海外の河川における洪水の水文学的研究(その2)

著者	木下 武雄
雑誌名	国立防災科学技術センター 研究報告
巻	29
ページ	1-18
発行年	1982-01
URL	http://doi.org/10.24732/nied.00000873

国立防災科学技術センター研究報告　第29号　1982年10月

556.166/.51（282.253）

海外の河川における洪水の水文学的研究（その２）

木下武雄*

国立防災科学技術センター

Hydrological Study on Floods in Rivers Overseas (Part 2)

By

Takeo Kinosita

National Research Center for Disaster Prevention, Japan

Abstract

Disaster mitigation is an inevitable subject to both developing countries and developed countries for keeping their social and economical situations well. Countermeasures against disasters are strongly affected by local conditions. It is very important for hydrologists to study on flood disasters based on considerations of local conditions. As Japan is willing to expand peaceful relations to all the world, Japanese hydrologists would like to study on floods in friend countries for increasing mutual cooperation. This is the second part of the report published a year ago with the same title. The author discussed about floods in Iraq, Burma and China in the first part of the report. He wants to proceed to study on floods and storm surges in Bangladesh and floods in the Philippines in this report.

In Bangladesh, a wide alluvial and deltaic plain is well developed where most of the population is distributed. Big rivers, namely the Ganges, the Brahmaputra-Jamuna and the Meghna, convey a tremendous amount of water from outside of the territory into the country. A flood occurs every year. The flood in 1974 is called the Maximum Flood because it is one of the most serious floods in the country. The inundation depth distribution and the water elevation distribution are shown in Fig. 1 and Fig. 2. The volume of the inundation water is assumed to be $13 \times 10^{10}\,m^3$, which is incomparable to that in Japan. The longitudinal profiles of the inundation along main river channels are drawn in Fig. 9. The surface gradient is about 1.5×10^{-5}, which is much less than that in Japan.

*第一研究部

Storm surges are serious in Bangladesh. Their occurrence is summarized in Figs. 4 and 5 in the different periods. It is concentrated within the intermonsoon periods. The relation between the storm surge height and the maximum wind speed observed in Bangladesh is illustrated in Fig. 6, though the methods of observation are not clear. The observed relation has some range because of various uncertainties. The parabolic line in the figure indicates the same kind of the relation based on the empirical formula in Tokyo Port. The difference between the storm surge height in Bangladesh and that in Tokyo Port appears in the range of wind speed 50 ~ 100 mile/hr. Supposing the wind speed W is 10 m/s and the water depth D is 3 m in the Colding formula, Eq. (1), the surface gradient becomes 1.6×10^{-5}, which is almost the same as the value shown in Fig. 3. In other words, such a water elevation distribution as is shown in Fig. 2 might be reproduced by storm surges as well instead of the flood.

The Pampanga river is one of the biggest rivers in the Philippines and is located in Central Luzon. It drains water from about 10000 km^2 of mountains and plains as illustrated in Fig. 7, in which the telemetering rain and water gauge stations are indicated. Typical flood hydrographs were observed in August 1974 and May 1976 by the stations as shown in Figs. 8 and 9. The datum level are arbitrary for easy observation in these figures. Fig. 11 shows a simple relation between three-day rainfall on the upper basin and the water level at Arayat, which is useful to operational forecasting procedures. The lower line can be used to estimate the water level at Arayat in the early rainy season while the upper line in the later rainy season. The travel time of the flood peak is an important element for flood forecasting. Fig. 12 shows the travel time from Sapang Buho, the remotest telemetering water gauge station, to the downstream stations in various cases of the floods. The propagation is fast in the upstream channel while it is slow in the downstream. The local inflow must be considered for detailed analysis. The time of concentration, which is defined as the travel time of the rain water from the remotest point of the basin to the control station, is found to be three days because the time difference between the peak rainfall and the peak water level is listed in Table 1 and found to be about a day and a half, and the time of concentration is believed to be twice the time difference. The travel time and the time of concentration are very useful keys to flood forecasting and analysis. Rational Formula, that is Eq. (2), is often available to design and operation. The runoff coefficient of Rational Formula is significant. Therefore, Fig. 14 is prepared for making clear the relation between the runoff coefficient and three-day rainfall in the Pampanga Basin. It is about 0.1 ~ 0.2, which seems small by experiences in Japan.

The author would like to express hearty thanks to both the hydrologists overseas who gave him useful hydrological information and the Japanese hydrologists who offered various data.

1. はじめに

最近特に日本と諸外国との諸関係が取沙汰される．多くは貿易収支の問題であるが，相互理解の不足ということが根底にあることも否めない．例えば諸外国の災害事情はいかなるものであるかは必ずしも明らかではない．諸外国，特に発展途上国ではその発展の中途段階において災害軽減は避けることのできない問題である．特に洪水に影響される国々は多数あって，農業やその他産業に及ぼす損害も深刻である．

最近，国際協力事業団の防災技術セミナーやその他の協力プログラムに関連してデータを得る機会があったのでそれらをとりまとめ，当所研究報告第26号に同題（その１）を寄稿したが，本稿はその続篇で，バングラデシュの洪水・高潮とフィリピンの洪水について論じる．これら友好国の洪水等の災害の軽減を願って稿をおこしたが，不十分なデータであるので正確な結論はえられない．今後も協力を積極的に推進し，各国の洪水等の輪廓を明らかにして国際理解の一助に役立てると共に，日本における洪水の研究にも貢献できれば幸いと考えている．

2. バングラデシュの洪水の氾濫

バングラデシュはよく知られているようにインドとビルマとの間に位置する．国全体は東のチッタゴン，北のシロン等一部の丘陵を除くと低平地で，インド，中国，ネパールから流れてくるガンジス，ブラマプトラジャムナ等の大河川がはげしい河道変遷を繰返しながら形成した沖積平野とデルタである（大矢雅彦1979）．河川は著しく網流していて，特に河口部は複雑である．河口部の水位はモンスーンが海より吹くときは平均して0.6 m上昇するという．さらにサイクロンが来襲すると，後述するように水位は何mも上昇し大きな高潮の被害が発生する（Ali 1980）．

バングラデシュの洪水は５月～９月のモンスーンがヒマラヤに当って降る雨と山岳部に積もった雪が融けて流出したものであって，しかもこれらの河川の流量の90％はバングラデシュの国外から流れてくるものである．この洪水は河積の足らないところで氾濫し，随所に湛水する．Ali（1980）によれば1974年の洪水は最大洪水と呼ばれ，国土の40％以上に当る64000 km^2が湛水したという．その時の湛水深及び湛水標高をまとめたものが図１・図２である．湛水面積は水深0.6以上1.2 mまで：19500 km^2，1.2以上1.8 mまで：11700 km^2，1.8 m以上45200 km^2と報告されている．湛水標高は河口部が約３mであって，約200 km 遡った地点が６mであるので勾配は約1.5×10^{-5}となって，日本で最も緩い利根川下流約1／10000と比べてもさらに一桁緩い．

