

淡水河洪水予警報
システム確立のための
調査報告書

1972年1月

海外技術協力事業団

淡水河洪水予警報
システム確立のための
調査報告書

JICA LIBRARY



1027079C13

1972年1月

海外技術協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	84. 3. 21	121
登録No.	01159	61-7
		EX

目 次

第1章	概 況	1
1.1	背 景	1
1.2	調査団への付託事項	2
1.3	調査団の構成	3
1.4	調査計画	4
1.5	謝 辞	7
第2章	結論と勧告	9
2.1	結 論	9
2.2	勧 告	10
第3章	淡水河の現況	12
3.1	流域の概況	12
3.2	石門水庫	14
3.3	洪水氾濫	21
3.4	治水計画	25
3.5	水文観測施設	31
3.6	通信施設	34
第4章	降雨量の解析	36
4.1	淡水河流域の降雨	36
4.2	雨量観測所の配置	40
第5章	洪水の解析	45
5.1	洪水データ	45
5.2	洪水の遅滞時間	50
5.3	損失雨量	51
5.4	上流域における洪水の流出	53
5.5	下流域における洪水の伝播	64
5.6	下流域における洪水の氾濫	76
第6章	洪水予警報の方式	91
6.1	洪水予警報の目的と方法	91
6.2	洪水予報の方式	92
6.3	洪水予報方式の検証	100
6.4	洪水予報の例題	103

第7章	洪水予警報施設	114
7.1	水文観測施設	114
7.2	テレメータ通信施設	117
7.3	洪水予警報組織	121
第8章	洪水予警報施設の建設費と維持費	134
8.1	建設費	134
8.2	維持費	138
8.3	洪水予警報施設の保守	138
付録1	淡水河の洪水予警報について	139
	まえがき	141
	1 洪水予警報の目的	142
	2 予報の方式	142
	3 洪水予警報のための施設	144
付録2	淡水河の洪水予警報について	145
	まえがき	147
	1 テレメータ・システム設置の目的	148
	2 テレメータ・システムの概要	148
	3 雨量・水位観測テレメータの方式	148
	4 設備の概要	149
付録3	上流域洪水流出計算系統図	151
付録4	下流洪水量計算数表および計算図	157
付録5	機器収容施設等参考図	165
付録6	無線回線系統図	175
付録7	見透図	177
付録8	建設省テレメータ・警報標準方式仕様書	177
付録9	淡水河水系雨量・水位テレメータ装置機器仕様書	201
付録10	データ処理機器仕様書	215
付録11	太陽電池・アルカリ蓄電池容量計算書	219
付録12	淡水河水系雨量・水位テレメータ記録様式	224
付録13	テレメータ・警報設備点検簿様式	225
付録14	水防法(抄)	227

第1章 概 説

1.1 背 景

淡水河の洪水予報については、中華民国政府はつとにその必要性を認識しており、先年まとめられた淡水河の洪水処理計画の一環として、すでにこれを取上げている。^{*}

洪水予報は、一般に、洪水の原因となる降雨量の予測と、予測もしくは実測せられた降雨量からの河川の流量あるいは水位の予測との2段階に大別される。

淡水河の場合、前者については台湾省気象局を中心とし、国連の技術援助のもとに、必要な研究および施設の建設が行なわれており、すでに花蓮および高雄の2地点にレーダーが完成し、さらに台北市近辺に1局が建設されようとしている。

一方、後者については、台湾省水利局において研究が進められており、具体的な予報の方式についての有益な提案がなされている。^{**} また、予報に必要な雨量観測所、水位観測所およびこれらの観測データの送信設備についても、1971年以降3～4年間に、現存する9箇所の雨量観測所、4箇所の水位観測所の他に10箇所の雨量テレメータ、7箇所の水位テレメータ、2箇所の水位通報所、2箇所の中継局、2箇所の中央制御局の設置が提案せられており、そのための費用は前述のレーダ局1箇所の新設を含めて1,075,000米ドルに及ぶものと考えられている。^{***}

中華民国政府および日本国政府は、淡水河における洪水予報施設の確立をさらに促進するために、国連 ECAFE/WMO 台風委員会第3回会議における決議に留意しながら、数名の水文学専門家および電気通信専門家からなる調査団による具体的な予報の手法および予報施設の計画に関する調査を行なうことに合意をみた。^{****}

* 經濟部水資源統一規画委員会：台北地区防洪計画検討報告，1970年6月，p40

** 鄭醒明氏か：淡水河洪水預報方法研究總報告，台湾省水利局

*** Flood Forecasting and Warning, Improvement Project on Tan-Shui River Basin, Taipei, Taiwan, Republic of China, January, 1969.

**** The Technical Cooperation Plan By the Government of Japan, Application By the Government of the Republic of China.

中華民国政府は1971年1月までに調査が開始されることを希望したが、日本政府における専門家の人選、携行機材の準備等の都合から、現地における調査は1971年6月から7月にかけて行なわれた。

現地における調査に対しては、中華民国政府、台北特別市および台湾省水利局においてバックアップが行なわれた。

1.2 調査団への付託事項

調査団への付託事項は、中華民国政府より日本国政府に対し送付せられた Application of Technical Assistance (Form A.1) に記載されている事項によって示される。すなわち、水文学専門家に対しては

To study and determine an adequate method or methods for flood forecasting and warning in Tan-shui River basin.

が求められ、具体的には

- (1) Analyses and studies of hydrological basic data.
- (2) Correlations between storm rainfall and river stage or correlations of river stages among upstream and downstream stations.
- (3) Runoff characteristics of various storm rainfall Patterns.

を研究することが求められている。

つぎに、電気通信専門家に対しては

To study and determine the flood forecasting and warning network for Tan-shui River basin.

To study and determine all necessary facilities and specification (including field reconnaissances and experiments.)

が要求されている。

1.3 調査団の構成

調査団は水文学専門家4名、電気通信専門家3名の7名の専門家で構成された。

専門家の氏名、現職および担当業務はつぎに示すとおりである。

氏名	担当業務	現職
西原 巧	調査団長、前任水文学専門家	建設省河川局河川計画課長補佐
高山 一彦	調査団副団長、前任電気通信専門家	建設省関東地方建設局電気通信課長
青木 佑久	前任水文学専門家	建設省土木研究所水文研究室 研究員
宮井 宏	同上	建設省近畿地方建設局淀川ダム 統合管理事務所監督官
中尾 忠彦	水文学専門家	建設省関東地方建設局利根川 下流工事々務所技官
高橋 芳男	電気通信専門家	建設省大臣官房電気通信室技官
湯谷 優	同上	水資源開発公団工務部技師

なお、各団員の作業分担はつぎのとおりである。

氏名	作業分担
西原 巧	総括、雨量解析、観測所の配置
青木 佑久	観測データの整理、上流部における洪水流出解析と予報方式の検討
宮井 宏	観測データの整理、下流部における洪水氾濫および伝播の解析と予報方式の検討
中尾 忠彦	洪水予報計算システムの構成、観測施設の設計
高山 一彦	電気通信部門総括、予警報施設の建設費および維持費の積算

高橋芳男	通信機器の構成とテレメータ方式の検討、機器仕様書および設計図の作成
湯谷優	通信回線の計画と設計、通信施設の保守の方法の検討

1.4 調査計画

調査は、水文学専門家と電気通信専門家との2つのグループ毎に行なわれた。*

水文学専門家は5月14日に台北に到着し、6月14日に帰国した。一方、電気通信専門家は6月1日に台北に到着し、7月1日に帰国した。

両専門家グループの調査日程は、表-1.1および表-1.2に示すとおりである。

表-1.1 水文学専門家調査日程表

月日	調査項目	摘要
5月14日	羽田発 台北着	
15	水利局長にあいさつ 調査日程等打合わせ	
16		
17	午前：作業打合わせ 午後：台北橋水位観測所等調査	郭王珍氏、鄧醒明氏等同行
18	基隆河（五堵、中正橋）調査	
19	新店溪（烏来）調査	
20	石門水庫訪問、三鶯、大豹等の水位観測所調査	
21	水文解析：基礎データの収集	

* これは主として電気通信専門家のグループにおいて必要とされる無線器材の通関に、相当の時日を要することから水文学専門家が先発し、器材の通関を終えたところへ電気通信専門家が到着するよう計画したことによる。

5月22日	水文解析：基礎データの収集
23	
24	水文解析：基礎データの収集
25	水文解析：基礎データの収集
26	水文解析：流出解析
27	同 上
28	同 上
29	気象局花蓮レーダステーション視察
30	
31	水文解析：洪水ケーススタディー
6月 1日	同 上、電気通信専門家到着、調査作業打合せ
2	水文解析：洪水ケーススタディー
3	明德水庫視察
4	日月潭視察
5	台南市付近の河川を視察
6	
7	気象局高雄レーダステーション視察
8	水文解析：洪水ケーススタディー
9	同上、竹内博士（防衛大学校教授）と洪水予報施設について討論
10	水文解析：洪水ケーススタディー
11	同 上、中間報告書作成
12	中間報告会*
13	
14	帰 国

中間報告会*
場所：水利局第1会議室
出席者：
中華民國政府經濟部水利司：孫鼎紘
同水資会：尹叔明、朱成熙、蘇藤成
石門水庫管理局：薛鈺泉、蔡龍光
台北市政府養護工程處：
電力公司：林灯陽、陳季勳
気象局：趙世騰、羅樹孝、鄭春台
水利局：胡運鼎、陳震基、郭王珍、鄭醒明
調査団：西原巧、高山一彦、青木佑久、
宮井 宏

表-1.2

電気通信専門家調査日程表

月 日	調 査 項 目	摘 要
6月 1日	羽田発 台北着 水文学専門家と調査作業打合せ	
2日	関係各機関にあいさつ 水利局関係者と調査作業打合せ	
3日		
4日		
5日	表-1.1 水文学専門家調査日程に同じ	
6日		
7日		
8日	無線通信回線の机上設計 電波伝播試験機材の整備	
9日	無線通信回線の机上設計 電波伝播試験機材の整備 現地踏査(獅子頭、および中山橋)	水文課吳鏡南氏同行
10日	現地踏査(中正橋および新海大橋) 現地踏査と伝播試験(台北橋)	第1水文站林徵祥氏立会
11日	現地踏査と伝播試験(五堵)	水文課吳氏同行
12日	水文学専門家の中間報告会 雑音測定とデータ整理	水文課郭王珍氏、陳智元氏立会
13日		
14日	雑音測定と水利局関係通信施設の現況調査	
15日	現地踏査と伝播試験(屈尺) 石門水庫管理局関係通信施設の現況調査	水文課吳氏、温明憲氏および第1水文站 林氏同行 水文課吳氏同行 石門水庫管理局何嘉垣氏立会
16日	現地踏査(小寮)	水文課吳氏、温氏同行

6月17日	現地踏査と伝播試験(太桶山)	水文課吳氏、温氏同行
18日		
19日	現地踏査(桶後および福山)	水文課吳氏同行
20日		
21日	現地踏査と伝播試験(大坪山および石門)	水文課吳氏、温氏同行
22日	現地踏査(大豹)	水文課吳氏、温氏同行
23日	気象局関係通信施設の現況調査	水文課鄭醒明氏、吳氏同行 気象庁周氏立会
24日	現地踏査(池端)	水文課吳氏、第1水文站陳氏同行 宜蘭県政府建設局白氏、第1工程処陳氏立会
25日		
26日	気象局花蓮レーダーステーション視察	陳規副組長、水文課鄭氏、吳氏同行 第7水文站邱氏、第6水文站張氏 第9工程処華氏立会
27日		
28日	データ整理	
29日	中間報告書作成	
30日	中間報告会	
7月1日	帰国	

1.5 謝 辞

調査団の構成員一同は、本調査の実施に当たっていろいろお世話戴いた関係の諸官に対し、厚い感謝の意を表す。とくに、適切なる助言、資料の提供等で配慮をわすらわした中華民国政府經濟部水資源委員会、台湾省水利局および台北市政府に対して、また、調査の実施に当たってご協力を戴いた台湾省水利局々長王道隆氏、同副局長楊学凍氏、同副総工程師胡運鼎氏、同規画組長陳震基氏、同水文課長郭王珍氏、同第1水文站主任林徵祥氏をはじめ関係の諸官に対して、さらに支援グループとして調査団に直接協力された同局工程師鄭醒明氏を長とするグループに対して、深甚なる謝意を表したい。

また、調査団が花蓮および高雄のレーダを視察した際お世話戴いた台湾省気象局の関係の諸官、および案内その他の労をとられた同水利局の多くの工程処および水

文站の諸官に対する調査団員の謝意を記しておきたい。

最後に、調査団員一同は在中華民國日本国大使館の仲田参事官に対し、調査団の台北市滞在中の好意に対して感謝の意を表したい。

第2章 結論と勧告

2.1 結論

淡水河の洪水予警報システムに関する調査の結論を要約して述べるとつぎのとおりである。

1. 淡水河の洪水は、地形急峻な山地から低平な台北盆地に直接流出するため、出水が早く、降雨のピークから洪水のピークまでの時間は6～11時間と非常に短い。それゆえ、降雨量の数値予報を実施しない限り、洪水の予警報はたかだか5時間前に発し得るに過ぎない。
2. しかし、そうであっても、三重市のように数年に一度の割合で洪水が氾濫する地域の住民に対しては、退避や財貨の浸水防止のための措置をとるのに十分役に立つと考えられる。
3. 洪水予警報は、降雨量から計算で求めた基隆河、新店溪および大漢溪の流量と河口の潮位とから、台北橋および獅子頭の水位観測所の水位を推定し、三重市その他の地域の氾濫の水位およびその範囲を推定することによって行なう。
4. 洪水流出の計算は、不定流の基礎方程式に関する速水の理論を用いた河道に対する単位図、および木村の理論による貯留関数法によって行ない、下流部の氾濫に対しては連続式を基本とする水理学的な方法によって計算を行なうが、何れも良好な精度で結果を得ることが可能であることが明らかにされた。
5. 計算に用いる資料を得るためには、テレメータ化された雨量観測所11箇所、おなじくテレメータ化された水位観測所8箇所の建設が必要である。なお、雨量計1箇所当りの担当流域面積は平均260km²となる。

このテレメータ観測網には2箇所の山上中継所が必要であり、60MHz帯の無線通信システムを新設しなければならない。

また、既設の設備は一部局舎が利用できよう。

6. 洪水流出計算および氾濫の水位の計算は、卓上電子計算機2台と若干の計算図表とにより行なうが、計算の速度および計算の手順は、淡水河の洪水予警報のため

めに必要とされる高い能率と迅速性とを有しているといえる。

2.2 勸告

1. 洪水予警報のための基礎データの収集を迅速ならしめるため、第7章において提案したテレメータ化された観測施設の設立を早急に行なうことが必要である。
2. 水文資料の解析を行なうための、また、洪水の予警報を行なうのに必要な、水位、流量等の計算を行ない、さらに予警報を必要な機関もしくは一般住民に伝達するための組織として、洪水予警報センタを設ける必要がある。その施設には、将来、高速度デジタル型電子計算機を備えつけることを考慮しておくべきである。
3. 淡水河流域の降雨の状況を、より適確に把握するために、流域内の適当な地点に気象レーダを設けることが望ましい。
4. 洪水予警報の一般住民への迅速な伝達を確保するために、放送施設、警報用サイレン、伝達用拡声器つき自動車等の整備を行なう必要がある。
5. 上記の予警報実施についての各行政機関の責任や権限を明確にするために、基本的な法規の整備を計る必要がある。
6. 基隆河下流部の中山橋水位観測所では流量観測が実施されていないので、基隆河の流出量の解析が非常に困難である。適当な地点を選び、適当な方法により流量観測を行なうことを考慮すべきである。
7. 油車口の潮位は、淡水河下流部の氾濫状況の解明にとって基本的な資料となる。潮汐の毎時観測データの調和分解を行なって、何時であっても潮位の推算が容易に行なえる計算式を準備しておくべきである。
8. 淡水河の下流部は近年地盤沈下が著しいため、同地域の水位計は年々沈下している。台湾省水利局においては、水位計の器高を沈下に応じて移動させ、零点の調整を行なっているが、これは機械の相対的な高さを変化させずに、その標高を測定し、水位の記録に補正を加える方式が、資料の整理上望ましいと考えられるので、考慮を望みたい。

9. 石門ダムはかんがい用水の補給を主目的としたダムであり、水利局とは別箇の機関である石門水庫管理局において管理されているが、淡水河洪水予警報センターの組織を考える際は、さらに緊密な連絡をとり得るものとするよう十分注意を払うべきである。
10. 李嶽山系統のテレメータ回線については現地試験が実施されていない。機会をみて実施する必要がある。
11. 降雨量の数値予報は、余裕をもって洪水の予警報を実施しようとするためには是非必要なものである。この研究を推進するとともに、淡水河流域における台風に伴う降雨の諸性質についてさらに研究を進めるべきである。
12. テレメータ施設は、建設後の維持と運用とが良好に行なわれてはじめて効果を発揮するのであるから、それらの体制については十分検討する必要がある。
13. 現在計画中のテレメータ施設の設置のほか、将来は各工程処および水文站の相互の通信網の確立を計画すべきである。

第3章 淡水河の現況

3.1 流域の概況

淡水河は台湾の北端に位置する流域面積 2,726 km²、幹川流路延長 158.7 km の、台湾省第3位の河川である。

流域の東北部および西北部はそれぞれ大屯山および観音山によって海岸と隔てられ、東南部は阿玉山、紅葉山等によって關陽溪と流域を分けられ、西南部は品田山、大壩尖山等によって他流域と境を接している。

淡水河の流域の特徴の一つは、急峻な山地部から急に低平な盆地に繋がっていることである。それゆえ、台北市を中心とする盆地は有史以来洪水の危険にさらされてきており、しかも下流の閘渡地点の狭さく部の存在が、これを助長してきた。

流域内には台湾最大の都市であり政治経済の中心である台北市が位置しているの
で、中華民国政府においても治水に力を入れているが、事業はやっと緒についたという段階にある。

1963年のGloria台風による洪水は、台北市を含めて約21,000 haの地域を冠水させ、大損害を与えたが、その後も数年に1度の割合で洪水に見舞われている。

淡水河三支川の一つ大漢溪の上流には、総貯水容量31,600万m³を誇る石門水庫があるが、これは元來かんがい用のダムであって、大きな治水上の効果をこのダムに期待することは無理のようである。*

淡水河の管理は、台湾省水利局および台北市政府の手で行なわれており、石門水庫の管理は石門水庫管理局の管轄下にある。

淡水河の各支川の延長、流域面積等基本的なデータは、表-3.1に示すとおりである。*

* 台湾省水利局：淡水河防洪治本計画修訂方案，pp. 2~3，台湾省水利局叢刊之四十四，1965年8月

** 第3章第2節を参照されたい。

图-3.1 淡水河流域图(淡水河防洪治本計画より)

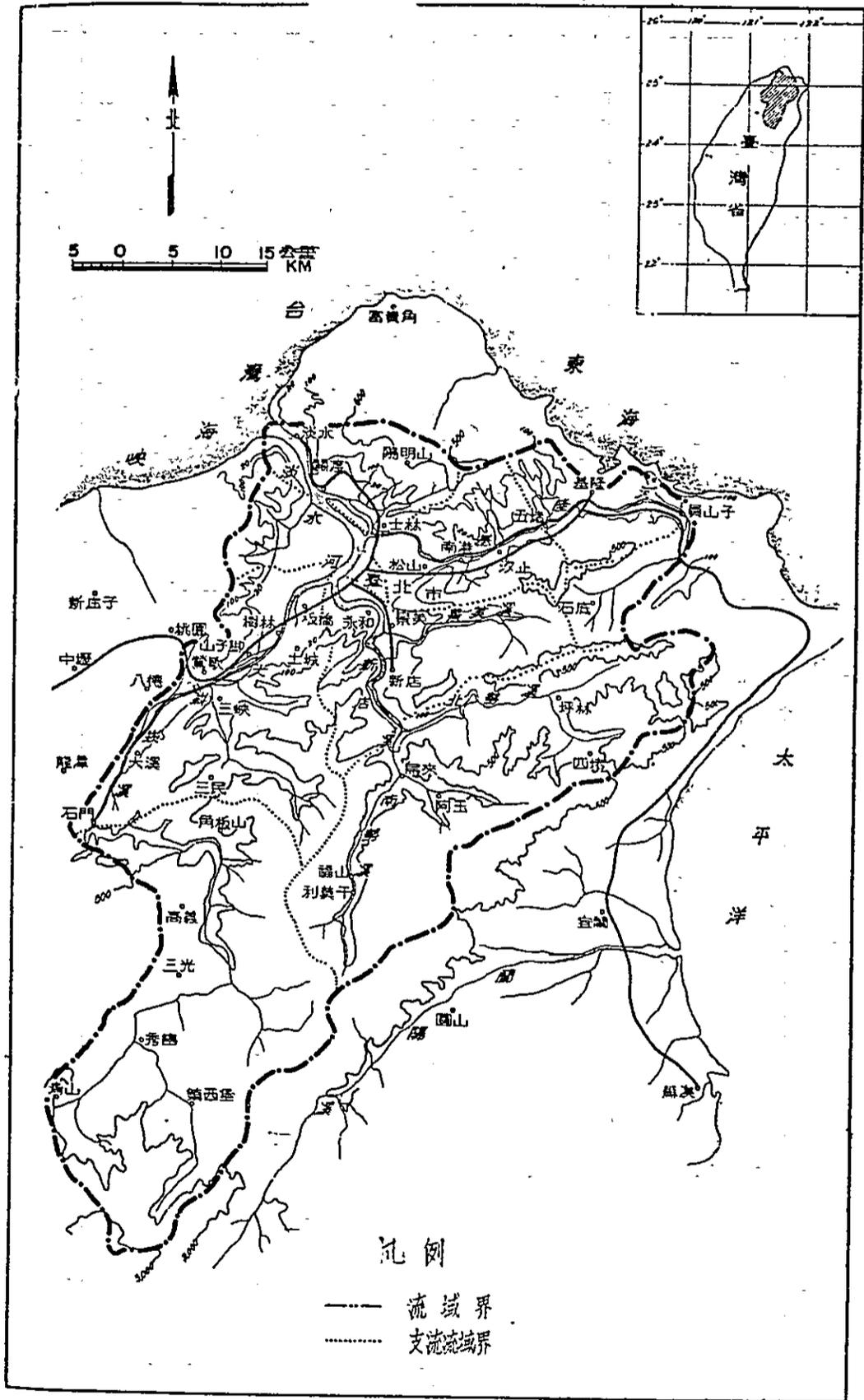


表 - 3.1 淡水河流域

支川	地点	流域面積	流域平均高 標	流路延長	流域平均配 勾
大漢溪	石門	758.89 ^{km²}	1,430 ^m	9.5 ^{km}	0.0246
	江子翠	1,162.69	1,026	135.0	0.0151
新店溪	屈尺	645.65	673	50.9	0.0240
	萬華	909.54	566	82.0	0.0136
基隆河	五堵	208.31	258	46.3	0.0104
	中山橋	401.07	186	74.9	0.0048
	関渡	490.77	209	89.4	0.0047
淡水河	台北橋	2,083.22	808	139.4	0.0115
	関渡	2,687.77	661	149.2	0.0088
	河口	2,725.82	653	158.7	0.0082

3.2 石門水庫*

淡水河の本流大漢溪は、雪山山脈に発する。上流は急峻な山地をぬって流れ、桃園県石門を境として平地部に入る。その名の示すように、石門は兩岸に高い山がそびえて狭まり、絶好のダムサイトとなっている。石門水庫はこの地点に築造されたかんがい、発電、洪水調節、都市用水の供給および観光を目的とする多目的ダムである。石門の台北市からの距離は約52kmであり、ダムからの放流水は約5時間後に台北市に達する。

石門水庫の計画は、1948年頃、台湾省水利局が行なった予備調査によって急速に具体化し、中央政府のもとに設けられた建設委員会の手によって国家的事業として1963年完成をみたものである。

このダムの計画の中心は、農業水利の開発であって、桃園県を中心とする台地を大規模に開拓し、農産物の増収をはかることが計画された。なお、1953, 54

* 参照：石門水庫，石門水庫建設委員会，1965

の両年に引続いて起こった旱害によって計画の実施が促進された。

石門水庫計画によれば、諸目的の経済効果は表-3.2のとおりかんがいが大部分(57%)を占めているのに対し、洪水調節の利益は小さい比率しか占めておらず、石門水庫は基本的には利水ダムと見られる。

表-3.2 石門水庫の経済効果(計画)

目的	年間経済効果額	比率	備考
かんがい	N.T.\$ 174,400,000	% 57.3	控え目の見積り
発電	92,720,000	30.5	
洪水調節	14,400,000	4.7	将来の増加分を含まず
都市用水	22,700,000	7.5	
合計	304,220,000	100.0	

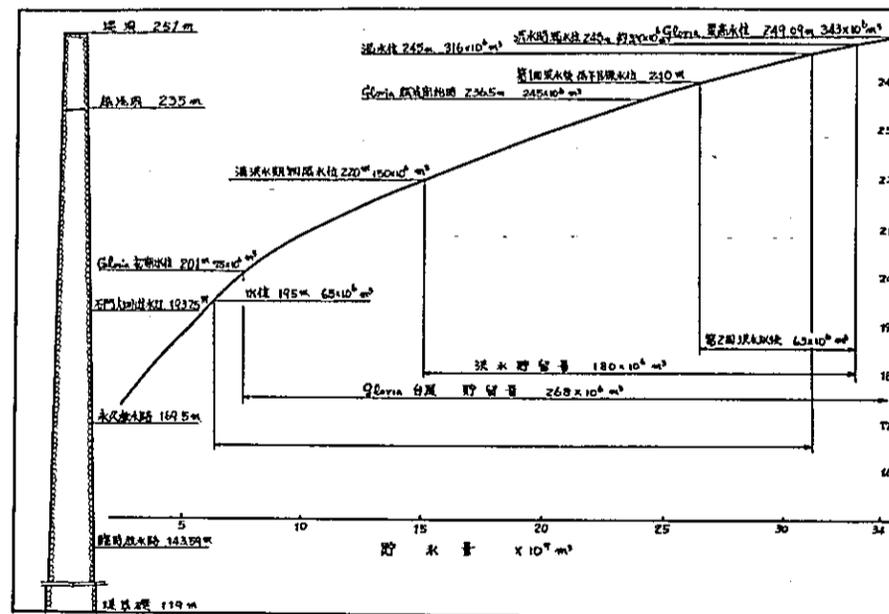
貯水池と施設の諸元は表-3.3に示すとおりであり、貯水池の容量配分は図-3.2に示すとおりである。

表-3.3 貯水池と施設の諸元

集水面積	763.4 km ²
貯水池面積	8.15 km ²
貯水池総容量	31.6 × 10 ⁶ m ³
有効貯水量	25.1 × 10 ⁶ m ³
ダム型式	心壁式フィルタイプダム
ダム本体高	133 m
堤頂高	360 m
余水吐	クレストゲート 6門
ゲート	高10.5 m × 幅14 m 扇形ゲート
敷高	標高 235 m
設計洪水流量	8,450 m ³ /sec

最大洪水流量	11,400 m ³ /sec
發電用取水口標高	169.5 m
最大取水量	25 m ³ /sec
石門幹線水路取水口標高	193.25 m
最大取水量	10 m ³ /sec

圖-3.2 石門水庫貯水容量配分圖



以上でみられるように、堤体を買通するコンジットバルブはフィルタイプダムの構造上設置しておらず、また発電・かんがい用水の取水量も小さいので、洪水調節に使えるのはクレストゲートのみである。しかしながら、ゲート敷高より貯水池の水位が低い時には放流は不可能であるから、洪水の予備放流を含む積極的な洪水調節を行なうことは不可能である。また、放流可能水位に達した後においても、水位が十分高くないと十分な量の放水が行なえないことから操作の自由度が小さく、洪水調節用ダムとしての機能は十分ではない。

洪水時におけるダム操作は、石門水庫管理所内の作業グループによって作成された原案に基き、経済部の承認を得て、同管理所の手によって行なわれる。そうして、台湾省水利局には、毎時の放流量が連絡されることになっている。

石門水庫においては、年間を通じて上下の制限水位が定められている。すなわち、各年の洪水期のはじめには貯水池水位が220mに制限される。このときのサーチャージを含めた洪水調節容量は $180 \times 10^6 \text{ m}^3$ （流域面積 763 km^2 で割ると 235 mm ）であって、洪水期当初にはかなりの洪水調節能力を有することがわかる。しかし、第二回目の洪水以後については水位を240mまで下げればよいことになっているので、洪水調節容量は $63 \times 10^6 \text{ m}^3$ と当初の $\frac{1}{3}$ 程度となり、調節能力は大幅に低下する。これは洪水期の出水を貯留して渇水期において用水補給をはかるためであって、利水目的と洪水調節とからの相反する要求に対し、利水目的に重点を置いたダム操作が行なわれていることを示すものである。

上下流の雨量・水位観測点との通信システムが完備していないため、洪水時には貯水池水位の上昇速度から貯水池流入量を逆算して操作の基礎データとしている。

石門水庫の洪水時の操作について若干の計算を行なった結果によると、このダムの操作は一定率調節に近いが、水位が高くなると自由越流に任かせる方式のようである。^{*}

* 一般にダムによる洪水調節の方法としては
a. 自由越流にまかせる方式
b. 一定量を放流し、それ以上をカットするピークカット方式
c. 流入に対し一定率を放流する方式
d. 下流との関連により、適宜放流する方式
などがある。

石門水庫の完成直後、1963年9月にGloria 台風が来襲し、石門上流域に平均1375mmの激しい降雨をもたらした。この洪水により、下流の台北盆地に多大の洪水被害を生じ、その責任の一端が石門水庫の操作にあるとの非難がなされたが、石門水庫建設委員会には以下の二つの理由をあげてこの非難にこたえた。

- a. 洪水の発生を確実に予知することは不可能であり、直前に予備放流をしようとしても Gloria 台風時のように水位がクレストゲート敷高より低い時には不可能である。利水用放水口をあわせて35m/s の能力しか有しない。
- b. ゲートを閉ざして洪水調節をはかろうとしたら水位はどんどん上昇してダム本体を越流したであろう。ダムはフィルタイプなのでダム本体の越流はダムの崩壊をもたらす、下流により激甚な災害をもたらしたはずである。

洪水追跡計算の結果によると、この二つの理由はほぼ妥当と考えられる。すなわち、Gloria 台風による洪水は、ダム計画当初の最大可能洪水に匹敵するものであり、余水吐はこの洪水をほとんどそのまま流下できることのみを目標に設計されていると考えられるから、このような大洪水に対してはダム本体の安全を保つのがせいぜいであったであろう。

つぎに、Gloria 台風による洪水のように大きくない洪水に対して、石門水庫がどのような調節効果を有するかをみるために、この流域と特性が似ていると考えられる^{*}新店溪中正橋上流域の計算ハイドログラフを用いて、貯水池水位とダムの放流量との関係を検討してみよう。

検討する流入ハイドログラフとしては、継続時間の短い Elsie 台風による洪水と、継続時間の長い Elaine 台風による洪水のものを基本とし、比較のために、最大流量値が等しくなるようにハイドログラフの縦距を定数倍した。検討したダム操作のやり方は、現在行なわれているゲート操作の方法とゲートを開放して自由越流に任せる場合との二とおりである。

* 石門水庫流域の洪水ハイドログラフが得られなかったことによる。なお、第5章で述べるように、これらの流域の洪水流出の特性を表わす貯留関数の定数値は酷似しており、このような取扱いが許されよう。

計算結果は表-3.4および図-3.2に示すとおりであるが、現行の操作法では、ピーク流入量が小さい時には非常に有効な洪水調節を行なえるが、ピーク流入量が大きい場合と、洪水継続時間が長い場合には、自然越流に任かせる場合よりも効果が小さいことさえある。これは洪水の貯留を流量の小さい時期に多く行ない、ピーク付近では調節能力がなくなるためである。

表-3.4 石門水庫の洪水調節能力(試算)

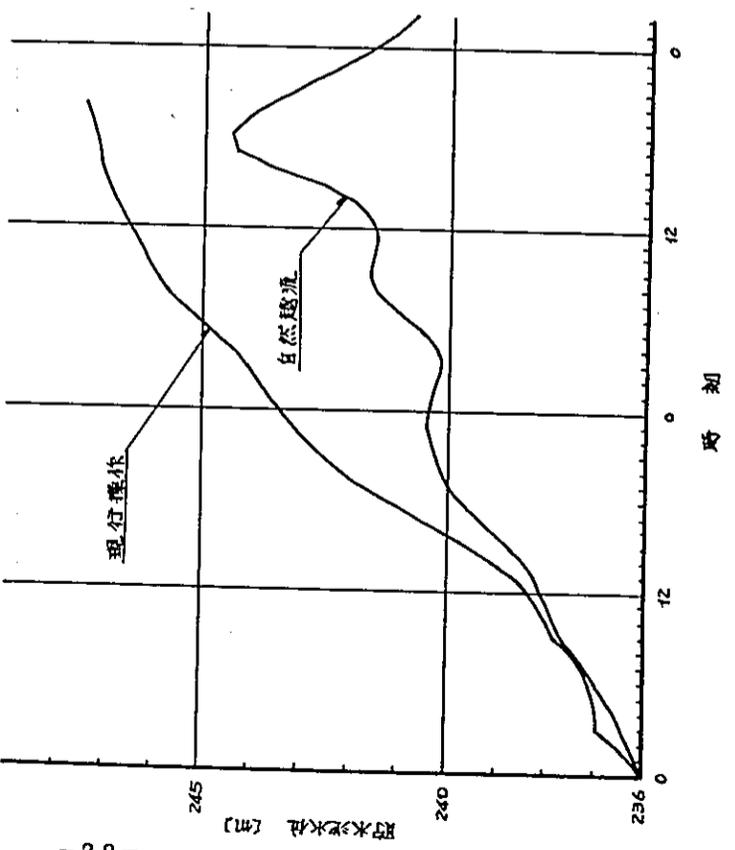
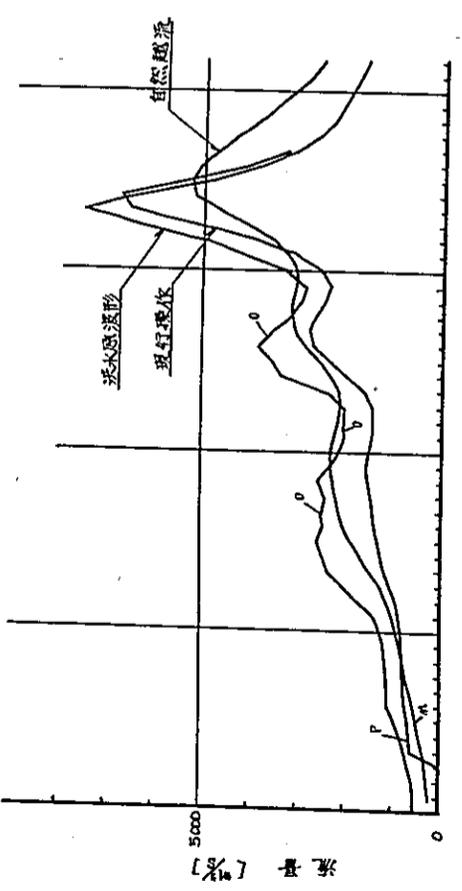
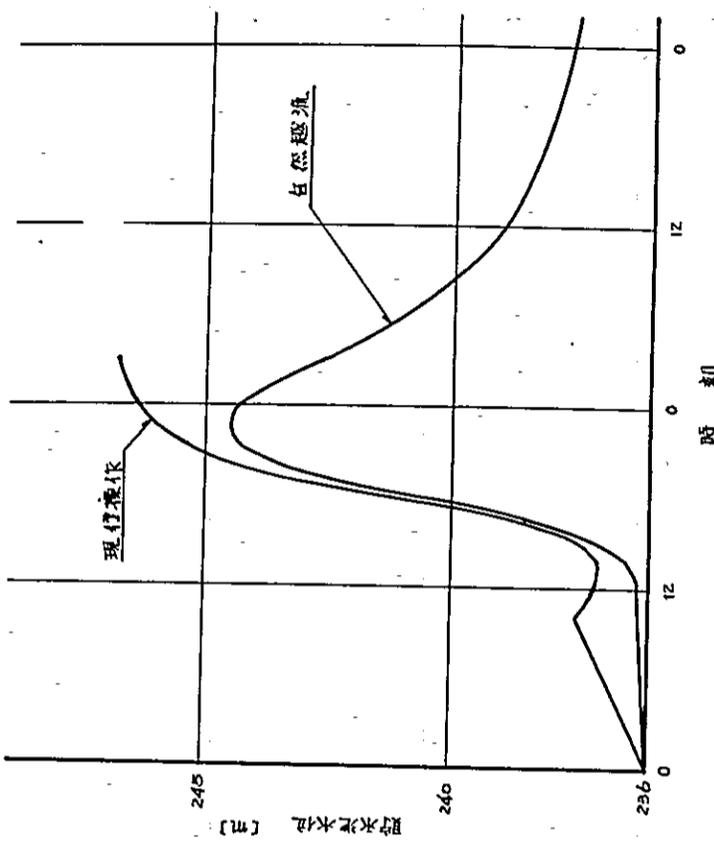
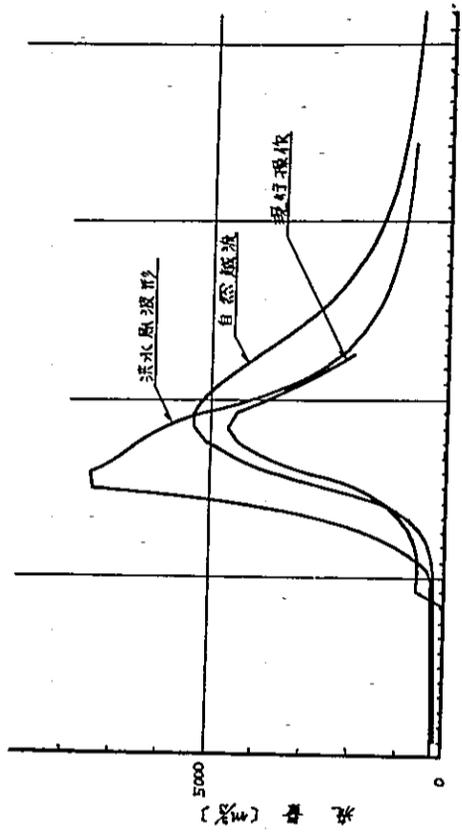
初期貯水池水位 236m

ピーク流入量 Q_1 m ³ /s	ハイドログ ラフ型	自然流下方式			現行操作		
		ピーク流出量 Q_0 m ³ /s	Q_0/Q_1 %	時差 hr	ピーク流出量 Q_0 m ³ /s	Q_0/Q_1 %	時差 hr
10,000	Elaine	7,000	70	1	9,400	94	0
	Elsie	7,200	72	4	7,400	74	3
7,500	Elaine	5,300	69	0	6,700	89	0
	Elsie	5,400	72	4	4,700	62	3
5,000	Elaine	3,600	72	1	3,500	70	0
	Elsie	3,600	72	4	2,500	50	3
2,500	Elaine	1,700	68	1	1,300	52	0
	Elsie	1,700	68	4	1,200	48	3

なお、はじめからゲートを開放しておく方式では、何れの場合にもほぼ一定のピーク流量調節効果がある。

以上の簡略化した机上実験からあまりにも多くの結論をひき出すことには危険があるが、現行の操作方式についておおよそつぎのようにいうことができる。

- a. 現行の操作方式は、利水用ダムとしての石門水庫の性格に深く影響されている。
- b. 小洪水に対しては、ゲート操作により多量の貯留を行う結果、有効な洪水調節が可能である。
- c. 洪水が大きい時には、洪水初期に多量の貯留を行なって洪水調節容量を消費してしまうため、ピーク付近ではほとんど調節せずに放流することになる。洪水継続時間が長い場合に、その傾向はより明瞭にあらわれる。



以上の考察から、淡水河の洪水予警報を計画するうえで、淡水河最大の支川大漢溪に位置する石門水庫の存在について、考慮しておくべき事項のいくつかが明きらかになった。

すなわち、石門水庫は巨大であるとはいえ、その洪水調節能力には限界があること、また、大洪水の場合には、ピーク付近でゲート操作による流量調節を行なうことがほとんど不可能であることは、きわめて重要な事項である。

3.3 洪水氾濫

淡水河における最近の著名な出水を原因別に示すと、表-3.5のとおりである。

表-3.5 著名出水原因一覧表

出水原因	生起年月日	出水原因	生起年月日
Wilda 台風	1959. 7. 6	Gilda 台風	1967. 11. 18-19
Pamela 台風	1961. 9. 12	Elaine 台風	1968. 9. 30-10. 1
Opal 台風	1962. 8. 6	Betty 台風	1969. 8. 8
Amy 台風	1962. 9. 5	低気圧	1969. 9. 11-12
Gloria 台風	1963. 9. 10-12	Elsie 台風	1969. 9. 26-28
Cora 台風	1966. 9. 6-7	Flossie 台風	1969. 10. 2-5
低気圧	1966. 9. 13-17	Fran 台風	1970. 9. 6-7
Carla 台風	1967. 10. 18-20		

この表をみると、淡水河では、平均してほぼ1年に1回の割合で大規模な出水が発生しており、その原因は、ほとんどが台風であるということがわかる。

淡水河下流部の主要水位観測所について、最近3箇年に生じた大出水時の最大流量および最高水位を、既往最大のGloria台風による出水におけるものとともに、表-3.6に示しておく。ただし、表-3.6の水位は標高で表示しており、量水標または自記記録紙の読みとり値とは異なっている。表-3.7は量水標の零点高を一覧表にして示したものである。表-3.6の水位はこの零点高をもとにしたものである。

表一3.6 最大流量および最高水位一覽表

地点名 出水名	最大流量および生起日時										最高水位および生起日時																						
	最大流量 (m ³ /sec)					生起日時 (日/時)					最高水位 (標高 m)					生起日時 (日/時)																	
	新大橋	中正橋	光復橋	台北橋	中山橋	獅子頭	新大橋	中正橋	光復橋	台北橋	中山橋	獅子頭	新大橋	中正橋	光復橋	台北橋	中山橋	獅子頭	新大橋	中正橋	光復橋	台北橋	中山橋	獅子頭									
Elaine台風 (1968.9-10)	1,770	3,860		5,170			1/05	1/1		1/1								499	770	5.66	386	434	259	1/05	1/1	1/15	1/1	1/4.5	1/1				
Betty台風 (1968.8)	1,320	853		2,020			8/15	8/16		8/16								375	308		257	178			8/15	8/16			8/16	8/17.5			
低気圧 (1969.9)	936	2,520		3,550			12/0	11/21		12/1								4.13	583	439	355	372			12/0	11/21	11/21	12/0	12/1				
Elaine台風 (1969.9)	4,300	6,040		7,460			27/7	27/4		27/6-7								659	830	6.50	483	3.66			27/7	27/4	27/4.3	27/5	27/6				27/6-7
Florence台風 (1969.10)	第1ピーク 2,220 第2ピーク 2,040	4,530		第1ピーク 6,450 第2ピーク 6,300			3/6	3/5		3/5								5.51	685	5.49	4.55	2.80			3/6	3/5	3/6	3/6					3/22-25 4/8
Fran台風 (1970.9)	1,770	3,950		4,780			7/2	7/1		7/12								475	642	475	357	295			7/2	7/1	7/1	7/2	7/3-4	7/3			
Gloria台風 (1963.9)		6,300		14,900				11/17		11/20								830 以上	926		6.70	608	536			11/17		11/21	11/22				11/24 ~ 12/1

が、1968年以前の零点高については測量成果がないため、Gloria 台風による出水については記録の読みとり値そのままを標高として示してある。

地形図をもとにして下流部の水害常襲地区の地形と氾濫状況とを概観すると、顕著な洪水氾濫を蒙る地区は、関渡地区（石牌地区を含む基隆河下流部右岸地区）、中洲里地区（社子地区を含み、基隆河、淡水河および剣潭堤防で囲まれた地区）、大直、松山地区（中山橋より上流の基隆河沿いの地区）、蘆洲地区（三重市を含む大漢溪および淡水河の左岸地区）、江子翠地区（大漢溪と新店溪の合流点付近で、この2支川に挟まれた三角形の地区）の5地区に大別できる*。

表 - 3.7 観測所零点高一覧表

単位：m

出水名（年）	新海大橋	中正橋	光復橋	台北橋	中山橋	獅子頭
Elaine 台風（1968）	-0.51 （推定）	-0.95 （推定）	-0.64 （推定）	-1.17 （推定）	-0.56 （推定）	-0.04 （推定）
Betty 台風（1969）	-0.51	-0.95		-1.17	-0.56	
低気圧（1969）	-0.51	-0.95	0	-1.17	-0.56	
Elsie 台風（1969）	-0.51	-0.95	0	-1.17	-0.56	0
Flossie 台風（1969）	-0.51	-0.95	0	-1.17	-0.56	0
Fran 台風（1970）	-0.56	-1.02	-0.10	-1.41	-0.67	+0.08

注：中正橋の水尺の零点高度について

1969年の測量の結果、水尺Ⅰ（5.10m～6.10m）の零点高度は、-0.924mであり、水尺Ⅱ（6.10m～9.00m）は-0.975mであった。本表では、これを平均して-0.95とした。同様に、1970年の測量では、-1.006mと-1.029mであったので、本表ではこれを平均して-1.02とした。

これら5地区の地形等の特徴を述べるとつぎのとおりである。

関渡地区の標高は1m～6mで、2m以下の地区が大部分を占めている。この地区の北側は丘陵地帯となっており、標高8m～9m以上の所に新北投、旧北投など

* 以下の章においては、この5地区の洪水予警報について検討することにし、標高6.5m～7.0mの堤防で囲まれた台北市街地の内水による氾濫は取扱わない。

の市街地が立地している。南側の基隆河沿いには、関渡防潮堤があり、その西端には関渡防潮水門が築造されている。この丘陵と防潮堤とで囲まれた面積約9km²の地区は、平坦な水田地帯を形成しており、浸水被害をしばしば蒙っている。

関渡防潮水門は、14個の直径2mのフラップゲート(Flap Gate)と、巾3mの小舟通行用の手動ゲートとを有しており、1964年の測量によれば、その頂高は標高4.07mとされている。また、関渡防潮堤の高さは、場所によって異なっているが、標高2.5m~4.0mの範囲である。したがって、関渡地区の浸水は、基隆河下流部の水位が標高2.5m程度に達したときから始まるものと推定される*。

中洲里地区は、標高1.5m~4mの範囲にあり、標高3m以下の地区が大部分を占めている。

大直、松山地区は、標高3m~5mの範囲にあり、江子翠地区は、標高2m乃至7mで大部分は標高5.5m以下である。

蘆洲地区は、標高0.5m~5mの範囲にあり、標高2m以下の地区が大部分を占めている。この地区を流れる小支川の温子川沿いの地区は特に低地で、防潮水門もないため出水時以外でも満潮時には浸水状態を呈する。

関渡、中洲里、蘆洲地区の浸水状況を見とおよしく説明するためには、獅子頭の水位を基準にして考えるのがよい。すなわち獅子頭の水位が標高1m程度になると、まず蘆洲地区に浸水が始まり、標高2m程度になると中洲里地区においても浸水が始まる。そうして、標高2.5mを越えると、関渡地区の大部分が水没し、標高3.5mに達すると、三重市を含む蘆洲地区の殆んど全域と中洲里地区の大部分が水没してしまう**。

三重市を含む淡水河左岸沿いの地区、すなわち、ここでいう蘆洲地区の淡水河沿いの地区は、堤防がなく、しかも、地盤高が標高5m以下ときわめて低いため、淡

* 表-3.6からもわかるように、この程度の規模の出水は、1968年から1970年までのわずか3年間に4回も発生している。

** 表-3.6によれば、獅子頭の水位はElsie台風による出水時において最高標高3.17mを記録しているが、Gloria台風による出水では、実に、5.36m(既往最高)に達している。

水河の洪水は左岸側の蘆洲地区へしばしば溢流する。この溢流の状況については、台北橋の水位を基準にとると、その状況をよく説明することができる。台北橋における水位が標高 3.2 m 程度のときは、台北橋より下流の左岸から、また、4 m^{*} 程度に達すると大漢溪と新店溪との合流点より下流の左岸全域から、それぞれ蘆洲地区への溢流が発生する。こうなると蘆洲地区は、獅子頭付近の狭さく部の存在による浸水を蒙るばかりでなく、淡水河からの溢流水にもさらされることになる。Gloria 台風による出水時には、台北橋の最高水位が 6.7 m であったから、この溢流水深は 2.7 m にも達したわけである。

江子翠地区も無堤地区であり、しかも、大漢溪と新店溪との合流点に位置しているため、どちらの支川が溢流しても浸水を蒙る。それゆえ、この地区の洪水予警報は、これら 2 支川の合流点付近の水位を基準として行なり必要があるだろう。

大直、松山地区においては、基隆河沿いの低地が浸水を蒙りやすい。中山橋の水位が、標高 4 m 程度になれば、広い範囲にわたって浸水する。この地区の洪水予警報は、中山橋水位を基準として行なうのが適当であろう。なお、図 - 3.4 は、淡水河下流部の地形を示したものである。^{**}

3.4 治水計画

淡水河の治水計画は、急峻な山地から人口稠密な低平地に直接つながっているという地形的な条件をうけて、かなり困難な要素を含んでいる。それらのうちでも、とくに問題となるのは、台北橋地点の洪水疏通能力と計画高水流量との差をどのようにして処理するかということである。この点に関して提案せられた多くの案は、以下の二つに分類できる。^{***}

- 1) 最大の支川である大漢溪の流量を、上流部において直接台湾海峡に放流するか、

* 台北橋流量が 6500 m³/sec に達すると左岸へ越流が始まるとされているが、台湾省水利局の作成した水位～流量曲線によるとこの流量に対応する水位は 5.5 m となり、表 - 3.7 の結果を用いて、これを標高になおすと約 4.1 m となる。これは、地形図から求めた結果とほぼ一致する。

** より詳細な説明については第 5 章を参照されたい。

*** 中華民国政府の担当機関における分類ではない。

台北市の対岸の三重市において流路をつけ替えて温子川に放流するか、石門水庫下流部に洪水調節ダムを建設する案。

- 2) 新店溪の流量を上流屈尺地点等に設ける洪水調節ダムによって調節する案。
- 3) 現河道を改修して疏通能力を増大させる案。

中華民国政府は、以上の諸案について模型実験を含む詳細な研究を行ない比較検討した結果、1965年にいたって、第1案のうち、三重市に洪水バイパスを設けて温子川に放流する案を最良と決定した。そして、經濟部水資源統一規画委員会は米國工兵隊の技師の意見を徴するなど、さらに慎重な検討を加え、1970年に「台北地区防洪計画検討報告」を提出した。これによると、前述の案のうち、洪水バイパスの線形等を若干修正して、流路の付替点を下流に移したものを最良であるとしている。^{*} 本案の概要を示したものが図-3.5であるが、三重市の中心を洪水バイパスが縦断し、その区域は「一級管制区」として厳重な建築制限が課せられるという、極めてユニークな計画となっている。

この案の基本となる計画高水流量は、年生起確率1/200の流量であって、台北橋25,000m³/s、江子翠(大漢溪)23,500m³/s、萬華(新店溪)10,800m³/s、関渡(基隆河)4,000m³/sとされており、台北橋地点の流量のうち11,000m³/sは洪水バイパスに分流されることとなっている。

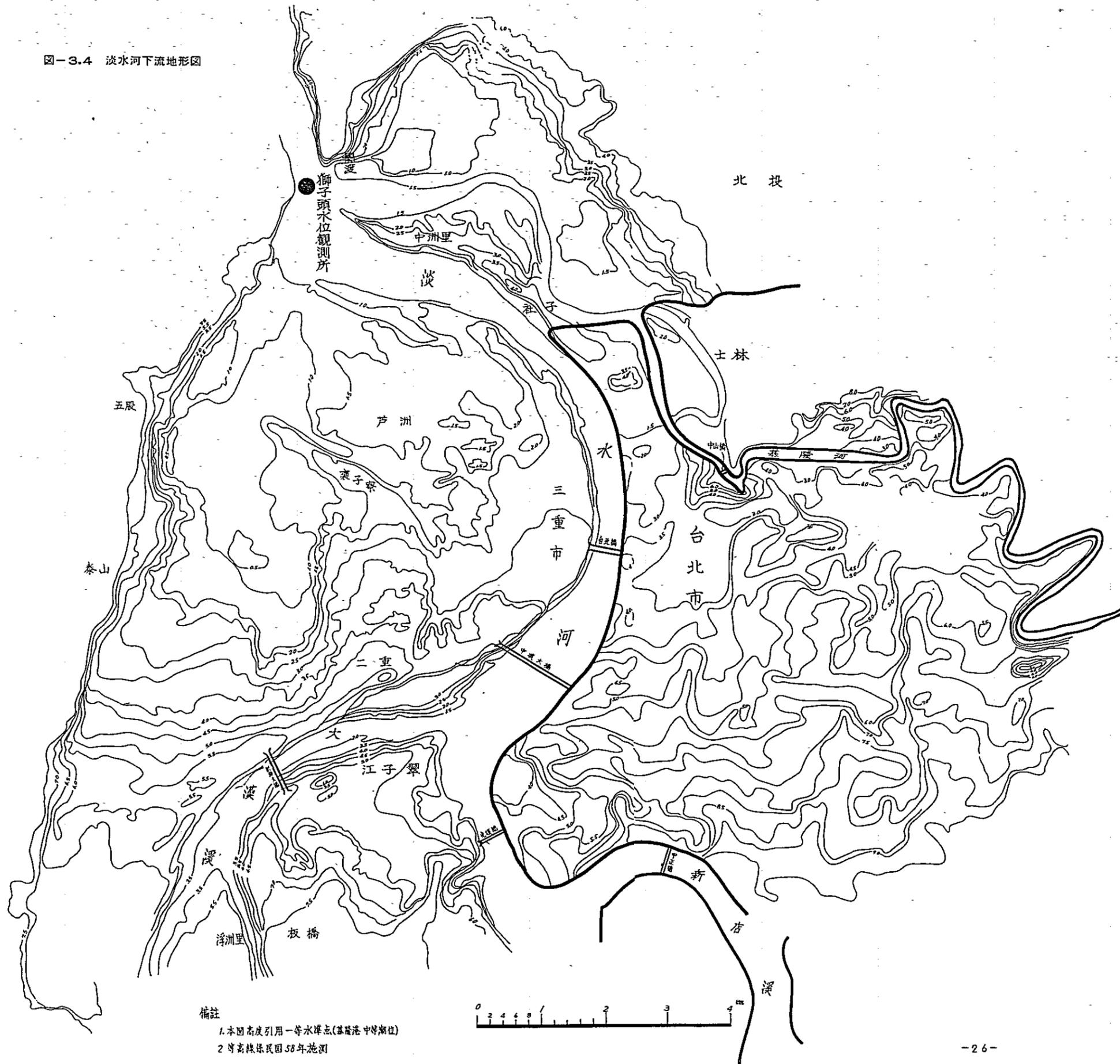
洪水バイパスの幅は約650mで、流入口の標高は3.0mとなっている。

洪水時には、左岸下流側の低地は、関渡流量が2,600m³/sを超えると浸水するものと考えられている。また、バイパスとなる地域の面積は585haであって、一切の建築、地形の変更は許されないが、計画によれば浸水するのは台北橋水位が5.0m以上のときに限られ、3年に1回の程度であるから、農地あるいは運動場としては十分利用可能である。

その他の地域は堤防によって保護されるが、その総面積は約17,400haである。

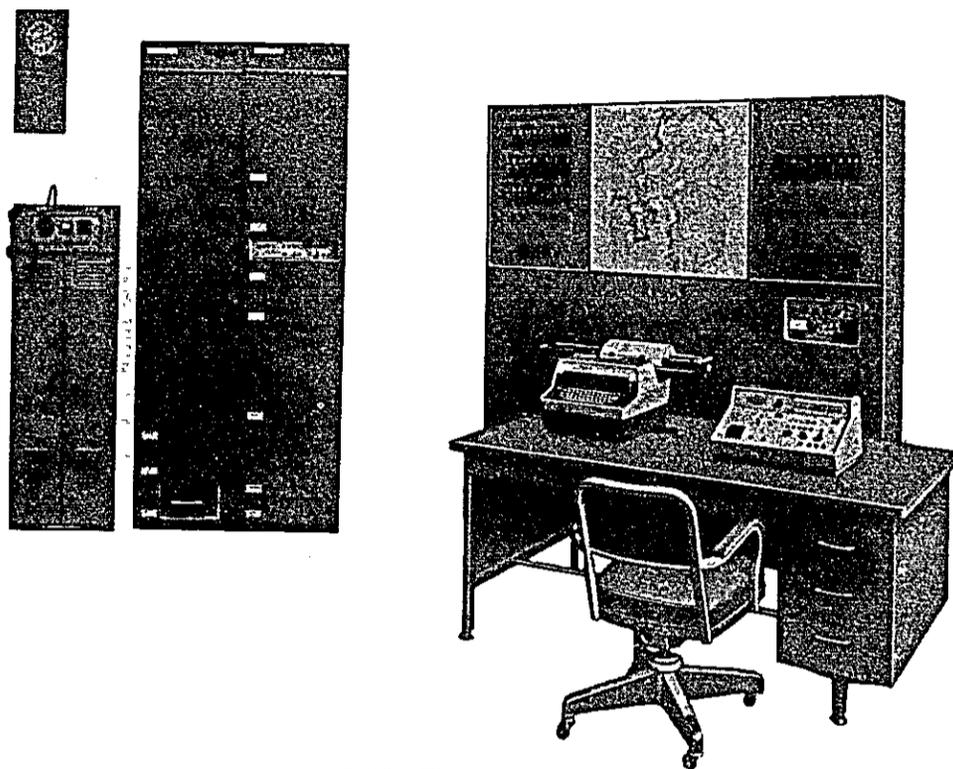
^{*}この案は筑洪道第二案とよばれる。

圖-3.4 淡水河下流地形圖

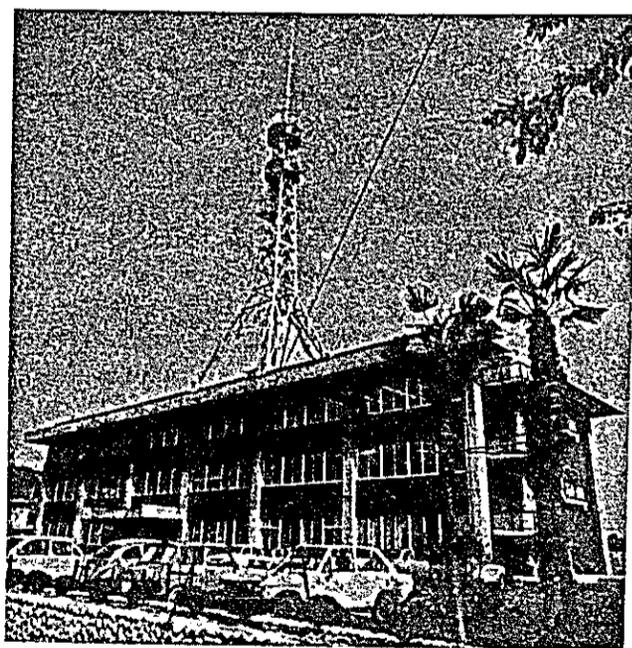


備註
 1. 本圖高度引用一等水準點(基隆港中等潮位)
 2. 等高線係民國58年施測

7 参考写真(1)

