





A-4-3-6



購入  
49. 3. 30  
中林

04353





# 富士山および岳南地域の防災上の諸問題

—1964年度静岡県防災地学調査報告書—



1965. 3

静岡県消防防災課

11



No. 2297-1





## は し が き

災害の防止は災害対策基本法で定められている大きな事項である。そこで防災行政を計画的にしかも総合性をもって行うための基礎資料を得るべく防災土地条件調査を東京地学協会に委託し、昭和37年度より調査を行って来た。

即ち、

- 1) 昭和37年度は県下全域の概査
- 2) 昭和38年度は天竜川流域の精査を行ったが、本年度は開発が急速に進んでいる東駿河湾一帯について防災を中心とした問題点等を調査した。以下この報告書に詳細に述べてあるので関係者は広く利用されるよう希望する次第である。





# 目 次

ま え が き	1 頁
第1章 富士山および岳南地域の防災上の諸問題の概要	中野 尊正 3
1. 過去の災害	3
2. 富士山と災害	5
3. 大沢崩と潤井川	8
4. 岳麓および富士川扇状地の地下水位変化とそれに伴う諸問題	9
5. 富士川とその河床変動に伴う諸問題	10
6. 浮島ヶ原の軟弱地盤とその防災上の諸問題	11
7. 田子浦港の建設とそれに伴う防災上の諸問題	12
第2章 潤井川の砂礫流出とそれに伴う災害	岩塚守公・町田 洋 15
1. 大沢および潤井川の概況	15
(1) 大沢の現況	15
(2) 潤井川の概況	16
2. 大沢扇状地における砂礫の堆積と潤井川に流入する砂礫	18
(1) 大沢の侵蝕量	18
(2) 1959年7月以降1年間の大沢の河床変動からみた砂礫移動量	19
3. 潤井川における溶・浮流物質の運搬と堆積	20
(1) 溶・浮流物質の調査方法	21
(2) 溶・浮流物質濃度の変化	21
(3) 溶・浮流物質の量	23
4. 今後の課題	24
第3章 岳南地域における工場の発展ならびに田子浦港建設に伴う河川水の水質汚濁化と地下水位の低下ならびに地下水塩水化問題	三井 嘉都夫 29
1. 岳南地域の地形と河況	29
2. 工場の分布と性格	31
3. 地下水の賦存と地下水位低下、湧泉の涸渇現象	35
(1) 地下水の賦存状態	35
(2) 自然水位の変動	36
(3) 湧泉の涸渇化	37
4. 水質汚濁状況	41
(1) 岳南地域河川水の水質汚濁の性格	41
(2) 潤井川と滝川の汚濁縦断分布	41

(3) 水質汚濁の経年変化と農漁業被害	57頁
(4) 蒸発残渣量から堆定した田子浦港への浮泥の堆積量	59
5. 田子浦港建設と地下水の塩水化	61
(1) 田子浦港建設の概要	61
(2) 地下水質の経年度化	61
第4章 富士川の河床変動と砂利採取	三井 嘉都夫 67
1. 富士川(0~57.0km 大柳川下流唐島橋)の河床変動の概要	67
2. 富士川下流部の河床変動	69
3. 富士川下流部の河床変動と砂利採取との関係	69
4. 河床低下の影響	73
第5章 岳南地域の軟弱地盤とそれに基因する災害	式 正英・門村 浩 75
1. はじめに	75
(1) 従来調査	75
(2) 軟弱地盤と災害	75
2. 岳南地域の地形	76
(1) 富士川扇状地	77
(2) 浮島ヶ原低地	78
(3) 原砂礫州	80
3. 地盤地質と地盤型区分	80
(1) 地盤地質断面	80
(2) 地盤型の分布	84
第6章 田子浦港の建設とそれに伴う海岸侵蝕	市瀬 由自 87
1. はしがき	87
2. 駿河湾北岸の陸上および海底地形の性質	87
3. 汀線の変化	88
4. 海底縦断面にみられる変化	90
5. 底質粒径の分布とその変化	96
6. 水準測量に現われた最近の地盤運動	98
7. 駿河湾北岸の海浜堆積物の移動に関する従来研究	98
8. 飛砂	100
9. 今後の問題	102
第7章 予想される災害の原因別にみた災害の様相と発生地域	中野 尊正 103
1. 予想される災害の種類	103
2. 富士山の爆発した場合	103

3. 地震の発生した場合	104頁
4. 高潮の発生した場合	105
5. 豪雨の発生した場合	106
6. 開発に伴う自然的公害の場合	106
む す び	109





## 図 表 目 次

図 101	主要地形分布図	2 頁
図 102	演習地および国有地の分布概要	8
図 103	主な湧泉の分布	9
図 201	大沢の概略図	15
図 202	潤井川の水系	17
図 203	富士山の地形分類図	(付図)
図 301	岳南地域の地形区分概念図	29
図 302	沼川流域の製紙工場分布図	30
図 303	富士・吉原市内工場分布図	32
図 304	年代別工場数	33
図 305	岳南地域(吉原地区)地下水賦存概念図	35
図 306	吉原市第一水源自然水位変動	36
図 307	吉原市内工場および湧水分布図	38
図 308	設立年代別工場数	41
図 309	潤井川における水質縦断変化	53
図 310	滝川・沼川における水質縦断変化	54
図 311	岳南排水路および県営富士川排水路配置図	56
図 312	用水系統別収量比較(その1)	58
図 313	用水系統別収量比較(その2)	58
図 314	田子浦港水深図(1964年11月28日測量)	60
図 315	地下水 Cl <sup>-</sup> 含有量分布図(1964年4月)	63
図 316	地下水 Cl <sup>-</sup> 含有量分布図(1964年10月)	64
図 401	富士川縦断面図	68
図 402	船場水位観測所平均低水位変動	69
図 403	清水端水位観測所平均低水位変動	69
図 404	富士川下流縦断面図	70
図 405	富士川下流部(鉄道橋下流)における所有権別砂利採掘申請許可区域図	72
図 406	北松野水位観測所平均低水位変動	73
図 407	松岡水位観測所平均低水位変動	73
図 408	水源井自然水位変化	74
図 501	岳南地域地形区分および低地等高線図	(付図)
図 502	岳南地域地形分類図	(付図)

図 503	岳南地域ボーリング地点および地盤地質断面位置図……………	(付図)
図 504	岳南地域地盤地質断面図……………	(付図)
図 505	岳南地域地盤型区分図……………	(付図)
図 601	投影海底縦断面図(原町大塚部落沖合)……………	88頁
図 602	田子浦港周辺における汀線の変化……………	89
図 603A	海底縦断面図(No. 11)……………	91
図 603B	海底縦断面図(No. 10)……………	91
図 603C	海底縦断面図(No. 9)……………	91
図 603D	海底縦断面図(No. 8)……………	91
図 603E	海底縦断面図(No. 7)……………	92
図 603F	海底縦断面図(No. 21)……………	92
図 603G	海底縦断面図(No. 20)……………	92
図 603H	海底縦断面図(No. 19)……………	92
図 603I	海底縦断面図(No. 18)……………	93
図 603J	海底縦断面図(No. 17)……………	93
図 604	1963年7月底質平均粒径……………	94
図 605	1964年9月底質平均粒径……………	95
図 606	西突堤以西の底質平均粒径の変化……………	96
図 607	水準測量検測結果(1935年12月~1950年2月)……………	98
表 101A	岳南地域の災害(1900~1962)……………	3
表 101B	岳南地域の月別風水害発生状況(1900~1962)……………	4
表 101C	岳南地域の風水害(1900~1962)……………	4
表 102	岳南地域における公害発生件数……………	5
表 103	富士山の火山活動……………	7
表 201	大沢の河床変動量……………	19
表 202	溶・浮流物質の量……………	23
表 301	岳南地域産業別工場数の推移と将来……………	31
表 302	工場分布図説明……………	34
表 303	富士市上水道田子浦水源水の干潮・満潮時における水質検査状況……………	37
表 304	湧泉の湧出・涸渇状況……………	39
表 305の1~2	沼川水系水質調査観測結果表(1961. 5. 7~9)……………	42
表 306	沼川水系水質調査観測表(1961. 7. 21~22)……………	44
表 307の1	沼川水系水質調査観測表(1961. 12. 14~15)……………	45

表 307の2	沼川水系水質調査観測表 (1962. 3. 15~16).....	46頁
表 308の1~2	沼川水系水質調査観測表(1962. 7. 31~8. 1).....	47
表 309の1~2	沼川水系水質調査観測表(1962. 10. 4~5).....	49
表 310の1~2	沼川水系水質調査観測表(1963. 1. 28~29).....	51
表 311	和田川の水質.....	56
表 312	河合橋における水質の経年変化.....	57
表 313	被害発生後における取量の経年変化調査 (富士市) .....	58
表 314	富士臨海地区河川流況表.....	59
表 315	岳南地区製紙工場の井戸水の Cl <sup>-</sup> 含量経年変化.....	62
表 316	鮫島水道水源観測値.....	65
表 401	富士川土砂変動量.....	71
表 402	富士川砂利採取量.....	72
表 501	岳南地域地形区分表.....	77
表 502	岳南地域地盤型区分表.....	84
表 701	予想される公害.....	107





## まえがき

岳南地域は、すでに過飽和の状態にある京浜工業地帯とその周辺の都市地域に隣接し、近い将来の工業地域のホープと目される地域である。世界に雄名をはせる富士山を北にひかえ、温泉、観光資源地域たる伊豆半島を南東にひかえたこの地域は、工業地域としてだけではなく、広く都市地域としての発展が約束される地域でもある。静岡県内においても、もっとも開発テンポの早い地域である。この地域の工業立地条件の優秀性を考えればこれも当然のことと思われるが、反面、こうした急激な工業中心の開発に伴う公害、災害の発生が眼につきはじめている。早い時期に、これらに注目して、十分な調査研究と、その結果をいかした対策が行われることがのぞましいし、このことがひいては高い可能性をもつこの地域の開発を円滑にすすめる原動力にもなることに思いをいたすべきであろう。

静岡県総務部消防防災課の委託をうけた東京地学協会では、防災研究に実績があり、かつ本年度の調査地域について過去に研究成果をあげてきた方々を委員に委嘱して、研究調査を担当して頂くことにした。委員およびその分担事項は下記のとおりである。

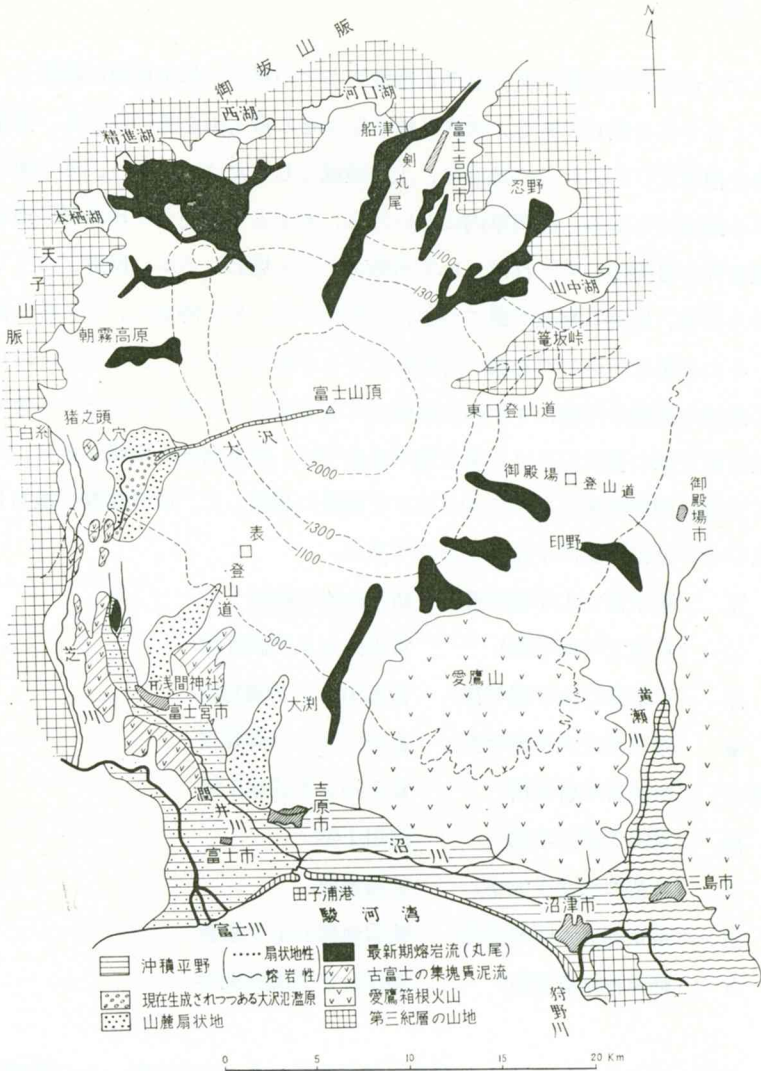
中野 尊正	(東京都立大学理学部)	防災全般と総括
岩塚 守公	(東京大学理学部)	富士山および潤井川
町田 洋	(東京都立大学理学部)	富士山および潤井川
久野 猛	(東京都立大学理学部)	富士山および潤井川
三井 嘉都夫	(資源科学研究所)	富士川および地下水
高橋 裕	(東京大学工学部)	河川工学
式 正英	(お茶の水女子大学)	軟弱地盤
門村 浩	(東京都立大学理学部)	軟弱地盤および水害
市瀬 由自	(資源科学研究所)	海岸および海底地形

この報告において取上げる地域は、富士山地域と岳南地域の2つにわかれ、かつ両地域の防災上の諸問題が性格的に大きくことなるので、この報告では主として岳南地域を取扱い、しかも工業中心の開発に伴う防災上の諸問題を中心にまとめることにした(図101)。富士山それ自体については、爆発のおそれありや否やを中心とした数多くの議論があるが、結局は火山観測を定常的に行って結論を下すことがもっとも妥当と考えられる。そこでこの報告では従的に取扱い、富士山の開発計画との関連において、必要な範囲で若干の問題に言及するにとどめた。

調査研究に当って、何回か委員会を開き、資料の交換、意見の調整などを行ったが、なお未調整の部分が多い。そこで本報告においては各章執筆者の意見を尊重しておいたが、県当局の関係者がさらに問題点をほりさげ、防災対策のみならず、開発行政の面でも本報告を活用して頂ければ関係委員にとつてこんなにうれしいことはない。また委員の多くは今後もこの地域の研究を行う計画をもってゐるから、その研究成果は純学術的、技術的なものであろうが、防災、開発の面で活用頂けるものも多



図 101 主要地形分布図



註) 海岸沿いの縦線は砂礫州、砂丘を示す。

いと思う。委員のうち、高橋裕は海外出張の予定が発生したため、報告の執筆には関係しなかったが、多くの意見をきくことができた。また法政大学多田文男教授、日本大学籠瀬良明教授その他多くの方々から御助言、御協力を頂くことができた。謝意を表したい。

なお、この調査報告においては、1964年度の調査結果だけでなく、各研究者がこれまでに本地域において行った調査結果の一部を合せて報告した。また、数多くの行政目的の資料を県当局者の好意によって活用できたが、未解析の資料も多いので、これらについては、1965年度において研究を独自にすすめる、しかるべき方法で公表、行政上の基礎資料として提供したいと考えている。

# 第1章 富士山および岳南地域の防災上の 諸問題の概要

## 1. 過去の災害の概要

この地域における主要災害のうち、1900年から1962年間に発生したものを、静岡県気象災害誌から<sup>(101)</sup>要約摘記したのが表101Aである。この表をみれば明らかなように、約60年ほどの間でもっとも頻繁に発生し、その都度、大なり小なりの被害を発生しているのはいわゆる風水害である。したがって原因別にみれば、風水害をひきおこすような台風、梅雨前線豪雨、低気圧の移動にともなう豪雨などが注目されることになるのは当然である。しかし、1900年をさかのぼってより長い年代について調べてみると、地震、津波、あるいは富士山の爆発などが加わってくる。これらは長いインターバルをとって発生し、一度発生すると巨大な被害をひきおこす点で、前記の風水害とはことなつた性質の災害の

表 101A 岳南地域の災害 (1900~1962)

種類 原因 年次	水 害					風 害					雪 害	地 震	計	
	台風・ 前線	低気圧・ 前線	梅雨 前線	雷雨	津波 高潮	台風	低気圧	寒冷 前線	季節風	たつき				
1900~1902							1							1
1903~1905	1	1									1			3
1906~1908	3	3	1				1							8
1909~1911	5	1	1	2		1	3					2		15
1912~1914	2						1							3
1915~1916	1													1
1918~1920	2						2						1	5
1921~1923	1				1		2						1	5
1924~1926	1						2	1						4
1927~1929							1							1
1930~1932							2						1	3
1933~1935	3	1		1			2							7
1936~1938	1	2					1				1			5
1939~1941	2	2	2			1								7
1942~1944	2													2
1945~1947	1						2	1						4
1948~1950	2					1		1	2					6
1951~1953	5	3	3			2		1				1		15
1954~1956	3	6				2	4	1						16
1957~1959	6	1					1							8
1960~1962	1	6	3		1*	2	3							16
計	42	26	10	3	2	18	20	4	2	2	3	3	135	

- 註 1) 1950年以降、毎年のように風水害が多発している。地域開発の進行と密接な関係をもつものと考えて差支えないし、今後はこの傾向が強まるであろう。
- 2) 風害、水害のすくない期間、多い期間が比較的明瞭である。
- 3) \* はチリ地震津波。
- 4) もっとも警戒すべきは台風襲来時であることが明らかである。

表 101 B 岳南地域の月別風水害発生状況 (1900~1962)

種 類	月												計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
風 害	3	0	4	4	0	0	0	1	2	0	2	2	18
水 害	0	1	3	3	0	10	9	12	4	3	1	0	46
風 水 害	1	1	4	4	4	6	5	10	15	5	2	2	59
高潮・津波・浪害	0	0	0	0	1*	0	0	3	7	3	0	0	14
雪 害	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
計	6	2	12	11	5	16	14	26	28	11	5	4	140

\* チリー地震津波

- 注 1) 7、8、9、10月の風害、水害、風水害、高潮・津波・浪害はもっぱら台風に伴うものである。  
 2) 11、12、1、2、3月の風害、水害、風水害はもっぱら低気圧が西から東に移動する時に発生。  
 3) 6月の水害は梅雨前線の活動によるものが多い。  
 4) 風水害、水害は年平均2回は発生している。  
 5) もっとも警戒すべき月は8、9月。ついで6、7、3、10、4月。比較的静穏なのは2、12、11月。ただしこの時期は火災シーズン。  
 6) 季節に無関係な地震は3回発生している。火山爆発は0。  
 7) 死傷者をともなった風水害8回、水害7回、風害3回。計18回。  
 平均3.5年に1回、人命の損傷をともなう風水害、水害、風害の何れかが発生している。

表 101 C 岳南地域の風水害 (1900~1962)

	富士川下流	富士宮以北	浮島地区	狩野川流域	黄瀬川流域	計
大 河 川 氾 濫	2	0	0	7	0	9
中 河 川 氾 濫	0	2	16	13	2	33
内 水 氾 濫	0	0	11	13	0	24
海 水 浸 入	0	0	8	1	0	9
計	2	2	35	34	2	75

- 注 1) 富士川改修後の風水害はきわめてすくなくない。  
 2) 狩野川改修以前の風水害がきわだっている。  
 3) 岳南地域において今後風水害が常習的に問題になるのは浮島地区である。  
 4) 浮島地区の工場化、市街地化は内水氾濫に対して充分な注意を払って行われる必要がある。

原因とみななければならない。また、ごく最近の数年来例にとると、いままでは全く問題にならなかつた公害、とくに自然的公害——自然の性質が大いに関係をもつ公害——が注目されるようになってきた(表102)。(102)

これらの諸災害について、詳しい調査を行うことは、予算の関係もあってできなかったが、これまでの調査結果、資料を活用して、この報告では主として下記の問題を中心にのべることにした。

- a) 富士山の防災上の諸問題とくに爆発を中心として
- b) 潤井川への土砂供給源としての大沢崩
- c) 山麓地域における工業化に伴う地下水位低下
- d) 富士川扇状地の地下水の工業化に伴う水位低下と塩水化現象
- e) 富士川の河床変動とそれに伴う諸問題
- f) 浮島ヶ原の軟弱地盤とその防災上の諸問題
- g) 田子浦港建設に伴う海岸線および沿海海底地形の変形



表 102 岳南地域における公害発生件数

種別 市町村名	騒音		振動		粉じん		ばい煙		ガス		臭気		排水		合計
	37	38	37	38	37	38	37	38	37	38	37	38	37	38	
津市	4	3	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	20
島市	4	3	2	0	4	1	0	0	3	0	4	1	2	0	27
原市	4	2	1	1	1	0	1	3	1	0	1	1	0	0	20
土市	1	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	6
宮市	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	7
場町	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	9
水町	1	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	0	5
野町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
泉町	3	0	1	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	1	13
岡町	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
川町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
富士	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
比・蒲原町	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	3	0	2	0	12
合計	20	14	7	4	8	5	2	9	7	1	11	13	8	1	123

註) もっぱら企業性公害のみが問題になっている。地下水の枯渇、地下水位の低下、地下水の塩水化、水質汚濁など公害性災害がこの期間に発生しているにもかかわらず、公害としてあつかわれていない。(\*39年度は9月末までの件数)

h) 田子浦港の埋積

これらの諸問題には、過去においても問題になったものもあるし、ごく最近になって注目されるようになったものもある。また近い将来、工業化に伴って災害を発生するおそれのあるものもある。以下各項についての問題点の概要を摘記しておきたい。

2. 富士山と災害

富士山地域における防災上の諸問題について要約的にまとめたものとしては、参考文献(103)、(104)がもっともまとまっている。これらの指摘する主な問題点は次のとおりである。(a)放射谷の侵蝕と堆積 (b)土壌侵蝕 (c)強風と防風 (d)火山爆発

(a) 放射谷の侵蝕と堆積 図203(付図)に示すように、富士山にはその山体を刻んで山頂から四方に発達する放射谷が形成されている。これらの放射谷のうち、もっとも規模が大きく、かつ山頂から山麓まで連続して発達しているのは、西側に形成されている大沢である。大沢の谷頭にあたる大沢崩(標高2,500m以上)では、深さ約100mの谷をうがち、谷壁では崩壊による砂礫の生産が活発である。生産された砂礫は下方に運搬され、標高900m以下に大沢扇状地として砂礫を堆積している。運搬される砂礫の量は年平均5~6万m<sup>3</sup>と推定されている。大沢をのぞくと、放射谷は斜面の高さによって次のようなタイプに分けられている。

山腹上部 (2,500m以上) の谷は、山頂の直下に谷頭をもち、谷の上部の幅が広いスプーン状をなし、中腹でおわっている。この型の谷は、流水よりはむしろ急斜面に働く霜やナダレなどの作用によって、下方の水系網とは無縁に形成されたものと考えられている。したがってこの谷で生産された砂礫は、谷の末端部に堆積し、直接、河筋を山麓まではこぼれることはない。

山腹中腹部 (1,500m~2,500m) の谷は、主として流水の作用によって形成されたと考えられている。この部分の谷は、谷幅がせまくて深く、下流にむかうにしたがって規模が小さくなり、大部分は幅のせまい浅い谷となって山麓部まで続いている。

山麓部 (1,500m以下) の谷は、山腹中部から延長した谷のほかに、高度2,000m以下の緩斜面に谷頭をもつ谷が加わる。いずれも幅のせまい浅い谷である。これらの谷は新しい噴出物からなる西北麓や東南麓にはすくないが、そのほかの地区には多く発達している。

これらの事実は、岩塚守公、吉田栄夫、町田洋の各氏の指摘したところであるが、<sup>(104)</sup>こうした谷地形の発達は、富士山に開発の手を加えた時に発生する侵蝕と防災問題に多くのヒントを与えるものであり、前出文献 (103) ではこのべている。富士山の降水量は山麓の上部や中腹ではかなり多く、また降雨強度も大きいから、豪雨時の流れによって、谷の上流部において崩壊生産された砂礫が下流へ運搬される作用はかなり大きいであろう。またかりに、山麓で森林を大規模に伐採したりすると、崩壊や雨水の流出が促進されるおそれがある。したがって、たとえば道路橋や道路構造物の施工については、充分の調査と対策が必要がある。

静岡県富士山大沢崩対策委員会は大沢について詳しい調査と対策を答申している。この点については第2章を参照されたい。

(b) 風雨による土壌侵蝕 富士山および山麓の地表面には風雨によって土壌侵蝕をうけやすい粗鬆な火山噴出物が広く分布する。溪流ぞいの谷壁における砂礫の生産とはそのおもむきも規模もことなるとはいえ、開発にともなって森林が伐採されたり、大規模な住宅、工業などの団地が造成されたりすると、芝草を植栽するなどの手をうたない限り冬の強風、夏の豪雨による土砂の流出とそれに伴う溪流の荒廃は否定できないであろう。

また単純な山形の山地であるため、台風時には思いがけない風速が、斜面のむき如何によっては、発生する可能性もあるので、充分事前の調査が心要であろう。

(c) 火山活動 富士山の歴史時代における火山活動については、表103のような記録がある。<sup>(105)</sup>また、富士山のより長い年代の活動を記録する火山灰の堆積状況についても最近の詳しい研究がある。<sup>(106)</sup>これらによれば、最近の約250年ほどの間には大規模な活動は行われていないとはいえ、過去に大小の火山活動を行ってきたことは明白である。最近の富士山は宝永の大噴火以来沈黙しており、わずかに山頂東側に微弱な噴気孔をみるのみであるが、今後いつかは再活動するものと予測される。宝永噴火が大きただけに、その後の休眠が長びいているとも考えられる。宝永の大爆発の時には、玄武岩質の噴出物に先立って、それとはいちじるしくことなる石英安山岩質の軽石や黒曜石を噴出している。これは地下のマグマの急激な変化を意味しているし、これが大爆発の起因になったとすれば、今後の噴



表 103 富士山の火山活動<sup>(105)</sup>

年次	備考
天応元	781 続日本紀に記録がある。
延暦19	800 もっとも活動がはげしく、山頂山腹の各所で噴火したらしい。足柄路は廃道と化し、新に箱根路が開かれた。日本後記。
天長3	826 寒川神社日記録
貞観6	864 青木ガ原熔岩流流出。富士山三大噴火の一つ。噴火の火柱は60mほどに達し、熔岩流により精進湖と西湖形成。
〃12	870 富士山頂上火口大噴火す。寒川神社日記録
承平7	937 山麓に熔岩流流出。湖が埋った。日本通記
長保元	999 本朝世紀
長元5	1,032 1,033年 日本通記。山頂より火起り山麓に及ぶ。熔岩流下と考えられる。
永保3	1,083 扶桑略記
元弘元	1,331
永正8	1,511
永禄3	1,560 日本災異志
寛永4	1,627
元禄13	1,700 日本災異志
宝永4	1,707 11月22日から地震頻発し、30日間断続的に噴火。宝永大地震のあと1月半で発生。

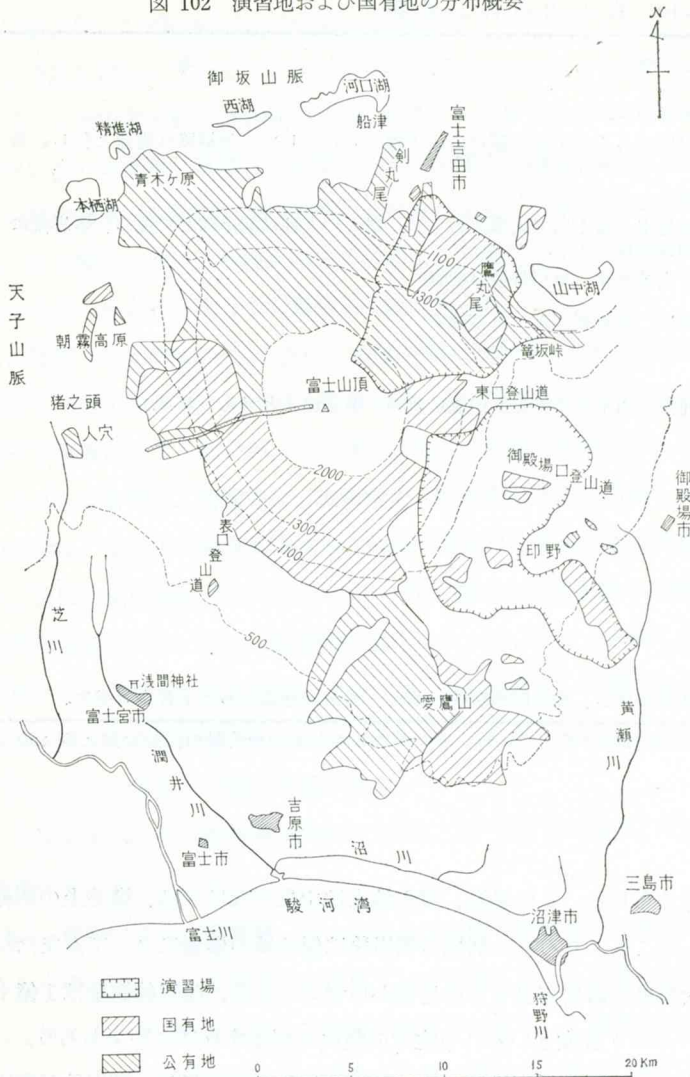
註 津屋氏は13回の噴火を認め、小林氏は15回を考えている。また不たしかなものや鳴動の記録を加えると30回近くになるといわれている。

火も同様の大爆発となる可能性が考えられる。この場合、噴火地点は山頂でなければ、構造上の弱線である北西または南東の山腹をえらぶことになる。細粒の噴出物は偏西風の影響によって東または北東側に堆積する可能性が高い。大規模な熔岩流出もその岩質から考えられる。噴出物総量は1億トン以上、噴火の総エネルギーは $10^{25}$ エルグ程度といわれる宝永の噴火を想定すればよいであろう。

大爆発、熔岩流出のあとに大雨がふる傾向もあるが、もし豪雨が発生すれば新しい噴出物が流出し、溪流ぞいに洪水をおこすことになる。最近の例でいえば、1959年の7号台風の影響により潤井川および芝川に流入した土砂量は3日間(1959年8月14,15,16日)で約2万 $m^3$ ないし3万 $m^3$ と推定されているし、年間としては平年の約2倍近い量と考えられる。大爆発のあとの土砂流出量はさらに飛躍的に大きいものとするのが、他の火山における例からみて妥当であろう。

何れにしても、富士山の爆発はふだんは休眠状態であるが、発生する時にははげしく、かつ噴火口が一定せず、山腹噴火のおこることが多いタイプであることを肝に銘ずべきであるし、このため富士山の火山観測を常時継続して行く体制を確立することが先決であろう。これが開発のためにも、防災のためにも、もっとも基礎的かつ重要な仕事と考える。また、現状では広く国有地、公有地が分布するから(図102)、これらを風致と防災をかねてできるかぎり保存するよう考えるべきであろう。

図 102 演習地および国有地の分布概要



### 3. 大沢崩と潤井川

大沢崩対策問題は、潤井川、沼川などの河口部に田子浦港が建設されるにおよんで新しい局面を展開することになった。大沢ぞいに生産された砂礫が、潤井川を流下してどの程度田子浦港に排出されるだろうかという問題は、田子浦港の維持管理を考えるうえできわめて重要な意味をもつものである。田子浦港の維持については沼川などの問題も関係するから別項にのべることにして、ここでは潤井川への土砂供給を中心に問題点を摘記しておきたい。

大沢の谷頭に当る大沢崩は富士山頂にせまる荒廃溪流の代表的なもので、剣ヶ峰の北方、高さ3,725mの付近から山麓に達する約8kmの間、屈曲はすくなく、ほとんど直

線的に流下し、勾配も30度をこえる状況にある。大沢崩の上端から植物限界のやま下、標高2,000mまでの延長約2,800m、幅約500m、深さ125mに及ぶ崩壊地帯では、四季を通じて砂礫の生産がつけられている。ここで生産された土砂は標高約900mの地帯まで5,700mの区間を流下して下流に堆積されている。この堆積地帯は岩樋末端から西一西南に扇状にひろがり、その末端は西は見返り部落、南は上井出部落に及んでいる。標高900mの扇頂から標高610mの富士見橋まで約4kmあり、上井出部落の河底橋までの流路延長は約5.7kmに達する。砂礫の散乱する大沢扇状地は約250万 $m^2$ の面積を有し、流路の末端は主として潤井川に入り、出水期には多量の土砂を、田子浦港に排出すると考えられている。

大沢扇状地の物質が少しずつ下流へ再移動していることは事実であるが、扇状地そのものの下流への拡大として考えられる限度は、せいぜい狩宿付近までである。現状における出水時の主水流の位置

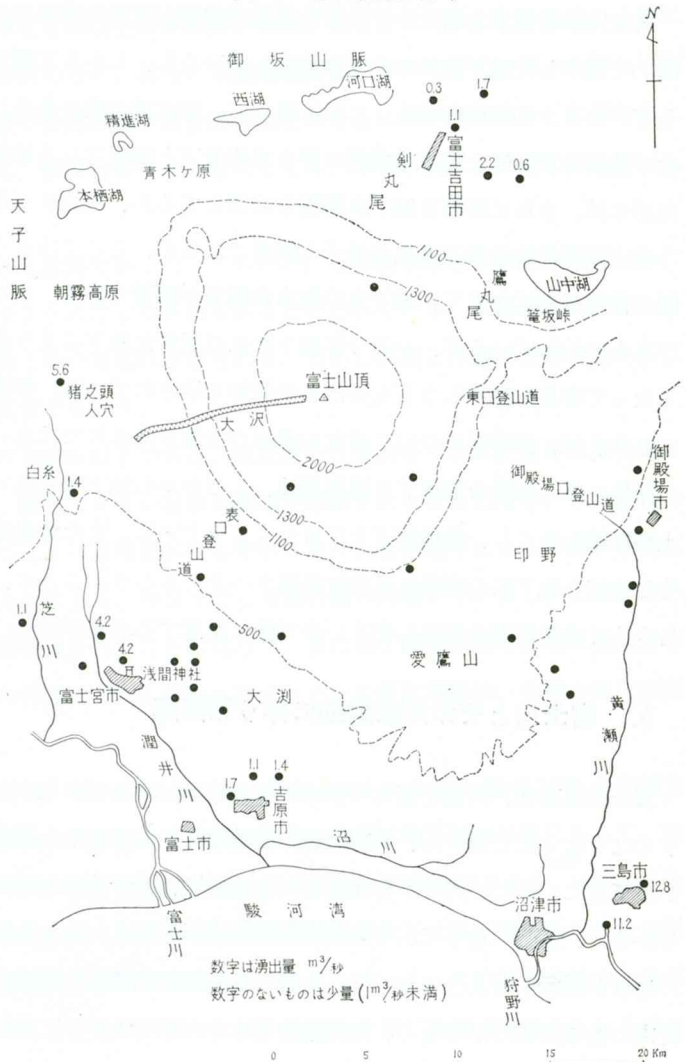
からみると、扇状地は南東にひろがる傾向を示しているが、将来、主流方向が突然に変わって、真西に人穴街道方向に向うことも十分考えられるといわれている（図202参照）。

田子浦港の建設開始以後、潤井川を流下して港湾地区に達した大沢崩の土砂は、1959年8月の第7号台風の時に知られているだけである。3日間に2万 $m^3$ ～3万 $m^3$ といわれる土砂が潤井川および芝川に流入しているが、このうち、どの程度が田子浦港に達したかは明らかでない。しかしこうした溪流からの土砂の排出は降雨強度の強い豪雨時に急激に進み、かつ平常は比較的静穏なのが一般である。降雨強度の強い豪雨は数年に1回は発生する可能性があるから、大沢崩の崩壊の進行を防止する一方、大沢扇状地以下の下流部への土砂の流出を防止する策を早急にたてる必要がある。

#### 4. 岳麓および富士川扇状地の地下水位の変動と それに伴う諸問題

富士山にふる雨雪は山体の地下に滲透し、一部は山麓において湧泉としてわきでたあと、表流水として流下し、北麓では富士五湖を涵養し、また地下水のまま下方に流下する。これらの富士山体の地下水、山麓の地下水については多くの調査が行われ、その豊富な水資源をねらった用水型企业の進出も活発である。また、富士川扇状地は日本第一の地下水資源をほこる地域として、用水型企业の注目するところとなり、利用開発が進んでいる。しかし反面、地下水の利用にともない地下水位の低下による湧泉の枯渇、水質の汚濁、塩水化の現象も発生するようになってきた。直接人命に損傷を与える災害ではなく、むしろ公害的色彩のこい災害であるが、開発途上の地域の問題であるだけに見のがすことができない。

図 103 主な湧泉の分布





用水の水利権以上のむずかしい問題を発生する可能性がないわけではない。

富士山麓は、火山砂礫層、富士熔岩層および古富士泥流層などからなる。これらのうち、不透水性がもっとも大きい古富士泥流層が、地下水の流動状況の大勢をきめているといわれる。図 103 は富士山の主要湧泉分布を示すが、湧水量の多い富士宮市の浅間神社および淀師（各  $4.2\text{m}^3/\text{sec}$ ）については、電気探査の結果、地下の古富士泥流層表面に顕著な地下谷があって、山麓部のかなり広い範囲から地下水をあつめる地下川をなすことが明らかになっている。また、本栖湖以南の西麓においても、古富士泥流層上面に 3 つの地下谷が全体として南に開口しているといわれており、猪之頭の湧泉 ( $5.6\text{m}^3/\text{sec}$ ) や白糸滝 ( $1.4\text{m}^3/\text{sec}$ ) などは、これらの地下谷と関係があるものと考えられる。三島市から柿田川の湧水地帯についても、三島熔岩流のなかに、箱根凝灰岩を不透水層とする地下川が知られている。これらの湧泉を涵養する地下川の上流側に用水型工業が立地したところでは、最近になって地下水位の低下ないしは水量の急激に減少する現象が指摘されている。

吉原市から沼津北部にかけた富士山及び愛鷹山南麓の湧泉について調査した結果では、富士山体をぬいて流下した地下水はのきなみ減水しているし、しかも工場での揚水と密接に関係して減水、変動しているように指摘される。これに対して、用水型企業の進出してない愛鷹山麓では、豊富な地下水が湧出して、地下水利用に伴う水位低下と判断される結果を示している。断定的な結論を出すためには、さらに詳細な地下水調査を必要とするが、注目すべき現象といわねばならないであろう。

富士川扇状地の地下水位の低下も顕著であるが、ここではとくに扇状地の南東縁に沿う地域から東側の浮島ヶ原にかけて、地下水の塩水化現象が顕著である。この現象は田子浦港建設と関係があるようにもいわれているが、一方では地下水位の異常な低下により発生したものであり、水位の回復にもなって容易に復元しうるものだとの見解も示されている。深層水についてはこの見解は妥当するのであろうが、浅層水についてはなお検討の余地があるのではないかと考えられる。

浮島ヶ原の表層を形成する泥炭層は、その中から地下水をぬいたり、干拓することによって容易に土層収縮をおこし、地盤沈下をひきおこしやすいし、また地盤高を低下して湛水しやすくなるので、その地域の地下水の利用には充分注意すべきであろう。ことに、その地域を流れる沼川は、河床勾配もゆるく水質汚濁を促進しやすいので特に留意する必要がある。

## 5. 富士川とその河床変動に伴う諸問題

富士川は本来、河道を変えて洪水のたえなかつたあばれ川である。河川堤の建設以来、水害の例はすくなくなつたとはいえ、赤石山脈に発源するその支流から流出される土砂を主体として、河床をたかめてきた。また、河口から吐出される土砂は、田子浦から沼津にいたる砂礫海岸を涵養してきた。しかるに、最近になって、その豊富な水資源が注目されるようになり、取水堰堤、電源開発ダムなどの建設が進行するようになって、上流からの供給砂礫量の急減が予想されるようになった。表流水も従来の農業用水だけでなく、河川維持用水をのぞく大半が工業用水として取水される体制になっている。河床での砂利採取は今のところ一部に限られているが、この地域の工業化にともなって、砂利採

取も活発化する体制にある。こうした開発の進行にともなう富士川の河状の変形は、同時にこの河川の洪水の様相をかえるはずであるし、またそのために従来の河川堤に被害を与える可能性もないではない。

これらの点についての詳しい調査結果については第4章の記述を参考にしてほしいが、もとのあばれ川にもどった時に見られる水害の様相は、扇状地帯の開発とくに工業を中心にした開発の状況が昔日とはそのおもむきを全くことにしている点に注目してみれば予想できよう。とくに、富士川左岸の都市化、工場地帯化の現状をみればこの点は容易に予想されるにちがいない。

## 6. 浮島ヶ原の軟弱地盤とその防災上の諸問題

田子浦港の東半から沼津市街付近にいたる岳南の東西に長い平野を、かりに浮島ヶ原とよぶことにする。この平野の特徴は、南側の浜堤列の上に発達する砂丘をのぞいて、一面に地盤高の低い低平な土地であり、かつ表層に近い部分に厚さ5m以上の泥炭層が発達することである。この地域の土壌については、松井健、加藤芳朗などの各氏のほか、都市の基礎地盤調査において多くの方々の詳しい調査がある。<sup>(108)</sup>何れにしても、この平野の表層物質が重量構造物をのせるには不適当なほど軟弱なことに、将来の開発構想をたてるにしても、防災対策を考えるにしても、1つの大きな問題を抱えていることは否定できない。

従来この地域の災害は水害がもっとも重要であった。このため、昭和放水路などの建設が行われたが、一部ではこのため水不足をきたすようになった水田もあるといわれている。水害の危険は全くなかったわけではなく、今後も豪雨時にその発生は予想される。しかし水害とは別に注目しなければならないのが、軟弱地盤に基因する災害であろう。

この平野の地盤高は低いところでは50cm以下である。泥炭層から脱水をすれば、土層収縮をおこして地盤沈下が発生する。このため、湛水しやすい盆状の地域が形成されることになる。この盆状の地域を沼川が排水しているが、沼川はより一層勾配がゆるやかになり、自然流下による排水が困難になる。その周辺地域の工業化と考えあわせると、今日すでに水質汚濁の問題がやかましいこの河川の河口部における水質汚濁は、より一層促進されることになる。また田子浦港周辺の工場は盛土を行った上に立地するであろうから、その背後にあたる浮島ヶ原プロパーの排水問題は、今後の防災問題における1つの課題になるであろう。

浮島ヶ原を構成する軟弱層の地耐力は、沼川下流部においてもっともわるく、地下10mの支持力N値は0~5t/m<sup>2</sup>にすぎない。N値50t/m<sup>2</sup>以上の支持層たりうる地層は地下30m<sup>(109)</sup>以深にあって、重量構造物をこの地域に構築することにはかなり難色があるといわねばならないであろう。30t/m<sup>2</sup>の支持力をもつ海岸の砂丘地帯は、飛砂防止をしなければ、精密機械工業などには不適であろう。地耐力は根方街道ぞい、あるいは富士川扇状地の地域では多少よくなるとはいえ、この地域全体の土地利用計画を考えると、地耐力の制約からくる土地利用区分には、地域内を同じ地耐力で考えられる場合にくらべて、はるかに不利であることは否定できないであろう。



軟弱地盤地域に、地耐力を無視して工業ないし都市を立地させることは、地震の発生時に大きな被害を発生させることにもなるので、大いに注意しなければならない。地震時だけでなく、平時においても地盤沈下による被害が予想されるから、この地域の開発に先立って、2等水準測量でもよいから地盤高を1年1回測量するようになる必要があるし、要すれば地下水位の変動、水質変化を監視するため、深井戸の観測井を設置するよう勧告したい。とくに、田子浦港周辺地域においてその必要を痛感する。支持力、用途地区の配置、地盤沈下、排水不良、耐地震性の弱さなどに十分な検討を加えるよう注意を喚起したいし、これらにもとづく災害の発生も予見できることに、注意を払って頂きたい。東海道本線、新幹線、国道1号線などの諸問題も、こうした点に対する考察の上にとって検討されるべきであろう。

