サバ・サラワク洪水予警報システム

事前調査報告書

1979年３月

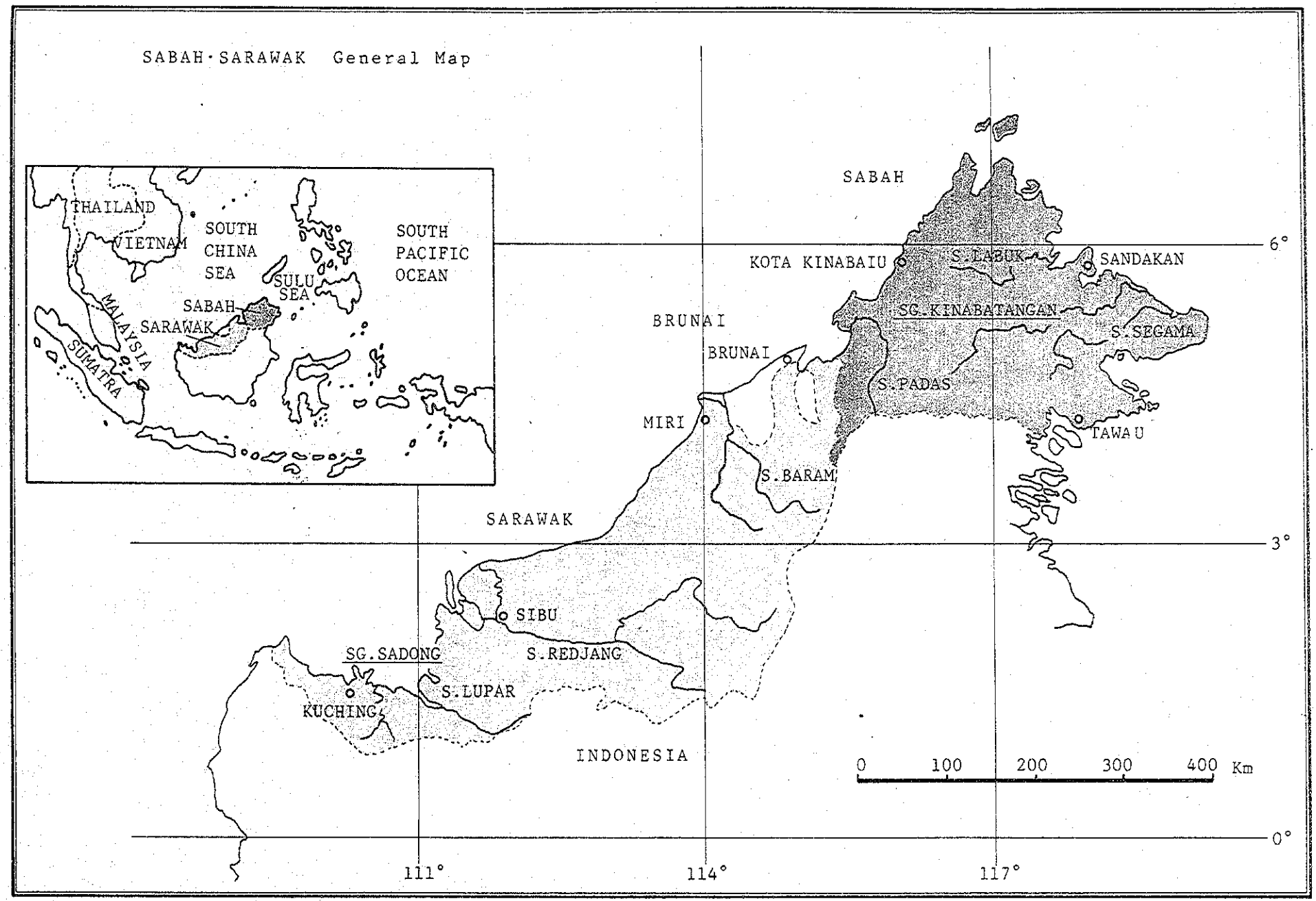
国際協力事業団

サバ・サラワク洪水予警報システム

事前調査報告書

1979年3月

国際協力事業団


SABAH·SARAWAK General Map
THAILAND
VIETNAM
SOUTH CHINA SEA
SULU SEA
SOUTH PACIFIC OCEAN
MALAYSIA
SABAH
SARAWAK
SUMATRA
SABAH
KOTA KINABAIU
S.LABUK
SANDAKAN
SG.KINABATANGAN
S.SEGAMA
BRUNAI
BRUNAI
S.PADAS
MIRI
TAWAU
S.BARAM
SARAWAK
SIBU
SG.SADONG
S.REDJANG
S.LUPAR
KUCHING
INDONESIA
0 100 200 300 400 Km
6°
3°
0°
111°
114°
117°

目　　次

第Ⅰ編　総　論

第１章　概　　要

１－１　ま え が き

マレーシアの洪水予警報については、半島部の４大河川（クランタン、トウレンガヌ、パハン及びペラリ）において既にシステム化されている。これはＵＮＤＰ及びＷＭＯの共同プロジェクトとして１９７１年～１９７４年に実施されたものである。

一方、サラワク州、サバ州では、１１月～３月の東北モンスーンにより、例年洪水が発生しており、洪水予警報システムの確立は急務である。

このため、サラワク州のサドン河流域、サバ州のキナバタンガン河流域の洪水予警報システムについて、事前調査を行なったものである。

１－２　調 査 団 編 成

今回の調査にあたり、Malaysia に派遣された調査団の構成は次表に示すとおりである。

表１－１　調査団の構成

氏　　名	専　　門	現　　職
高 山 一 彦	電 気 通 信	建設省大臣官房会計課電気通信室　建設専門官
町 田 　 脩	水 文 学	建設省計画局国際課　海外協力官
横 内 秀 明	水 文 学	建設省関東地方建設局企画部建設専門官

１－３　調 査 日 程

調査団の日程は、表１－２のとおりである。

表１－２　日　程　表

Date		Itinerary	Meeting
Nov.20	Mon.	Arrival in Bangkok	
21	Tue.	Meeting with ESCAP	Mr. McCutchan, Mr. Manalac Mr. C. Wang, Mr. E.F. Shulz
22	Wed.		
23	Thu.	Arrival in Kuala Lumpur	
24	Fri.	Discussion with D.I.D. Officials.	Mr. S.H. Thavaraj Mr. Sich Kok Chi Mr. Tan Hoe Tin Mr. Tan King Seng

Date		Itinerary	Meeting
		Meeting with M.M.S. Officials	Mr. P. Markandan Mr. Abraham David
25	Sat.	Meeting with Telecom. Department	
26	Sun.		
27	Mon.	Arrival in Kuching Discussion with D.I.D. Officials	Mr. Ngo, Mr. Tserng Goong Farm Mr. Then Tiat Kiong Mr. Y. Komori
28	Tue.	Field Survey in the Sadong river basin. (Serian, Gedong, Balai-Ringin, Tebedu).	
29	Wed.	Field Survey (Tebakang, Krusin, Mongkos, M ringgu, Gedong)	
30	Thu.	Field Survey (Mt. Serapi, Siniawan)	
		Discussion with D.I.D. Officials	Mr. Joseph Ting Mr. Tserng Goong Farm Mr. Ten Tiat Kiong Mr. Y. Komori
Dec. 1	Fri.	(National Holiday)	
2	Sat.	Meeting with Officials of SPU, D.I.D., Police, Telecom., M.M.S., Welfare at SPU	
3	Sun.		
4	Mon.	Discussion with D.I.D. Officials	Director Foong Ka Nim Mr. John Tan
		Departure from Kuching	
		Arrival in Kota Kinabalu	
5	Tue.	Meeting with D.I.D. Officials	Director Joseph Yeoh Hoh Mr. Paul Hii, Mr. Stanley Chin
		Visit to SEPU	Dy. Director
Dec. 6	Wed.	Field Survey in the Kinabatangan river basin	Mr. Paul Hii
		Departure from Kota Kinabalu to Sandakan	
		Field Survey in the Kinabatangan river basin (Bukit Garam, Balat, Kuamut, Ulu Kuamut)	Mr. Chin Foo Fah
7	Thu.	Field Survey (Tangkulap)	
8	Fri.	Study at D.I.D. Sandakan	
		Arrival in Kota Kinabalu	
9	Sat.	Meeting with Officials of D.I.D., SEPU, Telecom, M.M.S., Police, Welfare at D.I.D.	Director Joseph Mr. V. Thiagarajah, Mr. Paul Hii, Mr. Stanley Chin (DID), Mr. Vincent Gadalow (SEPU) Mr. A. Malion Hussain(Telecom)

Date		Itineraty	Meeting
			Mr. Chong Ah Look (MMS) Mr. Dominic Apin (Police) Mr. Pamloc Mond (WELFARE)
10	Sun.		
11	Mon.	Arrival in Kuala Lumpur	
		Discussion with D.I.D. Officials	Mr. Tan King Seng Mr. Khoo Soo Hock Mr. S. Thirugnanasambanthar
12	Tue.	Preparation for Interim Report	
13	Wed.	Field Survey on the existing flood forecasting system in the Perak river basin.	
14	Thu.	Preparation of Interim Report	
15	Fri.		
17	Sun.	Data arrangement	
18	Mon.	Final discussion with EPU and D.I.D. Officials	
19	Tue.	Data arrangement	
20	Wed.	Departure from Kuala Lumpur Arrival in Manila	
21	Thu.	Discussion at TCS	
22	Fri.	Return to Tokyo	

1－4 調 査 内 容

調査団は、Malaysia 滞在期間中 Malaysia 政府の協力を得てSadong 河流域および Kinabatangan 河流域の洪水予警報システムに関し、次のような調査を行った。

(1) 両河川流域の洪水予警報システムに関する事前調査

(2) サラワク州、サバ州の両河川流域の現地調査

(3) 本システムに関し Malaysia 政府関係者との討議

(4) 本調査に必要な各種データおよび諸情勢の収集

(5) 本システムのための水文観測所およびテレメータ網の検討

(6) 本事前調査の報告書の作成

1－5 資 料 収 集

調査にあたり以下に示す資料を収集した。

Data and Information

Data and Information provided by Typhoon Committee Secretariat

(1) SADONG RIVER IN SARAWAK

* MAP 1/50,000 LAYOUT PLAN OF SADONG & KRANG RIVER IMPROVEMENT PROJECT
* MAP UPPER SADONG FLOOD AREA MAP 1/50,000
* MAP SARAWAK 1/1,000,000
* ISONYETAL MAP OF SARAWAK 1974
* SEASONAL DISTRIBUTION OF RAINFALL 1974
* DETAIL FLOOD AREA AT SERIAN
* FLOOD HYDROGRAPH OF SADONG RIVER 1976

  Serian, Putch, Gedong (9th/Jan.- 21th/Jan.)
* FLOOD INVESTIGATION REPORT FEB./1974

(2) KINABATANGAN RIVER IN SABAH

* TOPOGRAPHY MAP 1/250,000

  Hydrological Stations are marked on the map
* HYDROGRAPH FOR THE 1971 FLOOD
* STAGE DISCHARGE TABLE

  Ulu Kuamut, Tangkulap
* DAILY RAINFALL

  1/2/1971 - 15/2/1971
* DAILY WATER LEVEL

  Ulu Kuamut 4/2/1971 - 11/2/1971

  Tangkulap 4/2/1971 - 15/2/1971

Data and Information provided by DID Kuala Lumpur

* COMPUTER - BASED FLOOD FORECASTING IN PENINSULAR MALAYSIA AIEUAL REPORT NO.1 FOR 1977/78 MONSOON
* MAP COMPUTER - BASED FLOOD FORECASTING NETWORK
* MAP AVERAGE MONTHLY RAINFALL DISTRIBUTION FOR SELECTED STATIONS IN MALAYSIA
* MAP EXISTING AND PROPOSED OBSERVATION STATIONS (SARAWAK)
* SADONG RIVER HYDROLOGICAL STATION AND PERIOD OF RECORDS AVAILABLE
* PROJECT BRIET ON PROPOSED FLOOD FORECASTING AND WARNING SYSTEM IN SABAH AND SARAWAK

Data and Information provided by MMS Kuala Lumpur

* RECORDS OF SURFACE WIND, RAINFALL AND TEMPERATURE (Sandakan, Kuching)
* MONTHLY ABSTRACT OF METEOROLOGICAL OBSERVATIONS 1977

Data and Information Provided by DID Sarawak

* MAP 1/50,000 (1/110/15, 1/110/16, 0/110/3, 0/110/4, 1/110/14, 0/110/2, 1/110/7, 1/110/8, 1/110/12, 1/110/11)
* MAP 1/250,000 (MA-49-10)
* SARAWAK HYDROLOGY BRANCH STAFF ORGANIZATION
* DRAINAGE & IRRIGATION DEPERTMENT ORGANIZATION CHART
* LAND USE TABLE
* FLOOD DAMAGE IN 1963
* SARAWAK FLOOD RECORD 1976
* STAGE DATA (CHART)

  Serian 2/12/1977 - 12/12/77, 20/1/1978 - 28/1/78,
  24/ 3/1978 - 27/ 3/78, 4/4/1978 - 11/4/78

  Gedong 14/2/1978 - 21/ 2/78, 21/3/1978 - 28/3/78
  4/4/1978 - 11/ 4/78, 19/1/1978 - 28/1/78
* HOURLY RAINFALL AT KUCHING AIRPORT DURING SERIAN FLOOD PERIOD

  Jan. 1963, Feb. 1974, Jan. 1976
* TIDE DATA 1974, 1976 KUCHING
* HYDROGRAPH

  Serian, Krusin - 15/1/1977 - 28/2/1977

  Tebedu, Tebakang 1/12/1977 - 10/12/1977

  Mongohos, Serian 21/ 1/1978 - 30/ 1/1978

  Meringgu - 8/ 1/1978 - 28/ 1/1978
* SARAWAK HYDROLOGICAL YEAR BOOK

  1963 - '66, '67 - '68, '69, '70, '71, '72, '73, '74
* PROPOSALS FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT OF THE SANARAHAN AND SADONG - KRANG PADI PROJECT AREAS, SARAWAK: PREFEASIBILITY STUDY Volume 1 - 3
* ANNUAL STATISTICAL BULLETIN SARAWAK 1976
* FLOOD MITIGATION REPORT FOR UPPER SADONG BY Y. KOMORI 1978
* SINIAWAN FLOOD WARNING STATION, MARCH 1976

Data and Information provided by DID Sabah

* MAP 1/50,000 4/116/3,4,6 4/117/1,2,3,5 5/116/7,8,10,12,14,15,16 5/117/5-16 5/118/1,5,6,7,9,10,11,13
* MAP 1/250,000 (JAN. 1968 FLOOD) 1/750,000
* ORGANIZATION CHART (AS ON 1st. SEPT., 1978)
* HYDROLOGIC RECORDS OF SARAN TO 1968
* ANNUAL BULLETIN OF STATISTICS SABAH 1976
* STUDY ON TIME LAG OF FLOODS BY DID

* SECTION OF WATER LEVEL STATION
  (Barik Manis, Lamag, Ulu Kuamut, Tangkulap)
* BUDGET OF SARAWAK DID
* POPULATION & CROP STATISTIC
* FLOOD DAMAGE
* TIDE DATA IN SANDAKAN
* ABSTRACT OF METEOROLOGICAL OBSERVATIONS FOR SANDAKAN AIRPORT
* MONTHLY AND ANNUAL RAINFALL DATA 1969 - 1975
  (Tangkulap, Bukit Garam, Kuamut, Ulu Kuamut)
* METEOROLOGICAL DATA AT KUAMUT 1969 - 1975
* DAILY RAINFALL DATA
  (Bukit Garam 1968 - 1975, Kuamut 1969 - 1975)
  (Tangkulap 1969 - 1975, Ulu Kuamut 1969 - 1975)
* DAILY EVAPORATION DATA
  Sandakan 1969 - 1976, Kuamut 1969 - 1976
* DAILY MEAN STAGE DATA
  Ulu Kuamut 1969 - 1975, Tangkulap 1969 - 1975)
* HOURLY RAINFALL DATA
  Main Flood during 1971 - 1975
* HOURLY STAGE DATA (CHART)
  Main Flood during 1971 - 1975
  Tangkulap, Ulu Kuamut
  Barik Manis (only 2/1971)

1－6　勧　　告

調査団は、Sadong 河（Sarawak），Kinabatangan 河（Sabah）の現地調査および収集資料の解析検討の結果、両河川の洪水予警報システムについて次の勧告を行なう。

1. 現地調査の結果、両河川における洪水予警報システムは技術的にみて可能であり、当該地域にとって極めて有効であると思われる。従って更に一層の調査が必要であり、そのための第２次調査団の派遣が近い将来行われるべきである。
2. 両河川の洪水予警報システムは、Cost benefit 運用保守などの点を考慮して、それに適したものとすべきである。
3. このシステムには、流域内にいくつかの水位観測所を新らたに設けることが望ましい。
4. このシステムは、流域の開発をうながす一助となるべきもので、そのためにも流域における種々の調査が行われるべきである。
5. 現在、水文観測は遠隔地のものが多いにもかかわらず、比較的良好に行われているが、これらの観測所の定期的点検が観測の信頼性をます為にも、更に充分に行われなければならない。
6. 実際の洪水予警報の業務に必要な研修の機会が担当者に与えられるべきである。
7. テレメータ観測網として以下を提案する。

（Sadong 河 in Sarawak ）

① 水位観測局

Krusin, Meringgu, Tebakang, Serian, Gedong, Kpg.Ensenggi Melangu

６ケ所

② 雨量観測局

Muara Mongkos, Tebakang, Serian, Bedup, Balai Ringin

５ケ所

③ 以上のうち Tebakang, Serian は水位、雨量両用観測局、 Ensenggi Melangu は潮位観測所、Bedup, Balai Ringin は将来計画とする。

④ 洪水警報のための Target Area は

Tebakang,Serian, Tanah Puteh, Sebanban, Gedong の各地域

⑤ 洪水予報地点は、

Serian, Gedong とする。

その場合、小位相関法ならば６～１２時間後、降雨相関法ならば２０～３０時間後の予報が可能と思われる。

（Kinabatangan 河 in Sabah ）

① 水位観測局

Tongod, Ulu Kuamut, Tangkulap, Kuamut, Balat, Bukit Garam, Bilit. ７ケ所

② 雨量観測局

Tongod, Ulu Kuamut, Tangkulap, Kuamut, Balat, Bukit Garam

6ケ所

③ 以上のうちTongod, Ulu Kuamut, Kuamut, Balat, Bukit Garam の5局は水位、雨量両用観測局である。

④ 洪水警報のためのTarget Area は

Kuamut, Balat, Pintasan, Lamag, Bilit の各地域

⑤ 洪水予報地点は

Balat, Bukit Garam, Kuamut

その場合、6～24時間前の予報が可能と思われる。

8. テレメータ Network を図示すると図1－1 図1－2のとおりである。この通信系については、電波伝搬実験を行ない詳細な仕様検討をすべきである。また、これに必要な中継所については、場所の選定にあたり、建設費、保守管理等の面から慎重に検討されなければならない。

9. テレメータ設備の保守体制については、自営で行なうか、あるいはTelecom, Department に委託するかを検討しなければならない。

10. 洪水予警報を行うためのセンターとして各州DIDにおける体制、場所、設備のためのスペース、その他今後の運用にあたっての問題点について検討されねばならない。

1－7 謝　　辞

調査の実施にあたっては、次の方々に種々御協力をいただいたので、ここに深甚なる謝意を表したい。

(1) Malaysian government officials concerned participating in the preliminary survey on the Floodforcasting and warning systems

1. Drainage and Irrigation Department (DID)

(Federal DID)

Mr. S.H. Thavaraj

Mr. Tan Hoe Tim

Mr. Sieh Kok CHi

Mr. Tan King Seng

(Sarawak DID)

Mr. Foong Ka Nin

Mr. Joseph Ting

Mr. John Tan

Fig. 1-1 Telemetering Network in the Sadong River Basin

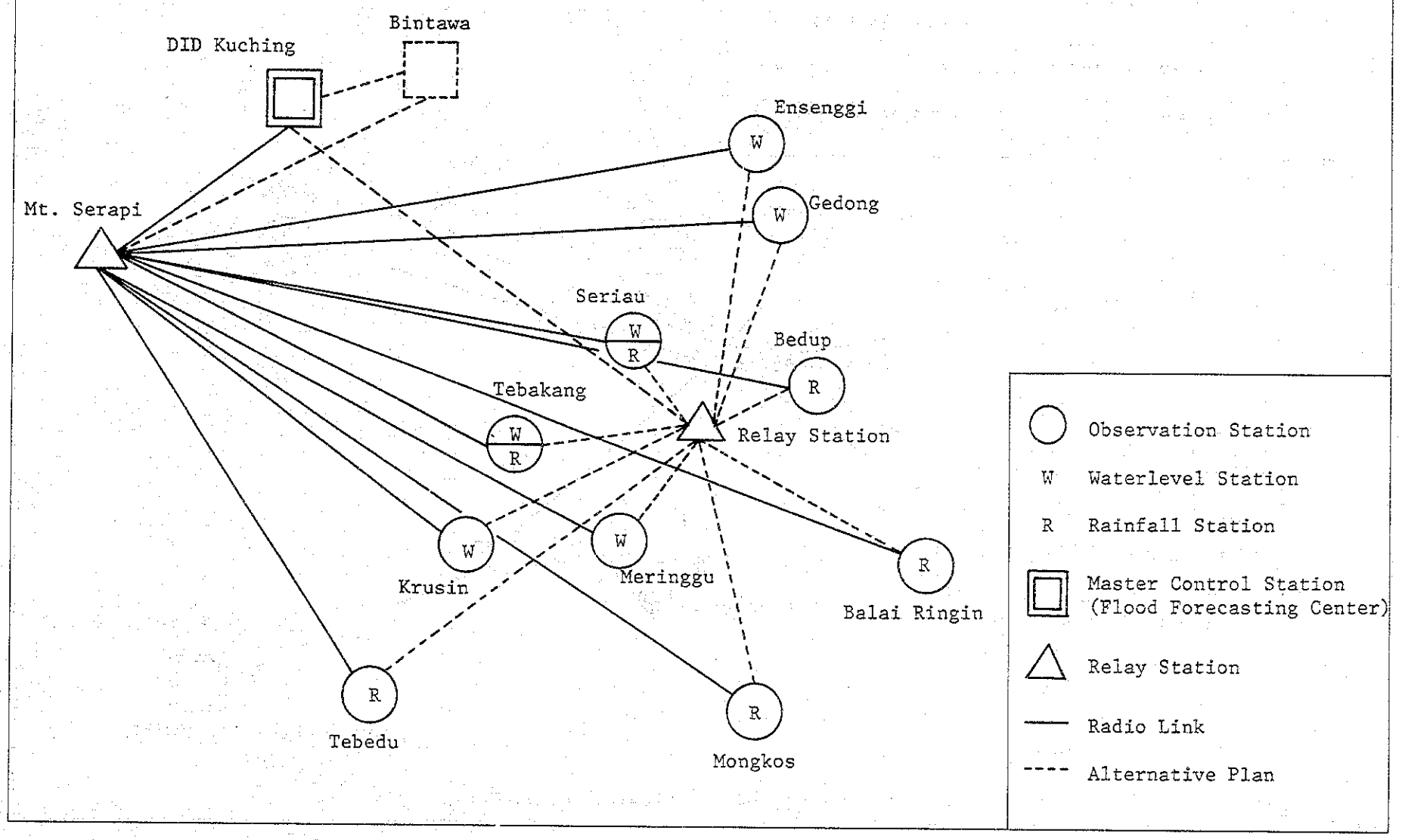
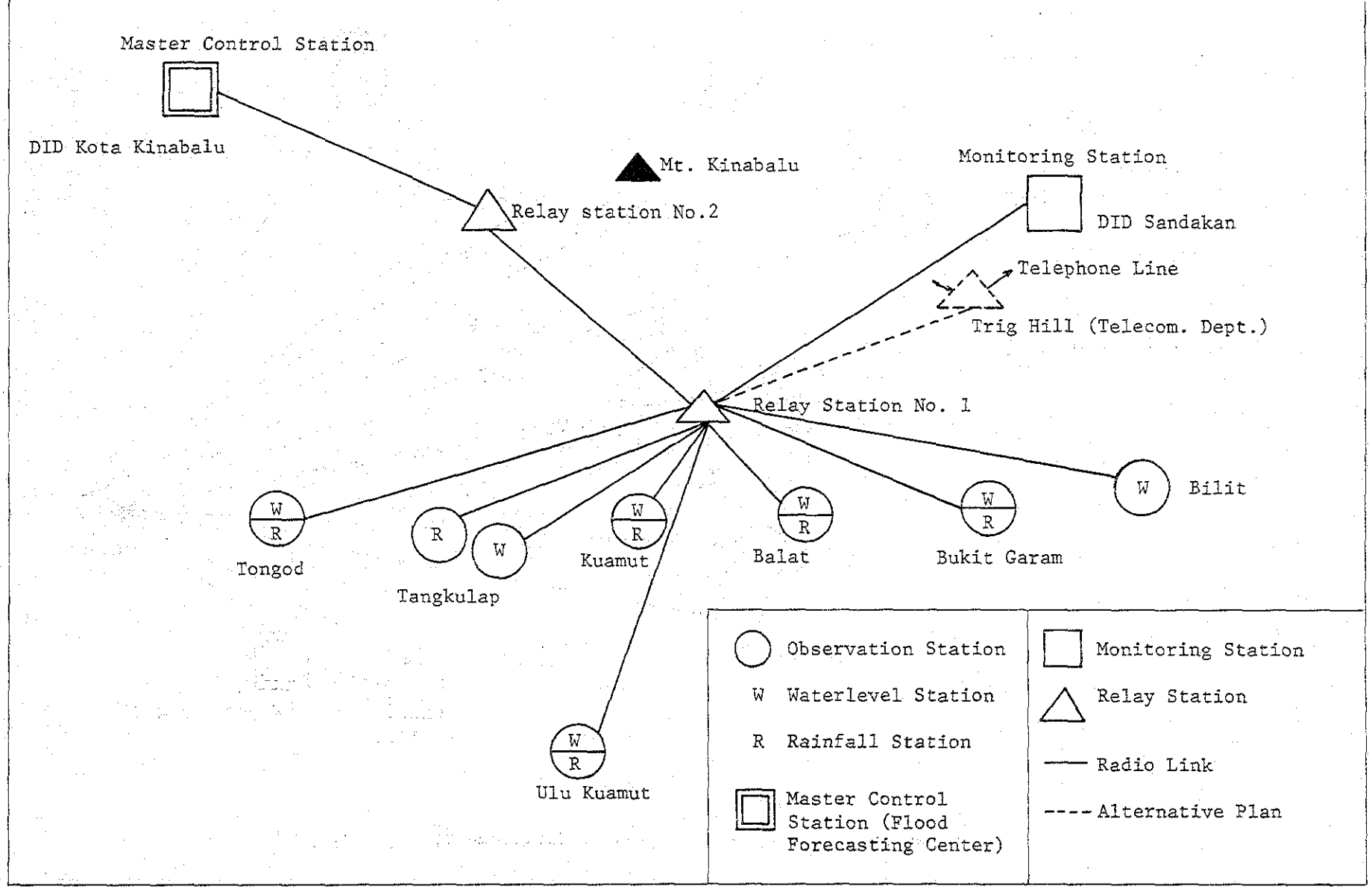


Fig. 1-2 Telemetering Network In The Kinabatangan River Basin



Mr. Ngo

Mr. Tserng Goong Farn

Mr. Then Thiat Khiong

Mr. Y. Komori

(Sabah DID)

Mr. Joseph Yoeh Hoh Hoh

Mr. V. Thia garajah

Mr. Paul Hii

Mr. Stanley Chin

Mr. Chin Foo Fah

(Perak DID)

2. Economic Planning Unit (EPU)

(Federal EPU)

Mr. Zulkefli Bin A. Hassan

(Sarbwak EPU)

Mr. Amiruddin Bin Hussain

(Sabah EPU)

Deputy Director

Mr. Vincent Gadalow

3. Malaysia Meteorological Service (MMS)

(Federal MMS)

Mr. P. Markandan

Mr. Abraham David

(Sarawak MMS)

Mr. Benedict Chin

(Sabah MMS)

Mr. Chong Ah Look

4. Telecom Department

(Federal T.D)

Mr. P. P. Jothy

(Sarawak T.D)

Mr. Paul Foo

(Sabah T.D)

Mr.A. Malion Hussain

5. Officials from Police, Welfare concerned

(2) 今回の調査にあたり ＥＳＣＡＰからの適切な助言、および台風委員会事務局(Typhoon Committee Secretariat)から大井英臣氏の参加を得、種々な助力をいただいたのでこゝに深く感謝の意を表します。

第2章　マレーシアにおける洪水予警報システムの現状

2－1　洪水予警報施設

マレーシアにおける洪水予警報システムは、半島部の4大河川（ケランタン河、トレンガヌ河、パハン河、ペラク河）にテレメータシステムが設置されている。こゝでは各雨量、水位観測所で自動観測されたデータは、無線テレメータにより州D.I.D にに伝送されている。

州D.I.D. に設置された監視制御装置により各観測所を呼出制御し、得られたテレメータデータはタイプライタにより印字記録される。

各流域におけるテレメータ施設の現況は表2－1および図2－1のとおりである。

表2－1　テレメータ施設

河川名	流域面積	観測局数	監視局名	摘要
	(Km²)			
ペラク河		雨量局 2 水位局 2	イポ	中継局 2
ケランタン河	12,200 (Guillemard 橋)	雨量局 5 水位局 3	コクバル	中継局 1
トレンガヌ河	3,300 (Kg, Tanggol)	雨量局 4 水位局 1	トレンガヌ	中継局 2
パハン河	19,000 (Temarloh)	雨量局 7 水位局 4	クアンタン	中継局 2

※注　現在使用されている無線周波数は70MHZ帯で8波（71.900，71.950，72.125，72.175，75.475，73.525，75.625，80.650）である。

これらのシステムのうちケランタン、トレンガヌおよびパハン各河川流域のデータは、Telecom Department のテレプリンターラインによって、Kuala Lampur　D.I.D. Headguarter に伝送される。（ペラクシステムは行われない）

Kuala Lumpur で受信されたデータは電子計算機により処理される。しかし、これらのテレメータシステムは現状では必ずしも充分とはいえない。それは、流域の上流部における雨量観測所の数が少ないこと、また設置されている位置が建設および保守の困難と経費の関係から流域の出口（mouth）附近にあるため、流域の平均雨量を代表しにくい点が問題である。

その上、地上雨量観測所は地点雨量であることと、マレーシアでは特に局地的な降雨が多いことも影響している。

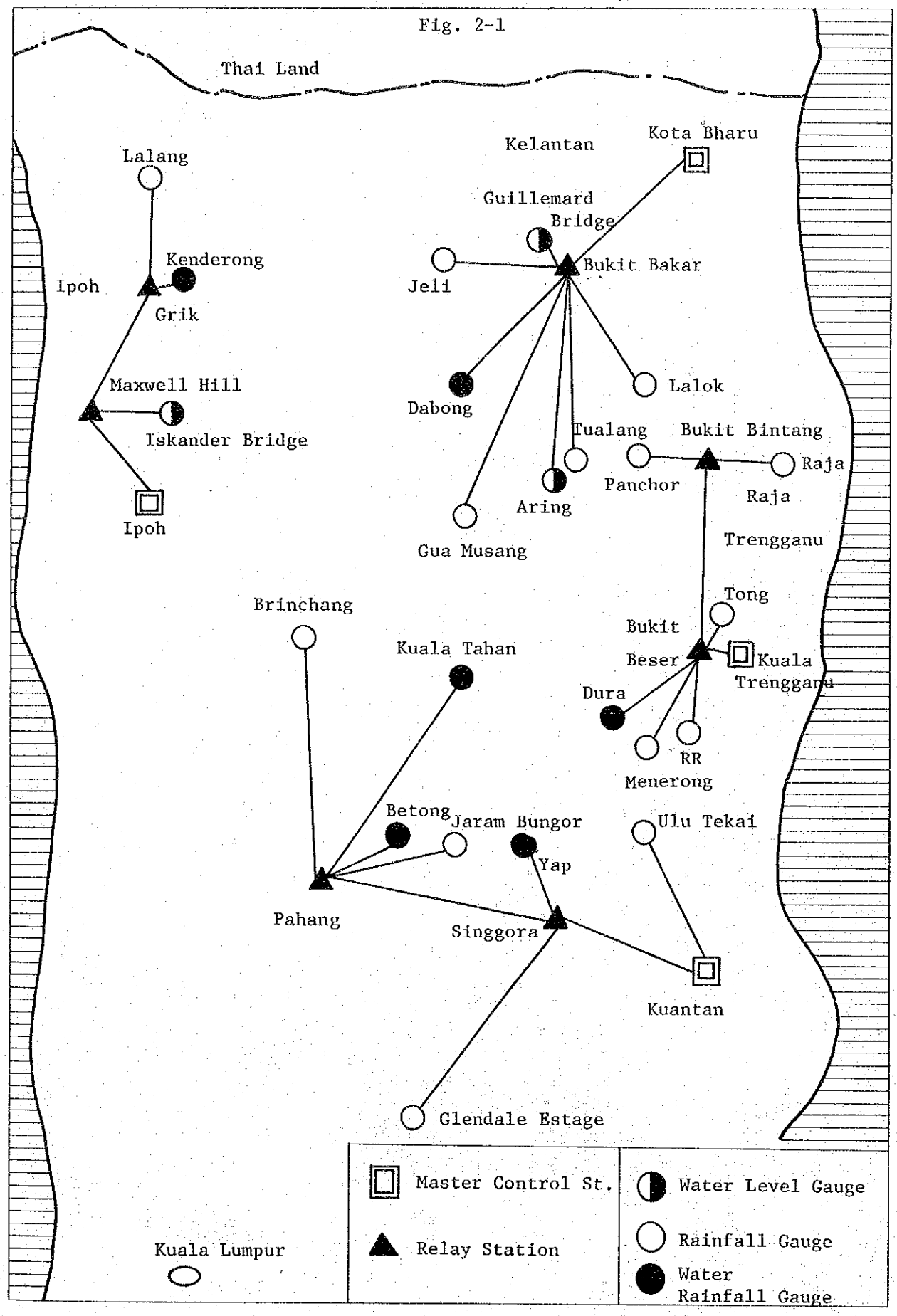
このため気象庁で観測している気象レーダからの"Radar Data"を利用することが有効といわれている。しかしレーダーからのデータは定性的で、定量的な処理は行なわれていない。