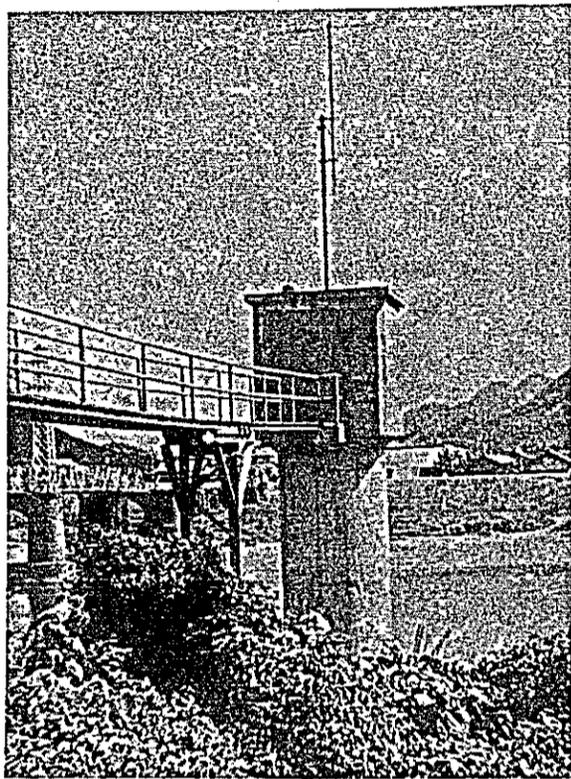


制御局機器

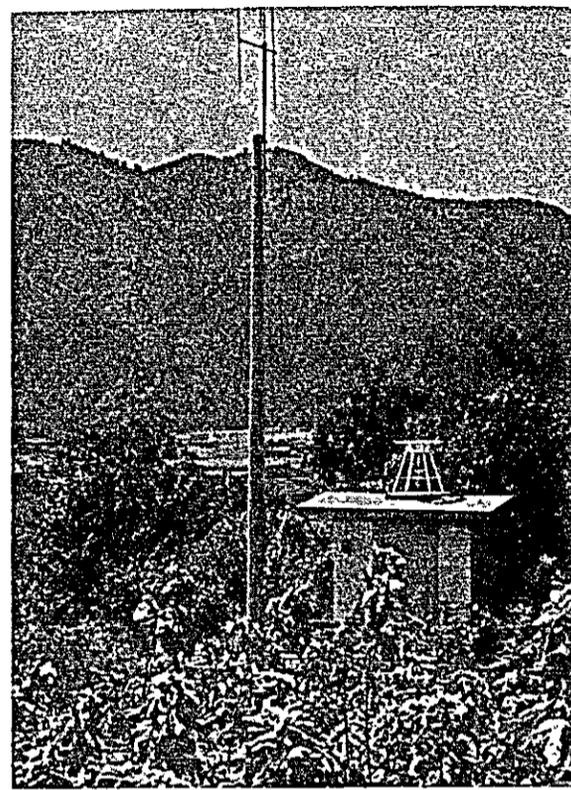


制御局全景

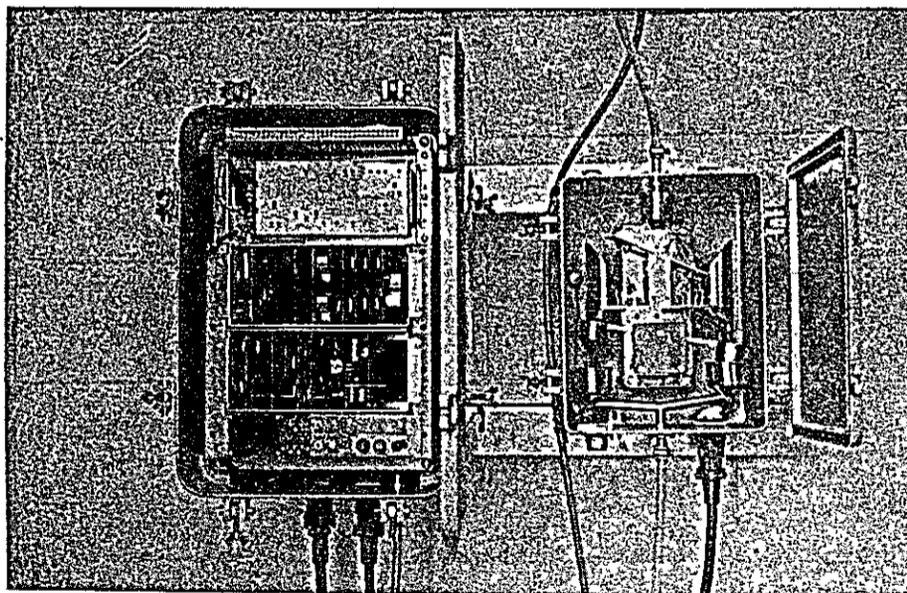
7 参考写真(2)



水位観測局

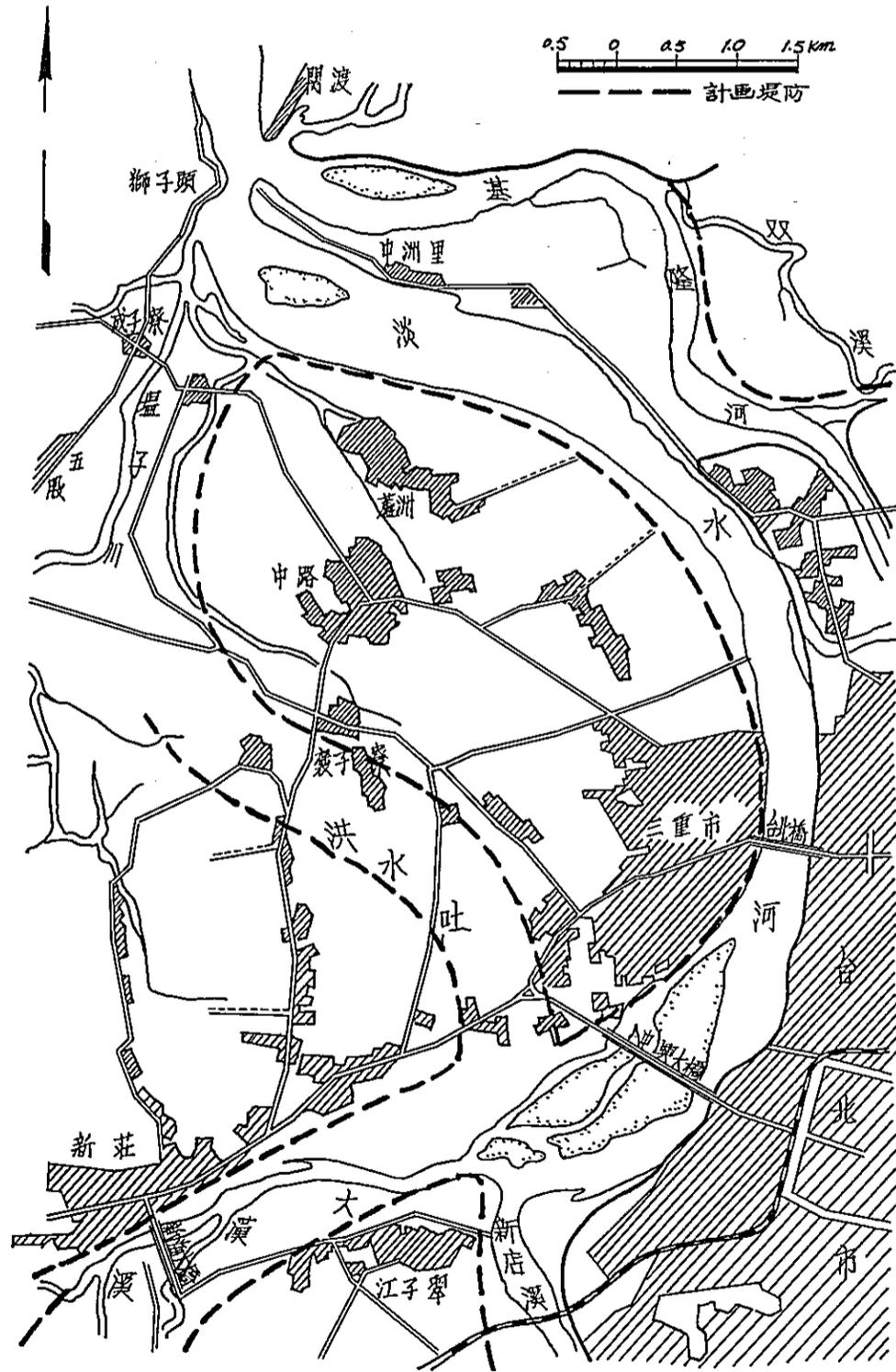


雨量観測局



雨量観測局機器

図-3.5 淡水河の治水計画（淡水河防洪治本計画より）

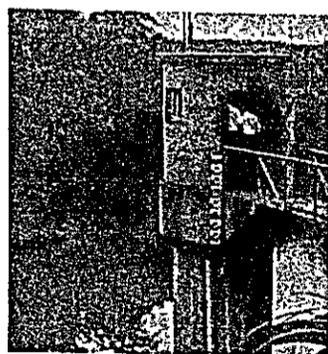


3.5 水文観測施設

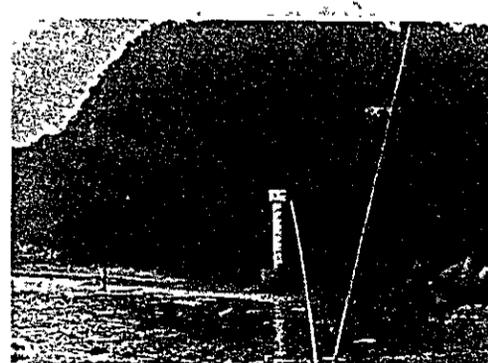
淡水河流域に設置されている降雨量および水位・流量観測所のうち、洪水の予警報に供しうると思われるものはそれぞれ表-3.8および表-3.9のとおりであり、その配置は図-3.5に示すとおりである。

表-3.9 淡水河流域 水位流量観測所一覧表

支川、河流	観測所名	流域面積 (km ²)	普通水位観測開始年月	自記水位観測開始年月	流量観測開始年月	観測器械	管理機関	通報手段
大 溪	石門水庫	75885					石門水庫管理局	無線電話
	大溪	7997		1966.8		リチャール	台湾省水利局	
	崙山	8509			1952.6		石門水庫管理局	
	三鶯	8610			1970.1	触針式	台湾省水利局	
	新海大橋	11560		1962.6		リチャール	"	無線電話
新 店 溪	坪林	1145	1958.7				"	
	乾溝	2580			1942.10	OTTO製	台湾電力公司	
	福山	1604			1942.10	K式	"	
	信賢	1878			1965.4		"	
基 隆 河	阿玉溪	242			1965.4	OTTO製	"	
	木柵	1023		1968.12		リチャール	台湾省水利局	
	景美溪	1150				OTTO式	"	
	屈尺	64565			1970.7	ステイヴンス	"	無線電話
	秀朗	7168	1953.9		1970.1	触針式	"	
淡 水 河	新店	8748	1962.8				"	
	水源池	8748					"	
淡 水 河	中正橋	87685				K式	"	無線電話
	光復橋			1966.6			"	
淡 水 河	五塔	20831			1962.9	ステイヴンス	"	無線電話
	中山橋	40107		1964.8		K式	"	"
淡 水 河	台北橋	208322		1964.9	1964.9	"	"	
	大龍洞	21103		1966.1	1966.1	ステイヴンス	"	
	獅子頭			1962.6		K式	"	
	土地公鼻	26890		1966.3		リチャール	"	
	油車口	272582				水圧式	"	



五塔站水位流量観測所



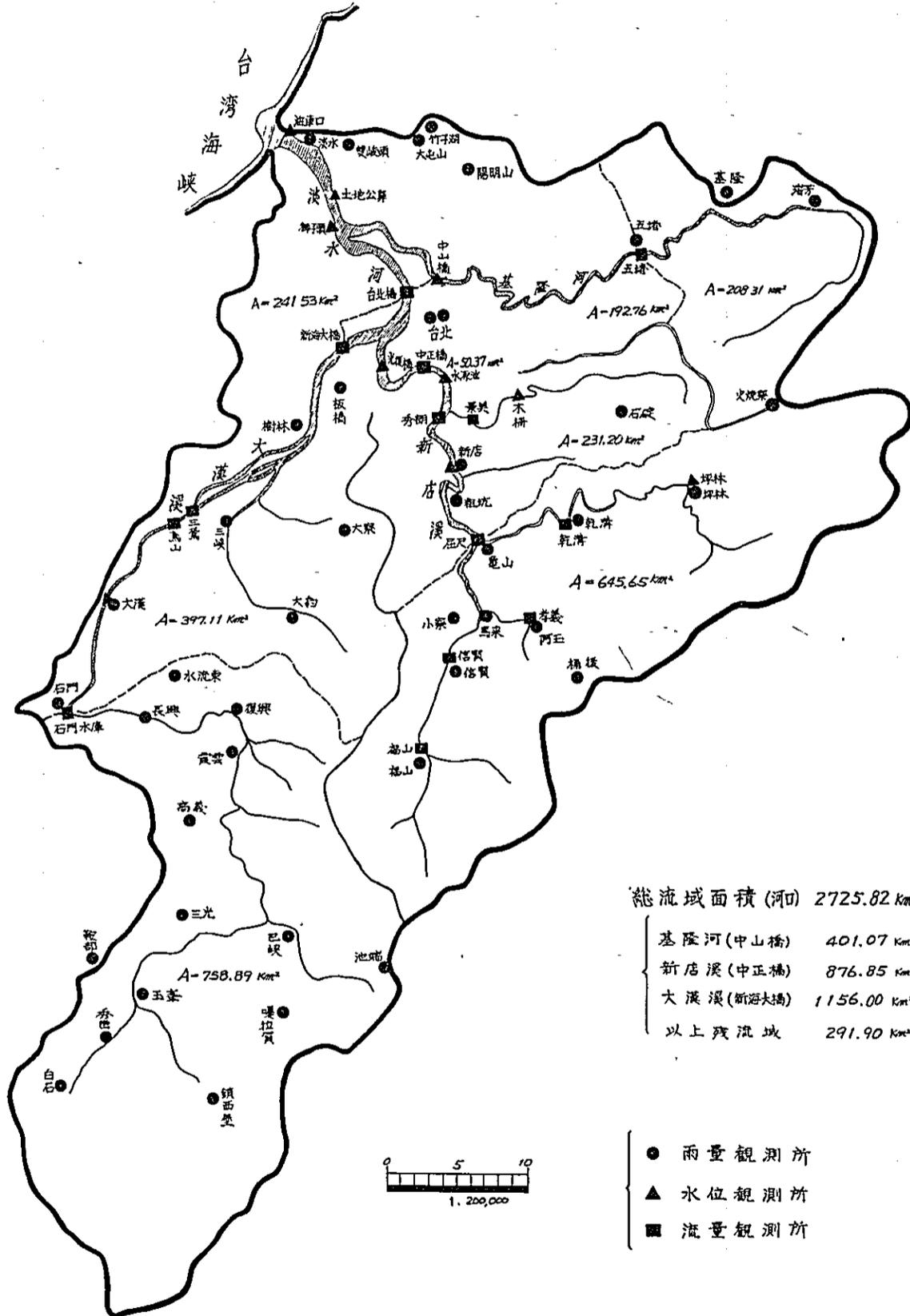
獅子頭水位観測所

表-3.8 淡水河流域降雨観測所一覽表

河流	観測所名	観測所番号	普通雨量観測開始年月	自記雨量観測開始年月	観測器械	観測所標高(m)	管理機関	通報手段	その他の観測項目		
大 溪	鎮西堡	1	1954.7	1958.10	サイフォン型 1日用	1550	石門水庫管理局		7, 10, 12, 1		
	白石	3	1954.7	1959.4	ステーション 3カ月用	1630	"				
	鞍部	5	1954.6	1959.5	サイフォン型 1日用	1450	"				
	秀巒	6	1954.6	1958.4	"	840	"				
	玉峰	7	1954.6	1964.6	"	770	"	無線電話			
	嘎拉賀	88	1956.7	1958.1	"	1160	"				
	三光	9	1954.6	1958.1	"	630	"				
	巴峻	12	1954.7	1966.1	"	1220	"	無線電話			
	高義	15	1954.6	1964.6	"	606	"	"			
	霞雲	114	1965.1	1965.4	"	351	"	"			
	復興	17	1954.6	1958.8	"	423	"				
	水流東	18	1948.8	-	普通通	340	台湾省水利局				
	長興	110	1963.6	1964.7	サイフォン型 1日用	350	石門水庫管理局				
	石門	22	1926.1	1958.1	"	169	"	無線電話			
	大溪	24	1948.8	-	普通通	118	桃園水利会				
	缺子	27	1938.7	-	"	125	"				
	大約(1)	29	1954.8	-	"	242	石門水庫管理局				
	大約(2)	125	-	1967.12	テレメーター	580	台湾省水利局	テレメーター			
	三峽	30	1950.1	-	普通通	33	"				
	大寮	31	1954.8	-	"	150	石門水庫管理局				
	樹林	32	1950.9	-	"	15	桃園水利会				
	板橋	34	1948.8	-	"	8	"				
	新 店 溪	福山	37	1953.11	1954.1	玉屋式1日用	420	台湾電力公司			1, 10, 7
		桶後	121	1968.1	1968.1	サイフォン 1日用	600	"		テレメーター	
		阿玉	38	1951.1	1964.1	玉屋式1日用	215	"			
		信賢	39	1951.1	1964.1	"	221	"			
		烏來	41	1951.1	-	普通通	204	"			
		小寮	126	-	1967.12	テレメーター	600	台湾省水利局		テレメーター	
		龜山	42	1951.1	-	普通通	152	台湾電力公司			
		乾溝	50	1952.11	1953.8	玉屋式1日用	120	"			
		坪林	127	-	1969.9	テレメーター	920	台湾省氣象局			
		粗坑	55	1951.1	-	普通通	57	台湾電力公司			
		新店	56	1948.12	-	"	23	瑤公水利会			
		石碇	124	1968.7	-	玉屋式7日用	95	台湾省水利局			
基 隆 河	火燒寮	69	1955.4	1955.4	アメリカ式	380	"		4, 7, 8, 9		
	瑞芳	71	1962.11	-	普通通	90	"				
	基隆	73	1901.7	1939.1	"	60	台湾省氣象局	電報			
	五堵	106	1963.1	1965.6	玉屋式1日用	16	台湾省水利局	無線電話			
淡 水 河	台北(1)	64	1953.1	1953.1	ステーション Q.A.O.型 サイフォン 1日用	8	"	電話	1, 4, 10, 14, 17		
	台北(2)	65	1897.1	1918.1	"	8	台湾省氣象局	"			
	陽明山	92	1957.4	-	普通通	430	台湾省水利局				
	大屯山	79	1952.4	1952.4	サイフォン型 1日用	1098	台湾省氣象局	電話			
	竹子湖	80	1931.1	1931.1	"	600	"	"			
	鞍部	81	1946.7	1946.7	"	836	"	"			
	双峻頭	82	1948.1	-	普通通	76	台湾省水利局				
	淡水	83	1903.1	1903.1	サイフォン型 1日用	19	台湾省氣象局	電報			

(注) 「その他観測項目」の記号: 1: Evapo. pan, 3: 気圧, 4: 晴雨計, 6: 気温, 7: 乾湿球温度, 8: 最高温度, 9: 最低温度, 10: 最高最低温度, 14: 風向, 17: 風速計

圖-3.6 淡水河降雨量, 水位, 流量觀測所配置圖



3.6 通 信 施 設

淡水河流域における通信回線は、水利局、気象局および石門水庫管理局がそれぞれに施設を設置して回線を構成しており、その系統は図-37 に示すとおりである。

水利局関係では、雨量テレメータ回線として観測局2局（小寮、大豹）を有し、周波数41.9MHz、出力1Wで、伝送方式はタイマー起動による、観測局からの片送り（単向方式）によるパルスカウント方式である。その他の観測局（五堵、中山橋、台北橋、中正橋、新海大橋および屈尺）については常時空中線系の施設のみが設置され、出水時に観測員が連絡用無線電話機（39.5MHz、30W又は5W）を持って回線を設定し、観測値を通報するものである。

気象局関係では、阿玉山に自動中継施設を有する雨量テレメータ回線があり、観測局2局（坪林および流域外の亀山島）を有し、周波数40.2MHzおよび40.5MHz、出力0.3Wで、タイマー起動パルスカウント方式によるものである。

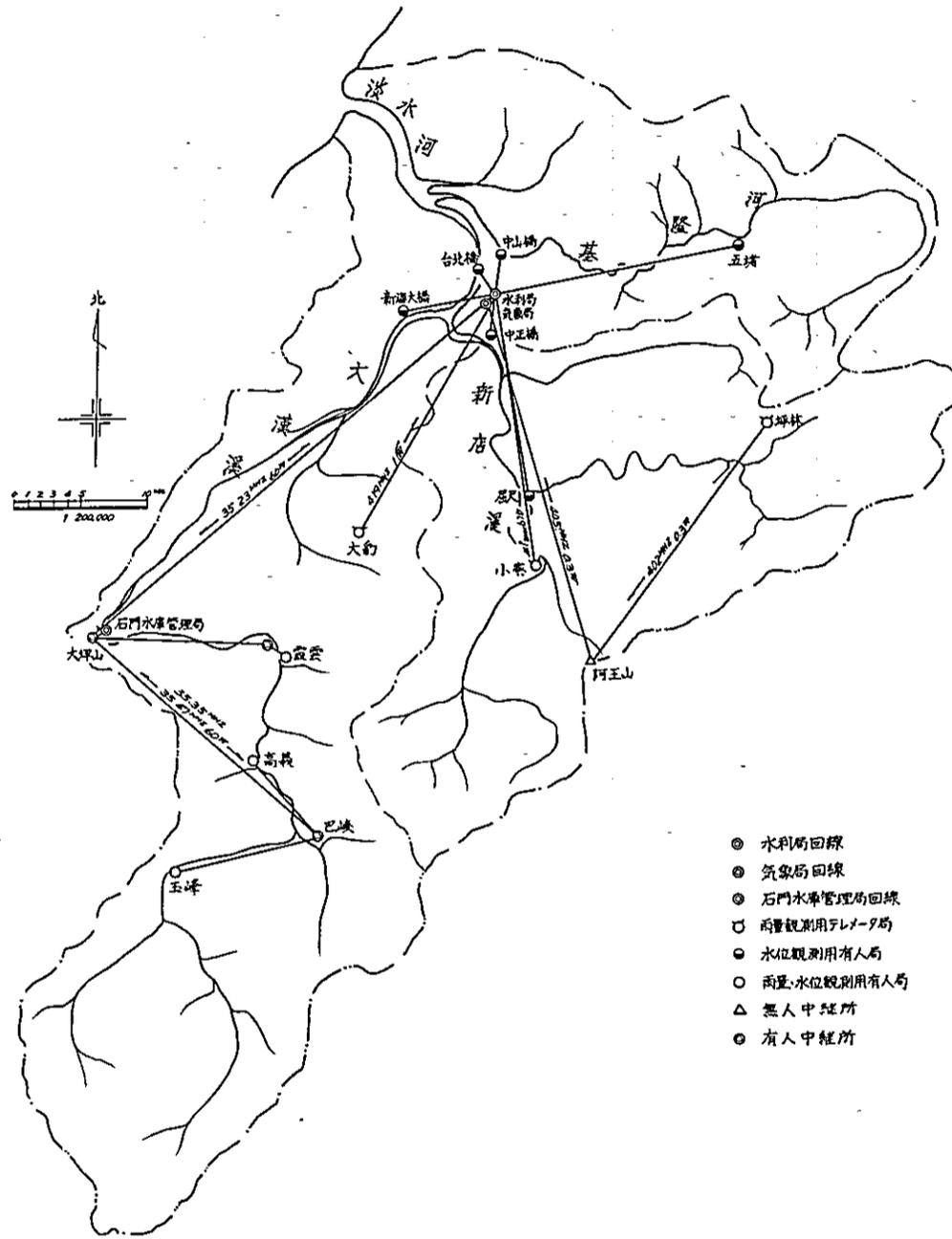
石門水庫管理局関係では観測局4局（霞雲、高義、玉峰、および巴岐）中継局2局（大坪山および拉号山）を有し、出水時に観測員を派遣して無線電話機（35.35MHz または 35.47MHz、60W）により観測値を通報している。中継所は口頭による有人中継である。

また石門水庫管理局と水利局の間には35.23MHz、60Wの単信方式による電話回線が設定され、定時交信が行なわれているが、直接通信不能のために大坪山を中継（口頭による有人中継）して回線が構成されている。

以上が淡水河流域における現在の洪水予警報用通信回線の概要であるが、つぎの諸点については洪水予警報施設の計画に際して十分注意しなければならない。

- (1) 台北市内においては、30MHz帯の雑音が非常に大であるため、回線が不安定である。
- (2) 有人式の観測および中継は無人方式に比して能率と信頼性が低い。
- (3) パルスカウント方式のテレメータの伝送方式は数値符号化方式に比して混信その他の妨害に弱く信頼性が低い。
- (4) 地理的に不便な所については保守点検が不十分となり易い。

図-3.7 淡水河洪水予警報無線通信施設現況図



- (5) 淡水河流域は高温高湿度で雨量が多く、また、雷が多い。
- (6) 通信系統および通信方式等が一元化されていないために機器の互換性に欠け、さらに必要なデータの各局における正確かつ迅速なる相互交換が不可能となっている。

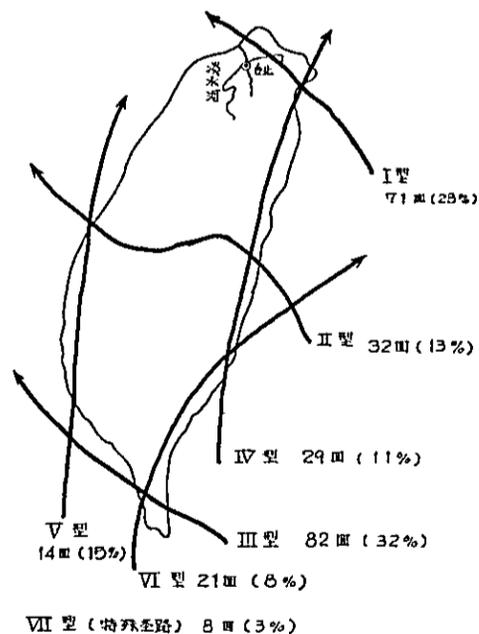
第4章 降雨量の解析

4.1 淡水河流域の降雨

淡水河の洪水は大部分台風に伴う降雨によって生起する。それゆえ、洪水予警報のためには、台風と降雨との関係を研究しなければならない。

台湾においては、台風の経路を図-4.1に示すように7個の経路に分けて、その各々と降雨量との関係を研究することが行なわれている*。そして、台湾省水利局においては、1891年以降において台湾に何らかの影響を与えたすべての台風について、その経路と総降水量の等雨量線とを示す地図を作成している。この地図等を利用した解析の結果によると、淡水河流域にとって危険な台風の経路は、同図に示す経路のうちI型であるとされている。表-4.1は、ごく最近において淡水河流域に洪水をもたらしたいくつかの台風についてその経路の型を示したものであるが、I型以外のものでも相当な出水をもたらしており、台風の経路と降雨量の関係はそう単純なものではないようである。

図-4.1 侵入台風の経路1891~1966 (台湾省水利局)



* 徐明同：台湾地区颱風降水分布、降水量研究報告、台湾省氣象局、1969、pp1~19

表-4.1 洪水をもたらした台風

台風名	経路の型	台北橋水位(m)
Gloria	I	6.70
Cora	I	
Carla	III	
Gilda	II	
Elaine	III	3.86
Betty	I	2.57
Elsie	II	4.83
Flossie	IV	4.61
Fran	I	3.57

注 台北橋水位は表-3.7より

図-4.2は最近の台風による降雨のいくつかについて、その総量の等雨量線図を画いたものである。台風の経路によって降雨量の分布に若干の差があると考えられるが、総降雨量の分布を洪水予報に直接結びつけるのは、流域の大きさから考えて不可能であろう。

図-4.3はGloria台風に伴う降雨の6時間毎の等雨量線を示したものである。これらの図と台風の位置の変化とを比較すれば、強雨域の移動と台風の位置との関係がわかり、その変化のパターンには淡水河流域特有の性質があることが見出される*。

* このような解析は、洪水予報の実施上きわめて有力なデータを提供するので、今後とも強力に推進するとともに、降雨量の予測に役立つ気象レーダーを、流域内もしくは近傍の適当な地点に設置することが望まれる。

图-4.2

图-4.2 台风による降雨量

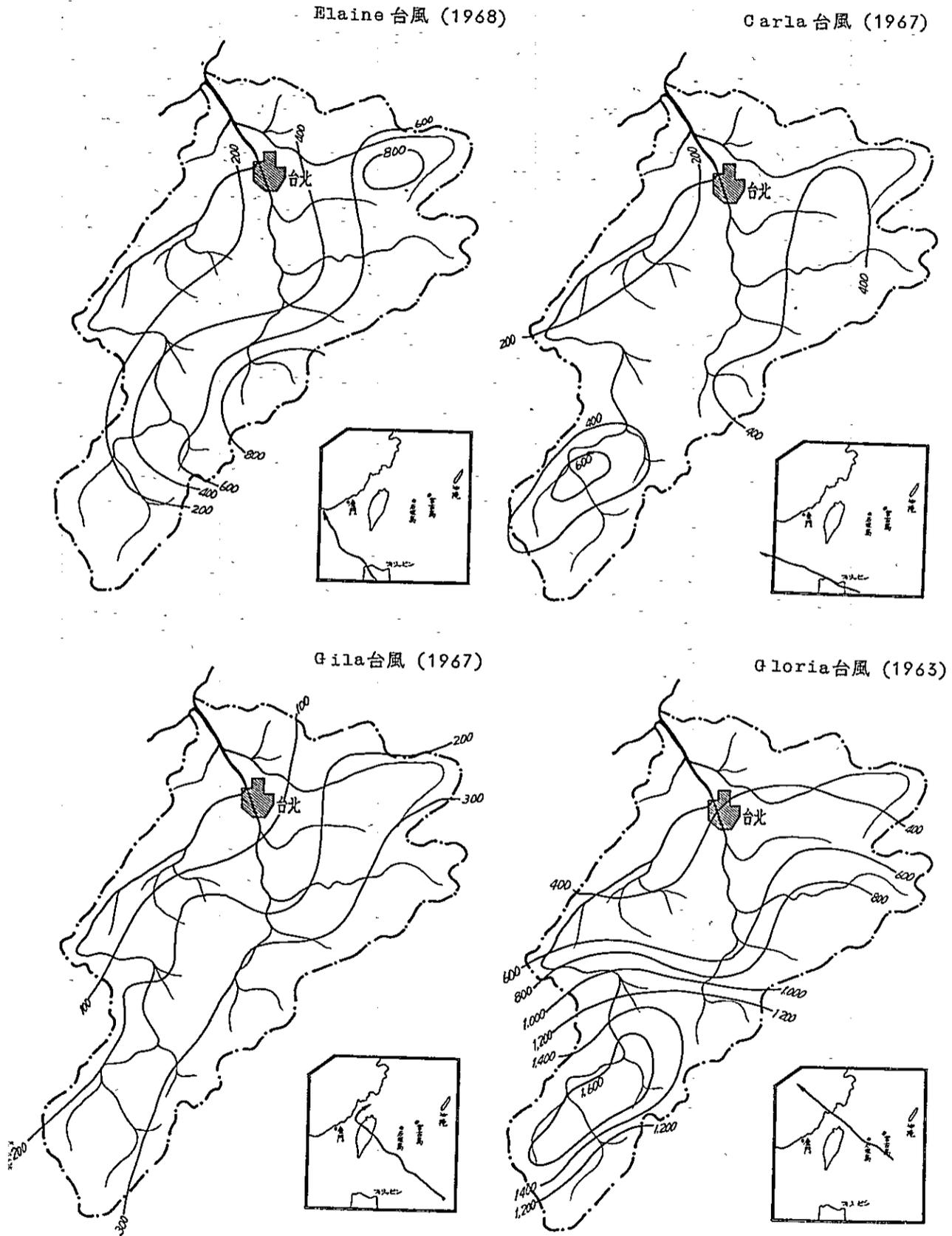
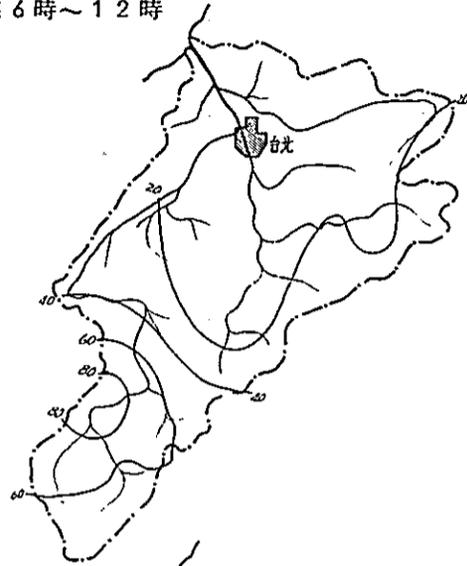
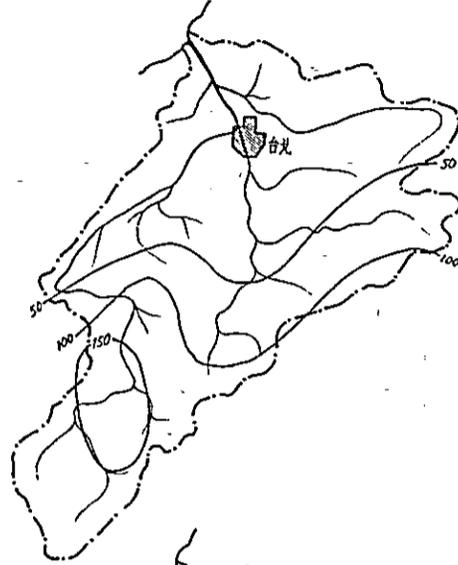


図-4.3 降雨量の時間分布 (Gloria台風)

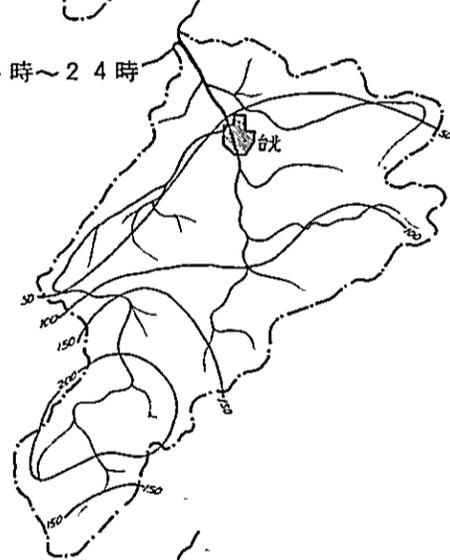
10日6時~12時



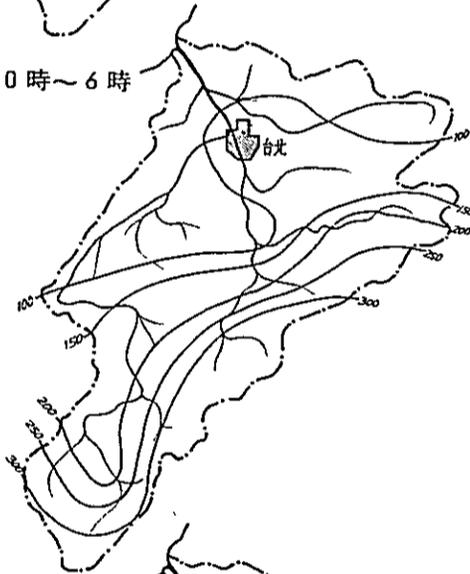
10日12時~18時



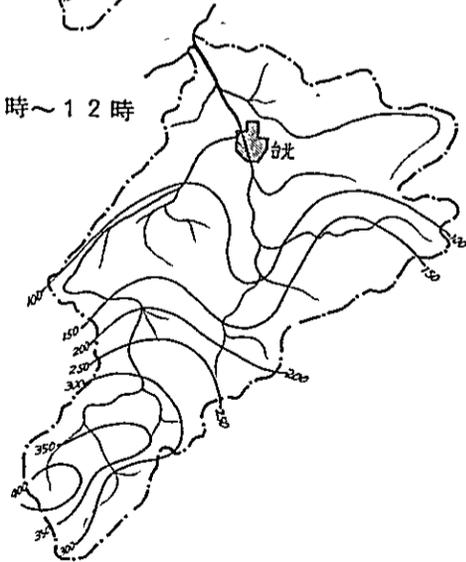
10日18時~24時



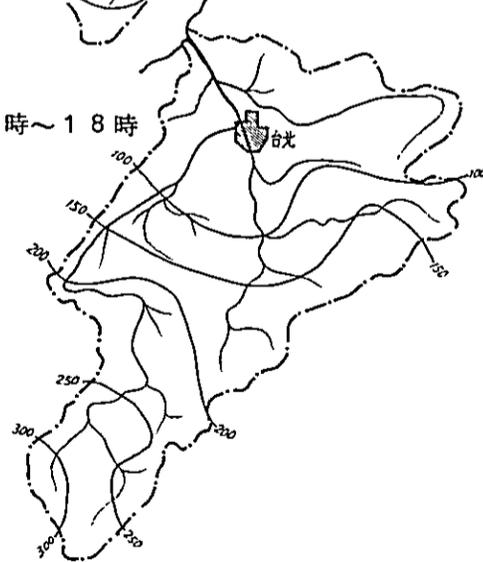
11日0時~6時



11日6時~12時



11日12時~18時



4.2 雨量観測所の配置

さて、洪水予警報に用いる雨量観測所は、データの収集が短時間に行なわれねばならない関係から、テレメータもしくは無線電話によるデータの送達が可能なものでなくてはならない。

また、その数および配置は、流域の降雨量を正確に代表するのに十分でなくてはならない。さらに、施設の維持および管理が容易な地点であることも、淡水河流域のように険阻な山によって囲繞されているところでは、考慮すべき重大な要素の一つである。

ところで、淡水河流域の雨量観測所は第3章の表-3.8に示すように総数46箇所であって、そのうち9箇所がテレメータまたは無線電話によってデータの送達が可能なものであり、30箇所が自記雨量計、16箇所が普通雨量計である。

いりまでもないことであるが、雨量観測所の数を多くすれば、それが適正に配置される限り、流域の降雨量はより正確に測定できることとなるが、これに要する費用もまた増大する。それゆえ、観測所の数は、一つの観測所を維持するのに要する経費と、その観測所を設けることによる降雨量の測定精度の向上によってもたらされる利益との比較秤量において決定されねばならない。この問題を真正面から解くことはかなり困難であろう。

雨量計の数と降雨量の把握の正確さとの関係のみの追求であれば、図-4.4に模式的に示す方法によって検討することができる。すなわち、この方法では流域内のすべての雨量観測所のデータから、Thiessen図なり、等雨量線図なりを用いて得られた流域平均降雨量をもって、真の流域平均降雨量であるとし、つぎに、順次観測所の数を減らしていった、その場合の流域平均雨量の真値からの偏りを図示するのである。この偏りは、降雨毎に相当の変化がある上に、個々の観測所の選び方によっても異なるから、多くの降雨について調査するとともに、観測所の選定については試行を行なう必要がある。

しかしながら、このような方法を時間雨量について行なうことは、観測所の密度からいって一般には不可能である。それゆえ、洪水時の総降雨量、もしくは日雨量

について、この方法を適用する以外に方法はないであろう。

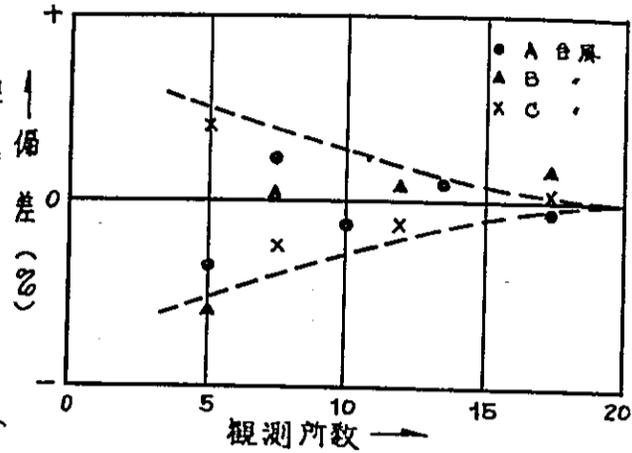
不幸にして、淡水河流域については観測所の数は十分であるにしても、洪水時のデータが十分多く入手できていないので、このような方法を用いることはできない。

それゆえ、降雨解析の結果を利用して、ほぼ満足できる精度で降雨量の分布をつかみ得る雨量計の配置として図-4.5* を考え、過去の著名な洪水時における降雨の分布が、このシステムによって、どの程度正確に表現されるかを検討することにする。

図-4.5 に描入した Thiessen 図によって計算した各観測所の分担面積および分担率を表-4.2 に示す。図-4.6 はこの分担率を用いて計算した各支川毎の降雨量の時間分布を、利用可能なすべての観測所を用いて計算したそれと比較したものであり、** 表-4.3 は流域平均総降雨量を比較して、この両者の相関係数を計算したものである。相関係数が 0.85 から 0.99 の範囲にあることからして、このシステムの代表性は良好であるとしてよいであろう。***

なお、流域平均降雨量が真値と異なったことによる洪水流出計算結果に対する影響については、第6章において検討することにする。

図-4.4 雨量観測所の数と精度



* ECAFE/WMO Typhoon Mission は、白石、巴岐、小察、坪林、火燒寮にトランシーバー付の雨量計を設置することを勧告した。(Report of the ECAFE/WMO Preparatory Mission on Typhoons, May 1967)

** 比較できる降雨の数および支川の数はそう多くない。ここでは、流出量の推算値に対する影響を調べるために、その目的に適した降雨について図示することにした。

*** 相関係数が r であれば、降雨量の分散のうち $r^2 \times 100\%$ が両者の関係によって規定され、 $(1-r^2) \times 100\%$ が偶然によると考えてよい。

表-4.2 雨量観測所の分担面積(率)

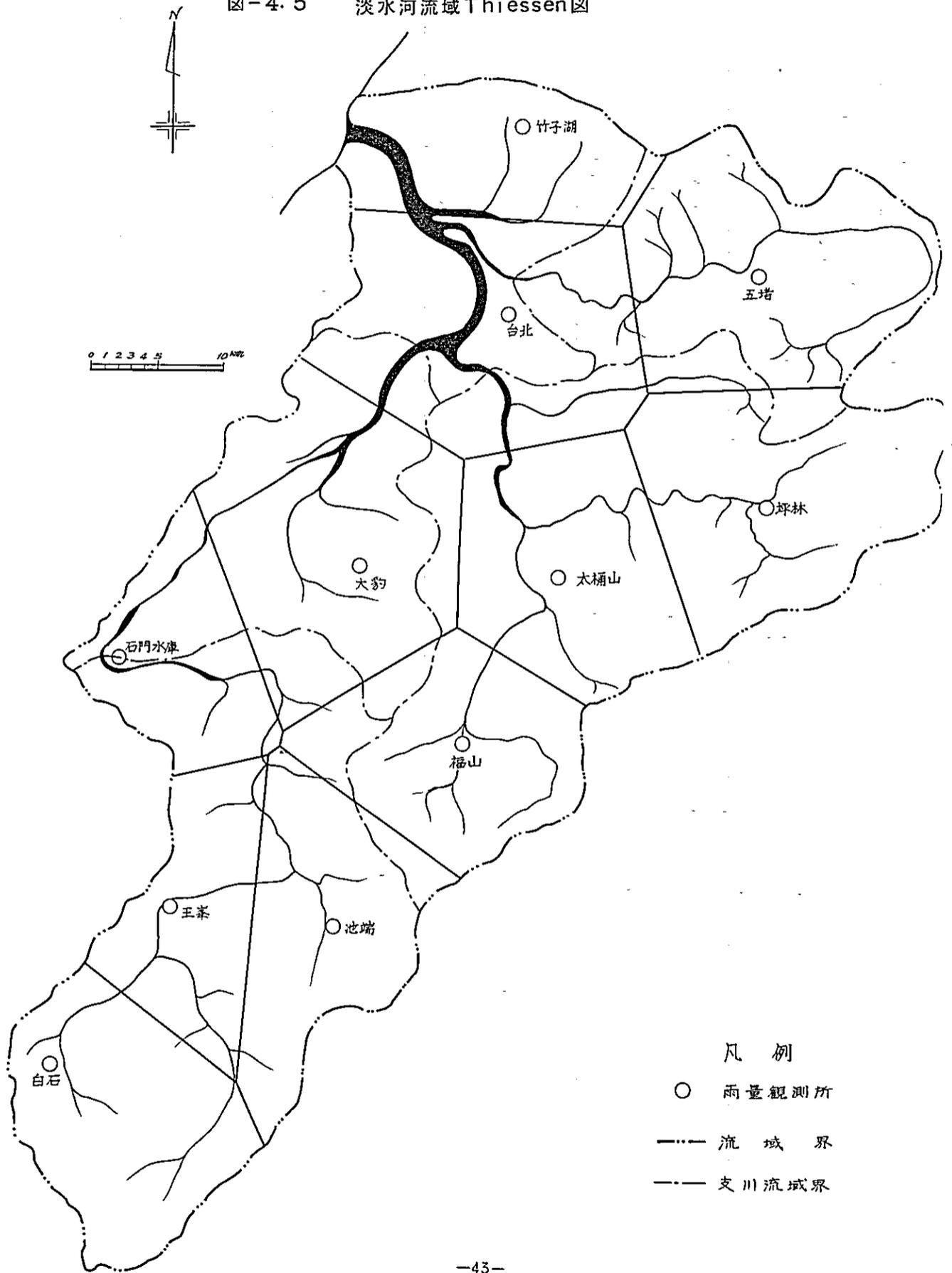
(上段:分担面積、下段:分担率)

地点	淡水河	大漢溪		新店溪	基隆河	
	(三川合流後)	石門上流	石門水庫~ 新海大橋上流	中正橋上流	中山橋~ 五堵	五堵上流
白石	234.4 0.098	234.4 0.310				
玉峯	166.4 0.070	166.4 0.220				
池端	224.7 0.094	207.3 0.274		17.4 0.020		
石門	167.6 0.070	89.3 0.118	78.3 0.193			
福山	230.2 0.096	24.2 0.032	150 0.037	191.0 0.220		
大豹	340.8 0.143	34.8 0.046	268.7 0.662	37.3 0.043		
台北	165.9 0.069		43.9 0.108	66.0 0.076	56.0 0.371	
太桶山	245.8 0.103			245.8 0.283		
坪林	302.1 0.126			284.8 0.328		17.3 0.083
五堵	306.0 0.128			26.1 0.030	88.9 0.589	191.0 0.917
竹子湖	6.1 0.003				6.1 0.040	
計	2,390.0 1.000	756.4 1.000	405.9 1.000	868.4 1.000	151.0 1.000	208.3 1.000

表-4.3 テレメータによる流域平均雨量の代表性

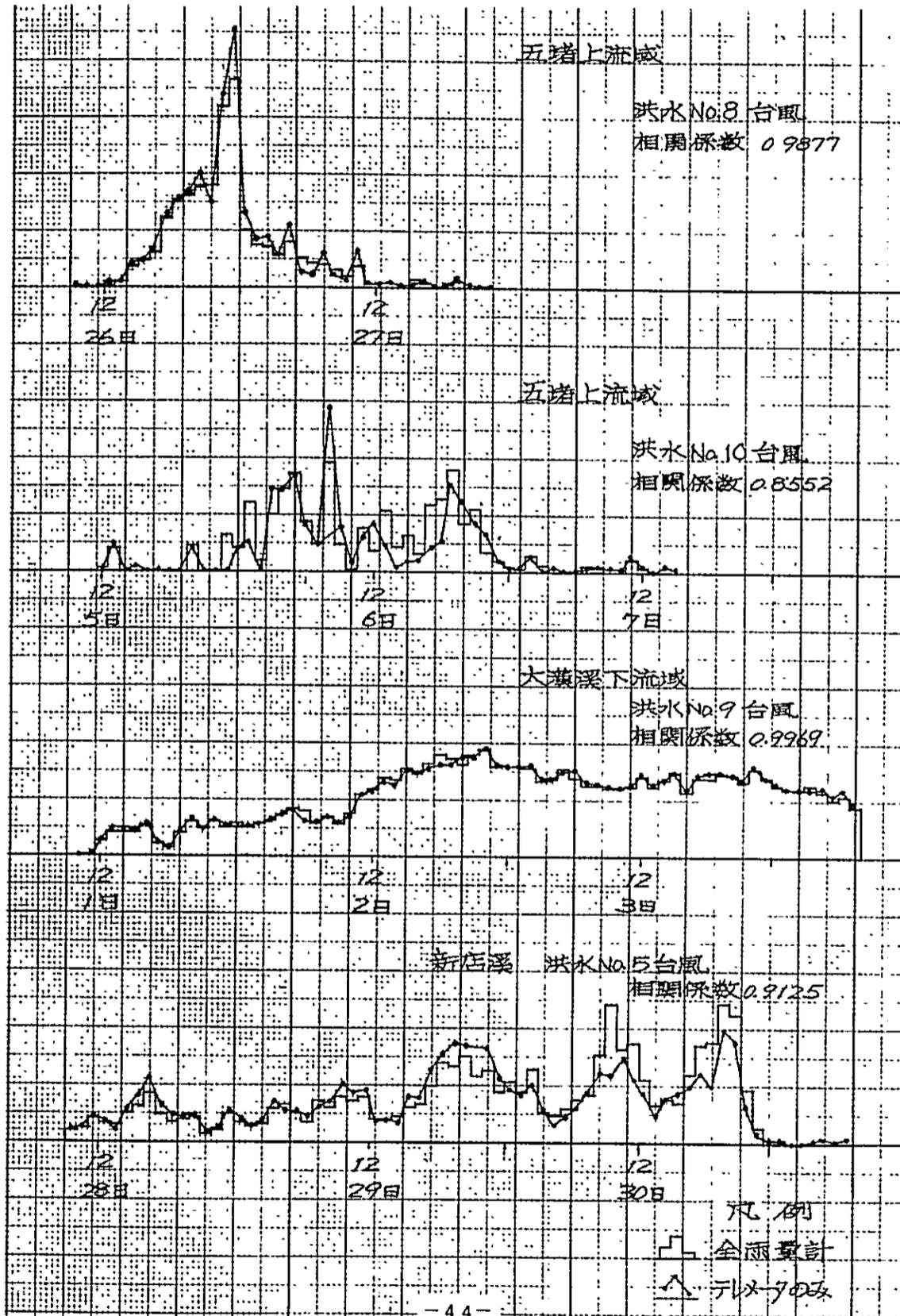
流域	洪水番号	対象期間		全観測所による平均雨量との相関係数
		自	至	
基隆河 (五堵上流域)	No. 8	26日10時	27日23時	0.9877
"	No. 10	5日10時	7日15時	0.8552
大漢溪(石門水庫 ~新海大橋流域)	No. 5	27日15時	1日1時	0.9898
"	No. 9	1日12時	6日9時	0.9969
新店溪 (中正橋上流域)	No. 5	27日12時	1日1時	0.9125

图-4.5 淡水河流域Thiessen图



- 凡例
- 雨量观测所
 - 流域界
 - 支川流域界

圖-4.6 流域平均雨量比較圖



第5章 洪水の解析

5.1 洪水データ

淡水河流域における、洪水時の降雨、水位および流量の観測は、一部においては第2次世界大戦前より始められていたが、流域内に本格的な観測網ができ上がったのは、表-5.8 および3.9 に示すように、降雨量観測については1950年代になってから、水位および流量の観測については1960年になってからのことである。

洪水予警報システム設立のための解析用基礎資料としては表-5.1に示すように、1963年のGloria台風を含めて1970年までの11洪水についての観測資料が使用可能である。*

表-5.1 解析対象の淡水河11洪水一覧表

洪水番号	洪水名	生起月日	流域平均総降雨量	台北橋における洪水ピーク時の	
				水位 (m)	流量 (m ³ /s)
0	Gloria	1963.9	823	(6.67)	14850
1	Cora	1966.9	267	(3.62)	2220
2	低気圧	1966.9	408	(4.04)	2810
3	Carla	1967.10	467	(3.83)	2740
4	Gilda	1967.11	148	(4.00)	4100
5	Elaine	1968.9	641	(5.03)	5170
6	Betty	1969.8	214	2.57	2020
7	低気圧	1969.9	596	3.54	3550
8	Elsie	1969.9	386	4.81	7460
9	Flossie	1969.9	866	4.33	6450
10	Fran	1970.9	417	3.81	4780

(注) 水位値は台湾基準標高で表わす。

たゞし()づきの値はその零点高不明につき量水標の読み値を表わす。

* 洪水時における降雨量、水位および流量のデータは、全般的にみて、比較的精度よく観測され、各項目ごとによく整理されて厳重に保管されている。

しかしながら、個々の観測項目について見れば、苦勞して得たこれらのデータが、淡水河流域における洪水の解析にまだ十分に利用されていないために、洪水流出、氾濫調査などの必要性に即応したもとなっていないきらいがあるように見受けられる。

5. 1. 1. 降雨量データ

降雨量観測所の総数は第3章の表-3.5に示すように、総計が46箇所あり、このうち3支川流域に関しては41箇所（流域外の、基隆、鞍部の4観測所を含む）で、平均して約60km²に1箇所の割合である。

しかしながら、洪水流出解析のために降雨資料を得ることのできた観測所（すなわち台湾省水利局が常時降雨資料を入手することが可能な観測所）の数は、1969年以後の洪水のみについても15箇所にすぎないから、その分担面積は平均して162km²ということになる。

1960年のU.S. Weather Bureauによる降雨量観測所の密度に関する調査*によれば、台湾の降雨量観測所の密度は世界的にみて高位に属するが、洪水予警報に使用できる観測網という点になると、今後の拡充が必要であろう。

ともあれ、流域内の降雨観測所の個所数は決して十分とはいえず、台湾省水利局管轄の観測所のみならず、その他の機関（石門水庫管理局、台湾電力公司、気象局、各農田水利会など）に所属する観測所の降雨量資料が容易に利用できるような体制が必要である。

各洪水における各観測所の毎時降雨量資料を見ると、必ずしも精確に整理されていない点が見受けられる。近隣のすべての観測所においては降雨があるのに、1観測所だけ無降雨が続いたり、ある時刻において突然大降雨が出現したりするように記録されている場合には、自記記録紙より観測器械の故障などの有無を推定し、適当に「欠測」などの扱いをすべきであろう。

5. 1. 2. 水位データ

水位観測所は各支川に適当に設置されているので、その配置についてとくに指摘することはないが、今回の調査でもっとも苦勞した点の一つは、自記（または普通）観測された水位値の零点高が、1969年以後の値についてしか明瞭でないことであった。台北市付近の地盤沈下が相当激しいので、各量水標も

* V. .Chow et al: Handbook of Applied Hydrology (Sect. 9), McGraw-Hill, 1964

それに伴って沈下しており、その沈下が防げないものである以上、洪水水位の記録とともに、骨水標の零点高の値も永久保存する体制が必要である。なお、地盤沈下に伴う量水標の管理方法が、管理事務所*によって異なっているが、量水標の高さは移動させずに、各期における零点高を測量によって確定し、記録するように統一することが望ましい。

5.1.3 流量データ

洪水流出および氾濫の解析用として各洪水の観測流量値が与えられた流量観測所は台北橋（淡水河）、新海大橋（大漢溪）、石門水庫放流量（大漢溪）、中正橋（新店溪）、五堵（基隆河）の5観測所である。石門水庫を除く4流量観測所における洪水時の流量資料としては、このほかに観測水位をもとにして水位流量曲線を用いて換算したものがある。ただし、つぎのような一般的条件下のものであることに注意しなければならない。

- i 4観測所とも洪水時には、下流域の氾濫洪水による影響を受けている。（五堵は基隆河下流部の水位の高い時のみ影響を受ける）
- ii 洪水時の水位流量曲線として、洪水ごとに異なった曲線を適用して水位一流量の換算を行っており、1洪水期間中にループ状の水位流量曲線を適用している場合がある。
- iii 継続時間の長い洪水では、洪水後半の流量観測値そのものが真値より少し大きくなっているように感ぜられる**

1969年以降の洪水時流量観測資料（水位と流量との関係）を詳しく検討した結果によると、それぞれの観測所における水位値と流量値との間には、概略、つぎのような関係があると認められる。

i. 大漢溪新海大橋

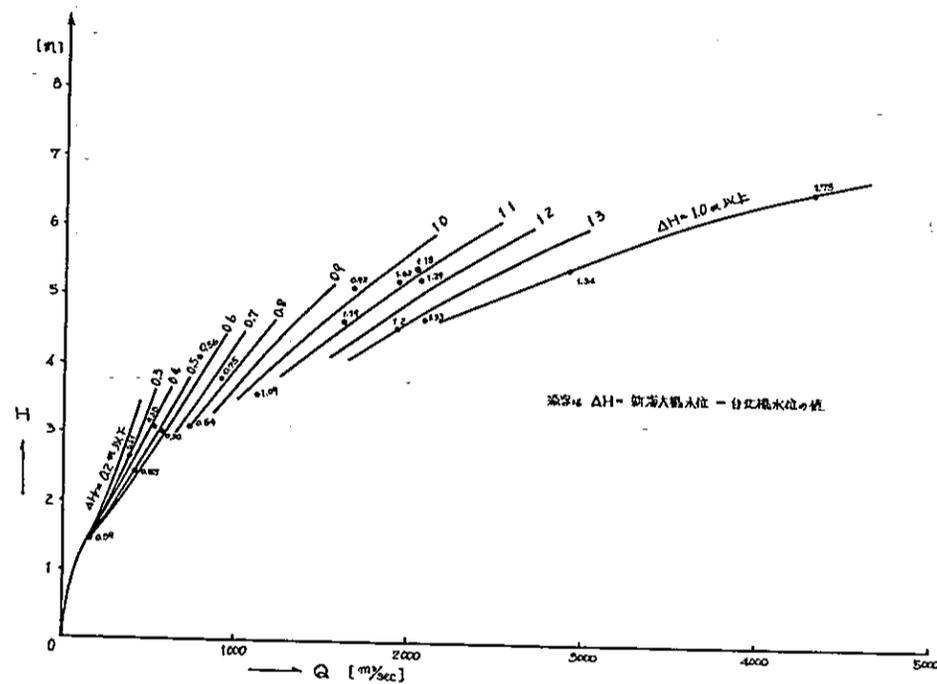
あきらかに下流域洪水氾濫洪水による影響を受けているから、この観測所における流量は、単にこの観測所の水位の関数であるのみならず、下流の水

* 台湾省水利局第一水文站および第十二工程処

** 水深に応じて必要な長さより短い竹浮子を使っていることも一因かも知れない。

位の関数である。このような観点から、新海大橋における流量を、新海大橋の水位および新海大橋～台北橋の水位差の2要素の関数として表わすと図-5.1に示すように1969年以降の流量観測結果を矛盾なく表示することができる。

