海（派）73－21

漢江洪水予警報調査報告書

昭和48年 8 月

海外技術協力事業団

漢江洪水予警報調査報告書目次

第1章　序　　章

第1章　序　　章

(1－1) 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wom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の重要性に対しては十分な認識をもち，水害防除のための施設の充実を図る一方，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入力data（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ず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1970年現在で建設部管轄の雨量観測所は自記が34個所，普通が30個所あり水位観測所は自記が9個所，普通が22個所ある。通信については，建設部を受信局とする3個のSSB局と4個のVHF局とがあるが，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る。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る。この方式は，過去の洪水資料にもとづいて得られた相関々係を用いて，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起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。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々係の上にも徐徐に現われており，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。

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なうことに合意をみた。

(1－2) 調査団への付託事項

調査団への付託事項は，韓国政府から日本国政府に送付されたApplication of Technical Assistance（Form A.1）に記載されている事項によって示される。

それによると，

(1) Hydrological analysis so that key stations to be telemeterized could be selected.

(2) Flood analysis for improvement of existing flood forecasting and warning techniques, in Han River basin.

を研究することが要求されている。

（1－3）調査団の構成

1972年6月10日から同月30日にかけて派遣された調査団は，洪水予警報，水文学，河川工学，電気通信の各専門家と，1名の顧問で構成された。

専門家および顧問の氏名，担当業務および現職は表－1－1に示すとおりである。

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
三浦一宇	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

また，1973年5月10日より6月9日にかけて派遣された調査団は洪水予警報専門家1名，水文学専門家4名，河川工学専門家2名，電気通信専門家3名顧問1名と海外技術協力事業団より派遣された事務担当者1名の総員12名で編成された。専門家および顧問の氏名，担当業務および現職は表－1－2に示すとおりである。

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
三浦一宇	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
田中長光	水文学専門家	建設省関東地方建設局 宮ケ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 江戸川区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

（1－4）調査の経過

〔I〕 1972年6月10日～6月30日

調査団はこの期間韓国に滞在し，表－1－3に示される調査日程にしたがい，韓国建設部の協力を立てつぎのような調査を実施した。

(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踏査を行ない，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なった。

(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。

〔II〕 1972年7月1日～1973年5月9日

調査団はこの期間日本国内において主につぎのような調査を実施した。

(1) 降雨解析ならびに雨量・水位観測所の設置計画

(2) 洪水解析ならびに洪水予報方式の検討

(3) 洪水予報に関するcase study

(4) Telemeter Systemの机上設計

〔III〕 1973年5月10日～6月9日

調査団はこの期間韓国に滞在して表－1－4に示される調査日程にしたがい，韓国建設部の協力を得てつぎのような調査ならびに研修を実施した。

(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－1－3

第１次調査日程（１９７２年６月１０～６月３０日）

月　日	調　査　内　容
６月１０日 ～ ６月１３日	○ 挨　拶 ○ 調査計画打合せ
６月１４日 ～ ６月２０日	○ 資料の収集 ○ 北漢江流域および南漢江流域の現地踏査
６月２１日 ～ ６月２６日	○ 資料の収集と解析 ○ 洪水予報対象地域の予備的な選定 ○ 洪水予報方式の検討
６月２７日 ～ ６月３０日	○ 中間報告書の作成と討議 ○ 中間報告書の提出

表－1－4

第２次調査日程（１９７３年５月１０～６月９日）

月　日	調　査　内　容	
	水文・河川専門家	電気通信専門家
５月１０日 ～ ５月１２日	○ 挨　拶 ○ 調査計画打合せ	
５月１４日 ～ ５月２３日	○ damに関する資料の収集 ○ 洪水調節計画の検討 ○ dam現地調査 ○ 観測所現地調査	○ 電気通信施設全体計画打合せ ○ 北漢江における電波伝播実験
５月２４日 ～ ５月２９日	○ 流域踏査	○ 南漢江における電波伝播実験
５月３０日 ～ ６月　５日	○ １９７２年８月洪水に関する水文資料の収集 ○ 洪水予報に関する研修	○ Seoul市内の都市雑音の測定 ○ 実験結果の整理
６月　６日 ～ ６月　９日	○ 中間報告書の作成と討議 ○ 中間報告書の提出	

(1－5) 調査の結果

漢江の洪水予警報に関する調査の結果を要約して述べるとつぎのとおりである。

① 洪水によ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，洪川と南漢江沿岸の寧越，丹陽，忠州，驪州，楊平の諸都市を中心とする地域である。

② 洪水警予報が行なわれる水位観測所はつぎのとおりである。

漢江　：人道橋，高安

北漢江：清平，春川

南漢江：楊平，驪州，忠州，丹陽，寧越

③ 洪水予報は時間雨量を入力として行なわれるが，時間の経過とともに上流および中流部の洪水の状況が明らかになった場合にはこれらの情報（水位または流量）をも入力として利用し，予報の精度をあげる。

④ 洪水の流出あるいは伝播を数学的に模式化するための流出計算の方法として貯溜関数法の導入が検討され，良好な精度で結果を得ることが可能であることが明らかにされた。

⑤ 新しい洪水予報Systemにおいては，昭陽江dam（治水容量5×10^8 m³）ならびに華川dam（治水容量2.15×10^8 m³）による洪水調節が考慮されている。

⑥ 洪水予警報に必要な資料を入手するためには，雨量観測所39個所，水位観測所10個所およびdam水位観測所4個所がtelemeter化される必要がある。

このtelemeter観測網には3個所の山上中継所が必要であり，160MHZ帯の無線通信系統を新設しなければならない。

⑦ 洪水予報に必要な流出計算を行なうために大型，高速度のdigital電子計算機の導入が必要である。

(1－6) 勧　告

① 洪水予警報は非常に大量の情報を短時間に，しかも適確に処理することを要求する。このため，必要な情報を一元的に収集し，処理し，伝達する専門的な組織（河川総合管理事務所）が必要であり，そこには，情報処理のための大型で高速のdigital型電子計算機を備える必要がある。

② 洪水予警報のための資料の収集を迅速にするため，第7章において提案されている観測施設のtelemeter化を早急に実施することが必要である。

③ 人道橋をはじめとする9個所の予報水位観測所のうち上流部の観測所については，洪水予報の出力地点であると同時に下流部の洪水予報のための入力地点でもあるので，流量観測を頻繁に実施して，精度の高い水位～流量曲線を作成することが必要である。

④ 降雨量の予測は，余裕をもって洪水の予警報を実施するために是非必要なものである。

この研究を推進するとともに漢江流域における降雨の地域的分布特性についてもさらに研究を進める必要がある。

⑤ 洪水の流出特性をより一層正確に把握するために，さらに多くの地点で洪水時に流量観測を実施する必要がある。

⑥ 昭陽江 dam および北漢江の発電用の dam 群は建設部水資源局とは別個の機関である韓国水資源開発公社あるいは韓国電力株式会社によって管理されているが，洪水時における各 dam の流入量，貯水量および放流量に関する情報については建設部水資源局および河川総合管理事務所との間に緊密な連絡がとれるように十分に注意を払う必要がある。

⑦ 観測および通信施設は，建設後の維持と運用とが良好に行なわれてはじめて効果を発揮するものであることを十分に認識し，そのための適正な維持管理体制を確立する必要がある。

⑧ 観測用の機器は，一般的にはできるだけ簡単な原理を応用したものが望ましく，雨量計については siphon 式よりも転倒式，また水位計については気泡式よりも float 式の方が故障も少なく維持管理も容易である。

⑨ 洪水予警報の一般住民への迅速な伝達を確保するために，放送施設，警報用 siren，伝達用拡声器付自動車等の整備を行なう必要がある。

⑩ 現在計画中の Telemeter 等通信施設のほかに，将来は各地方建設局，道庁等の各関係機関との相互連絡を確保するために多重無線回線による通信網を確立することが必要である。

⑪ 流域の降雨の状況を，より適確に把握するために気象 radar を利用することが望ましい。

（1－7）今後の問題点

1972年度および1973年度の調査を通じて，調査団に与えられた時間が非常に短かったことおよび解析の対象となった資料の数が必ずしも十分でなかったこと等の理由から今回の調査によって得られた結果の中には，今後さらに調査を続けることによって改良されなければならないいくつかの問題点が内蔵されている。それらのうちの主要なものはつぎのとおりである。

1）洪水予報 system における問題点

① model 定数

今回の解析においては流量の検証地点が非常に少なかったために，ほとんどすべての流域あるいは河道について日本の代表的な河川における経験式が適用されている。この仮定は主要な検証地点における実測値と計算値との対照によって概括的には一応その適合性の確認は行なわれているが，予報のより一層の正確さを期するためには，今後，流量の検証地点を増やすことによってこれらの定数をさらに修正していく必要がある。また今回の解析に使用した実測流量そのものについてもその精度に疑義のあるものが若干あったため，正確な実測流量による model 定数の検証はとくに強く要求される。

② 降雨予測方式の確立

洪水予報をできるだけ早く正確に実施するためには，降雨予測の精度を向上させなければならない。今回の調査においては，資料数の関係から，漢江流域における降雨の特性を十分に把握するまでに至らなかったため，その予測方式としては利根川における方式が代用されている。このため予測降雨の精度という点では必ずしもその信頼性が十分でなく，その解決は今後の調査にまたなければならない点が多い。

③ 予備放流方式のsystem化

予備放流による洪水調節は，貯水池の最も効率のよい利用方式の一つである。しかしながら，この方式は洪水予報の精度への依存度が非常に高いために，つねになにがしかの危険をともなっている。北漢江には，昭陽江，華川という2つの多目的damのほかに春川，衣岩，清平という3つの発電専用のdamがあり，これらのdamに予備放流が適用されれば，より一層効果的な洪水調節が可能となる。しかしながら，今回の調査においては，洪水予報方式そのものが上に述べたような問題点を内蔵していることと，後述されるように雨量観測所の配置が必ずしも完全でない点を考慮して，予備放流そのものを洪水予報のsystemの中で自動的に処理することをあえて避けて貯水池への流入量の予測にとどめ，予備放流そのものは洪水予報にたずさわる技術者の裁量に委ねてある。今後，降雨予測等の研究が進んで，洪水予報の精度が向上したとしても，予備放流をsystem化することに対しては慎重でなければならない点は十分に留意する必要がある。

2）観測通信施設における問題点

過去の資料によるかぎり漢江流域の豪雨は台風によるよりもむしろ前線に起因するものが多い。このため，降雨の地域的な分布にきわだった特徴がなく，その特性の把握が非常にむづかしい。このことは雨量観測所の配置計画，特に全流域的な配置密度あるいは，地域的な配置密度の決定のための論理的な考察を難しくする。したがって，今回の調査によって決定された雨量観測所の配置計画は，理論的な研究よりはむしろ，調査にたずさわった水文学専門家の経験的な判断に依存した面が強くなっているため，全流域的に見た場合，その配置がやや平均的になりすぎたきらいがないわけではない。また観測所あたりの分担面積についても経済性を相当に考慮したためにやや過大になっているきらいがある。これらの点は今後の観測を通じて，逐次改良されていく必要がある。一方，水位観測所については，配置上の問題点はあまりないと考えられるが，各観測所ごとに流量観測を実施することが是非とも必要である。このため観測所の設置に際しては，流量観測の可能性を考慮してそれを決定することが肝要である。また，これらの観測所は，すべて無線化され，観測Dateは，自動的に送られてくるが無人化されているため，定期的な保守点検を行ない設備の動作状態を把握し，その機能を十分発揮出来る状態を保つことが必要である。

3）河川改修とdam建設の促進

以上のべたことは洪水予報技術上，今後特に留意しなければならない課題であるが，防

災あるいは国土の有効利用という見地から見た場合，洪水予報技術を向上させる努力以上に，河川の改修あるいは洪水調節用damの建設を促進することによって積極的に人命，財産を洪水の被害から防御する政策を推進する必要がある。洪水予報による退避を前提とした防災と，河川改修あるいは洪水調節による保全を目的とする防災とは本質的に異なるものであり，防災という領域の中で，前者が後者を補える部分は非常にわずかである。したがって住民生活の安全の確保という問題の本質的な解決を図る意味では積極的な治水事業の推進こそが究極の解答となると考えられる。

（1－8） 謝　　辞

調査団一同は、本調査の実施に当って種々お世話いたゞいた関係の諸官に対し、厚い感謝の意を表する。

とくに適切な助言、資料の提供等で配慮をわずらわしたつぎの機関に対して、

大韓民国建設部水資源局、

建設部中部国土建設局

国防部通信局

通信部電波管理局

中央観象台

韓国水資源開発公社

韓国電力株式会社

また、調査の実施にあたって種々御協力いたゞいたつぎの諸官をはじめ関係の諸官に対して、

建設部水資源局長	李　一　魯	氏
前建設部水資源局長	朴　文　寧	氏
建設部水資源局防災課長	金　雲　済	氏
建設部水資源局理水課長	柳　察　容	氏
前建設部水資源局理水課長	金　洙　根	氏
建設部水資源局開発課長	尹　錫　吉	氏

さらにCounterpartとして調査団に直接協力された、

水資源局防災課治水係長	李　潤　植	氏
前水資源局防災課治水係長	柳　芝　夏	氏
水資源局防災課通信係長	呉　達　泳	氏
水資源局理水課　係長	張　徳　煥	氏

を長とするGroupに対して深甚なる謝意を表したい。

また調査団が漢江流域を視察した際お世話いたゞいた、京畿道庁、江原道庁、および忠清北道庁の関係の諸官に対する調査団員の謝意を記しておきたい。

最後に、調査団員一同は、在大韓民国日本国大使館の大鷹参事官および久一書記官に対し、調査団の滞在中の好意に対して改めて感謝するものである。

第2章　漢　江　の　概　況

第2章 漢江の概況

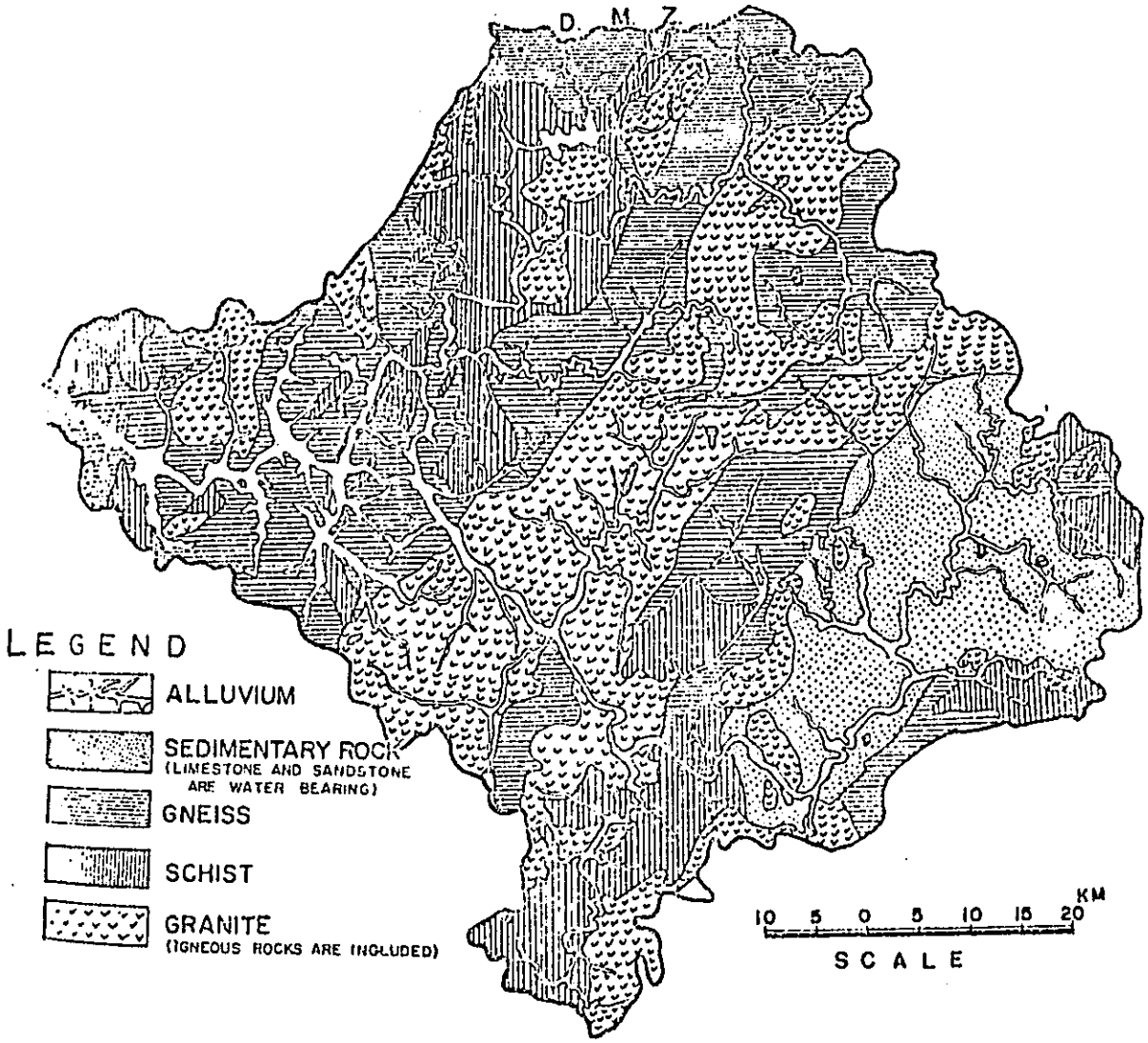
(2—1) 流域

(2—1—1) 地文特性

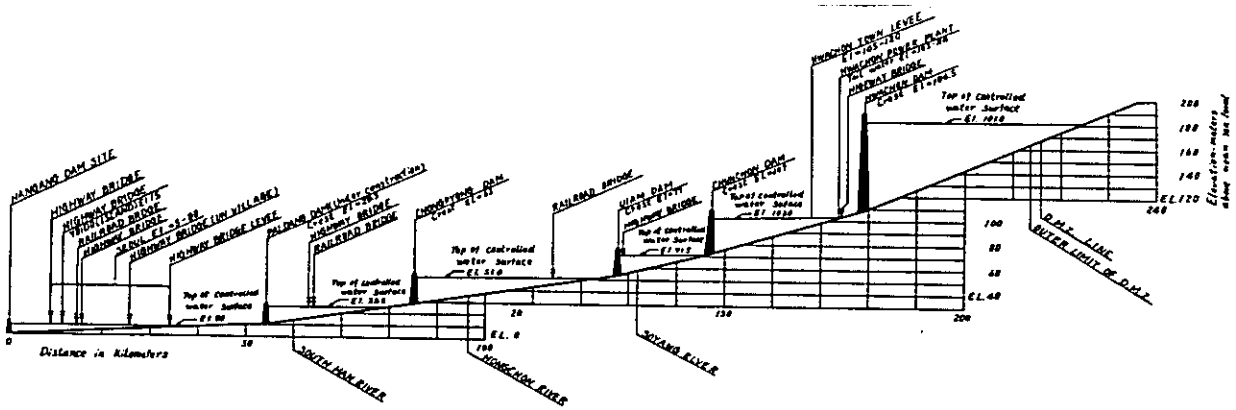
漢江は韓国最大の河川である。河口付近で合流する臨津江の合流点から上流で26,200 Km² の流域面積と482 Km²の最長流路延長をもつが，流域の最北部3,100 Km²はDMZ北部に属するため，韓国内の流域面積は23,100 Km²であり，それは全国土面積の約1／4に相当する。漢江は2つの幹川，北漢江と南漢江とから構成されており，これら2つの河川はSeoulの上流約35 Kmの両水里の近くで合流する。合流後すぐに川は八堂の狭搾部に入り，約5 Kmにわたって岩質の急流部を流下した後，広大な沖積平野に吐き出される。この幅広で平担な沖積平野が漢江の特徴であって，川はその中をSeoulを過ぎるまで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驪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抜約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 Km²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 Km² 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 m³ 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 Km²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をやや上回るぐらいである。

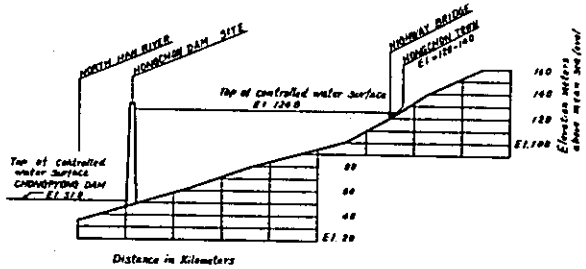
南漢江の流域面積は12,514 Km²で，その最長流路延長は375 Kmである。川は流域の東端に源を発し，忠州付近まで南西に流下し，そこで南西に転流して北漢江と合流する。流路


D. M. Z.
LEGEND
ALLUVIUM
SEDIMENTARY ROCK
(LIMESTONE AND SANDSTONE ARE WATER BEARING)
GNEISS
SCHIST
GRANITE
(IGNEOUS ROCKS ARE INCLUDED)
10 5 0 5 10 15 20 KM
SCALE

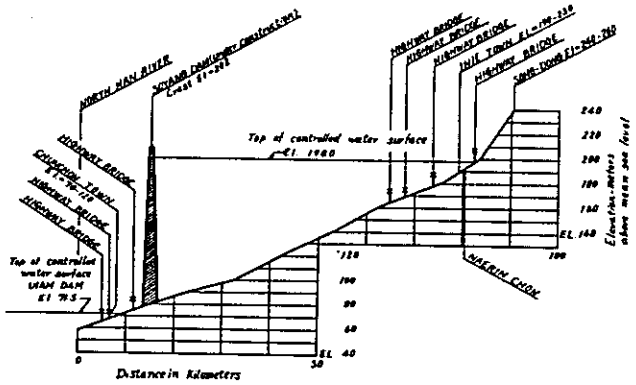
図－2　漢江流域地質図



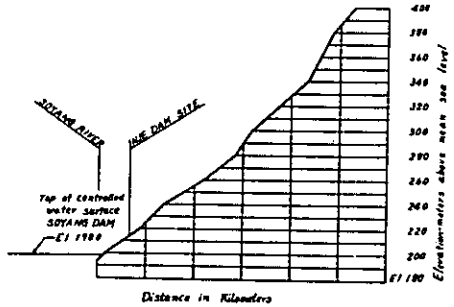
NORTH HAN RIVER



HONGCHON RIVER



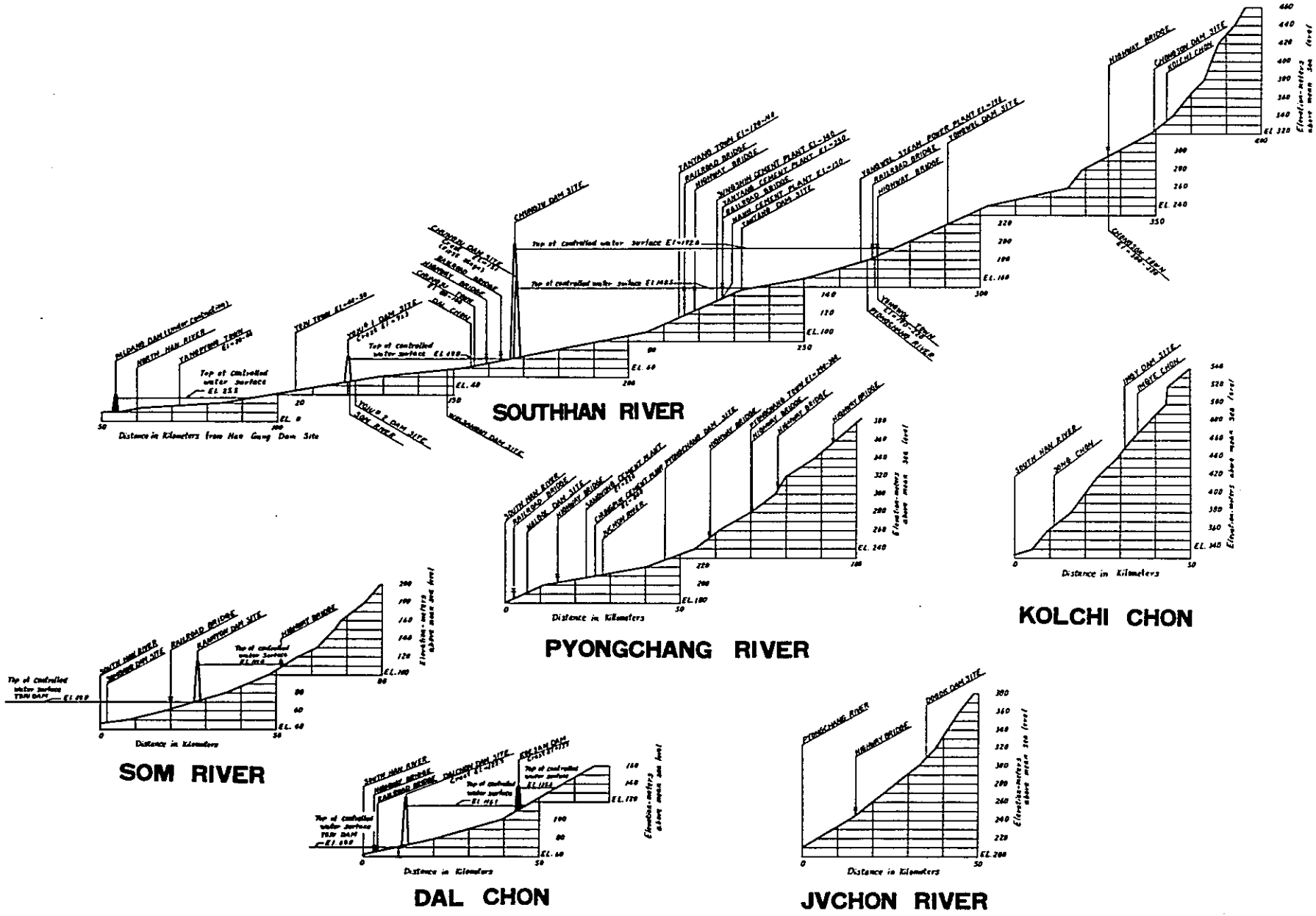
SOYANG RIVER



NAERIN CHON

PROFILES OF SOUTH HAN RIVER
北漢江縦断図

図－２－１の(1)



南漢江縦断図

図－２－１の(2)

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，三大支川は蟾江，達川江，平昌江である。蟾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 Km²，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 Km²，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 Km²，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担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800～1,200mである。

図－2－1[(1)(2)]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 fronlの位置に影響される。表－2－1[(1)]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[(2)]に示されている。長期間の平均値は1,207 mmである。図－2－3[(3)]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[(4)]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[(5)]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[(6)]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

(3) HRBS p.C－22

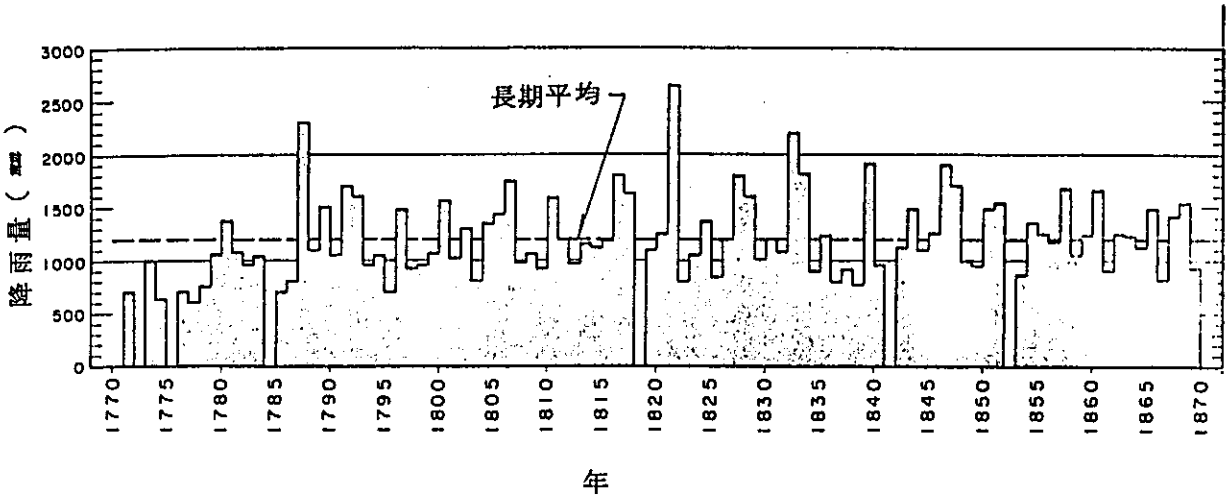
(4) HRBS p.C－20

(5) HRBS p.C－19

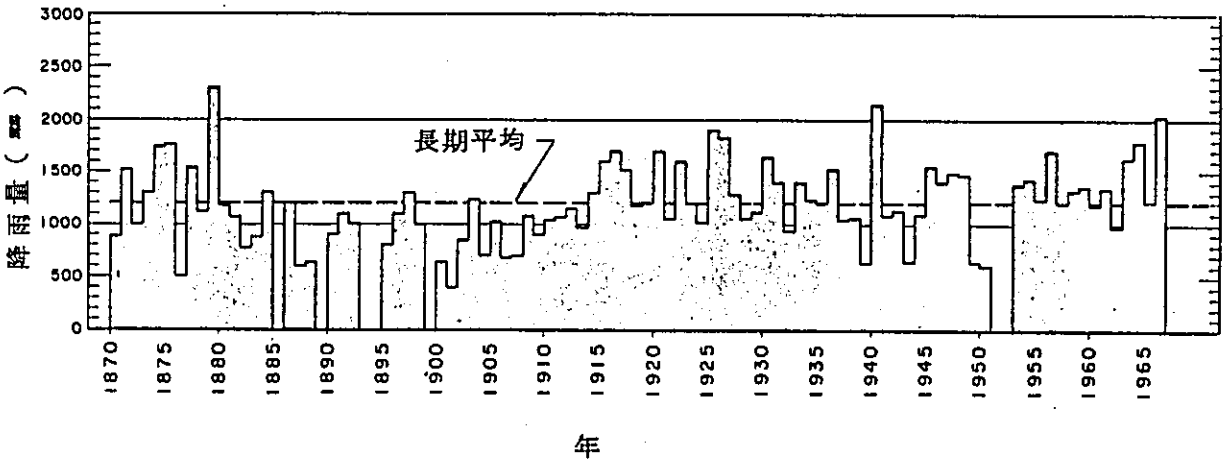
(6) HRBS p.C－25

表－2－1　代表観測所における気温－℃

観測所		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	年平均
Seoul	平均	- 4.3	- 1.4	4.2	11.3	16.9	21.0	24.6	25.4	20.4	14.0	6.8	- 0.3	11.5
	最高	10.8	14.1	21.5	27.3	31.6	37.2	35.2	36.2	31.7	29.2	20.8	17.7	-
	最低	-19.8	-17.3	-11.2	- 1.3	4.2	9.7	15.2	15.5	6.6	- 0.4	-11.2	-18.2	-
仁川	平均	- 3.2	- 0.8	3.6	9.4	15.8	19.5	23.7	25.0	20.4	14.3	7.4	0.2	11.3
	最高	9.9	12.1	18.8	25.2	28.8	33.4	34.0	34.8	32.0	27.9	21.6	16.9	-
	最低	-18.5	-16.1	- 9.3	- 3.0	6.1	10.2	15.2	16.0	7.7	0.2	- 9.7	-17.0	-
忠州	平均	- 5.5	- 2.0	4.2	11.3	17.1	22.2	26.0	26.4	20.3	12.9	5.4	- 1.4	11.4
	最高	14.0	16.6	24.5	30.5	34.6	38.0	38.0	39.6	35.2	29.7	24.4	16.1	-
	最低	-27.2	-20.9	-15.0	- 4.4	0.5	5.5	12.4	11.4	2.2	- 5.0	-12.6	-21.8	-
春川	平均	- 6.6	- 3.3	3.4	10.5	16.5	21.6	25.4	25.5	19.5	12.3	4.7	- 3.1	10.5
	最高	-	-	-	-	-	-	-	39.5	-	-	-	-	-
	最低	-31.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
麟蹄	平均	- 6.6	- 3.8	2.2	9.9	15.9	20.2	23.9	24.2	18.7	12.1	4.6	- 2.8	9.9
	最高	-	-	-	-	-	-	-	38.0	-	-	-	-	-
	最低	-30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

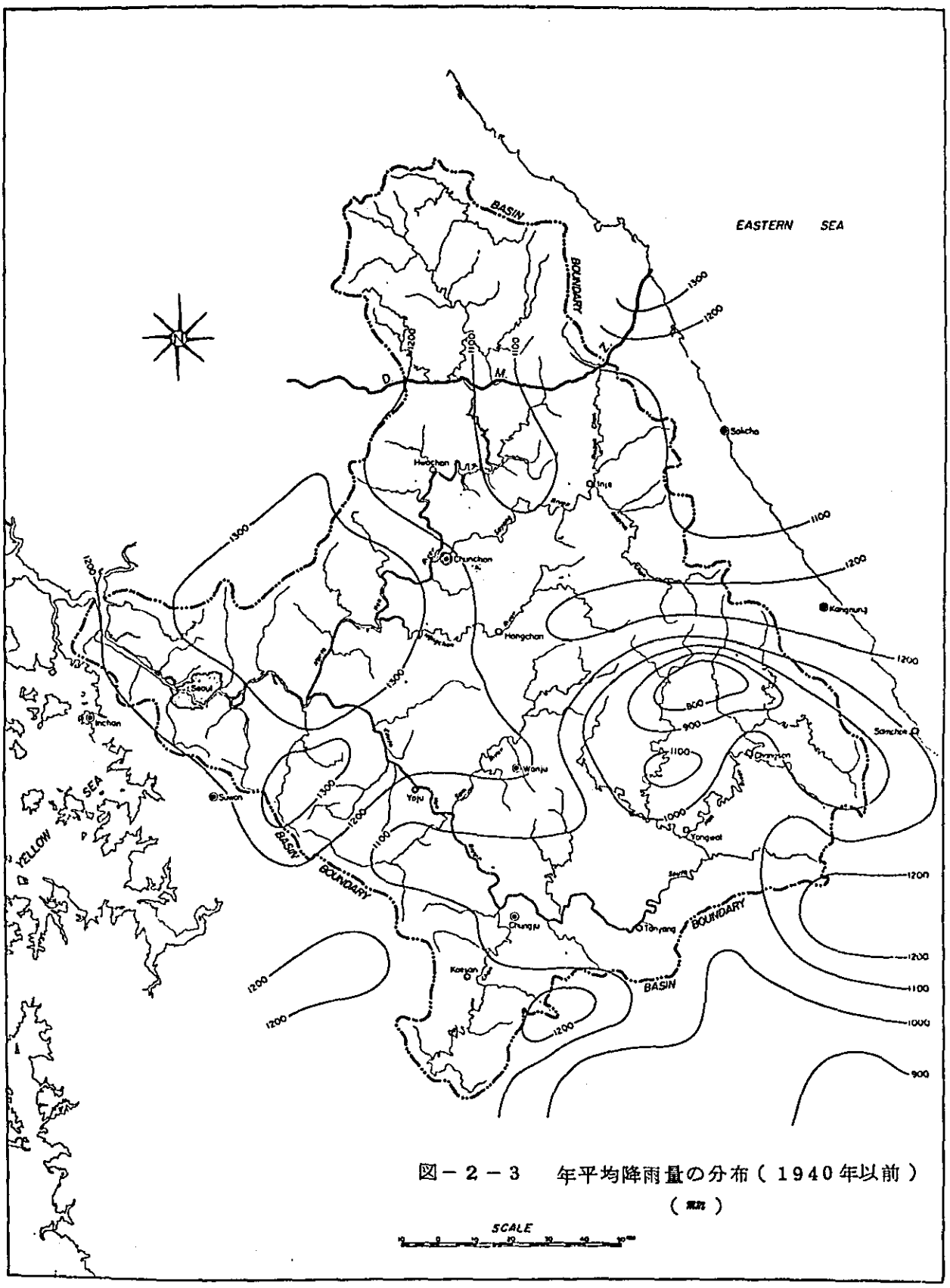


長期年平均降雨量 ＝ 1,207MM



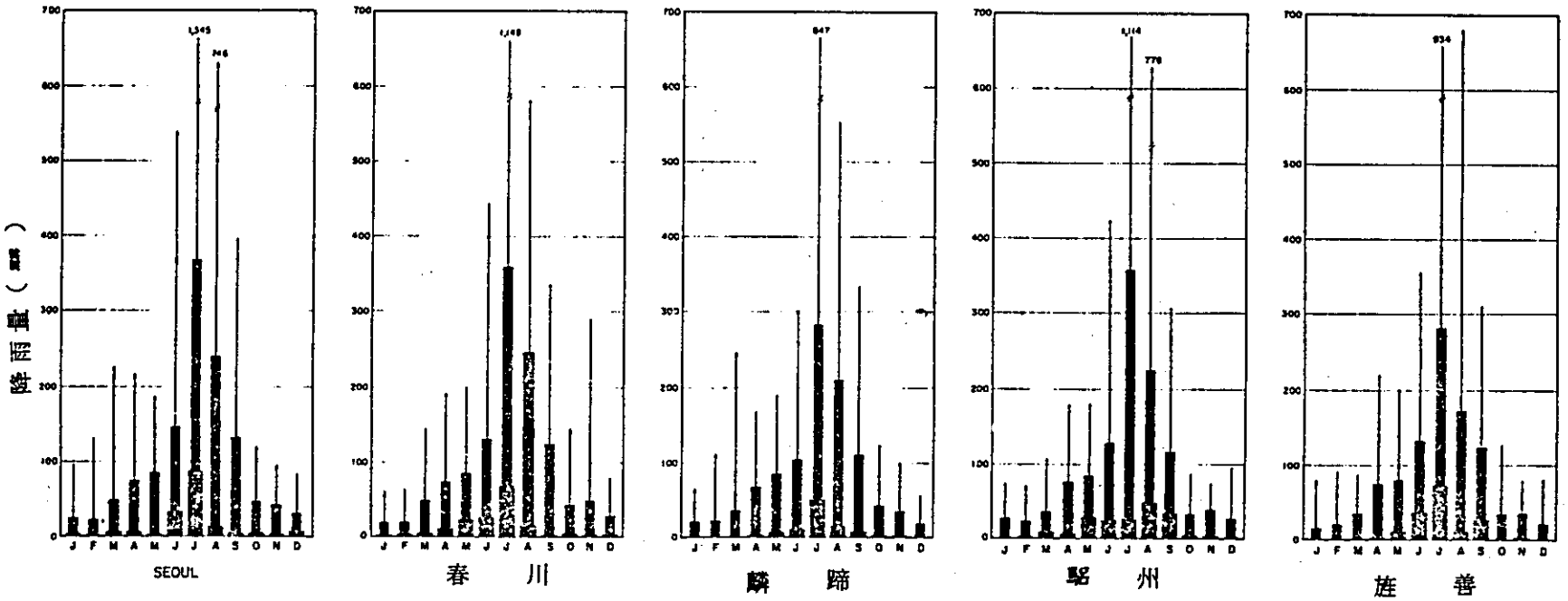
図－2－2　年降雨量

1771－1966



図－２－３　年平均降雨量の分布（１９４０年以前）

（mm）



太線：最大
中線：平均
細線：最小

図－２－４　月間降雨量

表－２－２　代表観測所の降雨特性（㎜）

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[7]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人道橋における上位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。

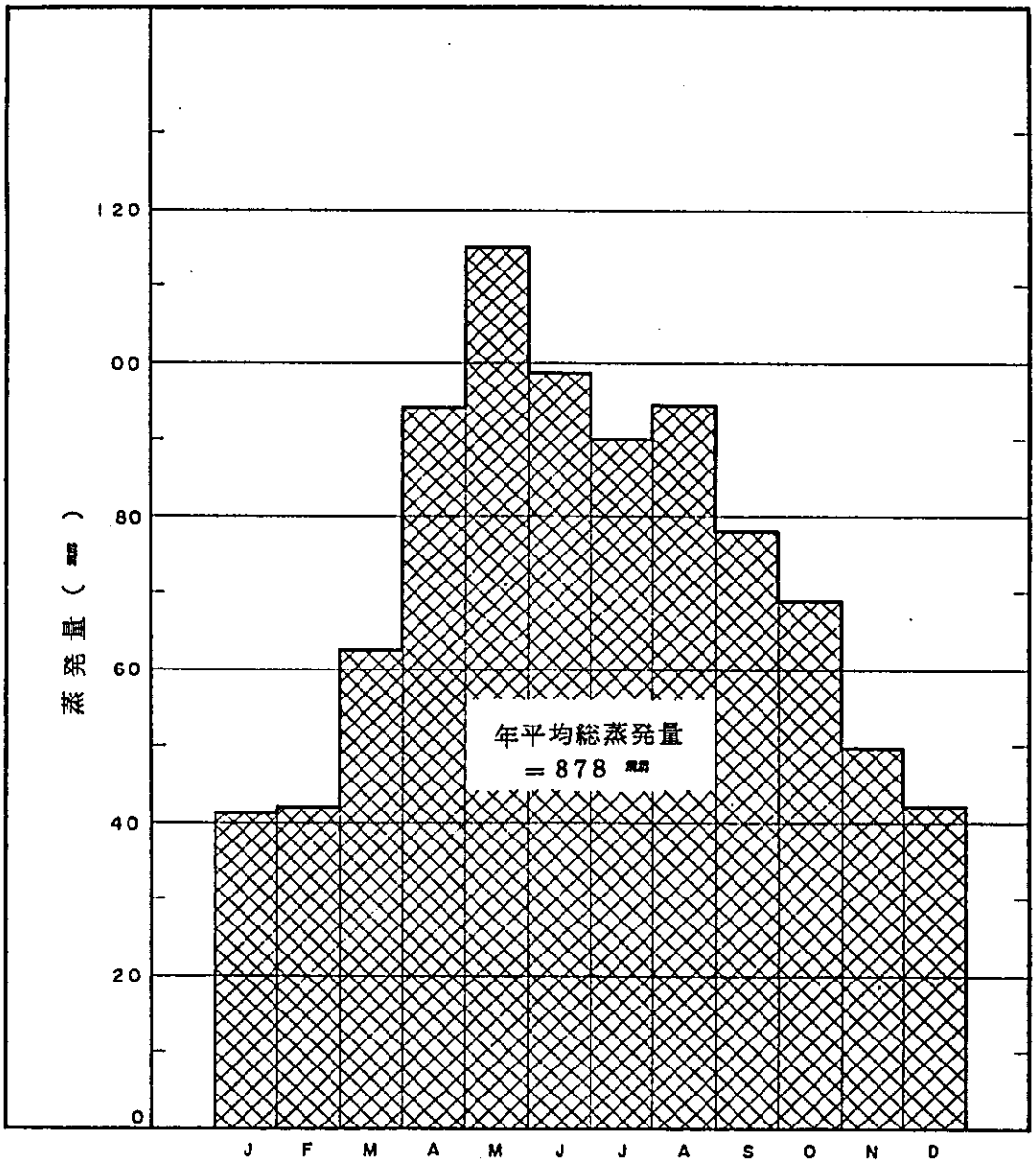
月	６月	７月	８月	９月	10月
頻度	０％	55％	30％	15％	０％

[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個所あるが，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記録

生起年月日	最高水位(m)	最大流量(m³/s)	生起年月日	最高水位(m)	最大流量(m³/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)　高安における洪水記録

生起年月日	最高水位(m)	最大流量(m³/s)	生起年月日	最高水位(m)	最大流量(m³/s)
July 18, 1925	19.38	37,000	September 12, 1923	8.30	9,100
August 19, 1972	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	9.50	12,300	August 30, 1927	6.55	5,100
August 1, 1923	9.45	12,200	September 12, 1926	6.55	5,100
July 30, 1933	9.37	11,900	April 28, 1931	6.50	5,100
September 6, 1966	9.30	11,600	August 15, 1934	6.50	5,050
July 24, 1934	9.10	11,100	September 6, 1934	6.50	4.980
July 29, 1954	9.02	10,900	August 9, 1925	6.43	4,850
July 14, 1964	9.02	10,900	September 19, 1964	6.35	4,700
July 20, 1937	9.02	10,900	August 12, 1937	6.15	4,300
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(3)　清平における洪水記録

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	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)　雄州における洪水記録

生起年月日	最高水位（m）	最大流量（m³/s）	生起年月日	最高水位（m）	最大流量（m³/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	July 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		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，大雑把にいって，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		駟州	
	水位	流量	水位	流量	水位	流量	水位	流量
1/2	7.57	11.590	8.78	10580	8.56	5500	7.60	5.920
1/5	9.14	17.760	11.19	16.930	11.17	9.050	9.40	9.530
1/10	10.18	21.850	12.79	21130	12.91	11.400	10.59	11920
1/30	11.76	28.020	15.21	27.480	15.52	14.960	12.40	15540
1/50	12.48	30.840	16.31	30380	16.72	16.580	13.22	17.190
1/100	13.45	34640	17.80	34300	18.33	18.770	14.33	19.412
1/150	14.01	36.860	18.66	36.580	19.27	20.050	14.98	20710
1/200	14.41	38.430	19.28	38.190	19.94	20.950	15.44	21.630
1/500	15.69	43.430	21.24	43340	22.06	23.830	16.90	24.560

(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。

。 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。

- 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。

- 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に示されるとうりである。

（２－２－３）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年以来第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２００㎜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２００㎜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。