一方、D.I.D. Headlquater における電子計算機システムによって、Sacramento 方式や Pahang 方式などの洪水予報解析が行われている。

電子計算機システムの構成は、主処理装置が"Data General Corporation NOVA 1220" — コア容量32Kw (16bit) —, 磁気テープ装置、磁気ディスク、カードリーダ、ラインプリンタ、テレプリンタなどから成っている。

なお、詳細についてはD.I.D 作成の"Computer-based Flood Forecasteug in Peninsular Malaysia"を参照されたい。

Fig. 2-1


Thai Land
Kelantan
Kota Bharu
Lalang
Guillemard Bridge
Kenderong
Ipoh
Grik
Jeli
Bukit Bakar
Maxwell Hill
Dabong
Lalok
Iskander Bridge
Tualang
Bukit Bintang
Raja
Panchor
Raja
Aring
Ipoh
Gua Musang
Trengganu
Tong
Brinchang
Bukit
Kuala Tahan
Beser
Kuala Trengganu
Dura
RR
Menerong
Betong
Jaram
Bungor
Ulu Tekai
Yap
Pahang
Singgora
Kuantan
Glendale Estage
Master Control St.
Water Level Gauge
Relay Station
Rainfall Gauge
Water Rainfall Gauge
Kuala Lumpur

第Ⅱ編　　サドン川（サラワク州）

第３章　流域の現況

３－１　流域の概要（自然的条件）

Sadong 川流域は Sarawak 州に属し、北緯1°～1°30′、東経110°～111°に位置し、その流域面積は3,640Km² の小河川である。インドネシアと接し、国境が分水嶺となっており、標高900mの Rawan 山が最も高く、流域全体が比較的平担な流域である。流域の上流域をKuching—Simanggan の幹線道路が横断しており、Sadong 川はこの幹線道路を軸として、下流のGedong，上流のTebakang，Muara Mongkos，Tebedu 等の主要地点へ道路が整備されており、これらの地点へは容易に車で行くことができる。この流域で最大の市街地はSerianであり、他に川沿いに小さな部落が数多く形成されている。州都Kuching からSerianまで車で約40分の近距離にあり、今後この流域は発展が期待できる。（図３－１，３－２）

この地方の気候は高温、多雨の熱帯性気候であり、東北モンスーンによる雨期は11月から3月までで、この期間に年間降雨量の55％が降り、この時期はかんがい無しでも米を生産できる時期でもある。

３－２　流域の概要（社会的条件）

Sarawak 州の主要幹線道路の一つであるKuching—Simanggan 道路が、Sadong 上流域を横断しており、流域内最大の市街地であるSerianがこの主要道路の一つの要所となっている。Sadong 流域はこのSerianを中心に、川沿いにいくつかの部落が形成されている。この流域は道路も比較的整備されていることから、土地利用率も比較的高く、特にGedong より上流のSadong 中、上流域の土地利用が進んでいる。

ここでの産物は、パディ，ラバー，ペパー，ココナッツ等である。特にパディの生産には力を入れており、この為のかんがい計画がいくつか計画されている。第一に、Sadong 中流域のかんがい計画、第二に、Raya Payang かんがい計画、第三に、Sadong－Krang パディ計画等である。又、ペパーは丘陵地に適していることもあり、今後この地域でも重要な産物となるであろう。現況の土地利用の状況を表－１、２に示す。

人口は、Serian市街地に2,200人、Serian を含む上流域に約54,000人、そして下流のSimunjanに630人、Simunjan を含む下流域に約31,000人であり、流域人口は合計約85,000人と推定されている。

３－３　河川の状況

Sadong 川は図３－３に示すように延長186Kmの平坦地を流れる蛇行河川である。感潮区間は河口から109Km地点のTanah Puteh までであり、特にこの区間は蛇行が激しく、

Fig. 3-1 Sadong River Basin

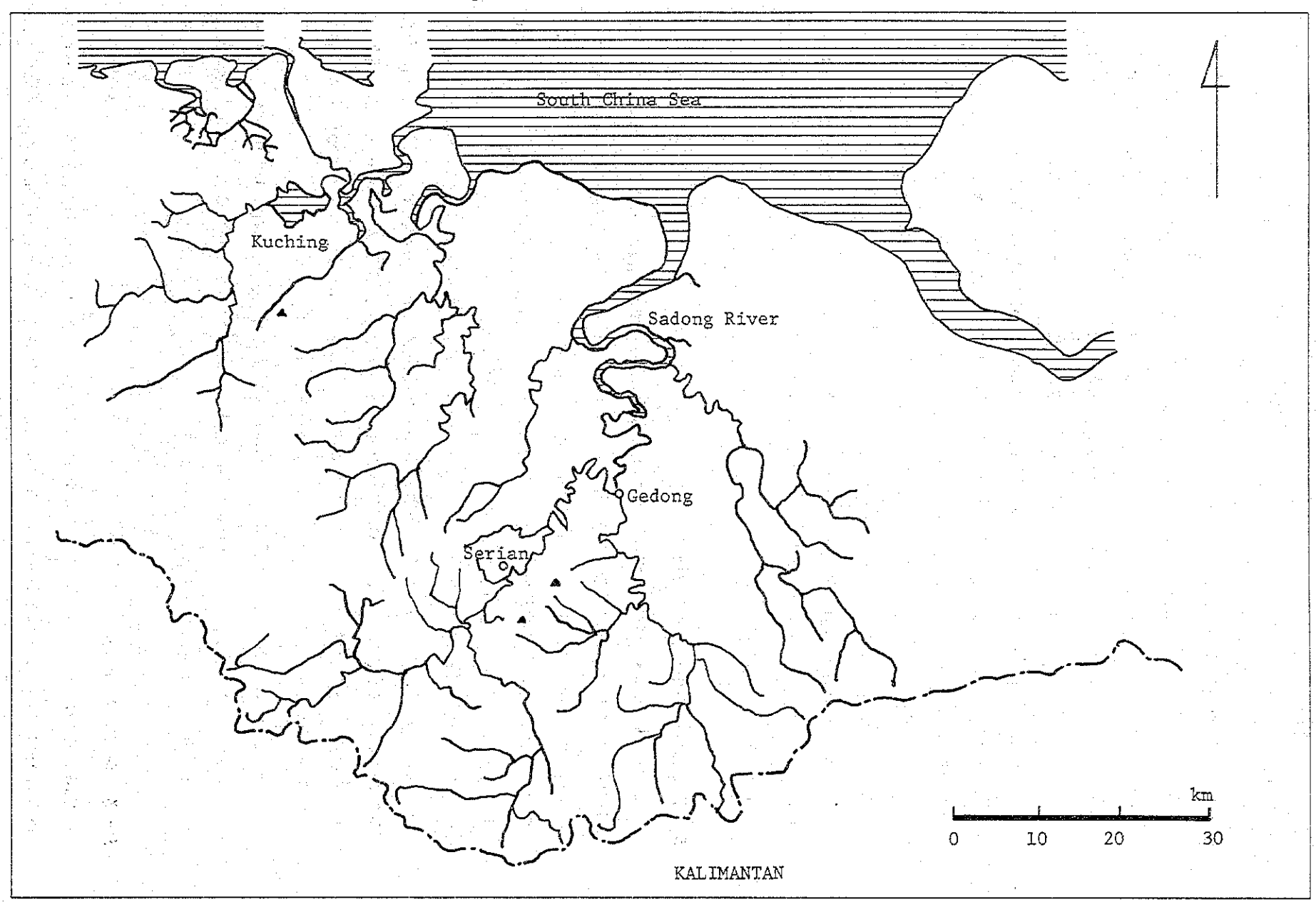
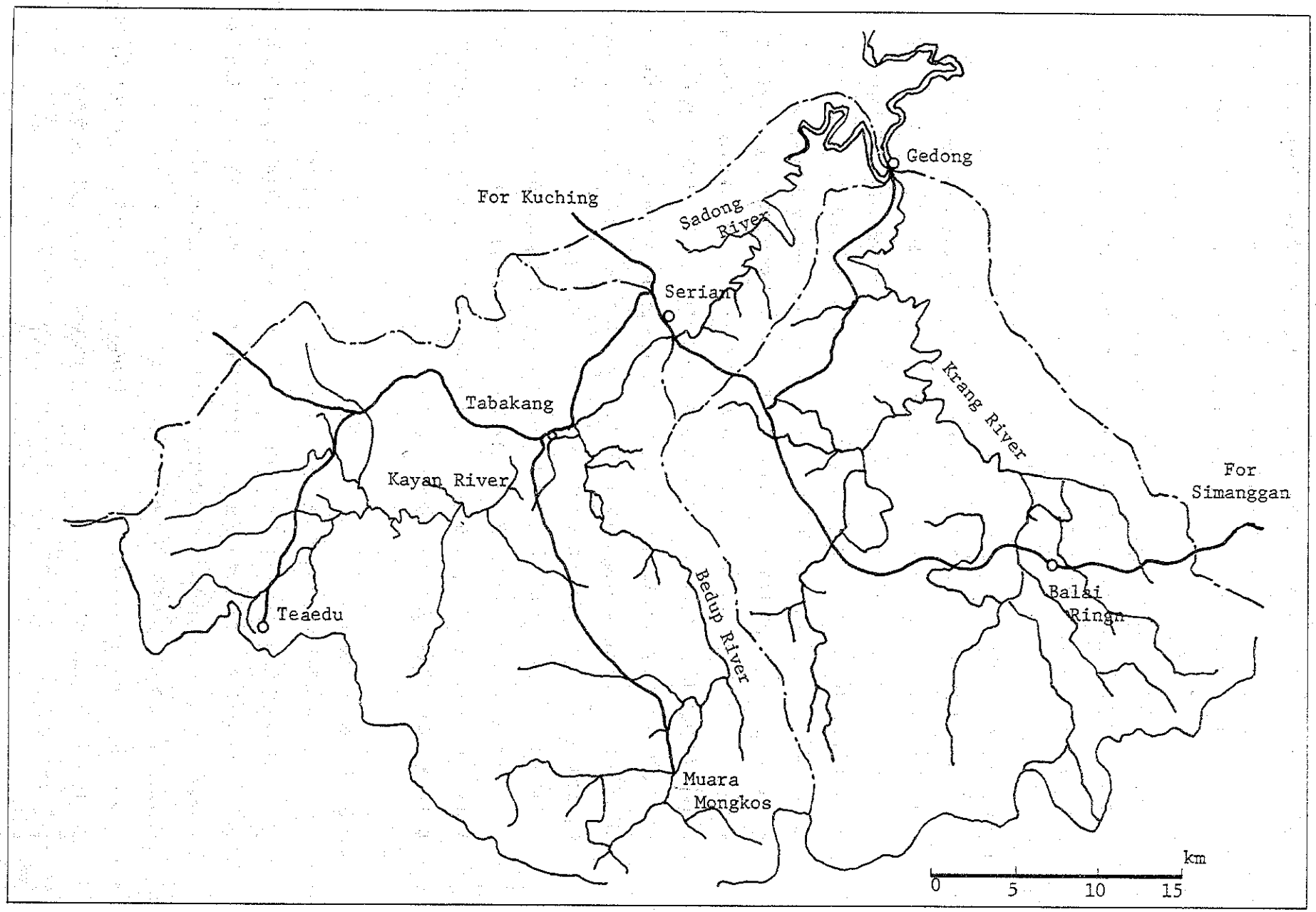


Fig. 3-2 Upper Sadong River Basin



両岸にマングローブの生い繁る原始河川である。１２月から２月のKing Tides の時期は丁度雨期とも重なり、洪水による氾濫時期でもある。

Serianは河口より１２９Kmの地点にあり、川巾は４０～６０mである。この地点より上流約１０Kmの地点で勾配がゆるやかなKedup 川と勾配が急なKayan 川に分かれている。Kedup 川の勾配は1/3,500，Kayan 川の勾配は 1/570 である。

河川沿いには道路は無く、河川の状況を見るには舟を利用しなければならない。川沿いの部落の多くは、舟を重要な交通手段として利用している。

３－４　河川改修の現況

Sadong川の河川改修は、現在手が着けられていないが、改修計画及びダム計画が検討されつつある。第一は、ショートカットである。Sadong川は蛇行が著しく、これが水面勾配を非常に緩やかにしている。例えば、Serian からGedong まで直線距離では約１６Kmであるが、河道延長は約５０Kmあり、ここをショートカットすると、水面勾配は、約３倍急になることになる。そこで、いくつかの区間でショートカットの検討が成されている。図３－４に示すようにSadong川上流域では、SerianからGedongの下流約７Kmの地点まで彎曲部を図３－５に示す断面でショートカットすることが提案されている。又、Gedong と Tanah Puteh の間は、King Tidesのみで、すでに３０cm程氾濫するので、両岸に土盛りをすることと、現行水路の拡幅も考えられている。第二は、洪水調節ダムである。一つは Kayan 川のテバカンから７Km上流の地点のフィルタイプダムであり、高さ約３０m、貯水面積10.6 Km²、洪水調節容量１１０百万m³の大きさのダムである。このダムによりSenianの地点で、１０年確率流量で、７００m³／sを４００m³／sまで減ずることができる。もう一つはケダップ川の合流点から約１０Kmの地点の洪水調節容量約７０百万m³のダムである。この二つのダムにより、Serian地点で、７００m³／sを１９０m³／sに減ずることができ、現在流量観測等基礎資料が集められつつある所である。

３－５　洪　水　被　害

洪水による被害調査が成されていない為正確にはわからないが、最も観測データのあるセリアン地点の洪水記録（表３－３）から推定すると、１９７６年、1月の洪水が過去最も大きく、この時はほとんどの地点で氾濫し、セリアン地区では、クチン－セマンガン道路が約２feet 浸水し、それより低い平地では温水が約７日間続き、最高浸水深は約６feet あり、被害は相当大きかったと思われる。被害の大きい所は、セリアン、テバクン、タナブテー等の部落である。１９７７年には、セリアンで４～５feet 浸水しており、この時の穀物、家畜、財産等の被害額が約M＄４６４,０００と推定されている。又、この時、上流のテバカンでは５戸が流出している。１９７６年の洪水氾濫図を図３－７に示す。

１９７４年２月の洪水も大きく、セリアンで４ｆｅｅｔ以上の浸水があり、この時も約７日間浸水していたと記録されている。この年の年間降分布を図３－８に示す。

Table 3-1 Land Use

Upper Sadong District

	LAND USE CLASSES	km^2
1.	Settlement and Associated Non-Agricultural Lands	3
2.	Horticultural Lands (mainly miscellaneous cultivation and including small areas of fruit trees).	7
3.	Tree Palm and Other Permanent Crops	179
	Rubber	146
	Oil Palm	-
	Coconut	1
	Pepper	32
	Sago	-
4.	Crop Land	1,126
	Wet Padi	11
	Shifting cultivation	1,115
5.	Improved Permanent Pasture (Not used)	-
6.	Unused Land	55
	Sheet Lalang (Not used)	-
	Other Secondary Growth	55
7.	Swamp Forest	197
	Mixed Swamp Forest	197
	Alan	-
	Padang Paya	-
8.	Dry Forest Land	475
	Hill Forest	457
	Kerangas Forest	14
	Riverain Forest	4
	Beach Forest	-
9.	Swamp (Paya) (including fresh and salt water and mangrove and nipah)	-
10	Unproductive Land (Not used)	-
	All Land Use Classes	2,042

Table 3-2 Land Use

Lower Sadong District

	LAND USE CLASSES	km^2
1.	Settlement and Associated Non-Agricultural Lands	2
2.	Horticultural Lands (mainly miscellaneous cultivation and including small areas of fruit trees)	2
3.	Tree Palm and Other Permanent Crops	137
	Rubber	37
	Oil Palm	-
	Coconut	96
	Pepper	4
	Sago	-
4.	Crop Land	381
	Wet Padi	28
	Shifting cultivation	353
5.	Improved Permanent Pasture (Not used)	-
6.	Unused Land	47
	Sheet Lalang (Not used)	-
	Other Secondary Growth	47
7.	Swamp Forest	805
	Mixed Swamp Forest	748
	Alan	57
	Padang Raya	-
8.	Dry Forest Land	221
	Hill Forest	186
	Kerangas Forest	34
	Riverain Forest	-
	Beach Forest	1
9.	Swamp (Paya) (including fresh and salt water and mangrove and nipah)	7
10.	Unproductive Land (Not used)	-
	All Land Use Classes	160

Fig. 3-3 Basin Model of the Sadong River

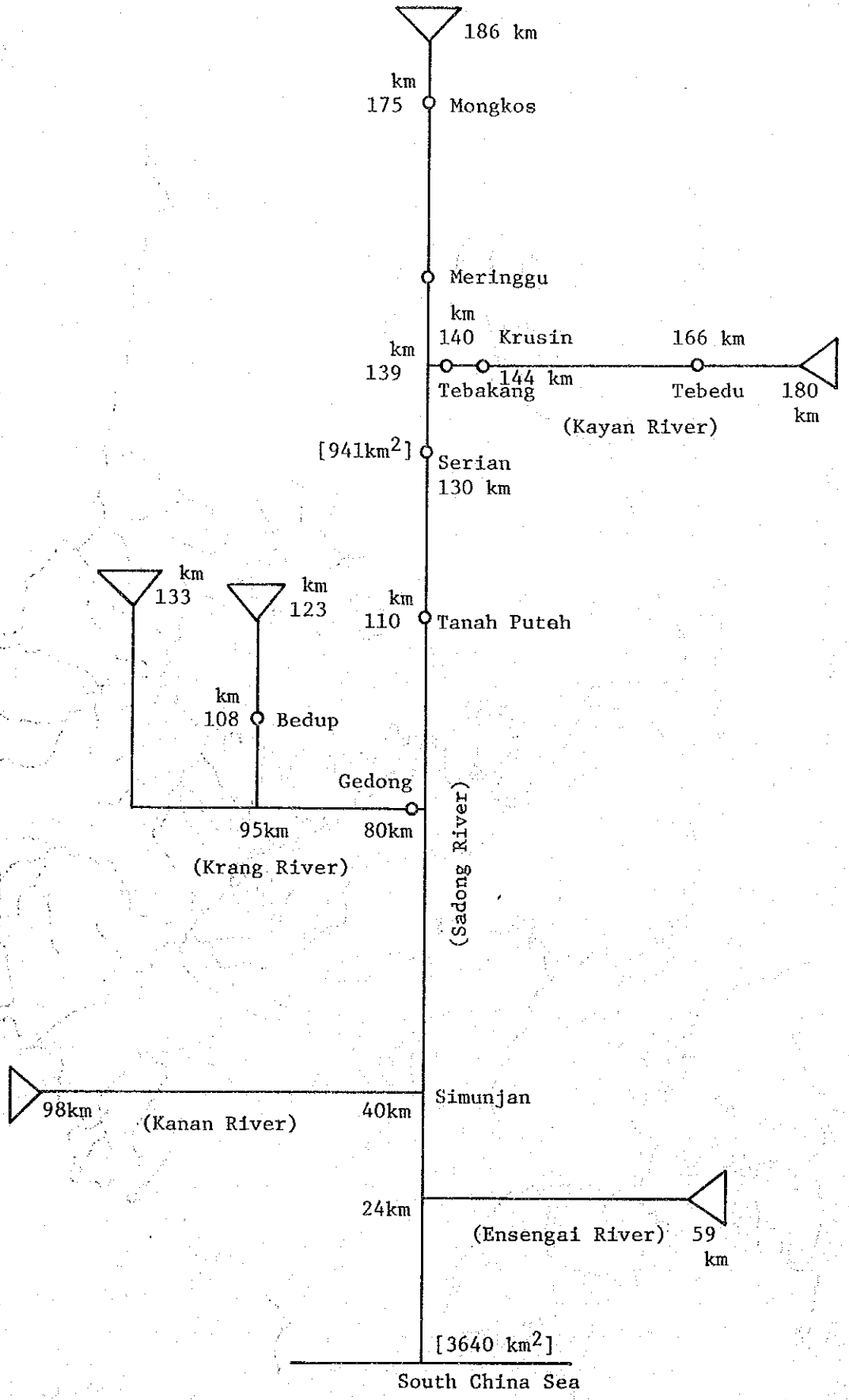


Fig. 3-4 Proposed Short Cut

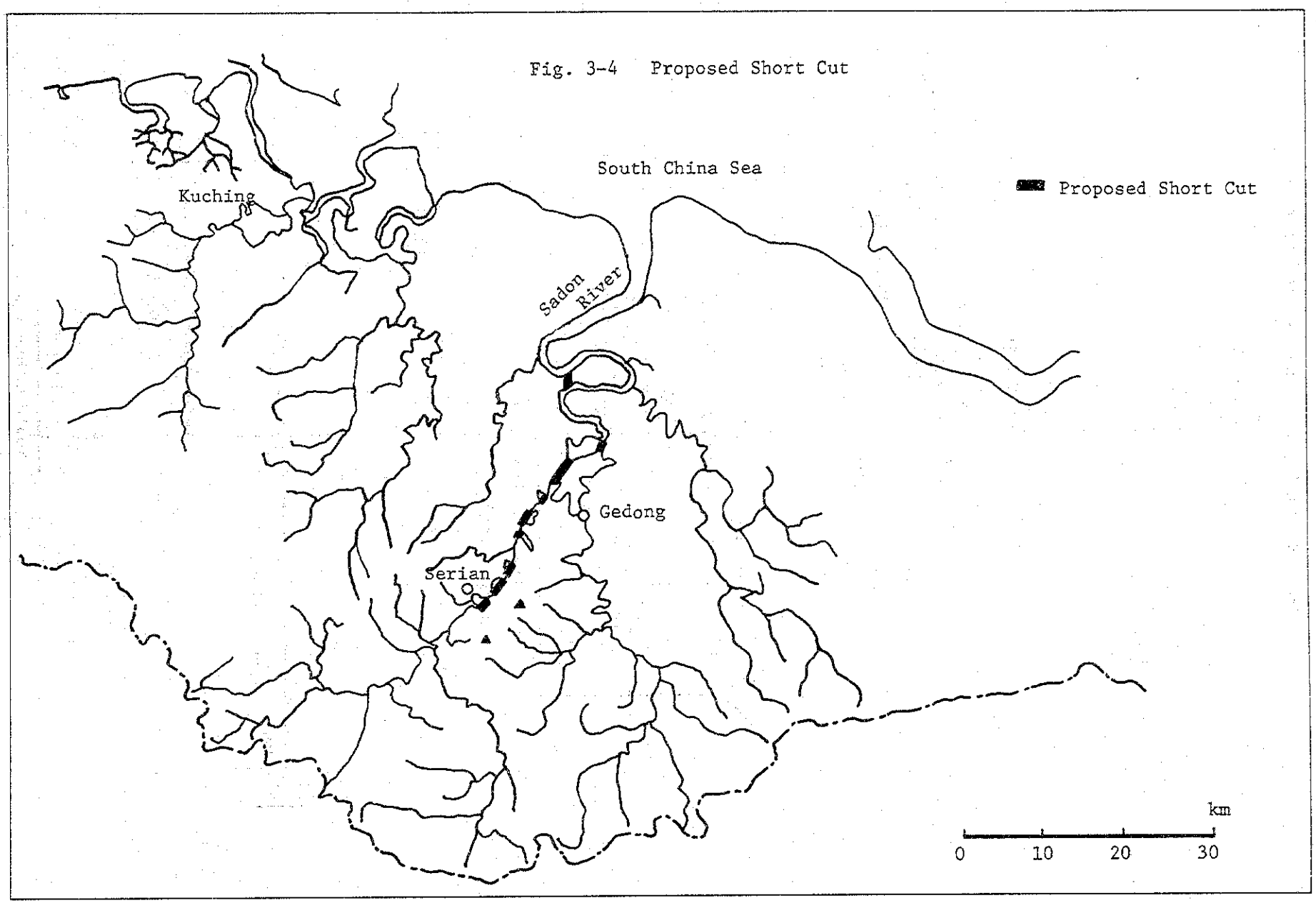


Fig. 3-5 Cross Section of Bunding & Widening

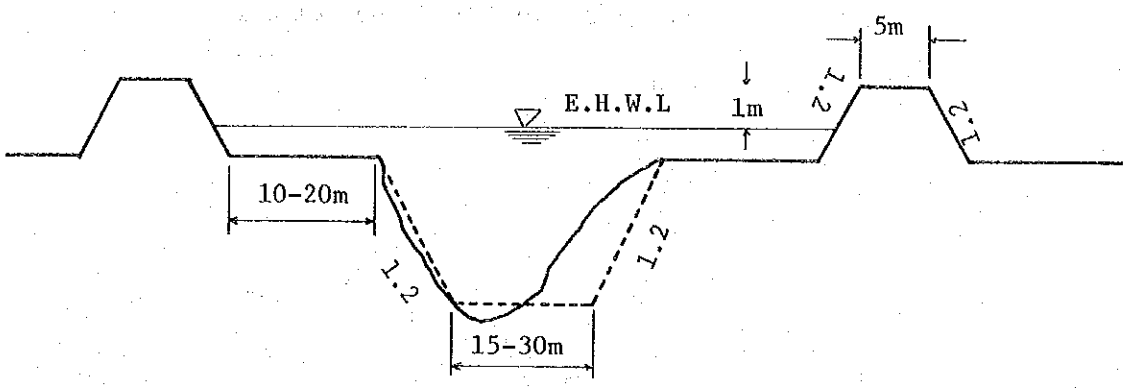


Table 3-3 Data of floot water level

Amnual Maximun Water Level at Serian (1962-1977)

Year		Water Level (Above M.S.L. in feet)	Flood Depth feet
Feb.	1962	30.70	4
Jan.	1963	30.74	4
March	1964	27.44	$1\frac{1}{2}$
March	1965	26.74	$\frac{1}{2}$
Jun.	1966	26.54	$\frac{1}{2}$
March	1967	26.54	$2\frac{1}{2}$
Feb.	1968	28.99	3
Dec.	1969	29.74	1
Jan.	1970	27.09	$1\frac{1}{2}$
Feb.	1971	27.49	$\frac{1}{2}$
Jan.	1972	26.74	$2\frac{1}{2}$
Dec.	1973	29.01	$4\frac{1}{2}$
Feb.	1974	30.86	4
Feb.	1975	30.63	6
Jan.	1976	32.01	-
Jan.	1977	——	-

Fig. 3-6 Location of Flood Control Dams.

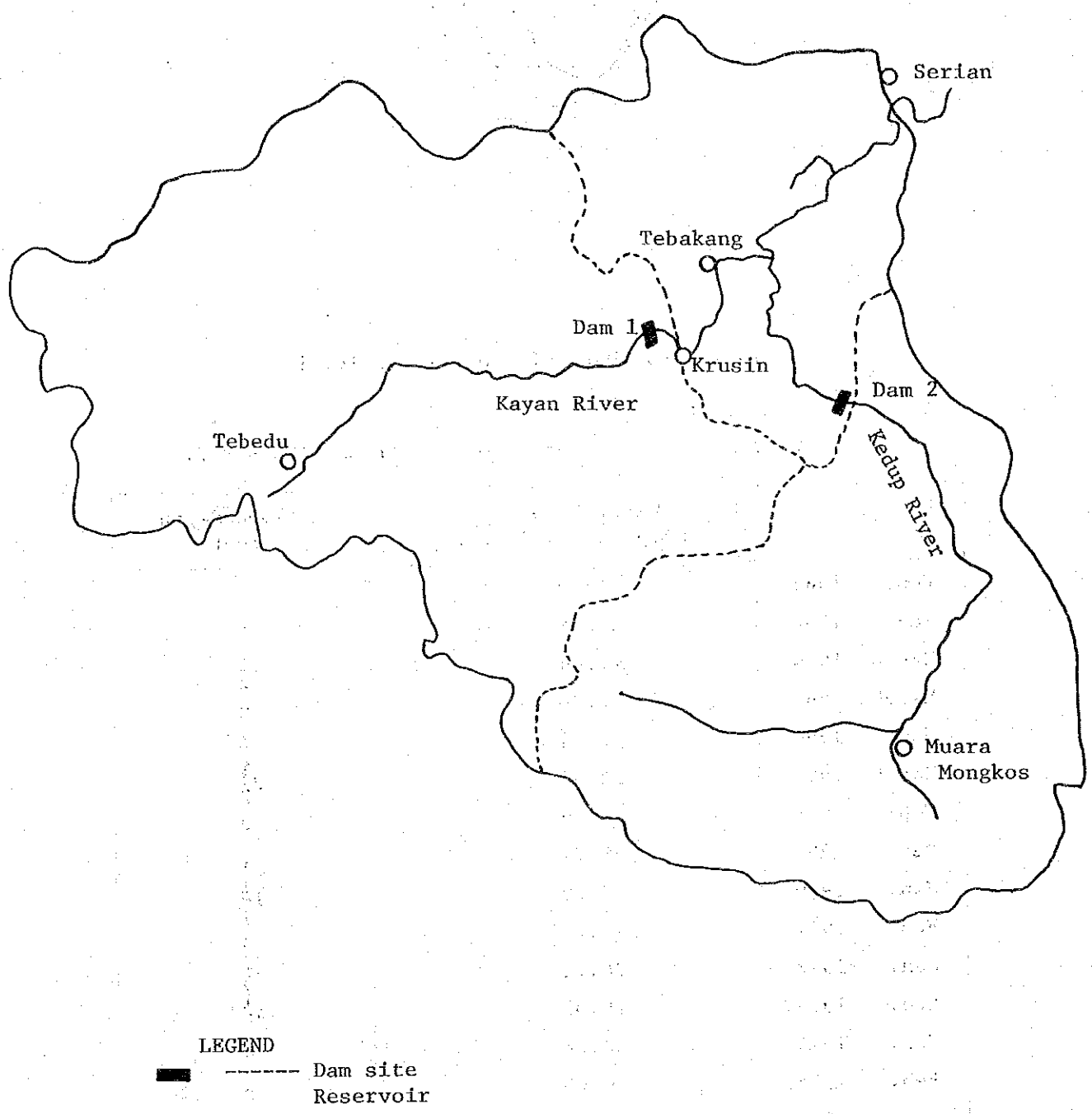


Fig. 3-7 UPPER SADONG FLOOD AREA (1976)

