174	7.6	7.4	17	0.16	0.09
宮田 8(谷水)	1983. 9. 6. 15:50	29.0	24.7	0.37	158	7.6	6.4	19	0.05	0.10
	11. 7. 12:10	16.0	13.5	0.67	150	7.5	6.1	11	0.04	0.08
	1984. 2. 24. 11:40	11.0	4.1	0.50	121	7.7	7.7	11	0.02	0.08
	5. 7. 11:10	24.0	18.5	0.12	136	7.6	7.1	6	0.17	0.05
	8. 6. 12:15	32.0	31.5	0.03	200	7.1	3.5	25	4.8	0.60

表Ⅳ・2・1 季節調査記録(2)

調査定点 No (水路)	測水時間 年, 月, 日, 時間	気温	水温	流量	EC	pH	DO	Cl ⁻	Fe	NH ₄ -N
		°C	°C	ℓ/sec (補正)	μS/cm (18°C補正)		mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ
さくらなみ 9 (舞岡川)	1983. 9. 7. 10:30	29.0	24.0	2.85	159	7.7	7.9	19	0.06	0.03
	11. 7. 12:30	15.5	13.7	3.97	146	7.5	6.3	11	0.06	0.15
	1984. 2. 24. 11:55	10.0	5.3	5.29	118	7.7	8.3	7	0.01	0.12
	5. 7. 11:30	24.5	20.9	1.18	131	7.7	6.9	7	0.32	0.05
	8. 6. 14:30	33.0	27.6	0.16	190	7.2	14.2	24	0.92	0.27
松原越 10 (谷水)	1983. 9. 7. 11:00	30.5	23.1	4.08	156	7.5	7.0	20	0.05	0.05
	11. 7. 14:55	18.0	14.2	4.43	147	7.6	6.1	11	0.10	0.12
	1984. 2. 24. 14:00	11.0	6.2	3.03	115	8.0	9.5	14	0.01	0.08
	5. 7. 11:40	-	18.8	1.46	132	7.8	7.4	10	0.95	0.36
	8. 6. 14:40	31.0	24.2	0.61	178	7.3	5.9	25	0.32	0.06
松原越 11 (湧水)	1983. 9. 7. 11:20	30.5	16.1	0.33	26	7.2	6.7	27	0.03	-
	11. 7. 15:10	18.0	15.0	0.20	171	7.5	6.3	10	0.03	0.03
	1984. 2. 24. 14:15	9.5	13.2	0.05	184	8.0	9.5	10	0.04	0.02
	5. 7. 11:50	-	15.5	0.08	184	7.6	7.8	12	0.65	0.36
	8. 6. 14:50	31.0	17.0	0.16	184	7.1	9.0	41	0.09	0.03
松原越 12 (舞岡川)	1983. 9. 7. 12:00	28.0	22.5	5.65	165	7.7	6.6	13	0.06	0.10
	11. 7. 15:30	14.5	13.9	7.05	152	7.9	6.0	10	0.03	0.17
	1984. 2. 24. 14:30	9.0	6.9	5.32	119	8.0	9.0	12	0.06	0.15
	5. 7. 12:00	-	18.0	1.95	140	7.9	7.9	7	0.35	0.07
	8. 6. 15:05	32.3	27.2	0.81	200	7.6	7.6	23	0.56	0.03
量水堰 13 (舞岡川)	1983. 9. 7. 12:20	29.5	22.6	7.91	163	7.8	7.5	17	0.06	0.14
	11. 8. 10:15	13.0	10.0	9.92	158	7.8	-	10	0.04	0.05
	1984. 2. 24. 14:50	10.0	6.5	7.82	120	7.9	8.3	11	0.05	0.23
	5. 7. 12:10	-	16.3	2.76	145	7.8	7.3	8	0.41	0.07
	8. 6. 15:20	30.5	26.5	1.45	195	7.7	6.8	25	0.62	0.08
瓜久保 14 (谷水)	1983. 9. 7. 14:25	31.5	21.7	0.65	158	7.4	6.3	9	0.03	0.11
	11. 7. 15:50	14.5	7.6	0.67	147	7.6	5.9	8	0.04	0.10
	1984. 2. 24. 15:15	9.0	3.4	0.76	99	7.9	8.5	9	0.06	0.06
	5. 7. 12:20	-	15.5	0.15	121	7.6	6.5	7	0.24	0.06
	8. 6. 15:40	31.5	22.8	0.13	169	7.2	5.2	33	0.45	0.11
瓜久保 15 (谷水)	1983. 9. 7. 14:50	29.0	22.4	0.47	137	7.1	6.7	14	0.20	0.14
	11. 8. 10:40	16.0	16.5	0.21	157	7.5	-	9	0.08	0.07
	1984. 2. 24. 15:30	9.5	8.6	0.16	119	8.0	9.8	10	0.06	0.35
	5. 7. 12:20	-	27.3	0.13	104	7.6	7.4	4	0.30	0.06
	8. 6. 15:55	30.0	24.2	-	148	7.0	5.3	30	2.0	0.44
瓜久保 16 (谷水)	1983. 9. 7. 15:30	32.0	20.6	0.80	139	7.6	6.7	12	0.18	0.04
	11. 8. 11:00	16.0	12.8	0.85	133	7.6	-	9	0.03	0.03
	1984. 2. 24. 15:40	8.0	3.1	0.41	97	8.1	8.8	9	0.05	0.09
	5. 7. 12:30	-	17.7	0.02	176	7.6	6.0	9	0.23	0.03
	8. 6. 16:05	30.0	25.8	0.11	156	7.3	6.8	19	1.35	0.18



図Ⅳ・2・1 流量調査結果



図Ⅳ・2・2 水質調査結果(1)

(1)季節調査の結果

季節調査の結果を、調査項目ごとに考察する。

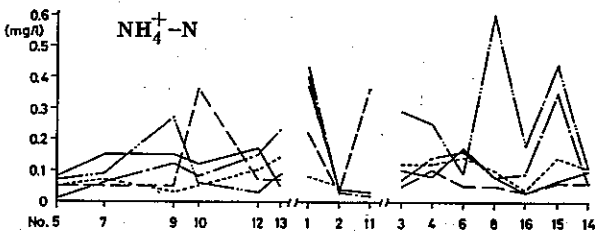
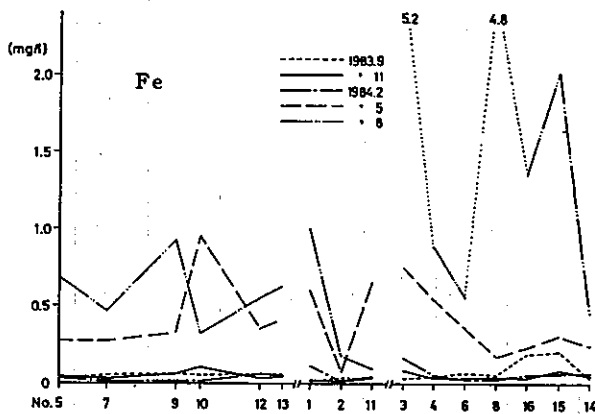
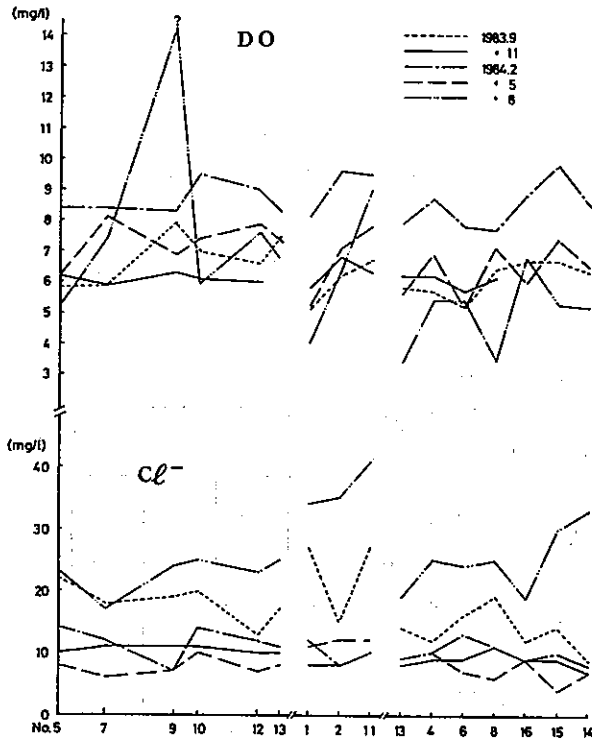
水温は、各調査時期により異なり、気温との関係を明らかにしている。また、 $\#1$, 2 , 11 が他の定点と比べて水温の差が小さいことは、地下水（湧水）としての特徴であろう。

電気伝導度については、一般に地下水は溶解物質が多いので、大きな値を示し、河川水など地表水は概して小さく、降水により水量が増加すると値が低下する。本調査においても概ねこの傾向がみられる。1984年8月の場合は、降雨がほとんどなく流量が少なかったため、かなり高い値を示している。これは基底流である地下水の流出が関与しているものと考えられる。

調査流域では全体として $100 \sim 200 \mu\text{S}/\text{cm}$ 程度の値を示すが、 $\#1$ では $200 \mu\text{S}/\text{cm}$ 前後と比較的高い値を示している。これは、斜面からの湧水であり、地下水的要素をもっていることと、付近にゴミが投棄されており、その溶解物質の混入も予想される。これに対し、 $\#2$ と $\#11$ は数値が安定しており、湧水としての特徴を示していよう。

舞岡川の河川水では、上流から下流にかけて数値の増加傾向がみられる。しかし、谷水においては、各定点間のバラツキが目立つ。

pHは、全体的に $7 \sim 8$ に集中しており、若干高い値と思えるが、比較的安定した値を示している。河川水に比べ谷水や湧水は、場所によって多少季節的な変化を示しているようである。



図Ⅳ・2・2 水質調査結果(2)

溶存酸素は、全体として5~10 mg/lの値を示す。ただし1984年2月の場合には、流域全体的に比較的高い値を示している。また、8月のNo.9の値は他と比較して異常に高く、器材操作上の誤差と考えられる。

塩素イオンは、流域全体として約5~20 mg/l程度であり、低い値といえよう。しかし、横浜市の他の源流域の多くは10 mg/l以下であり(横浜市公害対策局(1983)「横浜の源流域」)、これと比較すると高い値となる。

調査流域には住居がないので、生活排水の流入はなく、地質の影響か、畑、水田からの溶解物質によるものであろう。1983年9月および1984年8月の値が高いが、これは夏期かんがい期間中であり、耕作上の施肥と関係があるか。

鉄は概して0.3 mg/l以下であるが、調査時期によりずいぶん値がバラつく。とくに1984年5、8月の場合には高い値を示している。この時は流量が少なく、サンプリングの際に懸濁物質が多量に含まれていたことと関係があるか。また、No.3、4、8、15、16のように、比較的流量の少ない水田耕作をしている谷水に高い値が多い。

アンモニア性窒素の水質分析に際しては、ネスラー試薬を用いた。アンモニア性窒素は、動・植物の枯死体が酸化、腐敗、醗酵等の変化を受けて生じるものであり、汚染の指標とされている。調査流域の水系においては、若干ながら含有している。しかもその数値は、定点により、また調査時期によりずいぶんまちまちな値を示し、不安定で、規則性を見出すこ

とはできなかった。

(2)公害研究所による水質分析結果

調査時期は、現地調査と同一日であるが、サンプルを研究所へ運び、分析するまでに時間が経過している。しかし、ここでは実験室での詳細な分析が行われており、その結果は表Ⅳ・2・2のとおりである。

アンモニア性窒素については、現地での測定値と実験室での測定値が異なる場合もあるが、概ね検出されている。

表Ⅳ・2・2 公害研究所による分析結果

調査地点 No (水路)	調査日 年, 月, 日	NH ₄ ⁺ -N (mg/ℓ)	NO ₂ ⁻ -N (mg/ℓ)	NO ₃ ⁻ -N (mg/ℓ)	T-N (mg/ℓ)	PO ₄ ³⁻ -P (mg/ℓ)	SO ₄ ²⁻ -S (mg/ℓ)	硬度 (mg/ℓ)	一般細菌数 (個/ml)	大腸菌群	BOD (mg/ℓ)
1 大原 (湧水)	1983. 9. 6										
	11. 7	0.05	0.006	3.1	3.56	検出	2.77	98.4	180	+	0.4
	1984. 2. 24										
	5. 7	0	0.01>	2.6		0.01>	1.49	76.7			0.3
	8. 6	0.10	0.01>	2.6		0.01>	11.8				0.6
2 大原のお んどまり (湧水)	1983. 9. 6										
	11. 7										
	1984. 2. 24	0.002	0.005	5.7		0.01>	1.0	53.0			1.1
	5. 7	0	0.01>	7.9		0.01>	1.4	51.3			0.9
	8. 6	0.06	0.01>	6.3		0.01>	1.1				0.4
3 大原の 谷戸 (谷水)	1983. 9. 6										
	11. 7	0.03	0.005	0.5	0.91	検出	4.0	53.0	1200	+	1.2
	1984. 2. 24	0.11	0.007	0.6		0.01>	3.5	47.9			3.1
	5. 7	0	0.01>	0.3		0.01>	2.7	53.9			0.8
	8. 6	0.10	0.01>	0.3		0.01>	1.5				0.4
5 大原のお おき (舞岡川)	1983. 9. 6										
	11. 7	0.31	0.005	1.8	2.15	検出	5.3	58.3	1700	+	1.2
	1984. 2. 24	0.18	0.011	1.5		0.01>	4.0	50.5			2.7
	5. 7	0	0.01>	0.7		0.01>	3.0	55.9			0.9
	8. 6	0.15	0.01>	0.5		0.01>	1.3				0.7
11 松原越 (湧水)	1983. 9. 6										
	11. 7	0.04	0.003	5.3	3.65	検出	10.3	84.5	830	+	0.7
	1984. 2. 24	0.05	0.006	8.4		0.01>	6.9	76.2			1.3
	5. 7	0	0.01>	10.4		0.01>	7.2	76.7			1.0
	8. 6	0.04	0.01>	8.0		0.01>	6.3				0.4
13 尿水塚 (舞岡川)	1983. 9. 6										
	11. 7	0.10	0.004	1.6	1.81	検出	6.2	73.0	1500	+	0.6
	1984. 2. 24	0.11	0.011	1.4		0.01	5.5	61.3			2.3
	5. 7	0	0.01>	1.5		0.01>	4.9	65.0			1.1
	8. 6	0.19	0.01>	2.1		0.01>	3.6				0.7

総窒素は2~3 mg/ℓあり、比較的高い値を示している。通常水稲の生育上安全な値は1 mg/ℓ以下といわれており、農業用水の水質基準値(表Ⅳ・2・3)は1 mg/ℓ以下である。

細菌類による汚染は、各定点1回の調査結果であるが、1 mlあたり100以上、大腸菌群数については、すべてのサンプルから検出されており、表Ⅳ・2・4に示した水道水の水質基準に照らし合せてもそのまま飲用するには適さないであろう。

他に、リン酸はごく少量含まれている程度であるが、硫酸イオンは、No 1, 11で大きな値を示す。No 1の値については、ゴミ投棄の影響が大きいと思われる。

表Ⅳ・2・3 農業(水稻)用水基準

項 目	基 準 値	項 目	基 準 値
(1) 水素イオン濃度 (pH)	6.0～7.5	(6) 電気伝導度 (塩類濃度)	0.3 mmho/cm以下
(2) 化学的酸素要求量(COD)	6 ppm以下	(7) 重金属類	
(3) 浮遊物質 (SS)	100 ppm以下	As (ヒ素)	0.05 ppm以下
(4) 溶存酸素量 (DO)	5 ppm以上	Zn (亜鉛)	0.5 ppm以下
(5) 全窒素濃度 (TN)	1 ppm以下	Cu (銅)	0.02 ppm以下

注 農林省公害研究会策定

表Ⅳ・2・4 水道水の水質基準

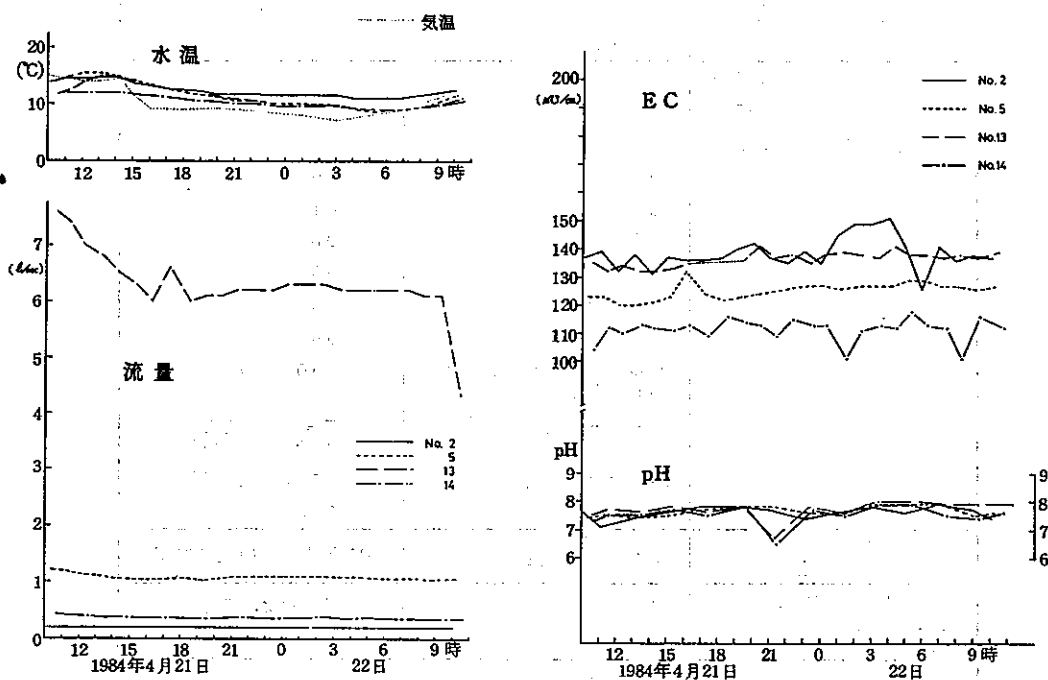
水 質 基 準 (法)	水質基準事項(省令)	水質基準値(省令)
病原生物に汚染され、または病原生物に汚染されたことを疑わせるような生物もしくは物質を含むものではないこと。	アンモニア性窒素	—
	亜硝酸性窒素 } 硝酸性窒素 }	10 mg/ℓ以下
	塩化物イオン	200 mg/ℓ以下
	有機物など(過マンガン酸カリウム消費量)	10 mg/ℓ以下
	一般細菌	1mlの検水で形成される集落集で100以下
	大腸菌群	検出されないこと
シアン、水銀、その他の有毒物質を含まないこと	シアン	検出されないこと
	水銀	"
	有機リン	"
銅、鉄、フッ素、フェノール、その他の物質をその許容量をこえて含まないこと	銅	1.0 mg/ℓ以下
	鉄	0.3 "
	マンガン	0.3 "
	亜鉛	1.0 "
	鉛	0.1 "
	六価クロム	0.05 "
	ヒ素	0.05 "
	フッ素	0.8 "
	カドミウム	0.01 "
	カルシウム、マグネシウム等(硬度)	300 "
	フェノール類	フェノールとして 0.005 mg/ℓ以下
	陰イオン活性剤	0.5 mg/ℓ以下
	蒸発残留物	500 "
異常な酸性またはアルカリ性を含まないこと	水素イオン濃度	pH値が5.8以上8.6以下
異常な臭味がないこと。ただし、消毒による臭味を除く。	臭気 味	異常でないこと "
外観は、ほとんど無色透明	色度	5度以下
	濁度	2度以下

(3) 24時間調査の結果

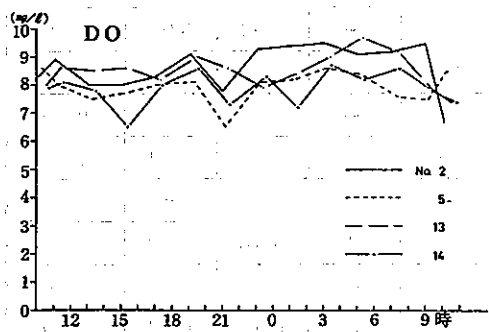
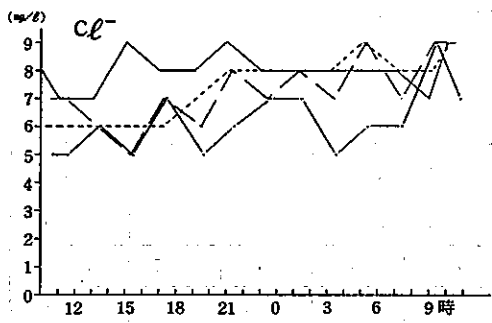
1984年4月21日午前10時から22日午前10時までの24時間調査の結果については、表Ⅳ・2・5、図Ⅳ・2・3のとおりである。

流量については、量水堰(№13)の値や№5の河川流路で若干変化がみられるものの、他の定点ではほとんど一定しており、№2では日変化はみられなかった。これに対し、水温は気温の変化に対応し、夜間から早朝にかけて低下し、日変化が明瞭に示された。ただ、№2は湧水点に近いので、他の定点と比べて変化が少なかった。その他水質については、pH、ECが比較的安定した値を示したが、他の項目は変化が大きかった。しかし、これらの変化に規則性はなかった。鉄の場合は、21時から値が急に増加しており、その原因については不明である。また、№13の15時の調査で、アンモニア性窒素と鉄が高い値を示しているが、これはサンプリングの際かなり濁水が混入したことに起因するのではなからうか。

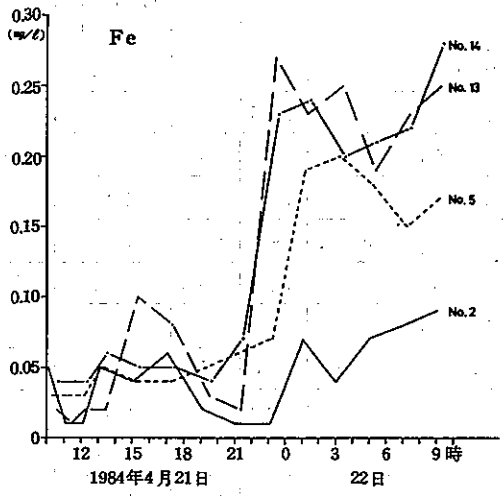
このように、水質の日変化をみた場合、とくに化学的な指標については、たえずわずかながらも数値が増減を繰り返していることがわかった。



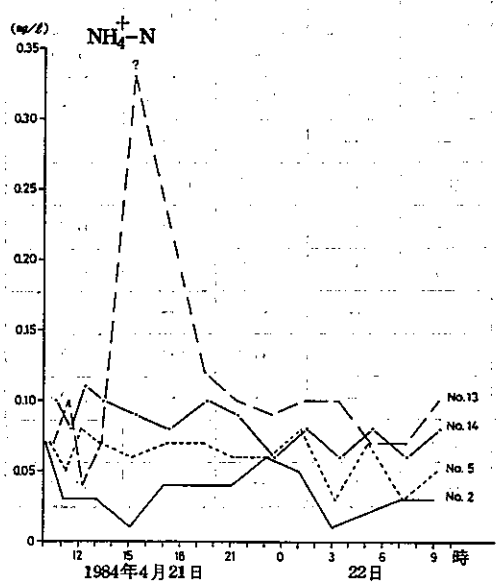
図Ⅳ・2・3 24時間調査結果(1)



1984年4月21日 22日



1984年4月21日 22日



1984年4月21日 22日

図Ⅳ・2・3 24時間調査結果(2)

表Ⅳ・2・5 24時間調査記録(1)

調査期間：1984年4月21日(土)10時～4月22日(日)10時

調査定点：No.2

場 所：おんどまり

測水時間 時 分	天 気	気温 ℃	水温 ℃	E C ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 補 正	pH	DO mg/l	Cl ⁻ mg/l	Fe mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l	平均流量 (l/sec)
10.05	晴	15	13.8	137	7.6	8.3	8	0.05	0.07	0.20
11.05	うすくもり	14.5	14.5	139	7.1	8.9	7	0.01	0.03	0.20
12.05	"	14.0	14.5	132	-	-	-	0.01	0.03	0.20
13.05	"	14.0	14.6	138	7.4	8.0	7	0.05	0.03	0.20
14.05	"	-	14.8	131	-	-	-	-	-	0.19
15.03	"	11.8	13.6	137	7.6	8.0	9	0.04	0.01	0.20
16.01	"	9.2	13.2	136	-	-	-	-	-	0.20
17.01	くもり	9.0	12.7	136	7.8	8.3	8	0.06	0.04	0.20
18.13	"	9.0	12.3	137	-	-	-	-	-	0.20
19.06	"	-	12.2	140	7.8	9.1	8	0.02	0.04	0.20
20.05	"	9.2	11.7	142	-	-	-	-	-	0.20
21.00	"	9.0	11.7	137	7.7	7.8	9	0.01	0.04	0.20
22.05	"	-	11.8	135	-	-	-	-	-	0.20
23.05	"	-	11.5	139	7.4	9.3	8	0.01	0.06	0.20
24.00	"	-	11.5	135	-	-	-	-	-	0.20
1.02	"	8.0	11.6	145	7.6	9.4	8	0.07	0.05	0.20
2.00	"	-	11.5	149	-	-	-	-	-	0.20
3.02	"	7.2	11.6	149	7.8	9.5	8	0.04	0.01	0.20
4.07	"	-	11.1	151	-	-	-	-	-	0.20
5.00	"	8.0	11.0	141	7.6	9.1	8	0.07	0.02	0.20
6.02	うすくもり	8.5	11.0	126	-	-	-	-	-	0.20
7.04	くもり	9.0	11.2	141	7.9	9.2	8	0.08	0.03	0.20
8.00	"	-	11.6	136	-	-	-	-	-	0.20
9.00	"	11.0	12.0	138	7.7	9.5	7	0.09	0.03	0.20
10.05	"	-	12.5	137	7.4	6.7	9	-	-	0.20

