

パプア・ニューギニア

プラリ河電力開発計画調査報告書

第六巻 水力発電計画のための水文調査

昭和52年12月

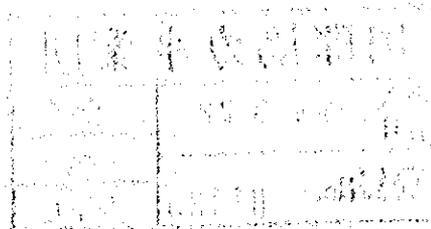
国際協力事業団

パプア・ニューギニア

プラリ河電力開発計画調査報告書

第六巻 水力発電計画のための水文調査

昭和52年12月



JICA LIBRARY



1043219[3]

国際協力事業団

本報告書は、次に示す標題の全八巻より構成されている。

- 第一巻 要 約
- 第二巻 水力発電計画
- 第三巻 港湾、工業および都市開発
- 第四巻 工事用道路
- 第五巻 水力発電計画のための地質および建設材料調査
- 第六巻 水力発電計画のための水文調査
- 第七巻 港湾、工業および都市開発—調査資料
- 第八巻 水力発電計画—地質柱状図

国際協力事業団		
受入 月日	'84. 3. 22	206
登録No.	01425	693
		MPN

# 目 次

	頁
添付表一覧表	vi
添付図一覧表	vii
付録一覧表	viii
第1章 序 論	1
1.1 目 的	1
1.2 これまでに行なわれた調査	1
1.3 今回の調査の範囲	2
1.4 謝 辞	3
第2章 流 域	4
2.1 概 説	4
2.2 気 象	5
2.3 河川流量の特質	6
第3章 利用可能な資料	8
3.1 概 説	8
3.2 気象資料	8
3.3 水文資料	9
3.4 他の資料	11
第4章 今回の調査で収集された諸資料	12
4.1 目 的	12
4.2 気象データ	12
4.3 流量測定	13
4.4 河川縦断水面形	15
4.5 堆 砂	16
4.6 水質試験	18

第5章	河川流量の推定 .....	20
5.1	序 説 .....	20
5.2	採用されたタンクモデルに関する概略説明 .....	20
5.3	計算に使用されたデータ .....	21
5.4	タンクモデルの諸元の決定 .....	24
第6章	擬似合成流量 (Synthetic Runoff) の算定 .....	27
6.1	目 的 .....	27
6.2	解析方法 .....	27
6.3	考慮された流量分布 .....	28
6.4	結果の比較 .....	28
6.5	採用された500年流量 .....	34
第7章	洪水に関するスタディ .....	37
7.1	目 的 .....	37
7.2	設計洪水の推定方法 .....	37
7.3	洪水の尖頭流量および洪水流量の頻度解析 .....	41
7.4	設計尖頭流入量 .....	43
7.5	設計洪水波形 .....	44
第8章	堆砂に関するスタディ .....	45
8.1	スタディの目的および方法の概略説明 .....	45
8.2	浮遊砂と河川流量との関係 .....	45
8.3	年間堆砂流入量の推定 .....	47
8.4	貯水池の堆砂とその分布 .....	49
第9章	Waboにおける降雨形態 .....	51
9.1	概 説 .....	51
9.2	日降雨発生回数 .....	51
9.3	日降雨の分布 .....	54
9.4	時間降雨 .....	54
9.5	降雨強度と降雨時間との関係 .....	55

第10章 蒸発散 .....	56
第11章 Aure川Supu観測所 .....	57
1.1.1 概説 .....	57
1.1.2 流量の欠測補填および推定 .....	57
第12章 将来必要とされる調査 .....	59
1.2.1 資料関係 .....	59
1.2.2 解析作業関係 .....	59
第13章 参考文献 .....	60

図1～7

附録A～U

## 添 付 表 一 覧 表

表番号	標 題	頁
1	Waboダムサイトにおける各種流量	7
2	流域内および近傍の気象観測所	9
3	Waboキャンプ地点で測定された気象資料	12
4	既存水位流量曲線の信頼性	14
5	浮遊砂濃度の二つの異なる試験室での試験結果	17
6	浮遊砂濃度測定結果のまとめ	17
7	水質試験項目	19
8	流域平均降雨量を求めるために選定された降雨観測所	22
9	1965年および1972年における両モデルより得られた計算値と 実測値との比較	25
10	タンクモデルAの諸元	26
11	1955年から1974年の月流量に関する統計量	29
12	Waboにおける観測流量と500年擬似合成流量の統計量との比較	30
13	観測流量と合成流量の統計量のランキング分析	31
14	低流量の発生月	32
15	高水量の発生月	33
16	5個の最小月平均合成流量とそれ等の減水率	35
17	各方法による洪水尖頭流量の推定値の比較	42
18	90%の信頼限界での推定流量	43
19	貯水池堆砂量	49
20	Waboダムサイトにおける降雨日	52
21	Waboダムサイトにおける降雨が各種限界を越える平均時間数	53
22	Waboダムサイトにおける降雨全資料の月当りの無降雨日数	53
23	Waboダムサイトにおける25mmから100mmの間の降雨回数	55

## 添 付 図 一 覧 表

図番号	標 題
1	一般位置図、等雨量曲線及び平均月降雨量図
2	代表的な気象の型態
3	W a b o における日雨量
4	W a b o における日流量
5	年最大洪水の波形及び無次元洪水波形
6	降雨及び流量観測所位置図
7	利用可能な流量および降雨記録
8	W a b o 地点における河川横断面図
9	W a b o 地点における最高水位計の設置位置
1 0	浮遊砂及び河床砂の粒度分析
1 1	タンクモデルの概念図および結果の分散度評価図
1 2	W a b o 地点における月流量のタンクモデルによる推定値と観測値の比較
1 3	W a b o 地点における月流量の観測値と推定値の各統計量と減水率の比較
1 4	洪水生起解析と設計洪水の波形
1 5	W a b o 地点における浮遊砂の移送量と流量に関する曲線
1 6	河川流量の諸特性、流況曲線及び水位流量曲線 (Aure を含む)
1 7	W a b o 貯水池面積と容量曲線およびW a b o 地点における水位流量曲線

## 付 録 一 覧 表

付 録	標 題
A	Purari 河流域内の観測点における月平均降雨量
B	Purari 河流域内及びその近傍における観測点での月平均気温、年平均気温及び最高最低気温
C	Wabo ダムサイトにおける日降雨量、1962-1974
D	Wabo ダムサイトにおける Purari 河の平均日流出量、1961-1974
E	Supu 地点における Aure 川の日流出量及び月流出量
F	Sir William Halcrow & Partners より得られた初期の流出記録
G	Wabo ダムサイトにおける日気象記録、1975年6月-1976年1月
H	Purari 河 Wabo 地点の流出測定記録の要約、1975年6月-1976年1月
I	Purari 河 Wabo 地点の最高水位インジケータより得られたデータの要約
J	Purari 河 Wabo 地点の浮遊砂濃度の地点観測結果
K	Purari 河 Wabo 地点の浮遊砂の集中に関する詳細な観測結果
L	Purari 河 Wabo 地点の浮遊砂に対する粒度分析結果の要約
M	Purari 河 Wabo 地点の河床浮遊砂観測の要約
N	水質データ及び化学分析
O	欠測降雨記録補填に用いられた回帰式
P	Purari 河 Wabo 地点の予測月流出量及び月流出量記録 1955-1974
Q	Purari 河 Wabo 地点の既往最大年流出量及び3日間、5日間、10日間の洪水量の要約
R	Purari 河 Wabo 地点の年最大流出量と5日間洪水量の頻度解析の要約
S	計画された Wabo 貯水池に流入する年平均浮遊砂量の計算
T	計画された Wabo 貯水池内の堆砂率の計算
U	Wabo ダムサイトの降雨量

# 第 1 章 序 論

## 1.1 目 的

本報告書の目的は、Waboプロジェクトの一環として行なわれた水文調査および解析を対象とする野外調査、並びに室内作業の成果を報告することにある。

本調査の主要な内容は下記の事項よりなる。

- (i) Wabo地点及びAureにおいて観測が行なわれている河川流量の妥当性の検討。
- (ii) Wabo地点でのPurari河の浮遊砂および河床土砂量の実測による資料収集。
- (iii) Purari河及びAure河の河水の水質分析による水質資料の収集。
- (iv) Waboダムサイト付近の気象資料の収集。
- (v) Waboダム地点の欠測流量資料を流域内の実測降雨により補填する降雨・流量モデルの確立。更にこのモデルの活用により、流量実測が行なわれない時期の流量をこの時期の実測雨量により作成すること。
- (vi) 長期に亘る貯水池運用の検討を行う為、マルコフ理論を使い、既知流量より、500年間流量を作成すること。
- (vii) Wabo地点における洪水観測資料を分析し、Wabo余水吐の設計洪水を確立するとともに、仮排水路検討のための設計洪水の資料を提供すること。
- (viii) Wabo貯水池における堆砂量の推定。  
降雨が工事に与える影響を検討するための資料として、Wabo地点における降雨パターンの調査。

## 1.2 これまでに行なわれた調査

Purari河流域の水文調査に関しては、これまでにかなり沢山行なわれている。これ等を古い順序に列挙すると下記のごとくなる。

### 1.2.1 British Aluminium Company (BAC) によるもの

1950年代の初期、BACはPapua湾の東部に流れ込んでいるいくつかの河川につき、水力発電計画の可能性を検討するため、一連の調査を行なった。それ等河川のうち、Purari河のWabo地点においては流量観測所が設立された。実際の調査作業は、BACの依頼を受けた英国のコンサルタント会社、Sir William Halcrow and Partnersが行ない、数々の報告書に調査結果が述べられている。報告書の最初のもものは、1956年1月に出されている (Halcrow, Sir William and Partners, 1956)。

### 1.2.2 Snowy Mountains Engineering Corporation (SMEC)によるもの

1970年にSMECはパプアニューギニアの発電包蔵水力の調査を行なった。その一環として、Purari河流域の調査も行なわれた。この調査において得られた結果のうち、最も重要と思われるものは、パプアニューギニア全土に対し、年平均降雨量と年平均河川流量の等高線を作成したことであろう。又、この検討で使用した基礎資料は第13章—参考文献欄に示す報告書としてAitken, RibenyおよびBrownによってまとめられた。

### 1.2.3 Commonwealth Department of Works, Australia (CDWA)によるもの

1972年には、CDWAにより、パプアニューギニアの包蔵水力に関する更に詳細な調査が行なわれた。Purari河流域もこの一環として行なわれた。その中の水文に関しては、参考文献欄に示す報告書に記述がなされている。

### 1.2.4 日本工営によるもの

Purari河下流流域における水力開発の実現性を調べるため、日本工営は若干の野外調査と既存の資料にもとづき、かなり詳細な水文解析を行なった。

この調査においては、Waboダムサイトにおける月流量を推定するために、タンクモデルの概念が導入された。

## 1.3 今回の調査の範囲

今回の調査は、野外調査および室内における解析作業の両面に亘って行なわれた。これ等両作業は、1975年2月より1976年1月の期間に亘り同時に行なわれた(主要な室内作業は1975年11月初旬に完了した)。室内作業において必要とされた大部分の資料は、パプアニューギニアのBureau of Water ResourcesおよびNational Meteorological Servicesより得られた。一方、ここで得られないいくつかの追加資料、特に、Purari河の堆砂量に関する資料が解析において必要であった。この資料を実測によって得るため、12か月間に亘って、測水技師による測定がWaboサイトにて行なわれた。又、この期間Waboサイトにおいては、流量測定が重点的に行なわれた他、その他の水文および気象資料の収集が行なわれた。野外調査で得られた資料および上記関係機関より得られた資料は、Port Moresbyにて同時期に行なわれた解析にとり入れられた。又、Waboダムサイトにおける水文調査に加え、わずかではあるが、Purari河の主要な支川の一つであるAure河に関する調査も行なわれた。

#### 1.4 謝 辞

過去20年にかけて収集されたPurari流域の水文および気象資料は貴重なものである。もしこれ等資料を収集するための前途を見通した配慮がなかったならば、この報告書に記述された調査はかなりの困難に直面し、今回行なわれた程の成果は得られなかったものと思われる。特に、Waboダムサイトにおける流量記録をこれまで記録整理されてきた関係者の努力は特筆されるべきである。この作業が、数々の困難な条件、すなわちこの地点への交通の不便さ、悪い気象条件、濁流渦巻く危険な河……等のもとで行なわれたことを想起する時、このことは特に、記憶されるべき事項であると思われる。

## 第 2 章 流 域

### 2.1 概 説

#### 2.1.1 位 置

Purari 河流域は、南緯  $5^{\circ}$  から  $8^{\circ}$ 、東経  $143^{\circ}$  から  $146^{\circ}$  の地域に亘って位置している。Purari 河は、パプアニューギニアの北側海岸へ流れ込む河川と、南側海岸へ流れ込む河川の境界を形成している中央山脈の南側山頂近くに源を有している。その流域は、Highlands の主要な地区、Western Highlands, Eastern Highlands, Southern Highlands および Chimbu を包含し、更に Gulf 地区をも含んでいる。

Wabo ダムサイトは、河口より、河道に沿って約 200 Km の地点に位置し、Purari 河の主要な支流である Aure 河の交叉地点より約 40 Km のところにある。この交叉地点付近より、Purari 河は東方に向っている流れを南方に変え、また山間地より急に平地に出て、低地帯を流れ、Papua 湾に注いでいる。低地帯に入ってから、発達した湿地帯を蛇行し、よく発達した河口砂州を経由して、Papua 湾に流れ込んでいる。

Purari 河主流の総延長は、約 630 Km であり、その総流域面積は、33,000 Km<sup>2</sup> である。又、Wabo ダムサイトにおける流域面積は 26,300 Km<sup>2</sup> である。

#### 2.1.2 流域河川構成

Purari 河の主要な支川は、東より西に向って数え、Asaro 川、Wahgi 川、Iaro 川、Erave 川および Aure 川となっている。Asaro 川と Wahgi 川の交叉する地点より下流の河川は、Tua 川として知られている。Purari 河と通称されているのは、Tua 川と Erave 川の交叉地点より下流部だけの河川である。これ等河川の上流地域は、比較的河幅の広い溪谷を形成し、耕作地や今後の開発に適した広大な土地がある。しかし下流域は、深い切り立った溪谷を形成している。

#### 2.1.3 地形及び土地形成

一般的にいて流域は、極めて高低差に富み、山間地形を形成している。特に Mendi と Gumine を結ぶ線の南側の地域はこの特質を有している。Wilhelm 山 (4,690 m) は流域内の最高峰であるばかりでなく、パプアニューギニア全体でも最も高い山である。この他にも、流域内には、3,000 m を越す山が沢山ある。流域の大部分は、標高 1,250 m 以上となっており、更にかなりの地域の標高が 2,500 m 以上となっている。一方ダムサイトにおける河岸部の標高は、約 30 m である。

流域内の土地形成は変化に富んでいる。とりわけ、Brave流域の下流部は、広範囲に亘ったカルスト構造となっており、水文学的観点より興味深いものとなっている。これは、Kikoriからほとんど連続的にVictor Emanuel RangeおよびIrian Jayaの境界にかけて、北西から南東方向に走っている地層の延長上にある。流域のもう一つの顕著な特性は、沢山の鮮やかな火山による造山運動によって形成された山の姿である。これ等は、景観を一段ときわだかませているGiluwe, JalibuおよびHagonにおいて見られる。全流域における土地造成に関する詳細は参考文献を参照されたい(Loffler 1974)。

#### 2.1.4 地質、植生及び土質

流域の一般地質は、1972年にGeological Survey of Papua New Guineaによって作成された10万分の1の地質図に示されている。Wahgi溪谷の大部分を覆っている草原地帯を除くと、Asaro川およびその主要な支流の中流部(概略的にいうと、Goroka, Chuave, OkapaおよびHenganofiを結ぶ線で囲まれた地域)およびSouthern HighlandsのMendiとNipaを中心とした地域は深い森林に覆われている。植生は標高に応じ南部の低地の雨の影響を強く受けた森林から、標高3,300m以上の部分における高山植物まで変化に富む植生形態を呈している。デルタ地帯は、マングローブの広大な湿地帯となっている。植物は非常に豊富で雑多である。パプアニューギニアにおける土地資源調査の際、Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisationは、縮尺100万分の一の植生図を作成した。又、類似のシリーズの地図(参考文献Paijmans, 1975)では、土壌および土地利用の可能性の調査結果が示されている。

## 2.2 気 象

### 2.2.1 天候の特徴

パプアニューギニアの本土においては、土地の起伏が気象条件に大きな影響を与えている。中央山脈内では、地形の気象に与える影響が卓越し、低地帯の気象の循環とはほとんど関係なく、局所的な循環を呈している。パプアニューギニアの他の地域では、天候に二つの特徴があり、はっきりとした雨季乾季を呈している。一つは南東風シーズン(貿易風として知られている。)であり、5月から8月にかけて起り、海から陸に向けて吹く強い風と、風下に雨をもたらす。このシーズンには、Southern New Britainや、中央山脈の南面、特にWabo近辺およびHuon半島の南面に大量の雨が降る。第二の天候の特徴は、不安定ベルトと俗称されているものであり、正式には、北西モンスーンとして知られ、12月から4月にかけて、パプアニューギニアの全般に亘って、かなりの降雨をもたらす。これ等二つの主要な天

候の特徴は、Purari河流域の降雨形態を、特徴のあるものとしている。

## 2.2.2 降 雨

年平均降雨量は、Waboダムサイトの近辺で約8,500mm、Henganofiの近辺の流域の北東で2,000mm以下となっている。流域内の年降雨量の分布は図1に示されているようになる。

月降雨量の分布は、上記した天候の特長を反映している。流域の南方に位置するWaboにおいては、5月から9月までの間に一年中での月降雨量の最大が記録されている。これは、南東風シーズンの影響によるものである。一方、Highland地域に位置している流域の大部分では、月降雨量は逆に、上記5月から9月にかけての期間は最小となり、12月から3月にかけて最高となる(図2(a)参照)。

Waboにおける雨天日は、極めて多く、年平均で約233日にもなる。図3には、Wabo地点において1962年から1974年に観測した日雨量を示す。Wabo地点においては、午後遅く雨が降り出すという、明白な傾向がある。本報告書の第9章では、Wabo地点における降雨形態に関する概略の解析結果を示す。日雨量の最高値は、1962年7月23日に観測され、219mmであった。

流域内にある雨量観測所の月降雨量の記録は、付録Aに示した通りである。

## 2.2.3 気 温

流域内の気温は、ほぼ標高の関数である。海の近くでは、年平均気温は、約26℃であり、標高2,000mでは、約16℃である。月毎の変化は、ほとんどなく一般的には、11月から3月にかけて最高気温となり、5月から9月にかけて最低気温となる。図2(b)は、Kikoliにおける気温の年変化を示す。これは、Waboダムサイト近辺の気温の年変化を代表するものである。又、同図に示す、Mt. Hagenのそれは、Highland地方の気温の年変化を代表するものである。月平均、年平均および最高、最低気温を流域内の10箇所の観測所で観測した結果を付録Bに示した。

## 2.3 河川流量の特質

### 2.3.1 概 説

Purari河流域からの河川流量は、大量の降雨と、流域内の大部分が高い標高に位置するため、比較的蒸発散量が小さいことにより、極めて大きい。Waboダムサイトにおける流量記録によると、ダムサイトにおけるPurari河の年平均流量は約2,500m<sup>3</sup>/sである。これは、流域(26,300km<sup>2</sup>)内に3,000mmの水柱を立てた量に匹敵する。

### 2.3.2 流量の期間変化

表1は、Waboダムサイトにおける各種条件下の流量を示す。

表1. Waboダムサイトにおける各種流量

期 間	流 量 ( $m^3/s$ )	
	最 高	最 低
年 平 均	2,889	1,920
月 平 均	4,378	665
日 平 均	9,189	487
瞬 間	10,450	487

注：上記数値は、1962年から1974年のWaboダムサイトにおける観測値にもとづいている。

降雨に呼応する出水は早く、24時間以内に、 $3,000 m^3/s$ 以上の増水も起り得る。流域には頻繁に、そしてかなり強い降雨があるので、図4に示す、日平均流量(1958~1960および1962~1974)に見られるように、流量は年間を通して、かなり一定している。

表1に示すごとく、観測された流量の最大値は $10,450 m^3/s$ であり、ほとんど毎年 $6,000 m^3/s$ 以上の洪水が発生している。図5には、代表的な洪水波形が示されている。又、図16(b)および(d)には、流量特性と日平均流量の頻度曲線が示されている。

### 2.3.3 浸食及び堆砂

全般的にみて、流域の浸食度は比較的高いものとなっている。この浸食の大部分は、流域内の強度の降雨と、急斜面に起因するものである。流域内のかなりの規模の地入りは、それ程稀れてはいない。降雨の後には、流域内の河川水は茶色を呈し、肉眼でも、かなりの浮遊砂を運んでいるように見受けられる。上記の自然浸食に加わえ、急傾斜面での耕作、道路の建設、乾期における野火による植物の焼失等も浮遊砂に対する原因を構成している。今回の浮遊砂の調査以前には、パプアニューギニアにおいては、本問題に関して調査が行なわれたことがなかった。航空写真等による間接的推定では、浸食率は、年間 $0.08 mm$ から、 $1.1 mm$ であった。今回の調査では、全流域平均で年間 $1.4 mm$ であった。

## 第3章 入手可能な資料

### 3.1 概 説

この報告書に記述された調査を始めた時は、幸いにも、比較的長期に亘る流量や、降雨記録が利用可能であった。これはひとえに、先を見越して、観測を開始し、これまで記録をとり続けてきた関係機関の努力によるものである。この章では、関係機関によって利用可能にされた各種資料について述べるものとする。一方、今回コンサルタントによって収集された資料は第4章に述べるものとする。

パプアニューギニアの気象に関する資料は、1973年迄Commonwealth Bureau of Meteorology (Australia)によって収集され、その後、パプアニューギニアのNational Meteorological Servicesに引き継がれた。今回の検討に使用された資料は、上記両方の機関より得られた(1975年初頭までに完全な引き継ぎは完了していなかった)。同様に、流量資料は、Commonwealth Department of Works (Australia)によって1973年4月まで収集され、その後、パプアニューギニアのBureau of Water Resourcesに引き継がれた。

### 3.2 気象資料

#### 3.2.1 降 雨

日降雨記録は、流域内および近傍に設置された42の観測所におけるものが利用可能である(図6参照)。これ等、観測所における記録の年数および欠測時期は、図7(a)に示すようになる。最も初期の記録は、Goroka, Mt Hagen およびMendiにおけるものを含め、1951年にまでさかのぼる。KikoriおよびKeremaにおける観測所、即ち、流域の南西および南東の海岸に面した地域に位置する観測所の記録はかなり長期に亘っており、それぞれ、1913年および1909年に観測が開始されている。

図7(a)に示した期間に対する記録は、Commonwealth Bureau of Meteorologyよりコンピューター用のマグネチックテープおよびコンピューターによって打ち出されたプリントとして得られた。流域内の特にWestern Highlandsの北部地区、ChimbuおよびEastern Highlandsの諸州には、かなり沢山の自動記録装置を備えた降雨観測所がある。しかし、これ等地域は、日雨量計が十分に配置されているため、自動記録計による観測雨量は、今回の調査では使用されなかった。一方、Waboダムサイトにおける自動記録計による降雨記録は、流域南部の降雨形態を決定する上で、重要な役割を果たした。又、この降雨記録に関しては、日雨量および時間雨量の相方の資料が得られた。日雨量に関しては、

Commonwealth Bureau of Meteorologyにて、コンピューターを使って打ち出された印刷物として得られた。

### 3.2.2 他の気象資料

降雨記録も含め、少くとも一日に一度測定された、気温および湿度の記録が下記の表2.に示す観測所で得られている。

表2. 流域内および近傍の気象観測所

観 測 所		標 高	観 測 所		標 高
No.	名 称	m	No.	名 称	m
051	Kevema	6	595	Lapegu	1,567
054	Kikori	74	197	Goroka	1,567
699	Lake Kutubu	823	003	Aiyura	1,570
188	Erave	1,091	243	Mt Hagen	1,631
238	Menyamy	1,128	339	Mendi	1,676
182	Kundiawa	1,494			

これ等観測所のいくつかの気温資料は、付録Bに収録されている。

日照時間に関する記録は、Eastern Highlandsの観測所AiyuraとGoroka、Western HighlandsのKukとTambulで入手されている。流域内には、蒸発量の観測装置は設置されておらず、流域の最も近いところでは、Aiyura観測所に蒸発皿が設置されている。これ等気象資料のまとめは、Mc Alpine, KeigおよびShort (1975)らによって行なわれた。

### 3.3 水文資料

#### 3.3.1 概 説

流量記録は、流域内に設置された合計28箇所の観測所において行なわれた。しかし、その大部分は、欠測状態が長期間続き、満足な記録が得られていない。流量記録は、わずかに19の観測所にて得られている。Lower Erave, Lower Kaugel Lower Tua, Pio, PoruおよびIaroの各河川に最近設置された6箇所の観測所を除くと、流域内の他の流量記録に関する詳細は、SMECによって準備された報告書(参考文献SMEC1974)

に記載されている。WaboダムサイトおよびAure河Supu観測所を含む五つの観測所における流量記録の観測期間は、図7(b)に示すようになる。Waboダムサイトにおける日流量記録は、付録Dに収録されており、またAure河Supu観測所における日流量および月流量は付録Eに収録されている。

### 3.3.2 Waboダムサイトにおける流量記録

Waboダムサイトにおける観測所で得られた記録は、本プロジェクトのスタディにおいて要めとなるものである。

この観測所は、British Aluminium Company Ltd.に代って、Sir William Halcrow and Partnersによって、1958年8月に初めて設立された。1958年8月から1959年12月の期間の流量記録は、1975年に上記Sir William Halcrow and Partnersより平均日流量のグラフの形で入手された。1960年4月にこの観測所は、Commonwealth Department of Worksに引き継がれたことになっている。1960年4月から、1961年11月の期間の流量記録の大部分が現在どこにも見当らず、多分管理体制のまずさにより、紛失してしまったものと思われる。今回の検討に使用した1961年12月から1974年12月に亘る流量記録(図7(b)参照)は、パプアニューギニアのBureau of Water Resourcesより得られた。Water Resourcesによれば、瞬間流量で $487\text{ m}^3/\text{s}$ 以下のものは、これまでに記録されていないとのことである。

### 3.3.3 Hathor Gorgeにおける流量記録

Waboダムサイトの流量観測所に加わえ、この地点より約55Km上流のHathor Gorgeにおいて、1953年9月から、1959年12月の期間に亘って、British Aluminium Company Ltd.の依頼によりSir William Halcrow and Partnersによって流量観測が行なわれた。そしてこれ等もグラフの形で入手された。

これ等初期の記録の重要性に鑑み、Sir William Halcrow and Partnersから得た記録は付録Fに収録されている。各月の平均月流量をプランニメーターを使ってグラフより計り、同期間(1958年8月から1959年12月)のWaboとHathor Gorgeの2地点における流量の比較を行なった。流域面積の相違は $1,350\text{ km}^2$ である。17か月間の期間に亘るWaboの流量はHathor Gorgeの流量に比らべ、約20%大きかった。これは $344\text{ m}^3/\text{s}$ の平均流量に相当する。又、更にいいかえるならば、これは年間流量で、この残流域における8mの水柱に匹敵する。又、これを降雨量で表現するなら、少なくとも $9,000\text{ mm}$ の降雨量がこの $1,350\text{ km}^2$ の残留域にあったことになる。Waboダムサイトにし

か雨量計が設置されていないので、この真偽の程は確認しようがない。Hathor Gorgeの上流の石灰岩地帯におけるカルスト現象により、Hathor Gorgeの上流に降った雨が、地中の空洞を通り、この残留域に湧水しているという可能性も勿論あり得ると思われる。又、同様に流量記録のどちらか、或は相方に観測の誤りがあるという可能性もある。Hathor Gorgeの記録は、野外調査も室内作業もほぼ終りに近ずいた時点で入手可能になったので、上記の問題を確認することができなかった。したがって、Hathor Gorgeの流量資料の信頼性に対する裏付がとれなかったため、今回の諸検討においては、使用しなかった。しかし、グラフより測りとった流量は、将来の検討のために、付録Fに収録した。

### 3.4 他の資料

流域に関する重要な資料は、パプアニューギニアの土地資源に関してCSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia)による一連の報告書に収録されている。これ等の報告書は、気象、植生、地形学、土壌、人口その他に関する貴重な資料を収録している。又、流域に関連する報告書は、Goroka-Mt Hagen地区(CSIRO, 1970)及びWabag-Tari地区(CSIRO, 1965)である。更に、パプアニューギニア全土の地形、植生、土地利用可能性に関する概略調査(前記2.13節および2.14節を参照)は、当該流域の上記地域に関する情報も含んでいる。

Purari河の河水の化学成分含有量に関する資料は4.6節に詳述されているが、コンサルタントの資料に加わえ、Purariプロジェクトの環境評価問題の担当マネージャーであったT. Petr博士より提供された。

## 第4章 今回の調査で収集された諸資料

### 4.1 目的

第3章に示されたように、本プロジェクトの水文解析のために既に利用可能な各種情報は、流量資料の期間の長さ、および信頼性、流域をカバーしている多くの、そして適切に配置されている雨量観測所よりみて、極めて十分であるが、それにもかかわらず、いくつかの追加資料が必要であった。特に、Purari河によって運ばれる浮遊砂に関する資料の収集は必須であった。その他としては、次のようなものがある。

- ダムサイトにおける流量曲線の信頼性の検討。
- ダムサイトにおける河水の水質に関する資料。
- ダムの近傍における水位流量曲線の作成。
- 各種の気象データの収集。

これ等の目的を達成するため、測水技師が、1975年2月より1976年1月に亘ってダムサイトのキャンプに駐在し、作業を行なった。作業の成果は下記のごとくなる。

### 4.2 気象データ

臨時の気象観測所をWaboキャンプ敷地内の事務所近くに設け、気温、湿度、蒸発量および降雨に関する観測がなされた。蒸発量は、クラスAの蒸発皿(直径1.2m)を使って測られ、この算定に必要となる降雨記録は、すぐわきに設置した雨量計によって測定された。収集した資料の概要は表3に示されており、詳細は、付録に収録されている。風速に関する資料としては、National Works Authority (1日Public Works Department)によって、Wabo飛行場において観測されたものがある。

表3. Waboキャンプサイトで測定された気象資料

測定項目	観測頻度	観測期間
気 温	毎日7:30、12:30及び 17:30の3回。	1975年9月3日～ 1976年1月20日
相 対 湿 度	同 上	同 上
最高最低気温	毎日一回	1975年6月1日～ 1976年1月20日
降 雨 量	同 上	同 上
蒸 発 量	同 上	同 上
風 速	毎日7:00、12:30及び 17:30の3回。	1975年6月3日～ 1976年1月20日

### 4.3 流量測定

#### 4.3.1 Wabo測水所(これまでに得られた流量資料)

Wabo測水所は、現在考えられている主ダムの軸線より約1 Km上流に設置されている。これは、1958年8月9日に設置され、1960年4月にCommonwealth Department of Worksに引き継がれた。このDepartmentによる最初の測定は、1960年7月23日に行なわれた。そして、1975年半ばまでに、164回もの実測作業がなされた。これは、交通が極めて不便で、かつ濁流渦巻くような、かなりの危険をともなう環境のもとで行なわれてきた。今回行なわれた実測以前に行なわれた測定は、1964年5月15日の $5,748 \text{ m}^3/\text{s}$ 、1969年10月5日の $5,635 \text{ m}^3/\text{s}$ から、1972年8月27日の $575 \text{ m}^3/\text{s}$ に亘って行なわれている。この測水所における水位流量曲線は安定しており、この曲線にもとづいて、水位から流量の換算が行なわれている。

#### 4.3.2 今回行なわれた既存水位流量曲線の検定

今回の調査では、 $8,58 \text{ m}^3/\text{s}$ から $5,452 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量に亘って、合計47回の流量の実測が行なわれた。この結果は、付録Hに収録されている。

流量の測定は、2台のリポートラックを継いで作業台を作り、この台より行なわれた。流速測定には0から4 m/sまで測定可能な直読式流速計(中浅株式会社)が使用された。その際に必要となる水深測定は0から60 mまで測定可能な音響測深器(玉屋TDI-60S)によって行なわれた。

水深測定は、測定断面に沿って10 m間隔に行なわれた。一方、流速測定は20 m間隔で、深さ方向にその点の深さの20%および80%の点でなされた。下流へ流速計が流されることによって生ずる測定誤差は、吊りケーブルの角度を測り、一般的に採用されている空中部および水中部の誤差修正法を用いて、修正を行なった。

図8には、測水所地点の河川横断面を示した。又、この図には、同時に1965年8月6日と、1975年9月1日に測定した河川横断面も、河川横断の経年変化を調べるために示した。これより、河川横断は比較的安定しており、既存の水位流量曲線の安定性には、疑問をさしはさむ余地がないように思われる。

#### 4.3.3 水位流量曲線

今回の調査結果により水位流量曲線が、付録Hに収録した実測値にもとづいて求められた。これは数回に及ぶ試行錯誤的検討の後、実測値を $2,850 \text{ m}^3/\text{s}$ より大きいものと小さいものの二つのグループに分割し、それぞれに対して、最小自乗法を適用し、二本の曲線を求めた。求められた曲線は下記のごとくなる。

(i)  $2,850 \text{ m}^3/\text{s}$  以下の流量に対して。

$$Q = 82.6 (H + 2.04)^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

(ii)  $2,850 \text{ m}^3/\text{s}$  以上の流量に対して。

$$Q = 45.9 (H + 4.05)^2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、

$$Q = \text{流 量} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

$$H = \text{標水位計高} - 18.49 \quad (\text{m})$$

これ等二つの曲線は、図16(a)に実測値と共に示されている。

#### 4.3.4 既存水位流量曲線と今回求めたものとの比較

本プロジェクトのスタディにおいては、時間的問題より既存の水位流量曲線により求めた流量が使用された。この流量曲線は、図16(a)に示されている。同図および表4から見られるように、二種の曲線には殆んど差がない。

即ち、今回本プロジェクトのスタディに使用された既存水位流量曲線にもとづいて求められた流量は十分信頼に足ると考えられる。

表4. 既存水位流量曲線の信頼性

水 位 (m)	流 量 (m <sup>3</sup> /s)		差 (%)
	既存の曲線 /1	今回の調査で求 められた曲線/2	
1.0	714	763	+6.90
1.25	872	894	+2.49
1.50	1,031	1,035	+0.40
1.75	1,192	1,186	-0.50
2.0	1,393	1,348	-3.26
3.0	2,158	2,080	-2.78
3.5	2,591	2,535	-2.18
4.0	2,999	2,974	-0.85
5.0	3,880	3,759	-3.13
6.0	4,815	4,635	-3.73
7.0	5,749	5,603	-2.54
7.5	6,202	6,122	-1.30
8.0	6,655	6,663	+0.12
9.0	7,620	7,830	+2.76

- ① Bureau of Water Resourcesより入手したもの。
- ② 今回の調査結果にもとずいて作成したもの。
- ③  $\frac{763-714}{714} \times 100 = 6.90\%$

#### 4.3.5 Aure川Supu測水所

今回の調査では、わずかに3回の流量実測しか行なうことができなかった。これ等の測定値は、図16(e)に、Bureau of Water Resourcesの実測値と一緒に示した。わずかな実測回数のため、両測定値の比較は困難であるが、よく一致しているようにみえる。

### 4.4 河川縦断水面形

#### 4.4.1 収集した資料

ダム建設予定地付近における水面形状を調べ、設計に必要な地点での水位流量曲線を作成するために、最高水位計により、図9に示す4地点(Sta. 0, 1, 2, および3)で水面形の測定が行なわれた。測定結果は、付録Iに収録されている。Station 0は測水所に近接しており、Station 3は発電所の放水路の出口および仮排水トンネルの出口に近接している。

#### 4.4.2 放水庭水位流量曲線

Station 3における水位流量曲線を求めるために、Station 0とStation 3との間の観測水位が使用された。またSta. 0は測水所水位と同じとみなせるため、この水位に対応する流量が求められる。

上記二箇所における水位差 $\Delta h$ と、それに対応する流量との関係を求めると、次式のごとくなる。

$$\Delta h = 0.0000852 \cdot Q + 0.0123 \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここで、

$Q =$  流 量 ( $m^3/s$ )

$\Delta h =$  Sta. 0とSta. 3との水位差

この式を使って、図17に示すように、Sta 3における水位流量曲線、すなわち、放水庭付近における水位流量曲線を求めた。又、発電所水力機器の設計のため、 $300 m^3/s$ 以下の流量に対する水位流量曲線が必要であった。このため既存の水位流量曲線を放物線にて、外挿し、 $300 m^3/s$ 以下の流量に対する水位流量曲線を求め、次にこの曲線と式(3)を使って、設計に必要なとされた水位流量曲線を求めた。

## 4.5 堆 砂

### 4.5.1 浮遊砂の測定

ダムサイト近傍右岸より、河川表面の河水を採り（一点採取法）、浮遊砂の測定を行なった。この測定総数は278試料に達した。これ等の試料採取は、1975年6月から、1976年1月の期間に亘って行なわれた。原則として、試料は一日に2回採取され、河川流量は、730  $m^3/s$  から6,480  $m^3/s$  に亘った。最初は一回の採取量は1  $l$  としたが、含有砂が少ないことによる測定誤差を少なくするため、後で2  $l$  に変更された。一方、以上とは別に、より正確な浮遊砂の測定を行うために、断面内の含有砂の分布を考慮した詳細な浮遊砂の測定が行なわれた。測定断面内に3本の鉛直測定線を設定し、更に夫々の測定線の3箇所において、試料を採取した。この資料採取には、日本製の浮遊砂採取器を使った。また、この資料採取を行った点では、同時に流速の測定も行なった。この詳細浮遊砂の測定は、18回に及び、この間の流量は、885  $m^3/s$  から4,510  $m^3/s$  に亘った。

### 4.5.2 浮遊砂含有度室内試験

浮遊砂含有量は、現場試験室で測定された。乾燥器がなかったため、含有水のコントロール上、若干の問題があった。試験は次の手順で行なわれた。

- (i) 口紙の重さを計量
- (ii) 試料を口紙で濾す。
- (iii) 浮遊砂を含む口紙を4時間自然状態で乾燥させる。
- (iv) 次に48時間冷蔵庫の中に入れ、口紙内の含水量をとり去る。
- (v) (iv)の処理後、重さを計量する。

現場試験室における口紙内の含有水のコントロールは上記によった。この精度の確認のため、設備の比較的ととのったPort MoresbyのMines Division Laboratoryにて、比較試験が行なわれた。試験は、10個の試料を採取し、それぞれをよくかき混ぜた後、二等分し、それぞれの試料を現場試験室およびMines Division Laboratoryにて、試験した。これ等の結果は、表5に示されている。

平均でいうと、現場試験室で計量された浮遊砂濃度は、Mines Division Laboratoryで計量されたものに比べ、47%大きい。これは、現場試験室での口紙内の含有水の除去の困難さによるものと思われる。しかし、浮遊砂濃度と河川流量の関係にかなりバラツキがあるといったような不確定要因を配慮し、現場試験室で得られた結果が現段階で採用されるのが妥当であるという立場より、今後の諸検討では現場試験室で得られた結果が使用されることになった。

表5. 浮遊砂濃度の二つの異なる試験室での試験結果

試料番号	浮遊砂濃度 (mg/l)		差 (%)
	Mines Division Laboratory	Wabo 現場試験室	
1	773	1,006	30
2	837	824	-2
3	789	1,285	63
4	722	861	19
5	911	1,243	36
6	761	971	28
7	462	794	72
8	739	1,214	64
9	618	877	42
10	331	717	117

#### 4.5.3 浮遊砂に関するまとめ

今回の測定で得られた浮遊砂に関するデータは、一点採取法によるものは、付録Jに、詳細測定法によるものは付録Kに収録されている。詳細測定法による濃度の計算方法は、付録Kに示されている。測定値の最小および最高値は下記表6.のようになる。

表6. 浮遊砂濃度測定結果のまとめ

項目	単位	測定方法	
		一点採取法	詳細測定法
濃度の最高値	mg/l	1,480	1,169
観測日		1975年6月15日	1975年12月19日
河川流量	m <sup>3</sup> /s	5,050	4,510

濃度の最小値	$m^2/l$	33	40
観測日		1975年9月10日	1975年9月8日
河川流量	$m^3/s$	1,010	1,000

#### 4.5.4 掃流砂

掃流砂の測定は、三光精密工業社製の掃流土砂採取器 (Type II) を使用して行なわれた。試料採取は、1975年7月18日から、1975年11月15日に亘って合計9回行なわれた。採取場所は浮遊砂測定断面のほぼ中央断面で行なわれた。試料は、現場試験室で、フルイ試験にかけられた。その試験結果は、付録Mに収録されている。

#### 4.5.5 粒度分布

##### (a) 浮遊砂

濃度試験が行なわれた後、それ等の試料を集め、粒度試験が行なわれた。試験は、比重浮ひよう計を使用し、Waboの現場試験室にて行なわれた。試験結果は、付録Lに収録されている。(試料番号SP3およびSP4)

##### (b) 掃流砂

粒径  $0.074\text{ mm}$  以下の掃流砂は、浮遊砂と同じ方法で粒度分析が行なわれた。その試験結果は、付録Lに収録されている(試料番号SP1およびSP2)。  $0.074\text{ mm}$  以上の掃流砂の粒度分析はフルイを使って行なわれ、その結果は、付録Mに収録されている。

#### 4.6 水質試験

##### 4.6.1 試験項目

Waboにおける測水作業の際、水質試験のため、WaboダムサイトおよびAure測水所 (Supu) にて、河水の採取が行なわれた。

これ等試料は、表7に示す項目に関して、試験が行われた。試験は、堀場製作所製の携帯用のテスターを使用して行われた。

表7. 水質試験項目

項 目	測 定 範 囲	精 度
PH	0 - 14	± 0.1
水 温	0 - 40 °C	± 0.5 °C
含 有 酸 素	0 - 200.0 ppm	± 1.0 ppm
コンダクタンス	0 - 500.0 mΩ/cm	± 2.5 mΩ/cm
濁 度	0 - 400 ppm	± 20 ppm

#### 4.6.2 試験結果

河川流量  $1,050 \text{ m}^3/\text{s}$  から  $3,330 \text{ m}^3/\text{s}$  に亘り、合計 11 試料がダムサイトで採取された。Aure 測水所では 2 試料が採取された。1 回のバクテリア試験を含む、試験結果は付録に収録されている。

#### 4.6.3 化学分析

本件に関して入手した資料は付録 N-2 に収録されている。この資料の一部は、参考程度であり、まだ公やけにされたものではないが、少なくとも下記のことはいえらる。考えられる。

- 貯水された後で、害になる程の化学成分の蓄積はあり得ない。
- Purari 河の河水は、コンクリート或は鋼構造物に害を与えるようなことはない。

又、硫酸塩の濃度は非常に低い。しかしこの問題は、将来、更に詳細に調べる必要がある。

## 第5章 河川流量の推定

### 5.1 序 説

#### 5.1.1 目 的

Waboダムサイトの測水所における流量の欠測度は、月流量でいうと26%となり、比較的高い(図7(b)参照)。したがって、流量測定期間より遙かに長期に亘って観測データの揃っている降雨資料を使って、欠測を補填し、更に、流量の測定が行われていない1961年12月以前の流量を降雨記録を使って、推定する試みがなされた。

#### 5.1.2 採用された方法

いわゆる、菅原タンクモデルの考え方が次のような理由で採用された。

- (i) 日本工営がSabahのPower Projectで採用した例もあるごとく、これまで、熱帯地方におけるプロジェクトにおいて、かなり精度が良く適用されている。
- (ii) 1975年のWorld Meteorological Organizationにおける降雨流量モデルの比較において選ばれた6種のモデルの一つである。
- (iii) 日単位で推定可能である。
- (iv) ブラリ流域から入手可能な資料、降雨および蒸発量に関する資料を使って計算可能である。
- (v) 取り扱いが比較的簡単である。

### 5.2 採用されたタンクモデルに関する概略説明

降雨が流量に変換されるまでのプロセスを示すモデルではあるが、基本的には、タンクモデルは、一種のブラックボックス的な数字モデルである。菅原博士は1961年に、このモデルとその応用例を示した。これは基本的には、貯水効果を一連のタンクで表現したものである。このモデルの概要を示すイラストを図11(c)および図11(d)に示した。第一タンクのインプットは、降雨から蒸発量を差し引いた量である。それぞれのタンクは1個或は2個の吐水孔を有する。水平方向の吐水孔は、地下水の1部が表面水となり、河に流れ出す吐水孔を意味する。上部タンクでは、これ等の吐水孔は河川水を表わし、一方、下部タンクでは、吐水孔より吐出された水は、地下水を意味する。鉛直方向の吐水孔は上部より下部地中への浸透水を表現するものである。

モデルの表現のために使用された定数は下記のごとくなる。

- (i)  $h_1, h_2, h_3 \dots$ 等、それぞれのタンクの底から水平の吐水孔までの距離。
- (ii)  $C_1, C_2, C_3 \dots$ 等、吐水孔の流出係数。
- (iii) タンクの数、および配置。
- (iv)  $a \dots$ 流域の蒸発量に修正を加え、実際の蒸発散量を求めるための係数。

モデルの表現のために使用された変数は次のごとくなる。

- (v)  $R \dots$ 流域平均降雨量
- (vi)  $E \dots$ 潜在蒸発散量の函数。
- (vii)  $q \dots$ 河川流出量
- (viii)  $q_d \dots$ 上部タンクより下部タンクへの浸透水。
- (ix)  $X \dots$ タンクの中の水深。

モデルの各パラメーターの妥当な値は、繰り返し計算によって求めた。その際の選定基準は、タンクモデルによる流量の推定値と、観測値が良く一致するというようにした。

### 5.3 計算に使用されたデータ

#### 5.3.1 河川流量

河川流量は、基本的には、本計算においては、インプットデータではない。これはタンクの各種パラメーターの決定のために使用されたものである。

#### 5.3.2 降 雨

Purari 流域は、計算の便宜上、二つの地域、すなわち、Purari 上流域および下流域に Tua 河と Erave 河の交わる点を通り、ほぼ東西に走る線によって分けられる。

一般的にいて、流域内の降雨観測所は図 6 に示されているように、かなり密に配置されている。Purari 上流域は、全流域の大部分を占め、観測所は、450 km<sup>2</sup>に 1 箇所の割合に配置されている。一方 Purari 下流域には、観測所がほとんど無く、Wabo の観測所を除くと、2 年以上に亘って観測がなされた降雨観測所は存在しない。又、Wabo 観測所自体、かなりの欠測期間がある。(図 7(a)参照)

#### (a) モデルスタディのために選ばれた降雨観測所

下記するような手順にて、流域平均降雨算定のために 14 の観測所を選定した。

- (i) 先ず最初に、42 箇所の観測所を選定した。

- (ii) 次にこれ等の観測所の評価を、観測記録の長さ、欠測状況および隣接した観測所の記録を使って解析的に欠測補填を行うことができるか否か、といった点より行った。
- (iii) 流域代表雨量或は、欠測補填に役立つと考えられた場合は、流域外の観測所でも解析に使用する。

解析のために選定された降雨観測所は図6に示されており、記録が得られている期間は、図7(a)に示されている。また、これ等観測所の位置、標高および観測期間は表8.に示されている。

(b) 欠測記録の補填

図7(a)に示されているように、降雨記録には、かなりの欠測期間がある。そしてこの中の6箇所の観測所では、1961年以前の記録がない。Purari上流域の観測所では、該当観測所とそれに最寄りの観測所との間の降雨記録の相関解析を行なって、欠測記録の補填を行なった。もし、該当観測所の周辺にはほぼ等距離で一つ以上の観測所が存在する場合は、その全てについて相関係数を求め、最も高い値を示す観測所を選定し、その観測所の降雨記録を使って欠測補填を行なった。以上の相関解析は、月降雨量を用いて行なった。日降雨量を用いてこの解析を試みたが、広大な流域内の降雨のバラツキにより、現実的に使用可能と考えられる相関関係を求めることができなかつた。したがって、日降雨量の欠測補填には次のような方法がとられた。

- (i) 先ず第一に、月降雨量に関する相関解析を行った。

この解析結果は、付録Oに収録されている。

- (ii) 求められた月降雨量は、該当観測所のその月の平均日降雨量分布に従って、分布した。

表8. 流域平均降雨量を求めるために選定された降雨観測所

番号	観測所名	位置			観測期間	
		緯度 (南緯)	経度 (東経)	標高	自	至
200 188	Erave	06° 36'	144° 00'	1091	09/' 54	12/' 74
200 197	Goroka	06° 04'	145° 32'	1567	03/' 48	12/' 74
200 208	Kainantu	06° 17'	145° 52'	1579	06/' 50	12/' 74
200 233	Lufa	06° 23'	145° 18'	2042	03/' 55	12/' 74
200 237	Mendi M.O.M.*	06° 09'	143° 39'	1728	12/' 50	12/' 60
200 339	Mendi P.P.*	06° 10'	143° 40'	1676	02/' 54	12/' 74
200 240	Minj A.D.O	05° 12'	144° 40'	1567	02/' 53	12/' 74

200 243	Mt. Hagon	05° 52'	144° 14'	1631	08/' 50-12/' 74
200 294	Amuliba	05° 46'	144° 32'	1585	11/' 56-12/' 74
200 310	Gumine	06° 12'	144° 57'	1676	10/' 58-12/' 74
200 319	Kagua	06° 25'	143° 50'	1615	11/' 57-12/' 74
200 383	Shimbu	06° 00'	145° 00'		09/' 61-12/' 74
200 397	Karimui	06° 27'	144° 48'	1067	11/' 60-06/' 73
200 415	Puril	06° 08'	143° 27'	1707	01/' 61-12/' 74
200 670	Wabo	07° 00'	145° 03'	61	05/' 62-12/' 74

\* 同じ観測所とみなした。位置は図6に示されている。

Purari河下流域で選定された観測所は、Waboの観測所のみである。この観測所の欠測日降雨量を補填するために、下記の理由で、Kikori観測所が選ばれた。Menyama, Wonenara, LufaおよびBaimuru観測所は、全てWaboより80Km内にあり、Kikori観測所より近い所に位置している。しかし、Menyama, WonenaraおよびLufaは、流域のうちでも高い標高の地域に位置し、降雨パターンは、Waboのそれと著るしく異なっている。一方Baimuru観測所における記録は、あまりにも短かく使用に耐えない。

### (c) 流域平均降雨量の算定

この算定のため、テーセン法(Thiessen method)が採用された。この方法は、電子計算機を使用して、解析を進めてゆく上でも適している。

### 5.3.3 蒸 発

流域内には、蒸発皿による蒸発量の観測資料も、蒸発散量に関する資料もない。平均年蒸発量は、パプアニューギニアの全土から集めた資料を用いて、Aitken, RibneyおよびBrownによって1972年に求められた下記の式によって算定された。

$$E_p = 1,784 - 0.267H - 0.0775P \dots\dots\dots (4)$$

ここで

$$E_p = \text{オーストラリア標準蒸発皿による蒸発量 (mm)}$$

$$H = \text{標 高 (m)}$$

$$P = \text{年平均降雨量 (mm)}$$

前記の式は、1963年に Fitzpatrick が気温および湿度の資料を使って、蒸発量を算定するために求めた式を適用することによって導かれた。オーストラリア標準蒸発皿による蒸発量は、熱帯地方における自由水面からの蒸発量に相当するとみなされ得る。

式(4)は、前記した14箇所の降雨観測所における平均年蒸発量  $E_p$  を求めるために用いられた。

この平均年蒸発量より、平均月蒸発量を求め、更にタンクモデルに使用する平均日蒸発量を求めるために、ブラリ流域内および近傍の16箇所の観測所に対し、1970年に SMEC により求められた平均月蒸発量が利用された。これ等の観測所における蒸発量の月変化を最寄りの解析に使用した観測所の月変化とみなし、上記の式によって求められた平均年蒸発量  $E_p$  の月毎の分布を12ヶ月間に亘って求めた。次に平均日蒸発量は、これ等の月蒸発量より、月間日数に亘って同じであるという仮定で求めた。

タンクモデルに使用された日蒸発散量、 $E_2$  は次式により求められた。

$$E_2 = a \cdot E_1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここで、

$E_1$  = 平均日蒸発量 (全流域に亘る自由水面からの蒸発量に相当する。)

$E_2$  = 全流域の平均日蒸発散量

$a$  = 蒸発散係数

式(5)で使用された  $E_1$  の値は、解析に使用された14箇所の降雨観測所のそれぞれにおいて算定された平均日蒸発量を使いテーセン法により求めた。

蒸発散係数「 $a$ 」の値は、タンクモデルの諸係数を決定する過程で、試算により求められた。

## 5.4 タンクモデルの諸元の決定

### 5.4.1 諸元の決定

5.3 節にて述べたインプットデーターを使って、適正なタンクモデルの諸元を決定するため、数回におよぶ試算がなされた。結局、4個のタンクからなるタンクモデルAとタンクモデルBと名付けられた二種のタンクモデルが最も適切なものとして求められた。

これは、次のような手法にて検討された。

- (i) 図11(a)および(b)に例示するような、計算された日流量より月流量を求め、これと実測月流量より、スキャターダイアグラム (Scatter diagram) を作成する。
- (ii) (i)と同じ資料を使用して、時系列的に月流量を比較する (図12を参照)。

(iii) (i)と同じ資料のうち、特に最早ばつ期における計算流量と実測月流量とを比較する。

#### 5.4.2 結果に対する評価

図11および図12のグラフで、どちらが良いかを決定することは、ほぼ不可能に近い。したがって、1965年と1972年の最早ばつ期における流量に配慮を加え、二つのモデルより一つのモデルを選ぶことにした（下記表9を参照）。

表9. 1965年及び1972年における両モデルより得られた計算値と実測値との比較

年	月	月平均流量 ( $m^3 / s$ )		
		観測値	タンクモデルA	タンクモデルB
1965年	6月	1,621	1,734	1,638
	7月	928	815	731
	8月	917	846	757
	9月	1,251	1,282	1,175
1972年	8月	(698)*	665	605
	9月	785	957	890
	10月	1,074	1,283	1,177

\*この月25日間に亘って欠測となり、わずか5日の流量の平均値として算定されている。

決定的な理由はないが、上記表よりみて、最早ばつ期において、タンクモデルAがより良く実測値と合致しているということで、タンクモデルAが最終結果として採用された。

#### 5.4.3 タンクモデルAに関して

タンクモデル「A」の機能に関する概略説明を図11に示した。各種の係数は、下記表10に示すとくなる。

表 1 0. タンクモデル A の諸元

タンク番号	係数の記号	採用された値
1	h 1	2 0.0
	h 2	5.0
	C 1	0.3 5
	C 2	0.1
	C 3	0.1
2	h 4	3 5.0
	C 4	0.0 9
	C 5	0.0 3
	C 6	0.0 5
3	h 7	5.0
	C 7	0.0 1
	C 8	0.0 0 4
4	C 9	0.0 0 2

注：係数 a (蒸発散係数) は 0.3 として求められた。

#### 5.4.4 結 果

電子計算機を使って計算されたタンクモデルによる日流量の計算結果は、この報告書には含まれていない。この日流量より算定した 1955 年から 1975 年までの月平均流量は、付録 P に収録されている。

## 第6章 擬似合成流量(Synthetic Runoff)の算定

### 6.1 目的

第5章に述べた方法にて求められた流量(1955年から1974年までの流量)は、無限の流量の時系列より単に20年間の時系列のWabo地点における流量(日流量、月流量、年流量といった具合に)をとり出したにすぎない。プロジェクトの耐用年限内にこの組み合わせの流量が繰り返されるといふ再現性は極めて小さい。更に、20年間の観測期間内に生じた流量の組み合わせの確率的な問題については、ほとんど分らないままである。又、この20年間という観測年は、プロジェクトの耐用年限と比較すると、短かく、プロジェクトの規模決定のための基本データとしては、短かすぎる恐れがある。

一方、観測値よりサンプルをうまく抽出し、その抽出された資料にもとづいて統計学的処理をほどこし、長期に亘る流量の組み合わせを作成することによって、上記の問題に有効に対処できる。このような方法によって得られる流量のシリーズは、原記録に含まれる全ての情報を含むことになる。この流量の再現は、流量のいろいろな組み合わせを示し、更に、最も問題になる流量の生起順序に関する統計的な解析を可能にする。

貯水池規模の検討における最も柔軟性に富む方法は、統計的手法によって求められた長年月に亘る流量の組み合わせを使用して、貯水池運用の検討を行うことである。以上より、この検討のため、500年連続流量を作成することが決定された。

### 6.2 解析方法

500年連続流量を作成するため、次式による検討が行なわれた。

$$q_i = d_i + e_i \quad \dots\dots\dots (6)$$

ここで、 $q_i$ 、 $d_i$ 及び $e_i$ は、それぞれ、月平均流量、決定論的に決まる流量分、および確率論的に決まる流量分である。水文学的に云うなら、 $d_i$ は前月降雨による河川流量を表わし、 $e_i$ は、当月降雨による河川流量を表わす。FieringおよびJacksonによって1971年に指摘されているように、当該流量に関する過去の全ての影響は、先行流量に全て反映されると考えられることより、下記する単純なマルコフモデルが適用され得ると考えられる。

$$q_i = B_0 + B_1 \cdot q_{i-1} + e_i \quad \dots\dots\dots (7)$$

ここで、 $B_0$ および $B_1$ は定数であり、 $e_i$ は誤差項を表わしている。

今回考慮されたいろいろな方法は全て、一次遅れのマルコフ過程であり、河川流量の生起分

布に関してのみ相異があるだけである。下記する基準に従って、最適の結果を与える方法を見出す検討を行なった。

- (i) 計算値の平均値、分散、歪度および一次遅れの自己相関といった統計的特性を、実測値のそれと比較し、実測値により近い値を示す方法が勝れているものとする。
- (ii) 計算値の最高及び最低値は、水文学的にみて、妥当性のあるものであること。(負の値になつたり、とてつもなく大きい値でないこと。)

年間を通した生起流量を算出するモデルが採用された。

このモデルは、カレンダー月における流量の統計量の季節的な変化を考慮に入れ得るようになっている。

### 6.3 考慮された流量分布

下記する5種の分布が今回の検討で調べられた。

- (i) 正規分布：「 $i$ 」月の平均流量分布は、正規分布を採るよう仮定された。
- (ii) 2変量を有する対数正規分布：「 $i$ 」月の平均月流量は、対数正規分布をするよう仮定された。
- (iii) 3変量を有する対数正規分布：第3番目の変量は、流量の最低値を与えるものである。
- (iv) ガンマ分布：ガンマ分布は、対数変換された流量として、仮定された。
- (v) 特別変換函数によって、流量が正規分布として変換されるカートベリシビリ(Kartvelishvili)法。