## 7. 田子浦港の建設とそれに伴う防災上の諸問題

静岡県の地図をひらいてみれば見当がつくように、岳南地域の開発のためには、清水港の補完港として、田子浦港または沼津港の建設がのぞましいであろう。田子浦港の選定は、その限りにおいてあやまりではないし、将来も清水港の補完港としての役割を果たすことが期待されている。<sup>(110)</sup> 港湾それ自体および付属施設に対しても、防災上の諸考慮が、観測、実験、計算などを通して払われている。<sup>(111)</sup> しかしなお多少の問題がないではない。

(a) 港湾内での堆積 潤井川、和田川、沼川の下流部に位する田子浦港は、これらの河川からの吐出物質による埋没の問題を抱えている。港湾建設開始以後、1959年7号台風時をのぞいて、はげしい豪雨の記録がないから、潤井川による土砂埋積の実態は観測されていない。しかし数多くの推定から、全く影響をうけないとはいえない。吉原市内の中小工業をはじめ、和田川ぞいのパルプ製紙工場からの廃液とともに流下するリグニンなどの堆積については、現在各種の調査が進行中であるが、年間数10cmの堆積をみるといわれている。これに対する沈砂池の計画もたてられているが、早急に解決しなければならない問題の1つであろう。

港湾内での堆積のうち、とくにリグニン廃液の堆積については、富士臨海港湾建設部で多くの調査を行っているが、その量は約3万 $m^3$ /月、36万 $m^3$ /年で、39年度の実績では34万 $m^3$ /年の浚渫をしたということである。淤泥は一般にプリンないしはヨウカン状のフワフワしたものであるが、下部の方では荷重によって圧密をうけ、ツルハシでもほれないほど固くなっている。

淤泥は港外でも堆積しているが、潜水調査の結果では、上部の約30cmはフワフワした未凝固質であり、その下ではノリ状を呈する。さらに下部になるほど固結しているという。堆積の厚さは、水深20mまででは1.2m、20~30mでは、0.7m、50mで約1m、60mで1.5~2m（東防波堤から250m沖合）、以下深くなるほど厚くなっているということである。

何れにしても、港湾内外における堆積の実態を把握することが先決であり、堆積の原因が究明され、対策が行われねばならない。

(b) 港湾西突堤による漂砂の減少 港湾の港口部の砂礫による埋没をふせぎ、かつ港湾建設に伴う



地元民への補償の一部としての堆積土砂の採取によって、東突堤より東側の砂礫海岸への砂礫の供給は急速に減少し、第2昭和放水路の排出口付近ではすでに侵蝕が卓越するようになっている。駿河湾頭の長大な砂礫海岸の海岸侵蝕は、東方では、狩野川放水路の開さくにより、洪水時に狩野川の河口から吐出される粗粒物質の量は急激に減少する体制にあるため、東西からの土砂供給量の減少にもなって急速に進行するものと予想される。

このことに伴って、海底勾配も急になり、高波、波浪の状況にも変化のおこることが予想される。これらの実態については、関係者の中で実験、観測が行われているが、ある程度の長い期間をとって考えれば、海岸侵蝕は激化の一路をたどるはずであるから、あらかじめ防災の手をうっておくことがのぞましい。ことに、富士川上流での水資源開発が進むと、富士川上流から供給される土砂量は急減するはずであるから、海岸線だけに注目するのではなく、富士川にも注意を払った総合的な考察がのぞましい。

(c) 田子浦臨海工業地域の公害 潤井川、和田川、沼川は何れも水質汚濁の急激に進行中の河川である。<sup>(112)</sup>これらの流入をうけ、かつその周辺の工業化が進行中であるため、近い将来、田子浦港の水質汚濁は議論をよぶことになろう。富士山の見えるはずの工場地帯がスモッグと悪臭の公害の都になることは、地元住民の立場になってみたらどうであろうか。公害対策は今から考え、かつ実行されるべきものと思う。

港湾地区の東半分は軟弱地盤上に立地している。不用意な浅層地下水の汲上げによる地盤沈下による浅層の収縮、深層地下水の汲上げによる深層の収縮は、ともに対策のきわめて困難な地盤沈下をひきおこし、現状では充分配慮されている高潮対策、後背地の水害対策を困難ならしめることにもなる。災害、自然的公害の相互のからみに留意して、今から万全の策を考えるべきであろう。

公害において今後注目すべきことは企業火災の発生の問題であろう。この地域の東半は軟弱地盤上に立地するから、地震の際の企業火災も警戒しなければならないであろうし、地震時以外にも企業火災は絶無ではない。もしそうした企業火災が発生すると、現状では東海道本線、新幹線、国道1号線に大きな影響を与える可能性もあるので、地域開発の観点からだけではなく、防災上の見地からも、東海道新幹線、東海道本線、国道1号線のつけかえの問題が検討されてもよいであろう。

(中野 尊正)

## 参 考 文 献

- (101) 静岡県・静岡地方气象台 (1963) : 静岡県気象災害誌 (1900~1962)
- (102) 静岡県企画調整部公害課 (1964) : 静岡県における公害の概要 (謄写印刷)  
静岡県企画調整部公害課 (1964) : 市町村における公害行政の現状と問題点 (謄写印刷)
- (103) 建設省計画局・関東地方建設局 (1963) : 富士山麓地域 (昭和37年度国土総合開発調査) 大規模開発計画調査 (謄写印刷)  
静岡県企画調整部企画課 (1964) : 富士山麓開発の基本構想 (第1次草案) (謄写印刷)

- (104) 静岡県 (1959~60, 61) : 富士山大沢崩対策委員会調査結果報告書 1、2、3  
岩塚守公・町田 洋 (1962) : 富士山大沢の発達 地学雑誌 Vol. 71 No. 4
- (105) 小林秀太郎 (1929) : 火山 富山房  
津屋弘達 (1940) : 富士火山の地質学的並びに岩石学的研究、地学雑誌 Vol. 52 No. 2
- (106) 町田 洋 (1964) : Tephrochronology による富士火山とその周辺地域の発達史——第四紀末期について—— 地学雑誌 Vol. 73 No. 5、6
- (107) たとえば、  
藏田延男 (1961) : 用水型工業とその立地 昭晃堂
- (108) たとえば、  
加藤芳朗・松井 健ほか (1959) : 原町浮島ケ原の地質と土壌 静岡県駿東郡原町産業課
- (109) 静岡県企画調整部企画課 (1964) : 浮島地区開発構想 (謄写印刷)
- (110) 静岡県 (1964) : 東駿河湾工業整備特別地域建設基本計画 (第3次草案) (謄写印刷)
- (111) 田子浦港建設計画などについての数多くの行政・技術的報告のほか、たとえば次のような論文もある。  
市川 武ほか (1961) : 駿河湾田子浦海岸の波と漂砂 第8回海岸工学講演会講演集  
中山正民 (1965) : 磯浜における堆積物の諸性質について 地理評 Vol. 38 No. 2
- (112) 三井嘉都夫 (1964) : 沼川水系の水質汚濁の一般的性格 水質汚濁研究 3

## 第2章 潤井川の砂礫流出とそれにともなる災害

潤井川は富士山西南麓を流れ、田子浦で駿河湾に流入する、長さ25km内外の河川である。この川の流域面積は小さいにもかかわらず、その上流で富士山を刻む大崩壊地「大沢崩れ」に発する大沢とつながるところから、砂礫流下量の多い点にその特色がある。そこでこの川沿いの地域の防災という観点からは、流送砂礫のひき起す種々の現象が問題になる。大沢および潤井川においていままでに経験された今後起るであろう災害としては、1) 大沢沿いの山崩れと、大沢扇状地における開拓地への砂礫の氾濫、2) 潤井川中・下流部においてこの川から取水する諸用水への土砂の流入、3) 潤井川の河口に築造された田子浦港への土砂の流入、などが主要な問題と考えられる。

そこで、ここでは大沢および潤井川における砂礫の生産、運搬、堆積について筆者らの行なった地形、地質および水文学的な調査結果の概要をのべ、防災上の基本的な問題点を指摘することにする。

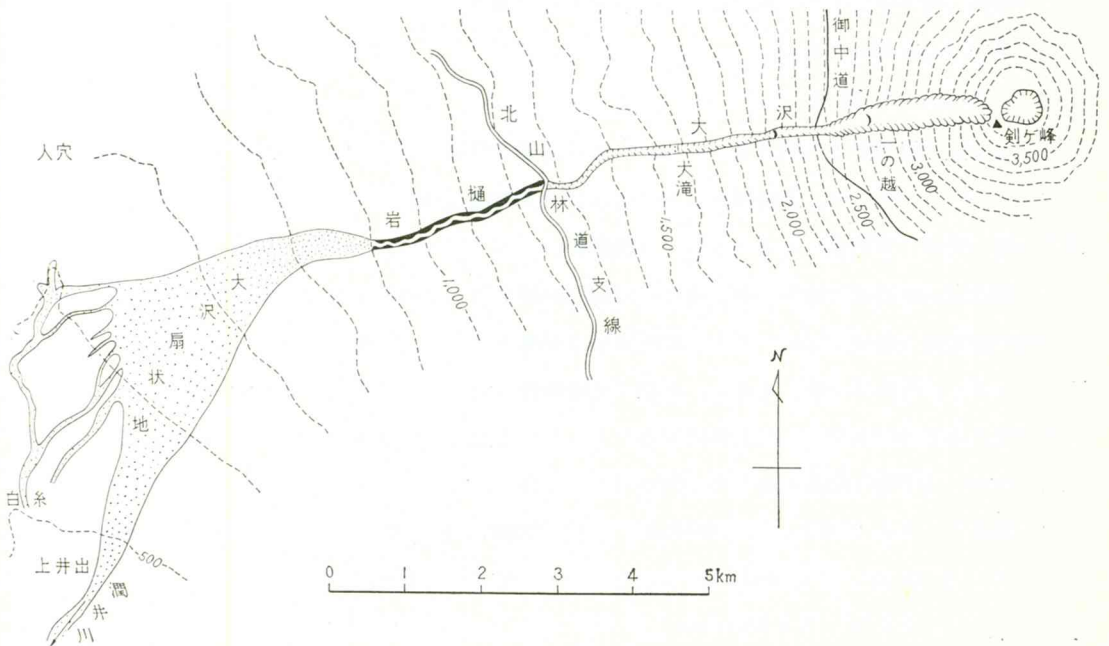
### 1. 大沢および潤井川の概況

大沢は富士山の放射谷の中でもっとも大規模な谷で、富士山剣ヶ峰山頂のすぐ西北部に谷頭の上端において深い谷をうがち、西流して海拔500~900mの間に約5km<sup>2</sup>の扇状地を形成している。この扇状地を乱流して通過する流れは、一部はさらに西流して芝川に流入するが、本流は南々西の方向にまがって上井出付近から谷をうがち始める潤井川に接続する(図201)。

#### (1) 大沢の現況

大沢は、その地形および地質的条件に主として支配されて、上流から下流に向かって、砂礫の主要な

図 201 大沢の概略図





生産源である崩壊地（上流部）、運搬の行なわれる区間（中流部）、および堆積が行なわれる扇状地（下流部）の3区間に分けることができる。

まず、上流部、それもとくに海拔2,450m付近（お中道渡場）以上の部分は、最大100mの深さをもつ大規模な谷（大沢崩れ）で、成層火山の構造を生々しく露呈させた急傾斜の谷壁では崩壊がきわめて活発に行なわれている。大沢崩れが普通の山地崩壊に比べてきわだっている特色は、砂礫の生産が積雪期をのぞけば慢性的に常時行なわれている点である。崩落した岩屑は急傾斜の谷底に不安定な状態で一旦とどまるが、次の豪雨時に土石流の形態をとって集中的に下流へと運ばれていく。上記のお中道渡場から海拔1,500m（大滝）にいたる区間も、大沢崩れの延長部とみなされる部分であるが、谷壁には植生がかなり侵入し、砂礫の生産は相対的に僅少となる。

中流部（海拔1,500m～900m）は、谷底および火山原面の傾斜がともに $5\sim 10^\circ$ と大幅に減少し、谷地形も深さ5～30m程度、幅数十mの、比較的小規模なものになる。この部分を流れる出水時の流水は多くの場合射流の状態で流れるようで、上流部で生産された砂礫はかなり急速に通過する。筆者らが礫の移動状態を知るためにエナメルで礫に塗装を施し、指標として追跡したところによると、大滝から扇頂部（岩樋出口）までの約5kmの間を運ばれるのに、拳大の礫でも僅かに数回の出水でこと足りるようである。

下流部になると、流路は急に開けて、大沢扇状地と呼ばれる広大な砂礫の堆積区域が出現する。ここは上流から運ばれてきた砂礫の堆積によって急速に形成されつつある、いわば生きた扇状地で、出水毎に流路の移動が行なわれ、大出水時には新流路に沿って顕著な堆積が行なわれる。このようなときに、周辺の開拓地（広見、見返など）に砂礫が流入し被害を及ぼすことがある。

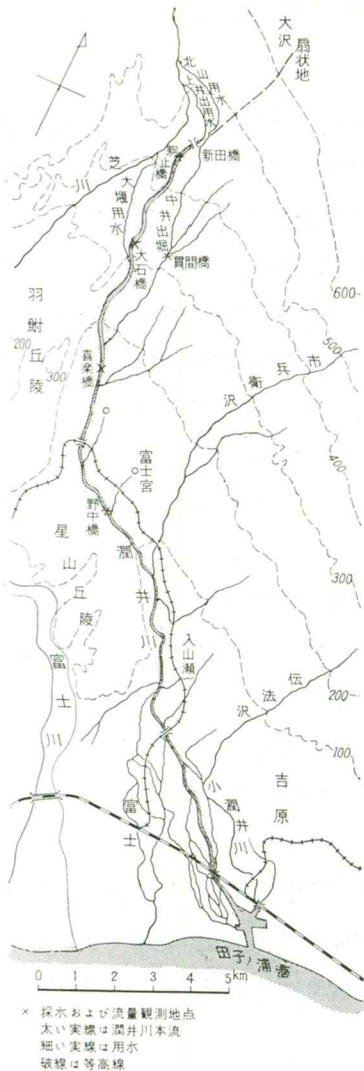
なお、この大沢では富士山の他のすべての放射谷におけると同様に、定常的な流水は全くみられない。表面流の発生は、1年に数回でいどで、豪雨時や融雪末期の降雨時に限られ、砂礫の運搬はこのときに集中的に行なわれる。

## （2）潤井川の概況

潤井川は上井出付近から河口までの部分を物質運搬の環境としての地形、地質条件および水文などの諸条件から区分すると、上井出～富士宮市富丘（上流部）、富士宮市富丘～入山瀬（中流部）、および入山瀬～河口（下流部）に3分される（図202）。

上流部は富士熔岩流の地形に全く適合して勾配が最も急で（平均勾配 29/1000）ある。河床の岩石の硬軟や熔岩流の起伏を反映してその縦断面形は平滑さを欠く。砂礫の堆積帯となるようなポケットはあまりなく、河幅は一般にせまい。そして河床物質は大沢崩れに由来する粗大な礫が主体をなす。平時の流水は芝川の水をひいた上井出用水をとり入れる上井出部落南端の新田橋から始まる。これより上流の大沢は平時に流水を全く欠く涸れ川であるので、大沢から潤井川にかけての物質移動は年に数度の出水時のみに行なわれる。新田橋の下流約500mの駒止橋（狩宿）の平時の流量は $0.5\sim 1.5\text{ m}^3/\text{sec}$ にすぎないが、これより下流では北山用水の余水や発電所の用水などをとり入れて流量は多少増加し、富丘喜楽橋で $7\sim 9\text{ m}^3/\text{sec}$ となる。しかし、用水の利用度の季節的变化にともない増減

図 202 潤井川の水系



し、富丘では 6、7月の田植え期には僅かに  $1 \sim 1.5 \text{m}^3 / \text{sec}$  しか流れない。

潤井川中流部は北または東側の富士火山熔岩流および火山扇状地と南または西側の更新統からなる丘陵とのすそ合いを流れ、その勾配はかなり緩(平均勾配  $15/1000$ )となり、富士宮市街の西方および西南方には小規模な沖積平野を展開させている。富士宮の西南部や入山瀬付近では富士山側から流下した熔岩流を刻み、そこでは峡谷や早瀬をなしている。河床物質はまだ相当あらく、富士宮西方では径  $10 \text{cm}$  近くの礫が散在し、大沢の著しい影響をうけていることが推定される。流量は渋沢、西富士宮、浅間神社の湧水を取り入れるために増加し、富士宮市野中橋では平時に約  $30 \text{m}^3 / \text{sec}$  となる。これより下流では発電用水などに利用されるため平時の水量は再び減ずる。なお、源道寺で市兵衛沢、天間で天間沢と火山扇状地を刻む谷を合わせるが、これらの谷の流量は本流に比べて著しく小さく、また砂礫の流量も少ない。

下流部は入山瀬以下の沖積平野の部分で、西側の富士川の扇状地と北東側の火山扇状地との間のくぼ地を流れ南東流して田子浦に至る。勾配は平均  $2.5/1000$  である。現在の河道は河川改修によって直線的になっているが、かつては富士川扇状地の影響をうけて東側に偏し、現在の小潤井川の河道沿いに曲流して流れていたようである。入山瀬から富士川扇状地にでた部分は、勾配小さく

扇状地の発達し易い条件を具備しているが、まだ潤井川独自の扇状地は発達していない。ただ、入山瀬～本市場新田付近の間では河床が周囲の水田より僅かながら高いようで、天井川に移行する危険をはらんでいる。この付近の富鷹橋の橋脚調査のための試錐資料<sup>(201)</sup>や河川改修工事の際の掘削断面をみると、現河床下約  $2 \text{m}$  まではややあらい火山砂礫が堆積している。しかし、これは現河床付近に限られているようで、ごく新しい時期にやや多量の砂礫が流下、堆積し始めたことをものがたっている。また潤井川河口部の河床には径  $5 \text{cm}$  以下の砂礫を主体とした州がみえるが、田子浦港両岸から海岸沿いにあうに潤井川下流河口から沿岸流によって運ばれた砂州の堆積物で潤井川系統のものではない。このよる砂礫は富士川部では最近やゝ粗粒の物質が流下、堆積し始めている。これは河川改修により勾配が増したことにも関係すると思われるが、大沢崩れに由来する物質もかなり影響を与えているとみてよいであろう。



## 2. 大沢扇状地における砂礫の堆積と潤井川に 流入する砂礫

大沢崩れの崩壊と砂礫移動の現状は、前節にのべたように、一般の山地の谷でみられる侵蝕に比べるとはるかに激しく、下流に与える影響も大きい。これについて単に定性的な考察にとどまらず、大沢崩れから運び出される物質の量はどの位で、そのうちのどれほどが大沢扇状地に堆積し、どの位が潤井川へ運び出されているかの問題が定量的に明らかになるならば、その結果は防災の面でひろく利用されるであろう。この問題に対して筆者らは次の2つの面から分析を試みた。1つは、大沢の発達史を絶対年代で明らかにし、同時に地形計測によってある期間に侵蝕された物質の容積（谷の容積）および扇状地堆積物の容積を求めるという行き方である。他の1つは、現在の出水にもなって起る河床変動を定期的に観測することによって移動した物質の量を求める方法である。以下、それぞれの結果を中心に砂礫移動の実態を記すことにする。

### (1) 大沢の侵蝕量

大沢がいつごろからどのようにして発達してきたかは、周辺地域の地形・地質学的研究および年代測定学や考古学に関係した調査によって明らかにされたが、ここではその論拠について詳述することは既往の報告<sup>(202)</sup>にゆずり、現在の砂礫移動を論ずる場合に必要な事項のみを列挙することにしたい。

1) 現在の大沢の位置に谷が刻まれ始めたのは、今からおよそ3,000年前と考えられる。この谷（古大沢と呼ぶ）は山腹中部（海拔2,700~3,000m）に谷頭をもつ谷で、砂礫の激しい生産・流下や谷の拡大はあまりみられなかったものと考えられる。

2) 大沢扇状地堆積物基底部分にある木片を放射性炭素法によって年代測定をした結果、およそ1,000年前に古大沢の飛躍的拡大によって、多量の砂礫が生産され、扇状地に流下堆積した。その後谷頭部の崩壊は継続的にすすめられ、大規模な「大沢崩れ」（古大沢に対して現在の谷を現大沢と呼ぶ）が作られるに至った。

ところで、富士山のような新しい火山に刻まれる谷では、侵蝕以前の原地形面がその周囲に明瞭に残されているので、それを延長して谷形成以前の地形を復元することが比較的容易である。この操作によって現大沢の発達の初期から現在に至るまで（およそ1,000年間）のおおよその侵蝕量を求めることができる。このような観点から次に現大沢の侵蝕量を地形計測により求めてみよう。なおこの作業には、1958年に静岡県が空中写真により作成した5千分の1の地形図を用いた。

谷の容積は、両岸に広く残されている火山原面の等高線を結んで侵蝕以前の地形を復元し、それと現地形との差を出すことによって求めた。しかし問題を形成時代が明らかな現大沢に限る場合には、前記の容積から古大沢の容積をさし引く必要がある。この古大沢については、海拔高度約1,500m以下の中、下流部ではその谷形が現大沢のそれとあまり変わらないので一応考慮外におき、これより上流部のみについて考慮すればよい。古大沢の谷形は、隣接する不動沢に似ていたと考えられるので、容積はほぼこれに等しいと仮定し、大沢谷の全容積からそれをさし引くと、 $6.5 \times 10^7 \text{m}^3$  という値がえ



られた。すなわち、現大沢の谷では約1,000年の間に $6.5 \times 10^7 \text{m}^3$ の物質が侵蝕されたことになる。

一方、大沢扇状地の砂礫層の容積はどのくらいであろうか。この砂礫層の厚さは、地質調査によると海拔高度900~650mの間では平均6m、650~400mの間では平均1mとみられるので、これらの値にそれぞれの分布面積をかけて砂礫層の総量を求めると、おおよそ $1.5 \times 10^7 \text{m}^3$ となる。これを上記の現大沢の侵蝕総量と比べてみると、前者は後者の約20%にしかあたらない。ただし前者は空隙率の大きな堆積物のみかけ上の容積なので、その真の量は上記の値より小さくなるにちがいない。したがって扇状地砂礫層の量は、上流から流下した物質のその20%以下であり、当然残余の物質( $5.0 \times 10^7 \text{m}^3$ を上回る)は扇状地を通過してさらに下流へ流下したものと考えられる。扇状地以下の潤井川および芝川に運ばれた物質は、上の値を機械的に1,000年でわって年間の平均流送物質として求めると、 $5.0 \times 10^4 \text{m}^3/\text{year}$ となる。扇状地から流下する砂礫が潤井川と芝川とでどの位の割合に分けられるかはあまり明瞭ではないが、分流路の規模、堆積物質の厚さの変化などからみて、潤井川には半ば以上の砂礫が流入したと考えてよいようである。

## (2) 1959年7月以降1年間の大沢の河床変動からみた砂礫移動量

常時表面流をみない大沢においても、降雨強度がある程度以上に達すると、表面流が発生して砂礫が運搬され、ときにはそれが土石流の形態をとって多量に下流へと移動する。その結果著しい河床変動が起る。筆者らは、1959年7月に、大沢中流部でトランシットとレベルを用いて約100m間隔の河床横断測量を実施した。その後同年8月に7号台風に遭遇し、顕著な河床変動がみられたので、9月に改測を実施し、さらに翌年7月にも測量を行なった。この資料と大沢下流部の扇状地内で静岡県が実施した横断測量の改測結果を合わせて、中・下流部における河床変動量を明らかにした。さらに上流部については、定期的に撮影した写真の比較と現地観察とによって同時期の変動量を推定し、これらの総和によって上流から下流へ運ばれた移動砂礫量の推算を行なった。その結果は表201に要約される。

すなわち、この1年間においては、上流部からかなり多量の砂礫が供給されたが、中・下流部では河床変動量が負の値を示している。このことは上流部より供給された砂礫の大部分が、中・下流部にあまりとどまらずに流下するとともに、この区間とくに扇状地に堆積していた砂礫が部分的にはかな

表 201 大 沢 の 河 床 変 動 量

区 間	期 間	昭和34年7月~34年9月	昭和34年10月~35年7月
		( $\text{km}^3$ )	( $\text{km}^3$ )
上流 (源頭より大滝)		-20 ~ -30	-10
中流 (大滝より岩樋出口)		-12	-7
下流 (岩樋出口より駒止橋)		-39	-41
扇状地内の分流堆積		+31	
小 計		-40 ~ -50	-58
総 計		-98 ~ -108	

④下流に運ばれ、その結果この区間が全般的に洗掘の傾向を示したものと考えられる。前に大沢の砂の容積と扇状地堆積物の容積との比較によって、扇状地に堆積する物質は上流から流下する物質のごく一部にすぎないことをのべたが、この1年間の河床変動の傾向もこのことと規を一にする。表201の7月～9月の変動量は8月の7号台風時の砂礫移動量にほぼ等しいと考えられるので、このときの1回の出水で3万 $m^3$ 強の砂礫が扇状地内に分流堆積し、都合4～5万 $m^3$ の砂礫が大沢から潤井川に流入したことになる。

河床横断面の改測結果の分析を通じて一般的に認められた傾向をみると、7号台風の時のような砂礫含量の高い流れのときには、主流路から分流して扇状地などに粗粒の物質が堆積することが多いが、砂礫含量のそれほど高くない出水時には主として洗掘と側侵蝕が卓越し、全体をつうじてみると堆積現象は著しくない。表201の1959年10月から翌年7月までの河床変動量-58,000 $m^3$ がこのことをものがたっている。このような過程をへて、結局潤井川へ流入した砂礫の総量は、この1年間でほぼ10万 $m^3$ に達したと推定される。

ここで、7号台風時のような規模の大きい砂礫移動がどの位の頻度で起るかが問題になるが、筆者らが1958年から4年間に経験した限りではこのときの出水が最大であった。おそらく数年ないし10年に1回位の頻度で起るものであろう。しかし、これを上回るような大規模の砂礫移動も、大沢では時に発生するらしい。それは大沢中流部のポケットに十数年位前に発生した土石流によって作られたと思われる低い砂礫段丘が存在するからである。このような土石流の発生頻度ははっきりしないが、段丘面上の植生の生育状態などからみて、数十年に一度というていどであろう。

なお、このような集合運搬の形をとる砂礫移動の発生する条件であるが、雨量の点では、総雨量よりも降雨強度と密接な関係がある。とくに上流部の降雨強度が重要である。7号台風時のお中道における最大時雨量は60.0mm/hに達した。やや規模の大きい出水はだいたい30mm/hをこすと起るとみてよいようである。また降雨条件がほぼ同一の場合には、上流谷底に貯溜された不安定な堆積物の量および残雪量などが、土石流の発生やその規模を支配するとみてよい。

### 3. 潤井川における溶・浮流物質の運搬と堆積

以上にみてきたように、大沢から潤井川に流入する砂礫の量は平均すればおおよそ年間数万 $m^3$ のオーダーであることがわかったが、この物質はいうまでもなく、掃流、浮流、溶流などの形をとって下流に運ばれていく。上流部では一般に掃流の形で運ばれる物質が多く、下流に行くにつれそれは減少し、溶・浮流の形をとって運ばれる物質が相対的に多くなっていく。

溶・浮流物質の影響はいまのところ用水に顕著にみられる。望月、鮫島の報告<sup>(201)</sup>によると、入山瀬より下流で、潤井川の水は農工業用水として大いに利用されているが、大雨の度毎に濁水が流下して被害をうけているという。これらの用水路では「掘り樋」あるいは「彼岸掘り」と称して4月始めに約10日間、水門をしめきり水路にたまった沈砂を除去する。径3mm以下の火山砂礫が掘りあげられ、これは埋めたてなどに利用される。また、本州製紙K.K富士工場では使用水の半量以上にあたる

50ton/分の水を潤井川からえているが、毎年「彼岸掘り」のため3日間全操業を停止する。この工場では1952年6月の梅雨期の大雨による濁水のため長期間操業停止の被害をうけたので、用水の取入れ口の沈砂地を大拡張し、さらにろ過装置を新設した。現在平常時でも多少の汚濁があるので沈砂場から毎日トラックで砂をすてているという。

このように細粒物質は潤井川の下流部に直接的な影響を与えると考えられるので、ここでは溶・浮流の形で運ばれる物質の運搬様式や量について筆者らの調査した結果を提示しよう。

### (1) 溶・浮流物質の調査方法

1960年6月より1年間ほぼ1週間おきに、潤井川本流沿いの4カ所の地点で採水を行ない、それに合わせて水位および流速の観測を行なった。採水地点は図202に示したように、上流から大沢扇状地末端にほど近い狩宿の駒止橋、潤井川上流部中の一つのポケットにあたる大石橋、上流部と中流部のほぼ境界に位置する富丘の喜楽橋、および諸湧水を取り入れて流量が急増しかつ流速が緩慢になった中流部沖積平野中の野中橋の4カ所である。

これらの採水地点では、採水（採水量は約500cc）のほかに、水位柱を設け水位の観測を行ない、さらにうきをあらかじめ決めておいた距離の間流して流速を測定した。なお、あらかじめ河床の横断測量を行なっておいた。これらの観測は現地信頼のおける担当者に委託し、6月4日以降毎土曜日の14時ないし15時に定期的に、また出水時には適宜臨時に行なった。

これらの資料は実験室に持ち帰り、そこでよく攪拌した上で各々を2分し、その一方について全蒸発残渣を、他の一方についてろ過水の蒸発残渣を定量し、後者の値に水位、流速などの観測結果より算定した流量をかけて溶流物質とし、前者から後者をさし引いた値に流量をかけて浮流物質とした。なお、ろ過には目の大きさが20~30ミクロンのガラスフィルターを用いたので、ここで定義した溶流物質は厳密な意味での「溶けて流れる物質」ではなく、20~30ミクロン以下の粒径のものすべてを含むことになる。

### (2) 溶・浮流物質濃度の変化

上記の方法で得られた資料を整理して、溶・浮流物質濃度(mg/l)と流量との関係および場所による変化の様子を概観し、それらに基いて推算された溶・浮流物質の総量を示すことにする。なお、1960年6月から11月までの半年間の数値は既往の報告<sup>(203)</sup>に表示してある。

まず、具体的な考察に入る前に留意する必要がある点は、潤井川の水のもつ意味が平水時と高水時とは本質的に異なることである。すなわち平水時には大沢を通して流れる水は全くなく、潤井川の流水は上井出用水の流入によって始まるのであって、この水には流入以前にすでにあるていどの溶・浮流物質が含まれている。いま1960年12月15日(平水時)に採水し分析したところ、次のような資料がえられた。

	用水	
	芝川の用水取入口	潤井川流入部——潤井川駒止橋
溶流物濃度	77mg/l	93 ———> 103
浮流物濃度	9 mg/l	14 ———> 17



潤井川流入部（新田橋）から駒止橋に至る距離はわずか500mで、その間に流量はほとんど増加しないため、平水時に駒止橋を通過する溶・浮流物質の90%はこの外来水に由来したもので、残りの約10%が新田橋～駒止橋間の河床から供給されたことになる。このように平水時の溶・浮流物には大沢以外の要素が大きく加わり、大沢の影響は僅かな比重を占めるにすぎないものと考えられる。

一方、出水時の場合には、上井出用水取入口の水門が閉ざされるのが普通で、潤井川の流水は大沢を通して来た水を主体とするこの河流域本来の流水となる。その出現頻度は年により異なるが、1960年の調査期間中には6月と8月に都合3回みられた。これらの場合には、流量の増加とともに潤井川上流部では浮流物質濃度は平水時の500～1,000倍に激増し、それに掃流物質の移動なども加わって、大沢の直接的な影響が下流に及ぶ。そして年間を通して下流に運ばれる溶・浮流物質質量も、この僅かな出水時に集中するようであり、その意味から出水時については今後とも充分留意して検討する必要がある。

(i) 溶流物質の濃度 調査期間中にえられた最大値は5月12日の出水時に大石橋でみられた310mg/lという値で、他の採水地点では平水時、高水時をとわずだいたい50～150mg/lの範囲におさまる。流量との相関関係はあまりみられない。この点は次にのべる浮流物質濃度のそれと著しく異なる。しかし、二、三の例外はあるが、流量が増加したときには逆に僅かに低い値を示し、また上流と下流とでは、下流の方がより大きな値をとることが多い。なおこれには大石橋下流から所々で流入してくるパルプ工場からの廃液が、溶流物質濃度増加の一つの原因になっているものと考えられる。

(ii) 浮流物質の濃度 これは平水時と出水時とで著しく異なる。平水時には上流部の駒止橋、大石橋で平均20mg/l強、中流部の喜楽橋、野中橋で平均30mg/l強という具合に、上流から下流に向かって濃度が僅かながら増加する。そして各地点とも50mg/lを越える濃度を示すことはあまり多くない。ところが大沢からの濁流が流入する出水時には濃度は著しく増大する。この1年間にみられた最大濃度の値は5月12日15時に駒止橋でえられた43,360mg/lという値である。平水時のその数千倍の値である。本来このような出水時には流量の変化ならびにそれにとりなう浮流物質濃度の変化が著しいものと考えられるので、密度の高い流量観測および採水が、たとえば1時間おき程度の細かさでなされることがのぞましい。しかし、今回の調査はこの点からみると相当粗い密度であったので、流量と濃度との具体的な関係を求めることは無理である。また、上流から下流に向うにつれ濃度および運搬物質質量がどのように変化するかの問題も、出水時の同時観測の資料が僅かであるため確実なことはいえないが、ただ、全体的にみると流量の増加する割合よりも浮流物質濃度の下流にいくにつれ減少する割合の方が大きい。したがって浮流物質質量は上流では著大であるが、下流に向うにつれ次第に減少する。たとえば8月13日の13時から16時の間に行なわれた採水と観測の結果は次のようになった。

	駒止橋	大石橋	喜楽橋	野中橋
浮流物質濃度	3,500mg/l	→ 730mg/l	→ 340mg/l	→ 70mg/l
浮流物質の量	10kg/sec	—————→ 4 kg/sec		



### (3) 溶・浮流物質の量

溶流物質の量については、1ヵ月ごとに定期的な採水と流量観測から得られた結果を平均して1秒当りの運搬量を出し、それに1ヵ月に相当する時間をかけて各月の運搬量を出した。浮流物質については、高水時をのぞいて、他の期間を平水時とみなし、それについて上記と同じ方法を用いて高水時をのぞく各月の運搬量を求めた。高水時の浮流物の量については、駒止橋付近の自記水位計の記録により、水位の明瞭に上昇する時刻とそれがもとに復する時刻とを求めてその間を高水継続時間とみなし、その両時刻には運搬量が平水時のそれと同様であったと仮定し、この値と高水時に観測された浮流物質の濃度と流量から求められた運搬量とを平均した値を求め、これに高水継続時間をかけて高水時の浮流物の量とした。この値を高水の発生した月の平水時浮流物の量に加えた。ただし、1960年の高水のすべてについてこのような計算が可能なのは駒止橋のみで、他の地点ではそのうちのいずれかが欠測している。また1961年については欠測が多いのでここでは1960年6～11月の半年間の計算結果のみ示すことにする。

表 202 溶・浮流物質の量

		6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	合 計
駒止橋	溶流物質	141	188	301	76	315	245	1,266
	浮流物質	3,096 (2,999)	527	12,249 (12,210)	19	31	11	15,933
喜楽橋	溶流物質	381	270	1,311	1,806	2,269	2,373	8,410
	浮流物質	?	146	?	795	453	420	?

( )内は高水時の運搬量を示す。

?は高水時の観測が欠けているため省略したことを示す。

この表をみると次の諸点が指摘できる。1) 高水の発生しない月には溶流物は浮流物より多い。2) 下流ほど溶・浮流物は増えている。さらに重要なことは、3) 高水の発生した月の溶・浮流物のほとんどすべては浮流物で占められる。これは敷衍すると、年間の溶・浮流物質の量は年に僅か数回の出水時、すなわち大沢の影響が及んだ出水時に運ばれる浮流物の量にほとんど等しい。極端にいうと平水時や低水時に運搬される物質の量はほとんど無視できる。4) この半年間に潤井川上流で運ばれた溶・浮流物の総量は約1万6千トン、容積にすると、だいたい1万 $m^3$ ほどみつもられる。

いうまでもなく、河川運搬物質の定量の問題は、河川工学や砂防工学の主要な課題の一つであり、種々の実測の方法や公式が考えられている。しかし、得られた数値が、どこまで有効でかつその内容がどのようなものであるかについては、常に問題となるようである。この報告では、以上のように、

1) 地形発達史と地形計測、2) 河床変動の実測、3) 溶・浮流物質の実測、と種々の方面から追究し、いくつかの運搬物質の量が数字として求められたが、その適用範囲については慎重な考慮を必要とする。

結論として以上のべたことをまとめるなら、1) 潤井川において運搬される物質の大部分は、少な

くとも中流部以上に関する限り、大沢に由来するとみてよい。2) 大沢から潤井川に流入する全物質の量は、大出水のあった年では  $10\text{万m}^3/\text{年}$  程度、普通の年では  $5\text{万m}^3/\text{年}$  を下回る位の値であると考えられる。後者の場合、その中で  $2\sim 3\text{万m}^3/\text{年}$  程度が溶・浮流の形で下流に流下するものと考えられる。

(町田 洋)

#### 4. 今後の課題

以上のごとく、大沢は約1,000年の間に急速な発達をとげ、現在そこから多量の砂礫を下流に向っておし出すことにより、山麓の扇状地では砂礫の堆積にともなう農地や林野の災害を、潤井川の沿岸地域では主として細粒物質の流入にともなう用水関係の災害を、また潤井川の河口に構築された田子浦港では運ばれてきた土砂の堆積によって港の埋没問題を起している。港の埋没は、いまのところ和田川から運ばれてくる浮泥の堆積に比較するときわめて軽微なものであるが、1959年8月の7号台風襲来時に経験したような大出水が発生した場合には、かなりの影響が及ぶものと考えられる。また大沢中流部における堆積地形の分析結果からは、数十年程度の期間において、昭和38年8月の7号台風襲来時の大出水を上廻る大規模な出水が考えられるので、現状のまま置かれるならば、当然、近い将来に土砂をともなったこのような大規模な出水の影響が潤井川沿岸や田子浦港に及ぶことを予想しなければならない。扇状地における堆積による災害についても、現在は粗放な利用形態の農地の一部が被害を受ける程度にすぎないが、将来この約  $5\text{km}^2$  にも及ぶ広大な扇状地の土地利用の高度化がすすんだ場合には、当然、災害のより顕在化を予想しなければならない。そしてこのような災害に対しては、今後とるべき根本的な対策と、そこに至るまでの過程でなすべき調査あるいは一時的な対策を考えておかななくてはならない。

1) 静岡県は上記のような諸災害についての根本的な対策を見出すため、その根源と目される大沢ならびに大沢扇状地に主として焦点をしばって、富士山大沢崩対策委員会(昭和33年度～昭和35年度)に種々の角度からの調査ならびに検討を依頼した。そしてこの委員会の最終的な結論は、昭和36年12月15日に出された“富士山大沢崩対策についての答申書”という形でまとめられている。次にそこでのべられたことを要約してみよう。

まずこの答申書では、大沢上流部の崩壊を完全に防止することはほとんど不可能にちかい、つまりここでみられるようなきわめて劣悪な自然条件のもとでは、技術的な面からみて施工がかりに可能であったとしても、それにはけたはずれに巨額な費用を要し、現状では投資効果の点で大いに疑問がもたれ、また一方では活発な自然現象を直接的に変化させるような自然への対応の仕方をとるのは得策でないという前提に立つ。そして間接的な方法で崩壊の進行をゆるめ、砂礫の移動を止めることによって、山麓以下の災害を軽減させようと考えている。

(i) 上流部については、まず谷底を現在より低下させないために、お中道の渡し場付近に砂防堰堤を作る。また岩屑の匍行を防ぐため、右岸の比較的緩傾斜の谷壁斜面には植物を導入し、特にお中道の近くの森林地帯にはいるところではミヤマハンノキ、ミネヤナギなどの植栽をはかる。更に左岸

の絶壁の上縁木であるカラマツは、むしろ崩壊を助長しているので、今後風害を生じにくい低木性樹木に入れ替える。

(ii) お中道渡し場から大滝に至る峡谷についても、緊急を要することは、現在以上に谷を深くしないことであり、このためには、階段式の床固と堰堤の系列を作る。また谷壁からの土砂の生産を防ぐため、有林山腹の山脚固定を行なう。

(iii) 大滝から北山林道渡河点までのいわゆる大沢中流部は、主として砂礫の運搬ないしは堆積部で、積極的な砂礫生産が考えられないので、既存の3基の水制と1基の砂防堰堤のほかは特に考えない。

(iv) 岩樋部分についても、堰堤の建設等は特に考えないが、数個の岩棚部分を保護するような施工がのぞましい。

(v) 上記のような施設を上流にほどこせば、扇状地へ押し出される土砂の量もかなり減少するわけであるが、これだけでは到底根本的な解決となりえない。下流への災害防止策として砂礫の移動をほぼ最終的におさえるためには、なるべく扇状地の頂部に近い部分に、貯砂を主目的とした堰堤を作ることが必要である。そしてその建設は、現在でもかなり実施可能な程度のものであり、効果も大きなことが考えられる。この建設位置としては、岩樋出口から下流約1kmの、兩岸に段丘状地形が存在する部分が最も適当と考えられる。またそこにたまる堆積物の保水能力が、出水緩和作用に役立つことは勿論であり、他方そこに貯溜された水が、もし地下水供給源として役立つものであるならば、水不足に悩むこの地方に非常な利益をもたらすわけである。更に堰堤を越した水の処置についても、今後野溪がひろがらないようにし、出来るだけ下流への土砂流出をくいとめる。このためには、砂防堰堤の建設と平行して、それ以下の扇状地内の主要流路の固定とそれらの床固めを実施し、扇状地内の砂礫の再生産を防ぐことが必要である。また万一の異常大出水の場合を考えて、氾濫水の勢力を緩和する水害防備林を作ることがのぞましい。なおこの扇状地は幸なことに、いまなお広い原野や森林を残しているので、今後の土地利用に関しては、災害防止を充分に考慮して、過度の利用をひかえることが必要である。

ところで以上のような内容の答申は、3年間を通じて地理学、地質学、林学および土木工学などの各専門分野でなされた調査結果を基にして出された意見の総合であり、かなり合理性をもつものである。そしてこのすべてが実現された暁には、大沢および潤井川に起因する諸災害が大巾に軽減することは、充分に考えられる。しかしそれにはかなりの経費を要し、そのために政治的ないし行政的な考慮も必要とならう。

そこで限られた予算の範囲でなにはともあれ対策工事にふみきろうとする場合には、どうしても最も効果的なものから順次実施して行くよりほかにない。つまり対策の対象をはっきりさせた上で、工事の順序を組み立てておくことが必要となる。

まず対策の主対象をどこに置くかという問題であるが、これには富士山の景観変化そのものを防止しようとする天然物保護の考え方と、山麓以下の産業を災害から守ろうとする考え方とがある。出来