表Ⅳ・2・5 24時間調査記録(2)

調査定点：465 場所：大原

測水時間 時 分	水 温 ℃	E C ($\mu\text{V}/\text{cm}$) 補 正	p H	D O mg/l	C l ⁻ mg/l	F e mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l	平均流量 (l/sec)
10. 20	14.0	123	7.4	8.6	6	0.03	0.07	1.22
11. 15	14.6	123	7.5	8.0	6	0.03	0.05	1.18
12. 10	15.4	120	-	-	-	0.03	0.08	1.13
13. 14	15.3	120	7.4	7.5	6	0.05	0.07	1.11
14. 10	14.7	121	-	-	-	-	-	1.05
15. 10	14.1	123	7.5	7.7	6	0.04	0.06	1.04
16. 07	13.4	132	-	-	-	-	-	1.03
17. 13	12.6	124	7.7	8.0	6	0.04	0.07	1.05
18. 23	11.9	122	-	-	-	-	-	1.07
19. 20	11.5	123	7.8	8.1	7	0.05	0.07	1.03
20. 13	11.0	124	-	-	-	-	-	1.06
21. 10	10.5	125	7.8	6.5	8	0.06	0.06	1.09
22. 12	10.5	126	-	-	-	-	-	1.09
23. 16	10.1	127	7.6	8.1	8	0.07	0.06	1.10
24. 10	10.0	127	-	-	-	-	-	1.09
1. 10	10.0	126	7.5	8.2	8	0.19	0.08	1.10
2. 09	10.0	127	-	-	-	-	-	1.12
3. 13	9.5	127	7.9	8.6	8	0.20	0.03	1.09
4. 18	9.0	127	-	-	-	-	-	1.08
5. 10	8.6	129	7.9	8.4	9	0.18	0.07	1.08
6. 10	8.9	129	-	-	-	-	-	1.06
7. 12	9.1	127	7.9	7.6	8	0.15	0.03	1.06
8. 10	9.5	127	-	-	-	-	-	1.07
9. 09	10.3	126	7.5	7.5	8	0.17	0.05	1.04
10. 16	11.6	127	7.6	8.5	9	-	-	1.05

表Ⅳ・2・5 24時間調査記録(3)

調査定点：A13 場所：量水堰

測水時間 時 分	水 温 ℃	E C ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 補 正	p H	D O mg/l	C l ⁻ mg/l	F e mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l	平均流量 (l/sec)
10. 35	11.7	135	7.5	8.0	7	0.02	0.07	7.6 (7.45)
11. 27	12.7	132	7.7	8.6	7	0.01	0.10	7.4
12. 17	14.0	134	-	-	-	0.02	0.04	7.0
13. 25	15.0	132	7.6	8.5	6	0.02	0.07	6.8
14. 21	14.4	132	-	-	-	-	-	6.5
15. 19	14.0	133	7.8	8.6	5	0.10	濁水 0.33	6.3
16. 13	13.4	135	-	-	-	-	-	6.0
17. 20	12.6	152	7.6	8.2	7	0.08	0.23	6.6
18. 30	8.3	200	-	-	-	-	-	6.0
19. 30	11.6	136	7.8	9.0	6	0.03	0.12	6.1
20. 25	11.1	141	-	-	-	-	-	6.1
21. 20	10.7	137	6.7	8.6	8	0.02	0.10	6.2
22. 20	10.5	138	-	-	-	-	-	6.2
23. 26	10.2	135	7.8	7.9	7	0.27	0.09	6.2
24. 15	10.0	138	-	-	-	-	-	6.3
1. 20	9.8	139	7.6	8.4	8	0.23	0.10	6.3
2. 20	9.8	138	-	-	-	-	-	6.3
3. 25	9.6	137	8.0	9.0	7	0.25	0.09	6.2
4. 25	9.1	141	-	-	-	-	-	6.2
5. 20	9.0	138	8.0	9.7	9	0.19	0.07	6.2
6. 15	9.0	138	-	-	-	-	-	6.2
7. 22	9.1	137	7.9	9.2	7	0.23	0.07	6.2
8. 16	9.5	138	-	-	-	-	-	6.1
9. 18	10.0	137	7.9	7.9	9	0.25	0.10	6.1
10. 30	10.8	139	7.9	7.4	9	-	-	4.3

表Ⅳ・2・5 24時間調査記録(4)

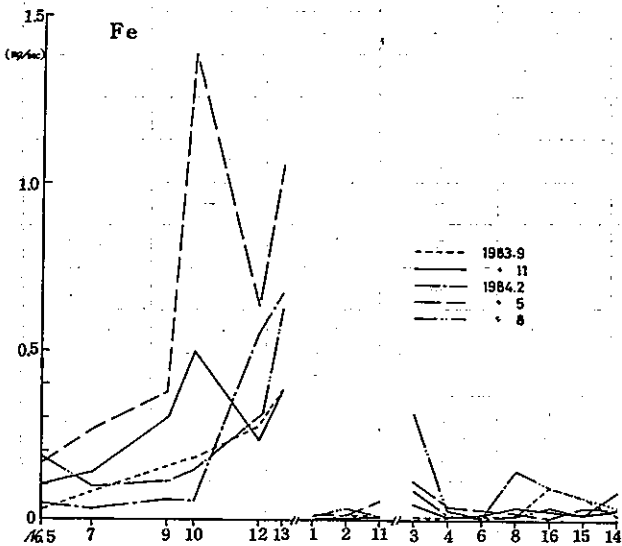
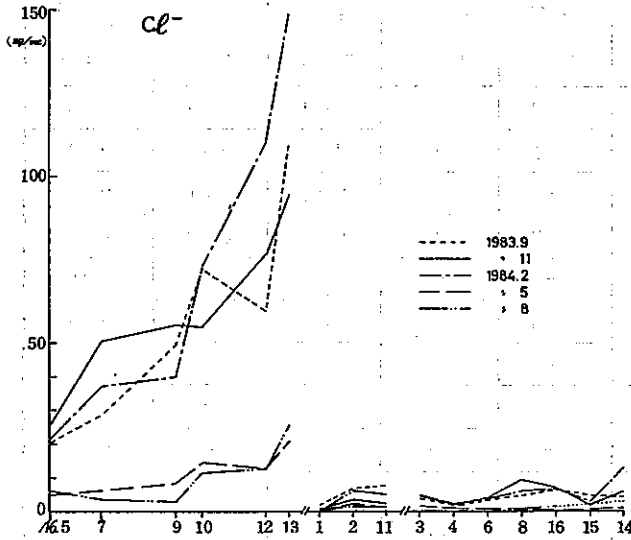
調査定点：No.14 場所：瓜久保

測水時間 時 分	水 温 ℃	E C ($\mu\text{U}/\text{cm}$) 補 正	p H	D O mg/l	C l ⁻ mg/l	F e mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l	平均流量 (l/sec)
10. 42	11.8	104	7.3	7.9	5	0.04	0.10	0.44
11. 33	12.0	112	7.5	8.1	5	0.04	0.08	0.41
12. 21	12.1	110	-	-	-	0.04	0.11	0.40
13. 31	12.1	113	7.5	7.8	6	0.06	0.10	0.37
14. 16	12.0	112	-	-	-	-	-	0.38
15. 25	11.5	111	7.7	6.5	5	0.05	0.09	0.37
16. 17	11.4	113	-	-	-	-	-	0.37
17. 25	11.0	109	7.5	8.0	7	0.05	0.08	0.37
18. 33	10.5	116	-	-	-	-	-	0.36
19. 38	10.4	114	7.8	8.6	5	0.04	0.10	0.36
20. 30	10.2	113	-	-	-	-	-	0.37
21. 27	10.0	109	6.5	7.3	6	0.07	0.19	0.38
22. 25	10.0	115	-	-	-	-	-	0.37
23. 37	9.6	113	7.7	8.3	7	0.23	0.06	0.36
24. 20	9.7	113	-	-	-	-	-	0.37
1. 30	9.5	101	7.5	7.2	7	0.24	0.08	0.37
2. 24	9.7	111	-	-	-	-	-	0.39
3. 32	9.5	113	7.9	8.7	5	0.20	0.05	0.36
4. 30	9.2	112	-	-	-	-	-	0.37
5. 25	9.0	118	7.9	8.2	6	0.21	0.08	0.37
6. 20	9.1	113	-	-	-	-	-	0.36
7. 28	9.1	112	7.5	8.6	6	0.22	0.06	0.36
8. 19	9.5	101	-	-	-	-	-	0.37
9. 23	9.8	116	7.4	7.8	9	0.28	0.08	0.36
10. 48	10.6	112	7.6	7.4	7	-	-	0.35

調査者名：長沼信夫，野澤種美，高木正博，高井健雄，森清和，清水富士男，持田和志，他

2) 溶存物質の負荷量と流域の水質特性

水質調査の結果、化学的指標の数値だけでは、流域の水質特性を把握することができないので、流量を考慮した負荷量（流量×水質）を求め、流域との関係を考察する。



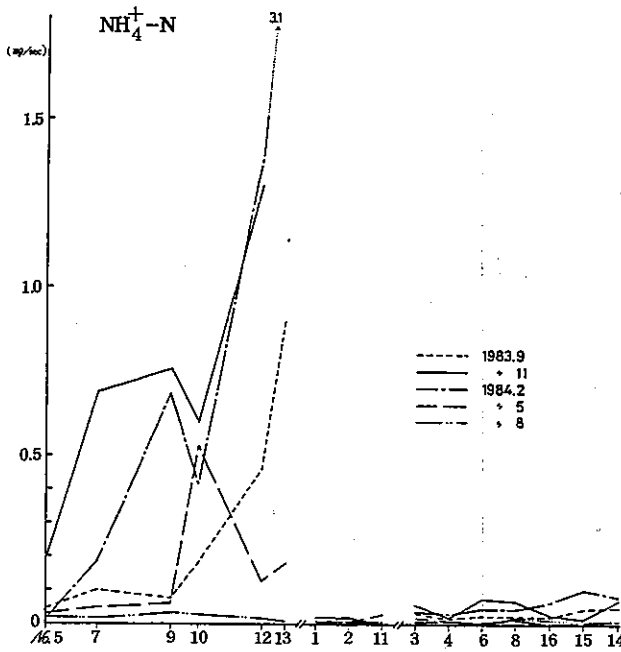
図Ⅳ・2・4 溶存物質の負荷量(1)

まず、各調査定点における溶存物質の負荷量を図Ⅳ・2・4に示した。これらによると、河川水は下流に向けて負荷量が増大している。この傾向は Cl^- において明瞭である。ただし、 Ca^{2+} は異常値を示すことが多い。 Fe 、 NH_4^+-N についても概して下流に向けて数値が増大するが、ここでも Ca^{2+} で異常値を示す。 Ca^{2+} は舞岡川筋にあり、周囲の状況は他と変わらないが、しいてあげれば、左岸側の水田が影響しているのであろうか、不明である。

次に溶存物質の負荷量と流域面積との関係を取りあげる。

流域の水質は、流入する各流域（谷戸）の溶存物質の負荷量によって決まる。ここでは、各流域の流域面積と Cl^- 、 Fe 、 NH_4^+-N の負荷量について相関係数を求めた（表Ⅳ・2・6）。

その結果、流域面積と Cl^- の相関関係が、1984年8月の場合を除き、相関係数0.9以上とかなり高いことがわかった。これを図Ⅳ・2・5に示した。また、 Fe についても同様な相関図（図Ⅳ・2・6）を示した。これらによると、とくに谷水と河川水の Ca^{2+} 、7では高い相関関係にある。すなわち、流域面積が20 ha程度までの小流域では、水質形成に関する条件が同様であるとみなせよう。それは、これらの流域がほぼ自然的な状態を保っていることから、地形、地質などの要因に関係するものと思われる。しかし、 Ca^{2+} より下流の河川流路では、



図Ⅳ・2・4 溶存物質の負荷量(2)

表Ⅳ・2・6 流域面積と各種溶存物質負荷量との相関

調査定点番号	流域面積
1	1.39 ha
2	1.49
3+4	3.38
5	11.29
6	2.54
7	18.48
8	4.08
9	25.06
10	26.29
11	0.40
12	35.96
13	37.83
14	3.20
15+16	3.87

	調査年月	流域面積と負荷量の相関係数
Cl ⁻	1983年 9月	0.944
	11月	0.992
	1984年 2月	0.958
	5月	0.951
Fe	1983年 9月	0.895
	11月	0.868
	1984年 2月	0.809
NH ₄ ⁺ -N	1984年 5月	0.828
	8月	0.685
	1983年 9月	0.847
	11月	0.971
NH ₄ ⁺ -N	1984年 2月	0.812
	5月	0.607
	8月	0.724

負荷量が増加する傾向にあり、流域面積あたりの負荷量にばらつきがみられる。また、162, 11の場合は、他と異なっているが、湧水であり、流域面積の設定にも多少問題点もあろう。

このような傾向は、Feについても概ね同様のことがいえる。ただし、溶存物質負荷量と流域面積の関係については、さらに多くの溶存物質について調査を行い考察を加える必要があり、今後の課題としたい。

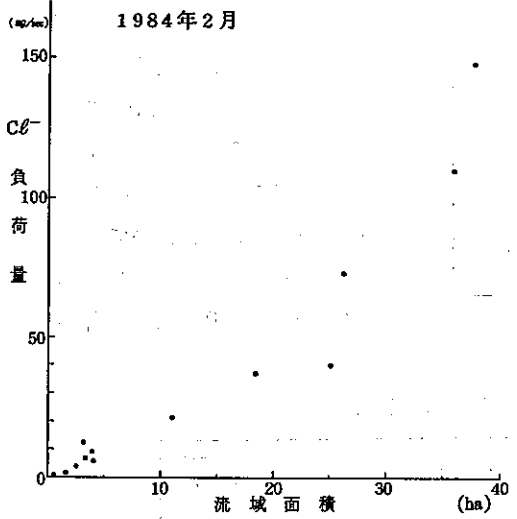
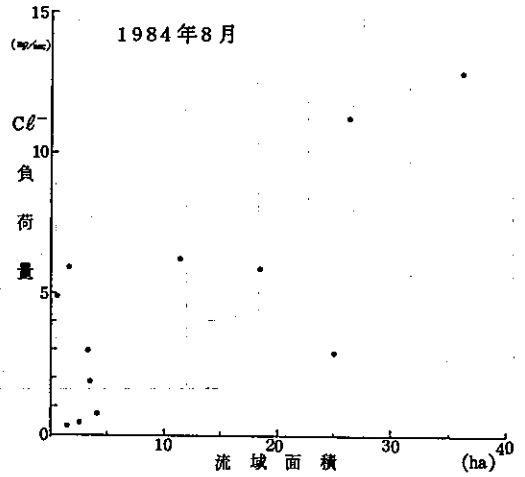
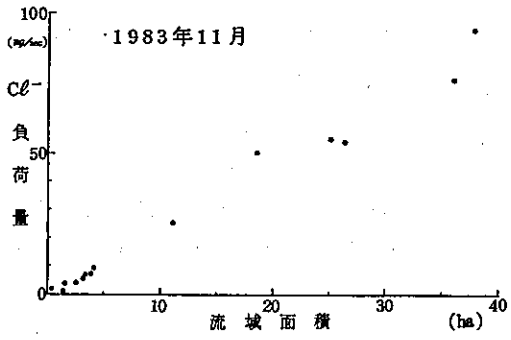
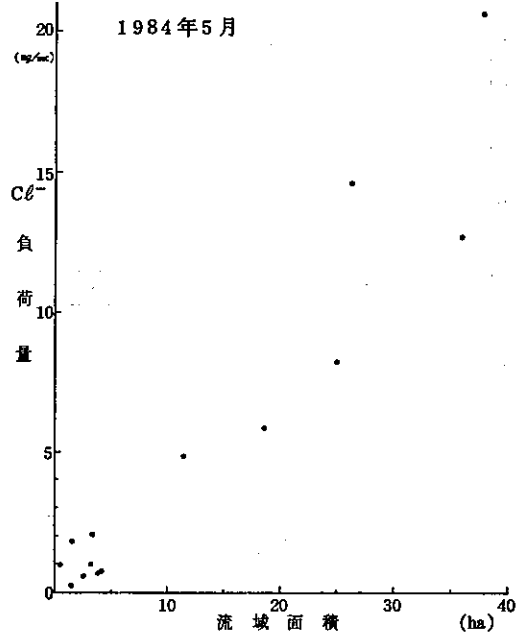
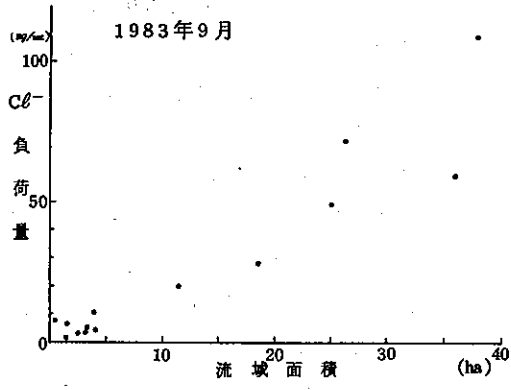
次に、水質項目相互の相関関係を表Ⅳ・2・7に示した。ここでは、河川水、湧水、谷水という形態別と、調査時期別の2種類の相関図を作成した(図Ⅳ・2・7~2・8)。水質項目としては、相関関係の比較的高いFe-NH₄⁺-N、EC-Cl⁻また低い方としてDO-Cl⁻をとりあげた。

形態別の相関図は、全体として、河川水、湧水、谷水が混在している。ただし、河川水の分布が広範囲にわたっているのに対し、湧水は比較的まとまっている。

他方、時期別の相関図をみると、いずれの場合も特定の個所に集中している。例えば、EC-Cl⁻相関図(図Ⅳ・2・8)では、両者の低い値の所に1984年2月がまとまっており、次いで5月、11月のグループがあり、9月および8月は高く、とくに8月の場合は高い値が

表Ⅳ・2・7 水質項目相互の相関係数

	EC	DO	Cl ⁻	Fe	NH ₄ ⁺ -N
EC	-	-0.245	0.380	0.292	0.291
DO	-0.245	-	-0.187	-0.368	-0.154
Cl ⁻	0.380	-0.187	-	0.296	0.211
Fe	0.292	-0.368	0.296	-	0.572
NH ₄ ⁺ -N	0.291	-0.154	0.211	0.572	-



図Ⅳ・2・5 流域面積と溶存物質(Cl⁻)負荷量の相関

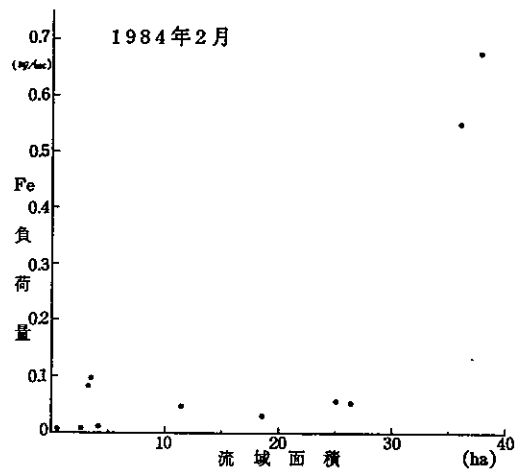
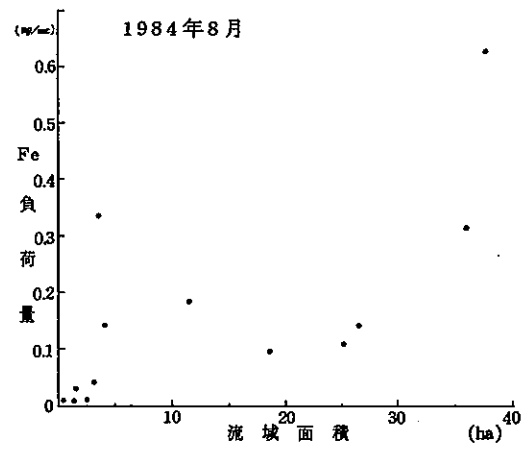
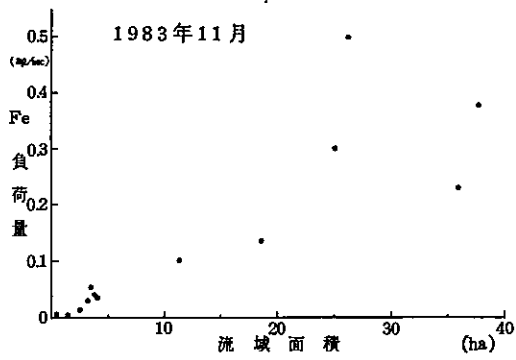
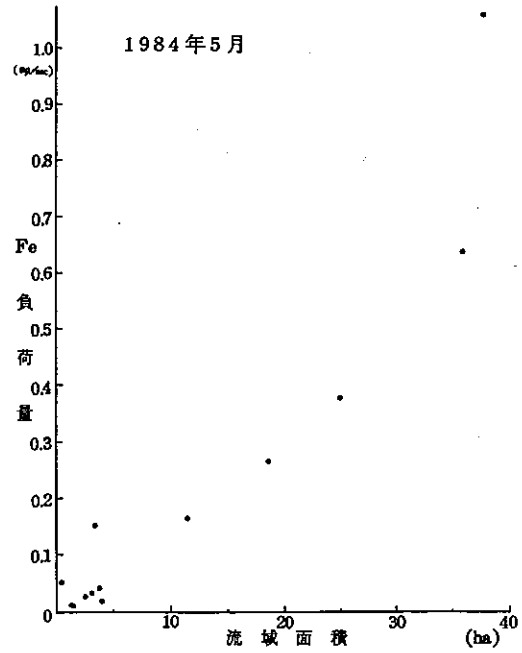
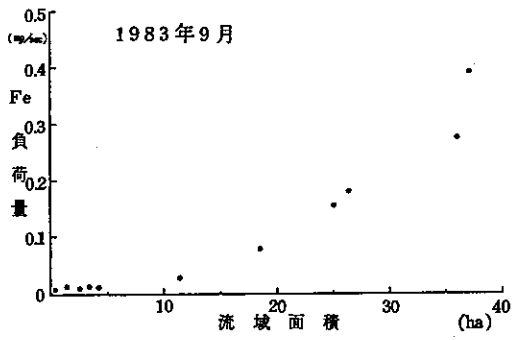
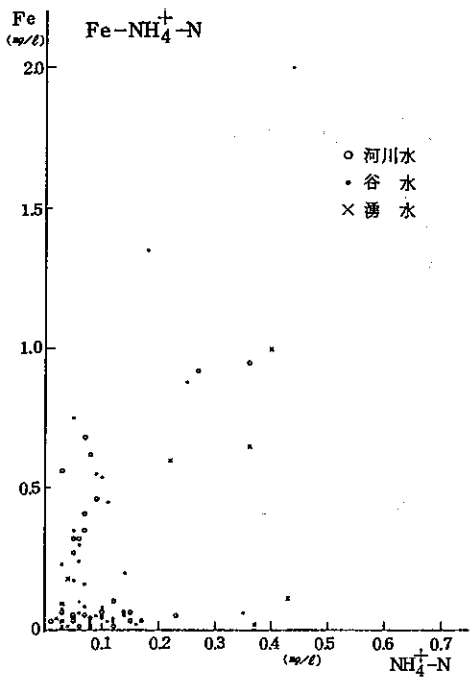
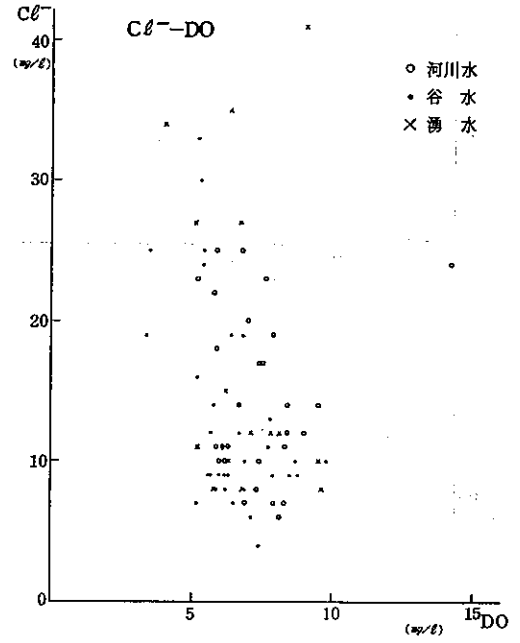
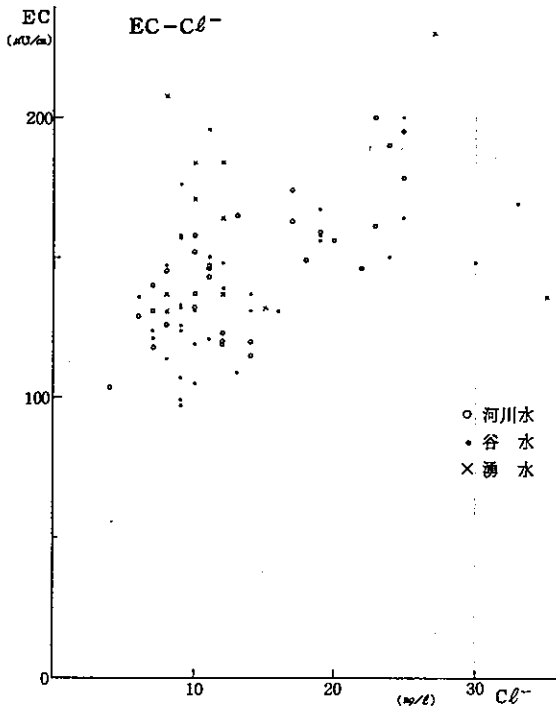
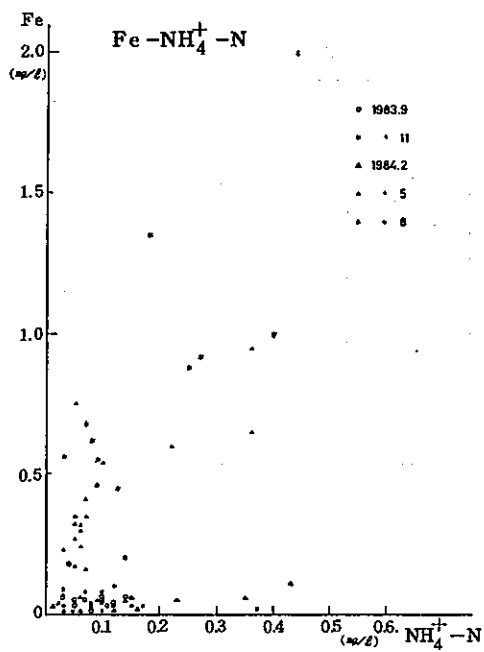
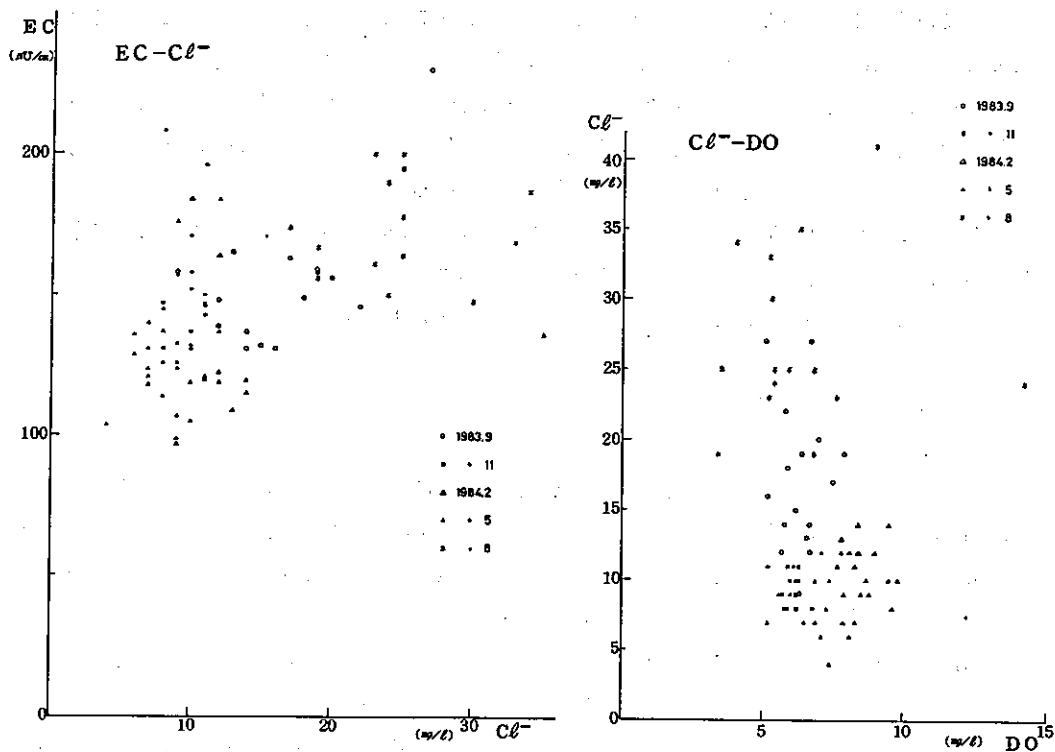