### 6.4 結果の比較

#### 6.4.1 観測期間と流量計算期間の統計量

5種の分布函数の比較のための基準として使用された基本データは先述したように、観測期間の統計量である(下記表1.1.参照)。

表1.1. 1955年から1974年の月流量に関する統計量

月	平均 ( $m^3/s$ )	分散 $\times 10^3$	歪度係数	一次遅れの自 己相関係数
1	2569	167	-0.02	-0.08
2	2984	373	0.19	0.56
3	3113	346	0.49	0.11
4	2780	329	-0.13	0.07
5	2371	353	-0.33	0.19
6	1863	312	1.07	0.11
7	2017	427	0.07	0.26
8	1976	455	-0.03	0.54
9	2365	617	0.21	0.70
10	2528	497	-0.14	0.50
11	2161	471	0.31	0.45
12	2449	453	0.36	0.46

5種の方法によって得られた500年連続流量の各々の統計量は、表1.2.に示されるようになる。

500年連続流量の電子計算機による計算値は、その量が膨大な量のため、本報告書には収録されなかった。

#### 6.4.2 統計量の評価

観測月流量の平均と、500年計算月流量の平均値との間の差に関し、有義度試験が行われた。

12のカレンダー月のそれぞれに対して、500年連続流量の統計量が20年間の観測値の統計量と比較され、優劣の比較解析がなされた。統計量の比較で観測値との照合度が最も良い方法をランク“1”と呼ぶことにした。以上より、この点数の合計が、各種分布の適合性の判定手段となる。いかえるなら、この合計が小さければ小さい程、良いという事になる。これ等の結果は、表1.3.にまとめられている。ランク値の小さい順序は、次のようになる。

- ・正規分布 (Normal distribution)
- ・3変量対数正規分布 (3-parameter log-normal)

表12. Wab oにおける観測流量の統計量と500年擬似合成流量の統計量との比較

統計値	方法	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
記 録		2,569	2,984	3,113	2,780	2,371	1,863	2,017	1,976	2,365	2,528	2,161	2,449
平 均	Normal	2,583	2,987	3,128	2,771	2,373	1,860	2,003	1,966	2,346	2,529	2,150	2,464
( $m^3/s$ )	Log-Normal-2	2,585	2,986	3,129	2,773	2,383	1,860	2,011	1,980	2,378	2,546	2,162	2,469
	Log-Normal-3	2,583	2,986	3,129	2,770	2,375	1,861	2,004	1,966	2,349	2,530	2,154	2,466
	Gamma	2,516	2,889	3,050	2,653	2,220	1,883	1,946	1,804	2,197	2,327	2,043	2,304
	Kartvelishvili	2,570	2,981	3,127	2,778	2,339	1,869	2,040	1,965	2,353	2,519	2,170	2,435
記 録		167	373	346	329	353	312	427	455	617	497	471	453
分 散	Normal	169	345	344	322	349	306	419	423	652	509	499	456
( $10^3 m^2/s$ )	Log-Normal-2	184	372	347	353	456	282	492	651	925	689	541	497
	Log-Normal-3	169	343	344	324	374	289	419	424	651	516	487	458
	Gamma	158	343	335	332	355	333	416	420	606	507	541	426
	Kartvelishvili												
記 録		-0.02	0.19	0.49	-0.13	-0.33	1.07	0.07	-0.03	0.21	-0.14	0.31	0.36
歪度係数	Normal	0.16	-0.07	0.09	-0.10	0.09	-0.02	-0.05	0.10	-0.02	-0.003	-0.12	0.12
	Log-Normal-2	0.67	0.52	0.68	0.50	0.93	0.86	0.84	1.50	1.11	1.05	0.88	0.93
	Log-Normal-3	0.18	0.11	0.60	0.02	0.41	1.00	0.01	0.13	0.19	0.15	0.18	0.45
	Gamma	0.08	0.18	0.49	-0.06	-0.29	0.88	0.19	0.04	0.10	-0.26	0.62	0.21
	Kartvelishvili	0.20	0.20	0.78	0.18	0.18	1.20	0.31	0.24	0.08	0.27	0.45	1.20
記 録		-0.08	0.56	0.11	0.07	0.19	0.11	0.26	0.54	0.70	0.50	0.45	0.46
自己相関係数	Normal	-0.08	0.54	0.17	0.03	0.24	0.02	0.32	0.49	0.72	0.50	0.47	0.47
	Log-Normal-2	-0.14	0.52	0.14	-0.03	0.28	0.07	0.34	0.48	0.80	0.62	0.39	0.46
	Log-Normal-3	-0.10	0.54	0.16	-0.005	0.26	0.07	0.34	0.49	0.73	0.52	0.46	0.47
	Gamma	-0.10	0.53	0.14	0.05	0.22	0.14	0.26	0.50	0.71	0.51	0.49	0.49
	Kartvelishvili	0.05	0.58	0.06	0.01	0.21	0.18	0.34	0.49	0.69	0.48	0.50	0.46

表 1 3. 観測流量と合成流量の統計量のランキング分析

月	平 均					分 散				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1月	2	4	3	5	1	1	5	2	4	3
2月	4	1	2	5	3	3	1	4	5	2
3月	2	4	3	5	1	2	1	3	5	4
4月	3	2	4	5	1	3	5	2	1	4
5月	1	3	2	5	4	2	5	4	1	3
6月	2	3	1	5	4	1	5	4	3	2
7月	3	1	2	5	4	1	5	2	3	4
8月	2	1	3	5	4	2	5	1	3	4
9月	4	2	3	5	1	3	5	2	1	4
10月	1	4	2	5	3	2	5	4	1	3
11月	4	1	2	5	3	3	4	2	5	1
12月	2	4	3	5	1	1	5	2	4	3
計	30	30	30	60	30	24	51	32	36	37

月	歪 度					自 己 相 関				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1月	2	5	3	1	4	1	5	3	4	2
2月	4	5	3	2	1	2	5	3	4	1
3月	5	3	2	1	4	5	1	4	2	3
4月	1	5	3	2	4	2	3	4	1	5
5月	2	5	4	1	3	3	5	4	2	1
6月	5	4	1	3	2	5	2	3	1	4
7月	3	5	1	2	4	2	4	5	1	3
8月	2	5	3	1	4	3	5	4	1	2
9月	4	5	1	2	3	3	5	4	2	1
10月	2	5	3	1	4	1	5	4	2	3
11月	4	5	1	3	2	2	5	1	3	4
12月	3	4	1	2	5	3	2	4	5	1
計	37	56	26	21	40	32	47	43	28	30

- A. (正規分布)
- B. (2変量対数正規分布)
- C. (3変量対数正規分布)
- D. (ガンマ分布)
- E. (カートベリンベリ)

- ・ カートベリシベリイ (Kartvelishvili)
- ・ ガンマ分布 (Gamma distribution)
- ・ 2変量対数正規分布 (2-parameter log-normal)

ガンマ分布は流量の平均値が、常に小さい値として算出されているが、この点を除くと、上記4種の方法より算定された統計量の間には、ほとんど差がない。一方、2変量対数正規分布によって求められた流量の分散、歪度、自己相関の値は、5種の方法の中で、最も適合度が悪い。

5種の方法により求めた統計量と20年間の観測値の統計量との比較を図13に示した。2変量対数正規分布による結果は、他の方法によるものからかなり偏っていることが知られる。計算された連続100年流量の統計量が、連続500年流量および20年観測流量の統計量と、3変量対数正規分布とカートベリシベリイ法によるものに関し、比較された。この結果、3変量対数正規分布の方がカートベリシベリイ法に比べ、若干優れていることが示された。

#### 6.4.3 最小流量の観点よりの比較

低流量の発生時がWaboプロジェクトの常時電力の評価の際に最も重要な問題であるので、観測月流量の最小値より小さい一連の流量の発生時の頻度に関する表が下記のように作成された。最小月平均流量も同時に示されている。

表14. 低流量の発生月

項 目	分 布 の 種 類				
	A	B	C	D	E
月流量が700 m <sup>3</sup> /sより 小さい月の数	64	3	40	75	27
最小流量の月	8月	8月	8月	9月	9月
最小流量 (m <sup>3</sup> /s)	82	607	110	14	83

\* A, B, ……に関しては表13を参照

ガンマ分布(Method D)より得られた結果は、明らかに小さすぎる。一方、2変量対数正規分布(Method B)より得られた結果は大きすぎると思われる。統計量の比較で良い結果を示した他の三方法は、上記の方法でも妥当と考えられる結果を示していることは興味深い。

計算流量の最大値に関しても、その大きさの妥当性を調べるために検討が行なわれた。このため、観測流量の最大値、 $4,378 \text{ m}^3/\text{s}$ より大きい流量を示す全ての月が、表15に示すように、まとめられた。

正規分布 (Method A) は、今まで調べてきた比較検討では、良い結果を示してきたが、この分布に基づいて計算された流量の最大値  $4,934 \text{ m}^3/\text{s}$  は、今までに観測された最大値、 $4,378 \text{ m}^3/\text{s}$  に比べ、その差が小さく、現実的でないように思える。2変量対数正規分布は、他の方法による値よりも、若干大きい値を与える傾向がある。

表15. 高水量の発生月

項 目	分 布 の 種 類				
	A	B	C	D	E
$4,379 \text{ m}^3/\text{s}$ より大きい 流量の月の数	20	89	29	18	27
最大流量の発生日	3月	8月	3月	3月	3月
最大月流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	4,934	6,699	5,356	5,538	6,195

注：A, B, C, D, E, に関しては、表13を参照

#### 6.4.4 年最小月流量の頻度解析

20年間 (1955年~1974年) の月最小流量に関する頻度解析が行なわれた。5種の分布に基づく計算よりそれぞれ得られた5個の最小流量が、20年観測値に基づいて得られた頻度曲線上にプロットされた。これより、下記のことことが知られた。

- (i) 標準対数正規分布とガンベルの極値分布が、観測期間のデータに適用された場合、外挿曲線上にプロットされた2変量対数正規分布にもとづいて得られた5個の最小流量は、良く曲線に近づくが、他の4種の分布にもとづく方法による最小流量は、かけ離れている。
- (ii) 一方、正規分布を適用すると、2変量対数正規分布による結果は外挿曲線の上に位置し、他の4種の分布による結果は、下に位置する。

いいかえるなら、上記解析の結果は、20年間の観測流量に適用される分布によって左右される。

#### 6.4.5 減水曲線よりみた分布の適合性

各種の分布を仮定して求めた流量の生起状態が、減水性といった観点よりみて、現実的であるか否かという点を調べるために、1955から1974年の期間に亘って月最小流量の減水性に関する検討を行なった。最小の減水系数は、1972年の7月と8月の間で7月流量が $1,755 \text{ m}^3/\text{s}$ から8月流量 $665 \text{ m}^3/\text{s}$ に変わった時、起り、その値は、0.38となった。

流域に降雨がない時期の日流量減水率の検討も行なわれた。日流量減水率と流量との関係より、標準減水曲線が求められた。二の曲線を使用して、ある月の流量より翌月の流量が求められた。次に、これを使って、図13(f)に示す関係が設定された。

5種の分布より求められたそれぞれの流量集団の中の5個の最小流量と、それ等の前月流量とにより減水系数を求めた。この結果は表16に示すようになり、図13に示された減水系数より明らかに、2変量対数正規分布を仮定した方法は良く適合するが、その他の4種の方法より求められたものは、遙かに小さい値となっている。

#### 6.5 採用された500年流量

6.4節にて述べた各種分布に対する評価をまとめると、次のようになる。

- (i) 観測期間の流量の統計量と計算流量の統計量とを比較すると、正規分布が最良であり、2変量対数正規分布は、比較的適合性に欠けている。
- (ii) 計算された最小流量値に関してみた場合、下記するのように、3種のグループに分類される。
  - ・ガンマ分布は、 $14 \text{ m}^3/\text{s}$ といった明らかに非現実的と思われるような小さな流量を与える。
  - ・正規分布、3変量対数正規分布およびカートベリッペリー法は、 $80 \text{ m}^3/\text{s}$ から $110 \text{ m}^3/\text{s}$ の範囲の流量を与える。
  - ・2変量対数正規分布は、最小流量値として $600 \text{ m}^3/\text{s}$ を与える。これは実測最小値 $785 \text{ m}^3/\text{s}$ と比べると、大きすぎるように思える。
- (iii) 月最高流量という点より見ると、正規分布より求められた値、 $4,934 \text{ m}^3/\text{s}$ は過小と思われるが、それ以外の方法によるものは妥当と思える。
- (iv) 年最小月流量の頻度解析による検討では、どの方法が決定的に勝れているといえるものはない。
- (v) 減水性に関する検討では、2変量対数正規分布が最も現実的な結果を示している。

以上の記述より明らかなごとく、いずれの分布によるものも決定的な妥当性を示すにいたらず、結局、理論的に最良のものを選び出すことは、不可能に近い。この点より、この検討結果

表 1.6. 5 個の最小月平均合成流量とそれ等の減水率

流出の性質と方法	5 個の最小月平均流量				
	1	2	3	4	5
<b>A 正規分布</b>					
最小流出量 ( $m^3/s$ )	8 2	1 1 4	1 3 9	1 3 9	1 7 0
前月の流出量 ( $m^3/s$ )	1,5 2 7	1,6 8 9	1,7 1 7	1,0 8 9	1,1 2 6
減水率	0.0 5 4	0.0 6 7	0.0 8 1	0.1 2 8	0.1 5 1
<b>B 2変量対数正規分布</b>					
最小流出量 ( $m^3/s$ )	6 0 7	6 3 6	6 9 9	7 2 3	7 2 7
前月の最小流出量 ( $m^3/s$ )	1,4 7 7	1,1 8 6	1,4 0 9	1,4 4 6	1,4 7 6
減水率	0.4 1 1	0.5 3 6	0.4 9 6	0.5 0 0	0.4 9 3
<b>C 3変量対数正規分布</b>					
最小流出量 ( $m^3/s$ )	1 1 0	9 1 9	2 5 0	2 8 7	3 4 3
前月の流出量 ( $m^3/s$ )	1,5 2 6	1,1 3 1	1,4 4 2	1,1 2 0	1,4 4 2
減水率	0.0 7 2	0.1 6 9	0.1 7 3	0.2 5 6	0.2 3 8
<b>D ガンマ分布</b>					
最小流出量 ( $m^3/s$ )	1 4	2 5	6 0	9 3	1 0 1
前月の流出量 ( $m^3/s$ )	3 7 1	1,3 5 7	1,4 5 9	1,8 8 0	6 4 8
減水率	0.0 3 8	0.0 1 8	0.0 4 1	0.0 4 9	0.1 5 6
<b>E カートベリンベリイ</b>					
最小流出量 ( $m^3/s$ )	8 3	8 4	9 4	1 1 3	1 4 2
前月の流出量 ( $m^3/s$ )	6 6 3	1,3 3 8	1,5 0 1	1,6 4 0	1 1 3
減水率	0.1 2 5	0.0 6 3	0.0 6 3	0.0 6 9	1.2 5 7

注: (a) 最小流出量 =  $Q_i$   
 (b) 前月の流出量 =  $Q_{i-1}$   
 (c) 減水率 =  $Q_i / Q_{i-1}$

の用途を配慮し、常時電力を考える場合、安定供給を厳しくするという見地より、なるべく小さい流量の生起順序を与える方法を妥当なものとして、選ぶことにした。この見解により、3変量対数正規分布か、カートベリシベリのどちらかが適当であると考えられたが、一応、カートベリシベリが貯水池運用の検討において使用されることになった。

## 第7章 洪水に関するスタディ

### 7.1 目的

本スタディの主たる目的は、本プロジェクトの余水吐、仮排水路の設計洪水に関する検討を行うことにある。

流域面積に比べ、貯水池面積は比較的小さいため、貯水池に直接降った雨が、即河川流量となり、洪水の出水状況が、貯水池が形成される以前と以後で変化することは考慮する必要がない。以上より、ダムサイトにおける測水所で観測された洪水資料を貯水池への流入洪水を推定する場合に使用することができる。

### 7.2 設計洪水の推定方法

#### 7.2.1 要約

ダムの高さが160mにも達する物理的にも、資金的にも非常に巨大な本プロジェクトの場合、万が一崩壊した場合、その損害には計りしれないものがある。したがって、適切な設計洪水の選定には、格別の注意を払う必要がある。フィルダム上の越流に対する安全性は十二分に高いものでなければならない。この考えを、仮締切ダムにそのままあてはめることはできない。これは、越流による被害額と、建設費との関連で考えなければならない。したがって、いくつかの大きさの洪水と、越流の可能性との関係が、設計者に利用可能でなければならない。

これ等の各種の要素があるため、設計を目的とする洪水を求めするために使用された主要な方法を、概略的に調べることが望ましいと考えられた。以上より下記の三種の方法が調べられた。

- (i) 経験的な方法で、過去に観測された洪水記録の包らく線と、流域面積との関係より求める。
- (ii) 洪水記録より、頻度解析にて求める方法（確率法とも呼ばれる）。
- (iii) 可能最大降雨の推定と、この推定値より単位図を用いて洪水を求める方法（水文気象法とも呼ばれる）。

#### 7.2.2 包らく線法にもとづく経験的推定法

包らく線法では、比較的均一な地域内における流域の洪水の最大値と、流域面積との関係がプロットされている。次にこれ等の最大値をカバーする包らく線が求められている。この方法の欠点は、次のようになる。

- (i) 一般的にいて、記録は短かく、例外的に大きい洪水を包含していない可能性がある。
- (ii) 流域の形状の相異、地形、地表の土壌の性質、植生等、洪水の大きさに因与する要素が反映されていない。

以上の理由により、Waboプロジェクトにおけるような重要な構造物の設計に、この方法を使用するわけにはゆかない。

### 7.2.3 洪水記録の頻度解析

頻度解析では、その流域における或る程度の流量記録を有することが必要である。この流量記録より、最大流量が、統計的に分析されることになる。頻度曲線は、計算あるいは、グラフ的に求められる。次にこの曲線は、観測値を越えた部分、例えば、1,000年洪水といった値が求められ得るように、延長される。少ない標本値が無限の洪水の母集団を代表するかを示す支配曲線も又同時に計算される。この方法の最も大きな欠点は、いくつかの既知の分布函数に正確には合わないということと、更にそれにも増して重要なことは、解析に使用され得る標本は非常に少く、標本が得られた期間よりも遙かに長い期間に生起される洪水を推定するとき、かなりの誤差が持ち込まれるということである。

### 7.2.4 可能最大降雨法(PMR法)

単位図法と結びついた可能最大降雨法は、純粹に、物理的に考えられ得る最大洪水を推定することによって、今まで述べてきた方法の弱点をカバーすることが意図されている。当該流域に発生したことのある非常に大きい嵐、あるいは、この流域と氣象的に一様であるとみなされ得る流域に起った嵐が、詳細に検討されている。いくつかの推定が、降雨を支配するパラメーターの最大値、例えば、露点についてなされている。もし、嵐がある地域へ転用されて使用されるなら、湿気を含んだ空気が通過する山脈等の障害物に突入し、流れ込む際の問題に対する調整が必要である。これ等の調整は、最大値補正係数(Maximization factor)に組み入れておこなわれる。そして、それにもとづき、最大降雨が求められることになる。次に単位図法、あるいはこれと類似の手法により、この最大降雨は流量に換算される。

1968年にYevjevichによって指適されたように、この方法も又、限界がある。本研究のために利用可能な十分詳細な嵐の記録はせいぜい長くて50年である。更に、極度に大きい洪水を検討する場合に使用する単位図のもとになる洪水は、中程度の洪水であり、この点よりも本手法には、ある程度の限界がある。又、洪水の生起原因をいろいろ検討し、可能最大洪水に対しても、その生起確率が設定されるべきであるという議論がある。

### 7.2.5 現在使用されている手法

ダムの安全性に対する設計洪水は、現在では通常、生起確率を調べることによる手法とか、可能最大降雨を求め単位図法により洪水を求める手法とか、時によっては、両方法によるとか、といった方法が採用されている。最近書かれた水文学に関する種々の文献 (Chow, 1964; Remeneiras, 1965, World Meteorological Organization, 1965, 1969; Viessman et al, 1972) では、通常、この二つの手法を論述している。

一般的にいうと、可能最大降雨法 (PMR法) は、米国において好ましい手法として、用いられている。米国では、この方法は、工兵隊 (Corps of Engineers)、開拓局 (Bureau of Reclamation) およびテネシー溪谷開発局 (Tennessee Valley Authority) の標準的手法となっている。この手法は又、カナダ、オーストラリアおよび他の多くの国で広く使用されている。生起確率による方法は、ソ連を含むヨーロッパの多くの国々で使用されている。これは又、日本においても好んで広く用いられている。一概にはいえないが、洪水が非常に大きいところでは、可能最大降雨法が好まれ、一方、生起確率法は、洪水の大きさの範囲があまり大きくなく、流域が大きいところで、しばしば使用されているような傾向が見られる。

### 7.2.6 設計洪水を決定する場合の注意の喚起

設計洪水の決定法は、今までの経験を遙かに越えるような洪水が越るたびにいろいろと熟慮され、より確かなものとなるように発展されつつある。実に多くの場合、洪水の元凶たる降雨機構が、問題とされている地域において、研究されなかった。この降雨機構の地球全域に亘る分布と、それ等に関連した非常に大きい降雨をいくつかの例を引用して説明することは、価値のあることだと考える。これ等の例は、ほんのわずかなものであり、いろいろな文献をさらに詳しく調べれば、疑いなく、より多くの実例を示すことができるだろう。又、更に、書かれたものでいまだ発表されていないものも含めれば、その数は更に増加すると考えられる。

1969年、又、1966年イタリアのArno河の流域で異常に大きい降雨が観測された。これによって惹起されたTunisia洪水は、北アフリカのローマの植民地時代以来、すなわち、2,000年以上の期間で起ったどんな洪水よりも遙かに大きいものであった。同様に、FlorenceのArno河における洪水も、明らかに過去1,000年に起ったいかなる洪水よりも大きなものであった。他の例を以下に示す。

- (i) パキスタンのSind地区において、1976年に10日間に680 mmの降雨が記録された。Sind地区は、通常は降雨が少なく、その年間降雨量は、わずかに37~56 mmであ

る (Anon, 1976)。

- (ii) 1966年12月、スコットランドの嵐によってもたらされた2日降雨は、英国諸島の10,000 km<sup>2</sup>に亘る地域にて以前に記録された6日降雨より遙かに大きいものであった。(Reynolds, 1966)
- (iii) 1955年におけるカルフォルニアの豪雨は、1954年のデータだけで作成された可能最大降雨の推定値を大幅に上まわり、かなりの修正を余儀なくされた。(United States Department of Commerce, Weather Bureau, 1954 and 1961)
- (iv) 1954年10月のパナマにおける豪雨。一週間の間をおいて2回の猛烈な豪雨がパナマおよびコスタリカ(Costa Rica)の広い地域に亘ってあった。Henryは、1966年にこれを分析し、熱帯性の嵐と、寒冷な極地性空気塊の結合によるものだとしている。

上述のような異常降雨に匹敵するような異常降雨が、いくつかのダム地点における異常に大きい洪水の発生に関係があった。著名な例は、ローデシヤのZambezi河に建設されたKaribaダムである。このダムの余水吐は、 $16,500 \text{ m}^3/\text{s}$ の設計洪水で設計されていた。この設計洪水は、30年間の流量記録を使用して、生起確率の検討を行ない1万年洪水を求めることにより、決定された。その後の設計洪水の検討の結果、Karibaダムの最終設計洪水は、更に50%増加して、 $24,750 \text{ m}^3/\text{s}$ として決定された (Anderson et al, 1960)。

#### 7.2.7 Waboプロジェクトにおいて採用された解析方法

Waboプロジェクトでは、流量観測期間が短かく、かつ記録がかなり頻繁に欠測しているといった欠点があるが、頻度解析による手法が採用された。これは、単位図法にもとづく可能最大降雨法が、下記の理由で適さないと考えられたからである。

- (i) 広大な流域に局部的に降る雨のため、単位図の形が広い範囲にばらつき、確定した単位図を求めにくい。そのため、単位図の基になった洪水を惹起した降雨の地域的分布が設計洪水を与える降雨と類似のものであるということは、かなり期待し難い。
- (ii) 通常採用されているような手法で流域全面に亘る可能最大降雨を推定することは、極めて難しい。豪雨は、多くの局部的嵐により惹起されているようにみえる。それぞれは、地域内のほんの一部をカバーするだけで、流域の大部分をカバーするような広い範囲に亘るサイクロンといったようなものによるものではない。可能最大降雨状態における流出効果と同様に流域に亘る嵐の数、並びに地域的および一時的な分布を決定する際にともなって発生する問題は現在では、解決不可能をぐらい、難しい。

(ii) 流域に亘る年間最大地域降雨の発生確率の推定(例えば、1,000年生起確率の1日流域降雨の推定)は、降雨が一樣に降るような流域ではないので、極めて困難な作業である。これはかなりの時間を要し、更にとえ、その降雨が求められたとしても、次にいかにしてその降雨を適切に分布させるかといったような問題がある。更に利用可能な降雨記録の長さは、流量記録に比らべ、それ程長くはない。したがって、それ程の勝れた点は考えられない。

解析に利用可能な資料が比較的短かいという欠点を補うため、各種の分布函数が頻度解析に際して、試算的に検討され、更に、その算定値の信頼限界(Error limits)が同時に検討された。

### 7.3 洪水の尖頭流量および洪水流量の頻度解析

#### 7.3.1 解析に使用されたデータ

解析に使用されたデータは、1961年から1974年までの期間のWabo地点における年最大尖頭流量と、洪水流量である。この解析がなされた1975年においては、1975年の流量資料は、利用できなかった。しかし、1975年と1976年の結果を含めても、解析結果はそれ程影響されないことが確認されている。洪水流量の場合、年最大値は、3日、5日及び10日間流量として、求められた。

実際に使用された資料は、付録Qに収録されている。尖頭流量に関しては、13個の年最大尖頭流量が、利用可能である。1972年の年最大尖頭流量は、この年に、測定器が長く故障していたため、得られなかった。洪水流量に関しては、12種の年最大値のみが利用可能である。なぜなら、1961年洪水の記録が、機器故障のため記録できなかったからである。

#### 7.3.2 適用された分布函数

尖頭流量および洪水容量に関する生起頻度を解析する方法として、どの方法が最適であるかを調べるため、下記の方法が使用された。

- (i) ハーゼン(Hazen Plot)法
- (ii) トーマス(Thomas Plot)法
- (iii) 岩井法
- (iv) ガンベル(Gumbel)法
- (v) チョウ(Chow)のモーメント法
- (vi) チョウ(Chow)の最小自乗法

以上の方法に加わえ、標準対数正規、普通正規、対数ピヤソンタイプⅢおよび対数ガンベル分布も検討された。これ等の結果は、上記6方法からの結果と大差のない結果となっている。したがって、その詳細はここでは触れないものとする。

それぞれの方法による20年から10,000年の範囲に亘る回起年に対する尖頭流量及び5日間洪水容量の計算値は、付録Rに示すようになる。各方法に対する尖頭流量は下記表1.7に示すようになる。

表1.7. 各方法による尖頭流量計算値の比較

方 法	各回起年に対する尖頭流量の計算値 ( $m^3/s$ )		
	100年	1,000年	10,000年
ハ ー セ ン	1 2,1 0 0	1 4,2 0 0	1 6,2 0 0
ト ー マ ス	1 2,8 0 0	1 5,5 0 0	1 8,0 0 0
岩 井	1 2,7 0 0	1 5,7 0 0	1 8,9 0 0
ガ ン ベ ル	1 4,2 0 0	1 7,8 0 0	2 1,7 0 0
チョウ(モーメント)	1 2,6 0 0	1 5,5 0 0	1 8,4 0 0
チョウ(最小自乗法)	1 3,9 0 0	1 7,4 0 0	2 1,0 0 0

### 7.3.3 信頼限界

下記のような問題のため、頻度解析の信頼限界に関する検討が行なわれた。

- (i) 解析に使用できる流量資料として、13年間の資料しかない。1万年に1回の超過確率の洪水を推定するため、外挿する時、非常に大きい誤差が生じる可能性がある。
- (ii) 使用可能な13年間の流量資料の中にも、比較的欠測が多い。
- (iii) パプアニューギニア内の河川についての洪水の機構がほとんど知られていない。最長の流量記録でもたかだか20年どまりであり、過去の洪水についての記録は無い。以上より、この章の初めて述べたように、非常に稀れにはあるが、全く思いもよらないような洪水が発生し、既存の比較的短かい期間の記録よりも遙かに大きい洪水が発生する可能性がある。
- (iv) 既最大洪水 ( $10,450 m^3/s$ ) の60%に相当する  $6,200 m^3/s$  以下の洪水に対し、現在の「水位—流量曲線」はかなりの信頼性を有するが、  $6,200 m^3/s$  より大きい洪水、例えば、既最大洪水 ( $10,450 m^3/s$ ) に対しては、10%から15%の誤差を含む可

能性がある。

90%の信頼限界での流量の計算値は、図14の頻度曲線に示され、一方100年、1,000年および10,000年の生起年に対する90%の信頼限界での尖頭流量は、表18.に示すようになる。

表18. 90%の信頼限界での推定流量

方 法	各回起年に対する尖頭流量計算値		
	100年	1,000年	10,000年
ハ ー セ ン	15,000	18,200	21,800
ト ー マ ス	17,200	22,000	27,000
岩 井	17,600	23,800	31,300
ガ ン ベ ル	17,100	22,000	26,700
チョウ(モーメント)	15,000	18,800	22,600
チョウ(最小乗法)	16,700	21,300	26,000

## 7.4 設計尖頭流入量

### 7.4.1 余水吐に対する設計洪水量

7.2節に述べたように、各種の頻度解析による結果の差が小さく、更に非常に頻度の小さい洪水の大きさを予測する手法に含まれる不確定要因のため、設計の目的のために尖頭流量を定める時には、より安心のおける値が採用されるべきことが以下に提案されている。最大尖頭流量の10,000生起年の値は、表17.に示すように、ガンベル法により $21,700 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。一方日本における余水吐の設計洪水の定め方として、ダムがコンクリートの場合は100年洪水として頻度解析により定め、フィルタイプダムの場合は、これを更に20%割り増しした値を設計尖頭流入量としている。又、頻度解析に使用する河川流量資料が不十分の場合は、以上によって定まる基本設計洪水を更に20%割増しする。ここでは、この20%の代りに、100年洪水に対する90%信頼限界値を採用するものとした。上記6方法によるこの値の最大値は、岩井法により $17,600 \text{ m}^3/\text{s}$ と求められた。したがって、Waboダムがフィルダムである事を考慮し、この値の20%増しとして、結局日本の方法によるWaboダムに対する設計洪水は、 $21,200 \text{ m}^3/\text{s}$ として求められる。結局、10,000年洪水により設計洪水を定める方式により求められた値および日本のダム基準に依り求められた値の両方を勘案し、Wabo余水吐に対する設計尖頭流入量は、 $22,000 \text{ m}^3/\text{s}$ として求められた。

地形上より副ダムの一部を利用し、比較的低コストで、予想を遙かに上まわるような洪水に

対してもダムの安全を確保できる流出型の緊急時の余水吐の建設が可能である。上記の方法で求められた設計洪水は、十分に安全なものとなっていると考えられるが、この緊急時の余水吐により、更に予測もつかないような洪水の来襲があった場合でも、ダムの安全が確保できる手段がとられた。この異常時の設計洪水尖頭流入量は $31,300\text{ m}^3/\text{s}$ となり、岩井法による10,000年洪水の90%信頼限界値に相当する。

#### 7.5 設計洪水波形

過去最大の洪水の波形をその洪水の尖頭流量で除し、無次元波形を作成し、基準波形とした(図5参照)。1962年洪水は既存洪水の中で最大の尖頭流量および最大の洪水流(容)量を記録している(付録Qを参照)。したがって、無次元波形作成のための洪水として、1962年洪水を採用した。この無次元波形を使って、 $22,000\text{ m}^3/\text{s}$ の尖頭流量を有する余水吐の設計洪水波形が得られた(図14(e)を参照)。異常洪水(図14(f))および他の種々の生起年を有する洪水の波形が同様の方法で得られた。

## 第8章 堆砂に関するスタディ

### 8.1 スタディの目的および方法の概略説明

以下のスタディは、Wabo貯水池に堆積する土砂の堆積率を検討し、貯水池内への可能堆砂量を見当ずけるために行なわれた。これは次に示すように行なわれた。

- (i) 河水によって運ばれてくる浮遊砂と河川流量との関係を求める。
- (ii) 流況・堆砂曲線法 (flow-duration sediment-rating Curve method) を用いて貯水池への年平均浮遊砂量を算定し、次に河床土砂量を浮遊砂に加算し、全堆砂量の推定を行う。
- (iii) 年平均堆砂量を流域内の平均削剝量に換算し、類似する他地域の削剝量との比較を可能にする。
- (iv) 貯水池の捕砂率 (trap efficiency) を推定し、次に経年的な堆砂の締固まり率を考慮し、貯水池内への堆砂の蓄積量の予測を行う。
- (v) 普通一般に採用されている方法によって、貯水池内の堆砂の分布を求める。

### 8.2 浮遊砂と河川流量との関係

#### 8.2.1 概 説

流況・堆砂曲線法 (United States Bureau of Reclamation, 1951) が堆砂量を検討するために採用された。この方法以外の方法をもし採用するならば、約一時間の短い時間刻みで連続的に河川流量を求め、それぞれの時間刻みに対応する実際の堆砂量を算定するために、観測された浮遊砂濃度とそれに対応する平均流量とにより、堆砂量を求める方法であろう。この方法は疑いなく流況・堆砂曲線法よりは正確であるが、労が多く、又問題の性質上必要以上に精度を上げて意味がないので、上記曲線法で十分であると判断し、採用しなかった。

#### 8.2.2 浮遊砂曲線

図15に示す浮遊砂・流量曲線は、付録JおよびKに収録した調査資料に基づいて作成された。同図に見られるように、観測値はかなりばらついている。この種の問題では、この程度のばらつきは止むを得ないことであるが、この原因として次のようなことが考えられる。

- (i) 嵐によって降雨強度のばらつきがあるため。
- (ii) 流域内の降雨の地域的なばらつきがあるため。

- (iii) 浮遊砂資料の採取方法に限界があったため。即ち、9点法による採取は18回だけであり、残りは1点法によった。
- (iv) 土地利用、野焼き、季節変化等による土壌の被覆状態の変化。
- (v) 時々発生する地すべり。

水位の上昇期および下降期に対応した資料採取時点の影響を調べるために、図15(b)に示すように状況の区分を行なった。これは、特別に順序立った傾向を示さなかった。これは多分、流域内の降雨の局地性、その結果としての種々の支川からの堆砂の流出量のパターンの相違に原因があるものと思われる。

浮遊砂の濃度と流量との関連における特に大きいばらつきは、観測を連続的に行なった時、明瞭にでている。特に、1975年6月13日～19日および1975年12月15日～19日の期間に亘る観測はこの問題点を鮮明に示している。

### 8.2.3 平均浮遊砂濃度と一点法による濃度との関係

詳細採取法(付録Kを参照)により得られた平均浮遊砂濃度が、図15(b)に追加された。一点法による結果は、詳細法によってカバーされた範囲内に入る。平均濃度は、トン/日の単位で表現され、浮遊砂採取時の流量との関係でプロットされている(図15(a)参照)。この関係は最小自乗法により、下記の方程式として求められた。

$$Q_s = (Q_w - 569)^2 / 32.4 \quad \dots\dots\dots (8)$$

ここに、

$$Q_s = \text{浮遊砂量 (トン/日)}$$

$$Q_w = \text{流 量 (m}^3/\text{s)}$$

この曲線は、図15(b)に示されている。これより4,000 m<sup>3</sup>/sまでの流量に対しては、一点法による測定結果は、詳細法によるものと大差がないことが分る。これより大きい流量に対しては、詳細法による測定値は一点法によるものに比べ、大きい値を示している。しかしこの推論より断定的ないい方をすべきではない。なぜなら、3,000 m<sup>3</sup>/s以上の流量に対する詳細法による測定値は僅か3個にすぎず、次の最大値は、2,660 m<sup>3</sup>/sに対するものとなっているからである。

### 8.2.4 採用した浮遊砂・流量曲線

図15(a)に示された曲線は、浮遊砂に関して若干過大評価している可能性があるけれども、

多くの未知の要素があるので安全をみて、このまま採用した。この点に関しては、既に前記した問題以外に、今回の観測は僅かに8か月間に亘って行なわれたのみであることにも留意されるべきである。今後、この曲線の精度を確かめるために、より大きい流量に対し、詳細法により測定が行なわれるべきである。

### 8.3 年間堆砂流入量の推定

#### 8.3.1 年間浮遊砂流入量の計算

図15(a)の浮遊砂曲線と、図16(d)の平均日流量流況曲線を使用して、年間浮遊砂流入量が前述したU. S. Bureau方式により算定された。流況曲線は、1962年から1974年の期間の流量観測資料に基づいて行なわれた。この間の欠測日流量は、第5章に記述したタンクモデルを使って補填した。上記関連計算は、付録Sに収録している。Waboダムサイトにおける年間浮遊砂流入量は、 $54 \times 10^6$  トン/年として計算された。

#### 8.3.2 河床土砂及び堆砂総量

今回観測された河床土砂は非常に限られており、この結果より河床土砂に関し何んらかの結論をひき出すことは、不可能であった。したがって、今までの経験測に従って、河床土砂量を、浮遊土砂の5%として推定した。

この河床土砂量を浮遊砂に加わえ、Wabo貯水池に流入する年間の総堆砂量は $57 \times 10^6$  トン/年として求められた。

#### 8.3.3 計算結果に対する考察

年間総堆砂量 $57 \times 10^6$  トン/年を唯一絶対の値とみなすことは下記する理由でできない。先ずこの推定は下記要因により、若干大きめの値になっている可能性がある。

(i) Waboの試験室で行なわれた浮遊砂の測定値と、Port Moresbyの試験室で行なわれた測定値とでは、Waboの方が平均で47%大きくでている。計算にはWaboの測定値を使用している。しかし、この誤差は、わずか10個の試料に基づくもので、なんともいえない。

(ii) 浮遊砂・流量曲線として、より大き目の浮遊砂濃度を与える傾向を有する曲線を採用している。

一方逆に下記する要因により小さ目の推定値になっている可能性もある。

(iii) 浮遊砂の測定期間が極めて短い。もし地震等の影響が考慮に入れられるなら、長期で

みた浮遊砂含有率はもっと大きい可能性がある。該当地域は、比較的活発な地殻変動のある地域であり、もし激しい地震が発生した場合、地沈りおよび河川の閉塞等により、大量の土砂の発生の可能性がある。

(iv) 平均日流量にもとづく推定は過小値を与える可能性がある。浮遊砂の濃度は、流量の増大とともに変る。通常は流量の二乗に比例して増える。したがって、日単位ではなく、更に小さい時間刻みで浮遊砂濃度の推定を行うのが望ましい。Javaにおける経験(SMEC, 1974)では、2,700 km<sup>2</sup>の流域面積にて、30分毎の時間刻みで行なった結果は、24時間刻みで行なった結果に対し、約30%の増加があった。Purariの流域面積は上記の約10倍あるので、上記のような差は出ないと思われる。

(v) 河床土砂の移動量は全く未知である。

以上の点を考慮して、 $5.7 \times 10^6$  トン/年は、現時点で考えられ得る最良の推定値にほぼ近いという結論に達した。

#### 8.3.4 削剝土率

$5.7 \times 10^6$  トン/年を地山量と仮定して、年削剝土率を求めると、 $1.5$  トン/ $m^3$ となる。理論的にいえば、この量に対し、溶解土であることを考慮し、若干の余裕を持たせる必要がある。Javaでの実証的研究(van Dijk and Ehrencorn, 1949)によれば、この余裕値は、全流域削剝土率で考えて、10%以上にはならないと推定される。しかし、Purari流域の下流部における石灰岩のカルスト地形の卓越性を考えると、この数値はもう少し大きくなる可能性がある。他地域の削剝土率との比較という目的で、溶解土に起因する増加は、以下では無視した。この結果削剝土率の計算値は、 $1.4$  mm/年として計算された。

実測に基づいて求められた削剝土率の値は、パプアニューギニアには、Wabo地点以外にない。しかし、間接法によって求められた結果がある。RuxtonとMcDougall(1967)はアイソトープを使用する方法(Isotope dating techniques)により、北東パプア地域における削剝土は、山腹の傾斜度によって異なるが、1,000年間で8 cmから75 cm(即ち0.08 mmから0.75 mm/年)変化していることを見出した。Loffler(1970)は航空写真を使って、West Sepik ProvinceのVanimoの南南西50 kmのBerwani Mountainsにおける78 km<sup>2</sup>の流域に対し、 $1.07$  mm/年の削剝土率があることを見出した。これ等の数字と、東南アジアにおける国々の類似推定値との比較より、Purari流域のWabo地点における削剝土率 $1.4$  mm/年は、ほぼ妥当であると考えられる。

## 8.4 貯水池の堆砂とその分布

### 8.4.1 捕砂率

貯水池の捕砂率は、貯水池へ流れ込んだ総浮遊砂量と、貯水池に沈殿した浮遊砂量との比として表わされる。この値は貯水池容量と流入量の比に関連してBrune (1953) によって作成された曲線を使用して、経験的に求められた。貯水池容量が堆砂により減少することに対する捕砂率の減少に対する調整がなされた。

### 8.4.2 貯水池内の堆砂

貯水池内の堆砂の密度は、KoelzerおよびLara (1958) による方法によって求められた。この方法により、堆砂密度は、その粒度分布、貯水池操作の方式および締固まり時期の長さより推定した。付録Lに収録した粒度分析の結果がこの目的のために使用された(図10を参照)。貯水池操作方式は、Type I (堆砂は常にあるいはほぼ常時水面下にある)として考えられた。計算は、付録Tに収録されている。主要な計算結果は、下表のようになる。

表19 貯水池堆砂量

洪水後の年	堆砂量 ( $10^6 m^3$ )	総貯水容量 $10^6 m^3$
0	0	16,600
10	867	15,763
50	2,507	14,123
100	4,482	12,148
150	6,407	10,223
200	8,271	8,359
300	11,797	4,833
400	14,856	1,774
500	16,460	170

上記より、50年および100年後には、貯水池容量はそれぞれ15%および27%まで減少し、500年後には、ほぼ全容量が砂で埋まってしまう。無効貯水容量は $10,110 \times 10^6 m^3$ であるので、堆砂が貯水池に水平にたまるとすれば、約250年でこの部分は埋まることになる。

### 8.4.3 貯水池内の堆砂の分布

堆砂は通常水平には分布しない。先ず貯水池の上流部に堆積しはじめ、次に時間の経過とと

もに、ダム近くに堆積することになる。貯水池内の実際の分布は、取水設備付近の堆砂とか、有効貯水容量内の貯水池水位変動に関連がある。

貯水池内の堆砂の分布を推定するための方法として、BorlandおよびMiller(1960)によって考えられた経験測に基づく面積減少法(Empirical area-reduction method)が採用された。この詳細はU.S. Bureau of Reclamation(1973)によって行なわれているので参照されたい。これは貯水池の深さと容量との関係から定められる貯水池の形状にもとづいて区分された4種の分類(Type IからIVまで)の一つに基づいて計算が行なわれるものである。Type Iの貯水池とは、大きい平坦な流域を有する貯水池であり、Type IVの貯水池とは、狭い溪谷よりなる貯水池である。

Wabo貯水池は、洪水平原・丘陵型式(flood plainfoothill type of reservoir)として分類された。解析の結果は、図17に示されている。同図より、50年および100年後の有効貯水容量は、それぞれ、 $6,100 \times 10^6 m^3$ および $5,700 \times 10^6 m^3$ となる。なお、湛水開始前の有効貯水容量は、 $6,490 \times 10^6 m^3$ である。

## 第9章 Waboにおける降雨形態

### 9.1 概 説

Wabo地点における日気象記録は、1962年5月から1976年1月に亘って保存されている。1962年5月から1974年10月までの150か月間に亘る自記日降雨記録は、Australian Bureau of Meteorology, Melbourneによって、建設作業時における降雨の影響を調べることができるような形で、電子計算機による処理が行なわれた。付録U-1に詳述されているように、これ等の記録には欠測がある。その後、上記処理の過程で、若干の誤操作があったことが発見され、結局、処理された資料は、大局的な傾向を把握するという目的のみに使用された。

副ダム付近では、降雨観測が行なわれたことがない。しかしWabo地点からかなり離れているので、若干の降雨型態において相異があるものと判断される。

### 9.2 日降雨発生回数

各年の月毎の5 mmから100 mmを越える降雨が発生した日の回数は表20のようになる。実際の月毎の発生日数は、付録U-2に収録されている。この付録には、各月の降雨があった日の回数が示されている。

表20から明らかなように、年間で見れば降雨回数の変化は小さく、一定している。最も激しい降雨は、6月から9月にかけて起っている。又この期間は、大きい降雨も小さい降雨もその回数は、他の月より頻繁である。11月の降雨回数は年間を通して最低である。もっともこの期間では、25 mm以上の日降雨量が月のうち、平均8回程度起る可能性もある。一つの指標として、一日10 mm以上の降雨回数を調べてみると、これより少ない降雨の日は、10月から1月の期間では、5月から9月までの期間より、2~3日多い。多分この期間はより集中的に建設の作業が可能になると思われる。

表21には、大局的な見地からの傾向が示されている。この表では、ある数値の降雨を越える一時間雨量の回数を示している。ある期間の記録に亘って、1か月のうちの無降雨の日が0から29日の範囲に亘っている。表22は、この期間の1か月あたりの無降雨の日数の平均値及び範囲を示している。この表では欠測の月は除かれている。月毎の資料は、付録U-3に表されている。かなりのばらつきがあるが、10月から12月までは、他の月よりも無降雨日が多いことが予想される。6月あるいは7月には、平均的に見て、無降雨日は、ほぼ皆無に近い。10月あるいは11月は無降雨日は、10日以上はあり得そうである。全月間を通じての平均の無降雨日は、5日間である。

表 2 0. Waboダムサイトにおける降雨日

月	降 雨 日				
	5 mm以上	10 mm以上	25 mm以上	50 mm以上	100 mm以上
1	19	15	9	3	0
2	19	17	8	3	1日以下
3	20	16	10	4	1(およそ)
4	19	16	9	4	1(およそ)
5	20	17	11	4	1日以下
6	21	18	11	6	1
7	24	20	13	6	1日以下
8	22	19	12	6	"
9	21	18	12	6	"
10	18	15	9	4	1
11	13	12	8	4	1
12	17	16	10	5	1日以下
年平均降雨日数	233	199	122	55	8
月平均降雨日数	19	17	10	5	1日以下

注：欠測日のある月は、その月の総数と記録のある日との比で、1か月の降雨日数が算定されている。使用された資料に関しては、付録U-2を参照のこと。

表 2.1. Wabo ダムサイトにおける降雨が各種限界を越える平均時間数

月	超過降雨の平均時間数				
	0.6 mm	1.0 mm	2.0 mm	5.0 mm	10.0 mm
1月	150	53	27	10.3	3.3
2月	160	56	29	10.9	2.5
3月	148	61	35	14.2	5.9
4月	128	56	35	13.3	5.1
5月	154	63	37	13.9	4.1
6月	201	76	43	14.9	4.1
7月	225	82	45	15.4	3.9
8月	198	72	37	12.5	3.6
9月	197	81	48	16.9	6.0
10月	113	38	19	9.2	2.6
11月	90	34	21	10.3	3.5
12月	112	46	27	11.1	3.2
年	1,875	718	403	153	48.0

表 2.2. Wabo ダムサイトにおける降雨全資料の月当り無降雨日数

月	平均	範囲
1月	4	0-10
2月	2	0-6
3月	3	0-5
4月	5	1-7
5月	5	0-12
6月	1(1)	0-4 (1)
7月	1	0-3
8月	3(1)	0-9 (1)
9月	4	0-23
10月	13	1-25
11月	11	4-21
12月	6	1-12

注：(1) 1968年6月の無降雨日22日間と1972年8月の無降雨日29日間を除く。  
月降雨データは付録U-3参照。

### 9.3 日降雨の分布

時間降雨の基準で日降雨の発生回数を調べることは、天候を配慮した建設作業の作業時間を設定する場合に役に立つ。Wabo地点では、10時間作業(6AMから4PM)が土工作業の計画をたてる場合に仮定された(第2巻、第9章参照)。

自記降雨記録を解析することにより、所定の時間降雨量を越える降雨回数を求めた。図2(c)は、0.1mm、5mm、20mm、50mmおよび100mmに等しいか、あるいはこれ等の値を超える降雨の年平均を示している。この図を作成する基になった資料は、付録U-4に収録されている。比較的高い降雨は、午後以降に多く、激しい降雨は、午後4時以降に起っている。今回行なわれた調査期間中に経験したところでは、夕方の早い時期に激しい降雨がしばしば観察され、記録もこの通りになっている。早朝の傾向としては、午前6時以降降雨が少く、激しい降雨の回数は真夜中よりもずっと少く、昼頃に最低となる。

24時間の間に、10mm以上の降雨が発生した月毎の平均回数は、付録U-5に収録されている。10mmを越える日降雨量の平均的な年変化は、それよりも大きい降雨についても同様の傾向をもっているようにみえる。一日のうちで、最大の降雨が夕方に発生し、やがて減少するという一般的傾向は、あらゆる月で明瞭である。10月から12月まで、降雨は通常、午前4時頃止み、10月から2月にかけては、午後4時前にはめったに降雨は発生しない。これ等の月では、一年の他の期間より長い無降雨のことが多く、土工作業を他の期間よりも多くやれる可能性がある。これとは反対に、6月から8月にかけての期間は、作業期間が最小となるだろう。そして、この期間では、早朝の作業開始が遅れ、午後、進行中の作業を中止しなければならぬような事態が起ると思われる。

### 9.4 時間降雨

Wabo地点における時間最大降雨は、1972年12月21日の午後8時と午後9時の間に発生し、125mmであった。第2番目の大きさの降雨は、1970年7月12日に午前1時と午前2時の間に発生し、106mmであった。

大きい降雨がどんな月に起るか、あるいは一日のうちの何時頃に起るかに関しては、明瞭な傾向がない。

全期間の記録で一時間内に25mmから100mmの間の降雨回数は、約530回にもなる。月毎のこれ等の降雨回数は、付録U-6に収録されている。欠測のある月を除くと、平均の月間降雨回数は、以下のようになる。

表 2.3. Wabo サイトにおける 25 mm から 100 mm の間の降雨回数

月	平均降雨回数		
	平均	最小	最高
1	4	0	7
2	3	0	8
3	5	4	8
4	5	2	10
5	4	0	6
6	4	0	9
7	5	1	11
8	4	1	7
9	6	1	12
10	3	1	8
11	4	1	7
12	4	2	6

一時間当たり 25 mm を越える降雨回数は、その年のどんな月でも、3～5 回はあると予想される。

#### 9.5 降雨強度と降雨時間との関係

6 分から 72 時間に亘る期間内の最高降雨記録は、それぞれの月の記録と種々の生起頻度に対する降雨強度一時間関係曲線を得るために処理された資料とにより決定され得る。

しかし、後になって電子計算機のアウトプットに誤まりが発見されたため、記録が将来正しく再処理されるまで、降雨強度一時間関係は確立され得ない。これは将来の詳細設計の段階で再度検討される必要がある。

## 第 10 章 蒸 発 散

Wabo ダムサイトにおける河川流入量は極めて大きく（約  $79,000 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$ ）、又貯水面積は流域の大きさに比らべ比較的小さいため満水時で  $290 \text{ km}^3$ 、流域面積は  $26,000 \text{ km}^2$ ）、貯水池からの蒸発散による損失は、貯水池への年間流入量に比らべ、無視できる量である。

5.3.3 節に示す方程式(4)を使用して、ダムサイトにおける自由水面からの蒸発散量を求めると、約  $1,100 \text{ mm}/\text{年}$  となる。冠水地域を被覆している植物からの実際の年間蒸発散量は少くとも  $800 \text{ mm}$  となるので、実際の蒸発散量は、 $300 \text{ mm}$  のオーダーと考えられる。貯水池水位がいつも満水位にあると仮定しても、この量はせいぜい  $320 \times 10^6 \text{ m}^3$  であり、年間河川流量の  $4\%$  にしかならない。

## 第11章 Aure川Supu観測所

### 11.1 概 説

Aure河は、Waboダムサイトから下流約40Km地点でPurari河と合流する。Supu測水所(No.711850)は、この合流点から約7Kmの地点にあるAure河唯一の観測所である(図6参照)。この測水所の流域面積は約4,360Km<sup>2</sup>である。

自動水位記録計が1966年の半ばから作動を開始した。

この地点での流量測定は、定期的にBureau of Water Resourcesによって行われてきた。この流量測定値に基づき、図16(c)に示す水位流量曲線が設定された。

1966年8月以降の日流量観測値は、付録E-1に収録されている。記録にはかなりの欠測があるが、幸いにも、早はつの年であった1972年の記録は完全である。

### 11.2 流量の欠測補填および推定

記録の欠測を補填し、更に、記録開始以前の流量を推定するために、Wabo地点で採用されたものと類似の降雨-流量モデルによる方法が考えられた。しかし、Aure流域内の降雨観測所が極端に少なく(図6参照)、又、降雨記録の精度の悪さのため、この方法は適用できなかった。流域内の降雨とSupu観測所における流量の関連性は小さく、一般的に言って、観測流量の方が降雨量よりも大きいという結果になった。

以上に対処するため、WaboとSupuとの月流量の比較による方法がとられた。この結果、Waboにおける $2,500\text{ m}^3/\text{s}$ 以上の流量とSupu流量との相関係数0.84、 $2,500\text{ m}^3/\text{s}$ 以下の流量に関しては、0.74と比較的良好な相関関係が得られた。これよりSupu観測所の月流量をWaboの流量を与えることによって求める回帰式が最小自乗法により下記のように求められた。

(a)  $Q_{wabo} \leq 2,400\text{ m}^3/\text{s}$  に対して。

$$Q_{aure} = -26.574 + 0.1374 \times Q_{wabo} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

(b)  $Q_{wabo} \geq 2,600\text{ m}^3/\text{s}$  に対して。

$$Q_{aure} = -155.56 + 0.1758 \times Q_{wabo} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

(c)  $2,400 < Q_{wabo} < 2,600$  に対して。

$$Q_{aure} = 300\text{ m}^3/\text{s}$$

ここに、

$$Q_{wabo} = \text{Wabo観測所における月平均流量}$$

$Q_{aure} = S_{upu}$  観測所における月平均流量

以上より求められた  $S_{upu}$  観測所における月平均流量は、付録 B-2 に実観測値とともに表示されている。

## 第12章 将来必要とされる調査

### 12.1 資料関係

1953年と1958年にHathor GorgeとWaboダムサイトに設置された測水所で得られた原記録用紙、流量測定値およびその他の関連資料を入取する必要がある。

Waboダムサイトの試験室とPort Moresbyの試験室で得られた浮遊砂濃度の測定値が比較的大きい。したがって、Waboの試験室で得られた結果にもとずいて作成された現在の浮遊砂一流量曲線を、短期間で良いから集中的に浮遊砂濃度測定を行ないチェックするのが望ましい。特に河川流量が $4,000\text{ m}^3/\text{s}$ 以上でのチェックが注意深く行なわれる必要がある。

### 12.2 解析作業関係

もしWaboプロジェクトの決定までに数年間の時間が経過するようならば、その間にWaboの測水所で集められた追加の資料を、特に下記の点に注意を払って解析する必要がある。

- (i) 余水吐および仮排水路に対する設計洪水量の大きさ。
- (ii) 本プロジェクトの常時電力決定に関連する低水流量の発生頻度。

もし、さらに多くの浮遊砂資料がダムサイトで得られたならば、貯水池堆砂率の見直しが行なわれるべきである。又、例えば一時間刻みで浮遊砂量のチェックを行う代りに、一日単位で計算を行う場合、その差がどのように表われるか、検討を行うべきである。そしてもし可能なら、詳細(多点)浮遊砂測定法による測定結果と、一点法による測定結果との間の相関関係を見出す努力がなされるべきである。又、河床移動砂礫の総堆砂量に占める割合を、更に定量的に決定するような検討が行なわれるべきである。

Wabo貯水池の湛水中に、Aure河からの河川流量が過去の旱ばつの年におけるような状態で、Purari河をさかのぼる塩水を現在の程度まで、さえぎるだけの十分な流量であるか否かを検討するために、WaboダムサイトとAure(Supu)測水所とで記録された両流量資料の比較検討を、行なわなければならない。

### 第 13 章 参考文献

- AITKEN, A. P., RIBENY, F. M. J & BROWN, J. A. H. (1972). The estimation of mean rainfall and runoff over the Territory of Papua New Guinea. The Institution of Engineers, Australia. Civil Engineering Transactions, CE 14 (1) : 49-56.
- ANDERSON, D., PATON, T. A. L., and BLACKBURN, C. L. (1960). Zambezi hydroelectric development at Kariba (1st stage). Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 17 : 39-60.
- ANON (1976). Pakistan : three-way 'superflood' kills 300 in Sind. New Civil Engineer. Magazine of the Institution of Civil Engineers. 16 September 1976, p. 9.
- BLEEKER, P. (1975). Explanatory notes to the land limitations and agricultural land use potential map of Papua New Guinea. Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Land Research Series No. 36.
- BORLAND, W. M. and MILLER, C. R. (1960). Distribution of sediment in large reservoirs. Transactions American Society of Civil Engineers, 125 : 166-180.
- BROOKFIELD, H. C. and HART, D. (1966). Rainfall in the tropical southwest Pacific. The Australian National University, Canberra, Research School of Pacific Studies. Publication G/3.
- BRUNE, G. M. (1953). Trap efficiency of reservoirs. Transactions American Geophysical Union, 34 : 407-418.
- CHOW, V. T. (1964). Handbook of applied hydrology, McGraw-Hill Book Co., New York.
- CLARKE, F. E. (1973). The great Tunisian flood. United States, Geological Survey. Journal of Research, 1 (1) : 121-124.
- COMMONWEALTH DEPARTMENT OF WORKS. (1972). The hydroelectric potential of Papua New Guinea. Vol. 2, The hydro-electric potential of the Purari River Basin.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION, AUSTRALIA (1965). Land Research Series, No. 15, General report on lands of the Wabag-Tari area, Territory of Papua New Guinea.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION, AUSTRALIA (1970). Land Research Series No. 27, Land of the Goroka-Mount Hagen area, Territory of Papua and New Guinea.