ることならば、両者が共にかなえられるような対策が立てられることが最もよい。しかし経費が制限される一般的な現実のもとでは、どうしてもどちらか一方を優先させる立場をとらざるを得ない。また両者を対象にとり上げててもかまわない程度に恵れた経済条件のもとでも、主点をいずれかに決めて置く方が得策である。そして筆者は、このような考察の下に、山麓以下の大沢扇状地、潤井川沿岸および田子浦港などの災害を防止することを対策の主対象とすべきであるとの立場に立つものである。

そこでこのような立場をとる場合には、次に工事の順序をどのようにするかということが問題になる。答申書では、上流から下流に向かって、それぞれの部分についての工事がのべられているが、これには上記のような点についての配慮が全く含まれていない。

お中道渡し場付近に考えられた砂防を目的とした堰堤は、土砂の供給の大半をその生産地付近において止めてしまうという点からみると非常に重要な意味をもつものであるが、この建設にはまず水の確保が必要であり（建設に必要な水はすべて山麓から運搬しなくてはならない）、また岩石の崩落を防ぐことも必要で、施行上かなり障害となる問題が含まれる。更に強力な破壊力をもつ氷化した雪の作用について、十分な対策をこうじておかなければ、建設はおぼつかない。このような諸事情を考慮すると、この砂防堰堤の建設にはかなりの経費とともに非常に多くの危険性が予見される。このため下流において、下流域一帯の災害を防ぐにたる適切な対策がこうじられるならば、この工事は最後にまわすのが賢明と考えられる。なおこの上流部の比較的緩傾斜の谷壁斜面に植物を導入することおよび谷壁の上縁木であるカラマツを低木性樹木と入替えることは、対策としてはかなり間接的なものでしかないが、経費がきわめて僅かでもすむことであり、また部分的な効果が明らかに認められるので、早急に実施することが望ましい。

お中道渡し場付近から大滝に至る間では、河床の低下を防ぐ目的で階段式の床固め系列と小規模な砂防堰堤が、また谷壁からの砂礫生産を防ぐため山脚固定とが考えられたが、ここでの砂礫生産はお中道渡し場付近より上流のそれにくらべればきわめて僅かなものでしかなく、また施工に当っては上流の場合に類似した困難が考えられるので、工事は比較の後廻しにした方が適当と思われる。

大滝から岩樋出口に至るいわゆる中流部では、対策とみられるような具体的内容の工事がほとんど考えられていない。

さて以上のような立場でみてくると、最も緊急を要する中心的な対策工事は、当然、扇状地の頂部付近においてなされなければならないことになる。そしてこの目的にかなうものが、さきにもべた岩樋出口の下流約1 kmの地点付近に考えた貯砂ダムの建設と扇状地内における主要流路の固定ならびにそれらの床固めなどである。まず貯砂ダムであるが、これは所定の地点付近に十数米の高さの堰堤を作ったとすれば、その背後におおよそ200~300万立方メートルの砂礫堆積が可能となる。この数字は、かつてわれわれの調査によって明らかにされた大沢から扇状地に供給される平均年間流下砂礫量を基にして考えると、おおよそ数十年間分の砂礫量に相当する（これらの数字はごく概略の数字であるため、具体的な施工の前には、特にダムの堆積可能量などについて十分な調査を行うことが必要であ



る)。すなわち大沢が現状のような形で放置されたとしても、そこから数十年間にわたって放出される砂礫の大半はここでくい止められることになる。しかも答申書でのべられた工事が、その後順次上流部において実施された場合には、大沢から放出される砂礫量もかなり減少すると考えられるので、当然、ダムの寿命もかなりのびるものと思われる。

ところでこのような貯砂ダムの建設によって、上流から流出してきた砂礫の大半がここでくい止められたとしても、異常な大出水時の場合には、流水の一部が堰堤を越えて扇状地を流下することが十分に考えられる。かつてわれわれが行なった調査によると、扇状地の中・上部で砂礫を堆積させた後の流水が、扇状地内を流下する間に、その流路ぞいで顕著な洗掘作用を行い、その結果この部分で生産されたかなり多量の土砂が潤井川に送り込まれている。すなわち、大沢扇状地そのものが、潤井川による運搬物質の一つの供給源となっているのである。このため越流した水に対するその後の処置、つまり答申書でのべられた扇状地内の主要流路の固定とそれらの床固めは、貯砂ダムの建設と平行して行なわなければならない最優先の工事と考える。またこの場合には、主要流路ぞいに水害防備林を作ることが必要である。

2) 大沢および大沢扇状地における砂礫の生産・運搬・堆積の実態は、昭和33年度から昭和35年度にかけて行った調査の結果、定性的にも定量的にもかなり明瞭である。しかし平野地域の災害と直接的な関係をもつ潤井川の物質移動については、全般的な河況調査のほか、上井出から富士宮市の南に位置する野中橋に至る間で、溶・浮流物質のみについての粗い程度の調査を行なったにすぎない。この河川の移動土砂の供給源である大沢および大沢扇状地において、前節でのべたような対策が実施された段階では、その移動土砂が災害とは全く無関係のものとなることが十分に考えられるが、そこに至るまでの過程では、今後出来るだけ早急に、移動土砂の実態を明らかにするような調査の行われることがのぞまれる。この場合、主体をなすと考えられる溶・浮流物質に関しては、駒止橋、大石橋、喜楽橋、野中橋などのほか入山瀬南部および東海道線と交さする前田部落付近を含めた地点において、流量観測（具体的には水位ならびに流速の測定）と採水（500cc程度）を隔日程度の間隔で定期的に行なう。また1年に数回予想される増水時には、増水の前後数時間に毎時の流量観測ならびに採水が実施されることがのぞましい。掃流物質については、複雑な河況からみてその実態把握にはかなりの困難が予想されるが、とりあえず大沢扇状地から流入する掃流物質が一次的に及ぶ範囲を塗装礫などを指標にして知ることが必要であろう。

なお潤井川における直接的な対策、たとえば、砂防堰堤による土砂流出の防止などは余り効果がないように思われる。なぜならば潤井川によってその下流部に運ばれる土砂の主体は、溶・浮流物質の形態をとり、それは砂防堰堤などによって流下が阻止されるようなものではないからである。そしてこれらの物質の流出を激減させ、それによって中・下流部における諸災害を根本的にふせぐためには、どうしてもさきへのべた大沢および大沢扇状地における対策工事を適切な順序にしたがって実施することが必要なのである。

(岩塚 守公)

## 引用文献

- (201) 望月勝海・鮫島輝彦(1960) : 大沢氾濫原および下流地域の調査、静岡県大沢崩対策(第2報)、P. 37~47
- (202) 岩塚守公・町田 洋(1962) : 富士山大沢の発達——火山の谷の発達と侵蝕機構についての基礎的研究——、地学雑誌、71、4、P. 143~158
- (203) 多田文男・岩塚守公・町田 洋・小池一之・細井将右(1961) : 富士山大沢における崩壊および砂礫移動についての研究(第3報)、静岡県大沢崩対策(第3報)、P. 1~38

### 第3章 岳南地域における工場の発展ならびに田子浦港建設にともなう河川水の水質汚濁と地下水位の低下ならびに地下水塩水化

#### 1. 岳南地域の地形と河況

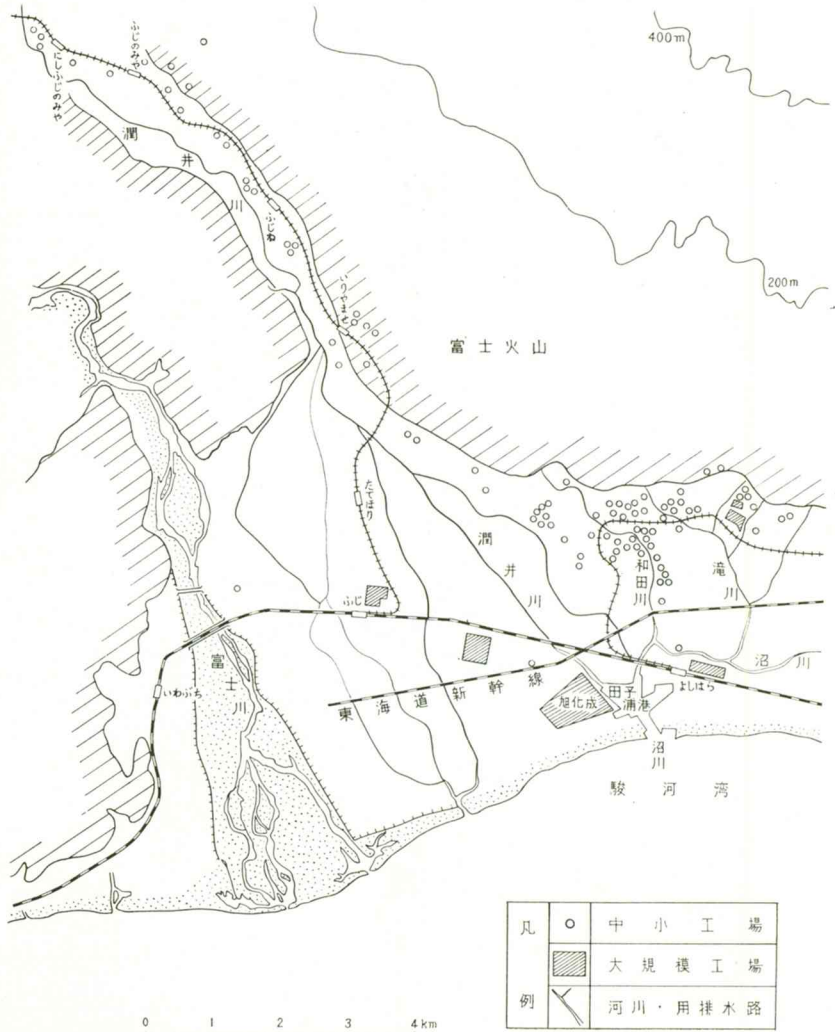
富士山の南麓にひろがる沖積低地は地域的には図 301 に示したように区分される。すなわち西方には、北西から東南方向に緩斜する富士川、潤井川につくった扇状地ないしは三角州扇状地があり、その東端は吉原市の中央部和田川付近に終る。東方には沼津平野に移化する高度0.5~2.5mの極めて低平な浮島干拓地、南には高度20mをほこる鈴川砂丘（最高点24mの吉原駅南の愛鷹神社境内を中心に西は富士川河口、東は沼津千本浜につらなる）ないし砂礫州が東西につらなり、急深な駿河湾によってふちどられている。この土地の形成については富士火山の活動の遺物、泥炭層の存在、砂丘地に存

図 301 岳南地域の地形区分概念図



在する考古学的遺物等から極めて興味ある問題が考えられる。沼川が滝川、和田川、潤井川等の支川を合せて田子浦で砂丘、砂礫州を切って駿河湾に注ぐ付近は、扇状地ないし三角州扇状地と低湿な三角州とが折り合い砂丘によってふちどられているため、沼川本川下流部は極めて緩傾斜な河床勾配（3000分の1以下）を示す。しかし扇状地帯を流れる潤井川は傾斜も急ですでに完成間近な田子浦港の建設工事ともなって沼川合流点付近では（港の浚渫工事ともなって）、滝のように潤井川は港に注いでいる。沼川は、東京低地帯を流れる諸河川のように下流部は緩流で逆流を示す感潮河川の性格をもっている。ただ塩水遡上距離は短く、東海道線付近の閘門（6ツ目鏡）の影響もあってか河口から2 km 付近の河合橋で、底層部に電気伝導度  $1000\mu\Omega/cm$  程度の濃度を認めることは極めて少ない。河口から3.3kmの東海道バイパスが沼川にかかった毘沙門橋付近では最早、潮汐の干満ともなう逆流や水位変動はほとんど観測されない。まして北側の富士火山南麓の湧泉に起源をもって南流する各支川（もっとも田宿川や和田川は、後述するように地下水異常吸上によって、かって水源と

図 302 沼川流域の製紙工場分布図





なっていた湧泉がここ10年来全く枯渇したため、現在これらの河川は工場廃水、家庭下水等の排水路となっている)は流速も毎秒数10cmもあり、比較的速い。したがって河床物質も河川の下流部2～3km間が泥土ないしはパルプ廃液中の堆積物(有機物)からなっているのに対して潤井川や滝川は火山性の砂礫からなっている。前述のように、この地域はわが国でも有数な湧泉ならびに地下水自噴地帯で、東の三島、西の富士宮に通ずる水の町ともいわれた地域である。したがってその水を求めて古く天正の頃(1570年代)よりコウゾ、ミツマタを原料とした手すきの和紙製造が開始され、機械文明の発達した明治以後大資本の導入(明治22年王子製紙会社がパルプ工場設立)によって洋紙製造をともなった大工場が進出し、第2次大戦後のブームにかきたてられ、幾多の地理的条件のもとに今日の一大製紙工業地域を形成するにいたった。その工場分布は図302に示した通りである。

## 2. 工場の分布と性格

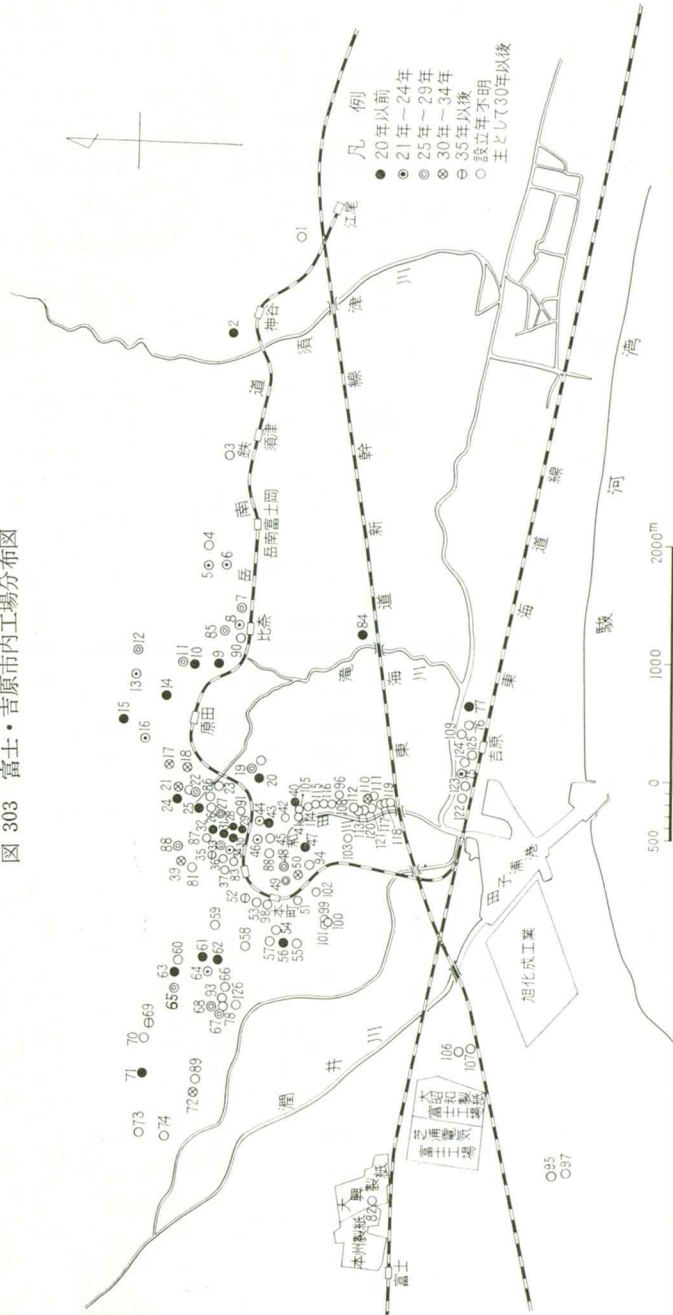
岳南地域でも富士市、吉原市、富士宮市、鷹岡町、芝川町の中、南部工業地帯としての吉原市、富士市、鷹岡町と北部農業地帯としての富士宮市、芝川町とはその性格を異にし、両地帯の昭和35年における工業生産額を比較してみると南部の92%に対して北部は僅かに8%に止まっている。昭和35年以後、南部地帯の企業進出動向はめざましいが、北部地帯へも漸く企業の立地もみられるようにな

表 301 岳南地域産業別工場数の推移と将来

産 業 分 類	31 年	32 年	33 年	34 年	35 年	45 年
合 計	971	1,083	1,059	1,062	1,172	1,556
軽 工 業 計	734	829	800	803	869	1,111
食 料 品 製 造 業	191	223	220	206	205	222
織 維 工 業	40	43	42	38	43	43
衣服その他繊維品製造業	13	17	17	20	22	30
木 材、木 製 品 製 造 業	160	168	159	158	159	170
家 具 装 備 品 製 造 業	27	30	27	20	33	33
パルプ、紙、紙加工品製造業	246	278	273	293	327	462
出版、印刷、同関連産業	34	39	37	38	38	45
ゴ ム 製 品 製 造 業	2	4	4	4	4	8
皮 革、同 製 品 製 造 業	1	1	1	1	1	1
窯 業、土 石 製 品 製 造 業	1	4	6	7	12	36
そ の 他 の 製 造 業	19	22	19	18	23	55
重 化 学 工 業 計	237	254	257	259	303	445
化 学 工 業	9	11	9	13	15	28
石 油、石 炭 製 品 製 造 業	1	0	0	0	0	0
鉄 鋼 業	16	23	21	20	21	28
非 鉄 金 属 製 造 業	9	8	11	9	11	16
金 属 製 品 製 造 業	43	40	48	41	44	55
機 械 製 造 業	128	139	135	143	173	241
電 気 機 械 器 具 製 造 業	17	17	16	15	17	32
輸 送 用 機 械 器 具 製 造 業	10	13	13	14	21	42
精 密 機 械 製 造 業	4	3	4	4	2	3

岳南地域振興計画書による

图 303 富士・吉原市内工場分布图



り、ひいては吉原より東部地域へも進出の傾向がみられ、今後の動向が注目される。前述のように、本地域は伝統的産業であるパルプ、紙、紙加工製造業を中心とした工業地帯であるが、パルプ産業の相対的伸びなみに対し、豊富、良質と考えられている用水、広大な用地、京浜市場に近距離にあるというすぐれた立地因子や後述のような田子浦港の整備等産業基盤整備によって各種企業が着目するようになってきた。たとえば、34年には、田子浦港利用の便をもって旭化成が進出、35年には東海電化、佐久間鋳工所等が進出。ただ本地域では、昭和35年における工場数は1,172工場で、これを昭和31年の971工場に比較すると1.2倍となっているが、年々零細規模の工場数が減少していることも注目すべきである。また、軽工業、重化学工業の構成比の推移も、工場統計によると昭和31年では25対75であったものが、35年には40対60と重化学工業の占める比重が高まってきている。したがってこれらは従業者数や生産額等にもあらわれて、労働生産性も、軽工業部門より重工業部門の方が伸長度が大きい。ただし軽工業では紙パルプのみがやゝ伸長度を高めている。

さて本地区の産業別工場数の推移についてみると表301に示した通りであるが、この中、パルプ、紙、紙加工品製造業について従業者3人以上の工場を富士、吉原市地区の分を示すと図303に示した通りでこの地区において分布的にはいわゆる岳南地域の工場を占め、わけても中小工場は吉原市地区に圧倒的に集中している。富士市地区は、本州、大興、大昭和、旭化成等の大工場で占められていることがわかる。なお図304の製紙工場を中心とした130工場についてその設立年月を調べ、工場数の経年変化をみると、第二次大戦後急増し、更に1950年頃、1955年頃、1960年頃に伸びが大きいことがわかる(図304、表302参照)。要するに、製紙工場を中心とした吉原、富士地区におけるこの12~13年来の工場の伸長度はきわだって大きいことがわかる。ところでパルプ、紙、紙加工品製造業はいわゆる用水多量使用型産業であり、一般に製品1トンにつき亜硫酸パルプ製造工程では平均300m<sup>3</sup>製紙工程では120m<sup>3</sup>も使用(製造工程と施設完備によって使用量も半減しようともいわれるが)するといわれ、富士、吉原市地区において水需要量は圧倒的に高く、総使用量の95.3%を占め、蔵田延

図 304 年代別工場数

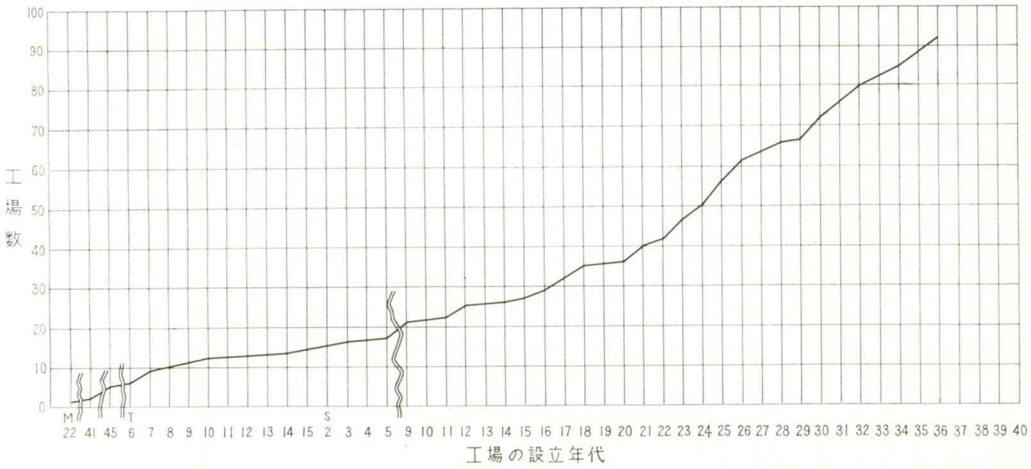




表 302 工場分布図説明

1	富士製紙工場K. K.	倒産	45	大昭和製紙K. K.	不明	89	望月製紙K. K.	不明
2	東海工業K. K.	大7.7.1.	46	井出製紙K. K.	昭21	90	久保田製紙K. K.	〃
3	福原泉醸造K. K.	休業	47	日産自動車K. K.	〃18	91	ミヅホ製紙K. K.	〃
4	朝日製紙K. K.	倒産	48	井出紙業	〃25.5	92	大平製紙K. K.	〃
5	丸菱製紙K. K.	昭21	49	清興製紙K. K.	〃27	93	丸元パルプK. K.	〃
6	興亜工業K. K.	〃24	50	三幸製紙K. K.	〃30	94	清興製紙K. K.	〃
7	富士パルプK. K.	〃25	51	清朝機械K. K.	大15	95	山恭製紙K. K.	〃
8	市川製紙K. K.	〃23	52	国光紙業K. K.	昭36	96	興信製紙K. K.	〃
9	大昭和製紙K. K.	〃3.3	53	日本水路工業	不明	97	岳南製紙K. K.	〃
10	春日製紙K. K.	〃14.3	54	岳南自動車修理工業	不明	98	京王製紙K. K.	〃
11	滝川製紙K. K.	〃25	55	山手製紙K. K.	不明	99	中亜製紙K. K.	〃
12	中京製紙K. K.	〃28	56	岳南鑄造所	昭5.3	100	共立製紙K. K.	〃
13	五条製紙K. K.	〃24	57	三星製紙K. K.	不明	101	田子浦製紙K. K.	〃
14	小島製紙K. K.	〃12.12	58	昭和製紙K. K.	〃	102	三幸製紙K. K.	〃
15	三島製紙K. K.	大7.7	59	藤倉電線	〃	103	利久製紙K. K.	〃
16	富士印刷K. K.	昭22.9	60	駿河木材工業K. K.	〃	104	興国人絹	〃
17	宇東川製紙K. K.	〃32	61	猪目製糸工業	大元年	105	興国人絹	〃
18	東海製紙工業K. K.	〃31.12	62	芦沢鉄工所	昭9	106	東洋製紙	昭21.3
19	平和製紙K. K.	〃26	63	杉山鉄工	大10.5	107	〃	不明
20	鈴木印刷K. K.	大元年	64	斎藤鉄工所	昭22.4	108	薩川製紙K. K.	〃
21	〃製紙K. K.	昭32	65	駿河木材工業所	〃26	109	鈴源製紙K. K.	〃
22	大川製紙K. K.	〃25	66	朋和製紙K. K.	不明	110	大勝製紙K. K.	〃
23	双葉繊維化工場	〃30	67	清和製紙K. K.	昭27	111	〃	昭20
24	太平製紙K. K.	〃12	68	弥生製紙K. K.	〃26	112	日清紡吉原工場	不明
25	富士写真フィルムK. K.	〃16.10	69	吉原鉄工所	〃36	113	〃	〃
26	大昭和製紙K. K.	〃30	70	矢部製紐工場	明45	114	〃	〃
27	大二製紙K. K.	〃26	71	伊東紙業K. K.	昭12	115	新橋製紙	〃
28	富久興製紙K. K.	〃9	72	九仁製紙K. K.	〃33	116	〃	〃
29	ミズホ工業K. K.	〃18	73	大和製紙K. K.	不明	117	〃	〃
30	田島鉄工所	大7.4	74	三洋製紙	不明	118	吉富工業K. K.	〃
31	鈴木工業K. K.	〃14	75	富岳興業	昭22.9	119	〃	〃
32	興陽製紙K. K.	昭9.7	76	鈴川製紙	不明	120	〃	〃
33	陸製紙K. K.	〃25	77	大昭和製紙	大10.5	121	〃	〃
34	麗峰製紙K. K.	〃23	78	清和製紙K. K.	不明	122	富岳工業K. K.	〃
35	美藤製紙K. K.	〃37	79	平和製紙K. K.	〃	123	〃	〃
36	和田川製紙所	〃26	80	丸富製紙K. K.	〃	124	〃	〃
37	東海工業K. K.	倒産	81	丸富製紙K. K.	〃	125	〃	〃
38	山恭製紙所	昭28	82	大興製紙K. K.	昭25.6	126	製紙工業試験場	〃
39	丸富製紙K. K.	〃30	83	丸日製紙K. K.	不明	127		
40	興国人絹パルプK. K.	〃18	84	興陽製紙K. K.	昭9.7	128		
41	新橋製紙K. K.	〃23	85	興亜工業K. K.	〃16.5	129		
42	倉橋ゴムK. K.	倒産	86	富士フィルムK. K.	不明	130		
43	望月鑄造所	昭24	87	美藤製紙K. K.	〃			
44	三和商工K. K.	〃23	88	井出製紙K. K.	〃			

(井戸堀さく年月)

男氏等によって求められた地下水補給量 130万 $m^3$ /day 中すでに 1960年には 100万 $m^3$ /day も使用され、その後工場の増加、鑿井技術の進歩にともない今日では 130万 $m^3$ /day をフルに使用しているといわれる。



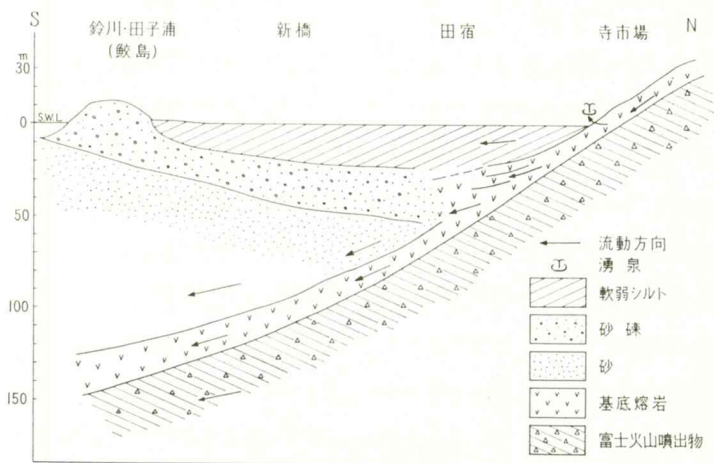
### 3. 地下水の賦存と地下水位の低下、湧泉の涸渇現象

#### (1) 地下水の賦存状態

富士川左岸の平野部には厚く、きわめて粗鬆な帯水層が発達しているが、主要な導水通路となっているものは、富士山南麓斜面から連続している基底熔岩流と推定されるほぼ一連の熔岩流があるといわれている。一般には深井戸の大部分は3層に分けられ、この基底熔岩までの砂礫層中に帯水しているものと、基底熔岩中のもの、基底熔岩の下側から得ているものがある。蔵田延男氏等の調査によると、この基底熔岩流とおぼしきものの分布は、吉原市街地付近では最も浅く、かつ厚く、市街地西方五月製紙の付近では厚さ45mに達しているといわれる。今泉田宿の富士フィルム工場の場合には深度80~90m間にあって、他に比軽して深く、かつ厚い熔岩流があるといわれる。また一方沼川の左岸大昭和製紙鈴川工場の東西方向に並んだ深井戸群では、80m以下の深部にのみ熔岩流が認められていることから、当時の駿河湾岸に流出した一連の熔岩流の下部が最も南方にまで延び、上部は吉原市街地あるいは少しくその南方で尖滅したとも考えられるといっている。また大昭和製紙鈴川工場の井戸群のうち西部の井戸群には熔岩が認められ、しかもこれらは西へ寄るほど浅く、東へ寄るほど深くなっている。しかし東部の井戸群ではこの種の熔岩が認められなくなり、吉原市原田付近から今泉、依田橋を経て東海道線吉原駅を結ぶ線（地形的には富士川三角扇状地と浮島低湿地との境）を境界として、その東側では熔岩流の分布は認め難く、あってもきわめて深いらしい。一方潤井川の右岸地区、富士市側では熔岩流はうすく、やや深くなり、しかも1枚に限られて示されるという。富士市上水源井においては、地下35m前後から厚さ約15m、本州製紙で地下35m前後から厚さ10m、東芝および大昭和製紙で60~85m間に厚さ10~15m、鮫島、前田新田で120~130m間に厚さ6m前後のものが指摘される。

以上のことから山麓の湧泉、平地部の自噴井等の賦存機構を模式化すると図305のようになる。またこの地域において蔵田氏等の実測になる地下水比抵抗等値線図等から流動方向を推定すると、吉原

図 305 岳南地域（吉原地区）地下水賦存概念図



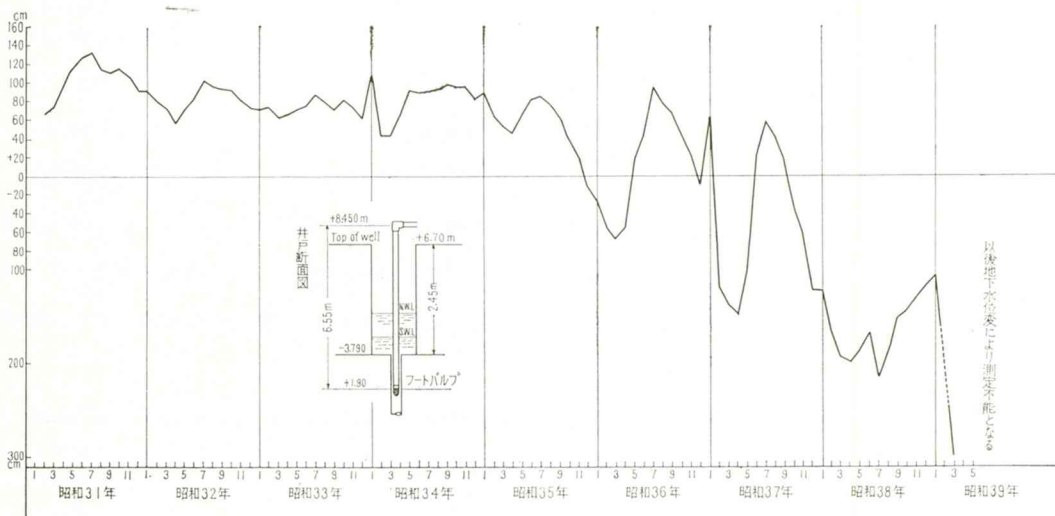
市の東北方向から富士市の方向へ向って流れているであろうこと、富士川沿いには伏流水が、北松野付近から南流していることなどが推定される。

したがって、かような賦存状態を示す地下水において同一帯水層からの揚水が過剰になれば、水位低下、ひいては湧泉枯渇現象の見られるのも至極当然といえよう。

## (2) 自然水位の変動

地下水の自然水位に関しては数多くの観測資料を得ないが、吉原市第一水源井では1956 (S. 31) 以来観測されているので、これによって経年変化をみると、図 306 に示したように1956年から1959 (S. 34) 頃までは最低水位年間せいぜい5~10cm と徐々に低下しているが、1960 (S. 35) 年頃からは年間70~80cm と急に低下していることがわかる。勿論季節的には3~4月に最も低く、7月に最高に

図 306 吉原市第一水源自然水位の変動



なるのは降雨による影響も考えられるが、12月31日から1月3日までは水位が上昇するとか、最低水位が年々下っていく現象は工場の過剰揚水によることはいうまでもない。とくに正月3日間の水位上昇とか日頃涸渇している湧泉の湧出現象等は面白い。本年(1965年)正月に現地を調べた結果によると吉原地区の枯渇湧泉と称する湧泉地点ではついに地表に湧出するにいたらなかった。ただ深井戸においては今泉小学校庭のプールの井戸が1月1日、地上+50cmまで自噴し、井戸小屋が水びたしになる騒ぎがあったが、1月4日にはまた地下-5.4mでいどまで下ったといわれている。このことからすると工場が操業停止すると工場密集地域の平野部中央部の地下水は大凡そ5~6mでいどの水位変動を示すものではなかろうかと考えられる。なお工場密集地域とはいえないが、井戸の分布から旭化成K. K.の周辺に位する富士市上水道田子浦水源井についてみるとこの井戸では、後述のように塩水化問題のため水質調査に合わせて水位観測が1960 (S. 35) 年12月28日から1961 (S. 36) 年1月8日

表 303 富士市上水道田子浦水源水の干潮、満潮時における水質検査状況

年 月 日	天 候	採 水 時	干・満潮	水 位	塩素イオン	硬 度
35. 12. 28	晴	A.M. 8.17	干 潮	3.00m	666.5P.P.M	649 P.P.M
		P.M. 2.12	満 潮	3.40	719.8	796
12. 29	晴	A.M. 9.10	干 潮	3.00	684.4	657
		P.M. 2.53	満 潮	3.50	744.6	766
12. 30	晴	A.M. 9.53	干 潮	3.40	790.3	885
		P.M. 3.31	満 潮	3.60	814.9	780
12. 31	晴	A.M. 10.20	干 潮	3.40	620.6	528
		P.M. 5.07	満 潮	3.60	684.4	685
36. 1. 1	晴	A.M. 11.02	干 潮	2.70	273.0	196
		A.M. 5.40	満 潮	4.00	304.9	235
1. 2	晴	A.M. 11.32	干 潮	3.80	173.0	332
		A.M. 6.10	満 潮	4.10	179.4	410
1. 3	晴	A.M. 11.50	干 潮	3.50	154.3	212
		A.M. 7.20	満 潮	3.80	182.2	180
1. 4	雨のち晴	P.M. 12.30	干 潮	3.50	228.7	260
		A.M. 6.10	満 潮	3.80	225.3	287
1. 5	晴	P.M. 12.55	干 潮	3.20	308.5	375
		A.M. 7.48	満 潮	3.60	375.5	472
1. 6	晴	P.M. 1.47	干 潮	3.00	451.4	479
		A.M. 7.7	満 潮	3.50	502.5	615
1. 7	晴	P.M. 2.34	干 潮	3.40	583.3	612
		A.M. 8.48	満 潮	3.40	585.0	637
1. 8	晴	P.M. 3.40	干 潮	2.95	611.7	711
		P.M. 8.51	満 潮	3.30	628.7	652

吉原保健所観測による

まで干、満潮時にわたって1日2回観測されている。これによると正月2日の午前6時に水位は最も高く、前後に低く、その差は約1mとなっている(表303参照)。

### (3) 湧泉の涸渇化

吉原、富士地区では、既に述べたように、大小の工場が日に100万 $m^3/day$ 近い地下水を利用し、自噴井の水位低下をきたしているが、このような地下水の異常汲上げにともなう湧泉の涸渇化も吉原地区にはきわだって著しくあらわれている。図307に示したように山紫水明をほこった火山麓に分布する湧泉池が旧吉原今泉地区のみでも終戦直後には少なくとも20~30ヶ所は存在していたと考えられるが、それらの池がほとんどつぶされ、甘藷畑、野菜畑あるいは荒蕪地となっている。図307に示した吉原地区の工場、湧泉分布図からもわかるように、前述の基底熔岩流が浅所に存在する旧今泉地区以西の湧泉は100%涸渇している。これは地下水の賦存機構にもよるが工場分布、すなわち地下水揚水量の激増とも密接な関係をもっている。試みに表304に示した湧泉の湧出、涸渇状況と、図304、

図 307 吉原市内工場および湧水分布図

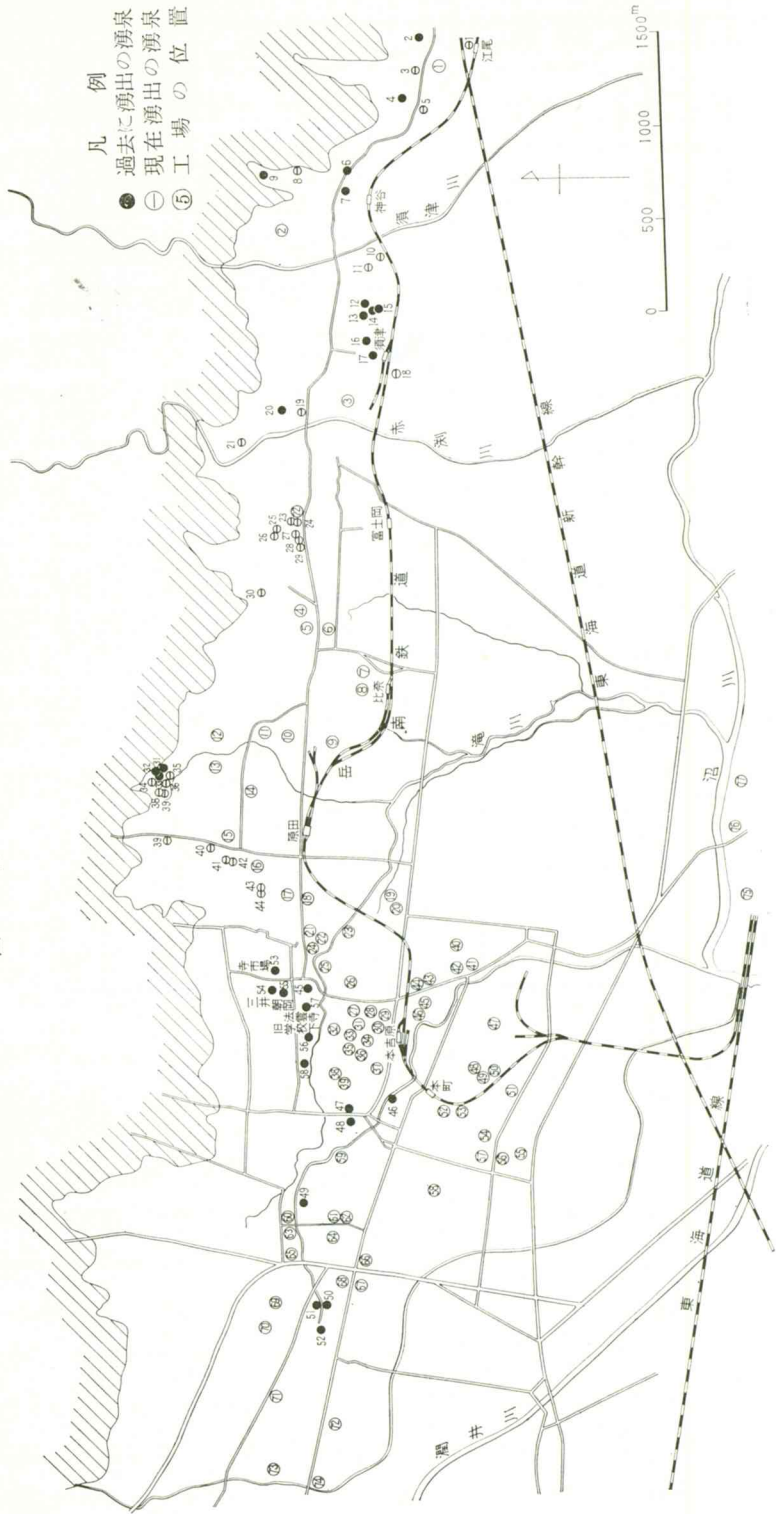




表 304 湧泉の湧出・涸渇状況

No.	所在地 (吉原市内)	現在の湧出の有無	湧出量の大小	湧泉の変動年月	その他
1	江尾町岳南鉄道江尾駅前	有	大		掘抜自噴泉
2	江尾町1丁目飯綱神社前	無			完全に枯れる
3	江尾町1丁目富士製紙K. K. 前	有	小	31年より減少	富士製紙K. K. が8年前創業を開始する以前は流出量が大きかった
4	増川町3丁目	無			完全に枯れる
5	〃	有	小	30年より減少	35年頃と現在とでは大して変っていない
6	〃 1 〃	無		33年頃より減少	36年頃完全に枯れてしまったもとは流出量が大きかった
7	神谷町3丁目	〃			もとは屋敷内の湧泉地であったが現在は枯れてしまった
8	神谷町1丁目天沢寺前	有	小		
9	神谷町1丁目内成寺前	無			
10	八幡町須津川より	〃		半径7mの湧泉池であったが34年頃完全に枯れてしまった	
11	八幡町八幡宮前右横	〃		29年頃湧出していた。現在枯れているが、毎夏6、7月頃少し湧出する	
12	〃 西へ100m	〃			完全に枯れる
13	〃 No.12より西へ60m	〃			
14	〃 No.12より東へ40m	〃			
15	〃 No.13より東へ10m	〃		32年頃枯れ始める	5年前に完全に枯れた。もとは半径10m位の湧泉池であった
16	〃 宇佐八幡宮前	〃		33年頃枯れる	
17	〃 須津駅前北へ60m	〃			小湧泉池
18	須津駅より西へ100m	有	小		田園の中に有り、以前はかなり湧出が有ったもよう
19	中里町1丁目赤淵川橋より東へ60m	〃	〃		掘抜自噴泉
20	〃 慶昌院前	〃		34年頃枯れる	枯れた後に掘抜の自噴泉がつくられている
21	富士岡入町富士岡橋横左岸	有	〃		
22	東比奈町2丁目長学寺前20m	〃	〃		井戸掘中10寸の鉄管を40mまで打こみ、まだ帯水層に当たらないとの事
23	〃 長学寺前	〃	〃		長学寺の石垣の下より湧出
24	〃 西横	〃	大		過去と現在の湧水量大して変わらず、5m四方位の湧泉池で石垣の間より湧出
25	東比奈町2丁目医王寺前参道右横	〃	〃		湧出量は非常に大きい
26	〃 左〃	〃	〃		{ 長さ約60m, 幅約10m位の長方形湧泉池 長さ約50m, 幅約6m位の長方形湧泉池
27	〃	〃	〃		縦横5m位の湧泉池
28	東比奈町2丁目吉永第一小学校前	〃	〃		道路にそって溝の石垣の内より湧出
29	〃 東へ30m	〃	〃		〃
30	東比奈町3丁目王泉寺横	〃	小		標高10m~20mの崖下に湧出
31	原田町1丁目五条製紙より北へ90m	無			過去には湧出量が大きかった
32	原田町1丁目No.31より北へ40m	〃			〃
33	原田町1丁目No.31より西へ30m	無			過去には湧出量が大きかった