図-5.1 新海大橋地点水位流量曲線



ii 新店溪中正橋

この観測所も同様に下流水位の影響を受けている。

新海大橋の場合と同様に、中正橋における流量を、中正橋の水位および中正橋～台北橋の水位差との2要素の関数として表わすと図-5.2に示すように1969年以降の流量観測結果を概して矛盾なく表示できる。*

iii 基隆河五堵

1969年以降の流量観測の結果については図-5.3に示すように流量を水位の一価関数で表わすことができるようである。ただし、流量が大き

* 流量観測資料数が多くないせいもあって、中正橋については精確な曲線が得られない。今後、資料の集積をまって再検討する必要がある。

图-5.2 中正橋地点水位流量曲线

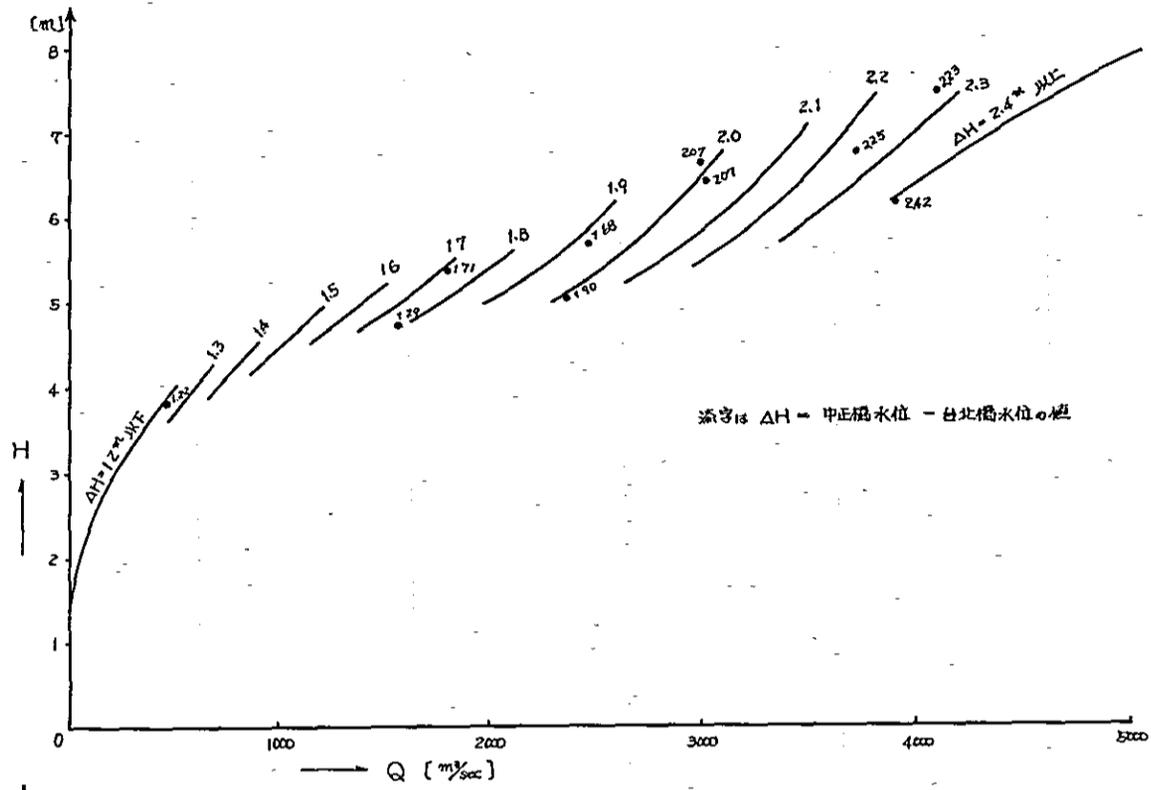
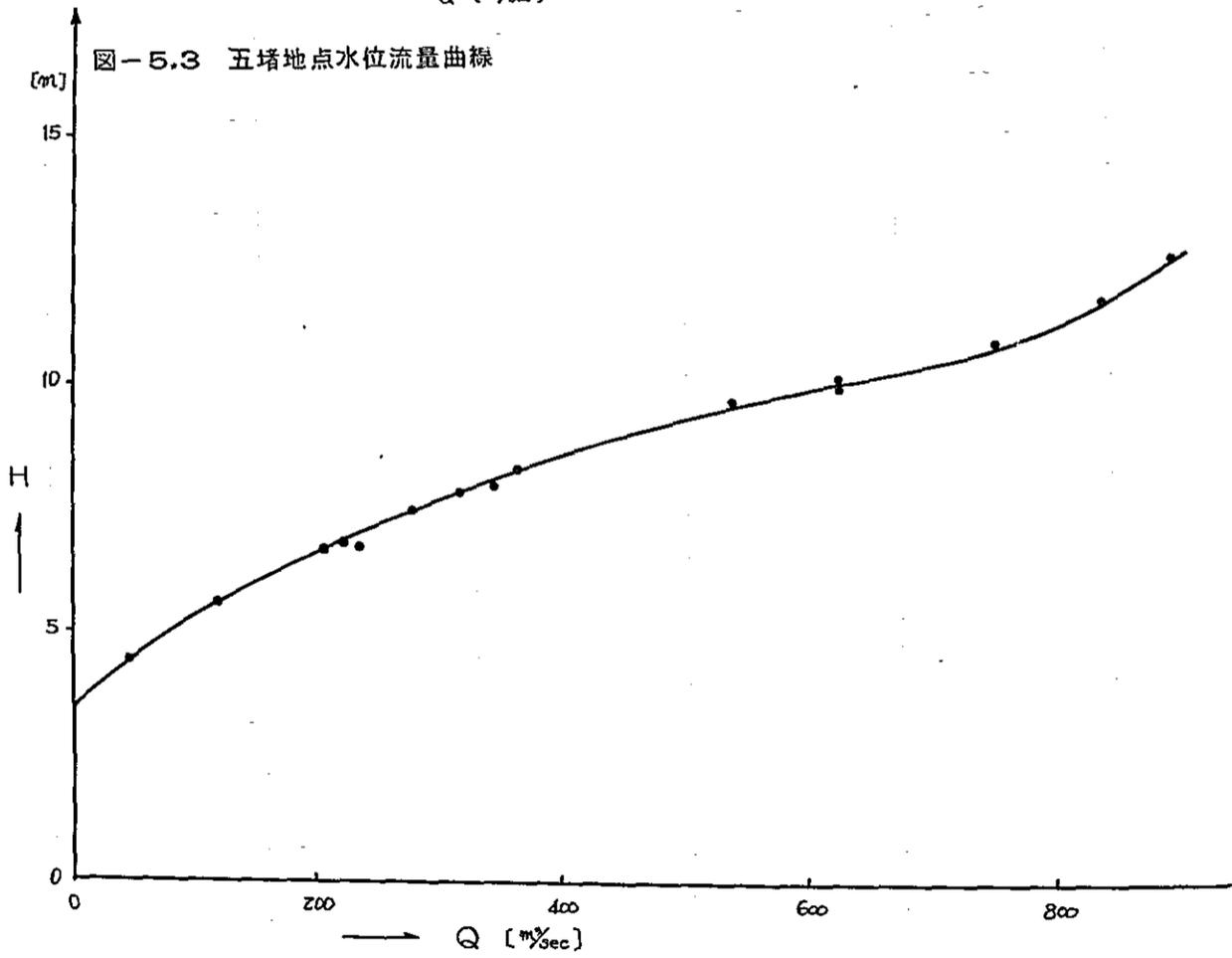


图-5.3 五堵地点水位流量曲线



なところでは、水位の上昇に比して流量の増加が小さくなる傾向が認められるので、 $800\text{ m}^3/\text{s}$ 以上の流量についてはさらに精度よい流量観測により水位流量曲線を再検討する必要がある。

さらに、基隆河については、下流の中山橋付近において、洪水流出の解析に必要なデータを得るための流量観測を実施する必要があると考えられる。

5.2 洪水の遅滞時間

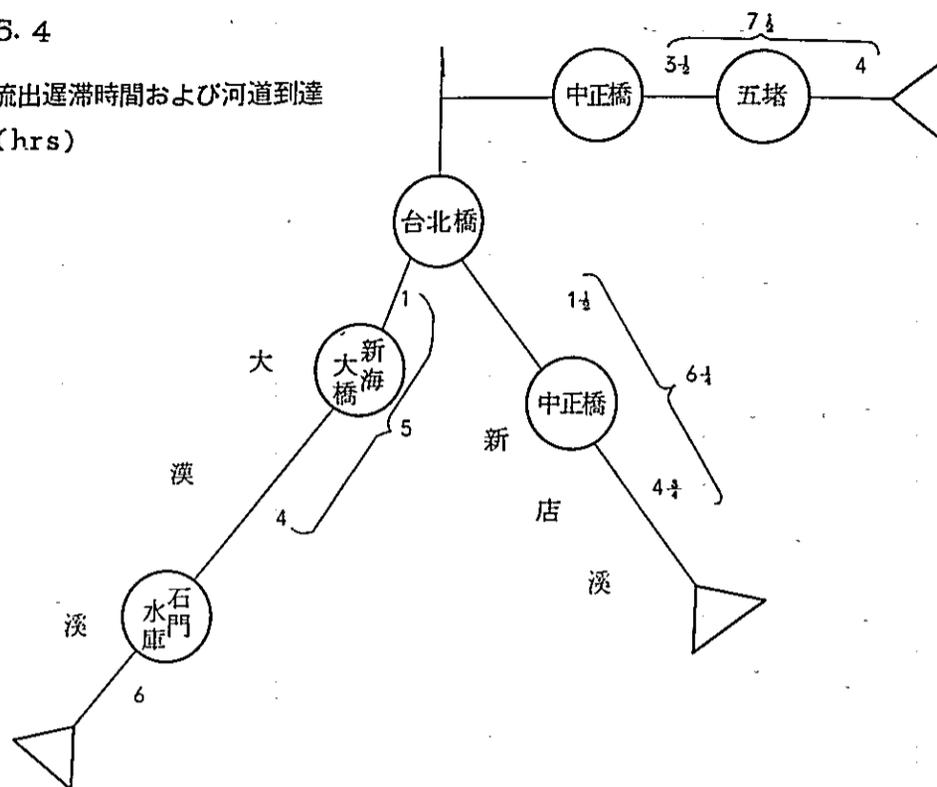
淡水河流域各支川における洪水ピーク時の洪水流出遅滞時間（各支川の流域内降雨最強時刻と各支川の流量ピーク時刻との時間差）および洪水流の河道到達時間（支川における洪水ピークの生起時刻と下流における洪水ピークの生起時刻の差）を表-5.2に示す。この表に示した11洪水におけるこれらの値の平均値を図示すれば図-5.4のようになる。

表-5.2 洪水の遅滞時間

洪水番号	区間 河道距離 洪水名	大 漢 溪		新 店 溪		基 隆 河		
		石 門 → 石 門 流 域 → 水 庫	石 門 → 新 海 水 庫 → 大 橋	新 海 橋 → 台北橋	中正橋 → 中正橋 流 域	中正橋 → 台北橋	五 堵 橋 → 五 堵	五 堵 → 中正橋
			37.1	68		10.4		33.3 (km)
0	Gloria	6			8	3	5	
1	Cora		4	1	4	0.5	3	2
2	低気圧				5	2	3	4
3	Carla			1.5	4	2	4.5	4.5
4	Gilda		5	1	4	1	4	3
5	Elaine		4	1	4	1	4.2	4.8
6	Betty		4	1	3	1	6	3
7	低気圧			1	5	4	3.8	4.2
8	Elsie		2.5	0.5	4	1.5	2.5	3.5
9	Flossie		4	1	4	0	2.4	3.1
10	Fran		3.5	0.5	7	1	4.3	3.3
	平均	(6)	4	1	4.4	1.4	4	3.4

表-5.2 または図-5.4 を用いれば、流域に降った降雨のピーク時刻を知って下流域で洪水流量がピークになる時刻をおおよそ推定できる。しかし、下流域の

図-5.4
洪水流出遅滞時間および河道到達
時間(hrs)



洪水ピーク流量の大きさについては、降雨ピーク以後の降雨量をも考慮する必要があるので、これを上流におけるピーク流量から推定することはできない。*

5.3 損失雨量

一つの洪水期間中に流出した総水量から、基底流出と推定される量を差引いた量を以って当該洪水の有効雨量と定義し、総降雨量と有効雨量との差を損失雨量と定義する。淡水河の各洪水の総降雨量、有効雨量および損失雨量を3支川流域毎に示すと表-5.3のようである。

図-5.5は表-5.3を図示したものであるが、この図から、淡水河流域の洪水時の損失雨量については、つぎのような傾向があるといえよう。

- i 総降雨量と総流出量との関係はいずれの流域についても、少なからずばらついているが、降雨量が多い洪水ほど損失雨量も多い傾向にある。しかし、洪水流出

* このことについては本章第4節の貯留関数の遅滞時間の項および第6章において詳しく述べる。

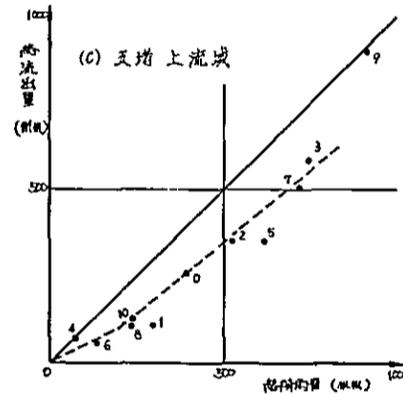
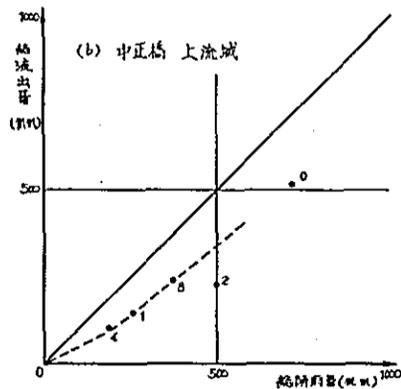
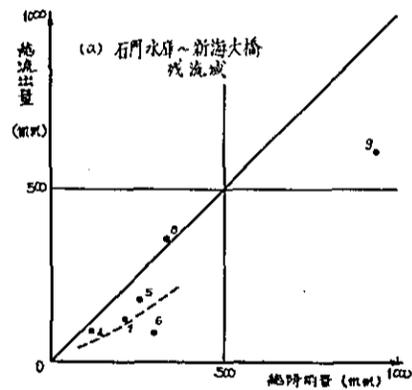
表-5.3 淡水河の総降雨量、有効雨量および損失雨量

(mm)

洪水番号	洪水名	石門水庫上流			石門水庫-新海大橋			中正橋上流			五堵上流		
		総降雨量	有効雨量	損失雨量	総降雨量	有効雨量	損失雨量	総降雨量	有効雨量	損失雨量	総降雨量	有効雨量	損失雨量
0	Gloria	1346	961	385	483			718	517	201	396	263	133
1	Cora	287			211	128	83	260	151	119	294	101	193
2	低気圧	342			259			499	330	169	519	446	73
3	Carla	412			311			560			748	582	166
4	Gilda	154			118	96	22	190	108	82	73	71	2
5	Elaine	972			255	180	75	543			613	346	267
6	Betty	212			293	93	200	209			136	57	79
7	低気圧	510			563			642			714	505	209
8	Elsie	509			308	357		373	241	132	232	107	125
9	Flossie	744			939	603	336	858			919	899	20
10	Fran	561			503			346			237	121	116

(注) 基底流量は洪水期間中一定値であるとした。なお、表中空欄は流量資料が不備のため有効雨量を計算することが不可能のもの。

図-5.5 損失雨量図



率は降雨量が多い洪水ほど大きくなる傾向にある。

ii 3支川の流域ともこれらの傾向にはほとんど差がないようであるが、五堵上流域の方が中正橋上流域にくらべて損失雨量が幾分少ないようである。

iii Flossie 台風の総流出量が総降雨

量よりかなり大きくなっているが、これはこの洪水の直前に大きな Elsie 台風による出水があったことと、Flossie 台風による出水が長時間（約 4 日間）にわたり、しかもその後半の流量観測精度が良好でないことによるものと思われる*。

図 - 5 2 の図中に挿入した破線は各流域の平均的な傾向を示すものである**。

5.4 上流域における洪水の流出

5.4.1 上流域における洪水の流出

前述したように、淡水河流域は山地と低平な盆地とが直結したような形態をなしており、後者においては下流端の条件を考慮しなければ洪水時の水位や流量を推定することはできない。それゆえ、淡水河の流域を二分して上流域および下流域とし、前者に対しては降雨から洪水流出量を計算する方式を適用し、後者に対しては上流域からの流入量と下流端条件とを与えて、水理学的方法を用いて洪水時の水位および流量を計算するのが適当である。

この節では、降雨より洪水流出量を計算する方法について述べる。

現今において降雨より洪水流出量を推算するために用いられている計算手法にはつぎのようなものがある。

- a. 単位図法
- b. タンクモデル法（菅原・丸山の方法）***
- c. 貯留関数法
- d. 特性曲線法（等価粗度法、**** 不定流の基礎方程式により流域斜面上の雨水流下を追跡する方式）

これらの計算法にはそれぞれ特徴があつて優劣をつけ難いが、淡水河の洪水予警報に適用するには、貯留関数法がつぎのような理由でもっとも便利である

* 第 5 章 1 節参照

** これを用いれば流量計算を貯留関数法により行なう場合の、一次流出率 r 、飽和雨量 R_{sa} を推定することができる。

*** 菅原正巳：天龍川・熊野川の洪水予報について、統計数理研究所，1963年

**** 末石富太郎：特性曲線による出水解折について、土木学会論文集 29，1955

と判断し、これを採用することにした。

- a. 計算に必要な定数の数が少なく、既往の洪水の降雨および流出の資料から、これらを求めることができる。
- b. 洪水流出の非線型性を加味することができる。
- c. 任意の時刻の流域流出量は、その時刻の流域降雨量と1時刻前の(実測)流量値のみから逐次計算によって求めることができる。したがって予測値と実測値との差が生じてもその修正が容易である。

5.4.2. 貯留関数法の概略

貯留法による洪水流出の計算は古くから試みられており、Hortonの試み(1937)を初めとして、貯留定数を仮定したMuskingum法(1938)、貯留法と単位図法との関係を論じたClarkの研究(1945)などがある。貯留関数法はこれらに続くものであって、1961年に日本国建設省土木研究所水文研究室長木村俊晃により提案されたものである。その理論的考察および実践的計算手法については、すでに同氏の論文* その他**に詳細に紹介されているので、ここではごく簡単に述べる。

貯留関数は、洪水流出が表面流であるとして、Manningの流れの式から、流域貯留量 S をその流出量 Q の指数型関数

$$S_1 = KQ_1^p \quad (5.1)$$

(K 、 p : 流域ごとに一定な定数***)

と表わして運動方程式とし、さらにこれを連続方程式

$$\frac{1}{3.6} f r_{ave} A - Q_1 = \frac{dS_1}{dt} \quad (5.2)$$

ここに f : 流入係数

r_{ave} : 流域平均雨量

A : 流域面積

* 木村俊晃：「貯留関数による洪水流出追跡法」、建設省土木研究所 1961年8月

** 建設省水文研究会「流出計算例題集2」全日建設技術協会、1971年5月

*** $p=1$ の場合がいわゆる線型貯留の場合で、 $p \neq 1$ としたことによって洪水の非線型性が加味された。

$Q_1(t) = Q(t+T_1)$: 遅滞時間を考慮した流域直接流出量

T_1 : 遅滞時間

と組合せて流域流出量を計算する方法である。

有効雨量の算定については、流入係数 f を時間的に変化させる。^{*} すなわち、降雨初期には $f = f_1$ (一次流出率) とし、累加雨量が R_{sa} (飽和雨量) を越えると $f = 1$ とする。^{**}

基底流出量は初期流量に等しい一定値として、(5. 1)、(5. 2) の両式で求めた流出量にこれを加算する。

(5. 1)、(5. 2) の両式による流出量の追跡計算は、 $p \neq 1$ のときには代数的な方法が用いられないので、一般に図解法、半図解法、折れ線近似法等による数値解法によって計算を行なう。

なお、計算方法の詳細については、第6章において解説する。

5. 4. 3. 河道洪水流の追跡

石門水庫の放流量の下流への伝播を計算するには、河道における洪水流(不定流)の追跡が必要となる。その方法については、すでに多くの水理水文学者によってすぐれた考察が発表されている。しかし、いずれの方法によるにしてもそれをそのまま淡水河の洪水予警報に用いるのは、高速度電子計算機なしでは不可能であるといってもよい。

それゆえ、ここでは速水の理論^(*)を用いて河道に対する洪水追跡用単位図を作成することにした。速水の理論は河道の上流側の流量が河道を拡散しつつ、流下し、下流側に流達するとして不定流の基礎方程式を誘導したものである。

この理論によると、河道の洪水の伝播は、河道距離、流速、拡散係数などの

* 流入係数とは一般の流出率に等しい。このような呼称を用いることの理由については木村の論文を参照されたい。

** これは Sherman による損失量累加曲線により有効雨量を求める手法において、累加曲線を2本の折れ線(勾配がそれぞれ、 $1-f_1, 0$)でもって近似したものに相当する。

(*) Shoichiro Hayami: "On the propagation of flood waves" Kyoto Univ., Disaster Prevention Research Institute, Bulletin 1, December 1951, なお、この論文の解説が、V.T. Chow "Open Channel Hydraulics (Chap. 20, Sect 3)" McGraw-Hill, 1959 に載っている。

関数として、対象河道区間の上下流端の水位について

$$\frac{h-h_n}{h_0} = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{x/2\sqrt{Kx}} \exp\left(\frac{Vwx}{2K} - x^2 - \left(\frac{Vwx}{4Kx}\right)^2\right) dx$$

ここに h : 上流端から距離 x の点の水深

h_n : 同地点の洪水到達前の水深

h_0 : 上流端の水深

t : 時間

$V_w = 1.5 v$ 、 v は平均流速

K : 拡散係数

x : 積分変数

で表わされる。この式において、ある適当な大きさの流量に対応する流速、水深等を与えることによって、その大きさの流量に対する単位図を作成することができる。

洪水の河道流下をこのような単位図、すなわち線型式で表わすのは正確ではないが、迅速な計算が必要な洪水予警報ではやむを得ないと考えられる。

単位図の基本式は

$$Q_0(t) = \int_0^{\infty} Q_1(t-\tau) \cdot K(\tau) \cdot d\tau \quad (5.3)$$

ここに Q_1 : 上流側流量

Q_0 : 下流側流量

$K(\tau)$: 単位図配分率

である。

4. 4. 大漢溪石門水庫流域の洪水流出

石門水庫建設の経緯とその治水効果についてはすでに第3章2節に述べたとおりである。

その流域面積は75889km²で、流域はすべて山地である。流出解析を行なうための流域内降雨量および流出量(石門水庫流入量)は石門水庫管理局の都合で収受することはできなかったが、Gloria台風による洪水のみについては、徐鼎著「石門水庫」(石門水庫建設委員会発行)所載のGloria台風時石門水

庫操作図から水庫流入量の資料を得ることができた。

この資料によって求められた貯留関数の諸定数は表-5.4.1に示すとおりである。

表-5.4 大漢溪石門水庫流域の貯留関数の定数

洪水番号	洪水名	T_1 (hrs)	K	P	f_1	Rsa (min)	Q_i (m^3/s)	σ mm/hr
0	Gloria	2	80	0.45	0.7	200	10	2.9

上記の貯留関数式を用いて流出計算をした場合の、洪水初期より洪水ピークの3時間後までの毎時の計算値と実測値との偏差 σ (差の2乗和を時間数で除した値の平方根)は2.9 mm/hrであった。*

5.4.5 大漢溪石門水庫～新海大橋間の洪水流出

新海大橋地点の流量は、石門水庫放流量が大漢溪河道を流下した流達量と、残流域(石門水庫～新海大橋)からの流出量との和で表わされるものとする。

残流域の面積は397.11km²、河道延長は37.1kmである。流出解析を行なうための残流域降雨量、石門水庫放流量および新海大橋流量は11洪水のうち8洪水(資料不完全なものを含む)について与えられた。

石門水庫から新海大橋までの洪水流河道流下計算は前述のように単位図法により計算し、残流域の流出量は同様に貯留関数法により計算する。その単位図の配分率および貯留関数の定数は試算によって、同時に決定した。

解析にあたっては、残流域降雨量、石門水庫放流量および新海大橋流量の資料がもっとも揃っている表-5.5に示す洪水を選んで、これを解析対象洪水とした。

試算により最適な値と認め決定した各洪水ごとの単位図の配分率および貯留関数の定数は、表-5.5に示すとおりである。

上記5洪水のうち、Elsie台風を例にとって、実測値と計算値とを比較対照

* この数値は計算式の適合度を表わす。ただし、この数値を他の支川におけるものと直接比較することはできない。その目的のためには、この数値を洪水流出のピーク値で割って無次元化すべきである。

表-5.5 大漢溪石門水庫~新梅大橋間の残流域貯留

関数および河道単位図配分率試算結果

洪水番号	洪水名	T_1 (hrs)	K	p	f_1	Rsa (mm)	Q_1 (m ³ /s)	s (mm/hr)	
4	Gilda	2	50	0.3	0.5	50	20	0.52	
5	Elaine	2	50	0.3	0.5	100	100	1.01	
8	Elsie	2	50	0.3	0.5	200	100	2.03	
9	Flossie	2	50	0.3	0.5	50	100	0.82	
最 確 値		2	50	0.3	0.5	(100)			
河道単位図配分率		0	1	2	3	4	5	6	7 (hrs)
		0.0	0.0	0.10	0.40	0.25	0.15	0.10	0.0

して新海大橋流量ハイドログラフを描くと図-5.6のようである。

この貯留関数および河道単位図を実際の洪水予警報に適用するには、この流域のすべての洪水に適合するたゞ一組の配分率および定数を定めなければならない。それゆえ、表-5.5に示す結果から残流域の貯留関数および大漢溪石門水庫~新海大橋間の河道単位図の配分率として

$$s = 50(q - q_i)^{0.3} \quad T_1 = 2 \text{ hrs,}$$

$$K(\tau) = 0.0, 0.0, 0.10, 0.40, 0.25, 0.15, 0.10, 0.0$$

(0~7 hrs 後)

を採用することにした。

5.4.6 新店溪中正橋流域の洪水流出

流域面積は876.85 km²で流域の大部分が山地である。流出解析を行なうための流域内降雨量および中正橋流量は11洪水のすべてについて与えられた。^{*}

この流域の貯留関数の定数解析においては、流域降雨量、中正橋流量がもっとも揃っている表-5.6に示す5洪水を選んで、これを解析対象洪水とした。

試算により最適な値と判断した各洪水ごとの定数は同表に示すとおりである。

上記5洪水のうち、Cora 台風を例にとって、実測値と計算値とを比較対照して中正橋流量ハイドログラフを描くと図-5.7のようである。

* このうち6洪水は流量資料が不完全である。

図-5.6 実測値と計算値との比較 (Elsie)

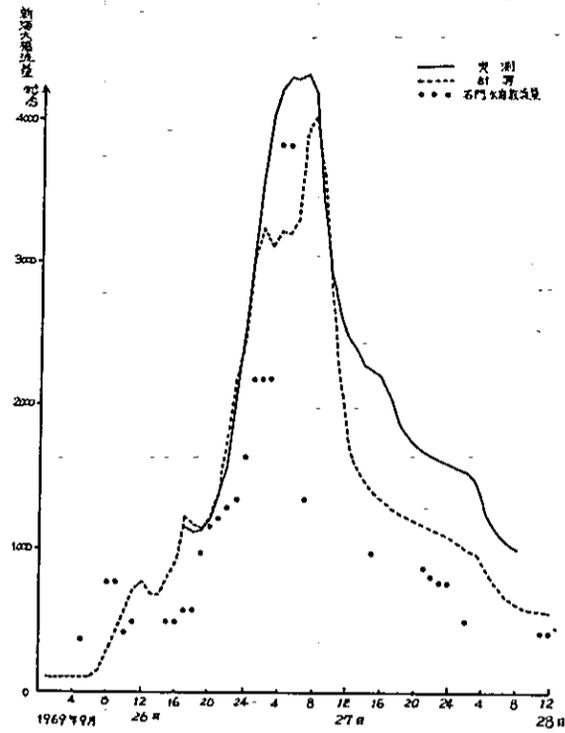
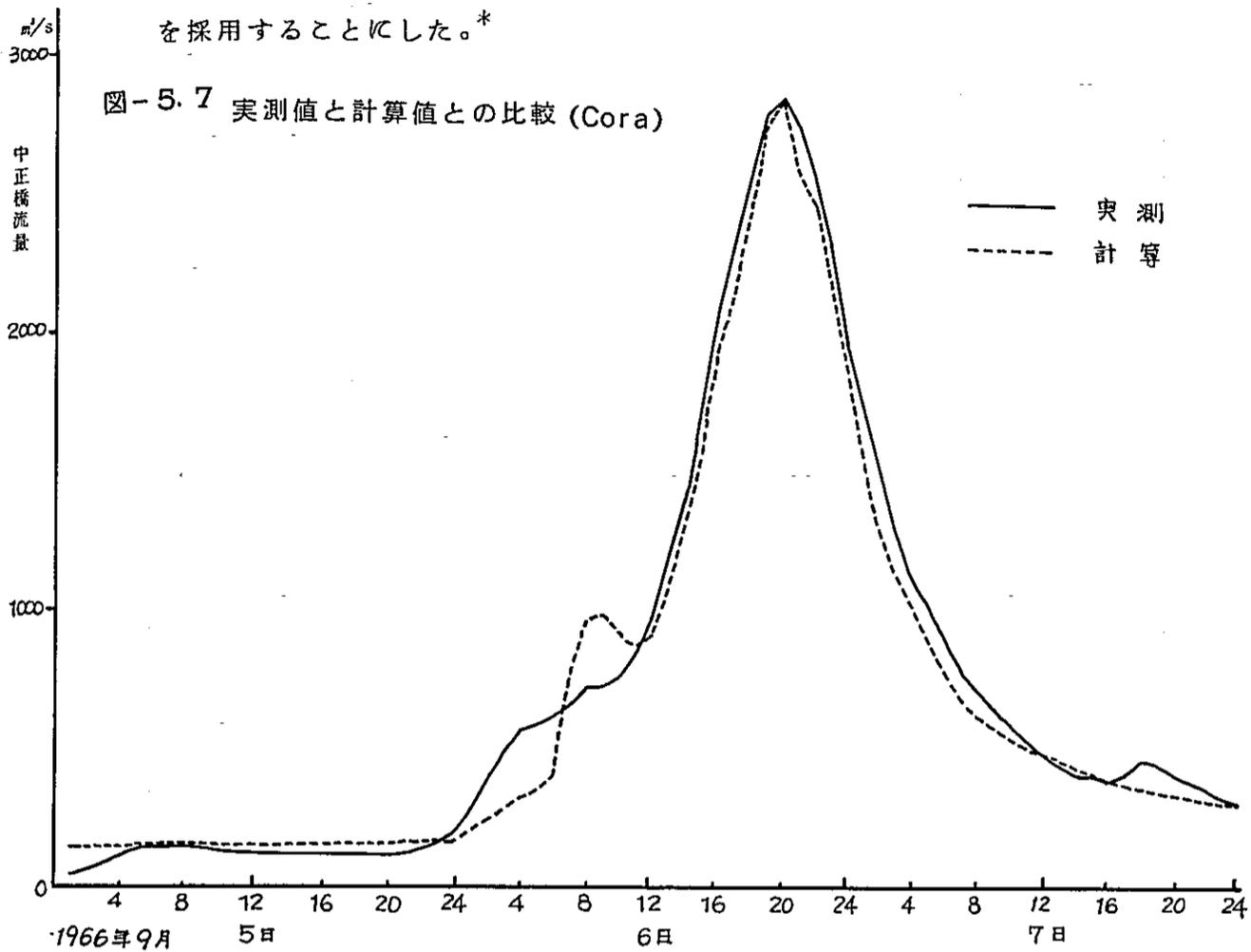


表-5.6 新店溪中正橋上流域貯留関数試算結果

洪水番号	洪水名	T_1 (hrs)	K	p	f_1	Rsa (mm)	Q_i (m³/s)	s (mm/hr)
1	Cora	3	90	0.2	0.5	10	125	0.54
2	低気圧	2	60	0.2	0.5	30	100	1.61
5	Elaine	4	130	0.2	0.5	300	200	1.12
8	Elsie	3	110	0.2	0.5	50	200	2.66
9	Flossie	4	100	0.2	0.5	10	200	2.37
最 確 値		3	110	0.2	0.5	(200)		

つぎに比較的合致度のよい洪水についてその定数を検討した結果、新店溪中正橋流域の貯留関数として

$$s = 110 (q - q_i)^{0.2}, \quad T_1 = 3 \text{ hrs}$$



5.4.7 基隆河五堵上流域の洪水流出

この流域は面積が 208.31 km^2 で、その大部分が山地である。流出解析を行なうための流域内降雨量および五堵流量は 11 洪水すべてについて与えられた。

この流域の貯留関数の定数解析においては、流域降雨量、五堵流量がもっとも揃っている、表-5.7 に示す 5 洪水を選んで、これを解析対象洪水とした。

* 新店溪流域を分割しないで中正橋より上流を単一流域として取扱うことは、貯留関数の適用面積（一般には $10 \sim 500 \text{ km}^2$ 程度）の面でも、洪水予警報の点からもあまり好ましくない。できれば、近年設立した屈尺流量観測所で上下 2 流域に分割して、前項に述べた大漢溪と同様に屈尺地点の洪水流量を使って下流への洪水予警報を行なう方式が好ましい。今回の調査では屈尺地点の流量資料を収受しなかったが、将来は大漢溪（石門水庫放流量）と同様の手法によって洪水流出（河道および残流域）解析を行なうべきであろう。

表-5.7 基隆河五堵以上流域貯留関数試算結果

洪水番号	洪水名	T_1 (hrs)	K	p	f_1	Rsa (mm)	Q_i (m ³ /s)	S (mm/hr)
3	Carla	2	40	0.3	0.5	10	10	3.00
5	Elaine	3	70	0.3	0.5	300	20	2.95
8	Elsie	1	70	0.3	0.5	10	20	1.06
9	Flossie	3	70	0.3	0.5	70	20	1.93
10	Fran	3	60	0.3	0.5	50	20	1.00
最 確 値		3	65	0.3	0.5	(100)		

試算により最適な値と判断した各洪水ごとの定数は同表に示すとおりである。

上記5洪水のうち、Fran台風を例にとって、実測値と計算値とを比較対照して五堵流量ハイドログラフを描くと図-5.8のようである。

つぎに、比較的合致度のよい洪水についてその定数を検討した結果、基隆河五堵上流域の貯留関数として

$$s = 65(q - q_i)^{0.3}, \quad T_1 = 3 \text{ hrs}$$

が最適であると判断した。

5.4.8 基隆河五堵～中山橋間の洪水流出

中山橋地点の流量は、五堵地点流量が基隆河河道を流下した分と、残流域(五堵～中山橋)からの流出量との和で表わされるものと考える。

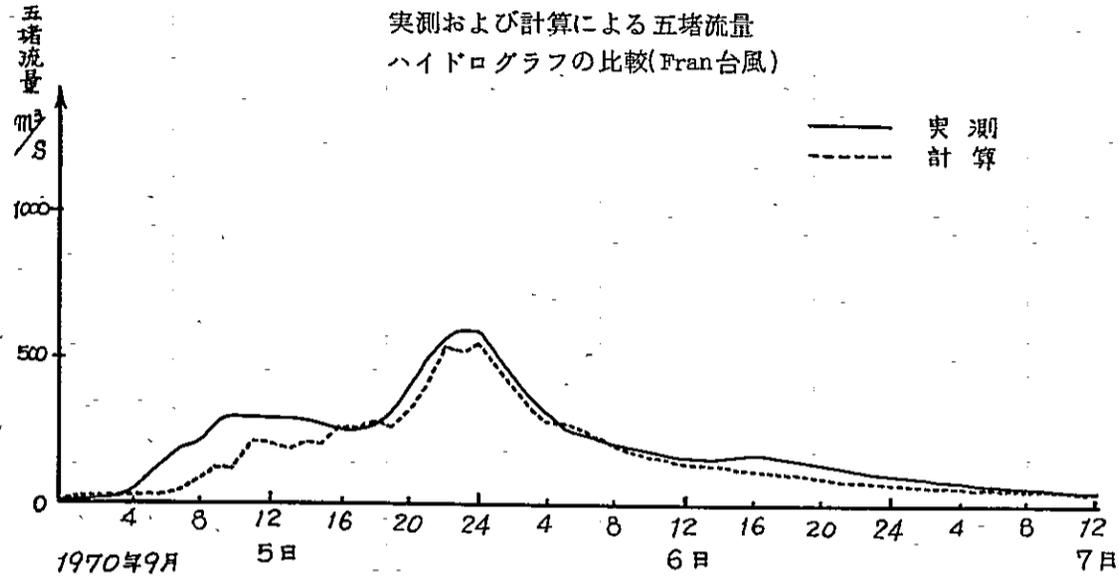
残流域の面積は192.76km²で、河道延長は33.3kmである。流出解析を行なうための残流域降雨量、五堵流量は11洪水のすべてについて与えられた。

中山橋では流量観測を行っていないが、水位資料が11洪水のすべてについて与えられた。

大漢溪の場合と同様に、五堵から中山橋までの洪水流河道流下計算は単位図法により計算し、残流域の流下量は貯留関数法により計算するとして、この計算流量が中山橋の実測水位と合致するように単位図の配分率および貯留関数の定数を試算により同時に決定した。

解析においては、残流域降雨量、五堵流量および中山橋水位の資料がもっと

図-5.8 実測値と計算値との比較 (Fran)



も揃っている洪水 No. 3, 5, 8, 9 および 10 の 5 洪水を選んで、これを解析対象洪水とした。試算により最適な値と判断した配分率および定数は表-5.8 に示すとおりである。

表-5.8 基隆河五堵～中山橋間の残流域貯留関数および河道単位図配合率試算結果

貯留関数定数	T_1 (hrs)	K	P	f_1	Rsa (mm)	Q_i (m³/s)	s (mm/hr)	
最適と判断した値	2	35	0.5	0.5	(100)			
河道単位図配分率	0	1	2	3	4	5	6	7 (hrs)
	0.0	0.0	0.10	0.60	0.20	0.10	0.0	0.0

以上の結果から残流域の貯留関数および基隆河五堵～中山橋間の河道単位図の配分率として

$$s = 35 (q - q_i)^{0.5}, \quad T_1 = 2 \text{ hrs}$$

$$K(\tau) = 0.0, 0.0, 0.10, 0.60, 0.20, 0.10, 0.0, 0.0$$

(0~7 hrs 後)

が最適であると判断した。

5.4.9 総括

以上に述べた5流域の解析結果を一覧表にして示すと表-5.9および表-5.10のとおりである。

表-5.9 淡水河各支流における流域貯留関数定数
および河道単位図配合率最確値一覧表

貯留関数定数	流域名	T_1 (hrs)	K	p	f_1	Rsa (mm)	Q_i (mm/hr)
	石門水庫上流	2	80	0.45	0.7	(200)	
	石門水庫~新海大橋	2	50	0.3	0.5	(100)	
	中正橋上流	3	110	0.2	0.5	(200)	
	五堵上流	3	65	0.3	0.5	(100)	
	五堵~中山橋	2	35	0.5	0.5	(100)	

河道単位図配合率	河道名 \ (hrs後)	0	1	2	3	4	5	6	7
	石門水庫→新海大橋	0.0	0.0	0.10	0.40	0.25	0.15	0.10	0.0
	五堵→中山橋	0.0	0.0	0.10	0.60	0.20	0.10	0.0	0.0

表-5.10 淡水河各支流における洪水時の有効雨量
(一次流出率 f_1 , 飽和流出率 f_{sa} , 飽和雨量 Rsa) の平均的な傾向

流域名	f_1	f_{sa}	Rsa (mm)
石門水庫上流	0.7		
石門水庫~新海大橋	0.5	0.8~0.9	200
中正橋上流	0.5	0.8~0.9	200
五堵上流	0.5	0.8~0.9	200
五堵~中山橋			

以上の結果はすべて台湾省水利局より与えられた降雨流量資料に基づいて解析したものであり、おむね妥当な成果と思われる。ただし、解析に用いられた降雨流量観測資料の一部には不正確なデータがあると認められても、もはや修正の術なく、そのまま使用せざるを得なかった場合がある。将来の観測網の整備、観測体制の向上により、さらに精度良い資料を得て、これらの解析を再考察することが望まれる。

なお、淡水河の洪水流出については、従来台湾省内の河川技術者によって単

位図法による洪水流出の解析*が行なわれており、よい結果が得られていることを付言しておきたい。

5.5 下流域における洪水の伝播

5.5.1 基準地点の水位～流量関係

第3章では、淡水河下流部における洪水氾濫の状況について簡単に説明した。それによると、この地域内には洪水氾濫の発生頻度のきわめて高い地区として5つの地区が存在する。したがって、これから行なわれる洪水予警報は、主として、この5つの地区を対象とすることとなるであろう。

これらの地区を対象として洪水予警報を行なうには、まず必要かつ十分な水位予警報基準地点を選んでおかなければならない。種々検討ののち選定された水位予警報基準地点は、つぎの5地点である。

- a. 新海大橋（板新大橋）
- b. 光復橋
- c. 台北橋
- d. 中山橋
- e. 獅子頭

本節では、前節で述べた方法によって新海大橋、中正橋および中山橋における流量予測値が与えられたとき、いかにして上に示した基準地点の水位を推定するかという問題を取扱い、これら基準地点における水位と氾濫の範囲、氾濫開始時刻、浸水深等との関係については、次節において検討することにする。

地形その他から想像されるように、淡水河流域における洪水の伝播は、水理学的にきわめて複雑な要素を含んでおり、これを厳密に解析しようとするれば、河口潮位と上流端の流入ハイドログラフとを境界条件として不定流の基礎方程式を数値積分するという方法によらなければならない。

* 例えば淡水河主流各地三小時単位流量歴線，台北地区防洪計画検討報告，付録一水文研究
鄭醒明ほか；淡水河洪水予報方法研究総報告，台湾省水利局

しかしながら、第3章においても述べたように、台北橋の水位がある水位を超えると、左岸への大規模な横越流が発生し、また、獅子頭水位がある水位を超えると、蘆洲、中洲里の各地区と河道とが一体となって大きな洪水池を形成する。そして、このそれぞれの段階において、水の運動の形態がきわめて顕著に変化するのであるから、氾濫の状況を、水理学的に厳密なモデルを作成することによって模擬（シミュレート）することはなかなか困難であり、しかも、当面の目的である洪水予警報からみれば、必ずしも実用的であるとはいえない。それゆえ、水理学的な厳密さもさることながら、予警報のための実用性を十分考慮して、下流域における洪水の伝播を取り扱う必要がある。

さて、前述したように新海大橋および中正橋の水位は、下流の水位の影響を受けている。したがって、これらの地点の水位を推定するには、下流の水位をも推定しなければならない。しかしながら、下流の水位は、潮位、淡水河左岸地区への溢流の状況、基隆河からの合流量の大きさなど多くの条件によって定まるものであり、これらの条件を考慮してこれを推定することは、かなり困難な作業となる。であるから、必要とされる水位予測の精度およびこれらの地点が代表する氾濫地区の重要性等を考え、これらの地点の水位予測に必要な時間と作業とを減ずるために、下流の条件を一切無視して、これらの地点の水位は、水位～流量曲線によって一義的に定まるものとした。

さて、新海大橋の水位～流量曲線は、図-5.9 に示すとおりである。この曲線は、過去の6洪水曲線の平均値的なものである。

洪水毎の変動が相当大きいため、流量を与えてそのときの水位を求める際±0.5 m程度の誤差は避けられない。

江子翠地区の洪水予報のためには、中正橋の水位よりも、むしろ、光復橋の水位を予測しておく方が、予報対象地区に近いため都合がよい。そこで、この目的のために中正橋～光復橋間の流域流出量が無視し、中正橋の流量と光復橋の水位とを用いて、光復橋における水位～流量曲線を作成した。その結果は図-5.10 に示すとおりである。この曲線も過去の7洪水の曲線の平均値的なもの

図-5.9 新海大橋地点水位推定曲線

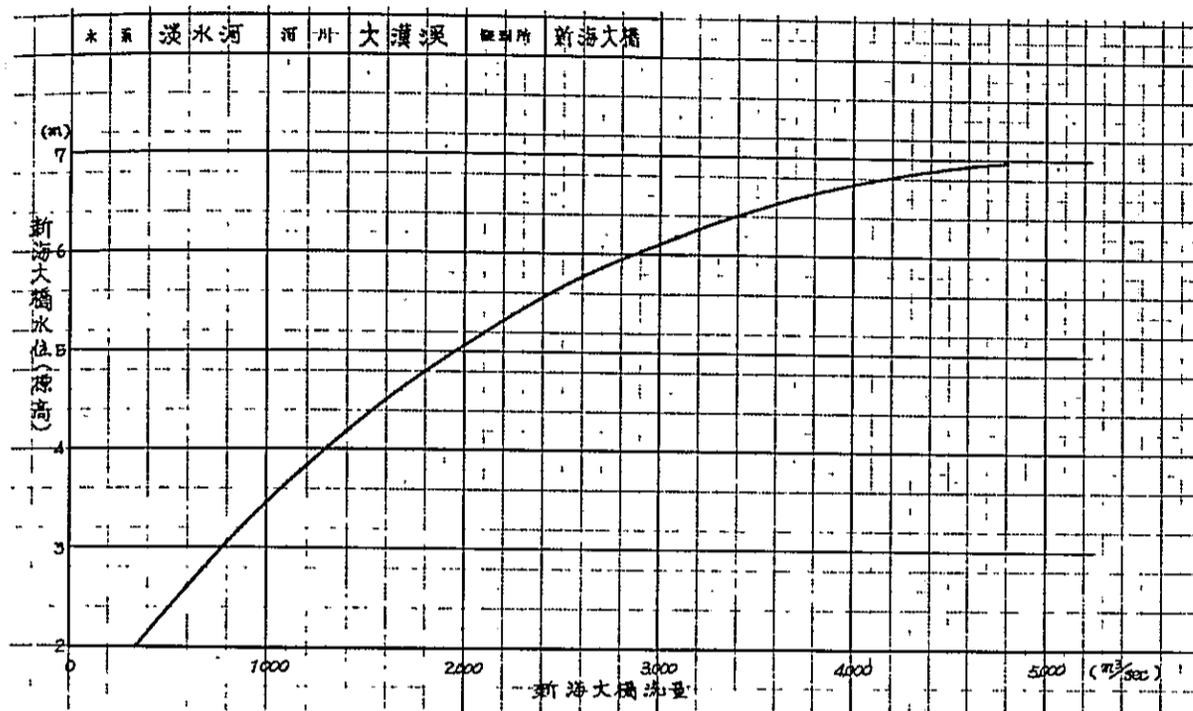
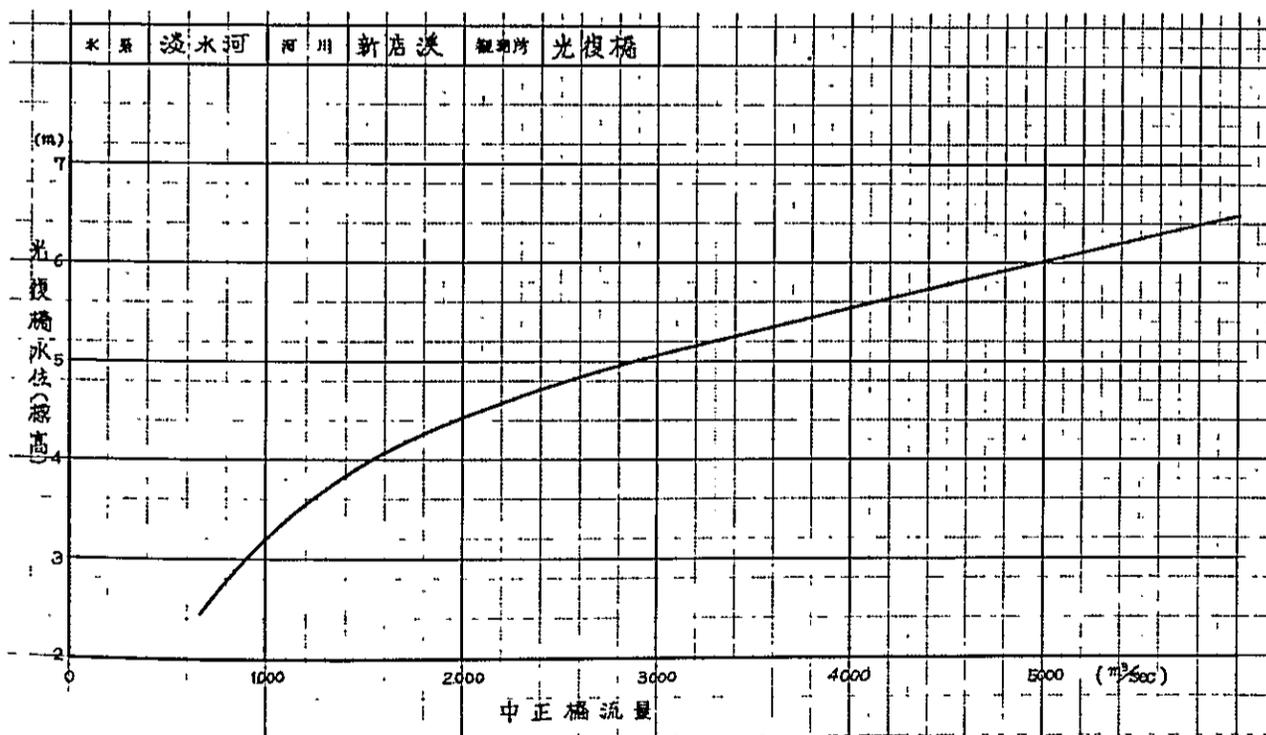


図-5.10 光復橋地点水位推定曲線



のであるので、やはり、±0.5 m程度の誤差は避けられない。*

台北橋の水位も、新海大橋や光復橋の水位と同様に、下流部の水位の影響を受けるのであるが、これについてもその影響を無視して解析を行なった。前述したように、台北橋の水位が高いときには左岸地区への越流が発生する。それゆえ、台北橋の水位からこの地点の流量を推定することは困難である。この理由から、ここでは、新海大橋と中正橋の合計流量とそれに対応する同時刻の台北橋の水位とを用いて水位～流量曲線を作成した。その結果は図-5.11に示すとおりである。この曲線についても、洪水ごとのばらつきが大きいので、流量から水位を推定する際には±0.5 m程度の誤差は避けられない。

さて、この図によると、台北橋の水位が標高3.2 mに達するのは、大漢溪と新店溪の合計流量が2,400 m³/secから2,600 m³/sec程度になった場合であり、4 mに達するのは4,000 m³/secから4,200 m³/sec程度になった場合である。そうして、この程度の流量になったときには、三重市への溢流がまず確実となる。

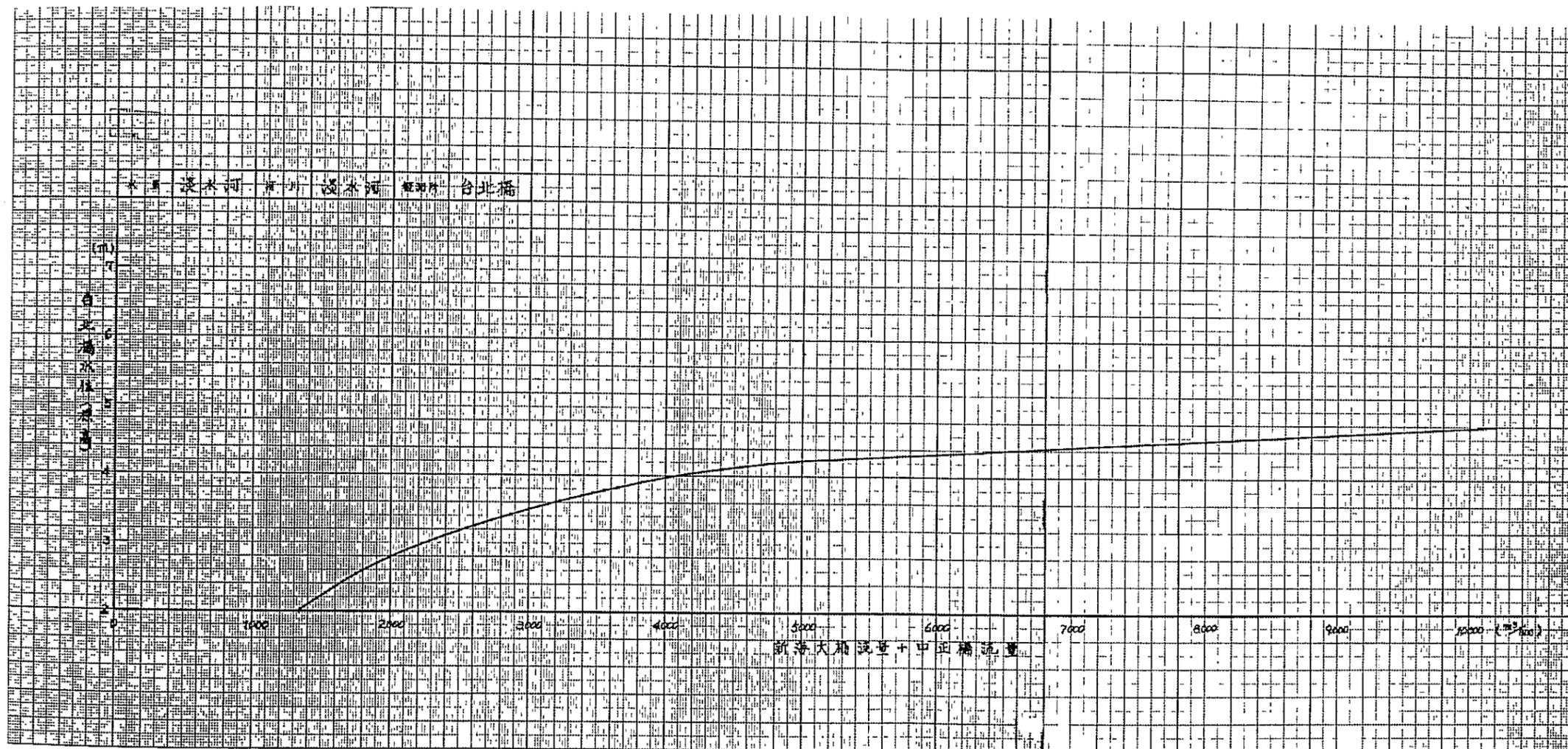
ところで、以上に述べた水位～流量曲線を用いると、その結果として、中正橋の最大流量の生起時刻と光復橋の最高水位の生起時刻とが同時刻となり、新海大橋と中正橋の合計流量の最大値の生起時刻と台北橋の最高水位の生起時刻とが同時刻となることになる。最高水位の大きさのみならず、その生起時刻もまた、洪水予報を行なう場合にはきわめて重要であるので、この点についてはさらに検討を加えておかなければならない。

表-5.11は、既往の資料を用いて、最高水位等の生起時刻をとりまとめて示したものであるが、この表を見ると中正橋の最大流量の生起時刻の1時間以

* 光復橋の水位を推定するには、さきに述べた方法のほかにもう一つ異なった方法が考えられる。それは、中正橋と光復橋との水位の相関係を用いる方法である。過去の出水の資料を検討すると、光復橋の水位とその0.5時間前の中正橋の水位が、直線性のきわめて良い相関係を示すようである。

しかしながら、この関係を用いて光復橋の水位を推定するには、中正橋の流量を一旦水位に変換しておかなければならない。検討の結果によると、この過程で±0.6 m程度の誤差は避けられないので、上記の関係を用いて光復橋の水位を推定すると±0.7 m程度の誤差が生じることになる。すなわち、前述した水位～流量曲線を用いる方法が簡単で、しかも、精度が若干良いということになる。

图-5.11 台北橋地点水位推定曲線



内に光復橋の最高水位が生起している。また、中正橋の最大流量の生起時刻と同時刻に、光復橋の最高水位が生起すると仮定しても、その時の水位は光復橋の真の最高水位と高々数センチメートルの差しかなく、実用上、この仮定は許されるものと考えて差しつかえない。

また、新海大橋の流量と中正橋の流量との合計の最大値の生起時刻と、台北橋における最高水位の生起時刻との差は、表-5.1.1によると最大3時間であるが、仮りに、流量の合計の最大値が生起した時刻と同時刻の、台北橋の水位をもってその最高水位であるとみなしたとしても、真の最高水位との差は最大で0.28m、ほとんどの出水において数センチメートル以下にすぎないのである。

以上述べたことと、水位～流量曲線の精度とを考慮合わせると、中正橋流量の最大値と光復橋水位の最高値とが同時に生じるとすること、および中正橋の流量と新海大橋の流量との合計の最大値が、台北橋水位の最高値と同時に生じるとすることは、ともに実用上差しつかえないと結論できる。

5.5.2. 湛水池の水位の予測

さて、大漢溪と新店溪とを流下した洪水は、合流して淡水河に入り、ある部分を左岸側へ溢流し、またある部分を右岸の中洲里、社子地区へ溢流しつつ、基隆河からの洪水を合流して獅子頭に至る。

そうして、獅子頭に達した洪水は、河口潮位の影響と狭窄部の影響とにより疏通を妨げられて、獅子頭上流に大きな湛水池を形成する。

獅子頭から油車口に至る区間における水流の運動は、河口潮位の影響を強く受けるが、ここでは、簡単のために、1時間程度の時間内では定常流とみなして取り扱うことができるものと仮定しよう。こうすれば、ある一定時間内におけるこの区間の河道の疏通能力は、そのときの上流端水位と下流端水位とにより一義的に定まることになる。

この疏通能力を超過した洪水は、獅子頭上流部に湛水し、その水位を上昇させ、湛水区域をより上流側へと拡大する。湛水池の水位が上昇すると、河口へ

の洪水の流出量は増大するが、その後ひきつづいて上流からこの湛水池へ流入する洪水流量が、河口への流出量を上まわれれば、湛水池の水位はますます上昇する。逆に、湛水池へ流入する洪水流量が減少して、疏通能力を下まわることがつづけば、湛水池の水位は徐々に低下していき、それとともに洪水区域は小さくなる。

淡水河下流部の洪水予報を行なうに当っては、ここに詳述した獅子頭上流側の湛水池の水位予測がきわめて重要である。それゆえ、つぎに、この予測方法について述べることにする。

既知の資料として与えられるものは、獅子頭上流側の湛水池へ流入するハイドログラフ $Q(t)$ 、油車口観測所における潮位 $H_y(t)$ 、油車口水位 $H_y(t)$ と獅子頭水位 $H_s(t)$ とによって一義的に定まる獅子頭油車口間の河道の単位時間当りの洪水疏通能力 $V_{out}(H_s, H_y)$ および湛水池の水位～容量曲線 V である。

湛水池流入ハイドログラフ $Q(t)$ としては、流入してくる水量を洩れなく含んでいる必要があるので、新海大橋、中正橋および中山橋の合計流量を用いることにする。ただし、簡単のために、この3地点の流量の和を作るときには、合流時差は考慮せず、3支川から同時に湛水池へ流入するものとする。

湛水池の水位～容量曲線 V は、湛水池内の水位が水平であり、かつ、獅子頭の水位 $H_s(t)$ に等しいと仮定すれば、地形図から H_s の関数として容易に求めることができる。それゆえ、この曲線を $V = V(H_s)$ と記すことにする。

疏通能力 V_{out} は、あらかじめ不等流計算を行なって、油車口水位 $H_y(t)$ と獅子頭水位 $H_s(t)$ との種々の組み合わせに対して、早見表^{*}を作成しておくことができる。これが別冊付録である。

* この表は以下の手順で作られた。
1 油車口～獅子頭間の粗度係数の推定
不等流計算を行なうにあたって、摩擦によるエネルギー損失を表現するために、マンニング公式を使用した。その中に含まれる粗度係数は現地において提供された河道縦横断面図から断面特性を作成し、ElsieおよびFlossie台風洪水のデータを用いて逆算して求めた。
逆算粗度係数は、洪水ごとにより変動し、油車口～獅子頭間についてはElsie台風のデータからは0.017、Flossie台風のデータからは0.019という値が得られた。そうして、最終的には獅子頭水位の予測計算を行った場合にもっとよい結果を与えた0.019を採用することにした。
2 油車口水位を-1.5mから0.5mごとに3.0mまで、流量を0から500m³/sごとに15,000m³/sまでそれぞれ変化させて不等流計算を行い、獅子頭水位を計算する。
3 2で作成した数表を変換して、油車口水位と獅子頭水位とを与えて、その条件下で河道を流れる流量を求める数表とする。この作業は電子計算機を用いて行ない、計算に便利なように流量を3600倍して、1時間に流下する水の総量として表示した。

さて、以上のデータから、時刻 t における獅子頭の水位 $H_s(t)$ が与えられたときに、時刻 $t+1$ における水位 $H_s(t+1)$ を求める方法を説明しよう。

まず、 $H_s(t)$ を容量曲線 $V = V(H_s)$ に代入すれば、時刻 t における湛水量 V_t が求まる。

つぎに、時刻 $t+1$ には獅子頭水位が $H_s(t+1)$ に変化すると仮定してみる。これは、適当に仮定しておけばよい。すると、これから時刻 $t+1$ における湛水量 V_{t+1} が求まる。

一方、時刻 t から $t+1$ までの間の獅子頭の水位は、平均的には

$$H_s(t \sim t+1) = \frac{1}{2} \{ H_s(t) + H_s(t+1) \}$$

油車口の水位は

$$H_y(t \sim t+1) = \frac{1}{2} \{ H_y(t) + H_y(t+1) \}$$

と、それぞれ近似できるから、疏通能力の早見表を用いることによって時刻 t と $t+1$ との間に湛水池から流出する水量 $V_{out} \{ H_s(t \sim t+1), H_y(t \sim t+1) \}$ が容易に求まる。

この間の湛水池への流入量は、ハイドログラフによりあらかじめ $Q(t)$ として与えられているから、これから1時間当りの流入総量は $V_{in}(t \sim t+1)$ は

$$V_{in}(t \sim t+1) = \frac{1}{2} \{ Q(t) + Q(t+1) \} \times 3,600$$

として求めることができる。

そして、時刻 $t+1$ における獅子頭の水位 $H_s(t+1)$ の仮定さえ正しければ、これらの水量の間には、つぎの等式（連続式）が成り立つ。

$$V_{in}(t \sim t+1) + V(t) = V_{out} \{ H_s(t \sim t+1), H_y(t \sim t+1) \} + V_{t+1}$$

もし、上式の左辺と右辺とが等しくならなければ、最初の仮定、すなわち、時刻 $t+1$ における獅子頭の水位を $H_s(t+1)$ と仮定したことが誤りであるから、この仮定をやり直して計算をし、上式の等号が成立するような $H_s(t+1)$ を見つければ、これが求める時刻 $t+1$ における獅子頭の水位である。

このようにして、1時間ずつ試行錯誤の計算を進めていけば、将来の各時刻における獅子頭の水位、すなわち、湛水池水位を求めることができる。そうし

て、湛水池の水位が求められれば水平洪水の仮定により、地形図から洪水の範囲を知ることができるのである。

獅子頭の水位を知ることによって洪水状況を推定できる地区は、成洲地区、^{*} 関渡地区および中洲里地区である。

ところで、実際の洪水予報を行なおうとするときに、試行錯誤を含む計算を行なうことは実に面倒であるから、少々精度を犠牲にして、つぎのような近似をすることにより、試行錯誤の計算を省略することにする。

すなわち、

$$H_s(t \sim t+1) \doteq H_s(t)$$

$$H_y(t \sim t+1) \doteq H_y(t)$$

$$V_{in}(t \sim t+1) \doteq V_{in}(t) = Q(t) \times 3.600$$

とおけば、連続式は

$$V_{t+1} = V_{in}(t) + V_{t'} - V_{out} \{ H_s(t), H_y(t) \}$$

となり、すべて時刻 t の値から、時刻 $t+1$ の値が推定できることになる。そうして、時刻 $t+1$ における湛水池の水量 V_{t+1} が求められれば、水位～容量曲線 $V = V(H_s)$ を逆に用いて、時刻 $t+1$ における獅子頭の水位 $H_s(t+1)$ が直ちに求められるのである。