さらに精しくみるため水位縦断を図３に示す．ダッカから上で急に水面勾配が増すが，こ

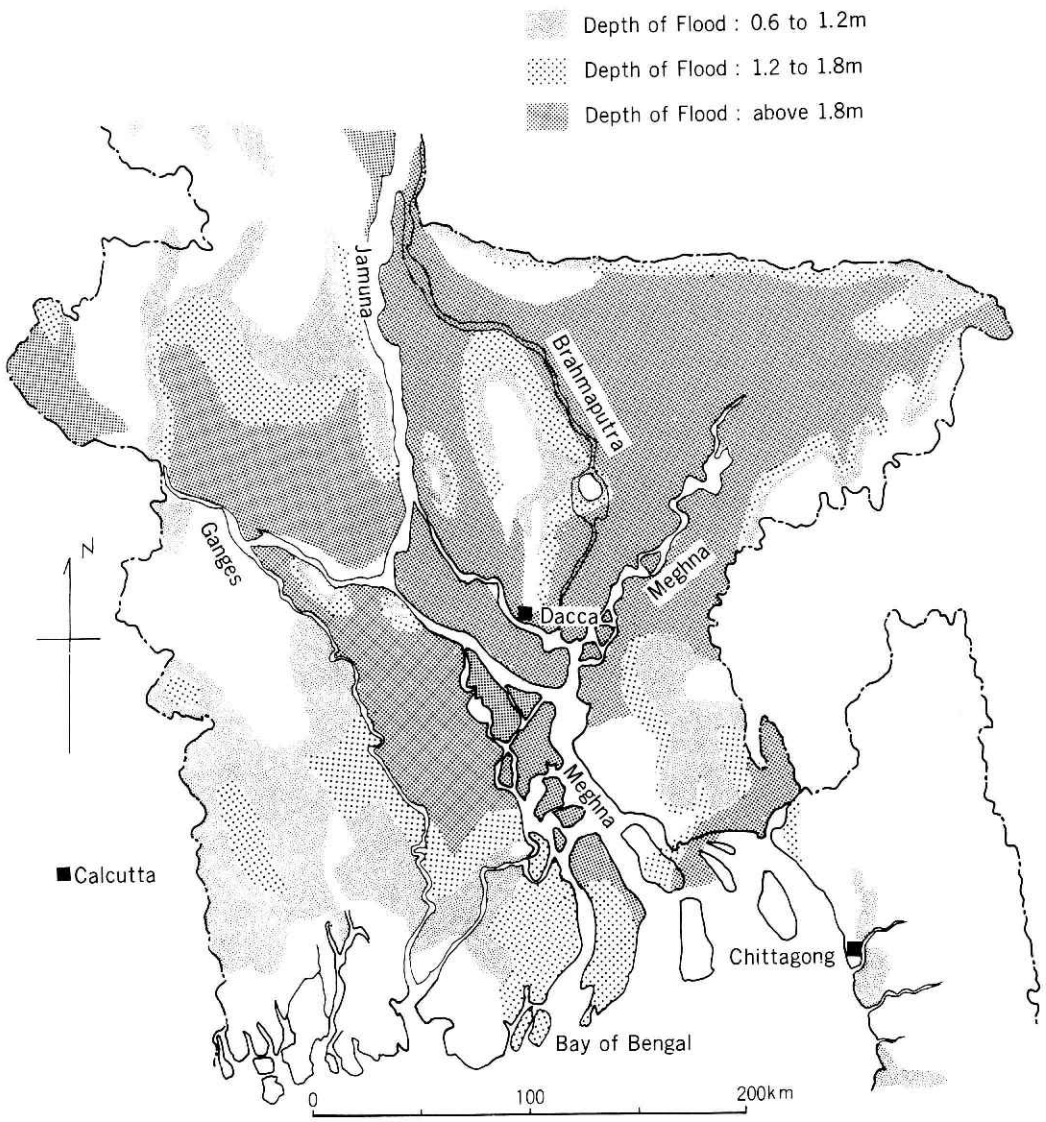

図1　バングラデシュにおける最大規模の洪水（1974洪水）の湛水深図(Ali, 1980).

Fig. 1　Inundation Depth Distribution of the Maximum Flood in Bangladesh.

