

# 漢江洪水予警報調査報告書

(第5次)

1977.10

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1048627[2]

國際協力事業團

受入 月日 '84. 5. 15	110
登録No. 04481	61.7
	EXF

## 序

このたび国際協力事業団は、韓国政府の要請により、昭和52年6月5日から9月30日までの間に、建設省河川局近藤徹氏をはじめ、6名の洪水予警報専門家を同国に派遣いたしました。

本件協力は、昭和48年5月の第一次専門家派遣以来、今回で5回にわたり、その間に所定の成果をあげました。

本報告書は、今までの調査、検討結果をまとめたものであり、関係各位の参考に資すれば、幸甚に存じます。

なお、本件専門家派遣に際し、関係各省、在韓国大使館、韓国建設部の関係各位に多大の協力を賜りましたが、この紙面をかりて、厚く感謝申し上げます。

1976年10月

国際協力事業団

派遣事業部長 武田道夫



# 目 次

第1章 序 章	
( 1 - 1 ) 漢江洪水予警報調査の背景 .....	5
( 1 - 2 ) 日本国派遣専門家による調査の経過と調査団の構成 .....	6
( 1 - 3 ) 謝辞 .....	11
第2章 漢江の概況	
( 2 - 1 ) 流域 .....	15
( 2 - 1 - 1 ) 地形、地質特性 .....	15
( 2 - 1 - 2 ) 水文特性 .....	19
( 2 - 2 ) 洪水 .....	24
( 2 - 2 - 1 ) 洪水の特性 .....	24
( 2 - 2 - 2 ) 記録的な洪水 .....	30
( 2 - 2 - 3 ) 洪水被害状況 .....	41
( 2 - 3 ) Dam .....	44
( 2 - 3 - 1 ) 概要 .....	44
( 2 - 3 - 2 ) damおよび貯水池に関する諸元 .....	45
( 2 - 3 - 3 ) damの放流設備について .....	52
( 2 - 3 - 4 ) 洪水時のdam操作 .....	52
「水力発電所 Dam管理規定(案)」 .....	73
第3章 従来行われていた洪水予警報の状況	
( 3 - 1 ) 洪水予報の概念 .....	81
( 3 - 2 ) 従来の洪水予報の方式 .....	83
( 3 - 3 ) 観測施設 .....	86
( 3 - 4 ) 通信施設 .....	91
( 3 - 5 ) 洪水予警報組織 .....	93
第4章 降雨解析	
( 4 - 1 ) 降雨分布 .....	99
( 4 - 2 ) 相関解析 .....	104
( 4 - 3 ) 雨量観測所の配置 .....	116
第5章 洪水解析	
( 5 - 1 ) 解析対象洪水 .....	137
( 5 - 2 ) 洪水流出計算Model .....	147
( 5 - 2 - 1 ) 解析の方法 .....	147
( 5 - 2 - 2 ) 流域の分割 .....	148

( 5 - 2 - 3 ) Modelの組み立て .....	148
( 5 - 3 ) 定数解析 .....	151
( 5 - 3 - 1 ) 流域の貯溜関数 .....	151
( 5 - 3 - 2 ) 河道の貯溜関数 .....	153
( 5 - 3 - 3 ) 定数の検証 .....	157
第6章 新しい洪水予測方式	
( 6 - 1 ) 予測対象地域 .....	163
( 6 - 1 - 1 ) 主要被災地域 .....	163
( 6 - 1 - 2 ) 予報対象地域と予報水位観測所 .....	164
( 6 - 2 ) 基本方針 .....	168
( 6 - 2 - 1 ) 基本的な考え方 .....	168
( 6 - 3 ) 予測の方式 .....	177
( 6 - 3 - 1 ) 予測降雨 .....	177
( 6 - 3 - 2 ) 洪水予測方式 .....	178
第7章 調査団の提案した洪水予警報施設	
( 7 - 1 ) 概要 .....	185
( 7 - 1 - 1 ) 水文資料に Telemeterを採用した理由 .....	185
( 7 - 1 - 2 ) 水文観測施設 .....	185
( 7 - 2 ) 通信回線の系統 .....	193
( 7 - 3 ) 使用周波数 .....	195
( 7 - 3 - 1 ) Telemeter回線 .....	195
( 7 - 3 - 2 ) Micro多重回線 .....	196
( 7 - 3 - 3 ) Dam水文資料の把握 .....	196
( 7 - 3 - 4 ) 本部一統制所間の回線について .....	198
( 7 - 4 ) 回線設計と電波伝ぱん実験結果 .....	203
( 7 - 4 - 1 ) 回線設計 .....	203
( 7 - 4 - 2 ) 電波伝ぱん実験 .....	258
( 7 - 5 ) 現状の通信回線の系統と回線品質 .....	263
( 7 - 5 - 1 ) 通信回線の系統 .....	263
( 7 - 5 - 2 ) 回線品質 .....	264
( 7 - 6 ) 通信施設 .....	281
( 7 - 6 - 1 ) Telemeter施設 .....	281
( 7 - 6 - 2 ) 計測施設 .....	284
( 7 - 6 - 3 ) 警報施設 .....	285
( 7 - 6 - 4 ) 多重通信施設 .....	286

( 7 - 6 - 5 )	各局の機器構成 .....	295
( 7 - 7 )	演算施設 .....	306
( 附表 )	回線設計表 .....	204
( 付図 )	見透し図 .....	215
第 8 章 洪水予警報 System の維持運営		
( 8 - 1 )	Program maintenance .....	311
( 8 - 2 )	水文観測施設の維持運営について .....	312
( 8 - 3 )	Telemeter 施設 .....	315
( 8 - 3 - 1 )	Telemeter 施設の障害状況の分析について .....	315
( 8 - 3 - 2 )	Telemeter 施設の耐雷対策について .....	329
( 8 - 3 - 3 )	Telemeter 電源施設について .....	342
( 8 - 4 )	警報施設 .....	344
( 8 - 5 )	その他の施設 .....	344
( 8 - 6 )	保守運営上考慮しておかなければならない諸問題 .....	345
第 9 章 漢江洪水予警報 System の研究課題		
( 9 - 1 )	降雨予測の手法 .....	351
( 9 - 2 )	欠測 .....	367
( 9 - 2 - 1 )	資料の補完手法 .....	367
( 9 - 2 - 2 )	水位 .....	370
( 9 - 2 - 3 )	DMZ 以北の降雨推定 .....	370
( 9 - 3 )	dam 水文資料の処理 System .....	371
〔参考〕	八堂 dam 水位開度 - 放流量曲線 .....	373
( 9 - 4 )	基準地点の H - Q 曲線の精度向上 .....	400
〔参考〕	浮子観測 .....	401
( 9 - 5 )	漢江流出機構の特性把握 .....	408
( 9 - 6 )	洪水予警報 System の改善 .....	409
( 9 - 6 - 1 )	On Line real time 処理 System .....	409
( 9 - 6 - 2 )	data 処理 System .....	409
( 9 - 6 - 3 )	feed back system .....	410
( 9 - 9 - 4 )	通信施設の改善 .....	411

# 第1章 序

# 章

# 第1章 序 章

## (1-1) 漢江洪水予警報調査の背景

人口600万を擁し、政治、経済、文化の中心である首都 Seoul を貫流する漢江は韓国最大の河川である。その豊かな水は古来より沿岸住民の生活にかぎりない恵みを与えてきた。しかしながら、毎年7月から9月にかけて豪雨がもたらす洪水は沿岸住民の生命や財産を脅かし、年間平均の被害額は28億 won にものぼり、1年間に洪水のために失われる人命は多い時には数百名にも達する。このような実情から、韓国政府は、漢江の治水対策が、重要施策であるとの認識の上から、水害防除のための施設の充実に努める一方、洪水予報に対してもひとかたならぬ努力を払ってきた。一般に、洪水予報は、生起する洪水の規模をより早く察知し、これを広く伝え、避難等の措置をとることによって被害を軽減するという直接的な目的のほかに、住民のいたずらな不安をとり除いて軽挙を戒めるという間接的な目的をも持っている。こうした意味で広大な農耕地と膨大な人口をその沿岸にひかえる漢江において、より早く、より正確な洪水予報を発令することは治水上の重要な課題となっている。

洪水予警報の発令は風水害対策法(1967.2.28法律第1714号)にもとづくものである。すなわち、同法第17条によると「災害が発生するか、あるいは発生するおそれがある場合には、各防災責任者が実施する災害応急対策を総括調整するとともに災害応急対策活動を実施するために、国務総理の管轄のもとに災害対策本部が設置される。」また、同法第25条第1項には、「災害が発生するか、あるいは発生するおそれがある場合には、災害を防止するか、あるいはその被害を軽減するためにつぎの各号に掲げる災害応急対策がとられるものとする。」とあり、その第1号に、「警報の発令と伝達ならびに避難の勧告と指示。」が掲げられている。

一般的に云って、洪水予報 system は予報に必要な種々の水文情報(雨量、水位、流量など)を確保するための観測と、これらの data を必要な時に必要な場所に送受信するための通信と、得られた data を入力して、定められた方式にもとづいて予報対象地域に関する洪水の規模を推定するための予報技術という3つの要素から成り立っている。漢江の場合、観測については本調査の行われる以前の1970年当時で建設部管轄の雨量観測所は自記が34箇所、普通が30箇所あり水位観測所は自記が9箇所、普通が22箇所であった。通信については、建設部を受信局とする3箇のSSB局と4箇のVHF局とがあった。全流域の水文資料を迅速に把握するという洪水予報実施上の要件に照して考えると通信施設の実情は必ずしも満足なものとはいえず、その改良強化が望まれていた。また、予報技術については、建設部において研究が行われ、具体的な方式が提案されていた。この方式は、過去の洪水資料にもとづいて得られた相関関係を用いて、上流地点の観測水位とその生起

時刻から下流地点の水位とその生記時刻を推定するものであり、大洪水の場合、Seoul 地域に関しては大体 8 時間前に予測できるものであった。ところが、近年北漢江を中心としてつぎつぎと dam が建設され、その影響が上記の相関関係の上にも徐々に現われるにおよび、さらにこの傾向は昭陽江 dam および八堂 dam の完成によってさらに助長されることが予想されるに至った。

1968 年 12 月に開催された国際連合 ECAFE/WMO 台風委員会の第 1 回の会議において台風による災害を軽減するために必要な気象・水文施設の改良計画が承認されたが、この計画の中で漢江流域が洪水予警報 system 改良の pilot 流域として選定された。

韓国政府および日本国政府は、漢江流域における洪水予警報施設の確立を促進するために国際連合 ECAFE/WMO 台風委員会第 3 回会議の決議に留意しながら水文学専門家、河川工学専門家ならびに電気通信専門家から構成される調査団によって具体的な予報の方式および予報施設の計画に関する調査を行うことに合意をみた。

この方針に基づき、1972 年、1973 年、1974 年、1976 年、1977 年の計 5 回にわたり、漢江洪水予警報調査団により調査が行われたが、今回第 5 次報告書を作成するに当り過去の調査経過をもふまえた総合調査報告書としてここにとりまとめたものである。

なお 1974 年にこの調査に基き漢江洪水予測のための計算 system が設置されている。

## ( 1 - 2 ) 日本国派遣専門家による調査の経過と調査団の構成

### 1 調査の経過

#### (1) 第 1 次調査 1972 年 6 月 10 日～6 月 30 日 ( 21 日間 )

##### ① 現地調査と資料収集

調査団は、漢江、北漢江および南漢江のほとんど全部の流域について調査を行い、流域の地形・地質的特性、河道の特性、洪水常襲地域、河川改修事業、ダム建設事業、雨量・水位観測所の現状、通信施設の候補地点などを視察した。また、調査団は、各種の気象・水文・水理資料・想定氾濫地域の人文資料および災害資料、河川改修および水資源開発に関する資料など、この研究に必要な資料の収集を行った。

##### ② 予報対象地域の予備的な選定

漢江流域の洪水に関して、災害発生上とくに考慮しなければならない地域は、Seoul 特別市を中心とする漢江下流部、驪州周辺の南漢江下流部、忠州周辺および北漢江、南漢江上流部の主要都市 ( 春川、丹陽、寧越など ) の周辺であることが確認された。

表-1-1 1972年調査団の構成

1972. 6. 10 現在

氏名	担当業務	現職
小坂 忠	調査団団長 洪水予警報専門家	建設省河川局都市河川対策室長
竹内 俊雄	顧問 水文学専門家	防衛大学教授
矢野 洋一郎	調査団副団長 水文学専門家	建設省関東地方建設局 江戸川工事事務所副所長
藤崎 利雄	河川工学専門家	建設省関東地方建設局 利根川ダム統合管理事務所調査課長
三浦 一字	水文学専門家	建設省関東地方建設局 荒川上流工事事務所調査係長
中村 宣夫	電気通信専門家	建設省関東地方建設局 河川部電気通信課長

## (2) 第2次調査 1973年5月10日～6月9日(31日間)

- ① damによる洪水調節を考慮した洪水予報方式の確立
- ② 1972年8月洪水に関する水文資料の収集とそれにもとづく第一次調査結果の修正
- ③ Telemeter化されるべき観測所(雨量・水位)に関する現地踏査とその選定
- ④ 洪水予警報のための通信Network設定のための電波伝播実験
- ⑤ 洪水予報に関する研修

表-1-2 1973年調査団の構成

1973. 5. 9 現在

氏名	担当業務	現職
小坂 忠	調査団団長 洪水予警報専門家	建設省河川局都市河川対策室長
竹内 俊雄	顧問	防衛大学教授
矢野 洋一郎	調査団副団長 水文学専門家	建設省関東地方建設局 河川部河川計画課長
石崎 勝義	調査団副団長 水文学専門家	建設省河川局防災課課長補佐
藤崎 利雄	河川工学専門家	建設省関東地方建設局 利根川ダム統合管理事務所調査課長
三浦 一字	水文学専門家	建設省関東地方建設局 荒川上流工事事務所調査係長

氏名	担当業務	現職
田中長光	水文学専門家	建設省関東地方建設局 宮ヶ瀬ダム調査事務所調査係長
赤羽英俊	河川工学専門家	建設省関東地方建設局河川部河川計画課
中村宜夫	電気通信専門家	建設省関東地方建設局河川部電気通信課長
吉川敏行	電気通信専門家	建設省関東地方建設局 江戸川工事事務所電気通信課長
佐藤征雄	電気通信専門家	建設省大臣官房会計課電気通信室
中川泰二	調査団 庶務担当	河外技術協力事業団 海外事業部派遣第一課

(3) 第3次調査 1974年4月23日～8月31日(131日間)

- ① 漢江洪水予警報システム工事、竣工立会
- ② 漢江洪水統制所開所式出席
- ③ 漢江洪水予警報システム及びプログラムの改善、維持、運営の指導

表-1-3 1974年調査団の構成

1974. 4. 23 現在

氏名	担当業務	現職
小坂忠	調査団団長 洪水予警報専門家	建設省河川局都市河川対策室長
三浦一字	水文学専門家	建設省関東地方建設局 荒川上流工事事務所調査係長
楠正暢	電気通信専門家	建設省大臣官房会計課電気通信室長
佐藤征雄	電気通信専門家	建設省大臣官房会計課電気通信室
中尾宏達	電気通信専門家	建設省近畿地方建設局 淀川ダム統合管理事務所電気通信課

(4) 第4次調査 1976年3月5日～4月4日(31日間)

- ① 洪水予報精度向上のためのプログラム改善
- ② ダムに関する諸量のテレメータ化、収集方法の自動化についての調査
- ③ 中継局及び観測局における雷対策のための調査指導



表 1 - 4 1976 年調査団の構成

1976. 3. 5 現在

氏 名	担 当 業 務	現 職
小 坂 忠	顧 問	建設省東北地方建設局河川部長
家 原 俊 二	調査団団長 洪水予警報専門家	建設省河川局都市河川対策室長
近 藤 徹	調査団副団長 水 文 学 専 門 家	建設省関東地方建設局 京浜工事事務所所長
白波瀬 正道	水 文 学 専 門 家	建設省東北地方建設局 岩手工事事務所洪水予報課長
三 浦 一 宇	水 文 学 専 門 家	建設省関東地方建設局企画部企画課
佐 藤 征 雄	電 気 通 信 専 門 家	建設省大臣官房会計課電気通信室

(5) 第 5 次調査 1977 年 6 月 5 日～9 月 30 日 ( 118 日間 )

第 5 次調査は、第 4 次調査における現地調査ならびに帰国後の検討成果を現地 System に反映させるべく、また実際の洪水期間中における技術指導並びに調査を依頼されたもので、漢江の洪水期全期間を通じて調査団が派遣された。

なお、第 5 次調査団に対して韓国政府より付託された事項は、次の通りである。

- ① 75、76 両年度の洪水に対する予警報施設の運営結果の分析及び予警報精度の向上のための改善作業
  - ② 77 年度の洪水に対する予警報の技術指導
  - ③ 77 年度の予警報の結果に対する分析及び改善
  - ④ 施設に対する落雷対策
  - ⑤ 一部観測局に対する中継局の変更及び電波通信局の信号受信状態の検討
- 調査団の構成及び各専門家による調査経過は次の通りである。

表 1 - 5 1977 年調査団の構成

1977. 9. 30 現在

氏 名	専 門 科 目	役 職	派 遣 期 間	現 職
近藤 徹	水文・洪水予報	団長	6 月 5 日～6 月 19 日	建設省河川局治水課建設専門官
三浦一宇	水文・洪水予報	団員	6 月 5 日～8 月 15 日	建設省関東地方建設局関東技術事務所係長
佐藤征雄	電 気 通 信	団員	6 月 5 日～8 月 4 日	建設省大臣官房会計課電気通信室主任
大島康宏	水文・洪水予報	団員	8 月 1 日～9 月 30 日	建設省九州地方建設局 大分工事事務所開発調査課長
小森春雄	電 気 通 信	団員	7 月 15 日～9 月 30 日	建設省中国地方建設局 弥栄ダム工事事務所工務課主任
津村 修	電 気 通 信	団長	9 月 16 日～9 月 30 日	建設省大臣官房会計課電気通信室長

表-1-6 各専門家の調査経過

月 日	洪水予報・水文専門家	月 日	電気通信専門家
6月5日～ 6月19日	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査計画書の作成</li> <li>洪水予報改良 program 説明書の作成</li> <li>第4次調査報告書の報告</li> <li>中間報告書の作成及び説明</li> </ul>	6月5日～ 6月19日	<ul style="list-style-type: none"> <li>携行機材取引手続</li> <li>洪水予報施設現況調査</li> <li>施設障害内容調査</li> <li>第4次調査報告書の説明</li> <li>中間報告書の作成及び説明</li> </ul>
6月20日～ 7月25日	<ul style="list-style-type: none"> <li>流量・dam貯水量計算 program conversion</li> <li>洪水予報改良 program conversion 作業</li> <li>77年度洪水に対する予警報の技術指導</li> <li>水位 data 欠測対策 program conversion</li> </ul>	6月20日～ 6月23日	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査打合</li> <li>高安議政府局現地点検指導</li> </ul>
		6月24日～ 7月3日	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地点検調整法説明及び指導</li> <li>回線設計用 Profile 作成指導</li> <li>保守点検時厳守事項説明</li> </ul>
		7月4日～ 7月8日	<ul style="list-style-type: none"> <li>雷害発生状況調査対策検討</li> <li>華川 dam、春川 dam、昭陽江 dam 等で現地点検指導</li> <li>現地調査結果の検討</li> </ul>
		7月9日～ 7月18日	<ul style="list-style-type: none"> <li>携行機材受領点検</li> <li>受電設備故障調査法指導</li> <li>蓄電池保守一般指導</li> <li>珍富局用充電器改造作業指導</li> <li>telemeter設備故障調査法指導</li> </ul>
7月26日～ 8月10日	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水予報改良 program follow作業</li> <li>流量・dam貯水量計算 program follow作業</li> <li>水位 data 欠測対策 program follow作業</li> <li>洪水予報 program 総合 check</li> <li>洪水予報研修</li> <li>不等流計算 program 作成</li> </ul>	7月19日～ 8月4日	<ul style="list-style-type: none"> <li>人道橋、白雲、寧越、平昌、珍富等の現地調査指導</li> <li>統制所接地線調査及び整理方法の指導</li> <li>観象台で雷関係資料の収集調査</li> <li>中間報告まとめ報告</li> <li>施設状況調査</li> </ul>
8月11日～ 8月18日	<ul style="list-style-type: none"> <li>追加専門家協議</li> <li>研修生受入協議</li> <li>既成 H-Q 式の check</li> <li>洪水予報 program check</li> <li>不等流計算 program による水理検討</li> <li>H-Q 作成 program の作成</li> </ul>	8月5日～ 8月22日	<ul style="list-style-type: none"> <li>今後調査方法検討</li> <li>弱電界局回線設計指導</li> <li>測定器、無線機点検取扱指導</li> <li>接地配線状況調査</li> <li>水位計 A/D Converter 修理指導</li> <li>現地調査方法の検討</li> </ul>
8月19日～ 9月7日	<ul style="list-style-type: none"> <li>安養川現地視察</li> <li>H-Q について指導</li> <li>漢江流域現地視察</li> <li>研修生について、建設部、大使館と協議</li> <li>水文技術指導及び program check</li> </ul>	8月23日～ 9月5日	<ul style="list-style-type: none"> <li>春川、清平(水)、華川 Dam、春川 Dam、及村各局点検及び電源装置改造、耐雷 transformer 設置指導</li> <li>接地線整理方法検討</li> <li>現地調査結果及び telemeter 増設計画検討</li> <li>今後の日程等を建設部、大使館打合</li> </ul>
9月8日～ 9月15日	<ul style="list-style-type: none"> <li>漢江流域現地視察</li> <li>現地調査結果の整理</li> <li>入出力 program 修正</li> </ul>	9月6日～ 9月15日	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査準備</li> <li>珍富、寧越、槐山の各局にて電源測定、中継所変更及び接地状況調査</li> <li>現地調査 Data 整理</li> </ul>
9月16日～ 9月30日	<ul style="list-style-type: none"> <li>津村団長来韓に伴ない打合</li> <li>program 総合 test</li> <li>建設部打合せ</li> <li>漢江流域調査</li> <li>中間報告書作成</li> <li>中間報告(統制所、建設部)</li> </ul>	9月16日～ 9月30日	<ul style="list-style-type: none"> <li>津村団長来韓に伴ない現状問題点打合</li> <li>春川、忠州にて現地状況調査</li> <li>中間報告書作成検討</li> <li>中間報告(統制所、建設部)</li> </ul>

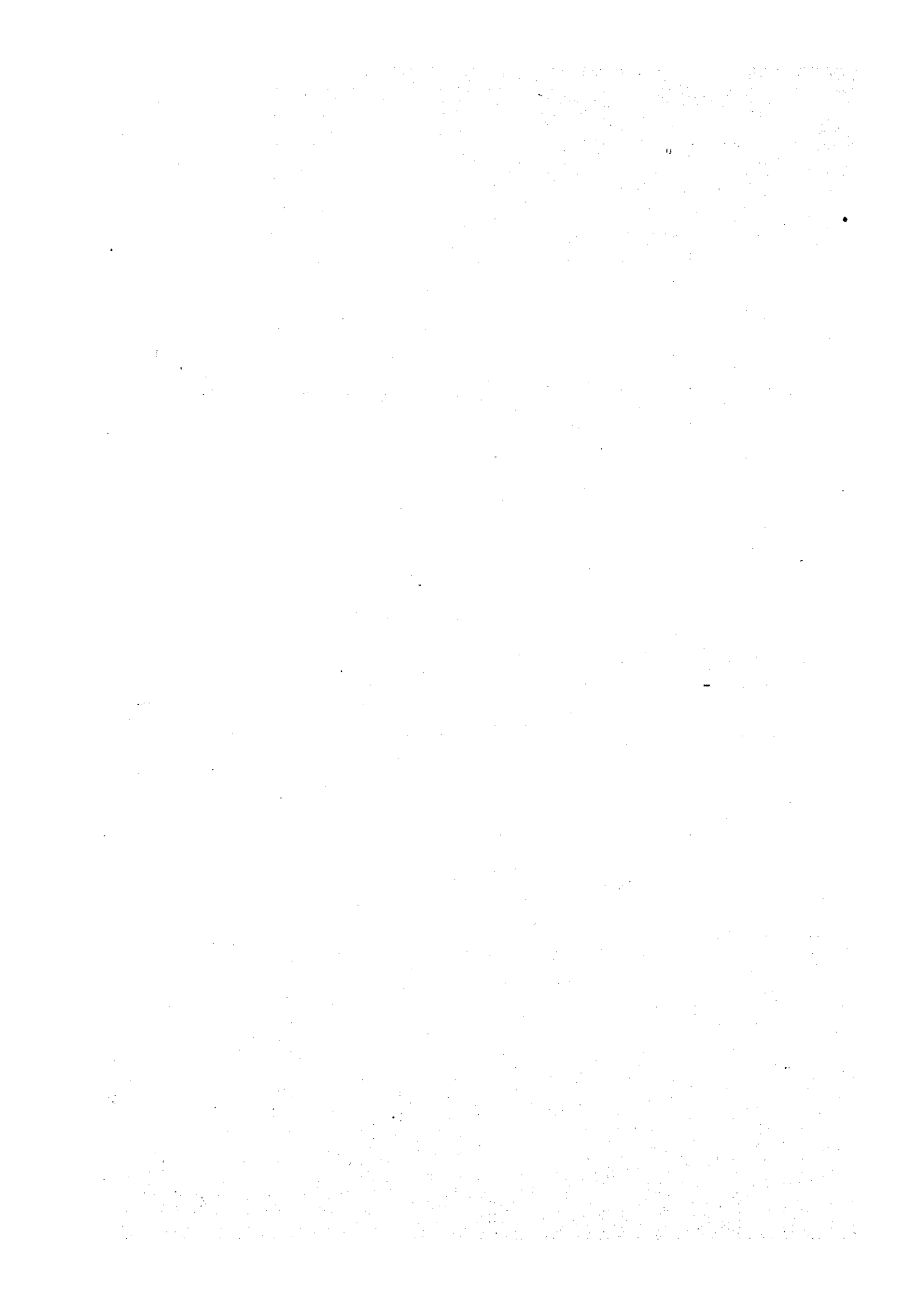
( 1 - 3 ) 謝 辞

調査団一同は漢江洪水予警報システム調査のため訪韓中 seoul での調査活動あるいは漢江流域の視察の際、種々の御配慮をたまわった関係機関に対し、また種々の御協力をいただいた関係各位に対して深甚なる諸意を表わします。

日本国漢江洪水予警報調査団一同



## 第2章 漢江の概況



## 第2章 漢江の概況

### (2-1) 流域

#### (2-1-1) 地形、地質特性

漢江は韓国最大の河川である。河口付近で合流する臨津江の合流点から上流で26,200 km<sup>2</sup>の流域面積と482 kmの最長流路延長をもつが、流域の最北部3,100 km<sup>2</sup>はDMZ北部に属するため、韓国内の流域面積は23,100 km<sup>2</sup>であり、それは全国土面積の約1/4に相当する。漢江は2つの幹川、北漢江と南漢江とから構成されており、これら2つの河川はSeoulの上流約35 kmの兩水里の近くで合流する。合流後すぐに川は八堂の狭搾部に入り、約5 kmにわたって岩質の急流部を流下した後、広大な沖積平野に吐き出される。この幅広で平坦な沖積平野が漢江の特徴であって、川はその中をSeoulを過ぎるまで曲りくねりながら流下し、臨津江との合流点に到達する。漢江流域の地勢はやや複雑であって、高い山脈が2つの方向に走っている。1つは東部海岸に平行に北西から南東へ向いもう1つは北東から南西へ向うものである。地形は全般的に起伏に富んでおり、深く浸食された峡谷によって尾根が分離されているのが特徴である。分水嶺付近にはいくつかの小さな谷があるが、広い谷は南漢江下流の駙州の南西部と原州の南部、北漢江上流の春川の北西部ならびに漢江下流のSeoulの西部以外にはほとんど見られない。南漢江の氾濫原は比較的幅が広くて約600 mあるが、北漢江のそれは約400 mである。また、漢江(北、南漢江合流点から下流部)の氾濫原は非常に広くて最大幅は800 mにも達する。流域の標高は最も高い北東部の山岳地域で海拔約1,700 mに達し、流域の約14%が800 m以上、約27%が200 m以下になっている。地形勾配については、流域の50%以上が400/1,000であり、14%以下が100/1,000以下である。流域の地質は図-2に示されるように花崗岩、石灰岩、片麻岩が主体となっている。また、流域全体は自然の植生に乏しい。これは戦争や畑焼や乱伐に起因するものである。

北漢江の流域面積は10,652 km<sup>2</sup>で、その最長流路延長は324 kmである。川はDMZの北側にある流域の最北部に源を発し、南々西に流下して南漢江と合流する。流路の平均勾配は南漢江との合流点から約180 km上流の地点までが約1/1,000である。流域には2つの大きな支川、昭陽江と洪川江がある。昭陽江は流域の北東部にあって2,800 km<sup>2</sup>の流域面積と165 kmの流路延長をもつ。春川の上流約15 kmの地点に総貯水量約29億 m<sup>3</sup>の多目的Damが現在建設中であり1972年末には完成されるはずである。洪川江は1,550 km<sup>2</sup>の流域面積と140 kmの流路延長をもち、西に流下して北漢江中流部に合流する。流路勾配の緩い河川で、下流部で約1/1,000、分水嶺付近でも10/1,000をやや上回るくらいである。

南漢江の流域面積は12,514 km<sup>2</sup>で、その最長流路延長は375 kmである。川は流域の東端に源を発し、忠州付近まで南西に流下し、そこで南西に転流して北漢江と合流する。流路

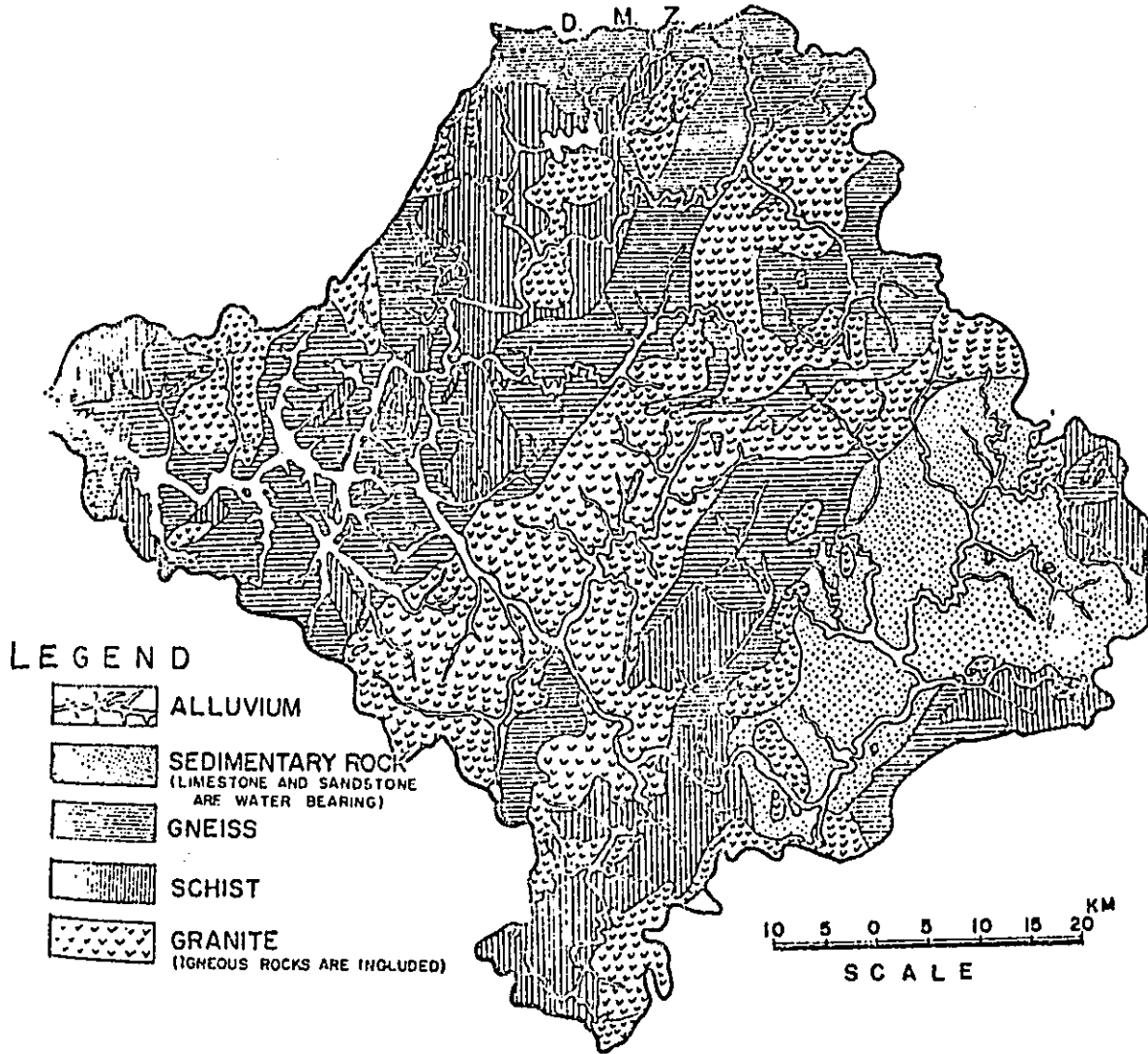
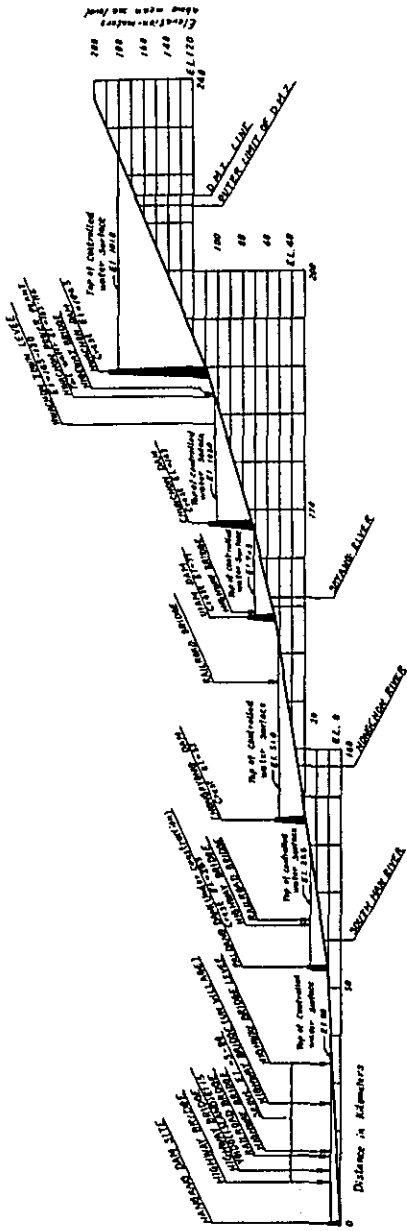
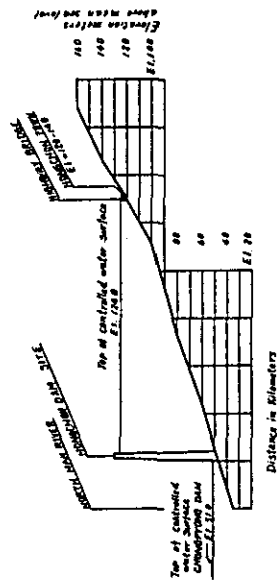


图-2 汉江流域地质图

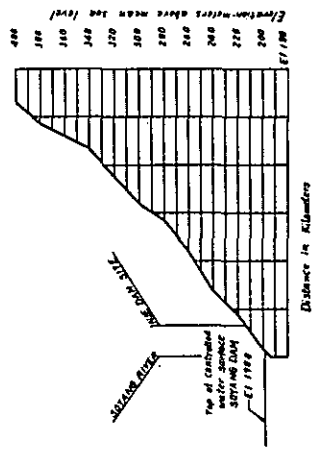




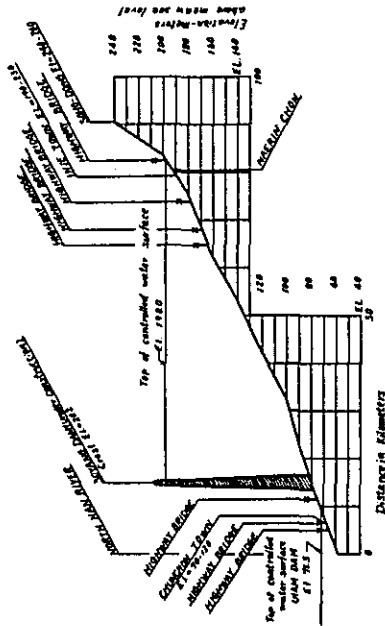
**NORTH HAN RIVER**



**HONGCHON RIVER**



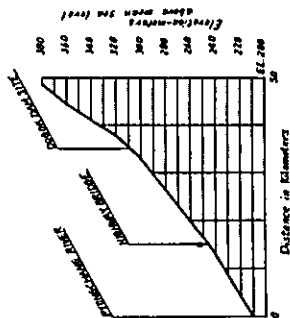
**NAERIN CHON**



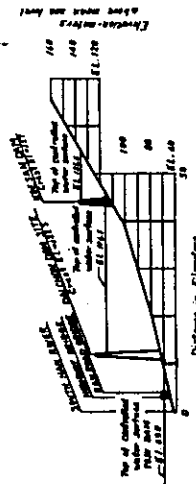
**SOYANG RIVER**

PROFILES OF SOUTH HAN RIVER  
北漢江縱断面

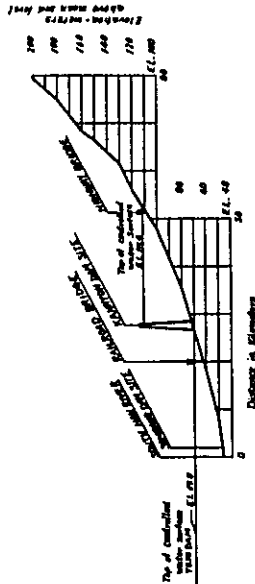
JVCHON RIVER



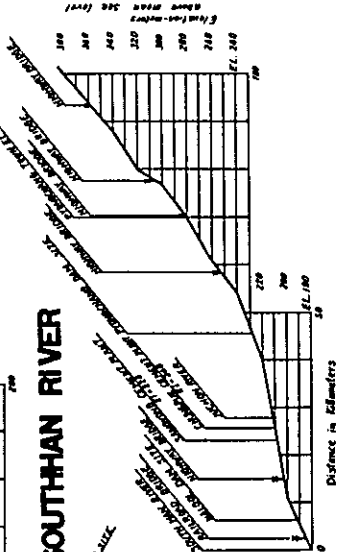
DAL CHON



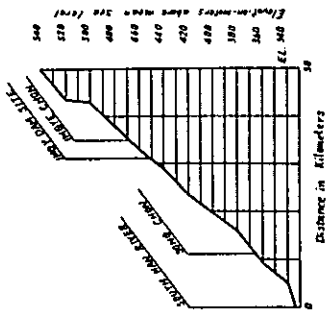
SOM RIVER



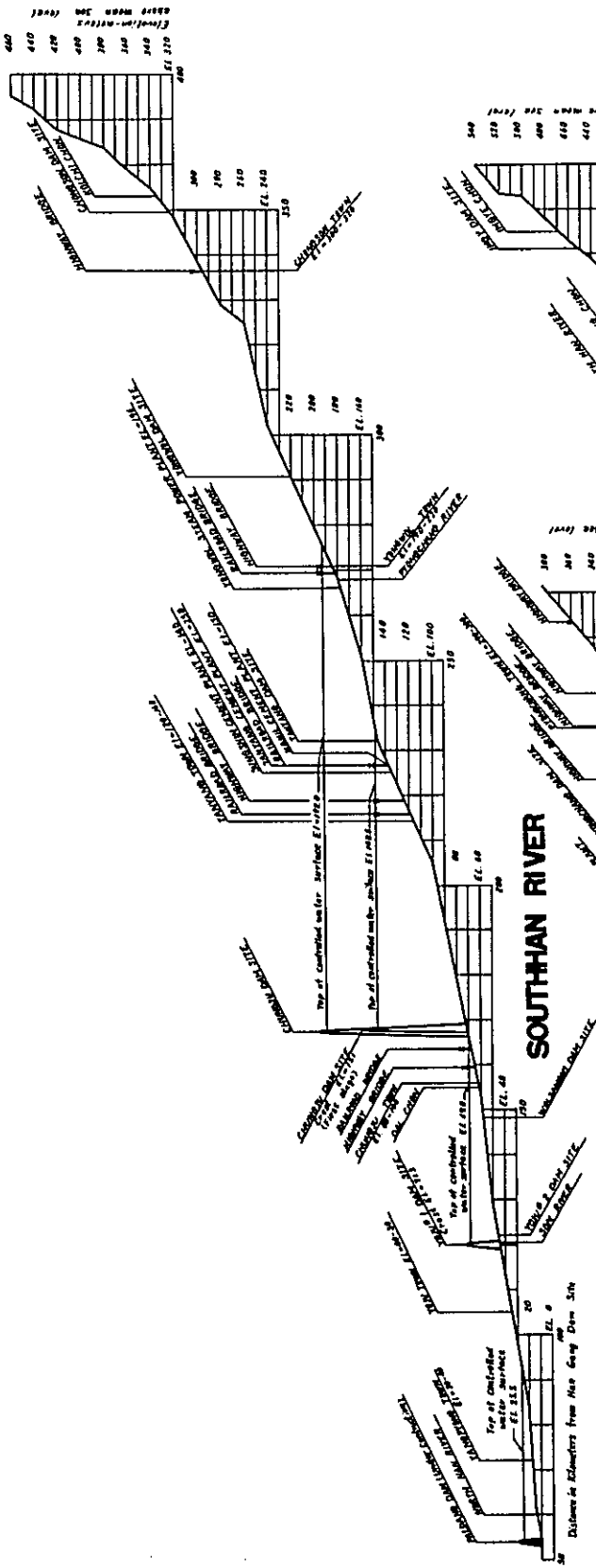
PYONGCHANG RIVER



KOLCHI CHON



SOUTHAN RIVER



の平均勾配は下流部 200 Km で 0.8 / 1,000 であるが、上流へ進むにつれて急激に増加し分水嶺付近では約 430 / 1,000 である。南漢江にも多くの支川があるが、三大支川は蟻江、達川江、平昌江である。蟻江は南漢江流域の中央部に発して南西に流下し、驪州付近で合流する。流域面積は約 1,480 Km<sup>2</sup>、流路延長は 100 Km である。また、流路の平均勾配は下流部 50 Km では約 1.1 / 1,000、分水嶺付近では 290 / 1,000 以上である。達川江は南漢江流域の南端に発し、北流して忠州のすぐ下流で合流する。流域面積は 1,600 Km<sup>2</sup>、流路延長は 125 Km である。また、流路の平均勾配は下流部 60 Km では約 1.7 / 1,000、分水嶺付近では 290 / 1,000 以上である。平昌江は南漢江流域の東中央部に発し、南流して寧越のすぐ下流で合流する。流域面積は 1,764 Km<sup>2</sup>、流路延長は 178 Km である。また、流路の平均勾配は下流部約 80 Km では約 1.5 / 1,000、分水嶺付近では 235 / 1,000 以上である。

北、南漢江合流点から臨津江合流点までの漢江は比較的平坦で幅の広い河川である。その流路勾配は 1 / 5,000 ~ 1 / 10,000 であり、河幅は低水時には 100 ~ 300 m、高水時には 800 ~ 1,200 m である。

図-2-1<sup>(1)(2)</sup>は漢江および各主要支川の縦断ならびに施設の配置の状況を示すものである。

#### (2-1-2) 水文特性

韓国の気象は大陸性気候と海洋性気候との遷移地帯的特性をもち、年間を通じて北Asia寒気団と南太平洋暖気団とが形成する、いわゆる polar front の位置に影響される。表-2-1<sup>(1)</sup>は5つの観測所について毎月の気温の平均、最大および最小値を示したものであるが、Seoul についていえば1月の平均気温が -4.3℃、8月は 25.4℃である。相対湿度は夏期には高く、しばしば 90% を越えるが冬期は 50 ~ 60% である。

漢江流域の年間降雨量は年によってかなり変動するが、Seoul について 1771 年から 1966 年までの年間降雨量の変動の様子が図-2-2<sup>(2)</sup>に示されている。長期間の平均値は 1,207 mm である。図-2-3<sup>(3)</sup> 1940 年以前の資料にもとづいて年間降雨量の地域分布が等雨量によって表現されたものである。一方、降雨量の月間変動が流域内の5つの観測所について図-2-4<sup>(4)</sup>に示されているが、年間降雨量の大部分は夏期に降ることがわかる。こうした特性が表-2-2<sup>(5)</sup>に定量的に表現されているが、どの観測所においても6月から9月までの間に年間降雨量の約 70% が降っていることがわかる。

蒸発量について、Seoul と東部海岸にある Kangnung の記録を用いて漢江流域の年間蒸発量を推定すると 878 mm となる。図-2-5<sup>(6)</sup>はその月間変動を示す。

脚注 (1) Han River Basin Survey (HRBS) P. C - 16

(2) HRBS p. C - 21

(6) HRBS p. C - 19

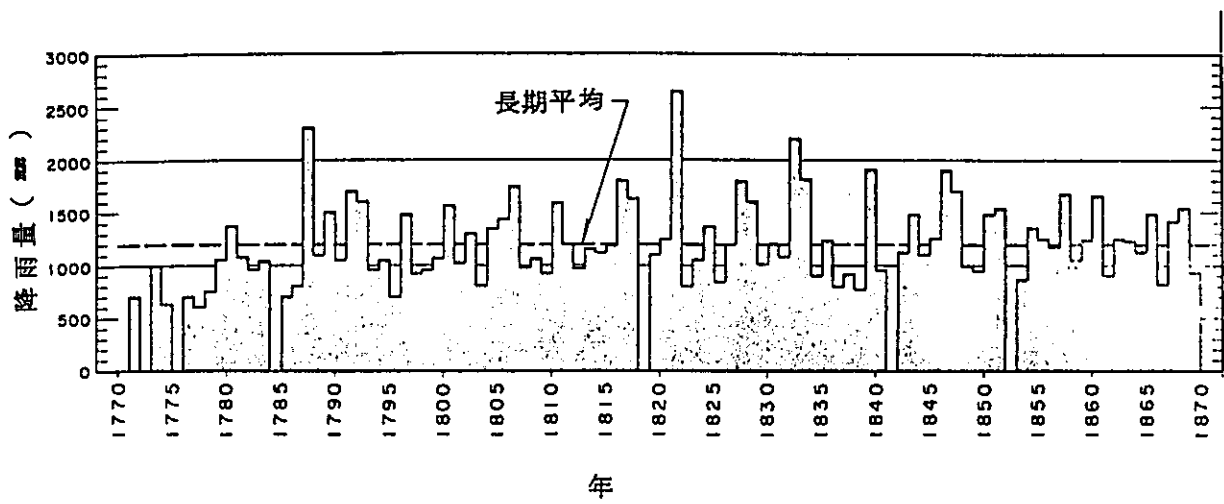
(3) HRBS p. C - 22

(8) HRBS p. C - 25

(4) HRBS p. C - 20

表-2-1 代表観測所における気温(°C)

観測所	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	年平均
	Seoul	平均 -4.3 最高 10.8 最低 -19.8	-1.4 14.1 -17.3	4.2 21.5 -11.2	11.3 27.3 -1.3	16.9 31.6 4.2	21.0 37.2 9.7	24.6 35.2 15.2	25.4 36.2 15.5	20.4 31.7 6.6	14.0 29.2 -0.4	6.8 20.8 -11.2	
仁川	平均 -3.2 最高 9.9 最低 -18.5	-0.8 12.1 -16.1	3.6 18.8 -9.3	9.4 25.2 -3.0	15.8 28.8 6.1	19.5 33.4 10.2	23.7 34.0 15.2	25.0 34.8 16.0	20.4 32.0 7.7	14.3 27.9 0.2	7.4 21.6 -9.7	0.2 16.9 -17.0	11.3 - -
忠州	平均 -5.5 最高 14.0 最低 -27.2	-2.0 16.6 -20.9	4.2 24.5 -15.0	11.3 30.5 -4.4	17.1 34.6 0.5	22.2 38.0 5.5	26.0 38.0 12.4	26.4 39.6 11.4	20.3 35.2 2.2	12.9 29.7 -5.0	5.4 24.4 -12.6	-1.4 16.1 -21.8	11.4 - -
春川	平均 -6.6 最高 - 最低 -31.0	-3.3 - -	3.4 - -	10.5 - -	16.5 - -	21.6 - -	25.4 - -	25.5 39.5 -	19.5 - -	12.3 - -	4.7 - -	-3.1 - -	10.5 - -
麟蹄	平均 -6.6 最高 - 最低 -30.0	-3.8 - -	2.2 - -	9.9 - -	15.9 - -	20.2 - -	23.9 - -	24.2 38.0 -	18.7 - -	12.1 - -	4.6 - -	-2.8 - -	9.9 - -



長期年平均降雨量 = 1,207<sup>MM</sup>

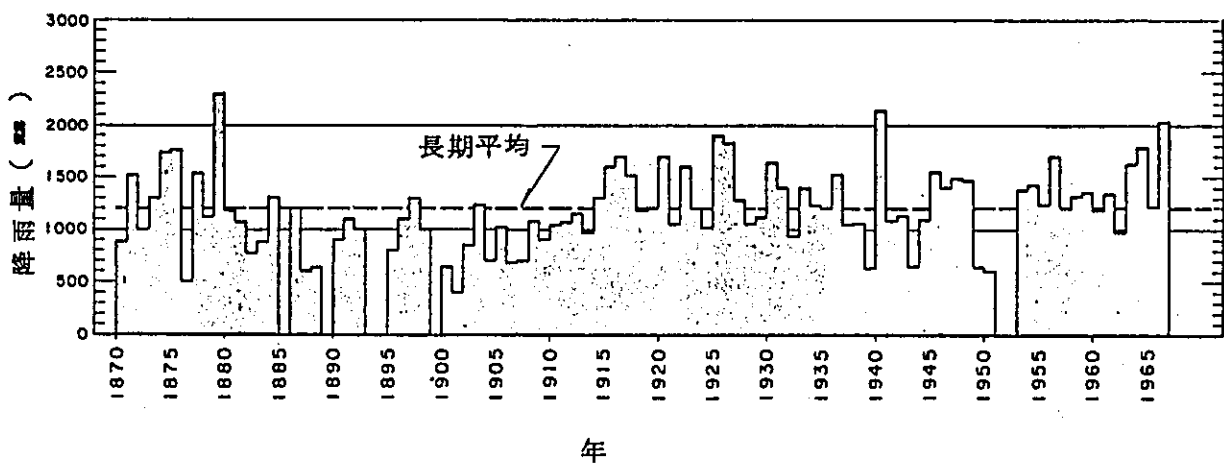


圖 - 2 - 2 年降雨量

1771 - 1966

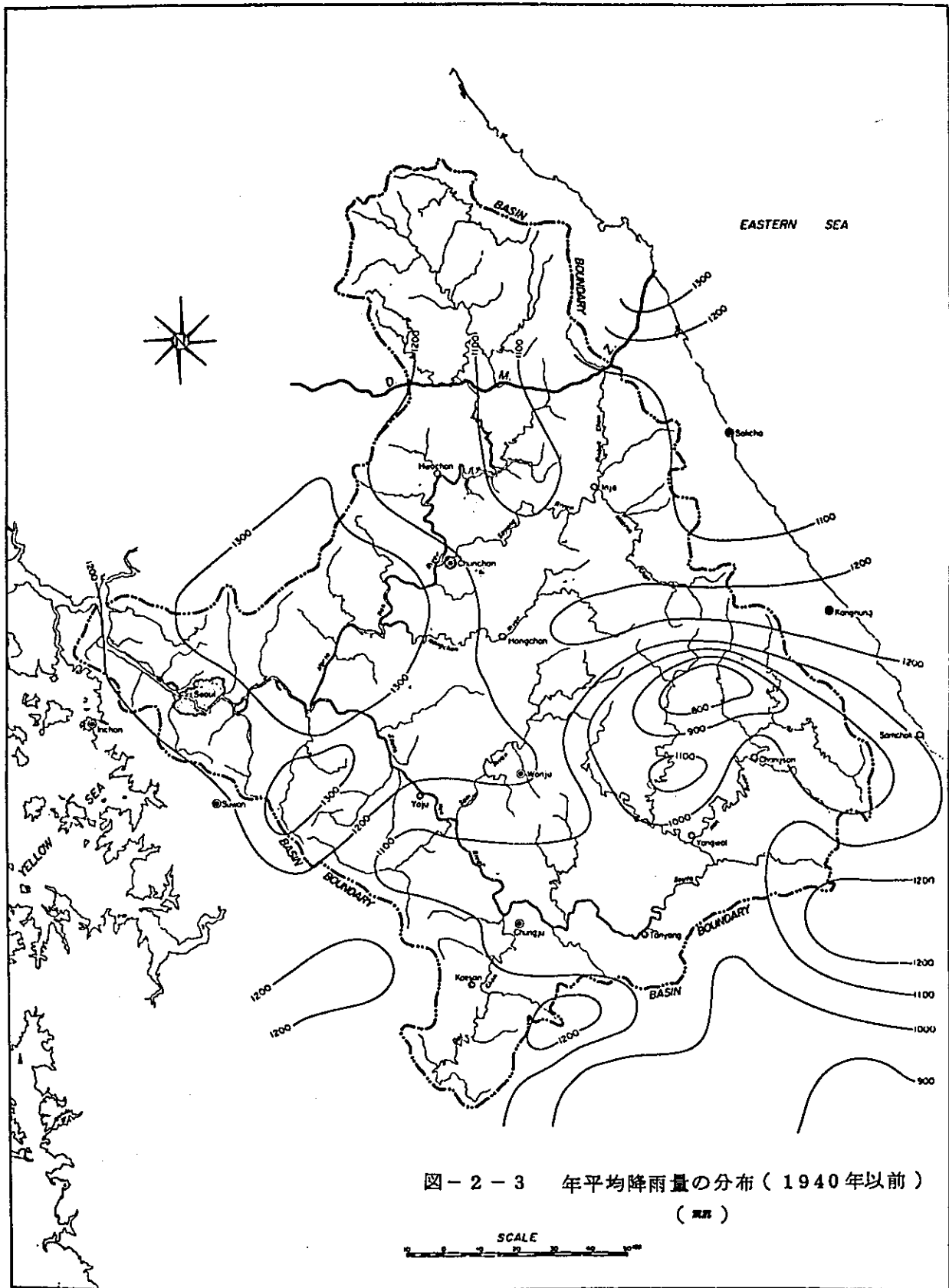


図-2-3 年平均降雨量の分布(1940年以前)

( 単位 )

SCALE  
0 20 40 60 80 100

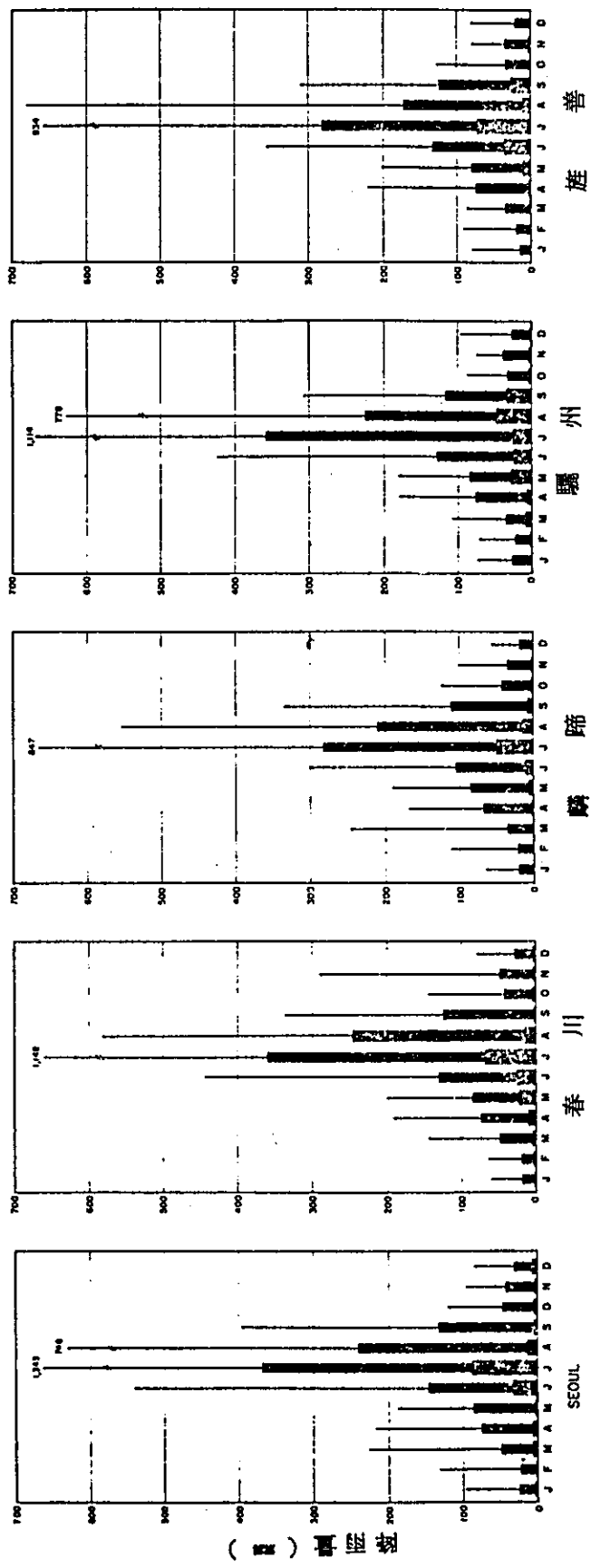


圖 2-4 月間降雨量

太線：最大  
 中線：平均  
 細線：最小

表-2-2 代表観測所の降雨特性 (mm)

観測所	年間降雨量			雨期	
	平均	最大	最小	6月～9月	年間降雨に占める割合 (%)
Seoul	1,253	2,136	634	885	71
春川	1,221	2,015	615	859	70
麟蹄	1,028	1,748	377	707	69
驪州	1,166	1,865	508	829	71
旌善	1,018	1,579	604	707	69

(2-2) 洪水

(2-2-1) 洪水の特性

いくつかある洪水の原因のなかで、漢江流域に関して最も支配的なのは台風と前線である。台風性豪雨による洪水としてきわだったものは1925年と1940年の洪水である。しかし洪水の大部分は前線性豪雨に起因するものであり、それは数日にわたって降り続くことが多い。前線性豪雨による最近の代表的な洪水は1965年と1966年の洪水である。

漢江の大洪水は一般的には7月～9月の短い期間に生ずるが、ごくまれではあるが相当な規模の洪水が6月と10月に生ずることがある。表-2-3<sup>(7)</sup>は漢江の代表的な水位・流量観測所について近年の洪水を大きさの順に並べたものであるが、この表から洪水生起の状況を入道橋における上位20位の洪水について年間分布をpercentで表示するとつぎのようになる。

月	6月	7月	8月	9月	10月
頻度	0%	55%	30%	15%	0%

(8)

さきにも述べたように、漢江流域は山岳性で起伏に富んでいるうえに林相が貧弱であるために流出は急激であり、支川の洪水の幹川への集中は非常に急速である。大部分の支川では、豪雨のあった後数時間で peak に達し、雨が止むとすぐに平水に戻る。流出の甚しい集中が生じやすい地点が流域内に2箇所あるが、その1つは昭陽江と北漢江の合流点の春川付近であり、もう1つは北、南漢江の合流点の八堂付近である。八堂から下流部では、

脚注 (7) HRBS p. F-11 ~ F-14

(8) HRBS p. F-5



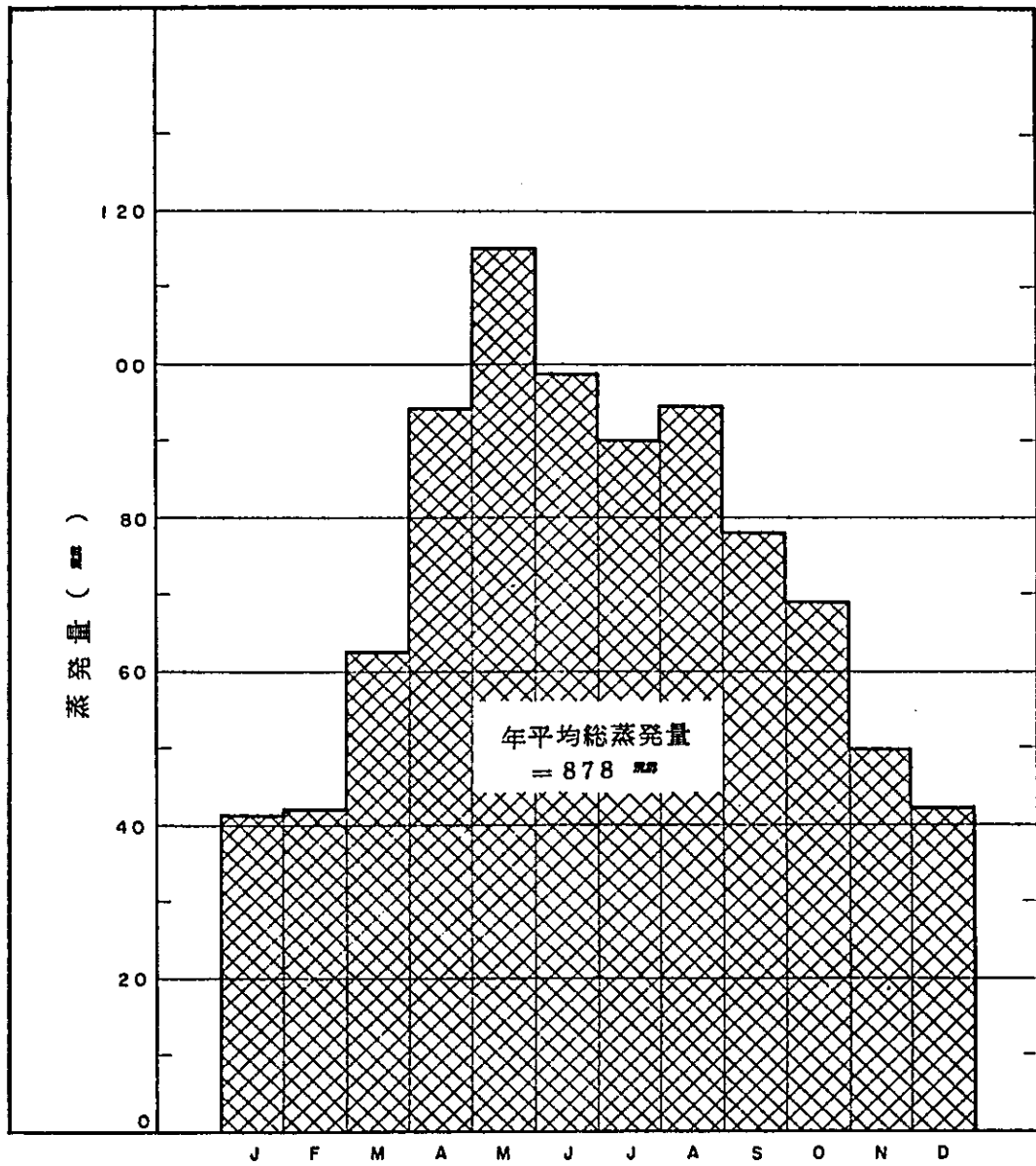


図-2-5 月間平均蒸発量

表-2-3の(1) 人道橋における洪水配分

生起年月日	最高水位(m)	最大流量(㎥/s)	生起年月日	最高水位(m)	最大流量(㎥/s)
July 18, 1925	12.26	34,400	July 7, 1953	7.55	10,600
August 19, 1972	11.24	30,000	July 15, 1964	7.55	10,600
July 16, 1965	10.80	26,000	July 20, 1937	7.40	10,100
July 26, 1966	10.78	25,900	July 24, 1934	7.35	10,000
August 12, 1936	10.56	24,400	September 12, 1923	7.32	9,900
July 21, 1940	10.41	23,600	June 24, 1956	7.30	9,800
July 23, 1935	10.17	22,100	July 4, 1955	7.10	9,200
August 29, 1936	10.15	22,000	June 23, 1963	7.05	9,100
July 9, 1920	10.10	21,900	September 9, 1962	7.04	9,050
August 2, 1920	9.86	20,400	July 20, 1920	6.93	8,700
July 30, 1922	9.80	20,100	July 23, 1923	6.87	8,500
September 4, 1940	9.60	19,000	July 14, 1955	6.87	8,500
July 14, 1930	9.50	18,500	July 18, 1957	6.87	8,500
September 6, 1958	9.40	18,000	June 30, 1960	6.84	8,400
July 22, 1926	9.40	18,000	July 25, 1930	6.70	8,000
July 26, 1924	9.10	16,600	July 7, 1921	6.60	7,700
August 17, 1918	9.08	16,500	July 20, 1967	6.60	7,700
July 7, 1919	9.05	16,100	September 6, 1964	6.55	7,600
September 1, 1959	8.95	15,800	July 29, 1965	6.48	7,400
August 23, 1922	8.90	15,600	September 15, 1938	6.43	7,300
August 7, 1947	8.83	15,300	July 17, 1968	6.35	7,100
July 8, 1959	8.70	14,700	July 12, 1961	6.25	6,850
July 16, 1966	8.70	14,700	April 15, 1937	6.05	6,400
July 20, 1956	8.60	14,400	June 27, 1966	6.00	6,300
July 26, 1963	8.30	13,300	August 22, 1966	6.00	6,300
August 13, 1964	8.27	13,200	September 5, 1938	5.87	6,000
July 15, 1927	8.05	12,300	October 26, 1968	5.62	5,450
July 17, 1922	8.00	12,200	August 17, 1967	5.50	5,200
July 24, 1947	8.00	12,200	April 28, 1931	5.35	4,900
July 30, 1952	8.00	12,200	August 30, 1967	5.30	4,800
August 2, 1923	7.90	11,950	September 17, 1928	5.20	4,600
July 30, 1933	7.89	11,900	June 13, 1948	5.20	4,600
September 6, 1966	7.89	11,900	August 1, 1958	5.07	4,350
August 31, 1932	7.85	11,700	August 18, 1929	4.93	4,100
April 20, 1964	7.82	11,600			
July 29, 1954	7.75	11,400			
August 24, 1968	7.75	11,400			
August 20, 1931	7.55	10,600			

表-2-3の(2) 高安にかける洪水記録

生起年月日	最高水位(m)	最大流量(㎥/s)	生起年月日	最高水位(m)	最大流量(㎥/s)
July 18, 1925	19.38	37,000	September 12, 1923	8.30	9,100
August 19, 1927	15.95	34,200	July 4, 1955	8.28	9,050
July 16, 1965	15.27	27,000	July 10, 1918	8.24	8,950
August 12, 1936	14.55	25,500	July 3, 1933	8.22	8,800
July 26, 1966	14.42	25,100	August 24, 1968	8.20	8,700
September 4, 1940	13.58	23,100	July 29, 1965	8.20	8,700
July 8, 1920	13.58	23,100	June 29, 1960	8.20	8,700
July 30, 1922	12.75	21,000	September 15, 1954	8.20	8,700
August 28, 1936	12.70	20,900	September 15, 1938	8.15	8,600
July 23, 1935	12.70	20,900	July 19, 1920	8.15	8,600
July 14, 1930	12.20	19,700	July 14, 1955	8.13	8,550
July 21, 1940	11.87	18,800	July 20, 1967	8.12	8,500
September 6, 1958	11.40	17,500	July 7, 1921	8.00	8,300
August 2, 1920	11.30	17,300	July 18, 1957	7.75	7,700
July 6, 1940	11.20	17,000	October 25, 1968	7.74	7,500
September 1, 1959	11.12	16,800	September 5, 1917	7.62	7,400
July 7, 1919	11.02	16,600	September 5, 1964	7.60	7,350
August 6, 1926	11.02	16,500	September 5, 1938	7.47	7,050
July 16, 1966	10.60	15,300	August 23, 1935	7.35	6,800
July 22, 1926	10.60	15,300	September 12, 1926	7.20	6,450
July 25, 1924	10.50	15,000	August 29, 1967	7.10	6,000
July 25, 1963	10.44	14,900	July 13, 1961	7.00	5,800
August 7, 1947	10.44	14,900	July 17, 1968	7.00	5,800
July 8, 1959	10.28	14,300	August 21, 1966	7.00	5,800
August 31, 1932	10.28	14,300	June 21, 1963	6.85	5,700
July 15, 1927	10.15	14,200	September 5, 1933	6.82	5,650
August 12, 1964	10.12	14,000	September 2, 1961	6.80	5,600
July 16, 1956	9.95	13,500	September 16, 1928	6.79	5,580
August 23, 1922	9.82	13,100	August 23, 1930	6.79	5,550
August 17, 1918	9.80	13,000	August 27, 1926	6.75	5,500
July 16, 1922	9.55	12,400	July 12, 1946	6.65	5,300
April 20, 1964	9.50	12,300	July 30, 1936	6.60	5,200
September 15, 1925	9.45	12,200	August 30, 1927	6.55	5,100
August 1, 1923	9.37	11,900	September 12, 1926	6.55	5,100
July 30, 1933	9.30	11,600	April 28, 1931	6.50	5,100
September 6, 1966	9.10	11,100	August 15, 1934	6.50	5,050
July 24, 1934	9.02	10,900	September 6, 1934	6.43	4,850
July 29, 1954	9.02	10,900	August 9, 1925	6.35	4,700
July 14, 1964	9.02	10,900	September 19, 1964	6.15	4,300
July 20, 1937	9.02	10,900	August 12, 1937	6.11	4,250
August 20, 1931	9.00	10,800	August 22, 1933	6.11	4,250
September 8, 1962	8.60	9,800	June 27, 1956	6.04	4,100
July 24, 1930	8.52	9,600	August 18, 1929	5.97	4,000

表-2-3の⑧ 清平における洪水記録

生起年月日	最高水位 (m)	最大流量 (m <sup>3</sup> /s)	生起年月日	最高水位 (m)	最大流量 (m <sup>3</sup> /s)
July 18, 1925	17.10	19,000	July 21, 1926	8.48	5,000
July 16, 1965	16.70	18,000	August 12, 1936	8.30	4,800
August 19, 1972	15.20	15,700	June 26, 1966	8.25	4,720
July 26, 1966	14.40	14,000	July 25, 1915	8.15	4,600
September 4, 1940	13.95	13,000	August 5, 1926	7.95	4,400
July 23, 1935	12.59	10,700	June 28, 1960	7.72	4,150
July 15, 1966	12.15	10,100	July 17, 1922	7.45	3,900
August 31, 1932	12.00	9,800	July 19, 1968	7.40	3,850
July 5, 1940	11.90	9,700	July 18, 1957	7.30	3,750
August 28, 1936	11.58	9,250	August 17, 1961	7.02	3,450
August 1, 1923	11.52	9,150	July 6, 1959	7.00	3,450
September 1, 1959	11.50	9,100	August 20, 1965	6.95	3,400
July 19, 1930	11.02	8,350	July 6, 1919	6.95	3,400
August 12, 1964	11.00	8,300	July 29, 1933	6.88	3,350
August 23, 1922	10.94	8,250	August 27, 1926	6.85	3,300
July 24, 1924	10.80	8,050	July 10, 1918	6.85	3,300
August 17, 1918	10.70	7,900	August 18, 1929	6.81	3,280
July 21, 1940	10.70	7,900	June 23, 1956	6.80	3,270
July 15, 1927	10.66	7,850	September 13, 1964	6.80	3,270
August 30, 1925	10.60	7,750	July 5, 1930	6.72	3,200
July 25, 1963	10.44	7,550	September 4, 1917	6.60	3,100
September 6, 1958	10.20	7,200	August 18, 1962	6.60	3,100
July 8, 1920	10.06	7,000	June 21, 1963	6.60	3,100
August 2, 1920	9.60	6,400	August 24, 1934	6.46	2,960
September 6, 1966	9.60	6,400	August 29, 1927	6.40	2,920
July 20, 1967	9.20	5,900	August 26, 1915	6.21	2,760
July 19, 1956	9.14	5,800	April 19, 1964	6.10	2,700
July 29, 1922	9.10	5,750	July 8, 1960	6.05	2,650
July 15, 1964	8.60	5,150	September 12, 1923	6.00	2,620
August 23, 1968	8.56	5,100	August 22, 1966	6.00	2,620
July 28, 1965	8.55	5,100	July 19, 1937	5.97	2,600
August 20, 1931	8.50	5,050	July 14, 1961	5.95	2,580
August 29, 1967	8.50	5,060	September 5, 1928	3.40	1,000

表-2-3の(4) 羅州における洪水記録

生起年月日	最高水位(m)	最大流量(m <sup>3</sup> /s)	生起年月日	最高水位(m)	最大流量(m <sup>3</sup> /s)
July 18, 1925	12.20	16,400	July 20, 1937	7.75	5,750
August 12, 1936	12.20	16,400	September 5, 1917	7.73	5,700
July 29, 1922	12.20	16,400	August 9, 1964	7.65	5,550
July 8, 1920	11.40	14,200	July 26, 1963	7.46	5,300
August 20, 1972	11.24	13,450	July 11, 1961	7.30	5,000
August 28, 1936	11.10	13,400	April 20, 1964	7.30	5,000
July 7, 1919	10.82	12,700	July 20, 1957	7.23	4,900
July 22, 1926	10.80	12,600	September 5, 1964	7.05	4,550
July 14, 1930	10.39	11,500	July 18, 1964	6.95	4,400
September 5, 1958	10.26	11,300	July 17, 1968	6.95	4,400
August 5, 1926	10.10	10,800	August 5, 1933	6.85	4,250
July 7, 1921	10.05	10,600	April 28, 1931	6.70	4,000
July 23, 1934	9.62	9,600	July 18, 1963	6.75	3,950
July 21, 1940	9.58	9,500	September 14, 1954	6.58	3,850
July 8, 1959	9.58	9,500	September 4, 1966	6.48	3,700
July 1, 1918	9.18	8,600	September 16, 1928	6.35	3,500
July 21, 1923	9.15	8,500	September 13, 1955	6.27	3,400
July 25, 1924	9.02	8,250	July 29, 1918	6.09	3,160
July 16, 1956	8.60	7,400	July 11, 1962	6.02	3,100
July 23, 1935	8.43	7,100	August 12, 1931	6.00	3,050
July 4, 1917	8.40	7,050	August 9, 1925	5.92	2,950
August 6, 1947	8.30	6,800	April 19, 1963	5.89	2,900
September 2, 1959	8.25	6,700	May 3, 1927	5.85	2,850
June 16, 1916	8.25	6,700	August 17, 1967	5.66	2,650
July 16, 1965	8.22	6,700	September 20, 1964	5.60	2,520
July 8, 1922	8.20	6,600	April 7, 1964	5.55	2,450
July 31, 1948	8.10	6,460	August 9, 1925	5.55	2,450
September 15, 1938	7.95	6,100	July 25, 1930	5.55	2,450
July 5, 1938	7.95	6,100	June 26, 1966	5.45	2,350
September 12, 1923	7.95	6,100	July 26, 1915	5.25	2,120
June 29, 1960	7.90	6,050	September 6, 1928	5.24	2,100
June 23, 1956	7.88	6,000	June 23, 1963	5.22	2,080
August 24, 1966	7.80	5,900	August 27, 1932	5.20	2,070
July 24, 1966	7.78	5,800	August 27, 1932	5.20	2,070
September 12, 1926	7.78	5,800			

洪水は広く平坦な沖積平野の貯溜効果によって変形し、peak が減少するかわりに減水期が長くなる傾向を示す。これらの現象は人道橋で観測された hydrograph に顕著に反映されている。

洪水に関する記録が明らかな期間の統計によると、大雑把にいて、洪水は1年間に平均2回生じており、大洪水については平均4年に1回の割合で生じている。この点について、表-2-3の洪水記録を用いて、洪水の生起に関する統計解析を行なったところ、表-2-4に示すような結果が得られた。

表-2-4 洪水の生起に関する統計解析の結果

超 過 確 率	人 道 橋		高 安		清 平		驪 州	
	水 位	流 量	水 位	流 量	水 位	流 量	水 位	流 量
1/2	7.57	11590	8.78	10580	8.56	5500	7.60	5920
1/5	9.14	17760	11.19	16930	11.17	9050	9.40	9530
1/10	10.18	21850	12.79	21130	12.91	11400	10.59	11920
1/30	11.76	28020	15.21	27480	15.52	14960	12.40	15540
1/50	12.48	30840	16.31	30380	16.72	16580	13.22	17190
1/100	13.45	34640	17.80	34300	18.33	18770	14.33	19412
1/150	14.01	36860	18.66	36580	19.27	20050	14.98	20710
1/200	14.41	38430	19.28	38190	19.94	20950	15.44	21630
1/500	15.69	43430	21.24	43340	22.06	23830	16.90	24560

### (2-2-2) 記録的な洪水

流域の大部分に甚大な損害を与えた記録的な洪水は1925年7月、1936年8月、1965年7月および1966年7月の洪水である。

1925年7月の洪水は記録上最大のもので、朝鮮半島を通過した台風によってもたらされたものである。流域内の大部分の雨量観測所で連続降雨量は最大値が記録されており、洪水の peak についても幹川、支川とも最大値が記録された。南漢江では洪水の peak は1つであったが、北漢江では2つの peak が時間的に非常に接近して生じた。北、南漢江合流点の下流部については、北漢江の洪水の第2 peak (大きい方の peak) が南漢江の扁平な peak の到達直後に高安に到達したため、洪水量が飛躍的に増加し、Seoul 地域の洪水の peak は7月18日の20時に人道橋で12.26 m に達した。これは指定洪水位を8.46 m も上回った。

#### (1) 1936年8月洪水

1936年8月の洪水は、流域を西から東に横切って停滞した前線の活動に起因するものであった。とくに降雨量の多かったのは流域の南半分であり、豪雨の中心は原州、堤川付近にあった。このため、南漢江の驪州より上流の地域では今までの最大水位が記録され、

被害規模も1925年洪水を上回った。しかし、1936年洪水は人道橋に関するかぎりでは4番目に大きな洪水である。

(2) 1965年7月洪水

1965年7月の洪水は近年では全流域的に最も被害の大きい洪水であった。この洪水は朝鮮半島を横断する前線の活動によってもたらされたものである。強い雨の区域は北漢江の分水嶺付近に位置し、豪雨中心は春川付近にあった。このため、洪水は北漢江および漢江において著しく、南漢江については被害もさほどひどくはなかった。1965年洪水は北漢江と漢江については史上2番目に大きな洪水であり、人道橋の最大水位は10.80 mで指定洪水位を6.80 mも上回った。

(3) 1966年7月洪水

1966年7月洪水は1965年洪水と類似の気象条件に起因するもので、前線帯が流域の北半分を覆い分水嶺付近に強雨域が位置した。このため洪水規模、被害規模ともに1965年洪水に類似している。

これら記録的な洪水に関する雨量、水位の概要は表-2-5に示されるとおりである。

#### (4) 1972年8月洪水

##### ① 気象条件

漢江流域での大洪水は、梅雨あけの7月末が最も多く、時には8月、9月にも見られると考えられていたが、1972年8月18日～19日の洪水は、人道橋における洪水記録と比較して見ると、1918年以來第2位で、しかも8月に起生したというのが大きな特徴である。

8月18日～19日洪水時の天気図を見ると、8月15日には、台風Betty（台風14号）は、台湾の東南部を西北進しているが、その前面には、はっきりした前線はあらわれていない。

この台風は、17日午後中国大陸に到達し、熱帯性低気圧となりその速さはおそくなるが、同時にこれより東北のカムチャッカ半島迄のびる前線があらわれた。

この前線は、8月18日から19日の午後迄、韓半島を横断して停滞し、これが漢江流域に豪雨をもたらした原因である。

この豪雨の原因としては、次のようなものが考えられる。

- 台風Bettyが前線を刺激した。
- 台風の影響によって北太平洋高気圧が北上した。
- 満蒙方面に大陸高気圧が居据っていた。
- これら2つの高気圧の間に気圧の谷が形成された。
- 8月17日～18日には、韓半島北部に、8月18日～19日には、SEOUL、京畿道、江原道、すなわち漢江流域に豪雨があった。
- 気圧の谷は、8月19日の午後南下した。

##### ② 降雨分布

今度の豪雨は、漢江流域では8月18日～19日の2日間に集中しているが、雨域はその後南下したので、韓半島南部では8月21日まで降雨があった。

韓国各地でのこの期間の雨量を示したものが、図-2-7であるが、この図からも降雨は、漢江流域に集中していることが明らかである。

つぎに、漢江流域の8月18日および19日の日雨量分布図、図-2-8を見ると、8月18日には200mm以上の豪雨は、北漢江上流域に集中し、その分布は、前線と平行した形をしている。

前線は、東西方向というより東側ではいく分北寄りになっており、等雨量曲線図もそれに



近い形を示しているのは興味深い問題である。

また、8月19日の日雨量分布を図-2-8より見ると、北漢江流域にも雨域は残っているが、南漢江流域は、全域共200mm以上の降雨であるが、利川、丹陽附近には特に強い地域がみられ、SEOUL、水原附近にも強い降雨があった。

### ③ 時刻 — 水位および流量

図-2-8の漢江流域日雨量分布図に示すように、8月18日には北漢江流域に豪雨域があったが、8月19日には豪雨域は南下して南漢江流域に移ったため、図-2-9に示すHydrographにおいて明らかなように、北漢江の流出が先で、南漢江の流出は、peak流量において約16時間の時差があった。

合流後の流量は、人道橋地点において約30,000 $m^3$ /Sであったが、これは合流時差が大きかったためであり、もしこの合流時差がちじまると合流後のpeak流量は、増大することになる。

また、北漢江の清平地点におけるpeak流量は19,000 $m^3$ /Secであったが、これも昭陽江damの調節効果とその他のdamの自然調節効果による結果であることを忘れてはならない。

図-2-6の(1) 1972年8月洪水時天気図

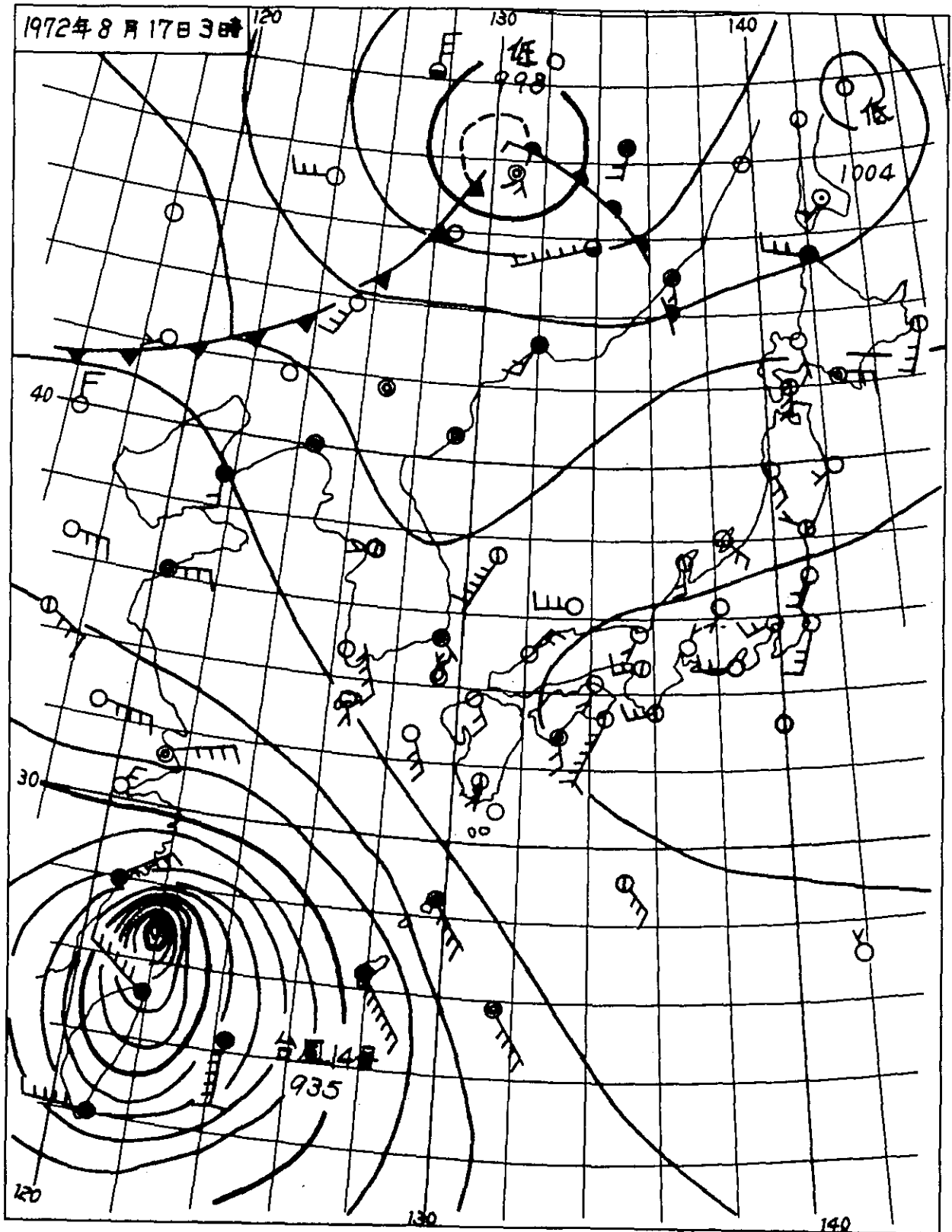


図-2-6の(2)

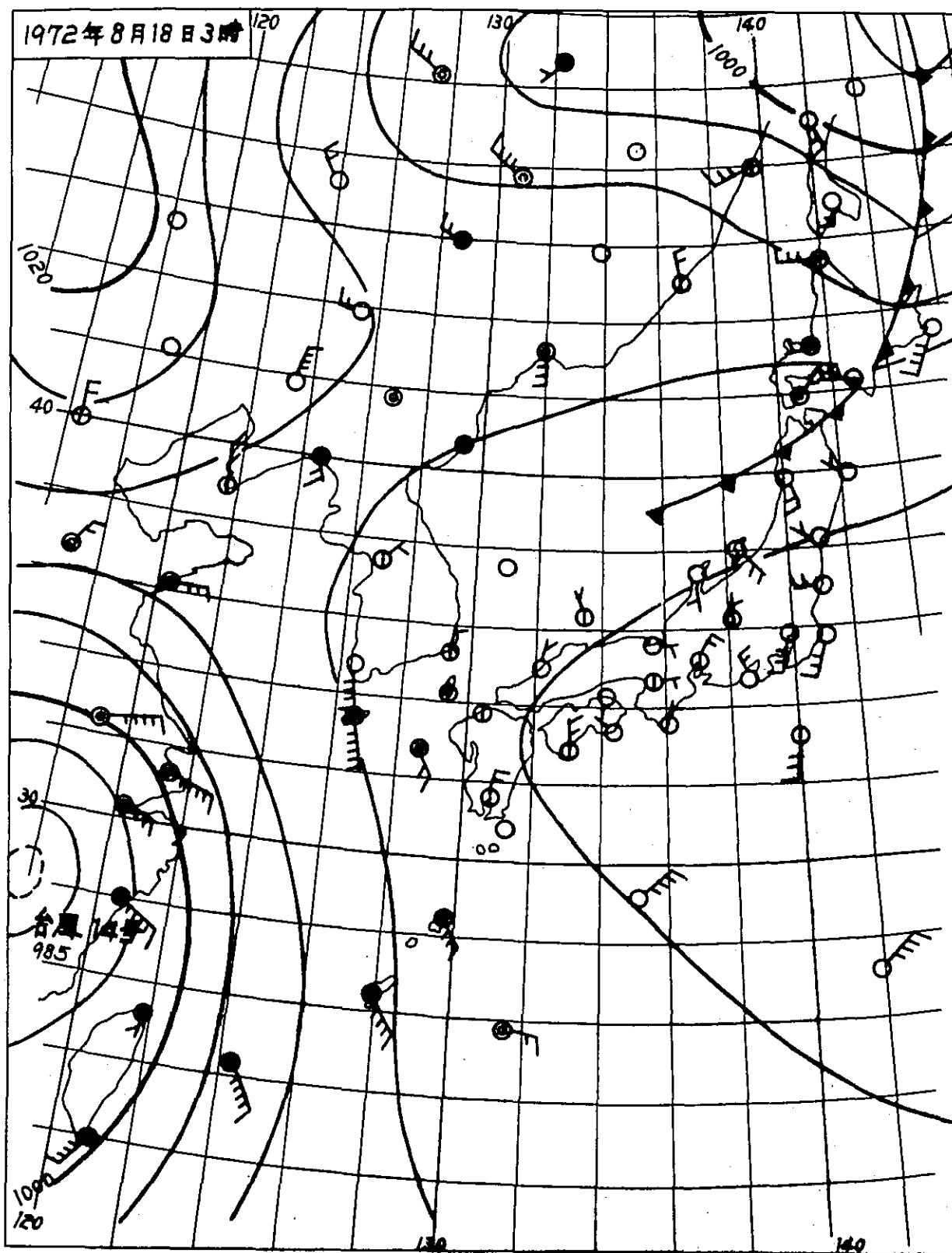


図-2-6の(3)

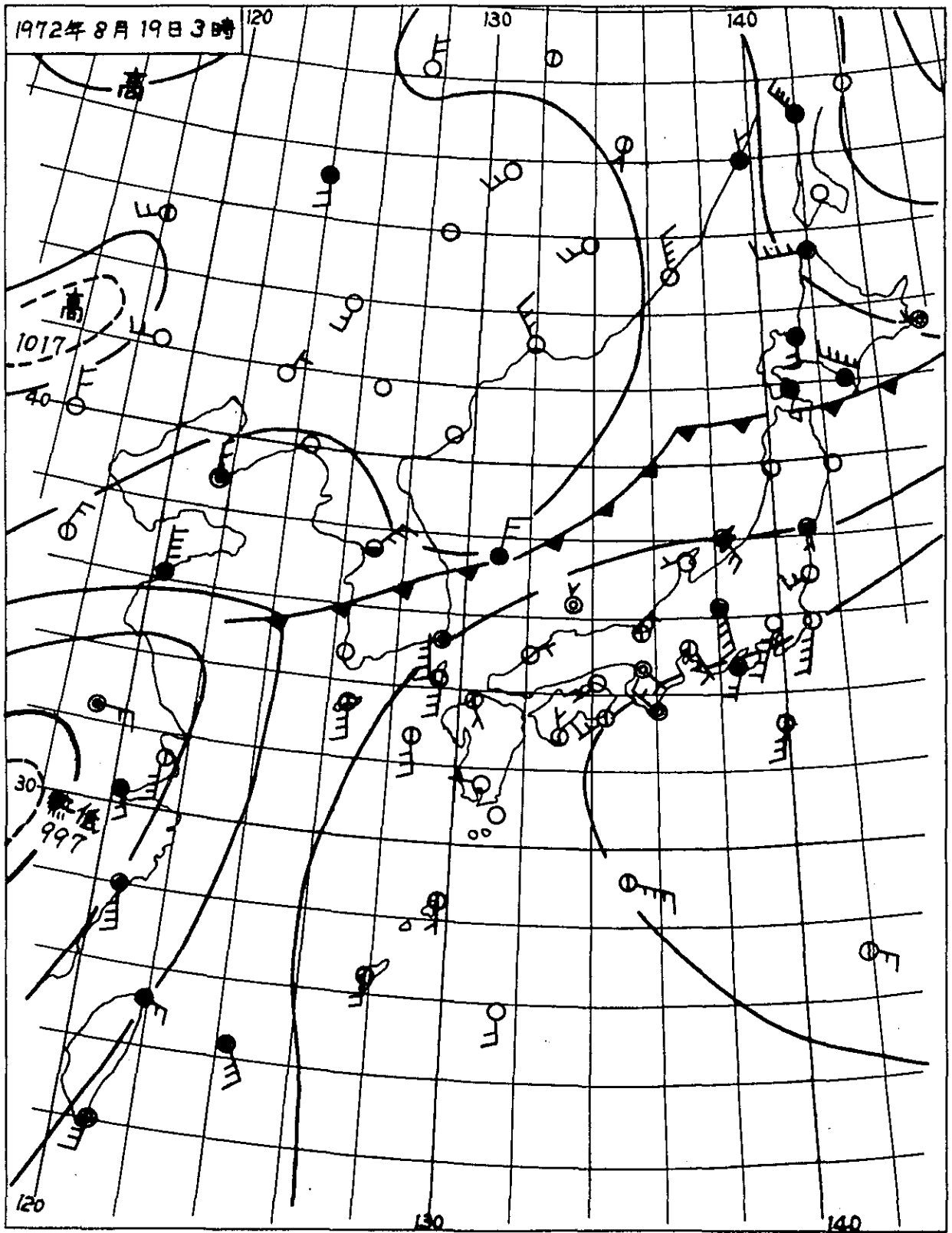


図-2-7 1972年8月洪水総雨量分布図  
1972年8月18日~21日

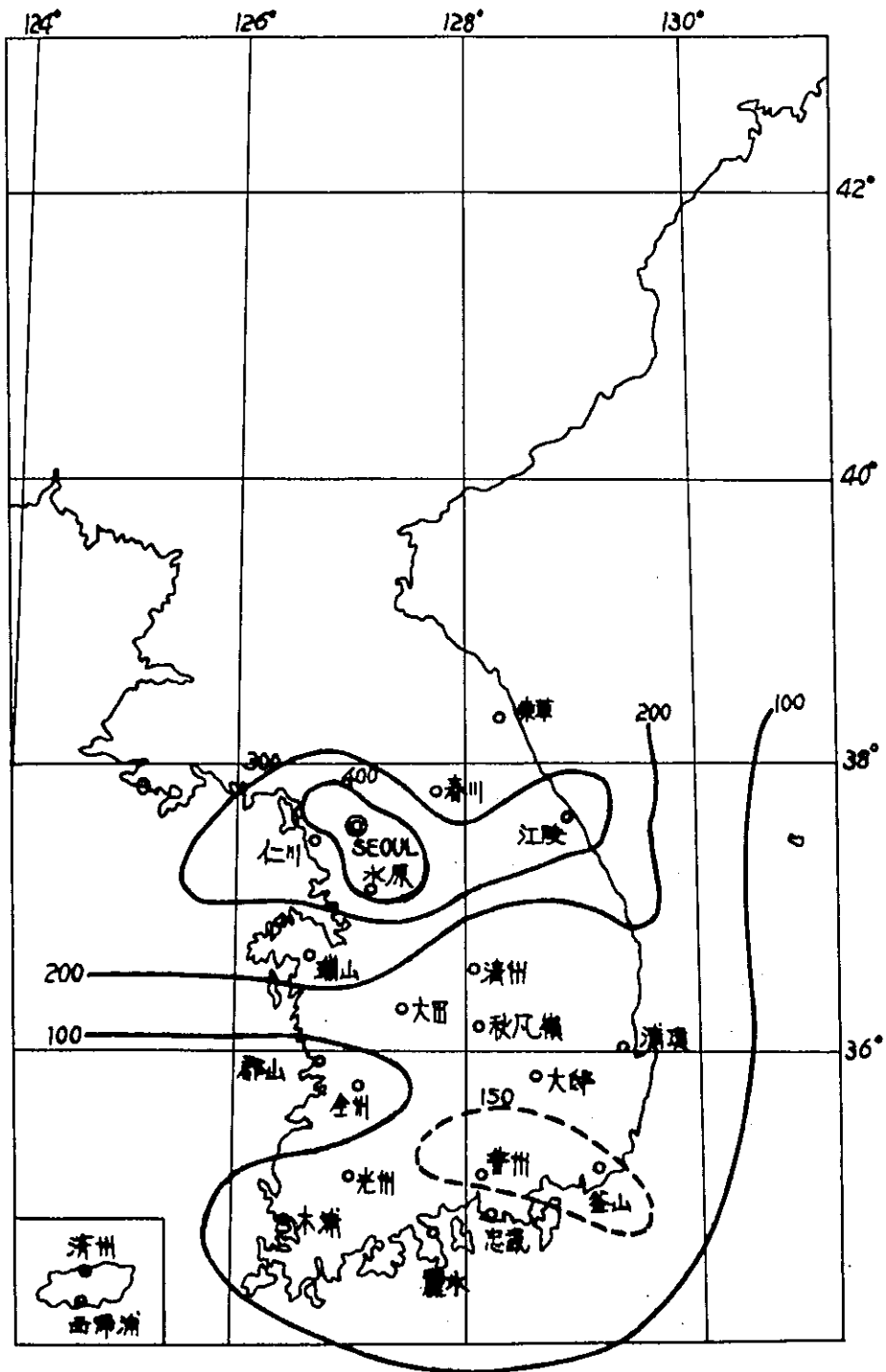


図-2-8の(i) 1972年8月洪水漢江流域日雨量分布  
1972年8月18日

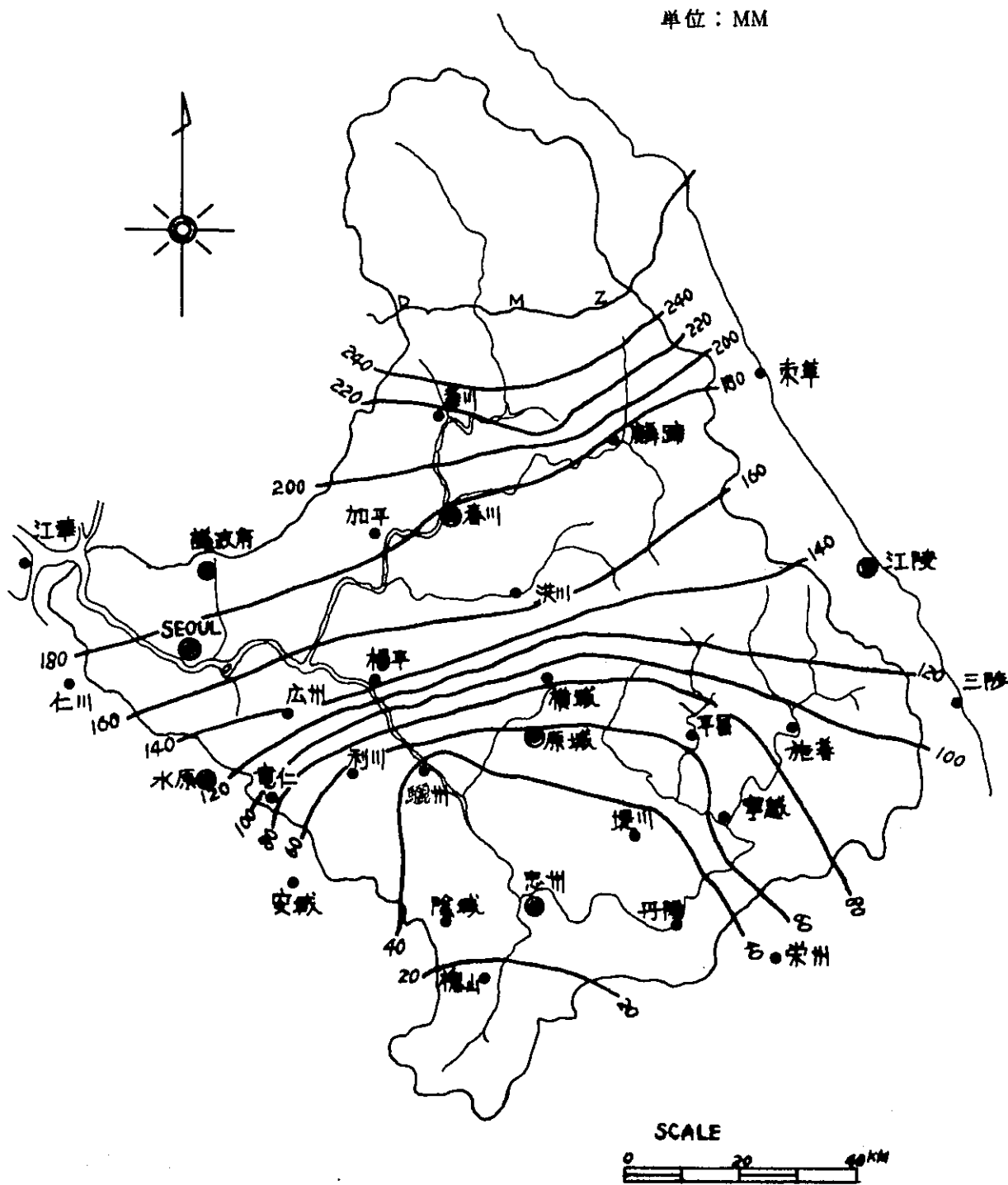


図-2-8の(2) 1972年8月洪水漢江流域日雨量分布  
1972年8月19日

単位：MM

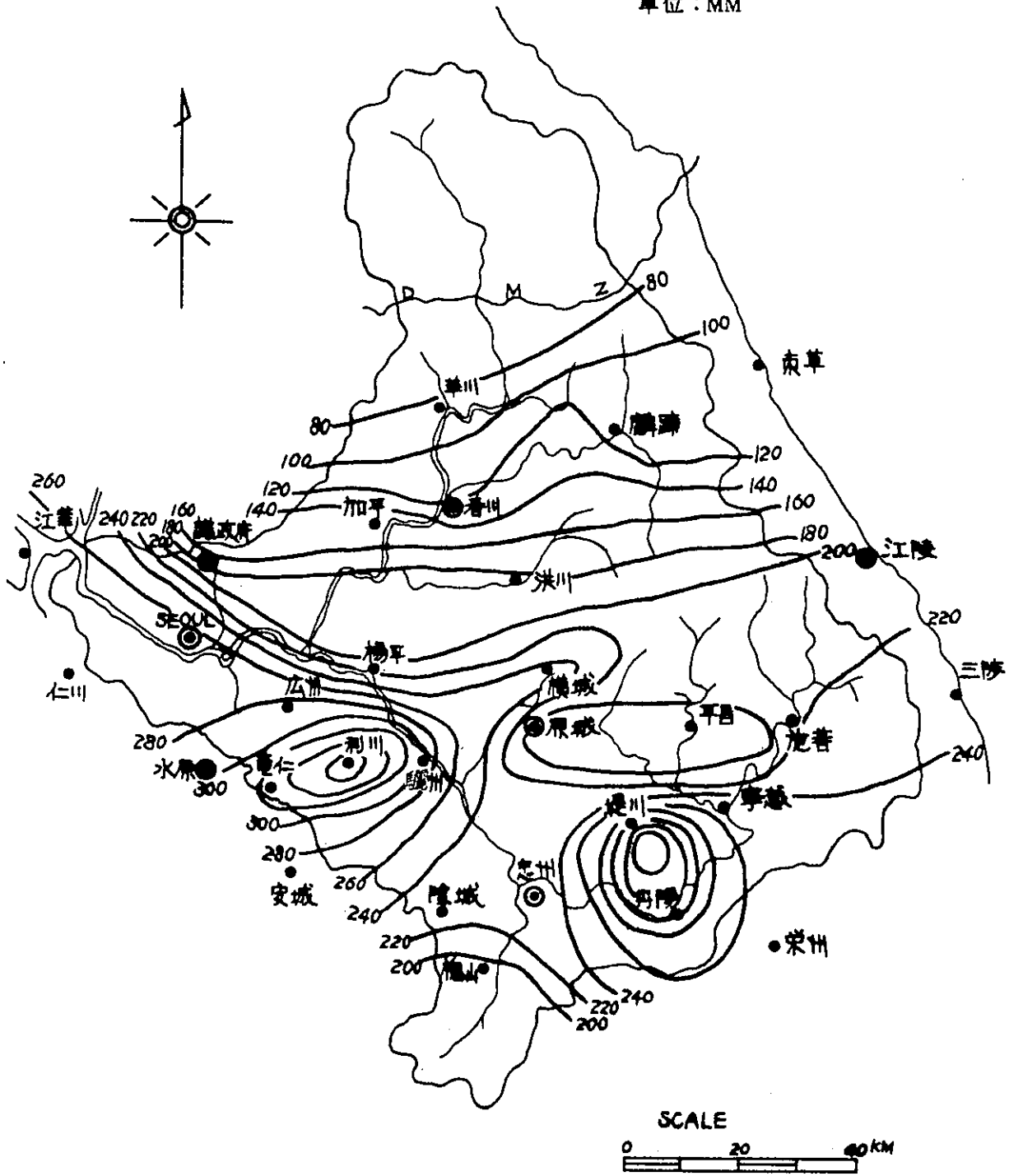
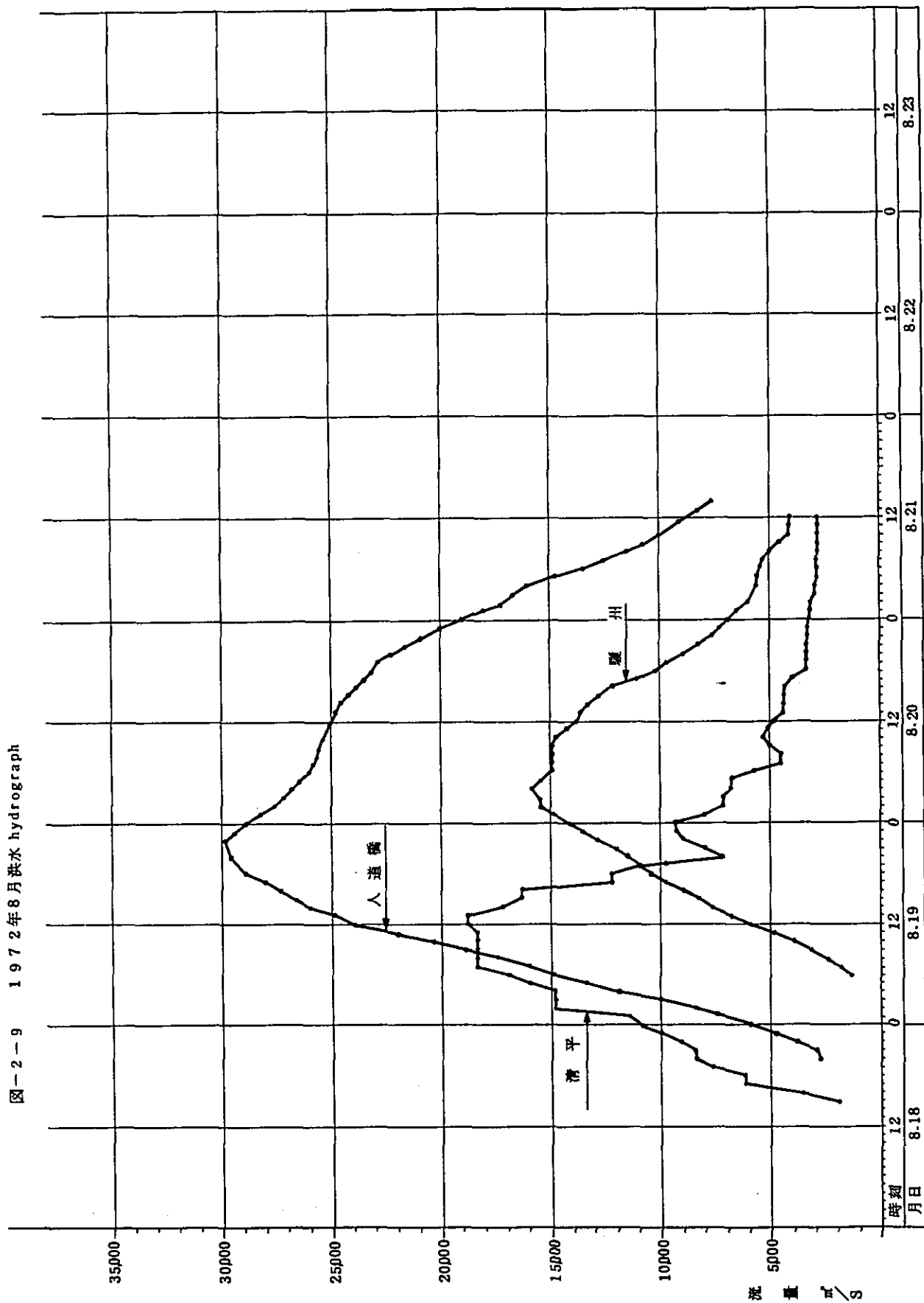