図 N・2・6 流域面積と溶存物質 (Fe) 負荷量の相関



図Ⅳ・2・7 形態別相関図



図IV・2・8 時期別相関図

分散している。これに対し、形態別の相関図（図Ⅳ・2・7）は混在したパターンになっている。そしてこの傾向は、他の $\text{Fe}-\text{NH}_4^+-\text{N}$ 、 $\text{DO}-\text{Cl}^-$ についても概ね同様のことがいえる。

すなわち、調査流域の水系は、河川水、湧水、谷水という形態をとっても、基本的には先の溶存物質負荷量と流域面積との関係をふまえても、流域の流量および水質の季節的（時期的）な変化が表流水の水質特性を決定するうえで重要な要因になっていると考えられる。

ただし、これらは1年間5回の調査結果であり、1984年の場合は降水量が少なかったことを考慮すると、必ずしも平均的な値を示しているとは限らない。

また、水質調査項目についても、多くの未調査の部分があり、今後課題を残している。（高木）

3 地下水位の観測結果

1) 観測井の設置状況

調査流域における地下水の動態を把握するため、7か所に地下水位の観測井を設置した。このうち、調査流域のほぼ中央部に当たる沖積低地（谷底部）と上流側の丘陵頂部には各々自記水位計を設置し、地下水位の連続観測を行なっている。前者に設置した観測井は1号井（さくらなみ観測井）、後者のそれは2号井（ばらの丸観測井）とした。

また、他の5か所の観測井はボーリング調査ならびに各種試験終了後にボーリング孔を利用して、ストレーナー付の $\phi 50$ 塩ビパイプを挿入し、手測用として毎週1回程度の割合で観測を実施している。これらの観測井の設置場所と構造は付図、図Ⅰ・3・2に示す如くであり、さらに各々の観測井について地下水位を最初に測定した結果とその諸元を示すと表Ⅳ・3・1の如くである。

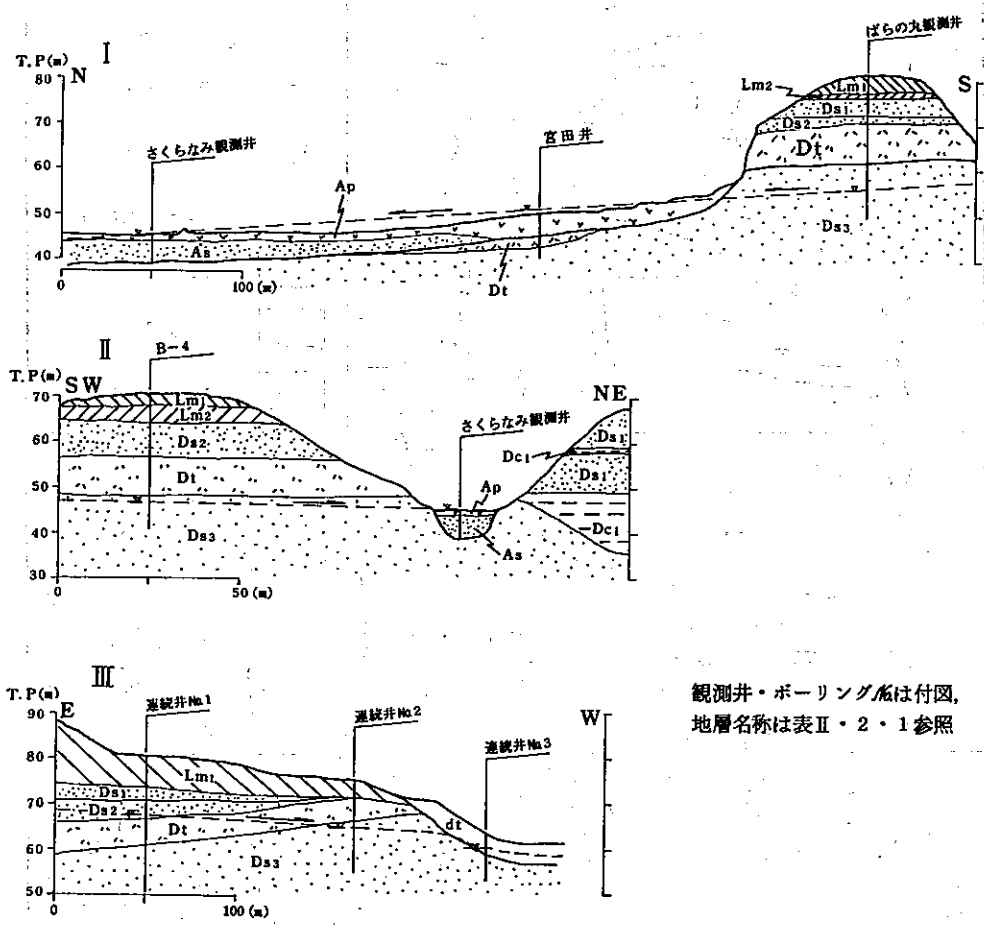
表Ⅳ・3・1 観測井の水位と諸元

ボーリング №	観測井 №	深度 (m)	ストレーナー 深度 (m)	管頭標高 T. P. (m)	管頭からの水 位 T. L. (m)	地下水面高度 T. P. (m)	水位測定 (年月日)	備 考
	1号井 さくらなみ観測井	5.5	3.5~5.5	46.63	1.04	45.59	1983. 3. 29	1983. 4. 2 から観測開始
	2号井 ばらの丸観測井	4.0	2.45~3.05	82.72	26.71	56.01	1983. 3. 25	1983. 3. 25 から観測開始
B-5	宮田井	10	5~10	51.43	0.55	50.91	1983. 3. 29	自噴井
B-6	大原井	10	5~10	51.09	1.55	49.99	1983. 3. 29	自噴井
B-10	連続井№1	30	10~30	80.83	13.38	67.45	1983. 4. 2	
B-9	連続井№2	20	10~20	75.27	10.45	64.82	1983. 4. 2	
B-8	連続井№3	10	5~10	64.34	3.51	60.83	1983. 4. 2	

2) 地下水の賦存と流動状況

調査流域における一連の水理地質調査ならびに地下水位の観測結果から地下水の賦存と流動状況について考察すると次の如くである。

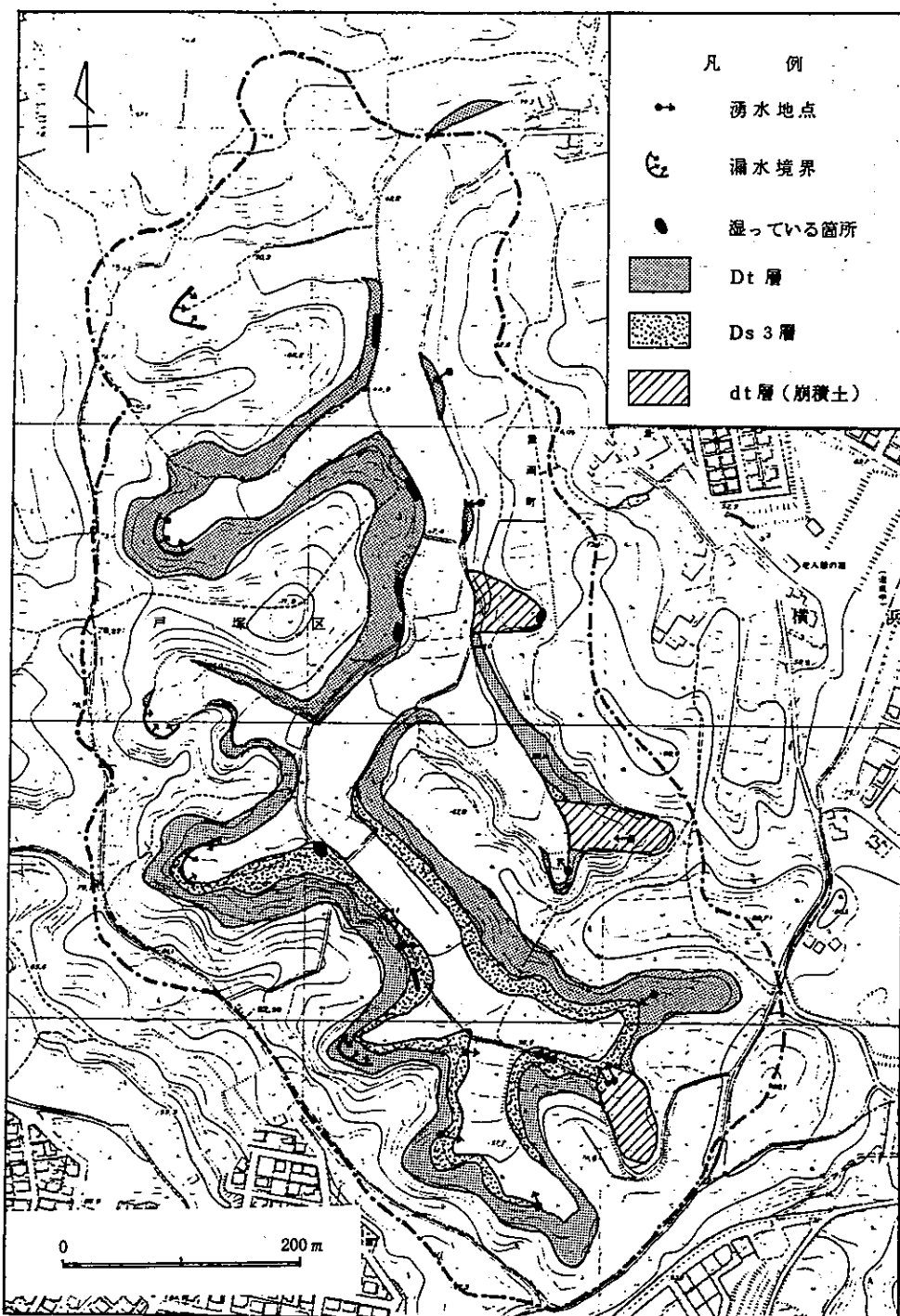
調査流域の代表的な地形・地質プロファイルを画き、これらと地下水位および地下水の流動状態についてみると図Ⅳ・3・1に示す如くである。Ⅰの断面ではばらの丸観測井からさくらなみ観測



観測井・ボーリングは付図、
地層名称は表Ⅱ・2・1参照

図Ⅳ・3・1 地下水の賦存模式図

井に向って徐々に地下水位は低くなっていく。この動水勾配は0.026 (2.6%)となり、これに沿って地下水は流動しているとみられる。丘陵下での地下水は屏風が浦層のDs3層(砂層, 砂泥互層)内に被圧地下水として存在するが、丘陵と谷の境界付近で湧水が認められ、それより下流では不圧地下水となっている。宮田井ではDs3層の水頭を示し、水位が標高よりも高く、いわゆる自噴の状態にある。Ⅱ断面ではB-4地点が位置する丘陵下の地下水位はDs3層内にある。Ds3層と沖積層のAs層(砂質土)の地下水は一見連続しているように認められるが、両者の地層に賦存する地下水は一応分離しているとみるのが妥当である。しかしB-4地点からさくらなみ観測井方向へ地下水が流動している可能性は十分に考えられる。したがって、ここでの動水勾配は緩く、0.0047 (4.7%)程度とみられる。Ⅲ断面では連続井№1から連続井№3へ向って地形の傾斜をしているところで、地下水も地形に沿った形で動水勾配をしているように認められる。連続井№1と№2間の動水勾配は約0.057 (5.7%)とやや急であるが、連続井№2と№3間ではそれ以上の動水勾配を示し、表層地質の影響が現われているとみられる。



地図は横浜市発行 2,500分の1地形図
(上永谷)を使用した。

図Ⅳ・3・2 湧水・漏水と地質との関係

一方、地下水の露頭である湧水および漏水は調査流域に数多く認められるもののそれらの水量は必ずしも多くはない。これらの主要なものと地質との関係を見ると図Ⅳ・3・2のようである。図中にはこの地域の帯水層であるDs₃層とその上位屏風が浦層のDt層の分布状況を示したが、これをみると湧水地点は地域の南側（上流部）にあってはDt層（凝灰質粘土層）とDs₃層の境界付近に集中している。また漏水境界はDt層上部にみられる場合とDt層下部からDs₃層にかけてみられる場合とがある。調査流域北側（下流部）においても道路面の湿っている個所の地層はDt層の下部に相当しており、恐らくDs₃層中の地下水がクラック等を伝わってしみ出したものとみられる。その他Dt層の上位にみられる湧水についてはDt層上部屏風が浦層のDs₂層（細砂層）内に帯留していた水が一部漏水してきたものと考えられる。このような湧水ならびに漏水している水が集まって、谷底部を流れる地表水の基底流出量の源をつくっている。

以上のことから調査流域における地下水の帯水層は、沖積砂質土層（As層）と洪積層の砂主体・砂泥互層（Ds₃層）の2層である。As層の地下水は不圧（自由）地下水であり、Ds₃層に貯留する地下水は被圧地下水としての性質を有するものである。

3) 地下水位の変化状況

調査流域における地下水位の性状を知るため、自記水位計を設置して沖積低地（さくらなみ観測井）と丘陵上（ばらの丸観測井）とで連続的に地下水位の変動状況を観測しているが、今までに得られた観測結果（1983年4月～1984年3月）を示すと図Ⅳ・3・3の通りである。また、手測用観測5井（ピエゾメータ）で週1回程度の測水を行った地下水位観測結果（1983年3月～1984年9月）は図Ⅳ・3・4に示す如くである。降水量は調査流域のほぼ中央の丘陵上に設置した転倒ます型自記雨量計により測定している（付図参照）。観測井のストレーナーは1号井（さくらなみ井）の場合As層（沖積層）に、2号井（ばらの丸井）はDs₃層（洪積層砂層・砂泥互層）、さらに宮田井および大原井は沖積層下のDs₃層（砂層・砂泥互層）およびDt層（凝灰質粘質土層）、連続井₁および₂はDs₃層、Dt層およびDs₂層、連続井₃はDs₃層にそれぞれ切られている。

一般に地下水位の変化の要因には種々のものが考えられるが、大略自然現象と人為現象の2つに大別して考えることができる。このうち自然現象によるものとしては、① 降水に伴う水位上昇、② 蒸発散に伴う水位降下、③ 気圧変化に伴う水位変化、④ 地震の影響に伴う水位変化、⑤ 河川水の増減に伴う水位変化、⑥ 潮汐の影響に伴う水位変化等が挙げられる。また人為的な要因としては、⑦ 井戸等からの揚水による水位変化、⑧ 上下水道等からの漏水による水位変化、⑨ かんがい用水の影響による水位変化、⑩ 地表面に人工的な諸施設を建設することに伴う水位変化、⑪ 地下構造物の工事や設置の影響による水位変化等がある。また、地下水位の変化を測定することによって、貯留層の状態、帯水層の水理学的定数を推定、算出することもできる。

調査流域で得られた地下水資料から水位変化の要因等を考察すると、当該流域に関連するものとしては上記のうち主に①②③⑨の影響によるものと推察できる。

図Ⅳ・3・3において、さくらなみ観測井は不圧地下水、ばらの丸観測井は被圧地下水のそれぞれ水位（水頭）変化を示しているが、両観測井とも降水量に比較的良好に対応した水位変化を示している。

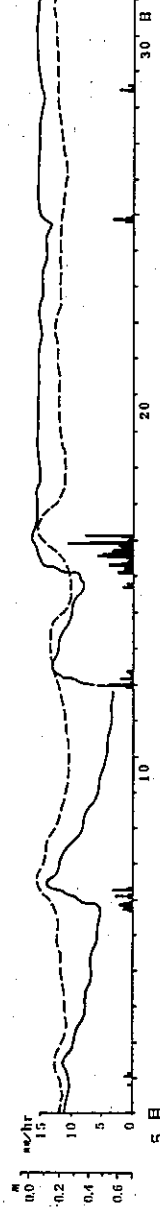
さくらなみ 観測井 ———— ばらの丸 観測井 - - - - -

ばらの丸 観測井

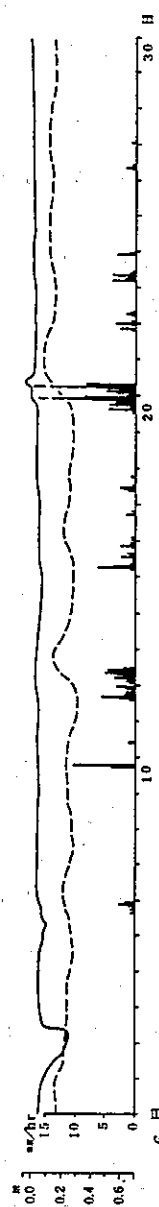
25.4
25.6
25.8



25.4
25.6
25.8



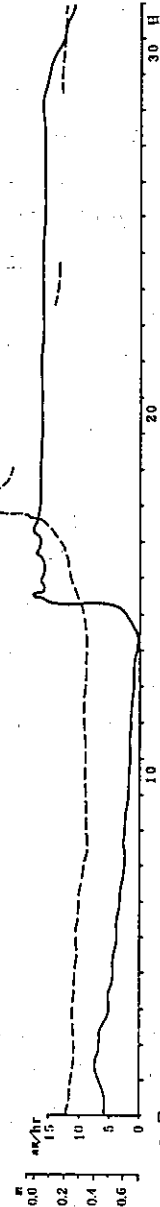
25.4
25.6
25.8



25.4
25.6
25.8

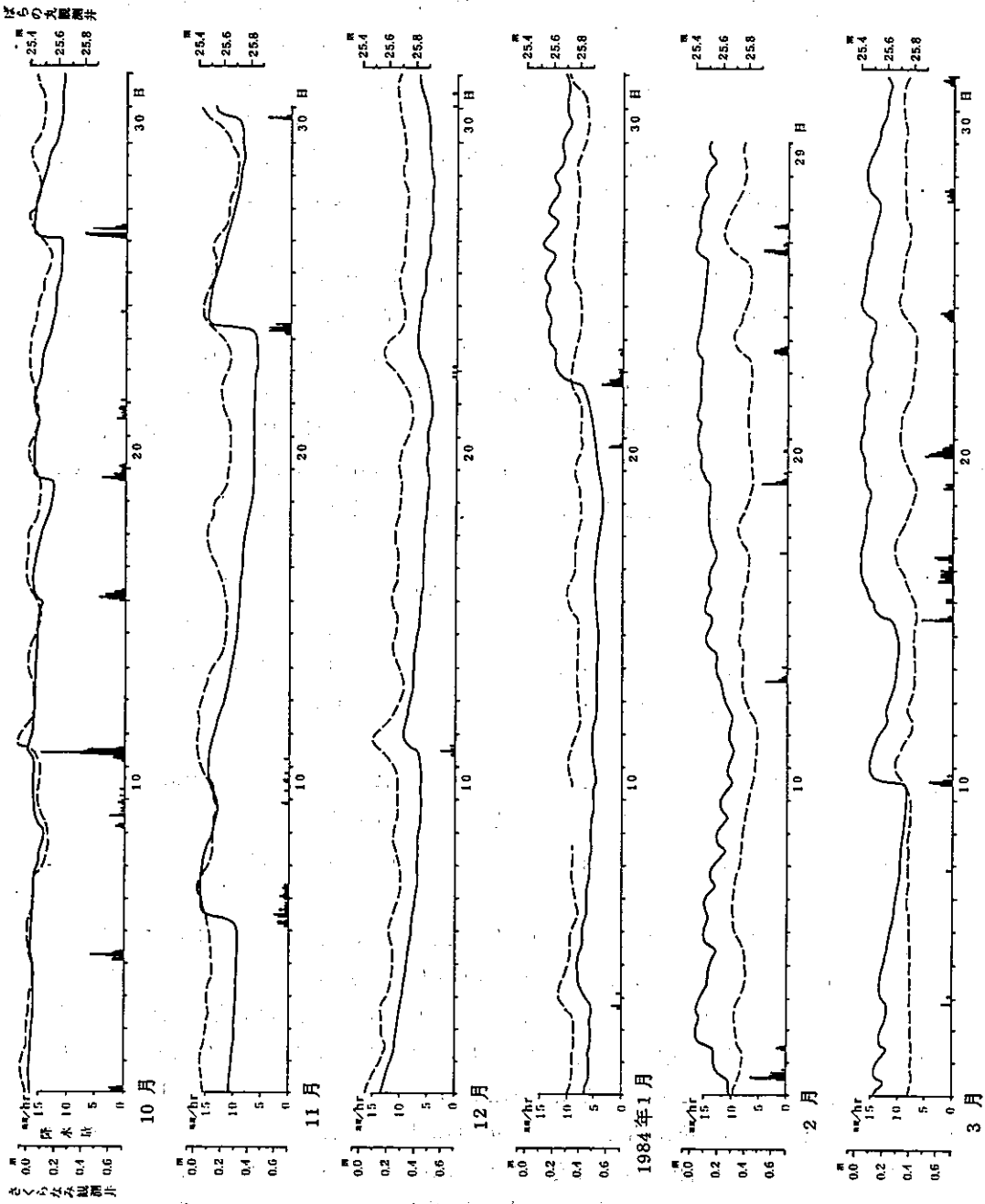


25.4
25.6
25.8



25.4
25.6
25.8





図IV・3・3 自記観測井の地下水位(水頭)と降水量(1983年4月~1984年3月)