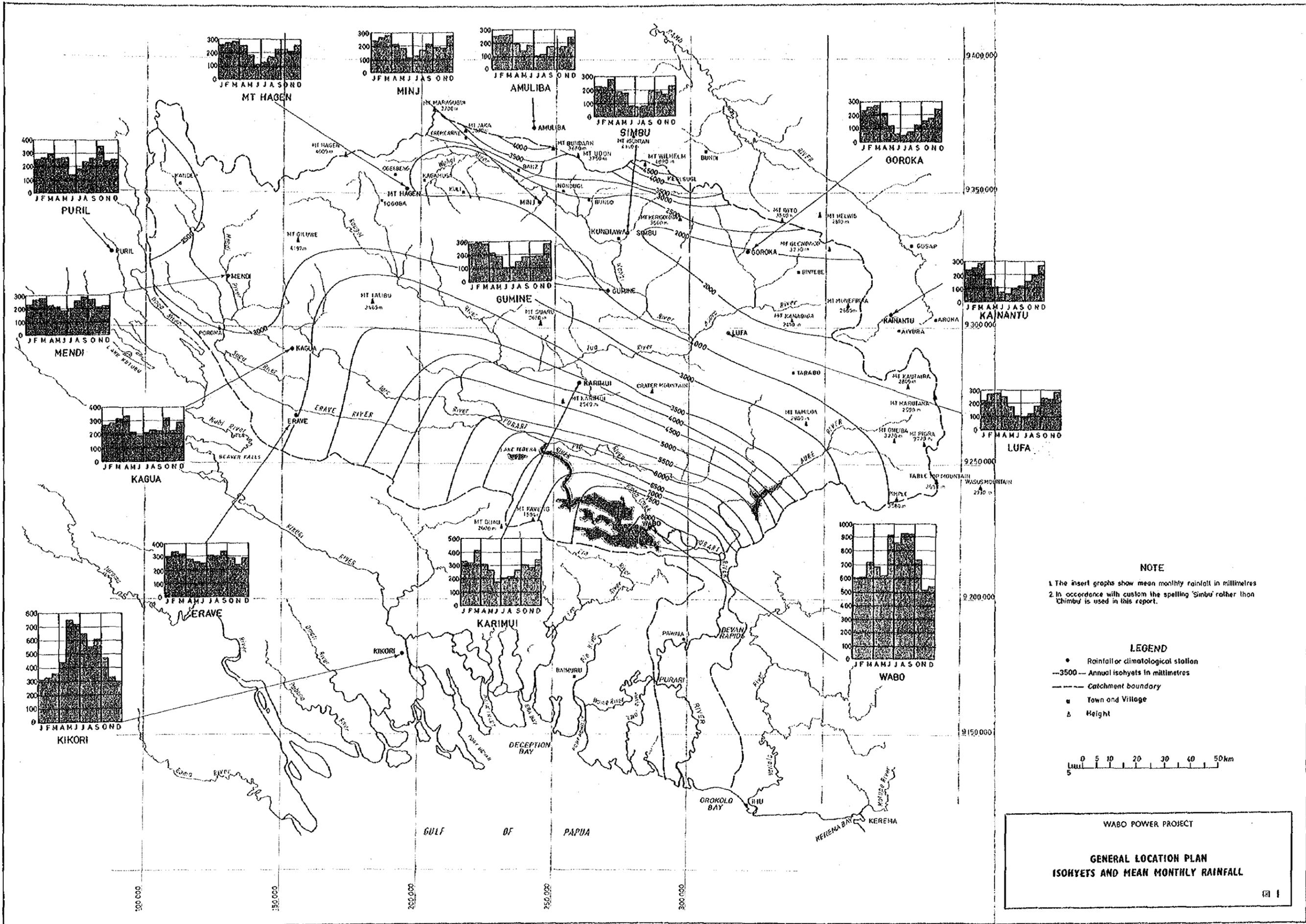
- CROSS, R. W. and HIGGINS, R. J. (Undated). Report on hydrology of the Purari river system. Commonwealth Department of Works, Papua New Guinea.
- DIJK, J. W. van, and EHRENCORN, V. K. R. (1949). The different rates of erosion within two adjacent basins in Java. Nederlandsch-oost Indie, Department van Landbouw en Visserij. Mededelingen van het Algemeen Proefstation voor de Landbouw, No. 84.
- FIERING, M. B. (1967). Streamflow synthesis. Macmillan.
- FIERING, M. B., and JACKSON, B. B. (1971). Synthetic streamflows. American Geophysical Union, Water Resources Monograph 1.
- FITZPATRICK, E. A. (1963). Estimates of pan evaporation from mean maximum temperature and vapour pressure. Journal of Applied Meteorology, 2 (6) : 780-792.
- GUMBEL, E. (1941). The return period of flood flows, Ann. Math. Stat. 12 (2) : 163-190.
- HALCROW, Sir William & Partners (1956). Report on the development of water power in Papua. Prepared for New Guinea Resources Prospecting Company Ltd.
- HALCROW, Sir William & Partners (1975). Letter to SMEC dated 24 November 1975 (unpublished).
- HARRIS, D. R. (1969). Cause and effect of the Tunisian floods. Geographical Magazine, 42 (3) : 229-230.
- HENRY, W. K. (1966). An excessive rainfall in Panama, October 1954. Water Resources Research, 2 (4) : 849-853.
- IWAI, Prof. S. (1950). Duration Curves of Logarithmic Normal Distribution Type and their Applications, Memories of Engineering. Kyot University, 12 (111).
- KARTVELISHVILI, N. A. (1969). Theory of stochastic processes in hydrology and river runoff regulation (translated from the Russian). Israel Program for Scientific Translations.
- KLEIN, R. M. (1969). The Florence floods. Natural History, 78 (7) : 46-54.
- KOELZER, V. A., and LARA, J. M. (1958). Densities and compaction rates of deposited sediment. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 84 (HY2).

- LOFFLER, E. (1970). Aerial photograph, Bewani Mountains, New Guinea. *Die Erde*, 101 (3) : 165-170
- LOFFLER, E. (1974). Explanatory notes to the geomorphological map of Papua New Guinea. Australia, Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation, Land Research Series No. 33.
- MATAIAS, N. C. (1967). Mathematical assessment of synthetic hydrology. *Water Resources Research*, 3 (4) : 937-945.
- McALPINE, J. R., KEIG, G., and SHORT, K. (1975). Climatic tables for Papua New Guinea. Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Division of Land Use Research, Technical Paper No. 37.
- NIPPON KOEI CO., LTD., (1972). The Wabo Hydroelectric Project on the Purari River - (Papua New Guinea).
- NIPPON KOEI CO., LTD., (1973). The Lower Basin Development of the Purari River (Papua New Guinea) Preliminary Report.
- NIPPON KOEI CO., LTD., (1974). Sabah Power Development Project-Malaysia. A feasibility report of the Padas River Hydroelectric Power Development. Prepared for Asian Development Bank.
- PAIJMANS, K. (1975). Explanatory notes to the vegetation map of Papua New Guinea. Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Land Research Series No. 35.
- PAPUA NEW GUINEA, Geological Survey (1972). Geological map of Papua New Guinea.
- PETR, T. (1976). Some chemical features of two Papuan freshwaters (Papua New Guinea). *Aus. J. Mar. Freshwater Res.* 27 : 467-474.
- REMENEIRAS, G. (1965). *L'hydrologie de l'ingenieur*. Eyrolles, Paris.
- REYNOLDS, G. (1966). Heavy rains in the west of Scotland, 16-17 December 1966. *Weather* 22 (6) : 224-228.
- RUXTON, B. P. and McDOUGALL, I. (1967). Denudation rates in north-east Papua from potassium-argon dating of lavas. *American Journal of Science*. 265 (Summer) : 545-561.
- SNOWY MOUNTAINS ENGINEERING CORPORATION (1970). Assessment of runoff and hydro-electric potential - Territory of Papua New Guinea. Prepared for Department of External Territories, Australia.

- SNOWY MOUNTAINS ENGINEERING CORPORATION (1974). Australian participation in the development of hydrologic services in Papua New Guinea. Prepared for Papua New Guinea, Bureau of Water Resources.
- SNOWY MOUNTAINS ENGINEERING CORPORATION (1974). Serayu River Basin Study, feasibility report, Volume 3A, hydrology report. Prepared for Republic of Indonesia, Department of Public Works and Electric Power, Directorate General of Water Resources Development.
- SUGAWARA, M. (1961). On the analysis of the river structure about several Japanese rivers. *Japanese Journal of Geophysics*, 2 (1).
- UNITED STATES, BUREAU OF RECLAMATION (1951). Analysis of flow-duration, sediment-rating curve method of computing sediment yield.
- UNITED STATES, BUREAU OF RECLAMATION (1973). Design of small dams (2nd edition).
- UNITED STATES, DEPARTMENT OF COMMERCE, WEATHER BUREAU; AND DEPARTMENT OF INTERIOR, BUREAU OF RECLAMATION (1954). Probable maximum precipitation on Sierra Slopes of the Central Valley of California. Cooperative Studies Report No. 12.
- UNITED STATES, DEPARTMENT OF COMMERCE, WEATHER BUREAU (1961). Interim report-probable maximum precipitation in California. Hydrometeorological Report No. 36.
- VIESSMAN, W. , HARBAUGH, T. E. and KNAPP, J. W. (1972). Introduction to hydrology. Intext Educational Publishers, New York.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANISATION (1965). Guide to hydro-meteorological practices. WMO-No. 163, TP. 82, Geneva.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANISATION (1969). Estimation maximum floods. Technical Note No. 98, WMO-No. 233 TP. 126, Geneva.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANISATION (1975). Intercomparison of conceptual models used in operational hydrological forecasting. World Meteorological Organisation, Operational Hydrology Report No. 7, WMO No. 429.
- YEVJEVICH, V. (1968). Misconceptions in hydrology and their consequences. *Water Resources Research*, 4 (2) : 225-232.

## 添 付 図

図番号	標 題
1	一般位置図、等雨量曲線及び平均月降雨量図
2	代表的な気象の型態
3	Waboにおける日雨量
4	Waboにおける日流量
5	年最大洪水の波形及び無次元洪水波形
6	降雨及び流量観測所位置図
7	利用可能な流量および降雨記録
8	Wabo地点における河川横断図
9	Wabo地点における最高水位計の設置位置
10	浮遊砂及び河床砂の粒度分析
11	タンクモデルの概念図および結果の分散度評価図
12	Wabo地点における月流量のタンクモデルによる推定値と観測値の比較
13	Wabo地点における月流量の観測値と推定値の各統計量と減水率の比較
14	洪水生起解析と設計洪水の波形
15	Wabo地点における浮遊砂の移送量と流量に関する曲線
16	河川流量の諸特性、流況曲線及び水位流量曲線(Aureを含む)
17	Wabo貯水池面積と容量曲線およびWabo地点における水位流量曲線

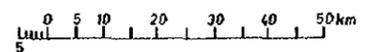


**NOTE**

1. The insert graphs show mean monthly rainfall in millimetres
2. In accordance with custom the spelling 'Simbu' rather than 'Chimbu' is used in this report.

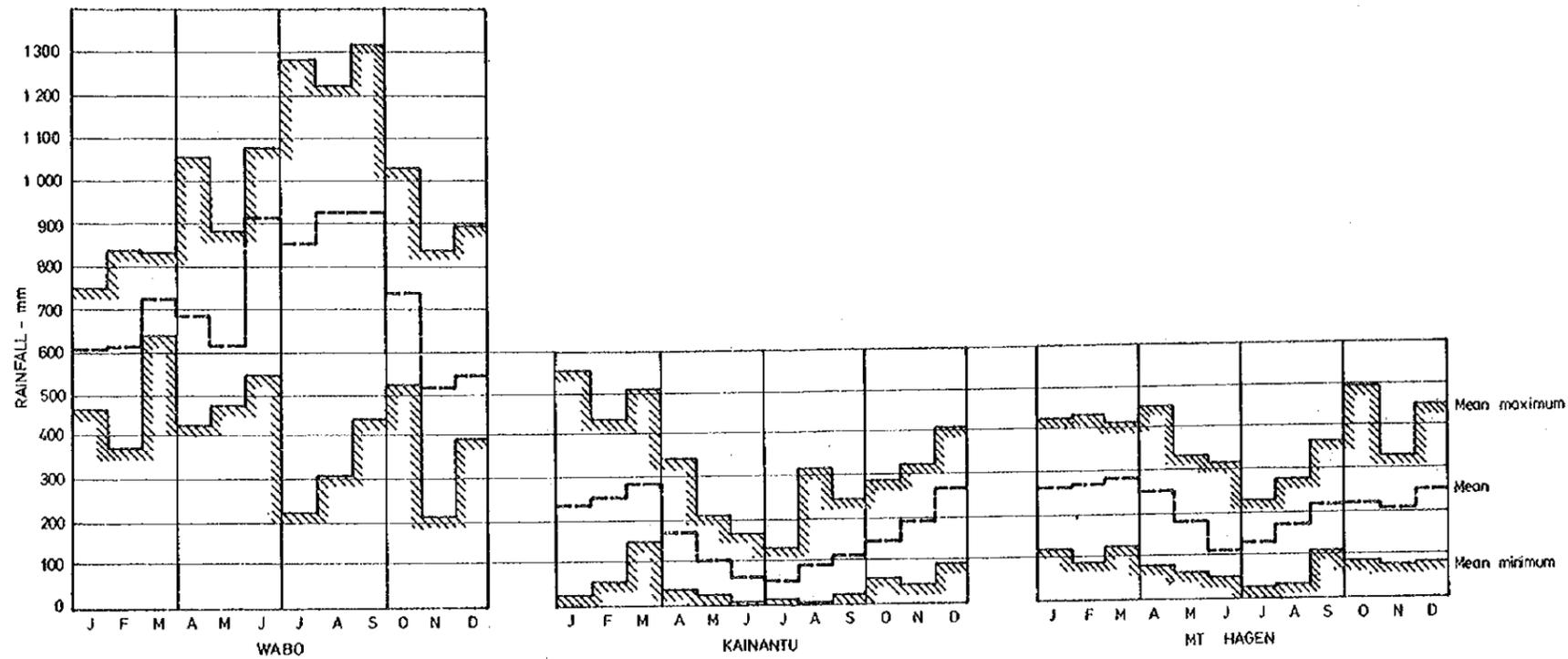
**LEGEND**

- Rainfall or climatological station
- 3500--- Annual isohyets in millimetres
- - - Catchment boundary
- Town and Village
- △ Height

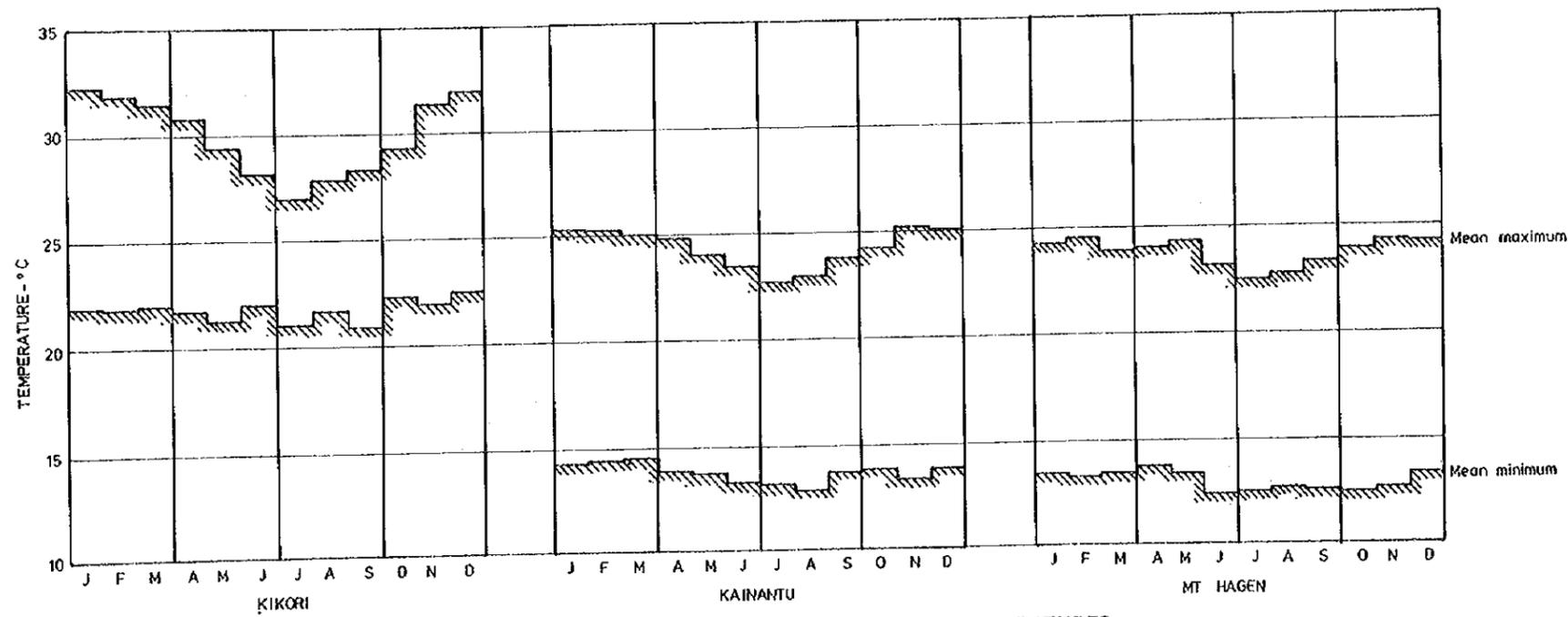


WABO POWER PROJECT

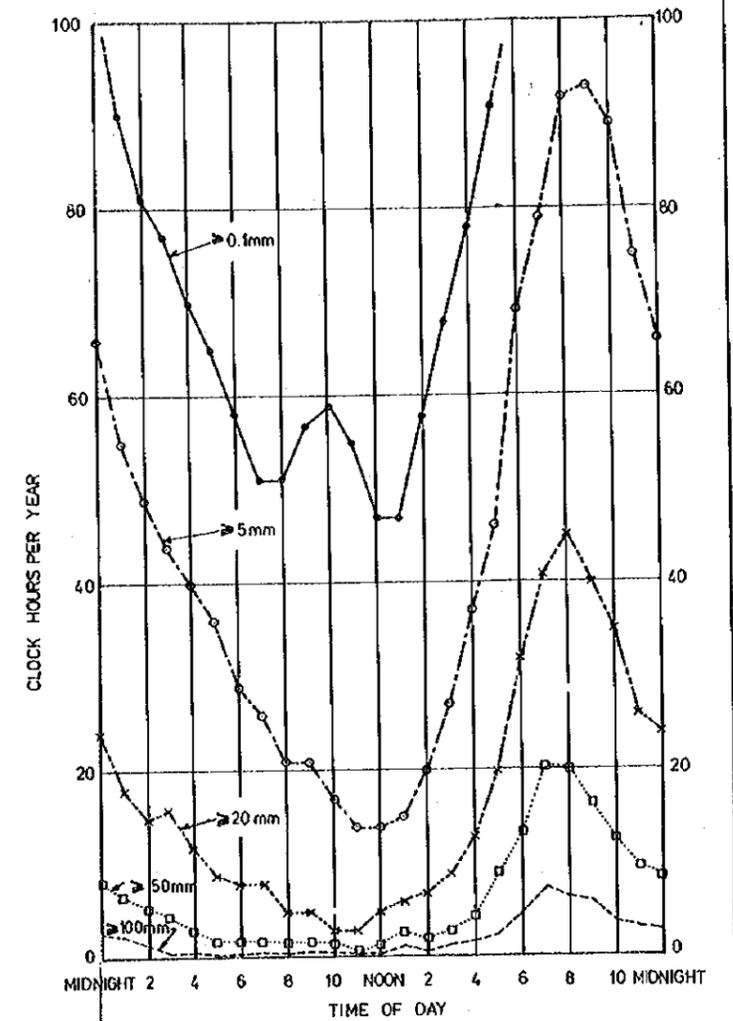
**GENERAL LOCATION PLAN**  
ISOHYETS AND MEAN MONTHLY RAINFALL



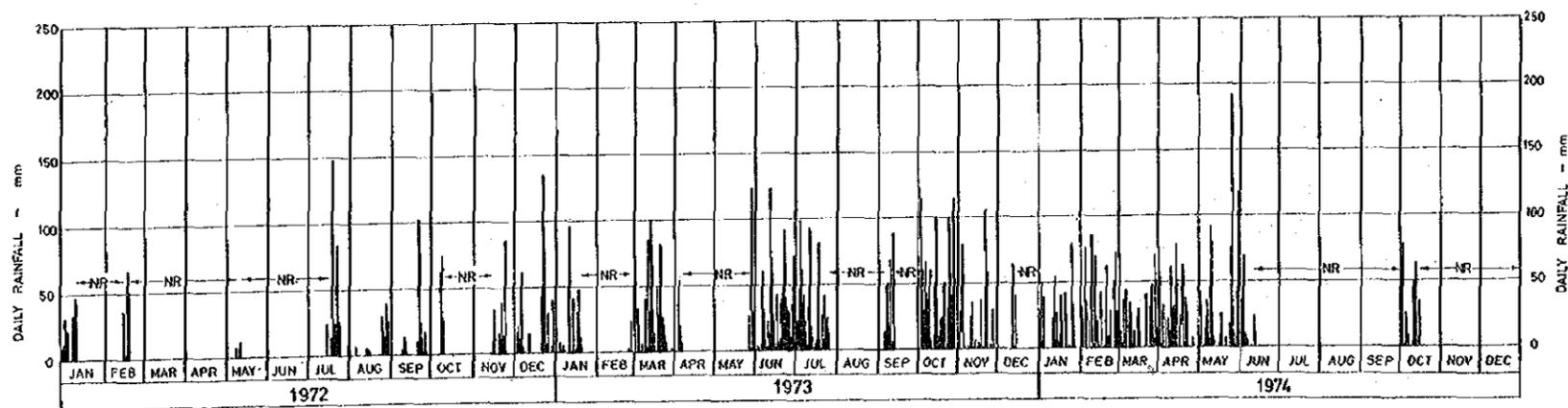
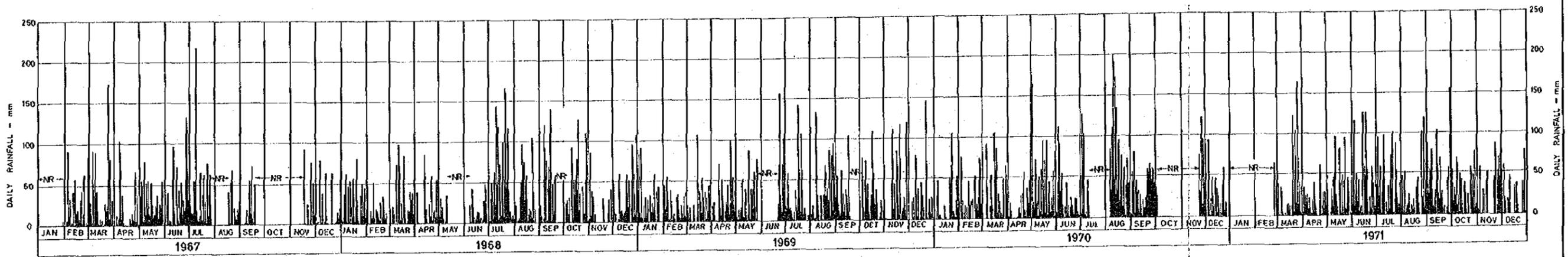
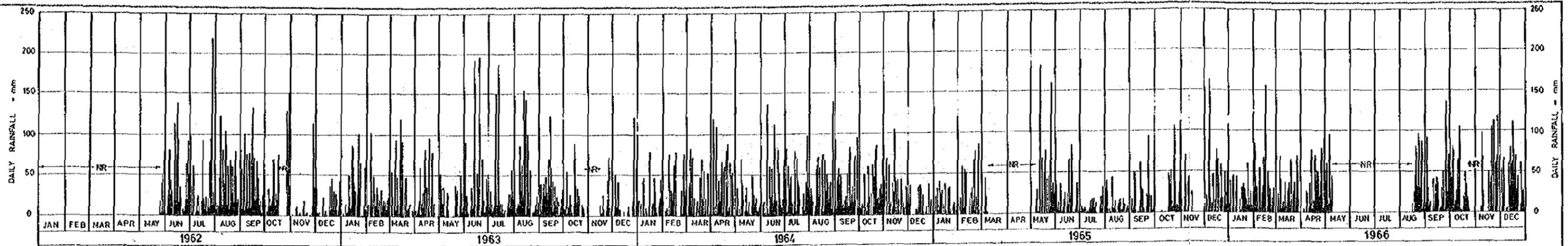
(a) MEAN, MINIMUM AND MAXIMUM MONTHLY RAINFALLS



(b) MEAN MAXIMUM AND MEAN MINIMUM DAILY TEMPERATURES



For data from which these curves are derived, see Appendix V-4  
 (c) AVERAGE ANNUAL INCIDENCE OF FALLS EQUAL TO OR GREATER THAN LIMIT SHOWN VS TIME OF DAY AT WABO



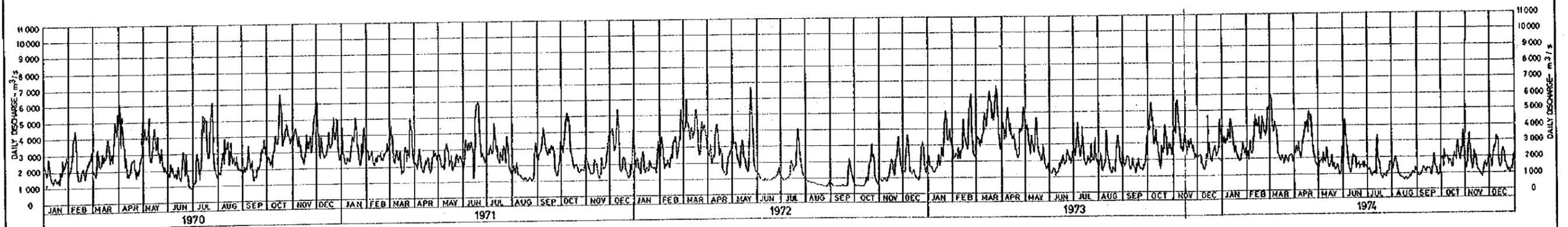
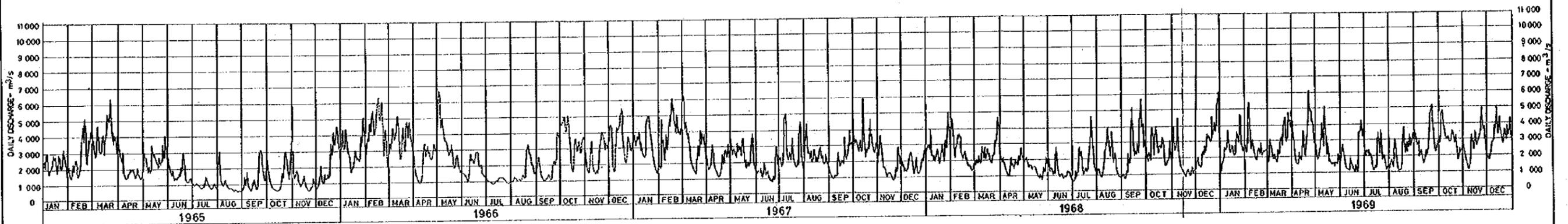
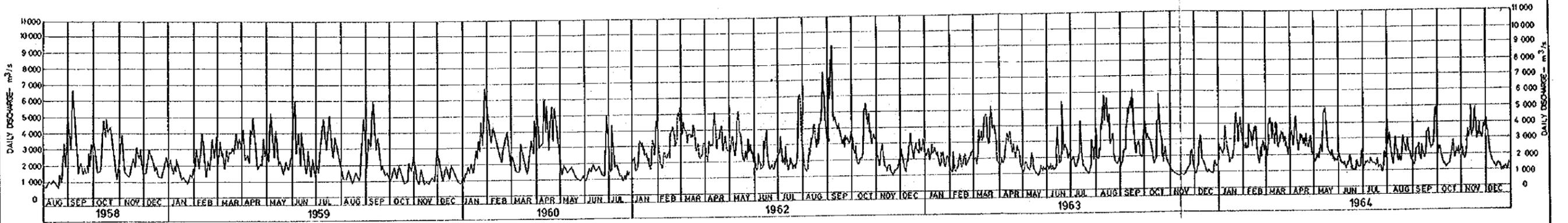
NOTE

NR = No record

WABO POWER PROJECT

DAILY RAINFALL AT WABO  
1962 TO 1974

3



**NOTE**

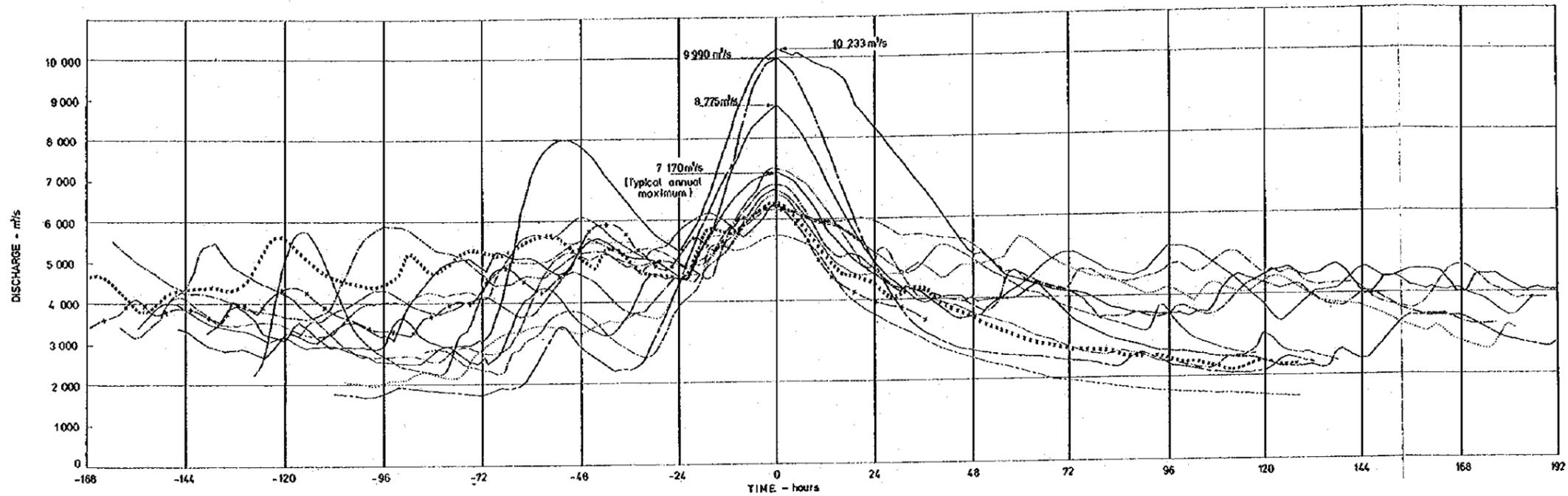
Daily discharge records during the period 1958 to 1960 were received from St William Halcrow & Partners and the rest from Bureau of Water Resources

**LEGEND**

— Recorded figures  
 ..... Estimated figures

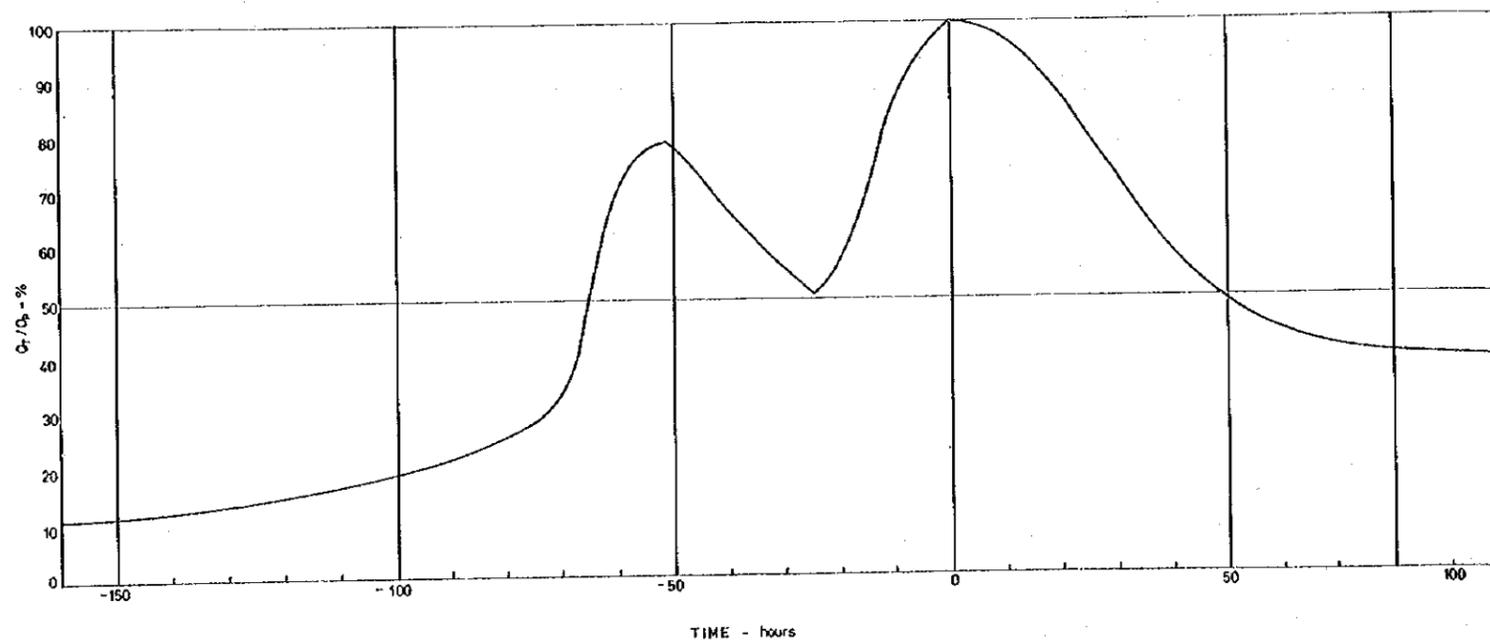
WABO POWER PROJECT

**DAILY DISCHARGE AT WABO  
 1958 TO 1960 AND 1962 TO 1974**



ANNUAL MAXIMUM FLOOD HYDROGRAPHS - WABO DAMSITE FROM 1962 TO 1974

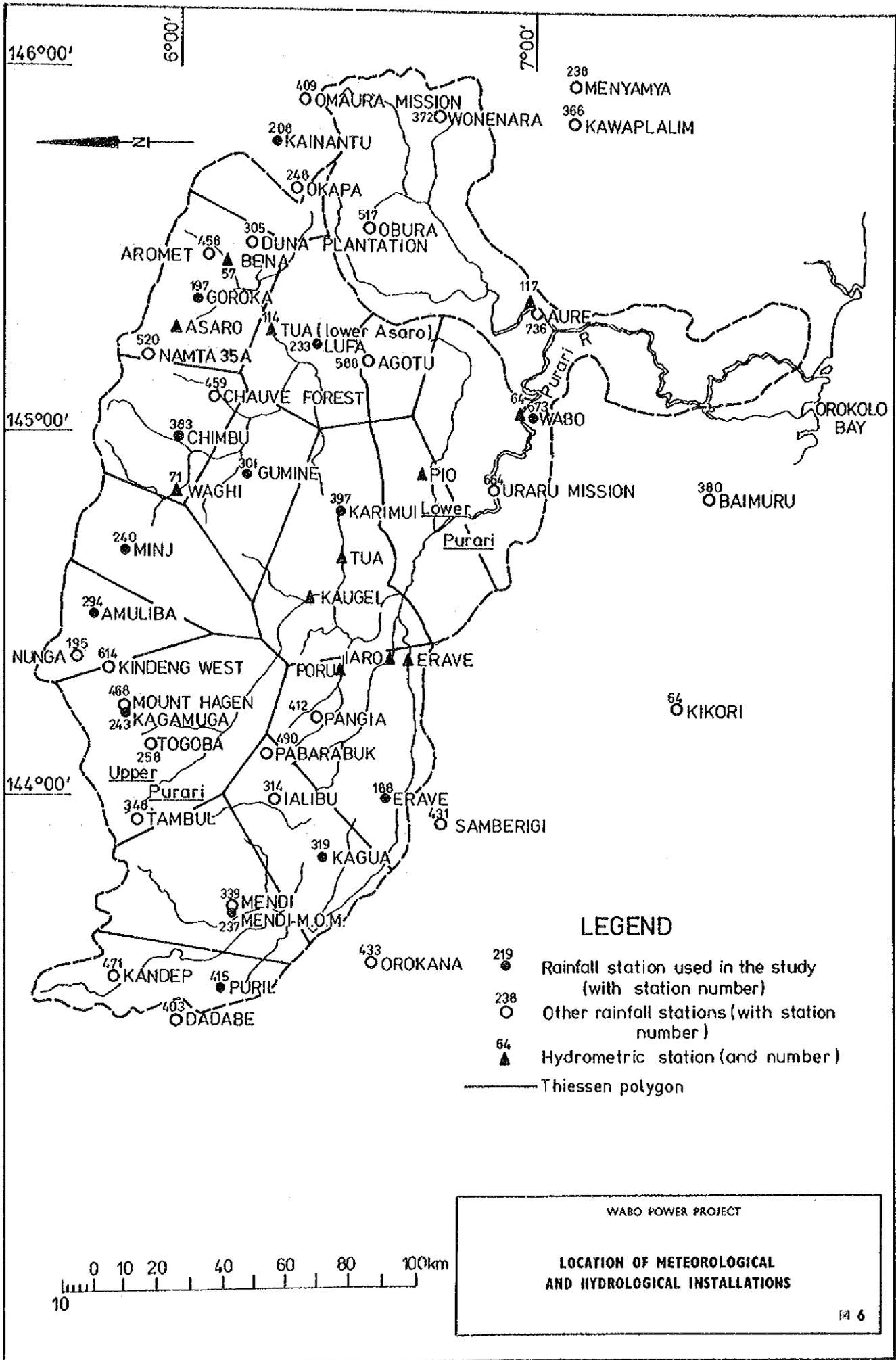
SYMBOL	DATE	PEAK DISCHARGE	ORDER
—	3 6 1961	10 450 m³/s	1
—	4 9 1962	10 233	2
.....	15 9 1963	6 455	9
—	16 2 1964	5 666	13
—	22 3 1965	6 914	7
—	3 5 1966	8 775	4
—	8 7 1967	9 990	3
—	30 12 1968	6 360	10
—	22 4 1969	6 653	8
—	1 12 1970	7 170	6
—	19 6 1971	6 290	12
—	4 3 1972	(6 750)	8
—	23 2 1973	7 282	5
—	2 3 1974	6 300	11



DIMENSIONLESS FLOOD HYDROGRAPH

$O_t$  = Discharge at any time  
 $O_p$  = Peak discharge

WABO POWER PROJECT  
 RECORDED ANNUAL MAXIMUM FLOOD HYDROGRAPHS  
 AND DIMENSIONLESS FLOOD HYDROGRAPH  
 FIG 5



**LEGEND**

- 219 Rainfall station used in the study (with station number)
- 238 Other rainfall stations (with station number)
- ▲ 64 Hydrometric station (and number)
- Thiessen polygon

WABO POWER PROJECT

**LOCATION OF METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL INSTALLATIONS**

6

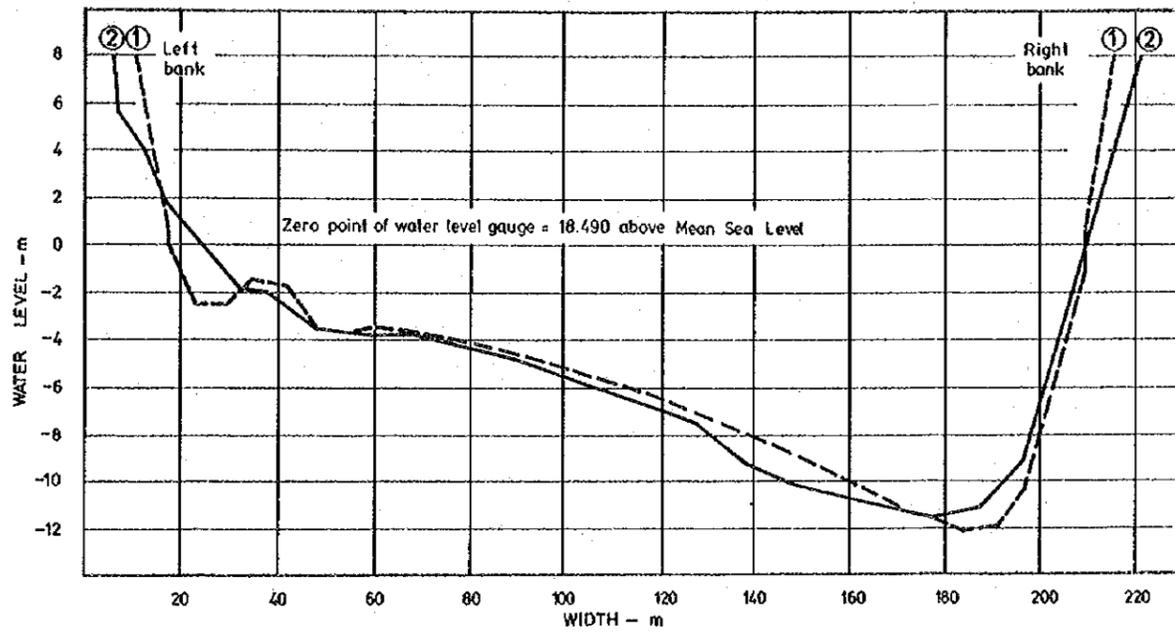
	STATION N°	GAUGE SITE	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
1	200188	ERAVE																											
2	200197	GOROKA																											
3	200208	KAINANTU																											
4	200233	LUFA																											
5	200237	MENDI MQM																											
6	200339	MENDI PP																											
7	200240	MINJ ADO																											
8	200243	MT HAGEN																											
9	200468	KAGAMUGA																											
10	200294	AMULIBA																											
11	200310	GUMINE																											
12	200319	KAGUA PP																											
13	200383	CHIMBU																											
14	200397	KARIMUI																											
15	200415	PURIL																											
16	200673	WABO																											
17	200054	KIKORI																											
18	200195	NUNGA																											
19	200225	LAIAGAMU																											
20	200238	MENYAMYA																											
21	200248	OKAPA																											
22	200258	TOGOBA																											
23	200305	DUNA PLANTATION																											
24	200314	IALIBU PP																											
25	200348	TAMBUL																											
26	200366	KAWAPLALIM																											
27	200380	BAIMURU																											
28	200403	DADABE																											
29	200409	OMAUARA MISSION																											
30	200412	PANGIA																											
31	200431	SAMBERIGI																											
32	200433	OROKANA																											
33	200458	AROME																											
34	200459	CHAUVE FOREST																											
35	200471	KANDEP																											
36	200490	PABARABUK																											
37	200517	OBURA																											
38	200520	NAMTA																											
39	200588	AGOTU																											
40	200664	KINDENG WEST																											
41	200661	URARU MISSION																											
42	200736	AURE																											

(a) DURATION OF DAILY RAINFALL OBSERVATIONS IN AND NEAR THE PURARI RIVER BASIN

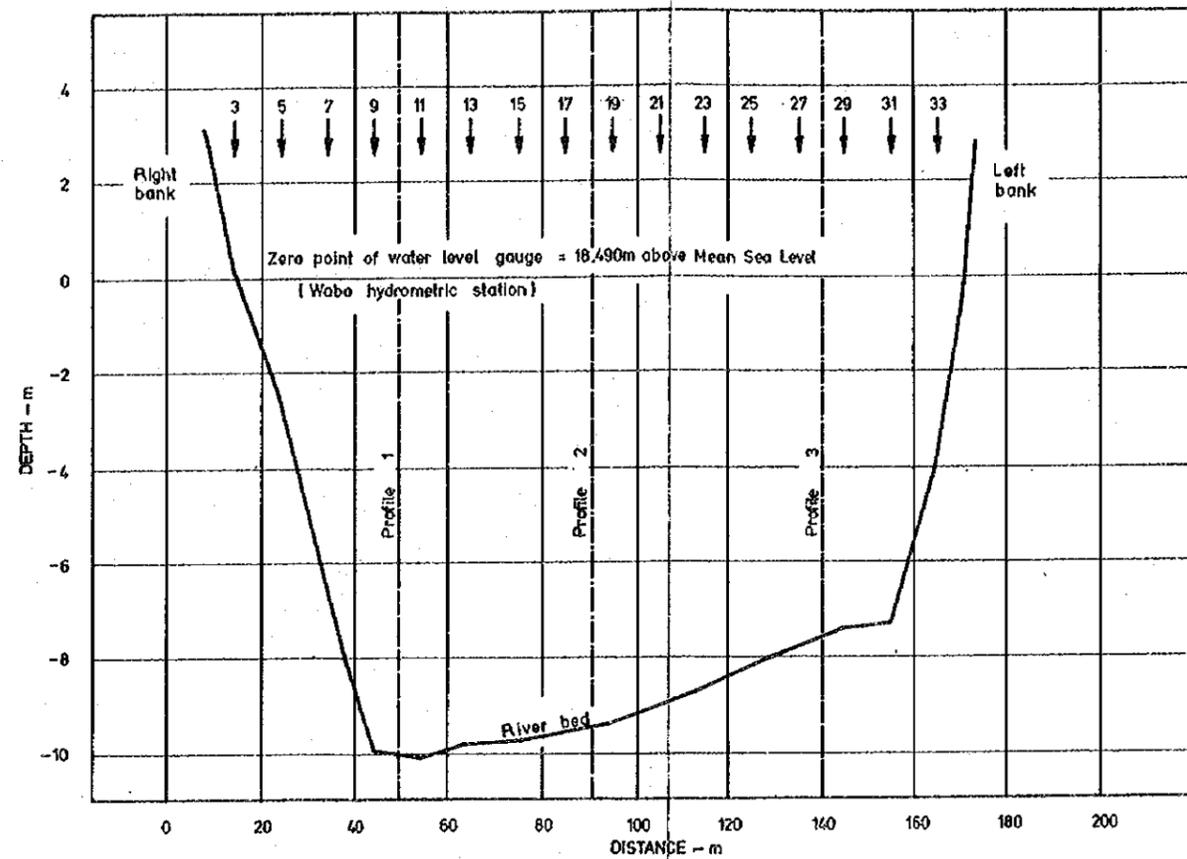
GAUGING STATION N°	NAME OF STATION	PERIOD																												
		1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975												
64	WABO																													
35A	ASARO																													
57	BENA																													
71	WAGHI																													
114	TUA (Lower Asaro)																													
117	AURE																													

(b) RUNOFF RECORDS COLLECTED IN PURARI RIVER BASIN

\*NOTE: In addition to stream gauging stations shown above, six stations (Pio, Tuo, Kugel, Poru, Iaro and Erave) were established over the period from 1975 to 1976, as shown on Figure 6. Streamflow and rainfall data for the period 1975-1976 are available but were not processed for the Feasibility Study.



(a) CROSS SECTION AT WABO GAUGING STATION  
 (Maximum Water Level Indicator N°01)



(b) CROSS SECTION WHERE FLOW VELOCITY MEASURED AND  
 WATER FOR SUSPENDED LOAD SURVEY SAMPLED

(Section located near axis of the proposed Wabo Dam - Maximum Water Level Indicator N°2)

WATER LEVEL	WETTED PERIMETER - m			AREA - m <sup>2</sup>			HYDRAULIC RADIUS - m		
	①	②	②/①	①	②	②/①	①	②	②/①
8	222	223	1.00	2814	2843	1.01	12.68	12.75	1.01
7	219	220	1.00	2609	2627	1.01	11.91	11.94	1.00
6	217	217	1.00	2405	2414	1.00	11.08	11.12	1.00
5	214	213	1.00	2204	2203	1.00	10.30	10.34	1.00
4	211	208	0.99	2004	1997	1.00	9.50	9.60	1.01
3	209	204	0.98	1805	1994	0.99	8.64	8.79	1.02
2	206	201	0.98	1609	1595	0.99	7.81	7.94	1.02
1	203	195	0.96	1415	1401	0.99	6.97	7.18	1.03
0	201	191	0.95	1222	1212	0.99	6.08	6.35	1.04

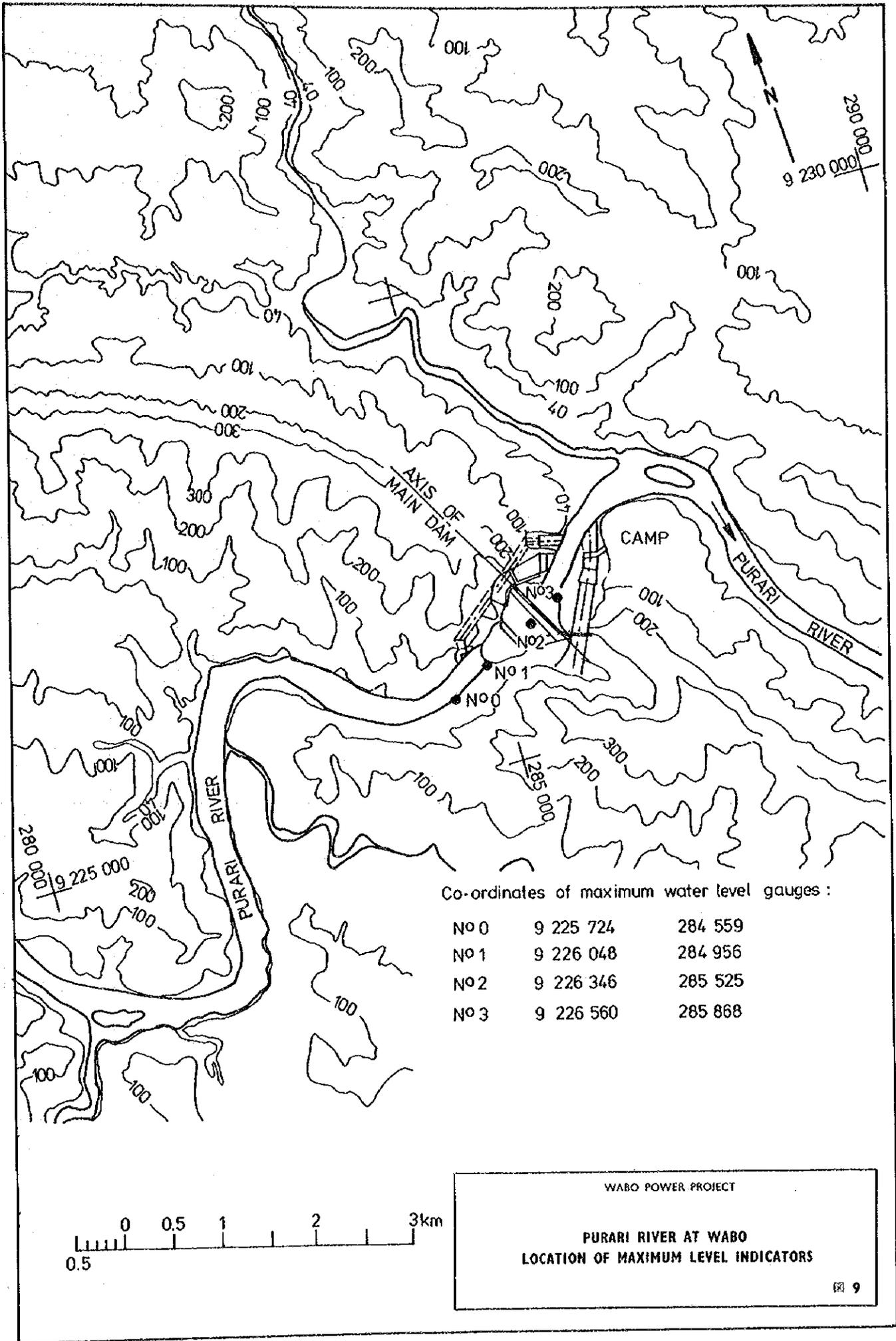
COMPARATIVE TABLE OF SECTION

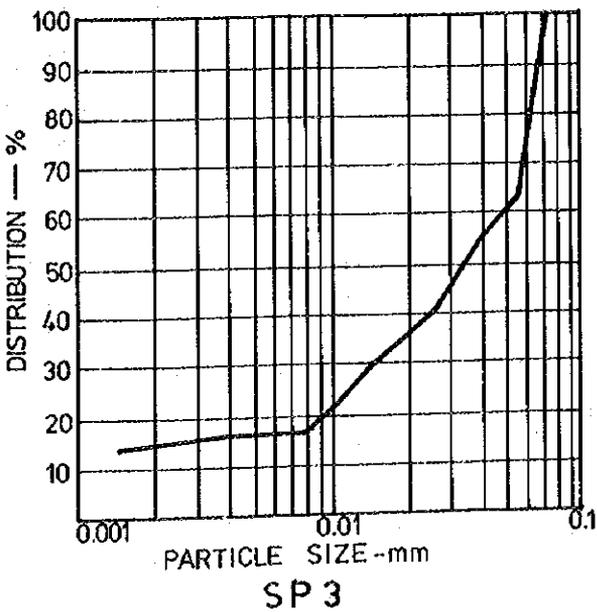
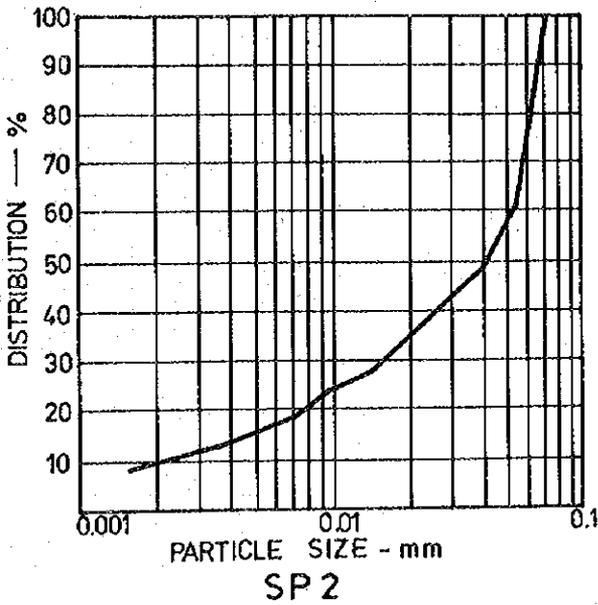
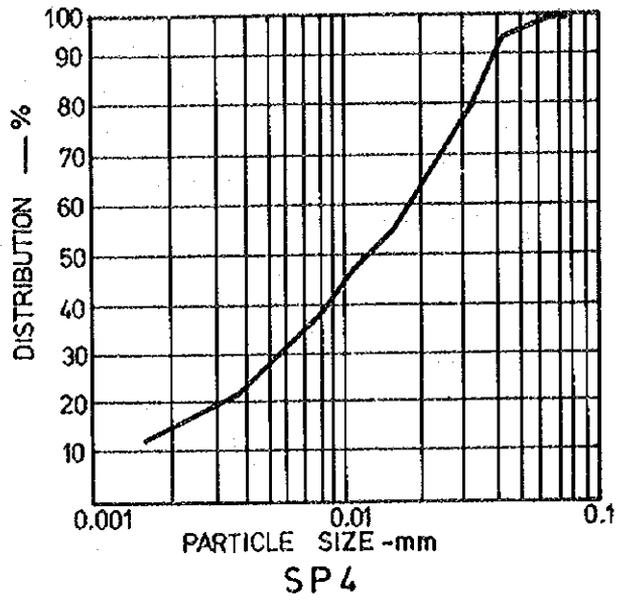
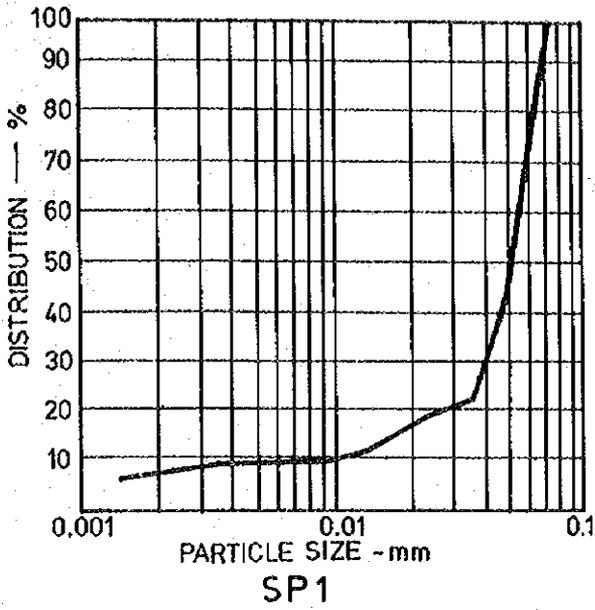
Refer to cross section above

- LEGEND**
- ① --- Surveyed on 6-8-1965 by Commonwealth Department of Works (Australia).
  - ② ——— Surveyed on 1-9-1975 by the Consultants.
  - Profiles at which water samples for sediment analysis were collected.
  - ↓ Marks on crosswire indicating distance in metres from right bank.