5.5.3. 初期条件と下流端条件

ここで、少し注意しておかなければならないのは、初期条件の問題である。上述の説明からもわかるように、 $t=0$ 、すなわち、この計算を開始しようとするときには、獅子頭の水位 $H_s(0)$ は与えられていない。したがって、このときには、1時間後の獅子頭の水位 $H_s(1)$ とともに、この値を仮定しなければならぬことになる。しかし、この初期値の仮定を少々誤ったとしても、数時間先まで計算を進めていくと、その影響はほとんど消えてしまうから、その与え方としては、簡単に、つぎのように考えれば十分であろう。

* この地区の浸水状況については、淡水河左岸からの溢流状況も合わせ考えなければならない。

いま、計算を始めようとする時刻の油車口の水位を H_y 、上流の合計流量を Q として、ずっと以前から Q が流れつづけて、獅子頭の水位が定常状態を保っていると仮定し、早見表 $V_{out}(H_s, H_y)$ を用いて求めたそのときの獅子頭の水位 H_s をもって初期値とするのである。^{*}

つぎに、計算の開始時刻については獅子頭の上流側において水平洪水が始まる時刻を推定し、その時刻を開始時刻とすればよい。新海大橋、中正橋および中山橋における流量の和が、ほぼ $2,500 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度になれば洪水が始まるから、そのあたりの時刻から計算を開始すればよいであろう。

なお、獅子頭水位の計算法を整理して示すと、図 - 5.12 のとおりである。また、水位～容量曲線 $V = V(H_s)$ は付録 - 4 に示し、獅子頭～油車口間の疏通能力早見表 $V_{out}(H_s, H_y)$ は別冊付録とした。

具体的な計算例については、第 6 章 4 節で示すことにする。

5.5.4. 下流端条件

つぎに、下流端条件として用いる油車口の水位 $H_y(t)$ は、自記記録を見ると淡水河の流量の影響を受けているようであるが、これを無視してこの水位は潮位に等しいものと考えことにする。こうすれば、過去の潮位資料の調和解析により、あらかじめ年間の潮位表を作成しておくことができ、任意の時刻の油車口の水位が推定可能となるからである。

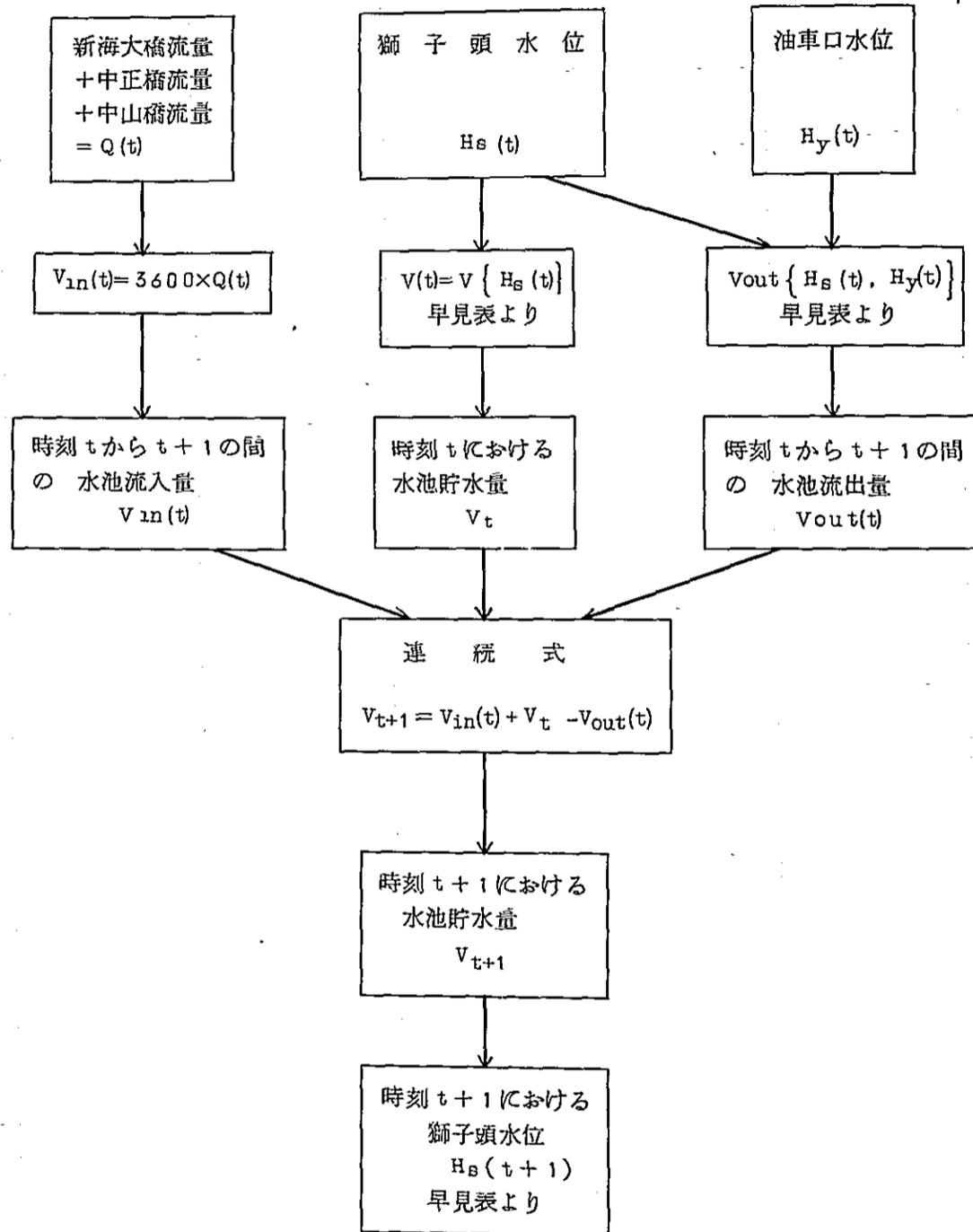
しかし、調和解析に用いる十分なデータが入手できないので、当分の間はつぎのような方法によらざるを得ない。すなわち洪水直前の油車口観測所の記録紙から、過去 24 時間^{**}の波形をとり出し、その波形をそのまま時間軸方向へ平行移動してこれを予測水位とするのである。^{***}

* 獅子頭にテレメータ水位観測所が設置されれば、常に最新の実測値が入手できるのでこれを初期値とすればよい。この場合には、予測計算を始めようとするたびごとに、その時刻の実測値を初期値とすることができるので計算精度も一層高まるものと思われる。

** 記録の終端水位と等しい水位を与える時刻まで

*** もう少し厳密な予測方法としては、つぎのような方法が考えられる。それは、潮位予測が必要となった時点で調和解析を行なって水位予測を行なう方法である。この場合予測が必要とされるのは、ほぼ 3 日～4 日先までの水位であるから、あまり長周期の波は考慮する必要はなく、約 1 日周期と約半日周期のものを卓越周期と考えておけば十分である。したがって、解析すべき資料の長さは 10 日程度でよく、これを 2 時間間隔ぐらいに読みとって、フーリエ係数を求めればよい。この方法は慣れればそれほど困難ではない。

図-5.12 獅子頭水位の計算法



さて、つぎに中山橋の水位の予測方法について述べておこう。

降雨をもとにした流出計算によって、中山橋の予測流量が与えられるが、この地点には洪水流量の実測値が全くないので、あらかじめ作成した水位～流量曲線を用いて水位を求めることはできない。したがって、基隆河の獅子頭と中山橋の間について不等流計算を詳細に行なって作成した計算図を用いて中山橋の水位を求めることにする。これが付録-4の図で横軸に基隆河の流量、縦軸に中山橋の水位(標高)をとり、パラメータに獅子頭の水位をとって描いたもので、基隆河の流量と獅子頭の水位とが与えられれば、中山橋の水位が直ちに得られるようになっている。不等流計算に用いたマンニングの粗度係数 n は、基隆河横断測量断面 $\#1 \sim 7$ については 0.026、 $\#7 \sim 14$ については 0.022、 $\#14 \sim 16$ については 0.063 としている。*

獅子頭の実測水位と、中山橋の降雨から求めた流量計算値とを用いて、この図により中山橋の水位を求め、実測水位と比較した結果によると、誤差はほぼ ± 0.3 m 程度であった。

5.5.5. 精度の検証

最後に、獅子頭水位を予測するための計算法の精度を検証しておくことにする。

資料は、既往の4洪水に対する新海大橋と中正橋との実測流量(実測水位から水位～流量曲線を用いて求めた流量)、油車口の実測水位、中山橋の降雨から求めた流量、別冊付録に示した疏通能力早見表および水位～容量曲線であり、結果は図-5.13、5.14、5.15、および5.16に示すとおりである。

一つの実測値に対して、計算値がいくつか示してあるが、これは、凡例にも示したとおり、何時間先の水位の推定をしたかが異なっているからである。ここで T 時間先の水位を推定するということは、 T 時間先の予測計算を現在以前の

* 基隆河の粗度係数はつぎのようにして決定した。經濟部水資源統一規画委員会：「台北地区防洪計画検討報告付録二 水工模型試験」1970の図Ⅲ-9～13から水位の値を読みとり、これと提供された実測横断図から作成した断面特性とを用いて粗度係数を逆算する。

実測値^{*}にもとづいて行なうことをいうのである。したがって、これと実測値とを比較すれば、常にT時間先の予測計算を行なって予報をした場合の精度を、知ることができるわけである。

5.6 下流域における洪水の氾濫

図-5.17～図-5.21は、それぞれ、Gloria 台風(1963)、Elaine 台風(1968)、Elsie 台風(1969)、Flossie 台風(1969)、Fran 台風(1970)による出水により浸水した区域を示したものである。これらの図と、出水時に氾濫状況を現地調査した結果を示した表-5.12～5.16^{**}とを用いて、下流域における氾濫を解析することにしよう。

さて、洪水予警報を行なうためには、ここに示した氾濫状況を、ある程度、統一的に説明できる方法を見出さなければならない。これまでの節において、降雨量から新海大橋、中正橋および中山橋の流量を予測する方法について述べ、ついで、水位予報基準地点の水位予測を行なう方法について説明した。もし、この方法によって水位予報基準地点の水位予測が完全に誤差なくできるものとするれば、その結果を用いてさきに図および表で示した現実の氾濫状況を完全に矛盾なく説明することができなければならない。以下、解析の主目的をこの点にしぼって、一つ一つの洪水について検討を加えることにする。これは、また基準地点の各時刻の水位が正しく予測せられたときに、それらを用いてそのときそのときの氾濫状況を予測するための手法を明きらかにすることに他ならない。^{***}

* ここに述べた方法により獅子頭の水位を推定する場合の精度を検討するのであるから実測値(ただし、中山橋の流出量は実測資料がないため計算値)を用いたのであるが、実際の予報の際には、すべて流量は降雨から計算した値を用いなければならない。

** ただし、この表に示した浸水深度は、数点の測定値のうちの最大、最小を示したものであるから、地盤高によっては、これより深い所も浅い所もあったであろう。

*** 流量、水位等の予測誤差を取り除くことによって、考え方の妥当性の検証を行なうわけであるから、水位資料としては実測値を用いなければならない。

図-5.13 獅子頭水位の推定値の精度の検討 (Elaine)

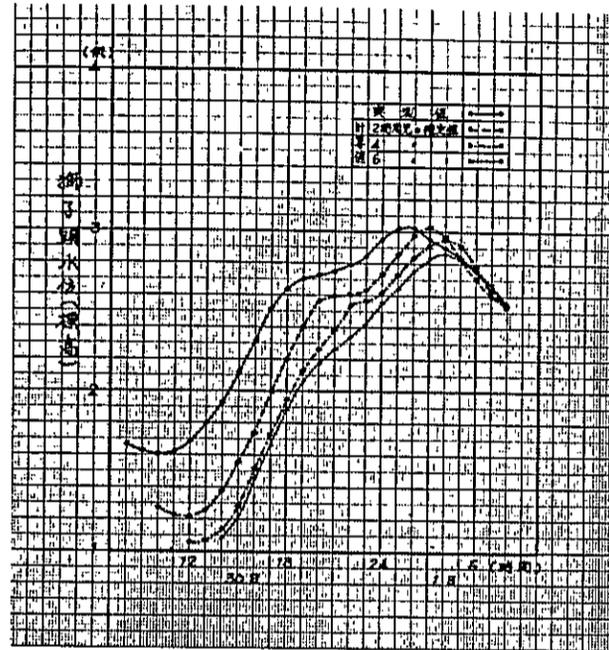


図-5.14 獅子頭水位の推定値の精度の検討 (Elsie)

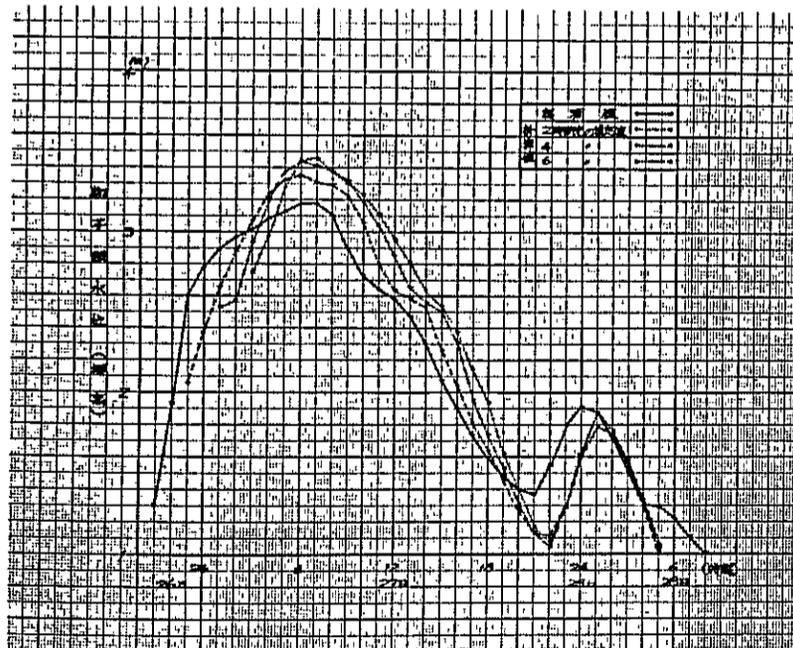


図-5.15 獅子頭水位の推定値の精度の検討 (Flossie)

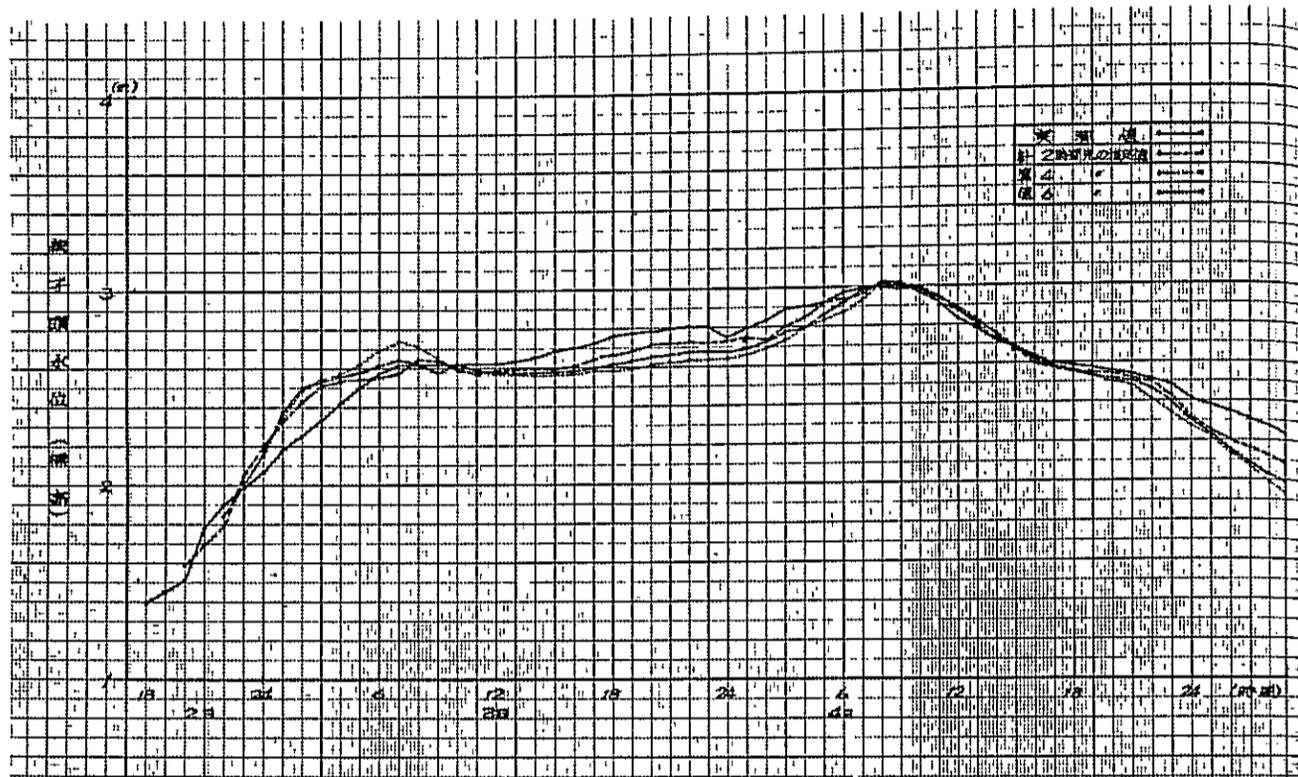


図-5.16 獅子頭水位の推定値の精度の検討 (Fran)

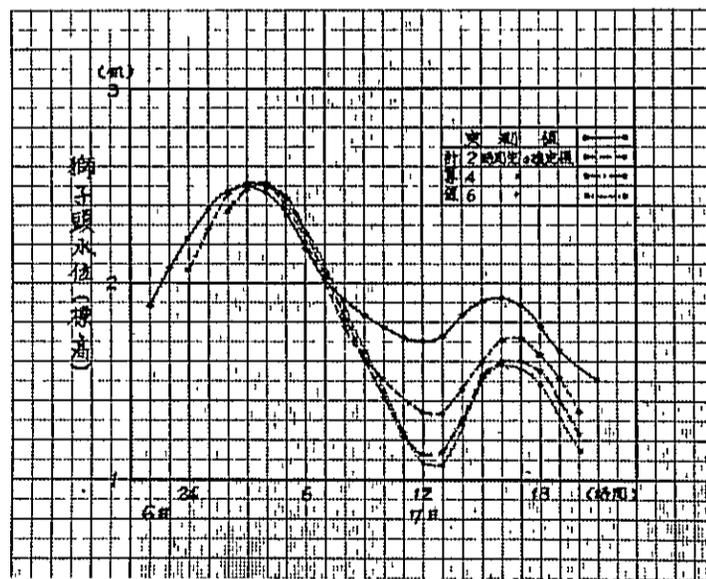


表-5.11 水位と流量の最大値の生起時刻の検討表

地点 洪水名	中正橋最大流 量生起時刻	光復橋最高水 位生起時刻	中正橋最大流 量生起時の光 復橋水位と光 復橋最高水位 との差 (m)	新海大橋と中 正橋の合計流 量の最大値生 起時刻	台北橋最高水 位生起時刻	合計流量最大値 生起時の台北 橋水位と最高 水位との差(m)
Cara	6日 20時	6日 21時	-0.02 (20時の方が小)	6日 20時	6日 20時 21時	0 0
低気圧 (1966)	14日 9時					
Carla	19日 9時	19日 10時	-0.02	19日 9時	19日 11時	-0.06
Gilda	18日 15時			18日 15時	18日 16時	-0.09
Elaine	1日 1時	1日 1時30分	0	1日 1時	1日 1時	0
Betty	8日 16時			8日 15時	8日 16時	? (15時の水 位資料不明)
低気圧 (1969)	11日 21時	11日 21時	0	11日 21時	11日 24時	-0.28
Elsie	27日 4時	27日 4時20分	0	27日 4時	27日 5時	-0.05
Flossie	3日 5時 4日 7時	3日 6時 4日 7時	-0.01 0	3日 5時 4日 7時	3日 6時 4日 7時	-0.02 0
Fran	7日 1時	7日 1時	0	7日 1時	7日 5時	-0.07

表-5.12 Gloria台風出水による氾濫

浸水区域	浸水面積	浸水深度	浸水時間
社子、関渡	2,411 ^{ha}	3.90以下 ^m	不明 ^{hr}
三重、菰洲、新莊	4,406	3.50以下	"
江子翠、樹林	1,645	2.90以下	"
永和、中和	1,189	0.80以下	"
士林、中山区、松山	1,515	2.70以下	"
木柵	490	不明	"

表-5.13 Elaine 台風出水による氾濫

浸水区域	浸水面積	浸水深度	浸水時間
松山、中山区	427 ^{ha}	不明 ^m	不明 ^{hr}
北投、士林	1,218	"	"
菰洲、五股、泰山、 三重、新莊	2,784	"	"
板橋	83	"	"
木柵	223	"	"

表-5.14 Elsie台風出水による氾濫

浸水区域	浸水面積	浸水深度	浸水時間
三重、新莊	1,890 ^{ha}	0.20~2.40 ^m	15~40 ^{hr}
菰洲、五股、泰山	1,696	0.30~2.40	40~70
板橋、江子翠	570	0.30~1.85	4~10
社子、関渡	1,297	0.50~2.00	30~55
木柵、溝子口	109	0.50~1.00	2~6
松山、大直	681	0.30~1.90	15~36

表-5.15 Flossie 台風出水による氾濫

浸水区域	浸水面積	浸水深度	浸水時間
三重、新莊	1,740 ^{ha}	0.10~2.50 ^m	54~88
成洲、五股、泰山	1,700	0.35~2.50	88~105
板橋、江子翠	310	0.29~1.26	24~50
社子、関渡	1,126	0.60~2.20	55~70
木柵、溝子口	82	0.10~0.50	5~14
松山、大直	1,840	0.10~3.00	18~70

表-5.16 Fran 台風出水による氾濫

浸水区域	浸水面積	浸水深度	浸水時間
三重、新莊	1,889 ^{ha}	0.10~1.50 ^m	12~36 ^{hr}
成洲、五股、泰山	1,790	0.10~1.80	36~72
板橋、江子翠	278	0.10~0.80	12~36
社子、関渡	790	0.20~1.80	2~48
木柵、溝子口	27	0.20~0.70	12~24
松山、大直	51	0.10~0.60	6~24

まず、Flossie 台風による出水をとりあげて検討することにする。

この出水は、1969年10月2日から7日まで6日間にわたる長時間の出水である。^{*}

10月2日15時において獅子頭の水位は、標高1mに達し、成洲地区の温子川沿いに広がる低地ではすでに冠水している所がある。関渡および中洲里地区では、まだ冠水している所はない。

2日24時にいたり、獅子頭水位は標高2.07mとなる。こうなると中洲里地区でも冠水した所が出始める。

3日5時には獅子頭水位は標高2.50mとなり、この頃から関渡防潮堤の低い部分から氾濫が始まり、関渡地区の浸水が始まる。

4日8時に獅子頭水位はついに最高水位3.00mに達し、その後、4日22時に

* 図-5.15および図-5.20を参照されたい。

2.51 m、5日10時に2.00 m、5日24時に1.50 m、6日11時に1.01 mと徐々に低下している。

図-5.2.1において、破線で囲んだ区域は、獅子頭水位が最高水位3.00 mに達したときに、水平湛水を仮定して、地形図から推定してみた浸水区域である。一点鎖線で囲んだ関渡地区および中洲里地区の実際の浸水区域と、この推定浸水区域とはかなりよく一致している。

以上の結果は、この地区の浸水状況が、獅子頭水位を湛水位とする水平湛水の考え方で説明できるということを示している。

しかしながら、澁洲地区では、三重市を含む淡水河沿いの所で、実際の浸水区域と推定浸水区域とがかなりのくい違いをみせている。

地形図をみると、新海大橋から獅子頭に至る淡水河左岸沿いの地区には、一本の峰線が通っている。峰の高さは、上流にいくにつれて高くなっており、いずれの箇所でもこの峰線より西側が低地となっている。そうして、淡水河の水位がこの峰の高さを越えれば、澁洲地区へ氾濫水がどっと流れ込むことになる。この峰線の標高を、淡水河の縦断方向に沿って、示したものが図-5.2.2の太線である。したがって、この図に、各時刻における淡水河（合流点から上流では大漢溪）の水面形を記入すれば、いつ、どこで左岸への越流が発生するかを知ることができる。そのため、図-5.2.2には、Flossie台風の出水のいくつかの時刻における水面形を、細線で示した。^{*}

この図を用いると、2日20時には測点番号27（台北橋より上流約1.4 km）より下流の左岸全域で越流したであろうこと、3日5時頃および4日8時頃には測点番号35付近（新海大橋より下流1 km）より下流の左岸全域において（二重付近の高地部を除く）越流していたであろうことが推定できる。図-5.2.0には、この越流状態を矢印で示してある。

さて、このようにして、図-5.2.3を見なおすと、さきに述べた実際の浸水状況

* 大漢溪と新店溪の合流点（河口から約2.8 km、測点番号31と32の中間）の水位は、新海大橋、光復橋および台北橋の各水位の算術平均で与えられるものとしている。

と水平洪水仮定に基づいて推定した最大浸水区域の差異は、淡水河および大漢溪からの横越流氾濫を考慮して、これによる浸水区域を水平洪水区域に重ねれば、うまく説明できるということがわかる。

図-5.2.2は、淡水河右岸地区（中洲里地区および台北市街地）に対する洪水予報にも利用することができる。^{*}

この図から、中洲里地区は標高4 m以上の一部を残して全部水没するが、台北市の市街地には標高6.5 m～7.0 mの堤防があるので、淡水河からの水に対しては十分安全であることがわかる。それゆえ、台北市の市街地に対する洪水予報は、台北橋の水位が標高6.3 m以上になる恐れがあるときに行なえばよい。

しかしながら、台北市の市街地は、さらに北を基隆河、南を新店溪で囲まれているので、この方面からの水による浸水にも注意しなければならない。これらについては、第6章2節で整理して示すことにする。

つぎに、表-5.1.5から、蘆洲、中洲里、関渡の各地区^{**}の洪水時間をひろってみると、蘆洲地区が88～105時間、中洲里地区（社子地区と同様と考える）が55～77時間、関渡地区が55～77時間となっている。

一方、獅子頭の水位記録から各地区の洪水時間を、水平洪水の仮定を置いて推定してみると、蘆洲地区が92時間（洪水区域を標高1 m～3 mの区域と考える。したがって、獅子頭の水位が1 mを越えてから1 m以下に下がるまでの時間を洪水時間とする。）関渡地区が78時間（獅子頭水位が2.5 m以上となってから関渡防潮堤の越流により浸水が開始するものと考え、獅子頭の水位が1 m以下に下がったときに洪水が終了するものとする。）、中洲里地区が76時間（洪水区域を標高1.5 m～3 mの区域とする。）となる。このように、過去の実績による洪水時間と、獅子頭の水位から推定した洪水時間とは、かなりよく一致する。

また、同表から、各地区の洪水深をひろってみると、蘆洲地区が2.5 m、中洲里

* 同図において測点番号19と20の中間の地点（河口から14 km）から下流が中洲里地区で、これより上流は台北市の市街地となっている。

** この表に示されている地区割と、本報告書で用いている地区割とは異なっている。

地区が2.2 m、関渡地区が2.2 mとなる。一方、洪水時間の推定の際にみた各地区の最低地盤高と獅子頭の最高水位3.0 mとから考えると、各地区の洪水深は蘆洲地区で2 m、中洲里地区で1.5 m、関渡地区で2 mであったと推定できる。中洲里地区の誤差が目立っているが、これは、一つには、淡水河の河道の水面勾配を考慮しなかったことによるものであろう。

下流の諸地区とは異なって、江子翠地区は大漢溪および新店溪の両川の洪水の影響を受ける。

また、この付近の流れについては、水面勾配は当然無視できないし、下流の背水の影響も無視することはできないから、この地区に対しては、1箇所の水位をもって基準とすることには無理がある。結局のところ、新海大橋、光復橋および台北橋の水位の平均値をもって、予報水位とするのが適当しているであろう。

大直、および松山地区の浸水状況は、地形の高低が複雑で、地形図のみではなかなかうまく説明できない。しかし、中山橋の水位と水平洪水の仮定とを用いて、大体の浸水区域の範囲を推定するより仕方ないであろう。

以上、Flossie 台風による出水をとりあげて、淡水河下流部各地区の氾濫状況を説明した。他の出水についても、同様の説明を加えることが可能であるが、ここでは省略しておく。

図-5.17 Gloria台風出水による氾濫区域

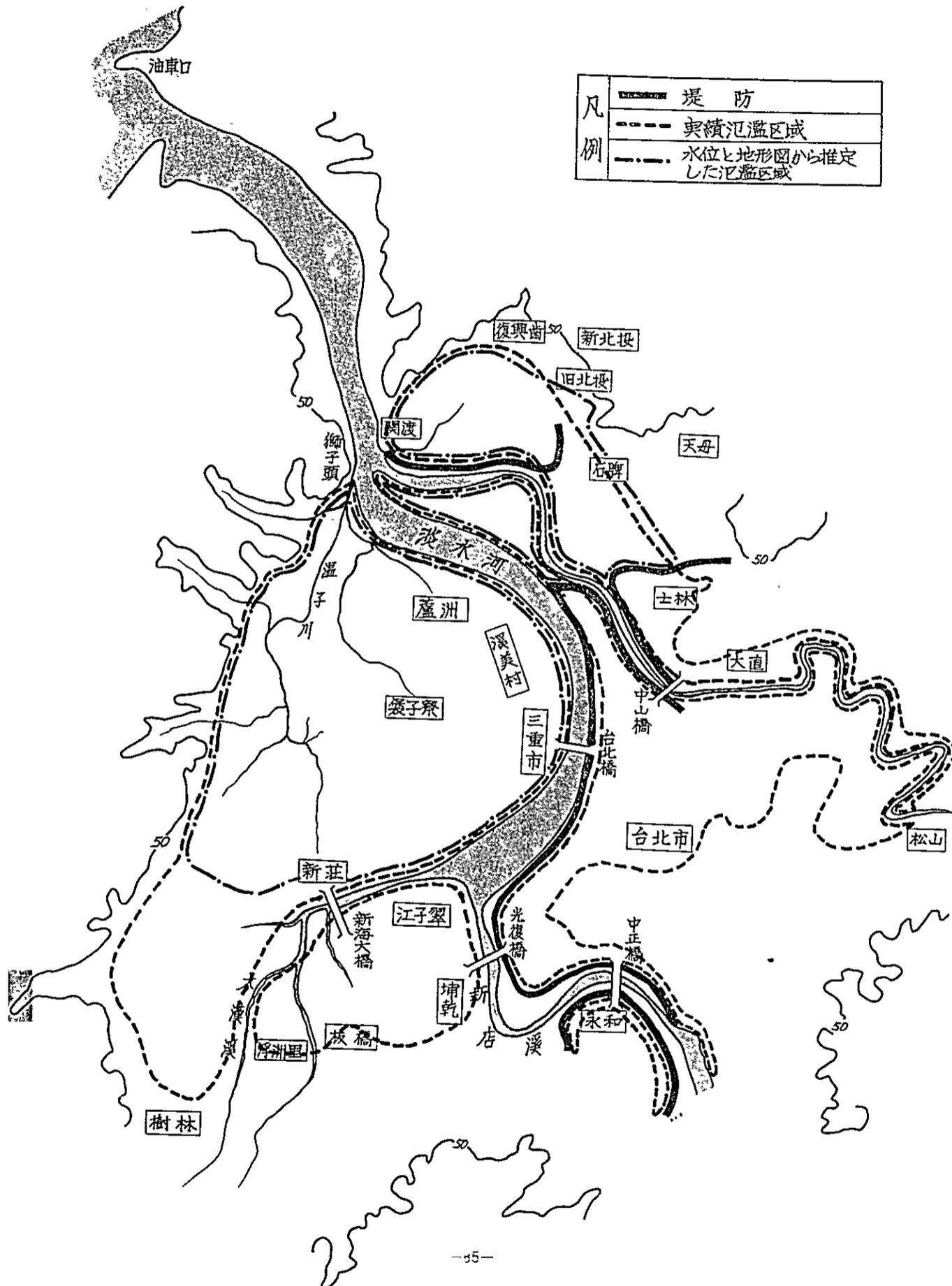


図-5.18 Elaine台風出水による氾濫区域

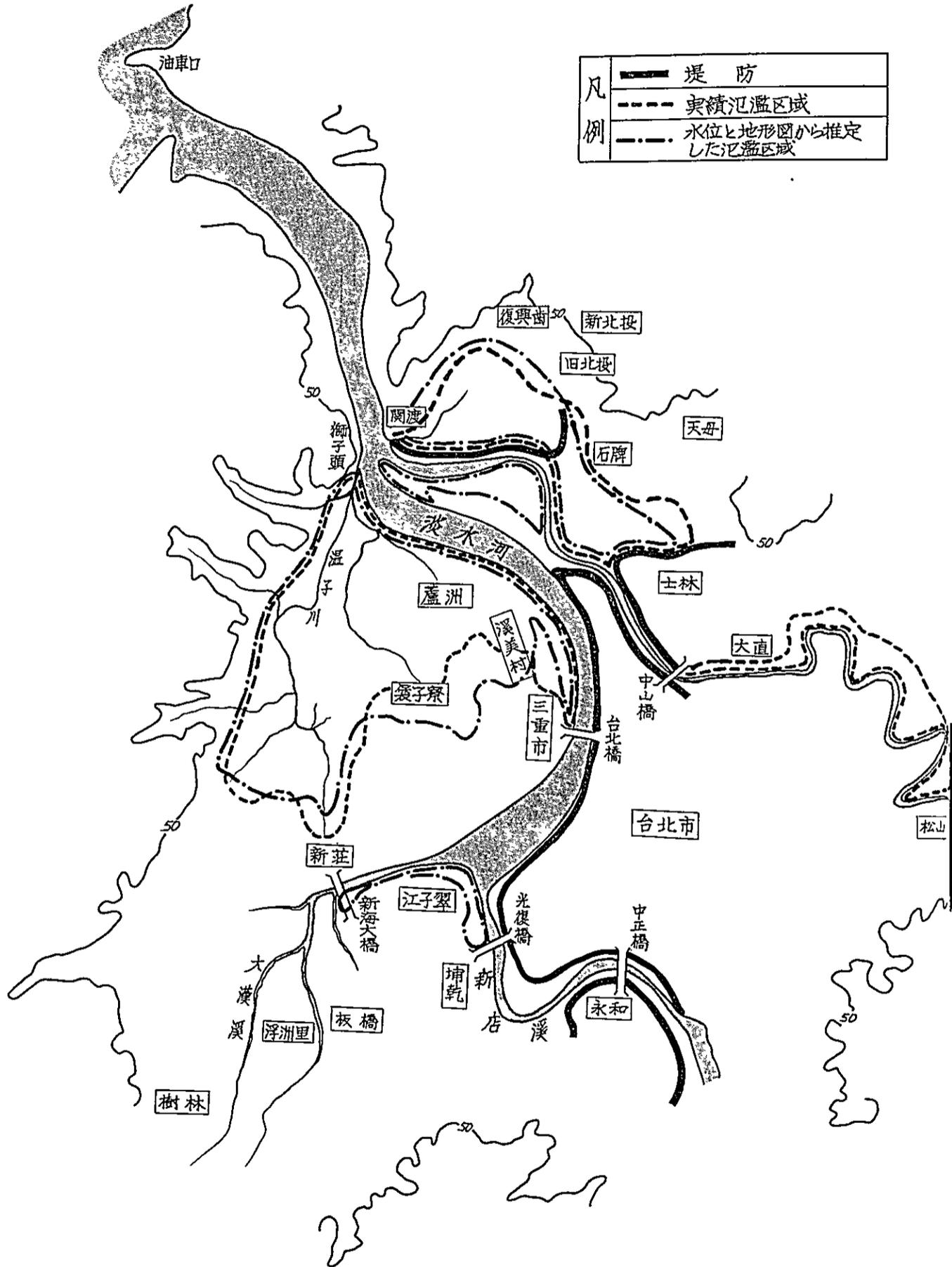


図-5.19 Elsie台風出水による氾濫区域

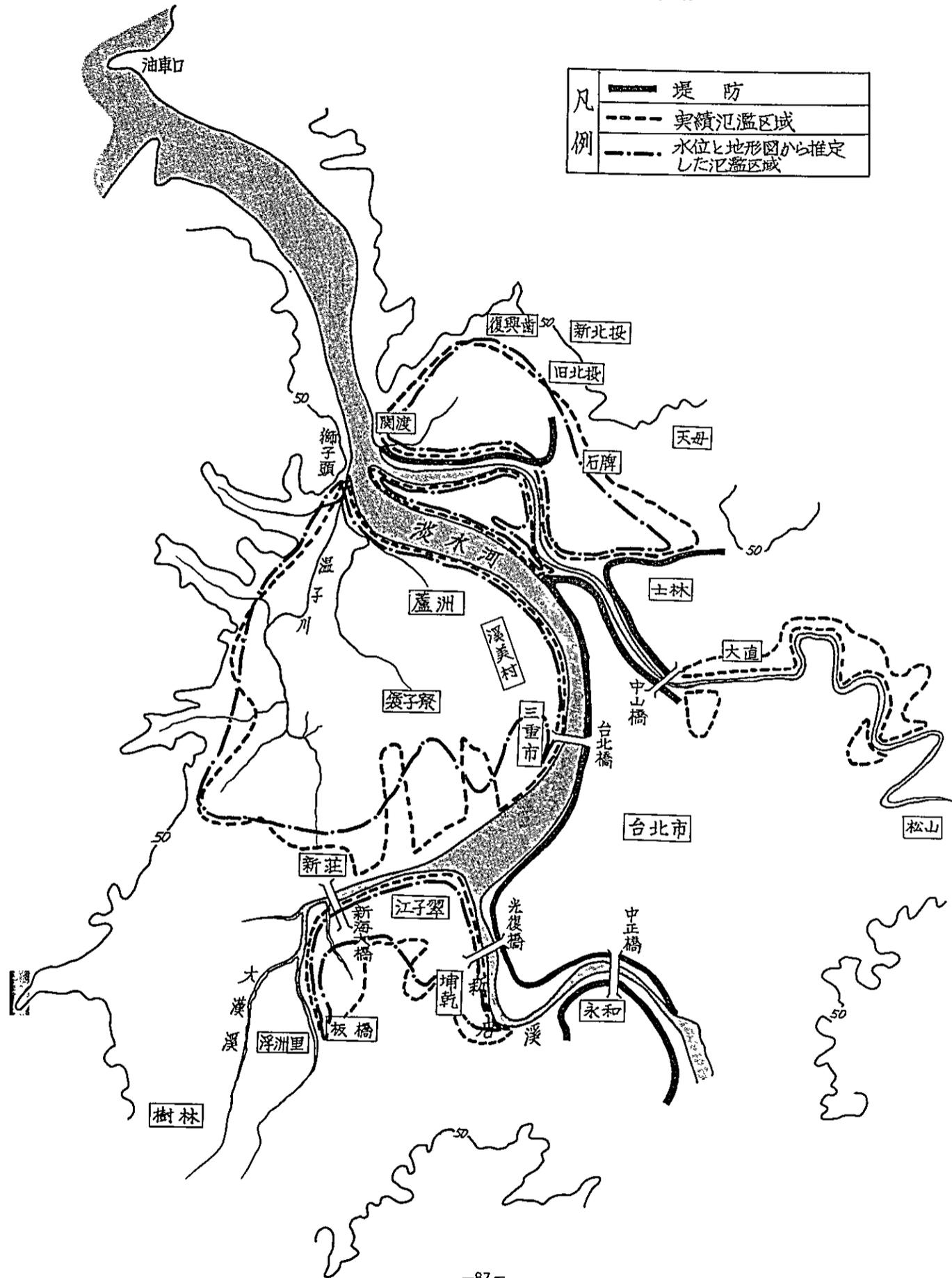


図-5.20 Flossie台風出水による氾濫区域

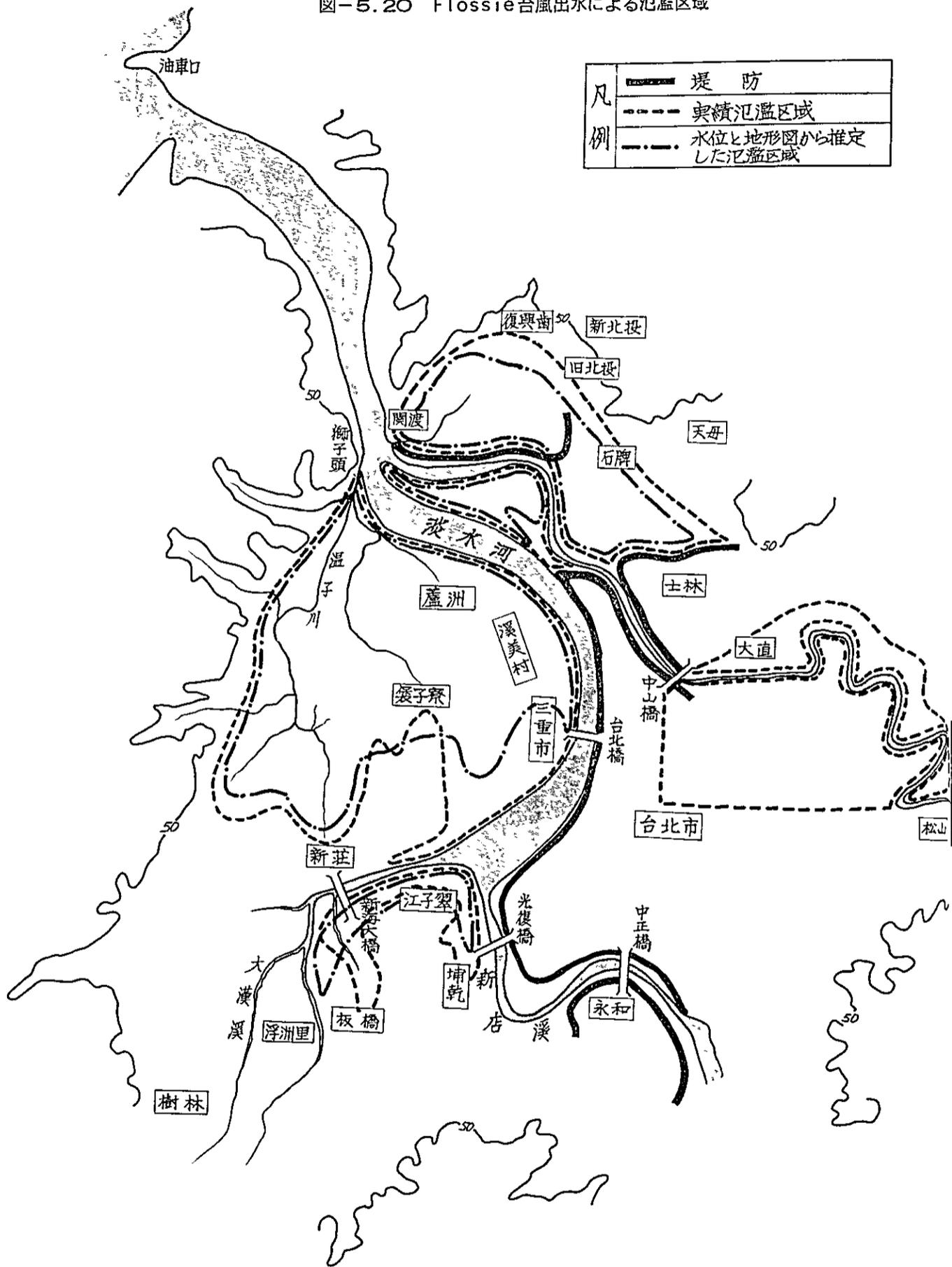


図-5.21 Fran台風出水による氾濫区域

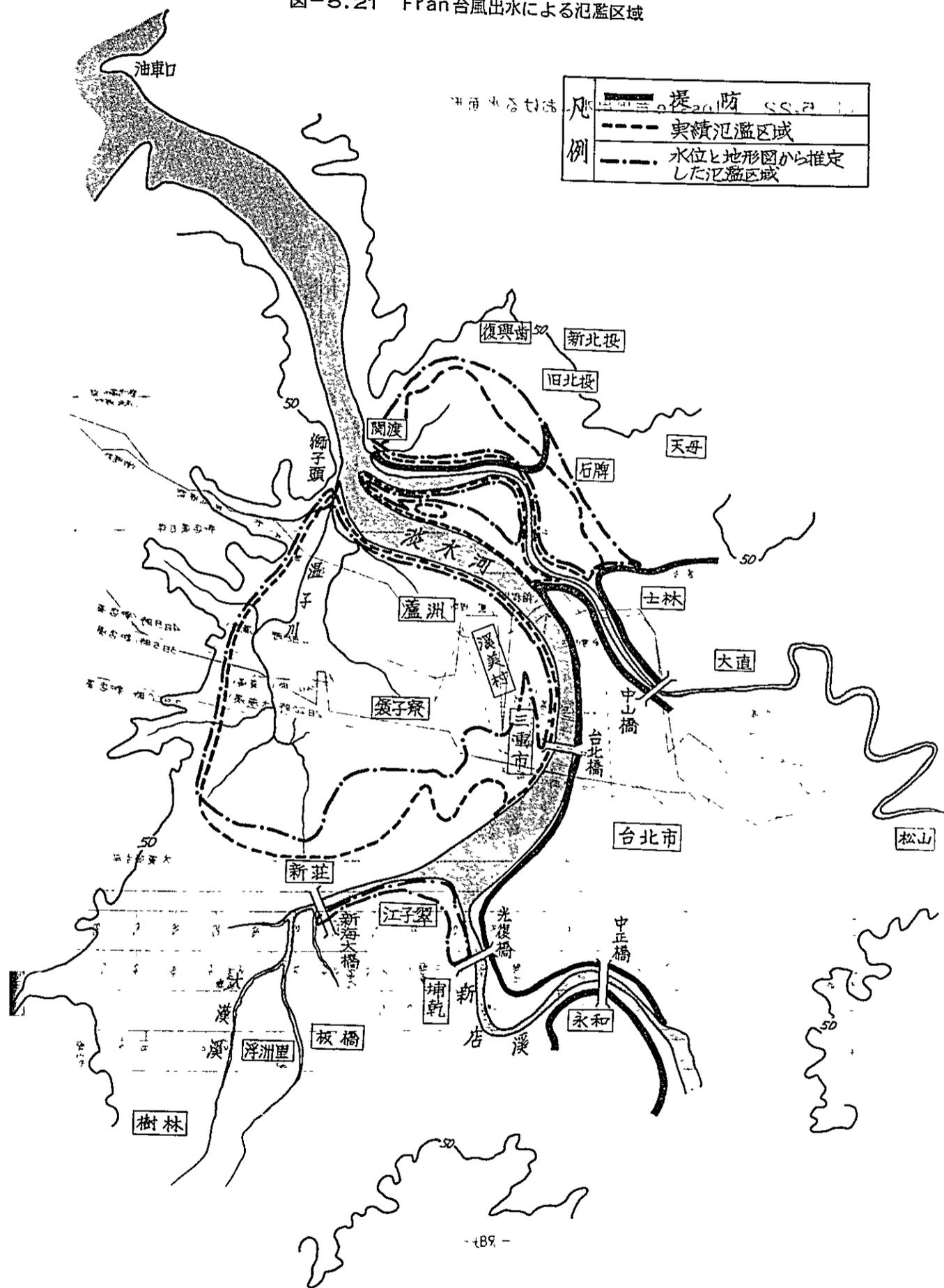
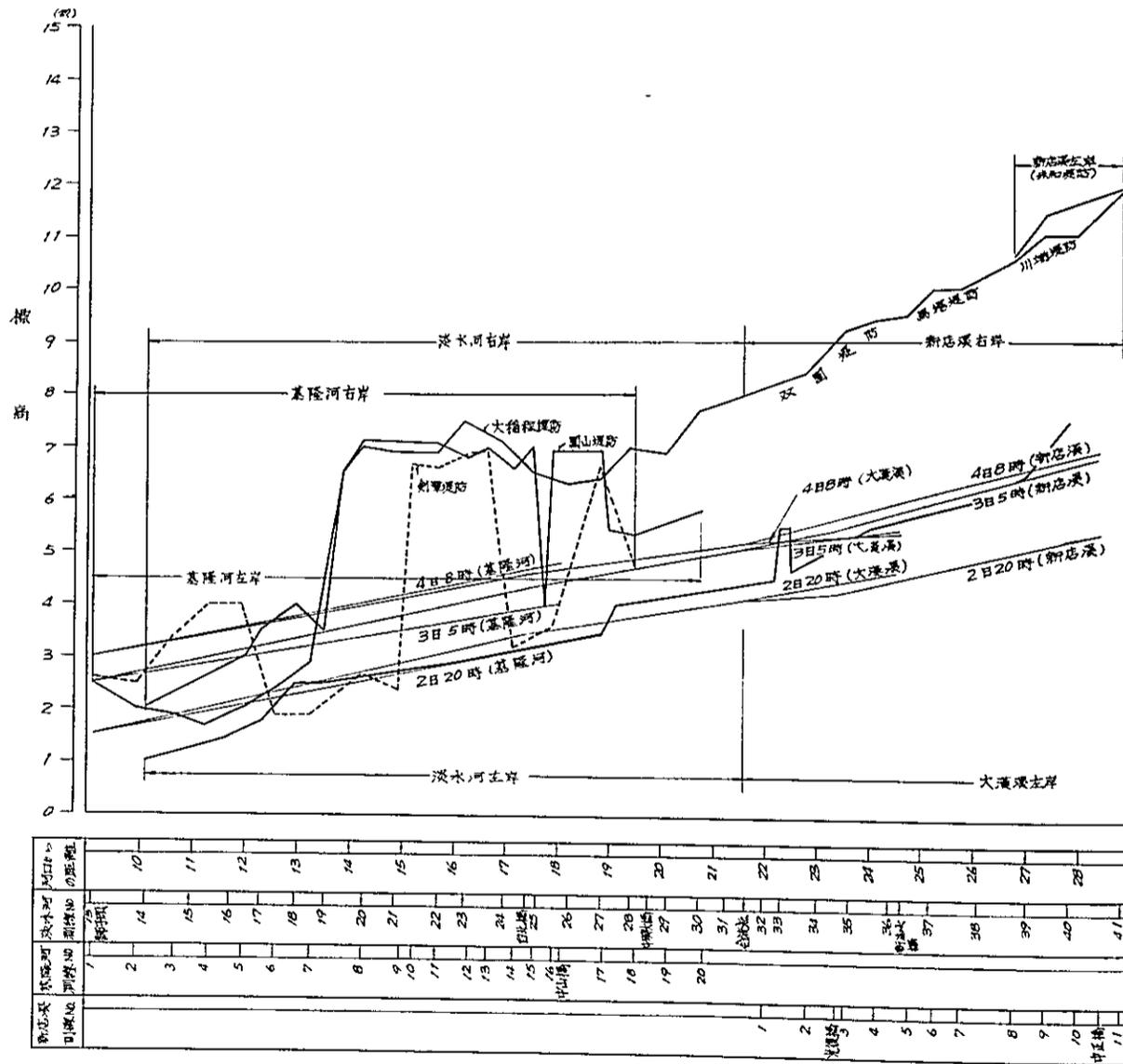


図-5.22 Flossie 台風出水における水面形



第6章 洪水予警報の方式

6.1 洪水予警報の目的と方法

洪水予警報は、気象等の状況によって洪水のおそれがあると認められる場合に、その状況を河川の水位または流量等を示して予報し、関係行政機関あるいは流域内の住民に対して必要な警報を発することをいう。その目的とするところは、水防によって洪水の氾濫を防ぎ得ると考えられる場合においての、水防団等水防に当る機関に対する情報の提供と、氾濫がさし迫っている場合においての、住民の避難および財産の防護のために必要な情報の提供とにあると考えられる。

洪水予警報は、上記の目的を達成するために、十分な具体的情報が、しかも十分な時間的余裕をもって、必要な行政機関もしくは住民に伝達されるものでなければならない。そして、そのためには、その河川の規模地形、流域の形状等に応じて、もっとも有効な予警報の方法を選定する必要がある。

淡水河の洪水については、すでに前章までにおいて詳細な検討が行なわれている。その結果によると、洪水の氾濫は台北市の対岸の三重市を中心とする獅子頭上流側の低平地と、大漢溪との合流点の付近および基隆河の下流部とに限られ、洪水の予警報はこれらの地域を対象とするだけで十分のようである。

予警報の内容は、第一の地域に対しては氾濫による洪水の水位、洪水の範囲およびその生起時刻とすることができようが、残りの二つの地域に対しては、氾濫の有無および氾濫が予想される場合はその時刻とするに留まらざるを得ないであろう。

予報の方法は、中間報告^{*}でも述べているように、三支川の洪水の流出量を、第4章2節で述べたテレメータ化された雨量観測所のデータから推定し、これらの値と河口の潮位とから下流部獅子頭上流側の氾濫状況を推定することとなる。なお、下流部の氾濫状況は、第5章5節で述べた基準水位観測所の水位に関係づけて計算が行なわれる。予報の計算は、巻末折込み付録とした数枚の計算図、河川縦断図および地形図（コンター図）と卓上計算機とを用いて行なわれ、その結果はテレビ、

* 巻末付録-1 参照

ラジオ、あるいは拡声器等を用いて、必要な方面に伝達されることになるであろう。

6.2 洪水予報の方式

6.2.1 上流各支流域における洪水流出量の予測方式

1) 貯留関数法による流域流出量予測手法

貯留関数による流域流出量の計算方法に、図解法、半図解法、折れ線近似法などがあることはすでに述べた。ここでは半図解法およびそれを卓上電子計算機によって解く方法について解説する。

第5章の(5.1)、(5.2)の両式に3.6/Aを乗じて、時刻 $t \sim t + \Delta t$ について差分式を作れば、 $f = 1$ の場合には、

$$R_{t+\Delta t-T_1} - \frac{Q_t + Q_{t+\Delta t}}{2} = \frac{S_{t+\Delta t} - S_t}{\Delta t} \quad \text{----- (6.1)}$$

ここに、

$R_{t+\Delta t-T_1}$: 時間 $t - T_1 \sim t + \Delta t - T_1$ の降雨強度 (mm/hr)

$Q_t, Q_{t+\Delta t}$: 時刻 $t, t + \Delta t$ における単位流出高 (mm/hr)

$S_t, S_{t+\Delta t}$: 時刻 $t, t + \Delta t$ における流域貯留高 (mm)

Δt : 計算時間々隔 (hr)

となり、これを变形すれば

$$\left(\frac{S_t}{\Delta t} + \frac{Q_t}{2}\right) + R_{t+\Delta t-T_1} - Q_t = \frac{S_{t+\Delta t}}{\Delta t} + \frac{Q_{t+\Delta t}}{2} \quad \text{----- (6.2)}$$

となる。いま貯留関数の K, p が求められていれば、 $S_t, S_{t+\Delta t}$ はそれぞれ $Q_t, Q_{t+\Delta t}$ の関数で表わされるから、時刻 t においては、上式の左辺はすべて既知量で未知数は右辺の $Q_{t+\Delta t}$ となる。

貯留関数が $S_{t+\Delta t} = K Q_{t+\Delta t}^p$ で与えられているときは、 $p = 0.5$ か 1 以外のときには上式は代数的には解けないので、図を用いた解法によると便利である。

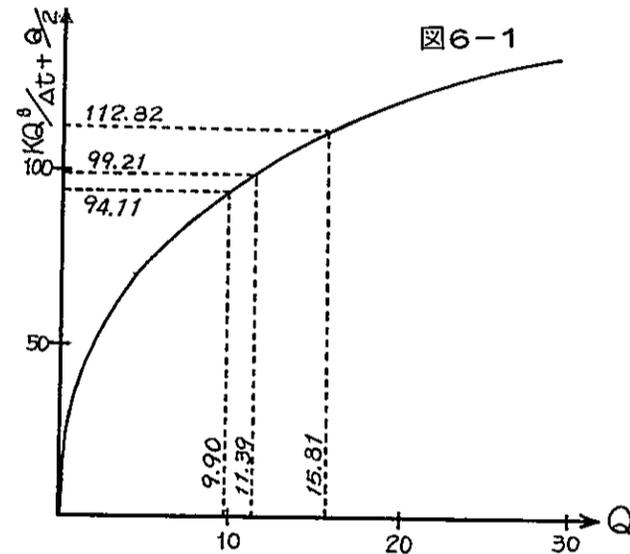
まず、横軸に Q (mm/hr) を、縦軸に $S/\Delta t + Q/2 = K Q^p/\Delta t + Q/2$ (mm/hr) をとった曲線を描く。任意の時刻 t において (6.2) 式左辺の既知量を計算して、これを曲線の縦座標 $S_{t+\Delta t}/\Delta t + Q_{t+\Delta t}/2$ とすれば、その横座標が $Q_{t+\Delta t}$ となる。具体例を示そう。

〔例題 1〕

ある流域 (面積 $A = 120 \text{ km}^2$) の貯留関数が、 $S = 40Q^{0.35}$ 、 $T_1 = 2 \text{ hrs}$ で与えられているとする。この流域に某日 7 ~ 8 時に 15mm、8 ~ 9 時に 25mm の降雨が観測され、流域末端の流出量は 9 時に $350 \text{ m}^3/\text{s}$ であった。基底流量を $20 \text{ m}^3/\text{s}$ として、10 時および 11 時の流出量を推定する。ただし $\Delta t = 1 \text{ hr}$ とし、降雨損失は考えないことにする。

まず、 $(Q, 40Q^{0.35}/1+Q/2)$ の曲線を描く。結果は図 - 6.1 のようになる。

Q (mm/hr)	$40Q^{0.35}/1+Q/2$
0	0
0.5	31.60
1.0	40.50
2.0	51.98
5.0	72.83
10.0	94.64
20.0	124.11
30.0	146.88



つぎに、9 時の流量を、基底流量を差引いたのち流出高に換算する。

$$Q_9 = (350 - 20) \times \frac{36}{120} = 9.90 \text{ (mm/hr)}$$

(6.2) 式を左辺第一項を計算すると

$$\frac{40Q_9^{0.35}}{1} + \frac{Q_9}{2} = 40 \times 9.90^{0.35} + 9.90/2 = 94.11 \text{ (mm/hr)}$$

この結果は図 - 6.1 から求められる。

つぎに

$$\frac{40Q_{10}^{0.35}}{1} + \frac{Q_{10}}{2} + R_{9+10} - Q_9 = 94.11 + 15 - 9.90 = 99.21 \text{ (mm/hr)}$$

であるから、図 - 6.1 より、曲線縦座標 $\frac{40Q_{10}^{0.35}}{1} + \frac{Q_{10}}{2} = 99.21$ に対応する横座標

Q_{10} として、 $Q_{10} = 11.39 \text{ mm/hr}$ を得る。

11 時についても同様に、 Q_{10} の値を使って、

$$\frac{40Q_{11}^{0.35}}{1} + \frac{Q_{11}}{2} + R_{10+11} - Q_{10} = 99.21 + 25 - 11.39 = 112.82 \text{ (mm/hr)}$$

同様の図上で $\frac{40Q_{10}^{0.5}}{1} + \frac{Q_{11}}{2} = 112.82$ に対応する $Q_{11} = 15.81 \text{ mm/hr}$ を得る。

つぎに Q_{10} 、 Q_{11} を流量に換算して

$$Q_{10} \times \frac{120}{3.6} + 20 = 11.39 \times \frac{120}{3.6} + 20 = 400 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_{11} \times \frac{120}{3.6} + 20 = 15.81 \times \frac{120}{3.6} + 20 = 547 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

が求める推定流量値である。

上記の計算を行なうときには、つぎのような表を作成すると便理である。

時刻	mm/hr	
	94.11	... $KQ_9^p/\Delta t + Q_9/2$ (実測値より計算)
9	- 9.90	... Q_9 (実測値)
	+ 15	... 9 - T_L 時より 10 - T_L 時までの降雨強度 R_{9+1-T_L}
	99.21	... $(KQ_9^p/\Delta t + Q_9/2) + R_{9+1-T_L} - Q_9 = KQ_{10}^p/\Delta t + Q_{10}/2$
10	- 11.39	... Q_{10} (図より求める)
	+ 25	... 10 - T_L 時より 11 - T_L 時までの降雨強度 R_{10+1-T_L}
	112.82	... $(KQ_{10}^p/\Delta t + Q_{10}/2) + R_{10+1-T_L} - Q_{10} = KQ_{11}^p/\Delta t + Q_{11}/2$
11	- 15.81	... Q_{11} (図より求める)
	+	... 11 - T_L 時より 12 - T_L 時までの降雨強度 R_{11+1-T_L}

上述の計算においては

$$KQ_{t+1}^p + Q_{t+1}/2 = C$$

を満足する Q_{t+1} を求めるのに図を用いたが、この計算はプログラム機能を有する卓上電子計算機により容易に計算することができる。

特別な場合として、(6.1)式において $p = 1$ の場合には

$$Q_{t+\Delta t} = \{R_{t+\Delta t-T_L} + (\frac{K}{\Delta t} - \frac{1}{2})Q_t\} / (\frac{K}{\Delta t} + \frac{1}{2}) \quad \text{---- (6.3)}$$

