

中華人民共和國

瓯江水力發電開發計畫(黃浦地点)

最終調查報告書

1984年2月

國際協力事業團



中華人民共和國

# 瓩江水力發電開發計畫(黃浦地点)

## 最終調查報告書

JICA LIBRARY



1034087(6)

1984年2月

國際協力事業團

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 7. 17	105
登録No. 10513	64.3
	MPN

## は し が き

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国浙江省において緊急に開発することが望まれている瓯江水力発電開発計画のフィジビリティ調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、この水力発電開発計画の重要性を考慮し、1981年3月から1983年7月までの間、篠原淑郎氏を団長とする調査団を7次に亘って派遣し、中華人民共和国政府関係機関の協力を得て現地調査を実施した。

本報告書は、瓯江水力発電開発計画の権坑および黄浦の両地点のうち、黄浦地点について取りまとめたものであり、現地調査並びに収集した資料を帰国後解析・検討して作成したものである。

本報告書が中華人民共和国の電源開発の促進に寄与するとともに、同国と我国との経済交流並びに友好親善の増進の一助となれば誠に喜ばしいことである。

終わりに、今回の調査に当たって御協力いただいた中華人民共和国政府関係機関、在中華人民共和国日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

1984年2月

国際協力事業団

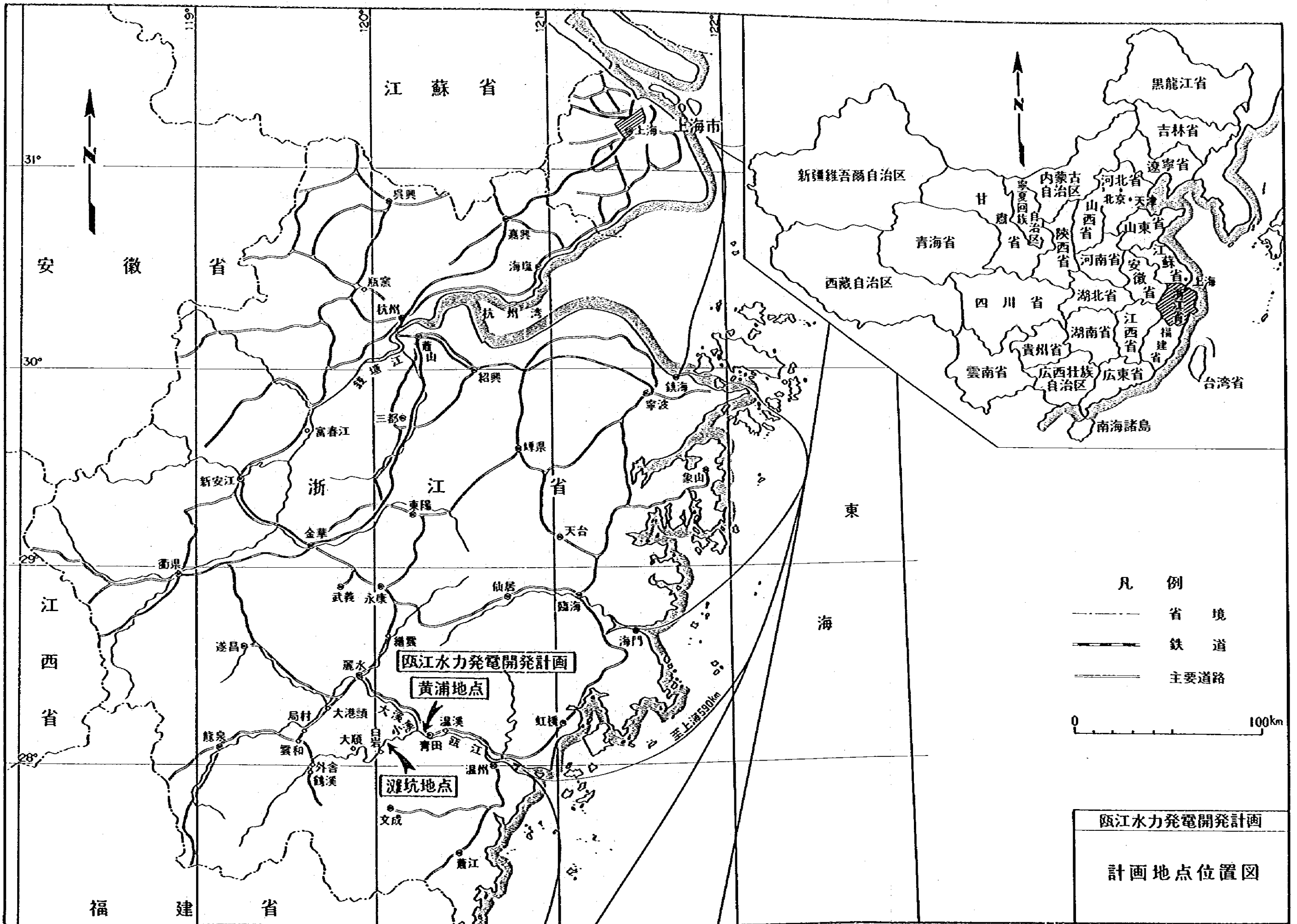
総裁

有田老輔





圖 成 興 所 電 壩 多 人 實



凡 例

- 省 境
- 铁 道
- ==== 主要道路

0 100km

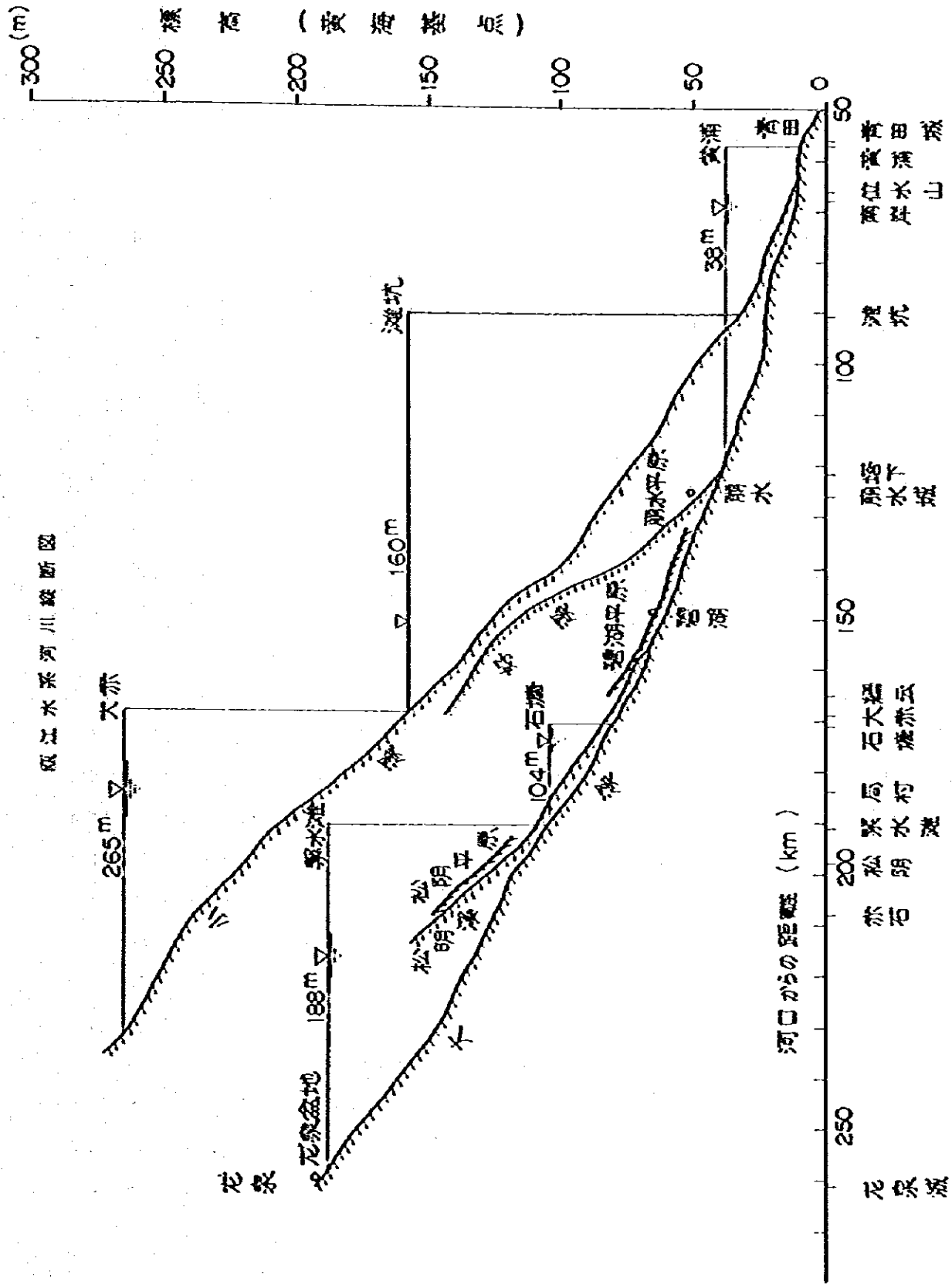
瓯江水力发电开发计划

计划地点位置图





飯江水系河川縦断面図





# 目 次

結 論 と 勧 告 .....	1
第1章 序 論 .....	3
1.1 経 緯 .....	3
1.2 業務の内容および現地調査 .....	4
1.3 謝 辞 .....	6
第2章 開発の必要性 .....	7
2.1 華東電力系統の現況 .....	7
2.2 需 要 想 定 .....	8
2.3 電源開発計画 .....	9
2.4 需給バランス .....	11
2.5 黄滄水力発電計画 .....	12
第3章 水 文 .....	21
3.1 流域の概要 .....	21
3.2 気 候 .....	21
3.3 測水所および気象観測所 .....	21
3.4 気 温 .....	22
3.5 湿 度 .....	22
3.6 蒸 発 .....	22
3.7 降 雨 .....	23
3.8 流量および計画に使用する流量の算定 .....	23
3.9 貯水池の堆砂 .....	27
3.10 洪水解析 .....	28
3.11 稼率洪水尖頭流量 .....	30
3.12 洪水予測システム .....	31
第4章 地 質 .....	63
4.1 貯水池の地質 .....	63
4.2 計画地点周辺の地形・地質概要 .....	63

4.3	地質各論	64
4.4	地質調査工事	66
4.5	ダム地点の地質	74
4.6	諸構造物地点の地質	80
4.7	追加調査	82
第5章	材 料	91
5.1	土質しゃ水壁材料	91
5.2	フィルタ材料	92
5.3	ロック材料	94
5.4	コンクリート骨材	94
5.5	追加調査	95
第6章	開発計画	121
6.1	基本的事項	121
6.2	出力および電力量計算	122
6.3	開発規模の比較・決定手法	123
6.4	開発計画の検討	124
6.5	堆砂を考慮した背水影響の検討	127
6.6	最適開発計画	128
第7章	主要構造物	159
7.1	ダ ム	159
7.2	洪水吐	159
7.3	仮排水路	159
7.4	取水口, ならびに水圧管路	160
7.5	発電所ならびに開閉所	160
7.6	舟運設備	160
第8章	電気機器	169
8.1	主要機器	169
8.2	開閉所機器	169
8.3	制御方式	169

第9章 電力系統計画, 送変電, 通信設備 .....	175
9.1 電力系統計画 .....	175
9.2 送変電計画 .....	176
9.3 通信設備 .....	179
第10章 工事工程・施工および工事費 .....	195
10.1 基本事項 .....	195
10.2 工事工程 .....	196
10.3 工事費と資金計画 .....	197
第11章 環 境 .....	207
11.1 一般状況 .....	207
11.2 自然環境 .....	209
11.3 社会環境 .....	214
11.4 多目的ダムの効果 .....	219
11.5 総合評価 .....	221
11.6 追加調査 .....	221
第12章 経済評価・財務分析 .....	239
12.1 経済評価 .....	239
12.2 財務分析 .....	242

付 録



## 結論と勧告





## 結 論 と 勧 告

### 結 論

本プロジェクトは漣坑プロジェクトとともに中国最大の電力系統である華東電力網に組み入れられ、そのピーク需要を担当する水力発電所として大きい効果を有するものである。因に、華東電力網は中国屈指の工農業生産地である上海特別市、浙江・安徽・江蘇各省を供給対象地とし、それに包含される電力設備は約1,000万kW（1982年）で、需要電力量の伸びは年率4～6%と予測されている。

水力発電所は、自然循環エネルギーを利用するものとして、エネルギー効率および国際収支の改善、ならびに長期的エネルギー安定価格確保の面で国家経済に大きく寄与するばかりでなく、治水・利水・交通面等からの地域開発への波及効果も高く、社会開発投資の性格を具備しているものであることは、いまさら言うまでもない。

今回の検討の結果、貯水池を有する甌江水系黄浦水力発電開発計画は、漣坑計画とともに増大する電力需要に対応する設備として他の代替設備と比較し経済的優位性を有していることが判明した。また電力需給予測の結果、漣坑計画は1990年代前半、黄浦計画は遅くとも2000年までに運転を開始すべきであると考えられる。従って、黄浦発電所工事については、その工期が6年であるところから漣坑発電所の竣工を1993年とすれば、それに引続いて工事に着手すべきであると考えられる。

本計画の主要諸元は次の通りである。

流域面積		13,445 km <sup>2</sup>
平均年総流入量		141.1 億 m <sup>3</sup>
貯水池満水位	標高	38 m
貯水池最低水位	標高	34 m
総貯水容量		7.0 億 m <sup>3</sup>
有効貯水容量		1.8 億 m <sup>3</sup>
貯水面積		49.4 km <sup>2</sup>
最大使用水量		1,000 m <sup>3</sup> /s
基準有効落差		28.8 m
発電規模	設備出力	250,000 kW
	年間発生電力量	8.5 億 kWh
ダム形式	中央土質しゃ水壁ロックフィルダム	
	高さ	50 m
	体積	222 万 m <sup>3</sup>

発 電 機 器	水車型式	立軸カブラン
	水車容量	64,900 kW
	発電機容量	70,500 kVA
	台数	4 台
送 電 線	経路	黄浦発電所～麗水変電所
	電圧・亘長・回線	黄浦～麗水 220kV 1回線・1ルート 61km

貯水池、ダム、洪水吐、取水口、発電所およびその他構造物の地質には、地表踏査、ボーリング、弾性波探査の結果、河道の砂礫層が厚い（最大約55m）こと以外、問題となる点はない。

設計洪水量が多いため洪水吐は大規模の構造物となるが、これを右岸の鞍部に設置することとし、取水口、発電所は、洪水吐の右岸に設置する。

ダムは、現河道に設置するが、基礎が砂礫層となるため技術的検討の結果、土質シヤ水壁を有するロックフィルダムとし、砂礫層には漏水防止のためコンクリート連続透水壁を設けることとした。ダムの左岸には舟運設備を設ける。

建設工事の工期は、準備工事を含め約6年を必要とする。

当計画の建設工事費は、輸入関税・建設中利子等一切を含めて1982年単価でUS\$4.3億（中国人民币元7.4億）である。

黄浦水力発電開発計画の経済評価は、ディスカунテッド・キャッシュ・フロー法により行なった。その結果、割引率5%および10%の場合、便益費用比（B/C）はそれぞれ1.59および1.02となり、内部収益率（IRR）は10.2%となった。

#### 動 告

黄浦水力発電所を1999年までに運転開始するためには、6万人におよぶ水没移転に対する具体的対策をたてる一方追加調査を含め実施設計ならびに建設に必要な諸準備を実施するよう勧告する。

# 第1章 序 論



## 第 1 章 序 論

中華人民共和国は農業・工業・国防および科学技術の4つの近代化のため、2000年までに農工業総生産を1980年のその4倍にするとの国家目標を掲げ経済建設を進めており、1982年11月には第6次経済5カ年計画を策定した。それによると、1979年以來の経済調整のため、同計画期間中の工業・農業の年平均成長率は4～5%と控え目に抑えられている。しかしながら、経済発展の障害となっているエネルギー開発および交通運輸部門には基本建設投資総額の約40%を投入し、しかもエネルギー開発の中では大型水力発電所の建設を主体とする電力工業部門に最大の投資が行なわれることになっている。

中国においては、水力・石炭・石油等のエネルギー資源は豊富に賦存しており、特に水力資源の包蔵力（開発可能なもの370,000MW）は世界最大と言われている。然るに、既開発量は包蔵力の5%に過ぎず、大部分は未開発のままである。水力開発は単に電力供給のみならず、農業用水、洪水調節、舟運の改良、河道および河床の安定等国土開発に対しても多大の効用を生むものであり、現在の中国にとってその推進は焦眉の急を要する事項のひとつである。

上海特別市を中心とする華東地区は電力需給が最も逼迫している地区のひとつであり、水力開発の必要性が特に高い地区として位置付けられており、新安江（最大出力660MW）、富春江（同300MW）等の中国を代表する水力発電設備を有している。

浙江省第二の大河川である甌江水系はその豊富な流量と地形的好条件に加え、大需要地に比較的近接していることから、華東地区有数の水力開発候補地点にあげられ、かねてより各種の現地調査および計画立案が中国政府関係機関によって実施されており、その成果を背景に今回の調査に至ったものである。

### 1.1 経 緯

本計画は上記の背景のもとに、中華人民共和国国家科学技術委員会が1980年3月に日本政府に対し甌江、閩江および汀江の水力発電開発計画調査に関する技術協力を要請したことに始まる。日本政府は1980年8月に国際協力事業団（JICA）の事前調査団を現地へ派遣し、中華人民共和国電力工業部（当時）との間で協議の結果、本計画地点の上流域に位置する繁水澗地点が既に着工準備段階にあるため本地点の計画策定が急がれていること等を勘案の上、今回の可能性調査を実施することとなった。

1980年12月中国電力工業部とJICAとの間で「中華人民共和国浙江省甌江流域澗坑・黄浦水力発電計画可能性調査内容に関する協議書」が締結され、調査の期間・項目・報告書・業務分担等が決定された。これに基づき、JICAは1981年3月より数次にわたり各分野の専門家からなる調査団を現地へ派遣すると共に数多くの調査資機材を供与する一方、中国水利電力

部は調査業務を精力的に実施し、調査団に対し多大の便宜供与を行なった。調査団はこれまでの調査結果と中国水利電力部との協議結果に基づき、灌坑計画については、最終調査報告書を1983年7月に提出したが、引続き黄浦計画についての報告書を作成したものである。

## 1.2 業務の内容および現地調査

調査の目的は西江水系灌坑・黄浦両地点の詳細な現地調査を含む開発可能性の調査を行い、最遠開発計画を策定の上、報告書を作成することである。

調査期間は、1980年12月の協議書に基づき、1981年3月より約3か年の予定であるが、今回は、これまでの調査結果をとりまとめ、黄浦計画についての報告を行なうものである。

なお、灌坑・黄浦水力発電計画は、開発計画上はもとより両発電所の維持、運転上あるいは、工事計画上も密接な関係を有するため両計画についての総合評価を行い、これを別冊の灌坑・黄浦地点調査報告書(総合評価)に記載した。

調査内容は次の通りである。

### (a) 資料の収集および解析

- ・ 水文・気象・地形・地質・地震・浚砂量等の既往資料収集および解析
- ・ 電力需給に関する既設設備、需要想定、供給想定に関する調査および資料収集解析
- ・ その他必要となる各設備設計基準、各種単価および自然・社会環境等に関する資料収集解析

### (b) ダム・発電所地点の調査

- ・ 地形測量
- ・ ボーリング、弾性波探査
- ・ 土質材料・コンクリート骨材試験
- ・ 水文・気象観測
- ・ 水質測定

### (c) 可能性調査

- ・ 計画の規模とレイアウトの選定
- ・ ダム・発電所等構造物の基本設計
- ・ 電気設備の基本設計
- ・ 系統解析、送変電計画および通信システムの基本設計
- ・ 施工計画と工事費の算定
- ・ 環境影響予測
- ・ 経済評価および財務分析

なお、以上の調査内容のうち、資料の提供・現地業務の実施・解析への協力等は中国水利電力部華東勘测設計院によって分担された。

調査団の現地調査はこれまでに1981年3月、7月、11月～1982年2月、1982年6月、10月、1983年2月および7月の7次にわたり下記の団員により実施された。

篠原淑郎	総括
吉田正	副総括・工事計画
高木宏明	特別顧問
平戸一義	顧問
平田一隆	調整
飯村圭司	"
高橋和治	"
小沢勝彦	"
西宮宣昭	"
村井立	需要、経済・財務分析
小林哲郎	"
豊田喬雄	地質
平口佳博	調査技術
高橋精蔵	材料調査
小林良造	"
松波万一郎	物理探査
柳沼久良	土質試験
野添茂樹	刻量
小野正晴	水文解析
吉岡邦明	開発計画
錦綾徹雄	設計
金沢紀一	耐震・基礎処理
藤野浩一	環境
谷頰一	堆砂
堀正幸	岩盤試験
丸山博	岩盤試験・設計
山田昌平	電気
升木昭夫	"
浅井和夫	系統計画
好満節雄	通信
浅辺鉄夫	送電



### 1.3 謝 辞

本調査は中華人民共和国国务院水利電力部およびその管下機関，中でも華東勘测設計院の各位より極めて積極的かつ友好的御協力を得て実施されたものである。ここに深甚なる感謝の意を表する次第である。

## 第2章 開発の必要性



## 第 2 章 開発の必要性

### 2.1 華東電力系統の現状

#### 2.1.1 供給区域の経済概況

華東電力系統の供給区域は、浙江省、安徽省、江蘇省の3省および上海市で、その総面積は約348,000平方キロメートル、総人口は約1.58億人(1980年末)である。工・農業総生産は、1718億人民元(1980年)で全国工・農業総生産の約25%を占め、1975~1980年における年平均伸び率は10%であった。人口一人あたり工・農業総生産は、1087元(1980年)で、全国値674元に比較して著しく高い。供給地域の土地面積は、全国の約3.6%にすぎないが、人口は全国の16.2%を占めている。したがって、都市の数も多く、工業水準も高く、農業経営の集約化が進んでいる。機械・電気機器・軽工業・核種工業・化学工業等の製造工業は、全国的に重要な役割を果たしており、鉄鋼・基本化学などの原材料工業もかなりの規模を有している。したがって、膨大なエネルギー消費を必要としているが、域内の供給が不足しているため、安徽省北部・江蘇省北部の炭田からの一部自給を除いては毎年北方からの大量の石炭と石油を導入している。

#### 2.1.2 電力設備の概況

1982年における華東電力系統の規模は、9,612.9MWで、その内訳は、以下の表に示すように、水力発電設備が1,343.7MW、火力発電設備が8,269.2MWである。そのほか灌漑用小水力410.6MWがある。したがって、電源構成は、灌漑用小水力を除くと、水力14%、火力86%となる。系統の単機最大容量は、火力300MW(望亭)、水力75MW(新安江)である。

電源と需要地を結ぶ基幹送電線は、送電電圧220kVのものが450km以上、110kVのものが8,600km以上をもって構成されているが、系統規模の拡大に伴って500kV基幹送電線の必要が生じている。系統の変電設備総容量は、220kVのものが6,300MVA以上、110kVのものが7,400MVA以上である。

既設発電所設備出力(1982年初頭)

電 源 別	設 備 出 力	構 成 比
	(MW)	(%)
水力発電	1,343.7	14
火力発電	8,269.2	86
計	9,612.9	100
灌漑用小水力	410.6	
合 計	10,023.5	

### 2.1.3 供給状況

調査団の推定によれば、1982年の系統最大負荷は、潜在需要約730 MWおよび徐州系統連系による増分約1,150 MWを含めて、合計約9,320 MWである。これに対する供給構造は典型的火主水従型で、火力も負荷追従運転を行っている。火力発電設備の定期点検補修および老朽設備の休廃止等の諸要素を考慮すると需給関係は極めて逼迫している状況にある。とくに尖頭負荷に対応できる大規模貯水池式水力発電所の建設が早急に望まれる。

電力量の面では、1982年の発電電力量は、調査団推定値で、64,400 GWh、その構成は工業部門が90%、残り10%は民生・交通部門によって占められている。これに対する供給電力量の構成は概略水力6%、火力94%である。

系統の送電損失率は約9%程度である。火力発電設備の定期補修予備力は常時900 MW位、定期点検は2~3年に1回(125 MWユニットの場合)、騒動予備力は、全設備出力の3%程度を目標に、系統は運転されている。

#### 尖頭負荷および発電量(1982年)

尖頭負荷	9,320 MW
年間発電量	64,400 GWh
水力	3,960 GWh (6%)
火力	60,440 GWh (94%)

## 2.2 概要想定

### 2.2.1 基礎的条件

電力需要想定は、以下に述べる基礎的条件を前提にして策定した。

- (1) 需要想定範囲を浙江省、安徽省、江蘇省および上海市とする。
- (2) 需要想定期間は2000年までとする。
- (3) 工・農業総生産は順調に増大する。
- (4) 浚坑計画の報告書では、種々検討の結果、華東勘测設計院の提供資料「綱号H09C-4-8, 1982年4月」の需要想定値を採用している。同設計院の想定は2000年までのものであるが、需要増加率は以下の通りである。

	1990年~1995年		1995年~2000年	
尖頭負荷	年率	7.3%	年率	6.25%
年間発電量	年率	6.3%	年率	5.8%

- (5) 華東勘测設計院の上記資料に基づき、尖頭負荷の月別比率は以下のように想定する。

6月尖頭負荷	100%
12月尖頭負荷	96.5%

## 2.2.2 想定結果

華東勘测設計院の想定値をベースに、6月（豊水期）および12月（渇水期）における最大負荷ならびに年間需要電力量の年別展開を行った結果は以下のとおりである。（表2-1、2-2、2-3 および図2-1）。

項 目	1990年	1995年	2000年
6月尖頭負荷 (MW)	13,500	19,200	26,000
12月尖頭負荷 (MW)	13,030	18,530	25,090
年間発電量 (GWh)	90,000	122,000	162,000

## 2.3. 電源開発計画

### 2.3.1 前提条件

前述の需要想定によって得られた各年の最大負荷および年間需要電力量を賄うため、以下の条件に基づいて必要な電源開発計画を策定した。

(i) 水力開発計画については、華東勘测設計院提供資料「番号H09C-4-8、1982年4月」に示された下記の数値を採用する。（内訳は流域報告書を参照）。

項 目	設備出力 (MW)	保証出力 (MW)	年間発電量 (GWh)
1990年運転中の発電所			
貯水池式	1,159.7	258.0	3,293
調整池式	612.0	156.9	1,892
小 計	1,771.7	414.9	5,122
1995年系統外より受電	夏 期 1,100 冬 期 860		3,680
2000年新增設	227.5	—	—

(注) 貯水池式：新安江，富春江，緊水滩

調整池式：湖南鎮，黄壇口，瑯溪，石塘

(2) 水力発電設備の供給能力は豊水期（6月）の年最大負荷については、所内消費および洪水調節・灌漑・舟運などによる制約条件を考慮し、設備出力の95%とし、渇水期（12月）の最大負荷に対しては、設備出力の90%とする。

供給電力量については、所内消費を考慮し、発電電力量の99.7%とする。

(3) 火力開発計画については、地点は特定せず、ユニット容量は、200 MW、300 MW、600 MW、および1,200 MWの4種類とする。なお火力発電設備の供給能力は、所内消費を考慮し設備出力の93%とする。

(4) 滝坑計画は全出力600 MWを1994年初頭より投入する。供給能力は、6月最大負荷時570 MW、12月最大負荷時540 MWとし、年間発生電力量は1,046 GWhとする。

(5) 黄濤計画は全出力250 MWを2000年初頭より投入する。供給能力は、6月最大負荷時238 MW、12月最大負荷時225 MWとし、年間発生電力量を846 GWhとする。

### 2.3.2 火力計画

上述の前提条件に基づき火力開発計画を策定すると次の結果が得られた。

年	既設火力設備容量 (MW)	新設火力ユニット別設備容量 (MW)					累計 (MW)
		200 MW	300 MW	600 MW	1200 MW	合計	
1982	8,269						8,269
1983		400	300			700	8,969
1984			600			600	9,569
1985		400	300			700	10,269
1986				600		600	10,869
1987				600		600	11,469
1988		200		600		800	12,269
1989		200		600		800	13,069
1990				600		600	13,669
1991				1,200		1,200	14,869
1992				1,200		1,200	16,069
1993		200				1,200	17,469
1994					1,200	1,200	18,669
1995				600		600	19,269
1996		200			1,200	1,400	20,669
1997			300		1,200	1,500	22,169
1998			300		1,200	1,500	23,669
1999			300		1,200	1,500	25,169
2000			300		1,200	1,500	26,669
合計	8,269	1,600	2,400	6,000	8,400	18,400	26,669

これによると、1983年以降2000年までの18年間に年平均1,000 MW以上のペースで石炭火力を建設することが必要である。

### 2.3.3 計画策定結果

以上の諸検討を基礎に、2000年にいたる電源開発計画を策定すると、表2-1、2-2、2-3および図2-1(1)、2-1(2)のとおりである。

ちなみに、1990年、1995年、2000年における発電設備の水・火力別比率をみると以下のとおりである。

年	発電設備電源別構成比					
	水力 (MW)	比率 (%)	火力 (MW)	比率 (%)	計 (MW)	比率 (%)
1990	1,772	11.5	13,669	88.5	15,441	100
1995	3,472	15.3	19,269	84.7	22,741	100
2000	3,949	12.9	26,669	87.1	30,618	100

### 2.4 需給バランス

前項において検討された需要想定および電源開発計画にもとづき、1982年より、2000年にいたる長期需給計画を、6月kWバランス(巻水期)、12月kWバランス(湯水期)ならびに年間kWhバランスについて策定してみると表2-1、2-2、2-3および図2-1(1)、2-1(2)のとおりである。

表2-1をみると、至近年ほど需給バランスは逼迫しており、潜在需要を完全に吸収して一応の安定をみせるのは、1995年前後以降となる。これは、1994年に全出力運転開始する滝坑水力発電計画が時期・規模ともに尖頭負荷対応として大きな意味をもつことを示すものである。この系統においてはkWバランスの安定化が先決課題であり、したがってkWバランスについては、それが安定する将来時点で揚水発電の可能性を含めて詳細な検討がなされるべきである。