图-2-9 1972年8月洪水 hydrograph





(2-2-3) 洪水被害状況

漢江における過去の主要な洪水による雨量の概要(表-2-5)及び被害の状況は表-2-6に示されるとおりである。

表-2-5の(1) 代表洪水の雨量の概要

No	雨量観測所名	日 最 大 雨 量					2 日 最 大 雨 量				
		1925	1936	1965	1966	1972	1925	1936	1965	1966	1972
1	楊 平		327.0 (8.10)	138.1 (7.15)	225.0 (7.23)	341.0 (8.18)		387.0 (8.10-11)	235.8 (7.5-16)	254.5 (7.23-24)	386.5 (8.18-19)
2	原 州		375.0 (8.10)	149.8 (7.20)	121.9 (7.23)	158.0 (8.19)		561.5 (8.10-11)	171.3 (7.19-20)	144.4 (7.22-23)	303.0 (8.18-19)
3	横 城		279.0 (8.10)	86.3 (7.10)	152.0 (7.15)	240.7 (8.19)		400.0 (8.10-11)	145.3 (7.10-11)	261.2 (7.24-25)	311.9 (8.19-20)
4	忠 州	113.5 (7.16)	118.7 (8.11)	89.0 (7.20)	48.0 (7.23)	133.5 (8.19)	173.1 (7.16-17)	150.9 (8.10-11)	127.0 (7.20-21)	73.0 (7.22-23)	176.5 (8.18-19)
5	丹 陽		150.0 (8.11)	42.7 (7.11)	43.0 (7.16)	—		208.5 (8.16-17)	83.2 (7.10-11)	43.0 (7. -16)	—
6	寧 越	118.2 (7.16)	312.0 (8.10)	—	39.4 (7.18)	132.4 (8.20)	169.3 (7.16-17)	442.0 (8.10-11)	88.3 (7.16-17)	236.7 (8.19-20)	—
7	平 昌		230.0 (8.10)	112.0 (7.15)	108.2 (7.15)	148.5 (8.19)		394.5 (8.10-11)	168.0 (7.14-16)	121.4 (7.14-15)	189.5 (8.18-19)
8	旌 善	171.0 (7.16)	153.0 (8.11)	170.0 (7.15)	93.8 (7.16)	211.2 (8.19)	248.0 (7.16-17)	268.0 (8.10-11)	219.8 (7.14-15)	112.3 (7.16-17)	308.4 (8.19-20)
9	加 平		98.0 (8.26)	287.6 (7.15)	164.9 (7.25)	227.9 (8.19)		178.0 (8.25-27)	402.6 (7.15-16)	275.9 (7.24-25)	261.0 (8.18-19)
10	春 川	223.0 (7.16)	98.5 (8.26)	438.6 (7.15)	130.2 (7.25)	273.1 (8.18)	417.0 (7.16-17)	182.2 (8.25-27)	507.8 (7.14-15)	224.8 (7.14-15)	298.7 (8.17-18)
11	麟 蹄	201.8 (7.16)	59.0 (8.27)	295.3 (7.15)	133.4 (7.23)	259.0 (8.18)	375.3 (7.16-17)	150.0 (8.25-27)	368.3 (7.14-15)	202.5 (7.23-24)	285.5 (8.17-18)
12	華 川		59.0 (8.27)	316.7 (7.16)	163.8 (7.15)	—		113.0 (8.25-27)	400.7 (7.15-16)	206.8 (7.14-15)	—

雨量観測所名	3 日 最 大 雨 量					連 続 最 大 雨 量				
	1925	1936	1965	1966	1972	1925	1936	1965	1966	1972
楊 平		421.0 (8.9-11)	261.9 (7.14-16)	383.5 (7.23-25)	399.0 (8.17-19)		455.0 (8.6-11)	273.2 (7.14-17)	942.5 (7.14-25)	399.2 (8.18-19)
原 州		564.0 (8.9-11)	184.9 (7.19-21)	200.0 (7.23-25)	335.2 (8.17-19)		684.3 (7.22-11)	184.9 (7.19-21)	328.1 (7.19-25)	335.2 (8.17-19)
横 城		420.4 (8.9-11)	169.6 (7.10-12)	341.0 (7.23-25)	333.0 (8.18-20)		432.4 (8.6-12)	192.0 (7.8-12)	932.8 (7.14-26)	333.0 (8.18-20)
忠 州	188.1 (7.16-18)	154.5 (8.10-12)	177.0 (7.19-21)	77.5 (7.22-24)	231.0 (8.17-19)	238.0 (7.6-11)	330.2 (8. - 9)	227.0 (7.18-22)	98.5 (7.20-25)	236.0 (8.18-19)
丹 陽		209.2 (8.25-28)	95.0 (7.10-12)	43.0 (7.16)	—		221.0 (8.26-30)	121.4 (7.8-12)	43.0 (7. 7.16)	—
寧 越	189.4 (7.15-17)	455.8 (8.10-12)	—	88.3 (7.16-17)	283.6 (8.18-20)	227.0 (7.6-11)	456.4 (8. 8-12)	—	105.2 (7.22-27)	283.6 (8.18-20)
平 昌		396.2 (8.9-11)	190.0 (7.13-15)	168.7 (7.23-25)	221.9 (8.18-20)		411.7 (8. 8-11)	211.3 (7.18-16)	237.9 (7.21-27)	221.9 (8.18-20)
旌 善	259.0 (7.15-17)	269.5 (8.9-11)	238.3 (7.14-16)	162.6 (7.16-18)	338.3 (8.18-20)	270.5 (7.15-22)	277.7 (8. 8-11)	346.7 (7.11-16)	342.4 (7.16-26)	338.7 (8.18-20)
加 平		230.0 (8.25-27)	476.0 (7.14-16)	347.5 (7.23-25)	282.3 (8.17-19)		287.0 (8.22-27)	523.7 (7.13-17)	429.4 (7.14-20)	294.9 (8.16-20)
春 川	469.0 (7.15-17)	217.7 (8.25-27)	556.1 (7.13-15)	325.2 (7.23-25)	322.2 (8.17-19)	525.6 (7.15-22)	270.6 (8.22-27)	625.1 (7.13-17)	758.9 (7.13-21)	325.0 (8.16-19)
麟 蹄	435.6 (7.15-17)	214.5 (8.25-27)	400.3 (7.13-15)	300.9 (7.23-25)	308.0 (8.17-19)	473.0 (7.16-22)	253.6 (8.22-27)	437.3 (7.13-17)	332.7 (7.14-20)	308.0 (8.17-19)
華 川		166.5 (8.25-27)	461.7 (7.14-16)	241.3 (7.24-26)	—		413.5 (8.23-28)	468.2 (7.14-18)	327.6 (7.14-18)	—

脚注 (9) 韓国の洪水

1963 ~ 1970

表-2-5の(2) 代表洪水の水位の概要 ( m )

№	水位観測所名	指定洪水位	水位標零点標高	1925	1936	1965	1966	1972	観測開始年月日
1	杏州	4.50	-0.068	10.63 (7.18)	8.79 (8.12)	9.63 (7.16)	7.72 (7.26)		1916.8
2	人道橋	4.50	1.970	12.26 (7.18)	10.49 (8.12)	10.80 (7.16)	10.78 (7.26)	11.24 (8.19)	1918.8
3	霖島	5.00	4.205	12.95 (7.18)	10.60 (8.12)	10.99 (7.16)	10.78 (7.26)		1916.9
4	高安	4.50	10.284	19.38 (7.18)	14.50 (8.12)	15.27 (7.16)	14.42 (7.26)	15.95 (8.19)	1914.1.1
5	驪州	4.00	33.013	10.80 (7.18)	10.84 (8.12)	8.22 (7.16)	7.78 (7.24)	11.24 (8.20)	1913.3
6	牧溪	3.50	5.2732	10.71 (7.17)	11.84 (8.12)	8.51 (7.16)	6.50 (7.24)		1917.1
7	忠州	4.50	62.663	8.03 (7.17)	8.94 (8.12)	7.32 (7.16)	6.15 (7.24)		1917.6
8	丹陽	5.00	114.110	14.89 (7.17)	17.00 (8.12)	11.10 (7.16)	8.50 (7.23)		1917.6
9	寧越	3.00	183.584	9.00 (7.17)	11.50 (8.28)	5.64 (7.16)	3.80 (7.24)		1917.6
10	旌善	3.50	300.697	10.67 (7.17)	15.00 (8.28)	4.98 (7.15)	4.16 (7.16)		1918.1
11	清平	3.50	22.708	17.10 (7.18)	11.58 (8.28)	16.70 (7.16)	14.40 (7.26)		1914.1
12	春川	4.50	5.2805	22.63 (7.18)	16.58 (8.28)	16.00 (7.16)	14.85 (7.26)	15.20 (8.19)	1914.1

( )内は生起した月・日を表わす

表-2-6 主要洪水の被害状況

種別	単位	1925年	1965年	1936年	1966年	1922年	1964年	1940年	1969年	1930年	1920年
罹災民	人		182,901		137,347		76,789		23,341		
人命被害	死亡	427	176	394	85	103	321	51	100	195	127
	失踪		76		14		151		18		
	負傷		194		112		479		95		
建物被害	流失	5,253	6,632	9,587	966	493	1,121	110	343	1,512	214
	全壊	7,678	4,089	6,155	1,481	1,958	1,232	929	645	1,657	1,603
	半壊		6,186		2,112		2,460		750		
	浸水	19,831	17,798	18,140	26,192	12,770	14,016	5,112	4,385	7,196	11,208
農耕地被害	流失	5,228.3	6,819.1	10,308.1	2,533.6	5,039.1	1,886.3	3,633.7	6,589	6,582.7	4,499.6
	埋没	11,253.8	9,861.3	11,723.6	3,749.8	1,001.87	3,355.5	6,450.8	1,019.0	7,110.6	6,662.4
	浸水		18,461.3				11,664.4				
農作物被害	作田		125,834		17,164.5		93,558		4,714.8		
	田		79,754		9,723.7		12,797		16,641.4		
工作物被害	道路		1,609 203,320		2,067 147,447		998 80,639		404 10,439		
	橋梁		387		227		240		39		
	堤防		1,755		2,179*		135,051		343*		
	護岸		344,052		341,324				42,876		
	水門		279 68,844				1,004.5				
被害総額	won	5,721,178,462	5,471,341,024	3,551,837,753	3,157,605,000	2,631,788,703	2,120,953,600	2,023,618,021	1,805,956,800	1,545,083,823	679,467,624

\* 護岸, 水門を含む。

## (2-3) Dam

### (2-3-1) 概 要

漢江流域には水資源開発公社が管理する1つの多目的 dam と、韓国電力株式会社が管理する6つの発電用 dam がある。

これらの dam の配置は図-2-10に示すとおりである。

このうちで北漢江左支川昭陽江に1972年に建設された昭陽江 dam は江原道春川市の上流約13 Kmの地点にあって、洪水調節並びにかんがい用水、上水道用水、工業用水の供給と発電を目的とする漢江流域では初めての多目的 dam である。

この dam による洪水調節は、当初、調節容量3.5億 $m^3$ をもって dam 地点における計画洪水流量10,500 $m^3/sec$ のうち5,000 $m^3/sec$ を調節し、調節放流量は5,500 $m^3/sec$ と計画され建設中であったが、1972年8月洪水の発生により、洪水調節計画の変更がおこなわれ洪水調節容量を3.5億 $m^3$ から5億 $m^3$ に増量することに決定された。

華川 dam は、北漢江本川上流に発電専用 dam として建設された中央越流型重力式 concrete dam であるが昭陽江 dam の場合と同様に、1972年8月洪水の発生により1973年洪水期(6月21日～9月20日)から、制限水位により2.15億 $m^3$ の洪水調節容量を確保し、dam 地点における計画洪水流量9,500 $m^3/sec$ のうち6,500 $m^3/sec$ を調節し、調節放流量を3,000 $m^3/sec$ とするように定められた。

その他、北漢江筋の春川、衣岩、清平等の各 dam と南漢江右支川達川の槐山 dam、また北漢江と南漢江の合流点直下流に建設中の八堂 dam 等の dam は、洪水期(6月21日～9月20日)には、貯水位を常時満水位より1 m 低下させ、洪水に対処するように操作規程に定められている。

これ等の既設 dam のほかに、いくつかの dam の建設計画が具体化されつつあり、なかでも、南漢江忠州市の約10 Km 上流地点に計画されている忠州 dam は、その集水面積6,648 $Km^2$ で貯水池の規模は、有効貯水容量が20.5億 $m^3$ で、そのうち洪水調節容量を6.0億 $m^3$ とし、洪水調節並びにかんがい用水都市用水の供給と発電が計画されている。

その他、北漢江左支川洪川江には、洪川 dam が、また南漢江蟾江には良峴 dam 等の多目的 dam が計画されているが、具体的な計画は明らかでない。

(2-3-2) damおよび貯水池に関する諸元

既設 dam および現在建設中の dam および貯水池に関する諸元は表-2-7 に示すとおりである。

図-2-11には昭陽江, 華川, 春川, 衣岩, 清平等各 dam の貯水位-容量曲線を示す。なお, 八堂, 槐山 dam については資料の不足のものがある。

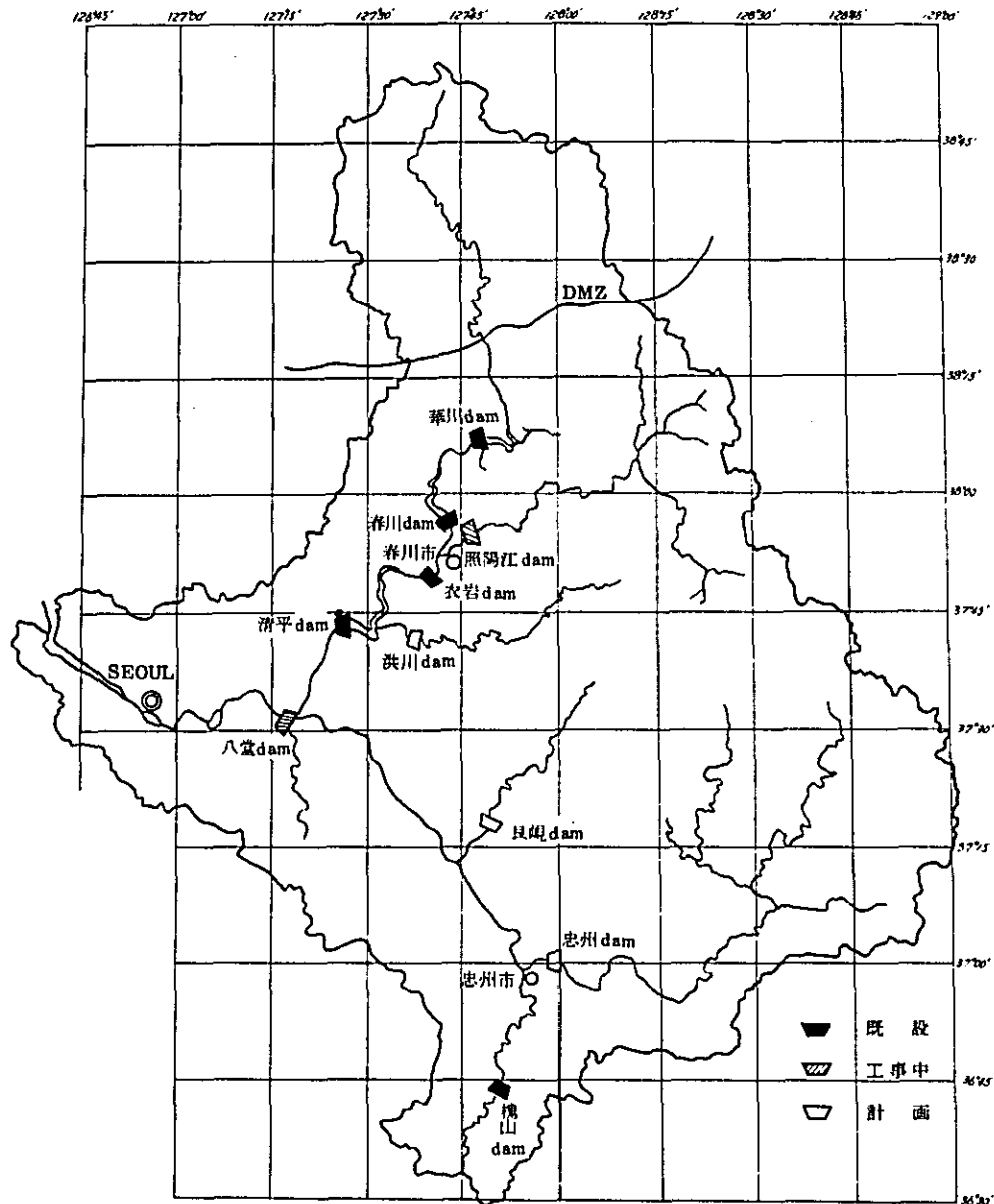


図-2-10 漢江流域における dam の建設計画

表-2-7 漢江流域における既設 dam および建設中の dam 諸元一覧表

ダム名称	完成年月日	昭陽江.dam	華川 dam	春川 dam	农岩 dam	清平 dam	八堂 dam	槐山 dam	備考
ダムの諸元		1972	1944. 5	1965. 2.10	1967. 8	1943.	1972	1957. 4.20	
水系		漢江	漢江	漢江	漢江	漢江	漢江	漢江	
河川名		昭陽江	北漢江	北漢江	北漢江	北漢江	漢江	漢江	
位置		江原道春城郡新北面 center core type rockfill	江原道華川郡看東面中央越流型重式 concrete	江原道春城郡新北面中央越流型重式 concrete	江原道春城郡新東面中央越流型重式 concrete	江原道加平郡外西面中央越流型重式 concrete	京畿道京畿州郡東面可動堰型	忠清北道槐山郡七星面中央越流型重式 concrete	
型式									
高さ	m	123.0	8.15	40.0	23.0	31.0	3.20	28.0	
長さ	m	530.0	435.0	384.0	273.0	470.0	545.0	1,717.10	
積体	m <sup>3</sup>	9,591,100	885,000	250,746	36,000	250,000	250,000	49,555	
非越流部標高	m	EL 203.00	EL 184.50	EL 107.00	EL 77.00	EL 53.00	EL 28.50	EL 137.65	
貯水池									
集水面積	km <sup>2</sup>	2,703	4,063	4,841	7,829	10,051	23,713	665	FRPP による
湛水面積	km <sup>2</sup>	725	381.5	1,432	172	176	365.0	5.79	
総貯水容量	×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,900.0	1,018.4	1,500	80.0	185.5	244.0	15.3	
有効貯水容量	×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,250.0	658	61.0	39.0	82.6		5.7	
洪水調節容量	×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	500.0	215.0						
常時満水位	m	EL 193.50	EL 181.00	EL 103.00	EL 71.50	EL 51.00	EL 25.50	EL 135.65	
洪水時満水位	m	EL 198.00		EL 103.00	EL 73.36	EL 52.00			
設備		tainter gate 130× ×5門	roller gate 120×8.0×4門 2.0×6.0×12門	tainter gate 120×12.9×2門	roller gate 130×14.5×14門	roller gate 120×10.0×24門	roller gate 20.0×16.0×15門	roller gate 8.0×7.0×7門	
クレストゲート									
洪水調節用放流管									
利水放水管	m <sup>3</sup> /S	10,500	9,500	12,600	16,000	20,000	38,000	2,711	
計画高水流量	m <sup>3</sup> /S								
異常洪水流量	m <sup>3</sup> /S	10,500		12,600					
設計洪水流量	m <sup>3</sup> /S	5,000							
調節流量	m <sup>3</sup> /S	5,500	3,000						

図-2-11の(1) 昭陽江 dam の貯水量曲線

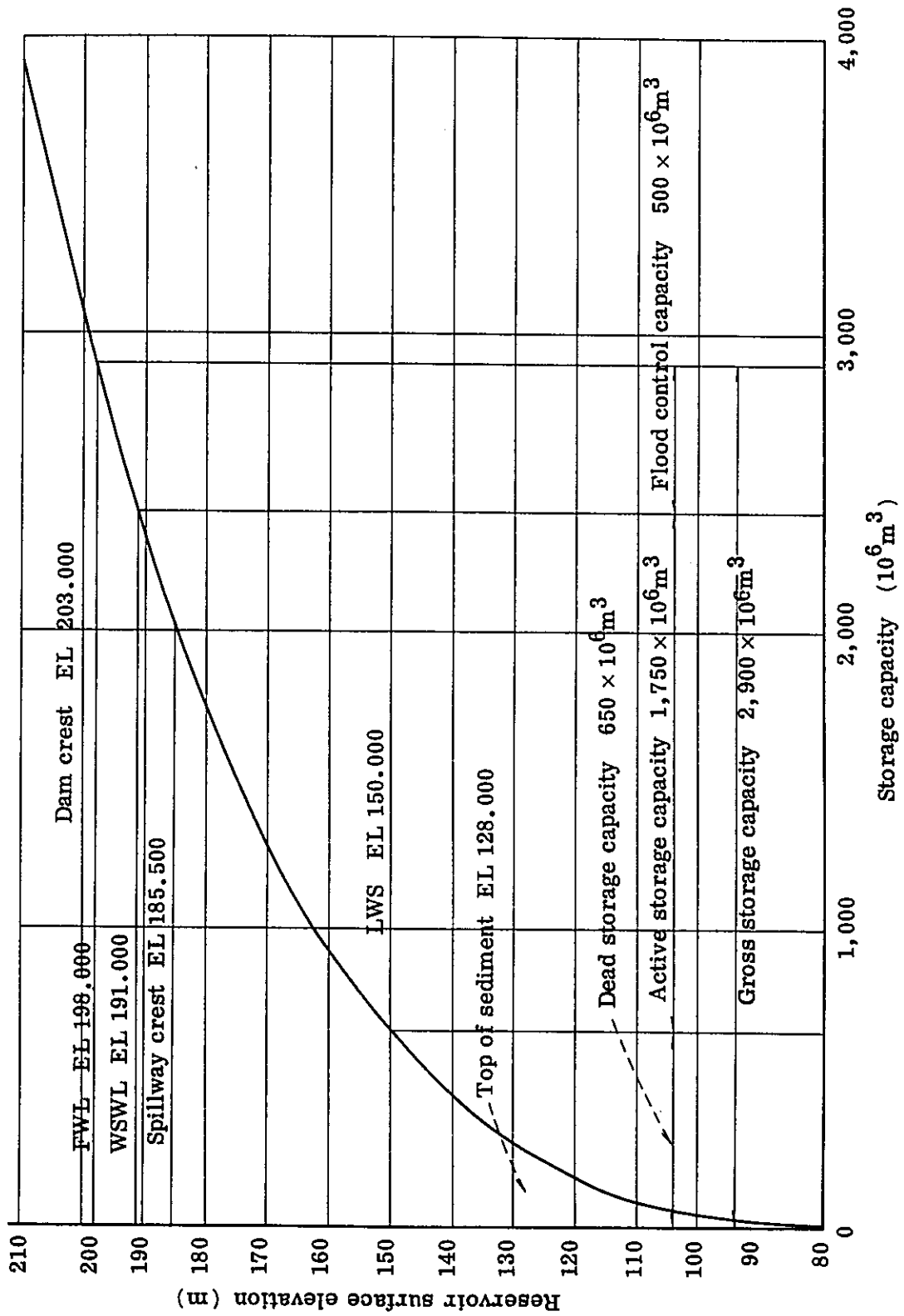


図-2-110(2) 華川 dam の貯水量曲線

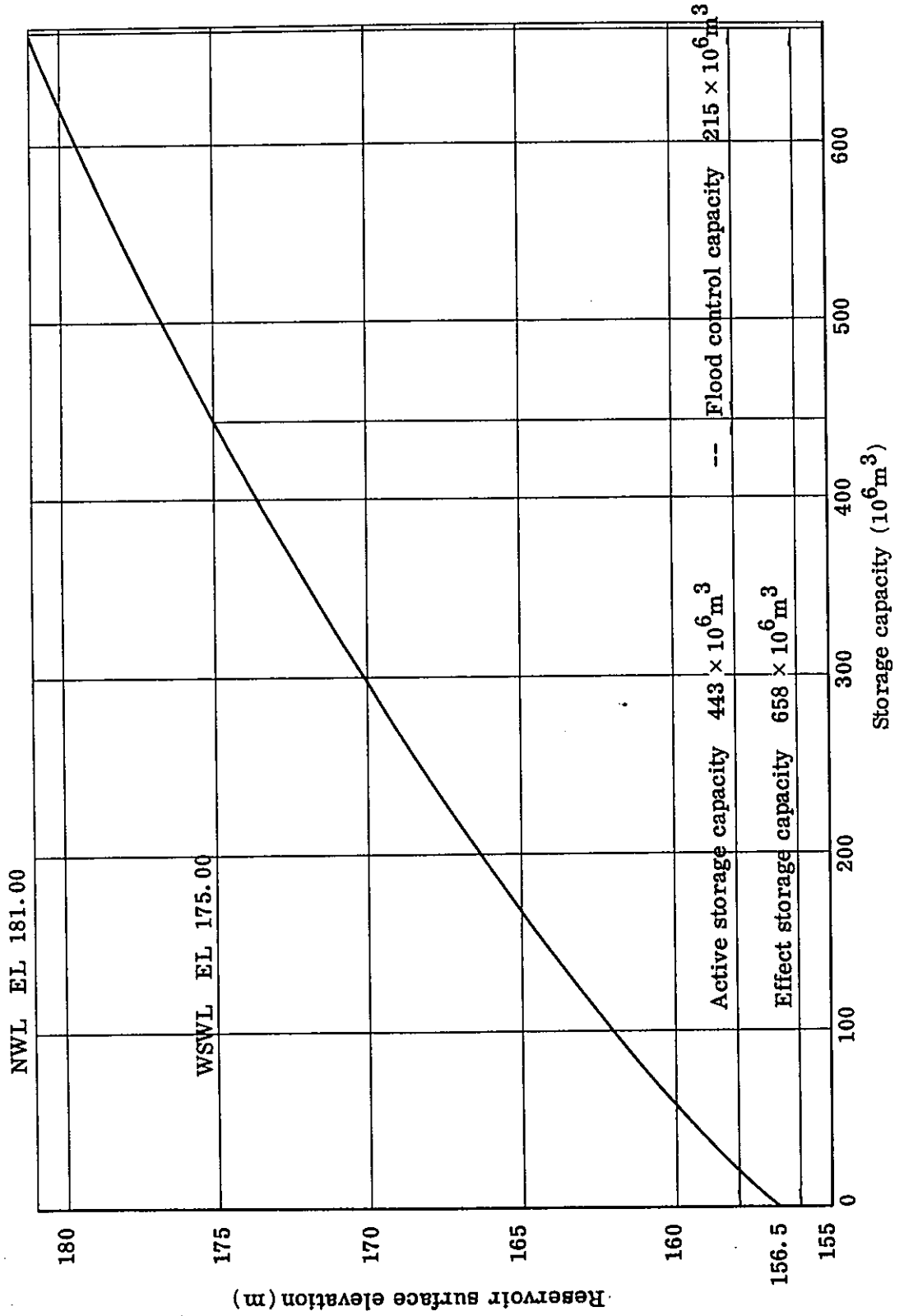




図 - 2 - 11 ㉞

春川 dam の貯水量曲線

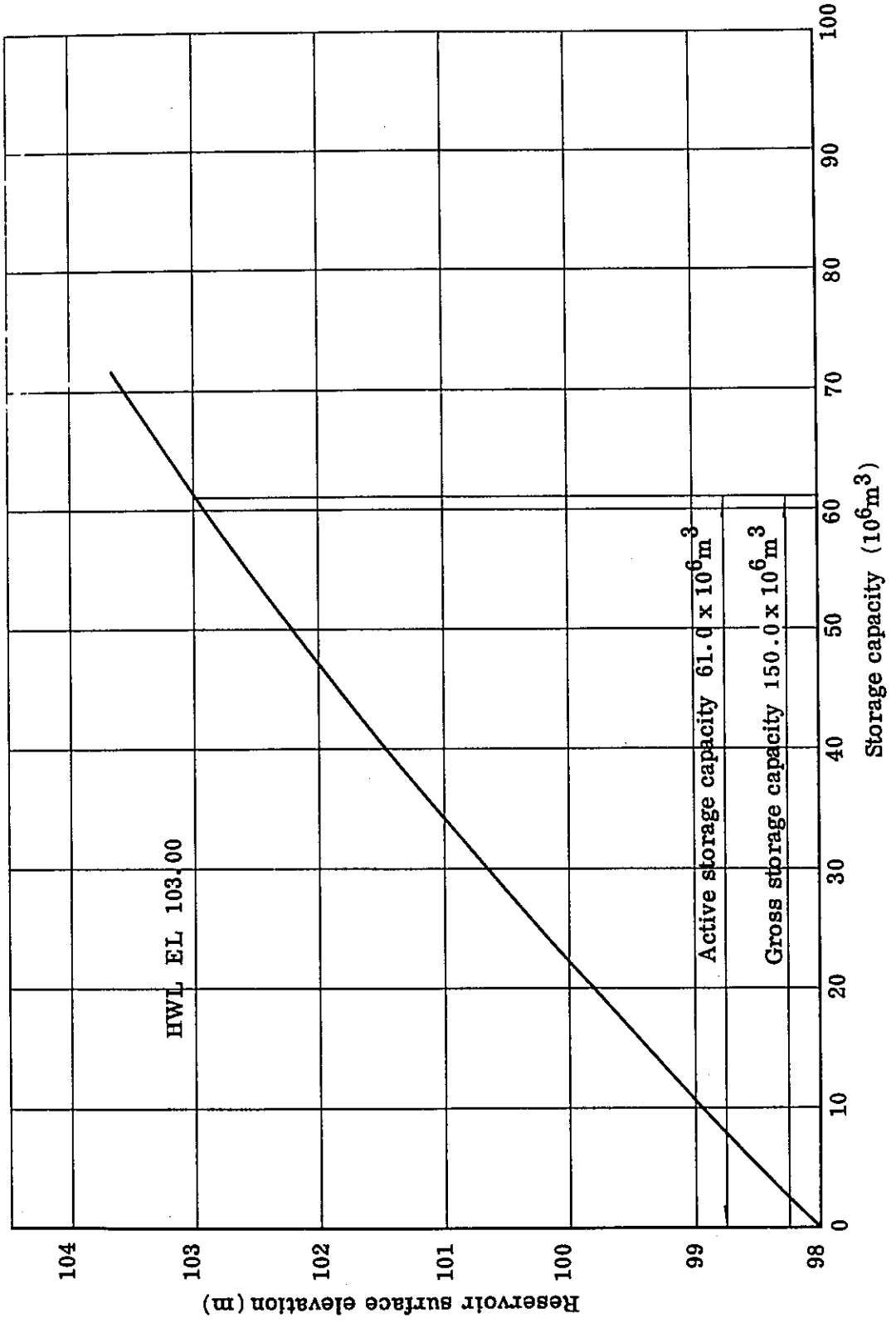


图-2-11(4)

衣岩 dam 貯水量曲线

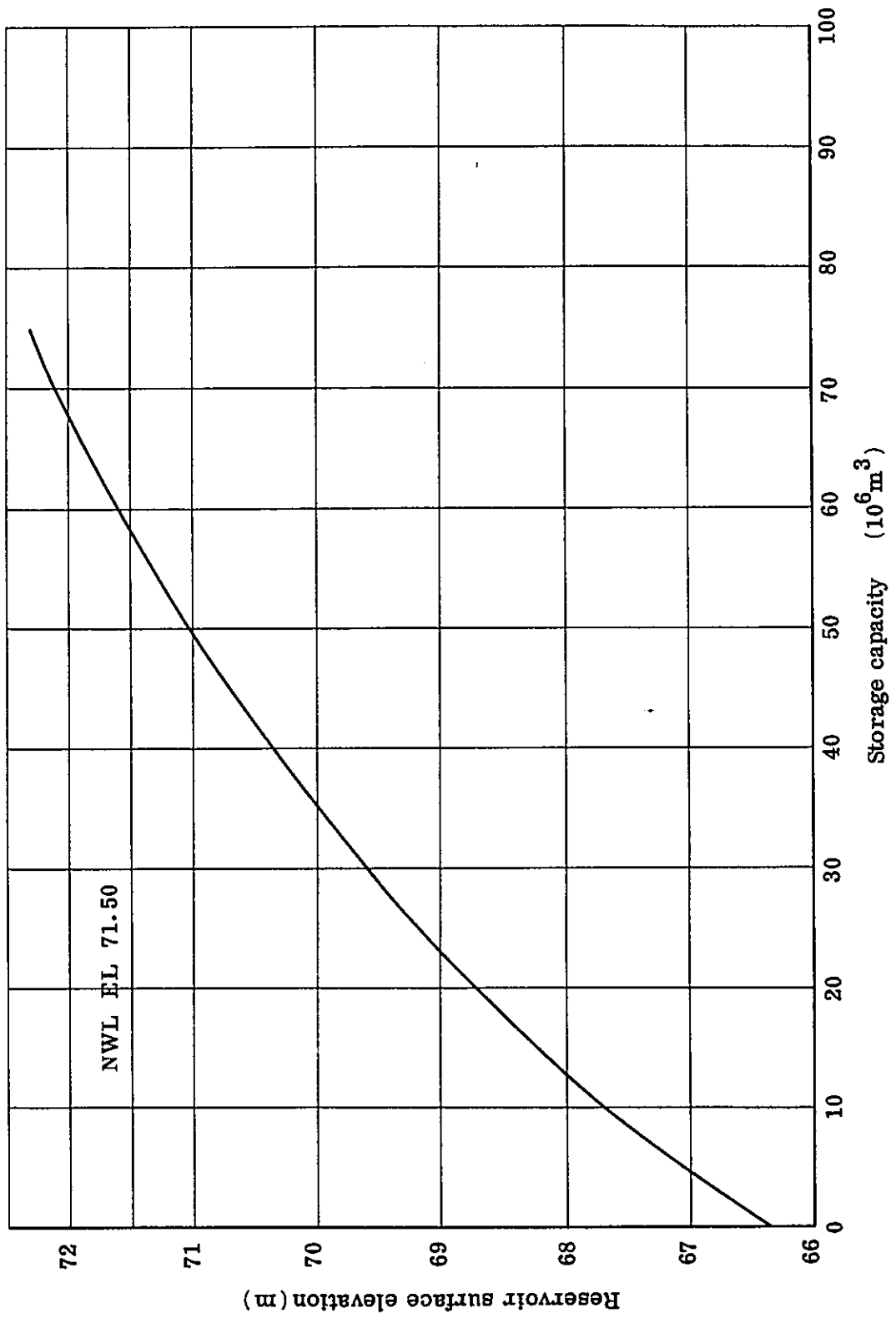
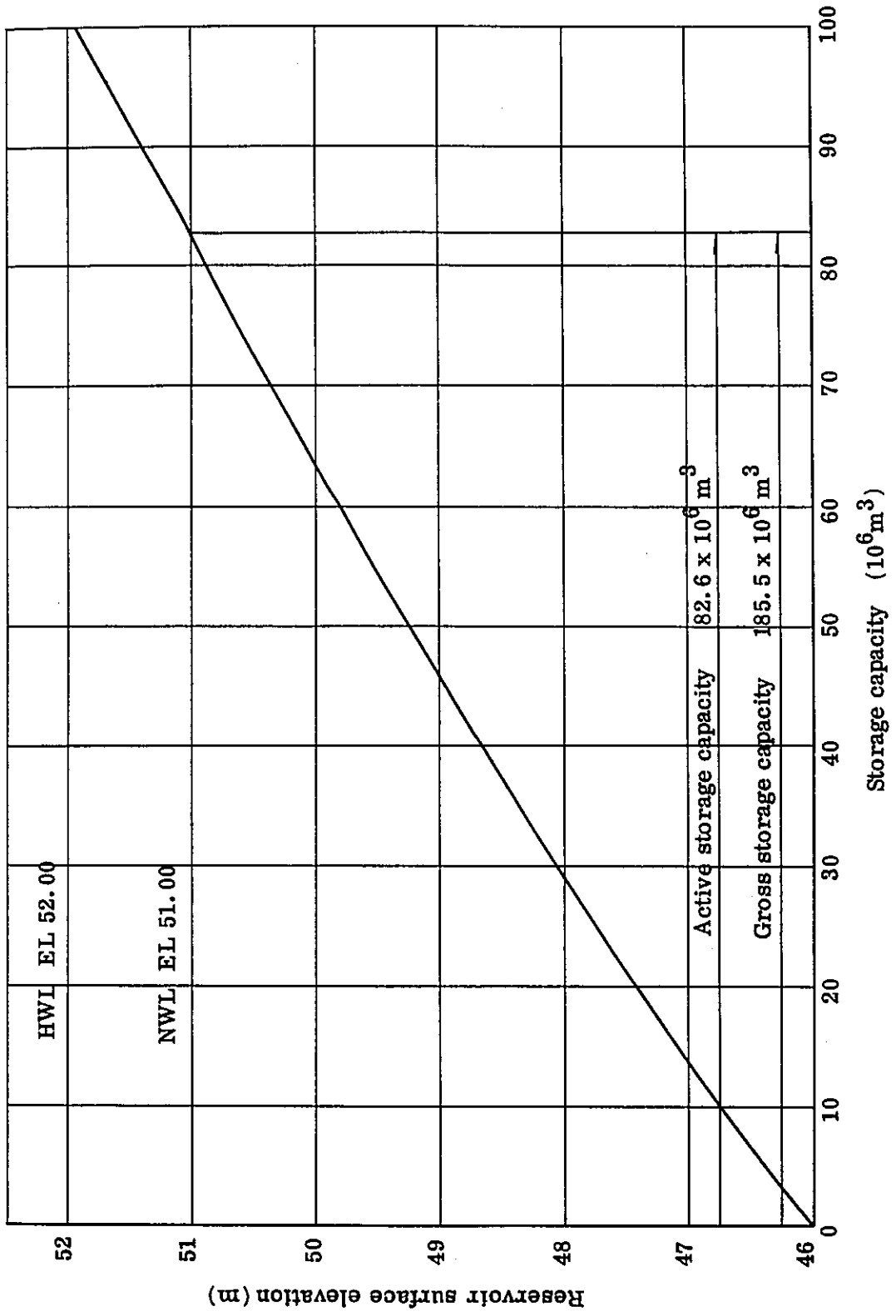


図-2-11⑥ 清平 dam の貯水量曲線



(2-3-3) damの放流設備について

図-2-12に各damの余水吐に関する一般図を示す。

また、各damの余水吐の貯水位-放流量曲線は図-2-13に示す。

なお衣岩、槐山については資料の不足のものがある。

(2-3-4) 洪水時のdam操作

「水力発電所dam管理規程(案)」および第6章を参照されたい。

華川Dam  
一般平面

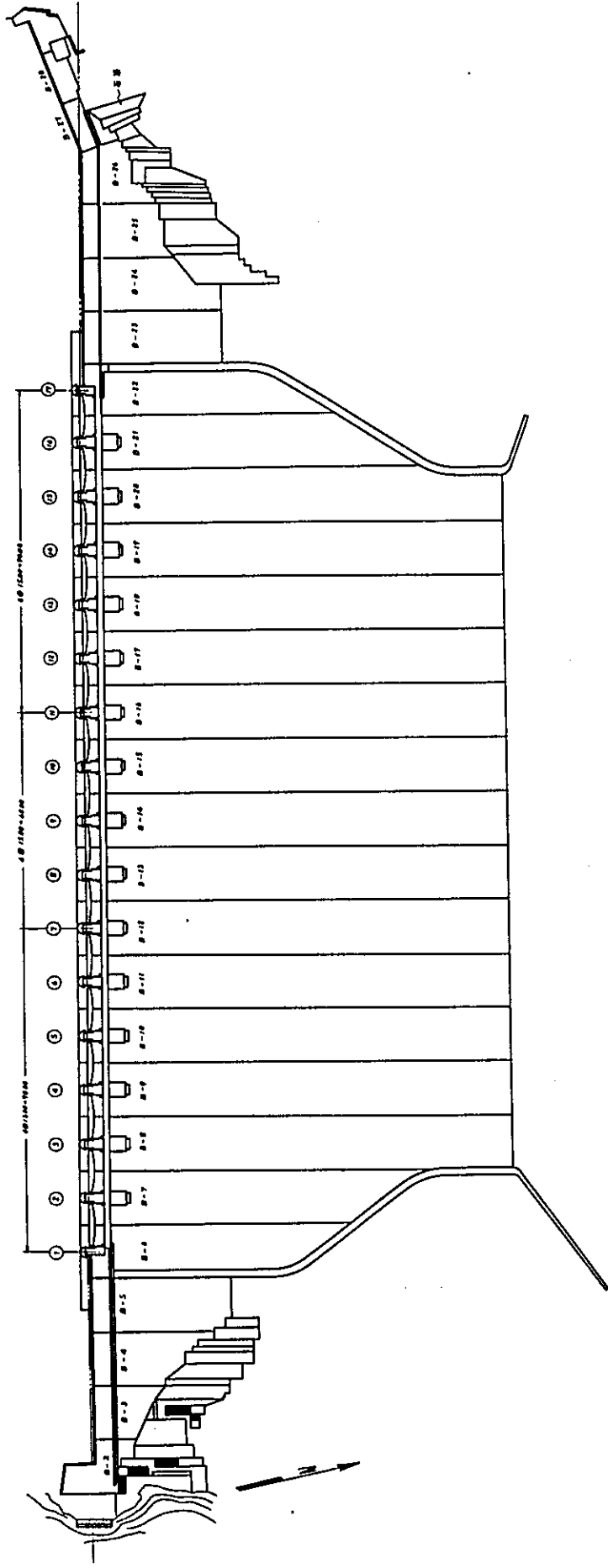
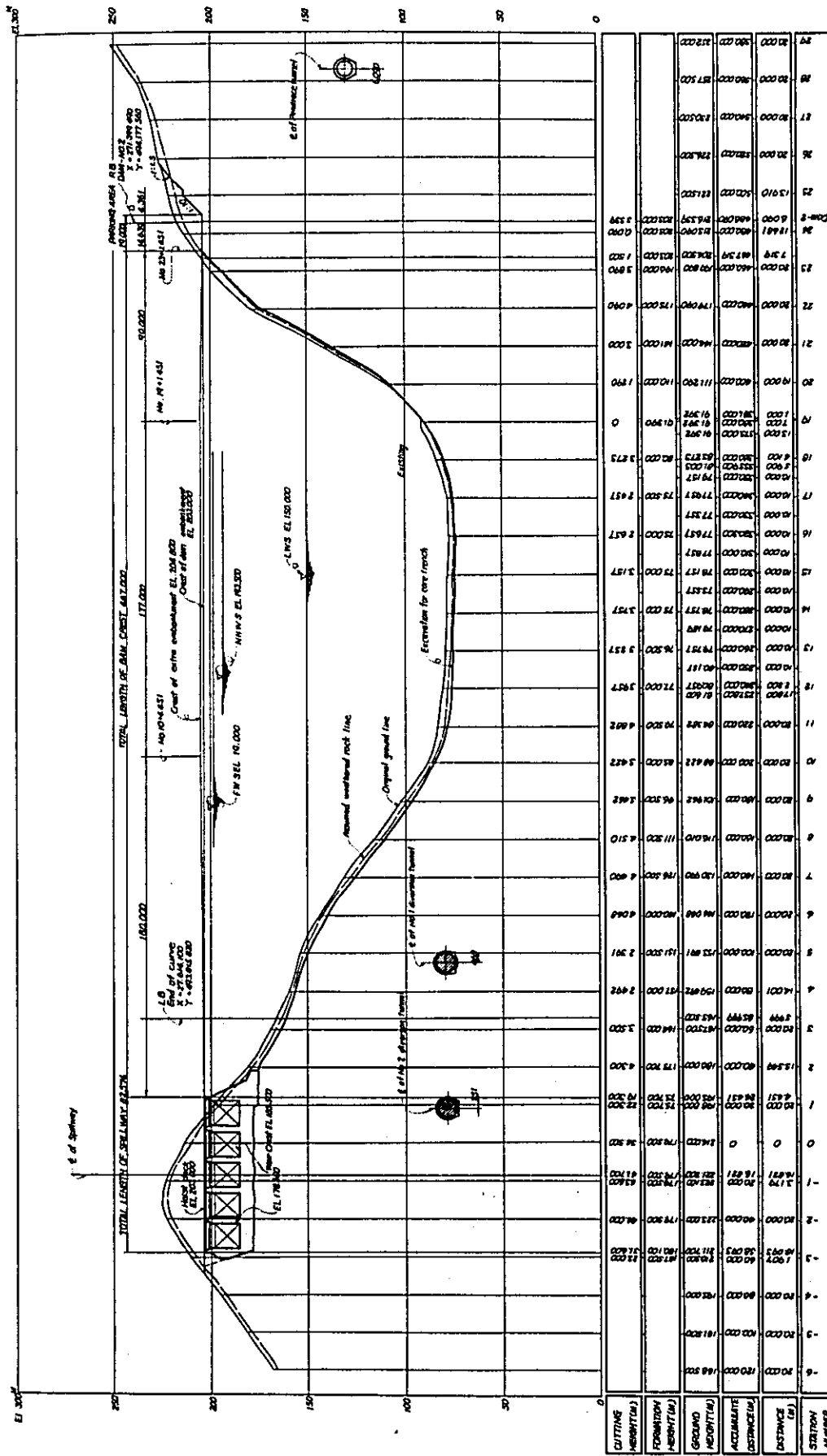


圖 - 2 - 12 〇 (1)



# 昭陽江 Dam

上流面



PROFILE

☑ - 2 - 120 (3)

STATION NUMBER	DISTANCE (M)	ACTUAL ELEVATION	GROUND ELEVATION	FORMATION ELEVATION	CUTTING DEPTH (M)
0	0.000	217.000	217.000	217.000	0.000
1	1.179	216.821	216.821	216.821	0.000
2	15.898	216.700	216.700	216.700	0.000
3	31.500	216.500	216.500	216.500	0.000
4	47.100	216.300	216.300	216.300	0.000
5	62.700	216.100	216.100	216.100	0.000
6	78.300	215.900	215.900	215.900	0.000
7	93.900	215.700	215.700	215.700	0.000
8	109.500	215.500	215.500	215.500	0.000
9	125.100	215.300	215.300	215.300	0.000
10	140.700	215.100	215.100	215.100	0.000
11	156.300	214.900	214.900	214.900	0.000
12	171.900	214.700	214.700	214.700	0.000
13	187.500	214.500	214.500	214.500	0.000
14	203.100	214.300	214.300	214.300	0.000
15	218.700	214.100	214.100	214.100	0.000
16	234.300	213.900	213.900	213.900	0.000
17	249.900	213.700	213.700	213.700	0.000
18	265.500	213.500	213.500	213.500	0.000
19	281.100	213.300	213.300	213.300	0.000
20	296.700	213.100	213.100	213.100	0.000
21	312.300	212.900	212.900	212.900	0.000
22	327.900	212.700	212.700	212.700	0.000
23	343.500	212.500	212.500	212.500	0.000
24	359.100	212.300	212.300	212.300	0.000
25	374.700	212.100	212.100	212.100	0.000
26	390.300	211.900	211.900	211.900	0.000
27	405.900	211.700	211.700	211.700	0.000
28	421.500	211.500	211.500	211.500	0.000
29	437.100	211.300	211.300	211.300	0.000
30	452.700	211.100	211.100	211.100	0.000
31	468.300	210.900	210.900	210.900	0.000
32	483.900	210.700	210.700	210.700	0.000
33	499.500	210.500	210.500	210.500	0.000
34	515.100	210.300	210.300	210.300	0.000
35	530.700	210.100	210.100	210.100	0.000
36	546.300	209.900	209.900	209.900	0.000
37	561.900	209.700	209.700	209.700	0.000
38	577.500	209.500	209.500	209.500	0.000
39	593.100	209.300	209.300	209.300	0.000
40	608.700	209.100	209.100	209.100	0.000
41	624.300	208.900	208.900	208.900	0.000
42	639.900	208.700	208.700	208.700	0.000
43	655.500	208.500	208.500	208.500	0.000
44	671.100	208.300	208.300	208.300	0.000
45	686.700	208.100	208.100	208.100	0.000
46	702.300	207.900	207.900	207.900	0.000
47	717.900	207.700	207.700	207.700	0.000
48	733.500	207.500	207.500	207.500	0.000
49	749.100	207.300	207.300	207.300	0.000
50	764.700	207.100	207.100	207.100	0.000
51	780.300	206.900	206.900	206.900	0.000
52	795.900	206.700	206.700	206.700	0.000
53	811.500	206.500	206.500	206.500	0.000
54	827.100	206.300	206.300	206.300	0.000
55	842.700	206.100	206.100	206.100	0.000
56	858.300	205.900	205.900	205.900	0.000
57	873.900	205.700	205.700	205.700	0.000
58	889.500	205.500	205.500	205.500	0.000
59	905.100	205.300	205.300	205.300	0.000
60	920.700	205.100	205.100	205.100	0.000
61	936.300	204.900	204.900	204.900	0.000
62	951.900	204.700	204.700	204.700	0.000
63	967.500	204.500	204.500	204.500	0.000
64	983.100	204.300	204.300	204.300	0.000
65	998.700	204.100	204.100	204.100	0.000
66	1014.300	203.900	203.900	203.900	0.000
67	1029.900	203.700	203.700	203.700	0.000
68	1045.500	203.500	203.500	203.500	0.000
69	1061.100	203.300	203.300	203.300	0.000
70	1076.700	203.100	203.100	203.100	0.000
71	1092.300	202.900	202.900	202.900	0.000
72	1107.900	202.700	202.700	202.700	0.000
73	1123.500	202.500	202.500	202.500	0.000
74	1139.100	202.300	202.300	202.300	0.000
75	1154.700	202.100	202.100	202.100	0.000
76	1170.300	201.900	201.900	201.900	0.000
77	1185.900	201.700	201.700	201.700	0.000
78	1201.500	201.500	201.500	201.500	0.000
79	1217.100	201.300	201.300	201.300	0.000
80	1232.700	201.100	201.100	201.100	0.000
81	1248.300	200.900	200.900	200.900	0.000
82	1263.900	200.700	200.700	200.700	0.000
83	1279.500	200.500	200.500	200.500	0.000
84	1295.100	200.300	200.300	200.300	0.000
85	1310.700	200.100	200.100	200.100	0.000
86	1326.300	199.900	199.900	199.900	0.000
87	1341.900	199.700	199.700	199.700	0.000
88	1357.500	199.500	199.500	199.500	0.000
89	1373.100	199.300	199.300	199.300	0.000
90	1388.700	199.100	199.100	199.100	0.000
91	1404.300	198.900	198.900	198.900	0.000
92	1419.900	198.700	198.700	198.700	0.000
93	1435.500	198.500	198.500	198.500	0.000
94	1451.100	198.300	198.300	198.300	0.000
95	1466.700	198.100	198.100	198.100	0.000
96	1482.300	197.900	197.900	197.900	0.000
97	1497.900	197.700	197.700	197.700	0.000
98	1513.500	197.500	197.500	197.500	0.000
99	1529.100	197.300	197.300	197.300	0.000
100	1544.700	197.100	197.100	197.100	0.000

# 昭陽江Dam 余水吐平面

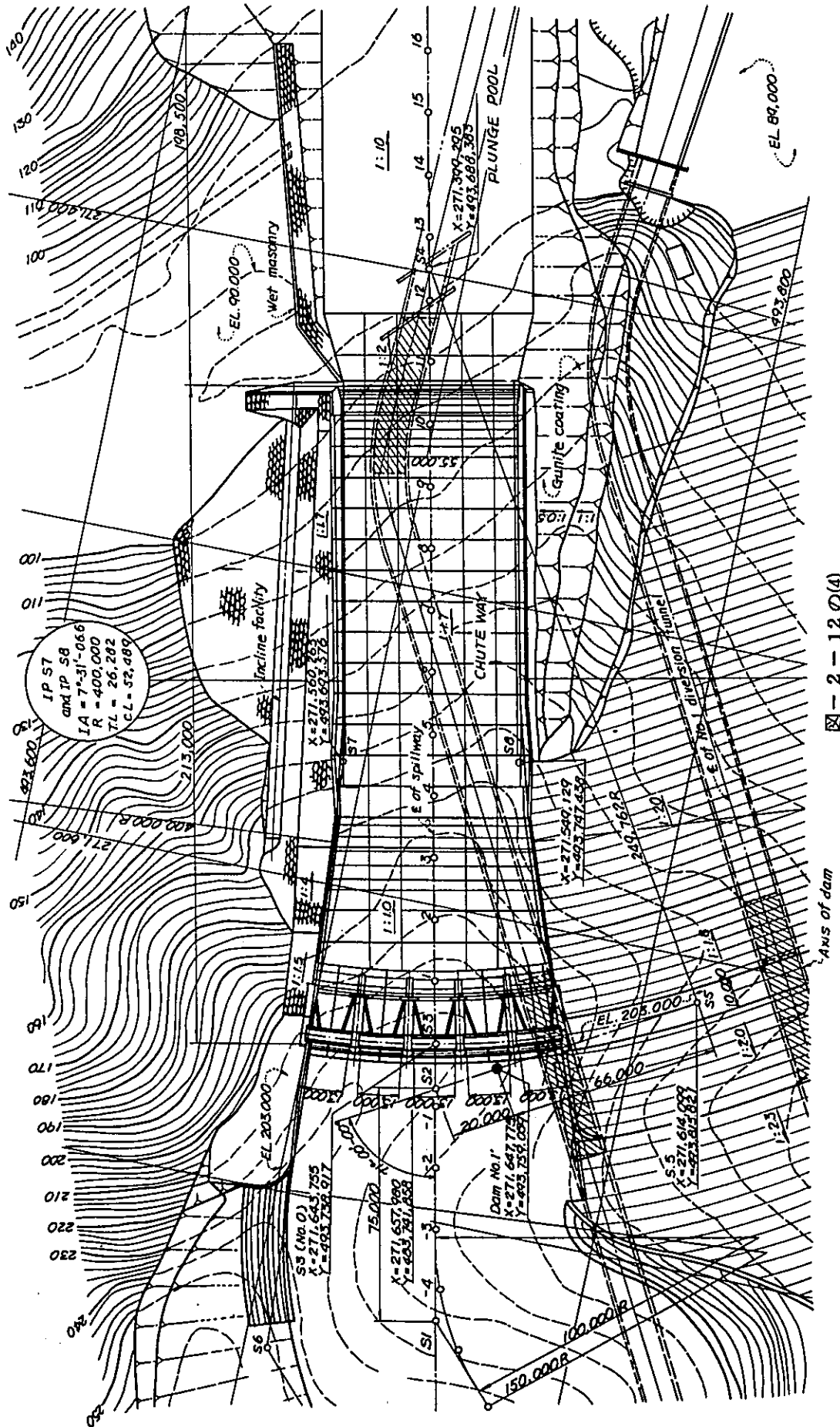


图 2-12 O(4)



春川Dam  
一般平面

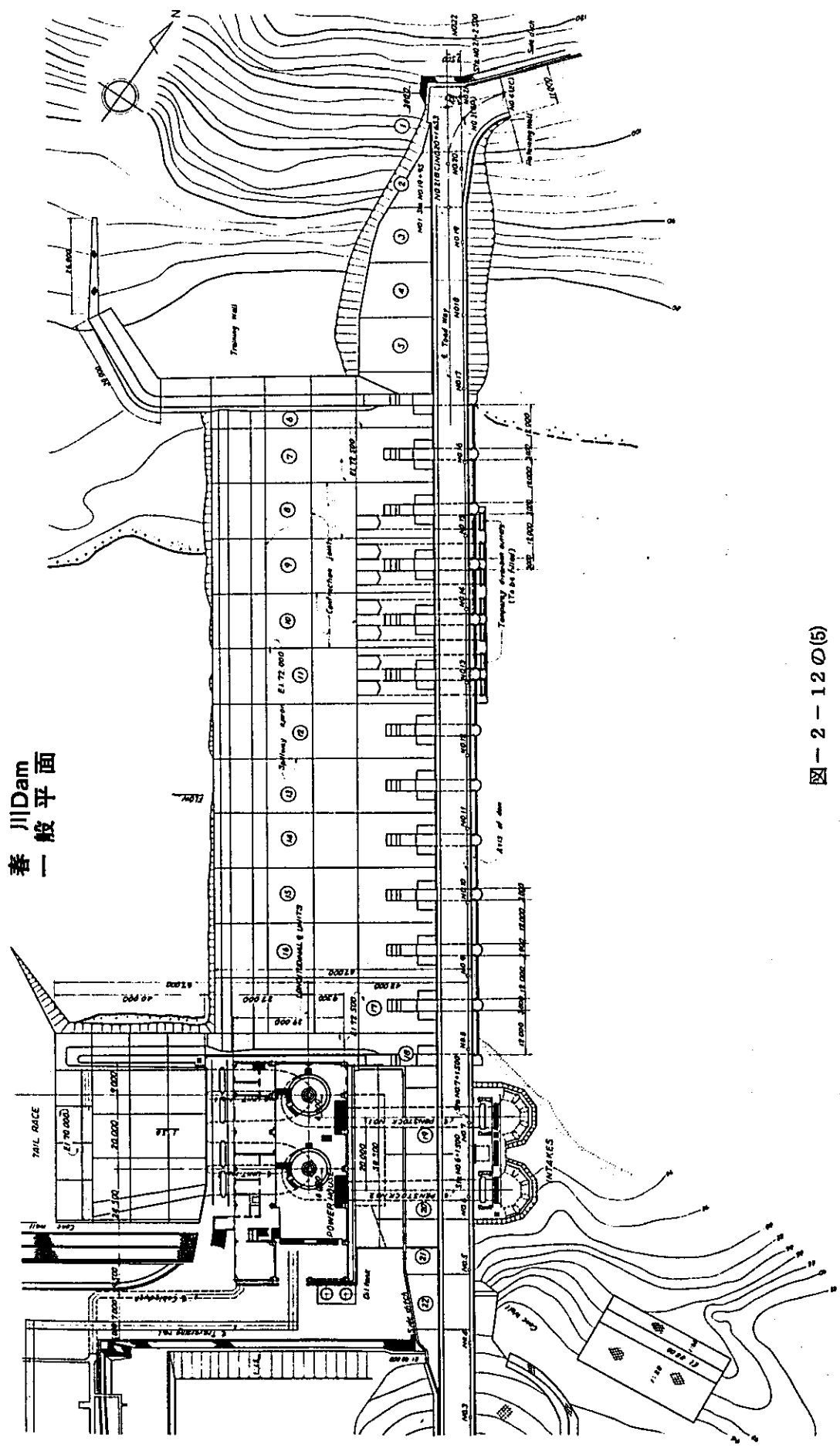


図-2-120(5)

春川Dam

下流面

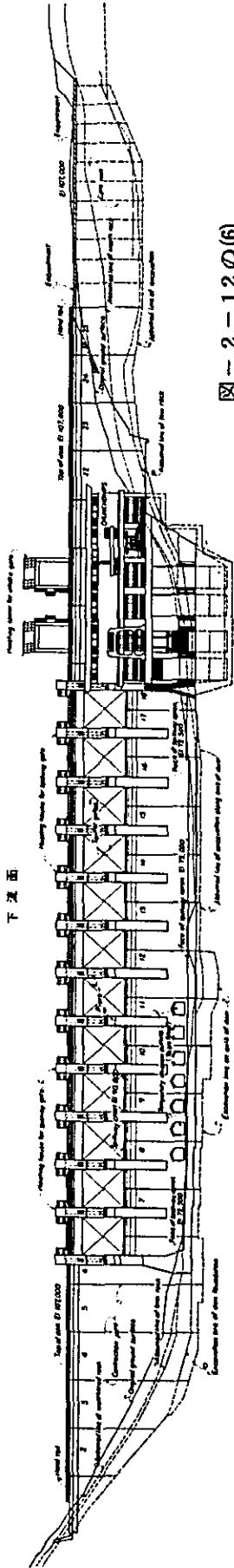


図-2-12〇(6)

春川Dam  
標準横断面

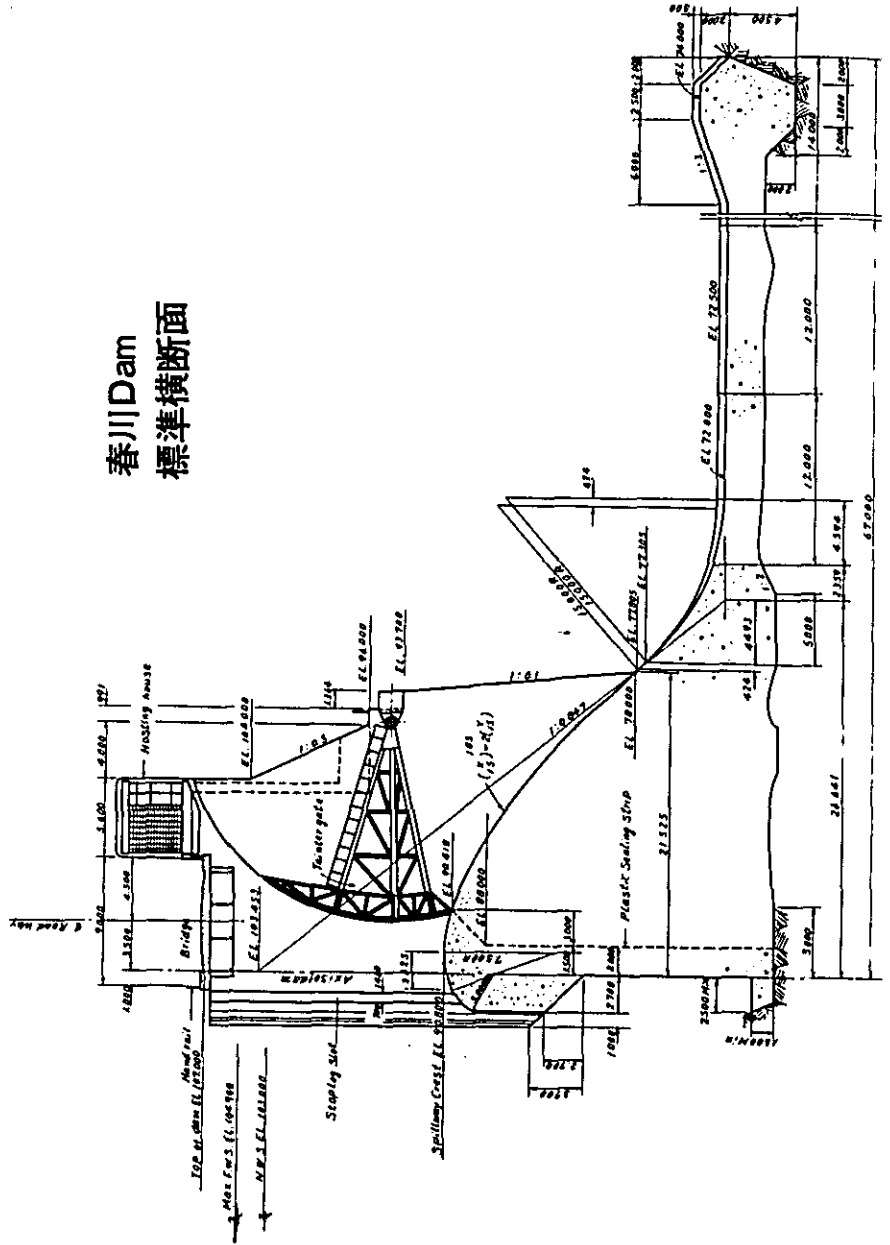


図-2-12〇(7)

衣岩Dam  
一般平面

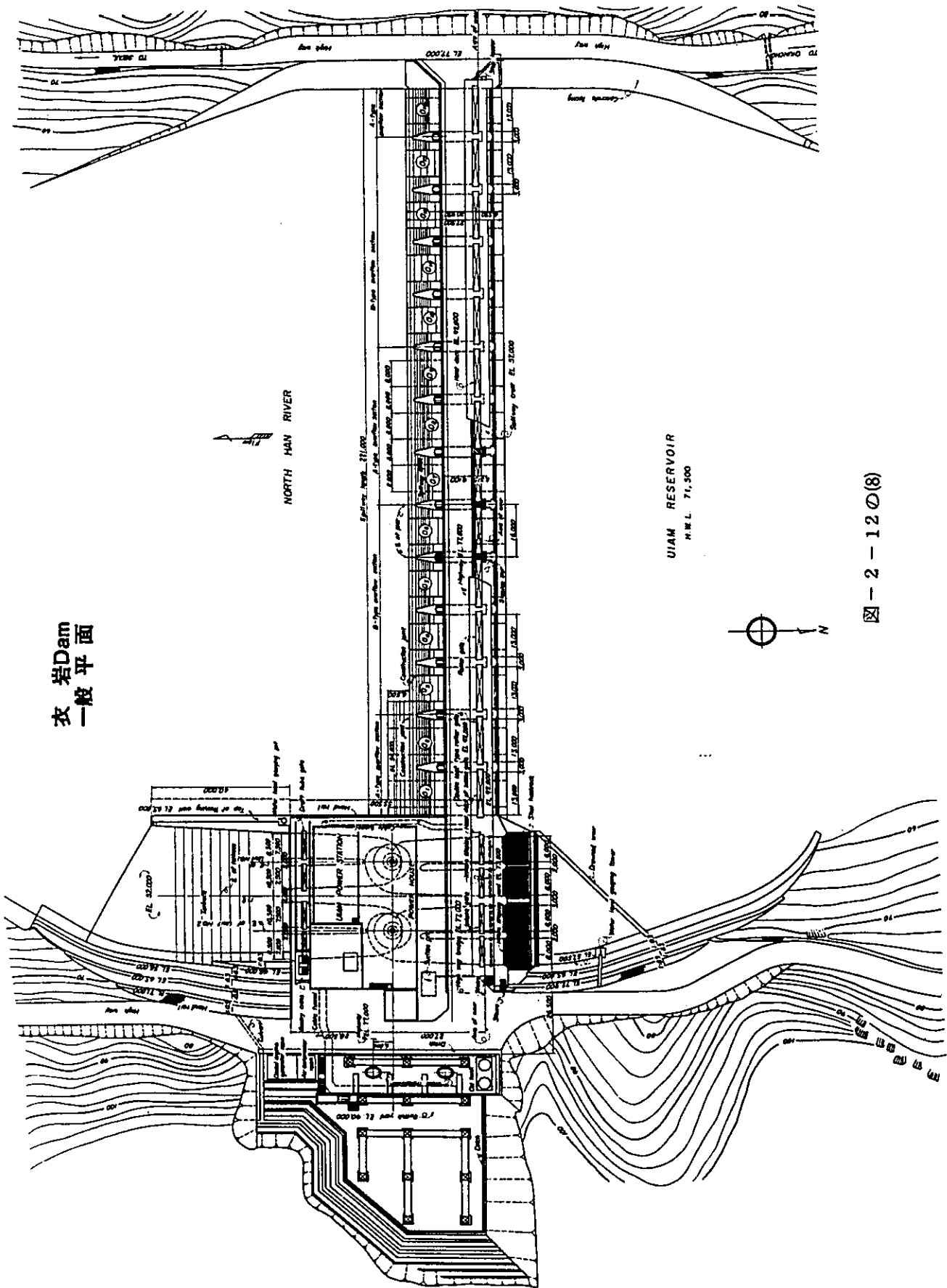


図-2-12⑧



# 衣岩Dam

## 余水吐標準横断面

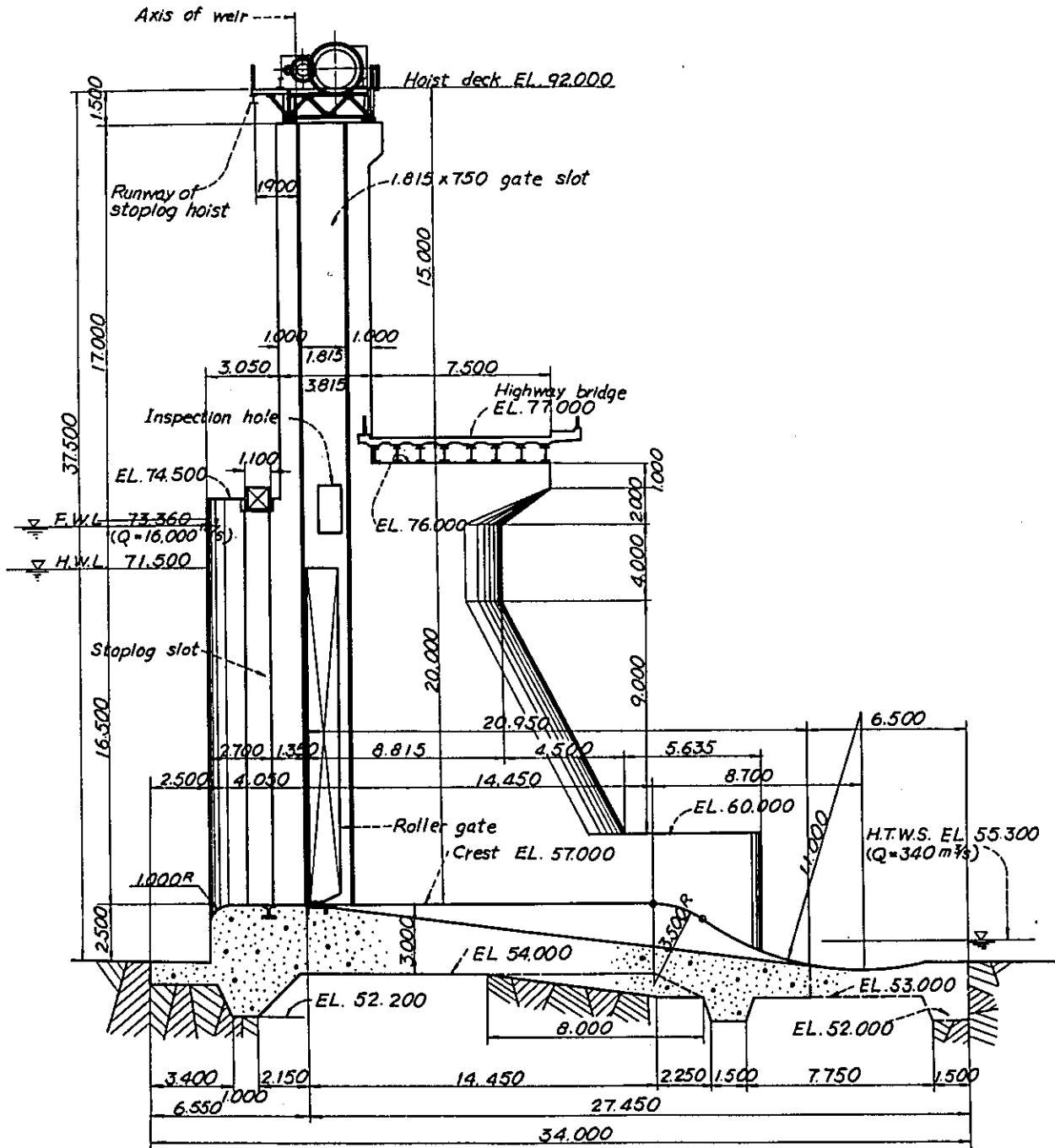
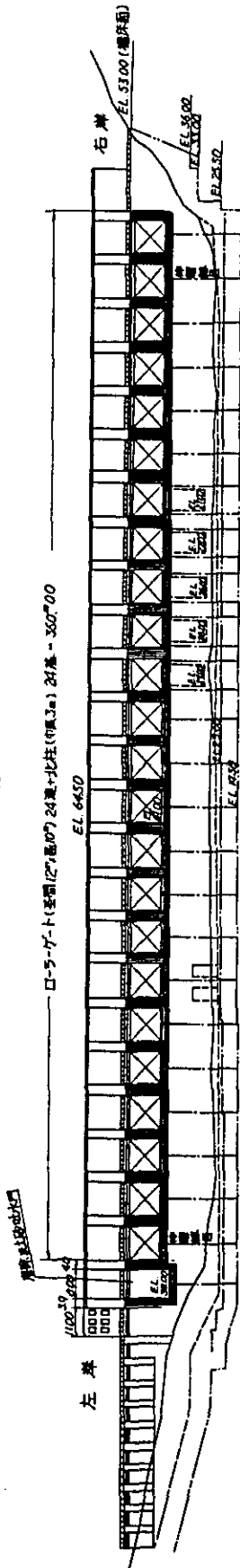


図 - 2 - 12 ⑩

# 清平Dam

## 上流面



一般平面 縮尺 1/2000

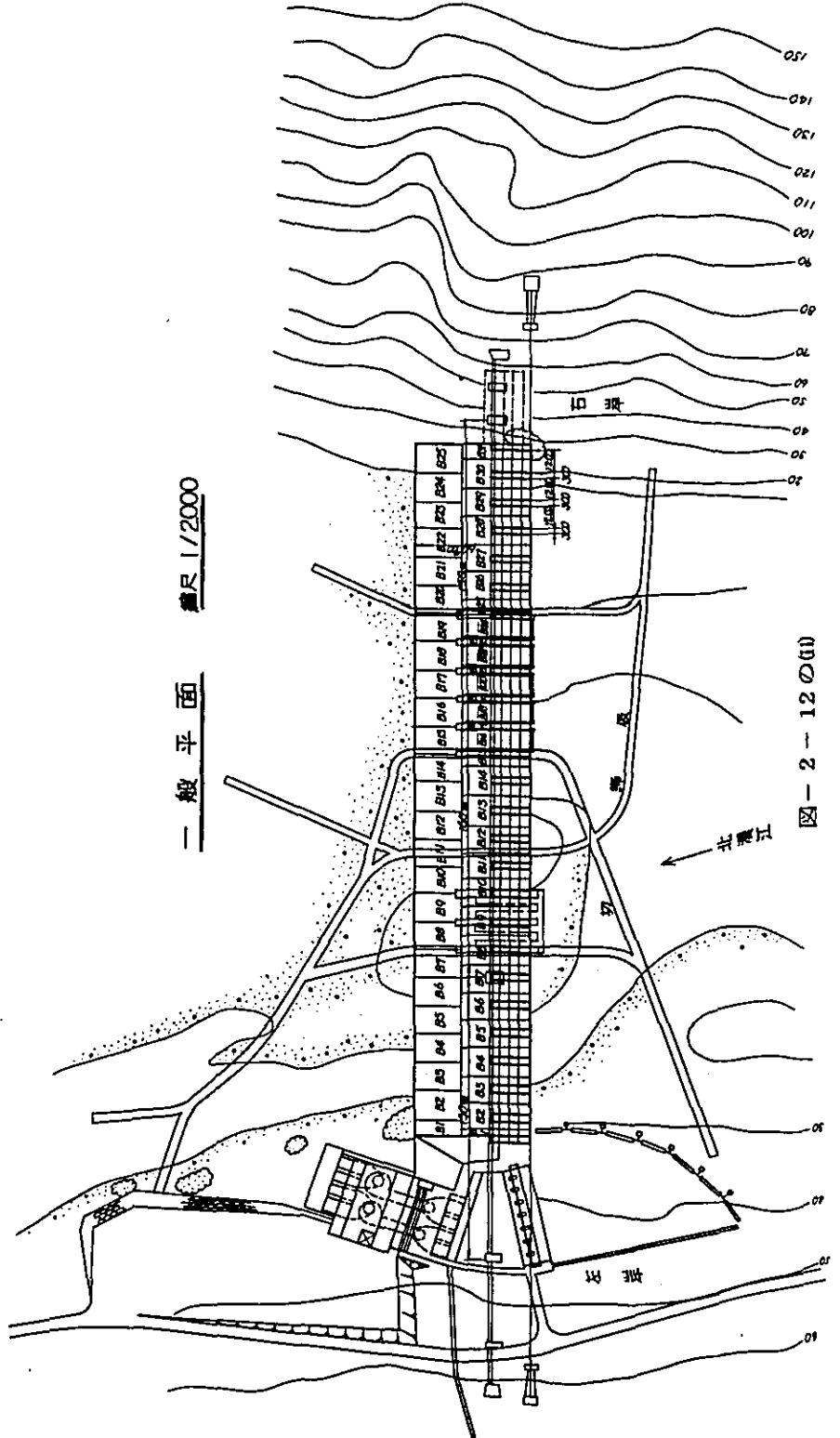


図-2-12(10)

# 清平 Dam

## 標準断面

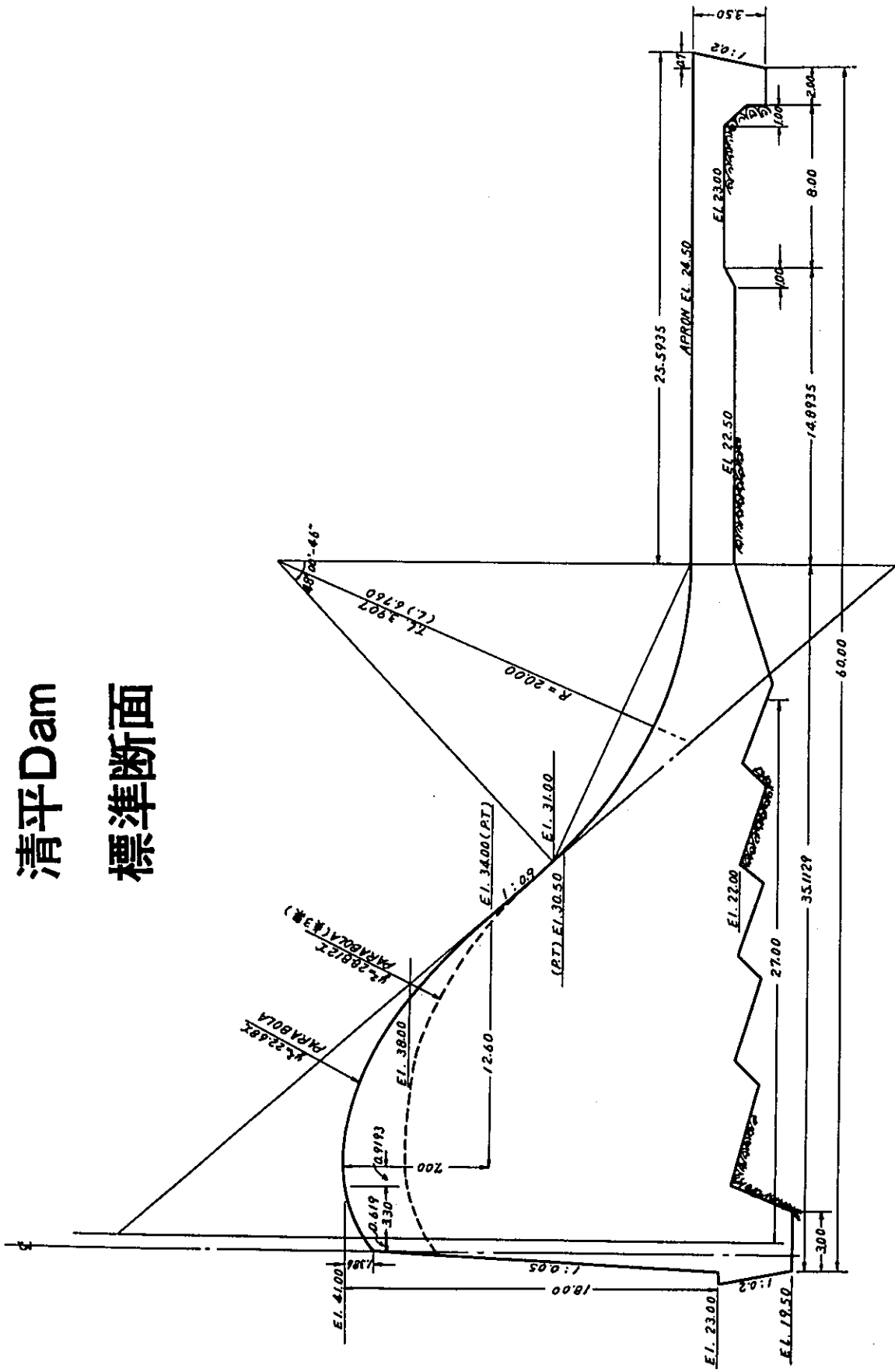
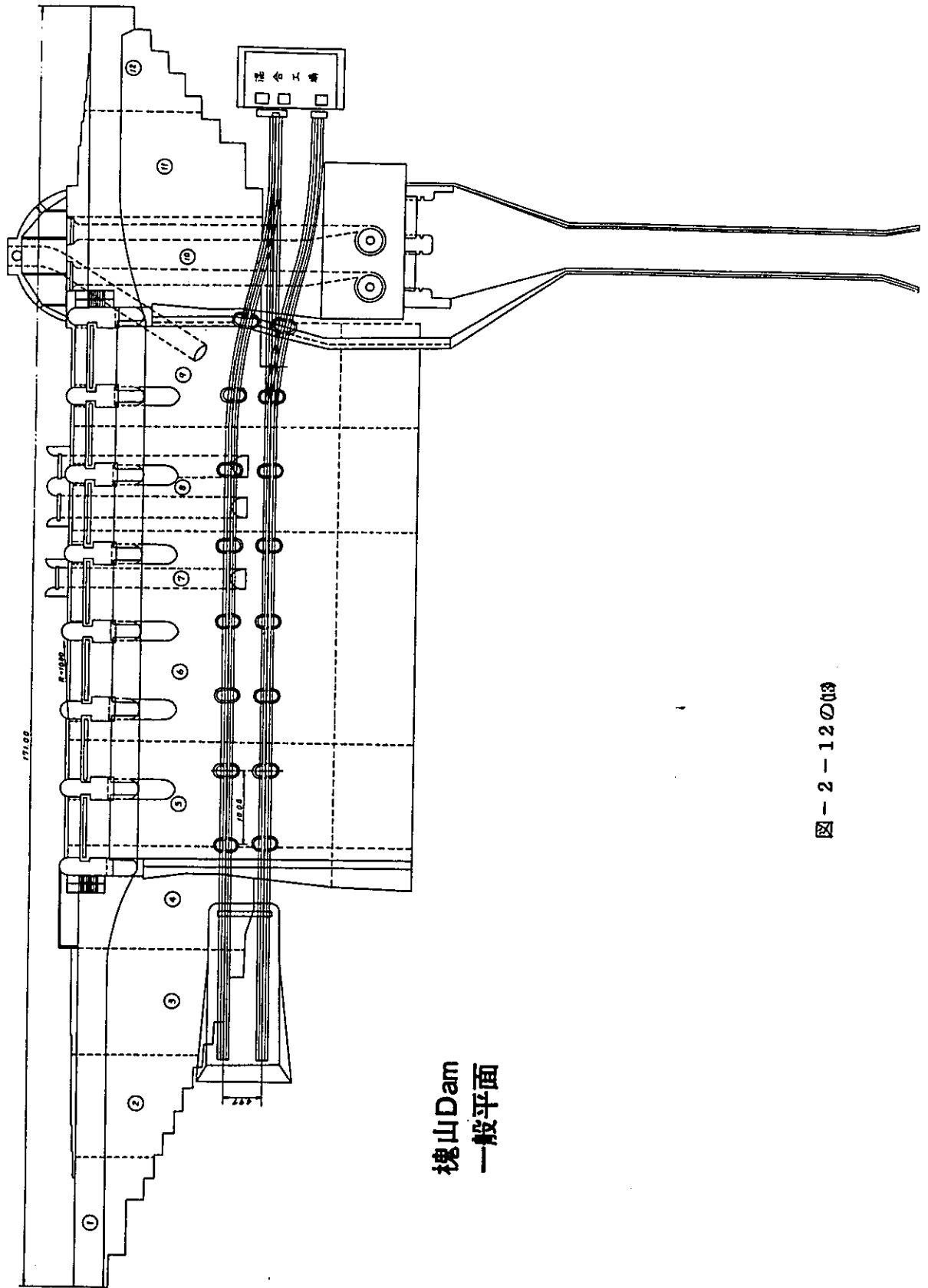


图-2-12010



槐山Dam  
一般平面

图-2-120(13)



# 槐山Dam 標準断面

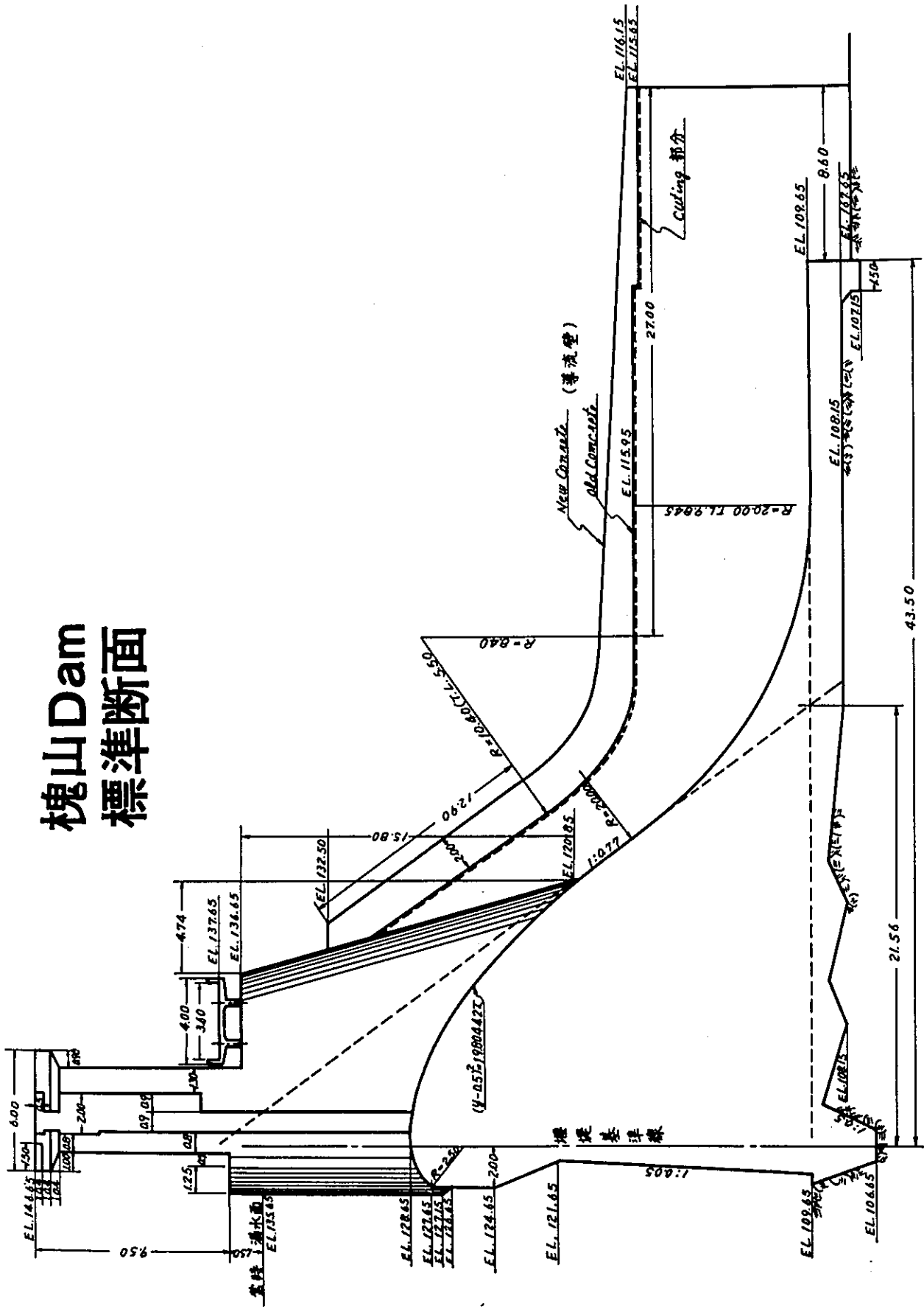


圖-2-12 010

図-2-12の(1) 八堂 dam 構造図

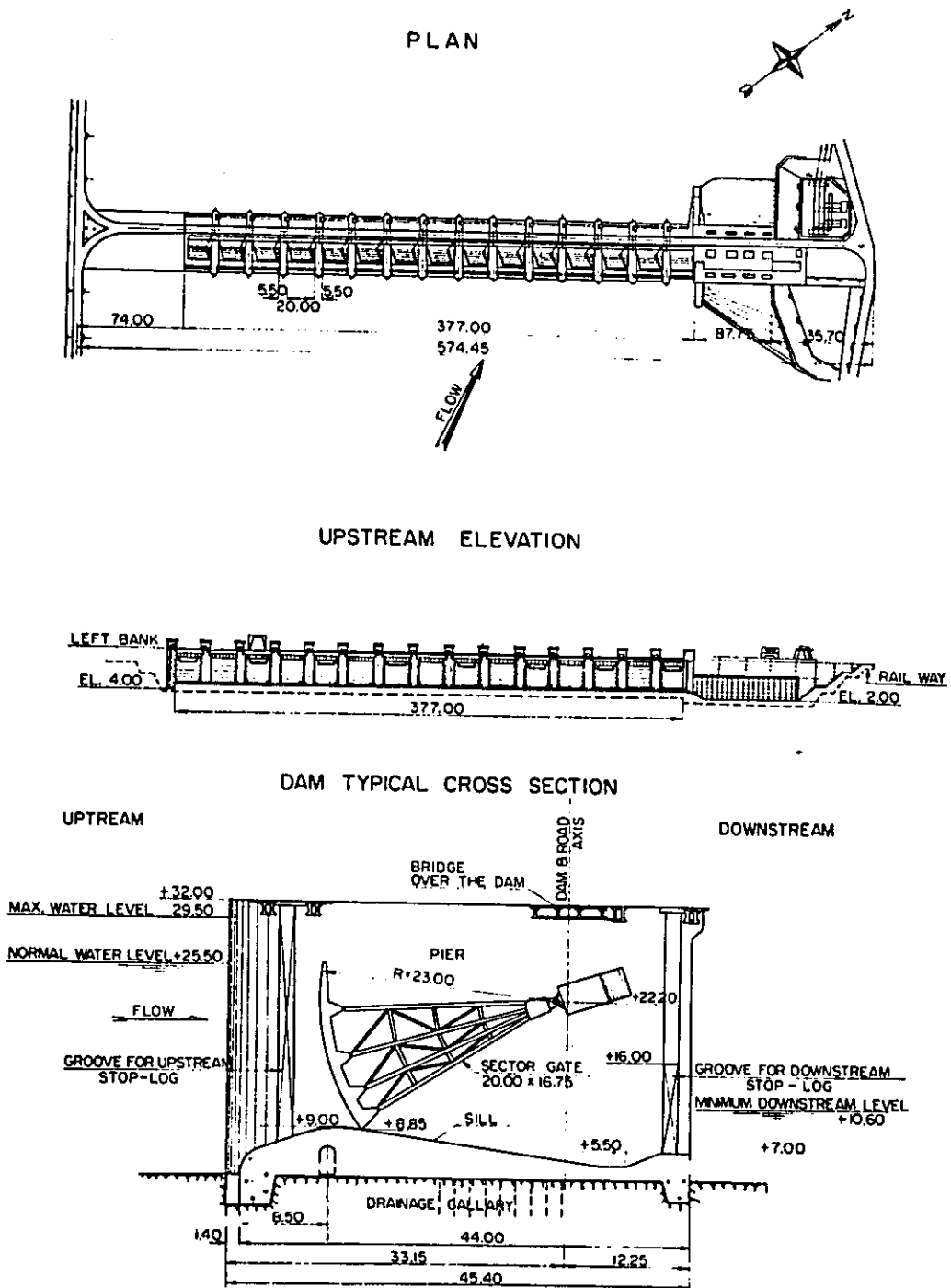
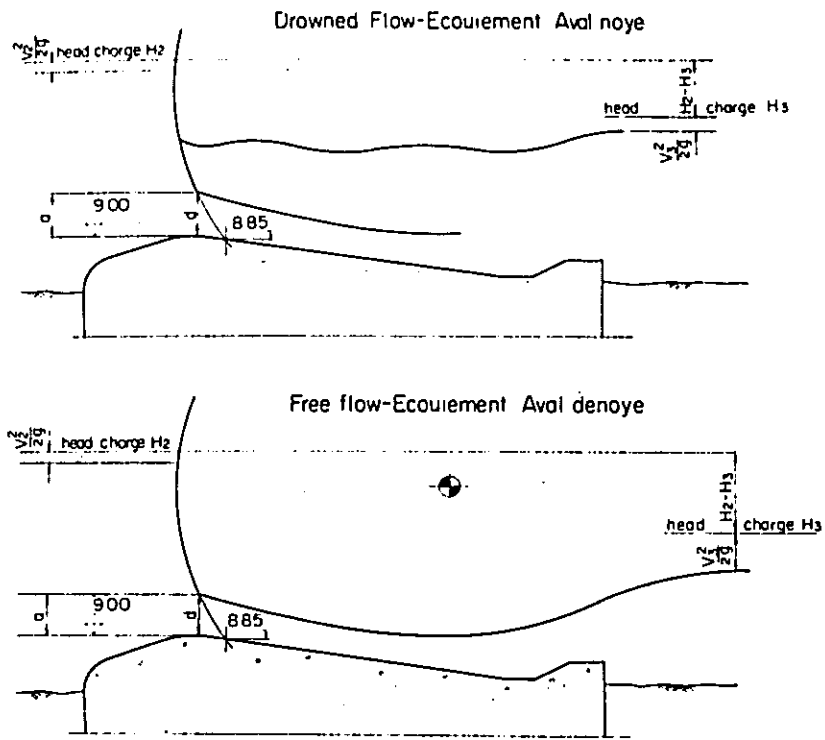


図-2-12の(1) 八堂 dam 放流時の model



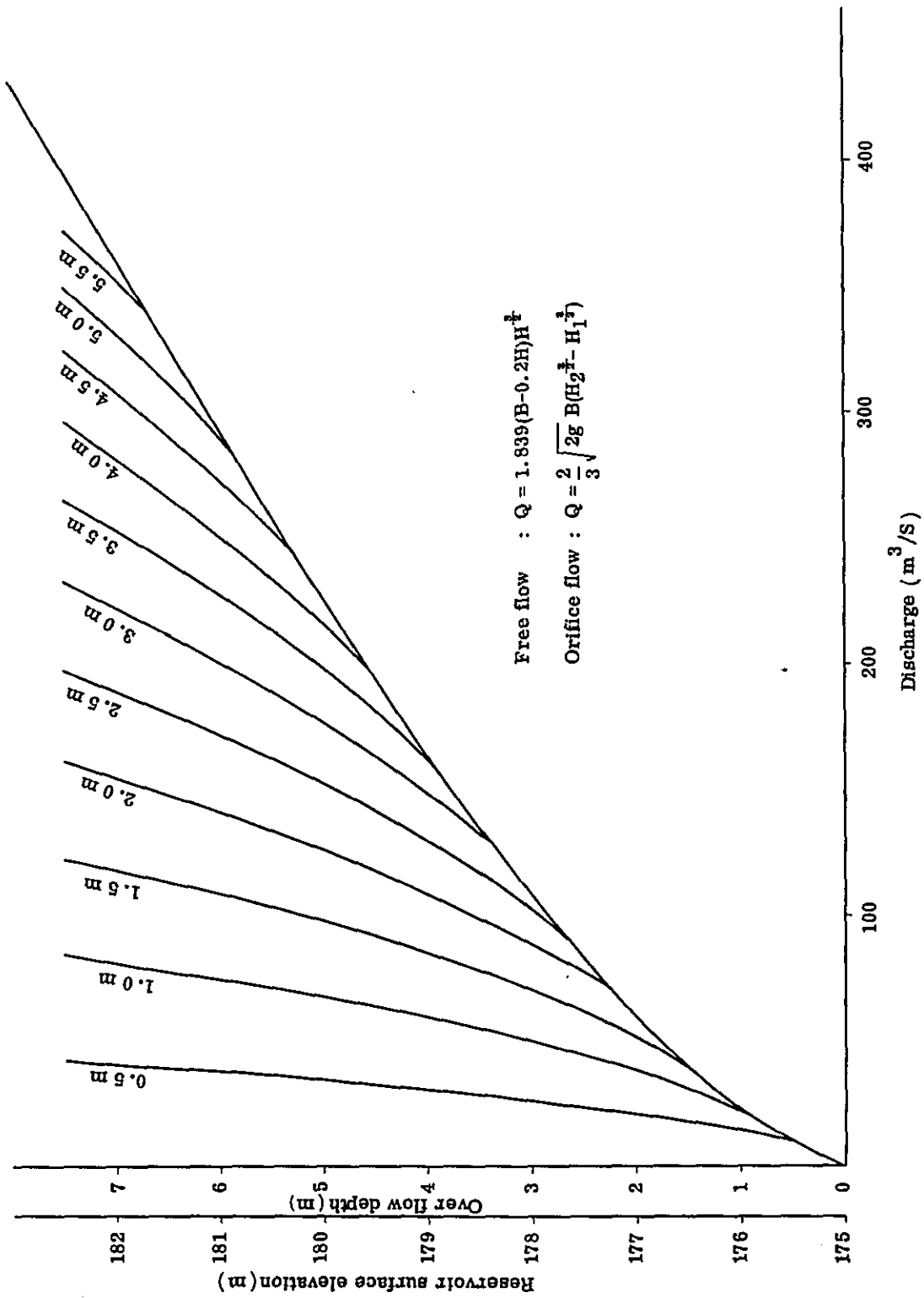


圖-2-13(1) Spillway Rating Curve of Hwacheon Dam

Side gate use

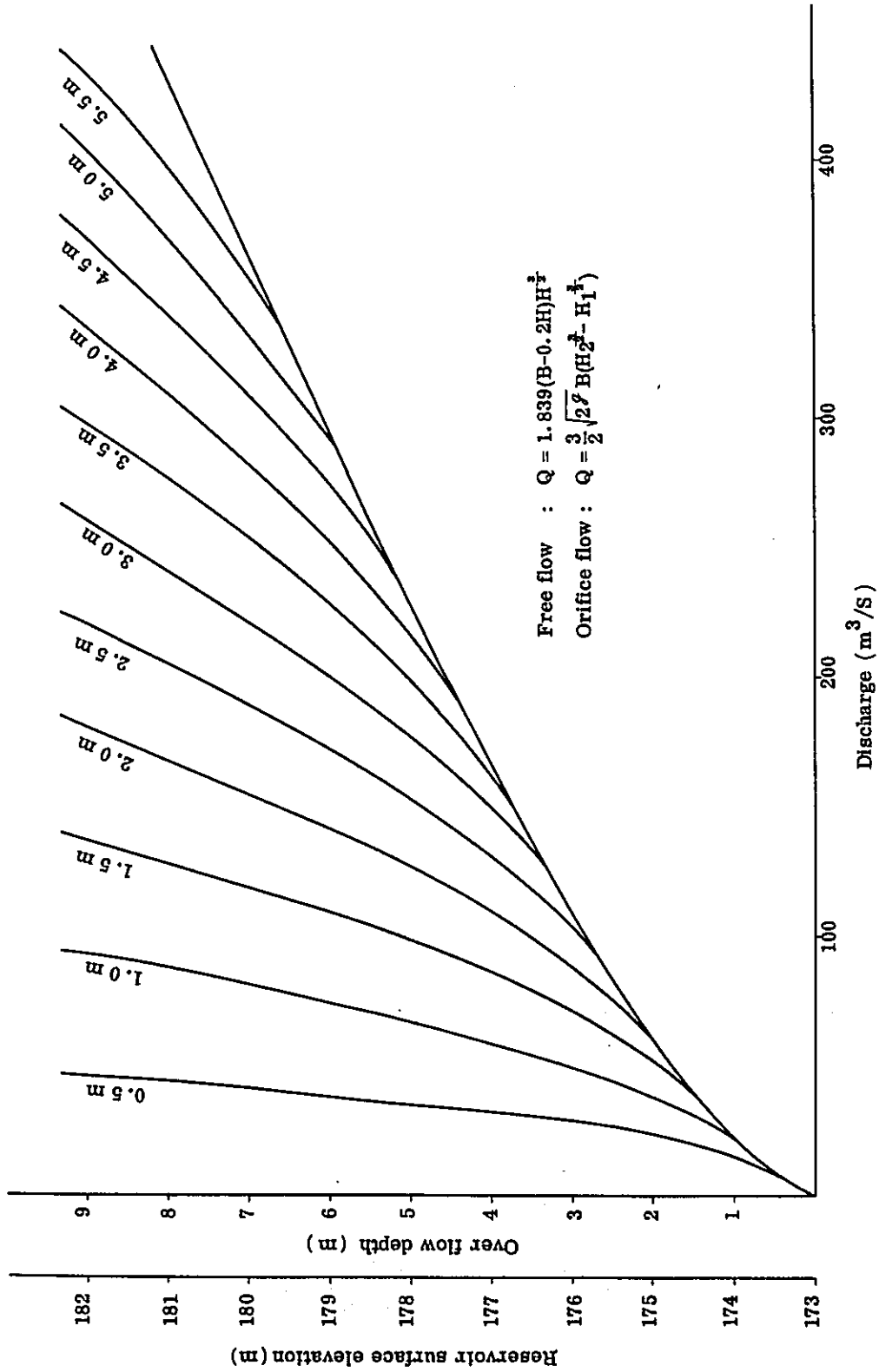
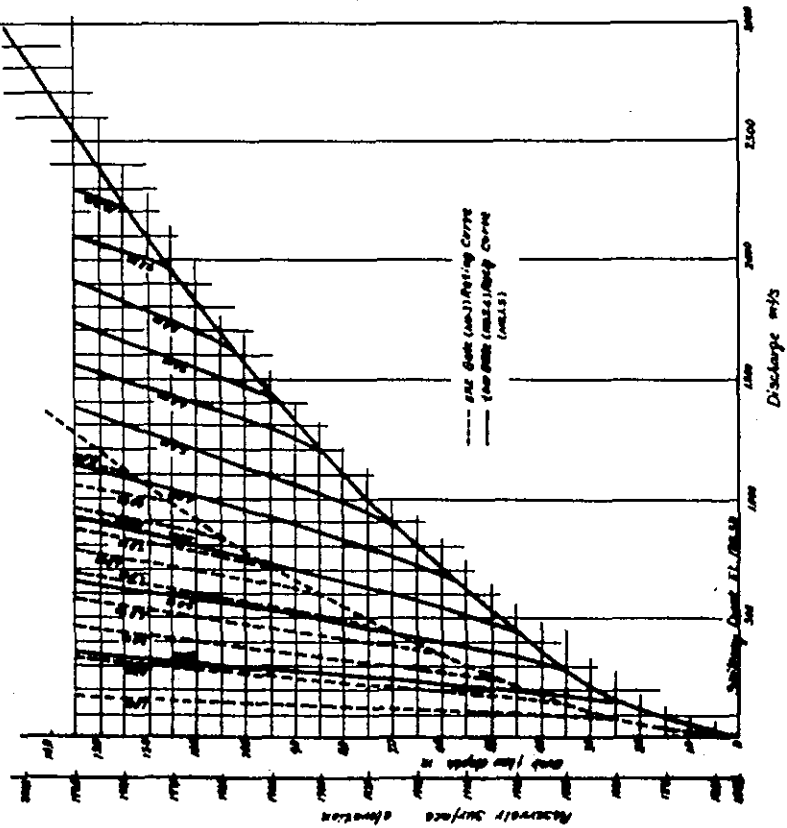


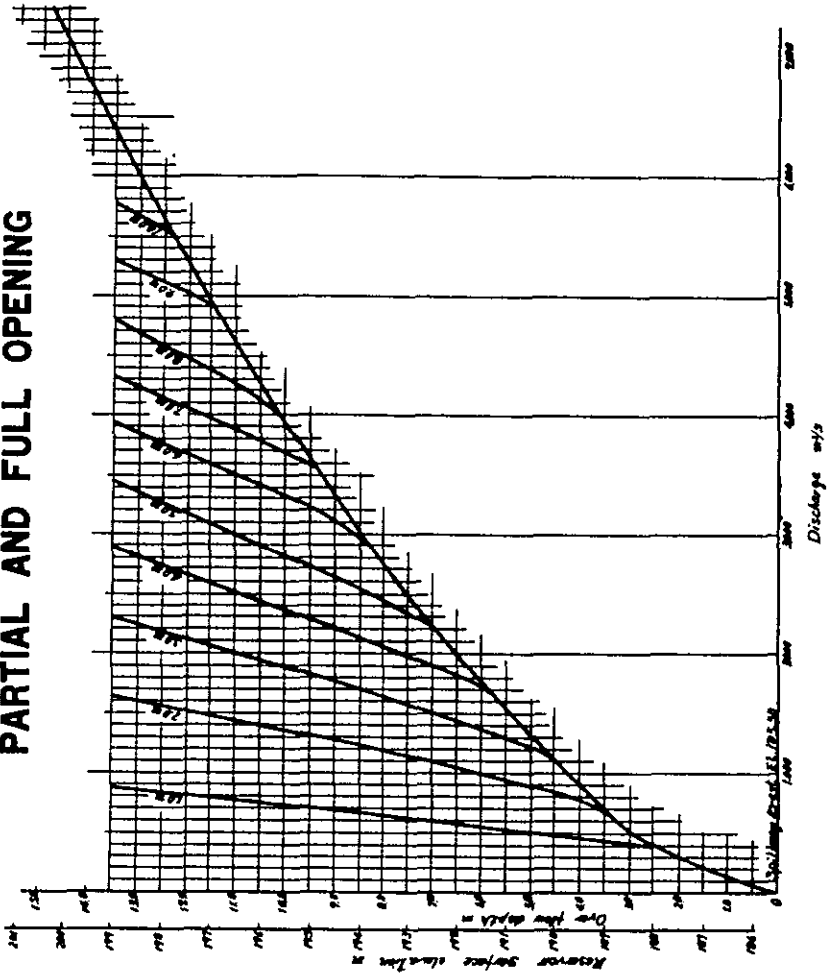
圖 2-130(2) Spillway Rating Curve of Hyacheon Dam Center Gate Use