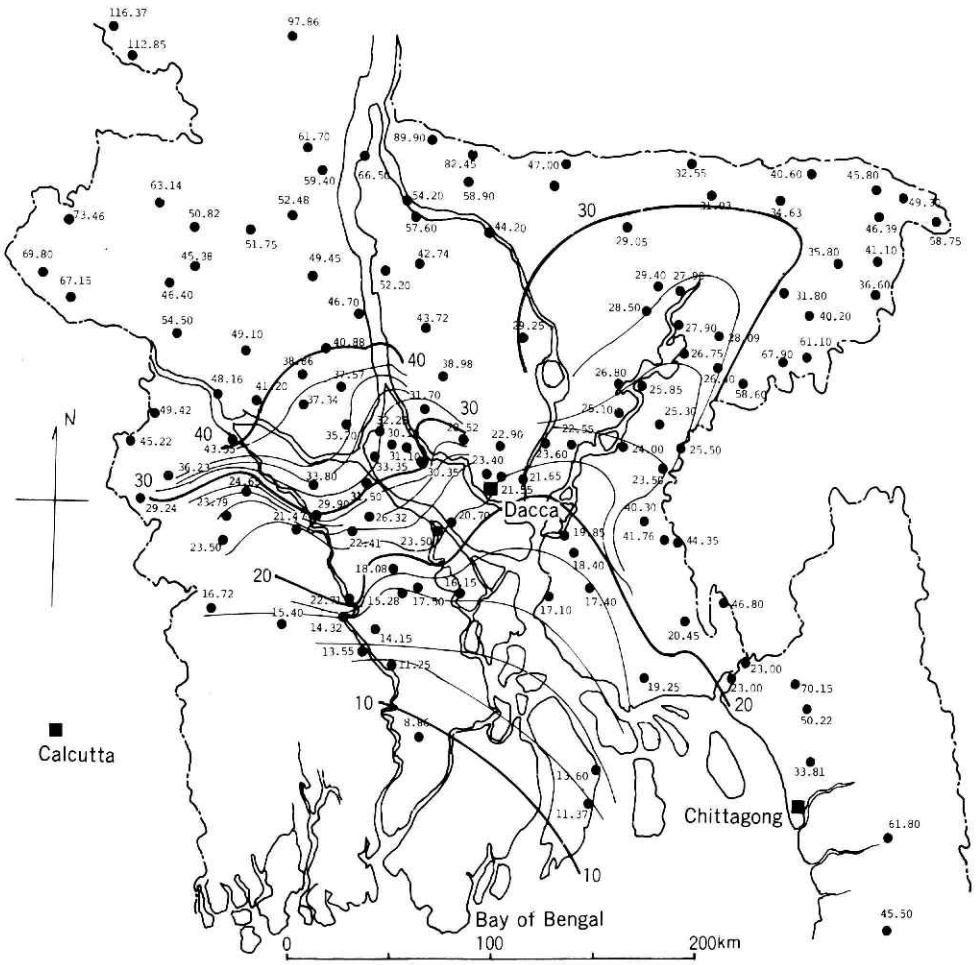

図２　図１に示した洪水の最高水位及びそのコンター．単位フィート．

Fig. 2　Water Elevation Distribution of the Maximum Flood in Bangladesh. Unit: ft.

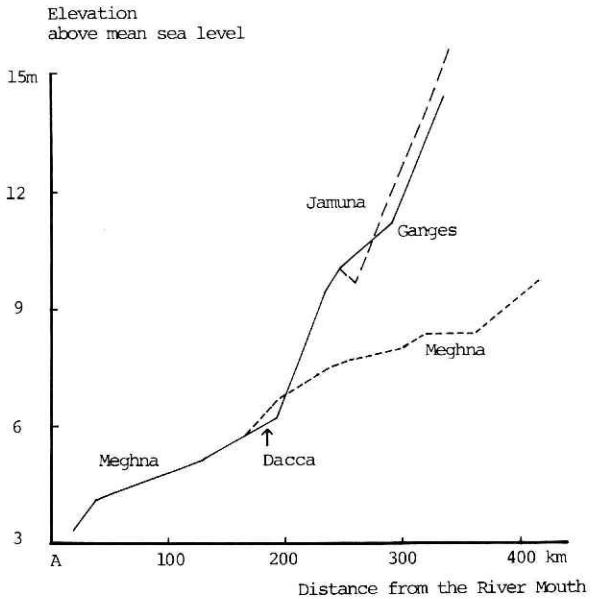

図3　図2に基づく各河川沿いの水位縦断図.

Fig. 3　**Longitudinal Profile of the Water Elevation of the Maximum Flood along the Main River Channels in Bangladesh.**

れはガンジス，ジャムナが合流しているにもかかわらず，自然堤防などがあって全体の流れを狭窄しているためであろう．下流部は勾配がゆるいが，図2にみる通り，河川の方向と水面の最大傾斜線が斜交しているのは著しい特徴である．メグナ川上流では全体に勾配がガンジス，ジャムナ等より緩く河口より 400 km 遡った地点まで10^{-5}である．

ここは平坦な地形である上に大河川がなく（ブラマプトラがかって流れていたが，）多雨地帯となっているからであろう．

上記の湛水面積と水深の関係から湛水体積を求めると，$1300\times10^{8}\,m^{3}$となる．これは水深0～0.6 mの範囲が算入されてないなど過小値と推定されるが，それでも流量3万m^{3}/秒の水路で排水するとして50日もかかる量である．

3. バングラデシュの高潮

一般に（北半球で）南に面した遠浅の湾では台風の来襲時に著しい高潮の災害を受ける．特に台風経路の東側においてその傾向が著しいことは経験的にもよく知られている．そのような意味の危険地帯は日本では東京・名古屋・大阪などを挙げられるが，バングラデシュも同様に国全体が危険地帯である．

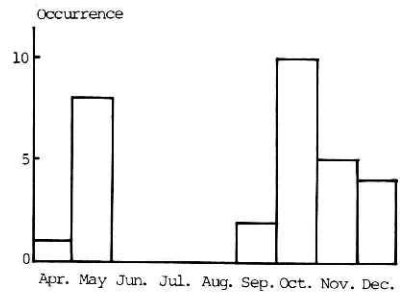

図４　1787年～1959年にベンガル湾に発生した高潮の月別回数（畠山1964）.

Fig. 4　Occurrence of Storm Surges in Bay of Bengal, 1787~1959.

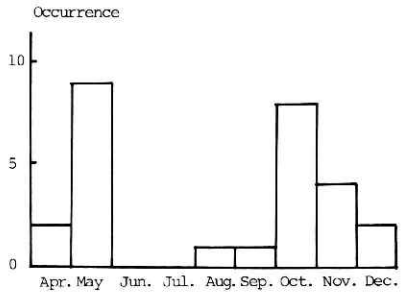

図５　1960年～1977年にバングラデシュに発生した高潮の月別回数（Razzaque 1980）

Fig. 5　Occurrence of Storm Surges in Bangladesh, 1960~1977.

18世紀以来生起した高潮の月別回数をまとめると図４・５のようになる．図４は1787年～1959年ベンガル湾に発生した高潮として畠山久尚（1963）が記載しているもの，図５は1960年～1977年バングラデシュを襲った高潮としてRazzaque(1980)が報告しているものであるが，ともに発生回数のピークは５月と10月とにあって，冬（１～３月）と夏（６～７月）には１回も発生していない．これはモンスーンの最盛期には一般に強い台風はバングラデシュを襲わないで，夏・冬両モンスーンの弱まった時期に台風が襲い高潮が発生することを示している．近年稀な大高潮は1970年11月12日に発生し，30万人の死者を出したと記録されている．日本では９月に高潮が集中して発生しているのと対照的である．

Razzaque(1980)に拠り，最大風速と高潮潮位との関係を示すと図６のようになる．潮位・最大風速及び風向がどのようにして測られたものであるかは不明だが，おゝよその傾向は

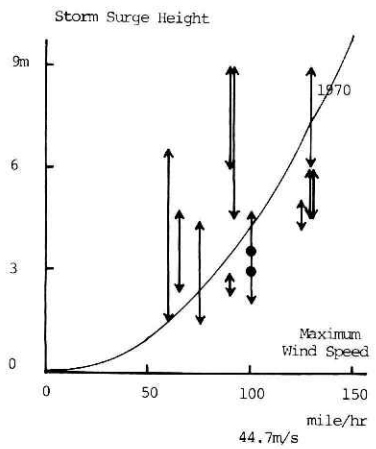

図６　高潮潮位・最大風速の関係．バングラデシュにおいて
（放物線は比較のため記入した東京港における同種の関係式）

Fig. 6　Relation between the Storm Surge Height and Maximum Wind Speed. (The parabolic line means the same kind of the relation in Tokyo Port, Japan.)