最大電力需給計画を策定するに当たっては、定検補修等の計画停止用予備力を水力および火力を合成して最大負荷の7%、事故停止、周波数調整、電圧維持、負荷急増に対する起動予備力を水火力合成で年最大負荷の3%と見込み、合計10~9%程度の予備力確保を前提として需給計画を策定した。なお、この需給計画における供給予備力を検討するために、この系統において稼働する火力発電設備の最大ユニット1基相当出力が脱落した場合と比較してみた。比較結果は、表2-1および2-2に示すとおりである。なお、kWhバランスについては、需要電力量に対し水力の供給電力量を先ず充当し、残余を火力の供給電力量でうめる方針で策定した。参考のために、水力および火力の発電設備の利用率を算出した。その結果は、表2-3に示すとおりである。



## 2.5 黄浦水力発電計画

黄浦水力開発計画の開発規模および運転特性を検討するために、1990年、1994年、1995年および2000年における最大負荷日（豊水期6月代表日）ならびに渇水期12月代表日における負荷持続曲線を想定し、供給力の投入を行い日需給バランスを作成した。その結果は、図2-2および2-3に示すとおりである。

これにみられるように澧坑計画の開発規模600 MWはピーク対策として適切であり、ピーク持続運転時間は負荷変動に応じて4時間から6時間となる。澧坑計画の投入時期については、至近年度が望ましいが、遅くとも1993年頃までには運転を開始すべきである。また、黄浦計画もピーク対策用として澧坑計画と並んで効果を発揮するものである。

華東系統では、水力の占める比重が著しく小さいので、ピーク対策用として季節調整能力をもつ澧坑および黄浦計画のような貯水池式水力発電所は、現状でも極めて利用価値が高く、また将来において軽工業や民生・交通部門の電力需要の伸びによるピークの尖鋭化が予測されるので、澧江計画の重要性は今後益々増大することは確実である。従って、その開発は必要である。

なお、日需給バランスの策定にあたって利用した資料および留意した事項は以下のとおりである。

- (1) 6月および12月の代表日負荷曲線は華東勘测设计院提供資料「編號H09C-4-8、1982年4月」によった。
- (2) 負荷持続曲線は、需要パターンに対する供給電力量の配分を目的として作成したもので実際の設備運転とは必ずしも一致しない。
- (3) 発電効率の観点から新設石炭火力を基底負荷に、既設火力を中間負荷に、調整池式および貯水池式水力を尖頭負荷に充当運転する。火力による負荷追従運転は、既設火力を充当する。
- (4) 水力発電は、灌漑等への目的を考慮しその一部を可能な限り24時間運転する。

図 2-1 (1) 最大電力需給計画 (6月1点バランス)

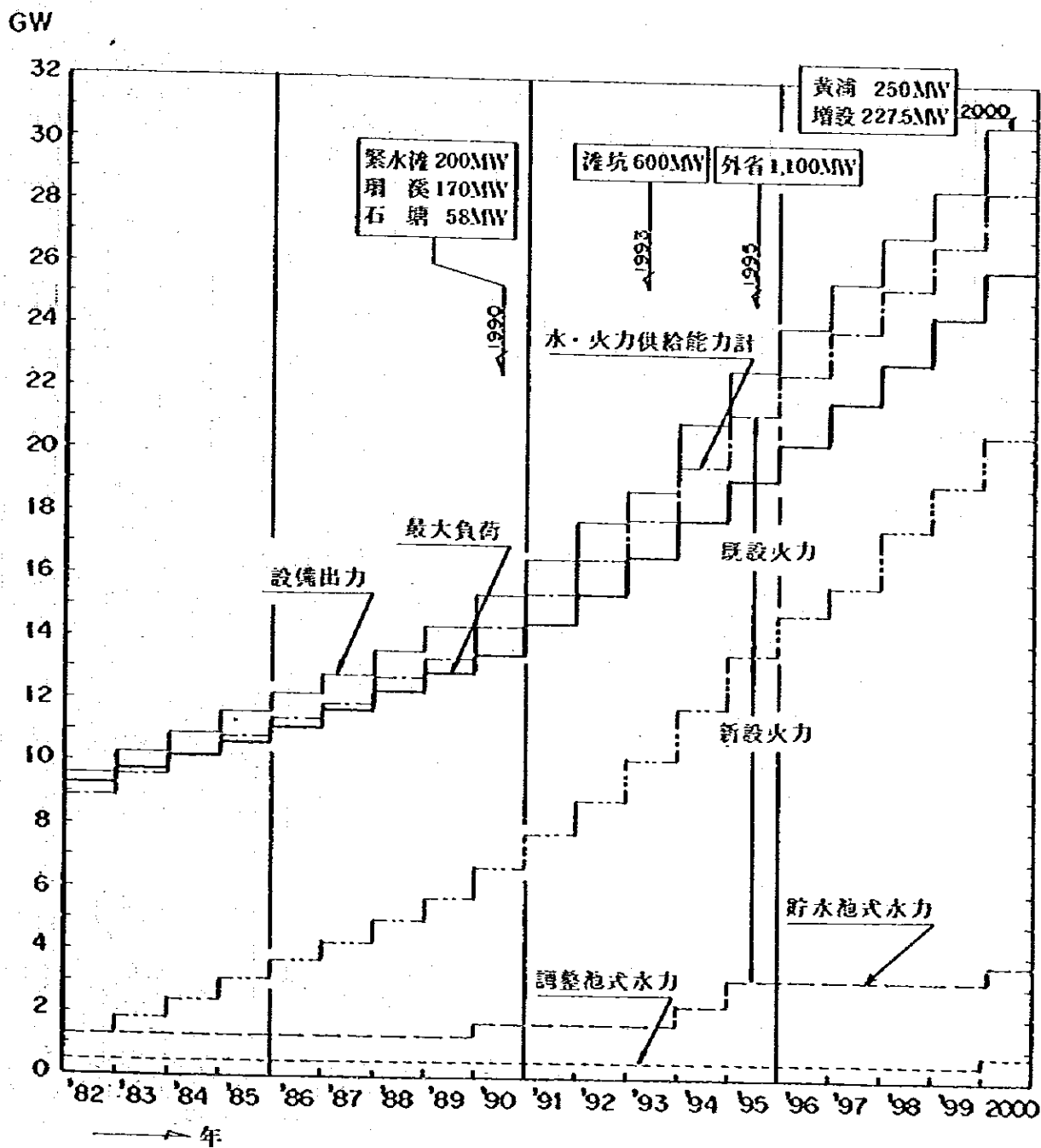


図 2-1 (2) 最大電力供給計画 (12月1点バランス)

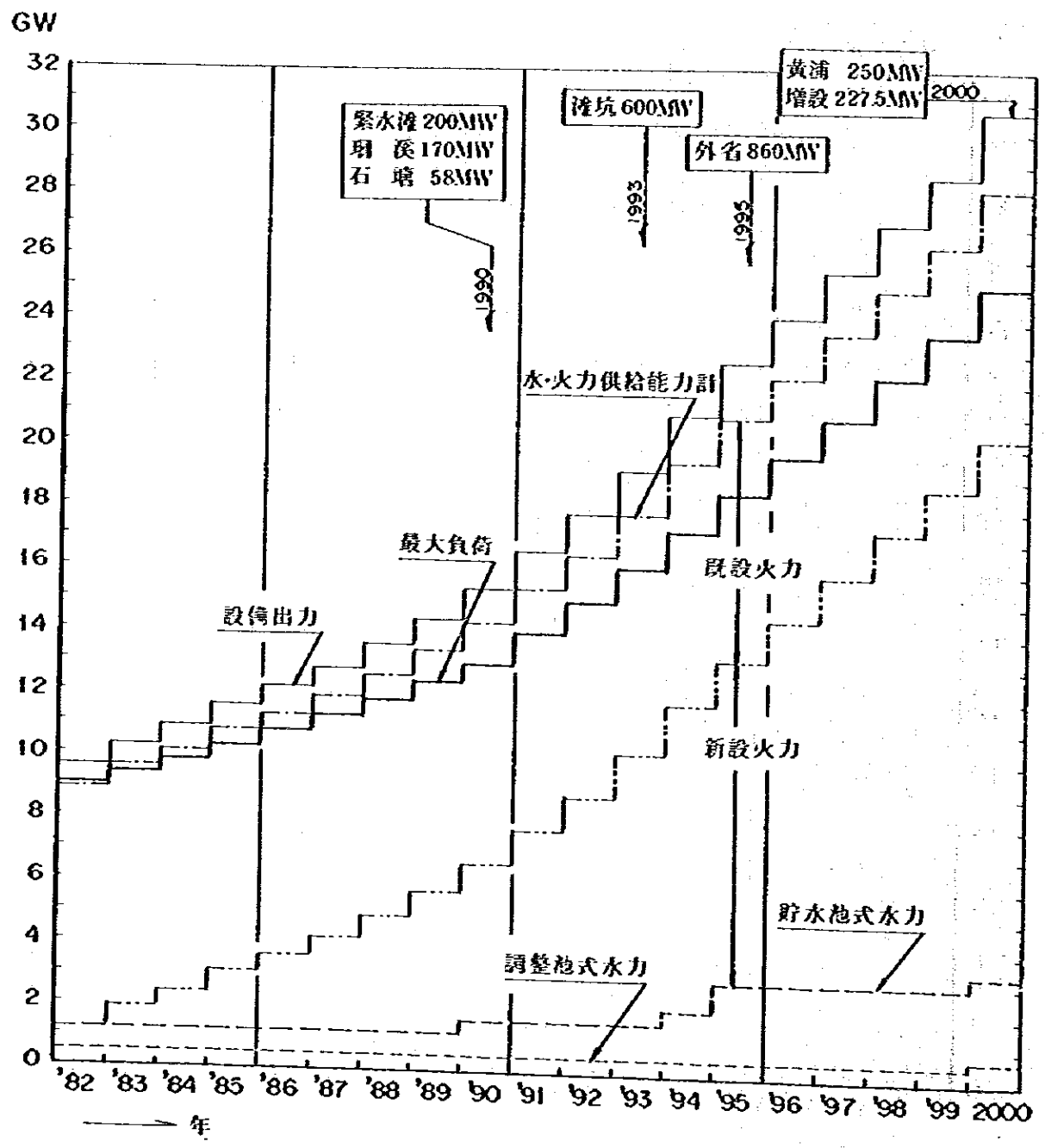


图 2-2 日持续负荷曲线 (6月代表日)

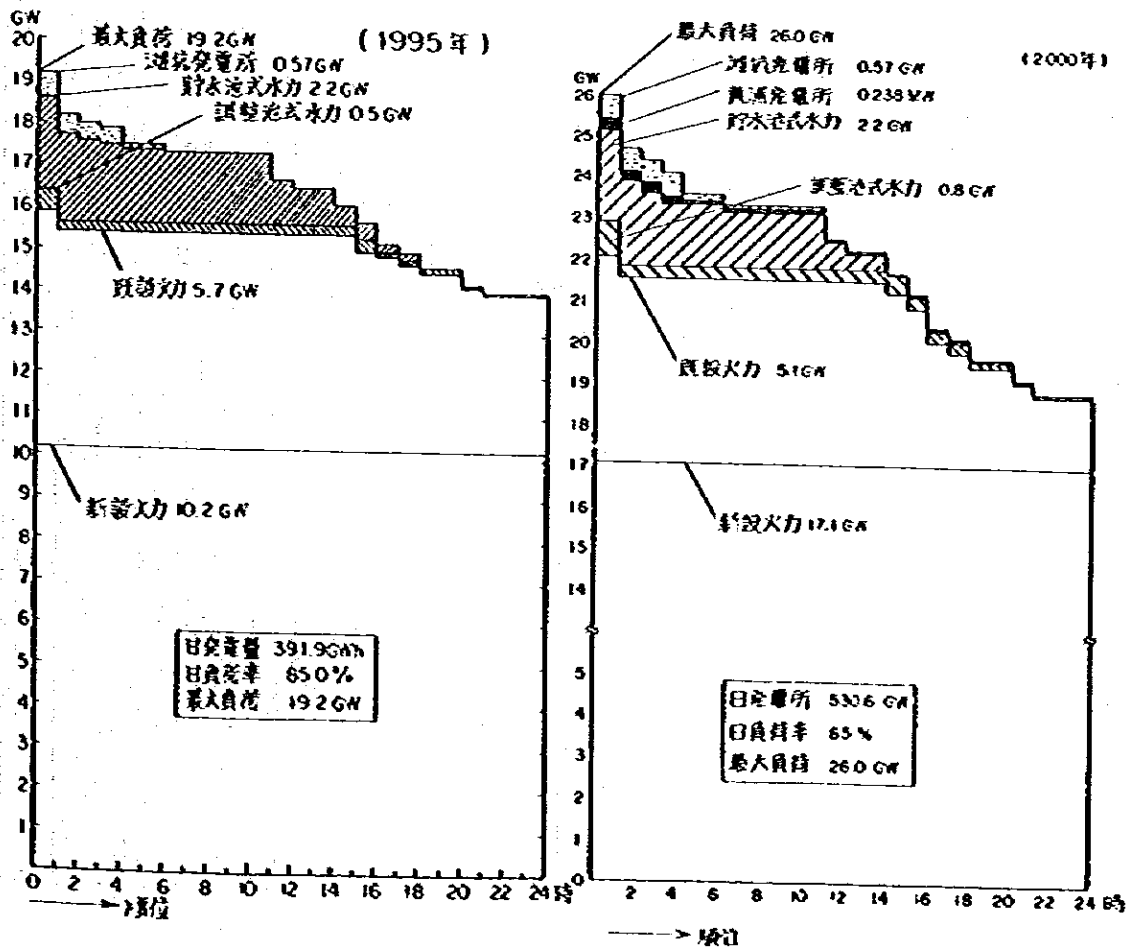
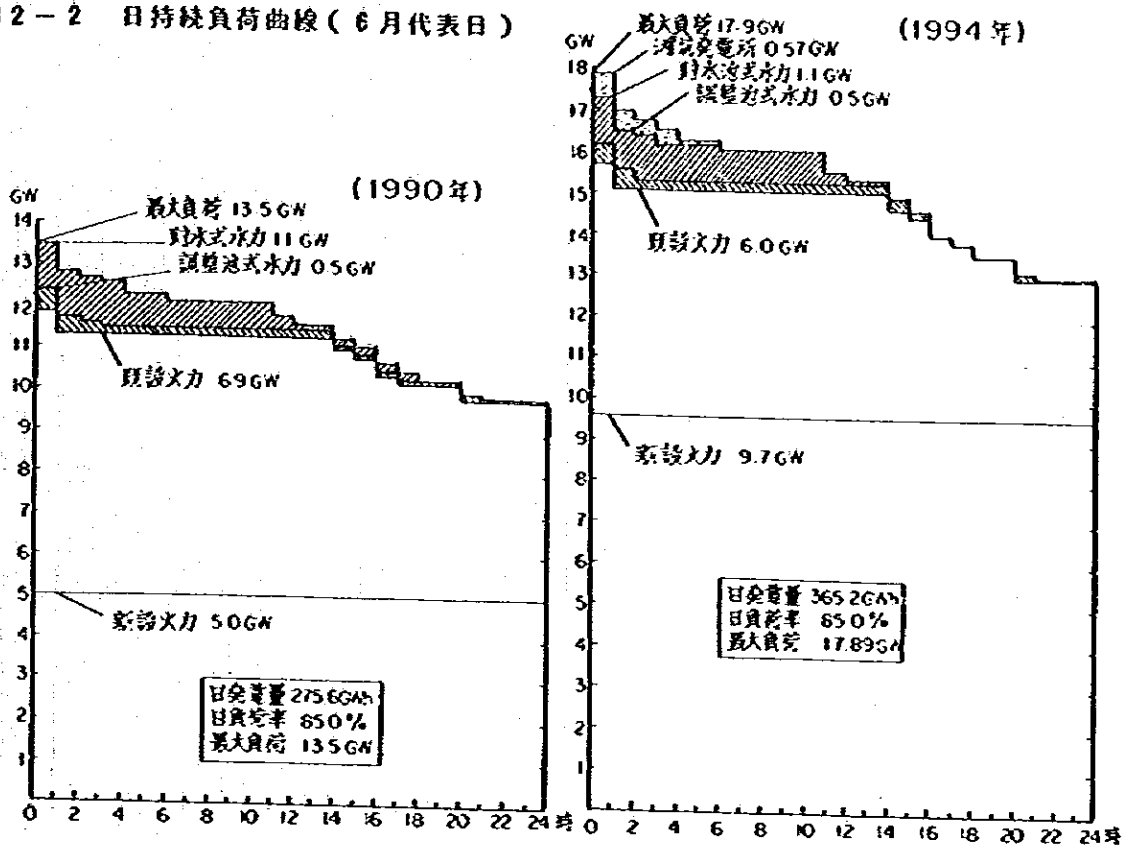


圖 2-3 日持續負荷曲線 (12月代表日)

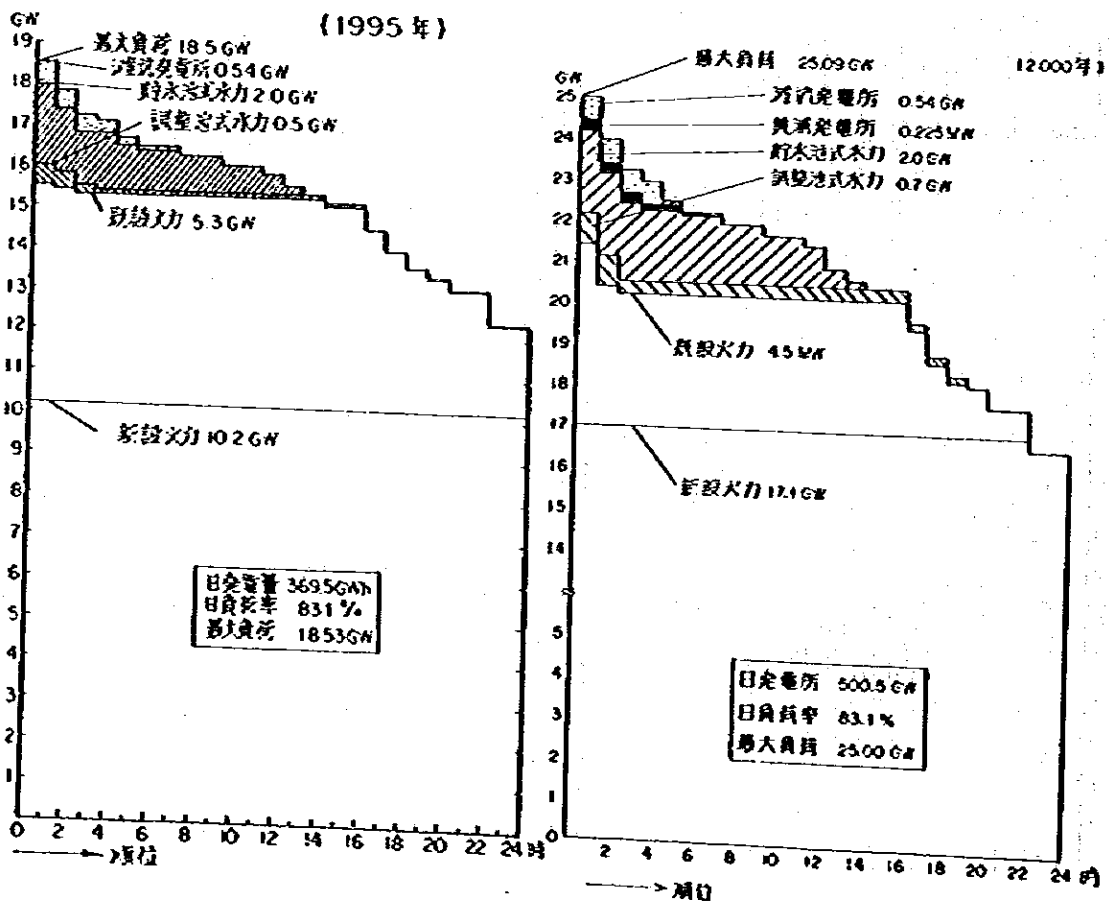
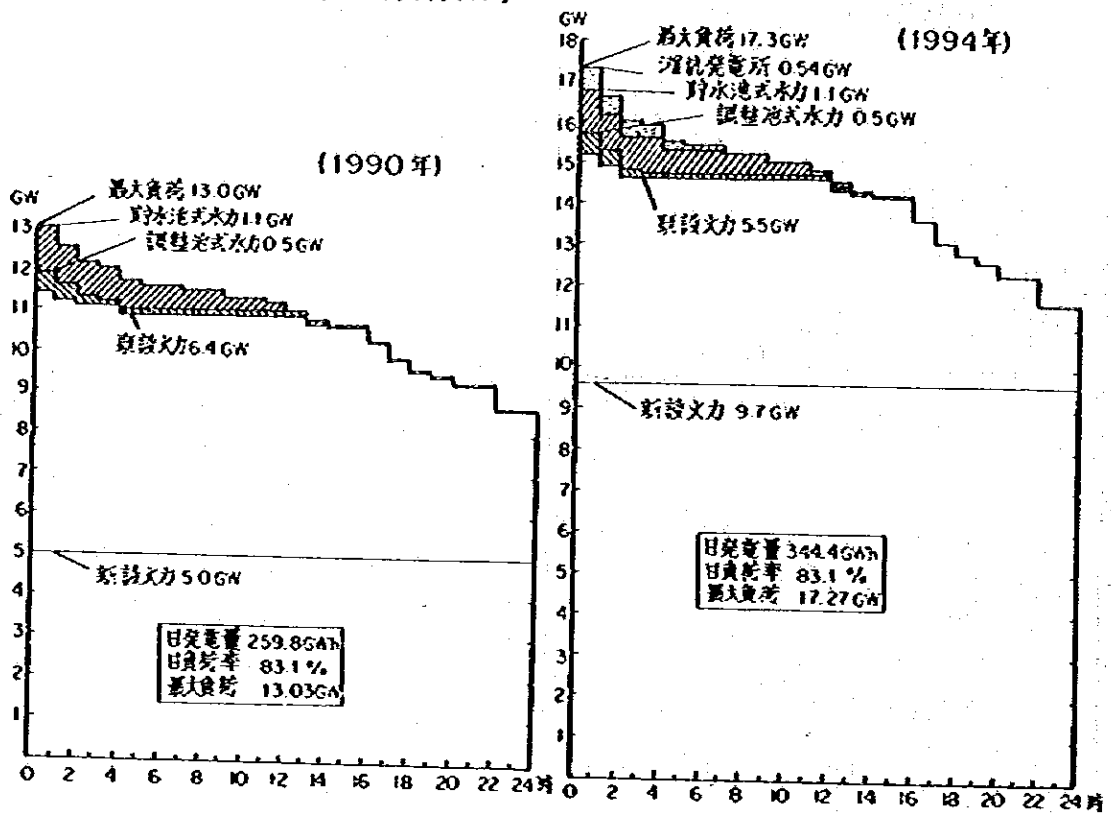


表2-1 最大電力需給計画(6月1点バランス)

年 別	最大負荷		設備出力 MW		供給能力 MW		供給予備力		需 求			
	(a) MW	対前年増加 %	水 力	火 力	計	水 力	火 力	MW (b)-(a)=(c)	% (c)/(a)	最大出力 (d) MW	(e)-(d) MW	
1982	9,320	4.5	1,344	8,269	9,613	1,277	7,690	9,967	-353	-3.8	300	-653
1983	9,740	4.5	1,344	8,969	10,313	1,277	8,341	9,618	-122	-1.3	300	-422
1984	10,180	4.5	1,344	9,569	10,913	1,277	8,899	10,176	-4	0	300	-304
1985	10,640	4.5	1,344	10,269	11,613	1,277	9,550	10,827	187	1.8	300	-113
1986	11,160	4.9	1,344	10,869	12,213	1,277	10,108	11,385	225	2.0	600	-375
1987	11,700	4.9	1,344	11,469	12,813	1,277	10,666	11,943	243	2.1	600	-357
1988	12,270	4.9	1,344	12,269	13,613	1,277	11,410	12,687	417	3.4	600	-183
1989	12,870	4.9	1,344	13,069	14,413	1,277	12,154	13,431	561	4.4	600	-39
1990	13,500	4.9	1,772	13,669	15,441	1,684	12,712	14,396	896	6.6	600	296
1991	14,480	7.3	1,772	14,869	16,641	1,684	13,828	15,512	1,032	7.1	600	432
1992	15,540	7.3	1,772	16,069	17,841	1,684	14,944	16,628	1,088	7.0	600	488
1993	16,670	7.3	1,772	17,469	19,241	1,684	16,246	17,930	1,260	7.6	600	660
1994	17,890	7.3	2,372	18,669	21,041	2,254	17,362	19,616	1,726	9.6	1,200	526
1995	19,200	7.3	3,472	19,269	22,741	3,354	17,920	21,274	2,074	10.8	1,200	874
1996	20,400	6.25	3,472	20,669	24,141	3,354	19,222	22,576	2,176	10.7	1,200	976
1997	21,680	6.25	3,472	22,169	25,641	3,354	20,617	23,971	2,291	10.6	1,200	1,091
1998	23,030	6.25	3,472	23,669	27,141	3,354	22,012	25,366	2,336	10.1	1,200	1,136
1999	24,470	6.25	3,472	25,169	28,641	3,354	23,407	26,761	2,291	9.4	1,200	1,091
2000	26,000	6.25	3,949	26,669	30,618	3,808	24,802	28,610	2,610	10.0	1,200	1,410

(注) 滝沢発電所：設備出力600MW，供給能力570MW，投入時期1994年初頭  
 火浦発電所：設備出力250MW，供給能力238MW，投入時期2000年初頭

表2-2 最大電力需給計画(12月1点バランス)

年 別	最大負荷		設備出力		MW		供給能力		MW	供給予備率 %	供給予備力 MW (b)-(a)-(c)	供給予備率 %	参 考	
	(a) MW	対前年増加 %	水力	火力	計	水力	火力	(b) 計					出力 (c) MW	(c)-(d) MW
1982	8,990	4.5	1,344	8,269	9,613	1,209	7,690	8,899	-91	-1.0	300	-391		
1983	9,390	4.5	1,344	8,969	10,313	1,209	8,341	9,618	228	2.4	300	-72		
1984	9,820	4.5	1,344	9,569	10,913	1,209	8,899	10,108	288	2.9	300	-12		
1985	10,260	4.5	1,344	10,269	11,613	1,209	9,550	10,759	499	4.9	300	199		
1986	10,760	4.9	1,344	10,869	12,213	1,209	10,108	11,317	557	5.2	600	-43		
1987	11,290	4.9	1,344	11,469	12,813	1,209	10,666	11,875	585	5.2	600	-15		
1988	11,840	4.9	1,344	12,269	13,613	1,209	11,410	12,619	779	6.6	600	179		
1989	12,420	4.9	1,344	13,069	14,413	1,209	12,154	13,363	943	7.6	600	343		
1990	13,030	4.9	1,772	13,669	15,441	1,594	12,712	14,306	1,276	9.8	600	676		
1991	13,980	7.3	1,772	14,869	16,641	1,594	13,828	15,422	1,442	10.3	600	842		
1992	15,000	7.3	1,772	16,069	17,841	1,594	14,944	16,538	1,538	10.2	600	938		
1993	16,100	7.3	1,772	17,469	19,241	1,594	16,246	17,840	1,740	10.8	600	1,140		
1994	17,270	7.3	2,372	18,669	21,041	2,134	17,362	19,496	2,226	12.9	1,200	1,026		
1995	18,530	7.3	3,472	19,269	22,741	2,994	17,920	20,914	2,384	12.9	1,200	1,184		
1996	19,690	6.25	3,472	20,669	24,141	2,994	19,222	22,216	2,526	12.8	1,200	1,326		
1997	20,920	6.25	3,472	22,169	25,641	2,994	20,617	23,611	2,691	12.8	1,200	1,491		
1998	22,230	6.25	3,472	23,669	27,141	2,994	22,012	25,006	2,776	12.5	1,200	1,576		
1999	23,620	6.25	3,472	25,169	28,641	2,994	23,407	26,401	2,781	11.8	1,200	1,581		
2000	25,090	6.25	3,949	26,669	30,618	3,424	24,802	28,226	3,136	12.5	1,200	1,936		

(注) 海防発電所：設備出力600MW、供給能力540MW、投入時期1994年初頭  
 箕浦発電所：設備出力250MW、供給能力225MW、投入時期2000年初頭

表 2-3 年間電力需求給計畫

年 別	需 要 電 力 量		年 負 荷 率		供 給 電 力 量		(參 考) 電 力 設 備 利 用 率 %				
	電 力 量 GWh	對 前 年 增 加 %	年 最 大 負 荷 MW	年 負 荷 率 %	水 力	火 力	水 力	火 力	水 力	火 力	總 合
1982	64,400	4.0	9,320	78.9	3,960	60,440	33.7	83.4	33.7	83.4	76.5
1983	67,000	4.0	9,740	78.5	3,960	63,040	33.7	80.2	33.7	80.2	74.2
1984	69,700	4.0	10,180	78.2	3,960	65,740	33.7	72.4	33.7	72.4	72.9
1985	72,500	4.0	10,640	77.8	3,960	68,540	33.7	76.2	33.7	76.2	71.3
1986	75,700	4.4	11,160	77.4	3,960	71,740	33.7	75.3	33.7	75.3	70.8
1987	79,100	4.4	11,700	77.2	3,960	75,140	33.7	74.8	33.7	74.8	70.5
1988	82,600	4.4	12,270	76.8	3,960	78,640	33.7	72.7	33.7	72.7	69.3
1989	86,200	4.4	12,870	76.5	3,960	82,240	33.7	71.8	33.7	71.8	68.3
1990	90,000	4.4	13,500	76.1	5,107	84,893	33.0	70.9	33.0	70.9	66.5
1991	95,600	6.3	14,480	75.4	5,107	90,493	33.0	69.5	33.0	69.5	65.6
1992	101,600	6.3	15,540	74.6	5,107	96,493	33.0	68.5	33.0	68.5	65.0
1993	108,000	6.3	16,670	74.0	5,107	102,893	33.0	67.2	33.0	67.2	64.1
1994	114,800	6.3	17,890	73.3	6,148	108,652	29.7	66.4	29.7	66.4	62.3
1995	122,000	6.3	19,200	72.5	9,828	112,172	32.4	66.5	32.4	66.5	61.2
1996	129,100	5.8	20,400	72.2	9,828	119,272	32.4	65.9	32.4	65.9	61.0
1997	136,600	5.8	21,680	71.9	9,828	126,772	32.4	65.3	32.4	65.3	60.8
1998	144,500	5.8	23,030	71.6	9,828	134,672	32.4	64.7	32.4	64.7	60.8
1999	152,900	5.8	24,470	71.3	9,828	143,072	32.4	64.9	32.4	64.9	60.9
2000	162,000	5.8	26,000	71.1	10,671	151,329	30.8	64.8	30.8	64.8	60.4