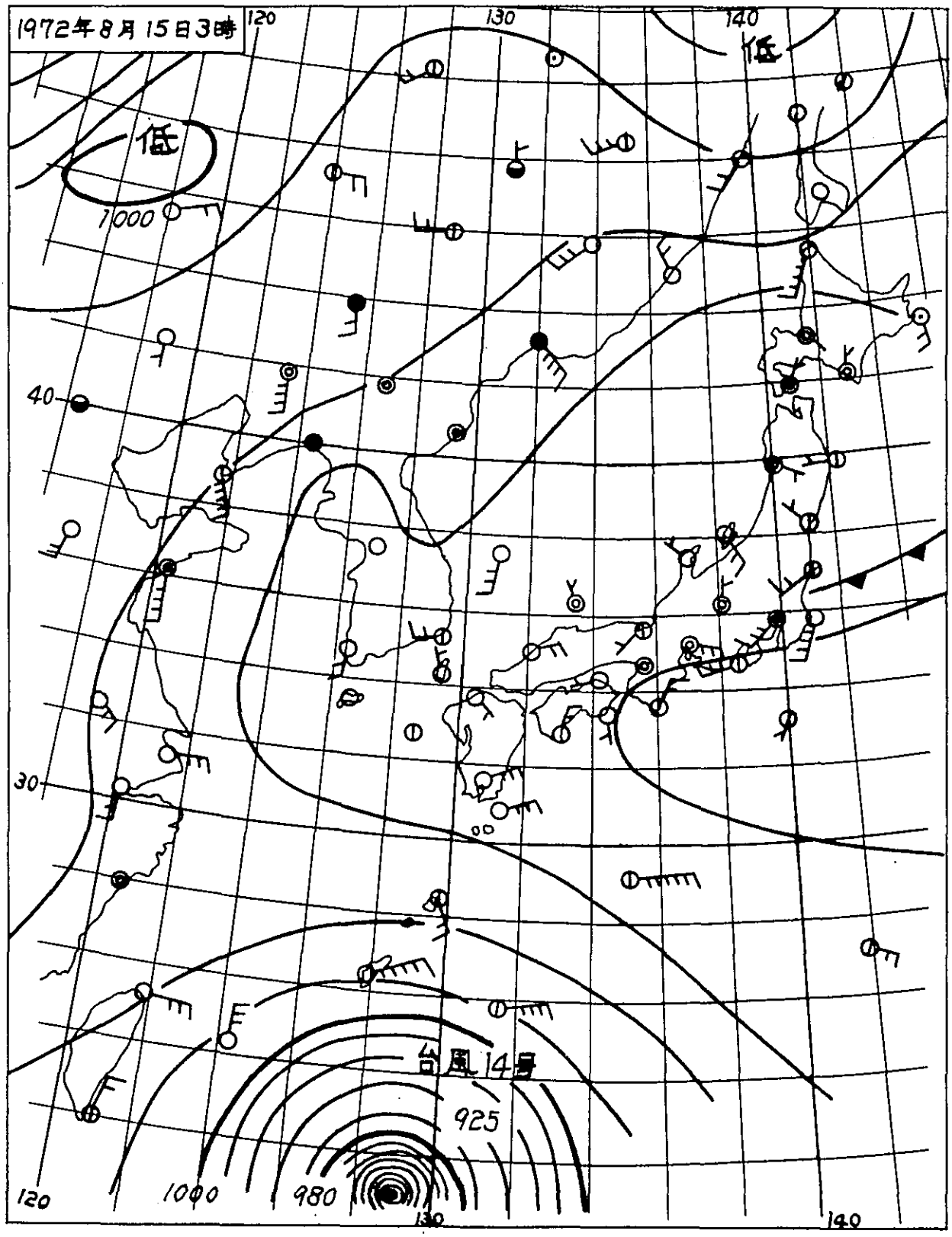
3　時刻 ― 水位および流量

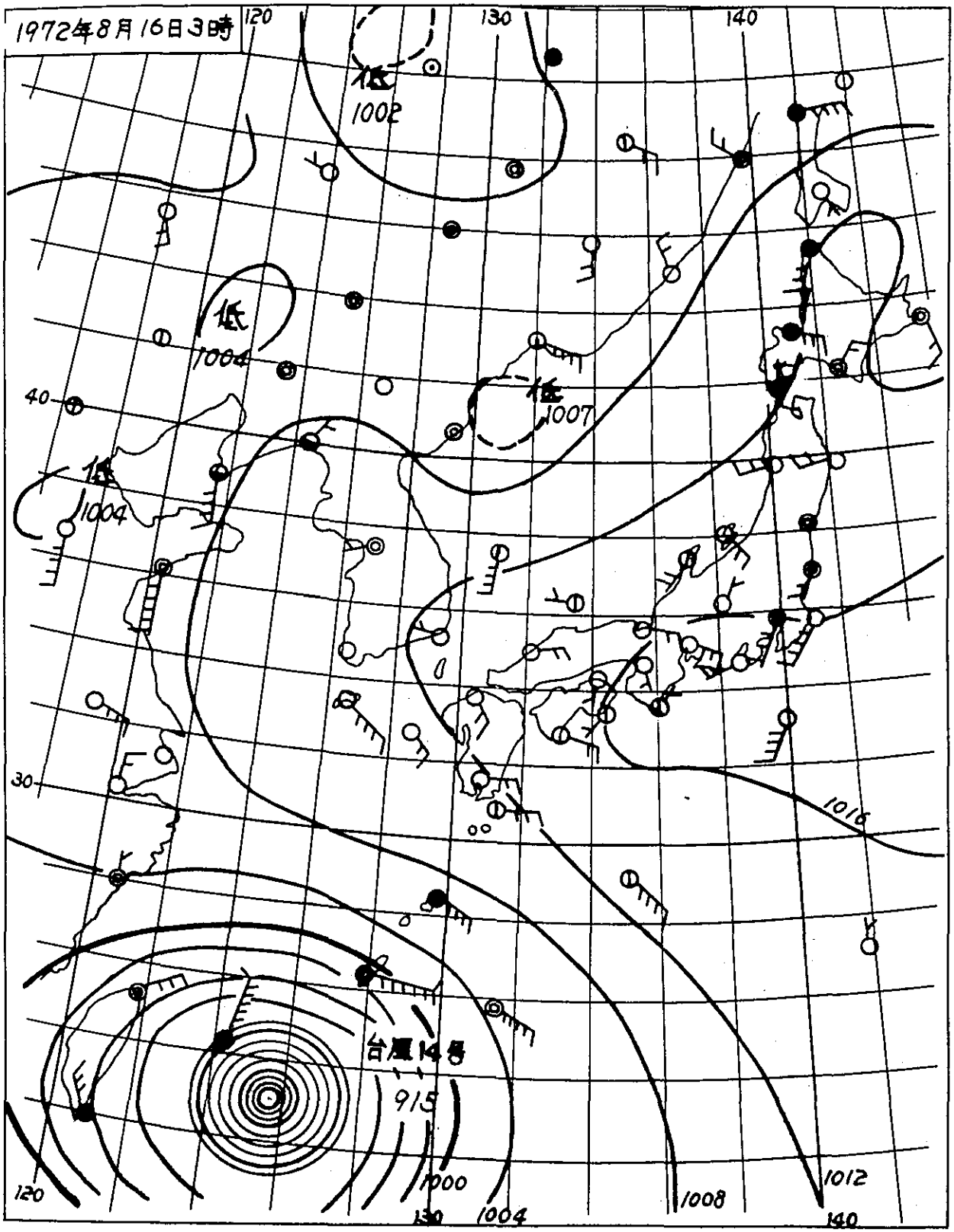
図－２－８の漢江流域日雨量分布図に示すように、８月１８日には北漢江流域に豪雨域があったが、８月１９日には豪雨域は南下して南漢江流域に移ったため、図－２－９に示すHydrographにおいて明らかなように、北漢江の流出が先で、南漢江の流出は、peak流量において約１６時間の時差があった。

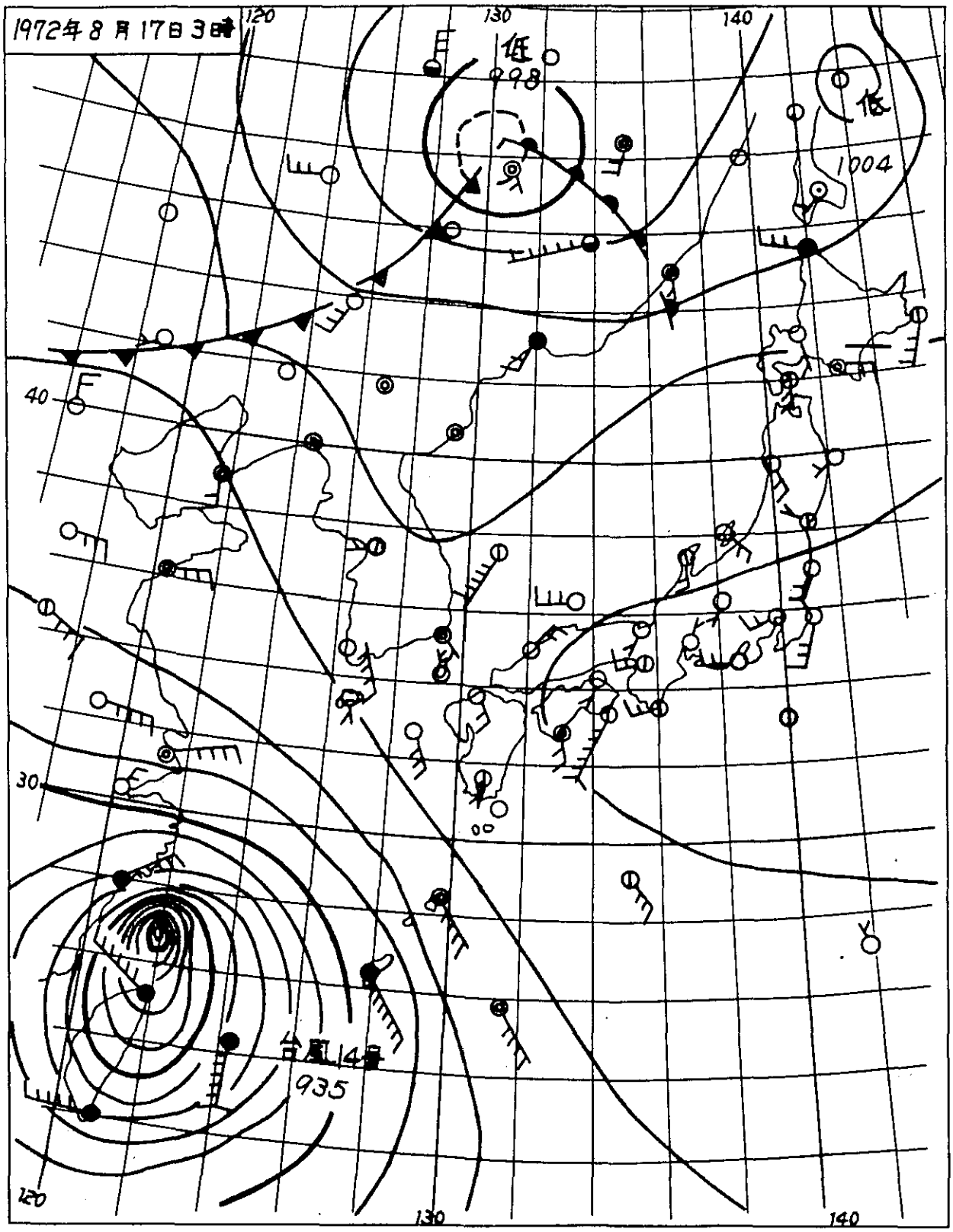
合流後の流量は、人道橋地点において約３０,０００㎥／Ｓであったが、これは合流時差が大きかったためであり、もしこの合流時差がちじまると合流後のpeak流量は、増大することになる。

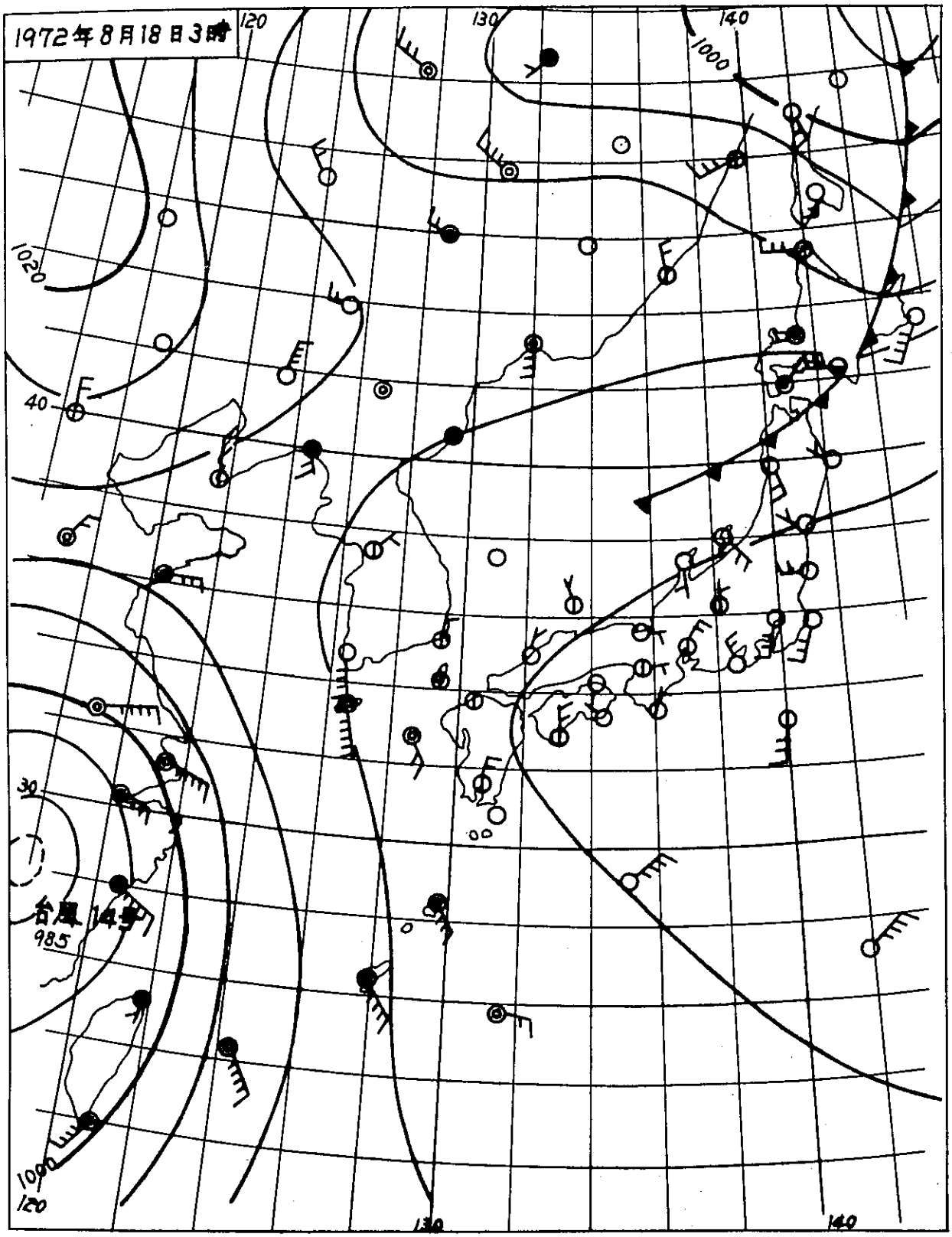
また、北漢江の清平地点におけるpeak流量は１９,０００㎥／Secであったが、これも昭陽江damの調節効果とその他のdamの自然調節効果による結果であることを忘れてはならない。

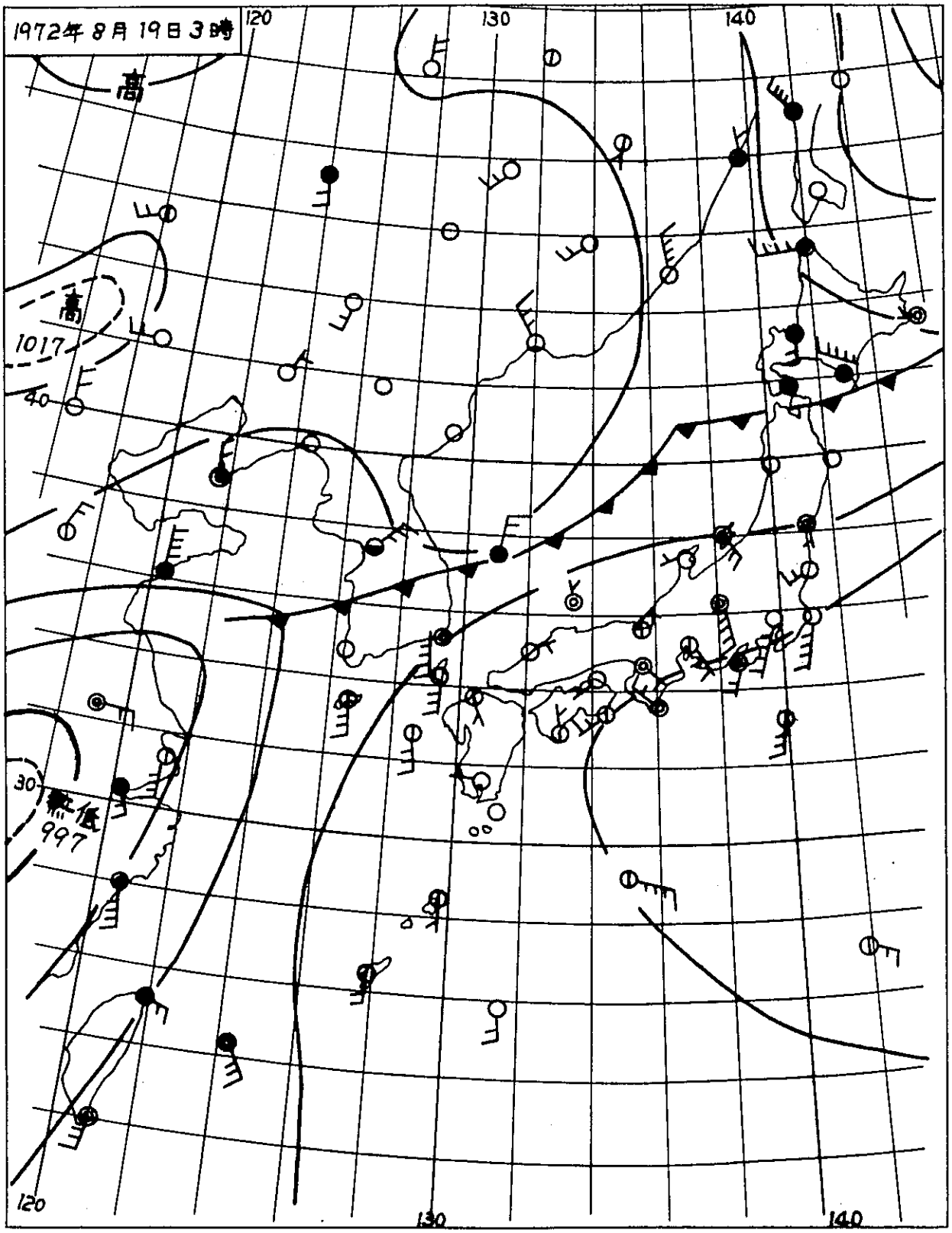
図−2−6　1972年8月洪水時天気図

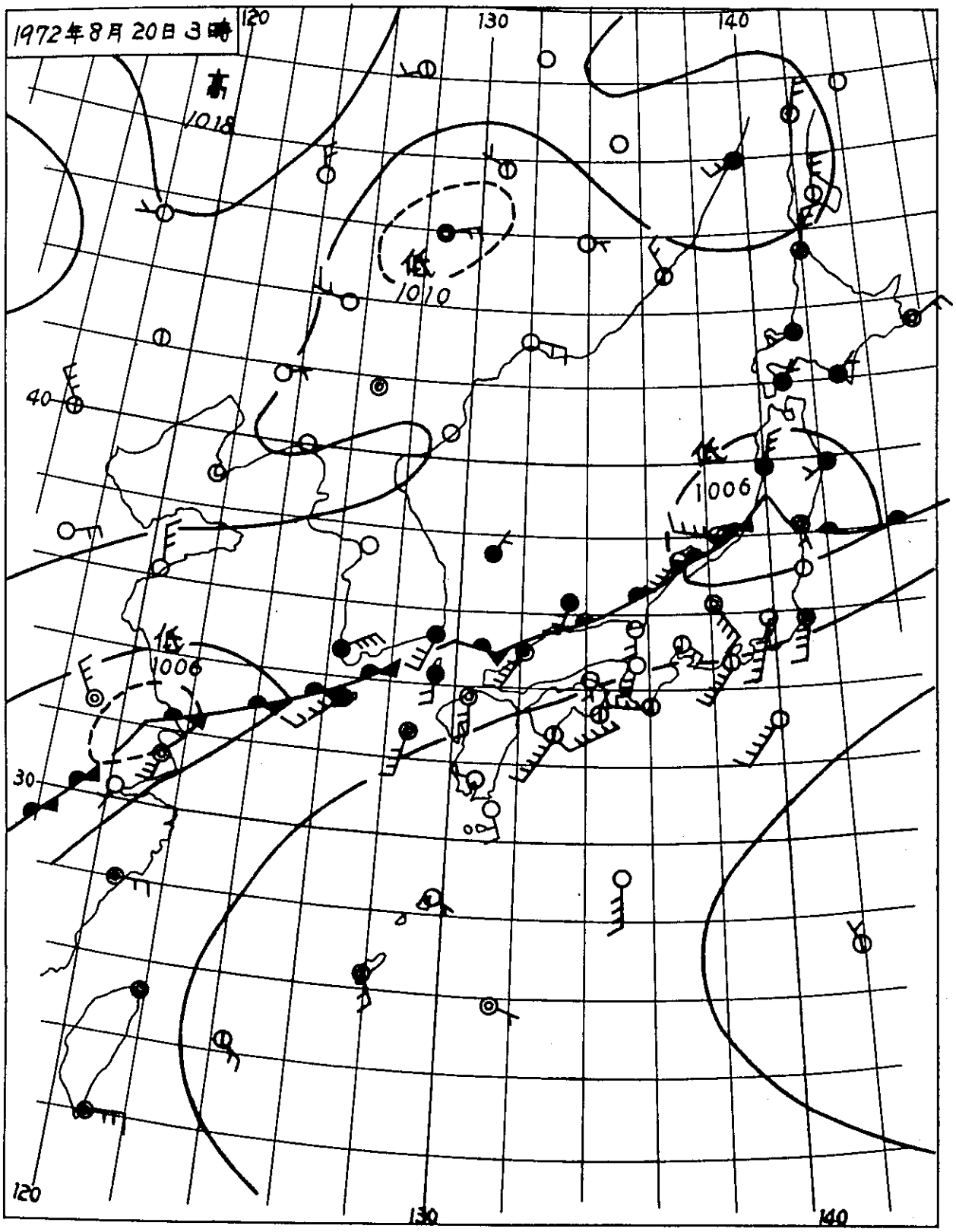



1972年8月16日3時
120
130
140
低
1002
低
1004
低
1007
低
1004
40
30
1016
台風14号
915
1000
1004
1008
1012
120
130
140

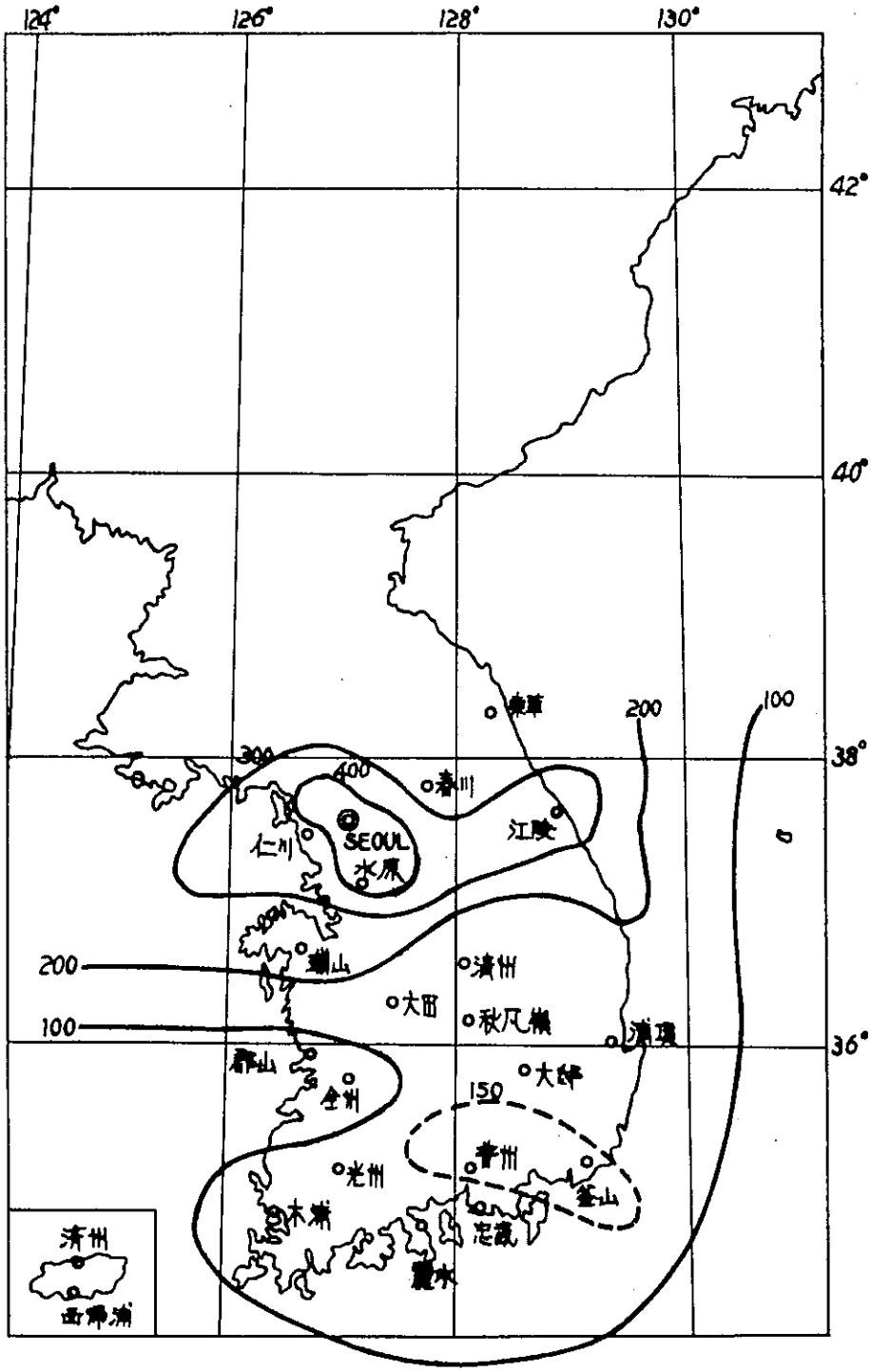

1972年8月17日3時
120
130
140
低
998
低
1004
40
30
台風14号
935
120
130
140


1972年8月18日3時
120
130
140
1000
1020
40
30
台風14号
985
1000
120
130
140

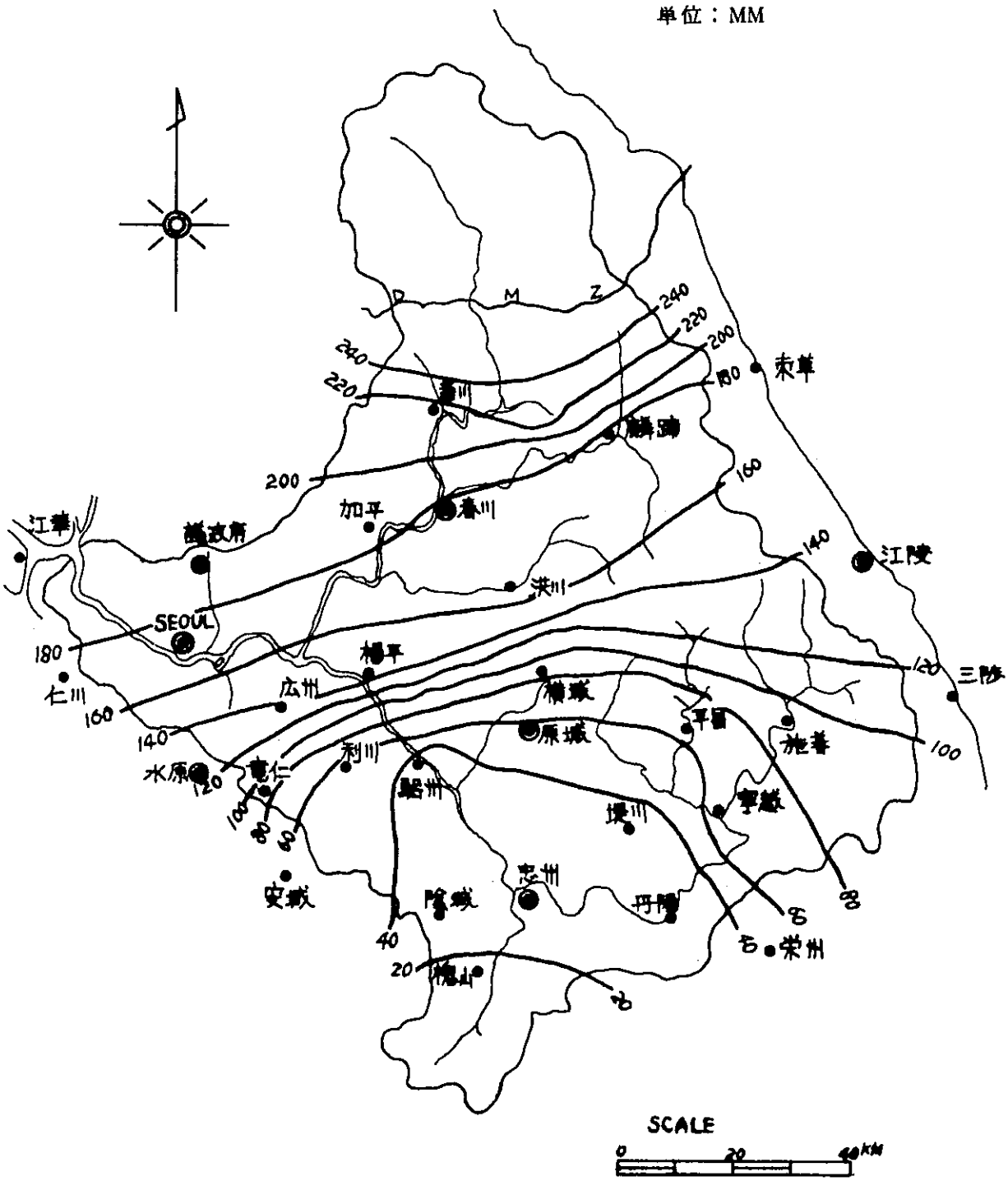

1972年8月19日3時
120
130
140
高
高
1017
40
30
997
120
130
140


1972年8月20日3時
120
130
140
高
1018
低
1010
40
低
1006
低
1006
30
120
130
140

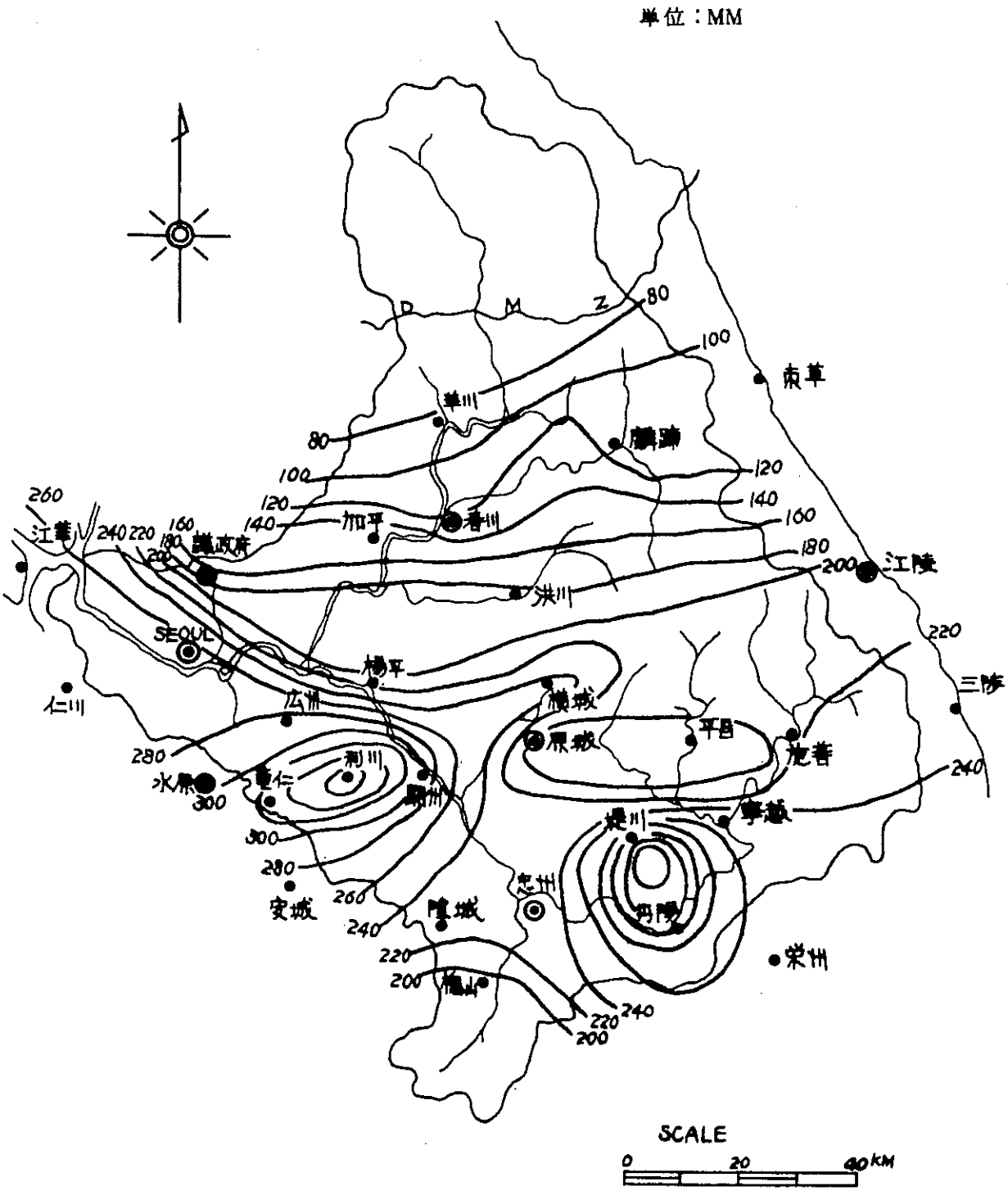
図－２－７　１９７２年８月洪水総雨量分布図
１９７２年８月１８日～２１日



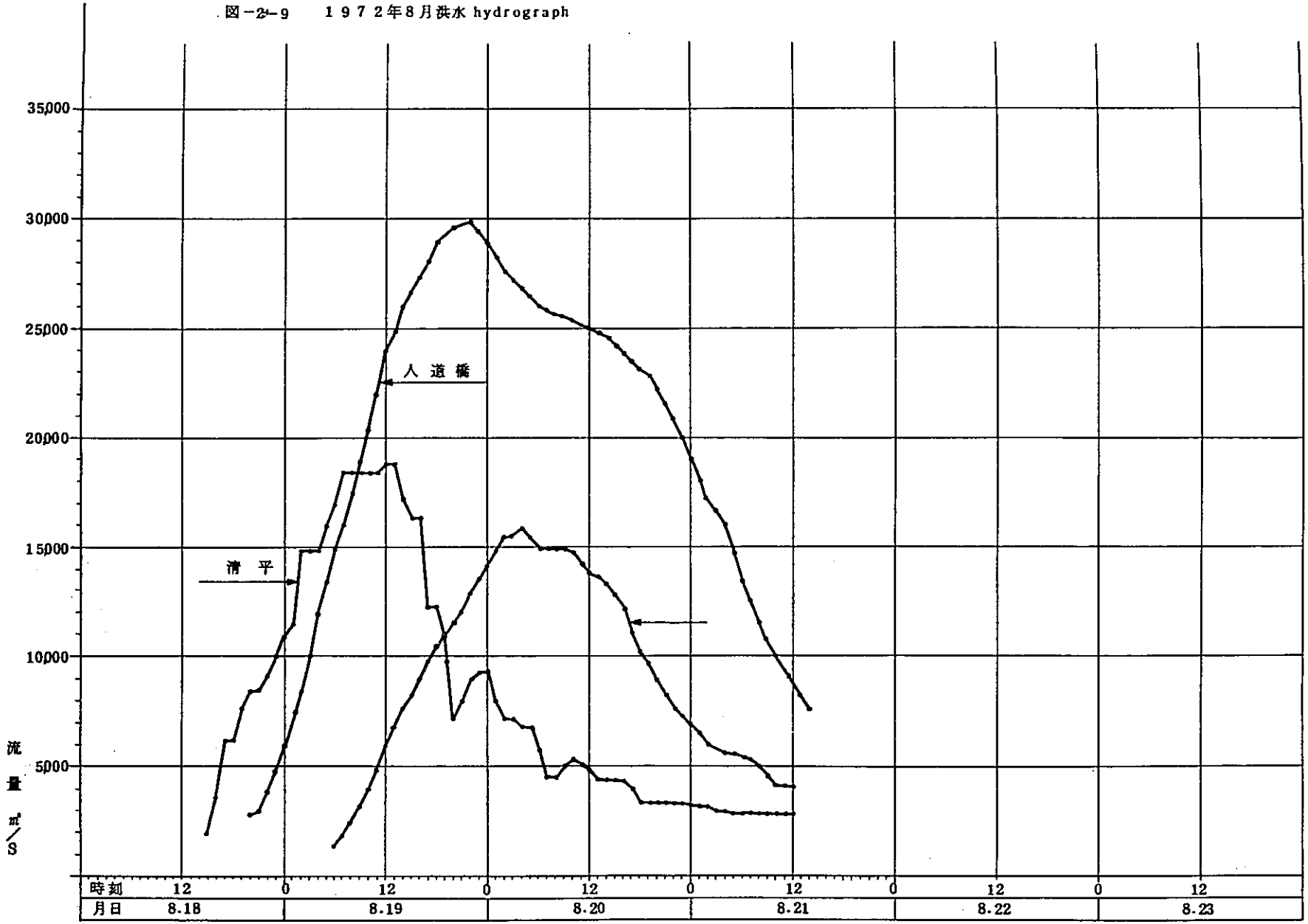
図－２－８の(2)　１９７２年８月洪水漢江流域日雨量分布
１９７２年８月１８日



図－２－８の(1) １９７２年８月洪水漢江流域日雨量分布
１９７２年８月１９日



図－2-9　１９７２年８月洪水 hydrograph



(2－2－4) 洪水被害状況

漢江における過去の主要な洪水による被害の状況は表－2－6[9]に示されるとうりである。

脚注 (9) 韓国の洪水　　1963～1970

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 1925	1936	1965	1966	1972	2日最大雨量 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 (7.15~16)	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 (6.18~19)
5	丹陽		150.0 (8.11)	42.7 (7.11)	43.0 (7.16)	——		208.5 (8.16~11)	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)	(7.10~11)	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 (8.26~27)	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 (8.26~27)	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 (8.26~27)	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 (8.26~27)	400.7 (7.15~16)	206.8 (7.14~15)	——

	雨量観測所名	3日最大雨量 1925	1936	1965	1966	1972	連続最大雨量 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 (8.16~19)
	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)	932.6 (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.~95)	227.0 (7.18~22)	98.5 (7.20~25)	236.0 (8.16~19)
	丹陽		209.2 (8.26~28)	95.0 (7.10~12)	43.0 (7.16)	——		221.0 (8.26~30)	121.4 (7.8~12)	43.0 (7. ·716)	——
	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 (7.21~27)	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 (7.13~16)	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 (7.13~31)	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 (8.23~29)	468.2 (7.14~18)	327.6 (7.14~18)	——

表－2－5の(2)　代表洪水の水位の概要（ m ）

No.	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	霧　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)	1914.11
5	麗　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	52.732	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	52.805	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	人	427	176	394	85	103	321	51	100	195	127
	失踪	人		76		14		151		18		
	負傷	人		194		112		479		95		
建物被害	流失	棟	5,253	6,632	9,587	966	493	1,121	110	343	1,512	214
	全壊	棟	7,678	4,089	6,155	1,481	1,958	1,232	929	645	1,657	1,603
	半壊	棟		6,186		2,112		2,460		750		
	浸水	棟	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	町歩	5,228.3	6,819.1	10,308.1	2,533.6	5,039.1	1,886.3	3,633.7	658.9	6,582.7	4,499.6
	埋没	町歩	11,253.8	9,861.3	11,723.6	3,749.8	10,018.7	3,355.5	6,450.8	1,019.0	7,110.6	6,662.4
	浸水	町歩		18,461.3				11,664.4				
農作物被害	作屯			125,834		17,164.5		93,558		4,714.8		
	田作屯			79,754		9,723.7		12,797		16,641.4		
工作物被害	道路	個所 m		1,609 203,320		2,067 147,447		998 80,639		404 10,439		
	橋梁	個所		387		227		240		39		
	堤防	個所 m		1,755 344,052		2,179＊ 341,324＊		135,051		343＊ 42,876＊		
	護岸	個所 m		279 68,844				10,045				
	水門	個所		23				75				
被害総額		wen	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建設中の昭陽江damは江原道春川市の上流約13Km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m³をもってdamsiteにおける計画洪水流量10.500m³/secのうち5.000m³/secを調節し，調節放流量は5,500m³/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をおこなう必要に迫られ現在検討中であるが，とりあえず洪水調節容量を3.5億m³から5億m³に増量することが決定されている。

なお，計画調節放流量等新しい調節方法に関する事項は建設部において検討中で,1973年5月現在決定されていない。

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m³の洪水調節容量を確保し，damsiteにおける計画洪水流量9,500m³/secのうち6,500m³/secを調節し，調節放流量を3,000m³/secとするように定められ，細部については現在検討中である。

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1m低下させ，洪水に対処するように操作規程が現在検討されている。

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10Km上流地点に計画されている忠州damは，その集水面積6,648Km²で貯水池の規模は，有効貯水容量20.5億m³洪水調節容量6.0億m³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。

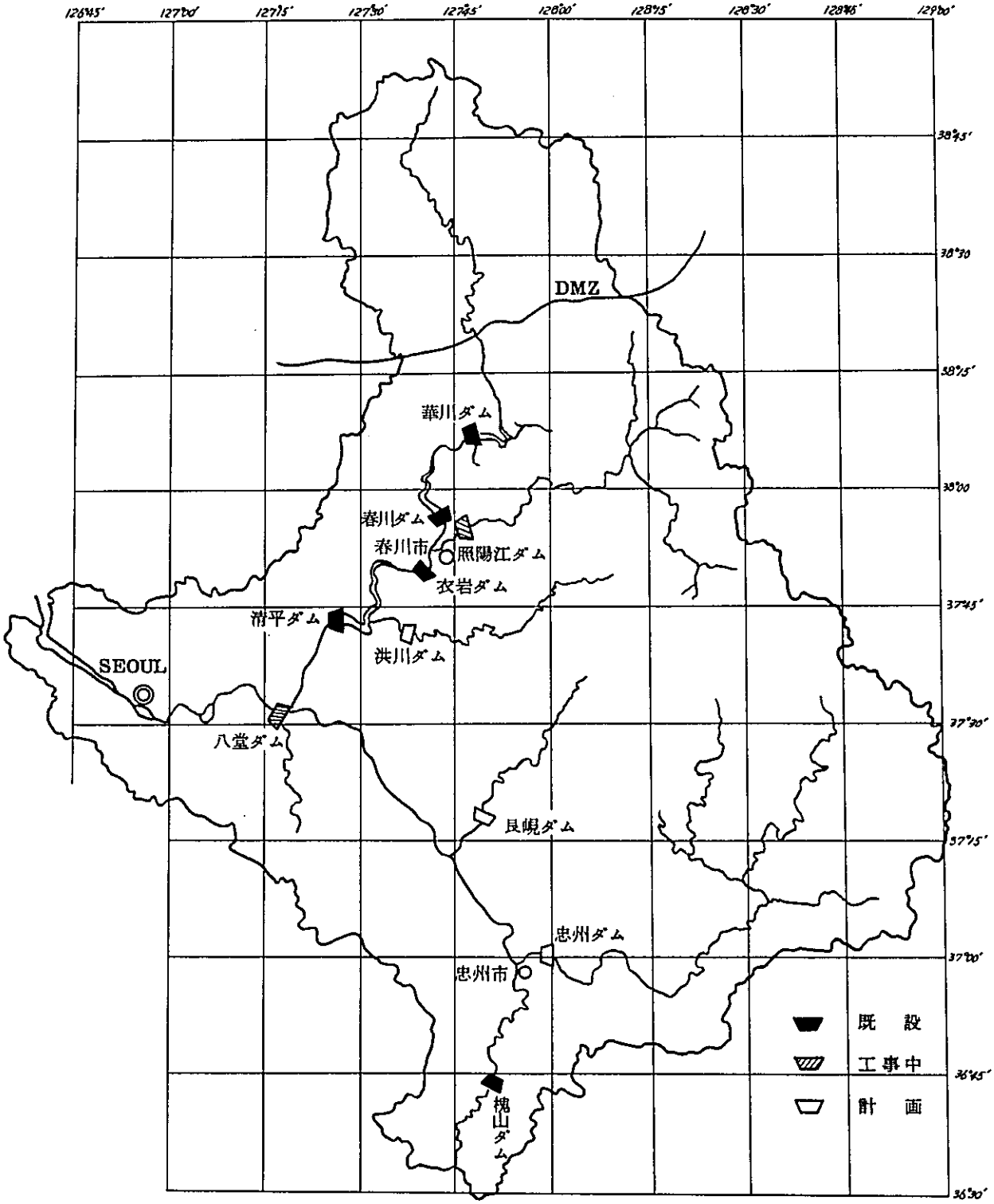
その他，北漢江左支川洪川江には，洪川damが，また南漢江蟾江には艮峴dam等の多目的damが計画されているが，具体的な計画は明らかでない。

