中華人民共和国

瓯江水力発電開発計画(滩坑地点)

最終調査報告書

1983年7月

国際協力事業団

中華人民共和国

瓯江水力発電開発計画(滩坑地点)

最終調査報告書

1983年7月

国際協力事業団

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2月までの間，篠原敏郎氏（電源開発株式会社）を団長とする調査団を6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滩坑および黄浦の両地点のうち，滩坑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。

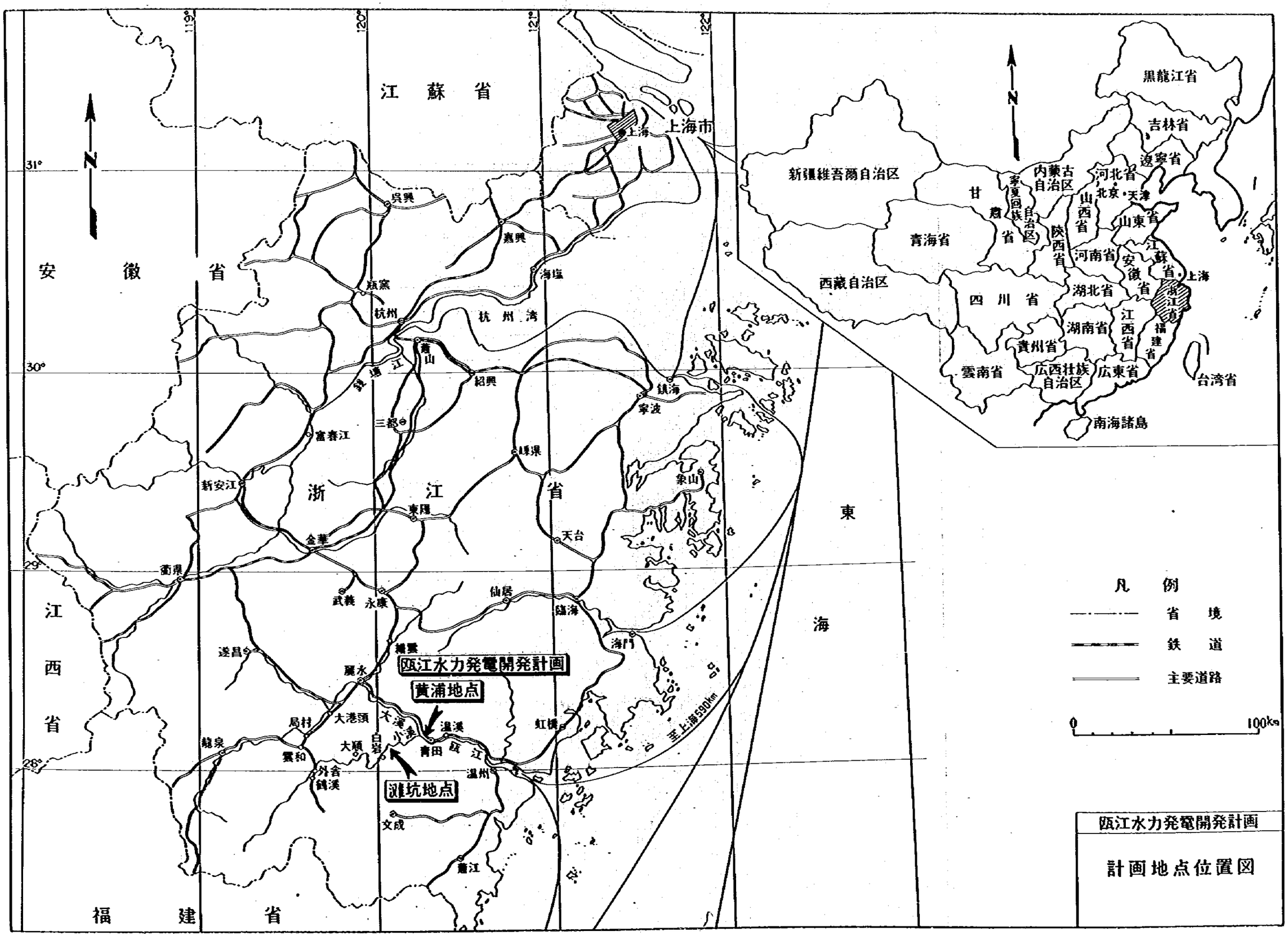
本報告書が中華人民共和国の電源開発の促進に寄与するとともに，同国と我国との経済交流並びに友好親善の一助となれば誠に喜ばしいことである。

終りに，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。

1983年7月

国際協力事業団

総裁 有田圭輔


江蘇省
安徽省
浙江省
江西省
福建省
東海
上海
上海市
呉興
嘉興
海塩
瓶窯
杭州
杭州湾
蕭山
紹興
鎮海
寧波
三都
富春江
嵊県
新安江
東陽
象山
金華
天台
衢県
武義
永康
仙居
臨海
海門
遂昌
縉雲
麗水
瓯江水力発電開発計画
黄浦地点
局村
大港頭
温溪
虹橋
龍泉
雲和
大願
白岩
青田
瓯江
温州
外舎
鶴溪
滑坑地点
文成
蕭江
主上海590km
新疆維吾爾自治区
西藏自治区
青海省
甘粛省
寧夏回族自治区
内蒙古自治区
陝西省
山西省
河北省
北京・天津
山東省
河南省
安徽省
江蘇省
上海
浙江省
福建省
台湾省
湖北省
四川省
湖南省
江西省
貴州省
雲南省
広西壮族自治区
広東省
南海諸島
黒龍江省
吉林省
遼寧省
凡例
省境
鉄道
主要道路
0
100km
瓯江水力発電開発計画
計画地点位置図

目　　次

結論と勧告

結　論　と　勧　告

結　論

本プロジェクトは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，貯水池を有する瓯江水系滩坑水力発電開発計画は，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，本計画の発電開始は遅くとも1993年とすべきであると考えられ，これの実現には，その工期が8年間であることを考慮すると着工は1986年となる。

本計画の主要諸元は次の通りである。

流域面積		3,321 km²
平均年総流入量		38.2億m³
貯水池常時満水位	標高	160 m
貯水池最低水位	標高	120 m
総貯水容量		35.4億m³
有効貯水容量		21.3億m³
貯水面積		69.3 km²
最大使用水量		656 m³/s
基準有効落差		105 m
発電規模	設備出力	600,000 kW
	年間発生電力量	10.5億kWh
ダム　形式	中央土質しゃ水壁ロックフィルダム	
高さ		165 m
体積		1,380万m³
発電機器	水車型式	立軸フランシス
	水車容量	150,000 kW
	発電機容量	167,000 kVA

	台数		4 台
送　電　線	経路		滩坑発電所～麗水変電所～瓶窯変電所
	電圧・恒長・回線		
		滩坑～麗水　220 kV　1回線・2ルート	46 km
		麗水～瓶窯　500 kV　1回線	250 km

貯水池・ダム・水路・発電所・洪水吐およびその他構造物基盤の地質には，地表踏査・ベンチカット・ボーリング・横坑・弾性波探査および岩盤試験の結果，特に問題となる点はない。ダムの盛立材料のうちコアについては，コア材料の賦存地がダムからやや遠距離に分布しており，物理的性質から，盛立前に粗・細粒材料を混合する必要があるため多少単価の高いものとなる。コア以外の材料については問題となる点はない。

ダムの型式は，コンクリートダムを含めて技術的・経済的検討の結果，土質しゃ水壁を有するロックフィルダムを本地点に最適な型式として選定した。発電所はダム右岸直下流に設置し，洪水吐はダム下流左岸の鞍部を利用して設置する。

建設工事の工期は，準備工事を含め約8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$7.9億（中国人民元13.46億）である。

滩坑水力発電開発計画の経済評価は，ディスカウンテッド・キャッシュ・フロー法により行なった。その結果，実質計算利子率5％および10％の場合，費用便益比（B／C）はそれぞれ1.77および1.18となり，内部収益率（IRR）は実質12.8％となった。

勧　告

滩坑水力発電所を1993年までに運転開始するためには，直ちに実施設計に着手するとともに，4万人におよぶ水没移転に対する具体的対策をたて，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年のそれの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年以来の経済調整のため，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660 MW），富春江（同300 MW）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瓯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瓯江，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紧水滩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瓯江流域滩坑・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，滩坑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

調査の目的は甌江水系滩坑・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，最適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カ年の予定であり，今回これまでの調査結果をとりまとめ，滩坑計画についての報告を行なうものである。

なお，黄浦計画については後日報告することとし，本報告書は滩坑計画単独で開発することを前提に検討したものである。

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・流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測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月および1983年2月の6次によ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
平田一隆	調整
飯村圭司	〃
小沢勝彦	〃
西宮宣明	〃
村井立	経済・財務分析
豊田喬雄	地質
平口佳導	調査技術
高橋精蔵	材料調査
小林良造	〃
松茨万一郎	物理探査
砌沼久良	土質試験
野添茂樹	測量
小野正晴	水文解析
吉岡邦明	開発計画
錦織徹雄	設計
金沢紀一	耐震・基礎処理
藤野浩一	環境
堀正幸	岩盤試験
丸山博	〃 ・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
渡辺鉄夫	送変電

1.3 謝辞

本調査は中華人民共和国国務院水利電力部およびその管下機関，中でも華東勘測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　華東電力系統の現況

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 平方キロメートルである。総人口は約1.58億人（1980年末）で，1975～1980年の年平均伸び率は1.3%であった。工・農業総生産は，1,718億人民元（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1人あたり工・農業総生産は，1,087元（1980年）で，全国値(674元）に比較して著しく高く1975～1980年における年平均伸び率は約8.6%であった。

供給地域の土地面積は，全国の約3.6%と狭く，人口は，全国の16.2%を占め，人口密度は457人/km² と高い。したがって，都市の数も多く，加工工業が最も発達した地域で，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・繊維工業・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，エネルギーの消費量は巨大で，供給が不足し，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。

華東地域の気候は温湿で河川・湖沼が多く概して地形はゆるやかで，土地は肥沃なところが多く農業・林業・果樹・茶などの多角経営に適している。食糧・綿花・菜種落花生・茶・繭などの生産量は全国の上位を占めているが，加工輸出を目的とする軽工業・繊維工業がとくに発達しているため，食糧は自給するにしても，綿・麻・毛などの原料は他地域より大量に導入している。また，中国最大の工業基地として貨物取扱量の最も多い海港をもつ上海市を中心に海上沿岸航路，河川舟運，鉄道，および自動車道路が発達している。

2.1.2　電力設備の概況

華東電力系統の規模は，9,612.9MWで，その内訳は，水力発電設備が3,343.7MW火力発電設備が8,269.2MWである。そのほか灌漑用小水力410.6がある。したがって，電源構成は，灌漑小水力を除くと，水力14%，火力86%となる。系統の単機最大容量は，火力30万kW（望亭），水力7.5万kW（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，系統規模の拡大にともなって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。

華東電力系統発電設備容量（1981年12月31日現在）

電源別	設備容量	構成比	備考
水力発電	1,343.7(MW)	14 (%)	
火力発電	8,269.2	86	
計	9,612.9	100	
灌漑小水力	410.6		
合計	10,023.5		

2.1.3 需給状況

調査団の推定によれば，1981年の系統最大負荷は，潜在需要約700MWおよび徐州系統連系による増分約1,100MWを含めて，合計約8,920MW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，1981年の発電電力量は，調査団推定値で，61,900GWh，その構成は工・農業部門が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頼路水力6%，火力94%である。

系統の送電損失は約9%程度である。火力発電設備の定期補修用予備力は常時90万kW位，定期点検は2～3年に1回（125MWユニットの場合），瞬動予備力は，全設備出力の3%程度を目標に，系統は運転されている。

2.2 需要想定

2.2.1 基礎的条件

華東電力系統の長期電力需要想定は，以下に述べる基礎的条件を前提にして策定された。

(1) 需要想定の範囲を浙江省，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・農業総生産は顕調に増大する。

(4) 以上の諸条件を勘案し，華東設計院の提供資料「編号HO9C－4－8，1982年4月」に示された需要想定値を検討した結果，妥当と思われるので，これを採用する。資料の内容は次のとおり。

年		1990	1995	2000
最大負荷	万kW	1,350	1,920	2,600
発電電力量	億kWh	900	1,220	1,620

月　別	最大負荷比	月　別	最大負荷比	月　別	最大負荷比
1　月	92.0 %	5　月	98.0 %	9　月	96.5 %
2　月	93.5	6　月	100.0	10　月	96.5
3　月	93.5	7　月	98.5	11　月	97.0
4　月	94.5	8　月	98.0	12　月	96.5

2.2.2　想定値の検討

電力や電力量の需要想定を行う場合，ミクロ手法による積みあげ値を，マクロ手法によりチェックする方式が一般的である。ミクロ手法では，需要の構成要素の内容を詳細に分析し，その因果関係から需要種別ごとに需要を想定し積みあげる方式，例えば電灯需要については家庭用電気機器の種別原単位および普及率の実績を分析し今後の変化を予測する，産業用電力需要については産業の構造的変化や技術革新による原単位の変化，省エネルギーの浸透効果や電力多消費産業における企業別生産計画の分析により将来を予測することが求められる。電力需要全体に対する何らかの法則性を見出し想定を行うマクロ手法では，例えば① 需要全体の時系列的傾向，② 国民総生産，国民所得など経済指標との相関，③ 国民総生産単位あたり電力量（電力原単位），④ 経済指標との弾性値などの方式があげられる。

しかし，中国は，計画経済体制の国であり，かつ近代化への経済調整期にあることから，電力需要の動向が，政策展開やその成果としての経済成長に大きく左右されるものと考えられるので，華東設計院の需要想定値（1990，1995および2000年の3年のみ）を採用し，それをベースに年別展開をはかることとした。

ちなみに，中国全体の1971年より1981年にいたる工・農業総生産と発電電力量の相関式を求め，華東系統の工・農業総生産が，今後年平均4％と5％の割合で伸びる2つのケースについて発電端需要電力量の想定を行い，これらを華東設計院の想定値と比較してみると次の結果が得られた。これによると華東設計院の想定値は2つのケースの相関値の範囲内にあり凡ね適切と思われる。

	1990	1995	2000
	（億kWh）	（億kWh）	（億kWh）
華東設計院需要電力量想定値	900	1,220	1,620
相関式による需要電力量想定値			
工・農業総生産年平均増加率4％の場合	936	1,216	1,558
工・農業総生産年平均増加率5％の場合	1,066	1,459	1,962

2.2.3 想定結果

華東設計院想定値をベースに，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表2－1，2－2，2－3および図2－1のとおりである。

なお，1981年の需要実績については，1981年12月31日に徐州系統が華東系統に連系され，資料に不整合性が生じ，適用が不可能となったので，調査団において以下のとおり想定し，それをもとに82年以降需要の年別展開を行った。

（最大負荷，但し6月）

a.	1980年	旧華東系統最大負荷実績	6,609 MW
b.	1980年	全系統潜在需要	700 MW
c.	1981/1980年	全系統需要増加率	7 %
d.	1981年	徐州系統推定実績	1,100 MW
e.	1981年	最大負荷	{（a＋b）×1.07}＋d≒8,920 MW
f.	1982年	最大負荷	e×1.045≒9,320 MW

（需要電力量）

g.	1980年	旧華東系統発電電力量実績	48,263 GWh
h.	1980年	同系統潜在需要	4,906 GWh
i.	1981/1980年	同系統需要増加率	7 %
j.	1981年	徐州系統推定実績	5,000 GWh
k.	1981年	発電電力量	{（g＋h）×1.07}＋j≒61,900 GWh
l.	1982年	発電電力量	k×1.04≒64,400 GWh

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に必要な電源開発計画を策定するにあたり，以下の前提条件を設定した。

(1) 水力開発計画については，華東設計院提供資料「編号HO9C－4－8，1982年4月」に示された数値をそのまま採用する。その内容は次のとおりである。

運転開始年	発電所名	設備容量（万kW）	保証出力（万kW）	年間発電電力量（億kWh）
1990	新安江	66.25	17.80	18.6
	富春江	29.72	5.10	9.24
	湖南鎮	17.00	5.21	5.3
	黄壇口	3.00	1.67	1.7
	紧水滩	20.00	2.90	5.09
	珊溪	17.00	4.17	4.43
	石塘	5.80	1.27	1.98
	安徽省	18.40	3.37	4.88
1995	系統外より受電	冬期 86.00 夏期 110.00		36.8
2000	新増設	22.75	—	—