わかるであろう．日本各地における高潮推算式（科学技術庁資源調査会1959）において，最も風の影響の大きい例の一つとして東京港の推算式（宮部）をとり上げる．

$$\Delta H = 0.22\, W^2 \cos\theta$$

潮位上昇分ΔHを縦軸に，風速Wを横軸に，$\theta = 0$と仮定して図6中に放物線でこの関係を記入した．風速40m/s前後において，バングラデシュでは東京港の例よりずっと潮位が高くなる．風速の測り方にも問題はあるが，これはバングラデシュの高潮の特徴を現わしているようにも思える．すなわち，この土地は勾配がゆるいので，高潮に関するコールディング（Colding）の式

$$i = \frac{4.8 \times 10^{-7}\, W^2}{D} \quad \cdots\cdots (1)$$

において風速W＝10m/s，水深D＝3mと仮定すると勾配$i = 1.6 \times 10^{-5}$となって，図3の水面勾配と同一になる．すなわちある程度の風がもし，可成りの継続時間吹きつづけると仮定すれば，図2に似た水面形でバングラデシュ全土は高潮に覆われることを示している．実際は台風は過渡現象であるが，上記の試算では風速Wを小さめに見た．また，風速Wを40m/sと仮定すれば勾配は2.6×10^{-4}と16倍になる．

換言すれば，図2は上流から重力によって流れつつ湛水する水面形を示しているが，下流から大風が吹けば風の応力と釣合ってこの水面形は容易に再現されるであろう．つまり，図2はある場合には高潮潮位分布図とも言えるので，奥地で潮位が9mと言ってもおかしくない．防潮堤などで囲われた海岸で発生する高潮とは大いに異なる性格を示すことが推量されるわけで，高潮に対する特別の配慮が必要である．このような高潮に対する対策は避難等のための通信施設の充実，避難場所の建設など幾種かの方法がとられていることをRazzaque（1980）は報告している．

4. パンパンガ川の洪水

パンパンガ川はフィリピン中部ルソンにある河川で，東にシェラマドレ山脈，カラバロ山脈，西にサンバレス山脈があって，ほぼ南へ流れてマニラ湾へ入る．全流域面積は約10540km^2で日本の大河川とほぼ同程度で，中下流流域はフィリピン有数の穀倉地帯である．著しい特徴は平野部にサンアントニオ・カンダバの両沼沢があることである．ここでは乾期には農業（すいか等）を営み，雨期には湖となって豊富な淡水魚を育てる．本流域に洪水予報システムを作るため筆者らは1969年現地において調査をした．（ＯＴＣＡ，1970）．洪水予報システムは1972年より稼動しはじめたが，改良等の必要もあったため1982年に機械を一部更新した．図7にはテレメータ水位雨量計の位置を示す．この他にも数多くの雨量観測所・水位

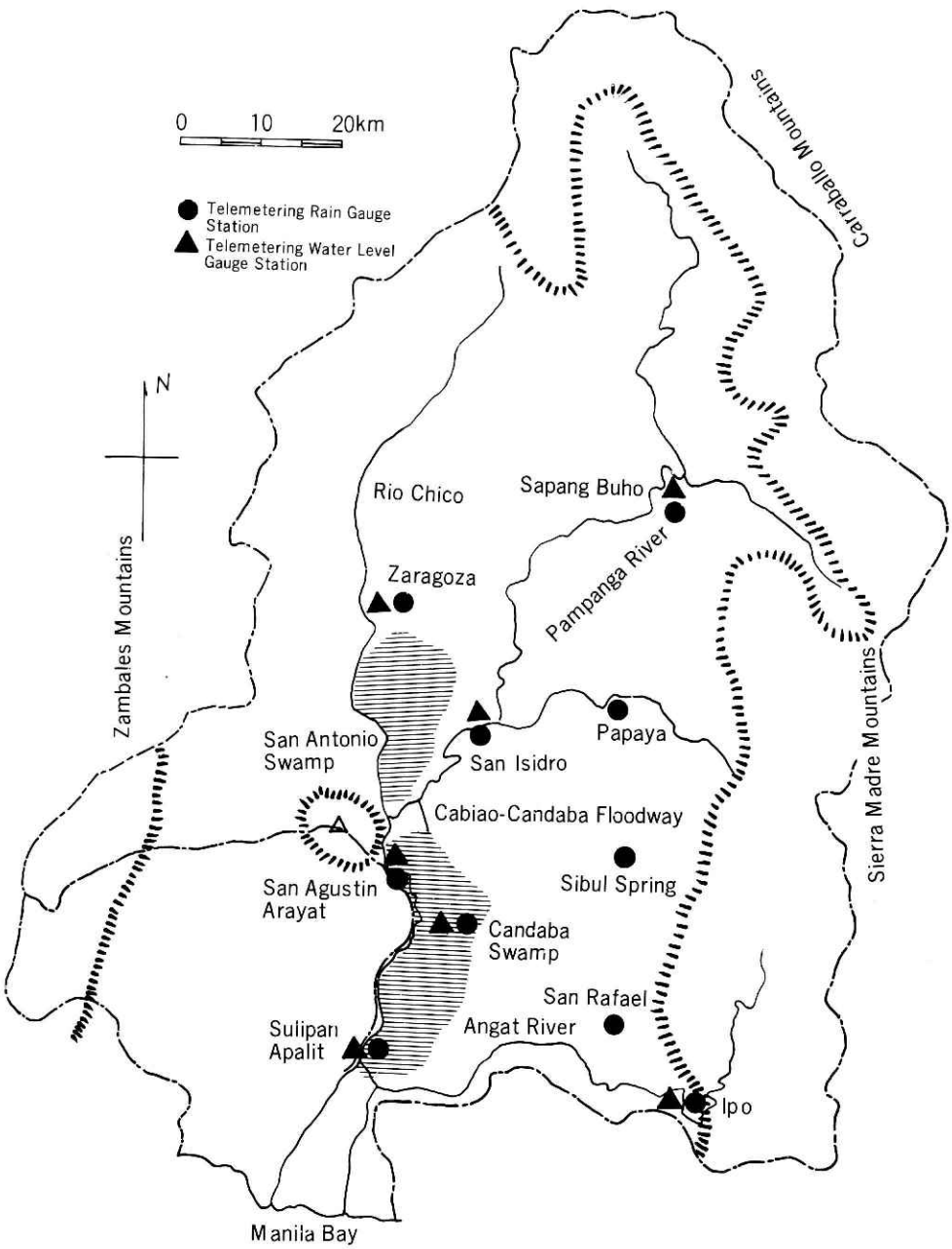

図7　パンパンガ川流域概要とテレメータ水位計・同雨量計の分布.