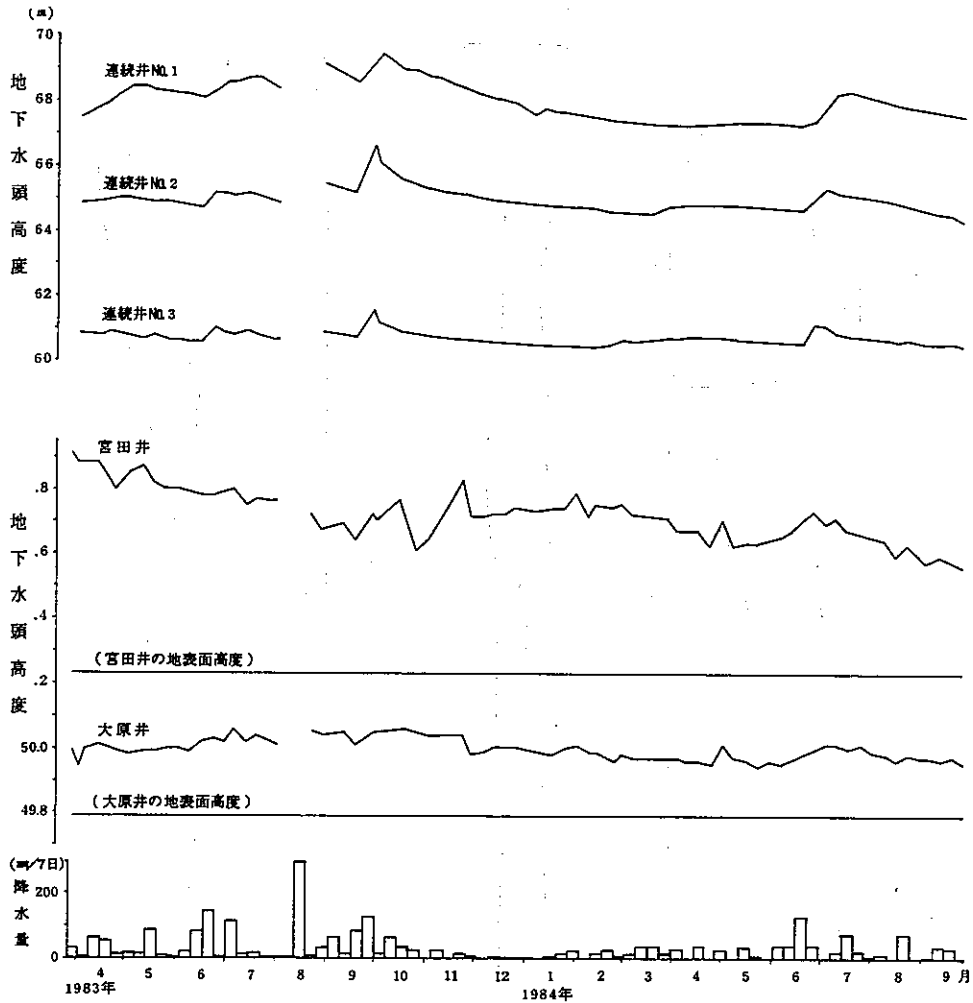
通常降水の影響は不圧地下水位に大きく、被圧水のそれで小さいことが知られている。降水の影響はその絶対量のみにとどまらず強度、継続時間にも関係し、さらに地下水面の位置、地質、不透水層の形態、地表の状態などによっても影響される。さくらなみ観測井は谷底部の沖積層内の地下水位を示していることから降水量に応じてただちに水位上昇がみられるとともに、降水後の降下状況も緩慢ながら顕著である。ところが1983年5月16～17日にかけて降水量83.5mmがあり、地下水位の上昇も330mmとなった。しかし、降水後の水位降下現象はほとんどみられず、それ以後も水位の高い状態が継続している。この原因は5月中旬から観測井周辺で水田に水を入れたことが関係しているとみられる。この傾向は7月中旬頃まで継続して生じ、地表まで飽和帯を形成している結果となっている。

これに対してばらの丸観測井では被圧地下水（水頭）を示すことから、降水に応じた水位変化は比較的緩慢で、その振幅も小さい、さらにこの観測井では無降水期間の続いているなかで、水位の下降から上昇へ移行する傾向が認められる。この原因は上記した気圧変化に伴う水位変化によるものとみられる。気圧効果（気圧変化に対する水位変化の比）は被圧水井によくみられる現象で、このような効果があらわれるのは帯水層が弾性体であるためである。被圧帯水層を貫く井戸では、気圧が増せば水位は低下し、気圧が減れば水位は上昇する。しかし気圧効果は不圧水井には認めがたいといわれており、不圧水井にみられる場合には地表面が雨で飽和されている時とか、凍結している時であるといわれる。

他方、さくらなみ観測井では蒸発あるいは蒸散によって地下水位に変化の生じている様子が示されている。観測井の水位記録を検討すると、朝方から夕方にかけてと夕方から朝方にかけてでは明らかに水位降下に差が認められる。水位振幅は小さいものの、前者（日中）の場合では水位降下が顕著で後者（夜半）では緩慢な様子が現われており、その結果として地下水位に波形が認められる（図Ⅳ・3・5）。

また、1984年1月下旬から3月中旬にかけて、異常な降雪に何回もみまわれたため、融雪時に地下水の水位上昇が記録されている。そして地下水位には気温の日較差に伴う波形が顕著にあらわれており、日中の気温上昇による融雪水が地下水を涵養して地下水位を上昇させている様子が理解できる。

図Ⅳ・3・4から連続井№1～№3の地下水位の変化状況を見ると、夏季から秋季にかけて水位上昇し、9～10月に最高水位を記録している。その振幅は必ずしも大きくなく、比較的緩慢な地下水位の変化である。宮田井と大原井は自噴井であるが、両者の水位（水頭）変化は連続井と若干異なる傾向を示している。宮田井の場合、観測開始時の頃（1983年3～4月）に最高水位（水頭）を記録し、その後は若干の振幅をくりかえしながら全般的には地下水位（水頭）が低下傾向へ移行しているように認められる。また、大原井のそれでは、宮田井よりさらに小さな振幅で、最高水位（水頭）は夏季から秋季にかけて認められる。自噴井の水頭変化は全般に小さく、あっても10cm内外である。ここに挙げた観測結果だけで判断するのは危険であるが、宮田井の自噴井は次第に弱まっていく傾向を示している。



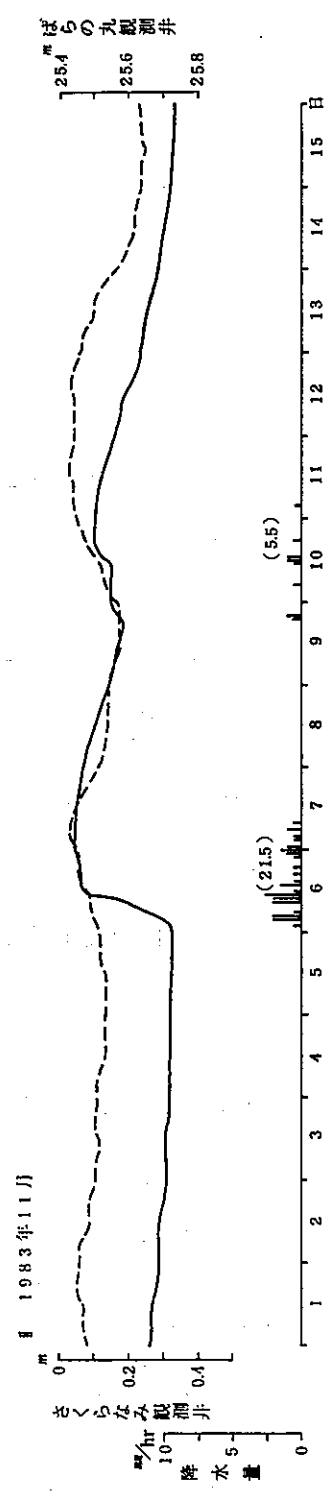
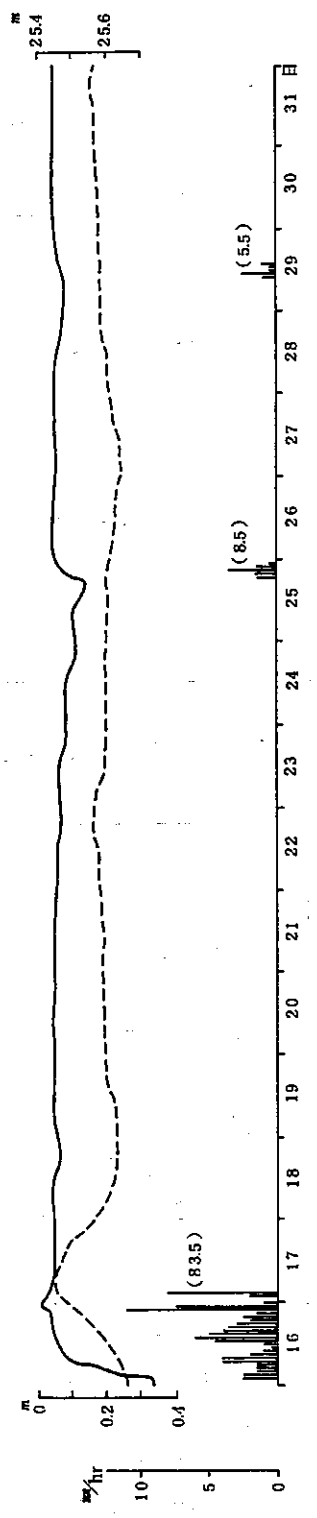
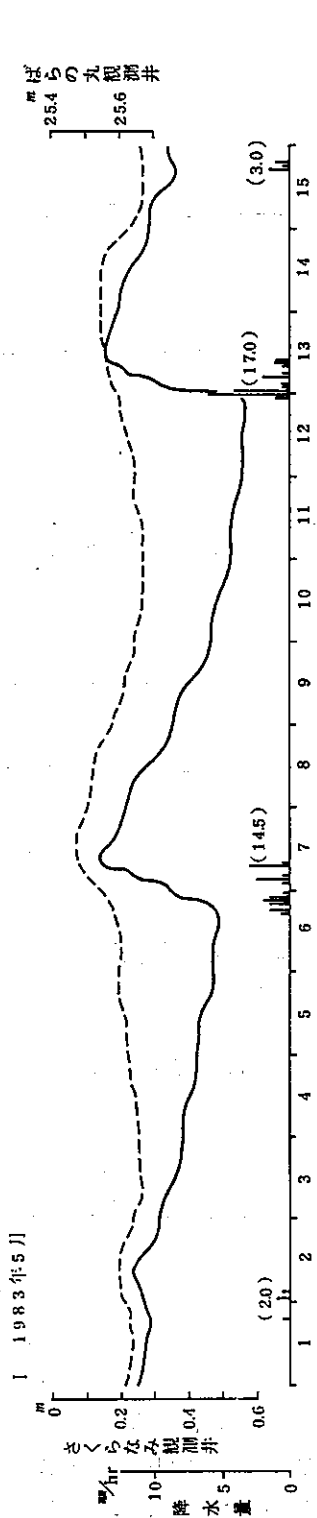
図Ⅳ・3・4 手測用観測井の水頭と降水量
(1983年3月～1984年9月)

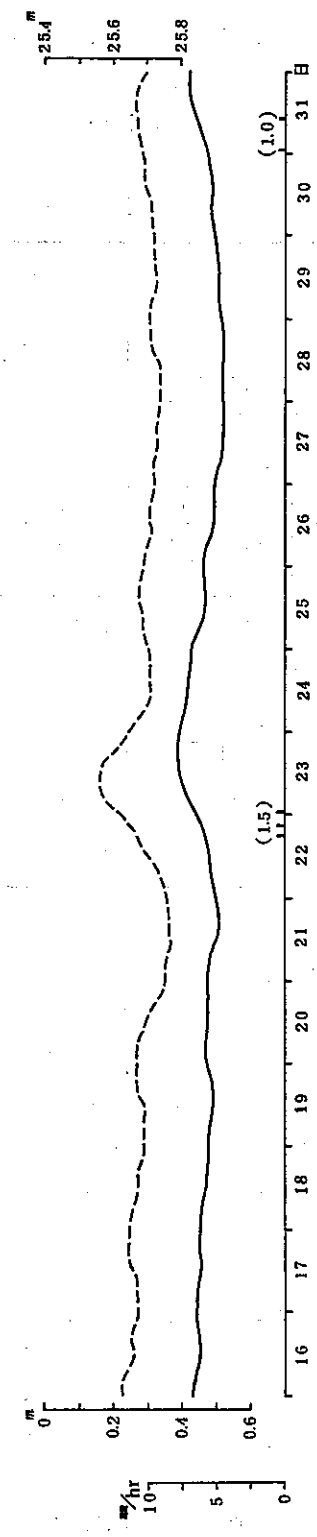
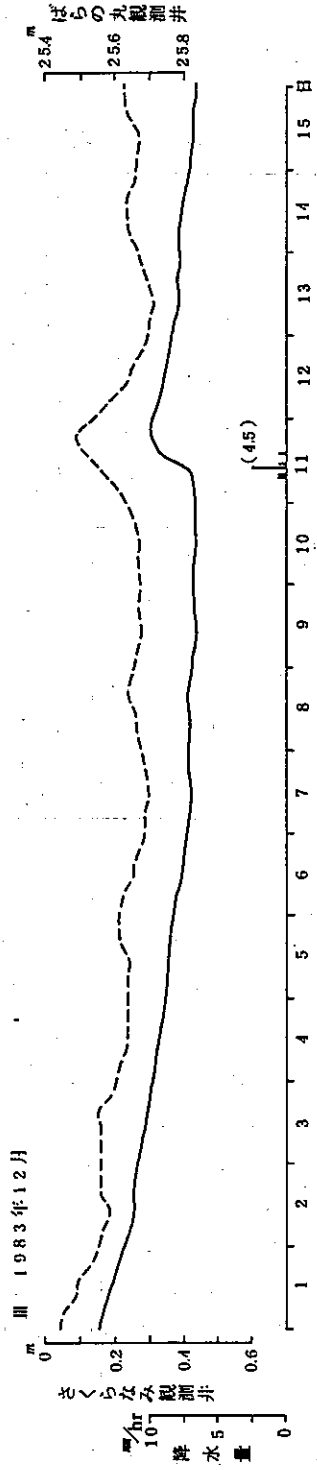
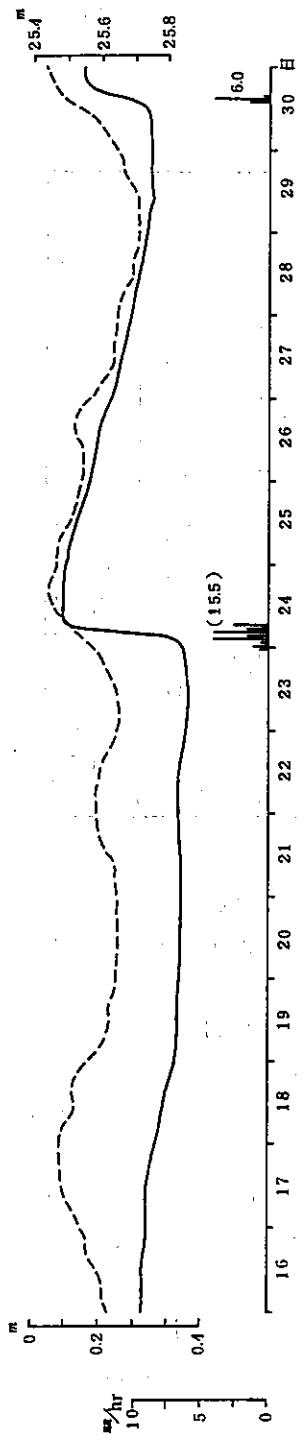
4) 地下水位の変化と降水量、湧水量の関係

調査流域では、当然ながら春先きの集中豪雨や夏季から秋季にかけての梅雨および台風の襲来の有無などが、その年の年間降水量の多少を大きく左右する。また、地下水位は降水などによる涵養と河川への湧出などの排出（流出）量によって変化する。

降水に伴う地下水の水位変化は、主に降水の特性や先行降雨などの影響を受けるため一定ではないが、各水位記録には数mm程度以上の降水があれば地下水位にその影響があらわれている。そこで、降水が地下水位に与える影響を知る一助として、地下水位が下降あるいはほとんど変化しない状態の場合に降水があり、その後地下水位の上昇が認められる期間を自記観測井の観測期間（1983年4月～12月）の中から抽出し検討してみた。なお、降水量は一雨降水量のデータを用い、地下水位は自記紙からそれぞれ読み取った[※]。表Ⅳ・3・2はその結果をまとめたものであるが、この表からも理解

さくらなみ観測井
 ばらの丸観測井





図IV・3・5 降水量と地下水位の変化 (1983年5月, 11月, 12月)

※ () の数字は一雨降水量を示す。

できるように、降水の影響が地下水の最高水位としてあらわれ始めるまでに要する時間は、さくらなみ観測井で4～24時間、ばらの丸観測井で6～58時間である。また、地下水位の上昇量は前者の観測井で13～42cm、後者のそれで4～32.5cmである。

表Ⅳ・3・2 長期観測井の降水に伴う地下水位上昇

降水年月日	総降水量 (mm)	継続時間 (h)	降雨強度 (mm/h)	さくらなみ観測井			ばらの丸観測井		
				降水に伴う 上昇水位 (mm)	降水に伴う ピーク 到達時間 (h)	水 位 上昇率 (mm/h)	降水に伴う 上昇水位 (mm)	降水に伴う ピーク 到達時間 (h)	水 位 上昇率 (mm/h)
1983. 4.10～11	32.5	14	5.0	260	14	18.6	130	18	7.2
28	10.0	6	5.5	290	12	24.2	50	39	1.3
5. 6～7	14.5	16	3.0	350	18	19.4	130	22	5.9
12～13	17.0	12	6.0	420	15	28.0	120	27	4.4
16～17	83.5	26	11.0	330	24	13.8	210	30	7.0
6.12～13	48.5	22	5.5	—	—	—	160	28	5.7
20～21	119.5	21	30.0	—	—	—	190	30	6.3
9. 7	18.5	3	8.0	365	4	91.3	40	6	6.7
20～21	39.5	10	8.0	260	12	21.7	55	41	1.3
27～29	107.0	49	13.5	—	—	—	325	58	5.6
10.11	48.5	11	15.0	—	—	—	165	17	9.7
11. 6～7	21.5	31	2.5	280	24	11.7	105	29	3.6
23～24	15.5	8	4.0	370	10	37.0	195	17	11.5
12.11	4.5	8	2.5	130	15	8.7	185	13	14.2

しかし、自記雨量計が故障して欠測の生じていた期間、1983年8月中旬に台風5・6号が襲来して、多量の降水をもたらした。この時の降水量は横浜地方気象台資料によれば279mm、戸塚区豊田消防出張所のそれでは300mm以上を記録(8月14～18日)し、同出張所の観測結果によると、最大降雨強度は8月15日40mm/hrを記録している。この期間における地下水位の上昇量は図Ⅳ・3・3に示すようにさくらなみ観測井で71cm、ばらの丸観測井で86cmを記録している。さくらなみ井では地表面以上に水位があらわれ、観測井の立ち上がり管内に水位が一時的に達するほどであった。この際の地下水位が期間中に両観測井とも最高水位を記録している。

一方、地下水位の上昇量と降水量との関係は一般に直線的であるといわれている。そこで調査流域で得られたこの関係を示すと図Ⅳ・3・6の如くなる。ここでみられる両者の関係はばらの丸観測井ではほぼ直線的に認められるが、さくらなみ観測井では必ずしも直線的な関係を示していない。さくらなみ観測井は地下水面までの深さが非常に浅く、不飽和帯の透水性が良いので、降水が地表下を早く浸透して地下水位を上昇させることに由来している。しかし、表Ⅳ・3・2に示すように地下水位上

※) ただし、自記雨量計の故障した期間 1983年8月1日～9月6日を除く。

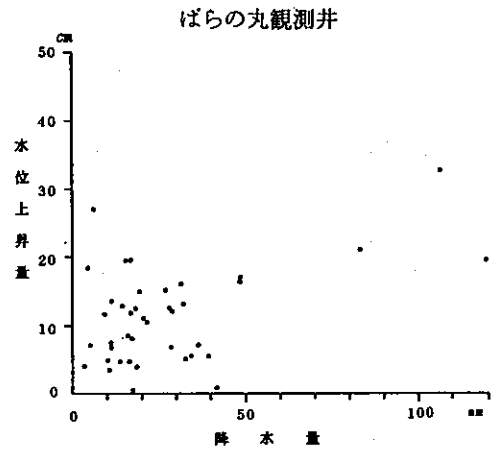
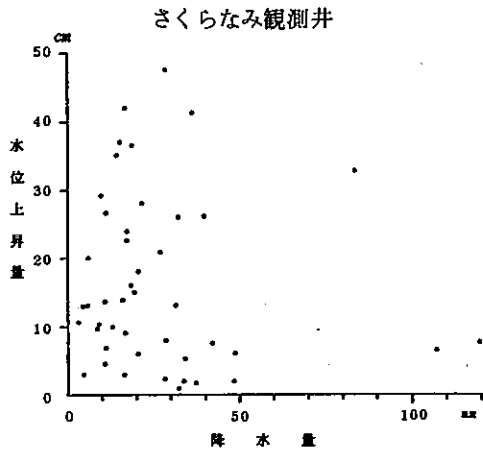


図 IV・3・6 降水量と地下水位上昇量との関係

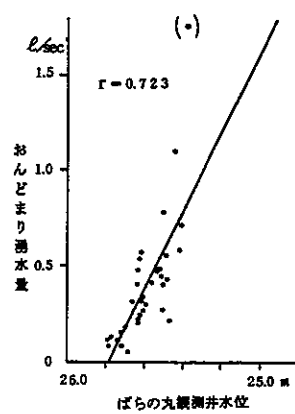
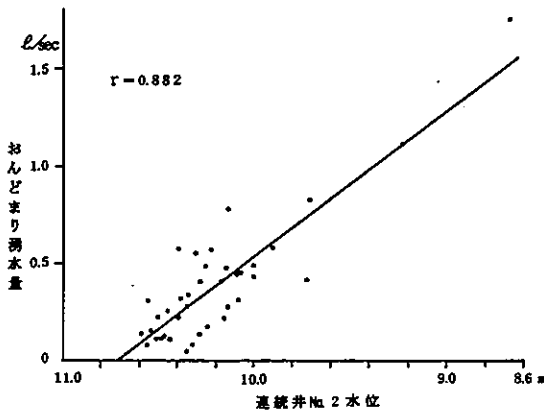
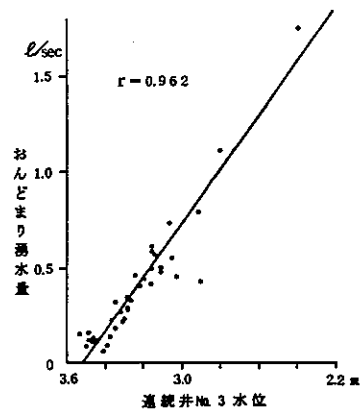
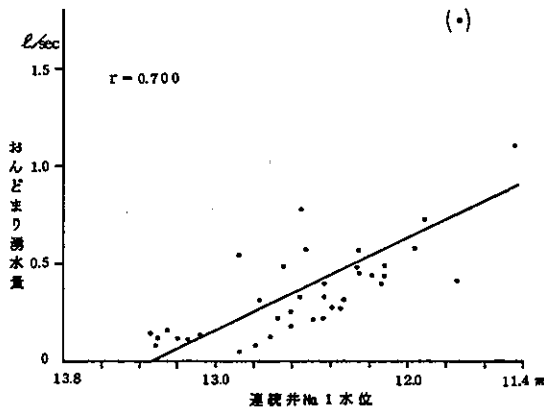


図 IV・3・7 地下水位と湧水量との関係

昇のピーク到達時間にバラッキがあり、当該降水とは断定しがたい傾向を示している。このことは先行降雨、土壤層の水分状態ならびに地下水位が高く、常時地表付近まで飽和帯を形成していることが関係しているとみられる。

調査流域の湧水点は、前記したように現地調査で確認しているものだけでも相当ある。しかしその湧水量は必ずしも多くはない、湧水は降水の地下浸透、地中の一時貯留を経て地表に流出する。そこで、地下水位と湧水量との関係を見ると、図Ⅳ・3・7の通りである。いずれの観測井を指標としても地下水位と湧水量との間には明瞭な関係が認められる。すなわち、丘陵あるいは丘陵斜面上の地下水位の上昇・下降は湧水量と比例関係にあり、特に連続井№3とおんどまり湧水点では相関係数0.962を示し、極めて良い関係が示されている。これらの回帰式は地下水位をH、湧水量をDとすれば次のようになる。

連続井№1とおんどまり湧水点

$$D = 0.477 H - 1.094 \quad r = 0.700$$

連続井№2とおんどまり湧水点

$$D = 0.749 H - 1.060 \quad r = 0.882$$

連続井№3とおんどまり湧水点

$$D = 1.396 H - 0.604 \quad r = 0.962$$

ばらの丸観測井とおんどまり湧水点

$$D = 2.078 H - 2.181 \quad r = 0.723$$

ここで連続井№1とばらの丸観測井は湧水量との相関係数がそれぞれ0.700と0.723であるが、図中に示した1例〔(・)付〕を除くとさらに良い関係が認められると考える。(長沼)

4. 水収支の検討

1) 水収支の基本式

一定地域一定期間における水収支を求める場合、他地域からの地表水と地下水の流入がなければ次の基本式で表わされる。

$$P = D + E + \Delta S \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで、Pは降水量、Dは地表水・地下水の流出量、Eは蒸発散量、 ΔS は水貯留量(水保有量)の変化で、いずれもmmの単位で表わす場合が多い。 ΔS は水収支計算の期間を水年にとればほとんど無視でき、 ΔS はゼロとなる。しかし、期間のとり方(たとえば数カ月、月、旬、日)や降水のあり方によっては正の値となったり負の値となるため、流出量と蒸発散量の和は降水量と同量にならない、