**NOTE**

Water level gauge zero is at EL.18.490 relative to National B.M. 7274C (see Volume 2, Appendix A)





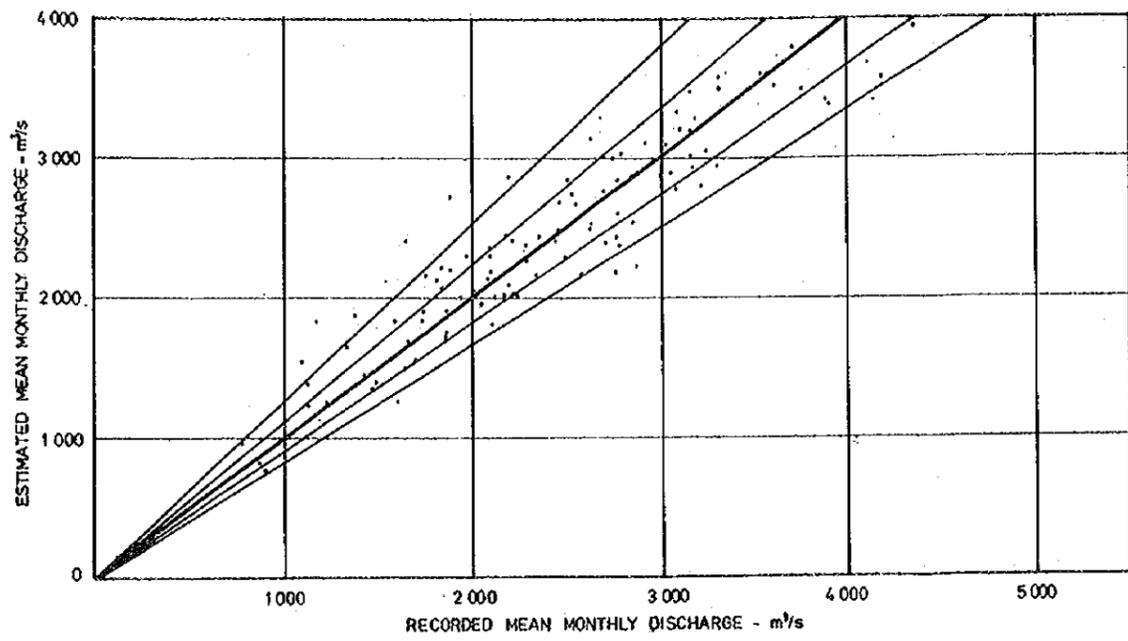
**NOTES**

1. SP1 and SP 2 - Sample under 0.074 mm particle size from river bed.
2. SP3 and SP 4 - Sample collected after concentration test.
3. See Appendix L for tabulated results

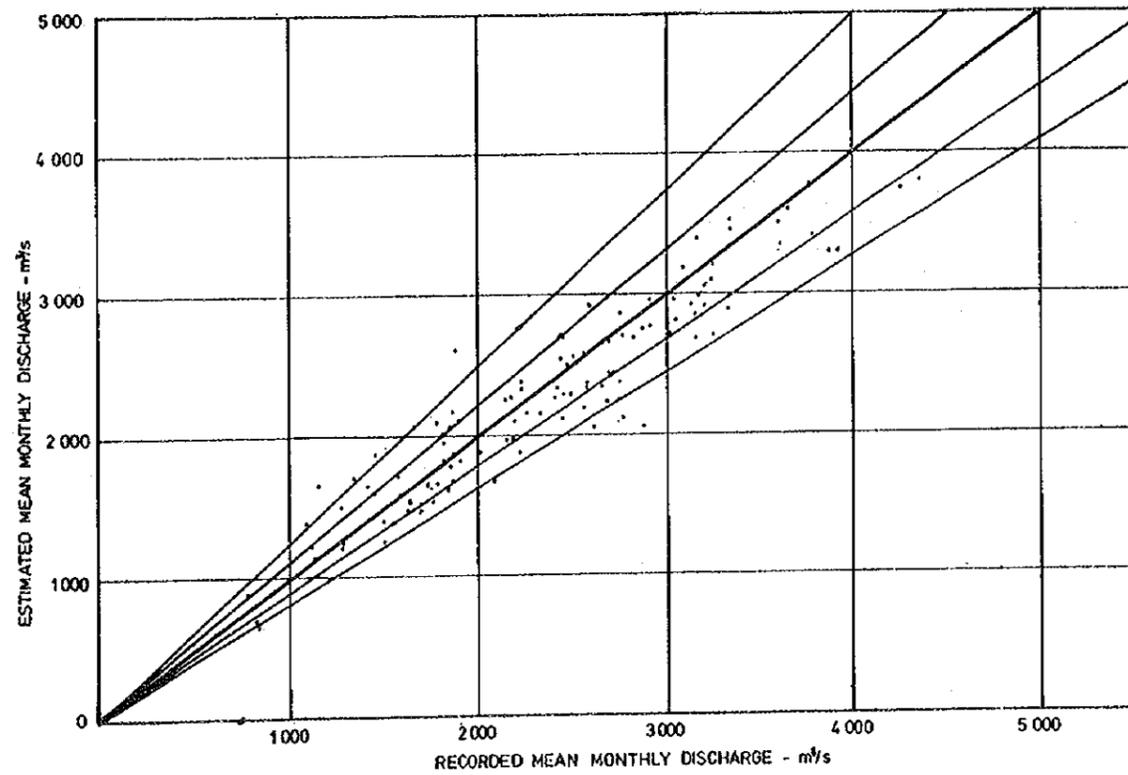
WABO POWER PROJECT

PARTICLE SIZE ANALYSIS

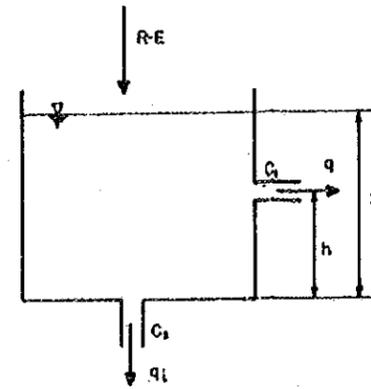
10



(a) SCATTER DIAGRAM (TANK-A)



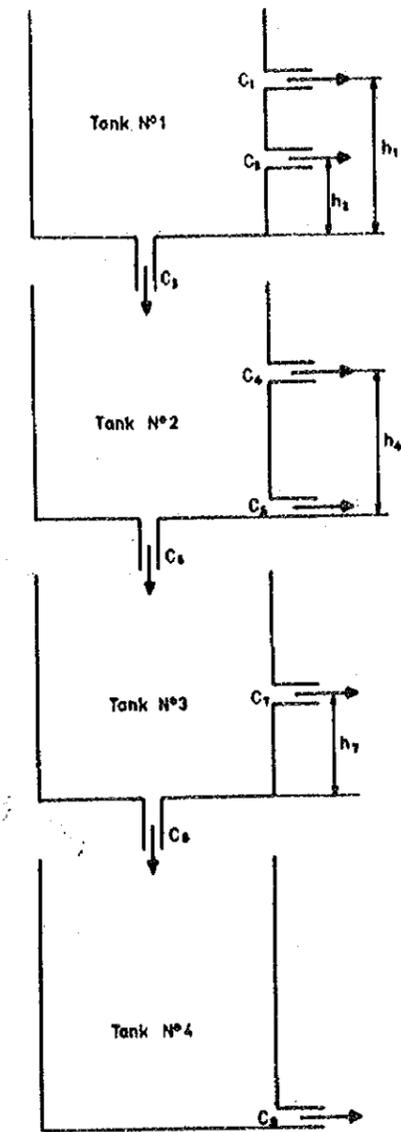
(b)-SCATTER DIAGRAM (TANK-B)



(c) SIMPLE REPRESENTATION

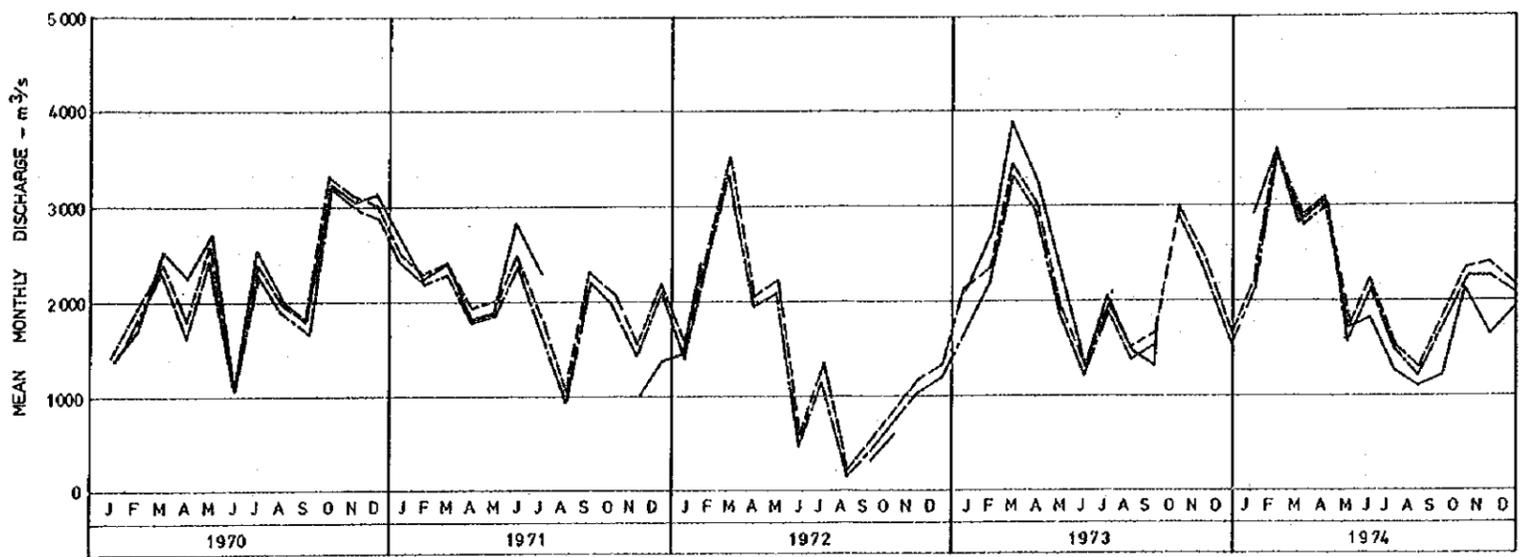
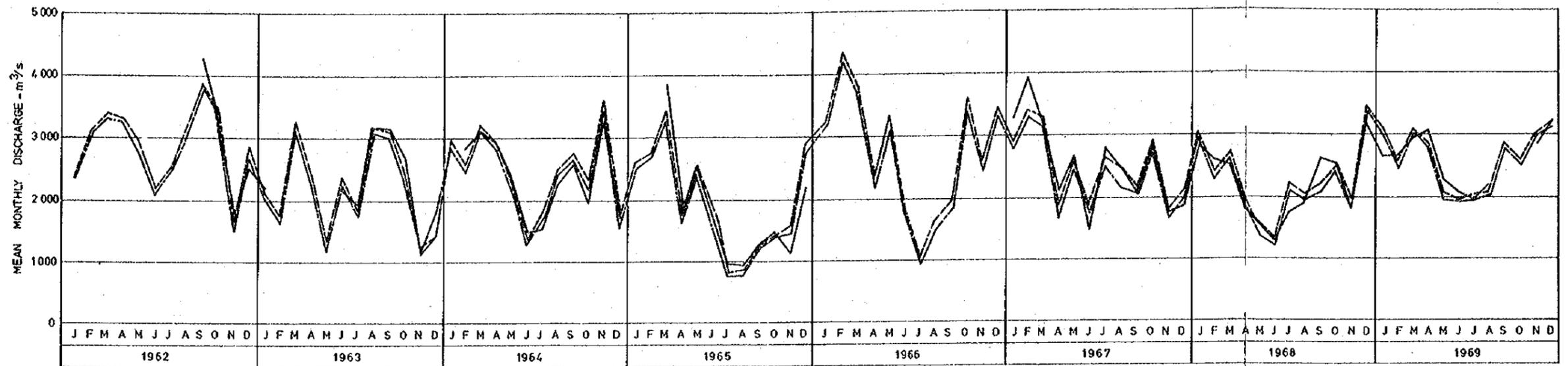
- R Rainfall
- E Evaporation
- q Discharge
- $q_i$  infiltration
- $C_1, C_2$  Orifice coefficient
- h Orifice height
- x Water depth

Equation of continuity  
 $R - E = (q + q_i) = dx/dt$   
 Then discharge and infiltration would be  
 $q = C_1(x - h) \quad (x > h)$   
 $= 0 \quad (x < h)$   
 $q = C_2 \cdot x$



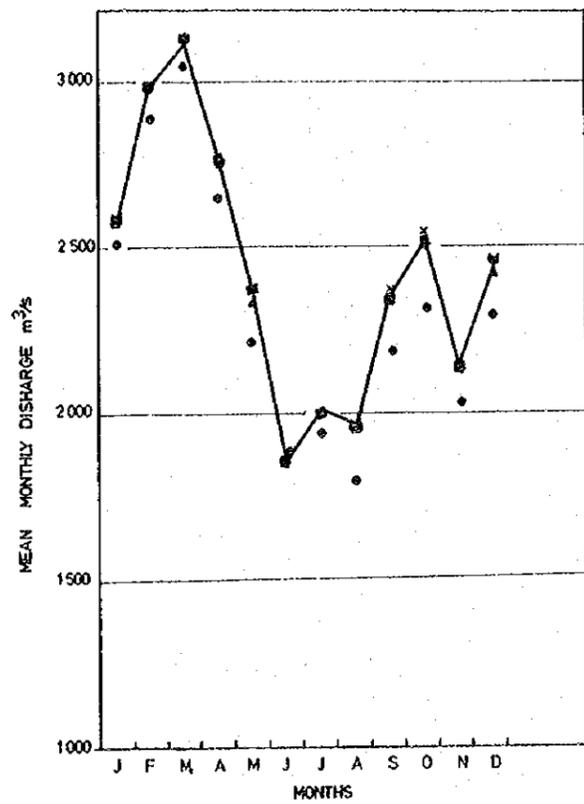
(d) SYSTEM ADOPTED FOR PURARI CATCHMENT (TANK MODEL A AND B)

SCHEMATIC DIAGRAM FOR TANK MODEL

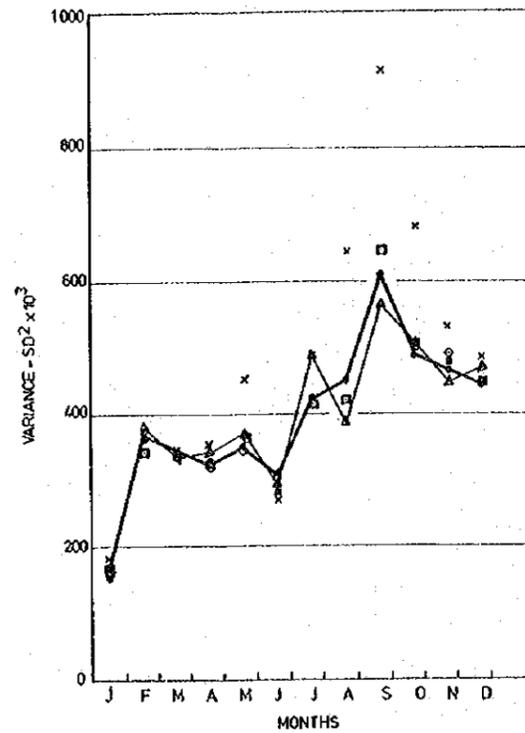


**LEGEND**  
 — Recorded  
 - - - Estimated by Tank A  
 . . . Estimated by Tank B

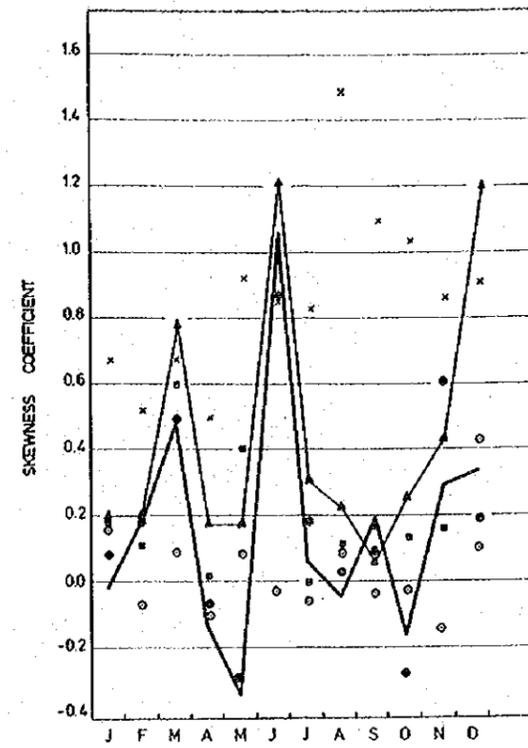
WABO POWER PROJECT  
 PURARI RIVER AT WABO  
 ESTIMATED AND RECORDED MONTHLY DISCHARGES  
 12



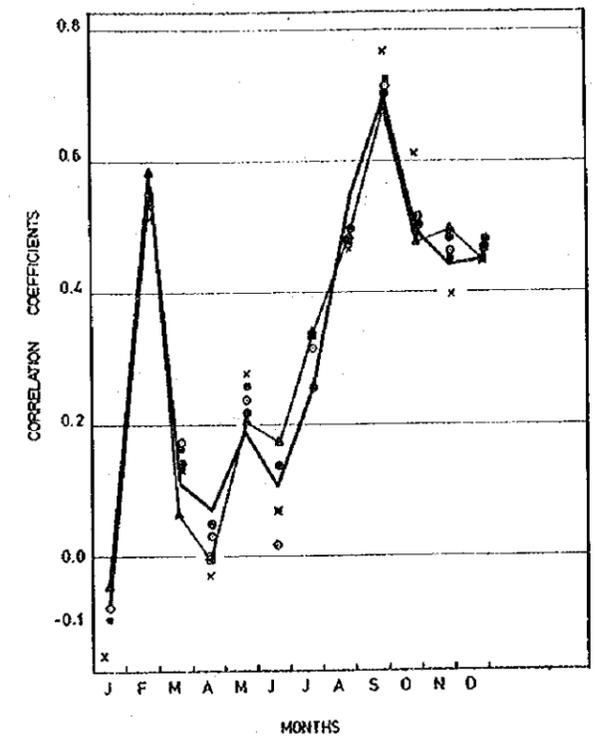
(a) MEAN MONTHLY DISCHARGE



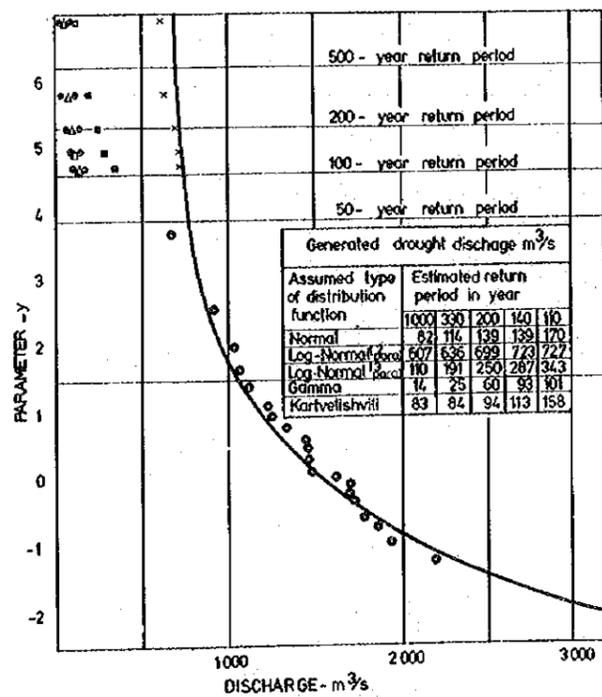
(b) VARIANCE



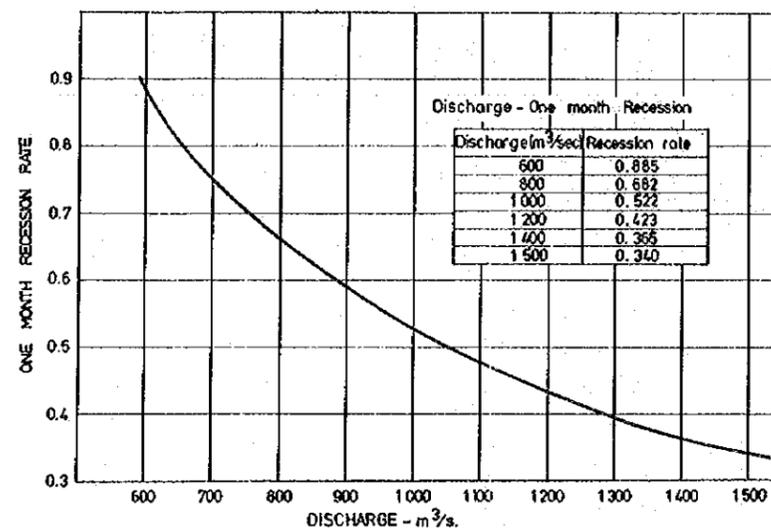
(c) SKEWNESS COEFFICIENT



(d) CORRELATION COEFFICIENTS



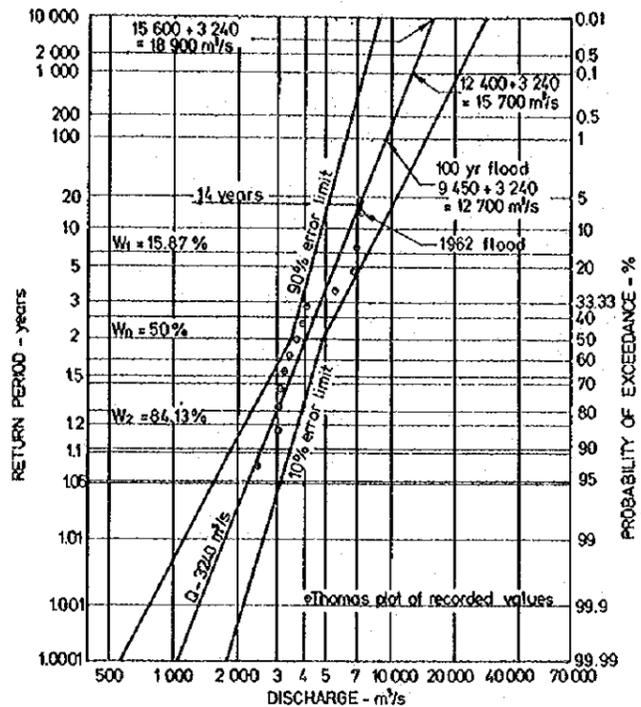
(e) DROUGHT DISCHARGE PROBABILITY ANALYSIS BY GUMBEL'S METHOD



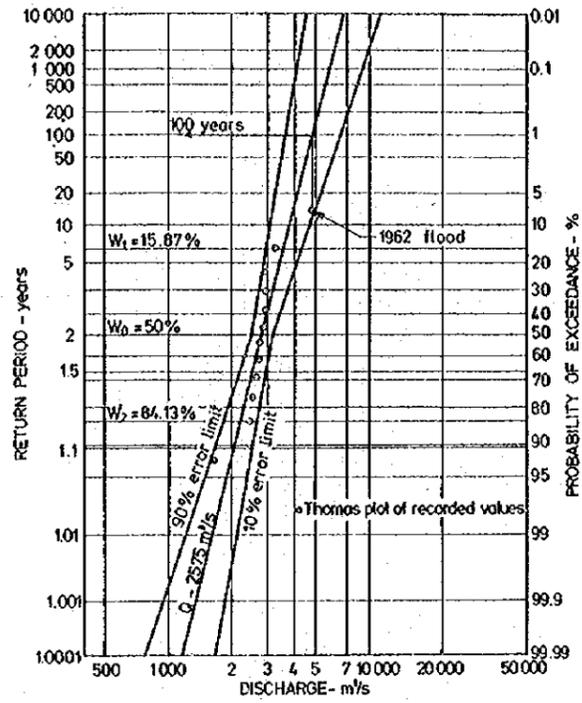
(f) RELATION BETWEEN DISCHARGE AND ONE-MONTH RECESSON RATE

LEGEND

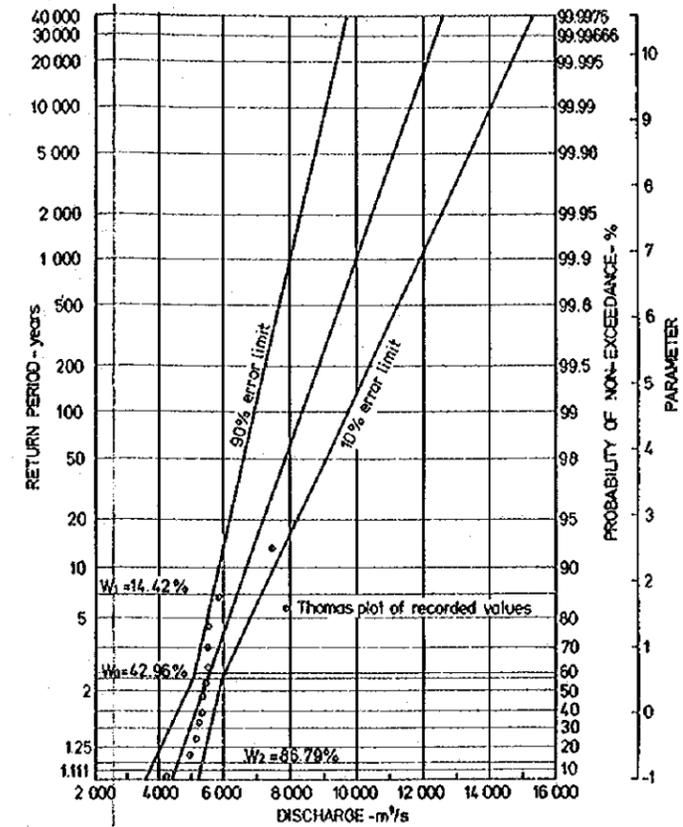
- Recorded
- Normal
- × Log-normal ( 2 parameters )
- Log-normal ( 3 parameters )
- Gamma
- △ Kartvelishvili
- Recorded and/or estimated



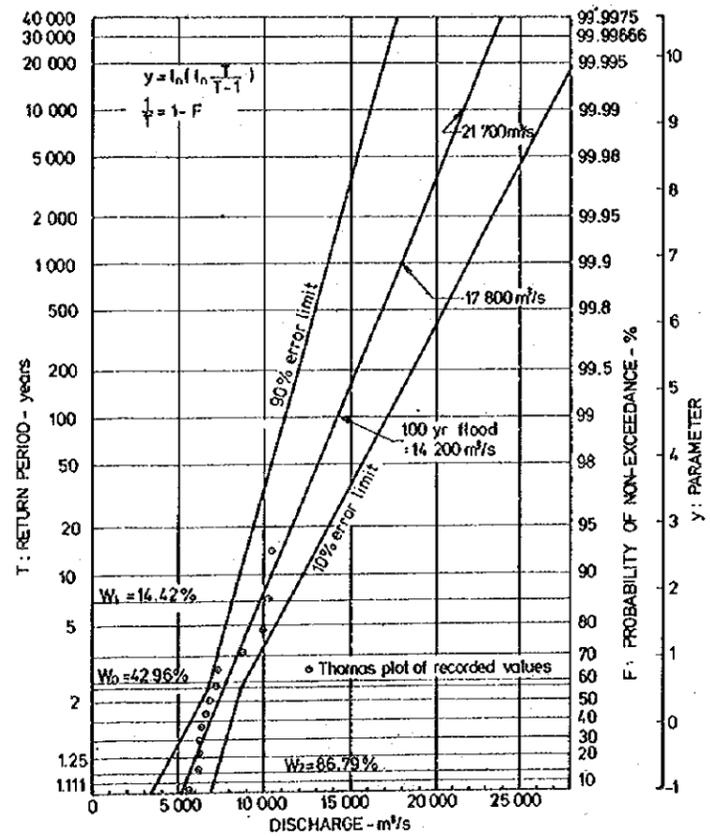
(a) FREQUENCY ANALYSIS OF FLOOD PEAKS (IWAI)



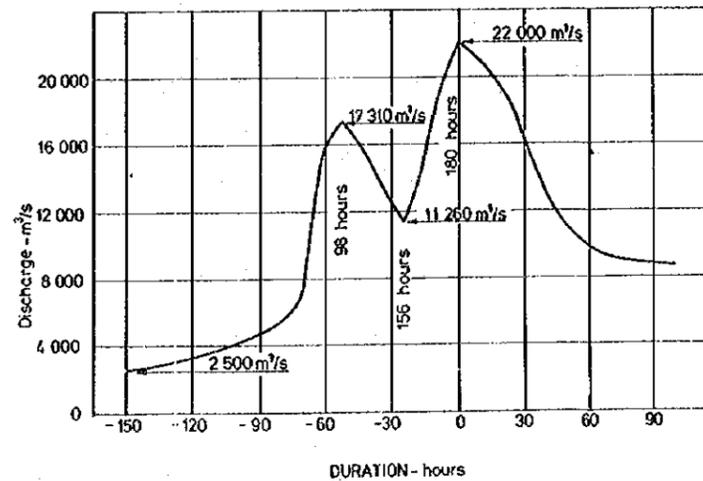
(c) FREQUENCY ANALYSIS OF FLOOD VOLUMES ( FIVE-DAY MEAN DISCHARGE - IWAI )



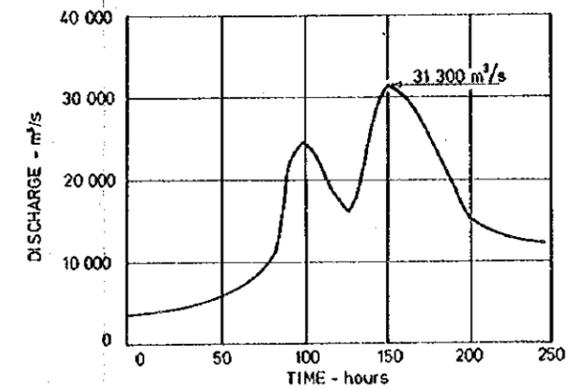
(d) FREQUENCY ANALYSIS OF FLOOD VOLUMES ( FIVE-DAY MEAN DISCHARGE - GUMBEL )



(b) FREQUENCY ANALYSIS OF FLOOD PEAKS (GUMBEL)

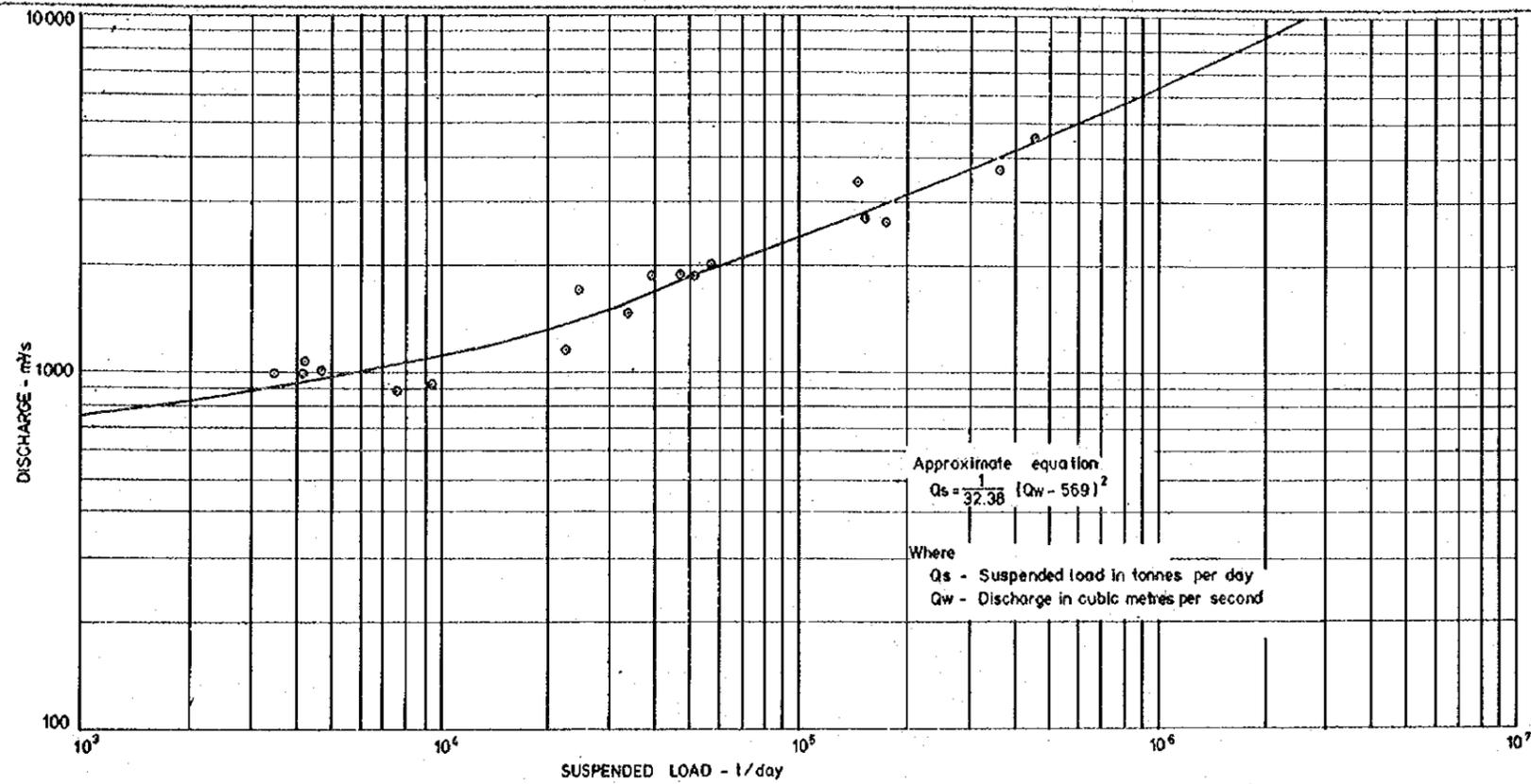


(e) DESIGN FLOOD HYDROGRAPH

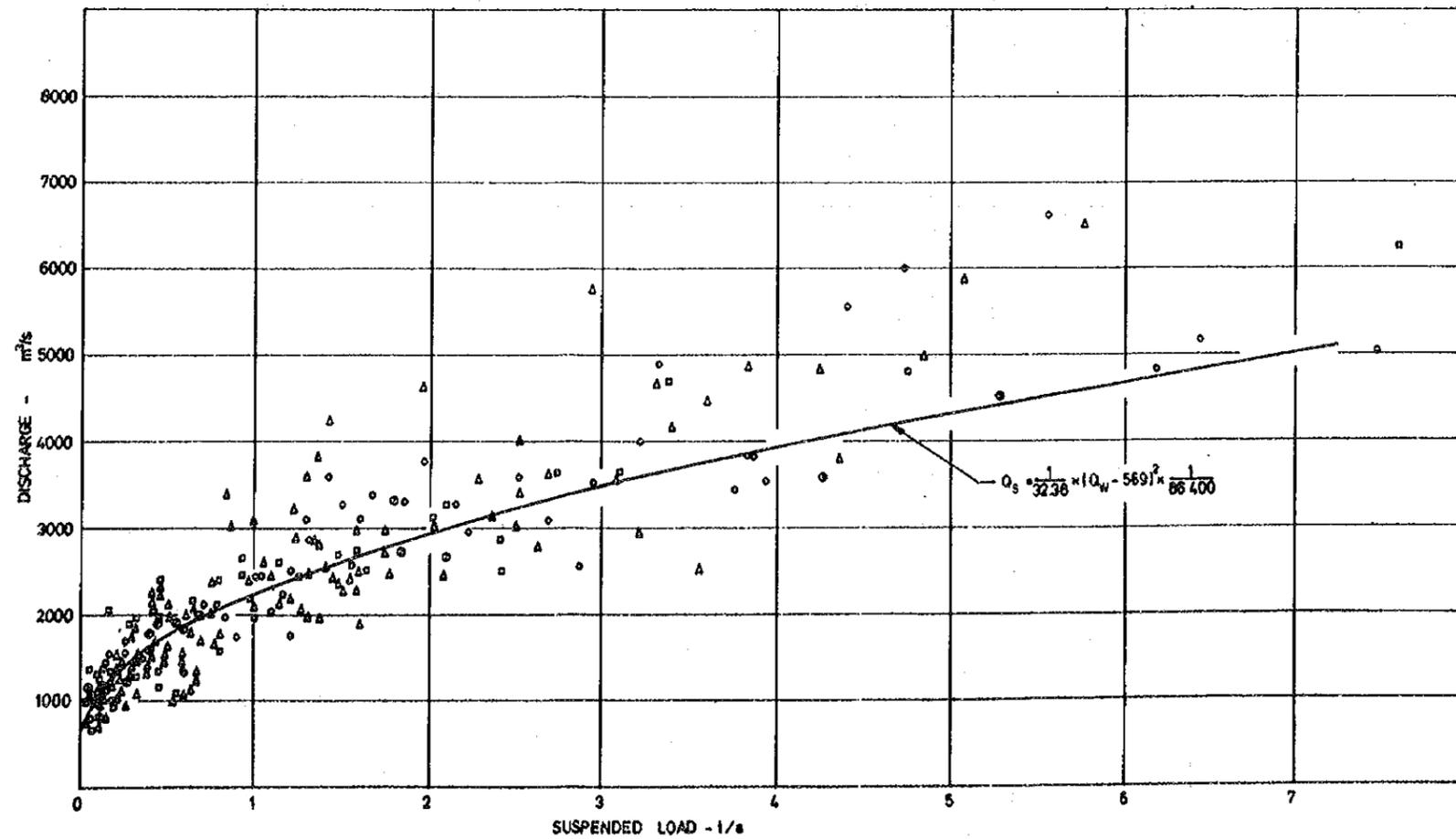


(f) EXTREME DESIGN FLOOD HYDROGRAPH

NOTE:  
 In frequency analysis curves (a) to (d):  
 10% error limit - exceeded by true value  
 in only 10% of all cases  
 90% error limit - exceeded by true value  
 in only 90% of all cases



(a) SUSPENDED SEDIMENT RATING CURVE (MULTIPLE OBSERVATIONS)



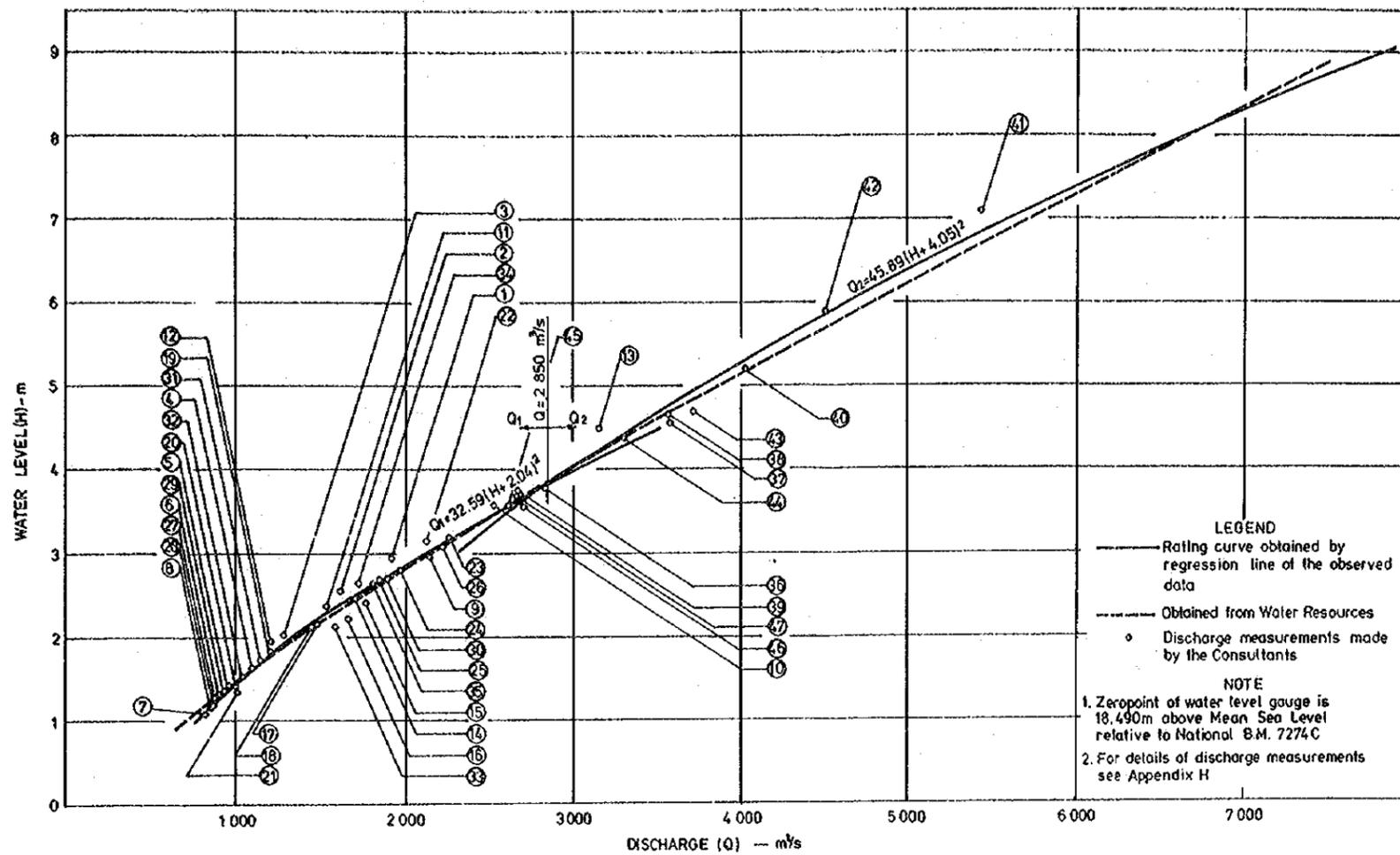
(b) SUSPENDED SEDIMENT RATING CURVE (ALL OBSERVATIONS)

LEGEND

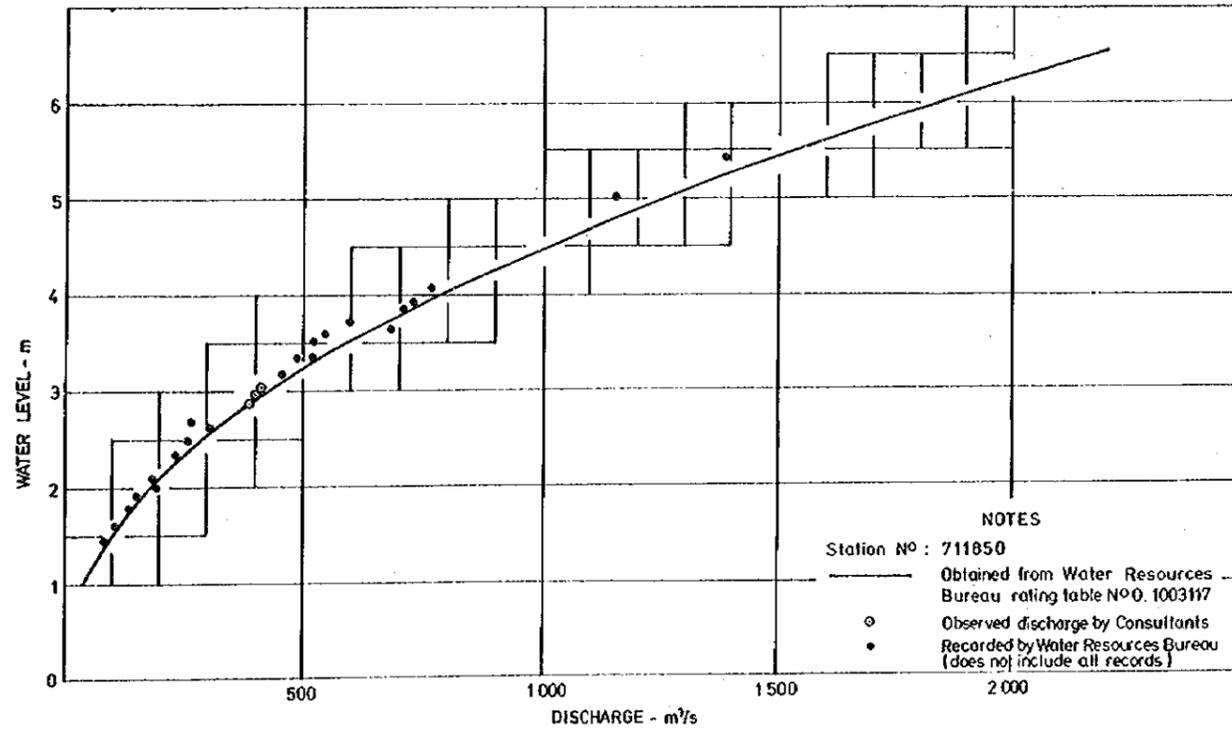
- △ Point sampling at increasing runoff
- Point sampling at steady runoff
- ◐ Point sampling at decreasing runoff
- ◆ Multiple sampling

WABO POWER PROJECT

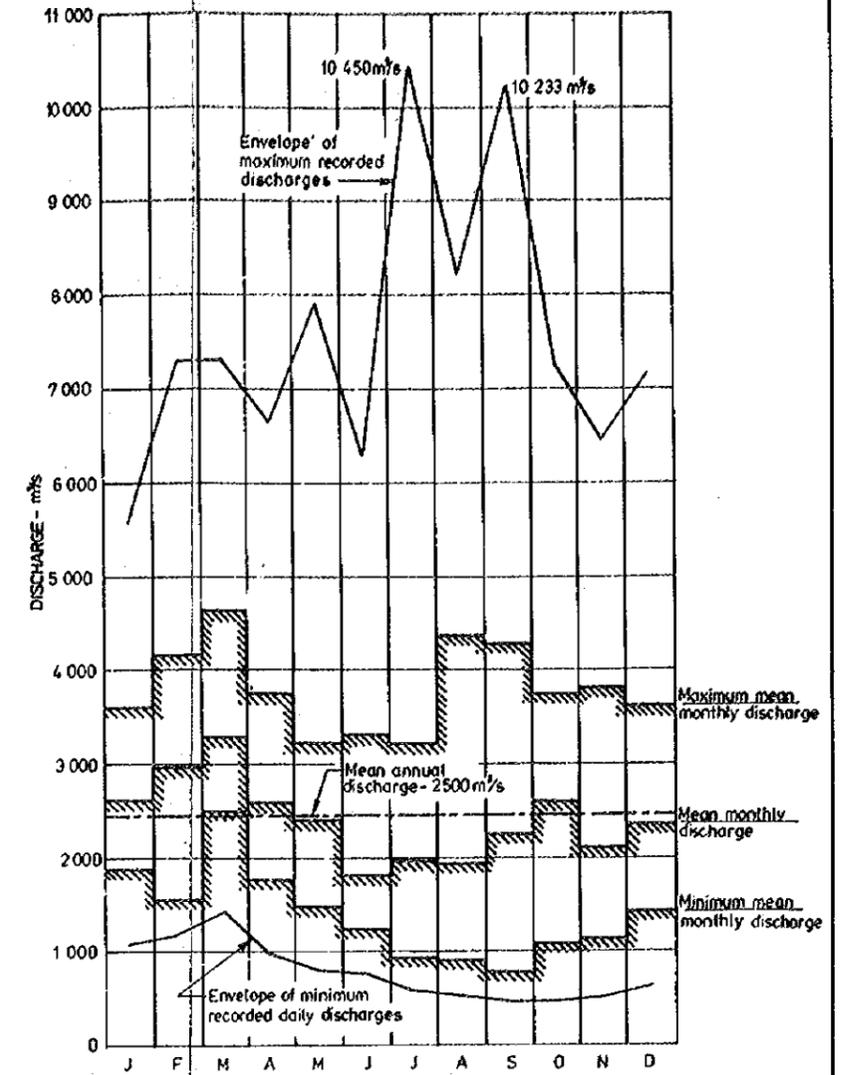
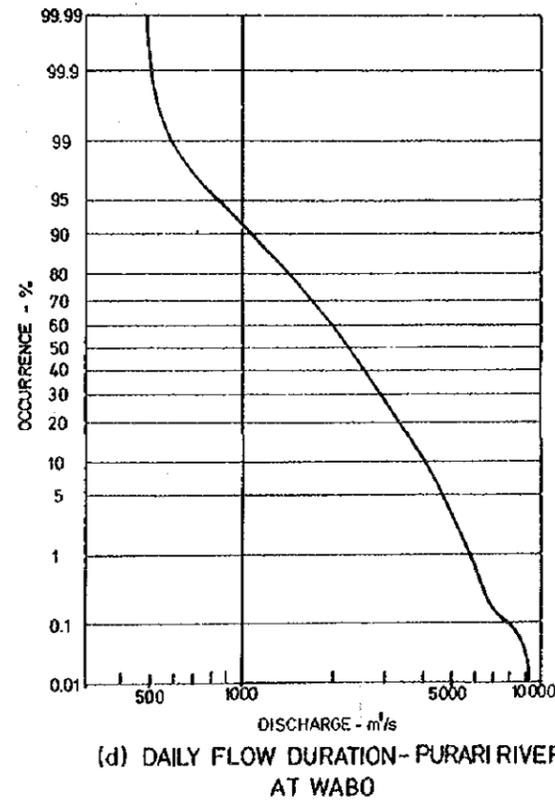
PURARI RIVER AT WABO  
SEDIMENT TRANSPORT



(a) RATING CURVE AT WABO GAUGING STATION



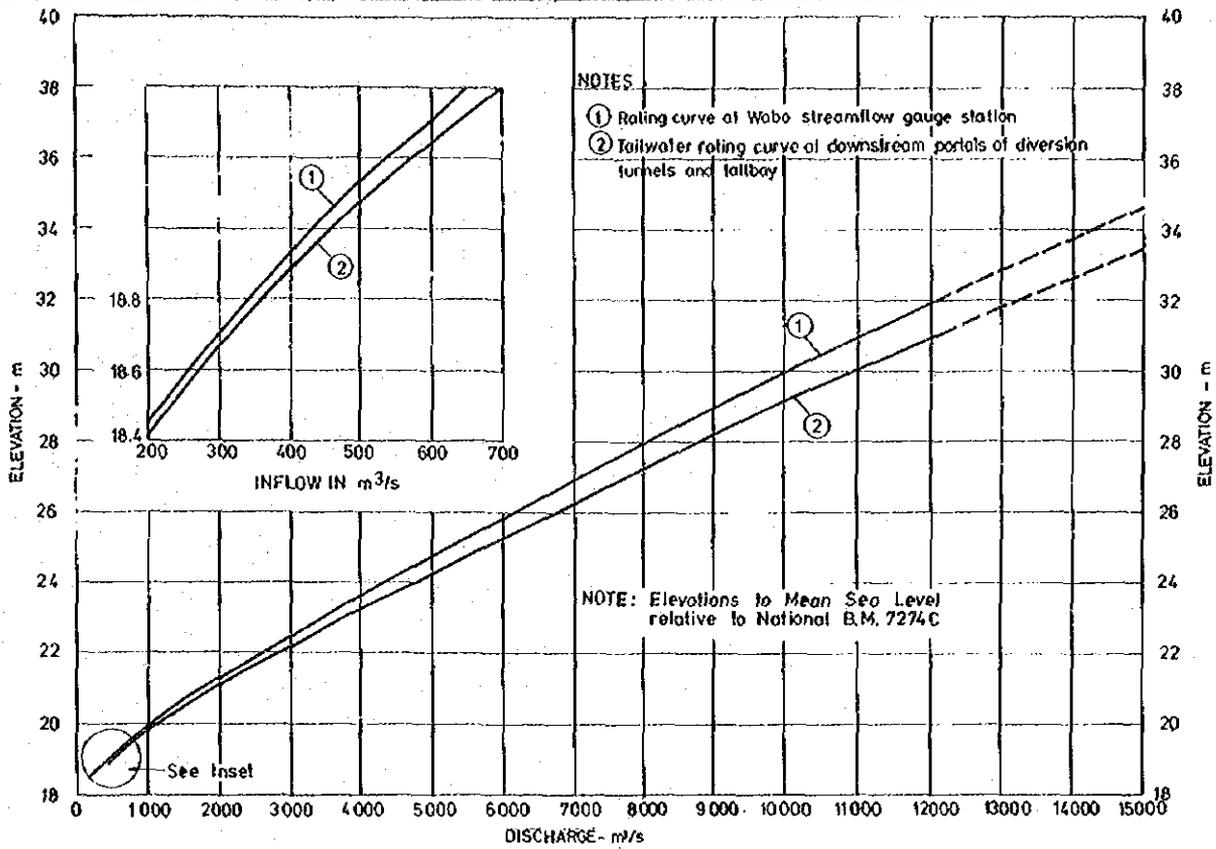
(c) RATING CURVE AT AURE (SUPU) GAUGING STATION



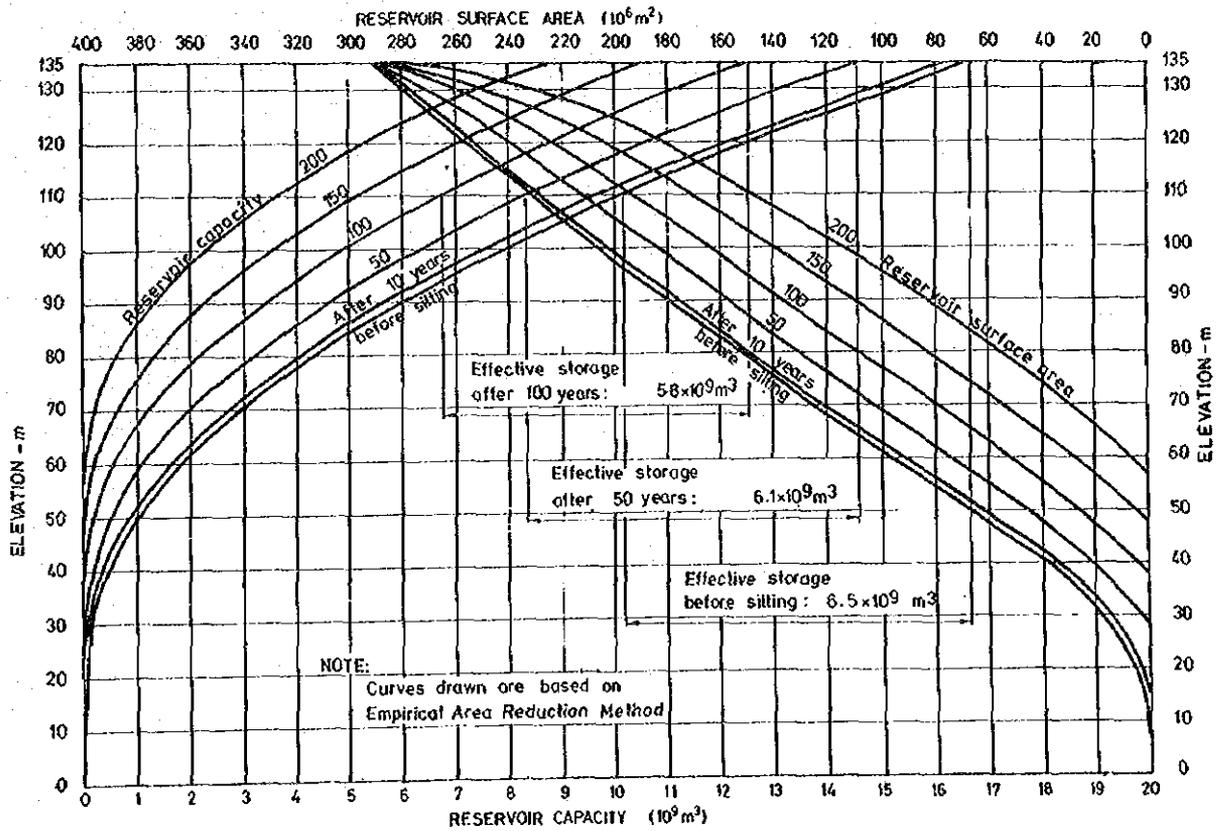
WABO POWER PROJECT

**STREAMFLOW CHARACTERISTICS**  
FLOW DURATION AND RIVER RATING CURVES

16



(a) RATING CURVES - PURARI RIVER AT WABO



(b) AREA AND CAPACITY CURVES AFTER VARIOUS PERIODS OF SEDIMENT DEPOSITION

WABO POWER PROJECT

**AREA, CAPACITY AND RIVER RATING CURVES AT WABO**

17

付 録 A

Purari 河流域内の観測点における月平均降雨量

APPENDIX A  
 MEAN MONTHLY RAINFALLS AT STATIONS IN THE PURARI RIVER BASIN  
 (UNIT:mm)

STATION NAME	STATION NO.	YRS. OF RECORD	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
1. AOOTU	588	1	209	260	247	282	171	117	153	166	186	288	297	293	2 57
2. ARENEI	458	6	274	217	250	132	112	63	63	96	139	140	151	196	1 1
3. BAIKURU	380	6	350	305	333	245	358	266	295	279	305	217	125	223	3 35
4. CHUAVE	459	8	237	247	301	211	174	72	85	123	264	211	266	241	2 411
5. DUNA	305	11	251	264	286	187	93	34	37	95	115	165	154	252	1 873
6. ERAVE	186	14	297	335	314	274	257	250	309	292	331	289	256	299	3 405
7. GOROKA A/S	197	19	230	264	266	204	113	54	49	74	121	154	171	243	1 921
8. IALISU	314	13	331	351	381	297	228	191	288	288	369	373	342	343	3 782
9. KADANUGA	458	5	294	311	337	242	204	92	105	165	197	238	173	341	2 717
10. KAIKANTU A/S	208	16	235	252	285	170	103	69	58	95	116	150	194	247	2 037
11. KANDEP	471	9	196	232	285	182	177	101	114	152	174	213	198	227	2 246
12. KARIMUI	397	22	328	314	410	308	263	173	265	217	263	305	285	346	3 399
13. KIKORI	54	43	314	330	350	441	750	718	652	556	610	473	329	321	5 772
14. KINGENG WEST	614	2	251	357	332	266	153	82	120	112	162	225	241	409	2 956
15. KJAPALM	363	10	178	193	212	143	109	57	49	75	106	178	166	202	1 687
16. LAIAGAN	225	11	194	234	255	230	149	95	88	121	170	207	190	207	2 162
17. LUFA	233	11	217	264	270	244	173	105	98	127	182	233	232	285	2 484
18. MENOI D.M.C.	339	13	231	297	277	222	213	185	239	253	284	269	204	219	2 903
19. MEYANVA	236	15	156	182	175	170	128	84	80	96	151	158	175	186	1 769
20. MINJ	240	14	245	269	289	217	181	114	127	174	215	191	186	271	2 485
21. MT. HAGEN	243	20	264	271	285	223	184	119	111	171	221	221	208	258	2 586
22. NUNGA	195	10	289	287	342	226	150	112	108	151	216	189	195	243	2 542
23. OBUKA	517	2	188	263	251	82	106	79	158	53	123	151	185	187	1 857
24. OKAPA	248	9	223	242	265	209	151	95	89	130	212	215	185	247	2 282
25. OMAURA	409	6	277	266	272	150	117	81	92	112	126	161	211	272	1 999
26. OROKANA	433	7	342	336	449	272	356	173	257	298	245	387	340	354	3 807
27. PABARABUK	490	7	275	270	314	219	213	155	147	182	196	211	192	251	2 637
28. PANGIA	412	8	502	456	600	339	368	215	264	359	417	450	370	453	4 928
29. PURIL	415	9	282	263	288	253	266	142	182	236	262	350	242	255	2 992
30. SAMBERIGI	431	5	336	331	392	228	340	277	412	349	293	249	228	333	3 570
31. TANGUL	348	12	266	287	328	239	166	111	136	170	209	233	218	272	2 617
32. TAOOBA	258	14	301	319	333	301	190	113	140	174	218	219	223	296	2 787
33. UASO	673	4	579	595	737	648	758	899	871	805	874	733	457	502	8 568

Note: These records are quoted from Climatic Tables for Papua New Guinea, J.R. McALPINE, GAEL KEIG and KAREN SHORT, Division of Land Use Research Technical Paper No. 37, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia, 1975. (Includes records to 1976). Wabo records updated to 1974.