となり、 $p = 0.5$ の場合には

$$Q_{t+\Delta t} = 2 \left[\left\{ M + \left(\frac{K}{\Delta t}\right)^2 \right\} - \sqrt{\left\{ M + \left(\frac{K}{\Delta t}\right)^2 \right\}^2 - M^2} \right] \quad \text{---- (6.4)}$$

ここに

$$M = R_{t+\Delta t-T_L} - \frac{Q_t}{2} + \frac{KQ_t^{0.5}}{\Delta t}$$

とすればよい。

ii) 河道単位図法による洪水流河道追跡計算

当該河道上流端における各時刻の流量が与えられれば、流域流出量の計算とまったく同様の手法で、下流端における各時刻の流量を計算することができる。*

追跡基本式は(5.3)式から

$$Q_o(t) = \sum_{\tau=0}^{\infty} Q_i(t-\tau) \cdot K(\tau) \cdot \Delta t \quad \text{----- (6.5)}$$

ここに

Q_i : 上流側流量

Q_o : 下流側流量

$K(\tau)$: 単位図配分率

で計算する。例題を示す必要はないであろう。

なお、これらの計算に用いる諸定数は、すでに第5章4節における解析によって得られており、同章の表-5.9にまとめて示してある。

iii) 各支流域における有効雨量(損失雨量)の推定値

過去の各洪水ごとの各支流域における総降雨量、総流出量および損失雨量はまとめて第5章の表-5.6に掲げてあり、その平均的な傾向は同じく第5章の図-5.5の各図中に実線で示したようになる。この図に示す淡水河各支流域における有効雨量の平均的な傾向を、貯留関数法の定数で表現すると第5章の表-5.10のようになる。**

IV) 中正橋地点における洪水流出量の予測

中正橋地点における洪水流出量の予測手法は付録-3の系統図のとおりである。時刻 t において貯留関数を適用して T 時間後までの中正橋地点流出量を予

* この流量値に残流域流出量を加算してものが流端地点の計算流量となる。

** 貯留関数法では、流出率 f_1 および f_{sa} は流域面積 A にかかる係数であるとしているが、そうすると流出計算の作業量が倍増するので、本報告では便宜的に、流出率 f_1, f_{sa} は毎時降雨量 r_{ave} にかかる係数として毎時有効雨量を算出することとしている。すなわち、有効雨量 r_e は形式的に

$$\sum_{t=0}^t r_{ave} \cdot \Delta t \leq R_{sa} \text{ の場合 } r_e = (f_{sa} - f_1) r_{ave}$$

$$\sum_{t=0}^t r_{ave} \cdot \Delta t > R_{sa} \text{ の場合 } r_e = f_{sa} \cdot r_{ave}$$

で表わされる

測する場合には、

- ① 時刻 t における中正橋流量 q_t^* (図中右上方)
- ② 時刻 $t - T_1$ から時刻 $t - T_1 + T$ までの毎時流域平均降雨量 $R_{t-T_1+1} \dots$
 R_{t+T_1+T} (図中左上方)

が必要である。

流域降雨量の予測は $T \leq T_1$ ならば不要で、 $T > T_1$ ならば $T - T_1$ 時間分の予測が必要になる。

上記①および②の値が得られたら〔例題 1〕に示した手法によって逐次計算を行えばよい。(図中下半分)。

V) 新海大橋地点における洪水流出量の予測

新海大橋地点における洪水流出量の予測手法は付録 - 3 の系統図の通りである。時刻 t において河道単位図および残流域貯留関数を適用して T 時間後までの新海大橋地点流出量を予測する場合には、

- ① 時刻 t における新海大橋流量 q_t^{**} (図中中央上方)
- ② 時刻 t までの石門水庫放流量 Q_{Dt} (図中右上方)
- ③ 時刻 $t - T_1$ から時刻 $t - T_1 + T$ までの毎時残流域平均降雨量 $R_{t-T_1+1} \dots$
 R_{t-T_1+T} (図中左上方)

が必要である。

残流域降雨量の予測は $T \leq T_1$ ならば不要で $T > T_1$ ならば $T - T_1$ 時間分の予測が必要になる。

石門水庫放流量の河道流下流量の予測は $T \leq \tau_1$ (τ_1 : 河道単位図配分率が最初に 0 でなくなる時間、大漢溪石門水庫→新海大橋では $\tau_1 = 2 \text{ hrs}$) ならば可能で、 $T > \tau_1$ ならば然るべき方法により石門水庫放流量を予想するほかない。

上記①～③の値が得られたら、

* 第 5 章の図 - 5.1 より求められる。

** 第 5 章の図 - 5.2 より求められる。

- ① 石門水庫の放流量（通報または予想値） $Q_{D't}$ に河道単位図の配分率*を乗じて各予測時刻の新海大橋到達量 $Q_D(t)$ を求める。
- ② 新海大橋における現時刻 t の観測流量 Q_t から①で求めた流下量の現時刻 t の値 $Q_{D't}$ を差引いてこれを残流域流出量 Q_{Rt} とする。
- ③ ②で求めた現時刻 t の残流域流出量 Q_{Rt} と残流域平均降雨量とを貯留関数の逐次計算式に代入して将来の流域流出量 $Q_R(t)$ を推定する。
- ④ ③で求めた $Q_R(t)$ と①で求めた $Q_{D't}$ とを加算して、これを新海大橋の予測流量とする。

vi) 中山橋地点における洪水流出量の予測

中山橋地点における洪水流出量の予測手法は付録-3の系統図の通りである。

時刻 t において、貯留関数および河道単位図を適用して T 時間後までの中山橋地点流量を推定する場合には、

- ① 時刻 $t - \tau_1 + T$ までの五堵地点流量 $Q_1(t)$ 、(τ_1 ：河道単位図配分率が最初に0でなくなる時間、基隆河五堵→中山橋では $\tau_1 = 2 \text{ hrs}$) (図中左方)
- ② もし $T > \tau_1$ ならば五堵地点の時刻 $t + 1$ から $t - \tau_1 + T$ までの流量を予測することが必要になり、したがって五堵以上流域の時刻 $t - T_1 + 1$ から $t - \tau_1 - T_1 + 1 + T$ までの毎時流域平均降雨量 $R_{t-T_1+1}, \dots, R_{t-\tau_1-T_1+1+T}$ が必要になる。もし $T > \tau_1 + T_1$ ならば $T - (\tau_1 + T_1)$ 時間分の降雨予測が必要になる。(図中左上方)(T_1 ：五堵以上流域貯留関数の遅滞時間)
- ③ 時刻 $t - T_{12}$ から時刻 $t - T_{12} + T$ までの五堵～中山橋間流域毎時平均降雨量 $R_{t-T_{12}+1}, \dots, R_{t-T_{12}+T}$ 。もし $T > T_{12}$ ならば $T - T_{12}$ 時間分の予測が必要になる。(図中左方)(T_{12} ：五堵～中山橋間流域貯留関数の遅滞時間)

上記①～③の値が得られたら

- ① もし $T > \tau_1$ ならば現時刻 t の五堵地点流量 Q_1t と五堵上流域平均降雨量とを貯留関数逐次計算式に代入して、時刻 $t - \tau_1 + T$ までの五堵地点

* 第5章の表-5.9に与えられている。

- 流出量 $Q_1(t)$ を予測する。
- ② 五堵地点の流量 $Q_1(t)$ に河道単位図配分率^{*} を乗じて各予測時刻の中山橋流達量 $Q_1(t)$ を求める。
 - ③ 五堵～中山橋間流域平均降雨量を貯留関数逐次計算式に代入して残流域流出量 $Q_2(t)$ を推定する。
 - ④ ②で求めた $Q_1(t)$ と③で求めた $Q_2(t)$ とを加算して、これを中山橋の予測流量とする。

6.2.2 水位予報基準地点における水位予測と洪水予報の方式

前節で求めた新海大橋、中正橋、中山橋の流量の推定値を用いて、水位予報基準地点における水位予測を行なう。

水位予報基準地点は、第5章5節において示したとおり、つぎの5地点である。

- ① 新海大橋
- ② 光復橋
- ③ 台北橋
- ④ 中山橋
- ⑤ 獅子頭

各地点における予測水位の計算の仕方については、第5章5節で詳細に述べた。本節では、この計算の過程を整理して示すことにする。

新海大橋の水位予測は、図-5.9に示した水位～流量曲線を用いて行なう。

光復橋の水位予測は、図-5.10に示した水位～流量曲線を用いて行なう。ただし、この図の横軸の値としては、中正橋の流量をとる。

台北橋の水位予測は、図-5.11に示した水位～流量曲線を用いて行なう。ただし、この図の横軸の値としては、新海大橋と中正橋の合計流量（時差は考慮しない）をとる。

* 第5章の表-5.9に与えられている。

獅子頭の水位の予測方法は、図-5.1.2に示したとおりである。詳細な説明は、第5章5節または本章4節の例題を参照されたい。計算に必要な資料は、すべて付録-4に用意しておいた。数表-1は、獅子頭の水位 H_s から、上流の湛水量 V を求める数表である。数表-2は、上流の湛水量 V から、獅子頭の水位 H_s を求める数表である。獅子頭～油車口間の疏通能力 $V_{out}(H_s, H_y)$ を求める数表も別冊として用意した。ただし、この表において H_y は、油車口の水位である。

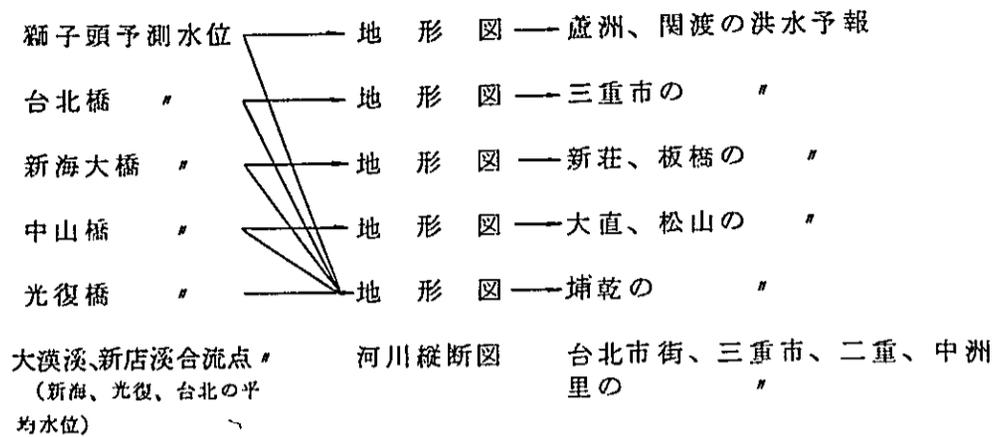
中山橋の水位は、ここで求めた獅子頭の予測水位と前節で求めた中山橋の予測流量とから付図-3を用いて求める。この図の横軸は中山橋の流量、パラメータが獅子頭の水位、縦軸がいま求めようとしている中山橋の水位である。

以上によって基準地点における水位予測を行なうことができるか、この予測水位を用いて洪水予報を行なうには、さらにつぎの2つの図、すなわち地形図および河道縦断図が必要となる。

地形図（等高線が0.5m間隔で入ったもの）は、図-3.3として示してあるものが使用できよう。河川縦断図は第5章の図-5.2.2に示すように河川の縦断方向に沿って、左右岸の堤防高または地盤高を記したもので、これに基準地点の予測水位およびこれらを直線で連ねた水面形を書きこむことにより、いつ、どこで、どの程度の水深の浸水または越流が発生するかが、容易に推定できる。

地形図と縦断図とは使用頻度が高いので、トレース原図を作成しておく必要がある。また、地盤沈下の激しい所では毎年測量を行なって、最新のものを準備しておかねばならない。

各資料の利用の仕方を整理して示すとつぎのようになるであろう。



6.3 洪水予報方式の検証

第5章第4節で、降雨から流出量を予測する洪水流出モデルを作成した。この際には、流域平均雨量をできるだけ正確に推定するために、降雨資料としては収集可能なものすべてを利用した。しかし、実際に洪水予報を行なうときに利用できる降雨資料は、テレメータ観測所から伝送されてくるものに限られる。

また、第5章5節において、獅子頭の水位を予測するモデルを提案したが、この際、やはりモデルをできるだけ正確なものにするために、流量の実測値がない中山橋地点の流量を除いて、新海大橋および中正橋の流量には実測値を用い、河口油車口の水位にも実測値を用いた。

しかし、実際に洪水予報を行なう場合にはすべて計算による推定値を用いるばかりではない。^{*}

このように、これまでの各節では、モデルを作成することに主眼を置いて種々の検討を行ってきたため、実際に洪水予報を行なう場合と比較すると、情報量に関する条件の設定の仕方がかなり異なっている。本節では、実際の場合を想定して、すなわち、限られた情報量のみを用いて、われわれの提案する洪水予報を行なった場合、どの程度の精度で予報が可能となるかについて検討を行なうことにする。

まず、雨量観測所が、第4章2節で選定したテレメータ観測所に限られているから、これだけの観測値を用いて求めた流域平均雨量を用いて、流域流出量を計算し

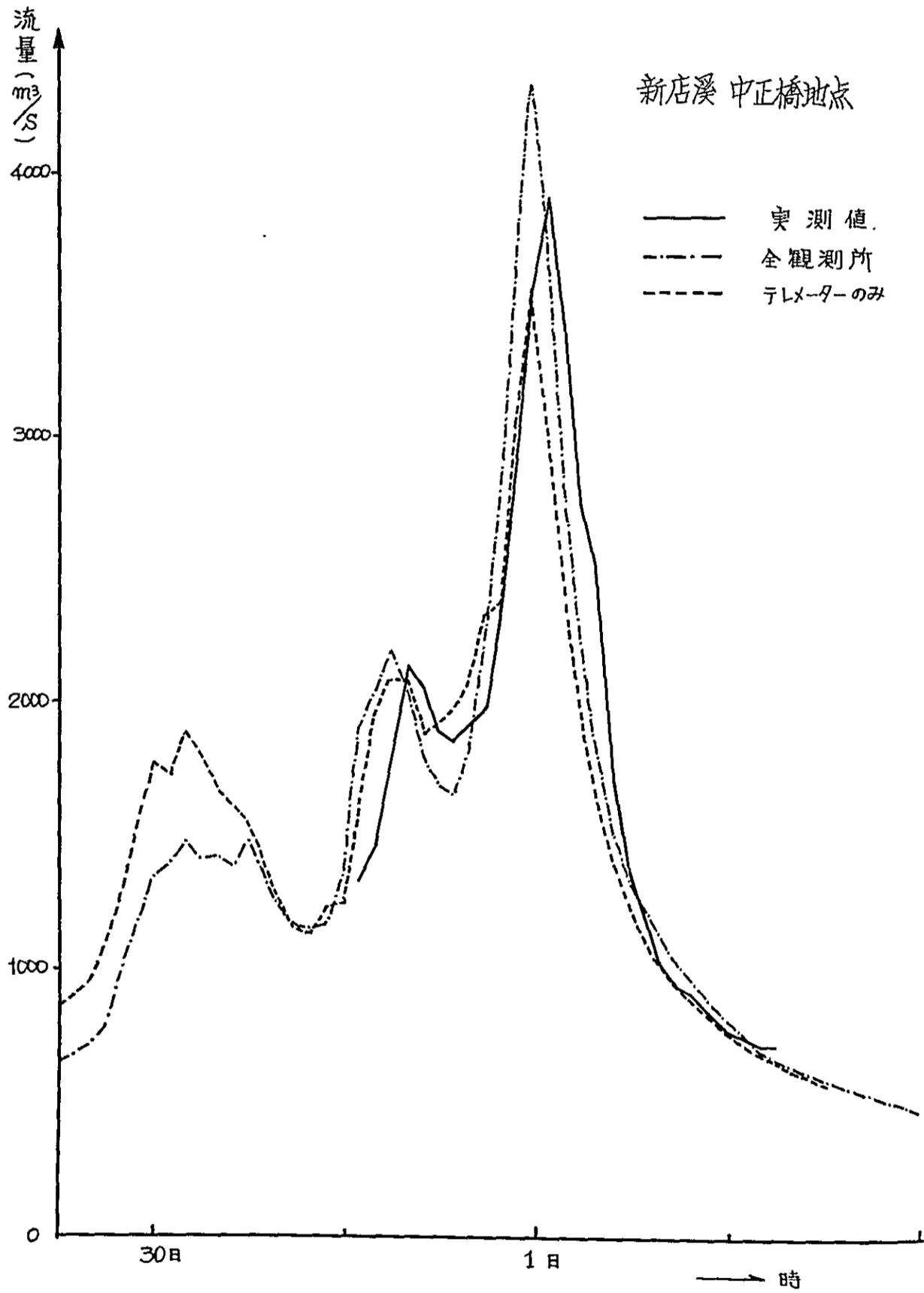
* 獅子頭にテレメータ水位観測所を設置されればこれだけは実測値が利用されることになる。

てみると図-6.2のとおりとなる。

この図から、雨量観測所をテレメータ観測所に限定した場合の誤差は、相当大きいことがわかる。

つぎに、このような計算を各支川に対して行ない、その結果から獅子頭の水位を予測して、総合的な精度を検証すべきであるが、主として大漢溪上流部の既往のデータの不足によってそれを実行できない。実際に洪水の予警報を行なう場合には、このような要素を十分加味しなければ、大きな間違いをおこす可能性があることに注意しなければならない。

図-6.2 選定した雨量テレメータ観測所による計算流出量と実測値等との比較



6.4 洪水予報の例題

洪水が発生した場合、具体的にどのような手法で洪水流出量を予測し、下流域の氾濫を予測するか、その計算法を例題をもって示すことにする。

a, 上流部における洪水流出の計算

淡水河各支流域において、某年某月某日 18 時まで表-6.1 のような流域平均降雨量、河川水位が観測されたものとしよう。これらの資料から、爾後 1 時おきに 5 時間後 (23 時) までの新海大橋、中正橋、中山橋における洪水流量を予測し、さらに、同日 19 時に同表中 () 内の値が観測された場合に、同様にして 5 時間後 (24 時) までの各洪水流量を予測することにする。

いずれの場合についても、第 6 章 2 節に述べたとおりに行なえばよいが、新海大橋における流量予測は表-6.2 およびその解説のように、中正橋における流量予測は表-6.3 およびその解説のように行なえばよい。

中山橋における流量予測は、中山橋またはその付近において将来、水位流量曲線が作成された後は中正橋における流量予測と同様の方式により行なうべきであるが、それまでは表-6.4 およびその解説のように行なえばよい。これらの表の説明は不要であろう。

b, 下流部における氾濫水位の計算

新海大橋、中正橋および中山橋における大漢溪、新店溪および基隆河の流量が、以上の計算により推算された。この流量値から、下流部の湛水開始時刻、湛水深などを推算するために必要な、水位を求めることが作業のはじまりとなる。

下流部水位予測の作業を行なうには、表-6.5 に示すような計算表を使用するのが便利である。以下、さきの例題に続いて下流部の氾濫水位の計算法を説明する。

①欄には時刻を記入する。流量予測が毎正時に対して行なわれているので、水位も毎正時の値を予測する。例題において、19 時の値は既知であり、5 時間後の 24 時までを予測しようとするものである。

②、③、④欄はそれぞれ新海大橋、中正橋および中山橋での流量を予測した結果を書き写しておく。

表-6.1 観測された各支流域平均降雨量および流量観測水位

時刻	流域平均降雨量				石門水庫 放流量	観測水位			
	石門水庫～ 新海大橋	中正橋以上	五堵以上	五中 塔山 ～ 橋		新海大橋	中正橋	五堵	台北橋
0時まで	13.8	56.2	111.8	64.7					
1	3.7	6.1	10.5	5.2	51			5.86	1.07
2	3.2	6.5	13.0	8.3				6.04	1.31
3	0.8	5.7	11.0	7.5				6.36	1.35
4	1.0	7.1	13.0	8.9				6.72	1.29
5	2.7	9.0	12.0	7.7				7.02	1.17
6	2.6	8.4	12.5	8.9				7.35	1.05
7	2.3	7.5	14.5	9.8				7.68	0.93
8	3.9	10.0	11.3	8.1				8.06	0.88
9	6.4	8.3	12.8	9.1				8.38	0.90
10	4.9	6.8	7.5	9.4	81			8.86	0.96
11	6.1	9.7	7.5	10.5	413			9.38	1.10
12	3.1	6.4	7.5	9.2	500			10.06	1.30
13	5.2	8.0	8.0	9.2	600			10.50	1.48
14	6.6	11.1	14.0	11.3	672			10.55	1.68
15	7.6	17.6	24.5	11.6	1080			10.46	2.03
16	5.0	11.8	14.0	10.2	1100			10.30	2.33
17	10.9	15.2	20.0	11.6	1200		4.50	10.23	2.48
18	12.8	17.7	20.5	11.6	1250	4.13	4.87	10.37	3.01
19	(12.3)	(19.4)	(21.0)	(11.5)	(1150)	(4.44)	(5.13)	(10.76)	(3.27)
	(mm)				(m ³ /S)	絶対標高換算値 m)			

⑤欄は台北橋流量の値で、時差を考えずそのまま②欄の新海大橋流量と③欄の中
正橋流量を加えて求める。例えば20時については、

$$1,939 + 2,447 = 4,386$$

となる。

⑥欄は台北橋水位で、台北橋水位と流量との間には1対1の関係がほぼ成立す
るので、⑤欄の値から図-5.11を用いて直ちに求めることができる。台北橋水位
によって、台北橋付近から三重市地区への越流が予報できる。

⑦欄は新海大橋水位予測値である。新海大橋では単一の水位～流量関係が成立しな

いが、②の新海大橋流量から新海大橋水位を求めることとすると、20時の例では

$$\text{新海大橋流量} \quad 1,930 \text{ m}^3/\text{s}$$

を用いて新海大橋水位 5.00 m が求まる。

新海大橋水位によって、浮洲里付近の氾濫が予報できる。

⑤欄は光復橋水位の予測値である。^{*}

光復橋の水位は、③欄の中正橋流量と図-5.10とを用いて容易に求められる。

⑥欄は大漢溪と新店溪の合流点付近の水位予測値である。合流点付近には水位計がないが、現段階では台北橋、新海大橋、光復橋の水位の平均として求めておく。この値により、二重、江子翠地区の氾濫が予測できよう。

⑦欄から⑩欄までは獅子頭水位の予測の計算である。

⑩欄は湛水区域に流入する水量で、②欄、③欄、④欄の和に $3,600 \text{ sec} (=1\text{hr})$ を乗じて求める。このとき、時差は考えない。

20時の場合には

$$(1,939 + 2,447 + 1,256) \times 3,600 = 20,310,000$$

⑪欄は油車口水位で、あらかじめ調和解析その他の手段によって予測しておく。^{*}

⑫欄は獅子頭水位で、19時に対しては既知の値 1.36 m を書いておく。その下に各時刻の予測値が計算されていくことになる。

⑬欄は1時間内に湛水区域から河道を通過して排出される水量で、19時の油車口水位 0.32 m と獅子頭水位 1.36 m とから数表または付図-2を用いて、19時から20時までの1時間に流出する水量 $1,290 \times 10^4 \text{ m}^3$ が求められる。

⑭欄は湛水地に貯留されている水量である。19時においては獅子頭水位が

* 中正橋でなく光復橋について水位を予測するのは、第5章で述べたように、中正橋水位と光復橋水位との間には良い相関関係があり、しかも実際の氾濫区域に近接しているからである。

1.36 m と既知であることから付録 - 4 の水位 - 湛水量曲線または数表により 19 時の貯留量 $6,989 \times 10^4 \text{ m}^3$ が求められる。

20 時の貯留量は、連続方程式より

$$\text{貯留量} = \text{前の時刻の貯留量} + \text{流入量} - \text{流出量}$$

の関係が成り立つことから

$$6,989 + 1,748 - 1,290 = 7,447$$

として $7,447 \times 10^4 \text{ m}^3$ を得る。

21 時以降については、20 時の値を求めたのと同様にすればよい。

㊸欄で求めた貯留量から獅子頭水位を求めることができる。それには獅子頭水位から貯留量を求めたのと逆に付録 - 4 または別冊数表から求めればよい。

㊹欄は中山橋水位予測値である。中山橋には獅子頭水位の影響が及ぶので、獅子頭水位と基隆河流量を知って中山橋水位を求める。

以上の予測計算の主体は簡単な加減乗計算と、ノモグラムまたは数表を読み取る作業であるので、1 人で行なうとしても慣れれば 5 時間先までの予測を 10 分程度で行なうことができるであろう。

表-6.5 下流水位予測計算表

① 時 日	② 新海流量		③ 中正流量		④ 中山流量		⑤ 台北橋流量		⑥ 台北橋水位		⑦ 新海水位		⑧ 光復橋水位		⑨ 合流點水位		⑩ 流入量		⑪ 油庫口水位		⑫ 獅子潭水位		⑬ 流出量		⑭ 全貯留量		⑮ 中山橋水位	
	CMS		CMS		CMS		CMS		m		m		m		m		$\times 10^4 m^3$		m		m		$\times 10^4 m^3$		m		$\times 10^4 m^3$	m
19	1650		2050		1255		4386		408		500		466		458		1748		0.32		136		1290		6989		3.40	
20	1939		2447		1256		4386		424		524		504		484		2031		0.19		154		1490		7447		3.45	
21	2154		2956		1282		5110		430		536		528		498		2301		0.12		168		1620		7988		3.60	
22	2241		3504		1337		5745		434		542		548		508		2550		0.15		187		1770		8669		3.93	
23	2291		3859		1436		6150		436		546		560		514		2751		0.50		209		1940		9449		4.16	
24	2328		4110		1537		6438		436		546		560		514		2871		0.50		226		1940		10240		4.16	

第7章 洪水予警報施設

7.1 水文観測施設

7.1.1 洪水予警報施設設置の方針

第3章で述べたように、淡水河流域にはすでに9箇所及びテレメータ化された、もしくは無線によって通報可能な雨量観測所と、7箇所の同様の水位観測所が存在している。

淡水河の洪水予警報のために必要とされる雨量観測所については第3章において、また水位観測所については第5章において言及したが、これらの観測所はすべてテレメータ化されなければならない。しかしながら、最小の予算で効果を発揮させるという観点から、施設の設置計画を第一、第二の2期に分け、第一期においては現存の施設をできるだけ活用することとした。

なお、屈尺の水位観測所は、現在採用する予定の洪水予測の方法では不要であるが、これが完成すれば、予測方法を改めて新店溪においても基隆河と同様の方法を採用でき、精度の向上が期待できる。

7.1.2 雨量観測所

表-7.1に、洪水予報に用いるデータを収集するために必要な雨量観測所を示す。

石門および五堵観測所においては、水位観測所と無線施設を共用し、変換器等は水位観測所内におくものとする。

大豹観測所には、既にテレメータ施設があるので、当分の間局舎もそのまま使用する。

台北観測所は洪水予警報センタ内に設けるので、特に收容施設を必要としない。

白石、玉峰、池端、福山、坪林および竹子湖観測所には新たに床寸法1.75m×1.85mの收容施設を建てて機器を收容する。建設用材料としては、中空コンクリートブロック、あるいは現地で容易に入手できるれんが等を用いる。

表-7.1 テレメータ化すべき雨量観測所一覧

番号	観測所	位置	流域	備考
1	石門	石門	大漢溪上流	第一期
2	福山	台北南々東	新店溪上流	"
3	五堵	五堵	基隆河上流	"
4	台北	台北市内	淡水河	"
5	小寮	台北南方	新店溪	第一期のみ
6	池端	石門南東	大漢溪石門上流	第一期
7	大豹	台北南西	大漢溪残流域	第二期
8	白石	石門南方	大漢溪石門上流	"
9	玉峰	石門南々東	大漢溪石門上流	"
10	坪林	台北南東	新店溪上流	"
11	太桶山	台北南方	新店溪	小寮より移す
12	竹子湖	台北北方	基隆河	第二期

小寮観測所は、第一期は現在地の既設局舎を用いるが、第二期には小寮の観測所を廃止し、太桶山中継所に雨量観測所を移すことにする。

なお、観測所の形状寸法等については、参考例を巻末付録-5に示した。

7.1.3 水位観測所

表-7.2に洪水予報に用いるデータを収集する水位観測所を示す。

表-7.2 テレメータ化すべき水位観測所一覧

番号	観測所	位置	流域	備考
1	石門	石門	大漢溪上流	新設・第一期
2	新海大橋	台北西方	大漢溪	新設・第二期
3	屈尺	屈尺	新店溪上流	第一期
4	中正橋	台北市内	新店溪	第二期
5	台北橋	台北市内	淡水河	第一期
6	五堵	五堵	基隆河上流	"
7	中山橋	台北市内	基隆河	第二期
8	獅子頭	台北北方	淡水河	改築・第二期

石門観測所は石門ダムの下流調整池の水位を測定する。無線機器も収容できるように、床寸法 1.75 m×1.85 m 程度の収容施設を設けることとする。観測井の内径は 60 cm 程度とするのが望ましい。

新海大橋観測所においても石門におけると同様の施設を設けることとする。

将来の河床変動の可能性を考慮して、横導水管の高さなどについては十分検討しなければならない。

獅子頭観測所は老朽化しているうえに、観測井上部の収容施設が狭隘であるので、改築する必要がある。

屈尺観測所も無線機器を収容するには狭隘に過ぎるので、床寸法 1.75 m×1.85 m 程度の収容施設を新設することを考慮すべきである。

上述した以外の観測所は十分な広さがあるので、そのまま使用することが可能である。

水位計はテレメータ化が可能な形式のものに改めなければならない。故障時における部品の補給等を考えると、同一の形式のものをすべての観測所において用いるのが有利である。

なお、観測所の形状寸法等については、参考例を巻末付録-5 に示した。

7.1.4 流量観測所

今回提案した予警報システムでは、流量を直接に測定してただちに予報に用いることはしないで、水位流量曲線を用いて 1 地点または 2 地点の水位から流量を求めている。しかし、水位と流量の関係は河床の変化等により変動するものであるから、出水のたびにできるだけ多く、かつ一定の精度を保ちながら流量観測を行なって、水位流量曲線を修正してゆく必要がある。その意味で必要とされる流量観測所を表-7.3 に示しておく。

基隆河流域においては、中山橋地点の流量観測値がないことが解析の際非常に困難をもたらす原因となった。適当な地点を選び、早急に流量観測を開始することが望ましい。

流速測定のために用いる浮子は水深にあわせて長さを適当に選定すべきである。たとえば、五堵地点で長さ 1 m の浮子を用いるのは短かすぎると考えられ

る。

表-7.3 流量観測所一覧

番号	観測所	位置	流域	備考
1	新海大橋	台北西方	大漢溪	
2	中正橋	台北市内	新店溪	
3	台北橋	台北市内	淡水河	
4	五堵	五堵	基隆河	
5	中山橋	台北市内	基隆河	新設

7.2 テレメータ通信施設

7.2.1 通信回線

淡水河の洪水予警報用の通信回線の計画にあたっては、まず流域周辺の地図およびプロフィール・マップによって、地形、見透し、距離等を詳細に検討し、机上において概略の回線系統の検討と回線設計を行なった。その際、つぎの条件を満足することを目標とした。

条件1 通信の安定をはかるため、無線回線はVHF帯とすること。

条件2 建設および設置後の保守が、できるだけ便なる場所を選定すること。

条件3 局舎の位置は、観測に便利で、落雷や強風による影響等のできるだけ少ない場所とすること。

条件4 信頼度を高くするために、できるだけ中継回線を少なくすること。

得られた結果はつぎのとおりであって、回線はつぎの三つの系統より構成されている。

通信系統1

台北と直接通信を行なう系統（以下台北系と称する）

通信系統2

新店溪上流で、通信系統1に含まれない観測所であって太桶山中継により通信を行なう系統（以下太桶山系と称する。）

通信系統 3

大漢溪上流で、通信系統 1 および 2 に含まれない観測所であって、李崑山中継により通信を行なう系統（以下李崑山系と称する。）

机上計画に基づいて、現地調査と電波伝播試験とが行なわれた。*

伝播試験は図 - 7.1 に示す方法により実施し伝播損失を測定したが、その結果は表 - 7.4 に示す回線設計表の自由空間損失と付加損失の和であり、実施箇所は台北橋、五塔、屈尺、太桶山、石門、大坪山、および大豹である。

なお、その他の個所の伝播損失については机上計算により算出した値を用いている。

また、台北市内は都市雑音が非常に大であると思われたので、空中線を水利局屋上に設備して、図 - 7.2 に示す方法により外部雑音電力を求めた。これは回線設計上、特に信号対雑音比の面で重要な要素となるものである。

以上の検討の結果とりまとめた施設計画は、図 - 7.3 に示す淡水河洪水予警報雨量水位テレメータ・システム計画図のとおりであり、その回線系統図およびプロフィールは巻末付録 - 6 および 7 に示すとおりである。

なお、使用周波数は 60 MHz 帯 (54 MHz ~ 68 MHz) の 2 波 (周波数差約 1.5 MHz) を想定し、設計に当っては日本国郵政省電波監理局の「無線局に関する技術審査基準」を参考にした。

さらに、通信路の信号対雑音比、回線の信頼度**等伝送の質については、つぎの項目を満足すべく回線が構成されている。

- a. 一区间あたりの通話路の標準状態における信号対雑音比はつぎの式を用いて計算して 30 dB 以上であること。

$$S/N = P_t - (L_p + L_f) + G_{At} + G_{Ar} - P_{rn} + I$$

* 全回線についてこれを行なうと非常に大規模な調査となり、許された期間内には実施不可能であるので、今回は台北系および太桶山系について現地調査を行ない、この両系統のうち、第一期施行計画に含まれている観測所で電波の伝播上問題があると予想される個所についてのみ、伝播試験が実施された。

** 回線断となることなく通信できる時間率をいう。

ここに

S/N : 通話路の信号対雑音比 (dB)

P_t : 空中線電力 (dBm)

L_p : 伝播損失 (dB)

L_f : 給電線損失 (dB)

G_{At} : 送信空中線の絶対利得 (dB)

G_{Ar} : 受信空中線の絶対利得 (dB)

P_{rn} : 受信雑音電力 (dBm)

ここに

受信雑音電力は受信機内部雑音電力 P_{rni} と外部雑音電力 P_{rne} を相加した値である。

I : S/N 改善係数 (dB)

ここに、 S/N の改善係数はつぎの式により求めた値とする

$$I = 10 \log \frac{3fd^2 \cdot B}{2fm}$$

fd : 最大周波数偏移

B : 受信機の等価雑音帯域巾

fm : 最高変調周波数

b. 一区间あたりの年間回線信頼度は電波伝播上の各種の要因によらないものを除いて95%以上であること。

なお、回線信頼度は空中線電力 P_t がつぎの式の範囲内にあるか否かでもって判定する。

$$A + M(\text{dB}) > P_t > A$$

$$A(\text{dBm}) = (L_p + L_f + L_F) - G_{At} - G_{Ar} + P_{th}$$

ここに

M : 通常 10dB とする。

L_F : フェージング損失 (dB) (1kmあたり 0.1dB の値とする)

P_{th} : 限界レベル (dBm)

ここに、限界レベルとは P_{rn} に $C_f = 9\text{dB}$ を加えた値である。

本回線の建設は第一期と第二期とに区分されて施行され、第一期完成時においては新旧両方式が混在し、その通信系統は図-7.4.4に示すとおりとなる。

第一期においては台北系と太桶山系にかかる回線の建設をおこない、その他を第二期とすることが経済的には有利であるが、池端、石門の両観測所を第一期において実施する必要があるため、現在石門水庫管理局の中継所が設置されている大坪山に通信機器の仮設をおこない、第二期事業が実施されるまでの間、大坪山系を構成することとする。^{*}

なお、李峻山系については、今後十分調査を行ない、第二期事業として、全体の完成を計るものである。

7.2.2 テレメータ伝送方式

テレメータ伝送方式としては種々の方法が考えられるが、洪水予報用テレメータとしての観測の特殊性を考慮すると、安定した伝送について十分実績のある日本国建設省において採用している標準方式を用いるのが最適であろう。

なお、参考のために建設省制定にかゝるテレメータ・警報標準方式仕様書を巻末付録に掲げておく。このほかにも同省が制定した共呼式テレメータ・警報標準方式があるが、淡水河の計画では使用しないので省略する。

7.2.3 通信機器の構成

本施設を機能の面から分類するとつぎのような構成となる。

- (1) 監視制御局 台北（雨量観測局併設）
- (2) 無線中継局 太桶山（雨量観測局併設）李峻山、大坪山
- (3) 雨量観測所 竹子湖、大豹、坪林、福山、池端、玉峰、白石
- (4) 水位観測局 中山橋、中正橋、新海大橋、獅子頭、屈尺、台北橋
- (5) 雨量・水位観測局 五堵、石門
- (6) 傍受局

^{*} 第二期の実施時には大坪山の機器を李峻山に移設するが、池端石門両局の李峻山系への変更は容易に行なうことが可能である。

監視制御局は洪水予警報センターともいべき所で観測データの入手、記録、表示が可能であり、そのデータにもとづく各種計算、各機関への連絡指示、気象状況の把握、各局、各機器の動作状態の監視等が可能であるものである。

なおデータ通信関係についてブロックダイアグラムを示すと図-7.5のとおりである。

無線中継局は監視制御局と観測局相互間の通信の中継を自動的に可能とするものである。

観測局は雨量または水位を観測して記録すると同時に、監視制御局からの指令により自動的にデータを伝送するものである。

傍受局は監視制御局の機能より制御機構を省略したものと考えてよく、一部に制約を受けることがあるが、監視制御局のデータを自動的に傍受可能とするものである。ただし、今回の計画には含まれていない。

また、監視制御局は商用電源によるほか発動発電機による停電時自動予備電源方式とし、その他の局については太陽電池による蓄電池浮動充電方式を採用することによって、いかなる状況下においても各機器の正常なる動作を確保することとする。

7.3 洪水予警報組織

洪水予警報には、つぎの四つの作業が含まれていることが必要である。

1. 観測とデータの収集
2. 洪水の規模と生起時刻の推算
3. 洪水予警報の発表
4. 水防、避難その他の被害防止策の指導

洪水予警報が効果を発揮するためには、これらの作業が円滑に行なわれなければならない。そのためにはつぎのような組織を設けることが必要であろう。

7.3.1 洪水予警報センター

洪水予報活動の重要な部分をなすものは、データを集中的に解析し、洪水規模の予測を行ない、洪水予警報を公表することである。

これらの業務、とくに上の2と3の項目の作業を行なうためには専門の組織として洪水予報センターを設立すべきである。

このセンターは、新らしくテレメータ化されることになる観測所から雨量と水位のデータを直接受信する。センターはまた、気象局によって得られる気象データと台風情報を受取るとともに、その他の機関からも入手可能なかぎり水文学的・水文学的データを受け取るものとする。

これら全てのデータと情報とを解析して予報センターは洪水の発生、規模および到達時刻を推測する作業を行ない、予報ならびに警報を関係各機関および住民に発表する。

洪水予報センターの業務を行なうには少なくとも以下の人員が必要である。

a. センター長 1名

センター長は、洪水予警報を行なう能力を有し、またその責任をもつものとする。この故に、センター長としては、高度の専門知識と実務経験を有する水文専門家ないしは河川技師をあてる必要がある。

b. 主任予報官 1名

主任予報官は気象データ、水文データおよび水理データを解析するほか、洪水予報の文案を作る。主任予報官には、秀れた技術能力を有する水文専門家か河川技師をあてることとし、洪水が長時間継続する時にはセンター長の代理をつとめることができるようにしなければならない。

c. 気象専門家 1名

気象専門家は、テレメータシステムによって得られる気象データおよび気象局からのデータを解析して、それらを洪水の予測に用いることができるようにする。

d. 水文専門家 1名

水文専門家は得られた水文・水理データを用いて洪水を予測する。

e. 助手 3名

助手はデータ処理を担当する。

なお、上記の主要な職員のほかに若干の技術補助員と運転手とが必要である。洪水時以外には、予警報センタは、洪水予報の精度の向上と、洪水予警報システムの改良に関する研究を行なうものとする。

新らしく導入されるテレメータシステムの維持修繕のためには、1名の通信技師と若干名の補助技術者とが必要である。これらの技術者は観測局や中継局を定期的に巡回するほか、機器に故障が生じたときには直ちに修理にあたるものとする。この目的のために専用ジープを準備すべきであろう。

洪水予警報システムの改良には、洪水時にできるだけ多く、精度の良いデータを集めることが必要である。流量観測を行なうには5.6人の人員が必要であるが、この業務は水利局の工程処もしくは水文站の分担とすべきである。

7.3.2 洪水予警報の種類、内容および通報システム

洪水予報を受けたときにとるべき措置には

- a. 一般住民の避難
- b. 水防
- c. 道路交通、電力や通信施設のような公共サービス機関の確保
- d. 警察、憲兵、軍による治安と秩序の維持

のようなものがある。

これらの手段は段階的にとられるべきものであるから、洪水予警報は、洪水注意報、洪水警報および洪水情報の3種に分けて発表するのが望ましい。

洪水注意報は、一般住民と関係者とに対し、洪水に対して必要な準備をするよう注意をうながすため、ありうべき洪水の規模を知らせるものである。

洪水警報は、一般住民と関係者とに対し、きたるべき洪水の規模と来襲時刻とを示して洪水対策を講ずるよう警報を発するものである。

さいごに、洪水情報は、洪水の現況と今後の予測を示して洪水に対し適当な手段がとれるようにするものである。

これらの洪水注意報、洪水警報および洪水情報を、必要とする人に迅速に連絡するために、それらの伝達方法や伝達経路が十分検討されていなければならない。

7.3.3 その他

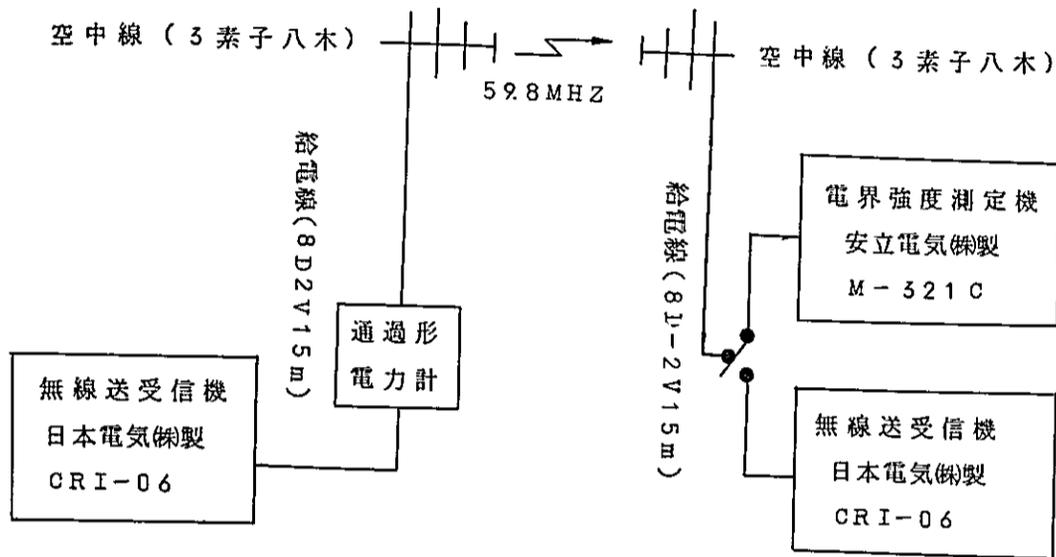
洪水予報センターの任務は、水利局および気象局から得られるデータに基く情報を解析して、公衆に対し洪水予報の形で情報を与えることにある。それはこれまで気象局や水利局によって行なわれてきた仕事と深い関係があり、テレメータ局の維持や洪水時の人員の補強などは以上3機関の協同作業によらなければならない。また石門水庫管理局は淡水河の4分の1を占める流域の流出を把握する立場にあるので、洪水予報センターとは緊密な連絡がとられなければならない。ゆえに以上四者が十分に協力して洪水予報業務が行なえるよう細部にわたって業務分担を決めておく必要がある。

ラジオおよびテレビの放送は、洪水予警報を伝達するうえで中心的な地位を有するのであるから、ラジオやテレビの放送局に洪水予報の放送を義務づけたり、軍用放送など他の通信手段をも使用するなど、洪水予警報の伝達のための協力システムを作っておく必要がある。

さらに、洪水予警報の重要性を考えれば、これらの業務を行なう責任と権限とを明きらかにするために、水防法等根本となる法規の整備をはかる必要がある。^{*}

* 巻末付録-14参照

図-7.1 伝播損失の測定方法



$$L_p = X + r + L_{ft} + L_{fr} - G_{At} - G_{Ar} - P$$

L_p : 伝播損失 (dB)

X : 受信電力と受信開放電圧との換算係数 $X = 113 \text{ dB}$

r : 電界強度測定機 (受信入力電圧) の測定値 (dBμ)

L_{ft} : 送信給電線損失 $L_{ft} = 0.7 \text{ dB}$

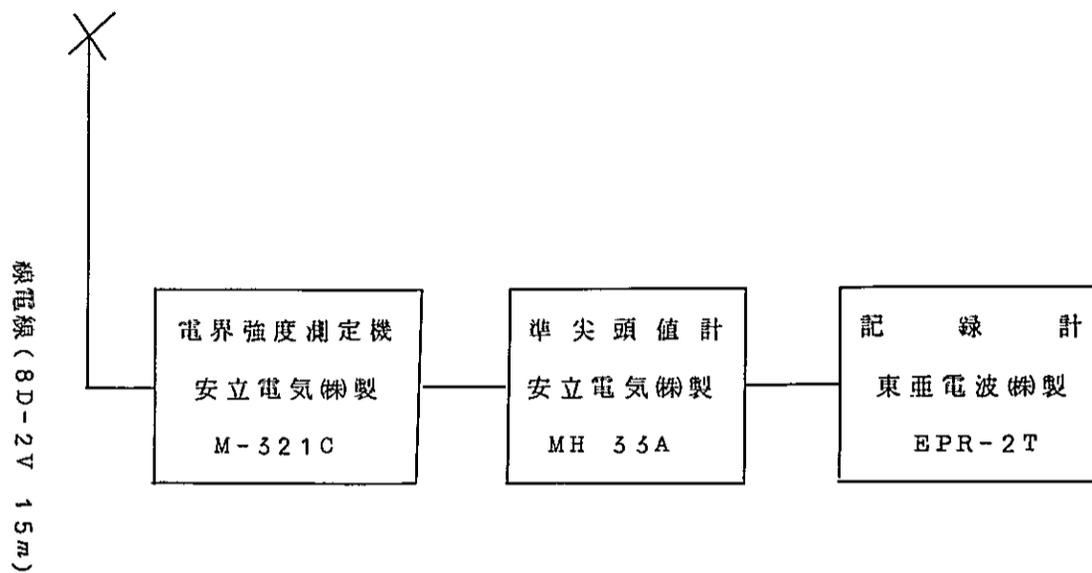
L_{fr} : 受信給電線損失 $L_{fr} = 0.7 \text{ dB}$

G_{At} : 送信空中線利得 $G_{At} = 8 \text{ dB}(G_{is})$

G_{Ar} : 受信空中線利得 $G_{Ar} = 8 \text{ dB}(G_{is})$

P : 通過形電力計の指示値 (dBm)

図-7.2 外部雑音電力の測定方法



測定した雑音強度はその値を超える時間の割合を5%とした場合31.2 dB μ 、50%とした場合26.7 dB μ であった。

この測定値から回線設計表の受信雑音電力は台北周辺局について-99 dBmを採用した。

また、他の局については外部雑音電力を測定しなかったため、その推定値として-110 dBを採用したのである。

図-7.3 淡水河洪水予警報雨量・水位テレメータ・システム計画図

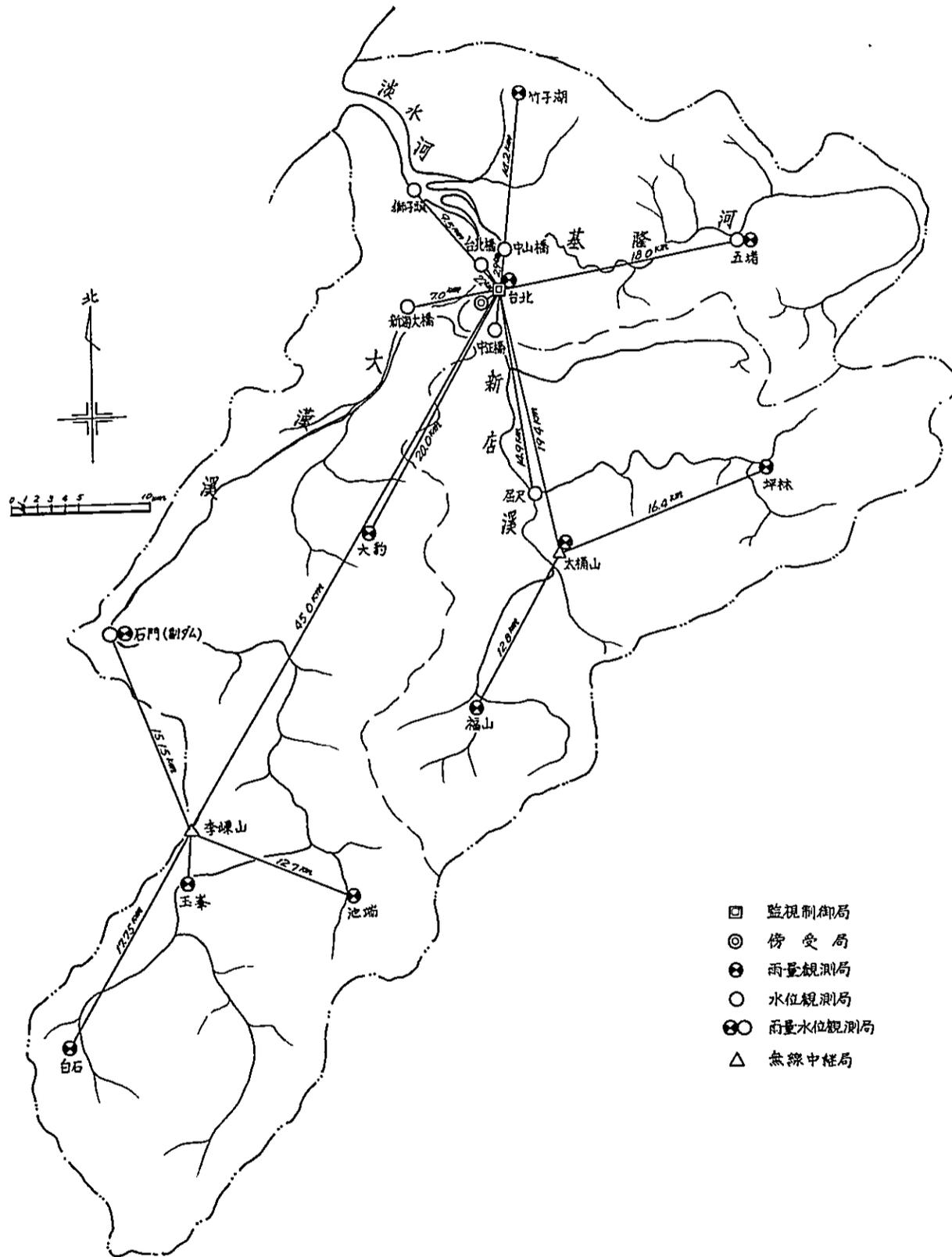
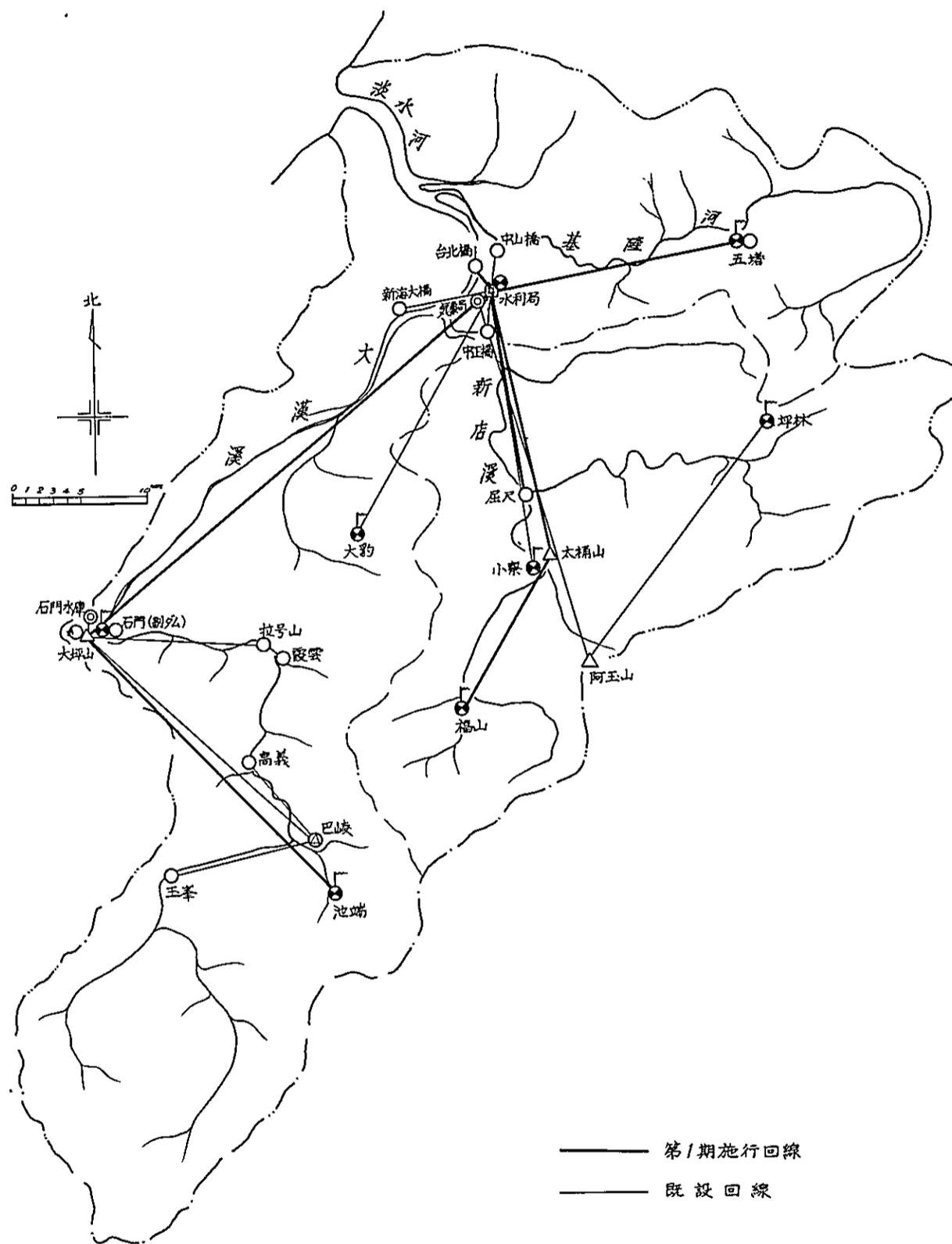


図-7.4 第1期完成時における既設回線との関係



図一7.5(1) データ通信関係ブロックダイヤグラム

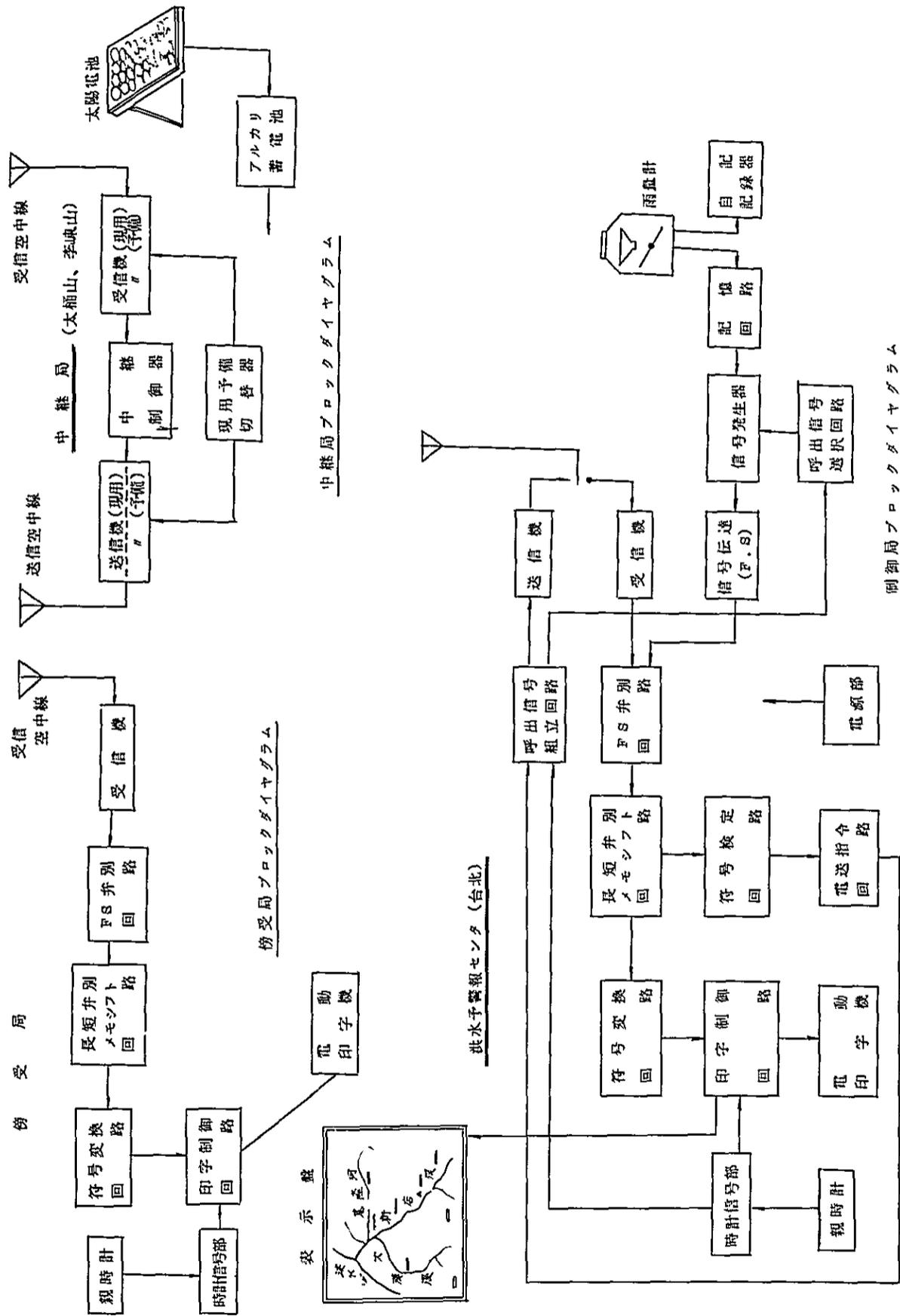


図-7.5(2) データ通信関係ブロックダイヤグラム

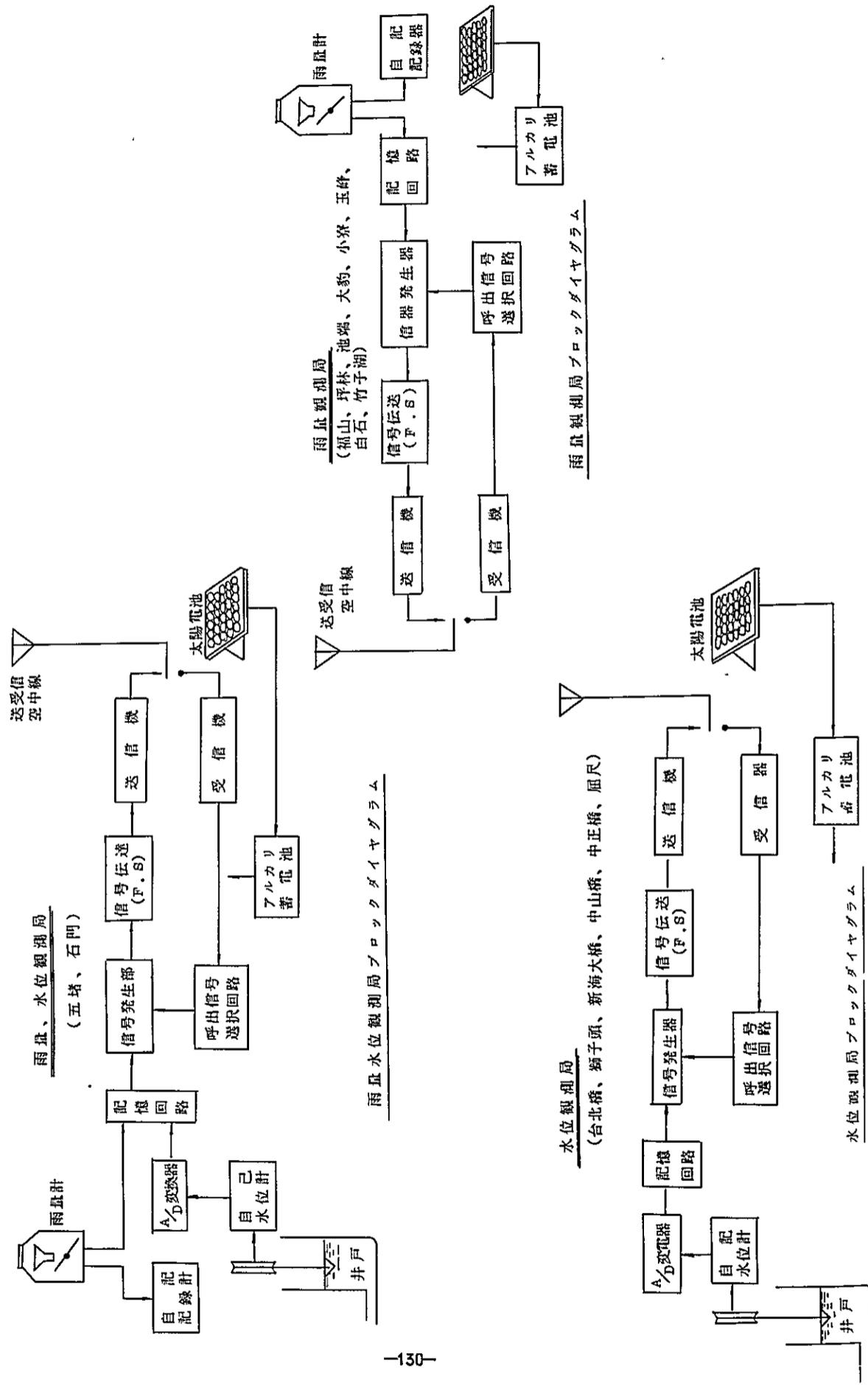


表-7.4 (1) 回線設計表(台北系)