(注) 發電設備利用率(%) : 發電電力量 (GWh) ÷ 8760 時間 ÷ 設備出力 (MW) × 100

煤坑發電所發電量 : 1,046 GWh 黃埔發電所發電量 : 846 GWh





### 第3章 水 文



## 第 3 章 水 文

### 3.1 流域の概要

本計画地点の甌江は钱塘江（流路長410km，流域面積42,000km<sup>2</sup>）に次ぐ省内第二の大河川であり，流路長約320km，流域面積18,000km<sup>2</sup>を有する。百山祖（標高1,857m）に源を発し，初めは龍泉溪と称し，途中松陽溪，好溪等の支流を合せ，兩水盆地でそれまでの東北方面から東南方向へ向きを変えたと共に大溪と名前を変え，青田付近で本水系最大の支流である小溪を合せ，さらに甌江と名を変えて温州市で楠溪を合流させた後東支那海へ注ぐ。

流域の東および北側は1,300m～1,500m級の山々が，西および南側は1,500m～1,800m級の山々が，他流域との分水嶺をなす（図3-1）。

流域の大部分は山岳部で，山が間近に川にせまり，平地は多くない。山岳部の大半は樹木・草木によって覆われているが，古木・大木は少ない。概して地表土は薄く露出する岩盤が見られる所もある。河川断面形状を図3-2に示す。河川勾配は大溪の黄浦貯水地区域で1/1,600～1/2,000程度である。

大溪流域の発電計画としては上流より現在建設中の紫水湫計画および石塘計画がある。小溪流域に関する発電計画として，上流より大赤計画および湫坑計画がある。

### 3.2 気 候

本地域の気候は東アジアの季節風の影響を受け四季に応じた変化が見られる。

冬期は，モンゴリア付近の乾いた冷たい季節風の勢力圏内にあつて気温が低下する。南下して薄くなった寒気団の上に，ヒマラヤ山脈の南嶺を通過してきた南西季節風が押し上げて，雲の多い天気となる。

4～5月にかけて東ないし南東風が，太平洋の熱気団を吹き込むようになり，寒気団との間の寒帯前線は，広範囲な雨をもたらす，次第に降雨が多くなる。

6月には，南西季節風が赤道気団を吹き込んで熱帯前線を形成し，約1カ月間，多量の降雨をもたらす，これは俗に梅雨と呼ばれる。

南西風の北進と共に，前線は北上し，梅雨が明けて本格的な夏が訪れる。気温が上昇し，降雨は，相対的に減少する。

9月初旬頃長江北方にあつた前線（降雨帯）が南西季節風と共に南下して当流域に強い降雨をもたらす他，7～9月にかけて時々台風が上陸し激しい風と雨をもたらす。

秋は南西季節風が強化・安定し，晴の多い天気となる。

### 3.3 測水所および気象観測所

黄浦ダム流域のうち大溪流域に五里亭・均溪・石窟の3測水所，小溪流域に沙碛・大赤・半

陽・白岩（後に角跨で代替）の4測水所、ダム地点直下流に坪仁測水所の計8測水所があり、流量の他、河川水温・浮流砂量等の調査が実施されている。

別途、河川水位のみ観測する水位観測所が黄浦ダム全流域で9ヶ所あり洪水対策等の用に供されている。

雨量観測所は、流域全域に79ヶ所設置されている。

気温は、流域全域にわたり7ヶ所で、蒸発量は、白岩・景寧・青田・丽水で、湿度は白岩・青田・丽水で、降雨量・風速・風向は、青田・丽水で、雷は景寧・丽水で、気圧は青田で、それぞれ観測されている。

測水所および雨量観測所の位置を図3-3(1)に示し、観測期間を図3-3(2)、(3)に示す。

### 3.4 気 温

黄浦ダム地点の各月気温を図3-4に示す。

10ヶ年の年平均気温は18.4℃で、各月平均気温の最高は、28.9℃(7月)、最低は7.9℃(1月)である。年較差は21.0℃である。6~9月の平均気温は25℃以上で、最高気温は、40℃近くに達することもある。12、1、2月の平均気温は7~11℃であるが、最低気温は、-1~-2℃となることもある。

### 3.5 湿 度

本地域は、中国国内においても湿度の高い地域に属し、表3-1に示すように年間を通じほぼ75%程度の湿度となる。

### 3.6 蒸 発

黄浦ダム地点近傍に設置された蒸発皿(口径20cm)による観測結果は表3-2に示すとおりであり、年平均蒸発量は1,402mmである。蒸発量は気温と相関関係をもつ変動が認められ、7月に最高値200mmとなり、12~2月に最低値60~75mmを示す。広い湖面を有する貯水池を築造した場合、湖底に水没する土地・植物から大気中への蒸発が消失する一方、湖面からの蒸発が卓越する現象が認められる。これら両者の影響の度合によっては、観測された河川流量に対し、貯水池からの蒸発損失による修正を行なう必要性が考えられるので、それについて観測の検討を行なった。

湖面からの蒸発量を蒸発皿による観測値1,402mm(1971~1980年)を基礎とし、これを湖面に適用する場合の修正係数0.7を乗じて概算すると980mmとなる。一方、湖底に水没する土地・植物から大気中に蒸発していた水量を流域の水収支(降雨量と河川流量の差)から概算すると年間約590mmである。ただし、流域の降雨量として、1,560mm(表3-3に示す1964~1980年の小溪流域8ヶ所・大溪流域6ヶ所の雨量観測所の観測値より計算)、河川流量として970mm(1964~1980年の黄浦ダム地点年間流入量 $13,000 \times 10^6 \text{ m}^3$ に相当)を採用した。

ちなみに灌坑計画の検討においては、流域の水収支は530mmであって、上記計算値590mmと大差ない。貯水池築造によって洪水区域から新たに発生する蒸発量は湖面からの蒸発量980mmから、水没する土地・植物から大気中に蒸発していた水量590mmを差し引いたものである。湖面の面積を $49.4 \times 10^6 \text{ m}^2$ （満水位38m）として洪水区域から新たに発生する蒸発量を試算すると、年間 $19.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ となる。

$$(980 \text{ mm} - 590 \text{ mm}) \times 10^{-3} \times 49.4 \times 10^6 \text{ m}^2 = 19.3 \times 10^6 \text{ m}^3。$$

この量は、ダム地点の年間流入量 $13,000 \times 10^6 \text{ m}^3$ に対し0.2%と後少である。また蒸発散の多い6月から9月は、貯水池からの溢水量も多い時期であり、蒸発量が使用水量に与える影響は小さい。

以上から、貯水池からの蒸発損失量を見捨てて電力計算を行なったとしても発電計画の評価を行なう上で問題はないと判断される。

### 3.7 降 雨

黄浦ダム流域の年間降雨量は表3-3に示すとおり平均1,600mm程度である。

黄浦ダム地点圩仁観測所での年間降水日数は、平均160日である。4、5、6月の月降雨量は、160～250mmであって、この3ヶ月間に年間降雨量の40%が集中し、各年とも安定した月降雨量を記録している。このうち、6月は梅雨で年間で最も雨量の多い月である。7月～9月の月降雨量は160～230mmであるが、年による変動は大きい。この期間の降雨は熱帯前線および台風の影響が大きく、これらが発生した場合は400～500mmと大きい月降雨量を示すことがある。10月～2月の月降雨量は小さく100mm以下である。

流域内で見た場合、小溪流域内では年間降雨量は上流山岳部（賢良、官塘、湖平頭）で約1,800mmと大きく、本流沿いの低地部（沙湾、景寧、白岩、角湾）で約1,500mm前後と小さくなる傾向が認められる。

一方、大溪流域内では地域による降雨量の変化は小さく、年降雨量で1,500mm～1,700mmの範囲内に入る。

### 3.8 流量および計画に使用する流量の算定

#### 3.8.1 流量調査の経緯および方法

中国では、革命後、全国的な流量調査が開始され年とともに測定精度が向上して来た。1956年政府により流量調査基準が定められ、これに基づき流量調査が実施されている。本計画に関連する流量観測所（圩仁、白岩、角湾、石富）の流量調査方法を概括すると以下のようになる。

- ・ 河川水位；量水標により毎日測定
- ・ 河川流速；3点法により年100回以上測定

- ・河床横断測量；年3～5回，洪水前後に測定
- ・水位～流量曲線；洪水により河床変動があればその都度補正

### 3.8.2 流量調査の精度

坪仁観測所は黄浦ダム地点近傍に設置され，1950年1月1日から現在まで毎日流量調査が実施されている。坪仁測水所で観測された流量資料が良好な調査精度を持つことは，その観測設備・方法から充分予見されるところであるが，発電計画に使用する流量資料が計画の経済性評価を行なう上で重要な要素となることを考慮し，下記のとおり観測精度の検証を行なった。

大溪に設置された坪仁・五里亭・石富，小溪に設置された白岩・角苧測水所で観測された日々の流量は流域面積や降雨～流出特性による相違を示す。しかしながら，観測が良好な精度で実施されておれば，これらの流量を長期間累積したものは，ほぼ直線関係を保つと考えられる。この観点から

坪仁測水所 ～ 白岩・角苧測水所（貯水池末端）

同上 ～ 石富測水所（貯水池上流部）

同上 ～ 五里亭測水所（貯水池末端）

の Double - Mass Curve を図3-5(1)・(2)・(3)に示すように作成した。これらの図はいずれの累積流量も直線の対応関係を持つことを示し，これより4測水所とも同程度のよい精度で観測が実施されていると判断できる。

### 3.8.3 計画に使用する流量

#### (1) ダム地点流量の算定方法

黄浦ダム完成時には，上流に緊水滝ダムおよび滝坑ダムが既に完成しており，黄浦ダム地点の流量はこれら両ダムによる運開後の流出量に残流域の流量（以下残流量と称す）を加えたものとなる。計画に使用する黄浦貯水池流入量は，1952年～1980年の29ヶ年で下記に示す方法により計算した。計算は，流入量に対して貯水池規模が小さいので日単位で行なった。

流量資料の作成方法

地点名	流域面積 km <sup>2</sup>	自然河川状態	緊水滝および滝坑 ダム完成後
緊水滝ダム	2,761	①=坪仁・石富測水所流量の流域比換算	⑤=緊水滝計画のダム流出量 (中国提供資料 1951~1976年 調査期追加 1976~1980年)
滝坑ダム	3,321	②=白岩・角秀測水所流量の流域比換算	⑥=滝坑計画のダム流出量
残流域	7,363	③=(坪仁測水所流量の流域比換算)×補正係数	⑦=③
黄浦ダム計	13,445	④=坪仁測水所(13,508km <sup>2</sup> ) 流量の流域比換算	⑧=黄浦ダム流入量 =⑤+⑥+⑦

残流量の算定にあたっては補正係数(0.9405)を使用した。その理由は以下のとおりである。

上記の①、②および④の年平均流量はそれぞれ

①=94.6 m<sup>3</sup>/s, ②=121.0 m<sup>3</sup>/s, ④=444.6 m<sup>3</sup>/sで、これから年平均残流量③は、229.0 m<sup>3</sup>/s (=④-①-②)となる。

一方、③を坪仁測水所の流域比換算から算出すると、

243.5 m<sup>3</sup>/s (=444.6 m<sup>3</sup>/s × 7,363 km<sup>2</sup>/13,445 km<sup>2</sup>)であり、上記の229.0 m<sup>3</sup>/sより大きな値となる。従って残流量③を坪仁測水所からの流域比換算で求める場合、水収支を考慮して補正係数0.9405 (=229.0/243.5)を採用した。以上の算定式によって求めた黄浦ダム地点流入量の月平均値は、表3-4に示すとおりである。

(2) 貯水池流入量の特性

本計画の上流には緊水滝計画・滝坑計画がある。これらの計画完成後の本計画地点における流入量の特性は次のとおりである(図3-6(II), 表3-4参照)。流域面積13,445 km<sup>2</sup>の黄浦貯水池への29ヶ年平均年間総流入量は141億m<sup>3</sup>である。29ヶ年のうち最豊水年と最渇水年の年間総流入量の比は約2.7であって年による変動が著しい。

	年間総流入量 (億m <sup>3</sup> )	平均日流量 (m <sup>3</sup> /s)
1952 ~ 1980年の29ヶ年平均	141	447
最豊水年 (1975年)	219	694
最渇水年 (1979年)	80	253



年間においては、3月～9月は豊水期で10月～2月は渇水期である。豊水期と渇水期の平均日流量の比は約2.4となり、顕著な季節変動が見られる。なお灌漑計画のそれ(=4.2)に比べて小さいのは、上流に澁坑ダム、緊水澁ダムがあり、これらによる流量調節の影響と考えられる。

	期間流入量 (億 $m^3$ )	平均日流量 ( $m^3/s$ )
豊水期(3～9月の7ヶ月間)	109	590
渇水期(10～2月の5ヶ月間)	32	245

梅雨である6月には年間最大の流入量(平均日流量 $937 m^3/s$ )が発生する。7月～9月の流入量は不安定で、時々渇水も見られ季節風による強い前線の発達および台風の上陸のある年は大洪水がある。10月～2月の流量は各年とも少ないが安定している。

貯水池流入量の長期にわたる変動特性を把握することが発電計画の検討に不可欠となる。(流入量-平均流入量)の経年累積値は図3-6(2)に示すとおりである。図より豊水で流入量が平均流入量を上回る場合は上向き曲線となり、逆に渇水で流入量が平均流入量を下回る場合は下向き曲線となってそれらの変動はあたかも様々な周期を持つ波が合成された不規則波の様相を呈する。この流入量の変動を統計解析(Spectrum解析)すると、1年を周期とする変動の他、7～8年を周期とする長期的変動が認められる(図3-6(3))。これは、図3-6(2)において1954～1962年の8ヶ年、1962～1970年の8ヶ年、1970～1976年の7ヶ年が対応している。

### (3) 緊水澁・澁坑・黄浦計画の完成に伴う流況の変化

緊水澁・澁坑・黄浦計画の完成による黄浦ダム地点の流況の変化を図3-7に示す。図3-7より黄浦ダム地点の流況は緊水澁・澁坑の両ダムの完成により70日流量(約 $600 m^3/s$ )以上の流量が貯留され、それ以下の流量の日に補給するように改善されていることがわかり、その改善効果は顕著である。また、黄浦ダムの完成により黄浦ダム流出量の流況は60日流量(約 $650 m^3/s$ )から240日流量(約 $210 m^3/s$ )の流量の日に貯留され、それ以下の日に補給するように改善されている。しかしながら、その改善効果は小さい。これは、黄浦ダムの有効貯水容量が年間流入量に対して1.3%で流量調節効果が小さいためである。

また、発電計画の策定上重要な要素である90%確率の流量についてみると、次のとおりである。

年平均流量および90%確率流量

(単位:  $m^3/s$ )

地点名	流域面積 $km^2$	自然河川状態		ダム完成後 ダム流出量	
		年平均値	90%確率値	年平均値	90%確率値
緊水滝ダム	2,761	94.6	8.4	97.0	19.0
滝坑ダム	3,321	121.0	9.8	121.0	92.3
残流域	7,363	229.0	17.4	229.0	17.4
黄浦ダム	13,445	444.6	33.8	447.0	(流入量163.7) 183.3

注1) 90%確率値は各地点で発生年月日が異なるため、緊水滝ダム流出量と滝坑ダム流出量および残流域流量を加えたものは黄浦ダム流入量とはならない。

注2) 緊水滝ダムの年平均値が若干異なるのは、ダム完成後ダム流出量を中国側資料と調査団資料の合成によって作成したため。

緊水滝ダム・滝坑ダム完成後の黄浦ダムの流入量の状況は改善され、90%確率値  $163.7 m^3/s$  は両ダム完成前の  $33.8 m^3/s$  に比較して約5倍となっている。

黄浦ダム完成後の黄浦ダムからの流出量の90%確率値  $183.3 m^3/s$  は、黄浦ダム完成前の  $163.7 m^3/s$  に比較して12%増となる。

### 3.9 貯水池の堆砂

- 一般的貯水池堆砂の大きな問題としては、堆砂面上流への発達に伴う貯水池末端付近での河床の上昇およびそれに伴う洪水位の上昇などがある。黄浦ダム上流には人口5万人を有する雨水(図3-2参照)があり、ダムを計画するにあたっては、雨水に対する影響を考慮する必要がある。

このため、河床変動解析を行い、ダム築造によって河床(特に貯水池末端付近)にどのような影響があるかをダム築造前後の解析結果を比較することによって検討する。

- 解析に用いる堆砂関連の資料は、中国側から提供のあった以下のものである。
  - ・ 流量と浮流砂濃度の関係(坪仁地点)
  - ・ 浮流砂の平均粒度分布(坪仁地点)
  - ・ 河床砂礫粒度分布(黄浦ダム付近)
  - ・ 実測河床横断面(黄浦ダムより上流61.6kmまで断面数52; 1976年および1981年測量)

このうち実測河床横断面の資料には、自然河道の変動状況を把握できるものがなく、精度の高い変動解析を行うには不十分であるが、上記資料をもって河床変動の概略予測および変動傾向を見ることは可能である。

- ・ 「第6章 開発計画」に述べる様に、満水位は経済性から標高38mが有利であるとの結論を得ているので、この項のダム築造後の検討では満水位は38mとした。河床変動による洪水水位上昇の検討は「第6章, 6・5」に、また河床変動解析の詳細は付録3・1に記載されている。
  - ・ 河床変動解析はダム築造前(自然河川)、築造直後および洪水吐クレスト(標高18m)まで湧砂した状態(以下湧砂状態と称す)について、代表的洪水波形(既往最大)をもとにそれぞれ種率年5年および20年洪水をピーク流量とする波形に変換した洪水が流下するとして行った。築造直後および湧砂状態の2案について検討した理由は、ダム築造後20～30年時点の河床はこの2案の間にあると考えられるので、この2案を検討すれば終局の目的である背水影響度の評価に支障ないと思量できるからである。
- 以上の条件の下に行った解析の結果から次のことが言える。
- ・ ダム地点上流32km～43km付近には、ダム築造直後堆積傾向が見られる。この区間は湧砂状態でもほぼ同様な変動傾向が見られることから堆積傾向に支配的な区間と考えられる。この区間は川幅が広がり、大きな支川の流入する所に位置している。
  - ・ ダム上流45km～50km付近より上流は、ダム築造直後および湧砂状態のいずれについても、自然河道の変動結果とほぼ同じであり、ダム築造による影響は見られない。また、一般に問題となる貯水池末端付近での堆砂面の発達や堆砂段丘の形成は見られない。
  - ・ 以上から黄浦ダム(満水位38m)築造による貯水池末端付近での河床の上昇は起らないものと予想される。
  - ・ しかしながら、計算の対象とした区間より上流には、土砂の供給が多いと推定される好溪が流入しており、大溪との合流点付近から瀕水にかけては洪水時に氾濫しやすい地形を呈している。この付近の土砂堆積状況いかんによっては、ダム築造による影響が瀕水に及ぶことも考えられるので、今後、この付近の河道の変動状況および好溪からの土砂供給の状況を調査する必要がある。また計算精度の向上を図るため河道全体について洪水前後の河床の変動状況を調査する必要がある。

### 3.10 洪水解析

黄浦発電所の社会・経済面の重要性を勘案し、当ダムならびに洪水吐の設計対象洪水として可能最大洪水量PMF(Probable Maximum Flood)を採用する。

#### 3.10.1 可能最大降雨量PMP(Probable Maximum Precipitation)

(i) 最大12時間経続露点温度(Maximum 12-hour Persisting Dew Point)

黄浦流域内の瀕水における1960～1980年の日平均気温と日平均絶対湿度より平均露点温度を算出して使用した。

しかし、観測期間が短いため、4～9月の各月を上、中、下旬に分け各年の最大露点温度とそれから求まる100年確率値とを勘案して包絡線を作製した(図3-8(1))。

ただし、麗水の標高が50m程度であるので、1,000mbへの修正は行っていない。

(2) 可降雨量 (Precipitable Water)

(1)で求めた包絡線をもとに、U.S. Weather Bureauで作製した計算図表より、対応する可降雨量の包絡線が求まる(図3-8(2))。

この値は、流域前面の山脈の平均標高約1,000mから200mbの上空までのものである。

(3) 最大24時間平均風速 (Maximum 24-hour Average Wind Speed)

1971～1980年における麗水の日平均風速より、各年の最大日平均風速とそれから求まる50年確率値とを勘案して包絡線を作成した(図3-8(3))。

ただし、東～南方向からの風に限定した。

(4) 最大水蒸気流入指標 (Maximum Moisture Inflow Index)

(2)で求めた可降雨量の包絡線と(3)で求めた最大日平均風速の包絡線を乗じると最大水蒸気流入指標の包絡線が求まる(図3-8(4))。

(5) 実際の洪水時の水蒸気流入指標とPMP

1971～1980年の間の実際の洪水の8個の水蒸気流入指標を求めた。

極大化率 (Maximizing Factor) は次に示す式により求めその極大化率と流域雨量を乗じた。

$$\text{極大化率} = \frac{\text{最大水蒸気流入指標}}{\text{水蒸気流入指標}}$$

黄浦地点の設計対象PMPを求めるために上記8個の洪水のそれぞれの極大化率を考慮した累加PMPを検討した(次表)。

この結果、1974年6月13日～19日の洪水に対応するPMPを採用することが適切であることが、判明した(図3-9)。

ただし、流域雨量は角湾(白岩)、沙湾、夏庄、横坪、景寧、湖平頭、官塘、賢良、龍泉、沈村、遂昌、五里亭、壺鎮、封仁での日雨量資料よりThiessen法により算出した。

### 各洪水時の累加PMP

洪水	極大化率	累加PMP (mm)		
		1日	3日	7日
1971. 9. 21 ~ 26	4.03	290	350	350
1972. 8. 16 ~ 22	2.61	160	260	300
1974. 6. 13 ~ 19	4.42	390	700	1,000
1976. 6. 1 ~ 7	2.86	260	410	460
1977. 6. 17 ~ 23	3.47	140	310	530
1978. 4. 19 ~ 25	2.72	80	160	210
1979. 5. 26 ~ 6. 1	5.97	240	300	320
1980. 4. 23 ~ 29	5.49	230	420	820

#### 3.10.2 可能最大洪水量PMP

黄浦地点における過去21個の洪水時の流域日雨量と日流出量の資料より統計的(線形解析法)に処理して、単位雨量(1mm/日)に対する降雨開始日以降の各日の流出量を求めた(図3-10)。

上記の1974年6月13日~19日より求めたPMPと単位雨量に対する各日の流出量を組合せ、過去の洪水流出波形等を考慮して黄浦地点のPMPを決定した(図3-11)。

尖頭流量  $54,000 \text{ m}^3/\text{s}$

全洪水量  $1.34 \times 10^{10} \text{ m}^3$

#### 3.11 確率洪水尖頭流量

工期期間中の洪水量およびダム完成後の洪水の上流への影響等を検討するために必要な確率洪水尖頭流量を下記の表に示す。

ただし、計算に用いた流量は1951年~1980年の30年間に丹仁測水所において観測された年最大尖頭流量である。

また、計算方式は対数ピアソンIII型分布による。

### 確率洪水尖頭流量

確率洪水年(年)	確率洪水尖頭流量 (m <sup>3</sup> /s)
1,000	35,800
200	28,700
100	25,800
50	23,000
20	19,300
10	16,600
5	13,700
2	9,610

#### 3.12 洪水予測システム

予備放流方式を含めた効率的貯水池運用を図るために黄浦貯水池への洪水予測システムを早期に確立することが重要であると思われる。

洪水予測システムは

- ・雨量観測所(ロボット雨量計)
- ・水位-流量観測所(テレメータシステム)
- ・気象観測所
- ・データ収集、解析およびダム操作、情報伝達等の指令を統合して行なう管制組織
- ・各観測所より管制組織に常時安定したデータを伝送し、また遅滞ない指令等が可能な通信網より構成される。

雨量観測所(気象観測所)および水位-流量観測所の配置は現状(図3-3(II))で充分であると判断されるが、正確かつ迅速なる予測を行なうためには、ロボット雨量計の設置、テレメータシステム、管制組織および通信網の一貫した整備が望まれる。

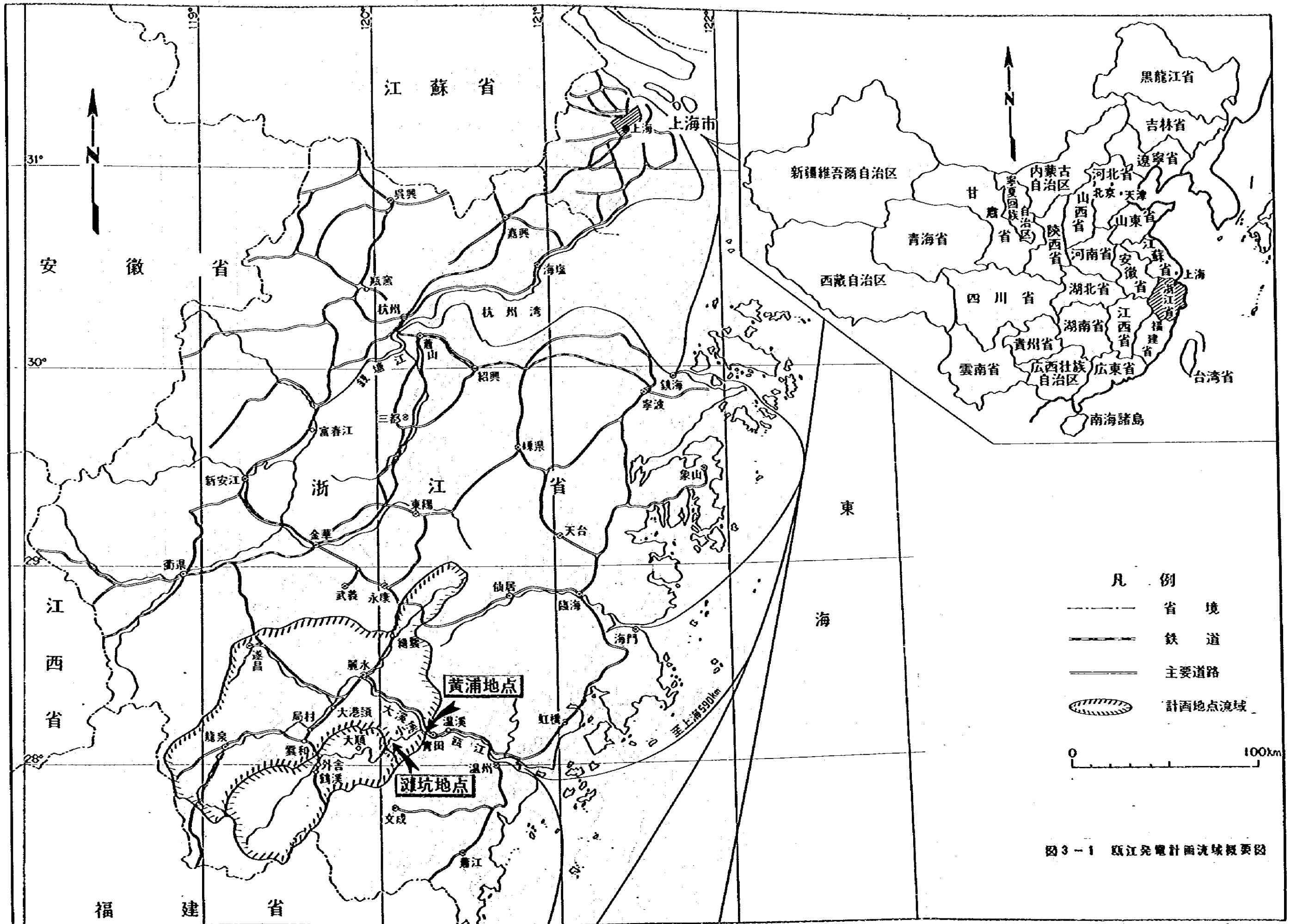
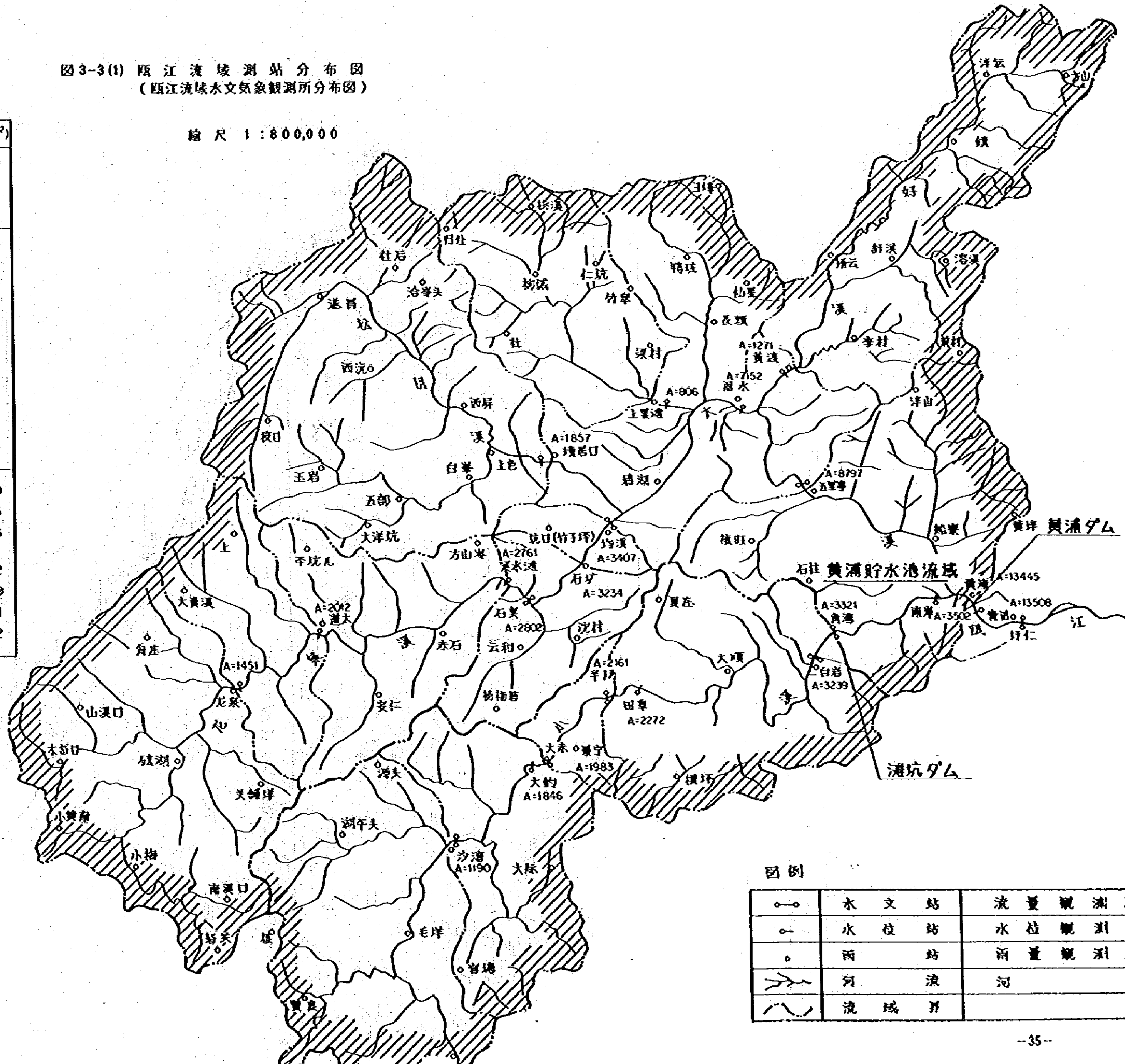