## 付 録 B

Purari 河流域内及びその近傍における観測点での月平均気温、  
年平均気温及び最高最低気温

APPENDIX B - MONTHLY AND ANNUAL MEAN AND EXTREME TEMPERATURES (°C)

STATION	TEMPERATURE	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNUAL
BULGLO St.No.590 EL 74.5	EXT. MAX.	34.4	34.4	34.6	33.9	32.9	32.8	32.5	32.8	32.7	33.6	35.5	33.6	35.5
	MEAN MAX.	30.7	30.6	30.7	30.7	29.7	29.1	28.4	28.9	29.7	29.9	31.1	30.6	30.0
	MEAN	24.8	24.8	24.9	24.5	24.3	23.8	23.4	23.4	24.1	24.4	24.8	25.0	24.3
	MEAN MIN.	18.8	18.9	19.1	18.2	18.0	18.4	18.3	17.9	18.4	18.8	18.4	19.4	18.6
	EXT. MIN.	14.0	15.6	14.6	11.6	15.0	12.8	14.2	12.0	12.4	15.6	11.8	11.0	11.0
GRAVE St.No.180 EL 1035	EXT. MAX.	31.8	31.8	31.7	31.1	35.4	33.9	31.3	33.3	30.1	30.6	31.4	31.9	35.4
	MEAN MAX.	27.2	26.9	26.8	26.6	26.6	25.8	24.7	25.2	25.7	26.2	27.0	26.9	26.3
	MEAN	20.8	20.6	20.7	20.5	20.6	19.9	19.1	19.4	19.6	20.0	20.2	20.2	20.1
	MEAN MIN.	14.3	14.3	14.5	14.4	14.6	13.7	13.4	13.6	13.5	13.8	13.4	13.5	13.9
	EXT. MIN.	9.3	9.9	9.9	9.3	9.9	3.2	7.1	7.7	7.7	8.2	4.8	8.2	3.2
GCROKA St.No.197 EL 1565	EXT. MAX.	30.6	29.8	29.4	28.7	30.0	28.9	29.7	29.0	29.4	29.6	30.0	28.3	30.6
	MEAN MAX.	25.9	25.7	25.6	25.8	26.0	25.2	24.8	25.3	25.7	25.8	26.3	25.0	25.7
	MEAN	20.6	20.5	20.5	20.5	20.5	19.6	19.3	19.6	20.0	20.1	20.3	20.5	20.1
	MEAN MIN.	15.2	15.2	15.4	15.2	14.9	14.0	13.8	13.9	14.2	14.3	14.3	15.1	14.6
	EXT. MIN.	10.7	10.0	9.9	8.9	10.3	7.2	8.3	7.2	6.2	6.1	8.3	9.1	6.1
KAINANTU A/S St.No.208 EL 1565	EXT. MAX.	33.3	29.4	29.4	29.4	27.8	26.7	28.9	25.8	27.8	28.3	28.3	28.3	33.3
	MEAN MAX.	25.2	25.1	24.9	24.7	24.0	23.3	22.6	22.9	23.7	24.1	25.1	25.0	24.2
	MEAN	19.7	19.7	19.7	19.3	18.9	18.3	17.9	17.9	18.7	19.0	19.2	19.5	19.0
	MEAN MIN.	14.2	14.3	14.4	13.9	13.8	13.2	13.1	12.8	13.7	13.9	13.3	13.9	13.7
	EXT. MIN.	7.5	8.6	6.1	7.4	5.2	5.4	6.3	6.7	6.1	4.7	4.0	4.1	4.0
KEREMA St.No.51 EL 5	EXT. MAX.	35.0	35.9	34.6	35.4	33.9	32.3	32.2	32.1	31.8	32.6	33.7	34.8	35.9
	MEAN MAX.	31.1	30.9	30.9	30.2	29.6	28.4	27.7	27.6	28.1	29.3	30.4	31.1	29.6
	MEAN	27.2	27.1	27.0	26.5	26.1	25.6	25.1	24.9	25.3	26.0	26.6	27.0	26.2
	MEAN MIN.	23.2	23.2	23.1	22.7	22.6	22.8	22.4	22.1	22.4	22.7	22.8	22.9	22.7
	EXT. MIN.	20.6	20.6	16.3	14.4	14.4	19.9	18.6	16.3	19.3	17.8	19.4	19.9	14.4
KIKORI St.No.54 EL 75	EXT. MAX.	37.2	37.2	35.7	35.5	34.9	32.9	33.6	32.8	32.9	34.3	40.6	36.7	40.6
	MEAN MAX.	32.1	31.7	31.4	30.7	29.3	28.1	26.9	27.8	28.2	29.2	31.3	31.9	29.9
	MEAN	27.0	26.8	26.7	26.2	25.8	25.1	24.0	24.8	24.6	25.7	26.6	27.2	25.9
	MEAN MIN.	21.9	21.8	22.0	21.7	22.2	22.0	21.0	21.7	20.9	22.2	21.9	22.5	21.8
	EXT. MIN.	18.3	11.1	9.6	15.6	5.0	13.3	13.9	15.0	15.8	13.9	13.9	17.8	5.0
KENDI D.H.Q. St.No.339 EL 1675	EXT. MAX.	31.0	26.7	26.8	28.1	26.1	26.3	26.8	25.7	25.9	27.9	34.5	31.0	34.5
	MEAN MAX.	24.0	23.9	23.8	23.9	23.8	22.9	22.2	22.5	22.8	23.6	24.1	24.1	23.5
	MEAN	18.5	18.6	18.6	18.5	18.4	17.5	17.2	17.4	17.6	18.0	18.2	18.5	18.1
	MEAN MIN.	13.0	13.3	13.3	13.6	13.0	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.7	12.9	12.7
	EXT. MIN.	6.1	8.8	8.3	7.6	9.1	4.9	5.9	5.8	3.2	4.5	6.4	7.9	3.2
MENYAMBA St.No.238 EL 1130	EXT. MAX.	36.2	34.6	35.4	36.0	35.3	33.9	31.1	36.3	32.2	32.2	34.4	35.6	36.3
	MEAN MAX.	28.1	27.6	27.7	28.1	28.2	27.3	26.5	27.2	27.2	27.9	28.4	28.3	27.7
	MEAN	22.2	22.1	22.0	22.0	22.4	21.5	21.0	21.4	21.8	21.9	21.9	22.2	21.8
	MEAN MIN.	16.2	16.6	16.3	15.9	16.6	15.7	15.5	15.6	15.9	15.8	15.3	16.0	16.0
	EXT. MIN.	10.0	10.7	9.3	7.8	3.9	8.1	7.8	8.9	4.4	6.3	6.1	7.2	3.9
MINJ St.No.240 EL 1565	EXT. MAX.	31.1	32.8	30.6	29.9	29.2	31.7	28.2	28.7	31.1	33.9	33.3	32.2	33.9
	MEAN MAX.	25.2	24.9	25.2	25.4	25.3	25.1	24.4	25.1	25.0	25.3	25.8	25.6	25.2
	MEAN	19.8	19.7	19.8	19.7	19.7	19.7	18.8	19.0	19.7	19.4	19.7	19.9	19.5
	MEAN MIN.	14.4	14.5	14.4	14.0	14.1	13.2	13.1	12.9	13.4	13.5	13.5	14.2	13.0
	EXT. MIN.	8.3	10.2	5.6	7.2	8.9	6.9	4.4	1.7	9.2	6.3	5.1	9.4	1.7
MT. HAGEN St.No.243 EL 1630	EXT. MAX.	31.1	28.9	27.8	28.1	29.1	27.8	27.6	27.8	27.9	28.8	28.3	30.0	31.1
	MEAN MAX.	24.2	24.4	23.8	23.9	24.3	23.1	22.4	22.7	23.2	23.9	24.3	24.2	23.7
	MEAN	18.8	18.9	18.6	18.8	18.9	17.8	17.5	17.7	17.9	18.2	18.5	18.8	18.3
	MEAN MIN.	13.4	13.3	13.4	13.7	13.4	12.4	12.5	12.7	12.6	12.5	12.7	13.3	13.0
	EXT. MIN.	8.3	5.0	5.0	7.3	2.8	4.4	5.6	5.4	1.7	3.9	4.4	4.7	1.7

Note: Data Source is the same as for Appendix A.

付 録 C

Wabo ダムサイトにおける日降雨量1962—1974

APPENDIX C  
MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE YEAR 1962  
1962 - 1974

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC	
1						1.8	99.1	15.7	49.3	13.2	0	60.7	
2						1.5	3.3	7.6	57.9	1.5	0	34.3	
3						22.4	36.1	12.7	7.6	5.1	1.3	4.1	
4						30.0	4.1	1.8	50.8	5.1	0	3.3	
5						80.5	61.2	11.9	100.6	33.3	0	3.6	
6						24.6	1.3	46.7	6.1	22.6	0	0.5	
7						42.7	0.5	<u>123.2</u>	16.0	12.7	8.4	0	
8						31.0	5.1	46.7	74.9	14.7	10.2	0	
9						14.2	10.4	12.7	17.3	16.8	2.0	22.9	
10						0.5	24.6	81.3	8.6	24.4	0	0	
11						18.0	5.3	42.4	76.2	69.1	2.5	1.8	
12						113.8	10.7	39.6	67.6	66.0	2.8	5.8	
13						18.3	1.5	103.6	8.9	12.7	0	0	
14						75.7	0.8	88.1	93.5	26.9	0	1.0	
15						<u>140.0</u>	18.3	13.2	<u>133.1</u>	20.1	7.6	0.8	
16						94.7	91.4	62.2	64.5	27.9	17.8	0	
17						16.8	21.6	49.8	71.4	74.9	0	36.3	
18						34.8	14.0	7.6	18.0		1.5	6.4	
19						22.1	7.4	67.6	35.6		1.8	46.2	
20						1.8	22.6	62.0	21.3		3.3	7.6	
21						0	5.6	26.9	66.5		0	11.7	
22						8.6	5.1	60.5	40.6		0	30.5	
23						5.3	20.3	16.3	46.5		0	7.6	
24						4.8	10.2	48.8	11.4		1.5	28.4	
25						17.3	19.8	66.3	78.5	17.8	0.5	20.3	
26						3.0	64.0	94.0	49.0	6.4	3.6	7.6	
27						40.6	20.6	<u>218.9</u>	16.5	2.5	128.0	<u>113.8</u>	1.3
28						49.5	92.5	12.7	21.3	24.9	26.4	43.2	7.6
29						3.0	51.3	28.7	0	94.5	152.4	34.5	42.9
30						79.5	25.4	12.7	0	27.2	37.1	16.5	<u>71.9</u>
31						0.5	5.6	10.2		14.0		2.0	
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED													
DAYS						29	31	29	30		18	26	
TOTAL						1078	919	1224	1318		287	467	
N.R. = No Record						Days = Number of Wet Days							

## MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

YEAR 1963

1962 - 1974

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	0	6.6	1.3	0.3	0.3	51.1	14.0	78.2	3.3	65.3	0	0
2	0.5	14.2	54.6	7.9	<u>52.3</u>	91.2	10.7	13.7	40.6	9.7	0	0
3	3.3	0	23.9	1.3	19.6	2.3	31.5	4.6	6.4	7.9	0	2.0
4	3.0	0	4.1	4.8	35.3	25.7	8.9	10.4	22.4	55.6	0	51.3
5	<u>0</u>	<u>103.6</u>	0	8.9	14.2	17.8	15.0	15.5	24.9	3.3	0	21.3
6	15.2	42.4	58.4	19.6	34.8	6.1	7.1	14.7	41.1	11.7	0	10.9
7	2.8	11.4	94.0	61.2	33.0	3.6	10.2	86.6	25.1	8.9	0	40.4
8	4.8	48.3	7.6	2.5	1.8	0	26.7	55.9	49.0	25.9	0	42.2
9	49.5	0	47.8	15.7	0.5	9.1	151.6	30.5	29.0	3.3	0	7.6
10	24.1	27.9	13.5	29.5	20.1	34.8	26.2	64.0	29.7	14.0	0	7.6
11	10.7	13.2	13.2	11.4	30.2	9.9	14.2	24.9	21.6	4.3	0	0
12	9.7	26.9	3.6	30.5	9.7	10.4	<u>188.2</u>	<u>156.7</u>	70.6	2.3	0	0
13	87.6	36.1	<u>119.1</u>	81.8	2.3	192.5	20.6	119.6	36.6	0.3	0	0
14	83.9	27.4	37.1	4.1	0.3	15.2	14.5	143.5	<u>124.0</u>	15.0	0	0
15	61.0	8.9	92.5	36.1	0	0	15.2	2.0	61.0	<u>89.8</u>	0	4.3
16	40.6	21.0	37.6	1.0	0	0.5	4.8	101.3	13.0	38.1	13.0	0
17	30.5	2.5	1.3	9.7	0	52.6	15.0	81.8	42.7	17.8	3.6	0
18	0	31.5	29.7	<u>96.0</u>	0	36.6	9.7	30.5	4.8	33.5	4.3	0
19	0	6.1	0	6.1	2.5	<u>197.6</u>	4.3	9.1	19.1	18.3	25.7	0
20	27.2	14.2	48.0	0.3	0	1.3	5.6	56.4	37.6	24.6	8.9	4.3
21	<u>101.6</u>	18.8	10.7	23.9	37.8	1.6	7.4	0	13.0	20.1	0	10.9
22	34.5	14.0	8.4	78.7	28.4	7.4	1.5	0	24.1	0.3	0	2.0
23	66.5	17.5	10.2	1.8	32.0	70.1	5.3	0	11.7	0	5.8	0.5
24	0.5	14.2	10.4	14.7	3.6	14.2	16.8	5.1	18.3	15.0	20.8	0
25	0	7.9	14.7	4.8	1.3	19.8	27.4	3.8	2.0	12.7	44.5	0
26	1.3	20.1	0.3	1.0	3.0	5.6	11.7	6.1	4.3	10.4	<u>71.9</u>	19.8
27	0.5	22.9	0	0.3	50.5	12.7	27.4	13.7	10.4	4.1	9.1	<u>121.9</u>
28	13.5	55.9	0.5	0	29.3	46.5	23.6	24.9	21.6	0	0	9.1
29	60.5		8.1	0.5	6.6	30.7	56.9	7.6	33.3	0	6.9	1.8
30	8.6		1.5	0.3	10.2	11.9	21.3	2.8	12.2	0	0	59.2
31	1.5		20.3		38.1		39.6	18.5		0		30.2
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED												
DAYS	26	25	28	29	26	28	31	28	30	26	11	19
TOTAL	744	614	742	555	498	979	833	1183	853	521	214	546
ANNUAL TOTAL = 8280 mm												

## MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

YEAR 1964

1962 - 1974

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	1.5	17.8	3.3	13.2	0	28.4	46.2	25.4	16.0	0.3	48.5	25.7
2	18.8	0	0.8	1.3	8.1	17.3	83.1	33.5	8.1	9.4	42.7	13.7
3	0	0.8	34.3	<u>119.6</u>	33.5	15.2	3.0	25.4	42.4	8.6	0.5	36.1
4	0	6.4	41.1	0.5	5.8	17.8	5.1	10.2	45.7	13.7	69.1	0
5	15.0	6.6	<u>83.8</u>	12.2	1.3	3.0	61.0	17.8	58.2	11.2	17.0	0
6	0.5	10.4	10.2	2.0	8.9	5.1	33.3	1.5	37.3	0	0	0
7	43.2	1.0	72.9	100.7	3.0	0.5	37.6	5.1	49.8	51.1	60.7	0
8	48.3	76.2	3.0	3.0	<u>69.3</u>	<u>138.4</u>	47.2	12.4	46.7	1.8	12.2	0
9	2.3	2.3	21.8	15.2	40.6	9.7	16.3	57.2	10.7	9.9	15.7	0
10	0.3	31.8	3.8	42.7	20.3	1.8	14.5	61.5	13.0	4.1	1.5	6.6
11	10.2	29.2	0.5	19.1	0.8	61.2	2.5	72.6	9.4	15.2	7.1	6.9
12	2.8	19.3	4.3	29.2	6.4	59.2	17.5	21.8	18.3	59.2	39.6	3.3
13	0	29.0	17.8	48.3	25.9	23.9	79.5	59.2	18.3	23.1	27.9	34.8
14	1.5	62.7	0	66.8	35.1	57.9	9.4	0.5	23.4	0.8	<u>106.7</u>	2.5
15	<u>79.2</u>	1.5	10.2	4.3	7.6	15.5	6.1	7.4	15.2	0	2.0	37.8
16	0.5	<u>79.0</u>	0	56.6	4.6	19.1	68.3	74.7	50.3	25.4	41.9	33.3
17	1.0	7.6	47.2	62.2	17.3	112.0	37.6	5.1	10.7	1.5	0	1.5
18	1.0	0	0.5	2.0	2.3	27.9	35.3	4.8	63.3	61.5	43.2	25.1
19	15.5	0	70.6	81.3	1.5	17.8	19.6	67.3	78.2	1.0	5.1	0
20	1.5	0	20.8	35.3	0.5	19.6	0.8	30.0	16.0	48.0	1.5	3.0
21	46.7	0	1.3	89.7	50.0	0	1.0	50.8	24.4	82.0	1.0	0
22	30.7	1.3	54.6	7.1	20.3	82.0	0.3	38.6	36.1	<u>86.1</u>	44.2	3.6
23	12.4	32.3	2.0	11.2	25.9	53.1	9.7	35.8	16.5	19.6	0	10.2
24	5.1	2.0	20.8	66.0	15.5	20.3	26.9	20.3	26.9	21.1	14.7	8.4
25	0.5	51.6	7.1	1.8	21.8	12.4	6.1	37.3	73.4	14.5	8.1	1.1
26	0	76.7	0.5	50.3	6.9	10.2	20.3	41.4	16.8	32.0	9.1	38.1
27	17.3	24.9	52.1	54.1	0	19.6	40.6	22.1	1.0	15.7	0	0
28	21.3	33.5	0.8	25.9	5.1	0.5	39.1	7.6	<u>96.3</u>	38.6	35.3	18.0
29	45.2	27.2	3.0	0.8	9.9	62.0	98.6	<u>139.7</u>	9.1	24.9	15.7	0.3
30	32.0		0.5	20.3	15.2	8.9	32.8	2.8	53.8	69.9	13.0	2.0
31	13.7		77.7		10.2		<u>133.9</u>	11.9		4.3		<u>82.6</u>
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED												
DAYS	27	24	29	30	29	29	31	31	30	29	26	22
TOTAL	468	631	676	1051	474	946	1033	1002	1005	754	684	395
ANNUAL TOTAL = 9119 mm												

## MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

1962 - 1974

YEAR 1965

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC	
1	<u>59.7</u>	19.6	6.4			40.1	3.8	0.3	0.3	44.7	15.5	0.5	
2	3.6	0	0.5			36.6	2.0	31.2	1.0	0.5	2.5	0.3	
3	23.1	0	3.3		N.R.	9.4	8.1	41.7	17.8	0.3	0	20.8	
4	0.3	21.1	0.8			4.3	5.1	27.4	3.6	0	0.3	16.5	
5	33.3	2.8	44.5			13.5	5.1	5.6	5.8	0	18.3	0.5	
6	11.2	59.4	3.3			3.8	4.6	0.3	51.1	0	<u>70.6</u>	89.2	
7	4.6	24.6	2.0			16.8	37.6	7.6	5.8	51.6	0	3.0	<u>164.3</u>
8	40.9	7.9	2.5			34.3	5.1	4.8	2.3	3.3	0	2.0	17.8
9	27.2	55.6				7.4	2.5	1.0	1.8	0.8	2.0	3.0	0.5
10	25.1	41.7				2.0	4.6	2.0	<u>44.5</u>	0	0.5	37.6	12.4
11	30.5	50.8				1.8	16.8	2.3	11.4	2.3	0	44.7	0.5
12	0	0				182.9	26.2	1.0	4.6	0.3	0	1.0	48.0
13	13.0	0				16.8	1.3	5.6	15.5	14.7	0	0	0.5
14	0	0				1.0	1.3	16.0	0.8	<u>63.5</u>	0	25.7	15.0
15	38.6	18.8				67.8	24.6	6.4	4.1	1.0	0	25.1	0.8
16	29.5	0.5				11.4	10.9	18.0	0.5	29.7	0	0.3	77.5
17	5.1	26.9				2.0	66.0	14.2	0.5	7.4	47.8	0.5	2.5
18	0.5	32.8				50.0	0.5	19.3	12.2	4.6	45.0	0.5	65.8
19	32.5	10.9				77.7	24.4	7.6	15.7	0	34.0	0	44.5
20	16.3	67.6				1.5	<u>84.3</u>	14.2	17.0	2.3	52.6	0	3.8
21	34.0	77.0				42.9	49.8	1.5	3.6	23.6	6.4	0	17.3
22	3.0	3.0				2.8	0.5	1.0	4.1	21.8	8.4	0	59.2
23	6.9	21.6				0.3	0.5	0	4.6	95.6	70.1	0	19.6
24	0	1.5				46.7	2.0	0	18.3	22.4	107.7	0.8	3.3
25	0	<u>86.4</u>				4.1	3.8	0	10.2	0.8	6.9	0.3	0.5
26	12.7	3.8				160.8	17.3	10.2	0.8	21.3	9.1	0.5	19.8
27	15.0	4.8				25.7	37.6	21.3	1.8	7.4	8.9	0.5	50.8
28	8.9	0				26.7	15.5	5.1	3.6	3.3	5.6	0.3	10.4
29	0					38.6	2.8	<u>33.0</u>	9.1	4.1	24.4	0	25.7
30	5.3					25.9	1.3	0	0.3	37.8	38.6	0	50.8
31	37.6					26.2	1.0	10.2		<u>111.8</u>		55.1	
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED													
DAYS	26	23				30	27	31	28	20	21	31	
TOTAL	518	639				545	222	309	436	625	253	894	
ANNUAL TOTAL = 6537 mm													

MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

1962 - 1974

YEAR 1966

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	9.4	16.3	0.5	0.8	52.1				11.4	90.4		2.0
2	10.2	31.0	0.5	0.5	39.4				92.5	42.2		54.1
3	40.6	86.4	2.5	0	61.2				58.9	81.5	N.R.	21.8
4	0.5	0	23.4	0.5	15.0				29.7	77.0		66.3
5	0.3	32.5	3.6	3.8	10.7				8.4	8.4		1.0
6	45.0	13.0	70.4	2.0	96.3				11.9	14.2		0
7	46.2	3.3	5.6	0	63.0				0.5	14.0	6.6	0
8	2.5	39.1	4.8	26.2	15.5			N.R.	0.8	26.9	98.6	5.1
9	2.5	55.6	10.7	0.3	46.0				0.5	46.7	25.4	5.1
10	25.9	5.6	14.7	0.3					40.4	66.0	0	0
11	44.7	13.7	5.3	4.6					3.3	31.5	0	60.7
12	1.8	24.1	21.8	35.8					34.5	105.9	0	31.2
13	0	33.5	37.1	9.9					31.8	5.1	0	81.0
14	0	69.1	1.8	77.2					42.9	1.8	0	57.7
15	16.8	24.9	13.0	4.6					35.8	3.0	0	61.0
16	3.0	<u>156.0</u>	26.4	16.0	N.R.			10.9	15.2	3.8	50.3	112.3
17	31.0	5.1	31.5	15.0				0	1.0	19.3	2.0	75.9
18	28.2	2.8	37.3	71.1				25.4	4.1	23.1	36.8	46.5
19	36.6	49.8	0.8	38.9				46.0	5.1	50.3	42.4	70.1
20	28.7	45.5	66.0	52.8				82.0	28.7	35.1	106.2	28.4
21	29.0	20.3	2.0	50.3				33.0	17.0	18.8	5.6	2.0
22	1.8	30.5	23.6	51.1				31.2	49.8	13.5	112.3	43.7
23	16.8	10.9	26.4	20.6				98.0	25.7	7.1	0	0.5
24	8.4	3.6	37.3	22.1				29.7	2.5		61.5	1.5
25	<u>61.0</u>	18.3	2.0	38.6				5.3	<u>136.7</u>		2.5	10.2
26	8.9	13.0	18.3	80.0				47.8	103.9		70.6	61.0
27	0.3	31.3	<u>70.9</u>	74.2				88.6	24.1	N.R.	119.4	25.4
28	26.4	1.0	60.5	6.1				2.8	71.4		2.5	12.7
29	8.9		15.0	92.5				9.7	22.6		67.8	26.7
30	8.6		0.5	<u>114.8</u>				42.7	101.1		96.8	0.8
31	25.7		0.8	17.0				3.0				N.R.
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED												
DAYS	29	27	31	29					30			
TOTAL	569	836	635	927				839	1012			
ANNUAL TOTAL = 9632 mm												

Total Rainfall, 10.5.66 to 15.8.66 = 2038.6 mm

MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

1962 - 1974

YEAR 1967

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1		0.8	62.7	0	71.4	1.0	38.1		0			1.3
2		4.3	27.4	0.5	35.8	0.5	23.4		0			2.5
3		5.3	13.2	10.9	54.1	24.5	14.7		0			2.5
4		<u>90.4</u>	2.5	0.5	49.0	38.6	13.5		0			0
5		<u>10.2</u>	90.9	7.1	4.3	1.5	14.7		0.8			78.7
6		31.2	1.5	8.1	<u>77.2</u>	5.1	53.6		2.8			2.0
7		1.8	37.1	<u>102.9</u>	22.6	4.3	30.2		10.2			1.5
8		3.0	88.4	66.5	12.2	0.8	217.2		18.0		N.R.	39.1
9		3.0	40.4	6.4	51.6	0	17.8		1.5			0.5
10		41.1	41.4	26.7	21.1	84.1	5.3		10.7			0
11		1.5	16.5	2.5	53.8	96.5	3.8		38.6			3.4
12		55.9	1.3	0	13.5	15.0	7.6		53.6			62.5
13		15.2	0	0.5	11.2	1.3	12.2		12.2			0.8
14		15.2	7.1	0	50.8	11.4	64.0		71.6			1.0
15		18.0	1.0	0	51.1	71.6	17.8		7.4			0.5
16		7.4	5.3	0	24.1	9.9	4.8		0		91.4	0
17		8.1	0.3	0	9.4	2.5	36.6		39.9		0	0
18		5.8	0	0	12.2	42.4	61.2		0.8		1.0	0
19		31.2	1.5	8.1	12.7	15.7	4.1		2.0		0	61.7
20		41.1	25.4	2.8	22.9	23.4	28.7		51.8		24.4	0.5
21		2.0	18.5	14.2	20.6	51.6	2.5		65.8		0	0
22		14.7	17.5	8.1	35.3	11.9	75.2		50.3		0	0
23		62.0	23.6	5.8	7.6	30.5	10.2		0		5.1	1.0
24		2.5	<u>172.5</u>	18.3	17.0	17.3	36.1		20.3		75.2	1.5
25		0	8.1	65.0	24.6	21.3	61.7		9.9		1.0	3.0
26		N.R.	3.6	80.8	3.8	20.1	<u>132.1</u>		24.9		16.3	13.7
27		1.8	14.0	25.9	33.0	130.0			10.4		50.8	5.6
28		83.3	1.3	36.6	53.6	66.0			19.1		11.7	1.5
29		4.6	30.0	0.8	0.5	30.5			15.0		14.0	19.8
30		1.0	0.5	26.7	3.0	80.8			27.9		8.4	<u>78.7</u>
31		6.1			5.6							25.9
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED												
DAYS		27	28	23	31	29						24
TOTAL		561	831	449	882	1023						409
ANNUAL TOTAL = 8640 mm												

## MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

1962 - 1974

YEAR 1968

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	5.1	21.3	17.8	9.7	19.3		0.8	14.7	0.5	0.1	14.5	1.8
2	3.0	46.7	0	0.5	8.6		3.0	20.6	21.6	2.1	4.8	51.8
3	8.1	0.5	5.1	1.0	33.0		3.0	21.6	8.9	1.1	<u>85.3</u>	1.8
4	36.1	0	20.6	38.1	11.4		29.5	1.0	1.3	22.9	8.1	10.2
5	19.8	14.2	2.8	1.5	20.6		49.0	2.5	0.5	27.2	38.6	0
6	61.0	15.7	12.4	0	6.4		2.5	5.8	4.8	24.9	12.7	0
7	2.5	7.1	1.0	0	0.5		25.7	5.1	120.1	10.2	31.8	0
8	1.5	9.7	0	0	2.5	21.8	64.3	31.2	26.7	30.2	0.3	3.0
9	56.4	<u>49.8</u>	72.9	0	30.0	1.3	22.1	50.3	76.5	0.3	10.2	57.9
10	3.0	7.4	0.8	0	33.8	22.6	143.8	96.5	2.5	0	0	9.1
11	52.8	0.5	<u>97.3</u>	0		42.4	47.2	70.6	42.7	91.9	0	13.7
12	1.0	17.5	72.1	0		19.8	118.4	74.9	68.8	62.5	0	13.2
13	20.8	16.0	62.7	<u>84.6</u>	8	6.9	3.6	27.7	43.7	4.3	0	9.4
14	8.9	11.7	5.3	<u>10.7</u>		1.0	72.1	45.7	140.2	51.8	0	7.4
15	56.4	7.4	24.9	17.8		4.1	27.4	56.6	62.7	33.8	0	12.2
16	9.1	5.6	7.6	5.3		8.4	9.1	29.2	2.5	57.9	0	13.2
17	3.0	4.1	0	1.8		12.7	47.8	1.8	47.8	77.7	0	32.0
18	21.3	25.9	83.3	1.0		12.7	99.1	9.7	9.9	40.1	0.3	57.4
19	<u>80.3</u>	0	24.4	23.4		12.7	7.6	17.0	14.2	127.0	29.2	30.5
20	29.0	7.9	6.6	0.5		3.8	45.5	7.6	<u>57.2</u>	15.2	2.5	17.3
21	3.8	32.8	0.5	8.6		5.8	<u>165.9</u>	14.7		35.6	0.3	50.8
22	1.3	30.5	3.0	57.2		1.0	44.2	5.3		0.3	0	0.3
23	1.0	7.1	16.3	3.8		2.5	50.5	<u>104.1</u>		0.5	0	0.5
24	35.6	5.8	14.2	13.7		3.8	116.8	60.7		0.8	0	17.0
25	10.2	12.7	15.2	1.3		27.4	36.3	0.5		44.5	10.2	96.0
26	49.5	0	39.1	15.7		26.9	13.2	16.3		11.4	28.2	6.6
27	10.2	0	10.2	6.6		47.2	14.0	0		11.4	1.3	59.4
28	27.9	0	29.5	53.1		11.7	6.4	0		50.1	0.5	8.9
29	44.5	16.0	38.1	7.6		0.5	4.6	0		110.5	39.9	14.2
30	7.6		11.7	65.5		4.3	9.1	0		105.2	1.8	<u>107.7</u>
31	17.8		25.1				4.1	16.5		1.5		1.3
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED												
DAYS	31	24	28	23			31	27			19	28
TOTAL	689	374	721	429			1286	809			320	705
ANNUAL TOTAL = 8556 mm												

## MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

1962 - 1974

YEAR 1969

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	39.1	19.3	19.8	6.9	5.1	12.2	18.8	16.5	27.7	6.4	24.4	2.8
2	83.1	44.7	10.7	19.3	5.1	19.1	15.2	7.9	54.1	3.8	1.5	0.3
3	11.9	14.5	3.0	18.3	2.0	85.6	27.9	14.2	51.8	19.1	1.5	0
4	6.6	18.5	16.8	22.9	13.2	30.5	58.7	18.3	20.6	76.2	0	0
5	<u>92.2</u>	<u>55.1</u>	1.3	7.1	3.0	17.0	16.5	3.8	8.1	14.7	0	21.6
6	5.1	26.9	0.3	0	13.5	8.1	15.2	2.0	4.3	0.5	0	1.5
7	0.3	1.3	0.3	0	16.5	5.1	16.3	3.3	8.1	10.7	0	26.4
8	19.8	3.6	1.5	0	47.0	22.1	11.7	<u>132.8</u>	61.2	73.4	0	0
9	5.1	2.0	19.8	0	53.1	2.0	4.6	54.9	19.4	42.9	0	79.0
10	29.7	48.5	2.0	69.9	5.1	11.4	1.8	31.2	32.0	26.9	43.2	31.2
11	5.1	1.8	0.3	0.5	22.9	3.8	0.5	7.1	8.4	44.7	110.5	3.0
12	10.4	6.6	0.3	16.5	38.6	4.6	10.4	0.3	19.3	9.9	11.9	36.8
13	26.9	10.2	5.1	7.6	7.1	10.7	0.5	5.1	4.6	7.4	63.0	
14	0	3.0	106.4	52.1	1.3	5.8	37.1	30.2	37.6	1.3	21.3	2.3
15	0	1.0	1.3	26.2	7.9	4.1	11.4	25.7	27.9	16.8	1.0	9.7
16	33.0	0.3	37.3	2.0	<u>86.4</u>	1.8	26.4	1.5	10.2	32.0	84.1	45.2
17	11.2	29.7	35.6	1.0	2.5	8.6	<u>142.2</u>	32.3	103.4	<u>108.7</u>	81.8	3.0
18	22.6	33.5	25.4	12.7	2.0	22.9	69.3	32.0	4.6	58.4	17.5	30.5
19	10.2	7.1	10.2	23.4	38.6	17.8	27.9	68.1	<u>122.0</u>	26.4	5.1	1.5
20	18.3	15.2	54.1	20.3	31.8	35.6	10.2	30.7	38.1	19.6	117.6	0
21	58.7	4.1	29.0	44.5	39.4	3.8	107.2	35.3	76.2	18.8	1.8	18.8
22	8.6	20.1	18.0	17.8	15.2	20.3	37.6	39.4	50.8	37.3	7.4	<u>146.3</u>
23	0	15.5	0.5	6.9	61.0	68.8	8.6	24.6	17.8	20.8	11.2	1.8
24	37.1	4.6	36.1	19.6	17.3	<u>156.2</u>	7.6	86.1	3.8	1.0	14.5	1.0
25	23.9	18.5	2.5	<u>99.3</u>	1.5	32.5	14.5	5.8	7.6	0	47.2	8.9
26	42.7	31.5	29.5	25.1	76.5	9.9	7.4	45.5	16.5	3.0	46.5	24.6
27	0	7.4	12.4	54.6	1.3	69.9	0.5	79.5	7.6	8.9	2.8	8.4
28	0	36.1	44.5	20.1	1.3	40.1	0.5	11.9	17.8	24.1	<u>120.1</u>	5.6
29	0		33.0	11.9	17.8	116.6	7.1	95.3	15.2	1.3	1.5	27.7
30	0		44.5	37.5	50.8	4.8	7.1	52.6	7.6	10.9	0	2.3
31	10.2		<u>106.7</u>		10.4		8.1	43.7		9.7		2.8
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED												
DAYS	24	28	31	26	31	30	31	31	30	30	23	26
TOTAL	612	481	708	639	613	954	729	1038	726	888	837	543
ANNUAL TOTAL = 8767 mm												

## MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

1962 - 1974

YEAR 1970

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	12.2	3.3	1.0	<u>120.7</u>	0	0	5.1		27.9	38.9		0
2	0.8	20.8	0	1.3	<u>165.1</u>	6.6	3.8		5.1	36.8		41.9
3	9.7	1.0	1.0	19.1	15.2	43.2	127.0		55.9	↓		51.8
4	0	74.9	0	19.1	20.3	<u>113.0</u>	10.2	N.R.	43.7			0
5	27.9	6.9	17.8	9.1	12.7	94.0	104.6		<u>80.8</u>			20.1
6	46.7	22.9	92.5	0.8	71.1	33.0	3.8	↑	5.1	N.R.		93.2
7	2.5	0.5	0.8	0.8	54.6	33.0	6.6	83.8	37.1			17.3
8	4.8	7.9	1.0	0	17.8	55.4	1.3	33.0	45.0			1.3
9	1.3	16.3	0.5	0	21.6	16.5	36.1	111.8	31.0			21.6
10	0	0.8	15.2	0	2.5	3.8	47.0	91.4	32.5			5.6
11	0	14.5	53.8	0	50.8	1.3	15.2	200.7	5.1			48.3
12	0	0.8	26.2	0	10.2	14.0	↓	45.7	28.4			11.9
13	0	46.5	1.3	1.3	7.6	2.5		172.7	16.5			14.5
14	16.5	16.8	8.9	11.4	61.0	43.2		27.9	2.5			0
15	2.5	16.0	<u>105.4</u>	12.7	5.1	5.1	N.R.	135.9	2.0			55.9
16	2.0	21.3	57.9	6.4	85.1	15.2		31.8	20.8			33.8
17	0	1.0	87.1	1.3	34.3	1.3		91.4	11.4			4.3
18	0	24.1	7.6	27.9	71.1	12.7		95.3	12.7			33.0
19	0	0.8	30.5	0	6.4	25.4		20.3	24.1		N.R.	9.7
20	0	0	0.8	30.5	68.6	21.6		44.5	26.7		↓	0
21	51.6	52.6	21.6	55.9	96.5	15.2		76.2	59.7		↑	15.2
22	43.2	12.2	7.6	10.2	3.8	3.8		36.8	55.9		↑	0
23	66.5	18.5	1.3	7.6	30.5	3.8		12.7	64.8		76.2	14.7
24	<u>106.2</u>	9.1	3.8	2.5	45.7	22.9		61.0	64.8		30.5	38.1
25	9.7	26.2	7.6	10.2	20.3	22.9		9.7	58.4		45.0	61.0
26	7.1	<u>74.9</u>	48.8	36.8	7.6	22.9		3.0	45.7		121.9	7.1
27	4.3	67.8	1.3	25.4	25.4	7.6		40.6	60.5		15.2	11.4
28	1.8	18.0	2.5	17.8	15.2	4.1		73.2	57.9		96.5	18.0
29	22.9		66.0	47.0	58.4	2.5		41.9	42.4		40.6	0
30	52.1		31.0	82.6	2.5	3.0		43.4	37.6		48.3	0.8
31	12.7		24.1		82.6			5.6				<u>104.1</u>
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED												
DAYS	22	27	29	24	30	29			30			25
TOTAL	505	576	725	558	1170	650			1062			735

## MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

1962 - 1974

YEAR 1971

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	2.5	20.1	20.3	3.6	7.6	12.2	37.3	9.9	27.2	<u>97.5</u>	5.8	54.6
2	24.1	1.5	40.6	33.8	31.2	53.8	96.0	48.0	88.1	38.4	6.9	1.3
3	1.0	5.6	0	34.3	2.0	116.8	34.3	10.2	25.7	16.0	4.3	61.5
4	8.4	12.7	5.1	15.2	0.5	10.2	22.9	2.8	55.6	33.3	57.7	21.6
5	1.3	7.6	0	24.6	4.3	25.4	59.9	53.3	53.1	22.1	0	15.0
6	4.1	20.1	35.6	15.0	10.2	60.5	6.6	2.3	61.2	23.4	0	1.3
7	35.6	5.1	4.6	25.4	33.0	22.4	2.0	6.6	79.8	70.1	4.1	1.3
8	0.5	1.0	2.0	9.1	10.2	16.3	27.4	11.9	30.2	10.2	30.0	19.1
9	39.9	5.1	0.5	22.1	47.8	43.2	59.7	13.5	9.1	23.6	1.0	16.5
10	18.5	26.2	0.3	9.4	52.3	5.1	97.8	24.9	20.3	2.0	24.1	48.3
11	<u>60.5</u>	19.8	2.8	2.5	<u>96.8</u>	9.1	42.9	5.6	30.0	51.3	0	0.8
12	55.9	15.5	0	1.8	25.4	11.2	20.1	2.8	0.5	10.4	41.7	0.5
13	19.3	14.7	12.7	19.3	17.3	2.5	15.2	11.2	103.4	42.9	51.8	0
14	11.7	17.0	14.0	6.6	9.7	125.5	10.7	0	61.7	2.0	0	0
15	23.9	14.5	5.1	40.6	0	1.3	3.6	6.4	24.9	0	0	0.5
16	32.8	11.2	12.7	18.8	82.3	59.7	35.6	18.8	18.3	34.3	0	35.3
17	19.6	20.8	0.8	10.9	82.0	48.3	6.4	8.1	69.6	39.9	0.5	0.3
18	7.1	15.0	0.5	0.5	1.8	<u>125.5</u>	42.7	0.5	24.9	25.9	0	33.5
19	4.8	21.6	12.7	0	3.0	79.0	73.7	32.3	29.2	3.8	0	38.1
20	10.2	10.2	121.9	0	48.8	3.8	30.5	20.3	7.9	1.0	0	0
21	12.2	17.5	3.8	1.0	3.0	0	<u>101.6</u>	45.7	0.8	23.9	47.0	0
22	2.5	45.2	55.6	<u>62.2</u>	42.2	3.8	2.0	14.0	10.7	8.6	0.5	0
23	15.2	<u>96.5</u>	104.1	40.1	95.3	21.6	2.5	1.3	0.3	0.3	<u>88.1</u>	0
24	39.6	0	15.2	2.0	8.1	7.6	18.3	0	1.3	58.2	0.5	0
25	7.6	0	20.3	12.4	14.7	59.4	87.6	0	8.4	50.8	11.2	0
26	44.2	64.8	<u>164.3</u>	28.7	45.7	1.3	26.2	102.9	45.7	19.1	53.8	40.6
27	50.8	1.3	13.5	7.9	41.7	39.4	20.3	21.6	59.2	48.0	70.6	0
28	16.5	35.6	41.4	29.7	0	21.1	13.5	<u>120.7</u>	0.3	6.4	46.0	26.9
29	18.3		14.5	28.2	3.6	11.4	11.9	9.1	<u>156.7</u>	79.2	73.9	79.5
30	16.8		2.5	12.7	2.3	18.3	38.6	31.5	<u>83.8</u>	8.4	12.2	2.3
31	32.3		35.1		25.7		33.3	62.7		12.7		0.5
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED												
DAYS	31	26	28	28	29	29	31	28	30	30	21	23
TOTAL	638	526	763	544	848	1016	1076	699	1187	864	632	509
ANNUAL TOTAL = 9301 mm												

## MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

1962 - 1974

YEAR 1972

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	7.6				N.R.			5.1	0.5	0		16.5
2	10.7				N.R.			0	0	0		0.3
3	30.0				N.R.			0.3	0	0		16.3
4	22.9				↑			0.5	0	0		20.8
5	9.9				0			7.1	0	0		11.2
6	0.5				0			0	0	0	N.R.	60.7
7	0				0			0	0	0	N.R.	5.1
8	3.3				7.9			0	0	0		1.5
9	33.0				0.8		N.R.	0	4.8	63.0		0
10	32.5	N.R.			7.1		N.R.	0	3.3	73.7		0.8
11	46.2				11.7			0	13.5	25.9		0
12	↓				↓			0	10.9	↓		14.7
13	370.8 mm	↑						5.1	2.3	575.2 mm	↑	0.5
14	36.6	36.6					24.1	5.3	0	575.2 mm	1.5	0
15	34.8	34.8					N.R.	4.8	0	575.2 mm	9.9	0
16		4.3			N.R.		N.R.	2.0	0	575.2 mm	33.8	0
17		66.3					N.R.	0.3	0	575.2 mm	0	0
18		1.8					14.2	0.3	0	575.2 mm	0	0
19		50.8					148.3	0	0	575.2 mm	0	0
20		0					28.4	0	0	575.2 mm	15.2	0
21		0					23.9	0.5	10.7	575.2 mm	11.9	42.4
22		0					82.6	0.3	102.6	575.2 mm	38.9	135.1
23		0					53.1	1.8	77.5	575.2 mm	13.2	95.3
24		↓					23.6	1.8	12.7	575.2 mm	85.6	49.8
25		↓					29.2	2.5		575.2 mm	0	6.6
26							33.3	18.5	17.3	575.2 mm	0	30.5
27							33.3	14.2	3.8	575.2 mm	0.8	0
28		N.R.					39.1	0	0	575.2 mm	0.5	0.5
29							0	14.2	0	575.2 mm	0.8	5.3
30							8.9	26.4	0	575.2 mm	0	39.9
31							8.9	0.8		575.2 mm		0
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED												
DAYS								21	13			20
TOTAL								178	263			554

MEAN DAILY RAINFALL AT WADO DAMSITE

1962 - 1974

YEAR 1973

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	18.5	785.1	69.9	84.6	3.6	1.3	176.2				13.0	2.5
2	0	785.1 mm # 24.2.73 to 21.1.73	0.8	0.3	13.2	4.3	22.9		N.R.	29.7	0	0
3	0		33.0	0	30.0	3.3	47.0			114.3	0.3	0
4	7.6		15.2	36.8	14.2	0	98.8			63.5	74.4	0
5	1.8		1.3	54.1	98.6	5.6	61.7			29.7	13.0	1.0
6	5.6		6.4	21.1	30.2	60.5	36.3		14.0	66.8	2.5	0
7	2.3		0.8	6.4	0.5	31.5	43.2		49.8	43.2	0.8	0
8	0		17.3	0	6.6	9.9	22.9		51.1	37.8	2.8	0
9	0		40.6	0	0	4.3	4.3		27.9	52.7	2.0	0
10	0		3.8	0	0.3	22.9	32.8		68.3	59.7	24.6	0
11	95.5			85.9	28.7	13.5	13.2	93.2		6.4	8.9	35.8
12	0.3		31.2	4.3	34.0	124.0	18.5		88.4	0	1.5	65.0
13	2.0		100.1	0		71.1	10.2		17.5	10.9	6.9	1.5
14	40.6		67.1	8.6		28.4	2.3			51.1	0.8	41.1
15	2.3		32.3	20.8		22.4	6.1			101.9	2.0	0.8
16	3.3		16.3	38.9		5.3	9.4			38.6	5.1	7.6
17	31.2		0.8	0		42.7	81.8			10.2	3.8	2.0
18	48.3		49.8	6.9		6.1	9.1			23.9	38.1	13.2
19	12.7		27.9	78.7		9.9	2.3			25.1	1.5	18.5
20	4.1		81.3	28.4		39.6	27.4			25.1	13.7	0
21			80.8	13.0		43.7	8.6			50.5	106.2	0
22			27.2	37.3		91.4	41.9			1.8	74.2	58.9
23			21.1	26.7		40.6	23.4			5.1	0.8	9.1
24			12.7	50.5		33.0	25.1			31.2	0	57.7
25			2.5	7.6	77.5	30.7	13.0			100.6	3.8	27.4
26			0	0	24.4	29.7				58.2	0	49.8
27			23.1	0	1.0	26.9	10.7			41.7	30.0	14.2
28			0.5	0	24.1	1.5	35.6			115.1	1.8	78.7
29			2.5	8.4	123.4	72.9				53.3	1.0	26.7
30			0.8	37.3	30.0	7.9				0.5	20.6	0
31			31.2		1.3					53.1		21.6
<p>Total Rainfall for Period 21.1.73 to 24.2.73 = 974.9 mm</p> <p>Total Rainfall = 187.7 mm</p> <p>Total Rainfall, 26.7.73 to 5.9.73 = 525.5 mm</p>												
<p>MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED</p>												
DAYS			28	24		29					28	20
TOTAL			866	719		903					511	508

## MEAN DAILY RAINFALL AT WABO DAMSITE

1962 - 1974

YEAR 1974

(mm)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	16.6	32.2	<u>71.4</u>	74.2	7.8	36.8				91.6		
2	49.6	22.2	<u>13.4</u>	3.0	42.6	36.6				63.8		
3	6.6	0.2	3.8	28.2	0.8	69.8				78.8		
4	39.2	76.2	37.6	33.6	1.2	11.2				1.8		
5	0	34.0	10.2	0	14.2	6.6				26.6		
6	0	0.2	44.0	21.6	22.8	11.2				0		
7	0	21.6	0.8	0	35.6	0				9.2		
8	0	0	18.8	23.6	5.6	0				0		
9	0	<u>86.4</u>	34.0	12.4	65.8	2.0				0		
10	0	3.6	27.0	61.8	91.2	0				4.0		
11	23.6	70.6	3.8	29.8	8.2	24.2				50.2		
12	54.4	0	13.2	31.8	4.6	↓				15.8		N.R.
13	6.6	21.5	2.0	29.4	0					64.6		
14	27.6	5.0	0	<u>78.8</u>	1.0					0		
15	6.8	0	22.8	0.6	2.6					7.6		
16	11.0	43.2	30.0	16.2	9.4					34.6		↑
17	40.4	0	12.0	25.2	24.8					↓		3.6
18	20.8	2.6	0.2	0	0	N.R.						0
19	0	22.8	0	63.2	0.8							0
20	41.4	63.2	2.0	4.0	6.6							0
21	26.0	8.8	2.6	38.2	0.8				N.R.			0
22	0	12.2	41.0	28.0	0							0
23	1.6	29.0	0	1.6	18.6							0
24	1.2	0.6	0	0	77.2							0
25	<u>79.2</u>	1.8	31.2	0.8	<u>191.6</u>							0
26	16.8	51.8	0	7.6	10.2							0
27	2.0	72.6	47.8	0	1.8							0
28	0	26.6	7.2	0	8.2							0
29	0	0	71.2	0	42.0							0
30	0	0	14.4	0	118.8				N.R.			10.3
31	0	0	45.0	0	3.8							0.1
MAXIMUM FOR MONTH SHOWN UNDERLINED												
DAYS	19	24	26	23	28							
TOTAL	471	709	607	614	819							

Total Rainfall, 17.10.74 to 17.12.74 = 1408.8 mm

付 録 D

WaboダムサイトにおけるPurari河の平均日流出量1961-1974

流域面積 26,300 km<sup>2</sup>

単 位 m<sup>3</sup>/秒

## APPENDIX D

PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1961

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1												1306
2												1203
3												1137
4												1094
5												1062
6												1139
7												1396
8												1726
9												1778
10												1974
11												1834
12										2303		1674
13										2163		2122
14										1995		2106
15										1872		2377
16										2342		2536
17									2726	2358		2379
18									2801	2304		2619
19									2899	3516		2312
20										3627		1955
21										3233		1884
22										2810		2672
23										2493		3066
24										2816		2711
25										3026		3448
26										2438		3832
27										1818		3233
28										1703		3558
29										1526		2739
30										1451		2410
31												2700
TOTAL DAYS											19	31
MEAN FLOW											2410	2193

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1962

 $(M^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	1973					1630	2420		3142	3403	2905	2004
2	2227					1460	2516		7177	2677	2215	2629
3	2325					1482	3546		5985	2490	1976	2427
4	1691					1709	2703		8790	2436	1683	2103
5	1522					2496	2426		9189	2899	1618	1875
6	1551					1963	2166		6083	2303	2371	1546
7	1613					1890	1944		4437	2082	2781	1360
8	2250					1589	2208		4527	1878	2945	1241
9	2859					1619	1774		4722	1723	2302	1886
10	3349					1619	2917		4425	1807	1827	1856
11	3256					1753	2225		4384	2122	1613	2463
12	3030					3337	1727		4135	2138	1546	2971
13	3238					2711	1492		3962	2097	1463	3637
14	2818					3224	1787		4227	2467	1290	3273
15	2842				3243	3650	1837		3729	3500	1593	2936
16	2492				2569	3971	2213		3656	5080	1640	2437
17	2501				2139	2697	1902	2802	3412	5593	1652	2093
18	2548				2023	2199	1846	3011	3066	4969	1383	2263
19	2340				2130	1772	1521	3713	3042	4777	1218	2735
20	2131				2641	1601	1737	3046	3385	4196	1176	2764
21	2329				2429	1561	1710	4258	2767	4873	1127	3009
22	1759				2100	1632	1524	4814	3545	4821	1104	2702
23					3386	1743	1815	4846	3291	3700	1184	2627
24					2599	1606	1889	5553	3347	3820	1352	2656
25					3099	1553	3128	7501	3427	3170	1329	2575
26					2721	1525	5700	6968	3259	3086	1370	3261
27					2502	1968		5144	3027	3410	1493	2883
28					2624	1753		4125	3063	3582	1610	2510
29					1901	2164		3348	3576	3286	1969	2949
30					2793	1771		3487	3822	3369	1841	3307
31					2249			3048		3275		2597
TOTAL DAYS	22				17	30	26	15	30	31	30	31
MEAN FLOW						2055			4287	3259	1719	2502

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1963

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	2297	1386				1438	1796	3485	1426	4125	1130	992
2	2258	1275				1297	1803	1973	1517	3122	1050	897
3	2378	1178				1442	2009	1943	1610	3162	992	972
4	2653	1207				1331	1907	1932	2021	3371	949	1247
5	2600	2465				1619	1660	2518	2434	3151	911	1283
6	2114	1573				1354	1435	2383	2381	3083	882	1646
7	1993					1247	1426	4084	2437	2887	852	2529
8	2261					1487	1564	4044	3781	2685	828	3231
9	2887					1245	1844	4684	4135	2479	796	2635
10	2378					1302	1772	5833	4975	2102	771	2047
11	2429					1316	2238	4285	4644	1759	790	1757
12	2722					1467	4265	4879	5100	1568	796	1669
13	2707					3954	2508	5179	5377	1663	868	1596
14	2350					3135	1894	5632	4964	1990	835	1318
15	2243					1991	1639	4084	6022	4171	816	1149
16	2409					1682	1433	4392	4590	4309	805	1857
17	2159					1725	1381	4667	3753	5916	790	997
18	1937					2528	1349	3755	2829	4598	872	1058
19	1562					5502	1201	2783	2470	3338	979	1040
20	1598					3645	1117	2989	2228	3066	1109	995
21	2426					2439	1074	3050	2668	2280	1200	1017
22	2225					2531	989	3412	2661	1849	1248	923
23	2419					2837	971	2419	2915	1632	1313	949
24	1889					2612	1149	1958	2610	2289	1396	947
25	1607					2531	2426	1725	2116	2575	1919	908
26	1540					2113	3099	1614	2006	2128	2280	1167
27	1700				1383	1958	2595	1571	1971	1797	2332	1619
28	2154				1261	2179	2065	1562	2070	1736	1629	1508
29	2111				1293	2253	1830	1698	3028	1506	1453	1352
30	2065				1263	2009	2617	1899	3843	1425	1180	1417
31	1614				1555		3277	1703		1249		1553
TOTAL DAYS	31	6	0	0	5	30	31	31	30	31	30	31
MEAN FLOW	2184					2139	1882	3166	3153	2678	1126	1402

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

## AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1964

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1		2762	2400	2905	1716	2021	1135	2677	3173	2542	2557	4630
2		2593	1991	3424	1500	1755	1306	2848	1327	2019	2416	3439
3		2460	2339	3530	1592	1500	1310	3353	1329	2407	1056	3446
4		2717	3692	2737	1997	1579	1503	2558	1736	2412	1864	2955
5		2490	3968	2616	1856	1449	1478	2004	2309	2179	1677	2231
6		2651	4318	3097	1996	1485	1515	1580	2389	1765	2008	1965
7		2535	4051	4282	1780	1381	1596	1389	2424	1628	2279	1803
8		3904	3022	4376	2263	1526	1440	1383	2628	1336	3017	1632
9		3496	4030	3073	2589	1312	1447	1676	1902	1486	3597	1483
10		3500	3998	2588	2454	1135	1736	2111	1791	1347	2965	1370
11		3132	2935	2302	2148	1498	1571	3092	1653	1259	3038	1306
12		3084	2753	2771	2404	1345	1435	2309	2604	1205	3543	1214
13		2601	4027	2728	3404	2024	1458	2231	1959	1319	4967	1169
14		3447	3972	3288	4678	1626	1442	1694	1958	1365	4736	1243
15		3729	2852	3128	4886	1845	1449	1664	1778	1370	3097	1373
16		5448	2480	3177	4207	1131	1417	1946	2051	1372	3462	1398
17		3836	2575	2812	3164	1392	1340	1545	2511	1571	4045	1269
18		2614	2793	2696	2803	1094	1331	1744	3355	1751	4788	1358
19		1976	2978	2997	2280	1042	1736	2479	3571	2167	4876	1160
20		1653	3471	2516	2225	1056	1190	3112	2904	2828	3944	996
21		1487	3340	3283	2128	1032	1276	2701	2671	2801	2943	940
22		2121	3356	2733	1921	1616	1309	2601	2382	2356	3311	1111
23		2461	2811	2495	2180	1632	1329	2281	3002	1828	3179	917
24		1876	3142	2522	1736	1415	1097	2165	3003	1796	3851	1082
25		2557	3080	2543	1886	1257	880	2962	3486	2322	3135	1238
26	2815	2841	2579	3139	1614	1245	928	2581	3183	2065	3181	1062
27	3771	2241	2704	3110	1657	1224	1430	2231	4881	2903	3018	1039
28	3982	2535	2342	2494	1700	1324	2163	2161	4585	2409	3157	1406
29	4391	2821	2060	2013	1734	2309	1747	2094	2989	1997	3801	1459
30	3846		2523	1996	1643	1546	2073	1692	2717	2086	3632	1367
31	2938		3532		1734		4039	1567		2334		2025
TOTAL DAYS	6	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
MEAN FLOW		2813	3100	2912	2319	1460	1520	2207	2548	1943	3265	1648

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1965

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	2633		4091	3763	2307	2596	1050	697	530	2555	2878	703
2	2102		3261	3182	2923	2016	996	1010	647	2093	1990	658
3	2474		2897	2711	2675	2145	943	1857	768	1734	1458	697
4	2009		2700	2460	2670	1927	923	2956	1363	1420	1334	790
5	2891		2721	2351	2629	1639	987	1862	935	1117	1418	1002
6	2908		3496	2039	2059	1521	1038	1310	1225	941	1755	1555
7	2207		4626	1714	1723	1809	1014	1036	1700	822	1732	2083
8	1877		4120	1537	2075	1515	1006	931	1103	745	1309	1504
9	1645		3462	1401	1953	1290	965	903	868	699	1078	1104
10	1943		3157	1315	1712	1238	878	996	685	683	1066	963
11	2023		2915	1347	1908	1323	832	1207	601	632	936	995
12	2128	1618	3024	1470	3414	1290	790	1062	584	596	804	1526
13	2745	1494	3984	1639	3022	1378	761	935	711	560	901	1260
14	2733	1680	3249	1655	2741	1381	798	844	1035	552	891	1222
15	2554	1786	2822	1671	2825	1615	816	784	872	557	1120	1306
16	2706	2544	3831	1834	2661	1510	891	741	1268	563	1397	1564
17	2415	3122	3846	1834	2570	2020	991	743	852	695	1113	1259
18	1873	4567	5313	1883	2351	1759	1240	735	749	930	856	1417
19	1723	3598	4995	1852	2252	2542	1388	685	615	1270	709	2731
20	2833	4709	5028	1634	1970	2880	1214	705	660	1630	630	3447
21	2669	5093	4938	1526	2593	2128	1054	665	1341	1426	586	2765
22	2545	3837	6346	1422	2422	1546	895	620	2539	1962	555	3829
23	1943	2797	4974	1552	2214	1261	802	589	2900	2906	537	4184
24	1984	2261	4061	1941	2379	1147	737	623	3095	2946	550	3386
25	2387	2987	4246	1629	2392	1125	697	628	2286	2535	702	3834
26		3705	3567	1562	3422	1169	701	582	1957	1838	739	4021
27		3569	4062	1452	2639	1310	802	550	1752	1515	786	4503
28		4256	3874	1339	2690	1317	961	530	1472	1284	1276	4246
29			3331	1430	3986	1137	975	533	1197	1636	1015	3210
30			2906	1876	3463	1090	856	560	1215	2443	792	3241
31			4064		2327		759	538		3612		3255
TOTAL DAYS	25	17	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
MEAN FLOW			3867	1834	2547	1621	928	916	1251	1448	1097	2202

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

## AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1966

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	3132	2742			3738	2534	1322	1153	2030	3880	3257	3483
2	3591	3234			3936	1923	1133	1005	2345	3398	2500	3540
3	4296	3679			6400	1713	1053	884	3568	3653	2078	3710
4	3546	3784			7702	1866	1011	1283	2345	3426	1776	3681
5	3099	3605			4531	1507	966	1274	1928	3143	1977	2716
6	3384	4686			4134	1288	903	1065	1557	3766	2149	2103
7	4310	4120			4927	1181	884	1090	1249	3398	2217	1688
8	4211	4882			3964	1226	847	1045	1102	4021	3172	1710
9	3015	5295			4248	1569	835	985	1002	4474	3342	1625
10	2893	5470			3964	1569	804	1328	1130	6003	2288	1739
11	2770	4241			3596	3002	869	1492	1450	4531	1764	2223
12	2261				3426	3511	966	1619	2033	3426	1557	2438
13	1840				4701	3936	912	1866	1597	2600	1557	2733
14	1646				4219	3455	934	2294	1674	2118	1396	2699
15	1772				3540	2248	1141	1659	1625	1710	1407	3285
16	1965				3738	3143	2127	1654	2070	1733	1563	4446
17	2261				3568	1985	2050	1170	1569	2138	1288	5012
18	3005				3200	2534	1645	1356	1178	2801	2260	5154
19	2982				3228	2506	1688	2492	971	3540	2449	4587
20	2404				3058	2801	1470	3002	2056	3058	3398	3766
21	2523				3143	2384	1784	2860	1804	2597	2735	2659
22	2546				2690	1928	1617	2778	1645	3143	3115	2557
23	2444				2350	1699	1317	3257	2178	3653	2546	2161
24	2419				2656	1546	1113	3002	1883	3964	3058	2617
25	3203				3993	1608	980	2200	1821	3341	2860	3030
26	3871				3087	1354	906	2124	2107	2888	2557	3342
27	3487				2973	1223	898	2651	2410	4021	3058	4219
28	4921				2271	1263	895	2124	2466	5607	3143	4418
29	5080				2809	2073	1710	898	1744	2367	4871	3172
30	3625				2630	2189	1662	841	1824	3143	5210	3370
31	3106				2591		946	1914		4361		3880
TOTAL DAYS	31	11	0	2	31	30	31	31	30	31	30	31
MEAN FLOW	3084				3672	2066	1087	1812	1877	3564	2434	3154
Note:	Daily discharge data from April to December in this year were obtained on 3 February 1977. Therefore these data had not been used in the Feasibility Study.											