種別	局名		台北	中山橋	中正橋	新海大橋	獅子頭	五堵	屈尺	竹子湖	大豹
	單位	dBm									
空中線電力			40	40	40	40	40	40	40	40	40
自由空間損失	dB		75	78	78	85	88	93	92	91	94
付加損失	"		20	20	20	20	20	41	34	20	16
給電線損失	"		15	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
空中線利得(送)	"		8	8	8	8	8	9	9	8	8
"(受)	"		-6	-6	-5	-6	-6	6	4	-6	4
送受共用損失	"										
無線給電中継	"										
実信電力	dBm		-54.5	-57.5	-46.5	-64.5	-67.5	-80.5	-74.5	-70.5	-59.5
受信雑音電力	"		-99	-99	-99	-99	-99	-99	-91	-99	-99
高周波 S/N C/N	dB		44.5	41.5	52.5	34.5	31.5	18.5	24.5	28.5	39.5
S/N 改善係数	"		12	12	12	12	12	12	12	12	12
標準状態における S/N	"		40<	40<	40<	40<	40<	30.5	36.5	40<	40<
フェージング損失	"		0.5	0.5	0.5	1	1	2	1.5	1.5	2
フェージングがあるときの各 区間	"		40<	40<	40<	40<	40<	28.5	35	39	40<
総合 S/N	"										
限界レベル	dBm		-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90
限界レベルに対する フェージングマージン	dB		35.5	32.5	43.5	25.5	22.5	9.5	15.5	19.5	30.5
フェージングのあるときの 限界レベルに対するマージン	"		35	32	43	24.5	21.5	7.5	14	18	28.5
特記事項											

表-7.4 (2) 回線設計表(太桶山系)

種別	局名		太桶山 台北	太桶山		福山
	坪林	山		坪林	山	
	単位					
空中線電力	d.Bm		37	40	40	40
自由空間損失	d.B		94	92.5	90.5	90.5
付加損失	"		9	39.5	41.5	41.5
給電線損失	"		1.5	1	1	1
空中線利得(送)	"		-5	8	8	8
"(受)	"		3	5	5	5
送受共用損失	"					
無給電中継	"					
受信電力	d.Bm		-69.5	-80	-80	-80
受信雑音電力	"		-99	-110	-110	-110
高周波 S/N C/N	d.B		29.5	30	30	30
S/N 改善係数	"		12	12	12	12
標準状態における S/N	"		40<	40<	40<	40<
フェージング損失	"		2	2	1.5	1.5
フェージングがあるときの各 区間	"		39.5	40	40<	40<
総合 S/N	"					
限界レベル	d.Bm		-90	-101	-101	-101
限界レベルに対する フェージングマージン	d.B		20.5	21	21	21
フェージングのあるときの 限界レベルに対するマージン	"		18.5	19	19.5	19.5
特記事項						

表-7.4 (3) 回線設計表(大坪山系)

種別	局名		大坪山 台北	大坪山		池
	石門	山		石門	山	
	単位					
空中線電力	d.Bm		40	40	40	40
自由空間損失	d.B		100	70	70	97
付加損失	"		13	10	10	46
給電線損失	"		1.5	1	1	1
空中線利得(送)	"		2	8	8	8
"(受)	"		0	2	2	7
送受共用損失	"					
無給電中継	"					
受信電力	d.Bm		-72.5	-31	-31	-89
受信雑音電力	"		-99	-110	-110	-110
高周波 S/N C/N	d.B		26.5	79	21	21
S/N 改善係数	"		12	12	12	12
標準状態における S/N	"		38.5	40<	40<	33
フェージング損失	"		4	0.5	3	3
フェージングがあるときの各 区間	"		34.5	40<	30	30
総合 S/N	"					
限界レベル	d.Bm		-90	-101	-101	-101
限界レベルに対する フェージングマージン	d.B		17.5	70	12	12
フェージングのあるときの 限界レベルに対するマージン	"		13.5	31	9	9
特記事項						

表-7.4(4) 回線設計表(李 山系)

種 別	局 名 単 位	李嶽山	李嶽山	〃	〃	〃
		台北	玉峰	白石	石門	池端
空中線電力	dBm	37	40	40	40	40
自由空間損失	dB	101.5	82	93.5	92	90.5
付加損失	"	10	40	20	40	36.5
給電線損失	"	1.5	1	1	1	1
空中線利得(送)	"	2	8	8	8	8
"(受)	"	4	-6	-6	5	5
送受共用損失	"					
無機電中継	"					
受信電力	dBm	-70	-81	-72.5	-80	-75
受信雑音電力	"	-99	-110	-110	-110	-110
高周波 S/N C/N	dB	29	29	37.5	30	35
S/N 改善係数	"	12	12	12	12	12
標準状態における S/N	"	40<	40<	40<	40<	40<
フェージング損失	"	4.5	0.5	2	1.5	1.5
フェージングがあるときの各 区間 S/N	"	36.5	40<	40<	40<	40<
総合 S/N	"					
限界レベル	dBm	-90	-101	-101	-101	-101
限界レベルに対する フェージングマージン	dB	20	20	28.5	21	26
フェージングのあるときの 限界レベルに対するマージン	"	15.5	19.5	26.5	19.5	24.5
特 記 事 項						

第 8 章 洪水予警報施設の建設費と維持費

8.1 建設費

本施設の建設にかかる全体必要経費は総額 161,000,000 円と考えられる。

その内訳は機器収容施設費等 72,100,000 円、機器および据付調整費等 76,700,000 円、技術訓練および指導費 12,200,000 円である。

なお、第一期施行分と第二期施行分とに区分すると、第一期施行分 58,200,000 円、第二期施行分 102,800,000 円であって、その内訳は機器収容施設費等が第一期 9,800,000 円、第二期 62,300,000 円、機器および据付調整費等が第一期 40,500,000 円、第二期 36,200,000 円、技術訓練および指導費が第一期 7,900,000 円、第二期 4,300,000 円である。

以上の積算は、施設の設計、製作、運搬および据付調整等建設費の一切を含むもので、付録-8 および付録-9 に掲げた仕様書および設計図を十分満足することを条件としている。^{*}

なお、積算の詳細は表-8.1 に示すとおりであるが、機器の価格は建設省実績価格を参考にして積算した F.O.B 価格である。

また、据付調整費および後述する施設の維持費は若干割高となっているが、現地における技術者の養成がすめば、主任技術者その他若干技術者の派遣のみで建設および保守が可能になるので、経費は相当軽減されるであろう。

* ただし輸入税は含まれていない。

表-8.1 淡水河洪水予警報施設建設費内訳表

品名	規格	数量	単価	金額	摘要
1. 機器収容施設費等					
水位観測所		4ヶ所	1800000円	7200000円	内第1期 5,600,000円 内第2期 5,600,000円 屈尺、石門 新海大橋、獅子頭
局舎	A形	2棟	720000	1,440,000	内第1期 720,000 内第2期 720,000 太福山 本城山
局舎	B形	8棟	600000	4,800,000	内第1期 2,400,000 内第2期 2,400,000 福山、池端、五塔、石門 竹子崎、菅林、玉峰、白石
空中線柱	19基	19基	160000	3,040,000	内第1期 1,280,000 内第2期 1,760,000 太福山×2、福山、池端、屈尺、台北橋、五塔、石門 李城山×2、竹子崎、大豹、菅林、玉峰、白石、中山橋、中正橋、新海大橋、獅子頭
避雷設備	2基	2基	1800000	3,600,000	内第1期 1,800,000 内第2期 1,800,000 太福山 李城山
センサー庁舎	1000㎡	1棟		50000000	第2期 50000000
センサー鉄塔	高さ30m	1基		2000000	第2期 2000000
合計				72088000	内第1期 8800000 内第2期 62288000
2. 機器および据付調整費等					
機器	F.O.B	1式		5200000	内第1期 2760000 内第2期 2490000 内訳は表-8.2に示すとおり
付属品および予備品	"	"		830000	内第1期 560000 内第2期 270000 内訳は表-8.3に示すとおり
据付および調整費		"		1330000	内第1期 600000 内第2期 730000
陸上輸送費		"		60000	内第1期 30000 内第2期 30000
海上運賃・保険等		"		200000	内第1期 100000 内第2期 100000
合計				7670000	内第1期 4050000 内第2期 3620000
3. 技術訓練および指導費					
技術訓練費	旅費・日当・宿泊	1式		440000	内第1期 264000 内第2期 176000 (水文技師2人×2ヶ月 電気通信技師3人×3ヶ月)
技術指導費		"		790000	内第1期 526000 内第2期 264000 (水文技師1人×1年間 電気通信技師2人×1年間)
合計				1220000	内第1期 790000 内第2期 450000
4. 総計				16098000	内第1期 5820000 内第2期 10278000

表-8.2 機器内訳表

品名	規格	数量	単価	金額	内訳																	
					台北	台北橋	中山橋	中正橋	新北大橋	獅子頭	用尺	五塔	竹子湖	大豹	太橋山	昇林	福山	茅寮山	石門	玉峰	白石	池
空中線系	制 局	1	192千円	192																		
	中 局	2	293	586																		
	観 局	15	102	1,530																		
無線機		5	291	1,455																		
信号機局装置		1	4,815	4,815																		
タイプライター		1	647	647																		
制御卓		1	970	970																		
表示盤		1	5,870	5,870																		
信号装置	質量無線機送	2	733	1,466																		
	出風	13	694	9,022																		
信号+中継装置	(無線機は別記)	1	1,105	1,105																		
中継装置	()	1	687	687																		
雨量計測装置		11	219	2,409																		
雨量計録計		11	187	2,057																		
水位計測装置		8	38	304																		
水位記録計		8	489	3,912																		
電源装置	制 局	1	466	466																		
太陽電池	中 局	2	1,245	2,490																		
	観 局	15	518	7,770																		
蓄電池	中 局	2	410	820																		
	観 局	15	162	2,430																		
避雷防止器等		18	83	1,494																		
計				52,497																		
内第1期分				27,634																		

○印は第1期施行

表-8.3 付属品および予備品内訳表

品名	数量	単価	金額	内訳																				
				台北 ⑩	台北 ⑪	台北橋 ⑫	中山橋 ⑬	中正橋 ⑭	新成橋 ⑮	獅子頭 ⑯	屈尺 ⑰	五堵 ⑱	竹子湖 ⑲	大豹 ⑳	水滸山 ㉑	坪林 ㉒	福山 ㉓	竹林 ㉔	石門 ㉕	石門 ㉖	玉峰 ㉗	白石 ㉘	池邊 ㉙	大坪山 ㉚
回路図、取扱説明書、試験成績表 保守用工具、接統器、コード類 ヒューズランプ類、記録紙 予備品収容箱等		千円	千円																					
制御局用	1	136	136																					
中継局用	2	110	220																					
観測局用	15	64	960			64		64																
予備無線機	2	291	582																					
予備シート	1	840	840																					
中継局用	1	420	420																					
観測局用	5	140	700			140																		
回路計	18	21	378																					
終端形電力計	18	28	504																					
通端形電力計	1	135	135																					
無線用試験器	1	550	550																					
シンクロスコープ	1	932	932																					
周波数カウンタ	1	497	497																					
テレメータ・チェッカ	1	504	504																					
携帯用発動発電機	3	76	228																					
卓上形電子計算機	1	700	700																					
計			8,286	4,710	255	255	113	113	113	113	113	113	113	655	113	655	113	255	255	526	253	113	113	113
内第1期分			5,462	3,794	255									655		655		253	253	(235)	113		113	255

○印は第1期施行

8.2 維持費

本施設の年間維持費はほゞ表-8.4に示すとおりと推定される。

表-8.4 洪水予警報施設の年間維持費

品名	数量	金額	摘要
交通費	一式	400,000円	年間12回の毎月点検用交通費
部品, 消耗品費	一式	180,000	年間1局別当り10,000円
定期点検費	一式	2,220,000	年間1回の毎年点検費用 (製作工場より技術者2名を1ヶ月派遣するものとして)
合計		2,800,000円	

8.3 洪水予警報施設の保守

本施設の保守は、機器を常に最良の状態に保ちその機能を最高度に発揮させるためにつぎの基準に基づいて行なう必要がある。

A. 定期点検

毎日点検：監視制御局から各観測局を呼び出し、各局、各機器の動作状態の点検を行なう。

毎月点検：監視制御局、無線中継局および各観測局の電源装置、テレメータ装置、無線装置、空中線系等の点検を行なう。

たゞし、洪水期の前後には、各部レベルおよびS/N比の測定を行なう。また長期にわたり雨が降るか、降るおそれのある期間については、半月毎に点検を行なわねばならない。

毎年点検：年1回、十分熟練せる技術者により全局の各機器における各部点検と調整を行なう。

B. 点検後の処理

点検の結果、測定値が基準を外れるときは、調整または修理により基準値に補正するものとし、点検の内容等については点検簿に記録しておくものとする。

参考のために、点検簿の1例を巻末付録-13に示しておく。

付 録 - 1

淡水河の洪水予警報について

中 間 報 告

1971年6月12日

日 本 政 府 調 査 団

ま え が き

この中間報告は、日本政府調査団のうち、水文学分野を担当する4名が現地調査を終え帰国するに先立って、彼等のこの時までには明きらかにし得た事項について、取り敢えず報告すべく提出したものである。

この内容は、電気通信部門担当者の意見によって、あるいは日本国内における今後の検討によって、変更され得るものであることを付記しておきたい。

なお、最終報告書は、1971年12月末までに提出される。

1. 洪水予警報の目的

淡水河水系の洪水においては、基隆川下流部、淡水河左岸の三重市の区域が浸水をみることが多く、さらに洪水によっては、基隆川上流部、大漢溪と新店溪の合流点付近が氾濫する。

それゆえ、洪水予警報の目的は、これらの氾濫の有無、さらに氾濫が予想される場合においてはその時期および氾濫の程度を一般住民に周知させるところにおくべきである。

この目的を達成するため、台北橋の水位を基準として上記各地域の氾らんの程度を予想し、予警報を発するものとする。

2. 予報の方式

予報の方式はつぎの各項による。

1) 方針

上流部と氾らんの影響を受ける下流部とを分離して計算を行なう。

上流部に対しては貯留関数を用いるものとし、下流部に対しては河口潮位の変動を考慮に入れ、さらに氾らんの影響を加味した水理学的な方法によるものとする。

2) 流域の分割

流域はつぎのように分割する。

上流部

大漢溪	{	石門水庫上流
		石門水庫下流～新海大橋間

新店溪 中正橋上流

基隆河 中山橋上流

下流部

上記3河川の下流部から河口にいたる区間

3) 洪水流出の計算

洪水流出の計算は上記の分割流域毎につきのように行なう。

(i) 石門水庫上流

貯留関数によって上流域の降雨量よりダムへの流入量を求める。

(ii) 石門水庫下流～新海大橋間

石門水庫よりの放流量を河道内流下による変形を考慮して、下流域の降雨量から貯留関数を用いて求めた下流域における流出量に加え合わせることで、新海大橋地点における流量を求める。

(iii) 新店溪流域

中正橋地点における流量を上流域における降雨量から貯留関数を用いて計算する。

(iv) 基隆河流域

中山橋地点における流量を、上流域における降雨量から貯留関数を用いて計算する。

(v) 淡水河下流域

新海大橋、中山橋および中正橋地点における流量および河口潮位とから、獅子頭における水位を求め、獅子頭の水位と上記3地点の水位および台北橋地点の水位との相関を検討して、これらの地点の水位および洪水氾らん区域および浸水深を計算する。

3. 洪水予警報のための施設

洪水予警報のための施設はつぎの各項により設置するものとする。

1) 方針

洪水予警報実施上必要とされる施設は、必要最小限度のものを早急に設置し、引続いて完全なものとする方針のもとに、2期に分けて計画するものとする。

2) 観測所の設置位置

観測所の設置位置は図-1(省略)に示すとおりとする。*

3) 通信方式

観測所からの資料の伝達は60MHz帯の電波を利用するテレメータ方式によるが、当分の間既設施設のある観測所についてはそれを利用するものとする。

なお、石門ダム～洪水予警報センタ間の通信は在来施設によるものとする。

4) 洪水予警報センタ

洪水予警報センタは台北市内に設けるものとし、近い将来において高速度デジタル電子計算機の使用を可能とするよう考慮しておくものとする。

* 雨量計：白石，玉峯，池端，石門，大約，小寮，桶後，坪林，五堵，台北，鞍部 以上11ヶ所
水位計：屈尺，五堵，石門，中正橋，中山橋，新海大橋，台北橋，獅子頭，以上8箇所

付 録 - 2

淡水河の洪水予警報について
(雨量・水位テレメータ・システム)

中 間 報 告

1971年6月30日

日 本 政 府 調 査 団

ま え が き

この中間報告は、さきに報告された日本政府調査団の水文学専門家による中間報告にもとずき、テレメータ通信系統について、電気通信担当者3名が実地に現場を調査した上、帰国時迄に明らかにされた事項について、とりあえず報告すべく提出したものである。

今後の検討如何によって、内容が変更されることもあり得るものである。

なお、最終報告はさきの水文学専門家による中間報告にあるとおり、1971年12月末までにまとめて提出される。

1. テレメータ・システム設置の目的

淡水河水系における洪水によっておこる氾濫を一刻も早く予知し、その時期および氾濫の程度を一般住民に周知させるべく、各流域の雨量、水位のデータを迅速かつ正確に台北に集め、洪水解析ができるようにする。

2. テレメータ・システムの概要

(1) 既設のシステム

現在使用されているデータ収集のルートは、別図-1(省略)のとおりである*。

(2) 新しく計画したテレメータ・システム

水文学専門家により指摘された雨量、水位観測所の夫々のデータを、最も安定に伝送すべく考えられた回線系統は、別図-2(省略)のとおりである**。

(3) 計画するに当って特に考慮すべき点は、下記のとおりである。(一般技術的条件以外 特に環境について)

1. 設置後の保守が、容易であること。
2. 雷対策を充分にすること。
3. 特に高温、多湿に耐えること。
4. 強風に耐えること。

3. 雨量・水位観測テレメータの方式

(1) 新しく計画したテレメータの方式は、別紙-3のとおりである。

(2) この方式を採用する理由

1. 雑音その他による外部的影響をうけにくいこと。
2. 随時呼出しができること。
3. 必要に応じて、電話もできること。

* 本報告書第3章図-3.7を参照されたい。

** 本報告書第7章図-7.3を参照されたい。

ただし観測地点の変更によって、回線系統に若干の変更がなされている。

4. 日本における実績が、すでに10年以上あり、安定していること
5. 出岳地帯の伝播にも適していること

4. 設備の概要

計画した設備の概要は別図-4(省略)のとおりである。*

* 本報告書第7章図-7.3を参照されたい。

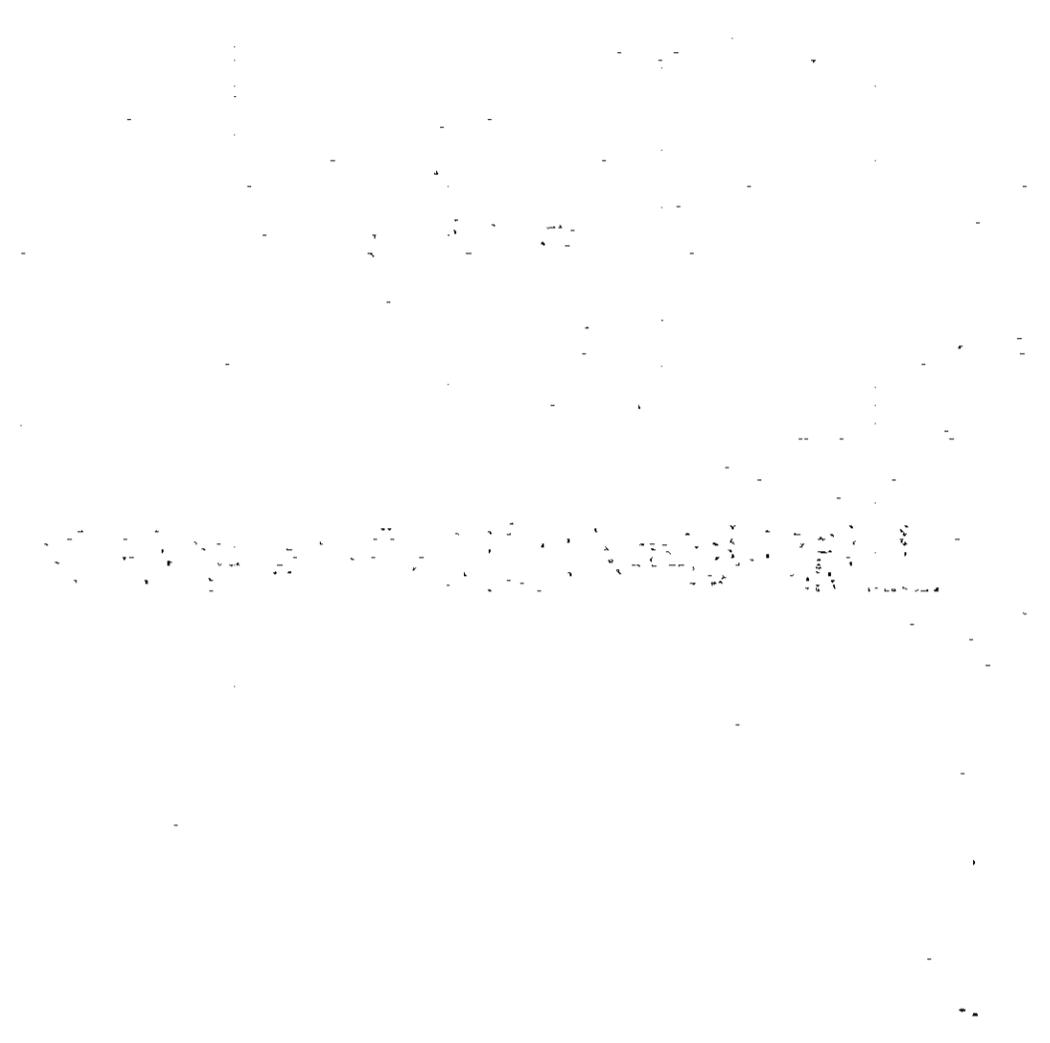
別紙-3

1. 周波数は60Mc~150Mc 帯の使用が有効である。(都市雑音、山岳伝播を考慮するため)
2. 電源は常時浮動充電方式とする。(購入電源又は太陽電池により、停電又は日照率を考慮して、長期の使用に耐えること。)
3. 空中線電力は10Wまでとし、中継所は現用、予備機切替方式、観測所は互換性のあるパネル予備交換方式とする。
4. 観測方式は、定時観測(12, 3, 1時間毎および30, 15, 10分毎のうち任意の1を選択する4段階)の外、必要時には親局の呼出しにより観測のできる随時観測ができること。
5. 保守には親局と観測局、親局又は観測局と中継局相互間の通話が可能でなければならない。
6. 記録は電動タイプライターによる頁作表方式とし、表示盤(グラフィック・パネル)への表示も可能であること。
7. データの安定な伝送を確保するため、副搬送波FS方式とし、演算機構との接続を容易にするため、2進化10進符号とする。
8. 外周条件について特に考慮しなければならない点は
 - (1) 湿度対策として、伝送機器は密ぺい形とする。
 - (2) 高温対策として、伝送機器は屋内設置とし、全固体化とする。
 - (3) 雷対策として、局舎の設置は地形を考慮すると共に、避雷針、避雷器、接地に万全を期すこと。

付 録 - 3

上流域洪水流出計算系統図

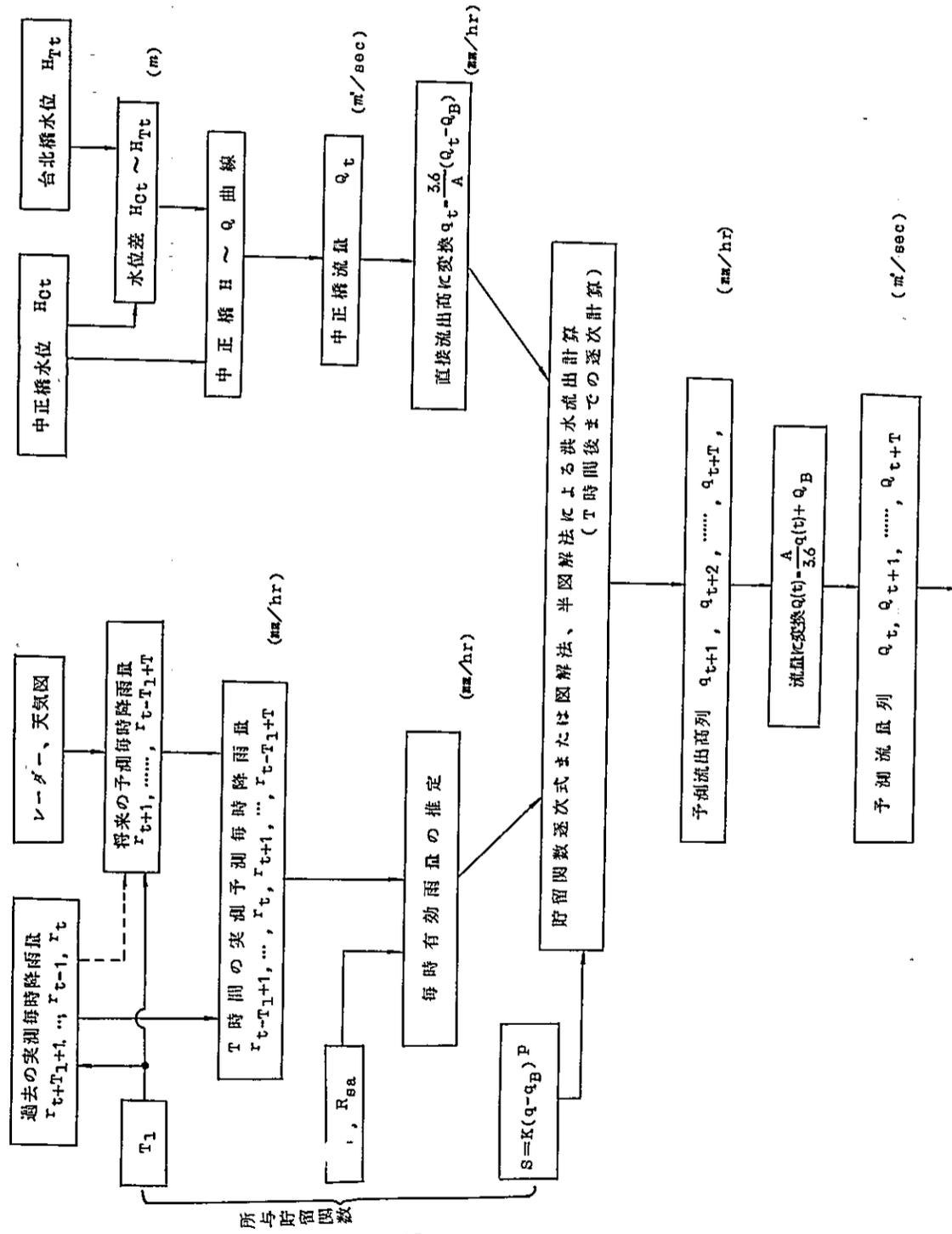
1. 新店溪 中正橋
2. 大漢溪 新海大橋
3. 基隆河 中山橋



1. The iris is the colored part of the eye.
 2. The pupil is the opening in the center of the iris.
 3. The lens is a biconvex structure that focuses light onto the retina.
 4. The retina is the light-sensitive layer at the back of the eye.

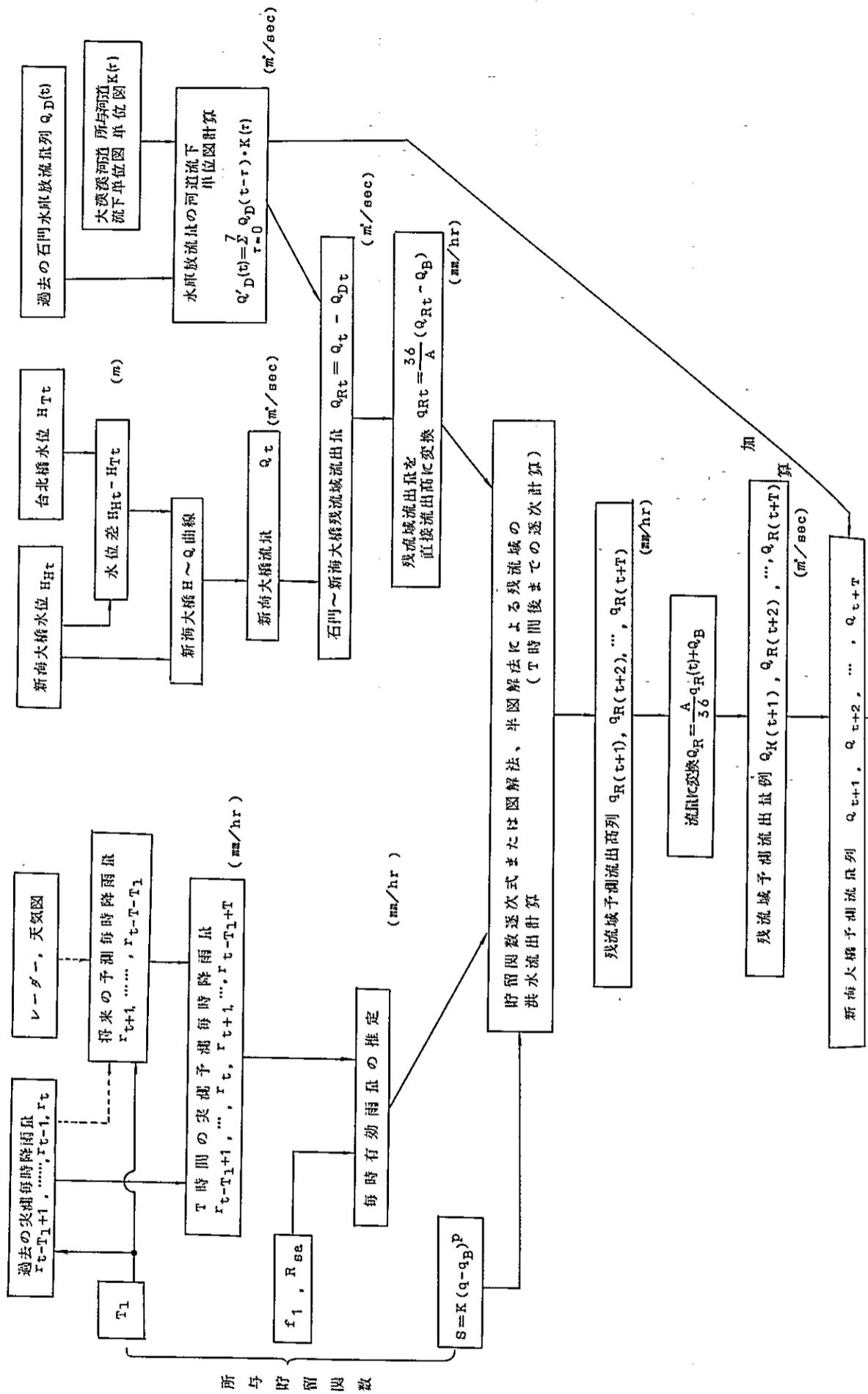
付録-3 (1)

新店溪・中山橋洪水予測系統図 (時刻 t において T 時間後まで予測する場合)



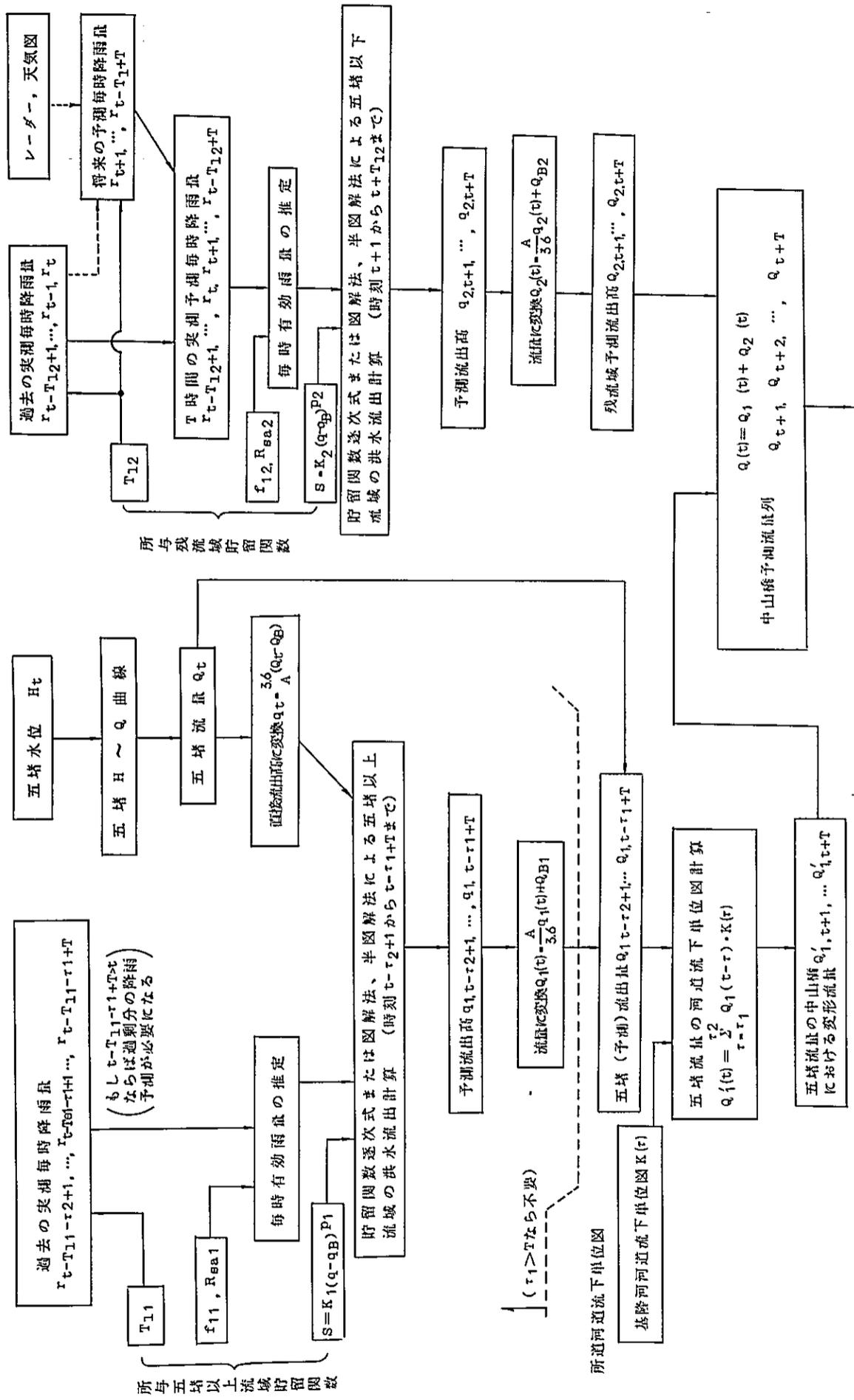
付録-3(2)

大漢溪・新海大橋洪水予測系統図



付録一(3)

基隆河・中山橋洪水予測系統図



付 録 - 4

下流湛水量計算数表および計算図

- 付表 - 1 獅子頭水位と台北盆地湛水量との関係
- 付表 - 2 台北盆地湛水量と獅子頭水位との関係
- 付図 - 1 台北盆地湛水量と獅子頭水位との関係
- 付図 - 2 湛水池流出量計算図
- 付図 - 3 中山橋水位計算図
- 付図 - 4 堤防および地盤高の縦断形

付録一4付表1 獅子頭水位と台北盆地潜水量との関係

水位：台湾基準水面上
水位： 10^3 m³

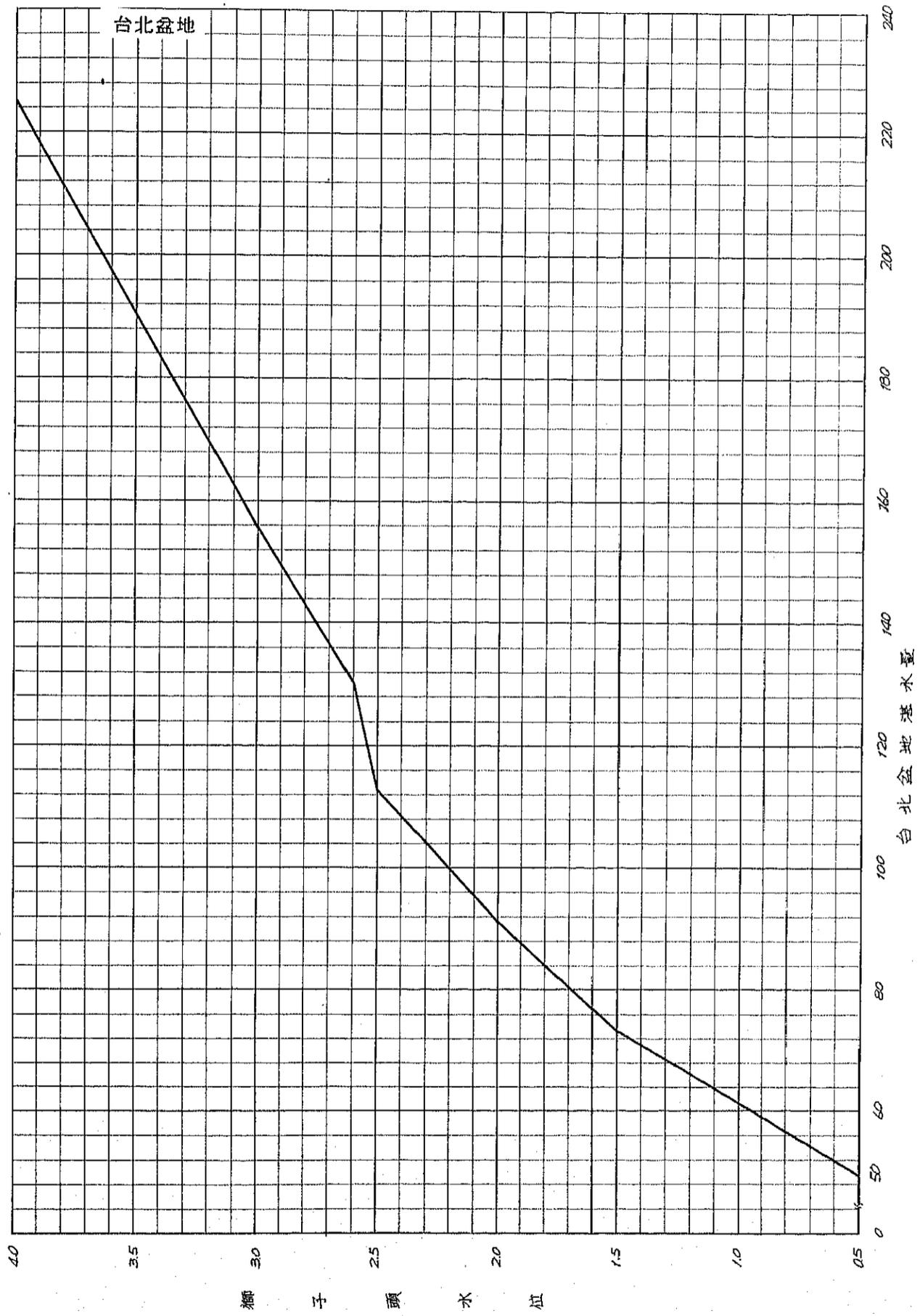
水位	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	38030	38260	38500	38750	38970	39200	39430	39670	39900	40140
0.10	40370	40610	40800	41070	41310	41540	41780	42010	42250	42480
0.20	42950	43290	43520	43760	43990	44230	44460	44700	44930	45160
0.30	47400	47630	47870	48180	48340	48530	48800	49040	49270	49510
0.40	49740	49980	50210	50440	50680	50910	51150	51380	51610	51850
0.50	52080	52320	52550	52790	53020	53250	53480	53720	53950	54190
0.60	54430	54660	54890	55130	55360	55600	55830	56070	56300	56530
0.70	56770	57000	57240	57470	57710	57940	58170	58410	58640	58880
0.80	59110	59340	59580	59810	60050	60280	60520	60750	60980	61220
0.90	61450	61690	61920	62160	62390	62620	62860	63090	63330	63560
1.00	63800	64030	64260	64500	64730	64970	65200	65440	65670	65900
1.10	66140	66370	66610	66840	67070	67310	67540	67780	68010	68250
1.20	68480	68710	68950	69180	69420	69650	69890	70120	70350	70590
1.30	70820	71060	71290	71530	71760	71990	72230	72460	72700	72930
1.40	73160	73400	73640	73880	74120	74350	74590	74830	75070	75300
1.50	75640	75880	76120	76360	76600	76840	77080	77320	77560	77800
1.60	78080	78320	78560	78800	79040	79280	79520	79760	80000	80240
1.70	80320	80560	80800	81040	81280	81520	81760	82000	82240	82480
1.80	82900	83140	83380	83620	83860	84100	84340	84580	84820	85060
1.90	85480	85720	85960	86200	86440	86680	86920	87160	87400	87640
2.00	91050	91290	91530	91770	92010	92250	92490	92730	92970	93210
2.10	93450	93690	93930	94170	94410	94650	94890	95130	95370	95610
2.20	95850	96090	96330	96570	96810	97050	97290	97530	97770	98010
2.30	104200	104440	104680	104920	105160	105400	105640	105880	106120	106360
2.40	108580	108820	109060	109300	109540	109780	110020	110260	110500	110740
2.50	112960	113200	113440	113680	113920	114160	114400	114640	114880	115120
2.60	130170	130410	130650	130890	131130	131370	131610	131850	132090	132330
2.70	136580	136820	137060	137300	137540	137780	138020	138260	138500	138740
2.80	142590	142830	143070	143310	143550	143790	144030	144270	144510	144750
2.90	148800	149040	149280	149520	149760	149990	150230	150470	150710	150950
3.00	155010	155250	155490	155730	155970	156210	156450	156690	156930	157170
3.10	162040	162280	162520	162760	163000	163240	163480	163720	163960	164200
3.20	169060	169300	169540	169780	170020	170260	170500	170740	170980	171220
3.30	176080	176320	176560	176800	177040	177280	177520	177760	178000	178240
3.40	183100	183340	183580	183820	184060	184300	184540	184780	185020	185260
3.50	190120	190360	190600	190840	191080	191320	191560	191800	192040	192280
3.60	197150	197390	197630	197870	198110	198350	198590	198830	199070	199310
3.70	204170	204410	204650	204890	205130	205370	205610	205850	206090	206330
3.80	211190	211430	211670	211910	212150	212390	212630	212870	213110	213350
3.90	218210	218450	218690	218930	219170	219410	219650	219890	220130	220370
4.00	225230	225470	225710	225950	226190	226430	226670	226910	227150	227390
4.10	232260	232500	232740	232980	233220	233460	233700	233940	234180	234420
4.20	239280	239520	239760	239990	240230	240470	240710	240950	241190	241430
4.30	246300	246540	246780	247020	247260	247500	247740	247980	248220	248460
4.40	253320	253560	253800	254040	254280	254520	254760	255000	255240	255480
4.50	260340	260580	260820	261060	261300	261540	261780	262020	262260	262500
4.60	267360	267600	267840	268080	268320	268560	268800	269040	269280	269520
4.70	274380	274620	274860	275100	275340	275580	275820	276060	276300	276540
4.80	281400	281640	281880	282120	282360	282600	282840	283080	283320	283560
4.90	288420	288660	288900	289140	289380	289620	289860	290100	290340	290580

港水量：10⁵m³
水位：台湾基準水面上

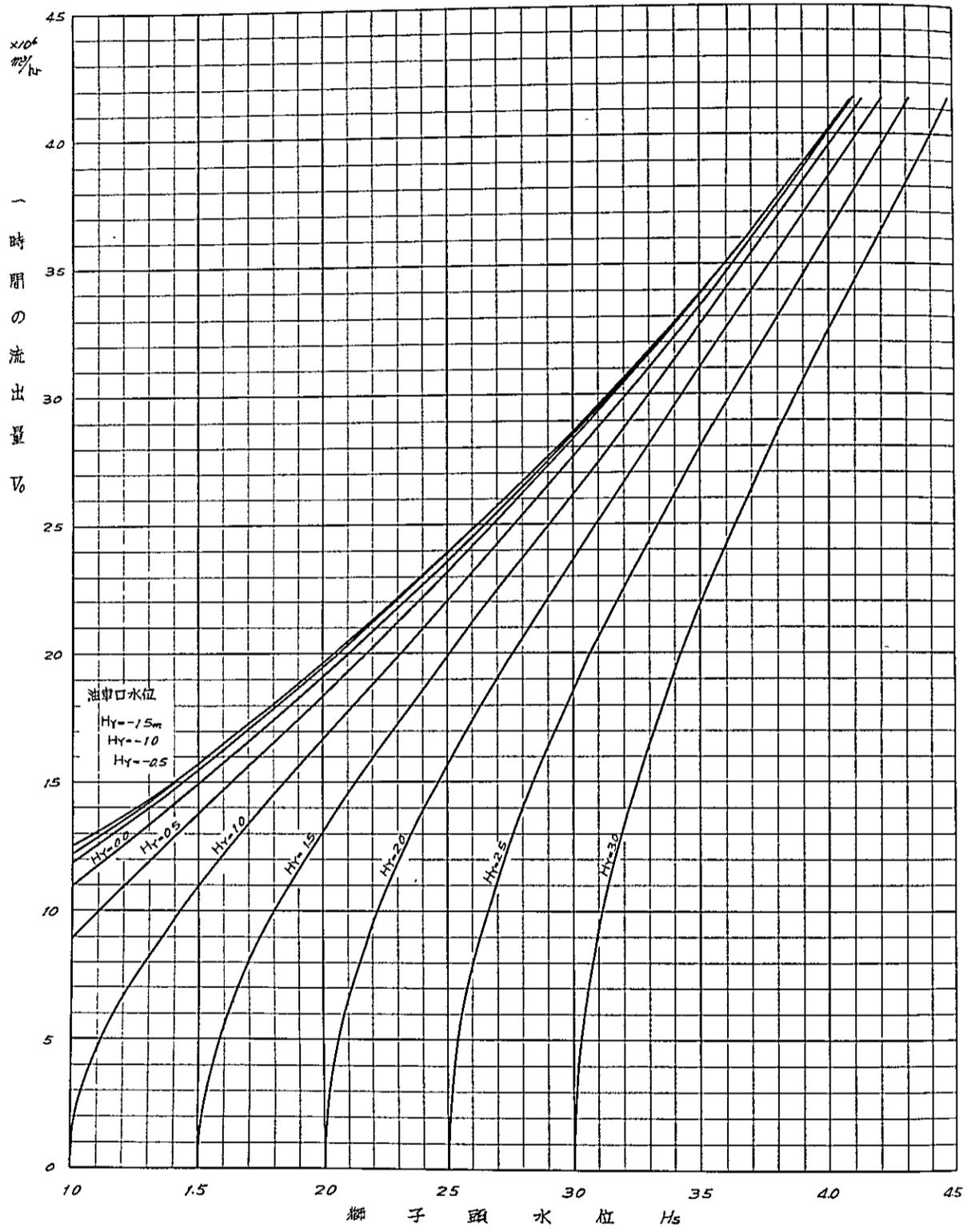
付録-4付表2 台北盆地港水量と獅子頭水位との関係

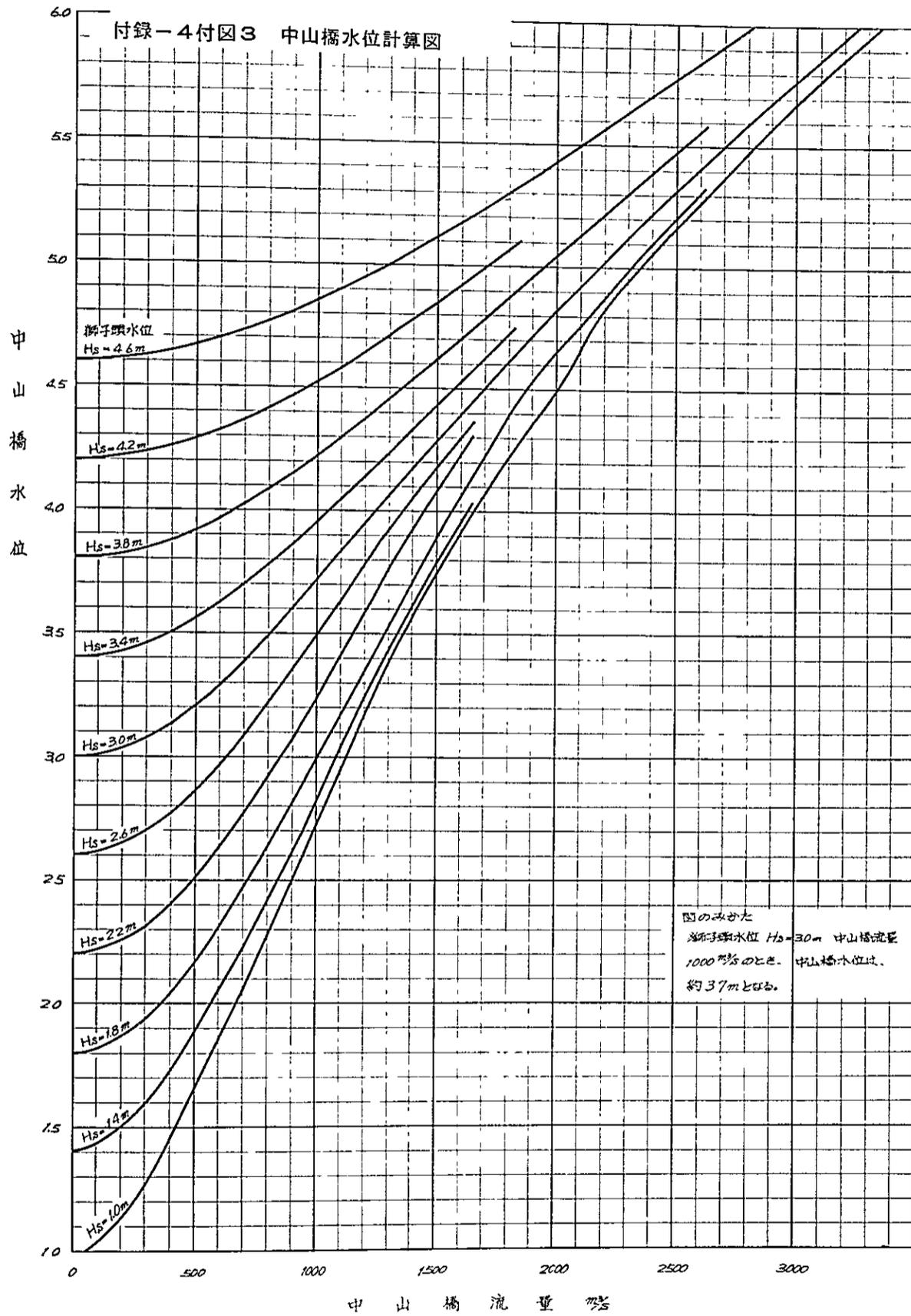
水量	0	500000.0	1000000.0	1500000.0	2000000.0	2500000.0	3000000.0	3500000.0	4000000.0	4500000.0
300000000.0	-0.54	-0.32	-0.09	-0.28	-0.26	-0.24	-0.21	-0.19	-0.17	-0.15
350000000.0	-0.13	-0.11	-0.07	-0.07	-0.04	-0.02	-0.00	0.02	0.04	0.06
400000000.0	0.08	0.11	0.15	0.15	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.28
450000000.0	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.43	0.45	0.47	0.49
500000000.0	0.51	0.53	0.55	0.57	0.60	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70
550000000.0	0.72	0.75	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.90	0.92
600000000.0	0.94	0.96	0.98	1.00	1.02	1.04	1.07	1.09	1.11	1.13
650000000.0	1.15	1.17	1.19	1.22	1.24	1.26	1.28	1.30	1.32	1.34
700000000.0	1.36	1.39	1.41	1.43	1.45	1.47	1.49	1.51	1.52	1.54
750000000.0	1.55	1.57	1.58	1.59	1.61	1.62	1.64	1.65	1.66	1.68
800000000.0	1.69	1.70	1.72	1.73	1.75	1.76	1.77	1.79	1.80	1.82
850000000.0	1.85	1.84	1.86	1.87	1.89	1.90	1.91	1.93	1.94	1.96
900000000.0	1.97	1.98	1.98	1.98	2.02	2.03	2.03	2.06	2.07	2.08
950000000.0	2.09	2.10	2.11	2.12	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	2.19
1000000000.0	2.20	2.22	2.23	2.24	2.25	2.26	2.28	2.28	2.30	2.31
1050000000.0	2.32	2.33	2.34	2.35	2.36	2.38	2.39	2.40	2.41	2.42
1100000000.0	2.43	2.44	2.46	2.47	2.48	2.49	2.50	2.50	2.54	2.51
1150000000.0	2.51	2.51	2.52	2.52	2.52	2.53	2.53	2.53	2.54	2.54
1200000000.0	2.54	2.54	2.55	2.55	2.55	2.56	2.56	2.56	2.56	2.57
1250000000.0	2.57	2.57	2.58	2.58	2.58	2.58	2.59	2.59	2.59	2.60
1300000000.0	2.60	2.61	2.61	2.62	2.63	2.64	2.65	2.65	2.66	2.67
1350000000.0	2.68	2.69	2.77	2.78	2.79	2.80	2.81	2.81	2.82	2.85
1400000000.0	2.73	2.85	2.85	2.86	2.87	2.88	2.89	2.90	2.90	2.91
1450000000.0	2.84	2.93	2.94	2.94	2.95	2.96	2.97	2.98	2.98	2.99
1500000000.0	3.00	3.01	3.01	3.02	3.03	3.04	3.04	3.05	3.06	3.06
1550000000.0	3.07	3.08	3.09	3.09	3.10	3.11	3.11	3.12	3.12	3.14
1600000000.0	3.14	3.15	3.16	3.16	3.17	3.18	3.18	3.19	3.20	3.21
1650000000.0	3.21	3.22	3.23	3.23	3.24	3.25	3.26	3.26	3.27	3.28
1700000000.0	3.28	3.29	3.30	3.31	3.31	3.32	3.33	3.33	3.34	3.35
1800000000.0	3.36	3.36	3.37	3.38	3.38	3.39	3.40	3.41	3.41	3.42
1850000000.0	3.43	3.45	3.44	3.45	3.46	3.46	3.47	3.48	3.48	3.49
1900000000.0	3.50	3.51	3.51	3.52	3.53	3.53	3.54	3.55	3.56	3.56
1950000000.0	3.57	3.58	3.58	3.59	3.60	3.60	3.61	3.62	3.63	3.63
2000000000.0	3.64	3.65	3.65	3.66	3.67	3.68	3.68	3.69	3.70	3.70
2050000000.0	3.71	3.72	3.73	3.73	3.74	3.75	3.75	3.76	3.77	3.78
2100000000.0	3.78	3.79	3.80	3.80	3.81	3.82	3.83	3.84	3.84	3.85
2150000000.0	3.85	3.86	3.87	3.88	3.88	3.89	3.90	3.91	3.91	3.92
2200000000.0	3.93	3.93	3.94	3.95	3.95	3.96	3.97	3.98	3.98	3.99
2250000000.0	4.00	4.00	4.01	4.02	4.03	4.03	4.04	4.05	4.05	4.06
2300000000.0	4.07	4.07	4.08	4.09	4.10	4.10	4.11	4.12	4.12	4.13
2350000000.0	4.14	4.15	4.15	4.16	4.17	4.17	4.18	4.19	4.20	4.20
2400000000.0	4.21	4.22	4.22	4.23	4.24	4.25	4.25	4.26	4.27	4.27
2450000000.0	4.28	4.29	4.30	4.30	4.31	4.32	4.32	4.33	4.34	4.35
2500000000.0	4.35	4.36	4.37	4.37	4.38	4.39	4.40	4.40	4.41	4.42
2550000000.0	4.42	4.43	4.44	4.45	4.45	4.46	4.47	4.47	4.48	4.49
2600000000.0	4.50	4.50	4.51	4.52	4.52	4.53	4.54	4.54	4.55	4.56
2650000000.0	4.57	4.57	4.58	4.59	4.59	4.60	4.61	4.62	4.62	4.63
2700000000.0	4.64	4.64	4.65	4.66	4.67	4.67	4.68	4.69	4.69	4.70
2750000000.0	4.71	4.72	4.72	4.73	4.74	4.74	4.75	4.76	4.77	4.77
2800000000.0	4.78	4.79	4.79	4.80	4.81	4.82	4.82	4.83	4.84	4.84
2850000000.0	4.85	4.86	4.87	4.87	4.88	4.89	4.89	4.90	4.91	4.92
2900000000.0	4.92	4.93	4.94	4.94	4.95	4.96	4.96	4.97	4.98	4.99
2950000000.0	4.99	5.00	5.01	5.01	5.02	5.03	5.04	5.04	5.05	5.06
3000000000.0	5.06	5.07	5.08	5.09	5.09	5.10	5.11	5.11	5.12	5.13

付録-4 付図1 湛水量と獅子頭水位との関係

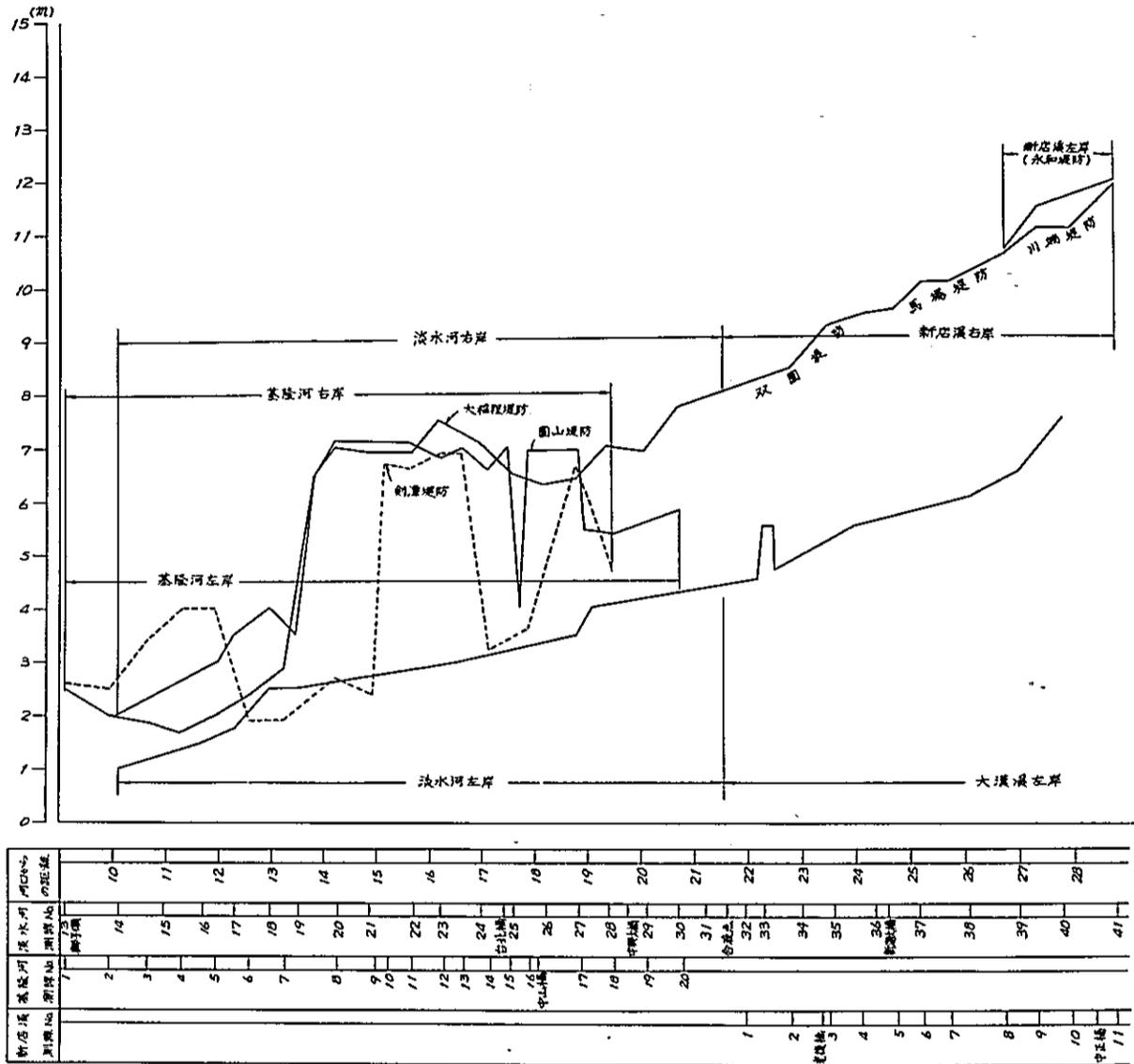


付録一 4 付図 2 湛水池流出量計算図





付録-4付図4 堤防および地盤高の縦断面



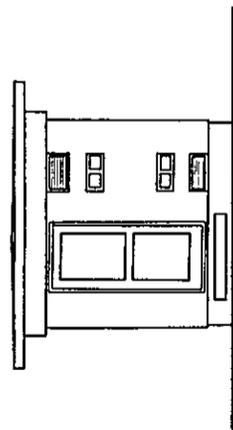
付 録 - 5

機器収容施設等参考図

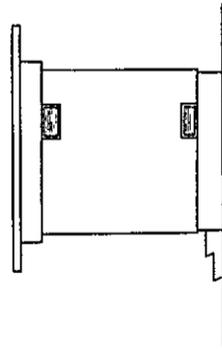
1. 中継局用局舎
2. 観測局用局舎
3. 水位観測局用井筒
4. 中継局および観測局用空中線柱
5. 監視局用空中線柱
6. 中継局用避雷設備
7. 参考写真