图3-1 瓯江发电计划流域概要图

图3-3(1) 瓯江流域测站分布图  
(瓯江流域水文气象观测所分布图)

缩尺 1:800,000

观测所		集水面积(km <sup>2</sup> )
瓯江本流	黄畚 浦田仁	13,445
	黄畚 浦田仁	13,508
大溪	龙道聚水	1,451
	泉太滩	2,012
	石均塘	2,761
	石均塘	2,802
	石均塘	3,234
	石均塘	3,407
	石均塘	1,857
	石均塘	806
	石均塘	7,152
	石均塘	1,271
小溪	沙大	1,190
	沙大	1,846
	沙大	1,983
	沙大	2,161
	沙大	2,272
	沙大	3,239
	沙大	3,321
	沙大	3,502



图例

○	水文站	流量观测所
□	水位站	水位观测所
●	雨量站	雨量观测所
~	河流	河川
- - -	流域界	





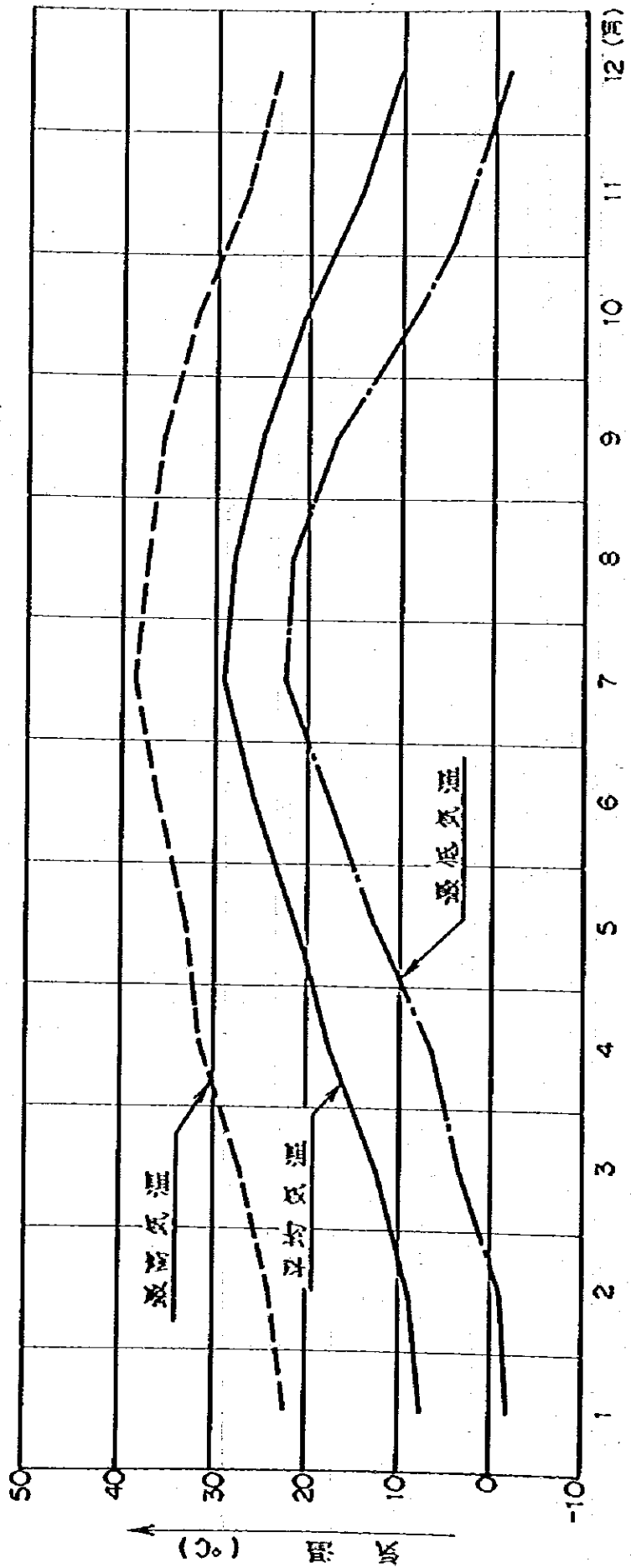
圖 3-3(2) 所 測 水 利 所 觀 測 期 間

測水所名	年次	'50	'51	'52	'53	'54	'55	'56	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	'66	'67	'68	'69	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80
水 仁 (CA = 13,508 km)																																
五 里 亭 (CA = 8,979 km)																																
石 碇 (CA = 2,802 km)																																

圖 3-3 (3) 雨量觀測期所觀測期間

觀測所名	年次	1950	'51	'52	'53	'54	'55	'56	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	'66	'67	'68	'69	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	
共	仁																																
水	田																																
外	野																																

图3-4 黄浦夕山地点各月气温(管田地点)



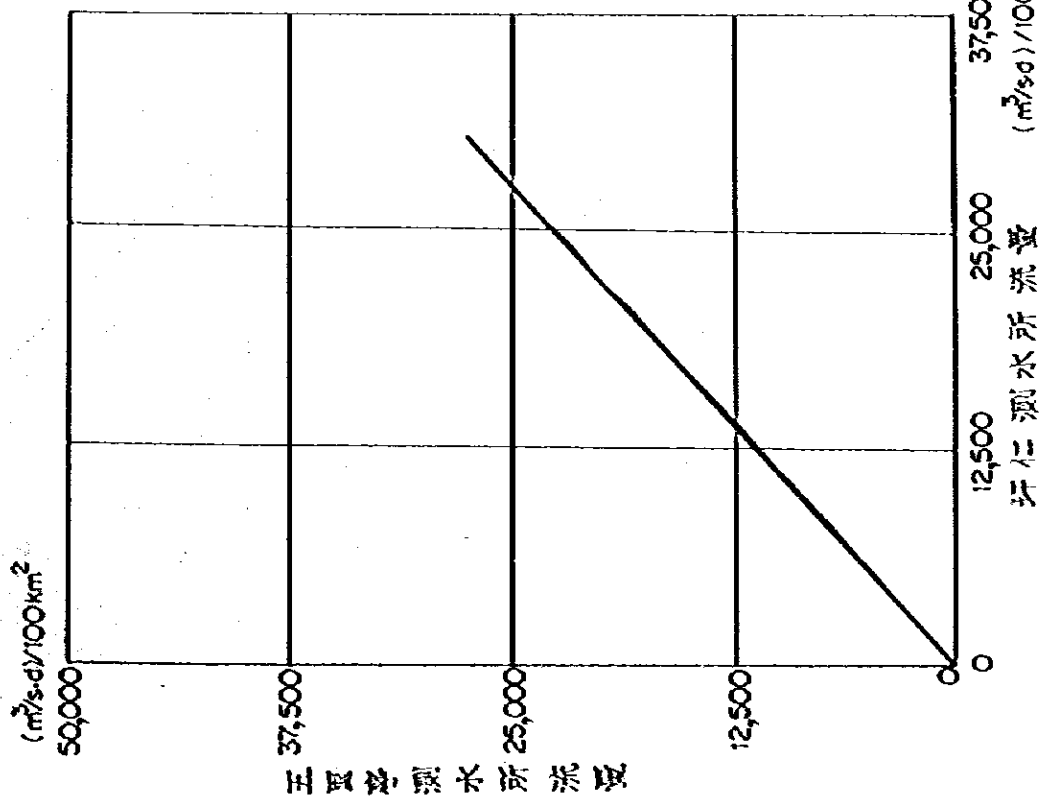
黄浦夕山地点各月气温统计表 (1971~1980年)

单位: °C

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
平均	7.9	8.8	12.2	17.5	21.4	25.6	28.9	28.0	25.1	20.5	14.5	10.3	18.4
最高	22.1	24.0	27.0	31.5	32.9	36.1	38.6	37.6	35.4	32.5	26.9	23.5	38.6
最低	-1.9	-1.1	3.4	6.8	12.8	17.5	22.4	22.0	17.2	8.8	2.8	-1.2	-1.9

図 3 - 5 (1) 汗仁と五風本の流量相関

( Double - Mass Curve )



注)  $1 (m³/s·d) = 1 m³/s \times 24 時間 \times 3,600 秒 = 86,400 m³$

図 3 - 5 (2) 汗仁と白岩・魚渡の流量相関

( Double - Mass Curve )

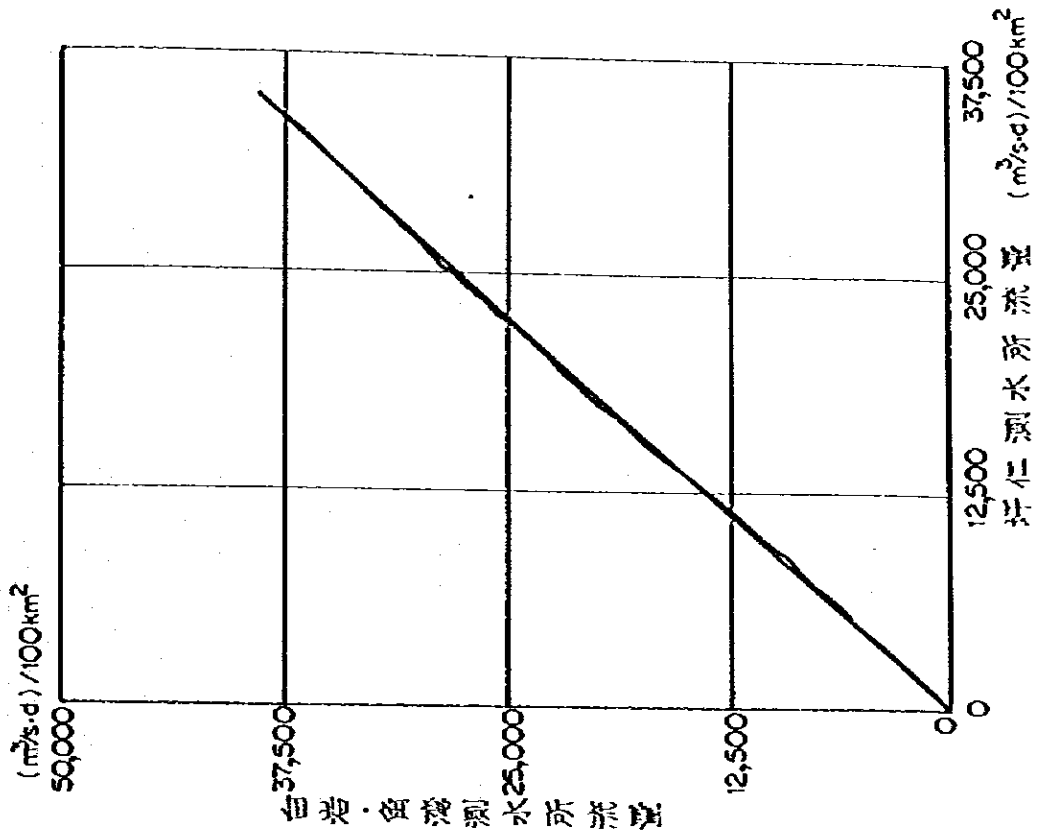


図 3-5(3) 坪仁と石富の流量相関

( Double - Mass Curve )

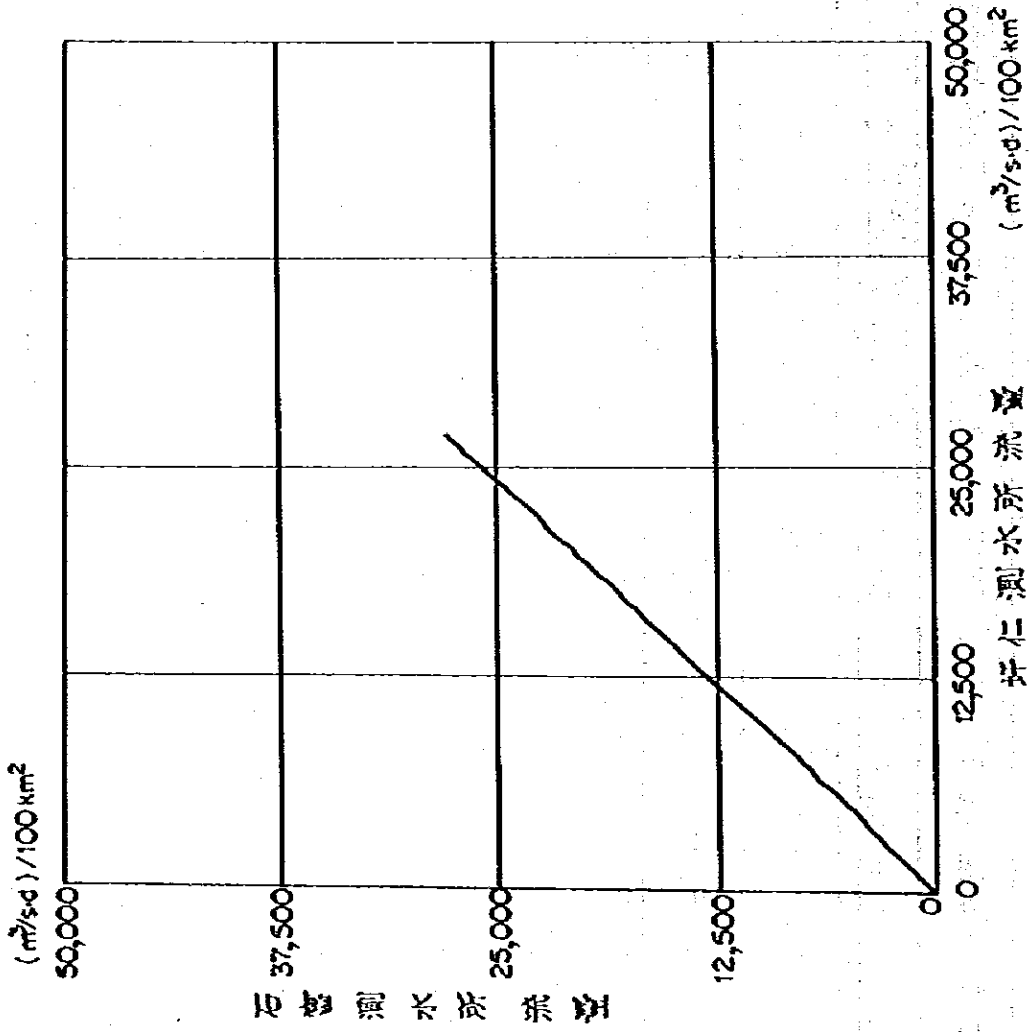
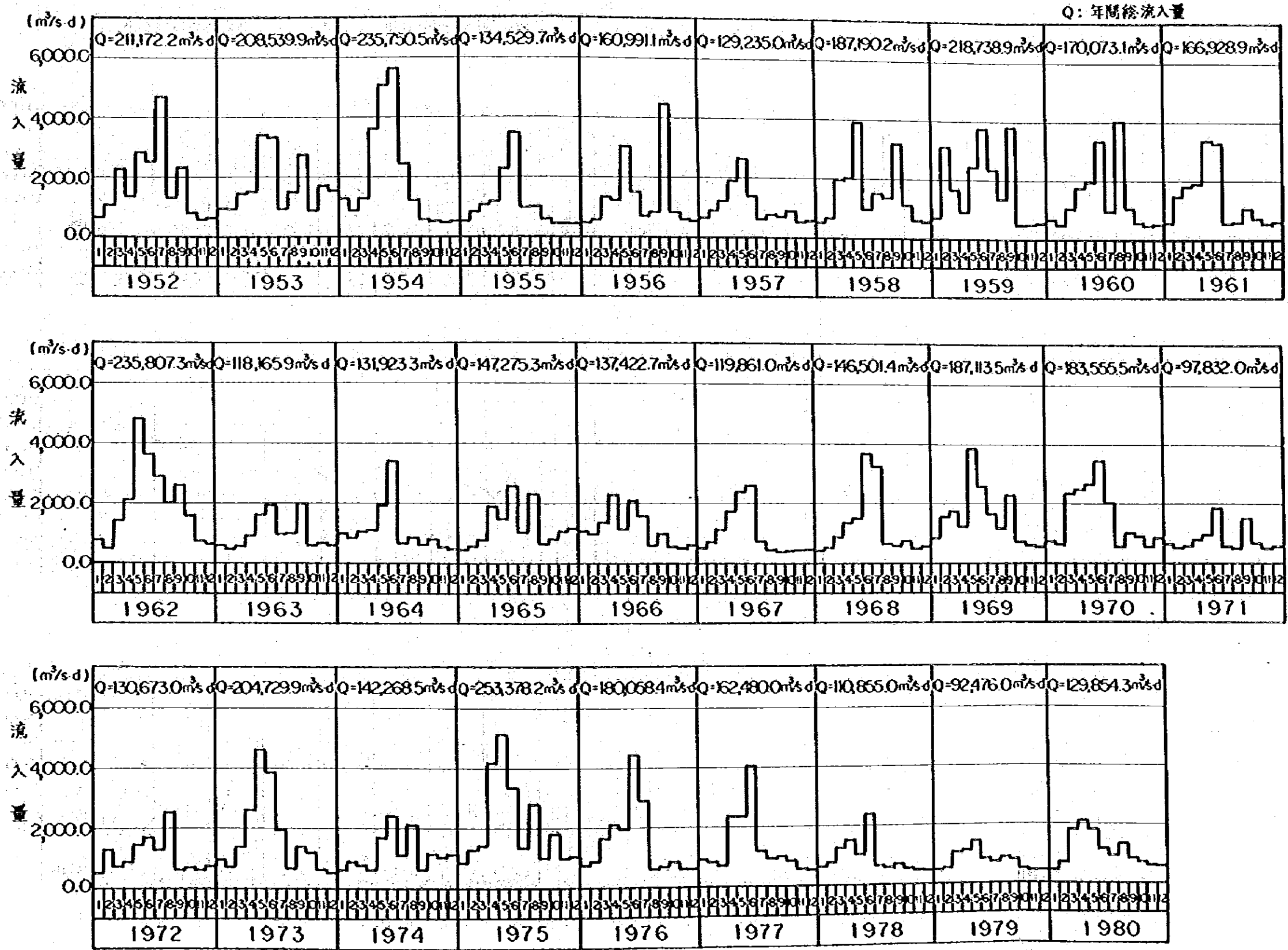


圖3-6(II) 黃浦貯水池各月流入量



注)  $1 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{d} = 1 \text{ m}^3/\text{s} \times 24 \text{ 時間} \times 3,600 \text{ 秒} = 86,400 \text{ m}^3$

図3-6(2) 黄浦貯水池流入量(日平均流入量-計算期間平均流入量)の累積値

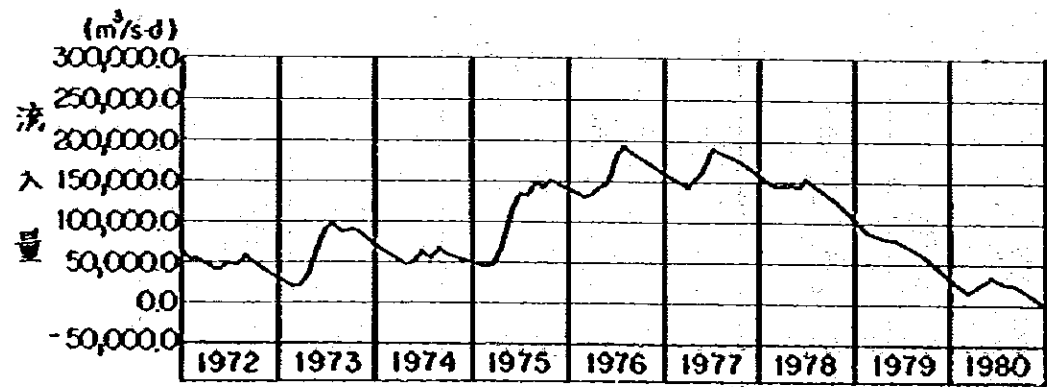
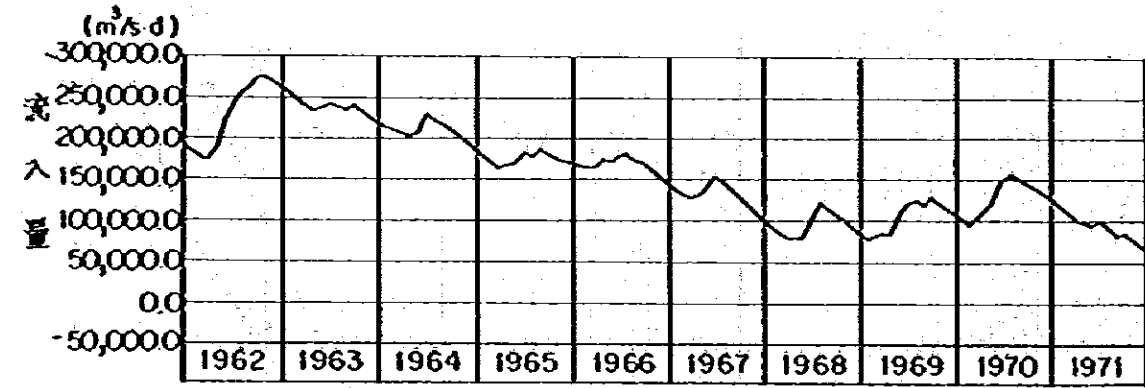
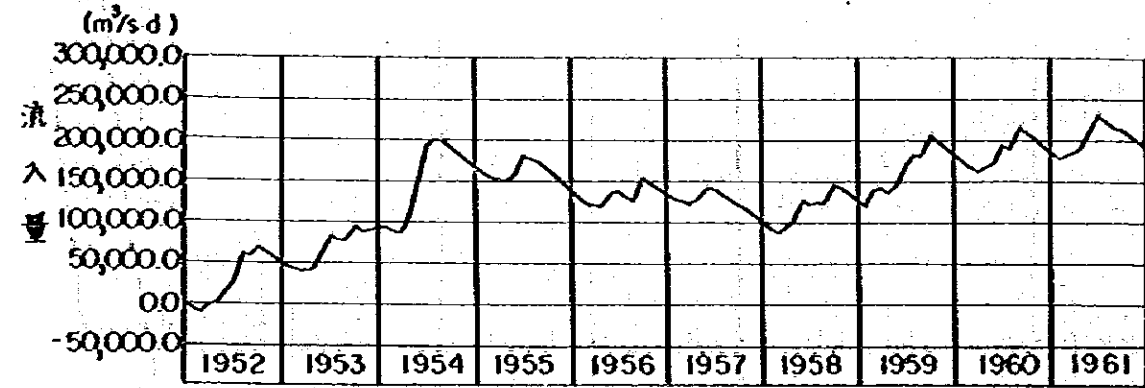


図3-6(3) 黄浦貯水池流入量の周期(Spectrum解析)

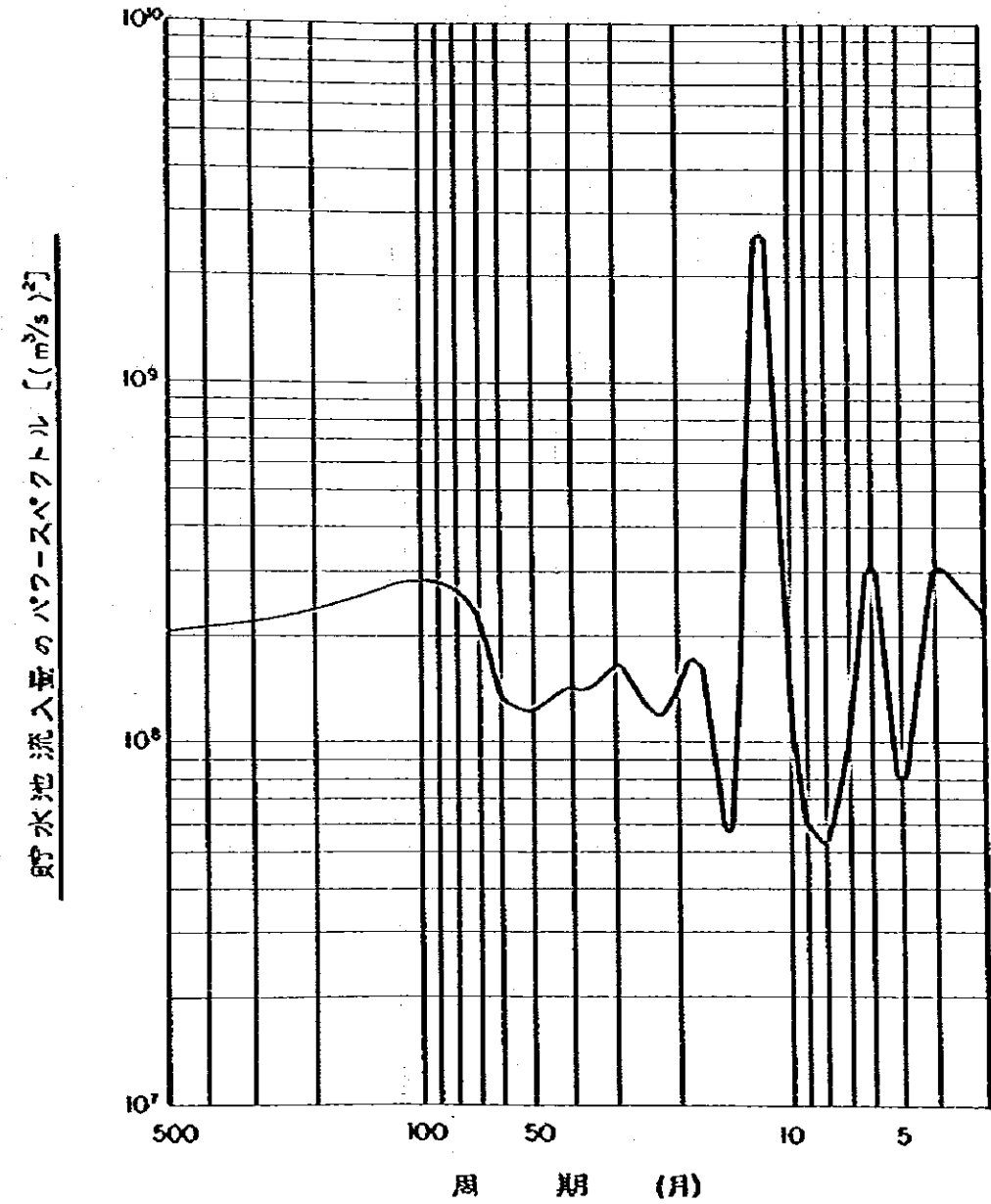
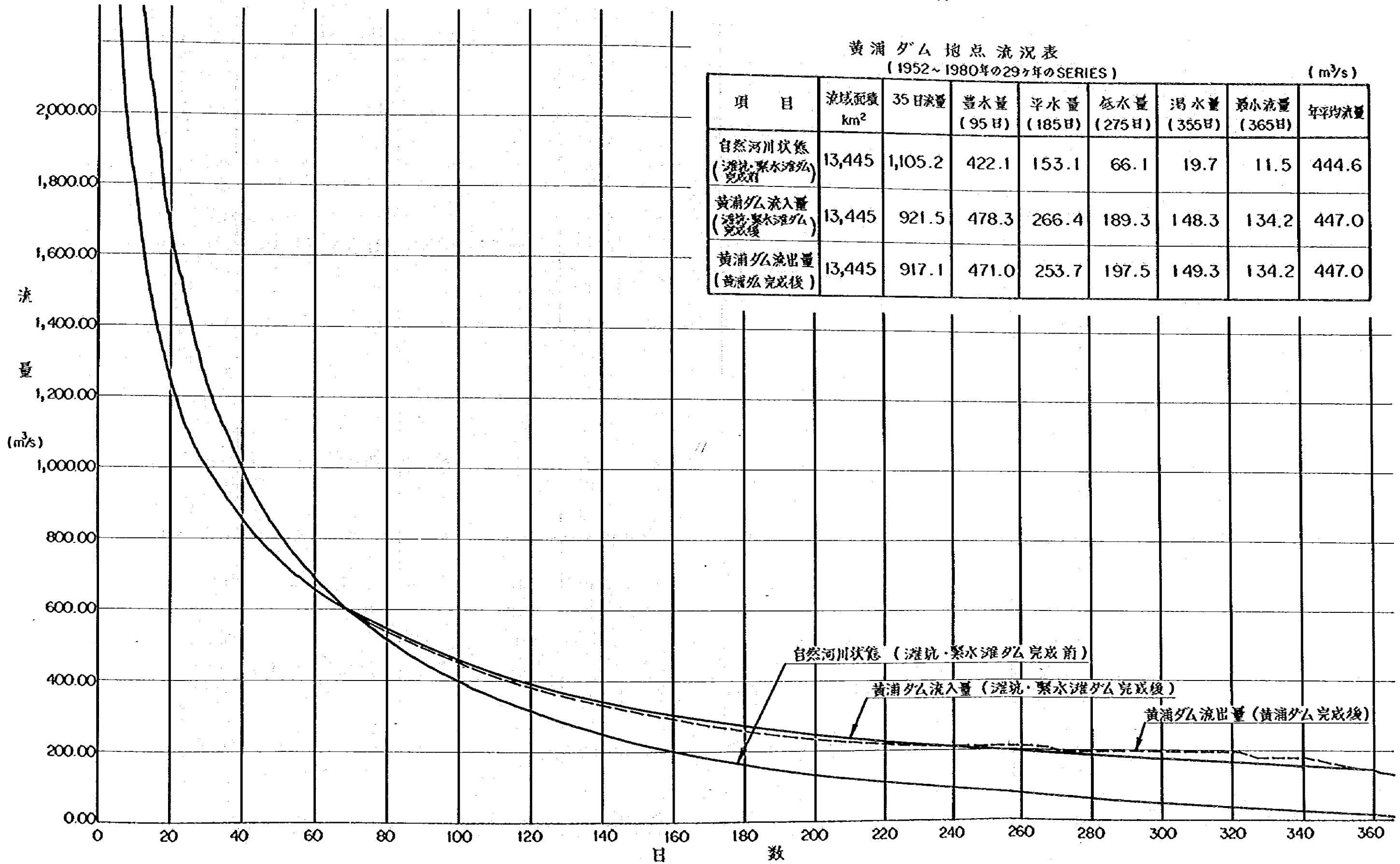