# SPILLWAY RATING CURVE OF SOYANGGANG DAM

## ONE GATE AND TWO GATE OPENING



## PARTIAL AND FULL OPENING



# SPILLWAY RATING CURVE OF CHUNCHEON DAM

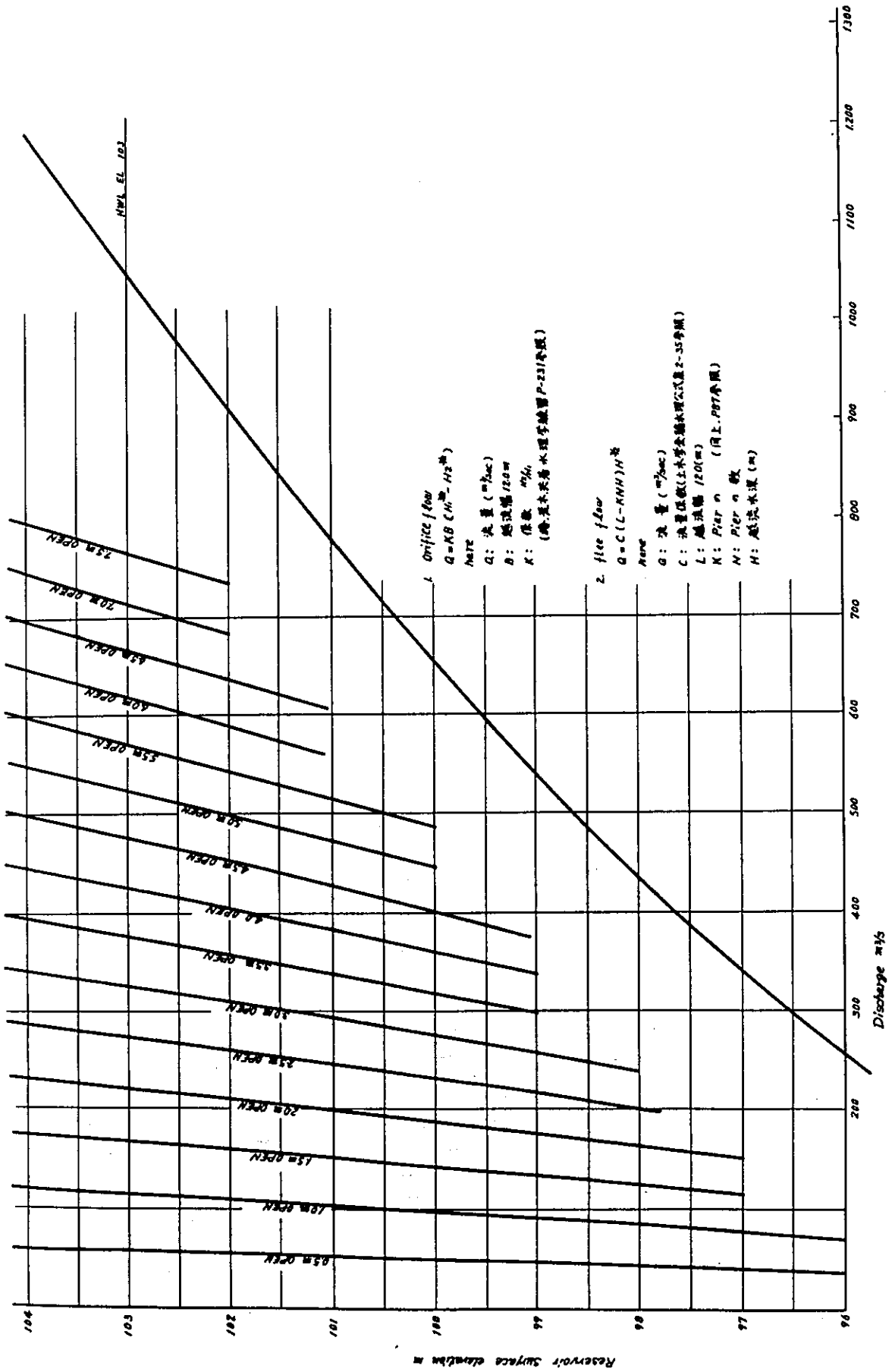
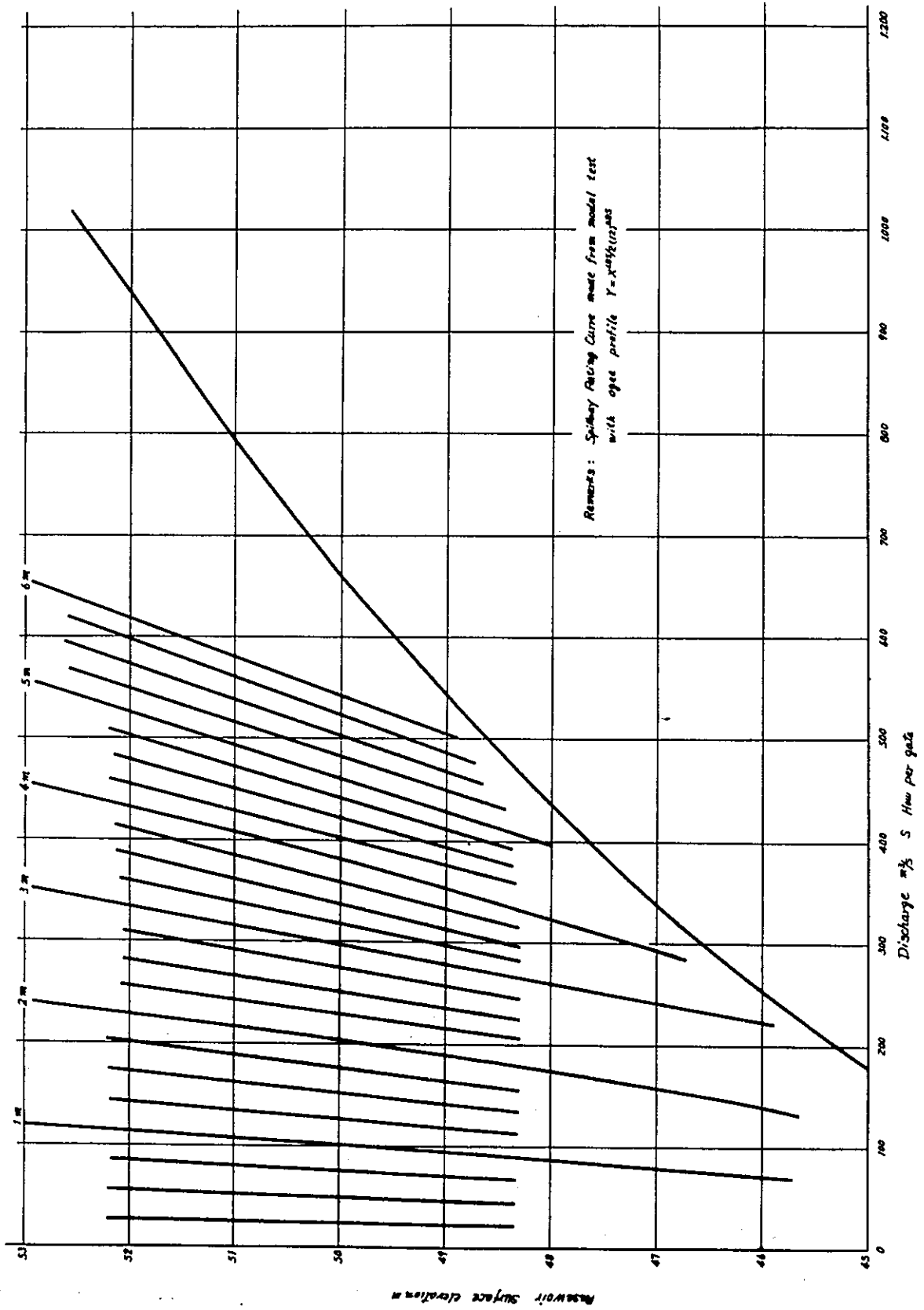


图 - 2 - 13 ④ (4)

# SPILLWAY RATING CURVE OF CHONGPYONG DAM



□ - 2 - 1 3 0 (5)



水 力 發 電 所

Dam 管 理 規 程 (案)

## 第 1 章 総 則

第 1 条(目 的) この規定は河川法並びに同施行令(以下“法令”という)に依り、会社が管理する水力発電所(華川、春川、衣岩、清平、八堂と槐山及び宝城江) Dam(以下“Dam”という)の運営と管理に必要な事項を規定することを目的とする。

第 2 条(Damの用途) Damの用途は法令で定めるか若しくは他機関との協約に依る場合を除いては発電用水のみの供給を目的とする。

第 3 条(災害防止措置) Dam管理事業所(以下“所長”という)は法令の定めるところによりDamからの流量に因る災害の防止或は軽減措置として水位の制限や予備放流に依る流量の調節を図らなければならない。

第 4 条(洪水調節のための指示) 所長は洪水に因る災害発生の防止、軽減のため、河川管理庁(以下“管理庁”という)並びに中央災害対策本部(以下“災害対策本部”という)の緊急措置、指示を遵守しなければならない。

## 第 2 章 洪水と貯水池水位

第 5 条(洪水と洪水期間) (1)各貯水池の流入量が次のような場合には、これを指定流量又は計画洪水量と称し、指定流量以上の流量を洪水調節対象流量とする。

計画洪水量は Damの安全のための流量として上流 Damの洪水調節を考慮に入れない、流量にて止む得ない場合を除いてはこれを放流してはならない。

Dam 別	指 定 流 量	計 画 洪 水 量
華 川	1,000 $m^3/scc$	9,500 $m^3/scc$
春 川	1,500	12,600
衣 岩	2,000	16,000
清 平	3,000	20,000
八 堂	4,000	34,400
槐 山	300	2,700
宝 城 江	200	1,500

(2) 毎年6月21日から9月20までの3ヶ月間を“洪水期間”という。

第 6 条(貯水池水位) (1)各貯水池の満水位と発電可能な最低水位たる貯水位は次のとおりである。

Dam 別	満 水 位 ( 標 高 )	貯 水 位 ( 標 高 )
華 川	1 8 1.0 0 m	1 5 6.8 0 m
春 川	1 0 3.0 0	9 8.0 0
衣 岩	7 1.5 0	6 6.3 0
清 平	5 1.0 0	4 6.0 0
八 堂	2 5.5 0	2 5.0 0
槐 山	1 3 6.6 5	1 3 1.6 5
宝 城 江	1 2 7.2 7	1 2 0.4 5

(2) 所長は貯水池の満水位以下水位にて満水位までは洪水調節に最大限活用しなければならない。又災害が発生して第4条の指示又は止む得ない場合、境遇以外には低水位以下に降下させてはならない。

(3) 洪水期間中制限水位を置くべき貯水池とその水位は次のとおりである。

Dam 別	制 限 水 位 ( 標 高 )
華 川	1 7 5.0 m
春 川	1 0 2.0
衣 岩	7 0.5
清 平	5 0.0

(4) 春川衣岩及び清平Damは予備放流が必要と認められる場合には、制限水位以下に予備放流水位をおかなければならない。

第7条(水位の測定) 貯水池の水位はDam本体に設置された水位計で測定する。

### 第 3 章 洪 水 調 節

第8条(洪水警戒体制) 所長は次の各号に掲げる場合には洪水警戒体制を整えなければならない。

1. 中央気象台の暴雨及び豪雨注意報又はその警報が発令されたとき。
2. 貯水池の流水が急激に増加して流入量が指定流量を超えた場合。

第9条(洪水警戒体制時の措置) (1)所長は洪水警戒体制をとった場合には直ちに次の各号の措置をとらなければならない。

1. 各観測所上流のDam及び関係機関に連絡して、気象と水状に関する観測並びに情報の蒐集
2. 流入量の時間的変化の予測
3. 予備放流水位と予備放流量の決定

4. Damの気象水状並びに関連情報の測定値を毎時間記録して場合によっては随時測定して第2号並びに第3号の必要な資料の作成。
  5. 水文及び水門操作に必要な機器の点検、整備及び予備電源設備の試運転、その他 Dam管理に必要な措置
- (2) 前項の場合に所長は最善の適正なる措置のために本社所管部器と緊密に協助しなければならない。又必要な事項は指示、報告しなければならない。
  - (3) 所長は洪水が発生したか若しくは発生するおそれのある場合は法令のきめるところに依り、前1項の観測の結果と予定放流に関する事項及び、その他の予報と警報に必要な諸般各種の資料を建設部長官並びに管轄道知事に速かに報告しなければならない。
  - (4) 前項の規定に依り建設部長官並びに管轄道知事に報告した事項は速やかに本社に報告しなければならない。

第10条（予備放流） 所長は観測結果予備放流をする必要があると認める場合には、下流の状況を参酌して放流量及び放流開始時間を定めて放流することが出来る。

第11条（洪水調節） (1)所長は前条の措置について確保された洪水調節容量が微弱な場合には、当該水系全体の洪水調節に役立つよう災害対策本部又は河川管理庁の緊急指示をうけて洪水調節をしなければならない。

(2) 華川 Damは制限水位より、満水位までの間で洪水調節を図らなければならない。

第12条（洪水警戒体制の解除） 所長は貯水池の流水が継続して減少し、流入量が指定流量以下に減少し、その他の状況から推して警戒体制を継続してとる必要がないと判断された場合には、これを解除し速かに本社に報告しなければならない。本社は災害対策本部に報告しなければならない。

#### 第 4 章 放 流

第13条（貯溜した流出の放流） Damに貯溜した流水は次の各号の1に該当する場合に限って放流することが出来る。

1. 水位が満水位、制限水位或は予備放流水位を上廻るとき。
2. 第10条の規定に依る予備放流を行なうとき。
3. 第11条の規定に依る洪水調節をするとき。
4. 水門の点検、整備又は貯水池内の維持補修をしようとするとき。
5. その他止む得ない事情が発生したとき。

第14条（放流の原則） 所長はDamから流水を放流するとき、これに因り急激な水位の変動をひき起したり不必要な放流にならないように努めなければならない。

第15条（放流量） 放流量は次の各号に掲げる量から発電用水を控除した量をこえないようにしなければならない。

1. 第13条第1号については流入量と比等量。

2. 第13条第2号については指定流量と比等する流量にし災害対策本部の指示がある場合には指示による。

3. 華川Damの貯水池水位が満水位以下にて洪水調節をするときは3,000 $\text{m}^3/\text{sec}$ 以下。

4. 第13条第4号並びに第5号については最小必要量。

第16条(放流に関する通報) 所長は放流に依り下流に影響を及ぼすおそれがあると認めた場合には放流量Damから放流される時間、下流地域に到達する予定時間又はその他必要な事項をおそくとも放流開始3時間前に管轄道災害対策本部委員会及び関係警察官署に通報し、本社はこれを災害対策本部に即時通報しなければならない。

## 第5章 水門操作

第17条(水門操作) 水門は第13条各号の1に該当する場合を除いては通常閉鎖しなければならない。

第18条(水門の名称) 水門は下流に向って右岸側から順次に第1.2.3.……(以下順次も同じ)号水門と称する。

第19条(水門の操作順序) 水門の操作は水門の故障など止むを得ない場合を除いては、別表1の如き順番により開放し、これを逆順に閉鎖しなければならない。

## 第6章 点検及び整備

第20条(点検及び整備) 所長はDamの安全な管理のために1年に1回以上次の各号の点検及び整備を行ない、Damの機能を常時良好な状態に維持するために随時これの維持補修を行わなければならない。

1. Dam本体、水門及び放水路
2. 各種観測、警報及び通信施設
3. 水門操作のために必要な設備と予備電源設備
4. その他Damの附帯施設

## 第7章 調査、測定及び記録

第21条(調査及び測定) 所長は別表2に掲げる事項について調査又は測定を行ないこれを記録しなければならない。その調査又は測定結果重要と認められる事項のある場合は、本社の所管部署に遅滞なく報告しなければならない。

第22条(水文操作の記録) 所長は第10条及び第11条の規定に依り放流をしたときには、次に掲げる事項を記録しなければならない。

1. 気象及び水状状況。
2. 水門操作の理由、水門操作の開始及び終了日時、水門の開度、水門操作に依る放流量及び水位の変動状況。

3. Dam及びDamの関係施設，貯水池及び貯水池上，下流の被害状況及び河床の変動状況。
4. 放流による警報及び連絡に関する事項。
5. その他必要な事項。

第23条（管理月報及び管理年報の作成） 所長はDam運営及び管理実績に依ってDam管理月報及びDam管理年報を作成して備置しなければならない。

第24条（記録の保存） 漢江水力発電事務子，槐山水力発電所及び宝城江水力発電所は，各々管轄Damのこの規定に依る記録を備えこれを保存しなければならない。

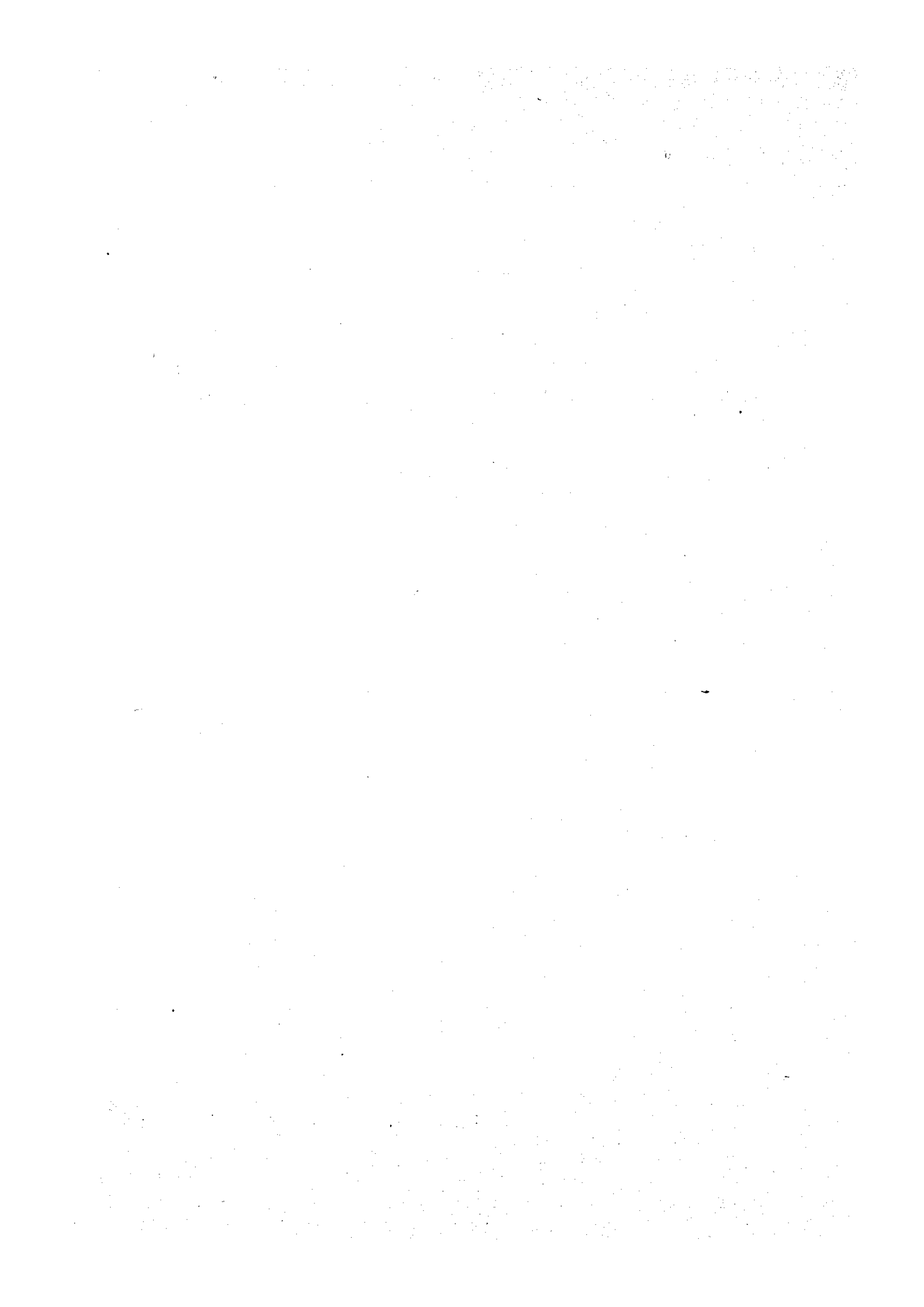
第25条（管理月報及び管理年報の提出） (1)会社は流入量，貯水池水位，放流量，発電使用水量，放水水位，発電量及び出力を含む管理月報及び管理年報を管理庁に提出しなければならない。

(2) 管理月報は翌月10月まで，管理年報は翌年1月末まで提出しなければならない。

#### 附 則

- (1) （施行日）この規定は1973年 月 日から施行する。
- (2) （廃止規程）水力発電所Dam操作規程は，この規程施行と同時にこれを廃止する。

### 第3章 従来行われていた洪水予警報の状況





### 第3章 従来行なわれていた漢江洪水予警報の状況

#### (3-1) 洪水予報の概念

洪水予報は気象、雨量、または上流地点の水位（または流量）から、対象地点における水位の時間的変化を予報するもので、基本的には水文学における洪水流出や洪水追跡の問題と一致する。洪水過程には図-3-1<sup>09</sup>に示されるように気象の変化、降雨、流出および河道流下という過程が含まれており、それぞれの過程は現象的には形態の変化をとめないながらも時間的には連続な伝播過程である。洪水予報はこの伝播の間の時間的余裕を利用して、ある状態に関する情報からひき続いて起る状態を推定する技術の存在を前提として成立するものである。これらの伝播変形過程は、ある部分についてはその法則性がかなり明らかにされており、いくつかのすぐれた成果が実証されている。

一般的にいて、気象情報（例えば台風の位置および強さ）から予報するよりも雨量から予報する方が精度が高く、雨量から予報するよりも上流地点の水位（または流量）から予報する方がさらに精度は増す。このように予報を行なう段階に応じて洪水予報の方式はつぎのように分類される。

##### ① 気象法

これは豪雨や融雪をもたらすような気象 pattern が現われた時点、あるいは豪雨が降り始めたり融雪が起り始めた時点で行われる予報の方式であるが、現状ではこうした気象情報と洪水との因果関係が十分に解明されておらず高い精度の予報は期待できない。しかしながら、流域の小さい河川では降雨の流出時間が短いので、適当な予知時間を確保するためにはこの方法によらざるをえない。

##### ② 雨量法

これは流出過程の入力である降雨や融雪の状況が観測された時点で行われる予報の方式で、水文学の分野では最も研究が進んでいる領域である。気象法よりも精度は高いが流出現象そのものが地域的な特性に支配されるものであるためそれを model として表現する一般的な手法の確立はきわめて困難である。したがって、対象となる流域の流出 model を確立するために、膨大な水文資料を利用したいくたびかの試算を必要とするのが通例である。しかし、今日では電子計算機の利用によって試算のわずらわしさは取り除かれたと考えるとさしつかえない。この方式におけるもう1つの問題は降雨または融雪の地域的な分布をかぎられた観測所からの情報を利用してどの程度正確に把握できるかという点である。

脚注 09 「水災害の科学」矢野勝正編著 p. 297

### ③ 水位法

これは上流地点での洪水の状況が観測された時点で行われる予報の方法で、たいていの場合雨量法より精度はよいが、予知時間という点では余裕が少なくなるので、できるだけ上流の観測所の情報を利用するようにしなければならない。一般的には、相関による方法、流量を合成する方法、洪水追跡による方法などがある。第1の方法は対象とする2地点間に大きな支川の流入がなく下流の予報対象地点が、さらに下流にある支川または湖海などの背水の影響を受けないときには非常に有効な方法である。第2の方法は予報地点がいくつかの支川の合流後にあるときに各支川の流量から予報地点の水位を予報する方法であるが、河道の貯溜効果による洪水波形の変形がうまく考慮できれば十分な予報精度が期待される。

洪水予報には以上述べた予報精度のほかには予知時間についても十分な考慮が払われなければならない。予知時間は長ければ長いほどよいことはいうまでもないが、これを長くすると一般的に精度は低下する。こうした意味で予報精度と予知時間とをどのような balance のもとに選択するかが洪水予報 system 設計上の最も基本的な問題であるといえよう。

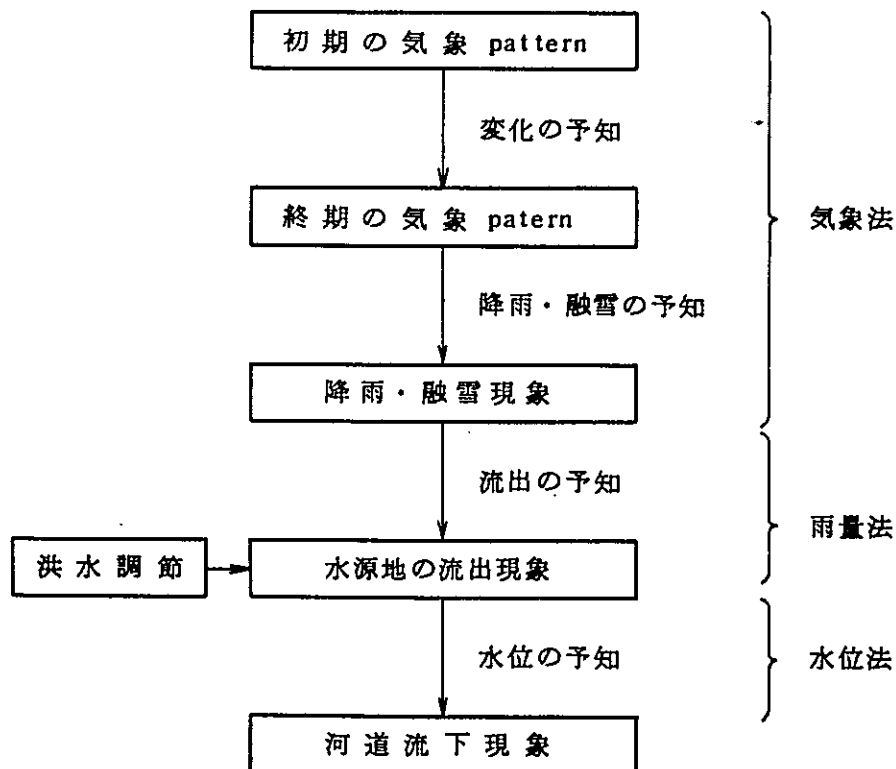


図-3-1 洪水過程と洪水予報

(3-2) 従来の洪水予報の方式

漢江沿岸には、首都 Seoul のほかに生産性の高い広大な耕地があって、毎年雨期になると多くの人命や資産が水害の危機にさらされるため早くから河道の改修や洪水予報の必要性が唱えられてきたが、洪水予報については、1925年に上下流の基準地点の水位の相関々係にもとづく方式が提案された。この洪水予報方式は非常に有益なものであったが、その後のあいつぐ dam の建設や流域の特性の変化によって、予報の精度が十分でなくなったため、1965年に新しい方式が確立された。2つの方式の概要はつぎのとおりである。

(1) 1925年に設定された予報方式

人道橋における水位とその生起時刻を予報するために1924年以前の10年間の資料が収集され解析されたが、この解析から南漢江については驪州、北漢江については加平が選定され、これら2地点と人道橋との間の洪水到達時間が約12時間であることが明らかになった。図-12はこれら上流2地点の水位から約12時間後の人道橋の水位を予報するための diagram である。この解析の過程で上流2地点と人道橋との間の支川からの流入量の影響が研究された結果、驪州および加平の水位が観測された後の12時間における Seoul 付近の総降雨量が 50 mm を越える場合には図-3-2から推定された人道橋の水位に降雨量 100 mm について 1 m を加えたものを人道橋の水位とすることが提案されている。

この方式に関する問題点はつぎのとおりである。

- ㊸ 洪水到達時間が洪水の規模に関係なく一定である。
- ㊹ 上流2地点の水位と人道橋の水位との対応が一義的であって、合流や河道貯溜効果による洪水波形の変形の影響が考慮されていない。
- ㊺ 途中の流域の降雨の予報水位に与える影響が洪水到達時間内の総降雨量との関係で表現されているだけで降雨の時間的および地域的な分布の影響が考慮されていない。

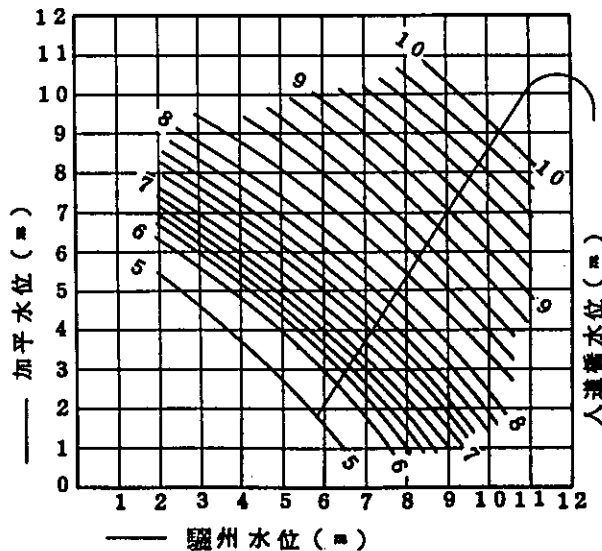


図-3-2 加平～驪州～人道橋の水位相関図

(2) 1965年に確立された予報方式<sup>(19)</sup>

1965年までに北漢江に華川、春川、清平の3つのdamが建設されたため、北漢江の洪水の伝播の形態が著しく変化し、また一方では流域の山地の荒廃の進行が洪水の流出の様相を変えたために従来の予報方式の適合性が近年の洪水資料にもとづいて再検討された結果、現状に合った予報方式の確立の必要性が認められた。この方式の特徴は上流基準地点として選択された北漢江の清平と南漢江の驪州の流量が北、南漢江合流点のすぐ下流の高安を介して人道橋の水位に関係づけられる仕組になっている点である。清平ならびに驪州から高安までの洪水到達時間および高安から人道橋までのそれは、最近の洪水資料に関する研究の結果から表-3-1のように推定されている。

この方式の概要はつぎのとおりである。

㉑ 清平および驪州の観測水位が次式を用いて流量に換算される。

$$\text{清平} \quad Q_c = 89.44 (H_c - 1.45)^2$$

$$\text{驪州} \quad H_y \leq 7.35 \text{ m に対して}$$

$$Q_y = 119.45 H_y^2 - 264.26 H_y + 146.152$$

$$H_y \geq 7.35 \text{ m に対して}$$

$$Q_y = 241.74 (H_y - 2.96)^2$$

㉒ 清平および驪州から高安までの洪水到達時間を考慮して $Q_c$ と $Q_y$ を加え合せることにより高安の流量 $Q_g$ が計算されるとともにこの流量の高安における生起時刻が推定される。

㉓ 計算された高安の流量は次式を用いて水位に換算される。

$$\text{高安} \quad H_g = 0.12247 (10,504.26 + Q_g)^{1/2} - 7.25$$

㉔ 高安から人道橋までの洪水到達時間と次式を用いて人道橋の水位とその生起時刻が推定される。

$$\text{人道橋} \quad 5.0 \text{ m} \leq H_h \leq 9.5 \text{ m に対して}$$

$$H_i = \sqrt{100 - (H_g - 13.64)^2} - 0.68 \cdot C$$

$$H_g \geq 9.5 \text{ m に対して}$$

$$H_i = 0.41 \cdot H_g + 4.55 \cdot C$$

ここに、 $C$ は降雨量と降雨の地域分布によって変動する係数で、つぎのとおりである。

$$C = 1$$

流域全体に降雨量が比較的一様な場合

$$C = 0.93 \sim 0.96$$

高安下流域よりも上流域の降雨量が比較的多い場合

$$C = 0.53 \sim 0.71$$

上流域の降雨量が比較的少ない場合

(3) 1965年予報方式の問題点

1965年に確立された予報方式は取り扱いが簡単であるという長所のほかに、合流現象を論理的に処理したり洪水到達時間を洪水の規模に応じて変化させるなどいくつかの合理的な手法を取り入れているため、洪水の pattern によっては相当に精度の高い予報方式であるといえる。しかし、この方式に関して洪水予報あるいは水文学上問題がないわけではない。

㊤ 予知時間の延伸が困難である。

例えば大洪水の場合の人道橋に対する予知時間は7.5時間（清平から人道橋までの洪水到達時間）である。この7.5時間が予知時間として十分であるかどうかという議論は別にしても、この方式によるかぎり、予知時間をこれ以上長くすることは困難である。

㊦ 洪水の伝播過程で河道貯溜効果による洪水波形の変形が考慮されていない。地形から考えて、驪州と高安（約54 Km）および高安と人道橋（約44 Km）の間で、波形によってはかなりの貯溜効果が期待され、それが予報の精度に大きな影響を及ぼすことが十分に考えられる。

㊧ 途中の流域の降雨の時間的および地域的な分布の影響が考慮されていない。過去の降雨資料によると清平および驪州の下流域（約3,460 Km<sup>2</sup>）に強い雨の降ることが多くこの流域からの流出量が予報の精度に相当な影響を与えるはずである。ここではこの影響をCという係数で考慮しているが、Cの採択基準が厳密さを欠くうらみがある。

㊨ 高安のすぐ上流の八堂に有効貯水容量2.4億m<sup>3</sup>の発電用Damが建設されたため洪水の伝播変形過程が影響される。

表-3-1 洪水到達時間

清平～高安

清平の水位 ( m )	到達時間 (hours)
7 以下	4
7 ~ 10	3
10 以上	2.5

麗州～高安

州の水位 ( m )	到達時間 (hours)
6 以下	9
6 ~ 7 ~ 6	8
7 ~ 8	7
8 以上	6

高安～人道橋

高安の水位 ( m )	到達時間 (hours)
7 以下	6
7 以上	5

( 3 - 3 ) 観測施設

漢江流域に設置されている雨量観測所および水位観測所は、図-3-3に示すとおりであり、その配置は表-3-2に示すとおりである。

この図からわかるように、北漢江の華川Dam上流域の大部分を占める、3,100 Km<sup>2</sup>は、DMZ以北にあって、現状では、方山以外の雨量資料を入手することは、非常に困難である。

雨量観測所は、華川Dam上流域を除く、全流域に63箇所あるが、竜仁を中心とする流出試験流域に設置されている観測所群を1箇所として取り扱うと、その配置密度は、370 Km<sup>2</sup>について、1箇所の割合となる。

また、自記雨量計を設置した観測所は、30箇所あって、その配置密度は、730 Km<sup>2</sup>に1箇所の割合となる。

水位観測所の現況は、自記が9箇所、普通が22箇所である。



表-3-2の(1) 漢江流域雨量観測所諸元一覽表

番号	観測所名		種別	位置			海拔高 MSL	観測開始 年月日	監督官署名	備考
				地名	東経	北緯				
1	金浦	Gimpo	普通	京畿道金浦郡金浦面北辺里	126°42'37"	37°37'25"	20	1927. 6. 1	金浦郡庁	
2	南面	Namnyeon	普通	京畿道始興郡南面堂里	126°56'50"	37°21'08"	40	1962. 7. 1	南面事務所	
3	議政府	Euijeongbu	自記	京畿道議政府市南区	127°03'00"	37°08'00"	42	1960. 8. 1	楊州土木管区	
4	業生	Yongsang	普通	京畿道広州郡業生面飯橋里	127°06'17"	37°23'00"	40	1962. 7. 1	業生面事務所	
5	内里	Naeji	普通	京畿道抱川郡内村面内里	127°13'45"	37°44'00"	170	1962. 7. 1	内村面事務所	
6	金谷	Geungog	自記	京畿道楊州郡美金面金谷里				1966. 9. 1	金谷国民学校	
7	高安	Gaon	普通	京畿道楊州郡瓦阜面徳沼里	127°12'45"	37°35'05"	20	1962. 7. 1	瓦阜面国民学校	
8	南漢山	Namhansan	自記	京畿道広州郡中部面山城里				1966. 9. 1	中部面国民学校	
9	広州	Gwangju	普通	京畿道広州郡広州面京安里	127°15'20"	37°24'45"	20	1962. 7. 1	広州郡庁	
10	蘇賢	Mohyeon	自記	京畿道亀仁郡蘇賢面				1967. 1. 1	蘇賢面事務所	
11	浦谷	Pogog	自記	京畿道亀仁郡浦谷面前里				1967. 1. 1	浦谷国民学校	
12	亀仁	Yongin	自記	京畿道亀仁郡亀仁面金浪楊里	127°12'50"	37°13'55"	80	1962. 4. 1	亀仁郡庁	
13	雲鶴	Wanhuag	自記	京畿道亀仁郡亀仁面雲鶴里				1967. 1. 1	雲鶴国民学校	
14	陽智	Yangji	自記	京畿道亀仁郡内四面陽智里				1967. 1. 1	亀仁中学校	
15	楊平	Yangpyeong	自記	京畿道楊平郡楊平面楊根里	127°29'25"	37°29'22"	40	1914. 6. 1	楊平郡庁	
16	青雲	Cheongun	普通	京畿道楊平郡青雲面四竜頭里	127°42'53"	37°33'02"	340	1964. 7. 1	青雲面事務所	
17	楊東	Yangdong	普通	京畿道楊州郡楊東面雙鶴里	127°45'22"	37°25'03"	200	1962. 7. 1	楊東面事務所	
18	利川	Icheon	普通	京畿道利川郡利川邑倉前里	127°26'40"	37°16'45"	60	1965.12.13	利川邑事務所	
19	鄭州	Yeoju	自記	京畿道鄭州郡鄭州邑上里	127°38'20"	37°17'40"	45	1962. 7. 1	鄭州郡庁	
20	筍橋	Sunggyong	自記	忠北陰城郡筍橋面新陽里	127°36'30"	37°01'53"	100	1965.11.1	筍橋面事務所	
21	遠三	Weonsan	普通	忠北亀仁郡遠三面高外里	127°18'30"	37°09'38"	140	1962. 7. 1	遠三面事務所	
22	具峴	Gudhyeon	自記	江原道原城郡地正面具峴里				1966. 9. 1	地正面事務所	
23	原州	Weonju	普通	江原道原州市原州土木管区	127°57'00"	37°21'00"	130	1914. 6. 1	原州土木管区	
24	橫城	Hwangseong	自記	江原道橫城郡橫城面邑下里	127°59'15"	37°29'25"	130	1916. 7. 1	橫城郡庁	
25	晴日	Chiyongil	普通	江原道橫城郡晴日面柳洞里	128°09'00"	37°34'50"	230	1962. 7. 1	晴日面事務所	
26	富論	Buron	普通	江原道原城郡富論面法泉里	127°45'10"	37°12'20"	85	1962. 7. 1	富論面事務所	
27	教溪	Mogyu	普通	忠北中原郡教政面牧溪里	127°55'05"	37°05'50"	80	1962. 7. 1	教政面事務所	
28	忠州	Chungju	自記	忠北中州市駅前洞	127°55'30"	36°58'12"	90	1927. 1. 1	忠州郡庁	
29	槐山	Goesan	自記	忠北槐山郡槐山面西部里	127°47'35"	36°48'30"	140	1964. 8. 5	槐山郡庁	
30	上毛	Sungmo	普通	忠北槐山郡上毛面温泉里	127°59'40"	36°50'45"	180	1962. 7. 1	上毛面事務所	
31	延豊	Yeonpyung	普通	忠北槐山郡延豊面三豊里	127°59'50"	36°45'42"	200	1962. 7. 1	延豊面事務所	
32	青川	Cheongcheon	自記	忠北槐山郡青川面青川里	127°44'30"	36°39'30"	180	1960. 8. 1	青川面事務所	
33	白雲	Paegun	普通	忠北堤川郡白雲面平洞里	128°01'30"	37°08'10"	220	1960. 8. 1	白雲面事務所	
34	清風	Cheongpung	普通	忠北堤川郡清風面邑里	128°09'50"	37°00'50"	105	1962. 7. 1	清風面事務所	
35	丹陽	Danyang	自記	忠北丹陽郡丹陽面下防里	128°19'15"	36°56'07"	129	1915. 4. 1	丹陽郡庁	
36	永春	Yeongcheon	普通	忠北丹陽郡永春面上里	128°29'12"	37°04'30"	170	1962. 7. 1	永春面事務所	
37	上東	Sangdong	自記	江原道寧越郡上東面疎田里	128°40'50"	37°08'42"	285	1960. 8. 1	疎田国民学校	
38	寧越	Yeongweol	自記	江原道寧越郡寧越邑永興里	128°28'20"	37°11'00"	207	1918. 7. 1	寧越郡庁	
39	水周	Suju	自記	江原道寧越郡水周面武陵里	128°16'15"	37°17'10"	270	1960. 8. 1	水周面事務所	
40	平昌	Pyeongchang	自記	江原道平昌郡平昌面中里	128°24'00"	37°22'05"	295	1915. 6. 8	平昌郡庁	
41	芳林	Bangrim	普通	江原道平昌郡芳林面雲橋里	128°18'25"	37°26'57"	480	1964. 6. 1	芳林面事務所	
42	大和	Daehwa	普通	江原道平昌郡大和面大和里	128°27'32"	37°29'50"	400	1964. 6. 1	大和面郡庁	
43	蓬坪	Bongpyeong	自記	江原道平昌郡蓬坪面蒼洞里	128°22'55"	37°36'50"	550	1962. 7. 1	蓬坪郡庁	
44	旌善	Jungsan	自記	江原道旌善郡旌善面鳳陽里	128°39'50"	37°22'40"	300	1916. 7. 1	旌善郡庁	
45	珍富	Jinbu	普通	江原道平昌郡珍富面下珍富里	128°33'45"	37°38'00"	574	1960. 1. 1	珍富面事務所	
46	臨溪	Imgye	自記	江原道旌善郡臨溪面松溪里	128°51'42"	37°29'42"	498	1926. 6. 1	臨溪面事務所	
47	下面	Hanyeon	自記	京畿道加平郡下面真里	127°21'00"	37°49'00"	117	1960. 7. 1	下面事務所	
48	西面	Seomyeon	普通	江原道洪川郡西面中方里	127°37'00"	37°39'15"	150	1963. 5. 1	西面事務所	
49	洪川	Hongcheon	自記	江原道洪川郡洪川面蓬坪里				1966. 9. 1	洪川郡庁	
50	斗村	Dachon	自記	江原道洪川郡斗村面自隠里	128°01'15"	37°52'00"	204	1960. 8. 1	斗村郡庁	

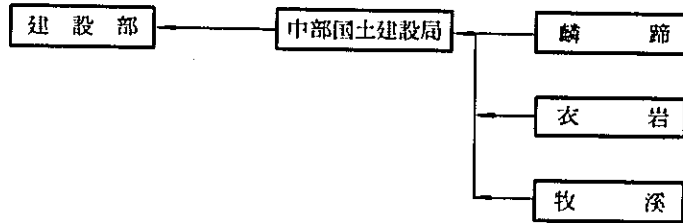


番号	観測所名		種別	位置			海抜高 MSL	観測開始 年月日	監督官署名	備考
				地名	東経	北緯				
51	乃村	Naechon	普通	江原道洪川郡乃村面道寬里	127° 05' 25"	37° 48' 45"	260	1962. 7. 1	乃村面郡庁	
52	瑞石	Seoseog	普通	江原道洪川郡瑞石面豊岩里	128° 11' 15"	37° 42' 40"	320	1960. 8. 1	瑞石面郡庁	
53	加平	Gapyeong	普通	京畿道加平郡加平邑郡庁内	127° 30' 45"	37° 49' 35"	60	1915. 8. 1	加平郡庁	
54	春川	Chancheun	自記	江原道春川市牛頭洞	127° 44' 40"	37° 54' 15"	154	1913. 6. 1	春川農事技術院	
55	富坪	Bupyeong	普通	江原道麟蹄郡南面新南里	128° 05' 15"	37° 58' 03"	250	1962. 7. 1	新南中学校	
56	麟蹄	Injae	自記	江原道麟蹄郡麟蹄面東里	128° 10' 25"	38° 04' 00"	200	1924. 6. 1	麟蹄郡庁	
57	瑞和	Seohwa	普通	江原道麟蹄郡瑞和面瑞和里	128° 12' 45"	38° 13' 00"	315	1962. 7. 1	瑞和面事務所	
58	竜岱里	Yongdaeri	自記	江原道麟蹄郡北面竜岱里	128° 19' 55"	38° 11' 35"	100	1964. 12.	竜岱国民学校	
59	麒麟	Girin	自記	江原道麟蹄郡麟蹄面具里	128° 19' 15"	37° 57' 15"	300	1926. 7. 1	麒麟面事務所	
60	蒼村	Changchon	自記	江原道洪川郡内面蒼村里	128° 23' 35"	37° 46' 15"	580	1962. 9. 18	内面事務所	
61	史内	Sanae	普通	江原道華川郡史内面史倉里	127° 31' 23"	38° 04' 03"	260	1962. 7. 1	史内面事務所	
62	華川	Hwacheon	自記	江原道華川郡華川面史里	127° 42' 45"	38° 06' 08"	154	1916. 1. 1	華川郡庁	
63	上面	Sangmyeon	普通	江原道華川郡上面多木里	127° 32' 15"	38° 10' 30"	480	1962. 7. 1	大城中学校	
64	方山	Bangsang	自記	江原道楊口郡方山面長平里	127° 57' 02"	38° 12' 22"	350	1962. 7. 1	方山面事務所	

表-3-2の(2) 漢江流域水位観測所諸元一覽表

番号	観測所名		種別	位置			観測開始 年月日	感潮 有無	水位標 零位標高	監督官署名	備考
				地名	東経	北緯					
1	順流	Jonryu	自記	京畿道金浦郡霞城面順流里	126° 39' 54"	37° 41' 40"	1956. 1	有	- 1.237	霞城面事務所	
2	杏州	Haengju	自記	京畿道高陽郡知道面杏州内里	126° 50' 00"	37° 35' 30"	1916. 8	有	- 0.068	知道面事務所	
3	旧龜山	Guyongsan	自記	Seoul 特別市龜山区元曉路	126° 57' 00"	37° 31' 55"	1958. 3	有	1.274	建設部	
4	入道橋	Indogyo	自記	Seoul 特別市永登浦区本洞	126° 57' 35"	37° 30' 40"	1918. 8	有	1.970	建設部	
5	巖島	Dugdo	普通	Seoul 特別市城東区聖水洞1街	127° 03' 10"	37° 31' 57"	1916. 9	無	4.205	巖島水源地	
6	広社	Gwangjang	自記	Seoul 特別市城東区広社洞18	127° 06' 45"	37° 32' 52"	1962. 2	無	6.193	広社取水場	
7	八堂	Paldang	普通	京畿道楊州郡瓦阜面八堂里	127° 15' 37"	37° 32' 40"	1962. 7	無	11.010	瓦阜面事務所	
8	高安	Koan	自記	京畿道楊州郡瓦阜面陵内里	127° 16' 55"	37° 31' 35"	1914. 11	無	11.010	瓦阜面出張所	
9	楊平	Yangpyong	普通	京畿道楊平郡楊平面楊根里	127° 29' 40"	37° 29' 00"	1953. 11	無	10.284	楊平面事務所	
10	驪州	Yoju	自記	京畿道驪州郡驪州邑上里	127° 39' 03"	37° 17' 35"	1913. 3	無	19.163	驪州郡庁	
									33.013		
11	良峴	Karhyon	普通	江原道原城郡地政面良峴里	127° 60' 00"	37° 21' 45"	1962. 7	無	62.403	地政面事務所	
12	横城	Hoengson	普通	江原道横城郡横城邑下里	127° 59' 03"	37° 29' 32"	1962. 7	無	107.238	横城邑事務所	
13	原州	Wonju	普通	江原道原州市鳳山洞	127° 57' 30"	37° 20' 40"	1962. 7	無	120.468	原州土木管区	
14	牧溪	Moggyo	普通	忠北中原郡政政面牧溪里	127° 53' 05"	37° 04' 30"	1917. 1	無	52.732	忠州土木管区	
15	忠州	Chungju	普通	忠州中原郡東良面竜橋里	127° 55' 10"	37° 01' 08"	1917. 6	無	62.663	忠州土木管区	
16	丹陽	Tanyang	普通	忠州丹陽郡丹陽面外中萬里	128° 18' 15"	36° 55' 55"	1917. 6	無	114.110	忠州土木管区	
17	寧越	Yongwol	普通	江原道寧越郡寧越邑永興里	128° 28' 40"	37° 10' 45"	1917. 6	無	183.584	寧越面事務所	
18	後浦	Hupo	普通	江原道寧越郡西面北雙里	128° 24' 20"	37° 11' 38"	1962. 7	無	-	西面事務所	
19	酒泉	Juchon	普通	江原道寧越郡酒泉西新日里	128° 16' 03"	37° 15' 52"	1962. 7	無	-	酒泉面事務所	
20	平昌	Pyongchang	普通	江原道平昌郡平昌面中里 35	128° 24' 30"	37° 21' 56"	1958. 1	無	-	平昌郡庁	
21	大和	Daehwa	普通	江原道平昌郡大和面上安里	128° 24' 50"	37° 28' 20"	1962. 7	無	-	大和面事務所	
22	巨雲	Goun	普通	江原道寧越郡寧越邑巨雲里	128° 30' 45"	37° 13' 58"	1962. 7	無	-	寧越邑事務所	
23	旌善	Chongson	普通	江原道旌善郡旌善面鳳凰里	128° 40' 10"	37° 22' 45"	1918. 1	無	300.697	旌善面事務所	
24	臨溪	Imgye	普通	江原道旌善郡臨溪面松溪里	128° 51' 05"	37° 29' 30"	1942. 7	無	-	臨溪面事務所	
25	清平	Changpyong	自記	京畿道加平郡外西面大城里	127° 28' 52"	37° 42' 35"	1914. 1	無	22.708	楊州土木管区	
26	洪川	Hongchon	普通	江原道洪川郡洪川邑蓮峰里	127° 52' 55"	37° 41' 00"	1962. 7	無	-	洪川面事務所	
27	加平	Gapyong	普通	京畿道加平郡加平邑内里	127° 31' 10"	37° 49' 45"	1962. 7	無	49.974	加平面事務所	
28	春川	Chunchon	普通	江原道春城郡西面徳斗院里	127° 40' 15"	37° 49' 25"	1914. 1	無	52.805	徳計面支署	
29	書院	Bowon	普通	江原道春城郡新北面竜山里	127° 41' 40"	37° 57' 15"	1962. 7	無	72.811	新北面事務所	
30	昭陽江	Soyanggang	普通	江原道春城郡新北面泉田里	127° 49' 15"	37° 56' 42"	1962. 7	無	80.568	新北面事務所	
31	麟蹄	Inje	普通	江原道麟蹄郡南面藍田黒	128° 09' 20"	38° 02' 15"	1917. 7	無	-	南面事務所	

〔短波無線電話回線〕



〔超短波無線電話回線〕

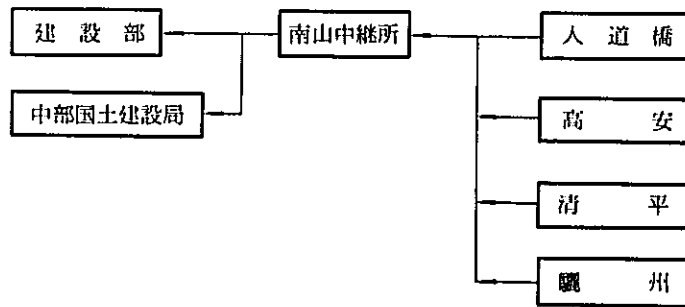


図-3-5 従来の通信網 (1973年現在)

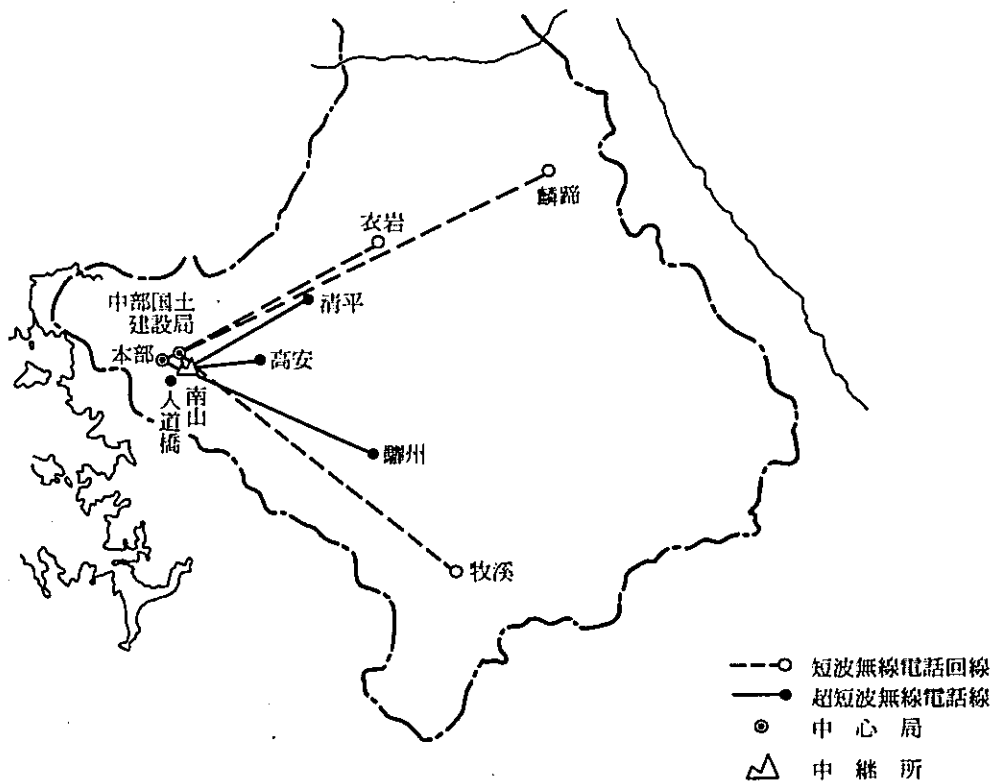


図-3-4 従来の通信系統図 (1973年現在)

### ( 3 - 4 ) 通信施設

従来行われていた漢江における通信施設としては、無線電話施設と昭陽江ダム管理用の Telemeter 施設のみであった。無線電話施設は、建設部および中部国土建設局（現在「Seoul 国土管理庁」以下同じ。）と流域内の雨量および水位観測局を結ぶ電話回線であり、全て有人式である。

Telemeter 施設は、昭陽江 Dam の管理用に設置されていて、Dam 管理所と各雨量、水位観測局を超短波無線回線で結ぶ方式で、観測局は全て無人式である。

#### 1 無線電話施設

漢江における無線電話施設は、回線系統的に見ると、短波無線回線系と超短波無線回線系の 2 系に分けられる。各観測局においては、観測人が、雨量または水位を観測し、その Data を無線電話回線を利用して、通報するものである。

これらの通信系統および配置図は、図 - 3 - 4 および図 - 3 - 5 のとおりである。

##### (1) 短波無線電話系

短波無線電話回線は、原理的に電波伝ぱん上不安であっても、遠距離通信が可能であるので、建設部および中部国土建設局のある Seoul より遠距離にある有人観測局との間の通信が設定されている。

この通信系の周波数は、3,620 KHz、5,880 KHz、7,700 KHz の三波を使用し、季節的にも時間帯にも、最も伝ぱん状況の良い周波数を選定して使用されており、無線機の送信出力は 100 W である。

この短波無線電話系に属している無線局数は、全部で 25 局あり、このうち漢江流域には、5 局が存在しており、建設部、中部国土建設局を中心局として、有人観測局 3 局（衣岩、牧溪、麟蹄）との間で通信が可能である。

##### (2) 超短波無線電話系

超短波無線電話回線は、建設部または、中部国土建設局など、Seoul より近距離にある有人観測局との間の通信が設定されている。この通信系の周波数は、42.40 MHz で無線機の送信出力は、中継局が 150 W、その他は 50 W である。

この超短波無線電話系に属している無線局数は、全部で 12 局あり、このうち漢江流域には、建設部、中部国土建設局を中心局として、有人観測局 4 局（清平、高安、驪州、人道橋）、中継局 1 局（南山）の計 7 局である。

南山中継局は、口頭中継所で、各有人観測局と Seoul にある中心局 2 局との間を口頭で観測 Data 等の中継を行っている。

#### 2 Telemeter 施設

この Telemeter 回線系は、北漢江流域の昭陽江 Dam 管理用のもので、監視局 1 局、Monitor 局 1 局、水位観測局 2 局（昭陽江、内麟川）、雨量観測局 6 局（瑞石、元通、梟里、蒼村、麟蹄、Chooyang）及び中継局 1 局からなり、1973 年に建設（富士通製）

された通信系である。この通信系の周波数は、72.60MHz、75.60MHzの二次方式で、中継局は、隣蹄の近くにある標高940mの山上にある。

これらの通信系統および回線の概要は、図-3-6および表-3-3のとおりである。

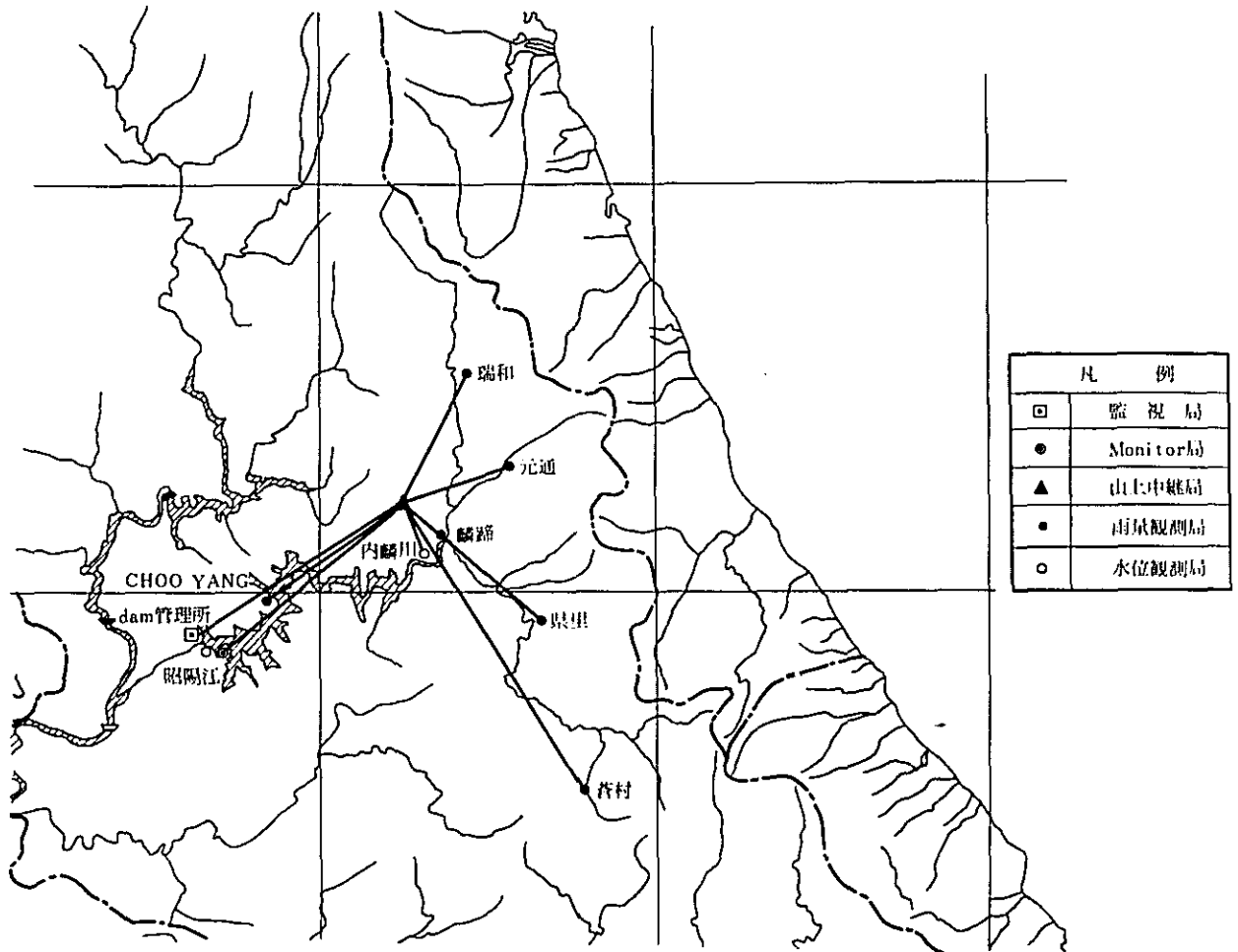


図-3-6 昭陽江 Dam telemeter 回線現況図

表-3-3 昭陽江 telemeter 回線の概要

	送信出力(w)	antenna 型式	antenna 地上高(m)	備 考
中 繼 局	5	B r a u n	15	
監 視 局	10	5 素子八木	15	
昭 陽 江	1	3 素子八木	10	水 位
内 麟 蹄	1	3 素子八木	10	水 位
瑞 和	1	3 素子八木	10	雨 量
元 通	1	3 素子八木	10	雨 量
里 里	5	3 素子八木	10	雨 量
蒼 村	10	5 素子八木	15	雨 量
隣 蹄	5	3 素子八木	10	雨 量
Choo Yang	5	3 素子八木	15	雨 量

### (3-5) 洪水予警報組織

#### (1) 風水害対策法

風水害対策法は1967年2月28日に法律第1714号として制定され、同年7月5日に大統領令第3135号によってその施行が公布された。この法律は国土および国民の生命、身体、財産を風水害から護るために防災計画の樹立、災害予防、災害応急対策、災害復旧に係る必要事項を規定するものである。この法律の制定によって従来各省庁ごとにばらばらに行われてきた風水害対策事業が統合されることになった。法律の大要はつぎのとおりである。

#### ① 防災計画

##### 第3条（国家の防災義務）

国家は国土建設総合計画法にもとづく国土建設総合計画との調整下に防災に関する基本計画を樹立し実施するものとする。

#### ② 防災組織

##### 第10条（中央災害対策委員会）

国務総理所属下に中央災害対策委員会が設置される。

##### 第17条（災害対策本部の設置）

災害が発生するか、もしくは発生するおそれがあるときは、各防災責任者が実施する災害応急対策を総括調整したり、災害応急対策に関する措置を実施するために国務総理所属下に災害対策本部が設置される。

#### ③ 災害予防

##### 第21条（災害予防）

災害を未然に予防するために、つぎの各号の事項に関する災害防止措置がとられるものとする。

- i) 防災組織の整備
- ii) 防災に関する教育と訓練
- iii) 防災用物資と資材の備蓄と整備
- iv) 防災に関する施設と設備の整備
- v) 防災危険地区の指定と改良
- vi) 大統領令で定めるその他の事項

#### ④ 災害応急対策

##### 第25条（災害応急対策）

災害が発生するか、もしくは発生するおそれがあるときは、災害を防止するかもしくは被害を軽減するために、つぎの各号の事項に関して災害応急対策がとられるものとする。

- i) 警報の発令、伝達および避難の勧告、指示
- ii) 水防、救助その他の応急措置および救護
- iii) 施設、設備の応急復旧
- iv) 防疫、防犯および秩序の維持
- v) 緊急輸送手段の確保
- vi) 災害の予防あるいは被害の軽減に必要なその他の事項

このほかにも、区、市、郡の長のもつ水防団の出動命令（第29条）、住民の避難、退去命令（第31条）あるいは道知事のもつ応急措置への民間人の従事命令などの強い規定がある。

## (2) 中央災害対策委員会

中央災害対策委員会の大要はつぎのとおりである。

- ① 中央委員会は委員長1人と副委員長2人を含む20人を越えない委員から構成される。
- ② 委員長は国務総理、副委員長は内務部長官と建設部長官とする。
- ③ 委員は大統領令によって指定される関係中央行政機関の長と災害対策に関する学識経験者の中から国務総理が委嘱したものとする。
- ④ 中央災害対策委員会はつぎの各号の事項を管掌する。
  - 1. 防災基本計画の審議
  - 2. 中央行政機関の長、地方自治団体の長、指定行政機関の長およびその他の防災責任者によって実施される防災業務に関する計画の調整

## (3) 災害対策本部

災害対策本部の大要はつぎのとおりである。

- ① 本部は、本部長1人、次長2人と数名の本部員から構成される。
- ② 本部長は建設部長官、次長は内務部次官と建設部次官とし、本部員は中央行政機関の長あるいは指定行政機関の長が推薦する公務員あるいは職員の中から本部長が委嘱するものとする。
- ③ 本部長は、災害が発生するか、もしくは発生するおそれがある場合には国務会議の審議を経て本部会議を召集し、つぎの各号の事項を審議する。
  - i) 防災上必要な通信網構成に関する事項
  - ii) 防災用資材の需給と輸送に関する事項
  - iii) 救護対策に関する事項

図-3-7は中央災害対策委員会ならびに災害対策本部の機構を示すものである。

## (4) 洪水予警報系統

図-3-8は風水害対策法にもとづく洪水時の情報の流れを示すものである。

脚注 (20) 防災法規 1967年版 p. 461

(21) 漢江流域概況 1972.6 p. 18

図-3-7 防災組織

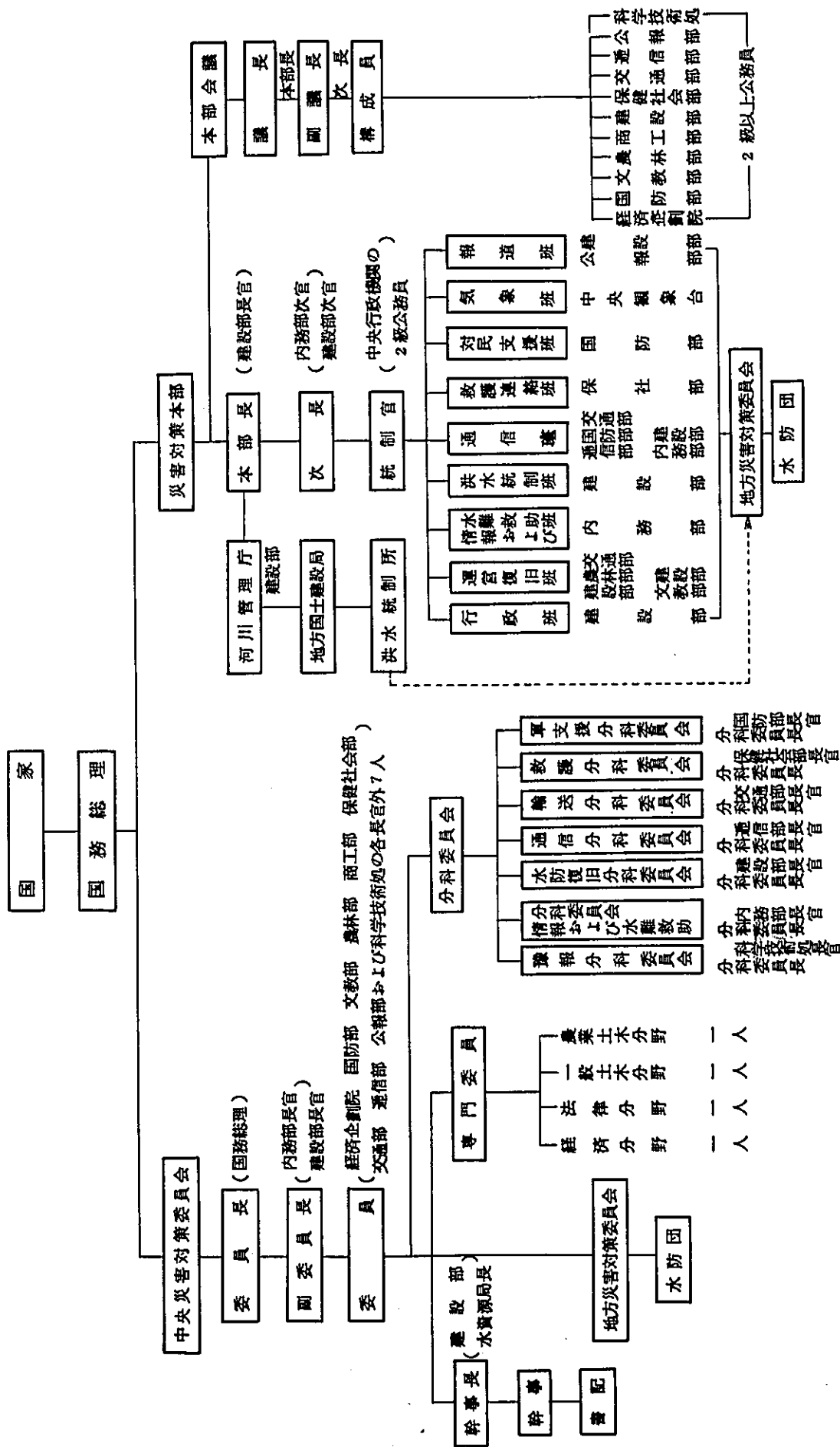
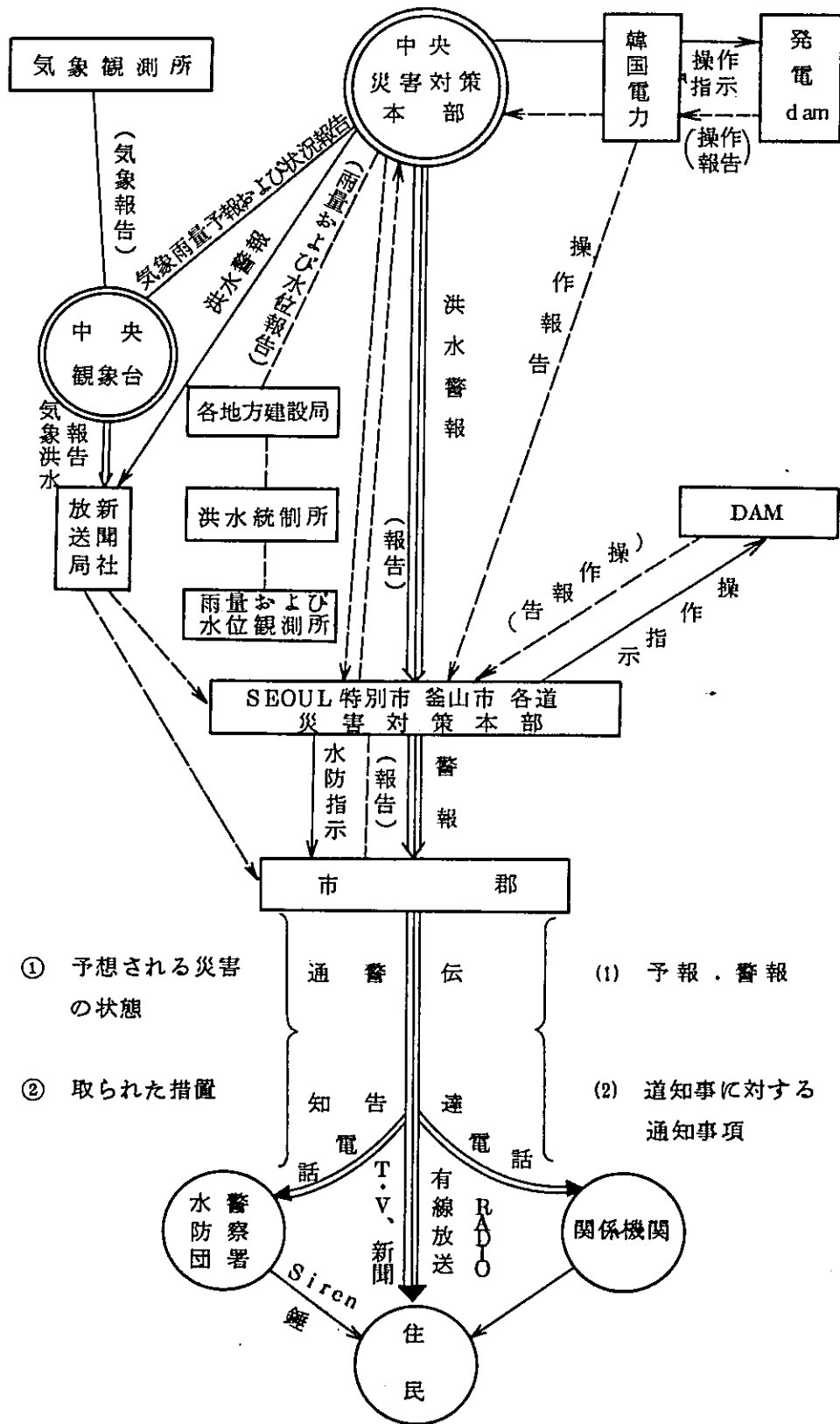


図-3-8 洪水警報系統図





## 第4章 降 雨 解 析



## 第4章 降雨解析

### (4-1) 降雨分布

#### (1) 大洪水をひきおこす気象条件

漢江人道橋において過去43年間におこった洪水について、その洪水のおこった月を調べた資料<sup>(2)</sup>によると、7月に51%、8月に23%となっている。このことよりこの流域における大洪水の半分は7月に生じ、7、8月で考えると74%までがこの期間におこる。最高水位を大きさの順に並べた資料<sup>(2)</sup>について上から10位までに注目すると、7月に7例、8月に3例となって、すべてがこの2ヶ月に集中している。

7月は梅雨期で、7月末に梅雨前線は北上し、梅雨は終るのが普通であるが、年によっては8月に「戻り梅雨」のような現象に見舞われ、豪雨がもたらされることがある。したがって、8月の豪雨は共に広義の梅雨前線によるものと考えてよからう。

過去に於て最大洪水のひきおこされた1925年7月の天気図をみると、相ついで2つの台風が半島の西側を北上しており、これに対応するかのよう2つの豪雨時期があらわれている。この時の雨域を見ると、前線による降雨の特徴を持つ帯状を示しているので、台風直接の影響はないとの見方<sup>(4)</sup>もあるようであるが、間接的にやはり台風によって刺激されたと見るべきであろう。

前線がただ単に存在しただけでは豪雨がもたらされるものではなく、大陸の西から東進してくる低気圧がこの前線上を進み、これによって前線が刺激され豪雨がもたらされたというのが、第2位、第3位の洪水のあらわれた1965年、1966年の場合である。

要するに、豪雨のもたらされる主たる原因は梅雨前線ではあるが、これが近くを通る台風とか、この前線上を通る低気圧によって刺激されて活発になった時に大洪水は発生しているといえる。

#### (2) 前線による豪雨域の位置

アジア大陸と太平洋との気団の境目のところに生ずる不連続線は7月頃日本列島から朝鮮半島にかけて一時停滞するが、これは梅雨前線とよばれるものである。停滞するといってもこの東西にのびる前線は半島を南北にゆっくり振動的に移動しているのが普通で、そのうちに前にも述べたように台風とか低気圧とかが近づいて来て刺激すると局所的に豪雨がもたらされることになる。

不連続線の活動が全般的に活発な年には一地域ばかりでなく、幾つかの地域に豪雨を生じていることが多い。例を1925年7月の洪水にとると、7月6日より18日までの間

---

(2) HRBS p. F-5

(23) HRBS p. F-11

(24) 梶間百樹「大正14年7月、朝鮮の豪雨と颱風の衰退に関する考察」p221~251

に途中なかだるみもあったが10日以上も降雨は継続し、主として漢江流域ではあるが、詳しくみると臨津江、北漢江、南漢江と流域内を豪雨集中域は移動している。1936年洪水では7月21日より9月9日まで亘って4つの豪雨域があらわれた。第1のそれは北漢江西部、第2のそれは南漢江、第3のそれは両漢江流域、第4のそれは南部と南北400Kmを活潑に移動した。

流域の形状と豪雨域との相対位置関係について過去の資料を調べてみると、それは次の3つに大別される。第1は豪雨域が南北両漢江流域にひろくまたがっている場合であって、両川からの合流時差が小さいと合流後の流量は非常に大きくなる可能性があり、現実には既往最大の1925年洪水はこのtypeに属する。尚この種の例としては1936年8月29日、1916年9月2～10日洪水がある。第2は豪雨域が北漢江にかたよる場合であって、この例として1965年7月16日、1966年7月26日、1935年7月23日、1940年9月4日となる。第3は豪雨域が南漢江にかたよる場合で、この例として1936年8月12日、1920年7月9日、1922年7月30日の出水があげられる。

洪水の大きさを南北両漢江の合流後の人道橋での最高水位で考え、その10位までについて两支川毎の最高水位の順位を調べてみると表-4-1のようになる。合流後の1位は两支川でそれぞれ1位であり、合流後2、3位は北漢江での2、3位そのままであるが、それ以下は一方が大きくても他方は小さいためその組合せによって順位がきまってくる。これにより豪雨域が支川のうちどちらかにかたよることによって出水のpatternが支配されていることがわかる。

### (3) 豪雨域の大きさ

図-4-1は過去の代表的な洪水の豪雨の地域的分布を示すものであるが、この雨量分布図は何日かにわたる一連降雨に対するものであって、いくつかの降雨原因の組合さったものの結果であるおそれもある。もっと短期間例えば日雨量の分布図が得られれば豪雨の強さを適切に表わすものとして考えることが出来たであろうと思われる。

豪雨域の大きさを表わすscaleとして何mmの等雨量線をもって代表させてよいかはよくわからないが、一応300mm、200mm等雨量線に注目することとした。人道橋に於ける10大洪水に対応する一連雨量分布図についてそれぞれ等雨量線によって囲まれた面積を求めると表-15に示す値が得られる。ただし、降雨継続日数は洪水毎に不揃いであることに注意する必要がある。また、ここでいう豪雨域の大きさとは漢江流域内についてしか考えてない。(2)に於て流域における降雨patternとして3つの場合を提案したが、その大きさを数値で表わしたのが表-4-2である。上位4位までの大洪水についていえば、等雨量線200mm以上の面積は8500Km<sup>2</sup>以上であり、等雨量線300mm以上の面積は3000Km<sup>2</sup>以上であるという値が得られている。

#### (4) 降雨分布と洪水予報

洪水予報の作業を実施する上で過去の降雨分布の資料は有力な手段として役に立つ。過去に大洪水をひきおこしたような豪雨の地域的、時間的分布がどうであったかを体系だてて整理し、予報を作成する場合の参考資料としてすぐ役に立つように準備しておくことが望ましい。過去の豪雨時の資料を実際の予報にどう使うかについて以下述べることにする。

##### ① 豪雨域の位置

韓国の河川に洪水を惹起する気象条件は不連続線による豪雨であるから、雨期である7、8、9月にはその位置について常に警戒していなければならない。さて強雨が始まったとすると、流域の降雨分布は上記の3つのpattern すなわち、北漢江流域に多いか、南漢江流域に多いか、南北両漢江流域にまたがって多いのか等のうちいずれに属するのか、又過去の例のうちどれが一番よく似た降雨分布を示しているのか等を出来るだけ早く推定することが必要である。そうすれば、それによってひきつづき起ると想像される洪水現象のpattern までも或る程度推定出来ることになる。

過去の資料を調べてみると、南北両漢江にまたがって豪雨域のあらわれた1925年に最高水位が記録されている。この場合には降雨期間も長く、2支川からの流量が悪い条件で合流している。人道橋を予報地点と考えた場合、2支川の合流点近くに豪雨域のあらわれた1916年9月2～10日洪水のような例は流下に伴う流量の低減も少く、余裕時間も短いので洪水予報作成の technique からいってむづかしい case に属すると考える。

##### ② 欠測雨量の補填

洪水予報の作業が開始されて流域からの情報として入って来るのは無電設備を持つ雨量及水位観測所から送られて来るものだけである。実際問題としては、このうちいくつかは思いがけない器械の故障で資料が入手出来ないものと予め覚悟していなければならない。そうすれば非常に限られた観測資料をもとにして予報作成作業を遂行しなければならないことになる。この場合、過去の雨量分布図は流域での降雨 pattern のいくつかの様相を示しているから、これは限られた資料から流域全体の分布を推定するのに役に立つと思われる。欠測雨量を推定するのに他の雨量観測所との相関式を用いることがあるが、この場合雨量分布図で同じ豪雨域に属する観測所間でこれを用いることが大切である。例えば、前線はおおむね東西にのびているので、東西方面の雨量観測所間の相関はよいと考えられる。韓国の梅雨期の不連続線による降雨の場合には日本の台風時の降雨のように地形が第一義的に支配的でなく、前線の位置の方が降雨の地域的分布の形をきめる要素になっているようであるから、欠測雨量を補填する時にはこの点に注意すべきであると考えられる。

表-4-1 洪水の大きさの順位

合流後の入道橋に於ける洪水の大きさ			北漢江清平	南漢江、驪州	特 徴
順位	最高水位(m)	年 月 日	における順位	における順位	
1	12.26	1925-7-18	1,	1,	同時出水
2	11.24	1972-8-19	3,	5,	合流時差1.5時間
3	10.80	1965-7-16	2,	2.5,	北漢江
4	10.78	1966-7-26	4,	3.4,	北漢江
5	10.56	1936-8-12	3.5,	2,	南漢江
6	10.41	1940-7-21	1.8,	1.4,	小さくても同時
7	10.17	1935-7-23	6,	2.0,	北漢江
8	10.15	1936-8-29	1.0,	6,	主として南漢江、北漢江にも多い
9	10.10	1920-7-9	2.3,	4,	南漢江
10	9.86	1920-8-2	2.4,	?	南漢江
11	9.80	1922-7-30	2.8,	3,	南漢江

(H R B S より作成)

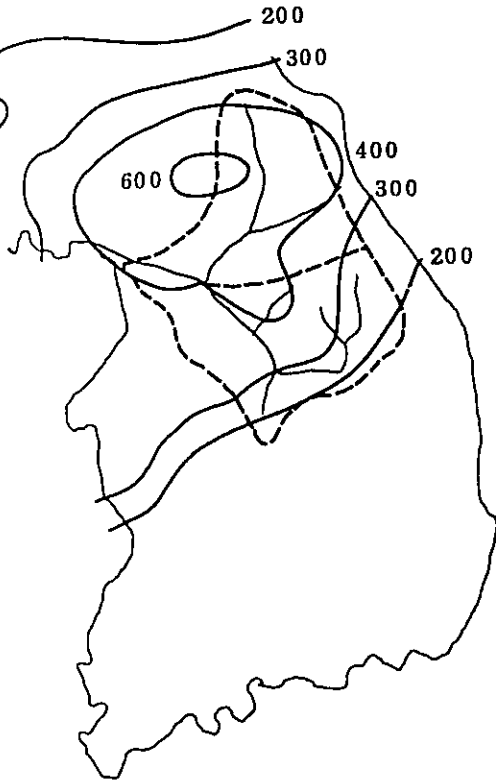
表-4-2 大洪水の豪雨域の大きさ

洪水		300mm等雨量線で囲まれている面積 (km <sup>2</sup> )			200mm等雨量線で囲まれている面積 (km <sup>2</sup> )			降雨継続日数 (日)
順位	年 月 日	北漢江	南漢江	計	北漢江	南漢江	計	
1	1925-7-18	10700	7300	18000	10700	12300	23000	7-15~22 (8)
2	1965-7-16	10700	300	11000	10700	2800	13500	7-13~17 (5)
3	1966-7-26	2800	200	3000	6600	1900	8500	7-24~27 (4)
4	1936-8-12	600	11200	11800	1700	12300	14000	8-7~15 (9)
5	1940-7-21							
6	1935-7-23							
7	1936-8-29							8-19~28 (10)
8	1920-7-9	1900	11900	13800	9400	12300	21700	7-2~11 (10)
9	1920-8-2							7-28~8-5 (9)
10	1922-7-30	400	8000	8400	2900	10500	13400	7-22~8-1 (11)

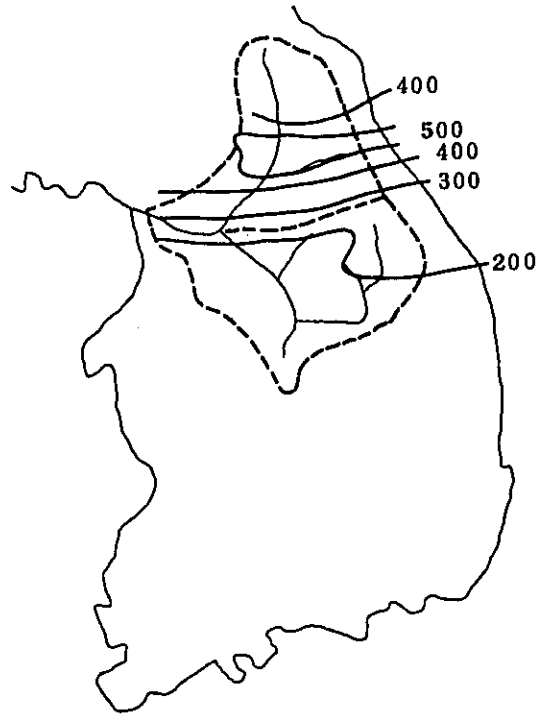
- (1) 1965、1966年洪水時 DMZより北側の降雨分布不詳
- (2) 北漢江の流域面積10,698Km<sup>2</sup>、このうちDMZより北側の面積は3114Km<sup>2</sup>
- (3) 南漢江の流域面積12,319Km<sup>2</sup>

図-4-1 代表的豪雨の地域分布

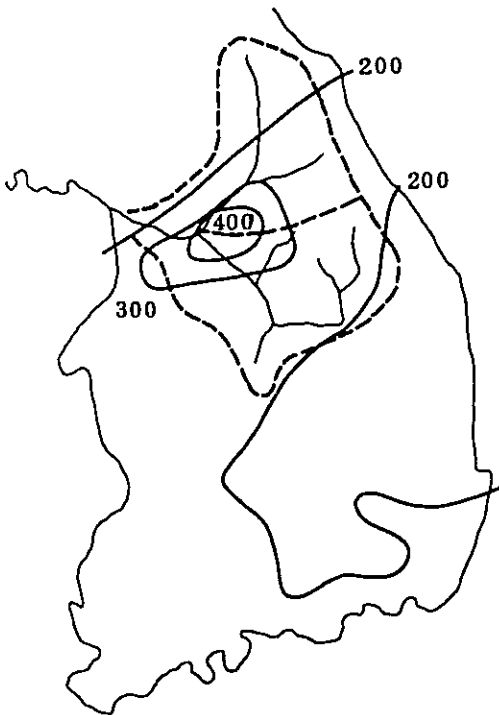
(1) 1925年7月15~22日



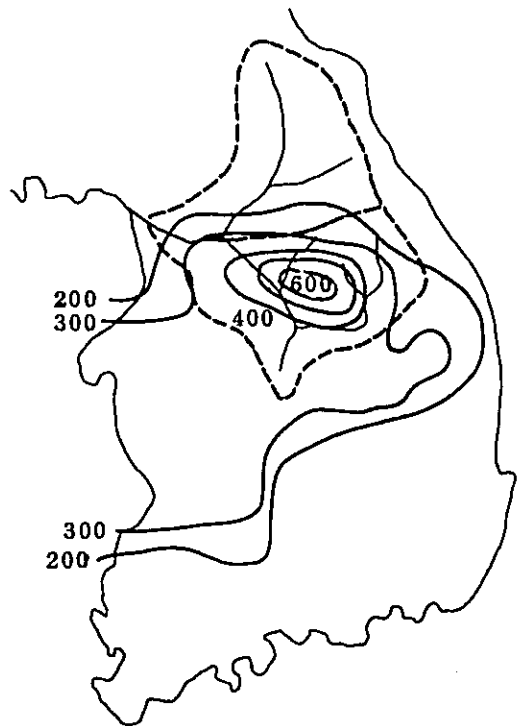
I 1965年7月13~17日



(2) 1916年9月2日~10日



II 1936年8月7~15日



(4-2) 相関解析

調査団が韓国滞在中に収集した洪水に関する雨量資料は、表-4-3に示すとおりである。この解析に使用された資料のうち日雨量は韓国水文年報に各観測所ごとに記載されているものであるが、時間雨量は、調査団が韓国建設部水資源局に保管されている各観測所の記録紙から読み取ったものである。

表-4-3 漢江雨量資料

番号	洪水名称	降雨期間	水位(m)		雨量資料	
			人道橋	高安	普通	自記
1	1958-9	8.20~9.10	9.6	9.6	10	1
			9.40	11.40		
2	1963-7	7.15~7.26	7.26	7.25	45	8
			8.85	10.44		
3	1964-8	8.4 ~8.15	8.13	8.12	52	9
			8.80	10.12		
4	1965-7	7.7 ~7.18	7.16	7.16	53	19
			10.80	15.27		
5	1966-7	7.5 ~7.31	7.26	7.26	56	23
			10.78	14.40		
6	1969-7	7.30~8.15	7.31	7.31	61	9
			9.42	11.30		
7	1970-9	9.9 ~9.20	9.18	9.18	62	1
			8.95	10.90		
8	1972-8	8.17~8.20	11.24	15.95	46	18

この他韓国電力株式会社(KECO)が華川、春川、衣岩、清平等のdamで観測した資料も数年分入手したが、これらはいずれも短期間の観測資料であった。また中央観象台(CMO)所管の観測所の資料はSeoul 以外は入手できなかった。

降雨解析は、集収した全資料についておこなわれることが望ましいが、検討時間の制約もあったため表-4-3の洪水のなかで規模が大きく、雨量資料の整っている1965年7月および1966年7月の2洪水が解析の対象として選ばれた。

上記2洪水の降雨分布は図-4-2に示されるとおりである。

表-4-4は日雨量の観測所間の相関性について検討を行なった結果である。この結果を見ると、全般的に1965年より1966年の方が相関が悪いが、その原因は1966年の場合降雨が長期間にわたりしかも降雨の地域分布が複雑であったためと考えられる。

一方、解析対象降雨の時間雨量資料は、資料集表-1に示すとおりであるが、韓国水文年報掲載の日雨量と照合すると、両者の対応関係が不合理であったり、洪水の流出計算式の定数解析に必要な期間、観測値が整っていない場合があるため、下記のような方法で修正を行ない欠測部分の補填をおこなった。

時間雨量の10時~10時の合計すなわち自記雨量による24時間合計雨量と韓国水文年報による日雨量に差がある場合は、日雨量に合わせるように修正し、欠測部分の取り扱いは、日雨量の相関係数と観測所間の距離、地形等を考慮の上、観測所相互間に推定して補った。



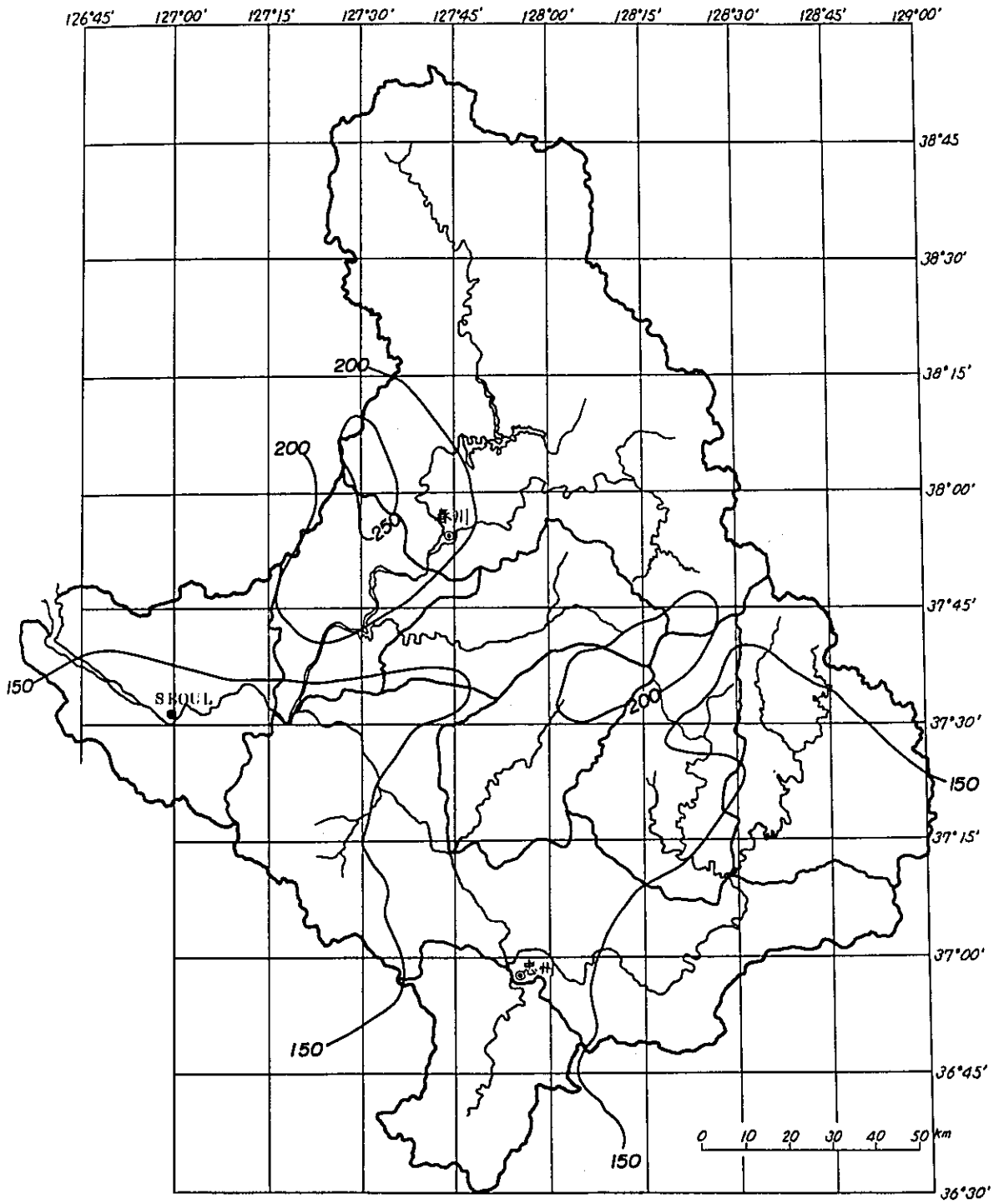


图-4-2の(1) 1965年洪水降雨分布(7月7日~11日)

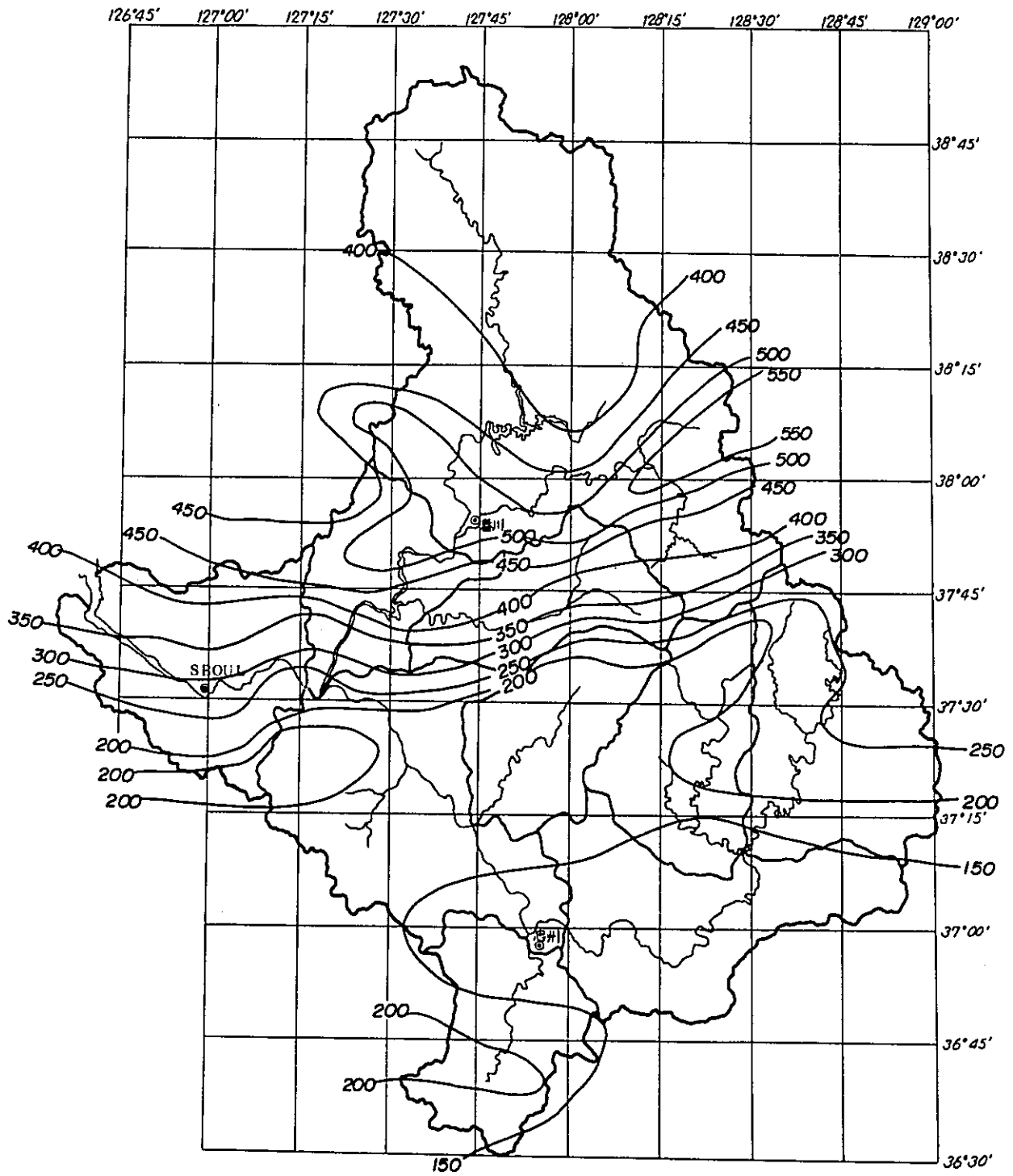


图-4-2② 1965年洪水降雨分布(7月13日~17日)

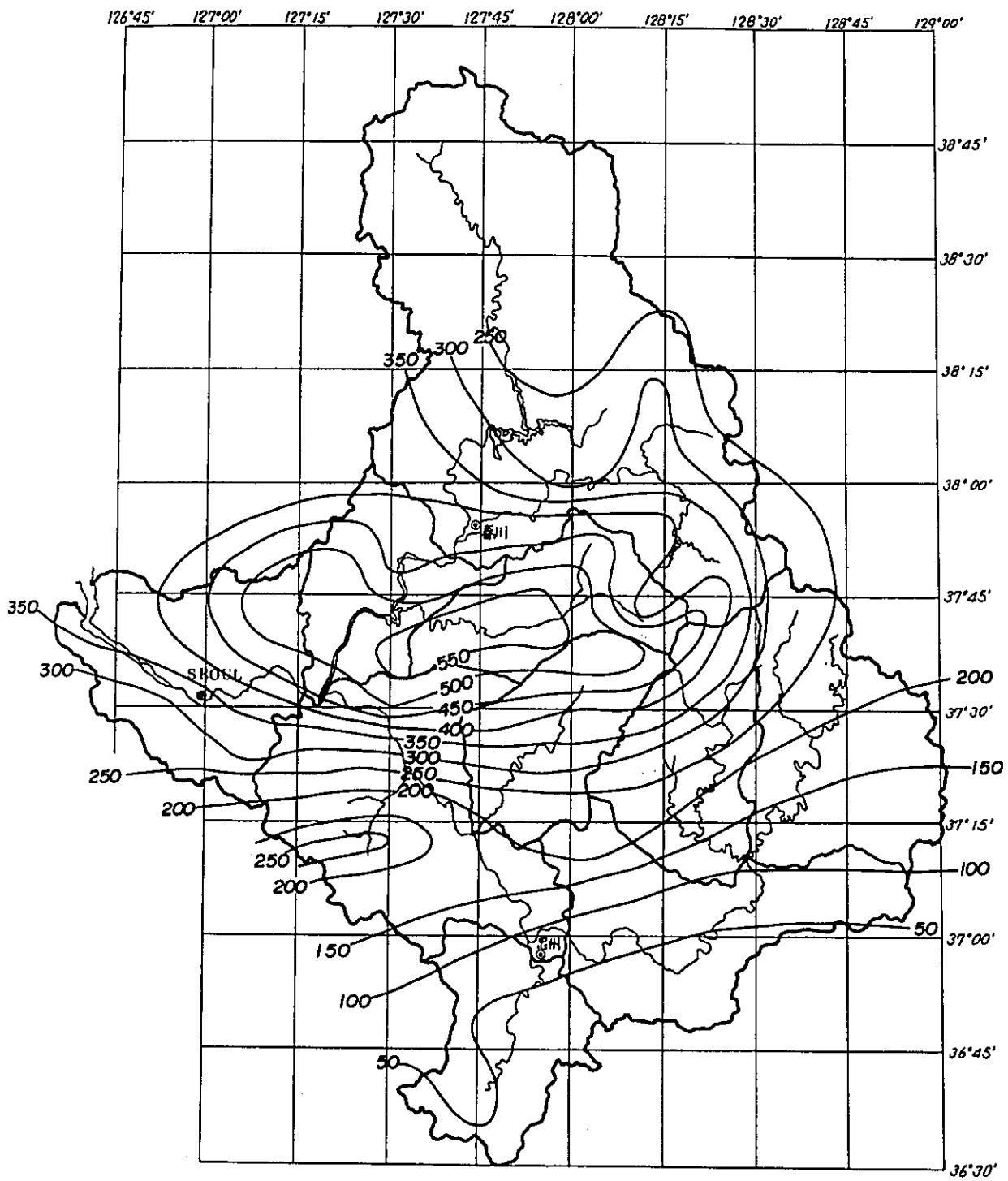


图-4-2 ③ 1966年洪水降雨分布(7月14日~20日)

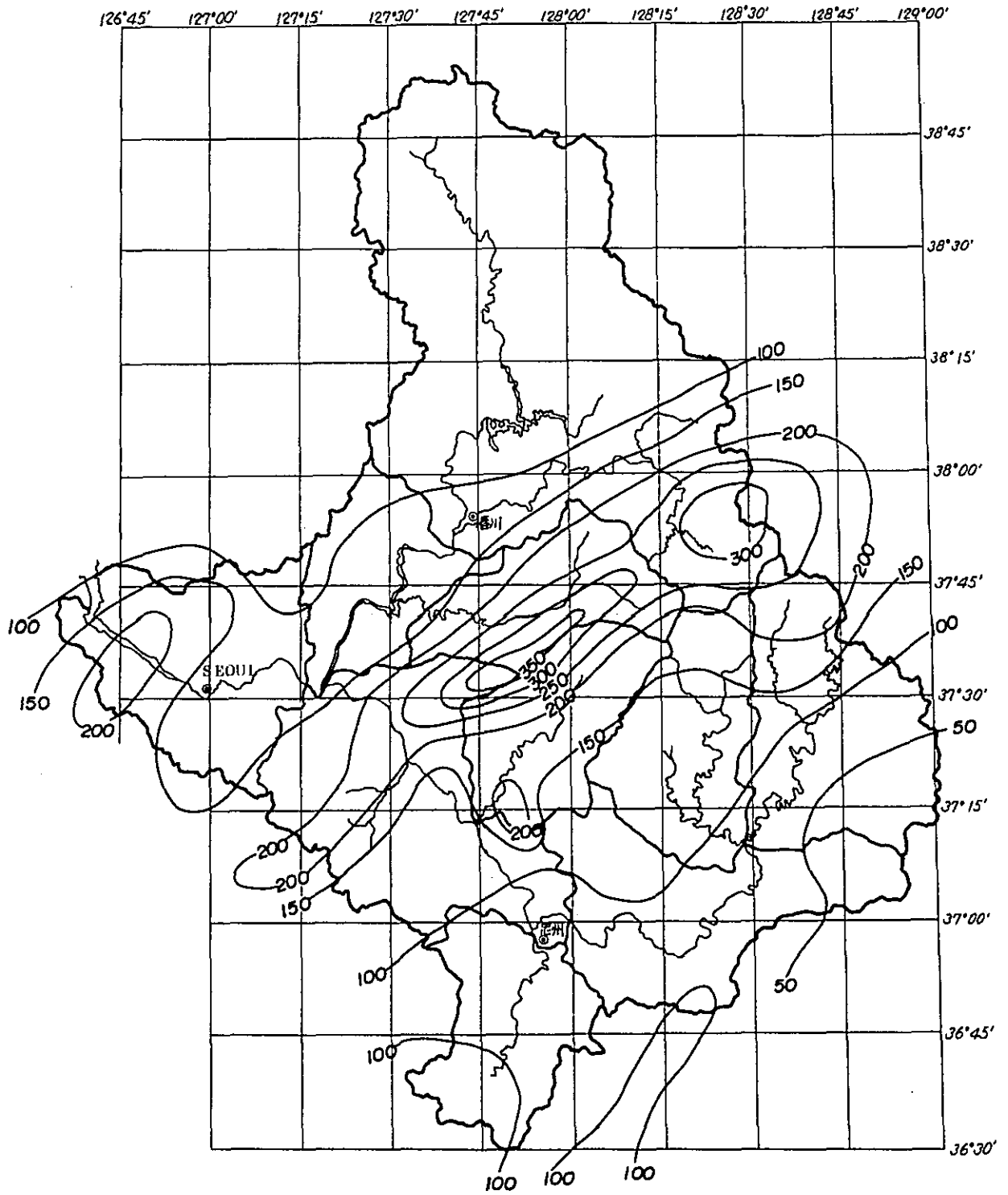


圖-4-2の(4) 1966年洪水降雨分布(7月21日~23日)

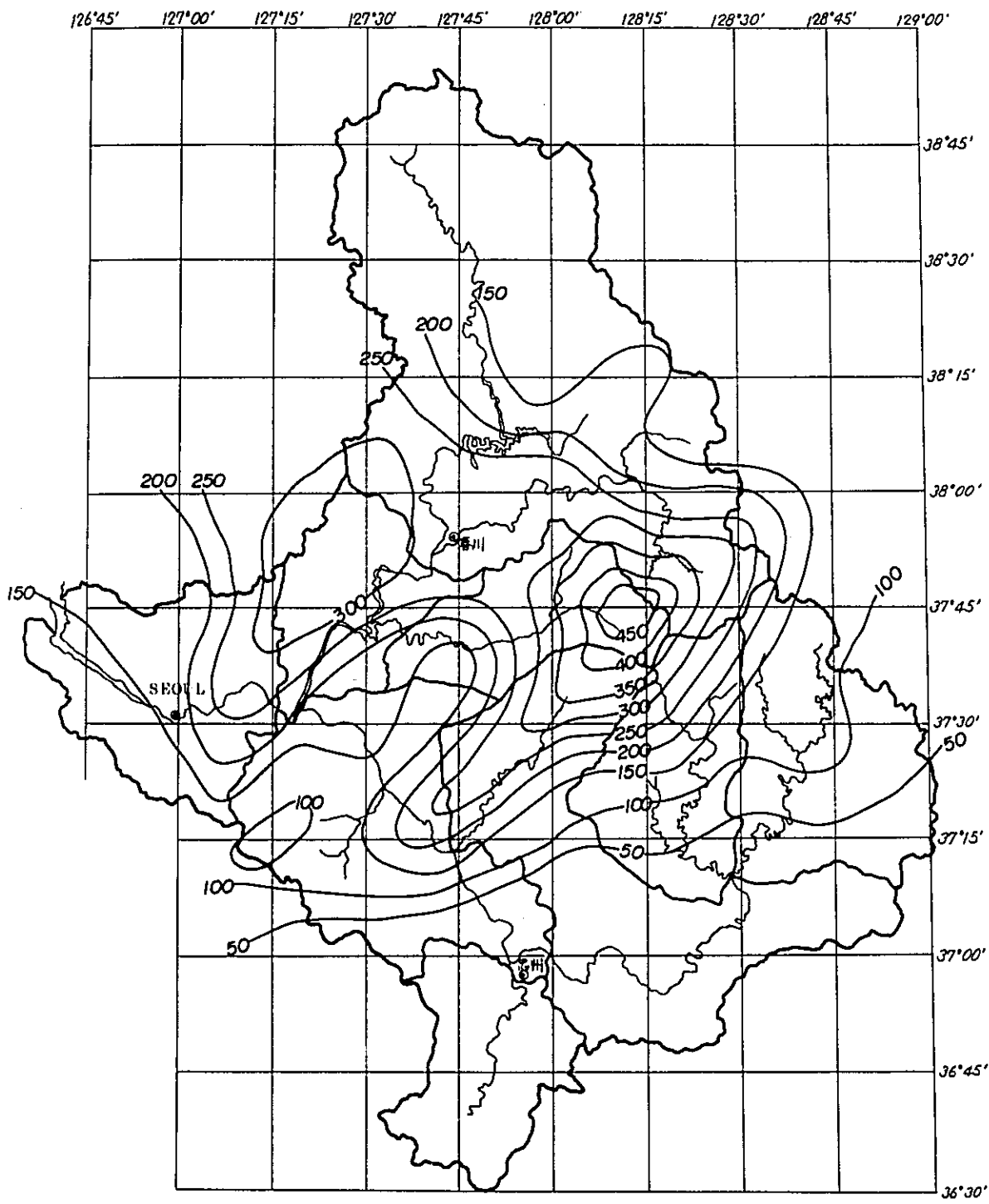


图-4-2の(5) 1966年洪水降雨分布(7月24日~27日)