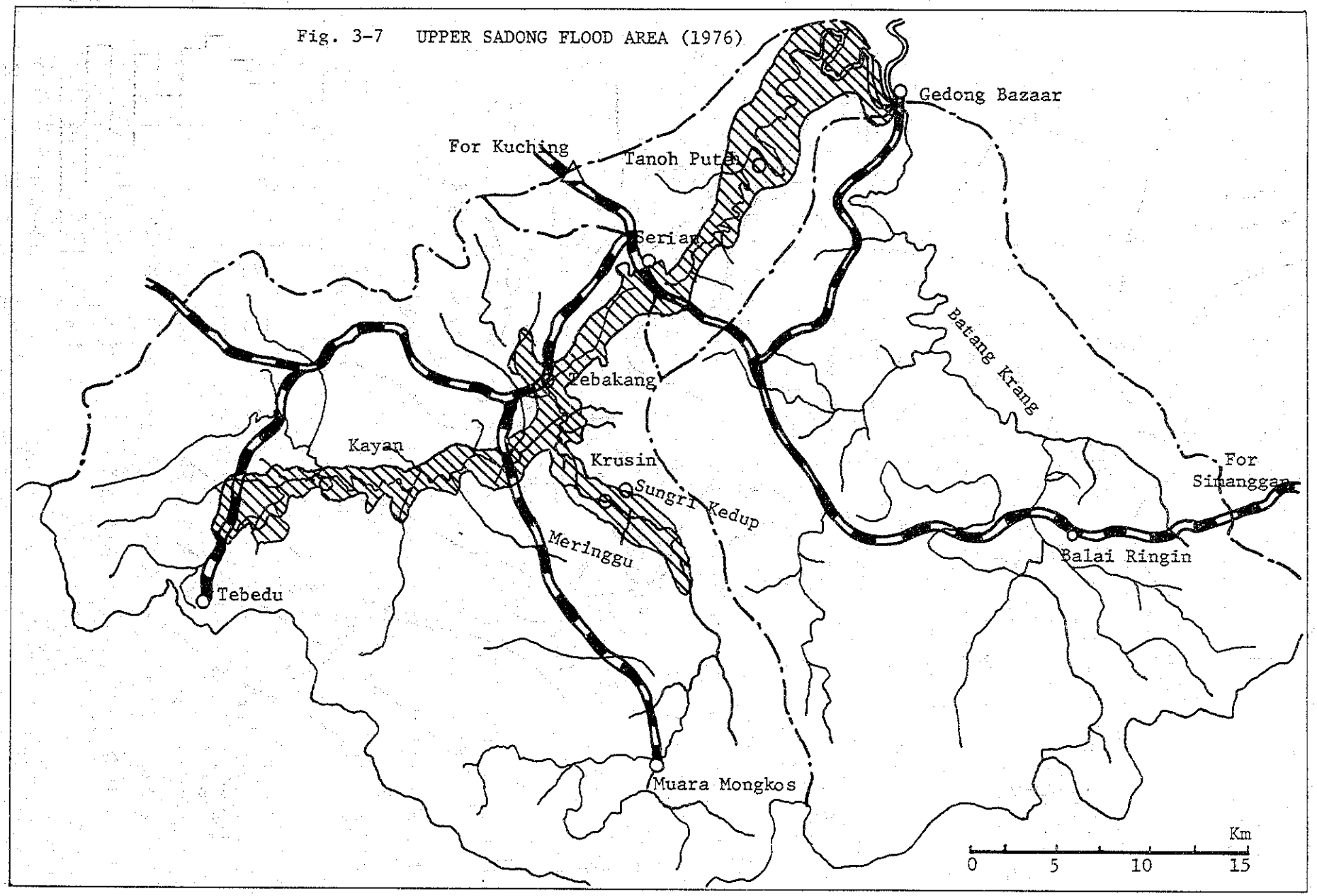
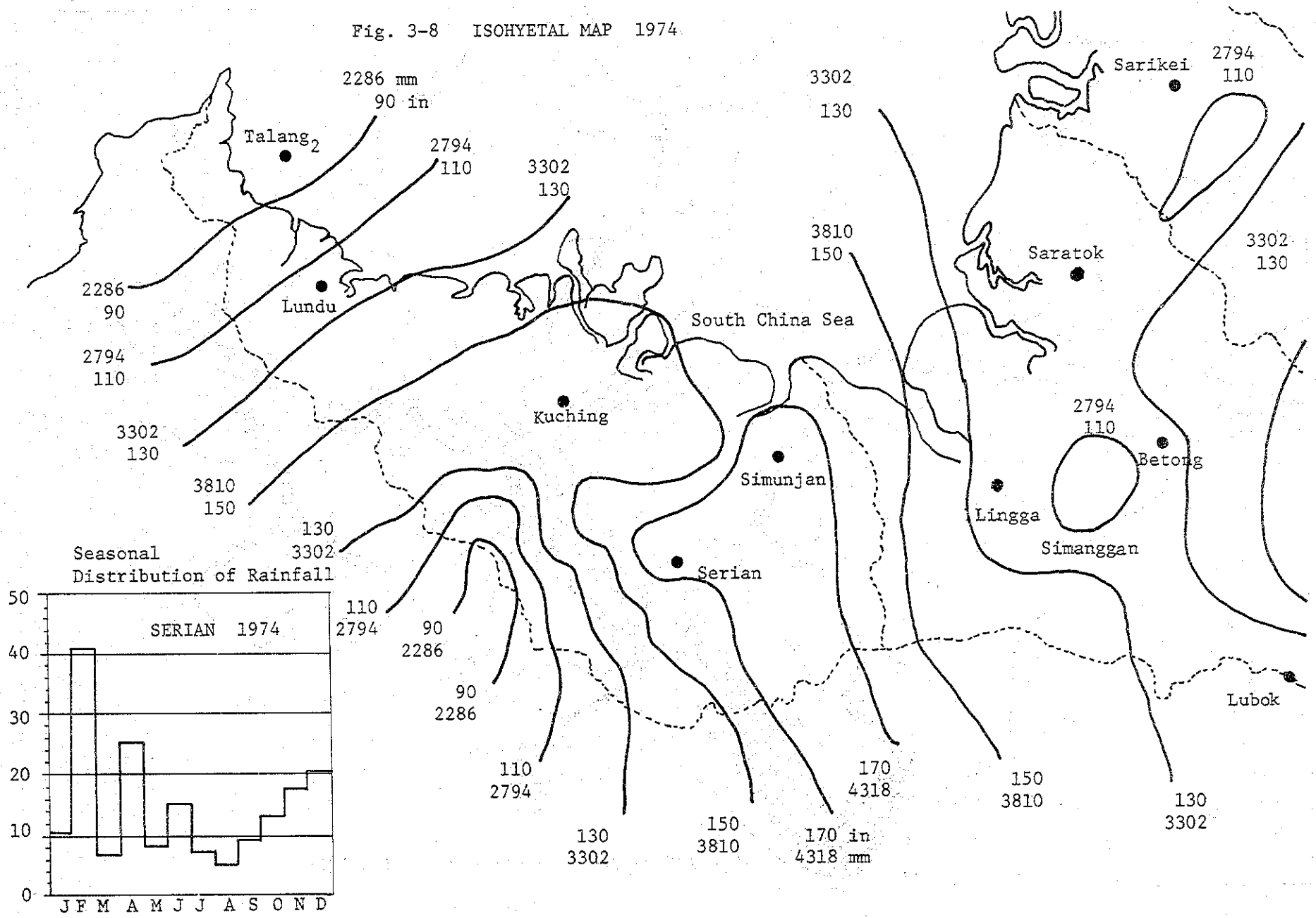


Fig. 3-8 ISOHYETAL MAP 1974



第４章　気　象・水　文

４－１　気　　象

年間降雨量は3,１００㎜から5,３００㎜の範囲にあり、年平均降雨量は約4,１００㎜と多雨であり、１１月から３月までの雨期に、この年間降雨量の５５％が集中している。気温は１９℃から３６℃に範囲にあり、日平均気温は約２６℃である。日平均温度は約８３％である。年間蒸発散量は約1,４００㎜である。表４－１、４－２に、サドン流域に最も近いクチンでの観測データーを示す。又、図４－１にSadong川流域付近の月降雨量分布図を示したが、東北モンスーンの影響で１１月から３月までに非常に降雨が多いことを示している。

４－２　降　　雨

流域内の降雨は、現在１５観測所で観測されている。観測の一覧及びデータの賦存状態は表４－３のとおりである。又、各観測所のデータの整備状況とその位置図を表４－4,図４－２に示す。今回視察した観測所はこの内のTebedu, Muara Mongkos, Balai Ringin Tebakangの４観測所である。いずれも日記記録計が設置されており、全般的にデータの保存状況は良好であるが、インクの出が悪く記録が十分でない所も見受けられた。重要な観測所には補助雨量計を設けておくことが望まれる。さらにこのような欠測を減らすには雨期には保守点検の回数を増し、常に異常をチェックしておくことが重要である。

１９６３年１月、１９７４年２月、１９７５年２月、１９７６年１月の代表洪水時のサドン川本川上流域のSerian, Tebedu, Tebakang, Muara Mongkosの4地点と、サドン川支川のKrang 川流域のBedup, Merang, Simunjan Nonok, Tebの４地点の計８地点での降雨量の日雨量分布を表４－５、４－６、４－７、４－８に示す。これを見ると、総降雨が地点毎にかなりバラツキが大きく、降雨の局地性が大きいものと思われる。Serian付近の降雨が大きく、Muara Mongkos 等の山側付近は、平地に比べて降雨量がやや小さいようである。Sadon 川本川流域と支川のKrang 川流域の降雨パターンもやや異なり、本川側の方がやや降雨量が大きいようである。

４－３　河川水位、流量

水位観測所は、Serian, Bedup, Gedong, Krusin, merringu の５ケ所であり、この内、Krusin とMeringguは２つの洪水調節ダムを検討する為に１９７７年に設置された水位観測所である。最も重要な水位観測所はセリアンであり観測開始年も、この中で最も古く、ここでは流量観測も行なわれ、水位流量曲線も作成されている。図４－３、表４－５に観測所位置図と観測記録状態を示す。

今回すべての観測所を視察したが、Serian, Bedup, Gedong Krusin へは車で行くこ

Table 4-1 Records of Mean, Highest and Lowest of Monthly and Annual Rainfall and Raindays.

Station: Kuching Aerodrome
Lat. 1°29'N
Long. 110°20'E
Ht.above M.S.L.26m

	Period	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
Rainfall (mm)														
Mean	1951-1977	654.9	555.9	336.0	289.2	266.5	199.1	197.9	218.8	260.8	328.6	334.0	460.7	4102.6
Highest	1947-1977	1206.5	1558.4	597.6	457.8	431.7	323.8	445.5	386.8	408.6	561.5	634.4	880.7	5293.4
Year of Highest		1971	1964	1968	1977	1969	1963	1960	1969	1954	1968	1948	1973	1977
Lowest	"	145.8	99.6	166.9	84.6	150.6	114.5	27.4	66.0	96.0	142.7	215.1	263.6	3098.1
Year of Lowest		1974	1959	1974	1974	1965	1969	1958	1967	1976	1965	1965	1974	1972
Number of Raindays														
Mean	1951-1977	25	21	21	19	19	16	16	18	19	23	24	25	247
Highest	1947-1977	30	29	27	25	24	21	24	25	25	29	28	28	279
Year of Highest		1963	1952	Sev.	1961 1970	1949	1962	1953 1968	1958	1975	1949	Sev.	Sev.	1952
Lowest	"	13	17	14	11	14	11	5	10	14	19	16	21	213
Year of Lowest		1974	Sev.	1974	1963	1976	1956	1958	1953	1976	1961 1967	1965	1948	1972

Table 4-2 PERKHIDMATAN KAJICUACA MALAYSIA

Records of Temperature and Relative Humidity

Station: KUCHING
Lat: 1°29'N
Long: 110°20'E
Ht. above M.S.L. 25.6m

Period	No. of Years		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
Temperature															
1968-1977	10	24 Hr. Mean	25.3	25.6	26.1	26.5	26.8	26.6	26.6	26.3	26.3	25.9	25.8	25.6	26.1
		Mean Daily Max.	29.6	30.0	30.8	32.0	32.6	32.3	32.3	32.1	32.1	31.8	31.4	30.7	31.5
		Mean Daily Min.	22.5	22.7	23.0	23.2	23.3	23.0	22.8	22.8	22.7	22.7	22.7	22.7	22.8
		Highest Max.	33.2	33.4	34.2	35.5	35.3	35.1	35.7	36.0	36.5	34.4	34.3	34.2	36.5
		Year of Highest Max.	1977	1976	1975	1975	1974	1973	1972	1972	1976	1973, 1974	1973	1974	1976
		Lowest Min.	18.9	18.9	20.7	20.4	20.7	20.2	21.0	20.9	20.7	21.0	20.5	20.6	18.9
		Year of Lowest Min.	1974	1968	1977	1971	1969	1976	1977	1969	1974	1976	1968	1975	1968, 1974
Relative Humidity (%)															
1968-1977	10	24 Hr. Mean	85.9	85.3	83.9	83.9	82.8	81.4	80.6	81.7	81.9	84.2	85.1	85.9	83.5
		Mean Daily Max.	96.6	96.6	96.3	96.5	96.4	95.9	95.5	95.9	95.7	96.5	96.9	96.7	96.3
		Mean Daily Min.	66.4	65.0	62.0	59.3	56.5	56.6	55.4	56.5	56.7	59.1	59.5	63.5	59.7
		Lowest Min.	44	45	45	39	36	38	35	42	29	42	38	42	29
		Year of Lowest Min.	1968, 1974	1968	1975	1971	1973	1972	1972	1970, 1971	1969	1971	1971	1970	1969

Fig. 4-1 Average Monthly Rainfall

(inch)

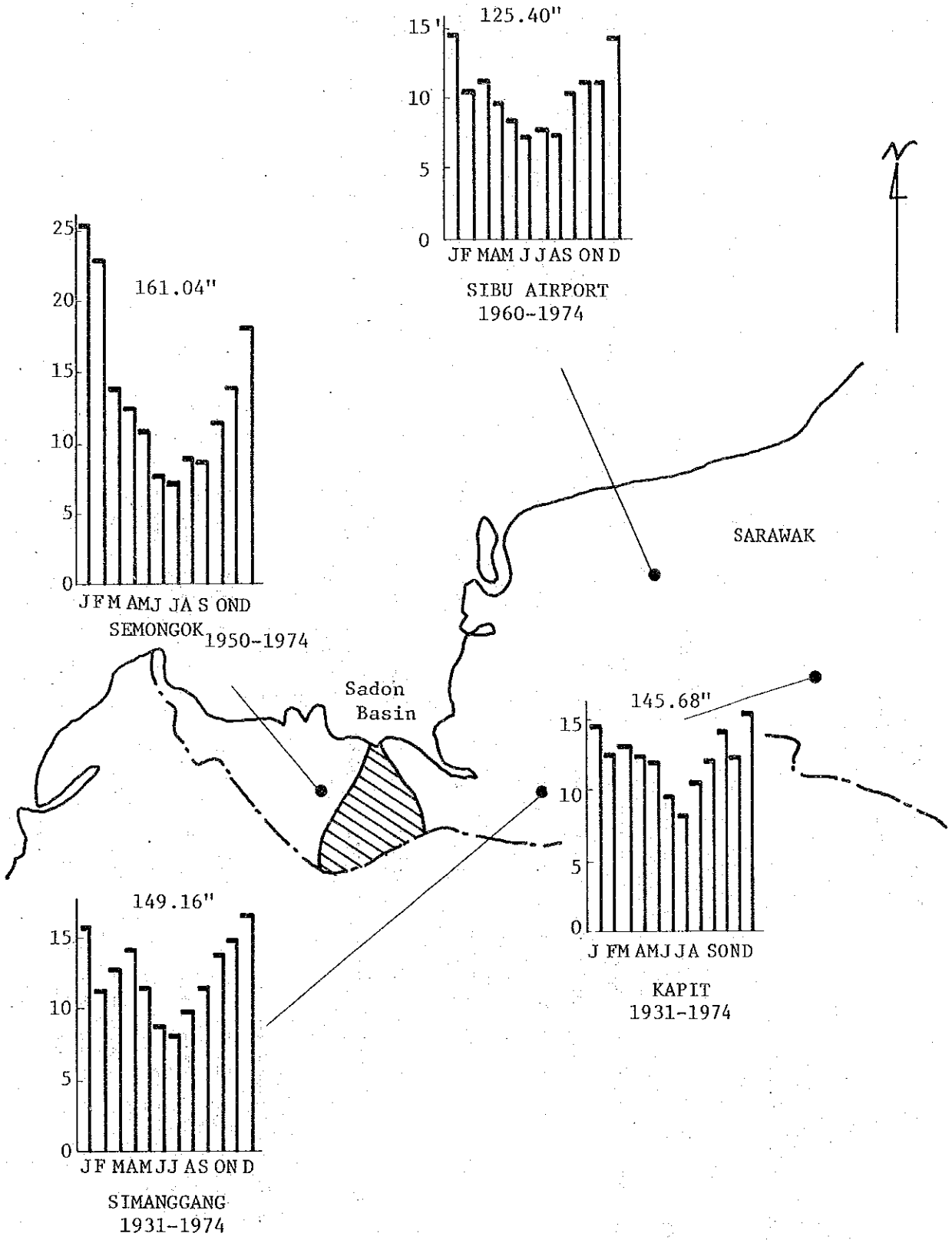


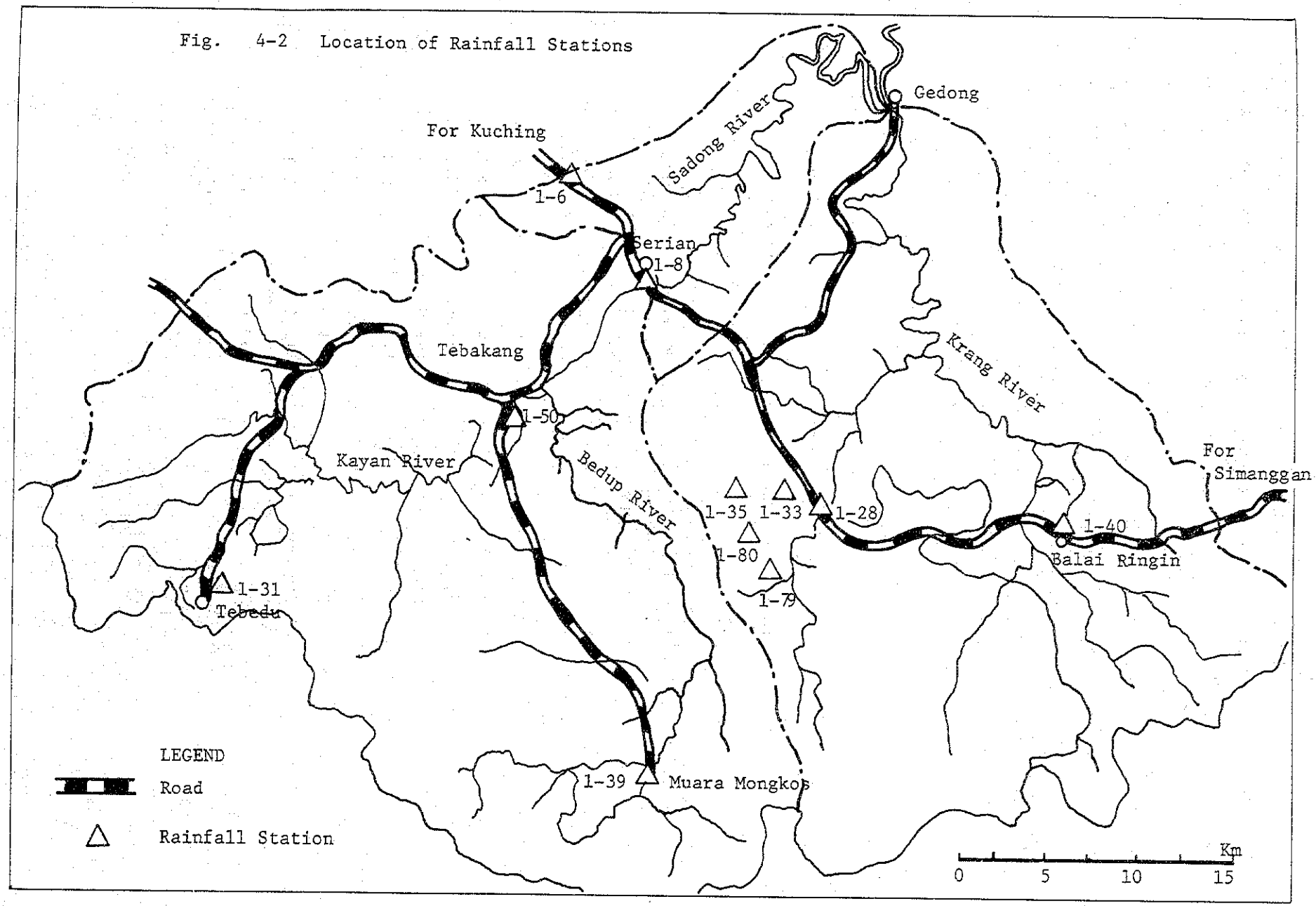
Table 4-3 Available Rainfall Station & Records

Name of Station	Station Number	Latitude	Longtitude	Approx Elevation	Period	Remarks
Tarat	1-6	1°12'N	110°32'E	-	9/'62 to date	Autographic
Simunjan	1-18	1°20'N	110°41'E	-	1/36 to date	Standard Gauge
Serian	1-27	1°10'N	110°34'E	40'	12/58 to date	Autographic
Sungai Bedup	1-28	1°05'N	110°38'E	40'	11/58 to date	"
Tebedu	1-31	1°02'N	110°22'E	-	5/63 to date	"
Sungai Pinang	1-32	1°05'N	110°52'E	-	1/64 to date	Standard Gauge
Sungai Merang	1-33	1°15'N	110°38'E	-	1/64 to date	Autographic
Simunja Nopok	1-35	1°15'N	110°37'E	-	2/64 to date	"
Muara Mongkos	1-39	-	-	-	4/65 to date	"
Balai Ringin	1-40	1°13'N	110°45'E	-	7/58 to date	"
Sungai Tab	1-37	1°13'N	110°38'E	-	2/64 to date	"
Tebakang	1-50	1°08'N	110°30'E	-	12/64 to date	"
Bkt. Mutuh	1-79	1°05'N	110°38'E	-	1/71 to date	Standard Gauge
Sungai Busit	1-80	1°05'N	110°38'E	-	1/71 to date	"
Mid Sadong	1-55	1°21'N	110°41'E	-	3/66 to date	"

Table 4-4 BATANG BADONG HYDROLOGICAL STATION AND PERIOD OF RECORDS AVAILABLE

Type of Station:	Old Station No	Station Name	Approx. Period (Years)	Period of Recoreds Available							
				1931-1940	1941-1950	1951-1955	1958-1960	1961-1968	1968-1970	1971-1975	1976-1977
Rainfall Station	1 - 6	TARAT	15								
	1 - 18	SIMUNJAN	22								
	1 - 27	SERIAN	15								
	1 - 28	SUNGAI BEDUP	15								
	1 - 31	TEBEDU	12								
	1 - 32	SG. PINANG	14								
	1 - 33	SG. MERANG	12								
	1 - 35	SIMUNJAN NONOK	12								
	1 - 37	SUNGAI TEB	12								
	1 - 39	MUARA MONKGOS	11								
	1 - 40	BALAI RINGIN	12								
	1 - 50	TEBAKANG	27								
	1 - 55	MD- SADONG	11								
	1 - 79	SUKIT MATUH	6								
	1 - 80	SUNGAI BUSIT	6 1/2								

Fig. 4-2 Location of Rainfall Stations



とが可能であるが、Meringgu へはTebakang から舟が必要となる。Serian水位観測所はKuching から車で約４０分の所にあり、Kuching－Simangan 道路の橋の上流側に設置されている。（図４－４参照）道路の標高は約３０feet で、低地の地盤高は約２６feet でありこれを越えると氾濫することになる。Gedong観測所はSerianから車で約２５分の支川Krang 川がSadon 川に合流している地点に設置されている。ここは潮位の影響を常時受けている。Bedup 観測所は支川Krang 川の上流に設置されており、気泡式水位計である。Krusin とMeringgu はダム計画に伴い１９７７年から設置された水位標であり、現地観測人に水位標の読み取りを委託してあり、毎日午前と午後の６時３０分に観測している。ただし、洪水時には３時間毎観測を行なうようになっている。

Table 4-5 Rainfall During Flood Period

Basin & Station / Period / Day	Sadong River	Krang River
	SERIAN	BEDUP
	Jan.'63 24th-31st	Jan.'63 24th-31st
1st	5.6	4.6
2nd	6.6	6.4
3rd	23.6	3.3
4th	162.0	54.1
5th	122.0	50.0
6th	3.6	4.8
7th	24.9	13.7
8th	11.4	5.1
TOTAL	359.7	142.0
MONTHLY TOTAL	763.5	418.6
DAYS	29	27

(mm)

Table 4-6 Rainfall During Flood Period

Basin & station / Period / Day	SADONG RIVER				KRANG RIVER			
	SERIAN	TEBEDU	TEBAKANG	MUARA MONGKOS	BEDUP	MERANG	SIMUNJAN NONOK	TEB
	Feb.,'74 8th-15th	Feb.,'74 8th-15th	Feb.,'74 8th-15th	Feb.,'74 8th-15th	Feb.,'74 8th-15th	Feb.,'74 8th-15th	Feb.,'74 8th-15th	Feb.,'74 8th-15th
1st	10.7	-	-	-	7.6	2.3	7.6	6.4
2nd	164.0	91.9	23.9	96.8	122.4	125.7	131.0	99.1
3rd	136.0	84.3	115.6	67.8	74.2	83.8	77.5	38.1
4th	136.0	82.0	120.9	87.6	105.2	92.7	104.1	116.8
5th	73.7	80.8	76.2	55.9	45.0	35.6	47.0	38.1
6th	41.9	15.0	25.4	29.7	33.8	24.1	30.5	29.2
7th	19.1	19.1	26.7	8.4	15.2	15.2	19.1	14.0
8th	-	33.0	5.8	19.6	0.3	-	-	1.5
TOTAL	581.4	406.1	394.5	365.8	403.7	379.4	416.8	343.2
MONTHLY TOTAL	1039.6	680.0	553.8	684.8	762.3	741.2	783.8	676.7
DAYS	23	17	20	20	24	22	20	25

(mm)

Table 4-7 Rainfall During Flood Period

Basin & Station / Period / Day	Sadong River				Krang River			
	SERIAN	TEBEDU	TEBAKANG	MUARA MONGKOS	BEDUP	MERANG	SIMUNJAN NONOK	TEB
	Feb.,'75 22nd-1st	Feb.,'75 22nd-1st	Feb.,'75 22nd-1st	Feb.,'75 22nd-1st	Feb.,'75 22nd-1st	Feb.,'75 22nd-1st	Feb.,'75 22nd-1st	Feb.,'75 22nd-1st
1st	43.9	8.1	2.3	72.4	24.9	22.9	26.7	28.4
2nd	111.8	10.4	71.1	106.5	135.0	128.0	135.0	148.0
3rd	19.1	16.0	76.7	16.5	8.9	9.4	10.2	14.0
4th	-	1.0	10.2	-	0.5	-	1.3	0.5
5th	19.1	-	0.5	10.7	10.9	18.0	35.6	17.5
6th	10.7	-	45.0	19.0	11.9	12.4	10.2	23.6
7th	74.4	-	11.9	0.8	0.9	-	-	1.3
8th	-	-	0.5	1.8	1.3	1.3	1.3	1.5
TOTAL	279.0	35.5	218.2	227.7	193.9	192.0	220.3	234.8
MONTHLY TOTAL	507.5	152.2	442.7	482.6	424.7	418.3	512.6	453.9
DAYS	22	15	23	22	26	21	27	27

(mm)

Table 4-8 Rainfall During Flood Period

Basin / Station / Period / Day	Sadong River				Krang River			
	SERIAN	TEBEDU	TEBAKANG	MUARA MONGKOS	BEDUP	MERANG	SIMUNJAN NONOK	TEB
	Jan.,'76 9th-16th	Jan.,'76 9th-16th	Jan.,'76 9th-16th	Jan.,'76 9th-16th	Jan.,'76 9th-16th	Jan.,'76 9th-16th	Jan.,'76 9th-16th	Jan.,'76 9th-16th
1st	20.1	5.3	37.6	0.8	29.2	25.4	22.4	30.5
2nd	3.8	7.4	59.9	138.0	2.5	4.6	6.9	2.5
3rd	221.0	210.0	113.8	59.7	235.0	161.0	197.0	182.0
4th	122.9	78.2	115.6	50.0	95.8	108.0	164.0	89.4
5th	114.0	58.7	101.6	2.8	77.2	57.2	72.6	74.7
6th	18.0	18.5	9.9	6.4	5.6	7.1	6.1	7.1
7th	9.9	5.3	31.8	1.0	6.6	4.6	6.6	7.9
8th	6.1	0.3	10.2	0.3	8.6	12.4	25.4	11.9
TOTAL	515.8	383.7	480.4	259.0	460.5	380.3	501.0	406.0
MONTHLY TOTAL	760.5	473.5	705.1		650.5	588.8	782.1	569.2
DAYS	19	13	22		24	22	24	23

(mm)

Fig. 4-3 Water Level Station

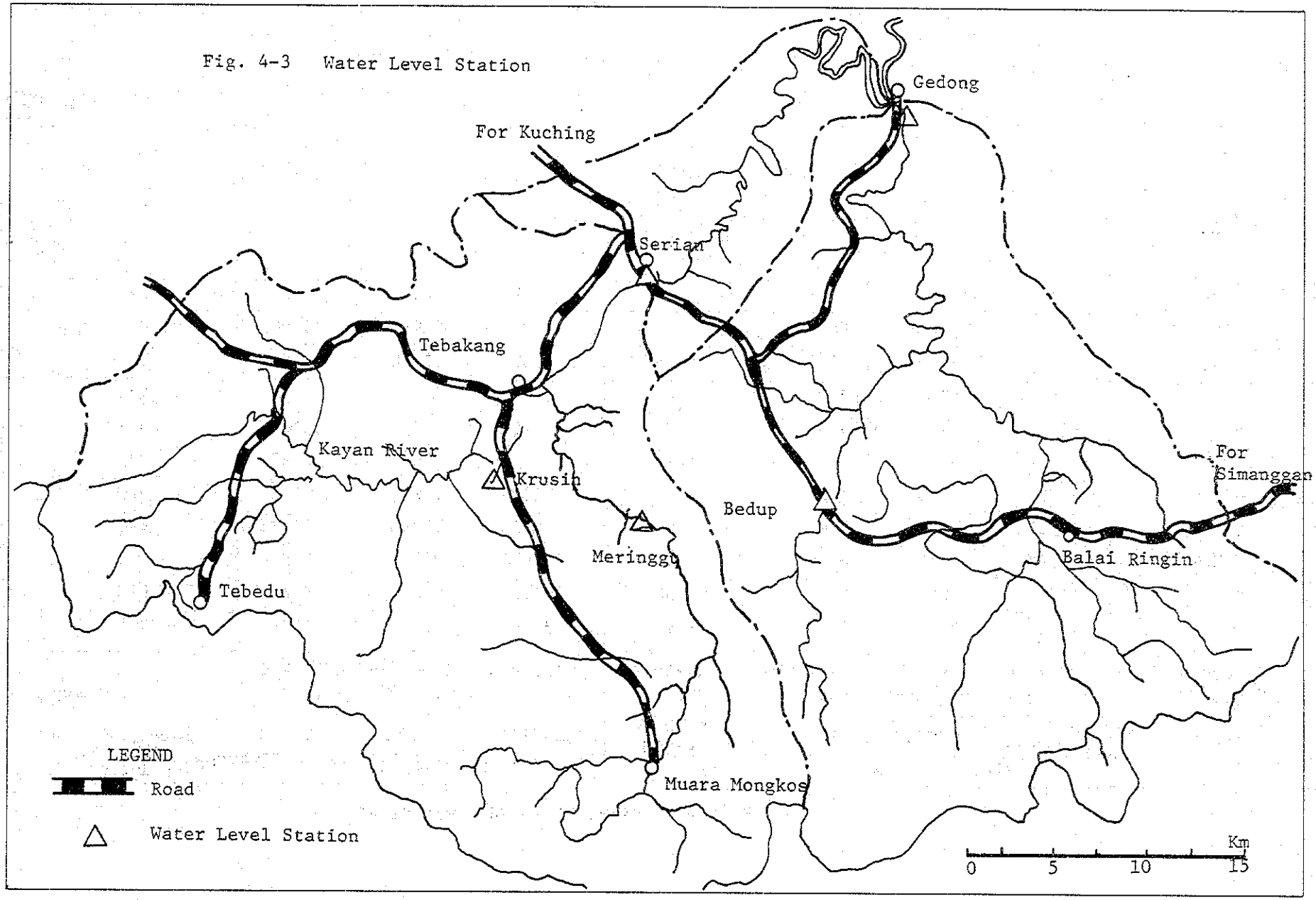
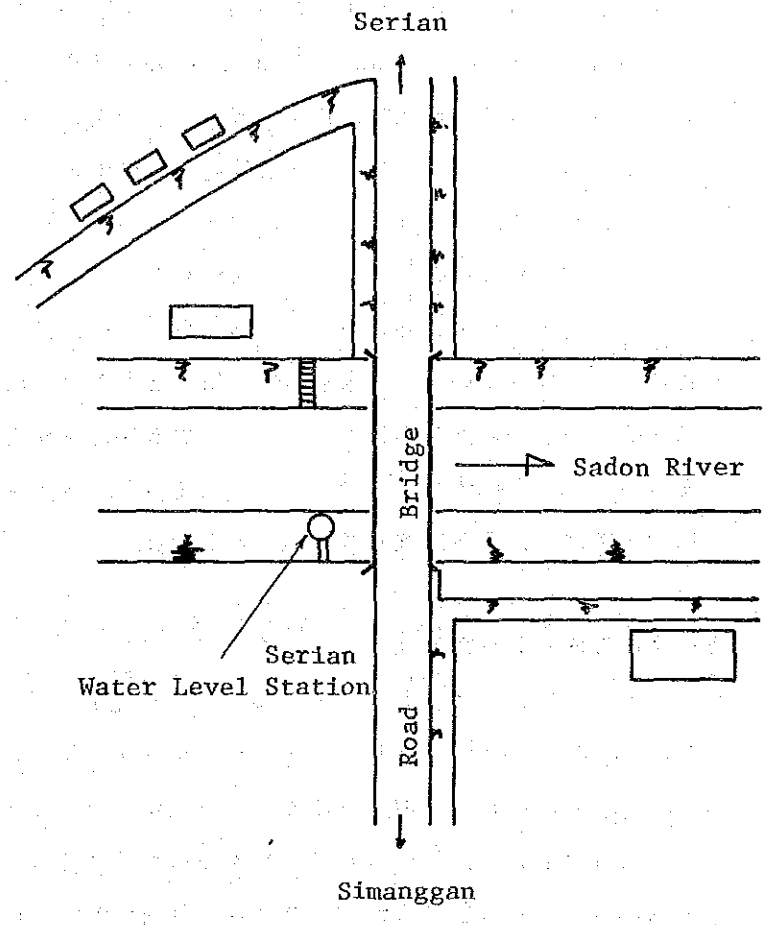


Table 4 - 9 Water Level Station & Period of Record Available

Station Name	No	Period	Type	Period of Record Available			
				1961 - 1965	1966 - 1970	1971 - 1975	1976-
Serian	L/1-1	12/'62 to date	Self Recording				
Bedup	L/1-3	1/64 to date	"				
Gedong	L/1-29	7/71 to date	"				
Kurusin	L/1-38	1/77 to date	Stick Gauge				
Meringgu		1/77 to date	"				

Fig. 4-4 Serian Water Level Station



第５章　洪　水　解　析

５－１　洪水と降雨の関係

Sadong 川本川の洪水、特にSerian付近を中心とする上流域の洪水による被害が大きく、この流域での洪水予警報を検討することが急がれている。資料もここを中心に多く存在している。