Fig. 7　Outline of the Pampanga River Basin and the Telemetering Rain and Water Gauge Stations.

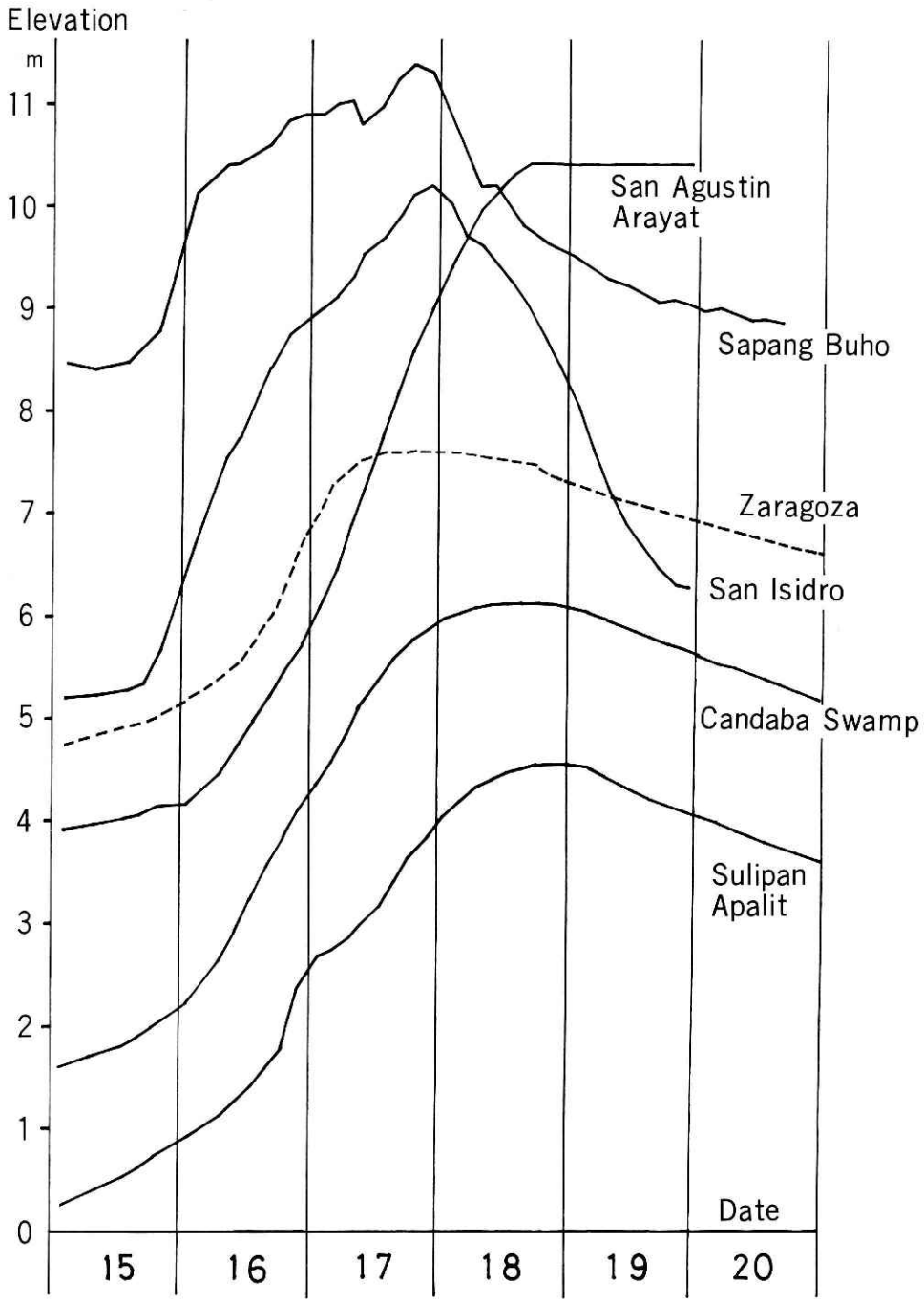

図8　パンパンガ川1974年8月洪水のテレメータ水位計によるハイドログラフ．
各水位零点は任意であるが同一地点では図9と揃えてある．

Fig. 8　Flood Hydrographs, in the Pampanga River, Aug. 1974.
The datum level is arbitrary.