その結果は資料集一表一に修正値として示されている。

流域平均時間雨量を推算する場合、資料集一表一の時間雨量だけで求めることは、1観測所当りの分担面積があまりにも大きくなりすぎ総降雨量と洪水の流出量の間に着しい差が生ずるおそれがあり、後述される洪水流出計算における定数解析の結果に著しく影響することが考えられるため、総降雨量と流出量との間に量的な不整合性が生じないように時間雨量資料のほか日雨量資料を併用して流域平均時間雨量を求めることにした。すなわち、日雨量を構成する時間雨量を近隣の時間雨量分布 pattern から推定するものである。この場合の時間雨量資料のある観測所（自記雨量観測所）と日雨量資料しかない観測所（普通雨量観測所）との関係を、欠測部分の補足の場合と同様に日雨量相関解析の結果および観測所間の距離、地形等を考慮して、表-4-5に示すように定められた。これらの関係により推定された普通雨量観測所の時刻雨量は資料集一表二に示す。

表-4-5 自記雨量観測所と普通雨量観測所との関係

1965年7月洪水					1966年7月洪水													
観測所名		相関 係数	観測所名		相関 係数	観測所名		相関 係数	観測所名									
時間雨量	日雨量		時間雨量	日雨量		時間雨量	日雨量		時間雨量	日雨量								
Seoul	高安	0.973	蓬坪	大和	0.884	Seoul	高安	0.576	丹陽	清風	0.882							
	議政府	0.983		芳林	0.722		議政府	永春		0.745								
	内里	0.922		旌善	水周		0.673	内里		寧越	0.907	上東	0.883					
	龍仁	樂生		0.932	水珍		0.898	龍仁		下面	0.943	平昌	水周	0.665				
		広州		0.932	上東		0.911			広州	楊平		0.756	芳林	0.902			
		利川		0.936	臨昌		0.973			利川	遠三		0.931	大和	0.750			
	驪州	遠三		0.960	斗村		乃村	0.952		驪州	樂生	0.810	蓬旌	坪善	単独			
		富論		0.859			春川	下面			0.917	富論		0.688	臨溪	0.858		
		原州		0.987			麟蹄	加平			0.899	厚州		0.813	斗村	瑞和	0.722	
		楊東		0.959				富坪			0.982	青雲		0.761	春川	乃村	0.585	
横城	楊平	0.610	麟蹄	瑞和	0.948	横城	楊東	0.797	瑞石	0.949								
	晴日	0.717		麟蹄	富坪		単独	横城	晴日	0.703	加平	0.671						
牧忠	青雲	0.741	麟蹄			瑞石			単独	忠州	牧溪	0.578	麟蹄	瑞和	0.800			
	溪州	滑風		0.940	華川		上西	槐山			筈極	0.952		龍岱里	0.580			
		丹陽		0.655							上西	内山		延豊	白雲	0.909	富坪	0.860
		白雲		0.878											上西	内山	延豊	方山
槐山	永春	0.823	華川	上西	槐山	延豊	上毛	麟蹄	方山	単独								
	延豊	0.945							上西	内山	延豊	上毛	麟蹄	方山	単独			
	青川	0.909												上西	内山	延豊	上毛	麟蹄
上毛	0.780	上西	内山	延豊	上毛	麟蹄	方山	単独										

### (4-3) 雨量観測所の配置

洪水の予警報を行なうために必要な雨量観測所は、観測値がその分担地域を正しく代表する地点であることが肝要である。

現在漢江流域には64の雨量観測所があるがそのうち昭陽江流域の6観測所は、昭陽江damの管理用にtelemeter化が行なわれており、昭陽江流域以外にも、7観測所については有人式ではあるが無線電話によって観測値の本部への通報が可能になっている。

雨量観測所の配置は、数を多くすれば、それが適正に配置されている限り、流域の降雨量をより正確に測定できることは当然であるが、観測所の設置、観測、維持管理等に要する費用も増大することになる。しかしながら雨量の観測精度の向上と費用の増大をどのように調整するかという問題を評価するための一般的な基準を見出すことは非常に困難であるため、ここでは費用についての考慮は一応除外し、雨量観測所の数が降雨量の観測値にどのような影響を及ぼすかについて検討を行なってみた。検討の方法としては、流域内の全観測所の資料を用いた場合の流域平均時間雨量と、順次観測所を減らしていった場合の流域平均時間雨量を比較して、その差異について評価を試みようとするものである。

観測所を減らす場合に、残される代表観測所の選定は、地形、主要支川流域界、日雨量相関解析の結果等を考慮して経験的に行われ、昭陽江流域に計画されている6観測所を含めて39個所の場合と30個所の場合について、1965年7月および1966年7月の洪水の降雨を対象として検討が行われた。

流域平均時間雨量は、Thiessen法により求めるものとし、人道橋の上流域を、図-4-3に示すように主要支川流域を考慮して、11流域に分割した。このようにして、全観測所を対象にした場合、観測所数を39にした場合、30にした場合について、図-4-4、4-5、4-6に示されるThiessen-Polygonと資料集-表-2の推算時間雨量を用いてこれら各流域の流域平均雨量を求めるとそれぞれ資料集-表-3、4、5に示されるような結果がえられた。また実測の時間雨量資料だけを用いて、図-4-7に示すThiessen-Polygonによって求めた各流域の流域平均雨量は、資料集-表-6のとおりである。

なお表-4-6に示される検討された各caseの観測所のThiessen-Polygonの分担面積および分担率は、表-4-7のとおりである。

表-4-6 検討 case

case	対象洪水	対象観測所
1の(1)	1965年	実測日雨量のある全観測所(51個所)
1の(2)	1966年	実測日雨量のある全観測所(54個所)
2	1965年および1966年	39個所
3	1965年および1966年	30個所
4の(1)	1965年	実測時間雨量のある全観測所(15個所)
4の(2)	1966年	実測時間雨量のある全観測所(17個所)

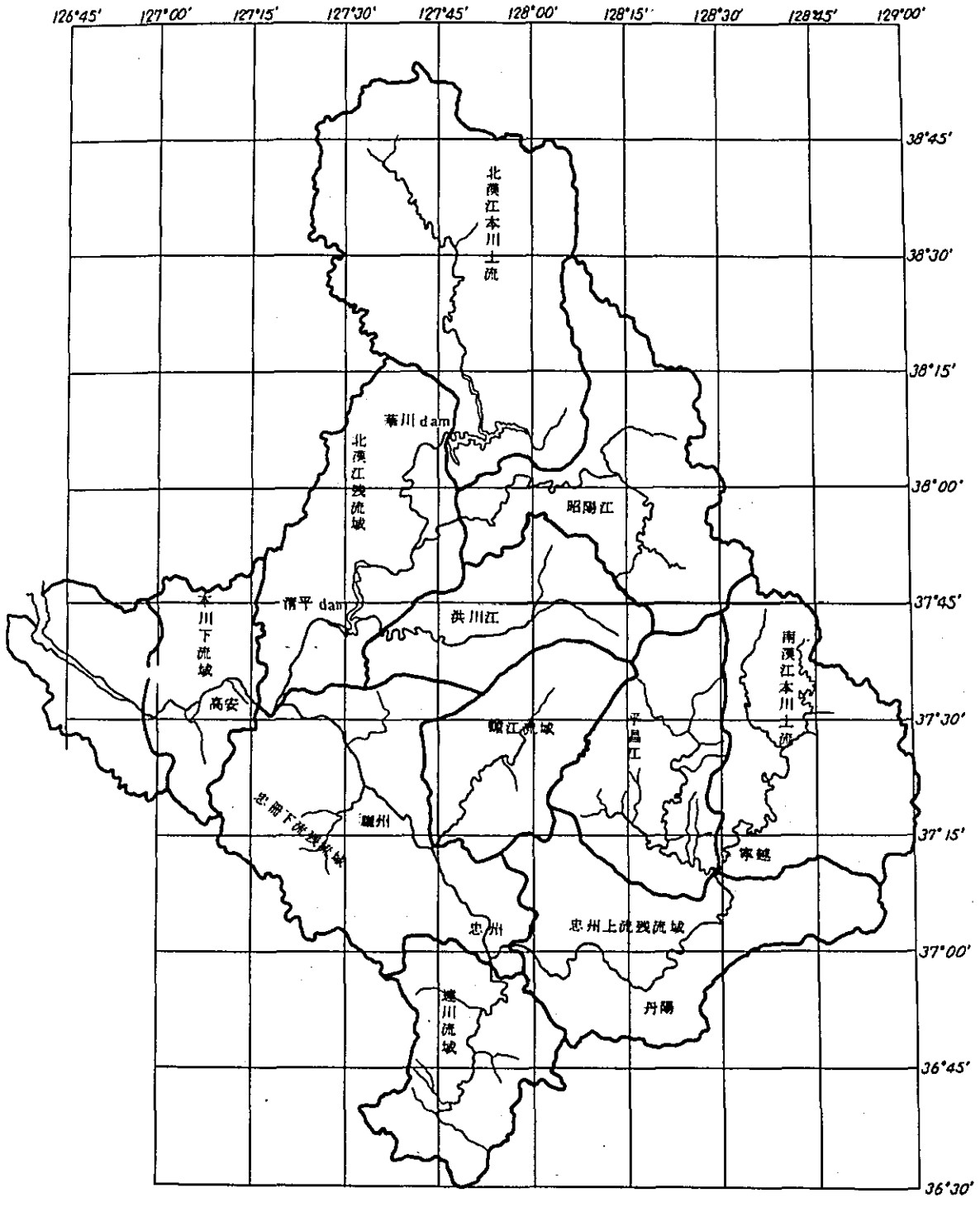


圖-4-3 漢江流域分割圖

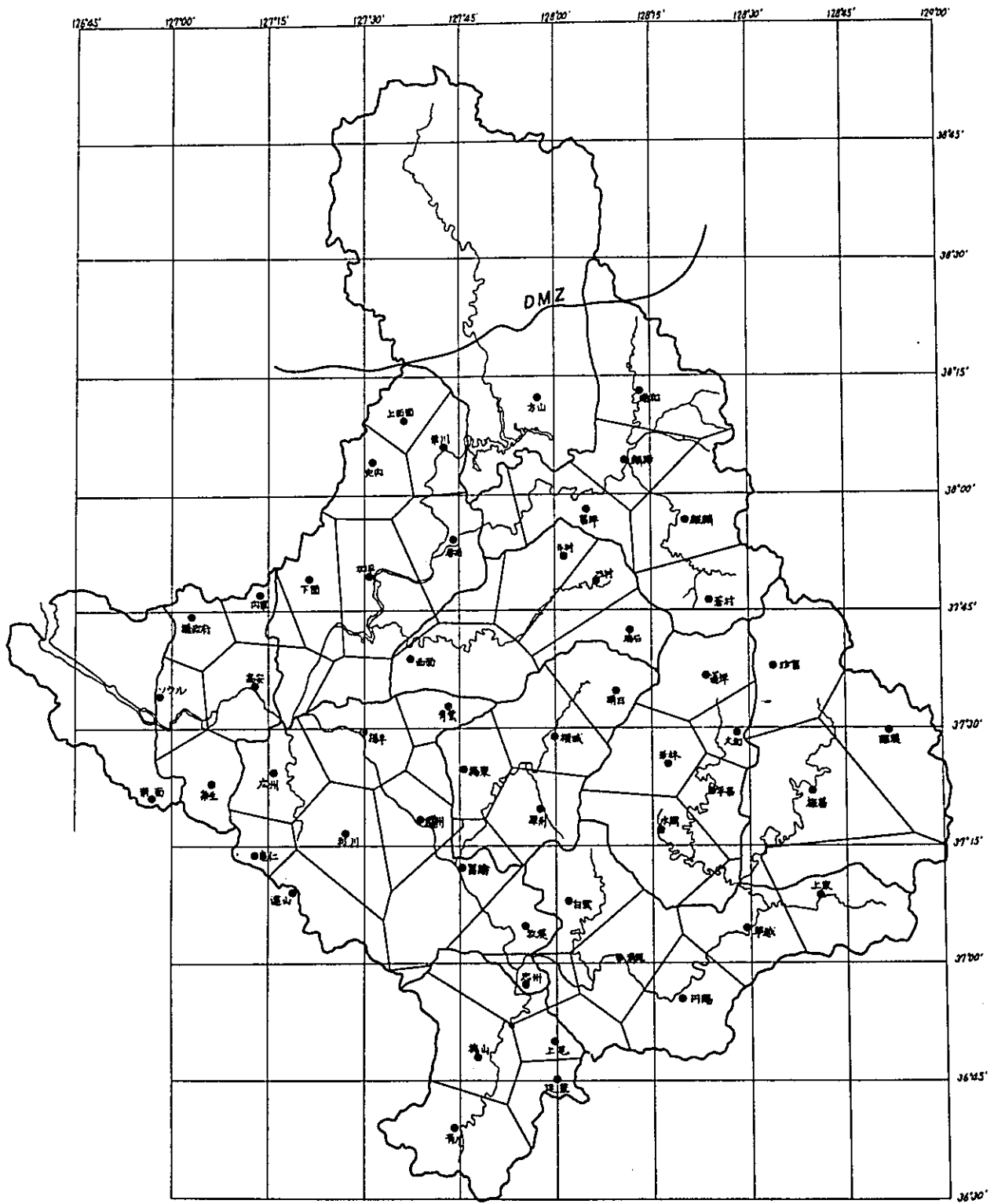


図-4-4の(1) 51観測所を対象とした Thiessen - Polygon (1965年洪水)

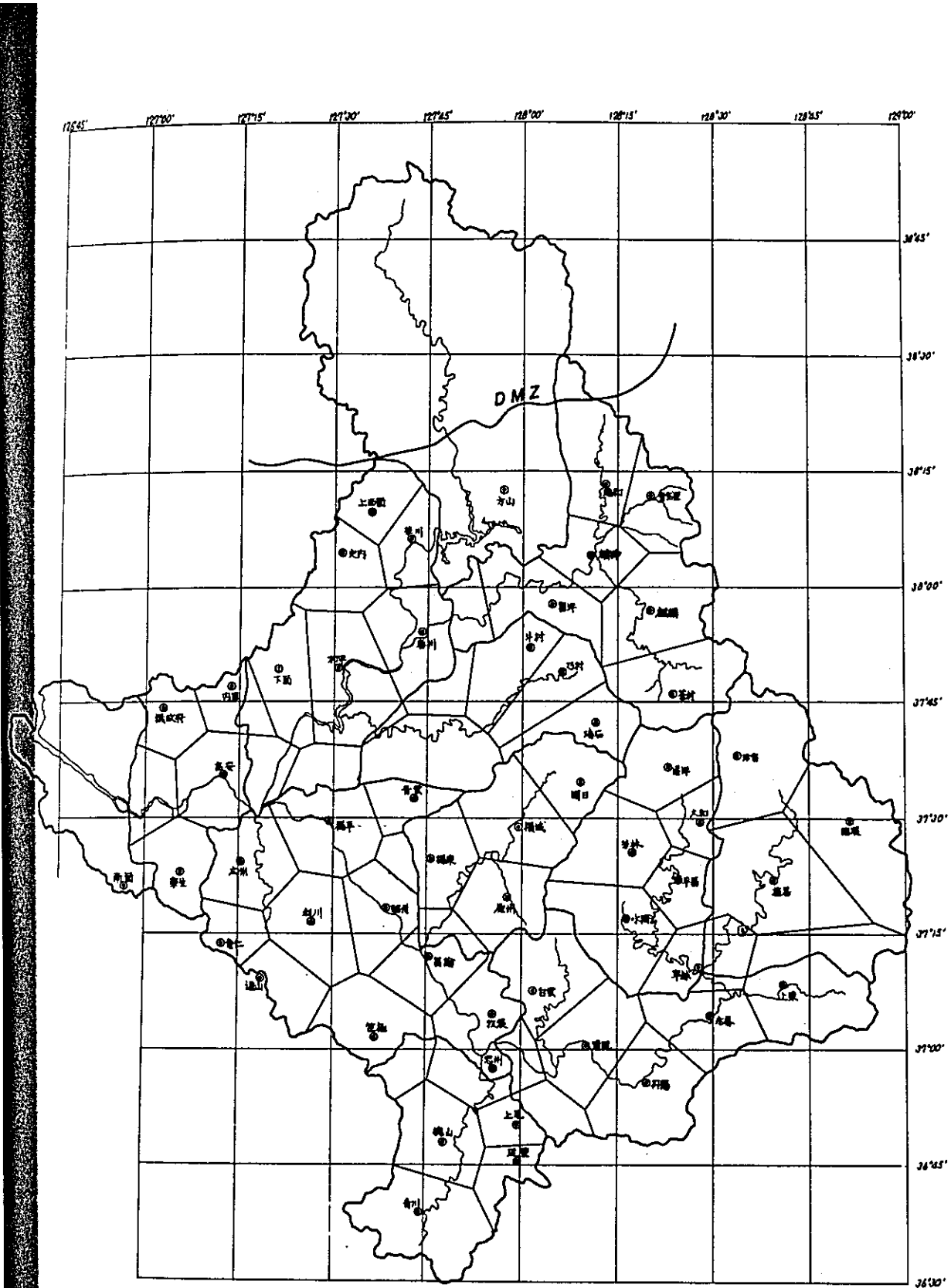


図-4-4の④ 54観測所を対象としたThiessen - Polygon(1966年洪水)

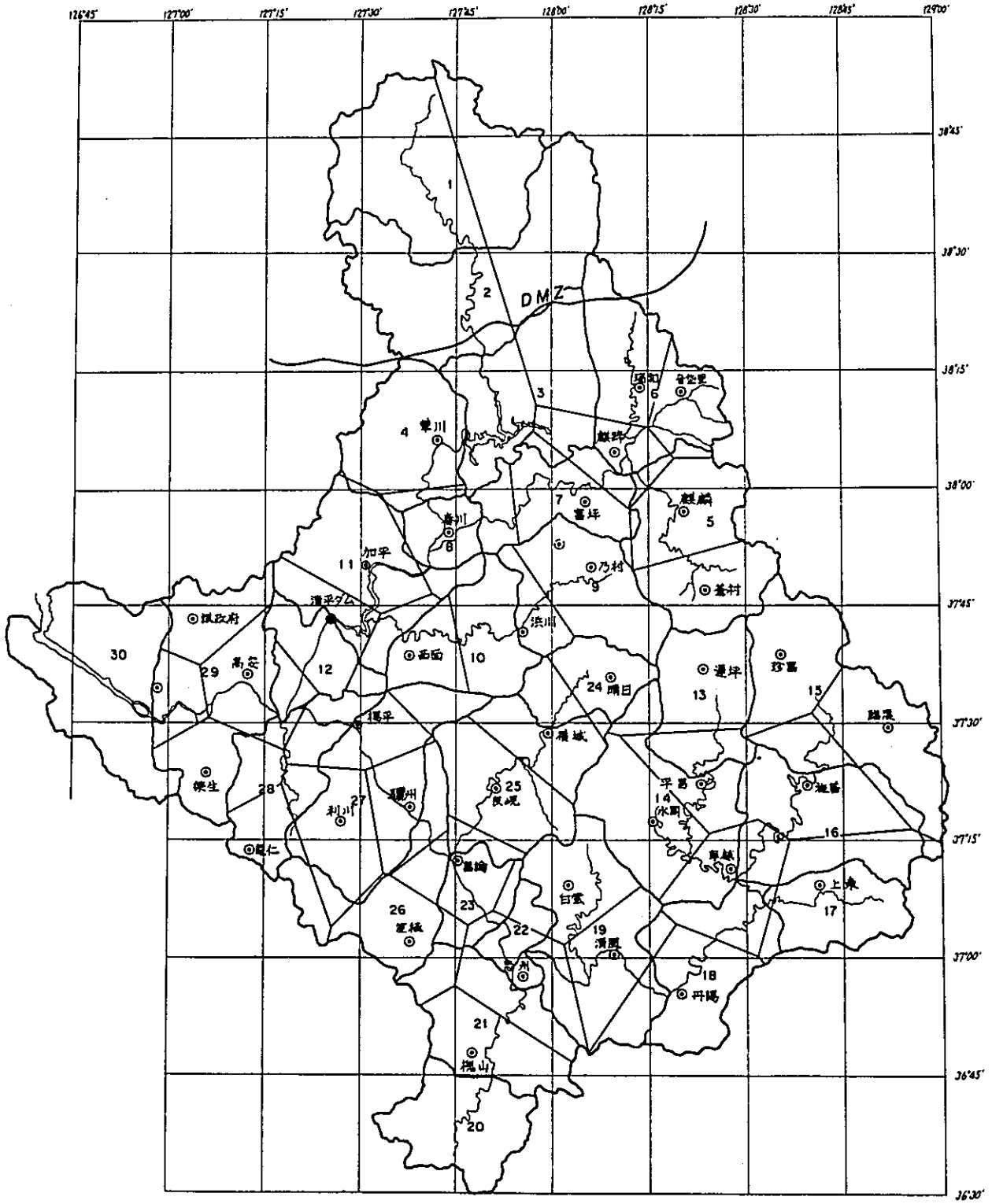


図-4-5 39観測所を対象とした Thiessen - Polygon

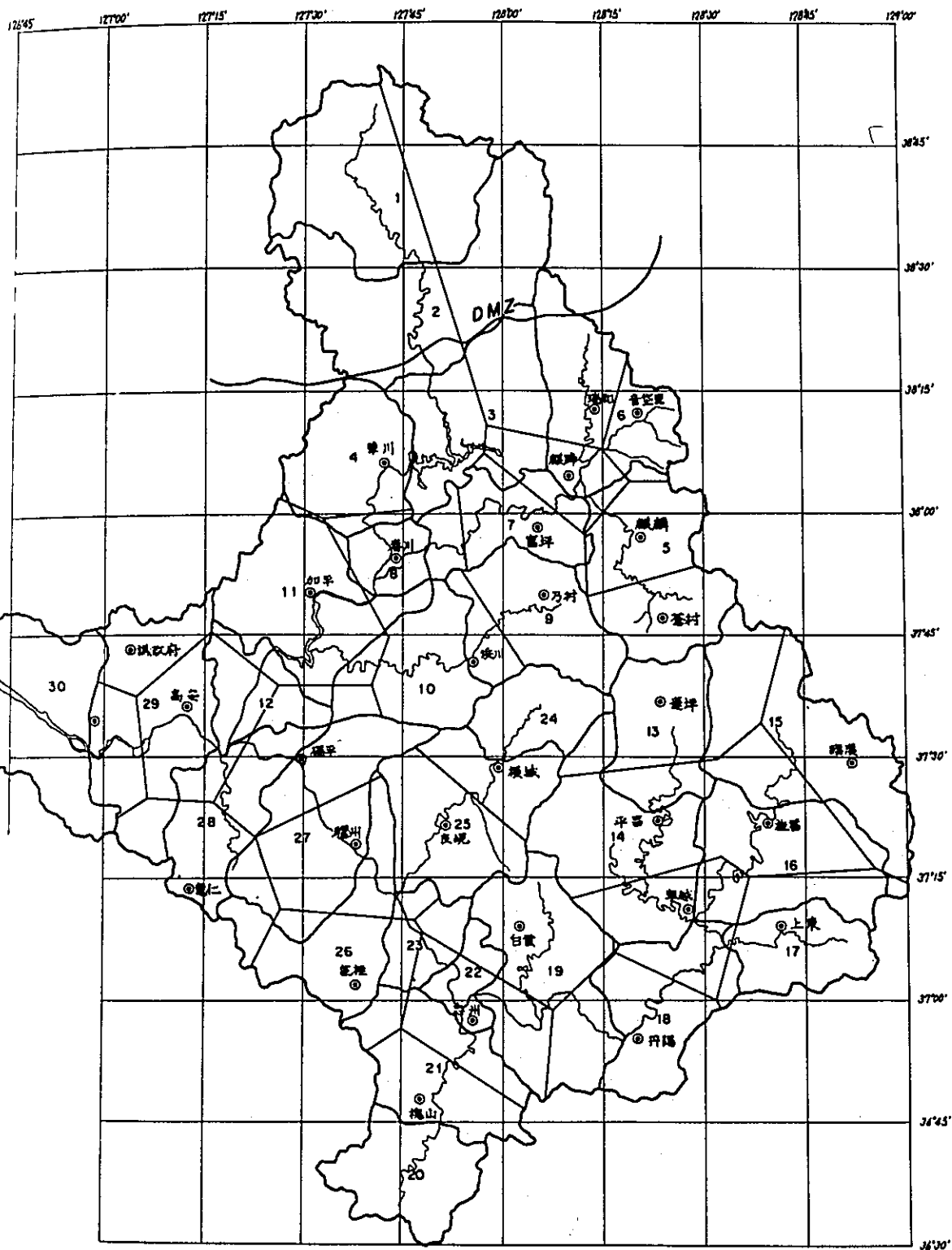


図-4-6 30観測所を対象とした Thiessen - Polygon

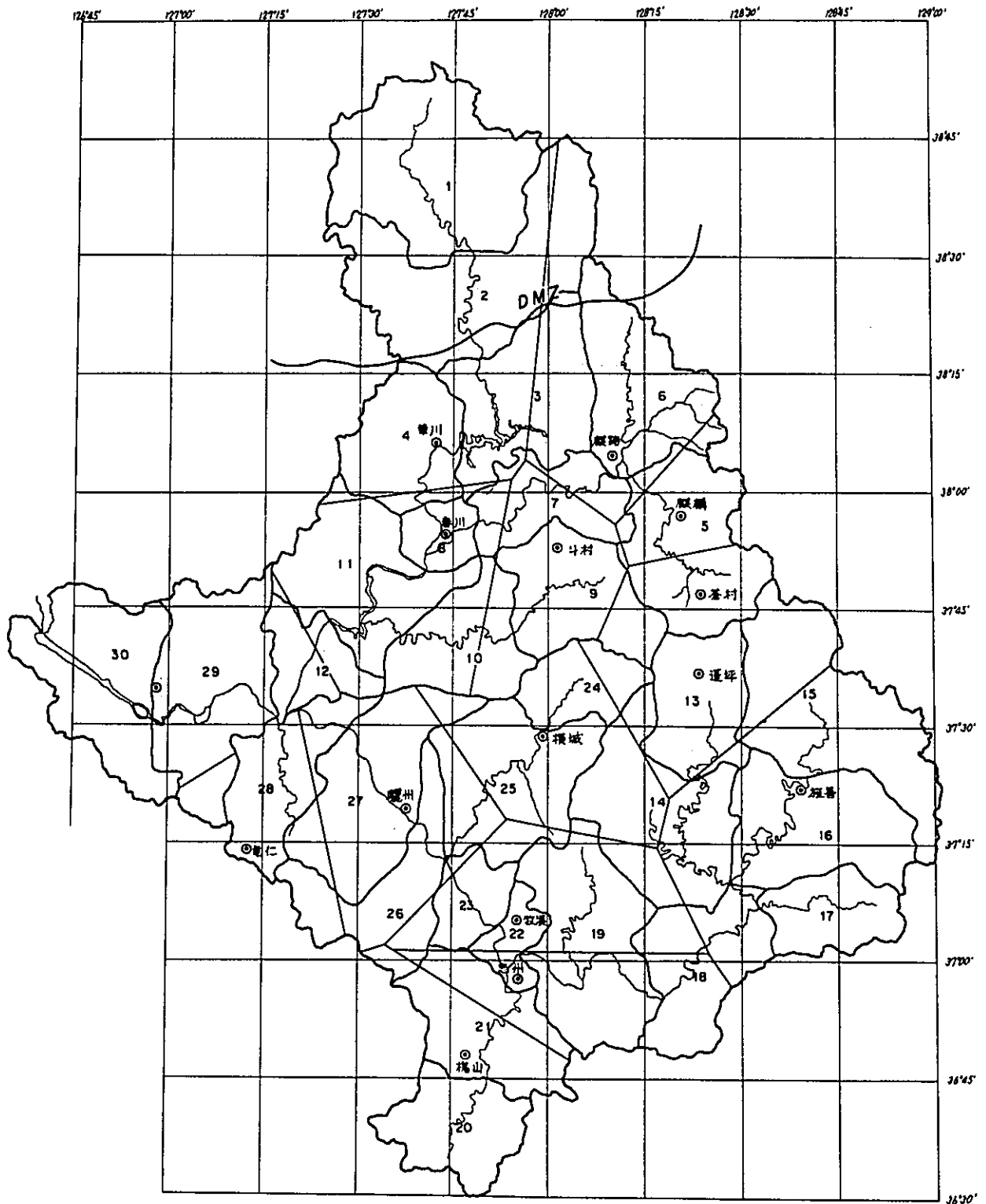


図-4-7-(1) 15観測所を対象とした Thiessen - Polygon (1965年洪水)



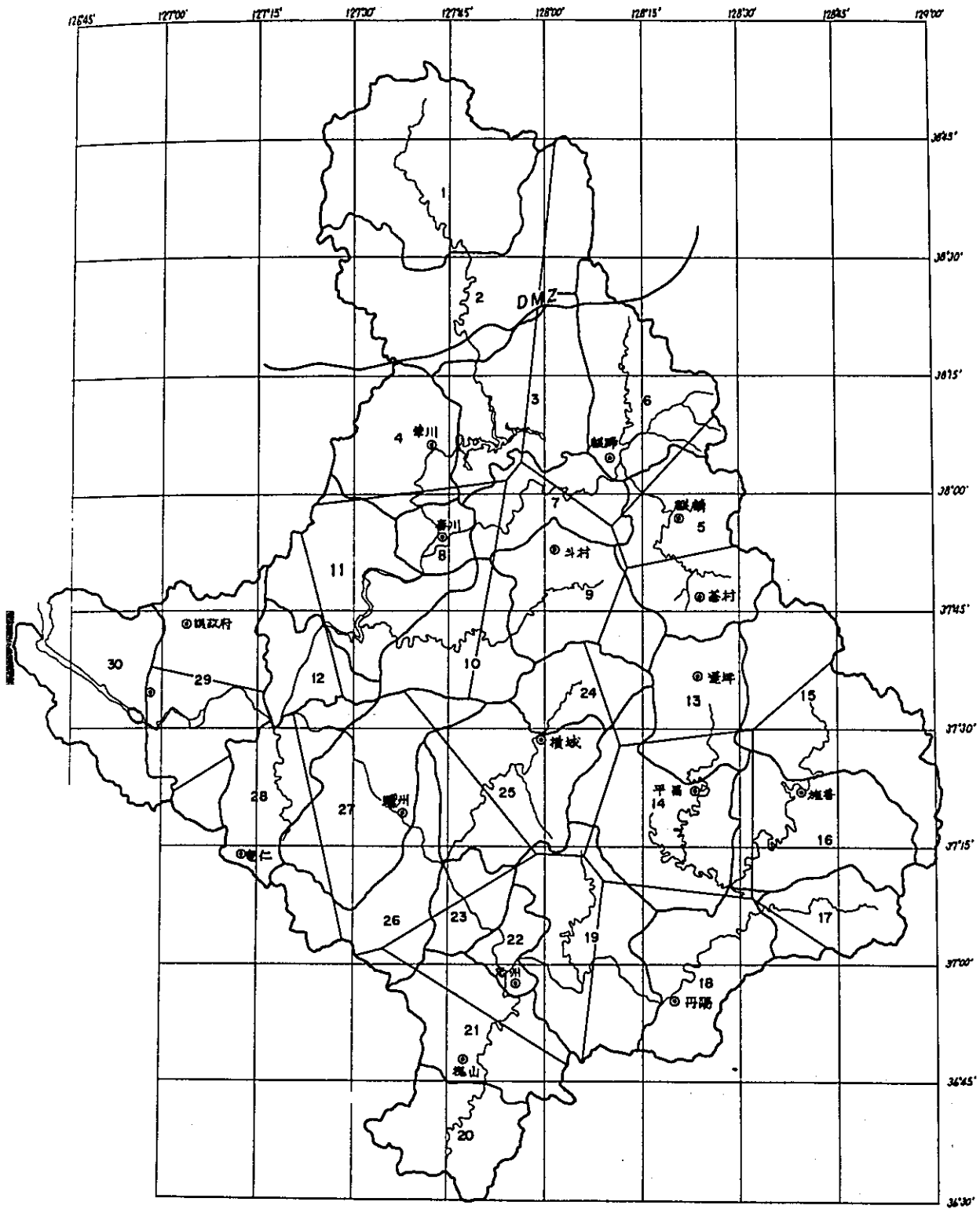


図-4-7の図 17観測所を対象とした Thiessen - Polygon (1966年洪水)

上段 分担面積 Km<sup>2</sup>  
下段 分担率

表-4-7 の(1) Case 1 の(1) 雨量観測所の分担面積及び分担率

番号	観測所名	漢江 人達	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人達	北漢江 本川上流	漢江 本川上流	陽陽江 ダム上流	江陽江 ダム上流	洪川江 洪川江ダム 調整地上流	北漢江 漢江流域 蔣川ダム 蔣川高安	明漢江 本川上流	平昌江 寧越上流	江州上流 漢江流域 江州寧越	遼川流域 本川合流点	漢江流域 本川合流点	忠州下流 漢江流域 忠州高安
1	SEOUL	192.33			192.33 0.165												
2	麗政府	205.15			205.15 0.176												
3	榮生	291.63			291.63 0.250												
4	内里	196.17	60.39		135.78 0.116						60.39 0.025						
5	高安	523.97	181.86		342.11 0.293						181.86 0.074						
6	丘州	378.71		378.71													378.71 0.111
7	竜仁	184.64		184.64													184.64 0.054
8	橋平	600.90	146.87	452.03													452.03 0.132
9	青雲	687.92	476.70	211.22						476.70 0.324							211.22 0.062
10	橋東	369.10		369.10													369.10 0.024
11	利川	453.00		453.00											287.04 0.194		453.00 0.133
12	慶州	332.47		332.47													332.47 0.097
13	遼三	346.69		346.69													346.69 0.102
14	原州	341.36		341.36													
15	横城	412.95		412.95													
16	隋日	324.68		324.68													
17	富輪	656.69		656.69													
18	汝湫	338.03		338.03													
19	忠州	403.79		413.79													
20	徳山	472.60		472.60													
21	上毛	289.63		289.63													
22	延豊	199.19		199.19													
23	青川	554.00		554.00													
24	白雲	427.37		427.37													
25	清風	463.52		463.52													
26	丹陽	520.71		520.71													
27	永春	555.14		555.14													



上段 分担面積 K<sup>2</sup>  
下段 分担率

番号	親割所名	漢人通橋	北漢江高安	南漢江高安	本川下流城	北漢江本川上流	昭陽江上流	洪川江上流	北漢江上流	華川dam~高安	南漢江本川上流	平昌江上流	忠州上流	連川流域	嶺江流域	忠州下流
28	上東	829.41	829.41	232.96							364.28	532.93	465.13			
29	水周	532.93	532.93	367.76								0.301	0.185			
30	平昌	232.96		182.95								0.131				
31	芳林	367.76		355.94								0.207				
32	大和	182.95		740.37								0.103				
33	蘆坪	355.94		581.90								0.201				
34	藍營	740.37		670.06							740.37					
35	珍富	581.90									0.308					
36	露溪	670.06									581.90					
37	下面	320.77	320.77							320.77	670.06					
38	斗村	294.70	294.70					294.70		0.130	0.242					
39	乃村	276.96	276.96					276.96			0.279					
40	瑞石	306.36	306.36					306.36								
41	加平	566.25	566.25					23.92		542.33						
42	春川	674.76	674.76					94.36		415.22						
43	富坪	421.36	421.36					0.061		0.220						
44	麟殿	316.20	316.20					0.156		0.169						
45	瑞和	774.05	774.05					0.117								
46	麒麟	557.76	557.76					774.05								
47	蒼村	468.45	468.45					0.257								
48	史内	307.27	307.27					557.76								
49	華川	245.19	245.19					468.45								
50	上面	237.10	237.10					0.173								
51	方山	406.30	406.30					307.27								
	合計	25,047	10,698	13,182	1,167.0	4,063.0	2,703.0	1,473.0	2,459.0	2,402.0	1,774.0	2,513.0	1,602.0	1,479.0	3,412.0	
					1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000



上段 分担面積 Km<sup>2</sup>  
下段 分担率

表-4-7-7の(3) Case 2 雨量観測所の分担面積及び分担率

番号	観測所名	漢江 人道橋	北漢江 高	南漢江 高	本川下流域 人道橋	北漢江上流 本川dam上流	昭陽江上流 昭陽dam上流	洪川江 洪川江dam 供備地上流	北漢江流域 漢川dam 高安	南漢江上流 本川上流	平昌江 寧越上流	忠州上流 忠州~寧越	漢川流域 本川合流点	錦江流域 本川合流点	忠州下流 忠州~高安
1	SEOUL	192.33			192.33 0.165										
2	鷹政府	311.92			311.92 0.267										
3	榮生	455.91		164.28	291.63 0.250										
4	高安	546.08	112.69	62.27	371.12 0.318			112.69 0.046							
5	龍仁	297.83		297.83											
6	楊平	584.36		584.36											
7	和川	598.38		598.38											
8	慶州	385.83		385.83											
9	莖極	593.10		593.10											
10	良峴	574.35		574.35											
11	楸城	481.82		481.82											
12	晴日	324.68		324.68											
13	富論	468.61		468.61											
14	忠州	623.64		623.64											
15	桃山	1,185.80		1,185.80											
16	白雲	556.52		556.52											
17	清風	530.01		530.01											
18	丹陽	635.68		635.68											
19	上東	846.00		846.00											
20	寧越	554.13		554.13											
21	水周	612.20		612.20											
22	平昌	418.49		418.49											
23	蕭坪	548.17		548.17											
24	旌善	712.84		712.84											
25	寧富	581.90		581.90											
26	砥溪	670.06		670.06											

上段 分担面積 Km<sup>2</sup>  
下段 分担率

番号	湖所名	漢江 人道橋	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北本川上流域 潮山dam上流	漢江上流 昭陽江dam上流	昭陽江 昭陽江dam上流	洪川江 洪川江dam 侯橋上流	北漢江 魏川dam 高安	南漢江上流 寧越上流	平昌江 寧越上流	忠州上流域 忠州~寧越	連川流域 本川合流点	南漢江流域 本川合流点	忠州上流域 忠州~高安
27	西面	592.60	421.55	171.05					276.64 0.198	144.91 0.059						171.05 0.050
28	洪川	571.69	571.69						574.69 0.388							
29	清平	483.23	483.23													
30	乃村	624.67	624.67						624.67 0.424							
31	加平	589.98	589.98							589.98 0.240						
32	春川	606.22	606.22							441.04 0.179						
33	富坪	471.53	471.53													
34	蔚蔚	403.77	403.77													
35	理和	2,061.33	2,061.33													
36	覺袋里	304.84	304.84													
37	顯顯	520.45	520.45													
38	蒼村	468.45	468.45													
39	華川	3,057.60	3,057.60													
	合計	23,047.00	10,698.00	13,182.00	1,167.90 1,000	4,063.00 1,000	2,370.45 0.584	2,703.00 1,000	1,473.00 1,000	2,459.00 1,000	2,402.00 1,000	1,774.00 1,000	2,513.00 1,000	1,602.00 1,000	1,479.00 1,000	3,412.00 1,000





上段 = 分担面積 km<sup>2</sup>  
下段 = 分担率

番号	湖所名	漢江人道橋	北漢江高安	南漢江高安	漢江人道橋	本川下流域	北漢江上流	昭陽江上流	洪川江	北漢江溪流	南上流域	平昌江	忠州上流	遼川江	江	忠州下流域	
27	龍岱里	304.84	304.84					304.84 0.113									
28	鐵嶺	520.45	520.45					520.45 0.192									
29	蒼村	468.45	468.45					468.45 0.173									
30	華川	3,057.60	3,057.60					2,370.45 0.584									
	計	25,047.00	10,698.00	13,182.00	1,167.00			2,703.00 1.000	1,473.00 1.000	2,459.00 1.000	2,402.00 1.000	1,774.00 1.000	2,513.00 1.000	1,602.00 1.000	1,479.00 1.000	3,412.00 1.000	

表-4-7-7の(5) Case 4の(1) 雨量観測所の分担面積及び分担率

分担面積 km<sup>2</sup>  
 分担率 %

番号	観測所名	分担面積 (km <sup>2</sup> )															分担率 (%)		
		漢江本川 人造論	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北漢江上流 華川dam上流	昭陽江上流 昭陽dam上流	洪川江上流 洪川dam上流	北漢江残流 華川dam~高安	南漢江上流 寧越上流	平昌江上流 寧越上流	忠川上流 忠州~寧越	遼川江上流 本川合流点	嶺南江上流 本川合流点	江州上流 忠州~高安	遼川上流 忠州~高安	分担面積	分担率	
1	SEOUL	1,351.12			1,031.55 0.884				319.57 0.130									964.72 0.283	
2	竜仁	1,100.17		964.72	135.45 0.116													273.44 0.185	1,644.87 0.482
3	龍州	1,918.31		1,918.31														1,006.10 0.682	107.93 0.032
4	横城	1,522.62		1,522.62														388.83 0.219	19.86 0.008
5	牧溪	1,449.05		1,449.05														101.32 0.057	695.49 0.277
6	忠州	1,444.95		1,444.95														6.40 0.004	10,272 0.069
7	槐山	1,295.69		1,295.69														993.58 0.395	355.50 0.222
8	蓬坪	1,339.05		1,339.05														768.34 0.433	1,240.10 0.774
9	崖善	3,247.61		3,247.61														1,928.03 0.803	515.51 0.291
10	斗村	1,144.61		1,144.61														473.97 0.197	96.74 0.064
11	春川	2,002.79		2,002.79														1,928.03 0.803	515.51 0.291
12	麟蹄	2,007.58		2,007.58														1,928.03 0.803	515.51 0.291
13	麟蹄	577.77		577.77														577.77 0.214	
14	蒼村	647.90		647.90														470.32 0.174	177.58 0.121
15	草川	3,997.78		3,997.78														3,251.39 0.800	722.69 0.294
	計	25,047.00		13,182.00	1,167.00	4,063.00	2,703.00	1,473.00	2,459.00	2,402.00	1,774.00	2,513.00	1,602.00	1,479.00	3,412.00				



以上の結果から、全観測所を用いて求めた流域平均時間雨量を基準として、39個所、30個所、実測時間雨量だけの場合の時間毎の偏差について、相関係数を求めて見たところ表-4-8に示されるような結果が得られた。

この結果から洪水予警報に必要な観測所の数は、30~40あれば充分であると考えられるが、観測所の数が全流域に15個所の場合でも、その相関係数は0.8以上あることから、1965年と1966年の洪水に関するかぎりは観測所の数が流出計算の結果に及ぼす影響はあまり大きくないと考えられる。

しかしながら、この点についての結論は降雨の地域的な分布特性について種々のcaseの検討をまっして下されなければならないが、既存の資料でこれを実施するにはあまりにも資料数が少なすぎる。

表-4-8 雨量観測所の箇所数と流域平均時間雨量の関係

洪水年月日 観測所数 流域名	1965年7月洪水			1966年7月洪水		
	39観測所	30観測所	15観測所	39観測所	30観測	17観測所
本川下流域	0.9990	0.9898	0.9854	0.9969	0.9640	0.8754
北漢江本川上流域	1.0000*	1.0000*	0.9793	1.0000*	1.0000*	0.9475
昭陽江流域	0.9998	0.9998	0.9817	1.0000*	-1.0000*	0.9511
洪水江流域	0.9039	0.8114	0.8393	0.8017	0.5869	0.6606
北漢江残流域	0.9860	0.9813	0.9636	0.9732	0.9668	0.7650
南漢江本川上流域	0.9923	0.9748	0.9556	1.0000*	0.9401	0.8818
平昌江流域	0.9564	0.8390	0.8989	0.9453	0.9061	0.8820
忠州上流残流域	0.9983	0.9849	0.8024	0.9890	0.9701	0.8127
達川江流域	0.9593	0.9593	0.9662	0.9428	0.9428	0.9383
蟻江流域	0.9960	0.9640	0.8942	0.9714	0.9330	0.7491
忠州下流残流域	0.9935	0.9849	0.9508	0.9935	0.9603	0.9222

## 第5章 洪水解析



## 第5章 洪水解析

### (5-1) 解析対象洪水

漢江における記録的な洪水としては、1925年7月、1936年8月等が著名であるが、最近では1965年7月、1966年7月と2年連続して生起している。一方漢江における洪水時の水文観測は表-3-1に示されるように雨量、水位ともいくつかの観測所については1910年頃からおこなわれている。洪水予警報 system の設計のための基礎的な研究である洪水解析の対象となる洪水資料の要件としては、

- ① 流域の洪水流出特性の変化の影響がすくないできるだけ最近の現象であること。
- ② 雨量法による洪水予報が可能であるために時間雨量記録が存在すること。
- ③ 全流域にわたる降雨の地域的な分布が把握できるだけの資料数が存在すること。
- ④ 洪水予報対象地域付近に時刻～流量および時刻～水位記録が存在すること。

等があげられるが、これらの要件を一応具備するものとして前掲の表-4-3に示される1958年から1972年までの8洪水が予備的に選定された。

洪水予警報を行なうために必要な流出計算式を設定するための解析は種々な規模の洪水を対象におこなわなければならないが、前述の洪水のうち、洪水の規模、水文資料の整備状況等について検討をおこなった結果、1965年および1966年の2洪水が解析対象洪水として選定された。

しかし、この2洪水については(4-1)の降雨分布の研究でも明らかにされているように、南漢江流域の降雨量が比較的少なかったため、当流域については今回の解析の結果が必ずしも大洪水の特性を代表するものであるかどうかについては多少問題が残される。このため今後南漢江流域に大洪水が生じた場合に、今回の解析の結果が新しい資料によって修正される可能性があることを付言しておく。

#### (1) 雨量資料

解析対象洪水の雨量は、表-5-1に示すように1965年7月洪水については、雨量は53観測所において観測され、そのうち19観測所において時間雨量が観測されている。

1966年7月洪水については、雨量は56観測所において観測され、そのうち23観測所において時間雨量が観測されている。

これらの雨量資料以外にも韓国電力株式会社あるいは中央観象台関係の資料として、今回の調査では前者についてはdam地点における時間雨量が入手されたが観測期間が短かったため解析資料としてはあまり適当ではなかった。また、後者についてはSeoulの時間雨量が入手され解析に利用された。

解析対象洪水の雨量資料は、資料集の表-1および表-2に示すとおりである。

表-5-1 主要洪水の雨量観測資料

番号	観測所名	1965年		1966年		1972年		番号	観測所名	1965年		1966年		1972年		番号	観測所名	1965年		1966年		1972年	
		日	時	日	時	日	時			日	時	日	時	日	時			日	時	日	時	日	時
1	SEOUL							26	晴日							51	斗村						
2	金浦							27	富論							52	乃村						
3	南面							28	牧溪							53	瑞石						
4	議政府							29	忠州							54	加平						
5	榮生							30	槐山							55	春川						
6	内里							31	上毛							56	富坪						
7	金谷							32	延豊							57	麟蹄						
8	高安							33	背川							58	瑞和						
9	南溪山							34	白雲							59	龍登里						
10	広州							35	清風							60	麒麟						
11	幕賢							36	丹陽							61	蒼村						
12	浦谷							37	永春							62	史内						
13	龍仁							38	上東							63	華川						
14	雲鶴							39	草越							64	上西						
15	陽智							40	水周							65	方山						
16	楊平							41	平昌							66	仁川						
17	青雲							42	芳林							67	江陵						
18	楊東							43	大和							68	水原						
19	利川							44	蓮坪							69	原城						
20	驪州							45	施善							70	江華						
21	筓極							46	珍畜							71	三沙						
22	遠三							47	臨溪							72	堤川						
23	良峴							48	下面							73	陰城						
24	原州							49	西面							74	安城						
25	横城							50	洪川							75	束草						
																53	19	56	23	46	18		



表中、Case 1は、日雨量資料を利用した場合であり、Case 2は、観測所数39、Case 3は、観測所数30、Case 4は実測の時刻雨量資料だけで求めた結果である。

(2) 水位および流量資料

さきに選ばれた対象7洪水の水位資料の状況は表-5-2に示すとおりである。一方、流量観測についてはこれらの水位観測所のうち主要な観測所ごとに、各洪水のpeak時刻付近についておこなわれており、これらの観測水位-流量をもとに、図-5-1に示す水位-流量曲線が作成されている。表-5-2の時刻水位と図-5-1の水位~流量曲線とから毎時の流量が計算されるが、これらの時刻-水位-流量が資料集の表-4に示されている。

表-5-2の(1) 水位観測資料

No	観測所名	1958年	1963年	1964年	1965年	1966年	1969年	1970年	1972年
1	穎流	日							
		時間			△				
2	杏州	日							
		時間		△	△	△			
3	旧龍山	日				○	○	○	
		時間		△		△	△		
4	人道橋	日		○		○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△
5	霧島	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△
6	広壮	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△
7	八堂	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△
8	高安	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△
9	楊平	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△
10	驪州	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△		△
11	長峴	日		○	○	○	○	○	
		時間		△		△	△		
12	横城	日		○	○	○	○	○	
		時間		△		△	△		
13	原州	日		○	○	○	○	○	
		時間			△				
14	牧溪	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△
15	忠州	日		○	○	○	○	○	
		時間			△	△	△	△	△

表-5-2の(2) 水位観測資料

No	観測所名	1958年	1963年	1964年	1965年	1966年	1969年	1970年	備考
16	丹陽	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△		
17	寧越	日		○	○	○	○	○	
		時間			△		△	△	
18	後浦	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△		
19	酒泉	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	
20	平昌	日		○	○	○	○	○	
		時間		△		△	△	△	
21	大和	日		○	○	○	○	○	
		時間		△		△	△	△	
22	巨雲	日		○	○	○	○	○	
		時間				△	△		
23	旌善	日		○	○	○	○	○	
		時間				△	△	△	
24	臨溪	日		○	○	○	○	○	
		時間							
25	清平	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△
26	洪川	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	
27	加平	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△				
28	春川	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△
29	書院	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△			
30	昭陽江	日		○	○	○	○	○	
		時間			△	△	△	△	△
31	麟蹄	日		○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△
32	華川	日		○					
		時間							

図-5-1の(1)水位流量曲線図

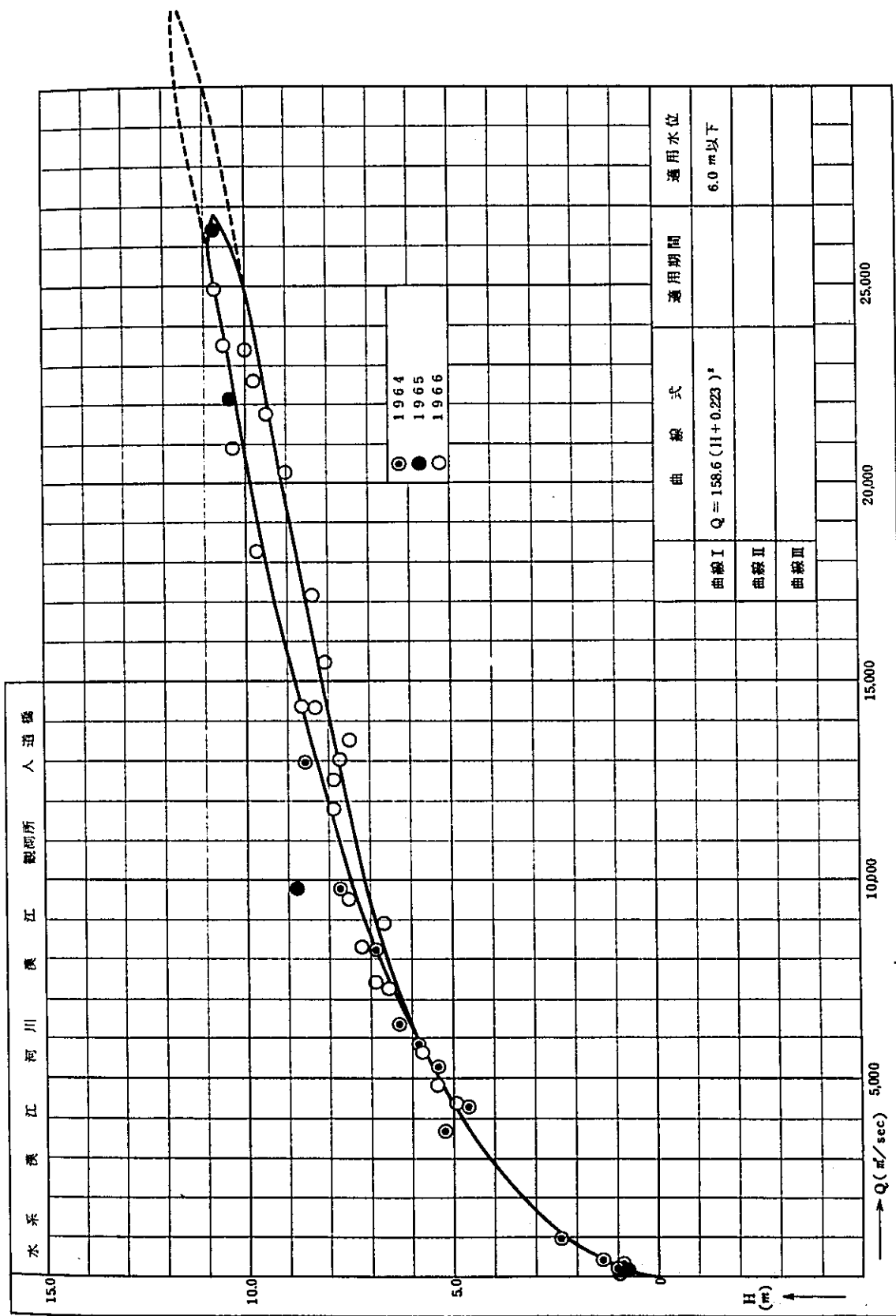


図-5-1の(2)水位流量曲線図

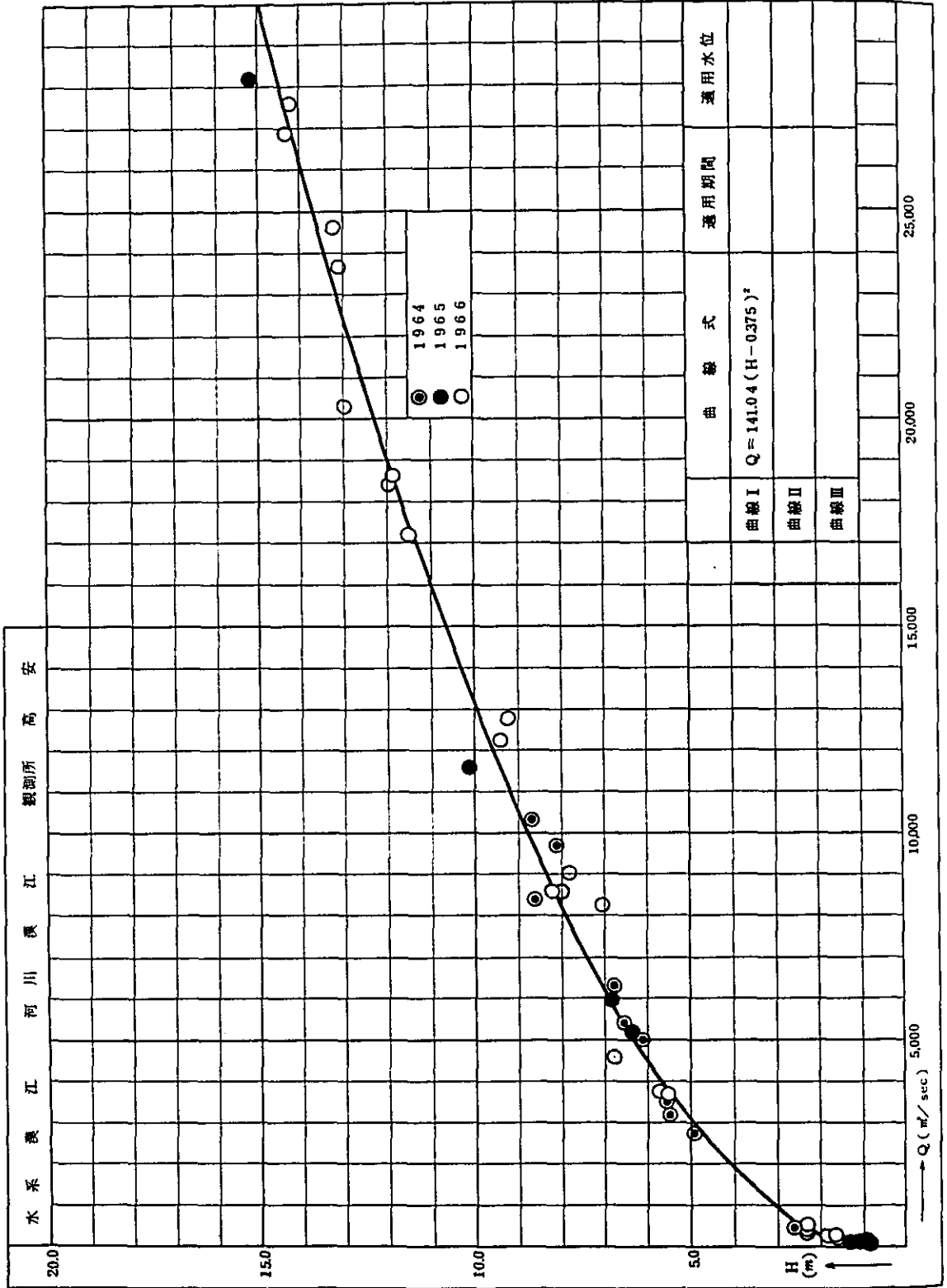


図-5-1の(3)水位流量綫曲線図

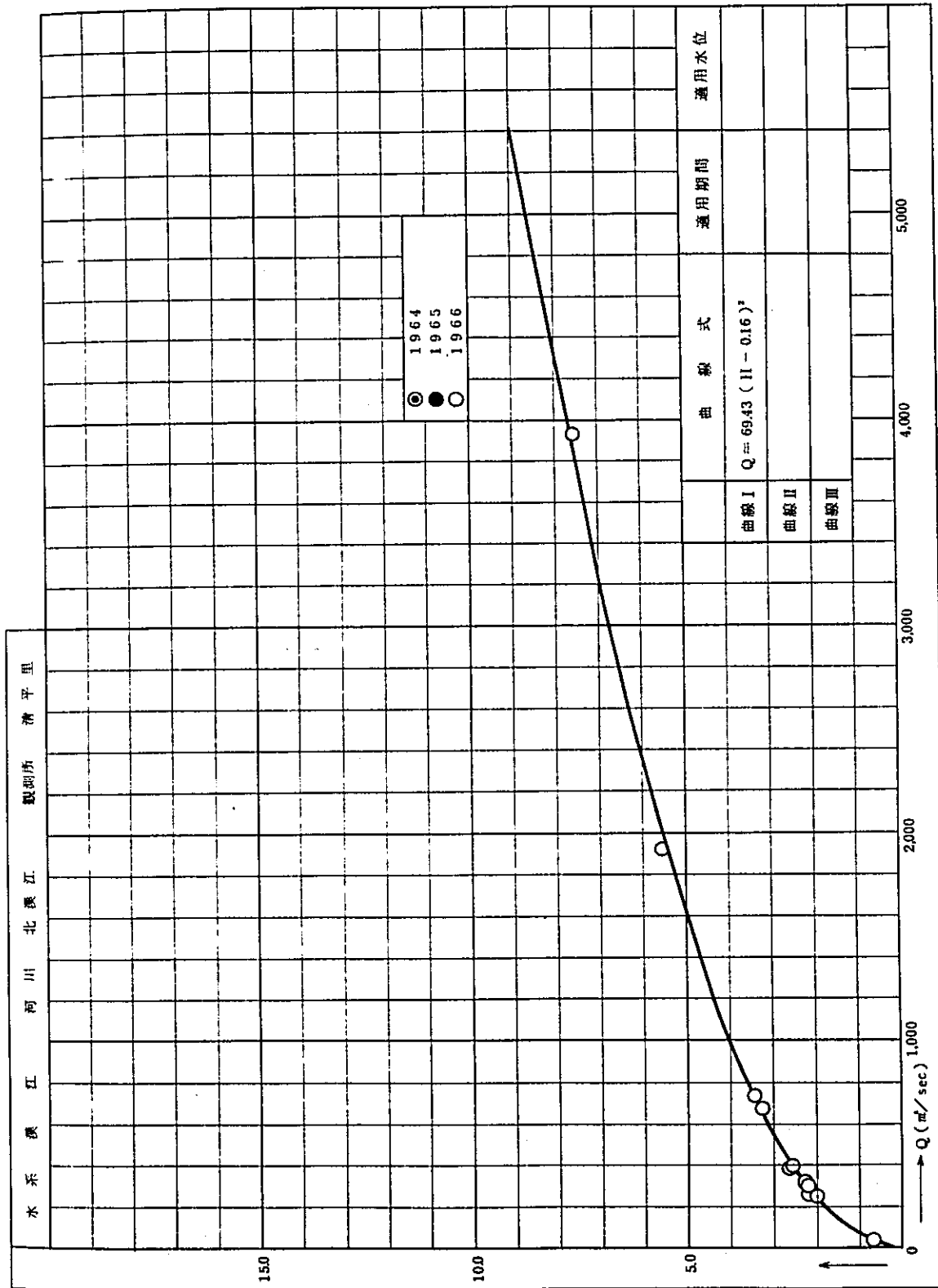


図 5-1 の(4) 水位流量曲線図

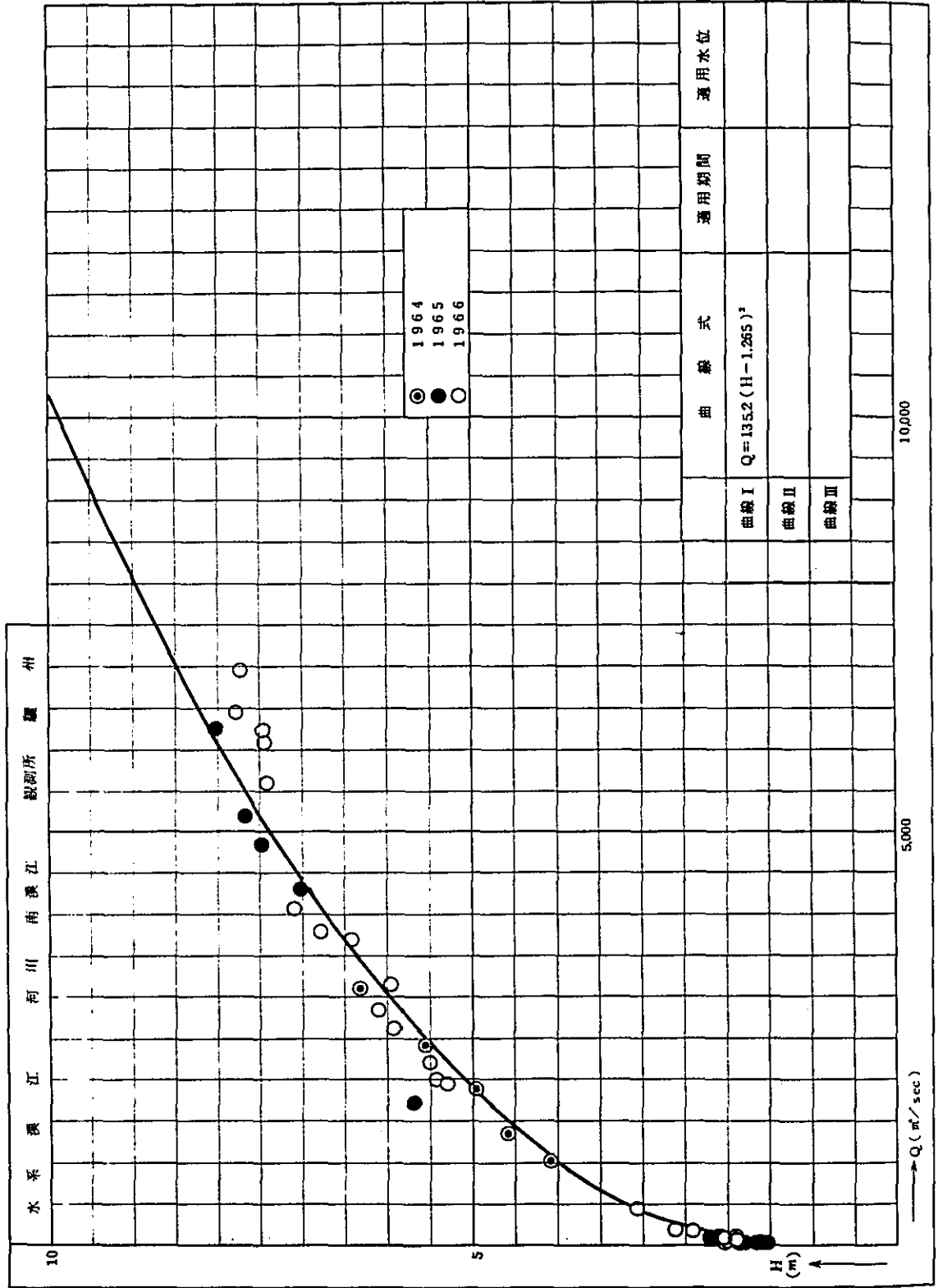


图 5-1 的(5) 水位流量曲线

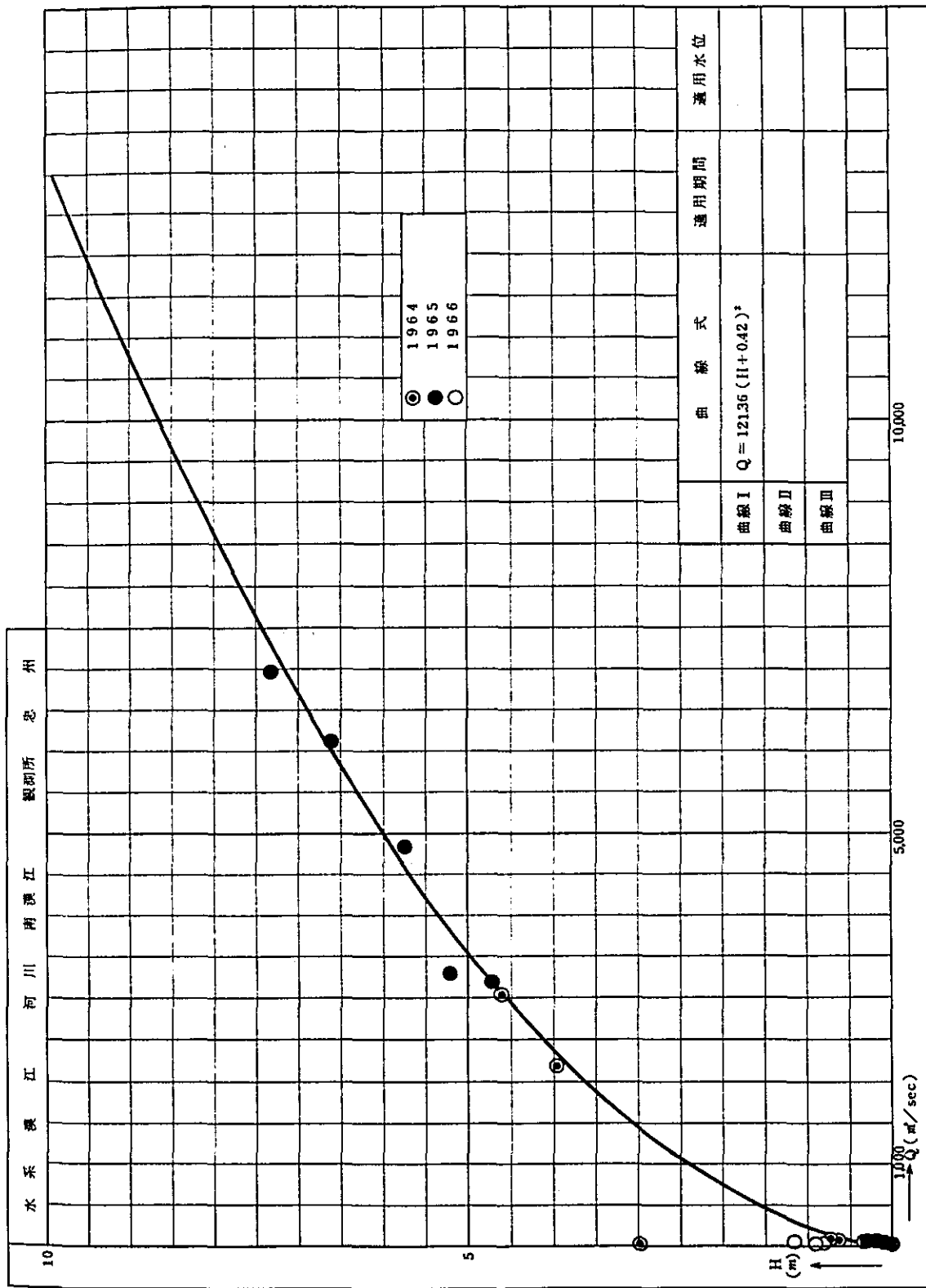
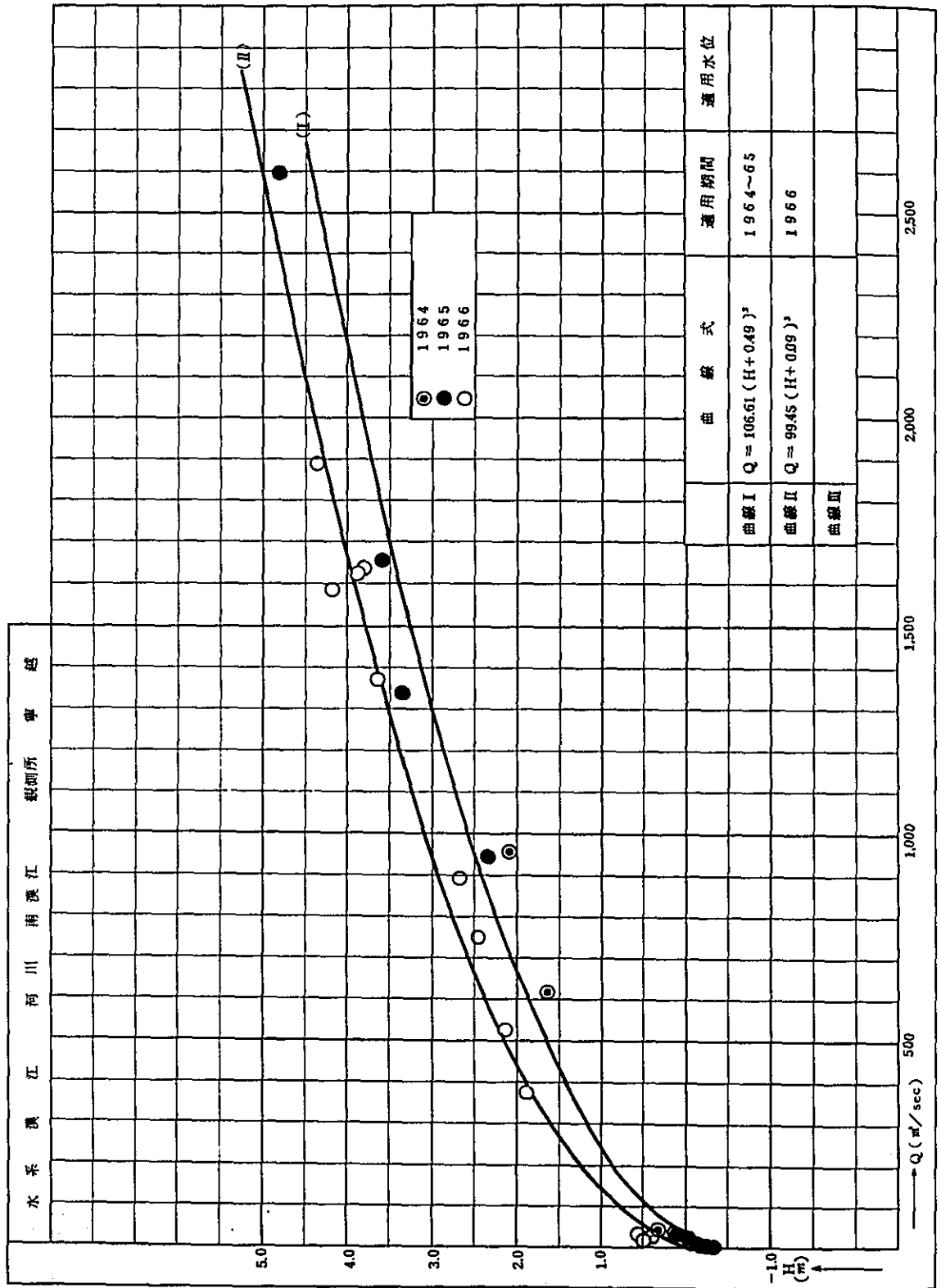


図-5-1の(6)水位流量曲線





## (5-2) 洪水流出計算 Model

### (5-2-1) 解析の方法

洪水流出の特性を把握することは洪水予報にとって最も基本的な課題である。そのために過去の洪水に関する水文資料が種々の観点から解析されなければならないが、一般的に資料の量が限られているため解析方法の選択が重要な要素となる。今までにいくつかの解析方法が提案されているが、この研究が目的とする、降雨量を入力として下流部の洪水を予報する方式(雨量法)を確立するために必要な解析方法の大要は、観測された降雨と流出量との間に物理的な法則性を見出し、これらの関係を特定の数式あるいは図式によって表現することである。ところが、流域の物理的条件は流域ごとに違っているため普遍的な手法はまだ確立されていない。

解析に際しての一般的な留意事項はつぎのとおりである。

- (1) 流域の流出機構を流域全体にわたって画一的に仮定する流出計算法では、それを適用できる流域の適正規模を知っておく必要がある。大きすぎると洪水流の伝播や河道の貯溜効果による影響が無視できなくなる。経験的には、それは $500\text{Km}^2$ 程度にとどめることが望ましく、大きくても $1000\text{Km}^2$ が限度である。大流域の河川を対象とする場合にはいくつかの小流域に分割して流出計算を行えばよい。
- (2) 流域からの流出は山地流域と平地流域とではそれぞれ特性が異なる。山地流域では雨水量が山腹斜面を流下・浸透するのが流出の主成分であるため、浸透を考慮し、さらに Manning などの流れの式から model 化された計算法が適している。
- (3) 降雨強度およびその継続時間が変ると同一の流域でもその中で起っている現象の性質が変化することがある。したがって、ただ1つの洪水を対象とせず大小いろいろの洪水について解析を実施して、洪水出現象の実態が把握されなければならない。
- (4) 解析方法の選択に際しては、その方法が流域の特性を適確に表現できるかどうかという点だけではなく、洪水予法を実施するために有利であるかどうかについても十分検討する必要がある。

現在、降雨から流出量を推算するために提案されている代表的な方法にはつぎのようなものがある。

- (a) 単位図法
- (b) Tank - Model 法
- (c) 貯溜関数法
- (d) 流出関数法
- (e) 特性曲線法

これらの方法には、それぞれ特徴があって優劣をつけにくいだが、漢江の洪水予報には貯溜関数法がつぎのような理由で最も有利であると考えられる。

- (1) 計算に必要な定数の数が少なく、過去の洪水の降雨および流出に関する資料を使って

これらを推算することができる。

- (2) 数値解法による計算が可能であるため、digital 式の電子計算機を利用して膨大な情報を短時間に正確に処理することができる。
- (3) 流域、河道および貯水池のいずれに対しても適用が可能である。
- (4) 任意の時刻の流出量は、その時刻の降雨量と1時間前の実測流量だけ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に差異が生じても修正が容易である。

この方法は現在日本において最も広く使用されており、その理論的考察および実用的計算方法については、この方法の提案者である木村俊晃氏の論文その他に詳しく紹介されているのでそれらの文献を参照されたい。

#### (5-2-2) 流域の分割

洪水予報の観点から最も重要な地点であり、この解析の対象となる流域の最下流地点である人道橋から上流の漢江の流域面積は25,000Km<sup>2</sup>である。ところが、洪水解析を実施する際の留意事項の1つとしてすでに述べられているように、流出計算の対象として許される流域面積は1,000Km<sup>2</sup>が限度であり、いままでの実例によると、貯留関数法の場合はだいたい500Km<sup>2</sup>以下の小流域に分割して計算を行なっている例が多い。このように考えると、人道橋上流域は少なくとも25~50の小流域に分割されなければならない。しかしながら実際の分割にあたってはこうした経験的な配慮のほかにつきのような事項に留意する必要がある。

- (1) 地形的特性（流域界、流路の延長および勾配など）
- (2) 河道の構成
- (3) 降雨の分布特性
- (4) 水位、流量観測所の位置
- (5) 解析のための資料の整備状況
- (6) 既設および計画中のdamの位置
- (7) 洪水予報のための入出力地点

これらの点を考慮して、人道橋上流域は図-5-2に示されるように29の小流域に分割された。

一方、河道に関しては、小流域内の河道の貯留効果の影響が大きいと考えられる場合には上流流域の流出点から当該流域の流出点までの河道を1つの河道区間とし、この部分に1つの河道貯留関数が設定される。これらの河道は全部で22設定され、その状況は図-5-2に示されている。

#### (5-2-3) Modelの組み立て

洪水解析および洪水予報のための流出計算Modelは(5-2-2)で設定された小流域ならびに河道を配列することによって組み立てられるが、この配列が実際の流出現象に

できるだけ近い形で実施されなければならないことはいうまでもない。配列の基本的な pattern には次図に示される 2つの場合がある。

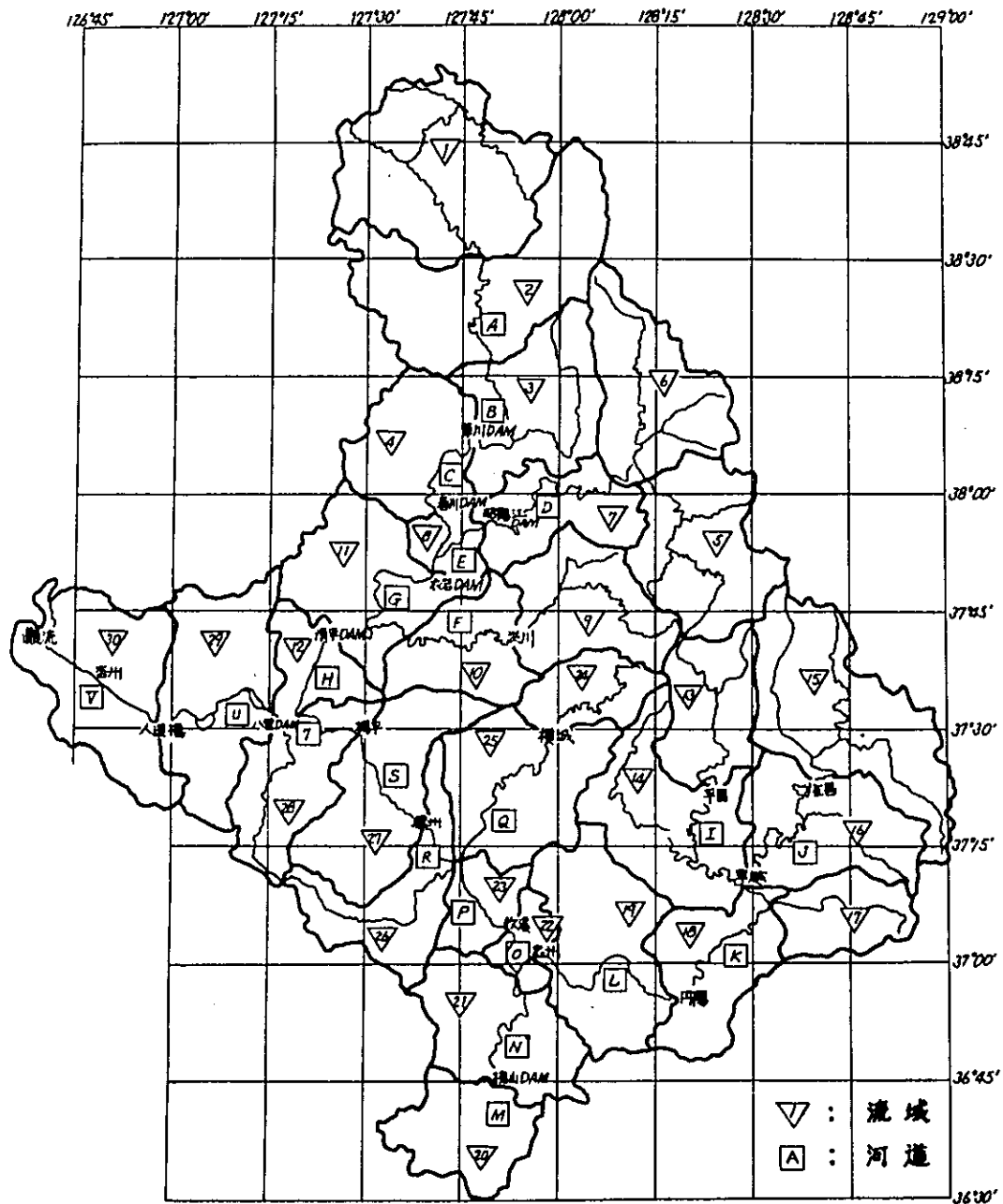
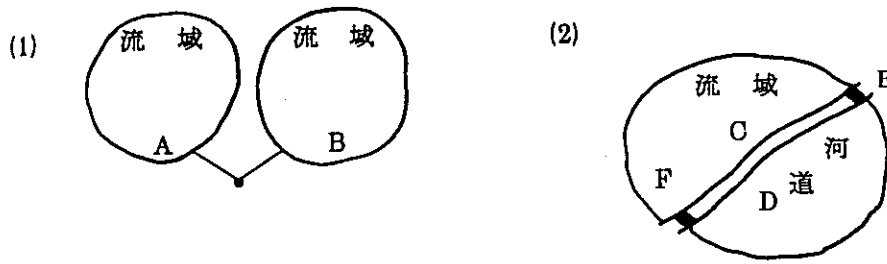
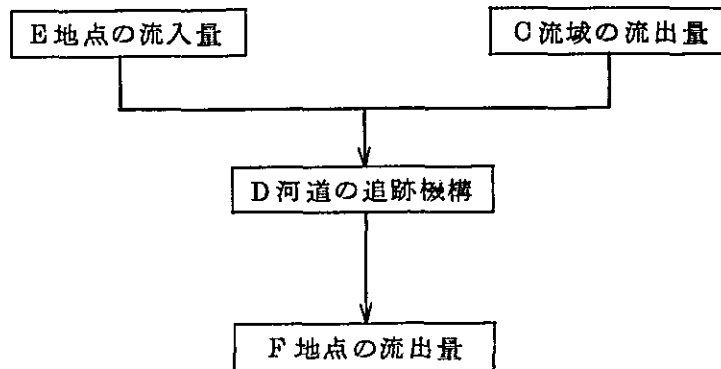


図-5-2 流域分割図

(1)については、実際の合流関係をそのまま再現すればよく、遅滞時間をはじめとする流域固有の定数の設定を誤らなければとくに問題はない。(2)については、流域と河道の前後関係の取扱いが問題となるが次図に示されるように仮定するのが妥当であると考えられる。



これは貯溜関数を用いて流出計算Modelを作成するときには一般的に設けられる仮定であって、今日までの経験では実用上とくに問題になった例はない。このほか、洪水解析における計算値の検証地点あるいは洪水予報のための入出力地点としていくつかの水位・流量観測所がModelの中に挿入された。このようにして組み立てられた人道橋上流域の流出計算Modelの模式図は図-5-3のとおりである。

なお、演算時間の短縮、演算の正確さ、将来におけるSystemの拡張性（例えば貯水池操作などを予報Systemの中にとり入れる）などを考慮すると、このModelによる洪水解析および洪水予報に必要な計算は電子計算機を用いて実施することが最も有利である。

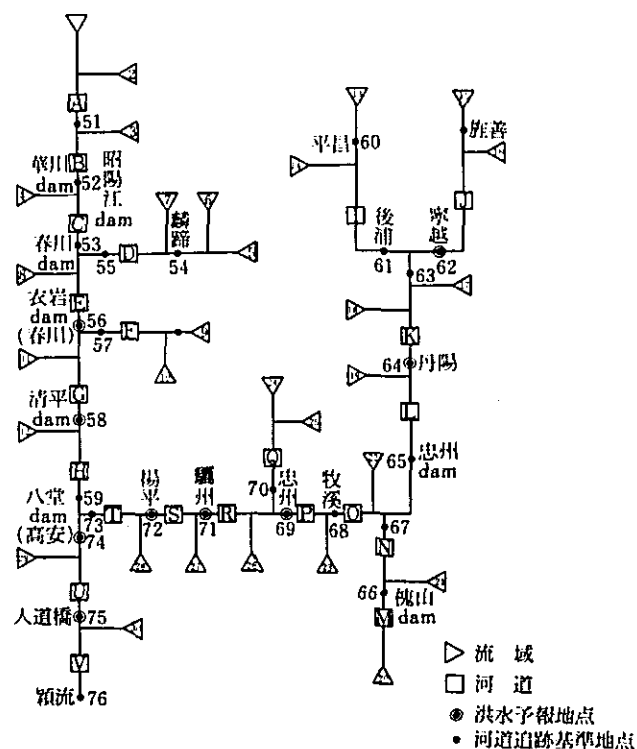


図-5-3 漢江流出Model図

(5-3) 定数解析

(5-3-1) 流域の貯溜関数

流域の貯溜関数の基本式は、流域貯溜量 $S_l$ 、流出量 $Q_l$ をともに流域面積 $f \cdot A$ で除し、単位貯溜高 $s_l$ および単位流出高 $q_l$ を変数とし、流出域・浸透域それぞれについて、次式を基本式とする。

$$s_l = K q_l^p \quad (\text{運動の式}) \quad (1)$$

$$r_{ave} - q_l = \frac{d s_l}{d t} \quad (\text{連続の式}) \quad (2)$$

$$Q_l(t) = Q(t + T_l) \quad (3)$$

流域の流出計算においては有効雨量の推定のために一次流出率 $f_1$ 、飽和雨量 $R_{sa}$ などの指標が使われる。

貯溜関数計算における流域からの流出は、洪水流出と基底流出から成り、洪水流出は Manning の平均流速公式を運動方程式とする表面流であるとしている。また流域内の各地点は降雨量が増加すると、最初はすべての地域で浸透する状態から一部の地域で浸透し、他の地域で流出する状態（流出点）になり、さらにすべての地域で流出する状態（飽和点）に移行すると考える。流出点までの雨量は無視できるほど小さく、流出点から飽和点までの間の流出を一次流出といい、これに対応する流域面積を一次流出面積 $f_1 \cdot A$  ( $A: K m^2$ ) として流出域とよび、他の流域を浸透域とよぶ。

一次流出面積と全流域面積の比 $f_1$ を一次流出率、飽和点に達した後の流出面積と全流域面積の比を飽和流出率 $f_{sa}$  といひ $f_{sa} \approx 1$ と仮定する。また飽和点に達したときの雨量を飽和雨量 $R_{sa}$ という。

以上により、流域からの流出量 $Q_l$ は基底流量 $Q_i$ を含めて(4)式により計算する。

$$Q_l = \frac{1}{3.6} f_1 \cdot A \cdot q_l + \frac{1}{3.6} (1 - f_1) \cdot A \cdot q_{sa} + Q_i \quad (4)$$

$q_l$  : 全降雨による単位流出高

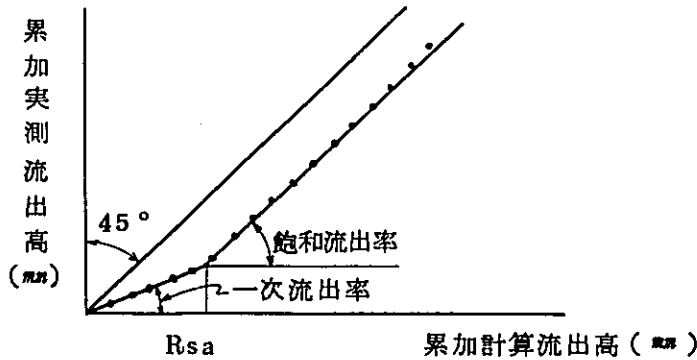
$q_{sa}$  : 飽和点以後の降雨による流出高

(1) 一次流出率 ( $f_1$ )、飽和流出率 ( $f_{sa}$ ) および飽和雨量 ( $R_{sa}$ )

洪水流出計算における有効雨量の推定は、降雨時の損失現象の実態が非常に不明確であるため多くの仮定によっている。貯溜関数法では流域を、流出、浸透の2流域に分け浸透域における有効降雨量が降雨強度とは無関係に累加雨量が飽和雨量 ( $R_{sa}$ ) に達するまでは0、達した後は損失なしの全降雨量と仮定している。これは損失現象を必ずしも明確な物理的意味に基づいて表現している訳ではない。

解析対象洪水の $f_1$ や $R_{sa}$ を求める方法は種々あるが、その一例に累加曲線による方法がある。この方法では図-Aで示すように計算流出高の累加値 $\int_0^t q_c \cdot dt$ と、実測流出高の累加値 $\int_0^t q_o \cdot dt$ との関連から流出状態の変化点を求め、 $f_1$ や $R_{sa}$ を推定する。

図-A 累加曲線による方法



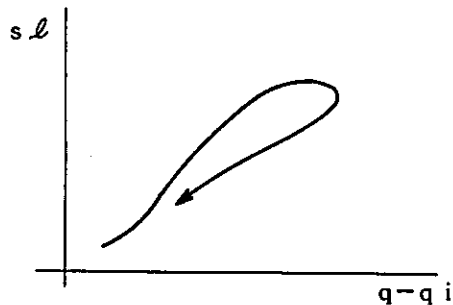
しかしこのようにして求めてみても流域の地質、流域状態及び降雨の規模等により求めた値は一定値を示さないことが多い。

漢江についてもこの解析を試みたが、細分割流域については、その流域の固有の実測流量 ( $Q-t$ )、 $H-Q$  曲線等資料が不備であったため、やむをえずこれ等を推定値で代替したが、納得のいく結果は得られなかった。このため解析の第1近似値として経験的に知られる範囲内で表-5-3の(1)に示す値を仮定しこれを用いた。

(2) 遅滞時間 ( $T_l$ ) と  $K$ 、 $P$

遅滞時間  $T_l$  は貯溜関数法の定義により、流域貯溜量  $s_l$  と流出量  $q - q_i$  との関係が一価関数で表わされ、しかも  $q_l(t) = q(t + T_l)$  が成立するような遅滞時間をいう。したがって流域の実測流出 hydrograph と雨量資料から、 $T_l$  を適当に仮定し、貯溜量  $s_l$  と流出量  $q - q_i$  を求め下図のようにこれを Plot し、 $s_l - (q - q_i)$  の関係が一価関数となるように  $T_l$  を定めればよい。すなわち図-Bの場合、貯溜量と

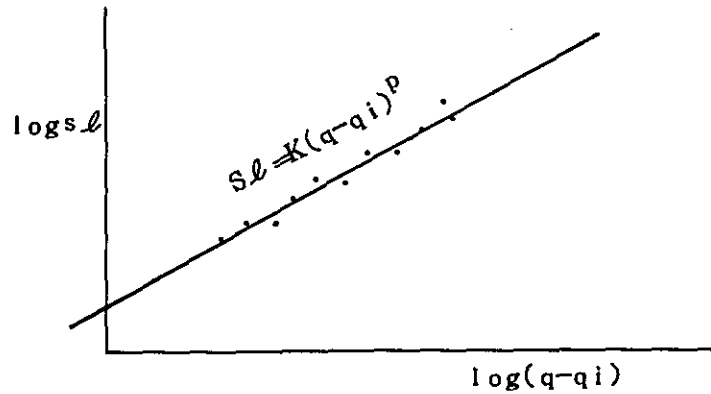
図-B 仮定した  $T_l$  による貯溜量曲線



流出量が loop を描き一価関数となっていない。このような場合は、これが一価関数となるまで  $T_l$  の仮定値を変えることになる。

次に直接流出高と貯溜高との両対数値を直線近似 (図-C) して最小2乗法によりその切片と勾配を求め、定数  $K$  および  $P$  を求めることが出来る。

図-0 流域の貯溜関数



利根川ではこのようにして雨量及び流量資料のあるいくつかの分割流域について、その流域最大支川の流域特性と、 $T_l$ 、 $K$ 、 $P$ それぞれとの関係を求め、(5)~(7)式を導いた。

$$T_l = 0.0506L - 0.31 \quad (5)$$

$$K = 118.84 \cdot (i^{-1})^{-0.300} \quad (6)$$

$$P = 0.175 \cdot (i^{-1})^{0.235} \quad (7)$$

$L$  : 流路延長 (Km)

$i$  : 流域勾配

漢江でも資料の得られた2、3の流域について貯溜量と流出量との関係から、 $T_l$ 、 $K$ 、 $P$ を求めてみたが、これから漢江全体の定数を推定することは困難であり、利根川式により算定することにした。その結果を表-5-3の(1)に示す。

### (5-3-2) 河道の貯溜関数

河道における貯溜関数の基本式は、洪水流の貯溜関数と呼ばれる運動の式と連続の式よりなり(8)~(10)式で表わされる。

$$S_l = K O_l^P - T_l O_l \quad (\text{運動の式}) \quad (8)$$

$$I - O_l = \frac{dS_l}{dt} \quad (\text{連続の式}) \quad (9)$$

$$O_l(t) = O(t + T_l) \quad (10)$$

$S_l$  : みかけの貯溜量

$O_l$  : 流量が区間  $i \sim o$  の平均流量となる点  $l$  の流量

$I$  : 流入点  $i$  における流量

$O_l$  は具体的には流入点  $i$  と流出点  $o$  までの区間のいずれかの地点で流量が区間  $i \sim o$  の平均流量と同値を示す点  $l$  の流量であり、この点  $l$  での流量  $O_l(t)$  が流出点  $o$  に  $T_l$  時間後に変形せずに現われるものとして、(10)式が成立する。また、みかけの貯溜量  $S_l$  は、 $i \sim l$  間における貯溜量を表わす。

河道の貯溜関数は、その河道の特性を表わすもので、流域と同様な方法で  $K$ 、 $P$ 、 $T_l$

等の定数を求めることが出来るが、ここでは、河道の断面等を仮定して次のようにして求めた。

すなわち前述の基本式と(11)式及び

$$\varphi_s = \varphi + T \ell = T p \quad (11)$$

$\varphi_s$  : 定数の貯溜関数

$\varphi$  : 洪水流の貯溜関数

$T p$  : 洪水頂点 ( $\frac{\partial H}{\partial t} = 0$ ) の到達時間

河道の断面を長方形断面として仮定し Manning の式を変形した(12)式を用い、これを(11)式に代入して得られる(13)式から

$$\varphi(s) = T p = K_s \cdot O^{-0.4} \quad (12)$$

$$K_s = 0.185 \cdot L \cdot b^{0.4} \cdot (i^{-1})^{0.3} n^{0.6}$$

$b$  : 河巾

$i$  : 河床勾配

$n$  : 粗度係数

$$\varphi = K_s \cdot O^{-0.4} - T \ell \quad (13)$$

貯溜量  $S$  は(13)式を積分して、(14)式のようになる。

$$S = \varphi d O = 1.67 K_s O^{0.6} - T \ell \cdot O \quad (14)$$

したがって、貯溜関数  $\varphi$  を算定するためには、各河道追跡区間の河巾( $b$ )、水面勾配( $i$ )、粗度係数( $n$ )が分ればよく、

定数  $K$ 、 $P$  は、 $P = 0.6$ 、 $K = 1.67 \cdot K_s$  として求まり、遅滞時間については、前述の(11)式の  $T \ell = \varphi_s - \varphi$  から計算することが出来る。利根川ではこのようにして得られた遅滞時間 ( $T \ell$ ) と河道延長 ( $L$ ) および河床勾配 ( $i$ ) との関係より次式を導いた。

$$T \ell = 0.00165 L \cdot i^{-0.5} \quad (15)$$

漢江における各河道の貯溜関数の定数  $K$ 、 $P$  については(12)~(14)式により求め、 $T \ell$  については利根川式により求めた。ただし粗度係数については、実測流量資料から求めた  $n$  を参考に次式を推定し、これによった。これらの関係は図-5-4に示されている。

$$n = 0.1 - 0.02 \log(i^{-1}) \quad (16)$$

以上により得られた各河道の河道特性と貯溜関数の定数を表-5-3に示す。

参考文献 流出計算例題集 2 (建設省水文研究会編) 昭和46年5月

利根川上流域の貯水池群計画に関する解析

(建設省利根川ダム統合管理事務所) 昭和43年6月



表-5-3 の(1) 漢江における流域特性と貯留関数

NO.	K	P	TL	STL	F1	FSA	QB	RSA	ALPHA	A K <sup>m</sup>	DIS K <sup>m</sup>	1/I
1	29.762	0.517	3.991	22.750	0.500	1.000	15.6	20.0	1.000	1,565.00	85.00	101.00
2	35.335	0.452	3.687	22.446	0.500	1.000	15.4	20.0	1.000	1,542.00	79.00	57.00
3	34.971	0.456	2.827	19.948	0.500	1.000	9.6	20.0	1.000	963.00	62.00	59.00
4	41.630	0.398	1.259	16.918	0.500	1.000	7.7	20.0	1.000	767.00	31.00	33.00
5	31.233	0.498	3.333	19.147	0.500	1.000	10.2	20.0	1.000	1,024.00	72.00	86.00
6	31.018	0.501	3.789	19.602	0.500	1.000	10.0	20.0	1.000	1,001.00	81.00	88.00
7	48.379	0.354	0.702	16.516	0.500	1.000	6.3	20.0	1.000	626.00	20.00	20.00
8	46.392	0.365	0.247	13.695	0.500	1.000	2.7	20.0	1.000	274.00	11.00	23.00
9	31.016	0.501	3.384	18.354	0.500	1.000	9.0	20.0	1.000	901.00	73.00	88.00
10	34.971	0.456	0.955	15.925	0.500	1.000	6.3	20.0	1.000	632.00	25.00	59.00
11	38.452	0.423	1.461	14.120	0.500	1.000	10.1	20.0	1.000	1,011.00	35.00	43.00
12	45.804	0.369	0.601	10.479	0.500	1.000	3.9	20.0	1.000	392.00	18.00	24.00
13	38.188	0.426	1.815	28.621	0.500	1.000	6.9	20.0	1.000	691.00	42.00	44.00
14	32.286	0.485	2.928	29.066	0.500	1.000	11.0	20.0	1.000	1,100.00	64.00	77.00
15	31.018	0.501	4.598	29.404	0.500	1.000	14.3	20.0	1.000	1,435.00	97.00	88.00
16	39.296	0.416	1.967	26.772	0.500	1.000	9.8	20.0	1.000	977.00	45.00	40.00
17	38.452	0.423	2.271	24.384	0.500	1.000	5.0	20.0	1.000	503.00	51.00	43.00
18	47.015	0.362	0.702	22.815	0.500	1.000	8.2	20.0	1.000	823.00	20.00	222.00
19	35.151	0.454	2.878	22.466	0.500	1.000	11.2	20.0	1.000	1,116.00	63.00	58.00
20	25.458	0.584	2.524	22.190	0.500	1.000	6.6	20.0	1.000	660.00	56.00	170.00
21	32.286	0.485	0.904	19.845	0.500	1.000	9.9	20.0	1.000	989.00	24.00	77.00
22	45.804	0.369	0.449	17.162	0.500	1.000	2.1	20.0	1.000	210.00	15.00	24.00
23	40.558	0.406	0.753	16.376	0.500	1.000	3.6	20.0	1.000	356.00	21.00	36.00
24	37.682	0.430	1.866	18.148	0.500	1.000	4.4	20.0	1.000	440.00	43.00	45.00
25	42.838	0.389	0.955	17.238	0.500	1.000	10.4	20.0	1.000	1,039.00	25.00	30.00
26	26.224	0.571	2.827	16.683	0.500	1.000	7.6	20.0	1.000	756.00	62.00	154.00
27	35.151	0.454	1.815	14.480	0.500	1.000	10.7	20.0	1.000	1,066.00	42.00	58.00
28	26.703	0.563	2.220	12.419	0.500	1.000	7.6	20.0	1.000	764.00	50.00	145.00
29	30.810	0.503	1.663	9.369	0.500	1.000	12.1	20.0	1.000	1,215.00	39.00	90.00
30	35.335	0.452	1.512	5.340	0.500	1.000	11.2	20.0	1.000	1,117.00	36.00	57.00

STL: 累加遅滞時間 (hr)  
 QB: 最低流量 (m<sup>3</sup>/sec)  
 ALPHA: 降雨の拡大率  
 A: 流域面積 (K<sup>m</sup>)  
 D: 支川延長 (K<sup>m</sup>)  
 I: 流域勾配

表-5-3の(2) 漢江の河道特性と貯留関数

NO	記号	K	P	TL	STL	DIS	B	1/I	N
1	A	129.938	0.600	1.688	18.759	41.00	300.00	586.00	0.04464
2	B	126.305	0.600	1.461	17.121	38.00	350.00	543.00	0.04530
3	C	152.923	0.600	2.212	15.660	33.00	500.00	1,650.00	0.03565
4	D	180.182	0.600	2.366	15.814	58.00	280.00	611.00	0.04428
5	E	68.516	0.600	0.789	16.443	19.00	400.00	633.00	0.04397
6	F	134.366	0.600	2.311	14.970	49.00	180.00	817.00	0.04176
7	G	183.101	0.600	2.781	12.659	44.00	400.00	1,467.00	0.03667
8	H	141.105	0.600	2.173	9.879	26.76	600.00	2,422.00	0.03232
9	I	60.488	0.600	0.668	26.806	27.00	200.00	225.00	0.05296
10	J	251.861	0.600	4.024	26.138	70.00	300.00	1,214.00	0.03832
11	K	161.272	0.600	2.692	24.805	67.00	150.00	593.00	0.04454
12	L	172.380	0.600	2.525	22.113	56.00	250.00	747.00	0.04253
13	M	204.548	0.600	2.875	19.588	54.34	360.00	1,028.00	0.03976
14	N	49.191	0.600	0.726	19.667	22.00	150.00	400.00	0.04796
15	O	130.893	0.600	2.227	18.941	45.00	200.00	900.00	0.04092
16	P	72.572	0.600	1.090	16.713	16.58	440.00	1,588.00	0.03598
17	Q	116.136	0.600	1.767	15.623	24.80	490.00	1,865.00	0.03459
18	R	174.274	0.600	2.427	16.283	52.00	300.00	800.00	0.04194
19	S	78.365	0.600	1.191	13.856	15.22	580.00	2,251.00	0.03295
20	T	154.292	0.600	2.465	12.664	27.63	650.00	2,924.00	0.03068
21	U	157.619	0.600	2.493	10.199	26.61	730.00	3,225.00	0.02983
22	V	279.780	0.600	3.878	7.706	40.48	1,060.00	3,374.00	0.02944
23	W	298.647	0.600	3.828	3.828	33.51	1,810.00	4,793.00	0.02639

STL: 累加遅滞時間 (hr)

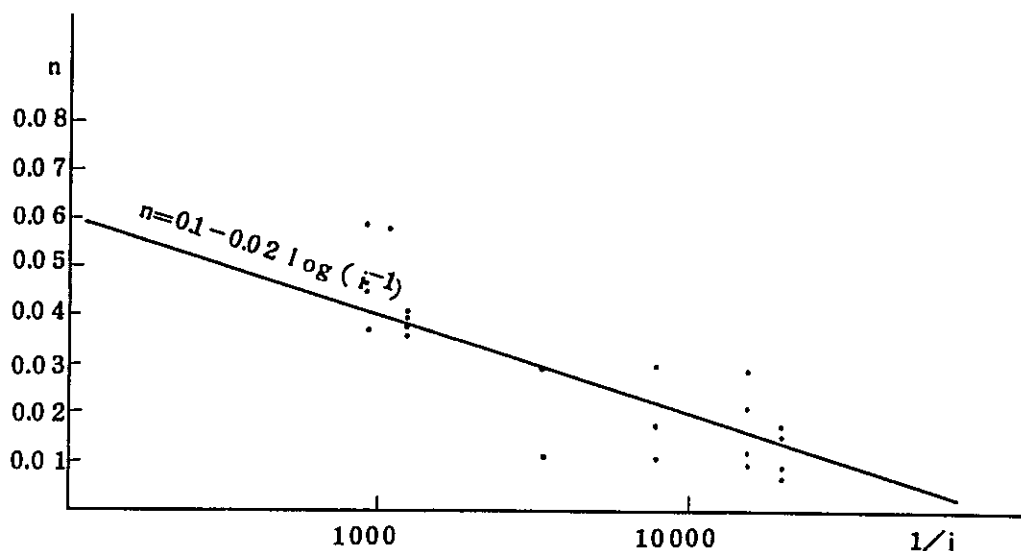
DIS: 河道延長 (Km)

B: 河道巾 (m)

I: 河道の水面勾配

N: Manningの粗度係数

図-5-4 平均河床勾配と粗度係数の相関図



### (5-3-3) 定数の検証

流域と河道について求めた定数により、解析対象洪水の流出計算を行った結果は、図-5-5の通りである。

流出計算を行うにあたっては、各 dam が全て利水目的の dam であり、しかも dam の操作 rule がわからないことから、流出計算結果にきわめて大きな影響を与える華川 dam のみを考慮し、他は、常に満杯であるとした。すなわち華川 dam 地点では、その放流量を与え他の dam については流入量と放流量が等しいと仮定した。そのため、清平、春川、衣岩、清平の各 dam の操作の影響が無視できない場合には、計算波形と実測波形とは合致しない。

実測流量は H-Q 資料の良くそろっている人道橋、清平、驪州について水位より推定し、これらの地点で計算流量と検証した。



1965年

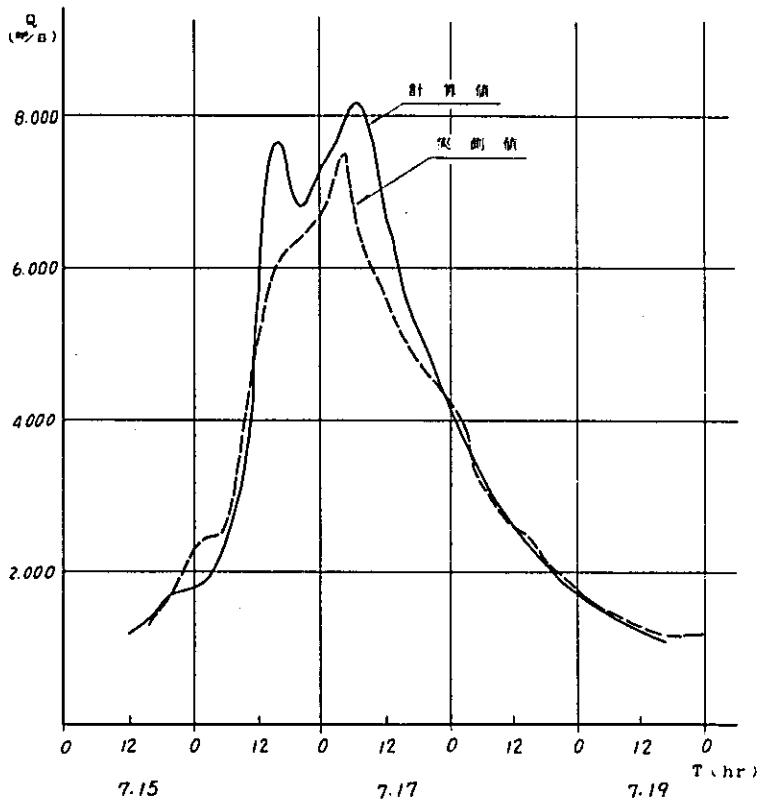


図-5-5の(3) 1965年洪水(驪州)