図3-7 黄浦ダム地点流況図(1952~1980年のSERIES)



黄浦ダム地点流況表  
(1952~1980年の29ヶ年のSERIES)

項目	流域面積 km <sup>2</sup>	35日流量	豊水量 (95日)	平水量 (185日)	低水量 (275日)	渇水量 (355日)	最小流量 (365日)	年平均流量
自然河川状態 (灌漑・緊水堰ダム 完成前)	13,445	1,105.2	422.1	153.1	66.1	19.7	11.5	444.6
黄浦ダム流入量 (灌漑・緊水堰ダム 完成後)	13,445	921.5	478.3	266.4	189.3	148.3	134.2	447.0
黄浦ダム流出量 (黄浦ダム完成後)	13,445	917.1	471.0	253.7	197.5	149.3	134.2	447.0

図3-8 最大水蒸気流入指標の季節変化

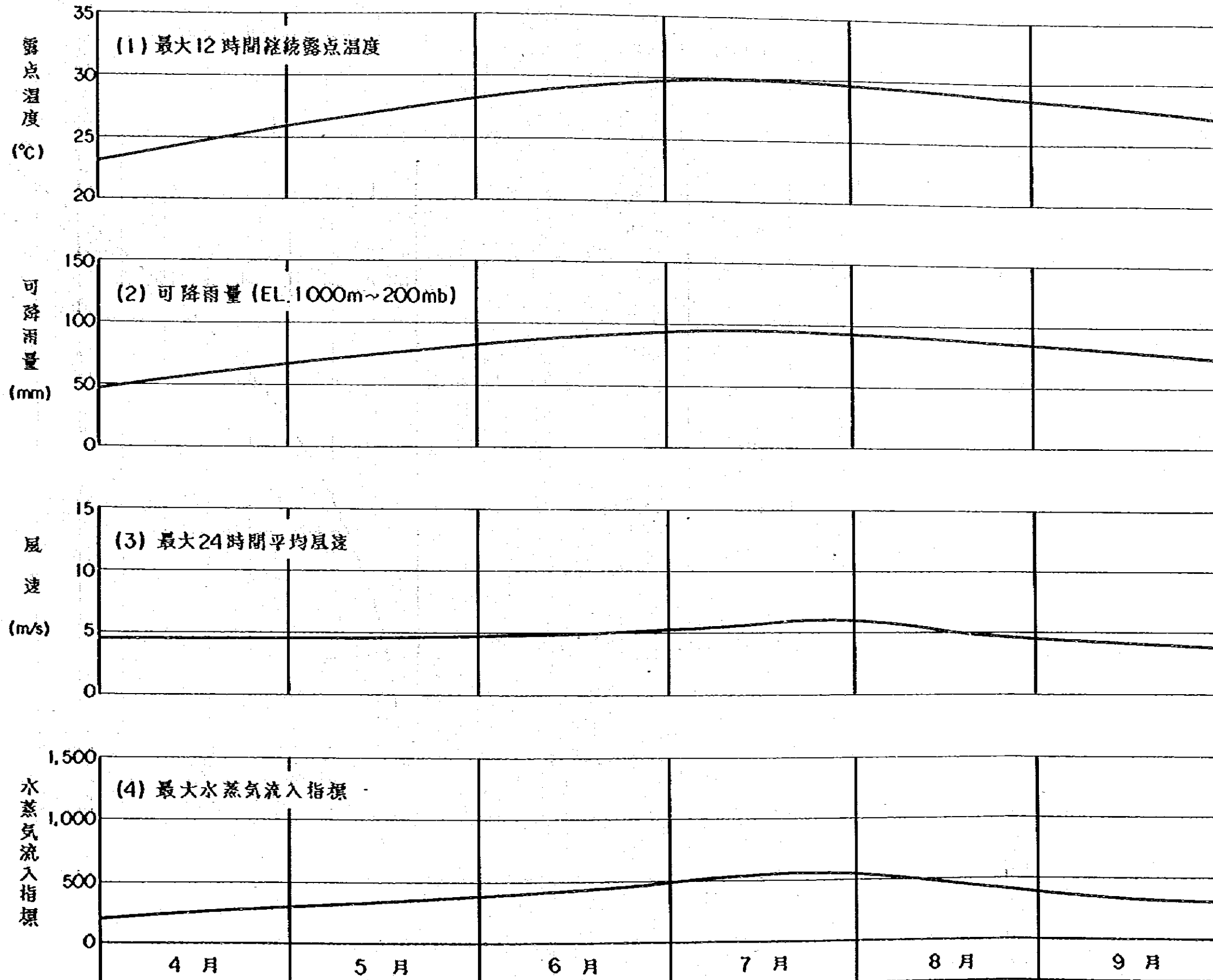




図 3 - 9 黄瀬地点における累加可能最大降雨量

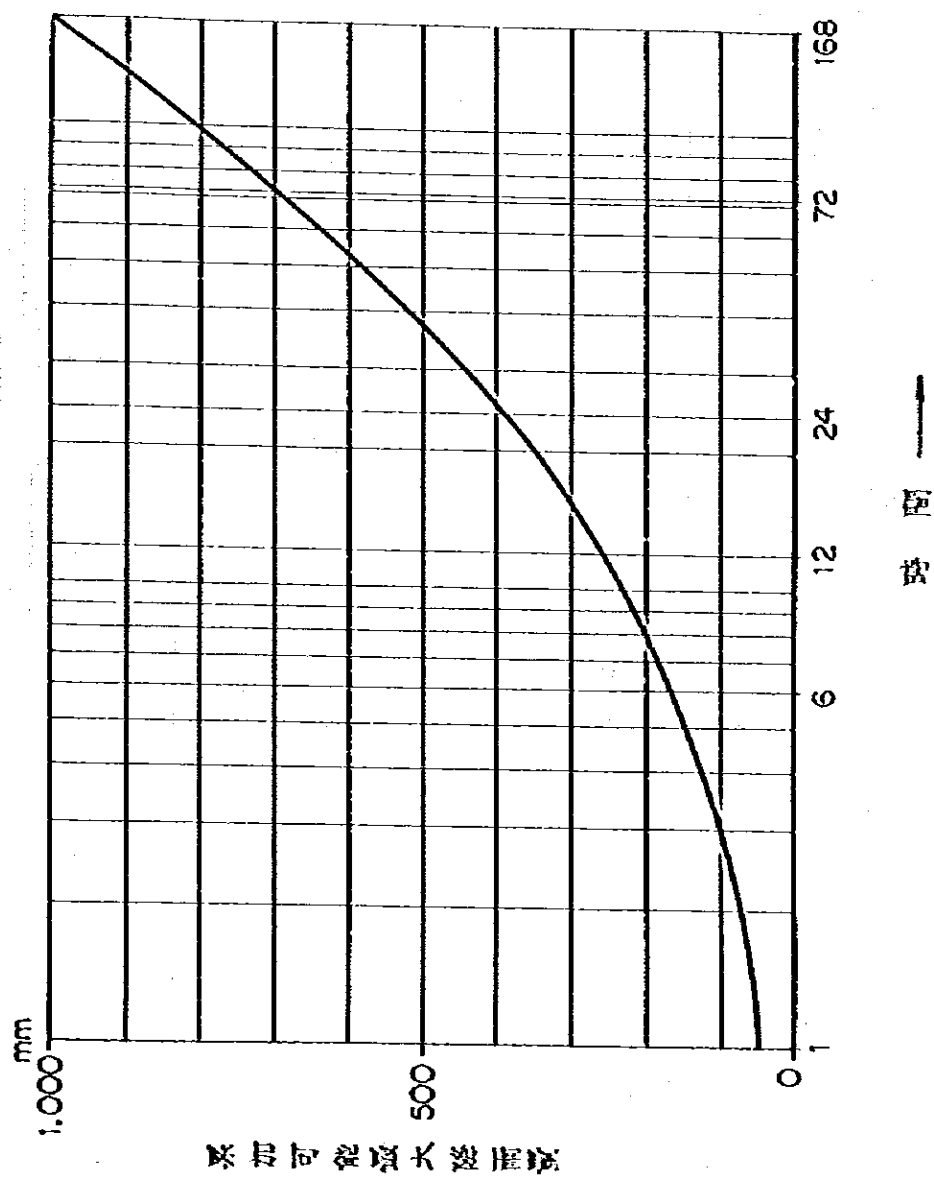


图 3-10 单位日雨量之流出量 (安南)

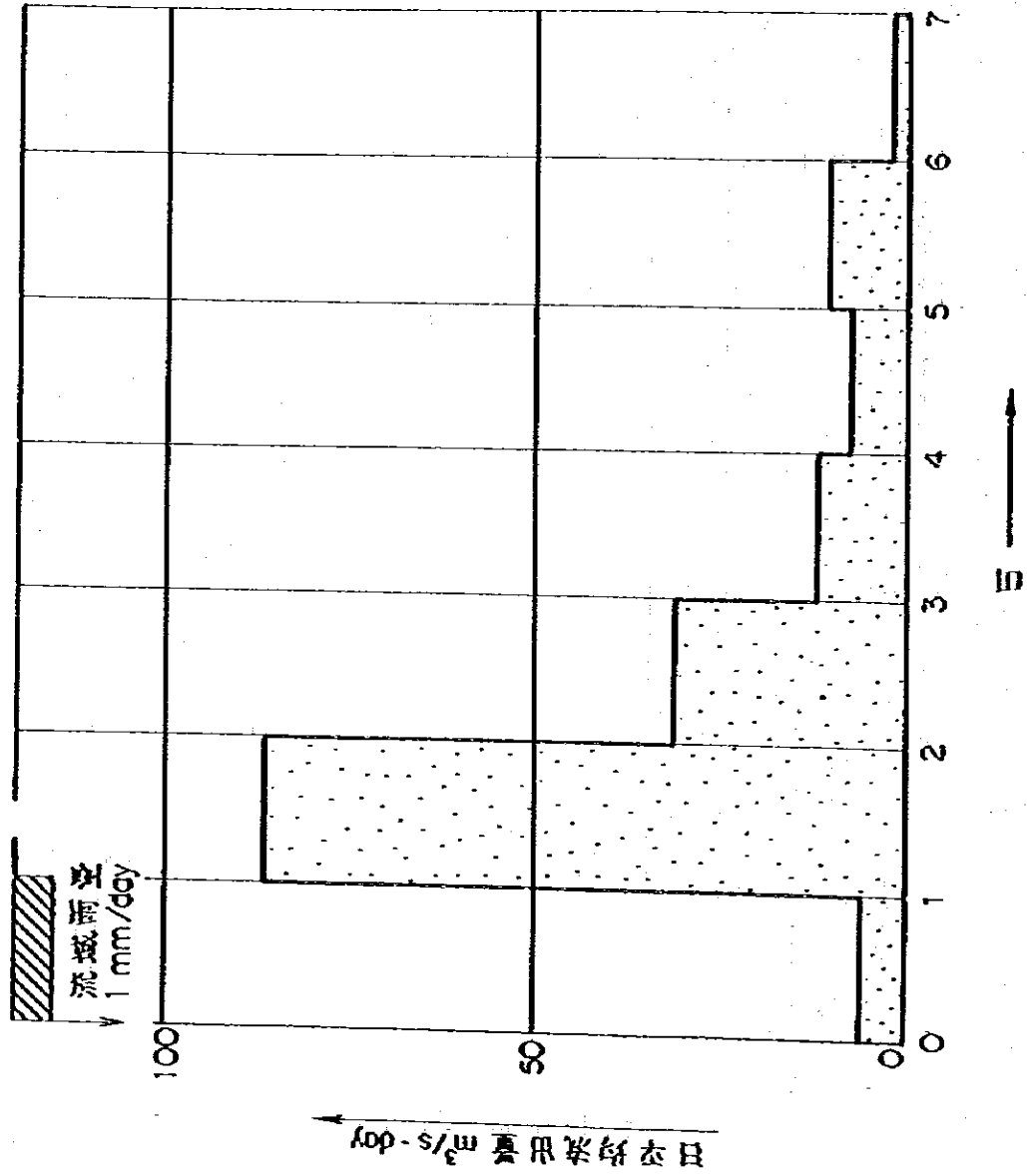


图 3-11 可能最大洪水流·PMF (黄浦)

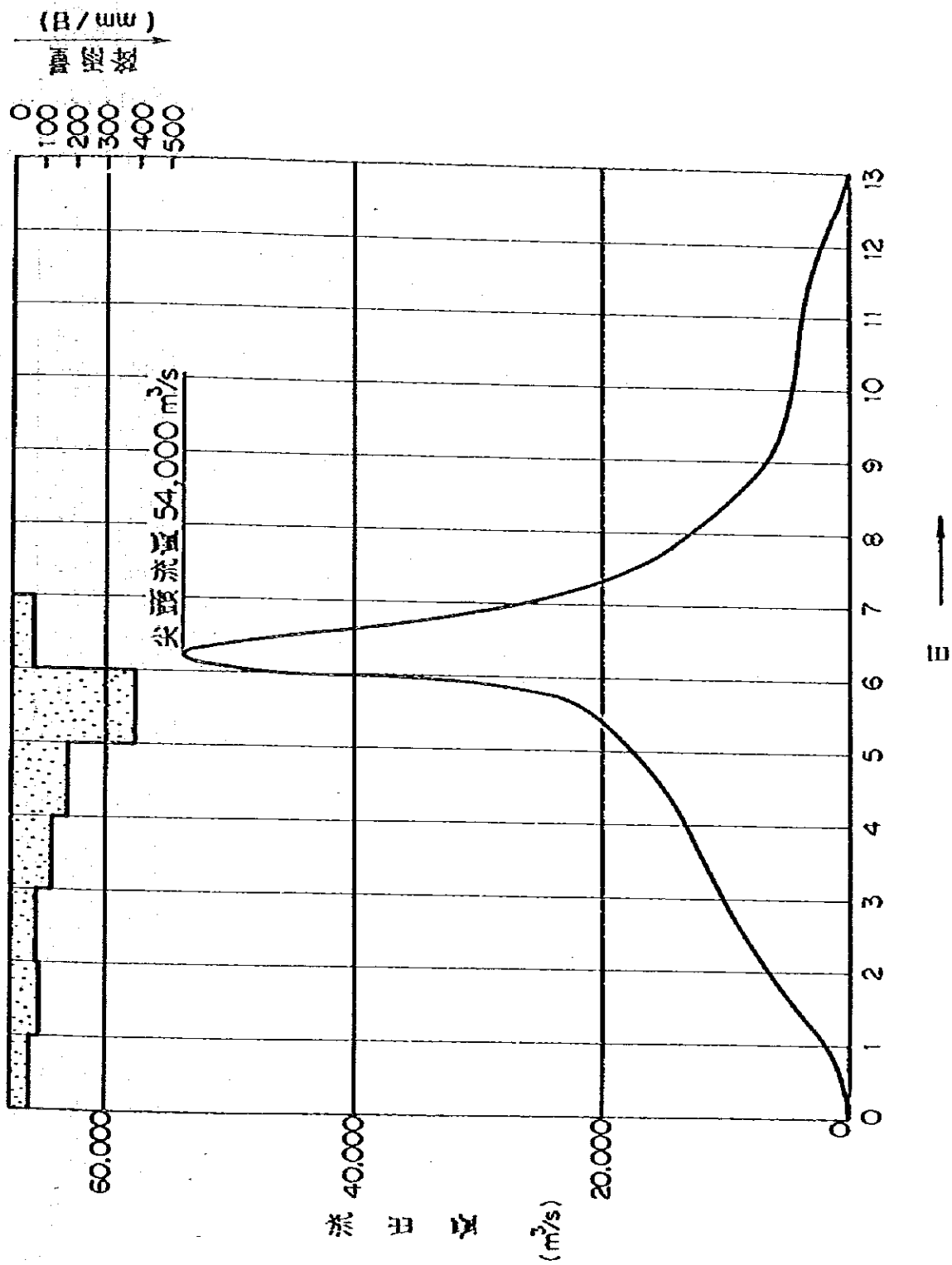


表 3-1 黄浦ダム地点月平均湿度表(青田地点)

(单位：%)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1971	66	71	72	74	79	82	74	72	80	74	68	71	74
1972	70	78	73	78	78	82	79	83	75	73	72	70	76
1973	78	81	80	81	85	85	82	81	81	77	69	57	78
1974	78	71	73	74	80	80	78	77	76	78	77	79	77
1975	73	76	78	80	84	83	80	82	80	83	75	71	79
1976	67	76	77	81	79	87	82	75	75	77	66	70	76
1977	79	68	71	80	84	87	80	77	78	76	68	77	77
1978	66	72	79	78	78	83	73	81	80	68	68	68	75
1979	73	77	77	75	77	78	78	78	77	60	67	69	74
1980	69	80	83	80	77	81	77	81	77	74	74	64	77

表 3-2 黄浦ダム近傍蒸発量一覧表(青田地点)

(单位: mm)

年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	12月	年合計
1971	66.8	71.3	98.1	120.7	109.7	158.6	230.0	232.2	126.6	113.0	95.5	68.2	1490.7
1972	71.3	41.4	119.0	102.1	138.4	152.3	164.9	145.7	162.4	133.4	81.2	72.9	1385.0
1973	49.1	56.1	81.6	104.3	84.2	109.3	165.3	169.3	135.5	98.1	85.0	89.2	1227.0
1974	48.9	76.2	99.9	130.3	131.7	141.0	196.9	181.6	150.5	91.8	68.1	46.6	1363.5
1975	69.8	59.2	75.0	107.7	88.3	140.4	195.9	166.4	161.9	84.4	67.7	52.2	1271.9
1976	68.3	70.3	68.2	91.0	133.2	88.0	162.0	229.5	162.1	105.3	95.2	65.1	1338.2
1977	34.9	71.9	116.0	114.7	117.1	108.0	206.9	195.4	151.8	130.3	113.8	72.9	1433.7
1978	77.2	78.0	66.5	115.4	129.9	133.8	216.1	159.7	144.4	150.6	106.3	91.0	1498.9
1979	65.8	65.7	78.7	121.9	128.9	160.6	213.4	184.8	161.1	198.6	89.3	95.7	1567.5
1980	75.4	37.5	66.1	96.4	150.5	173.9	220.2	158.0	148.7	137.8	102.2	80.7	1447.4
平均	62.8	62.8	86.9	110.5	121.2	136.6	200.2	182.3	151.1	124.3	90.4	73.5	1402.4

注: 蒸発皿口径 20 cm





表 3-1-3 臨江流域平均月降雨量 - 年降雨量および降雨日数 1964 ~ 1980 年の 17 ヶ年間

河川名	観測所名	平均月降雨量												年降雨量 (単位mm)			
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最高	最小	
小 溪	不流最上流部	66.0	106.4	173.7	247.0	283.3	349.0	157.1	175.4	126.1	86.0	39.7	59.8	1,869.5	2,577.7	1,363.3	
	右岸上流部	73.0	103.9	150.7	201.5	249.6	296.9	159.2	188.1	161.9	87.1	46.7	53.1	1,771.7	2,547.2	984.6	
	右岸中流部	50.8	88.7	124.2	175.1	222.0	280.8	181.2	222.6	198.8	98.9	49.3	46.9	1,739.3	2,320.7	1,290.7	
	左岸上流部	68.2	111.8	166.6	209.5	268.8	318.6	151.1	161.3	141.4	94.1	46.7	57.1	1,801.0	2,320.4	1,287.5	
	左岸中流部	49.6	81.5	121.3	183.1	202.5	278.5	150.9	212.7	135.4	75.0	40.0	44.6	1,301.7	2,397.4	1,039.4	
	本流上流部	48.5	84.6	122.7	170.7	221.0	264.2	184.0	151.5	124.2	66.8	34.7	39.0	1,465.5	1,979.0	1,084.0	
	本流中流部	50.3	81.6	121.4	176.0	221.8	289.6	142.7	150.4	134.2	76.2	39.0	41.9	1,525.1	2,188.3	1,008.2	
	本流下流部	45.8	77.6	113.2	173.8	198.2	280.8	162.6	202.8	166.9	79.9	37.9	40.2	1,579.8	2,370.5	1,136.7	
			56.5	92.0	136.7	192.1	233.4	294.8	154.9	188.1	148.6	83.0	41.8	47.8	1,631.7		
	大 溪	大水灘多 流城内	61.3	112.6	155.1	214.2	295.4	325.7	120.3	124.2	104.1	54.9	42.5	45.7	1,656.0	2,347.3	999.0
左岸支川 松隈溪		57.9	91.3	139.0	174.9	248.3	270.8	126.8	113.8	122.2	65.1	46.3	48.0	1,504.3	2,163.5	1,042.4	
左岸支川 好溪		52.2	87.5	121.9	160.5	205.7	241.8	117.9	133.3	162.5	68.2	43.8	49.1	1,444.4	1,996.7	905.1	
本流中流部		48.9	80.0	121.8	187.7	233.6	280.6	120.2	163.3	141.4	68.3	45.2	43.3	1,534.3	2,175.4	1,140.9	
本流下流部		41.1	83.8	112.2	159.3	207.4	253.8	140.9	180.6	181.6	67.7	41.4	38.4	1,508.2	2,437.4	1,044.8	
本流下流部		44.6	72.0	107.7	159.3	186.2	247.5	168.5	228.5	188.0	88.7	43.9	39.5	1,574.4	2,211.3	1,034.4	
		51.0	87.8	126.3	176.0	229.5	270.0	132.4	157.3	150.0	68.8	43.8	44.0	1,536.9			
本流下流部		11	14	16	17	19	17	13	14	12	10	8	9	160	190	136	

表 3-4 黄浦貯水池月別流入量 (× 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)

年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合 計
1952	568	925	1985	1190	2452	2191	4074	1130	2018	683	507	524	18247
53	813	797	1276	1307	2933	2886	795	1283	2375	744	1483	1327	18019
54	1104	770	1115	3127	4396	4893	2123	1050	485	440	423	444	20370
55	445	728	963	1034	1976	3037	871	889	503	393	394	392	11625
56	412	485	1157	1064	2620	1288	608	709	3865	710	500	491	13909
57	576	784	1069	1629	2284	1191	544	677	624	796	480	511	11165
58	471	598	1749	1763	3411	875	1323	1198	2770	982	538	496	16174
59	617	2708	1443	809	2125	3259	2030	1186	3311	462	469	480	18899
1960	598	450	918	1554	1680	2919	827	3504	910	473	421	440	14694
61	489	1289	1609	1671	2930	2850	499	521	925	627	486	526	14422
62	673	400	1217	1821	4168	3119	2497	1707	2256	1348	620	547	20373
63	511	398	480	775	1388	1689	843	849	1696	507	563	510	10209
64	850	726	913	939	1657	2955	550	733	516	705	448	406	11398
65	400	475	667	1651	1259	2224	879	1995	577	693	908	995	12723
66	940	840	1184	1989	987	1808	1364	511	852	461	442	516	11874
67	452	620	965	1504	2069	2254	636	385	357	361	371	381	10355
68	368	445	748	1174	1292	3199	2818	546	522	637	433	476	12658
69	709	1357	1505	1049	3347	2227	1417	1007	1972	606	498	473	16167
1970	624	558	2036	2168	2297	3002	1763	469	887	803	486	765	15858
71	569	481	498	705	841	1617	481	447	1313	567	437	495	8451
72	448	1123	647	745	1258	1455	1090	2201	551	593	543	634	11290
73	820	607	1193	2248	4010	3340	1674	566	1207	1032	549	443	17689
74	534	758	669	530	1471	2095	957	1843	540	1007	923	968	12295
75	738	1107	1233	3614	4464	2904	1177	2438	875	1571	868	903	21892
76	638	740	1421	1817	1704	3850	2509	520	596	724	526	512	15557
77	784	721	620	2023	2025	3496	1017	825	851	719	485	472	14038
78	554	691	1101	1317	888	2074	545	529	600	452	416	412	9579
79	419	454	943	971	1234	709	620	752	690	412	391	395	7990
1980	397	601	1585	1833	1562	1010	778	1136	713	612	504	490	11221
合 計	17521	22636	32909	44001	64728	70416	37309	31606	35357	20122	16112	16424	409141
月 平 均	604	781	1135	1517	2232	2428	1287	1090	1219	694	556	566	14108 (年平均)
日 平 均	19	28	37	51	72	81	42	35	41	22	19	18	39
月 最 大	1104	2708	2036	3614	4464	4893	4074	3504	3865	1571	1483	1327	4893
月 最 小	368	398	480	530	841	709	481	385	357	361	371	381	357

表 3-5 淮坑以上流域月別平均降雨量

(單位: mm)

降雨量 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年合計
1951	87.6	129.4	317.5	395.9	71.9	373.7	138.8	97.9	205.2	30.1	111.3	45.4	2004.7
52	25.6	106.9	183.4	165.0	324.7	152.0	513.4	122.2	273.1	45.1	7.8	11.3	1930.5
53	36.3	58.2	129.8	161.0	343.7	283.4	44.4	238.6	263.7	63.4	139.3	129.7	1876.5
54	71.0	55.6	84.8	313.4	404.0	361.5	218.0	149.3	32.1	41.1	44.0	31.9	1806.7
55	24.4	121.5	112.7	89.0	266.9	332.9	114.2	146.4	42.1	3.4	42.0	6.4	1301.9
56	41.1	90.5	168.4	174.9	350.2	127.5	71.9	143.3	559.6	82.0	20.8	36.6	1866.8
57	34.3	101.7	111.2	212.7	228.1	167.3	45.6	201.8	121.7	114.9	16.8	78.3	1434.4
58	47.1	67.6	202.0	216.7	364.5	181.2	269.8	281.7	261.9	105.2	17.0	10.3	2025.0
59	56.1	380.1	90.8	77.0	256.0	381.3	222.1	221.0	338.3	17.9	47.0	55.3	2140.9
1960	60.4	3.9	183.9	216.3	229.4	345.8	183.9	419.3	161.5	6.3	32.1	24.6	1867.4
61	63.6	143.9	188.2	197.4	336.9	206.9	76.1	159.7	230.6	36.6	77.6	53.8	1821.3
62	35.7	47.1	162.8	210.4	466.0	351.5	202.4	232.3	245.3	170.5	55.7	16.5	2196.2
63	0.5	44.0	54.1	144.5	184.3	276.4	105.0	196.3	210.4	10.9	75.4	31.2	1333.9
64	122.4	83.2	63.4	190.5	251.6	313.9	124.9	163.1	90.7	112.0	1.3	5.3	1432.3
65	17.7	101.5	91.6	216.6	167.9	378.0	163.3	302.0	74.6	67.5	116.1	81.5	1778.3
66	70.4	80.1	137.3	218.1	107.8	266.0	136.6	109.5	194.6	52.6	49.1	67.9	1490.0
67	21.2	98.0	154.5	141.9	269.3	229.4	130.1	54.3	42.6	23.4	73.0	28.9	1266.6
68	46.9	68.0	127.7	167.3	185.8	418.9	274.1	124.3	106.0	76.2	18.6	57.3	1671.1
69	116.7	167.3	152.9	145.1	375.3	315.8	118.9	210.3	342.3	28.5	47.2	12.0	2032.3
1970	76.0	58.8	253.2	197.3	254.9	336.6	182.8	115.2	208.3	130.7	40.2	106.6	1950.6
71	33.7	39.2	54.2	95.8	155.6	244.5	83.7	113.8	317.1	49.2	13.1	75.4	1277.3
72	7.7	158.8	48.5	135.0	217.8	204.8	240.3	341.4	75.8	34.6	36.6	92.9	1594.2
73	73.3	73.2	134.5	269.6	483.5	222.3	204.6	89.2	238.6	159.9	18.7	0.1	1967.5
74	86.0	80.0	74.3	101.7	234.3	368.0	97.1	300.6	58.3	209.2	76.8	72.1	1758.4
75	60.2	103.7	166.3	326.8	405.4	236.3	190.5	256.9	193.9	199.9	54.3	57.6	2351.8
76	13.3	117.6	141.3	168.0	171.9	387.8	215.9	127.1	126.9	118.4	39.9	55.0	1683.1
77	87.4	66.6	70.1	231.4	233.9	378.3	147.9	135.1	169.1	66.8	24.2	59.5	1670.3



## 第4章 地 質



## 第 4 章 地 質

### 4.1 貯水池の地質

中国側が 1974 年に貯水池地域の地質調査をおこない、大略の地質図（縮尺 1/50,000 面積 308 畝）を作成した。1980 年には、この地質図の精度を上げるために再調査が行われた。

貯水池地域は中程度の山々が連なる山岳地で、基岩の大部分はジュラ系上位層に属する火山岩系の岩石より成る。これは、主として硬質または中硬質の流紋岩や集塊岩（莫氏岩類）で、この他後期に貫入した花崗岩が局部的に分布する（図 4-4 参照）。

雨水盆地から升潭までと、石碓から樋口までの区間には、それぞれ白亜系下位層の朝川組地層が分布し、その下位には蘇芳色砂岩が分布する。

貯水池地域の地層は Cathaysian 系と Neocathaysian 系構造運動の影響を受け、NW-S E 軸を持つ緩やかな褶曲構造を示し NE~NNE 方向への圧碎断層系と NWW 方向へのずれ断層系が発達している。断層系は一部で、その規模がかなり大きい所があるが、大部分は貯水池の外側までには延びていないので潜水後の濁水についての心配はないと判断される。