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1967

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	3354	1831	6061	2399	3499	1498	2281	1515	1539	3098	1940	2280
2	5120	1870	6259	2129	2770	1327	2269	2899	1305	3582	2127	1775
3	3765	1769	4943	1823	2539	1369	1905	3971	1170	3218	2660	1740
4	3183	4726	4168	1584	2806	1476	1785	4426	1085	3398	3584	1356
5	3395	3324	4628	1673	2850	1469	1828	2863	1035	3345	3436	1531
6	3717	3473	4204	1847	2659	1422	2719	2669	999	3129	2682	1396
7	3501	2647	3797	2058	2563	1605	4712	2593	1055	3076	1981	1360
8	3954	2232	3888	3167	2406	1302	9051	2178	1152	2804	1580	1442
9	3299	2980	3466	2898	3137	1115	5011	2430	1150	2588	1592	1594
10	3241	3858	2776	2490	2776	1379	2715	2675	1119	3414	1577	1890
11	2894	2831	2494	1950	3087	1981	2407	2011	1289	2916	1338	2310
12	2938	4074	2144	1695	2841	1796	2284	2050	2564	2634	1157	2475
13	2651	4628	1848	1502	3026	1448	2180	2358	2251	5943	1072	2478
14	2441	4348	1701	1332	2449	1275	2574	2811	1785	3931	1143	2307
15	2371	5043	1593	1232	3420	1361	2226	2498	1698	2916	1243	1835
16	3111	5047	1503	1149	3535	1419	2179	2088	1918	2301	1265	1394
17	4492	6021	1454	1172	2631	1086	3470	2321	2097	2788	1234	1194
18	4869	5249	1436	1275	2040	1030	3106	2142	1989	2546	1113	1399
19	4996	5411	1559	1516	2116	875	2371	2059	1892	2680	984	2160
20	5000	4875	2520	2149	1704	920	2002	2418	3532	2838	902	1675
21	4502	4219	3109	2499	1747	923	1860	2756	2573	2795	861	1389
22	3919	3901	2460	1977	2050	828	1802	2896	2173	3596	840	1293
23	3639	5006	3034	2013	1838	1079	1795	2242	2408	2607	1104	1253
24	3128	4083	4018	2737	1922	934	2115	2260	2521	2620	1609	1418
25	2658	3974	3214	2749	2731	985	1844	2362	2970	2285	1316	1654
26	2258	4007	3929	2385	2755	2158	3996	1997	3991	1973	1538	1820
27	1890	3829	3676	2795	3684	2987	4508	1912	3094	1780	2877	2136
28	1736	4401	3397	3203	3807	2651	2819	1939	3106	1591	2520	1956
29	1543		3837	2358	2548	1815	2254	2421	3174	1577	1916	2346
30	1428		3140	2918	1833	1980	1871	2096	2852	2156	2022	2787
31	1600		2358		1640		1548	1707		2073		2950
TOTAL DAYS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
MEAN <sub>d</sub> FLOW	3245	3917	3181	2089	2626	1450	2758	2438	2050	2845	1707	1826

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1968

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	2592	3468	1856	2125	1859	2097	645	1065	791	2381	1912	1669
2	2805	4724	1680	1933	1882	1600	601	1332	926	2081	3955	1770
3	2990	4436	2036	1859	2033	1283	625	1359	987	1874	3960	1976
4	3035	2876	1862	2113	2120	1477	796	1085	804	2332	2503	1748
5	2679	2318	1853	1881	1950	1473	1259	963	739	2313	2541	1602
6	4033	2184	2309	1707	1821	1318	905	913	760	1881	2850	1471
7	2884	2768	1886	1477	1555	1123	1065	859	1192	3192	4479	1422
8	2371	2057	1809	1371	1636	1289	1249	1126	1120	3870	3761	1592
9	2361	3590	2910	1201	1626	1099	2316	1435	2267	2482	2565	2491
10	2043	3325	2682	1093	1662	2089	2731	2417	1695	2178	1895	2589
11	2301	3636	2737	1006	1404	2733	2197	2481	1678	3107	1581	2371
12	1949	3573	2134	986	1569	1667	2432	2991	2154	3926	1365	2789
13	2179	3436	2840	1459	1572	1231	1536	2910	3721	3468	1249	2281
14	2373	2622	2085	213	1571	1022	1268	3897	5236	2795	1201	2913
15	2740	2402	2366	1666	1570	941	1043	3443	3440	2426	1094	3462
16	2430	2147	2775	1749	1449	1081	1181	2990	2223	2363	990	3141
17	1911	2507	2316	1644	1194	1083	2168	2484	2629	2745	916	3370
18	1839	2543	2461	1466	980	991	1415	2202	2303	2800	885	3395
19	2444	2092	2086	1929	1010	933	1187	3719	2310	2603	1052	3012
20	2499	2030	1842	1766	994	848	1338	2815	2889	2779	1155	3004
21	2990	1705	1815	1721	850	914	1997	2047	2367	3315	1242	4656
22	2554	1768	2285	1858	1084	1018	2454	1799	3921	2313	1119	3716
23	2022	1638	2261	1674	809	899	2806	2347	4305	1717	996	3407
24	2991	1685	2295	2248	844	1148	4628	1921	5581	1497	914	3948
25	3391	1574	3135	1953	1013	1241	4135	1331	4367	1545	1097	4250
26	2750	1346	3062	2075	1481	1114	2985	1250	4053	1819	1422	3619
27	3581	1404	3481	2823	1293	1202	2264	1049	4092	1869	1244	4416
28	4618	1639	4421	2468	1261	940	1702	919	2708	2000	1066	5325
29	5113	1901	4700	2176	2162	775	1440	836	3139	3112	1222	5445
30	3804		3068	2178	2014	774	1232	826	3019	2737	1275	6135
31	2826		2411		1659		1096	906		2049		4396
TOTAL DAYS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
MEAN FLOW	2810	2558	2499	1791	1482	1247	1735	1862	2581	2049	1784	3141

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1969

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	1602	2728	1814	4160	2397	1757	2397	1307	3594		2887	1842
2	1073	2530	1673	3396	2089	2227	1981	1268	3311		2572	1817
3	1573	2318	2258	2785	1823	2717	2238	1506	3141	4585	2205	1922
4	1726	3113	3085	2244	1828	2219	2329	1715	2722	4698	1924	1726
5	1825	5066	2680	1888	2108	1950	2134	1537		4754	1601	2032
6	2434	5405	2049	1661	2391	1667	2338	1268		4273	1344	2394
7	2564	4104	1757	1551	2960	1423	2032	1690		3877	1189	2751
8	2476	2943	1922	1540	3056	1200	2083	2943		3509	1115	2751
9	2437	2496	2148	1554	4075	1211	1783	2439		3141	1412	3170
10	3651	3085	1893	2250	3141	1172	1398	1808		3056	1684	3792
11	3283	2731	1916	1840	2640	1132	1231	1401		3028	2768	3622
12	2711	2564	1709	1916	5094	1118	1115	1172		3141	3255	5066
13	2321	2323	1726	1763	3877	1803	1183	1061		3085	2972	4217
14	2312	1967	2434	2108	2564	1576	1384	1092		2915	2663	3283
15	2485	1888	2222	3538	2066	1440	1208	1112		2915	2340	3424
16	2680	1817	2171	3396	2858	1220	1375	1146		2887	3509	4330
17	2482	2332	3028	2156	1780	1044	3113	2012		3509	3453	3622
18	2154	2434	3198	2083	1678	1081	3453	3396		3453	2756	3368
19	2134	2564	2717	2805	1695	1044	2139	3792		3226	2640	2819
20	2275	2199	3962	3424	1551	1426	2499	2737		2887	2943	2227
21	3141	2188	4047	4330	1531	1073	3594	2272		2802	3113	2887
22	3566	2355	4386	6085	1494	1007	2646	2793		3198	3198	3622
23	3141	2176	3481	4783	1557	3481	2097	2250		2635	4104	3481
24	2915	1749	2943	4896	1537	3453	1757	2858		2064	4358	2887
25	4670	1871	3113	4811	1407	3424	2021	2510		1706	4924	3594
26	4556	2400	4160	4104	1593	4245	1865	3311		1752	3990	3792
27	2943	2312	4754	4160	1531	3339	1446	2604		2411	3622	3255
28	2717	1885	4132	3538	1531	3198	1242	2708		2156	3764	3679
29	2400		4273	2830	2082	3707	1166	3113		2304	2972	4273
30	2589		3736	2822	1639	3113	1364	3424		2361	2318	3396
31	2505		4953		1690		1381	3028		2292		2737
TOTAL DAYS	31	28	31	30	31	30	31	31	4	29	30	31
MEAN FLOW	2624	2627	2914	3014	2234	2016	1935	2170			2786	3154

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1970

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	2417	1723	1905	6085	3877	1684	1138	1554	1667	2431	3594	6085
2	2117	1967	1828	4132	4585	1576	1152	1888	2074	2691	4160	4132
3	1882	2006	1831	3339	4132	1780	1140	1687	1735	2587	4358	3962
4	1701	2340	1633	5292	3990	2275	1078	1675	2004	2179	4415	3000
5	1780	2779	2394	5066	3877	2097	2572	2196	2086	2202	4075	2564
6	2674	3792	3255	3594	4528	1856	2858	2858	1950	2499	3339	3792
7	2394	2943	2717	2728	5236	2097	2618	3028	2188	2052	3368	3283
8	2131	2468	2207	2168	3283	1729	1749	2289	3368	3000	3990	2915
9	1757	2411	2171	1760	2485	1562	1378	3792	2612	3000	3283	2887
10	1517	2139	2142	1576	2490	1704	2241	3056	2369	3481	3424	2584
11	1316	1757	2674	1548	2471	1757	2705	3283	2060	3905	2796	2725
12	1228	1466	2972	1678	3170	1418	5320	3255	2295	3481	2516	2731
13	1251	1378	2527	1557	3170	1919	3905	3651	1732	3509	2309	3000
14	1452	1404	2887	1939	4500	2083	4811	2230	1423	4415	2657	3255
15	1545	1474	2652	1989	4273	1610	5207	3283	1245	6622	2454	4217
16	1443	1803	2802	2555	3821	1443	4924	2454	1390	6395	2236	4127
17	1421	2060	3396	2372	3283	1259	4585	3594	1528	5915	2887	3396
18	1268	2072	3792	2612	4075	1953	3000	3056	1409	4245	2943	3170
19	1429	1803	3877	2660	3990	2374	2722	2363	2043	3339	4075	3453
20	1214	1440	2759	2029	3113	2887	2714	2420	1922	3594	3170	3679
21	1701	2069	2411	2114	2972	2111	3651	2680	2052	3934	2686	4641
22	1944	2114	3113	1472	2437	1593	5236	2340	2145	4217	3198	5122
23	1681	2386	2943	1942	3283	1316	5632	2233	2542	4556	3905	3736
24	2638	2210	2437	1723	2807	1124	6226	2756	3000	4754	3905	3736
25	2063	2722	3368	2123	2408	1087	3538	2012	3198	4471	2943	5037
26	2182	2485	3849	2516	1987	996	2598	2046	2972	3990	3283	4953
27	2377	3764	4981	2502	1902	928	2275	1995	3764	3877	4330	3311
28	2454	3085	4585	2915	2145	866	1933	1876	2802	3566	4981	2646
29	2742		4075	2915	1876	829	1701	1944	3396	3679	5207	2357
30	2524		5434	5377	1791	835	1568	1845	2765	3905	5943	2502
31	1947		4783		1953		1483	2004		3481		4839
TOTAL DAYS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
MEAN FLOW	1877	2216	3045	2743	3223	1625	3021	2495	2258	3741	3548	3611

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1971

 $(\text{m}^3/\text{s})$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	3877	3078	3967	2202	2601	1824	2748			3152		
2	2766	3212	4529	2279	2731	2110	2692			2714		
3	2794	2444	3788	1938	2496	3201	2695			3143		
4	2513	2689	2845	1777	1999	3578	3215			3915		
5	2206	2674	2306	2111	2036	3259	3259			4657		
6	2207	2797	2445	2636	1882	3019	2837			5207		
7	2323	3038	2265	3055	2124	3383	2772			4740		
8	2540	2642	2670	2471	1770	3433	2850			5019		
9	2424	2205	3022	2005	2948	3112	4584			4563		
10	2350	2127	2928	1872	3044	3210	3873			3484		
11	2640	2400	2441	1693	3425	3535	3680			2758		
12	3231	2550	2435	1642	3065	3272	3120			2624		
13	3788	2325	2944	2032	2963	3091	3187			2356		
14	3920	2738	2327	2412	2341	1229	2449			1971		
15	3576	2759	1842	2132	1986	2545	2346			1800		
16	3962	2658	1792	2302	2642	5090	2170			2018		
17	5104	2667	1652	2579	2394	5588	1827			1950		
18	4693	2935	1703	2489	1904	5848	1665			1992		
19	3372	2447	2794	1925	1750	5954	2305			1904		
20	3379	2513	3187	1634	1886	5023	2304			1746		
21	2971	2408	3016	1588	2144	4418	3190			1548		
22	2491	2605	2306	1874	2017	3423	3129			1479		
23	2102	2856	3060	2568	2769	2911	2339			1548		
24	2281	2849	2862	2563	2742	2620	2158			1715		
25	3434	2904	2574	2977	2397	2835	3837					
26	2729	3472	4882	2627	2193	2599	3048					
27	3904	2964	4283	2740	2547	2539	2356		1972			
28	4455	3223	4281	2860	2139	2199	1909		2100			
29	3426		3284	2292	2050	2313	1686		3461			
30	3036		2550	3004	2319	2673			3422			
31	2950		2232		2204							
TOTAL DAYS	31	28	31	30	31	30	29	0	4	24	0	0
MEAN FLOW	3143	2721	2878	2277	2371	3328				2833		

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1972

 $(\text{m}^3/\text{s})$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	2148	2431	3962		4302				682	566	923	
2	1800	3707	4245		3142				586	526	928	
3	2287	3538	4273		3170				543	501	917	
4	2397	2708	6000		3255				504	487	781	
5	1791	2026			3255				490	480	807	
6	1802	1732			2482				487	473	857	
7	1582	1902			2230				487	466	954	
8	1392	2858			2346				487	458	1016	
9	1797	2830			1981				487	451	889	
10	2278	2173			1718				515	444	798	
11	2748	1939			1840				532	437	843	
12	2131	1757			2536				543	430	1092	
13	1627	2332			3396				541	600	1090	
14	1443	2570			2915				546	719	1486	
15	1726	2972			2366				569	1075	1800	
16	1769	2915			2281				504	1044	2239	
17	1542	3509			2077				487	809	2009	
18	1540	3283			1698		1684		466	1271	1531	
19	2216	3679			1523		1780		445	1856	1186	
20	2015	3339			1466		1781		490	2046	1169	
21	1757	2972			1783		3311		526	2558	1500	
22	1752	3679					4047		1551	3113	1995	
23	1806	3000					3368		2213	2301	2332	
24	1695	3396					2380		2207	2456	3255	
25	1783	5434							1647	2055		
26	1653	5405							1426	1347		
27	1375	4896						543	1174	993		
28	2372	4641						637	945	804		
29	3396	4019						676	767	710		
30	2312							821	640	640		
31	2083							815		934		
TOTAL DAYS	31	29	4	0	21	0	7	5	30	31		0
MEAN FLOW	1936	3160							783	1066		

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1973

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	2395	2737	3174	4425	4186	1334	2869	1676	1973	3979	4083	
2	2307	2228	3542	4199	3931	1281	2187	1971	1580	3852	4005	
3	1727	2255	3490	3299	4256	1256	2715	2440	1760	4595	3636	
4	1685	2321	3377	3930	3639	1276	3310	1899	1917	5535	5579	
5	1785	2514	2917	3789	3229	1497	4359	1505	2222	4401	5695	
6	1628	2445	3364	3490	2705	1474	3524	1386	2209	4641	4670	
7	1432	2158	3176	4536	2424	1463	3003	1598	2004	3890	4232	
8	1340	2865	3630	5304	3110	1083	2304	1744	1872	2933	3666	
9	1334	2382	3697	4361	3604	1238	2253	1844	1528	3363	3295	
10	1422	2204	4692	3854	2989	1329	2728	3333	1418	3802	2654	
11	1595	2698	5027	4331	2714	1273	4035	2865	1517	3085	2757	
12	1662	2689	4170	3650	2568	1460	3277	2296	2041		2510	
13	1691	2902	4343	3611	3116	1843	2596	2278	1789		2838	
14	2434	4591	5047	3420	4727	1664	2035	1669	1563	2203		
15	1888	3873	5679	3384	4001	2063	1784	1505	1555	1773		2945
16	1735	3351	6376	3585	3009	1812	1699	1353	1263	1465		2334
17	2070	3377	5717	2968	2644	2346	1850	1193	1789	2078		2179
18	2892	2877	5688	2657	2539	1949	2240	1230	1496	2572		1974
19	2362	2714	4638	2719	2318	1767	1991	1560	2036	2462		1899
20	2303	3857	5071	2327	2260	1881	2123	1432	1645	3507		2210
21	3901	5021	4533	2213	1981	1927	1853	1301	1561	4169		2451
22	3654	5777	5180	2371	2046	2669	2978	1309	1445	3698		2543
23	5165	6213	5869	3997	3022	2510	2503	2199	1473	2805		2842
24	4669	4289	6710	3812	2411	2208	2007	3205	1414	2282		2403
25	3514	3208	6399	4063	1997	2042	1980	3544	1371	2532		2215
26	3374	2573	4907	3979	1744	2241	2054	3046	1696	2966		2313
27	3495	2339	3702	4382	1566	1792	3414	2440	1639	2659		2548
28	3944	2303	3011	5345	1571	1997	2718	1946	1863	2937		2949
29	3783		2745	4746	1980	2576	2142	1742	2627	2320		4046
30	3044		2776	4285	1466	2429	1963	1555	3574	2853		3407
31	3093		3076		1372		1691	2492		2868		2990
TOTAL DAYS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	13	17
MEAN FLOW	2558	3170	4378	3768	2746	1789	2522	1986	1795	3180		

## PURARI RIVER AT WABO (STATION GS64)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1974

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	3475	2114	5854	2412	1364	1839	1219	1748	898	1946	1604	1900
2	3241	2448	5926	2295	1804	2419	1204	1283	836	1831	1273	2054
3	2980	1950	5398	2691	1694	4385	1321	1532	914	1387	1461	1541
4	3395	2605	4299	2759	1823	3342	1158	1827	867	2408	2755	1338
5	3011	3106	3604	2414	1883	2589	1018	1990	900	2020	2733	1779
6	3237	2473	4276	3003	1666	2132	879	2029	1007	1910	3477	2129
7	3152	2295	4112	2493	2328	1587	890	1680	1226	1986	2425	2700
8	3878	2577	4044	2202	1785	1332	1043	1413	1388	2014	1880	2486
9	3595	3396	3725	1892	1927	1184	939	1140	1309	1866	1493	3302
10	3306	3353	3110	2494	1774	1096	1145	950	1157	1576	1249	2985
11	4462	4674	2362	3146	2656	1573	1009	824	1117	1848	1595	3104
12	4146	4075	2226	3207	2447	2011	2241	762	1226	1820	2428	2216
13	3728	4460	2014	3751	1799	2138	3394	755	1300	1676	1865	1576
14	3506	3991	1865	4281	1539	1984	2276	708	1325	1397	2098	1288
15	2760	4227	2013	3803	1464	2090	1745	651	1250	1346	1718	1392
16	2357	4571	2178	4152	1715	2049	1220	628	1299	1881	1329	2204
17	2731	3449	1988	4340	2134	1417	983	658	984	2134	1175	2483
18	2521	3227	1669	3636	1805	1606	870	700	833	2274	1092	2521
19	2163	3766	1797	4888	1460	1567	762	641	1259	1887	1013	1894
20	2218	4603	2162	4680	1656	1393	722	610	1623	1839	898	1705
21	1976	4225	2157	4304	1399	1340	897	646	2193	2920	850	1537
22	1890	3703	2093	4691	1270	1515	836	692	1542	2974	800	1359
23	1834	3706	1854	3768	1287	1553	791	876	1398	2509	879	1196
24	1904	3403	1750	2739	1574	1434	783	799	1351	1959	1055	1087
25	2434	3661	2152	2245	1491	1722	1045	929	1014	1738	1441	1148
26	2974	4270	2153	2133	1333	1347	1048	1105	882	2531	1665	1039
27	2781	5207	2194	1778	1035	1701	1084	1034	843	2302	1319	1185
28	2320	5116	2220	1613	944	1474	1179	954	928	3162	1336	1379
29	2363		2193	1559	1138	1471	1682	1380	1125	3616	1880	1172
30	2656		1804	1416	2713	1265	1687	1233	2094	2728	1912	2177
31	2206		2107		1864		1718	1166		2211		1811
TOTAL DAYS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
MEAN FLOW	2877	3595	2816	3026	1702	1819	1251	1076	1203	2119	1623	1861

付 録 E

Supu 地点における Aure 川の日流出量及び月流出量

流域面積 4,360 km<sup>2</sup>

単 位 m<sup>3</sup>/秒

## APPENDIX E-1

## AURE RIVER AT SUPU (STATION 711050)

## AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1966

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1									106	462	589	388
2									120	368	382	337
3									140	490	328	365
4									141	314	240	309
5									265	439	222	230
6									135	524	309	223
7									97	575	245	209
8									81	470	323	229
9									72	484	569	183
10									84	394	282	218
11									175	326	253	227
12									168	283	282	218
13									112	388	215	209
14									94	229	204	422
15									153	208	326	504
16									357	211	217	555
17									172	236	183	453
18									97	270	297	736
19									91	306	317	445
20									80	292	365	365
21									111	479	343	334
22									112	561	270	264
23								242	152	549	259	249
24								320	158	612	578	391
25								146	184	433	357	320
26								142	191	425	354	377
27								121	214	646	374	603
28								122	323	612	507	450
29								116	295	625	388	422
30								146	459	838	470	558
31								124		606		606
DAYS								9	30	31	30	31
MEAN FLOW									164	442	335	367

## AURE RIVER AT SUPU (STATION 711850)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1967

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	504	314	1073	253	399	193	515	187	141	295	228	436
2	719	280	864	220	334	175	385	362	107	345	300	240
3	453	314	660	195	442	164	220	479	93	481	377	223
4	447	954	527	180	371	295	206	328	84	371	530	172
5	665	595	501	244	303	270	221	199	78	396	541	272
6	535	487	408	261	262	278	257	162	74	498	320	186
7	405	300	430	343	292	226	895	150	83	413	227	172
8	456	265	479	626	343	180	881	178	103	286	187	306
9	388	354	365	377	314	156	297	242	95	278	183	229
10	314	379	311	292	238	203	187	209	108	830	159	268
11	348	279	391	239	323	399	168	155	271	374	140	252
12	309	405	292	200	266	230	162	129	215	470	131	340
13	260	459	300	182	241	205	164	122	185	521	130	306
14	371	456	289	160	231	202	140	162	150	340	133	331
15	354	614	280	148	425	176	136	205	164	248	134	220
16	671	739	256	140	320	155	267	179	207	213	200	169
17	793	1099	236	131	191	136	213	188	196	205	194	155
18	988	750	238	151	186	125	148	138	216	365	136	261
19	929	799	283	169	186	125	138	129	231	317	122	297
20	725	685	270	317	169	119	125	121	272	462	115	212
21	600	538	292	314	180	111	146	159	244	362	100	173
22	470	595	233	282	229	103	156	297	249	334	88	157
23	541	909	462	266	176	103	130	164	215	262	140	146
24	481	623	281	402	309	103	286	160	253	337	186	159
25	439	558	396	297	433	106	176	161	430	331	197	151
26	430	450	544	230	354	157	637	131	405	243	228	131
27	360	467	396	317	586	146	456	124	289	220	411	172
28	348	646	365	351	524	205	232	201	317	214	436	150
29	289		759	317	314	130	180	275	303	262	256	184
30	250		419	620	254	320	153	199	270	282	326	148
31	289		306		234		134	174		229		147
DAYS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
MEAN FLOW	488	548	416	274	304	183	271	196	202	348	229	218

## AURE RIVER AT SUPU (STATION 711850)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1968

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	174	281	191				54	92	74	240	326	244
2	214	394	179				52	158	116	224	614	334
3	268	251	185				51	149	87	198	479	439
4	340	244	203				50	110	70	258	360	281
5	357	234	206				71	90	61	343	391	207
6	439	365	185				57	77	57	281	425	170
7	249	354	219				55	70	59	623	408	274
8	223	328	212				57	97	74	549	283	262
9	213	385	345				187	135	105	255	254	258
10	238	297	311				139	211	121	227	198	306
11	246	340	214				151	242	158	306	176	268
12	210	453	190				165	289	153	210	204	263
13	276	337	206			97	88	228	442	195	188	203
14	262	254	179			99	71	518	419	207	148	317
15	493	314	197			119	74	396	248	247	134	269
16	295	348	283			145	65	320	170	181	164	314
17	249	311	163			129	61	276	279	215	116	445
18	276	303	155			150	58	242	221	178	117	555
19	323	231	204			106	52	286	201	216	133	385
20	280	217	146			91	54	194	142	345	136	515
21	377	255	173			97	129	185	192	348	86	671
22	267	343	334			92	141	159	651	202	100	433
23	217	227	221			75	230	256	784	149	88	439
24	388	195	276			70	467	149	648	135	84	456
25	340	331	399			109	278	139	411	148	82	521
26	340	250	365			81	199	99	377	156	242	413
27	476	209	603			85	153	84	354	136	171	609
28	620	209				69	129	77	314	169	182	699
29	413	222				61	120	71	297	343	203	501
30	306					57	99	69	274	213	266	547
31	255						87	65		200		428
DAYS	31	29	27	0	0	18	31	31	30	31	30	31
MEAN FLOW	310	293					118	178	252	246	226	388

## AURE RIVER AT SUPU (STATION 711850)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1969

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	391	230	343	654							345	243
2	510	289	275	521							268	216
3	547	254	272	413							242	306
4	671	311	382	351							234	257
5	552	1240	281	328							164	320
6	450	736	233	306							142	306
7	357	470	249	283							130	306
8	396	368	297	242						348	173	334
9	354	518	270	252						326	182	595
10	606	484	286	257						314	179	767
11	343	348	276	289						343	252	674
12	320	328	221	351						306	368	592
13	314	286	264	249						320	295	490
14	274	252	396	357						368	323	394
15	246	241	272	430						334	306	394
16	515	227	292	311						314	547	484
17	362	360	581	242						311	521	343
18	374	360	368							281	368	498
19	374	334	331							250	314	365
20	374	300	748							249	399	309
21	323	277	530							303	317	365
22	654	283	884							261	354	371
23	331	257	473							235	671	328
24	405	259	382							263	1034	266
25	963	388	422							331	711	725
26	538	453	527			217				331	552	481
27	399	289	685			164				388	473	365
28	348	281	527			131				268	459	555
29	278		708							208	334	
30	262		637							192	272	
31	236		787							264		
DAYS	31	28	31	17	0	3	0	0	0	24	30	28
MEAN FLOW	422	372	426								364	

## AURE RIVER AT SUPU (STATION 711850)

## AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1970

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1		128	243	697					106			643
2		159	222	416					93			566
3		148	203	433					116			484
4		232	190	626					203			382
5		331	274	543					128			445
6		422	230	377					127			490
7		233	182	392					107			470
8		212	156	240					104			396
9		234	167	207					136			510
10		165	208	186				357	134			541
11		190	227	183				328	218			433
12		236	251	163				275	127			354
13	126	379	184	182				240	96			473
14	165	323	220	191				136	82			357
15	141	266	195	169				138	74			430
16	117	207	192	178				118	75			408
17	111	192	210	179				103	77			439
18	107	198	334	198				135	127			481
19	100	156	362	168				131	155			524
20	112	155	277					170				467
21	200	213	238					507				1521
22	162	191	264					320				569
23	151	267	320					161				566
24	254	264	223					129				748
25	146	225	239					184				1096
26	161	260	247					216				589
27	168	643	396					141				496
28	178	382	263					106			702	476
29	194		292					131			688	379
30	144		598					145			1073	470
31	125		532					109				1274
DAYS	19	28	31	19	0	0	0	22	19	0	3	31
MEAN FLOW		250	263									564

## AURE RIVER AT SUPU (STATION 711850)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1971

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	609		476	263	481	200	239	198			394	169
2	445		547	326	581	200	323	169			272	193
3	450		354	351	411	231	249	158			239	309
4	357		286	300	311	178	306	158			175	337
5	309		260	360	255	209	309	138			131	281
6	320		326	462	226	260	283	125			137	203
7	311		247	496	194	215	243	130			218	185
8	388		235	379	193	190	259	123			178	249
9	354		223	362	479	328	274	111			132	292
10	278		229	376	433	343	206	100			148	331
11	360		231	425	589	253	379	94			129	241
12	351		450	306	643	292	297	89			187	185
13	405		498	261	399	252	255	83			166	157
14	368		396	357	348	345	205	81			123	138
15	598		295	249	270	306	188	80			105	131
16	592		269	257	249	464	158	88			93	142
17	705		250	309	227	530	140	85			87	167
18	481		231	360	193	677	131	77			80	450
19	479		225	241	219	578	126	77			80	328
20	663		334	281	286	598	135	82			93	193
21	600		260	203	292	419	231	77			79	154
22	351		252	196	244	309	203	73			82	133
23	371		286	490	425	255	144	69			120	118
24	379		379	581	402	235	148	68			75	108
25			456	552	544	242	490	67		101	70	170
26			1022	470	317	261	254	74		89	86	267
27			609	311	289	360	218	123		95	167	195
28			634	360	286	246	187			94	148	212
29			507	422	309	254	166			110	175	360
30			354	498	337	207	182			232	200	221
31			377		241		191			303		236
DAYS	24	0	31	30	31	30	31	27	0	7	30	31
MEAN FLOW			371	360	345	314	230				146	221

## AURE RIVER AT SUPU (STATION 711850)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1972

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	289	298	408	320	565	218	101	103	70	74	125	293
2	255	498	496	343	393	201	90	92	64	66	127	174
3	273	542	527	1030	585	173	85	84	55	61	123	144
4	327		569	518	380	157	83	81	52	58	101	192
5	265		604	361	295	150	84	76	51	56	113	432
6	327		406	349	252	145	99	73	56	54	131	643
7	262		404	382	310	140	96	70	58	51	114	366
8	208		383	352	318	131	103	67	54	49	88	258
9	280		489	652	275	153	120	64	69	48	84	221
10	313		401	596	298	155	113	62	74	47	94	199
11	430		292	374	595	156	98	60	65	47	90	168
12	329		305	413	730	143	121	59	65	47	80	140
13	243		286	546	621	127	104	59	67	60	87	129
14	203		327	469	563	149	96	67	68	70	160	121
15	332		431	725	389	198	128	61	56	89	308	111
16	287	434	665	456	355	138	89	58	51	74	446	103
17	246	325	457	347	288	120	288	55	48	193	207	93
18	213	260	434	296	234	109	140	54	48	457	179	88
19	197	232	348	276	244	103	134	52	59	504	183	99
20	233	326	406	263	331	99	270	51	82	309	157	132
21	220	240	316	252	381	97	630	55	100	381	142	106
22	290	205	560	234	828	97	711	52	275	557	217	98
23	255	222	740	242	1180	109	500	52	401	304	338	103
24	257	305	385	283	935	136	310	53	370	374	437	144
25	230	397	311	229	505	208	226	52	199	250	266	235
26	256	444	306	232	357	376	212	53	169	156	198	246
27	205	576	329	252	306	263	193	57	156	119	226	137
28	202	599	278	301	255	167	155	91	123	98	159	114
29	319	529	279	326	226	133	130	92	117	87	133	151
30	337		266	296	228	118	116	93	86	81	196	134
31	307		308		209		122	95		234		276
DAYS	31	17	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
MEAN FLOW	271		410	391	433	156	185	67	107	163	177	189

## AURE RIVER AT SUPU (STATION 711850)

AVERAGE DAILY DISCHARGE

YEAR 1973

 $(m^3/s)$ 

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	213	221	483	627	715		282	174		502		
2	222	216	413	441	690		192	164		542		
3	162	941	467	452	634		154	157		677		
4	223	1100	437	621	451		261	142		582		
5	278	1040	402	679	400		455	128		580		
6	225	1100	503	557	322	146	298	118		514		
7	172	1010	519	913	325	108	535	134		328		
8	163	893	536	697	379	100	399	174		294		
9	156	1100	450	489	377	157	253	201	75	405		
10	195	710	446	455	280	125	325		94	365		
11	200	673	358	486	252	117	338		120	264		
12	187	1010	305	396	371	157	382		115	224		
13	153	865	324	363	380	221	246		89	189		
14	153	436	630	591	554	163	192		77	173		
15	163	782	778	534	433	203	184		77	176		
16	148	683	996	493	363	168	167		93	223		
17	164	580	769	351	332	244	233		122	216		
18	234	477	998	299	340	152	329		101	162		
19	204	541	625	267	279	131	262		111	151		
20	216	1230	657	238	250	142	320		99	184		
21	429	1110	775	223		144	232		102	158		
22	437	1230	767	238		202	362		91	134		
23	686	858	911	412		308	337		99	294		
24	438	659	1020	309		183	269		107	163		
25	329	465	782	352		181	234		115			
26	321	367	675	561		185	215		113			
27	347	351	503	726		168	339		100			
28	337	348	423	961		157	293		104			
29	331		366	685		165	215		242			
30	239		382	756		139	178		384			
31	282		487				167					
DAYS	31	28	31	30	20	25	31	9	22	24	0	0
MEAN FLOW	257	750	587	506			276					

## APPENDIX E-2

## AURE RIVER AT SUPU (STATION 711850)

## MONTHLY MEAN DISCHARGE

 $(m^3/s)$ 

YEAR MONTH	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
JAN		300.0	273.5	366.0	300.0	386.6	<u>488.2</u>	<u>310.4</u>	<u>421.6</u>	231.3
FEB		394.3	208.0	339.0	326.8	608.8	<u>547.6</u>	<u>292.5</u>	<u>372.4</u>	<u>250.3</u>
MAR		446.0	414.9	389.4	524.4	500.0	<u>416.3</u>	300.0	<u>425.6</u>	<u>262.5</u>
APR		428.6	301.8	356.4	225.4	291.0	<u>274.1</u>	219.5	374.1	326.7
MAY		354.1	153.0	292.1	300.0	424.8	<u>304.1</u>	<u>177.1</u>	280.4	411.0
JUNE		255.8	267.3	174.0	196.2	234.1	<u>182.8</u>	<u>144.8</u>	250.4	196.7
JULY		300.0	232.0	182.3	100.9	115.8	<u>271.3</u>	<u>117.5</u>	239.3	375.5
AUG		394.5	401.0	276.7	99.4	196.7	<u>195.8</u>	<u>178.4</u>	271.6	300.0
SEPT		598.1	398.7	300.0	145.3	164.3	<u>201.5</u>	<u>252.1</u>	345.6	283.7
OCT		417.4	315.2	240.4	172.4	442.3	<u>348.0</u>	<u>245.6</u>	300.0	502.1
NOV		209.6	128.1	418.4	124.2	335.0	<u>228.5</u>	<u>226.1</u>	<u>364.2</u>	468.2
DEC		274.7	300.0	166.1	199.9	276.0	<u>218.3</u>	<u>387.9</u>	398.9	<u>563.5</u>

YEAR MONTH	1971	1972	1973	1974
JAN	397.0	<u>270.6</u>	<u>257.4</u>	350.2
FEB	322.8	400.0	<u>749.9</u>	476.4
MAR	<u>371.0</u>	<u>410.2</u>	<u>586.7</u>	339.5
APR	<u>359.6</u>	<u>390.5</u>	<u>505.7</u>	376.4
MAY	<u>345.5</u>	<u>433.3</u>	327.2	207.3
JUNE	<u>314.3</u>	<u>155.6</u>	219.2	223.4
JULY	<u>229.6</u>	<u>185.4</u>	<u>276.4</u>	145.3
AUG	183.2	<u>66.9</u>	246.3	121.3
SEPT	297.3	<u>107.1</u>	220.1	138.7
OCT	300.0	<u>163.1</u>	458.9	264.6
NOV	<u>145.5</u>	<u>177.0</u>	369.0	196.4
DEC	<u>211.2</u>	<u>188.7</u>	288.1	229.1

Note: Figures not underlined are estimated.

付 録 F

Sir William Halcrow & Partners より得られた  
初期の流出記録

## APPENDIX F-1

MEAN MONTHLY DISCHARGES, PURARI RIVER AT WABO DAMSITE ( $m^3/s$ )  
 (MEASURED FROM DRWG. OF SIR WILLIAM HALCROW & PARTNERS NO. 60-1443)

MONTH	1958	1959
JAN		1 480
FEB		2 549
MAR		2 832
APR		2 964
MAY		2 521
JUNE		2 549
JULY		2 823
AUG	1 023	1 663
SEPT	2 869	2 690
OCT	2 713	1 370
NOV	2 067	1 237
DEC	1 909	1 480
TOTAL		36 739

## APPENDIX F-2

MEAN MONTHLY DISCHARGES, PURARI RIVER AT HATHOR GORGE ( $m^3/s$ )  
 (MEASURED FROM DRWG. OF SIR WILLIAM HALCROW & PARTNERS NO. 60-1443)

MONTH	1953	1954	1956	1957	1958	1959
JAN		3 197		1 617	1 772	1 206
FEB		3 651		1 618	2 690	2 275
MAR		2 631		2 704	2 137	2 722
APR		2 964		3 020	1 642	2 426
MAY		2 749		1 781	1 699	1 900
JUNE		1 529		1 274	887	1 822
JULY		1 041	1 005	2 074	740	2 475
AUG				1 525	913	1 334
SEPT	2 001			1 954	2 237	2 313
OCT	1 863			1 416	2 357	1 069
NOV	1 803			1 331	1 907	944
DEC	2 357		2 338	2 046	1 754	1 233

## APPENDIX F-3

## COMPARISON OF RUNOFF AT HATHOR GORGE AND WABO DAMSITE

1958 MONTH	HATHOR GORGE (HG) m <sup>3</sup> /s	WABO DAMSITE (WD) m <sup>3</sup> /s	WD - HG	$\frac{WD-HG}{HG} \times \frac{100}{1}$
AUG	913	1 023	110	12.0
SEPT	2 237	2 869	632	28.3
OCT	2 357	2 713	356	15.1
NOV	1 907	2 067	160	8.4
DEC	1 754	1 909	155	8.8
1959 MONTH				
JAN	1 206	1 480	274	22.7
FEB	2 275	2 549	274	12.0
MAR	2 722	2 832	110	4.0
APR	2 426	2 964	538	22.2
MAY	1 900	2 521	621	32.7
JUNE	1 822	2 549	727	39.9
JULY	2 475	2 823	348	14.1
AUG	1 334	1 663	329	24.7
SEPT	2 313	2 690	377	16.3
OCT	1 069	1 370	301	28.2
NOV	944	1 237	293	31.0
DEC	1 233	1 480	247	20.0
TOTAL	30 887	36 739	5 852	18.9
<p>Note: (1) Difference of catchment area between Wabo and Hathor Gorge is 1 350 km<sup>2</sup> (26 300 - 24 950)</p> <p>(2) Difference of average discharge is about 344 m<sup>3</sup>/s (5 852 ÷ 17)</p> <p>(3) The average discharge of 344 m<sup>3</sup>/s is equivalent to a depth of runoff of about 8 000 mm per annum (<math>\frac{344 \times 3 600 \times 24 \times 365}{1 350 \times 10^6}</math>)</p>				

付 録 G

Waboダムサイトにおける日気象記録

1975年6月—1976年1月

## APPENDIX G-1

## TEMPERATURE, RAINFALL AND EVAPORATION

WABO DAMSITE

JUNE 1975

DATE	TEMPERATURE °C		RAINFALL (mm) (1)	EVAPORATION (mm)			
	MAX.	MIN.		1st Gauges (2)	2nd Gauges (3)	Difference (4)=(3)-(2)	Evaporation (1)-(4)
1	28.5	21.5	29.9	14.0	41.9	27.9	2.0
2	29.5	22.0	34.0	1.1	33.7	32.6	1.4
3	28.8	22.0	85.9	33.7	116.5	82.8	3.1
4	29.6	21.5	1.6	7.7	6.2	-1.5	3.1
5	33.5	22.0	55.6	6.2	58.1	51.9	3.7
6	33.0	21.5	43.4	2.2	42.1	38.9	3.5
7	31.5	21.0	54.9	3.1	55.0	51.9	3.0
8	29.0	21.5	6.4	6.3	10.1	3.8	2.6
9	31.0	21.0	51.8	10.1	59.3	49.2	2.6
10	31.5	22.0	60.7	8.5	66.8	58.3	2.4
11	31.5	22.5	5.4	8.5	11.0	2.5	2.9
12	30.0	22.5	37.8	11.0	46.0	35.0	2.8
13	30.0	22.5	148.1	7.1	152.7	145.6	2.5
14	28.5	22.0	1.3	6.2	5.6	-0.6	1.9
15	29.5	21.9	63.4	5.6	67.0	61.4	2.0
16	26.0	23.0	97.3	7.2	104.0	96.8	0.5
17	26.2	22.4	129.1	3.0	129.5	126.5	2.6
18	29.3	22.9	42.5	4.2	44.5	40.3	2.2
19	30.0	23.5	47.7	4.0	49.8	45.8	1.9
20	31.5	23.4	51.8	5.1	54.1	49.0	2.8
21	30.6	21.5	53.8	6.3	58.1	51.8	2.0
22	25.8	22.9	41.8	9.0	48.7	39.7	2.1
23	27.2	22.3	0.3	7.0	7.0	0	0.3
24	29.2	22.5	74.0	7.0	78.2	71.2	2.8
25	30.5	22.4	57.0	2.3	57.0	54.7	2.3
26	29.7	22.1	0.4	6.0	6.0	0	0.4
27	30.4	22.5	48.9	6.0	52.0	46.0	2.9
28	28.6	20.5	38.6	4.9	40.2	35.3	3.3
29	29.9	21.4	0	2.0	2.0	0	0
30	28.4	22.4	51.9	2.0	51.6	49.6	2.3
TOTAL			1415.3				67.9
MEAN	29.6	22.1	45.7				2.3
RAINY DAYS:			29 days				

## TEMPERATURE, RAINFALL AND EVAPORATION

WABO DAMSITE

JULY 1975

DATE	TEMPERATURE °C		RAINFALL (mm) (1)	EVAPORATION (mm)		
	MAX.	MIN.		1st Gauges (2)	2nd Gauges (3)	Difference (4)=(3)-(2) Evaporation (1)-(4)
1	29.5	23.0	1.0			2.0
2	30.5	22.2	66.4			3.1
3	29.5	22.0	46.0			3.5
4	30.5	21.9	93.0			2.0
5	27.9	21.4	12.5			0.6
6	30.2	21.5	47.2			1.0
7	29.9	22.2	25.0			2.2
8	29.0	21.5	13.8			2.0
9	30.3	22.5	49.2			1.8
10	29.5	22.6	5.0			2.1
11	30.4	22.5	109.2			2.0
12	30.9	22.0	15.1			2.2
13	30.0	20.3	13.6			2.4
14	30.5	22.5	0			1.0
15	31.3	22.0	0.2			1.4
16	31.0	22.0	0.8			3.7
17	29.5	22.5	4.4			1.5
18	30.3	22.5	4.8			3.4
19	31.3	22.5	14.1			3.4
20	29.4	22.5	0.4			2.9
21	31.2	22.0	40.1			2.4
22	31.3	22.2	75.2			3.4
23	30.1	22.5	3.0			3.0
24	31.3	22.3	0.1			1.0
25	29.8	22.6	35.6			2.4
26	31.2	22.4	7.2			3.5
27	31.2	22.5	25.0			4.0
28	30.7	22.4	19.8			2.6
29	29.8	22.4	78.0			2.6
30	30.2	22.4	52.7			4.0
31	29.8	23.0	29.0			3.3
TOTAL			887.4			76.4
MEAN	30.3	22.2	28.6			2.5
RAINY DAYS:		30				

## TEMPERATURE, RAINFALL AND EVAPORATION

WABO DAMSITE

AUGUST 1975

DATE	TEMPERATURE °C		RAINFALL (mm) (1)	EVAPORATION (mm)			
	MAX.	MIN.		1st Gauges (2)	2nd (3)	Difference (4)=(3)-(2)	Evaporation (1)-(4)
1	30.8	22.2	34.6	5.0	37.2	32.2	2.4
2	29.1	23.5	93.1	2.0	92.4	90.4	2.7
3	29.4	22.5	29.9	6.5	34.3	27.8	2.1
4	31.1	22.0	66.2	5.0	67.0	62.0	4.2
5	30.4	21.6	78.8	4.0	78.4	74.4	4.4
6	30.5	22.5	16.2	3.0	16.3	13.3	2.9
7	30.0	22.3	21.4	2.3	20.4	18.1	3.3
8	29.8	22.0	67.0	2.9	67.9	65.0	2.0
9	30.3	22.9	15.0	5.2	17.6	12.4	2.6
10	30.0	22.5	212.0	17.6	-	-	-
11	30.4	22.4	37.7	4.3	39.6	35.3	2.4
12	30.3	21.7	126.5	-0.2	123.1	123.3	3.2
13	31.4	22.5	50.0	3.1	49.1	46.0	4.0
14	31.7	21.8	66.4	1.5	64.0	62.5	3.9
15	29.2	22.5	0	2.1	0	-2.1	2.1
16	31.6	22.3	88.4	0	84.0	84.0	4.4
17	29.3	22.3	87.3	2.4	89.6	87.2	0.1
18	23.7	20.8	58.1	4.0	60.9	56.1	2.0
19	28.1	20.6	5.1	1.2	2.9	1.7	3.4
20	28.7	21.0	1.0	2.9	1.5	-1.4	2.4
21	26.0	20.8	5.8	1.5	7.5	5.7	0.1
22	28.8	21.6	32.0	7.2	35.0	27.8	4.2
23	28.5	21.4	8.0	4.3	9.6	5.3	2.7
24	28.3	21.0	24.2	9.6	32.9	23.3	0.9
25	27.7	21.5	151.2	2.3	-	-	-
26	28.4	21.5	3.2	1.0	2.0	1.0	2.2
27	31.5	22.6	0.8	2.0	0	-2.0	2.8
28	31.5	22.7	15.2	0	12.6	12.6	2.6
29	30.6	22.6	6.0	4.0	6.4	2.4	3.6
30	31.9	22.5	0	6.4	2.5	-3.9	3.9
31	31.8	23.2	0	2.5	-1.5	-4.0	4.0
TOTAL			1401.1				81.5
MEAN	29.7	22.0	45.2				2.8
RAINY DAYS:		28					

## TEMPERATURE, RAINFALL AND EVAPORATION

WABO DAMSITE

SEPT 1975

DATE	TEMPERATURE °C		RAINFALL (mm) (1)	EVAPORATION (mm)			
	MAX.	MIN.		1st Gauges (2)	2nd (3)	Difference (4)=(3)-(2)	Evaporation (1)-(4)
1	31.5	23.4	0	-1.5	-6.0	-4.5	4.5
2	33.4	22.4	88.0	1.5	84.5	83.0	5.0
3	30.7	22.0	0	4.6	1.0	-3.6	3.6
4	31.4	22.6	59.4	1.0	56.9	55.9	3.5
5	31.4	22.2	67.6	4.4	70.6	66.2	1.4
6	31.0	22.1	21.2	4.3	25.3	21.0	0.2
7	31.5	23.2	76.2	3.1	74.9	71.8	4.4
8	29.8	22.9	16.0	4.7	17.3	12.6	3.4
9	28.7	20.4	8.6	4.2	10.2	6.0	2.6
10	31.4	22.5	36.4	10.2	-	-	-
11	32.1	23.4	20.2	4.2	20.0	15.8	4.4
12	32.7	23.3	19.4	5.7	22.1	16.4	3.0
13	-	-	26.8	-	-	-	-
14	-	-	17.2	-	-	-	-
15	-	-	0	-	-	-	-
16	-	-	114.0	-	-	-	-
17	-	-	15.6	-	-	-	-
18	-	-	94.0	-	-	-	-
19	-	-	35.0	-	-	-	-
20	31.9	22.1	23.8	5.7	-	-	-
21	31.5	22.5	11.3	4.2	10.5	6.3	5.0
22	31.3	22.8	87.8	10.5	93.6	83.1	4.7
23	30.0	23.0	55.0	5.1	-	-	-
24	32.5	23.0	123.8	4.1	25.2	21.1	2.7
25	33.5	23.1	34.8	5.7	39.1	33.4	1.4
26	30.6	23.5	3.2	4.0	3.1	-0.9	4.1
27	33.3	21.9	35.7	3.1	34.9	31.8	3.9
28	33.3	21.8	37.0	5.4	38.8	33.4	3.6
29	32.8	23.4	26.3	5.6	29.8	24.2	2.1
30	30.8	22.9	9.1	4.8	10.8	6.0	3.1
TOTAL			1063.4				66.6
MEAN	31.6	22.6	35.4				3.3
RAINY DAYS:		27					

## TEMPERATURE, RAINFALL AND EVAPORATION

WABO DAMSITE

OCT 1975

DATE	TEMPERATURE °C		RAINFALL (mm) (1)	EVAPORATION (mm)			
	MAX.	MIN.		1st Gauges (2)	2nd (3)	Difference (4)=(3)-(2)	Evaporation (1)-(4)
1	32.5	23.8	5.9	4.5	6.7	2.2	3.7
2	33.2	24.3	40.5	6.7	47.1	40.4	0.1
3	32.4	23.2	76.0	4.0	-	-	-
4	32.7	23.3	27.2	4.0	-	-	-
5	31.5	23.0	28.4	1.5	26.3	24.8	3.6
6	32.1	22.8	2.2	1.5	0.7	-0.8	3.0
7	33.3	22.5	50.0	4.5	-	-	-
8	30.3	20.9	1.0	4.5	1.0	-3.5	4.5
9	30.2	20.4	21.9	1.0	20.7	19.7	2.2
10	28.8	22.3	5.6	4.3	7.6	3.3	2.3
11	31.7	23.1	1.6	4.2	2.1	-2.1	3.7
12	33.2	23.2	0	2.1	-2.3	-4.4	4.4
13	33.4	23.7	0	6.7	2.0	-4.7	4.7
14	33.1	23.5	3.5	6.8	5.3	-1.5	5.0
15	32.2	22.9	2.5	5.3	5.1	-0.2	2.7
16	33.4	23.5	2.0	5.1	3.4	-1.7	3.7
17	32.7	23.0	39.4	3.4	41.7	38.3	1.1
18	33.1	23.4	21.3	5.3	-	-	-
19	33.4	23.0	38.4	17.7	-	-	-
20	32.6	23.1	1.4	4.7	1.1	-3.6	5.0
21	32.8	23.7	34.0	4.9	37.4	32.5	1.5
22	33.1	20.0	34.0	4.8	32.2	27.4	6.6
23	33.1	22.4	18.4	5.4	-	-	-
24	33.1	22.5	41.0	13.2	-	-	-
25	27.5	22.3	0	5.5	3.9	-1.6	1.6
26	32.1	22.1	21.4	3.8	20.9	17.1	4.3
27	33.4	19.5	61.3	7.9	-	-	-
28	32.3	21.2	8.9	10.5	18.0	7.5	1.4
29	32.4	20.6	20.8	8.0	-	-	-
30	31.3	22.2	3.8	10.5	11.6	1.1	2.7
31	32.3	23.6	41.6	11.6	48.7	37.1	4.5
TOTAL			654.0				72.3
MEAN	32.2	22.5	21.1				3.3
RAINY DAYS:		28					

## TEMPERATURE, RAINFALL AND EVAPORATION

WABO DAMSITE

NOV 1975

DATE	TEMPERATURE °C		RAINFALL (mm) (1)	EVAPORATION (mm)			
	MAX.	MIN.		1st. Gauges (2)	2nd (3)	Difference (4)=(3)-(2)	Evaporation (1)-(4)
1	29.3	23.4	1.0	9.1	7.8	-1.3	2.3
2	29.2	22.2	13.1	7.8	18.7	10.9	2.2
3	32.5	23.3	8.8	18.7	-	-	-
4	28.9	21.3	31.1	7.6	34.2	26.6	4.5
5	32.1	22.6	2.0	34.2	31.0	-2.4	4.4
6	32.6	21.7	115.4	8.3	121.7	113.4	2.0
7	32.4	23.6	0.6	11.4	8.8	-2.6	3.2
8	33.3	21.4	102.8	8.8	109.1	100.3	2.5
9	32.7	21.0	49.6	8.8	56.1	47.3	2.3
10	31.4	20.2	8.0	9.6	-	-	-
11	31.5	21.3	70.7	11.3	76.8	65.5	5.2
12	32.8	22.0	28.0	5.6	-	-	-
13	32.0	22.8	16.5	7.7	-	-	-
14	29.2	22.5	9.2	18.0	23.9	5.9	3.3
15	31.4	21.4	22.8	23.9	43.7	19.8	3.0
16	32.1	21.5	0	8.9	6.6	-2.3	2.3
17	33.6	21.4	0	6.6	1.8	-4.8	4.8
18	33.4	22.3	0	1.8	-2.4	-4.2	4.2
19	33.0	21.6	0	7.7	4.3	-3.4	3.4
20	34.5	22.7	23.4	4.3	-	-	-
21	32.5	22.5	9.8	9.4	16.4	7.0	2.8
22	33.5	23.2	72.4	16.4	84.4	68.0	4.4
23	32.4	23.4	53.8	9.4	59.6	50.2	3.6
24	33.5	22.3	57.2	8.8	-	-	-
25	31.9	22.2	30.3	9.8	37.5	27.7	2.6
26	33.0	23.3	47.0	10.3	56.5	46.2	0.8
27	30.9	22.6	50.8	8.9	-	-	-
28	30.9	22.7	14.4	7.9	-	-	-
29	32.4	22.5	78.5	7.8	-	-	-
30	31.5	24.5	4.3	9.2	9.5	0.3	4.0
TOTAL			921.5				67.8
MEAN	32.0	22.3	30.7				3.2
RAINY DAYS:		26					

## TEMPERATURE, RAINFALL AND EVAPORATION

WABO DAMSITE

DEC 1975

DATE	TEMPERATURE °C		RAINFALL (mm) (1)	EVAPORATION (mm)			
	MAX.	MIN.		1st Gauges (2)	2nd (3)	Difference (4)=(3)-(2)	Evaporation (1)-(4)
1	31.6	22.3	90.3	9.5	-	-	-
2	33.4	23.1	30.6	12.6	40.8	28.2	2.4
3	31.6	22.2	24.8	10.2	31.5	21.3	3.5
4	31.5	22.4	15.0	10.5	20.6	10.1	4.9
5	32.7	22.8	3.6	9.3	8.7	-0.6	4.2
6	32.2	24.9	57.4	8.7	65.3	56.6	0.8
7	32.7	22.3	0	9.9	5.6	-4.3	4.3
8	33.3	22.2	92.7	5.6	98.0	92.4	0.3
9	33.8	22.9	13.5	9.2	17.9	8.7	4.8
10	33.8	25.0	44.5	9.6	50.2	40.6	3.9
11	32.8	22.1	71.2	9.3	-	-	-
12	32.5	23.0	0.4	39.4	36.2	-3.2	3.6
13	33.8	22.5	34.7	36.2	69.5	33.3	1.4
14	33.1	22.6	14.0	10.5	20.0	9.5	4.5
15	32.4	22.8	1.2	20.0	16.6	-3.4	4.6
16	29.4	22.5	112.4	16.6	-	-	-
17	28.8	22.2	0.7	20.8	19.9	-0.9	1.6
18	32.4	22.2	43.4	19.9	60.0	40.1	3.3
19	32.7	23.0	15.6	11.7	24.6	12.9	2.7
20	33.3	22.5	79.5	24.6	-	-	-
21	32.5	22.0	43.5	-	-	-	-
22	32.8	22.5	39.6	-	-	-	-
23	-	-	81.7	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL			1212.8				50.8
MEAN	32.4	22.7	39.1				3.2
RAINY DAYS:							

## TEMPERATURE, RAINFALL AND EVAPORATION

WABO DAMSITE

JAN 1976

DATE	TEMPERATURE °C		RAINFALL (mm) (1)	EVAPORATION (mm)			
	MAX.	MIN.		1st Gauges (2)	2nd (3)	Difference (4)=(3)-(2)	Evaporation (1)-(4)
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	32.6	22.0	19.7	9.7	25.4	15.7	4.0
8	33.5	22.2	2.5	25.4	25.0	-0.4	2.9
9	31.8	22.3	7.0	25.0	28.8	3.8	3.2
10	31.5	22.8	18.4	28.8	43.5	14.7	3.7
11	31.9	22.3	5.4	8.7	10.1	1.4	4.0
12	28.6	22.9	3.3	10.1	-	-	-
13	32.4	22.5	59.4	15.2	69.9	54.7	4.7
14	31.8	22.4	16.1	69.9	81.6	11.7	4.4
15	31.7	22.5	1.4	6.9	6.3	-0.6	2.0
16	32.0	22.4	75.6	6.3	-	-	-
17	29.0	22.6	0.5	8.5	5.5	-3.0	3.5
18	30.8	23.1	19.2	5.5	19.6	14.1	5.1
19	31.3	23.1	50.2	19.6	-	-	-
20	30.5	22.0	0.5	18.3	15.1	-3.2	3.7
21	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL			363.3				41.2
MEAN	31.4	22.5	18.2				3.7
RAINY DAYS:							