したがって、流域に貯留された水量がその後降水の貯留分を消費されていくとなれば、短期間の水収支を検討する際には、貯留量の変化は無視できない。そこで1年間の水収支式は(1)式の ΔS に相当するものを(R-B)として表わすと次式となる。

$$P = D + E + (R - B) \quad \dots \dots \dots (2)$$

この(2)の基本式では、RとBが冬と夏を結んで収支合い償っているが、自然状態では常にこのようになるとは限らない。降水の状態によっては毎月のようにRが残ることもあり、Bは夏だけでなく、

他の季節においてもRを消費することがある。しかし、長期間の平均状態ではRとBが釣り合って互に消費される。

(2)式における降水量(P)と流出量(D)は測定可能な値である。しかし、蒸発散量(E)と(R-B)は独立に決定することは極めて困難で、Eは後記するような推定方法やそれ以外の方法が用いられている。(R-B)は(2)式を変形した、

$$(R-B) = P - D - E$$

から水貯留量(S)を算出する。

ここでは、(2)式を用いて舞岡川源流域(面積約37.8万㎡)についての水収支の基本式として用い算定を試みた。

2) 水収支諸成分の検討

(1) 降水量(P)について

降水量は舞岡川源流域の丘陵頂部に設置した自記雨量計(池田計器製、転倒マス型SKI-1型、月巻き、最小目盛0.5mm)を使用して観測を行っている¹⁾。ここでの報告は1983年4月から1984年3月までの1か年にわたる期間の資料を基にしている。しかし、この1年間のうち自記雨量計が故障して1983年8月1日から9月6日まで欠測期間が生じた。8月中旬には台風5・6号に伴う豪雨が

表Ⅳ・4・1 横浜市の月別平均降水量 (単位: mm)

統計年次	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
1978	33.0	21.0	153.0	167.0	138.0	128.5	84.0	49.0	135.0	158.0	59.0	28.0	1154.0
1979	44.5	114.0	84.0	164.0	148.5	96.0	123.0	75.0	121.0	306.5	194.0	51.5	1522.0
1980	114.0	35.0	221.0	127.5	171.5	156.0	170.0	223.0	228.5	170.0	162.0	44.5	1823.0
1981	4.0	46.5	145.5	233.5	139.0	106.0	184.5	106.0	191.5	308.5	110.5	11.0	1586.5
1982	48.5	71.5	85.5	165.5	101.5	164.5	179.5	193.0	481.5	169.5	103.0	35.0	1798.5
5カ年間平均	48.8	57.6	137.8	171.6	139.7	130.2	148.2	129.2	231.5	222.5	125.7	34.0	1576.8
1951~1980平均	61	72	119	143	164	216	141	132	199	187	104	59	1596

※観測地点は横浜地方気象台

表Ⅳ・4・2 横浜市の月別可能蒸発散量(PE) (単位: mm)

統計年次	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
1983	12	11	20	55	78	83	108	134	102	65	36	15	719
1978~1982	11	11	23	45	74	99	118	129	100	70	41	21	742
1951~1980	9	10	21	46	72	93	120	132	105	66	39	18	731

※地点は横浜地方気象台

1) 調査流域のように小面積の場合、地域的な降水量分布の差はほとんど無視し得るので、一地点の自記雨量計で観測している値を流域の降水量としてそのまま使用する。

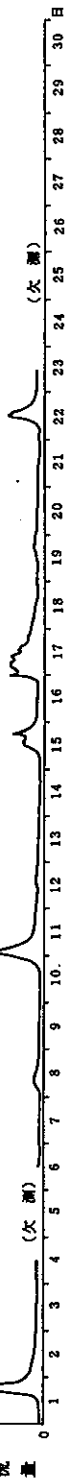
2) 日降水量の相関を求めるに際して、1983年4月から1984年5月までのうち、次の期間を除いた。

① 調査流域で欠測の生じた1983年8月1日~9月6日

② 凍結、冠雪の影響のあった1983年1月~3月

1983年
4月

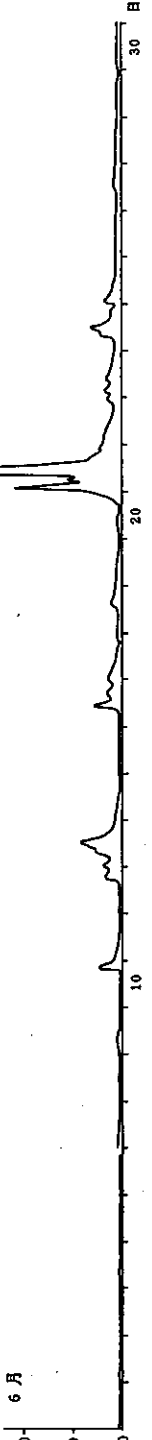
時
間
流
量



5月



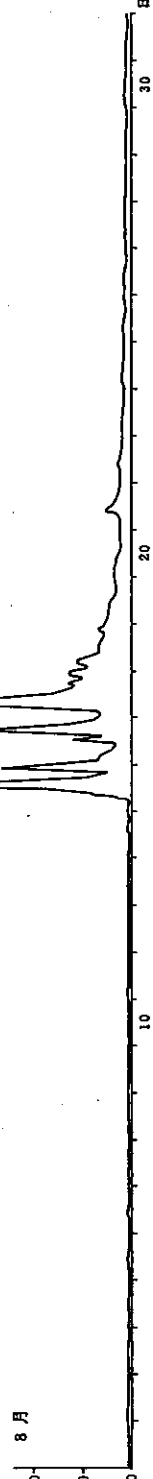
6月



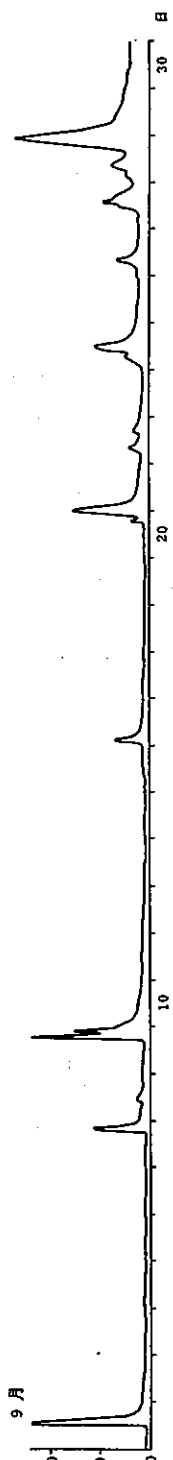
7月

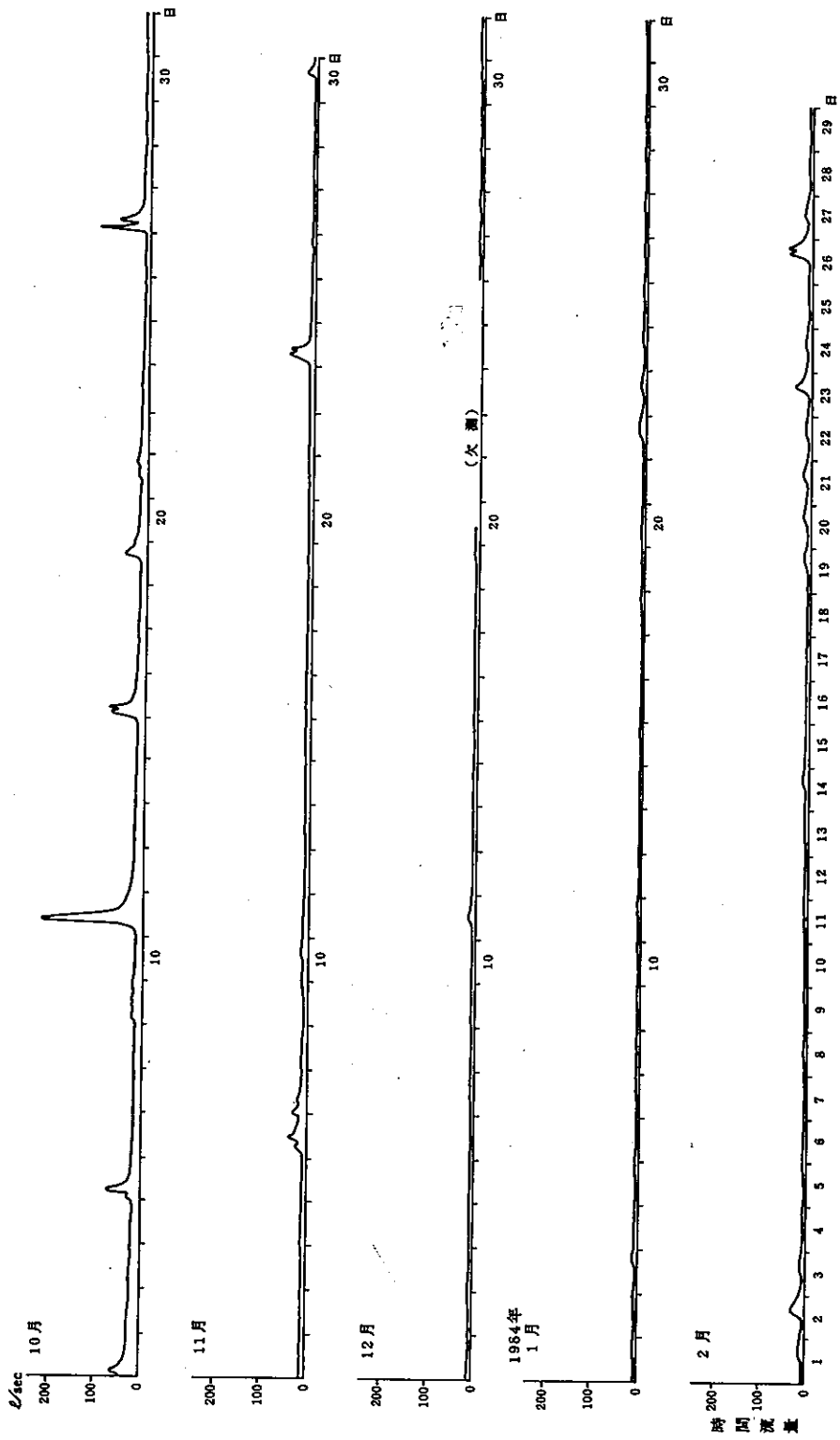


8月



9月





図IV・4・1 量水堰における時間流出量の変化 (1983年4月～1984年2月)

あり、8月15～17日にかけて降水量250mm以上を記録している（横浜地方気象台）。そこでこの欠測を補う目的で次の方法により調査流域の欠測期間内の降水量を算出した。

調査流域と横浜地方気象台（中区山手町）との日降水量から相関係数を調べ、得られた回帰式から欠測期間内における調査流域の降水量を日単位で求めた。相関を求めるために使用したデータ数は1983年4月から1984年5月までの日降水量120例についてである²⁾。

その結果、舞岡川源流域の日降水量をM、横浜地方気象台のそれをYとすると、MのYに対する回帰直線は次のようになる。

$$M = 1.07 Y - 0.41 \quad r = 0.922$$

表Ⅳ・4・5に示した〔 〕内の月降水量は上記の回帰式より求めた日降水量の積算値である。表に示す如く、舞岡川源流域におけるこの1年間の降水量は1748.5mmである。

一方、この期間における横浜地方気象台の降水量は1695mmで、過去30年間（1951～1980年）の年平均降水量では1596mm、この5年間（1978～1982年）のそれでは1577mmである。これらから横浜地方気象台における一般的な年間降水量は1600mm弱とみられる（表Ⅳ・4・1）。舞岡川源流域の経年的な降水量は不明であるが、横浜地方気象台のそれより若干多い傾向にあると推定できる。

各月の降水量をみると、調査流域では12月、1月が最も少なく、3月になると大巾に増加する。4～9月の降水量はほぼ増加傾向を示すが、10月からは減少傾向に転じる。この傾向は横浜地方気象台のそれでも同様である。

調査流域では1日0.5mm以上の降水量のあった降水日は130日で、10mm以上のそれは50日である。

(2) 流出量〔D〕について

流出量を測定するため調査流域末端に量水堰を設置し、自記水位記録計（池田計器製、ADR-100改良型、月巻き、精度 ± 1 mm）で流出水位を記録している。量水堰の形式は渇水期および豊水期のいずれの期間にも測定可能なように直角三角堰と横堰の組み合わせ構造で、流量測定の許容範囲は1～800 $\frac{m^3}{s}$ である（31ページ参照）。

流出量は降水量と比較するために流量を流域面積37.8万 m^2 で割った値 $\frac{m^3}{s}$ （流出高）を用いる。

各月の流出高をみると、12月と1月が最も少なく、2月以降からは漸増傾向を示す。しかし5月には一時減少するが、6月から再び増加傾向に転じる。最高の流出高を示すのは8月の184.0 $\frac{m^3}{s}$ 、月流出量では約69.550 m^3 になる。9月以降の月流出高は減少傾向となり、冬季の渇水期へ向う。年間の流出高は1177.5 $\frac{m^3}{s}$ 、流出量で表わすと約44.5万 m^3 /年となる。

また調査流域における年間の流出率（D/P）は水収支式

$$D/P = 1 - E/P \pm \Delta S/P$$

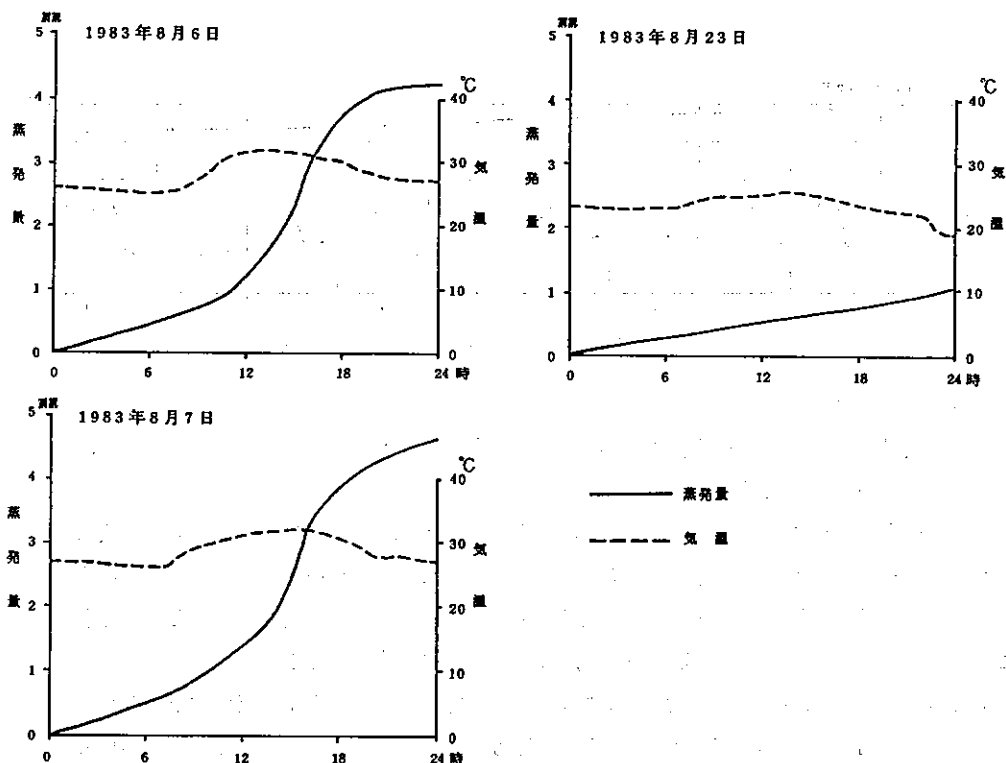
から求めると0.673（67.3%）である。

図Ⅳ・4・1はこの1年間の量水堰で得られた時間流出量を示してある。

(3) 蒸発散量〔E〕について

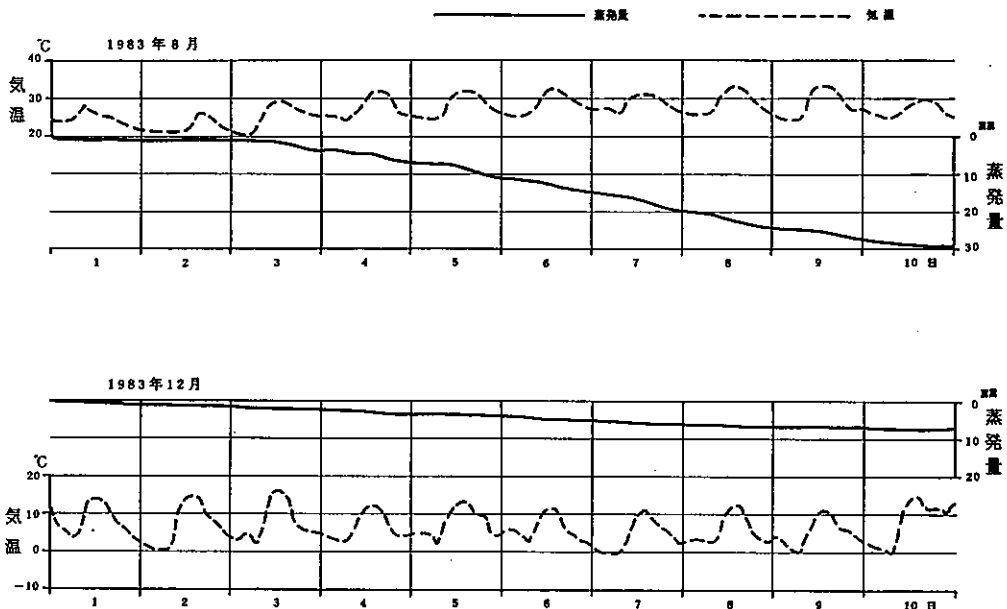
ある地域の可能蒸発散量あるいは実蒸発散量を推定する場合には蒸発計蒸発量の観測値や計算による蒸発量の値を用いることが多い。

そこで調査流域のほぼ中央部に発達する谷戸の低地に大型蒸発計（池田計器製、EVP-2型）を設置し、1983年6月24日から観測を開始している。大型蒸発計は直径120cm、深さ25cmで、内・外面を耐水性の白色ペイントを塗った亜鉛メッキ鉄板製の円型容器である。蒸発量の測定はフロート式による方法を用い微少な水位変化を1mm単位で測定し、自記記録計（池田計器製、LR-100SP型）に記録する方式である。現在、この大型蒸発計はわが国の主要気象管署で用いられており、アメリカ合衆国で利用されているA級蒸発計（Class A Pan）、直径122cm、深さ25.4cmにはほぼ等しい規格のものである。



図Ⅳ・4・2 大型蒸発計蒸発量の日変化
(夏季の場合)

図Ⅳ・4・2はこの器機から得られた蒸発量の代表記録値を快晴時および曇天時の日変化（積算値）として示したものである。また図Ⅳ・4・3は大型蒸発計から得られた夏季と冬季の蒸発による降下量の一例を旬別に示したものである。この図から大型蒸発計の日蒸発量は快晴時の1983年8月6日と7日にそれぞれ4.2、4.6mm、曇天時（午後一時小雨）の1983年8月23日に1.0mmを記録している。夏季において晴天日と曇天日では両者の差が3mm以上と大きい。この差が大きく生ずる時刻は1日のうちの特に午後12時から18時頃にかけての著しい蒸発速度の違いである。この関係は旬別蒸発量でも同じように認められる。冬季10日間（1983年12月1日～10日）において、大型蒸発計蒸発量は10mm程度の値となっている。夏季8月と冬季12月の大型蒸発計蒸発量の差は放射量や気温等に



図Ⅳ・4・3 大型蒸発計蒸発量の夏季と冬季の日々変化

影響され大きく異なる。

大型蒸発計から得られる蒸発量は地表面からの蒸発散量より大きな値を示すため、一般にはある係数(0.7～0.8)を乗じて使用する。

次に水収支の計算に必要な蒸発散量をC. W. Thornthwaite(1948)が提唱した方法によって算定する。ソーンズウェイトは地表面に十分な水を供給した場合、いいかえれば常に平常保水量の状態を保っている場合に起り得る最大の蒸発散量(蒸発と蒸散)を可能蒸発散量(PE)[※]と名づけて、これを月平均気温から求めた。したがって、この量は気温が高くなると多く、低くなると少なくなる。そして可能蒸発散量は降水量との比較によって、ある地点においての水収支が簡単に計算できる。

この方法を用いて横浜の代表地点である横浜地方気象台の降水量、気温などの値を用いて蒸発散量を算定すると次のようになる(表Ⅳ・4・3、図Ⅳ・4・4)。

年平均蒸発散量(PE)は過去30年間(1951～1980)で約730mm(2.00mm/日)、最近5年間(1978～1982年)で約740mm(2.03mm/日)となる。1983年の蒸発散量(PE)は平均のそれより若干少なく約720mm(1.97mm/日)である。

舞岡川源流域においては、ソーンズウェイトの方法で蒸発散量を推定することができない。それは気温などの資料が完全に得られないためである。そこで前記した水収支式の(P-D)から蒸発散量(E)を算出すると、調査流域の年蒸発散量(1983年4月～1984年3月)は約570mm(1.56mm/日)である。この量は横浜地方気象台の可能蒸発散量の値と比較すると、100mm以上も少ない。この差は地域的な違い以上に大きいといえよう。そこで、いま10mm/日以上降水のあった日は蒸発散しな

※) 蒸発散位とか最大可能蒸発散量ともいう。

いと仮定すると、実蒸発散量は調査流域のそれに近似する値になると思われる。

表Ⅳ・４・３ ソーンズウェイト法による横浜の水収支表(1)

I (単位：mm)

1951～1980年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
可能蒸発散量	9	10	21	46	72	93	120	132	105	66	39	18	731
降水量	61	72	119	143	164	216	141	132	199	187	104	59	1596
地中水分の変化量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
地中水分	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—
水不足量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
水過剰量	52	62	98	97	92	123	21	0	94	121	65	41	866

II (単位：mm)

1978～1982年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
可能蒸発散量	11	11	23	45	74	99	118	129	100	70	41	21	742
降水量	49	58	138	172	140	130	148	129	232	223	126	34	1579
地中水分の変化量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
地中水分	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—
水不足量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
水過剰量	38	47	115	127	66	31	30	0	132	153	85	13	837

III (単位：mm)

1983年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
可能蒸発散量	12	11	20	55	78	83	108	134	102	65	36	15	719
降水量	51	73	153	145	135	221	165	291	326	150	51	6	1767
地中水分の変化量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	—
地中水分	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	91	—
水不足量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
水過剰量	39	62	133	90	57	138	57	157	224	85	15	0	1057

表Ⅳ・４・４ ソーンズウェイト法による横浜の水収支表(2)

(単位：mm)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
可能蒸発散量	57	78	84	107	134	102	68	39	15	5	4	12	705
降水量	145	135	221	165	291	326	150	51	6	53	67	85	1695
地中水分の変化量	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	9	0	0	—
地中水分	100	100	100	100	100	100	100	100	91	100	100	100	—
水不足量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
水過剰量	88	57	137	58	157	224	82	12	0	39	63	73	990

(神奈川県気象月報 1983年4月～1984年3月を基に作成)