１９６２年以降の洪水によるSenianの水位を表５－１に示す。ここで降雨は、比較的データの有るSerian とMuara Mongkos の２地点のデーターをとり、ここに示す１日、２日、３日、４日の各雨量は、洪水のピーク水位をひき起したと思われる一連降雨から、１日、２日、３日、４日の各最大雨量を算定したものである。少ないデーターではあるが、図5−1、５－２、５－３、５－４に、この降雨と洪水のピーク水位との関係をプロットした。この図からそれぞれの降雨量と水位の関係が認められるようである。今後、水位と降雨量のデータがさらに蓄積されてくるならば、さらに良い相関が得られるかもしれない。又、今後上流のKrusin 地点での降雨と水位相関も解析されることになるであろう。以上のことから、ピーク降雨を把えることにより、その時点のSerian とKrusin の水位を考慮して、それぞれのTime Lag後のピーク水位を予測することが十分可能であると考えられるので、これについては今後さらに検討されることを望む。

５－２　洪水ハドログラフ

１９７７年と１９７８年のSerian とKrusin の洪水ハイドログラフと、Serian とMuara Mongkosの降雨量を図５－５、５－６、５－７に示す。これからKrusin とSe−rian との水位相関は強く、Krusin の水位を知ることにより、５時間から１０時間程度の予測時間をもって、Serian の水位を予測することが可能となろう。なお、この図のSerianとKrusin の水位はそれぞれの地点での観測水位であり、標高表示では無いことをことわっておく。

５－３　洪　水　予　測

以上から、今後さらに水位、雨量のデータを蓄積し、上流地点の洪水水位から下流地点の洪水水位を予測するいわゆる水位相関法と、雨量より必要な地点の水位を予測する方法、さらには今後流量観測等のデータの蓄積及びその精度を上げることにより、降雨から流出量、及び水位を予測することも可能となろう。第一に、水位相関法では、最上流のKrusin での水位を知ることにより、５～１０時間後のSerianの水位が予測可能となろう。第二に、降雨と各地点の水位との関係を把んでおき、降雨から２０～３０時間後のSerian，１５～２０時間後のKrusin３０～４０時間後のmeringguの水位が可能となろう。下流のGedong

は潮位の影響を直接受ける為に、この地点の水位を予測する為には、さらに下流に潮位観測所を設け、潮位との関係を考慮する必要があるので、今後この方面の調査が必要となろう。

なお、ここで述べてきたような降雨～水位相関、上流水位～下流水位相関による洪水位予測だけでなく、今後各種データの蓄積を行ない、降雨からの流出解析も検討されることを希望する。

Table 5-1 Data of Flood Water Level and Rainfall

Year	Serian Water Level above M.S.L in feet	Serian Rainfall (mm)				Muara Mongkos Rainfall (mm)			
		1 day	2 days	3 days	4 days	1 day	2 days	3 days	4 days
Jan. 1963	30.70	162	284	308	315	-	-	-	-
Mar. 1965	26.74	48	79	103	120	-	-	-	-
Jan. 1966	26.54	76	114	135	154	-	-	-	-
Mar. 1967	26.54	60	111	122	127	-	-	-	-
Jan. 1968	28.99	-	-	-	-	58	104	138	172
Dec. 1969	29.74	-	-	-	-	83	159	177	195
Jan. 1970	27.09	138	141	143	152	36	59	63	63
Feb. 1971	27.49	88	162	219	228	44	57	68	78
Jan. 1972	26.74	90	148	170	195	44	83	104	117
Dec. 1973	29.04	105	126	206	231	42	78	103	133
Feb. 1974	30.86	164	300	436	510	97	165	253	309
Feb. 1975	30.63	112	156	175	175	107	179	196	196
Jan. 1976	32.01	221	344	458	476	161	269	326	333

Fig. 5-1 Maximum Daily Rainfall-Water Level Relation

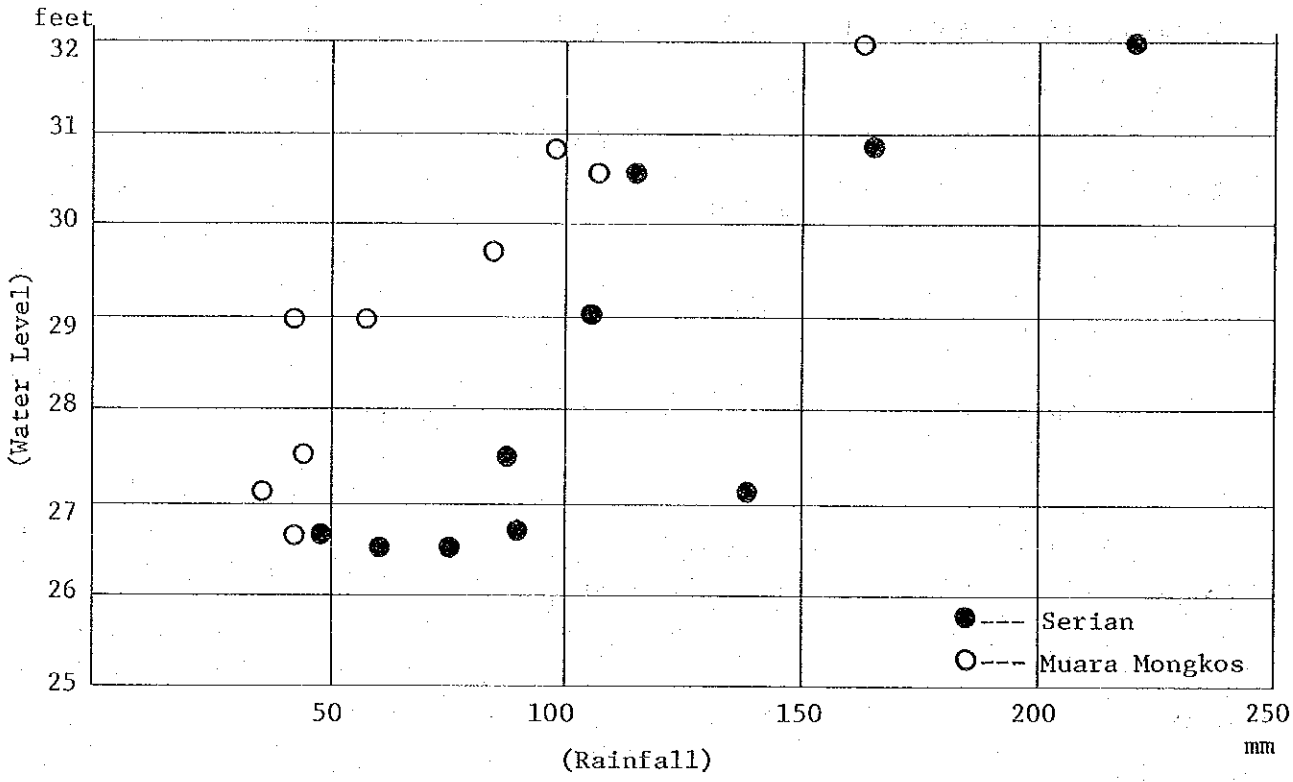


Fig. 5-2 Maximum 2 Days Rainfall-Water Level Relation

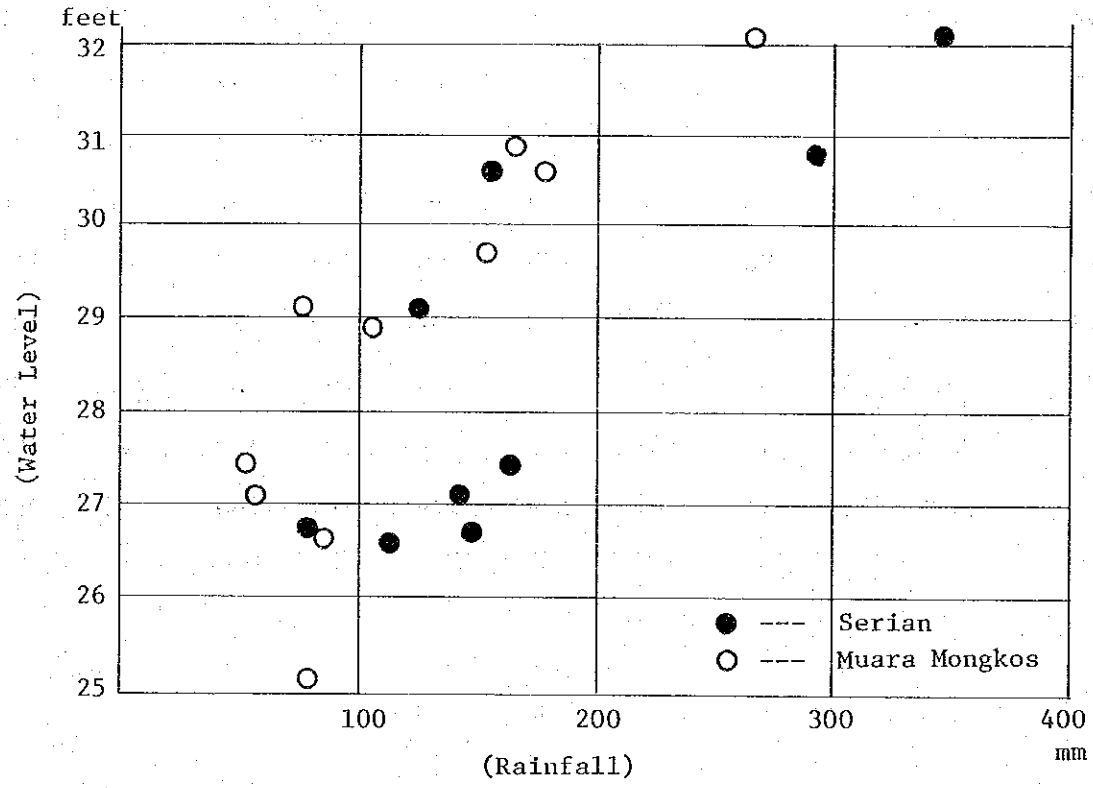


Fig. 5-3 Maximum 3 Days Rainfall-Water Level Relation

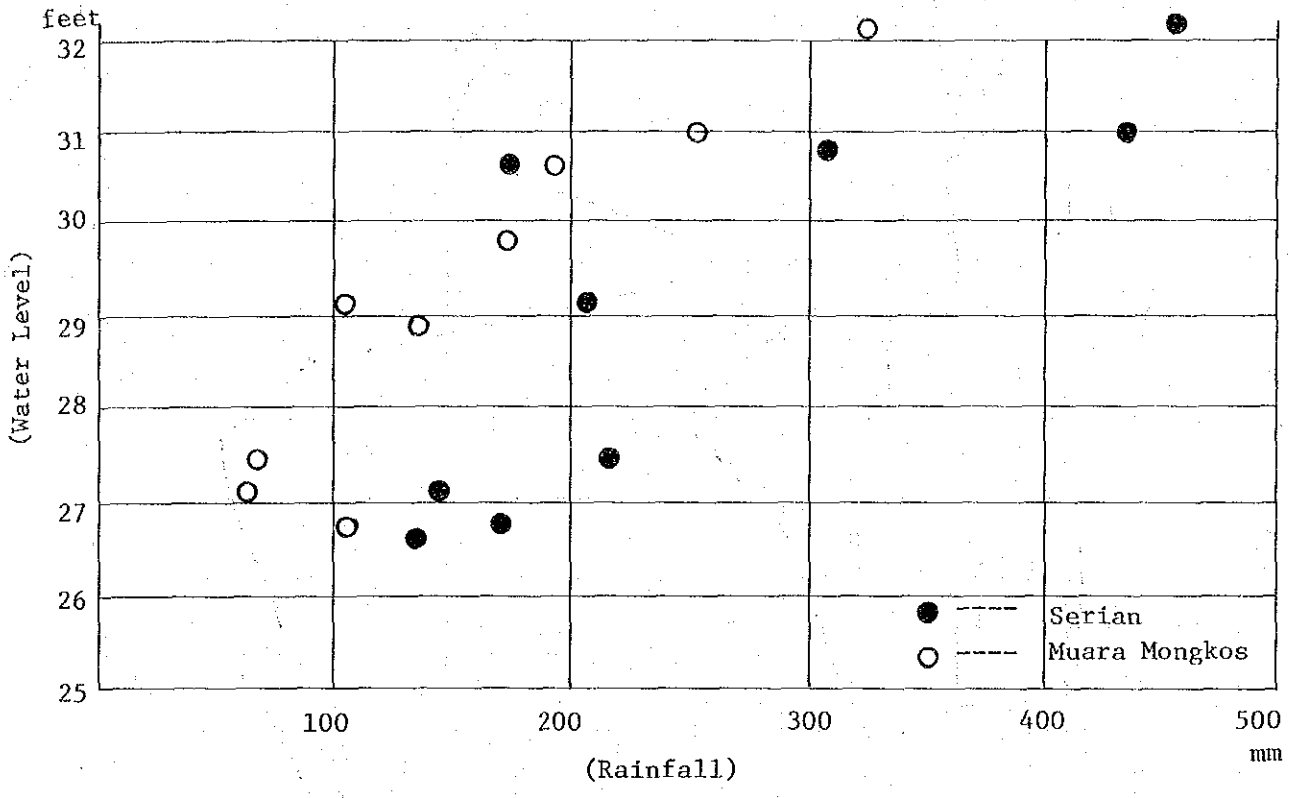


Fig. 5-4 Maximum 4 Days Rainfall-Water Level Relation

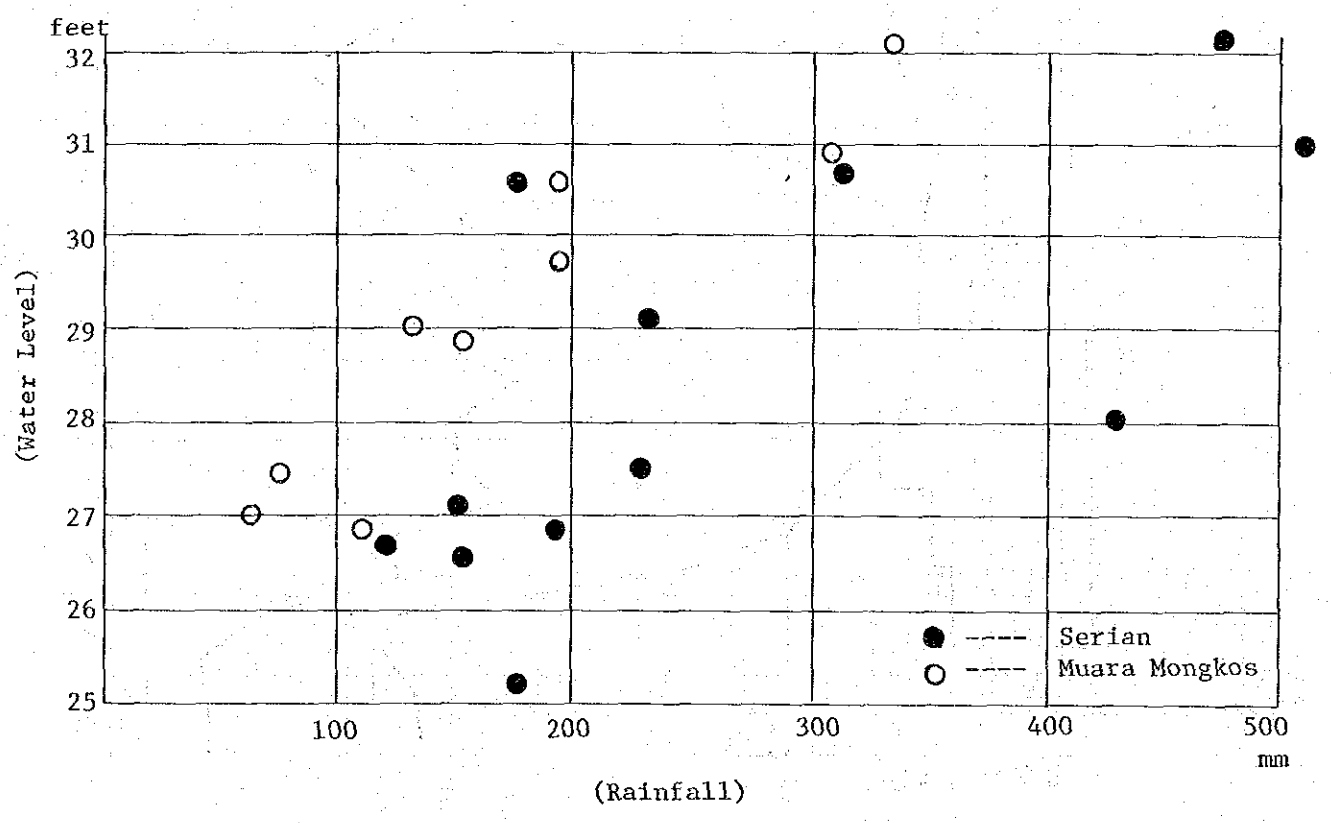


Fig. 5-5 Hydrograph

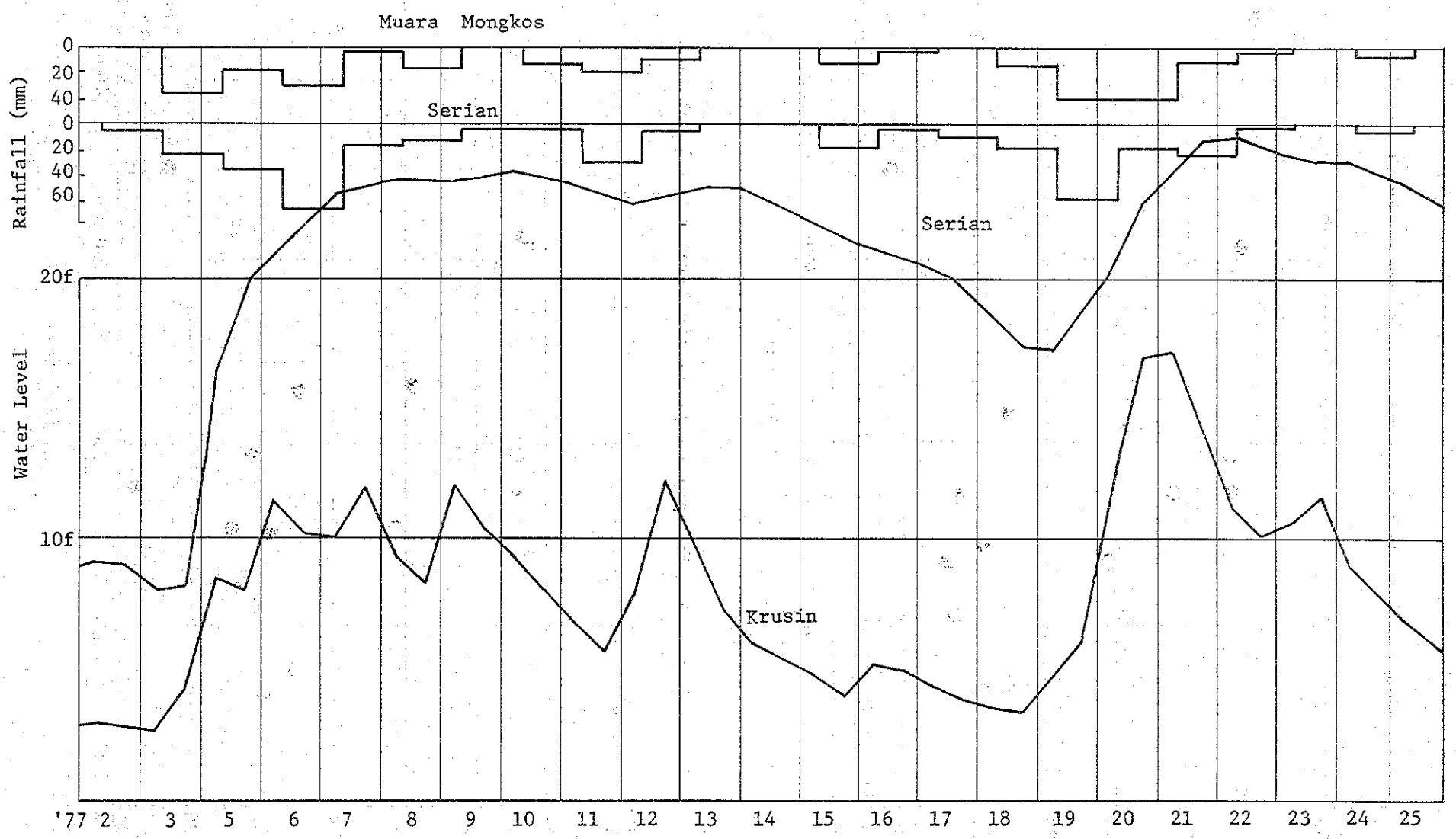


Fig. 5-6 Hydrograph

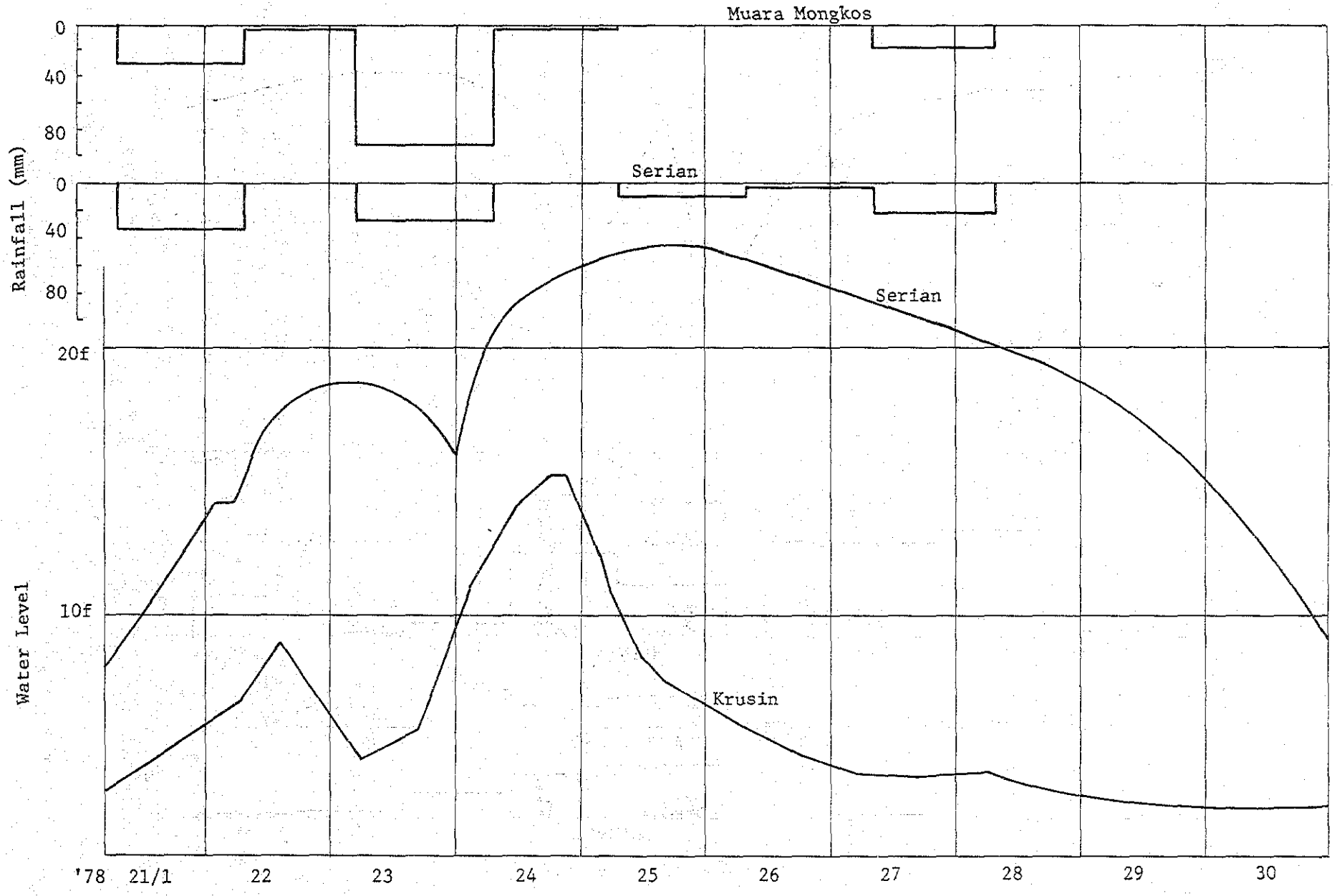
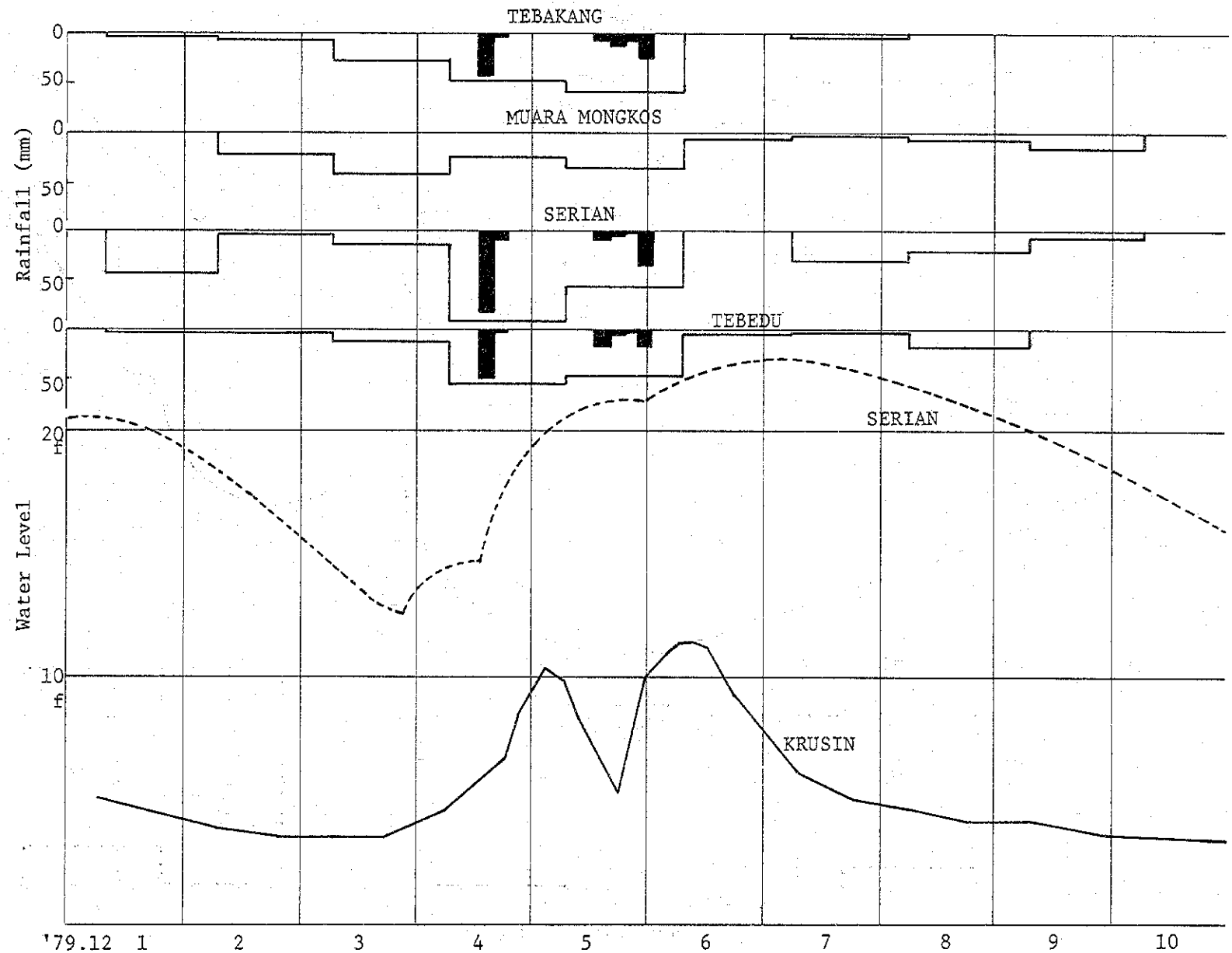


Fig. 5-7 Hydrograph



第６章　洪水予警報システム

６－１　背　　景

概要にも述べている通り、Sadong 川流域は州都クチンから近く、Serian を中心として流域人口も多く、今後の開発も見込まれている重要な地域であること、さらにこのような背景のもとに、水文観測資料を他河川に比較して整備が進んでいること等の理由により、この地区において洪水予警報システムを確立することは非常に有意義であると思われる。特に Sadong 川本川のTebakang, Serian, Tanah Puteh, Sebanban そして Gedong の地点の予報が急がれる。

６－２　警報の対象地域、基準地点及び予報時間

今回の洪水予警報システムでは、警報対象地域を Tebakang, Serian, Tanah Puteh, Sebanban, そしてGedongとし、この地区の予報を行う為に必要な降雨観測所をTebedu, Muara Mongkos, Tebakang, Serianとし、水位観測所はKrusin, Meringgu, Tebakang, Serian, Gedongそして潮位観測所としてEnsenggi Malayaの各地点を考えた。観測網を図６－１に示す。

予報時間は、降雨からの予報で、Krusin で１５～２０時間、Serian で２０～３０時間、Meringgu で３０～４０時間である。又、水位相関による予報で、Serian で5～10時間後の予測が可能であろう。

なお、Sadong 川の支川である Krang 川は、本システムの対象外としたが、今後この地区の重要性が増したときシステムに組み込むことは十分可能である。

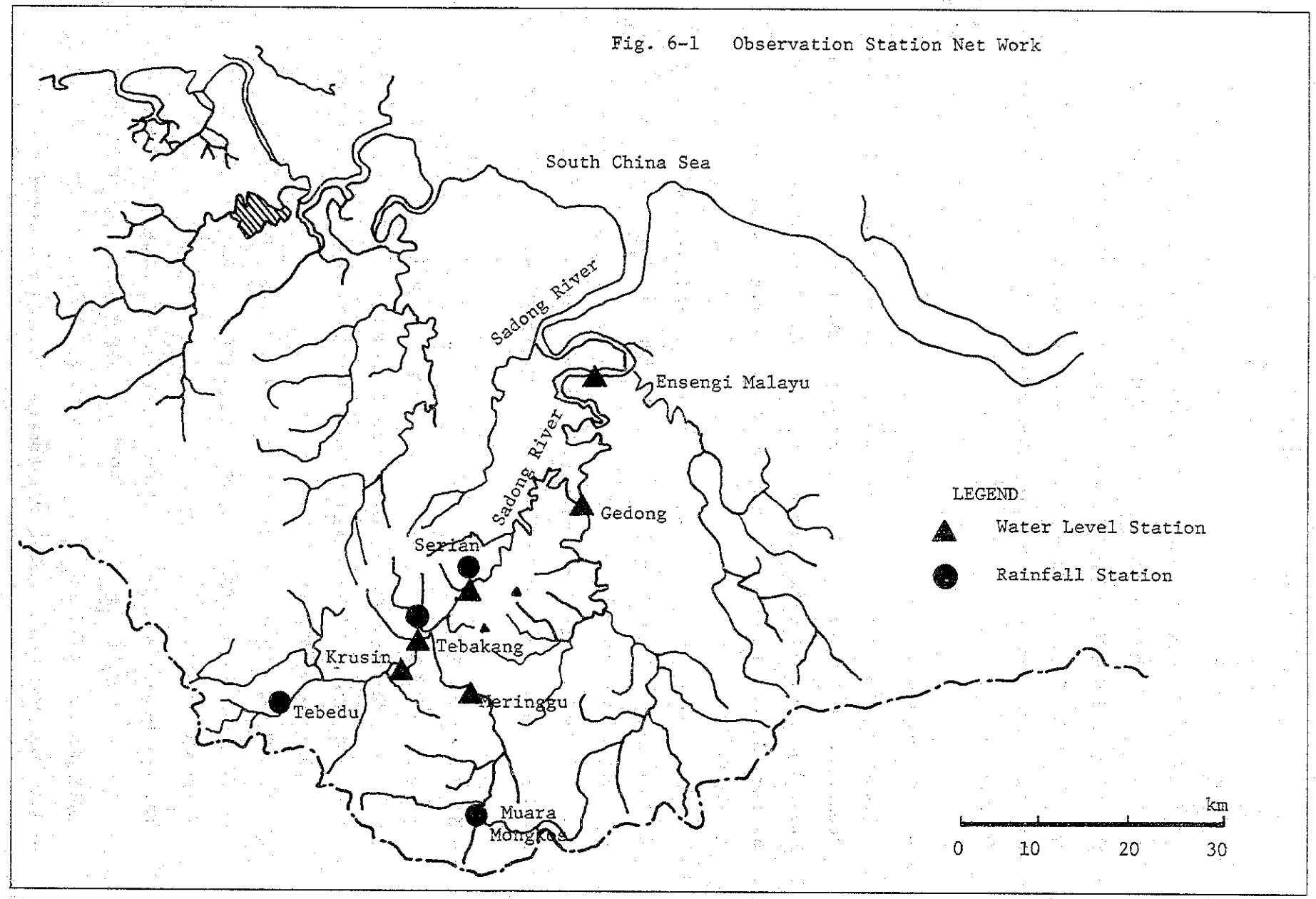
６－３　テレメータシステム

テレメータ観測網を検討するにあたっては、次の点について考慮する必要がある。

- o 建設コスト、保守点検の面から、設置場所の選定は慎重に行う。
- o システムは、半島部に既設のものと同様な機能を持つものを目安とするが、実施方法については現地の体制に則した方法を検討する。
- o 将来の拡張計画 ― 隣接河川流域も考慮した ― が可能な様に計画をたてる。
- o 通信の安定性、信頼性、経済性から、無線回線はＶＨＦ帯とする。
- o 中継所の数、位置等は特に慎重に検討する。
- o Telecom.Department の施設で利用出来るものがあれば、それを含めて計画をたてる。