(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については資料の入手が出来なかった。

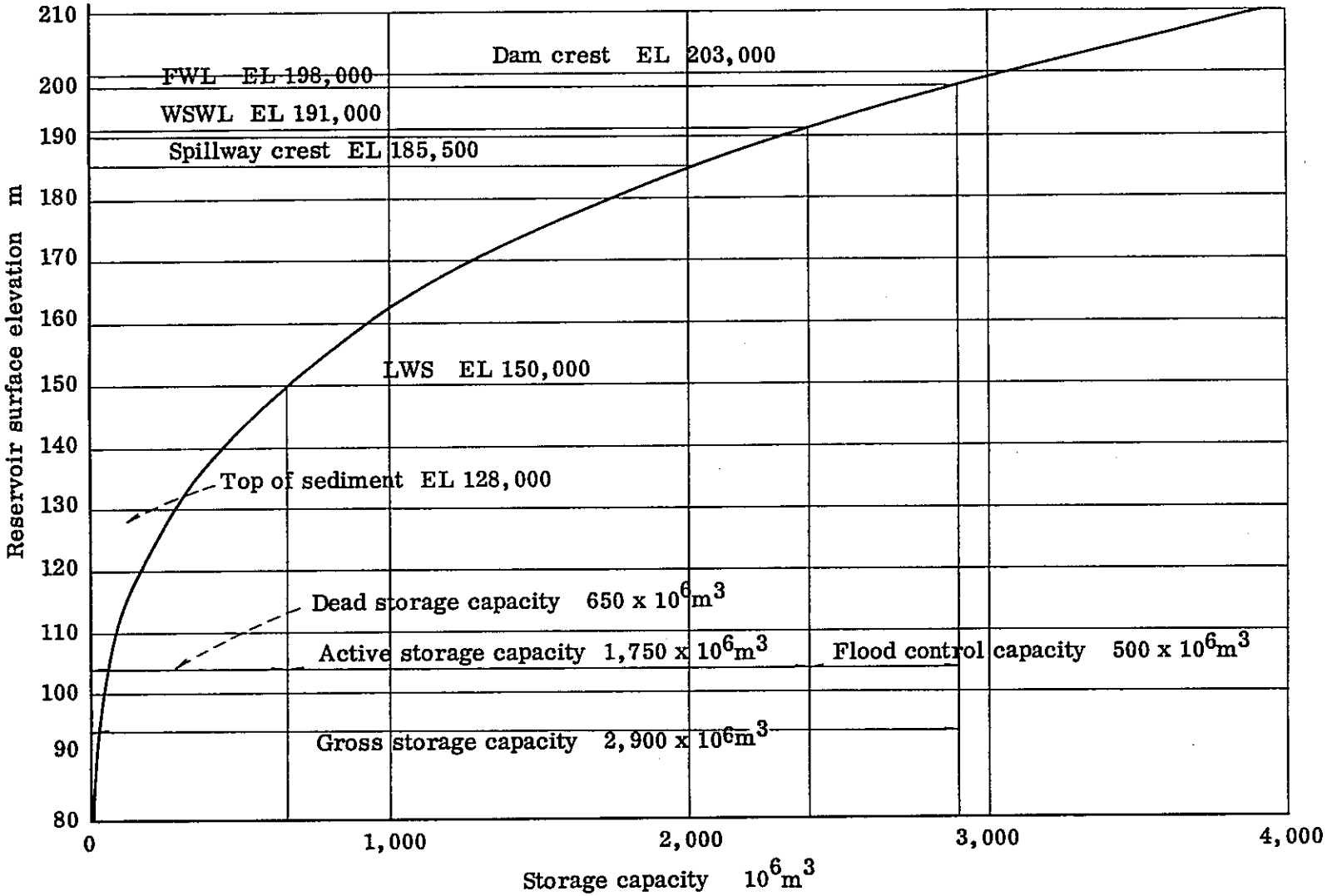


図－2－10 漢江流域におけるダムの建設計画

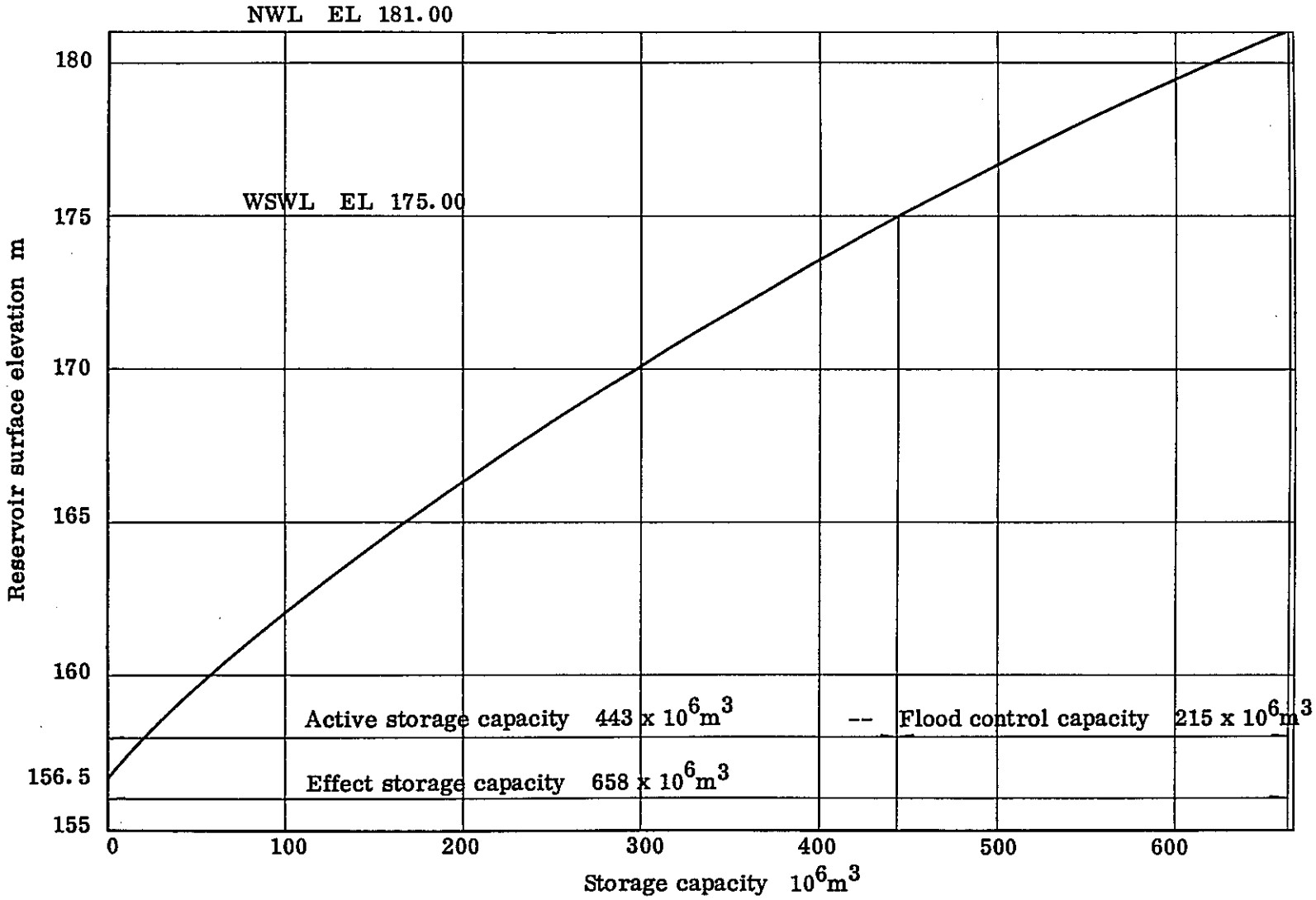
表－２－７　漢江流域における既設 dam および建設中の dam 諸元一覧表

ダム名称		昭陽江ダム	華川ダム	春川ダム	衣岩ダム	清平ダム	八堂ダム	槐山ダム	備考
完成年月日		1972	1944. 5	1965. 2.10	1967. 8	1943.	1972	1957. 4.20	
ダムの諸元									
水系名		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	達川	
位置		江原道 春城郡新北面	江原道 華川郡看東面	江原道 春城郡新北面	江原道 春城郡新東面	京畿道 加平郡外西面	京畿道 楊州郡東部面	忠清北道 槐山郡七星面	
型式		センターコア型 ロックフィル	中央越流型 重力式コンクリート	中央越流型 重力式コンクリート	可動堰型 潜堰	中央越流型 重力式コンクリート	可動堰型 潜堰	中央越流型 重力式コンクリート	
堤高	m	123.0	81.5	40.0	23.0	31.0	32.0	28.0	
堤頂長	m	530.0	435.0	384.0	273.0	470.0	545.0	1.7171.0	
堤体積	m³	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	Km²	2,703	4,063	4,841	7,829	10,051	23,713	665	HRBRによる
湛水面積	Km²	725	38.15	14.32	17.2	17.6	36.50	5.79	
総貯水容量	$\times10^6$m³	2,900.0	1,018.4	150.0	80.0	185.5		15.3	
有効貯水容量	$\times10^6$m³	2,250.0	658	61.0	39.0	82.6	244.0	5.7	
洪水調節容量	$\times10^6$m³	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			
放流設備									
クレストゲート		テンターゲート 13.0× ×5門	ローラーゲート 12.0×8.0×4門 12.0×6.0×12門	テンターゲート 12.0×12.9×12門	ローラーゲート 13.0×14.5×14門	ローラーゲート 12.0×10.0×24門	テンターゲート 20.0×16.0×15門	ローラーゲート 8.0×7.0×7門	
洪水調節用放流管									
利水放水管									
計画高水流量	m³/S	10,500	9,500	12,600	16,000	20,000	38,000	2,711	
異常洪水流量	m³/S								
設計洪水流量	m³/S	10,500		12,600					
調節流量	m³/S	5,000							
調節放流量	m³/S	5,500	3,000						

図－2－11の(1)　昭陽江 dam の貯水量曲線

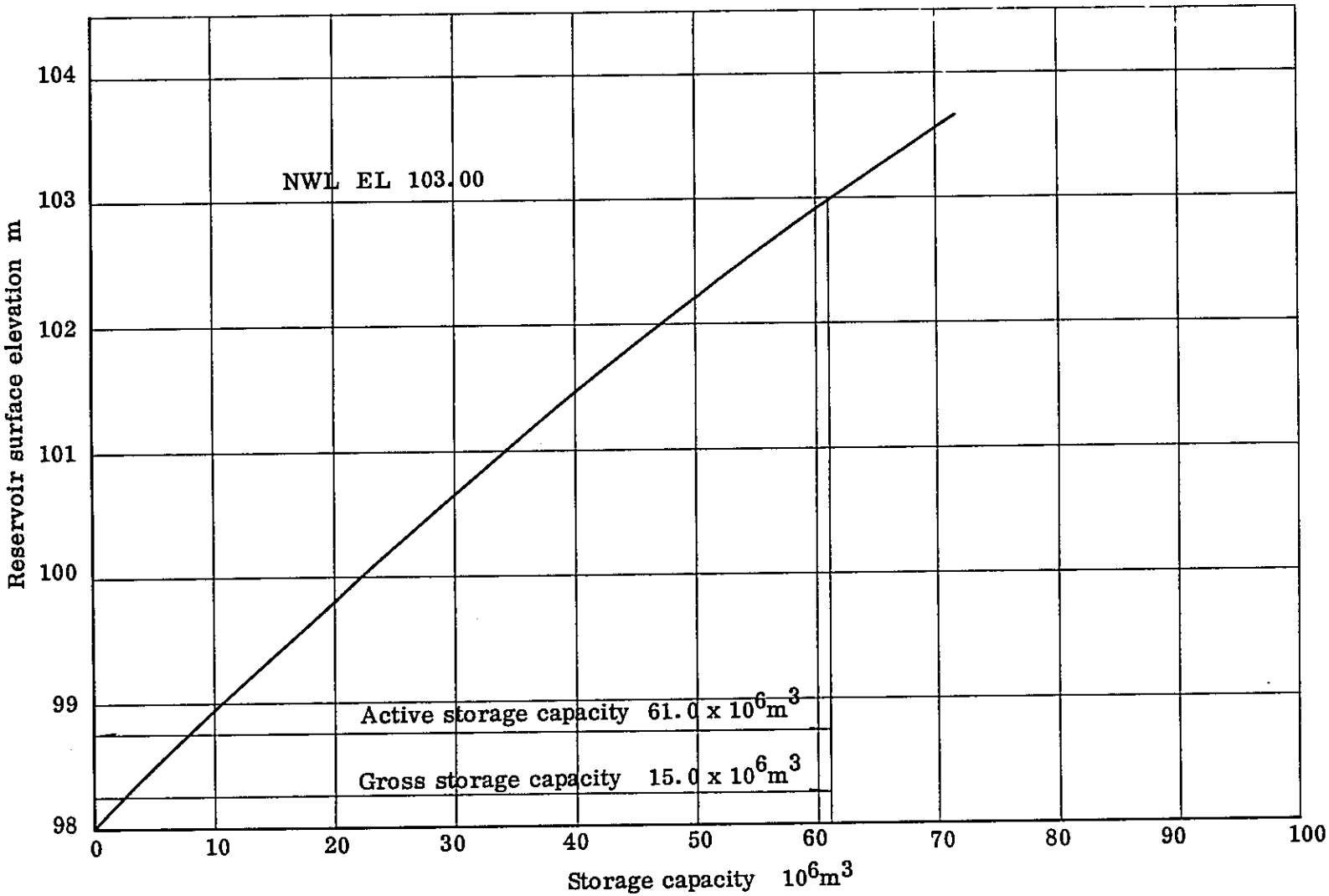


図－２－１１の(2)　華川 dam の貯水量曲線



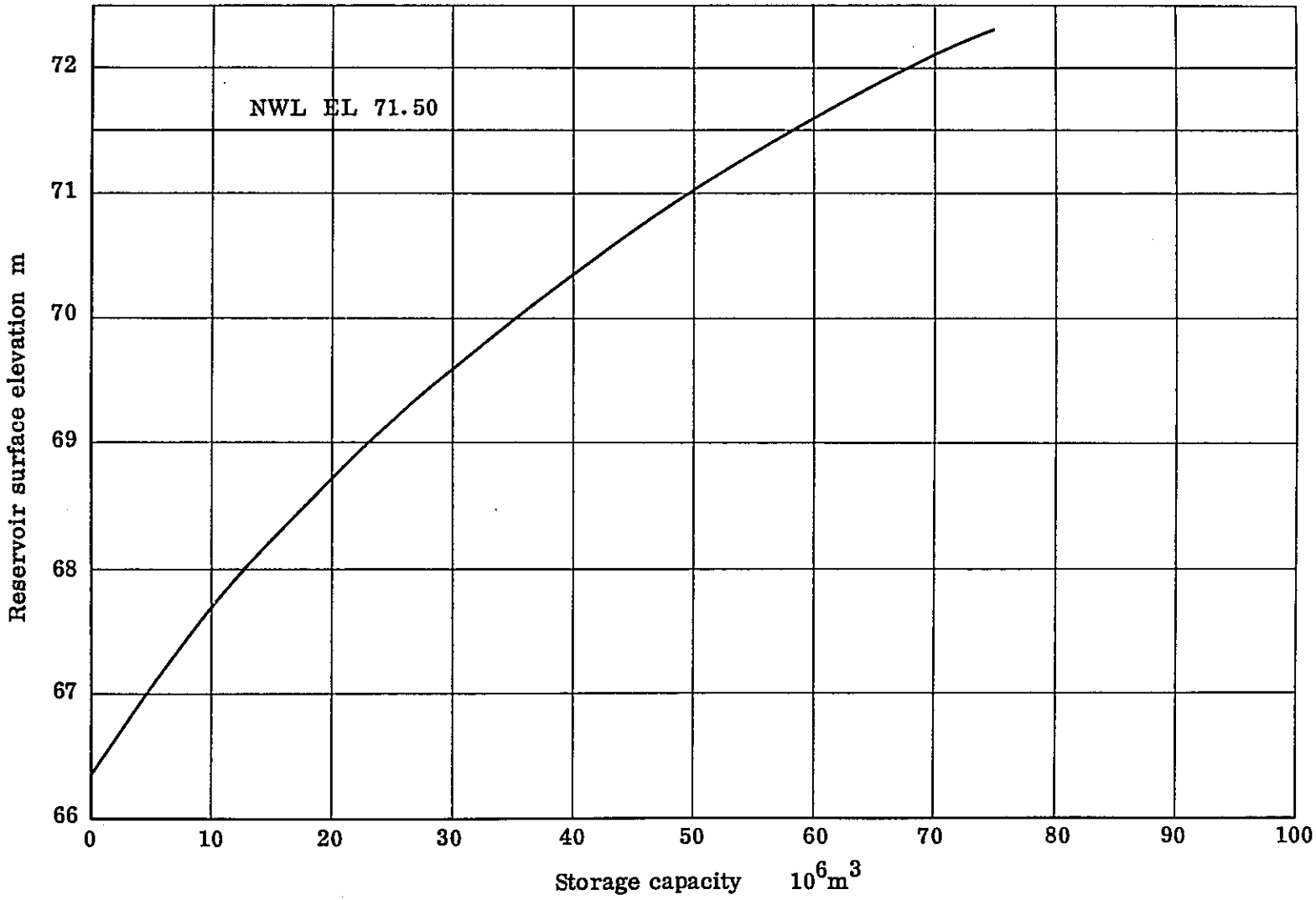
図－2－11の(3)

春川 dam の貯水量曲線

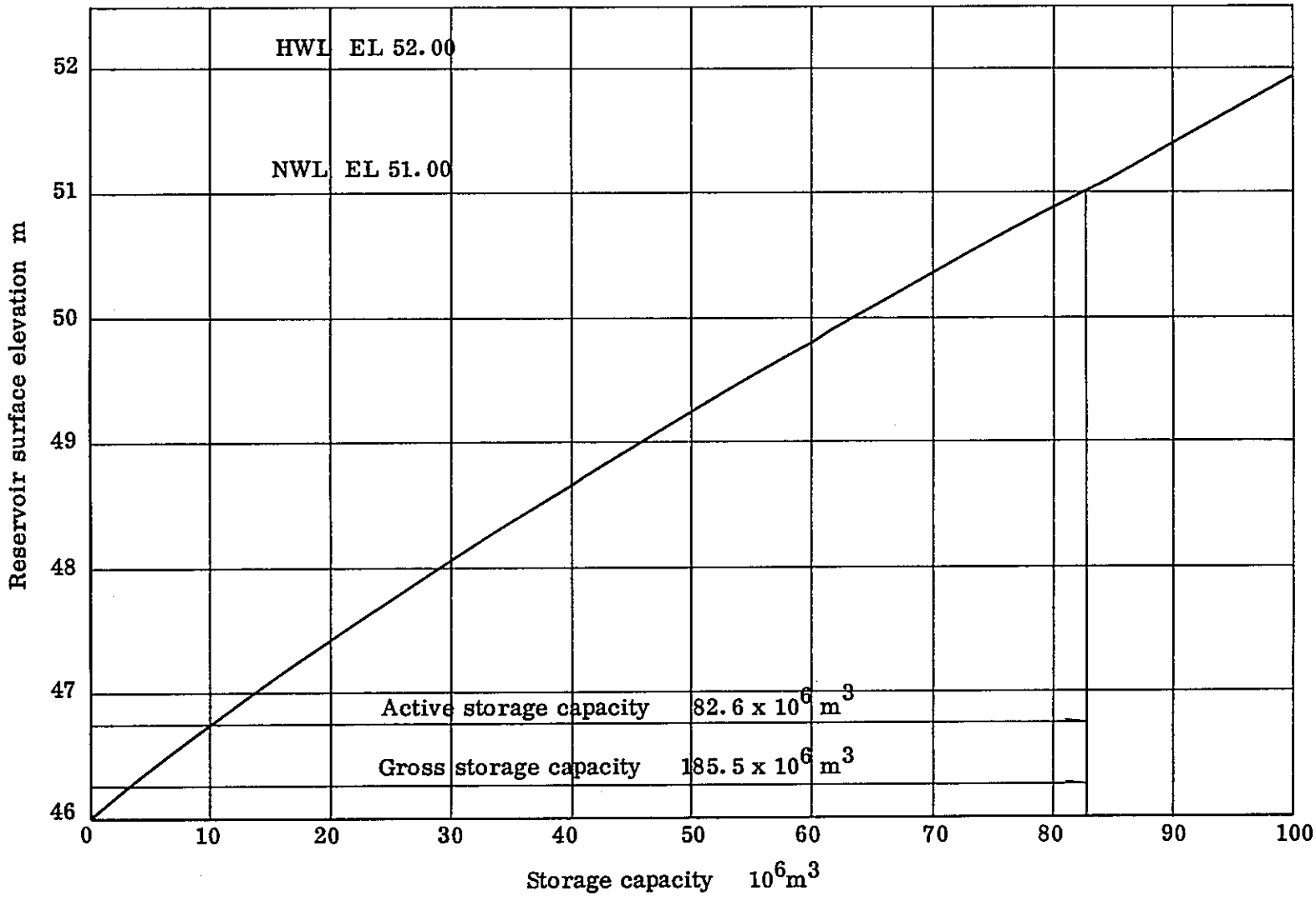


図－2－11の(4)

衣岩 dam 貯水量曲線



図－2－11の(5)　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。

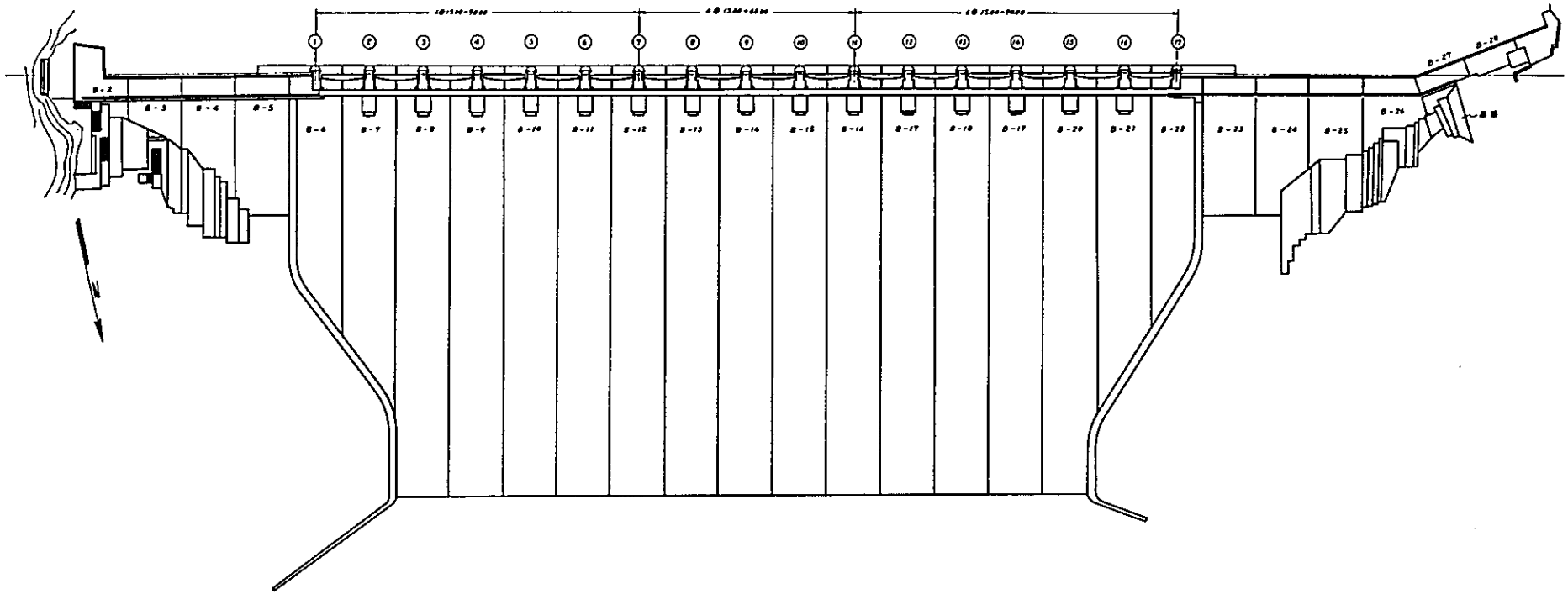
また，各damの余水吐の貯水位－放流量曲線は図－2－13に示す。

なお衣岩，八堂，槐山については資料の入手が出来なかった。

(2－3－4) 洪水時のdam操作

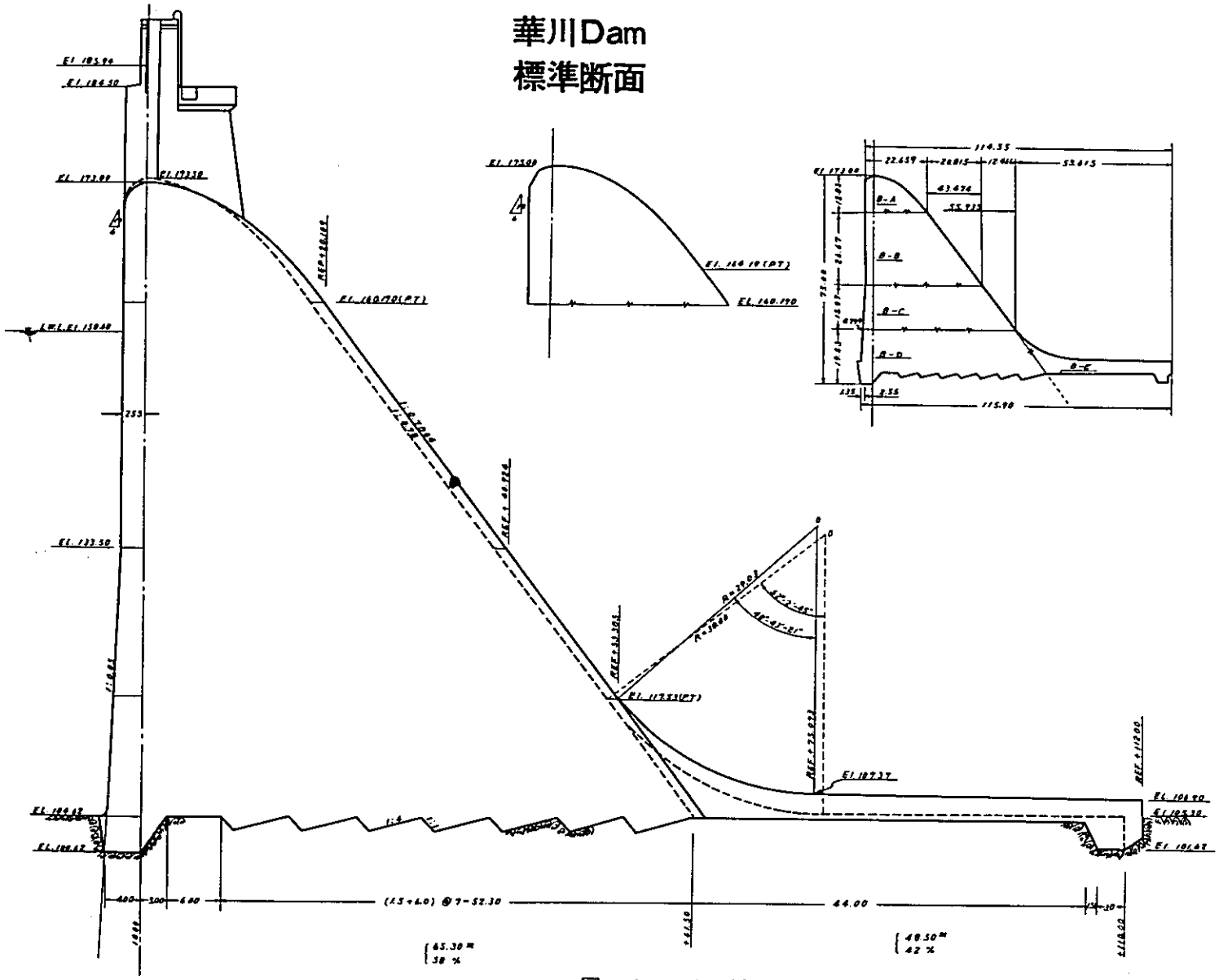
「水力発電所dam管理規程（案）」および第6章を参照されたい。

華川Dam
一般平面



図－2－12の(1)

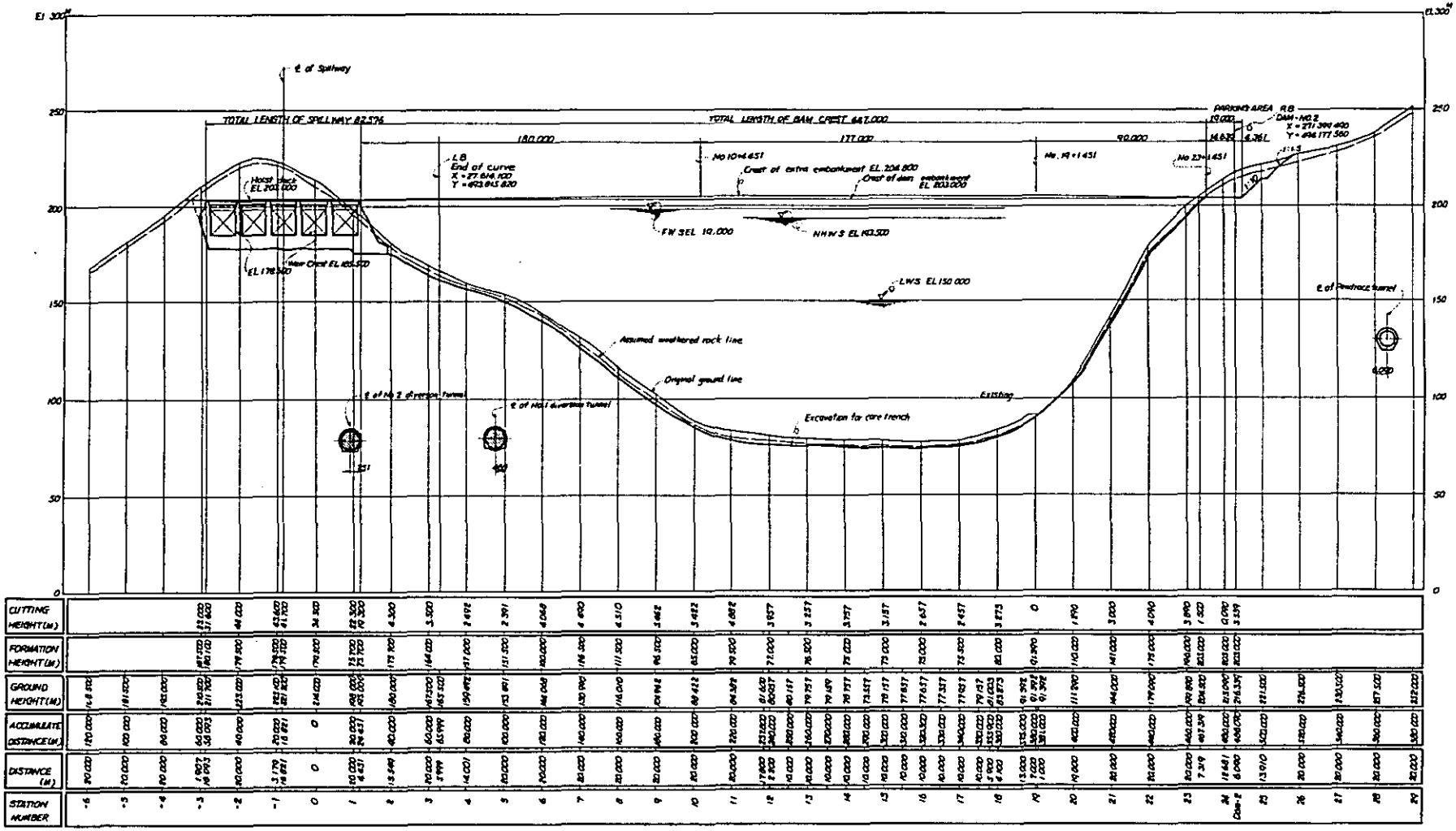
華川Dam
標準断面



図－２－１２の(2)

昭陽江Dam

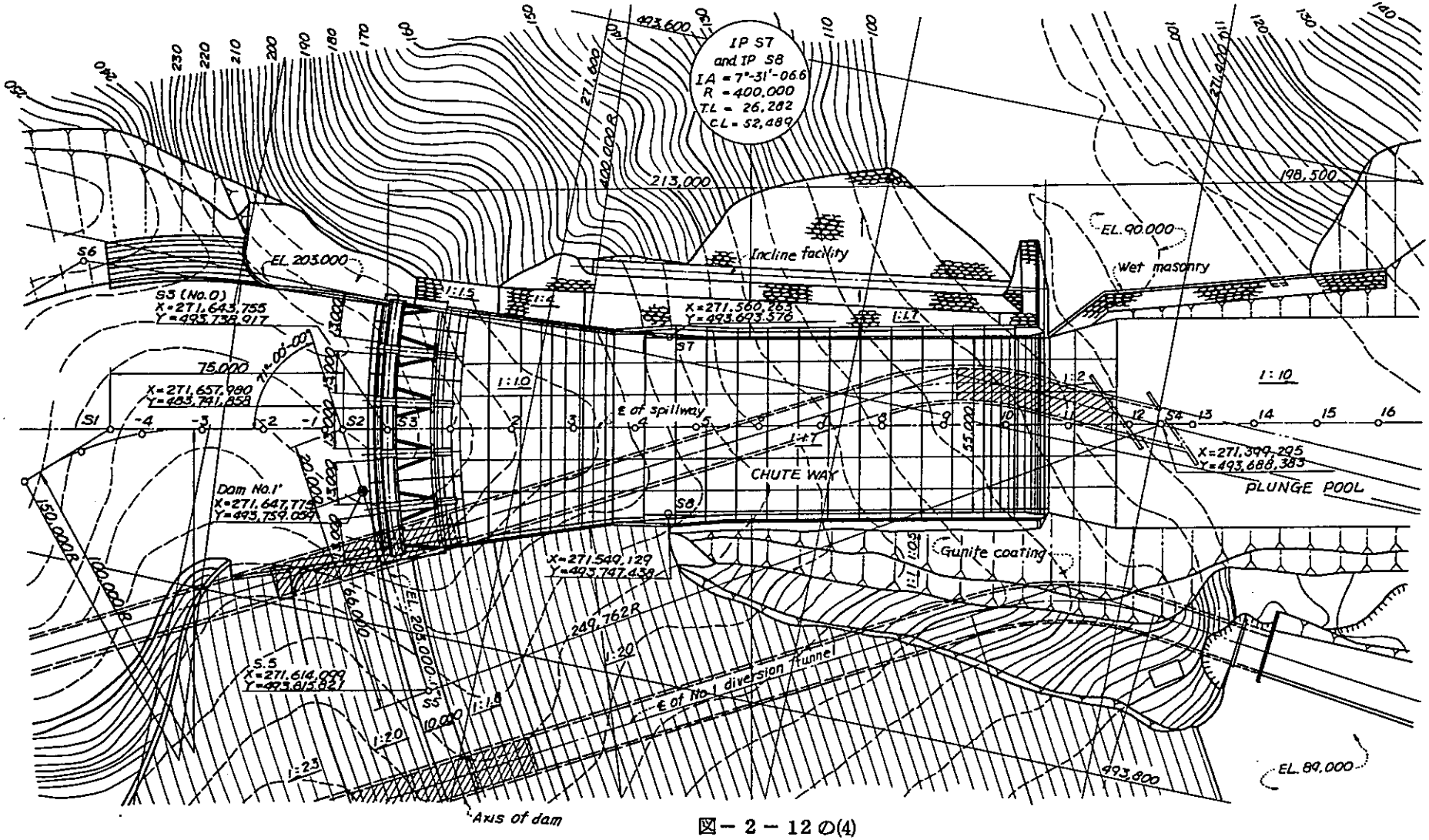
上 流 面



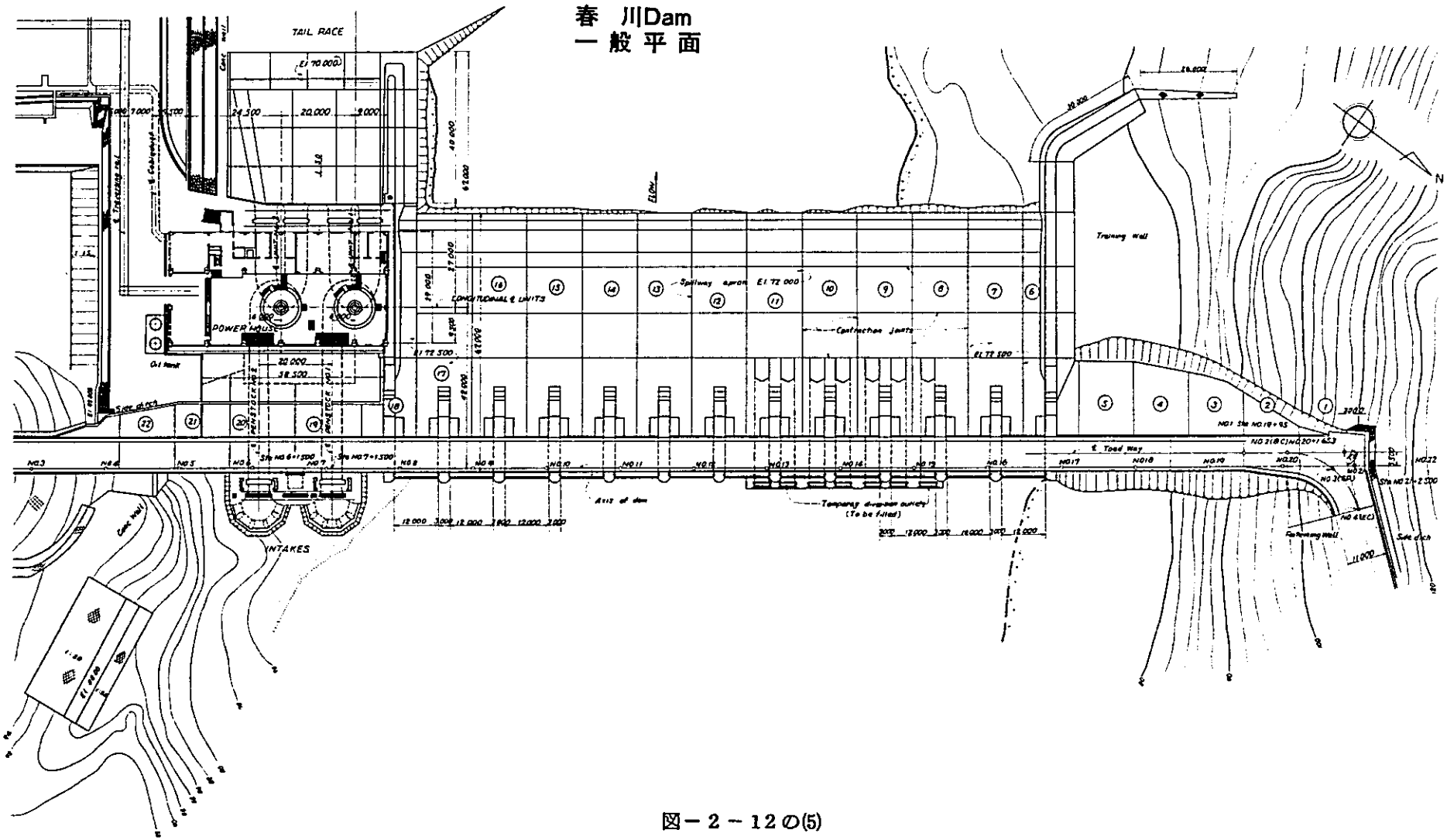
PROFILE

図－２－１２の(3)

昭陽江Dam
余水吐平面



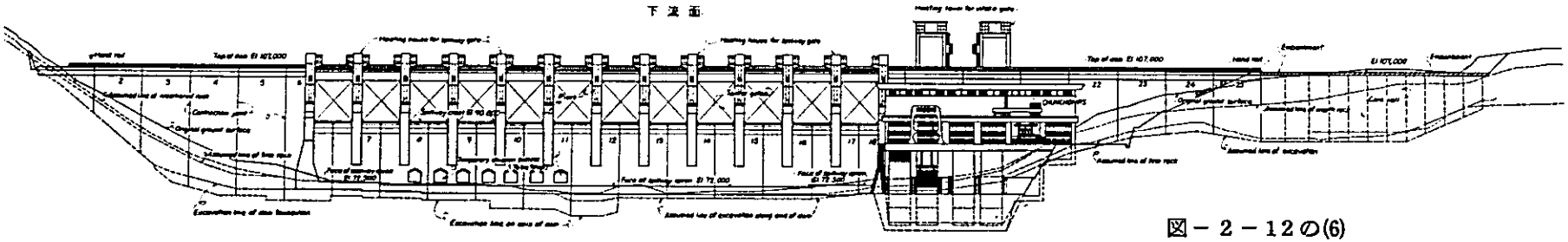
図－2－12 ⅾ(4)


春 川Dam
一 般 平 面
TAIL RACE
POWER HOUSE
INTAKES
Spillway apron
Training wall
Axis of dam
N

図－2－12の(5)

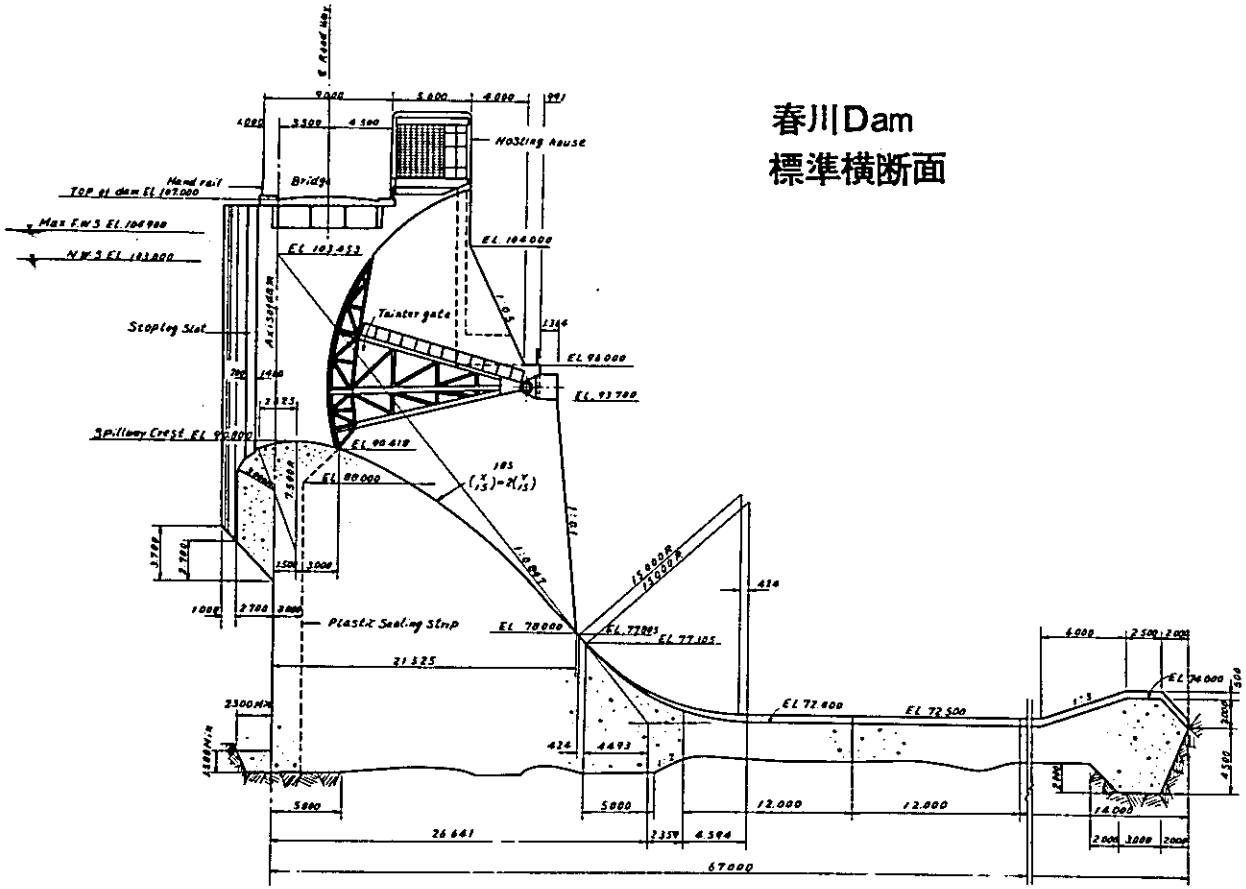
春川Dam

下流面

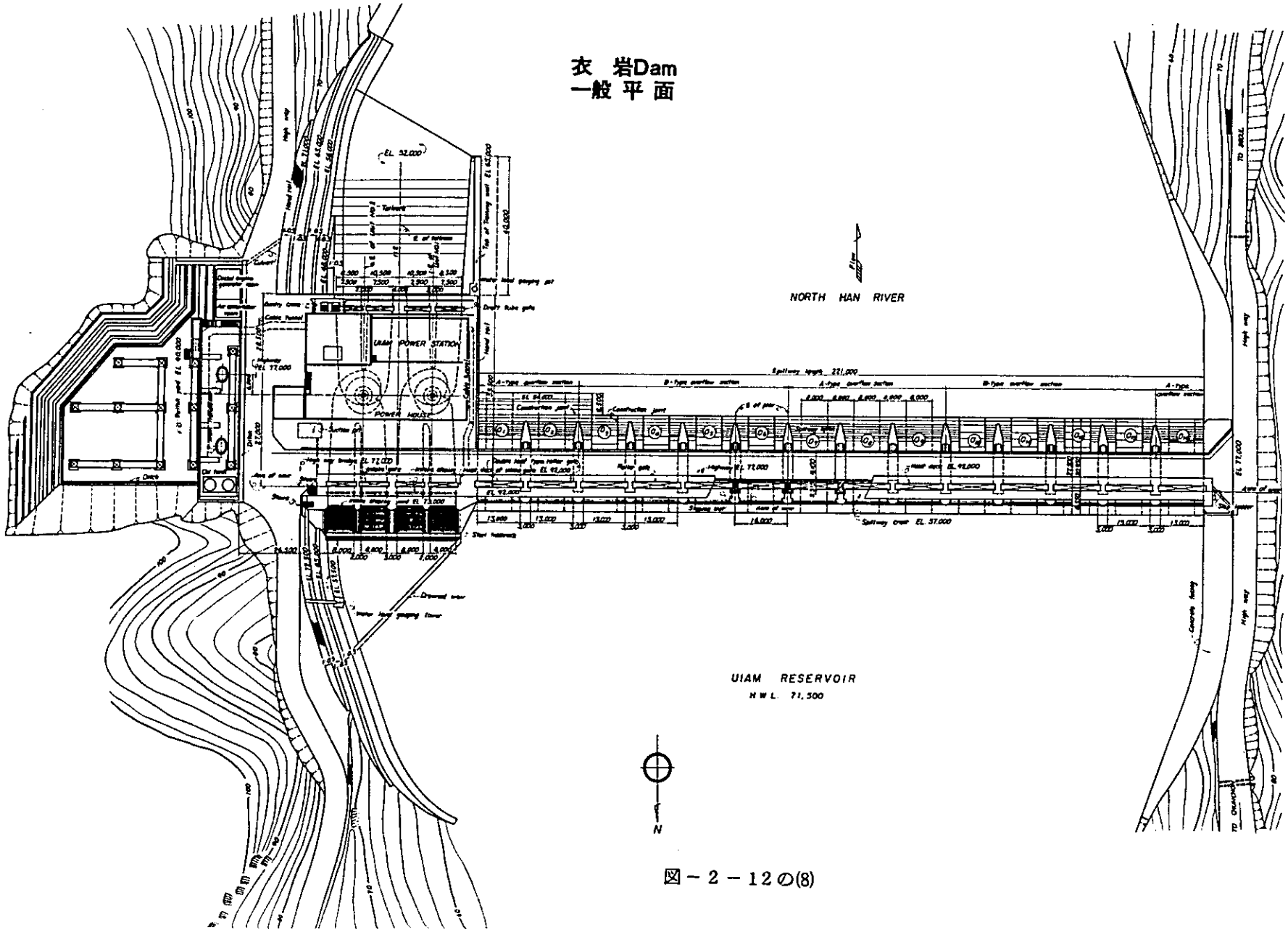


図－2－12の(6)