34	原田町 1 丁目五社宮東へ50m	有	大		湧出口を 1 m 四方位の石垣で囲って有ったが、その水位は昭33年頃より30cm下った
35	〃 五条製紙横赤淵川岸	〃	〃		此の地点の回り一面の沼地から湧出
36	〃 No.35上流50m	〃	〃		滝川左岸、崖、約100mの石垣の間より大量湧出
37	〃 No.36上流20m	〃	小		滝川右岸、崖、左岸に比べ湧出量は少ない
38	〃 No.36上流20m	〃	大		滝川左側の石垣より湧出
39	中島町 2 丁目三島製紙北へ200m	〃	小		
40	中島町 1 丁目三島製紙前	〃	〃		
41	中島町 1 丁目三島製紙西へ60m	〃	大		滝川上流の主流川淵で崖の途中より滝と成って湧出している上には表流なし
42	宇東川 2 丁目No.41南20m	〃	小		崖下に湧出
43	〃 宇東川製紙北へ100m	〃	〃		家の門先に 1 m 四方位いに石垣で囲ってある
44	〃	〃	〃		No.43 の隣家の門先に同じ位に湧出
45	栄町	無		30年頃枯れる	もとはこの附近は多くの湧泉が見られ湧出量も豊富であった
46	和田町吉原市役所前 (和田川崖)	〃		〃	此の和田川ぞいに多くの湧泉があった
47	上和田町 2 丁目中部相互銀行前	〃		33 〃	ここは和田川の主流であるが元は子供が水遊びをした位の流量
48	上和田町 2 丁目中部相互銀行横	〃		33 〃	川の両石垣の間より湧出していた
49	昭通北側湿地帯	〃			もとは長さ100m 幅50m位の湿地帯。現在埋立
50	宮の上町和田川左岸	〃		〃	もとは湧出量大
51	宮川町 〃	〃		〃	〃
52	三日町浅間神社右横	〃		24年頃より減少、33年頃枯れる	もとは半径 15cm 位の大湧泉池であった。現在芥捨場
53	今泉寺市場仁藤家屋敷	〃			
54	〃 三井はる家屋敷裏	〃			
55	〃 市場 朝岡家屋敷	〃			
56	旧今泉小学校跡崖下	〃			
57	法雲寺屋敷	〃			
58	今泉仲町	〃			凡 例 大: 1 m <sup>3</sup> /min 以上の湧水量を云う 無: 過去に湧泉が存在した事を示す

308 に示した年代別工場数等からその相関をみるに、工場数の激増してきき1955 (S. 30) 年以後において湧泉の枯渇も今泉地区において著しく、とくに1960 (S. 35) 年以後は全く枯渇状態になっている。しかし今や、生きていた湧泉として示した原田地区以東の湧泉でも水位低下、湧出量の減少傾向があらわれていることは、工場の東部進出とも極めて関係深い。たとえば、東比奈玉泉寺 (No.30、図307、表304参照) ならびにその周辺の湧泉が1964 (S. 39) 10月19日に枯渇し本年 1 月 1 日午後から出始め、4 日頃までは湧出していたが、7 日頃からは出なくなったことなどは注目すべきことと考えられる。要するに沼川水系の河川流量を求めるときに際しても、当地区の水資源保全の見地とくに今後東部地区の開発計画に対しても、極めて注目すべき課題であり、これらに関する量的検討、今後の地域

的变化の様相を把握するには継続的な観測が必要である。たとえば、東部地域は湧泉分布図からすれば、まだ生きた湧泉が多い地域であるが、前述のような東比奈の現象とか、赤淵川、須津川にはさまれた岳南鉄道須津駅北側の湧泉の枯渇はこの数年来のことである。工場も大して分布していないのに、かような現象をきたしているのは、南部浮島地区の異常な排水事業等の影響によるものとも考えられるが、なお十分な検討が必要である。

#### 4. 水質汚濁状況

以上のように、工場進出にともない水資源の枯渇化傾向もさることながら、パルプ、紙、紙加工製造工業の発展は、各工場における製紙の工程において使用した水を汚濁化し、それを清澄な河川に排水してその河水をも汚濁化し、悪臭をただよわせ、農業水産にも影響を与える

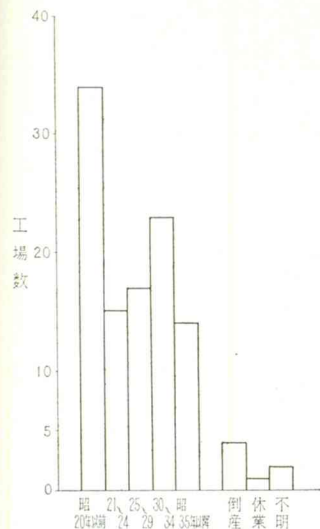


図 308 設立年代別工場数

ること多く、環境的には山紫水明をほこった吉原地区は全く昔日の面影を失っているといっても過言ではない。

##### (1) 岳南地域河川水の汚濁の性格

すでに述べたように沼川水系の諸河川は、その水源が湧泉に依存しているため水源の水質は極めて清澄であるが河口までの 10数km (潤井川) ないし 数km (滝川) の間で工場からの廃水が入流するため、その流入口における水質の変動が明確である (表305~310参照)。とくに大工場からの廃水は排水量も多いため、河川の水質に与える影響は大きい。したがって水質の河川縦断観測結果によると汚濁源となる工場の指摘も可能である。かかる点は大都市の河川、とくに隅田川などでは、その観測結果によると汚濁源がさくそうしているため、汚濁源を明確に把握することのきわめて困難であるのと対照的である。なお、沼川の水質汚濁内容が、いわゆる都市下水や幾多の工場廃水等によって汚濁された東京の河川等と著しく異なる点は、河況については、すでに述べたが、なお次のような諸点が指摘されよう。縦断的にみて DO の変化が少ない。廃水流入後は DO と BOD、COD の相関は低い。COD 値が BOD 値よりも常に高い。灼熱減量が極めて高く、有機物の多いことを示している。以上のような諸点からして、パルプ廃水による汚濁水は一般都市廃水とは異った汚濁成分の流入によることが考えられる。わけでもリグニンの含有量の多いことはすでに指摘されている。

##### (2) 潤井川と滝川の汚濁縦断分布

沼川水系中、潤井川系統と滝川系統とでは工場における製紙の工程が異なるため、排水の水質、ひいては水系の水質も異なる。一口にいて前者潤井川系統は亜硫酸パルプ (富士地区) の排水が多く、排水口付近で PH 4.0 以下のものが多い。後者滝川系統はアルカリパルプ (吉原、富士宮、鷹岡地区) で排水口付近の PH は 8.0 以上になることが多い。(図309、310参照)

さて潤井川は水源を富士宮の浅間神社境内あるいは上井出白糸の滝その他の湧泉に発し、富士宮、



表 305の1 沼川水系水質調査観測結果表

項目	単位	一本橋	原田橋	排水管橋	毘沙門橋	白妙橋	河合橋	田子浦港	和田川	浅間神社	横巻橋
採水時刻		15.15		14:15	13:40	13:15	12:40	16:40	16:10	10:15	11:00
水深	m	0	0	1.0	0.3	0.5	0.7	2.0	0.5	1.0	0.5
流速	m/sec	0.525	0.595	0.675	0.355	0.46	0.43	0.205	0.555	0.85	0.85
流量	m <sup>3</sup> /sec	0.85	1.68	—	1.81	3.45	—	—	—	1.6	1.88
水温	°C	20.5	21.0	24.0	23.5	23.5	24.0	19.0	20.5	18.5	22.0
水温	°C	14.4	16.4	18.15	26.2	19.2	19.25	20.4	18.15	14.3	17.5
水温	°C	—	—	18.2	26.2	18.95	19.2	20.3	—	14.3	17.5
電気伝導度	μV/cm	45	255	290	240	260	270	500	480	60	100
電気伝導度	μV/cm	—	—	290	255	—	—	1900	—	60	100
透明度	cm	—	—	18	—	20	16	18	—	—	—
pH		7.6	8.2	7.6	6.8	7.8	6.7	6.8	6.6	7.2	7.6
色度		透明	透明	—	透明	—	—	—	—	透明	—
全蒸発残留物	ppm	120.8	519.2	362.8	170.0	446.4	344.4	657.2	1038.4	80.8	176.0
溶解性蒸発残留物	ppm	120	320	280	120	320	240	540	880	80	160
懸濁物	ppm	0.8	199.2	82.8	50.0	126.4	104.4	117.2	158.4	0.8	16.0
E T A	CaCO <sub>3</sub> ppm	26	97	86	49	114	82	166	128	31	45
Cl <sup>-</sup>	ppm	2.8	37.9	2.8	14.2	37.6	41.5	124.5	55.5	7.0	7.1
NH <sub>4</sub> -N	ppm	0.055	2250	2250	0.21	1875	825	—	2300	0.086	0.099
PO <sub>4</sub> -P	ppm	0.09	0.01	0.02	tr.	0.043	0.4	tr.	0.12	0.11	0.06
D. O.	ppm	10.03	7.75	3.83	5.99	3.12	2.73	1.65	0	9.49	8.09
全炭酸	ppm	27.5	42.2	29.2	43.3	36.1	39.9	47.9	48.5	37.0	38.0
COD (低)	O <sub>2</sub> ppm	6.99	24.4	44.6	2.02	49.1	40.0	58.0	189.9	0	1.76
COD (高)	O <sub>2</sub> ppm	0.6	31.9	84.4	9.6	68.8	36.8	137.2	115.1	0.5	4.0
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> ppm	0.03	36.7	50.5	2.07	49.4	40.3	51.1	146.7	0.13	2.66
一般細菌(水)	N/cc	—	—	22×10 <sup>4</sup>	97×10 <sup>3</sup>	13×10 <sup>4</sup>	41×10 <sup>4</sup>	32×10 <sup>4</sup>	12×10 <sup>3</sup>	57×1	39×10 <sup>4</sup>
一般細菌(泥)	N/g	—	—	—	18×10 <sup>3</sup>	66×10 <sup>3</sup>	90×10 <sup>3</sup>	18×10 <sup>5</sup>	—	65×10 <sup>2</sup>	34×10 <sup>2</sup>



表 305 の 2 沼川水系水質調査観測結果表

項目	単位	潤井川橋	田子浦橋 (右)	田子浦橋 (中央)	田子浦橋 (左)	排水口(A)	排水口(B)	排水口(C)	排水口(D)	河口(海)
採水時刻	m	12.40	16:00	—	—	9:30	9:40	9:50	10:00	11:20
水深	m	0.3	—	1.0	—	0.5	—	—	—	3.0
流速	m/sec	0.65	—	0.90	—	0.86	—	—	—	—
流量	m <sup>3</sup> /sec	3.61	—	10.98	—	0.07	—	—	—	—
水温	°C	—	—	18.5	—	22.5	—	—	—	23.5
水温	°C	17.6	21.3	20.1	17.6	20.8	20.6	23.75	21.4	19.35
水温	°C	17.6	—	—	—	—	—	—	—	18.6
電気伝導度	μV/cm	115	415	—	125	150	580	1000	550	22000
電気伝導度	μV/cm	115	—	—	—	—	—	—	—	22000
透明度	cm	24	10	—	43	<4.0	<4.0	8.0	4.8	6.8
pH		7.2	5.6	6.6	7.4	—	—	—	—	—
色		灰白	—	—	—	—	—	—	—	—
全蒸発残留物	ppm	230.0	802.8	329.6	178.0	3302	—	596.8	—	—
溶解性蒸発残留物	ppm	160	640	280.0	120	2920	—	560	—	—
懸濁物	ppm	70.0	162.8	49.6	58.0	382	—	36.8	—	—
E.T.A 硬度	CaCO <sub>3</sub> ppm	48	192	—	56	—	—	—	—	—
Cl <sup>-</sup>	ppm	14.2	29.4	—	15.6	—	—	—	—	4106
NH <sub>4</sub> -N	ppm	0.21	3200	—	0.22	—	—	—	—	0.25
PO <sub>4</sub> -P	ppm	0.06	0.30	—	0.065	—	—	—	—	—
D. O.	ppm	6.84	0	—	6.45	—	—	—	—	—
全炭	ppm	31.7	48.3	—	—	—	—	—	—	57.5
酸	ppm	17.84	282	—	—	—	—	—	—	63.0
COD (低)	O <sub>2</sub> ppm	13.3	127.8	—	10.98	7.81	640	—	—	39.8
COD (高)	O <sub>2</sub> ppm	18.30	145.6	—	13.9	12.55	—	—	—	42.9
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> ppm	27×10 <sup>4</sup>	13×10 <sup>4</sup>	—	13.90	—	—	—	—	95×10 <sup>4</sup>
一般細菌(水)	N/cc	50×10 <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—
一般細菌(泥)	N/g	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 306 沼川水系水質調査観測表

1961. 7. 21~22

項目	單位	一本橋	原田橋	第3 滝川橋	白 妙	河合橋	目鏡橋	田子浦 港	前田橋	排水口 (A)	〃(B)	〃(C)	〃(D)	田子ノ浦橋		
														右	中央	左
採水時刻		16:30	16:00	10:15	17:25	—	11:15	11:45	13:00	13:30	14:00	14:10	—	—	—	—
全水深	m	0.1	0.35	0.3	0.5	1.0	1.5	4.0	0.5	0.9	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0
流速	m/sec	0.75	1.95	1.05	—	—	—	—	0.663	—	—	—	—	—	—	—
流量	m <sup>3</sup> /sec	0.044	1.33	3.07	—	—	—	—	10.58	—	—	—	—	—	—	—
気温	°C	—	28.5	28.3	27.5	—	—	—	31.0	30.5	31.0	31.0	22.2	29.5	29.5	—
水温上	°C	14.5	17.8	18.2	18.55	—	—	22.0	21.25	23.05	22.85	25.9	22.2	22.7	23.2	21.65
水温下	°C	—	—	18.0	18.55	—	—	25.0	21.2	23.05	22.85	25.9	—	22.75	23.3	21.65
電気伝導度上	μσ/cm	97	290	330	340	530	480	780	180	950	900	800	800	840	720	210
電気伝導度下	μσ/cm	—	10	330	340	360	480	50000	180	950	900	800	800	820	720	200
透明度	cm	—	10	—	10	—	—	20	41	8	10	10	14	9	10	41
pH上		7.4	6.6	5.6	7.2	7.9	6.4	8.0	7.2	6.9	<4.0	7.2	6.0	6.4	6.2	7.2
pH下		—	—	—	—	6.9	6.4	7.2	—	—	—	—	—	—	—	—
色度		透明	灰白色	透明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
全蒸発残留物	ppm	86.4	—	527.6	363.6	—	—	—	153.6	1921.2	1926.4	558.4	1225.2	—	878	—
溶解性蒸発残留物	ppm	80	—	400	280	—	—	—	100	1480	1160	440	960	—	760	—
懸濁物	ppm	6.4	—	127.6	83.6	—	—	—	53.6	441.2	766.4	158.4	265.2	—	118	—
E.T.A 硬度	CaCO <sub>3</sub> ppm	—	—	—	385	—	—	249	314	370	355	287	262	330	391	333
Cl'	ppm	—	—	—	31.9	—	—	126	9.6	132	120	99.3	78.5	18.4	43.7	17.3
D. O.	ppm	—	5.75	—	2.46	—	—	2.09	7.12	0	0	0	0	0	1.06	6.92
全炭酸	ppm	—	26.1	—	34.6	—	—	45.0	31.2	40.2	32.0	45.0	56.3	55.5	36.4	31.8
COD (高)	O <sub>2</sub> ppm	—	—	—	15.40	—	—	528	712	18800	17600	6600	17600	6930	1780	544
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> ppm	—	64.8	—	—	—	—	18.3	8.32	262	225	150	328	162	38	5.6

表 307 の 1 沼川水系水質調査観測表

1961. 12. 14~15

項目	單位	一本橋	原田橋	滝川橋	崑門橋	白妙橋	河合橋	前田橋	排水口 (A)	排水口 (B)	排水口 (C)	排水口 (D)	田子浦橋			河口	
													右	中	左		
採水時刻		14:00	14:30	15:00	15:30	15:50	16:10	9:30	10:00								
水深	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.0
流速	m/sec	—	0.83	1.0	1.02	1.09	0.94	0.62	—	—	—	—	—	0.57	0.45	0.61	
流量	m <sup>3</sup> /sec		2.656		6.12	11.73											
氣温	°C	D15.2 W 8	D15.4 W11.4		D14.6 W 7.8	D14.0 W 7.8	D12.2 W 7.8	D 8.8 W 3.7	D 9.6 W 4.5				D10.2 W 5.6				D10.0 W 6.1
水温上	°C	13.7	14.7	16.75	12.8	16.0		11.15	15.32	18.1	24.2	18.85	18.8			11.7	15.0
水温下	°C						145						12.9				18.8
電氣伝導度上	μV/cm	58	80	100	75	110		75		200	210	195	270		105		1000
電氣伝導度下	μV/cm								210					150			30000
透明度	cm	底	16	15	底	15	30	50	7	5	8	7	50	35	13		
pH 上		7.4	7.9	5.2	7.0	6.8	7.0	7.5	4<	4<	6.8	5.0	5.2	6.2	7.4		6.8
色度		透明	灰褐			暗褐	黒褐		褐				黒茶	灰黒褐	灰色		黒褐
全蒸発残留物	ppm	123.6	365.6	631.6	300.0	374.0	333.6	109.6	—	2023.6	766.8	1183.6	—	579.4	—	—	628.0
溶解性蒸発残留物	ppm	120.0	180.0	420.0	200.0	240.0	280.0	80.0	—	1200.0	680.0	960.0	—	380.0	—	—	600.0
懸濁物	ppm	3.6	185.6	211.6	100.0	134.0	53.6	29.6	359.2	823.6	86.8	233.6	—	199.4	—	—	28
E.T.A 硬度	CaCO <sub>3</sub> ppm	265	174	145	260	218	289	212	439	434	346	278	—	—	351		397
Cl <sup>-</sup>	ppm	2.06	13.6	57.1	14.8	51.8	46.46	9.45	98.6	108	169	75.5	—	—	79.0		226
D. O.	ppm	9.86	7.15	1.486	4.66	4.15	3.4	9.98	0	9.62	2.63	0	0	0.953			1.691
COD 高	O <sub>2</sub> ppm	0	126.2	436	16.43	246	97.0	21.0	1603	287	1572	860	911	—	—	18.59	162.9
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> ppm	—	52.8	—	—	62.0	24.6	8.40	578	672	—	104	—	—	172		61.2
一般細菌(水)	N/cc	84	69×10 <sup>3</sup>	19×10 <sup>4</sup>	12×10 <sup>4</sup>	69×10 <sup>3</sup>	11×10 <sup>4</sup>	28×10 <sup>3</sup>	14×10	21×10	63×10 <sup>3</sup>	51×10 <sup>3</sup>	—	—	19×10 <sup>3</sup>		13×10 <sup>4</sup>
一般細菌(泥)	N/g	—	—	—	90×10 <sup>3</sup>	17×10 <sup>4</sup>	26×10 <sup>4</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—		—

表 307 の 2 沼川水系水質調査観測表

1962. 3. 15~16

項 目	単 位	一本橋	原田橋	毘沙門橋	白妙橋	河合橋	田子浦港 浅間神社	滝藏橋 排水	前田橋	排水口 (A)	〃 (B)	〃 (C)	〃 (D)	田子浦橋
採 水 時 刻		14.00	14:20	14:45	15:00	15:15	15:30	10:15	11:00	11:20	11:30	11:50	12:00	12:20
全 水 深	m	0.2	0	0.3	0.5	—	3.0	0.5	0.3					
流 速	m/sec	0.73	0.60	0.24	0.36	0.32	—	0.75	0.916	1.02				
流 量	m <sup>3</sup> /sec	0.73	1.53	0.83	2.7	—	—	1.875	0.439	15.96				
気 温	°C	12.0	12.2	11.0	—	—	11.5	—	—	—				
水 温 上	°C	13.5	15.3	12.05	15.5	13.7	14.8	14.0	15.1	13.4	18.65	23.5	17.3	14.4
水 温 下	°C						14.5							14.5
電 気 伝 導 度 上	μv/cm	45	320	115	225	210	3500		250	110	500	820	390	220
電 気 伝 導 度 下	μv/cm						4000							225
透 明 度	cm	—	16	45	11	14	15	—	18	42	10	—	—	13
pH		7.2	8.2	6.8	7.2	7.0	6.8	7.2	7.6	7.6	4.5	7.2	7.0	6.4
全 蒸 発 残 留 物	ppm	124	600	184.4	314.0	333.6	3771.6	—	418.8	203.6	1468.4	627.2	425.2	325.6
溶 解 性 蒸 発 残 留 物	ppm	100	460	100	200	280	3760	—	220	120	980	580	360	260
懸 濁 物	ppm	24.4	140.0	84.4	114.0	53.6	11.6	—	198.8	83.6	488.4	47.7	65.2	65.6
E T A 硬 度	CaCO <sub>3</sub> ppm	23	43	50	75	64	70	33	53	39	192	—	—	80
Cl <sup>-</sup>	ppm	6.16	6.47	13.80	28.4	22.5	1419	2.81	9.67	6.94	77.5	—	—	30.7
D. O.	ppm	9.90	6.20	3.87	4.36	3.67	2.96	9.59	8.55	8.50	—	—	—	3.13
COD (高)	O <sub>2</sub> ppm	0.56	100	70.6	118.5	72.6	100	0.94	5.34	21.2	904	—	—	178.0
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> ppm		100.8	60.6	64.6	71.0	52.5		36.0	14.3	346	—	—	91.5



表 308の1 沼川水系水質調査観測表

1962. 7. 31~8. 1.

項目	單位	一本橋	原田橋	毘沙門橋	白妙橋	河合橋	田子浦港	河口	浅間神社	滝崎橋(下)
採水時刻		13.20	13:50	15:00	15:20	15:40	16:10	16:25	10.00	10:40
全水深	m	0	0	0	1.0	1.3	1.0	1.5	0	0
流速	m/sec		0.87	1.0						
気温	°C	W 26.2 D 28.0	W 26.2 D 27.8	W 26.0 D 27.2	W 25.4 D 26.6	W 26.0 D 27.6	W 26.2 D 27.8	W 25.9 D 27.1	W 25.9 D 27.8	W 27.4 D 29.4
水温上	°C	15.35	17.2	32.65	19.45	21.5	24.7	26.0	14.1	17.5
水温下	°C				19.45	20.85	25.0	26.5		
電気伝導度上	μσ/cm		145	210	220	550	2100	11000	74	170
電気伝導度下	μσ/cm				220	330	10500	14000		
透明度	cm	0	69	36.6	218	81	82	72	—	—
濁度		7.6	8.4	7.0	6.8	6.8	6.6	7.2	7.3	7.4
pH		108.8	430.8	165.2	368.0	497.0	1768.0	23189.0	127.0	136.0
全蒸発残留物	ppm	102.0	245.2	137.2	284.8	339.0	1723.0	23118.0	96.0	108.0
溶解性蒸発残留物	ppm	6.8	185.6	28.0	83.2	158.0	45.0	71.0	29.0	28.0
懸濁物	ppm	28.8	75.6	33.2	91.6	107.0	215.0	2267.0	29.0	32.0
灼熱減量	ppm	29.4	—	—	—	—	—	—	—	—
E.T.A 硬度	CaCO <sub>2</sub> ppm	0	25	26.8	28	215	970	—	2.4	—
Cl <sup>-</sup>	ppm	0.04	0.49	0.05	0.17	0.87	1.41	—	0.04	—
NH <sub>4</sub> -N	ppm	9.61	6.98	6.66	1.49	4.43	0.74	2.75	9.75	—
D. O.	ppm	0	112	9.82	158	18.4	25.8	41.1	—	—
COD (高) 上	O <sub>2</sub> ppm									

表 308の2 沼川水系水質調査観測表

項 目	単 位	滝 蔽 橋 排 水 口	滝 蔽 橋	前 田 橋	本 州 製 紙 排 水 口 (A)	本 州 製 紙 排 水 口 (B)	大 興 製 紙 排 水 口	田 子 浦 橋			
								右 岸	中 央	左 岸	
採 水 時 刻		10.40	11.05	11:35			11:55	12:10	12:30	12:30	12:30
全 水 深	m										
流 速	m/sec										
氣 温	°C		W 25.5 D 27.4	W 25.9 D 29.1				W 28.0 D 30.4	W 27.4 D 30.8		
水 温 上	°C	20.05	20.0	21.55	21.6	22.0	24.9	22.1	22.9	22.7	23.0
水 温 下	°C										
電 氣 伝 導 度 上	μV/cm	120	108	115	340	380	750	330	350	145	118
電 氣 伝 導 度 下	μV/cm										
透 明 度	cm										
濁 度	度										
pH 上	度	7.6	7.6	7.3	4.3	4.4	5.8	5.7	5.6		7.2
全 蒸 発 殘 留 物	ppm			158.0	833.0	713.0	471.0	445.0		262.0	
溶 解 性 蒸 発 殘 留 物	ppm			117.0	557.0	513.0	463.0	301.0		217.0	
懸 濁 物	ppm			41.0	276.0	200.0	8.0	144.0		45.0	
灼 熱 減 量	ppm			24.0	248.0	236.0	117.0	68.0		58.0	
E T A 硬 度	CaCO <sub>3</sub> ppm										
Cl <sup>-</sup>	ppm		8.0	6.8	49		39	54	2.0		8.2
NH <sub>4</sub> -N	ppm		0.04	0.16	0.27		1.11	1.79	0.22		
D. O.	ppm		7.55	6.92							
COD (高) 上	O <sub>2</sub> ppm		27.6	16.0	480		126	174	215		15.7

表 309の1 沼川水系水質調査観測表

1962. 10. 4~5

項目	単位	一本橋	原田橋	毘沙門橋	白妙橋	河合橋	田子ノ浦港	河口	浅間神社	滝敵橋(下)	滝敵橋
採水時刻		13.30	14.15	14.45	15.10	15.25	15.55	16.30	10:10	10:40	
水深	m			0.5	0.6	0.5	2.5	6.0	0.5	1.0	
流速	m/sec	0.2	0.9	0.3	0.65	0.35	0.2		1.0	0.3	0.43
気温	°C	W 23.0 D 23.6	W 23.0 D 24.2	W 23.8 D 24.6	W 24.1 D 24.9	W 24.3 D 25.4	W 23.6 D 24.6	W 24.0 D 25.1	19.2	19.5	
水温	°C	14.4	16.6	22.5	17.65	21.1	20.0	23.5	14.2	15.65	16.7
水温	°C			22.5		21.1	23.3	23.5	14.2	15.65	
電気伝導度上	μΩ/cm	58	125	130	200	380	2100	20000	73	88	280
電気伝導度下	μΩ/cm			130	200	380	28000	26000	73	88	
透明度	cm	—	27	—	—	—	45	55	—	—	—
濁度	度	0	134	150	218	125	—	—	0	128	197
pH	度	7.3	8.2	7.0	6.5	6.8	6.6	7.3	7.2	7.2	7.2
色	度										白濁
全蒸発残留物	ppm	83.0	298.0	172.0	375.0	480.0	2221.0	29776.0	100.0	122	—
溶解性蒸発残留物	ppm	51.0	154.0	123.0	235.0	374.0	2136.0	29642.0	83.0	118.0	—
懸濁物	ppm	32.0	144.0	49.0	140	106.0	85.0	134.0	17.0	4.0	—
灼熱減量	ppm	5.0	47.0	36.0	76.0	104.0	446.0	—	13.0	—	—
D. O.	ppm	9.85	8.20	4.47	2.93	3.13	1.51	4.36	9.57	—	8.34
COD (高)	O <sub>2</sub> ppm	0.18	41.3	7.84	14.0	36.0	—	—	—	—	—
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> ppm	—	3.84	—	5.68	5.66	4.31	—	—	4.31	—



表 309 の 2 沼川水系水質調査観測表

1962. 10. 4~5

項目	単位	滝 殿 橋	前 田 橋	本州製紙 排水口(A)	本州製紙 排水口(B)	大興製紙 排水口	和 昭 水 口	田 子 / 浦 橋	12:30 (右岸)	12:30 (中央)	12:30 (左岸)
採水時刻		11.05	11:35	11:45							
水深	m	0.25							0.4	0.7	0.25
流速	m/sec	0.8	1.15		1.0	1.0			19.7	19.7	19.7
气温	°C		18.5								
水温上	°C	16.4	16.0	20.5	20.5	23.35	21.1		21.05	16.2	16.1
水温下	°C										
電気伝導度上	$\mu\sigma/cm$	135	93	480	480	620	370		390	120	95
電気伝導度下	$\mu\sigma/cm$										
透明度	cm	82	—	—	—	—	—		22	42	55
濁度	度	10	26	370	282	122	325		235	150	146
pH	度		7.2	4.0	4.0	5.5	5.5		5.5	—	7.2
色度	度	茶濁		茶濁	茶濁	黒濁	茶濁				
全蒸発残留物	ppm	—	206	2214.0	1870.0	611.0	567.0		—	209.0	—
溶解性蒸発残留物	ppm	—	156.0	1725.0	1444.0	501.0	449.0		—	147.0	—
懸濁物	ppm	—	50.0	489.0	426.0	110.0	118.0		—	62.0	—
灼熱減量	ppm	—	31.0	877.0	1003.0	121.0	192.0		—	33.0	—
D. O.	ppm	9.97							0.11	—	8.71
COD (高)	O <sub>2</sub> ppm	2.24	7.45			155.8	179.4		242	—	—
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> ppm	4.23	3.40	5.35			1.51		2.31	—	3.10

表 310 の 1 沼川水系水質調査観測表

1963. 1. 28~29

項目	単位	位	一本橋	原田橋	昆沙門橋	白妙橋	河合橋	田浦	子ノ港	河口	浅間神社	滝殿橋(下)	滝殿橋排水口
採水時刻			14.15	14.30	15.10	15.30	15.50	16.25	16.40	9.50	10.25		
水深	m		0.2	0.2	0.6	1.0	1.1	0.8	12.0	1.5	1.0		
流速	m/sec		0.32	0.75	0.25	0.76	0.32	0.16	—	1.15	0		0.68
流量	m <sup>3</sup> /sec		0.32	1.27	5.175	11.4	—	—	—	2.875	0		2.04
気温	°C		W 2.9 D 7.6	W 3.0 D 8.1	W 3.0 D 10.2	W 3.2 D 8.4	W 3.0 D 7.8	W 3.6 D 8.2	W 3.9 D 8.0	W 3.6 D 4.6	W 2.8 D 7.4		
水温	°C		12.95	14.75	9.3	15.65	13.2	—	12.85	14.1	10.0		10.2
水温	°C				9.3	15.65	13.2	—	12.80		9.4		
電気伝導度	μV/cm		48	90	118	190	500	2000	37600	62	76		78
電気伝導度	μV/cm				118	190	600	22000	31200		76		
pH			7.6	7.6	7.0	6.8	7.1			7.3	7.4		8.4
色			透明	灰白	淡黒緑	黒灰	黒褐	黒褐		透明			
全蒸発残留物	ppm		115	477	187	428	601	1566	31721	131	—	—	—
溶解性蒸発残留物	ppm		96	181	102	202	438	1472	31623	104	—	—	—
懸濁物	ppm		1.0	210.0	61.0	161.0	51.0	73	98	0	—	—	—
灼熱減量	ppm		18	66	24	65	112	210	—	27	—	—	—
D. O.	ppm		10.83	9.14	8.39	4.97	5.63	4.96	—	9.70	—	—	—
COD (高)	O <sub>2</sub> ppm		0	132.9	145.9	168.9	94.0	107.2	2.90	0.24	—	—	—
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> ppm		0.57	14.26	—	9.36	12.14	—	—	—	—	—	—
一般細菌(水)	N/cc		5×10	—	50×10 <sup>2</sup>	70×10 <sup>3</sup>	20×10 <sup>4</sup>	20×10 <sup>5</sup>	—	1×10	—	—	—

表 310 の 2 沼川水系水質調査観測表

項目	単位	滝敵橋	前	田	橋	本州製紙 排水口 (A)	大興製紙 排水口	大昭和 排水口	田子の浦	港
採水時刻			11:20	11:20	11:20	11:30			11:50	11:50
水深	m	2.0	(右岸)	(中央)	(左岸)				(右岸)	(中央)
流速	m/sec	0.94	0.64						0.6	
流量	m <sup>3</sup> /sec	—	10.54							
気温	°C	—	W 3.2 D 7.4			W 4.8 D 8.6			W 4.2 D 7.9	
水温	°C	10.5	13.25	11.50	11.10	16.5	21.2	18.65	18.6	11.65
水温	°C									
電気伝導度	μS/cm	98	175	80	78	230	650	730	660	80
電気伝導度	μS/cm									
pH		7.6	7.4	7.5	7.4				5.0	7.2
色度		灰青	褐色	—	灰青					
全蒸発残留物	ppm	146	171	—	—	1342	840	3800	—	213.5
溶解性蒸発残留物	ppm	98	115	—	—	605	544	2175	—	65
懸濁物	ppm	20	21	—	—	366	93	263	—	129.5
灼熱減量	ppm	28	35	—	—	371	203	1362	—	19
D. O.	ppm	9.77	2.14	—	—	—	—	—	—	9.95
COD (高)	O <sub>2</sub> ppm	74.0	14.73	—	—	1015	285	—	—	—
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> ppm	11.42							1737	
一般細菌 (水)	N/cc	2×10 <sup>2</sup>	40×10 <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	50×10 <sup>3</sup>

図 309 潤井川における水質縦断変化

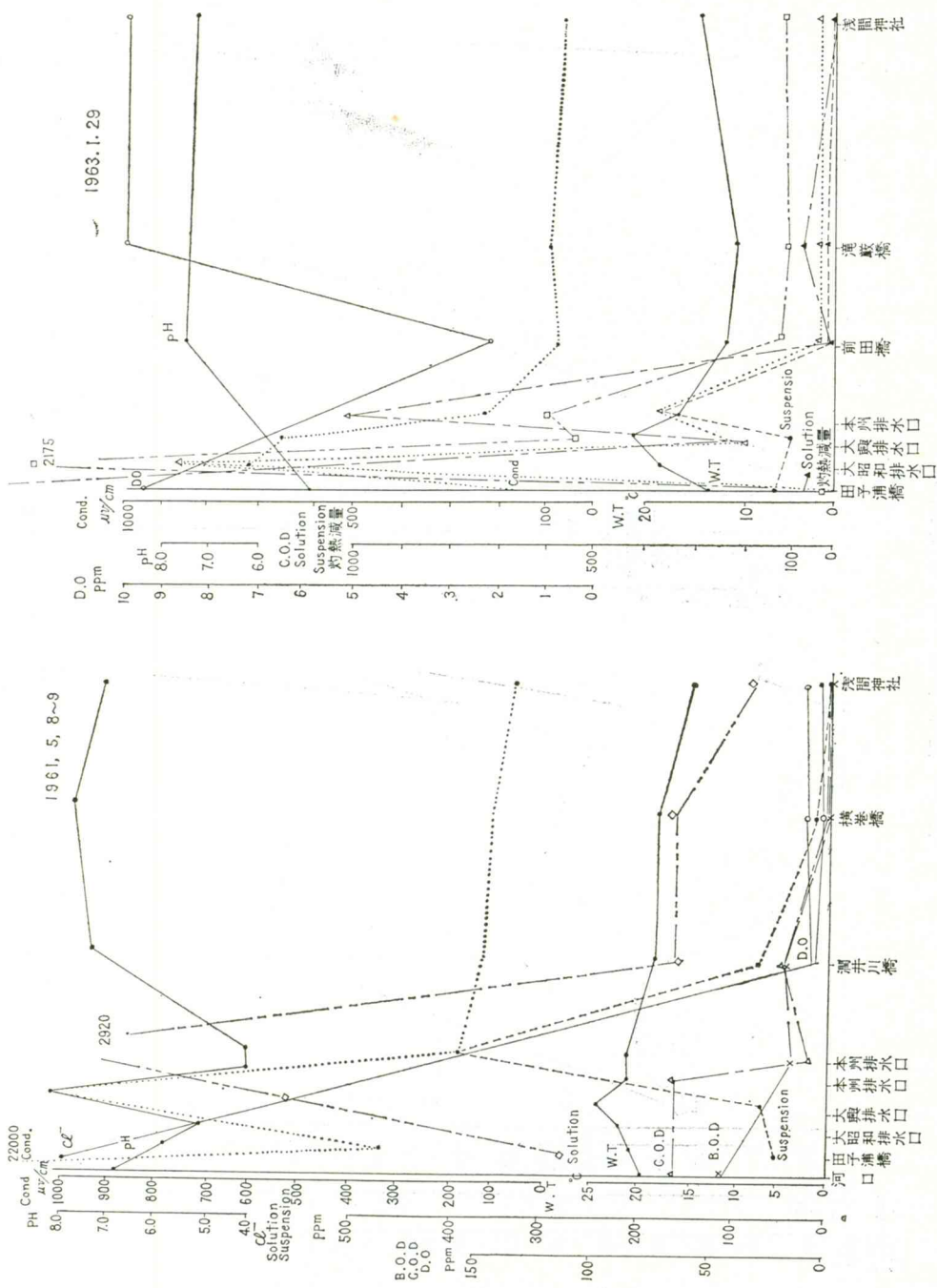
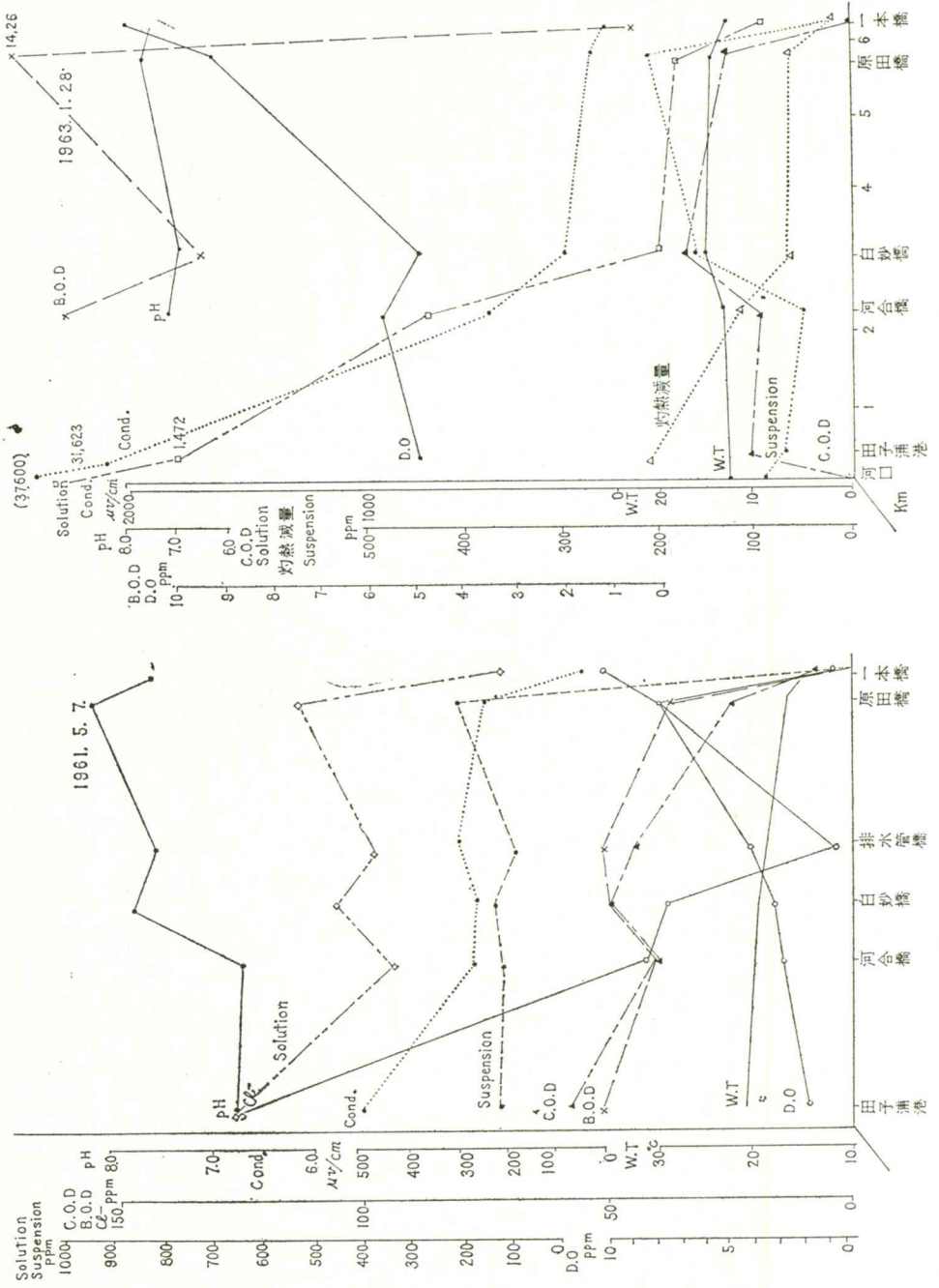




図 310 滝川・沼川における水質縦断変化



鷹岡地区の中小工場の廃水を集め、前田橋下流部で本州製紙、大興製紙、大昭和製紙等富士地区の大工場からの暗渠で放流された廃水を右岸側に集め、田子浦港に注いでいる。したがって水源地、浅間神社境内の湧泉（湧出量約2～3 m<sup>3</sup>/s）の水質は滝川の水源地に位する北滝川町一本橋付近の水質とほとんど変化ない。たとえば、水温は、前者浅間神社が年間を通じ、14.2°C±、後者一本橋は13～15°C（これは流量が少ないことと真の水源地から観測地点までの流下距離が長い）電気伝導度は両者とも100μΩ/cm以下、pHは前者が7.2～7.3、後者が7.2～7.6、全蒸発残留物は両者とも、10ppm±、灼熱減量300ppm、アンモニア態窒素0.04ppm±、溶存酸素9.5～9.9ppm、COD 1 ppm以下となっている。ところで潤井川筋は、水質縦断図からもわかるように、富士宮、鷹岡町等の廃水の流入によって多少の変化はあるが、入山瀬の滝岐橋下流部は前田橋付近までほとんど大差がない。一般には前田橋付近で、透明度40cm±、水色は灰青色、CODは20ppm±、BODも14ppm程度の汚濁状況である。ところが前田橋下流200～300mの地点右岸側堤防下に経約1.5m程度の排水管が4箇所あり、（上流から本州製紙旧、新排水管、大興製紙、大昭和製紙排水管の4排水口が上下流200～300m間に存在する）日時によっても異なるが、おおよそ0.5～1.0m<sup>3</sup>/s程度の茶褐色及び黒色の廃水を放流している。この放流水は主として酸性でpHも4.0～5.0で、水温も高く、暗渠で送られるため、溶存酸素はそれぞれ0 ppmのときが多い、CODも10<sup>4</sup>ppm以上の値を示すことが多い。かように極端な値を示す廃水が流入するため潤井川の汚濁はこの地点より急変する。ただしこの放流水は幅約30mの改修された河川の右岸側を主として流れるため田子浦橋の右岸、中央、左岸の観測値からもわかるように、排水口下流田子浦の300m間では左岸水とほとんど混合することなく、右岸側がいわゆる潤井川の強烈な汚濁水、左岸側が滝川の汚濁水の性格をもって田子浦港に流入する。