1966年

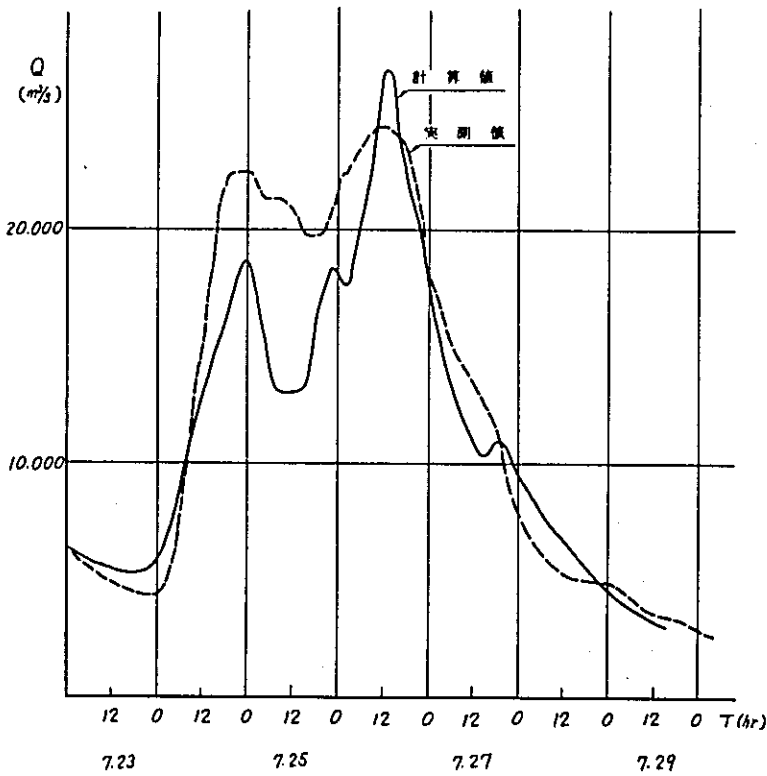


図-5-5の(4) 1966年洪水(人道橋)

1966年

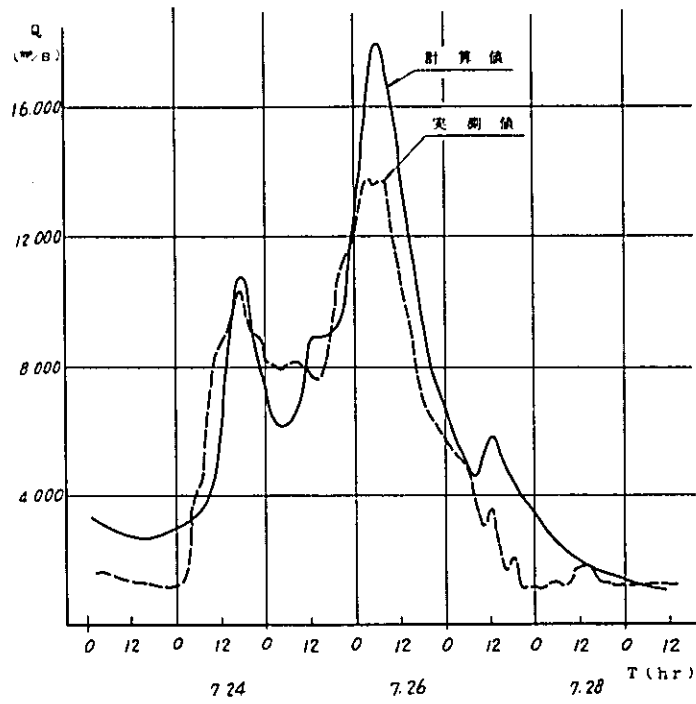


図-5-5の(5) 1966年洪水(清平)

1966年

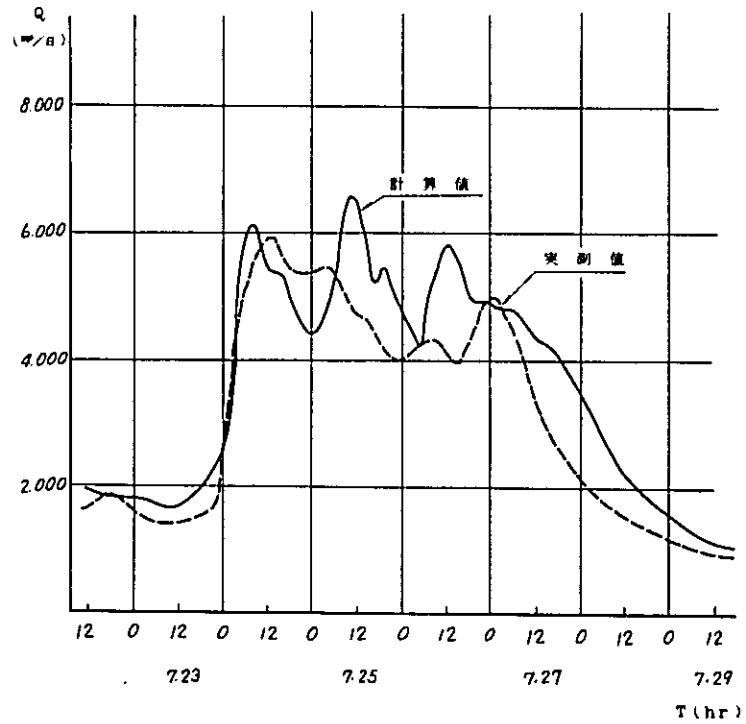
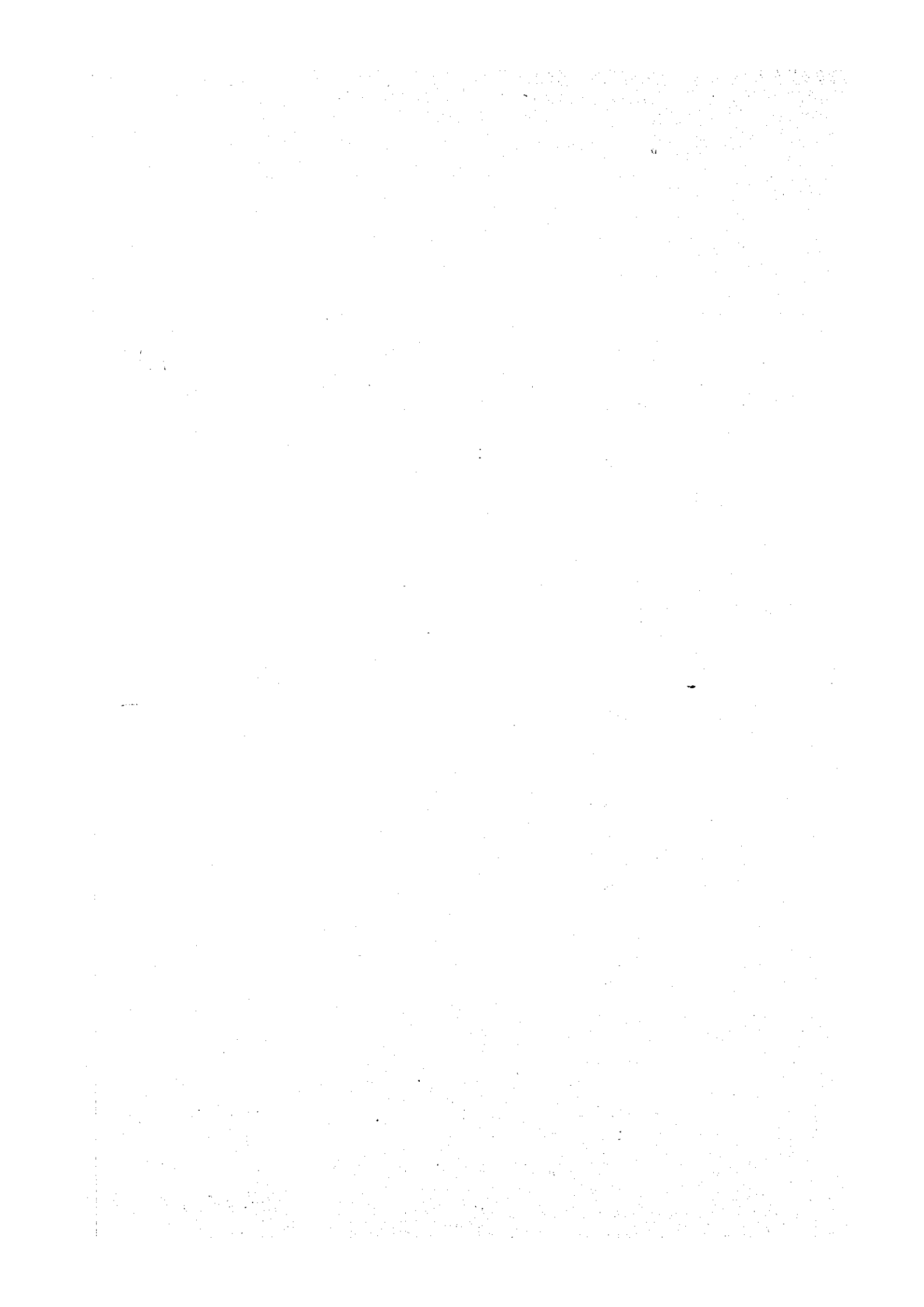


図-5-5の(6) 1966年洪水(驪州)

## 第6章 新しい洪水予測方式





## 第6章 調査団の提案した洪水予測方式

### (6-1) 予測対象地域

#### (6-1-1) 主要被災地域<sup>(2)</sup>

漢江流域では年々かなりの水害をうけており、北漢江、南漢江それぞれの氾濫区域でも甚しいが、最も被害の大きい地域は八堂狭作部下流の高度に開発され、人口密度の高い氾濫区域である。主要な被災地としては漢江下流部の Seoul 特別市をはじめとして北漢江沿岸の春川、加平、洪水と南漢江沿岸の忠州、驪州、楊平の諸都市を中心とする地域である。大集約農業地域は北、南漢江合流点から下流の漢江沿岸、合流点から約15 Km 上流に展開する北漢江下流沿岸および黒川江合流点から蟾江合流点までの南漢江下流沿岸に存在する。これらの主要な氾濫区域の過去の被災の状況あるいは今後の被災の可能性の概要はつぎのとおりである。

#### ① 北漢江

顕著な被害が生ずる最上流部の地域は春川周辺である。春川から清平までの氾濫区域の大部分は衣岩および清平貯水池の湛水区域となっている。清平 dam の下流の地域は河川に接近して土地が広く開発されており被災の可能性も大きい。北、南漢江合流点には1977年に八堂 dam が建設された。衣岩、清平およびこの八堂 dam による湛水区域を除けば、北漢江の全氾濫面積は約3,600 ha となる。このうち農業地域が2,600 ha で全体の70%以上を占めている。また、河川沿いの高速道路、一般道路、橋梁、鉄道も被害をうけ、しばしば長期にわたる交通の渋滞が生じる。

#### ② 南漢江

南漢江の氾濫区域は北、南漢江合流点から忠州にかけて展開している。氾濫面積は約10,500 ha で、このうち全体の68%に相当する7,100 ha が耕地である。このあたり一帯の広い谷は耕地として理想的であり、古くから農業が発達し、今日でもそれはこの地域の最も重要な産業である。主要な農地は忠州から蟾江合流点までの沿岸地域、驪州周辺の Geumdang の水田地域および南漢江流域最大の農業集約地域である驪州から約5 Km 下流の Ipo ならびに Hongchon 周辺地域である。また、合流点上流の狭俣部では、Burwon の水田地域のほかには耕地はほとんどない。氾濫区域の民家は中位の洪水位よりは高い所にあるが大洪水のときには浸水のおそれがある。両水里、富論、牧溪などは1965年、1966年の洪水には相当の被害をうけた。忠州と驪州の市街地も同年の洪水で冠水した。Jungang 鉄道、高速道路25号線および42号線の一部も1965年程度の大洪水時には浸食、冠水などの被害をうける。

脚注 (2) HRBS p.F-32 ~ F-37 より抜萃

### ③ 漢 江

北、南漢江合流点から下流部のMisari地域として知られる氾濫区域は7,300 haの面積をもつ。このMisari地域を通して合流点の上流まで右岸を走るJungang鉄道と高速道路6号線は大洪水に対してはほとんど無防備に近く、1925年の洪水時には水深2 mにも及ぶ浸食流のため6号線は4 Kmにわたって大被害をうけた。合流点から約15 Km下流で河は2つに分れ、大きな川中島(Misari島)を形成する。島の総面積は630 haで、島には240 haの耕地と120戸の家屋がある。1925年洪水には島は完全に冠水した。Misari島から広壮橋までの沿岸には、Mangvolri、Npyongri、Amsadong、Songpaといった農業地域がある。これらの地域は生産性の高い地域であるが、しばしば大被害をうける。広壮橋のすぐ下流で河は再び分流し、総面積820 haのJamsil島を形成する。島には370 haの耕地と400戸の家屋があるが、1925年の洪水で島は完全に冠水した。1972年現在、人口600万を擁するSeoul特別市は漢江の兩岸を占める。兩岸は5つの高速道路橋と3つの鉄道橋によって連絡されている。市内の主要な住居および商工業地域、高速道路、鉄道は堤防によって保護されるか、高地にある。兩岸には堤防があるが、郊外の河岸の近くに近年開発された住居および商工業地域の多くは無防備な低地にあるため大洪水時には被害をうける可能性がある。

#### (6-1-2) 予報対象地域と予報水位観測所

(6-1-1)の考察にもとづいて漢江流域調査報告書(HAN RIVER BASIN SURVEY)では、洪水予報という観点からではないが、治水の投資効果を評価する目的から漢江流域の氾濫区域が地形、水文特性、水理特性、地域の開発状況、経済特性などを考慮して図-6-1のように7つの区域に分割されている。表-6-1は各区域の想定被害規模を示したものである。ここに、北漢江の最上流域および南漢江の忠州から上流の地域は被害potentialが小さいという理由で研究の対象から除外されている。

一方、日本政府調査団は1972年6月10日から6月30日までの韓国滞在期間中に過去の洪水資料に関する研究と図-6-2に示されるような行程の5日間にわたる現地踏査を実施した結果、上記報告書における区域の設定が洪水予報という観点からも十分に妥当性のあることが確認されたほか、韓国建設部の技術者との討論を通じて、南漢江の忠州から上流の地域についても2~3の都市を洪水予報の対象として選定することが台意された。

ところで、このようにして選定された予報対象地域に対して洪水の規模に関する情報を洪水予報という形で提供するためには、その地域の被害規模と河川の水位との間に十分に密接な相関関係が成立するような予報水位観測所が設定されなければならない。し

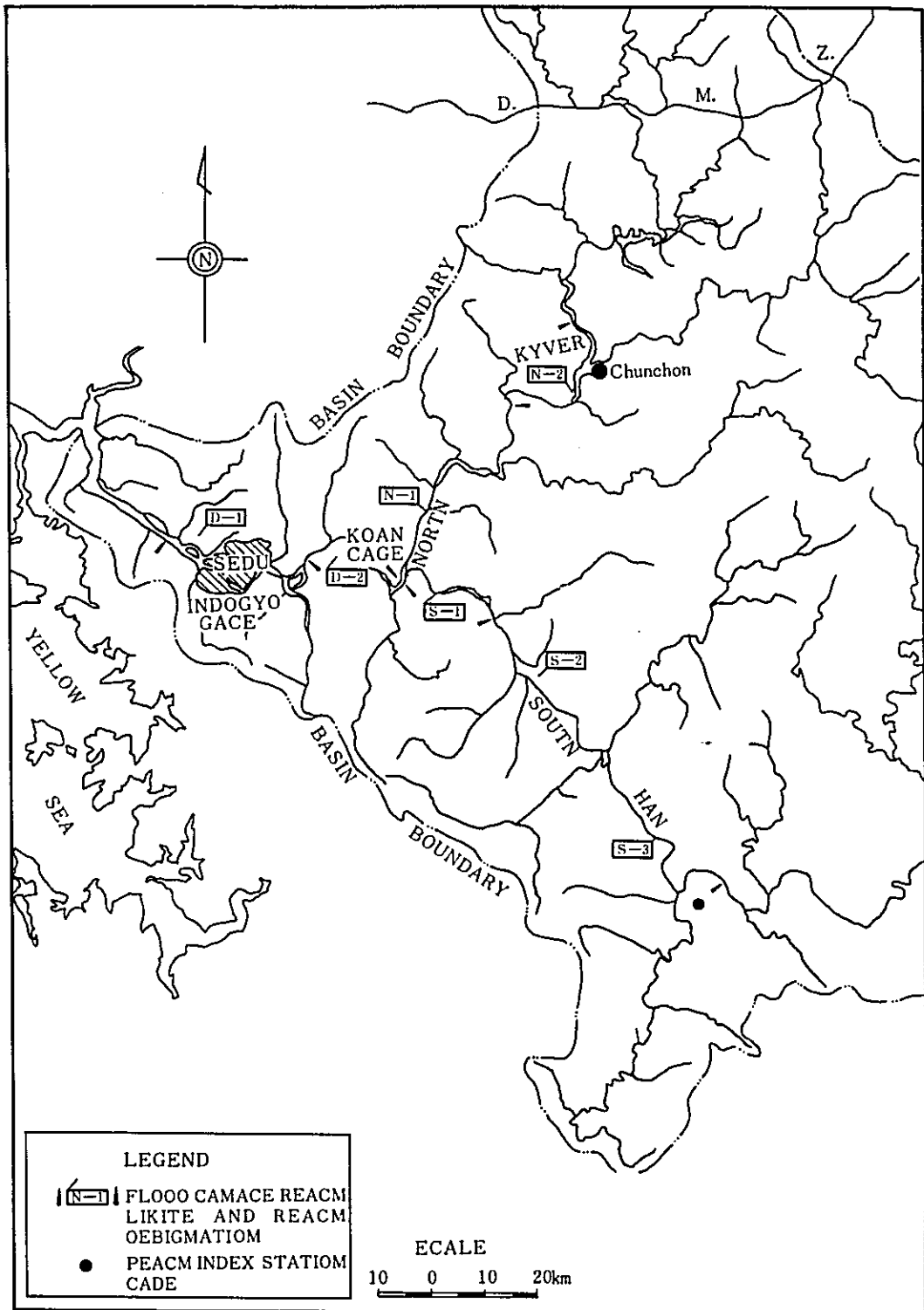
脚注 (29) HRBS p.F94

かしながら、実際問題として、ある観測所の水位記録がどの範囲の地域の被害規模を正確に表現できるかを定量的に評価することは非常に困難である。何故なら、多くの場合この解析を可能にするだけの十分な資料がないからである。こうした点からいって、両者の間の関係はむしろ過去における数多くの災害の経験にもとづく定性的な評価に負うところが多い。幸いなことに、洪水予報にとっては、この関係が定量的であるか定性的であるかが問題なのではなくて、ある水位観測所が代表することができる地域の範囲がどちらかの評価によって決まることが大切なのである。

以上のような考察にもとづいて、予報対象地域を代表する予報水位観測所とが表-6-2のように選定された。

表-6-1 想定氾濫被害規模

氾濫区域	耕 地			住 宅	年平均被害額
	水 田	畑	合 計		
	ha	ha	ha	戸	US \$
漢 江					
D-1	1,372	2,635	4,007	4,020	1,394,600
D-2	935	1,390	2,335	1,590	698,200
南 漢 江					
S-1	1,232	451	1,683	2,410	552,200
S-2	3,030	1,224	4,254	3,510	1,103,500
S-3	319	888	1,206	1,080	241,100
北 漢 江					
N-1	197	392	589	730	69,100
N-2	226	1,787	2,013	880	62,800
合 計	7,311	8,767	16,077	14,220	4,121,500



☒ - 6 - 1 Flood Damage Reach Under Station G

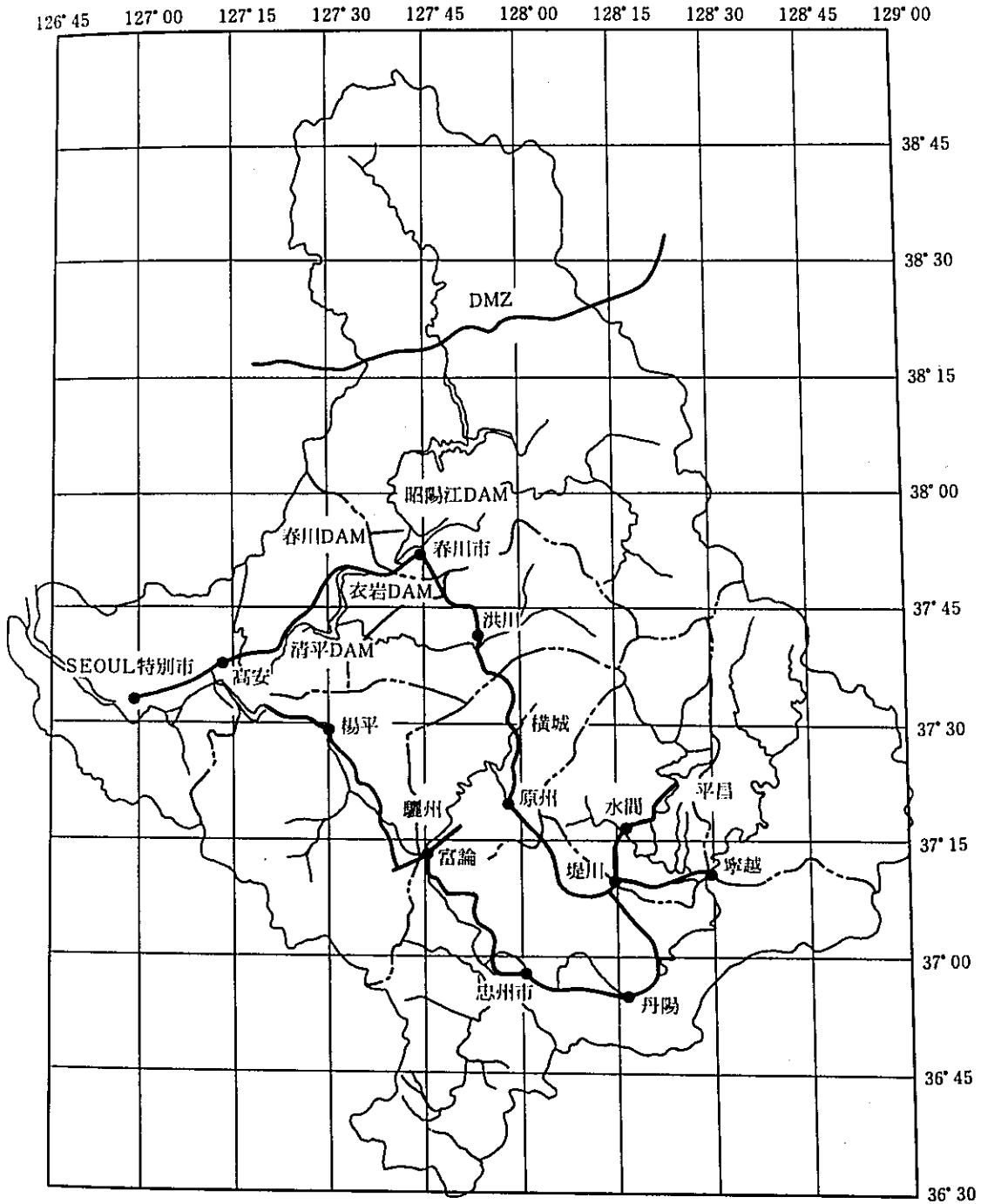


图-6-2 调查团流域踏查图

表一六二 予報対象地域と予報水位観測所

No.	予報対象地域	予報水位観測所
1	D - 1	人道橋
2	D - 2	高安
3	N - 1	清平
4	N - 2	春川
5	S - 1	楊平
6	S - 2	驪州
7	S - 3	忠州
8	丹陽	丹陽
9	寧越	寧越

(6-2) 基本方針

(6-2-1) 基本的な考え方

漢江における洪水予報は、従来北漢江の清平及び南漢江の驪州の水位と人道橋の水位との相関に基き、洪水の到達時間を利用して予報を行ういわゆる水位法に依存してきた。

この方法は非常に簡便であり、しかもかなりの精度をもつ非常に有用な方法であるが、この方法を適用するには、次に示すような制約がある。

- イ) 水文資料(水位資料)が集積されていること。
- ロ) 河道に変化が少ないこと。
- ハ) 適当な洪水の到達時間をもつこと。
- ニ) 上流の水位観測所と予報対象観測所間で残流域降雨による影響が少ないこと。
- ホ) damのように人為的に途中で流量操作が行われていないこと。

漢江人道橋水位予測に用いられた従来の水位法は、これらの条件を満す非常に精度の高い方法であったと聞いているが、今回の洪水予測にあたっては、八堂ダム建設により従来の方法が使用不能になったこと、またダムの人為的操作には、水位法では追従不可能なこと、前節で述べたようにSeoul以外にも漢江流域全域主要都市に対する洪水予報が必要であること等の理由で従来の固定的な方法で予測を行うことは困難であると判断し、近年日本においていくつかの河川で用いられ、実効を上げている洪水のSimulationによる方法をとることとした。

Simulateの方法は、洪水原因である降雨が流域をへて洪水となる過程をmodel化してとらえるもので、このModelとして日本において一般的に用いられている貯留関数法による流出計算を行う手法が漢江において用いることが可能であるかどうかについて、流域のmodel化、流出計算を行うための定数解析等の基本的な事項について検討を行った結果、漢江の洪水を十分に表現できることが確認できたためこれを用いることとした。

この方法によればdam地点、流量の基準地点、洪水の予報地点の流量を洪水時に時々

刻々把握し、peak 流量を予測することが可能であり、Model の拡張により、dam 操作による流量変化をも比較的簡単に組み込むことが可能である。

洪水予報は、上流域の実測降雨あるいは上流基準地点の実測流量により、流出計算、河道追跡計算を行いながら、下流予報地点の流出量を推算して、その地点に実際に流達する洪水波との到達時間差を利用して行う方式と、さらに予知時間を長く必要とする時は、予測降雨を用いて流出計算を行い、これを予測洪水として予報する方式等がある。

実際問題として、降雨後の予報地点までの流達時間がきわめて短い河川においては、降雨予測に頼らざるをえない。

洪水予報上の予知時間を長くすることと、予報精度を上げるという二つの大きな目標を同時に満足させるためには、洪水時において予報のための入力をたえずより新しく、そしてより精度の高い data に置換えながら、流出計算あるいは予報を実施することが可能な System とすることが望ましい。すなわち、当初予測降雨を用いて予報を行うが、時間の経過と共に得られる実測降雨あるいは実測流量を用いて洪水予報を行う、いわゆる予測を実績に置き換えていく手法である。

漢江においては、近年多目的 dam が、計画あるいは建設されているが、洪水予報 system としてはこれ等の dam の取扱いが当然問題となってくる。

洪水予報が単に予報地点の洪水を予報するだけならば、dam の放流量を入力するだけでよく、特に dam 操作が洪水予報にとって意味を持たない。しかしこの場合は dam の放流を待って洪水予報を行うため、予知時間が制限されることは言うまでもない。予知時間を長くしたり、さらに dam の有効利用あるいは人為的な洪水の制御という、より積極的な立場に立てば、洪水予警報 system に dam を取り入れ、洪水制御上の最適な操作 rule を求めるような system としておく方が望ましい。

dam の操作は、治水目的の dam では、その下流域に対して、定められた容量で洪水を安全に流下させるように行い、利水目的の dam に対しては、利水量をできるだけ多く確保するように行われる。多目的 dam では、治水、利水上の相反する目的を共に満足させるような操作 rule を求めなくてはならない。

さらに、同一流域内に複数の dam がある場合、それ等を有機的にとらえ、多数の目的を最大に、効率よく満足させる方法は現在まだ確立されている訳ではないが、日本においては、dam の統合管理的な手法がいくつか試みられている。

この研究では漢江の流域の形態あるいは施設の配置状況が利根川のそれに比較的類似していることを考慮して、利根川上流 dam 群の統合管理における手法と類似した考え方にもとづいて洪水予報方式が設計されている。

## (6-2-2) 設計条件

(1) 洪水の予警報は、ある洪水時の限られた時間内に、気象情報の収集、予測降雨量の

推定、各予報地点の洪水量の推算、雨量水位情報の入手、実測雨量あるいは実測流量との検証、damの最適操作 rule の検討とその操作、洪水予報地点の現況の把握、洪水予報担当官の状況判断とその具体的方策の検討及び水防警報の発令といった一連の膨大な作業を円滑に処理しなくてはならない。そのためには、これ等の作業量のうち、できるものについては、自動化や機械化をし、さらに予報担当官による状況の把握、判断、検討といった時間の余裕が多くとれるような system としておくことが必要である。

漢江の洪水予警報 system の作成に当たっても以上のことを考慮の上、入力情報の telemeter 化と演算や出力制御に対する電子計算機の利用を前提としている。

- (2) 降雨予測は流出機構の model 化の精度とともに、system の実用性を支配する重要な要素である。しかしながらその正確な予測は極めて困難であるため、一般的には統計的に見出された予測 rule に経験的な人為的判断を加味して予測降雨を設定し、流出計算 rule の入力条件としている。

予測降雨は適当に分割された流域ごとに流域平均雨量として与えられるが、漢江においては降雨の地域的な分布特性および計算の簡略化を考慮して、人道橋の上流域が図-6-3に示されるように5つの流域に分割された。各流域の特徴はつぎのとおりである。

① 北漢江上流部 ( I 流域 )

華川 dam より上流の流域で、流域面積は  $4,070 \text{ Km}^2$  であるが、この流域の大半は DMZ 以北にあり、水文資料の入手が困難な地域である。

② 北漢江下流部 ( II 流域 )

華川 dam 間の流域であり、主要支川としては昭陽江、波川江がある。この流域には春川、衣岩、清平の各発電用の dam と 1972 年に建設が完了した多目的の昭陽江 dam がある。この流域の流域面積は  $6,236 \text{ Km}^2$  である。

③ 南漢江上流部 ( III 流域 )

南漢江の忠州から上流部の流域であり、主な支川に平昌江、酒泉江等がある。忠州付近には近い将来 dam の建設が計画されている。この流域の流域面積は  $6,645 \text{ Km}^2$  である。

④ 南漢江下流部 ( IV 流域 )

南漢江の忠州から楊平間の流域であり、主な支川に、達川、蟾江があり、達川には槐山 dam があり、流域面積は  $5,516 \text{ Km}^2$  である。

⑤ 残流域 ( V 流域 )

上記の 4 流域に含まれない人道橋より上流の流域で、施設としては、八堂 dam が建設されており、流域面積は、 $2,371 \text{ Km}^2$  である。



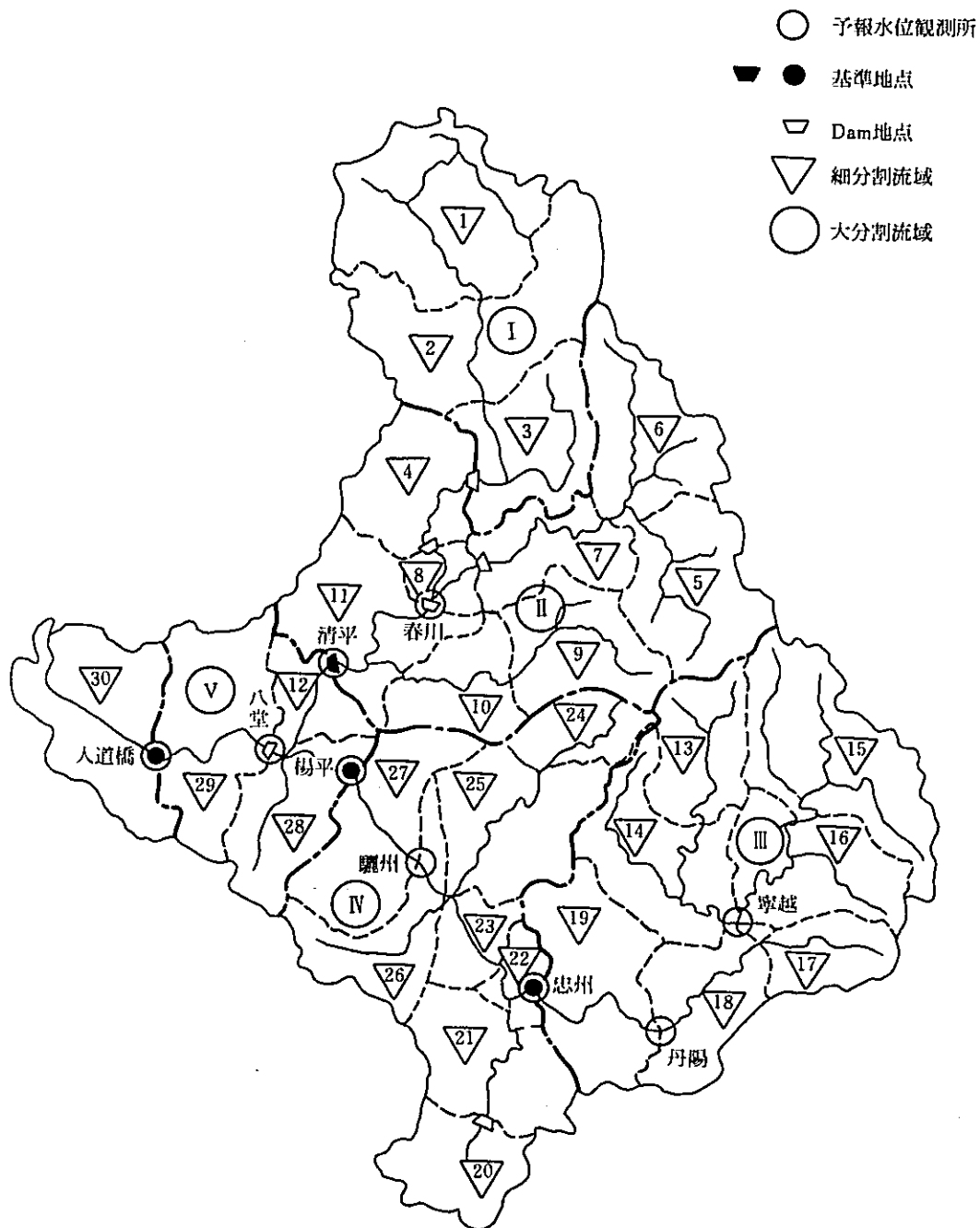


図-6-3 漢江流域分割図

(3) 入力として使用される雨量ならびに水位観測所は、通報可能な施設が整備された箇所とする。

洪水の予警報を行うに当っては時々刻々の情報によって洪水の予測ならびにdamによる洪水調節が行われるため、これらの情報入手が非常に重要になってくるが、そのためには流域を代表し得るように配置された約40の観測所がtelemeter化されており、水位については、実測雨量から流出計算を介した流量の検証と洪水予報そのものために各dam地点のほか約10個所の水位観測所がtelemeter化されている必要がある。

(4) 流量推算は流出計算を介した手法とする。

system の方向を定める大きな要素である降雨と流出を関係づける手法は、

(a) pattern 化

(b) 降雨よりその都度 simulate する手法

があるが、この System においては将来に生ずる各種問題への適応性ならびに降雨の多様性に対する適応度や精度の点から、降雨を入力としてその都度流出計算を行う手法がとられている。

(5) 流出計算は貯留関数法による。

流出計算方法としては、降雨の時間的および地域的分布、合流やdamによる洪水調節などに対応して所要地点の流量 hydrograph を求めるため、

(a) 漢江流域について適合性が確認されている。

(b) すでに同一手法による解析が進められている。

などの理由から貯留関数法が採用されている。

なお、流域および河道の定数については(5-3)定数解析に示したとおりである。

(6) 流出量は予測降雨を、刻々実測降雨に置き換えながら流出計算を行い、実測流量と検証する。流域流出量の予測値と実測値との適合性は、解析手段や諸定数の適合性によっても左右されるものであるが、ここでは、telemeter によりえられる最新の実測流量に適合するよう予測流量を補正し、補正された流量をもとに以後の予測を行うことによって適合性の向上を図っている。

(7) 漢江には従来より、華川、春川、衣岩、清平、槐山の各damが建設されていたが、それ等のdamはいずれも発電専用のdamであるため、洪水調節を目的とした明確な操作ルールは策定されておらず、洪水の都度、必要に応じて、韓国電力と建設部が協議の上、洪水調節のための操作 rule を決定していた。しかし、1972年に、多目的damである大規模な昭陽江 dam が建設されるに及び、dam 管理規程の大巾な変更がなされることになった。

それによれば、治水容量を持つdamとして昭陽江 dam の  $500 \times 10^6 m^3$  に加え、華川 dam にも  $215 \times 10^6 m^3$  の治水容量を受持たすこととし、さらに、その他のdamと1973年俊功する八堂 dam (利水専用) についても、洪水期間中(6/21~9/20)は、満水位より 1.0 m 下げた位置に洪水期制限水位を設け、この 1.0 に相当する容量を治水目的に使用することとしている。

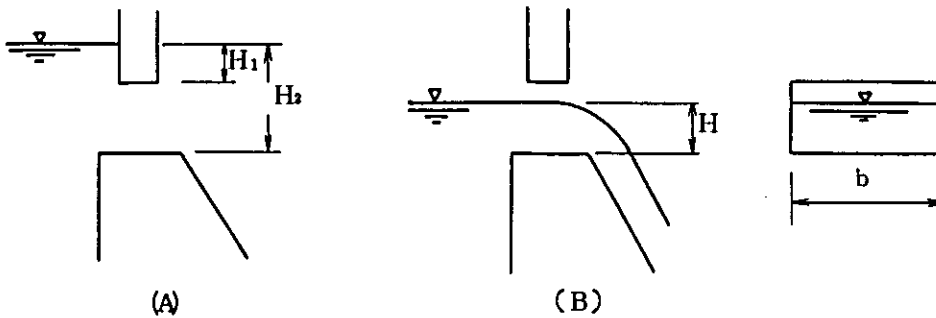
以上の情勢から、洪水予報 system 作成に当って、対象 dam としては華川 dam と昭陽江 dam を考慮することにし、その他のdamの貯水池の水位 1 m に相当する容量については、操作 rule もなく、これを system の中に定量化して組入れることは、困難であるため、この容量は治水上の安全率と考え、洪水予報上はこれ等のdamはないものとして取扱うが、洪水予報実施中特にdam放流量の修正の必要が生じた場合は、dam

放流量を修正し得る system することにする。

洪水調節対象 dam の操作 rule は次の通りとする。

(a) 華川 dam の操作 rule 等は次の通りとする。

- ① 洪水期の貯水池制限水位を EL 175 m とし流入量が  $240 \text{ m}^3/\text{sec}$  となるまでは中央部 4 門の gate を使って流入量と等しい流量を放流する。
- ② 流入量が  $240 \text{ m}^3/\text{sec}$  を越え、以下の時は、16 門の gate を全開し、crest から自由越流で放流する。
- ③ 流入量が  $3,000 \text{ m}^3/\text{sec}$  を越える時は  $3,000 \text{ m}^3/\text{sec}$  の一定量放流とする。
- ④ 流入量が、放流量と等しくなった時以降は、流入量 = 放流量とする。
- ⑤ 貯水池水位は EL 181 m を越えないものとする。
- ⑥ spillway の越流公式は次式の通りである。



(A) の状態の場合  $Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot b (H_2^{2/3} - H_1^{2/3}) \cdot K$

$K : 0.6$

$b : 12 \text{ m}$

(B) の状態の場合  $Q = K \cdot (b - 0.2 H) H^{2/3}$

$K : 1.839$

$b : 12.0 \text{ m}$

⑦ 洪水調節図を図 - 6 - 4 に示す。

自由越流一定量放流

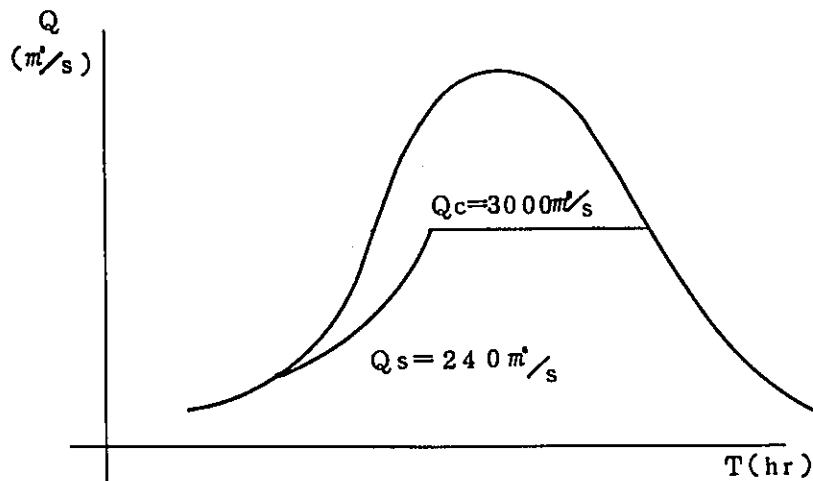


図 - 6 - 4 華川 dam 洪水調節図

⑧ 貯水位—有効貯水容量表を表-6-3に示す。

表-6-3 華川dam貯水位—貯水容量表

H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
(m)	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	(m)	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	(m)	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	(m)	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	(m)	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	(m)	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
155.0		160.0	59	165.0	167	170.0	295	175.0	445	180.0	620
5.5		0.5	69	5.5	179	0.5	309.5	5.5	461.5	0.5	639
6.0		1.0	79	6.0	191	1.0	324	6.0	478	1.0	658
6.5	0	1.5	89	6.5	203.5	1.5	338	6.5	495	1.5	
7.0	3	2.0	99	7.0	216	2.0	353	7.0	512	2.0	
7.5	12	2.5	110	7.5	229	2.5	368	7.5	529.5	2.5	
8.0	21	3.0	121	8.0	242	3.0	383	8.0	547	3.0	
8.5	30	3.5	132	8.5	255	3.5	398	8.5	565	3.5	
9.0	39	4.0	143	9.0	268	4.0	413	9.0	583	4.0	
9.5	49	4.5	155	9.5	281.5	4.5	429	9.5	601.5	4.5	

(b) 昭陽江damの操作 rule 等は次のとおりとする。

- ① 流入量が 700 m<sup>3</sup>/sec に達するまでは流入量に等しい流量を放流する。
- ② 流入量が 700 m<sup>3</sup>/sec に達した時以後は、一定率放流とする。

放流量公式は次式による。

$$Q = (QI - QS) \alpha + QS$$

$$= (QI - 700) \times 0.484 + 700$$

QI: inflow

QS: allowable discharge

$\alpha$ : some outflow rate

- ③ 流入量が、Qmax に達した時からT時間後にその時の放流量を一定量とする一定量放流に移行する。この場合流入量がQmax に達してから一定量放流に移行するまでの時刻Tは、流入量の関数であり、図-6-5に示す値をとるものとする。

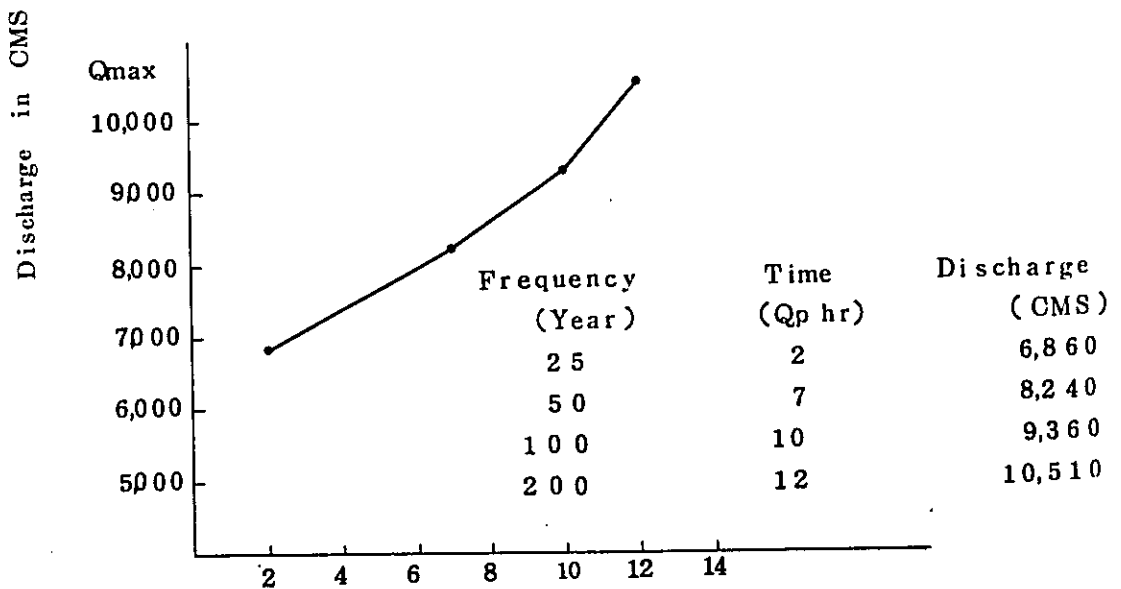


図-6-5 Constant rate Operation time from time of Qmax(Inflow)

- ③ 流入量と放流量が等しくなった時以降は放流量=流入量とする。
- ④ 洪水調節図を図-6-6に示す。

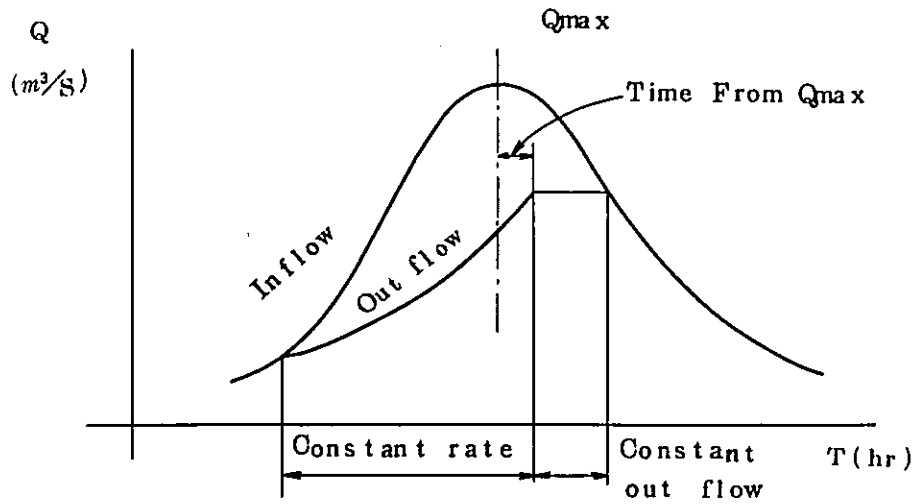


図-6-6 昭陽江 dam 洪水調節図

- ⑤ 貯水位 — 有効貯水容量表を表-6-4に示す。

表-6-4の(1) 昭陽江 dam 貯水位-貯水容量表

H (m)	V (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	H (m)	V (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	H (m)	V (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	H (m)	V (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
185.0	2.010	187.0	2.100	189.0	2.225.0	191.0	2.360
1	2.013	1	2.106	1	2.231.5	1	2.366
2	2.016	2	2.112	2	2.238.0	2	2.372
3	2.019	3	2.118	3	2.244.5	3	2.378
4	2.022	4	2.124	4	2.251.0	4	2.384
5	2.025	5	2.130	5	2.257.5	5	2.390
6	2.028	6	2.136	6	2.264.0	6	2.396
7	2.031	7	2.142	7	2.270.5	7	2.402
8	2.034	8	2.148	8	2.277.0	8	2.408
9	2.037	9	2.154	9	2.283.5	9	2.414
186.0	2.040	188.0	2.160	190.0	2.290.0	192.0	2.420
1	2.046	1	2.166.5	1	2.297.0	1	2.426
2	2.052	2	2.173.0	2	2.304.0	2	2.432
3	2.058	3	2.179.5	3	2.311.0	3	2.438
4	2.064	4	2.186.0	4	2.318	4	2.444
5	2.070	5	2.192.5	5	2.325	5	2.450
6	2.076	6	2.199.0	6	2.332	6	2.456
7	2.082	7	2.205.5	7	2.339	7	2.462
8	2.088	8	2.212.0	8	2.346	8	2.468
9	2.094	9	2.218.5	9	2.353	9	2.474

表-6-4の(2) 昭陽江 dam貯水位-貯水容量表

H	V	H	V	H	V	H	V
( m )	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	( m )	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	( m )	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	( m )	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
193.0	2,480	5	2,660	198.0	2,860	5	3,070
1	2,486	6	2,668	1	2,868	6	3,080
2	2,492	7	2,676	2	2,876	7	3,090
3	2,498	8	2,684	3	2,884	8	3,100
4	2,504	9	2,692	4	2,892	9	3,110
5	2,510	196.0	2,700	5	2,900	201.0	3,120
6	2,517	1	2,708	6	2,908	1	3,129
7	2,524	2	2,716	7	2,916	2	3,138
8	2,531	3	2,724	8	2,924	3	3,147
9	2,538	4	2,732	9	2,932	4	3,156
194.0	2,545	5	2,740	199.0	2,940	201.5	3,165
1	2,552.5	6	2,748	1	2,948	6	3,174
2	2,560	7	2,756	2	2,956	7	3,183
3	2,567.5	8	2,764	3	2,964	8	3,192
4	2,575	9	2,772	4	2,972	9	3,201
5	2,582.5	197.0	2,780	5	2,980	202.0	3,210
6	2,590	1	2,788	6	2,988	1	3,219
7	2,597.5	2	2,796	7	2,996	2	3,228
8	2,605	3	2,804	8	3,004	3	3,237
9	2,612.5	4	2,812	9	3,012	4	3,246
195.0	2,620	5	2,820	200.0	3,020	202.5	3,255
1	2,628	6	2,828	1	3,030	6	3,264
2	2,636	7	2,836	2	3,040	7	3,273
3	2,644	8	2,844	3	3,050	8	3,282
4	2,652	9	2,852	4	3,060	9	3,291
						203.0	3,300

( 6 - 3 ) 予測の方式

( 6 - 3 - 1 ) 予測降雨設定の system

降雨予測は洪水の予報にとって最も大きな要素の1つであるが、現在各観測所の降雨あるいは小流域の降雨を正確に予知することは非常にむずかしい。予測降雨設定の一般的な手段はつぎのとおりである。

1 流域別総降雨量の推算

天気図(気象情報)から洪水発生要因別に気象条件を分類して予測方程式を作成し、これにより5大流域別に総降雨量を推算するが、他方過去において洪水をもたらした気象条件と類似した降雨、気象庁の予想雨量、実測の降雨量等も参考にして総降雨量を推算する。

2 降雨の時間分布形の推定

洪水発生要因別の気象条件及び総降雨量を大小に区別して図-6-7に示されるような model-pattern (累加雨量百分率と時間分布百分率を両軸として表示された累加雨量曲線を表示する)を作成し、その選定によって降雨の時間分布形を推定するが既往の洪水資料(累加雨量、mass-curve等)、実測の降雨量(累加雨量等)も参考とする。

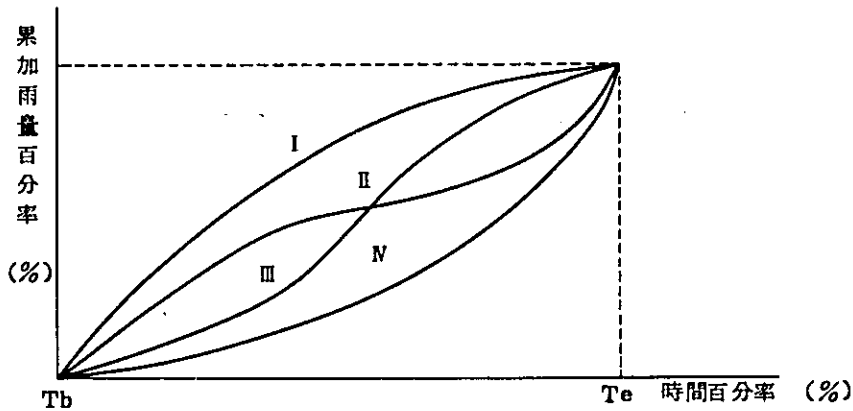


図-6-7 累加雨量百分率曲線 ( model-pattern )

3 降雨期間 (  $T_b \sim T_e$  ) の推定

一連の降雨強度の大きい雨の降り始める時刻を  $T_b$ 、その降雨の終りを  $T_e$  とし、 $T_b \sim T_e$  までを降雨期間とする。

4 累加雨量百分率曲線の決定

model-pattern が選定され、 $T_b$ 、 $T_e$  が推定されると、 $T_b \sim T_e$  間の累加雨量百分率曲線が決定される。

5 累加雨量曲線 ( mass-curve )

累加雨量百分率曲線と総降雨量とから図-6-8に示されるように、累加雨量曲線が決定される。

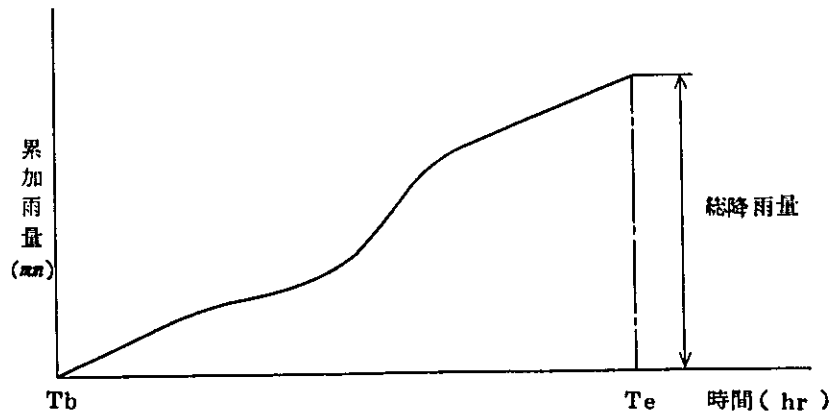


図-6-8 累加雨量曲線

## 6 時間雨量

累加雨量の差から時間雨量が求められる。

$$r_t = \sum_0^t r_i - \sum_0^{t-1} r_i$$

## 7 実測降雨による修正

時間の経過とともに入手される雨量 data によって予測値は逐次実測値に置換えられる。すなわち、ある時点ではそれまでの実測雨量が用いられ、その時点以後は予測雨量が用いられる。このことによって、累加雨量曲線そのものが、当初予測から大巾にずれることが多いが、もし総降雨量および降雨期間の予測値に修正が加えられないとすれば、当初選定された model-pattern は修正されなければならない。このため累加雨量百分率曲線を描き、model-pattern の検証を行う。そして今までの model-pattern を修正する必要があると判断された場合は累加百分率曲線に類似した model-pattern を選定しなおす。

総降雨量、Tb、Te、についても必要があれば修正する。

以上のようにして実測値が得られた場合は、その実測値に予測値をつないで、気象情報等と共に総合判断して将来の降雨を設定する。

### (6-3-2) 洪水予測方式

漢江の洪水予警報方式は洪水の予知時間及び予報 system の適応性等を考慮し、model 化された漢江の洪水予警報 system に予測降雨或は実測降雨を input し貯溜関数法により、その都度流出計算、河道追跡計算及び dam 調節計算を行いさらに実測流量により修正を行い洪水予報地点の予測流量を推算し、その予測流量から予警報を行う方式とする。

洪水予報地点の予測流量は、図-6-9 に示す漢江の流出 model に従って流出計算、河道追跡計算、dam 調節計算等を行い推算する。



洪水予報期間中に、telemeterにより実測水位資料が時々刻々得られるので、当初の予測値の誤差が検証される。この誤差は、雨量観測誤差、流域model及び諸定数（一次流出率、飽和雨量、定数K、P、遅滞時間）等の流出計算の誤差、水位流量変換過程での誤差により構成される。予測値を実測値が得られた段階でfeed backすることによって、予報精度の向上を図ることが、特に漢江のように洪水期間の長い河川の洪水予報にとっては重要になってくる。

水位の最新dataをとり入れ予報精度の向上を図るfeed back systemは、日本においても確立された方式はなく各所で検討中の段階であるが今回提案したsystemの概要は次のとおりである。

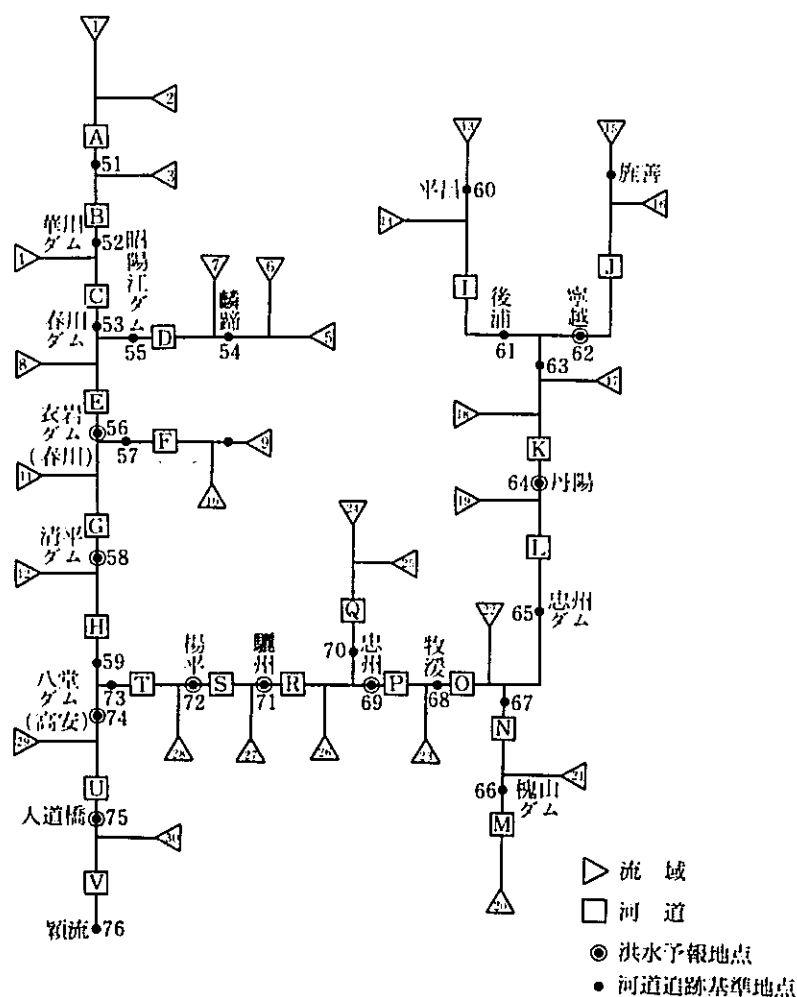
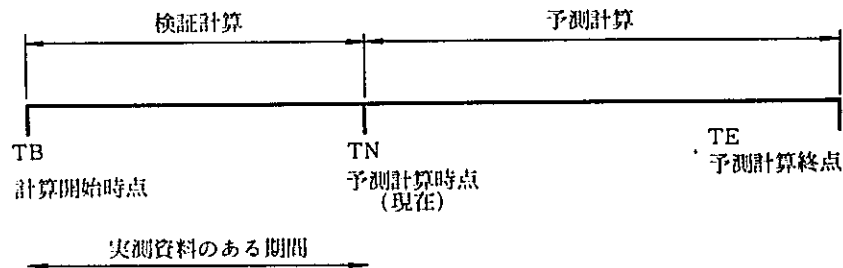


図-6-9 漢江流出model図

(自動修正による洪水予測計算System)

(i) 実測流量の記録

各基準地点における水位telemeterの記録を流量に変換して記憶装置に記録しておく。



ii) 検証計算の実施

検証計算は実測流量 data が得られた時点で行い、実測または予測降雨により貯溜関数 model で予測計算を行ったうえ、検証地点における実測流量でその地点の予測流量を検証し、予測流量が実測流量に適合するようにする。また、現時点以後は、検証計算により得られた現時点における補正流量を基に予測計算を行い、各予報地点の予測流量を求める。

iii) damがある場合の検証計算

検証計算で dam については次の 2 通りの計算を行う。

- ① dam がないものと想定し、自然状態の場合について水理計算を行う。
- ② dam 操作により洪水調節が行われた場合について水理計算を行う。

dam 操作による水理量は次式により計算する。

$$\frac{Q_{icd}(t) + Q_{icd}(t+1)}{2} - \frac{Q_{ocd}(t) + Q_{ocd}(t+1)}{2} = \frac{S(t+1) - S(t)}{\Delta t}$$

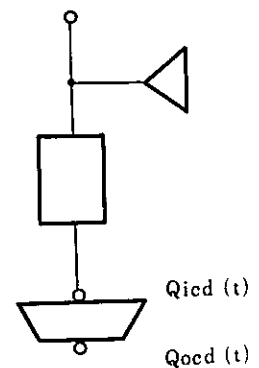
t : 計算時刻 ( Tb ~ Tn について計算 )

Δt : 単位時間 ( sec 単位 )

Q<sub>icd</sub> : dam 操作が行われたとして上流からの検証計算により求められる dam 流入量

Q<sub>ocd</sub> : dam 操作が行われたとして検証計算により求められる dam 放流量

S : dam 水位 telemeter の実測値から貯水池 H-Qcurve により算出される貯水量



iv) 推算流量の算定

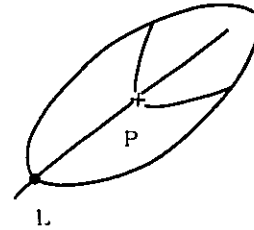
実測流量のない地点にあっても、model の整合性をたもつために、実測流量に相当する流量が必要であるので、実測流量にかえて推算流量を用いるものとする。

① 下流地点にのみ実測流量のある場合

	実測流量	検証計算流量		流域面積
		dam操作なし	dam操作あり	
下流地点L	$Q_{ml}(t)$	$Q_{eln}(t)$	$Q_{eld}(t)$	$A_l$
推算地点P		$Q_{epn}(t)$	$Q_{epd}(t)$	$A_p$

P点の推算流量を $Q_{mp}(t)$ として次式により計算する。

$$Q_{mp}(t) = \frac{Q_{ml}(t) + Q_{eln}(t) - Q_{eld}(t)}{Q_{eln}(t)} \times (Q_{epn}(t) + Q_{epd}(t) - Q_{epn}(t))$$

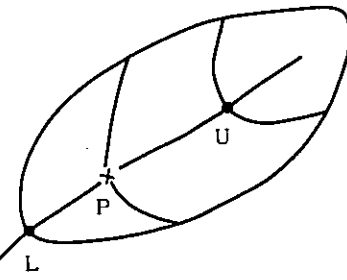


② 上流と下流地点に実測流量のある場合

	実測流量	検証計算流量		流域面積
		dam操作なし	dam操作あり	
上流地点U	$Q_{mu}(t)$	$Q_{eun}(t)$	$Q_{eud}(t)$	$A_u$
下流地点L	$Q_{ml}(t)$	$Q_{eln}(t)$	$Q_{eld}(t)$	$A_l$
推算地点P		$Q_{epn}(t)$	$Q_{epd}(t)$	$A_p$

P点の推算流量を $Q_{mp}$ として次式により計算する。

$$Q_{mp}(t) = Q_{epn}(t) \times \left\{ \frac{Q_{mu}(t) + Q_{eun}(t) - Q_{eud}(t)}{Q_{eln}(t)} \times \frac{(A_l - A_p)}{(A_l - A_u)} + \frac{Q_{ml}(t) + Q_{eln}(t) - Q_{eld}(t)}{Q_{eln}(t)} \times \frac{(A_p - A_u)}{(A_l - A_u)} \right\} + Q_{epd}(t) - Q_{epn}(t)$$



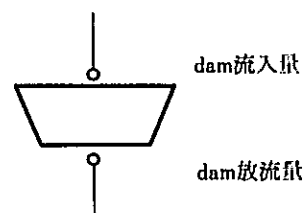
③ dam地点の流入量の推算

現状では dam 流入量は実測値がないので推算することとする。なお、dam 放流量は、実測値を使用し、実測値がない場合には①または②の方法により推算することとする。

	実測値又は①、②による推算	検証計算流量
dam 流入量	$Q_{ied}(t)$	
dam 放流量	$Q_{oed}(t)$	$Q_m(t)$

dam 流入量の推算流量を $Q_{im}(t)$ として次式により求める。

$$Q_{im}(t) = Q_m(t) + Q_{ied}(t) - Q_{oed}(t)$$



V) 予測計算

予測計算は、検証計算により求められた現時点 (TN) での実測値または、実測値のない地点では推算値を初期値として、現時点以後の予測計算期間 (TN ~ TE) について行うものとする。

以上の漢江洪水予警報 system を block diagram で表し図-6-10 に示す。

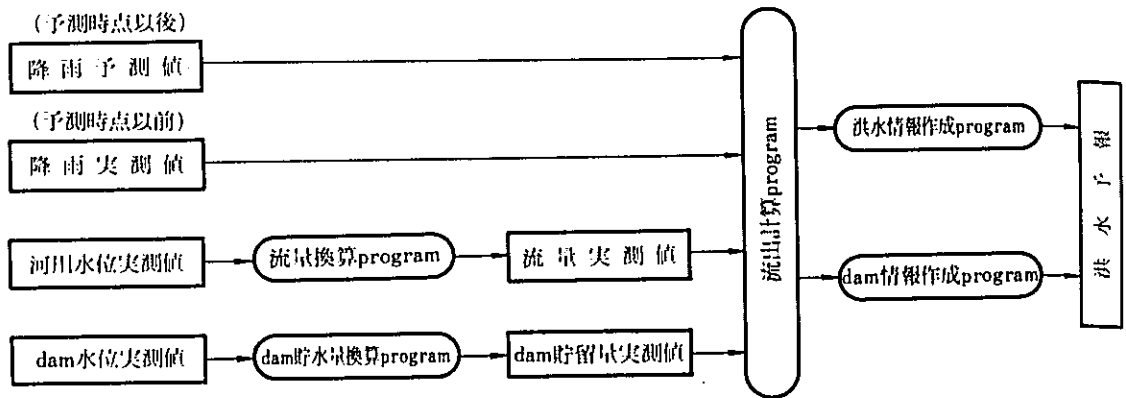


図-6-10

なお、この System では、実測値は、telemeter による水位を H-Q 換算した流量値としているので、H-Q 曲線に問題がある地点を検証地点とすると誤差が他の地点まで波及することになるので、このような地点は検証地点として採用せず単に推算地点としてとり扱うこととする。

## 第7章 調査団の提案した洪水予警報施設



## 第7章 調査団の提案した洪水予警報施設

### (7-1) 概要

#### (7-1-1) 水文資料の収集に Telemeter を採用した理由

観測された雨量または、水位の Data は、できるだけ早く災害対策本部に伝送されなければならない。伝送路としては、無線を利用することを原則とし、その方法としては、音声通報による有人方式と Telemeter による無人方式とがある。両方式の特徴を比較してみると次のとおりである。

##### ① 有人方式

観測局数が少ない場合は、問題はないが、本計画のように 40 局以上に達すると監視制御局で統制が困難となり、Data の収集に手数と時間がかかりすぎる。

##### ② 無人方式

中央の監視制御局の指令通りに観測局が応答し、所要時間も 1 局(1 Data) 当り 5 ～ 7 秒程度と少ない時間でよく Data の印字も行う事が出来る。

以上の理由から漢江流域における Data 収集を有人方式により行うことは、人員配置及びデータ収集時間等を考慮して、不可能である。

このため Telemeter による無人方式とすることが得策であるため、Telemeter 方式が調査団より提案され、計画された。また、Data 収集の所要時間を短かくし、効率の良い回線構成とするために、通信の network を 3 系統(3 中継所)として、各中継所間に、micro 多重無線回線を計画した。

#### (7-1-2) 水文観測施設

漢江の洪水予警報のために必要な雨量観測所および水位-流量観測所については、第 4 章および第 6 章において検討され、また、第 2 次調査時に行った現地調査の結果(表 7-1) および後述の電波伝播実験の結果をもとに、韓国建設部技術者を交え検討を重ねた結果決定したものである。

これらの観測所は、telemeter 装置を設置し、観測値を洪水予警報 center (漢江洪水統制所) に伝達できるようにする必要がある。

##### (1) 雨量観測所

洪水予警報に必要な雨量観測所は、39 地点で(昭陽江流域 6 地点も含む)表 7-2、その配置は、図 7-1 に示すとおりである。

なお、昭陽江 dam 流域に設置されている雨量観測所については昭陽江 dam 管理施設として既に telemeter 化されているので、中継装置を附加し、観測値を本部に伝達できるようにする。

自記雨量計および telemeter 装置を収容する局舎は、面積  $4 \text{ m}^2$  ( $2.0 \text{ m} \times 2.0 \text{ m}$ ) 程度のものを建設する必要がある。

(2) 水位観測所

洪水予警報に必要な水位観測所は、10 地点で表-7-2 に示すとおりである。また配置は図-7-1 に示すとおりである。

水位観測所に設置する水位計は、telemeter 化が可能な型式でなければならない関係上、日本国内における実績および常時の保守点検、故障時における部分品の補給、自記紙 pen 先等の消耗品の供給、互換性を考慮して、水研 62 型自記水位計を設置することが望ましい。

(3) dam 水位観測所

漢江の洪水予警報を行う場合、dam の調節効果を見捨てることは出来ない。

昭陽江 dam および華川 dam は、第 2 章で詳述されているように洪水調節容量を有しており、また春川、衣岩、清平、槐山等の各 dam も洪水期は、貯水位を常時満水位より 1 m 下げる等の措置を講じている。これら dam 群の操作状況を把握するため、各 dam の貯水位 telemeter により本部に伝達すると共に、余水吐の操作状況を把握するために専用通信施設を設定する必要がある。

なお、衣岩 dam は低 dam であり、洪水時に門扉全開放流する場合には、不完全越流となることが予想されるため、その越流量を越流水深（越流頂基準）のみで推算することは問題があるので、下流測水深（越流頂基準）も測定する必要がある。しかし洪水時における下流水深をフロート式水位計で測定することはその観測値を用いて越流量の推算を行おうとする場合、精度上から考えてあまり意味がないとの観点から、貯水位の telemeter 化は行わないものとする。

ただし、衣岩 dam の洪水放流量を知ることは、下流部の洪水予警報を行う場合有益なので、下流水深の観測は、目視により平均的観測を行って越流量を推算し、専用電話により本部に連絡するように計画することが望ましい。

また、春川市地先に設置する計画の telemeter 水位観測所と衣岩 dams site における貯水位の関係は過去の水位資料あるいは、不定流計算法等により相関々係を見出すことが可能であるが今後研究を行わなければならない問題であろう。

衣岩 dam の場合と同様な問題が八堂 dam についてもあるが、八堂 dam の場合は、下流約 500 m 地点に建設部所管の高安水位観測所があるので、下流水深は、高安水位を用いて越流量を推算するよう計画するのが適当であると思われる。

\* 衣岩 dam、八堂 dam のような低 dam では、洪水時に門扉全開で放流する場合、下流水深が大きくなるため不完全越流となり、越流量は、dam 越流水深のみで越流量を推算することは出来ない。ただし、門扉全開放流時における越流水深  $H_1$  と下流水位  $H_2$  との比  $H_2/H_1$  が 0.6 以下の場合には、下流水位の影響を受けない完全越流と





図-7-1 Telemeter 化される観測所の配置

表一 7-1-1 観測所及び telemeter 局舎等の候補地一覧表

雨量観測所

番号	観測所名	観測所標高	併設	観測所候補地	telemeter 局舎	雨量計設置場所	雨量記録装置設置場所	備考
1	Seoul	MSL-10		洪水予警報 center 内	不要	観測所と同じ場所に新設	center 建物内	
2	議政	50		現位置			局舎	
3	來生	60		高速道路東側に新設			局舎	
4	高安	30	水併設	高安水位観測所に併設		現有施設を改造する	局舎	第2候補地は八堂 dam とする。
5	竜仁	80		郡庁裏100m程の丘の上		観測所と同じ場所に新設	局舎	
6	楊平	30	水併設	新設する水位観測所附近		水位観測所附近に新設	局舎	
7	利川	70		郡庁か観象台分室附近		観測所と同じ場所に新設	局舎	
8	麗州	30	水併設	新設する水位観測所附近		水位観測所附近に新設	局舎	
9	笠峯	100		現位置		観測所と同じ場所に新設	局舎	
10	良峯	80		面事務所裏山斜面			局舎	第2候補地は事務所裏とする。
11	横城	140		郡庁舎とテニスコートの間の斜面			局舎	第2候補地は郡庁裏丘の上
12	晴日	250		面事務所裏の丘の斜面			局舎	
13	富輪	50		現位置			局舎	
14	忠州	80	水併設	新設する水位観測所附近		水位観測所附近に新設	局舎	
15	槐山	240		郡庁南方の丘の上		観測所と同じ場所に新設	局舎	南溪江支所に設置してもよい。
16	白雲	220		面事務所東方50mの畠の中			局舎	
17	清風	105		現位置			局舎	忠州 dam による移転を考慮する。
18	丹陽	130	水併設	新設する水位観測所附近		水位観測所附近に新設	局舎	
19	上東	900		現位置南東4.7Kmの峠		観測所と同じ場所に新設	局舎	
20	寧越	358	水併設	telemeter 局舎とする。		寧越梁電所取水堰左岸上流山の上	局舎	
21	水平	500		現位置東3Kmの山の上		観測所と同じ場所に新設	局舎	
22	周昌	400		郡庁裏山の上			局舎	
23	蓬坪	900		現位置北東4.1Kmの山の上			局舎	
24	藍善	860		現位置南4.6Kmの山の上			局舎	
25	珍富	1,170		現位置南東4.6Kmの山の上			局舎	
26	臨溪	840		現位置東2.4Kmの山の上			局舎	
27	西面	100		学校裏の段々畠の中段			局舎	
28	洪川	120		現観測所隣りの観象台分室露場		現観測所の場所に新設	観象台分室露場	
29	乃村	220		面事務所裏の丘の斜面		観測所と同じ場所に新設	局舎	

番号	観測所名	観測所高標	併設	観測所候補地	telemeter 局舎	雨量計設置場所	雨量計設置場所	備考
30	加平	40		現位置	観測所と同じ場所に新設	局舎	局舎内	
31	清平	100	水併設	清平水位無線同敷地内	'	'	'	
32	春川	120		江原道庁構内又は北溪江支所	'	'	'	
33	華川	300	dam 水併設	telemeter 局舎とする。	華川 dam 管理所敷地	'	'	春川水位観測所と併設もす。

水位観測所

番号	観測所名	観測所高標	併設	観測所候補地	telemeter 局舎	雨量計設置場所	雨量計設置場所	備考
1	穎流	10		現施設を修理して使用	観測所附近の河岸山の上に新設	受水口	雨量計を併設する場合もある。	
2	人道橋	20		小道橋左岸上流	水位観測所附近に新設	局舎屋根	局舎内	
3	高安	30	雨併設	現施設を改造して使用	現局舎を利用出来る。	'	'	
4	清平	100		普通水位標附近	現局舎敷地内に新設	'	'	
5	春川	120		北溪江、昭陽江合流点附近	水位観測所附近に新設	局舎屋根	局舎内	
6	楊州	30	雨併設	楊平橋上流右岸	'	'	'	
7	麗州	30		現観測所附近	'	'	'	
8	忠州	80		牧吉橋下流右岸	'	'	'	
9	丹陽	130		架橋工事中の橋梁左岸附近	'	'	'	
10	寧越	358		寧越発電所取付堰上流左岸	取水堰上流左岸山の上	'	'	忠州 dam の背水による移転を考慮しておくこと

Dam 水位観測所

番号	観測所名	観測所高標	併設	単位計設置場所	telemeter 局舎	雨量計設置場所	雨量計設置場所	備考
1	八堂	30		堤体右岸	管理所構内	受水口	雨量計設置場所	
2	清平	100		堤体左岸	'	'	'	
3	春川	120		堤体左岸	左岸丘の上	'	'	
4	華川	300	雨併設	堤体左岸	左岸管理所構内	局舎屋根	局舎内	

みなすことが出来る。

dam 下流水深の測定は dam 放流水の跳水の影響を受け、水位変動が激しいので、相当時間の平均値を求めなければならない。ところで平均水位の観測装置も種々考案されているが完全なものはない。従って目視により平均水位を観測することが現段階では一番確実な方法と云えよう。

もし下流水位の観測を自記水位計で行おうとする場合には、水位変動の少ない場所を選び観測所も横導水管に水位変動を緩和する装置を取り付けるほか、水位計にも緩和装置を取り付ける等の配慮が必要となろう。

あるいは時々別々の観測値を記憶しておいて、自動的に平均値を求めることの出来るような電子回路を水位計に組込むことも考えられているが実用化の段階に至っていない。

表-7-2の(1) 雨量観測所

番号	観測所名称	観測所所在地又は候補地	
1	Seoul	Seoul	洪水予警報 center 内
2	議政府	Euijeongbu	議政府中央国民学校内
3	樂生	Nagseang	高速道路東側に新設
4	高安	Koan	高安水位観測所無線局舎
5	竜仁	Yongin	竜仁郡庁裏の丘上
6	楊平	Yangpyeong	楊平橋右岸上流
7	利川	Icheon	利川郡庁又は観象台分室周辺に新設
8	驪州	Yeoju	現無線局舎敷地
9	筌極	Seanggeug	筌極面事務所構内
10	良峴	Kanpyeon	地正面事務所裏の山の斜面
11	横城	Hoengseong	横城郡庁裏か裏山の上
12	晴日	Cheongil	晴日面事務所裏丘の斜面
13	富論	Buron	富論面事務所構内
14	忠州	Chungju	牧杏橋右岸下流丘の上
15	槐山	Kesan	槐山郡庁南方の丘上
16	白雲	Paegun	白雲面事務所附近
17	清風	Cheongpung	清風面事務所構内
18	丹陽	Tanyaug	工事中の橋梁の左岸附近
19	上東	Sangdong	碌田国民学校より南東 4.7 Km の峠
20	寧越	Yeongweol	寧越発電所北方の山上
21	水周	Suju	水周面事務所より南東 3 Km の山上
22	平昌	Pyeongchang	平昌郡庁裏の山上
23	蓬坪	Bongpyeong	蓬坪郡庁より北東 4.1 Km の山上
24	旌善	Jeungseun	旌善郡庁より南 4.6 Km の山上
25	珍富	Jinbu	珍富面事務所より南東 4.6 Km の山上
26	臨溪	Imgye	臨溪面事務所より東 2.4 Km の山上
27	西面	Seomyeon	学校裏の段々畠の中段
28	洪川	Hongcheon	観象台分室露場
29	乃村	Naechon	乃村面事務所裏の丘の斜面
30	加平	Kapyeong	加平郡庁構内
31	清平	Chongpyong	清平無線局敷地内
32	春川	Chuncheon	江原道庁構内又は北漢江支所構内
33	華川	Hwacheon	華川 dam 管理所構内

表-7-2の(2) 水位観測所

番号	観測所名称	河川名	所在地又は候補地
1	顛流 Jonryu	漢江	顛流自記水位観測所
2	人道橋 Indogyo	漢江	人道橋左岸上流
3	高安 Kaan	漢江	高安自記水位観測所
4	清平 Chongpyong	北漢江	清平水位観測所
5	春川 Chuncheon	北漢江	北漢江と昭陽江の合流点附近
6	楊平 Yangpyong	南漢江	楊平橋右岸上流
7	驪州 Yoju	南漢江	驪州橋左岸上流
8	忠州 Chungju	南漢江	牧杏橋右岸上流
9	丹陽 Tanyang	南漢江	工事中橋の右岸附近
10	寧越 Yongweol	南漢江	寧越発電所取水 左岸上流

表-7-2の(3) Dam水位観測所

番号	観測所名称	水位計取付位置
1	八堂 Paldang	八堂 dam 堤体右岸
2	清平 Chongpyong	清平 dam 堤体左岸
3	春川 Chancheon	春川 dam 堤体左岸
4	華川 Hwacheon	春川 dam 堤体左岸

表-7-2の(4) 既設雨量観測所 (昭陽江流域)

番号	観測所名称	所在地	
		東 経	北 緯
1	Chooyang	127 - 55 - 25	38 - 00 - 10
2	麟蹄 Inje	128 - 08 - 15	38 - 01 - 55
3	鼎里 Hyurri	128 - 19 - 30	37 - 56 - 55
4	蒼村 Changchon	128 - 23 - 25	37 - 45 - 30
5	元通 Wontong	128 - 15 - 10	38 - 08 - 33
6	瑞和 Seowha	128 - 12 - 50	38 - 16 - 32

表-7-2の(5) 既設水位観測所 (昭陽江 dam関係)

番号	観測所名称	所在地	
		東 経	北 緯
1	昭陽江 dam Soyonggang dam	127 - 45 - 50	37 - 56 - 35
2	昭陽江 Soyonggang	128 - 11 - 10	38 - 07 - 05
3	内麟川 Naerinceon	128 - 12 - 31	38 - 02 - 55

(4) 流量観測所

この研究において提案されている洪水の流出計算 model の出力は、時刻一流量でありこれを洪水予報の対象地域を代表する水位で表現するためには、当該水位観測地点における水位一流量曲線が必要となる。

また、各水位観測所における流量を把握することは、洪水予警報を行う場合、必要不可欠な情報であることは改めて云うまでもない。

水位一流量の関係は、河床の変動に伴い変化するものであり、また水位一流量曲線の信頼度を保つためにも、洪水の度毎に一定の精度で流量観測を行い、水位一流量の関係について検討を行い、必要に応じて曲線式を修正しなければならない。

洪水時における流量観測は、1時間～2時間に1回の観測を行い、最大流量附近においては、さらに短時間毎に観測を行うことが望ましい。

しかし、洪水波の立上りから低減部の終り迄この様な時間間隔で観測を行うことは困難なことなので、低減部については数時間に1回の観測になることもやむを得ないことであろう。

洪水流量観測の方法は、浮子観測が一般的であり、水位一流量観測所附近に橋梁がある場合は、比較的容易に観測を行うことができる。

橋梁等がない場合は、浮子投下施設を設置する必要がある。

洪水流量の観測は、すくなくとも表7-2に示す地点で行われる必要があろう。ただし、清平、高安はそれぞれの上流にある清平 dam、八堂 dam の放流量をもって代えることもできる。

表7-3によれば telemeter 化される水位観測所以外にも支川の流量観測を行うよう提案してあるが、これは貯留関数の定数の検討に資するため行うものであり、観測された降雨資料と流出量の関係から、漢江の洪水流出について研究される必要がある。

表-7-3 流量観測地点

河川名	水位観測所名	種 別	備 考
漢 江	人 道 橋	telemeter	橋を利用して浮子観測
漢 江	高 安	telemeter	八堂 dam の放流量と検照、浮子投下施設
北 漢 江	清 平	telemeter	清平 dam の放流量と検照、浮子投下施設
洪 川 江	洪川 damsite	普 通	調査中
南 漢 江	驪 州	telemeter	橋を利用して浮子観測
南 漢 江	忠 州	telemeter	橋を利用して浮子観測
南 漢 江	丹 陽	telemeter	橋を利用して浮子観測
南 漢 江	寧 越	telemeter	浮子投下施設、
南 漢 江	旌 善	普 通	橋を利用して浮子観測
平 昌 江	後 浦	普 通	
平 昌 江	平 昌	普 通	橋を利用して浮子観測
蟾 江	良 峴	普 通	

(7-2.) 通信回線の系統

1/50,000 縮尺の地図による回線設計および電波の伝播実験によって検討した結果漢江流域の洪水予警報用の通信回線として次のとおり提案を行った。

図-7-3に示すように監視制御局（漢江洪水統制所）と各中継局との間をmicro多重回線で、また、各観測局と各中継局との間をVHF回線で結ぶものである。

この案は、micro多重回線がsystemの幹線として中樞的な役割を果すようになり将来の拡張性を考慮した場合、漢江のsystemと他の流域のsystemとを一体化させるものである。また、江原道庁（春川）と災害対策本部（建設部）との間に緊密な通信連絡を確保するため、龍門山中継局と春川との間にもmicro多重回線を開設することを計画した。

なお、昭陽江damの管理用として設置している既設telemeter systemを龍門山中継局経由で制御を行い、そのdataを監視制御局でも収集できるように計画した。

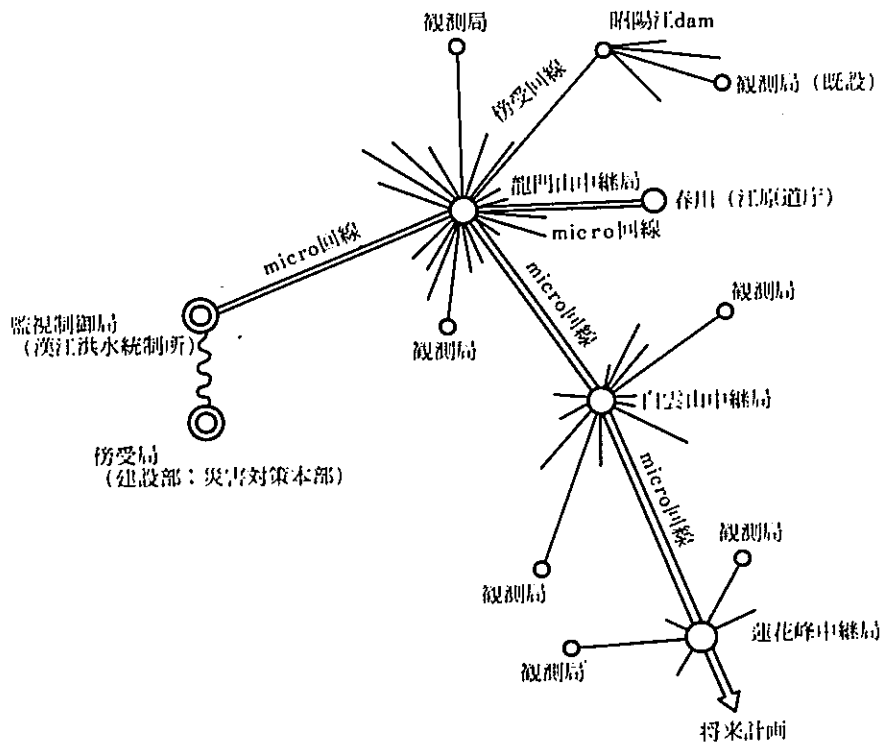


図-7-2 通信回路 network

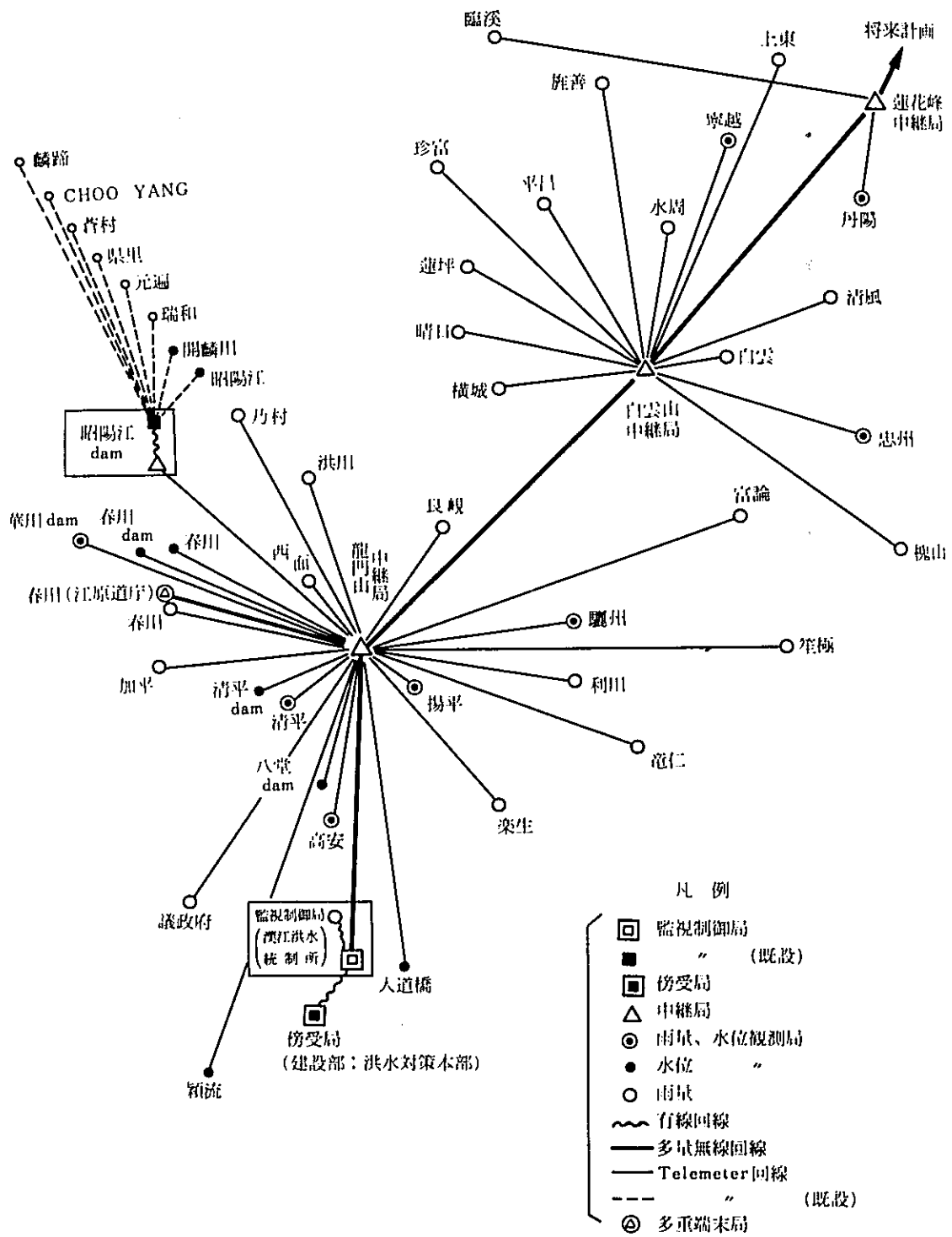


图 - 7 - 3 通信回線系統图



( 7 - 3 ) 使用周波数

( 7 - 3 - 1 ) telemeter 回線

telemeter 無線回線には常時良好な S/N が確保できる VHF 帯を使用することが得策である。

VHF 帯はその変調方式が FM であるため入力雑音以上の電波入力があれば入力電波と雑音との比率以上に復調後の S/N が良好となる。

また、使用する空中線の形式により指向性を鋭くすることもできるので、使用周波数の選定が適正であれば、混信などの妨害が少ない利点がある。

使用周波数として、70MHz 帯と 160MHz 帯について検討を行った。70MHz 帯を使用する場合の問題点は龍門山中継局において、Seoul 市内の南山にある TV 局からの TV 放送波の影響である。70 MHz 帯の使用計画は、TV 放送の CH4 ( 66 ~ 72 MHz ) と CH5 ( 76 ~ 82 MHz ) の間の周波数帯 ( 72 ~ 76 MHz ) であるが、この周波数帯は CH5 の TV 送信波による帯域外での残留分が telemeter の周波数に雑音として混入するため telemeter 回線として常時安定した回線を確保することが困難であると予想される。CH5 の TV 放送波の送信出力が 500W、50 W ( 距離 50 Km ) の場合について計算し、その計算値を表 - 7 - 4 に示す。この表によると、TV 局の送信出力が 500W 以上の場合 72 ~ 76 MHz の周波数帯を使用することは不可能である。

表 - 7 - 4 TV 放送波の影響

	500 W	50 W
送 信 出 力	57d Bm	47dBm
antenna - gain ( TV 送信用 )	9	9
周 波 数 離 調 損 失	60	60
自 由 空 間 損 失	103. 4	103. 4
回 折 損 失	0	0
feeder 損 失	1. 4	1. 4
antenna - gain ( telemeter 受信用 )	2	2
受 信 HYB 損 失 等	7	7
総 損 失	171. 8	171. 8
総 利 得	11	11
受 信 電 力	-103. 8 d Bm	-113. 8 d Bm
受 信 電 圧	9. 2 d Bμ	0. 8 d Bμ
判 定	不 可	可

160MHz 帯は、調査の結果周波数割当上問題がないので、これを使用することとした。

伝播実験は 166. 88MHz と 166. 94MHz の 2 周波を併用して行われたが 166. 88 MHz は龍門山で、また、166. 94MHz は白雲山および蓮花への各中継局でそれぞれ激しい混信妨害があり、観測局からの電波を聴取することがはなはだ困難であった。しかし、上

記2周波のうち、もう一方の周波数に切換えて実験したところ、混信妨害がなく良好に交信することができた。

なお、観測局側ではどちらの周波数を使用しても良好なS/Nを確保することができた。

実際の開設にあたっては、回線設計に使用した160MHz帯の範囲で、且つ年間を通して混信妨害のない周波数を選定することが必要である。また、通信系相互の混信を防ぐため、中継局毎に1波ずつ使用させることを推奨した。この結果龍門山系に166.88MHz、白雲山系は166.98MHz、蓮花峰系は166.94MHzで実施したものである。

### (7-3-2) micro 多重回線

監視制御局（漢江洪水統制所）と中継局および中継局相互間を結ぶmicro多重回線は使用実績が多く、性能の安定した機器の供給をうけられる。周波数帯を選定し、回線の品質ならびに信頼度の確保を図るべきである。

これらの点から当初は7000MHz帯で提案を行ったが、韓国内での関係官庁との接渉の結果2500MHz帯の割当を受け実施したものである。

また、龍門山中継局から江原道庁（春川）への無線電話回線は、回線容量が少ないため当初、400MHz帯の使用を提案したが、周波数割当上の問題があり、前記区間同様2500MHz帯が道庁裏山に反射板を1枚挿入し施設された。

### (7-3-3) Dam水文資料の把握

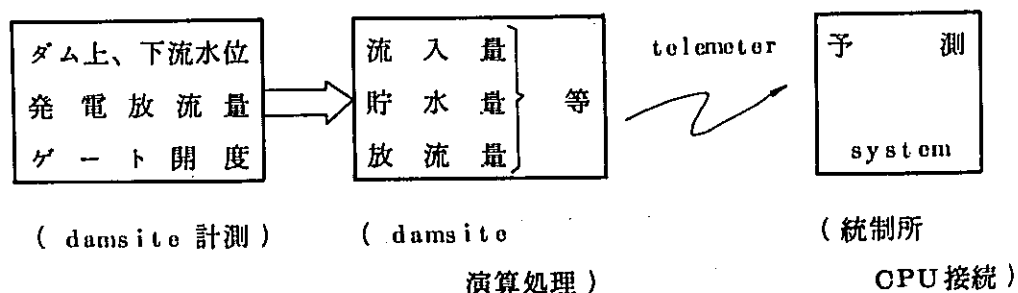
現在のtelemeter systemは、Dam水文資料として、Damの貯水位だけが、telemeter化されているが、漢江の洪水予測の精度を上げるためには、Damの流入量、放流量等を迅速にかつ正確に把握する必要がある。

このためには、Dam水位のほか、gate開度、下流水位および発電放流量等から演算処理装置を用いて、Dam貯水量、流入量および放流量を算出する方法が最適と考えられる。

この場合、各水位における、水位-gate開度-放流量、水位-貯水量の関係を正確に把握しておく必要がある。

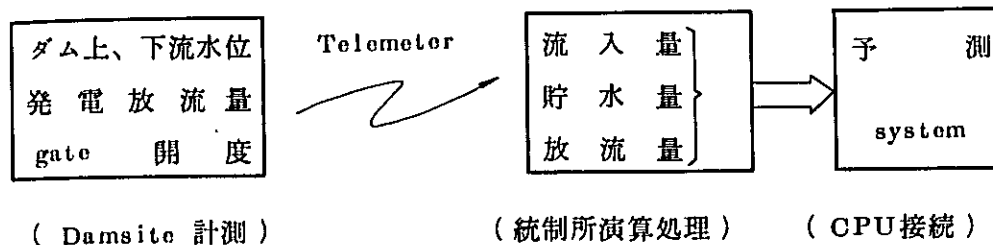
なお、Dam諸量の算出およびdataの伝送systemとしては、以下の2通りの方法が考えられる。

#### ① dams site で計測し、演算処理してから洪水統制所へ伝送する方法



この方法では、Telemeterの伝送量は、1局(1 Dam) 当り貯水位、貯水量、流入量及び放流量の数量程度と考えられ既設Telemeterと同じ Data 収集方式をとることができる。

⑩ damsiteで計測し、洪水統制所に伝送してから統制所で演算処理する方法



この場合は、Telemeterの伝送量は、1局(1 Dam) 当り gate 総数、水位および発電放流量などを見込み、漢江の場合は一般に約 30 量程度必要と考えられるため、これを既設Telemeter方式で行うのは、時間的、space 的および経済的に不利となり多量伝送に適したTelemeter方式を別途採用する必要がある。

また、既設Telemeter方式と多量伝送用Telemeter方式の仕様の概略比較を表 7-5 に示す。

上記検討表から経費については、八堂Damのみに施設する場合には、⑩方式の方が安くなるが段階的整備として、以後各Damを増設する場合には、⑩方式は割高となる。

環境条件については、演算処理部が、特に防塵、定温、定湿の必要があるので、⑩方式の場合は 2、3 のDamを除いて空調装置等を別途施設することが必要となる。

また、人員配置等保守の点から比較すると、⑩方式は、演算処理部が現地Damに施設されるため故障発生時又は、点検時には、Telemeter 関係のほかに専門的知識を有する技術者が、特殊な測定器等を現地に持ち込み作業等を行う必要がある。

以上の検討結果から、全体計画施設時の経費の点、現地各Damの環境条件の点および障害発生又は、保守点検の容易さの点から見て、「⑩ damsiteで計測し、洪水統制所で演算処理をする方法」を採用し、演算結果を type out すると同時に既設電子計算機(CPU)に渡し、洪水予警報処理を行うのが得策と思われる。

以上の提案に基づいて各DamにおいてはDam流入量、放流量を迅速に把握するための施設を設置する必要があるが、本 System を施設するには、経費及び時間が相当(約 1 ヶ年)必要になるので、当面もっとも重要な人道橋地点の流量精度を向上させるため暫定的に八堂Damの水理資料の向上をはかることとして、八堂Dam水位開度放流量曲線を使用することを推奨します。

表-7-5 Dam 諸量伝送用 Telemeter 方式の比較表

項目	方式	既設 telemeter 方式	多量伝送用 telemeter 方式 (一例)	備考
1. 通信方式		半二重通信方式	半二重通信方式	
2. 呼出方式		二周波直列信号方式	Pulse cord 方式	
3. 観測符号方式		RZ 長短 pulse 方式	NRZ 等長 Pulse 方式	
4. 伝送速度		25 baud	50 baud	
5. 観測符号の検定方式		総数 Bit 及び桁毎寄数 parity 検定	連送照合及び parity 検定	
6. 観測符号の変調方式		副搬送周波数偏移方式	副搬送周波数偏移方式	
7. 周波数偏移巾		指定副搬送周波数±35Hz	指定副搬送周波数±35Hz	
8. 1 Date 当りの伝送桁数等		局番 2 桁、Date 4 桁、特殊情報 1 桁、合計 7 桁 (1 量)	局番 1 桁+監視 4 桁、(Data 番号 2 桁+Data 3 桁)×29 word、合計 30 word (29 量)	
9. 1 局 当り 観測 時間		約 60 秒 (1 局 5 量 1 中継 を 通 し type out まで だ だ し、既 設 雨 量 の み の 場 合 は 約 15 秒)	約 45 秒 (1 局 30 量 1 中継 を 通 し、type out まで)	
10. 1 観測装置当りの 伝送 Data 量		最大 2 量まで	最大 60 量程度	
11. 1 監視装置当りの 収容 Data 量		最小観測周期 10 分とし 30 量 (再呼 2 回含む)	最小観測周期 15 分とし 10 局 (再呼 1 回含む)	

(7-3-4) 本部-統制所間の回線について

本部-統制所間は、現在通信部の市内専用有線回線を利用して結ばれているが、一般に有線回線は、暴風雨や豪雨等により回線断や各種誘導雑音等が発生するおそれがあり、洪水予警報のための Data 伝送用回線としては、適当ではないと思われる。

本 System の安定した運用及び回線の Level up のため、この区間は、無線化を早急に行うことが必要と思われる。

無線化を実施する場合について以下のとおり検討を行った。

① 通信部にて無線回線を施設する方法

この方法は、全面的に通信部の作業を必要とするため、早急に、負担金、専用料金等について、通信部と打合せを行う必要がある。洪水予警報のための Data 伝送用回線として当該無線区間に要求される。無線回線の施設条件としては、洪水期(6月~9月)は回線を確保すること及び回線の質は常時 S/N を 60 dB 以上必要とする。

② 建設部にて専用無線回線を施設する方法

調査団では、現地調査により表-7-5 回線設計表等のとおり机上計算を行い 12 GHz、2,500MHz、800MHz および 400MHz の各周波数に於いて所要の回線 S/N (60 dB 以上) が得られる事が確認された。

ただし、12GHZ、2,500MHZについては、電波伝ぱん通路内の高層建物の調査を計画的に行い clearance の確保に努める必要がある。また8000MHZ、400MHZについては、回線が大都市内を通過するため、実施に当っては、伝ぱん実験等により所要電界が得られることを確認すると同時に都市雑音の影響についても調査する必要がある。特に400MHZの電波については、混信の影響を長期間にわたり調査しなければならない。

なお各周波数帯を使用する機器の規格表を表-7-6に示す。

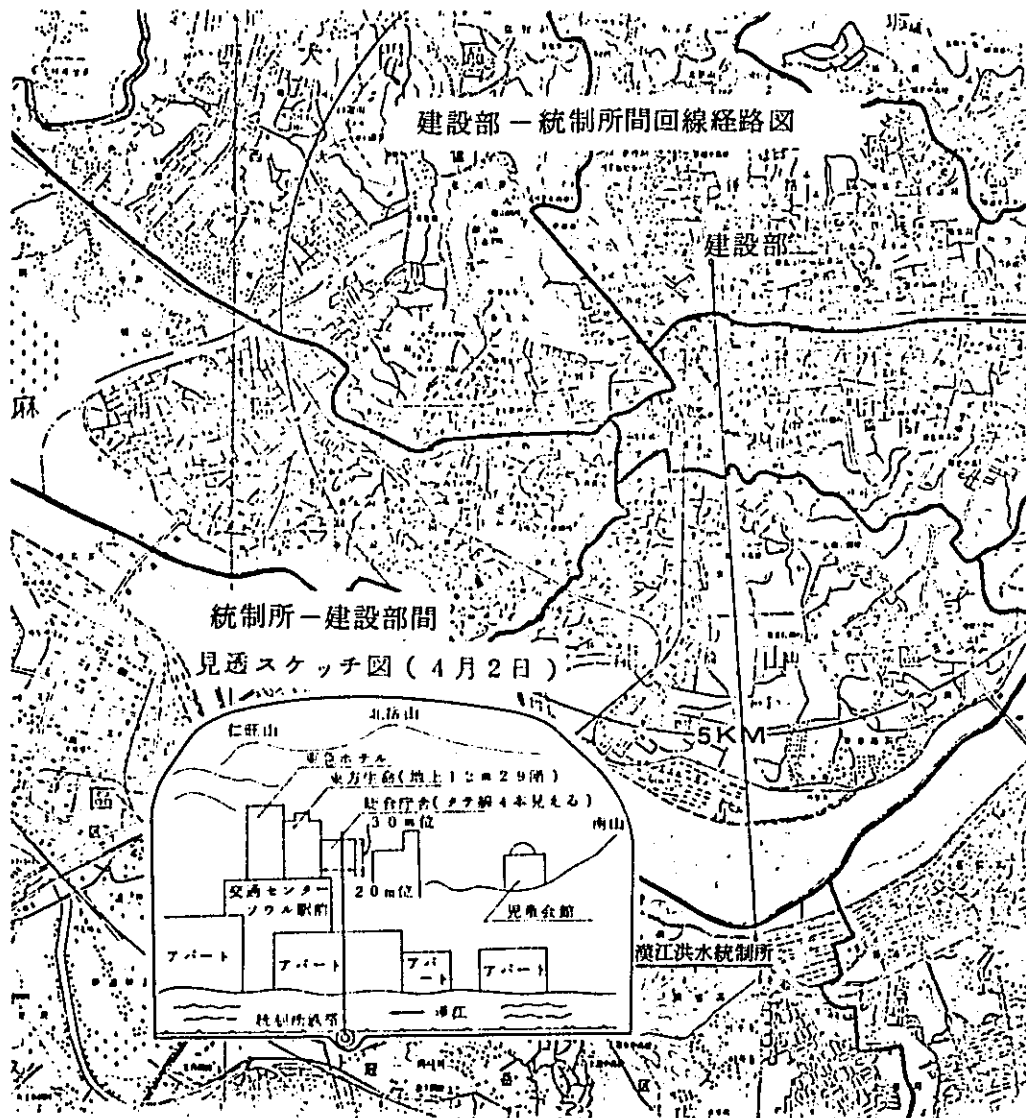
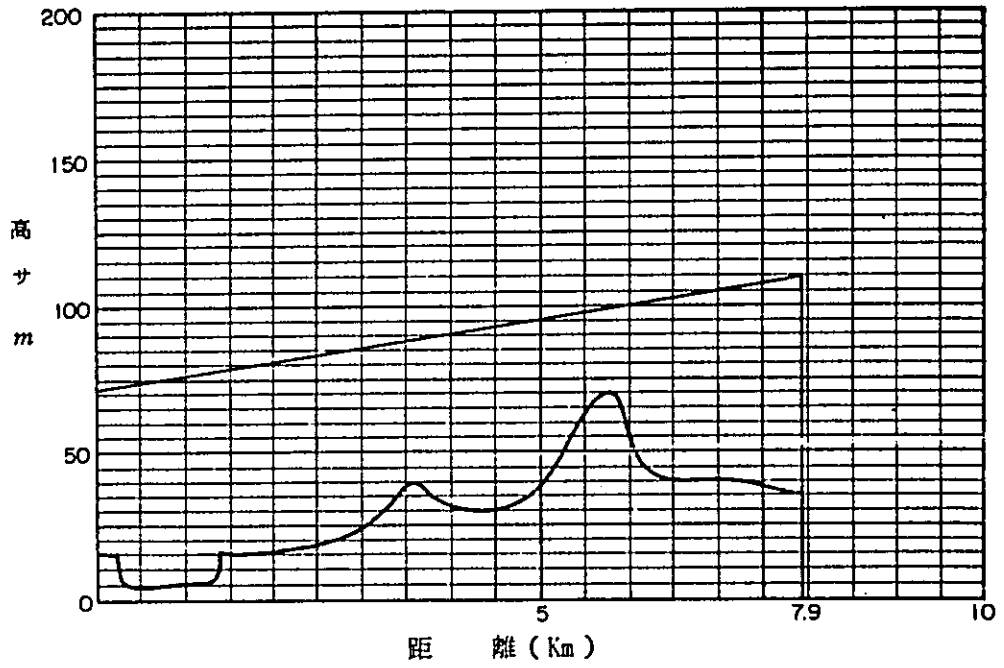