春川Dam
標準横断面



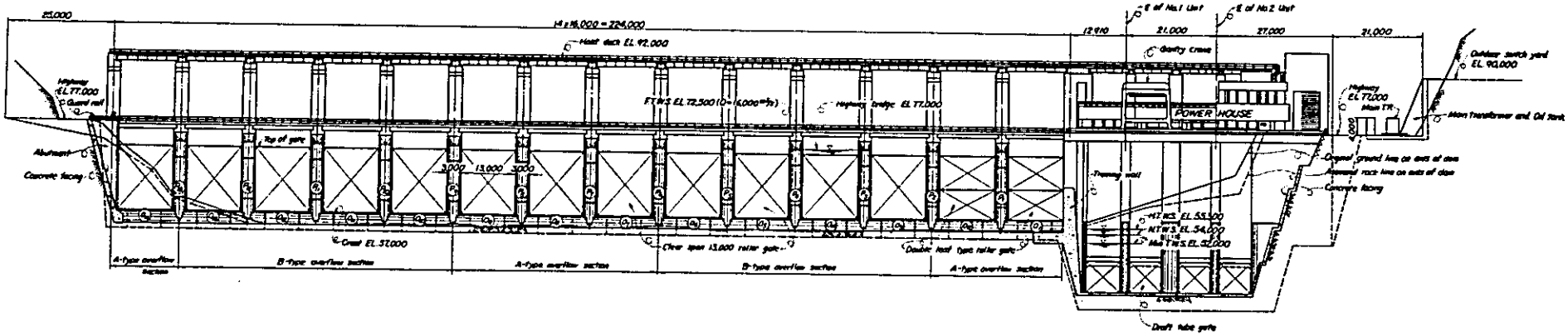
図－2－12の(7)


衣 岩Dam
一般平面
NORTH HAN RIVER
UIAM POWER STATION
POWER HOUSE
UIAM RESERVOIR
H W L 71,500
N

図－2－12の(8)

衣岩Dam

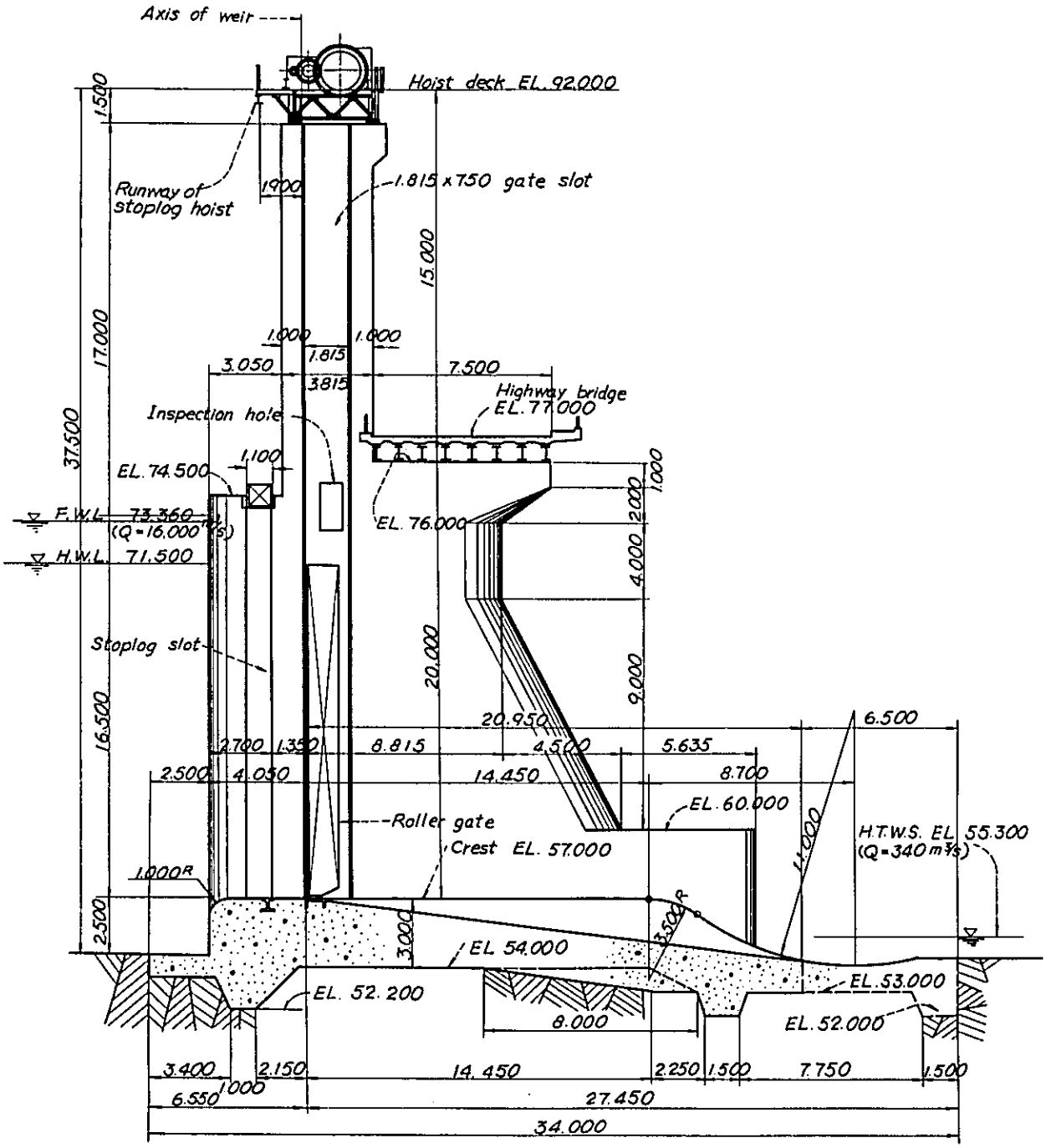
下 流 面



図－２－１２の(9)

衣岩Dam

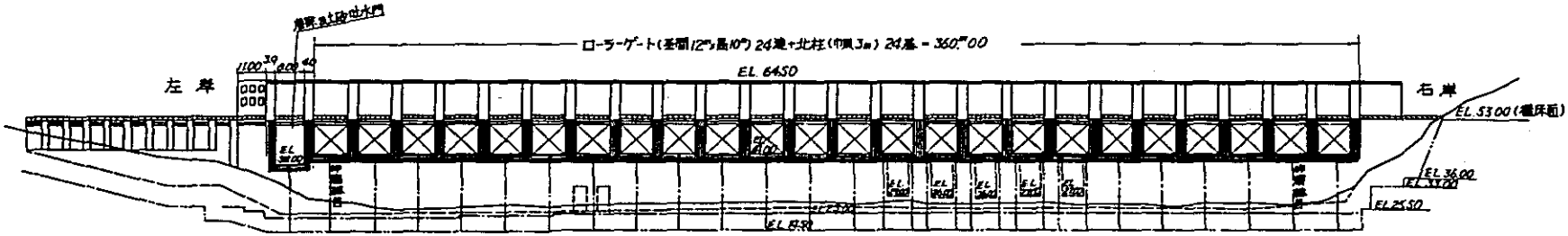
余水吐標準横断面



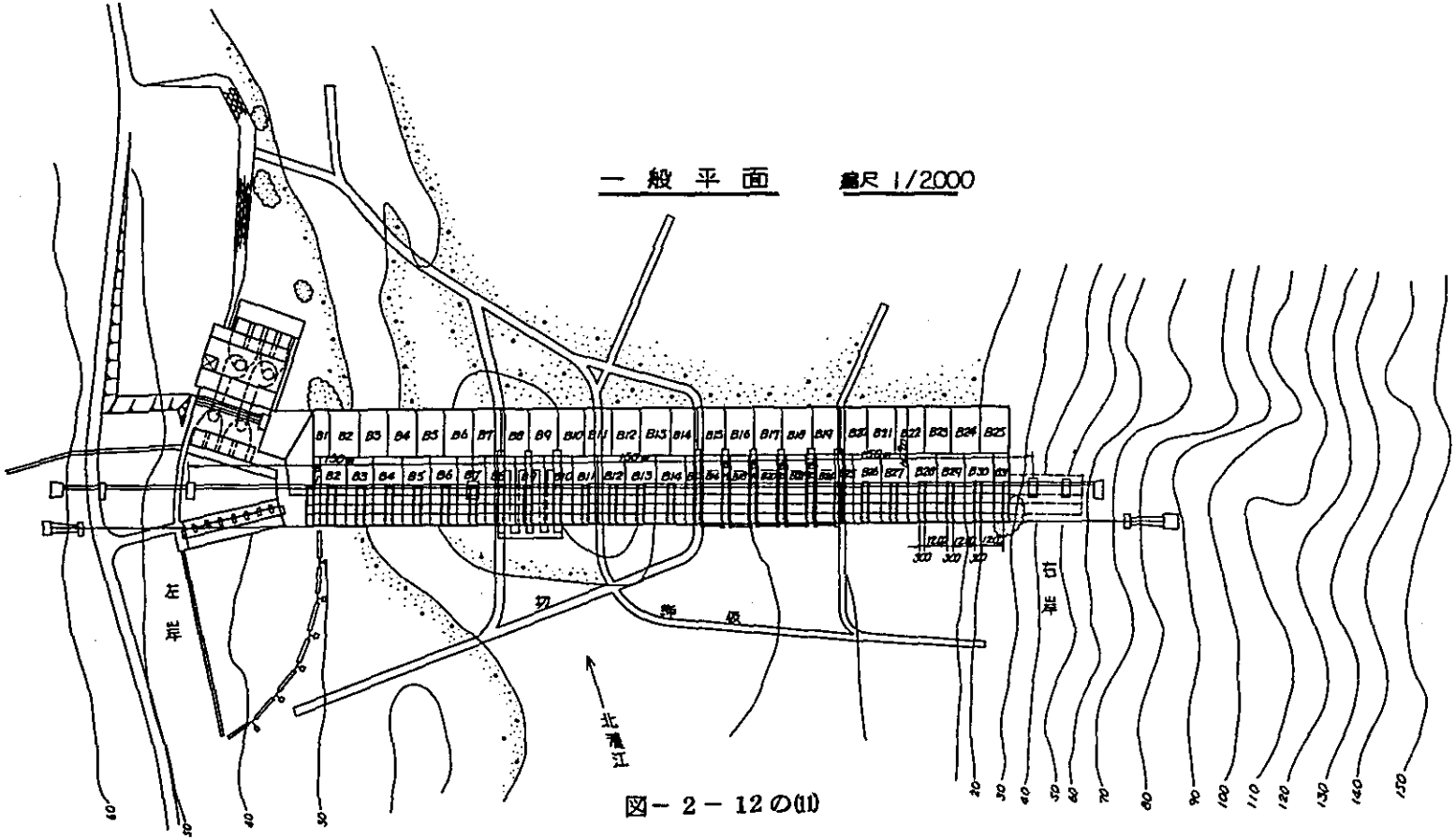
図－2－12の(10)

清　平Dam

上　流　面



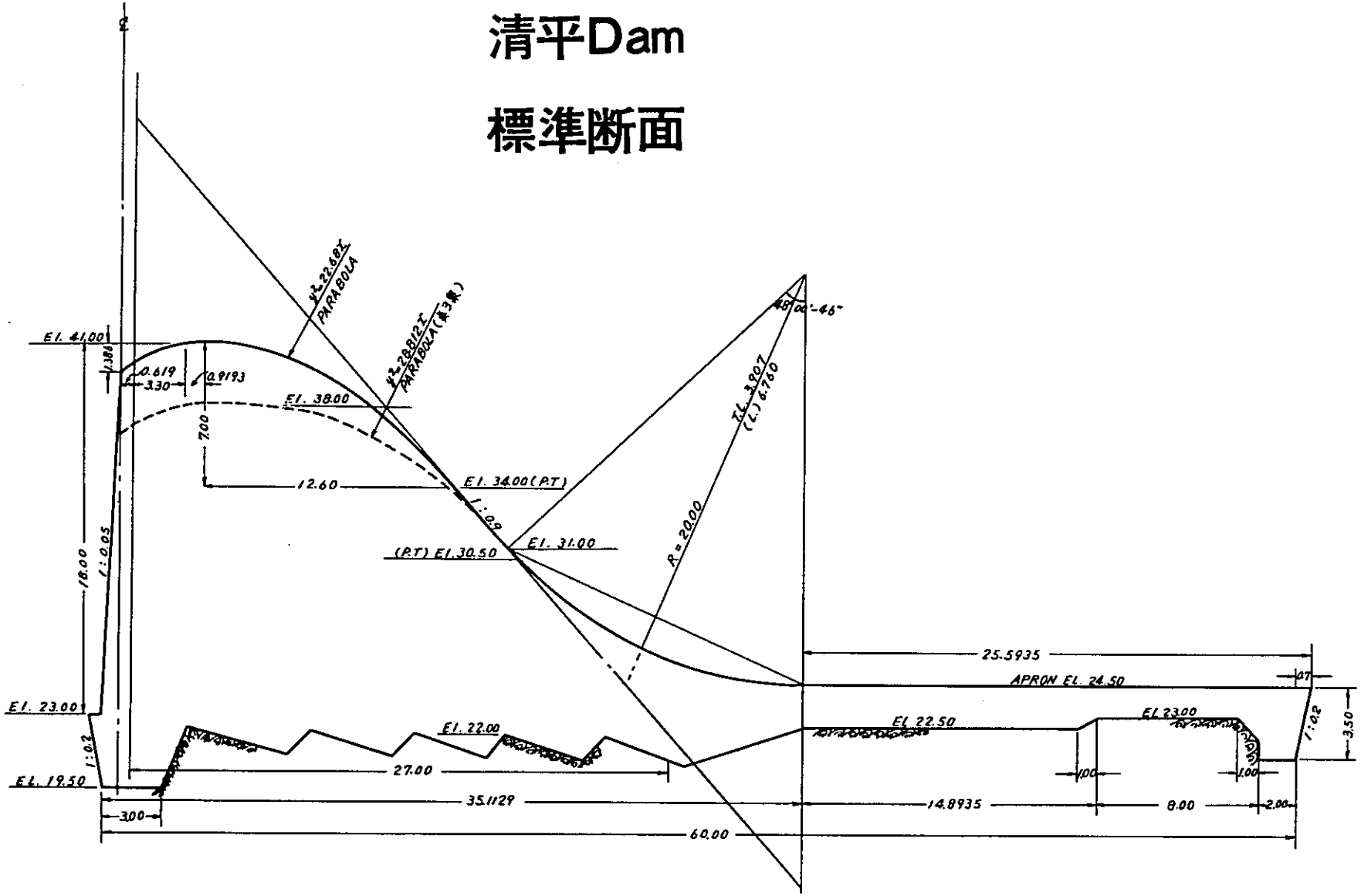
一　般　平　面　　縮尺 1/2000



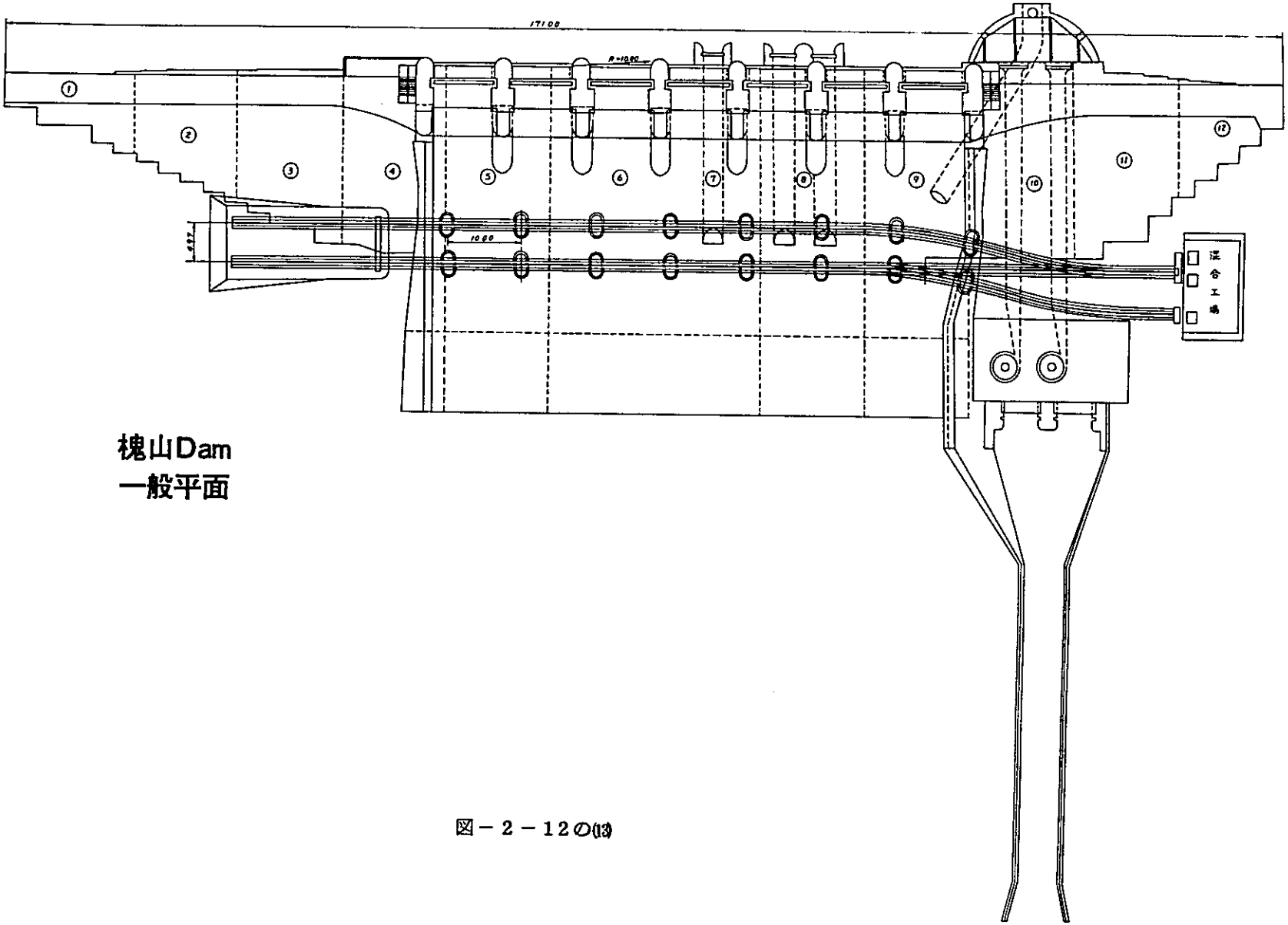
図－2－12の(1)

清平Dam

標準断面

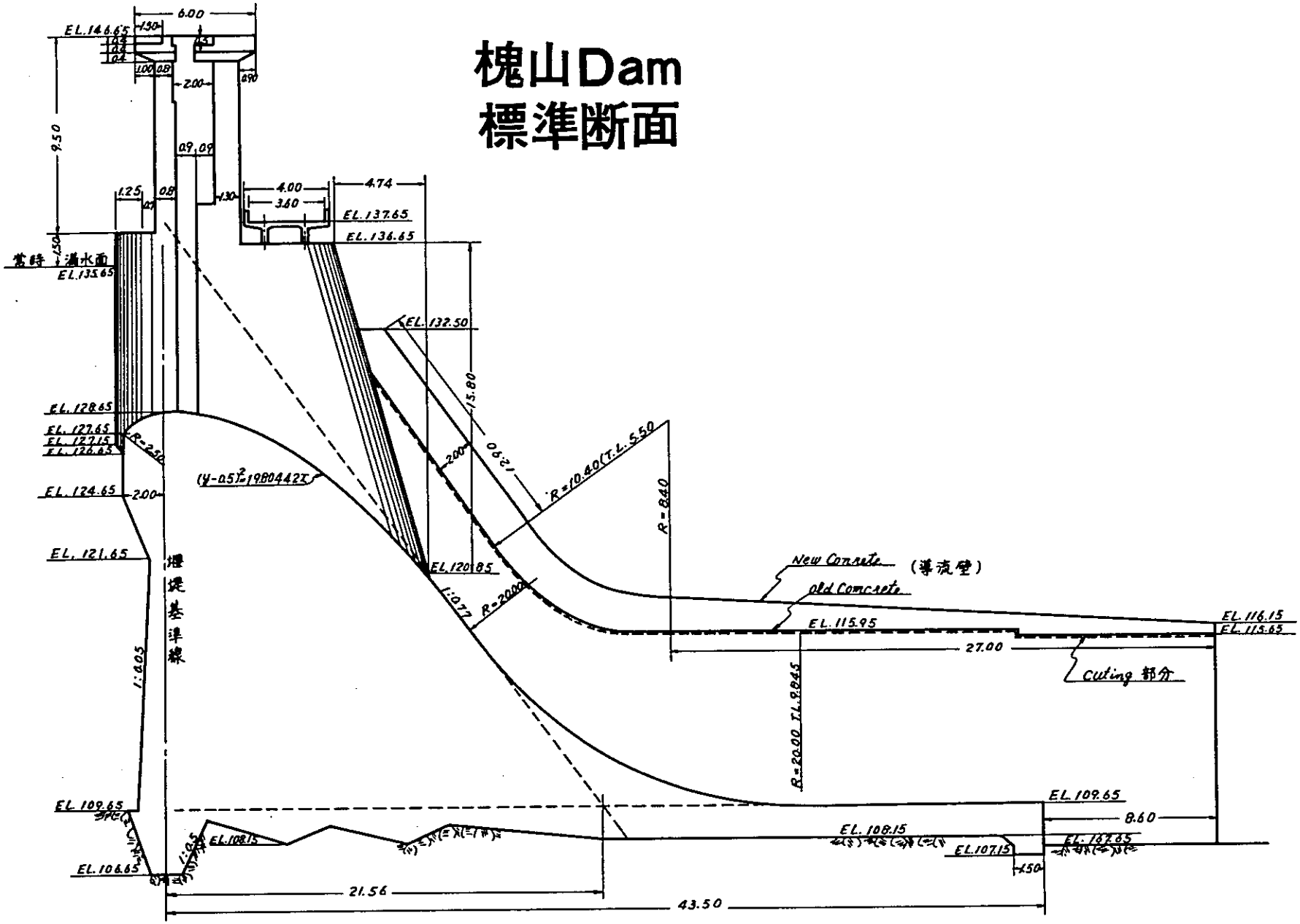


図－２－１２の⑫

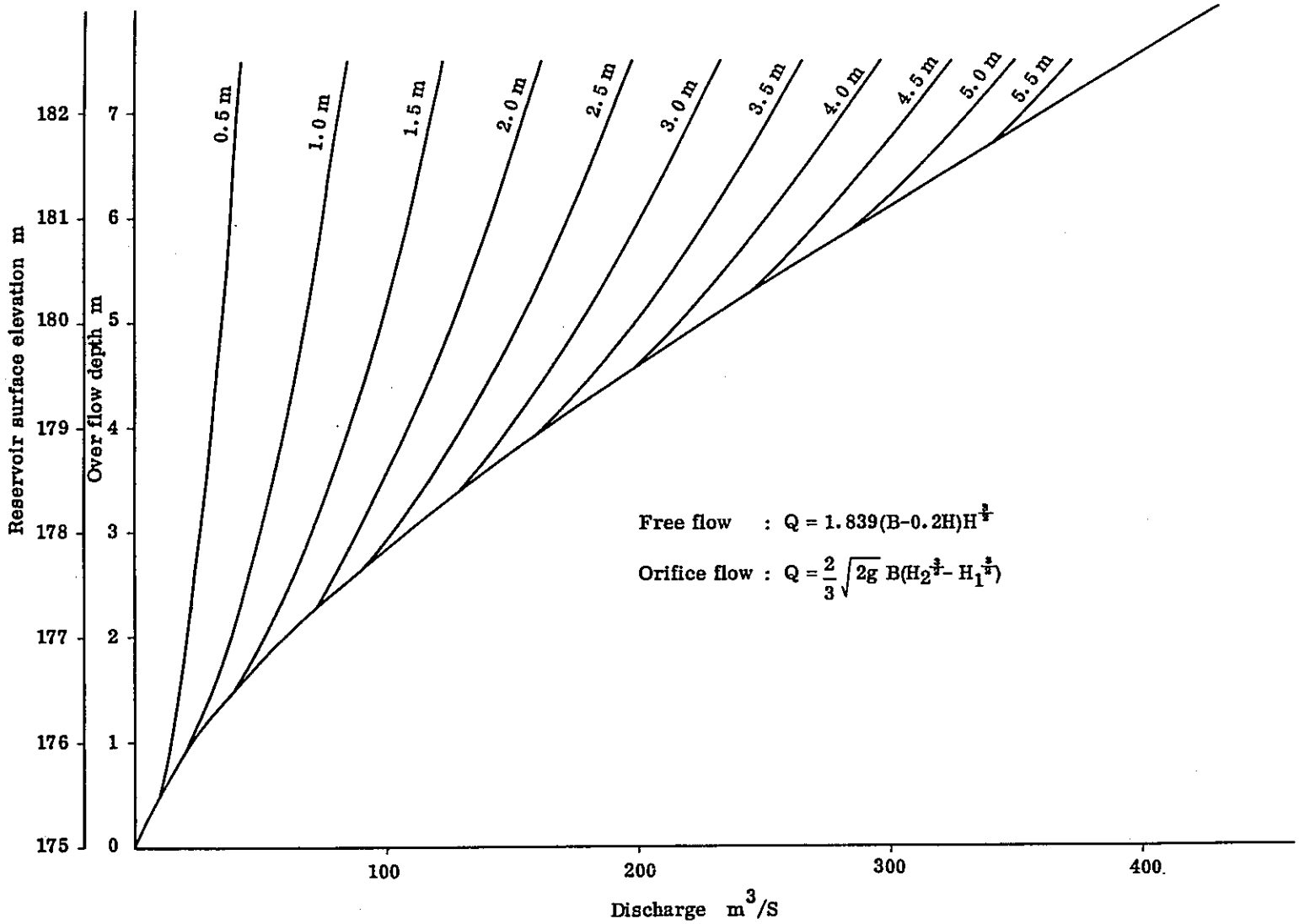


槐山Dam
一般平面

図－２－１２の(13)

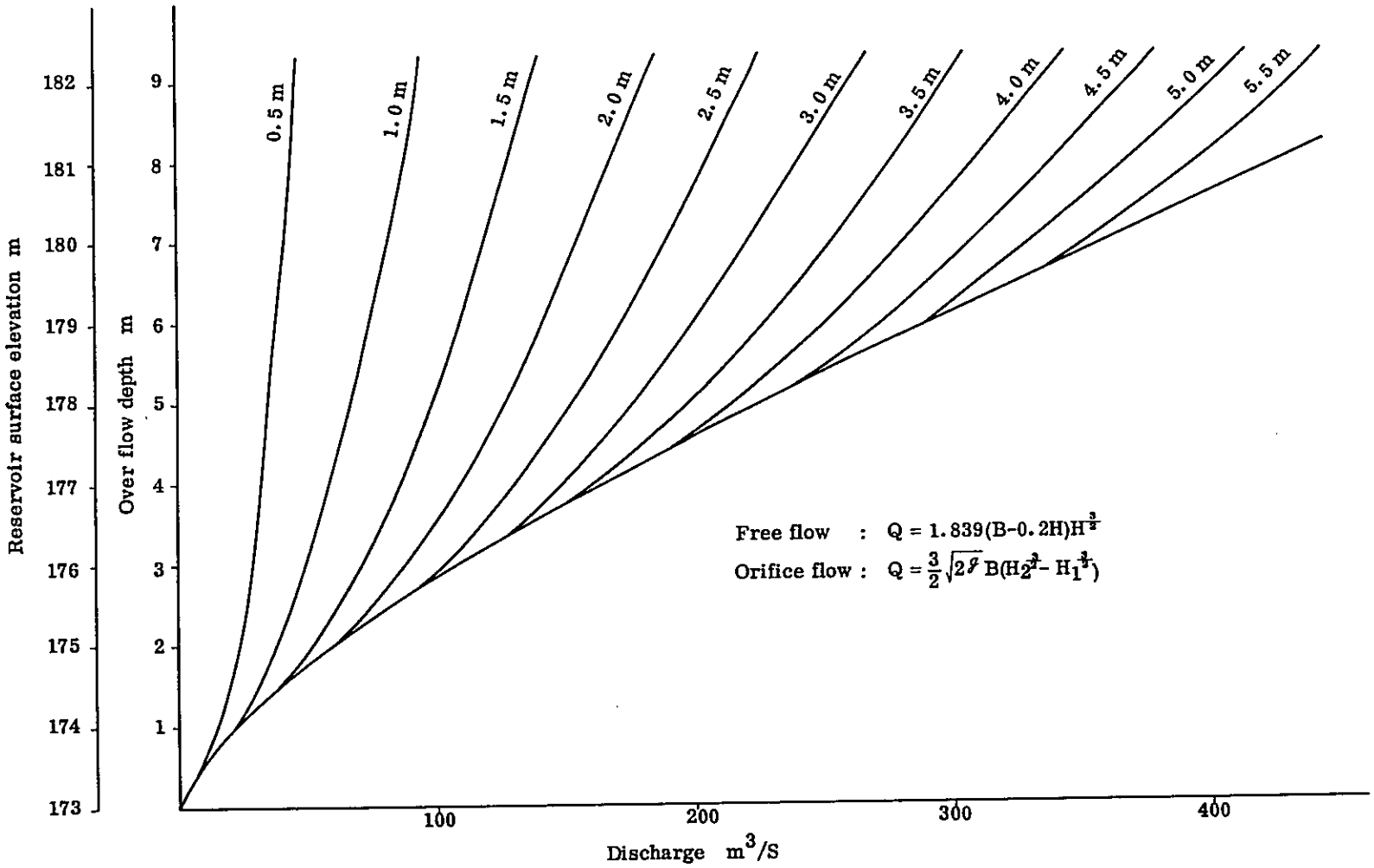

槐山Dam
標準断面
EL.146.65
6.00
1.50
2.00
0.90
9.50
0.9,0.9
1.25
0.8
1.30
4.00
3.60
4.74
EL.137.65
EL.136.65
常時満水面
EL.135.65
EL.132.50
15.80
2.90
EL.128.65
EL.127.65
EL.127.15
EL.126.65
R=2.50
(y-0.5)²=1980442x
EL.124.65
2.00
R=10.40(T.L.5.50)
R=8.40
EL.121.65
埋堤基準線
EL.120.85
1:0.77
R=20.00
New Concrete
(導流壁)
old Concrete
EL.115.95
EL.116.15
EL.115.65
27.00
cuting 部分
R=20.00 T.L.9.845
1:0.05
EL.109.65
EL.108.15
EL.106.65
EL.107.15
8.60
21.56
43.50

図－2－12の(14)



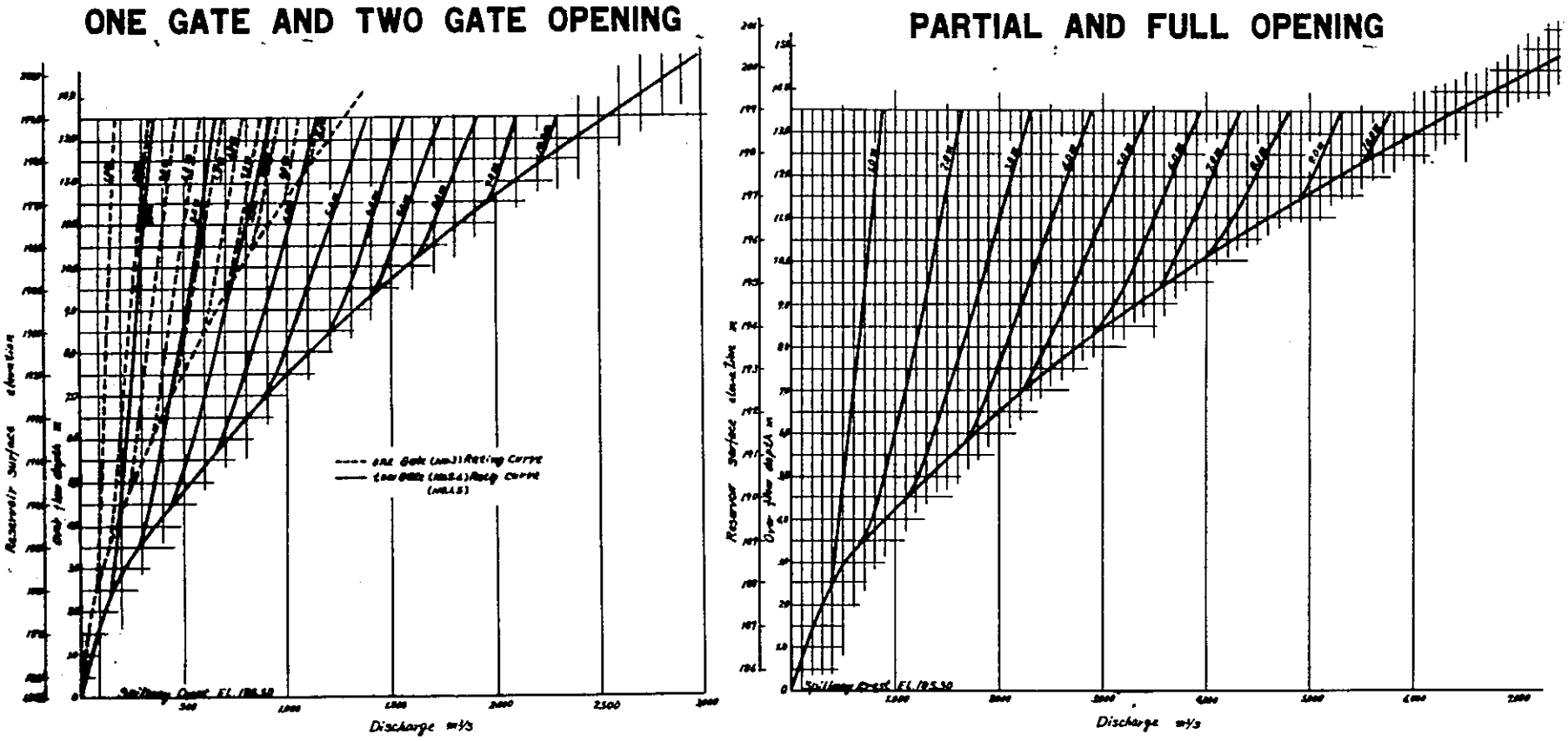
図－2－13②(1) Spillway Rating Curve of Hwacheon Dam

Side gate use



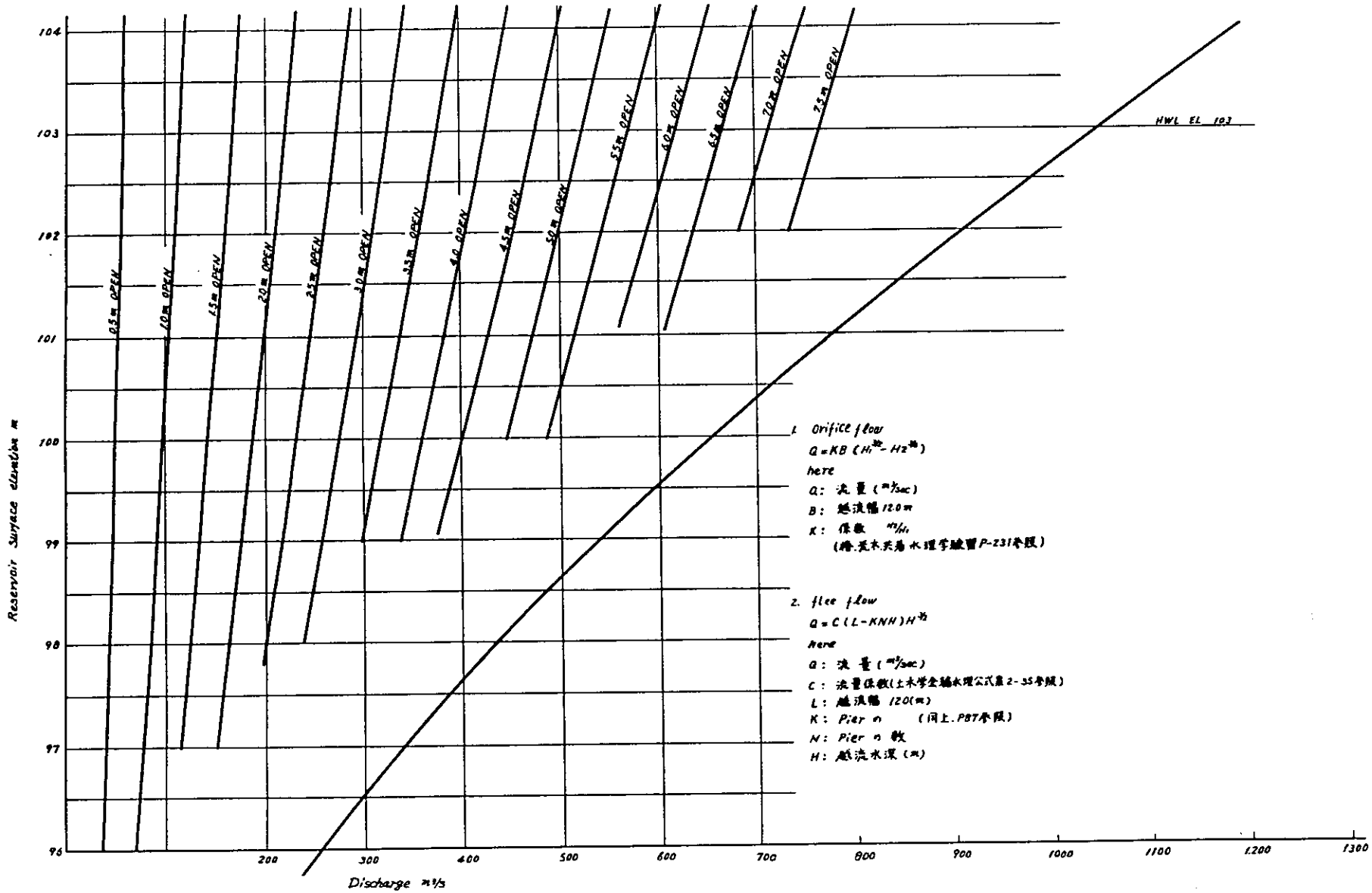
図－2－13D(2) Spillway Rating Curve of Hyacheon Dam Center Gate Use

SPILLWAY RATING CURVE OF SOYANGGANG DAM



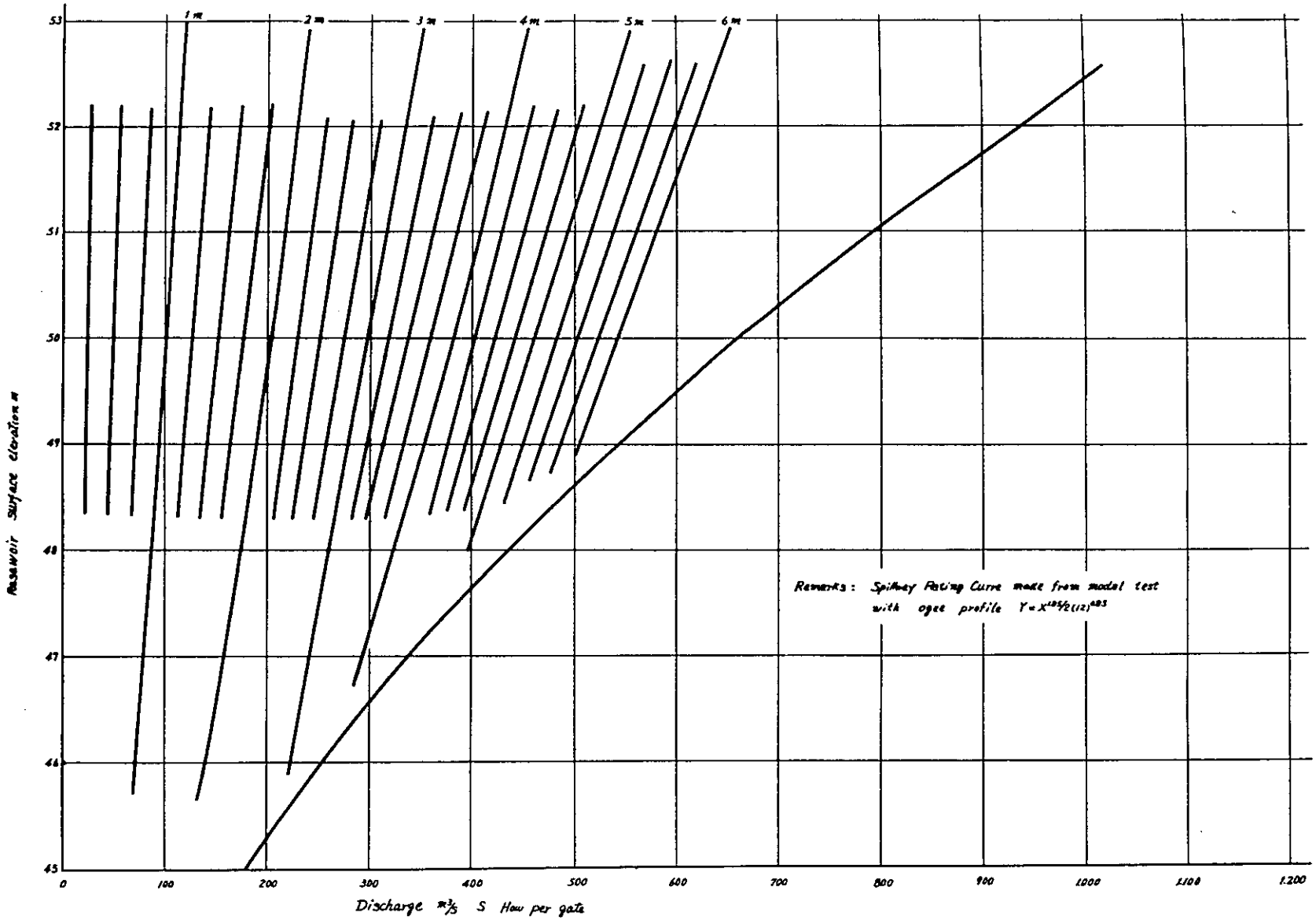
図－２－１３の(3)