潤井川水系に対して滝川水系は、水源地と称した一本橋の下流部で中小工場からの廃水が流入するため、原田橋で透明度は10～20cmと低下し、pH8.0～8.2と高くなる。全蒸発残留物も一本橋の3倍以上、DOで約10～20%減、CODも一本橋で0 ppmだったものが原田橋では100ppm以上となるとか、アンモニア態窒素が200ppm以上も検出されることは注目値する。これらの現象は工場からの廃水によるから日時によっても異なるが、一般には非かんがい期や渇水期に汚濁度が高い。原田橋から下流3 kmの白砂橋でも汚濁度はかえって高くなり、この汚濁化した滝川の廃水が合流した沼川は、合流前で大昭和製紙鈴川工場からの廃水が流入するため常時泡をたて、流量は増加しても必ずしも汚濁度は河合橋付近で低くなるとは限らない。ただ正月3日間は、比較しうるような観測値は得ないが、本年1月3日の観察結果によると泡や臭気は全くなく河合橋地点でも透明度は大きく、底質が明確に橋から知りうる程度になっていた。要するに工場からの廃水が処理されれば、さすが水源が湧泉によるだけであって汚濁度をきわめて低くすることが可能と考えられる。ところで滝川筋は、沼川本川筋の最下流部の河合橋の測定値から判断する限り、潤井川筋の前田橋下流部の汚濁度より低い。しかし、汚濁成分の内容の相違こそあれ沼川下流部の汚濁度は、COD、BOD、透明度、蒸発残留物、アンモニア態窒素、一般細菌数、色、臭気等からして、わが国の河川で汚濁度の最も高い値を示している東京の隅田川にも近い汚濁度であるといっても過言ではない。とくに湧泉源を失った和田川

や湧泉量のきわめて少なくなった田宿川等の排水路化した沼川支川の汚濁度ならびに幹川排水路から放流後の和田川吉原橋下流の汚濁化は、田子浦港の維持上からも注目すべきで、廃水処理施設の急務

図 311 岳南排水路および県営富士川排水路配置図

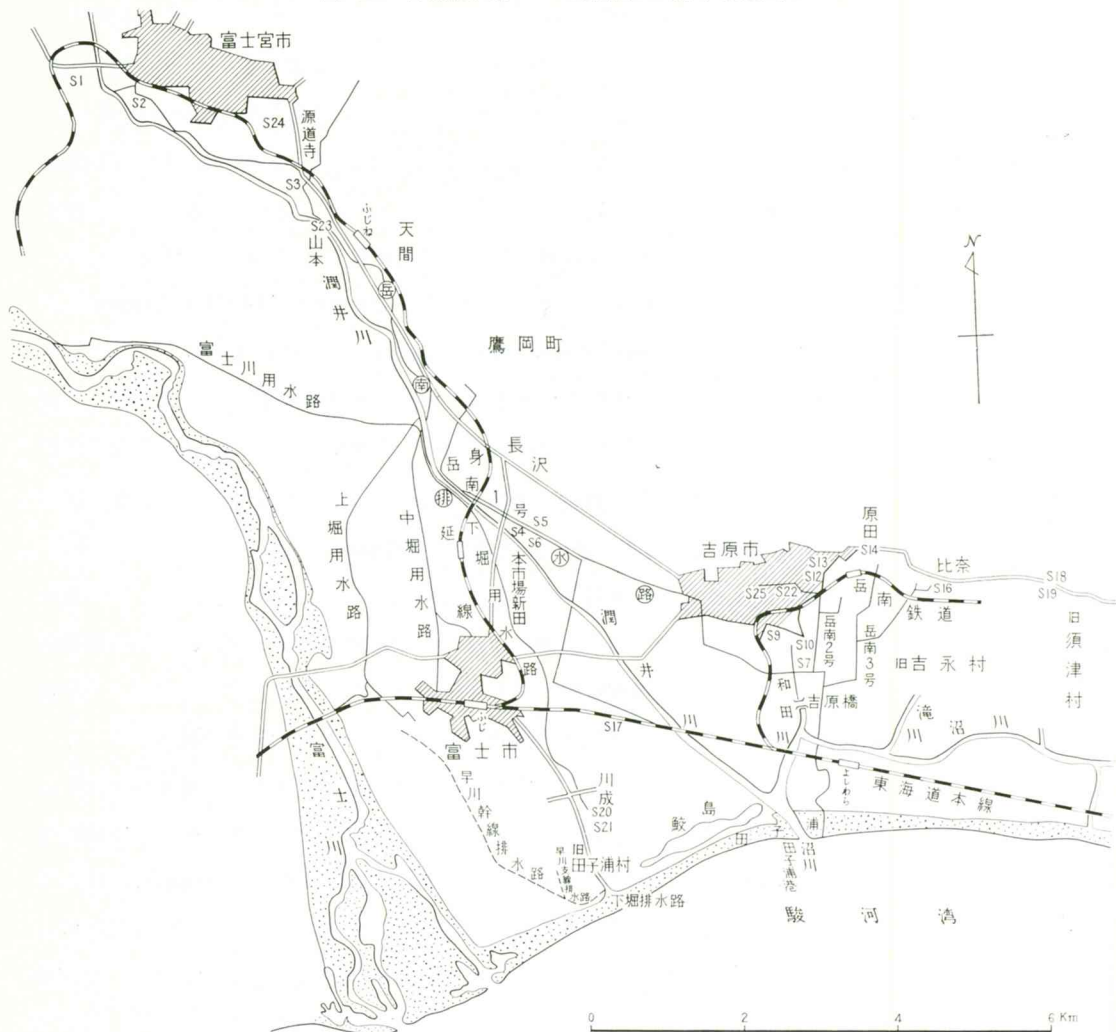


表 311 和田川の水質

年月日	水 源			吉原橋
	1961 (S.36) 6.21	7.10	8.11	
水 温	18.5°C		20.0	18.15°C
pH	6.9	7.1	6.5	6.6
全蒸発残留物	184ppm	110	298	1038.4ppm
Cl <sup>-</sup>	8.0ppm	7.8	7.6	55.5ppm
NH <sub>3</sub> -N, (NH <sub>4</sub> -N)	0.41ppm	0.29	0.13	(2300) ppm
COD	1ppm(0 <sub>2</sub> )	9	2	189.9ppm(0 <sub>2</sub> )
	静岡県水質汚濁対策調査報告書による			資源科学研究所



が叫ばれる（図311、表311参照）。

### （3）水質汚濁の経年変化と農漁業被害

工場の進展状況については前項で述べたが、これら工場の進出にともない。その廃水量の変化、ならびに潤井川、沼川およびその支川にあたる滝川、和田川、田宿川、小潤井川等の水質の変化は、今日のような各項目について観測された資料が昭和30年前には殆んど無いので量的に比較することは不可能であるが、戦前（1945年以前）、戦後（1945～1955）、現在（1955年以後）のていどで水質変化の概要と被害状況ならびにその対策的諸事項から一瞥すると次のような変化を知ることができる。

1945年以前、終戦後の製紙ブームにかりたてられる前にも田宿川や和田川上流部の吉原地区には（図303の工場分布からもわかるように）12～13の製紙工場があって廃水を流入していた。しかし、水源が湧泉にあるため、流量も比較的一定で流入地点のみが灰白色、褐色を呈することはあっても、流心部から対岸部は透明度が大きく河底の見えるほどの清澄さで夏季には、いたるところで水泳している人を見ることが出来た。また何時も魚つりに出会うほどであった。しかし昭和16～17年頃には田宿川橋付近で、水泳していると悪臭を感ずるようになった。沼川鉄道橋下流部では、当時松並木の堤防にかこまれた逆さ富士の川面に映る中で夏季水泳する人は多かった。ましてや荒海の鈴川海岸でも海水浴は結構賑わった。したがって当時は、排水不良で悩む今泉耕地の沖田地区（沼川沿岸）でも水田は耕作されていたが水田に与える水質被害は目立たなかった。（1945年頃～1955年頃）終戦後の紙不足、製紙ブームののって中、小工場の続出、大工場の拡張等にもなって、田宿川、和田川以西に工場が進出し、吉原地区の工場区域は工場密度を急増し、廃水量も多くなり、夏季水泳者を見かける機会も少なくなり、田宿川や和田川の流量も減じてきた。すでに、農業、沿岸漁業に与える被害が出てきたことは工場側が被害者に対して補償金を支払っていることから理解出来る。ただこの支払方法は工場側と農漁業関係者で毎年協議して決定してきたものらしく、すでにその最初は昭和16年におこなわれている点は興味深い。県土木部水路水質調査報告書によると昭和35年までの最高額は昭和30年度の14,877,700円といわれている。

1955年以後、昭和30年頃からは東京、大阪を始め、日本の各地で水質汚濁問題がさわがれ、急に実態調査が行われるようになった。沼川、潤井川水系においても昭和34年頃から急に一般汚濁指標項目

表 312 河合橋における水質の経年変化

年 月	1960年			1961年			1962年			1963年	
	2月	5月	12月	3月	7月	10月	1月	7月			
S.S.	(P.P.M) (400)	(P.P.M) 344.9	(P.P.M) 280	(P.P.M) 333.6	(P.P.M) 497.0	(P.P.M) 480.0	(P.P.M) 601	(P.P.M)			
C.O.D.	(102)	40.0	97.0	72.0	18.4	36.0	94.0	(66.2)			
B.O.D.	(169)	40.3	24.6	71.0		5.66	12.14	(98.6)			
D.O.	(5.9)	2.73	9.7	3.67	4.43	3.13	(3.0)				

（注）（ ）は静岡県資料による。



についての資料がととのってきた。ただし何が最も汚濁の指標として適切かは決定しがたいが、試みにパルプ廃水を主とする汚濁の性格をあらわすものとして S、S、COD、BOD、DO について沼川河合橋の1960年以後の測定値をかかげると次のようになる(表312参照)。勿論前にも述べたように工場廃水は日時によって著しく異なるから単に観測値を比較しても意味ないが、絶対値そのものと多少の変化の傾向を知ることが出来る。河合橋は潤井川や和田川が合流する以前の地点ではあるが、S.Sも400ppm以上で、しかも年々増加の傾向を示している。pH値などは部分的に強アルカリ、強酸性を示すこともあるが、一般には中性を示すから、pHのみでは農漁業被害の指標物となしにくい。少なくとも廃液中の多量の浮遊物だけをとっていても農漁業に対して悪影響を及ぼすことは容易に考えられる。たとえば、潤井川から取水する農業用水中上堀用水、下堀用水による試験結果からもわかるように、浮遊物の大部分を構成するパルプ層が田面に沈澱し水稻の分けつを妨げ、減収の主要な要因となっている(図312、313、表313参照)。なお苛性ソーダ晒粉による部分的被害もあって、昭和35年当時、富士臨海地区総合

図 312 用水系統別収量比較 (その1)

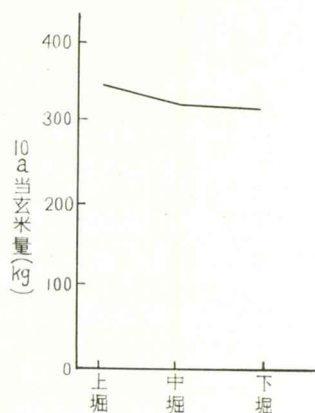


図 313 用水系統別収量比較 (その2)

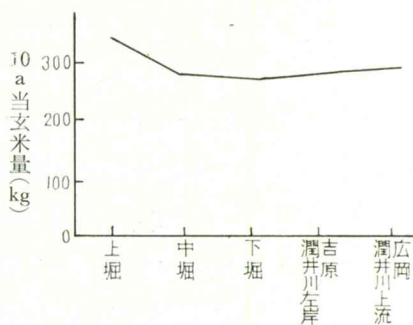


表 313 被害発生後における収量の経年変化 (富士市)

種類	年次	上堀水系	中堀水系	下堀水系	種類	年次	上堀水系	中堀水系	下堀水系
		反当収米重kg	反当収米重kg	反当収米重kg			反当収米重kg	反当収米重kg	反当収米重kg
極早生	31	470		311	中生	31	372	331	291
	32					32	353	378	405
	33	358				33	367	254	283
	34	270	260	238		34	289	294	287
	35	351	406	434		35	371	398	445
	36	308	355			36	313	284	244
	平均	351	340	328		平均	314	323	326
早生	31				晩生	31	297	295	310
	32					32	379	395	414
	33	297	316	283		33	246	218	246
	34	288	272	258		34	251	292	271
	35	350	462	377		35	480	396	427
	36	311	200			36	249	249	289
	平均	312	313	306		平均	331	308	326

(昭和37年) 収量実績調査表

開発事務所の報告によると推定被害見積額は1420町歩、4,100万円に達するといわれている。また沿岸漁業の推定被害額は年間2,800万円に達するといわれるが（河海汚染による収穫量の減少は桜えびを例にとると大正12~14年に比して昭和35年で90%減といわれる）それはリグニンを始め、硫酸、苛性ソーダ等の薬品による色と浮遊物が太陽光線をさえぎり、溶存酸素の補給が不十分となり、水中植物の繁茂を妨げ、魚類の生育に支障を来すがためといわれる。1960年以後の田子浦港の水質観測結果によると、海水の混入しない部分で全蒸発残留物が600ppm以上もあったり、海に出てもCOD値が60ppm以上もあり、しかもこれは沿岸流によって東流するため河口から東部沿岸部は（幅約100m、距離約2km間は）泡と茶褐色の廃水におおわれている。このことなどからもいかに魚介類に対しても影響するか理解出来る。以上のような汚濁の進行にともないその対策としては昭和26年以來いわゆる岳南排水路が計画され、図311に示したように、現在和田川、吉原橋地点で放流されている。すでに沈砂スクリーンニング、普通沈澱、活性汚泥処理といった最も適した処理法で廃水を処理して処理水を還元利用することさえ出来るといわれる今日浮遊物の多いこの廃水は、田子浦港の水深維持のためにも欠くことの出来ないものであるから、廃水処理の実現の日の早からんことを望んでやまない。

#### (4) 蒸発残渣量から推定した田子浦港への浮泥の堆積量

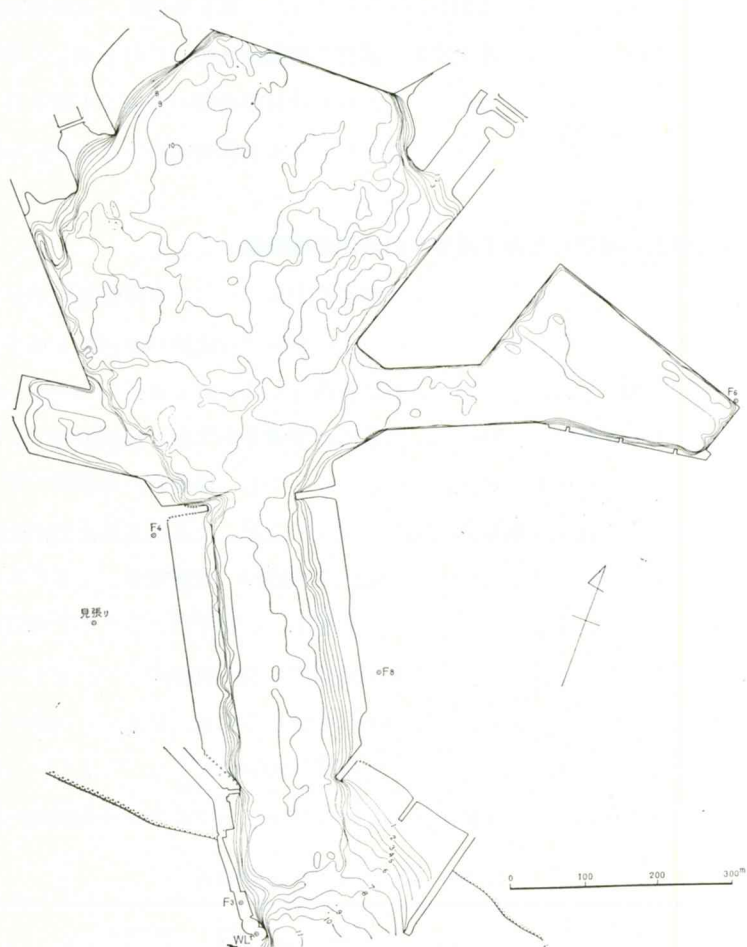
岳南地域諸河川の水質汚濁の性格が、パルプ廃水を主とするため有機物量が多いことは、全蒸発残留物の測定値から容易に理解しうることであるが、潤井川合流後の沼川はもともと傾斜もゆるく、感潮域では浮遊物の沈澱の可能性も高いが、堀込港湾としての田子浦港は、かかる性格に一層拍車をかけ泊地はまさに自然の沈澱池的性格を示している。筆者等が実施した1961年から1963年にかけての観測時にもエクスマンバージ採泥器で舟上から採泥せんしても、繊維質の有機物が厚く、下部の砂泥類を採取できなかった。この浮泥の堆積量に関してはすでに県、土木部水路水質調査報告書(S.35)によると流入する蒸発残渣量から1日320t、年間12万7,800m<sup>3</sup>(乾燥重量)と求められてもおるし、田子浦港港湾建設部によると、堆積の厚いところでは数m、年間平均にしても1mは堆積するといわれる。仮に1mの堆積厚としても田子浦港の主要泊地面積は380,000m<sup>2</sup>であるから約38万m<sup>3</sup>となる。筆者は1961~1963年にわたる沼川、潤井川の10回の水質定期観測の結果から、潤井川の最下流部の観測地点田子浦橋と沼川の河合橋（田子浦港に至る区間は1000mもあり、しかもこの区域は塩水溯上にとまなう停滞水域であるから途中の沈澱も考えられるが）における全蒸発残留物の総量を求め、毎秒

表 314 富士臨海地区河川流況表

河 川 名	流 量 (m <sup>3</sup> /sec)		
	渴 水	平 水	豊 水
潤 井 川	9.0	11.5	13.0
田 宿 川	1.8	2.5	4.0
和 田 川	1.3	1.6	2.0
滝 川	3.0	4.0	5.0
沼 川	9.2	12.0	14.0

流出する浮遊物質量は約 900ppm/L と求めることができた。ところで沼川、潤井川の平均流量値は表314にも示したように少なくみても平均  $10\text{m}^3/\text{s}$  と見做すことが出来る。

図 314 田子浦港水深図  
(1964年11月28日測量)





したがってこの平均流量値に全蒸発残査量を乗じて総流入量とすると、日に  $770\text{m}^3/\text{day}$ 、年間には約  $28\sim 30\text{万m}^3$  は田子浦港に堆積することとなる。これは田子浦港港湾建設部でいわれる浚渫量年間約  $30\text{万m}^3$  とともに量的に近似している。したがって船舶の航行の少ない現在では浚渫もよく実施されているから、ある程度の港湾航路維持が保っていると考えられるが、 $1\text{万t}$ 級の船舶が常時出入すると浚渫も困難となり、 $7\sim 9\text{m}$ 深維持も困難となろうし、その堆積量は優慮すべきである（図314参照）。今日すでに浚渫費が  $1\text{m}^3$ につき  $300\text{円}$ といわれるから浚渫費といえども年間  $9000\text{万円}$ でいどの巨費にのぼることとなる。したがって工場廃水による浮遊物の流入除去は今後のきわめて重要な課題であり、すでに述べた汚水処理施設を完備した岳南排水路の早期の完成が期待される。

なお、潤井川からの流送土砂も考えなければならない。従来、潤井川流入口附近の港湾の堆積量は年間  $2\text{万m}^3$ （昭和35年9月開削時以後の調べによると）程度といわれるが、これは繊維を含んだ浮泥量、コロイド質の相当量に比較すると極めて少ないことが分かる。

## 5. 田子浦港の建設と地下水の塩水化

### (1) 田子浦港建設の概要

前項でのべたように、1955年以後の岳南工業地帯の急激な発展に呼応し、県はこの地帯の総合開発計画の基礎がために、まず合理的で円滑な輸送施設の整備として、港湾建設を計画された。その規模は最大入港船舶1万重量トン級を対象にして、泊地総面積  $45\text{万m}^2$ の掘込式港湾として、実施に移った。かかる掘込港湾は北海道苫小牧に次ぐもので、従来自然港湾をモットーとしてきた我国の港としてはきわめて注目すべきものである。富士臨海地区総合開発事務所発行の「田子浦港」によると、その着手は、1957年に調査にかかり、1958年から港の建設を始め、狩野川台風（1958.9.26）、伊勢湾台風（1959.9.26）で一部に被害を出したが、工事は進み、1964年1月には1日数隻の船が出入して、月  $50,000\text{トン}$ 程度の荷役を行い、39年末には  $5,000\text{トン}$ の船舶が出入り出来るようになり、1968年には1万重量トン級の船が入港できるように工事を進めているといわれる。ところで1958年に始まる建設工事も本格的に開削が出来たのは、1960年1月測量による吉原市役所発行1万分の1 No.1、地形図では田子浦港は記るされず、旧流路のまま（旭化成工業 K. K. はすでに明記されている）であるが、1961年以後の地図には田子浦港が明記されていることから開削は1960年後期によるものと理解できる。

### (2) 地下水水質の経年変化

沼川、潤井川流域の地形の性格、地下水の賦存機構の性格については前項で述べたが、沼川下流部、すなわち田子浦港の建設されている地域は地形、地質的にみて西の扇状地、東の三角州的低湿地の境、富士基底熔岩の分布限界の境ともいえるように、地形、地質的にも注目すべき地域であると考えられる。このような地域にかかる掘込港湾が建設されると、流域の自然、人文に対しての影響は当然注目される。ここでは前項で述べたような、きわめて優秀な帯水層からなる富士山体から駿河湾に連なる地下水の水質にどのような変化を与えたか検討してみよう。



表 315 岳南地区製紙工場の井戸水の Cl<sup>-</sup> 含量の変化 (1964年)

会 社, 工場名	1964年	1964年	1964年	1964年	会 社, 工場名	1964年	1964年	1964年	1964年
	4月21日	6月22日	8月21日	10月24日		4月21日	6月22日	8月21日	10月24日
	ppm	ppm	ppm	ppm		ppm	ppm	ppm	ppm
1. 清和製紙	5.7	6.6	6.0	5.6	27. 興国人絹	101.2	34.8	14.8	
2. 平和製紙	5.2	5.1	4.0	14.3	28. "	96.1	38.8	607.1	
3. 丸富製紙	7.2	5.1	14.0	6.6	29. 東洋製紙	23.3	8.0	51.0	
4. "	11.4	11.2	6.0	6.1	30. "	9.8	8.6	3.0	9.7
5. 大興製紙	6.2	23.8	3.0	13.3	31. 薩川製紙	3047.3	1012.1	444.8	3469.4
6. 丸日製紙	5.7	5.1	6.0	6.1	32. 鈴源製紙	506.1	577.1	969.4	
7. 興陽製紙	4.6	4.6	6.0	6.6	33. 大勝製紙	303.6	776.1	2244.9	
8. 興亜工業	5.2	4.6	5.0	5.1	34. "	465.6	825.8	1938.8	
9. 富士フィルム	5.2	4.1	4.0	3.6	35. 日吉清原紡績工場	826.4	607.3	2348.2	
10. 美藤製紙	6.7	6.6	7.0	6.6	36. "	6817.8	2884.5	1303.5	1785.7
11. 井出製紙		6.1	7.0	6.1	37. 新橋製紙	547.5	131.6	51.7	933.7
12. 望月製紙	6.2	6.1	6.0	5.6	38. "	346.0	70.8	26.9	653.1
13. 久保田製紙	6.7	5.1	6.0	7.1	39. "	232.4	40.5	12.9	403.1
14. ミヅホ製紙		6.6	6.0	5.1	40. 吉富工業		268.2	368.2	612.2
15. 大平製紙	4.1	4.1	6.0	4.1	41. "	18.0	45.5	119.4	698.9
16. 丸元パルプ	5.2	5.6	6.0	5.6	42. "		328.9	706.5	40.8
17. 清興製紙	7.2	6.6	6.0	7.1	43. 左不二製紙	10123.4	6426.8		
18. 山恭製紙	10.3	11.1	9.0	10.1	44. "	1652.4	1659.8		
19. 興信製紙	6.2	23.8	57.7	75.5	45. 富岳工業	18387.4	17104.5	14377.8	15510.1
20. 岳南製紙	9.8	10.1	4.0	8.7	46. "	2324.2	3086.1	2606.9	3112.2
21. 京王製紙		6.6	7.0	6.6	47. "	216.9	227.7	766.2	714.3
22. 中西製紙		6.1	6.0	6.1	48. "	826.4	1212.5	1402.9	459.2
23. 共立製紙	128.1	50.6	13.9	51.0	49. 製紙試験工場	6.2	6.6	6.0	6.1
24. 田子の浦製紙		6.1	7.0	5.1	50. 湖清製紙工場	191.1			
25. 三幸製紙		10.1	7.0	6.1	51. 吉原製紙工場				10.7
26. 利久製紙		12.1	10.0	14.3	52. "			20.0	10.2

静岡県製紙工業試験場分析による

a) 深井戸水の Cl<sup>-</sup> 含有量分布 1964年4月21日、6月22~23日、8月21~25日、10月24日~27日の4回にわたり岳南地区製紙工場約50本の深井戸について静岡県製紙工業試験場で採水分析した結果を表315、図315、316にまとめた。これによると田子浦港を中心とした周辺部に1ℓ中 Cl<sup>-</sup> 含有量が最も高く、和田川に沿った北まがり半楕円形をつくるように減ずる等値線が描かれる。すでに1964年4月には100m深の井戸から10m深に至るまで、沼川沿いの富岳工業1号井戸 No.45 (深度109m) の18,387mg/Lを始め、本州製紙、旭化成の各井戸の含有量が高く、北は新橋の興国人絹 K. K. No.27 (101.2mg/L、6月22日) 付近まで影響し、西は日産自動車KK、島田、旭化成KK北側から中村付近にまで塩水化がおよんでいる。これを1963年2月に比較すると富岳第1号井では7000mg/Lも増し、No.37の新橋製紙では1963年4月、21mg/Lであったものが、1964年4月には547.5mg/Lと益加している。但し、岳南鉄道北側にはおよんでいないが、西方にはいささか拡延化の傾向がある。たとえば田子浦パルプKK (No.24) 南隣の旧吉原小学校の井戸の Cl<sup>-</sup> は1964年8月までは10mg/L以下であったが1965年2月3日の測定で、182mg/L、2月5日、190mg/Lを検出している。その時この井戸地点から200m北東に離れた田子浦パルプKKの井戸では5.7mg/L、6.38mg/Lを検出し





ており、塩水化の限界域を明示している。以上のような分布傾向は、岳南地域の地下水、水比抵抗等値線とも、少なくとも吉原地区に関しては似ており、地下水の流れの方向とも深い関係を示していることから、田子浦港の開削によって塩水浸入が促進されたかどうか、塩水化の深層への波及のメカニズムについて、本格的な調査の必要なことを示唆する。このことは、開削当時（1960年）田子浦港周辺地域の井戸水の塩水化現象が起って問題になった時、塩水化の理由をその年の降水量の少なかったことと、工場における地下水過剰吸上げによってのみから説明してきたことと相容れない見解を示すが、何としても早急に塩水化のメカニズムをたしかめ、適切な対策の必要なことを強く指摘しておきたい。

b) 1960年の地下水塩水化問題 各井戸について古くからの資料を求めることは困難であるが、筆者等の沼津平野の地下水調査結果からも推定されるが、岳南地域の深井戸のCl<sup>-</sup>含有量は一般に10mg/L以下といっても過言ではないであろう。それが急に海水に近い値を示すようになることは、何か条件が加わったと考えなければならない。一般に沿岸部の優秀な帯水層からなる地下水はヘルツベルグの法則からもわかるように淡水と海水の関係はきわめて密接な関係を示している。幸い、富士市水道課で得た資料に鮫島水道水源井（上水道田子浦水源井）、前田新田、等の1955年以前からの分析値があるのでこれについて検討してみよう。前田新田水源井は1953年5月11日Cl<sup>-</sup>含有量5.36mg/L

表 316 鮫島水道水源観測値

年月日	Cl <sup>-</sup> ppm	KMnO <sub>4</sub> ppm	CaCO <sub>3</sub> ppm	pH	Solution	観測者
S. 31. 7. 31	8.16					吉原保健所
32.						〃
33.						〃
34. 3. 31	4.260	0.300	52.00			東京都水道局(淀橋)
4. 4	5.638	2.217	48.50			吉原保健所
8.	6.188	2.752	50.98			〃
10. 12	8.156	9.100		6.9	46	〃
12. 8	6.028	4.108		6.9	220	〃
35. 1. 29	7.270	1.830		6.8	148	〃
2. 8	6.226	2.050		6.8	326	〃
5. 5	7.090	1.900		6.8	63	〃
12. 13	151.160	5.370		6.8	183	〃
12. 23	456.700	0.140		6.8		〃
36. 5. 31	7265.748	13.248	1920.67	7.1		〃

1954年3月5日6.73mg/Lであり、表316に示したように鮫島水道水源井は1956年7月31日のCl<sup>-</sup>含有量8.16mg/Lから1960年5月5日の測定まで常に数mg/L程度であった。ところが12月13日の観測で151.16mg/L、12月23日には456.7mg/Lと増加し、(勿論この時東方約200m離れた前田新田簡易水道水源井も890mg/L)1961年5月31日には7,265mg/Lとなっている。これは前述の田子浦港開削が35年の9月ということとも極めて密接な関係を示している。ところでこの時、飲料に窮して簡易水道地区住民のために、300m北側の旭化成水源から1961年1月26日より給水(1月6日測定時



49.6 mg/L) されたが給水後1週間にしてこの水も塩辛くなり、1月31日測定で504mg/Lと増加した。それがため使用不能となり、岩松水源(富士市上水道本水源)から供給されることになり、この騒ぎは一応解消した。尙この時、田子浦水源と旭化成KKの井戸について12月28日以後1961年3月7日まで観測し、前者はCl<sup>-</sup>最高3,526mg/L、後者は2,677mg/Lの値を測定したといわれる。表303は田子浦水源井における観測結果であるが、暮から正月にかけての観測値であるためきわめて意義深い。これによると干、満潮時による変化と正月のように地下水吸上量の少なくなった時は水位が干潮時でも逐次上昇し、それと平行してCl<sup>-</sup>、硬度含有量が少なくなる。したがってこのことからオーダーとしては問題にならないが地下水塩水化は地下水過剰吸上げのため淡水による稀釈能力の低下も関係していることはいうまでもない。以上のように田子浦港建設は工場からの廃液で港湾そのものが痛みつけられ、港湾は周辺工場の地下水塩水化に関連している。要するに両者はともに地域開発のかけに競合し合うきわめて重大な課題と考えられるが、将来の土地開発に対しても大きな示唆を与えている。

(三井嘉都夫)

## 参 考 文 献

- 加藤 芳 朗 外 (1959) : 原町浮島ヶ原の地質と土壤 駿東郡原町産業課  
池田 俊 雄 (1964) : 東海道における沖積層の研究 東北大学地質学古生物学教室研究邦文報告60号  
町田 一 洋 (1964) : Tephrochronology による富士火山とその周辺地域の発達史 その1, 2 地学雑誌 vol. 73, No. 5. 6  
多田 文 男 外 (1954) : 伊豆狩野川沖積平野の発達史 特に先史時代以降に於ける地盤運動を中心として一東大地理学研究 3  
三井嘉都夫 (1959) : 沼津平野の地下水 法大通信教育部  
三井嘉都夫 (1949) : 富士山南麓の地下水 資源研彙報 13 P59~64  
渥美 武 六 (1960) : 岳南一田子の浦港周辺の地下水と地下構造について 地学雑誌69 P. 37~40  
佐々木 実 (1959) : 富士山西南麓の地質と地下水 地学雑誌68 P138~147  
志村 馨 (1960) : 富士山西麓および東麓地域における地質、地下水調査について 物理探鉱 13. 1. P46~64  
北村 良 作 (1962) : 富士市上水道田子浦水源の水質変化について P7~11  
九州農政局 (1964) : 農業用地下水対策予備調査白石平野地区概要書(塩水侵入) P16~21  
富士臨海地区総合開発事務所 (1961) : 岳南排水路事業計画概要書  
富士川工業用水道事務所 (1964) : 静岡県富士川工業用水道事業概要  
静岡県土木部 (1960) : 潤井川、沼川水系水路水質調査報告書  
静岡県 (1959, 1960) : 岳南地帯における工場排水処理の研究(第1次、2次)  
静岡県商工部編 (1964) : 県内主要河川水質調査報告書  
三井嘉都夫 外 (1964) : 沼川水系の水質汚濁の一般的性格、水質汚濁研究 3  
岳南地域振興協議会 (1962) : 岳南地域振興計画書  
沼川水害予防組合 (1958) : 浮島ヶ原開拓史  
静岡県 (1963, 1964) : 田子浦港

## 第4章 富士川の河床変動と砂利採取

富士川は上流部に甲府盆地をひかえ、盆地部を、笛吹川、釜無川が流れ、これらが市川大門で合流してから下流部は北松野（河口 7 km 地点）地先まで大部分は急峻な山岳地帯で、峡谷ないし谷底平野を流れる。平野部は僅かに流域面積 4,538km<sup>2</sup> のうち13%に過ぎない。強雨の際には、一般に甚大な土砂量を流出し、河床勾配は河口付近でも 270 分の 1 程度であるため、沼川のような塩水溯上の影響は受けていない。従来下流部の堆積土砂礫には、十数年位冠水しない箇所もあるとされてきた。しかし、かように上流に典型的な盆地をもつ河川は、例えば九州の筑後川とか北陸の九頭竜川、北海道の石狩川にみられるように、上流山地部から供給される土砂も上流部の盆地部に堆積して下流部への運搬は比較的少ないことが知られている。ましてや近年のように、上流部の堰堤建設や、下流部の砂利採取が著しく行なわれると、堆積量より侵蝕量が増大し、河床低下を引き起し、河道の維持、堤防保持、橋梁維持にも困難をきたすが、水利用の最も必要な今日、水位が低下して取水もきわめて困難な状態に落ち入り、一方出水時には河川構造物の破壊作用にも大きくあられ、水位低下は流域の地下水水位変動その他各種の影響を与える事が多い。

ここでは関東地方建設局富士川工事々務所で得た河床縦、横断、水位観測資料をもとに河床変動量を計測し、水位変動などとともに河床の経年変化について検討し、下流部における砂利採取等どのような関係にあるか検討してみたい。

### 1. 富士川（0～57.0km…大柳川下流唐島橋）の河床変動の概要

富士川は所管が複雑であったため、全域にわたる観測資料を古くから一貫して求める事は困難である。例えば、河床縦横断についてみると、上流部の笛吹川、釜無川に関する資料は昭和の初期のものから存在し、よく整理されているが、中、下流部に関して一貫して比較しうるものは、昭和35年以後のもののみである。

図 401 は 57.0km 下流部の平均河床高を比較したものであるが、この図によると 50km 付近で多少の変化がみられるだけで他はほとんど変化がない。尤も富士川は1959年8月14日の台風7号（下流部流量 10,000 m<sup>3</sup>/s と最高記録を示した）以来たいした出水がないから、ある意味では当然ともいえる。しかし後述するように、船場、清水端、大島、南部の年平均低水位から検討すると、船場、清水端では、大正末期頃からの水位変化図、（図402、403）に示したように、大正末期以後今日まで徐々に下がっていることを知る。特に河床断面図から判断すると、昭和20～30年頃までに数 10cm ほどの低下があったものと考えられる。1960年以後は河床高がほぼ一定か、やや高くなっているか、年平均低水位から検討してもややかかる傾向を示しているが、あまり明らかでない。

ただこれらの量的把握とか、上流部笛吹、釜無川との関係については今回検討しえなかったが、今後十分に検討し、流送土砂の点から甲府盆地のもつ意義についても考察したい。

図 401 富士川縦断面図

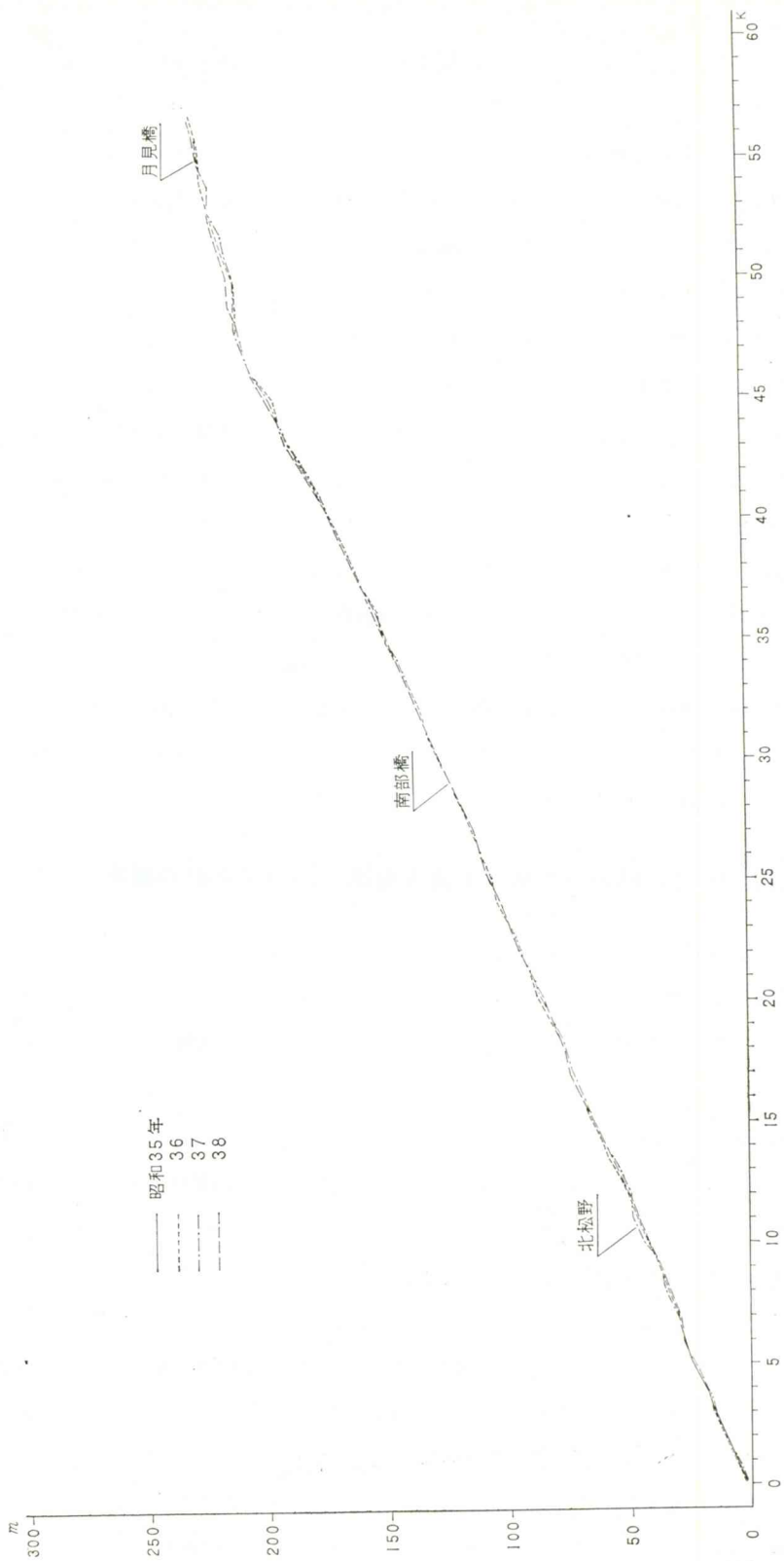


図 402 船場水位観測所平均低水位変動

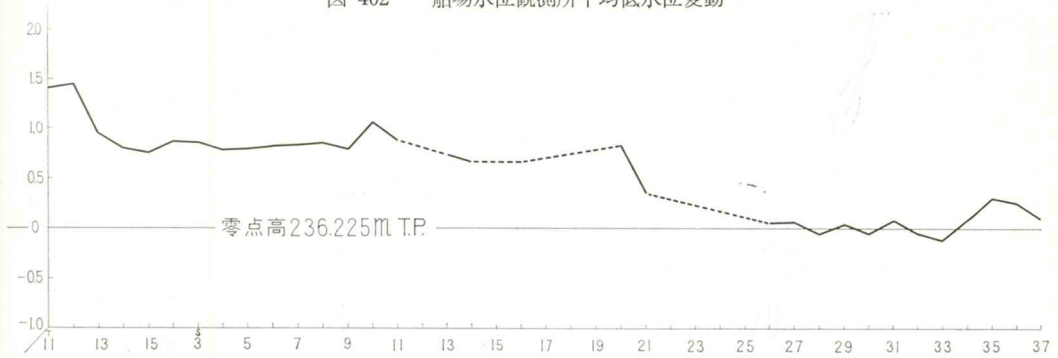
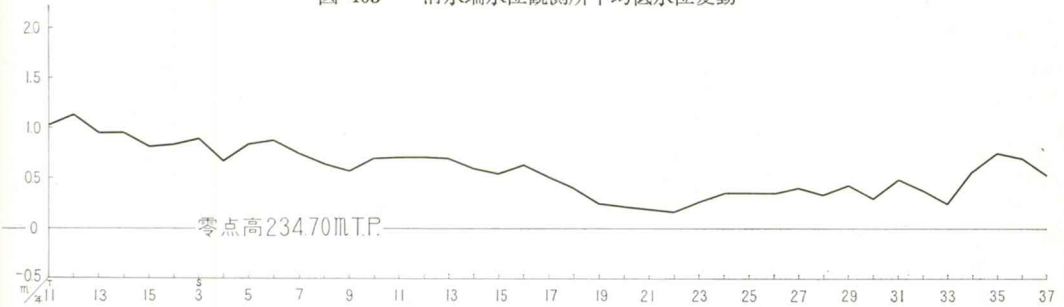


図 403 清水端水位観測所平均低水位変動



## 2. 富士川下流部の河床変動

下流部については、前項で示したように、計画高水流量は  $9,800 \text{ m}^3/\text{s}$  と示されているが、1959年以來大した出水がないため、1960年以後は自然の流水による変動は考えられない。図 404 は横断実測値から1961~1963の最低河床を、また断面図から川幅、距離を乗ずるなど計算して平均河床高を求めたが、1里35丁即ち富士川橋付近を境として上流と下流では、いささか異なる。即ち国道橋上は、前述のように上流部で変動は少ないが下流部は河床が相当低下している。河床変動量を計測した結果によると、(表 401) 35年から 38 年の 3 年間に鉄橋下流部で約  $16 \text{ 万 m}^3$  の侵蝕量なる。ところで、前にも述べたように、この間には大して出水もないから、土砂の動きの原因は砂利の採取にあると考えられる。

## 3. 下流部河床変動と砂利採取との関係

砂利採取量は静岡県土木事務所できわめて綿密に資料を求めているので、まず砂利採取地点と採掘申請許可量とを図405、表402に示した。これにより、横断実測値から求めた河床変動量に該当する区域内の砂利採取量を計算した結果によると約  $153 \text{ 万 m}^3$  と求めることが出来た。砂利採取量は一般に許可量の 2~3 倍予想されるような河川もあるが、富士川では現在1.5倍以下ではなからうかと考えられる。要するに下流部の河床低下は、極めて優秀な機械化による砂利採取のためと結論づけられよう。