(2) 水力発電設備の供給能力は各発電所別発電実績が得られないので，豊水期（6月）の年最大負荷発生時については，所内消費控除，および洪水調節・灌漑・舟行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，すべて石炭火力を新設するものとし，地点は特定せず，ユニット容量は，200MW，300MW，600MWおよび1,200MWの4種類とする。

(4) 既設火力の1981年末設備容量は，8,269MWである。発電所名，ユニット別設備出力，使用燃料種別，運転開始年月等不明のため火力計画に関する詳細な検討は行わない。

(5) 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。設備の老朽化や休廃止による出力減および計画停止率・事故停止率による供給能力減は予備供給力の枠内で考慮する。

(6) 滩坑計画は全出力600MWを1994年初頭より需給バランスに算入する。供給能力は，6月最大負荷時570MW，12月最大負荷時540MWとし，年間発生電力量は1,046×10^6 kWh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設備容量ベースで，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	1,200MW	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	1,400	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100万KW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のとおりである。

なお，ここでは，新設火力のすべてを石炭火力をもって充当することを前提としたが，華東供給地域における水力資源が少なく，火力による負荷追従運転が不可避的な状況を勘案して，火力電源の多様化，水力電源の豊富な他の電力系統との連系計画について今後長期的視点から検討していくことが必要であり，同時に電源開発の進展にともなって電源と需要地を結ぶ超高圧基幹送電線や関連変電設備の新増設が，系統の供給安定上不可欠であるが，本調査の対象外であると考える。

ちなみに，1990年，1995年および2000年における発電設備の水・火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	3,699	12.2	26,669	87.8	30,368	100

2.4 需給バランス

前条項において検討された需要想定および電源開発計画に基づき，1982年より，2000年にいたる長期需給計画を，6月kWバランス（豊水期），12月kWバランス（渇水期）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年に全出力運転を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kWhバランスについては，kWバランス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。

kWバランスを策定する場合，供給予備率または供給予備力の水準をどこにおくかは，電源の供給安定度や系統運転上の安定度をどう考えるかによって決まる。

この調査では，諸般の事情を勘案して，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，負荷急増に対応する瞬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目途に最大電力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づ充当し，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計上した。その結果は，表2－3に示すとおりである。

2.5 滝坑水力発電計画

滝坑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滄坑計画の開発規模600MW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。滄坑計画の投入時期について，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。

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滄坑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，滄坑計画の重要性は今後益々増大することは確実であるので，その開発は必要である。

なお，日需要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設計院提供資料「編号H09C－4－8，1982年4月」によった。その内容は次のとおりである。

時	夏期	冬期
	%	%
1	73	71
2	73	67
3	73	67
4	74	71
5	76	74
6	79	76
7	84	82
8	90	84
9	95	90

時	夏期	冬期
	%	%
10	100	89
11	90	87
12	86	83
13	90	86
14	91	88
15	93	89
16	94	88
17	90	87
18	87	93