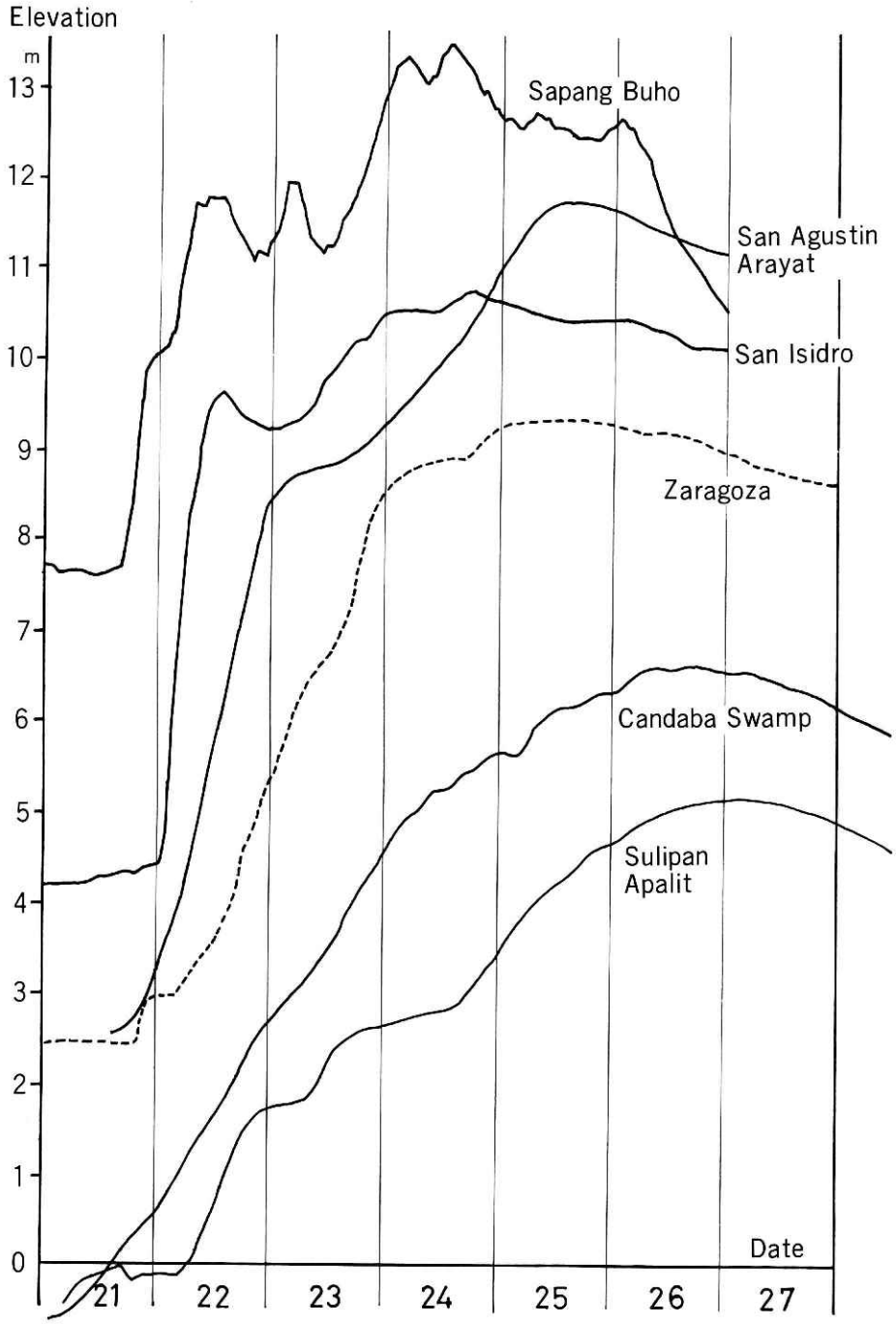

図９　パンパンガ川1976年５月洪水のテレメータ水位計によるハイドログラフ．
各水位零点は任意であるが，同一地点では図８と揃えてある．

Fig. 9　Flood Hydrographs in the Pampanga River, May 1976.
The datum level is arbitrary.

観測所はあるが，行政組織の改正，その他の情勢で，十分な観測が行われているわけではない．本稿は洪水予報という立場から既存の資料を解析する．なお洪水予報対象地域にはカンダバ沼沢（長期湛水の開始時期および最大水深が大切な要素である），アラヤット下流の右岸水田地帯（異常洪水によるパンパンガ川右岸堤よりの溢水），アパリット以下のデルタ地帯（長期湛水および水深）の3箇所を設定した．

雨期は5月から11月までで，連日驟雨（しゅうう）が降るが，流域全体としてはあまり大きな雨量にはならない．8月前後を中心として台風が接近又は上陸したときにモンスーンを強化して流域全体に大雨が降る．従って，単純に言えば台風によって洪水が起こると考えられる．

(1) 洪水波形概観

幾つかの洪水が記録されているので相互に比較できるようにまとめたハイドログラフを図8と図9に示す．洪水継続時間，ピーク高などは日本のそれとよく似ていて，前報（木下武雄，1981）に示したチグリス・ユーフラテスとは異なる．概観するに，上流は孤立波としての波形を示す．しかし，カンダバ沼沢，スリパンの水位は，沼沢の貯留効果のため，貯留形の波形になる．しかもピーク以降両ハイドログラフが並行していることからカンダバ沼沢内は洪水時には一続きの水位となると思われる．洪水予報システム作りの折にはそれを実証するに至らなかったが，この性質を仮定として利用し，図10に転載（ＯＴＣＡ（1970)から）したような良好な洪水予報の可能性をえた．今回はこの性質が実証されたわけである．

(2) 実測雨量から水位の予測

ここでは実用上大切な，雨量から水位（ここではアラヤット水位）への推定方法を考え

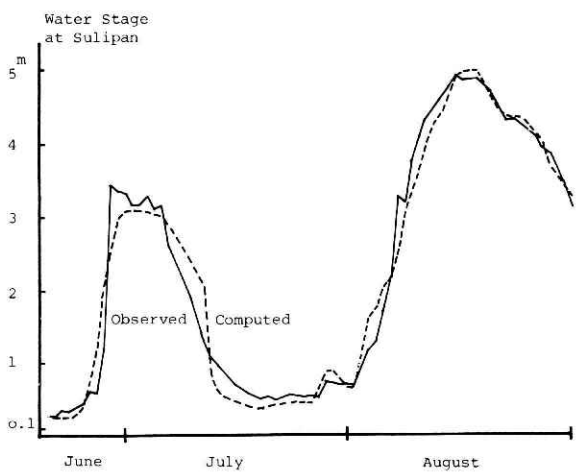

図10　スリパンにおける計算水位と実測水位との比較（ＯＴＣＡ（1970）より引用）

Fig. 10　Comparison of the Computed Water Stage with the Observed one at Sulipan, Apalit, 1960.

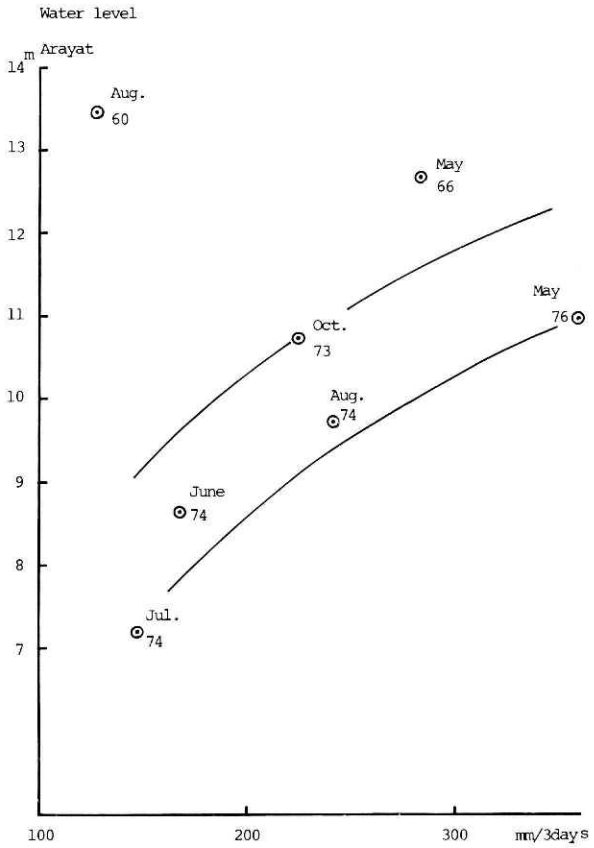

図11　流域平均３日雨量とアラヤット水位との関係.

Fig. 11　Empirical Relation Between 3-day Rainfall and the Water Level at San Agustin, Arayat.