サドン河流域では、前述のごとく水位観測局４、雨量観測局２、水位・雨量両用観測局２、将来雨量観測局２　合計１０局　　とし、監視制御局はクチンD.I.D に設置する。（但し、D.I.D. の庁舎の Space の関係で、D.I.D Branch office のある Bintawa に置かれるこ

Fig. 6-1 Observation Station Net Work



とも考えられる。

また、テレメータ Network を構成する為に無線中継所が必要であるが、これには (A) Serian 近くの山に新設する案1と、(B) Mt. Serapi にある Telecom. Department 所管のTV送信所を利用する案2、とある。

以下 個々について検討する。

(1) 水 位 観 測 局

Krusin, Meringgu,

Gedong, Kpg. Ensenggi Melangu

以上の6局であり、無線通信回線としては今後の調査によるが、特に問題はないものと思われる。

(2) 雨 量 観 測 局

Muara Mongkos, Tebedu

Bedup (将来計画) Balai Ringin (将来計画)

上記についても、今後電波伝搬実験を必要とするが、特に問題はない。

(3) 水位・雨量両用観測局

Serian, Tebakang

(4) 中 継 所

本システムのテレメータ Network には電波伝搬上の理由から無線中継所が必要である。

前述のごとく2つの案があり、それらは今後の検討によって決められるべきである。

A, 案1. Serian 近くの山頂または山腹へ無線中継所を新設するもので、地形的には地図による机上設計と、電波伝搬実験によって位置を決めるべきである。

しかし access road の有無により、道路がない場合に道路を新設する必要がある。

建設時の困難さはもとより、建設後の保守点検の難易が非常に重要な問題である。

しかし、位置が流域のほぼ中央にあるため、無線回線構成上からは有利である。

B, 案2. Mt. Serapi 山頂の Telecom. Department 所管の中継所を利用するもので、建設工事、保守、点検などの点から有利である。

なお、設置場所は、地形上の影響から、頂上のTV送信所局舎としなければならない。

しかし、この中継所では多くの無線周波が使用されているので、それらとの混信に対する検討が必要である。

また、Telecom. Department との保守上の責任が明確にされなければならない。

この中継所と Kuching (又は Bintawa)との間はVHF回線によって直接結ば

れるべきである。

監視制御局を Space の関係でBintawa に設置した場合には、そことKuching D.I.D. Office との連絡が必要となりVHFによるRadio Link と端末装置（Typewriter など）をKuching D.I.D.に設置することになろう。

無線周波数は70MHZ 帯でテレメータ系に2波、Bintawa－Kuchingに1～2波が必要である。

以上のテレメータシステムの通信系統は図6－2のとおりである。

(5) 回 線 設 計

次に各無線スパンの回線設計は表6－1のとおりであり、各スパンとも計算上はほぼS/N 30dB（最低所要S／N）以上可能であるが、これについては次回調査において回線の伝搬実験を行ない、確認しなければならない。

(6) 装置概要と建設費概算

テレメータシステムにおける各局の機器構成を図6－3、6－4、6－5に示す。機器の仕様等については、次回調査後詳細に検討することになろう。

また建設費の概算額を機器、局舎、空中線柱に分類して記すと表6－2のとおりとなる。但し、これらは極く概算であり、現地の状況の詳細調査によって精算しなければならない。

Fig. 6-2 TELEMETERING NETWORK IN THE SADONG RIVER BASIN

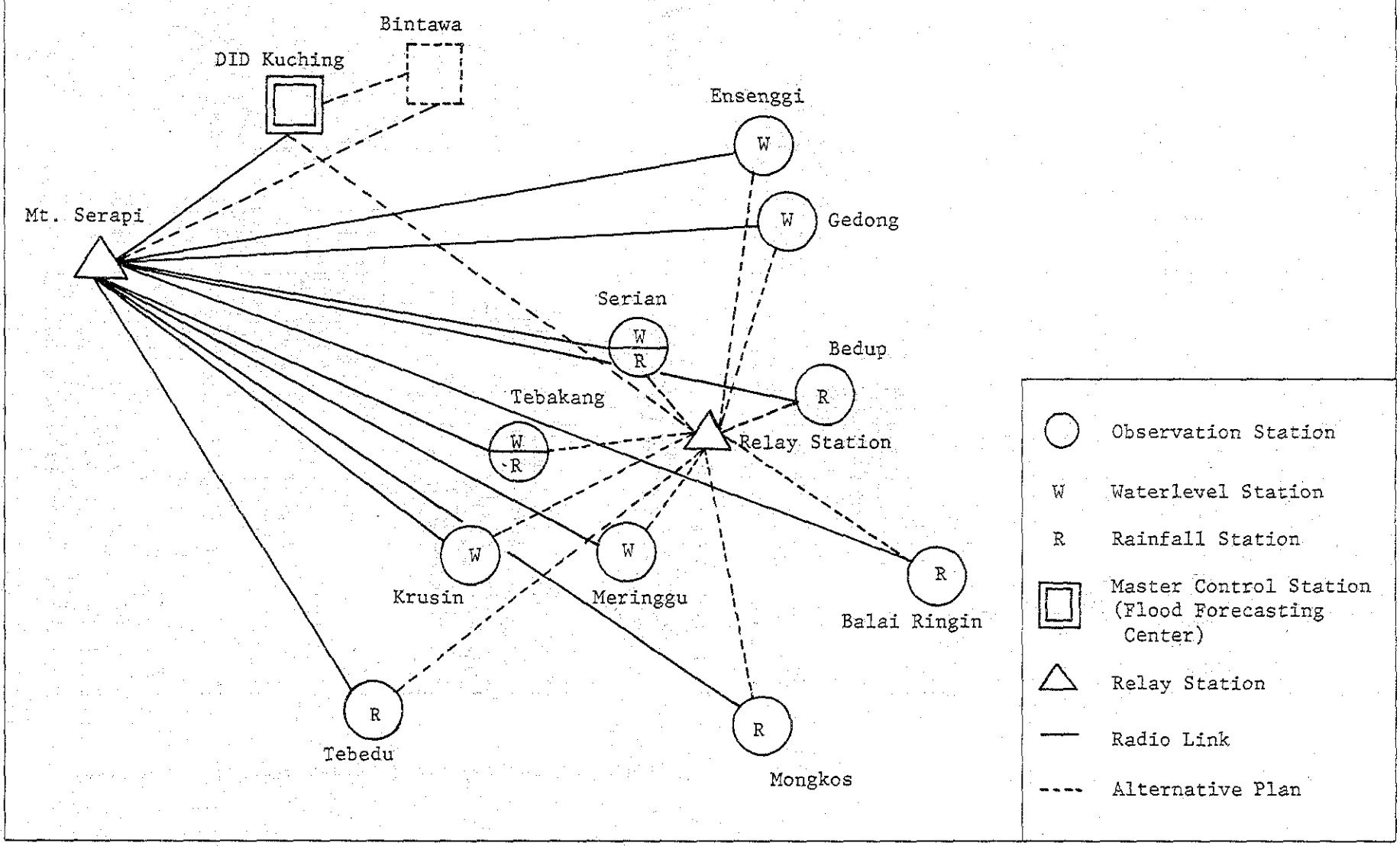


Table 6-1 Circuit Design Table (Sadong River Basin)

Item \ Name of Station	Unit	Serapi-Engengi (54 km)		Serapi-Gedong (66.5km)		Serapi-Serian (63 km)		Serapi-Tebakan (64 km)		Serapi-Krusin (66 km)		Serapi-Tebedu (65 km)		Serapi-Meringgu (71 km)		Serapi-Mongkos (83 km)		Serapi-Bedup (73.5km)		Serapi-Tanah Putch (64 km)		Serapi-Balai Ringin (85km)	
Transmitting Power	dBm	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W
Free Space Loss	dB	-103.9		-105.8		-105.3		-105.7		-105.7		-105.6		-106.3		-107.7		-106.6		-105.4		-107.9	
Additional Loss	dB	0		0		-15.2		-24.8	15.3+9.5	-25.5	13+12.5	-29	10.5+18.5	-41.5	26+15.5	-25.2	17+8.2	-20.5		0		-17.5	
Feeder Loss	"	-3.2	10D-2V 40/40 0.04/m	-3.2		-3.2		-3.2		-3.2		-3.2		-3.2		-3.2		-3.2		-3.2		-3.2	
Antenna Gain (T)	"	8	3el Yagi	8	3el Yagi	8	3el Yagi	8	3el Yagi	8	3el Yagi	8	3el Yagi	8	3el Yagi	8	3el Yagi	8	3el Yagi	8	3el Yagi	8	3el Yagi
" (R)	"	6	33°(-2dB)	7.5	21°(-0.5dB)	8	"	8	"	8	"	8	"	11	5el Yagi	8	"	8	"	8		8	
Receiving Power	dBm	-53.1		-53.5		-67.7		-77.7		-78.4		-81.8		-92		-80.1		-74.3		-52.6		-72.6	
Received Noise Power	"	-115		-115		-115		-115		-115		-115		-115		-115		-115		-115		-115	
Radio Frequency S/N (C/N)	dB	61.9		61.5		47.3		37.3		36.6		33.2		23		34.9		40.7		62.4		42.4	
S/N Improvement Factor	"	12		12		12		12		12		12		12		12		12		12		12	
Standard S/N	"	73.9		73.5		59.3		49.3		48.6		45.2		35		46.9		52.7		74.4		54.4	
Fading Loss	"	-5.4	0.1dB/km	-6.7		-6.3		-6.4		-6.6		-6.5		-7.1		-8.3		-7.4		-6.4		-8.5	
S/N at Fading	"	68.5		66.8		53		42.9		42		38.7		27.9		38.6		45.3		68		45.9	
Threshold Level	dBm	-106		-106		-106		-106		-106		-106		-106		-106		-106		-106		-106	
Threshold Margin	LB	52.9		52.5		38.3		28.3		27.6		24.2		14		25.9		31.7		53.4		33.4	
Threshold Margin at Fading	dB	47.5		45.8		32		21.9		21		17.7		6.9		17.6		24.3		47		24.9	

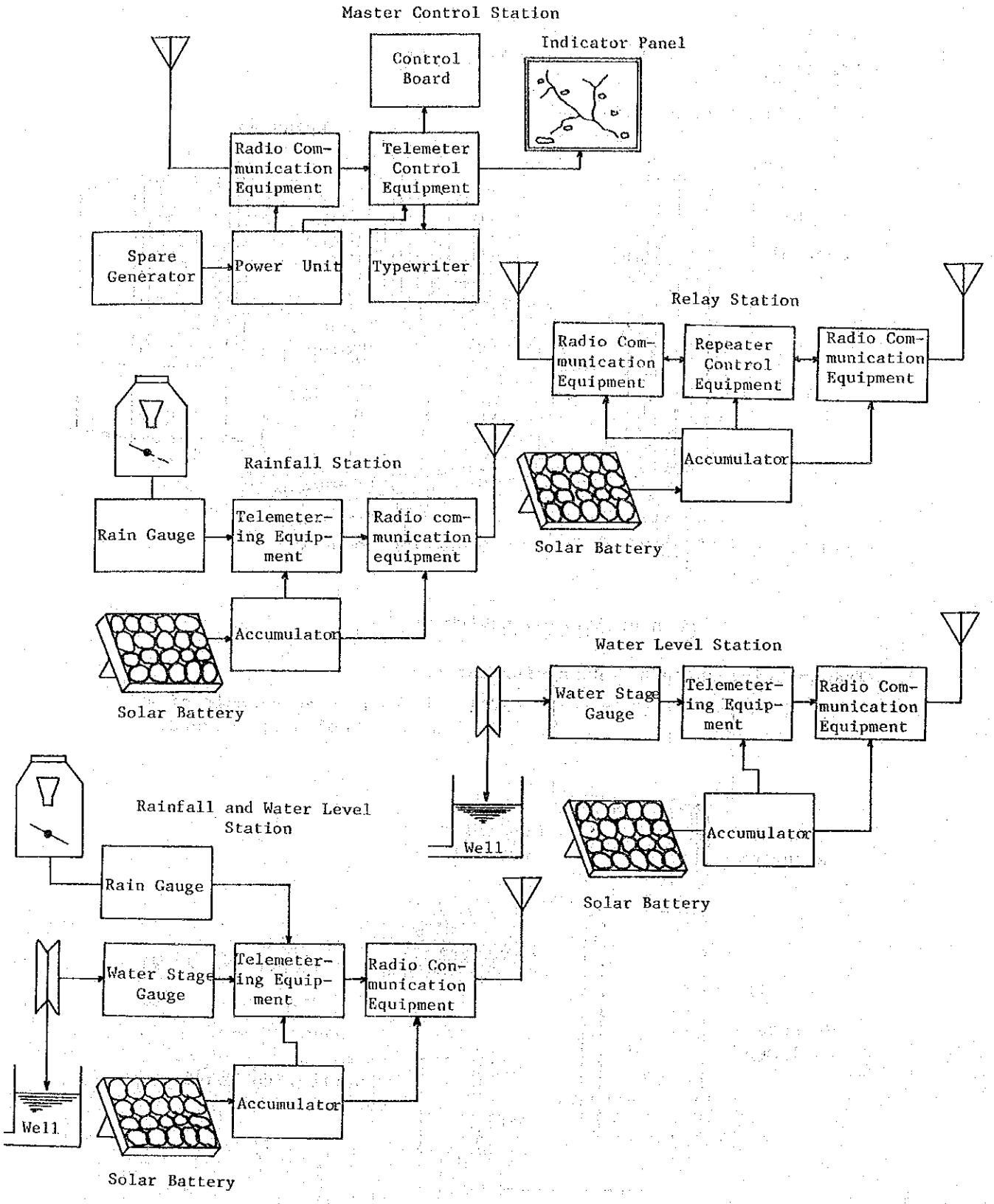
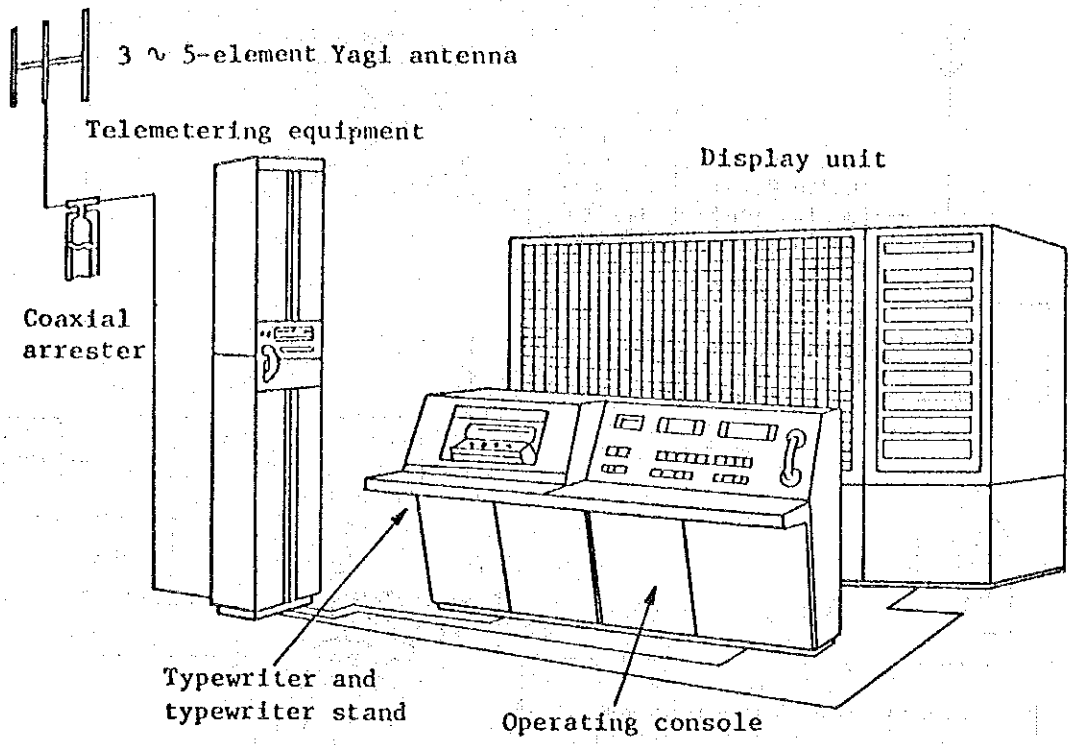
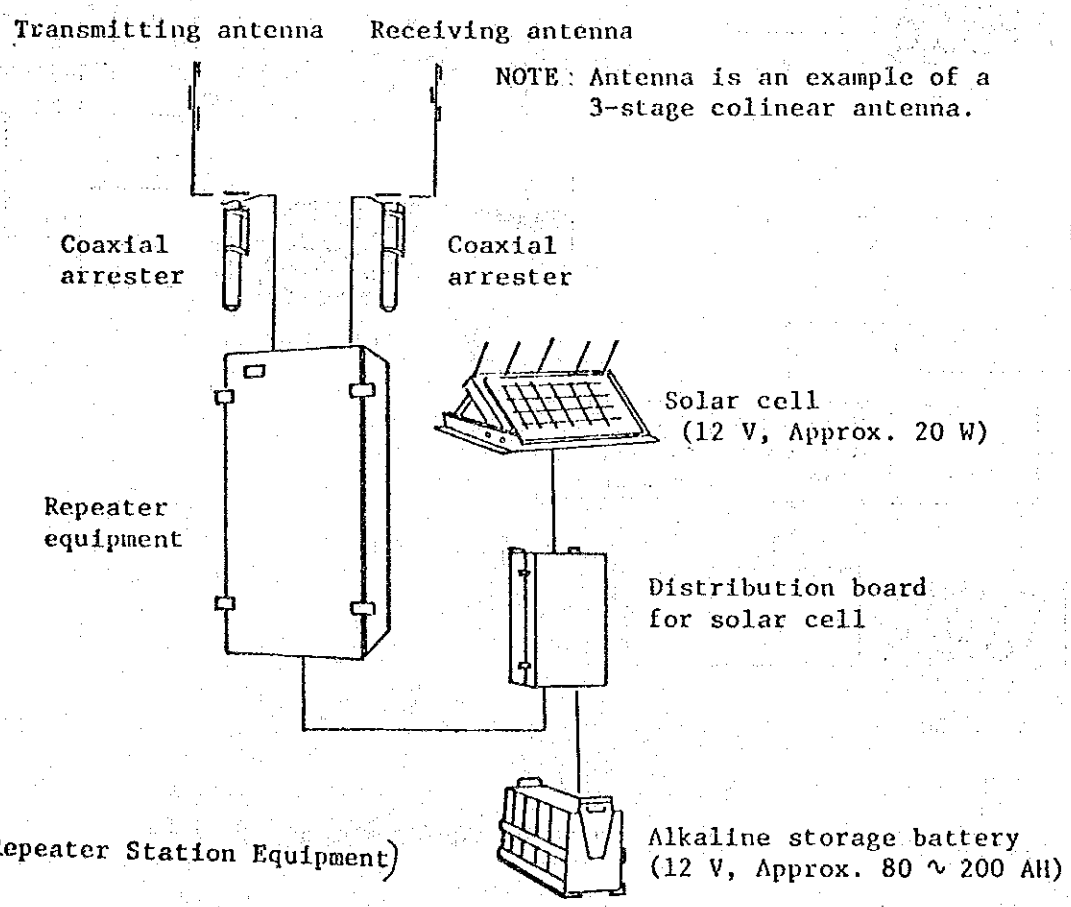


Fig. 6-3 Equipment Configuration

Fig. 6-4 機器構成 − 1

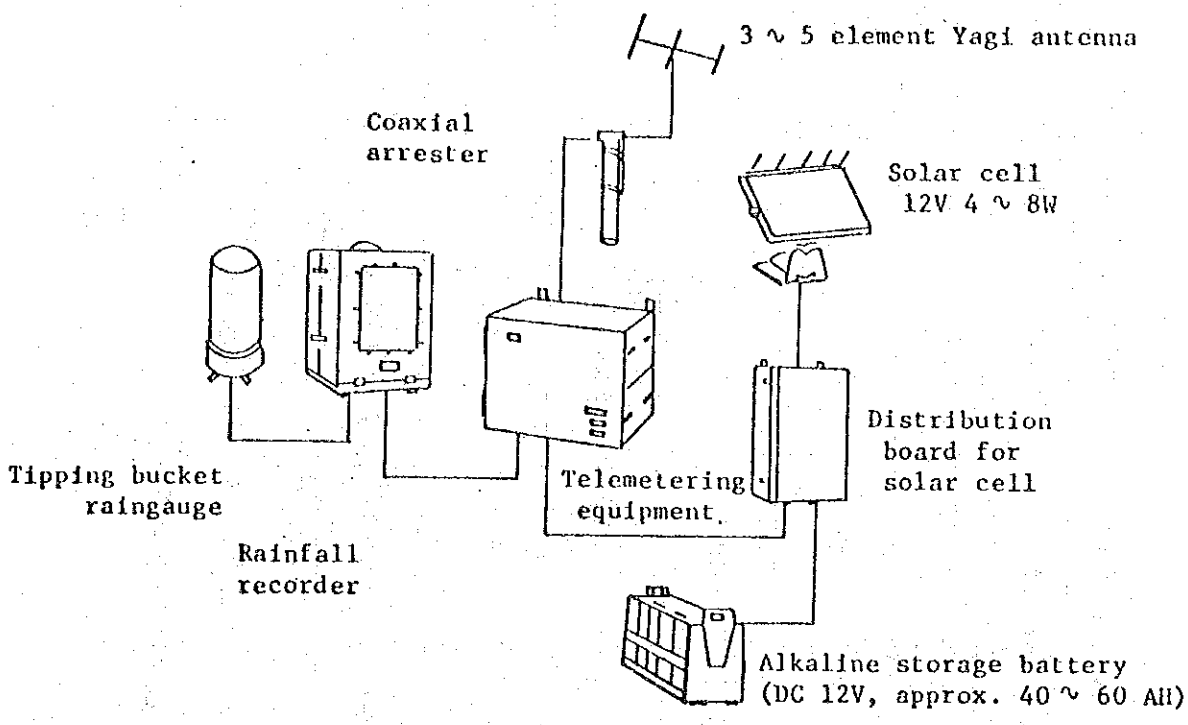


(Master Station Equipment)

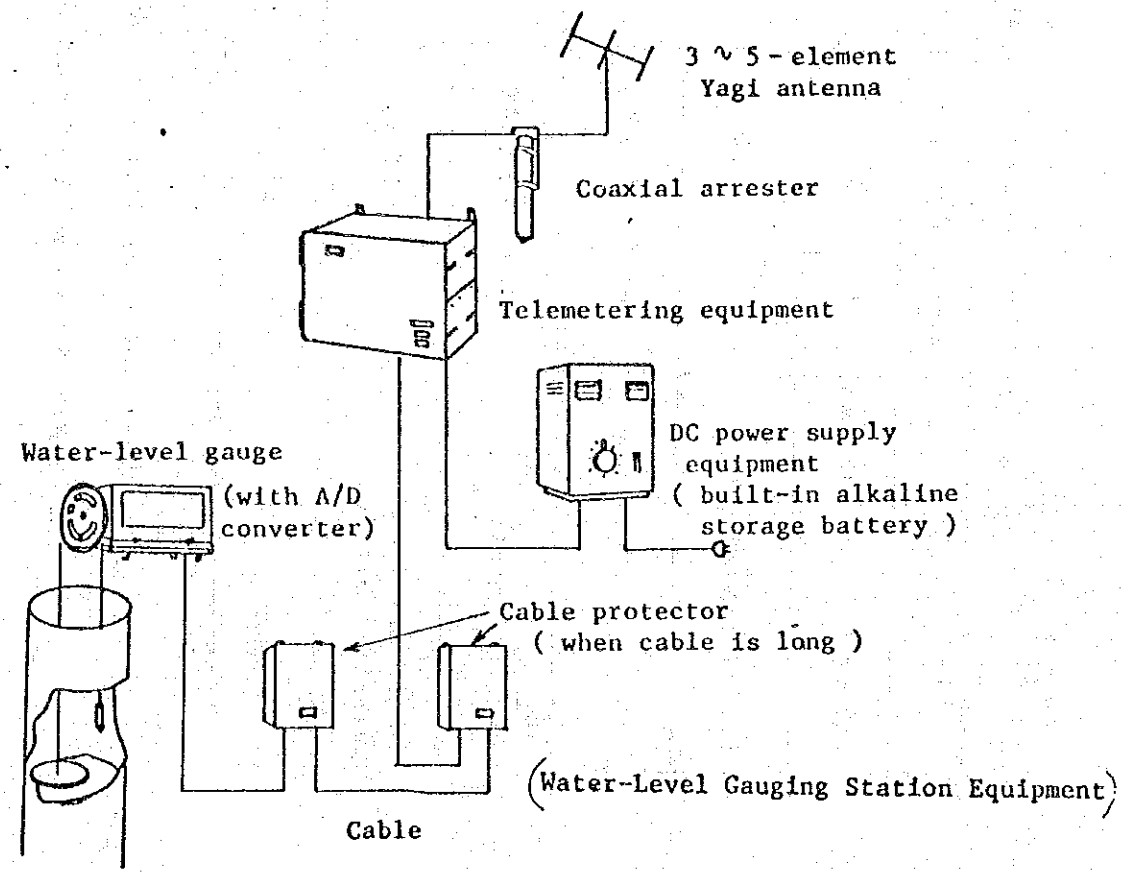


(Repeater Station Equipment)

Fig. 6-4 機器構成 − 2



(Rainfall Gauging Station Equipment)



(Water-Level Gauging Station Equipment)

Table 6 — 2

Approximate Construction Cost of Telemetering Facilities (Sadong River Basin)

us.$

Station	Number	Equipment	Housing	Antenna Pole	Total	Rewarks
Master Control Station	1	269,000	10,000	5,000	284,000	DID in Kuching
Repeater Station	1	76,000	15,000	4,000	95,000	
Water Level Station	4	132,000	28,000	16,000	176,000	
Rainfall Station	4	100,000	20,000	16,000	136,000	
Water Level and Rainfall Station	2	80,000	14,000	8,000	102,000	
Total		657,000	87,000	49,000	793,000	

註 1. Master Control Station は Kuching のＤＩＤに設置するものとした。

2. 中継局は独自に新設するものとしたが、保守用道路は含んでいない。

6－4 実 施 調 査

現在実施されている各雨量、水位観測所での観測と資料の整理、解析は引続き続けられることはもちろんのこと、今後本システムを完成させる為に、次のような調査解析が必要となってくるものと思われる。

- o 各水位観測所で観測される水位の関連を得る為に、河川縦断測量と、各観測地点及び警報地点の河川横断測量
- o 観測所の位置選定調査
- o データーを確実かつ精度良く得る為の測定器種及び測定方法の検討
- o データーの転送、収集、解析の方法の検討
- o 警法方法、範囲の検討
- o 洪水予警報システムの維持、管理の検討
- o 以上、本システム建設の為の費用検討

6－5 効　　果

Sadong 川流域で洪水予警報を行なうことにより、次のような効果が期待される。

- o 人命及び財産の被害を軽減できる。
- o 道路の不通を予め知らせることにより、交通上の混乱を少なくする。
- o 流域の開発ポランシャルが高まる。
- o 民生安定につながる。

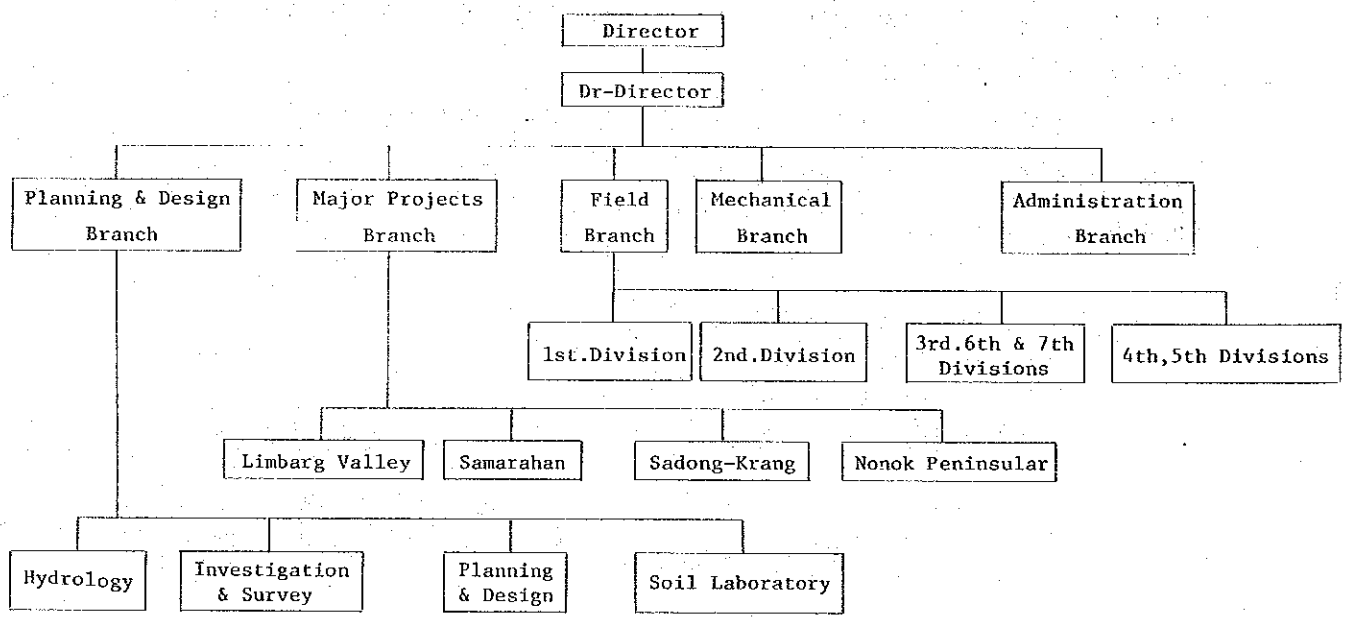
第 7 章　管　　理

7－1　組　　織

サラワク州のD.I.Dの現組織を図7－1に示す。Sadong 川は第1ブロックに属し、企画設計部の水理水文部門で、水理水文に関する資料の収集、解析を行なっており、洪水予報も担当している。（図7－2参照）

本洪水予警報システムは、この水理水文部門に属することになるものと思われるが、本システムを維持管理し、効果を十分上げる為には水理水文関係の職員増員が必要になるであろう。

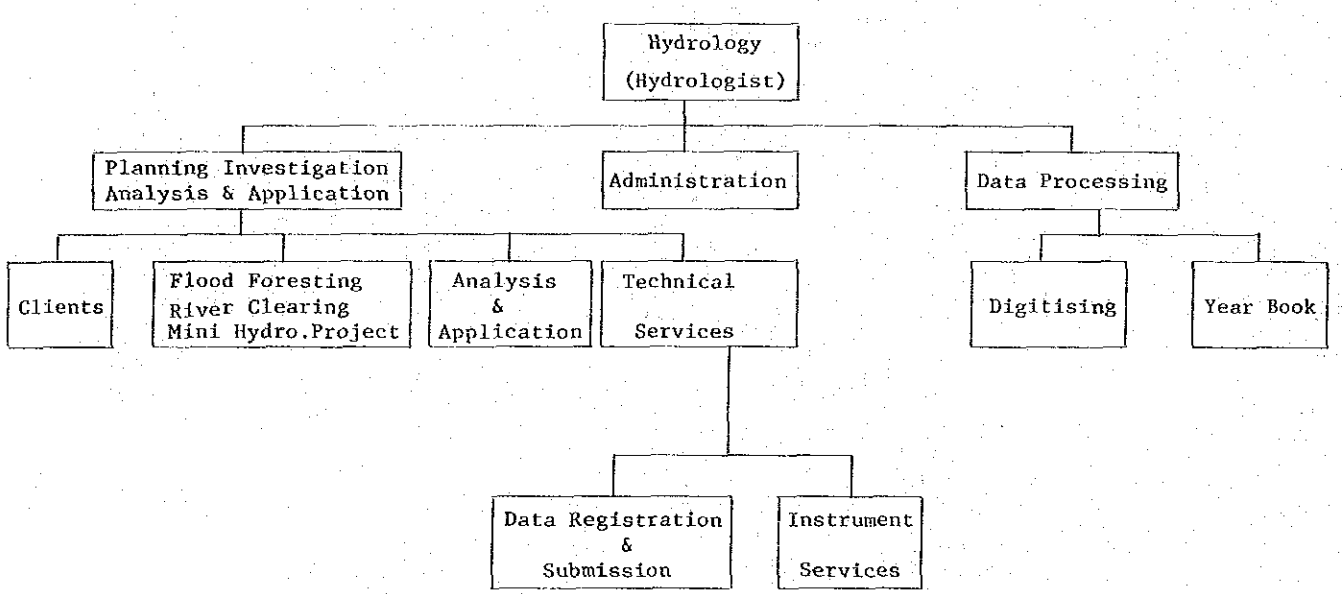
Fig. 7-1　Drainage & Irrigation Department Organization Chart



7－2　管　　理

本システムを十分活用する為には、日頃の十分な管理が当然必要となってくる。特に、洪水期には観測機器のトラブルが発生しやすくなるので、保守点検に力を入れなければならない。例えば、観測所見回りは、非洪水期には月に1～2回で良いが、洪水期には週1～2回の点検を行なうなどの洪水期に欠測が出ないような配慮が必要である。

Fig. 7-2　Hydrological Department Organization Chart



(As of Aug. 1978)

第 8 章　勧告と結論

サドン測流域は、州都クチンから近く、流域人口も多く、開発計画もいくつか見込まれており、今後増々発展するものと思われる。

このような地域で洪水予警報を行なうことは、人命、財産の保護、民生の安定、流域の開発の促進等々の面からその効果は大きい。そこで今後早急に具体的調査を行ないシステムの維持管理を十分考慮して、サドン川に適した洪水予警報を行なうことが望まれる。