時	夏期	冬期
	%	%
19	90	100
20	91	96
21	86	92
22	82	82
23	78	79
24	76	73
日負荷率	85	83

(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）

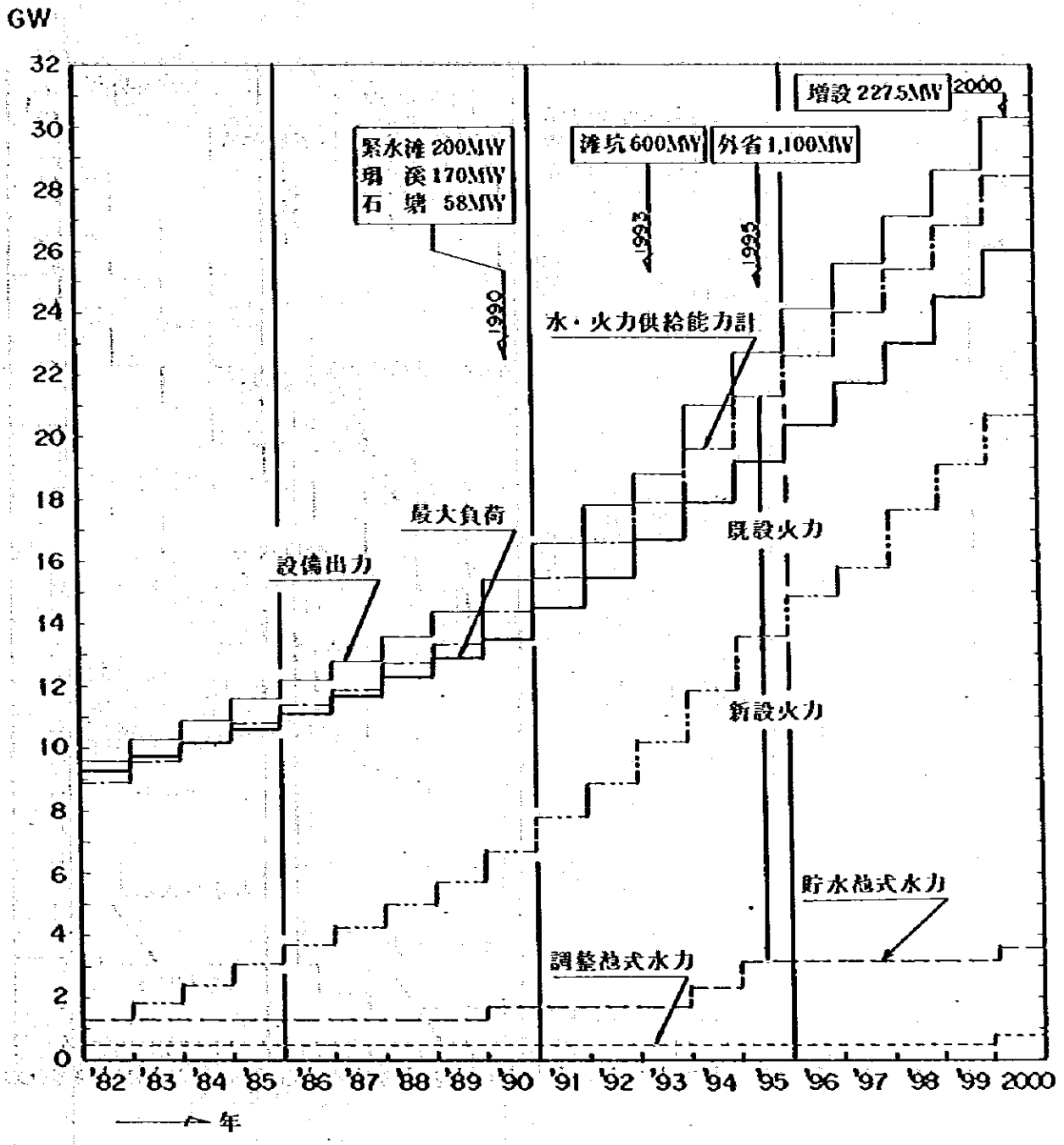


図 2-1 (2)　最大電力需給計画（12月1点バランス）

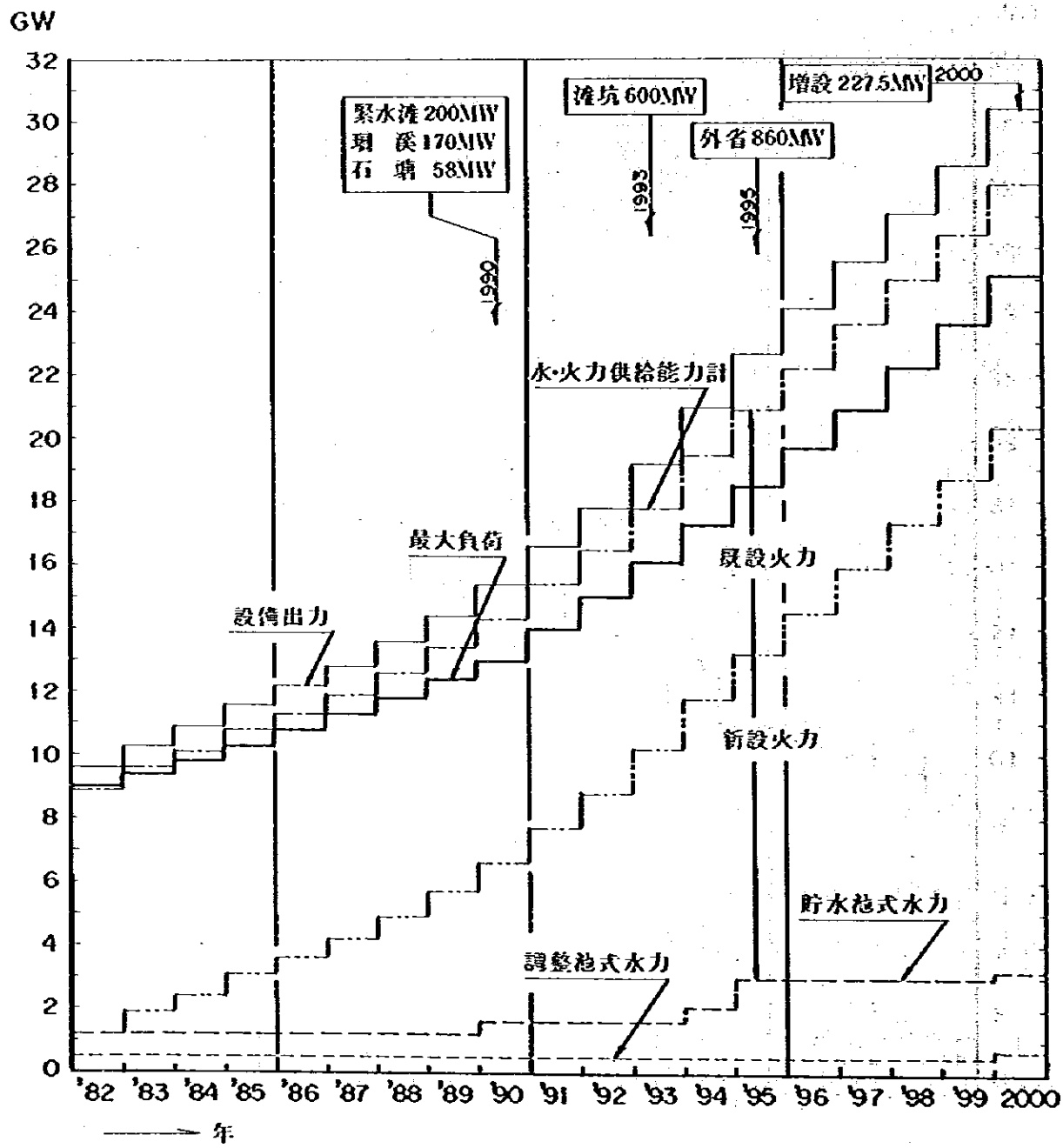


図2－2　日持続負荷曲線（6月代表日）

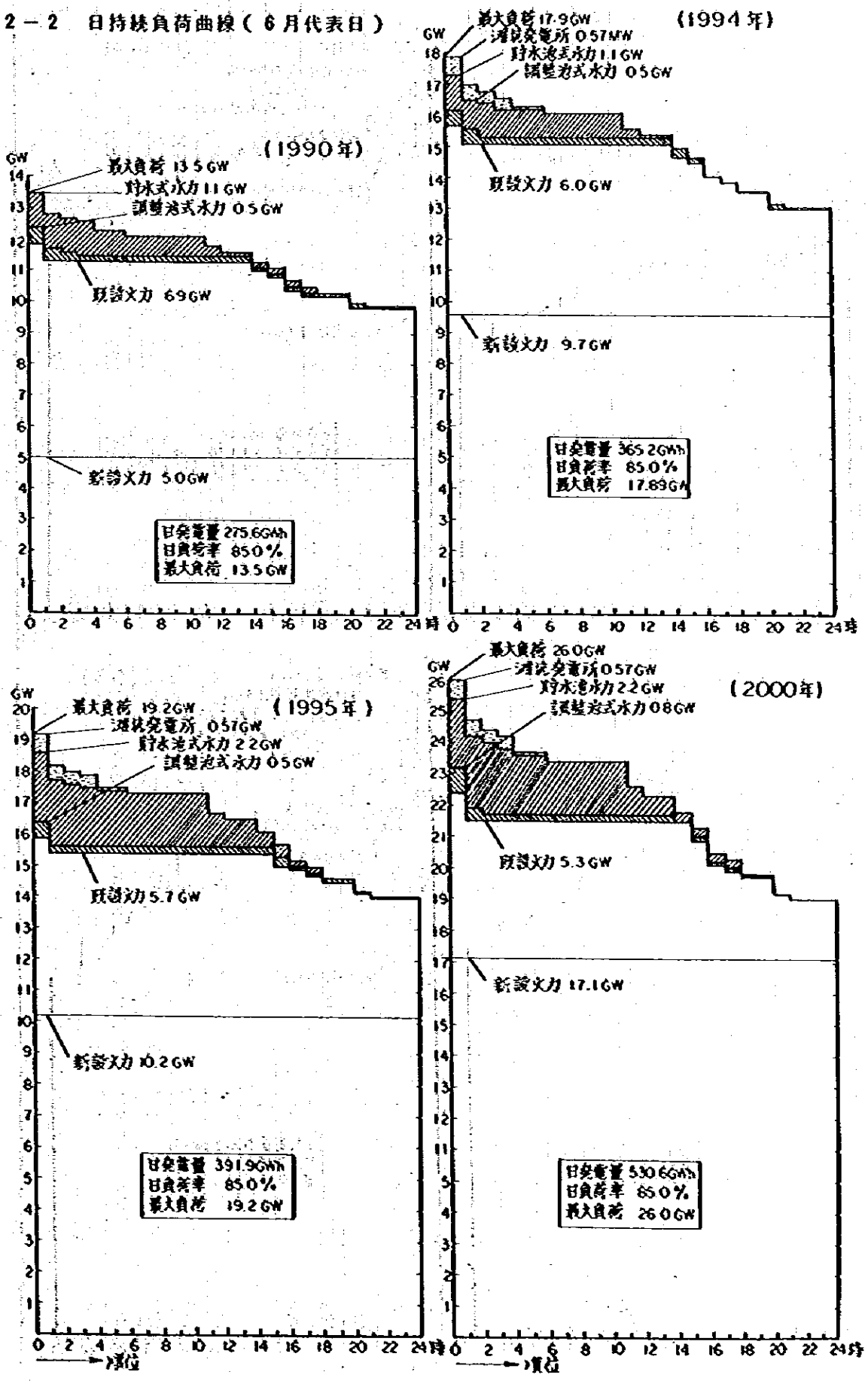


図２－３　日持続負荷曲線（１２月代表日）

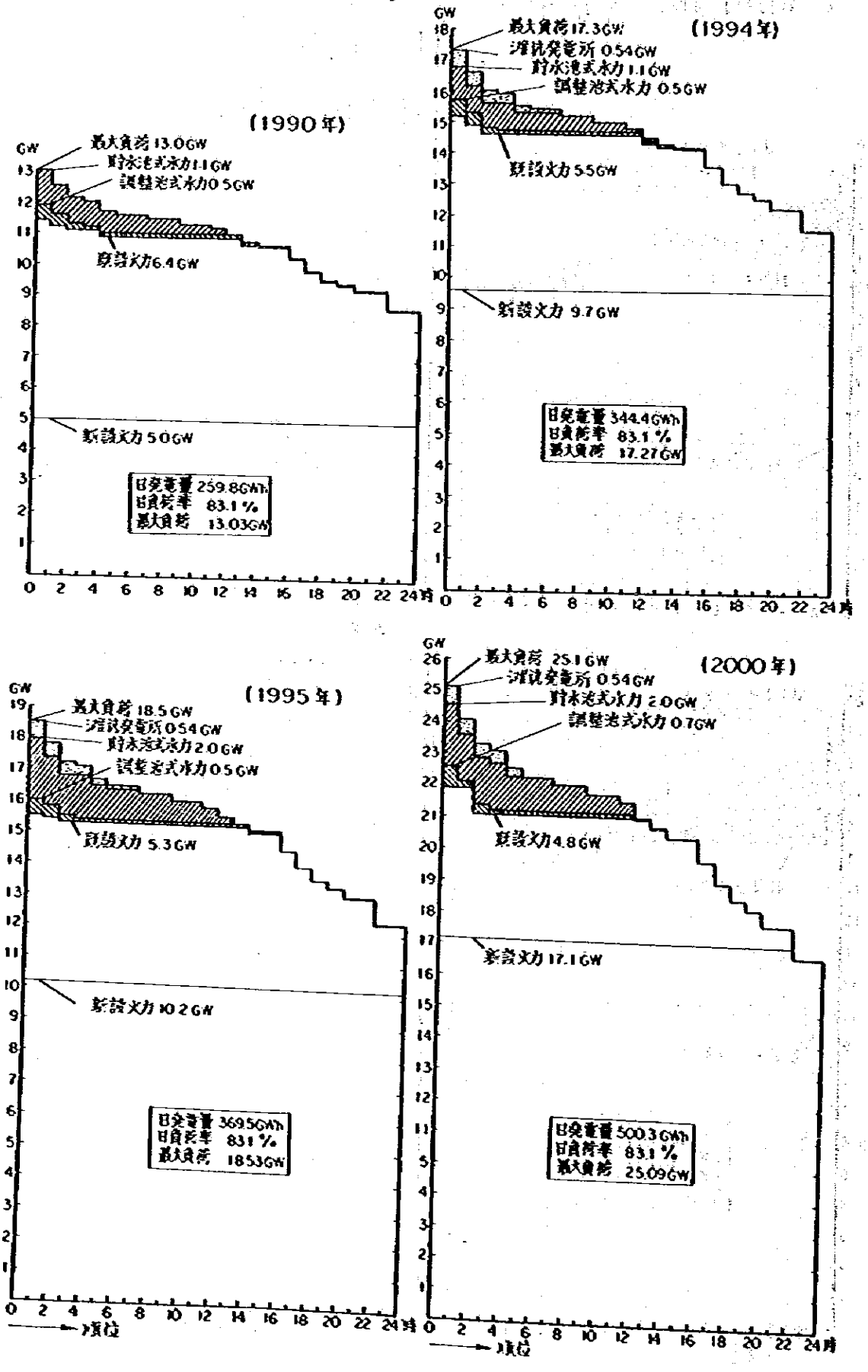


表2-1　最大電力需給計画（　　6月1点バランス）

年別	最大負荷 (a) MW	対前年増加率 %	設備出力 MW 水力	火力	計	供給能力 MW 水力	火力	(b) 計	供給予備力 MW (b)−(a)=(c)	供給予備率 % (c)／(a)	参考 最大ユニット出力 (d) MW	(c)−(d) MW
1982	9,320	4.5	1,344	8,269	9,613	1,277	7,690	8,967	−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	3,699	26,669	30,368	3,570	24,802	28,372	2,372	9.1	1,200	1,172

（注）　櫻坂発電所：設備出力600MW，供給能力570MW，投入時期1994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			供給予備力 MW	供給予備率 %	参考	
	(a) MW	対前年増加率 %	水力	火力	計	水力	火力	(b) 計	(b)−(a)=(c)	(c)／(a)	最大ユニット出力 (d) 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	3,699	26,669	30,368	3,199	24,802	28,001	2,911	11.6	1,200	1,711

（注）揚水発電所：設備出力600 MW、供給能力540 MW、投入時期1994年初頭

表 2-3　年間電力量需給計画

年別	需要電力量				供給電力量 GWh			（参考）発電設備利用率 %		
	電力量 GWh	対前年増加率 %	年度大負荷 MW	年負荷率 %	水力	火力	計	水力	火力	総合
1982	64,400	4.0	9,320	78.9	3,960	60,440	64,400	33.7	91.7	83.6
1983	67,000	4.0	9,740	78.5	3,960	63,040	67,000	33.7	88.2	81.1
1984	69,700	4.0	10,180	78.2	3,960	65,740	69,700	33.7	86.2	79.7
1985	72,500	4.0	10,640	77.8	3,960	68,540	72,500	33.7	83.7	77.9
1986	75,700	4.4	11,160	77.4	3,960	71,740	75,700	33.7	82.8	77.4
1987	79,100	4.4	11,700	77.2	3,960	75,140	79,100	33.7	82.2	77.1
1988	82,600	4.4	12,270	76.8	3,960	78,640	82,600	33.7	80.4	75.8
1989	86,200	4.4	12,870	76.5	3,960	82,240	86,200	33.7	78.9	74.7
1990	90,000	4.4	13,500	76.1	5,107	84,893	90,000	33.0	77.9	72.8
1991	95,600	6.3	14,480	75.4	5,107	90,493	95,600	33.0	76.3	71.7
1992	101,600	6.3	15,540	74.6	5,107	96,493	101,600	33.0	75.3	71.1
1993	108,000	6.3	16,670	74.0	5,107	102,893	108,000	33.0	73.9	70.1
1994	114,800	6.3	17,890	73.3	6,148	108,652	114,800	29.7	73.0	68.1
1995	122,000	6.3	19,200	72.5	9,828	112,172	122,000	32.4	73.0	66.8
1996	129,100	5.8	20,400	72.2	9,828	119,272	129,100	32.4	72.6	66.6
1997	136,600	5.8	21,680	71.9	9,828	126,772	136,600	32.4	71.7	66.4
1998	144,500	5.8	23,030	71.6	9,828	134,672	144,500	32.4	71.4	66.4
1999	152,900	5.8	24,470	71.3	9,828	143,072	152,900	32.4	71.3	66.6
2000	162,000	5.8	26,000	71.1	9,828	152,172	162,000	30.4	71.6	66.5

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

第3章　水　　文

第 3 章　水　　文

3.1　流域の概要

瓯江は仙霞山脈を源とし，温州市で東海に注ぐ，流路延長約 320 km，流域面積 18,000 km² の河川である。

小溪は，瓯江における最大の右岸側支川で，流路延長は約 170 km，流域面積は約 3,570km² である。百山祖を源流として北東に流下し，中流の半陽地点で東方に向きを変え，大順～白岩間で屈曲して再び東方に流下し，黄浦地点直上流で大溪と合流し瓯江となる。

流域の北および西側は 1,400～1,800m 級の山々が大溪流域との分水嶺をなし，東・南側は 1,300～1,600m 級の山々が他流域との分水嶺をなす（図 3－1）。

小溪流域の大部分は山岳部で，山が真近に川にせまり，平地は多くはない。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。

河川縦断形状を図 3－2 に示す。河川勾配は，滩坑貯水池区域で 1/800～1/1,000 程度である。

小溪流域に関係する発電計画として，上流より大赤計画，滩坑計画がある。又，黄浦計画の調整池の約半分が小溪にかかる。

小溪流域は，上流より慶元県の一部，云和県の大半，青田県の一部にかかり，これら各県はいずれも麗水行政区に属す。

滩坑貯水池の大半が含まれる云和県は，面積 2,791 km²，戸数 51,700 戸，人口 25.3 万人，工業生産高 3,151 万元（48 事業者，就業人口 6,270 人），農業生産高 3,734 万元（43 事業者，就業人口 60,754 人），小学校 920 校（生徒数 3.8 万人），中学校 20 校（生徒数 1.1 万人）である。

小溪流域では，滩坑ダム地点上流約 6 km の北山とさらに上流約 31km の大順を結ぶ道路が無く，このため舟運が上下流地域を結ぶ主要な交通・貨物輸送手段となっている。最大 5 t 級の船舶により 70～120 t/日（下行），5～7 t/日（上行）の貨物が輸送される他，300～1,200 m³/日の木材が下流域へ流送されている。

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って気温が低下する。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し，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。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った前線（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。

秋は南西季節風が弱化・安定し，晴の多い天候となる。

3.3 測水所および気象観測所

小溪流域には，沙湾・大赤・半陽・白岩の4測水所があり，流量の他，河川水温，浮流砂等の調査が実施されている。白岩測水所は淮坑ダム地点直上流に設置されているが，1964～1979年の約16カ年間流量調査が中断され角湾測水所（淮坑ダム地点）によって代替されていた。

雲途，河川水位のみ観測する水位観測所が3カ所あり，洪水対策等の用に供されている。

雨量観測所は，小溪流域全域にわたり，14カ所設置され，景寧，白岩雨量観測所では長期の観測が実施されている。

気温は白岩観測所で，蒸発量は白岩・景寧で，湿度は白岩で，雷は景寧で観測されている。

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)に示した。

3.4 気　　温

流域の各月気温を図3－4に示す。年平均気温は20.6℃で，最高30.7℃（7月），最低10.3℃（1月）である。年較差は20.4℃で大きい。

5～9月の平均気温は24℃以上で夏が長く，最高気温は40℃を越えることもあって暑い。

12，1，2月の平均気温は10～12℃であるが，時々－2～－3℃となって降雪が見られる事もある。

3.5 湿　　度

本地域は，中国国内に於て最も湿度の高い地域に属し，表3－1に示す通り，年間を通じほぼ85%程度の湿度を示す。

3.6 蒸　　発

淮坑ダム地点に設置された蒸発皿（口径80 cm）による観測結果から，年平均蒸発量は865 mm 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・135.2 mmとな

り，12～2月に最低値・33～35 mmを示す（表3－2）。

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。これら両者の影響度によっては，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補正を行なう必要性が考えられ，その概略検討を行なった。

湖面からの蒸発量を，蒸発皿による観測値を基礎とし，これを湖面に適用する場合の補正係数0.7を乗じて概算すると，年間605 mmとなる。

一方，湖底に水没する土地・植物から従来大気中に蒸発していた水量を，流域の降雨量と河川流量の差として概算すると，年間532 mmとなる。

今，湖面の面積を69.3 × 10^6 km^2（満水位160 m）として，貯水池からの蒸発損失量を概算すると，年間

$$(605\ mm - 532\ mm) \times 69.3 \times 10^6\ m^2 = 5 \times 10^6\ m^3$$

となり，これはダム地点の年間河川流量3,818 ×10^6 m^3に対し，0.1％と微小である。

従って，貯水池からの蒸発損失量を無視して電力量計算を行なったとしても，発電計画の評価等を行なう上で問題は無いと判断される。なお，上記計算結果を表3－3に示す。

3.7 降　　雨

小渓流域の年間降雨量は1,600～1,800 mm，0.1 mm以上の降雨を記録する年間降雨日数は160～180日が平均である。

4，5，6月の月降雨量は，200～300 mmで，この3カ月間に年間降雨量の44％が集中し，各年とも比較的安定した月降雨量を記録している。6月は梅雨で，月降雨量は最大値を示す（図3－5，表3－4）。

7，8，9月の月降雨量は，平均では150～180 mmであるが，年により変動が見られる。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400～700 mmの大きい降雨量を示すことがある（表3－5）。

10月～2月の月降雨量は100 mm以下で，小さい。降雨日数は8～15日程度あるものの，雨量強度が小さいことによる。

流域内では，上流域山岳部（賢良，官塘，湖平頭）では年間降雨量は約1,800 mmと大きく，一方，本流沿いの低地部（沙湾，景寧，白岩，角湾）では年間降雨量は1,500 mm前後と小さくなる傾向が認められる（表3－4）。

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・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た。1956

年，政府により，流域調査基準が定められ，これに基づき調査が実施されている。小渓流域の流量調査方法を概括すると以下である。

- 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

  1956年まではフロート（浮子）と流速計を用い，1956年以降は全て流速計を用いた。1965年以降は電動ウィンチによって流速計の位置を対岸より自動的に操作する装置が設置され，専門職員により測定が実施されている。
- 河床横断測量；年3～5回，洪水前後に測定する。
- 水位～流量曲線；河床横断面の変化は少ない。洪水により河床変動があればその都度補正する。

3.8.2　流量調査の精度と計画に使用する流量の算定

白岩・角湾両測水所は滝坑ダム地点近傍に設置され，1951年5月10日から現在まで毎日流量調査が実施されている。白岩・角湾両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，下記に観測精度の検証を行なった。

小渓に設置された白岩・角湾，沙湾，大赤各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ものの，観測が良好な精度で実施されていれば，これらの同一面積（100 km²）当りの流量を長期間累積したものは，ほぼ類似した特性を示すと考えられる。この観点から，

白岩・角湾測水所（滝坑ダム近傍）～大赤測水所（貯水池末端）

同　　上　　～沙湾測水所（貯水池上流部）

のDouble－Mass Curveを図3－6(1)・(2)に作成した。

いずれの累積流量も直線の対応関係を示し，3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され，計画に使用する貯水池流入量を1952～1980年（29カ年）の白岩・角湾測水所の流量資料を用いて流域比で補正し算定することとした。

測水所名	使　用　期　間	流域面積	換算係数（流域比）
白　岩	1951年1月1日～1964年 5月31日 1980年1月1日～1980年12月31日	3,239 km²	1.0253
角　湾	1964年6月1日～1979年12月31日	3,321 km²	1.0000
滝坑貯水池　流域面積		3,321 km²	

3.8.3 貯水池流入量の特性

流域面積3,321 km² の滝坑貯水池への29カ年平均年間総流入量は38.18億m³である。29カ年のうち，最豊水年と最渇水年の年間総流入量の比は約2.8で年による変動が著しい。

	年間総流入量（億m³）	平均日流量（m³/s）
1952～1980年の29カ年平均	38.18	121.08
最豊水年（1962年）	59.93	190.02
最渇水年（1979年）	21.05	66.75

単年内においても，3月～9月は流量が多く豊水期であり，10月～2月は流量が少なく渇水期である。豊水期と渇水期の平均日流量の比は約4.2となり，顕著な季節変動が見られる。

	期間流入量（億m³）	平均日流量（m³/s）
豊水期（3～9月の7カ月間）	32.70	177
渇水期（10～2月の5カ月間）	5.48	42

豊水期は3月より始まり，月とともに流入量は増加する。梅雨である6月には，年間最大の流入量（平均日流量294 m³/s）が発生する。7～9月の出水は不安定で，季節風による強い前線の発達および台風の上陸がある年に大出水があり，また，時々渇水も見られる。10月～2月は各年とも安定して流量が少ない（図3－7(1)）。

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である。このため，（流入量－平均流入量）の経年累積値を図3－7(2)・Aに示す。図より豊水で流入量が平均流入量を上廻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廻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（図3－7(2)・C），1954～1962年の8カ年，1962～1970年の8カ年，1970～1976年の7カ年が対応している（図3－7(2)・A）。長期間安定した電力を得るためには，流入量の長周期変動を制御し得る大規模貯水池を築造する必要が示唆される。

なお，流入量に支配的影響を及ぼす降雨量について同様に spectrum 解析を行い，その結果を図3－7(2)・Cに併記したが，流入量の変動特性と一致した傾向を示し降雨量と流入量の明瞭な因果関係が認められる。

3.9 貯水池の堆砂

滝坑ダム地点で実施されている浮流砂量調査は，河川の水深方向毎に浮流砂量と流速を測定し，両者の加重平均によって，流量～浮流砂量関係が得られており，水深方向に異なる浮流砂分布の影響が考慮され，よい精度を有していると判断される。月平均浮流砂濃度と月平均流量との関係（図３－８）を用い，比重を1.185 t／m³として滝坑貯水池への年間流入浮流砂量を求めると0.687 × 10⁶m³／年となる。滝坑貯水池の貯水容量が大きいため，流入砂量の補足率を100％として100年間累計堆砂量を求めると82.5 × 10⁶m³である。これは総貯水容量3,540 × 10⁶m³（満水位160m）の２％で，低水位の設定等発電計画上問題はないと判断される。なお，掃流砂量は浮流砂量の20％とした。

$$100\text{年間累計堆砂量} = (1 + 0.2) \times 0.687 \times 10^6\ (\text{m}^3/\text{年}) \times 100\text{年}$$
$$= 82.5 \times 10^6\ \text{m}^3$$

3.10 洪水解析

滝坑発電所の社会・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）

(1) 最大12時間継続露点温度（Maximum 12－hour Persisting Dew Point）

滝坑地点の露点温度の観測資料がないため，暴風雨の通過点である青田における1971～1980年の日平均気温と日平均絶対湿度より日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３－９(1)）。

ただし，青田の標高が20m程度であるので，1,000mbへの修正は行なっていない。

(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３－９(2)）。

この値は，流域前面の山系の平均標高約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年における青田の日平均風速より，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製した（図３－９(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３－９(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。