貯水池の潜水区域内の山腹斜面には第四紀のルーズな堆積物や基岩の著しい風化苔や亀裂帯が分布している。これらの存在は、潜水後、局部的な小規模の滑りや崩れを引き起す原因になりかねない。しかし、すべて小規模であるので、潜水による影響その他社会環境に対する影響は殆どないと判断される。

1960 年の地質調査資料によると、潜水帯内には芝深頭石墨鉱が傾高 40~125m に亘って分布している。しかし灰分の含有量が 85 % と高く民間にしか利用出来ず現在は採掘されていない。

### 4.2 計画地点周辺の地形・地質概要

黄湾ダム地点は、青田の上流約 3km の甌江の大きな弯曲部に位置する。

本計画は甌江の段階的開発案の比較ダムサイトの一つであり、古くから中国側によって調査が行われ、1958 年 8 月に初の地質調査（概略の地表踏査と若干のツボ掘り）が行われている。1974 年から再び 1/5,000 の地質踏査を 1.05 畝 について行なった他、河床部で 2 本のボーリング（合計 75.20 m）を行なっている。1981 年から本格的な調査工事が開始されたほか中国側による地表地質精査（1/1,000）も行われた。

ダム地点の地形は左右岸で非対称的である。左岸は比較的大きな単体斜面をなすが、右岸は川に突出した小さい山とその裏の川と平行する沢地形で形成された鞍部を経てやや大きい山体に到る。左岸山腹斜面の勾配は公道の切取崖を除けば比較的ゆるい（30~35°）が、右岸鞍部の沢を挟んだ両岸山腹斜面は更にゆるく 20°~25° である。

計画ダム高（天鏡標高 50 m）に於ける谷幅は約 600 m（右岸突出尾根（頂部標高 53 m）は、



設計上そのほとんどが掘削除去される)で、河床掘削面の標高は大略0mであるので、高さは低いが頂長の長いダムとなる。

なお、現在は左右岸川岸沿いに公道があり、その標高は夫々約20m、25mである。

左岸では川岸、道路の切取崖をはじめ到る所に基岩が露出しており、谷間の若干部のみに崖線が分布する。しかし右岸は突出尾根の川割の部分に全面露頭がみられる他は、突出尾根頂部付近、裏山の山体の各所に露岩が散在している程度で、全体として露岩は少ない。

川幅は水位の昇降により変化するが200~300mである。河床高は右岸側では標高0~(+)数mであるが、左岸側では標高は0mより低く、(-)12~(-)14.5mの所がある。

本地点付近には上部ジュラ系に属する流紋岩、集塊岩類が広く分布しているが、ダムサイト付近は燕山期に貫入した底盤状の花崗岩体より成る。花崗岩の分布範囲はあまり広くなく、ダムサイトを中心とした小規模な範囲に限られており、ダムサイト右岸上流の沢付近には両岩類の境界(30~50cmの破碎帯を形成)がある。

なお、左岸の尾根に隣接した石臼付近には凝灰角礫岩~集塊岩類が広く分布している。

基岩のうち、流紋岩類は大小の亀裂が発達しており、花崗岩は大目の節理が著しく発達している。花崗岩体には深層風化がみられる他、左岸斜面では大きくブロック化し、ゆるんでクリープしている所が多くみられる。また、花崗岩の中には煌斑岩の岩脈が所々に見られる。この岩脈は一般的傾向としてN40°~50°Eの走向を示し幅は数m(最大9m)程度である。

両岸山体部での表層堆積層は一般に薄い、河床堆積層は厚く30~40mであり、場所によっては60mに達する。

計画ダム地点下流1kmの所の青田ダムサイト(旧計画地点)での岩石の物理学的性質試験の結果によると、花崗岩の圧縮強度の平均値は新鮮部で1,385~1,400kg/cm<sup>2</sup>、微風化部で1,010~1,394kg/cm<sup>2</sup>、強風化部で826~993kg/cm<sup>2</sup>の値が得られている。

## 4.3 地質各論

### 4.3.1 基盤岩石

#### (1) 流紋岩

流紋岩質を熔岩、凝灰岩類よりなり、熔結凝灰岩としての性状を持っている。全体に塊状、堅硬、緻密で均質なものであるが、所により亀裂節理が著しく発達している。この岩体の中には、しばしば凝灰岩類を挟在しているが、その殆どは、よく熔結しており、流紋岩と一体化した性質を持っている。

#### (2) 集塊岩類

熔結性を持つ部分と非熔結で凝灰岩類と同様の性質を持つ所があるが、両者の分布は不規則かつ混然としている。

流紋岩源の火山岩の噴出、火山灰の降下等により生成され、熱による再熔融、再固結など

が複合して生成された不均質混合物である。

一般に耐風化力がきわめて弱く、流紋岩体の中にあっても、風化されている所が多く特に凝灰岩質の部分は例外なくかなりの厚さに亘って茶褐色粘土化されている。

### (3) 花崗岩

中～細粒で新鮮部は塊状、堅硬であるが、大目の節理、亀裂が発達している。全体に風化、マサ化の程度は強く、高標高部はもちろん低標高部でも、表層は粘土化している所が多く、また、亀裂、節理あるいは断層、破碎帯に沿って深層風化が著しく発達している模様である。一般に他岩との接縁部はよく密着している。

### (4) 煌斑岩等の脈岩類

花崗岩中に細脈としてしばしば分布する。一般にやや風化を強く受けている傾向があるが、新鮮部も多い。分布量が少なく基岩の性状を左右するものではない。

花崗岩との接縁部は一般によく密着している。

## 4.3.2 表層堆積物

### (1) 崖 錐

付近一帯には、崖錐が広く厚く分布している所は無い。唯、各所の沢の主として低位部に沖積堆積物としての形状で分布している他、山腹斜面の一部に崩積土として若干分布している所がある。

### (2) 段丘堆積物

右岸では、山裾に走る道路と川岸に分布する河川氾濫堆積物の間に挟まれて、低い台地を形成しながら、川岸に沿って広く分布している。

この段丘の川岸側は、その多くは漸次ゆるく川岸へ傾斜しており、明瞭な段差のある段丘地形を示す所は少ない。

左岸では川の自流部や、沢の出口付近に小規模の平坦地を形成して分布しているにすぎない。

段丘は各所で耕地や部落となっており付近での土地利用度は高い。

段丘堆積物はほとんど砂、粘土、シルトより成り、ルーズである。

### (3) 河川堆積物

#### ○ 氾濫堆積物

洪水時は水中に没するが、その他、特に乾期では陸化し草地となり、時折作業広場として利用される平坦台地を形成している。

礫混りの砂、シルトより成る。

#### ○ 河床堆積物

この付近は川幅が広く、流路の蛇行が著しいので詳細な分布形状は不明である。しかし一

般的な認識からして、旧河道の移り変りによって厚さの変化があることは容易に考えられ、その厚さも一般的に数 10 m 以上あると推定される。

礫（玉石）と砂を主とする層で非常にルーズである。

### 4.3.3 地質構造

計画地域に分布する流紋岩、集塊岩類は共に漸移関係にあり、その境界は不規則でかつ隣接岩石との接触部は一般に緊密である。

断層は、南北性のものが目立つが、その規模は共に小さく、その延びも短かく連続性に乏しく問題となるようなものは全く見出されていない。

節理、亀裂は局部的にはかなり発達しており、開張の発達もみられる。これら岩類に後期に貫入した花崗岩類は各所で岩脈状に発達している他、計画地点付近では数 100 m ～ 数 km のオーダーの範囲に団塊状に分布している。この他斑岩や玢岩の岩脈が各所にみられるが、いずれも構造性の割れ目沿いの貫入岩体であり、その走向は南北性が多くこれに直交するものもみられる。

花崗岩体、各種貫入岩体と流紋岩、集塊岩類の境界はほとんどが密着状態にあるといわれるが、一部では破砕、熱水変質をうけている。

## 4.4 地質調査工事

### 4.4.1 数量および手法

#### (1) 数量

本地点について、これまでに実施された調査工事の種類と数量は表 4-1 のとおりである。

#### (2) 手法

##### ○ボーリング

4.2 で述べた通り、1974 年に河床部で 2 孔（215, 216 孔、計 75.20 m）が穿孔された。これらはコアリングに努力されたが、現在そのコアは保存されていない。

1981 年春より滝坑ダム地点の調査に引き続いて再着手され 1982 年、表 4-1 および付録表④-1 のとおりのすべてが施行された。

これらのボーリングのうち初期の段階に行なわれたもの（HBR-1～4）は中国方式による透水試験（ $\phi$ 試験）を岩盤で行ない、またそのコアは中国方式により、コア箱に詰めて収められている。その後穿孔された、その他の孔のうち、一部については、その岩盤部に於て  $L_u$  試験が行なわれており、又河床堆積層部に於ては一部の孔で日本方式（給明ダム方式）により注水試験が行なわれている。又これらのボーリングはすべて深さのとおりコア箱に収められている。ただ給明ダム方式を採用した場合は、コアがとれないので透水試験をしないボーリングのうちの一部で中国方式による样品（打込による堆積砂礫層の

表 4-1 調査工事数量一覧表

工 種	数量		孔 数	孔長(m)	備 考	
	場所					
ボーリング	左 岸	2	2	60.05	HBL-7 及び 11 孔	
	河 床	17	17	666.01	215, 216 孔を含む	
	右 岸	21	21	1476.46		
	合 計	40 孔	40 孔	2202.52		
ボーリング孔による透水試験	数量		の試験	Lu試験	堆 積 層	
	場所				揚水試験	注水試験
	左 岸	—	—	9	—	—
	河 床	—	—	14	3	27
	右 岸	38	38	98	—	15
合 計	38 区間	38 区間	121 区間	3 区間	42 区間	
弾性波深査	数量		測 線 数		測 線 長 (m)	
	場所					
	左 岸	4	4	1,000		
	右 岸	7	7	3,490		
合 計	11 測線	11 測線	4,490 m			

試料採取)が行なわれている。その孔名はHBL-5, 6, 12, 14, HBR-9, 12, 20である。

ボーリング作業は、船明方式による堆積層透水試験の初期の段階の作業に際しては、日本側専門家が指導作業を行なったが、その他はすべて中国側の手で行なわれ、その柱状図の作成も中国側によって行なわれた。調査間は主として岩盤等級の評価や、土木地質的考察を含めてコアを査定し、その結果を柱状図に作成した。

○ボーリングによる透水試験

河床堆積砂礫層の透水試験

1981年10月より1982年3月にかけて行なわれた透水試験は、日本式即ち、船明ダム方式のDP打込方式またはこれに準じた方式による注水試験(透水係数=cm/s)であるが、1982年2月以降に行なわれたものについては、機材の不足等の理由から滝坑ダム地点で実施されたと同様のボーリング孔利用の揚水試験(抽水試験: 滲透係数=米/昼夜)も行われている。

上記、揚水試験と注水試験はその試験方法の違いなどから、透水係数に若干の差が生じられると思われる(同一方法で標準的に施行した場合は揚水試験の方が小さい値が出る場合が多い)ので、その取扱いに注意する必要がある。

試験方法と試験孔は次のとおりである。

揚水試験=ボーリングHBL-6, 14

注水試験=ボーリングHBL-1, 4, 8, 9, 10, 15, 17, HBR-8, 13

注) 鉛明ダム式(DP打込式)透水試験

ドライブパイプ(DP)の先端にストレーナ管を取付けたものを砂礫層中に打込み、試験位置に設置した後、圧力注水または、オープン注水を行なって圧力と注水量との関係を求める方式である。

透水係数は日本が提供した新ドライブパイプストレーナ管を使用した場合に於て下記の式により計算される。

$$K = 0.099 \cdot \frac{Q}{H}$$

ここに K: 透水係数 (cm/s)

ストレーナ管外径(直径) 22.4cm

Q: 注水量 (ℓ/min)

ストレーナ部の長さ 160.0cm

H: 水頭 (cm)

#### 基盤岩の透水試験

すべて圧力水注入工法であるが、1981年7月迄に行われたものは $\omega$ 試験(注入圧力3kg/cm<sup>2</sup>の1段階で注入総量の平均値を水頭毎当りで示したもので単位吸水量(升/分・米) = ℓ/min/m · 0.1kg/cm<sup>2</sup>)である。

しかし、それ以降施行分については、すべてLu試験(Lu = ℓ/min/m · 10kg/cm<sup>2</sup>)であるので圧力条件などが異なる。今回は便宜上1Lu = 100 $\omega$ で算出して、すべてLu値として扱ったが、この点留意しておく必要がある。

なお、ルゾン値は注水圧力が10kg/cm<sup>2</sup>かかった時はその時の値を、まだ達しない所は最高圧に対して外挿(いずれもP-Q曲線図より判定)して求めた。

両方式による施行孔は次のとおりである。

$\omega$ 試験方式 215, HBR-1, 2, 3, 4

Lu試験方式 HBL-1, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17

およびHBR-8, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

試験結果はすべて中国側で整理されている。

#### ○弾性波探査

日、中両国の共同作業により、1981年11月~12月に亘って行なわれた。割定作業は当初、若干の割線については日本側専門家が協力して作業をしたがそれ以後は中国側で行なった。解析は調査団が行なった。割定に際して地形の急峻な所、河の水位が上昇した所など作業が困難な所は中止し、結局次表のような数量を施工した。

表 4-2 調査工事数量一覧表

場 所	番 号	長 さ	場 所	番 号	長 さ
左	HSL-1	300m	右	HSR-1	400m
	2	200		2	445
	3	100		3	450
	4	400		4	400
岸			岸	5	250
				6	610
				7	935
	計 4 割線	1,000m		計 7 割線	3,490m
合 計		11 割線			4,490 m

#### 4.4.2 調査結果

##### (1) 弾性波探査

弾性波探査の結果、黄瀬地点の地山は、大別すると3～4層の速度層で構成されており、一部に低速度帯（基盤層中で局所的に小さな速度を示す部分）が分布することが判明した。ここでは、これらの速度層を速度値、層序によって区分し、地表近くに分布するものから順に第1、第2、第3、第4速度層と呼ぶことにする。

以下に、各速度層の速度、分布状況および推定される地質状況について略述する。

○第1速度層：0.2～0.5km/sの速度を示す。段丘地形部での本層は地表部で0.2km/s程度、下部で0.3～0.5km/sと速度に漸増傾向がみられる所もあるが分別するほどの層厚でもないため平均的な一層とみなして解析した。

本層の厚さは、山地部では最大5m、平均2～3mであるのに対し、段丘部や河床部では最大14m、平均5m程度と厚くなっている。

本層は、主として未固結の被覆層（崖錐、段丘堆積物等）に相当し、一部には基盤岩である花崗岩のマサ化部も含まれる。

○第2速度層：0.6～1.3km/sの速度を示す。調査地全域に分布するものでなく、主として右岸側の段丘地形部および山地の凸部に分布している。層厚は、HSR-2割線の距離70m付近で最大16mを示すが、他の部分は10m未満、平均5m程度である。

本層は、河床部や段丘地形部に分布するものはルーズな砂礫層に相当し、山地部のものは花崗岩の強風化部にあたると思われる。

○第3速度層：全体では1.3～3.0km/s、多くの所で2.0～3.0km/sの速度を示す層であり、調査地全域に分布している。

層厚は、一般に山地部で平均5~10m、段丘部で10~15m、河床部では15~20m以上となっている。特に河床部では川割に向って徐々に厚くなる傾向があり、HSR-3, 4, 5割線の川割寄り割線端部では50~60mに達する厚さとなっている。

本層は、河床部や段丘地形部では主として地下水に飽和された砂礫層、一部が花崗岩の風化部に相当し、山地部では花崗岩の風化帯にあたる。岩盤には割れ目が多くあり、割れ目沿いにマサ化が進んでいたり、割れ目に粘土を挟むことの多い岩盤状況と推定される。

場所による速度の違いは、砂礫層については礫の混入度合、地層の締め度合、岩盤部については割れ目頻度・風化変質度合の相違を反映しているものであろう。

- 第4速度層：3.4~6.0 km/s の速度を示し、山地部では地表からおおむね5~15mの深さ、段丘~河床部では20~65mの深さの所に分布している。今回の黄浦地点での弾性波探査によって確認された最下部の速度層で、速度は割線によってあるいは場所によって3.4~6.0 km/s と幅広く変化するが、5.1 km/s 以上を示す所が大部分であり、4.5 km/s 以下を示す所は右岸割線の一部にすぎない。

本層は、当地の基盤岩である花崗岩の弱風化部、割れ目は多いが風化はそれほど進んでいない岩盤、割れ目少なく新鮮、堅硬な岩盤に相当し、速度の相違は風化の度合、割れ目頻度の差を反映していると思われる。

- 低速度帯：第4速度層中において、局所的に周囲よりも小さな速度を示す部分が検出された。弾性波探査の限界から、正確な幅、速度等を求めることはできなかったが、ここでは第4速度層中において、速度が3.0 km/s 以下とみなせる部分を低速度帯と呼ぶことにする。低速度帯はHSL-1, 3, HSR-5を除いた割線で11箇所検出された。

低速度帯は、一般に断層や破砕帯あるいは深層風化部等地質(岩盤)不良部を示すことが多い。本調査で検出されたものもそれらのいずれかに相当すると考えられる。特に右岸部のHSR-1-150m, HSR-4-210m付近に検出されたものは、HSR-2, 3, 5, 7割線下で第4速度層の速度が3.4~3.8 km/s を示す部分に連続するようと思われる、断層および破砕帯の可能性が大きい。他の低速度帯の連続性については不明である。

## (2) ボーリング

孔番	記事(コアで見られる地質の性状その他)
215	資料不明(砂礫層の厚さ0~8m)
216	資料不明(砂礫層の厚さ0~38m)
HBL-1	砂礫厚さ27.50m, 15m以深ではφ1~2caの礫が多く, それ以深ではφ3~5caの礫が多くなる。砂礫層の透水係数は $10^{-2}$ ca/s, 深度27.50m以深の花崗岩は全較に良好, 透水性は $L_u=0$ 。
HBL-2	砂礫厚さ8.15m, φ3ca以下の礫が多い。8.15m以深の花崗岩は, やや風化が認められるも概ね良好, 透水試験なし。
HBL-3	砂礫厚さ2.33m, φ3caの礫が多い。2.33m以深の花崗岩は多少, 亀裂面に風化あるも全較に良好。砂礫層の透水試験なし, 基盤は $L_u < 1$ 。
HBL-4	砂礫厚さ18.2m, φ1~3caの礫が多く, 透水性は $2.3 \times 10^{-2}$ ca/s(試験区間10~15m)。18.2m以深の花崗岩, やや風化が目立つ。透水性 $L_u=1.6$ (試験区間24~29m)。
HBL-5	砂礫厚さ53.44m, 全較にφ10~20caの礫が目立つ。基盤は花崗岩, 透水試験なし。
HBL-6	砂礫厚さ34.30m, 深度10~24.4m間はシルト質砂礫で, 他は礫分が多い。透水性は $10^{-1} \sim 10^{-2}$ ca/s, 34.30m以深の花崗岩は良好, 透水試験なし。
HBL-7	表土の厚さ0.5m, それ以深は基盤の花崗岩。花崗岩は深度2mまで風化顕著, それ以深, 13m迄茶色の亀裂認められるも全較に良好。透水性は $L_u=5$ (試験区間2.12~10.32m), $L_u < 1$ (試験区間10.32~30m)。
HBL-8	砂礫厚さ18.67m, φ1~3caの礫が目立つ。透水性は $10^{-2}$ ca/sオーダー。18.67m以深の花崗岩は, 31.80m(孔底)迄亀裂面の汚染が見られるも, 全較に良好。
HBL-9	砂礫厚さ47.60m, 全較にφ3~5caの礫が多い。透水性は $10^{-2} \sim 10^{-3}$ ca/s。47.60m以深の花崗岩は, 亀裂面に汚染あるも良好。基岩の透水性 $L_u < 1$ 。
HBL-10	砂礫厚さ17.50m, 全較にφ2~6caの礫が多い。透水性は $10^{-2}$ ca/sオーダー。17.50m以深の花崗岩は全体に風化変色し, 亀裂が多い。基岩の透水性 $L_u < 1$ 。
HBL-11	黄茶色表土厚さ1.62m, それ以深の基岩(花崗岩)は全較に良好。特に深度6.60m以深は極めて新鮮, 堅硬。基岩の透水性は深度15~20m区間において $L_u=18.4$ を示すが, 他区間は $L_u < 3$ である。
HBL-12	砂礫厚さ33.12m, 全較に礫のほや砂, シルト含有量などの変化が多い。33.12m以深の花崗岩は良好。砂礫層の透水試験なし。基盤は $0L_u$ 。
HBL-13	砂礫厚さ58.30m, 全較に3~5ca径の礫が多いが, 深部ではφ10caが多くなる。



	58.30m 以深の花崗岩は全体に風化を被る。砂礫、基岩共、透水試験なし。
HBL-14	砂礫厚さ28.56m、表層部深度7m付近までは砂、粘土分多いがそれ以深では礫分多く、 $\phi 1\sim 2\text{cm}$ の礫多い。深部では $\phi 10\text{cm}$ 礫が多い。基岩の花崗岩は、亀裂面若干汚染しているが良好。砂礫層の透水係数は $3.5 \times 10^{-4}\text{ca/s}$ 。
HBL-15	砂礫厚さ18.10m、全般に $\phi 1\sim 3\text{cm}$ の礫が多い。透水性 $10^{-2}\text{ca/s}$ オーダー。 18.10m 以深の花崗岩はやや亀裂多いが良好。透水性 $Lu < 5$ 。
HBL-16	砂礫厚さ37.58m、 $\phi 5\text{cm}$ 以下礫が多い。37.58m以深の花崗岩は全体に良好。砂礫、基岩共、透水試験なし。
HBL-17	砂礫厚さ29.77m、全般に礫分少量、透水性 $10^{-2}\text{ca/s}$ オーダー。29.77m以深の花崗岩は多少亀裂に挟在物あるも良好。透水性 $Lu < 4$ 。
HBR-1	0~3.37m間転石混り土砂。3.37m 以深の花崗岩は、深度20m付近までやや風化被るも、それ以深は良好。深度80~100m(孔底)間で亀裂汚染僅か。透水性深度6.13~12.40m区間; $Lu=34.5$ , 12.40~18.76m; $Lu=2.8$ , 18.76m以深 $Lu < 1$ 。
HBR-2	表土厚さ0.5m、0.5~8.84m間は強風花崗岩と推定されるも、コア採取極めて不良。8.84~47m区間全体に風化が目立つ花崗岩。47~61.5m間、亀裂面に風化汚染あるも良好。61.5~91.2m区間、断層破砕帯で、全般に亀裂帯と岩盤の劣化帯目立つ。91.2~100.73m(孔底)間、やや良好。透水性は深度9.93~22.30m間 $Lu < 3$ , 22.3m以深 $Lu < 1$ 。
HBR-3	0~6.68m間、風化残留土様堆積物。深度17m迄強風化帯。全体に亀裂および亀裂沿いの汚染目立つ。深度17.29m以深の透水性 $Lu < 1$ 。
HBR-4	表土厚さ3.80m、3.8~19.3m間の基岩の花崗岩、風化顕著。19.3~100.49m(孔底)間、亀裂および亀裂沿いの汚染目立つも良好。透水性は19.2~23.62m間 $Lu=6.8$ を除いて、孔底まで $Lu < 1$ 。
HBR-5	砂礫厚さ35.7m、全体に砂分(細砂)多い、35.7m以深の花崗岩は良好。砂礫、基岩共、透水試験なし。
HBR-6	砂礫厚さ46.90m、全般に礫分が少ない。礫径は1~5cm。46.9m以深の基岩(花崗岩)は、全体に熱水変質を受けるも良好。砂礫、基岩共透水試験なし。
HBR-7	表土厚さ1m。1~8.3m間、強風化花崗岩で残留風化土状。深度8.3~14.2m間亀裂面に汚染又は挟在物目立つ。14.2m以深良好な花崗岩。透水試験なし。
HBR-8	砂礫厚さ57.79m、透水性は深度5~15m間で $10^{-1}\sim 10^{-2}$ オーダー、15~35m間で $10^{-3}\sim 10^{-4}$ オーダー、35~57.46m間で $10^{-2}$ オーダーを出す。57.79m以深の花崗岩は全般に大きな割れ目あるも良好。透水性は $Lu < 3$ 。

- HBR-9 砂礫厚さ 56.10 m, 深度 16 m 迄  $\phi 1 \sim 3$  cm 礫多く, 16~56.1 m 間  $\phi 3 \sim 5$  cm の礫目立つ。56.10 m 以深の花崗岩新鮮堅硬。砂礫, 基岩共透水試験なし。
- HBR-10 表土厚さ 0.5 m。深度 5 m 迄, 強風化帯 (土状), 5~9.7 m 間亀裂, 風化顕著。孔底 (70.12 m) 迄亀裂面に汚染目立つ。透水性は深度 12~22 m 区間  $L_u = 3 \sim 12$ , 22 m 以深  $L_u < 3$  (大部分が  $L_u < 1$ )。
- HBR-11 表土厚さ 1.0 m, 1~4 m 間強風化花崗岩 (風化残留土状)。深度 12.80 m 迄, 亀裂及び亀裂に沿った汚染や熱水変質目立つ。12.80 m 以深は, 亀裂に沿った汚染あるも全体には良好。透水試験は深度 10 m 以深で実施。20~25 m 間の  $L_u = 2.4$  を除いて, 孔底 (80 m) まで  $L_u < 1$ 。
- HBR-12 砂礫厚さ 16.6 m, 全粒に砂, 粘土に富む。16.6 m 以深の花崗岩は全体に亀裂多く, 汚染が目立つ。29~30 m 破碎帯, 30~35 m 亀裂が多く, 劣化帯。透水試験なし。
- HBR-13 砂礫厚さ 26.22 m,  $\phi 1 \sim 5$  cm の礫目立つ。透水性  $10^4 \sim 10^6$  cm/s オーダー。26.22~27.5 m 間, 強風化岩, それ以深は亀裂に沿う汚染あるもやや良好。透水性  $L_u < 1$ 。
- HBR-14 砂礫厚さ 52.54 m, 小礫に富む。52.54 m 以深の花崗岩は亀裂面に白色挟在物認められるも良好。透水試験なし。
- HBR-15 表土厚さ 1.6 m。1.6~10.5 m 間の花崗岩全粒に風化を被り亀裂面に汚染目立つ。10.5 m 以深, 亀裂面に汚染や挟在物認められるも良好。透水試験は 5 m 以深で実施,  $L_u < 1.2$ 。
- HBR-16 地表面より 26.65 m 間は強風化花崗岩 (土砂状~岩片状コア) 26.65 m 以深, 亀裂面に汚染や挟在物あるもやや良好。40~120 m (孔底) 間は亀裂帯や破碎帯が存在し, 全粒に岩粒が劣化。基岩の透水性は 45.0~55.0 m, 15~17  $L_u$  を除きほぼ  $L_u < 3$ 。
- HBR-17 表土 (腐植土, 耕土) 厚さ 1.8 m, 1.8~8 m 間強風化花崗岩 (土状又は岩片状), 8 m 以深は亀裂面に汚染又は挟在物認められるも, 全体には良好。透水性  $L_u < 1$ 。
- HBR-18 表土厚さ 20.5 m, 0.5~4.6 m 間強風化花崗岩 (土状)。4.6 m 以深は亀裂面に汚染や挟在物認められるが, 全体に良好。透水性  $L_u < 1$ 。
- HBR-19 表土厚さ 0.6 m, 0.6~9 m 間強風化花崗岩 (土状)。9 m 以深孔底 (100.1 m) 迄, 亀裂にシーム挟在するも良好。透水性  $L_u < 1$  (但し深度 50~55 m 間は  $L_u = 2.1$ )。
- HBR-20 砂礫厚さ 10.3 m, 全粒にシルト質。10.3~25 m 間強風化花崗岩 (土状~岩片状)。25 m 以深, 亀裂面汚染や風化物の挟在顕著なれど, 全体としては良好。透水性 (25

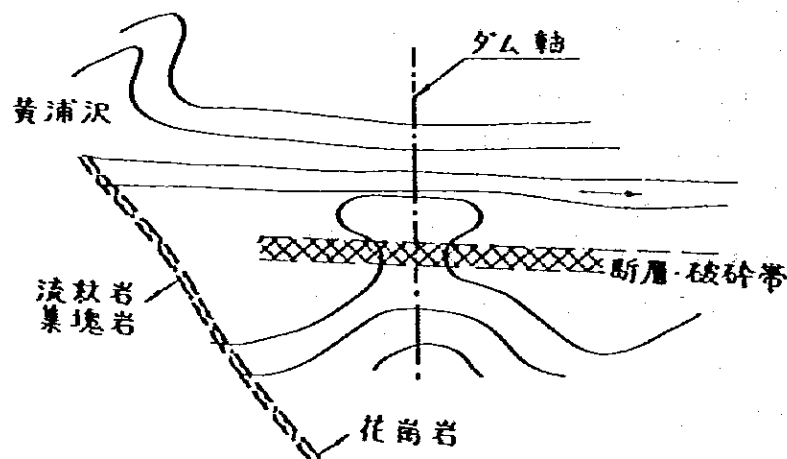
HBR-21	<p>m以深) Lu &lt; 1。</p> <p>表土厚さ 2.4m, 2.4~3.6m 強風化花崗岩。3.6m以深, 亀裂面に汚染や, 風化物挟在あるも全体に良好。透水性, 深度 11~16 m, Lu=4.96, 16m以深 Lu &lt; 1。</p>
--------	--

#### 4.5 ダム地点の地質

##### 4.5.1 概要

本地点の基岩はすべて中~粗粒の花崗岩である。基岩は左岸山腹一帯に広く露岩がみられるが、右岸は突出尾根の川岸の崖と鞍部後背の山腹尾根に散在して見られる程度である。花崗岩は、新鮮部は極めて堅硬であるが、節理、亀裂が発達し深層風化もみられる。

図4-1 ダム地点、地質略図



主な構造線、弱帯ゾーンは上図のように、右岸上流の流紋岩類と花崗岩の接触部(破砕帯)にある他、鞍部を形成する上~下流に延びる断層、破砕帯がある(詳細は図4-5を参照)。