る．アラヤット水位観測所の上流にあるテレメータ雨量観測所はサパンブホ，パパヤ，サンイシドロ，サラゴサ，アラヤットの５観測所である．それでこの５観測所の日雨量とアラヤット水位との関係を調べた．これらの算術平均（欠測の場合も単純に観測所数を減らすだけ）で求めた流域平均３日雨量との関係を図11に示す．３日雨量の根拠については(4)節で述べる．1960年・1966年の両洪水ではテレメータによる観測がなかったので，他の信頼あると思われる３雨量観測所の値を用いた．さらにカビアオ－カンダバ放水路完成前のためこのように水位が高くにくるのであろう．さらに後節(5)で述べるように60年洪水の雨量には疑問がある．1960年・1966年は除いて，１つの帯が考えられ，乾期から雨期へはいったばかりの５～７月は下限線を，９～10月は上限線を雨量・水位の相関線と考えられないだろうか．今後テレメータ観測値をこの図へ追加して行くことによって，この帯の意味が明らかになり，精度が向上するであろう．

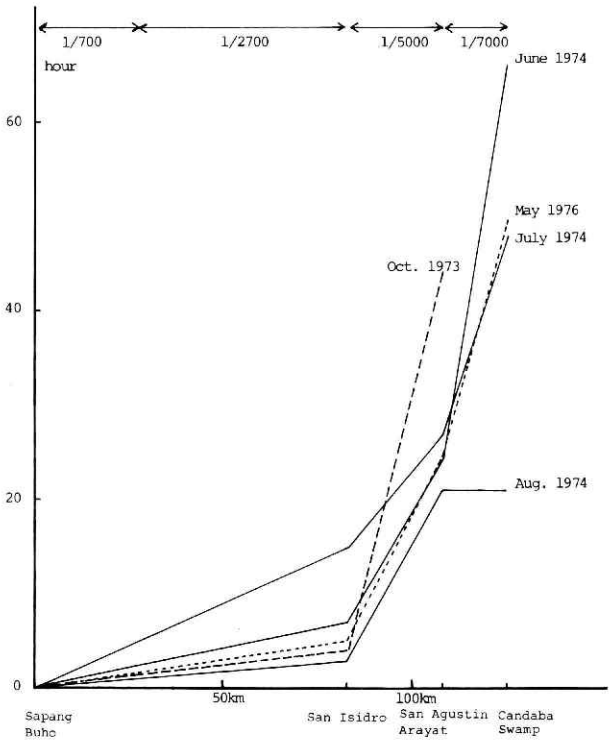

図12　サパンブホからの洪水水位の伝播時間

Fig. 12　Travel Time of the Flood Peaks from Sapang Buho.

(3)　洪水ピークの伝播時間

テレメータシステムが完成してから水位観測の時刻の精度は著しく向上した．上流のサパンブホから下流のカンダバ沼沢までの洪水ピークの伝播時間は図12に示す．大雑把に言えばサパンブホからサンイシドロまでが４～６時間，サパンブホからアラヤットまでが24時間，サパンブホからカンダバ沼沢までが48時間と言ったところである．

サパンブホからサンイシドロまでは勾配 1/700～1/2700 で，83kmあるから15 ～ 20km/時の速さである．サンイシドロから下流はリオチコ川が合流するので，この支川の合流時差の影響を考えなければいけないが，単純には約20時間として勾配は約１/5000で，25kmあるから約 1.3 km/時である．

カンダバ沼沢の水位は沼沢の貯留効果が著しく効いているので波形の伝播とは異なる．1974年の３洪水でみると，６月洪水では沼沢にあまり貯留がなかったために40時間程度かかっているが，７月洪水では24時間ぐらいである．これらの結果は洪水予報の時間として大へん重要である．さらに精しくは支川合流を考慮すべきである．

表１　パンパンガ川（アラヤット）洪水のピーク雨量からピーク水位までの時間差

Table 1　Time Difference from Peak Rainfall to Peak Water Level in the Pampanga River Basin.

年 Year	ピーク雨量（アラヤット上流の算術平均） 発現時刻 Date and Time	Peak Rainfall	ピーク水位（アラヤット） Peak Water Level 発現時刻 Date and Time		ピーク雨量からピーク水位までの時間差 Time Difference
年	月 日 時	mm/h	月 日 時	m	時間 hr.
1974	6 10 22	17.0	6 12 2	8.65	28
	7 20 16	19.5	7 21 20	7.18	28
	8 17 9	14.6	8 18 17	9.74	32
1976	5 23 19	14.0	5 25 14	11.00	43

(4)　雨量ピークから水位ピークまでの時間

雨量ピークから水位ピークまでの時間は前節のような上流の洪水の水位ピークから下流の水位ピークまでの時間ほど明確には定義できない．なぜなら雨量ピークとは点雨量のピークか面積雨量についてみるのか，時間の刻みの長さは日か時か，さらに雨量の場合には似たようなピークが幾つもあったときどれを代表的なピークと選ぶかなどむずかしい．表１には流域平均時間雨量（手法は(2)節と同じ）とアラヤット水位ピークまでの時間を示す．大局的

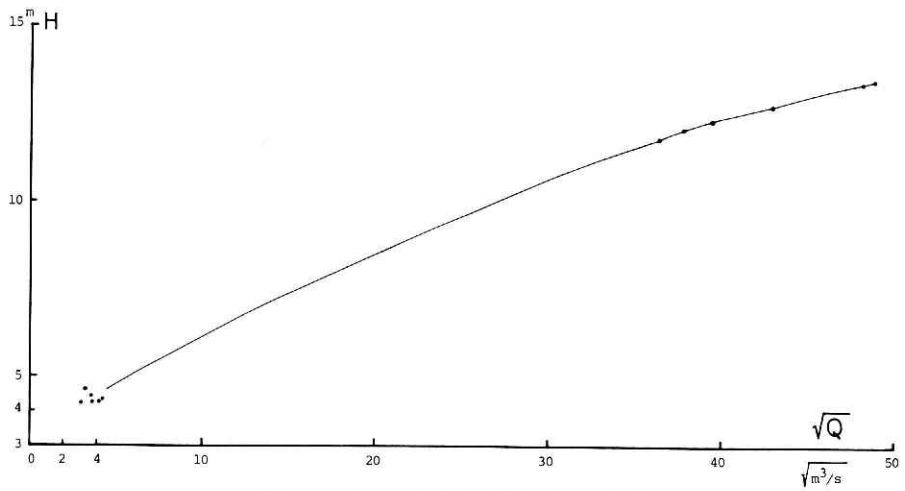

図13　アラヤットにおける仮のH・Q曲線

Fig. 13　Temporary H (Water Level) – Q (Discharge) Relation Curve.