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

滝坑地点の設計対象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３－10）。

ただし，流域雨量は角蕎（白岩），沙蕎，夏庄，横坪，景寧，湖平頭，官塘，賢良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	1.60	220	250	260
1972. 8. 16 ～　22	4.11	410	700	770
1974. 6. 13 ～　19	5.33	610	980	1,310
1976. 6.　1 ～　7	3.84	330	510	570
1977. 6. 17 ～　23	5.95	370	800	1,240
1978. 4. 19 ～　25	5.42	240	420	460
1979. 5. 26 ～ 6.　1	6.96	540	590	610
1980. 4. 23 ～　29	6.72	350	730	1,310

3.10.2　可能最大洪水量ＰＭＦ

滝坑地点における過去 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３－11）。

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滝坑地点のＰＭＦを決定した。

尖頭流量　　30,000 m³／秒

全洪水量　　4.4 × 10⁹ m³

なお，滝坑貯水池への流入波形および洪水吐からの流出波形については第7章7.2洪水吐の項を参照されたい。

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年間に白岩および角茂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（m³/s）
1,000	20,400
200	15,100
100	13,100
50	11,300
20	9,000
10	7,350
5	5,850
2	3,750

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滝坑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(1)）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。

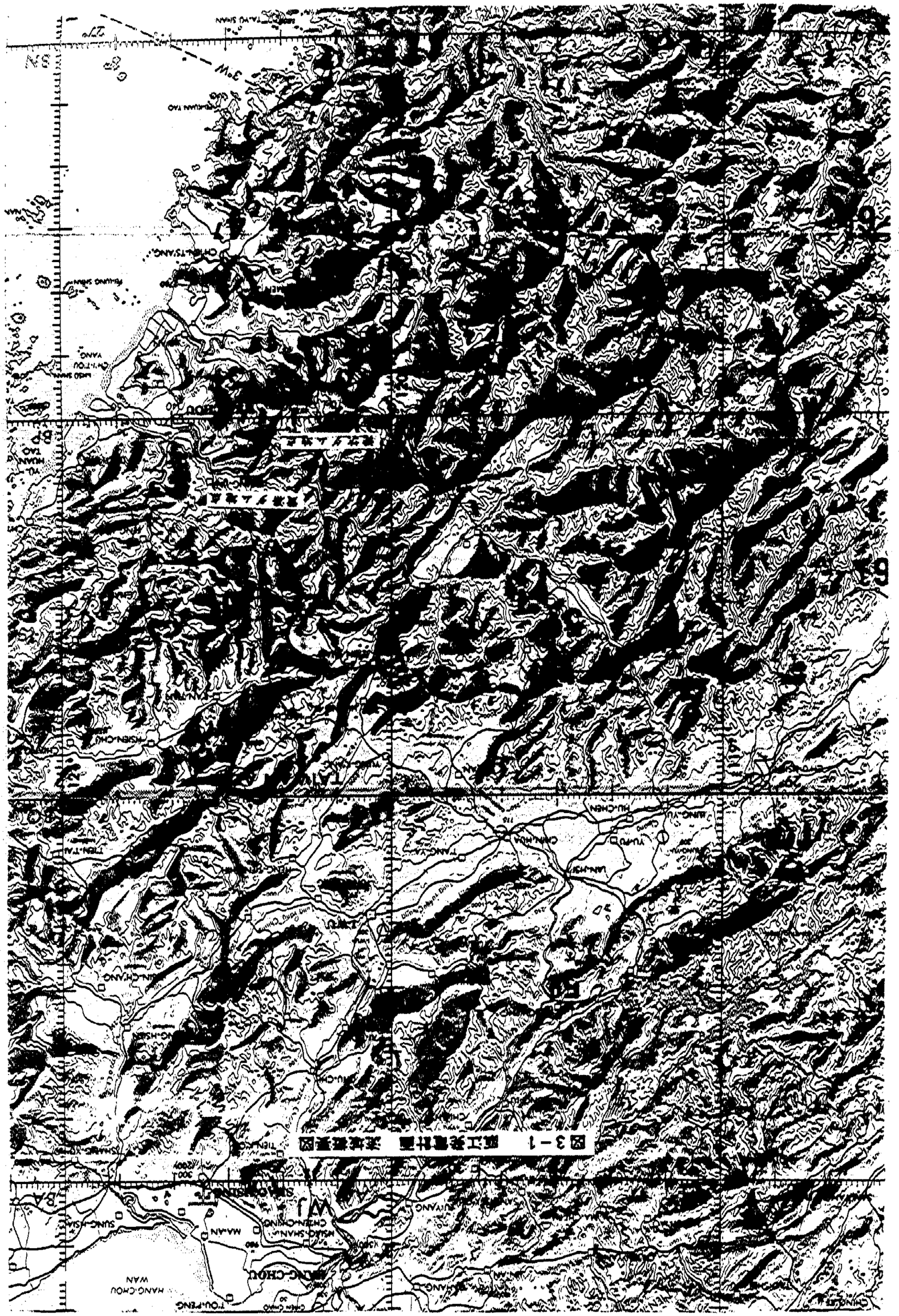


図3-1 錢江流域計畫 流域範圍圖

図3-2 瓜江水系河川縦断図

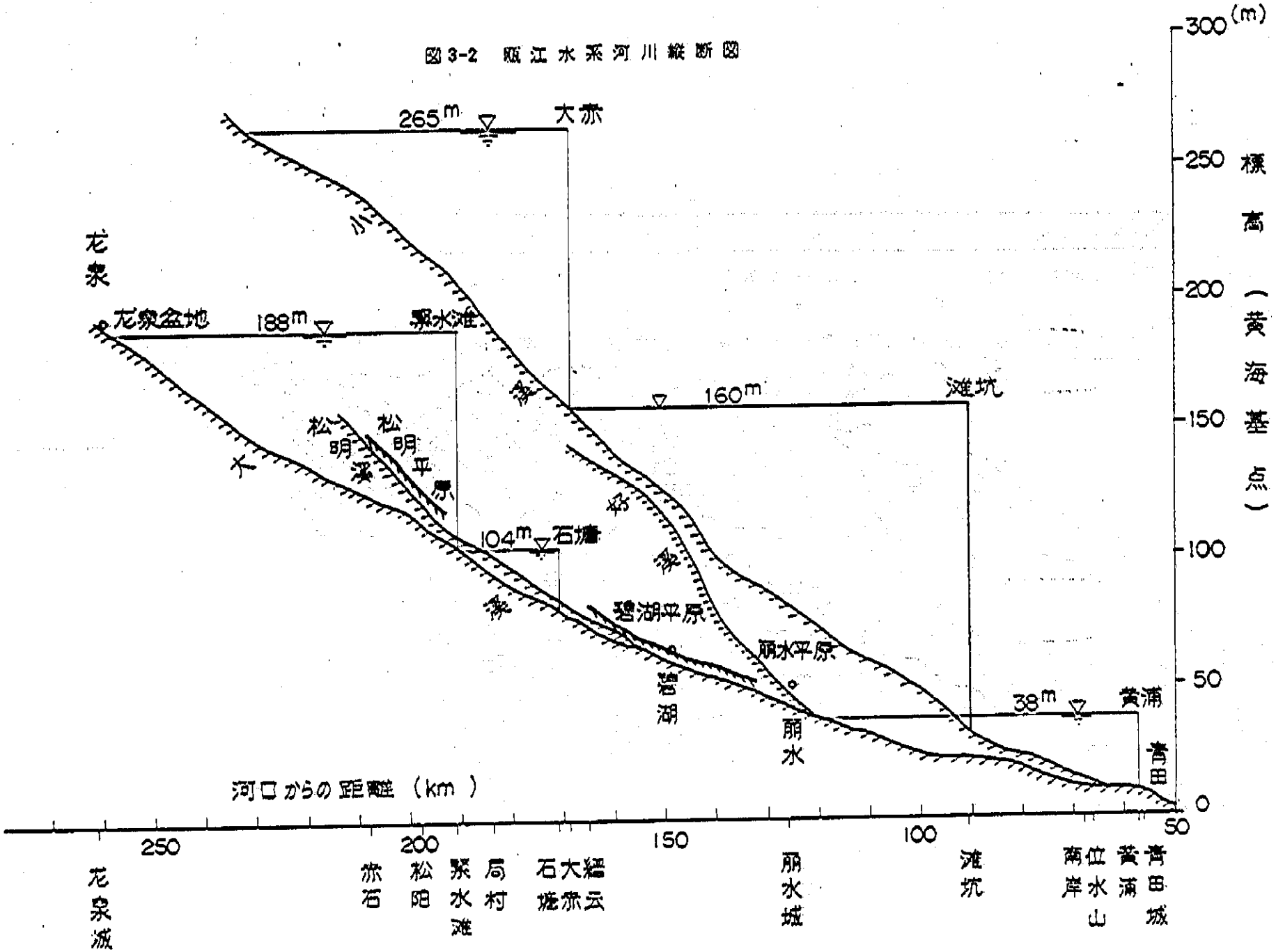


図3-3(1) 瓯江流域測站分布図
（瓯江流域水文気象観測所分布図）

縮尺 1:800,000

	観測所	集水面積(km²)
瓯江本流	黄滩	13,445
	青田	
	圩仁	13,508
大溪	龙泉	1,451
	道太	2,012
	紫水滩	2,761
	石笑	2,802
	石塘	3,234
	均溪	3,407
	靖居口	1,857
	上垟滩	806
	雨水	7,152
	黄渡	1,271
	五里亭	8,797
小溪	汐湾	1,190
	大釣	1,846
	大赤	1,983
	羊場	2,161
	田阜	2,272
	白岩	3,239
	角湾	3,321
	南岸	3,502