付録-5 1 中継局

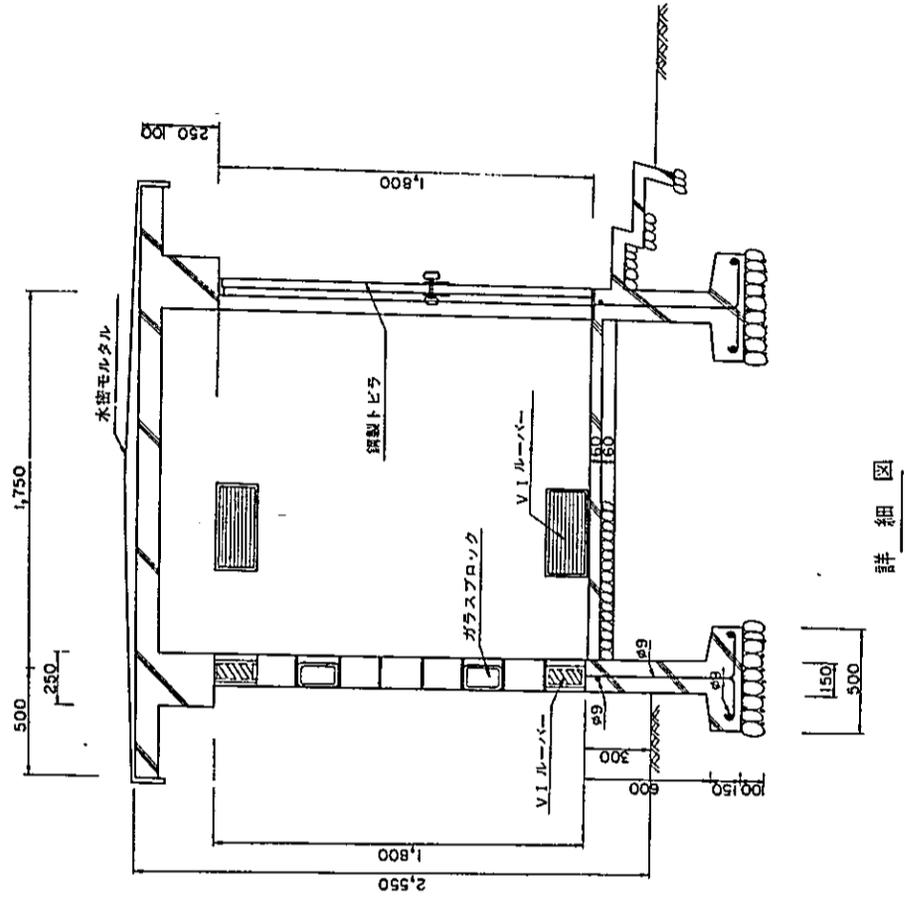
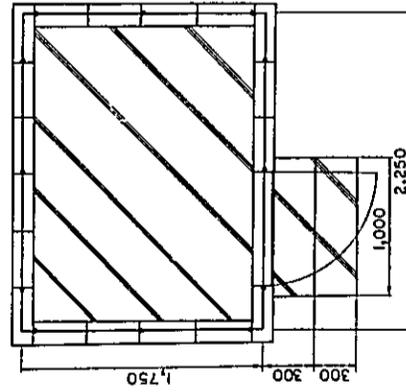
正面図



側面図



平面図

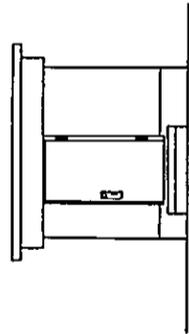


詳細図

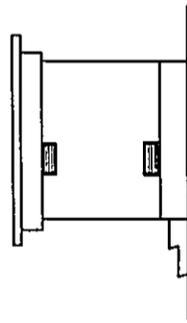
単位 mm

付録-5 2 観測局

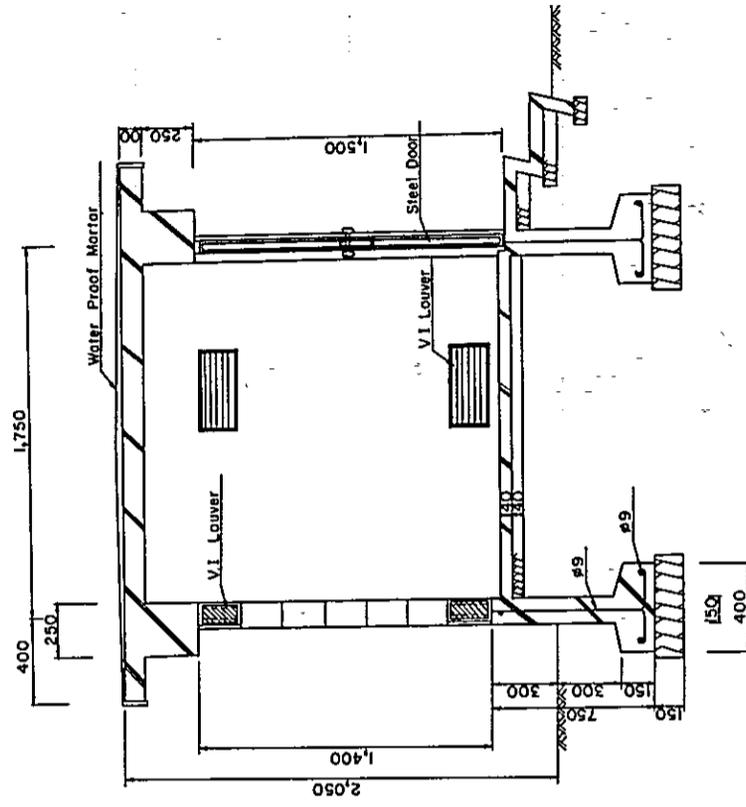
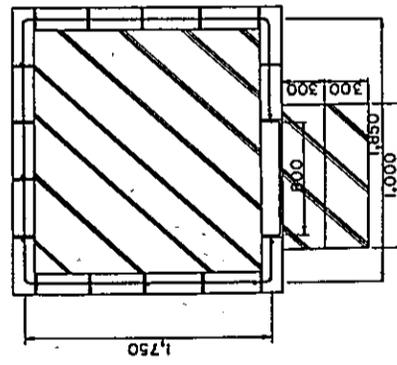
正面図



EL 側面図 (SIDE)



平面図

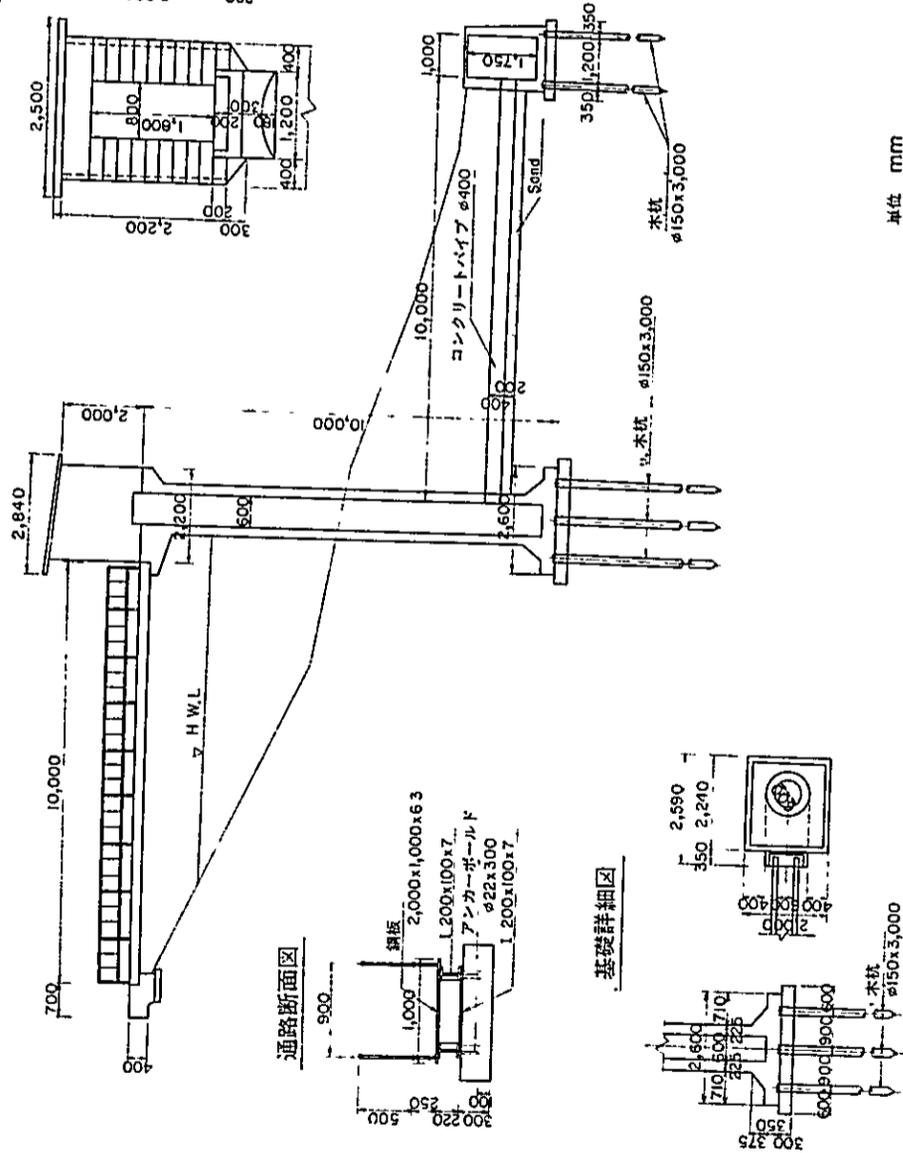


詳細図

単位: mm

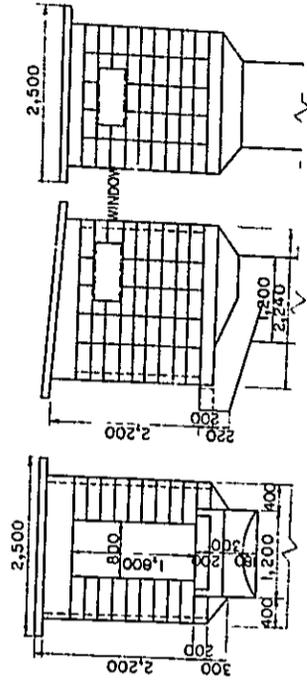
付録一5 3 水位観測所

一般測面図

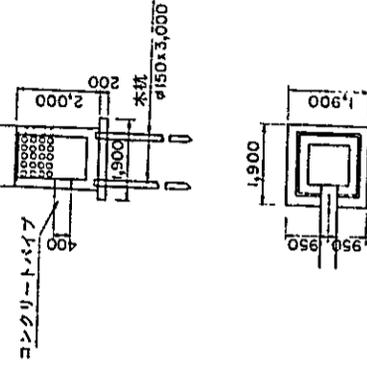


単位 mm

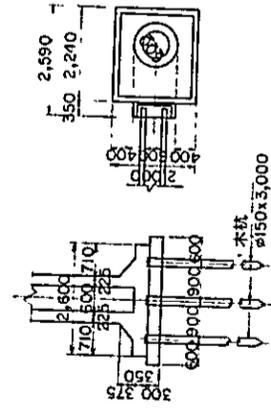
観測舎



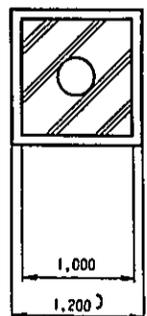
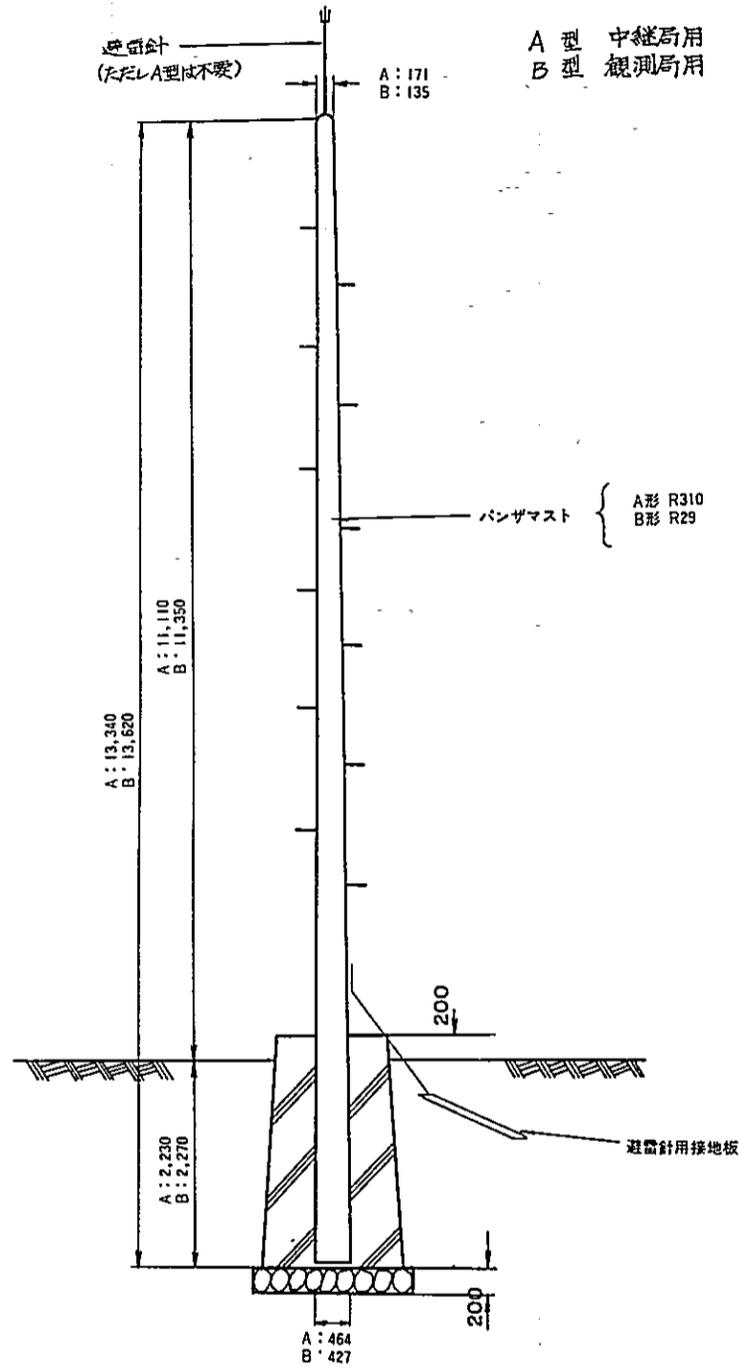
コンクリートボックス



基礎詳細図

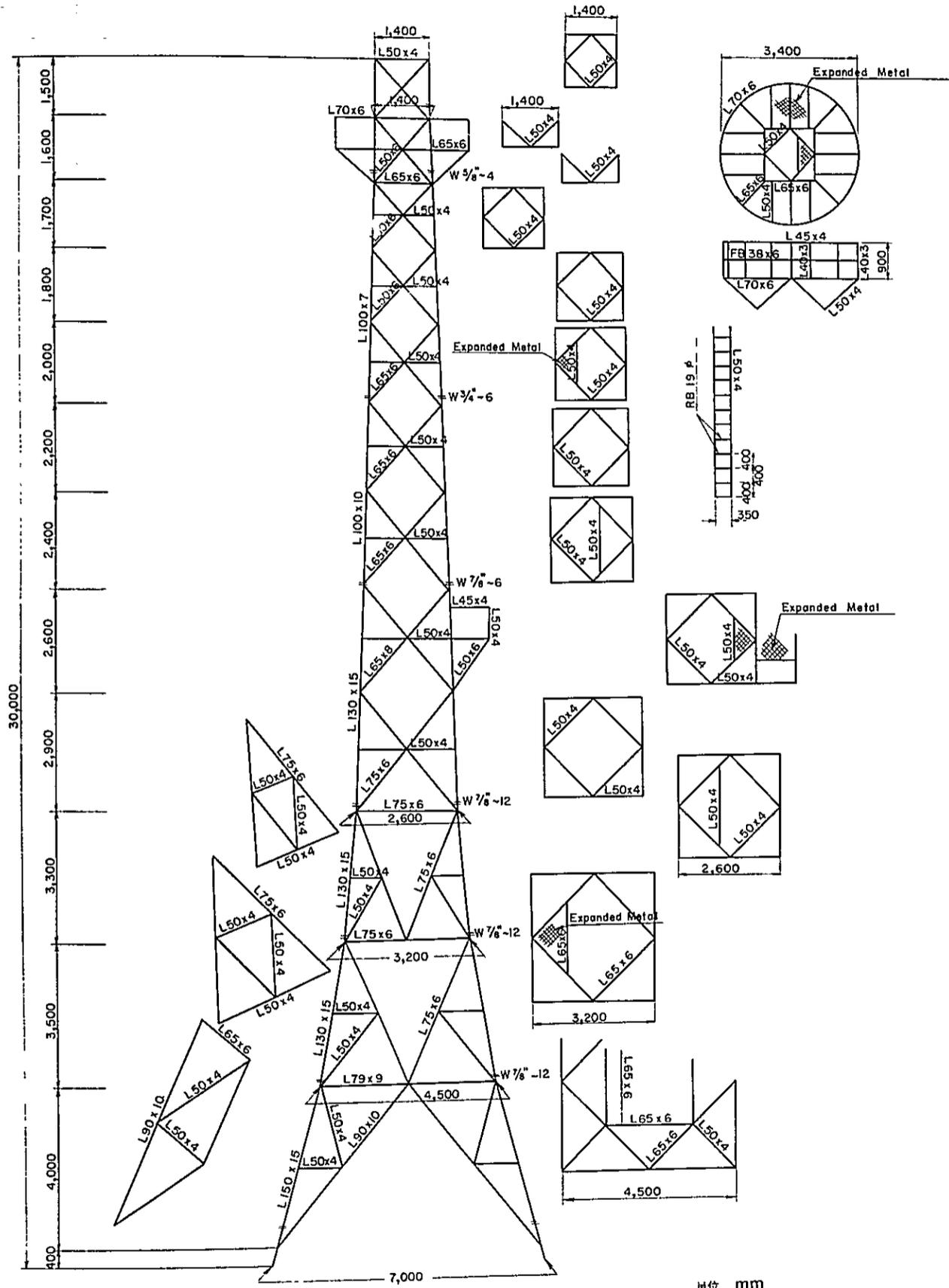


付録-5 4 空中線柱

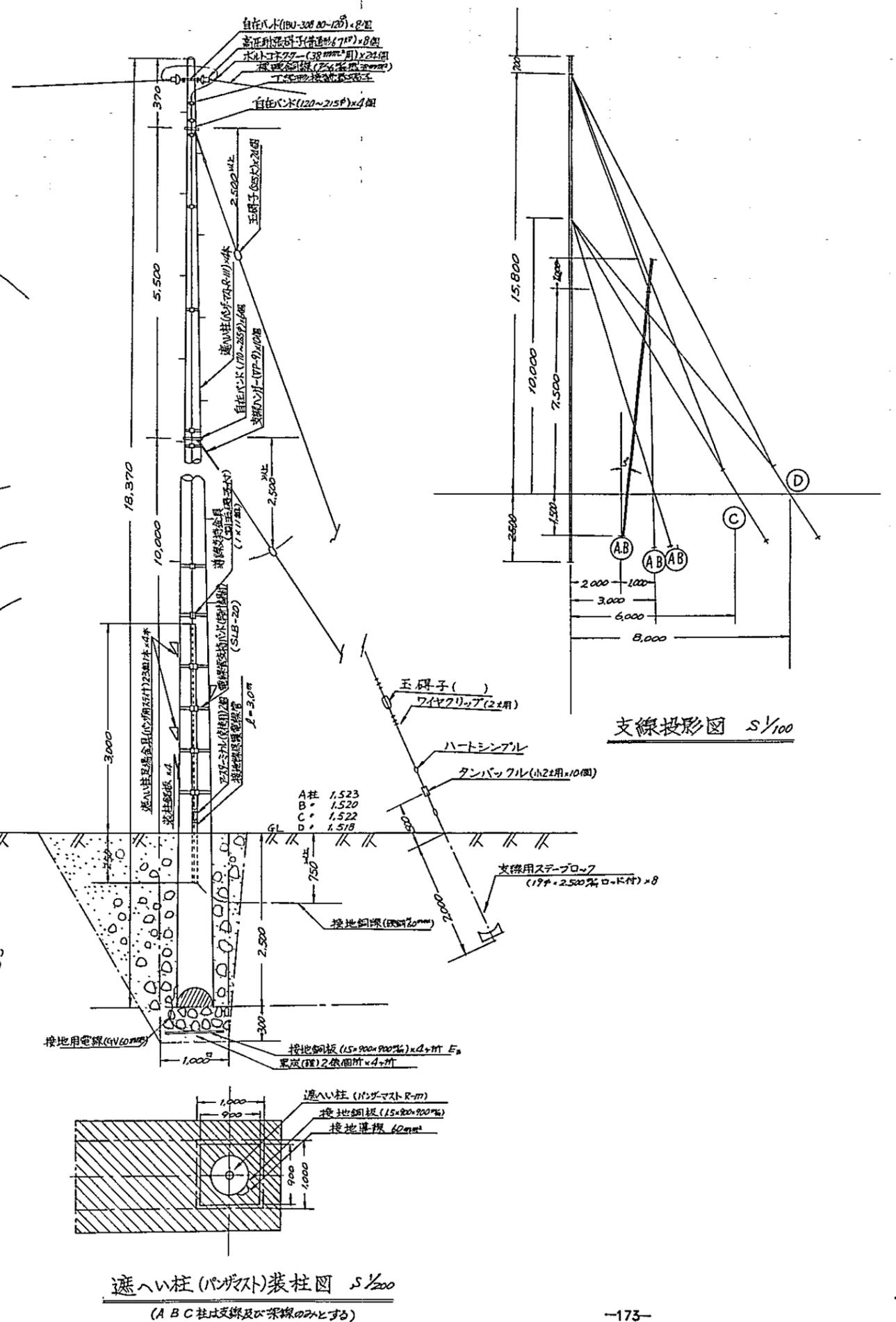
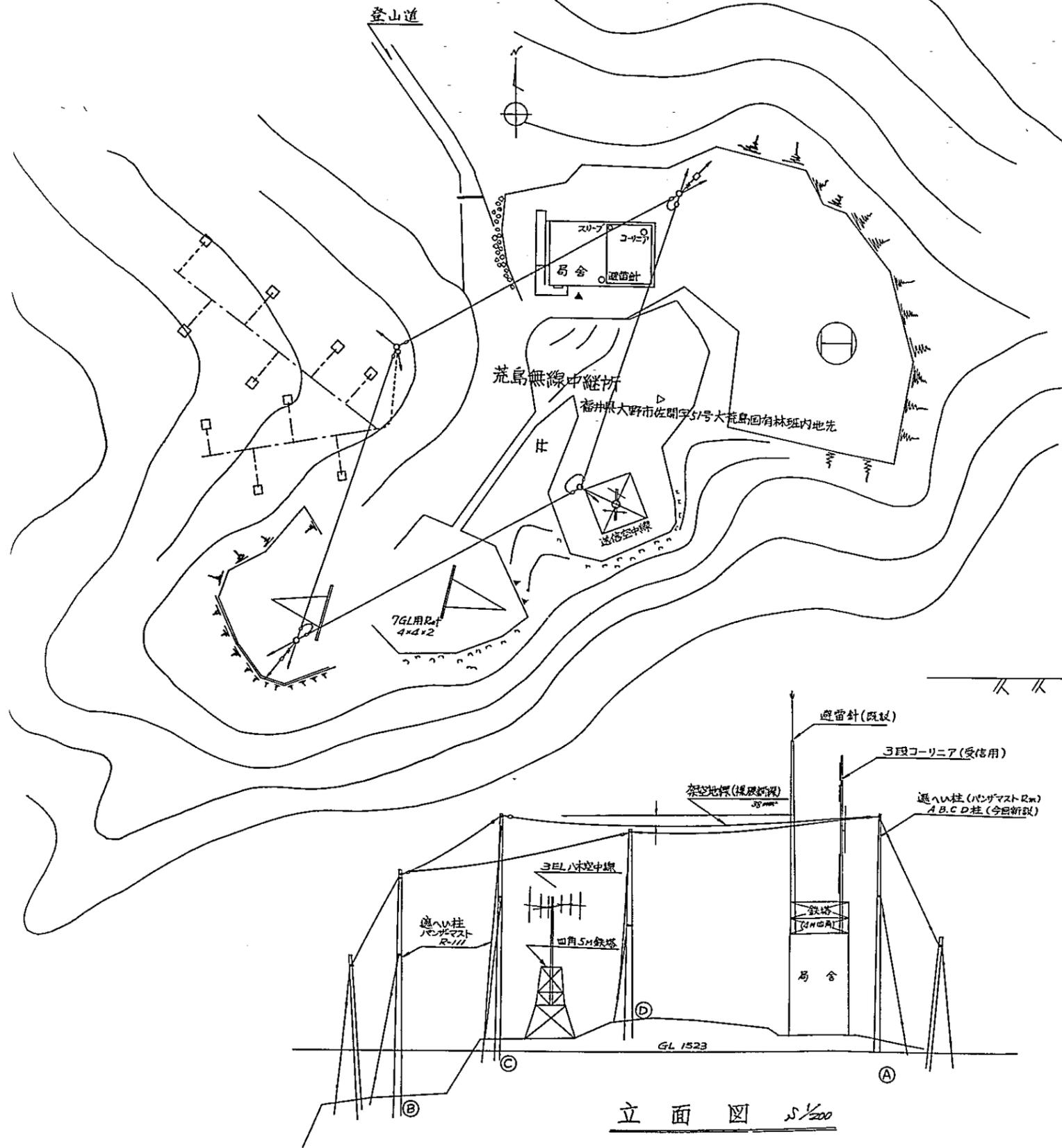


単位 mm

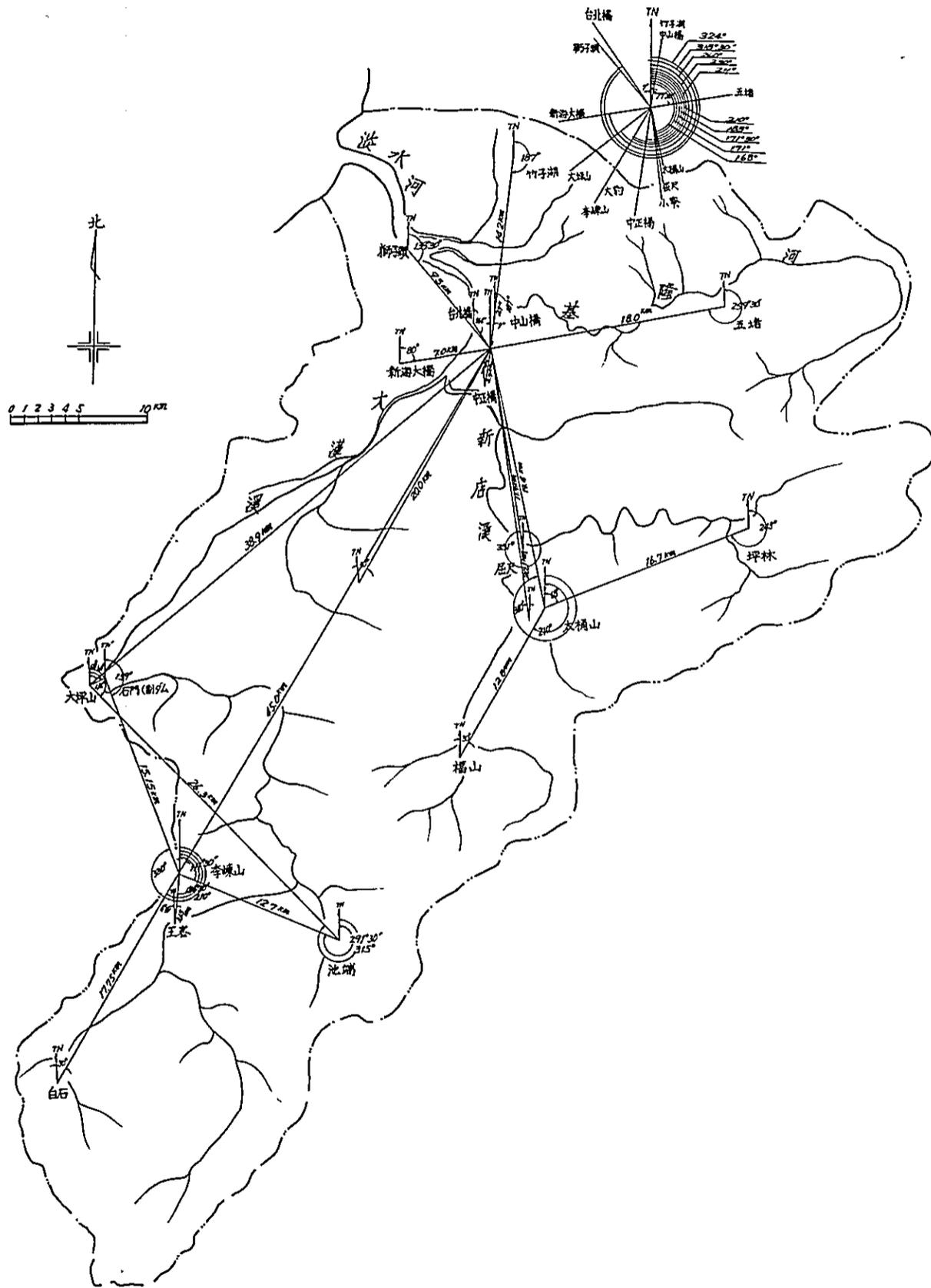
付録-5 5 監視局



単位 mm



付録-6 無線回線系統圖



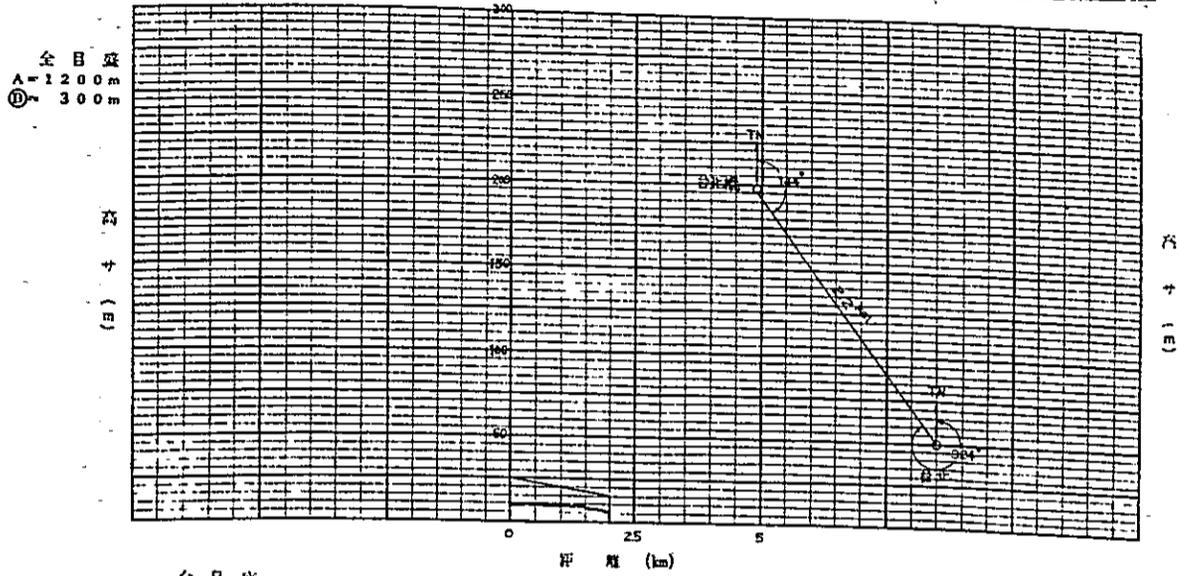
付録-7

見透図

股

見透圖 (k=1/5)

使用目盛 B



全目盛
A = 1200 m
① = 300 m

高
度
(m)

高
度
(m)

个目盛
A = 40 km
① = 20 km

台北	
標高	8 m
空中線地上高	17 m
E	121° 30' 49"
N	25° 02' 52"

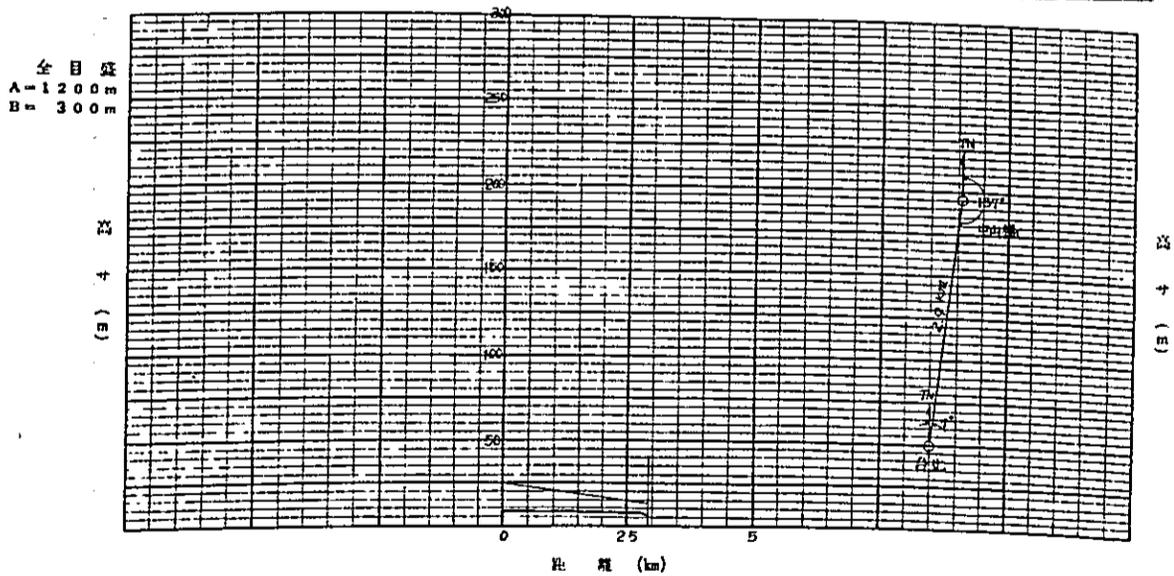
距離 (km)

台北橋	
標高	5 m
空中線地上高	10 m
E	121° 30' 17"
N	25° 03' 49"

股

見透圖 (k=1/5)

使用目盛 B



全目盛
A = 1200 m
B = 300 m

高
度
(m)

高
度
(m)

个目盛
A = 40 km
① = 20 km

台北	
標高	8 m
空中線地上高	17 m
E	121° 30' 49"
N	25° 02' 52"

距離 (km)

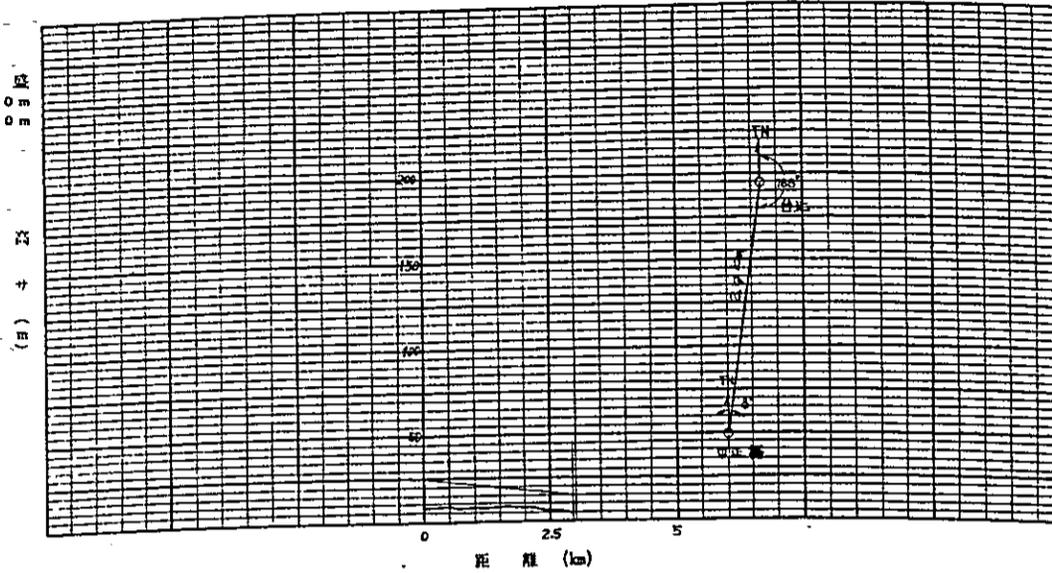
中山橋	
標高	5 m
空中線地上高	10 m
E	121° 31' 01"
N	25° 04' 21"

殿

見透圖 (k=1/2)

使用目盛 B

全目盛
A=1200m
B=300m



全目盛
A=40km
B=20km

台北	
標高	8 m
空中線地上高	17 m
E	121° 30' 49"
N	25° 02' 52"

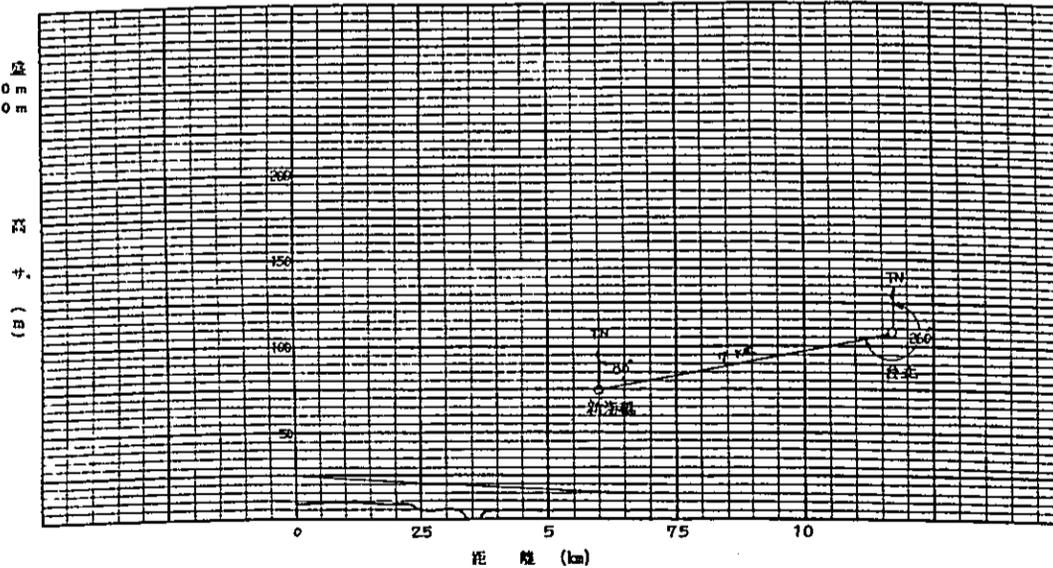
中正橋	
標高	5 m
空中線地上高	10 m
E	121° 30' 35"
N	25° 01' 17"

殿

見透圖 (k=1/2)

使用目盛 B

全目盛
A=1200m
B=300m



全目盛
A=40km
B=20km

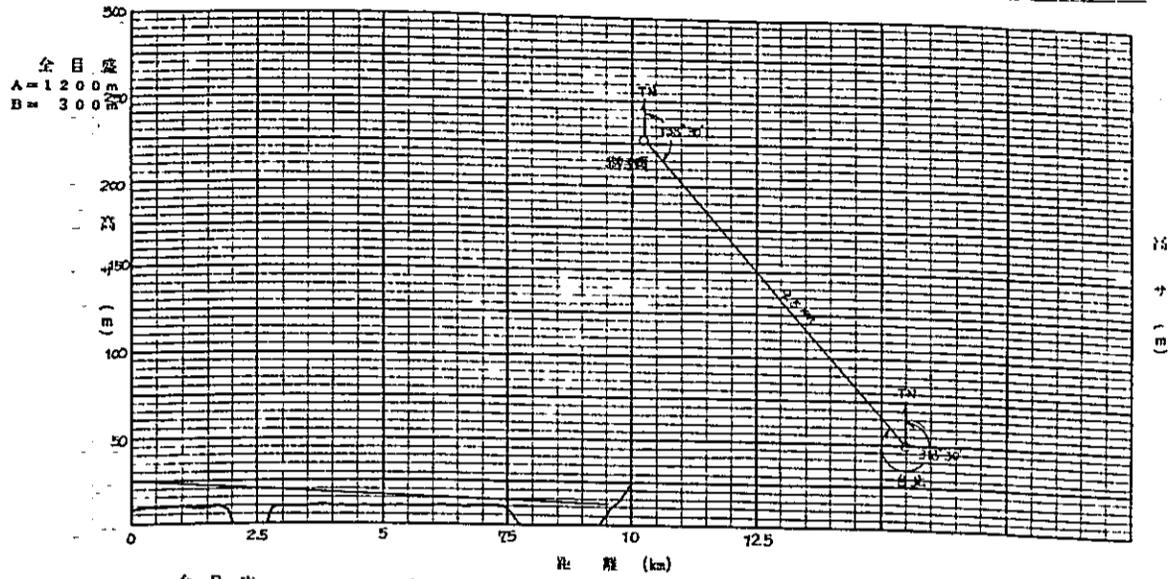
台北	
標高	8 m
空中線地上高	17 m
E	121° 30' 49"
N	25° 02' 52"

新海橋	
標高	5 m
空中線地上高	10 m
E	121° 26' 40"
N	25° 02' 07"

殿

見透図 (k=1/2)

使用目盛 B



全目盛
A = 1200 m
B = 300 m

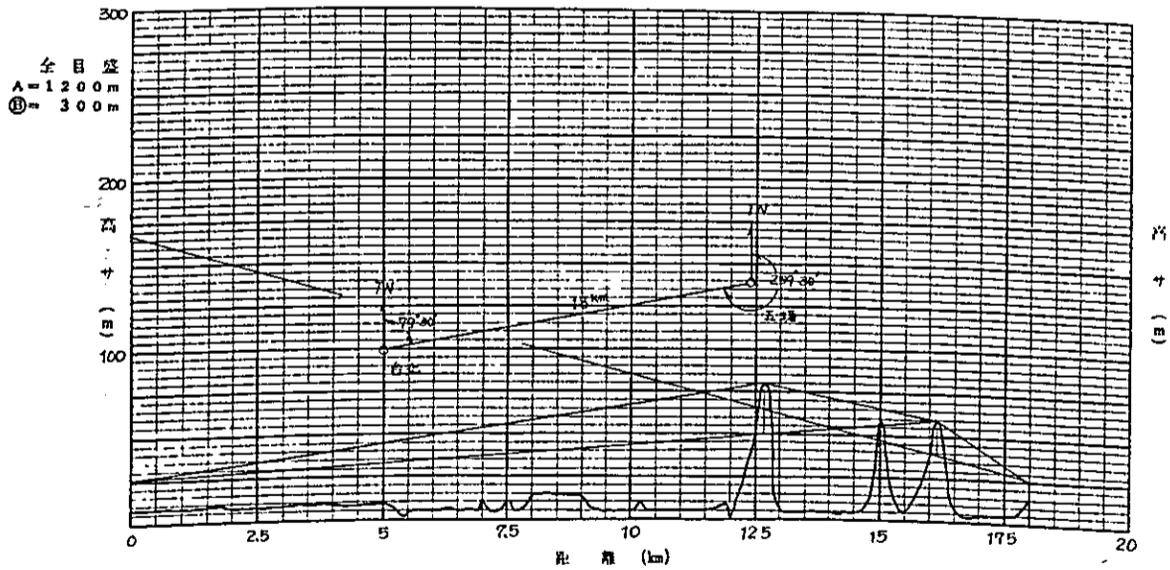
个目盛
A = 40 km
B = 20 km

台北		獅子頭
標高	8 m	標高 5 m
空中線地上高	17 m	空中線地上高 10 m
E	121° 30' 49"	E 121° 26' 59"
N	25° 02' 52"	N 25° 06' 47"

殿

見透図 (k=1/2)

使用目盛 B



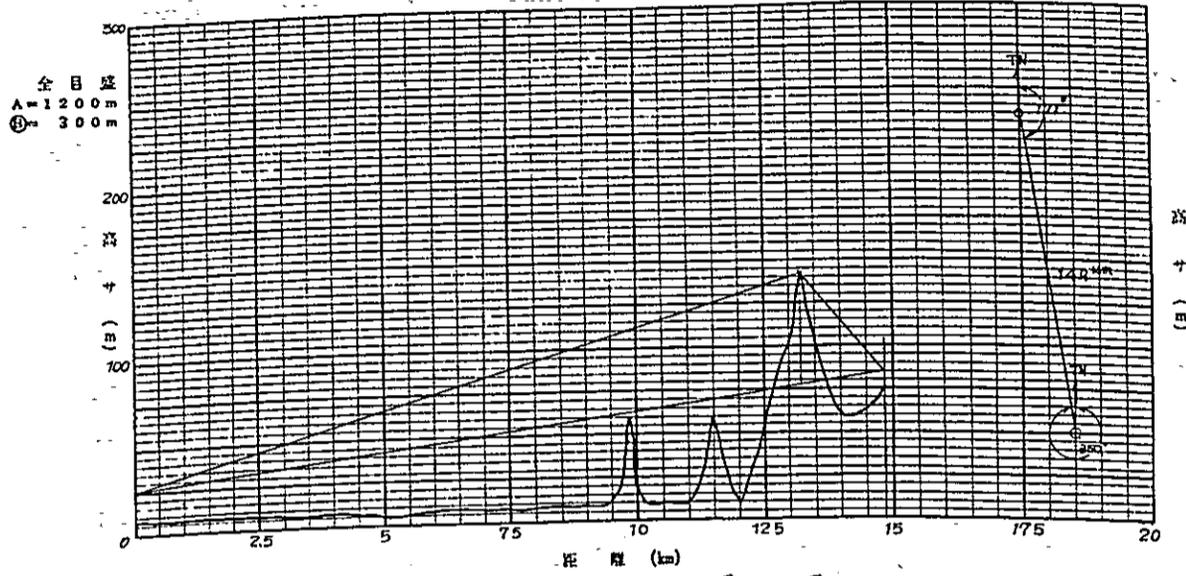
全目盛
A = 1200 m
B = 300 m

个目盛
A = 40 km
B = 20 km

台北		五堵
標高	8 m	標高 16 m
空中線地上高	17 m	空中線地上高 10 m
E	121° 31'	E 121° 41' 19"
N	25° 02'	N 24° 04' 51"

殿 見 透 図 (k=1/3)

使用目盛 B



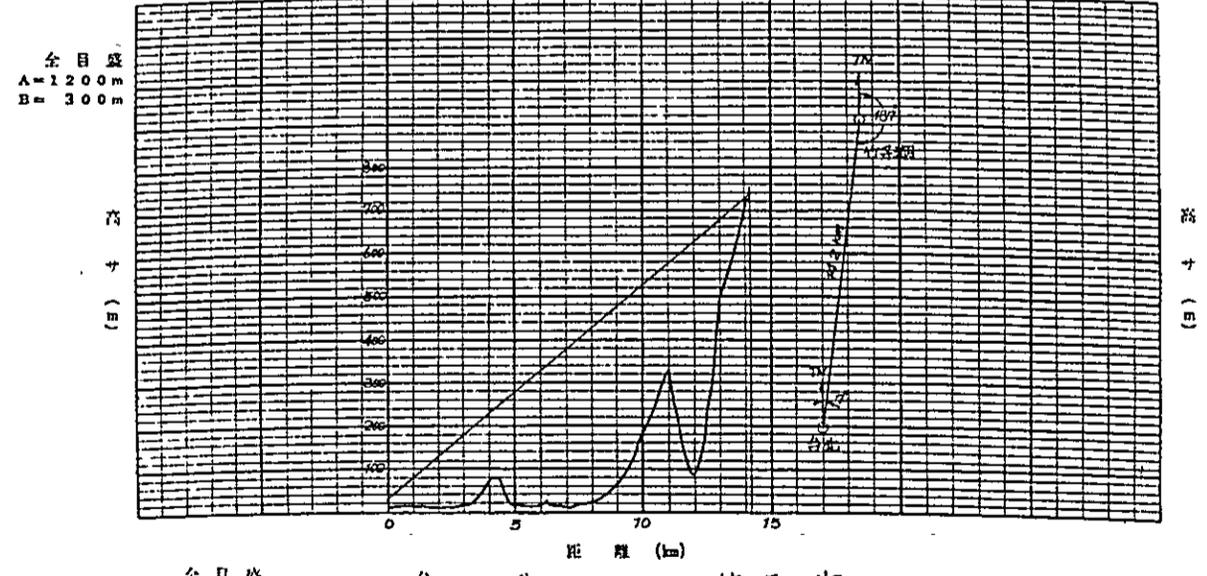
全目盛
A=1200m
B=3000m

全目盛
A=40km
B=20km

台北	屈尺
標高 8 m	標高 7.5 m
空中線地上高 17 m	空中線地上高 10 m
E 121° 31'	E 121° 32' 22"
N 25° 02'	N 24° 55' 09"

殿 見 透 図 (k=1/3)

使用目盛 A



全目盛
A=1200m
B=3000m

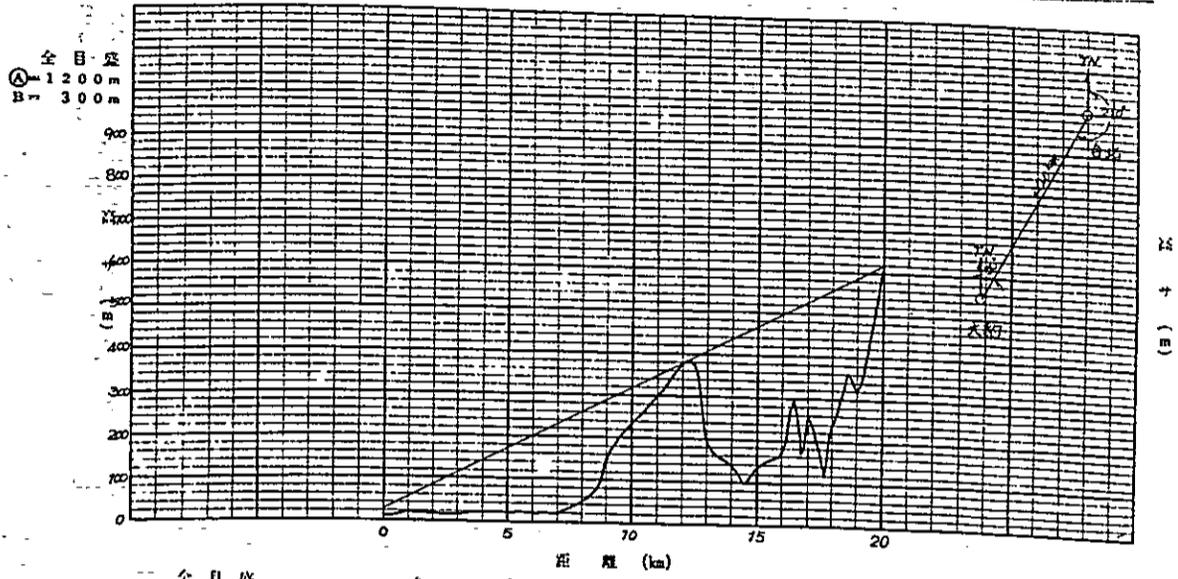
全目盛
A=40km
B=20km

台北	竹子湖
標高 8 m	標高 717 m
空中線地上高 17 m	空中線地上高 10 m
E 121° 30' 49"	E 121° 31' 42"
N 25° 02' 52"	N 25° 14' 21"

股

見透圖 (k=1/6)

使用目盛 A



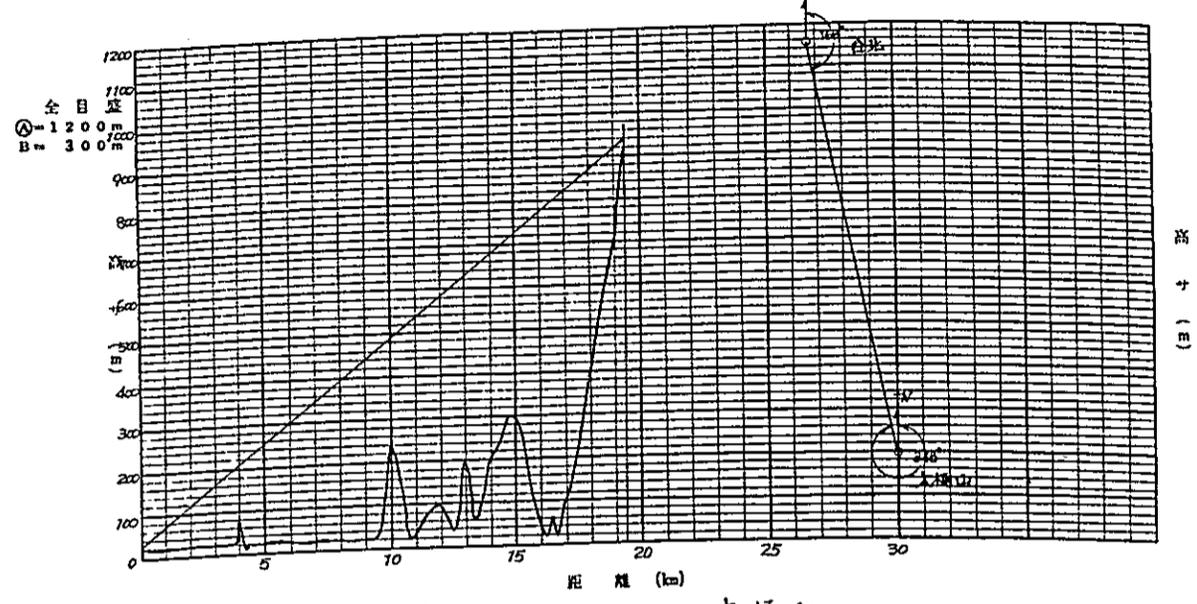
全目盛
 A = 1200 m
 B = 300 m

个目盛
 A = 40 km
 B = 20 km

台北	大約
標高 8 m	標高 600 m
空中線地上高 17 m	空中線地上高 m
距離 (km) 20.0 km	
E 121° 24' 59"	
N 24° 56' 01"	

殿 見透図 (k=1/3)

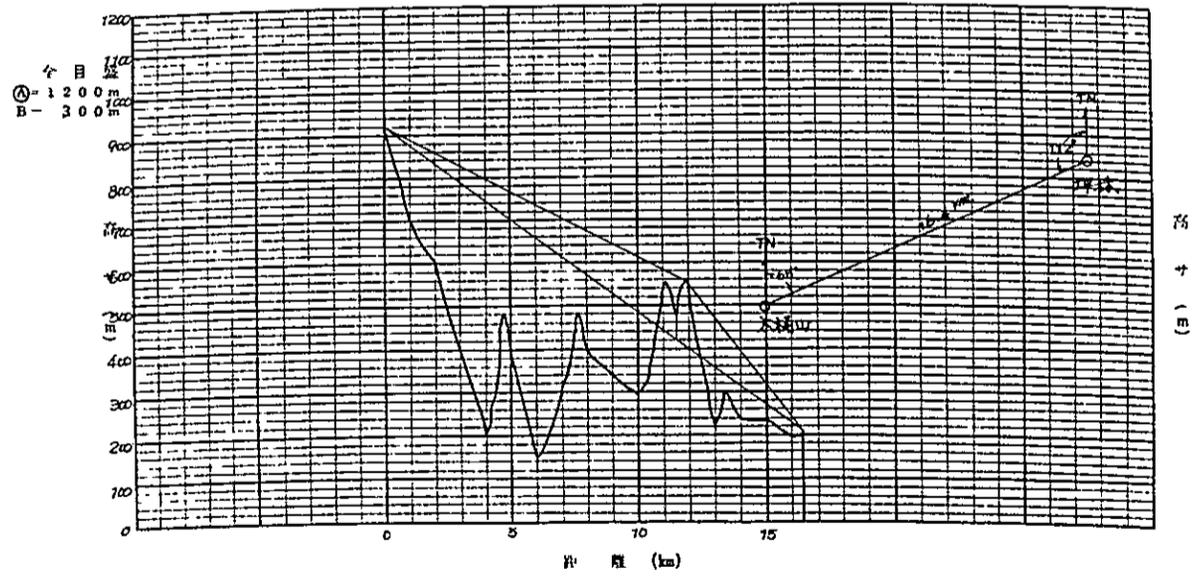
使用目盛 A



全目盛 A=1200m B=300m	台北 Ta-i Pei 標高 8m	大桶山 Ta tung Shan 標高 916m
	空中線地上高 17m	空中線地上高 10m
	E 121° 31'	E 121° 42' 29"
	N 25° 02'	N 24° 56' 02"

殿 見透図 (k=1/3)

使用目盛 B

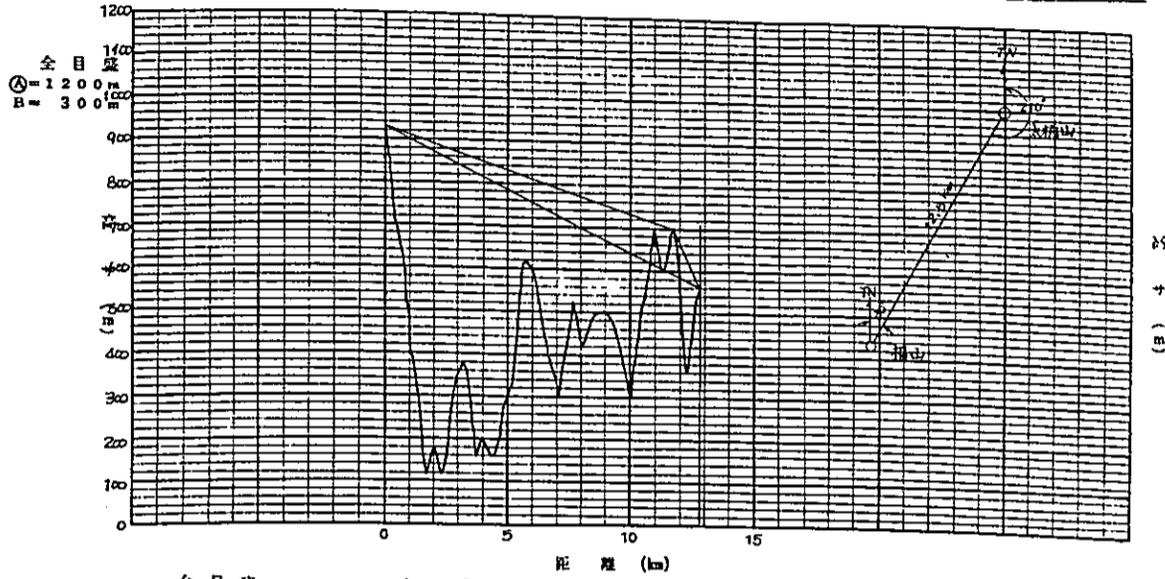


全目盛 A=1200m B=300m	大桶山 Ta Tung Shan 標高 916m	坪林 Ping Lin 標高 200m
	空中線地上高 17m	空中線地上高 10m
	E 121° 33' 09"	E 121° 42' 29"
	N 24° 52' 40"	N 24° 56' 02"