図-7-4 建設部-統制所間回線経路図

図-7-5 見 通 図



<u>統 制 所</u>	<u>建 設 部</u>
標 高 15 m	標 高 35 m
空中線地上高 72 m	空中線地上高 110 m
----- 7.9 Km -----	

表一七—五 回線設計表

種別		建設本部(政府総合庁舎)一統制所										備考
		400 MHz		800 MHz		2500 MHz		12 GHz		SS-FM		
局名	単位	SS-PM	SS-PM	SS-PM	SS-PM	SS-FM	SS-FM	SS-FM	SS-FM	SS-FM	SS-FM	
空中線電力	dBm	37	5w	37	5w	33	2w	20	0.1w			
自由空間損失	dB	103	7.9 Km	108.5	7.9 Km	118	7.9 Km	134.5	7.9 Km			
付加損失	dB					20	ATT (固定)		131.5 + 3 dB			
給電線損失	dB	8	RG-17U×100m	12	RG-17U×100m	10	SF-50-7×100m	10	0.2 dB/Km×50m			
空中線利得(送)	dB	19	3mφGPBR	25	3mφPBR	35.5	3mφPBR	48.5	3mφPBR			
空中線利得(受)	dB	19	3mφGPBR	25	3mφPBR	35.5	3mφPBR	48.5	3mφPBR			
送受共用損失	dB	3		3			T: 1dB R: 2dB	7.5	T: 2.5dB R: 5dB			
無線電中継	dB											
受信電力	dBm	-39		-36.5		-47		-35				
受信雑音電力	dBm	-108+3	B: 600KHz F: 8dB	-108	B: 600KHz F: 8dB	-95	B: 12MHz F: 8dB	-94	B: 6MHz F: 12dB			
高周波 S/N C/N	dB	66		71.5		48		59	200 KHz/CH B: 6MHz			
S/N 改善係数	dB	8	0.2 rad/CH B: 600KHz	8		20	200 KHz/CH B: 12MHz	29				
標準状態における S/N	dB	74		79.5		68		88				
Fading 損失	dB	5	0.2 dB/Km+3 dB	6	0.2 dB/Km+4 dB	8	0.2 dB/Km+6 dB	8.5	0.3 dB/Km+3 dB			
Fading があるときの各区分 S/N	dB	69		73.5		60		79.5				
総合 S/N	dB											
限界レベル	dBm	-96	-105+9 dB	-99	-108+9 dB	-86		-85				
限界レベルに対する Fading margin	dB	57		62.5		39		※50	>5.7 dB× 0.8×7.9 Km			
Fadingのあるときの限界Level に対する margin.	dB	52		56.5		31						
特記事項		※ 雨量強度を 2mm/min とした。但し雨量強度を 3mm/min とすると空中線を 4mφ、電力を 0.3w とする必要がある。										

表-7-6 建設部一統制所間使用する多重無線機規格表(例)

使用周波数帯		400MHz	800MHz	2,500MHz	12GHz	備考
仕様の概要		大韓民国国内製産品	大韓民国国内製産品	日本国建設省標準型	日本国建設省標準型	
通信方式		SS-PM	SS-PM	SS-FM	SS-FM	
周波数範囲		335 ~ 470 MHz	790 ~ 960 MHz	2,450 ~ 2,700 MHz	12.2 ~ 12.44 GHz	
通話路密度		24 CH+打合1 CH	24 CH+打合1 CH	300 CH+打合1 CH	300 CH+打合1 CH	
伝送周波数帯域		12 ~ 108 KHz、	12 ~ 108 KHz 0.3 ~ 3.4 KHz	60 ~ 1,300 KHz 0.3 ~ 3.4 KHz	60 ~ 1,300 KHz 0.3 ~ 3.4 KHz	
送信出力		5 / 10 W	5 / 10 W	1 W	0.1 Wを標準	
受信方式		Superheterodyne	Superheterodyne	Superheterodyne 並列受信方式	Superheterodyne 並列受信方式	
変調度		0.2 rad/CH	0.2 rad/CH	200 KHz/CHを標準	200 KHz/CHを標準	
受信中間周波数		600 KHz以上	600 KHz以上	70 MHz	70 MHz	
中間周波数帯域幅		8 dB以下	8 dB以下	9 dB以下	10 dB以下	
雑音指数				60 KHz ~ 1,300 KHzで ± 1 dB以内	60 KHz ~ 1,300 KHzで ± 1 dB以内	
周波数特性				T: 2 dB以下 R: 5 dB以下	T: 2.5 dB以下 R: 5 dB以下	
送受共用損失				2 m S以下	2 m S以下	
送信部切替時間				DC-24V又はAC100V 200V 60Hz	DC-24V又はAC100V 200V 60Hz	
電源方式		DC-24V、AC90~ 240V 60Hz	DC-24V、AC90 ~ 240V 60Hz	DC250 W AC 400 VA以下	DC 250 W AC 400 VA以下	
消費電力		約 80 W	約 80 W			



(7-4) 回線設計と電波伝ぱん実験結果

(7-4-1) 回線設計

1/50,000 縮尺の地図から作った回線設計表を付表 1-1~1-9 にまた、見透図を付図 1-1~1-43 に示す。

回線設計に当って Telemeter 回線については、160MHz 帯の周波数割当を想定し、micro 回線については、7 GHz 帯及び 400 MHz 帯の周波数を想定して、表-7-7 の計算式及び諸元によって計算したものである。

なお、警報回線については、Telemeter 回線（駈州、人道橋など）と同程度であります。

表-7-7 回線設計のための諸元表

主な諸元	使用周波数帯			備考
	160MHz 帯	7 GHz 帯	400MHz 帯	
自由空間損失 (dB)	$32.4 + 20 \log d (\text{Km}) + 20 \log f (\text{MHz})$			
Fading 損失 (dB)	0.1 dB/Km	$0.3 \text{ dB/Km} + 6 \text{ dB}$	0.2 dB/Km	
受信機内部雑音電力 (dBm)	-118	-95	-101	
S/N 改善係数 (dB)	12	22	8	
外部雑音による S/N 劣化量 (dB)	6	-	3	

なお、自由空間損失、Fading 損失は、無線周波数と送受信点の距離によって決まり、受信機内部雑音電力、S/N 改善係数は、使用する無線機によって決まる。しかし、外部雑音による S/N 劣化量は、周囲の状況により異なるので雑音電界強度を測定し、その値を受信機内部雑音電力に相加して、総合的な受信入力雑音力を求める必要がある。

なお、当該区間が、完全見透しとならず、途中に山岳等が存在し、電波を遮る場合は、自由空間損失に、更に損失が付加される。このようにして計算した標準状態に於ける S/N の値が、VHF 区間では、30 dB 以上、多重回線では、将来計画を考慮し、45 dB 以上とれることを計画上の目標とした。回線計画によって損失の比較的大きい、不安定要素の多いと推定される回線を電波伝ぱん実験により確認した。

付表 1 - 1 MICRO波帯回線設計表

種別	局名		Seoul 漢江洪水統制所～龍門山		龍門山～白雲山		白雲山～蓮花峰		龍門山～春川	
		単位								
空中線電力	dBm		30	1w7GHz	30	1w7GHz	30	1w7GHz	40	10w400MHz
自由空間損失	dB		143.5	50.3Km	143.5	50.5Km	144.5	55.3Km	116	39.1Km
付加損失	dB								22	
給電線損失	dB		12	0.1dB/m × 120 <sup>m</sup>	14	0.1dB/m × 140 <sup>m</sup>	11	0.1dB/m × 110 <sup>m</sup>	4	0.038dB/m × 100
空中線利得(送)	dB		43	3mφPBR	43	3mφPBR	43	3mφPBR	19	3mφGPBR
空中線利得(受)	dB		43	3mφPBR	43	3mφPBR	43	3mφPBR	19	3mφGPBR
送受共用損失	dB		4	T: 2.5, R: 1.5	4		4		3	TR: 各1.5
無線機電中雑	dB									
受信電力	dBm		-43.5		-45.5		-43.5		-67	
受信雑音電力	dBm		-95		-95		-95		-98	
高周波 S/N C/N	dB		51.5		49.5		51.5		31	
S/N 改善係数	dB		22		22		22		8	0.2dB/Km
標準状態における S/N	dB		73.5		71.5		73.5		39	
Fading 損失	dB		21	0.3dB/Km	21		22		8	
Fading があるときの各区分 S/N	dB		52.5	+6dB	50.5		51.5		31	
総合 S/N	dB		73.5		69.4		68		39	
限界 Level	dBm		-86		-86		-86		-89	
限界 Level に対する Fading margin	dB		42.5		40.5		42.5		22	
Fading のあるときの限界 Level に対する margin	dB		21.5		19.5		20.5		14	
特記事項										

付表 1 - 2 160MHz 帯回線設計表

種別	局名		龍門山~高安		龍門山~八笠dam		龍門山~華川dam		龍門山~清平	
		単位								
空中線電力	dBm		40	10w	30	1w	40	10w	40	10w
自由空間損失	dm		106	29.8 Km	104	23.5 Km	113	64.5 Km	103	21.2 Km
付加損失	dm		24				31		33	
給電線損失	dm		3	AFZE50-7 40 m 10 D-2v 30 m	3		3		3	
空中線利得(送)	dm		5	3段コーリニヤ	5		5		5	
空中線利得(受)	dm		8	八木3E	8	八木3E	10	八木5E	10	八木5E
送受共用損失	dm									
無線機電中継	dm									
受信電力	dBm		-80		-64		-92		-84	
受信雑音電力	dBm		-112	-118+6	-112		-112		-112	
高周波 S/N C/N	dB		32		48		20		28	
S/N 改善係数	dB		12		12		12		12	
標準状態における S/N	dB		44		60		32		40	
Fading 損失	dB									
Fading があるときの各区分 S/N	dB									
総合 S/N	dB									
限界 Level	dBm									
限界 Level に対する Fading margin	dB									
Fading のあるときの限界 Level に対する margin	dB									
特記事項										

付表 1-3 160MHz 帯回線設計表

種別	局名		龍門山~關州		龍門山~楊平		龍門山~清平damm		龍門山~春川damm	
	単位		1w	30.3 Km	1w	9.5 Km	10w	21.0 Km	10w	46.7 Km
空中線電力	dBm	30	30	30	30	30	40	40	40	40
自由空間損失	dB	106	106	96	96	96	103	110	110	110
付加損失	dB			10	10	10	32	25	25	25
給電線損失	dB	3	3	3	3	3	3	3	3	3
空中線利得(送)	dB	5	5	5	5	5	5	5	5	5
空中線利得(受)	dB	8	8	8	8	8	10	10	10	10
送受共用損失	dB									
無線電中継	dB									
受信電力	dBm	-66	-66	-66	-66	-66	-83	-83	-83	-83
受信雑音電力	dBm	-112	-112	-112	-112	-112	-112	-112	-112	-112
高周波 S/N C/N	dB	46	46	46	46	46	29	29	29	29
S/N 改善係数	dB	12	12	12	12	12	12	12	12	12
標準状態における S/N	dB	58	58	58	58	58	41	41	41	41
Fading 損失	dB									
Fading があるときの各区分 S/N	dB									
総合 S/N	dB									
限界 Level	dBm									
限界 Level に対する Fading margin	dB									
Fading のあるときの限界 Level に対する margin	dB									
特記事項										

付表 1-4 160 MHz 帯回線設計表

種別	局名		龍門山～春川(水)		龍門山～人道橋		龍門山～頭流		龍門山～議政府	
	単位									
空中線電力	dBm	30	1w	30	1w	40	10w	40	10w	
自由空間損失	dB	109	39.8 Km	111	52.4 Km	115	81.2 Km	110	47.3 Km	
付加損失	dB	13				20		17		
給電線損失	dB	3		3		3		3		
空中線利得(送)	dB	5		5		5		5		
空中線利得(受)	dB	8	八木3E	8	八木3E	10	八木5E	8	八木3E	
送受共用損失	dB									
無線電中継	dB									
受信電力	dBm	-82		-71		-83		-77		
受信雑音電力	dBm	-112		-112		-112		-112		
高周波 S/N C/N	dB	30		41		29		35		
S/N 改善係数	dB	12		12		12		12		
標準状態における S/N	dB	42		53		41		49		
Fading 損失	dB									
Fading があるときの各区分 S/N	dB									
総合 S/N	dB									
限界 Level	dBm									
限界 Level に対する Fading margin	dB									
Fading のあるときの限界 Level に対する margin	dB									
特記事項										

付表 1 - 5 160 MHz 帯回線設計表

種別	局名		龍門山~加平		龍門山~春川		龍門山~西面		龍門山~乃村	
	単位									
空中線電力	dBm	30	1w	40	10w	40	10w	40	10w	
自由空間損失	dB	106	29.7 Km	108	39.1 Km	101	17.0 Km	111	55.0 Km	
付加損失	dB	11		19		28		26		
給電線損失	dB	3		3		3		3		
空中線利得(送)	dB	5		5		5		5		
空中線利得(受)	dB	8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E	10	八木5E	
送受共用損失	dB									
無線機電中継	dB									
受信電力	dBm	- 77		- 77		- 79		- 85		
受信雑音電力	dBm	- 112		- 112		- 112		- 112		
高周波 S/N C/N	dB	35		35		33		27		
S/N 改善係数	dB	12		12		12		12		
標準状態における S/N	dB	47		47		45		39		
Fading 損失	dB									
Fading があるときの各区分 S/N	dB									
総合 S/N	dB									
限界 Level	dBm									
限界 Level に対する Fading margin	dB									
Fading のあるときの限界 Level に対する margin	dB									
特記事項										

付表1-6 160 MHz 帯回線設計表

種別	局名		龍門山~洪川		龍門山~良規		龍門山~富論		龍門山~筵極	
	単位									
空中線電力	dBm	30	1w	40	10w	30	1w	30	1w	
自由空間損失	dB	107	33.0 Km	127	34.0 Km	109	43.0 Km	112	59.0 Km	
付加損失	dB	17		29		11		13		
給電線損失	dB	3		3		3		3		
空中線利得	dB	5		5		5		5		
空中線利得	dB	8	八木3E	10	八木5E	8	八木3E	10	八木5E	
送受共用損失	dB									
無線機電中継	dB									
受信電力	dBm	-84		-84		-80		-83		
受信雑音電力	dBm	-112		-112		-112		-112		
高周波 S/N C/N	dB	28		28		32		29		
S/N 改善係数	dB	12		12		12		12		
標準状態における S/N	dB	40		40		44		41		
Fading 損失	dB									
Fading があるときの各区分 S/N	dB									
総合 S/N	dB									
限界 Level	dBm									
限界 Level に対する Fading margin	dB									
Fading のあるときの限界 Level に対する margin	dB									
特記事項										

付表 1-7 160 MHz 帯回線設計表

種別	局名		龍門山~利川		龍門山~竜仁		龍門山~榮生		龍門山~昭陽江 dam	
		単位	30	1w	30	1w	30	1w	30	1w
空中線電力		dBm	30	32.5 Km	30	47.0 Km	30	43.8 Km	30	48.5 Km
自由空間損失		dB	107		110		109		110	
付加損失		dB	8		13		12			
給電線損失		dB	3		3		3		3	
空中線利得		dB	5		5		5		5	
空中線利得		dB	8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E
送受共用損失		dB								
無線機電中継		dB								
受信電力		dBm	-75		-83		-81		-70	
受信雑音電力		dBm	-112		-112		-112		-112	
高周波 S/N C/N		dB	37		29		31		42	
S/N 改善係数		dB	12		12		12		12	
標準状態における S/N		dB	49		41		43		54	
Fading 損失		dB								
Fading があるときの各区間 S/N		dB								
総合 S/N		dB								
限界 Level		dBm								
限界 Level に対する Fading margin		dB								
Fading のあるときの限界 Level に対する margin		dB								
特記事項										



付表 1 - 8 160 MHz 帯回線設計表

種別	局名		白雲山～摩越		白雲山～忠州		白雲山～横城		白雲山～暗日		
	単位										
空中線電力	dBm	40	10W	40	10W	40	10W	30	1W	40	10W
自由空間損失	dB	110	46.5 Km	105	26.6 Km	105	26.2 Km	105	26.2 Km	108	39.2 Km
付加損失	dB	24		25		25		3		36	
給電線損失	dB	3		3		3		3		3	
空中線利得(送)	dB	5		5		5		5		5	
空中線利得(受)	dB	8	※1 八木3E	8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E	10	※2 八木5E
送受共用損失	dB										
無線機電中継	dB										
受信電力	dBm	- 84		- 80		- 65		- 92		- 92	
受信雑音電力	dBm	- 112		- 112		- 112		- 112		- 112	
高周波 S/N C/N	dB	28		32		47		20		20	
S/N 改善係数	dB	12		12		12		12		12	
標準状態における S/N	dB	40		44		59		32		32	
Fading 損失	dB										
Fading があるときの各区分 S/N	dB										
総合 S/N	dB										
限界 Level	dBm										
限界 Level に対する Fading margin	dB										
Fading のあるときの限界 Level に対する margin	dB										
特記事項		※1 空中線高さは、E L 387 m 以上とすること。 ※2 空中線高さは、E L 270m 以上とすること。									

付表 1-9 160 MHz 帯回線設計表

種別	局名		白雲山～蘆坪		白雲山～珍富		白雲山～平昌		白雲山～旌善		
		単位	40	10w	40	10w	40	10w	30	1w	
空中線電力		dBm	112	57.7 Km	113	68.9 Km	108	39.8 Km	112	60.8 Km	
自由空間損失		dB	29		18		43		15		
付加損失		dB	3		3		3		3		
給電線損失		dB	5		5		5		5		
空中線利得(送)		dB	10	八木5E	8	八木3E	10	八木5E	8	八木3E	
空中線利得(受)		dB									
送受共用損失		dB									
無機電中継		dB									
受信電力		dBm	-89		-81		-99		-87		
受信雑音電力		dBm	-112		-112		-112		-112		
高周波 S/N C/N		dB	23		31		13		25		
S/N 改善係数		dB	12		12		12		12		
標準状態における S/N		dB	35		43		25		37		
Fading 損失		dB									
Fading があるときの各区分 S/N		dB									
総合 S/N		dB									
限界 Level		dBm									
限界 Level に対する Fading margin		dB									
Fading のあるときの限界 Level に対する margin		dB									
特記事項											

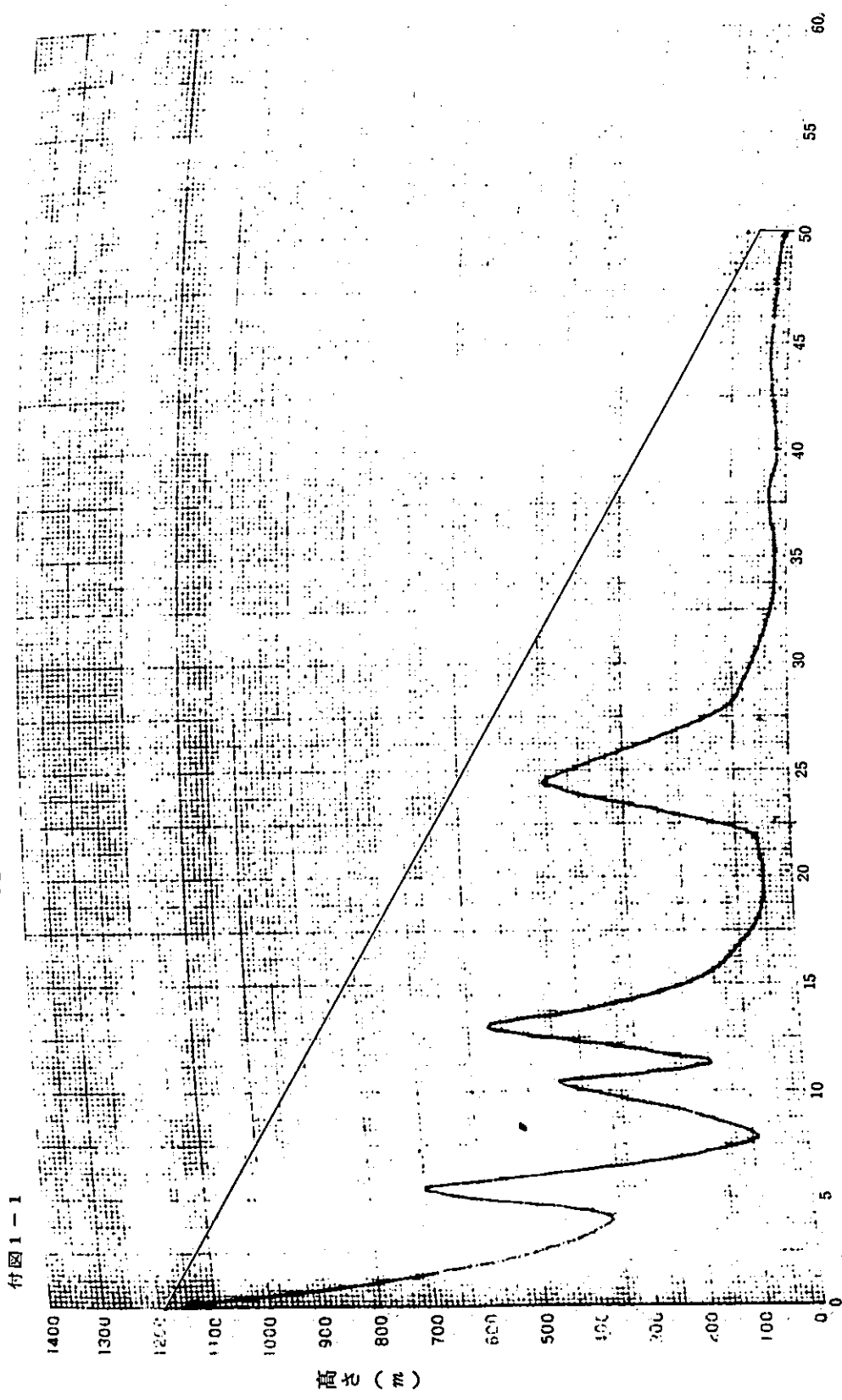
付表 1 - 10 160 MHz 帯回線設計表

種別	局名		白雲山~水		白雲山~上		白雲山~白		白雲山~清	
	単位									
空中線電力	dBm		40	10W	30	1W	30	1W	40	10W
自由空間損失	dB		105	28.6 Km	113	67.5 Km	99	13.8 Km	106	31.8 Km
付加損失	dB		27		3		8		39	
給電線損失	dB		3		3		3		3	
空中線利得(送)	dB		5		5		5		5	
空中線利得(受)	dB		8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E	10	八木5E
送受共用損失	dB									
無線機電中継	dB									
受信電力	dBm		- 82		- 76		- 67		- 93	
受信雑音電力	dBm		- 112		- 112		- 112		- 112	
高周波 S/N C/N	dm		30		36		45		19	
S/N 改善係数	dm		12		12		12		12	
標準状態における S/N	dm		42		48		57		31	
Fading 損失	dm									
Fading があるときの各区分 S/N	dm									
総合 S/N	dm									
限界 Level	dBm									
限界 Level に対する Fading margin	dm									
Fading のあるときの限界 Level に対する margin	dm									
特記事項										

付表 1-11 160 MHz 帯回線設計表

種別	局名		白雲山~槐山		運花峰~丹陽		運花峰~臨溪	
	単位							
空中線電力	dBm	40	10w	30	1w	30	1w	
自由空間損失	dB	111	52.6 Km	99	13.0 Km	114	70.5 Km	
付加損失	dB	25		15		5		
給電線損失	dB	3		3		3		
空中線利得(送)	dB	5		5		5		
空中線利得(受)	dB	10	※3 八木5E	8	八木3E	8	八木3E	
送受共用損失	dB							
無線電中継	dB							
受信電力	dBm	-84		-74		-79		
受信雑音電力	dBm	-112		-112		-112		
高周波 S/N C/N	dB	28		38		33		
S/N 改善係数	dB	12		12		12		
標準状態における S/N	dB	40		50		45		
Fading 損失	dB							
Fading があるときの各区分 S/N	dB							
総合 S/N	dB							
限界 Level	dBm							
限界 Level に対する Fading margin	dB							
Fading があるときの限界 Level に対する margin	dB							
特記事項		※3 空中線高さは、EL.230m 以上にすること。						

見透し図 (K=4/3)

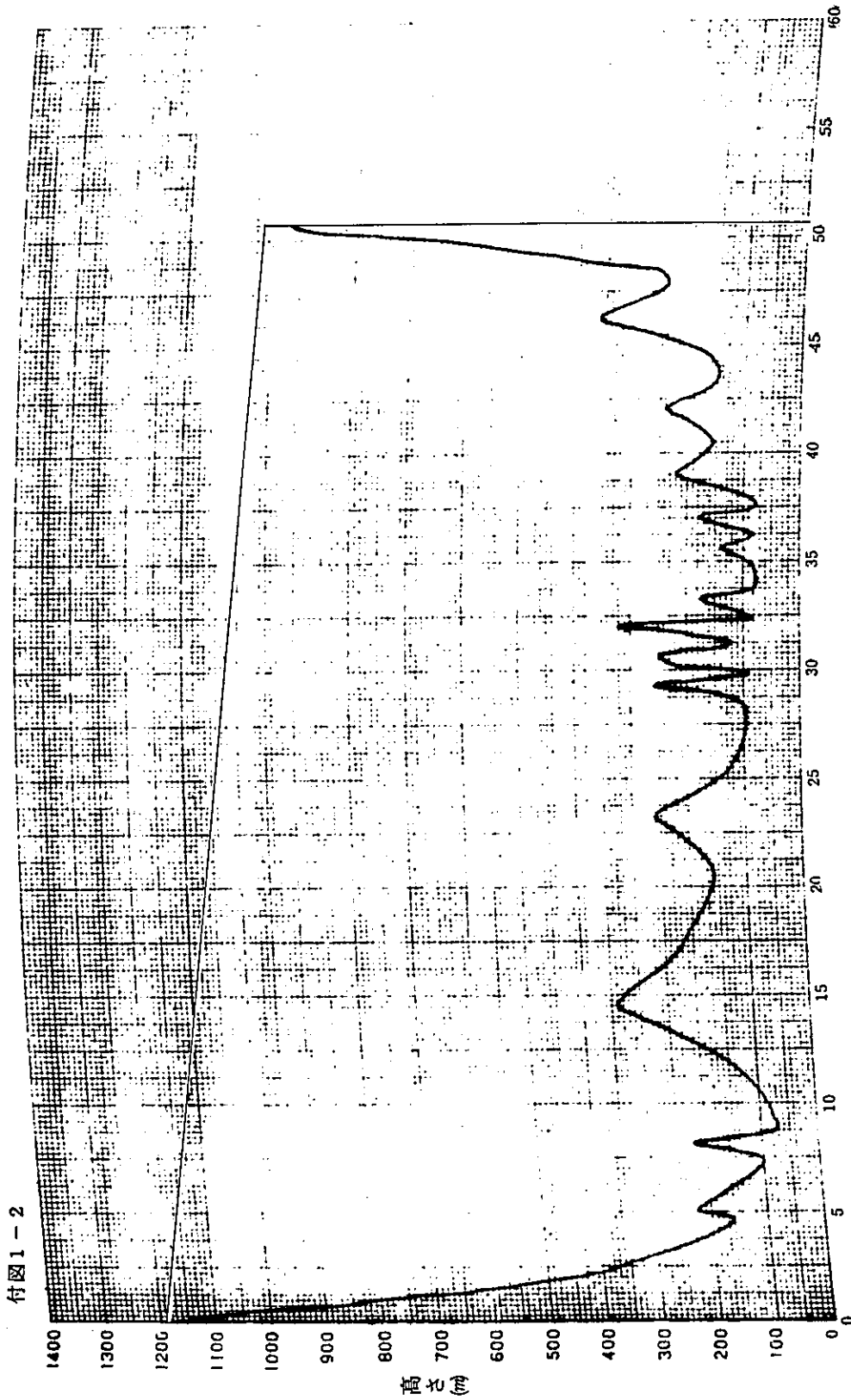


付図1-1

龍門山(中) SEOUL (漢江洪水制御所)

標	高 1,150 m	標	高 10 m
空中線地上高	40 m	空中線地上高	50 m
50.3 Km			

見透し図 (K=4/3)



龍門山

標高 1,150 m

空中線地上高 40 m

東経 127°24'2" 北緯 37°33'3"

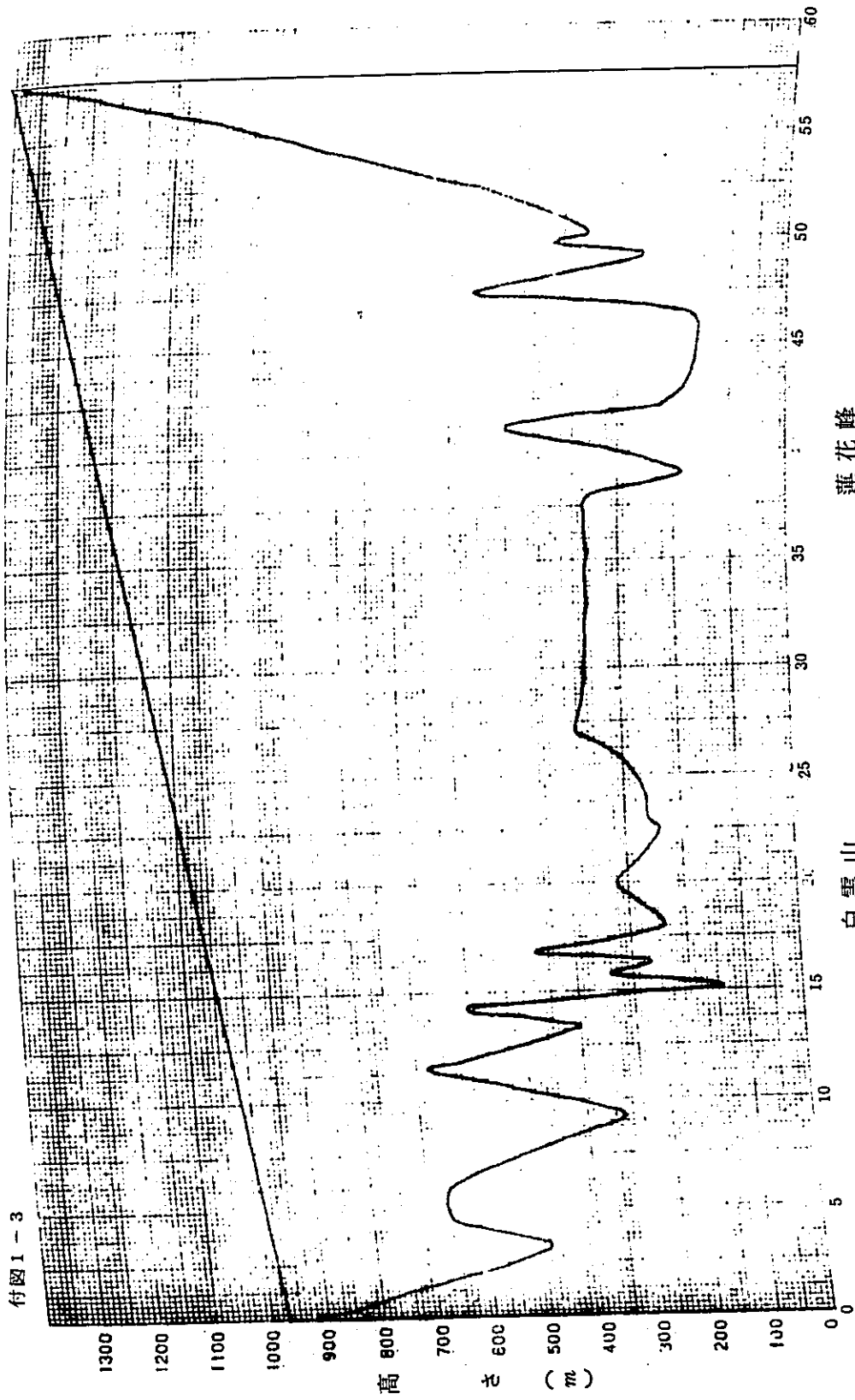
白雲山

標高 920 m

空中線地上高 50 m

東経 127°58'28" 北緯 37°15'16"

見透し図 (K=4/3)



蓮花峰

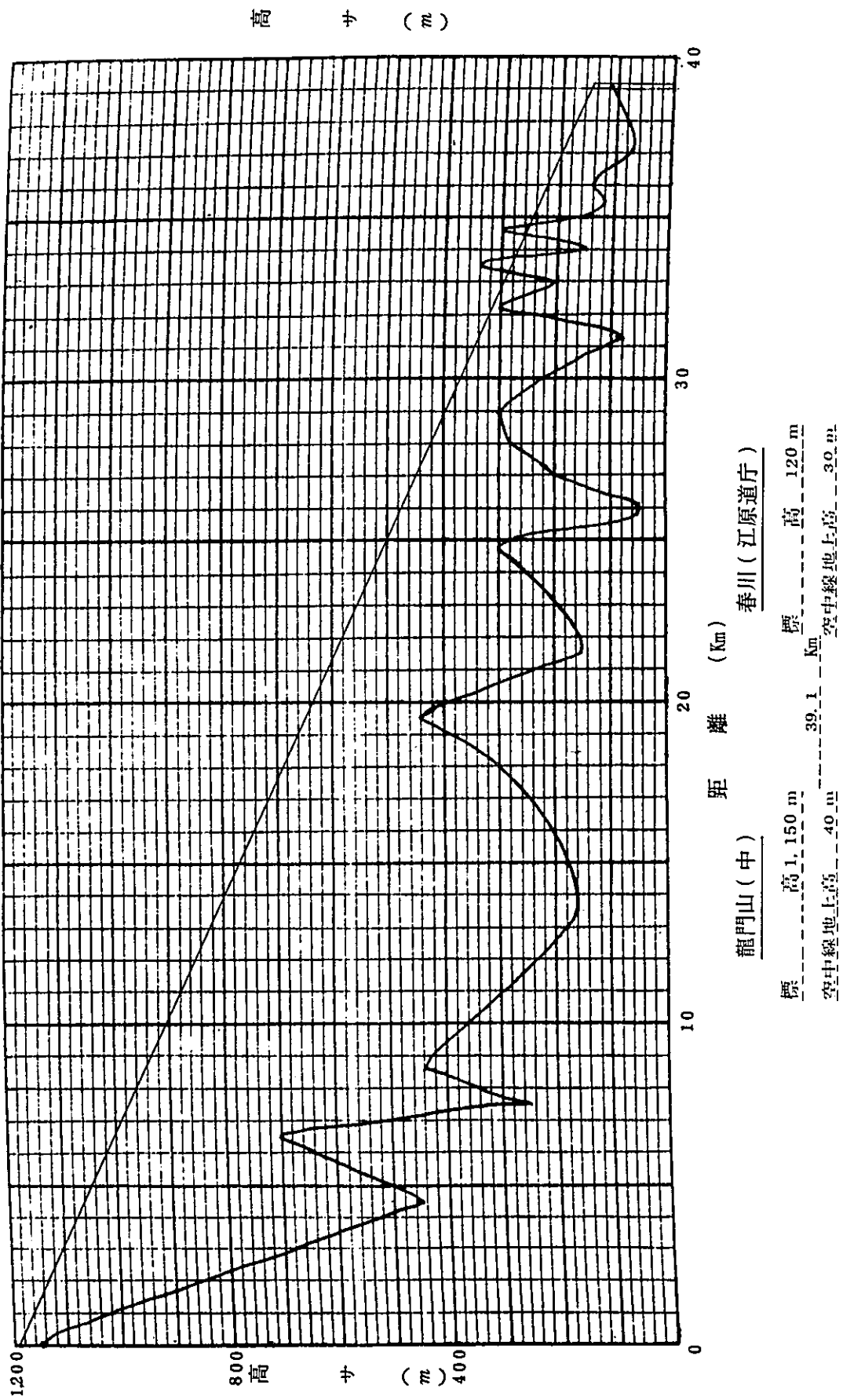
標高 1,390 m  
 空中線地上高 20 m  
 東経 128°55' 北緯 36°54'

白雲山

標高 920 m  
 空中線地上高 50 m  
 東経 127°58'28" 北緯 37°15'16"

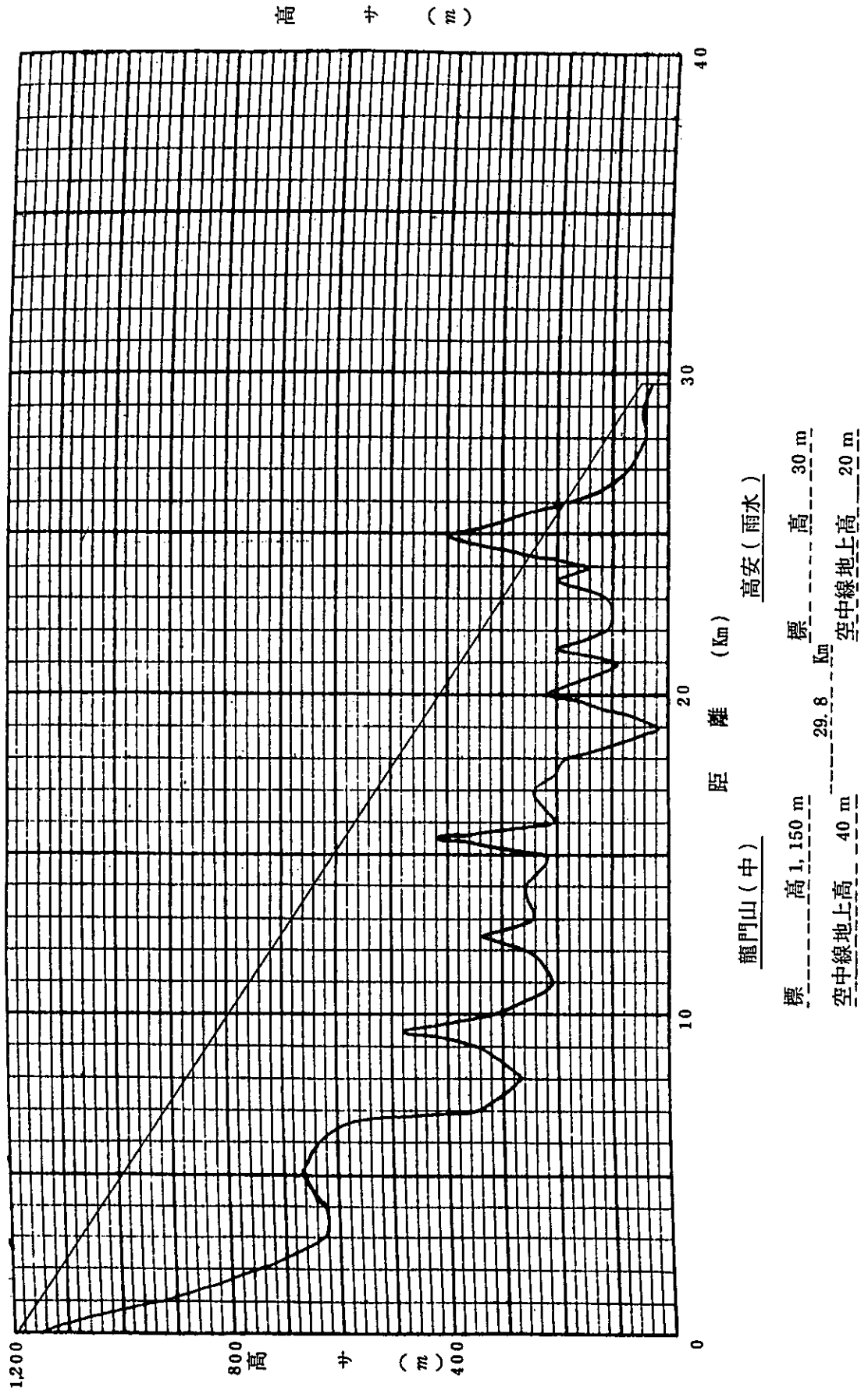
見透し図 (K=4/3)

付図 1-4



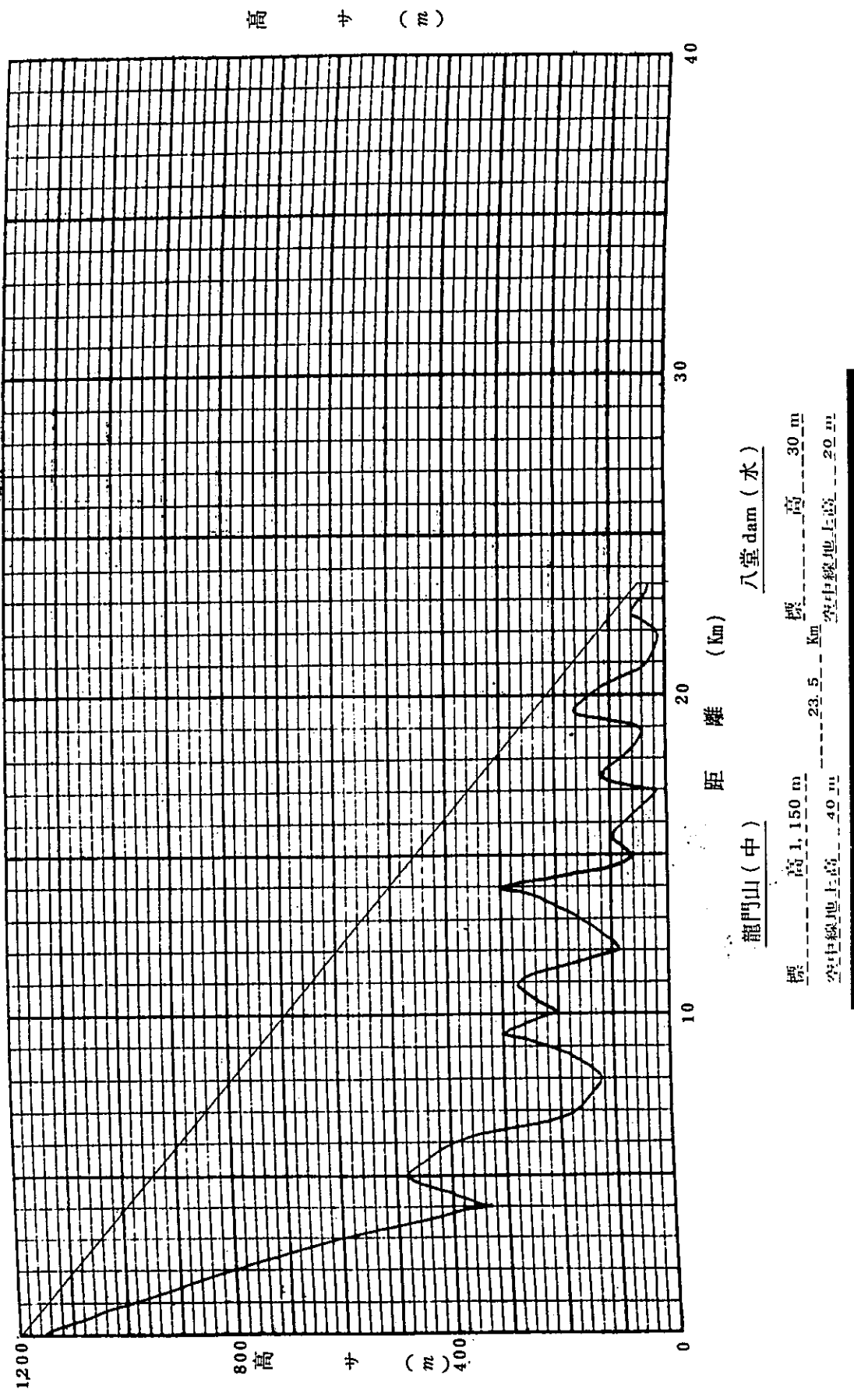


見透し図 (K=4/3)



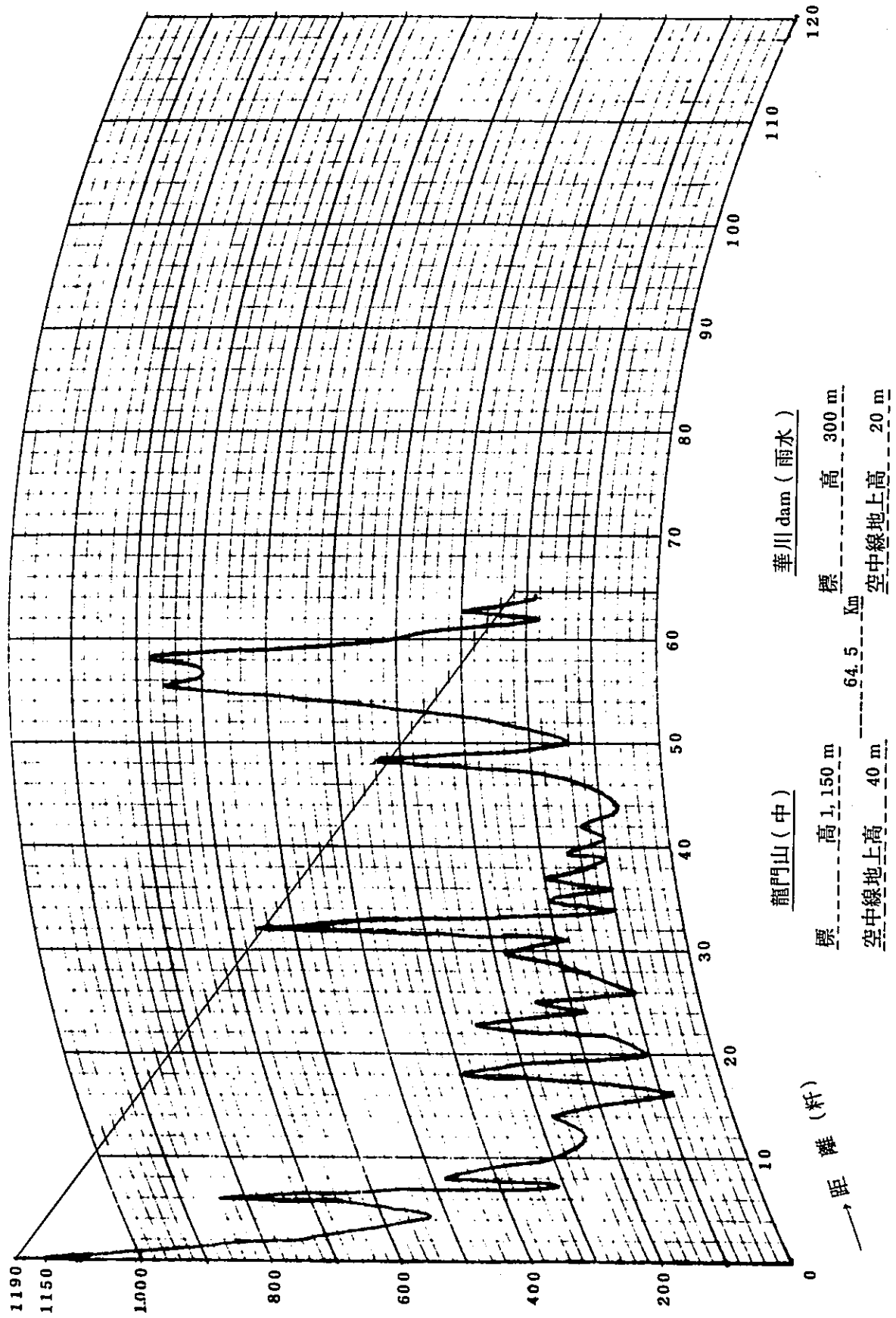
付圖 1-6

見透し図 (K=4/3)



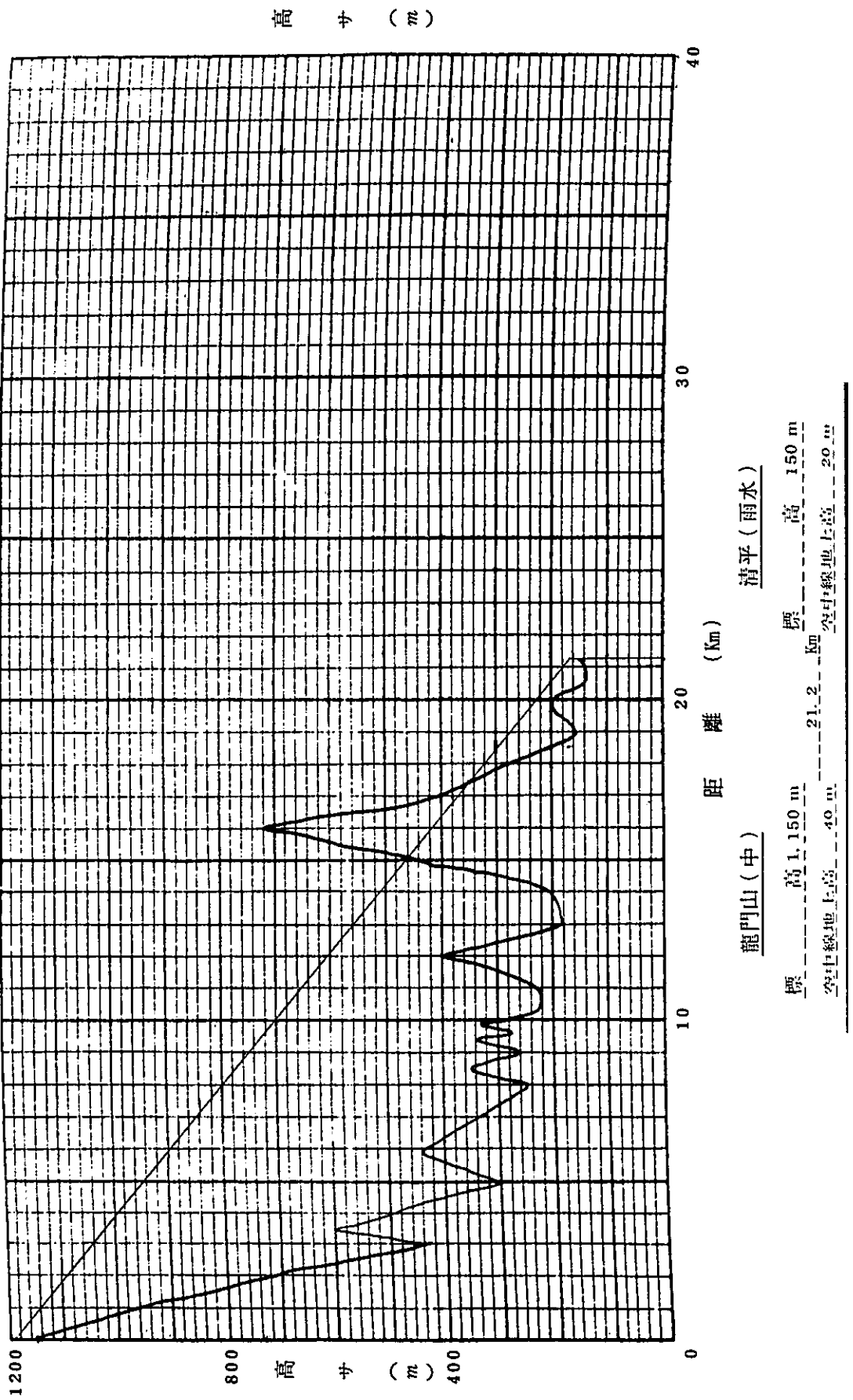
見透し図 (K=4/3)

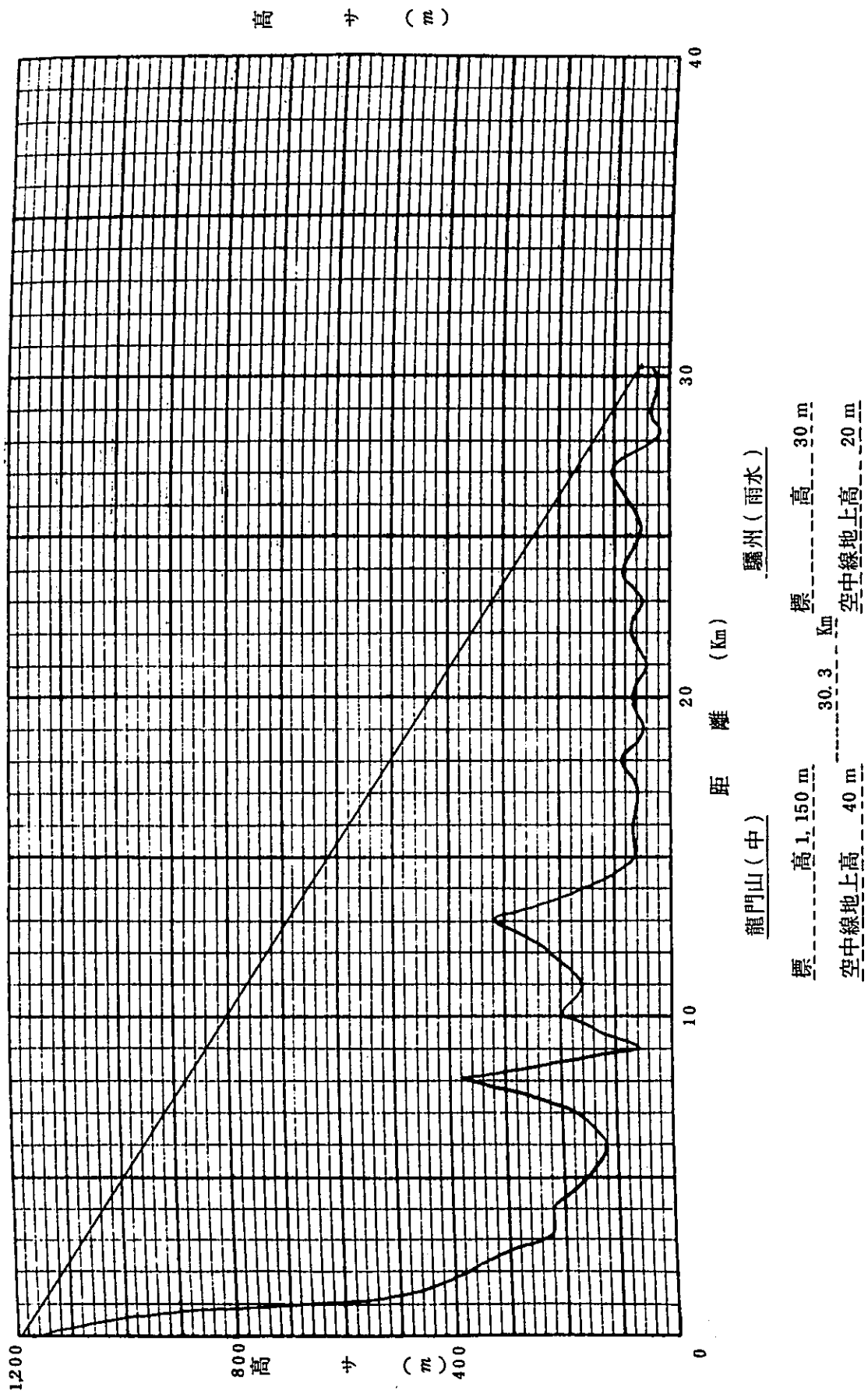
付図1-7



付図1-8

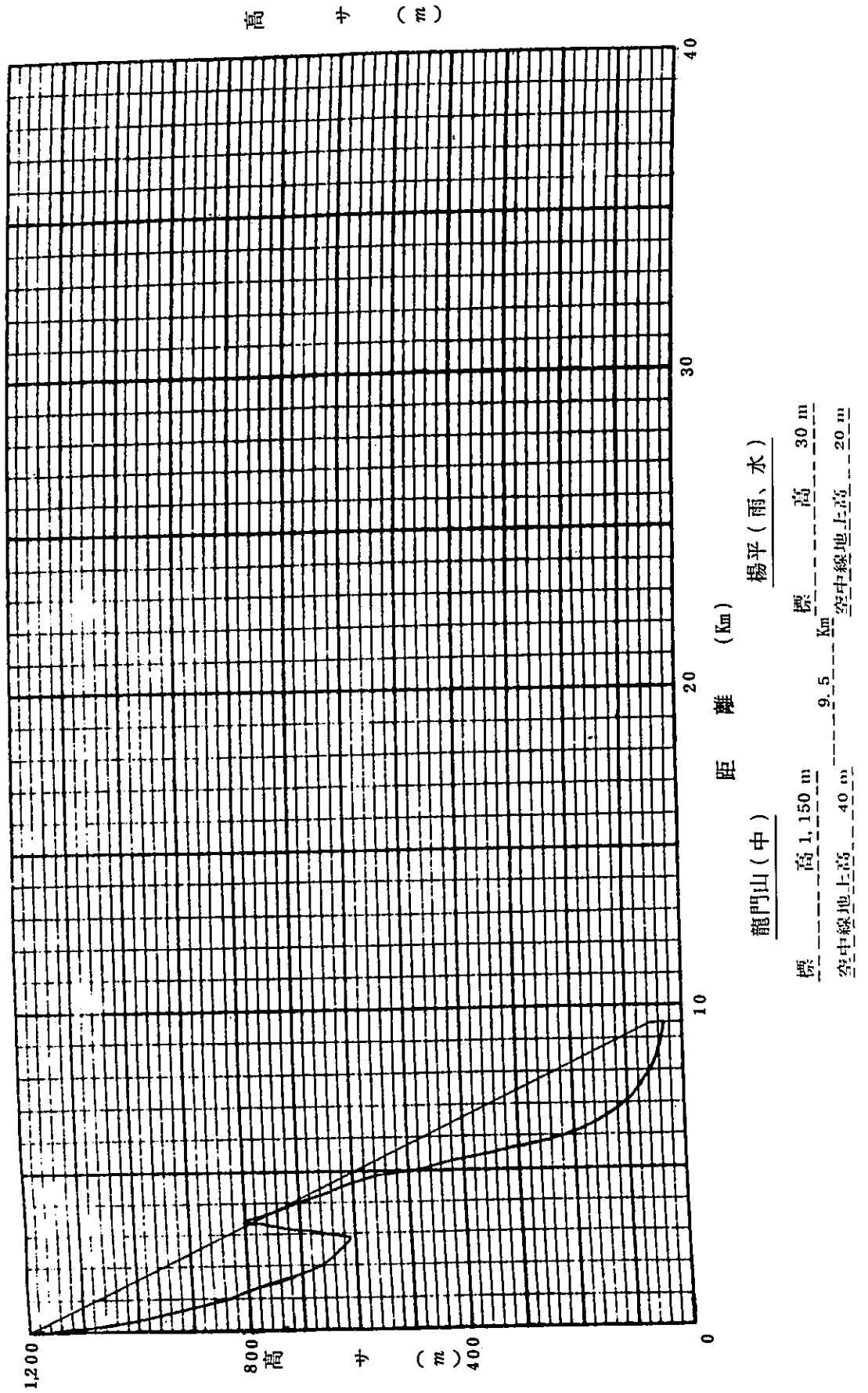
見透し図 (K=4/3)





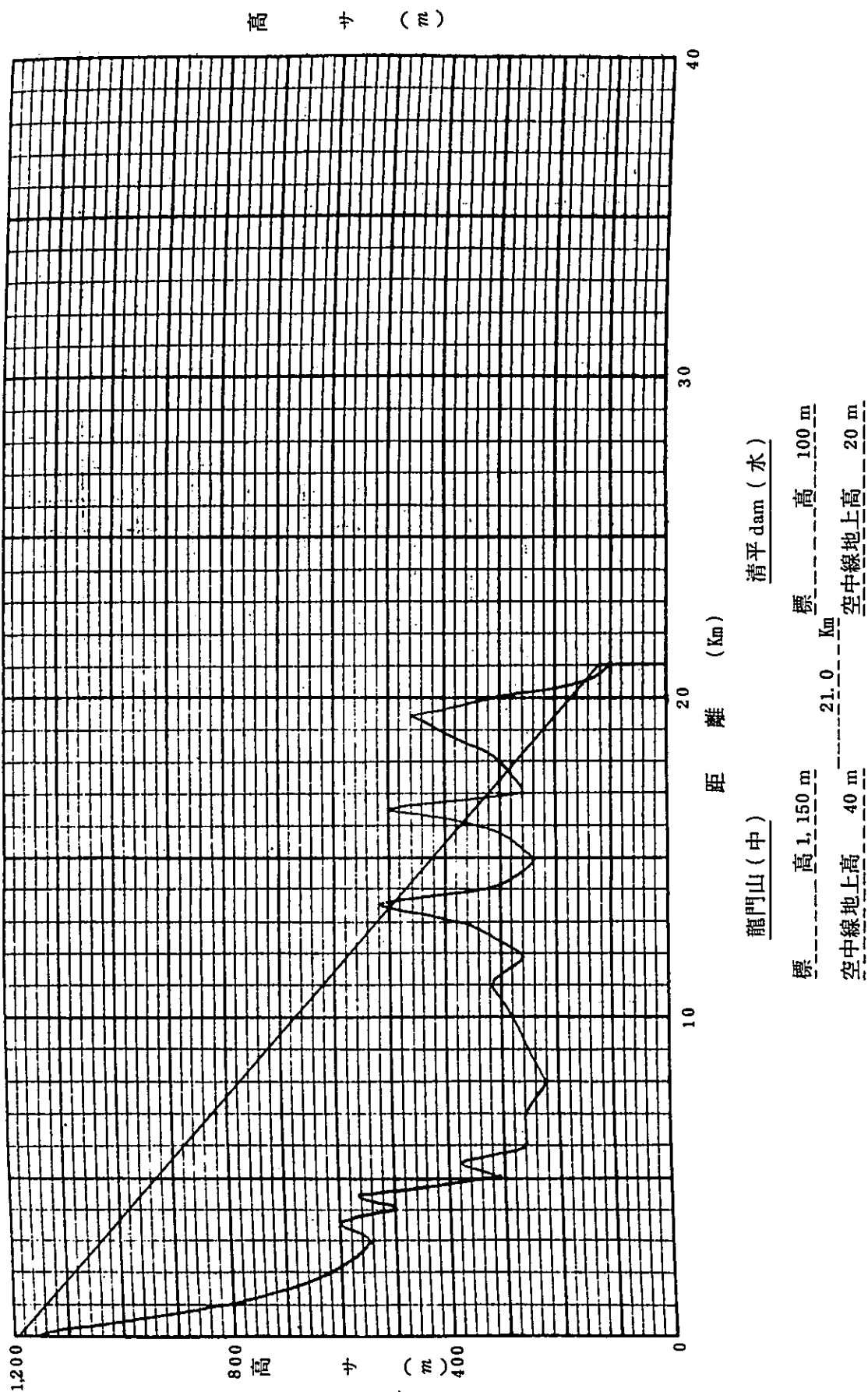
付圖1-10

見透し図 (K=4/3)



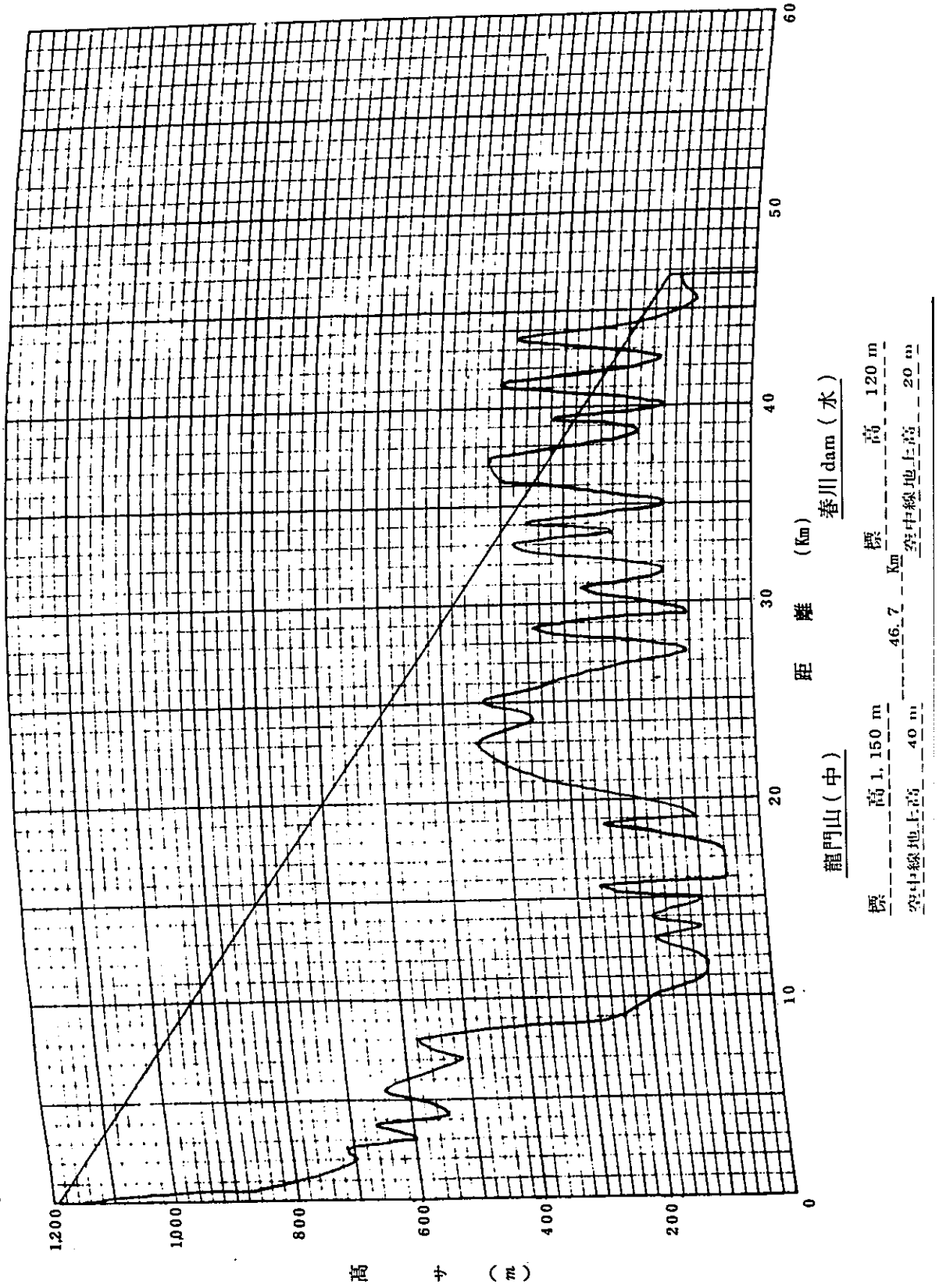
見透し図 (K=4/3)

付図1-11



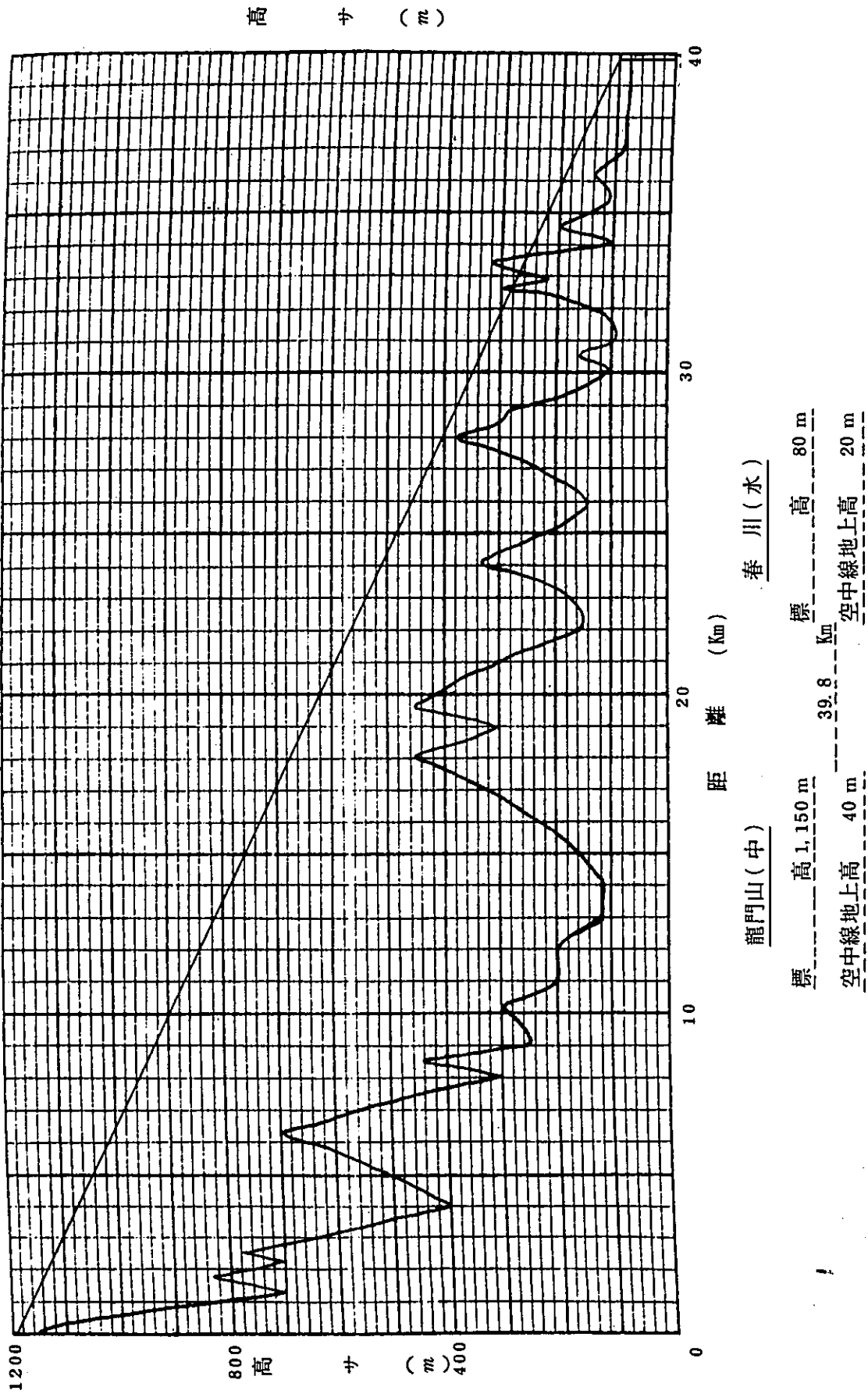
見透し図 (K=4/3)

付図1-12



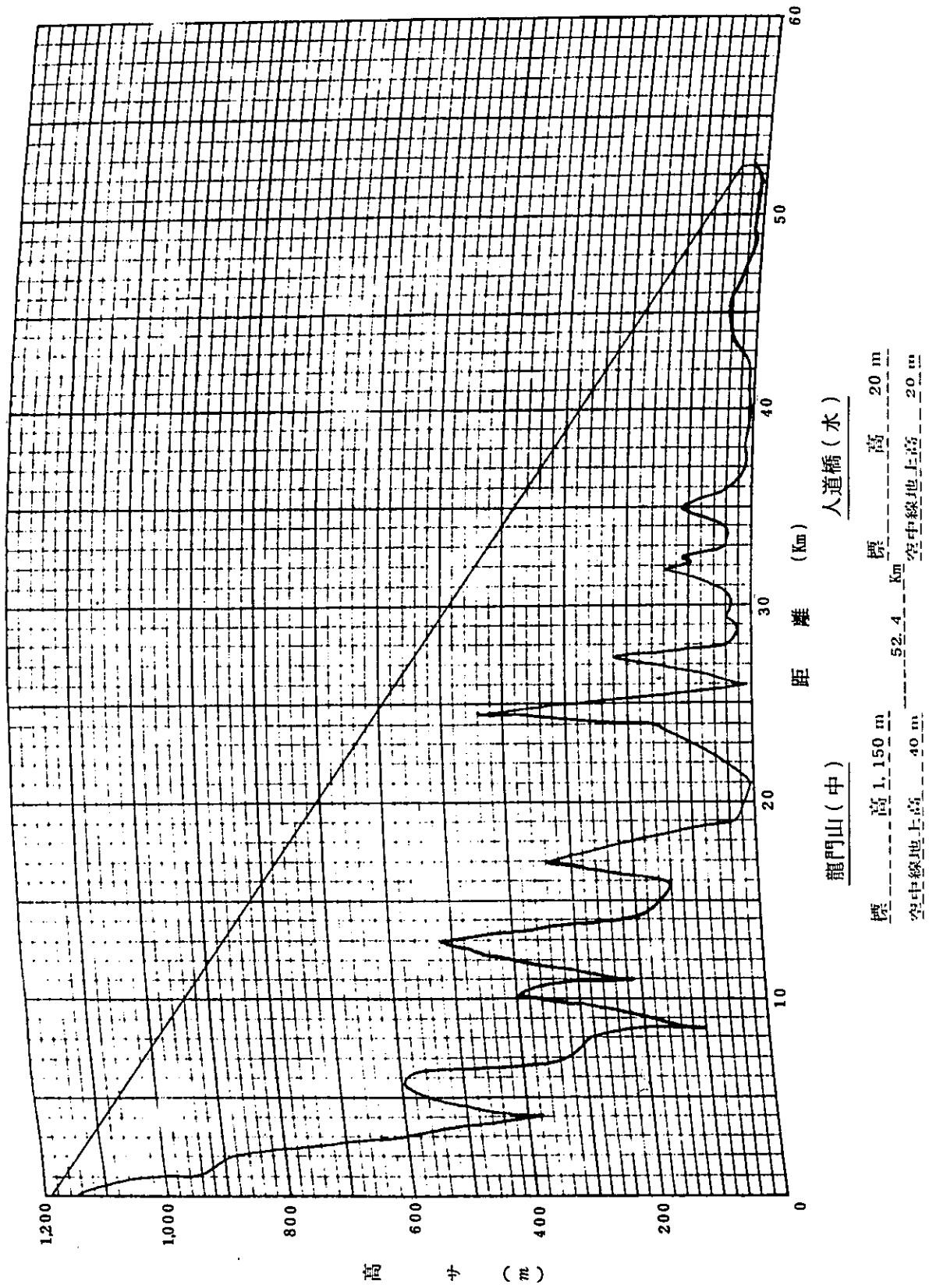


見透し図 (K=4/3)



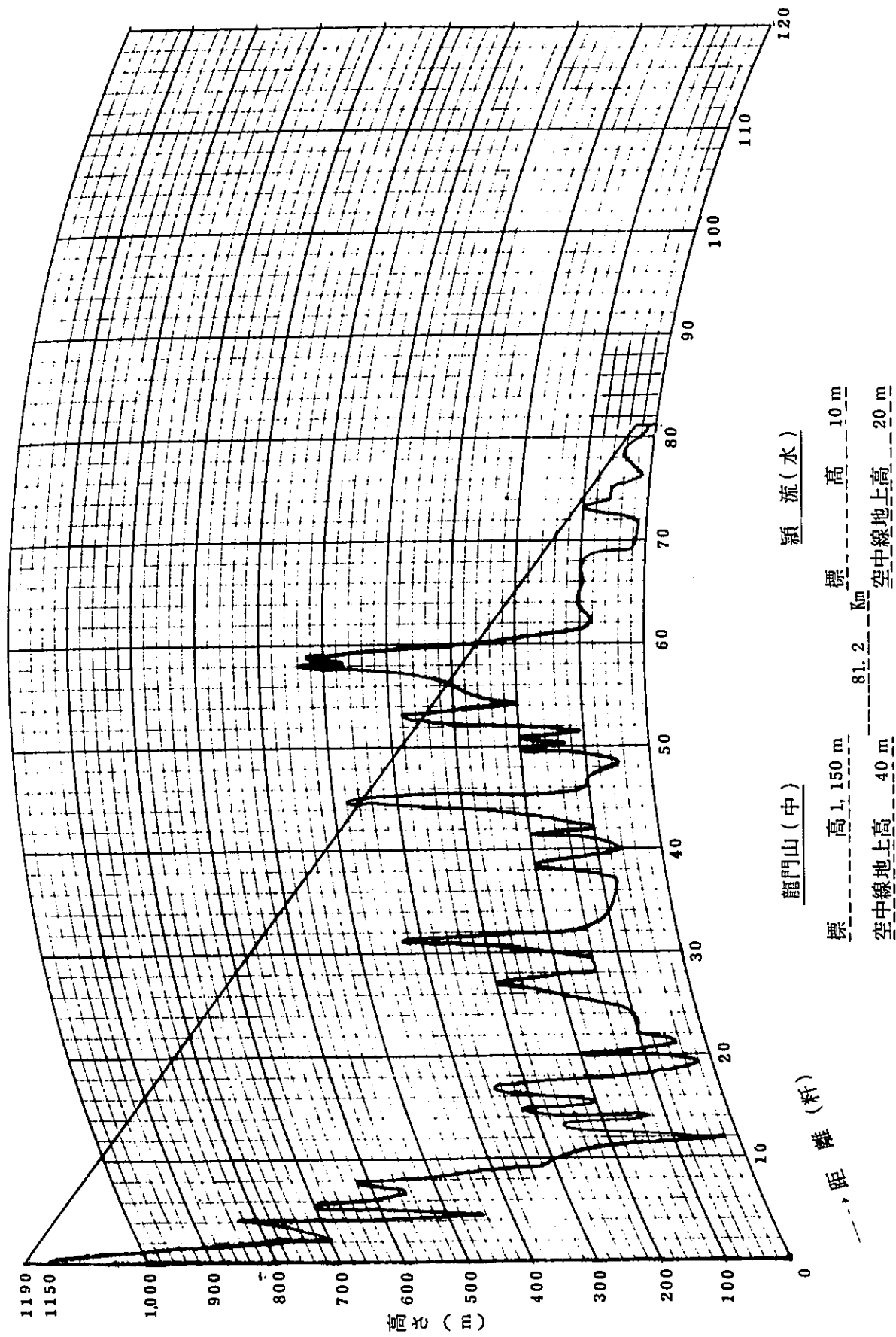
付圖1-14

見透し図 (K=4/3)



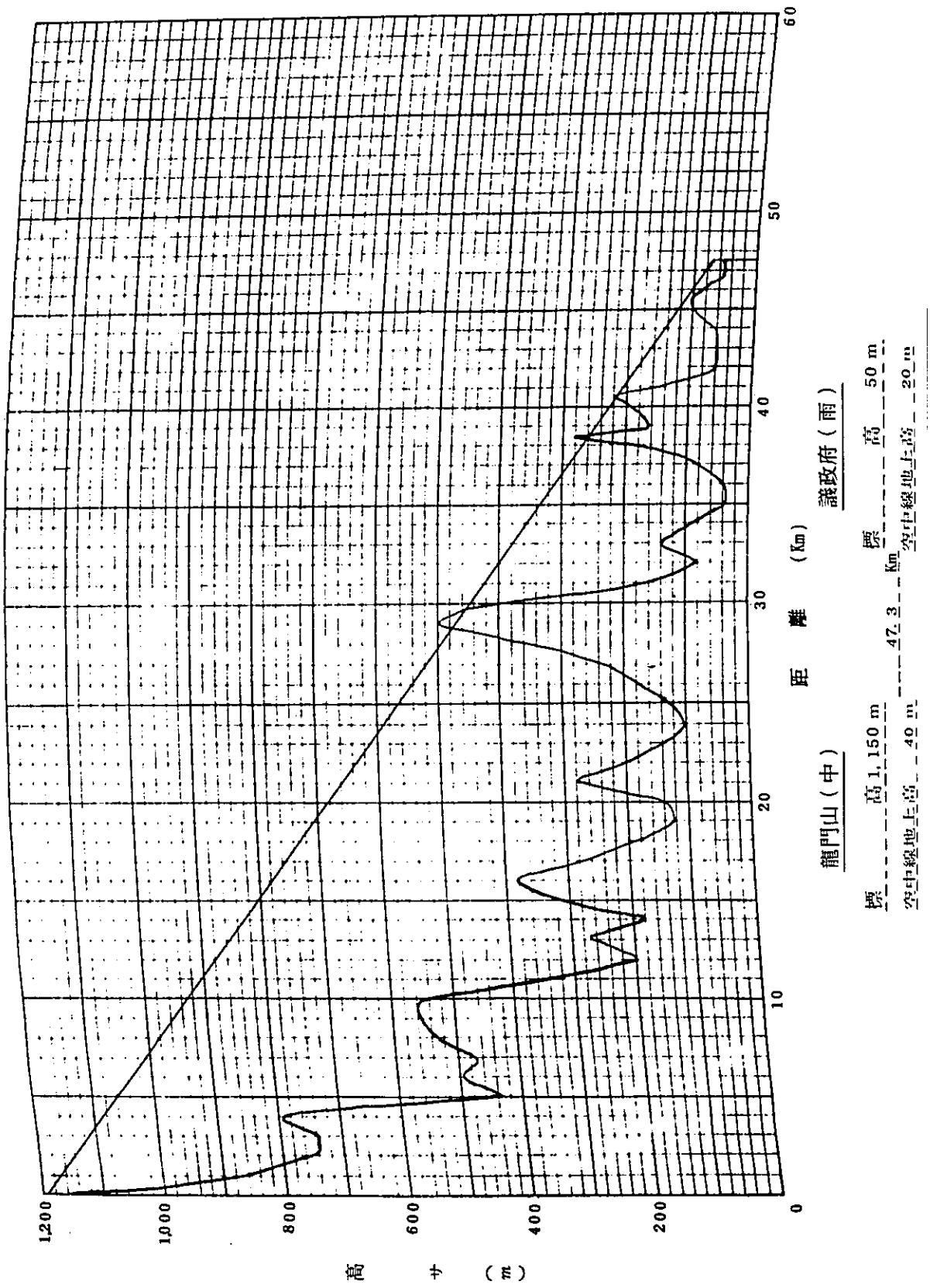
見透し図 (K=4/3)

付図1-15

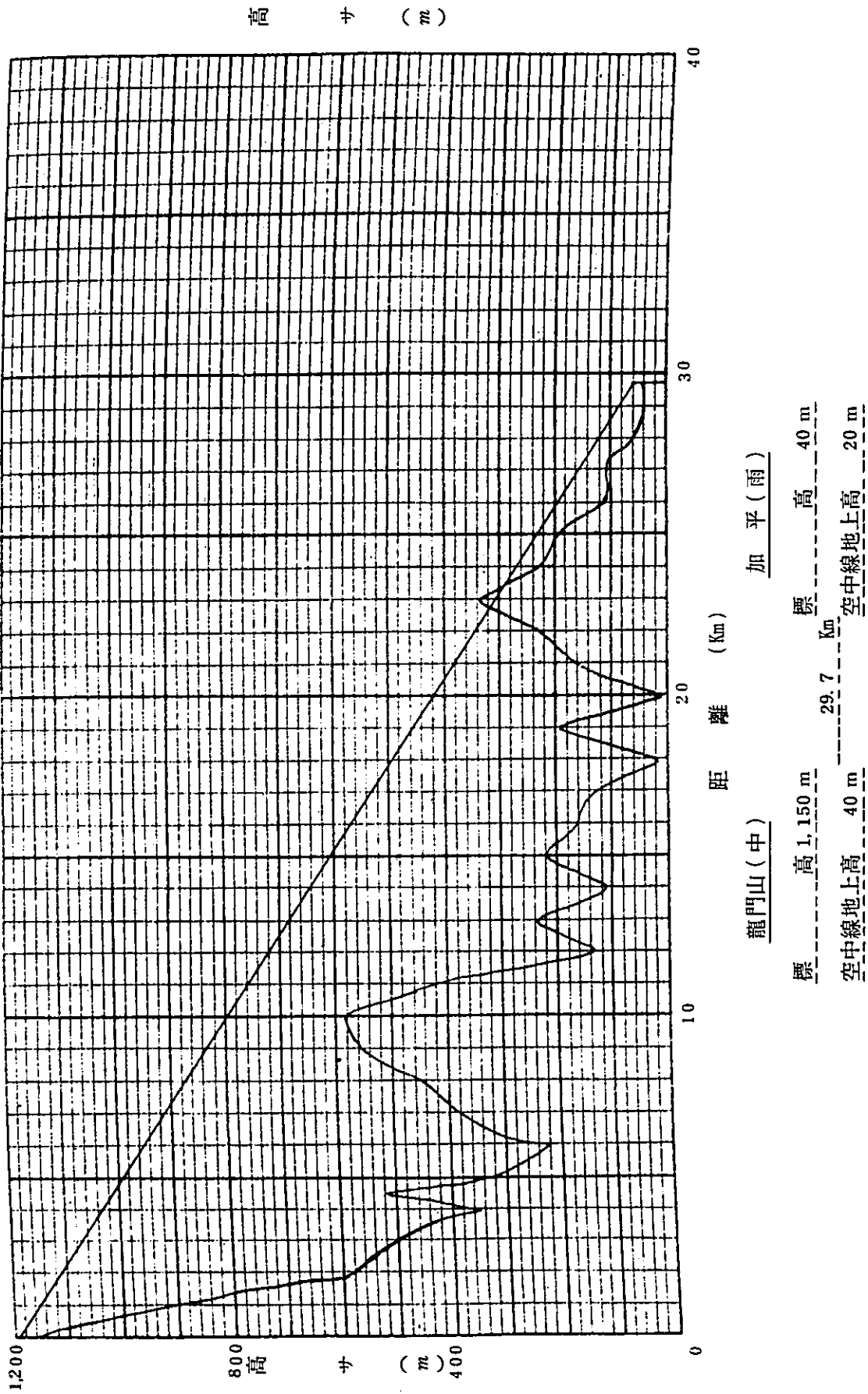


付図1-16

見透し図 (K=4/3)

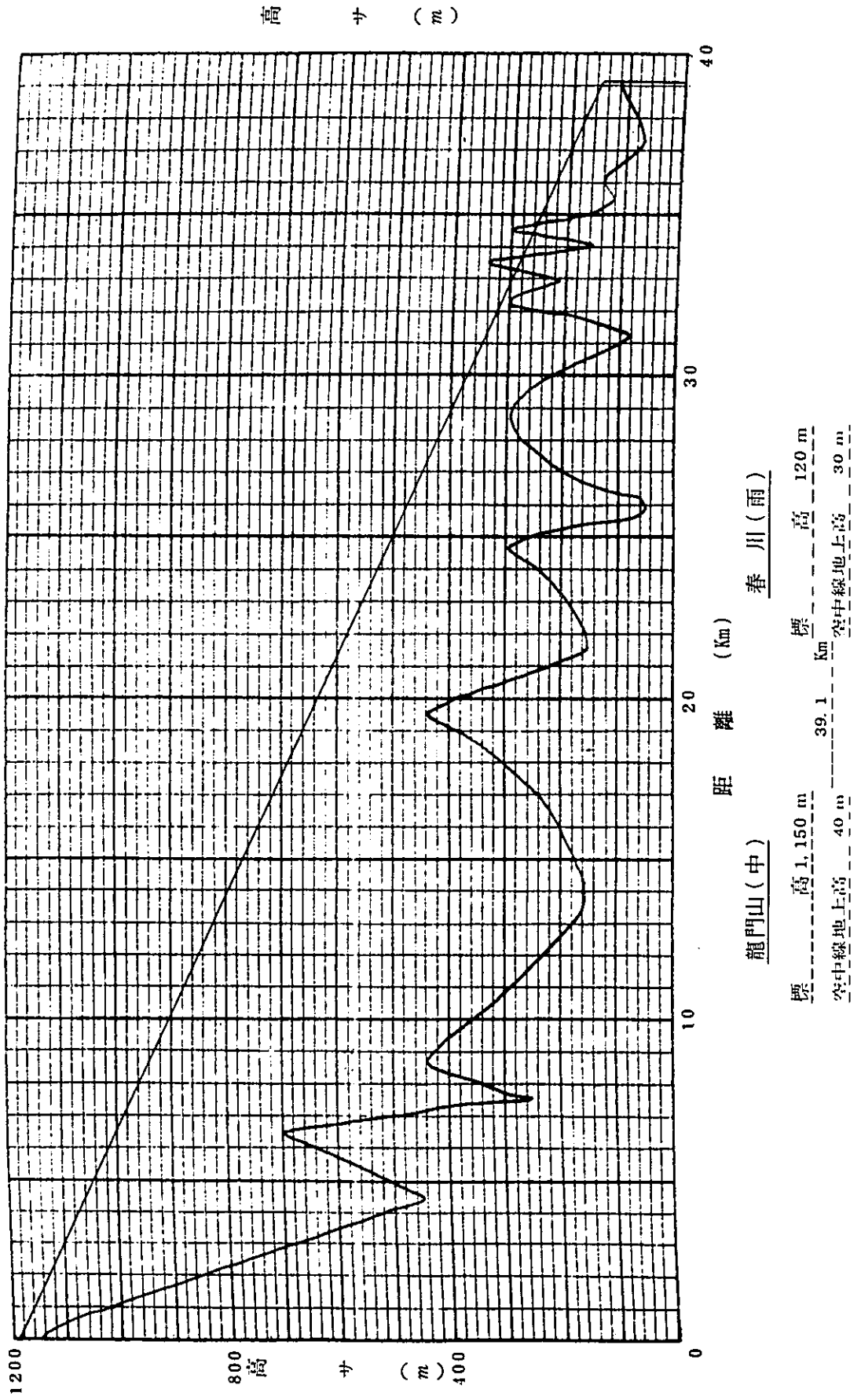


見透し図 (K=4/3)

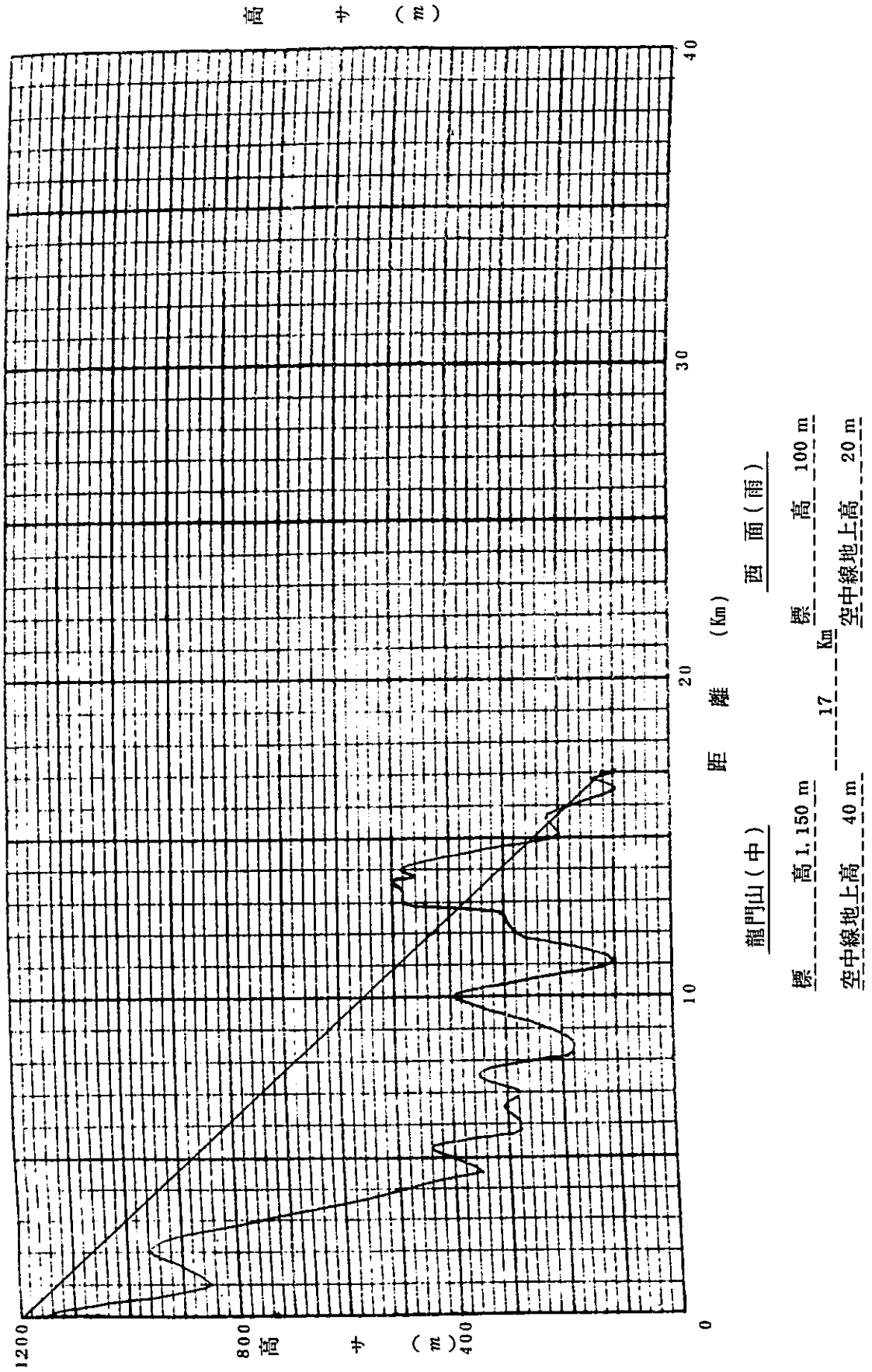


付図1-18

見透し図 (K=4/3)

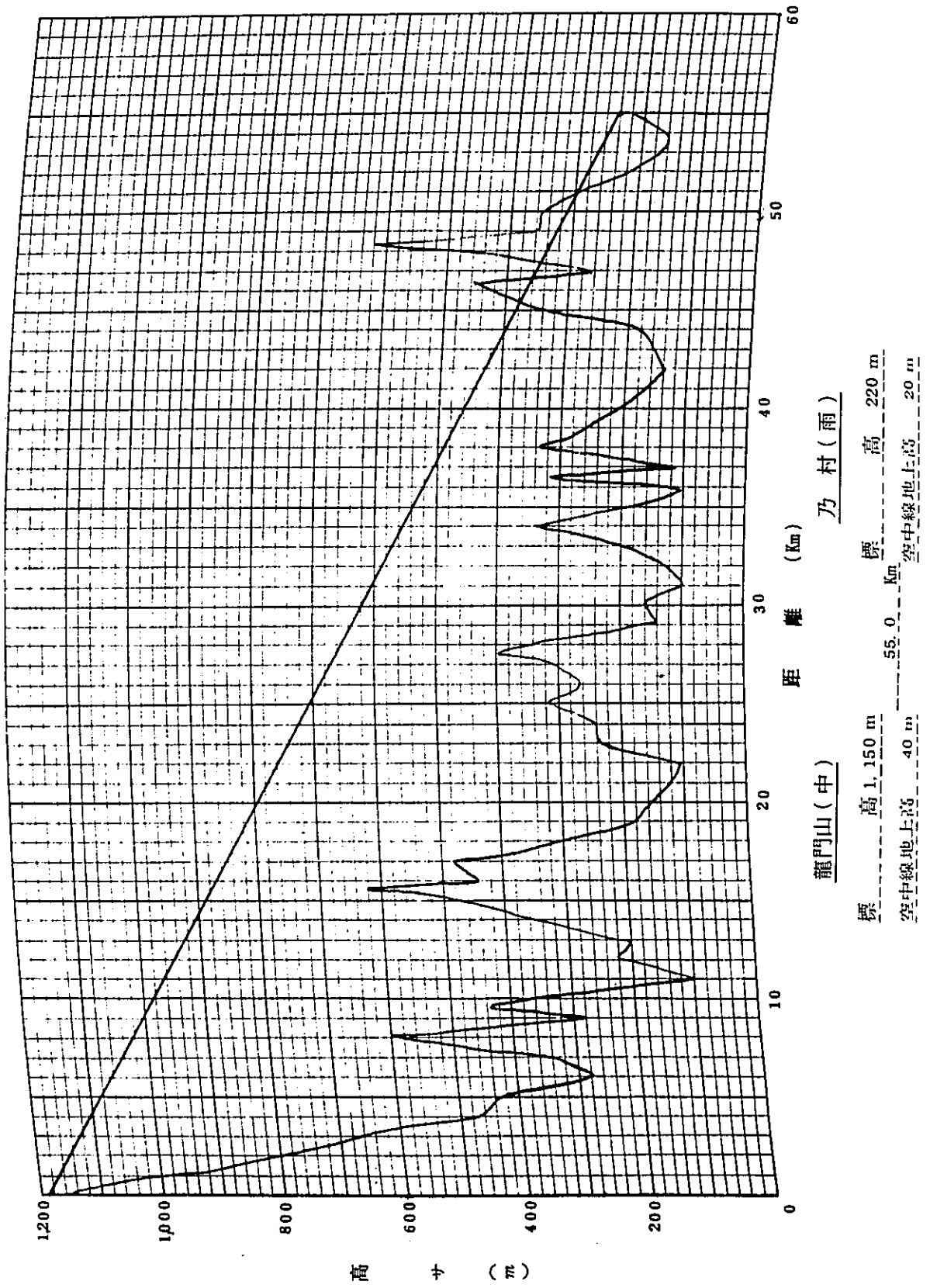


見透し図 (K=4/3)



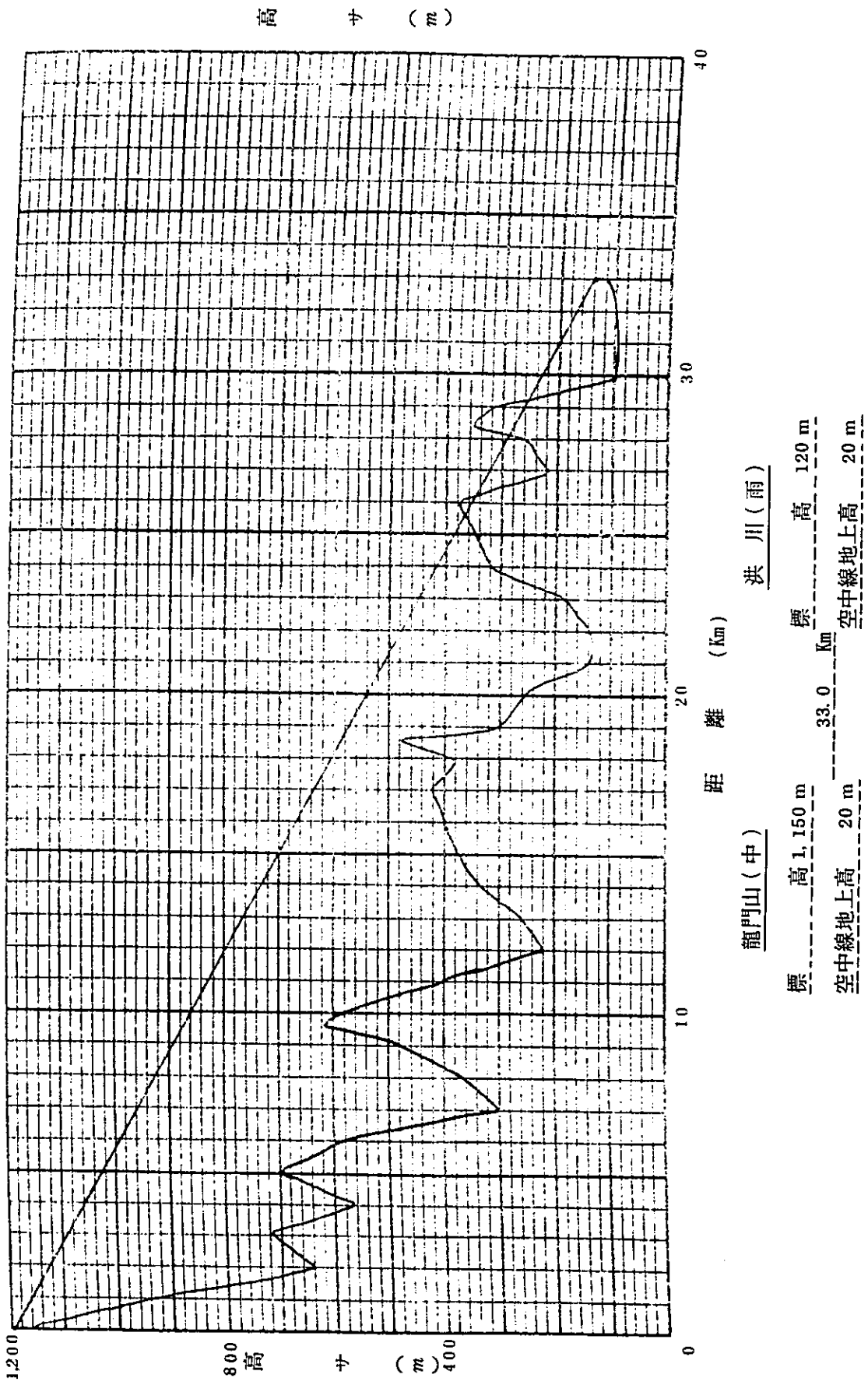
付図1-20

見透し図 (K=4/3)





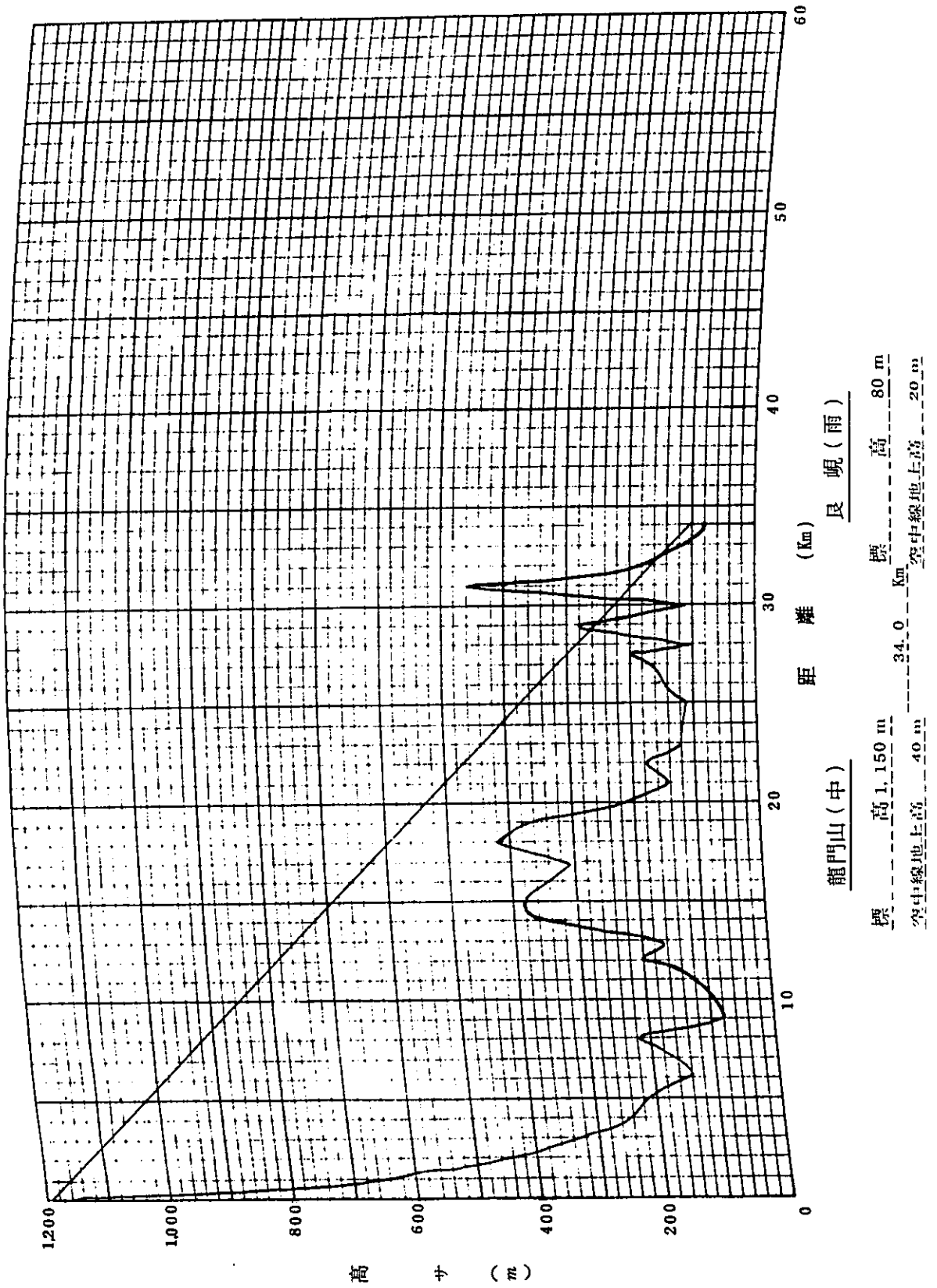
見透し図 (K=4/3)



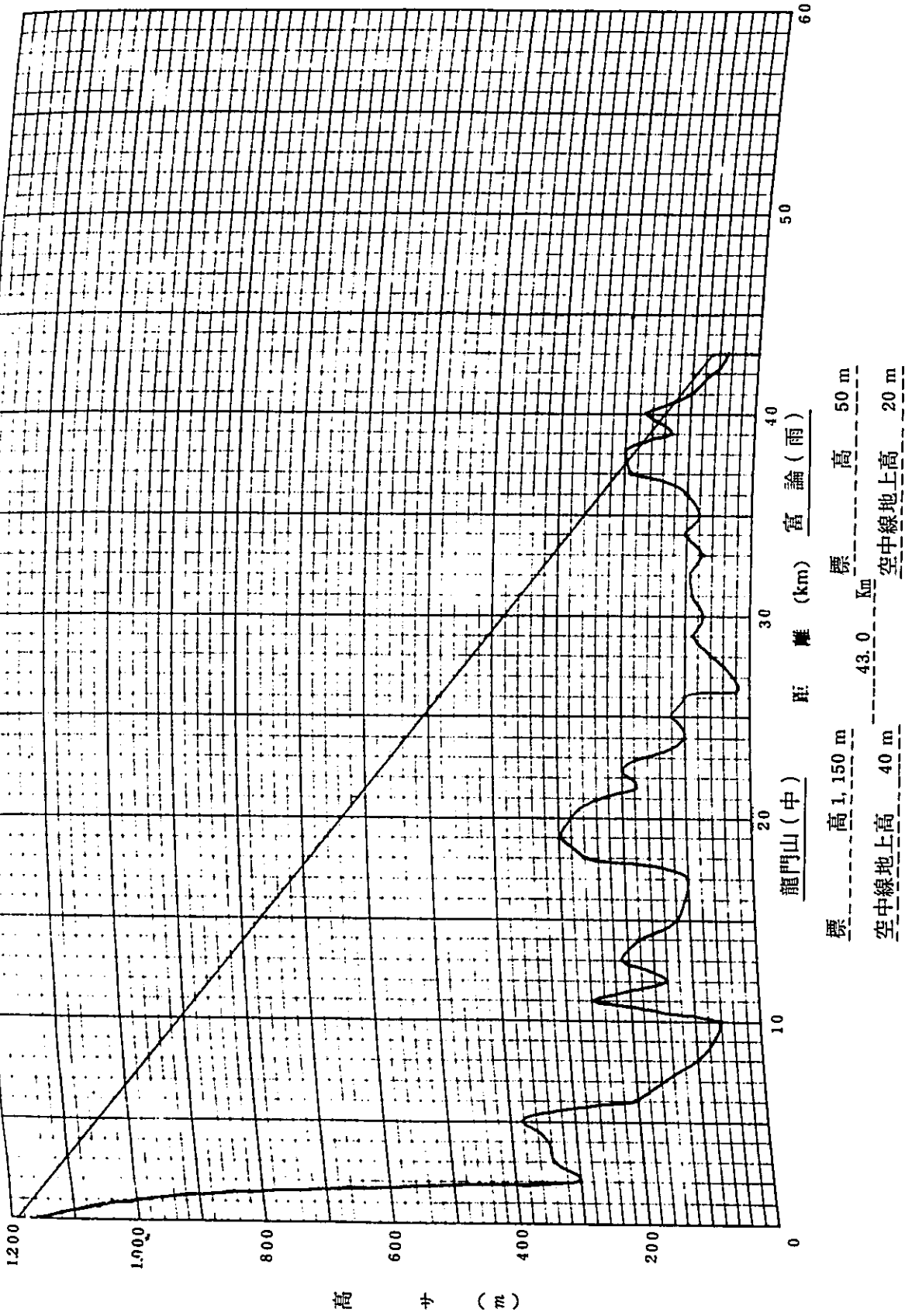
付図 1-2-1

付図1-2 2

見透し図 (K=4/3)