第Ⅲ編　キナバタンガン川（サバ州）

第 9 章　流 域 の 現 況

9－1　流域の概要（自然的条件）

Kinabatangan 川流域はサバ州東海岸地域の中央部北緯 4°30′～ 5°45、東経 116°25′～ 118°40′に位置している。流域面積は約 17,000 Km² 幹線延長は 500 Km のサバ州最大の河である。流域の形状は東西 250 Km、南北 40～100 Km である。流域西部の山岳地帯から流れ出した Milian 川と、南部山岳地帯から流れ出した Kuamut 川が流域の中央 Kuamut で合流し、平坦で広大な沖積平野を蛇行しながら東に流れ、Balat Pintasin, Lamag, Bilit, Sukau などの町や村を通りすぎ、Sandakan の東南東 40 Km の地点で Sulu Sea に注ぐ上流部は TRUS MADI 山（2,600 m）をはじめ、高さ 500～2,000 m の山々から多くの川が流れ出し、Milian 川と Kuamut 川に合流する。中流部は森林におおわれた平坦な平野で、河川の蛇行は非常にはげしい。下流部は湿地が多く、河口部近くでは三角洲を形成し合流して海に注いでいる。

河床勾配は非常にゆるく中・下流域で 1.20,600～1.40,000 と推定される。したがって潮汐の影響を受けやすく河口から約 200 Km の Lamag においても河川の水位は海の潮汐によって影響を受ける。また洪水は河床勾配がゆるく蛇行がはげしいため、流速が遅く河沿いの平坦地に広く氾濫する。流域の地質は、砂岩、泥岩等の基岩の上を各種の堆積土がおおっており、海岸地帯の酸性土、湿地帯の泥岩土などは農業に適さないが、中流部の粘土質沖積土、腐植質森林土は将来の農業開発可能と思われる。

流域の植生はほゞ全域、熱帯森林で、最近、木材輸出のため森林の伐採が流域内の各地で行なわれている。

気候は、高温多湿の熱帯性気候であり、東北モンスーンによる雨期は、11月から3月までで、年雨量は 2,000／3,000 ミリに達する。

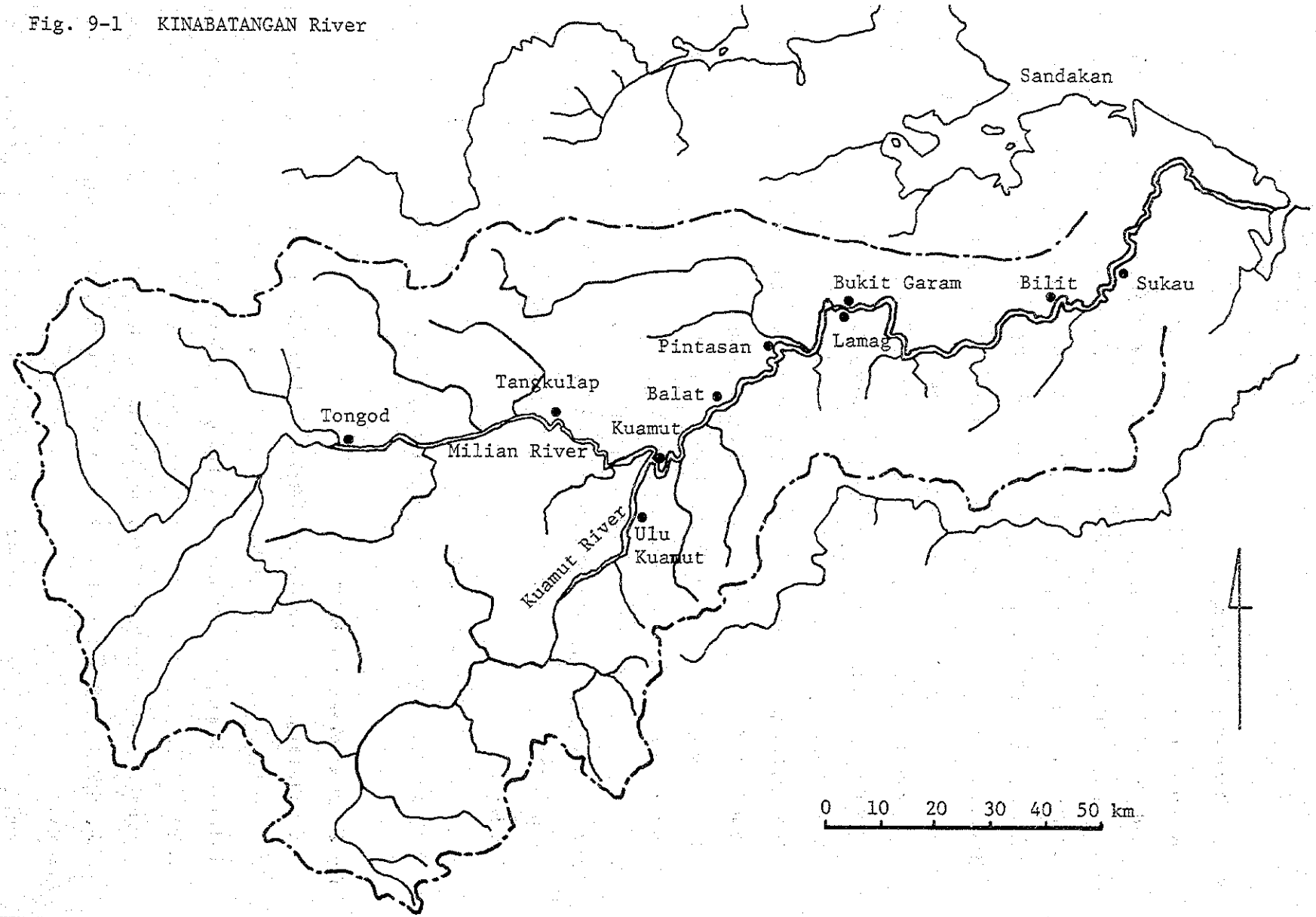
9－2　流域の概要（社会的条件）

Kinabatangan 河流域は Sabah 州東部の Sandakan Residency の南半分を占めている。Sandakan Residency は Sabah 州の面積の 1/3 強の広い面積を有しているが、Interior Residency, West Coast Residency, Tawau Residency にくらべ最も開発は遅れている。

Kinabatangan 川流域は、その Sandakan Residency で半分以上の面積を占めているが、全域自然の森林でおおわれており、木材資源の開発を除いて、未だ本格的開発はなされていない。

流域内の交通輸送に Kinabatangan 河を利用しており、陸上交通はわずかに Sandakan と中流域の町 Lamag を結ぶ未舗装道路があるのみである。

Fig. 9-1 KINABATANGAN River



Kinabatangan Districtの人口は、１９７０年センサスによると、１４,１７７人でSabah 州の総人口６５３,２６４人のわずか2.2％である。人種は、１４,１７７人の約８０％にあたる１１,２８３人がOrang Sungai を中心とするindigenous people である。人口の伸びは１９５１から１９７０の間にSabah 州全体の伸び率653,264／334,141＝1.96に対し、Kinabatangan 川流域を主要な居住地としているOrang Srgai は、17,687／13,697＝1.29と、人口の伸びは低い。

農業は、Rubber, Coconut, Oil Palm, Padi, Cocoa が主要なもので、そのほかMaize, Coffee, Fruit, Potatoes, Tapioka Sweet Potatoes, Ground nut, Soybean, Vegetables などが栽培されている。栽培面積からみるとKinabatangan 川流域では１９７６現在Oil palm 8532 acre, Dry padi 3280 acre, Coconut 2266 acre, Rubber 2068 acre, Wet padi 305 acre などである。これら主要作物はRubber を除いて１９７０－１９７６の間に1.4～2.6倍栽培面積が増えている。（Table ９－２）

森林からの木材の切出しがキナバタンガン流域の最大の産業でSabah 全体でM$ 1,212,950,000（fob 1976）に達する輸出のうち、相当部分はキナバタンガン流域からのものである。

Forest reserve の指定は行われているが、今後森林の伐採が増すにつれて流出変化が予想される。

Sabah Electricicy Boardによる電力供給を受けている町は流域内になく、Bukit Garam など自家発電施設を持っている町を除いてはランプによって燈火を得ている。

生活用水は、雨水、河川水を利用しており、公共水道施設はない。

ＧＤＰは、Sabah 州でTotal M$ 1,529million, １人当りM$ 2,340であるが、Kinabatangan 河流域では、１人当りＧＤＰはSabah 州の平均よりかなり小さいと推定される。（Table ９－４）

９－３ 河川の状況

Kinabatangan 川は、Sabah 州東部海岸に河口をもつ流域面積約１７,０００Km² のSabah 州最大の川である。Fig ９－１に示すように二大支流Milian 川とKUAMUT 川がＫＵＡＭＵＴ（流域面積9,２７０Km²）で合流し、ＫＩＮＡＢＡＴＡＮＧＡＮとなり、中下流域の平坦な森林地帯を蛇行しながら東へ流れ、海岸近くでいくつかの派川に分れSulu Seaへ注ぐ。

Milian 川上流域およびKuamut川流域は、５００～2,０００ｍの高さの山岳地帯であるが、それ以外の流域は一面平坦な沖積平野で森林におおわれている。町や村は川沿いに位置しており、１ケ所２０～1,０００家族が生活している。これら川沿いの町村の住民は、生活物資、食料品、農業資機材、油等の運搬輸送をキナバタンガン川を利用する小舟に頼ってい

Table 9-1 Population & Crop Statistic in the Kinabatangan River Basin (1976)

Population			-14,177
Crops	- Wet Padi	305 acres	
	- Dry Padi	3280 "	
	- Rubber	2068 "	
	- Coconut	2266 "	
	- Oil Palm	8532 "	
	- Maize	500 "	
	- Coffee	30 "	
	- Fruits	61 "	
	- Other crops	1500 "	
	Total:		18,542 acres

Table 9-2 Estimated Area of Main Crops

(Acres)

	Sabah State			Sandakan District			Kinabatangan Area
	1970	1976	1976/1970	1970	1976	1976/1970	1976
Rubber	262,097	267,202	1.02	19,498	22,749	1.17	2,068
Coconut	136,139	133,072	0.98	12,489	17,846	1.43	2,266
Wet Padi	76,689	77,306	1.01	370	955	2.58	305
Dry Padi	27,041	44,221	1.64	4,050	8,150	2.11	3,280
Oil Palm	94,968	171,598	1.81	45,146	70,465	1.56	8,532
Cocoa	9,932	29,036	2.92	730	1,113	1.52	-

Table 9-3 Classification of the Forest Reserves

(in Acres)

	Total	Protection Forest	Commercial Forest	Domestic Forest	Amenity Forest	Mangrove Forest
Sabah	7,062,612	1,062,547	5,719,968	34,265	50,389	186,326
Sandakan(South)	1,040,391	12,305	937,939	(392)	10,674	79,081

(1 acre = 0.004046 km^2)

Table 9-4 Sabah - Gross Domestic Product By Industrial Origin At Factor Costs in Current Prices

(M$ Million)

	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
TOTAL G.D.P. @ FACTOR COST	602	645	713	743	787	879	1,250	1,494	1,529
1. Agriculture, Livestock, Forestry and Fishery.....	332	351	397	406	417	445	742	894	750
(a) Agriculture and Livestock	93	108	122	122	125	139	191	258	289
(b) Forestry and Logging..	210	218	252	259	265	272	513	595	411
(c) Fishery	29	25	23	25	27	34	38	41	50
2. Mining and Quarrying.....	1	1	1	2	3	4	4	8	114
3. Manufacturing	13	13	15	16	21	28	35	39	43
4. Construction	20	25	27	30	33	41	47	90	85
5. Electricity and Water	6	7	9	10	10	11	13	14	16
6. Transport and Communication	26	29	31	37	42	48	53	64	82
7. Wholesale and Retail Trade	67	71	75	79	84	90	109	114	123
8. Banking and Insurance	7	8	9	9	9	10	11	16	19
9. Ownership of Dwellings ...	41	44	46	47	49	52	55	59	71
10. Public Administration and Defence	35	37	39	40	47	60	67	77	82
11. Services	54	59	64	67	72	90	114	119	144

(Annual Bulletin of Statistics 1976)

る。川岸から住家までは人力運搬にたよっており、また生活用水を川にたよっているということもあり、人々は洪水の危険にもかかわらず、川岸の高床式建物に住まざるをえない状態にある。

下流域は、沼沢地が多く、特に河口近くは、mangroveの茂る低湿地である。中流から河口にかけての河床縦断勾配は非常にゆるく1：40,000ていどかもっとゆるいものと思われる。したがって河川の蛇行はいちじるしく、小さな洪水でも川沿いに氾濫しやすい。ただ河床勾配がゆるいため洪水時の流速は比較的小さい。中下流部の河床勾配がゆるいため潮汐の影響は大きく、河口から２００Km以上あるLamag，Pintasan にまでtidal effectは及ぶ。

河川改修は全然なされておらず、全くの自然河川である。自然環境に関しては、木材切出しのための森林伐採が中下流域でかなり大規模に行われているが、今のところ河川そのものへの汚染などの影響はみうけられない。ただし、今後、森林伐採が流出機構に変化を引き起す可能性がある。

流域の森林はすべて自然林で、ワニ、野生ブタ（wildpig)、さる、オランウータン（Orang Utan)、さい鳥（Horn bill）などの野生動物が住んでいる。

河川の侵食・堆積作用はかなり活発で、川岸が侵食されて川岸の木が倒れ、流されていくのがしばしば見受けられる。

川巾は、Kinabatangan 川中流Bukit Garam で約200m、Milian 川は下流で 100m ３０Kmほど上流で７０～８０m、Kuamut 川は下流で１００mていどであるが、上流にいくにつれせまくなるが 所々、浅瀬や中ノ島があって２００mをこえる部分がある。河川の利用は、舟運、生活用水、漁業などのほか、木材の運搬が大きなものである。森林から切り出された直径２－５feet、長さ３０feet の丸太が数１００本一緒にKinabatangan 川を舟にひかれて運搬されていくのが良く見受けられる。

９－４ 洪 水 被 害

東北モンスーンの来る１１月から３月が雨期で、この間、ほとんど毎年川添いに氾濫する小洪水が生じる。数年に１回ていど、Serious Floods が生じ、家屋の流失、農作物、家畜の損失など、流域の住民の生活に大きな被害を与えている。流域の町や村はすべて川添いに位置しており、洪水の被害を受けやすいが、とりわけKuamut，Balat，Pintasan，Lamag およびLamag 下流の町村がしばしば洪水被害を受けている。洪水被害の実態は十分に調査されておらず、はっきりはわからないが、最近１０ケ年では１９７１年と１９７７年の洪水が大きく、流域住民にとって大きな被害を与えたといわれている。ＤＩＤ Sabah Officeによると最近約１０ケ年のキナバタンガン河の洪水被害はTable－９－５のとおりである。

Fig. 9-2 Basin Model of the Kinabatangan River

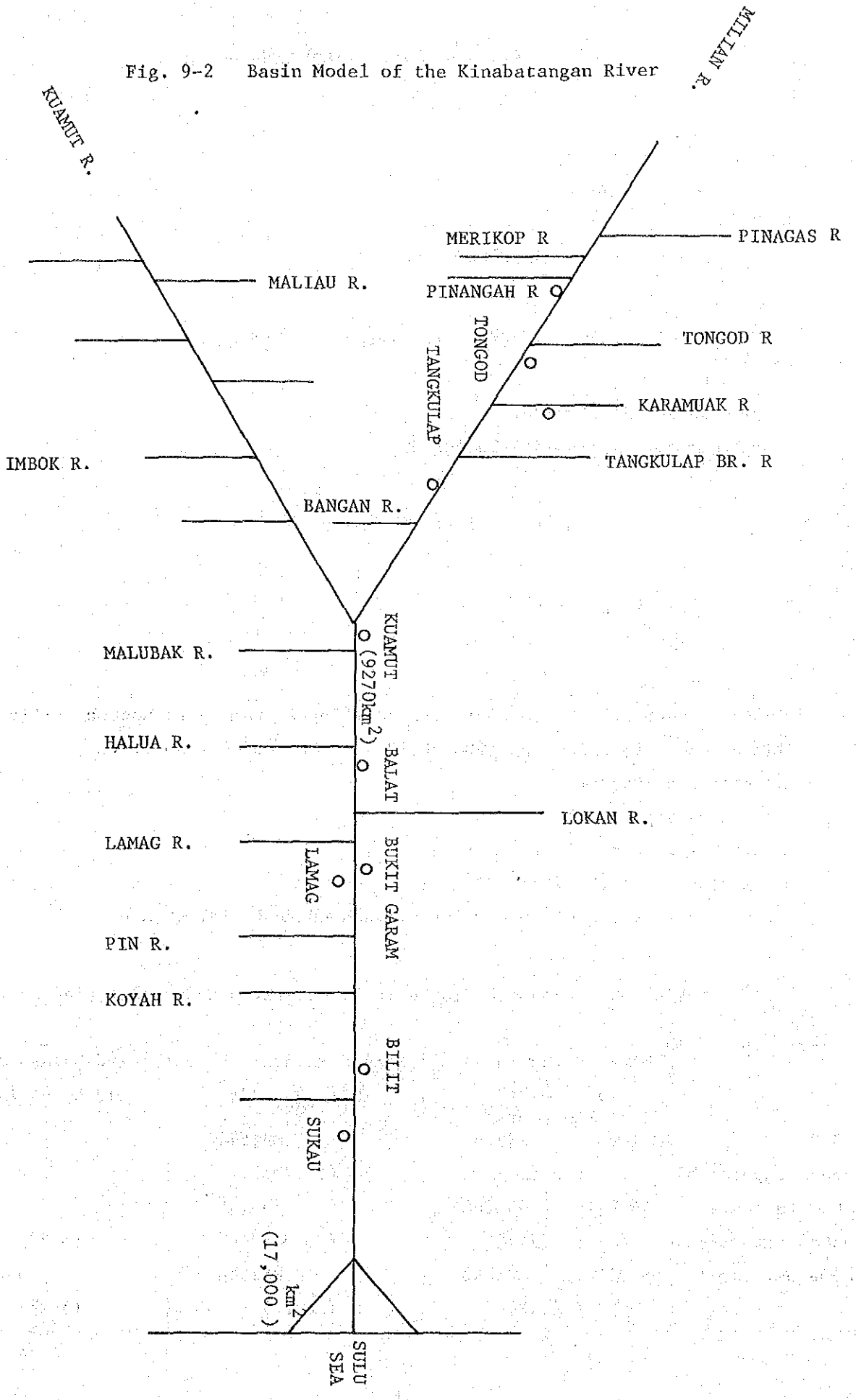


Table 9-5 Flood Damage - Kinabatangan

1967

193 houses washed away
700 houses damaged
8000 people affected
Total damages estimated $200,000.00

1968

Kinabatangan flooded - extent of damages not known

1971

Kuamut under 15' of water
Flood damages estimated $100,000.00

1974

Lamag under 3' of water - extent of damages not known

1976

Sungai Kinabatangan flooded
13 lives lost

1977

Sungai Kinabatangan flooded riverine villages, namely Batuputeh, Bilit Sukan and Abai, affecting 100, 50, 30 and 20 houses respectively
60 families evacuated
30 houses washed away
Bukit Garam under 8' of water
Kuamut under 4' of water
Overall actual flood damage must be assumed to be far greater

Table 9-6 Economic Growth in Sabah, through Economic Plan

	First Malaysia Plan		Second Malaysia Plan		Third Malaysia Plan	
	1965	1970	1971	1975	1976	1980
GNP	million M$ 494	million M$876		M$1524		
(Annual expansion)	(10.5%)		(11.7%)			
Population	544,944	653,604		768,331		
(Annual expansion)	(3.7%)		(3.3%)		(3.2%)	
Income per Capita	M$ 891	M$1340		MS1984		M$2563
	(8.5%)		(8.2%)		(5.2%)	

Table 9-7 State Development Expenditure (Actual)

(M$'000)

Nature of Expenditure	1970	1971	1972	1973	1974	1975
TOTAL	94,032	96,592	117,658	93,084	124,263	160,517
Investment	-	-	-	900	2,800	10,000
Power	-	-	-	264	951	600
Housing	3,950	3,044	2,724	2,000	4,500	-
Commerce and Industry	3,350	900	17,393	7,389	2,681	4,914
Medical and Health	3,453	2,873	1,829	-	-	-
Social Welfare	-	-	116	294	706	635
Surveys	77	103	193	162	38	47
Forest Inventory and raining	885	863	475	270	213	3
Agriculture Research and Training	1,111	3,287	3,729	3,307	4,068	4,551
Drainage and Irrigation ...	2,857	2,775	2,829	2,555	2,958	4,376
Road and Bridge	15,336	24,063	30,035	34,235	40,374	53,868
Water Supplies	2,233	5,313	4,391	3,844	5,403	7,132
Goverment Buildings (Other than Housing)	-	-	-	-	-	-
Public Works Plants and Working	750	672	1,237	359	1,667	1,715
Government Housing	210	96	71	36	-	119
Sabah Railways	2,199	3,658	874	656	1,951	2,509
Marine	703	2,419	1,091	1,135	9,495	3,260
Community Services	841	950	774	856	3,750	6,035
Local Authorities	3,299	3,390	-	-	-	-
Agriculture Extension and Credit	8,443	2,818	2,276	2,232	2,744	2,353
Land Development	14,868	18,550	-	-	-	-
Lands	204	1,276	1,030	939	905	1,303
State Buildings	2,981	6,108	-	3,440	2,649	3,553
Forests	125	590	1,126	1,653	1,099	1,773
Veterinary	825	1,417	-	647	713	1,117
Fisheries	712	297	467	344	310	228
Miscellaneous	18,509	1,790	2,036	551	1,589	3,431
State Water Supplies	3,015	-	-	-	-	-
Crop Research	1,719	-	-	-	-	-
Civil Aviation	1,377	533	16	2	-	-
Contingencies Reserve	-	-	-	-	40	40CR

Ports	-	179	360	1,676	-	-
Rubber Fund Board	-	1,100	3,860	1,200	2,900	2,550
Sabah Padi Board	-	7,133	8,063	4,235	4,594	8,511
Television Sabah	-	395	147	-	-	-
Local Government and Fire Fighting Services.....	-	-	4,558	2,202	1,639	3,048
Culture, Youth and Sports	-	-	370	329	302	539
Veterinary Services	-	-	779	172	249	415
Sabah Land Development Board	-	-	21,800	15,200	22,975	31,972
State Buildings	-	-	3,009	-	-	-

Source: Accountant-General.
Annual Bulletin of Statistics
Sabah 1976

9－5 開 発 計 画

マレーシア政府は Economic Plan として First Malayrir Plan(1965－1970)、Second Malayria Plan(1971－1975) に続き、現在Third Malayria Plan(1976－1980) を実施中である。Sabah 州におけるThird Malaysia Plan の目標は木材にのみ依存する経済から脱出し、Palm Oil, Cocoa, Coconut などの主要作物を増加させることと、人種間、社会構造上の所得較差の解消である。所得はFirrt Malaysia Plan と Second Malayria Plan によってGNP(Table 9－6)は、1965年M$494から1975年M$1524と増加したものの民族間の所得較差が大きく、特に大多数の Indigenous Population は未だに低所得職業に就業している。したがって Third Malaysia Planでは、経済を成長、拡大させるとともに社会構造の再編成と所得較差の解消を行うことをしている。キナバタンガン河流域は人口の90%以上が Indigeneous Population で、低所得職業に従事しており、かつ流域の産業は木材のほかにみるべきものがなく、将来の開発が期待されている地域である。

過去におけるSabah 州の開発投資(Development Expenditure)は、1970年M$94 million から1975年M$160million と伸びており、1975年の内訳をみると、Road部門へ M$54 million, Land development 部門へM$32million Padi 部門へM$8.5million など、全投資の半分以上が infrastructure の整備に向けられている。(表9－7参照)

Sabah 州の crop development programme は表9－8の通りで、Oil Palm Cocon Coconut, Rubber に主力がおかれている。

TABLE 9 — 8

SABAH CROP DEVELOPMENT PROGRAMME, 1976—1980(Acres)

	Settlement Schemes	Development Cooperatives	Estates	Others	Total
Oil Palm	42,133	6,000	25,000	1,867	75,000
Cocoa	9,519	500	8,920	6,061	25,000
Coconut	7,068	1,500	200	4,000	12,768
Rubber (high yielding)	168	2,000	3,500	21,500	27,168
Padi:					
First Crop	220	—	—	8,150	8,370
Second Crop	—	—	—	10,250	10,250
Fruit Trees	481	—	—	9,519	10,000
Coffee	590	—	—	200	790
Pasture	—	—	—	10,000	10,000
Other Crops	386	—	—	22,114	22,500
Fish Ponds	—	—	—	1,500	1,500
TOTAL	60,565	10,000	37,620	95,161	203,346

(THIRD MALAYSIA PLAN)

また、この開発の実施は表9—9のとおり、Pablic Sector 126,465 acres、Pri ate Sector 76,881 acres と Public, Sector の役割が大きい。

TABLE 9 — 9

SABAH LAND DEVELOPMENT PROGRAMME(THIRD MALAYSIA PLAN)

PUBLIC SECTOR	ACREAGE	PRIVATESECTOR	ACREAGE
Sabah Land Development Board	51,565	Estates	34,120
Rubber Fund Board	35,000	Land Cooperatives	10,000
Sabah Padi Board and Drainage & Irrigation Department	18,400	Land Development Companies on Joint—venture basis	20,000
Department of Agrculture	10,000	Smallholders	12,761
Department of Veterinary & Animal Husbandry	10,000		
Department of Fisheries	1,500		
TOTAL	126,465	TOTAL	76,881

キナバタンガン川流域の農業開発としては、中流ＫＵＡＭＵＴ地域に１９７０年からＣＯＣＯＮＵＴ，ＣＯＣＯＡを中心に計画面積2,０００ aces のMinor Settlement Schene 実施中で、現在約５００ acres が完成している。また Bukit Garam で１９７２－１９７６に７５０ha の Padi Field が開発されたが、洪水によって数回被害を受け現在放棄されている。このほか、Private Sector で Bukit Garam の近くに１１,０００ acres のOil Palmの開発計画があるといわれている。

流域総合開発に関しては、キナバタンガン川中流 Balat 近くに高さ４０ｍていどのダムを建設し、洪水調節を行なうとともに、かんがい、発電に用いて流域、中下流部の総合開発を行なうという River Basin Study の Preliminary Study がすでに行われており、近いうちに本格的調査が開始される予定である。

第１０章　気象水文及びその観測

１０－１　気　　象

キナバタンガン河流域は北緯4° 30′ ～ 5° 45′の間にあり熱帯性気候である。１０～１２月に始まり２～３月までつづく北東モンスーンは流域にかなりの降雨をもたらす。一方４～５月にはじまり９～１０月までつづく南西モンスーンの季節は比較的降雨が少ない。Fig10－１にSandakan の monthly rainfall を示すが、１～２月に大きな降雨が生じている。

Meteorological Station は Sandakan(Malaysia Meteorological Service)とKuamut(ＤＩＤ)に設置されている。

キナバタンガン川流域中央にあるＫＵＡＭＵＴの１９６９－１９７５ の記録によると（ＡＮＮＥＸ１２）annual rainfall １７２７～３３８７㎜と年によりかなり変動があるが平均2,６１０ｍ、温度はMean Daily Minimum 21～23℃ Mean Daily Maximum ３０～３２℃、Mean ２５℃、温度はMean Daily Minimum 3.0～４２％ Mean Daily Maximum ９０～９６％ Mean ８０～８３％、Sunshine は５～６ hours, Evaporation は 1,３００～1,６５０㎜である。

流域からわずかに離れた海岸のSandakan の１９６８～１９７７の記録によると、温度はMean Daily Minimum ２2.９℃，Mean Daily Maximum ３1.２℃Mean2６.８℃，温湿度はMean Daily Minimum ６3.６％、Mean Daily Maximum ９7.３％、Mean ８3.４％ annual rainfall(１９５１～１９７７)３６６㎜とKUAMUT とほぼ似たような気候である。

１０－２　降　　雨

雨量観測所は流域内ではKuamut, Ulu Kuamut, Trugad, Tangkulap, Lamag(1977年Bukit Garamへ移設）と、流域周辺では、Telupid と Sook にDrainage and Irrigation Department の観測所があり、Sandakan にはMalaysia Meteroological Service の気象観測所がある。その配置、設立年等はFig１０－２ Table１０－３のとおり

各地の年雨量は、１９６９～１９７５平均で Sandakan 2,９４９㎜ Kuamut 2,610 ㎜，Lamag 3,445㎜，Tangkulap 250/㎜，Ulu Kuamut 2,９３９㎜と場所によりかなり差異があるが流域平均雨量は3,０００㎜前後と推定される。

Mean Monthly Rainfall の分布はFig１０－３のとおりで Sandakan をのぞいて乾雨期の別はあまりはっきりしない。

月最大雨量は、サンダカンの過去３０年間の記録によると、東北モンスーンシーズンの12月に８２８㎜、１月に1,０７４㎜、２月に1,０７９㎜、日最大雨量はサンダカンの過去９年間の記録によると、１９７３年１２月２７日の４６４.５㎜である。

雨量記録は、１９６８年まで整理印刷されている。最近１００年分は編集公刊されてない。

Fig. 10-1 MONTHLY RAINFALL AT SANDAKAN

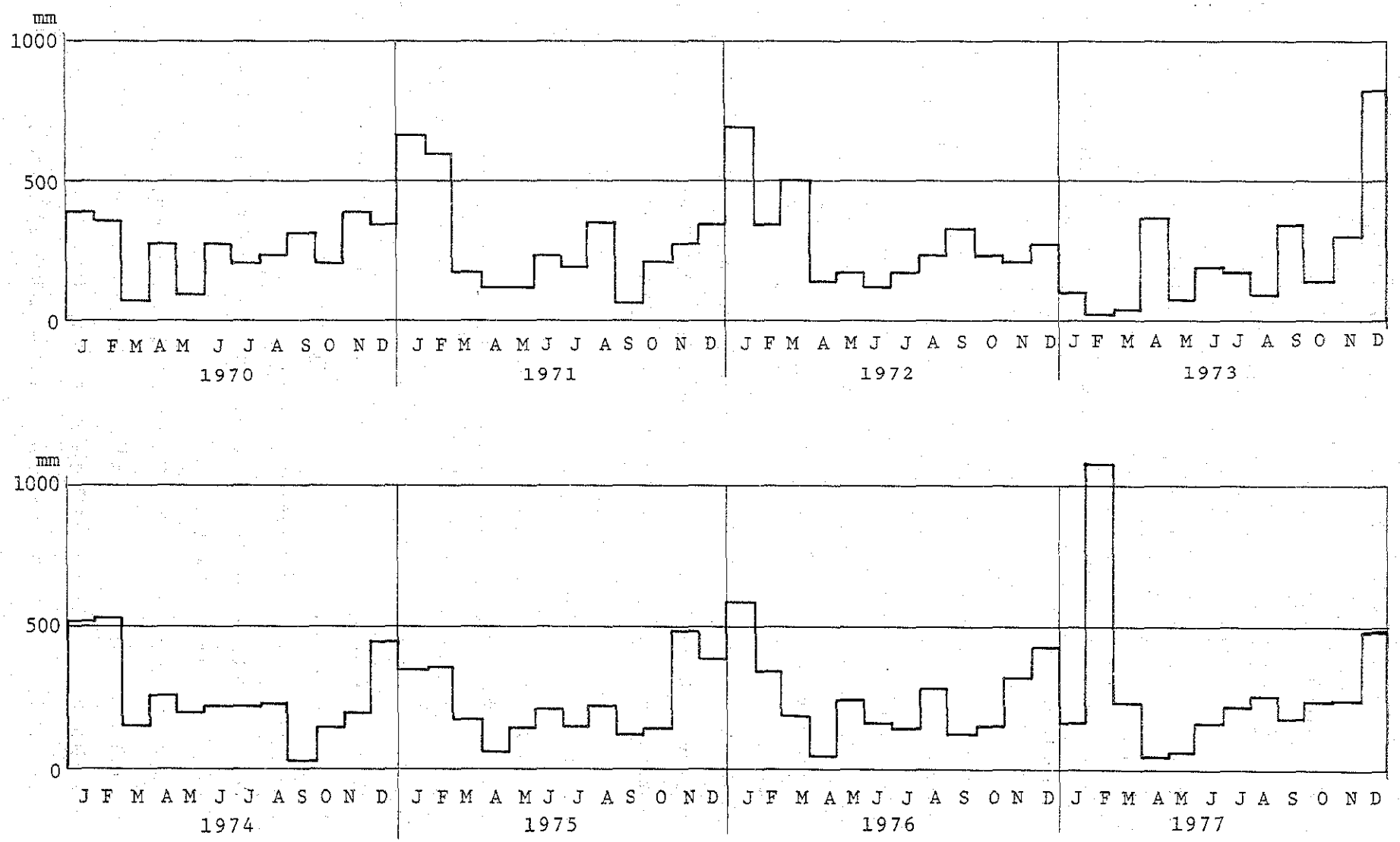


Table 10-1 Records of Mean, Highest and Lowest Monthly and Annual Rainfall and Raindays