殿

見 透 図 (k=1/3)

使用目盛 A



全目盛
 A = 1200 m
 B = 300 m

大桶山
 標高 916 m
 空中線地上高 10 m

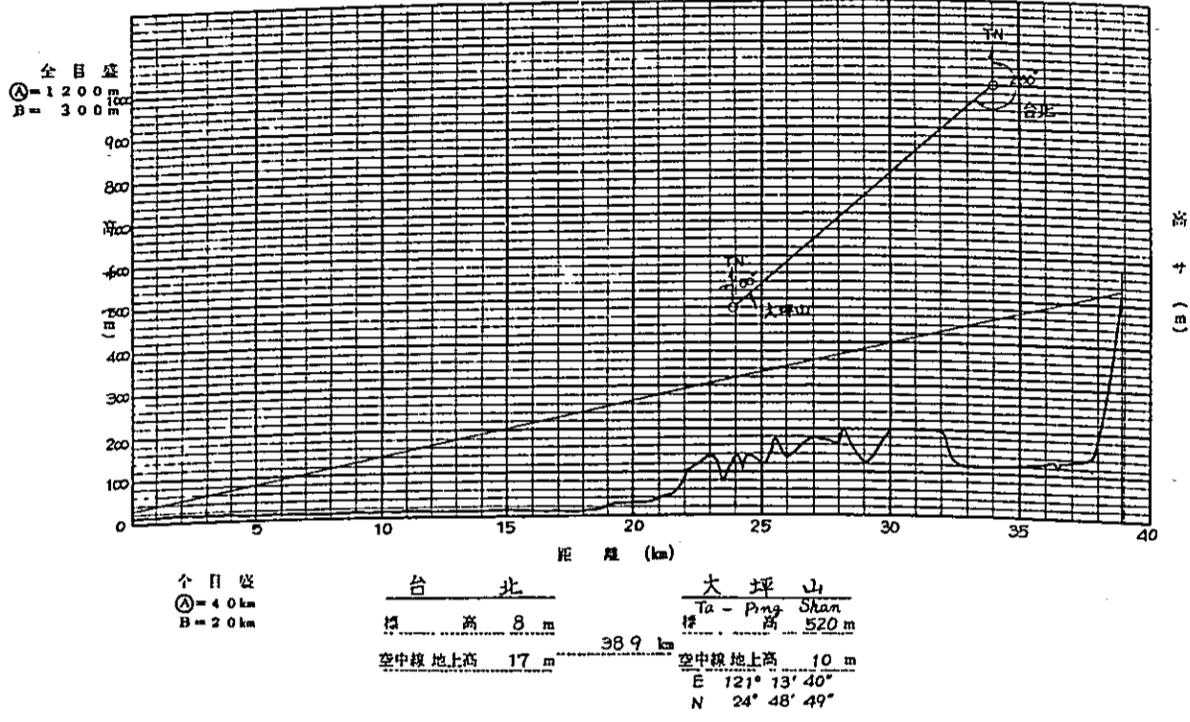
距離 (km)

福 山
 標高 500 m
 空中線地上高 10 m
 E 121° 29' 31"
 N 24° 46' 44"

殷

見透圖 (k=1/3)

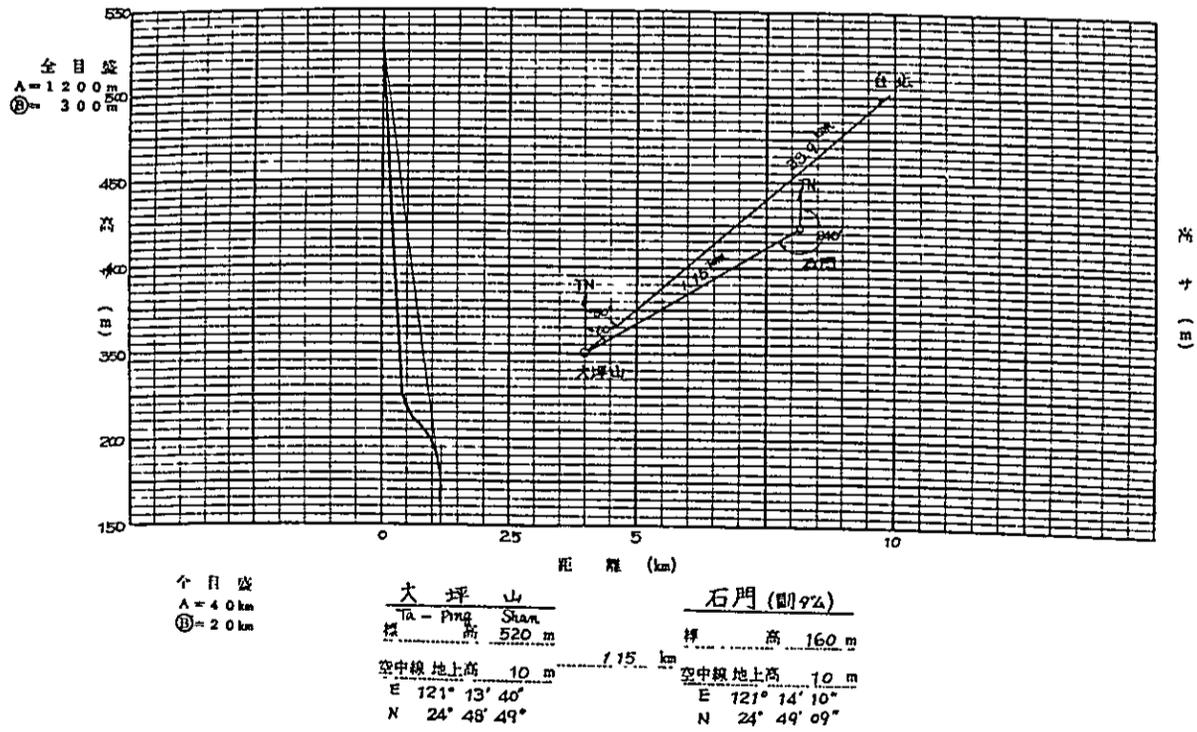
使用目盛 A



殷

見透圖 (k=1/3)

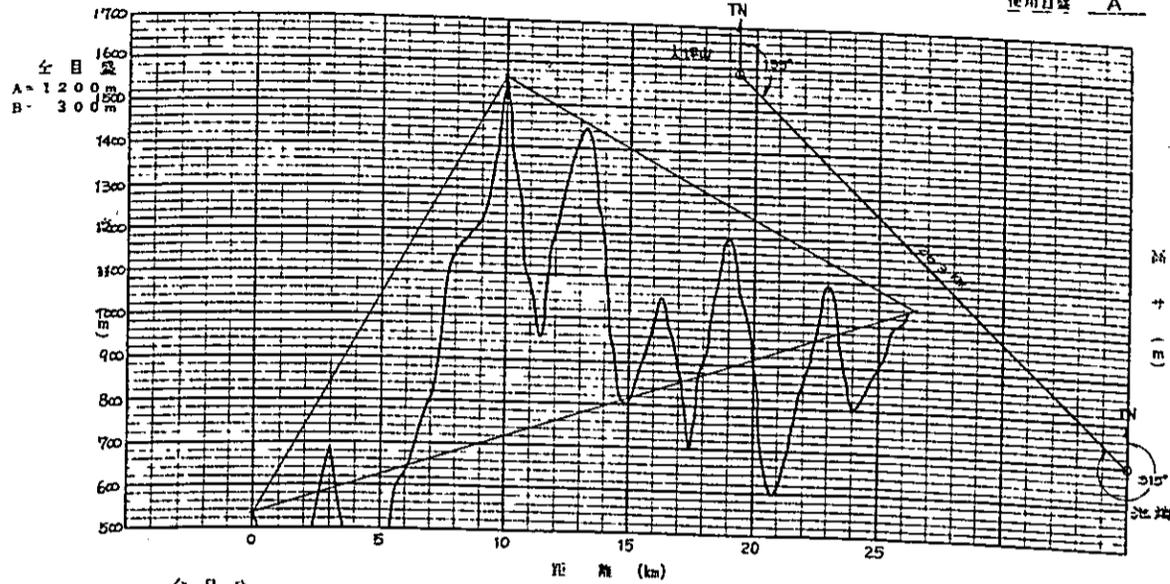
使用目盛 B



般

見透圖 (k=1/3)

使用目盛 A



全目盛
 A = 1200 m
 B = 300 m

大坪山

標高 520 m

空中線地上高 10 m

池端

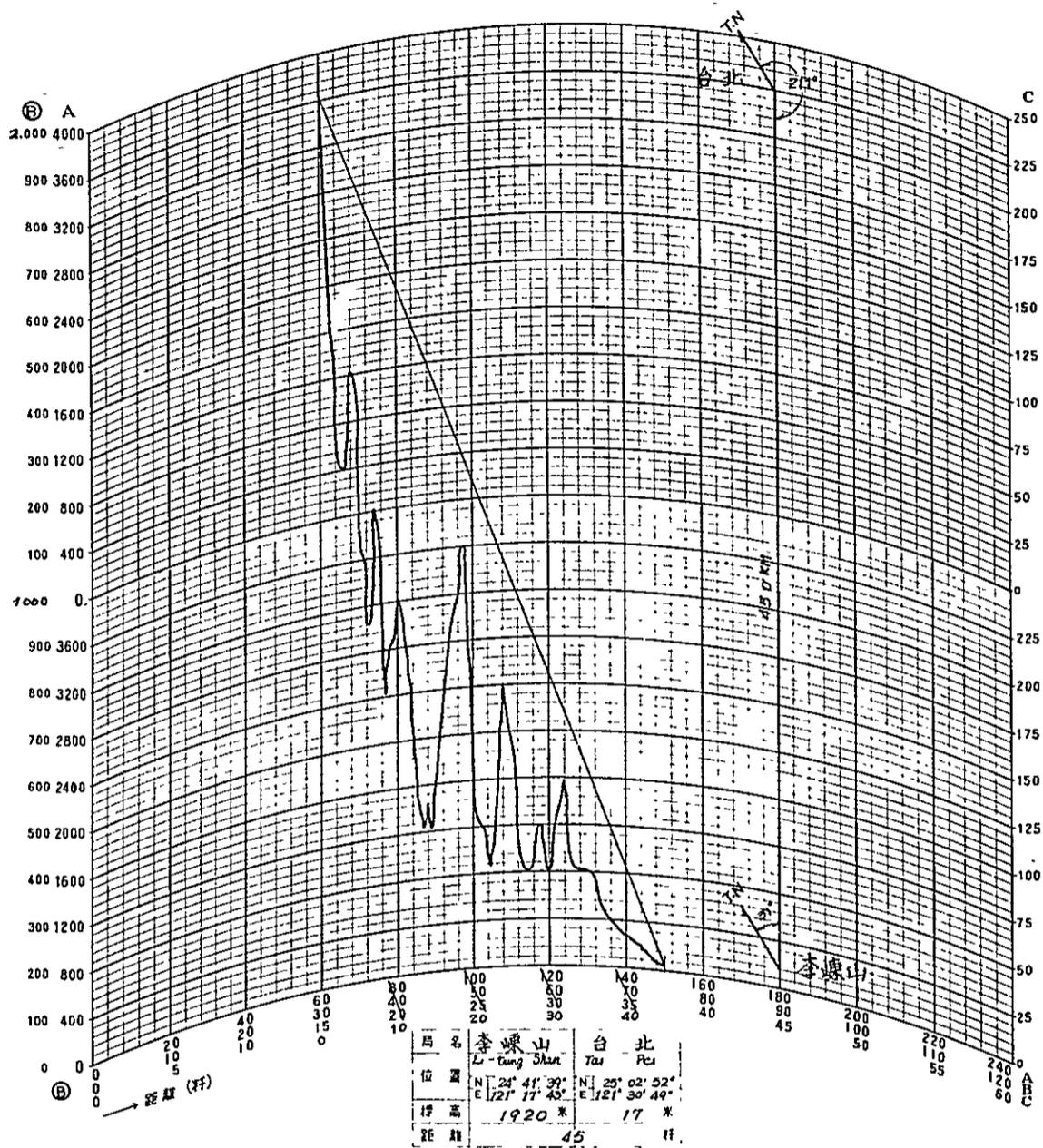
標高 1040 m

空中線地上高 10 m

E 121° 24' 38"

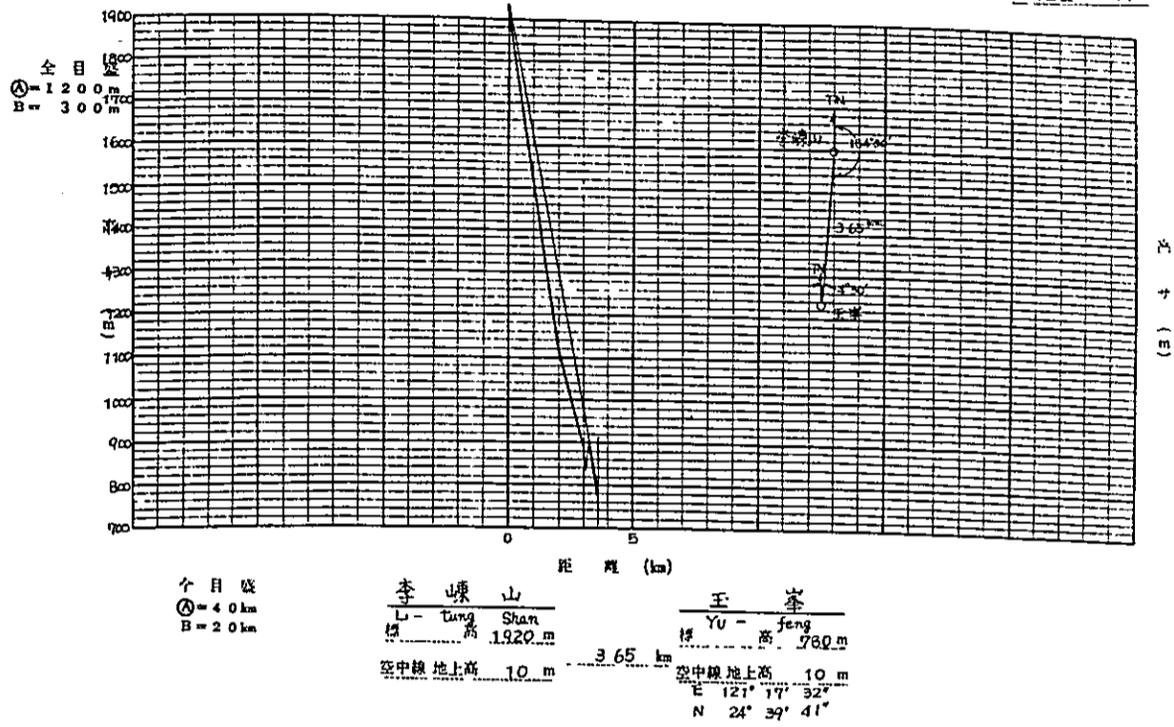
N 24° 33' 47"

見透圖



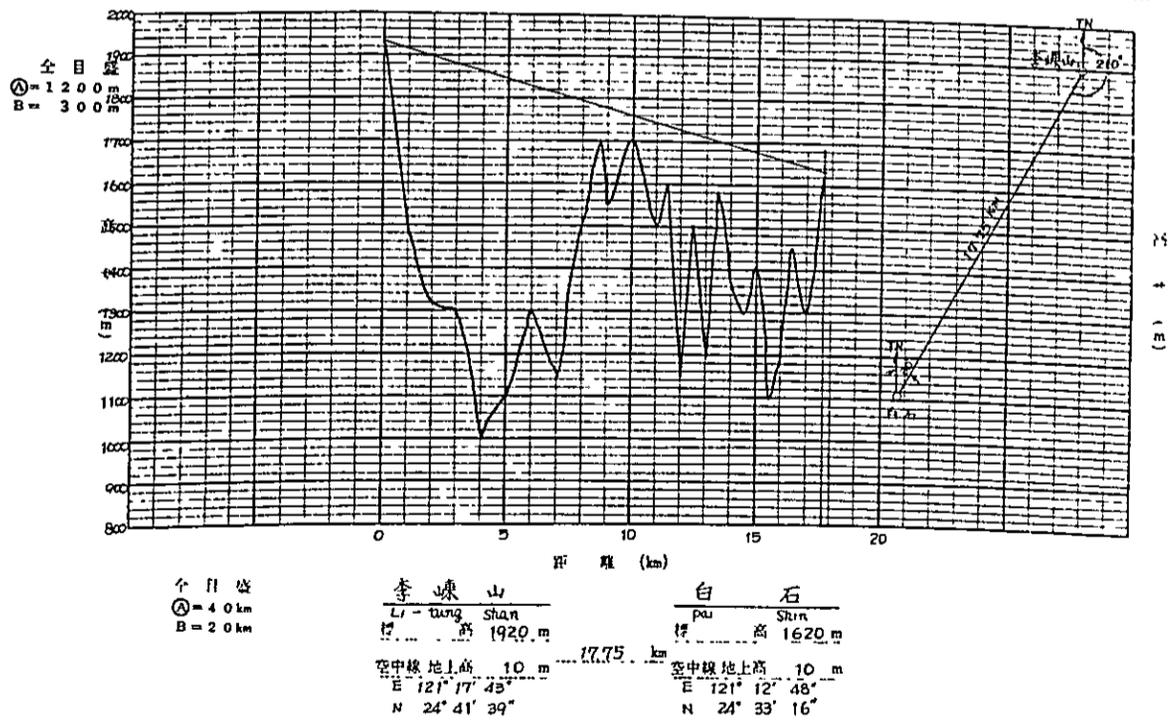
般 見 透 図 (k=1/3)

使用目盛 A



般 見 透 図 (k=1/3)

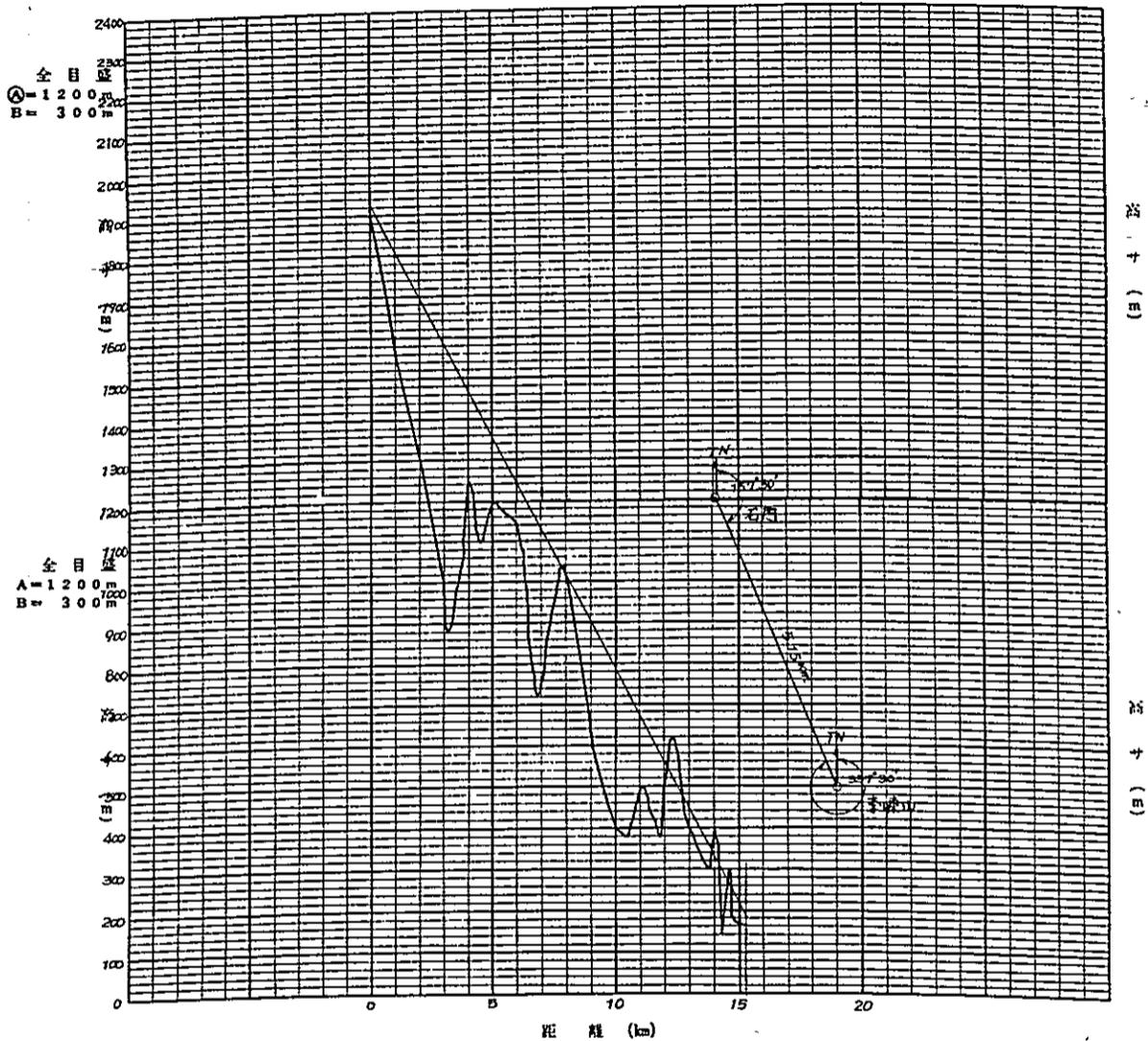
使用目盛 A



股

見透図 (k=1/2)

使用目盛 A



全目盛
 A = 1200 m
 B = 300 m

李嶼山
 Li-tung Shan
 標高 1913 m
 空中線地上高 10 m

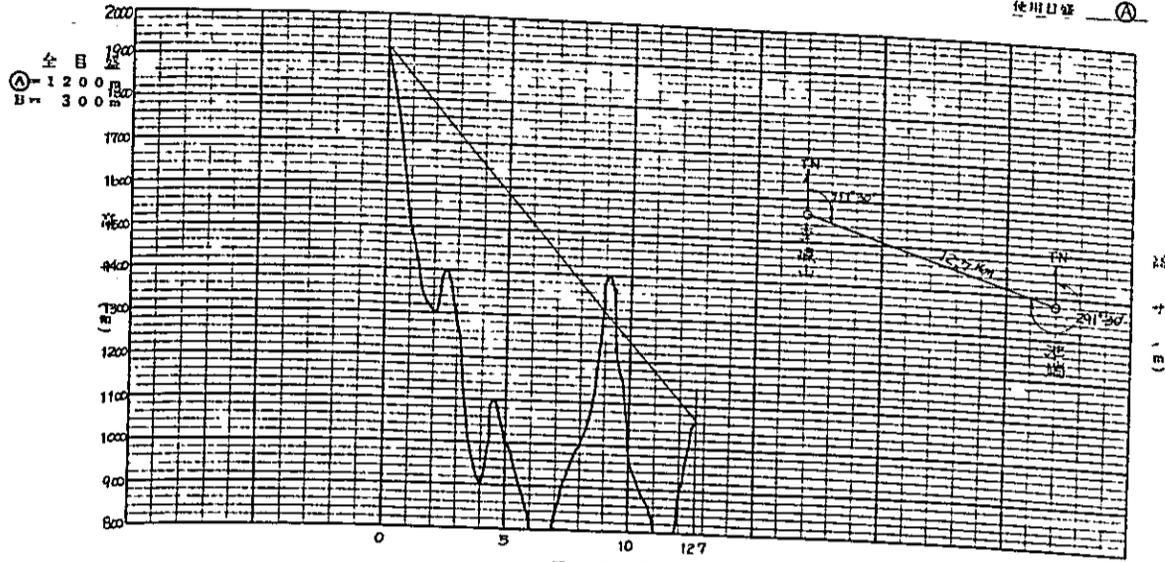
距離 (km) 15.15 km

石門 (關) 山
 標高 160 m
 空中線地上高 1.0 m
 E. 121° 14' 10"
 N. 24° 49' 09"

般

見 透 図 (k=1/3)

使用目録 ①



全目録
 ① = 1200
 B = 300

全目録
 ① = 40 km
 B = 20 km

李 嶽 山

標 高 1920 m

空中標地高 10 m

池 端

標 高 1050 m

空中標地高 10 m

E 121° 24' 38"

N 24° 33' 47"

付 録 - 8

建設省テレメータ・警報標準方式
仕 様 書

適用範囲 この標準方式仕様書は、建設省が設置する河川(ダム)管理用雨量、水位等のテレメータ装置ならびに放流警報装置について適用するものであり、この仕様書において規定されない特殊動作ならびに特殊付属機器については、別にこれを指示する特殊仕様書によるものとする。ただし、この特殊仕様書によって標準方式仕様書に定められる根本的な方式等を変更することはできない。

<テレメータ方式> 制御局からテレメータ観測局を呼出す場合の方式は次の3種類とする。

呼出方式の種類 (自動全局呼出方式)

タイマーにより自動的に起動し、全観測局をあらかじめ定められた順序に従って連続して呼出す方式。

(手動全局呼出方式)

手動起動により全観測局をあらかじめ定められた順序に従って連続して呼出す方式。

(手動個別呼出方式)

手動起動により任意に選択した一つの観測局のみを呼出す方式。

なお、呼出方式の優先順位は自動全局呼出方式が手動全局呼出方式及び手動個別呼出方式に優先するものとし、緊急時などにおいては自動全局呼出方式の優先制御を解除することができるものとする。

観測時間間隔の設定 自動全局呼出の場合、時間間隔は12時間毎、3時間毎、1時間毎の3段階及び30分毎、15分毎、10分毎のうち 任

意に選択する1段階よりなる4段階とする。

再呼出の回数 観測局呼出しの際、被観測局から応答のない場合、又は応答に誤符号を検出した場合は自動的に再呼出を行なうものとする。再呼出の回数は2回までとし、なお応答のない場合、又は誤符号を検出した場合は、可聴、可視の障害警報を発し、次の動作に移るものとする。

記録方式 記録は電動タイプライターによる頁作表方式とする。記録様式は記録紙の左端から、観測時分を印字し、観測データはあらかじめ観測所毎に指定された欄内に印字するものとする。

(記録の一例を別紙に示す)

ただし、傍受局において記録させる場合の記録方式については限定しない。

<放流警報系> 制御局から放流警報局を呼出す場合の方式は手動個別呼出方式のみとする。

呼出方式 (手動個別呼出方式)

手動起動により任意に選択した一つの警報局のみを呼出す方式。

警報局の動作 制御局の制御による警報局の動作は次の3種類とする。

(警報)

あらかじめ定められた形式によるサイレンの吹鳴動作。ただし、吹鳴機能の障害によりサイレンの吹鳴が行なわれないときは、自動的に拡声装置によりサイレン擬似音を発し吹鳴機能障害であることを制御局に返送すること。

(点検)

サイレン吹鳴が可能な状態にあるか否かをサイレンを吹鳴せずに点検する動作。

(放 送)

拡声装置を起動し、制御局からの声音を放送し、放送後は拡声装置を停止する動作。

警報局動作の確認

制御局における警報局の動作の確認は次によるものとする。

(警 報)

制御局の制御により“警報”(サイレン吹鳴)が行われた場合、警報局は吹鳴中のサイレン音を集音して制御局に返送し制御局ではこれを聴取して、警報がなされていることを確認するものとする。サイレン音の返送時間は約10秒とする。

(点 検)

制御局の制御により“点検”が行なわれた場合、警報局はサイレン装置の最終電源開閉器端子にも規定電圧が印加されているか否かを点検して、その結果を制御局に返送し制御局ではこの状態を確認するものとする。

吹鳴形式の種類

サイレンの吹鳴形式は原則として1種類とする。ただし運用上止むを得ない場合は、最高3種類の範囲で指定するものとする。

また、拡声装置によりサイレン擬似音を発する場合も同一形式によるものとする。

特殊情報の表示

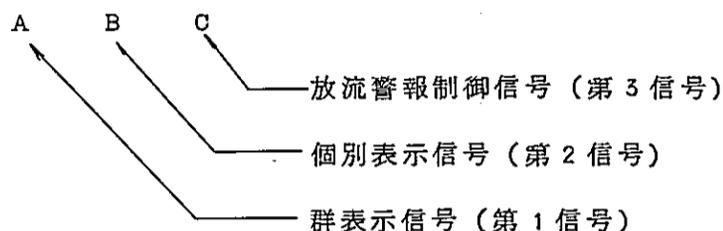
通常の記録のほかに電源表示、規定水位など特殊な表示を必要とするときは、観測時に1種類の特殊情報を伝送させるものとし、制御局においてこれを受信したときは、あらかじめ定められた表示方法により、表示するものとする。

中継局の動作制御

伝送回線系に無線中継機を含むときは、中継動作の起動及び停止を制御局及び警報局又は観測局より制御するものとする。ただし警報局及び観測局については必要に応じてこの機能を保有させるものとする。

< 信号方式 >

呼出信号の送出方式 観測局呼出信号及び警報局呼出信号は、リードセレクター標準周波数を使用した直列送出方式とする。ただし、周波数の使用目的別分類は次による。



観測局呼出の場合は A 及び B の 2 波直列

警報局呼出制御の場合は A, B 及び C の 3 波直列

群表示信号 群表示信号は次表の A₁~A₁₅ までの 15 群としテレメーター専用系は原則として A₁ より高い側に、放流警報専用系では A₁₅ より低い側に割当てすることとし、テレメーターと放流警報が同一系内に併設される場合には群信号を共用することがある。群信号の割当は無線周波数との関連もあるので本省において決定する。

(群表示信号周波数)

A ₁	4 8 7 . 5 H z	A ₆	5 6 2 . 5 H z	A ₁₁	6 3 7 . 5 H z
A ₂	5 0 2 . 5	A ₇	5 7 7 . 5	A ₁₂	6 5 2 . 5
A ₃	5 1 7 . 5	A ₈	5 9 2 . 5	A ₁₃	6 6 7 . 5
A ₄	5 3 2 . 5	A ₉	6 0 7 . 5	A ₁₄	6 8 2 . 5
A ₅	5 4 7 . 5	A ₁₀	6 2 2 . 5	A ₁₅	6 9 7 . 5

個別表示信号 観測局及び警報局の個別呼出信号は次表の B₁ ~ B₅ までの 5 個とし局別に割当てる。

なお、B₆ 及び B₇ は中継局の制御信号として使用するので個別呼出信号周波数としては割当てない。

(個別表示信号周波数)

B ₁	4 1 2.5 Hz	B ₆	3 8 2.5 Hz	中継動作起動
B ₂	4 2 7.5	B ₇	3 9 7.5	" 停止
B ₃	4 4 2.5			
B ₄	4 5 7.5			
B ₅	4 7 2.5			

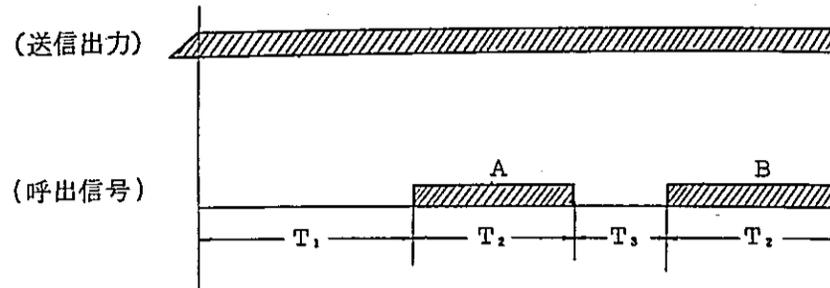
警報制御信号 警報局の制御信号は、次表のC₁～C₁₀までの10項目とし、
警報局の動作項目別に割当てる。

(警報制御信号周波数)

C ₁	7 1 2.5 Hz	サイレン吹鳴(形式1)
C ₂	7 2 7.5	" (" 2)
C ₃	7 4 2.5	" (" 3)
C ₄	7 5 7.5	サイレン点検
C ₅	7 7 2.5	警報放送起動
C ₆	7 8 7.5	" 停止
C ₇	8 0 2.5	
C ₈	8 1 7.5	
C ₉	8 3 2.5	
C ₁₀	8 4 7.5	

呼出(制御)信号の送出時間 呼出信号の送出時間は次のとおりとする。

観測局及び中継局呼出制御信号の構成

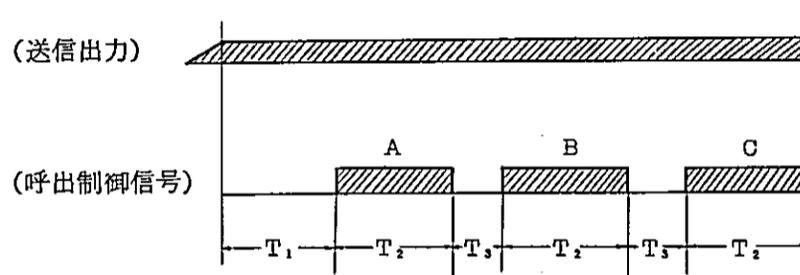


T_1 : 無変調無線周波数送出時間 600 mS 以上

T_2 : 信号送出時間 600 ± 100 mS

T_3 : 信号間隔 50 ± 25 mS

警報局呼出制御信号の構成



T_1 : 無変調無線周波数送出時間 600 mS 以上

T_2 : 信号送出時間 600 ± 100 mS

T_3 : 信号間隔 50 ± 25 mS

中継局制御信号の送出

伝送回線内に無線中継局がある場合は呼出及び制御動作開始に先だって自動的に中継局中継動作開始信号を送出し、動作終了後中継局中継動作停止信号を送出するものとし、この中継局制御信号は個別表示信号周波数のうち B 6、B 7 を使用し、前に群信号をつけて送化する。

< 応答方式 >

情報の種類及び順序

観測局の伝送すべき情報の種類及び順序は次のとおりとする。ただし、局番号は制御局での記録上必要ないがこれを省略してはならない。

- (1) 観測値 (2) 局番号 (3) 特殊情報

観測値は、最大10進4桁(0000~9999)とするが、その必要のないときは10進3桁(000~999)としてもよい。

局番号は、最大10進2桁(00~99)とする。

特殊情報は、電源表示、水位警報などの表示を必要とする場合に伝送されるものとし、1種類の記号によるものとする。ただし、特殊情報の必要のない場合は省略する。

情報の符号化 観測値及び局番号の符号化は、2進化10進表示方式とし、これにパリティ・ビットを添加する。10進数値と2進化10進表示符号との対応を次に示す。

(2進化10進符号対応表)

10進数	2進化表示	符号化	10進数	2進化表示	符号化
0	0	00001	5	101	01011
1	1	00010	6	110	01101
2	10	00100	7	111	01110
3	11	00111	8	1000	10000
4	100	01000	9	1001	10011

各符号の右端はパリティ・ビットであり1の合計個数を奇数にする。

符号の伝送方法 符号の伝送は副搬送波(低周波)FS方式を用い1及び0をそれぞれ長マーク短マークに対応させるものとする。

副搬送波は170Hz 間隔の搬送電話チャンネルの周波数を使用し、標準周波数は2635Hzとする。ただし、混信その他の理由により他の周波数割当が必要と認められる場合は、次の順位で使用する。

(副搬送波周波数使用順)

順位	副搬送波
1	2635 Hz
2	2465
3	2295
4	2125
5	1955

偏移の巾は各チャンネルにおいて±35 Hz とし許容偏差は±6 Hz とする。

偏移の方向はマークに対して(H)、スペースに対して(H)とする。
マーク及びスペースの時間長は次のとおりとする。

長マーク (ビット 1) 120 mS ± 20%

短マーク (ビット 0) 40 mS ± 20%

ビット間スペース 40 mS ± 20%

桁間スペース 40 mS ± 20%

符号の返送は呼出信号の受信終了後なるべく短い待時間をおいて直ちに行なりものとする。

(別紙) 頁作表式の記録例

月 日	時 刻	観 測 所 名			
		〇〇局	〇〇〇局	××局	×××局
05 12	0900	235	651	211	407
	0921	251			
	1632	263	679	250	437
05 13	0900	264	685	250	437

付 録 - 9

淡水河水系雨量・水位
テレメータ装置機器仕様書

1. 総 則

- 1-1 本仕様書は淡水河の洪水予警報に使用するための雨量・水位テレメータ装置に適用するものとしつぎに定める項目を満足し、その使用に十分耐ええるものでなければならない。
- 1-2 本装置は関係規則に適合するものであること。
- 1-3 本仕様書に明記されていない事項または疑義のある事項については、両者協議のうえ決定するものとする。
- 1-4 本装置の製作に際し、設計図面を提出して承認を受けるものとする。
- 1-5 本装置の完成時には竣功検査を受け、これに合格しなければならない。
- 1-6 本装置の完成後1年以内に生じた故障で、明らかに受注者の責任とみなされるものについては無償修理又は新品と交換するものとする。

2. 一般事項

2-1 回線系統

本装置の回線系統は別添淡水河洪水予警報雨量・水位テレメータシステム計画図および無線回線系統図ならびに回線設計表を満足するものでなければならない。

2-2 機器の構成

本装置の構成は下記によるものとし、内訳は別添構成表を参照すること。

- (1) 監視制御局(台北局) 空中線系、無線機および信号端局装置、制御卓表示盤、電源装置、(雨量計測装置)、予備品および付属品

- | | |
|----------------------------------|--|
| (2) 無線中継局 (太桶山局)
(大坪山局又は季嶽山局) | 空中線系、中継装置、電源装置、(信号装置)、
(雨量計測装置)、予備品および付属品 |
| (3) 観測局 | 空中線系、無線機および信号装置、雨量又は水位計測装置、予備品および付属品 |

2-3 外 囲 条 件

本装置の外囲条件は下記による。

- (1) 屋外に設置する機器については、周囲温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 95% において異常なく動作すること。また瞬間最大風速 60m/sec において破損しないこと。
- (2) 屋内に設置する機器については、周囲温度 $0^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 相対湿度 95% において規格を満足し、かつ周囲温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ において異常なく動作すること。

2-4 電 源

本装置に使用する電源は下記による。

監視制御局 商用電源 (AC $115\text{V}\pm 10\%$ 单相 60Hz)

中継局および観測局 太陽電池による蓄電池浮動充電方式

2-5 使 用 条 件

- (1) 監視制御局については商用電源の停電時には別途予備電源により観測するものとするが、制御用時計部については連続 3 日間の停電時にも異常なく動作すること。
- (2) 観測局および中継局については少なくとも 1 時間に 1 回連続して観測が可能であり、連続無日照 30 日間に耐えるものであること。

2-6 観測局の構成

本装置の観測局の構成は回線系統に示すとおりであるが、将来増設する必要が生じた場合を予想して、観測局 30 局までの構成について、容易に増設可能であること。

2 - 7 構造

本装置の構造は下記による。

- (1) 構造が堅牢であり、かつ外観が優美で長期の使用に耐えること。
- (2) 本装置の使用および保守について簡便なる構造であること。

また、機器の障害時には、その部分を予備品と容易に取替えることができるように同一機能の局と各機器、各部は共通に使用できる構造として互換性を有すること。

異なる機能の局についても共通の機器、共通の部分についてはこれを満足すること。

- (3) 本装置の活性回路は全固体化とし、消費電力の少ないものであること。
- (4) 本装置は防塵、防湿、防虫（防鳥、防獣を含む）を考慮したものであること。
- (5) 雷対策については主要機器の静電シールド、機器間接続ケーブルのアースター等誘導雷に万全の処置を施したものであること。

3. 性能

3 - 1 空中線系

(1) 空中線

- | | |
|-------------|---|
| (イ) 形名 | 3素子八木（折返し）形
4素子八木（ ” ）形 |
| (ロ) 周波数 | 54～68MHzの中の送信および受信各1波
ただし中継局については送信専用および受信専用とする。 |
| (ハ) インピーダンス | 50Ω |
| (ニ) 定在波比 | 1.5以下 |
| (ホ) 利得 | 3素子八木形 8dB（絶対利得）以上
4素子八木形 9dB（同上）以上 |

(c) 指向特性 監視制御局および中継局については双方向性空中線を使用するが、その指向特性については別添回線設計表の値を満足すること

(2) 給電線

(i) 形名 高周波同軸ケーブル
(ii) 周波数 (1)項に準ずる
(iii) インピーダンス $50\ \Omega$
(iv) 減衰量 $0.025\ \text{dB}/\text{m}$ 以下
(v) 形状 大日本電線(株)製高周波ケーブル(AFZE50-4)相当

3-2 無線機

本機はテレメータ信号及び通話の送受信が可能なもので、下記の性能を満足すること。

(1) 送信部

(i) 送信周波数は $54\sim 68\ \text{MHz}$ の範囲内の1波
(ii) 送信出力は $10\ \text{W}$ とし、標準状態において $\pm 20\%$ 以内であること。
(iii) 変調方式は位相変調とすること。
(iv) 周波数許容偏差は $\pm 10 \times 10^{-6}$ 以内であること。
(v) $1\ \text{kHz}$ 70%変調に要する入力は $-4 \pm 3\ \text{dB}$ であること。
(vi) 変調の周波数特性は $1\ \text{kHz}$ 30% 変調を基準としてつぎのとおりであること。

$0.3\ \text{kHz}$ $-10.5 \pm 3\ \text{dB}$

$2\ \text{kHz}$ $+ 4 \pm 3\ \text{dB}$

$3\ \text{kHz}$ $+ 6 \pm 3\ \text{dB}$

$15\ \text{kHz}$ $-25\ \text{dB}$ 以下

(vii) 変調の直線性は変調周波数 $1\ \text{kHz}$ で位相偏移 3.5 ラジアンまでの間は直線的でその偏差は $\pm 2\ \text{dB}$ 以内であること。

- (イ) 最大周波数偏移は±5KHzをこえないこと。
- (ロ) 歪率は1KHz 70%変調において-20dB以下であること。
- (ハ) 残存振巾変調含有量は1KHz 100%変調において5%以下であること。
- (ニ) 送信 S/Nは、1KHz 70%変調において、40dB以上であること。
- (ホ) スプリアス発射の強度は、1mW以下であり、かつ搬送波の平均電力より、帯域内においては80dB帯域外においては60dB以上低いこと。
- (ヘ) 占有周波数帯巾は16KHz以内とする。
- (ト) 出力回路は不平衡型で50Ω同軸ケーブルを介して負荷に接続したとき、定在波比2以下の負荷に対して整合できること。

(2) 受信部

- (イ) 受信周波数は54~68KHzの範囲内の1波
- (ロ) 受信方式はスーパー・ヘテロダイン
- (ハ) 局部発振器の周波数許容偏差は $\pm 10 \times 10^{-6}$ 以内であること。
- (ニ) 帯域巾は20dB雑音抑圧法により測定して、6dB低下点が12KHz以上であること。
- (ホ) 選択度は、20dB雑音抑圧法により測定して70dB低下点の巾は、中心周波数から±125KHz以内とする。
- (ヘ) スプリアス感度は、-80dB以下であること。
- (ト) 雑音抑圧を20dBとするために必要な入力電圧は、標準状態において3dB以下であること。
- (チ) 雑音抑圧を20dBとするために必要な入力電圧よりも、6dB高い希望波入力電圧を加えた状態で、受信周波数から20KHz以上離れた非変調妨害波を加えることによって、雑音抑圧が20dBとなるときの妨害波入力電圧は80dB以上であること。
- (リ) 希望波のない状態で、受信周波数から20KHz、40KHz離れた相互変調を生ずる関係にある同振巾の妨害波を同時に加えたとき、雑音を20dB抑圧する妨害波入力電圧は65dB以上であること。

(ア) 変調周波数 1kHz 70%変調波の受信入力と S/Nはつぎのとおりであること。

入 力	S / N
0dB	14dB以上
10dB	24
30dB	40

(イ) スケルチ回路は 10dB雑音抑圧入力電圧以下で開き、かつ、スケルチ調整抵抗器によって、この電圧を 20dB雑音抑圧入力電圧まで安定に調整でき、かつ、40dB以上の信号を抑圧しないこと。

(ロ) 復調周波数特性は 1kHz 30%変調波を基準として、つぎのとおりであること。

0.3kHz	+ 6 ± 3 dB
2 kHz	- 4 ± 3 dB
3 kHz	- 8 ± 3 dB

(ハ) 低周波出力増巾器の最大無歪出力は通常の通話に支障を与えない値であること。

(ニ) 入力端子は 50Ω同軸ケーブルを介して、空中線に接続されるものとする。また過大な入力に対しての保護回路を有すること。

(3) 中継機構

(イ) 現用機、予備機の 2 台を使用して、障害時切替えによる予備機運転方式とする。

(ロ) 制御局において中継局の状態を監視できるものでなければならない。

(ハ) 中継動作起動停止の指令または状態表示の伝送についてはテレメータ通信方式に準ずること。

(ニ) 中継動作の起動は、必要時に起動の指令により行なうが、その必要がなくなれば、自動的に停止する機構を有すること。

(ホ) つぎの条件のもとで、送信と受信の相互干渉を生じないものであること。

条件 1. 送受信周波数の間隔 約 1.5 MHz

条件 2. 送受信空中線の間隔 指向性の直角方向に約 20 m 程度

(4) 試験機構

制御局において、ダミー・ロードにより予備無線機の試験が可能な機構を有すること。

3-3 信号装置、信号端局装置

- (イ) テレメータ伝送方式を参照のこと。
- (ロ) 観測値は 3 桁とする。
- (ハ) 特殊情報としては電源の状態を表示するものとする。
- (ニ) 台北局の信号端局装置については監視制御局機能のほかに雨量観測局および各観測局の信号装置のパネルを試験するための試験用模擬観測局の機能を有すること。

3-4 雨量計測装置

転倒マス雨量計とし、要目は下記による。

- (イ) 受水口径 200 mm
- (ロ) 転倒マス 1 mm 1 転倒
- (ハ) 計測量 0~999 mm 積算
- (ニ) 精度 ±3% 以内
- (ホ) 自記記録計 3 箇月巻
- (ヘ) A/D コンバータには、直読可能な数値が表示されること。

3-5 水位計測装置

フロート式水位計とし、要目は下記による。

- (イ) 計測量 0~999 cm
- (ロ) 精度 ±1 cm 以内
- (ハ) 自記記録計 水研 62 型を標準とする。
- (ニ) A/D コンバータには、直読可能な数値が表示されること。

3 - 6 制 御 卓

本装置は制御局の全ての操作、監視が可能なコンソール・デスクであり、機能および指令の詳細は下記のとおりとする。

- (1) 観測方法の選択および観測
- (2) 観測値、観測局番、時刻、特殊情報の数値表示管による表示
- (3) タイプライターによる記録
- (4) 時刻の監視（精度±5秒/週）
- (5) 中継局の状態監視と点検
- (6) 各局との通話および傍受
- (7) 制御局の状態表示と操作ならびに故障警報
- (8) その他

3 - 7 表示盤

(イ) 本装置はグラフィック・パネルの表示器に下記データを自動的に表示すること。

- (1) 観測日・時・分（定時観測の場合）
 - (2) 水位観測局については観測水位値
 - (3) 雨量観測局については時間雨量と積算雨量
 - (4) 不良観測値については、その旨表示されること
- (ロ) 自動手動の切替えを持ち、手動の場合、自動に優先して任意値の表示が可能であること。
- (ハ) グラフィック・パネルは自立形とし、形状およびデザインは別途指示する。

3 - 8 電源装置（中継局、観測局用）

太陽電池による蓄電池浮動充電方式とし、構成は下記による。

- (1) 太陽電池（シリコン形）
- (2) アルカリ蓄電池（Ni-Cdポケット式標準型）
- (3) 配電盤（電圧、電流メータ、負荷への保護回路付き）

- (4) 電量計については各中継局および観測局 2 局分計 4 台を付属し、各局の測定が可能であること。
- (5) 容量計算については別添太陽電池および蓄電池容量計算例による。

3-9 電源装置（監視制御局用）

- (1) 各機器の電源供給については電圧の異常上昇に対して各機器を保護するための回路を有すること。
- (2) 時計制御部の電源については浮動充電方式によるアルカリ蓄電池（Ni-Cd 密閉形焼結式）とする。

4. 予備品および付属品

- (イ) 回路図、取扱説明書、試験成績表 各局 3 部
- (ロ) 保守用工具、プリント板接続器、コード類 各局一式
- (ハ) 回路計又はチェック・メータ 各局 1 台
- (ニ) 終端形電力計 各局 1 台
- (ホ) 信号装置、信号端局装置、中継装置用予備シート 各局各種 1 枚宛
(ただし、監視制御局、中継局についてはおのおの 1 局分、観測局については 5 局分とする。)
- (ヘ) 予備無線機 各種 1 台
- (ト) 記録紙等消耗品 各局 1 年分
- (チ) ヒューズ、ランプ類 各局現用の 300%
- (リ) 携帯用発動発電機（保守用電源及び充電用） 中継局各局 1 台
観測局用 1 台
- (ヌ) テレメータ・チェッカー 1 台
- (ル) シンクロスコープ 1 台
- (レ) 周波計（カウンタ） 1 台
- (ワ) 移動無線用試験器（発振器、レベル計
信号発生器、CM電力計） 1 台
- (カ) 予備品収容箱 各局 1 台
- (コ) 通過形電力計 1 台

付録9・附表2 付属品・予備品構成表

品名	規格	数量	内															計					
			台北局	台北橋	中山橋	中正橋	新設橋	新子頭	扇尺	五塔	竹子湖	大豹	太極山	坪林	福山	李順山	石門		玉峰	白石	池端	太坪山	
回路図取扱説明書	監視制御局用	1	1																				
試験成績表、保守	中継局用	1																					
コネクタ、接続器、	中継局用	1																					
ラップ類、ヒューズ	監視局用	7																					
予備品取替箱等	監視局用	6																					
	水観測局用	2																					
	雨水観測局用																						
回路計又は チェック・メーター		18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
予備シート	監視制御局用	1	1																				
	中継局用	1																					
	観測局用	5																					
終端形電力計		18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
通過形電力計		1	1																				
携帯用発動発電機		3																					
テレメーター・		1																					
チェッカー		1																					
シンクロ・スコープ		1																					
カウンタ		1																					
移動無線用試験器		1																					
予備無線機		2																					

付 録 - 10

データ処理機器仕様書

セイコー S301型卓上電子計算機仕様*

型 式	セイコー S301 デスクトップコンピューター
使用素子	集積回路
演算ケタ数	23ケタ
演算時間	加減算 30ms 乗除算 300ms
メモリー	6個(分割して12個として使用できる)
印 字	型 式 小型ラインプリンター ケタ数 数字17ケタ、符号2ケタ(赤黒) 速 度 毎分150行
演算方式	浮動小数点 印字の際には小数点以下のケタ数を指定して固定小数点方式
ファンクションキー	23種
プログラム機能	153ステップまで 操作 25種(ジャンプ命令2種) 定数をプログラムに組みこむことも可能 IBM80 欄カード使用、読取り機内蔵 プログラムの内容をプリントアウトできる。
使用温度	0°~40°C

* データ処理機器としては、大小さまざまな計算機が使用可能であるが、今回はプリントアウトができる卓上電子計算機を使用することとし、セイコー製S301型卓上電子計算機を選定した。、さらに速度の早い計算機もその後開発されているが、取扱いの容易さと故障時のことを考えると、先に日本政府より寄贈されたものと同型のものをもう1台使う方が良いと思われる。近年小型でかつかなりの性能を有するいわゆるミニコンが普及しつつあり、将来はこれを導入すれば淡水河の洪水計算は全て自動的に行うことが可能であり、計算時間は大幅に短縮されることになろう。

100~115V 110W (50~60Hz)

幅42.4cm × 奥行き48.7cm × 高さ17.7cm

19.5Kg

付録-11

太陽電池・アルカリ蓄電池
容量計算書

1. 観測局

動作条件

観測回数		24回/日
送信時	3600mA	10秒/回
受信時	112mA	2秒/局
待受時	25mA	
試験時	3600mA	10分/月
観測局局数		18局

平均消費電流 I_L

$$I_L = \text{待受時電流} + \frac{\text{送信時間(秒)} \times \text{送信時電流}}{3600} + \frac{\text{試験時間(秒)} \times \text{送信時電流}}{3600}$$

(秒)

$$+ \frac{\text{受信時間(秒)} \times \text{受信時電流} \times \text{スケルチ・オープン回数}(n_1)}{3600}$$

$$+ \frac{\text{送信時間(秒)} \times \text{受信時電流} \times \text{スケルチ・オープン回数}(n_2)}{3600}$$

n_1 : 監視局からの呼出に対してスケルチが開く回数

n_2 : 観測局からのデータ返送によりスケルチが開く回数

$n_1 = n_2 = 10$ とする。

$$I_L = 25 + \frac{10 \times 3600}{3600} + \frac{10 \times 60 \times 3600}{3600 \times 24 \times 30} + \frac{2 \times 112 \times 10}{3600} + \frac{10 \times 112}{3600}$$

$$= 39.57$$

太陽電池並列モジュール数 N_p

$$N_p = \frac{I_L}{I_{in}} \eta_c \cdot F_c$$

η_c 温度補正係数
 F_c その他の補正係数

I_{in} は年間日照時間を 1540 H とすると 10 mA

$$\eta_c = 1.11 \text{ (} 0^\circ\text{C 以上)}$$

$$F_c = 1.05$$

以上の係数を使用する。

$$N_p = \frac{39.6}{10} \times 1.11 \times 1.05 = 4.61 < 5$$

直列モジュール数 N_s

$$12\text{V のときは } N_s = 4$$

太陽電池出力 P

$$P = 0.36 \times N_s \times N_p = 0.36 \times 4 \times 5 = 7.20 \text{ (W)}$$

アルカリ電池容量 AH

$$AH = \frac{\text{(平均消費電流)} \times \text{(無日照時間)}}{\text{(自己放電率)} \times \text{(温度変化率)} \times \text{(経年変化)} \times \text{(容量変化)}}$$

$$= \frac{0.0396 \times 24 \times 30}{0.97 \times 0.65 \times 0.9 \times 1.1} = 45.7 \text{ (AH)} < 60 \text{ (AH)}$$

ただし 無日照日数を 30 日とする。

計算結果

太陽電池出力 7.20 watt

アルカリ電池容量 60 AH

2. 中継局

動作条件

中継回数 =	1系統の観測局数 = 10回/時	
中継時電流	$3600 + 250 = 3850 \text{ mA}$	12秒/回
起動時	112 mA	2秒/回
待受時	25 mA	
観測局局数	20局	

平均消費電流 I_L

$$I_L = 25 + \frac{10 \times 12 \times 3850}{3600} + \frac{2 \times 112}{3600}$$
$$= 148.5$$

太陽電池並列モジュール数 N_p

年間日照時間を 1540H とすると I_{in} は 10 mA

$$\eta_c = 1.11 \text{ (} 0^\circ\text{C 以上)}$$

$F_c = 1.05$ とする

$$N_p = \frac{148.5}{10} \times 1.11 \times 1.05 = 17.3 < 18$$

$$N_s = 4$$

太陽電池出力 P

$$P = 0.36 \times N_s \times N_p = 0.36 \times 4 \times 18 = 25.9 \text{ (W)}$$

アルカリ電池容量 AH

$$AH = \frac{0.1485 \times 24 \times 30}{0.97 \times 0.65 \times 0.9 \times 1.1} = 169.7 \text{ (AH)} < 220 \text{ (AH)}$$

ただし 無日照日数を 30日 とする。

計算結果

太陽電池出力 25.9 watt

アルカリ電池容量 220 AH

付録一 12 淡水河水系雨量・水位テレメータ記録様式

年月日	時分	大野 (雨)	白石 (雨)	石玉 (雨)	峰池 (雨)	石門 (雨)	石門 (水)	新大 (水)	雄橋 (水)	扇尺 (水)	中正橋 (水)	台北橋 (水)	獅子頭 (水)	中山橋 (水)	五堵 (水)	五堵 (雨)	福山 (雨)	大福山 (雨)	坪林 (雨)	台北 (雨)	竹子湖 (雨)	

註 この記録紙の配線欄の大きさは、外枠が51.5cm(横)×36.8cm(縦)、線割り間隔は1.9cmが適当であろう。
さらに観測局が増えた場合は、線割り間隔を適当に縮めて、30欄まで増加することが可能である。

付録一13 テレメータ警報設備点検簿様式

項目	局名	台北水位		〇〇〇〇		〇〇〇〇		〇〇〇〇		〇〇〇〇		〇〇〇〇		〇〇〇〇		〇〇〇〇		〇〇〇〇		
		動作	備考	動作	備考	動作	備考	動作	備考	動作	備考	動作	備考	動作	備考	動作	備考	動作	備考	
空中線		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
無線機	線給	〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
	送電部	〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
テレメータ	受信部	〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
	電源部	〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
	搬送部	〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
	受信部	〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
警報	計測部	〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
	搬送部																			
	受信部																			
	返送部																			
電源	吹鳴部																			
	充電器	〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
	太陽電池																			
その他	蓄電池		容量不足																	
	プリンター																			
回路S/N(d.b)		〇	20	〇	18	〇	30	〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
総合動作		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇		〇
記事		(障害状況及び大きな問題の場合記入)																		

付 録 - 14

水 防 法 (抄)

第1章 総 則

(目 的)

第 1 条 この法律は、洪水又は高潮に際し、水災を警戒し、防ぎよし、及びこれに因る被害を軽減し、もって公共の安全を保持することを目的とする。

(定 義)

- 第 2 条 この法律において「水防管理団体」とは、次条の規定により水防の責任を有する市町村（特別区を含む。以下同じ）または水防に関する事務を共同に処理する市町村の組合（以下「水防事務組合」という。）若しくは水害予防組合をいう。
- 2 この法律において「水防管理者」とは、水防管理団体である市町村の長又は水防事務組合若しくは水害予防組合の管理者をいう。
- 3 この法律において「消防機関」とは、消防組織法（昭和22年法律第236号）第9条に規定する消防の機関をいう。
- 4 この法律において「消防機関の長」とは、消防本部を置く市町村にあっては消防長を、消防本部を置かない市町村にあっては、消防団の長をいう。
- 5 この法律において「水防計画」とは、水防上必要な監視、警戒、通信、連絡、輸送及びダム又は水門若しくは閘門の操作、水防のための水防団及び消防機関の活動、一の水防管理団体と他の水防管理団体との間における協力及び応援並びに水防に必要な器具、資材及び設備の整備及び運用に関する計画をいう。
- 6 この法律において「量水標等」とは、量水標、驗潮儀その他の水位観測施設をいう。
- 7 この法律において「水防警報」とは、洪水又は高潮によって災害が起るおそれがあるとき、水防を行う必要があると旨を警告して行う発表をいう。

第3章 水防活動

(河川等の巡視)

第9条 水防管理者、水防団長又は消防機関の長は、随時区域内の河川、海岸堤防等を巡視し、水防上危険であると認められる箇所があるときは、直ちに当該河川、海岸堤防等の管理者に連絡して必要な措置を求めなければならない。

(洪水予報)

第10条 気象庁長官は、気象等の状況により洪水又は高潮のおそれがあると認められるときは、その状況を建設大臣及び関係都道府県知事に通知するとともに、必要に応じ放送機関、新聞社、通信社その他の報道機関（以下「報道機関」という。）の協力を求めて、これを一般に周知させなければならない。

2. 建設大臣は、二以上の都府県の区域にわたる河川又は流域面積が大きい河川で洪水により国民経済上重大な損害を生ずるおそれがあるものについて、洪水のおそれがあると認められるときは、気象庁長官と共同して、その状況を水位又は流量を示して関係都道府県知事に通知するとともに、必要に応じ報道機関の協力を求めて、これを一般に周知させなければならない。

3. 前項の河川は、建設大臣が運輸大臣に協議して定める。

(洪水予報の通知)

第10条の二 都道府県知事は、前条第一項又は第二項の規定による通知を受けた場合においては、直ちに都道府県の水防計画で定める水防管理者及び量水標管理者（量水標等の管理者をいう。以下同じ。）に、その受けた通知に係る事項を通知しなければならない。

(水防警報)

第十條の四 建設大臣は、洪水又は高潮により国民経済上重大な損害を生ずるおそれがあると認めて指定した河川、湖沼又は海岸について、都道府県知事は、建設大臣が指定した河川、湖沼又は海岸以外の河川、湖沼又は海岸で洪水又は高潮により相当な損害を生ずるおそれがあると認めて指定したものについて、水防警報をしなければならない。

2. 建設大臣は、前項の規定により水防警報をしたときは、直ちにその警報事項を関係都道府県知事に通知しなければならない。
3. 都道府県知事は、第一項の規定により水防警報をしたとき、又は前項の規定により通知を受けたときは、都道府県の水防計画で定めるところにより、直ちにその警報事項又はその受けた通知に係る事項を関係水防管理者その他水防に係りのある機関に通知しなければならない。

(水防通信)

第二十条 何人も、水防上緊急を要する通信が最も迅速に行われるように協力しなければならない。

2. 建設大臣、都道府県知事、水防管理者、水防団長、消防機関の長又はこれらの命を受けた者は、水防上緊急を要する通信のために、公衆通信施設を優先的に利用し、又は警察通信施設、気象官署通信施設、鉄道通信施設、電気事業通信施設その他の専用通信施設を使用することができる。