3) 水収支の算定結果

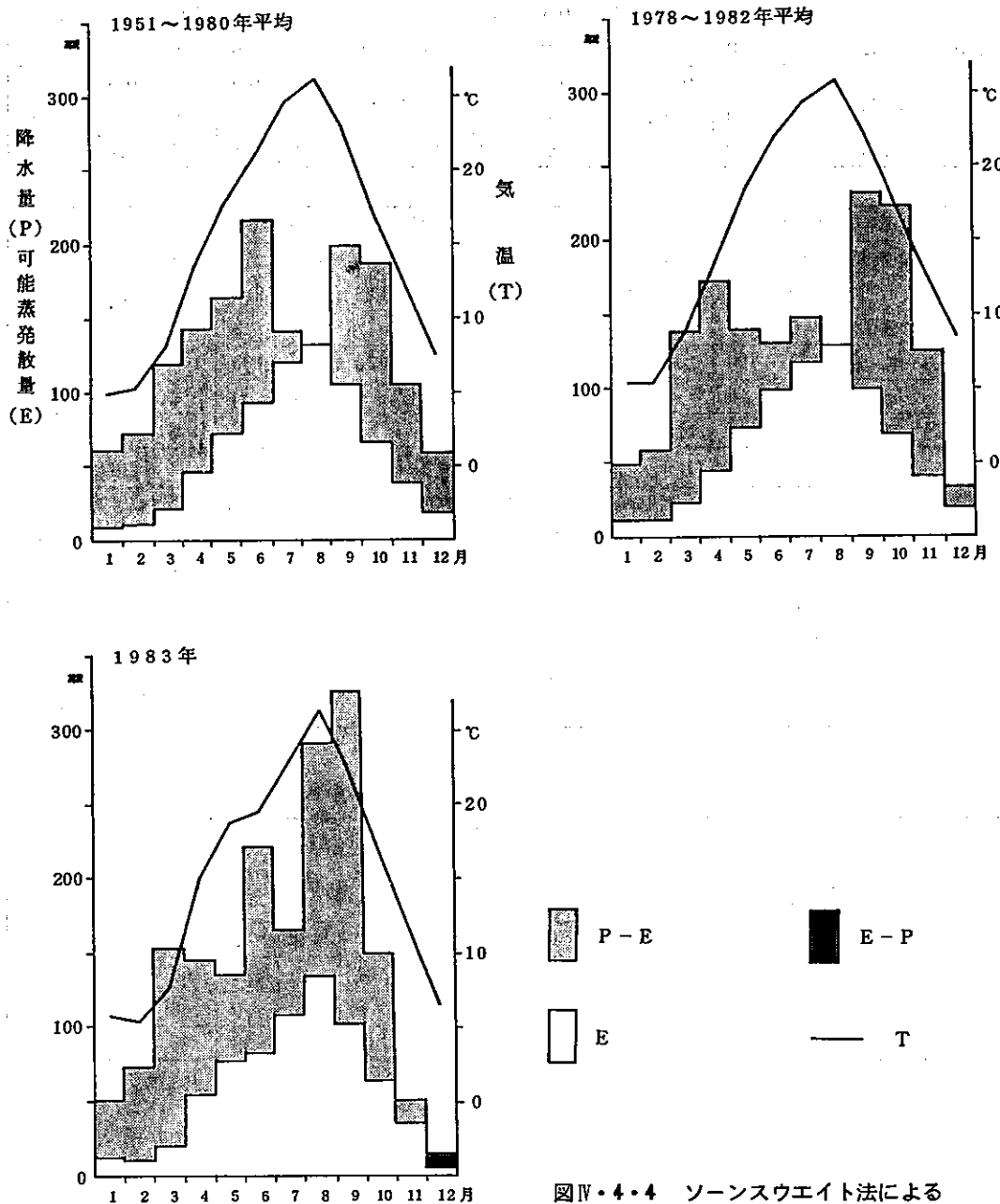
(1) ソーンズウェイト法による横浜の水収支

前記したソーンズウェイトの方法を用いて横浜市代表地点における水収支を算定すると表Ⅳ・４・

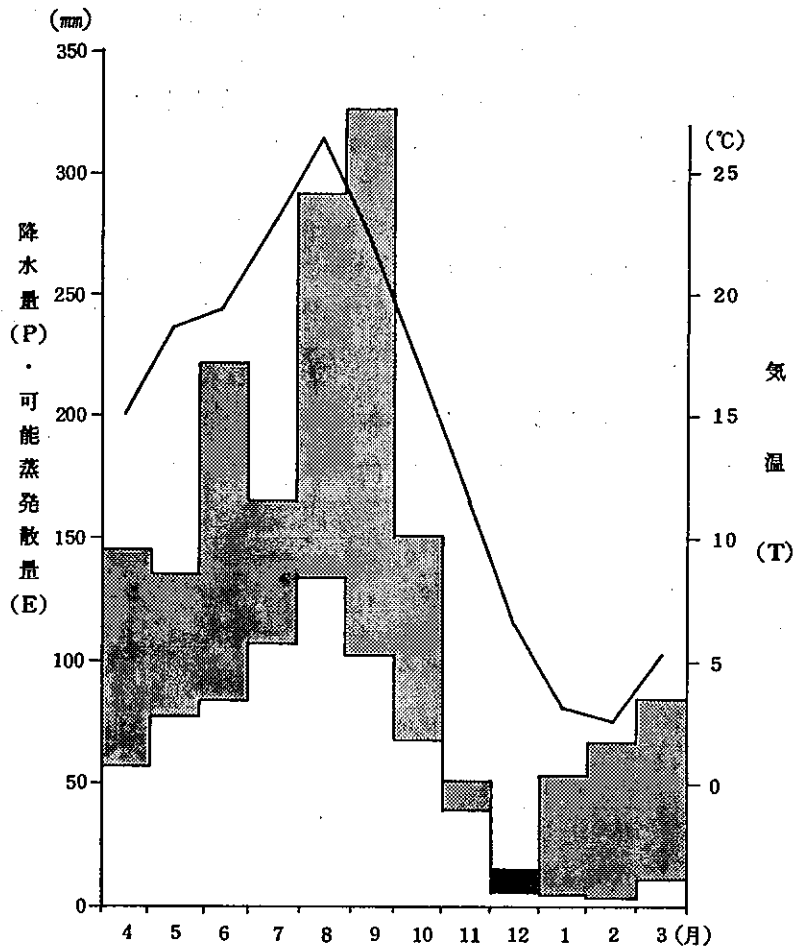
3, 4 および図Ⅳ・4・4, 5の如くである。

ここでいう代表地点とは中区山手町の横浜地方気象台である。

図表にあげた可能蒸発散量(P E)と降水量(P)を比較する場合、後者が多ければ水は過剰となり、後者が少なければ水は不足となる。過剰水は地中水分として一部が貯留され、残りは河川水となって



図Ⅳ・4・4 ソーンズウエイト法による横浜の水収支(1)



図Ⅳ・４・５ ソーンズウエイト法による横浜の水収支(2)
(1983年4月～1984年3月)

流出する。地中水分は100 mmまで貯留されると仮定し、もし蒸発散量が降水量より多くなった場合、まずこの貯留水分が使われ、貯留水分がゼロになったならばはじめて水不足が生じると考える。

表Ⅳ・４・３のⅠとⅡでは、毎月の降水量は年間を通して可能蒸発散量よりすべて多いので、地中水分の変化量は常にゼロである。また地中水分量は100 mmでこれも変化しない。したがって水不足も常にゼロとなる。多すぎた水、すなわち過剰水分は最終的には河川水となって流出される。しかし表Ⅳ・４・３のⅢとⅣのように単年あるいは単年度を基に検討すると、地中水分量に変化が生じる。

水過剰量はいずれの図表も6月あるいは9月に最も多く、また最少のそれは8月あるいは12月に示される。

年水過剰量は経年的データでみると、それぞれ866、837 mm、単年および単年度ではそれぞれ1057、990 mmである。これらの年水過剰量の差は気候要素の1つである降水量が強く影響していると考えられる。

表Ⅳ・４・４の算定結果から年間可能蒸発散量は約700mm(1.93mm/日)である。いま仮りに10mm/日以上以上の降雨のあった50日は蒸発散をしないとすると年間608.5mm(1.67mm/日)になり、実蒸発散量はこの程度と考えられる。したがって、(P-PE)から年水過剰量を算定すると1086.5mmとなり、後記する舞岡川源流域で実測した流出量の値に近似することになる。

(2) 舞岡川源流域の水収支

今回、調査流域における水収支の研究では水文地域を一流域(面積37.8万m²)として行い、水文期間は1983年4月から1984年3月までの1水年を対象として、各月の値を用いて水収支の算定を行った。ここで用いた水収支式は前記した(1)式および(2)式であるが、今回は(2)式を用いて算定を試みた。その結果、水収支表は表Ⅳ・４・５に示す如くである。

表Ⅳ・４・５ 舞岡川源流域における水収支表 (1983年4月～1984年3月)

項目\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	水年
(E')	8.1	11.1	11.9	15.2	19.0	14.5	9.6	5.5	2.1	0.7	0.6	1.7	100
P	164.5	134.0	254.5	142.5	[311.0]	[327.0]	153.5	48.5	7.0	26.5	77.5	102.0	1748.5
D	135.3	83.0	112.8	104.9	184.0	170.2	141.4	67.3	37.7	31.8	50.7	58.4	1177.5
P-D	29.2	51.0	141.7	37.6	127.0	156.8	12.1	-18.8	-30.7	-5.3	26.8	43.6	571.0
E	46.3 (1.54)	63.4 (2.05)	67.9 (2.26)	86.8 (2.80)	108.5 (3.50)	82.8 (2.76)	54.8 (1.77)	31.4 (1.05)	12.0 (0.39)	4.0 (0.13)	3.4 (0.12)	9.7 (0.31)	571.0 (1.56)
(R-B)**	-17.1	-12.4	+73.8	-49.2	+18.5	+74.0	-42.7	-50.2	-42.7	-9.3	+23.4	+33.9	0
S	-17.1 (-0.57)	-29.5 (-0.95)	+44.3 (1.48)	-4.9 (-0.16)	+13.6 (0.44)	+87.6 (2.92)	+44.9 (1.45)	-5.3 (-0.18)	-48.0 (-1.55)	-57.3 (-1.85)	-33.9 (-1.17)	0 (0.00)	-

※ (R-B) = P - D - E

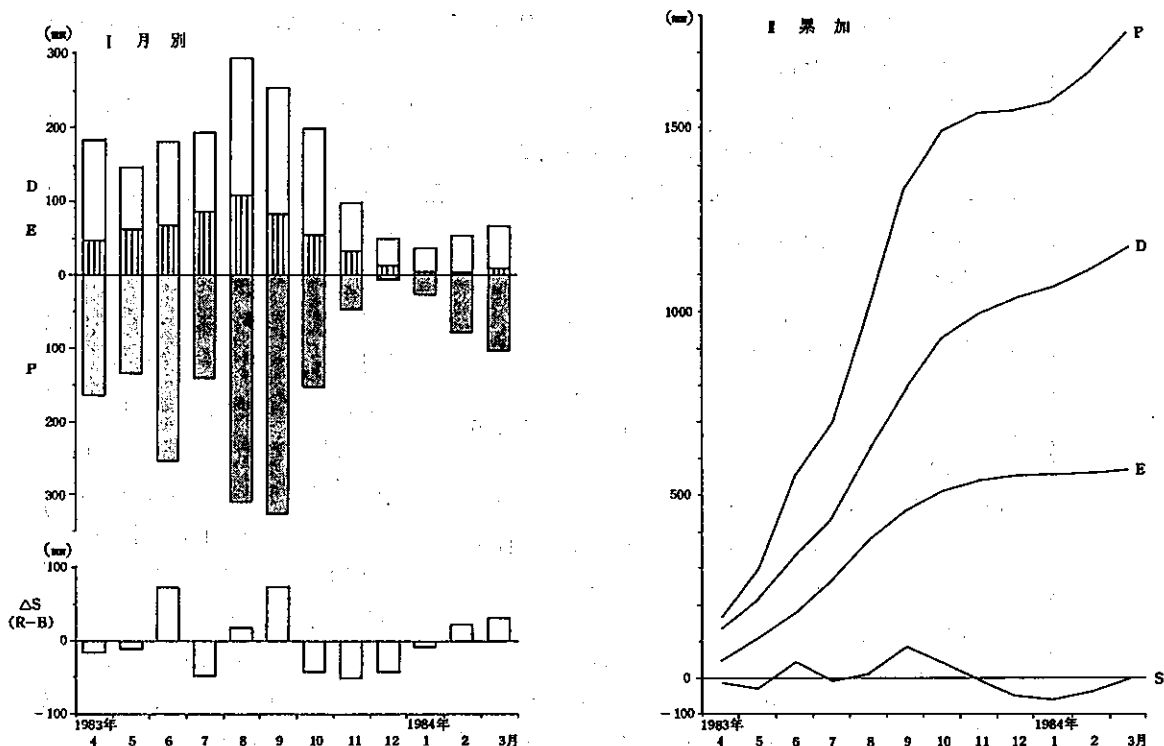
単位: (E')は%, これ以外は全てmm
(): 日平均値 (mm/day)

この場合、水収支の諸成分の算定に当っては次のように行った。降水量(P)は調査流域内で観測した値を中心に用いて行った。流出量(D)については調査流域末端の量水堰の水位観測資料から各月ごとの流出高(mm)を求めた。蒸発散量(E)はソーンズウェイトの方法によって求めた横浜地方気象台の資料から各月ごとの可能蒸発散量(PE)の百分率を用い、これをP-D=E+(R-B)の(P-D)の総量をPEの各月の百分率(E')にしたがって配分して求めた。

以上の如く、P、D、Eを求めたが、(R-B)は(2)式を変形した(R-B)=P-D-Eから各月ごとに求めた。各月ごとの(R-B)を4月から3月まで積算すると、各月における貯留量(S)が求められる。この貯留量の正負の記号の絶対値の和、すなわち87.6+57.3=144.9mmが貯留変化量ΔSの極値(最大)となる。

この表から水収支式の各項を月ごとにみると、降水量(P)は9月に最多で、次いで8月、6月、4月の順に少なくなり、12月に最少を示す。流出量(D)は8月に最多で、順次9月、10月と続き、1月に最少を示す。(R-B)の項では4月、5月に負の値を示し、Bの値がRよりも大きい。これは春季に入り降水量よりも流出量および蒸発散量が多かったことを意味し、さらに7月、10月、12月、1月はいずれも負の値で、特に7月と11月のそれは最も大きい負の値を示している。逆に6月、8月、9月は正の値となり、2月、3月も正の値を示す。このうち6月と9月が最大値である。次に

貯留量(S)は6月、8月、9月、10月が正の値で、これ以外の月は全て負の値である。特に12月から2月にかけては著しい負の値を示しており、1月は -57.3 mm で、減少量が最も多く現われている。この1月の値に流域面積 $37.8 \text{ 万} \text{ m}^2$ を乗ずると約 $216,600 \text{ m}^3$ の水量に相当し、調査流域の水資源的価値はこの時期に大変低いことを示していると推察できる。このことは前記した流域の地下水位の低下傾向にも如実に示されている。



図IV・4・6 舞岡川源流域の水収支

舞岡川源流域における水収支の検討結果から全般的な考察を加えるならば、降水が流出する諸過程において貯留効果よりも表面流出および一時土壌水分貯留から中間流出に転じる過程を経る流出循環が顕著にみられることを示していると考えらる。

なお、今回行った水収支の算定方法では水文期間を1水年として行ったため、観測資料等に限度があり、最適な方向付けなどが十分達成し得なかった。今後はこの流域における長期的な水文観測資料の集積をまわって、より合理的な水収支表を作成して流域の総合的開発の基礎とするとともに、当該流域で得た資料が他地域(流域)へ応用できるように発展させていくことが課題である。(長沼)

最高・最低の記録

観測記録を後からまとめて見直すと、そのときには気がつかなかった興味深いデータが浮かびあがってきます。そこで、特に各観測項目の最高と最低の値について見てみます。それを下の表のようにまとめてみました。

雨量は台風5号と6号の影響で横浜地方气象台(以後「气象台」と略す)でも139.0 mmを記録した8月15日の149.0 mmが舞岡の最大日雨量です。ただし、この値は、雨量計が故障していたので气象台からの推定値です。

最高・最低気温の起日(記録した日)は、气象台のそれと一致しますが、値の最高が36.3℃、最低が-4.8℃で舞岡の方が气象台より低温傾向にあるようです。ちなみに2月の気温は1945年以来の記録の低温で、舞岡でも2月に最低気温が0℃以上あったのは、わずか3日間でした。

《最高・最低》

	最高	最低
日雨量	149.0 mm (8.15)※	
気温	33.2℃ (8.19)	-9.9℃ (2.8)
流量	544. ℓ/s (8.15)	1.7 ℓ/s (6.2,6)
地下水面(水頭)高度		
さくらなみ	45.66 m (8.17)	44.96 m (8.14)
ばらの丸	56.76 m (8.18)	55.72 m (2.11)

※横浜气象台の値からの推定値

最大流量の543.5 ℓ/secは台風5・6号の大雨によるもので、最小流量が6月上旬に現われたのは、水田で水を使う時期のためだと思われます。最大・最小の比は320倍にもなっています。また「おんどまり」と量水堰の月平均流量の最大と最小の比は6倍弱となっています。

《月平均の最高・最低》

観測項目	単位	最高	最低	差	比
雨量	mm	327.0 (9月)	7.0 (12月)	320.0	46.7
気温	℃	25.7 (8月)	0.8 (2月)	24.9	
蒸発量	mm	58.2 (8月)			
流量					
量水堰	ℓ/s	26.0 (8月)	4.5 (1月)	21.5	5.8
おんどまり	ℓ/s	0.85 (8月)	0.10 (12月)	0.75	8.5
うりくぼ	ℓ/s	1.45 (6月)	0.25 (1月)	1.20	5.8
地下水面(水頭)高度					
さくらなみ	m	45.61 (6月)	45.20 (12月)	0.41	
ばらの丸	m	56.14 (10月)	55.81 (2月)	0.31	
大原井	m	50.05 (10月)	49.97 (3月)	0.08	
宮田井	m	50.85 (4月)	50.68 (9月)	0.17	
連続井№1	m	69.06 (10月)	67.31 (3月)	1.75	
連続井№2	m	65.66 (10月)	64.60 (3月)	1.06	
連続井№3	m	61.01 (9月)	60.46 (2月)	0.55	

地下水位は、丘陵上の被圧地下水を観測する「ばらの丸」と連続井№1～3の最高と最低の年平均の差は、連続井№1の1.75 mが最大で比較的小さい変動を示しています。また、最高は9～10月で最低は2～3月に現れます。量水堰と「おんどまり」の流量の最大は8～9月、最

小は12～1月ですので流量と被圧地下水の変動は、だいたい1か月ずれていることとなります。(高井)

V. 水文調査の結果と今後の課題

(まとめにかえて)

1. 水文調査結果の要約

現在、市域で比較的良好な自然状態を有する舞岡川源流域をケース・スタディとして、開発以前の丘陵と谷戸の土地自然的な特性を踏えつつ、水文学的な立場から流域内の水の動態やその変化を定量的に把握する目的で一連の水文調査を実施してきた。その結果、調査流域の土地自然的、水文的な調査および観測結果から次の如く要約することができる。

なお、水文調査の手順は図Ⅰ・3・1に示した通りである。

1) 土地自然的な特性

(1) 調査対象の流域面積は約37.8ha(378,000m²)で、地形的にみた丘陵地と谷地の面積割合はそれぞれ約78, 22%である。

(2) 調査流域における地形は、多摩丘陵低位面(T₂面)に属し、丘陵頂部の標高は90~60m、谷底面(沖積地)のそれは60~40mで、いずれの面もほぼ北方向に緩傾斜している。また、調査流域の地形的な諸元は表Ⅱ・1・1に示した通りである。

(3) 調査流域の構成層は第四紀更新世の海成層から成り、これは相模層群に相当するものである。地層の層序などは表Ⅱ・2・1に示した通りである。

(4) 調査流域の土地利用を面積割合からみると、樹林地、草地・裸地、畑地、水田別はそれぞれ33, 52, 9, 6%(1980年)で、年々農耕地利用としての割合は減少していく傾向にある(図Ⅲ・1・2)。

(5) 調査流域には谷頭部を中心に湧水個別が多く認められるが、その水量は必ずしも多くはない。また、湧水個所の一部谷頭付近にはホタルが生息する自然度の高い水辺環境を形成している。

2) 地表水の特性

(1) 調査流域から流出する水量は1983年3月27日から1984年2月27日までの流量記録(315日)から、最大流量は501ℓ/Sec、最小流量は1.7ℓ/Secである。

(2) 調査流域の流量区別にその発生時間数をみると、5~6ℓ/Secが最も多く665時間、そして4~5ℓ/Secが643時間となり、3~6ℓ/Secが流量区別の発生時間数分布におけるピークを形成している(表Ⅳ・1・1)。

(3) 調査流域における流量の超過確率は5ℓ/Secで86%, 10ℓ/Secで51%, 20ℓ/Secで15%, 30ℓ/Secで10%となり、年間を通して大略11か月間が30ℓ/Sec以下の流量である(表Ⅳ・1・1)。

(4) 調査流域における年間の流況曲線から常に取得可能な流量は2.5ℓ/Sec(湧水量)であり、日流出

高では $0.575 \text{ mm}/\text{日}$ となる (図 IV・1・3)。

(5) 年間を通して最も発生頻度の高い流量は $5.2 \text{ } \frac{\text{mm}}{\text{日}}$ (低水量) であり、日流出高では $1.219 \text{ mm}/\text{日}$ となる (図 IV・1・3)。

(6) 年間を通じて約 6 か月取得可能な流量は $9 \text{ } \frac{\text{mm}}{\text{日}}$ (平水量) であり、日流出高では $2.070 \text{ mm}/\text{日}$ となる (図 IV・1・3)。

(7) 水利用上から流量の最大値の目安は $14.4 \text{ } \frac{\text{mm}}{\text{日}}$ (豊水量) である (図 IV・1・3)。

(8) 月別の流況曲線から、豊水期は春秋に、渇水期は冬夏に出現する (図 IV・1・4)。

(9) 調査流域の流況曲線から各基準流量内で得られる年流出水量は渇水量、低水量、平水量、豊水量で、それぞれ 8, 15, 23, 29 万 m^3 である。

(10) 調査流域の季節別流量調査 (5 回) の結果からみると、湧水部、谷水部、河川部の流量はそれぞれ異った変動をすることが把握できる。すなわち、各区分別に流出高でみると湧水部が最も高く、谷水部と河川部はそれぞれ同程度の値を示す (図 IV・1・6~9)。

(11) 調査流域における河川部の流量は流出高に換算すると、下流側へいくにしたがい高くなり、流域末端の量水堰で最も高い値を示す (図 IV・1・9)。

(12) 調査流域の定期的流量調査 (週 1 回程度) の結果によると、おんどまり (湧水部)、瓜久保 (谷水部)、量水堰地点のそれぞれの流出高を洪水の影響範囲外で比較検討すると、おんどまり地点で最も高く、瓜久保地点で最も低い値を示し、量水堰地点での流出高は多雨期におんどまり地点と、また少雨期には瓜久保地点と同程度の値を示す (図 IV・1・3, 11)。

(13) 調査流域末端の量水堰地点の流出高は、降雨の比較的多い時期には湧水部の流出高に近く、降雨の少ない時期には谷水部の流出高と同程度の値をとる。

(14) こうした湧水部と谷水部の流出高の差は春夏に大きく、秋になって減じて、冬になるとほぼ同程度の値を示す。すなわち両者の差は蒸発散に起因する可能性が強いことを示唆するものと考えられる (図 IV・1・11)。

(15) 調査流域の洪水流出について一雨降水量 10 mm 以上 (33 例) を対象に、その流出係数をみると $0.16 \sim 0.30$ である。一雨降水量と総流出量の関係から流出係数の上限値でみて、

$$\text{総流出量 (D)} = 0.3 \times \text{一雨降水量 (P)}$$

なる関係が得られる。

安藤義久 (1981) が得た多摩丘陵における各試験流域での値は、 $D = 0.30 \sim 0.31 P$ であり、これらとほぼ一致する結果が得られた。また、都市化流域を対象として得た値 (安藤, 1981) を示すと、 $D = 0.68 \sim 0.92 P$ となり、自然流域の流出率の低いことが理解できる。

(16) 調査流域で降雨の際にみられる降雨と流出のそれぞれのピーク時間差は約 20 分程度である。

(17) 調査流域の地表水を対象に季節別の水質調査 (5 回) を 16 か所の定点で実施してきた。これらの水質調査結果は表 IV・2・1 に示す通りである。

(18) 各水質項目についてみると、大略溶存物質量は少ない。しかし無降水が続く、地表水量が減少した場合、地下水の湧出量が占める割合の多くなる状況では電気伝導度 (EC)、塩素イオン (Cl^-)、鉄 (Fe)、アンモニア性窒素 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) に高い値が認められる (図 IV・2・2, 1984 年 8 月の場

合)。

(19) また窒素成分についてみると、総窒素の値は約 $2\sim 3\text{mg}/\ell$ で、農業用水の基準値 $1\text{mg}/\ell$ を上回っている。これは調査流域に住宅がないことから農耕地での施肥が関係していると推察できる。

(20) 調査流域における水質調査の際、細菌類についても分析を行ったが、全ての試料から細菌類が検出されたため(表Ⅳ・2・2)、そのまま飲料水として用いるのには適さない。

(21) 調査流域の水質調査結果から溶存物質の負荷量と流域面積との関係をみると、流域面積が 20ha 程度までの小流域区分で溶存物質負荷量と流域面積とは良い相関を示す(図Ⅳ・2・5)、これは水質形成に寄与する自然的な条件(土壌、地質など)が同一であることを示唆している。

(22) 調査流域の地表水は、水質項目の相関からみると湧水、谷水、河川水という形態をとっても、基本的には流域の水量および水質の季節的な変化が水質特性を決定する重要な要因である。

3) 地下水の特性

(1) 調査流域における水理地質調査および地下水位の観測結果から、地下水の帯水層は屏風が浦層下部の砂層(Ds_3 層)と沖積砂質土層(As 層)の2層である。前者の地層に帯水する地下水は被圧水、後者のそれは不圧水(自由水)である。

(2) 調査流域における帯水層の透水係数は不圧・被圧地下水とも $10^{-4}\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ 前後で、帯水層の一般的な値よりやや小さい傾向にある。これは地層の透水性とともに十分な貯留効果が期待できない要因を示唆している。

(3) 調査流域では地下水の動態を把握する目的で自記水位計を谷底(不圧水)と丘陵(被圧水)上に設置して連続的に観測を行っている(付図、写真19, 20)、この地下水位の観測結果(1983年4月~1984年3月)は図Ⅳ・3・3に示す通りである。

(4) 地下水における水位変化の要因は種々あるが、調査流域では主に自然的な降水、蒸発散、気圧変化、それに人為的なかんがい用水の影響に伴う水位変化である。

(5) 調査流域の地下水では数 mm 程度以上の降水があれば地下水位にその影響を認めることができる。

(6) 調査流域において、降水の影響が地下水の最高水位としてあらわれ始めるまでに要する時間はさくらなみ観測井(不圧水)で4~24時間、ばらの丸観測井(被圧水)で6~58時間である。また、地下水位の上昇量は前者で13~42cm、後者で4~32.5cmである(降水量の欠測期間1983年8月1日~9月6日を除く、表Ⅳ・3・2)。

(7) 調査流域で前記(3)の観測期間中に最高の地下水位を記録したのは、さくらなみ観測井で1983年8月17日、ばらの丸観測井で1983年8月18日である。この時の上昇量は前者の観測井で71cm、後者のそれで85cmを記録している(図Ⅳ・3・3)。