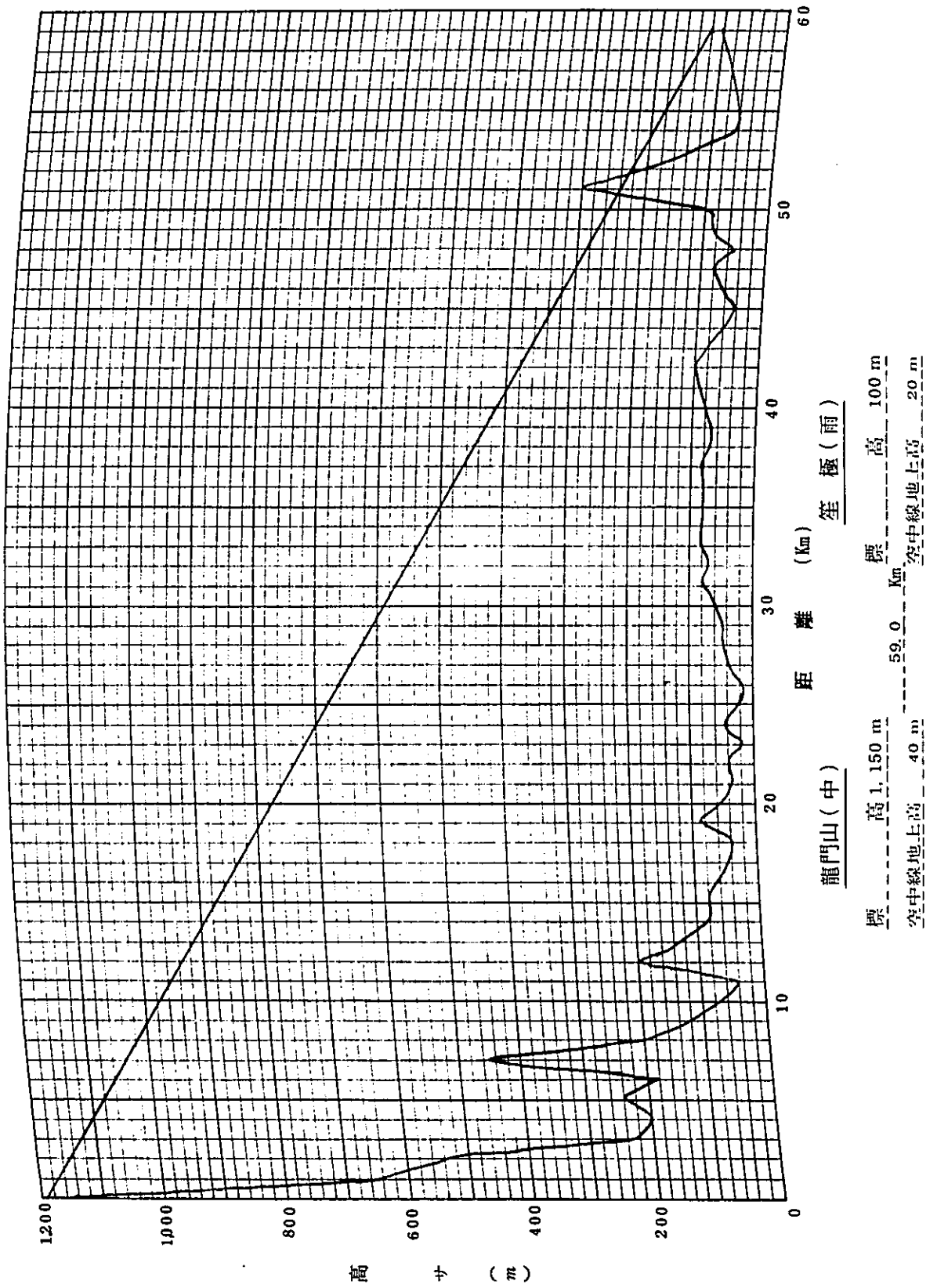


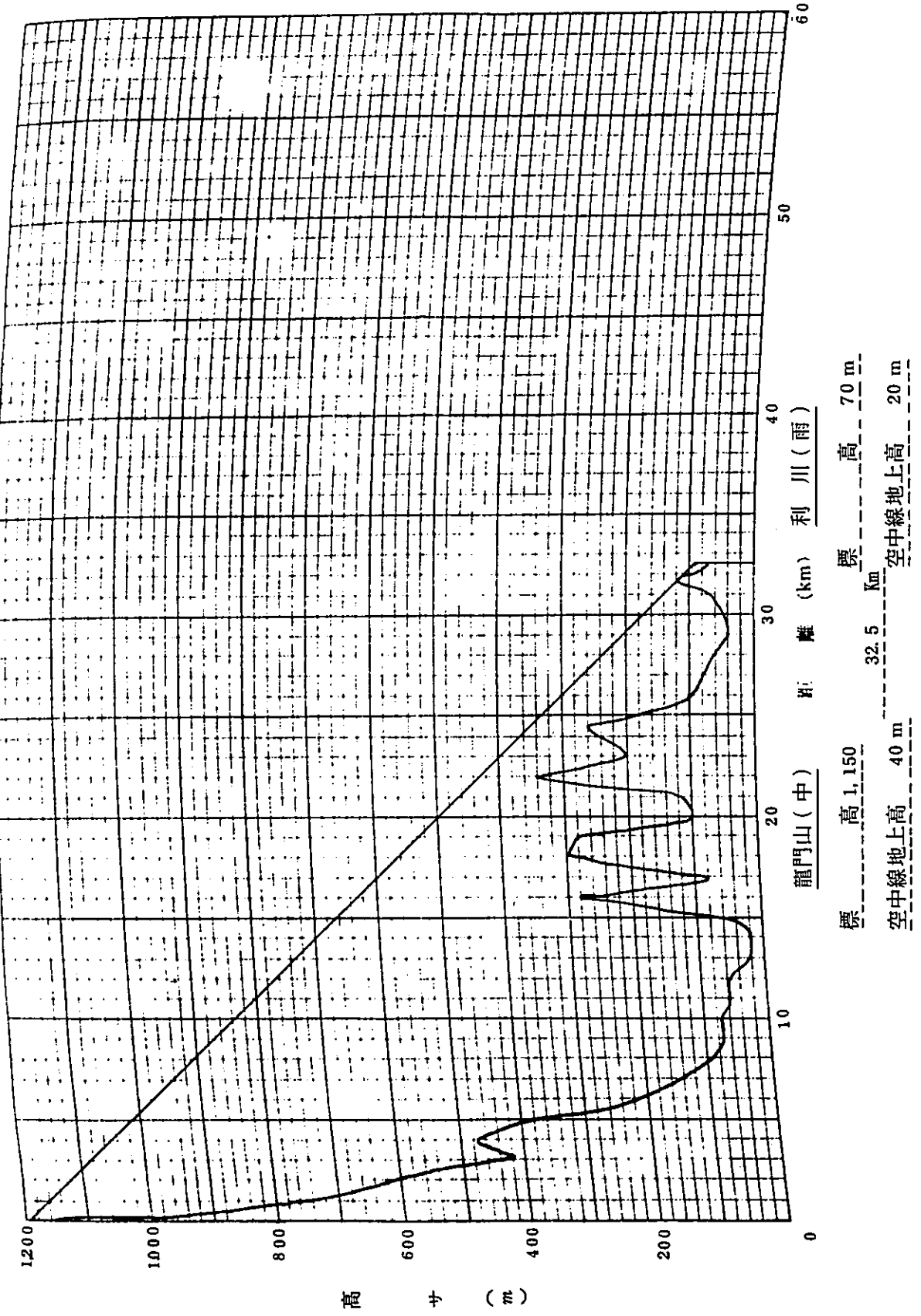
見透し図 (K=4/3)



付図 1-24

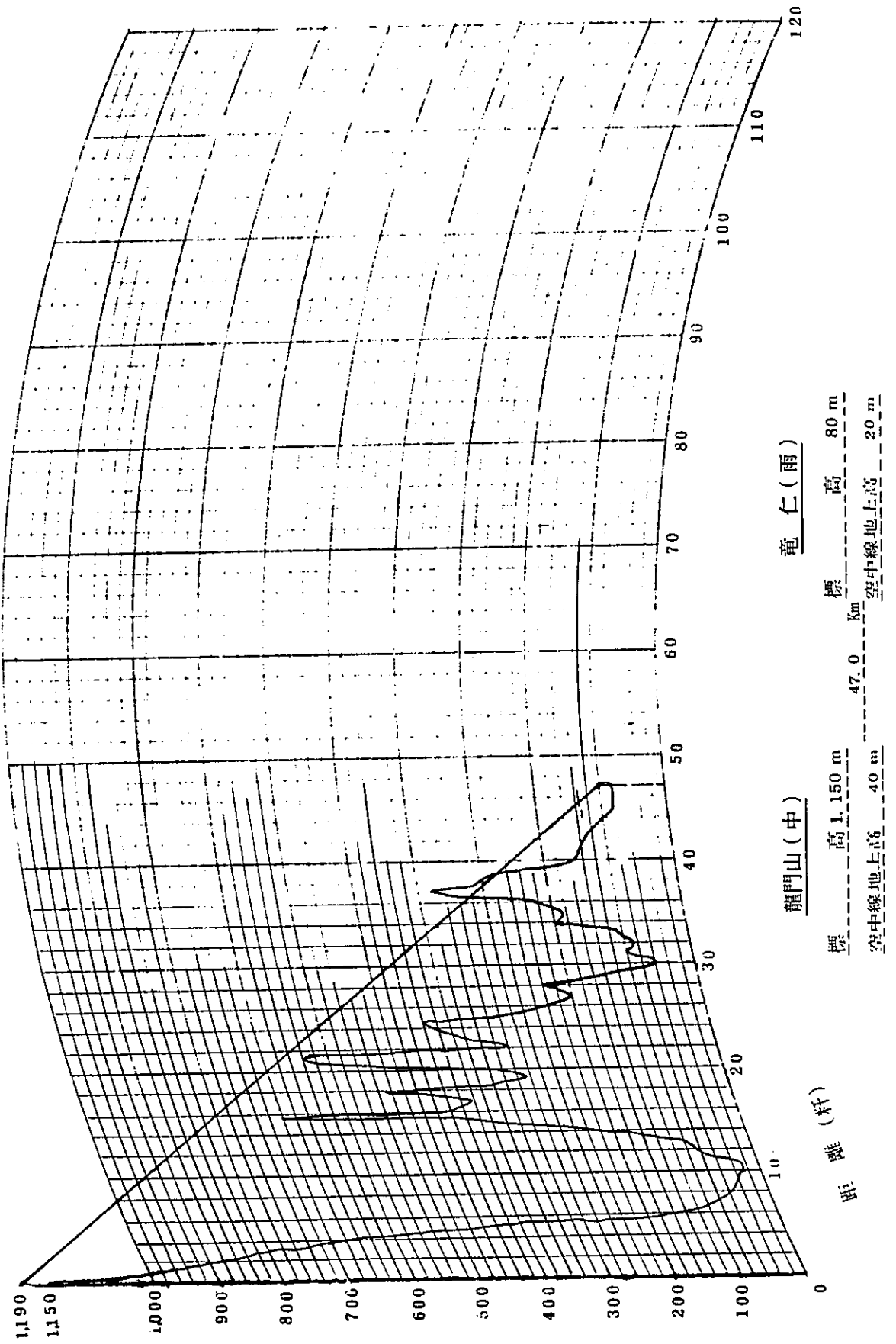
見透し図 (K=4/3)



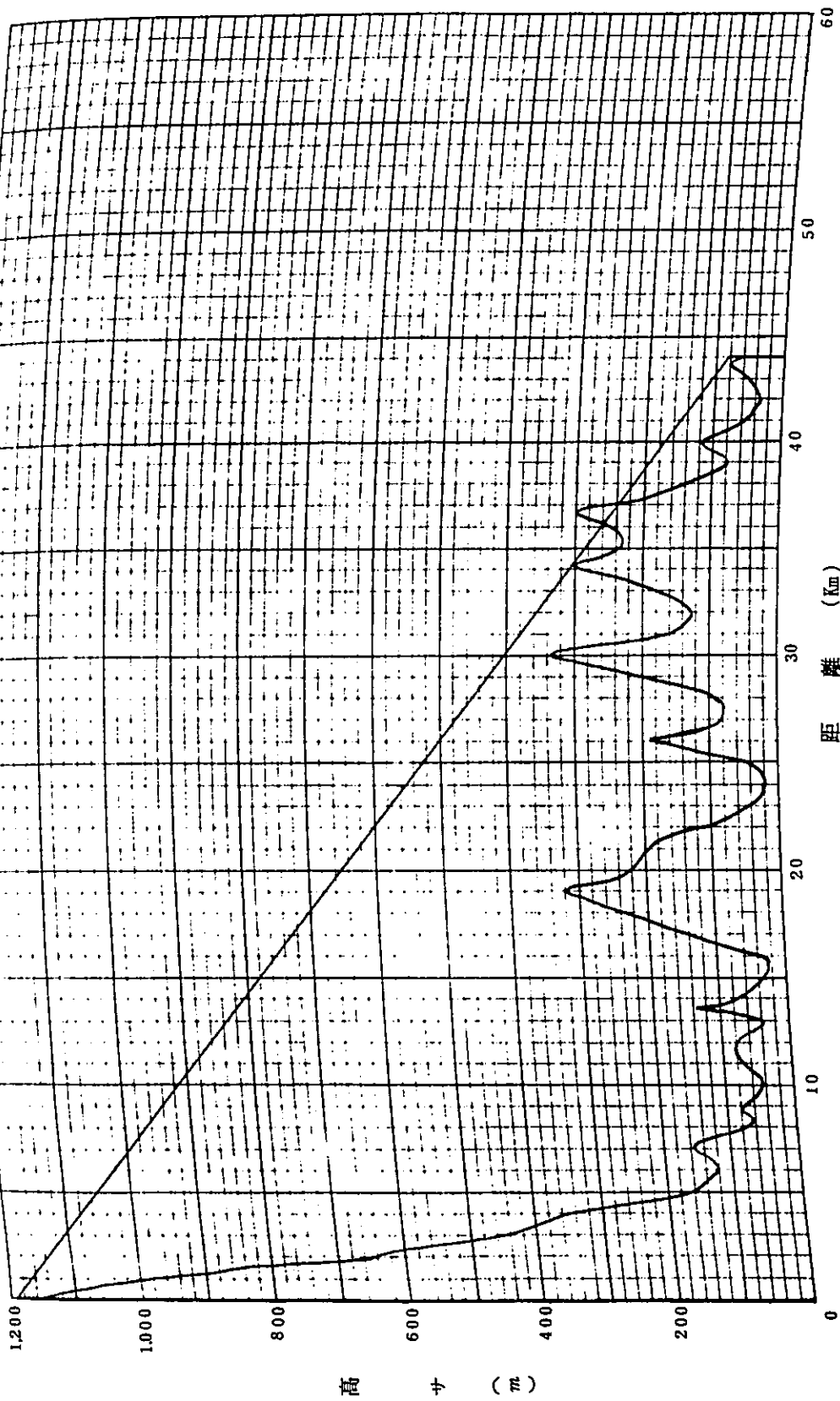


見透し図 (K=4/3)

付図 1-26



見透し図 (K=4/3)

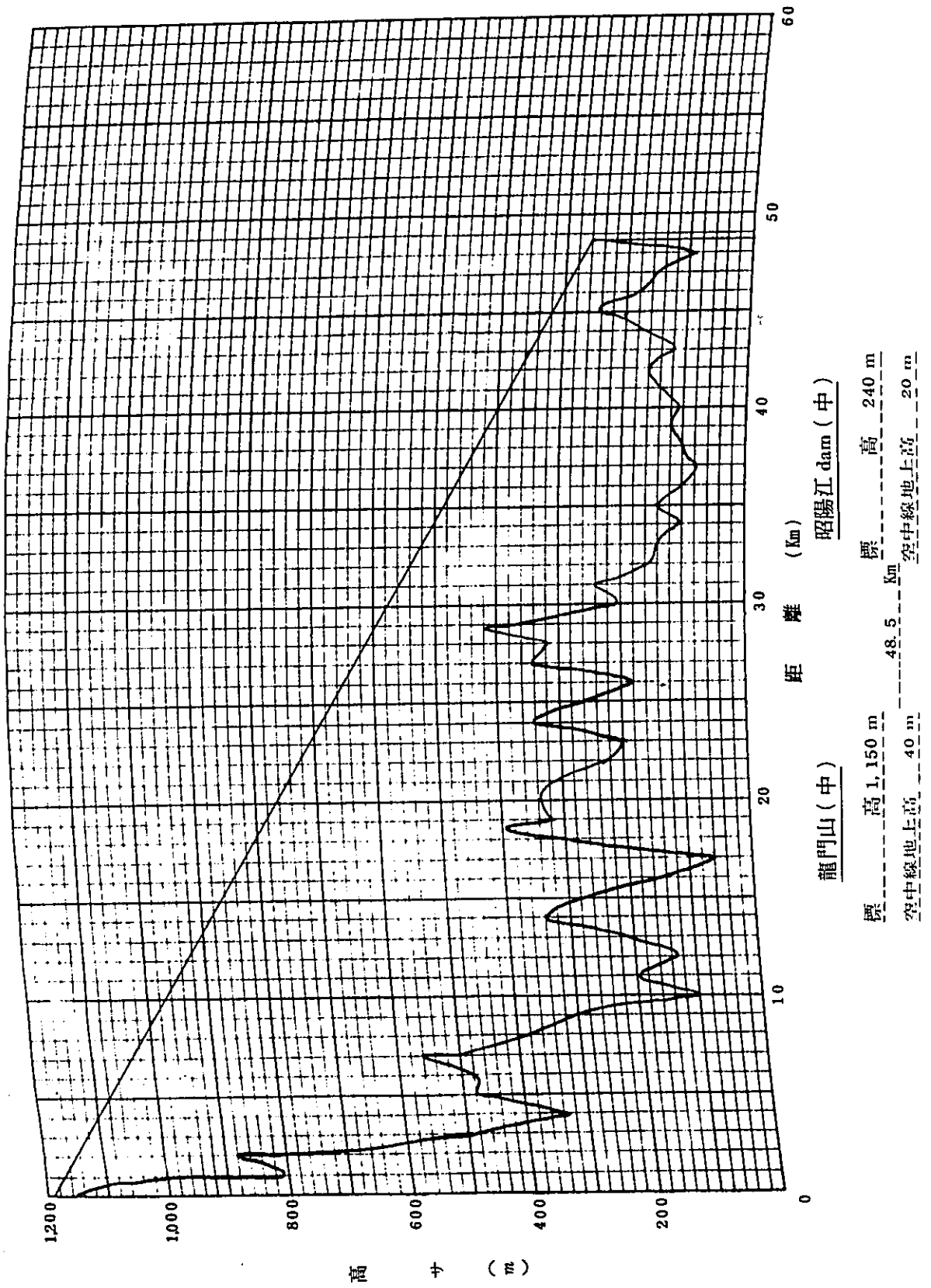


龍門山(中) 標 高 1,150 m  
 空中線地上高 40 m

菜生(雨) 標 高 60 m  
 空中線地上高 20 m  
 43.8 km

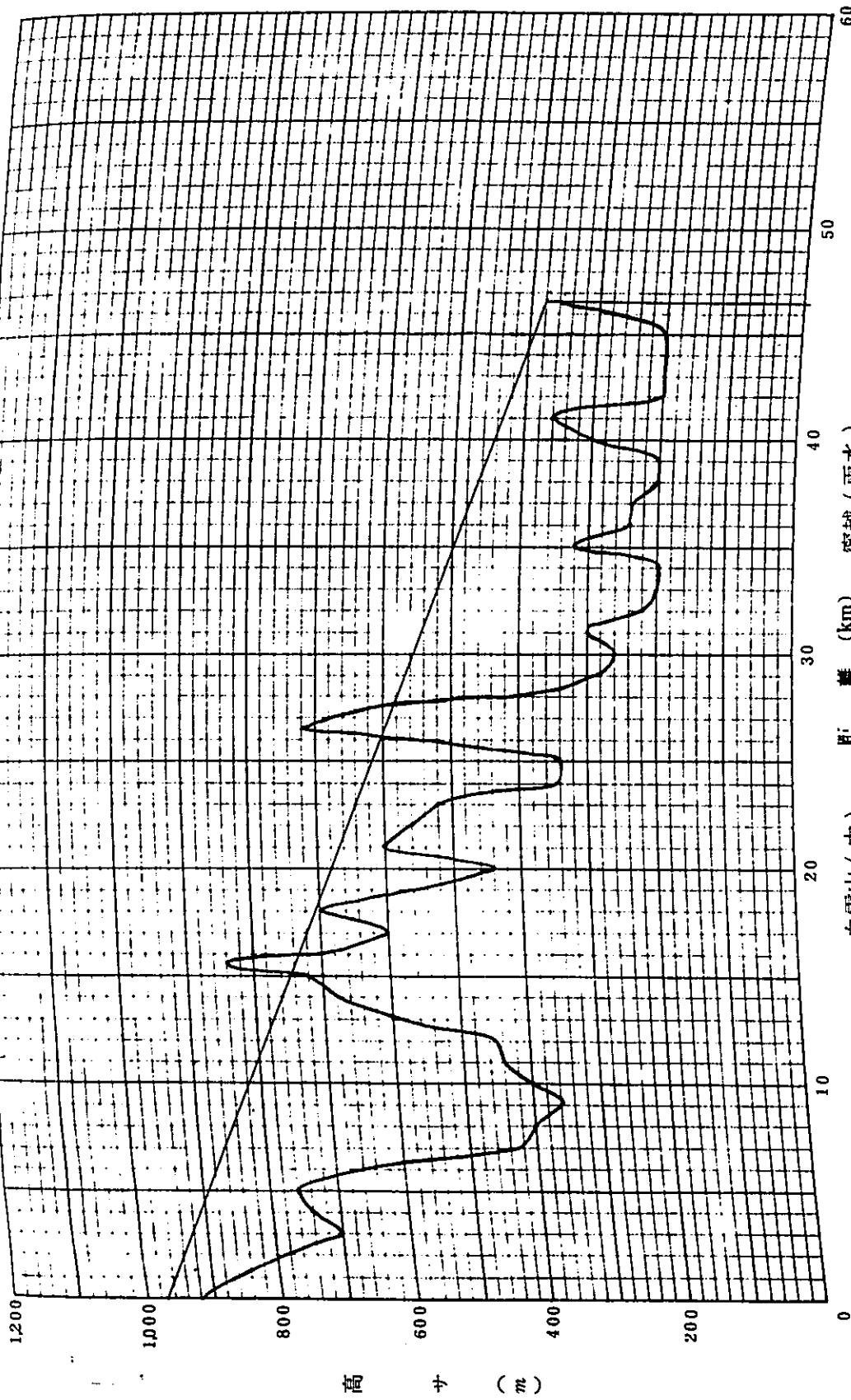
見透し図 (K=4/3)

付図1-28





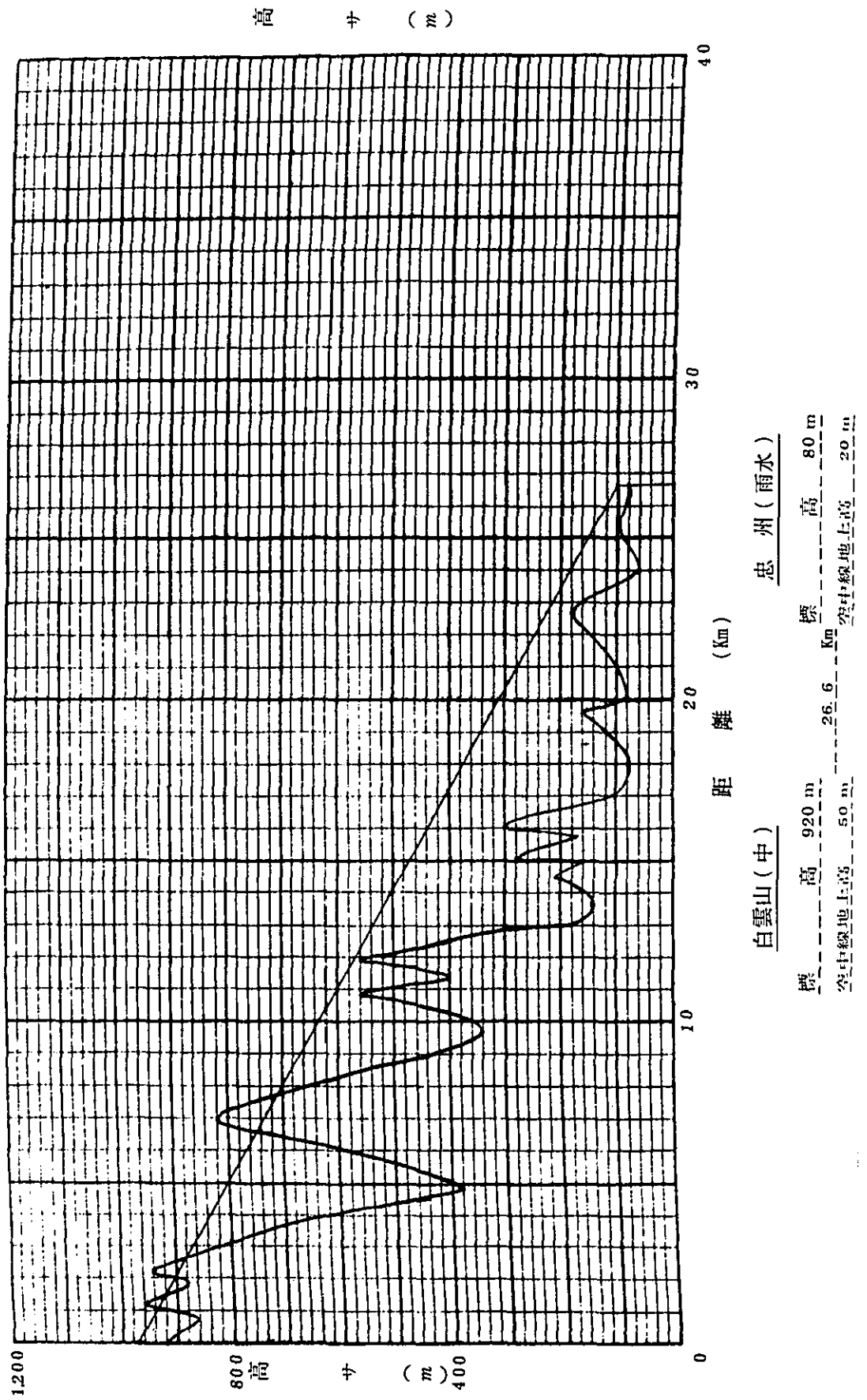
見透し図 (K=4/3)



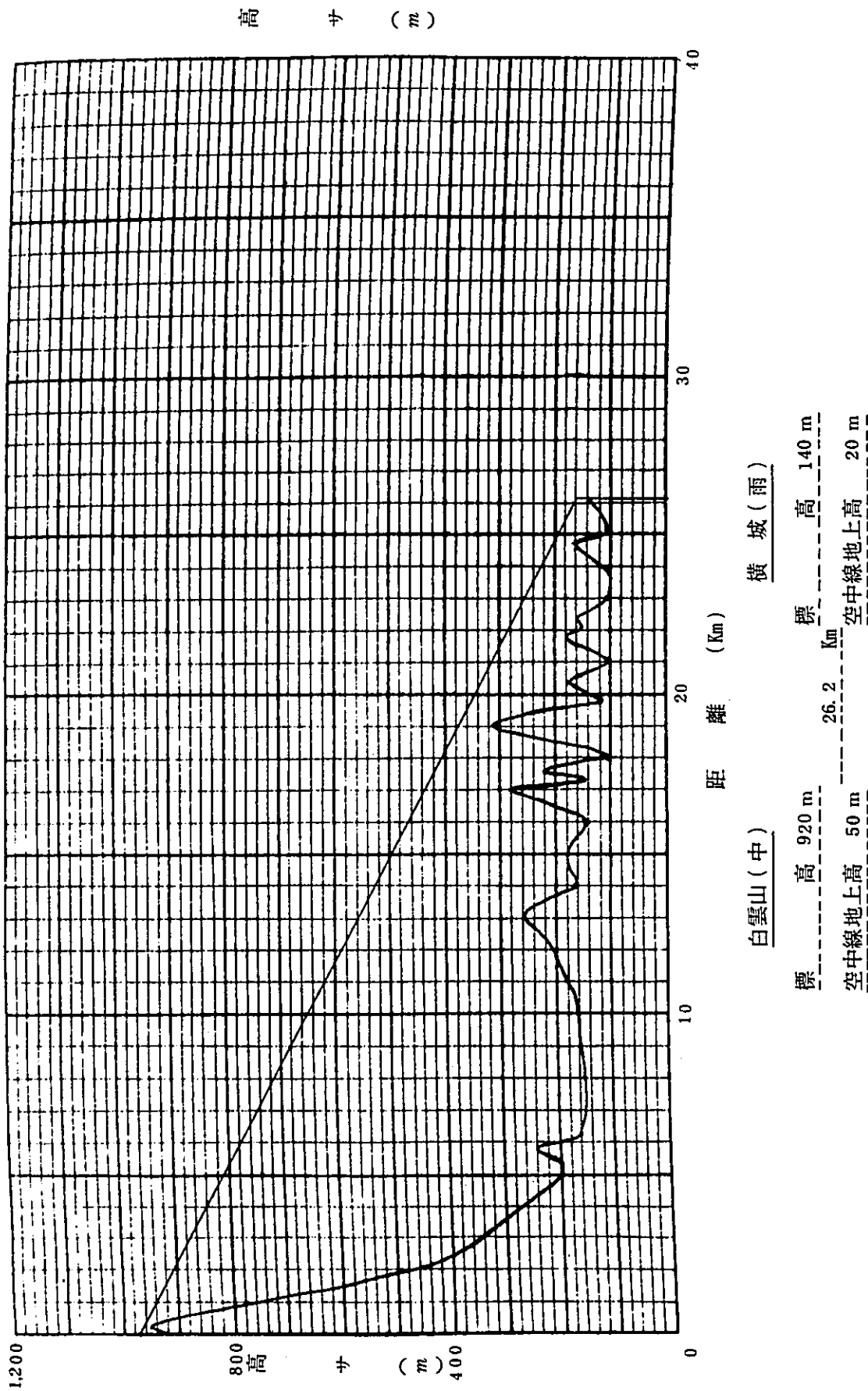
標高 920 m  
 標高 358 m  
 46.5 Km  
 空中線地上高 50 m  
 空中線地上高 20 m

付図1-30

見透し図 (K=4/3)

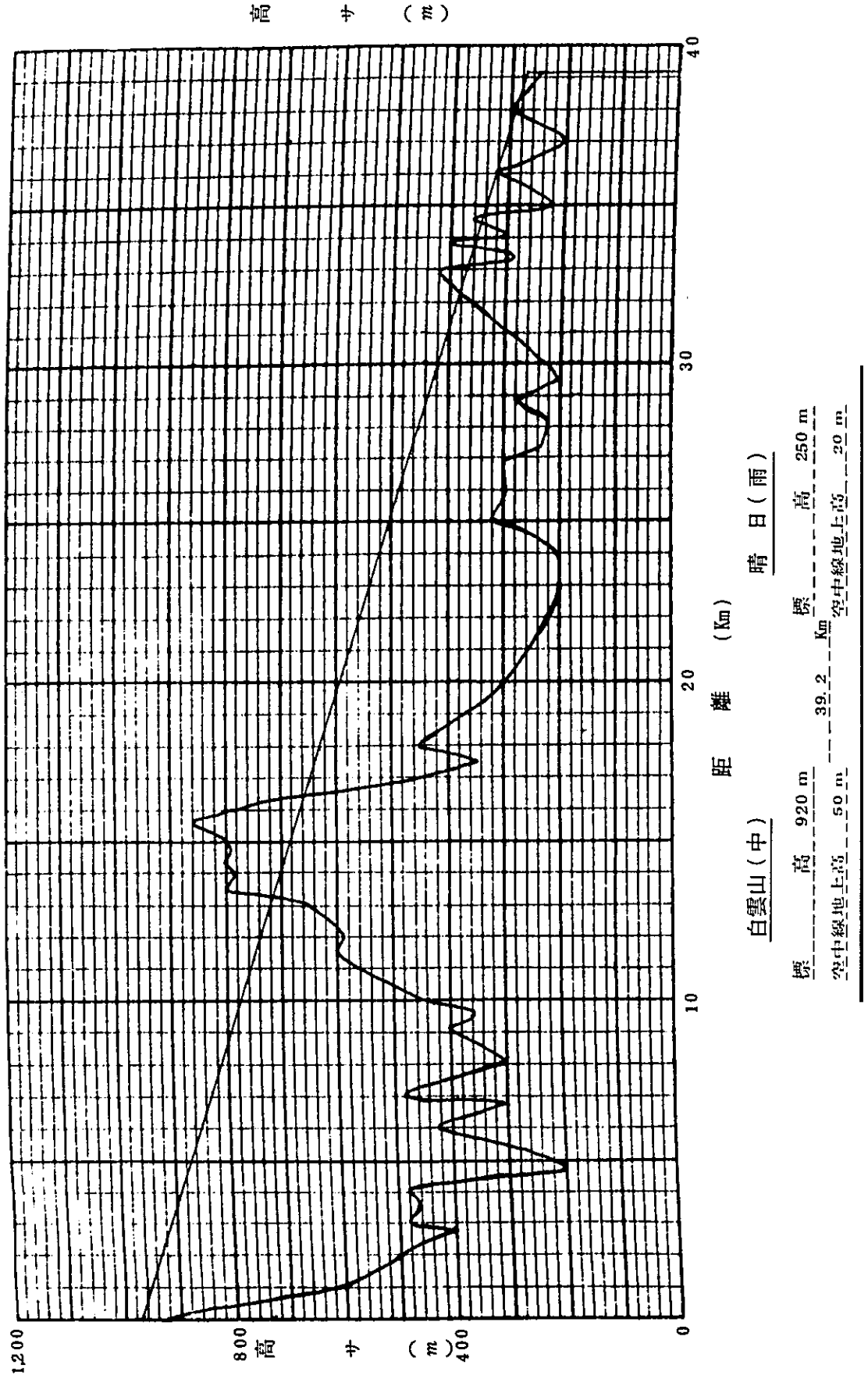


見透し図 (K=4/3)

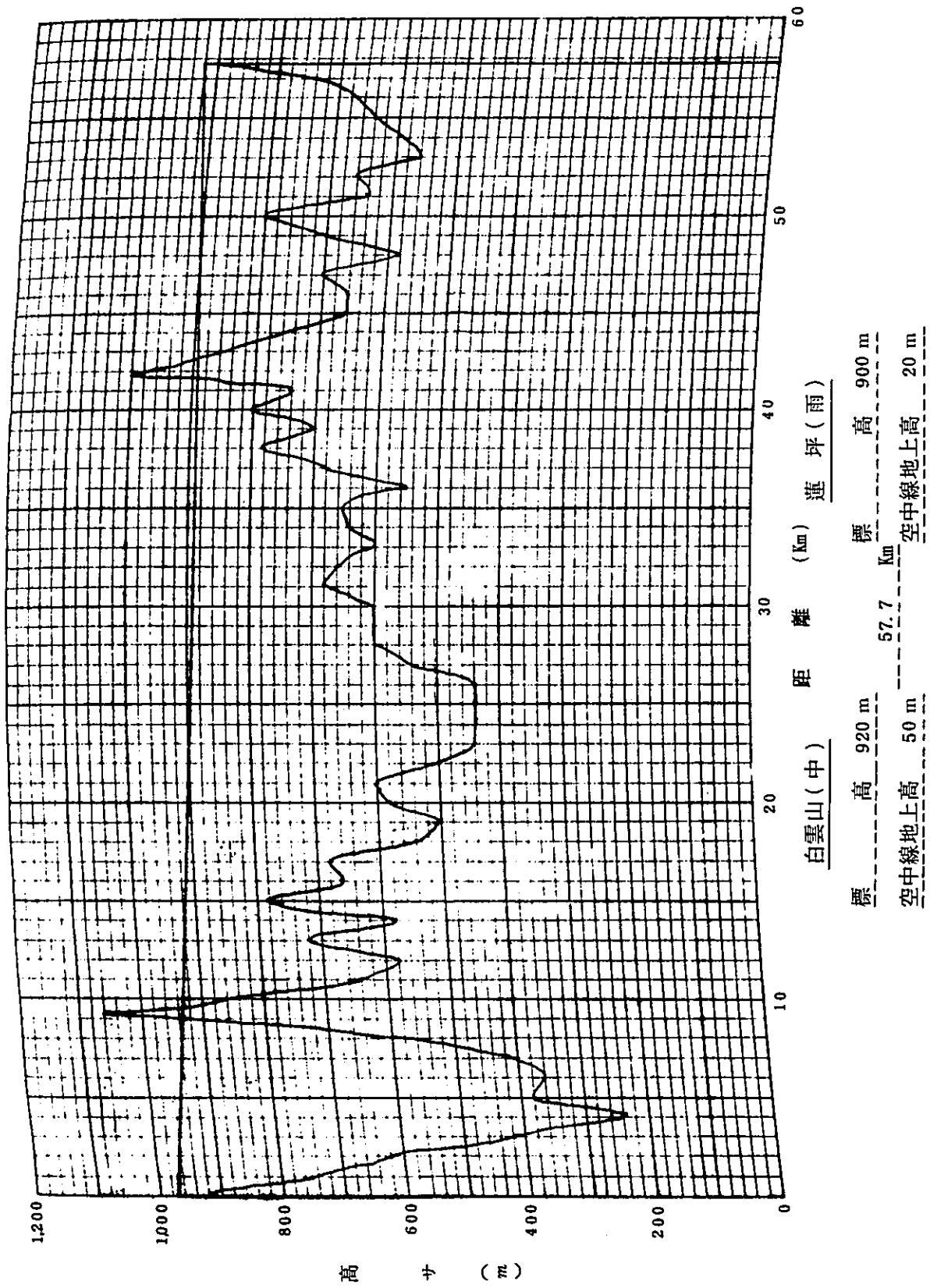


付図1-32

見透し図 (K=4/3)

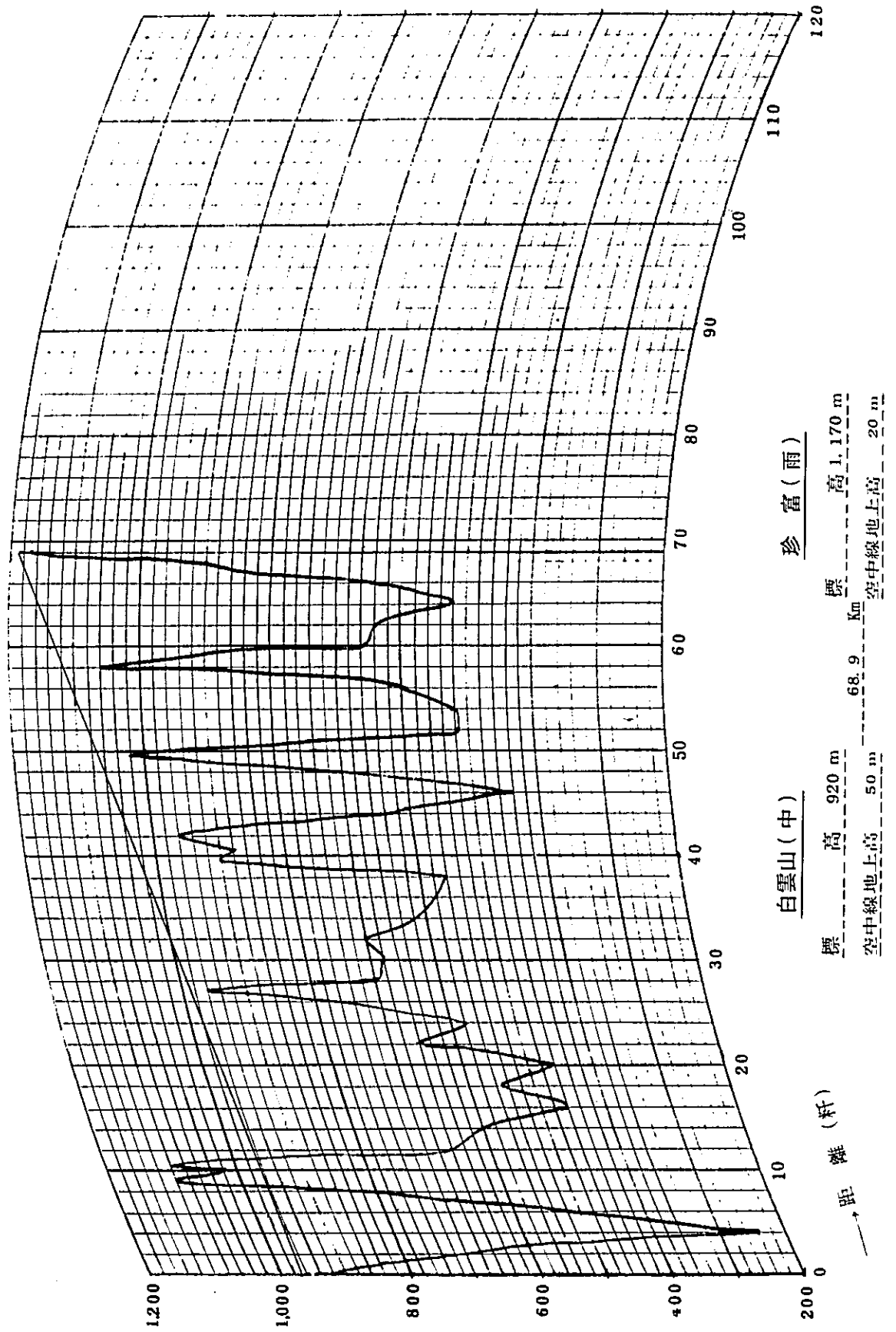


見透し図 (K=4/3)

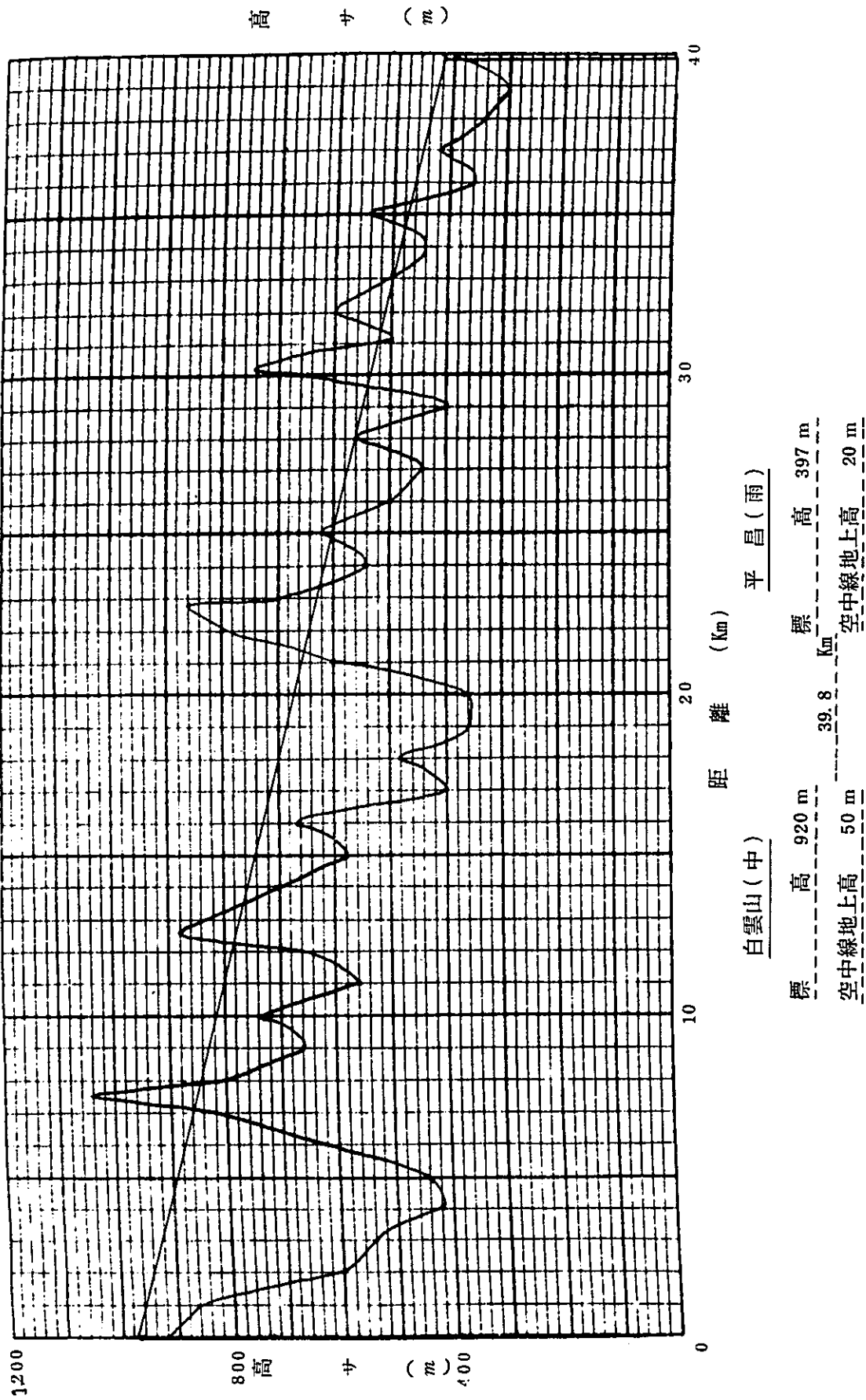


見透し図 (K=4/3)

付図1--34

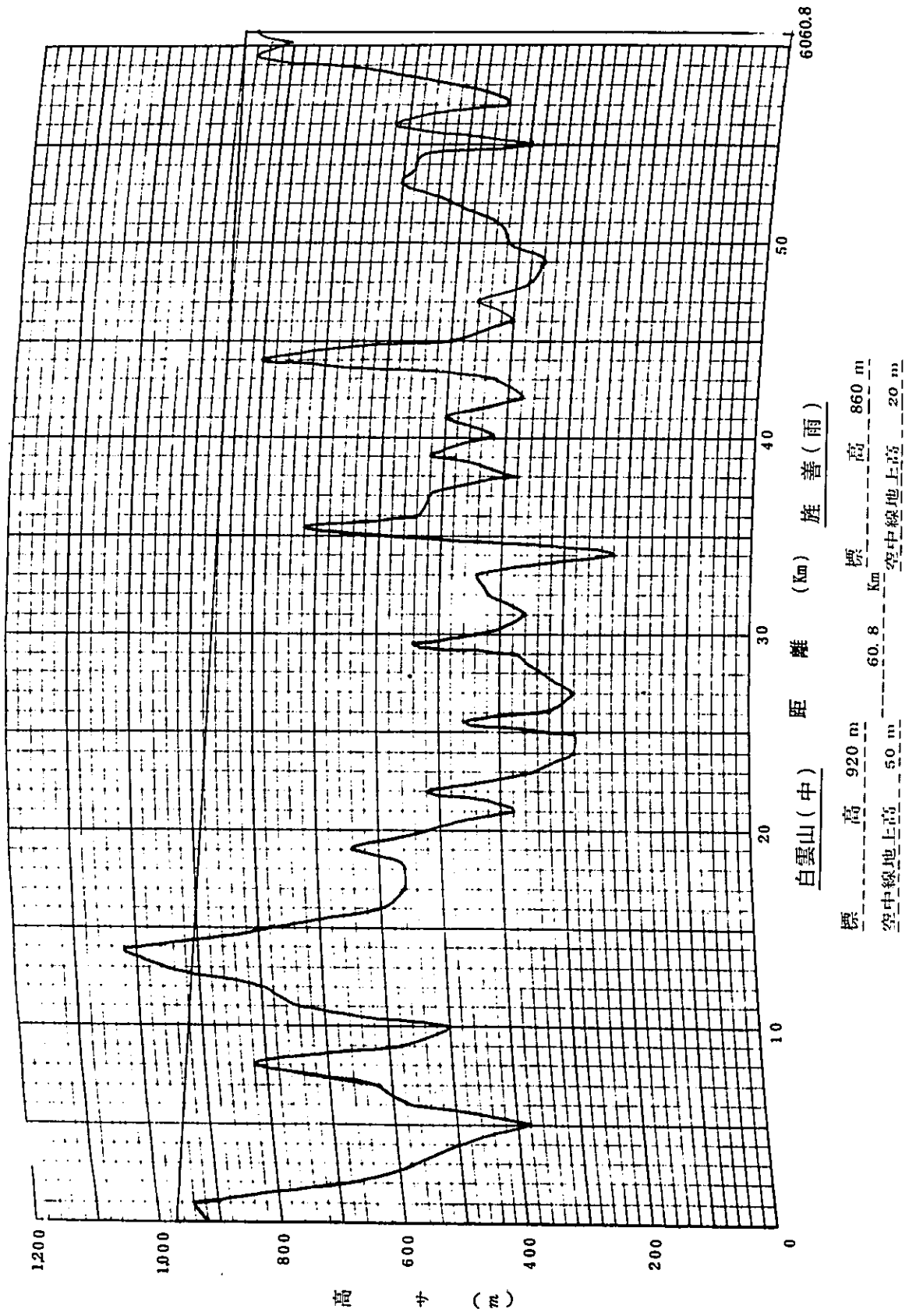


見透し図 (K=4/3)



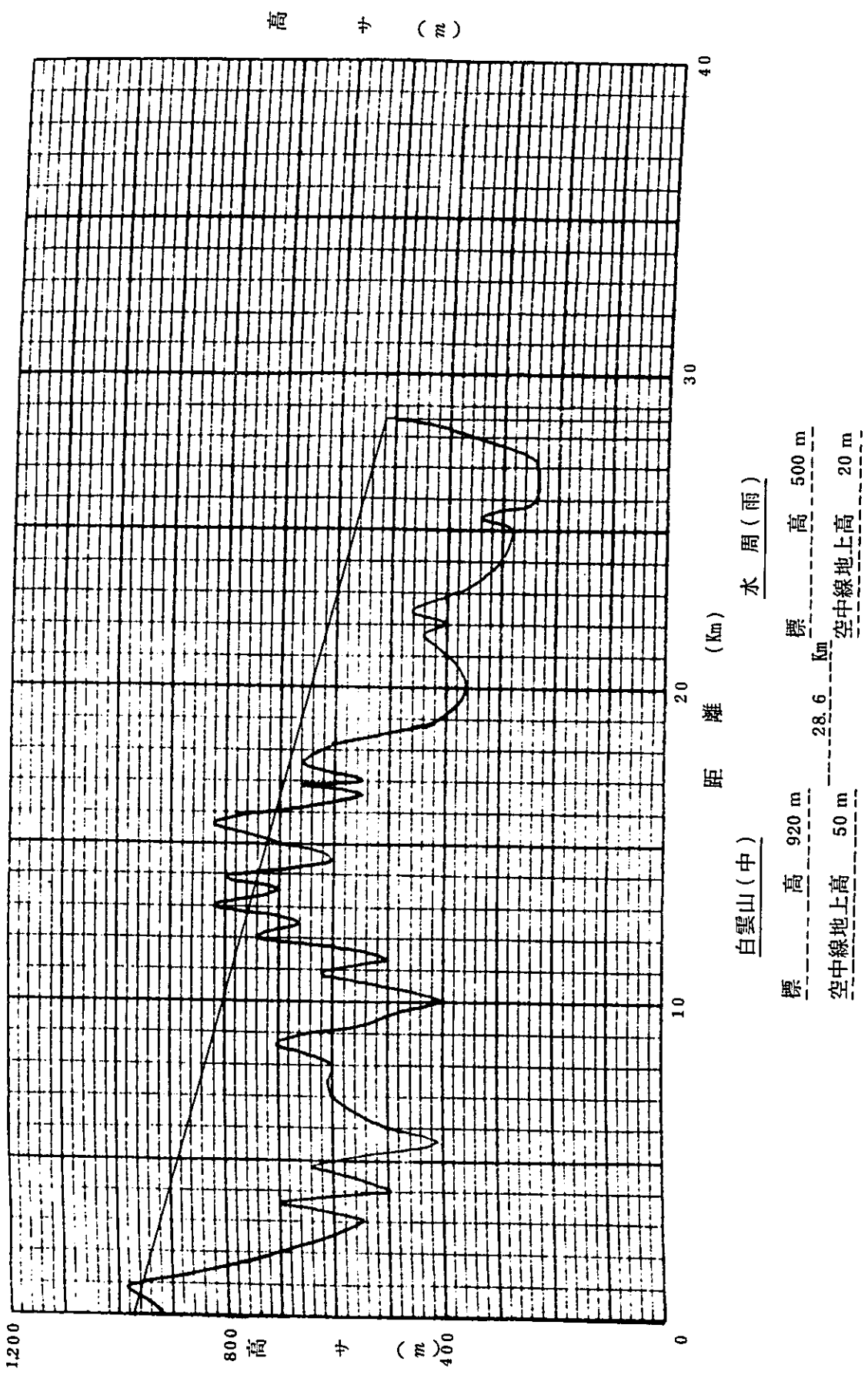
付圖 I-36

見透し圖 (K=4/3)



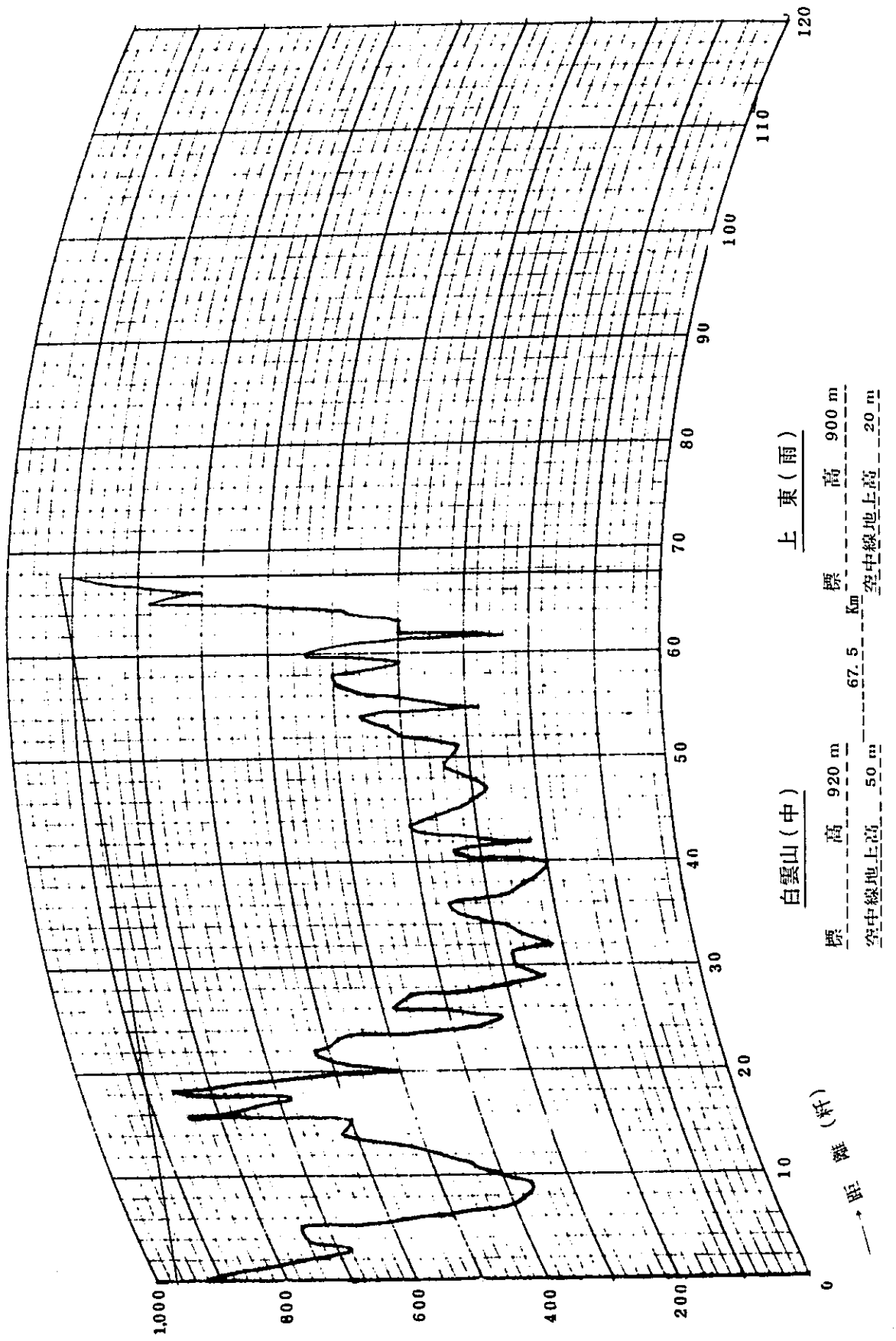


見透し図 (K=4/3)



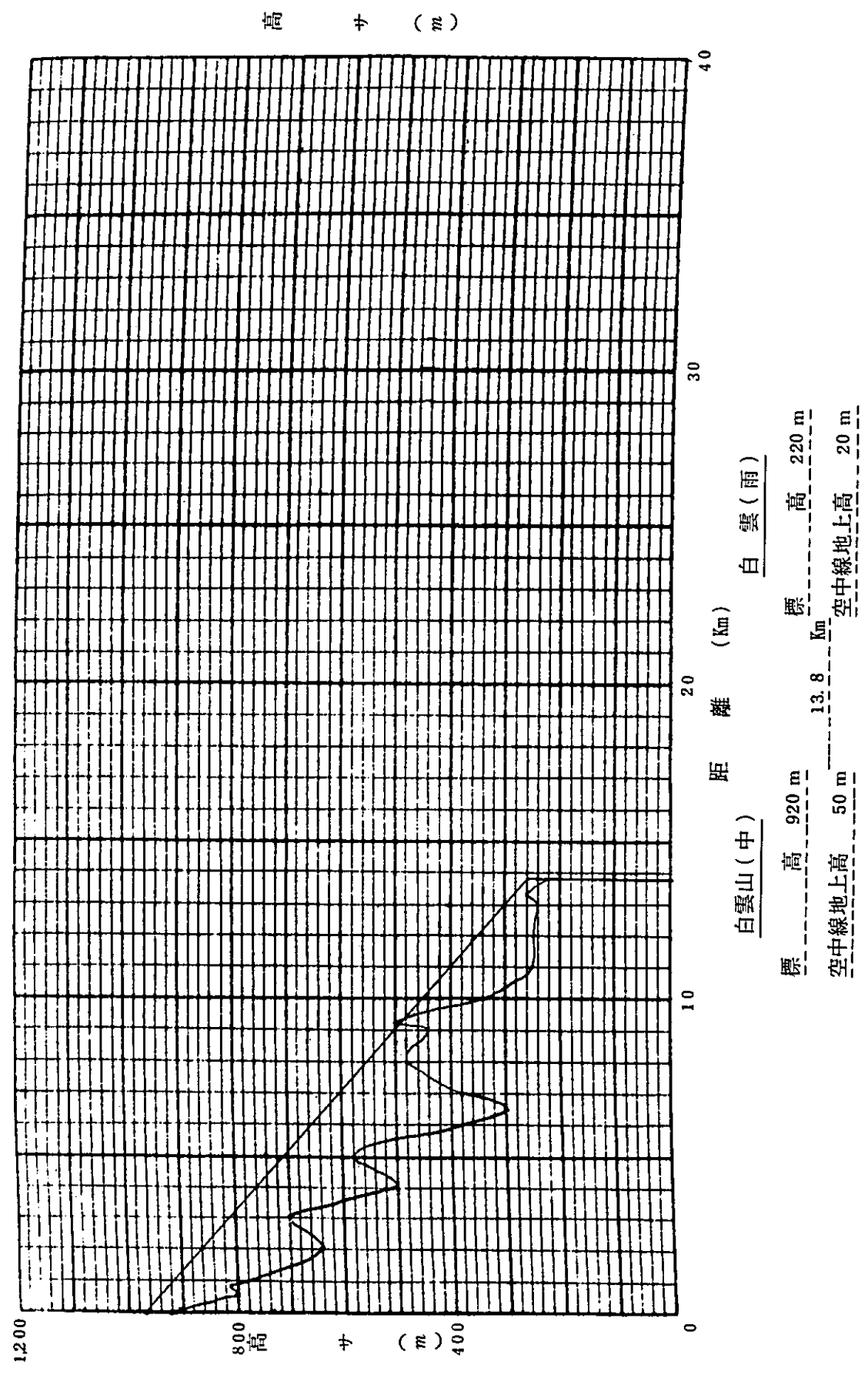
見透し図 (K=4/3)

付図 1-38



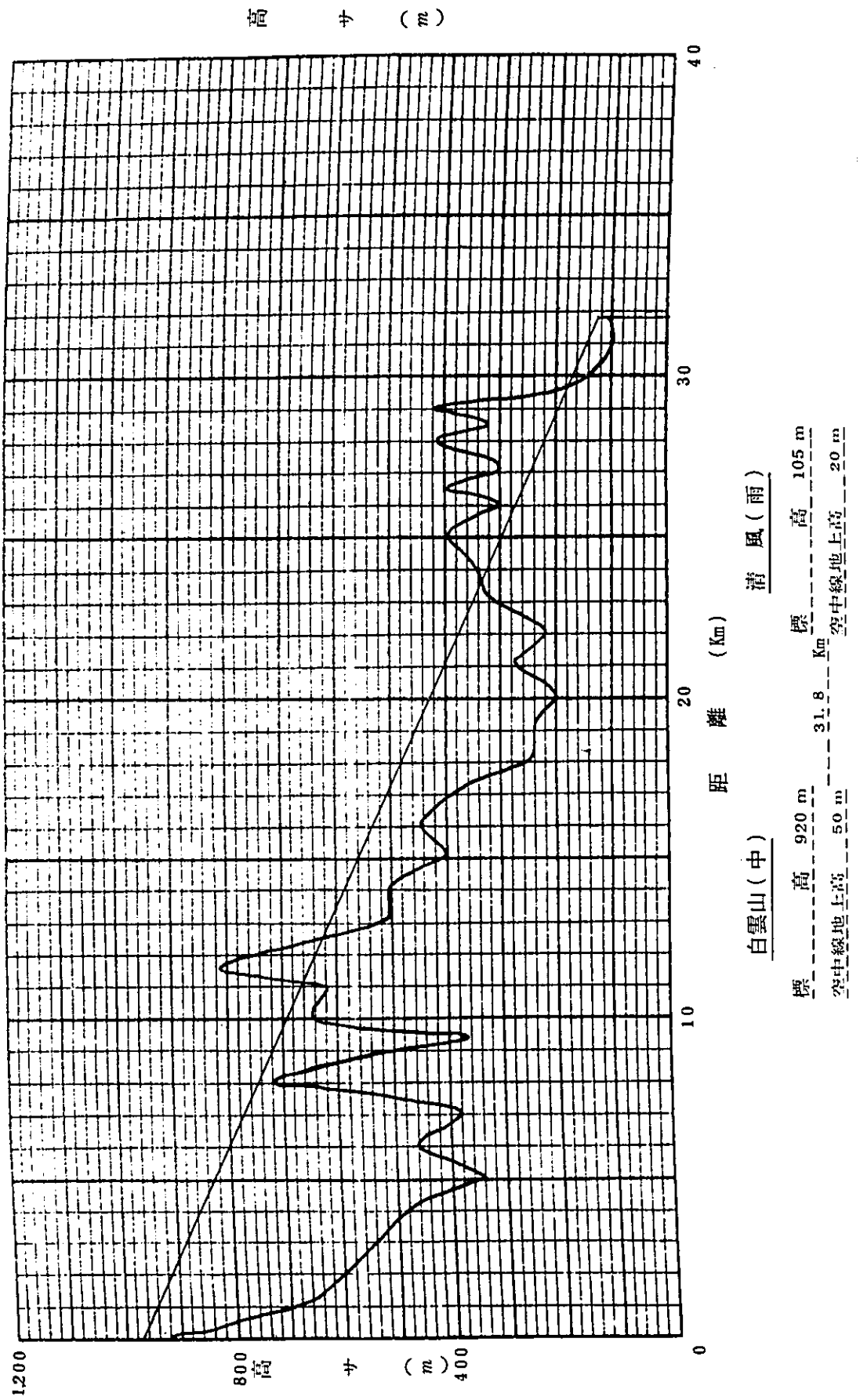
見透し図 (K=4/3)

付図1-39



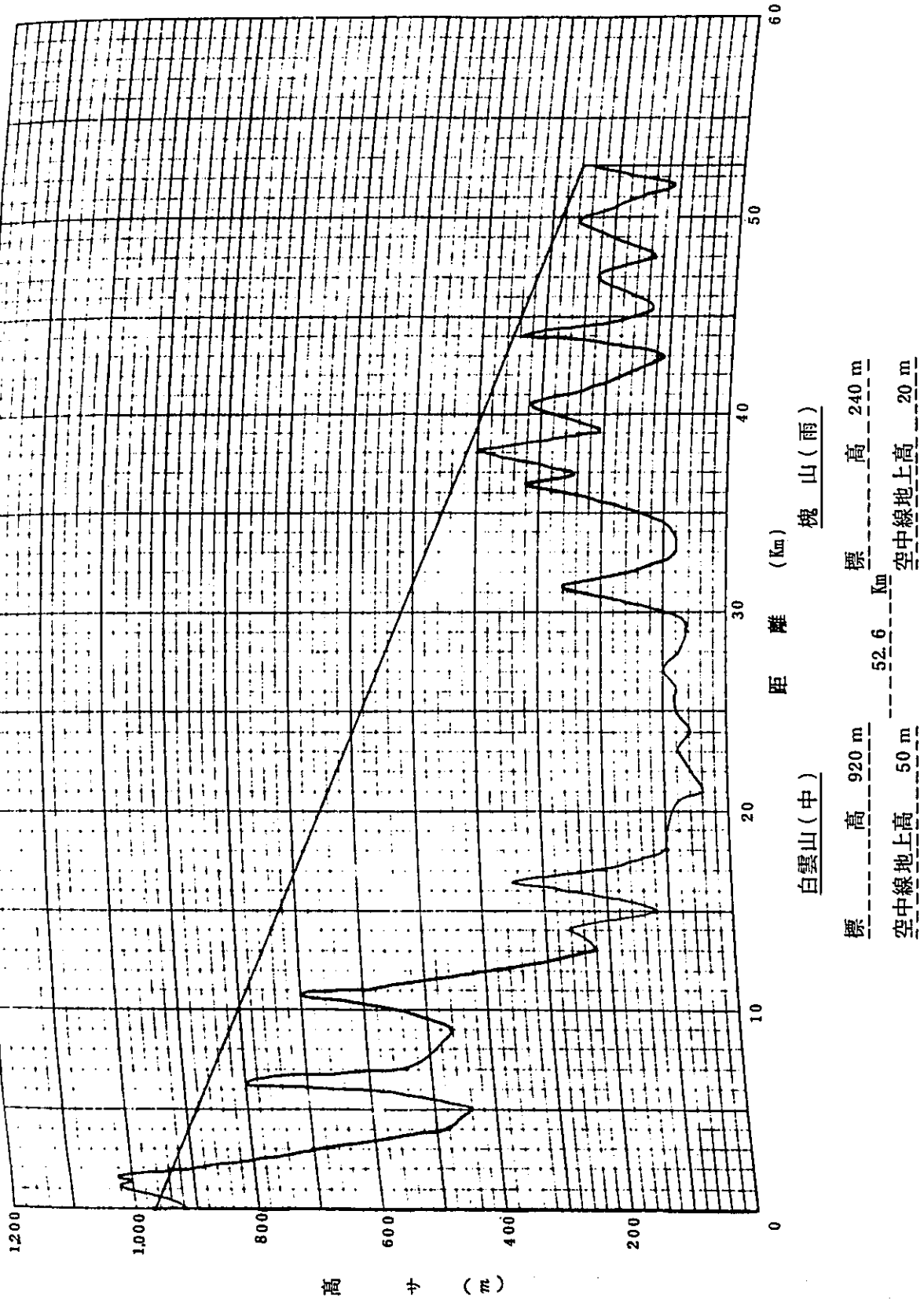
見透し図 (K=4/3)

付図1-40

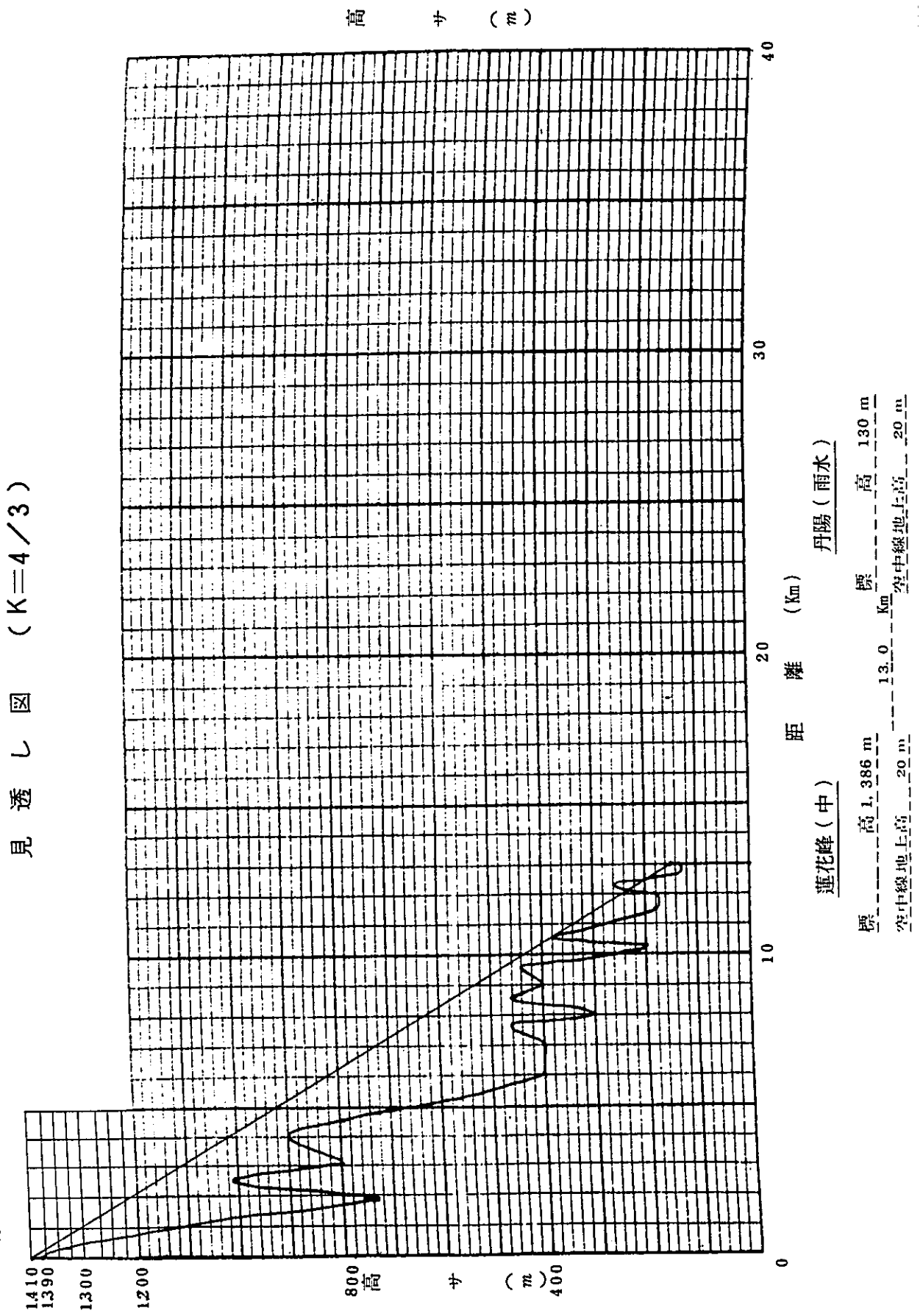


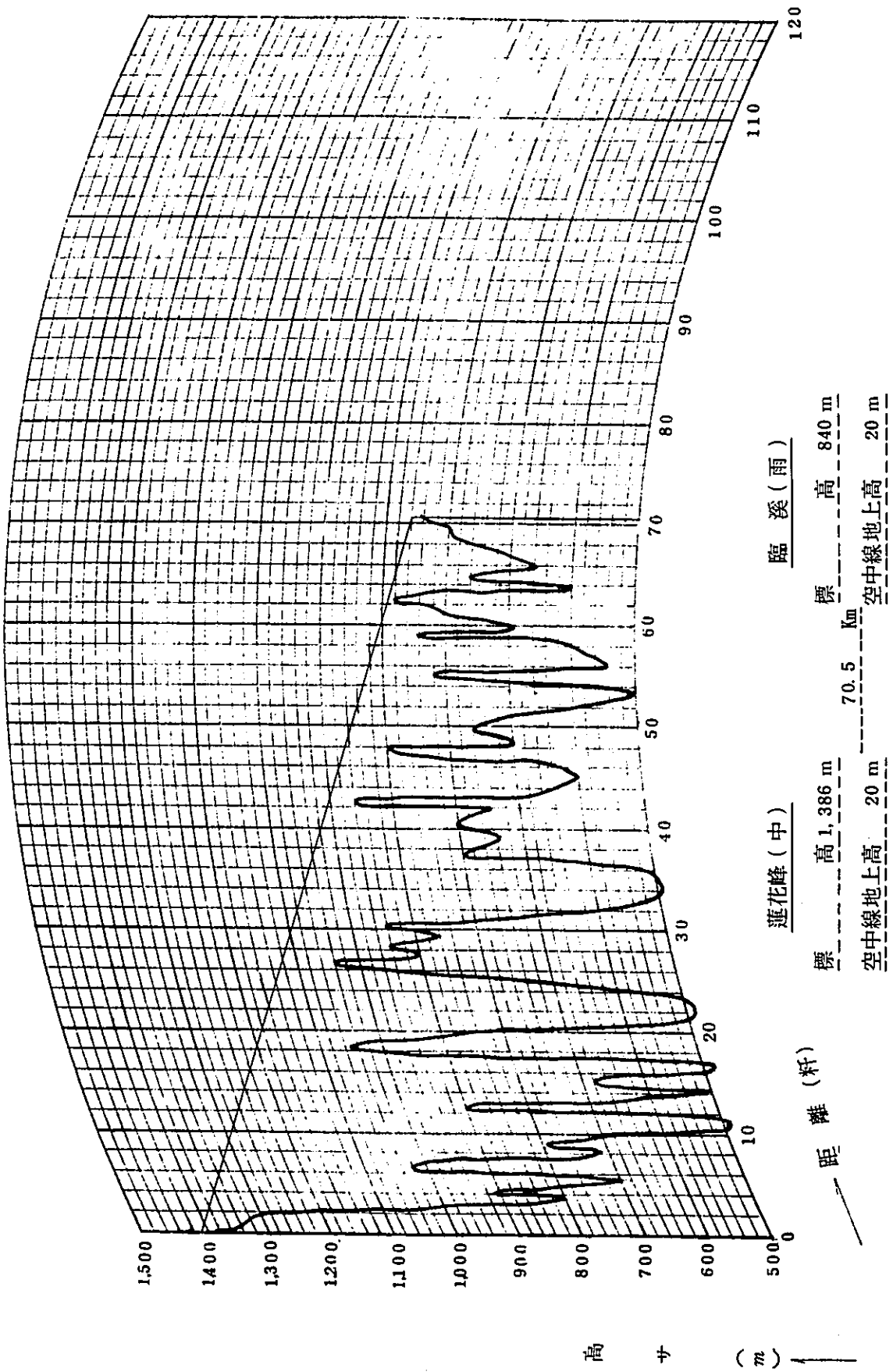
見透し図 (K=4/3)

付図 1-4-1



付図1-42





( 7 - 4 - 2 ) 電波伝ぱん実験

伝ぱん実験は、各観測所と中継所間の机上回線設計において、所要の回線 S / N が得られず且つ、観測所の移設の困難な場合、中継所—観測所間に実際に使用する電波を用いて、Telemeter 回線として、使用出来る回線が得られるか否かについて、付加損失等の測定を行ったものである。

実験の方法及び結果等については次のとおりです。

1) 実験方法

実験に使用した機材は、表 - 7 - 8 のとおりであった。

また、実施した測定項目としては、受信入力電力、到来電波の方向、空中線高および平面位置と受信入力電力の関係、通話品質等の測定を行った。

表 - 7 - 8 電波伝ぱん実表に用いた主な機材

品 名	規 格	数 量
連絡用無線機	160 MHz 10 W CRI 型	3 台
電界強度測定器	25 ~ 230 MHz	1 台
準尖頭値計	455 KHz ~ 1 MHz、70 ~ 80 dB	1 台
記録計	0 ~ 5 V	1 台
通過形電力計	15 W	2 台
低周波発振器	100 Hz ~ 1 MHz、- 30 ~ + 15 dBm	1 台
Level 測定器	- 60 ~ + 30 dBm	1 台
充電器	18 V、4 A / 100 V	1 台
蓄電池	12 V、32 AH	2 台
単巻変圧器	0 ~ 130 V / 110 V	2 台
空中線	八木 3 素子、Cable 20 m 10 m Pole 付	2 台
発電機	2.0 PS 0.8 KW	2 台
回路計		2 台
保守用工具		2 台

伝ぱん実験の実施は、2 班により構成され、各々中継所班、観測所班に分かれた。

人員構成としては、1 班を 5 ~ 7 名で次のとおりである。

- ・ 電気通信技術者 1 名
- ・ 電気通信技能者 2 名
- ・ 運 転 手 1 名
- ・ 人 夫 2 名 ( 必要により現地雇用 )
- ・ 調査団電気通信専門家 1 名

また、電波伝ぱん実験を行った各機器の構成は次のとおりである。



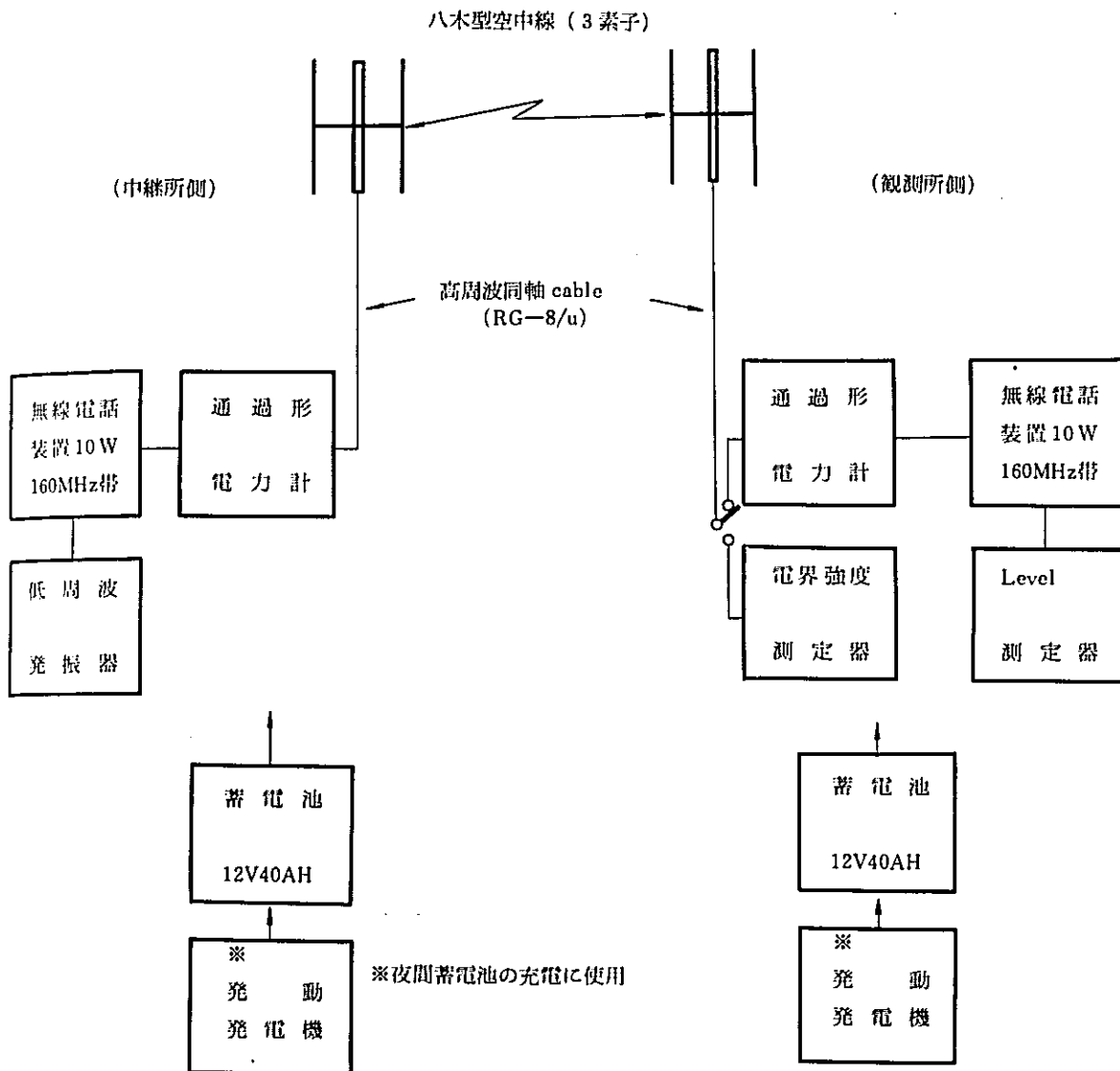


図 - 7 - 6 電波伝搬実験機器構成図

## 2) 実験の結果

Telemeter回線の電波実験は、3個所の山頂中継局と観測局との間で行ったが、①龍門山系では華川Dam、春川Dam、春川、清平Dam、②白雲山系では忠州、平昌、③蓮花峰系では臨溪、丹陽の計8回線について伝播実験を行った。その結果は表-7-9のとおりで、実験により求められた付加損失を用いて回線設計を補正すると、表-7-10のとうりとなりすべての回線がtelemeterとして実用性が得られることが確認された。日程の関係で今回実験を行わなかった観測局は回線設計の結果、電波の伝播条件が上記の実験場所より良好なので問題はないと思われる。

なお、設置の実施段階(空中線柱の建設等)にあたっては水平・垂直のPatternを測定し十分調査の上、その位置を決定することが必要である。今回の実験に使用した周波数(166.88MHz、166.94MHz)は(7-3)項に述べたとおり中継局側で強烈な混信妨害をこうむり、安定な回線S/Nを確保することが不可能であるので、電波監理

局と十分な打合せを行い、Telemeter 回線として混信妨害のない周波数を割当されるように努力する必要がある。

なお、中継局の位置等については下記の場所が最適と思われる。但し無線局舎(中継局舎を含む)

項目 中継局名	緯度	経度	空中線鉄塔 高さ	備考
龍門山	37° 33' 33"	127° 32' 42"	40 m	
白雲山	37° 15' 16"	127° 58' 28"	50 m	
蓮花峰	36° 56' 41"	128° 27' 55"	20 m	

なお、Micro 回線の電波実験は、Sesul - 龍門山間は目視により、龍門山 - 春川間は、回線設計により、また、その他の龍門山 - 白雲山 - 蓮花峰の区間については、他の無線区間が既設であること、などにより消略した。

表一七—九 現地実験による付加損失

種別	局名		龍門山～華川dam		龍門山～春川dam		龍門山～春川(遠行)		龍門山～清平dam		白雲山～忠州		白雲山～平昌		蓮花峰～臨溪		蓮花峰～丹陽	
	単位																	
空中線電力	dBm		39	8.4 W	39	8.4 W	39	8.4 W	39	8.4 W	38	6.7 W	39	8.3 W	38	7.8 W	38	7.7 W
自由空間損失	dB		113	61.5 Km	110	46.7 Km	108	39.1 Km	103	21.0 Km	105	26.6 Km	108	39.8 Km	114	70.5 Km	99	13.0 Km
付加損失	dB		36	実験値により計算	41	実験値により計算	27	実験値により計算	42	実験値により計算	29	実験値により計算	44	実験値により計算	31	実験値により計算	22	実験値により計算
給電線損失	dB		4	RG-8/U × 46 m	4		4		4		4		4		4		4	
空中線利得(送)	dB		8	八木3E	8		8		8		8		8		8		8	
空中線利得(受)	dB		8	八木3E	8		8		8		8		8		8		8	
送受共用損失	dB																	
無機電中継	dB																	
受信電力	dBm		-98	実験値	-100	実験値	-84	実験値	-94	実験値	-84	実験値	-101	実験値	-95	実験値	-71	実験値
受信雑音電力	dBm		-112	-118 + 6dB	-112		-112		-112		-112		-112		-112		-112	
高S/N C/N	dB		14		12		28		18		28		11		17		41	
S/N改善係数	dB		12		12		12		12		12		12		12		12	
標準状態における S/N	dB		26		24		40		30		40		23		29		53	
特記事項				山岳反射波を受信しているため設置に当っては、十分に現地の調査が必要です。		山岳反射波を受信しているため設置に当っては、十分に現地の調査が必要です。							山岳反射波を受信しているため設置に当っては、十分に現地の調査が必要です。					

表一七-10 現地実験による付加損失を用いた回線設計

種別	局名		龍門山～華川dam		龍門山～春川dam		龍門山～春川(道庁)		龍門山～清平dam		白雲山～忠州		白雲山～平昌		蓮花峰～臨溪		蓮花峰～丹陽	
	単位		40	10 W	40	10 W	40	10 W	40	10 W	40	10 W	40	10 W	40	10 W	30	1 W
空中線電力	dBm		113	64.5 Km	110	46.7 Km	108	39.1 Km	103	21.0 Km	105	26.6 Km	108	39.8 Km	114	70.8 Km	99	13.0 Km
自由空間損失	dB		36	実験値により計算	41	実験値により計算	27	実験値により計算	42	実験値により計算	29	実験値により計算	44	実験値により計算	31	実験値により計算	22	実験値により計算
付加損失	dB		3	AFZE50 -7×40 m100-2 V×30m	3	AFZE50 -7×40 m100-2 V×30m	3	AFZE50 -7×40 m100-2 V×30m	3	AFZE50 -7×40 m100-2 V×30m	3	AFZE50 -7×40 m100-2 V×30m	3	AFZE50 -7×40 m100-2 V×30m	3	AFZE50 -7×40 m100-2 V×30m	3	AFZE50 -7×40 m100-2 V×30m
給電線損失	dB		5	3 段 Colinear	5	3 段 Colinear	5	3 段 Colinear	5	3 段 Colinear	5	3 段 Colinear	5	3 段 Colinear	5	3 段 Colinear	5	3 段 Colinear
空中線利得(送)	dB		10	八木 5 E	10	八木 5 E	8	八木 3 E	10	八木 5 E	8	八木 3 E	10	八木 5 E	10	八木 5 E	8	八木 3 E
空中線利得(受)	dB																	
送受共用損失	dB																	
無機電中継	dB																	
受信電力	dBm		-97		-99		-85		-93		-84		-100		-93		-81	
受信雑音電力	dBm		-112		-112		-112		-112		-112		-112		-112		-112	
高周波 S/N C/N	dB		15		13		27		19		28		12		19		31	
S/N改善係数	dB		12		12		12		12		12		12		12		12	
標準状態における S/N	dB		27		25		39		31		40		24		31		43	
実験を行った場所			華川Dam 堰堤の上		春川Dam 流側左岸	Site上	江原道庁裏庭		清平Dam 流側左岸	Site上	南甌江鉄道橋上流 側 500 m 右岸		平昌郡庁裏の山上		臨溪面事務所より 東方向へ 2.4 Km の 山上		工事中の橋梁の下 流側 100 m 右岸	
特記事項																		

(7-5) 現状の通信回線の系統と回線品質

(7-5-1) 通信回線の系統

本 System の実施に当って中継局、観測局の一部については、当初計画し実験を行った地点と若干異なる地点に建設されたものがある。これは観測局舎の設置に当って保守上その他諸般の事情によって、止むなく建設可能な地点に建設されたためである。

このため通信系についても当初計画した系統を若干修正した。現状の通信回線の系統を図-7-7に示す。

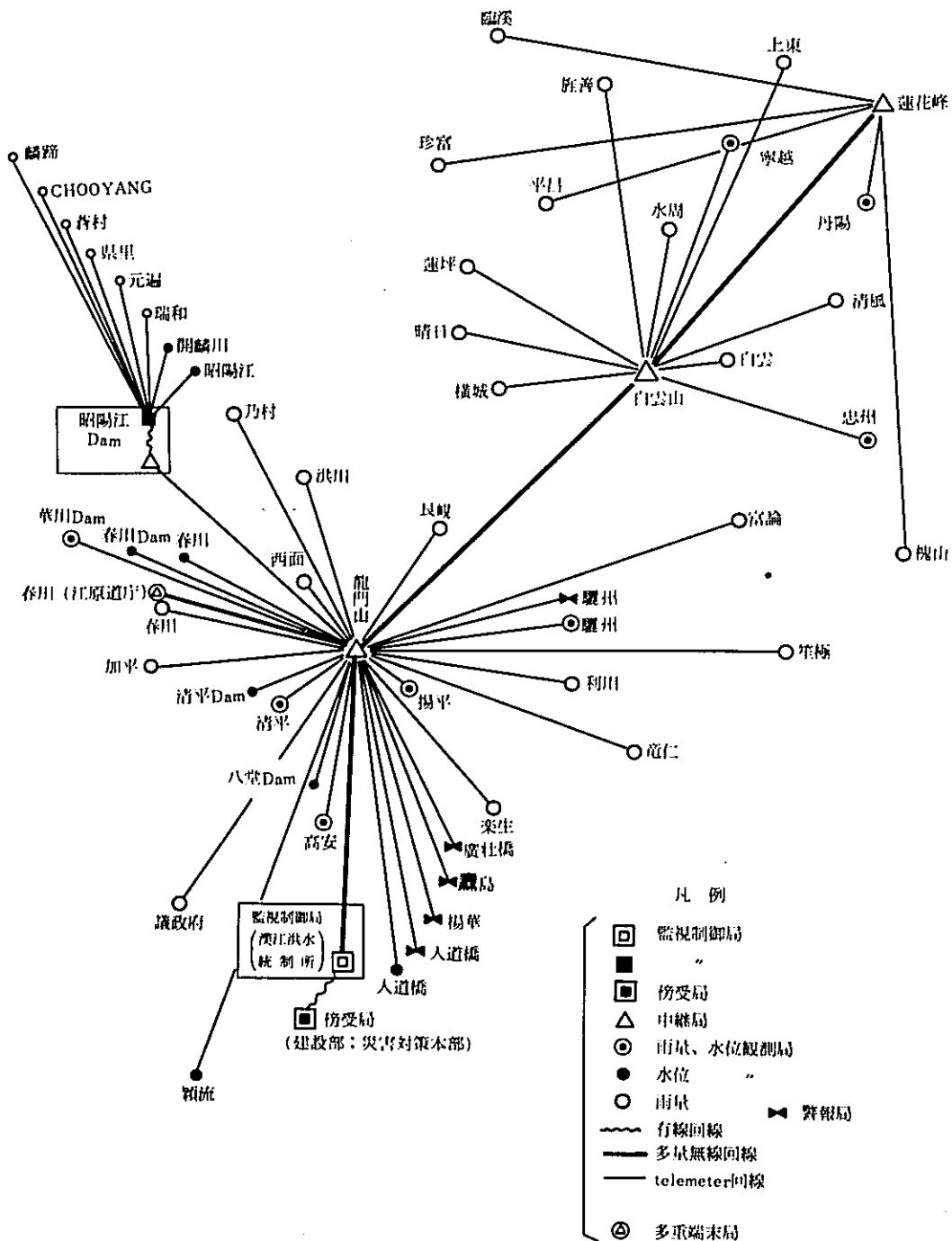


図-7-7 現状の通信回線系統図

#### ( 7 - 5 - 2 ) 回線品質

Telemeter回線の現状総合回線品質は、当初計画上の目標とくに、 $S/N$  30 dB を下廻る局がかなり見受けられる。これらの局については、雑音の性質によっては、Telemeter Data の収集が困難となる場合もあり、安定した運用のために最低でも 25 dB 以上は確保できるよう努力が望まれる。

監視制御局側、観測局側での  $S/N$  は、両者が理論的には、ほぼ等しくなる等であるが差が大きくでているのは、外部の雑音、混信などの影響であろうと思われる。

1977 年 4 ~ 7 月期における各局の回線品質の状況は表 - 7 - 11 Telemeter 観測局の回線品質状況のとおりとなっています。

又、前記 7 - 2 通信回線の系統及び 7 - 4 回線設計と電波伝ぱん実験結果で提案した観測所位置と異なる地点に設置された局の回線設計は表 - 7 - 12 にまた、見透し図を図 - 7 - 8 に示すとおりとなっています。

また、Micro 多重回線の回線品質は、平常時は  $S/N$  約 60 dB で問題ない状態であるが、龍門山中継所において、他局の Radar による誘導 ( 周期約 10 秒 ) 雑音を搬送端局装置が受け、これにより信号レベルの低い観測局の Data が欠測することがあり、今後も問題となります。

表 - 7 - 11 Telemeter 観測局の回線品質状況

( 1977. 7 現在 )

系 統	局 名	観測項目	S / N (dB)		受信感度 (merit)	反射電力 (W)	備 考 (電 源 条 件)
			親側	子側			
龍 門 山 系 (166.88MHz)	人 道 橋	水	38	34	5	0.1	太陽電池局
		水	21	20	4	0.2	太陽電池局
	高 流 安	水・雨	31	23	4	0	太陽電池局
		水	32	29	4	0	太陽電池局
	議 政 府	雨	25	25	5	0.2	AC 100 V 局
		雨	24	19	5	0	AC 100 V 局
	加 西 平	雨	29	29	5	0.3	太陽電池局
		雨	20	16	4	0.2	太陽電池局
	乃 洪 川	雨	26	26	5	0	AC 100 V 局
		雨	22	20	4	0	AC 100 V 局
	良 富 峴	雨	39	35	4	0	太陽電池局
		雨	22	28	4	0	AC 200 V 局
	筭 利 極	雨	36	32	5	0.1	太陽電池局
		雨	17	14	3	0.1	AC 100 V 局
	龍 柔 生	雨	27	21	3	0	太陽電池局
		雨	21	32	4	0.2	AC 100 V 局
	春 楊 平	水・雨	31	29	3	0	太陽電池局
		水・雨	35	33	5	0.1	太陽電池局
	驪 清 平	水・雨	26	22	4	0	太陽電池局
		水・雨	16	16	3	0	AC 100 V 局
華 川 Dam	水・雨	33	30	4	0.1	太陽電池局	
	水	22	21	5	0	太陽電池局	
八 堂 Dam	水	12	12	2	0.4	AC100V局実験用空中線	
	水	30	28	5	0.2	AC 220 V 局	
清 平 Dam	水	40	32	5	0.2	AC 220 V 局	
	水	43	38	5	0	AC 220 V 局	
春 川 Dam	水	33	36	5	0.2	AC 220 V 局	
	水	37	37	5	0	AC 220 V 局	
楊 人 道	警						
	警						
人 道 橋	警						
	警						
廣 壯 橋	警						
	警						
蓮 花 峰 系 (166.94MHz)	臨 丹 平	雨	16	16	3	0.1	太陽電池局
		水・雨	13	7	3	0	太陽電池局
槐 珍 山	雨	16	16	3	0.1	太陽電池局	
	雨	28	23	4	0.2	AC 100 V 局	
富 州	雨	—	—	1	0.1	AC 220 V 局 測定不能	
	雨						

表-7-12の(1) 調査団の提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の回線設計表

種別	局名		龍門山～昭陽江 Dam		龍門山～華川 Dam		龍門山～春川 Dam		龍門山～榮生	
	項目	単位								
空中線電力	dBm		30	1 W	40	10 W	40	10 W	30	1 W
自由空間損失	dB		110	47 Km	113	64.2 Km	109	45.9 Km	109	44.6 Km
付加損失	dB		20	5+15	40	30+10	50	30+20	30	15+15
給電線損失	dB		5	0.06dB/Km×80m	9	150 m	5	80 m	5	80 m
空中線利得(送)	dB		9	八木4素子	6	3段 Colinear	6	八木3素子	6	
空中線利得(受)	dB		8	八木3素子	10	八木5素子	8	八木3素子	8	
送受共利	dB									
無線機中継	dB									
受信電力	dBm		-88		-106		-110		-100	
受信雑音電力	dBm		-112		-112		-112		-112	
高周波S/N	dB		24		6		2		12	
S/N改善係数	dB		12		12		12		12	
標準状態におけるS/N	dB		36		18以下		14以下		24	
Fading損失	dB		5	0.1dB/Km ×49Km					4.5	
Fadingがあるとき各区間のS/N	dB									
総合S/N	dB									
限界Level	dBm		-103		-103		-103		-103	
限界Levelに対するFading margin	dB		15						3	
Fadingのあるときの限界Levelに対するmargin	dB		10						-1.5	
特記事項	項目		計算上のS/Nは36dBであるが、現状のS/Nが24dB程度である。		受信電力が、いずれの局も、限界Level以下であるため、S/N改善率が計算値より低下するため、現状のS/Nに近い値となる。安定した回線とするためには、設置場所の変更を検討する必要がある。		回線にFadingが発生した場合に、計算によると回線が断となることがある。			



表一七 - 12 の(2) 調査団の提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の回線設計表

種別	局名		白雲山～晴日		白雲山～清風		白雲山～水周		白雲山～寧越	
	単位									
空中線電力	dBm		40	10 W	40	10 W	40	10 W	40	10 W
自由空間損失	dB		109	40.2 Km	106	30.9 Km	105	28 Km	109	46.9 Km
付加電線損失	dB		42	32+10	43	33+10	52	42+10	59	49+10
給電線損失	dB		5	80 m	5	80 m	5		5	
空中線利得(送)	dB		6	3 段	6		6		6	
空中線利得(受)	dB		10	Collinear 八木5素子	10		8		10	
送受機電中継	dB									
無線電電中継	dB									
受信電力	dBm		-101		-98		-108		-117	
受信電力	dBm		-112		-112		-112		-112	
高周波 S/N C/N	dB		11		14		4		5	
S/N 改善係数	dB		12		12		12		12	
標準状態における S/N	dB		23		26		16 以下		7 以下	
Fading 損失	dB		4	0.1dB/Km × 40.2 Km	3					
Fading があるときの各区	dB									
総合 S/N	dB		-103		-103		-103		-103	
限界 Level	dBm									
限界 Level に対する Fading margin	dB		2		5					
Fading のあるときの限界 Level に対する margin	dB		-2		2					
特記事項			回線に Fading が発生した場合に、計算による回線が断となることがある。		蓮花峰系に Route 変更するより、計算上では良い状態と思われる。		蓮花峰系に Route 変更することにより計算上では状態が良くなると思われる。		蓮花峰系に Route 変更しても、当該局は、受信電力があるため、設置場所の変更を検討する必要がある。	

表一-7-12の(3) 調査団の提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の回線設計表

種別	局名		蓮花峰～清風		蓮花峰～水周		蓮花峰～寧越		蓮花峰～珍富	
		単位								
空中線電力	dBm		40	10 W	40	10 W	40	10 W	40	10 W
自由空間損失	dB		105	28.9 Km	109	43.4 Km	105	25.2 Km	114	77.7 Km
付加損失	dB		50	40+10	30	20+10	66		62	
給電損失	dB		5		5		5		5	
空中線利得(送)	dB		6	3段	6		6		6	
空中線利得(受)	dB		10	Colinear 八木5素子	8		10		10	
送受機中継	dB									
無線電	dB									
受信電力	dBm		-104		-90		-120		-125	
受信雑音電力	dBm		-112		-112		-112		-112	
高周波 S/N C/N	dB		8		22		8		13	
S/N改善係数	dB		12		12		12		12	
標準状態における S/N	dB		20以下		34		4以下		-1以下	
Fading 損失	dB				4					
Fading がある区間の各	dB									
総合 S/N	dB									
限界 Level	dBm				-103					
限界 Level に対する Fading margin	dB				13					
Fading のあるときの限界 Level に対する margin	dB				9					
特記事項			白雲山系の方が当該回線より計算上では、良い状態と思われれる。	白雲山系より本 Route に変更することにより計算上では、状態が良くなると思われれる。	白雲山系のみでも、当該局は、受信電力が、限界 Level 以下であるため、設置場所の変更を検討する必要がある。	白雲山系のみでも、当該局は、受信電力が、限界 Level 以下であるため、設置場所の変更を検討する必要がある。	当該局は、受信電力が限界 Level 以下であるため設置場所の変更を検討する必要がある。			



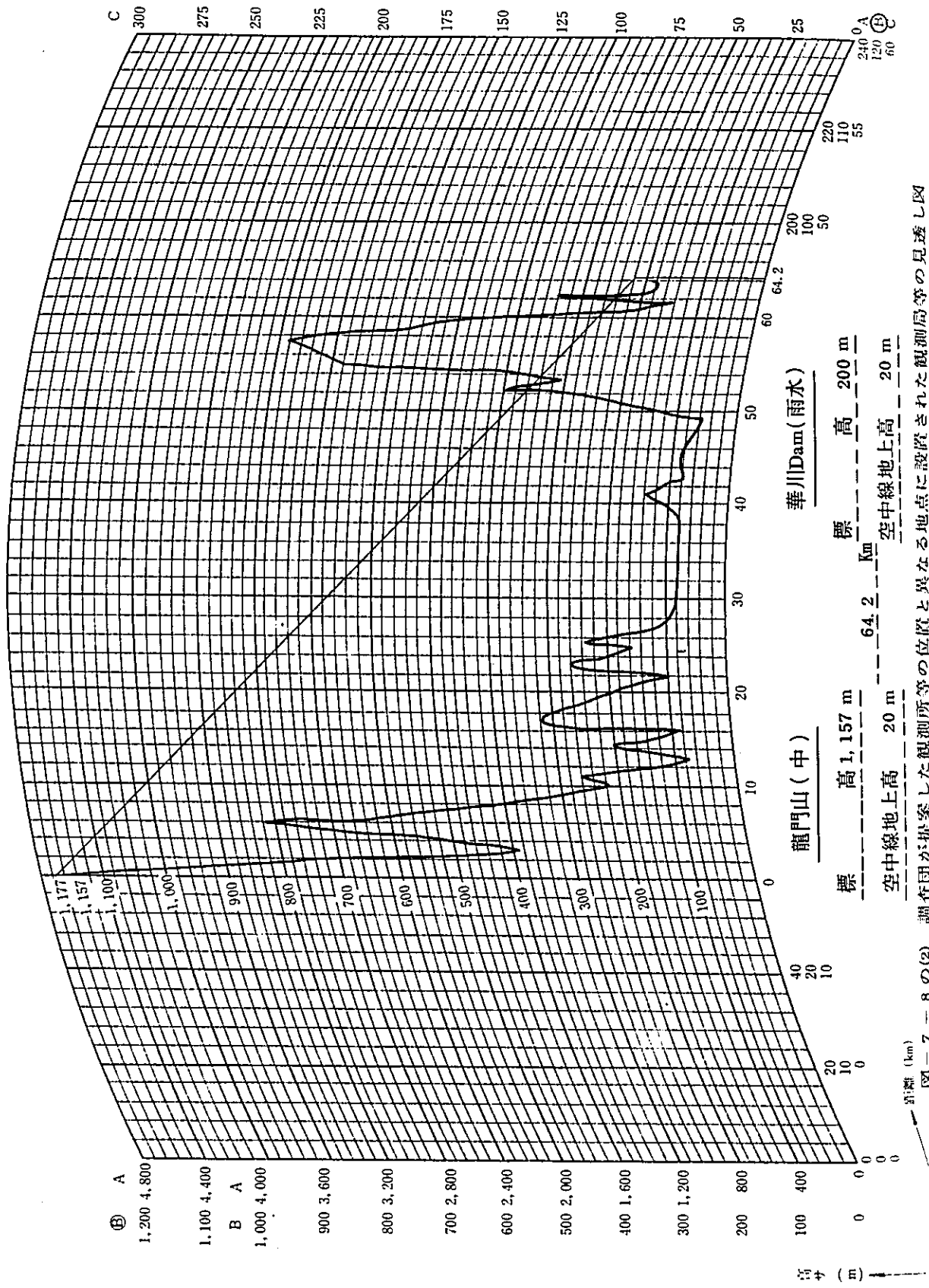
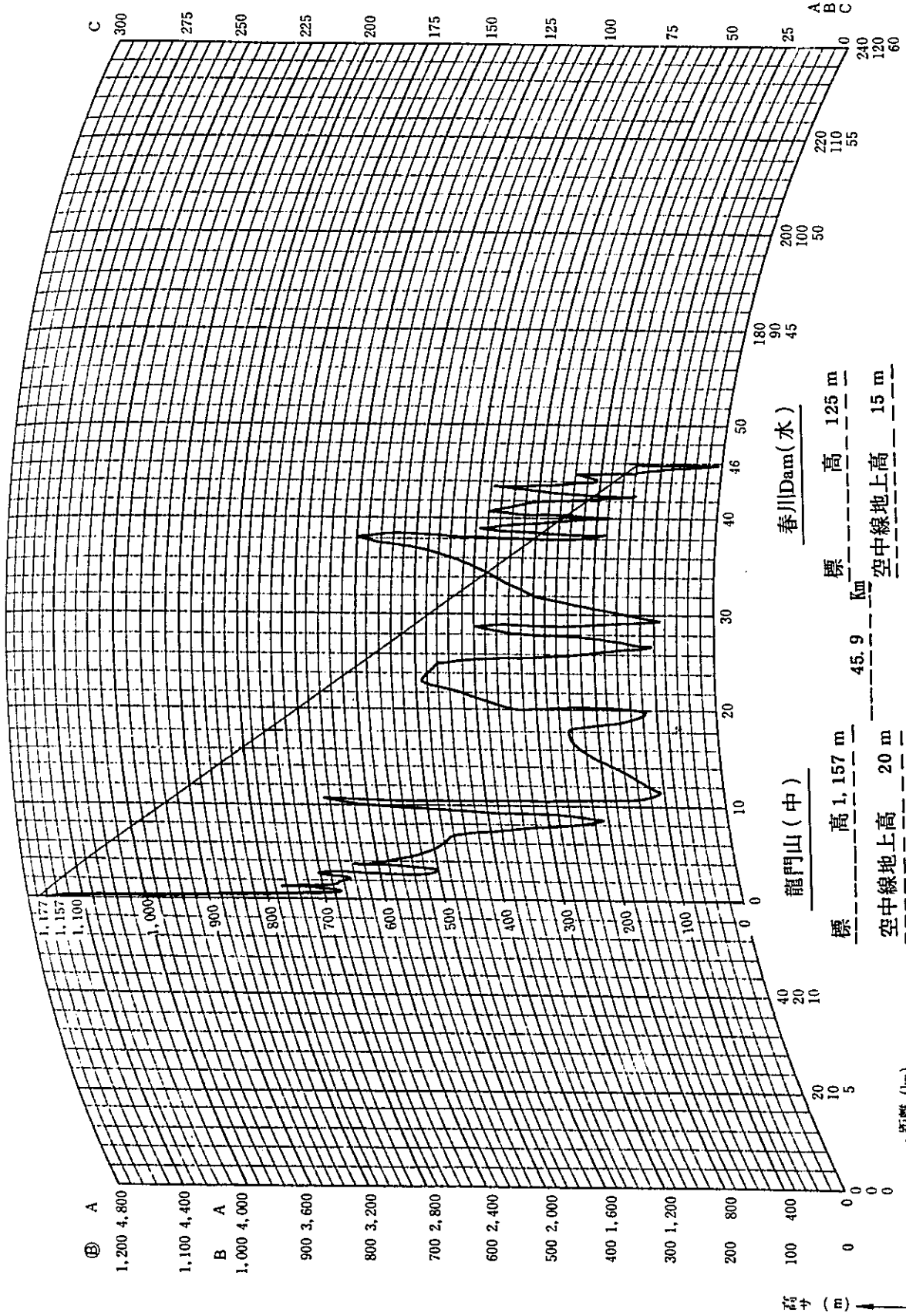
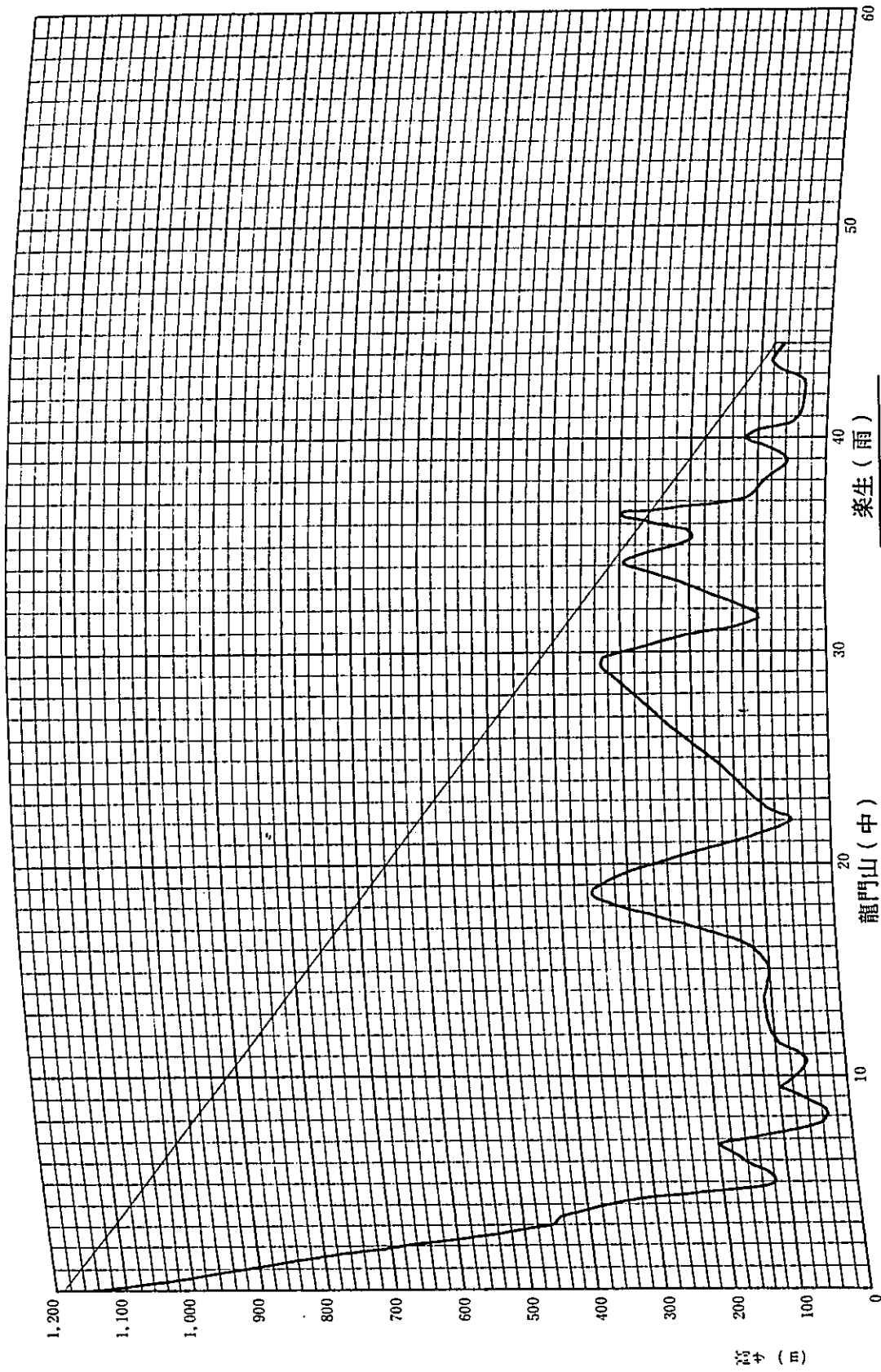