## APPENDIX G-2

## COMPARISON OF OBSERVED AND ESTIMATED EVAPORATION

MONTH	ESTIMATED BY FITZPATRICK METHOD (mm) (1)	OBSERVED PAN EVAPORATION (mm) (2)	DIFFERENCE (%)
JAN	127.3	114.7	+11.0
FEB	101.6	None	-
MAR	110.0	None	-
APR	103.4	None	-
MAY	58.4	None	-
JUNE	50.8	69.0	-27.5
JULY	39.4	77.5	-49.2
AUG	56.4	86.8	-35.0
SEPT	88.9	99.0	-10.2
OCT	104.1	102.3	+ 1.8
NOV	114.3	96.0	+19.1
DEC	127.0	99.2	+28.0
TOTAL	1081.6		
<p>Notes: (1) Refer to NK's Preliminary Report (September 1973), pages 13 and 30.</p> <p>(2) Observed by NK's hydrographer using 1.22 m pan.</p> <p>(3) Observed and estimated at Wabo Dam site, EL 60 approx., where the average annual rainfall is about 8 600 mm.</p>			

## APPENDIX G-3

## OBSERVED HUMIDITY AT WABO SITE

TIME	07:30		12:30		17:30	
DATE	Humidity %	Temp. °C	Humidity %	Temp. °C	Humidity %	Temp. °C
3 Sept 1975	92	27.0	62	33.0	88	28.0
4	96	24.0	67	32.9	92	27.0
5	92	23.7	73	31.5	85	28.2
6	93	24.0	67	32.8	73	26.8
7	96	25.6	66	31.8	92	27.0
8	100	24.0	72	29.7	82	27.8
9	92	25.0	61	33.2	85	29.8
10	98	24.5	67	33.0	85	28.5
11	92	25.6	63	-	80	31.0
12	92	25.5	-	-	-	-
19	96	25.0	66	32.5	78	30.0
20	96	24.2	69	31.0	76	28.2
21	92	24.6	61	33.0	82	29.0
23	90	25.0	61	33.5	74	31.2
24	92	24.8	61	33.0	72	31.5
25	92	25.3	72	37.0	88	28.0
26	92	25.5	61	33.0	92	27.2
27	96	24.5	62	34.0	89	28.0
28	96	24.0	66	32.0	85	29.5
29	92	25.5	67	33.0	85	30.0
30	92	25.0	65	33.8	78	29.0
1 Oct 1975	96	25.3	67	33.0	86	31.2
2	92	25.8	68	33.5	85	29.5
3	92	26.2	-	-	-	-
8	-	-	85	27.0	84	27.2
9	91	23.0	75	28.5	84	27.0
10	95	24.0	66	32.5	78	30.2
11	92	25.5	66	32.2	72	30.5
12	92	25.4	57	35.0	85	29.2
13	92	26.0	62	34.0	85	31.5
14	96	24.6	56	34.0	88	26.5
15	92	24.8	62	34.0	79	31.0
16	96	25.5	67	33.0	85	30.0
17	96	25.0	79	31.5	90	31.5
18	92	26.0	62	34.0	78	30.5

## OBSERVED HUMIDITY AT WAGO SITE

TIME	07:30		12:30		17:30	
DATE	Humidity %	Temp. °C	Humidity %	Temp. °C	Humidity %	Temp. °C
19 Oct 1975	96	25.0	67	33.0	88	30.5
20	96	24.7	74	33.5	86	32.0
21	--	--	--	--	86	31.0
22	100	24.5	62	34.0	92	27.6
23	92	25.4	62	33.6	85	29.0
24	98	23.5	84	27.0	--	--
25	100	23.5	66	32.0	--	--
28	--	--	--	--	85	29.0
29	92	25.0	79	30.8	78	30.2
30	92	24.5	61	33.3	92	28.0
31	96	25.2	--	--	--	--
1 Nov 1975	92	27.5	72	31.0	92	25.8
2	95	24.0	61	32.7	88	28.0
3	96	25.0	92	28.0	95	24.5
4	96	22.8	66	32.0	88	28.7
5	88	26.4	64	32.5	88	28.0
6	96	24.0	66	32.0	90	28.2
7	96	25.0	--	--	--	--
11	--	--	67	33.0	86	30.6
12	92	25.4	70	31.8	92	25.5
13	92	25.0	78	29.5	88	26.5
14	--	--	73	32.0	--	--
15	100	23.5	71	29.5	--	--
16	82	25.5	--	--	--	--
17	98	23.3	61	33.0	85	28.5
18	95	24.0	--	--	84	28.0
19	91	23.5	53	34.0	75	30.5
20	96	25.0	70	32.0	--	--
21	98	24.5	65	33.5	71	29.2
22	98	25.0	76	32.5	88	28.8
23	--	--	66	33.7	78	29.0
24	98	24.2	72	31.0	--	--
25	96	24.0	62	33.5	81	28.0
26	92	25.3	66	32.2	--	--
27	96	24.5	61	33.0	--	--

## OBSERVED HUMIDITY AT WABO SITE

TIME	07:30		12:30		17:30	
DATE	Humidity %	Temp. °C	Humidity %	Temp. °C	Humidity %	Temp. °C
1 Dec 1975	-	-	-	-	88	28.0
2	92	25.0	72	31.5	92	27.5
3	92	24.8	72	31.0	88	28.0
4	98	24.0	72	31.0	-	-
5	100	24.0	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	73	32.6	88	26.5
10	98	24.2	66	31.2	78	29.0
11	100	23.8	78	29.5	85	29.0
12	98	25.3	56	32.7	83	31.5
13	96	24.0	61	32.4	85	29.2
14	96	24.6	64	32.3	88	28.5
15	98	24.5	79	30.5	96	24.5
16	100	23.6	88	26.5	92	26.0
17	96	24.0	72	31.8	92	28.2
18	96	24.4	67	33.0	82	30.4
19	96	24.5	67	33.0	85	29.5
20	95	24.0	72	31.5	92	27.0
21	91	26.0	61	32.6	92	28.5
22	91	23.8	61	32.0	85	30.0
23	96	24.0	-	-	-	-
6 Jan 1976	98	23.3	66	32.0	92	25.0
7	98	22.8	66	31.5	96	26.5
8	91	24.3	66	32.5	92	26.8
9	96	23.8	75	31.5	92	26.0
10	96	23.5	72	30.6	90	25.2
11	100	23.2	88	27.3	98	24.2
12	95	23.8	73	32.0	96	26.5
13	98	23.3	-	-	82	29.5
14	98	24.0	72	29.8	84	26.5
15	96	23.5	-	-	92	26.5
16	100	23.0	81	27.3	82	29.5
17	98	24.0	-	-	-	-
18	92	25.0	-	-	88	28.4
19	98	24.0	-	-	78	30.0
20	98	22.6	63	31.5	81	29.5

## APPENDIX G-4

## WIND VELOCITY AT WABO AIR STRIP

(km/hr)

JUNE 1975

JULY 1975

DATE	TIME			DATE	TIME		
	7:00	12:00	5:00		7:00	12:00	5:00
1	--	--	--	1	1.34	3.26	2.40
2	--	--	--	2	1.29	4.03	3.06
3	--	3.26	3.20	3	1.92	4.08	3.32
4	--	5.76	2.97	4	--	6.14	--
5	1.36	5.85	3.36	5	--	--	--
6	2.40	3.86	5.76	6	--	--	--
7	1.73	2.20	4.32	7	--	--	--
8	2.81	--	2.36	8	--	--	--
9	1.29	6.40	3.63	9	--	--	--
10	2.20	4.32	2.16	10	--	--	--
11	--	6.40	4.03	11	--	--	--
12	3.63	6.56	7.68	12	--	--	--
13	1.72	1.34	12.00	13	--	--	--
14	1.02	4.00	3.36	14	--	--	--
15	2.40	3.26	2.26	15	1.73	3.86	2.40
16	--	3.84	2.88	16	2.20	3.16	2.88
17	3.20	4.32	3.68	17	1.72	3.84	2.16
18	3.86	4.22	2.97	18	1.92	4.22	2.97
19	2.81	4.32	3.20	19	1.44	4.08	3.20
20	2.40	--	3.86	20	1.29	4.03	3.36
21	2.81	3.26	3.60	21	5.76	5.85	4.30
22	2.20	3.86	3.36	22	2.30	4.00	1.98
23	1.92	3.84	5.76	23	1.34	3.60	2.01
24	2.97	4.03	3.63	24	1.29	4.32	1.92
25	2.88	4.32	3.20	25	--	3.32	0.96
26	--	4.06	3.36	26	1.92	3.26	2.16
27	--	4.16	3.20	27	1.34	4.22	3.06
28	--	2.68	1.16	28	2.06	3.86	2.68
29	--	4.22	1.05	29	1.73	4.06	2.97
30	1.72	3.84	2.16	30	1.29	4.03	2.40
				31	1.73	3.60	3.20

## WIND VELOCITY AT WAGO AIR STRIP

(km/hr)

AUGUST 1975				SEPTEMBER 1975			
DATE	TIME			DATE	TIME		
	7:00	12:00	5:00		7:00	12:00	5:00
1	1.73	3.84	2.88	1	2.97	4.80	3.36
2	2.20	4.08	2.97	2	2.81	5.76	3.16
3	2.00	4.22	3.32	3	2.30	4.32	3.60
4	2.30	4.00	2.16	4	3.84	4.93	3.28
5	2.81	5.85	0.94	5	2.88	4.32	3.20
6	1.15	3.43	2.88	6	1.92	3.32	0.96
7	1.34	3.63	-	7	-	-	-
8	2.81	4.32	3.20	8	3.26	4.06	2.16
9	2.40	5.85	-	9	2.20	5.85	4.99
10	3.26	6.72	-	10	-	3.26	1.92
11	1.44	4.80	-	11	1.73	4.08	2.97
12	1.73	4.06	3.60	12	-	3.63	-
13	1.92	4.12	3.36	13	1.72	3.06	7.77
14	-	-	-	14	-	-	-
15	-	-	-	15	1.34	4.00	-
16	-	-	-	16	2.97	6.24	9.12
17	-	-	-	17	1.29	6.04	3.36
18	-	-	-	18	1.15	3.84	-
19	-	-	-	19	3.20	4.32	3.16
20	-	-	-	20	2.81	4.93	9.12
21	-	-	-	21	-	-	-
22	-	-	-	22	3.84	4.80	3.16
23	-	-	-	23	-	-	-
24	-	-	-	24	-	-	-
25	1.44	3.43	-	25	-	-	-
26	1.15	3.84	3.20	26	-	-	-
27	1.72	3.63	-	27	-	-	-
28	-	3.86	2.16	28	-	-	-
29	1.34	3.32	3.32	29	-	4.32	3.63
30	2.20	4.32	2.97	30	2.81	4.03	5.76
31	-	-	-				

## WIND VELOCITY AT WABO AIR STRIP

(km/hr)

OCTOBER 1975				NOVEMBER 1975			
DATE	TIME			DATE	TIME		
	7:00	12:00	5:00		7:00	12:00	5:00
1	2.20	4.93	3.28	1	-	-	-
2	2.97	4.08	4.99	2	-	-	-
3	2.81	4.80	4.00	3	-	-	-
4	3.63	4.32	6.40	4	-	-	-
5	-	-	-	5	-	5.85	2.16
6	-	4.06	-	6	2.30	4.22	4.03
7	2.88	6.09	3.43	7	2.20	4.12	3.86
8	2.20	4.58	-	8	2.40	4.66	3.68
9	3.26	4.12	4.06	9	-	4.00	3.84
10	3.36	4.66	2.16	10	2.49	3.63	-
11	1.02	3.68	2.97	11	2.21	4.08	-
12	-	-	-	12	2.97	4.00	6.40
13	2.40	3.84	-	13	3.07	7.00	4.89
14	2.97	3.63	5.76	14	1.92	-	-
15	2.81	3.84	2.40	15	1.73	4.06	3.43
16	2.40	4.03	4.32	16	-	-	-
17	2.88	4.00	3.63	17	2.81	3.84	-
18	3.26	4.08	4.32	18	-	4.12	10.56
19	-	-	-	19	3.20	4.93	2.20
20	3.84	4.66	4.99	20	1.44	4.06	-
21	2.30	4.93	-	21	1.80	4.12	3.26
22	2.40	-	3.07	22	-	-	-
23	2.49	2.88	2.78	23	-	4.08	2.88
24	-	1.92	-	24	-	3.90	2.16
25	3.45	4.16	4.12	25	-	3.64	6.53
26	2.21	3.90	4.16	26	-	3.84	-
27	1.15	2.40	2.49	27	-	6.09	2.97
28	2.97	3.36	2.30	28	-	4.32	-
29	3.07	3.45	3.26	29	1.94	3.63	-
30	-	-	-	30	-	4.66	3.84
31	-	-	-				

## WIND VELOCITY AT WABO AIR STRIP

(km/hr)

DECEMBER 1975				JANUARY 1976			
DATE	TIME			DATE	TIME		
	7:00	12:00	5:00		7:00	12:00	5:00
1	-	4.06	2.81	1	-	-	-
2	-	4.03	9.12	2	-	-	-
3	-	4.32	-	3	-	-	-
4	-	4.08	-	4	-	-	-
5	-	4.22	10.56	5	-	4.22	4.93
6	1.44	3.86	2.01	6	3.07	4.12	4.66
7	-	-	-	7	3.20	4.00	6.40
8	-	4.22	2.83	8	3.26	4.03	6.53
9	-	-	-	9	-	-	-
10	-	-	-	10	1.92	4.32	14.40
11	-	-	-	11	2.81	5.85	7.00
12	-	-	-	12	2.20	4.66	4.16
13	-	-	-	13	2.97	6.24	5.76
14	-	-	-	14	3.07	6.09	10.50
15	-	-	-	15	-	4.12	-
16	-	-	-	16	-	4.80	4.99
17	-	-	-	17	-	4.16	4.00
18	-	-	-	18	-	4.32	3.84
19	-	-	-	19	-	3.54	5.76
20	-	-	-	20	-	11.52	6.04
21	-	-	-				
22	-	-	-				
23	-	-	-				
24	-	-	-				
25	-	-	-				
26	-	-	-				
27	-	-	-				
28	-	-	-				
29	-	-	-				
30	-	-	-				
31	-	-	-				

付 録 H

Purari河Wabo地点の流出測定記録の要約

1975年6月—1976年1月

## APPENDIX H

## PURARI RIVER AT WAGO: SUMMARY OF DISCHARGE MEASUREMENTS

JUNE 1975 TO JANUARY 1976

REF. NO.	DATE	WATER LEVEL (m)	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	FLOW AREA (m <sup>2</sup> )	MEAN VELOCITY (m/s)
1	25 June 1975	2.93	1913.9	1582.0	1.21
2	26 June 1975	2.53	1602.5	1502.6	1.07
3	1 July 1975	2.01	1280.3	1467.1	0.87
4	14 July 1975	1.56	1089.3	1442.2	0.76
5	15 July 1975	1.40	951.5	1404.3	0.68
6	17 July 1975	1.30	895.0	1312.5	0.68
7	23 July 1975	1.14	858.0	1356.1	0.63
8	28 July 1975	1.20	878.0	1356.4	0.65
9	7 Aug 1975	2.95	2135.0	1612.9	1.32
10	9 Aug 1975	3.57	2525.0	1739.2	1.45
11	14 Aug 1975	2.35	1535.9	1541.2	1.00
12	15 Aug 1975	1.94	1203.4	1499.5	0.80
13	18 Aug 1975	4.48	3151.3	1980.1	1.59
14	20 Aug 1975	2.45	1701.4	1546.8	1.10
15	20 Aug 1975	2.39	1756.8	1544.2	1.14
16	23 Aug 1975	2.22	1669.6	1545.9	1.08
17	28 Aug 1975	2.11	1448.2	1523.5	0.95
18	28 Aug 1975	2.08	1438.7	1522.0	0.95
19	29 Aug 1975	1.83	1211.5	1435.6	0.84
20	8 Sept 1975	1.40	995.8	1402.4	0.71
21	10 Sept 1975	1.35	999.0	1376.2	0.73
22	22 Sept 1975	3.14	2116.1	1645.0	1.29
23	23 Sept 1975	3.17	2226.4	1643.6	1.35
24	29 Sept 1975	2.77	1962.0	1594.6	1.23
25	30 Sept 1975	2.66	1845.1	1568.3	1.18
26	9 Oct 1975	3.07	2188.8	1645.0	1.33
27	15 Oct 1975	1.26	884.7	1400.8	0.63
28	15 Oct 1975	1.25	895.2	1368.0	0.65
29	16 Oct 1975	1.37	926.0	1404.0	0.66
30	3 Nov 1975	2.67	1800.6	1570.1	1.21
31	17 Nov 1975	1.73	1152.5	1408.5	0.82
32	18 Nov 1975	1.52	1035.0	1375.5	0.75
33	22 Nov 1975	2.12	1578.9	1482.9	1.06
34	24 Nov 1975	2.62	1733.7	1567.5	1.11
35	24 Nov 1975	2.62	1813.9	1569.0	1.16
36	25 Nov 1975	3.76	2839.0	1760.1	1.61
37	29 Nov 1975	4.54	3585.8	1912.0	1.88
38	29 Nov 1975	4.65	3564.9	1927.6	1.85
39	1 Dec 1975	3.74	2659.1	1735.8	1.53
40	11 Dec 1975	5.18	4009.8	1945.0	2.06

## PURARI RIVER AT WABO: SUMMARY OF DISCHARGE MEASUREMENTS

JUNE 1975 TO JANUARY 1976

REF. NO.	DATE	WATER LEVEL (m)	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	FLOW AREA (m <sup>2</sup> )	MEAN VELOCITY (m/s)
41	18 Dec 1975	7.05	5451.4	2324.5	2.35
42	19 Dec 1975	5.87	4510.2	2154.0	2.09
43	13 Jan 1976	4.68	3722.9	1871.6	1.99
44	13 Jan 1976	4.37	3302.3	1841.1	1.79
45	15 Jan 1976	3.55	2604.9	1677.4	1.55
46	15 Jan 1976	3.52	2687.2	1733.6	1.55
47	17 Jan 1976	3.67	2651.7	1761.6	1.51

付 録 I

Purari 河 Wabo 地点の最高水位インジケータより得られたデータの要約

## APPENDIX I

## PURARI RIVER AT WABO:

## SUMMARY OF DATA FROM MAXIMUM WATER LEVEL INDICATORS

TIME AND DATE	NO. 0 (GAUGING STA.)		NO. 1 (U/S PORTAL)		NO. 2 (DAM SITE)		NO. 3 (NEAR TAILBAY)		DIFF. OF WATER LEVEL BETWEEN NO.1 & NO.3 $\Delta h(m)$	DISCHARGE ( $m^3/s$ )
	WATER LEVEL (m)	AREA ( $m^2$ )	WATER LEVEL (m)	AREA ( $m^2$ )	WATER LEVEL (m)	AREA ( $m^2$ )	WATER LEVEL (m)	AREA ( $m^2$ )		
5:00 am 21.7.75	20.803	1 465	20.755	1 345	20.656	1 525	20.633	1 290	0.17	1 621
4:00 am 28.7.75	20.583	1 440	20.657	1 330	20.631	1 520	20.593	1 285	0.09	1 530
2:00 am 30.7.75	20.773	1 450	20.768	1 350	20.716	1 535	20.663	1 290	0.11	1 598
1:00 am 5.8.75	21.723	1 645	21.655	1 485	21.558	1 675	21.463	1 450	0.26	2 363
1:00 am 8.8.75	22.083	1 720	22.026	1 550	21.898	1 730	21.813	1 515	0.27	2 669
4:00 am 18.8.75	24.613	2 240	24.515	1 960	24.311	2 140	24.253	2 020	0.36	4 931
4:00 pm 19.9.75	22.743	1 855	22.693	1 655	22.543	1 835	22.483	1 655	0.25	3 205
1:00 pm 22.9.75	22.330	1 770	22.280	1 590	22.145	1 770	22.033	1 565	0.30	2 873
12:00 4.11.75	23.233	1 950	23.170	1 735	22.967	1 910	22.873	1 730	0.36	3 627
2:00 pm 9.11.75	23.583	2 020	23.498	1 790	23.273	1 950	23.183	1 800	0.40	3 967
3:00 pm 28.11.75	23.133	1 930	23.098	1 720	22.923	1 905	22.823	1 725	0.31	3 542
1:00 pm 19.12.75	24.323	2 175	24.163	1 900	23.973	2 080	23.933	1 945	0.39	4 647
*	21.343	1 570	21.293	1 450	21.213	1 615	21.123	1 405	0.22	2 032
	20.693	1 440	20.653	1 325	20.633	1 520	20.615	1 290	0.08	1 530
	19.743	1 250	19.723	1 180	19.703	1 360	19.653	1 090	0.09	873
	21.703	1 640	21.653	1 485	21.553	1 675	21.483	1 455	0.22	2 338
*	Observed Dates were missed									Elevations shown are above Mean Sea Level

付 録 丁

Purari 河 Wabo 地点の浮遊砂濃度の地点観測結果

## APPENDIX J-1

## SUMMARY OF SINGLE POINT OBSERVATIONS OF SUSPENDED SEDIMENT

## PURARI RIVER AT WAGO

HYDROGRAPH	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	SEDIMENT (kg/s)	HYDROGRAPH	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	SEDIMENT (kg/s)	HYDROGRAPH	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	SEDIMENT (kg/s)
A(1)	800	62	A	1 600	490	0	1 100	190
A	810	73	A	1 630	90	0	1 105	235
A	920	120	A	1 690	245	0	1 105	330
L(2)	730	80	A	1 690	250	0	1 125	185
L	800	140	A	1 740	890	0	1 140	630
L	830	60	A	1 750	1 205	0	1 175	180
L	830	75	A	1 870	300	0	1 175	120
L	850	74	A	1 930	335	0	1 230	170
L	850	86	A	1 950	1 000	0	1 250	240
L	850	65	A	1 960	530	0	1 285	670
L	870	97	A	1 970	825	0	1 315	670
L	870	105	A	1 720	140	0	1 360	205
L	870	106	L	1 015	160	0	1 370	20
L	910	105	L	1 025	190	0	1 375	290
L	925	70	L	1 070	550	0	1 380	150
L	930	66	L	1 075	120	0	1 380	585
L	940	190	L	1 150	120	0	1 330	150
L	950	285	L	1 150	200	0	1 385	40
L	960	1 85	L	1 170	450	0	1 300	360
L	970	62	L	1 180	105	0	1 420	610
L	980	110	L	1 230	110	0	1 450	315
D(3)	750	98	L	1 300	105	0	1 450	385
D	790	37	L	1 300	330	0	1 470	320
D	820	150	L	1 360	195	0	1 485	31
D	890	280	L	1 370	185	0	1 490	260
D	925	110	L	1 370	140	0	1 490	330
D	975	270	L	1 350	450	0	1 490	585
D	900	57	L	1 390	285	0	1 490	490
D	980	105	L	1 370	67	0	1 500	170
D	980	160	L	1430	265	0	1 510	91
A	1 020	450	L	1 460	370	0	1 510	410
A	1 135	140	L	1 510	330	0	1 525	225
A	1 170	135	L	1 565	470	0	1 525	270
A	1 210	155	L	1 575	800	0	1 560	490
A	1 330	580	L	1 610	3 850	0	1 575	190
A	1 375	300	L	1 850	460	0	1 590	360
A	1 430	140	L	1 950	325	0	1 590	495
A	1 430	145	L	1 960	820	0	1 610	360
A	1 460	385	D	1 010	33	0	1 610	315
A	1 490	355	D	1 030	530	0	1 670	755
A	1 510	410	D	1 060	215	0	1 675	39
A	1 540	170	D	1 085	100	0	1 680	695
A	1 560	265	D	1 090	590	0	1 690	275
A	1 560	490	D	1 010	120	0	1 700	425

Note: (1) Symbol A indicates that sampling was carried out while the hydrograph was ascending.  
(2) Symbol L indicates that sampling was carried out while the hydrograph was almost level.  
(3) Symbol D indicates that sampling was carried out while the hydrograph was descending.

## APPENDIX J-1

## SUMMARY OF SINGLE POINT OBSERVATIONS OF SUSPENDED SEDIMENT (CONTINUED)

## PURARI RIVER AT WABO

HYDROGRAPH	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	SEDIMENT (kg/s)	HYDROGRAPH	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	SEDIMENT (kg/s)	HYDROGRAPH	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	SEDIMENT (kg/s)
D	1 750	290	D	2 060	650	A	3 810	3 835
D	1 760	595	D	2 080	230	A	3 880	1 650
D	1 770	225	D	2 110	1 015	A	3 980	3 220
D	1 775	800	D	2 130	870	L	3 030	1 600
D	1 825	610	D	2 140	410	L	3 120	2 020
D	1 875	310	D	2 145	1 150	L	3 260	2 100
D	1 925	77	D	2 150	505	L	3 600	2 730
D	1 960	515	D	2 175	1 210	L	3 615	3 100
D	1 995	1 370	D	2 210	420	D	3 025	2 520
A	2 000	300	D	2 270	265	D	3 035	2 030
A	2 040	1 100	D	2 280	460	D	3 050	870
A	2 100	325	D	2 300	1 580	D	3 100	1 000
A	2 100	700	D	2 310	1 500	D	3 125	2 370
A	2 215	300	D	2 330	1 500	D	3 170	1 160
A	2 230	1 170	D	2 365	480	D	3 210	1 230
A	2 230	2 690	D	2 380	765	D	3 400	830
A	2 425	1 000	D	2 400	1 615	D	3 415	2 520
A	2 430	470	D	2 425	970	D	3 550	3 090
A	2 500	1 210	D	2 425	1 560	D	3 565	2 280
A	2 550	2 875	D	2 440	1 460	D	3 600	1 305
A	2 850	1 310	D	2 450	1 100	D	3 790	3 090
A	2 950	2 225	D	2 450	1 315	D	3 800	4 350
L	2 000	1 390	D	2 480	1 780	D	3 820	1 364
L	2 030	185	D	2 500	1 620	A	4 150	3 420
L	2 050	170	D	2 505	530	A	4 250	3 430
L	2 050	420	D	2 525	1 420	A	4 820	6 195
L	2 100	780	D	2 625	1 060	A	4 880	3 330
L	2 175	640	D	2 720	1 760	A	5 050	7 475
L	2 175	980	D	2 800	2 635	A	5 100	6 440
L	2 375	700	D	2 825	1 360	A	5 550	4 405
L	2 425	1 265	D	2 850	1 340	A	6 000	4 740
L	2 450	940	D	2 880	1 240	A	6 610	5 560
L	2 450	1 040	D	2 940	3 225	L	4 420	4 725
L	2 500	1 645	D	2 975	1 590	L	4 680	3 355
L	2 500	2 420	D	2 130	870	L	4 810	4 760
L	2 600	1 150	D	2 550	1 250	L	6 250	7 590
L	2 660	930	D	2 880	1 990	D	4 040	2 520
L	2 665	760	A	3 075	2 695	D	4 160	3 410
L	2 675	1 480	A	3 090	1 290	D	4 250	1 430
L	2 685	930	A	3 100	1 610	D	4 620	1 965
L	2 720	1 590	A	3 265	2 140	D	4 670	3 320
L	2 800	840	A	3 270	1 500	D	4 830	4 235
L	2 865	2 400	A	3 310	1 850	D	4 870	3 830
L	2 950	145	A	3 370	1 678	D	4 990	4 845
D	2 000	1 310	A	3 425	3 770	D	5 770	2 945
D	2 010	605	A	3 500	2 940	D	5 890	5 070
D	2 030	150	A	3 530	3 930	D	6 480	5 770
D	2 050	745	A	3 570	1 410			
D	2 060	1 280	A	3 580	2 513			

Note: (1) Symbol A indicates that sampling was carried out while the hydrograph was ascending.  
(2) Symbol L indicates that sampling was carried out while the hydrograph was almost level.  
(3) Symbol D indicates that sampling was carried out while the hydrograph was descending.

## APPENDIX J-2

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

## PURARI RIVER AT WABO

SAMPLED ABOUT 3 m FROM THE RIGHT BANK OF THE PROPOSED DAM AXIS

(A) VOLUME SAMPLED, 1 000 ml.

DATE	TIME	DISCHARGE (M <sup>3</sup> /s)	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	WEIGHT SEDIMENT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	
1975							
Jun	13 09:00	4 670	8.460	9.171	0.711	711	
	13 17:00	3 400	8.430	8.675	0.245	245	
	14 14:00	2 080	8.550	8.662	0.112	112	
	15 11:00	5 050	8.558	10.038	1.480	1 480	
	16 09:00	6 000	8.605	9.395	0.790	790	
	16 17:00	5 770	8.522	9.032	0.510	510	
	17 10:00	6 610	8.562	9.403	0.841	841	
	17 17:00	6 480	8.429	9.319	0.890	890	
	18 09:00	4 880	8.476	9.158	0.682	682	
	18 17:00	4 250	8.545	8.881	0.336	336	
	19 17:30	3 600	8.499	8.861	0.362	362	
	24 17:00	2 400	8.335	9.008	0.673	673	
	25 16:30	2 000	8.379	9.033	0.654	654	
	Jul	1 15:00	1 370	8.302	8.316	0.014	14
		2 12:00	1 630	8.328	8.384	0.056	56
4 10:00		2 550	8.368	9.495	1.127	1 127	
31 08:30	1 350	8.523	8.854	0.331	331		
Aug	6 07:00	2 000	8.417	9.111	0.694	694	
	6 16:00	1 950	8.408	8.920	0.512	512	
	7 07:00	2 300	8.495	9.182	0.687	687	
	7 16:00	2 230	8.335	8.860	0.525	525	
	8 07:30	2 480	8.455	9.172	0.717	717	
	8 17:00	2 450	8.452	8.988	0.536	536	
	9 07:30	2 570	8.489	9.098	0.609	609	
	10 07:00	2 720	8.482	9.067	0.585	585	
	11 07:00	3.125	8.570	9.329	0.759	759	
	11 16:00	2 675	8.411	8.965	0.554	554	
	12 07:00	2 425	8.488	9.010	0.522	522	
	12 17:00	2 110	8.350	8.831	0.481	481	
	13 07:30	2 500	8.460	9.107	0.647	647	
	13 17:30	1 960	8.436	8.698	0.262	262	
	14 07:30	1 770	8.652	8.780	0.128	128	
14 17:30	1 500	8.512	8.626	0.114	114		
15 07:30	1 300	8.507	8.759	0.252	252		
15 17:30	1 430	8.564	8.660	0.096	96		

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

## PURARI RIVER AT WABO

SAMPLED ABOUT 3 m FROM THE RIGHT BANK OF THE PROPOSED DAM AXIS

(A) VOLUME SAMPLED, 1 000 ml.

DATE	TIME	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	WEIGHT SEDIMENT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	
1975							
Aug	16	08:00	2 150	8.217	8.453	0.236	236
	16	16:30	2 050	8.443	8.527	0.084	84
	18	07:30	4 620	8.546	8.971	0.425	425
	18	17:00	3 210	8.537	8.920	0.383	383
	19	08:30	2 280	8.600	8.801	0.201	201
	19	17:30	2 050	8.461	8.824	0.363	363
	20	07:30	1 760	8.447	8.784	0.337	337
	20	17:00	1 590	8.411	8.722	0.311	311
	21	06:30	1 510	8.371	8.643	0.272	272
	21	17:00	1 460	8.367	8.620	0.253	253
	22	07:30	1 460	8.418	8.680	0.262	262
	22	17:00	1 560	8.371	8.685	0.314	314
	23	07:30	1 560	8.341	8.656	0.315	315
	23	17:00	1 700	8.288	8.538	0.250	250
	24	08:00	1 720	8.381	8.461	0.080	80
	25	08:30	3 270	8.289	8.747	0.458	458
	25	17:00	3 050	8.374	8.660	0.286	286
	26	09:00	2 140	8.374	8.565	0.191	191
	26	16:30	2 010	8.179	8.480	0.301	301
	27	07:30	1 610	8.528	8.725	0.197	197
	27	16:00	1 450	8.251	8.468	0.217	217
	28	08:00	1 490	8.126	8.346	0.220	220
	28	17:00	1 510	8.227	8.445	0.218	218
	29	07:00	1 375	8.227	8.438	0.211	211
	29	16:30	1 250	8.450	8.642	0.192	192
	30	08:00	1 100	8.435	8.609	0.174	174
	30	16:30	1 025	8.299	8.486	0.187	187
Sep	1	08:30	830	8.270	8.342	0.072	72
	2	08:30	1 060	8.437	8.642	0.205	205
	2	16:30	870	8.290	8.412	0.122	122
	3	08:30	830	8.180	8.270	0.090	90
	3	15:30	810	8.292	8.382	0.090	90
	4	07:30	850	8.279	8.366	0.087	87
	4	17:00	800	8.310	8.388	0.078	78
	5	07:00	980	8.393	8.498	0.105	105
	5	17:30	920	8.293	8.426	0.133	133
	6	08:00	1 090	8.261	8.809	0.543	543
	6	17:00	940	8.383	8.584	0.202	202
	7	08:30	1 380	8.397	8.823	0.425	425
	8	07:00	1 010	8.507	8.628	0.121	121

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

## PURARI RIVER AT WABO

SAMPLED ABOUT 3 m FROM THE RIGHT BANK OF THE PROPOSED DAM AXIS

(A) VOLUME SAMPLED, 1 000 ml.

DATE	TIME	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	WEIGHT SEDIMENT (g)	CONCENTRATION (mg/l)
1975						
Sep	8 16:09	970	8.380	8.444	0.064	64
	9 08:30	910	8.341	8.456	0.115	115
	10 08:30	1 010	8.333	8.366	0.033	33
	10 16:30	800	8.522	8.695	0.173	173
	11 07:00	790	8.335	8.382	0.047	47
	11 17:30	730	8.413	8.522	0.109	109
	12 07:30	820	8.441	8.624	0.183	183
	13 07:30	750	8.582	8.712	0.130	130
	19 08:30	2 850	8.684	9.143	0.459	459
Nov	27 07:30	3 100	10 890	11.348	0.458	458
	27 07:30	3 100	10.731	11.309	0.578	578
	27 17:30	2 975	10.918	11.395	0.477	477
	27 17:30	2 975	10.798	11.388	0.590	590
	28 07:30	2 625	10.958	11.400	0.442	442
	28 07:30	2 625	10.955	11.320	0.365	365
	28 17:30	2 440	10.861	11.420	0.559	559
	28 17:30	2 440	10.919	11.555	0.636	636
	29 08:00	3 370	10.680	11.150	0.470	470
	29 08:00	3 370	10.780	11.305	0.525	525
	29 16:30	3 565	10.631	11.237	0.606	606
	29 16:30	3 565	10.803	11.475	0.672	672
	30 08:30	2 940	10.942	12.058	1.116	1 116
	30 08:30	2 940	10.780	11.857	1.077	1 077
	30 17:30	2 425	10.961	11.613	0.652	652
	30 17:30	2 425	10.880	11.512	0.632	632
Dec	1 08:00	2 450	10.818	11.240	0.422	422
	1 08:00	2 450	11.530	10.955	0.425	425
	1 17:00	2 800	11.070	11.390	0.320	320
	1 17:00	2 800	10.930	11.208	0.278	278
	2 07:00	2 660	10.780	11.109	0.329	329
	2 07:00	2 660	10.847	11.200	0.353	353
	2 17:00	3 530	10.780	11.738	0.958	958
	2 17:00	3 530	10.684	11.953	1.269	1 269
	3 07:30	3 580	10.780	11.481	0.701	701
	3 07:30	3 580	10.780	11.483	0.703	703
	3 16:30	3 980	10.850	11.664	0.814	814
	3 16:30	3 980	10.695	11.497	0.802	802
	4 06:00	4 420	10.813	12.049	1.236	1 236
	4 06:00	4 420	10.636	11.538	0.902	902
	4 16:00	No Record	10.763	11.640	0.877	877

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

## PURARI RIVER AT WABO

SAMPLED ABOUT 3 m FROM THE RIGHT BANK OF THE PROPOSED DAM AXIS

(A) VOLUME SAMPLED, 1 000 ml.

DATE	TIME	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	WEIGHT SEDIMENT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	
1975							
Dec	4	16:00	No Record	10.729	11.522	0.793	793
	5	06:30	3 120	10.761	11.361	0.600	600
	5	06:30	3 120	10.699	11.390	0.691	691
	5	16:30	3 030	10.841	11.270	0.429	429
	5	16:30	3 030	10.896	11.520	0.624	624
	6	07:00	3 880	10.851	11.270	0.419	419
	6	07:00	3 880	10.729	11.161	0.432	432
	6	17:00	3 820	10.899	11.189	0.291	291
	6	17:00	3 820	10.800	11.222	0.422	422
	7	08:00	3 075	10.717	11.517	0.800	800
	7	08:00	3 075	10.670	11.621	0.951	951
	7	16:30	3 035	10.722	11.363	0.641	641
	7	16:30	3 035	10.982	11.679	0.697	697
	8	07:00	3 260	10.930	11.521	0.591	591
	8	07:00	3 260	10.982	11.678	0.696	696
	8	16:00	3 425	10.805	11.879	1.074	1 074
	8	16:00	3 425	10.762	11.888	1.126	1 126
	9	07:00	3 600	11.066	11.896	0.830	830
	9	07:00	3 600	11.822	11.510	0.688	688
	9	16:30	3 550	11.986	11.759	0.773	773
	9	16:30	3 550	10.860	11.839	0.969	969
	10	08:00	3 320	10.978	11.517	0.539	539
	10	08:00	3 320	10.758	11.272	0.514	514
	10	16:30	2 950	10.797	11.365	0.568	568
	10	16:30	2 950	10.816	11.437	0.621	621
	11	07:00	3 780	10.919	11.492	0.573	573
	11	07:00	3 780	10.960	11.424	0.464	464
	11	16:30	4 450	10.936	11.792	0.856	856
	11	16:30	4 450	10.677	11.448	0.771	771
	12	07:00	3 850	10.362	11.389	1.027	1 027
	12	07:00	3 850	10.939	11.615	0.676	676
	12	16:30	3 620	10.844	11.610	0.766	766
	12	16:30	3 620	10.936	11.653	0.717	717
	13	07:00	3 310	10.864	11.424	0.560	560
	13	16:30	4 040	11.083	11.710	0.627	627
	13	16:30	4 040	11.071	11.691	0.620	620
	14	08:30	4 250	10.943	11.580	0.637	637
	14	08:30	4 250	11.140	12.117	0.977	977
	14	17:30	4 160	10.990	11.995	1.005	1 005
	14	17:30	4 160	10.960	11.594	0.634	634

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

## PURARI RIVER AT WABO

SAMPLED ABOUT 3 m FROM THE RIGHT BANK OF THE PROPOSED DAM AXIS

(A) VOLUME SAMPLED, 1 000 ml.

DATE	TIME	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	WEIGHT SEDIMENT (g)	CONCENTRATION (mg/l)
1975						
Dec	15 07:00	3 810	10.977	11.983	1.006	1 006
	15 16:30	4 150	10.848	11.672	0.824	824
	16 06:30	4 820	10.905	12.190	1.285	1 285
	16 16:30	5 890	10.841	11.702	0.861	861
	17 07:00	5 180	10.882	12.125	1.243	1 243
	17 17:00	4 990	10.910	11.881	0.971	971
	18 07:00	5 550	10.843	11.637	0.794	794
	18 16:30	6 250	10.894	12.108	1.214	1 214
	19 07:00	4 830	10.815	11.692	0.877	877
	19 16:30	4 680	10.776	11.493	0.717	717
	20 07:30	4 810	11.014	11.981	0.967	967
	20 07:30	4 810	10.952	11.963	1.011	1 011
	20 16:30	4 870	11.004	11.797	0.793	793
	20 16:30	4 870	11.010	11.790	0.780	780
1976						
Jan	10 08:00	2 430	10.988	11.188	0.200	200
	10 08:00	2 430	10.893	11.080	0.187	187
	12 10:00	2 500	10.823	11.800	0.977	977
	12 10:00	2 500	10.842	11.800	0.958	958
	12 17:00	3 615	10.552	11.516	0.964	964
	12 17:00	3 615	10.661	11.410	0.749	749
	13 07:30	3 500	10.551	11.435	0.884	884
	13 07:30	3 500	10.641	11.434	0.793	793
	13 17:00	3 170	10.830	11.221	0.391	391
	13 17:00	3 170	10.920	11.261	0.341	341
	14 08:30	2 865	10.357	11.185	0.828	828
	14 08:30	2 865	10.440	11.287	0.847	847
	14 17:00	2 880	10.463	11.159	0.696	696
	14 17:00	2 880	10.463	11.150	0.687	687
	15 11:00	2 600	10.839	11.274	0.435	435
	15 11:00	2 600	10.921	11.373	0.452	452
	15 16:30	2 550	10.992	11.481	0.489	489
	15 16:30	2 550	10.919	11.408	0.489	489
	16 08:30	3 570	10.990	11.339	0.349	349
	16 08:30	3 570	10.989	11.428	0.439	439

CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION  
PURARI RIVER AT WABO

SAMPLED ABOUT 3 m FROM THE RIGHT BANK OF THE PROPOSED DAM AXIS

(A) VOLUME SAMPLED, 1 000 ml.

DATE	TIME	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	WEIGHT SEDIMENT (g)	CONCENTRATION (mg/l)
1976						
Jan 16	17:00	3 790	10.830	11.655	0.825	825
16	17:00	3 790	10.943	11.750	0.807	807
17	17:00	2 500	10.882	11.552	0.670	670
17	17:00	2 500	10.871	11.517	0.646	646
18	09:30	2 130	10.998	11.483	0.485	485
18	09:30	2 130	10.996	11.296	0.330	330
18	17:00	2 100	10.979	11.373	0.394	394
18	17:00	2 100	11.202	11.470	0.268	268
20	08:30	1 625	10.830	11.278	0.448	448
20	08:30	1 625	10.997	11.518	0.521	521
20	17:00	1 565	11.118	11.390	0.272	272
20	17:00	1 565	10.848	11.180	0.332	332

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

## PURARI RIVER AT WABO

SAMPLED ABOUT 3 m FROM THE RIGHT BANK OF THE PROPOSED DAM AXIS

(B) VOLUME SAMPLED, 2 000 ml.

DATE	TIME	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	WEIGHT SEDIMENT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	
1975							
Sep	19	17:30	3 100	8.350	8.996	0.646	323
	20	09:30	2 380	8.592	9.235	0.643	322
	20	17:30	2 100	8.513	8.823	0.310	155
	21	10:30	2 270	8.537	8.769	0.232	116
	21	16:30	2 030	8.339	8.486	0.147	74
	22	08:00	2 450	8.388	9.288	0.900	450
	22	17:00	2 030	8.537	8.716	0.719	90
	23	07:00	2 125	8.325	8.606	0.281	140
	23	16:30	1 950	8.388	8.720	0.332	166
	24	07:30	1 690	8.403	8.731	0.328	164
	24	16:30	1 510	8.467	8.588	0.121	60
	25	08:00	1 370	8.507	8.715	0.208	104
	25	17:30	1 330	8.423	8.645	0.222	111
	26	09:30	1 150	8.418	8.626	0.208	104
	26	16:30	1 170	8.350	8.580	0.230	115
	27	07:30	1 690	8.448	8.744	0.296	148
	27	16:00	1 850	8.300	8.797	0.497	249
	28	07:30	2 800	8.438	10.319	1.881	941
	28	16:00	2 175	8.316	8.903	0.587	294
	29	08:00	1 960	8.450	9.285	0.835	418
	29	17:00	2 060	8.436	9.067	0.631	316
	30	06:30	1 750	8.575	9.952	1.377	689
	30	16:30	1 930	8.392	8.737	0.345	173
Oct	1	07:00	2 330	8.338	9.626	1.288	644
	1	16:30	1 970	8.442	9.279	0.837	419
	2	07:00	1 680	8.470	9.295	0.825	413
	2	16:30	1 525	8.500	8.791	0.291	146
	3	07:00	1 510	8.320	8.863	0.543	272
	3	16:00	1 360	8.416	8.700	0.284	142
	4	07:00	1 525	8.564	8.918	0.354	177
	4	16:00	1 430	8.539	8.741	0.202	101
	5	07:30	2 060	8.500	9.743	1.243	622
	5	18:00	1 540	8.620	8.838	0.218	109
	6	07:00	1 450	8.427	8.957	0.530	265
	6	16:00	1 300	8.448	8.606	0.158	79
	7	07:30	1 690	8.268	8.555	0.287	144
	7	16:00	1 600	8.597	9.206	0.609	305
	8	07:00	1 560	8.542	8.882	0.340	170
	8	17:00	2 950	8.435	9.944	1.509	755
	9	07:30	2 175	8.514	9.414	0.900	450
	9	15:30	2 210	8.566	8.945	0.379	190

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

## PURARI RIVER AT WABO

SAMPLED ABOUT 3 m FROM THE RIGHT BANK OF THE PROPOSED DAM AXIS

(B) VOLUME SAMPLED, 2 000 ml.

DATE	TIME	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	WEIGHT SEDIMENT (g)	CONCENTRATION (mg/l)
1975						
Oct	10 07:00	1 750	8.520	8.854	0.334	167
	10 16:00	1 590	8.284	8.735	0.451	226
	11 07:00	1 490	8.249	8.727	0.478	239
	11 18:00	1 610	8.176	8.622	0.446	223
	12 08:30	1 395	8.220	8.636	0.436	218
	12 17:30	1 430	8.140	8.508	0.368	184
	13 07:00	1 175	8.230	8.532	0.302	151
	13 17:00	1 030	8.228	9.260	1.032	516
	14 07:00	1 020	8.055	8.932	0.877	439
	14 16:30	960	8.262	8.652	0.390	195
	15 07:00	890	8.300	8.923	0.623	312
	15 17:00	870	8.334	8.578	0.244	122
	16 07:00	950	8.335	8.939	0.604	302
	16 16:00	870	8.397	8.620	0.223	112
	17 06:30	1 490	8.356	9.140	0.784	392
	17 17:00	1 125	8.304	8.635	0.331	166
	18 06:00	975	8.137	8.690	0.553	277
	18 16:30	850	8.166	8.367	0.201	101
	19 07:30	1 105	8.237	8.658	0.421	211
	19 18:00	980	8.230	8.460	0.230	115
	20 07:30	1 380	8.376	8.892	0.516	258
	20 16:30	1 085	8.290	8.478	0.188	094
	21 08:00	980	8.500	8.827	0.327	164
	21 16:30	925	8.371	8.523	0.152	76
	22 07:00	925	8.419	8.660	0.241	121
	22 12:00	850	8.280	8.439	0.159	79
	23 06:30	1 175	8.370	8.738	0.368	184
	23 15:30	1 180	8.542	8.720	0.178	89
	24 07:00	2 230	8.450	10.860	2.410	1 205
	24 16:30	3 025	8.278	9.941	1.663	832
	25 07:00	1 825	8.395	9.061	0.666	333
	25 16:00	1 490	8.340	8.998	0.658	329
	26 08:00	1 360	8.431	8.730	0.299	150
	26 16:00	1 210	8.245	8.500	0.255	128
	27 07:00	1 370	8.351	8.619	0.268	134
	27 16:00	1 230	8.261	8.530	0.269	135
	28 07:00	1 105	8.201	8.798	0.597	299
	28 16:30	1 610	8.463	8.939	0.476	238
	29 07:30	1 670	8.340	9.243	0.903	452
	29 16:30	1 390	8.285	8.695	0.410	205

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

## PURARI RIVER AT WABO

SAMPLED ABOUT 3 m FROM THE RIGHT BANK OF THE PROPOSED DAM AXIS

(B) VOLUME SAMPLED, 2 000 ml.

DATE	TIME	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	WEIGHT SEDIMENT (g)	CONCENTRATION (mg/l)
Oct	30 06:30	1 135	8.380	8.620	0.240	120
	30 16:30	1 485	8.399	8.440	0.041	21
	31 07:30	1 385	8.382	8.439	0.057	29
	31 17:00	1 490	8.390	8.741	0.351	176
Nov	1 07:00	1 370	8.402	8.500	0.098	49
	1 17:00	2 000	8.519	8.819	0.300	150
	2 07:30	1 925	8.820	8.900	0.080	40
	2 18:00	1 675	8.445	8.490	0.045	23
	3 07:00	1 965	8.425	8.965	0.540	270
	3 17:00	1 870	8.102	8.418	0.316	158
	4 07:00	3 265	8.230	9.540	1.310	655
	4 16:30	3 415	8.353	9.830	1.477	739
	5 07:30	2 310	8.360	9.658	1.298	649
	5 16:30	1 995	8.210	9.583	1.373	687
	6 07:00	2 500	8.247	9.219	0.968	484
	6 16:30	2 720	8.330	9.623	1.293	647
	7 06:00	2 100	8.239	8.985	0.746	373
	7 17:00	2 685	8.310	9.005	0.695	348
	8 07:00	2 375	8.305	8.958	0.653	327
	8 16:00	2 825	8.260	9.220	0.960	480
	9 07:00	3 090	8.239	9.076	0.837	419
	9 17:00	3 800	8.339	10.628	2.289	1 145
	10 07:00	2 950	8.150	9.130	0.980	490
	10 16:30	2 850	8.150	9.076	0.926	463
	11 07:00	2 880	8.041	8.898	0.857	429
	11 16:30	2 145	8.202	9.271	1.069	535
	12 06:30	2 175	8.318	8.429	1.111	556
	12 16:30	2 050	8.240	8.646	0.406	203
	13 07:30	2 665	8.310	8.883	0.573	287
	13 16:30	2 505	8.306	8.729	0.423	212
	14 07:30	2 450	8.220	8.990	0.770	385
	14 16:30	2 365	8.305	8.706	0.401	201
	15 07:30	1 470	8.209	8.641	0.432	216
	15 16:00	1 875	8.265	8.599	0.334	167
	16 07:00	1 575	8.230	8.469	0.239	120
	16 18:30	1 380	8.098	8.318	0.220	110
	17 07:30	1 230	8.342	8.520	0.178	89
	17 16:00	1 150	8.240	8.579	0.339	170
	18 07:00	1 075	8.240	8.462	0.222	111
	18 16:30	1 015	8.165	8.478	0.313	157

CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION  
PURARI RIVER AT WABO

SAMPLED ABOUT 3 m FROM THE RIGHT BANK OF THE PROPOSED DAM AXIS

(8) VOLUME SAMPLED, 2 000 ml.