(8) 調査流域の地下水位と湧水量の間には明瞭な比例関係が認められる。特に連続井 $\text{No}3$ とおんどまり湧水点では極めて良い関係が示されている(付図、図Ⅳ・3・7)。

4) 水収支の算定結果

(1) 調査流域における水収支は、1983年4月から1984年3月までの1水年を対象として算定すると表Ⅳ・4・5および図Ⅳ・4・6に示した通りである。

(2) 調査流域における1水年の降水量(P)、流出量(D)、蒸発散量(E)は、水高でそれぞれ

示すと1748.5, 1177.5, 571.0㎜である。これらの値に流域面積を乗ずるとそれぞれの水量は約66.1(P), 44.5(D), 21.6(E)万㎥に相当する。

(3) 表Ⅳ・4・5から水収支各項を月別にみると、降水量は9月に最多(327㎜)で、1月に最少(26.5㎜)を示す。

(4) 調査流域からの流出量は流出高で示すと8月に最多の184.0㎜、月流出量では約7万㎥である。また最少の流出高は1月の31.8㎜、月流出量では約1.2万㎥になる。

(5) 調査流域からの蒸発散量は8月に最多(108.5㎜)で、2月に最少(3.4㎜)を示す。

(6) 調査流域における貯留量(S)は9月に最多で87.6㎜を示す。これを流域面積37.8万㎥で乗ずると約3.3万㎥の水量に相当する。逆に減少量は1月に最多で57.3㎜を示す。これを上記と同様な方法で水量を算出すると、約2.2万㎥になる。調査流域の水資源的価値はこの時期に最も低いことを示唆している。

(7) 調査流域における貯留変化量(ΔS)は最大で144.9㎜(87.6+57.3)である。

(8) 調査流域における年間の流出率は水収支式(D/P)から求めると0.673(67.3%)である。

(9) 調査流域の水収支算定結果から、降水が流出する諸過程において地下水の貯留効果よりも表面流出および一時土壌水分貯留から中間流出に転じる過程を経る流出循環が顕著である。

(10) 水収支の算定を行う場合、対象流域の大きさに留意する必要がある。小流域では流域のもつ自然的条件や気象条件などが比較的均一で、流域特性が水収支の状態に顕著に反映する。大流域の場合、水収支にみられる流域の自然的特性は一般に平準化され、不明確になる傾向がある。他の流域で水収支の関係を比較検討する際、流域の大きさを考慮した地域設定が重要である。

2. 今後の課題と問題点

水文的な立場からの調査は、水循環の過程において、一つの流域や地域を単位として、一定期間内における水量がどのように供給され、どのように支出されるかのバランスシートの問題である。したがって、一定流域(地域)・一定期間内における降水量がその収入で、支出分はそれが河川水・地下水として流出し、蒸発散となって再び大気中へもどっていく量である。この過程において、仮に収入分の水水量が減少した場合、当然ながら支出分の水水量に同様な傾向で、その影響があらわれる。しかし、収入分が減少しても、支出分のうち河川への流出量が増加する場合がある。この原因は多くの場合、流域(地域)の土地開発に伴って浸透量・貯留量を減少させ、粗度を低下させる行為の積み重ねで生じ、その結果急速な出水を助長させる。

かかる現象を適確に把握するためには、ある開発行為が計画、実施される内容とともに、水文環境の何が、どの程度、どのように変化するかを明確にすることにある。

水文調査で重要なことは、降水量や流量の単なる測定法や処理手法を習熟することも必要であるが、得られた水文資料からそこに生じている水文現象をどのように把握し理解するかに重点をおく必要がある。すなわち、降水量や流量の観測値を通して、開発地域あるいはその周辺で、浸透・貯留・流出などを観測値と結び、地域の特性と総合的な水文現象の特質を理解することが肝要である。したがって、いかに信頼性の高い水文資料の集積を行っていくかが重要で、そのためには今後共水文観測・調

査を継続的に実施して、水文資料を収集、解析することが必要である。

一方、舞岡川源流域の上流側とその近傍の約19haは自然公園として計画決定しており、そのためにも生物、生態系を対象に自然環境の保全が最重要課題となる。好ましい自然環境を維持していくためには感覚的な表現や方法によるだけでなく、科学的な方法による測定と、それに基づく基準をもって評価することが必要で、こうした観点からも基本的には水文の量と質が要求される。

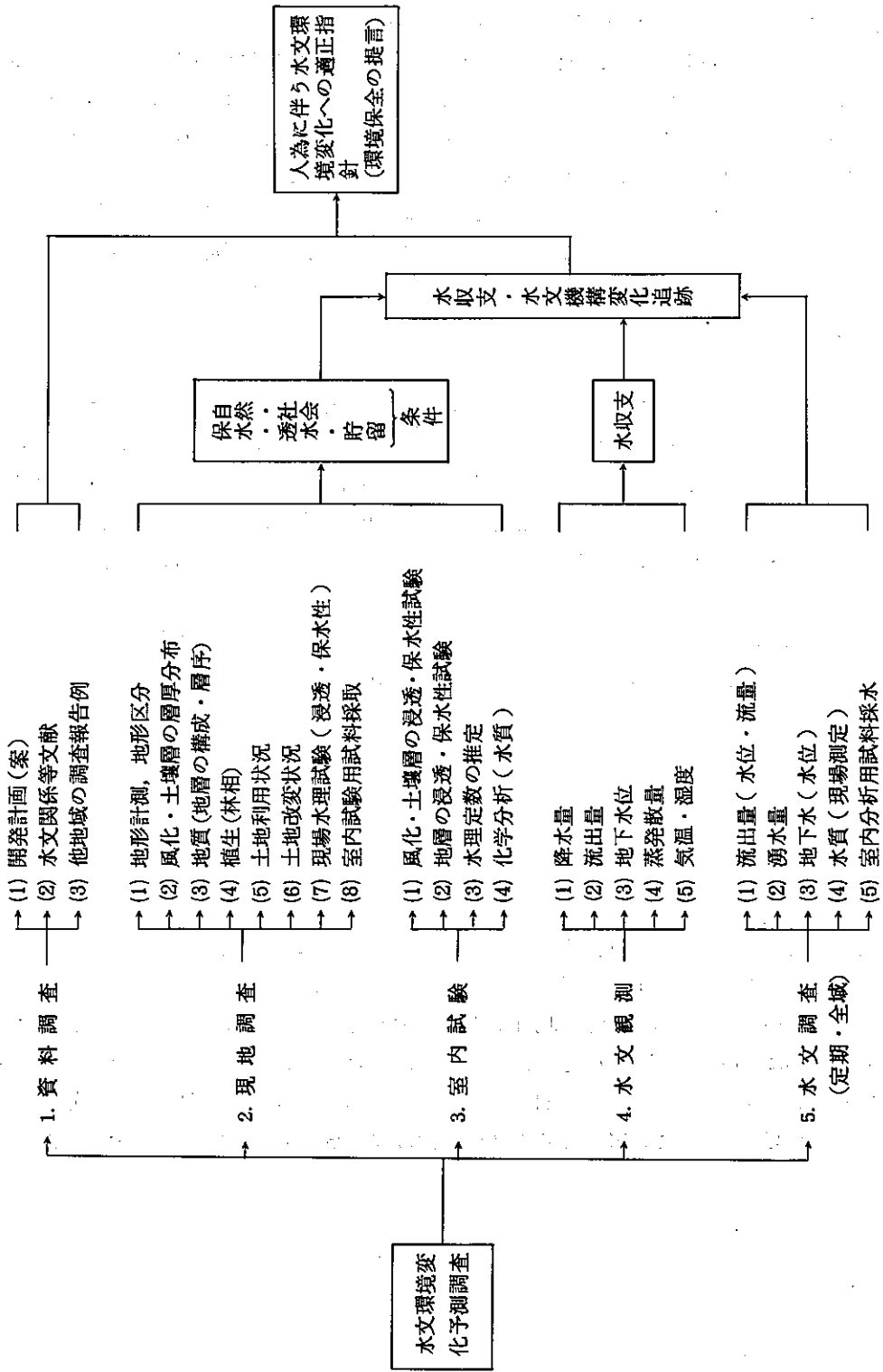
また、横浜市区において、丘陵地の水文学的な調査例は稀少であり、なかでも丘陵斜面における水の挙動に関しては今後の調査によるところが大きく、現在水文資料の不足が指摘できる。さらに丘陵地は都市化の進展も顕著であることから、丘陵地の水文環境などの望ましい方策を検討することが緊急課題である。

こうした現状から、今回実施している多摩丘陵の一流域での調査は、継続的な水文資料を得て、検討、解析を加えていくことにより、調査流域のみならず他の丘陵地域（流域）へも応用することが可能と考える。なお、図V・2・1は水文環境の調査を実施していく場合の項目とともに、その変化を予測・評価していく過程と環境保全の方策を検討する考え方を流れ図で示したものである。舞岡川源流域では、このような方法と考え方で調査を進めており、1982年度には基礎的な調査を、1983年度には水文観測・調査を中心により具体的かつ詳細な資料の積み重ねを行うことに主眼を置き実施してきた。

それらの成果は、いままで述べてきたように整理されるが、本報告書では今回実施してきた水文調査のすべてを網羅できたわけではない。十分検討を加えられなかった内容・項目は今後の課題として残されている。

・謝 辞

この調査に当たり、横浜市緑政局職員の方々からは水理地質調査、水文観測施設の設置ならびに資料の提供などで多大なるご協力、ご配慮をいただいた。戸塚消防署と豊田消防出張所の方々には災害および降水資料の提供、さらに戸塚区舞岡町北見貞治氏には舞岡地区の農作業、同町金子政夫氏には舞岡地区の地名について、それぞれご教示、ご協力いただいた。また、多くの水文観測資料の整理・作図については、駒沢大学文学部地理学科学学生星野浩君、製図の際には日本地理学会事務局黒瀬匡子さん、日本大学理工学部学生下田拓生君のご協力を得た。これらの方々には深く謝意を表する次第である。



図V・2・1 水文環境の変化予測調査の考え方〔特に水収支と流出・地下水の変化〕

○おわりに

本調査は自然のよく保存されている舞岡川源流域をモデル流域として選び、流域内の水収支等を明らかにするために実施したものです。

調査にあたっては、緑政局のご協力により流域内で水理地質調査を実施するとともに、地下水観測井、量水堰、雨量計、蒸発計等の必要な観測施設を設置しました。

本調査結果は1983～84年の調査観測データをもとにしたものであり、この点では時間的制約上十分に検討できなかった面もありますが、多少なりとも本報告書が、関係各位の参考になれば幸いだと考えております。

なお、本調査は当公害研究所が横浜水文学研究会に委託して実施したのですが、定期測定とデータ整理・水質分析の一部については当公害研究所が実施しました。

調査者

• 横浜水文学研究会

長沼信夫 駒沢大学文学部地理学教室(地理学, 水文学)

野澤種美 関東学院大学工学部土木工学科(河川工学, 水文学)

高木正博 駒沢大学文学部地理学教室(地理学, 水文学)

• 横浜市公害研究所

高井健雄

森 清和

五十嵐浩

参 考 文 献

- 安藤 義久 (1981) : 丘陵地の水循環機構と都市化によるその変化に関する研究, 東京大学学位論文, 254 P
- 市川 新 (1980) : 都市河川的環境科学, 培風館, 247 P
- 市川 正巳 (1973) : 水文学の基礎, 古今書院, 310 P
- 神奈川県 (1976) : 都市化による柏尾川流況への影響調査
- 榎根 勇 (1980) : 水文学 (自然地理学講座 3), 大明堂, 272 P
- 国土庁長官官房水資源部編 (1984) : 日本の水資源, 138 P
- 小島貞男・相沢金吾 (1977) : 新水質の常識, 日本水道新聞社, 194 P
- コムリー, A. L. (1982) : 因子分析入門, サイエンス社, PP. 45~65
- 菅原 正巳 (1972) : 流出解析法 (水文学講座 7), 共立出版, 257 P
- 鈴木義一郎 (1983) : 例解多変量解析, 実教出版, 173 P
- 高山茂美編 (1983) : 丘陵地の流出特性に関する研究, 文部省科研費補助金報告書, 91 P
- 土木学会編 (1971) : 水理公式集, 616 P
- 半谷 高久 (1960) : 水質調査法, 丸善, 399 P
- 松尾 俊郎 (1976) : 日本の地名 - 歴史のなかの風土 -, 新人物往来社, 254 P
- 三梨 昂・菊地隆男 (1982) : 横浜地域の地質 (1/50,000 図幅), 地質調査所, 72 P, 付図 1 葉
- 森 和紀・原 昭宏・吉越昭久 (1980) : 河川水質の地図化に関するひとつの試み - 長良川上流域を事例として -
水文環境の地図化に関する研究, 昭和 54 年度科研費総合研究 A 報告書, PP. 1~6
- 柳田 国男 (1968) : 地名の研究, 角川文庫, 316 P
- 山本 莊 毅 (1983) : 新版地下水調査法, 古今書院, 490 P
- 横 浜 市 (1981) : よこはま 21 世紀プラン, 194 P
- 横 浜 市 (1981) : (仮称) 舞岡公園基本構想報告書, 86 P
- 横 浜 市 (1981) : (仮称) 舞岡公園基本計画報告書, 193 P
- 横 浜 市 (1981) : (仮称) 舞岡公園植生調査報告書, 52 P
- 横浜市公害研究所 (1981) : 帯水層々序確定のための地質調査, 公害研資料 112, 72 P, 付図 4 葉
- 横浜市公害研究所・横浜水文学研究会 (1983) : 舞岡公園予定地水収支調査報告書, 72 P, 付図 3 葉
- 横浜市公害対策局 (1983) : 横浜の源流域 - 谷戸の自然とその保全策について -, 公害資料 112, 260 P
- 横浜市緑政局 (1983) : 舞岡公園水理地質調査委託業務報告書, 87 P, 付図 9 葉
- 横浜地方気象台 (1983~84) : 神奈川県気象月報, 昭和 58 年 4 月~昭和 59 年 3 月, 気象協会横浜支部, 各 12 P

参 考 図 書

1. 入門書・普及書

- 新井 正 (1980) : 日本の水 (環境と人間の科学 4) , 三省堂 , 286 P
大田正次 (1967) : 雨 , コロナ社 , 128 P
大森昌衛編 (1967) : 地学野外調査の方法 , 築地書館 , 260 P
小出 博 (1966) : 自然を作りかえる人間 (地球の歴史文庫) , 福村出版 , 145 P
古島 敏男 (1967) : 土地に刻まれた歴史 , 岩波新書 , 222 P
高橋 裕 (1971) : 国土の変貌と水害 , 岩波新書 , 216 P
高橋 裕編 (1982) : 水のはなし I , II , III , 技報堂
地下水ハンドブック編集委員会 (1979) : 地下水ハンドブック , 建設産業調査会 , 1537 P
地学団体研究会 (1976) : 海洋と陸水 (新地学教育講座 10) , 東海大学出版会 , 160 P
地学団体研究会 (1977) : 自然と人間 (新地学教育講座 16) , 東海大学出版会 , 178 P
細井正延ほか (1974) : 河川 (わかり易い土木講座) , 彰国社 , 356 P
三木和郎 (1984) : 都市と川 , 農山漁村文化協会 , 219 P
村下 敏夫 (1968) : 水井戸のはなし , ラティス , 152 P
山本 莊毅 (1983) : 新版地下水調査法 , 古今書院 , 490 P

2. 専門書

- 市川正己 (1973) : 水文学の基礎 , 古今書院 , 310 P
金子 良 (1973) : 農業水文学 (水文学講座 12) , 共立出版 , 286 P
榎根 勇 (1973) : 水の循環 (水文学講座 3) , 共立出版 , 230 P
榎根 勇 (1980) : 水文学 (自然地理学講座 3) , 大明堂 , 272 P
建設省河川局 (1978) : 建設省河川砂防技術基準 (案) , 647 P
小出 博 (1973) : 日本の国土 上・下 , 東京大学出版会 , 556 P
高橋 裕編 (1978) : 河川水文学 (水文学講座 11) , 共立出版 , 218 P
中野 秀章 (1976) : 森林水文学 (水文学講座 13) , 共立出版 , 228 P
日野・榎根・尾田ほか訳 (1983) : カークビー新しい水文学 , 朝倉書店 , 330 P
山本 莊毅編 (1968) : 陸水 (地球科学講座 9) , 共立出版 , 347 P
山本 莊毅編 (1972) : 水文学総論 (水文学講座 1) , 共立出版 , 227 P

水文観測結果一覽表

1983年4月から1984年3月まで

説 明

○連続記録の“—”は欠測を示す。

○日 数 …… 雨量, 蒸発量は起日, それ以外は観測日数。

○雨 量 …… 空白部は無降水あるいは降水が0.5 mm以下だった日。

1983年8月と9月の()内の値は横浜地方気象台からの推定値。

$M = 1.07Y - 0.41$ M: 調査流域の降水量

Y: 横浜地方気象台の降水量

詳しくは本文85, 88ページ参照

○蒸発量 … 空白部は蒸発の認められなかった日, あるいは降水のあった日。

○気 温 …… 平均気温は3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24時の8回平均。最高, 最低は極値。

○おんどまり・瓜久保の流量, 大原井・宮田井・連続井No.1~3の値はその日の10時30分から14時に観測したもの。

4月 (1983)

日	雨量 (mm)	気温 (℃) 平均 最高 最低	蒸発量 (mm)	おんど 流量	流り 水温	眞瓜久保 流量	(1/sec) 水量	くら さなみ	下 丸	水 大原井	面 宮田井	高 連続井 NO.1	度 連続井 NO.2	(T.P.m) 連続井 NO.3	
1	31.5	-	-	-	-	-	35.6	45.54	56.00	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	19.5	45.58	56.07	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	-	-	13.3	45.53	55.97	-	-	-	-	-	
4	0.5	-	-	-	-	-	-	45.45	55.95	-	-	-	-	-	
5	-	-	-	-	-	-	-	45.43	55.93	-	-	-	-	-	
6	-	-	-	-	-	0.40	-	45.37	55.90	50.00	50.88	67.55	64.87	60.81	
7	-	-	-	-	-	-	8.5	45.33	55.92	-	-	-	-	-	
8	5.5	-	-	-	-	-	12.4	45.39	55.96	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	8.3	45.39	55.92	-	-	-	-	-	
10	17.5	-	-	-	-	-	13.7	45.37	55.93	-	-	-	-	-	
11	15.0	-	-	-	-	-	35.0	45.59	56.03	-	-	-	-	-	
12	1.5	-	-	-	-	-	14.4	45.58	56.00	-	-	-	-	-	
13	-	-	-	-	-	-	10.5	45.55	55.90	-	-	-	-	-	
14	-	-	-	-	-	-	8.8	45.46	55.86	-	-	-	-	-	
15	21.0	-	-	-	-	-	26.2	45.52	55.97	50.01	50.89	64.90	60.77	-	
16	8.0	-	-	-	-	-	17.4	45.59	56.01	-	-	-	-	-	
17	30.0	-	-	-	-	-	51.3	45.60	56.01	-	-	-	-	-	
18	-	-	-	-	-	-	21.7	45.59	56.01	-	-	-	-	-	
19	4.0	-	-	-	-	-	20.1	45.58	56.01	-	-	-	-	-	
20	0.5	-	-	-	-	-	15.6	45.58	56.01	-	-	-	-	-	
21	-	-	-	-	-	0.55	12.8	45.50	55.99	50.00	50.83	67.95	64.97	60.89	
22	19.5	-	-	-	-	-	30.5	45.52	56.06	-	-	-	-	-	
23	-	-	-	-	-	-	-	45.57	56.09	-	-	-	-	-	
24	-	-	-	-	-	-	-	45.52	55.99	-	-	-	-	-	
25	-	-	-	-	-	-	-	45.43	55.97	-	-	-	-	-	
26	-	-	-	-	-	0.49	15.6	45.35	55.97	49.99	50.80	68.18	65.02	60.83	
27	-	-	-	-	-	-	-	45.28	56.03	-	-	-	-	-	
28	10.0	-	-	-	-	-	-	45.34	56.02	-	-	-	-	-	
29	-	-	-	-	-	-	-	45.50	56.07	-	-	-	-	-	
30	-	-	-	-	-	-	-	45.41	56.05	-	-	-	-	-	
日数	13	0 0 0	0	0.2	4	4	19	30	30	4	4	3	4	4	
平均	-	-	-	0.52	15.6	0.67	16.9	45.48	55.99	50.00	50.85	67.89	64.94	60.83	
合計	164.5	-	-	流出高 135.3 mm				-	-	-	-	-	-	-	-
最高	31.5	-	-	-	-	-	51.3	45.60	56.09	-	-	-	-	-	
最低	-	-	-	-	-	-	8.3	45.28	55.86	-	-	-	-	-	

5月 (1983)

日	雨量 (mm)	気温 (°C)		蒸発量 (mm)	おんどま 流量		量		(1/sec)		地 さくら なみ	下 ばらの 丸	水 大原井	面 宮田井	高 連続井 NO.1	度 連続井 NO.2	(T.P.m) 連続井 NO.3
		平均	最高最低		流量	水温	流量	水温	量水せき	水温							
1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.35	55.97	-	-	-	-	-
2	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.35	56.00	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.27	55.94	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	0.41	15.4	0.32	16.2	-	-	45.22	55.96	49.98	50.85	68.40	64.99	60.72
5	-	-	-	-	-	-	-	-	5.9	-	45.18	56.00	-	-	-	-	-
6	7.5	-	-	-	-	-	-	-	9.2	-	45.16	56.03	-	-	-	-	-
7	7.0	-	-	-	-	-	-	-	14.4	-	45.42	56.15	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7	-	45.35	56.11	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2	-	45.22	56.01	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	4.3	-	45.14	55.95	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	-	45.09	55.94	-	-	-	-	-
12	7.0	-	-	-	0.34	15.1	0.28	15.7	5.2	17.0	45.07	55.99	49.99	50.87	68.40	64.93	60.66
13	10.0	-	-	-	-	-	-	-	21.0	-	45.41	56.07	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	-	45.40	56.06	-	-	-	-	-
15	3.0	-	-	-	-	-	-	-	8.5	-	45.31	55.94	-	-	-	-	-
16	73.5	-	-	-	-	-	-	-	67.0	-	45.52	56.02	-	-	-	-	-
17	10.0	-	-	-	-	-	-	-	43.1	-	45.59	56.16	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	0.58	15.0	0.81	16.8	12.6	17.6	45.58	56.01	49.99	50.82	68.30	64.88	60.79
19	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0	-	45.58	56.01	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-	45.58	56.02	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8	-	45.58	56.03	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2	-	45.57	56.04	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5	-	45.56	56.03	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8	-	45.54	56.01	-	-	-	-	-
25	8.5	-	-	-	-	-	-	-	11.6	-	45.52	56.01	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	0.32	15.3	0.34	16.0	12.0	15.7	45.58	55.98	50.00	50.80	68.27	64.89	60.67
27	-	-	-	-	-	-	-	-	6.7	-	45.58	55.97	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	7.1	-	45.57	56.01	-	-	-	-	-
29	5.5	-	-	-	-	-	-	-	10.1	-	45.56	56.03	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	-	45.58	56.04	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2	-	45.58	56.05	-	-	-	-	-
日数	11	0	0	0	4	4	4	4	27	3	31	31	4	4	4	4	4
平均	-	-	-	-	0.41	15.2	0.44	16.2	11.7	16.8	45.42	56.02	49.99	50.84	68.34	64.92	60.71
合計	134.0	-	-	-	流出高		83.0	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
最高	73.5	-	-	-	-	-	-	-	67.0	-	45.59	56.16	-	-	-	-	-
最低	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	-	45.07	55.94	-	-	-	-	-

6月 (1983)

日	雨量 (mm)	気温 平均 最高 最低 (°C)	蒸発量 (mm)	おんどまり 流量 水温	眞瓜久保 流量 水温	(1/sec) 量水せき 流量 水温	地くら さくろ なみ	下 ばらの 丸	水原井 大原井	画面 宮田井	高 連梳井 NO.1	度 連梳井 NO.2	(T.P.m) 連梳井 NO.3
1				0.26 15.7	0.19 17.1	4.0	45.57	56.06	50.00	50.80	58.22	64.82	60.62
2						2.4	45.46	56.04					
3						2.1	45.46	56.02					
4						2.6	45.59	55.98					
5						2.1	45.58	55.94					
6	6.0					2.6	45.57	55.95					
7						4.9	45.60	55.98					
8						4.3	45.61	55.94					
9				0.22 16.2	0.16 18.3	3.2 18.6	45.61	55.96	49.98	50.79	68.16	64.77	60.58
10	14.5					7.9	45.61	55.98					
11	1.0					7.1	45.61	55.96					
12	18.0					11.6	45.62	55.92					
13	30.5					38.6	45.63	56.02					
14						7.5	45.61	56.01					
15						4.8	45.60	55.95					
16	27.5					23.2	45.60	55.96					
17	3.0			0.31 15.4	0.74 17.7	15.0 19.7	45.61	55.99	50.02	50.78	68.06	64.72	60.60
18	6.0					14.4	45.62	55.96					
19						9.7	45.62	55.95					
20	45.5					21.7	45.62	55.95					
21	69.5					142.4	45.64	56.09					
22	3.0					27.4	45.63	56.12					
23	7.5					25.9	45.63	56.07					
24	18.0			0.78 15.5	4.72 17.6	30.3 20.2	45.64	56.08	50.03	50.78	68.27	65.14	61.02
25	1.0					19.6	45.64	56.09					
26						13.8	45.64	56.08					
27	3.0					14.8	45.64	56.08					
28	0.5					12.2	45.63	56.08					
29						9.4	45.63	56.05					
30			2.2			8.1	45.64	56.07					
日数	16	0 0 0	1	4 4 4 4	4 4 4 4	30 3	30	30	4	4	4	4	4
平均				0.39 15.7	1.45 17.7	16.5 19.5	45.61	56.01	50.01	50.79	68.18	64.86	60.71
合計	254.5		2.2		流出高	112.8 mm							
最高	69.5		2.2			142.4	45.64	56.12					
最低						2.1	45.46	55.92					