Station: Sandakan
Lat: 5°54'N
Long: 118°04'E
Ht. Above M.S.L: 12m

	Period	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Annual
Rainfall (mm)														
Mean	1951-1977	453.5	286.8	195.3	113.9	141.4	186.7	179.9	231.7	231.7	243.7	337.5	464.7	3066.8
Highest	1947-1977	1094.0	1079.3	556.4	374.3	366.0	366.0	436.3	381.0	446.5	430.2	660.3	827.9	3793.9
Year of Highest		1963	1977	1954	1973	1961	1952	1972	1968	1957	1961	1967	1973	1956
Lowest	"	105.7	26.7	43.9	0.3	14.7	58.7	55.6	93.7	32.3	59.7	148.8	185.9	2193.7
Year of Lowest		1949	1973	1973	1969	1957	1968	1956	1973	1974	1969	1953	1963	1969
Number of Raindays														
Mean	1951-1977	21	16	13	10	12	14	14	17	16	18	20	23	196
Highest	1947-1977	31	24	21	19	22	21	21	22	24	25	27	27	221
Year of Highest		1963	1977	1965	1950, 1970	1966	1966	1972	1975	1957	1977	1970	Sev.	1956
Lowest	"	11	3	4	1	5	8	7	9	8	12	13	15	162
Year of Lowest		1973	1973	1973	1969	1977	1948, 1972	1958	1953	1971	1969	1964	1947	1973

Table 10-2 PERKHIDMATAN KAJICUACA MALAYSIA

Records of Temperature and Relative Humidity

Station: SANDAKAN
Lat: 5°54'N
Long: 118°04'E
Ht. above M.S.L.: 11.9 m

Period	No. of Years		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
Temperature (°C)															
1968-1977	10	24 Hr. Mean	26.0	26.2	26.9	27.4	27.5	27.2	27.1	26.9	26.9	26.9	26.6	26.3	26.8
		Mean Daily Max.	29.3	29.5	30.3	31.5	32.3	32.2	32.3	32.2	32.0	31.6	30.8	30.0	31.2
		Mean Daily Min.	22.7	22.6	23.1	23.7	23.2	23.0	22.7	22.6	22.8	22.9	22.9	22.9	22.9
		Highest Max.	32.1	32.6	32.6	34.0	36.2	35.1	35.6	34.8	34.7	34.9	33.7	33.0	36.2
		Year of Highest Max.	1972	1973	1970	1969	1969	1973	1972	1973	1974	1971	1974	1976	1969
		Lowest Min.	19.4	19.4	20.2	21.6	21.4	20.9	20.2	20.4	21.2	21.1	20.5	20.7	19.4
		Year of Lowest Min.	1968	1968	1968	1971, 1975	1971	1968	1973	1971	Sev.	1973	1968	1975	1968
Relative Humidity (%)															
1968-1977	10	24 Hr. Mean	84.7	83.3	81.6	81.5	82.8	82.9	82.3	82.7	83.7	83.8	85.2	86.2	83.4
		Mean Daily Max.	97.2	96.8	96.3	97.0	97.3	97.3	97.3	97.3	97.6	97.4	97.8	97.7	97.3
		Mean Daily Min.	69.7	68.6	65.2	62.1	60.3	60.5	59.0	59.7	61.3	62.1	65.7	69.5	63.6
		Lowest Min.	52	50	41	46	43	40	38	45	46	43	49	51	38
		Year of Lowest Min.	1975	1971	1973	1969, 1974	1969	1977	1968	1968	1970	1971	1968, 1974	1976	1968

１９７１年２月、１９７１年３～４月、１９７４年２月、１９７５年２～３月、１９７５年10～１１月の洪水時の各地の時間雨量、日雨量を拾い出してみたのがＡＮＮＥＸ－１０、Daily summary of hourly rainfoll at different timesでありTable １０－４は各地の日雨量とpeakwater levelを整理したものである。欠測の多いことと隣接観測時間の雨量相関がないことが特徴である。

ＡＮＮＥＸ－１１にIsohyetal Mapを示す。

Fig. 10-2 KINABATANGAN RIVER BASIN HYDROLOGICAL OBSERVATION STATIONS

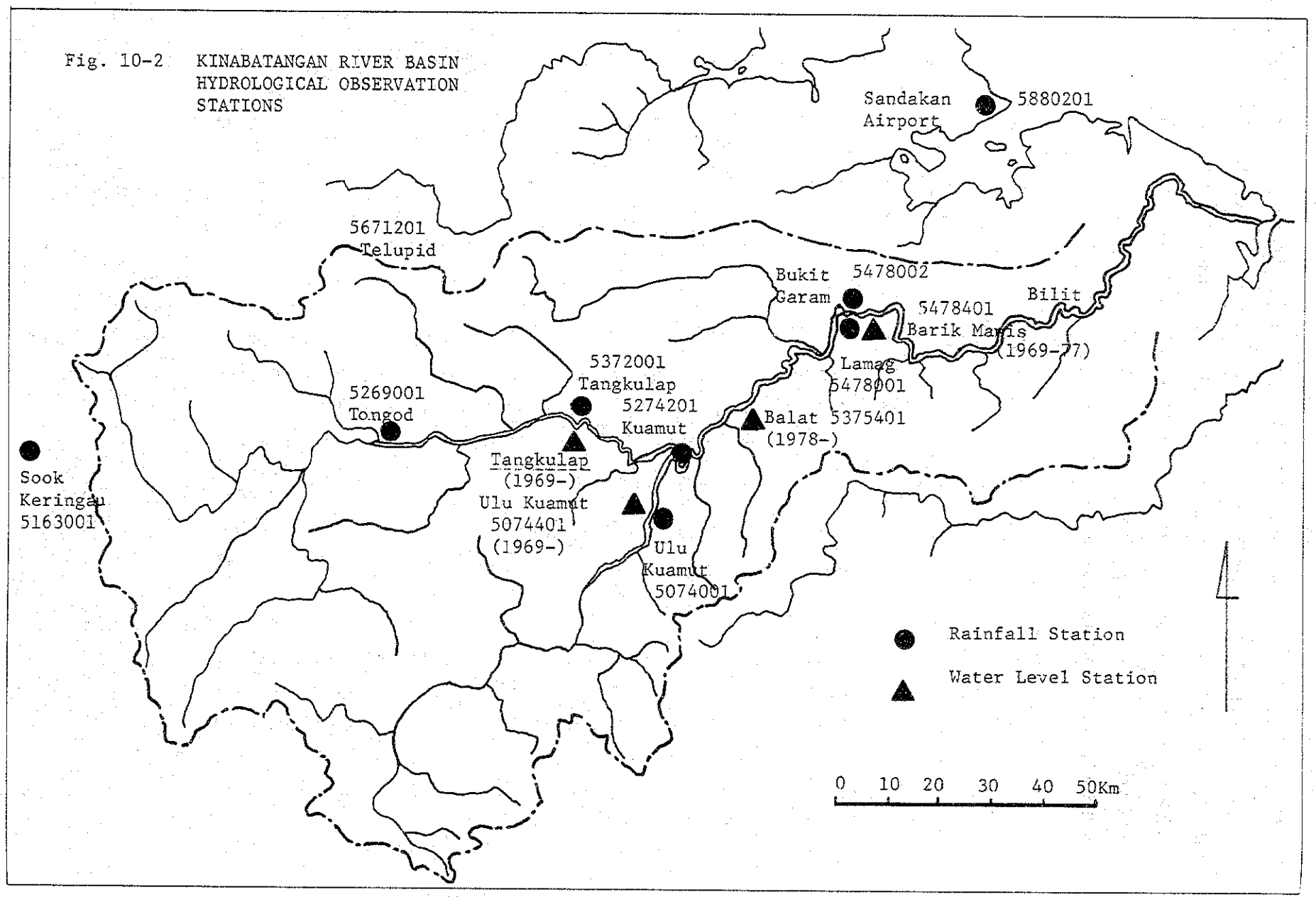


Table 10-3 Rainfall Stations and Records

Station	Station Number	Location		Approximate Elevation	Period of Record	Basin	Remarks
		N	E				
KUAMUT	5274201				1969-to date	Kinabatangan	Principal Station
LAMAG	5478001	5°28'	117°48'	20	1968-1974	Kinabatangan	Principal Station
TANGKULAP	5272001	5°18'	117°17'	100	1953-to date	Kinabatangan	Secondary Station
ULU KUAMUT	5174001				1969-to date	Kinabatangan	Secondary Station
SANDAKAN AIRPORT	5880201	5°53'50"	118°03'30"	39	1967-to date	Kinabatangan	Principal Station
SOOK KERINGAU	5163001 (5163002)	5 08'40"	116°18'10"	800	1965-to date	Padas river	Principal Station
PANIMBANAN	5873201	5°51'50"	117°23'20"	15	1963-to date	Labuk river	Principal Station
BILIT		5°29'	118°12'	10	1953-1959	Kinabatangan	
TELUDID	5671201	5°38'30"	117°27'30"	200	1964-1974	Labuk river	
BUKIT GARAM	5478002				1974-to date	Kinabatangan	
TONGOD	5269001				1977-to date	Kinabatangan	

Fig. 10-3 Mean Monthly Rainfall

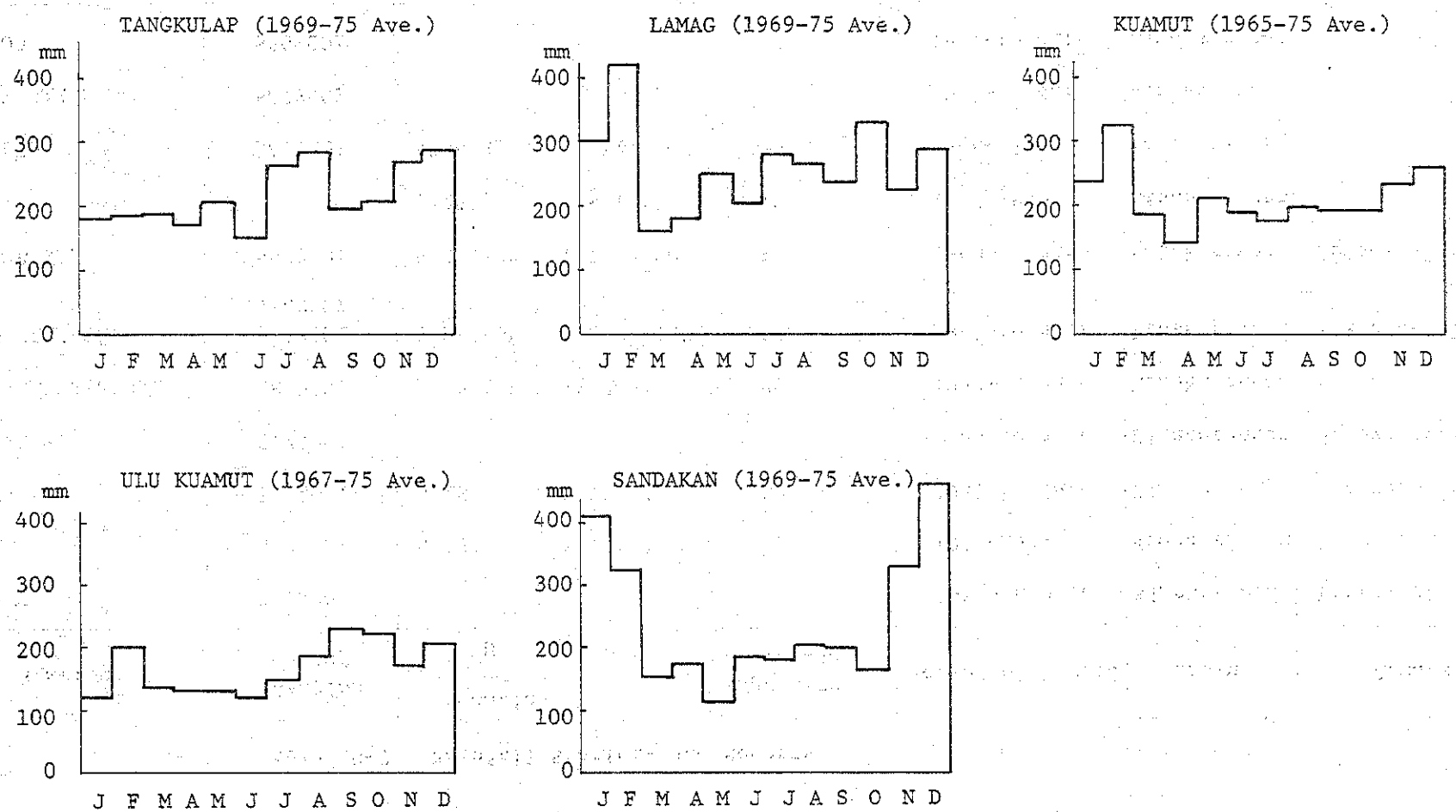


Table 10-4 Peak Water Level - Daily Rainfall

(Rain. mm., Water level: feet)

	Station	1971 February 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1972 March 30	31
Rain	Ulu Kuamut	2	2	0	2	7	18	22	8	10	4	1	-	-
	Lamag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tangkulap	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	-
	Kuamut	-	2	8	0	99	125	-	-	-	-	-	0	13
Peak W.Level	Ulu Kuamut							45'	42'					12.9'
	Tangkulap		31.5'									62.5'		20'
	Barik Manis				43.6'	42.3'			41.8'		51.8'			-

	Station	1972 April 1	2	3	4	5	6	7	1974 February 12	13	14	15
Rain	Ulu Kuamut	-	-	-	-	-	-	-	6	39	8	12
	Lamag	-	-	-	-	-	-	-	563	167	24	11
	Tangkulap	-	-	-	-	-	-	-	47	83	3	9
	Kuamut	2	0	0	0	0	0	0	105	63	8	3
Peak W.Level	Ulu Kuamut				8.6'					8.08'		
	Tangkulap	28.2'								30'		
	Barik Manis	-								-		

	Station	1975 February 20	21	22	23	24	25	26	27	28	March 1	2	3
Rain	Ulu Kuamut	25	16	6	25	111	12	28	17	10	94	13	
	Lamag	257	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Tangkulap	128	11	13	3	32	2	0	36	7	78	73	
	Kuamut	39	8	3	35	37	6	13	1	48	81	25	
Peak W.Level	Ulu Kuamut					25.6'							
	Tangkulap							35.5'					33.1'
	Barik Manis												

	Station	1975 October 28	29	30	31	November 1	2	3	4	5	6	7
Rain	Ulu Kuamut	68	6	24	32	8	0	1	0	46		
	Lamag	30	35	0	57	0	1	0	0			
	Tangkulap	0	0	0	0	0	0	0	11			
	Kuamut	-	-	-	15	2	0	4	0			
Peak W.Level	Ulu Kurmut									18.5'		
	Tangkulap										19.5'	
	Barik Manis											

10－3 水位・流量

流域内にはＤＩＤの水位流量観測所が中流Barik Manis（１９７８年に潮汐の影響をさけるため約４０Km上流Balatへ移設）、支川Kuamut 川Ulu Kuamut，支川Milian 川Tangkulap の３ヶ所に設置されている。水位観測は Pressure type の Stevens Recorder（ＵＳＡ）を用いて行なっている。Pressure tyge の gauge は設置が容易であるが、Float type の gauge にくらべ精度、耐久性などが劣るので、できればFloat type の gauging Station を建設することが望ましい。流量観測は主としてCurrent meter で定期的に行われており、Rating curve が作成されている。（ＡＮＮＥＸ１３）なお、Bukit Garam と Lokan Bridge では最近洪水時のみ水位観測を開始した。

流域内の水位観測所の零点高は測量されておらず、観測所相互間の位置関係は不明である。最近１０ヶ年間の水位流量記録はまた整理されていない。

Table １０－５ Water Level Stations

Station	Location	Number	Period	remarks
Barik Manis	Kinabatangan River	5478401	1969－1977	Principal Station
Balat	KinabatanganRiver	5375401	1978－to dato	〃
Tangkulap	Milian River	5373401	1969 －to dato	〃
Ulu Kuamut	Kuamut River	5074401	1969－to dato	〃
Bukit Garam川	Kinabatangan River	5478401	1977 －to dato	Staff gauge reading for flood only
Lokan Bridge	Lokan River	5575401	1978－to dato	〃

Barik Manis，Tangkulap，Ulu Kuamut の水位観測所で、水位がGauge 目盛で15 feet を越える出水は Fig １１－１のとおりで小洪水は必らずしも１１月～２月の東北モンスーンによる雨期には限らず、年間を通じて生じているが、大きな洪水は１～２月に生じている。

表１０－４に１９７１年２月洪水、１９７５年２月洪水等の雨量水位を示す。降雨と流出量の関係、地点間の降雨量の関係は今後詳細に検討することが必要である。

第11章　洪　水　解　析

11－1　洪　　水

Kinabatangan 川では、Fig 11－1－1 からみるように小洪水はしばしば生じており、Table 9－5に示すように1～2年おきに流域住民に被害を与えるような大きな洪水が生じている。

過去10年間で最大の洪水は1971年2月および1977年の洪水だといわれており、Kuamut, Bukit Garam などの村は水没し、数多くの家が流され、農作物、資産など大きな被害を受けた。これら2洪水ともに十分な記録はないが、1971年洪水の記録では支川 Ulu Kuamut の Peak Water level は45 feet(gauge measure) で平常の水位が10 feet 以下であることから考えると、40 feet 近くの水位上昇があったものである。同様に Tangkulap では Peak Water Level 62 feet で平常時にくらべ50 feet 以上の水位上昇があり、Barik Manis では水位計の故障で Peak Water Level は不明であるが家屋の洪水痕跡等から判断して30 feet 以上の水位上昇があったものと思われる。

Hydrological data は Daily data で Tangkulap(W.L)
Ulu Kuamut(W.L), Kuamut(R), Tangkulap(R)
Uln Kuamut(R), Bukit Garam／Lamag(R) がある。
Daily の Hydrological Data は、ANNEX参照

ANNEX 1：	Daily Mean Stage	Tangkulap	1969－1975
ANNEX 2：	ditto	Ulu Kuamut	1969－1975
ANNEX 3：	Daily Rainfall	Kuamut	1969－1975
ANNEX 4：	ditto	Tangkulap	1969－1975
ANNEX 5：	ditto	Ulu Kuamut	1969－1975
ANNEX 6：	ditto	Bukit Garam／Lamag	1969－1975

11－2　ハイドログラフ

1971年2月洪水の Tangkulap, Ulu Kuamut, Barik Manis の水位曲線及び各地の雨量分布は、Fig 11－2のとおりである。なお、Water Level は各観測所の gauge の reading であり Sea Level 基準ではない。Barik Manis の Water Level Gauge の故障、潮汐の影響、雨量観測所の数の不足、欠測などの理由で各地の水位の関係は、Fig 11－2からだけでははっきりしない。

このほか次のとおりの Hydrograph がある。

ANNEX 7. Hydrograph at Barik Manis　1971 February
ANNEX 8. Hydrograph at Ulu Kuamut (1) 1971 February

Table 11-1 (1) Flood Data (1971 Feb.)

DAILY RAINFALL FOR THE PERIOD

01-02-1971 - 15-02-1971 (KINABATANGAN BASIN)

Date	Kuamut 5274201	Ulu Kuamut 5074001	Tangkulap 5372001	Telupid 5671201	Sook 5163002	Sandakan Airport 588020
	inch	inch	inch	inch	inch	inch
01.02.71	4.41	0.29	1.46	0.77	-	0.25
02.02.71	0.03	-	-	0.05	1.25	-
03.02.71	0.11	-	-	-	-	0.12
04.02.71	0.30	-	-	0.01	0.10	2.00
05.02.71	0.12	-	-	0.01	1.25	0.61
06.02.71	5.70	0.40	-	3.41	0.62	1.90
07.02.71	4.65	0.39	-	4.94	0.77	1.30
08.02.71	No Record	0.32	-	3.01	0.22	0.03
09.02.71		0.24	-	0.65	0.17	3.08
10.02.71		0.25	-	N.R.	0.53	2.95
11.02.71		-	N.R.	N.R.	0.14	1.61
12.02.71		-	N.R.	0.03	0. 6	-
13.02.71		0.07	-	0.03	2.09	0.03
14.02.71	1.50	0.22	-	0.29	0.79	0.22
15.02.71	0.03	-	-	0.04	0.08	-

Table 11-1 (2) Flood Data (1971 Feb.)

SG. KUAMUT AT ULU KUAMUT (5074401)

Date	Time	Water Level (ft.)	Water Level (m)	Discharge (m^3/s)
4- 2-71	0000hr.	6.5	1.98	72.5
5- 2-71	0000hr.	6.0	1.83	57.0
	0600hr.	6.0	1.83	57.0
	1200hr.	6.0	1.83	57.0
	1800hr.	6.0	1.83	57.0
	2200hr.	10.0	3.05	255.0
6- 2-71	0000hr.	20.0	6.10	1690
	0600hr.	25.5	7.77	2740
	1200hr.	29.8	9.09	3570
	1600hr.	32.0	9.76	3993
	2000hr.	30.0	9.15	3609
7- 2-71	0000hr.	28.0	8.54	3230
	0200hr.	26.8	8.17	2995
	0600hr.	29.4	8.96	3515
	1000hr.	36.0	10.98	4759
	1100hr.	40.0	12.20	5526
	1200hr.	45.0	13.72	6481
	1600hr.	43.4	13.23	6174
	1800hr.	42.4	12.93	5985
	2200hr.	40.0	12.20	5526
8- 2-71	0000hr.	38.8	11.83	5294
	0600hr.	30.0	9.15	3609
	1200hr.	21.4	6.52	1955
	1400hr.	24.0	7.32	2455
	1500hr.	24.5	7.47	2555
	1700hr.	23.7	7.23	2400
	1900hr.	25.8	7.87	2805
	2200hr.	28.8	8.78	3375
9- 2-71	0000hr.	29.8	9.09	3570
	0600hr.	35.4	10.79	4640
	1000hr.	42.0	12.8	5903
	1200hr.	40.6	12.38	5639
	1800hr.	33.6	10.24	4294
10- 2-71	0000hr.	26.4	8.05	2120
	0600hr.	20.0	6.10	1148
	1200hr.	17.0	5.18	755
	1800hr.	14.6	4.45	537
11- 2-71	0000hr.	12.6	3.84	390
	0600hr.	10.6	3.23	257.5
	1200hr.	9.4	2.87	190

Table 11-1 (3) Flood Data (1971 Feb.)

SG. MILIAN AT TANGKULAP (5373401)

Date	Time	Water Level (ft.)	Water Level (m)	Discharge (m^3/s)
4- 2-71	0000hr.	16.4	5	328
	0600hr.	14.6	4.45	280
	1200hr.	13.1	3.99	240
	1800hr.	11.7	3.57	204
	2300hr.	11.0	3.35	184
5- 2-71	0000hr.	11.2	3.41	192
	0600hr.	13.4	4.09	248
	1200hr.	18.5	5.64	384
6- 2-71	0000hr.	32.7	9.97	822
7- 2-71	0000hr.	44.8	13.66	1258
8- 2-71	0000hr.	53.3	16.25	1580
9- 2-71	0000hr.	58.1	17.71	1770
	0600hr.	58.9	17.96	1804
	1200hr.	59.7	18.20	1836
	1800hr.	60.5	18.45	1868
10- 2-71	0000hr.	61.0	18.60	1888
	0600hr.	61.6	18.78	1910
	1200hr.	62.0	18.90	1926
	1800hr.	61.8	18.84	1918
11- 2-71	0000hr.	61.3	18.69	1898
	0600hr.	60.6	18.48	1870
	1200hr.	60.0	18.29	1850
	1800hr.	59.3	18.08	1820
12- 2-71	0000hr.	58.6	17.87	1798
13- 2-71	0000hr.	55.4	16.89	1666
14- 2-71	0000hr.	52.7	16.07	1558
15- 2-71	0000hr.	50.0	15.24	1450

Table 11-1 (4) Flood Data (1971 Feb.)

Daily Summary of Hourly Gauge Height (m) at Different Stations

River System: February 1971

Time	3	4	5	6	7	8	9	10			
			Barik Manis								
1		8.82	9.83	9.78	9.97	9.68	14.11	14.08			
2		8.98	9.62	9.75	9.98	9.65	14.13	14.07			
3		9.04	9.42	9.72	9.98	9.63	14.10	14.14			
4		9.24	9.27	9.66	9.89	9.63	14.07	14.37			
5		9.42	9.19	9.45	9.74	9.56	13.99	14.57			
6		9.53	9.24	9.25	9.66	9.46	13.87	14.60			
7		9.78	9.59	9.17	9.74	9.57	13.64	14.51			
8		10.41	10.24	9.53	10.01	9.89	13.26	14.42			
9		11.41	11.02	10.03	10.35	10.67	13.46	14.34			
10		11.81	11.81	10.58	10.62	11.70	14.13	14.10			
11		11.43	12.41	11.17	10.82	12.42	14.13	13.66			
12		11.13	12.70	11.22	10.93	12.66	13.52	13.05			
13		11.11	12.76	11.25	11.00	12.56	12.90	12.09			
14		11.19	12.41	11.22	10.97	12.80	12.77	10.96			
15		11.34	11.89	11.09	10.82	12.00	12.89	9.92			
16		11.45	11.28	10.94	10.64	13.14	12.90	9.49			
17	6.29	11.55	10.82	10.73	10.49	13.24	13.01	9.49			
18	6.16	11.80	10.53	10.52	10.15	13.35	13.26	9.33			
19	6.40	11.98	10.32	10.35	10.07	13.47	13.53	8.93			
20	6.96	11.66	10.18	10.12	10.01	13.59	13.75	8.50			
21	7.47	11.03	10.07	9.92	9.92	13.69	13.90	8.17			
22	7.89	7.50	9.97	9.86	9.85	13.78	14.02	7.96			
23	8.23	10.26	9.89	9.86	9.78	13.90	14.11	7.80			
24	8.55	10.06	9.85	9.92	9.48	14.02	14.11	7.68			

(2) 1972 February, (3) 1972 March, (4) 1974 February

(5) 1975 February, (6) 1975 October

ANNEX 9. Hydrograph at Tangkulap

(1) 1971 February

(2) 1972 February

(3) 1972 March

(4) 1974 February

(5) 1975 February

(6) 1975 October

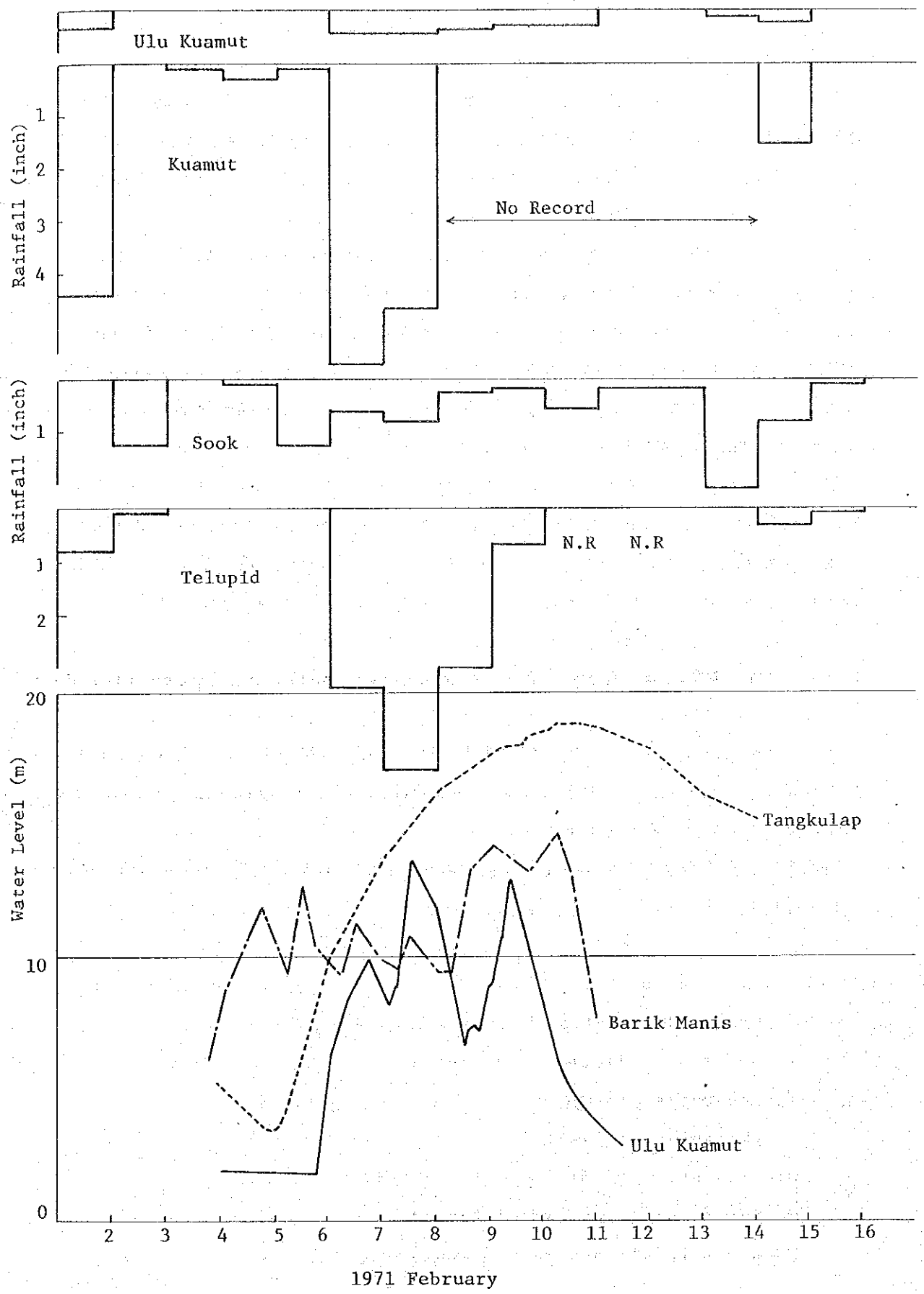
11－3 洪 水 予 測

D.I.D. Sabah Hydrology Section のドイツ人専門家 Dr Rudolf Chlemutz の Progress Repot－Kinabatangan and Labuk Flood Warning Systems 20 May 1977(ANNEX14)によると Ulu Kuamut－Barik Manis および Tangkulap－Barik Manis の洪水 Peak の Time lag は次のとおり。

1969－1976の中規模洪水の Travel time は、Tangkulap－Barik Manis, 9～87 hours (average 32 hours) Ulu Kuamut－Barik Manis 23～72 hours (a erage 42 hours) である。

キナバタンガン川は流域面積17,000Km²に対して雨量観測所は流域内に5ケ所で、1観測所あたり3,400km²となっている。また、10Kmていどしか離れていない kuamut と Ulu Kuamut ですら雨量の相関関係がほとんど認められないという状況から考えて、雨量から流量を計算することは困難である。上流の観測所の水位から下流各地点の水位を予測する方法がキナバタンガン川では適していると思われる。したがって、今の所水位相関を主体に洪水予測の手法を検討するのが望ましい。なお、河川縦断測量が実施されれば、洪水追跡手法を取り入れた検討を行なうことが可能である。

Fig. 11-2 Water Level and Rainfall: 1971 February Flood



第12章　洪水予警報システム

12－1　背　　景

キナバタンガン川流域は未だ開発が進んでおらず、洪水から守るべき資産は少いが、流域の町や村はすべてキナバタンガン川の川岸に位置しており、5年に1度ていど生じる中規模ていどの洪水によっても家屋の流失、農産物、家畜、家庭資産の損失のほか、多数の死傷者を出している。

キナバタンガン川流域は、Sabah State Third Malaysia Plan により、農業開発が予定されている地域であり、土地、水資源に恵まれた開発ポテンシャルの高い地域である。また Third Malaysia Plan の Target の一つである人種・社会構造上の較差是正という観点からみると、キナバタンガン川流域の住民の所得および Social Infrastracture の水準はサバ州の他の地域にくらべずっと低く、この地域における開発投資および Social Infrastrature の整備は優先度が高い。

以上のような状況下にあるキナバタンガン川流域で、洪水予警報システムを設立することは、現在の経済的側面に限ってみると効果はさほど大きくない。ただし、今後の開発ポテンシャルの向上、Social Infrastracture の整備による社会的較差の縮小など、行政・社会・経済等への効果を総合的に考えたとき、洪水予警報システムの必要性は大きい。

12－2　警報の対象地域、基準点（Target areas for warning, Forecasting Point）

本洪水予警報システムでは、洪水警報対象地域は、KUAMUT, BALAT, PIN－TASAN, LAMAG, BILIT, and Other major Kampongs とする。なお詳細な調査の結果変更することはありうる。

洪水時の水位予測地点（Forecasting Points）は、BALAT, BUKIT GARAM, KUAMUT とする。

12－3　水文観測網

Telemetering Observation Stations は次のとおりとする。

Tongod (rainfall and water level)

Tangkulap(rainfall)

Tangkulap(water level)

Ulu Kuamut(rainfall and water level)

Kuamut(rainfall and water level)

Balat (rainfall and water level)

Bukit Garam(rainfall and wate level)

Bilit (water level)

詳細な現地調査の結果変更することはありうる。

12－4 テレメータ システム

テレメータシステム計画上の留意事項については、6－3で述べたところと同様である。

しかし、キナバタンガン川流域は知られるように Kota Kinabalu より非常に遠い所に位置している。したがって、テレメータによって集められたデータを Kota Kinabalu なり Sandakan に伝送することが一つの大きな問題である。

また、流域は深い密林におゝわれている所が多く、テレメータ観測所の位置の選定および敷地の整地、または樹木の伐採を必要とする。

その上、このシステムに於いても無線中継所を必要とするが、その地点の決定、工事用道路、および樹木の伐採を伴う整地が必要と思われる。

これらの問題については、第2次調査で詳細に検討されなければならない。

Kinabatangan 河流域では、水位観測局 2. 雨量観測局 1. 水位雨量両用観測局 5.