SPILLWAY RATING CURVE OF CHUNCHEON DAM



34 — 2 — 1 3 25 (4)

SPILLWAY RATING CURVE OF CHONGPYONG DAM



図－２－１３Ⅽ(5)

水　力　発　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からの流量に図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 m³/sec	9,500 m³/sec
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ケ月間を〝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	181.00 m	156.80 m
春　　川	103.00	98.00
衣　　岩	71.50	66.30
清　　平	51.00	46.00
八　　堂	25.50	25.00
槐　　山	136.65	131.65
宝 城 江	127.27	120.45

(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	175.0 m
春　　川	102.0
衣　　岩	70.5
清　　平	50.0

(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〇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く，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㎥/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な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　洪水予警報の現況

第3章 洪水予警報の現況

(3－1) 洪水予報の方式

(3－1－1) 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[18]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も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。

一般的にいって，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

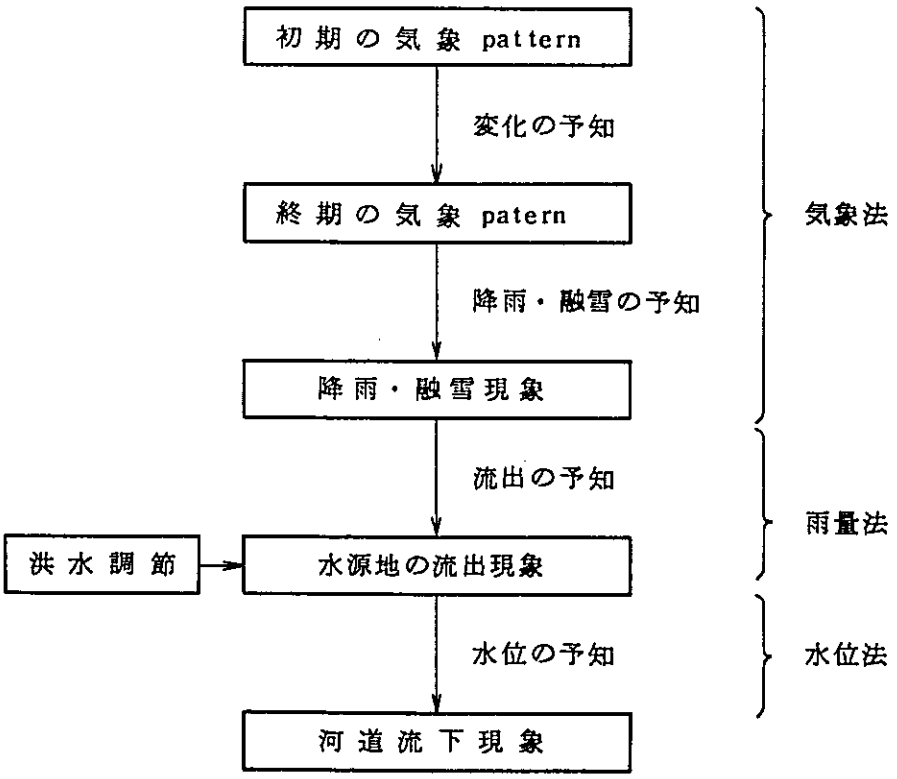
これは流出過程の入力である降雨や融雪の状況が観測された時点で行われる予報の方式で，水文学の分野では最も研究が進んでいる領域である。気象法よりも精度は高いが流出現象そのものが地域的な特性に支配されるものであるためそれを model として表現する一般的な手法の確立はきわめて困難である。したがって，対象となる流域の流出 model を確立するために，膨大な水文資料を利用したいくたびかの試算を必要とするのが通例である。しかし，今日では電子計算機の利用によって試算のわずらわしさは取り除かれたと考えてさしつかえない。この方式におけるもう1つの問題は降雨または融雪の地域的な分布をかぎられた観測所からの情報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 (18) 「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う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され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，これを長くと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－11　洪水過程と洪水予報

(3－1－2) 現在の方式

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

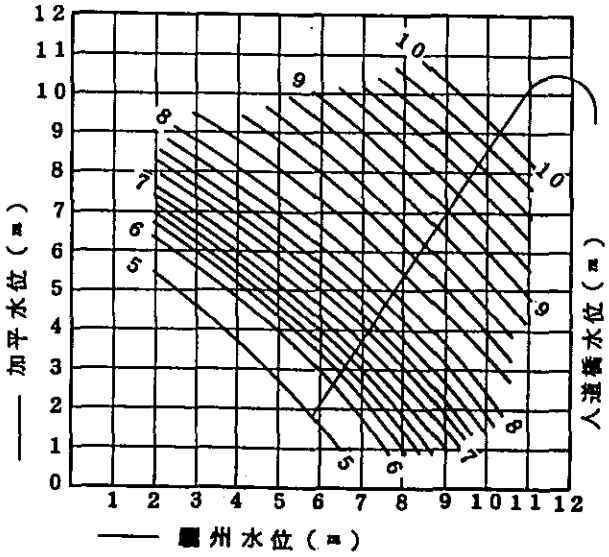
人道橋における水位とその生起時刻を予報するために1924年以前の10年間の資料が収集され解析されたが，この解析から南漢江については驪州，北漢江については加平が選定され，これら2地点と人道橋との間の洪水到達時間が約12時間であることが明らかにされた。図－12はこれら上流2地点の水位から約12時間後の人道橋の水位を予報するためのdiagramである。この解析の過程で上流2地点と人道橋との間の支川からの流入量の影響が研究された結果，驪州および加平の水位が観測された後の12時間におけるSeoul付近の総降雨量が50㎜を越える場合には図－3－2から推定された人道橋の水位に降雨量100㎜について1ｍを加え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

ⓐ 洪水到達時間が洪水の規模に関係なく一定である。

ⓑ 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。

ⓒ 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（現方式）[19]

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，新しい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。

ⓐ 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。

清平　$Qc = 89.44\,(Hc - 1.45)^2$

驪州　$Hy \leqq 7.35\ m$ に対して

$$Qy = 119.45\,Hy^2 - 264.26\,Hy + 146.152$$

$Hy \geqq 7.35\ m$ に対して

$$Qy = 241.74\,(Hy - 2.96)^2$$

ⓑ 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QcとQyを加え合せることによって高安の流量Qc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。

ⓒ 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。

高安　$Hg = 0.12247\,(10{,}504.26 + Qg)^{1/2} - 7.25$

ⓓ 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。

人道橋　$5.0\ m \leqq Hg \leqq 9.5\ m$ に対して

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

$Hg \geqq 9.5\ m$ に対して

$$Hi = 0.41 \cdot Hg + 4.55 \cdot C$$

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

脚注 19 RIVER FORECASTING TECHNIQUES IN KOREA by Yun Sik Lee

C = 0.53 ～ 0.71

上流域の降雨量が比較的少ない場合

(3) 現方式の問題点

現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，現方式によるかぎり，予知時間をこれ以上長くと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^2）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。現方式ではこの影響を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^3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

驪州～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

（3－2）　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・流量観測所は表－3－2に示すとおりであり，その配置は図－3－3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3,100Km²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個所あるが，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個所として取り扱うと，その配置密度は370Km² について1個所の割合となる。また，自記雨量計を設置した観測所は30個所あって，その配置密度は730Km² に1個所の割合となる。

水位観測所の現況は自記が9ケ所，普通が22個所である。

表－3－2の(1)　　漢江流域雨量観測所諸元一覧表

番号	観測所名		種別	位置 地名	東経	北緯	海抜高 MSL	観測開始 年月日	監督官署名	備考
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	Nammyeon	〃	〃 始興郡南面堂里	126° 56′ 50″	37° 21′ 08″	40	1962. 7. 1	軍浦面事務所	
3	議政府	Euijeongbu	自記	〃 議政府市南区	127° 03′ 00″	37° 08′ 00″	42	1960. 8. 1	楊州土木管区	
4	楽生	Nagseang	普通	〃 広州郡楽生面仮橋里	127° 06′ 17″	37° 23′ 00″	40	1962. 7. 1	楽生面事務所	
5	内里	Naeii	〃	〃 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	Geumgog	自記	〃 楊州郡美金面金谷里				1966. 9. 1	金谷国民学校	
7	高安	Goan	普通	〃 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	〃 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	〃 〃 広州面京安里	127° 15′ 20″	37° 24′ 45″	20	1962. 7. 1	広州郡庁	
10	慕賢	Mohyeun	自記	〃 竜仁郡慕賢面				1967. 1. 1	慕賢面事務所	
11	浦谷	Pogog	自記	〃 竜仁郡浦谷里前 里				1967. 1. 1	浦谷国民学校	
12	竜仁	Yongin	〃	〃 〃 竜仁面金浪楊里	127° 12′ 50″	37° 13′ 55″	80	1962. 4. 1	竜仁郡庁	
13	雲鶴	Wanhag	〃	〃 〃 〃 雲鶴里				1967. 1. 1	雲鶴国民学校	
14	陽智	Yangji	〃	〃 〃 内四面陽智里				1967. 1. 1	竜東中学校	
15	楊平	Yangpyeong	〃	〃 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	〃 〃 青雲面竜頭里	127° 42′ 53″	37° 33′ 02″	340	1964. 7. 1	青雲面事務所	
17	楊東	Yangdong	〃	〃 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	〃	〃 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	驪州	Yeoju	自記	〃 驪州郡驪州邑上里	127° 38′ 20″	37° 17′ 40″	45	1962. 7. 1	驪州郡庁	
20	笙極	Seanggeug	〃	忠北陰城郡笙極面新陽里	127° 36′ 30″	37° 01′ 53″	100	1965.11. 1	笙極面事務所	
21	遠三	Weonsan	普通	〃 竜仁郡遠三面高塘里	127° 18′ 30″	37° 09′ 38″	140	1962. 7. 1	遠三面事務所	
22	艮峴	Ganhyeon	自記	江原道原城郡地正面艮 里				1966. 9. 1	地正面事務所	
23	原州	Weonju	普通	〃 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	横城	Hoengseong	自記	〃 横城郡横城面邑下里	127° 59′ 15″	37° 29′ 25″	130	1916. 7. 1	横城郡庁	
25	晴日	Cheongil	普通	〃 〃 晴日面柳洞里	128° 09′ 00″	37° 34′ 50″	230	1962. 7. 1	晴日面事務所	

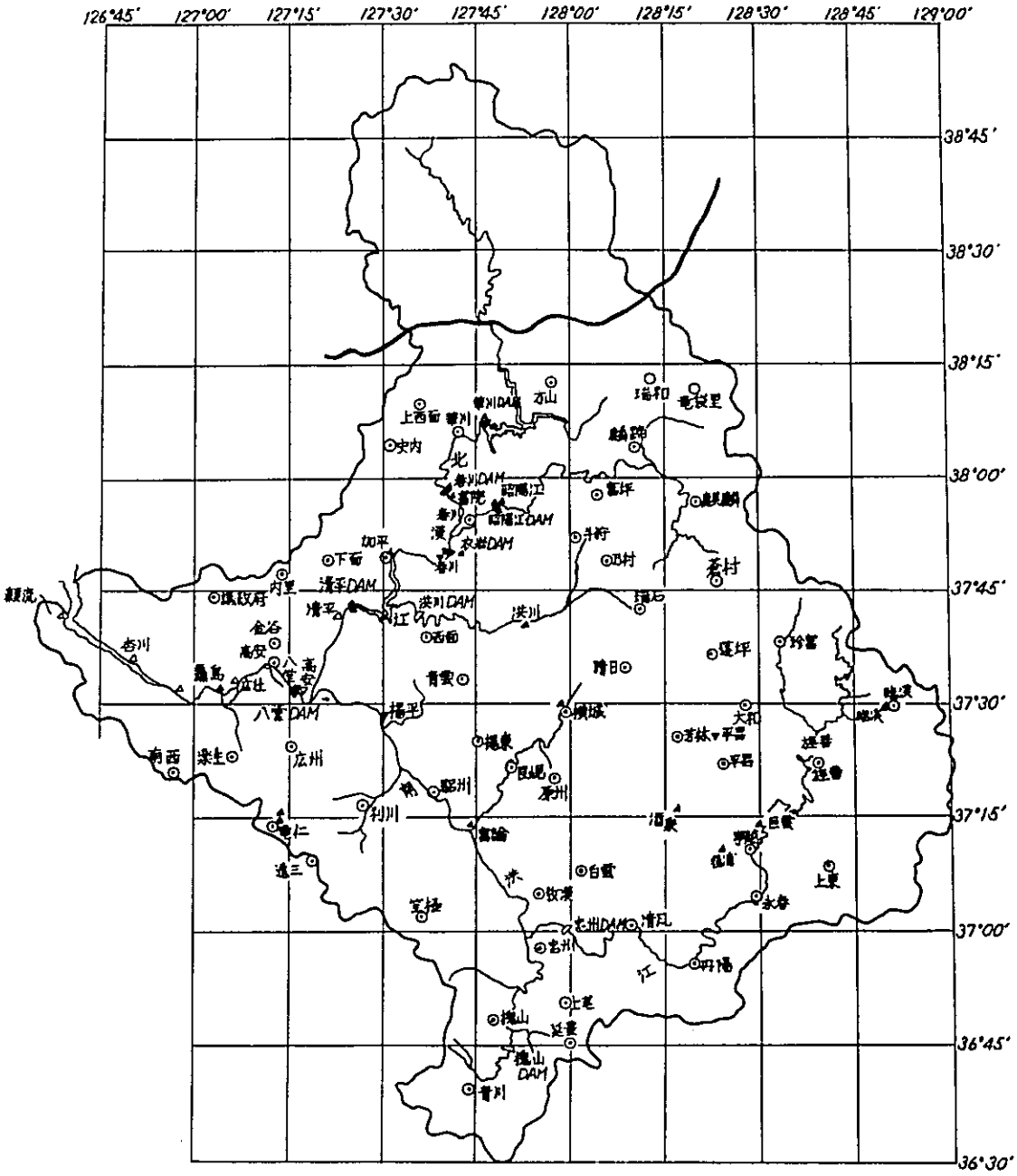
番号	観測所名		種別	位置			海抜高 MSL	観測開始 年月日	監督官署名	備考
				地名	東経	北緯				
26	富論	Buron	普通	江原道原城郡富論面法泉里	127° 45′ 10″	37° 12′ 20″	85	1962. 7. 1	富論面事務所	
27	牧溪	Moggya	〃	忠北中原郡巌政面牧溪里	127° 55′ 05″	37° 05′ 05″	80	1962. 7. 1	巌政面事務所	
28	忠州	Chungju	自記	〃 中州市駅前洞	127° 55′ 30″	36° 58′ 12″	90	1927. 1. 1	忠州郡庁	
29	槐山	Goesan	〃	〃 槐山郡槐山面西部里	127° 47′ 35″	36° 48′ 30″	140	1964. 8. 5	槐山郡庁	
30	上毛	Sangmo	普通	〃 〃 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	Yeonpung	普通	〃 〃 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	〃 〃 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	〃 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	〃	〃 〃 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	〃 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	Yeongchun	普通	〃 〃 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碌田里	128° 40′ 50″	37° 08′ 42″	285	1960. 8. 1	碌田国民学校	
38	寧越	Yeongweol	〃	〃 〃 寧越邑永興里	128° 28′ 20″	37° 11′ 00″	207	1918. 7. 1	寧越郡庁	
39	水周	Suju	〃	〃 〃 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	〃	〃 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	〃 〃 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	〃	〃 〃 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	〃 〃 蓬坪面蒼洞里	128° 22′ 55″	37° 36′ 50″	550	1962. 7. 1	蓬坪郡庁	
44	旌善	Jeungseun	〃	〃 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	〃 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	〃 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	Hamyeon	〃	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	〃 〃 洪川面蓮坪里		′		1966. 9. 1	洪川郡庁	
50	斗村	Duchon	〃	〃 〃 斗村面自隱里	128° 01′ 15″	37° 52′ 00″	204	1960. 8. 1	斗村面郡庁	

番号	観測所名		種別	位置 地名	東経	北緯	海抜高 MSL	観測開始 年月日	監督官署名	備考
51	乃村	Naechon	普通	江原道洪川郡乃村面道覓里	128° 05′ 25″	37 48 45	260	1962. 7. 1	乃村面郡庁	
52	瑞石	Seoseog	〃	〃 〃 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	〃	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	Chuncheun	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	〃 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	〃 〃 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	〃 〃 瑞和面瑞和里	128° 12′ 45″	38 13 00	315	1962. 7. 1	瑞和面事務所	
58	竜垈里	Yongdaeri	自記	〃 〃 北面竜垈里	128° 19′ 55″	38 11 35	100	1964.12.	竜垈国民学校	
59	麒麟	Girin	〃	〃 〃 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	〃	〃 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	〃 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	〃 〃 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	〃 〃 上西面多木里	127° 32′ 15″	38 10 30	480	1962. 7. 1	大城中学校	
64	方山	Bangsan	自記	〃 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)　　水位観測所一覧表

番号	観測所名		種別	位置 地名	東経	北緯	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
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	〃	〃 高陽郡知道面杏州内里	126° 50′ 00″	37° 35′ 30″	1916. 8	〃	－ 0.068	知道面 〃	
3	旧竜山	Guyongsan	〃	Seoul特別市竜山区元暁路	126° 57′ 00″	37° 31′ 55″	1958. 3	〃	1.274	建設部	
4	入道橋	Indogyo	〃	〃 永登浦区本洞	126° 57′ 35″	37° 30′ 40″	1918. 8	〃	1.970	〃	
5	纛島	Dugdo	普通	〃 城東区聖水洞１街	127° 03′ 10″	37° 31′ 57″	1916. 9	無	4.205	纛島水源地	
6	広壮	Gwangjang	自記	〃 〃 広壮洞１８	127° 06′ 45″	37° 32′ 52″	1962. 2	〃	6.193	広壮取水場	
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	〃	11.010	瓦阜面事務所	
8	高安	Koan	自記	〃 〃 〃 陵内里	127° 16′ 55″	37° 31′ 35″	1914.11	〃	10.284	〃 出張所	
9	楊平	Yangpyong	普通	〃 楊平郡楊平面楊根里	127° 29′ 40″	37° 29′ 00″	1953.11	〃	19.163	楊平面事務所	
10	驪州	Yoju	自記	〃 驪州郡驪州邑上里	127° 39′ 03″	37° 17′ 35″	1913. 3	〃	33.013	驪州郡庁	
11	艮峴	Kanhyon	普通	江原道原城郡地政面艮　里	127° 60′ 00″	37° 21′ 45″	1962. 7	〃	62.403	地政面事務所	
12	横城	Hoengson	〃	〃 横城郡横城邑下里	127° 59′ 03″	37° 29′ 32″	1962. 7	〃	107.238	横城邑 〃	
13	原州	Wonju	〃	〃 原州市鳳山洞	127° 57′ 30″	37° 20′ 40″	1962. 7	〃	120.468	原州土木管区	
14	牧溪	Moggyo	〃	忠北中原郡嶺政面牧溪里	127° 53′ 05″	37° 04′ 30″	1917. 1	〃	52.732	忠州 〃	
15	忠州	Chungju	〃	〃 〃 東良面竜橋里	127° 55′ 10″	37° 01′ 08″	1917. 6	〃	62.663	〃	
16	丹陽	Tanyang	〃	〃 丹陽郡丹陽面外中萬里	128° 18′ 15″	36° 55′ 55″	1917. 6	〃	114.110	〃	
17	寧越	Yongwol	〃	江原道寧越郡寧越邑永興里	128° 28′ 40″	37° 10′ 45″	1917. 6	〃	183.584	寧越面事務所	
18	後浦	Hupo	〃	〃 〃 西面北雙里	128° 24′ 20″	37° 11′ 38″	1962. 7	〃	－	西面 〃	
19	酒泉	Juchon	〃	〃 〃 酒泉西新日里	128° 16′ 03″	37° 15′ 52″	1962. 7	〃	－	酒泉 〃	
20	平昌	Pyongchang	〃	〃 平昌郡平昌面中里３５	128° 24′ 30″	37° 21′ 56″	1958. 1	〃	－	平昌郡庁	
21	大和	Daehwa	〃	〃 〃 大和面上安里	128° 24′ 50″	37° 28′ 20″	1962. 7	〃	－	大和面事務所	
22	巨雲	Goun	〃	〃 寧越郡寧越邑巨雲里	128° 30′ 45″	37° 13′ 58″	1962. 7	〃	－	寧越邑 〃	
23	旌善	Chongson	〃	〃 旌善郡旌善面鳳凰里	128° 40′ 10″	37° 22′ 45″	1918. 1	〃	300.697	旌善面 〃	
24	臨溪	Imgye	〃	〃 〃 臨溪面松溪里	128° 51′ 05″	37° 29′ 30″	1942. 7	〃	－	臨溪面 〃	
25	清平	Chongpyong	自記	京畿道加平郡外西面大城里	127° 28′ 52″	37° 42′ 35″	1914. 1	〃	22.708	楊州土木管区	

番号	観測所名		種別	位置			観測開始年月日	感潮有無	水標零位標高	監督官署名	備考
				地名	東経	北緯					
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	〃	京畿道加平郡加平面邑内里	127° 31′ 10″	37° 49′ 45″	1962. 7	〃	49.974	加平面事務所	
28	春川	Chunchon	〃	江原道春城郡西面徳斗院里	127° 40′ 15″	37° 49′ 25″	1914. 1	〃	52.805	徳計面支署	
29	書院	Bowon	〃	〃 〃 新北面竜山里	127° 41′ 40″	37° 57′ 15″	1962. 7	〃	72.811	新北面事務所	
30	昭陽江	Soyanggang	〃	〃 〃 〃 泉田里	127° 49′ 15″	37° 56′ 42″	1962. 7	〃	80.568	〃	
31	麟蹄	Inje	〃	江原道麟蹄郡南面藍田里	128° 09′ 20″	38° 02′ 15″	1917. 7	〃	—	南面事務所	



図－3－3　観測所配置の現況

(3－3) 通信施設

漢江における通信施設としては、無線電話施設と telemeter 施設がある。無線電話施設は本部および中部国土建設局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、 am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は水位または雨量を観測し、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、電波伝幡上不安はあっても、遠距離通信が可能であるので、本部と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。周波数は3,620KC、5880KC、7700KC、の三波を使用し季節的にも、時間帯的にも、最も電播状況の良い周波数を選定して使用されている。この短波無線電話系に属している無線局数は、全部で２５局で、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。この通信系の無線機送信出力は１００W である。

(2) 超短波無線電話系

超短波無線電話系としては、本部又は中部国土建設局と比較的Seoulより近距離にある有人観測局との間の通信を行っており全局数１２局であるが、このうち漢江流域には本部、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局がある。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局との間を口頭で中継を行っている。この通信系の周波数は４2.4MCで無線機の送信出力は中継局は１５０Wその他の局は、５０Wである。

2. telemeter 回線

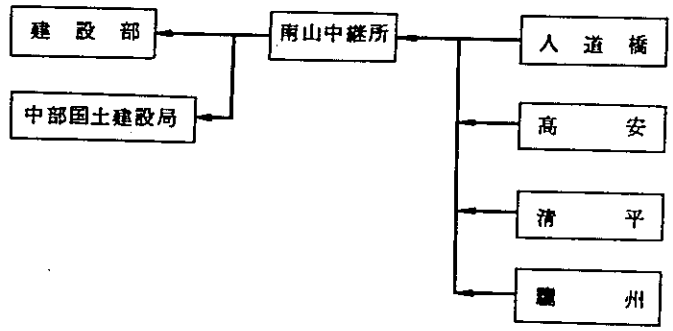
このtelemeter 回線系は昭陽江 dam管理用のもので、監視局１局、monitor 局１局、水位観測局２局（昭陽江、Naerin Cheon)、雨量観測局６局（瑞石、元通、界里、蒼村、麟蹄、Choo Yang)、 中継局１局を有し、近年建設された通信系である。中継局は麟蹄の近くにある標高９４０m の山上にあり、使用周波数は７2.6MHZ ７5.6MHZ の二波方式である。表－3－3は Telemeter 回線の概要、また図－3－6はその現況をそれぞれ示すものである。

表－3－3　昭陽江 telemeter 回線の概要

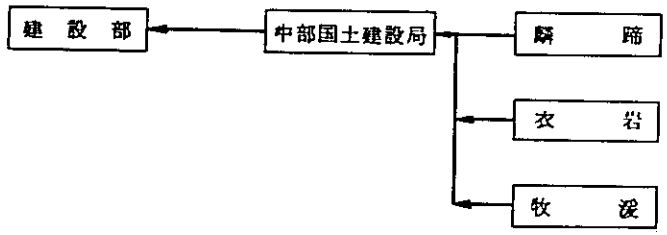
	送信出力(w)	antenna型式	antenna地上高(m)	備　　考
中　　局	5	Braun	15	
監　　局	10	5素子八木	15	水　位　局
昭　陽　江	1	3素子八木	10	〃
Naerin Cheon	1	3素子八木	10	雨　量　局
瑞　　石	1	3素子八木	10	〃
元　　通	1	3素子八木	10	〃
県　　里	5	3素子八木	10	〃
蒼　　村	10	5素子八木	15	〃
隣　　蹄	5	3素子八木	10	〃
Choo Yang	5	3素子八木	15	〃

図－3－4　現況通信系統図

〔超短波無線電話回線〕



〔短波無線電話回線〕



図－3－5　現況通信網

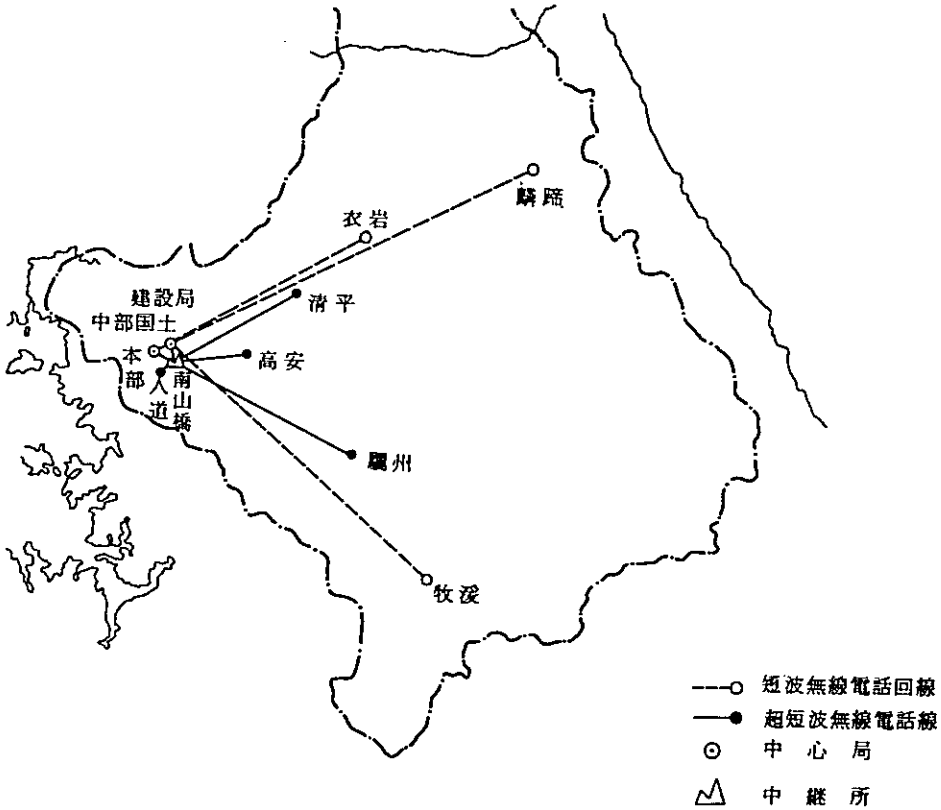
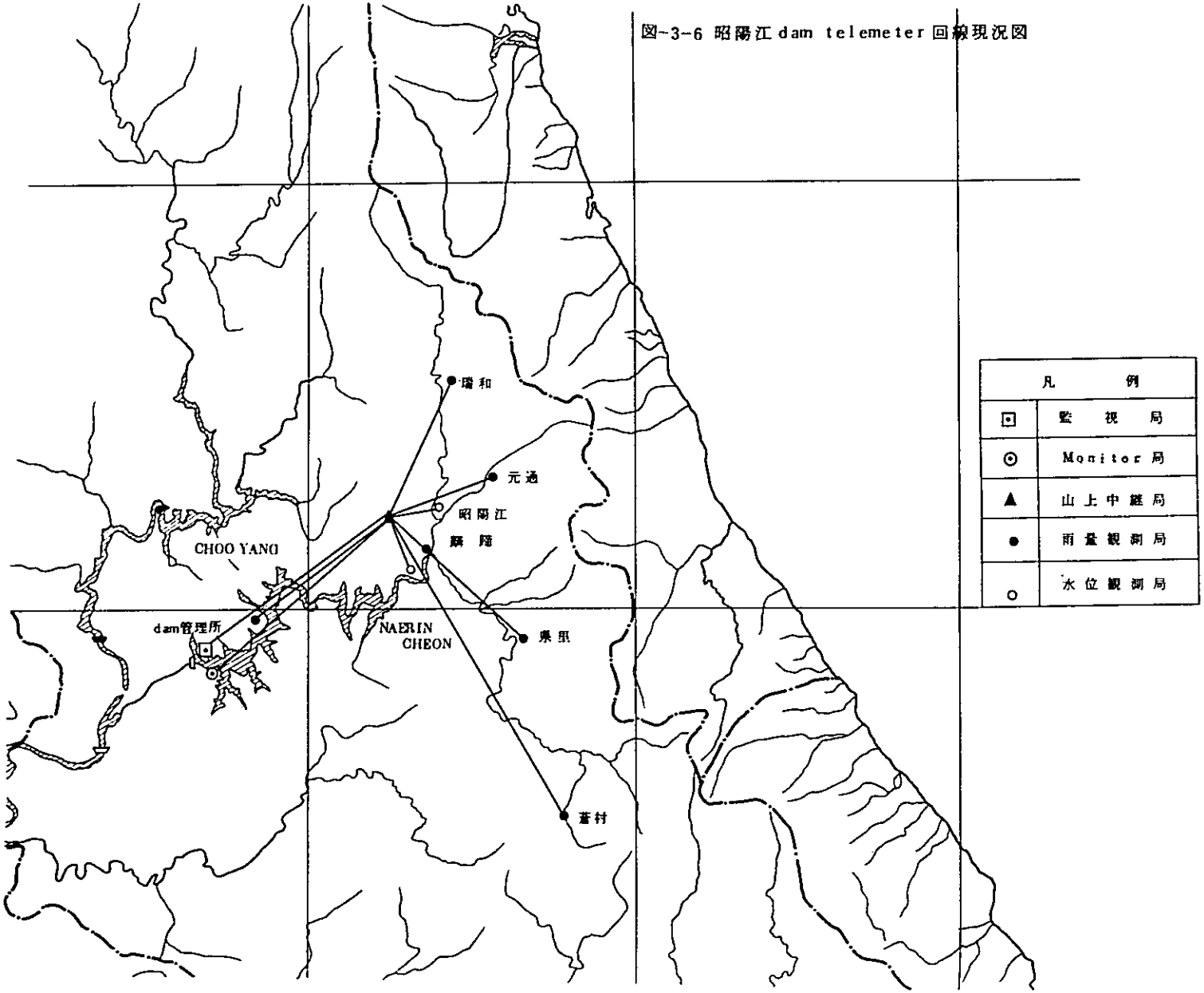


図-3-6 昭陽江 dam telemeter 回線現況図



（３－４） 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、災害復旧に関係す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。

1. 防災組織の整備
2. 防災に関する教育と訓練
3. 防災用物資の資材の備蓄の整備
4. 防災に関する施設の設備の整備
5. 防災危険地区の指定の改良
6. 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。

1. 警報の発令、伝達および避難の勧告、指示

2. 水防、救助その他の応急措置および救護

3. 施設、設備の応急復旧

4. 防疫、防犯および秩序の維持

5. 緊急輸送手段の確保

6. 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。

1. 防災上必要な通信網構成に関する事項

2. 防災用資材の需給と輸送に関する事項

3. 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。

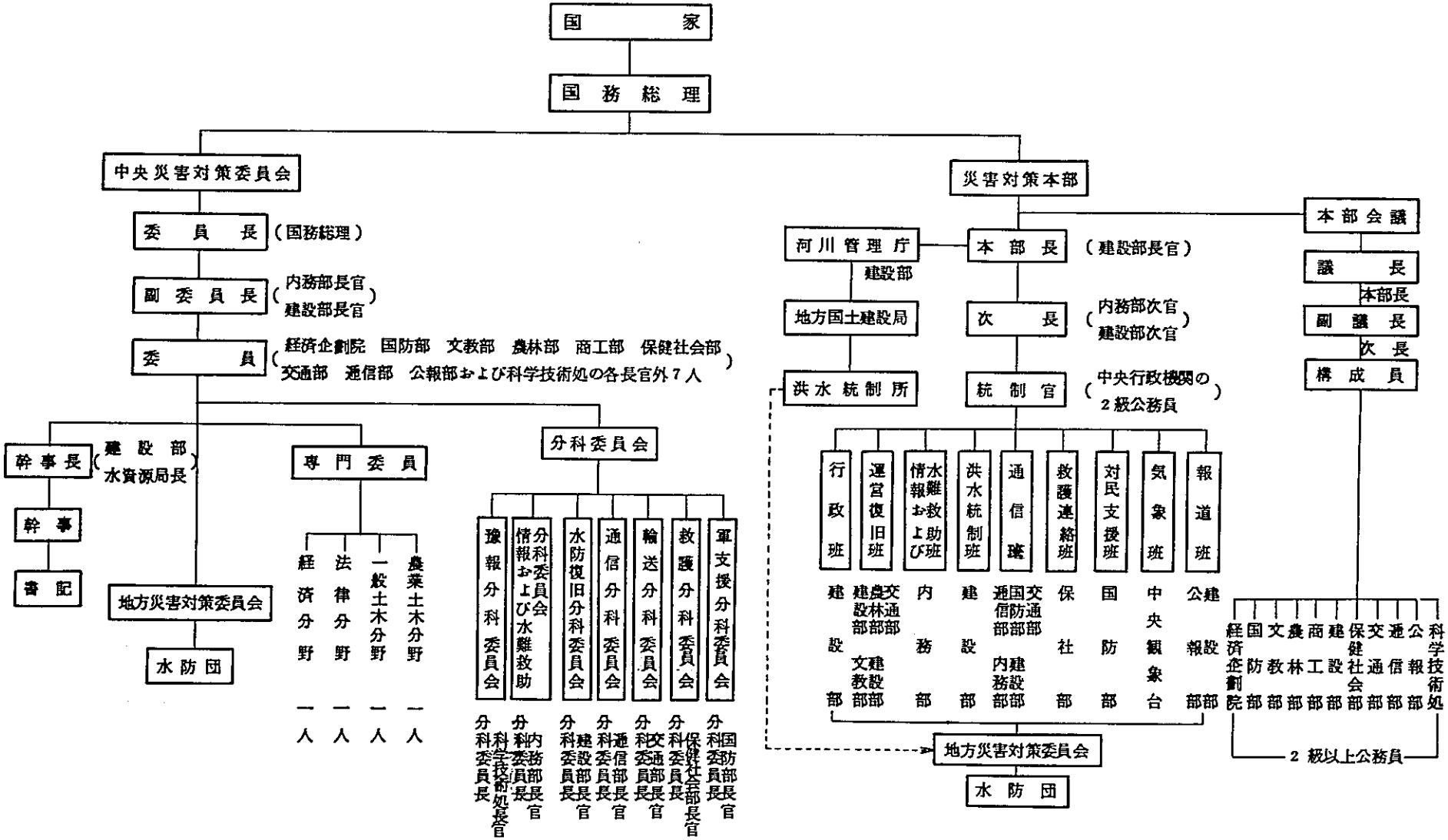
4. 洪水予警報系統

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。

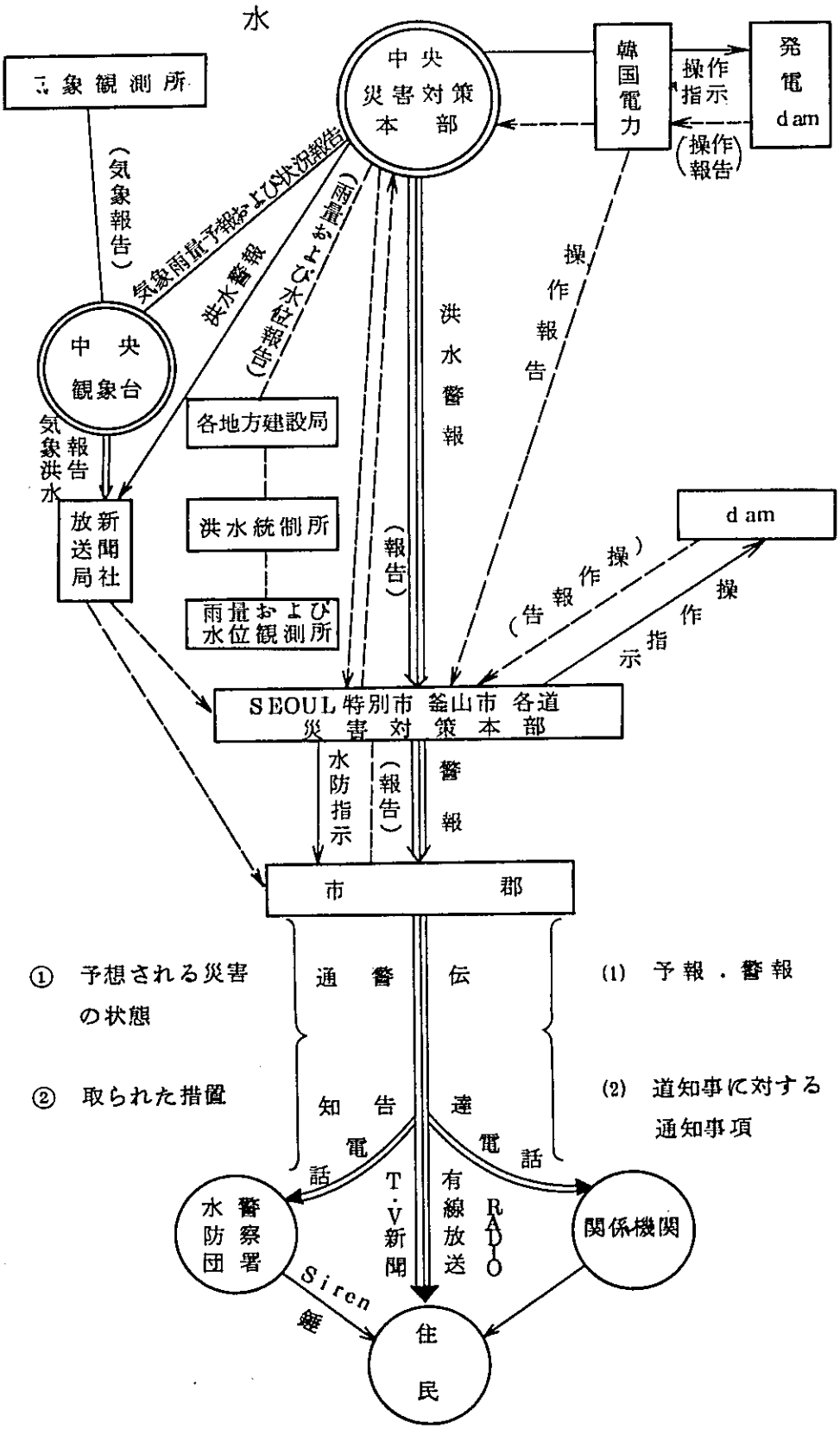
脚注 (20) 防災法規 1967年版 p. 461

(21) 漢江流域概況 1972.6 p. 18

図－3－7　防　災　組　織


国　家
国務総理
中央災害対策委員会
委員長（国務総理）
副委員長（内務部長官 建設部長官）
委員（経済企画院 国防部 文教部 農林部 商工部 保健社会部 交通部 通信部 公報部および科学技術処の各長官外７人）
幹事長（建設部 水資源局長）
幹事
書記
専門委員
経済分野 一人
法律分野 一人
一般土木分野 一人
農業土木分野 一人
分科委員会
豫報分科委員会 分科委員長
情報および水難救助分科委員会 内務部長官 分科委員長
水防復旧分科委員会 建設部長官 分科委員長
通信分科委員会 通信部長官 分科委員長
輸送分科委員会 交通部長官 分科委員長
救護分科委員会 保健社会部長官 分科委員長
軍支援分科委員会 国防部長官 分科委員長
地方災害対策委員会
水防団
災害対策本部
本部会議
議長 本部長
副議長 次長
構成員
経済企画院 国防部 文教部 農林部 商工部 建設部 保健社会部 交通部 通信部 公報部 科学技術処
2級以上公務員
河川管理庁 建設部
本部長（建設部長官）
地方国土建設局
次長（内務部次官 建設部次官）
洪水統制所
統制官（中央行政機関の2級公務員）
行政班 建設部
運営復旧班 建設部 農林部 文教部
情報および水難救助班 交通部 内務部
洪水統制班 建設部
通信班 通信部 国防部 交通部 内務部 建設部
救護連絡班 保健社会部
対民支援班 国防部
気象班 中央観象台
報道班 公報部 建設部
地方災害対策委員会
水防団

図－3－8 洪水警報系統図


水
気象観測所
(気象報告)
中央災害対策本部
韓国電力
操作指示
発電dam
(操作報告)
気象雨量予報および状況報告
洪水警報
(洪水予報および雨量報告)
中央観象台
気象洪水報告
各地方建設局
洪水統制所
雨量および水位観測所
放送局
新聞社
洪水警報
(報告)
操作報告
dam
(操作報告)
操作指示
SEOUL特別市 釜山市 各道 災害対策本部
水防指示
(報告)
警報
市 郡
① 予想される災害の状態
② 取られた措置
通警伝
知告達
(1) 予報・警報
(2) 道知事に対する通知事項
電話
T・V新聞
有線放送
RADIO
水防団
警察署
Siren
関係機関
住民

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[22]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[23]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ケ月に集中している。

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ろう。

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に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[24]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

(22) 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
気象雑集（第3巻第4冊） 昭和2年7月 中央気象台

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日までに亘って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位までについて両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位は両支川でそれぞれ１位であり、合流後２、３位は北漢江での２、３位そのまゝであるが、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pattarn 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^2以上であり、等雨量線３００mm以上の面積は３０００Km^2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に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 欠測雨量の補塡

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、欠測雨量を補塡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

合流後の人道橋に於ける洪水の大きさ			北漢江清平における順位	南漢江、驪州における順位	特　　徴
順　位	最高水位(m)	年　月　日			
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

（ＨＲＢＳより作成）

表－４－２　大洪水の豪雨域の大きさ

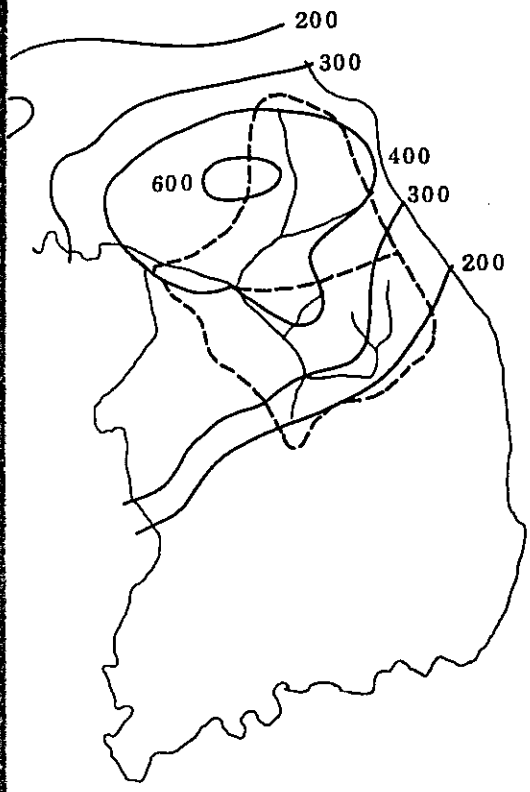
洪　　水		３００mm等雨量線で囲まれている面積（km 2）			２００mm等雨量線で囲まれている面積（km 2）			降雨継続日数（日）
順位	年 月 日	北漢江	南漢江	計	北漢江	南漢江	計	
1	1925–7–18	10,700	7,300	18,000	10,700	12,300	23,000	7–15～22 (8)
2	1965–7–16	10,700	300	11,000	10,700	2,800	13,500	7–13～17 (5)
3	1966–7–26	2,800	200	3,000	6,600	1,900	8,500	7–24～27 (4)
4	1936–8–12	600	11,200	11,800	1,700	12,300	14,000	8– 7～15 (9)
5	1940–7–21							
6	1935–7–23							
7	1936–8–29							8–19～28 (10)
8	1920–7– 9	1,900	11,900	13,800	9,400	12,300	21,700	7– 2～11 (10)
9	1920–8– 2							7–28～8–5 (9)
10	1922–7–30	400	8,000	8,400	2,900	10,500	13,400	7–22～8–1 (11)