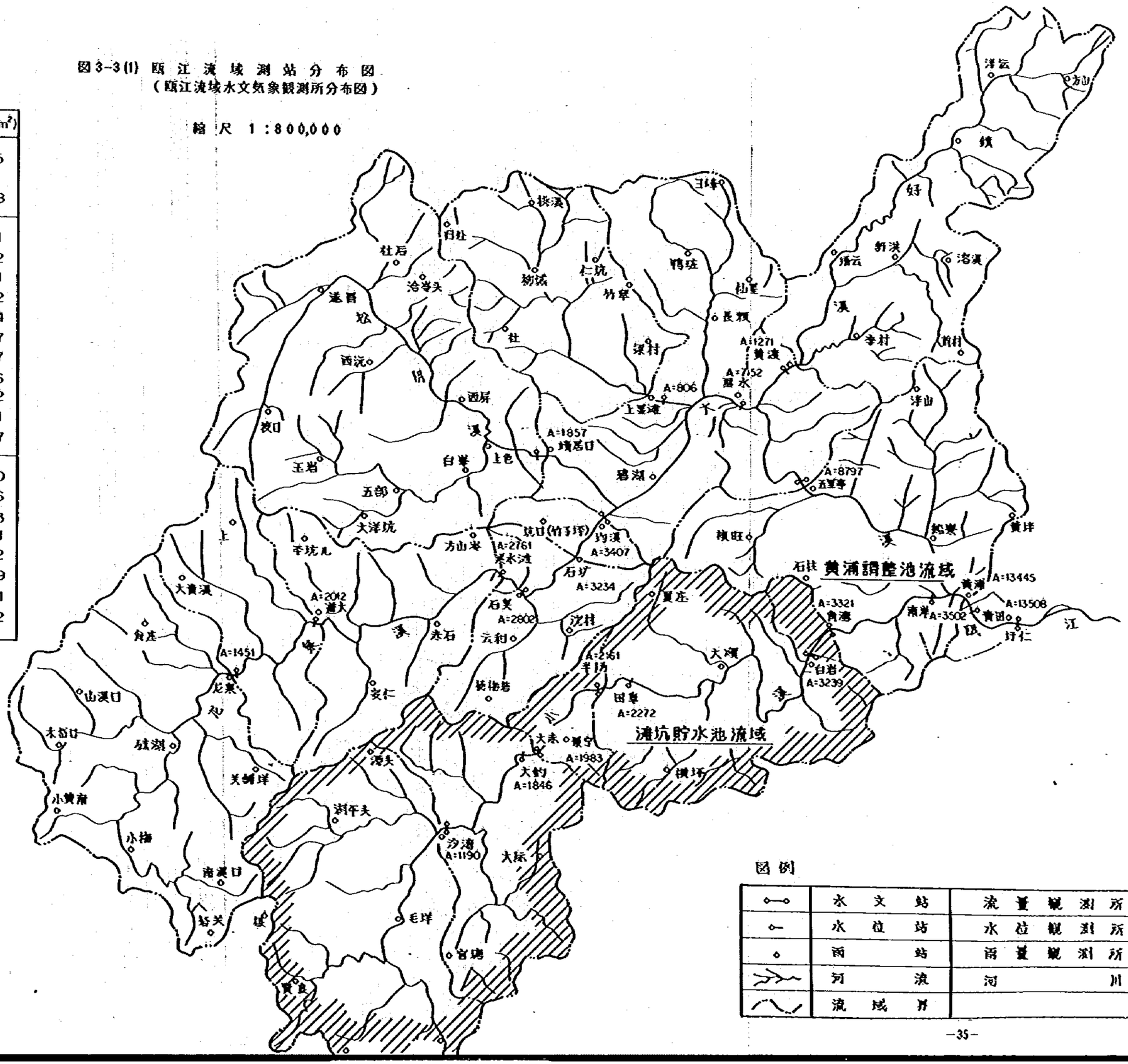


図 3-3 (2)　測 水 所 観 測 期 間

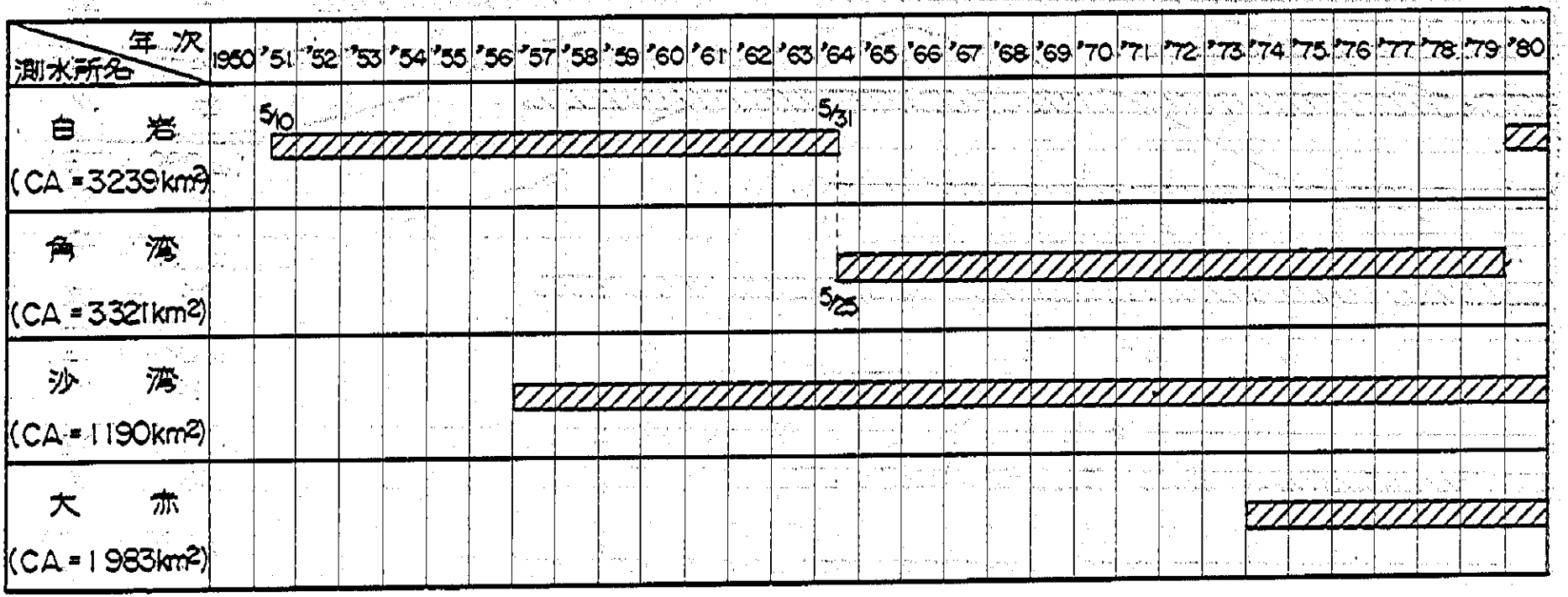


図 3-3 (3)　雨量観測所観測期間

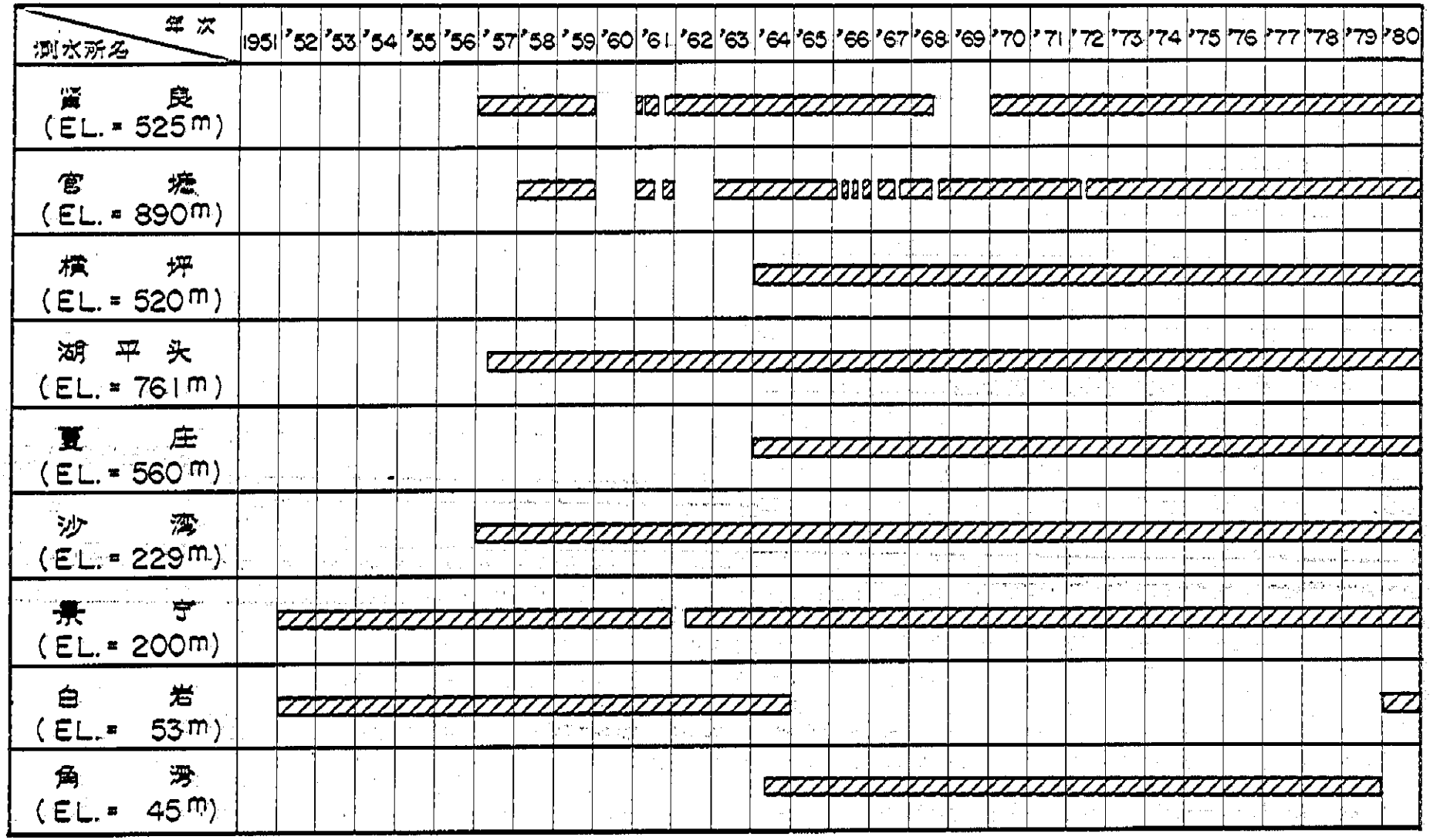
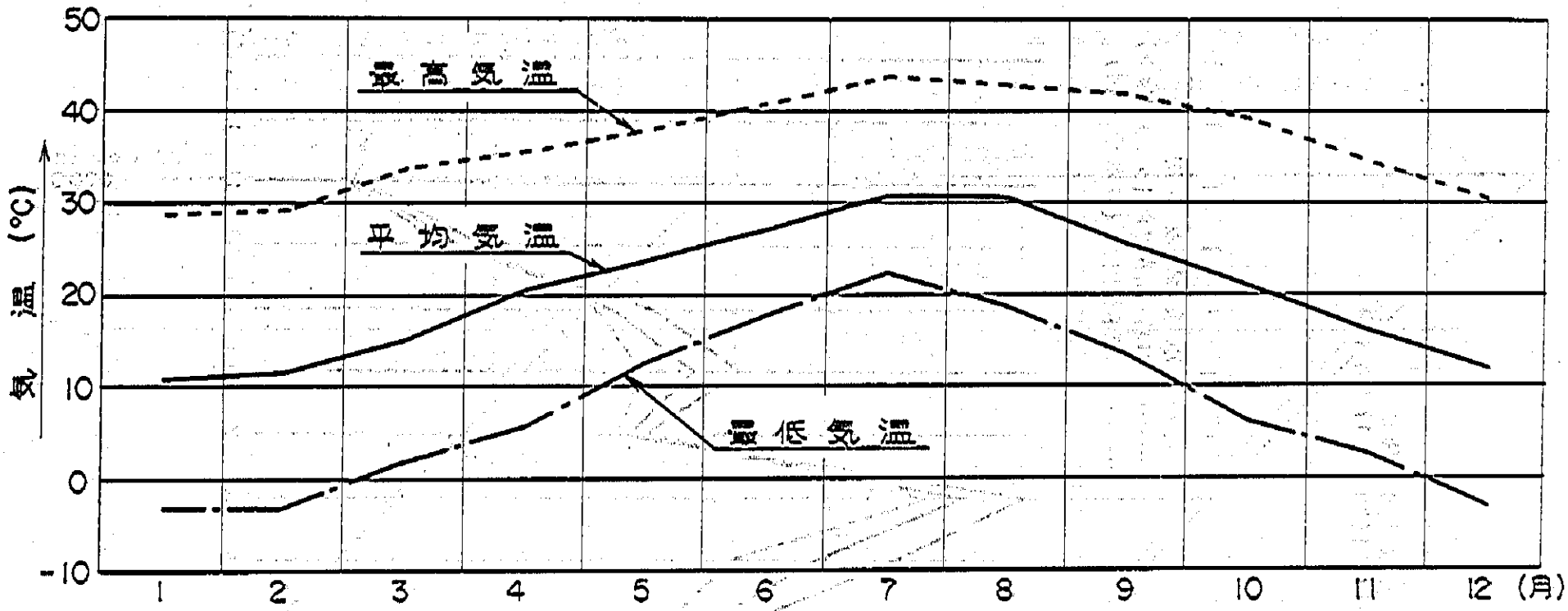


図3－4．滝坑ダム地点各月気温



滝坑ダム地点各月気温統計表

（1950～1974年）　単位：℃

項目	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	10.3	11.4	15.4	20.4	24.2	27.3	30.7	30.2	26.9	21.9	17.1	11.9	20.6
最高	28.5	29.0	33.7	35.6	38.2	40.8	44.0	43.0	41.8	39.3	34.8	30.2	44.0
最低	-2.8	-2.8	2.0	5.9	12.9	17.9	22.6	19.0	13.6	6.2	2.9	-2.7	-2.8

図3-5　小渓流域平均月降雨量
（1964～1980年の17ケ年平均）

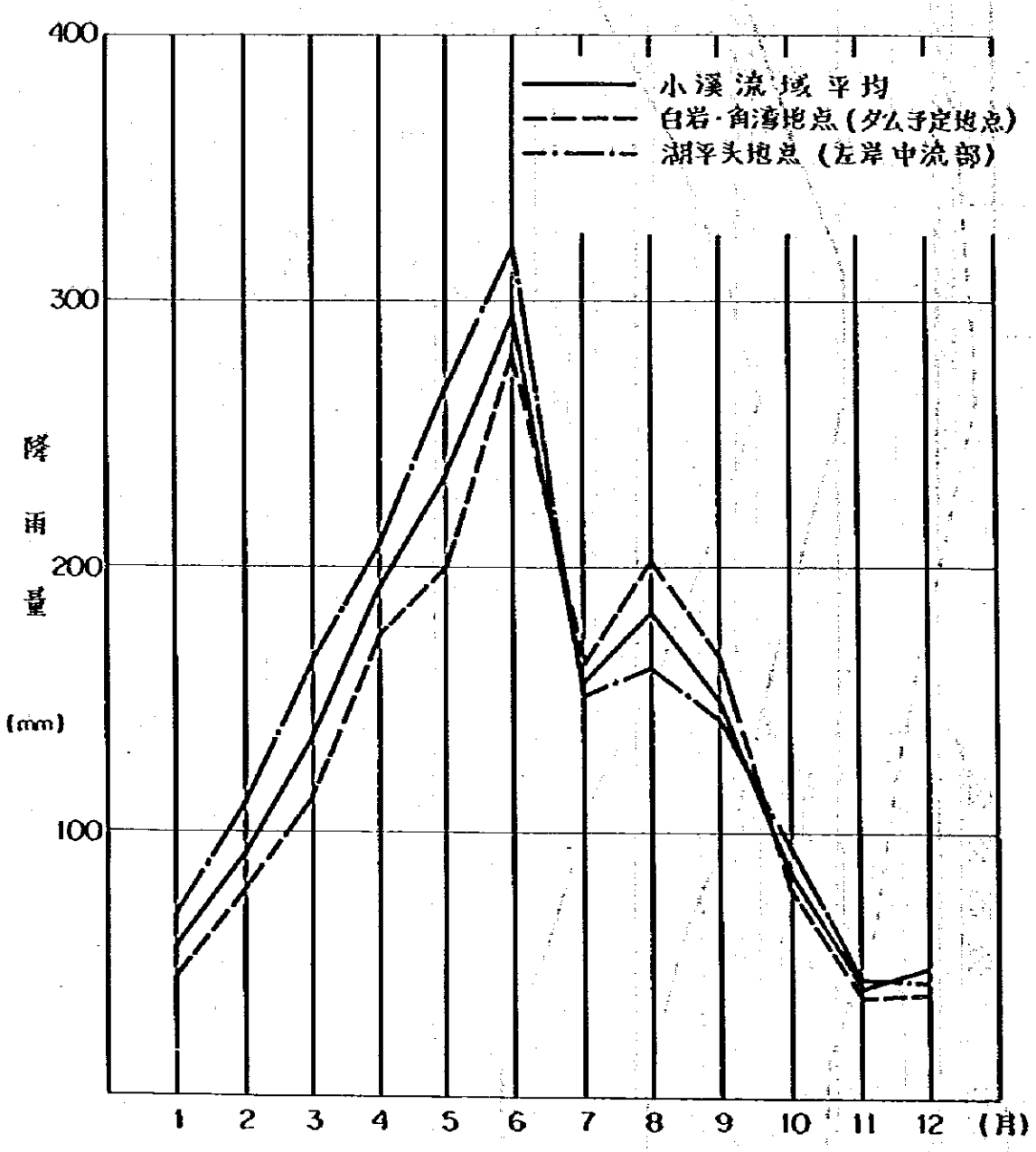


図 3-6 (1)　白岩、角湾と大赤の流量相関

(Dubble Massecurve)

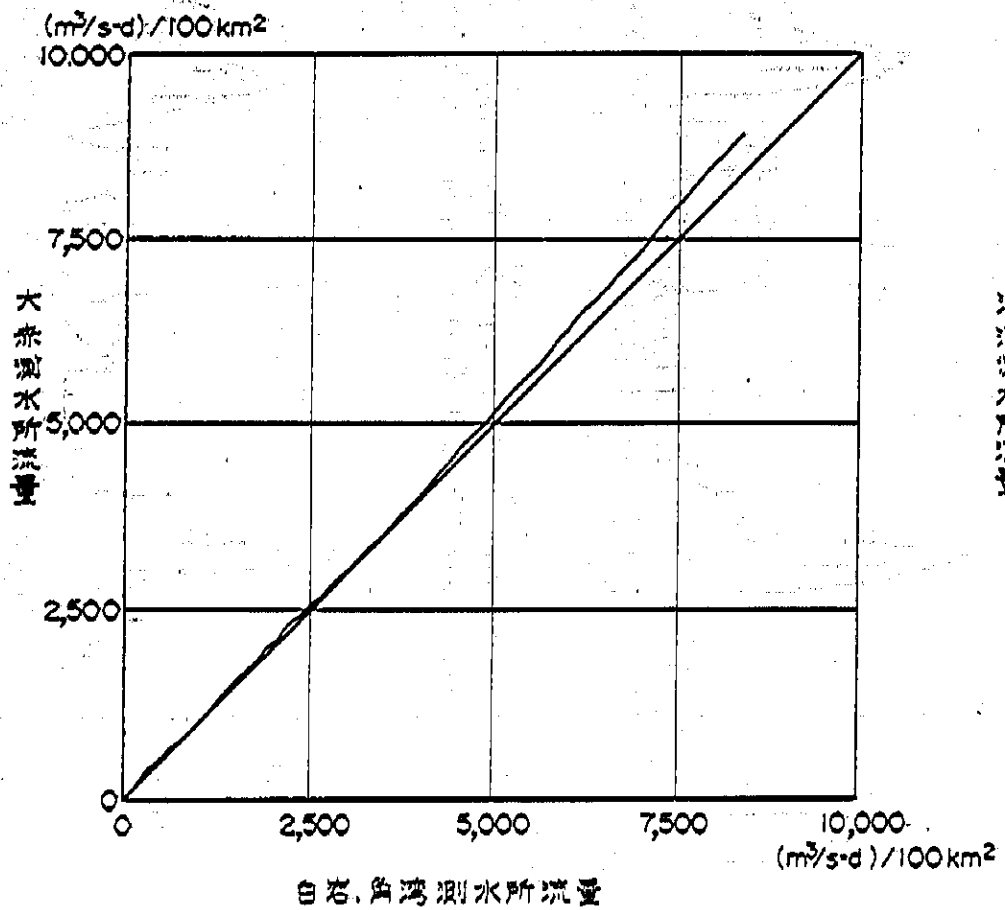
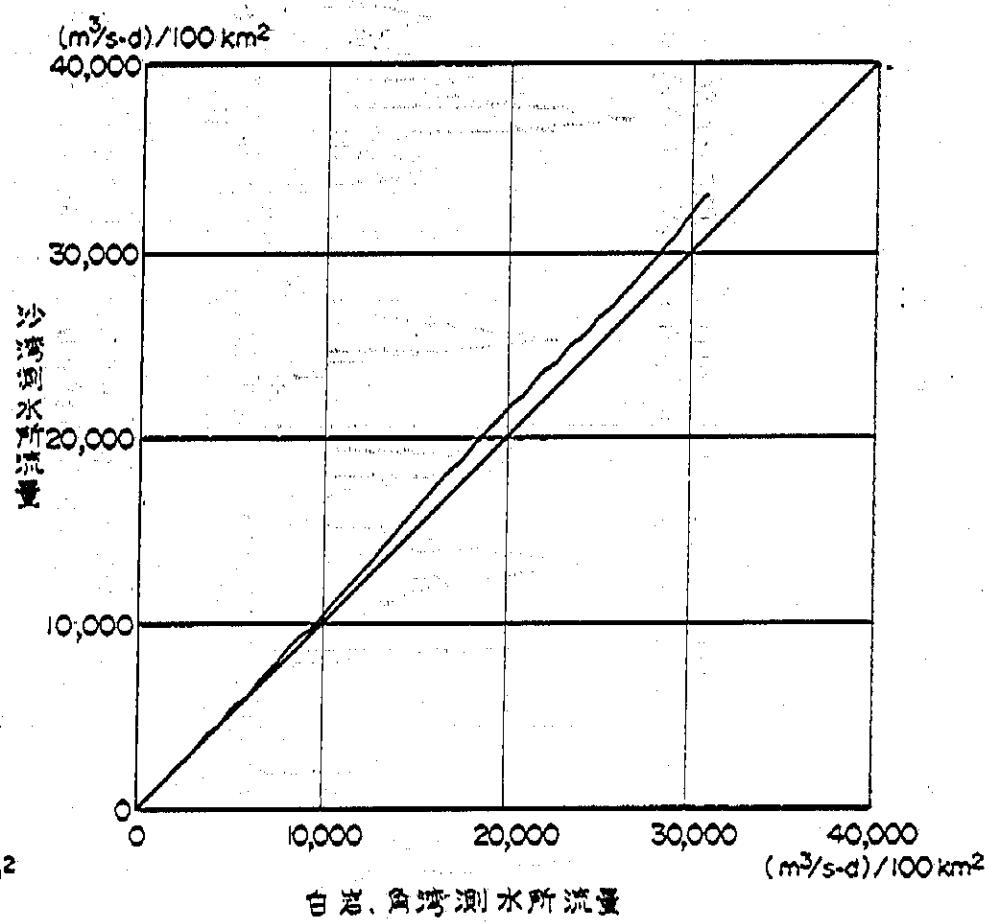