DATE	TIME	DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	WEIGHT SEDIMENT (g)	CONCENTRATION (mg/l)
1975						
Nov	19 06:30	980	8.241	8.357	0.116	58
	19 17:30	930	8.255	8.397	0.142	71
	20 06:00	1 140	10.719	11.823	1.104	552
	20 16:30	1 070	10.730	11.760	1.030	515
	21 17:00	1 170	10.763	11.524	0.761	381
	21 06:00	1 285	10.856	11.891	1.035	518
	22 07:30	1 330	10.650	11.516	0.866	433
	22 16:30	1 420	10.806	11.742	0.856	428
	23 09:30	1 575	10.844	11.861	1.017	509
	23 18:00	1 315	10.720	11.822	1.102	551
	24 08:00	1 740	10.850	11.871	1.021	511
	24 17:30	1 775	10.930	11.830	0.900	450
	25 07:30	2 425	10.704	11.531	0.827	413
	25 16:30	2 525	10.840	11.965	1.125	563
	26 08:00	2 425	10.928	11.730	0.802	401
	26 17:00	2 040	10.784	11.863	1.079	540

付 録 K

Purari 河Wabo 地点の浮遊砂の集中に関する詳細な観測結果

## APPENDIX K-1

## SUMMARY OF MULTIPLE OBSERVATION OF SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATIONS

NO.	MONTH	DAY	YEAR	DISCHARGE m <sup>3</sup> /sec	SUSPENDED LOAD t/day	REMARKS (1)
1	Aug	20	1975	1 760	33 600	D
2	Aug	29	1975	1 210	22 600	D
3	Sept	8	1975	1 000	3 450	L
4	Sept	10	1975	1 000	4 210	D
5	Sept	22	1975	1 900	38 100	D
6	Sept	30	1975	1 845	51 300	D
7	Oct	15	1975	885	7 640	L
8	Oct	16	1975	925	9 430	D
9	Nov	3	1975	1 890	47 400	D
10	Nov	17	1975	1 155	4 290	D
11	Nov	18	1975	1 035	4 680	L
12	Nov	22	1975	1 580	33 700	D
13	Nov	24	1975	1 815	57 600	I
14	Nov	29	1975	3 565	369 000	D
15	Dec	1	1975	2 660	159 000	D
16	Dec	19	1975	4 510	455 000	D
17	Jan	13	1976	3 300	156 000	D
18	Jan	17	1976	2 450	181 000	D

Note: (1) Symbols are as follows:  
D: Data observed at decreasing discharge  
L: Data observed at steady discharge  
I: Data observed at increasing discharge

## APPENDIX K-2

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

SAMPLE NO.	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	FLOW VELOCITY (m/s)	
<u>Aug. 20, 1975 Sampled water 1 000 cc (No. 1)</u>					
No.10-(0.2D)	2.4	8.450	8.700	250	1.18
No.10-(0.6D)	7.4	8.400	8.648	248	1.32
No.10-(0.8D)	9.8	8.351	8.566	215	1.08
No.18-(0.2D)	2.3	8.408	8.592	184	1.33
No.18-(0.6D)	7.1	8.307	8.513	206	1.06
No.18-(0.8D)	9.4	8.483	8.700	217	0.85
No.28-(0.2D)	2.0	8.352	8.480	128	1.02
No.28-(0.6D)	5.9	8.421	8.680	259	1.25
No.28-(0.8D)	7.9	8.364	8.592	228	1.18
<u>Aug. 29, 1975 Sampled Water 1 000 cc (No. 2)</u>					
No.10-(0.2D)	2.3	8.463	8.667	204	1.08
No.10-(0.8D)	9.2	8.247	8.458	211	0.80
No.18-(0.2D)	2.2	8.442	8.620	178	1.14
No.18-(0.8D)	8.8	8.370	8.631	261	0.75
No.28-(0.2D)	1.9	8.338	8.539	201	0.68
No.28-(0.8D)	7.4	8.376	8.572	196	0.86
<u>Sept. 8, 1975 Sampled Water 1 000 cc (No. 3)</u>					
No.10-2.2		8.528	8.540	14	0.78
No.10-6.8		8.460	8.500	40	0.82
No.10-9.0		8.489	8.538	49	0.69
No.18-2.1		8.392	8.415	23	1.05
No.18-6.4		8.357	8.404	47	0.72
No.18-8.6		8.394	8.432	38	0.72
No.28-1.8		8.445	8.490	45	0.63
No.28-5.3		8.407	8.456	49	0.52
No.28-7.1		8.229	8.328	99	0.54

APPENDIX K-2  
CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

SAMPLE NO.	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	FLOW VELOCITY (m/s)
<u>Sept. 10, 1975 Sampled water: 1 000 cc (No. 4)</u>				
No.10 - 2.2	8.506	8.584	78	0.84
No.10 - 6.8	8.400	8.436	36	0.79
No.10 - 9.0	8.410	8.443	33	0.66
No.18 - 2.1	8.474	8.528	54	0.81
No.18 - 6.4	8.409	8.430	21	0.81
No.18 - 8.5	8.410	8.453	43	0.78
No.28 - 1.8	8.395	8.470	75	0.85
No.28 - 5.4	8.459	8.473	14	0.72
No.28 - 7.2	8.430	8.458	28	0.64
<u>Sept. 22, 1975 Sampled water: 2 000 cc (No. 5)</u>				
No.10 - 2.6	8.362	8.645	142	1.48
No.10 - 7.8	8.465	8.672	104	1.24
No.10 - 10.4	8.454	8.704	125	1.08
No.18 - 2.5	8.570	9.062	249	1.78
No.18 - 7.3	8.418	8.972	277	1.60
No.18 - 9.8	8.418	8.704	143	1.28
No.28 - 2.1	8.370	8.882	256	1.19
No.28 - 6.3	8.434	8.906	236	1.12
No.28 - 8.4	8.638	8.962	162	1.08
<u>Sept. 30, 1975 Sampled water: 2 000 cc (No. 6)</u>				
No.10 - 2.5	8.402	8.920	259	1.34
No.10 - 7.3	8.360	8.916	278	1.21
No.10 - 9.8	8.430	9.101	336	0.89
No.18 - 2.4	8.264	8.898	317	1.68
No.18 - 7.1	8.397	8.963	283	1.27
No.18 - 9.5	8.435	8.824	195	1.11
No.28 - 2.0	8.356	8.943	294	1.04
No.28 - 6.0	8.315	9.070	378	1.38
No.28 - 8.0	8.450	9.096	323	1.12

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

SAMPLE NO.	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	FLOW VELOCITY (m/s)
<u>Oct. 15, 1975 Sampled Water: 2 000 cc (No. 7)</u>				
No.10 - 2.3	8.346	8.555	105	0.72
No.10 - 7.0	8.256	8.403	74	0.78
No.10 - 9.3	8.211	8.358	74	0.58
No.18 - 2.2	8.320	8.506	93	0.78
No.18 - 6.6	8.420	8.554	67	0.78
No.18 - 8.8	8.197	8.458	131	0.68
No.28 - 1.8	8.500	8.740	120	0.58
No.28 - 5.6	8.179	8.380	101	0.58
No.28 - 7.4	8.466	8.652	93	0.42
<u>Oct. 16, 1975 Sampled Water: 2 000 cc (No. 8)</u>				
No.10 - 2.3	8.492	8.625	67	0.88
No.10 - 6.8	8.285	8.561	138	0.59
No.10 - 9.1	8.200	8.485	143	0.56
No.18 - 2.2	8.556	8.689	67	0.92
No.18 - 6.5	8.350	8.465	58	0.78
No.18 - 8.7	8.353	8.490	69	0.62
No.28 - 1.8	8.209	8.619	205	0.68
No.28 - 5.3	8.216	8.507	146	0.56
No.28 - 7.1	8.310	8.665	178	0.59
<u>Nov. 3, 1975 Sampled water: 2 000 cc (No. 9)</u>				
No.10 - 2.5	8.473	8.981	254	1.50
No.10 - 7.3	8.378	8.914	268	1.42
No.10 - 9.9	8.602	9.190	294	0.88
No.18 - 2.4	8.336	8.891	278	1.70
No.18 - 7.1	8.420	8.895	238	1.50
No.18 - 9.5	8.442	8.930	244	1.18
No.28 - 2.0	8.340	8.875	268	1.08
No.28 - 6.0	8.198	8.672	237	1.38
No.28 - 8.0	8.323	8.785	231	1.12

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

SAMPLE NO.	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	FLOW VELOCITY (m/s)
<u>Nov. 17, 1975 Sampled water: 2 000 cc (No. 10)</u>				
No.10 - 2.3	8.263	8.374	56	0.92
No.10 - 6.8	8.438	8.562	62	0.76
No.10 - 9.1	8.440	8.544	52	0.76
No.18 - 2.2	8.381	8.444	32	1.04
No.18 - 6.5	8.365	8.426	31	0.78
No.18 - 8.7	8.403	8.437	17	0.69
No.28 - 1.8	8.287	8.373	43	0.86
No.28 - 5.5	8.350	8.445	48	0.86
No.28 - 7.3	8.518	8.537	10	0.78
<u>Nov. 18, 1975 Sampled water: 2 000 cc (No. 11)</u>				
No.10 - 2.2	8.057	8.167	55	0.82
No.10 - 6.7	8.431	8.575	72	0.78
No.10 - 9.0	8.290	8.420	65	0.67
No.18 - 2.1	8.287	8.366	40	0.96
No.18 - 6.4	8.511	8.559	24	0.98
No.18 - 8.0	8.175	8.230	28	0.93
No.28 - 1.8	8.303	8.410	54	0.85
No.28 - 5.3	8.222	8.322	50	0.76
No.28 - 7.1	8.370	8.458	44	0.59
<u>Nov. 22, 1975 Sampled water: 2 000 cc (No. 12)</u>				
No.10 - 2.3	10.840	11.325	243	1.18
No.10 - 7.2	10.879	11.366	244	1.08
No.10 - 9.4	10.719	11.200	241	0.82
No.18 - 2.3	10.902	11.330	214	1.38
No.18 - 6.8	10.735	11.275	270	0.98
No.18 - 9.1	10.986	11.408	211	0.78
No.28 - 1.9	10.968	11.558	295	1.08
No.28 - 5.8	10.920	11.436	258	0.98
No.28 - 7.7	10.875	11.322	224	0.98

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

SAMPLE NO.	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	FLOW VELOCITY (m/s)
<u>Nov. 24, 1975</u> Sampled water: 2 000 cc (No. 13)				
No.10 - 2.4	8.119	8.592	237	1.12
No.10 - 7.3	10.749	11.334	293	1.08
No.10 - 9.8	8.337	8.588	126	1.05
No.18 - 2.3	10.989	11.997	550	1.52
No.18 - 7.0	10.900	11.576	338	1.42
No.18 - 9.4	8.436	8.936	250	1.18
No.28 - 2.0	10.881	11.577	348	1.02
No.28 - 6.1	10.789	11.374	293	1.32
No.28 - 8.1	10.680	11.390	355	1.28
<u>Nov. 29, 1975</u> Sampled water: 2 000 cc (No. 14)				
No.10 - 2.9	10.825	12.210	1385	1.70
No.10 - 8.7	10.826	12.094	1268	1.78
No.10 - 11.6	10.889	12.367	1476	1.58
No.18 - 2.8	10.827	11.958	1131	2.72
No.18 - 8.5	10.801	11.744	943	2.08
No.18 - 11.3	10.892	11.950	1059	1.92
No.28 - 2.4	10.691	11.884	1193	2.18
No.28 - 7.3	10.800	11.562	762	2.05
No.28 - 9.7	10.742	11.716	974	1.22
<u>Dec. 1, 1975</u> Sampled water: 2 000 cc (No. 15)				
No.10 - 2.7	10.771	11.620	849	1.72
No.10 - 8.0	10.858	11.558	700	1.58
No.10 - 10.7	10.868	11.593	735	1.30
No.18 - 2.6	10.870	11.442	572	1.82
No.18 - 7.7	10.797	11.326	529	1.60
No.18 - 10.3	10.849	11.524	676	1.40
No.28 - 2.2	10.846	11.513	668	1.50
No.28 - 6.7	10.849	11.545	697	1.42
No.28 - 8.9	10.790	11.538	748	1.32

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

SAMPLE NO.	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	FLOW VELOCITY (m/s)
<u>Dec. 19, 1975 Sampled water: 1 000 cc (No. 16)</u>				
No.10 - 3.1	10.832	11.940	1108	2.15
No.10 - 3.1	10.930	12.160	1230	2.15
No.10 - 9.2	10.815	11.820	1005	2.08
No.10 - 9.2	11.011	12.120	1109	2.08
No.10 - 12.3	10.896	11.409	513	1.92
No.10 - 12.3	10.859	11.420	561	1.92
No.18 - 3.0	10.967	12.310	1343	2.95
No.18 - 3.0	10.865	11.835	970	2.95
No.18 - 9.0	10.872	12.290	1418	2.58
No.18 - 9.0	10.970	11.740	778	2.58
No.18 - 12.0	10.970	12.352	1382	2.28
No.18 - 12.0	10.974	11.989	1015	2.28
No.28 - 2.6	11.108	12.213	1105	2.20
No.28 - 2.6	10.998	12.131	1133	2.20
No.28 - 7.9	10.917	12.130	1213	2.02
No.28 - 7.9	11.030	12.150	1120	2.02
No.28 - 10.5	10.970	11.547	577	2.08
No.28 - 10.5	10.992	11.748	756	2.08
<u>Jan. 13, 1976 Sampled water: 1 000 cc (No. 17)</u>				
No.10 - 2.8	10.761	11.200	439	1.78
No.10 - 2.8	10.787	11.235	448	1.78
No.10 - 8.4	10.890	11.325	435	1.70
No.10 - 8.4	10.970	11.455	485	1.70
No.10 - 11.2	10.820	11.405	585	1.28
No.10 - 11.2	10.894	11.149	255	1.28
No.18 - 2.8	10.889	11.356	467	2.65
No.18 - 2.8	10.726	11.339	613	2.65
No.18 - 8.3	10.970	11.660	690	2.25
No.18 - 8.3	10.910	11.442	532	2.25
No.18 - 11.0	10.965	11.600	635	1.92
No.18 - 11.0	10.820	11.355	535	1.92

## CALCULATION OF SEDIMENT CONCENTRATION

SAMPLE NO.	WEIGHT FILTER (g)	TOTAL WEIGHT (g)	CONCENTRATION (mg/l)	FLOW VELOCITY (m/s)
<u>Jan. 13, 1976 Sampled water: 1 000 cc (No.17)</u>				
No.28 - 2.4	10.869	11.509	540	1.70
No.28 - 2.4	10.757	11.192	435	1.70
No.28 - 7.2	10.891	11.433	542	1.55
No.28 - 7.2	10.880	11.228	348	1.55
No.28 - 9.6	10.872	11.537	665	1.50
No.28 - 9.6	10.793	11.536	743	1.50
<u>Jan. 17, 1976 Sampled water: 1 000 cc (No.18)</u>				
No.10 - 2.7	10.905	11.590	685	1.70
No.10 - 2.7	10.930	11.577	647	1.70
No.10 - 7.9	10.819	11.563	744	1.52
No.10 - 7.9	10.878	11.655	777	1.52
No.10 - 10.6	10.760	11.480	720	1.32
No.10 - 10.6	10.872	11.578	706	1.32
No.18 - 2.6	10.998	11.602	604	2.28
No.18 - 2.6	10.918	11.632	714	2.28
No.18 - 7.7	10.903	11.707	804	1.88
No.18 - 7.7	10.993	11.775	782	1.88
No.18 - 10.2	10.947	11.590	643	1.58
No.18 - 10.2	10.899	11.628	729	1.58
No.28 - 2.2	10.961	11.595	634	1.60
No.28 - 2.2	10.960	11.712	752	1.60
No.28 - 6.7	10.860	11.654	794	1.48
No.28 - 6.7	10.802	11.557	755	1.48
No.28 - 8.9	10.932	11.570	638	1.25
No.28 - 8.9	10.949	11.496	547	1.25

## APPENDIX K-3

## EXAMPLE OF COMPUTATION OF MEAN SEDIMENT TRANSPORT

## (A) CONCENTRATION MEASUREMENT

SAMPLE NO. 16

DATE: 19 DECEMBER 1975

TIME: 11:00 - 12:55

SAMPLE NO.	1		2		3		4		5	
	AMOUNT OF SAMPLED WATER (cc)		WEIGHT OF FILTER PAPER (g)		TOTAL WEIGHT OF FILTER & SEDIMENT (g)		WEIGHT OF SEDIMENT (g)		CONCENTRATION (mg/l)	
No. 10	1000	1000	10.832	10.832	11.940	11.940	1.108	1.108	1 169	
	2000	1000	10.930	10.930	12.160	12.160	1.230	1.230		
3.1	1000	1000	10.815	10.815	11.820	11.820	1.005	1.005	1 057	
	2000	1000	11.011	11.011	12.120	12.120	1.109	1.109		
9.2	1000	1000	10.896	10.896	11.409	11.409	0.513	0.513	537	
	2000	1000	10.859	10.859	11.420	11.420	0.561	0.561		
12.3	1000	1000	10.967	10.967	12.310	12.310	1.343	1.343	1 157	
	2000	1000	10.865	10.865	11.835	11.835	0.970	0.970		
No. 18	1000	1000	10.872	10.872	12.290	12.290	1.418	1.418	1 098	
	2000	1000	10.970	10.970	11.740	11.740	0.778	0.778		
9.0	1000	1000	10.970	10.970	12.352	12.352	1.382	1.382	1 199	
	2000	1000	10.974	10.974	11.989	11.989	1.015	1.015		
12.0	1000	1000	11.108	11.108	12.213	12.213	1.105	1.105	1 119	
	2000	1000	10.998	10.998	12.131	12.131	1.133	1.133		
No. 28	1000	1000	10.917	10.917	12.130	12.130	1.213	1.213	1 167	
	2000	1000	11.030	11.030	12.150	12.150	1.120	1.120		
7.9	1000	1000	10.970	10.970	11.547	11.547	0.577	0.577	667	
	2000	1000	10.992	10.992	11.748	11.748	0.756	0.756		
10.5	1000	1000								
	2000	1000								

(B) COMPUTATION OF MEAN SEDIMENT TRANSPORT

SAMPLE NO. 16

DATE: 19 DECEMBER 1975  
TIME: 11:00 - 12:55

		MEAN VELOCITY (m/s)		CROSS-SECTIONAL AREA OF STREAM (m <sup>2</sup> ) 2154.0				DISCHARGE (m <sup>3</sup> /s)			
		2.09						4510.2			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
WATER DEPTH (D) (m)	WATER DEPTH AT SAMPLED POINT	AMOUNT OF SAMPLED WATER (cc)	CONCENTRATION (kg/m <sup>3</sup> )	VELOCITY AT POINT (m/s)	RULING WATER DEPTH OF POINT (m)	DISCHARGE PER UNIT WIDTH (5)X(6)X1 (m <sup>3</sup> /s/m)	SEDIMENT AT POINT (4)X(5) (kg/s.m <sup>2</sup> )	SEDIMENT PER UNIT WIDTH (6)X(8) (kg/s/m)	REPRESENTATIVE SECTIONAL AREA (m <sup>2</sup> )	SEDIMENT AMOUNT (9)X(10) ±(1) (kg/s)	
No. 10 15.40											
0.20	3.1	2 000	1.169	2.15	6.2	13.35	2.513	15.58			
0.60	9.2	2 000	1.057	2.08	6.2	12.90	2.199	13.64			
0.80	12.3	2 000	0.537	1.92	3.0	5.76	1.031	3.09	718.0	1 505	
								= 32.31			
No. 18 15.00											
0.20	3.0	2 000	1.157	2.95	6.0	17.70	3.413	20.48			
0.60	9.0	2 000	1.098	2.58	6.0	15.48	2.833	17.00			
0.80	12.0	2 000	1.199	2.28	3.0	6.84	2.734	8.20	718.0	2 186	
								= 45.68			
No. 28 13.10											
0.20	2.6	2 000	1.119	2.20	5.2	11.44	2.462	12.80			
0.60	7.9	2 000	1.167	2.02	5.2	10.50	2.357	12.25			
0.80	10.5	2 000	0.667	2.08	2.7	5.62	1.387	3.75	718.0	1 579	
								= 28.60			
Note: (1) For concentration, see page K9									TOTAL SEDIMENT (kg/s)		5 271
(2) Mean sediment transport is 1.169 kg/m <sup>3</sup> (= 5271 ÷ 4510.2)									= 455 000 t/day.		

付 録 I

Purari 河 Wabo 地点の浮遊砂に対する粒度分析結果の要約

## APPENDIX L

SUMMARY OF PARTICLE SIZE ANALYSES FOR SUSPENDED LOAD

The particle size analysis of suspended load has been carried out by accumulating both suspended loads used for concentration test and bed loads under 0.074 mm in particle size. The analysed results are as follows:

	Particle Size	Percentage in Weight
SP-1: River bed load under 0.074 mm in particle size Specific Gravity 2.69	0.049	42.9
	0.036	21.8
	0.023	18.29
	0.013	11.60
	0.0094	9.44
	0.0066	9.14
	0.0032	8.94
	0.0014	5.98
SP-2: River bed load under 0.074 mm in particle size Specific Gravity 2.33	0.054	60.03
	0.039	47.52
	0.025	39.19
	0.015	27.10
	0.010	22.93
	0.0073	19.17
	0.0036	12.16
	0.0016	8.34
SP-3: Suspended load after concentration test Specific Gravity 2.19	0.057	62.31
	0.041	54.84
	0.026	39.88
	0.015	29.91
	0.011	22.43
	0.0078	15.45
	0.0039	14.95
	0.0015	13.45
SP-4: Suspended load after concentration test Specific Gravity 2.12	0.058	98.93
	0.042	95.30
	0.027	73.47
	0.016	55.29
	0.011	48.01
	0.0079	38.56
	0.0040	22.55
	0.0017	13.82

NOTE: See figure 10 for distribution curves and origin of samples

付 録 M

Purari 河 Wabo 地点の河床浮遊砂観測の要約

## APPENDIX M

## PURARI RIVER AT WABO - SUMMARY OF BED LOAD OBSERVATIONS

NO.	DATE	WATER LEVEL (mm)	SAMPLED QUANTITY (g)	PERCENT BY WEIGHT RETAINED ON SIEVE SIZE (mm)								MEAN GRAIN SIZE (mm)	
				0.037	0.112	0.225	0.45	0.90	1.85	3.75	7.5		15
1	July 18, 1975	1.16	1008.8	1.67	9.01	47.36	34.88	3.92	1.19	1.09	0.88	0	0.438
2	July 23, 1975	1.27	124.1	5.59	23.21	37.34	22.84	3.63	0.66	1.23	3.32	3.01	1.006
3	Aug. 2, 1975	1.84	1111.2	1.16	9.54	57.44	30.66	1.14	0.04	0.02	-	-	0.290
4	Aug. 15, 1975	1.89	744.8	0.50	4.27	28.40	59.10	7.37	0.40	-	-	-	0.409
5	Aug. 23, 1975	2.26	2199.8	0.23	1.23	23.27	60.60	13.80	0.30	0.13	0.37	0.07	0.461
6	Aug. 30, 1975	1.55	576.9	0.71	6.01	31.99	45.42	15.27	0.59	0.003	-	-	0.432
7	Sept. 23, 1975	3.12	1997.2	0.50	1.80	32.70	50.20	13.80	0.20	0.80	-	-	0.460
8	Oct. 9, 1975	1.15	106.7	1.80	11.33	52.70	25.33	8.57	0.27	-	-	-	0.328
9	Nov. 15, 1975	2.65	2900.6	0.50	2.3	28.30	62.40	6.30	0.12	0.10	-	-	0.410

付 録 N

水質データ及び化学分析

Purari 河 及び Aure 川

## APPENDIX N

## SUMMARY OF WATER QUALITY ANALYSIS OF SAMPLES FROM THE PURARI AND AURE RIVERS

SAMPLE NO.	DATE	WATER LEVEL (m.)	RUNOFF (m <sup>3</sup> /sec)	pH	TEMPERATURE (°C)	DISSOLVED OXYGEN (p.p.m.)	CONDUCTANCE 1/cm. (Ohm x 10 <sup>-3</sup> ) <sup>-1</sup>	TURBIDITY (p.p.m.)
<u>Purari River at Webo Site</u>								
1	Sep. 25, 1975	1.96	1 370	8.3	24.5	6.5	0.7	68
2	Oct. 10, 1975	2.40	1 700	8.2	23.3	8.9	0.8	125
3	Oct. 14, 1975	1.51	1 050	7.7	24.8	8.0	0.7	111
4	Oct. 23, 1975	1.66	1 150	7.9	25.9	-	0.7	99
5	Nov. 5, 1975	3.06	2 220	8.2	23.2	7.3	0.7	350
6	Nov. 13, 1975	3.48	2 570	-	24.4	5.8	0.5	155
7	Nov. 21, 1975	1.69	1 170	8.2	24.4	-	0.7	145
8	Dec. 1, 1975	3.43	2 530	7.9	24.9	-	0.7	143
9	Dec. 8, 1975	4.37	3 330	7.9	23.6	-	0.7	78
10	Dec. 12, 1975	4.75	3 670	8.1	23.5	-	0.8	93
11	Jan. 19, 1975	2.76	1 960	8.2	24.0	-	0.7	-
<u>Aure River Gauging Station</u>								
1	Dec. 17, 1975	2.96	400	8.3	22.7	-	0.8	90
2	Jan. 19, 1975	2.87	380	8.3	21.6	-	0.6	-

## BACTERIOLOGICAL EXAMINATION OF WATER SAMPLES FROM THE PURARI RIVER AT WABO

DATE	TOTAL COUNT OF BACTERIA PER ml.	NUMBER PER 100 ml.		
		COLIFORMS	FAECAL COLIFORMS	E. COLI
15 Oct. 1975	4 000	4 600	2 400	290

## 付 録 N-2

### 化 学 分 析

#### 概 要

Purari河のWabo地点における含有化学成分に関する資料はコンクリートの製造とその耐久性及び据付けられた各種の金属構造物の腐食に関連がある。

Purariの三角州地帯の河水の化学成分に関する概略の調査はPetr (1976)によって行われた。又彼はこの調査を更にHathor Gorgeの上流及びAure川においても行った。

#### 河川の採水地点

本報告書では、Petr博士の許可を得て、化学分析の結果を転写した。採水地点の区分は次のようになる。

#### 区 分 概 略 の 位 置

(本報告書のみで使用された記号)

A	Purari河、Hathor Gorgeの下流2 Km
B	Uho川のPurari河との合流点
C	Sepi川のPurari河との合流点から1 Km上流
D	Pido河のPurari河との合流点から1 Km上流
E	Wabo CreekのUu Creekとの合流点から下流2 Km
F	Purari河のGleeson Islandの下流2 Km
G	Aure川のPurari河との合流点から6 Km上流
H	Purari河のAbukiru Islandの下流1 Km
Z	Waboにおける雨水

#### 分析の方法

1975年1月にAbukiru Islandで1個の水質試験用の試料が採取された。いく種類かの分析がろ過されない試料について数週間後に行われた。重炭酸塩の含有度は、pH 4.5の0.01 MのHClを定することによって決定された。

ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、鉄およびマンガンは、Techtron Model

1,200 か、Techtron Model AA6 を用いて原子吸光分析により求められた。塩化物は硝酸銀 定色可視終点 (Volhard 法) により測定された。硫酸塩濃度は等価カチオンの合計、重炭酸塩および塩化物イオンの差から求めたため、その結果は近似的なものである。塩分は炭酸塩、塩化物、硫酸塩、ナトリウム、カリウム、マグネシウムおよびカルシウムの ppm 濃度を加えることにより得られる。ケイ酸塩はモリブデン酸塩法により求められる。また硝酸塩はカドミウム還元法後に、ジアゾ化によりアゾ染料を形成することによって、比色法で測定された。

1976年2月に集められた水試料はろ過されたが、ろ過分析には次の方法が用いられた。色は  $\text{HCl}$  に  $\text{PtCl}_6$  と  $\text{CaCl}_2$  を入れた標準溶液と目視比較で求められた。濁度はキャンドル濁度計を用いたカオリン標準溶液との目視比較で定められた。pH は Jones の PH 電流計 model Z を用いて測定された。導電度は、Copenhagen type CDM 2C の輻射計により測定された。TDS は Whatman 3 紙 No. 42 でろ過後、蒸発された。TSS は TDS と TS から計算されたが、これらは何れも、蒸発により測定された。全硬度は、Ca と Mg の含有および  $\text{HCO}_3$  のアルカリ度から計算された。アルカリ度は混合臭素クレゾール、グリーン・メチル・レッドを試液とし、0.02N の  $\text{HCl}$  を滴定液として用いることにより測定された。COD の決定には、酸化物質として  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  が用いられる。カチオンはすべて Varian AA5 を用いた原子吸光分析で求められる。 $\text{SiO}_2$  は 1975 年の試料と同じ方法で測定された。塩化物は硝化水銀滴定で求められた。リン酸塩はアスコルビン酸法で求められた。硝酸塩は、フェノール・スルホン酸法により求められた。

1976年2月に採取された底質試料はフッ化水素酸、硝酸、過塩素酸に溶解され、全カチオン濃度は Varian AA5 を用いる分光光度法で定められた。有機物質含有量は、燃焼し残留物を計量することにより求められ、含水率は底質試料を  $110^\circ\text{C}$  で、1時間乾燥後計量して得られた。

粒径分析は乾燥試料を機械的振動機にかけ、ふるい分けられた。各ふるいに残った部分は、(B.S.S 型ふるいを用いたのであるが) 集められ、別々に計量された。これから加積百分率が作算された。有機窒素含有は Kjeldahl の方法により、有機炭素は  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  との湿式燃焼により求められた。

二つの分析はオーストラリアの Monash 大学の Botany and Zoology Department で実施された。残りは、パプアニューギニアの Office of Minerals and Energy の Mines Division の研究所で実施された。

## 結 果

これらの場所における河川水試料と、堆積物の化学物質含有量を次表に示す。

Table 1. Chemical composition of river water and sediments.

APPENDIX N-2

CHEMICAL COMPOSITION OF WATER SAMPLES

PROPERTY OR CONSTITUENT	UNIT	L O C A T I O N										1976 Sampling	1975 Sampling	H	Z	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J					
Colour	Pt/Co	35	5	5	5	10	35	35	35	35	35	-	-	5		
Turbidity	J.T.U.	50	4	3	3	5	45	50	50	50	50	-	3	1		
pH		7.8	8.1	7.2	7.2	7.5	7.9	7.3	7.3	7.3	7.3	7.8	7.4	6.7		
Conductance	umho/cm	134	222	175	123	94	132	107	107	107	134	80	134	-		
T.D.S.	mg/l	90	153	137	100	73	83	96	96	96	121	-	121	2.5		
T.S.S.	mg/l	510	47	63	100	327	317	504	504	504	348.8	-	79.0	-		
Total Hardness	mg/l CaCO <sub>3</sub>	75	116	90	66	49	77	60	60	60	-	-	77	4		
Alkalinity	mg/l CaCO <sub>3</sub>	66	104	80	56	44	64	50	50	50	54	-	-	4		
COD	mg/l O	14	1	2	1	4	16	23	23	23	-	-	22	Nil		
Ce	mg/l	25	38	29	21	18	26	19	19	19	7.0	7.0	26	1		
Mg	mg/l	3	5	4	3	1	3	3	3	3	3.1	3.1	3	0.3		
Na	mg/l	2	9	7	3	2	3	3	3	3	0.5	0.5	3	Nil		
K	mg/l	2	0.6	0.6	0.4	0.2	2	1	1	1	0.45	0.45	1	Nil		
SiO <sub>2</sub>	mg/l	14.9	12.1	10.4	12.9	9.0	14.6	15.3	15.3	15.3	5.74	5.74	14.4	Nil		
Total Cations	me/l	1.67	2.71	2.11	1.47	1.11	1.72	1.40	1.40	1.40	0.642	0.642	1.73	0.08		
HCO <sub>3</sub>	mg/l	81	127	98	68	54	78	61	61	61	37	37	85	5		
CO <sub>3</sub>	mg/l	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	included above	included above	above	Nil		
Cl	mg/l	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	0.169	0.169	-	Nil		
SO <sub>4</sub>	mg/l	12.3	12.3	14.5	6.5	6.5	13.0	9.6	9.6	9.6	-	-	7.0	0.5		
PO <sub>4</sub>	mg/l	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	-	-	Nil	Nil		
NO <sub>3</sub>	mg/l	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	Nil		
Total Anions	me/l	1.59	2.34	1.91	1.25	1.03	1.55	1.20	1.20	1.20	0.779	0.779	1.54	0.09		

APPENDIX N-2  
CHEMICAL COMPOSITION OF SEDIMENT SAMPLES

CONSTITUENT (%)	LOCATION						1976 Sampling H
	B	C	D	E	G		
Na	3.0	1.25	1.5	1.75	2.5		2.0
K	1.0	0.6	0.6	0.8	0.7		0.8
Ca	0.5	1.25	1.5	2.5	2.0		2.0
Mg	1.3	1.0	0.8	0.6	1.6		1.0
Al	8.0	7.5	7.0	7.0	8.0		7.0
Fe	8.0	8.5	8.5	8.0	10.0		8.5
Mn	0.12	0.08	0.16	0.11	0.18		0.14
Organic Matter	0.5	3.7	3.8	1.9	1.4		2.4
Moisture	23.7	25.2	23.6	24.8	27.2		18.5
C	0.2	1.9	1.7	0.4	0.4		1.1
N	0.04	0.16	0.18	0.07	0.01		0.09

Note: Sieve analyses were performed on some samples but are not shown.

付 録 〇

欠測降雨記録補填に用いられた回帰式

## APPENDIX 0

## REGRESSION EQUATIONS FOR ESTIMATING MISSING RAINFALL RECORDS

Selected Rainfall Stations	Stations Used For Supplement of Missing Rainfall Records at Selected Stations	Regression Equation	Correlation Coefficient	Supplemented Period
Mt. Hagen	Togoba Strip	$43.6+0.729 \cdot x$	0.986	'55 '74
Mendi	Kagua P.P.	$133.6+0.485 \cdot x$	0.789	'57, '68, '70, '72
	Dadabe	$176.4+0.268 \cdot x$	0.664	'69
Goroka	Mt. Hagen	$-37.8+0.770 \cdot x$	0.473	'55 '74
Kainantu	Goroka	$-1.5+1.053 \cdot x$	0.980	'55 '74
Minj	Mt. Hagen	$-6.0+0.958 \cdot x$	0.953	'55 '70
		$47.4+0.862 \cdot x$	0.974	'71 '74
Erave	Mendi M.O.M.	$185.6+0.367 \cdot x$	0.781	'55 '68
	Kagua P.P.	$190.9+0.369 \cdot x$	0.583	'69 '74
Lufa	Goroka	$69.3+0.836 \cdot x$	0.955	'55 '74
Karimui	Goroka	$143.4+0.889 \cdot x$	0.956	'55, '73, '74
	Lufa	$79.7+1.019 \cdot x$	0.931	'56 '58
	Gumine	$93.0+0.951 \cdot x$	0.904	'59 '72
Chimbu	Goroka	$59.9+0.753 \cdot x$	0.911	'55, '58, '72, '74
	Gumine	$16.7+0.803 \cdot x$	0.886	'59 '71
Kagua	Mendi M.O.M.	$-89.8+1.477 \cdot x$	0.836	'55 '57
	P.P.			
	Erave	$-4.8+0.922 \cdot x$	0.583	'58 '74
Amuliba	Mt. Hagen	$-49.9+1.094 \cdot x$	0.955	'55 '67
		$-49.9+1.133 \cdot x$	0.985	'68 '74
Puril	Mendi M.O.M.	$97.2+0.659 \cdot x$	0.492	'55 '60
	" P.P.	$14.8+0.988 \cdot x$	0.599	'61 '74
Gumine	Goroka	$66.5+0.851 \cdot x$	0.963	'55 '58
	Chimbu	$27.3+0.977 \cdot x$	0.886	'59 '72
	Chuave Forest	$41.8+0.808 \cdot x$	0.809	'73 '74
Wabo	Kikori	$371.8+0.726 \cdot x$	0.851	'55 '74

付 録 P

Purari 河Wabo 地点の予測月流出量及び月流出量記録

1955-1974

APPENDIX P  
ESTIMATED AND RECORDED MONTHLY RUNOFFS 1955-1974 AT WABO  
PURARI RIVER AT WABO  
(Units: m<sup>3</sup>/sec)

Month	Year	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Remarks (3)
Jan.	R (1)	2 517	2 253	2 205	2 192	2 360	2 990	2 511	2 422	2 109	2 967	2 578	3 295	2 872	3 028	3 081	1 943	3 015	2 001	2 686	2 212	Mean 2 567 Max. 3 143 Min. 1 877
	A (2)	2 976	2 415	2 337	3 156	3 176	3 588	3 285	3 128	1 707	2 530	2 744	4 348	3 384	2 367	2 526	2 425	2 766	2 959	2 537	3 534	Mean 2 962 Max. 4 348 Min. 1 707
Feb.	R	2 976	2 415	2 337	3 156	3 176	3 588	3 285	3 128	1 707	2 530	2 744	4 348	3 384	2 367	2 526	2 425	2 766	2 959	2 537	3 534	Mean 2 962 Max. 4 348 Min. 1 707
	A	2 384	2 309	3 747	2 668	3 141	2 618	2 353	3 422	3 245	3 185	3 460	3 729	3 260	2 678	3 072	2 892	2 877	3 971	3 931	2 862	Mean 3 113 Max. 4 378 Min. 2 309
Mar.	R	3 301	2 841	3 598	2 261	3 027	3 423	3 138	3 323	2 390	2 925	1 749	2 311	1 809	1 933	2 825	2 259	2 396	2 541	3 538	3 072	Mean 2 780 Max. 3 768 Min. 1 791
	A	2 373	1 368	2 540	1 929	2 659	1 551	3 153	(2 538)(1 351)	2 319	2 547	2 626	1 482	2 234	3 223	2 371	(2 465)	2 745	1 702	3 223	1 672	Mean 2 371 Max. 3 223 Min. 1 307
Apr.	R	1 779	1 334	1 855	1 255	2 183	2 910	2 427	2 055	2 319	1 460	1 621	1 450	1 247	2 016	1 625	3 328	1 789	1 819	1 785	2 231	Mean 1 872 Max. 3 326 Min. 1 057
	A	1 698	1 831	2 710	1 355	2 815	1 703	3 022	2 521	1 834	1 784	815	1 036	2 609	2 175	2 010	2 880	2 333	1 755	2 487	1 549	Mean 2 036 Max. 3 021 Min. 1 036
May	R	1 906	2 159	2 265	1 642	1 463	1 906	2 898	3 129	3 176	2 480	846	1 625	2 245	2 017	2 467	1 527	(598)	1 966	1 076	1 290	Mean 1 975 Max. 3 166 Min. 665
	A	2 235	2 378	2 317	3 426	2 523	2 428	2 498	3 874	3 112	2 737	1 282	1 930	2 050	2 129	2 172	2 851	2 277	2 795	957	2 141	2 822
June	R	2 333	2 242	1 859	3 395	1 854	2 390	2 973	3 452	2 384	2 291	1 455	3 581	2 670	2 513	2 570	3 812	2 575	1 283	3 495	2 329	Mean 2 544 Max. 3 741 Min. 1 074
	A	2 521	2 555	2 017	2 402	1 642	2 324	2 647	1 651	1 225	3 514	1 555	2 554	1 762	1 929	3 003	3 613	2 006	1 658	2 984	2 356	Mean 2 161 Max. 3 549 Min. 1 097
July	R	2 927	3 029	3 478	2 470	2 007	2 112	2 218	2 850	1 879	1 656	2 846	3 440	2 074	3 437	3 167	3 509	2 705	1 814	2 290	2 195	Mean 2 449 Max. 3 611 Min. 1 402
	A	2 396	2 226	2 577	2 346	2 406	2 529	2 756	2 889	2 213	2 292	1 920	2 736	2 511	2 166	2 575	2 784	2 476	1 927	2 790	2 081	Mean 2 544 Max. 3 741 Min. 1 074

Notes: (1) Recorded value, the parenthesized figures are the average of the incomplete daily runoffs.  
 (2) Results of Tank Model A. (See Section 5).  
 (3) Values are selected and computed in accordance with the following principles:  
 . put the first priority on the recorded values  
 . if the recorded values not available, put the next priority on the estimated values  
 . incomplete average values are not used.

付 録 〇

Purari 河 Wabo 地点の既応最大年流出量  
及び 3 日間、5 日間、10 日間洪水の要約

## APPENDIX Q

PURARI RIVER AT WABO: SUMMARY OF RECORDED ANNUAL MAXIMUM PEAK INFLOW AND 3-DAY, 5-DAY, AND 10-DAY FLOOD VOLUMES.

YEAR	FLOOD PEAK		FLOOD VOLUME					
	Qp (m <sup>3</sup> /s)	T (yr)	3-DAY		5-DAY		10-DAY	
			Qv (m <sup>3</sup> /s)	T (yr)	Qv (m <sup>3</sup> /s)	T (yr)	Qv (m <sup>3</sup> /s)	T (yr)
1961	10450 (July)	20	-	-	-	-	-	-
1962	10233 (Sept)	14	8021 (Sept)	60	7455 (Sept)	100	5972 (Sept)	40
1963	6455 (Sept)	1	5454 (Sept)	1	5221 (Sept)	2	4639 (Sept)	2
1964	5666 (Feb)	1	4590 (May)	1	4223 (Nov)	1	4050 (Nov)	1
1965	6914 (Mar)	1	5437 (Mar)	1	5324 (Mar)	2	4758 (Mar)	2
1966	8775 (May)	5	6084 (May)	3	5453 (May)	2	4802 (May)	3
1967	9990 (July)	12	6258 (July)	3	5354 (Feb)	2	4912 (Feb)	3
1968	6360 (Dec)	1	5635 (Dec)	2	5143 (Dec)	2	4492 (Dec)	1
1969	6653 (Apr)	1	5255 (Apr)	1	4981 (Apr)	1	4296 (Apr)	1
1970	7170 (Dec)	2	6311 (Oct)	3	5519 (Oct)	2	4777 (Mar)	2
1971	6290 (June)	1	5797 (June)	2	5501 (June)	2	4371 (June)	1
1972	-	-	-	-	-	-	-	-
1973	7282 (Feb)	2	6326 (Mar)	3	5813 (Mar)	3	5618 (Mar)	13
1974	6360 (Mar)	1	5726 (Mar)	2	5501 (Mar)	2	4807 (Mar)	3

- Note: (1) Return periods (T) shown above are calculated by Iwai's method
- (2) The recorded maximum flood peak of 10 450 m<sup>3</sup>/s is estimated on the basis of flood level observation. No hydrograph is available
- (3) Most records in 1972 are missing due to malfunction of the automatic level recorder

## 付 録 R

Purari河Wabo地点の年最大流出量と5日間洪水量の頻度解析の要約

APPENDIX R-1  
SUMMARY OF FREQUENCY ANALYSIS OF ANNUAL MAXIMUM DISCHARGES

( $m^3/s$ )

METHOD	RETURN PERIOD IN YEARS						
	20	50	100	200	500	1 000	10 000
1. Hazen Plot	10 500	11 500	12 100	12 800	13 700	14 200	16 200
2. Thomas Plot	11 000	12 200	12 800	13 700	14 700	15 500	18 000
3. Iwai Method	10 700	11 800	12 700	13 600	14 800	15 700	18 900
4. Gumbel Method	11 600	13 100	14 200	15 300	16 800	17 800	21 700
5. Chow's Momentum Method	10 600	11 800	12 600	13 500	14 700	15 500	18 400
6. Chow's Least Square Method	11 400	12 800	13 900	14 900	16 300	17 400	21 000
Average	11 000	12 200	13 100	14 000	15 200	16 000	19 000

Note: Annual maximum floods sampled for the frequency study are of 13 floods from 1961 to 1974. Floods in 1972 are excluded because of many gaps in the records.

APPENDIX R-2  
SUMMARY OF FREQUENCY ANALYSIS OF 5-DAY FLOOD VOLUMES  
(UNIT:  $\times 10^9 \text{ m}^3$ )

METHOD	RETURN PERIOD IN YEARS						
	20	50	100	200	500	1 000	10 000
1. Hazen Plot	3.11	3.28	3.46	3.59	3.76	3.89	4.32
2. Thomas Plot	3.28	3.54	3.76	3.97	4.23	4.34	4.45
3. Iwai Method	2.93	3.06	3.19	3.32	3.49	3.70	4.05
4. Gumbel Method	3.02	3.41	3.63	3.80	4.15	4.32	5.01
5. Chow' Momentum Method	2.94	3.15	3.33	3.50	3.72	3.84	4.36
6. Chow's Least Square Method	3.05	3.30	3.50	3.67	3.93	4.15	4.75
Average	3.06	3.29	3.48	3.64	3.88	4.04	4.49
Note: Annual maximum floods sampled for the frequency study are of 12 floods from 1962 to 1974. Floods in 1972 are excluded because of many gaps in the records.							

## 付 録 S

計画されたWabo貯水池に流入する年平均浮遊砂量の計算

APPENDIX S  
COMPUTATION OF MEAN ANNUAL SEDIMENT INFLOWS  
TO THE PROPOSED WABO RESERVOIR

LIMITS %	INTERVAL %	MID ORD. %	$Q_w$ ( $m^3/s$ )	$Q_s$ (t/day)	(2) x (4) ( $m^3/s$ )	(2) x (5) (t/day)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0.00-0.02	0.02	0.01	9 400	2 410 000	1.88	482
0.02-0.04	0.02	0.02	9 060	2 220 000	1.81	444
0.04-0.08	0.04	0.06	8 600	1 990 000	3.44	796
0.08-0.12	0.04	0.1	7 900	1 660 000	3.16	664
0.12-0.2	0.08	0.16	7 160	1 340 000	5.73	1 072
0.2 -0.3	0.1	0.25	6 640	1 140 000	6.64	1 140
0.3 -0.5	0.2	0.4	6 400	1 050 000	12.8	2 100
0.5 -1.0	0.5	0.75	6 000	909 000	30.0	4 550
1.0 -2.0	1.0	1.5	5 520	755 000	55.2	7 550
2.0 -3.0	1.0	2.5	5 120	638 000	51.2	6 380
3.0 -5.0	2.0	4.0	4 800	551 000	96.0	11 000
5.0 -10.0	5.0	7.5	4 300	429 000	215.0	21 500
10.0 -20.0	10.0	15.0	3 650	292 000	365.0	29 200
20.0 -30.0	10.0	25.0	3 100	197 000	310.0	19 700
30.0 -40.0	10.0	35.0	2 700	140 000	270.0	14 000
40.0 -50.0	10.0	45.0	2 360	99 000	236.0	9 900
50.0 -60.0	10.0	55.0	2 100	72 500	210.0	7 250
60.0 -70.0	10.0	65.0	1 810	47 900	181.0	4 790
70.0 -80.0	10.0	75.0	1 550	30 200	155.0	3 020
80.0 -90.0	10.0	85.0	1 250	15 000	125.0	1 500
90.0 -100.0	10.0	95.0	960	5 560	96.0	556
Total					2 430	147 594
Note: 147 594 t/day x 365 days = $53.87 \times 10^6$ t/year.						

APPENDIX T  
 COMPUTATION OF THE RATE OF ACCUMULATION OF SEDIMENT WITHIN  
 THE PROPOSED WABO RESERVOIR  
 ANNUAL INFLOW =  $79\ 000 \times 10^6 \text{ m}^3$

START (YEAR)	RESERVOIR CAPACITY ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )	CAPACITY INFLOW RATIO (%)	TRAP EFFICIENCY (%)	10 YEAR SEDIMENT ( $\times 10^6 \text{ t}$ )	SEDIMENT TRAPPED ( $\times 10^6 \text{ t}$ )	CUMULATIVE SEDIMENT TRAPPED ( $\times 10^6 \text{ t}$ )	UNIT WEIGHT ( $\text{t/m}^3$ )	CUMULATIVE SEDIMENT TRAPPED ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )	REMAINING RESERVOIR CAPACITY ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )	FINISH (YEAR)
1	16 630	21.7	93.2	565.6	527	527	1.188	444	16 186	10
11	16 186	21.1	93.0	565.6	526	1 053	1.214	867	15 763	20
21	15 763	20.6	93.0	565.6	526	1 579	1.229	1 285	15 345	30
31	15 345	20.0	92.9	565.6	525	2 104	1.241	1 695	14 935	40
41	14 935	19.5	92.6	565.6	524	2 628	1.250	2 102	14 528	50
51	14 528	19.0	92.5	565.6	523	3 151	1.257	2 507	14 123	60
61	14 123	18.4	92.3	565.6	522	3 673	1.264	2 906	13 724	70
71	13 724	17.9	92.0	565.6	520	4 193	1.269	3 304	13 326	80
81	13 326	17.4	91.9	565.6	520	4 713	1.274	3 699	12 931	90
91	12 931	16.9	91.7	565.6	519	5 232	1.279	4 091	12 539	100
101	12 539	16.4	91.5	565.6	518	5 750	1.283	4 482	12 148	110
111	12 148	15.8	91.2	565.6	516	6 266	1.286	4 872	11 758	120
121	11 758	15.3	91.0	565.6	515	6 781	1.290	5 257	11 373	130
131	11 373	14.8	90.8	565.6	514	7 295	1.293	5 642	10 988	140
141	10 988	14.3	90.4	565.6	511	7 806	1.296	6 023	10 607	150
151	10 607	13.8	90.1	565.6	510	8 316	1.298	6 407	10 223	160
161	10 223	13.3	89.9	565.6	508	8 824	1.301	6 782	9 848	170
171	9 848	12.8	89.5	565.6	506	9 330	1.303	7 160	9 470	180
181	9 470	12.4	89.1	565.6	504	9 834	1.306	7 530	9 100	190
191	9 100	11.9	88.7	565.6	502	10 336	1.308	7 902	8 728	200
201	8 728	11.4	88.2	565.6	499	10 835	1.310	8 271	8 359	210
211	8 359	10.9	87.9	565.6	497	11 332	1.312	8 637	7 993	220
221	7 993	10.4	87.5	565.6	495	11 827	1.314	9 001	7 629	230
231	7 629	10.0	86.8	565.6	491	12 318	1.316	9 360	7 270	240
241	7 270	9.5	86.1	565.6	487	12 805	1.317	9 723	6 907	250
251	6 907	9.0	85.6	565.6	484	13 289	1.319	10 075	6 556	260
261	6 556	8.6	85.1	565.6	481	13 770	1.321	10 424	6 206	270
271	6 206	8.1	84.5	565.6	478	14 248	1.322	10 777	5 853	280
281	5 853	7.6	83.6	565.6	473	14 721	1.324	11 119	5 511	290
291	5 511	7.2	83.0	565.6	469	15 190	1.325	11 464	5 166	300
301	5 166	6.7	82.0	565.6	464	15 654	1.327	11 797	4 833	310
311	4 833	6.4	81.2	565.6	459	16 113	1.328	12 133	4 497	320
321	4 497	5.9	80.0	565.6	452	16 565	1.329	12 464	4 166	330
331	4 166	5.4	78.5	565.6	444	17 009	1.330	12 789	3 841	340
341	3 841	5.0	77.2	565.6	437	17 446	1.332	13 098	3 532	350
351	3 532	4.6	76.0	565.6	430	17 876	1.333	13 410	3 220	360
361	3 220	4.2	74.7	565.6	423	18 299	1.334	13 717	2 913	370
371	2 913	3.8	72.8	565.6	412	18 711	1.335	14 016	2 614	380
381	2 614	3.4	70.9	565.6	401	19 112	1.336	14 305	2 325	390
391	2 325	3.0	68.7	565.6	389	19 501	1.337	14 586	2 044	400
401	2 044	2.7	66.9	565.6	376	19 877	1.338	14 856	1 774	410
411	1 774	2.31	63.2	565.6	357	20 234	1.340	15 100	1 530	420
421	1 530	2.00	60.4	565.6	342	20 576	1.341	15 344	1 286	430
431	1 286	1.68	56.8	565.6	321	20 897	1.342	15 572	1 058	440
441	1 058	1.38	52.0	565.6	294	21 191	1.342	15 791	839	450
451	839	1.09	46.8	565.6	265	21 456	1.343	15 976	654	460
461	654	0.85	41.0	565.6	232	21 688	1.344	16 137	493	470
471	493	0.64	34.0	565.6	192	21 880	1.345	16 268	362	480
481	362	0.47	25.5	565.6	144	22 024	1.346	16 363	267	490
491	267	0.35	18.0	565.6	102	22 126	1.347	16 426	204	500
501	204	0.27	11.0	565.6	62	22 188	1.348	16 460	170	510
511	170	0.22	5.5	565.6	31	22 219	1.349	16 471	159	520
521	159	0.21	4.5	565.6	25	22 244	1.349	16 489	141	530
531	141	0.18								

付 録 U

Waboダムサイトの降雨量

## APPENDIX U-1

PLUVIOMETRIC RECORDS MAY 1962 TO OCTOBER 1974

MONTHS OF NIL OR INCOMPLETE RECORD

YEAR	NIL RECORD	INCOMPLETE RECORD (AVAILABLE DAYS OF RECORD IN PARENTHESIS)
1962		May (8)
1963	Dec	Oct (24)
1965	Apr	Mar (9)
1965		May (26)
1966	Jun	May (8)
1966	Jul	Aug (16)
1966		Oct (24)
1966		Nov (25)
1966		Dec (30)
1967	Jan	Aug (23)
1967	Feb	Sep (17)
1967	Nov	Oct (15)
1967	Dec	
1968		Jul (23)
1969	Dec	May (25)
1969		Jun (10)
1969		Sep (17)
1969		Oct (28)
1970	Oct	Jul (11)
1970		Aug (25)
1970		Sep (6)
1970		Nov (9)
1972	Mar	Jan (10)
1972	Apr	Feb (6)
1972	Jun	May (7)
1972		Jul (7)
1972		Sep (28)
1972		Oct (12)
1972		Nov (18)
1973		Jan (20)
1973		Feb (5)
1973		Apr (27)
1973		May (16)
1973		Jul (29)
1973		Aug (27)
1973		Sep (9)
1973		Oct (30)
1974		Jun (11)
1974		Jul (7)
1974		Oct (16)

## APPENDIX U-2

## MONTHLY INCIDENCE OF DAILY RAINFALL EXCEEDING VARIOUS LIMITS

NOTE: THIS TABLE IS BASED ON PROCESSED DATA WHICH INCLUDES SOME ERRORS AND SHOULD BE USED WITH CAUTION.

(\* Means incomplete record)

YEAR	MONTH	DAYS RAIN RECORDED	5 mm	10 mm	25 mm	50 mm	100 mm
1962	May *	8	6	6	3	1	-
	Jun	30	24	21	15	8	-
	Jul	30	25	18	9	6	1
	Aug	29	29	25	17	11	2
	Sep	30	28	24	16	10	3
	Oct *	22	19	17	9	4	1
	Nov	16	9	7	3	1	1
	Dec	25	17	12	8	6	-
1963	Jan	30	20	16	11	6	-
	Feb	26	23	19	10	3	-
	Mar	26	20	17	9	6	-
	Apr	24	15	15	8	3	1
	May	24	18	13	11	2	-
	Jun	26	21	18	12	6	2
	Jul	30	25	21	9	4	3
	Aug	27	23	20	12	7	4
	Sep	30	27	24	15	5	1
	Oct	26	19	16	5	2	1
	Nov	14	6	4	2	1	-
1964	Jan	27	17	15	8	1	-
	Feb	23	17	15	9	5	-
	Mar	27	19	15	9	5	-
	Apr	29	23	22	16	9	2
	May	19	15	11	7	2	1
	Jun	30	24	20	14	7	2
	Jul	30	24	23	16	7	-
	Aug	31	27	22	15	9	2
	Sep	13	12	12	7	2	1
	Oct	7	5	2	2	2	-
	Nov	25	18	15	10	3	1
	Dec	22	13	10	6	3	1
1965	Jan	27	19	16	8	2	-
	Feb	24	18	16	11	2	-
	Mar *	7	3	3	2	-	-
	May *	23	17	16	11	5	2
	Jun	27	20	15	6	2	-
	Jul	28	16	10	1	-	-
	Aug	26	16	10	4	-	-
	Sep	27	19	12	6	3	-
	Oct	19	13	11	7	4	1
	Nov	9	4	4	2	1	-
	Dec	30	21	19	11	6	1

YEAR	MONTH	DAYS RAIN RECORDED	5 mm	10 mm	25 mm	50 mm	100 mm
1966	Jan	27	22	19	10	2	-
	Feb	28	23	21	12	5	1
	Mar	29	24	17	11	4	-
	Apr	24	22	19	14	9	1
	May *	8	6	6	4	3	-
	Aug *	16	14	13	10	5	-
	Sep	28	22	20	15	7	2
	Oct *	24	19	16	9	5	1
	Nov *	19	16	15	11	9	3
	Dec *	27	19	18	15	9	1
1967	Mar	31	21	17	9	5	-
	Apr	24	15	14	8	4	1
	May	23	19	13	10	5	1
	Jun	30	23	21	9	4	-
	Jul	30	24	24	13	8	2
	Aug *	23	18	16	11	6	1
	Sep *	15	10	9	5	3	-
	Oct *	13	9	7	3	2	-
1968	Jan	31	23	21	11	4	-
	Feb	25	17	10	4	1	-
	Mar	29	19	16	9	6	-
	Apr	24	18	11	6	3	-
	May	28	21	15	9	2	1
	Jun	8	1	1	1	3	-
	Jul *	23	22	18	11	8	3
	Aug	28	20	19	10	5	2
	Sep	30	24	22	15	8	4
	Oct	6	5	5	1	1	-
	Nov	18	10	9	7	1	-
	Dec	26	23	21	10	5	-
1969	Jan	26	21	17	8	4	-
	Feb	27	17	15	7	1	-
	Mar	27	21	17	9	3	2
	Apr	25	23	18	10	2	-
	May *	24	20	17	11	2	-
	Jun *	10	10	10	6	3	1
	Jul	29	23	18	9	5	1
	Aug	31	26	21	14	7	-
	Sep *	17	14	12	8	3	-
	Oct *	26	22	18	9	3	1
	Nov	24	15	13	10	8	2
1970	Jan	21	13	11	8	4	-
	Feb	26	19	19	7	3	-
	Mar	27	21	18	13	6	2
	Apr	23	15	12	4	2	1
	May	31	28	25	16	7	-
	Jun	29	21	17	9	4	1
	Jul *	11	7	7	5	3	1
	Aug *	25	23	23	20	12	4
	Sep *	6	5	5	5	2	-
	Nov *	9	9	9	7	3	1
	Dec	30	20	19	13	6	-

YEAR	MONTH	DAYS RAIN RECORDED	5 mm	10 mm	25 mm	50 mm	100 mm	
1971	Jan	29	27	19	11	2	-	
	Feb	28	23	20	6	1	-	
	Mar	26	20	17	8	5	2	
	Apr	27	20	16	9	3	-	
	May	29	22	21	14	6	-	
	Jun	30	25	20	13	7	3	
	Jul	30	28	25	16	10	1	
	Aug	29	23	19	9	4	-	
	Sep	30	23	20	16	11	3	
	Oct	30	24	19	13	4	-	
	Nov	24	15	15	12	7	-	
	Dec	21	15	14	7	2	-	
1972	Jan *	8	6	4	4	1	-	
	Feb *	6	3	3	2	1	-	
	May *	4	2	-	-	-	-	
	Jul *	5	5	4	3	3	-	
	Aug	2	2	2	1	1	-	
	Sep *	5	4	4	1	1	1	
	Oct *	3	3	2	2	-	-	
	Nov *	3	3	2	1	1	1	
	Dec	19	13	11	8	4	1	
	1973	Jan *	16	8	5	3	2	-
		Feb *	4	3	3	1	1	-
		Mar	27	21	19	13	6	1
Apr *		26	20	16	10	4	1	
May *		15	10	8	4	2	1	
Jun		30	28	22	17	6	2	
Jul *		29	23	21	13	7	-	
Aug *		27	17	25	7	2	-	
Sep *		9	7	7	4	4	-	
Oct *		29	26	25	21	13	4	
Nov		26	12	10	6	3	1	
Dec		21	15	15	9	4	-	
1974	Jan	21	15	12	11	2	-	
	Feb	27	20	17	8	5	1	
	Mar	28	21	16	10	3	-	
	Apr	23	17	15	10	3	-	
	May	25	21	16	10	7	1	
	Jun *	9	6	6	3	2	1	
	Jul *	7	6	5	1	1	-	
	Aug	22	19	14	8	4	-	
	Sep	23	18	13	8	5	-	
	Oct *	13	9	7	5	4	-	

## APPENDIX U-3

## MONTHLY INCIDENCE OF DAYS WITH NO RAINFALL

(NR indicates no record for month. Gaps are for months of incomplete records)

MONTH	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Jan	NR	1	4	4	4	NR	0	5	10	2	-	-	10
Feb	NR	2	6	4	0	NR	4	1	2	0	-	-	1
Mar	NR	5	4	-	2	0	2	4	4	5	NR	4	3
Apr	NR	6	1	NR	6	6	6	5	7	3	NR	-	7
May	-	7	12	-	-	8	3	-	0	2	-	-	6
June	0	4	0	3	NR	0	22	-	1	0	NR	0	-
JUL	1	1	1	3	NR	1	-	2	-	1	-	-	-
Aug	2	4	0	5	-	-	3	0	-	2	29	-	9
Sep	0	0	17	3	2	-	0	-	-	0	-	-	7
Oct	-	5	24	12	-	-	25	-	NR	1	-	-	-
Nov	14	16	5	21	-	NR	12	6	-	6	-	4	NR
Dec	6	NR	9	1	-	NR	5	NR	1	10	12	10	NR

APPENDIX U-4

AVERAGE NUMBER OF CLOCK HOURS PER YEAR AT WHICH RAINFALL WITHIN SPECIFIED RANGES OCCURS -  
CLOCK HOUR BASIS (1)

(\* indicates exceeds 100 hours/year)

RAINFALL HOUR (a.m.) ENDING	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	NOON
0.1 mm or more	90	81	74	70	65	56	51	51	57	59	55	47
5 mm or more	55	49	44	40	36	29	26	21	21	17	14	14
20 mm or more	18	15	16	12	9	8	8	5	5	3	3	5
50 mm or more	6.5	5.4	4.3	3.0	1.9	1.9	1.9	1.7	1.7	1.5	0.8	1.4
100 mm or more	2.3	1.4	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6	0.4	0.6	0.5	0.5	0.4
RAINFALL HOUR (p.m.) ENDING	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	MID- NIGHT
0.1 mm or more	47	58	68	78	91	*	*	*	*	*	*	*
5 mm or more	15	20	27	37	46	69	79	92	93	89	75	66
20 mm or more	6	7	9	13	20	32	41	45	40	35	26	24
50 mm or more	2.7	2.0	2.8	4.3	8.9	13.3	20.1	20.0	16.3	12.5	9.4	8.3
100 mm or more	1.1	0.6	1.2	1.6	2.4	4.3	7.1	6.3	5.8	3.5	3.0	2.8
Note: (1) Subject to confirmation at the design stage												

APPENDIX U-5

AVERAGE NUMBER OF CLOCK HOURS PER MONTH AT WHICH RAINFALL EXCEEDING 10 mm OCCURS  
CLOCK HOUR BASIS (1)  
Note: (1) Subject to confirmation at the design stage.

MONTH	HOUR (a.m.) ENDING	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	NOON
January		4.0	3.8	2.0	2.6	1.9	1.2	1.3	0.3	0.2	0.4	0.3	-
February		3.3	4.0	3.6	3.4	2.2	1.2	1.3	0.8	0.4	0.1	0.1	0.1
March		3.5	2.9	2.3	1.4	1.4	1.4	0.4	0.3	0.5	0.1	0.1	0.5
April		2.4	1.7	1.4	0.9	1.0	0.7	0.7	0.9	1.3	1.1	1.0	1.1
May		2.1	1.7	2.1	2.0	1.9	1.7	1.6	1.9	1.7	1.1	0.4	1.4
June		3.6	3.9	3.7	3.1	3.0	3.1	2.7	2.1	2.2	1.8	1.8	1.4
July		3.4	2.9	2.9	2.9	2.9	1.9	2.5	1.8	1.9	1.1	1.5	1.5
August		2.6	3.1	2.6	3.0	2.9	3.1	2.3	1.5	1.1	1.4	1.0	0.6
September		5.4	3.8	3.5	3.1	2.5	1.6	1.3	1.3	1.4	0.8	0.4	0.6
October		1.4	1.6	1.2	0.2	0.4	0.4	-	-	-	0.2	-	-
November		0.5	0.8	0.9	0.8	0.6	0.4	0.3	0.5	0.5	0.1	0.1	0.3
December		2.1	2.0	1.5	1.5	1.0	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1
MONTH	HOUR (p.m.) ENDING	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	MID-NIGHT
January		0.2	0.2	0.3	0.8	1.2	2.6	3.2	5.8	6.2	5.4	4.1	4.6
February		0.2	0.7	1.1	1.1	1.3	3.1	4.2	5.3	5.3	4.6	4.3	4.3
March		0.5	1.0	1.8	1.8	2.7	3.8	5.5	6.5	6.5	5.3	5.4	5.1
April		1.0	1.1	1.4	1.6	2.1	3.4	4.7	6.6	5.9	5.9	4.3	3.3
May		1.0	1.9	2.4	2.9	3.0	4.3	3.7	4.9	5.0	5.4	5.4	3.7
June		1.6	1.4	1.6	2.2	2.7	4.6	4.1	4.7	5.6	5.0	5.7	4.9
July		1.5	1.9	3.0	3.5	4.5	5.3	6.3	7.1	6.6	5.9	5.3	4.5
August		0.8	0.4	1.1	2.3	4.0	5.1	7.3	5.9	6.5	5.5	4.4	3.6
September		0.9	1.1	1.5	2.5	3.9	6.0	7.4	8.8	7.1	6.3	5.3	5.3
October		-	0.6	0.4	2.0	3.2	4.4	3.8	3.6	4.2	3.2	3.4	3.4
November		0.6	0.5	1.1	1.8	2.4	3.5	4.4	4.5	4.0	2.6	1.6	1.4
December		0.7	0.7	0.8	1.1	2.2	4.3	5.2	5.2	4.3	4.8	3.7	2.8

## APPENDIX U-6

## MONTHLY INCIDENCE OF HOURLY RAINFALL EXCEEDING 25 mm BUT LESS THAN 100 mm

Note: NR indicates no record for month  
 Figures in parenthesis are for months of incomplete records

MONTH	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
January	NR	7	3	4	1	NR	7	4	4	0	(1)	(2)	4
February	NR	2	3	8	6	NR	0	3	3	1	(2)	(1)	5
March	NR	5	6	(1)	6	5	6	5	8	4	NR	5	4
April	NR	5	10	NR	9	5	4	3	2	4	NR	(6)	4
May	(0)	2	2	(5)	(2)	5	0	(1)	6	4	(0)	(4)	6
June	9	2	8	0	NR	2	0	(3)	0	5	NR	9	(0)
July	3	2	8	1	NR	7	(7)	3	(1)	6	(11)	(5)	(1)
August	7	5	5	1	(5)	(3)	4	4	(5)	5	1	(2)	3
September	12	5	1	2	8	(1)	2	(0)	(0)	10	(0)	(4)	7
October	(4)	1	2	4	(4)	(4)	1	(4)	NR	8	(1)	(10)	(4)
November	2	1	4	2	(8)	NR	2	6	(0)	7	(1)	4	NR
December	2	NR	4	6	(9)	NR	4	NR	5	2	3	3	NR