(1)　１９６５、１９６６年洪水時　ＤＭＺより北側の降雨分布不詳

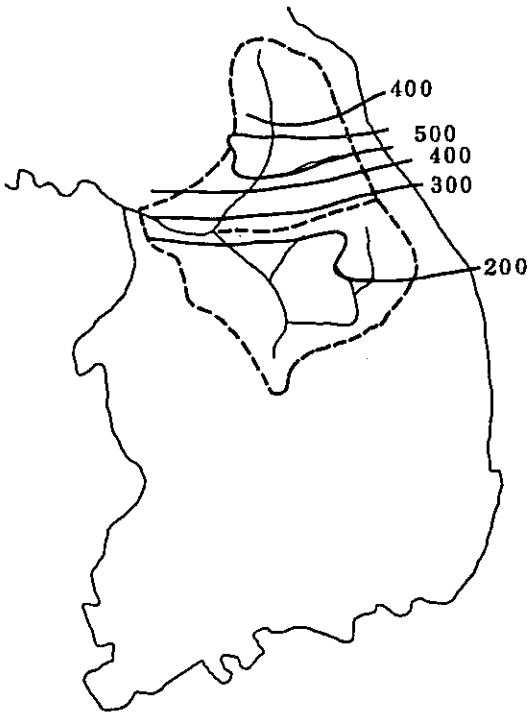
(2)　北漢江の流域面積１０,６９８Km 2、このうちＤＭＺより北側の面積は３１１４Km 2

(3)　南漢江の流域面積１２,３１９Km 2

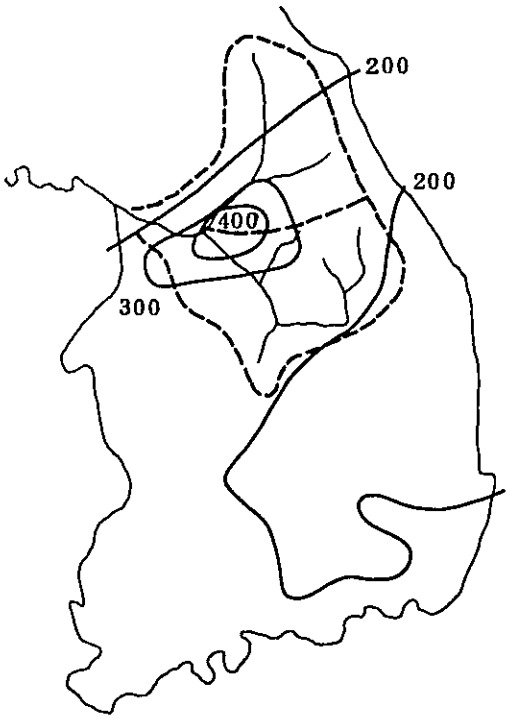
(1)　１９２５年７月１５～２２日



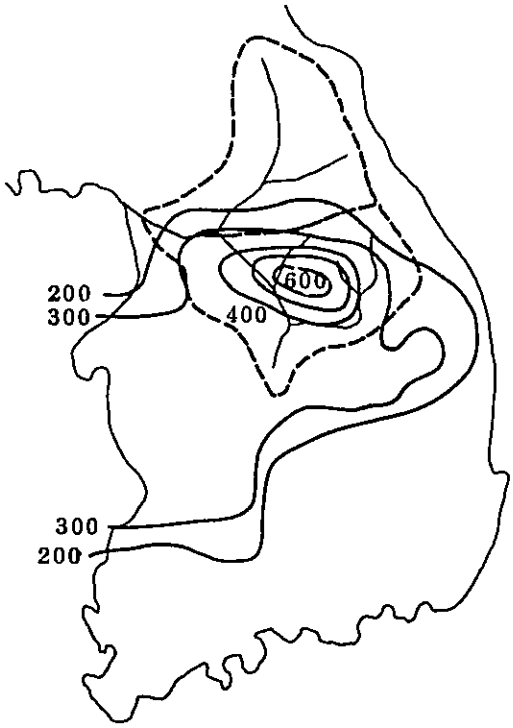
Ⅰ　１９６５年７月１３～１７日



(2)　１９１６年９月２日～１０日



Ⅱ　１９３６年８月７～１５日



図－４－１　代表的豪雨の地域分布

（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 9.40	9.6 11.40	10	1
2	1963－7	7.15～7.26	7.26 8.85	7.25 10.44	45	8
3	1964－8	8.4　～8.15	8.13 8.80	8.12 10.12	52	9
4	1965－7	7.7　～7.18	7.16 10.80	7.16 15.27	53	19
5	1966－7	7.5　～7.31	7.26 10.78	7.26 14.40	56	23
6	1969－7	7.30～8.15	7.31 9.42	7.31 11.30	61	9
7	1970－9	9.9　～9.20	9.18 8.95	9.18 10.90	62	1
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。

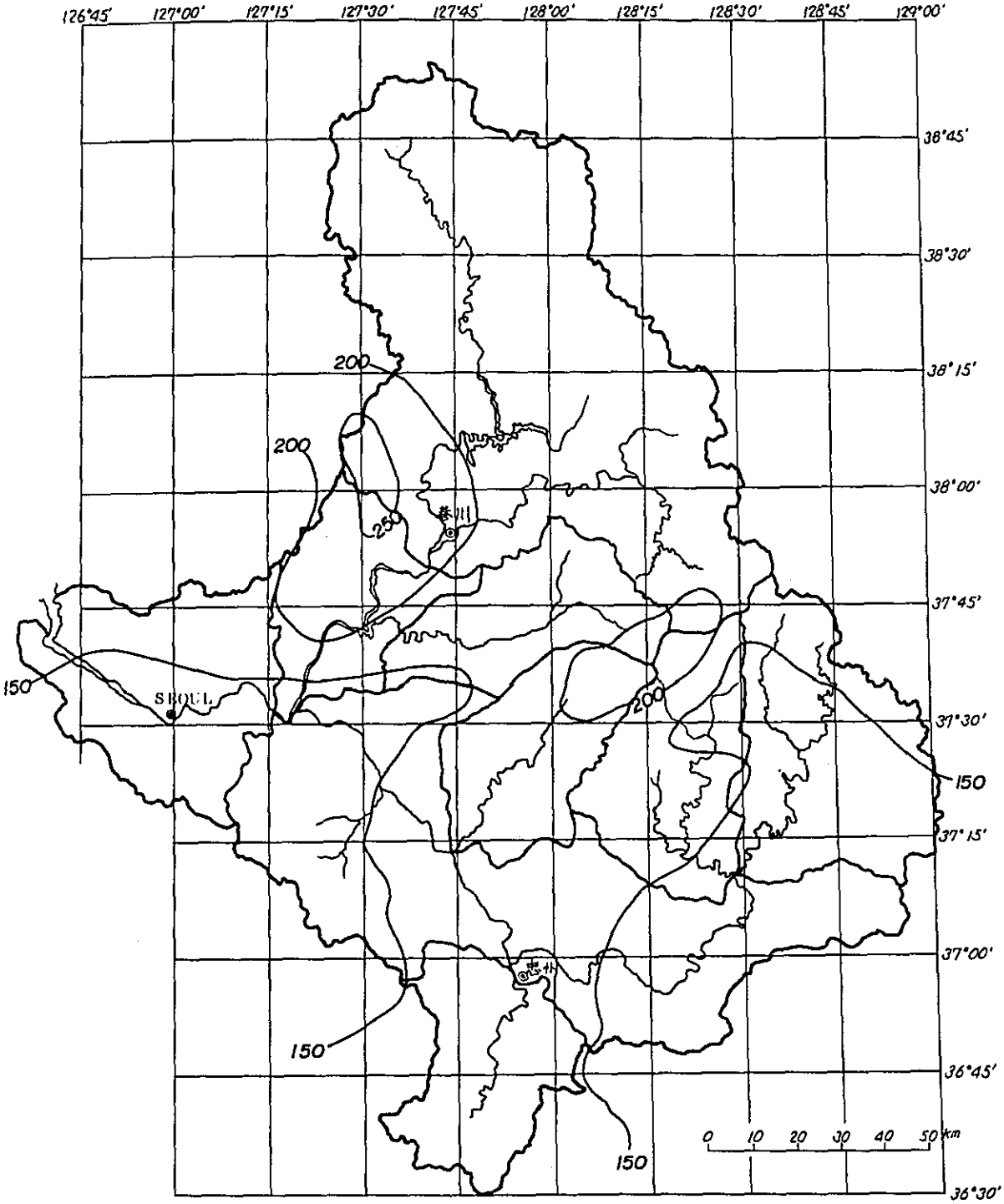
降雨解析は、集収した全資料についておこなわれることが望ましいが、検討時間の制約もあったため表－４－３の洪水のなかで規模が大きく、雨量資料の整っている１９６５年７月および１９６６年７月の２洪水が解析の対象として選ばれた。

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復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塡をおこなった。

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。



図－４－２の(1)　１９６５年洪水降雨分布（７月７日～１１日）

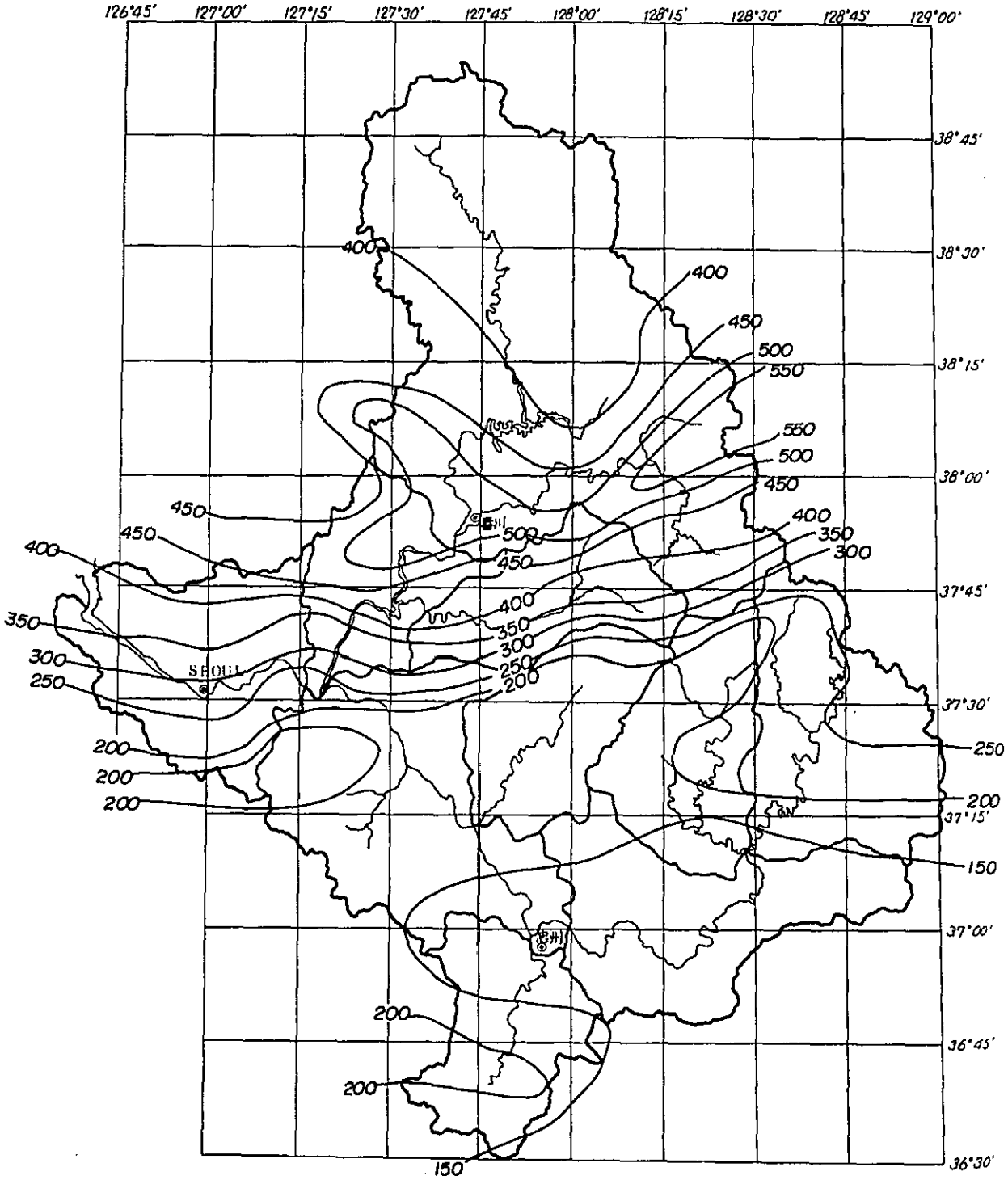
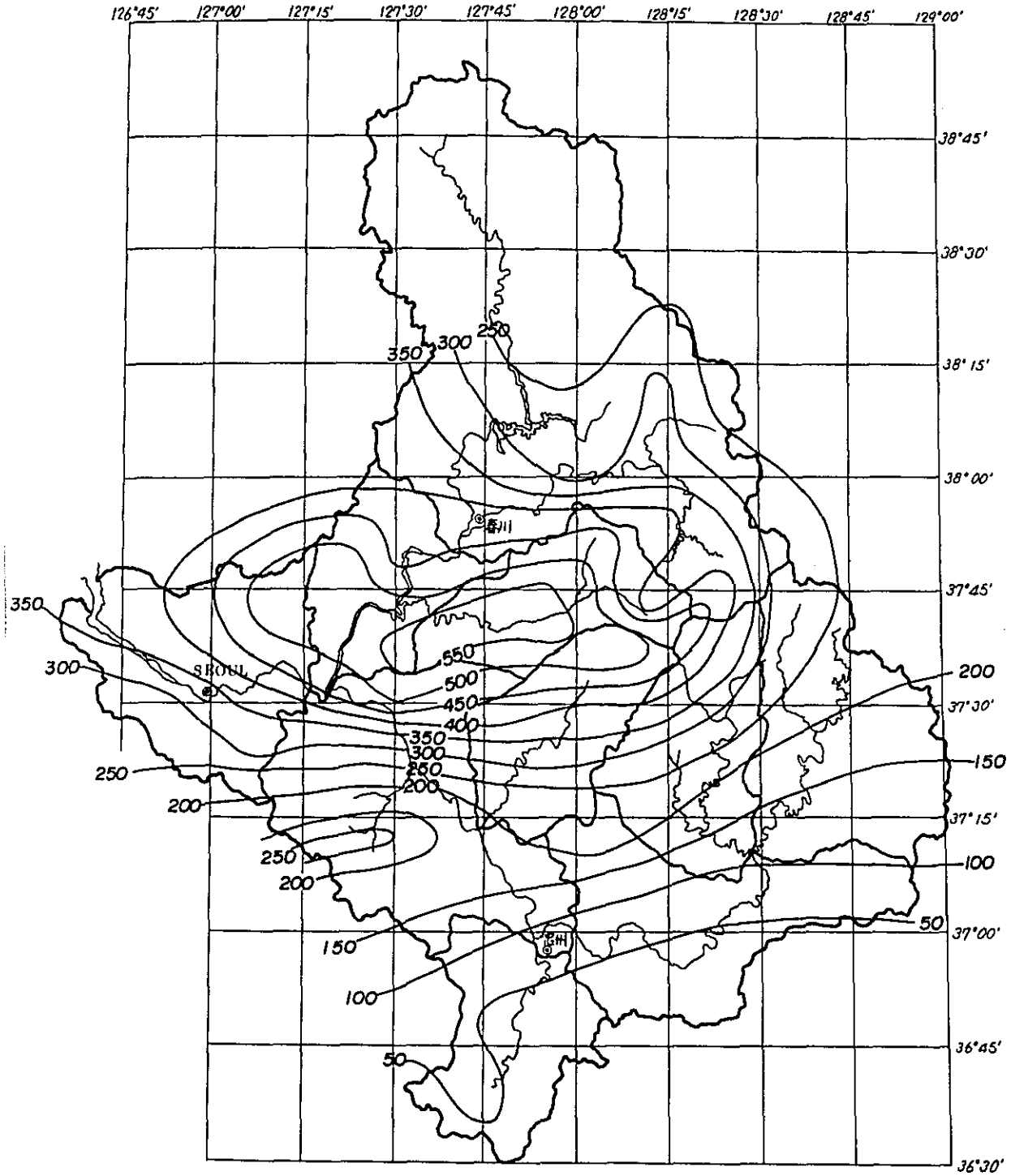
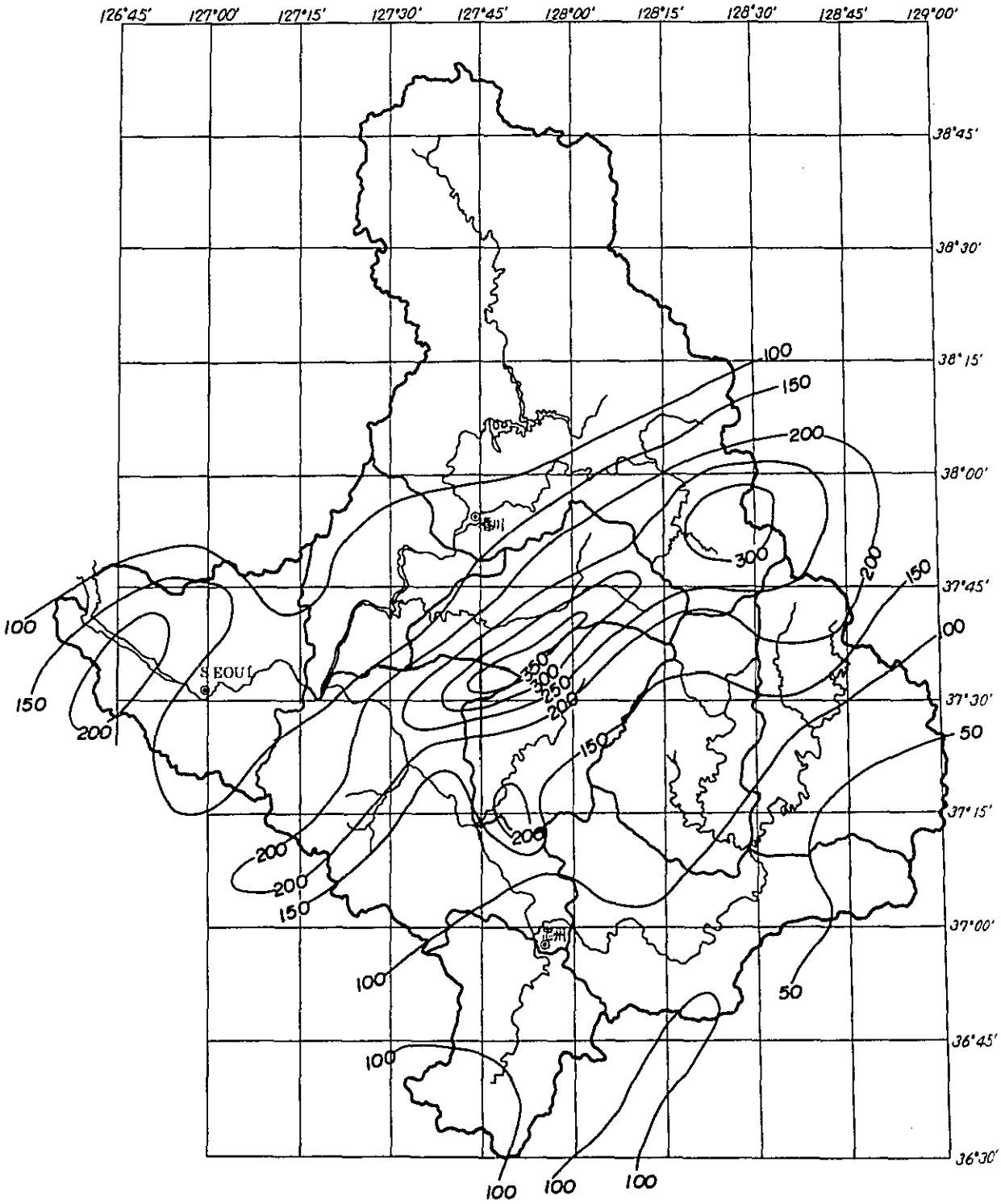


図-4-2の(2)　1965年洪水降雨分布（7月13日～17日）



図－4－2 の(3) １９６６年洪水降雨分布（７月１４日～２０日）



図−4−2の(4)　１９６６年洪水降雨分布（７月２１日〜２３日）

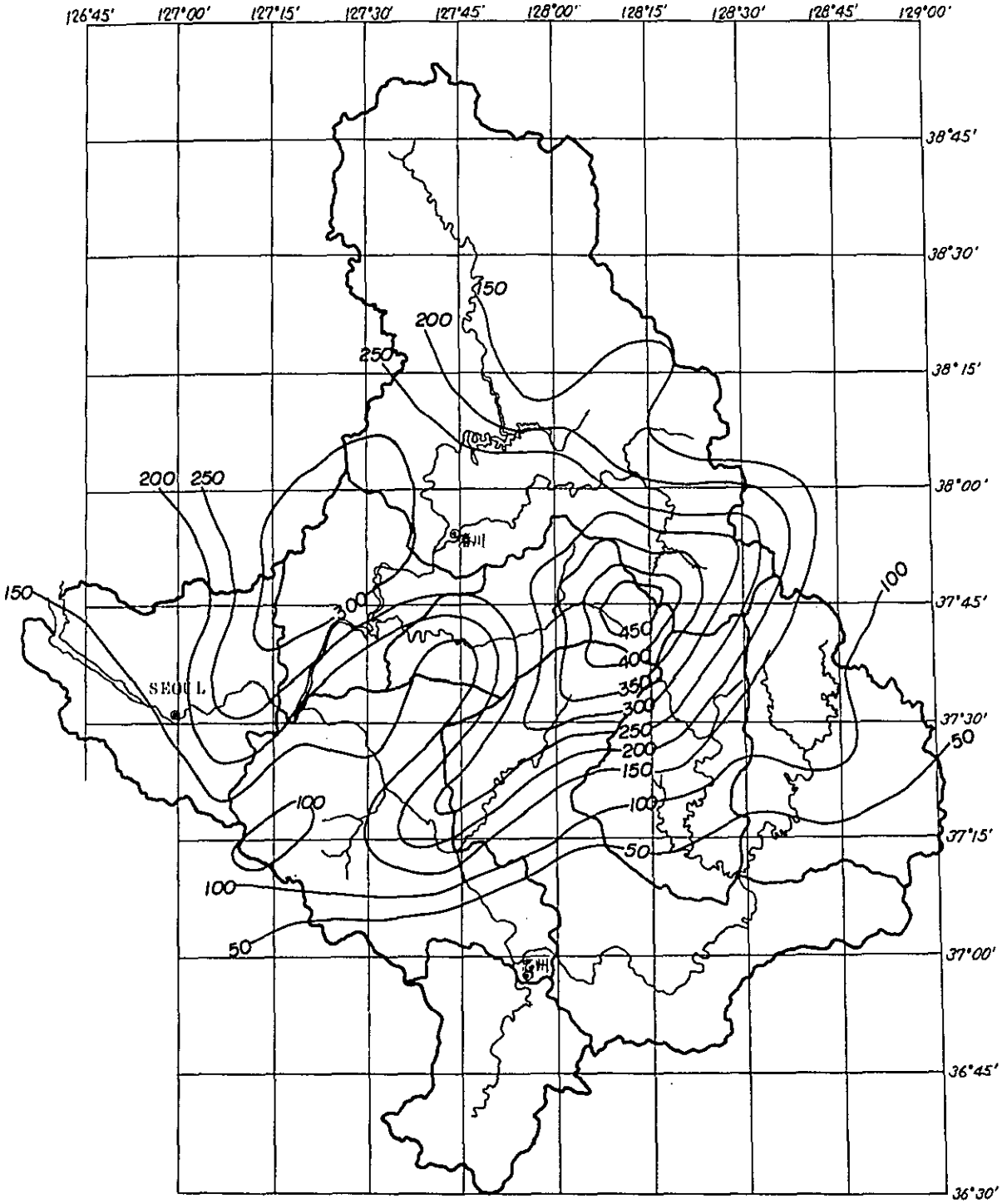


図-4-2の(5)　1966年洪水降雨分布（7月24日～27日）

表－4－4の(1)　雨量観測所間相関係数（１９６５）

	ソウル	楽生	高安	議政府	内里	広州	竜仁	利川	遠三	驪州	富論	横城	晴日	青雲	原州	陽平	陽東	牧溪	忠州	清凡	丹陽	白雲	永春	槐山	延豊	青川	上毛	蓮坪	大和	芳林	水周	珍富	旌善	上東	臨溪	平昌	斗村	乃村	春川	下面	加平	麟蹄	富坪	瑞和	麒麟	蒼村	瑞石	華川	上面	史内	方山
ソウル		0.890	0.973	0.983	0.922	0.885	0.856	0.844	0.911	0.858	0.718	0.549	0.722	0.699	0.625	0.553	0.786	0.731	0.427	0.491	0.603	0.676	0.634	0.447	0.402	0.394	0.447	0.792	0.749	0.795	0.526	0.769	0.834	0.694	0.788	0.825	0.825	0.874	0.836	0.948	0.807	0.797	0.813	0.771	0.897	0.697	0.769	0.801	0.779	0.774	0.881
楽生			0.849	0.893	0.915	0.892	0.932	0.891	0.890	0.889	0.792	0.407	0.980	0.695	0.862	0.634	0.814	0.667	0.501	0.618	0.386	0.738	0.726	0.482	0.394	0.415	0.281	0.705	0.714	0.713	0.299	0.936	0.853	0.748	0.868	0.798	0.863	0.845	0.876	0.901	0.700	0.878	0.840	0.917	0.932	0.733	0.785	0.855	0.845	0.908	0.899
高安				0.979	0.945	0.851	0.875	0.897	0.951	0.884	0.772	0.608	0.907	0.744	0.835	0.571	0.824	0.839	0.439	0.509	0.667	0.698	0.667	0.427	0.401	0.362	0.534	0.840	0.835	0.877	0.658	0.788	0.899	0.749	0.844	0.845	0.880	0.942	0.891	0.974	0.864	0.853	0.881	0.783	0.902	0.758	0.825	0.871	0.845	0.791	0.927
議政府					0.970	0.844	0.886	0.868	0.926	0.853	0.755	0.681	0.748	0.700	0.811	0.551	0.761	0.765	0.375	0.461	0.611	0.627	0.635	0.407	0.383	0.399	0.452	0.823	0.777	0.848	0.571	0.802	0.887	0.734	0.834	0.823	0.891	0.917	0.908	0.965	0.878	0.873	0.880	0.824	0.932	0.738	0.805	0.874	0.824	0.833	0.923
内里						0.818	0.935	0.915	0.946	0.872	0.811	0.402	0.701	0.707	0.816	0.569	0.768	0.784	0.395	0.518	0.564	0.650	0.710	0.415	0.404	0.412	0.454	0.815	0.798	0.893	0.578	0.880	0.953	0.823	0.909	0.833	0.958	0.961	0.981	0.956	0.906	0.957	0.947	0.905	0.960	0.790	0.848	0.956	0.886	0.922	0.963
広州							0.867	0.899	0.870	0.918	0.838	0.687	0.583	0.815	0.911	0.758	0.930	0.748	0.623	0.657	0.495	0.822	0.699	0.542	0.431	0.406	0.338	0.756	0.799	0.633	0.300	0.896	0.788	0.643	0.838	0.888	0.777	0.795	0.756	0.882	0.612	0.768	0.771	0.832	0.850	0.757	0.805	0.769	0.855	0.790	0.864
竜仁								0.936	0.960	0.961	0.824	0.480	0.591	0.655	0.941	0.529	0.863	0.822	0.662	0.737	0.599	0.790	0.816	0.621	0.530	0.570	0.520	0.824	0.843	0.774	0.398	0.936	0.912	0.837	0.892	0.877	0.869	0.922	0.920	0.906	0.788	0.907	0.859	0.872	0.864	0.670	0.767	0.907	0.894	0.871	0.903
利川									0.960	0.949	0.917	0.628	0.706	0.849	0.902	0.732	0.927	0.875	0.618	0.714	0.608	0.832	0.817	0.544	0.507	0.451	0.541	0.868	0.896	0.844	0.573	0.945	0.954	0.842	0.966	0.948	0.927	0.947	0.920	0.914	0.809	0.933	0.935	0.907	0.900	0.862	0.904	0.942	0.961	0.901	0.960
遠三										0.966	0.823	0.585	0.724	0.734	0.921	0.562	0.892	0.858	0.635	0.725	0.680	0.840	0.847	0.611	0.569	0.514	0.637	0.856	0.868	0.886	0.603	0.844	0.955	0.884	0.913	0.932	0.878	0.977	0.926	0.938	0.853	0.897	0.393	0.839	0.881	0.756	0.830	0.918	0.896	0.834	0.933
驪州											0.859	0.680	0.669	0.746	0.987	0.610	0.959	0.874	0.767	0.803	0.687	0.899	0.854	0.708	0.614	0.581	0.604	0.844	0.901	0.751	0.424	0.914	0.890	0.810	0.890	0.959	0.819	0.910	0.844	0.891	0.747	0.828	0.814	0.818	0.807	0.718	0.797	0.858	0.905	0.802	0.885
富論												0.669	0.750	0.927	0.833	0.876	0.894	0.865	0.561	0.561	0.606	0.709	0.681	0.479	0.471	0.432	0.409	0.834	0.923	0.701	0.419	0.923	0.872	0.665	0.948	0.921	0.877	0.841	0.826	0.812	0.767	0.856	0.884	0.908	0.817	0.922	0.942	0.895	0.980	0.856	0.914
横城													0.717	0.741	0.700	0.649	0.824	0.786	0.630	0.485	0.676	0.672	0.626	0.460	0.376	0.266	0.474	0.658	0.794	0.376	0.355	0.499	0.472	0.290	0.533	0.805	0.406	0.525	0.351	0.579	0.376	0.356	0.558	0.596	0.430	0.638	0.291	0.541
晴日														0.776	0.632	0.598	0.683	0.831	0.368	0.300	0.856	0.489	0.470	0.372	0.457	0.383	0.638	0.848	0.836	0.740	0.716	0.541	0.738	0.527	0.706	0.808	0.708	0.770	0.668	0.728	0.831	0.634	0.729	0.571	0.625	0.736	0.782	0.711	0.744	0.551	0.748
青雲															0.698	0.953	0.845	0.765	0.450	0.448	0.531	0.675	0.585	0.328	0.392	0.251	0.357	0.758	0.821	0.684	0.529	0.793	0.788	0.571	0.875	0.369	0.810	0.757	0.707	0.753	0.691	0.744	0.826	0.816	0.779	0.957	0.953	0.785	0.886	0.766	0.855
原州																0.578	0.949	0.860	0.804	0.804	0.702	0.874	0.807	0.745	0.618	0.633	0.379	0.836	0.893	0.645	0.302	0.885	0.817	0.730	0.828	0.933	0.740	0.843	0.774	0.848	0.682	0.760	0.735	0.765	0.739	0.641	0.727	0.790	0.867	0.731	0.823
陽平																	0.747	0.621	0.338	0.320	0.322	0.543	0.428	0.210	0.232	0.130	0.104	0.608	0.698	0.987	0.309	0.747	0.638	0.388	0.781	0.734	0.702	0.582	0.576	0.621	0.507	0.644	0.718	0.777	0.698	0.908	0.871	0.667	0.804	0.703	0.749
陽東																		0.886	0.763	0.754	0.642	0.905	0.781	0.637	0.541	0.455	0.526	0.799	0.919	0.670	0.399	0.886	0.823	0.695	0.870	0.977	0.765	0.838	0.747	0.842	0.640	0.751	0.771	0.778	0.751	0.774	0.829	0.794	0.910	0.734	0.553
牧溪																			0.580	0.558	0.763	0.688	0.615	0.468	0.403	0.394	0.576	0.865	0.987	0.714	0.542	0.785	0.820	0.623	0.820	0.934	0.777	0.860	0.785	0.851	0.747	0.779	0.804	0.698	0.702	0.733	0.792	0.829	0.906	0.659	0.845
忠州																				0.940	0.655	0.878	0.823	0.947	0.842	0.770	0.718	0.601	0.627	0.344	0.120	0.586	0.512	0.614	0.539	0.713	0.343	0.517	0.378	0.401	0.358	0.366	0.338	0.407	0.285	0.321	0.403	0.424	0.546	0.385	0.423
清凡																					0.547	0.916	0.917	0.894	0.803	0.721	0.712	0.612	0.588	0.494	0.247	0.673	0.628	0.782	0.629	0.787	0.475	0.620	0.525	0.484	0.430	0.523	0.470	0.523	0.430	0.383	0.475	0.543	0.589	0.538	0.519
丹陽																						0.562	0.518	0.707	0.729	0.738	0.861	0.860	0.771	0.565	0.517	0.445	0.610	0.543	0.552	0.744	0.487	0.653	0.514	0.553	0.738	0.466	0.504	0.385	0.385	0.474	0.521	0.545	0.594	0.373	0.544
白雲																							0.921	0.790	0.718	0.537	0.651	0.649	0.722	0.651	0.395	0.776	0.757	0.805	0.772	0.866	0.638	0.763	0.641	0.678	0.537	0.623	0.629	0.654	0.617	0.612	0.629	0.671	0.739	0.656	0.702
永春																								0.823	0.823	0.664	0.740	0.664	0.654	0.750	0.471	0.773	0.830	0.943	0.806	0.791	0.706	0.808	0.732	0.629	0.672	0.703	0.685	0.706	0.637	0.601	0.669	0.745	0.720	0.747	0.708
槐山																									0.945	0.909	0.780	0.607	0.529	0.363	0.124	0.513	0.502	0.647	0.490	0.625	0.326	0.500	0.378	0.351	0.446	0.342	0.305	0.392	0.269	0.285	0.381	0.399	0.459	0.384	0.377
延豊																										0.892	0.844	0.601	0.471	0.455	0.290	0.442	0.534	0.693	0.508	0.580	0.366	0.509	0.388	0.288	0.549	0.346	0.344	0.386	0.265	0.323	0.403	0.419	0.433	0.410	0.374
青川																											0.727	0.662	0.461	0.298	0.072	0.435	0.444	0.555	0.418	0.488	0.303	0.425	0.370	0.280	0.518	0.348	0.287	0.265	0.236	0.178	0.266	0.377	0.395	0.366	0.323
上毛																												0.692	0.562	0.615	0.632	0.336	0.581	0.713	0.479	0.619	0.402	0.608	0.450	0.387	0.639	0.392	0.414	0.269	0.269	0.302	0.386	0.463	0.435	0.323	0.411
蓮坪																													0.884	0.723	0.565	0.750	0.823	0.692	0.808	0.871	0.773	0.830	0.781	0.794	0.854	0.790	0.799	0.725	0.725	0.709	0.764	0.804	0.638	0.707	0.818
大和																														0.701	0.482	0.836	0.839	0.636	0.863	0.960	0.789	0.864	0.794	0.860	0.766	0.792	0.818	0.758	0.728	0.782	0.838	0.847	0.940	0.709	0.818
芳林																															0.852	0.716	0.944	0.894	0.862	0.777	0.915	0.947	0.915	0.851	0.910	0.873	0.912	0.723	0.853	0.790	0.832	0.902	0.785	0.835	0.883
水周																																0.320	0.673	0.651	0.564	0.539	0.638	0.680	0.611	0.551	0.721	0.577	0.668	0.602	0.584	0.397	0.606	0.609	0.490	0.493	0.596
珍富																																	0.898	0.768	0.951	0.874	0.899	0.870	0.894	0.861	0.713	0.918	0.890	0.961	0.890	0.832	0.869	0.920	0.953	0.954	0.927
旌善																																		0.911	0.973	0.883	0.974	0.988	0.974	0.806	0.915	0.957	0.969	0.914	0.915	0.866	0.913	0.983	0.930	0.938	0.966
上東																																			0.845	0.752	0.823	0.889	0.858	0.701	0.803	0.826	0.809	0.763	0.751	0.658	0.717	0.845	0.740	0.833	0.788
臨溪																																				0.912	0.966	0.941	0.937	0.889	0.847	0.946	0.963	0.960	0.912	0.930	0.959	0.973	0.773	0.955	0.970
平昌																																					0.834	0.910	0.817	0.878	0.776	0.807	0.842	0.802	0.789	0.824	0.882	0.863	0.941	0.773	0.902
斗村																																						0.952	0.981	0.907	0.894	0.980	0.995	0.953	0.964	0.912	0.939	0.989	0.930	0.966	0.983
乃村																																							0.996	0.932	0.911	0.934	0.908	0.865	0.903	0.821	0.883	0.969	0.916	0.889	0.960
春川																																								0.917	0.899	0.987	0.970	0.924	0.945	0.820	0.866	0.988	0.905	0.949	0.966
下面																																									0.809	0.897	0.905	0.845	0.938	0.784	0.845	0.901	0.871	0.836	0.955
加平																																										0.860	0.889	0.788	0.818	0.769	0.825	0.896	0.805	0.819	0.860
麟蹄																																											0.982	0.948	0.908	0.849	0.878	0.985	0.922	0.962	0.963
富坪																																												0.939	0.854	0.919	0.940	0.986	0.937	0.950	0.982
瑞和																																													0.942	0.898	0.916	0.944	0.929	0.927	0.946
麒麟																																														0.864	0.891	0.930	0.877	0.949	0.967
蒼村																																															0.988	0.881	0.910	0.876	0.914
瑞石																																																0.918	0.943	0.896	0.949
華川																																																	0.952	0.954	0.976
上面																																																		0.895	0.963
史内																																																			0.940
方山																																																			

表－4－4の(2)　雨量観測所間相関係数（１９６６）

	ソウル	高安	桑生	広州	議政府	内里	下面	竜仁	利川	遠三	驪州	富蟾	横城	原州	楊東	楊平	晋雲	晴日	忠州	牧溪	笠峰	白雲	槐山	延豊	青川	上毛	丹陽	清风	永春	平昌	水周	芳林	軍越	蓬坪	大和	旌善	臨溪	上東	珍富	斗村	乃村	瑞石	富坪	春川	加平	麟蹄	瑞和	奇竺里	麒麟	蒼村	華川	上面	史内	方山
ソウル		0.576	0.678	0.720	0.869	0.913	0.928	0.624	0.617	0.536	0.524	0.310	0.661	0.711	0.774	0.905	0.754	0.646	0.347	0.121	0.260	0.430	0.161	0.198	0.361	0.142	0.199	0.357	0.189	0.900	0.642	0.892	0.261	0.657	0.748	0.919	0.931	0.304	0.876	0.842	0.485	0.895	0.670	0.847	0.806	0.774	0.411	0.686	0.498	0.822	0.626	0.572	0.632	0.34
高安			0.884	0.681	0.457	0.498	0.531	0.750	0.649	0.693	0.716	0.311	0.416	0.843	0.810	0.720	0.439	0.439	0.615	0.556	0.544	0.740	0.317	0.362	0.280	0.306	0.576	0.589	0.375	0.437	0.693	0.673	0.732	0.602	0.148	0.518	0.373	0.703	0.523	0.555	0.512	0.544	0.376	0.472	0.367	0.446	0.360	0.083	0.322	0.597	0.177	0.085	0.450	0.19
桑生				0.760	0.547	0.612	0.615	0.810	0.666	0.718	0.730	0.260	0.598	0.842	0.875	0.817	0.533	0.621	0.430	0.346	0.310	0.573	0.285	0.323	0.190	0.214	0.414	0.519	0.264	0.546	0.590	0.743	0.532	0.528	0.194	0.596	0.568	0.509	0.683	0.741	0.423	0.715	0.423	0.624	0.547	0.604	0.396	0.207	0.457	0.759	0.281	0.270	0.568	0.22
広州					0.798	0.767	0.754	0.901	0.856	0.935	0.797	0.649	0.391	0.845	0.912	0.877	0.782	0.784	0.589	0.031	0.503	0.718	0.381	0.385	0.484	0.317	0.206	0.520	0.249	0.631	0.771	0.767	0.402	0.795	0.557	0.532	0.651	0.371	0.913	0.825	0.349	0.846	0.759	0.744	0.345	0.779	0.441	0.544	0.585	0.806	0.066	0.055	0.338	0.18
議政府						0.853	0.943	0.693	0.726	0.634	0.542	0.474	0.433	0.577	0.745	0.781	0.749	0.822	0.356	-0.151	0.244	0.407	0.118	0.130	0.367	0.078	-0.003	0.267	0.272	0.714	0.642	0.711	0.074	0.732	0.701	0.673	0.783	0.115	0.897	0.880	0.502	0.914	0.769	0.881	0.574	0.842	0.519	0.672	0.597	0.845	0.353	0.322	0.442	0.34
内里							0.944	0.592	0.556	0.572	0.427	0.376	0.637	0.634	0.767	0.662	0.750	0.927	0.198	-0.097	0.156	0.361	0.018	0.032	0.271	-0.018	0.013	0.199	-0.009	0.807	0.600	0.796	0.131	0.661	0.742	0.826	0.872	0.709	0.848	0.881	0.493	0.895	0.769	0.937	0.763	0.872	0.582	0.615	0.505	0.851	0.582	0.492	0.649	0.55
下面								0.615	0.618	0.583	0.472	0.341	0.531	0.610	0.733	0.860	0.757	0.875	0.287	-0.031	0.194	0.392	0.076	0.100	0.323	0.034	0.097	0.282	0.208	0.764	0.600	0.770	0.165	0.645	0.698	0.794	0.817	0.228	0.856	0.899	0.537	0.908	0.289	0.949	0.692	0.895	0.642	0.612	0.557	0.865	0.523	0.410	0.556	0.59
竜仁									0.929	0.931	0.851	0.706	0.284	0.779	0.891	0.756	0.609	0.559	0.626	0.091	0.552	0.698	0.410	0.480	0.450	0.369	0.258	0.530	0.286	0.563	0.851	0.720	0.434	0.824	0.296	0.421	0.547	0.390	0.813	0.781	0.449	0.732	0.486	0.636	0.310	0.648	0.286	0.369	0.666	0.502	-0.014	0.004	0.373	0.02
利川										0.885	0.894	0.789	0.215	0.719	0.829	0.694	0.734	0.564	0.701	0.037	0.595	0.738	0.505	0.546	0.621	0.469	0.313	0.639	0.378	0.586	0.835	0.668	0.609	0.869	0.389	0.607	0.474	0.424	0.867	0.689	0.452	0.703	0.542	0.584	0.271	0.635	0.277	0.497	0.562	0.743	-0.050	-0.023	0.190	-0.2
遠三											0.846	0.766	0.283	0.830	0.893	0.747	0.669	0.586	0.664	0.086	0.593	0.780	0.449	0.456	0.491	0.417	0.275	0.561	0.317	0.518	0.808	0.691	0.470	0.899	0.367	0.348	0.461	0.440	0.783	0.660	0.306	0.625	0.528	0.535	0.205	0.561	0.210	0.375	0.503	0.673	-0.158	-0.108	0.227	-0.0
驪州												0.688	0.275	0.813	0.797	0.699	0.761	0.451	0.746	0.285	0.598	0.816	0.666	0.653	0.358	0.543	0.540	0.793	0.509	0.567	0.718	0.643	0.604	0.711	0.251	0.350	0.377	0.643	0.719	0.526	0.236	0.565	0.429	0.401	0.226	0.469	0.160	0.486	0.309	0.577	-0.146	-0.059	0.066	-0.2
富蟾													0.048	0.425	0.581	0.379	0.564	0.335	0.508	-0.237	0.574	0.564	0.392	0.321	0.513	0.374	0.042	0.355	0.146	0.453	0.782	0.398	0.196	0.868	0.352	0.128	0.278	0.258	0.582	0.411	0.328	0.467	0.375	0.350	0.062	0.405	0.043	0.497	0.034	0.461	-0.216	0.071	0.037	-0.1
横城														0.491	0.627	0.519	0.440	0.703	-0.047	0.037	-0.117	0.058	-0.013	-0.063	-0.061	-0.067	0.023	0.081	-0.088	0.625	0.199	0.550	0.048	0.337	0.488	0.783	0.656	0.099	0.506	0.539	0.059	0.659	0.363	0.539	0.080	0.470	0.307	0.401	0.184	0.569	0.680	0.790	0.711	0.32
原州															0.879	0.912	0.787	0.629	0.717	0.503	0.609	0.849	0.531	0.565	0.510	0.505	0.604	0.736	0.463	0.684	0.718	0.877	0.739	0.660	0.463	0.635	0.589	0.698	0.754	0.605	0.200	0.677	0.521	0.511	0.406	0.499	0.192	0.418	0.396	0.604	0.110	0.075	0.318	-0.02
楊東																0.870	0.714	0.768	0.504	0.122	0.404	0.650	0.295	0.328	0.346	0.250	0.262	0.485	0.230	0.683	0.753	0.804	0.409	0.809	0.467	0.654	0.672	0.427	0.852	0.810	0.525	0.854	0.585	0.720	0.581	0.693	0.382	0.431	0.509	0.840	0.208	0.247	0.327	0.07
楊平																	0.814	0.828	0.527	0.271	0.423	0.675	0.340	0.380	0.439	0.297	0.385	0.558	0.307	0.832	0.702	0.945	0.509	0.652	0.644	0.793	0.832	0.514	0.892	0.809	0.294	0.850	0.686	0.766	0.608	0.731	0.360	0.597	0.496	0.772	0.369	0.312	0.500	0.22
晋雲																		0.773	0.531	0.034	0.372	0.647	0.491	0.515	0.608	0.391	0.378	0.655	0.399	0.800	0.516	0.747	0.366	0.540	0.669	0.620	0.635	0.492	0.858	0.635	0.184	0.134	0.709	0.652	0.669	0.691	0.341	0.182	0.349	0.639	0.163	0.145	0.123	0.09
晴日																			0.192	-0.164	0.100	0.353	0.050	0.073	0.257	-0.008	-0.033	0.227	-0.015	0.710	0.477	0.709	0.072	0.601	0.760	0.769	0.800	0.134	0.871	0.833	0.413	0.910	0.847	0.888	0.693	0.871	0.598	0.638	0.404	0.807	0.549	0.465	0.386	0.05
忠州																				0.578	0.952	0.909	0.810	0.771	0.822	0.839	0.691	0.852	0.639	0.409	0.737	0.572	0.823	0.603	0.350	0.279	0.174	0.661	0.507	0.246	0.181	0.309	0.389	0.146	-0.119	0.234	0.010	0.368	0.398	0.271	0.258	0.306	-0.157	-0.09
牧溪																					0.550	0.546	0.495	0.525	0.328	0.570	0.666	0.627	0.588	0.145	0.214	0.379	0.870	-0.054	-0.057	0.247	-0.044	0.723	0.055	-0.142	0.035	-0.103	-0.130	-0.195	-0.036	-0.171	-0.148	-0.1
笠峰																						0.840	0.729	0.658	0.782	0.806	0.592	0.712	0.466	0.361	0.777	0.513	0.789	0.616	0.346	0.235	0.134	0.603	0.397	0.171	0.220	0.197	0.323	0.092	-0.184	0.171	-0.047	0.298	0.397	0.197	0.214	0.271	-0.095	-0.1
白雲																							0.647	0.692	0.683	0.656	0.716	0.845	0.592	0.453	0.755	0.657	0.853	0.638	0.322	0.305	0.237	0.826	0.565	0.314	0.110	0.369	0.450	0.245	-0.009	0.302	0.071	0.523	0.243	0.329	-0.203	-0.289	-0.208	-0.1
槐山																								0.917	0.828	0.963	0.705	0.879	0.603	0.375	0.413	0.426	0.691	0.299	0.230	0.204	0.057	0.502	0.374	0.107	0.010	0.182	0.181	0.004	-0.158	0.122	-0.077	0.370	0.410	0.161	-0.361	-0.329	-0.365	-0.1
延豊																									0.764	0.902	0.779	0.918	0.619	0.346	0.388	0.449	0.683	0.271	0.174	0.194	0.050	0.569	0.386	0.102	-0.091	0.185	0.155	0.009	-0.142	0.002	-0.089	0.281	0.285	0.162	-0.343	-0.396	-0.387	-0.5
青川																										0.859	0.532	0.777	0.486	0.503	0.581	0.533	0.565	0.507	0.510	0.353	0.229	0.436	0.544	0.250	0.166	0.334	0.411	0.218	-0.066	0.321	0.055	0.504	0.476	0.299	-0.178	-0.267	-0.255	-0.2
上毛																											0.711	0.840	0.596	0.353	0.462	0.440	0.706	0.318	0.256	0.214	0.033	0.895	0.318	0.043	0.050	0.122	0.112	-0.054	-0.179	0.035	-0.125	0.284	0.418	0.099	-0.339	-0.347	-0.335	-0.6
丹陽																												0.882	0.745	0.298	0.319	0.463	0.907	0.107	-0.021	0.241	-0.033	0.883	0.142	0.038	-0.045	0.059	-0.011	-0.075	-0.015	-0.066	-0.103	-0.017	0.041	0.006	-0.174	-0.290	-0.212	-0.3
清风																													0.723	0.458	0.508	0.587	0.637	0.380	0.218	0.324	0.144	0.786	0.484	0.217	0.045	0.295	0.288	0.142	0.010	0.225	0.022	0.331	0.267	0.270	-0.231	-0.298	-0.279	-0.3
永春																														0.228	0.264	0.362	0.614	0.140	0.032	0.096	-0.032	0.595	0.214	0.043	-0.076	0.109	0.042	-0.013	-0.021	-0.034	-0.127	0.128	0.195	0.034	-0.375	-0.386	-0.340	-0.3
平昌																															0.665	0.702	0.326	0.653	0.750	0.869	0.881	0.381	0.812	0.687	0.348	0.747	0.507	0.686	0.747	0.622	0.155	0.787	0.507	0.684	0.500	0.548	0.483	0.2
水周																																0.760	0.544	0.923	0.482	0.501	0.554	0.503	0.722	0.630	0.508	0.592	0.488	0.561	0.287	0.553	0.168	0.464	0.602	0.651	0.118	0.121	0.387	0.0
芳林																																	0.558	0.659	0.645	0.831	0.829	0.533	0.834	0.736	0.327	0.768	0.517	0.685	0.630	0.613	0.173	0.569	0.581	0.715	0.371	0.341	0.506	0.0
軍越																																		0.305	0.088	0.784	0.071	0.899	0.248	0.089	0.049	0.107	0.157	0.025	-0.053	0.055	-0.026	0.064	0.162	0.110	-0.143	-0.255	-0.024	-0.2
蓬坪																																			0.570	0.512	0.565	0.327	0.777	0.669	0.620	0.693	0.585	0.623	0.385	0.629	0.274	0.557	0.524	0.717	0.167	0.202	0.393	0.12
大和																																				0.760	0.757	0.038	0.735	0.550	0.303	0.701	0.770	0.613	0.498	0.621	0.294	0.830	0.377	0.510	0.192	0.423	0.319	0.25
旌善																																					0.858	0.262	0.722	0.705	0.549	0.794	0.571	0.736	0.880	0.662	0.393	0.602	0.449	0.713	0.741	0.658	0.661	0.3
臨溪																																						0.079	0.826	0.816	0.339	0.885	0.587	0.798	0.989	0.714	0.272	0.720	0.521	0.760	0.642	0.678	0.678	0.3
上東																																							0.239	0.065	-0.002	0.080	0.127	0.056	0.084	0.056	-0.037	0.105	-0.055	0.098	0.077	0.173	-0.026	-0.2
珍富																																								0.883	0.005	0.937	0.780	0.829	0.557	0.828	0.423	0.746	0.631	0.811	0.301	0.299	0.415	0.15
斗村																																									0.585	0.949	0.705	0.982	0.640	0.931	0.634	0.511	0.742	0.978	0.433	0.608	0.648	0.55
乃村																																										0.568	0.371	0.604	0.507	0.574	0.599	0.130	0.502	0.690	0.467	0.383	0.584	0.5
瑞石																																											0.774	0.917	0.894	0.895	0.589	0.629	0.621	0.990	0.450	0.427	0.517	0.64
富坪																																												0.763	0.313	0.860	0.720	0.665	0.376	0.663	0.352	0.191	0.292	0.5
春川																																													0.611	0.961	0.732	0.526	0.655	0.939	0.535	0.442	0.644	0.65
加平																																														0.535	0.294	0.452	0.267	0.654	0.725	0.838	0.700	0.37
麟蹄																																															0.800	0.580	0.634	0.918	0.957	0.354	0.531	0.6
瑞和																																																0.173	0.335	0.647	0.381	0.651	0.355	0.6
奇竺里																																																	0.316	0.479	0.340	0.434	0.131	0.6
麒麟																																																		0.732	0.059	0.095	0.345	0.2
蒼村																																																			0.426	0.400	0.635	0.6
華川																																																				0.900	0.808	0.5
上面																																																						0.5
史内																																																						
方山																																																						