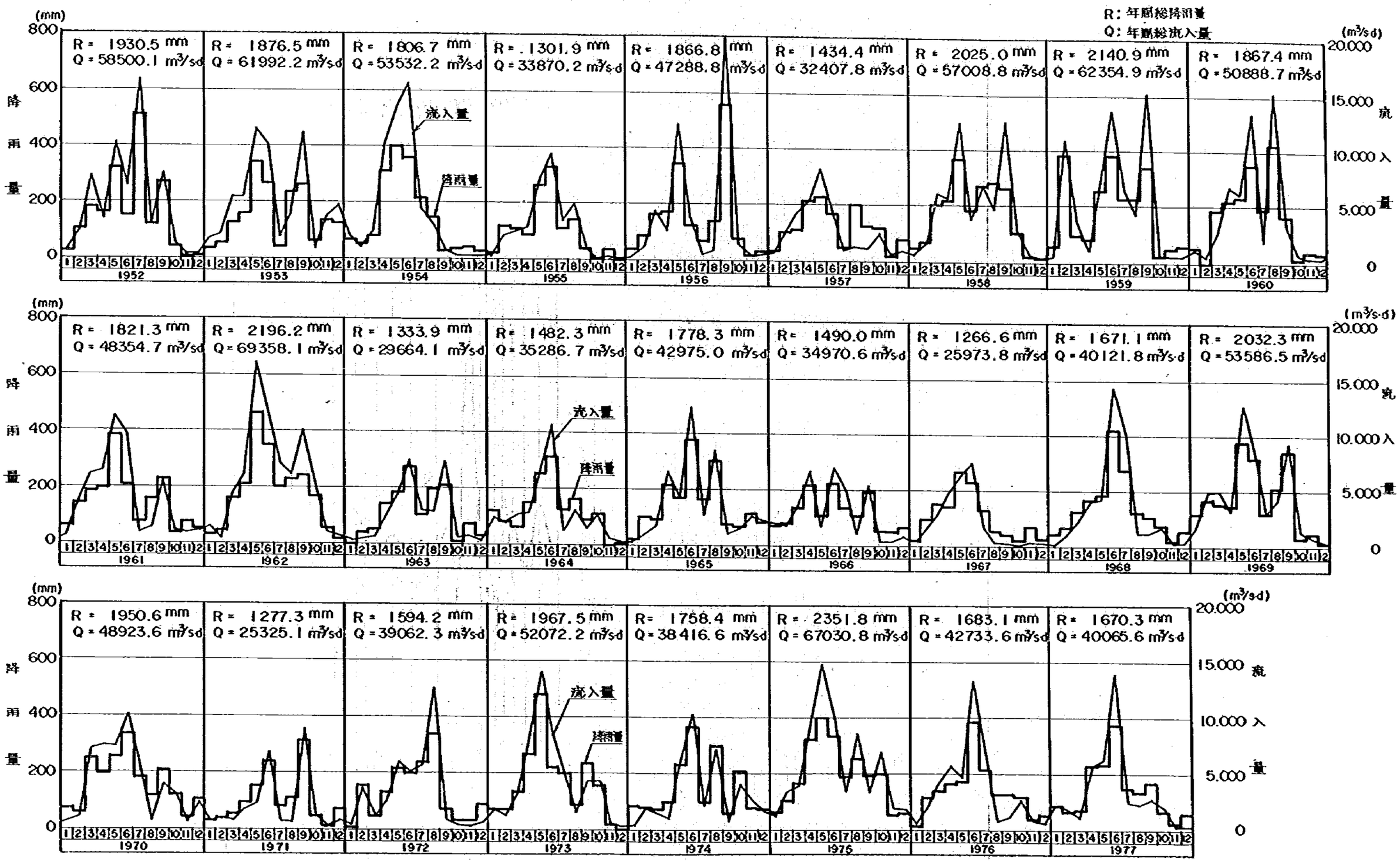
図 3-6 (2)　白岩、角湾と沙湾の流量相関

(Dubble Massecurve)



注）1（m³/s－d）＝1 m³/s × 24時間 × 3,600秒＝86,400 m³

図3－7(1) 淺坑貯水池各月流入量と淺坑ダム地点以上流域各月降雨量



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

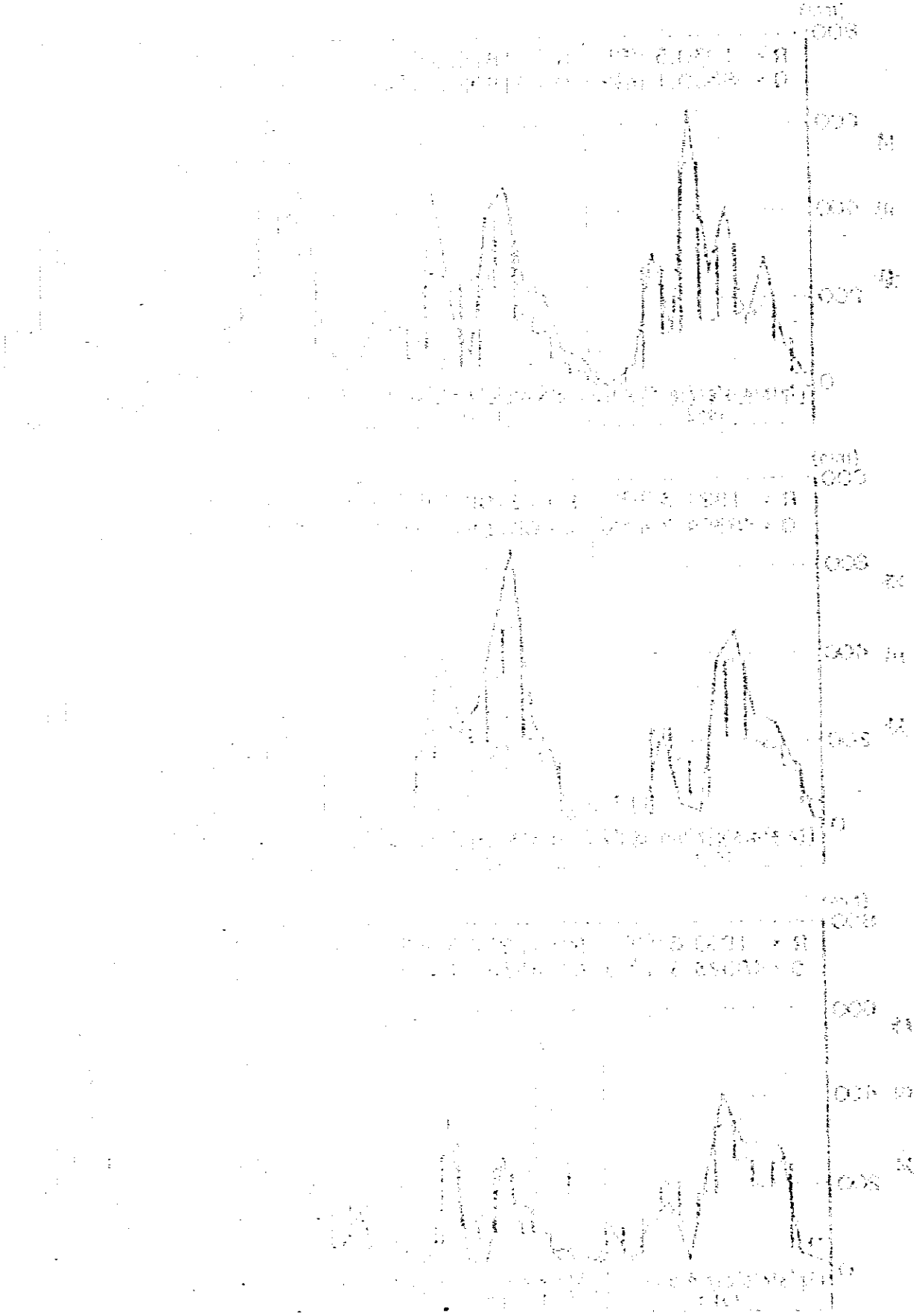


図 3-7 (2)　降雨量～滝坑貯水池流入量相関

滝坑貯水池流入量（月平均流入量 － 計算期間平均流入量）の累積値〔図 A〕および
滝坑ダム地点以上流域降雨量（月平均降雨量 － 計算期間平均降雨量）の累積値〔図 B〕