7月 (1983)

日	雨量 (mm)	気温(°C)		蒸発量 (mm)	流量		(1/sec)		地さくらの なみ	水面高		(T.P.m)					
		平均	最高最低		おんどまり 流量	流り 水温	量	瓜久保 水温		量水せき 水温	下 ら		大原井	宮田井	連続井 NO.1	連続井 NO.2	連続井 NO.3
1					0.48	15.6	0.33	18.8	7.6	19.6	45.64	50.08	50.02	50.79	68.57	65.13	60.83
2				2.0				7.4			45.64	56.07					
3	22.0							25.2			45.65	56.09					
4				2.0				9.3			45.65	56.09					
5	32.5							39.7			45.64	56.10					
6	7.5				0.57	15.5	1.04	19.1	21.9	20.3	45.63	56.11	50.06	50.80	68.57	65.05	60.80
7	3.5							14.5			45.63	56.08					
8	15.0							28.8			45.63	56.06					
9	34.0							46.0			45.63	56.06					
10								27.1			45.63	56.05					
11								18.5			45.63	56.05					
12				1.8				13.5			45.62	56.06					
13				3.2				12.2			45.62	56.08					
14				4.0	0.45	16.0	0.45	19.0	10.8	20.5	45.61	56.08	50.02	50.78	68.64	65.18	60.91
15	9.5							17.0			45.61	56.08					
16	2.5							14.1			45.61	56.08					
17	0.5							11.8			45.61	56.08					
18	2.5							12.3			45.60	56.08					
19				2.0	0.41	16.0	0.45	19.0	8.7		45.54	56.08	50.04	50.77	68.69	65.10	60.78
20	9.0							13.1	20.6		45.50	56.09					
21	1.5							14.1			45.60	56.11					
22				1.0				9.1			45.57	56.07					
23	0.5							8.8			45.49	56.06					
24	0.5							10.2			45.43	56.05					
25	1.5							14.2			45.40	56.03					
26				1.5				13.6			45.50	56.01					
27				2.0				10.0			45.57	56.01					
28				4.0	0.28	17.2	0.27	21.0	5.1	22.9	45.46	56.01	50.02	50.76	68.48	64.92	60.66
29				5.0				4.6	22.0		45.32	55.99					
30				3.0				5.3			45.24	55.98					
31				3.5				4.3			45.19	56.00					
日数	15			13	5	5	5	31	5	5	31	31	5	5	5	5	5
平均					0.44	16.1	0.51	19.4	14.8	20.6	45.55	56.06	50.03	50.78	68.59	65.08	60.80
合計	142.5			35.0													
最高	34.0			5.0				46.0			45.65	56.11					
最低								4.3			45.19	55.98					

8月 (1983)

日	雨量 (mm)	気温 (°C) 平均 最高 最低	蒸発量 (mm)	おんどまわり 流量	流り 流量	葦 瓜久保 流量	(1/sec) 水量	さくら なみ	地 ばらの 丸	下 大原井	水 宮田井	面 連続井 NO.1	高 連続井 NO.2	度 連続井 NO.3	(T.P.m)
1		24.4 28.0 21.7					5.3	45.17	55.99						
2	(4.0)	22.5 25.8 21.0		0.23	16.5	0.33	20.4	45.22	55.97	50.01	50.76	68.39	64.87	60.64	
3		25.3 29.3 20.0	3.0				5.1	45.17	55.94						
4		27.4 32.0 23.8	3.3				4.3	45.12	55.94						
5		28.1 32.0 24.5	4.0				4.0	45.10	55.93						
6		28.4 32.2 25.2	4.0				3.3	45.07	55.92						
7		28.3 30.9 26.0	5.0				3.0	45.05	55.91						
8		28.7 33.0 25.8	3.0				2.9	45.03	55.88						
9		28.3 33.0 24.2	2.7				2.7	45.02	55.86						
10		26.8 29.5 25.0	2.0				2.7	45.00	55.87						
11		26.2 31.8 23.2	4.5			0.22	21.4	44.99	55.87						
12		25.9 30.9 22.0	3.0				2.6	44.98	55.88						
13	(1.0)	26.7 32.2 22.0	4.0				2.4	44.97	55.87						
14		25.4 28.0 23.9					5.4	44.98	55.87						
15	(149.0)	24.7 25.4 24.1					143.0	45.43	55.93						
16	(35.5)	25.6 28.3 25.0					112.9	45.61	56.01						
17	(93.0)	24.7 25.2 24.0					170.4	45.63	56.21						
18	(18.0)	25.6 27.8 24.1					77.9	45.62	56.52						
19		28.7 33.2 24.0	1.0				42.1	45.61	56.37						
20		26.4 32.2 23.0	4.2				28.3	45.61	56.29						
21	(6.5)	22.0 23.3 21.0					31.6	45.61	56.25						
22		24.3 26.2 21.8					22.4	45.61	56.18						
23	(1.0)	24.6 25.0 19.8		0.73	16.7	0.75	21.2	45.60	56.10	50.05	50.72				
24		20.1 22.0 18.9					19.5	45.60	56.07						
25		24.4 28.7 19.5	1.5				15.4	45.59	56.06						
26		- - -	1.5				14.0	45.59	56.05						
27		- - -	1.0				13.3	45.59	56.05						
28		- - -	2.0				12.5	45.59	56.06						
29		- - -	4.5				11.1	45.58	56.05						
30		26.6 31.0 24.0	3.5	0.42	17.2	0.44	21.6	45.50	56.03	50.04	50.67	69.09	65.55	60.84	
31		24.8 29.0 23.0	2.2				10.0	45.42	56.01						
日数	(9)	27 27 27	20	3	3	4	4	31	31	3	3	2	2	2	
平均		25.7 29.1 23.0		0.46	16.8	0.44	21.2	45.34	56.03	50.03	50.72	68.74	65.21	60.74	
合計	(311.0)		58.2				流出高	184.0 mm							
最高	(149.0)	28.7 33.2 26.0	5.0				170.4	45.63	56.52						
最低		20.1 22.0 18.9					2.4	44.97	55.86						

1.0月 (1983)

日	雨量 (mm)	気温 平均 最高 最低 (℃)	蒸発量 (mm)	おんどま り流量 水温	量 瓜久保 流量 水温	(l/sec) 瀬水せき 流量 水温	地くら さく なみ	下 ばらの 丸	水 大原井	面 宮田井	高 連統井 NO.1	度 連統井 NO.2	(T.P.m) 連統井 NO.3
1	7.0	19.3 26.0 15.2				37.1	45.59	56.21					
2		16.2 25.0 15.2	2.1			25.2	45.59	56.19					
3		20.5 25.9 15.2				21.5	45.58	56.17					
4		- - -		1.11 16.8	0.92 17.6	19.1 17.4	45.58	56.16	50.05	50.70	69.39	66.05	61.14
5	16.5	- - -				31.1	45.60	56.17					
6		- - -	1.8			17.1	45.58	56.16					
7		- - -	1.5			15.2	45.56	56.12					
8		- - -				14.6	45.52	56.06					
9	10.0	- - -				20.9	45.56	56.09					
10	1.0	- - -				16.5	45.57	56.11					
11	48.5	- - -				67.6	45.60	56.19					
12		- - -	1.0			22.6	45.58	56.16					
13		- - -	1.0			17.9	45.57	56.16					
14	0.5	- - -				15.8	45.56	56.16					
15	5.0	- - -				15.0	45.54	56.11					
16	15.5	- - -				32.0	45.58	56.16					
17		- - -	2.2	0.73 16.7	0.94 16.2	16.2 16.2	45.54	56.19	50.06	50.76	68.92	65.56	60.88
18		12.0 17.1 13.2	1.0			13.9	45.49	56.13					
19	15.5	10.9 12.0 10.0				22.5	45.49	56.13					
20	0.5	15.2 20.7 10.0				17.9	45.57	56.17					
21	6.0	13.3 16.0 12.2				17.7	45.56	56.13					
22		15.2 19.4 11.2				15.0	45.55	56.14					
23		14.2 17.5 10.0				13.3	45.50	56.16					
24	0.5	10.6 15.7 6.0				11.8	45.45	56.13					
25		10.1 18.8 2.8	1.0			11.0	45.40	56.08					
26	0.5	10.7 17.1 4.0				10.7	45.37	56.05					
27	26.5	13.5 20.3 9.8		0.59 16.3	1.79 13.3	34.6 12.9	45.56	56.15	50.05	50.61	68.87	65.37	60.79
28		12.6 18.0 9.1	2.0			13.7	45.53	56.11					
29		12.4 20.8 9.0	0.8			11.5	45.46	56.14					
30		- - -				10.2	45.39	56.09					
31		- - -	0.9			10.2	45.37	56.09					
日数	14	15 15 15	12	3 3 3 3 3	3 3 3 3 3	31 31 3	31	31	3	3	3	3	3
平均		13.8 19.4 10.2		0.81 16.6	1.22 15.7	20.0 15.5	45.53	56.14	50.05	50.69	69.06	65.66	60.94
合計	153.5		16.5		流出高	141.4 mm							
最高	48.5	20.5 26.0 15.2	2.2			67.6	45.60	56.21					
最低		10.1 12.0 2.8				10.2	45.37	56.05					

11月 (1983)

日	雨量 (mm)	気温 平均 最高 最低 (℃)	蒸発量 (mm)	おんどまり 流量 水温	流り 流量 水温	量 流量 水温	量 流量 水温	おんどまり 流量 水温	(1/sec) 量 水温	地 さくら なみ	下 丸	水 大原井	面 宮田井	高 連統井 NO.1	度 連統井 NO.2	(J.P.m) 連統井 NO.3
1									9.8	45.36	56.13	50.04	50.64	68.71	65.27	60.74
2			1.5	0.44	16.0	0.65	12.2	9.6	11.4	45.34	56.11					
3		12.2 18.5 7.8						9.5		45.31	56.09					
4		12.0 15.4 9.2						9.5		45.31	56.07					
5		12.3 14.0 10.9						9.7		45.31	56.12					
6	18.0	10.2 11.3 9.2						20.1		45.31	56.17					
7	3.5	11.0 15.0 6.5						15.9		45.52	56.11					
8		9.8 16.0 4.0		0.46	15.1	0.73	12.5	10.0		45.46	56.04			68.58	65.20	60.70
9	1.5	10.7 14.0 7.0						9.7		45.50	56.09					
10	3.5	11.6 12.8 10.2						11.8								
11	0.5	13.4 20.0 10.0						10.4		45.50	56.15					
12		12.3 19.8 7.8	2.0					8.7		45.43	56.15					
13		8.7 16.8 3.0						8.4		45.37	56.10					
14		7.8 17.0 1.0	1.0					8.2		45.32	55.98					
15		8.6 12.8 5.3						8.0		45.30	55.95					
16		12.3 17.0 5.3						8.1		45.29	55.98					
17		14.3 19.0 10.5	3.0	0.28	15.7	0.57	12.0	7.3	12.0	45.27	56.08	50.04	50.76	68.44	65.14	60.66
18		9.3 11.9 6.5	3.0					7.2		45.22	56.07					
19		8.7 17.0 1.8	0.9					8.1		45.19	55.97					
20		8.1 13.0 5.0						9.0		45.18	55.94					
21		8.1 15.9 3.2	0.5					9.8		45.18	55.96					
22		6.7 12.8 0.3	1.0					10.3		45.17	55.98					
23	0.5	5.8 11.5 -1.0						10.8		45.19	55.95					
24	15.0	8.4 16.0 4.5		0.22	14.4	0.98	9.2	20.5	6.0	45.45	56.09	50.04	50.83	68.34	65.11	60.63
25		8.6 13.0 4.5						8.2		45.51	56.08					
26		6.2 12.5 2.0	1.5					7.3		45.44	56.04					
27		4.1 12.0 -0.5	0.8					6.4		45.36	55.96					
28		4.7 10.0 0.2		0.18	13.3	0.47	5.6	6.2	4.3	45.31	55.90					
29		4.7 12.2 -1.8						6.2		45.27	55.89	49.98	50.71	68.22	65.03	60.59
30	6.0	9.4 16.7 0.0						10.0		45.33	56.04					
日数	8	28 28 28	10	5	5	5	5	30	4	30	30	4	4	5	5	5
平均		9.3 14.8 4.7		0.32	14.9	0.68	10.3	9.8	8.4	45.34	56.04	50.03	50.74	68.46	65.15	60.66
合計	48.5		15.2						流出高							
最高	18.0	14.3 20.0 10.9	3.0					20.5		45.57	56.17					
最低		4.1 10.0 -1.8						6.2		45.17	55.89					

1 2 月 (1983)

日	雨量 (mm)	気温 (°C)		蒸発量 (mm)	おんどまり 流量		薫瓜久保 流量		(1/sec) 敷水せき 流量	地 さくら なみ	下 ばらの 丸	水 大原井	面 宮田井	高 連統井 NO.1	度 連統井 NO.2	(T.P.m) 連統井 NO.3	
		平均	最高最低		流り 流量	水 温	流り 流量	水 温									
1		7.5	13.8 2.5	1.0	0.14	13.2	0.42	6.3	5.5	5.4	49.99	50.71	68.12	64.99	60.57		
2		6.8	14.8 0.3	0.5					7.7								
3		8.2	15.8 2.0	0.8					6.7								
4		6.4	12.2 2.8	1.0					6.4								
5		7.7	13.2 2.0	0.5					5.9								
6		6.0	11.2 1.5	1.0					5.7								
7		4.6	11.1 -0.2	1.0	0.14	13.2	0.42	6.3	5.5	5.4							
8		6.0	12.7 2.8	0.7					5.4								
9		5.5	11.0 0.0						5.4								
10		9.0	15.0 0.0						5.3								
11	4.5	11.6	14.3 7.0						7.9								
12		5.3	12.2 -1.0	0.5					5.5								
13		6.6	12.2 0.0	1.0	0.09	13.3	0.40	5.8	5.2	4.8	50.00	50.72	68.04	64.95	60.55		
14		9.6	15.5 4.0	1.2					4.7								
15		3.9	9.5 -1.0	1.5					4.8								
16		3.5	10.3 -1.5						4.8								
17		1.5	6.8 -3.0	1.0					4.7								
18		1.5	6.3 -2.8	-					4.6								
19		2.8	9.5 -4.0	-					5.1								
20		1.6	7.5 -2.5	-	0.06	12.0	0.34	3.3	-	2.2	50.00	50.72	67.96	64.92	60.53		
21		1.1	7.8 -5.1	-													
22	1.0	5.7	12.2 -2.0	-													
23	0.5	5.7	13.5 1.0	-													
24		2.6	6.5 -1.0	-													
25		1.3	7.8 -4.8	-													
26		0.4	6.0 -3.0	-													
27		-0.2	5.0 -5.0	-													
28		0.5	6.0 -4.8	-													
29		1.2	7.8 -3.5	-													
30		1.4	4.1 -1.8	-													
31	1.0	2.1	7.0 -1.0	-													
日数	4	31	31 31	13	3	3	4	4	25	4	31	31	4	4	4	4	
平均		4.4	10.3 -0.7		0.10	12.8	0.37	4.6	5.3	3.6	45.20	55.93	50.00	50.72	68.01	64.94	60.55
合計	7.0			11.7				流出高	37.7	mm							
最高	4.5	11.6	15.8 7.0	1.5					7.9								
最低		-0.2	4.1 -5.1						3.6								

1月 (1984)

日	雨量 (mm)	気温 平均 最高 最低 (°C)	蒸発量 (mm)	おんどま 深り 流量 水温	重 瓜久保 流量 水温	(l/sec) 量水せき 流量 水温	地 さくら なみ	下 ばらの 丸	水 大原井 宮田井 NO.1	高 遠統井 NO.2	度 (T.P.m) 遠統井 NO.3
1		2.1 10.0 -4.3	-			4.1	45.18	55.87			
2		2.8 7.5 -1.7	-			3.9	45.16	55.85			
3	2.5	1.7 6.5 -2.5	-			5.0	45.16	55.88			
4	0.5	2.8 11.5 -1.5	-			6.0	45.24	55.93			
5		0.7 6.0 -5.0	-			4.0	45.22	55.87			
6		-	-	0.12 11.0 0.24 2.2		3.9 1.2	45.19	55.83	49.99	50.73	64.83 60.50
7		-	-			3.5	45.17	55.85			
8		-	-			3.7	45.16	55.86			
9		-	-			3.3	45.14	55.86			
10		-	-			3.6	45.13	55.88			
11		-	-			4.3	45.13	55.86			
12		-	-	0.13 10.5 0.24 1.8		3.5 1.8	45.12	55.82		67.75	64.80 60.47
13		-	-			3.0	45.12	55.82			
14		0.8 7.0 -5.3	-			3.4	45.11	55.82			
15		2.9 7.8 -2.0	-			3.9	45.11	55.85			
16		6.7 14.1 -3.0	-			4.1	45.12	55.88			
17		1.5 5.8 -1.7	-			3.3	45.11	55.84			
18		-0.1 7.0 -5.8	-			3.5 1.2	45.08	55.81	49.98	50.74	67.69 64.78 60.46
19		1.2 6.5 -4.5	-	0.12 10.2 0.22 1.6		5.4	45.09	55.82			
20	5.0	-1.6 1.3 -2.0	-			4.8	45.12	55.82			
21		-1.9 2.0 -5.5	-								
22		-2.1 -0.8 -4.0	-			4.0	45.16	55.80			
23	17.0	0.7 3.0 -1.0	-			9.0	45.28	55.85			
24	1.5	1.9 7.0 -2.0	-			8.6	45.45	55.84			
25		1.2 4.9 -2.2	-			6.6	45.48	55.81			
26		-0.3 4.9 -3.8	-			5.6	45.49	55.83			
27		0.2 6.5 -5.1	-	0.12 10.1 0.28 1.3		5.2 0.5	45.47	55.85	50.00	50.74	67.63 64.76 60.47
28		0.2 7.8 -6.0	-			4.3	45.45	55.83			
29		-0.7 5.8 -6.0	-			3.9	45.43	55.82			
30		0.2 5.0 -3.0	-			3.7	45.39	55.79			
31		0.7 4.8 -2.9	-			3.7	45.32	55.76			
日数	5	-0.8 -0.1 -2.0	-			4.3	45.33	55.82			
平均		24 24 24	0	4 4 4 4 31 4			31	31	3 3 4 4		4 4
合計	26.5	0.9 5.9 -3.5	0.0	0.12 10.5 0.25 1.7	流出高 31.8 mm	4.5 1.2	45.23	55.84	49.99	50.74	67.65 64.79 60.48
最高	17.0	6.7 14.1 -1.0	0.0								
最低		-2.1 -0.8 -6.0					45.49	55.93			
							45.08	55.76			

2月 (1984)

日	雨量 (mm)	気温 平均 最高 最低 (°C)	蒸発量 (mm)	おんどまわり 流量 水温	蓋 瓜久保 流量 水温	(1/sec) 敷水せき 流量 水温	地さくら ばらの丸 なみ	下の 大原井 流量 水温	面田井 宮田井 流量 水温	高 連統井 NO.1 流量 水温	度 連統井 NO.2 流量 水温	(T.P.m) 連統井 NO.3 流量 水温
1	21.5	2.0 7.5 -1.3	-	0.16 8.2	0.36 1.9	9.0 13.5 1.2	45.40 55.85	50.01 50.79	67.58 64.73	60.46		
2	3.0	4.1 9.8 -2.8	-			4.7	45.51 55.84					
3		-0.2 5.5 -3.5	-			5.1	45.51 55.81					
4		-2.4 1.0 -6.5	-			4.8	45.49 55.82					
5		-1.8 2.5 -5.0	-			4.0	45.51 55.88					
6		-1.6 1.3 -4.0	-			3.1	45.48 55.86					
7		-3.3 2.0 -8.2	-			3.6	45.42 55.83					
8		-2.6 4.3 -9.9	-			3.5	45.40 55.80					
9		-1.2 5.9 -8.3	-	0.09 8.9	0.19 0.7		45.37 55.75	49.99 50.72	67.52 64.71	60.44		
10		0.1 6.0 -5.0	-									
11		1.2 5.5 -2.8	-			3.3	45.34 55.72					
12		0.2 3.0 -2.0	-			3.7	45.35 55.75					
13	7.5	0.5 2.0 -0.5	-	0.15 8.8	0.30 1.6	1.4	45.42 55.82	49.99 50.75	67.49 64.68	60.41		
14		2.6 8.0 0.0	-			7.7	45.48 55.83					
15		0.4 2.8 -2.2	-			5.3	45.51 55.83					
16	1.0	-0.2 5.5 -6.0	-			5.4	45.50 55.80					
17		-1.1 3.0 -3.0	-			4.2	45.47 55.80					
18	8.5	-0.2 2.0 -2.5	-			5.8	45.51 55.83					
19	1.0	1.1 7.0 -4.8	-			8.0	45.52 55.76					
20		1.3 3.8 -1.0	-			10.5	45.58 55.77					
21		2.6 7.0 -3.0	-			9.5	45.59 55.78					
22		3.1 7.8 -1.2	-			8.6	45.57 55.77					
23	11.0	0.7 2.0 -0.1	-			15.0	45.58 55.82					
24	0.5	5.6 9.9 -0.8	-			10.8	45.57 55.84					
25		3.7 6.0 2.0	-			7.3	45.54 55.77	49.96 50.74	67.40 64.56	60.53		
26	16.5	0.8 3.2 -0.5	-			22.3	45.56 55.86					
27	7.0	4.2 9.3 -1.0	-			14.7	45.58 55.94					
28		2.2 7.3 -2.5	-			7.9	45.54 55.84					
29		1.0 5.9 -5.2	-			6.3	45.50 55.82					
日数	10	29 29 29	0	3 3 3	3 3 3	29 3	29	4 4 4	4 4 4	4 4 4		
平均		0.8 5.1 -3.1		0.13 8.6	0.28 1.4	7.6 0.9	45.50 55.82	49.99 50.75	67.50 64.67	60.46		
合計	77.5		0.0		流出高	50.7 mm						
最高	21.5	5.6 9.9 2.0	0.0			22.3	45.59 55.94					
最低		-3.3 1.0 -9.9				3.1	45.34 55.72					

3月 (1984)

日	雨量 (mm)	気温 (°C)		蒸発量 (mm)	流量		重量		(l/sec)	さくら なみ	下			(T.P.m)				
		平均	最高最低		おんど 流量	流り 水	瓜久保 流量	水			面	高	度					
1		1.3	7.5 -5.5	1.7	0.23	10.8	0.40	1.3	5.4	0.6	45.47	55.79	49.98	50.75	67.37	64.55	60.64	
2		4.7	10.0 -4.0	1.2					5.1		45.44	55.79						
3	1.5	5.4	12.0 0.0						5.5		45.42	55.79						
4	0.5	3.5	8.5 -1.2						5.8		45.44	55.80						
5		2.9	9.0 -1.0	0.9					4.8		45.40	55.79						
6		3.5	9.6 -3.2						4.5		45.35	55.81						
7	0.5	3.9	10.0 -2.0	1.2					4.4		45.32	55.81						
8		3.4	9.0 0.0	1.0	0.17	10.5	0.29	3.3	4.1	2.5	45.29	55.81	49.97	50.72	67.34	64.55	60.59	
9		4.8	9.0 -0.8	1.8					3.8		45.27	55.79						
10	11.5	2.3	5.0 1.0						11.1		45.36	55.85						
11		3.5	10.0 -1.1						5.8		45.49	55.86						
12		4.8	11.0 -3.0	3.8					4.2		45.41	55.80						
13		3.5	8.3 -1.0	1.2					3.9		45.35	55.77						
14		-0.2	1.0 -1.0						4.4		45.32	55.76						
15	8.0	2.3	5.3 -1.0						8.4		45.40	55.76						
16	20.5	0.6	1.5 0.0						21.2		45.56	55.81						
17	8.5	5.0	10.8 0.0						25.3		45.59	55.89						
18		5.5	12.0 -0.8	1.3					11.1		45.56	55.83						
19	4.0				0.23	8.7	0.52	3.5	10.6	3.6	45.55	55.77			67.28	64.53		
20	24.5								22.6		45.59	55.85						
21	0.5								14.0		45.58	55.86						
22				1.2					8.7		45.56	55.76						
23									6.8		45.53	55.76						
24	9.0								10.0		45.53	55.80						
25									8.5		45.58	55.84						
26				2.0					5.8		45.54	55.83						
27				1.8					5.3		45.50	55.81						
28	6.0								8.4		45.52	55.84						
29				2.5	0.20	13.0	0.33	5.9	5.6	5.6	45.53	55.84	49.97	50.71	67.25	64.76	60.70	
30				2.7					4.6		45.45	55.84						
31	7.0								5.5		45.41	55.84						
日数	13		20 20 20	14	4	4	4	4	31	4	31	31	3	3	4	4	3	
平均			4.1 9.3 -1.0		0.21	10.8	0.39	3.5	8.2	3.1	45.46	55.81	49.97	50.73	67.31	64.60	60.64	
合計	102.0			24.3	流出高				58.4 mm									
最高	24.5		11.7 18.8 3.5	3.8					25.3		45.59	55.89						
最低			-0.2 1.0 -5.5						3.8		45.27	55.76						