図 404 富士川下流縦断面図

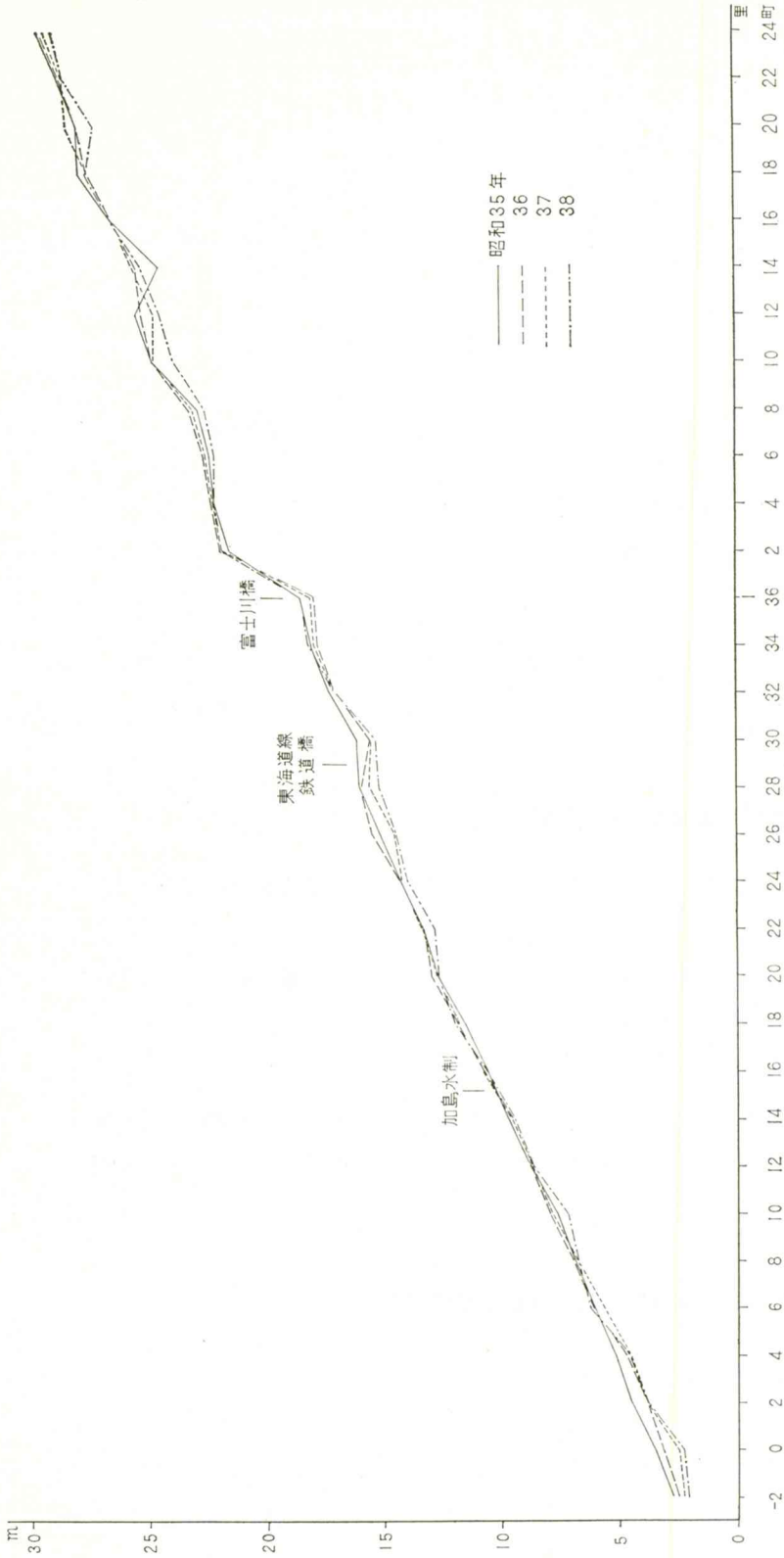


表 401 富士川の河床土砂変動量 (平均河床)

	35 ~ 38 m <sup>3</sup>	35 ~ 36 m <sup>3</sup>	36 ~ 37 m <sup>3</sup>	37 ~ 38 m <sup>3</sup>
-2	119,100.78	33,083.49	33,083.55	52,933.68
-1	148,125.06	42,934.80	90,163.08	15,027.18
0	219,451.44	54,862.86	145,597.59	19,190.99
1	227,350.20	115,741.92	88,873.26	22,735.02
2	109,030.86	131,240.85	-22,209.99	0
3	94,678.58	7,889.82	80,871.35	5,917.41
4	92,354.22	64,082.52	64,082.48	-35,810.78
5	92,245.45	18,825.60	60,241.92	13,177.93
6	-14,607.59	-7,303.80	67,560.15	-74,863.94
7	-1,763.78	14,110.32	29,985.43	-45,858.53
8	-6,926.40	-20,779.20	15,584.40	-1,731.60
9	-21,442.98	-46,184.88	19,793.52	4,948.38
10	68,357.36	-55,633.20	27,021.84	96,960.72
11	1,532.91	-4,648.73	3,065.82	3,125.82
12	16,204.88	-5,906.32	4,422.24	17,688.96
13	84,482.10	18,614.70	1,431.90	64,435.50
14	9,215.22	34,227.96	-21,063.36	-3,949.38
15	60,659.28	7,912.08	2,637.37	50,109.83
16	-2,661.78	-46,581.15	2,661.78	41,257.59
17	-50,302.98	-30,954.78	-12,898.20	-6,449.10
18	-41,400.78	-17,747.76	1,227.68	-4,820.69
19	-13,439.88	-51,519.54	32,479.71	5,599.93
20	-2,135.64	-33,102.42	17,085.12	13,881.66
21	-11,562.87	-49,404.98	9,460.52	28,381.59
22	51,670.50	-4,218.00	12,654.00	4,323.50
23	34,241.28	2,140.08	1,070.04	31,031.16
24	28,231.74	1,045.62	-1,045.62	28,231.74
25	60,397.32	-6,930.84	39,604.80	27,723.36
26	64,610.88	-26,604.48	84,564.24	6,651.12
27	35,324.64	-45,288.09	-2,717.20	83,329.93
28	68,135.13	4,312.36	30,186.44	33,636.33
29	69,140.79	36,704.37	17,071.82	15,364.60
30	45,454.50	28,571.41	9,740.15	7,142.94
31	42,344.29	34,645.32	10,265.29	-2,566.32
32	11,747.13	19,784.64	4,327.91	-12,365.42
33	4,722.00	5,827.50	-50,699.25	49,593.75
34	0	18,872.00	-7,908.75	-8,963.25
35	-985.68	985.68	1,971.36	-3,942.72
	1,691,600.—	244,047.—	887,600.—	539,998.—

m<sup>3</sup>  
約 163万

表 402 富士川砂利採取量

	砂	利	3 ヶ月 m <sup>3</sup>	+	砂	3 ヶ月 m <sup>3</sup>	+	土砂	3 ヶ月 m <sup>3</sup>	× 4ヶ月 =	m <sup>3</sup>
1									9,000	36,000	
2									30,000	120,000	
3	2,100			+	1,800					15,600	
4									15,000	60,000	
5									24,000	96,000	
6									9,000	36,000	
7									7,500	30,000	
8	2,400			+	1,800					16,800	
9	2,400			+	1,500					15,600	
⑩	2,400			+	1,200					14,400	
⑪	2,100			+	1,500					14,400	
⑫									18,000	72,000	
⑬	1,800			+	900					10,800	
⑭	2,400			+	900					13,200	
⑮									30,000	120,000	
⑯	2,400			+	1,800					16,800	
⑰	1,800			+	900					10,800	
⑱	2,000			+	1,000					12,000	
⑲	3,000			+	2,400					21,000	
20									18,000	72,000	
21	2,100			+	1,050					12,600	
⑳	18,000			+	300		+		9,000	109,200	
㉓									13,000	52,000	
㉔									30,000	120,000	
計	44,900			+	17,050		+		212,500	1,097,200	

河床変動区間 510.600 × 3 = 1531,800

図 405 富士川下流部（鉄道橋下流）における所有権別砂利採掘申請許可区域図

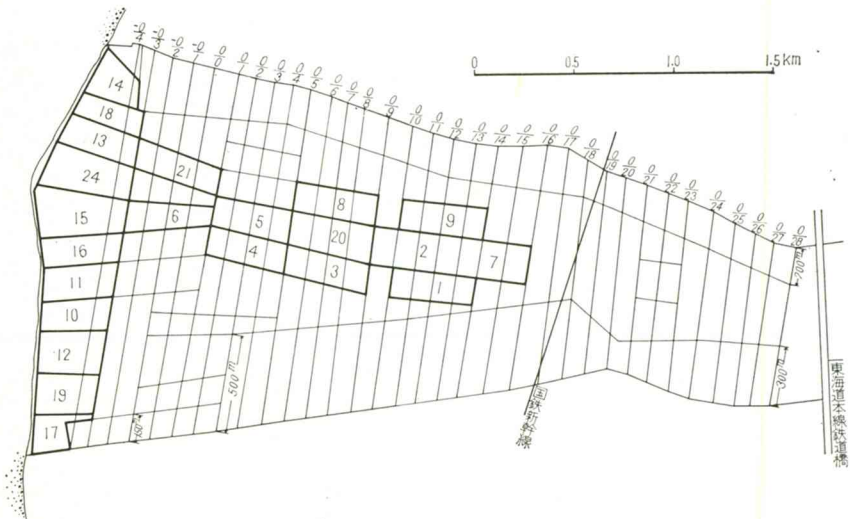
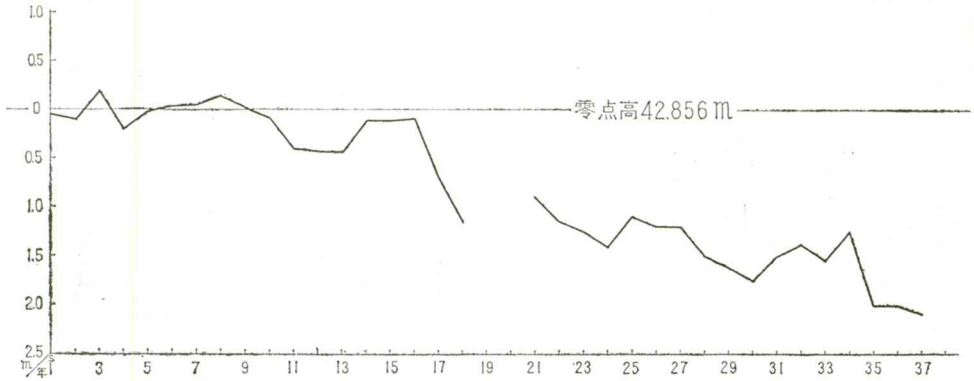


図 406 北松野水位観測所平均低水位変動



以上のような河床低下は、北松野、松岡水位観測（年平均低水位）結果にもよく表われ、1960年以後には20~30cmの低下が考えられる（図406、407参照）。ただ、北松野の観測資料は昭和元年からあるため、この貴重な資料により経年変化をみると、1941~1942年頃より漸次低下していることがわかる。この直接の要因は未だ明らかにしえないが、1941年日本軽金属に於て、富士川の河水取水にともない、発電所、取水堰等人工構築物が設立されたためなどによるのではなからうか。

#### 4. 河床低下の影響

すでに1941年日本軽金属において、富士川第2発電所建設に際し、下流農業用水に支障を与えないため、岩本、第1、第2発電所などが建設され、その放水を富士地区農業用水に利用する計画がたてられた。当時そのままの暫定処置として水神森地先に取水堰堤が設けられた。しかし、その取水堰には土砂が堆積し、河床の上昇、堤外地冠水、流心移動による左岸護岸の侵蝕等の現象が生じたといわれている。そこで取水堰を撤去したが、水確保の問題は河床低下をめぐり、複雑になっていった。以後水の確保に意が注がれ、今日計画されているいわゆる富士川用水事業も促進されるに至った。

尚今日、河床低下にともない、流心の変化、堤防の根付維持、橋梁の維持に注意されなければならないが、流域の地下水位、伏流水の補給量等にも変化があるものと考えられる。今回は未だ明確な資

図 407 松岡水位観測所平均低水位変動

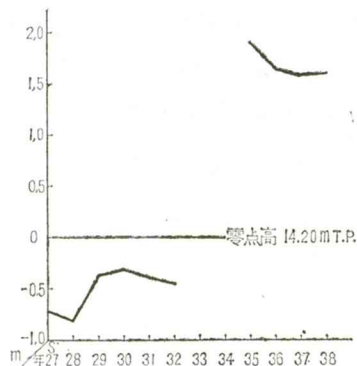
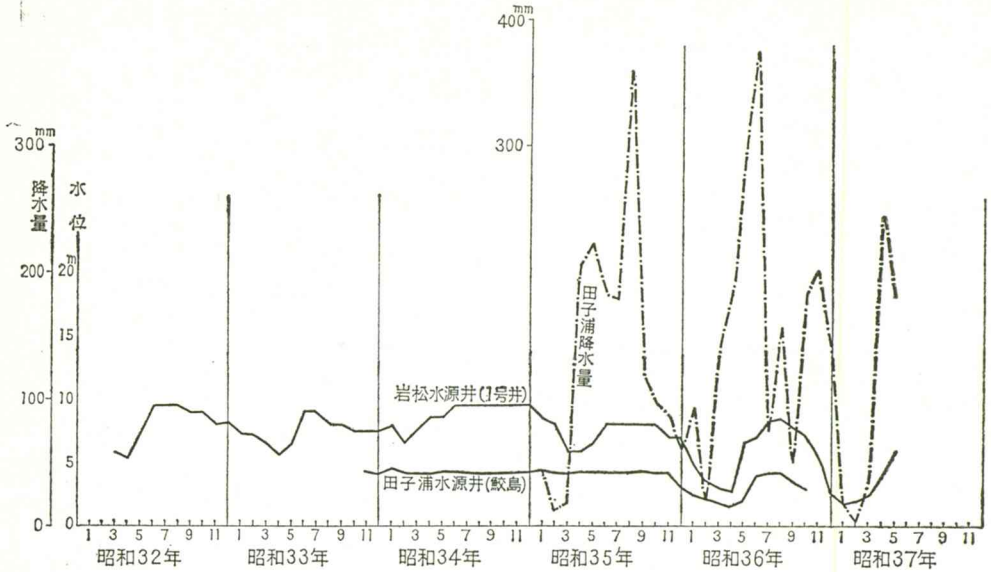




図 408 水源井自然水位変化



料を得ないので、明らかにしえないが、富士市水源井の自然水位の変化なども一連の関係をもつものか、今後流域の変ぼうを知る上からも大切である。これらは将来の課題としたい。(図408参照)。

(三井嘉都夫)

### 参 考 文 献

- 関東地方建設局 (1962) : 治水経済調査結果 (富士川)
- 建設省甲府工事事務所 (1964) : 富士川河床材料調査篩分試験結果表
- 建設省甲府工事事務所 (1963) : 富士川中流部横断 40.0~57.8Km 39葉
- 建設省甲府工事事務所 (1961) : 富士川中流部縦断面図 17.0~57.8Km  
 ( // ) : // (区域外) 7.0~17.0Km  
 ( // ) : 富士川下流部縦断面図 0/0~1里/24丁
- 蔵田 延男 外 (1956) : 静岡県岳南地域工業用水源地域調査報告  
 東海地域調査 第8報 地質調査所月報 Vol.7 No.6

## 第5章 岳南地域の軟弱地盤とそれに基因する災害

### 1. はじめに

#### (1) 従来の調査

浮島ヶ原を含む岳南地域の地盤条件については、この地域の開発計画立案のための基礎資料を得る目的で、すでに2、3の調査が行なわれている。すなわち、この地域では、農業土地利用の高度化を計るための基礎的調査としての地質・土壌調査<sup>(502)</sup>、工業開発を目的とした地耐力調査<sup>(506)</sup>、新幹線の建設<sup>(505)</sup>および田子浦港建設に伴う基礎地盤調査<sup>(504)</sup>などが行なわれ、また昭和39年度には建設省および静岡県による東駿河工業整備特別地域の都市地盤調査<sup>(507)</sup>が行なわれた。これらの諸調査によって、この地域の地盤地質についての資料が集積され、浮島ヶ原を中心に分布する軟弱地盤の性状もほぼ明らかとなった。また、このような調査結果に基いた開発計画も検討されており、たとえば典型的な軟弱地盤からなる浮島地区については、地耐力に重点をおいた開発構想<sup>(508)</sup>が考えられている。

そこで、ここでは、以上の諸調査の成果を活用して、この地域とくに浮島地区の軟弱地盤の性状やその分布状況などを、さらに一層明らかにし、この地域の開発に伴い、地盤条件に関連して発生すると予想される地盤沈下、地震災害など諸災害の防止計画立案のための基礎資料を提供したい。

#### (2) 軟弱地盤と災害

ここでまず、軟弱地盤地域の開発にあたって問題となる2、3の基礎的事項について簡単にふれておきたい。

**軟弱地盤と土木建築構造物** 建物、道路その他の建築、土木構造物の基礎構造を設計する場合には、構造物を設置しようとする場所の地層の物理的性質（地耐力）が問題となる。軟弱地盤は、物理的に軟弱な土質を示す地層からなる地盤のことで、土質試験を伴う地質ボーリングによって、これを捕捉することができる。また、軟弱地盤は、その上に建てる重量構造物の自重や基礎構造の種類にしたがって、相対的に作用する性質である。しかし、軟弱地盤の軟弱の程度は、軟弱層の厚さや、その分布の地表からの深さなどの条件によって、かなり異なるのが普通である。

ところで、軟弱地盤の存在は、工業開発を中心とする都市的土地利用の高度化を推進して行く場合、その地域に設置する構築物の種類、その設置場所および基礎構造を、あらかじめ限定しているものと考えられる。また、既存の構築物についても、軟弱地盤の存否を吟味しておくことは、地震動による被害の発生を予知し、防災計画を立てる上にも必要なことである。

**軟弱地盤と地震の危険度** 地震による構築物の被害の発生状況は、地盤の性状によって大きく支配され、軟弱地盤と被害状況とが密接な関係をもっていることは、関東地震（1913年）や東南海地震（1944年）、新潟地震（1964年）の地震災害によって、きわめて明らかである。軟弱地盤上に立地する木造家屋の大地震による倒壊率は、堅硬な地盤の場合にくらべてきわめて高く、たとえば1944年の東南海地震の例では、静岡県下の太田川流域の軟弱地盤地帯で木造家屋の全壊率が80～100%におよん

でいる。倒壊率は、軟弱層の厚さが厚くなるにしたがって急激に増大する傾向があるが、これは軟弱層が厚くなるほど、地盤の卓越周期が長周期となって、木造家屋の固有振動周期と共振しやすくなるためと考えられている。また、軟弱層の厚いところでは、地震動による土質の攪乱が生じ、そのため支持力が急激に減少して建物の不同沈下を起しやすいくとも、その1つの理由である。

高層建築物や重量構造物の場合は、軟弱地層が厚く、支持層となる基礎地盤が深いところでは、基礎構造の設計上、経済的・技術的にも制約を受ける。支持層となる堅硬な地盤が深いほど耐震上不利であることは否定できないが、これらの設置にあたっては、地盤条件に見合った万全の耐震構造がとられる必要がある。

**軟弱地盤と地盤沈下** 東京、大阪などにおいて、地盤沈下が進行しているのは、いずれも軟弱地盤地域である。これらの地域では、地下水の過剰揚水によって、主として沖積泥土層が脱水してその体積を収縮し、地盤沈下が生じている。地盤沈下の速さは、軟弱な沖積層の厚さと関係が深く、その層厚が25～30mをこえると、沈下量が急激に増加することが知られている。岳南地域の浮島地区に存在する軟弱地盤においても、将来のこの地区の地下水開発のいかんによっては、急激な地盤沈下が進行するおそれがある。とくに、この地区では、第3節で詳述するように、表層に厚い泥炭が堆積しているので、沈下速度がとくに早いと予想される。また、多量の地下水を汲み上げないまでも、新潟平野の亀田郷の例にみられるように、湿田の乾田化をはかるために内水を排除し、地下水位を若干低下させただけでも、泥炭層の圧密沈下が生ずる可能性がある。

**軟弱地盤と水害** 東京、大阪などの例をあげるまでもなく、軟弱地盤地域の多くは、元来地盤高が低い低湿地であり、常習的な水害危険地域でもある。このことは、浮島地区の軟弱地盤地域についても例外ではなく、常習的な内水湛水害に悩まされてきた土地である。東京、大阪などでは、地盤沈下の進行に伴って、高潮、河川洪水、内水氾濫による水害危険度が高まっているが、浮島地区についても、地盤沈下の進行が、水害の危険度をさらに高めることは、容易に予想されることである。また、水田として利用されている低湿地の都市化に際しては、工業用地、住宅用地などを造成する場合に、多少の盛土が行なわれるのが一般であるが、盛土高は予想される最高洪水水位を十分上まわることが必要である。また一方、無秩序な用地造成は、湛水しやすい地域をブロック化して内水氾濫による洪水水位をたかめ、浸水頻度をたかめることがあるので、系統的な排水施設の設置を伴う土地利用計画の実施がのぞまれる。

## 2. 岳南地域の地形

この章でとりあげる地域は、富士川河口付近から、狩野川河口北西の中溝川（西北部排水路）に至る間の臨海部平野の部分である。この平野は、東西23km、南北2～6.5kmの東西に細長い方形の平野である。西部の富士川河口付近は、富士川の堆積物のつくる扇状地性氾濫平野であり、狩野川河口に至る沿海部には、長大な砂礫州が形成されている。一方、富士川の扇状地性平野の東方には、前記砂礫州の背後から愛鷹火山の山麓線に至る間に、低平な湿地性低地がひろがっており、その中心部は



浮島ヶ原とよばれている。

**地形区分** 岳南地域の平野は、以上にのべたような地形的特徴から、大きく、1) 富士川扇状地、2) 浮島ヶ原低地、3) 原砂礫州の3地形区に分けられる(図501—付図、表501参照)。これらの3地形区は、地形の形成営力、形成環境などの違いにより、それぞれの浅層地質(とくに軟弱地層)、水分の賦存状況、排水状況などにも個有の特徴がある地域である。したがって、以下の記載では、この地形区に準拠し、各地形区内において局部的に、形成営力や堆積系統のちがいなどによって、小面積ではあるが特徴的な地形がみられる場合は、上記の地形区をさらに細分した。なお、ここでは、地形区と軟弱地盤との関連を中心として説明をすすめたい。

(1) 富士川扇状地

富士川扇状地は、大面積の流域(約4,538km<sup>2</sup>)に対して、その面積は約37km<sup>2</sup>できわめて小さい。その西側は、岩淵安山岩のつくる低山性山地に接して終わっているが、東側は浮島ヶ原低地に漸移している。傾斜は一般の山麓扇状地よりもゆるいが、安部川・大井川・天竜川などの扇状地性平野にくらべれば、やや急な4/1000~2/1000を示す。左岸の羽鮒丘陵南端の岩本付近を扇頂(海拔25m)として、南~南東に傾き、扇状地軸の長さは約7kmである。富士川の河道は、かつては洪水ごとに乱流をくりかえしてその運搬してきた粗大な礫を堆積し、扇状地面を形成してきたが、現河道は直線状の連続堤によって、この扇状地の西縁部に固定されている。1~2kmおよぶ広い河道内には、礫河原がひろがり、低水時の表流は網状流をなして駿河湾に注いでいる。

富士川扇状地は、山麓部に発達する扇状地とはちがって、臨海の扇状地であるので、海水体中に河川の運搬礫が直接堆積してつくる砂礫質三角州(一名デルタ・ファン)ともいうことができる。徳島

表 501 岳南地域地形区分表

大地形区	中 地 形 区	小 地 形 区	海 拔 高	地 盤 型
富士川・ 岳南平野 浮島ヶ原 平野	富士川扇状地	扇状地主部	扇端 扇頂 3—20~30m	SGF
		扇状地漸移部	2—20m	C~c, SGF
	浮島ヶ原低地	浮島ヶ原低地主部	0.3—2~5m	Ap <sub>1</sub> , Ap <sub>2</sub> , Ba, Bb, Bp <sub>1</sub> , Bp <sub>2</sub>
		赤淵川・須津川扇状地	2—10~20m	SGf, C~c, B~b, A,
船津川扇状地		1—10m	SGf, Ap <sub>1</sub>	
原砂礫洲	柳沢溺れ谷低地	5—12.5m	Ap <sub>1</sub>	
	黄瀬川扇状地	5m<	Bav	
	原砂礫洲主部	2—10m	SGm	
		天ノ香久山砂丘	5—20m	SGm
周縁山地及び山麓地	岩淵山地	山地主部	200—500m	—
		中之郷段丘	40—70m	—
		羽鮒丘陵地	100—225m	—
	富士火山山麓地	富士火山山麓地主部	10m<	cv
		伝法沢火山麓扇状地	15m<	cv
愛鷹火山地			10—1, 187m	cv



県的那珂川平野も、これと同じ性質を有する平野で、扇頂の海拔高度も同じような高さを示している。しかし、富士川扇状地の場合は、富士川橋左岸の水神社付近には、富士火山熔岩が高さ4～5mの崖をつくって台状に露出しているので、扇状地礫層の基底面が複雑な凹凸をなしているとみられる。すなわち、富士川、潤井川などの河川が、熔岩からなる富士火山山麓の延長部の岩淵山地と接していた裾合の低所を侵蝕しながら砂礫を堆積して、扇状地を形成して行ったものと考えられる。したがって、この扇状地は臨海部にありながら、水体中に直接、砂礫を堆積しただけの那珂川扇状地の形成過程よりは、複雑な形成過程を経ている。実際、扇状地軸の長い那珂川扇状地の場合は、その地表勾配はかなりゆるやかであり、旧流路の蛇行が甚だしく、かつ砂礫層厚もきわめて厚い。

扇状地面上には地形分類図(図502—付図)に示したように、網目状をなす低水路跡が認められ、ほぼ扇頂を中心とする放射状の配列を示す。これらの旧流路の大部分は、河道放棄後において発生した洪水の際、シルト質細粒物質によって埋められているので、明瞭な刻み目がみられないが、局部的には比高0.5～1.0mの微起伏をつくっている。これらの旧流路沿いの凹所は、洪水時の河流氾濫水の主流線の通路となりやすく、旧流路周辺には、家屋の土台を水屋式に盛上げている場所がある。既往の富士川洪水による河川堤の破堤は、出水に関する記録および地形分類図に示された旧流路の配置状況から、扇頂から富士川橋に至る区間に集中したことが知られる。この区間は、山地を離れた富士川の水勢をまともに受ける位置にあるので、今後とも破堤の可能性のもっとも高いところである。富士川橋上流左岸にある特徴的な三角形の堤防(かりがね堤)は、この区間の破堤防止のために考案された特殊な工法で、三角形の内側(堤外地)には、明治・大正年間の洪水堆積物が多量に堆積して平野面よりも高く盛り上がり、一種の天井川を呈する。

扇状地の表層には、扇頂、扇央をとわず、厚さ1m内外の暗褐色シルトが堆積し、砂礫層をおおっている。庄川や黒部川などの扇状地では、表層の細粒物質の厚さがおおむね15cm以下であるので、一般の扇状地に比べ細粒物質がとくに厚いように思われる。その原因として、背後に火山灰地域のあること、富士川中・下流部に第三紀中新統の頁岩層の分布が広いことが考えられる。扇状地の主要構成層は、ほぼ全層が砂礫からなり、礫種も富士川の運搬した、赤石山地構成層の中・古生層岩石のものが多く、礫径も数cm以上で大きい。

富士川扇状地は東方の和田川付近まで拡がっているが、扇状地プロパーの部分は、ほぼ潤井川の河道までであり、潤井川—和田川間は、浮島ヶ原低地への漸移部をなす(富士川扇状地漸移部)。この漸移部の北側は富士火山麓に接しているが、東の浮島ヶ原低地には、明瞭な界線を示さずに移行している。河道乱流跡は、扇状地に比べて不明瞭である。これは最上層のシルト層が1～2m厚で分布し、扇状地プロパーの部分よりも厚くなるためである。地下水面は扇状地プロパーの部分よりも一般に浅く、一部に湿地の性状を呈する部分がある。扇状地礫層中の地表下7～8mに、N値5～10のシルト層が5m位挟まれるが、同層は西に薄くなる。

## (2) 浮島ヶ原低地

浮島ヶ原低地は、臨海の砂礫州と愛鷹火山および一部富士火山の間にはさまれた、帯状の低湿地で

あり、砂礫州に対する後背湿地にあたる。その西縁は前述のように和田川付近で富士川扇状地に漸移し、東縁は沼津市北西部の中溝川（西北部排水路）付近で黄瀬川扇状地に漸移するが、砂礫州が南に弯曲するにしたがつて、後背湿地もこれに平行し、狩野川河口右岸付近まで追跡される。

浮島ヶ原低地の山麓よりでは、須津川、赤淵川の谷口付近に、やや顕著な合流扇状地が発達し、海拔2m線付近まで、その堆積物が扇形のたかまりをつくっている（図501、502参照）。同じような山麓扇状地堆積は、低地中央北縁の船津付近にもみられる。船津以東の山麓線は、溺れ谷の輪廓が顕著となり、埋積低地面が、前面の低地から連続して谷の中に入りこんでいる。溺れ谷地形は、柳沢のものがもっとも規模が大きく、約1kmの奥行を示すが、一般には小規模である。これらの溺れ谷は、愛鷹火山の山麓部が河流によって開析を受けた後、地盤の相対的沈降があり、さらに沖積世初期の海進によって海水におおわれ、背後から扇状地をつくるほどの粗大な砂礫が多量に供給されなかつたために、泥炭や細粒物質によって徐々に埋立てられて生じたものである。なお、溺れ谷の弯入が一般に浅いのは、山体が急傾斜のためと考えられ、現在の山麓線は、かつての愛鷹火山の山腹を水平面で切った形を示すものである。

浮島ヶ原低地は、岳南地域の平野のうちでは、海拔高度がもっとも低く、その主要部は2m以下である（図501参照）。この低地は、沖積世のはじめの高位海水準時に臨海砂礫州によって堰止されて生じた潟湖が周囲から次第に埋積がすすみ、さらに排水が行なわれて生じたものである。潟湖の名残をとどめる沼沢地は、最近まで残存し、昭和放水路の開さく工事による最終的排水が完了するまでは、ヨシなどの挺水植物の密生する湿地がひろがっていた。現在では低地面は、ほとんど水田化され、第2昭和放水路の建設やポンプ場の設置などにより、乾田化がすすめられつつある。

この地域における最低所は、砂礫州に平行して流れる沼川（地域内排水河川の幹流）の下流部、赤淵川と須津川とが落ち合う付近（大野、柏原の北）にあって、その海拔高は0.3m内外にすぎない。この部分は、諸川の流末部にあたる位置にあるため、沼の埋積がもっともおくれたところである。昭和3年測図の1:25,000地形図によると、この部分に須津沼があり、須津川、赤淵川、沼川がこれに流入し、赤淵川は西から流入して沼の西縁に逆デルタをつくっていた。

低地の主部は、前記したように、海拔2m以下の低平地であり、地盤高は東に僅かに高まる程度で、東縁部の大諏訪背後に至ってようやく海拔5mに達する。南北方向では、南側の砂礫州背後の沼川沿いの部分がかもっとも低くなっている。山麓寄りでは、愛鷹および富士火山から流入する小河川につくる扇状地堆積物の発達する部分がやや高く、須津川、赤淵川扇状地の扇頂では10mを示す。これに対して東部の溺れ谷の発達する部分では、江尾、井出付近などのように、海拔2m線が山麓線に接している。

この地域を構成する主要な堆積物は次節でのべるように、軟弱な泥炭およびシルト～粘土質細粒物質である。また、この地域は、前面を砂礫州で限られた低凹地であるため、降雨により冠水しやすく、湛水期間も長びき、水害常習地域でもある。



### (3) 原 砂 礫 州

この地形区については、第6章で詳述されているので、ここでは簡単にふれるにとどめたい。原砂礫州は岳南平野の臨海部を縁取って、浮島ヶ原低地を支える形で横たわっている。第2昭和放水路以西では砂礫州上に風成砂丘がのり、最高所は海拔20m以上に達する(天ノ香久山砂丘)。この砂丘は田子浦港によって一旦分断されるが、西方の富士川扇状地前縁部でも、海拔10m内外の砂丘が発達している。風成砂層の厚さは東方ほど薄くなり、第2昭和放水路以東では数10cm程度となる。

砂礫州は、主に富士川の搬出した砂礫が、東に向う沿岸流によって運搬され、波浪の営力により汀線付近の海底浅所および浜に堆積して生じた浜堤地形である。砂礫州の頂部は、国道1号線の南に平行して東西につらなり、海側に急、山側に緩な横断面を示す。頂部の海拔高は、原町付近で約10m、沼津市街の西部で5m内外である。ほぼこの頂部に沿って海岸防潮堤が構築されて、暴浪や高潮の内陸への侵入が防がれている。また、防潮堤の内側は、保安林に指定された防潮・防風林によっておおわれている。内陸側にくだる緩傾斜部は、浮島ヶ原低地を構成する泥炭層の下に埋没して行っているが、東部の松長、大諏訪背後では、水田化された低地の部分に、砂礫州を構成するのと同じ砂礫層が分布し、沼川上流付近までひろがっている。

### 3. 地盤地質と地盤型区分

岳南地域に分布する軟弱地盤の性状とその分布状況を明らかにするために、この章の第1節でのべた既存の地質ボーリング資料を利用して、地盤地質断面図(図504—付図)、地盤型区分図(図505—付図)を作成した。これらの図の作成にあたっては、つぎのような点に留意した。すなわち、地質ボーリングによって明らかにされるのは、その地点に関する地質構成であり、何本かのボーリング資料をつなぐことによって、特定の線に沿う地盤地質の状況については、比較的簡単に把握することができるが、等質な地盤地質の面的なひろがりをとらえるためには、なお2、3の検討を要する。そのため、ここでは、地表に分布する微地形の性質を把握した上で、ある地域の地形が形成された過程や形成にあつかった営力、地層の堆積環境を考察することによって、等質な地盤のひろがりや推定する方法をとった。したがって、前節において設定した各地形区は、地盤の等質なひろがりとかかなりよく対応しているといえることができる。

#### (1) 地盤地質断面

岳南地域の地盤型区分を行なうに先立って、地盤地質断面図を作成し、線に沿う地盤地質構成の検討を行なった。浮島ヶ原低地の軟弱地盤の把握を主眼とし、海岸線にほぼ直交する南北方向の断面線を、図503(付図)に示したように、a—a'からk—k'線までの11断面を約1kmの間隔をおいてとった。また、浮島ヶ原低地と富士川扇状地および黄瀬川扇状地との関係を明らかにするため、東西方向にA—A'およびB—B'—B''—B'''線の2断面をとった。A—A'線は田子浦港の付近にとどめ、B—B''線は岳南平野を大きく横断するように設定した。各断面線に沿う地盤地質断面は図504(付図)に示してある。

**地盤地質分類** 地盤地質の分類は、主として標準貫入試験における打撃回数（N値）の大きさを利用して行ない、N値の資料のない水井戸などの地質ボーリング資料の場合は、各地層の堆積環境や深さ、分布位置などを考慮して土質記号からN値の大きさを推定し、分類上の位置を定めた。分類基準は、図504の凡例に示したとおりである。軟弱層は  $N \leq 3$  のシルト、粘土、火山灰などの細粒層と泥炭層であり、 $N = 3 \sim 10$  を示すシルトなどの細粒層は準軟弱層とした。軟弱層のうち泥炭層は、建造物の基礎地盤としても、また脱水により急速に圧縮して地盤沈下をおこしやすい点でも問題の多い地層であるので、とくに記号を設けて分類した。また火山灰層についても別の記号で示すことにした。ほぼ30~50以上のN値を示す砂礫層は、堆積系統のちがいにより細分して示した。

**a—a' 断面**は、田子部落ののる砂丘から吉原市街西縁を結ぶ線で、富士川扇状地から原砂礫州に至る間の水井戸ボーリング資料をつないだ断面を示す。この断面では、山麓寄りの部分が富士川扇状地からはずれているため礫質が少なく、平野中央部に礫質が多くなり、海岸付近ほど礫層の厚さが厚くなり、最大90mに達する。ただし、臨海部では、礫層の下半は臨海堆積によるものである。砂礫質層の基盤をなすのは、富士火山の熔岩層であり、その地表からの深さは、山寄りでは15m内外、平野中央の三星製紙で34mであるが、臨海砂礫州に向って急に深さを増し、90m前後となる。この断面に沿ってあらわれる熔岩が、一続きのものであるかどうかは、この資料だけからは判定できないが、海岸付近の地下で認められるものは、平野中央部付近のものよりも古い時代のもとも考えることができる。礫層中には、何枚かの粘土層が挟在するが、古い時代に堆積したものであるため、先行荷重による圧密を受け、固結がすすんでかなり硬くなっていると推定される。最表層部には、シルト質層が1~3mの厚さでのっており、砂礫州背後の旭化成南部で最大の厚さを示す。

**b—b' 断面**は、田子浦港東方から吉原市街地をつらねる線で、中央部の日清紡付近で富士川扇状地漸移部と浮島ヶ原低地との遷移帯を切っている。南半部では、下部に臨海砂礫州から続く砂礫層があり、その上に浮島ヶ原低地西部に特徴的なシルト、粘土層（軟弱層ないし準軟弱層）が8~10mの厚さで堆積している。北半部は、山麓の扇状地堆積物が押し出しているため、軟弱層が次第に薄くなっている。沖積層の基底をなす富士熔岩は、山麓部で約16m、平野中央部で40m内外の深さにあり、海岸に向って深度を増し、田子浦港東方では92mに達する。

**c—c' 断面**は、天ノ香久山砂丘背後の大野部落から山麓の下河原に至る線である。南半部では表層部に、浮島ヶ原低地西部に典型的な、泥炭を含まないシルト層があらわれる。軟弱層の厚さは、7m程度で、その下位には厚さ10m以上の海成の準軟弱層が続いている。北半部は、赤淵川扇状地の砂礫層が押し出しているため、地盤はほぼよいが、扇状地末端付近では砂礫層の下位に準軟弱層がある。

**d—d' 断面**は、砂丘背後の桧部落から須津川溪口の神谷に至る線で、低地最低所と須津川扇状地とを結んでいる。低地部の軟弱層は、約10mの厚さを示し、南半部では全層がシルト、粘土からなり泥炭を含まないが、北半部では最表層に厚さ3~4mの泥炭があらわれる。沼川沿岸付近では、軟弱層の下位に準軟弱層がつづき、砂礫層の上に最大約20mの厚さに達するシルト~粘土質層が堆積している。山麓部には須津川扇状地の堆積物が分布するので、部分的に厚さ0.5~1mのシルト層を挟む



が、概して砂礫質であり、表層部でも7～8以上のN値を示す。なお、愛鷹火山を刻む須津川の沿岸には、3段の砂礫段丘が認められ、これらの段丘面が下流部でそれぞれ地表下に没していることから、低地の軟弱層の基盤をなす砂礫層の一部は、これらの段丘構成層に連続する、古い時代（洪積世末期）の堆積物であろう。

**e—e'** 断面は、砂丘背後の柏原付近から江尾に至る線で、人工による排水の行われる以前には須津沼がひろがっていた部分を横切る。浮島ヶ原低地において、埋積がもっともおくれた場所であり、シルト質層が厚く堆積し、須津川流路との交点付近では22mにおよぶ。しかし、かつての沼の中央付近にあたるため水深が深く、挺水植物の遺体の集積による泥炭の形成は顕著でなかったとみられ、隣接の断面線にくらべて泥炭層厚が薄い(U18で1.2m厚)。須津川との交点から北側は、扇状地堆積物による砂礫質地盤に移行している。

**f—f'** 断面は、植田から西船津の西に至る線で、自然状態では、最近まで浮島ヶ原湿原であった部分を横切っている。ここでは、山麓に扇状地の発達がなく、沼沢地性堆積層が直接、愛鷹火山麓に接している。表層には、4～6mの泥炭の厚層が発達し、軟弱層の下限は、地表下十数mのところにある。

**g—g'** 断面は、桃里から荒久に至る線であり、前記した湿原の東側を横切る。f—f'と同様の地盤地質構成であるが、軟弱層の下限は、低地中央部でやや浅く(地表下9m)、かえって山麓寄りで深くなり、U8では-14.5mに達する。このことは、これよりも東方に溺れ谷地形の発達が顕著なことと考へ合わせて、山麓線付近の曲降運動の結果を示すものと思われる。

**h—h'** 断面は、一本松から石川に至る線である。低地主要部では、臨海砂礫州から連続する砂礫層の上位に、湿原堆積層の泥炭層が直接のっている。山麓寄りで軟弱層全体の層厚が厚く、泥炭層の下位に海成シルト層(U10では、-6.5～-15.5がシルト層)が認められることは、g—g'断面と共通である。山麓扇状地堆積物の影響は、微弱であって、泥炭層をおよぼす砂礫層はきわめて薄く、その分布もごく一部分に限られる。

**i—i'** 断面は、原新田から井出に至る線である。浮島ヶ原を構成する典型的な軟弱地盤の断面がみられ、表層に厚さ3～5mの泥炭が連続して発達し、北側は直接、山麓線に接している。泥炭層の下位にある海成の軟弱シルト層を加えると、軟弱層の厚さは中央部で10～15m、山麓寄りのU12では16.9mに達する。これらの軟弱層の下位にある砂礫層は一般によく締っており、上層の一部にN値20～30程度の部分があるが、N値は深度を増すとともに急激に増大する傾向がある。この断面ではU11とほぼ同じ箇所地下構造調査のための250mのボーリング(Th1)が行なわれたので、これにより砂礫層の基盤をなす火山岩層をとらえることができた。この断面に示される火山岩層の上面は、愛鷹火山山麓の延長とみられ、約7.5%の勾配をもって傾斜し、山麓のU12で地表下20m、原新田の北で地表下87mにあらわれている。愛鷹火山の山麓部の地表勾配は、この付近で約10.0%程度であるので、やや緩勾配であるが、おそらく火山斜面がそのままの形で低地下に埋没しているものとみられる。

**j—j'** 断面は、原駅北方から根古屋に至る断面線で、ほぼi—i'と同様の地盤地質構成を示す。表

層の泥炭層の厚さは、 $i-i'$ の場合と同じように、砂礫州の背後に薄く、山麓寄りに厚い。

**k-k'** 断面は、大塚から青野に至る線である。既存のボーリング資料から判定される限りにおいて、表層の泥炭層はこの断面線に沿う部分でもっとも厚いと推定され、山麓寄りの **U16** では10mの厚さに達する。泥炭層の下位には  $j-j'$  断面などの場合と同様に、厚さ数mのシルト層があり、その下限は **U16** で地表下17mである。このシルト層は部分的に有機物（草根・草茎）を含むので、一部は沼沢地性の堆積層である。この断面線の東側にある柳沢の溺れ谷には、最厚20mに達する泥炭質層が発達しており、その下位にはさらに、厚さ30m程度の貝ガラ片を含む軟弱～準軟弱シルト層がつづき、<sup>(503)</sup> 堅硬な地盤は地表下45mの深所に至ってはじめてあらわれる。

$f-f'$  から **k-k'** に至る各断面には、山麓寄りほど軟弱層が厚くなる共通の特徴が認められるが、これらの部分では船津川などの一部の谷をのぞいて、愛鷹火山麓に溺れ谷地形が発達している。柳沢の溺れ谷については、すでにのべたが、江尾付近の溺れ谷においても軟弱層と準軟弱層を合せて厚さ55mに達する泥質層の存在が知られている。<sup>(503)</sup> 事実、柳沢、江尾などの溺れ谷は、国鉄新幹線の建設に際して行なわれた地質ボーリングによって、全線を通じての最大の軟弱地盤地帯であることが知られた。軟弱地層の生成にもっとも都合のよい環境は、溺れ谷地形、砂(礫)州の背後地などで、かつ多量の砂礫を搬出する河川を欠くところであるが、浮島ヶ原から愛鷹火山山麓に至る地域は、さきにふれた地盤運動の傾向と相まって、軟弱層の生成にきわめて好都合であったといえる。溺れ谷の軟弱層～準軟弱層は、下部の30～40mが海成シルト層、上部の10m内外が泥炭層ないし泥炭質土層からなっている。