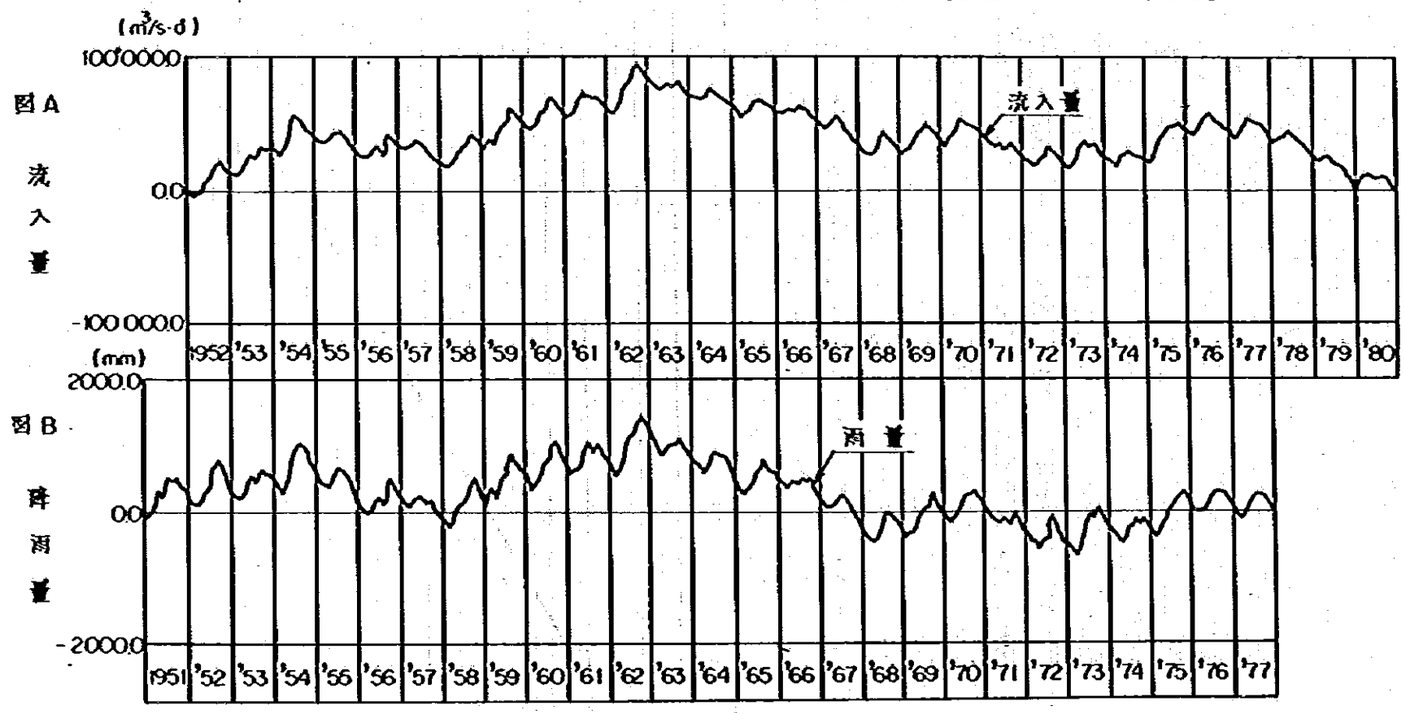


図 C　滝坑貯水池の流入量，降雨量の周期
（spectrum 解析）

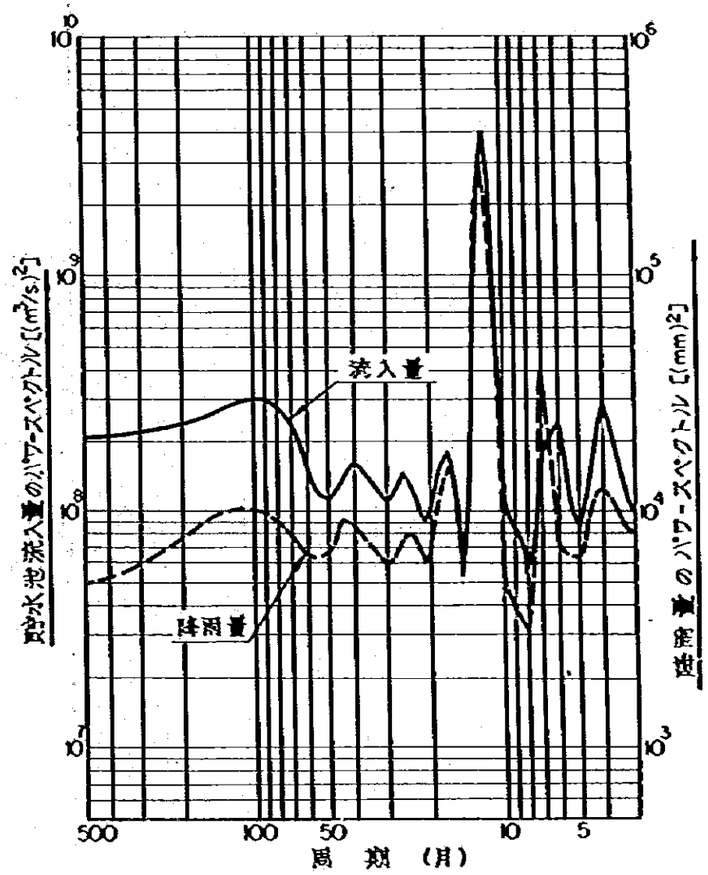


図3－8 滝坑地点流量～浮流砂濃度相関

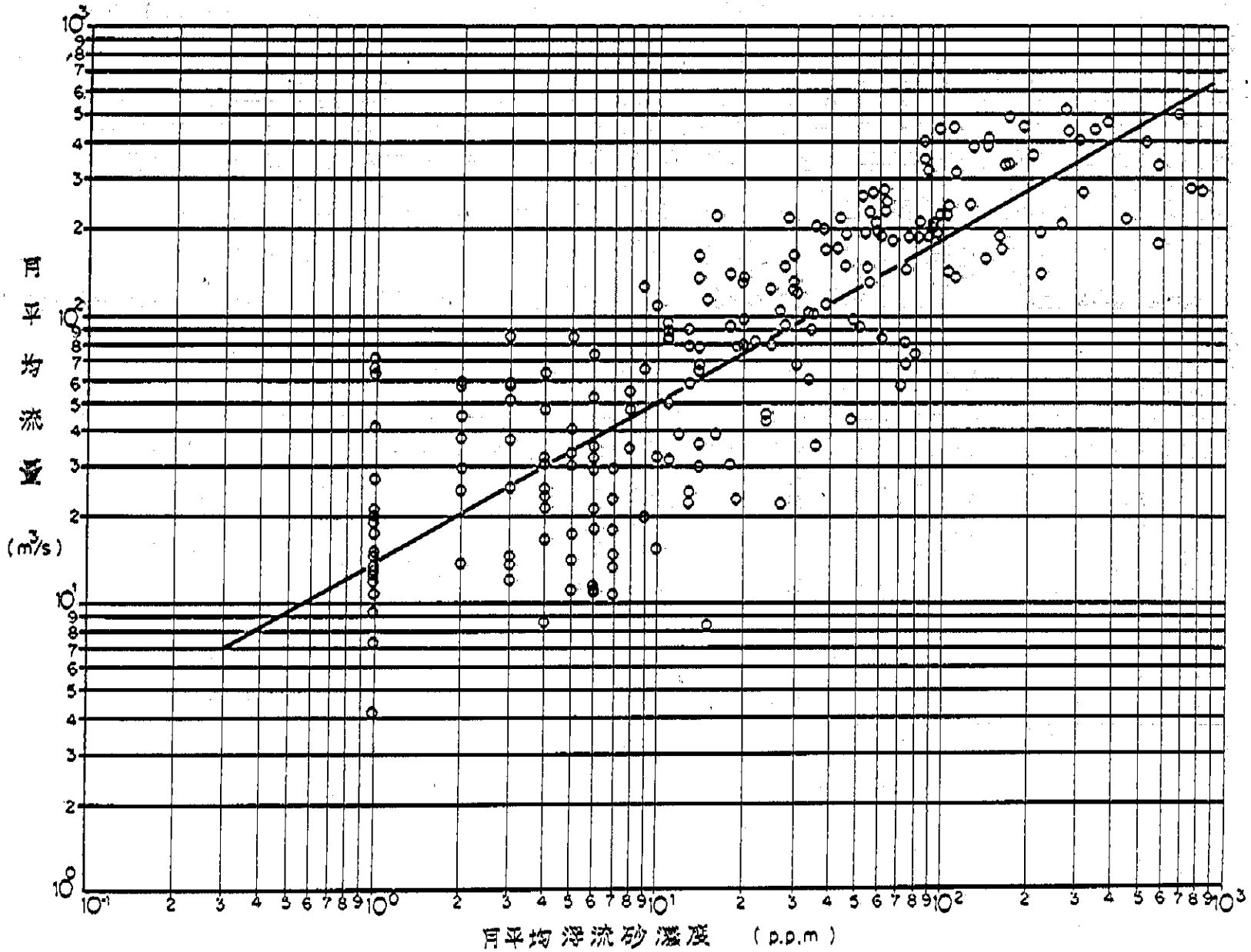


図3-9. 最大水蒸気流入指標の季節変化

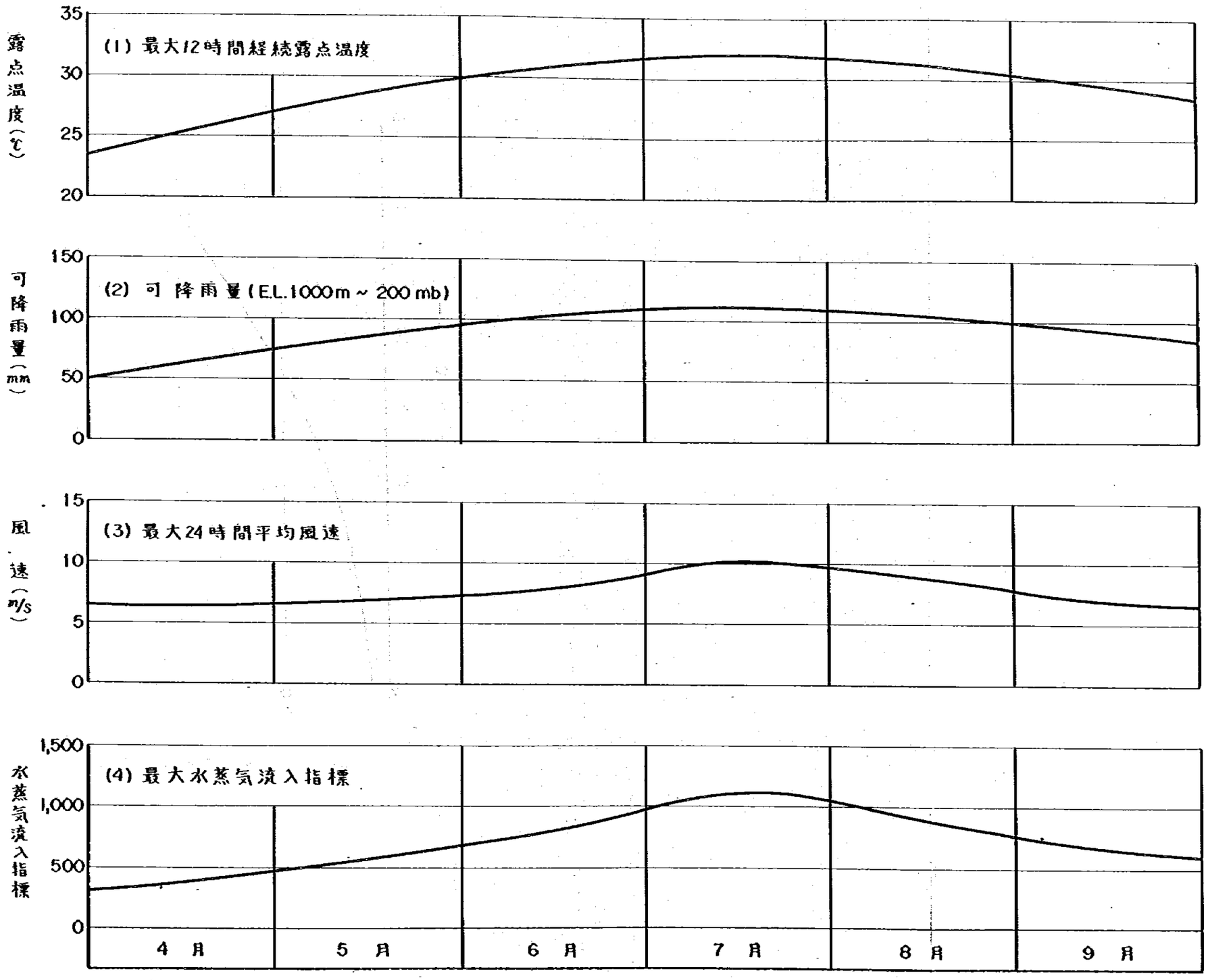


図 3-1.0　滝坑地点における累加可能最大降雨量

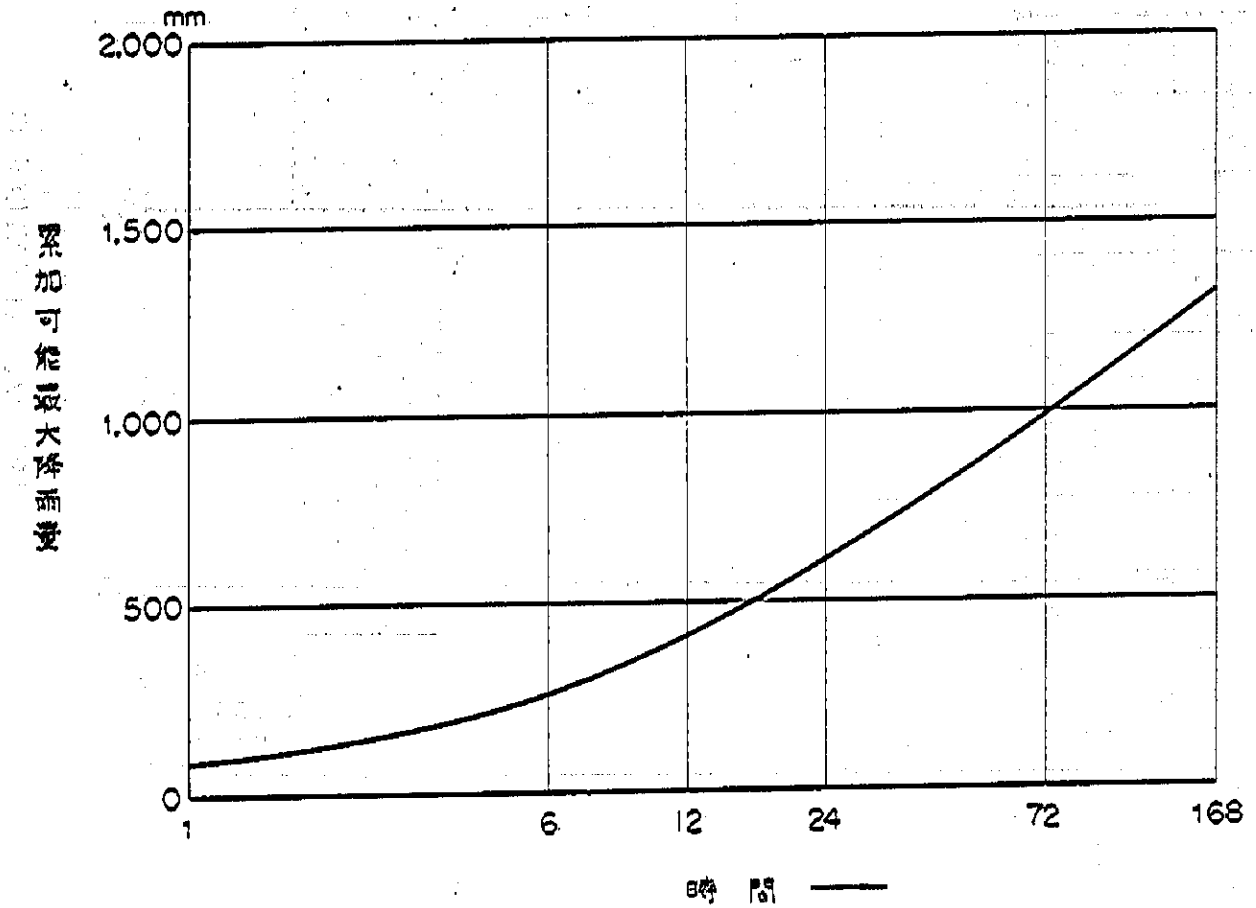


図 3-11　単位日雨量と流出量（神坑）

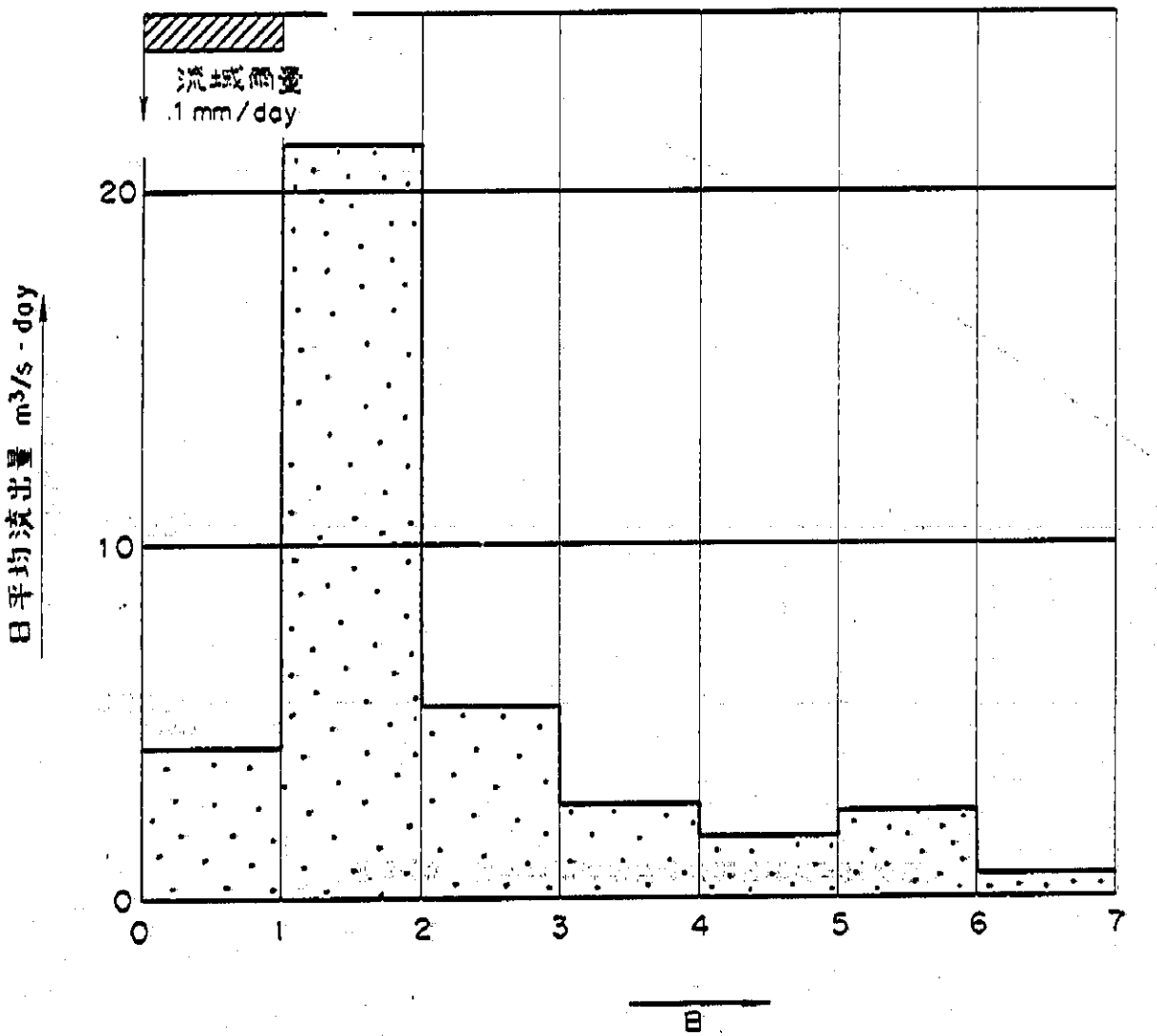


表 3-1　滝坑ダム地点月平均湿度表

（単位：%）

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
1951						82	88	87	91	83	86	85	
52	81	86	89	81	85	81	83	80	86	86	85	82	84
53	85	86	85	83	84	86	83	84	90	89	90	92	86

表3-2 滝坑ダム地点月別蒸発量

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
1951	71.5	72.5	72.0	57.1	121.0	113.9	134.8	134.1	87.5	84.1	44.1	39.5	1032.1
52	41.3	23.8	45.8	64.1	78.8	101.6	119.0	136.4	81.9	62.0	50.1	41.7	846.5
53	33.5	32.0	57.1	69.0	75.3	101.5	166.7	141.8	63.1	39.2	36.3	24.8	840.3
54	27.7	33.6	47.1	49.0	59.5	64.9	111.8	127.6	120.7	81.4	47.7	33.2	804.2
55	31.9	33.1	52.4	84.1	75.3	100.0	121.9	116.2	125.2	90.9	46.4	38.7	916.1
56	30.0	30.2	41.9	78.9	56.2	115.1	164.9	130.4	80.5	59.7	40.4	29.0	857.2
57	31.7	26.7	45.0	76.4	69.0	88.4	151.4	102.3	87.4	54.5	41.0	28.5	802.3
58	29.9	29.5	46.6	78.0	72.8	102.0	134.7	127.2	63.4	42.5	39.9	35.7	802.2
59	33.2	28.6	61.0	78.7	71.0	71.7	131.4	125.2	86.0	90.0	37.5	28.5	842.8
1960	29.5	45.2	44.8	65.2	71.2	98.6	148.3	92.6	92.6	73.6	43.9	36.5	842.0
61	32.6	28.4	41.3	71.1	78.4	120.2	159.6	143.5	108.1	78.4	52.5	36.2	950.3
62	34.4	45.7	57.1	85.2	70.5	68.5	122.5	119.2	86.8	61.5	39.9	33.5	824.8
63	42.7	43.1	51.7	95.5	105.6	92.4	133.4	129.0	87.0	72.6	40.8	29.2	923.0
64	28.5	28.2	52.5	84.6	93.5	63.5	150.2	129.0	120.4	45.1	51.5	35.1	862.1
65	42.0	28.4	42.4	51.6	95.0	68.8	135.4	120.5	106.3	55.4	36.4	25.0	807.2
66	29.2	32.7	53.9	62.7	97.3	74.0	135.7	143.5	104.0	77.6	60.7	26.3	897.6
67	35.2	26.6	59.9	64.0	75.9	108.6	139.8	169.5	133.9	91.5	36.8	31.7	973.4
68	37.7	31.4	54.0	85.3	68.6	78.6	126.7	141.0	117.4	59.9	50.4	37.7	888.7
69	26.0	26.9	49.9	76.3	95.4	82.9	133.0	126.4	98.0	68.2	41.2	39.5	863.7
1970	28.2	37.9	32.1	66.4	83.8	78.4	132.2	155.5	91.0	55.0	38.8	29.0	828.3
71	34.5	47.4	61.4	81.0	82.3	114.1	157.9	159.5	73.3	62.5	48.0	35.0	956.9
72	38.4	26.5	73.6	61.2	109.0	92.5	112.2	115.9	97.5	66.5	42.5	30.8	866.6
73	28.5	37.1	43.8	68.0	46.5	57.3	100.5	126.2	58.3	50.3	40.0	39.1	695.6
74	26.2	38.0	54.8	83.4	85.4	88.8	120.1	110.5	88.6	52.3	36.0	27.5	811.6
計	824.3	833.5	1,242.1	1736.8	1,937.3	2,146.3	3,244.1	3.123.0	2,258.9	1574.7	1,042.8	791.7	20,755.5
平 均	34.3	34.7	51.8	72.4	80.7	89.4	135.2	130.1	94.1	65.6	43.5	33.0	864.8