にみて，1.5日と考えられ，これを(3)節の結果ともほぼ整合する．また日本における同規模の河川とも著しくは相違しない．この2倍すなわち3日を洪水到達時間として(2)節(5)節で用いる．

(5) 合理式の流出係数

合理式は河川工事のとき洪水のピーク流量を推定する時によく用いられる式で

$$Q=\frac{1}{3.6}\,frA \quad \cdots\cdots (2)$$

と書ける．ここでQはピーク流量：m^3/秒，fは流出係数，rは洪水到達時間（雨量ピークから水位ピークまでの時間の2倍で代表させる）内の雨量強度：mm/時，Aは流域面積：km^2である．fは無次元量で雨の何%が浸透しないかを示す他，若干の意味を持つと解され（木下武雄，1974），地形・土壌の性質と共に雨の降り方にも関係することを試験地のデータですでに示した（木下武雄，1982）．

パンパンガ川の雨量流量からこのfを求めて，この流域の性質を日本の河川のそれと比べてみよう．アラヤットの水位はJICA(1977)，PAGASA(1978)に記録されているが，流量には換算されていない．それで，水位Hから流量Qへ換算するHQ曲線を作らねばならない．Bureau of Public Works：Surface Water Supply of the Philippinesに記載されている年最大流量・年最小流量とそれらに対応する水位を関係づけたものが図13で，これを用いて水位より流量Qを求める．河床変動などの影響を考慮して，HQ曲線は日本では年ごとに更改しているが，ここではそこまでの精度を問わない．雨量強度rを求めるための洪水到達時間は前節(4)の結果を参考にして3日ととった．つまりrは3日雨量でこれはほぼ一雨雨量に相当

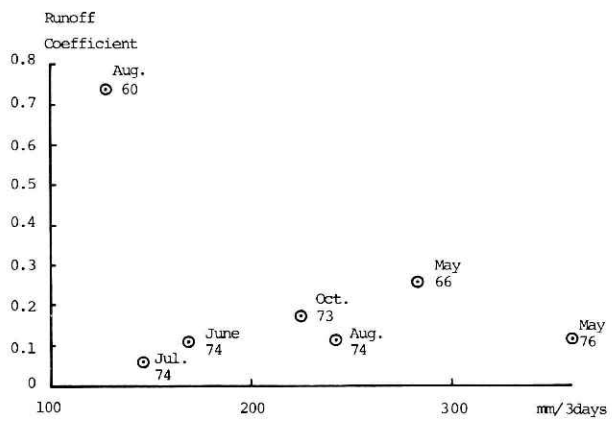

図14　パンパンガ川の流出係数．

Fig. 14　Runoff Coefficient of the Pampanga River Basin at San Agustin, Arayat.

する．A＝6487km^2 である．これらを(2)式に入れて流出係数を求めると，図14のようにｆ＝0.1～0.2に集中した．これは日本の河川において知られている値より小さく，氾濫の影響及びカビアオーカンダバ放水路のためアラヤット水位観測所を通らない流量があるためとも考えられる．意外に数値が揃っていることから，合理式の適用性はよく，(2)節図11のような雨量水位の相関図の有用性を裏づけるものでもある．図14によると1960年洪水は実測雨量が過小ではないかと懸念される．

5. まとめ

バングラデシュの洪水氾濫は丘陵を除いてほぼ全土を覆うものであり，その氾濫の水面勾配は日本における洪水氾濫と比べては桁ちがいに緩いものであり，その水量も莫大なものであることを述べた．さらにこの国で高潮は烈しく，デルタ性の低平地では海からの風の応力により全土に高潮の氾濫を引きおこす可能性のあることを数値的に解説し，日本の高潮災害とは全く異なるものであることを示した．フィリピンのパンパンガ川は大きな２つの沼沢を持つほかは流域面積・洪水規模も日本の河川とその洪水に似ている．この沼沢についても，干拓事業の進む以前の日本の河川の状態に類似していると考えられなくもない．流出係数が大へん小さいようだが，氾濫が広く発生した昔の日本の河川では恐らく同じ傾向であったろう．全体に資料に乏しく，精度も十分でないデータをまとめているので，靴の裏から足を掻くの感がないとはいえない．

それぞれの国では洪水による被害軽減のために積極的であり，当センターで実施している防災技術セミナーにも優れた技術者を参加させて来ている．社会・経済を発展させるためには第１に洪水を防がねばならないので，各国は洪水防御のため流域や河川の形態を変化せしめ，そのためにかえって洪水の様相が変化することも日本における例などから予想される．これらの国々と日本とでこれまで経験された洪水等の災害及びその防止技術を交換し，それぞれの国の発展に協力することは日本のためのみならず世界の平和と発展にもつながるものであり，そのような意味でこれらの国々の洪水と日本の洪水とを比較することは有意義であると考えたので，出来る限りのとりまとめを行い，ここに発表させていただいた．読者諸賢の御指導・御批判をいただければ幸甚である．また，前報告（その１）の場合も含め，得がたい資料を提供して下さったJICAの防災技術セミナー等の参加者・派遣専門家及びその他多勢の方々のご協力をいただいたことを記し，厚くお礼を申し上げる次第である．

参　考　文　献

1）Ali Ahmed Khan (1980)：Disaster Prevention in Bangladesh.
Final Report of the Seminar on Technology for Disaster Prevention, NRCDP & JICA Vol. 4.
2）畠山久尚監修（1964）：アジアの気候．古今書院，p.87.

3）JICA (1977)：Hydrological Data Book on the Pampanga River Basin, Philippines, Major Floods During 1960～1974.
4）科学技術庁資源調査会（1959)：高潮予報に関する報告．科学技術庁資源調査会報告第９号，44.
5）木下武雄(1974)：洪水計算の考え方（Ｉ）．水利科学№97，53～72.
6）木下武雄(1981)：海外の河川における洪水の水文学的研究（その１）．国立防災科学技術センター研究報告，№26，１～16.
7）木下武雄(1982)：小流域からの表面流出．第26回水理講演会論文集，223～228.
8）OTCA (1970)：Report on Feasibility Survey for the Establishment of Comprehensive Plan of the Flood Forecasting and Warning System in the Pampanga River Basin in the Philippines.
9）大矢雅彦(1979)：河川の開発と平野．大明堂，127—152
10）PAGASA (1978)：Hydrological Data Summary of the May 1976 Flood in the Pampanga River Basin.
11）Razzaque, M. A. (1980)：Cyclone and Tornado in Bangladesh and System of Countermeasures. *Final Report of the Seminar on Technology for Disaster Prevention, NRCDP & JICA*, Vol. 4, 10～19.

(1982年６月７日　原稿受理)