東西方向の **A-A'** 断面は、田子浦港の南岸に沿って砂丘の背後を切った線である。富士川扇状地が臨海砂礫州と浮島ヶ原低地とに移行する部分の地盤地質構成を示すものである。田子浦港が砂礫地盤と軟弱地盤との遷移部に建設されていることに注意したい。港の西方では、最上部に厚さ1～2m程度の軟弱シルト層が分布するにすぎないが、東側は港域をはずれた付近から軟弱層が急に厚くなる。シルト層のすぐ下位にはN値30～50以上を示す厚い砂礫層があらわれる。砂礫層中には、何枚かのシルト、粘土の薄層が挟在するが、N値は比較的大きく、軟弱地盤とはいえない。砂礫層の基盤をなす熔岩層は、海面下88～100mに伏在し、西方でやや深くなる傾向がある。

**B-B'** 断面は、富士川扇状地の東縁部が、潤井川付近で漸移部になり、和田川付近で終って浮島ヶ原低地にうつることを示している。潤井川以東では厚さ6～8mの上部砂礫層と下部の砂礫層の間に準軟弱シルト層が挟在し、東に層厚を増し、浮島ヶ原低地の軟弱層の下につらなっている。また、小潤井川の東では最表層のシルト層がやや厚くなる。新幹線ボーリング18 (S18) 付近から西側では、軟弱シルト層の層厚は4～8m、滝川の沿岸には部分的に2m厚位の泥炭層が分布している。S18から東では、赤淵川、須津川扇状地の砂礫堆積があって、**U17** までは表層4mの泥炭層を除いてやや良好な地盤をなす。しかし、**U17** より東になると、表層の砂礫層が薄くなって逆に軟弱シルト層が急に厚くなり、最上部に厚さ3～4mの泥炭層が発達するようになる。

**B'-B''** 断面は、前者の東につづくもので、浮島ヶ原低地主部の断面が示される。厚さ5～10mの泥炭層が表層を一樣におおい、その下位には **U19** をのぞいて、軟弱シルト層が堆積している。 **U19**



にみられる砂礫層の高まりは、h—h' 断面でみたように、臨海砂礫州からつづく地層のつくるものである。U 19 の東では、泥炭、シルト層がともに厚く、山麓寄りに軟弱層の厚い傾向があらわれる。また、U 14 では基盤の火山岩層が地表下43.9mにあるが、その両側の U 12、U 16 の16.9m、21.5 mにくらべて深いので、これらの位置が山麓線からほぼ等距離にあることを考えると、U14 付近に火山体を切る谷が埋積されていると考えることができる。

**B''—B''' 断面**は、さらにその東につづく線で、浮島ヶ原低地が黄瀬川扇状地に漸移する部分の地盤地質構成を示す。浮島ヶ原低地の東縁部になると、その西方で泥炭層の下位にあった軟弱シルト層が薄失し、臨海砂礫州堆積層の上に泥炭層が直接のり、さらに東端近くの西北部排水路付近 (To 11—To 12間) になると、黄瀬川扇状地堆積物に特徴的な火山灰質層に移行する。黄瀬川扇状地の部分では、地表勾配が急となり、火山灰質堆積物 (二次的堆積物) が地表をおおう。この火山灰質層は、表層 4 m位がN値 1～3 の軟弱地層となり、その下位には準軟弱層が東ほど厚く存在する。さらにその下位は、堅硬な砂礫層となり、To 13 では地表から32m以下にきわめて堅硬な凝灰岩層がある。

## (2) 地盤型の分布

地盤型は、前節でのべた地盤地質断面を平面的に展開したもので、その区分は主として、軟弱地層の分布状況に着眼して行なった。区分の基準は、表 502 に示したように、地盤地質分類の場合と同様であり、大きく軟弱地盤、準軟弱地盤、砂礫質地盤の 3 種類の地盤に分け、これと各地盤をつくる地層の厚さとを組合わせて13種類の地盤型を設定した。各地盤型間の境界を定めるにあたっては、すでにふれたように、前述の地盤地質断面図によるほか、地形分類図に示された微地形の分布状況を利用

表 502 地盤型区分型表

地盤型	説	明
AP <sub>1</sub>	軟弱地層の厚さが10m以上で最上部が厚さ 5 m以上の泥炭層	
AP <sub>2</sub>	軟弱地層の厚さが10m以上で最上部が厚さ 5 m以下の泥炭層	
BP <sub>1</sub>	軟弱地層の厚さが 3～10mで最上部が厚さ 5 m以上の泥炭層	
BP <sub>2</sub>	軟弱地層の厚さが 3～10mで最上部が厚さ 5 m以下の泥炭層	
Ba	軟弱地層 (厚さ 3～10m) と軟弱地層の厚さの合計が10m以上	
Bav	火山灰からなる軟弱地層 (厚さ 3～10m) と準軟弱地層の厚さの合計が10m以上	
B～b	軟弱地層または準軟弱地層の厚さが 3～10m	
bv	火山灰からなる軟弱地層の厚さが 3～10m	
C	軟弱地層の厚さが 0～3 m	
C～c	軟弱地層または準軟弱地層の厚さが 0～3 m	
SGF	富士川扇状地砂礫地盤	
SGf	小扇状地砂礫地盤	
SGm	臨海砂礫州砂礫地盤	

<区分の基準>

- 軟弱地盤 { A : N ≤ 3 の軟弱層の厚さが10m以上  
 B : N ≤ 3 の軟弱層の厚さが 3～10m  
 C : N ≤ 3 の軟弱層の厚さが 0～3 m
- 準軟弱地盤 { a : N = 3～10の準軟弱層の厚さが10m以上  
 b : N = 3～10の準軟弱層の厚さが 3～10m  
 c : N = 3～10の準軟弱層の厚さが 0～3 m
- P<sub>1</sub> : 泥炭 (N ≤ 3) の厚さが 5 m以上  
 P<sub>2</sub> : 泥炭 (N ≤ 3) の厚さが 5 m以下  
 v : 火山灰または火山灰質層 (N = 1～5) の厚さが 3～10m
- 砂礫地盤 SG : 砂礫層 (N > 20～30) の厚さが 3 m以上

した。地盤型と地形区との対応関係は、表 501 にみるように、浮島ヶ原低地に属する小地形区をのぞいて、ほぼ対応関係にある。各地盤型の分布は、図 505 に示したとおりである。

**富士川扇状地** 富士川扇状地は、ほとんど全域が SGF 型（富士川扇状地砂礫地盤）であり、扇状地漸移部の一部に薄い軟弱層または準軟弱層を挟む地盤があるにすぎない。したがって、堅硬な地盤とみなしてよいが、既述したように、表層に約 1 m 厚のシルト質物質が分布していること、および礫層下に富士熔岩が伏在していることに注意したい。すなわち、表層のシルト質層をのぞけば、各層とも地盤としての問題はないが、それぞれの層の不連続部が、地震波速度の変換部になることが、構造物の基礎を設置するときに留意すべきことがらであろう。

**原砂礫州** 原砂礫州は、ほとんど尽くが SGm 型（臨海砂礫州砂礫地盤）であり、厚い砂礫からなる地盤である。田子浦港周辺部の砂丘では、表層が風成のため軟かい中粒砂層からなっている。また北側の低地に接する部分のうち地下水面の高いところでは、地震時のクイックサンド現象の発生に注意すべきであろう。

**富士火山および愛鷹火山山麓地** 岳南平野周縁の山地および火山麓地のうち、愛鷹火山地の低地に近い緩斜面には、厚さ 7 m 内外の褐色ローム層（N = 3 内外、火山灰層）が堆積しているので、bv 型の準軟弱地盤として扱った。また、富士火山山麓と伝法沢火山麓扇状地も、薄い火山灰質層におおわれているので、cv 型と考えた。

**山麓扇状地** 赤淵川・須津川などの小扇状地は SGf 型（小扇状地砂礫地盤）の地盤をなす。一般に粗大な礫からなるが、シルト、火山灰など細粒物質の薄層を挟み、外縁部では砂礫層厚が薄く、その下位に軟弱層または準軟弱層があらわれるので、必ずしも良好な地盤とはいえない部分があることに注意したい。ほぼ江尾以東にみられる溺れ谷の地盤については、すでにのべたように、表層に薄い砂礫をのせる部分もあるが、そのすぐ下には厚い軟弱層がつづいている。

**黄瀬川扇状地** B'—B'' 断面にみられるように、表層に N = 1 ~ 3 の火山灰質軟弱層が 4 m 以上の厚さで分布するので、Bav 型地盤をなす。火山灰質層の下位には、一般に硬堅な砂礫層があり、重量構造物の支持層となり得る。

**浮島ヶ原低地** 浮島ヶ原低地は、概観的には、軟弱地盤の分布地域と一致しているが、軟弱地層を N 値によって細分し、その層厚と泥炭層の有無とを関連させて考えると、局地的性質を異にしている。したがって、一見きわめて低平なこの低地も既存資料から想定した地盤型によって、地形区内部をさらに細分し、局地的特色をもった小地区に分割することができる。

浮島ヶ原低地の主要部分は、Ap<sub>1</sub>、Ap<sub>2</sub>、Bp<sub>1</sub>、Bp<sub>2</sub> 型地盤が分布することからも知られるように、表層には一様に、厚薄の泥炭層がのっている。赤淵川流路より東、黄瀬川扇状地に接する付近までの低地主要部は、この p（泥炭）を伴う地盤型である。また、p<sub>1</sub>、p<sub>2</sub> はともに、A または B のいずれかとの結合型であることに注意しなければなるまい。すなわち、表層に泥炭層のある場合は、必ずその下位に、N < 3 の軟弱層が 3 m 以上伏在するわけである。そして、A 系列すなわち軟弱層が 10 m よりも厚いところは、低地中央よりも北寄り（山麓寄り）にある。これに対して、B 系列すなわち軟弱



層の厚さが3~10mの比較的薄層の部分は、南寄りにある。これは、臨海砂礫州構成層の下部砂層が低地軟弱層の基盤となって、南に浅く北に深い形でもぐるためと考えられる。また、1つには、愛鷹火山の山麓線が最近まで、沈降運動を継続しているために、微細物質を厚く貯めやすい条件をつくっているためとも考えられる。事実、すでに指摘したように、須津川から東の山麓線には、扇状地堆積が貧弱となり、溺れ谷地形が卓越している。また、 $p_1$ と $p_2$ の分布の特色として、 $p_2$ （泥炭層厚5m以内）は、臨海砂礫州、黄瀬川扇状地、低地西部の近くにあつて、 $p_1$ （泥炭層厚5m以上）を囲む形を示しており、山麓側は直接に $p_1$ が接するように分布する。低地中央、高橋川の流路付近に、 $p_2$ の分布する場所が例外的にある。

Ba、B~b地盤型は、赤淵川より西方、和田川に至る間の低地に認められ、南半はBa型すなわち軟弱地層が相対的に厚く、北半はB~b型で相対的に薄い。地盤高との関連においては、B~b型が海拔1~2m、Ba型が1mより低い部分にあたる。Ba型は、準軟弱地層と軟弱地層の厚さの合計が10mを越える部分であるが、軟弱の程度は東側の $Ap_1$ 、 $Ap_2$ 、 $Bp_1$ 、 $Bp_2$ よりも小さい。すなわち、地盤高は最低であるが、赤淵川や富士川、潤井川などの堆積物の影響を受けてきたため、それらの川のもたらしたシルト、細砂質の三角州性堆積物が埋積したものと認められる。また、この部分は前述のように、もっとも最後まで沼が残存していたところであるので、水深が深かったために、泥炭の生成環境として好都合でなかったと考えられる。この点、浮島ヶ原主部の沼沢地性堆積層と明らかな差異がある。

C~c型地盤は、赤淵川、須津川扇状地の外縁部にあつて、軟弱層または準軟弱層の厚さが0~3mであるから、ほぼ良好な地盤といえる。和田川より西側の富士川扇状地漸移部および原砂礫州に近接した部分にも、C型地盤が带状に細長く分布している。

以上のように、地盤型は地形区およびその位置、相互の境界線などに相関性をもって分布しているといえよう。

(式 正英・門村 浩)

### 参考文献および資料

- (501) 渡辺 光 (1942) : 東海地方東部沿岸地帯の地形誌、日本地誌学 I pp. 201~231
- (502) 加藤芳朗ほか (1959) : 原町浮島ヶ原の地質と土壌、静岡県駿東郡原町産業課
- (503) 池田俊雄 (1964) : 東海道における沖積層の研究、東北大学地質学古生物学教室研究邦文第60号
- (504) たとえば、  
土質調査所 (1960) : 昭和35年度田子浦港整備事業-9.0m岩壁土質調査報告書
- (505) 国鉄本社新幹線局 (1961) : 国鉄新幹線地質ボーリング資料
- (506) 土質調査所 (1961) : 浮島地区地耐力調査報告書、静岡県富士臨海総合開発事務所
- (507) 資源総合開発研究所 (1964) : 東駿河湾地区都市地盤調査地質ボーリング資料、建設省・静岡県
- (508) 静岡県企画調整部企画課 (1964) : 浮島地区開発構想

## 第6章 田子浦港の建設とそれに伴う海岸侵蝕

### 1. は し が き

駿河湾北岸の田子浦沿岸には、田子浦港突堤の建設に伴って海岸侵蝕の徴候が現われつつある。ここでは本地域の海岸侵蝕について、防災土地条件調査の一環として静岡県富士臨海地区総合開発事務所から入手することの出来た田子浦港周辺の深浅図（1960年1月、1960年7月、1961年6月、1962年6月、1963年7月、1964年6月作成、各図幅とも縮尺2000分の1）及び底質粒径調査資料（1963年及び1964年）などに基づいて若干の考察を試みることにした。なお、今回は時間的な関係から、田子浦港西突堤西方及び東突堤東方の漂砂移動量を推定することが出来なかった。今後の考察に俟ちたい。

### 2. 駿河湾北岸の陸上及び海底地形の性質

ここで駿河湾北岸というのは、西方の富士川河口より東方の狩野川河口にいたるまでの約22kmの海岸である。

この海岸は主として礫層から構成されるシングルバーをなし、バーの幅は700m～500m、高さは西部及び中部では約10m、東部では7.5m～5mで東に至るに従ってやや高度を減じている。駿河湾北岸では、このバーの上に海岸砂丘が載っており、バーとの比高は西部では10mを越える地点もあるが、中央部では砂丘砂の堆積は極めて薄くバーを構成する礫層が直接表面に露われている。

東部の狩野川河口附近では再び海岸砂丘が発達してバーとの比高は2.5mに達している。シングルバーと汀線との間には礫浜帯がみられ、その幅は300m～100mで西部に幅広く東部に至るに従って狭くなっている。

このシングルバーの背後には、富士山及び愛鷹山の火山があり、バーとの間に東西に長い浮島ヶ原の低地帯が横たわる。浮島ヶ原の西部は富士川の運搬して来た砂礫が堆積して形成された扇状地が発達する。富士川の扇状地は岩本附近（標高23m）を扇頂として東南方に拡がり、三軒屋部落の西方の地点において駿河湾に注いでいる。この扇状地の平均傾斜は約3.6/1000で、河口にいたるまで粗大な礫を運搬し、前縁は円弧状の海岸線をなしている。

東方の浮島ヶ原との境界は標高2.5m附近にあって、田子浦港周辺がこの扇状地を構成する砂礫層と浮島ヶ原を構成する泥土層との境界に当たっている。

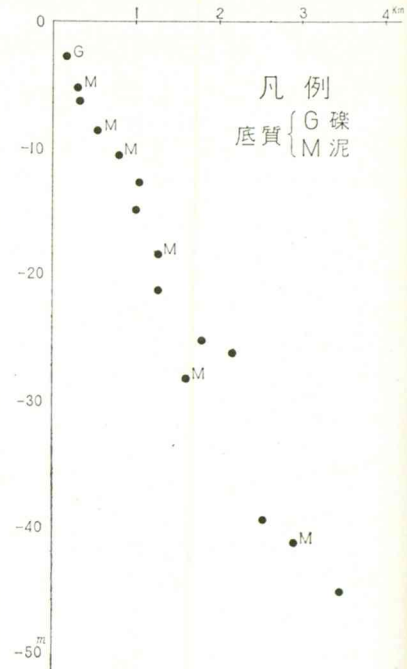
なおシングルバーの東部は狩野川の扇状地に接しているが、愛鷹火山との間には浮島ヶ原低地帯の東部が横たわっている。狩野川の形成する扇状地は、沼津附近で標高15～7.5mを示し、西方及び西南方に漸次傾斜を減じ、殊に西方は緩かな勾配（約2.8/1000）をもって浮島ヶ原に面している。<sup>(601)</sup>

シングルバー前面の海底地形をみると、急勾配をもって駿河湾の深海に臨んでいることが知られる。すなわち、図601はバーのほぼ中央に位する大塚附近の海底縦断面図（縮尺1/30,000駿河湾諸

分図によって作成した投影断面図)である。これをみると、前面の海底は約15/1000の急勾配をなして降っており、-30mの等深線は汀線より約2kmの位置にある。なお、縮尺1/200,000野島崎～御前崎の海図によると、-200mの等深線が富士川の河口部では約1.6km、田子浦港の沖合では約1kmの距離に迫っているが、原町以東の内浦湾(沼津港沖合)では4.4kmの距離にあって海底勾配もやや減少している。

なお、ここで防波堤の建設に伴う田子浦沿岸の海岸侵蝕に影響を与える要因としての風及び波についてみると次のようである。当地域の風向は年間を通じて西の風が57%、東の風が43%であり、風速8.0m以上の風は全体の17%を占めている。いま風速8.0m以上の風の方向別の発生回数をみると、南、南々西、及び南西方向の風が卓越している。又、波についてみると、年間の波方向は南が最も多く全体の50%を示しており、南々西、南々東、南東、南西がこれに継いでいる。そして季節別の波方向の変化は、年間のものとはほぼ同じである。なお、波高については0.6m以上の発生確率は全体の47%、波高2m以上のものは全体の5%を示している。

図 601 投影海底縦断面図



### 3. 汀線の変化

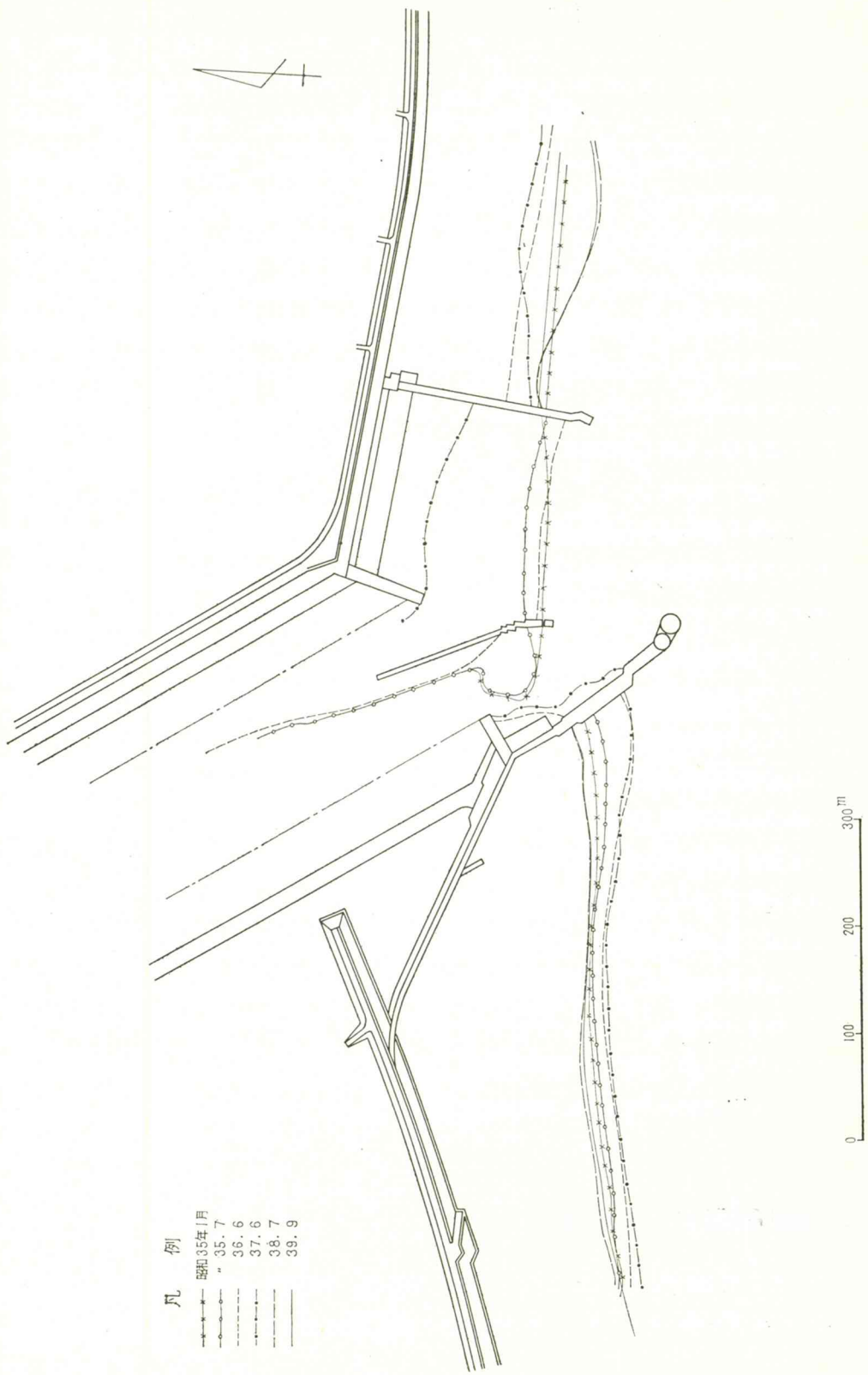
図 602 は1960年1月より1964年9月までの田子浦港周辺における汀線の変化を示したものである。これをみると、田子浦港西突堤以西の海岸と東突堤以东の海岸とではそれぞれ異った汀線変化が惹き起されていることが解る(測線の位置については図 604 を参照されたい)。

すなわち、1960年7月の汀線は西突堤以西の海岸においては、一般に前進する傾向を示しており、その量も突堤に近い測線 No.9、No.10、No.11 附近に大きくなっている。1961年6月の汀線はこのような関係が明瞭に現われており、突堤基部附近の汀線は最大30mも前進している。この傾向は更に西方の海岸にも現われているが、測線 No.8 より No.1 の間では約10mの汀線の前進を認めることが出来る。更に1962年6月の汀線は、西突堤基部周辺においては余り大きな変化が現われていないが測線 No.8、No.7、No.6 では前進傾向を示し、西端の No.2 及び No.1 附近では10mに達して、この間の変化はこの附近に大きくなっている。1963年7月の汀線をみると、いままでの年次において西突堤以西の汀線が前進しつつある傾向に反して、逆に後退していることが知られる。この後退量は西突堤基部附近に大きく、最大60mに達している。が、西方へ行くに従って少なくなり、西端の測線 No.2 及び No.1 附近では約30m～20mの後退を示している。

更に1964年9月の汀線をみると、1963年7月のそれとの間に大きな変化を認めることが出来ず、西突堤基部附近では両者は殆んど一致している。なお、測線 No.6 以西ではこの間に若干、汀線が前進



図 602 田子浦港周辺における釘線の変化





している。

西突堤以西の汀線変化にみられる 斯様な傾向に反して、東突堤以東の海岸では、1960年1月以降1960年7月までの間に汀線は後退を続けている。そして、1961年6月の汀線は大きく後退し、その量は東突堤基部東側に大きくなり、測線 No.20、No.21 と東に至るに従って減じている。1962年6月の汀線は測線 No.19 以東ではほぼ一様に約10mの後退を示しているが、No.19 と No.18 の中間の地点より突堤の基部附近では徐々に汀線が前進し、突堤に接した部分では約26mに達している。ところが1963年7月の汀線は測線 No.19 より No.21 の間では大きく前進を示し、その量は最大70mに達している。この傾向は測線 No.18 附近では少なくなり、No.17 附近では10mの前進を示している。

すなわち、東突堤東方の汀線変化は先にも述べたように西突堤西方の汀線変化と逆の傾向を示しており、西突堤以西において汀線が著しく前進した1960年7月以降1962年6月の間において、東突堤以東の海岸では後退を続けていることが知られる。又、西突堤以西においては、1962年6月以降1963年7月まで汀線が著しく後退したのに対して、東突堤以東においては1962年6月以降1963年7月まで汀線は大きく前進している。

なお、東西両突堤中間の港口部の汀線変化をみると、1960年1月より1960年7月までは後退を示し、1961年6月の汀線は再び前進している。その後、1962年6月の汀線は大きく後退し、後退量は最大110mに達している。この汀線変化の状態を東突堤以東及び西突堤以西の汀線変化と比較すると、1960年1月より1960年7月までの後退は東側の汀線変化に類似しており、1960年7月より1961年6月までの汀線の前進は西突堤以西の変化と類似している。そして、その後の1962年6月までの汀線の後退は東突堤以東の変化と同じ傾向を辿っていることが解る。

これは西突堤基部附近に堆積した土砂の一部を、人為的に掘取ったことの影響もあるであろうが、(1)当地域の風は年間を通じて西の風が卓越すること。(2)風速8.0m以上の風の方向別発生回数が南、南々西及び南西方向が多くなっていること。(3)年間の波方向は南が最も多く南々西、南々東がこれに継いで多く発生していること。(4)富士川河口右岸の吹上浜に注ぐ小河川の河口も、約800mばかり東に偏っており、又、富士川河口部の砂洲も東に長く延びていること。及び(6)後述の海浜堆積物の移動状態などとも併せ考えると、上述した汀線変化の状態は、漂砂が西より東へ動いていることと関連をもつ現象ではなからうか。

斯様に田子浦港における東西両突堤の建設は、その東方及び西方の汀線変化に著しい影響を与えているが、これは汀線附近の漂砂が多量であることを示しており、この傾向は今後もなお継続するものと考えられる。

#### 4. 海底縦断面にみられる変化

1960年1月より1964年9月までの深浅図(縮尺1/2000)6図葉によって、港口部を中心とした東西両海岸の海底縦断面の変化をみると図603の如くなる(測線の位置については、図604を参照されたい。)

図 603A 海底縦断面図 (No. 11)

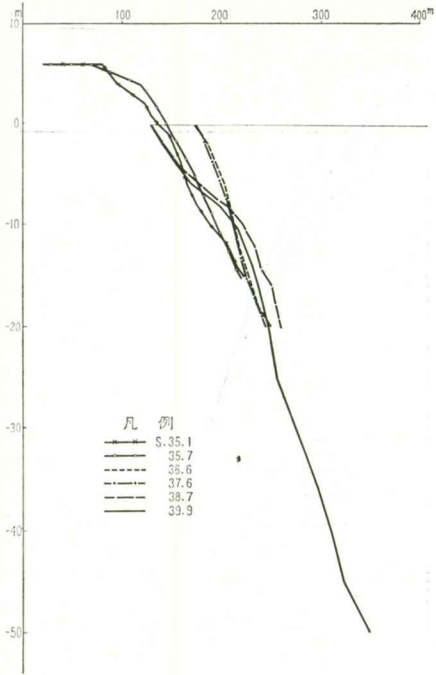


図 603B 海底縦断面図 (No. 10)

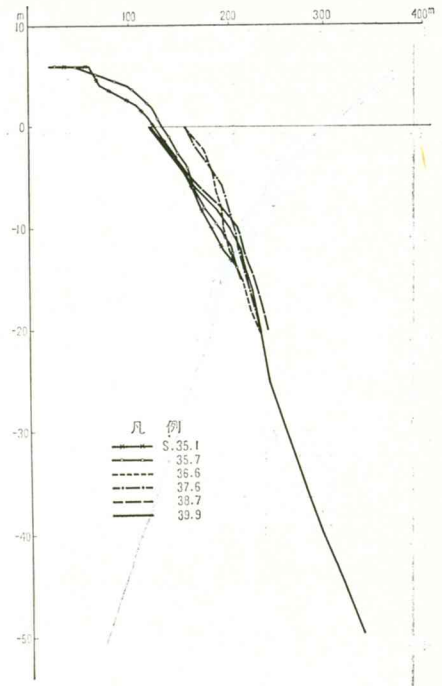


図 603C 海底縦断面図 (No. 9)

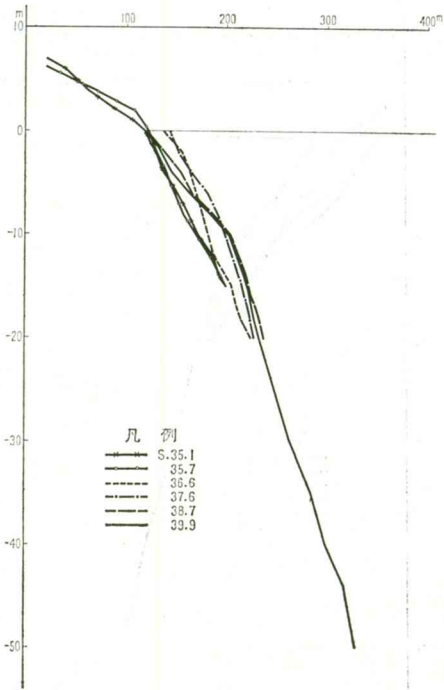


図 603D 海底縦断面図 (No. 8)

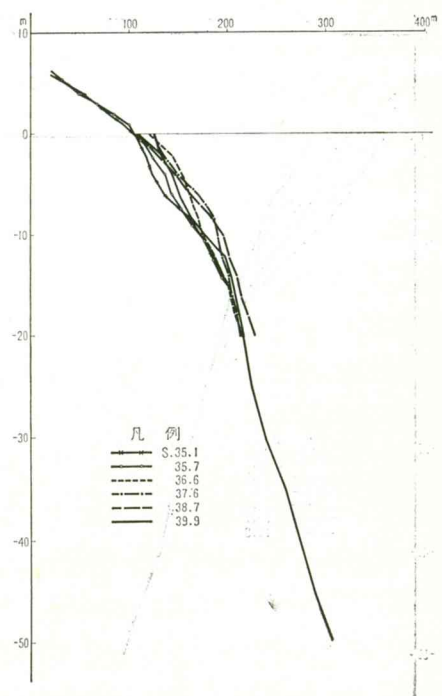


図 603E 海底縦断面図 (No. 7)

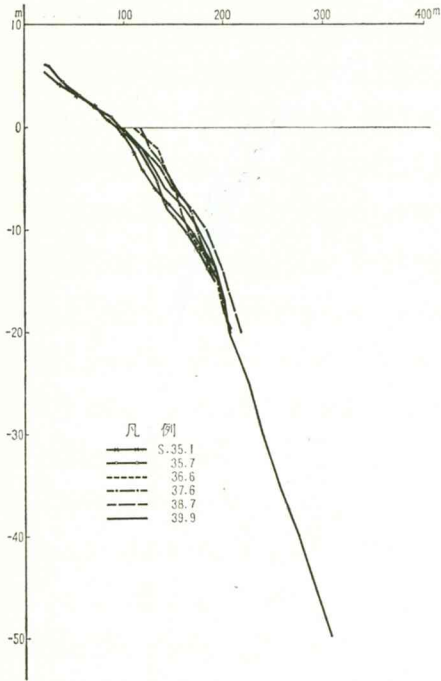


図 603F 海底縦断面図 (No. 21)

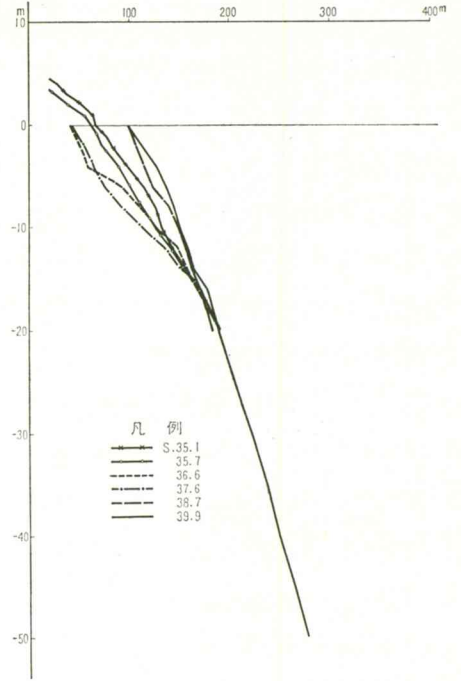


図 603G 海底縦断面図 (No. 20)

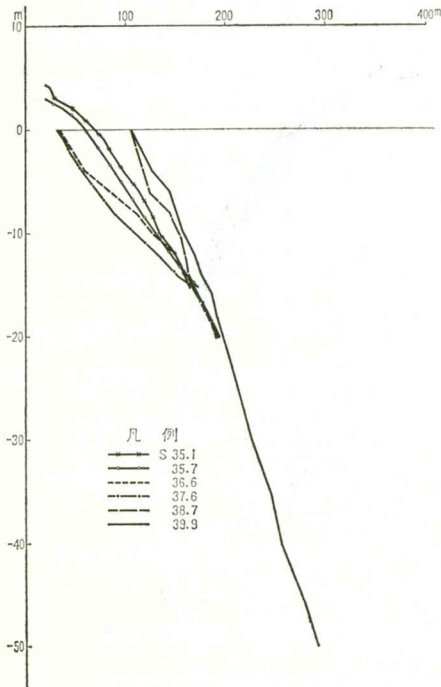


図 603H 海底縦断面図 (No. 19)

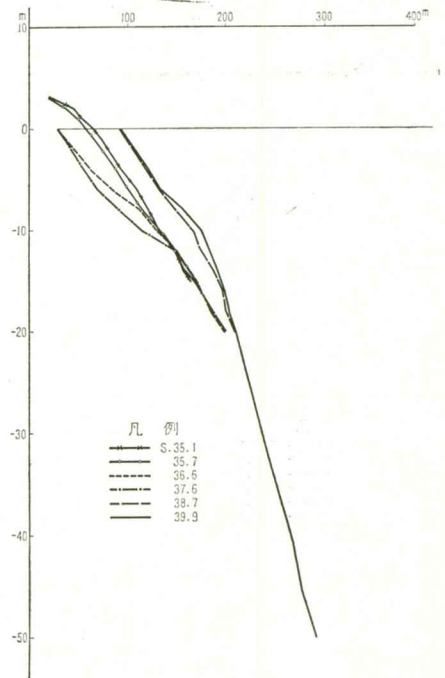




図 603 I 海底縦断面図 (No. 18)

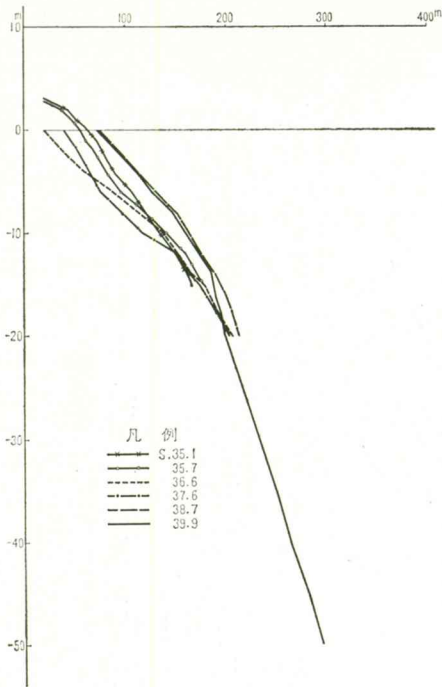
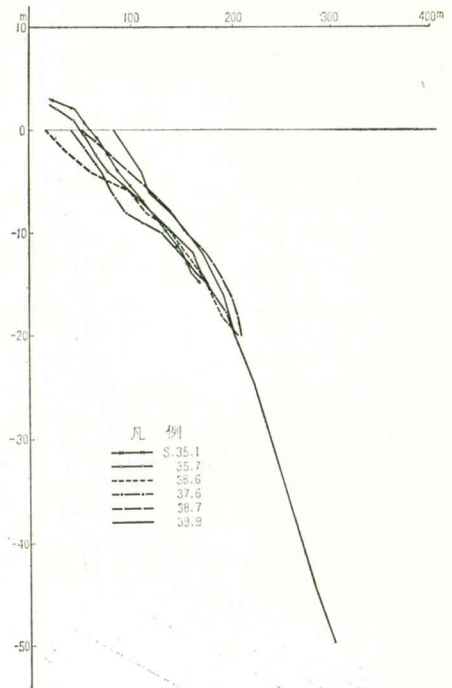


図 603 J 海底縦断面図 (No. 17)



このうち、図 603 A から E 図までは、西突堤以西の海底縦断面の変化を示したものである。これを見ると、縦断面形における変化は各測線とも (Nos.11~6) -20m以深まで及んでいるが、-10m 附近までが最も大きく、それ以深では変化は徐々に少なくなっている。そして-20m 附近の断面形の変化は西突堤に最も近い測線で最も大きく、西方へ行くに従って変化が少なくなっている。又、汀線 附近の変化も測線 No.11 及び No.10 では比較的大きいが、測線 No.9 より以西では徐々に少なくなっている。なお、これに伴って-20m 以浅の海底地形の平均傾斜も変化しており、汀線が前進すると平均傾斜が急になり、後退すると緩やかになる傾向を示している。-20m 以浅の海底縦断面における変化の著しい部分は、測線 No.11 では-6~-8 m、No.10では-6~-8 m、No.9では-10~-6 m、No.8 では-6~-4 m、No.7 では-2~-4 m、No.6 では-2~-4 m であって、測線 No.9 において変化の著しい部分が-10m~-6 m 附近にあり、ここより西方へ行くに従って変動の多い部分が更に浅海部に移行するとともに、変動量も少なくなっていることが解る。これは突堤の影響を示すものであろう。

又、図 603 F から図 603 J までは、東突堤以東の海底縦断面の変化を示したものである。これを見ると、縦断面形における変化は各測線ともやはり-20m 以深にも及んでいることが知られるが、-20 m 附近の変動は測線 No.18、No.19 附近に大きく、東突堤に最も近い No.17 附近では小さく、No.20 及び No.21 と東方へ行くにつれて少なくなっている。最も変動の大きい部分は-10m 以浅であって、測線 No.20 及び No.19 附近で最も大きくなっている。-10m 附近の地形変化は、東突堤に最も近い

图 604 1963年7月底质平均粒径 (mm)

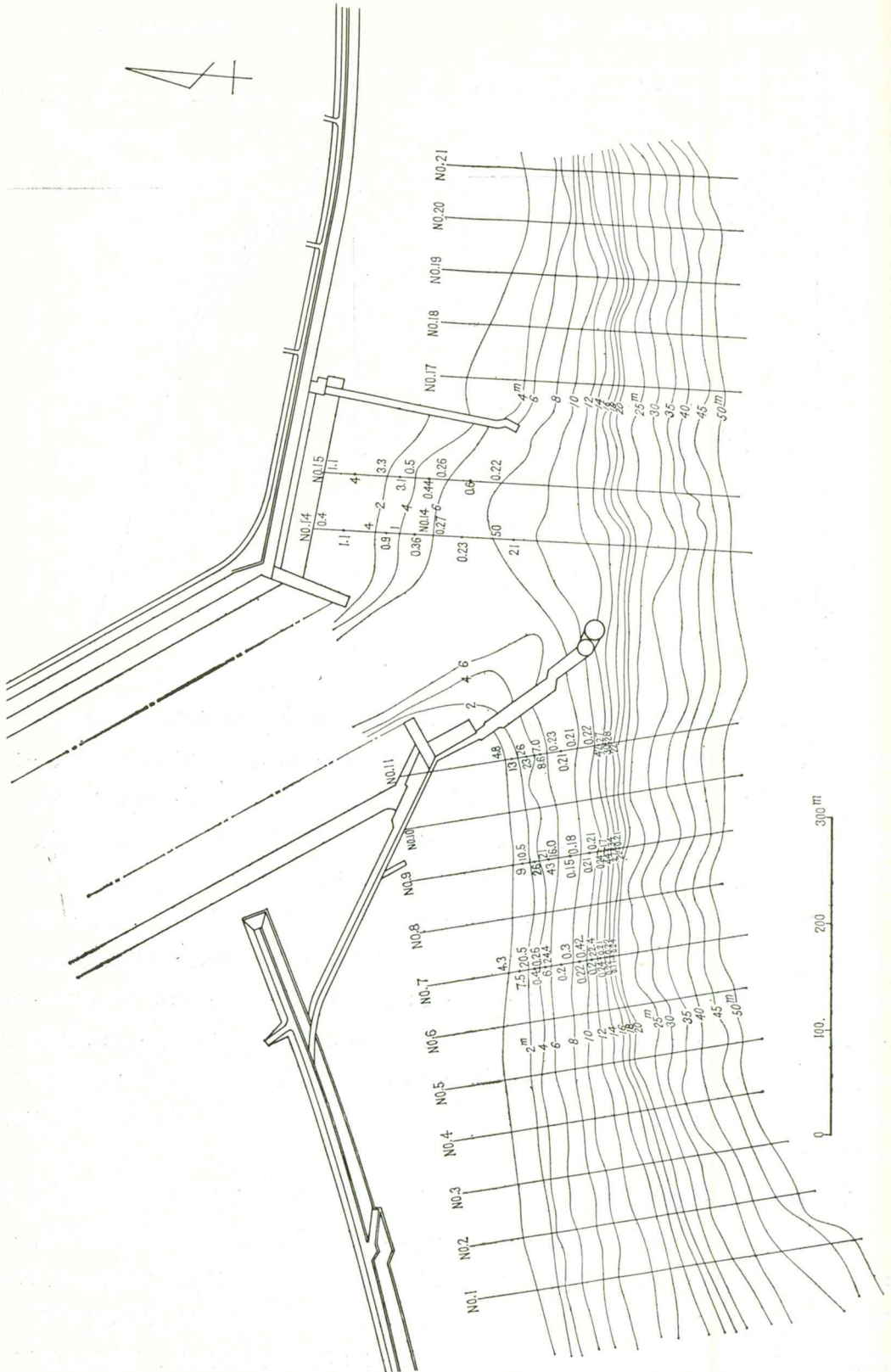
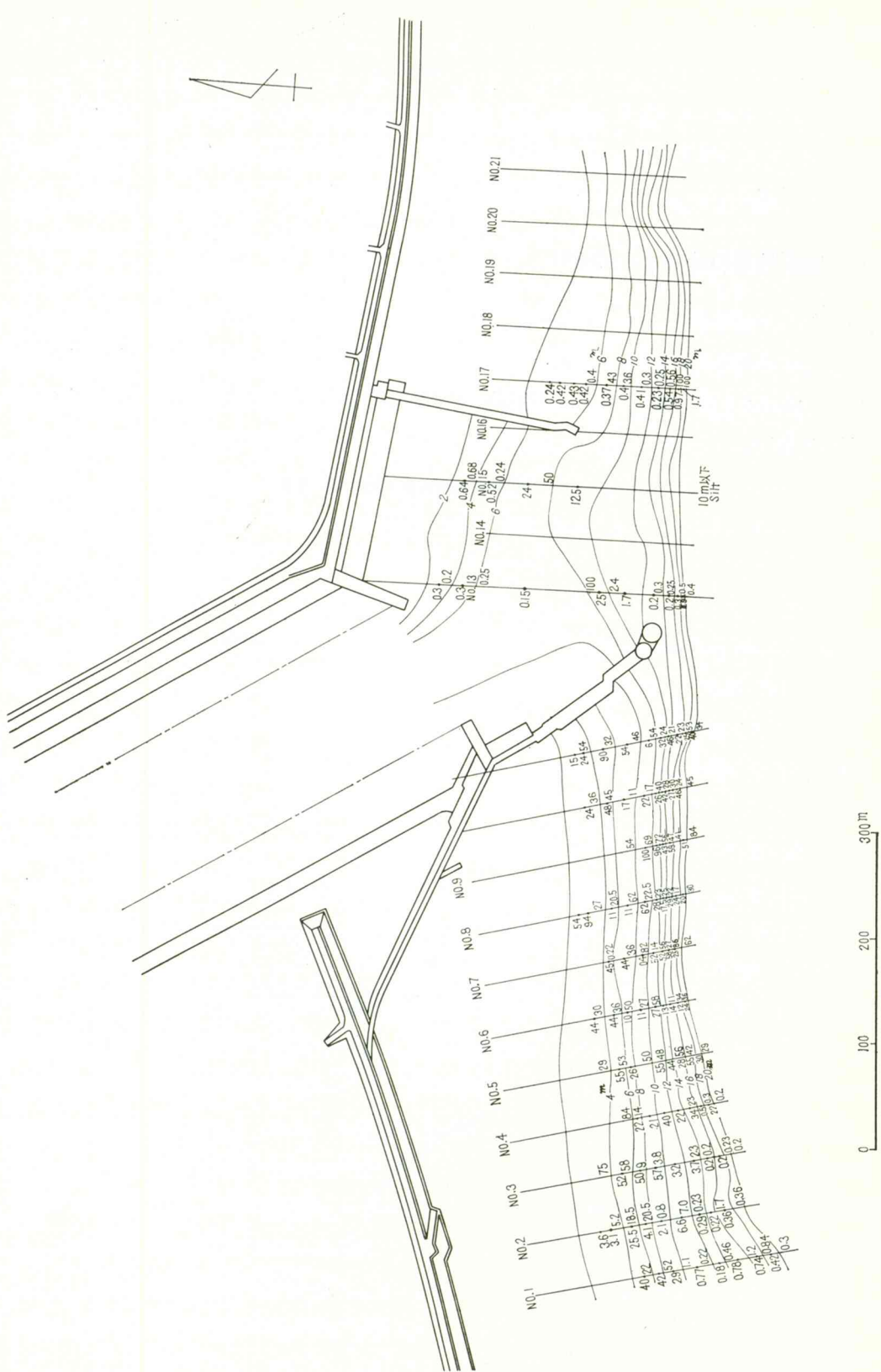