註：蒸発皿口径：80cm

表3－3　貯水池からの蒸発損失量概算

（単位：mm）

月	湖面からの蒸発量 ①	土地・植物からの蒸発量 降雨量 ②	流出量 ③	差 ④＝②－③	貯水池からの蒸発損失量 ⑤＝①－④	備考
1	24.0	45.4	25.2	20.2	3.8	
2	24.3	83.5	56.8	26.7	－2.4	① 湖面からの蒸発量は，蒸発皿で観測された各月平均値（表3－2）に補正係数0.7を乗じて求めた。
3	36.3	111.1	88.9	22.2	14.1	
4	50.7	170.8	125.6	45.2	5.5	
5	56.5	244.9	212.4	32.5	24.0	
6	62.6	270.7	242.9	27.8	34.8	② 降雨量は表3－5に示す値の内，1952～1977年の26ヶ年平均値である。
7	94.6	193.1	106.8	86.3	8.3	
8	91.1	220.6	102.7	117.9	－26.8	③ 流出量は表3－7に示す滝坑貯水池月別流入量の内，1952～1977年の26ヶ年平均値を流域面積3321㎢で除し，流出高(mm)へ変換したものである。
9	65.9	222.3	137.2	85.1	－19.2	
10	45.9	78.1	49.1	29.0	16.9	
11	30.4	41.4	22.5	18.9	11.5	
12	23.1	43.0	22.9	20.1	3.0	
合計	605.4	1,724.9	1,193.0	531.9	73.5	

表3－4　阪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ケ年間

河川名	観測所名	標高(m)	位置	平均月降雨量（単位mm）												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
小谷	愛良	525	本流 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
	宮崎	890	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
	横坪	520	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
	湖平头	761	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
	瓦庄	560	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
	沙湾	229	本流上流部	48.5	84.6	122.7	170.7	221.0	264.2	134.0	151.5	124.2	66.8	34.7	39.0	1,465.5	1,979.0	1,084.0
	京宁	200	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
	白岩 角湾	53 45	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
	平均			56.5	92.0	136.7	192.1	233.4	294.8	154.9	183.1	148.6	83.0	41.8	47.8	1,631.7		
大谷	龍泉		紫水湖ダム 流域内	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
	益畠		左岸支川 松阻谷	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
	猪公		左岸支川 好谷	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
	沈村		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
	五里亭		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
	平均			52.3	91.0	130.0	179.3	238.1	274.5	125.2	143.0	142.4	64.8	43.8	44.9	1,529.4	2,224.1	1,026.4
小谷	湖平头	761		12	15	18	19	21	18	14	15	14	12	10	11	179	208	151
	白岩・角湾	53·45		11	14	17	17	18	17	13	10	12	9	7	8	160	191	136

表 3-5　滝坑以上流域月別平均降雨量

（単位：mm）

年＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
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	268.4	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	254.0	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	386.9	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	44.9	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	150.5	251.6	313.9	124.9	163.1	90.7	112.0	1.3	5.3	1482.3
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	120.7	40.2	106.6	1950.6
71	33.7	39.2	54.2	95.8	155.6	244.5	83.7	115.8	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	336.3	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

表3-6(1) 白岩測水所月別流量

流域面積＝3239 km²　　（単位：$10^6 m^3$）

年＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1952	60.39	193.98	616.94	285.91	860.39	528.56	1,319.82	255.09	632.00	111.14	31.56	33.72
53	148.75	178.61	455.54	447.70	950.29	835.33	157.38	333.94	920.13	89.17	317.67	389.48
54	168.28	97.28	209.37	852.32	1,123.94	1,292.73	371.43	257.92	67.05	25.99	23.52	21.18
55	31.5	177.59	203.72	233.57	595.16	781.50	286.95	406.00	87.61	15.02	23.26	12.16
56	26.1	92.77	361.59	209.26	1,008.36	313.33	52.27	79.36	1,630.31	121.51	48.09	42.05
57	59.3	209.54	352.41	431.84	677.21	374.66	83.18	111.48	96.90	201.98	53.92	78.36
58	51.8	136.07	500.77	467.32	1,041.53	308.91	561.91	380.66	1,029.08	243.32	53.04	29.52
59	39.8	903.10	293.50	79.13	543.27	1,118.59	536.96	352.60	1,258.36	37.83	44.63	46.82
60	86.2	34.24	229.87	552.21	497.23	1,106.07	147.73	1,264.05	260.86	54.67	27.39	27.58
61	57.7	326.71	503.86	528.98	929.15	802.64	78.11	113.07	467.59	97.00	79.99	89.84
62	121.5	32.83	369.35	505.15	1,335.90	972.29	581.85	501.64	840.42	439.44	89.79	54.33
63	22.2	27.97	42.74	198.70	341.71	625.52	252.29	240.52	610.07	44.77	59.08	34.10
64	203.9	157.52	212.16	229.34	536.92	—	—	—	—	—	—	—
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	9.64	114.25	494.09	744.25	466.97	214.61	154.30	443.90	167.32	74.93	40.02	27.55

表3-6(2) 角湾測水所月別流量

流域面積＝3,321 km²　　(単位：$10^6 m^3$)

年＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1964	—	—	—	—	—	907.49	93.68	256.50	117.21	223.17	52.27	24.62
65	19.40	70.80	137.11	564.59	356.77	1,044.68	214.49	720.43	76.38	109.62	208.95	189.82
66	157.04	158.33	287.90	570.72	137.89	592.17	417.92	93.14	459.09	38.77	37.06	71.52
67	32.55	136.43	237.79	415.96	538.62	621.98	144.81	29.39	21.47	10.97	27.63	26.38
68	15.30	89.92	190.49	340.30	360.14	1,199.63	863.77	102.41	101.69	146.61	25.06	31.15
69	138.62	419.60	419.72	268.17	1,045.08	735.08	249.05	358.33	791.47	113.45	63.85	27.35
70	67.78	93.00	607.90	629.75	620.08	861.79	437.38	58.74	340.81	264.15	54.63	191.01
71	65.02	74.34	66.69	154.71	204.94	572.15	64.33	58.57	714.78	99.82	35.12	77.37
72	39.84	313.14	98.04	214.57	508.00	438.36	494.49	1,071.66	74.70	36.02	30.39	55.82
73	151.03	108.03	269.17	690.09	1,198.07	705.09	429.73	132.79	371.24	370.43	49.40	23.99
74	35.59	160.74	125.51	82.36	499.88	869.07	178.94	608.63	58.76	348.52	216.51	134.56
75	107.00	287.53	330.05	813.41	1,248.49	855.04	272.52	714.69	282.04	562.49	162.89	155.35
76	46.72	168.97	348.33	484.80	396.65	1,123.85	611.75	66.18	99.33	221.29	69.65	54.70
77	193.98	150.99	91.68	468.13	521.82	1,160.40	209.62	195.14	235.27	172.95	32.97	28.59
78	59.55	130.16	358.70	530.43	277.03	773.85	89.49	127.49	199.00	45.18	28.12	16.98
79	21.60	61.11	356.24	333.82	505.94	131.32	108.04	266.47	265.87	21.42	18.37	14.75

表3－7 淮 坑 貯 水 池 月 別 流 入 量

流域面積＝3.321 km²　　（単位：$10^6 m^3$）

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	62	199	633	293	882	542	1,353	262	648	114	32	35	5,055
53	153	183	467	459	974	856	161	342	943	91	326	399	5,354
54	173	100	215	874	1,152	1,325	381	264	69	27	24	22	4,626
55	32	182	209	239	610	801	294	416	90	15	24	12	2,924
56	27	95	371	215	1,034	321	54	81	1,672	125	49	43	4,087
57	61	215	361	443	694	384	85	114	99	207	55	80	2,798
58	53	140	513	479	1,068	317	576	390	1,055	249	54	30	4,924
59	41	926	301	81	557	1,147	551	361	1,290	39	46	48	5,388
1960	88	35	236	566	510	1,134	151	1,296	267	56	28	28	4,395
61	59	335	517	542	953	823	80	116	479	99	82	92	4,177
62	125	34	379	518	1,370	997	597	514	862	451	92	56	5,995
63	23	29	44	204	350	641	259	247	626	46	61	35	2,565
64	209	162	218	235	550	908	94	256	117	223	52	25	3,049
65	19	71	137	565	357	1,045	214	720	76	110	209	190	3,713
66	157	158	288	571	138	592	418	93	459	39	37	71	3,021
67	33	136	238	416	539	622	145	29	22	11	28	26	2,245
68	15	90	190	340	360	1,200	864	102	102	147	25	31	3,466
69	139	420	420	268	1,045	735	249	358	791	113	64	27	4,629
1970	68	93	608	630	620	862	437	59	341	264	55	191	4,228
71	65	74	67	155	205	572	64	59	715	100	35	77	2,188
72	40	313	98	215	508	438	494	1,072	75	36	30	56	3,375
73	151	108	269	690	1,198	705	430	133	371	370	49	24	4,498
74	36	161	126	82	500	869	179	609	59	349	217	135	3,322
75	107	288	330	813	1,248	855	273	715	282	562	163	155	5,791
76	47	169	348	485	397	1,124	612	66	99	221	70	55	3,693
77	194	151	92	468	522	1,160	210	195	235	173	33	29	3,462
78	60	130	359	530	277	774	90	128	199	45	28	17	2,637
79	22	61	356	334	506	131	108	266	266	21	18	15	2,104
1980	10	117	507	763	479	220	158	455	172	77	41	28	3,027
合 計	2,269	5,175	8,897	12,473	19,603	22,100	9,581	9,718	12,481	4,380	2,027	2,032	110,736
月 平 均	78	178	307	430	676	762	330	335	430	151	70	70	3,818（年平均）
日平均（m³/s）	29	73	115	166	252	294	123	125	166	56	27	26	121
月 最 大	209	926	633	374	1,370	1,325	1,353	1,296	1,672	562	326	399	1,672
月 最 小	10	29	44	81	138	131	54	29	22	11	18	12	10

（注） 日平均のみ単位は m³/s である。

第4章　地　　質

第 4 章　地　　質

4.1　貯水池の地質

滝坑の貯水池は瓯江支流の小渓の中流部に位置する。計画湛水位を160mとした場合はその背水は大赤坑に達する。

貯水池は，景寧，渤海，北山，坑底の各部落付近で開けた山間盆地を形成している以外は殆どが高い山に囲まれた峡谷地である。

貯水池内に分布する地質は，ジュラ紀の上位層に属する流紋岩質の熔結凝灰岩（流紋質晶屑・玻屑熔結凝灰岩）や流紋岩質な凝灰岩，集塊岩類（流紋質晶屑・玻屑凝灰岩類）が主であり，次にジュラ紀の中・下位層に属する砂岩が分布し，更に前中生代に属する変成岩即ち片麻岩，片岩，結晶質石灰岩と白亜紀の前期に属する燕山期に貫入した花崗岩や流紋岩熔岩類である（図4－3）。

これらの岩石のうち凝灰岩類の一部はやや軟質であるが，その他は大部分堅硬，塊状の岩石である。また，石灰岩はごく小さい範囲に分布しているにすぎない。

貯水池内にみられる構造線（断層・破砕帯）は主として走向N 5°～30° EおよびN 10°～35° Wの二種類で，これらは70°～90° NないしSに傾斜しており，広域に亘って各所に発達している。

これらの構造線は，その面から推察すると，横圧力やねじれ応力によって発生したもので，比較的規模が大きく，延長も比較的長い。しかし，これらの大部分は貯水池の外側まで延びていない。

褶曲構造は，景寧付近にみられるものが背斜が急で向斜が緩やかな非対称背斜構造であるが，大東の東屋周察付近でみられるものは，西側への傾斜が水平に近い緩やかな向斜構造を示している。

地質図で明らかなように，本地域の地質分布は，大きくは南北性の分布形状を示しながら，それぞれよく連続して分布している。これらは，流紋岩類主体の所，凝灰岩類主体の所，などのゾーンに分けられる。

前者のゾーンは地形は丸味を帯びているものの露岩が多く，局部的な崩壊箇所を除いては山は安定している。後者のゾーンは，地形はなだらかで露岩はやや少なく，代って崩壊地が多い（耕作地が多い）など若干荒れている所が多い。

中国側より提供された貯水池地域の地質資料は詳細なものであり，今回の可能性調査に有益なものであった。その地質資料に基づくと，本計画貯水池内の地質に関する問題点は下記のようにまとめられる。

・　貯水池からの漏水の問題は重要な検討事項であるが，調査の結果，全体的に貯水池内の地

形や地質は条件的に非常に良く，漏水のおそれは無い。しかし貯水池の浸透範囲内に分布する基岩の風化帯や亀裂および第四紀に属するルーズな堆積物などは，初期湛水の際に不飽和状態から飽和状態になるまで吸水する。即ち，貯水過程に於て，これらの部分への浸透による損失が生ずることを予想しなければならないが，本貯水池の地質条件から判断すると，その量は，貯水容量に比べると問題にならない程度に少ないと考えられる。

- 本貯水池は山の中の貯水池であり，常時満水位標高160m（計画高水位172.3m）以下の湖岸地域には，大～中規模の工業や鉱山等の関係企業や経済価値のある主要鉱産物はない。包山鉄鉱石は標高170m以上の高い所に分布しておりあまり関係がない。崩海，嶺根，北山，坑底等四つの大きい居住区と旧家（外舎）や公道，橋や川岸に沿う小規模な田・畠が水没するだけである。唯，景寧盆地の標高150～190mの所は計画高水位が172.3m程度であるので，部分的に浸水することがある。早い時期に浸水する可能性の有無について地形的な面から検討しておく必要がある。
- 貯水池地質を検討するに際して，漏水問題の他に考慮されなければならない問題点として，貯水池内の斜面の安定の問題がある。一般論として，貯水池の湖岸付近で，亀裂の発達した所や崖錐等の堆積土砂の一部などは，湛水後（水位の変化などによって），岩すべりを含めて崩壊や地すべりを発生することがありうる。しかし，本計画貯水池地域は全般にそのような個所は少なく，また発生するとしても小規模であろう。特に基岩は風化の厚さも薄く，岩自体は堅硬で，亀裂が多くても岩片相互の噛み合わせがしっかりしており簡単に崩落するような場所は少ない。また，崖錐などの崩積土も全般に薄く範囲もせまい。しかも，湖岸には大きい部落や経済価値のある所がなく，被害が発生することも考えられない。よって局部的な崩壊や地すべりが発生したとしても，貯水池の容量に大きい影響を与えることはなく，また経済的な影響が出ることもない。
- 以上のように，本貯水池については地形・地質的にみて，貯水による問題点の発生はほとんどないと思われるが，今後は空中写真による地形，地質等の条件の判読を主体に，現地視察を併用して詳細に調査・検討を行うことが望ましい。

4.2 計画地点周辺の地形・地質概要

計画地点は，長さ約2km に亘る峡谷地域に位置する。峡谷の両岸の山の高さは一般に標高300～350mで，山腹斜面の勾配は多くの場合40～45°であるが，局部的には60°以上の急崖をなす所もある。

ダム地点付近の尾根は大略N 25° Eの方向である。川の流路の方向はN 42° Eであるが，ダム地点の下流までくるとN 55° Eに向きを変えている。河床付近の谷幅は一般に120～250mであるが，ダム計画地点付近に於ける標高175m（ダム天端標高）の谷幅は約540mで，ダム高（165m）と谷幅の比は約1：3.3である。なお平常水位時の河水面幅は90～130mである。