図-7-8の(2) 調査団が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見直し図



図一七—八の(3) 調査図が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見透し図



図一 7 - 8 の (4) 調査団が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見透し図

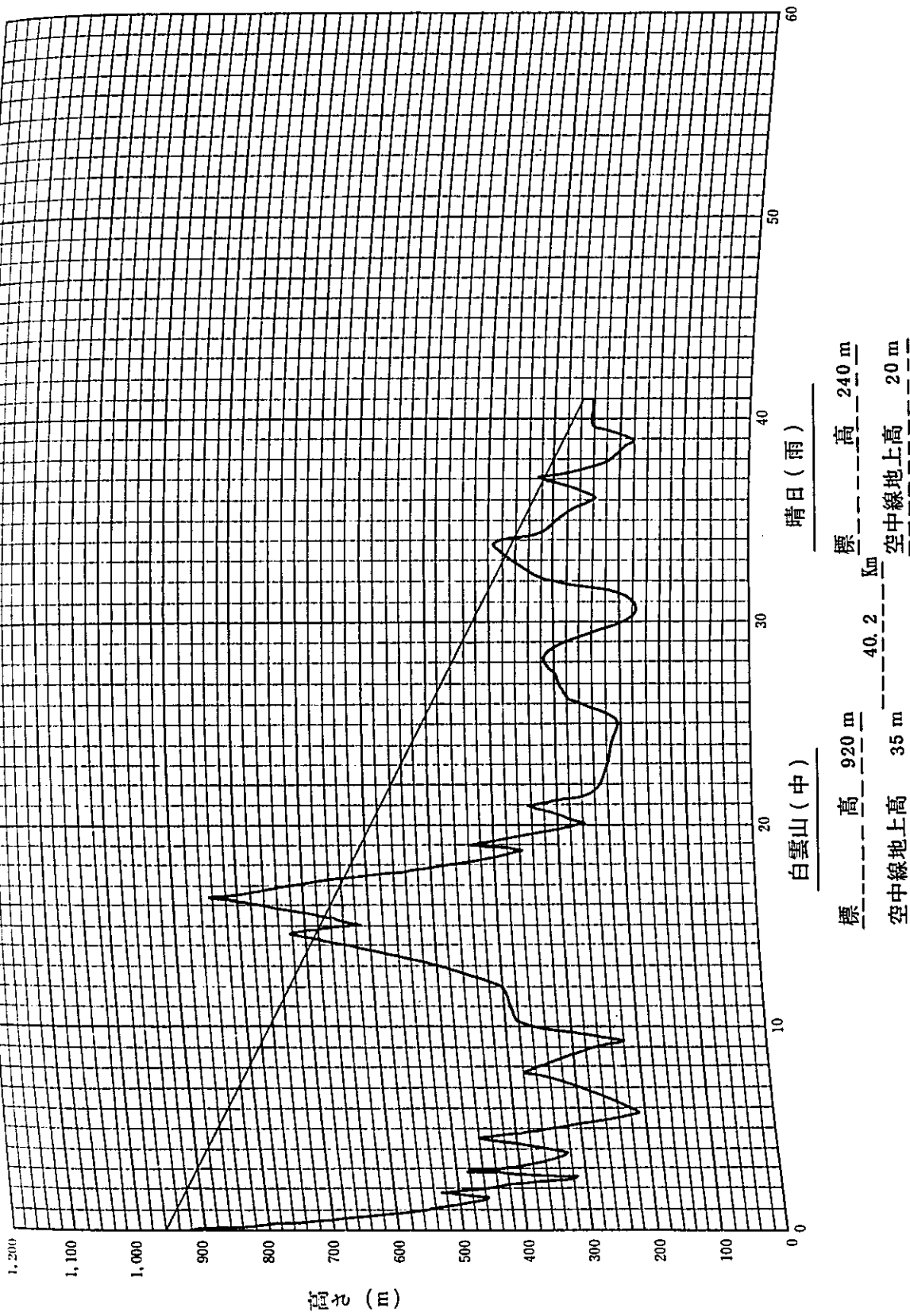


図-7-8の(5) 調査団が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見透し図

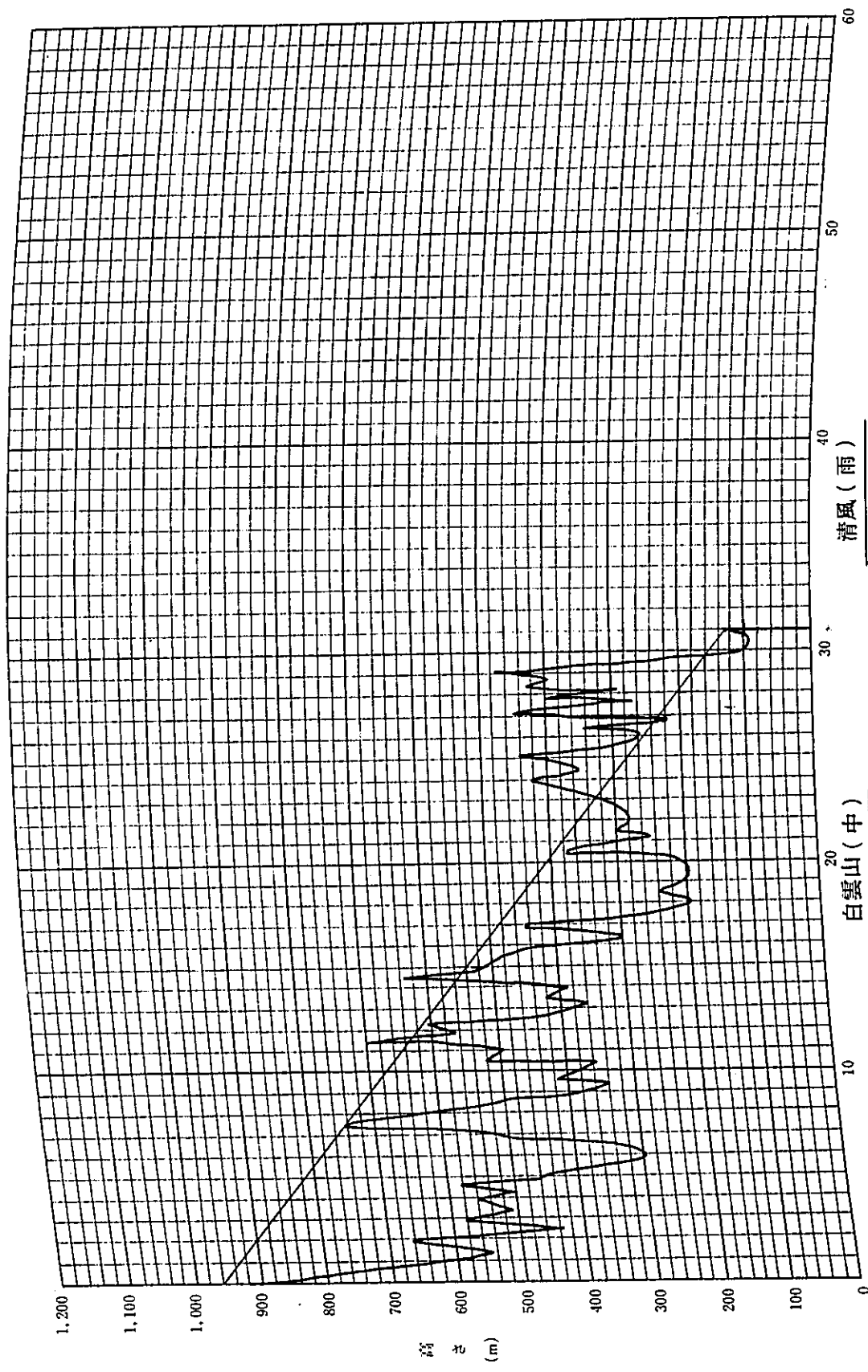


図-7-8の(6) 調査団が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見透し図



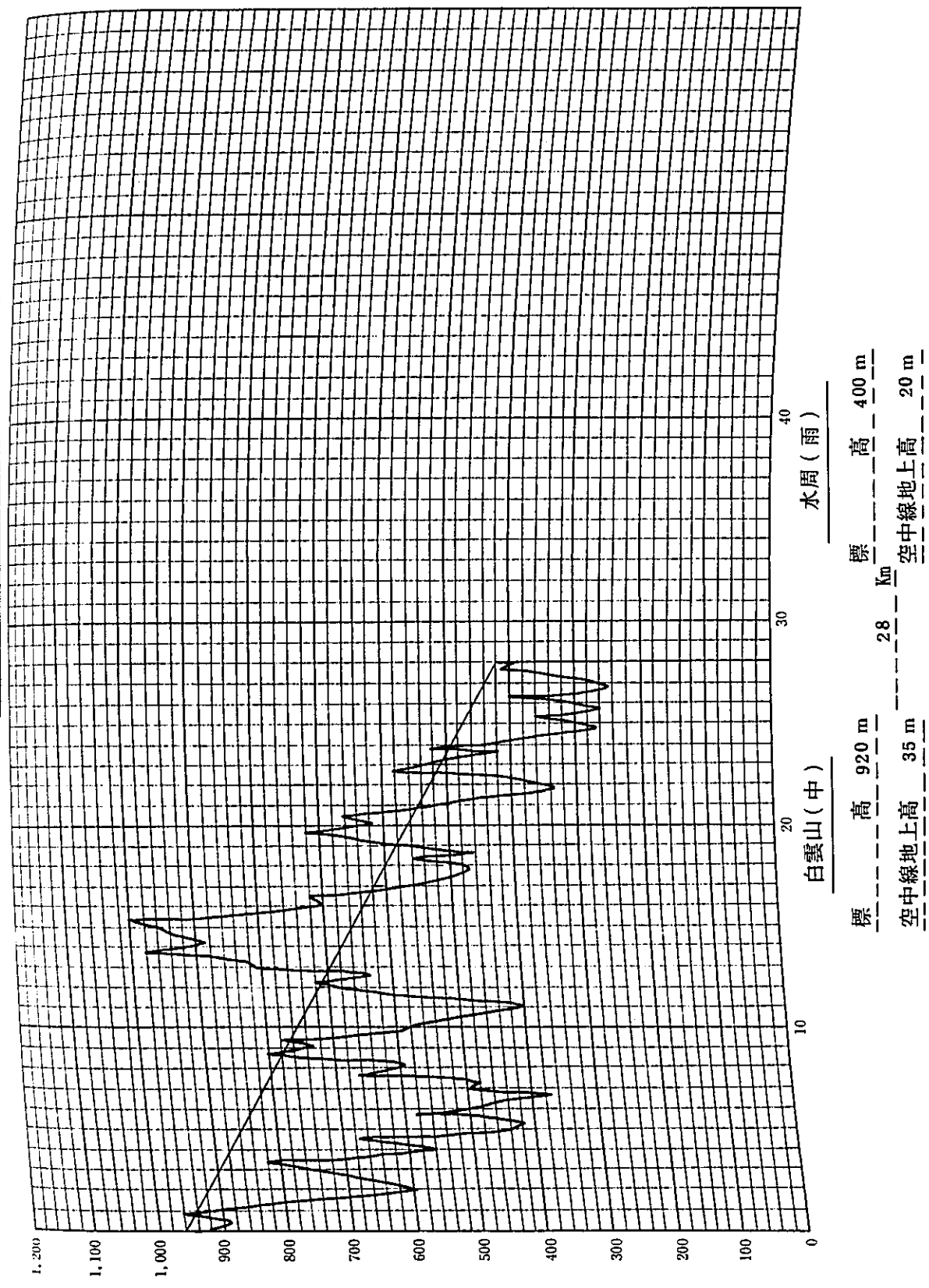


図-7-8の(7) 調査団が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見透し図

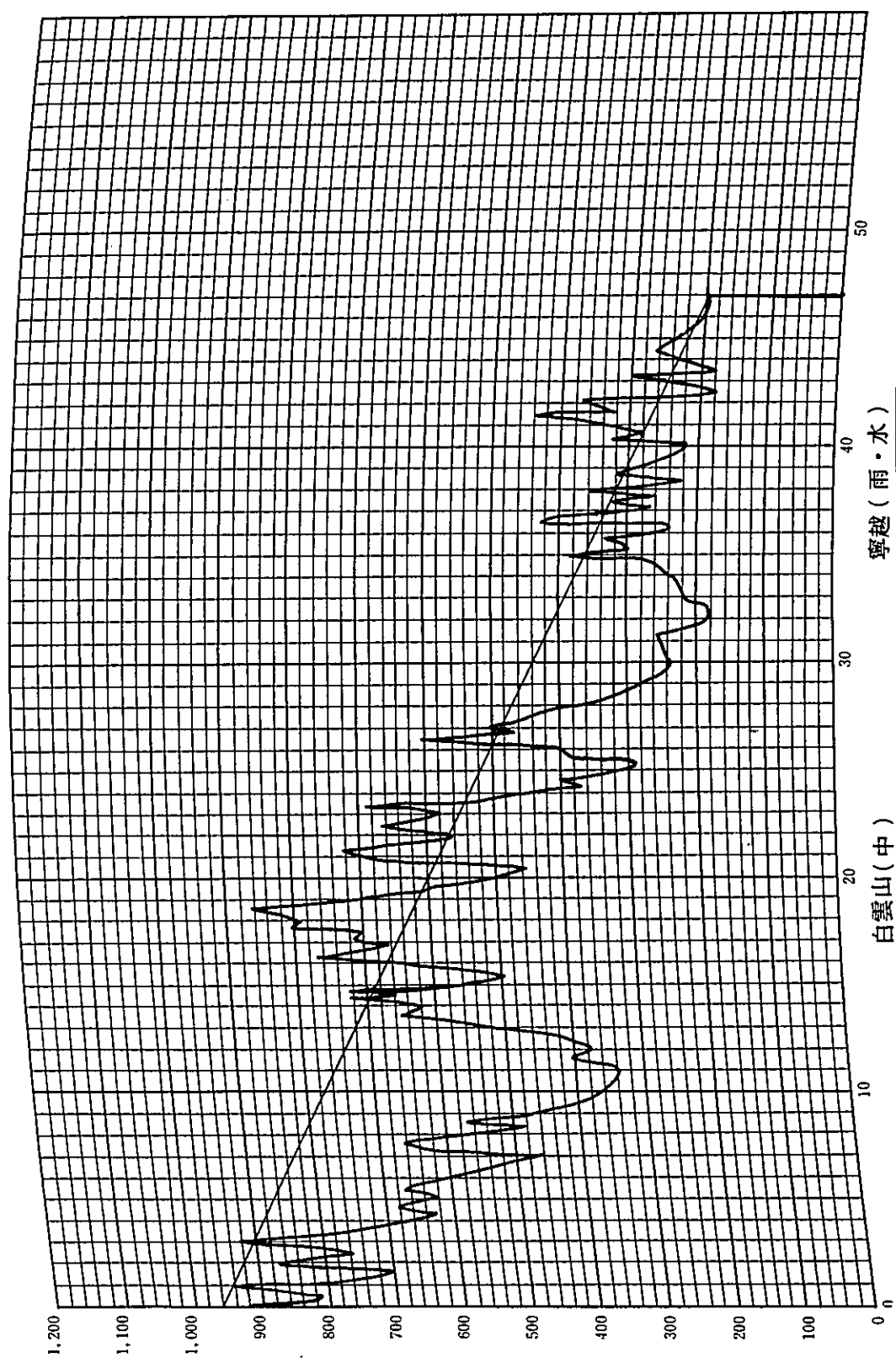


図-7-8の(8) 調査団が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見透し図

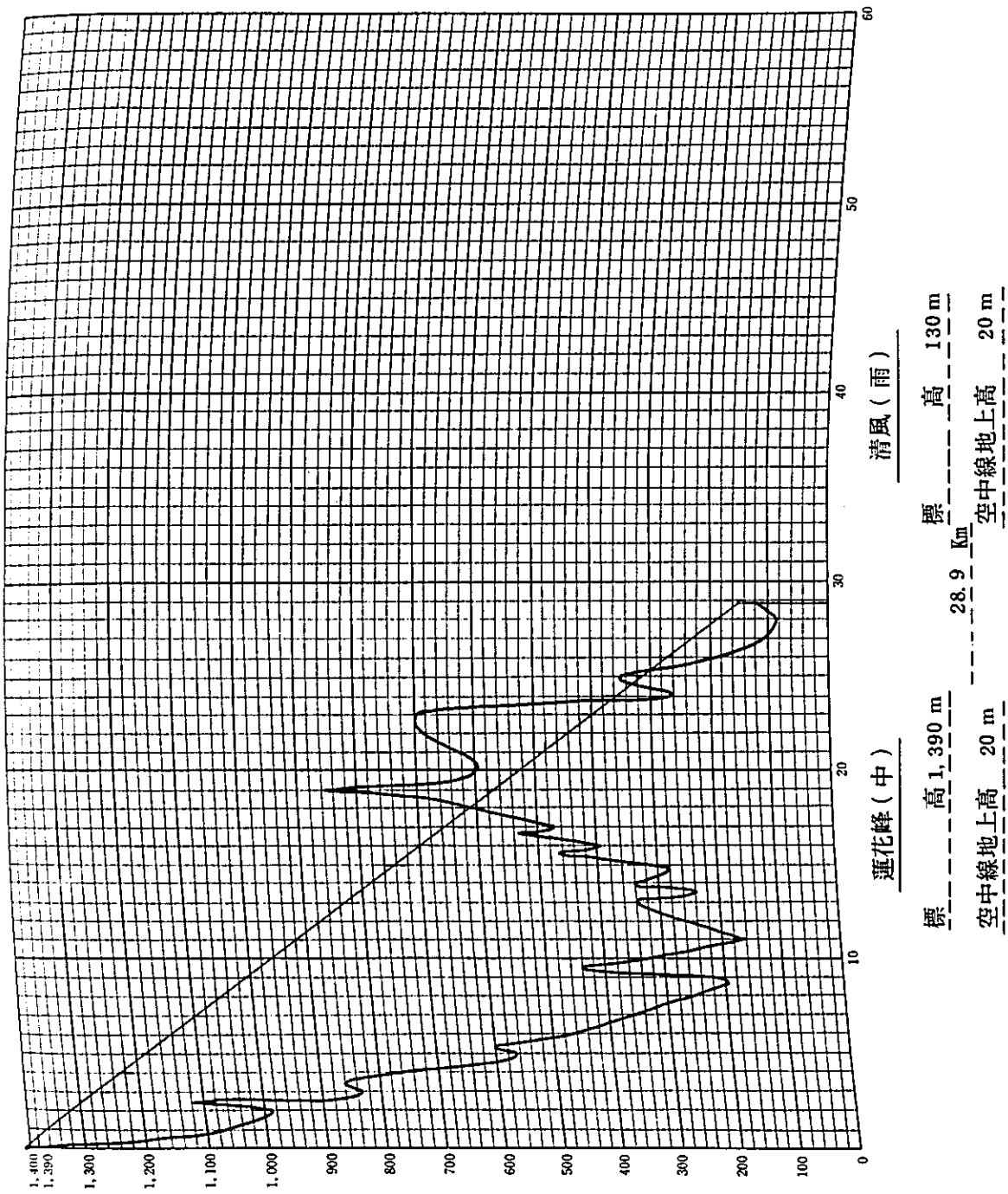


図-7-8の(9) 調査団が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見透し図

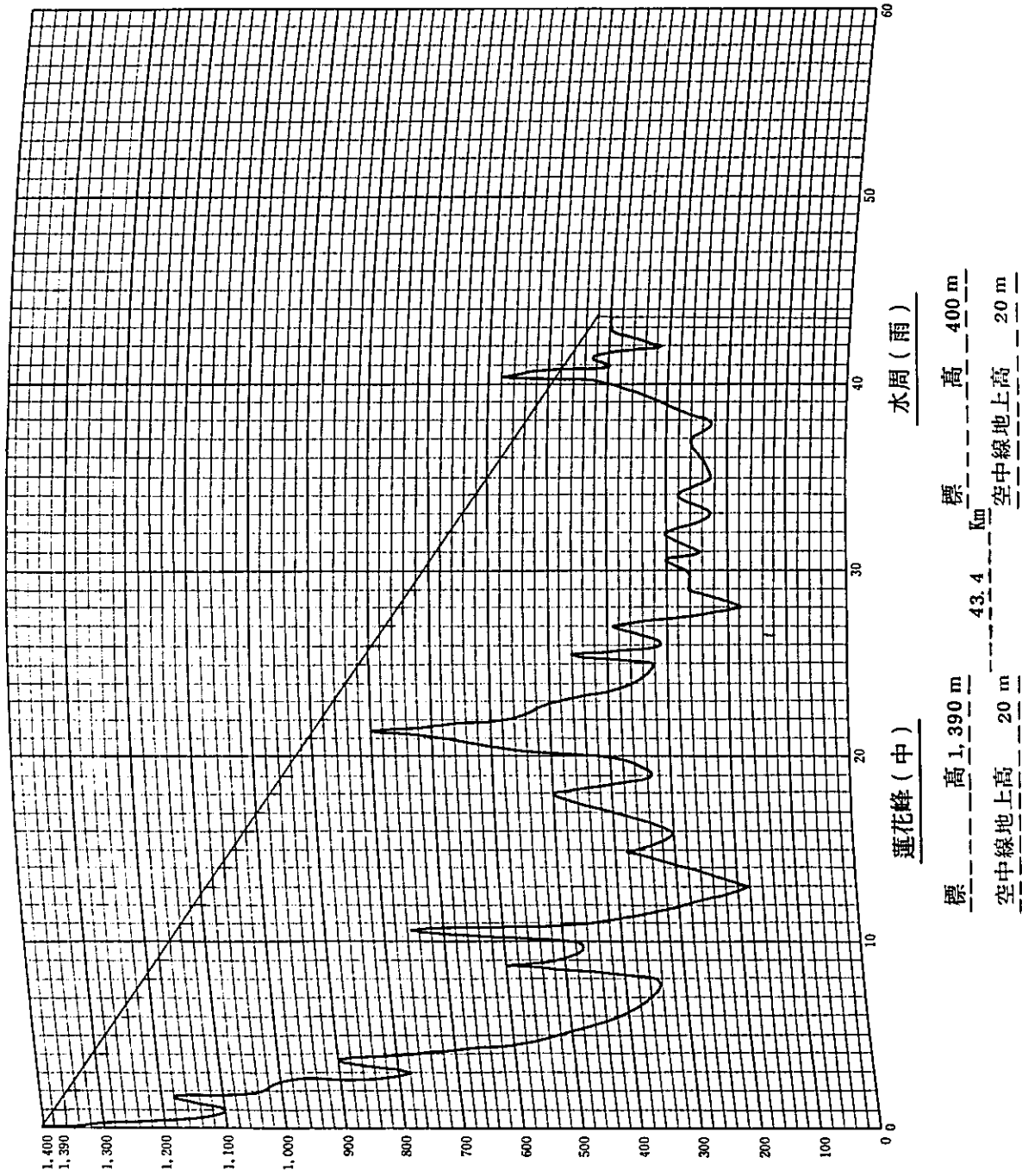


図-7-8の00 調査団が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見透し図

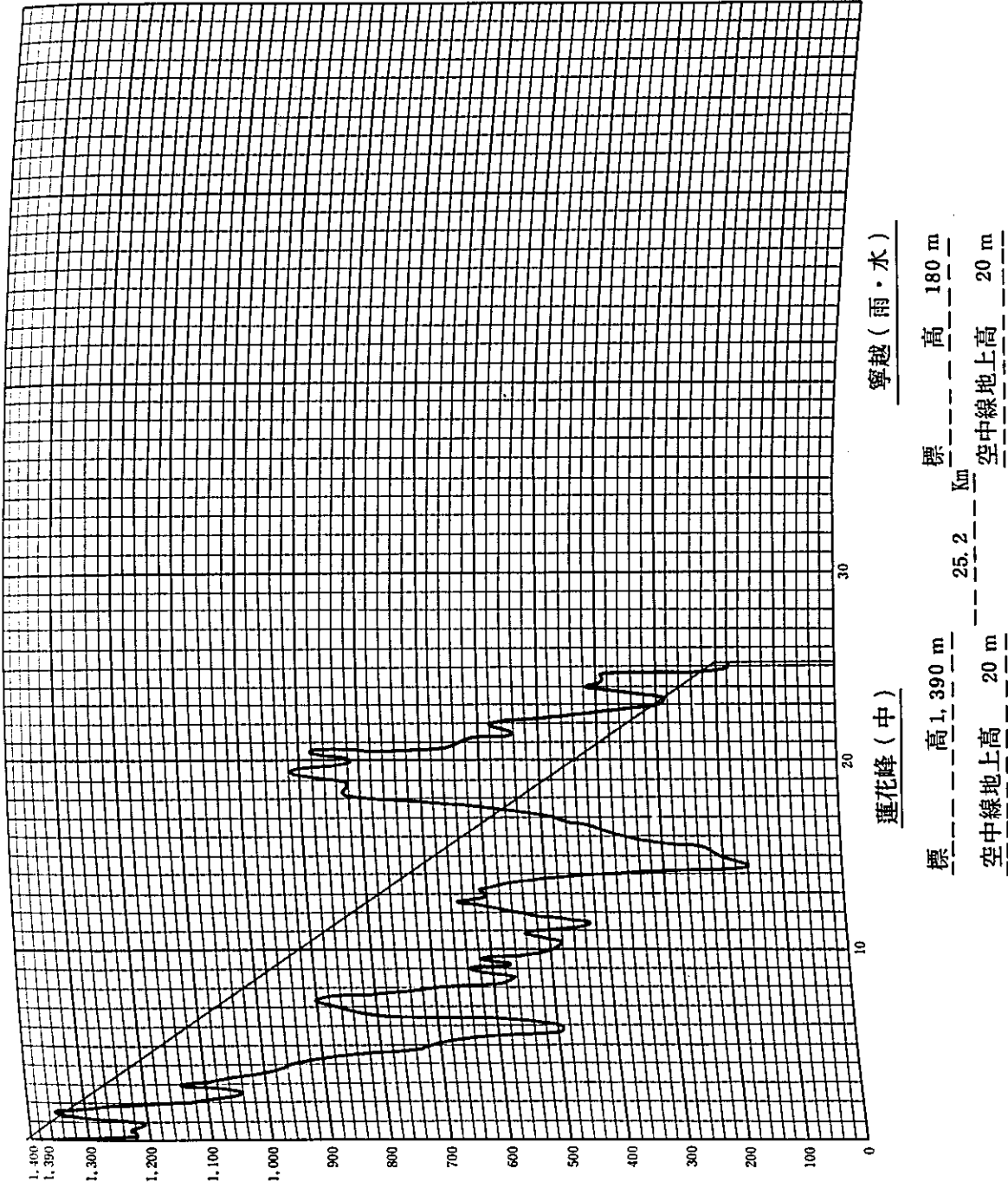
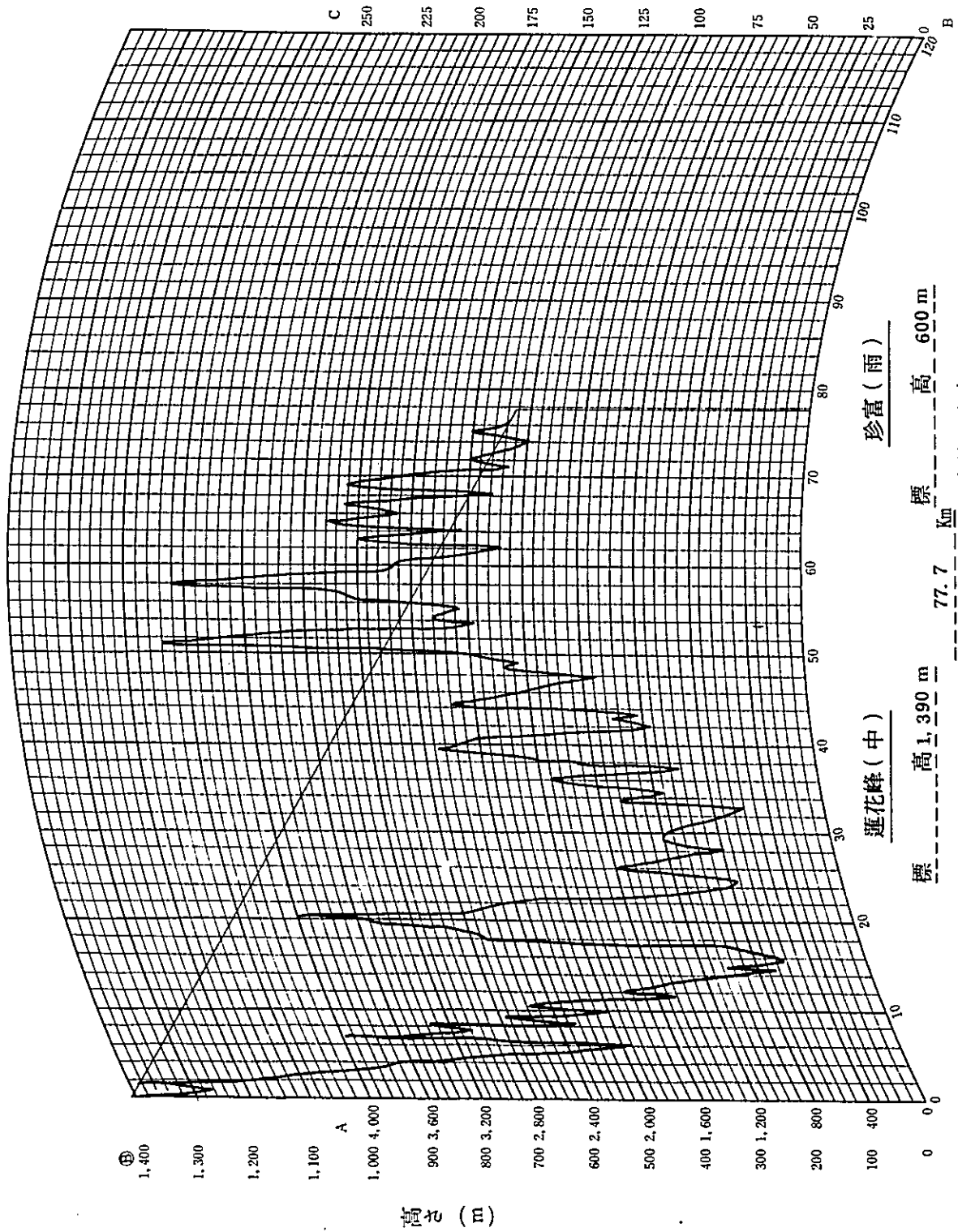


図-7-8の(1) 調査団が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見透し図



図一 7 - 8 の 02 調査団が提案した観測所等の位置と異なる地点に設置された観測局等の見透し図

## (7-6) 通信施設

漢江の洪水予警報を行なうための Data 収集、情報連絡用として Telemeter 施設、多重通信施設、警報施設などの導入が調査団により提案され、実施された。

その概要は、次の通りである。

### (7-6-1) Telemeter 施設

この施設は、洪水予警報 System の Data 収集のために必要とするもので、苛酷な気象状況下においても確実に動作するものでなければならない、このため、日本に於いて長い実績のある建設省 Telemeter 標準方式を調査団が提案した。

調査団の提案した、建設省 Telemeter 標準方式の概要は次のとおりである。

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 1) 制御方式       | 2 周波直列信号        |
| 2) 返送方式       | 副搬送波 F S 信号     |
| 3) 伝送速度       | 25 Baud         |
| 4) 符号検定方式     | 奇数 Parity check |
| 5) 観測 Data 桁数 | 4 桁             |
| 6) Data 印字方式  | 頁作表式            |

#### 1) Telemeter system の概要

建設省に於ける Telemeter system は、洪水予警報、河川流量の把握、及び Dam に於ける放流量制御に資料収集用として使用するもので主要地点の雨量 Data、及び河川、湖沼等の水位 Data を無線を用いて収集するためのものである。

通常の Telemeter 回線の構成は、図 7-5 に示す様に水文 Data の観測を行う観測局と、観測局を制御し Data を収集する監視局から構成され各局間の Data の伝送は、無線回線等により接続される。

一般的に Data の収集の方式には、監視局から逐次、観測局を呼び出し観測値を返送させる方式と、一定時間毎に、又は、測定値の一定量の変化毎に観測局から監視局へ、自動的に Data を伝送する方式がある。

建設省では、

- (1) 無人である観測局の設備を簡単にでき、従って保守上も良いこと。
- (2) 1 系内の観測局の数が多くとれること。
- (3) 必要な時に任意の局の Data を呼び出すことができる。

などから前者の方式を利用した Telemeter system を採用している。

監視局で受信された各観測局の Data は、Typewriter による記録が行われる。又、監視局の装置には、演算処理（時間雨量、流域雨量、流量等の計算）装置への出力回路、及び、傍受局への Data 転送機能を有している。

## 2) Systemの構成

Telemeter systemの構成は、図7-9に示す様になる。

1 systemの観測量数は、最大30量である。Dataの収集は、異常気象時にも安定に行われる必要があるため、伝送路は無線によることを原則としており、電波伝ばん上必要に応じ、途中に中継局を設けている。

又、監視局以外の地点でDataを必要とする場合は、傍受局を設けることにより、監視局と同等のData受信が可能となる。この場合の傍受局へのData伝送は、Telemeter用無線回線、多重回線、又は有線回線などが使用できる。

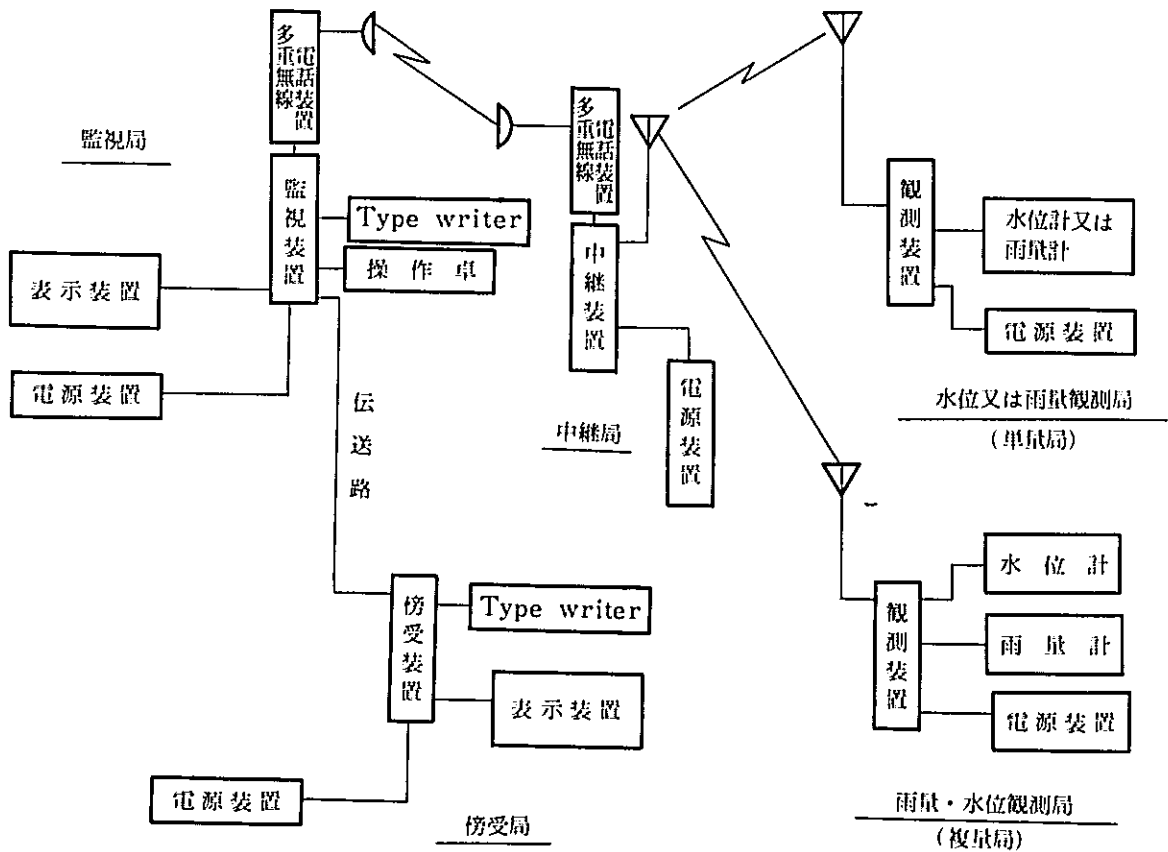


図7-9 Telemeter system基本構成図例

## 3) Telemeterの動作概要

観測局での電源設備を簡単にするため観測局は省電力形で設計されている。即ち観測局では常時は受信機以外の電源をすべて断にしておき、電波を受信したときのみ呼出信号回路の電源が入る。この状態で監視局から観測局の呼出信号を送出すると観測局では、その呼出信号が自局に割当てられた信号であるか否かを判別し該当する場合には雨量計あるいは水位計等のCensorの出力を読み取り符号化してそのDataを監



視局に返送する。

監視局では、観測局からの返送信号を復調して pulse 符号に変換し、type writer による印字記録及び表示装置などへ、Data の送出を行う。

監視局からの呼出しの操作には次の3通りがある。

- (a) 定時観測 — あらかじめ設定した時間々隔に自動的に全局の Data 収集を行う観測操作
- (b) 手動全局観測 — 任意の時間に operator の操作によって全局の Data 収集を行う観測操作
- (c) 手動個別観測 — 任意の時間に operator の操作によって特定局の Data 収集を行う観測操作

i) 監視局からの呼出

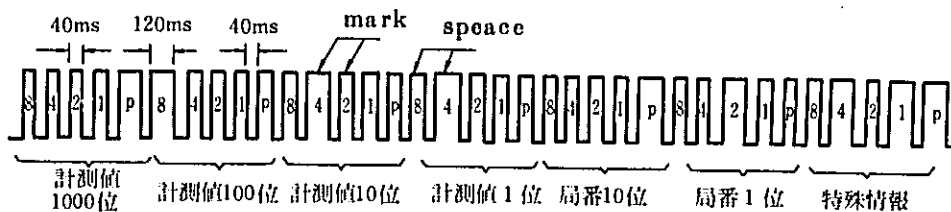
監視局から観測局の呼出は音声帯域内の2周波を直列に組合せた呼出信号によって行う。

ii) 観測局からの応答

監視局から呼出をうけた観測局では雨量計または水位計からの計測値(2進数10進数の Digital 出力)を読み取り、符号化された返送信号を組立て、監視局向に送出する。

観測符号内容

- イ) Data (計測値) 4桁
- ロ) 観測局番号 2桁
- ハ) 特殊情報 1桁
- ニ) 観測符号の形式例 下図



iii) 監視制御局及び傍受局での処理

(イ) 記 録

頁作表式 Type writer により、局番号から判別した所定の場所へ Data の記録を行う。観測の月日、時分の記録は、観測起動を行った際に印字している。

(ロ) 表 示

漢江洪水予警報 system では、建設部に設置された、Graphic panel の Data 表示盤に観測結果を表示するために、傍受装置に外部出力機能を持たせ、

これらの Data を表示させている。

#### (イ) 演 算

受信 Data の演算（時間雨量、累加雨量等の算出）や、設定値との比較処理（例えば異常降雨、異常水位を検出する目的で、時間雨量、累加雨量、水位 Data 等と予め設定した設定値との比較、水位上昇中、下降中の判定）などは、監視装置に接続された、中型電子計算機により行なっている。

演算結果は、統制所に記録すると同時に、建設部に設置された Graphic panel に伝送され表示している。

#### (ロ) Data 転送

監視局から傍受局への Data 転送は、監視制御局で受信した観測局からの返送信号を他の回線へ接続するための機能を監視制御局に持たせ実施している。

### (7-6-2) 計測施設

この施設は、山間僻地に設置され、降雨量及び河川、Damの水位を計測するためのものである。

漢江流域に施設した、計測施設は、次のとおりである。

#### 1) 雨量計測装置

本装置は観測所において降雨量を計測し、Digital交換を行ったのち、Telemeter観測置に観測情報として、この Data を送出するとともに自記記録計にて記録を行なっている。

##### 雨 量 計

雨量計は転倒枘雨量計である。

#### (1) 受 水 口 部

受水口部は降雨を受水するものであり、屋外設置形で、直径 200 mm である。

#### (2) 雨量計測機構部

計測部と発信部から構成されている。

##### a 計 量 部

雨量 0.5 mm で 1 回、転倒する転倒枘構から成り、本機構により、次の A/D Converter を駆動させると共に水銀 Swich にて自記記録計を動作させるものである。

##### b 発 信 部

A/D converter から成り計量部における計測量を Digital 量（2 進化10進 Parity Bit 付）に変換するものである。

### 自記記録計

自記記録計は長期巻自記電接計数形で Roll 紙式の 3 ヶ月連続使用が出来る。

本電接計数器は、転倒櫛雨量計に内蔵された接点の開閉により電磁レバーを動作させ Roll 紙形の自記記録紙上に Ink pen 記録するものである。

### 2) 水位計測装置

本装置は、井筒上に設置する Float 式水位計で、Float の上下運動を、A/D converter により、Digital 量に交換し、この交換出力を水位観測情報として、Telemeter 観測装置に送出すると共に、自記記録装置により、Analogue 記録を行なっている。

### 水 位 計

水位計は、建設省標準の水研62形であり自記記録装置及び A/D converter を内蔵したものである。

自記記録装置の巻取動力は Spring 時計で、実働時間は連続 3 ヶ月間、又、記録方式は 2 針式で、赤 pen は m 記録、緑 pen は cm 記録である。水位計測範囲は 0 ~ 10 m、20 m、50 m があり、A/D converter 出力は BCD 4 桁である。

### ( 7 - 6 - 3 ) 警 報 施 設

この施設は、Telemeter 施設等により集められ、演算処理された結果に基づいて、漢江流域住民に対し、洪水の危険等を Siren 及び Speaker により通報するもので、これらも Telemeter 施設と同様、苛酷な気象条件下においても確実に動作するものでなければならない。このため日本に於いて長い実績のある建設省警報標準方式を調査団が提案した。

調査団の提案した建設省警報標準方式の概要は、次のとおりである。

- 1) 呼出方式            3 周波直列信号
- 2) 確認方式           可聴音返送
- 3) 吹鳴形式           55 秒 ± 10 % 吹鳴、5 秒 ± 10 % 停止の連続 5 回
- 4) Siren 音            約 560 HZ    ( 2.2 kW    3 相 200 V ± 10 % )
- 5) 疑似音            約 510 HZ    ( 25W Speaker 2 個 )
- 6) 放送装置           全 Transistor 定格出力 35 W 最大 50 W ( DC 12 V )
- 7) 伝送路            160 MHz 帯   単一式無線電話回線

監視制御局から、警報を発すべき警報局に個有の信号を発すると Telemeter と同様な動作によって当該警報局が選択され、さらに Siren 動作信号を送出すると、Siren が 55 秒吹鳴、5 秒停止を数回繰返すものである。警報局が停電のときは、蓄電池を電源とする音声増巾器によって Siren 疑似音を上記同様 Speaker から送出する。このほか、必要に応じて監視局から音声を放送することもできるよう設計されているもので

ある。

( 7 - 6 - 4 ) 多重通信施設

この施設は、洪水統制所と中継局及び中継局相互間を接続する洪水予警報 System の通信連絡幹線となるもので、各中継局毎に集められる Data を同時に洪水統制所（監視制御局）に伝送するとともに、電話又は、模写伝送による洪水情報連絡をも同時に行なえるものである。

また、この施設は、将来の全国多重無線回線網も考慮に入れて、調査団により提案され実施された。この回線経路のうち幹線を図 7 - 10 に示す。

調査団の提案した多重通信施設の概要は次のとおりである。

(1) 多重無線電話装置

本装置は、Seoul - 龍門山 - 白雲山 - 蓮花峰及び龍門山 - 春川の区間の多重回線としての機能を十分満足し、伝送内容として、電話、Telemeter、放流警報、Facsimile およびその他の符号伝送等の送受信が可能なものとして表 7 - 13 に示すものである。また、実装した回線数は電話 20 CH、Telemeter 4 CHである。

なお、回線構成系統を図 7 - 11 に示す。

表 7 - 13 2500 MHz 帯 SS - FM 多重無線電話装置規格

項目		容量	300 CH	備考
一般事項	周波数範囲		2,450 ~ 2,700 MHz	
	送受信周波数間隔		119 MHz	
	送受信周波数		2519.5 MHz - 2638.5 MHz 2491.5 MHz - 2610.5 MHz	
	通信路容量		300 CH他に打合せ 1 CH	
	伝送周波数帯域		搬送周波数帯：60 ~ 1,300 MHz 打合せ通話路：0.3 ~ 3.4 KHz	
	中継方式		検波中継	
	空中線系との整合		定在波比 1.2 以下	
送信部	変調方式		SS - FM	
	送信出力		2 W以上（最終通倍器出力）	
	送信周波数安定度		$\pm 5 \times 10^{-5}$	
	変調度		200 KHz rms / CH	
	Sprirace 幅射		- 50 dB以下	
	変調入力 Impedance		搬送周波数帯：75 $\Omega$ $\pm$ 20% 不平衡 打合せ通話器：600 $\Omega$ $\pm$ 20% 平衡	
	変調入力 Level		搬送周波数帯：- 25 dBm 打合せ通話路：- 8 dBm	

項目		容量	300CH	備考
受信部	受信方式	Sper-heterodain		
	中間周波数	70 MHz		
	中間周波帯域幅	3 dB低下点で12 MHz以上		
	雑音指数	8 dB以下		
	最少所要受信入力	-86 dBm以下		
	周波数安定度	$\pm 1 \times 10^{-5}$ 以下		
	影像周波数抑圧度	50 dB以上		
	A G C 特性	最少所要入力+5 ~ +45 dBに対して出力変化 $\pm 1$ dB以内		
	選 択 度	$\pm 20$ MHzの点で40 dB以上 $\pm 40$ MHzの点で60 dB以上		
	復調出力 Impedance	搬送周波数帯：75 $\Omega$ $\pm 20$ % 打合せ通話路：600 $\Omega$ $\pm 20$ %		
復調出力 Level	搬送周波数帯：-15 dBm 打合せ通話路：0 dBm			
総合	信号対雑音比	68 dB以上(目標値) 飽和入力時雑音負荷試験による		
	伝送周波数特性	搬送周波数帯：60 ~ 1,300 KHz 偏差 2 dB以内 打合せ通話路：0.3 ~ 3.4 KHz 偏差 2 dB以内		
共用回路	現用予備切換器	挿入損失	送信側：2.0 dB以下 受信側：3.5 dB以下	並列受信方式
		切換時間	送信側：5 ms以下 受信側：極力小さいと値とする。	
	回路損失	送信側：1.5 dB以下 受信側：2.5 dB以下		
電源部	電 圧	直流電源の場合：-24 V $\pm 10$ % 交流電源の場合：100 / 200 V $\pm 10$ %		Seoulのみ交流電源

(2) PBR antenna

- (a) 周波数範囲 2,500 MHz 帯
- (b) 定 佐 波 比 1.1 以下
- (c) 利得 (G<sub>is</sub>) 34.5 dB 以上
- (d) 偏 波 面 V 又は H
- (e) 電力半値幅  $\pm 3.0^\circ$  以下

(3) 搬送電話端局装置

a 一般性能

- (a) 伝送方式 搬送波阻止単測波帯伝送方式
- (b) 通信方式 複信方式
- (c) 信号方式 音声帯域外周波 ( 3.85 KHz 相当 ) を無通話時送出又は、通話時送出とした。

(d) 通話帯域および搬送周波数配置

0.3 KHz ~ 3.4 KHz 変換方式で周波数配列は、CCITT 勧告による標準方式に準じており、周波数配列は図 7-12 に、又構成を図 7-13 に示す。

(e) 音声伝送帯域残留損失周波数特性

各通話路送受信対向にて CCITT 勧告の 2 / 5 以内

(f) 入出力 Level および Impedance

音声側 T	( 4 WS )	- 16 dBm/CH	600 Ω	平衡
音声側 R	( 4 WS )	+ 8 dBm/CH	600 Ω	平衡
搬送側 T	( L I N E S )	- 25 dBm/CH	75 Ω	不平衡
搬送側 R	( L I N E S )	+ 15 dBm/CH	75 Ω	不平衡

(g) 信号レベル 0.8 KHz 標準変調に対し、15 dB 低い値

(4) 自動電話交換装置

- (a) 交換方式 全共通制御 X B 方式
- (b) 回線数 実装 80 現用 20
- (c) 電源電圧 48 V ± 10 %
- (d) Dial 条件 10 pps make 率 30 ~ 37 %
- (e) 内線番号 2 桁
- (f) 電源装置 AC 100 V DC 60 V 20 A Alkaline 蓄電池 60 AH 内蔵
- (g) 中継方式図 図 7-14 のとおり

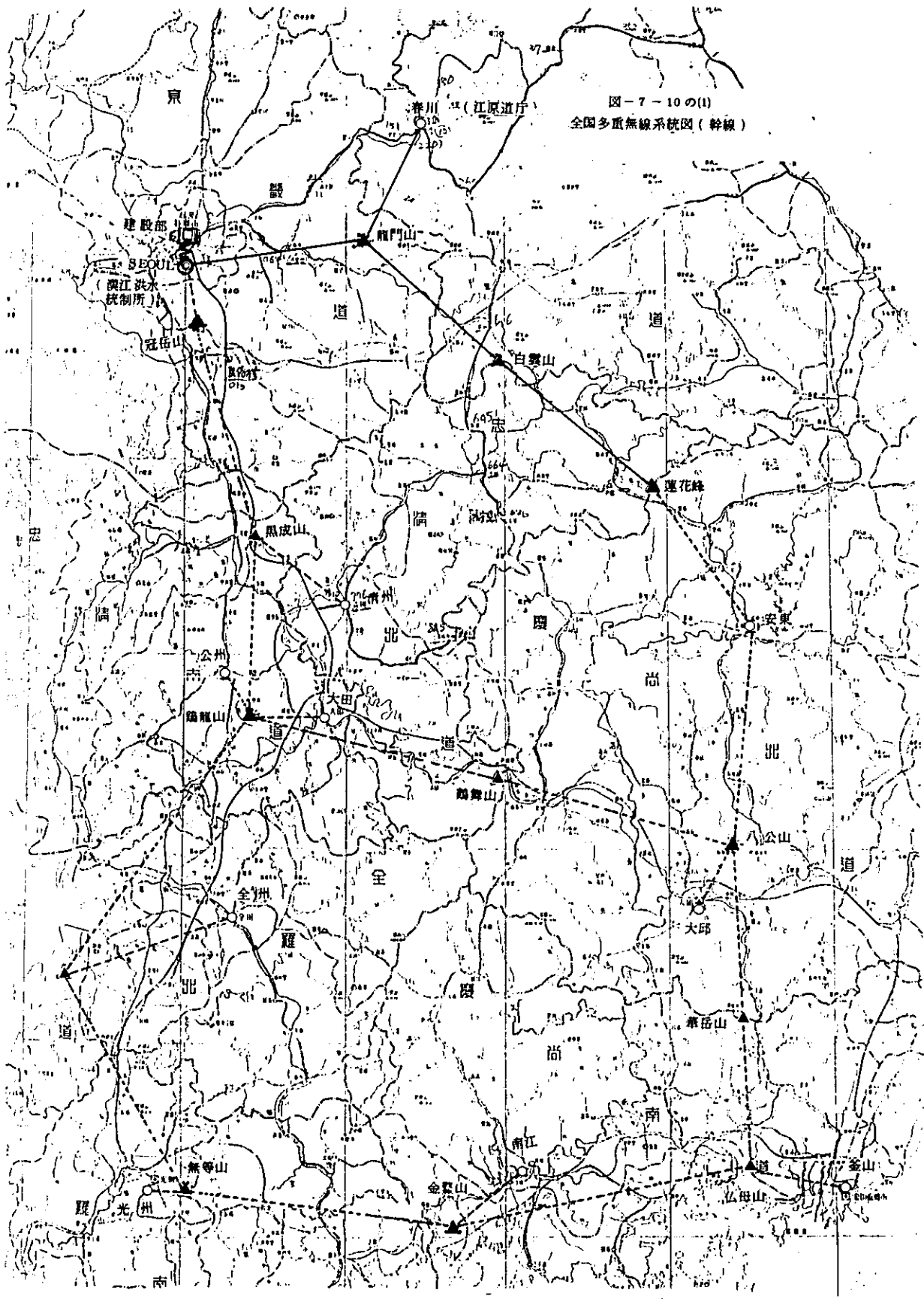
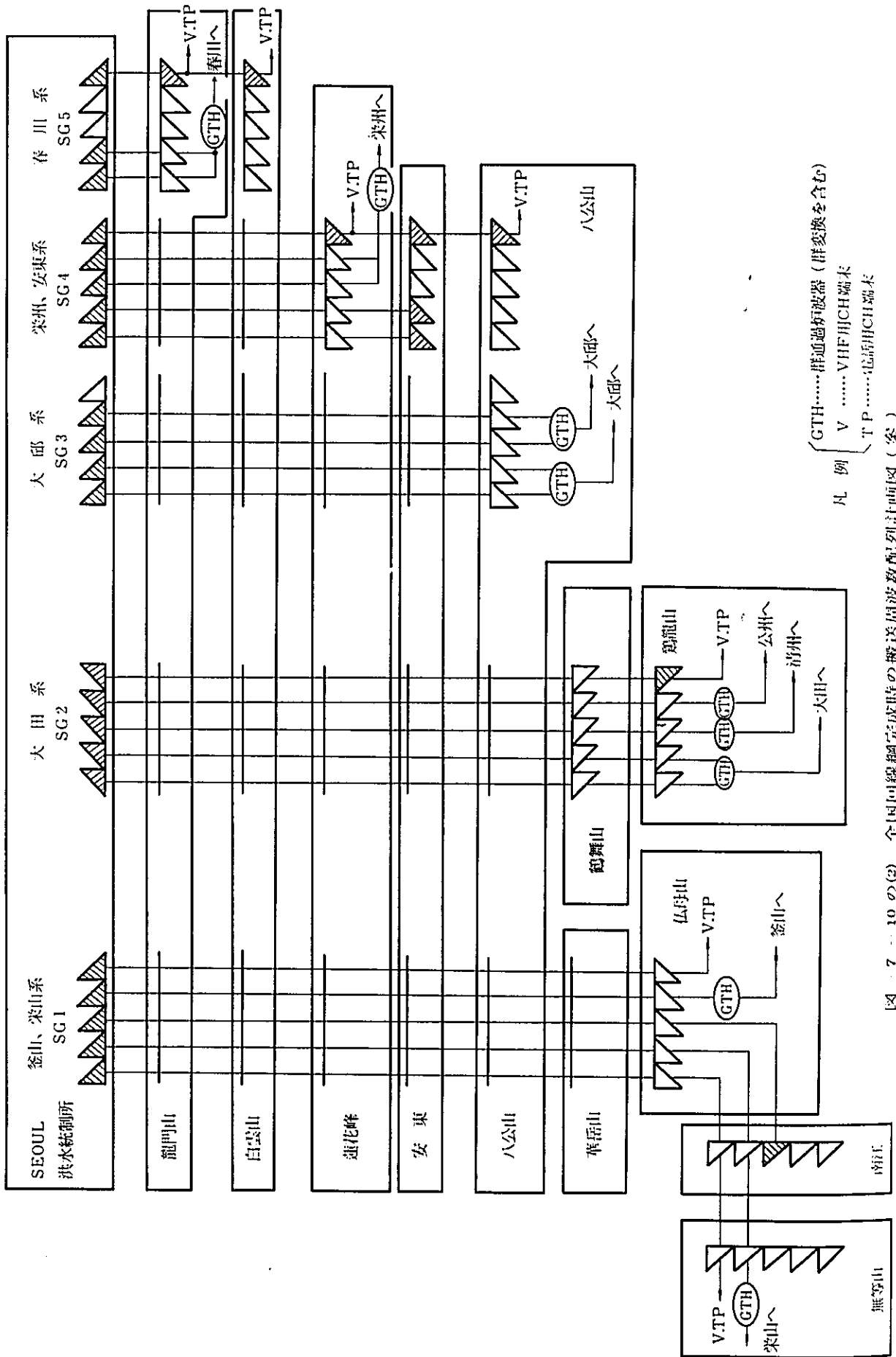


図-7-10の(1)  
 全国多重無線系統図(幹線)



凡例 { GTH……群通過抑波器 (群変換を含む)  
 V ……VHF用CH端末  
 T.P. ……電話用CH端末

図 7 10 の(2) 全国回線網完成時の搬送周波数配列計画図(案)



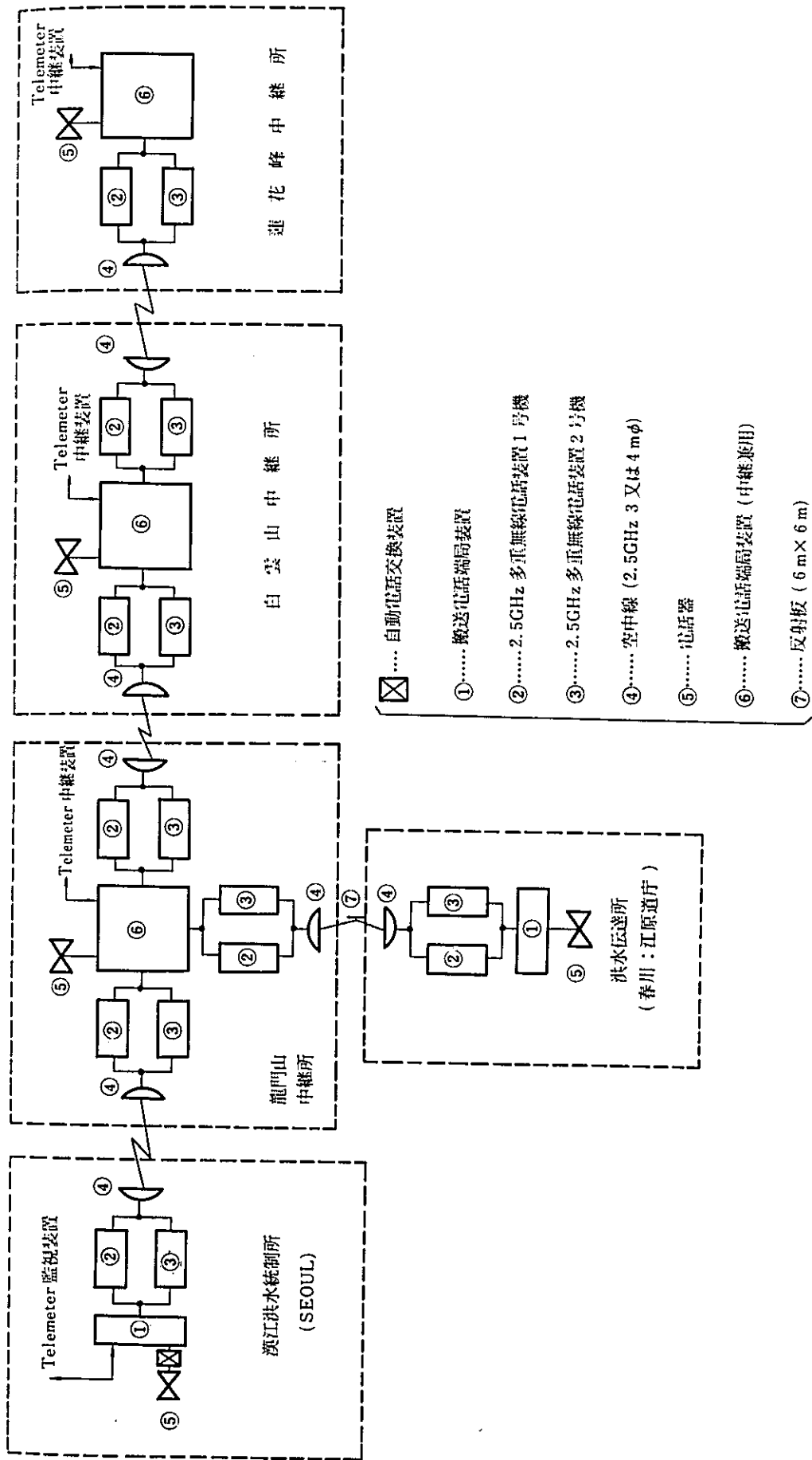
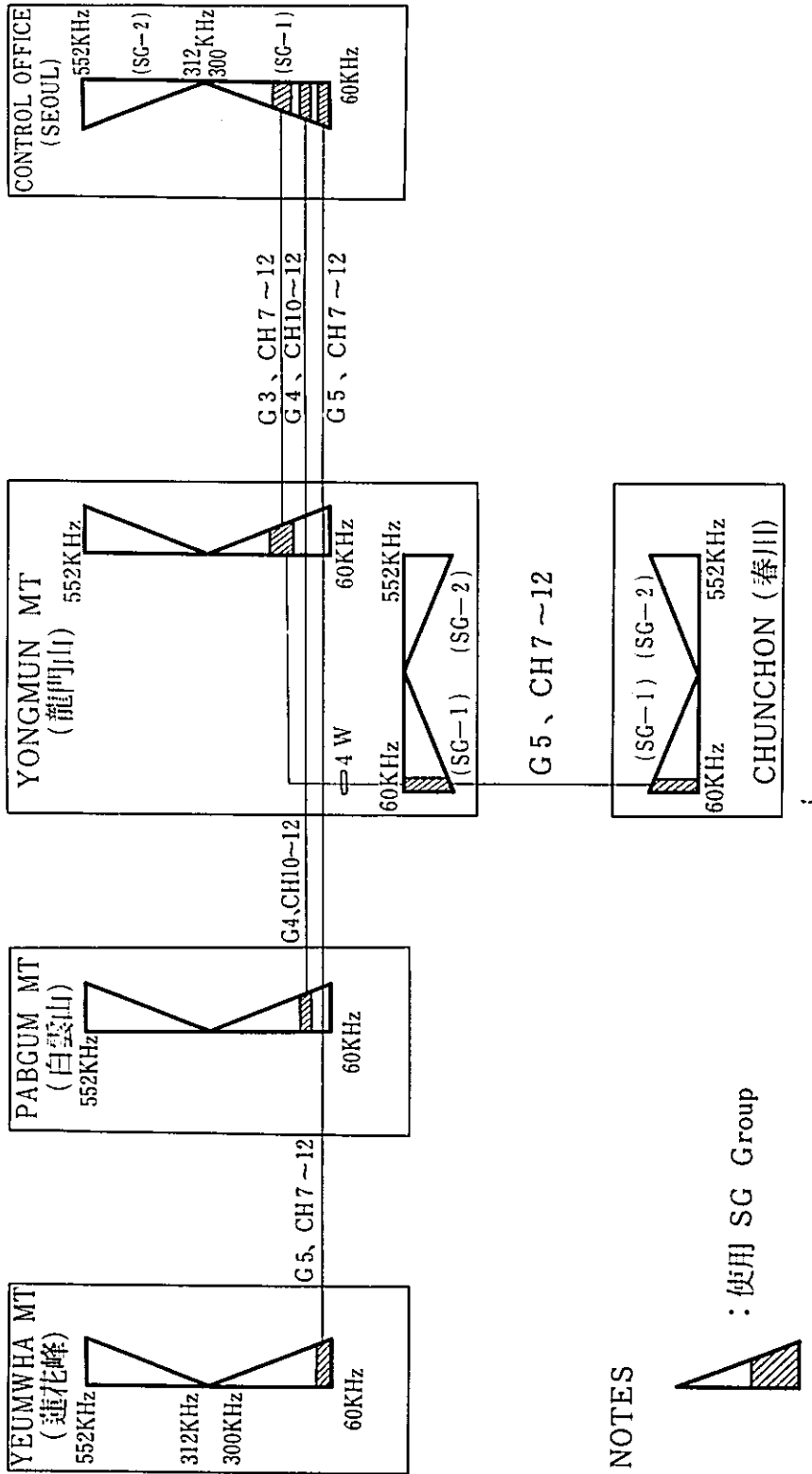




圖-7-11 回線構成系統圖



NOTES

-  : 使用 SG Group
-  : SG Group


 : 4 線中継接続

図 7 - 12 の(2) 実際の搬送周波数配列図

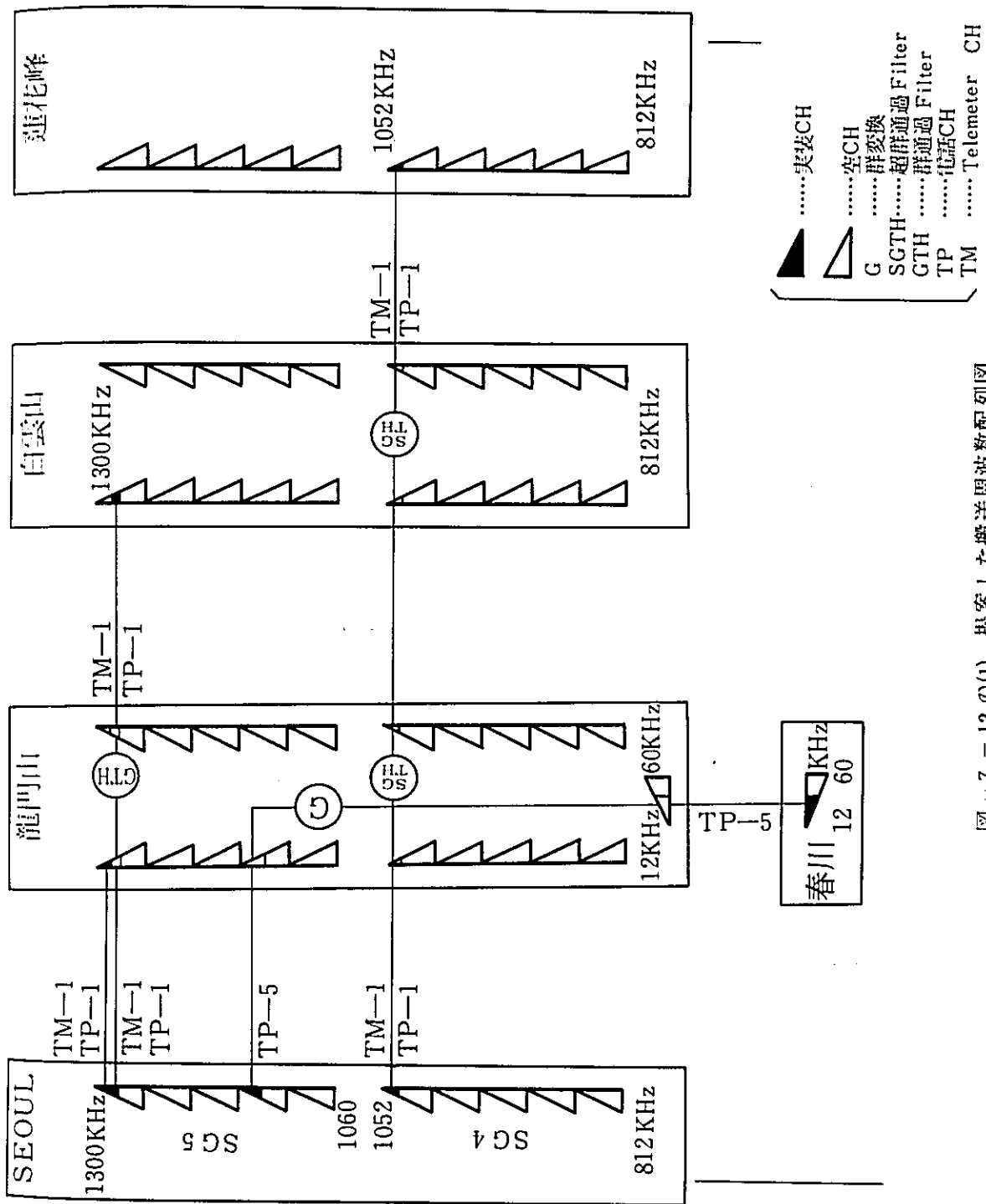
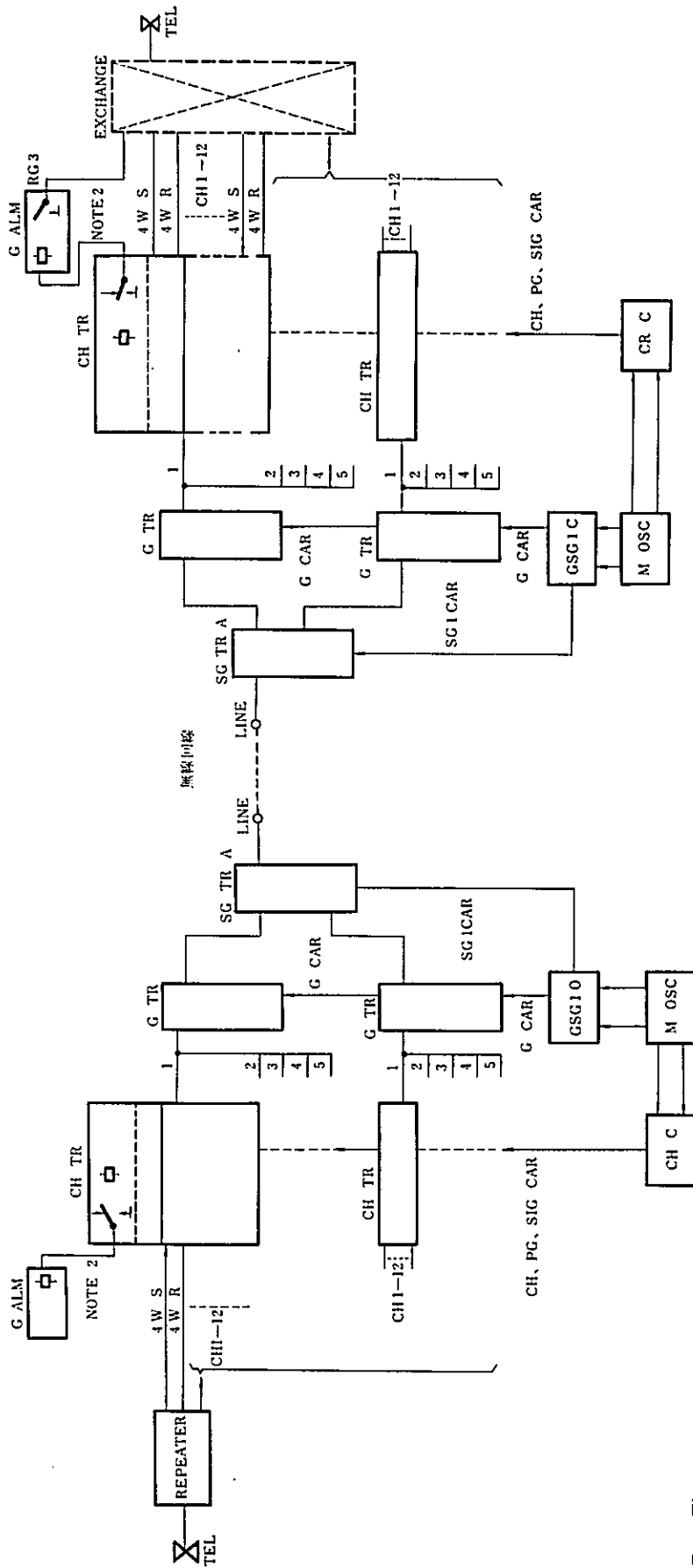


図 7 - 12 の(1) 提案した搬送周波数配列図

龍門山、白雲山、蓮花峰、春川の各局

SEOUL (漢江洪水統制所)



凡例

- CS TR : Channel Translating Equipment
- G TR : Group Translating Equipment
- SC TR A : Supergroup Translating Equipment
- M OSC : Master Oscillator Equipment
- CH C : Channel Carrier Supply Equipment
- G SG 1 C : Group and Supergroup Carrier Supply Equipment
- G AIM : Group Alarm Equipment
- TEL : Telephone

図 7 13 搬送電話端局装置の構成

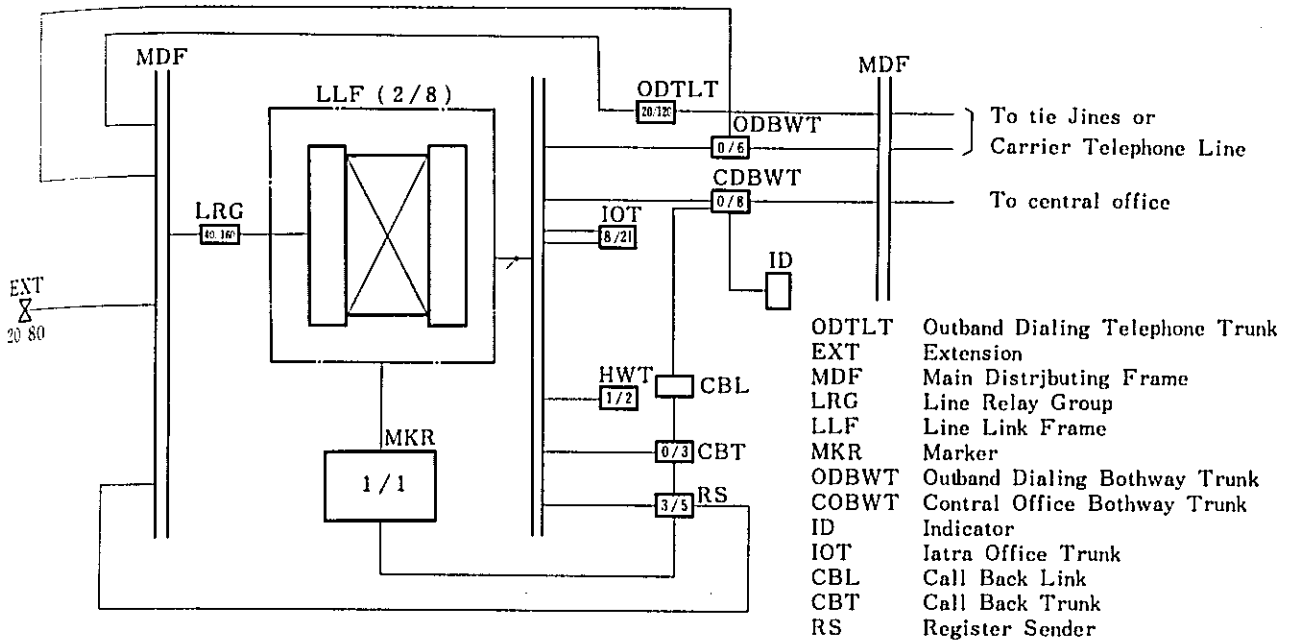


図-7-14 自動電話交換装置中継方式図

(7-6-4) 各局の機器構成

漢江洪水予警報 System の全体構成は、表-7-14 に示すとおりである。

また、各局毎の構成は、次ぎの表-7-15 及び図-7-15 に示すとおりである。

表-7-14 全体構成

局 種	局 数	設 所
1 監視制御局	1	漢江洪水統制所
2 傍受局	1	建設部
3 中継局	4	龍門山、白雲山、蓮花峰、昭陽江 dam
4 雨量観測局	24	議政府、加平、西面、乃村、洪川、良峴、富論、 筮極、利川、龍仁、樂生、春川、横城、晴日、 白雲、清風、上東、水周、旌善、蓬坪、臨溪、 平昌、槐山、珍富、
5 水位観測局	6	人道橋、穎流、春川、八堂 dam、清平 dam、春川 dam
6 雨量・水位観測局	8	清平、高安、揚平、驪州、華川 dam、忠州、寧越、丹陽
7 警報局	5	楊華、人道橋、羸島、廣壯橋、駟州
8 洪水伝達局	1	江原道庁

表 7 - 15 の(1) 漢江洪水予警報施設一覽表

構成 品 名		設 置 場 所 別 員 數		漢江洪水 統制所 (盤浦)	傍受所 (本部)	洪 水 伝達所 (春川)	龍 門 山 中 繼 所	白 雲 山 中 繼 所	蓮 花 峰 中 繼 所	既設江漢 中 繼 所	清平外7局 雨 測 所 (8局)	議 政 23 水 局 雨 量 觀 測 所(24局)	人 道 橋 外 水 位 觀 測 所(6局)	人 道 橋 外 局 警 報 所 (5局)	計 台	備 考
2.5GHz空	中 線	PBR 3 m φ Radometer					3	2	1						6基	
2.5GHz空	中 線	PBR3 m φ	1			1									2基	
反 射	板	6 m × 6 m				1									1基	
多重無線	電話裝置	2.5GHz 300 CH並列	1			1	2	2	1						6架	
搬送電話	局裝置		1			1	2	2	1						6架	
自動電話	交換裝置	20/80XB型	1												1式	
回線監視	裝置	制 御 用													1架	
回線監視	裝置	被 制 御 用							1	1					3架	
160MHz空	中 線	3段Collinear					1	1	1						3基	
160MHz空	中 線	八 木 型					1			1	8	24	6	5	45基	
telemeter	監視裝置		3												3架	
telemeter	傍受裝置				3										3架	
telemeter	中繼裝置	無 線 機 予 備 付					1	1	1	1					4架	
telemeter	觀測裝置	複 量 形 無 線 機 付									8	24	6		38式	
警報親局	裝置	Siren 放送無線機付	1											5	1架	
警報子局	裝置														5式	
計 測 裝 置		雨量用80日自記付									8	24			32台	
計 測 裝 置		水位用80日自記付									8		6		1台	
制 御 卓		console形	1												6台	
Type writer		orivetty 27付	3												1式	
Graphic表示盤		地図、Data、氣象盤		1											2台	
発 動 発 電 機		250 KwA、125 KwA	各1台												2台	
発 動 発 電 機		10KvA直流電源付					1	1	1						1式	
無 停 電 々 源 裝 置		CWCF 100V10KvA 200V40KvA	1								7	13	4		24式	
太陽電池	電源裝置	12 V 4.8 ~ 7.2 W									1	11	1	5	18式	
直 流 電 源 裝 置		AC100V/DC12 V Battery付													1台	
總 合 氣 象 整		雨、気圧、気温、風速	1												1式	
受 変 電 設 備		22000V、200 KwA	1												2棚	
保 守 点 檢 車			2													

表-7-15の(2) 監視制御局(漢江洪水統制所)

監視制御装置

番 号	品 目	規 格	員数	備 考
1	Telemeter 監視制御装置		1 式	
1.1	信 号 装 置	架上及架下支持形 容量 60 量外に警報 5 量 (telemeter 3 Sys - tem警報 1 System)	1 式	
(1)	信 号 部		1 式	
(2)	操 作 部		1 式	
(3)	電 源 部		1 式	
(4)	接 続 部		1 式	
(5)	外 筐	AC100V consent 付	1 式	
1.2	制 御 卓	console 形	1 式	
(1)	操 作 部		1 式	
(2)	Telemeter 時計		1 式	
a	電 源 部			
	充 電 器	AC 100 V	1 式	
b	Alkaline 蓄電池	密 閉 形	1 式	
(3)	外 筐			
1.3	Type writer	26 型 27 Inch 収容 Case. Type writer 台付	3 式	
2.	回線監視装置	新局、表示盤付	1 式	
3.	多重無線電話装置	2.5GHz SS-FM	1 式	
3.1	空 中 線	PBR 3 m φ	1 式	
3.2	搬送電話端局装置		1 式	
3.3	自動電話交換装置	X B 型	1 式	
4.	総合気象盤	風向、風力、気圧、温 度、雨量	1 式	
5.	測 定 器		1 式	
5.1	多重無線電話装置 用	波長計、電力計	1 式	
5.2	Cable Roll	AC115V 15 A 30 m	3 個	
6	時 計	電子式掛時計	1 個	
7	無停電電源装置	3 相 40KVA, 単相 10KVA	1 式	
8	Cable 保安器	壁掛防湿形	1 個	

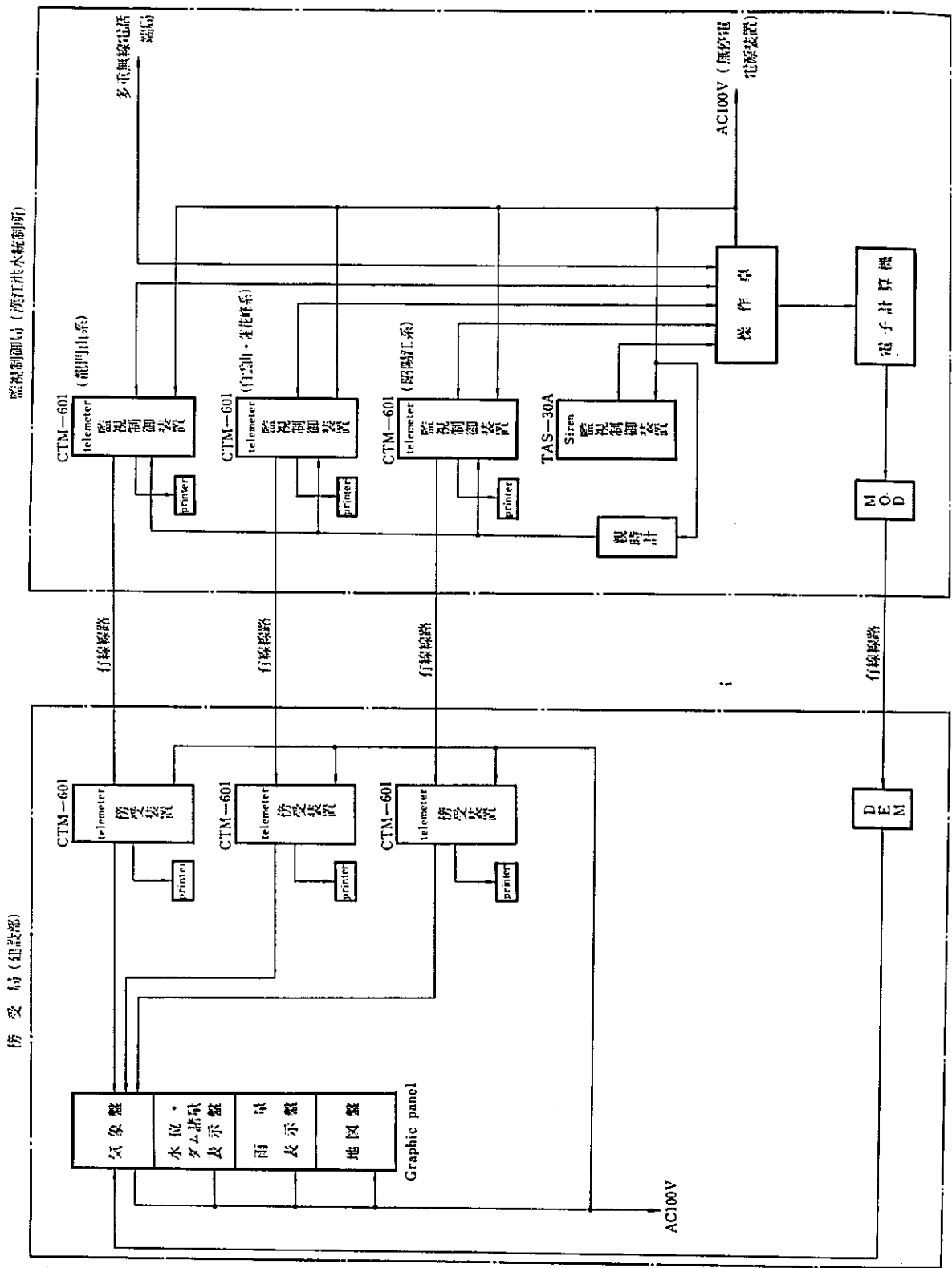


図-7-15の(1) 監視制御局及び傍受局装置構成図



表-7-15の(3) 傍 受 局

建設部傍受装置

番 号	品 名	規 格	員数	備 考
1	Telemeter 傍受装置		1 式	
1.1	信 号 装 置	背面支持形容量 60 量 ( Telemeter 3 式 )	1 式	
(1)	信 号 部		1 式	
(2)	受 信 部		1 式	
(3)	操 作 部	操作 Panel 面付	1 式	
(4)	電 源 部		1 式	
(5)	接 続 部	表示盤接続部	1 式	
(6)	外 筐		1 式	
1.2	Telemeter 時計電 源部	Type writer 台に収容	1 式	
(1)	充 電 器	AC 100 V	1 式	
(2)	Alkali 蓄電池	密 閉 形	1 式	
1.3	Type writer	26 型 27 inch	3 式	
1.4	Graphic 表示盤	収容 Case, Type writer 台付 自 立 形 58 個所 130 量		
2.	Coble Roll	AC 110V 15A 30m	2 個	
3.	時 計	電子式掛時計	1 個	
4.	Cable 保安器	壁掛防湿形	1 個	

表-7-15の(4) 中継局

a 龍門山、白雲山、蓮花峰、中継装置

番号	品名	規格	員数	備考
1	Telemeter中継装置		2式	白雲山、蓮花峰は1式のみ
1.1	信号装置		1式	
(1)	中継部		1式	RX並列接続方式 TX自動切替方式
(2)	操作部			
(3)	送受信部	160 MHz帯 10 W	1式	
(4)	外筐		1式	
1.2	空中線	3段 Colinear	1式	観測局向け(龍門山 白雲山、蓮花峰)
1.3	空中線	3素子八木	1式	昭陽江 Dam 向け(龍門山)
2	多重無線電話装置	2.5 GHz SS-FM	2式	
2.1	空中線	PBR 3mφ Radome付	2式	
2.2	搬送電話端局装置	中継兼用	1式	
3	多重無線電話装置	2.5GHz SS-FM	1式	龍門山-春川間用 (龍門山)
3.1	空中線	PBR 3mφ Radome付	1式	龍門山-春川間用 (龍門山)
4	回線監視装置	子局	2式	白雲山、蓮花峰は1式のみ
5	直流電源装置	入力 AC 100 V 出力 DC 24 V 20 A Pocket 式 Alkaline 蓄電池100AH 内蔵	1式	白雲山、蓮花峰は 80 AH
6	測定器・多重無線電話装置用		1式	
	Diesel 発電装置	可搬用 Yanmar YSG-5 SE AC 100V60Hz 10KVA	1式	自動制御盤付

b 昭陽江 Dam 中継装置

番号	品名	規格	員数	備考
1	Telemeter中継装置		1式	
1.1	信号装置		1式	
(1)	中継部	既設系呼出中継用	1式	
(2)	操作部	160MHz帯 1 W	1式	
(3)	送受信部		1式	
(4)	外筐		1式	
1.2	空中線	5素子、八木	1式	龍門山向け

表-7-15の(5) 雨量観測局

雨量観測装置構成品目

( 議政府、加平、春川、西面、乃村、洪川、晴日、横城、良峴、富論、槐山、筌極、利川、龍仁、榮生、白雲、清風、上東、水周、旌善、臨溪、平昌、珍富、蓬坪 )

番 号	品 名	規 格	員数	備 考
1	Telemeter 観測装置		1 式	
1.1	信号装置		1 式	
(1)	信号部	複量形実装 1 量	1 式	
(2)	操作部		1 式	
(3)	送受信部	160 MHz 帯 10 又は 1 W	1 式	
(4)	外 筐		1 式	
1.2	空 中 線	3 又は、5 素子、八木、 垂直偏波	1 式	
2	雨量計測装置		1 式	
2.1	受水口部	分離形	1 式	
2.2	雨量計機構部	転倒榫形 A/D Converter 付	1 式	
2.3	自記記録計	3ヶ月巻	1 式	
3	太陽電池電源装置		1 式	商用電源の無い局
3.1	太陽電池架	12V 7.2W又は5.8、 4.3W	1 式	
3.2	配電盤	過充電防止器付	1 式	
3.3	Alkaline 蓄電池	12 V 60 A H Pocket 式	1 式	
4	直流電源装置	入力AC100V又は200V 出力DC 14.5 V Pocket 式 Alkaline 蓄電池 60 AH内蔵	1 式	商用電源の有る局
5	Panzermast		1 式	

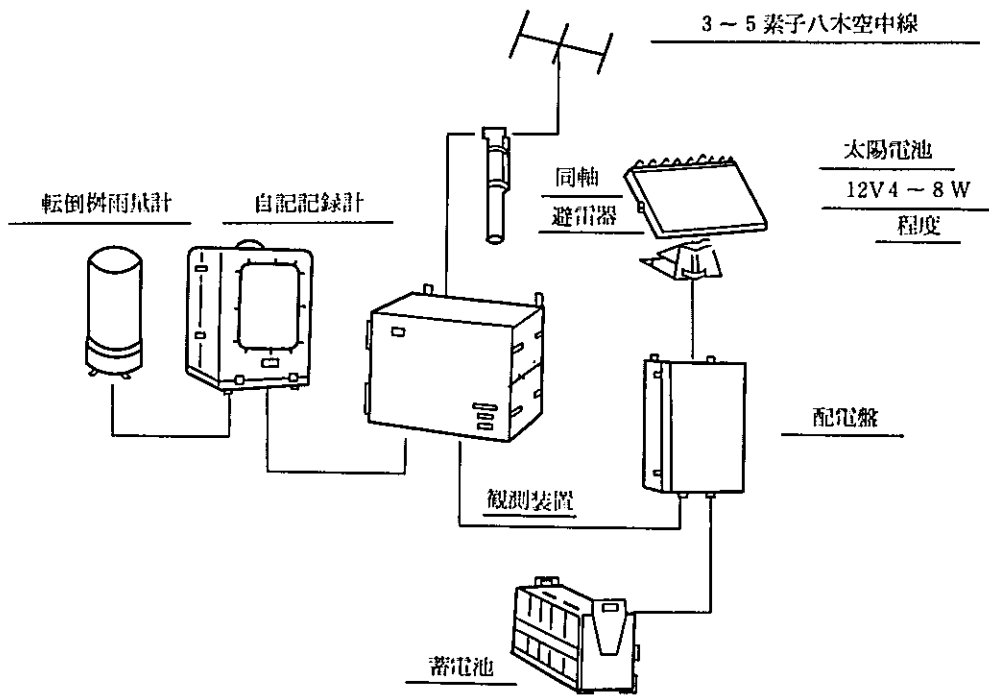


図-7-15の(2) 雨量観測局装置構成図

表-7-15の(6) 水位観測局

水位観測装置構成品目

(人道橋、八堂Dam、春川、颯流、春川Dam、清平Dam)

番号	品名	規格	員数	備考
1	Telemeter 観測装置		1 式	
1.1	信号装置		1 式	
(1)	信号部	複量形 実装 1 量	1 式	
(2)	操作部		1 式	
	送受信部	160 MHz 帯 10 又は、 1 W	1 式	
(3)	外 筐		1 式	
1.2	空 中 線	3 又は、5 素子、八木、 垂直偏波	1 式	
2	水位計測装置	Float 式	1 式	
2.1	水 位 計	水研 62 自記記録計 3ヶ月巻 A/D Converter 付	1 式	
3	太陽電池電源装置	12 V	1 式	商用電源のない局
3.1	太陽電池架	7.2 W 又は、5.8、4.3 W	1 式	
3.2	配 電 盤	過充電防止器付	1 式	
3.3	Alkaline 蓄電池	12 V 60 AH Pocket 式	1 式	
4	直流電源装置	入力 AC 100 V 又は 200 V 出力 DC 14.5 V Alkaline 蓄電池 60 AH 内蔵	1 台	商用電源の有る局
5	Panzer mast		1 式	

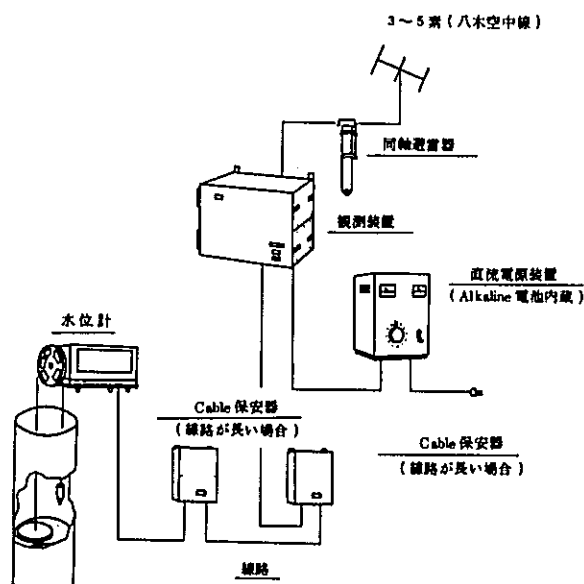


図-7-15の(3) 水位観測局装置構成図

表-7-15の(7) 雨量・水位観測局

雨量水位観測装置 構成品目

(清平、驪州、楊平、忠州、寧越、華川Dam、高安、丹陽)

番 号	品 名	規 格	員数	備 考
1	Telemeter 観測装置		1 式	
1.1	信号装置		1 式	
(1)	信号部	複量形	1 式	
(2)	送受信部	160 MHz 帯 10 又は 1 W	1 式	
(3)	外 筐		1 式	
1.2	空 中 線	3 又は、5 素子、八木、垂直	1 式	
2	雨量計測装置		1 式	
2.1	受水口部	分離形	1 式	
2.2	雨量計機構部	転倒榭形 A/D Converter 付	1 式	
3	水位計測装置	Float 式	1 式	
3.1	水 位 計	水研 62 自記記録計 3ヶ月巻 A/D Converter 付	1 式 1 式 1 式	水位・雨量併用型
4	太陽電池電源装置		1 式	商用電源の無い局
4.1	太陽電池架	12 V 7.2 W 又は 5.8、4.3 W	1 式	
4.2	配 電 盤	過充電防止器付	1 式	
4.3	Alk Alkaline 蓄電池	12 V 60 AH	1 式	
5	直流電源装置	入力 AC 100 V 出力 DC 14.5 V Alkaline 60 AH 内蔵	1 式	商用電源の有る局
6	Panzer mast		1 式	
7	Cable 保安器	壁掛防湿形	2 式	

表-7-15の(8) 警報局

警報装置構成品目

(楊華、人道橋、轟島、廣壯橋、驪州)

番号	品名	規格	員数	備考
1	警報制御装置		1式	
1.1	制御装置		1式	
(1)	操作部		1式	
(2)	送受信部		1式	
(3)	外筐	160 MHz 帯 10 W	1式	
1.2	空中線	八木型 3 素子	1基	
2	拡声装置	Speaker 25W 2個付	1式	
3	Siren	2.2 kW AC 200 V	1式	
4	直流電源装置	Pocket 式 12 V 80 AH Alkaline 蓄電池	1式	

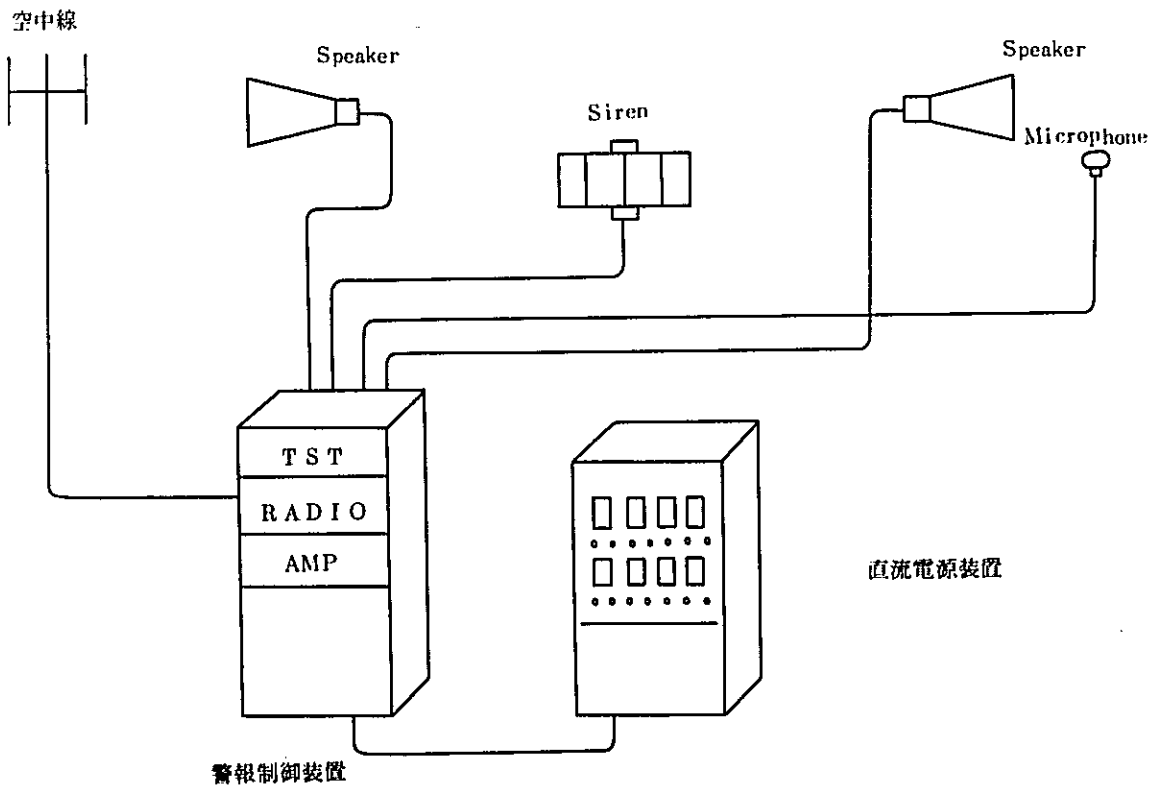


図-7-15の(4) 警報局装置構成図

表-7-15の(9) 洪水伝達局

番号	品名	規格	員数	備考
1	多重無線電話装置	2.5GHz SS-FM	1式	龍門山向け
1.1	空中線	PBR 3mφ	1式	龍門山向け
1.2	搬送電話端局装置		1式	
2	反射板	6m×6m	1式	

(7-7) 演算施設

1 概要

洪水予報には大別してdataの収集とdataの処理及び予報結果の伝達という3種の作業が必要であり、これ等の作業それぞれについて、telemeter、電子計算機、Micro無線といった手段が用いられる。

漢江の洪水予報については、dataの処理に当ってdata量が大量であること、演算速度が速いこと、及び計算精度が高いこと等が要求されることから、大型電子計算機を計算手段に用いることを前提としてsystemが設計された。

電子計算機は、1944年にHarvard大学で設計されたASCCが最初のものであり、その後、大型化と高速及び高性能化が進められ、特に最近めざましい発展をとげている。

一般に電子計算機といわれるものの中には、計量型(analogue型)と計数型(digital型)の2種類がある。前者は数字を電圧や電流などの物理量に変え、計算結果をpen oscillographに図化するものであり、後者は、pulseを数えながら計算を実行し、結果は数字の形で印刷するものである。

日本における洪水予報のための電子計算機の使用例をみると、電子計算機導入の初期においてはanalogue型が使用された例もあるが、現在ではdigital型の急速な性能の向上にともない全てdigital型となっている。

digital型とanalogue型の計算機の得失を比較すると次のようになる。

- (1) 洪水予報で対象とする降雨-流水-水位にいった現象は、連続量であり、analogue型が便利な場合がある。
- (2) 一般に数字の羅列より視覚的な曲線の方が計算結果の判断を行いやすい。この点ではanalogue型が便利であるがdigital型でもXY plotterやdisplay装置による図化が可能である。
- (3) analogue型は、流域要素や河道要素毎に関係発生機、加算機、乗算機、積分機等のunitを設けるが、modelが変更されると機器構成を大幅に変えなければならず、model自体を試行錯誤的に構成するという場合には適さない。
- (4) analogue型では不連続要素や論理判断が入ってくると設計が非常にめんどうになる。



等であるが、漢江の洪水予報にはどちらの型が適しているかを考えてみると、洪水予報 system がまだ完成されている訳ではなく今後種々の改良がなされなければならないこと。将来、錦江、洛東江等の洪水予報をも併わせて行う可能性のあること。及び、analog 型では洪水予報専用となってしまうが、digital 型では洪水期以外は、他の技術や事務計にも使用できること等により digital 型の方がより適していると考えられる。したがって、以後は、digital 型に対象機種をしばって、洪水予警報 system における演算施設の構成はどのようになっているかについて述べることにする。

## 2 洪水予警報電子計算機 system

漢江における洪水予報に使用される電子計算機を digital 型として、その場合に要求される性能を挙げれば次のようなことが考えられる。

- ① 演算速度が速く、精度及び信頼性が高いこと。
- ② 内部或は外部記憶容量が十分に大きいこと。
- ③ 保守及び操作が簡単であること。
- ④ 導入時及びその後の維持の cost が安いこと。
- ⑤ 必要とする周辺装置が接続でき、全体的な構成が良くまとまっていること。
- ⑥ 目的とする計算に合った計算機であること。
- ⑦ programing が簡単で、aplication program の豊富なこと。

等が考えられるが、かといって必要以上に大容量であったり、高速である必要はない。大型の計算機ほど使用可能な program 言語の level が上り、容易に program が作成できるが、費用もまたかさんでくる。利根川では、表-7-16 の機器よりなる計算機 system により洪水予報を行っているが、この場合の流域 model は、23 流域、18 河道、5 Dam であり、この model で一回の洪水予報を行うのに要する演算時間は約 40 分である。

その他、電算室、punch 室、保守員室、消耗品用の倉庫等が必要で、このような電算 system を維持するための年間経費は、system 賃借料 4,400 万円を含み約 4,700 万円が必要である。

漢江の洪水予警報用の演算施設は、洪水予報 model の規模が、利根川とほぼ同一であるところから、大体この程度の構成でよいと思われるが、将来他河川の予報をも併わせて行ったり、telemeter system を on-line となるような場合には、これより大型とし、主記憶容量で約 130 kW ( 24 bit ) としておけば計算機の取扱いが便利になる。尚この場合の system の構成については別冊電子計算機導入仕様書を参考されたい。

## 参考文献

- (1) 中尾忠彦：洪水予報の技術 月刊建設 1973 年 3 月号
- (2) 大地羊三：電子計算機の手法とその応用 森北出版 1970 年 5 月

表-7-16 利根川 dam 統管理事務電子計算機 system (1972 年現在)

構成要素	略号	数	性能概要
中央演算処理装置	CPU	1	固定小数点 (24 bit) 加減算 3.0 $\mu$ s、乗算 24.8 $\mu$ s、除算 18.1 $\mu$ s 浮動小数点 (48 bit) 加減算 8.3 $\mu$ s、乗算 22.1 $\mu$ s、除算 38.1 $\mu$ s
core memory	CM	1	65 K 語、1 語 24 bit cycle time 0.8 $\mu$ s
紙 tape 読取装置	PTR	2	読取速度 1,000 字/秒
card 読取装置	CR	1	読取速度 1,000 字/秒
disk pack 装置	CK	2	転送速度 542 K 語/秒、容量 2,400 K 語
disk pak 制御装置	MKC	1	
磁気 tape 装置	MTH	4	転送速度 60 K 字/秒
磁気 tape 制御装置	MCT	1	
line printer	LP		alphabet 小文字付 600 行/分
X Y plotter	CPL	1	plotting 速度 200 step/秒
自動 tepe writer	ATW	1	計算機制御情報、error の打出し
空調装置		2	温度 23℃ ~ 26℃ 湿度 60% 程度 } に調節
紙 tape せん孔機	TW	3	8.3 字/秒
card せん孔機	CP	2	15.4 字/秒
card 検孔機		1	15.4 字/秒
無停電電源装置			定電圧定周波装置 (CVCF) を含む