##### 4.5.2 地質

###### (I) 表層堆積物

###### ○ 崖 錕

崖錕は全境に亘って殆どみられない。ダムサイトでは兩岸の沢部等に若干認められ、その厚さは1~5mで、一部10mに達する所があるが、分布範囲は限られている。

###### ○ 段丘堆積物

段丘堆積物は、右岸川沿いのやや高い所に、鞍部を挟んで上~下流に広く分布している。

このうち鞍部の下流部の川割では、現河床堆積物に漸移している。これらの表層には流出土砂、崩積土砂が薄く乗っている。全体として、ほとんど砂、粘土、シルトより成り全くルーズである。厚さは10～15m（鞍部下流では16.6mを確認）であり、川割になるに従って薄くなる。

#### ○河床堆積物

氾濫堆積物は水位の上昇、下降が激しい所の低地に分布している。砂を主とする堆積物である。いずれも薄い。

現河床堆積物は現流路左岸寄り、中洲を形成しながら非常に厚く堆積している。その厚さは右岸上流や左岸下流でやや薄い（18mまたはそれ以下）が、その他は非常に厚く30mまたはそれ以上で、特に流心から右岸下流にかけては50mを越え、最大56.10m（この標高はH約50m）を確認している。堆積層は全体として上位部はシルト～粘土混じり砂礫層を挟む砂礫層、下位部はシルト混りの砂礫層で、いずれも非常にルーズである。

構成礫はすべて流紋岩類で、いずれも堅硬である。礫径は3～5cmまたはそれ以下が主体で、5～15cmが若干あり、稀に20cm程度のものである。

### (2) 基盤岩石

#### ○花崗岩

左岸は、高位部ではかなり風化してマサ化が進んでいるが、中～低位部のダム敷対象内では、ほとんどが新鮮、堅硬である。ただ大目の節理・亀裂が多く表層部はゆるんでおりクリーブしている所が多く、偶数10cm～1m近く崩壊している所も見られる。山の形状から、ゆるみゾーンの厚さは5～6mと思われるが明らかではない。

河床部ではボーリングの結果、表層のごく一部に風化、軟化がみられるが、殆どは着岩後すぐ新鮮堅硬である。基岩の風化、軟化部の厚さは1～2mである。

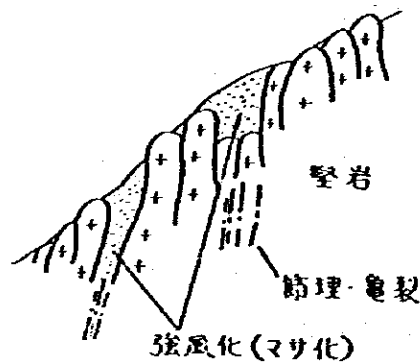
右岸は突出尾根の川岸の崖部には比較的新鮮、堅硬な基岩がみられるが、鞍部一帯の風化、マサ化が著しい。また、鞍部裏山の山体では、露岩がある所とない所（風化マサ化あるいは残留風化土など）が互層状をなす。また露岩は一つの方向性をもって帯状に分布している。

鞍部付近の風化、マサ化部は鞍部を形成する断層、破砕帯とその影響帯に沿って劣化したものである。風化、軟化している厚さは1～10mであるが20mに達する所（HBR-16）もある。また鞍部付近は、破砕帯の影響により亀裂が著しく発達しており、このため軟化しないまでも深くまで劣化している。

鞍部裏の山体の互層状の風化は、鞍部を形成する断層・破砕帯と同一傾向を持つ節理、亀裂帯の深層風化が原因と思われる。これは露頭の形状やボーリング（HBR-4位）からも判断される。しかし深さ、傾ともあまり大きいものとは考えられない。堅硬岩は階段状に分布していると考えられるが、また逆に言えば表層で堅硬岩が見られても、その下（堅

硬岩をとれば)は強いマサ化が在るかもしれない(下図参照)。

図4-2 花崗岩風化状況模式図



(3) 節理、亀裂および新層

- 節理、亀裂：ダムサイト付近で顕著に見られる節理は、走向 $N 40^{\circ} \sim 60^{\circ} E$ と $N 50^{\circ} \sim 70^{\circ} W$ の二組で(一般的には川と平行ななし、ゆるく斜交するものが目立つ)、その傾斜は $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ (NまたはS)である。これらの節理の左、右岸における状況は①左岸では、走向 $N 50^{\circ} \sim 70^{\circ} E$ で下流側に急傾斜するものが多く、②右岸では、走向 $N 70^{\circ} W$ で上流側に急傾斜するものが多い。
- 新層：右岸鞍部を形成する原因となっている新層は、大規模なもの一つ在るのではなく、小さいものが数多く集合し劣化帯を作っているものである(新層、劣化帯そのものは幅数mのものが数本あるにすぎない)。この劣化帯の幅は大きく、数mから最大 $40 \sim 50$ mに達するものと思われる。この新層の走向、傾斜は $N 30^{\circ} \sim 50^{\circ} W$ ,  $60^{\circ} \sim 80^{\circ} N$ (川側傾斜)の傾向を示すものと推察される。

上記新層以外には、現在の所大きいものは認められていないが、小規模なものは兩岸山体の各所に認められている。これはいずれも連続性に乏しいようである。

(4) 地下水

ダム計画地点付近の地下水位は一般に標高は高いようであるが、左岸は基岩のゆるみが大いなので、地形に対応せずに低いかもしれない。

1981年7月から、右岸鞍部の3本のボーリング孔を利用して、地下水の水位観測が行われたが、いずれも安定状態を維持し、特に問題になるようなことは認められなかったので約2ヶ月で中止されている(図4-3)。

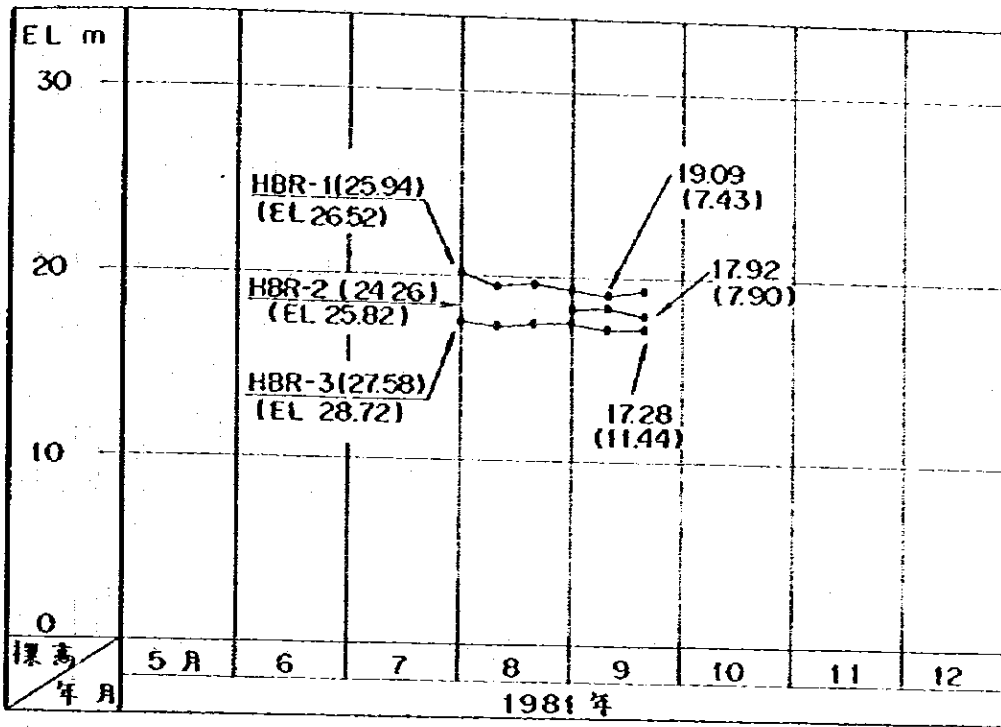
(5) 透水性

◦河床堆積層の透水性

河床堆積層の透水係数は、全体に $10^{-1} \sim 10^{-3} \text{ cm/s}$ の範囲内にあるが、殆どは $10^{-3} \text{ cm/s}$ のオーダーである。

また表層～浅部のみならず深部に於ても透水性の大きい所即ち、深度に対応して透水性

図4-3 水位観測孔内水位



注:(EL)は口元の標高  
( )は口元からの深度

が減少しない所があるが、これは堆積層の組成が不均質であるためである。なお、組成と透水性の関係をみると、①砂混り礫では $10^{-2}$  cm/s のオーダーでまとめられ、②砂礫は $10^{-2}$  cm/s のオーダーではあるがバラツキが大きく、③シルト～粘土混じり砂礫は $10^{-4} \sim 10^{-5}$  cm/s のオーダーの値も得られている傾向がある。

以上のより、ダム基礎となる砂礫層の透水係数は、全体として平均的に $10^{-2}$  cm/s のオーダーでまとめられる。

#### ○ 基岩の透水性

基礎となる岩盤の透水性は、ほとんど問題はない。ただ細かくみると、ルジオン値が若干大きい所もある。例えばHBL-11の深度15～20m間においては、18.4ルジオンを、HBR-1の深度6.13～12.40m間では34.5ルジオンを同じくHBR-11の20～25m間では17.4ルジオンを示す。しかし、これら比較的高ルジオン値を示す区間以外の大部分は1～3ルジオン以下である。

ダム基礎となる岩盤の透水係数は右岸鞍部の新層、破砕帯付近で局部的に5～10ルジオンを示すが、ほとんどは1～5または1以下のルジオン値を示す。

### 4.5.3 土地質的考察

本地点の地質的な問題は、河床堆積物の性状（特に透水性）と右岸の鞍部を形成する断層、破砕帯の存在である。また、設計の面からみれば、これらの他、右岸下流の川岸付近の基岩の深度が深いこと、右岸の基岩の風化が著しいことなどがある。

#### (1) 表層堆積物

- ・表土、崖錐の分布はきわめて限られており、特に問題はない。
- ・河床堆積層は、設計上これを残してフィルダムを築造することになる。河床堆積層の中には薄いレンズ状のシルト～粘土混じり砂礫層が不規則に挟在しているが、この層はコアの鑑定では透水係数以外の物理的性質は他の砂礫層と大差ないと思われる。計画しているダムはフィルダムであることから特に問題はないと思われる。

#### (2) 基礎岩盤

- ・基岩の花崗岩は新鮮部は堅硬で、基礎岩盤としての強度的な問題は全くない。但し次のような問題が考えられる。
  - ① 右岸取付尾根部の風化、マサ化はかなり著しく、またその厚さも厚い。また、互層状に分布する亀裂沿いの深層風化帯が、存在すると思われることから、山体の切取法面の安定については、十分調査検討をする必要がある。
  - ② 左岸取付部には比較的新鮮、堅硬な花崗岩が分布するが、大目の開隙が非常に多く、山体がゆるんでいるので、掘削に際しては法面の保護対策に注意する必要がある。
- ・右岸鞍部を形成している断層、破砕帯沿いの劣化ゾーンの幅が広くかつ風化が深部に及んでいることから、洪水吐教内にも局所的な地質不良部が現れる可能性がある。しかし、基礎部は地山深部の標高が低い所であることから、断層、破砕帯はよく締まっていると考えられること、個々の断層は小さいものであることなどから特別な処理をする必要はないと考えられる。たゞ実際には掘削に際して十分注意し、軟弱部があればヒカット・コンクリート置き換え工法を採用し周辺に破砕帯があればグラウチングを併用すればよい。
- ・この他小さな断層が数本認められているが、特殊な処理を必要とするようなものは無い。
- ・左岸のゆるみゾーンの厚さ、右岸取付山体低位部（道路下の段丘部）の詳細な性状は、現段階では不明である。
- ・なお、参考迄に、ダム天端標高を50mとした場合のコンクリート重力式ダムの基礎となりうる岩盤の深度を、個々の調査ボーリングのコアから判定した結果を表4-3に示す。

#### (3) 透水性

##### ・河床堆積層の透水性

河床堆積層は非常に厚く（最大56m）かつ、その透水性は大きい（ $10^{-2}$  cm/sのオーダー）。本地点の河床堆積層は、その厚さから、ほとんどを現状のまま残し、その上にフィルダム

表 4-3 ボーリングコアによるダム基礎の推定掘削深度

場所	孔名	孔口標高 m	推定掘削深度 (口内は標高)	場所	孔名	孔口標高 m	推定掘削深度 (口内は標高)
左                岸	HBL-1	-1.59	29.10 (-30.69)	右                岸	HBR-1	25.91	3.50 (22.41)
	2	-9.30	8.15 (-17.45)		2	24.26	9.00 (15.26)
	3	-14.42	2.35 (-12.07)		3	27.58	15.00 (12.58)
	4	-9.13	21.50 (30.63)		4	47.76	3.80 (43.96)
	5	0.01	53.45 (-53.44)		5	14.59	36.90 (-22.31)
	6	3.45	34.30 (-30.85)		6	9.00	46.90 (-37.90)
	7	36.62	0.50 (36.12)		7	20.25	8.75 (11.50)
	8	-0.13	18.85 (-18.98)		8	9.20	57.80 (-48.60)
	9	2.82	48.90 (-46.08)		9	6.38	56.10 (-49.72)
	10	6.43	18.00 (-11.57)		10	46.70	8.60 (38.10)
	11	27.89	1.85 (26.04)		11	49.81	4.00 (45.81)
	12	1.18	33.50 (-32.32)		12	15.60	18.50 (-2.9)
	13	6.83	60.00 (-53.17)		13	11.43	28.00 (-16.57)
	14	8.04	28.60 (-20.56)		14	6.00	52.60 (-46.60)
	15	0.70	18.10 (-17.40)		15	51.36	(※2) —
	16	4.76	37.80 (32.60)		16	40.53	(※1) 26.65 (16.38)
	17	9.66	30.00 (-20.34)		17	16.45	8.00 (8.45)
注) ※1: 斜ボーリング孔 ※2: ボーリング孔口がダム天壇により 高方にある。				18	73.65	(※2) —	
				19	97.39	(※2) —	
				20	16.38	25.00 (-8.62)	
				21	36.44	3.80 (32.64)	



を築造することになるので、この止水処理が重要な課題となる。当初この砂礫層の組成別の分類と、透水性と組成との関係を分類し、止水処理計画の資料を得んとしたが、調査（但し、十分なコア採取による調査は行なわれていない。）の結果、組成は不均質で、透水性も大きくかつバラツキがあることが判明した。

したがって、止水は特殊グラウチング（例えば粘土グラウチング）あるいはコンクリート連続地中壁などによって処理することになると考えられる。着岩までの深度が大きくなると砂礫層中には玉石が存在することは当然予想されるので、いずれの工法をとるにしても施工性の検討が重要な課題になる。

また、基岩との境界部は試験資料は少ないものの、透水係数が  $10^{-1} \text{ cm/s}$  に近い値もみられることから、接岩部の処理は注意して行なう必要がある。

#### ・基岩の透水性

基礎となる岩盤の透水性はほとんど問題はない。ただ細かくみると、深部でルツオン値が若干大きい所もあるので止水処理は、このことを考慮して計画する必要がある。

河床堆積層と基岩との境界部即ち、河床堆積層の下に存在する岩盤はボーリング結果によれば一般的に着岩と同時にほぼ新鮮な花崗岩となっているが、一部で深さ1～3mの範囲で劣化（D級またはそれ以下）していることが確認されている。またこの部分の透水性のデータは無い（着岩直下ではテストは行なわれていない）が、風化、亀裂の状況から透水性はやや大きいものと考えられる。コンクリート連続地中壁によって止水処理を行なう場合は、地中壁を基岩中に数メートル程度担り込み、更にセメントグラウチングによる処理を行なえば、境界部よりの漏水は防止できると考えられる。

## 4.6 諸構造物地点の地質

洪水吐、取水口、発電所

これら構造物が設置される右岸山体～川岸部は、花崗岩の山体である急斜面から、旧流路の河岸段丘平坦地に移化する地点で突出尾根や深い沢があるかなり複雑な地形をなしている。また、この付近には中国側の踏査により、表層すべりや断層が推定されているなど地質も複雑のようである。従って、今後の詳細な調査工事によって表層すべりや断層等は、判断される。

これまでの調査結果から地形、地質条件をとりまとめると次のとおりである（図4-5、4-6、4-7参照）。

### 4.6.1 洪水吐

#### (1) 地形、地質

・鞍部を形成する大きい凹地形をはさんで、川側の突出尾根、山側の山体にかかる比較的や

せた尾根部に位置する。

- ・本地点付近の基岩は風化が比較的深く迄達しており（右岸山体部は割れ目に沿う深層風化もあり、山全体がブロック化しているおそれがある。）表層～浅部の性状は劣る。
- ・鞍部を形成する断層破砕帯は、すでに述べたように全体としては大きい劣化帯を成しているが、小さい断層の集合体であることがボーリングによって確認されている。

#### (2) 考 察

- ・基岩の風化は厚いが構造物基礎は設計上標高0 m付近の深部に位置するので、基礎岩盤としては良好であり（B、C級）特に問題はないと考えられる。
- ・断層破砕帯は構造物基礎に出現するが、基礎標高が低いのでボーリングコアで推定されるよりはよく締まっていると考えられる。いずれにしろ、既述のように、特に処理を必要とするものではなく、一般的なUカット工法で十分対処できると考えられる。

### 4.6.2 取 水 口

#### (1) 地形、地質

- ・山体は比較的やせており、かつやや深い沢があるなど、地形は若干複雑である。
- ・崖線堆積物は1～3 m程度で、特に著しく厚い所はない。
- ・基岩の花崗岩は、全体として浅部で風化、マサ化が進んでいる他、亀裂、断層沿いの深層風化もあるので、地山としての性質はやや劣ると思われる。この付近でのボーリングの結果でみると、基岩の強風化、マサ化部は低位で5 m、高位で10 m程度である（以下は良好岩盤）が、断層沿いの風化がかなり深く迄見られる。

#### (2) 考 察

- ・構造物基礎岩盤として、問題は特になくと思われる。しかし、上記の風化、劣化のため地山は若干ゆるんでいると考えられるので、法面掘削とその安定、処理については十分検討する必要がある。

### 4.6.3 発 電 所

#### (1) 地形、地質

- ・山裾斜面部に位置する。
- ・地形的に、沖積錐的な沢からの押し出し堆積物が7～10 mの厚さで、分布しているようで着岩の標高は10～15 mと思われる。
- ・基岩は花崗岩であるが、沢沿いに認められる断層（F15）の影響等で局部的にマサ化が進んでいると考えられる。
- ・山側突出尾根部に表層すべりの存在を中国斜で予想されている。

#### (2) 考 察

- ・本地点に関する調査工事資料はないが、周辺の調査結果から、基岩は概ね良好で、基礎岩盤としての問題はないと考えられる。
- ・ただ上記断層が、規模は小さいものの、計画地点を横断しているので、一応注意しておく必要がある。
- ・突出尾根に予想されている“すべり”は、設計上掘削除去されるので問題にはならない。かりに掘削中崩壊するとしても掘削工法を工夫すれば対処出来る程度のすべりと思われるので、現段階で発電所の位置の変更を必要とするほどの問題ではないと思われる。念のため、実施設計の際、教本のボーリングによりすべり面を確認しておくことが望ましい。

#### 4.7 追加調査

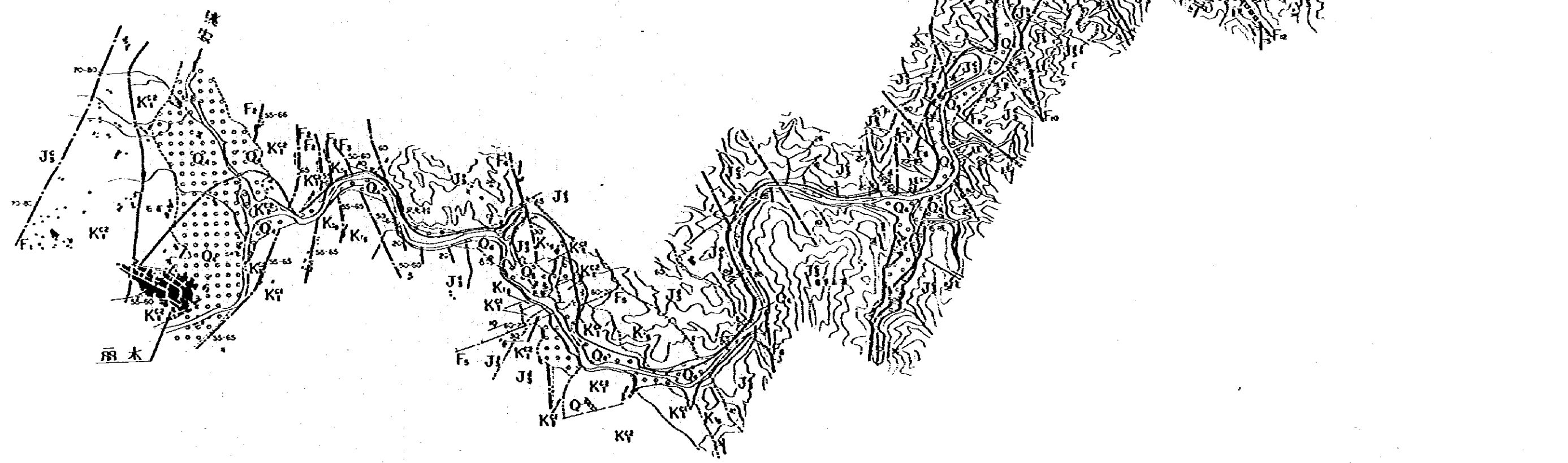
本地点の地質の状況は、これまでの調査工事によってかなり判明しているが主要構造物の設計の検討に併せて、更に詳細な調査を進めるべきである。













現在考えられている設計案に基づくと、今後予想される追加調査工事等は次のとおりである。

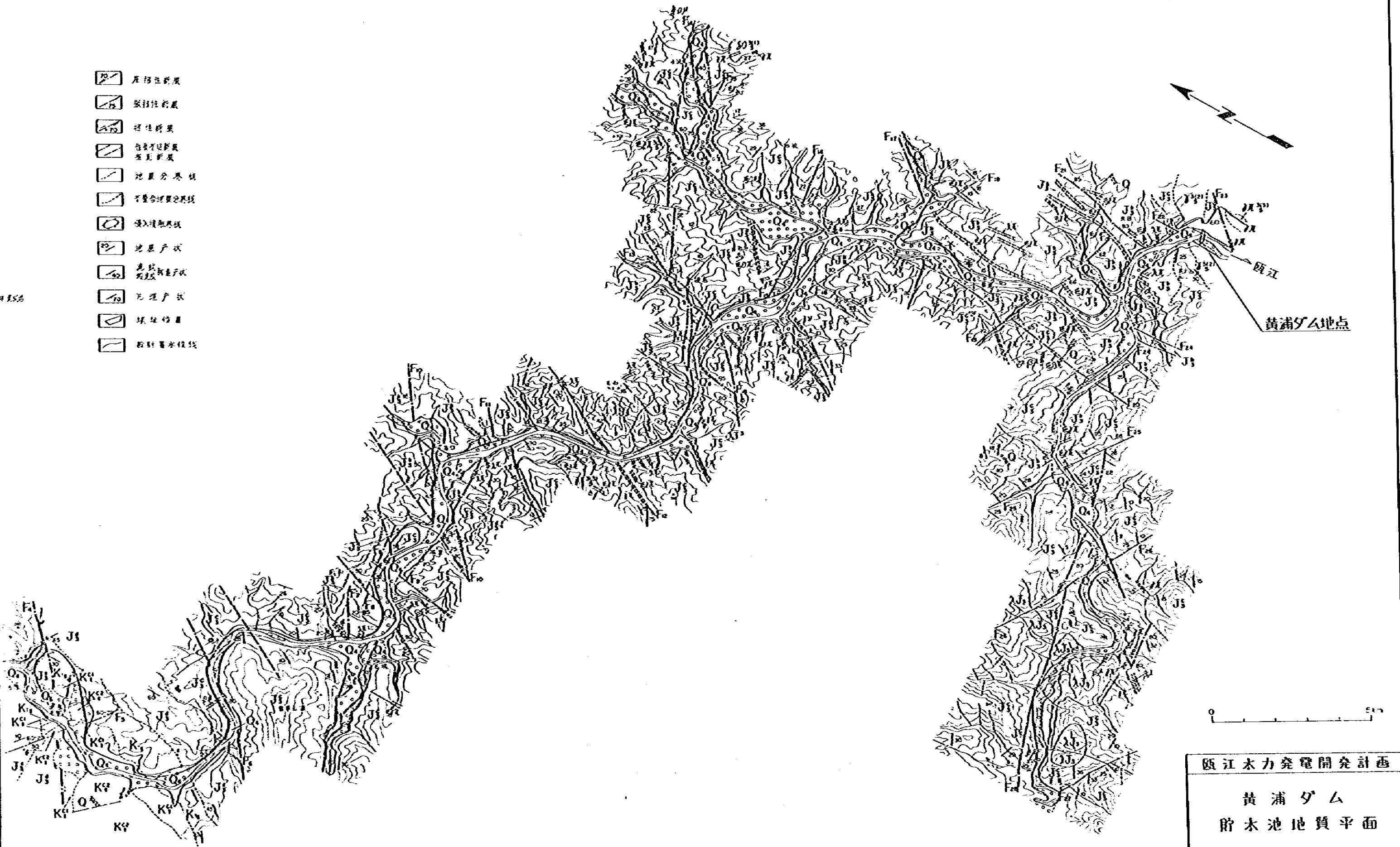
- ・左岸ダム取付部付近の追加調査ボーリング（透水試験）
- ・右岸、取水口、発電所その他構造物計画地点のボーリング
- ・右岸切取斜面部の補足ボーリングと浅い横坑（共にゆるみの調査）

# 凡例

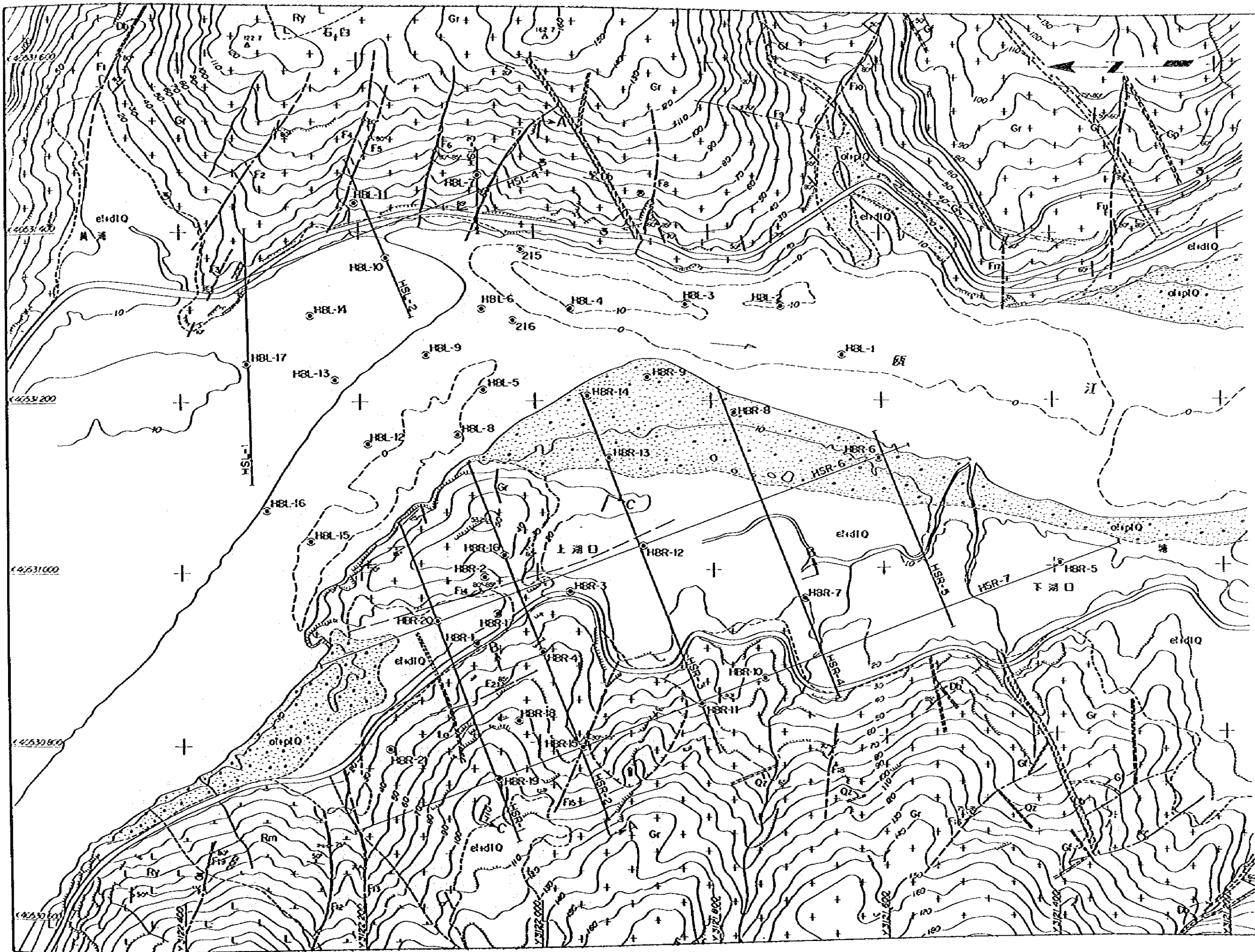
<b>Q<sub>4</sub></b> 冲积层	<b>F<sub>2</sub></b> 碎屑岩类 碎屑岩类	<b>F<sub>3</sub></b> 层状岩类
<b>K<sub>1</sub><sup>1</sup></b> 第四系上段 第四系上段	<b>F<sub>1</sub></b> 碎屑岩类 碎屑岩类	<b>F<sub>4</sub></b> 层状岩类
<b>K<sub>1</sub><sup>2</sup></b> 第四系下段 第四系下段	<b>F<sub>5</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>5</sub></b> 层状岩类
<b>K<sub>1</sub><sup>3</sup></b> 粘土层 粘土层	<b>F<sub>6</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>6</sub></b> 层状岩类
<b>J<sub>1</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>7</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>7</sub></b> 层状岩类
<b>J<sub>2</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>8</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>8</sub></b> 层状岩类
<b>J<sub>3</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>9</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>9</sub></b> 层状岩类
<b>J<sub>4</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>10</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>10</sub></b> 层状岩类
<b>M</b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>11</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>11</sub></b> 层状岩类
<b>Q<sub>3</sub></b> 第三系 第三系	<b>F<sub>12</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>12</sub></b> 层状岩类
<b>Q<sub>2</sub></b> 第二系 第二系	<b>F<sub>13</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>13</sub></b> 层状岩类
<b>Q<sub>1</sub></b> 第一系 第一系	<b>F<sub>14</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>14</sub></b> 层状岩类
<b>Q<sub>0</sub></b> 第四系 第四系	<b>F<sub>15</sub></b> 层状岩类 层状岩类	<b>F<sub>15</sub></b> 层状岩类