合計 8局

とし、監視制御局は Kota Kinabalu D.I.D. に設置する。また、傍受局（Monitoring Station）を Sandakan D.I.D. Branch Office に置く。

また、無線テレメータ Network に必要な無線中継所は

① Balat 近くの山の上に Relay Station №1 および Mt. Kinabalu の山麓に Kota Kinabalu と Relay Station №1 を結ぶための Relay Station №2 の2つの中継所を新設する……（案1）

② Relay Station №1 は案1と同様であるが、Relay Station №2 は Trig Hill にある Tellcom. Dpt 所管の中継所を利用する。（案2）

が考えられる。以上の通信系統を図示すると図12－1のとおりである。

次に個々について検討する。

(1) 水位観測所

Bilit, Tangkulap

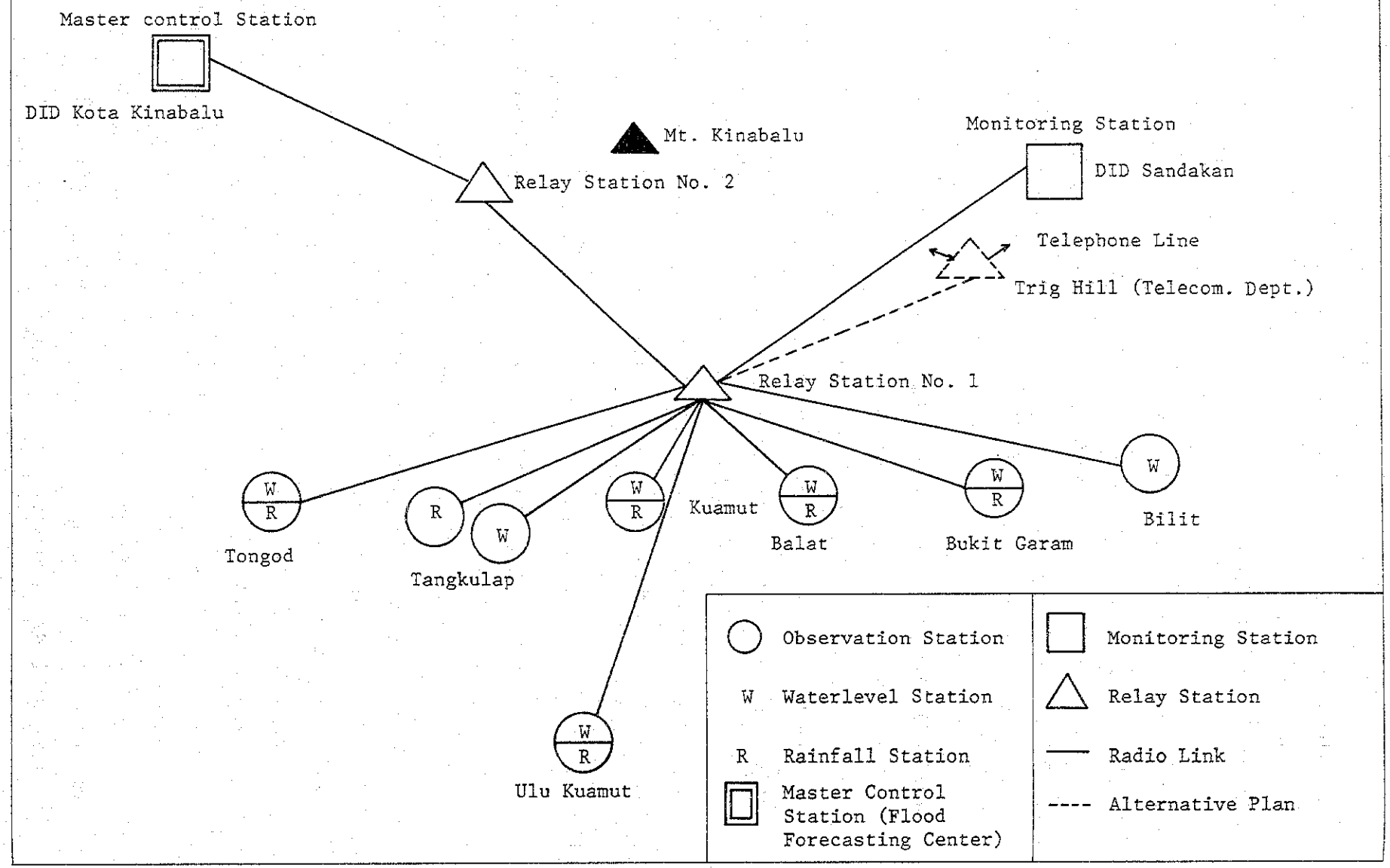
の2局であり、Tangkulap は雨量観測局と別局で計画した。（在来が各観測所が離れた位置にある）

いずれも水位計の検討と観測所局舎敷地の整備が必要である。

(2) 雨量観測局 Tangkulap

Tangkulap 部落のはずれにあり立地条件は良い。

Fig. 12-1 Telemetering Network In The Kinabatangan River Basin



(3) 水位・雨量両用観測局

Tongod, Ulu kuamut, Kuamut, Balat, Bukit Garam

の5局である。いずれも水位計の場所と雨量計の場所が若干離れるため、水位計が局舎から雨量計局舎までケーブルで連絡する必要がある。

水位観測所は河岸の傾斜地に設置されている所が多いので、局舎の位置によっては電波伝搬上の障害物がないよう敷地の選定、樹木の伐採が必要と思われる。

(4) 中継所

本システムのテレメータ Network には、無線中継所（Relay Station №1）が必要である。この位置は Balat 近くの山頂であるが、道路の有無、山頂附近の状況等未調査の為、第2次調査の実験前に現地偵察が必要である。これにはヘリコプターによる空からの観察・調査が有効である。

このテレメータ Network としては Kota Kinabalu または Sandakan にデータを伝送するためさらに無線中継所を1局必要とする。

これに2案あり、案1は中継所（Relay Station№2）をMt. Kinabalu の山麓に新設するもの。これは現地が未調査の為偵察が必要であり、道路や局舎敷地等慎重に検討しなければならない。

この案は、端末からセンターまで独自の専用回線が得られる。

案2は、Relay Station №2を Sandakan 近くの Trig Hill 中継所（既設 Telecom Department 所管）を利用するものである。

Trig Hill までは独自の VHF Link とし、Trig Hill から Telecom. Dept. の電話チャンネルを借用し、Kota Kinabalu および Sandakan にデータを伝送する。

この案では、既設の中継所が利用できて、経費の点また保守上からも有利である。しかし、公衆電話回線を利用するため回線の信頼性はそれに左右される。

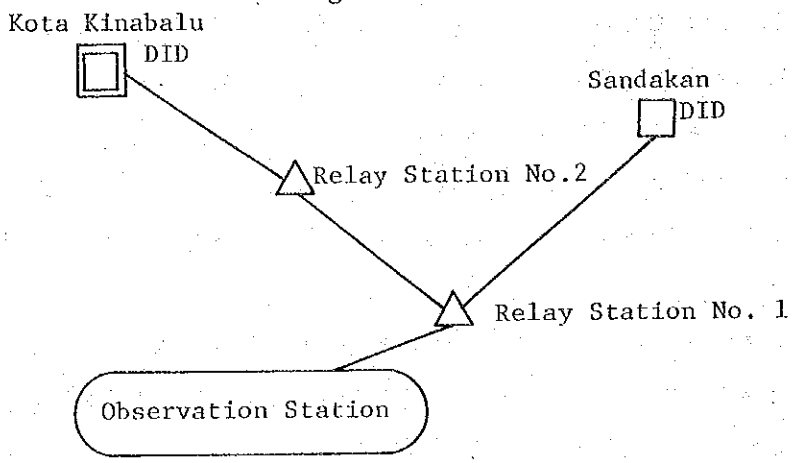
もう一つ考えられるのは、同様に Trig Hill 中継所を利用するがそこにVHF中継装置を設置して Sandakan DID に伝送し、そこにテレメータ傍受装置を設置し、そこからは公衆電話回線によって Kota Kinabalu D.I.D.へデータを伝送する方法である。

この方法によれば、少くとも Sandakan D.I.D.までは独自の回線が得られる。

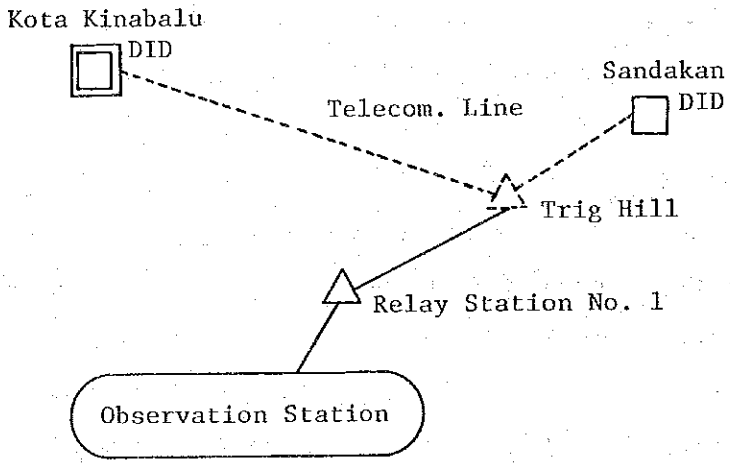
以上を図示すると図12－2のとおりとなる。

Fig. 12-2

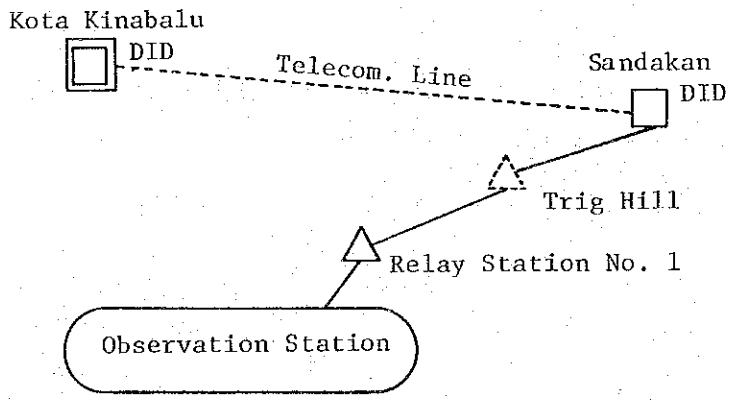
Plan A



Plan B-1



Plan B-2

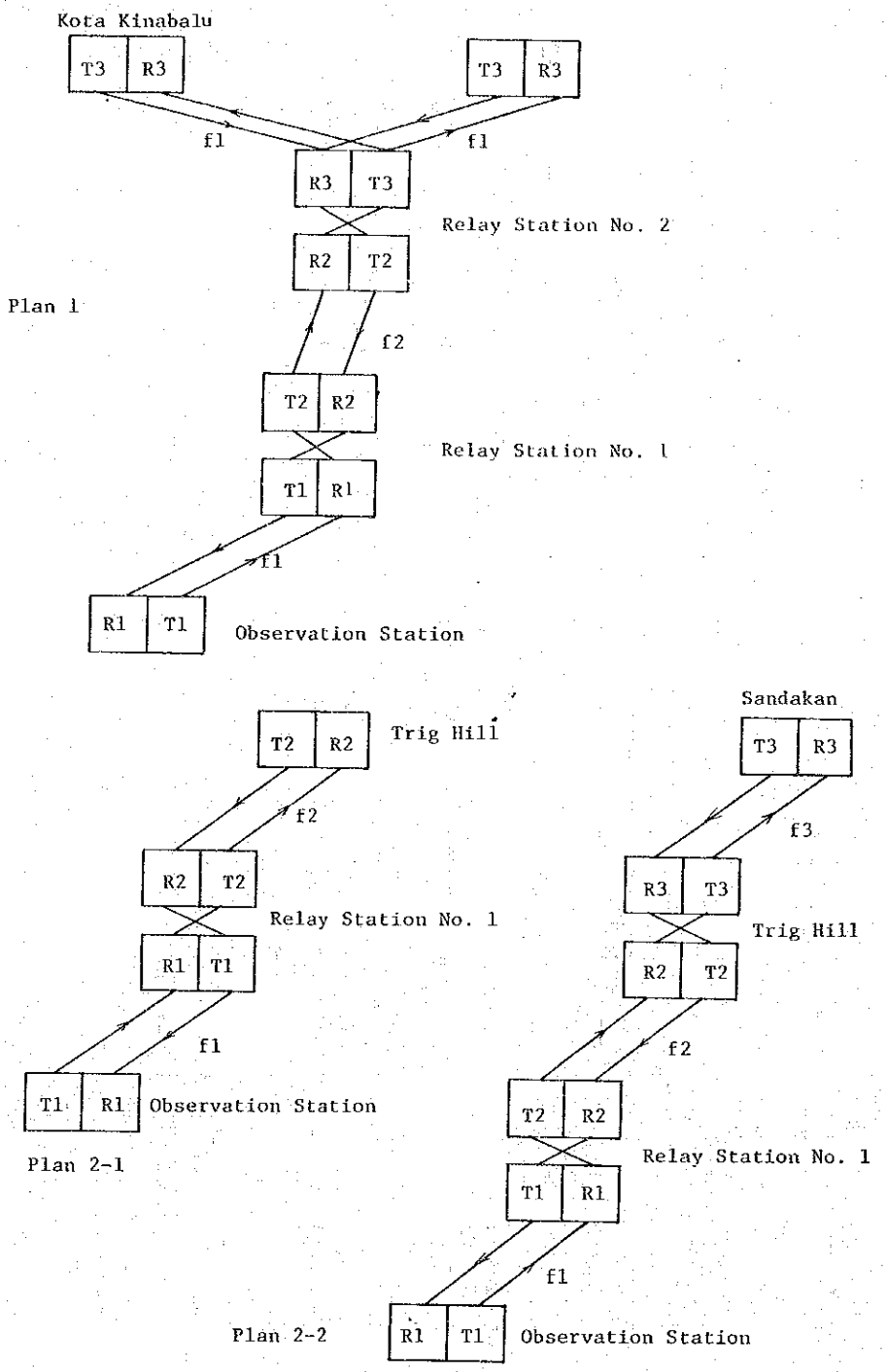


以上の案のどれを採用するかは、回線設計、電波伝搬実験、現地調査、Telecom.Department との関連などを詳細に検討した上決定されなければならない。

また Telecom.Dept. Line を使用する場合、データ伝送の方式（速度、変調方法、その他）についても検討を要する。

使用する周波数については７０ＭＨＺ帯を使用し、図１２－３のように３波（または２波）必要で、また $f_1 \sim f_2 \sim f_3$ の間隔は２ＭＨＺ以上とする。

Fig. 12-3



(5) 回線設計

各スパンの回線設計は表１２－１に示すとおりであり、各スパンとも計算上はＳ／Ｎ＝３０ dB 以上可能である。

しかし伝搬損失は、無線局の実際の位置により大きく変ることが考えられるので、そのためのマージンが必要なので、各スパンについて電波伝搬実験を行い確認しなければならない。

(6) 装置概要と建設費概算

テレメータシステムにおける各局の機器構成は図１２－４のとおりである。機器の仕様等については次回調査後詳細に検討することになろう。また、建設費の概算額は、機器、局舎、空中線柱に分類して記すと表１２－２のとおりである。

但しこれは極く概算であり、現地の状況その他詳細に調査のうえ検討すべきものである。

Table 12-1 Circuit Design (Kinabatangan River Basin)

Name of station / Item	Unit	Rept.-Bilit (72.9 km)		Rept.-Garam (33.5 km)		Rept.-Belat (11.8 km)		Rept.-Kuamut (21.3 km)		Rept.-Ulu Kuamut (37.6 km)		Rept.-Tangkulap (27.7 km)		Rept.-Tongot (66.1 km)		Rept.-Trig Hill (77 km)	
Transmitting Power	dBm	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W	40	10W
Free Space Loss	dB	-106.6		-99.8		-90.7		-95.9		-100.8		-98.2		-105.7		-107	
Additional Loss	dB	-12.0	7.8+4.2	-4.3		-33.5	10.5+23	-6		-16.5		-14.0		-26			
Feeder Loss	"	-3.2	10D-2V 0.04/m 40+40	-3.2		-3.2		-3.2		-3.2		-3.2		-3.2		3.2	
Antenna Gain(T)	"	8	3el Yagi	8	3el Yagi	8		8		8		8		8		10	5el Yagi
" (R)	"	8	3el Yagi	8	3el Yagi	2	(62°-6dB)	4	(48°-4dB)	4	(48°-4dB)	8		8	(11°-0dB)	10	5el Yagi
Receiving Power	dBm	-65.8		-51.3		-77.4		-53.1		-68.5		-59.4		-78.9		-50.2	
Received Noise Power	"	-115		-115		-115		-115		-115		-115		-115		-115	
Radio Frequency S/N (C/N)	dB	49.2		63.7		37.6		61.9		46.5		55.6		36.1		64.8	
S/N Improvement Factor	"	12		12		12		12		12		12		12		12	
Standard S/N	"	61.2		75.7		49.6		73.9		58.5		67.6		48.1		76.8	
Fading Loss	"	-7.3	0.1dB/km	-3.4		-1.2		-2.1		-3.8		-2.8		-6.6		-7.7	
S/N at Fading	"	53.9		72.3		48.4		71.8		54.7		64.8		41.5		69.1	
Threshold Level	dBm	-106		-106		-106		-106		-106		-106		-106		-106	
Threshold Margin	dB	40.2		54.7		28.6		52.9		37.5		46.6		27.1		55.8	
Threshold Margin at Fading	"	32.9		51.3		27.4		50.8		33.7		43.8		20.5		48.1	

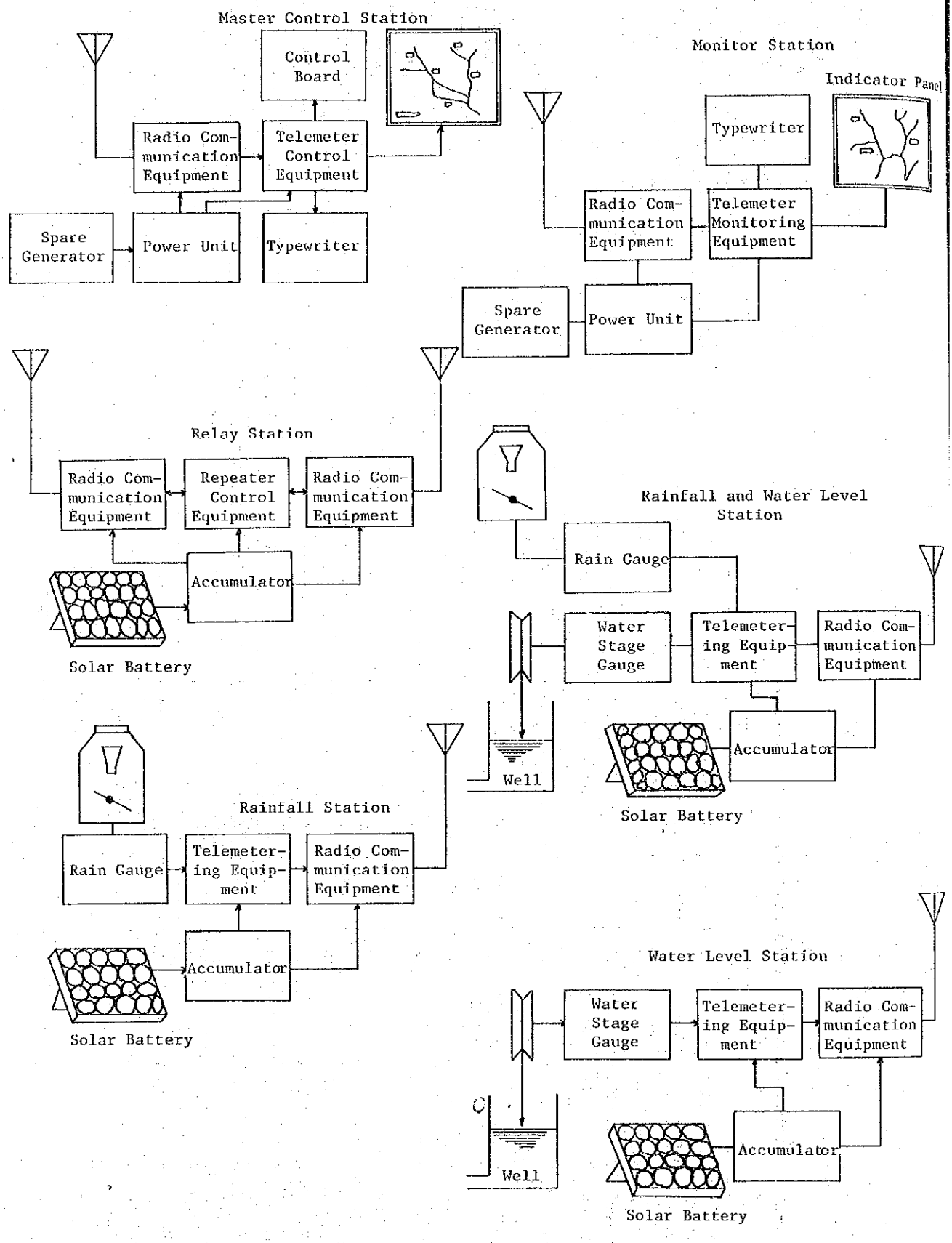


Fig.12-4 Equipment Configuration

Table 12－2

Approximate Construction Cost of Telemetering Facilities(Kinabatangan River Basin)

US $

Station	Number	Equipment	Housing	Antenna Pole	Total	Remarks
Master Control Station	1	260,000	10,000	5,000	275,000	DID in Kota Kinabalu
Monitoring Station	1	162,000	5,000	5,000	172,000	DID Branch Office in Sandakan
Repeater Station	2	152,000	30,000	8,000	190,000	
Water Level Station	2	66,000	14,000	8,000	88,000	
Rainfall Station	1	25,000	5,000	4,000	34,000	
Water Level and Rainfall Station	5	200,000	35,000	20,000	255,000	
Total		865,000	99,000	50,000	1,014,000	

註 1. 中継所は2ヶ所新設とした。

2. 道路等の新設は含んでいない。

12－5 Flood Forecasting

洪水予測は、Tongod, Tangkulap, Ulu Kuamut の水位から下流の Kuamut, Balat Bukit Garam の水位を Stage－Corelation method によって行なう。雨量から流出計算によって流量を予測することは降雨分布が一様でないこと、観測所数が少ないことから適当ではない。

洪水の Travel time は

Tangkulap － Bukit Garam average 32 hrs

Ulu Kuamut － Bukit Garam average 43 hrs

で下流の Balat, Bukit Garam の水位は 24 hrs 前の予測は可能と思われる。

Kuamut については、Ulu Kuamut からの Stage － Corelation によるが、できれば6時間ていど前の予測を目標とする。

具体的な洪水予警報システムとその運用は下記のとおり

Description of a flood forecasting systam:

It consists of;
1) Water level observation stations in the river basin;
2) Rainfall observation stations in the river basin.
3) A telemetering system
4) A flood forecasting center
5) Warning facilities in flood－prone area

The operation during floods is as follows:

a. The water level is measured automatically at each observation station.

b. The rainfall is measured automatically at each observation station.

c. These data are sent to the flood forecasting center automatically by using telemetering system.

d. Water levels at major places (flood forecasting points) in the downstream are calculated 6－24 hrs. in advance based on the data on waterlevel and rainfall sent to the flood forecasting center.

e. Forecasted water levels are reported to organizations concerned.

f. Warnings are issued to the people in the flood prone area by the direction of organizations concerned.

g. Flood evacuation and relief activities will begin.

12－6 実 施 調 査

洪水予警報システムの設立と運営のために今後必要な調査は以下のとおり

1. 既存の水文観測資料の整理と解析
2. 河川縦横断測量（水位流量観測所および水位計零点高）

3. 観測所の位置選定と設計

4. 観測方法の検討

5. データの転送・収集・解析方法の検討

6. 警報方法の検討

7. システムの維持管理方法

8. システムの建設コストの検討

上記調査のためには、野外調査も含め6ヶ月ていどの期間が必要と考えられる。

12－7 効　　果

キナバタンガン川洪水予警報システム設立の効果は次の三項目である。

1. 現在、洪水による流域住民の被害 ― 家屋の流失、農産物、家畜などの資産の損失、死傷者の発生 ― を減少させることができる。

2. 他の地域にくらべて遅れている社会的インフラストラクチャーを向上させることにより、Third Malaysia Plan の Target である人種間・社会的構造の較差是正に寄与することができる。

3. Third Malaysia Plan で計画されている流域の開発のポテンシャルを向上させることができる。

第１３章　管　　理

１３－１　組　　織

キナバタンガン川洪水予警報システムを建設、管理する予定の Drainage and Irrigation Department(DID), Sabah の組織は Fig 13－1のとおりである。

洪水予警報システムが完成し、Hydrological data がTelemeter で収集できるようになっても、施設の点検・整備・流量観測・データ処理・解析等には今までと同じ人員が必要である。また洪水予警報システムを運営し、かつより精度の高い予測を行なうための水文解析を行なう必要があり、新規に数人の Hydrologist/Engineer が必要となる。

ＤＩＤ．Sabah の Budget は次のとおり

Table 13－1　Budget of ＤＩＤ　Sabah　(M$ million)

Year	Development Expenditure	Operating Expenditure	Total
１９７６	4.59	4.39	8.99
１９７７	3.15	4.91	8.06
１９７８	5.90	6.07	11.97

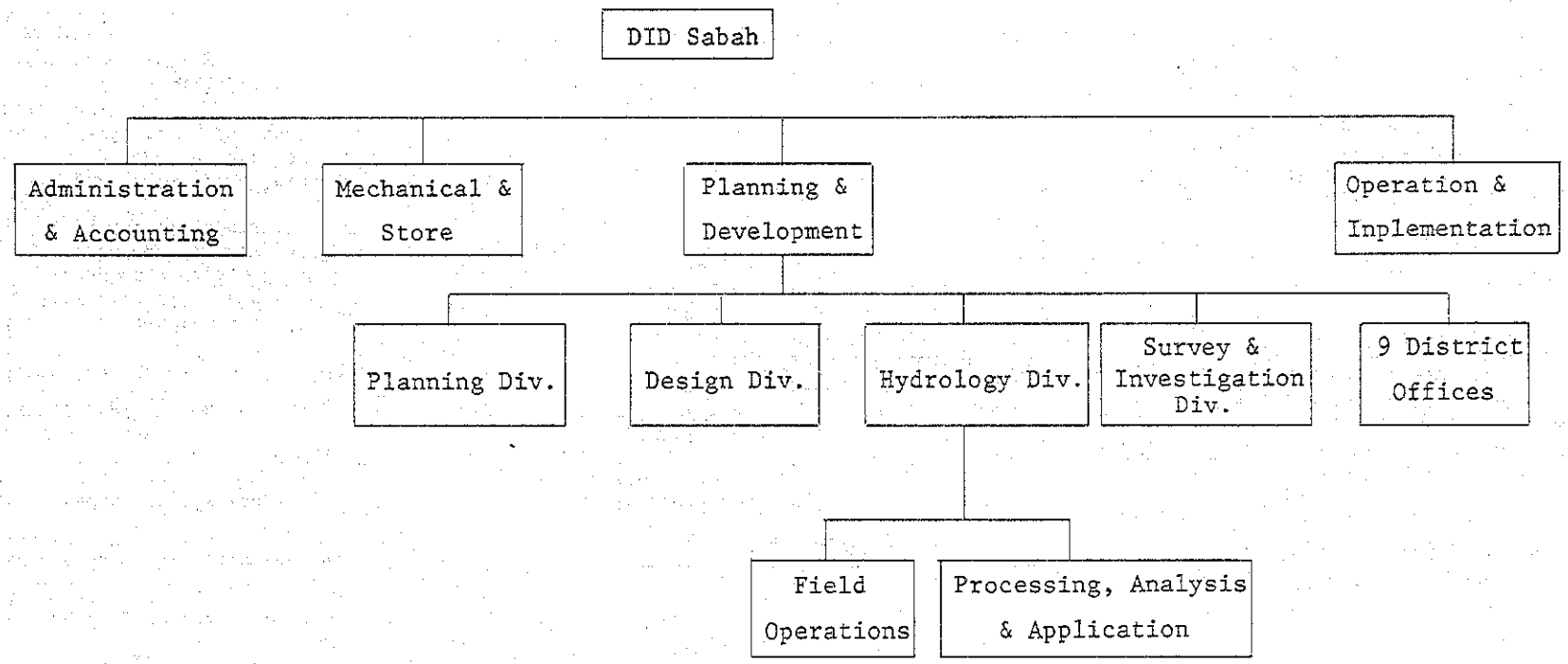
１３－２　管　　理

洪水予警報システムの施設の管理は、ＤＩＤ Sabah が行うのが望ましい。ただし、無線通信施設についてはＤＩＤが Telecom.Dept.に維持管理を委託するのが望ましい。

予測された水位は、ＤＩＤの Flood Forecasting Center から関係行政機関に通報され、Alert level, Warning level, Danger level などの洪水の危険度に応じて必要な対策がとられる。警報の体制については、Peninsular Malaysia の Perak River において実施されているシステムを参考にするのがよい。（Fig 13–2 参照）

洪水予警報システムの点検、整備、操作には十分の知識と経験をもった技術者が必要であり、技術者の増員と洪水予警報システムに関する技術者の研修が必要である。

Fig. 13-1 DID Sabah Organization Chart



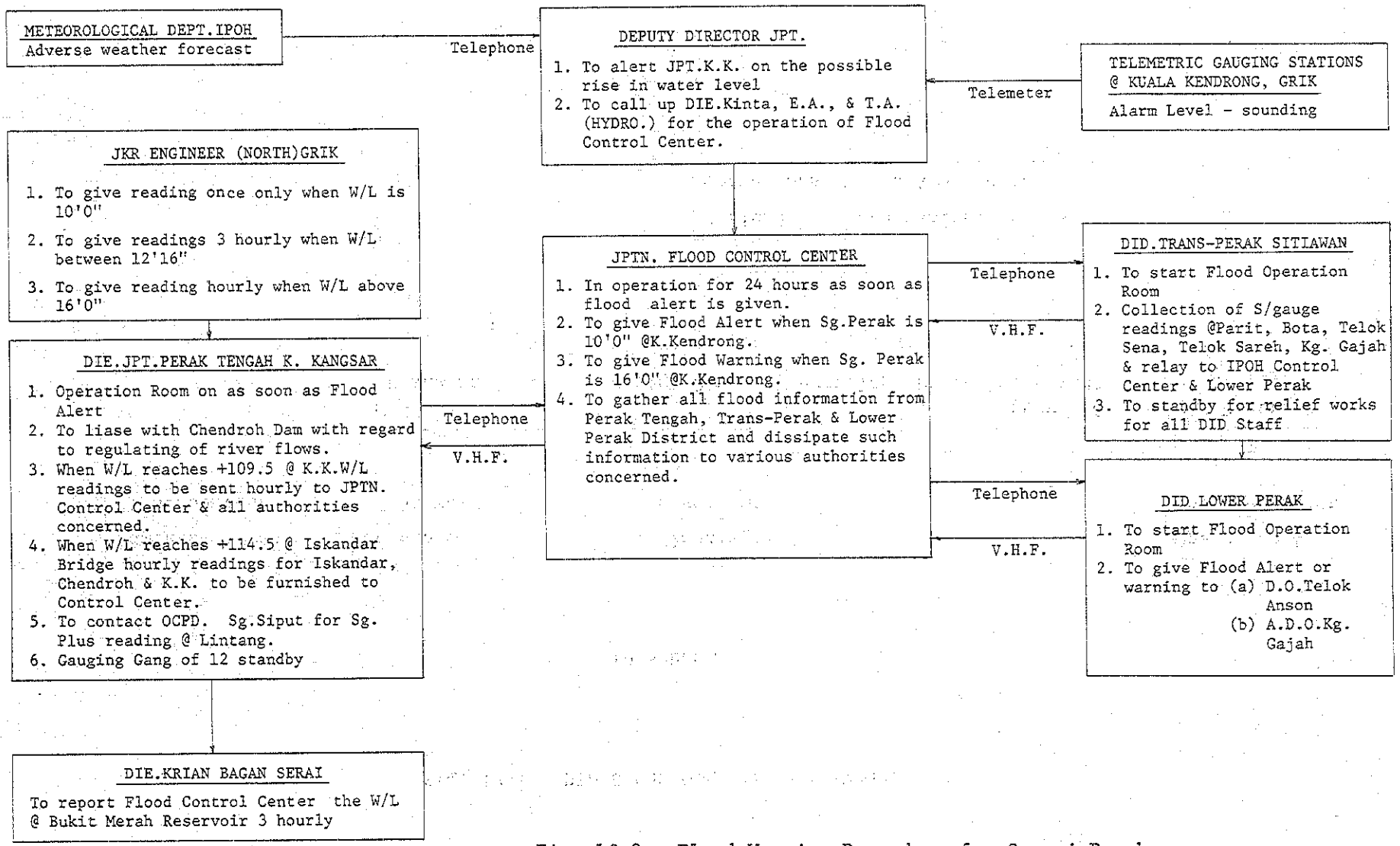


Fig. 13-2 Flood Warning Procedure for Sungei Perak (Reference for the Kinabatangan System)

第１４章　勧　告　と　結　論

キナバタンガン川洪水予警報システムは、現在の洪水被害の実態、今後の開発ポランシャル向上、民生の安定と住民の生活条件改善などを考えたときその効果は大きく、早急に具体的調査を行ない、システムを設立し、有効に運営することが望ましい。

洪水予警報システムの計画にあたっては、コスト、ベネフィット、操作等を考えて比較的簡単なシステムにすることが望ましい。

水文観測に関しては、遠隔地の観測所もＤＩＤの職員によって良く点検されている。たゞ過去の観測記録をみると automatic gauge の故障による欠測がかなり見受けられる。今後、雨期とくに１～２月に観測計器の点検整備を十分やる必要がある。

洪水解析のためキナバタンガン川の縦横断測量を実施することが望ましい。この河川縦横断測量の成果は、River Basin Study や Basin Development Study にとっても不可欠である。