その結果は資料集－表－１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－表－１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著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に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－表－２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	観測所名		相関	観測所名		相関	観測所名		
時間雨量	日雨量	係数	時間雨量	日雨量	係数	時間雨量	日雨量	係数	時間雨量	日雨量	
Seoul			蓬　坪			Seoul			丹　陽		
	高　安	0.973		大　和	0.884		高　安	0.576		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				内　里	0.853		寧　越	0.907
龍　仁				水　周	0.673		下　面	0.943		上　東	0.883
	楽　生	0.932		珍　富	0.898	龍　仁			平　昌		
	広　州	0.932		上　東	0.911		広　州	0.901		水　周	0.665
	利　川	0.936		臨　渓	0.973		楊　平	0.756		芳　林	0.902
	遠　三	0.960		平　昌	0.893		利　川	0.929		大　和	0.750
驪　州			斗　村				遠　三	0.931	蓬　坪		単　独
	富　論	0.859		乃　村	0.952		楽　生	0.810	旌　善		
	原　州	0.987	春　川			驪　州				臨　渓	0.858
	楊　東	0.959		下　面	0.917		富　論	0.688		珍　富	0.722
	楊　平	0.610		加　平	0.899		厚　州	0.813	斗　村		
横　城			麟　蹄				青　雲	0.761		乃　村	0.585
	晴　日	0.717		富　坪	0.982		楊　東	0.797		瑞　石	0.949
	青　雲	0.741		瑞　和	0.948	横　城			春　川		
牧　渓		単　独	麒　麟		単　独		晴　日	0.703		加　平	0.671
忠　州			蒼　村			忠　州			麟　蹄		
	清　風	0.940		瑞　石	0.988		牧　渓	0.578		瑞　和	0.800
	丹　陽	0.655	華　川				笙　極	0.952		龍岱里	0.580
	白　雲	0.878		上　西	0.952		白　雲	0.909		富　坪	0.860
	永　春	0.823		史　内	0.954	槐　山				方　山	0.614
槐　山				方　山	0.976		延　豊	0.917	麒　麟		単　独
	延　豊	0.945					青　川	0.828	蒼　村		単　独
	青　川	0.909					上　毛	0.963	華　川		
	上　毛	0.780								上　西	0.900
										史　内	0.805

（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。

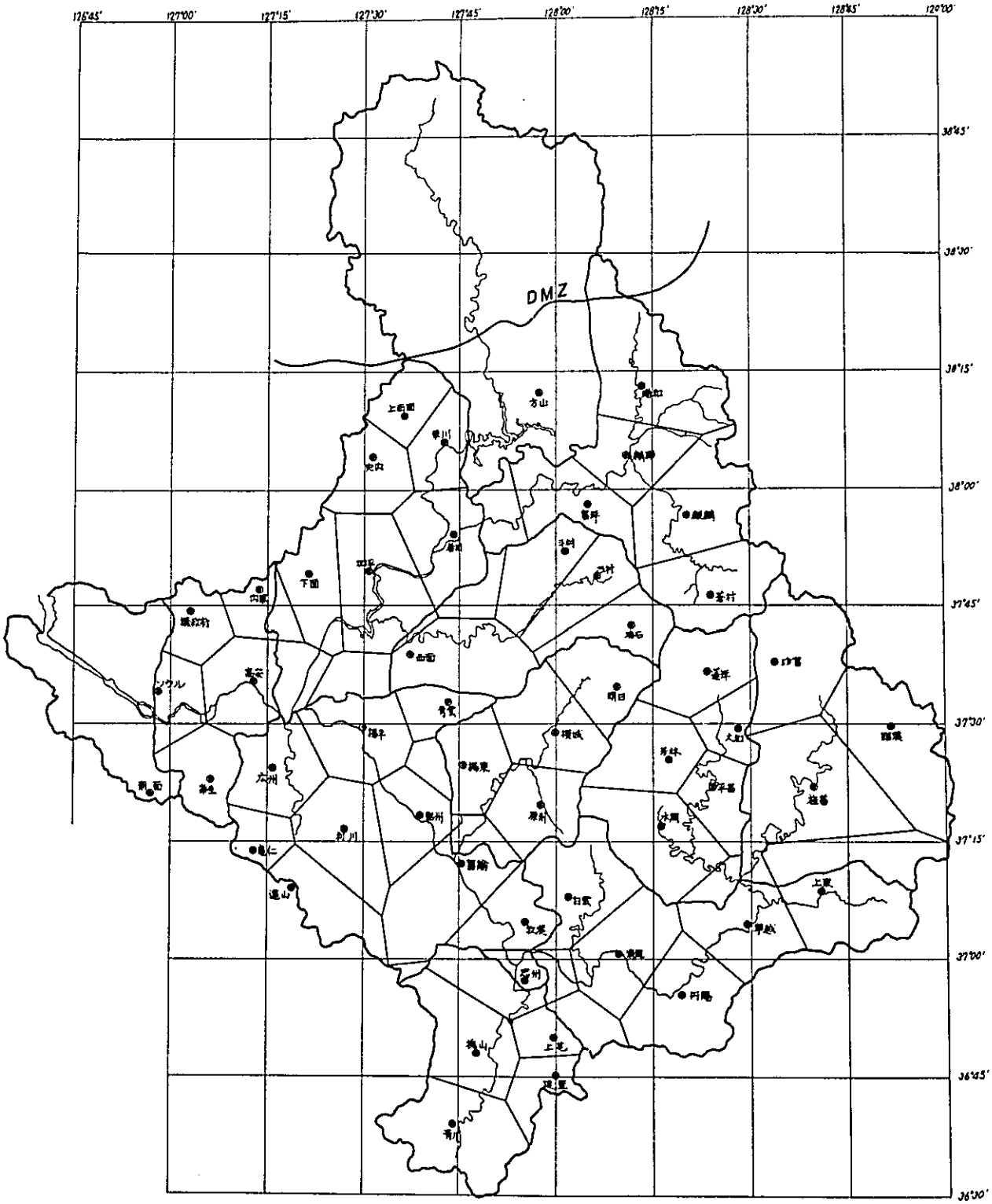
なお表－４－６ 示される検討された各 case の観測所のThiessen－Polygonの分担面積および分担率は、表－4－7のとおりである。

表－４－６　検討ｃａｓｅ

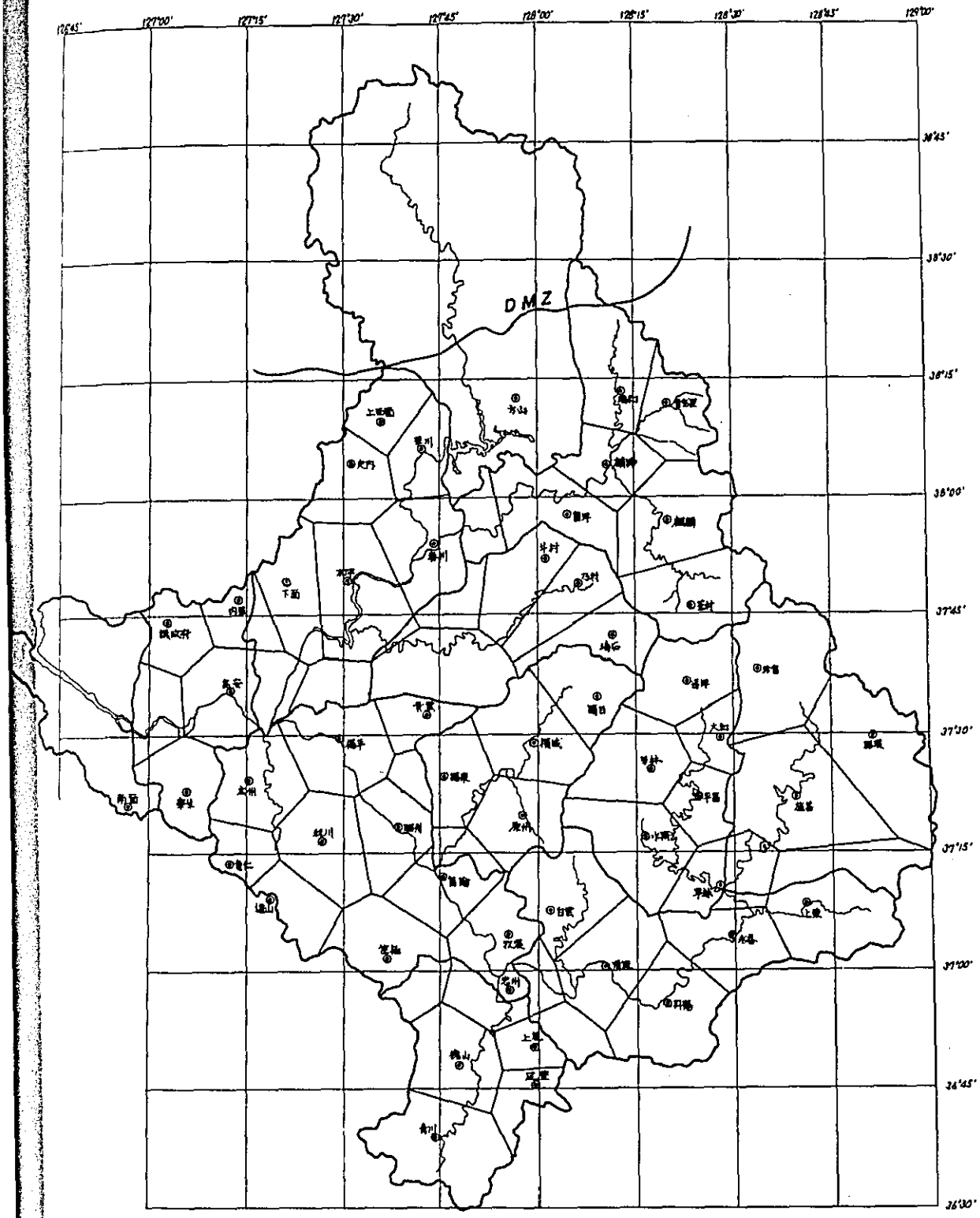
case	対象洪水	対象観測所
1の(1)	１９６５年	実測日雨量のある全観測所（５１個所）
1の(2)	１９６６年	実測日雨量のある全観測所（５４個所）
2	1965年および1966年	３９個所
3	1965年および1966年	３０個所
4の(1)	１９６５年	実測時間雨量のある全観測所（１５個所）
4の(2)	１９６６年	実測時間雨量のある全観測所（１７個所）


126°45'
127°00'
127°15'
127°30'
127°45'
128°00'
128°15'
128°30'
128°45'
129°00'
38°45'
38°30'
38°15'
38°00'
37°45'
37°30'
37°15'
37°00'
36°45'
36°30'
北漢江本川上流
華川 dam
北漢江殘流域
昭陽江
本川下流域
清平 dam
洪川江
南漢江本川上流
高安
贈江流域
平昌江
忠冊下流殘流域
驪州
寧越
忠州
忠冊上流殘流域
丹陽
蓮川流域

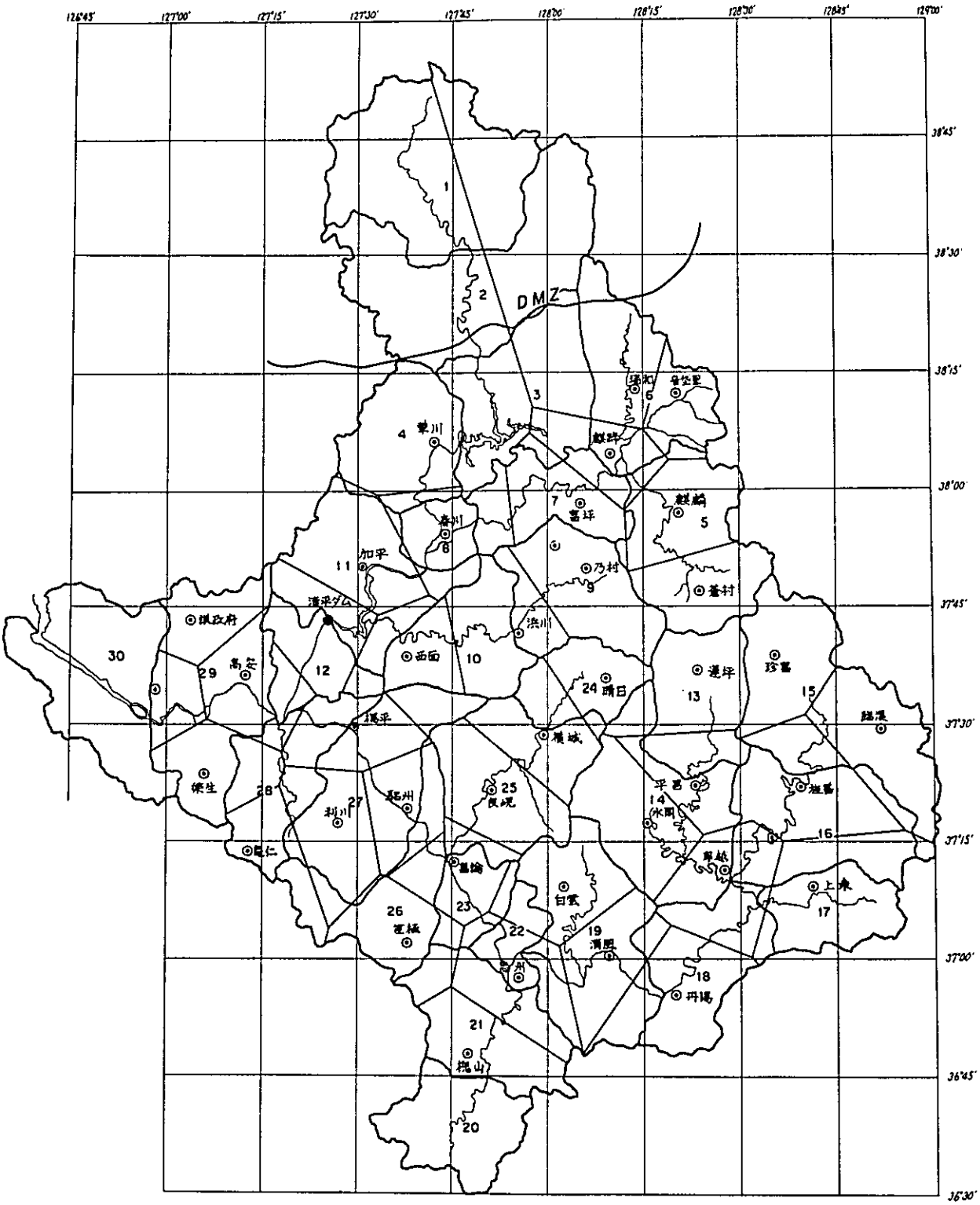
図－4－3 漢 江 流 域 分 割 図



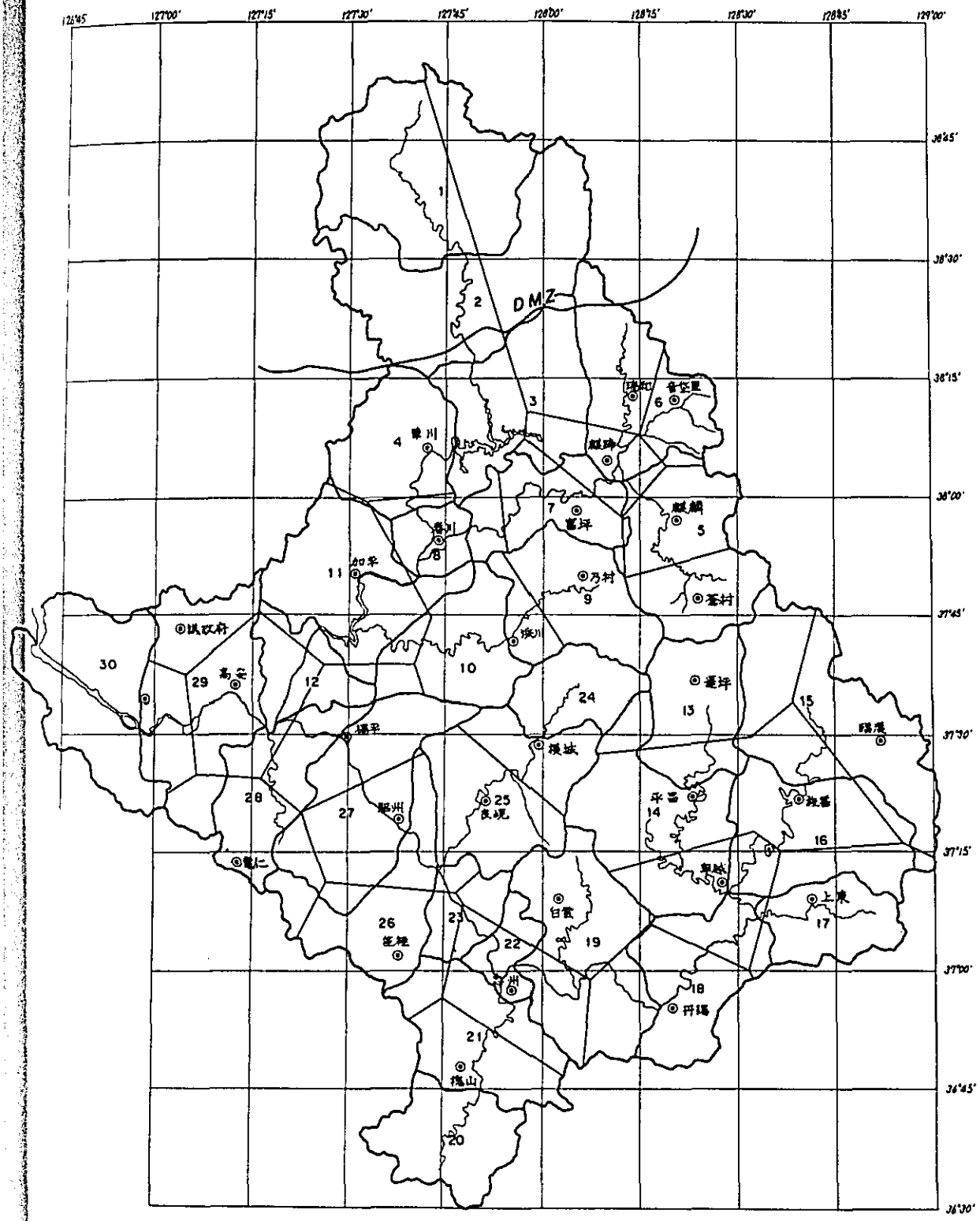
図－４－４の(1)　５１観測所を対象としたThiessen － Polygon（１９６５年洪水）



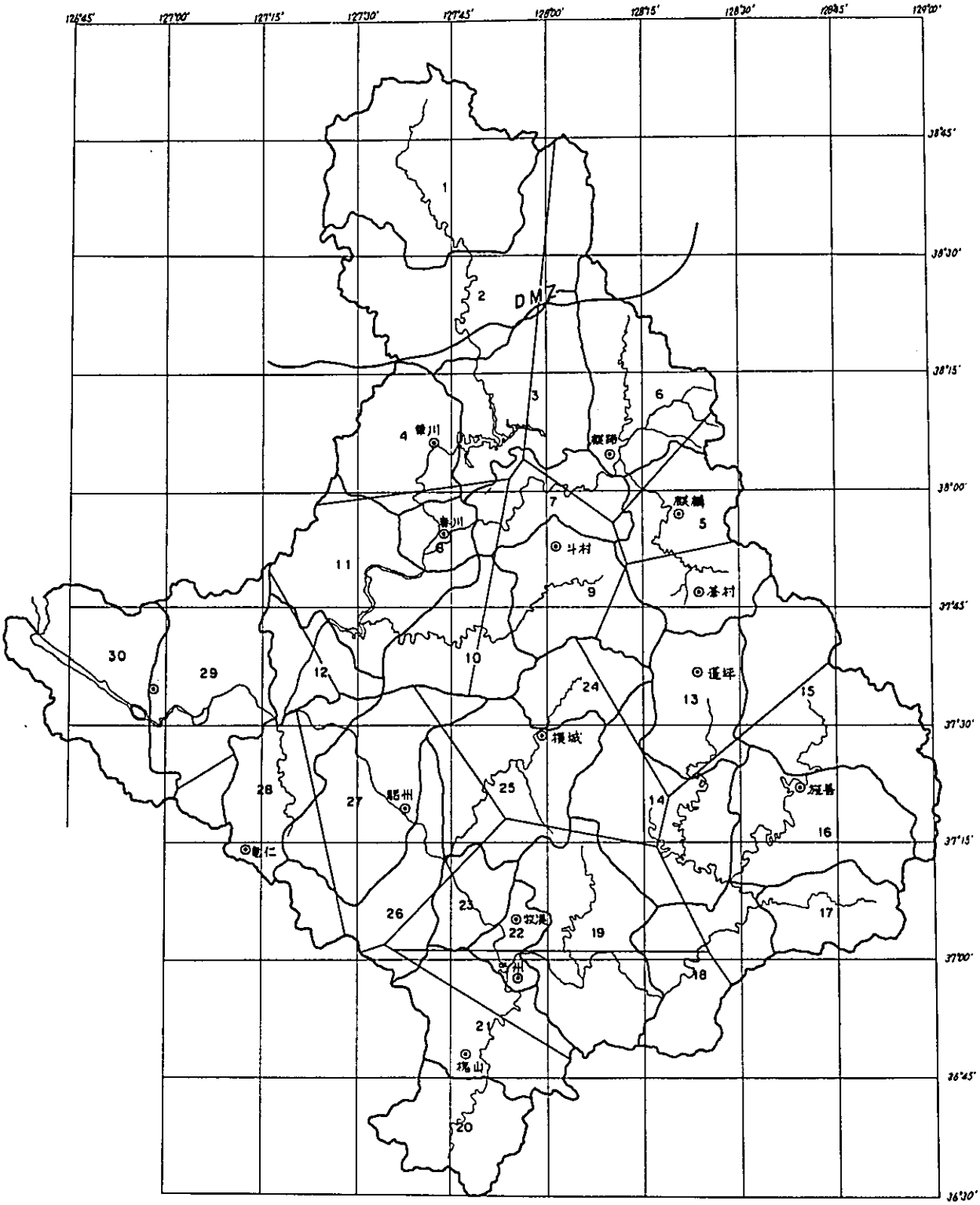
図－４－４の(2)　５４観測所を対象としたThiessen － Polygon（１９６６年洪水）



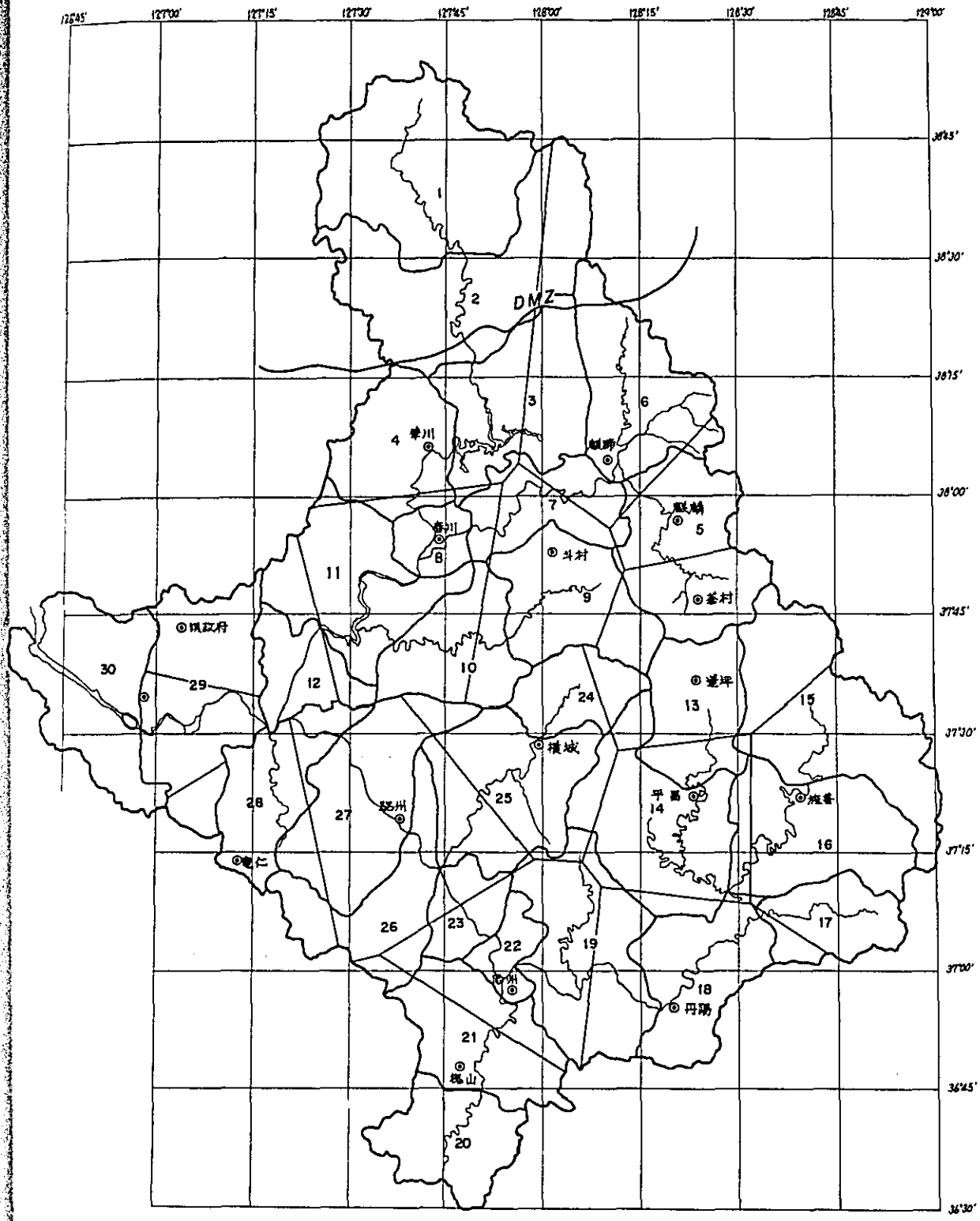
図－４－５　３９観測所を対象としたThiessen－Polygon



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(2)　１７観測所を対象としたThiessen－Polygon（１９６６年洪水）

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

上段　分担面積 Km²
下段　分担率

番号	観測所名	漢江 人道橋	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北漢江本川上流 華川ダム上流	昭陽江 昭陽江ダム上流	洪川江 洪川江ダム候補地上流	北漢江残流域 華川ダム～高安	南漢江本川上流 寧越上流	平昌江 寧越上流	忠州上流残流域 忠州～寧越	達川流域 本川合流点	蟾江流域 本川合流点	忠州下流残流域 忠州～高安
1	SEOUL	192.33			192.33 0.165										
2	鑛政府	205.15			205.15 0.176										
3	楽生	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	広州	378.71		378.71											378.71 0.111
7	竜仁	184.64		184.64											184.64 0.054
8	楊平	600.90	148.87	452.03					148.87 0.061						452.03 0.132
9	青雲	687.92	476.70	211.22				476.70 0.324							211.22 0.062
10	楊東	369.10		369.10										287.04 0.194	82.06 0.024
11	利川	453.00		453.00											453.00 0.133
12	驪州	332.47		332.47											332.47 0.097
13	遠三	346.69		346.69											346.69 0.102
14	原州	341.36		341.36										341.36 0.231	
15	横城	412.95		412.95										412.95 0.279	
16	晴日	324.68		324.68										324.68 0.220	
17	富論	656.69		656.69										112.97 0.076	543.72 0.159
18	牧溪	338.03		338.03								18.42 0.007			319.61 0.094
19	忠州	403.79		413.79								76.21 0.030	252.24 0.158		75.34 0.022
20	槐山	472.80		472.80									440.29 0.275		32.51 0.010
21	上毛	289.63		289.63								133.35 0.053	156.28 0.097		
22	延豊	199.19		199.19									199.19 0.124		
23	青川	554.00		554.00									554.00 0.346		
24	白雲	427.37		427.37								427.37 0.170			
25	清風	463.52		463.52								463.52 0.185			
26	丹陽	520.71		520.71								520.71 0.207			
27	永春	555.14		555.14						45.39 0.019	101.46 0.057	408.29 0.163			

表－4－7の(2) Case 1の(2) 雨量観測所の分担面積及び分担率

上段 分担面積 Km²
下段 分担率

番号	観測所名	漢江 人道橋	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北漢江 本川上流 華川ダム上流	昭陽江 昭陽江ダム上流	洪川江 洪川江ダム 鉄補地上流	北漢江 残流域 華川ダム～高安	南漢江 本川上流 寧越上流	平昌江 寧越上流	忠州上流 残流域 忠州～寧越	達川流域 本川合流点	嶺江流域 本川合流点	忠州下流 残流域 忠州～高安
1	SEOUL	192.33			192.33 0.165										
2	鑑政府	205.15			205.15 0.176										
3	楽生	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	広州	378.71		378.71											378.71 0.111
7	竜仁	184.64		184.64											184.64 0.054
8	楊平	600.90	148.87	452.03					148.87 0.061						452.03 0.133
9	青雲	687.92	476.70	211.22				476.70 0.324							211.22 0.062
10	楊東	369.10		369.10										287.04 0.194	82.06 0.024
11	利川	428.52		428.52											428.52 0.126
12	驪州	328.84		328.84											328.84 0.096
13	笙甌	530.89		530.89									119.28 0.074		411.61 0.121
14	遠三	253.95		253.95											253.95 0.074
15	原州	341.36		341.36										341.36 0.231	
16	横城	412.95		412.95										412.95 0.279	
17	晴日	324.68		324.68										324.68 0.220	
18	富論	418.15		418.15										112.97 0.076	305.18 0.089
19	牧溪	318.32		318.32								18.42 0.007			299.9 0.088
20	忠州	336.21		336.21								76.21 0.030	184.66 0.115		75.34 0.022
21	槐山	388.59		388.59									388.59 0.243		
22	上毛	289.63		289.63								133.35 0.053	156.28 0.098		
23	延豊	199.19		199.19									199.19 0.124		
24	青川	554.00		554.00									554.00 0.346		
25	白雲	427.37		427.37								427.37 0.170			
26	清風	463.52		463.52								463.52 0.185			
27	丹陽	520.71		520.71								520.71 0.207			
28	永春	370.92		370.92								370.92 0.148			

上段　分担面積 Km²
下段　分担率

番号	観測所名	漢江 人道橋	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北漢江本川上流 華川ダム上流	昭陽江 昭陽江ダム上流	洪川江 洪川江ダム候補地上流	北漢江残流域 華川ダム～高安	南漢江本川上流 寧越上流	平昌江 寧越上流	忠州上流残流域 忠州～寧越	達川流域 本川合流点	蟾江流域 本川合流点	忠州下流残流域 忠州～高安
28	上東	829.41	829.41	232.96						364.28 0.152		465.13 0.185			
29	水周	532.93	532.93	367.76							532.93 0.301				
30	平昌	232.96		182.95							232.96 0.131				
31	芳林	367.76		355.94							367.76 0.207				
32	大和	182.95		740.37							182.95 0.103				
33	蓬坪	355.94		581.90							355.94 0.201				
34	旌善	740.37		670.06						740.37 0.308					
35	珍富	581.90								581.90 0.242					
36	臨溪	670.06								670.06 0.279					
37	下面	320.77	320.77						320.77 0.130						
38	斗村	294.70	294.70					294.70 0.200							
39	乃村	276.96	276.96					276.96 0.188							
40	瑞石	306.36	306.36					306.36 0.208							
41	加平	566.25	566.25					23.92 0.016	542.33 0.220						
42	春川	674.76	674.76				165.18 0.061	94.36 0.064	415.22 0.169						
43	富坪	421.36	421.36				421.36 0.156								
44	麟蹄	316.20	316.20				316.2 0.117								
45	瑞和	774.05	774.05				774.05 0.287								
46	麒麟	557.76	557.76				557.76 0.206								
47	蓍村	468.45	468.45				468.45 0.173								
48	史内	307.27	307.27						307.27 0.125						
49	華川	245.19	245.19						245.19 0.100						
50	上面	237.10	237.10						237.10 0.096						
51	方山	4,063.0	4,063.0			4,063.0 1.000									
	合計	25,047	10,698	13,182	1,167.0 1.000	4,063.0 1.000	2,703.0 1.000	1,473.0 1.000	2,459.0 1.000	2,402.0 1.000	1,774.0 1.000	2,513.0 1.000	1,602.0 1.000	1,479.0 1.000	3,412.0 1.000

上段　分担面積　Km²
下段　分担率

番号	観測所名	漢江 入道橋	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 入道橋	北漢江 本川上流 華川ダム上流	昭陽江 昭陽江ダム上流	洪川江 洪川江ダム 鉄補地上流	北漢江 残流域 華川ダム～高安	南漢江 本川上流 寧越上流	平昌江 寧越上流	忠州上流 残流域 忠州～寧越	達川流域 本川合流点	蟾江流域 本川合流点	忠州下流 残流域 忠州～高安
29	上東	776.04		776.04						311.30 0.130		474.74 0.185			
30	寧越	358.80		358.80						125.90 0.052	194.14 0.110	37.76 0.015			
31	水周	473.70		473.70							473.70 0.267				
32	平昌	198.51		198.51							198.51 0.112				
33	芳林	367.76		367.76							367.76 0.207				
34	大和	182.95		182.95							182.95 0.103				
35	蓋坪	355.94		355.94							355.94 0.201				
36	旌善	712.84		712.84						712.84 0.297					
37	珍富	581.90		581.90						581.90 0.242					
38	臨溪	670.06		670.06						670.06 0.279					
39	下面	320.77	320.77						320.77 0.130						
40	斗村	294.70	294.70					294.70 0.200							
41	乃村	276.96	276.96					276.96 0.188							
42	瑞石	306.36	306.36					306.36 0.208							
43	加平	566.25	566.25					23.92 0.016	542.33 0.220						
44	春川	674.76	674.76				165.18 0.061	94.36 0.064	415.22 0.169						
45	富坪	421.36	421.36				421.36 0.156								
46	麟蹄	288.39	288.39				288.39 0.107								
47	瑞和	534.33	534.33				534.33 0.198								
48	竜垈里	304.84	304.84				304.84 0.113								
49	麒麟	520.45	520.45				520.45 0.192								
50	蓍村	468.45	468.45				468.45 0.173								
51	史内	307.27	307.27						307.27 0.125						
52	華川	245.19	245.19						245.19 0.100						
53	上面	237.10	237.10						237.10 0.096						
54	方山	4.063.0	4.063.0			4,063.0 1.000									
	合計	25.047	10,698	13.182	1,167.00 1.000	4,063.00 1.000	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の(3) Case 2　雨量観測所の分担面積及び分担率

上段　分担面積 Km²
下段　分担率

番号	観測所名	漢江 人道橋	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北漢江本川上流 華川ダム上流	昭陽江 昭陽江ダム上流	洪川江 洪川江ダム候補地上流	北漢江残流域 華川ダム～高安	南漢江本川上流 寧越上流	平昌江 寧越上流	忠州上流残流域 忠州～寧越	達川流域 本川合流点	嶺江流域 本川合流点	忠州下流残流域 忠州～高安
1	SEOUL	192.33			192.33 0.165										
2	鑑政府	311.92			311.92 0.267										
3	楽生	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	竜仁	297.83		297.83											
6	楊平	584.36		584.36											
7	利川	598.38		598.38											
8	驪州	385.83		385.83											
9	笙極	593.10		593.10											
10		574.35		574.35											
11	横城	481.82		481.82											
12	暗日	324.68		324.68											
13	富論	468.61		468.61											
14	忠州	623.64		623.64											
15	槐山	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	蓋坪	548.17		548.17											
24	旌善	712.84		712.84											
25	珍富	581.90		581.90											
26	臨渓	670.06		670.06											

上段　分担面積 Km²
下段　分担率

番号	観測所名	漢江 人道橋	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北漢江 本川上流 華川ダム上流	昭陽江 昭陽江ダム上流	洪川江 洪川江ダム 候補地上流	北漢江 残流域 華川ダム～高安	南漢江 本川上流 寧越上流	平昌江 寧越上流	忠州上流 残流域 忠州～寧越	達川流域 本川合流店	嶺江流域 本川合流点	忠州上流 残流域 忠州～高安
27	西面	592.60	421.55	171.05				276.64 0.188	144.91 0.059						171.05 0.050
28	洪川	571.69	571.69					571.69 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				165.18 0.061		441.04 0.179						
33	富坪	471.53	471.53			50.17 0.012	421.36 0.156								
34	麟蹄	403.77	403.77			115.38 0.028	288.39 0.107								
35	瑞和	2,061.33	2,061.33			1,527.00 0.376	534.33 0.198								
36	竜岱里	304.84	304.84				304.84 0.113								
37	麒麟	520.45	520.45				520.45 0.192								
38	蒼村	468.45	468.45				468.45 0.173								
39	華川	3,057.60	3,057.60			2,370.45 0.584			687.15 0.279						
	合計	25,047.00	10,698.00	13,182.00	1,167.00 1.000	4,063.00 1.000	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の(4)　Case 3　　雨量観測の分担面積及び分担率

上段 ＝ 分担面積
下段 ＝ 分担率

番号	観測所名	漢江 人道橋	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北漢江本川上 華川ダム上流	昭陽江 昭陽江ダム上	洪川江 洪川ダム候補地	北漢江残流 華川ダム～高安	南漢江上流域 寧越上流	平昌江 寧越上流	忠州上流残 忠州～寧越	達川江 本川合流点	蟾江 本川合流点	忠州下流域 忠州～高安
1	SEOUL	289.04			289.04 0.248										
2	議政府	311.92			311.92 0.267										
3	高安	781.69	229.98	112.44	439.27 0.376				229.98 0.094						112.44 0.033
4	竜仁	759.18		632.41	126.77 0.109										632.41 0.185
5	楊平	1,075.64	229.37	846.27				77.26 0.052	152.11 0.062						846.27 0.248
6	驪州	775.60		775.60											775.60 0.227
7	笙極	763.60		763.60									119.28 0.075		644.32 0.189
8	艮峴	672.50		672.50										672.50 0.455	
9	横城	806.50		806.50										806.50 0.545	
10	忠州	717.96		717.96								238.01 0.094	296.92 0.185		183.03 0.054
11	槐山	1,185.80		1,185.80									1,185.80 0.740		
12	白雲	820.63		820.63								602.70 0.240			217.93 0.064
13	丹陽	882.94		882.94								882.94 0.352			
14	上東	846.00		846.00						311.30 0.130		534.70 0.213			
15	寧越	694.38		694.38						125.90 0.052	313.83 0.177	254.65 0.101			
16	平昌	905.99		905.99							905.99 0.511				
17	蓮坪	919.69		919.69						365.51 0.152	554.18 0.312				
18	旌善	760.35		760.35						760.35 0.317					
19	臨溪	838.94		838.94						838.94 0.349					
20	洪川	716.55	716.55					716.55 0.487							
21	乃村	624.67	624.67					624.67 0.424							
22	加平	989.26	989.26					54.52 0.037	934.74 0.380						
23	春川	620.20	620.20				165.18 0.061		455.02 0.180						
24	富坪	471.53	471.53			50.17 0.012	421.36 0.156								
25	麟蹄	403.77	403.77			115.38 0.028	288.39 0.107								
26	瑞和	2,061.33	2,061.33			1,527.00 0.376	534.33 0.198								