-  断层带
-  断层带
-  断层带
-  断层带
-  断层带
-  断层带
-  断层带
-  断层带
-  断层带
-  断层带
-  断层带
-  断层带



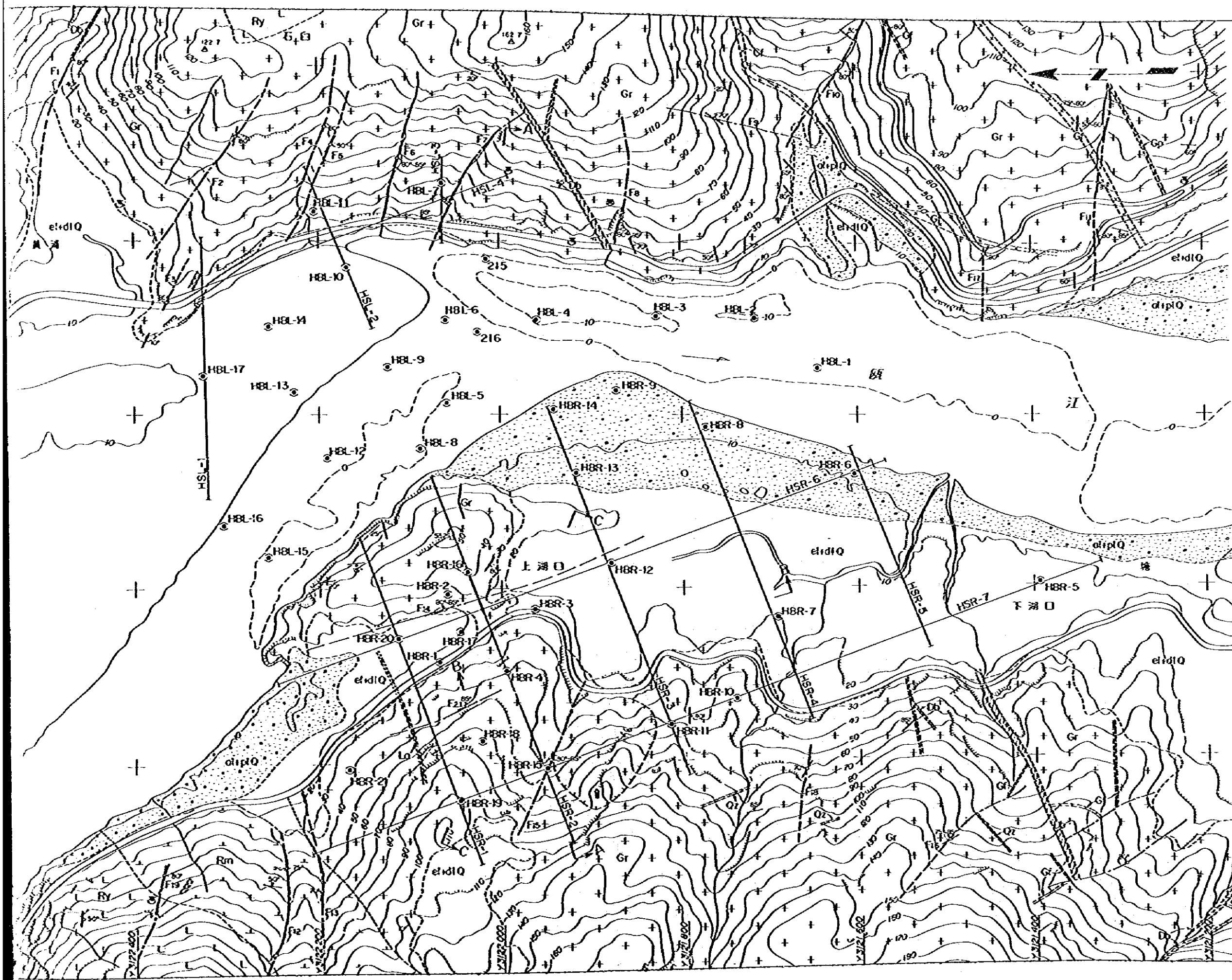
瓯江水力发电开发计划  
 黄浦大坝  
 貯水池地质平面  
 图 4-4



- 地質系  
 ジョラ系  
 地層  
 境界
- diptO
  - eldIO
  - Gr +
  - Rm +
  - Ry +
  - F1
  - F2
  - F3
  - F4
  - F5
  - F6
  - F7
  - F8
  - F9
  - F10
  - F11
  - F12
  - F13
  - F14
  - F15
  - F16
  - F17
  - F18
  - F19
  - F20
  - HBL-1
  - HBL-2
  - HBL-3
  - HBL-4
  - HBL-5
  - HBL-6
  - HBL-7
  - HBL-8
  - HBL-9
  - HBL-10
  - HBL-11
  - HBL-12
  - HBL-13
  - HBL-14
  - HBL-15
  - HBL-16
  - HBL-17
  - HBR-1
  - HBR-2
  - HBR-3
  - HBR-4
  - HBR-5
  - HBR-6
  - HBR-7
  - HBR-8
  - HBR-9
  - HBR-10
  - HBR-11
  - HBR-12
  - HBR-13
  - HBR-14
  - HBR-15
  - HBR-16
  - HBR-17
  - HBR-18
  - HBR-19
  - HBR-20
  - HSR-1
  - HSR-2
  - HSR-3
  - HSR-4
  - HSR-5
  - HSR-6
  - HSR-7

記号	説明
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...
	...

既記



- 凡例
- 沖積、洪積層
  - 砂岩、砂板岩
  - 中石炭紀花崗岩
  - 石炭紀変質的混合岩
  - 石炭紀変質石灰岩
  - 片麻岩
  - 石英岩
  - 片麻岩
  - 角闪岩
  - 花岗岩、闪长岩
  - 岩层产状
  - 断层产状
  - 地质界线  
(.....は推定または仮定)
  - 断層の走向、逆断層及び逆断層  
(---は逆断層)
  - 断層帯
  - 断層の走向、逆断層及び逆断層
  - 出水点
  - ダム位置
  - ダム位置
  - ダム位置

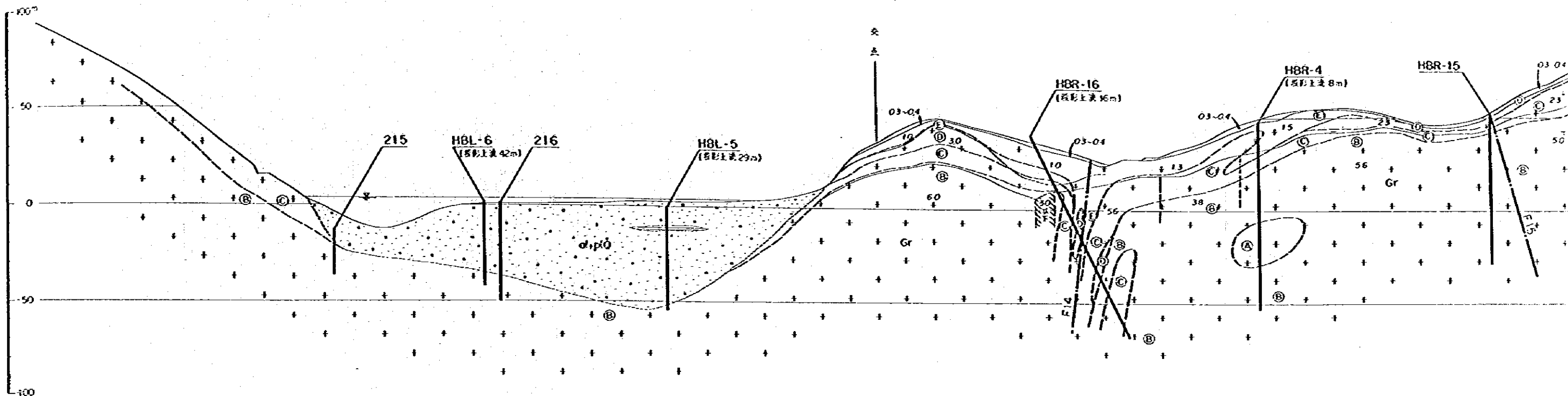
図区主要断層一覧表

番号	名称	延長	方位
F1	...	...	...
F2	...	...	...
F3	...	...	...
F4	...	...	...
F5	...	...	...
F6	...	...	...
F7	...	...	...
F8	...	...	...
F9	...	...	...
F10	...	...	...
F11	...	...	...
F12	...	...	...
F13	...	...	...
F14	...	...	...
F15	...	...	...
F16	...	...	...
F17	...	...	...
F18	...	...	...
F19	...	...	...
F20	...	...	...

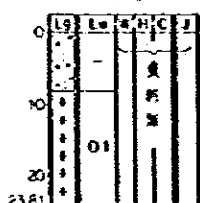
※本図面の範囲内に存在する

既江水力発電開発計画  
 黄浦ダム  
 地質平面  
 図 4-5 8, 1982

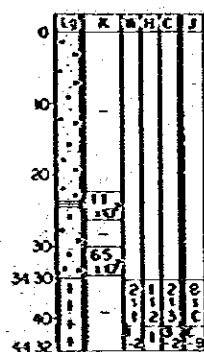
A-A 断面



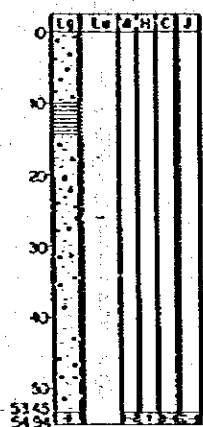
215  
EL. -12.37  
L. 23.81  
(正試験)



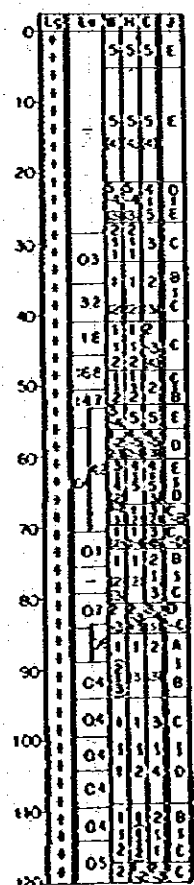
HBL-6  
EL. 3.45  
L. 44.32  
(測水試験)



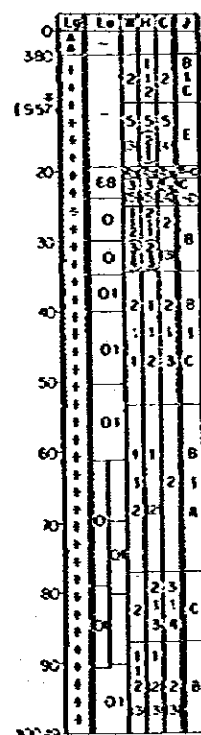
HBL-5  
EL. 0.01  
L. 54.94



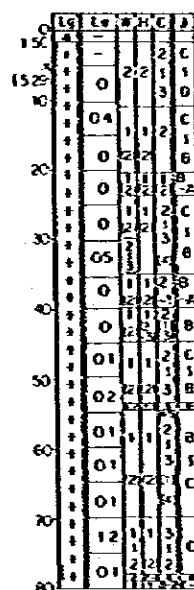
HBR-16  
EL. 40.35  
L. 120.00



HBR-4  
EL. 47.76  
L. 100.43  
(正試験)



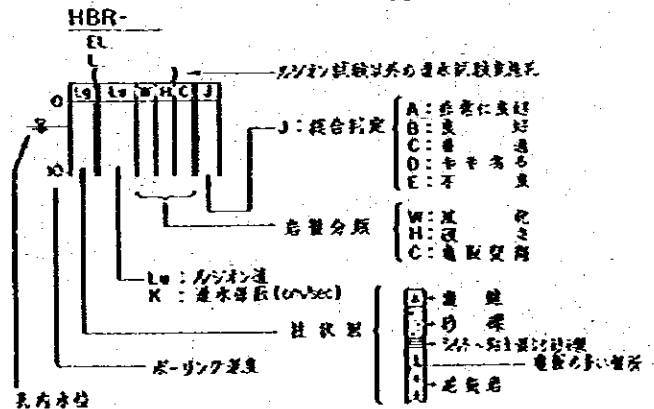
HBR-15  
EL. 51.36  
L. 80.00



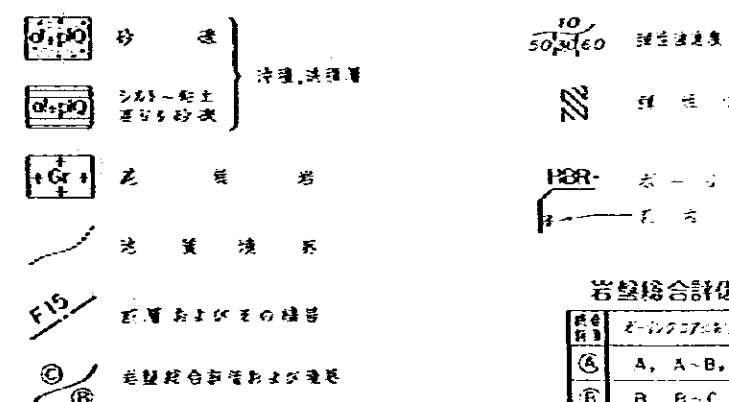
216  
EL. 0.15  
L. 51.39



凡例 (ボ-リング柱状図)



凡例 (断面)



ボ-リング柱状図における岩盤分類基準

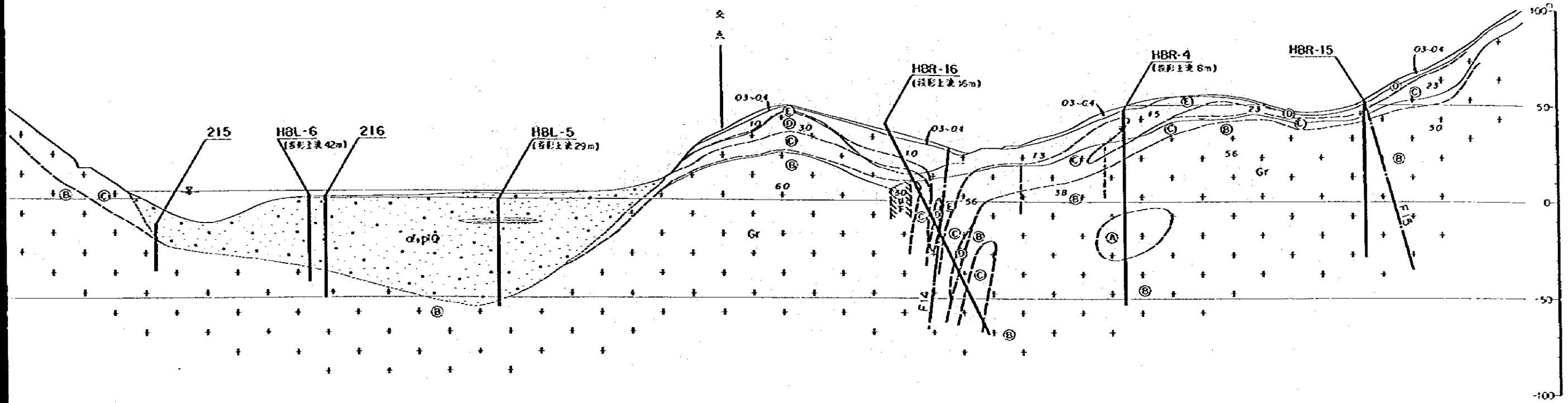
1	全体的に硬い岩盤	30cm 以上
2	比較的硬い岩盤	10 - 30cm
3	比較的軟い岩盤	3 - 10cm
4	軟い岩盤	1 - 3cm
5	非常に軟い岩盤	1cm 以下

阪江水力

黄浦  
地質



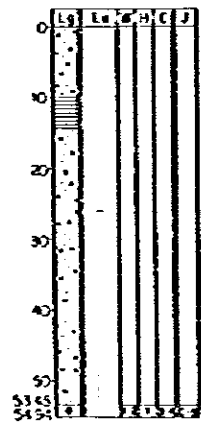
A-A 断面



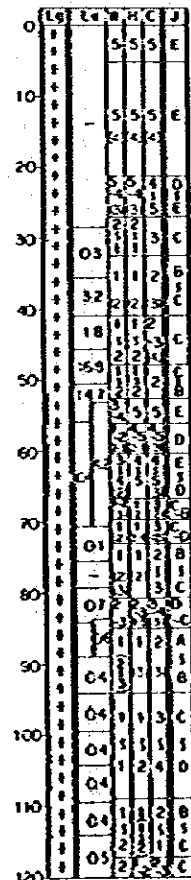
HBL-6  
EL 3.45  
L 44.32  
(潜水取器)



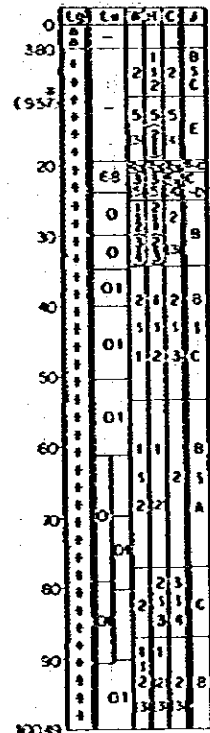
HBL-5  
EL 0.001  
L 54.91



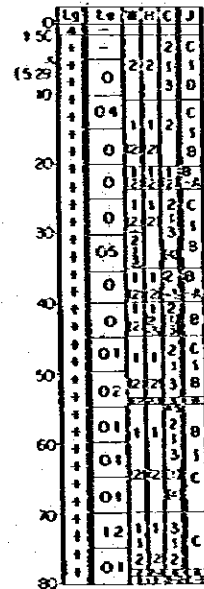
HBR-16  
EL 49.35  
L 60.00



HBR-4  
EL 47.76  
L 100.43  
(潜水取器)



HBR-15  
EL 51.36  
L 80.00



凡例 (断面)

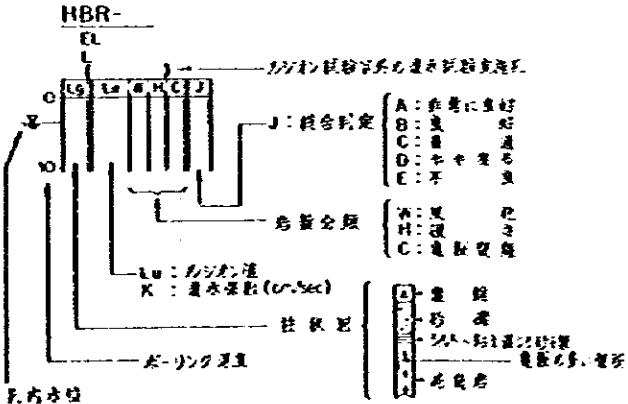
- 砂
- シルター粘土
- 花崗岩
- F15
- F14
- 岩盤総合評価

- 透水性係数 (L/sec) および透水量
- 透水性係数
- ボーリング
- 地下水位

岩盤総合評価分類基準

総合評価	ボーリングコア上の総合評価 (R)
Ⓐ	A, A-B, B-A
Ⓑ	B, B-C, C-B
Ⓒ	C, C-D, D-C
Ⓓ	D, D-E
Ⓔ	E, E-D

凡例 (ボーリング柱状図)



ボーリング柱状図における岩盤分類基準

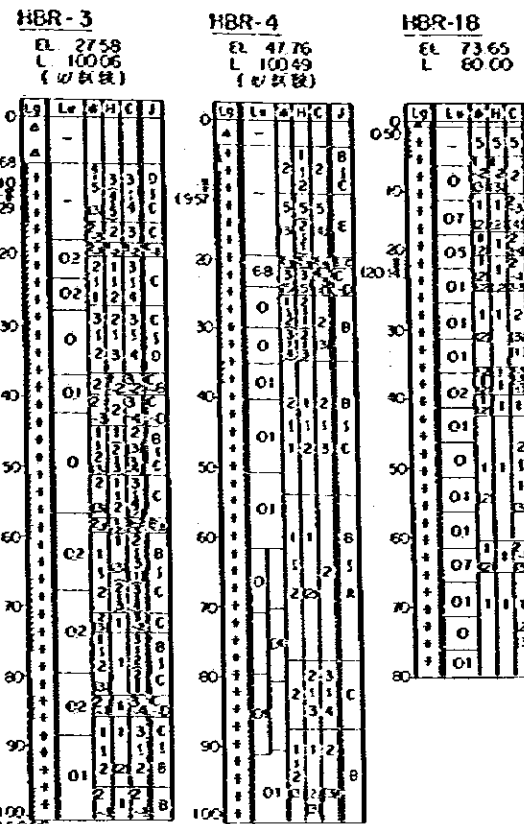
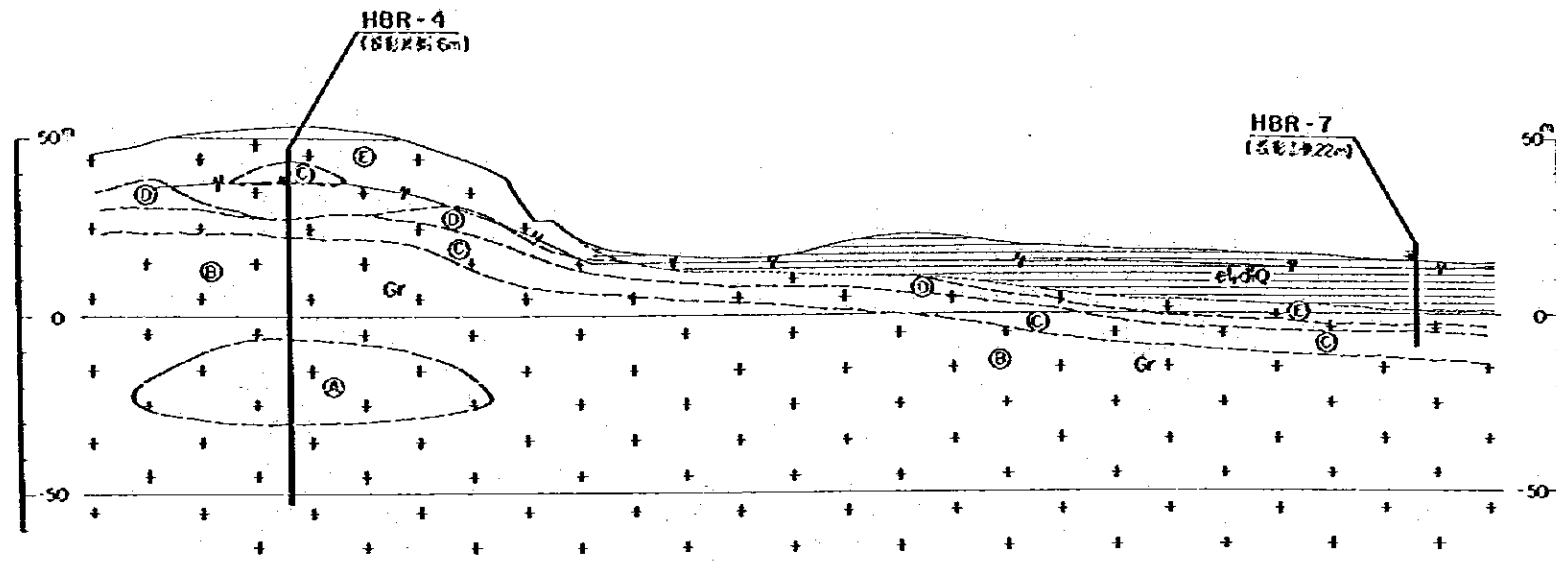
ボーリング柱状図における岩盤分類基準	ボーリング柱状図における岩盤分類基準	ボーリング柱状図における岩盤分類基準
1	30cm 以上	
2	10 - 30cm	
3	3 - 10cm	
4	1 - 3cm	
5	1cm 以下	

瓊江水力発電開発計画

黄浦ダム地質断面

図 4-6

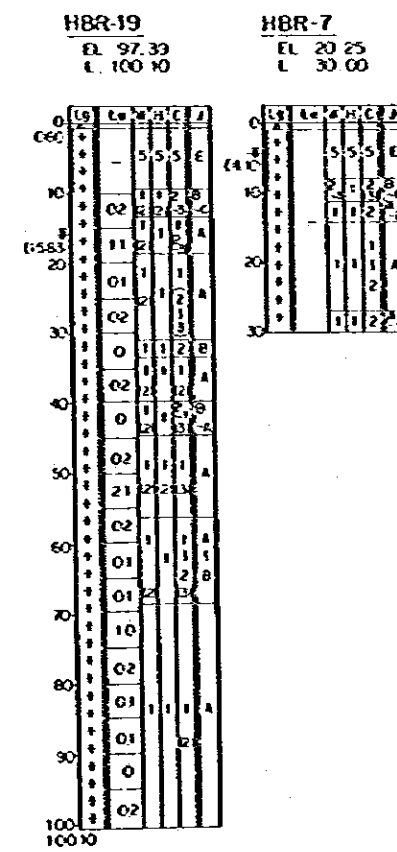
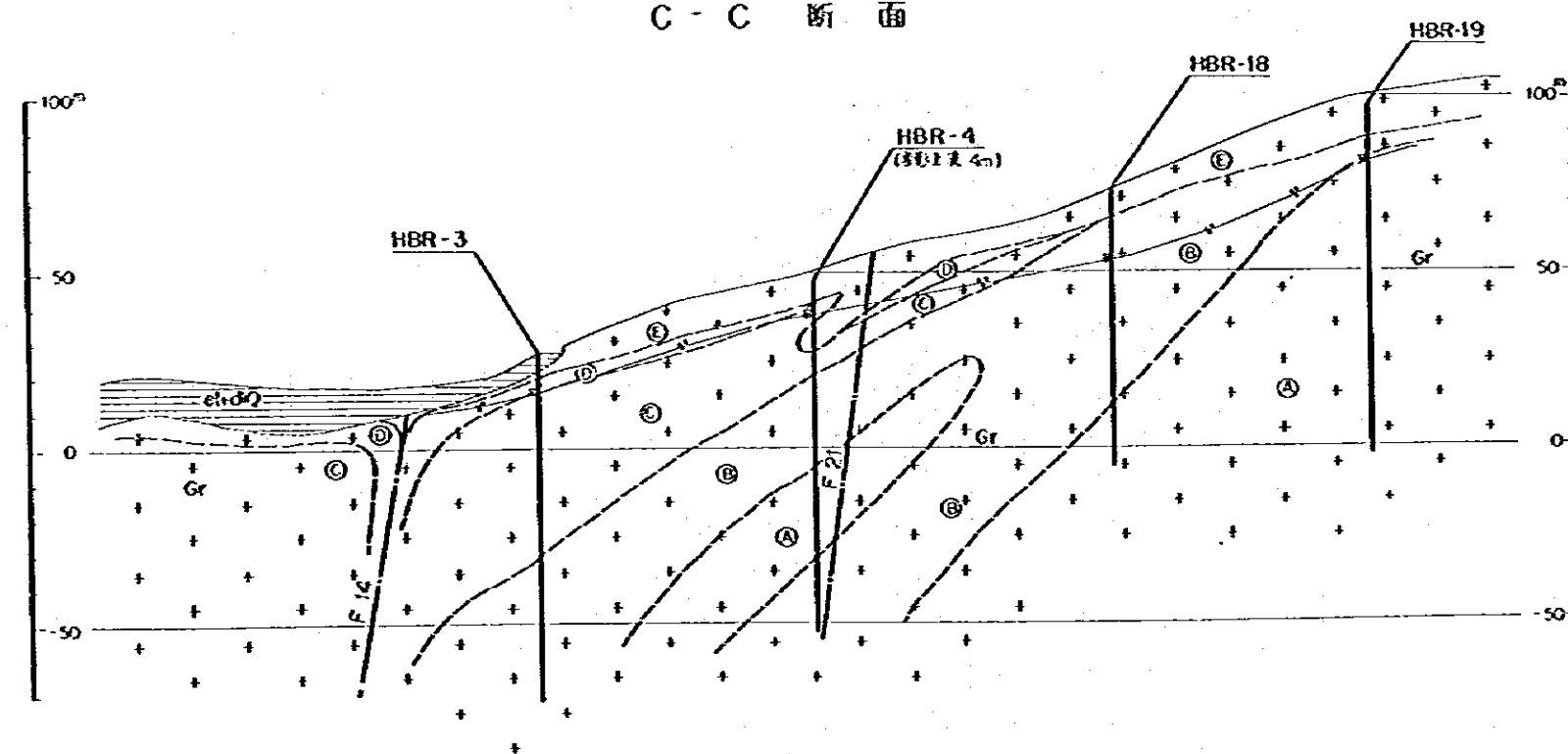
B-B 断面



凡例 (断面)

- 断層、逆断層
- 礫層
- 砂岩
- 粘板岩
- 片麻岩の構造線
- 節理の分布
- 測定地下水
- HBR- ボーリング
- 井内水位

C-C 断面



凡例 (ボーリング柱状図)

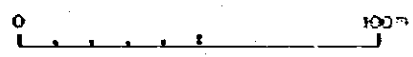
- HBR- ボーリング柱状図
- 測定地下水
- 地層分類
- 節理の分布
- ボーリング深度 (m)

岩盤総合評価分類基準

評価	ボーリングコアにおける評価区分 (J)
Ⓐ	A, A-B, B-A
Ⓑ	B, B-C, C-B
Ⓒ	C, C-D, D-C
Ⓓ	D, D-E
Ⓔ	E, E-D

ボーリング柱状図における岩盤分類基準

評価	ボーリング柱状図における評価区分 (J)	厚さ (cm)
1	1	30cm 以上
2	2	10 - 30cm
3	3	3 - 10cm
4	4	1 - 3cm
5	5	1cm 以下



飯江水力発電開発計画  
 黄浦ダム  
 発電所および取水口前  
 庭部切取斜面地質断面

図 4-7