图 605 1964年9月底质平均粒径 (mm)



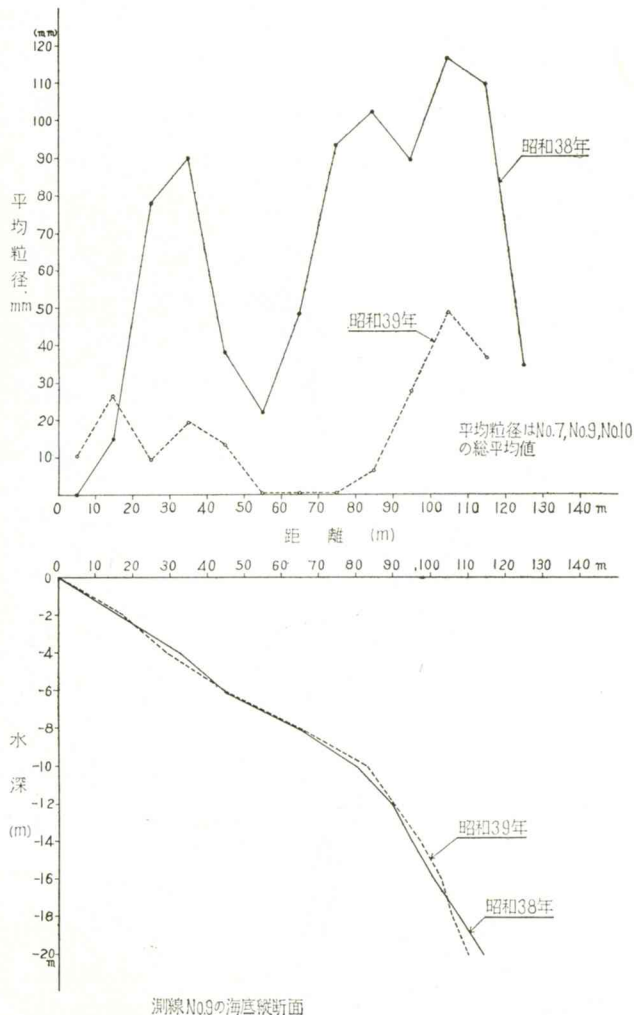
測線 No.17 ではやや少なく、No.18、No.19 及び No.20 と大きな変化を示しているが、最も東にある測線 No.21 ではその変化もやや少なくなり、-14m以深の地形変化もわずかになっている。

要するに田子浦港東西両突堤の建設に伴う海底地形の縦断面における変化は、-20m以深にまで及んでいるが、最も変動の著しいのは-12m~-14m以浅であることが知られる。従って汀線に沿う漂砂の移動は主として-12~-14m以浅において行なわれるものと考えられる。

### 5. 底質粒径の分布とその変化

図 604 は田子浦港周辺における1963年夏の底質粒径（平均粒径）の分布を示したものである。これを見ると、田子浦港を中心にして西突堤以西では粗い物質が、港口より東突堤以東では細かい物質が堆積していることが知られる。ただ東突堤以東の底質に関する資料が少ないので、詳細について知ることは出来ない。

図 606 西突堤以西の底質平均粒径の変化





西突堤以西の沿岸においては、測線 No.11 より測線 No.5 までは粗い物質が多く堆積しており、-5m 以浅では平均粒径 54mm~30mm の値を示している。そして-10m 以深においても粗い物質がみられ、各測線における平均粒径の総平均値よりも大きな物質が堆積している。なお、西突堤に最も近い測線 No.11 では最も大きな物質がみられる。これは西突堤の影響を受けて、大粒径の物質の運搬が困難となるためであろう。又、測線 No.4 より以西では-13m~-10m 以深に細かい物質が多くみられるようになり、粒径も揃って来る傾向がある。

なお、港口部の測線 No.15 及び No.13 では粒径が一般に小さくなり、全体として揃っている。これは潤井川から搬出される土砂の影響であろう。

次に1963年と1964年における底質粒径の変化についてみると、1964年夏の資料が少なく、西突堤以西において3測線、港口部において1測線のみである(図605)。いまこの資料によって底質粒径の変化をみると、測線 No.11、No.9 及び No.7 では、各測線の平均粒径の総平均値は、1963年にはそれぞれ 36.5mm、56.6mm、46.7mm であったものが1964年には 16.2mm、14.5mm、4.7mm となり、底質粒径が一般に細くなったことが知られる。これはこの間に暴浪があり、大粒径の物質が運び去られたものか、又は堆積物の量の変化によるものであろう。

なお、図606は西突堤以西における底質粒径(Md値)の変化を示したものである。これをみると、1963年における平均粒径は汀線より20m~40m 附近に大きく、80mm~90mm を示し、50m~60m 附近で小さく22mm となっている。そしてここより再び平均粒径が増加して70m~120m までは90mm~110mm を示しているが、130m 附近では急激に粒径が小さくなり、34mm となっている。又1964年度における平均粒径の分布は、0~45m に粗い物質がやや多くなるが、傾向としては1963年のそれに類似している。しかし平均粒径は1/2~1/3 以下に減じている。

次に深度と平均粒径との関係をみると、1963年には-2m~-5m と-10m~-20m に粗い物質が、-6m~-8m 及び-20m 附近に細かい物質の堆積がみられる。又、1964年には0~-6m 附近まで平均粒径26mm~10mm のやや粗い物質が、又、-14m~-20m 附近にも粗い物質が存在する。そしてその間の-7m~-9m に細かい物質が堆積している。これは海底におけるバーの形成作用を示すとも考えられるが、兩年次の海底縦断面には著しい変化が示されていない。又、暴浪の際に短期間に形成されたバーが、その後の侵蝕によって起伏を減じたためとも考えられるが、兩年次において、なぜこのような平均粒径の分布がみられるのか不明であり、海底勾配や海底地形との関係からも考察する必要があるであろう。なお、底質粒径の変化についての特徴のいま1つは、1964年においてはリグニンが測線 No.7 では-19m 以深に、No.9 では-18m 以深に、No.11 では-16m 以深にそれぞれ堆積している。(この年次においては各測線とも-20m まで底質粒径の調査が行われている。)リグニンの堆積している深度の上限は西突堤に最も近い測線 No.11 では浅く、西方ほど深くなっている。リグニンの供給源は田子浦港港口部にあるので、ここより西方に流れ堆積したもので、突堤の建設に伴う湾口部附近の流れの複雑なことを示している。





すものであると述べている。

(b) 海浜礫の岩質的組成については、No. 1 (西端) より No. 40 までは全部が富士川流域の岩質 (砂岩、頁岩、チャート、硅質頁岩、千枚岩、結晶片岩、硅質凝灰岩、熔岩スコリア、玄武岩、安山岩が主要な構成メンバー) からなり、No. 44 の千本浜では大部分が狩野川、黄瀬川流域の岩質 (熔岩スコリアが圧倒的に多く、玄武岩質及び安山岩質の岩石がこれに継ぐ。熔岩—スコリアは玄武岩質多孔質で富士山の噴出物) からなる。そして、No. 1 から No. 40 までの海浜礫について東西方向の岩質組成の変化をみると、東方に向うにつれて、砂岩、硅質凝灰岩は増加、頁岩、熔岩—スコリアは減少、他ははっきりした増減の傾向がない。硬い砂岩や硅質岩が残り、頁岩や熔岩—スコリアなどの脆い岩石が砕かれて次第に細粒化してゆくのが伺われることを指摘している。

なお、No. 1 地点については、特に粒径 32~16mm、16~8mm、8~4mm について岩質組成を調べたが、粒径区分が小さくなるにつれて頁岩、熔岩—スコリアの量が増大しており、砕けたものが細粒部に移行することが認められると述べている。このような岩質組成の変化からみて、海浜礫は西方富士川から供給され、東方に移動するという過程を経たものと解釈している。

(c) 海浜礫の円磨度 海浜礫の円磨度をみると、No. 1 から No. 40 まで東方に至るに従って増大しており、この結果からみて海浜礫がやはり西方から東方に移動しつつあるとすることが出来ると述べている。

斯様に (a) 粒度 (b) 海浜礫の岩質的組成及び (c) 海浜礫の円磨度の諸性質やその変化の状態などからみて、浮島砂洲における礫の移動の大勢は、西方から東方へ向うものであると言える。

なお、中山正民氏<sup>(604)</sup>の報告は、河川より流出した砂礫の運搬堆積過程及びそれに伴う堆積物の諸性質を明らかにするために、浅海測量、風、波浪などの観察がかなり精密に行われている浮島海岸、三保海岸及び高知海岸を選び、更に先に実施した熊野浦海岸の資料をも含めての比較研究によって堆積物と營力との関係を明らかにしようと試みたものである。この中で浮島海岸について (a) 粒径、(b) 円磨度、(c) 扁平度の考察をなし、以下のようにその特徴について説明している。

すなわち、(a) 粒径については、 $u_1$  から  $u_{12}$  の各地点におけるヒストグラムで最も大きな階級の存在する地点の東限を調べると、512~256mm は  $u_3$ 、256~128mm は  $u_8$  までで、それより東側の地点ではそれぞれの階級の礫は存在しない。128mm 以下の砂礫は更に東の海浜まで見出されるが、大部分は沼津の千本公園附近で消失し、より東の狩野川河口西岸の地点では、富士川系の礫は殆どみられないことを指摘している。

又、(b) 円磨度については、32~16、8~4、4~2mm の硬砂岩に関して調査を行い、粒径別にみた運搬方向への変化を図示し、各粒径とも多少の増減があるが、東の方向へその値が次第に高くなると述べている。(c) 扁平度については、32~16、16~8mm の礫について測定し、浮島海岸では熊野浦海岸と同じく、粒径の大きなところに球状、粒径の小さなところに扁平な礫が多く集まっているのを指摘し、このため扁平度の運搬方向への変化を知るのは非常に困難であると述べている。なお、各地点の平均扁平度と河口からの距離との関係を図示し、32~16mm の礫は地点によって多少は異なる

るが、一般に河川及び河口近くの地点では低く、河川から離れた地点では高く、運搬された礫に扁平な礫が多い傾向を示すと説明している。

なお、海浜堆積物の性質と営力との関係については次のように説明している。

先ず(a)堆積物の粒径分布については、浮島海岸、高知海岸、熊野浦及び三保海岸とともに波浪の性質は似ているが、海浜堆積物の粒径分布が異なることになり、両者の間には関係がないことを指摘している。又、海底勾配との関係については、海浜堆積物の粒径がその海岸の海底勾配や海底地形に大きく支配されることを述べ、運搬方向への粒径の変化については、海浜堆積物の粒径変化は運搬営力以外の堆積物の量あるいは地形でも生ずる場合があるから、粒径変化を直ちに移動の速度、磨耗の速度に結びつけることは出来ないことを指摘している。

次に(b)運搬方向への円形度の変化については、場所によって粒径によって多少の差異があるが、全般的に運搬方向にその値を増加する傾向が明瞭であることを述べている。浮島海岸では上述のように円形度の変化は東の方向へその値が次第に高くなっていることより、この地域における海浜礫の運搬方向を推定することが出来るのである。なお、(c)運搬方向への扁平度の変化については、浮島、三保、高知の各海岸における運搬方向への扁平度の変化は、高知海岸以外はその値が次第に高くなり、扁平な礫が多くなる傾向を示しているが、各海岸ともこの要素は地点でも篩分を受けて変動するから、その変化を明確につかむことは困難であると述べている。

なお、市川武氏他<sup>(602)</sup>3名の研究は、土木工学的見地から田子浦港の修築工事と並行して実施した田子浦海岸調査について、主として波と漂砂に関係して報告したものである。この中で、田子浦海岸の漂砂について次のように説明している。

漂砂は田子浦沿岸では西より東に向かって移動し、特に汀線漂砂が著しいことを述べ、漂砂による海底地形の変化は-13m以浅で起っており、防波堤による漂砂の遮断によって年間約2.5mに及ぶ水深減少(堆積)及び水深増大(欠潰)を生ずることを指摘している。更に-10mまでの防波堤による土砂堆積量を年間約150,000m<sup>3</sup>と推定している。そして海底勾配の時間的変化をみると、この漂砂移動による海底勾配の変化は、堆積側及び欠潰側ともまだ平衡状態に達しておらず、なお、進行することを指摘している。

要するに田子浦沿岸の海浜堆積物の移動については、加藤氏らは粒度、海浜礫の岩質的組成、海浜礫の円磨度より、又、中山氏は海浜礫の円形度より西から東への移動を認めている。市川武氏らは、波の性質、汀線変化、底質粒径、及び防波堤工事に関連した漂砂の堆積土量と欠潰土量を測定することによって、漂砂の汀線方向の移動及び漂砂量を求めたもので、これら3つの報告によって田子浦沿岸の漂砂の特性を把握することが出来るのである。

## 8. 飛 砂

駿河湾北岸の海岸地形はシングルバーであり、その上に海岸砂丘が発達することは2において述べた如くである。この海岸砂丘は富士川右岸の吹上浜にも小規模なものが存在するが、大部分は河口部



の東側にみられる。最も発達の良い海岸砂丘は、田子浦港の東に横たわる天ノ香久山周辺にあって最高点は20.3mに達し、砂丘帯の幅も最も広くなり約800mに及んでいる。

なお、最近になって小川賢之輔氏は、これら駿河湾北岸に発達する海岸砂丘の成因、形成過程及び形成の時期について詳細な研究を発表している。<sup>(605)</sup>

同氏によれば、この地域の砂丘類似の地形は、構成物質の種類、及び堆積相、堆積状態などから、下部層群に属する砂州部と、上部層群に属する砂丘部とよりなる。下部層群は下部砂州層と上部砂州層とに大別され、それらは不整合関係で重なり、最上部には上部層群に属する上部海岸風成砂層、黒色火山灰層、海浜礫層などが下部層群と不整合関係で接している。

そして下部層群は砂丘の基盤をなしている砂州を構成する地層群であり、その一般的特徴は、厚さ数10cm以下の細礫層、含シルト細礫層、礫層及び大礫層の互層より形成されていることを指摘している。これに対して、上部層群は、(1)磯波によって打ち上げられた飛砂が、海風の営力により堆積した地層であること。(2)砂の粒度は径2~0.25mmを主とする粗大砂、粗粒砂、中粒砂などで、0.25mm以下は殆んど細粒砂のみで構成され、粘土質を含まないこと。(3)砂質は珪質岩類、石英などからなり、富士川起源と推察されること。(4)層厚は第二昭和放水路附近ではわずかに数10cmに過ぎないが、西方に行くに従い層厚を増し、大野新田附近では5m以上、沼川河口附近では最も厚くなり、10~20mに達すること。<sup>(605)</sup>などの諸点を明らかにしている。

元来砂丘の形成され易い場所は風が強く、乾燥した砂の供給が多い地域である。富士川の河口附近では、土砂礫の供給が多く、ここより供給された砂が磯浪によって打上げられ、更に南又は南々西、南西の風によって移動し堆積したためと推定される。このことは砂丘の分布状態や海浜堆積物の移動に関する従来の研究結果からも言えることである。なお、天ノ香久山附近に最も大規模な海岸砂丘がみられるのは、富士川河口から潤井川河口までの海岸線は東北東から南々西であるので、この地域の風向及び波方向にほぼ平行した海岸線を形成する。が、潤井川河口以東の海岸線は東南東に走るので、卓越風の風衝側に当り多量の砂を堆積するためであると筆者は考える。

又、狩野川河口部の西方にも小規模な海岸砂丘が発達するが、これは分布状態からみても又、駿河湾北岸の海浜堆積物の移動に関する従来の研究によっても狩野川が土砂の供給源をなし、河口より供給された砂が西方に若干漂移して海岸砂丘を形成したものである。

これらの海岸砂丘の一部は、千本浜にみられるように松によって固定され被覆砂丘（一部は保安林）となっているが、一部では蔬菜類、麦及び花卉の栽培が行われている。斯様に砂丘地帯が耕地として利用されている場合には、耕地の畝の間に藁を埋めて根元を地表に出したり、耕地の周りを簀垣（地上部の高さ約1m）で囲むことなどによって飛砂の防止が行われているので、耕地よりの飛砂量もさして多量ではなく、飛砂による農作物の被害も顕著にはみられない。砂丘地が松によって固定されつつある場合は飛砂の量は更に少なく、これによる被害は殆ど発生していない。なお、田子浦港に注ぐ潤井川からの流出土砂やリグニンなどの堆積物が毎年の如く港湾の浚渫を必要とするのに対して、砂丘地よりの飛砂がこれに与える影響は極めて微々たるものである。

## 9. 今後の問題

上述したように田子浦港周辺部では、突堤の建設に伴って海岸侵蝕の徴候が現われつつある。これと同様な現象は、田子浦港東方の昭和第一放水路排水口周辺にも現われていて、海蝕を防止するためのテトラポットや十字型ブロックが積上げられ排水口を保護している。これは田子浦港西突堤の建設に伴う漂砂量の減少につれて海蝕が旺盛となり、港口より3.5km東方にある海岸線に後退の兆が現われていることを示すものである。

駿河湾北岸においては、砂礫の主要な供給源は富士川河口と考えられるので、河口部における砂礫供給量の減少は海蝕を促し、汀線の後退を激化させる1つの要因をなしている。

事実、富士川河床の最近における低下は、人為的影響をも含めた砂礫の供給量の減少とも相関連する現象である。一方、狩野川下流部においても狩野川放水路の完成によって狩野川河口部の土砂供給量が減少するので、これによっても汀線の後退が促されるであろう。

現在、駿河湾北岸には連続した防潮堤が完成されているが、斯様な諸要因が相重なることによって海岸侵蝕が激化され、防潮堤の基部がさらわれることをも考慮しなければならない。従って海岸附近における侵蝕や堆積に伴う漂砂の移動、汀線の変化などについて今後も広範囲に亘る基礎調査をなし、その実態を明らかにして有効適切な対策を樹立するための資料とすることが肝要である。

これは田子浦沿岸だけの問題にとどまらず、掘込式港湾の建設のために惹き起される自然条件間の平衡の破壊による自然環境の変貌の問題にも連なる大きな課題であり、そのためにも基礎的研究の必要性を痛感する次第である。

(市瀬由自)

## 引用文献

- (601) 渡辺 光 (1942) : 東海地方東部沿岸地帯の地形誌、日本地誌学(1)
- (602) 市川 武他 (1961) : 駿河湾田子浦海岸の波と漂砂、第8回海岸工学講演会講演集 p. 162
- (603) 加藤芳朗他3名 (1959) : 原町浮島ヶ原の地質と土壤、静岡県駿東郡原町産業課
- (604) 中山正民 (1965) : 磯浜における堆積物の諸性質について、地理評 Vol. 38 No. 2 pp. 103—120
- (605) 小川賢之輔 (1965) : 駿河湾北部に発達する田子の浦砂丘の研究、地理評 Vol. 38 No. 4 pp. 241—259

## 第7章 予想される災害の原因別にみた災害地域

### 1. 予想される災害の種類

表101に整理したように、この地域における発生頻度の高い災害は気象条件に原因のある気象災害といえよう。台風、梅雨前線豪雨、低気圧に伴う豪雨など、その発生は6月から9月にかけてもっとも頻発するであろう。しかし一方では、地震、地震にともなう津波、火山爆発といった地象災害も無視できないし、開発の進行に伴う自然的公害の問題も今から観測、観察を行い、タイミングのよい対策の手がまたれる。これらの予想される災害の種類別に、災害の様相、発生の地域を中心に多少考察しておきたい。

### 2. 富士山の爆発した場合

富士山の再噴火の問題は、すでに第1章でのべたように、近い将来かならず起るとも起らないともいえない問題である。ただ富士山のような火山の爆発は、長い休眠のあと突発的に、かつ大規模に発生する危険が高いものであり、このためには何よりもまず火山の定常的観測を充実して爆発噴火の予知を可能にすることが開発上、防災上から要請される。

もし仮りに富士山が再活動をした場合に、どんな規模、様相で活動するかということも想定しにくい。富士山の三大噴火の1つにあげられる宝永の爆発をケースとして考えると、また現状または近い将来の開発状況を前提として考えると、次のようなことが問題になろう。

- (1) 富士山の噴出物は一般に流動性にとむ玄武岩質の岩類で、大規模な熔岩流出をみるであろう。
- (2) きわめて大規模な爆発で、その総エネルギーは $10^{25}$ エルグ程度、噴出物の総量は数億トンを超えるであろう。
- (3) 山頂よりも山腹で爆発、噴火のおこる可能性が大きく、山体を北北西—南南東にきる弱線ぞいにおこる可能性がよい。
- (4) 噴出物は熔岩流、火山弾、火山砂礫、火山灰の形をとるであろうし、その爆発にともなって、無数の火山性地震が群発するであろう。噴出物のうち軽いものは、偏西風によって北東側ないし東側に堆積するであろうが、堆積する火山灰の厚さは須走で3 m以上、小山で1 m以上、平塚で10 cm以上、東京で3 cm以上、おそらくそれぞれ1.5倍の厚さに及ぶであろう。
- (5) 大爆発に伴って豪雨が発生すれば、新規の噴出物は洗い流され、放射谷をつたって、下流部に山津波の形で殺到するであろう。田子浦港に流入する潤井川ぞいに、こうした形の掃流現象がおれば、田子浦港の一部の埋没は必定であるし、周辺部に水害の発生もまぬがれないであろう。
- (6) 火山噴出物による農作物の被害はかなり広範にわたって深刻なものがあろう。人命の損傷も宝永の時とは比較できないほどの規模になろう。工業の被害、交通の被害など現代の開発程度を考えると、影響波及の範囲はきわめて大きい。



これらの被害想定は、それ自体を研究するだけで独立の仕事になろうし、また富士山とその周辺の開発を考えるからには、当然近い将来にまとまった被害想定を専門家に依頼して実施しておくべきものとする。ことに、宝永の噴火のように、宝永大地震のあった1.5ヶ月ほどあとに発生することがあれば、後述する地震の場合の被害と重複することになり、被害の様相、規模は一層深刻化することは明らかである。さらにそれをおって台風災害がかさなる場合には、言語に絶した様相を呈するはずであり、しかもこのような大災害の発生の可能性は絶無とはいえない。

富士山の爆発によって直接的に被害をうける範囲は、火山体の周辺、とくに東側や北側の地域であろうが、爆発にともなう災害の地域的反応についても、事前に検討すべきであろう。

### 3. 地震の発生した場合

被害の発生をみた地震は、この地域において数多く知られている。被害規模からみて、また発生時における開発の程度から考えて震度7程度の地震の発生もその可能性が絶無ではない。発生の頻度からいえば、震度6程度の地震の発生の方が高い確率を有するとはいえ、ここでは震度7程度の地震が、駿河湾に発生する場合について考えてみたい。開発の程度は現状ないし近い将来の工業化都市化のすすんだ状態を想定したい。こうした前提条件を考えると、下記のような想定がたてられよう。

- (1) 地震の発生後、30分程度以内に沿岸に津波が襲来する。その高さは沿岸の地形によつてことなるとはいえ、狩野川の河口をさかのぼる津波は、沼津市内に氾濫するであろうし、昭和放水路を開放している時に発生すると、内陸の浮島ヶ原に津波が氾濫し、場合によっては放水路の施設を破壊してその後の排水作業を困難ならしめるであろう。田子浦港も津波の侵入をうけ、臨港部の施設は大きな打撃をうけるにちがいない。和田川をさかのぼる津波は予定されている沈砂池を破壊し、吉原市内の排水に大きな影響をおよぼすであろう。津波のあるものは、海岸防潮堤を正面からのりこえるかも知れないが、津波の勢力の減衰にともなうて、そう頻繁に越波するとは考えられない。田子浦から原町につづく低地帯は、放水路や河川ぞいに侵入した海水が長く湛水して、湛水による被害を発生するであろう。狩野川放水路ぞいにも津波はさかのぼるであろうが、平野部に氾濫することはないであろう。
- (2) 地震動により、軟弱地盤からなる浮島ヶ原に立地する構造物、工場、民家などは、のきなみに被害（倒壊、半壊）をうけるであろうし、発火性物質を取扱う工場では火災発生の危険も考えられる。地下水汲上げのための鉄管などがぬけあがったり、地下水位に急激な変化のおこることも考えられる。

根方街道ぞいの地域、砂丘地域では構造物の損壊は、浮島ヶ原のそれにくらべてそれほど大きくはないかも知れないが、皆無ではありえない。沼津市内や吉原、富士市内の民家では倒壊、半壊のものもみらるであろうし、状況によっては火災の発生も考えられる。ガソリンスタンドその他発火性乃至引火性物質の貯蔵所ではとくに火災発生の危険が大きい。

富士川扇状地上では、扇状地をきざむ旧河道上に立地する構造物や民家、工場では被害の発生がやや大きいであろう。しかし、富士火山や愛鷹火山の構成物質によって構成されている裾野では、震度は低く、被害の発生もきわめて低いであろう。富士山体をきざむ急な谷壁では崖くずれの発生、くずれた物質が河水をせきとめ、震生湖を形成することもあろうし、それが欠潰して山津波をおこすこともあろう。このため、谷をまたいで構築されている橋梁、鉄道橋が被害をうけ、交通上の支障をきたすこともありえよう。

大沢崩は大地震によつて砂礫の生産を促進される可能性もあろう。また、本報告の取扱う範囲外であるが、田比、蒲原の地すべり地域において、地震動による地すべりの発生、それに伴う交通杜絶も考えておかねばならないであろう。同様のことは、東側の箱根火山に、北伊豆地震などでみたように、南北性の地震断層が発生した場合、関東大地震の時の根府川鉄橋の山津波による流失などの被害が発生した場合にもおこりうるであろう。

地震発生と同時に、企業火災の発生する可能性は、田子浦港周辺部において高い。もしそうなると、東海道本線、新幹線、国道1号線に対する影響はきわめて深刻であろうし、一時的な運転停止は避けられないであろう。

河川堤も震動によって損壊をうける可能性があるから、大地震後に大雨でもあると被害の様相はさらに深刻化するであろう。

#### 4. 高潮の発生した場合

台風が大型で、かつこの地域に高潮を発生するのに好都合なように、地域の西側を北北東に進路をとったとしよう。狩野川台風のコースがわずかに西にそれたり、伊勢湾台風のコースがわずかに東にそれれば、この想定は成立する。こうしたコースを通る大型台風による高潮の発生状況はかならずしも津波のそれと同様ではないが、沿岸に到達し、陸上に侵入する状況は類似している。したがって、津波についてのべた状況を考えればよいが、重大な相異点は、危険な津波の場合には20分くらいの周期で襲来し、数回の襲来のあと減衰する。これに対して高潮の場合には、高波の状態の持続時間が1時間ないし1時間半もあるし、その間、強風がふきまくっているので避難その他の行動のうえで大きなちがいがあがる。伊勢湾台風の際の、田子浦港の状況から考えると次のような想定ができよう。

- (1) 南、または南々東からの強風によって発生する高潮は、潮高8m以上におよび、波高計は最大15mを記録するであろう。伊勢湾台風の際には12.4mまでの波高を記録したが、それ以上は記録されていない。沿岸におしよせた高潮は、砂礫の浜をあらわし、高さ14mをこえる砂丘をオーバー・フローして、背後地に侵入するであろう。
- (2) 高潮の襲来で防波堤が破壊されたり、河口閉塞がおこると、内水氾濫、高潮のはげしい侵入のおそれも生じよう。
- (3) 高潮が防潮堤をこえて内陸へはいると、一時的に、あるいはある期間交通杜絶することもありうる。また背後の低湿地に湛水して、湛水被害を、ことに農作物に対してあたえる可能性もある。



## 5. 豪雨の発生した場合

台風であれ、梅雨前線の活動であれ、豪雨を伴う場合は、発生の頻度において上記2つの場合にくらべてはるかに高いであろう。地域内部での局地的な豪雨のケースもあろうが、ここでは雨域が対象地域をカバーしている場合について考えてみたい。また、降雨強度、降雨の持続時間がとくに問題になるから、梅雨の長雨をへた直後に豪雨をうけた場合にはもっとも危険であろう。降雨の規模としては、狩野川台風による狩野川流域の降雨を考えておくのがよいであろう。本調査地域には狩野川又はそれ以上の規模の河川としては富士川と黄瀬川があるし、潤井川、芝川も被害を発生するであろう。放水路が完成したといっても、狩野川下流部も水害に全く無縁とはいえないであろう。

(1) 大沢崩は大規模な崩壊をおこし、数日間に数万トンの土砂を下流部に、大沢づたいに放流するであろう。大沢扇状地では土砂の急激な堆積がおこるであろうが、すでに堆積していた土砂と新に加わった土砂のうち、数万トンは潤井川ぞいに田子浦港に流下してくるであろう。

大沢以外の富士山をきざむ溪流においても、旧期の砂礫、あらたに崖くずれで生産された砂礫が下流部へ放流されよう。すでに地震の項でのべたように、一時的にダム湖を形成し、その後、山津波式に下流部をおそうケースもありうる。

(2) 富士川ぞいでは、上流部におけるダムなどの建設の状況によって多少状況はことなるであろうが、多量の砂礫の移動がおこり、一部では破堤、氾濫がおこることも考えておかねばならないであろう。黄瀬川などでも深くきざんだ谷を洪水流が一杯になって流下し、河岸の構造物を損壊するケースが考えられる。下流部の沼津では、狩野川の水も加わって、水害をみるであろう。

(3) 浮島ヶ原では、低地のとくに低い部分に1mをこえる湛水をみる可能性があり、湛水地域は東西に細長くひろがり、主として工場を水没する危険がある。排水機場もディーゼルエンジンがフルに操業して排水できるよう考えられている必要があるだろう。国道1号線、東海道本線の一部では、浸水による交通杜絶も絶無ではない。

大河川のない吉原市などでも排水系統の不備から市内一面に浸水被害の発生が予想される。

(4) 地域の西に接する由比蒲原の地すべり地域では、豪雨の最中または直後に、新旧の地すべりや崩壊が発生し、東海道本線、新幹線、国通1号線、東名高速道といった日本の幹線交通路が交通杜絶をおこすであろう。その規模の如何によっては復旧に相当の時間を要しよう。災害に弱いこの地域の防災対策には、とくに強力な国の援助ないしは国の直轄の対策がのぞまれる。

## 6. 開発に伴う自然的公害の場合

開発に伴う自然的公害は、自然の性質を充分理解し、正しい対策なしに自然に手を加えた時に発生する。水質汚濁、大気汚染のように、急激に発生する場合でも、上記の3つの場合にくらべて発生までの時間的経過が長いし、公害を被害として受取るのにも、人によって差異がみられる。この点は表



表 701 予 想 さ れ る 公 害

市町名	種 類											
	騒音	振動	粉じん	ばい煙	ガス	臭気	排水	水質汚濁	地下水水位低下又は枯涸	地盤沈下	金属腐蝕	地下水塩水化
御殿場市	○×	×	×	×		×	×	○				
三島市	×	×	×	○×	×	×	×		○●			
沼津市	○×	×	×	○×	○×	×	×		●	●		
富士宮市	×	×	×	●		×			○●			
吉原市	○×	×	×	○×	×	×	×	○△	△	●		△
富士市	×		○×	○	○×	×	●	△	△	●	○	△
清水町	○×	○	○×	○×	○	○×	○	○	●			
裾野町							×	○	●			
原町				●			●	●	●	●		●
富士川町	○			○		●			●			
鷹岡町	×	×	×	●		●		○	●		○	

註 1) ○は予想公害を回答しているもの。×はすでに発生していると回答しているもの（表102参照）。  
△は回答はないがすでに発生しているもの。●は回答はないが発生の予想されるもの。

註 2) 公害に対する関心の意外に低いことが明らかである。将来の対策として、新規工場の立地には公害を中心に検討するというのは富士、沼津の2市。独自の条令も考えていくというのは三島。県の指導をうけて処理していきたいというのは沼津。PRの徹底を期したいというのは清水町。用途地域の設定をしたいというのは富士。特に計画はないというのは富士宮、三島、鷹岡、原。何れも積極的な姿勢ではない。

701をみれば明瞭で、富士、吉原では臭気を公害とみないようであるが、他の地域に比べて全く異様な悪臭が時間によってとくにはなはだしいことは否定できない。各種のケースについて概観しておく。

(1) 地下水の過剰揚水 <sup>(701)</sup> このケースはすでにさまざまな形で表面化しているが、公害としてはかならずしも大きく取上げられていない。地下水汲上げによると断定できるだけの十分な調査が行われていないことも関係していようが、地下水の枯渇、地下水位の低下という形をとっている。

田子浦港周辺の地下水の塩水化現象も、地下水の過剰揚水が関係しているであろうが、一部には田子浦港の建設に大きな理由を求めようとしているむきもあるように思われる。何れにしても、早い時期に原因究明を充分に行わないと、豊かな地下水資源を求めて工業立地が行われてきたその基礎を失うことにもなりかねない。

地下水の過剰揚水、とくに30m程度までの浅層地下水の汲上げが問題になるのは浮島ヶ原の軟弱地盤地域であろう。泥炭層ないし粘土層や砂層から地下水を汲上げると、土層収縮をひきおこし、地盤沈下をみるであろう。その量としては、当初数年には年間10数cmが考えられるし、地盤沈下に伴う地盤高の低下から、排水不良、豪雨時の湛水、高潮の侵入など随伴的な災害の発生が予見される。

(2) 表流水の水質汚濁 すでに沼川、潤井川、和田川にみるように、表流水の水質汚濁は今後の注目すべき公害の1つであろう。これらの河川の下流部は勾配がきわめて緩であり、もともと流速のゆるやかな河川であるが、地盤沈下の影響をうけるとますますその傾向が大になる。とくに和田川、沼川では水質汚濁の問題がやがたましくなるであろう。昭和放水路も水質汚濁の進行する可能性

のある水路である。

工業中心の地域開発に当っては、あらかじめ水質汚濁対策を考えた開発計画の立案がのぞましい。しかし今のところの表流水についても水質汚濁に対する予防的対策は考えられていない。

- (3) **大気汚染** 現在のところ、大気汚染は具体的に公害として取上げられてはいない。しかし、富士、吉原では富士山のみえる日数が急激に減少しているが、このことは蒲原、富士、吉原地域の工業化と無関係ではありえない。沼津地区の石油コンビナート誘致に関連した実験的観測では、かならずしも大気汚染の全面的危険をのべていないようであるが、あらかじめ十分な調査研究を行っておくことが必要であろう。

この地域の特色の1つは、富士山の秀麗な山容をたのしめるということである。この特色を不用意に失うことは、単にこの地域の損失であるばかりではなく、日本的損失であることに思いをいたすべきであろう。現状では富士、吉原、田子浦港周辺部において大気汚染の問題がもっとも早く発生するであろう。

- (4) **内水氾濫の増大** 都市化、工業化にともなう排水系統の確立がなければ、都市地域、工場地域における内水氾濫の回数は今後ますます増大するであろう。とくに吉原、田子浦港周辺、沼津市の一部において問題になる。

浮島ヶ原における都市化、工業化が進めば、よほどがっちりした排水系統が整備されない限り、内水氾濫の害はさげられないであろう。

- (5) **土壌侵蝕** 富士火山の裾野地域でもっばら問題になるのは土壌侵蝕であろう。火山灰は容易に侵蝕され、溪流に土砂の流入を増大させることになるであろう。

土砂の堆積による被害をうけるのは溪流の谷底あるいは平野に出る溪口部に局地的なものであろう。また一般に被害も、地震、風水害にくらべてすくないであろう。

- (6) **地すべり・崩壊** これまでのところ地すべり、崩壊による災害の記録はきわめてとぼしい。しかし将来は火山麓の崖縁部の利用もすすむであろうし、緩傾斜地をきりひらいた住宅団地、工業団地などの造成もすすむであろうから、丘陵地域、火山山麓地域では、地すべり、崩壊にもとづく災害の発生を考えておかねばならないであろう。

これらのいわば人工造成地の地すべり、崩壊は大地震、火山爆発に伴う地震、豪雨などによって発生しやすい。排水施設の完備が要請される所以である。

宝永大地震につづいて宝永大爆発が発生したように、上記の各ケースが、複合的に発生することもありうる。その場合に予想される災害の様相は、それぞれの項で想定した様相を複合的に考えればよい。災害の想定、被害規模の想定は、東京都防災会議が大がかりに実施中であるが、将来の開発に多くの期待のよせられているこの地域でも、現状、将来の想定開発状況をもとに、試算しておくことがのぞましい。

(中野 尊正)

## 参 考 文 献

(701) たとえば

静岡県 (1954) : 富士川および沼川水利現況調査報告書

静岡県 (1961) : 静岡県水理地質図解説書

蔵田延男 (1961) : 用水型工業とその立地 昭晃堂

## む す び

防災計画立案上、ないしは予防災計画重要と思われる事項を個条書きにして、本報告のむすびとしたい。

- (1) 富士山の爆発予知のため、火山観測業務を定常的に行うこと。
- (2) 開発計画、土地、水の現状を考え合せ、この地域の被害想定を早急に実施すること。
- (3) 上記被害想定を考え合せて、開発構想をあらたに立案すること。この計画には開発と防災の両面をとりいれること。
- (4) 開発進行地域においては、将来の災害対策のため、また公害防除のため、定常的観測を実施すること。たとえば、吉原、富士、田子浦地区の地下水位、水質、塩水化現象、表流水の水質汚濁、地盤沈下について常時観測を行うこと。なかんずく、塩水化現象については、そのメカニズムを究明し、適切な対策を講ずること。
- (5) 富士山大沢崩についてはすでにくわしい調査が行われているが、大沢、潤井川、田子浦港までを一貫として、土砂流動についてさらに詳しい調査を行い、田子浦港への影響を吟味すること。
- (6) 田子浦港周辺については、土地、水を総合的に再検討し、災害公害の予防災の手をすみやかにうつこと。
- (7) とくに浮島地区の工業的開発については、防災、公害排除の見地から、立地計画を再検討すること。
- (8) 富士川、狩野川における諸工事、田子浦港の諸工事などの影響による田子浦一沼津の砂礫海岸の海岸侵蝕の進行に注目すること。
- (9) 都市化、工業化にともなう内水氾濫の排除について考慮すること。











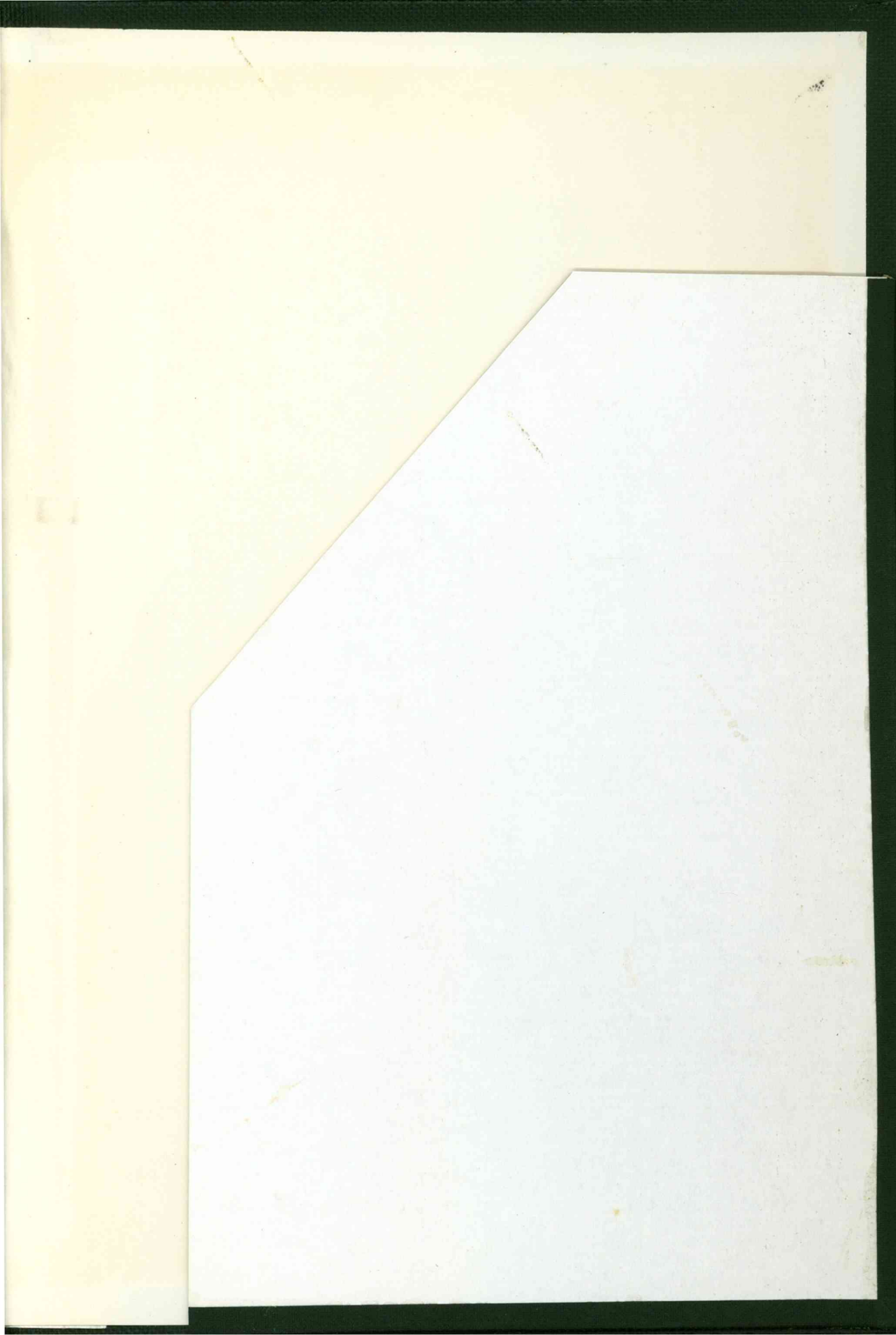












防災科学技術研究所



50011144