上段 ＝ 分担面積
下段 ＝ 分担率

番号	観測所名	漢江 人道橋	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北漢江本川上 華川ダム上流	昭陽江 昭陽江ダム上	洪川江 洪川ダム候補地	北漢江残流 華川ダム～高安	南漢江上流域 寧越上流	平昌江 寧越上流	忠州上流残 忠州～寧越	達川江 本川合流点	蟾江 本川合流点	忠州下流域 忠州～高安
27	竜岱里	304.84	304.84				304.84 0.113								
28	麒麟	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			687.15 0.279						
	計	25,047.00	10,698.00	13,182.00	1,167.00	4,063.00 1.000	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 の(5) Case 4 の(1)　雨量観測所の分担面積及び分担率

上段　分担面積 Km²
下段　分担率

番号	観測所名	漢江本川 人道論	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北漢江上流 華川ダム上流	昭陽江 昭陽江ダム上流	洪川江 洪川江ダム上流	北漢江残流 華川ダム～高安	南漢江上流 寧越上流	平昌江 寧越上流	忠川上残 忠州～寧越	達川江 本川合流点	蟾江 本川合流点	忠州上残 忠州～高安
1	SEOUL	1,351.12			1,031.55 0.884				319.57 0.130						
2	竜仁	1,100.17		964.72	135.45 0.116										964.72 0.283
3	驪州	1,918.31		1,918.31										273.44 0.185	1,644.87 0.482
4	横城	1,522.62		1,522.62							388.83 0.219	19.86 0.008		1,006.10 0.682	107.83 0.032
5	牧溪	1,449.05		1,449.05							101.32 0.057	695.49 0.277	6.40 0.004	102.72 0.069	543.12 0.159
6	忠州	1,444.95		1,444.95								993.58 0.395	355.50 0.222		95.87 0.028
7	槐山	1,295.69		1,295.69									1,240.10 0.774		55.59 0.016
8	蓬坪	1,339.05		1,339.05						473.97 0.197	768.34 0.433			96.74 0.064	
9	旌善	3,247.61		3,247.61						1,928.03 0.803	515.51 0.291	804.07 0.320			
10	斗村	1,144.61	1,144.61				302.17 30.112	842.44 0.572							
11	春川	2,002.79	2,002.79			8.67 0.002	124.40 0.046	452.98 0.307	1,416.74 0.576						
12	麟蹄	2,007.58	2,007.58			802.94 0.198	1,204.64 0.445								
13	麒麟	577.77	577.77				577.77 0.214								
14	蒼村	647.90	647.90				470.32 0.174	177.58 0.121							
15	華川	3,997.78	3,997.78			3,251.39 0.800	23.70 0.009		722.69 0.294						
	計	25,047.00	10,698.00	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

表－4－7の(6)　Case 4の(2)　　雨量観測所の分担面積及び分担率

上段　分担面積 Km²
下段　分担率

番号	観測所名	漢江 人道橋	北漢江 高安	南漢江 高安	本川下流域 人道橋	北漢江上流 華川ダム上流	昭陽江 昭陽江ダム上流	洪川江 洪川江ダム上流	北漢江残 華川ダム～	南漢江上流 寧越上流	平昌江 ～上流	忠州上残 忠州～寧越	達川江 本川合流点	嶺江 本川合流点	忠州下残 忠州～高安
1	SEOUL	532.90			532.90 0.457										
2	鑑政府	1,033.72	535.07		498.65 0.427				535.07 0.218						
3	竜仁	1,100.17		964.72	135.45 0.116										964.72 0.283
4	驪州	2,108.89		2,108.89								3.83 0.002		336.11 0.228	1,768.95 0.518
5	横城	1,411.61		1,411.61							175.10 0.099	82.53 0.033		1,046.15 0.707	107.83 0.032
6	忠州	1,452.55		1,452.55								575.87 0.229	361.90 0.226		514.78 0.151
7	槐山	1,295.82		1,295.82									1,240.10 0.774		55.72 0.016
8	丹陽	1,089.66		1,389.66							43.62 0.024	1,346.04 0.535			
9	平昌	1,241.17		1,241.17						150.63 0.063	1,023.60 0.577	66.94 0.027			
10	蓬坪	1,096.49		1,096.49						468.07 0.195	531.68 0.300			96.74 0.065	
11	旌善	2,221.09		2,221.09						1,783.30 0.742		437.79 0.174			
12	斗村	1,144.61	1,144.61				302.17 0.112	842.44 0.572							
13	春川	1,787.29	1,787.29				124.40 0.046	452.98 0.307	1,201.24 0.488						
14	麟蹄	2,007.58	2,007.58			8.67 0.002	1,204.64 0.445								
15	麒麟	577.77	577.77			802.04 0.198	577.77 0.214								
16	蓍村	647.90	647.90				470.32 0.174	177.58 0.121							
17	華川	3,997.78	3,997.78			3,251.39 0.800	23.70 0.009		722.69 0.294						
	計	25,047.00	10,698.00	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、実測時間雨量び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
蟾江流域	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５３観測所され、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

日——日雨量
時——時刻雨量

番号	観測所名称	1965 日	1965 時	1966 日	1966 時	1972 日	1972 時
1	SEOUL		○		○		○
2	金浦	○		○		○	
3	南面	○		○			
4	議政府	○		○	○	○	
5	楽生	○		○			
6	内里	○		○			
7	金谷						
8	高安	○		○		互見面 ○	
9	南漢山					○	
10	広州	○		○		○	
11	慕賢					○	
12	浦谷					○	
13	竜仁	○	○	○	○	○	
14	雲鶴					○	
15	陽智						
16	楊平	○		○			○
17	青雲	○		○			
18	楊東	○		○		○	
19	利川	○		○			○
20	驪州	○	○	○	○	○	
21	笙極			○		○	
22	遠三	○		○		○	
23	艮峴						
24	原州	○		○		○	
25	横城	○	○	○	○	○	

番号	観測所名称	1965 日	1965 時	1966 日	1966 時	1972 日	1972 時
26	晴日	○		○		○	
27	富論	○		○		○	
28	牧溪	○	○	○	○	○	
29	忠州	○	○	○	○		○
30	槐山	○	○	○	○		○
31	上芼	○		○		○	
32	延豊	○		○		○	
33	青川	○		○			
34	白雲	○		○		○	
35	清風	○		○		○	
36	丹陽	○		○	○	○	
37	永春	○		○		○	
38	上東	○		○	○	○	
39	寧越			○		○	
40	水周	○		○		○	
41	平昌	○		○	○	○	
42	芳林	○		○		○	
43	大和	○		○		○	
44	蓬坪	○	○	○	○	○	
45	施善	○	○	○	○	○	
46	珍富	○		○		○	
47	臨溪	○		○		○	
48	下面	○		○		○	
49	西面	○		○		○	
50	洪川						○

番号	観測所名称	1965 日	1965 時	1966 日	1966 時	1972 日	1972 時
51	斗村	○	○	○	○	○	
52	乃村	○		○		○	
53	瑞石	○		○		○	
54	加平	○		○		○	
55	春川	○	○	○	○		○
56	富坪	○		○		○	
57	麟蹄	○	○	○	○		○
58	瑞和	○		○		○	
59	竜垈里			○	○	○	
60	麒麟	○	○	○	○	○	
61	蒼村	○	○	○	○		
62	史内	○		○		○	
63	華川	○	○	○	○		
64	上西	○		○			
65	方山	○		○		○	
66	仁川		○		○		○
67	江陵				○		○
68	水原		○		○		○
69	原城		○				○
70	江華						○
71	三渉						○
72	堤川						○
73	陰城						○
74	安城						○
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。

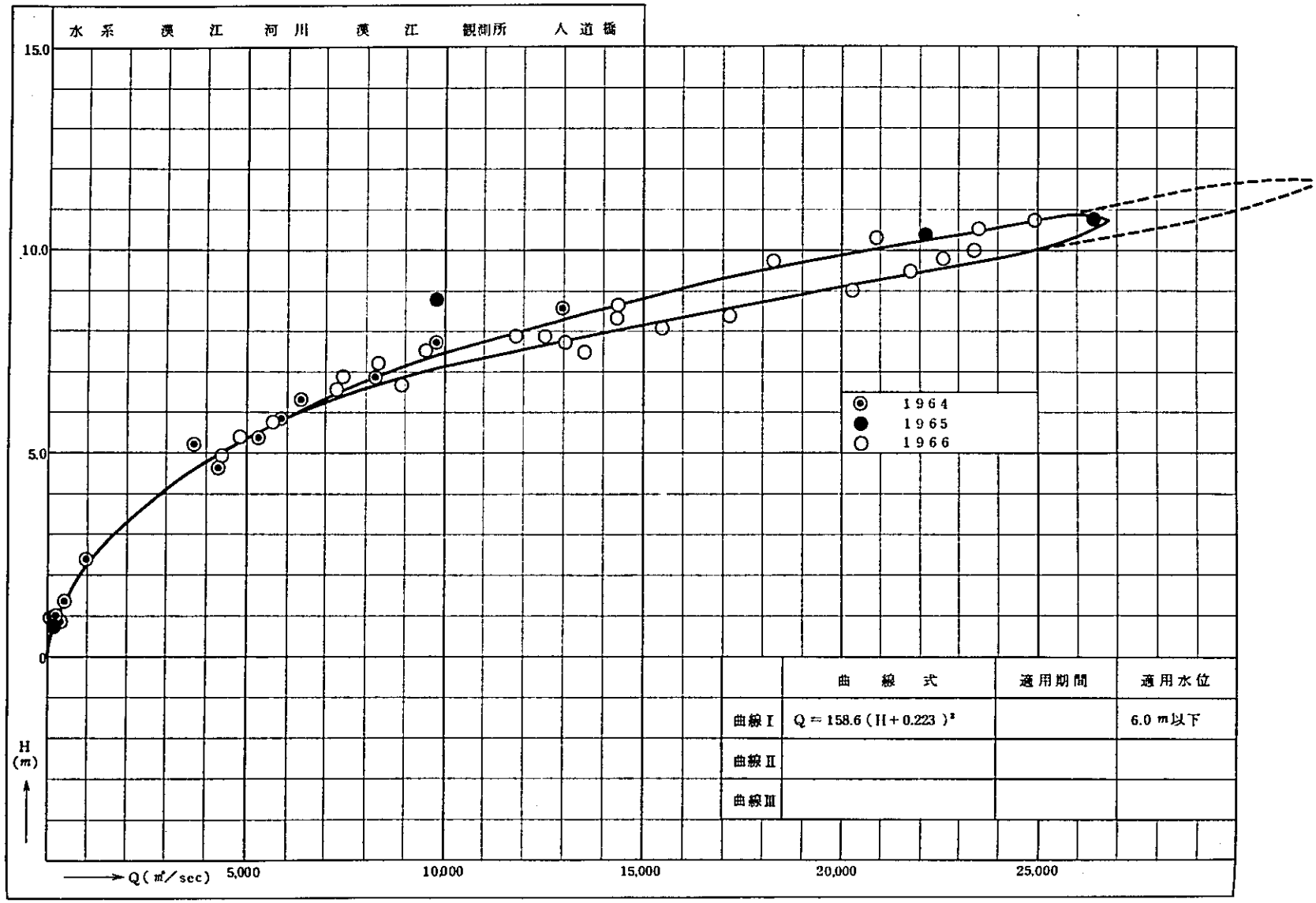
(2) 水位および流量資料

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 水位観測資料

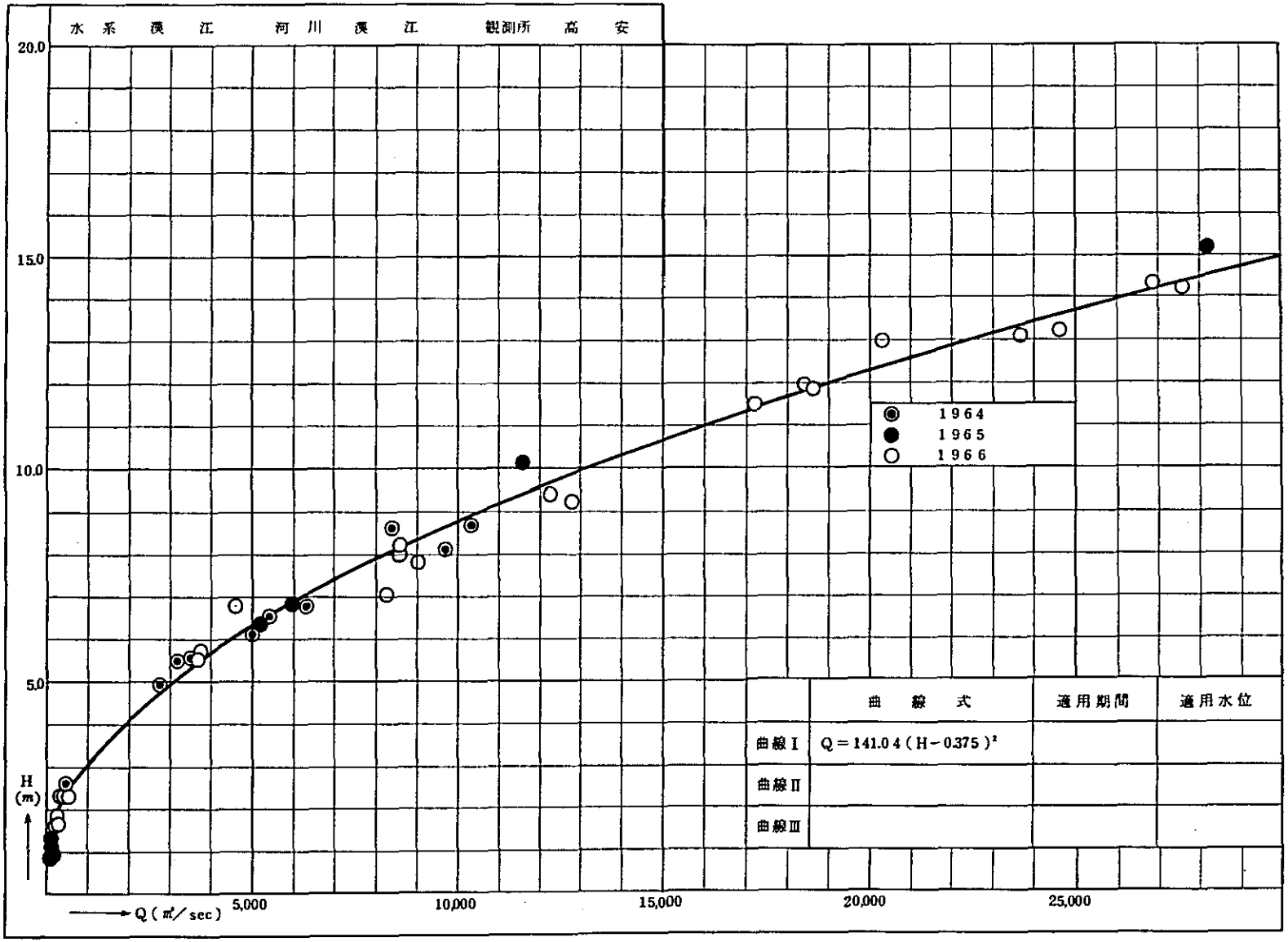
No	観測所名		1958	1963	1964	1965	1966	1969	1970	1972
1	潁流	日								
		時間				△				
2	杏州	日								
		時間		△	△	△				
3	旧龍山	日					○	○	○	
		時間		△		△		△		
4	人道橋	日			○		○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△	△
5	蘇島	日			○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△	
6	広壮	日			○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△	
7	八堂	日			○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△	△
8	高安	日			○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△	
9	楊平	日			○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△	△	
10	驪州	日			○	○	○	○	○	
		時間		△	△	△	△	△		△
11	艮峴	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			△	△	△	△	△	△

図－5－1の(1) 水　位　流　量　曲　線　図



	曲線式	適用期間	適用水位
曲線Ⅰ	$Q = 158.6\,(H + 0.223)^2$		6.0 m以下
曲線Ⅱ			
曲線Ⅲ			

図－5－1の(2) 水　位　流　量　曲　線　図



図－5－1の(3) 水　位　流　量　曲　線　図

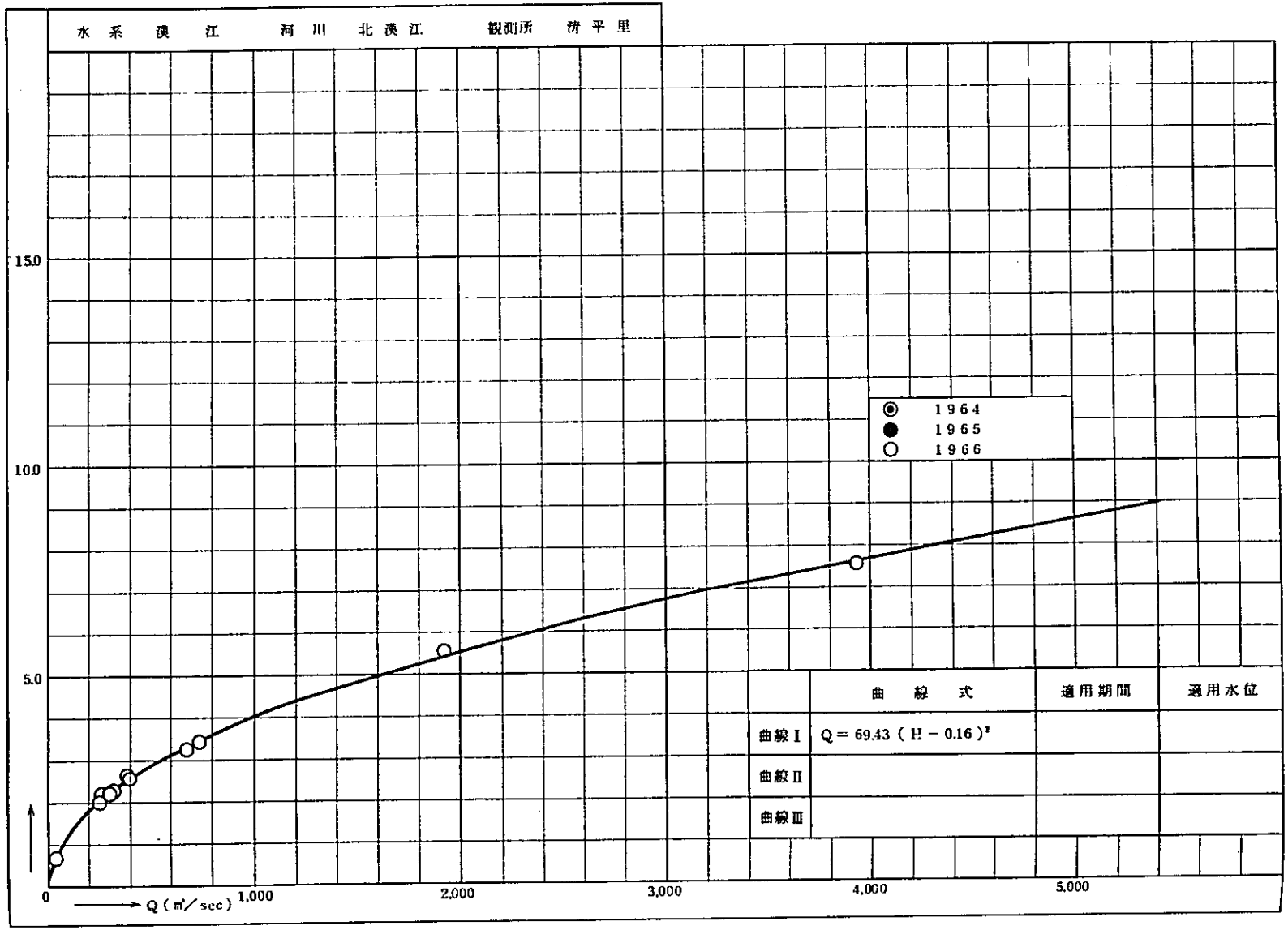


図 5 1の(4) 水 位 流 量 曲 線 図

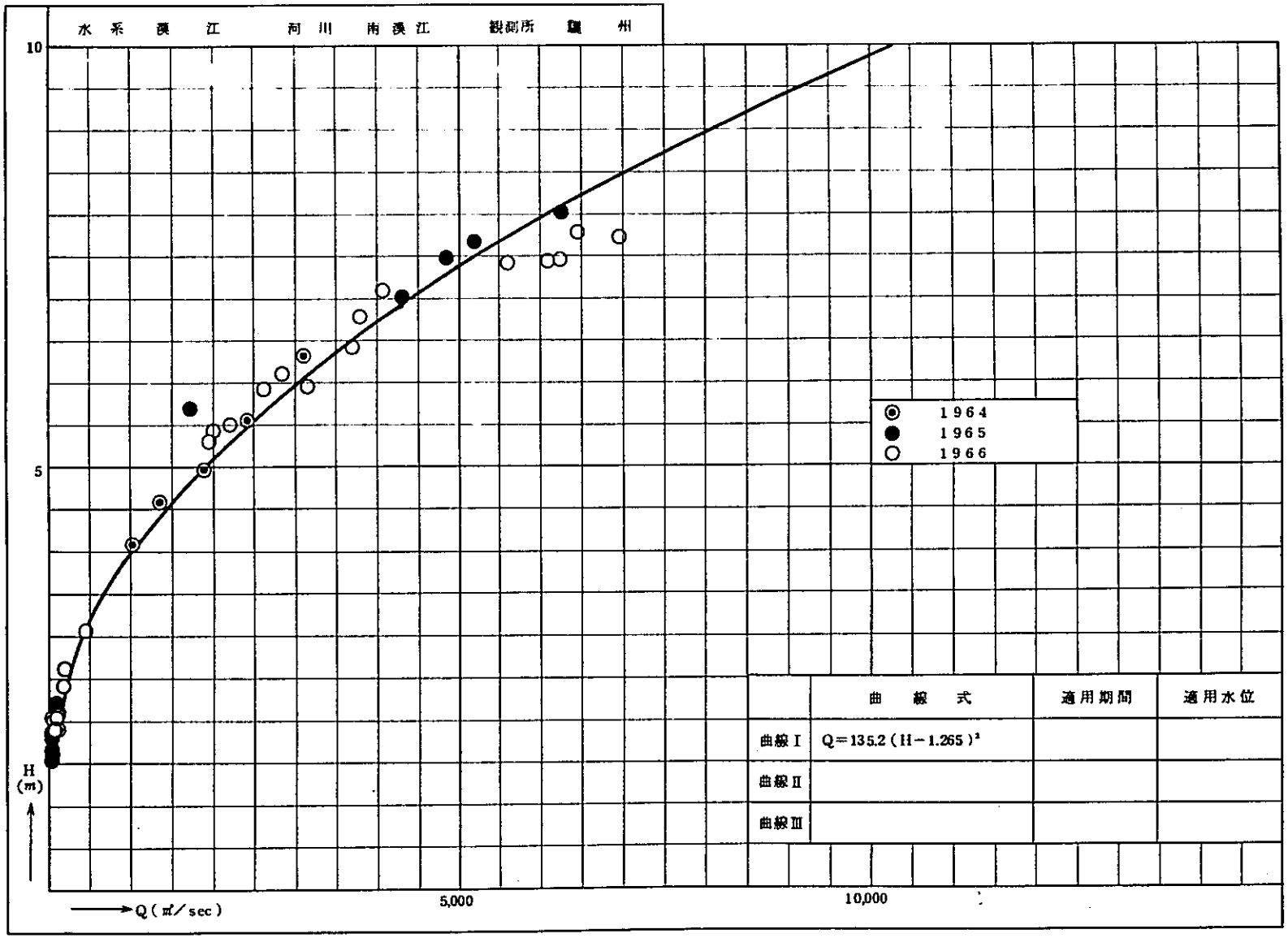
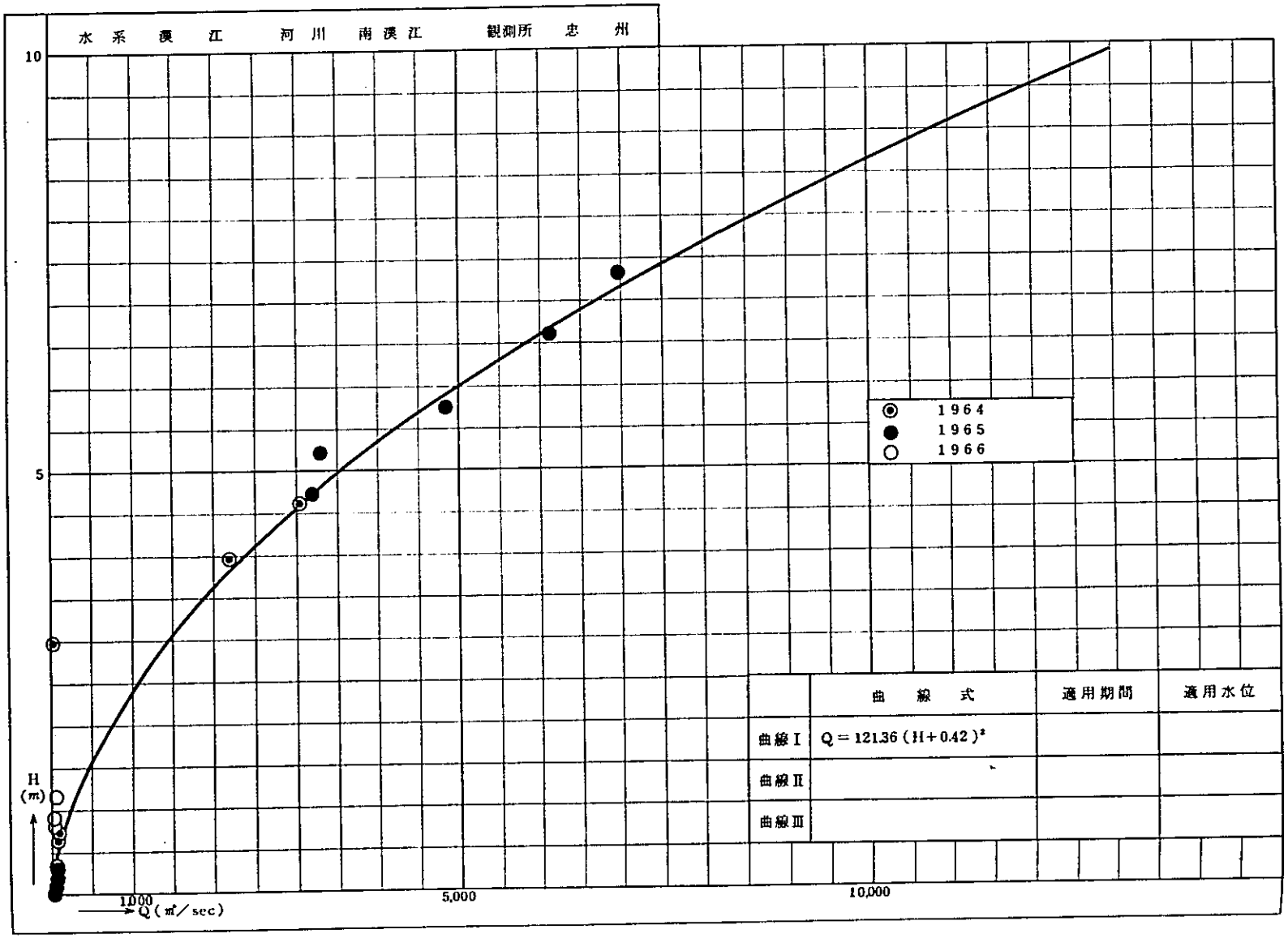
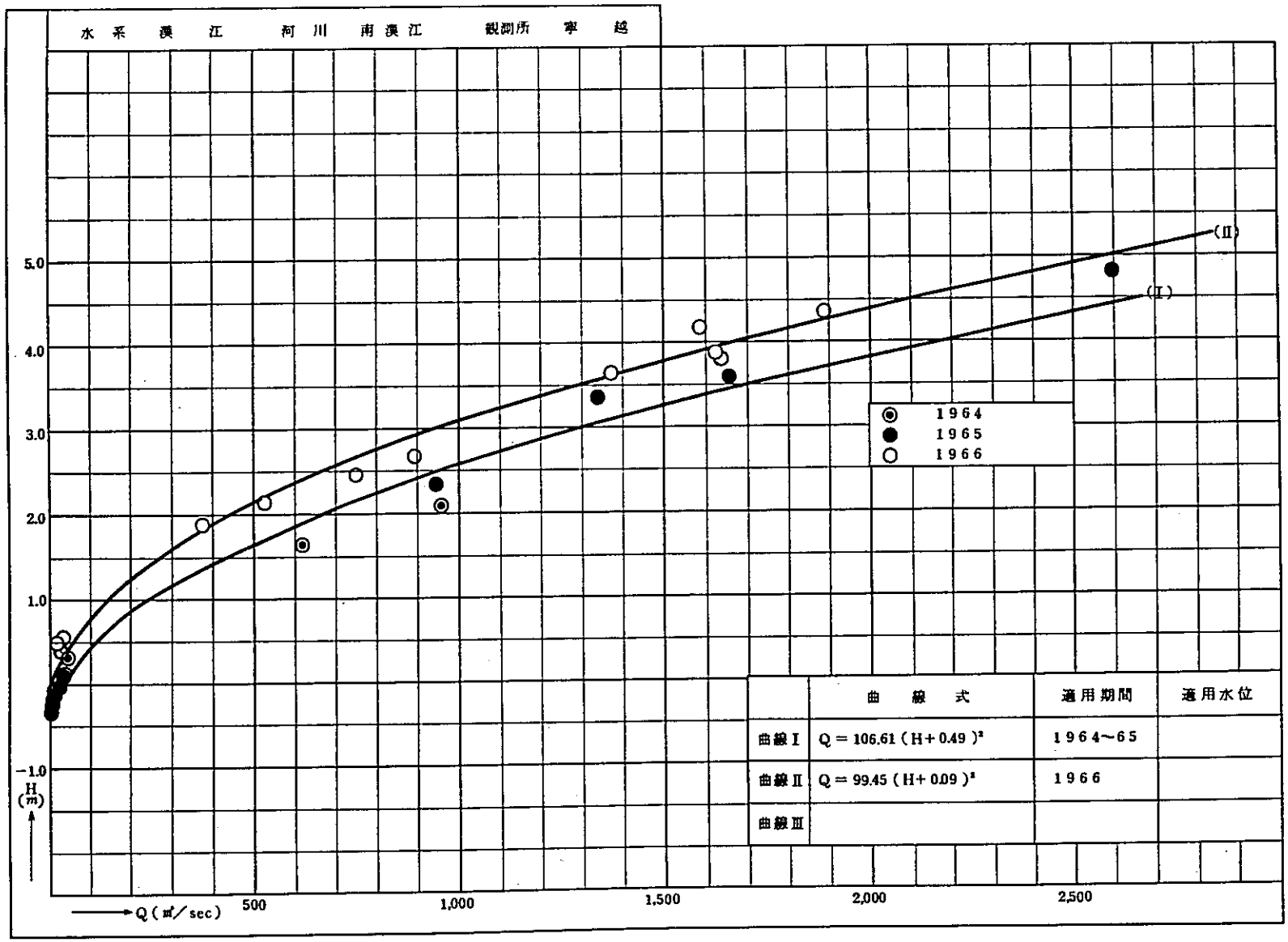


図5－1の(5) 水　位　流　量　曲　線　図



	曲線式	適用期間	適用水位
曲線Ⅰ	$Q = 121.36\,(H + 0.42)^2$		
曲線Ⅱ			
曲線Ⅲ			

図－5－1の(6) 水　位　流　量　曲　線　図



	曲線式	適用期間	適用水位
曲線Ⅰ	$Q = 106.61\,(H + 0.49)^2$	1964～65	
曲線Ⅱ	$Q = 99.45\,(H + 0.09)^2$	1966	
曲線Ⅲ			

No.	観測所名		1958	1963	1964	1965	1966	1969	1970	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								

（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５００Km^2程度にとどめることが望ましく、大きくても１０００Km^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なえばよい。

(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 化された計算方法が適している。

(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、洪水流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^2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^2が限度であり、いままでの実例によると、貯溜関数法の場合はだいたい５００Km^2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ぎ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

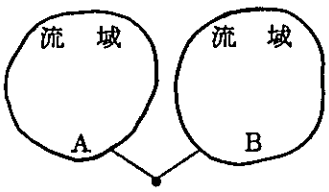
これらの点を考慮して、人道橋上流域は図－5－2に示されるように２９の小流域に分割された。

一方、河道に関しては、小流域内の河道の貯溜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つの河道貯溜関数が設定される。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。

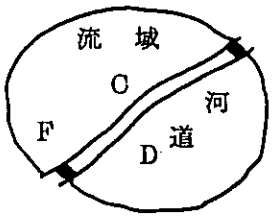
（５－２－３）Model の組み立て

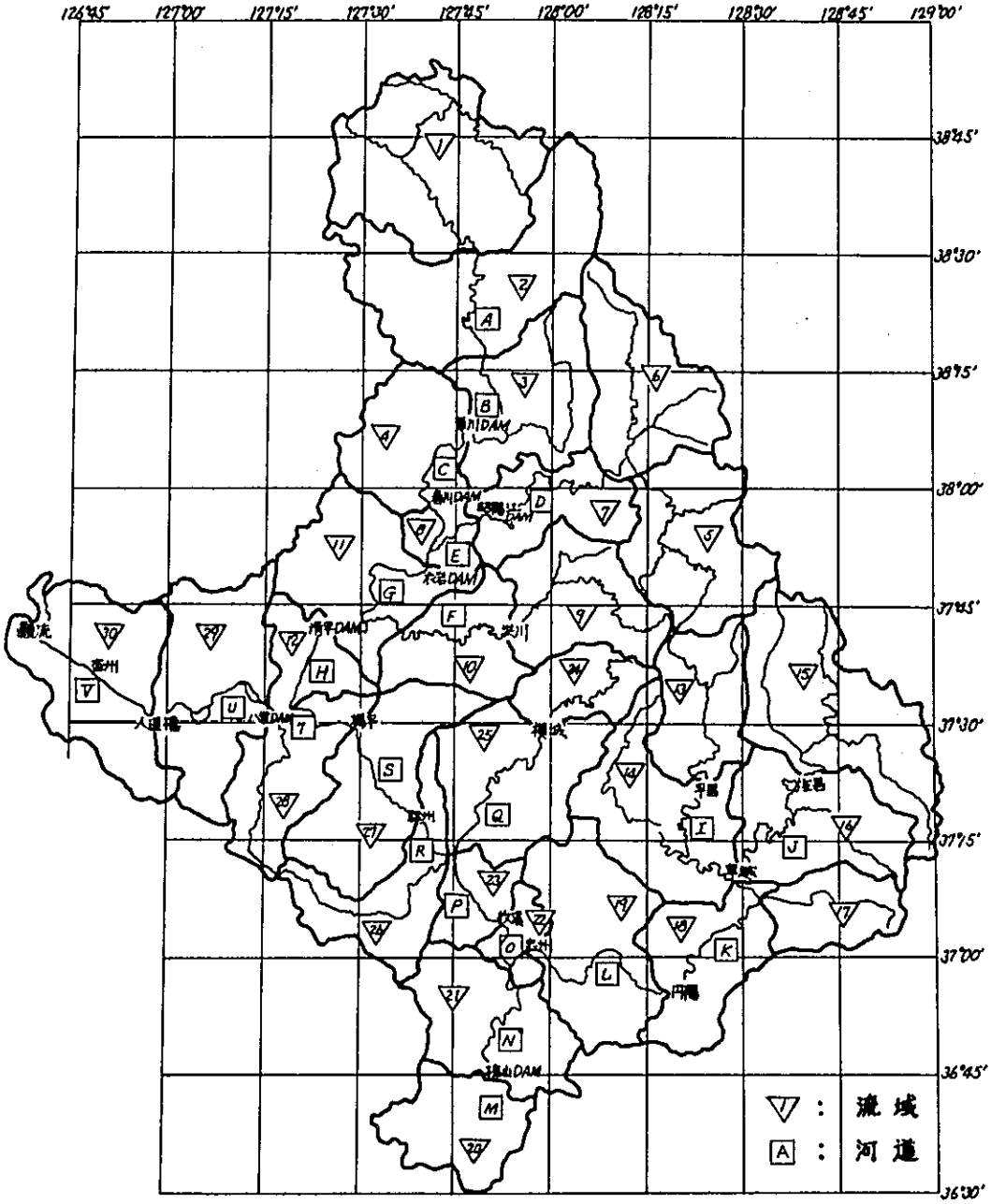
洪水解析および洪水予報のための流出計算Model は（５－２－２）で設定された小流域ならびに河道を配列することによって組み立てられるが、この配列が実際の流出現象にできるだけ近い形で実施されなければならないことはいうまでもない。配列の基本的なpattern には次図に示される２つの場合がある。

(1)



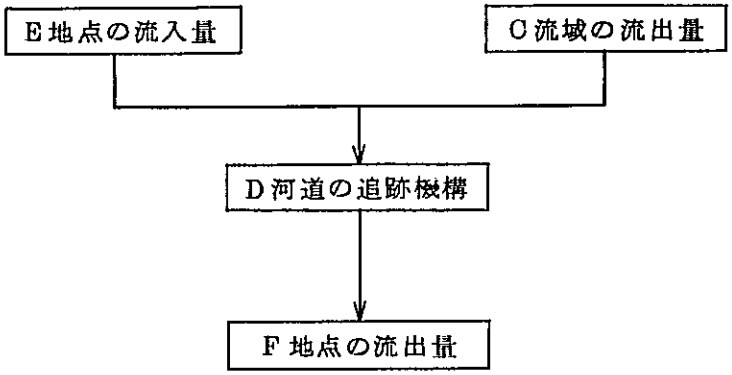
(2)




126°45'
127°00'
127°15'
127°30'
127°45'
128°00'
128°15'
128°30'
128°45'
129°00'
38°45'
38°30'
38°15'
38°00'
37°45'
37°30'
37°15'
37°00'
36°45'
36°30'
▽ : 流域
A : 河道

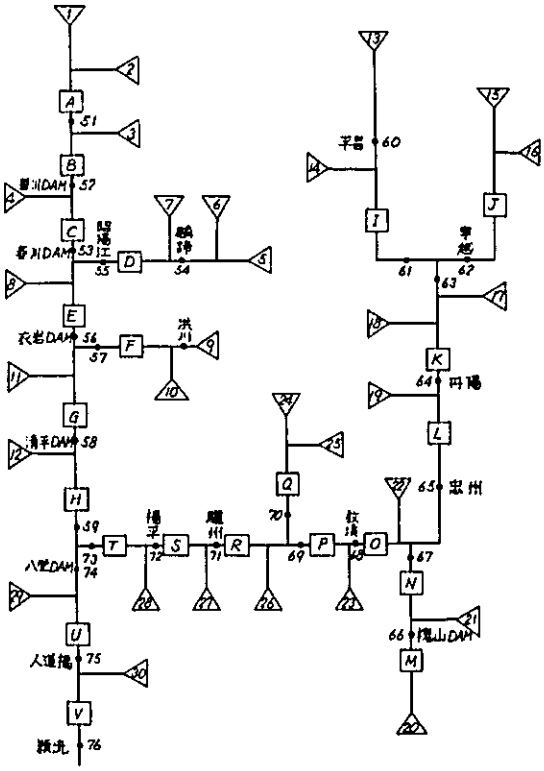
図－5－2　流域分割図

(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　流出計算Model 模式図

(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Sℓ、流出量Qℓをともに流域面積f・Aで除し、単位貯溜高sℓおよび単位流出高qℓを変数とし、流出域浸透流の雨域それぞれについて、次式を基本式とする。

$$s\ell = Kq\ell^{p} \qquad \text{(運動の式)} \qquad (1)$$

$$raue - q\ell = \frac{ds\ell}{dt} \qquad \text{(連続の式)} \qquad (2)$$

$$Q\ell(t)' = Q(t+T\ell) \qquad (3)$$

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Rsa 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Maning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・A（A：Km^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 といい$f$sa≒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Rsa という。

以上により、流域からの流出量Qℓは基低流量Qi を含めて(4)式により計算する。

$$Q\ell = \frac{1}{3.6} f_1 \cdot A \cdot q\ell + \frac{1}{3.6}(1-f_1) \cdot A \cdot qsa\ell + Qi \qquad (4)$$

qℓ ：全降雨による単位流出高

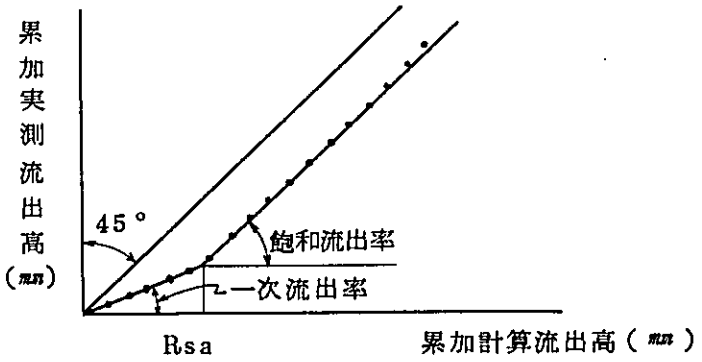
qsaℓ ：飽和点以後の降雨による流出高

(1) 一次流出率（f_1）、飽和流出率（$f$sa）および飽和雨量（Rsa）

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（Rsa）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Rsa 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$\int_0^t qc \cdot dt$ と、実測流出高の累加値$\int_0^t qo \cdot dt$ との関連から流出状態の変化点を求め、f_1やRsa を推定する。

図－A　累加曲線による方法



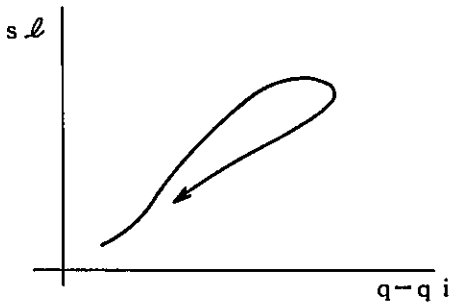
しかしこのようにして求めてみても流域の地質、流域状態及び降雨の規模等により求めた値は一定値を示さないことが多い。

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－25の(1)に示す値を仮定しこれを用いた。

(2)　遅滞時間（Tℓ）とK、P

遅滞時間Tℓは貯溜関数法の定義により、流域貯溜量sℓと流出量q－qiとの関係が一価関数で表わされ、しかもqℓ（t）＝q（t＋Tℓ）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、Tℓを適当に仮定し、貯溜量sℓと流出量q－qiを求め下図のようにこれをPlotし、sℓ－（q－qi）の関係が一価関数となるようにTℓを定めればよい。すなわち図－Bの場合、貯溜量と

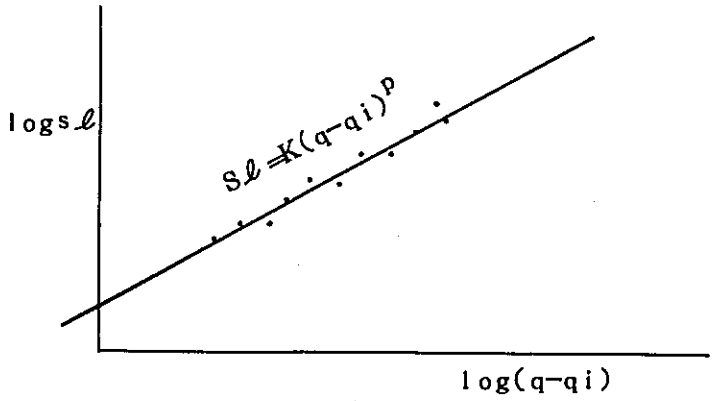
図－B　仮定したTℓによる貯溜量曲線



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Tℓ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－C　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、Tℓ、K、Pそれぞれとの関係を求め、(5)〜(7)式を導いた。

$$T\ell = 0.0506L - 0.31 \qquad (5)$$

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

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

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、Tℓ、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－25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。

$$S\ell = KO_{\ell}^{p} - T\ell O\ell \quad \text{（運動の式）} \qquad (8)$$

$$I - O\ell = \frac{dS\ell}{dt} \quad \text{（連続の式）} \qquad (9)$$

$$O\ell(t) = O(t + T\ell) \qquad (10)$$

Sℓ：みかけの貯溜量

Oℓ：流量が区間i〜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

Oℓ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〜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Oℓ(t)が流出点oにTℓ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Sℓは、i〜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、Tℓ

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

$$\varphi s = \varphi + T\ell = Tp \qquad (11)$$

φs ：定数の貯溜関数

φ ：洪水流の貯溜関数

Tp ：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Maning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

$$\varphi(s) = Tp = Ks \cdot O^{-0.4} \qquad (12)$$

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

b ：河巾

i ：河床勾配

n ：粗度係数

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

貯溜量Sは(13)式を積分して、(14)式のようになる。

$$S = \varphi dO = 1.67 Ks O^{0.6} - T\ell \cdot O \qquad (14)$$

したがって、貯溜関数φ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・Ks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。

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

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。

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

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 Km²	DIS Km	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	46.00
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

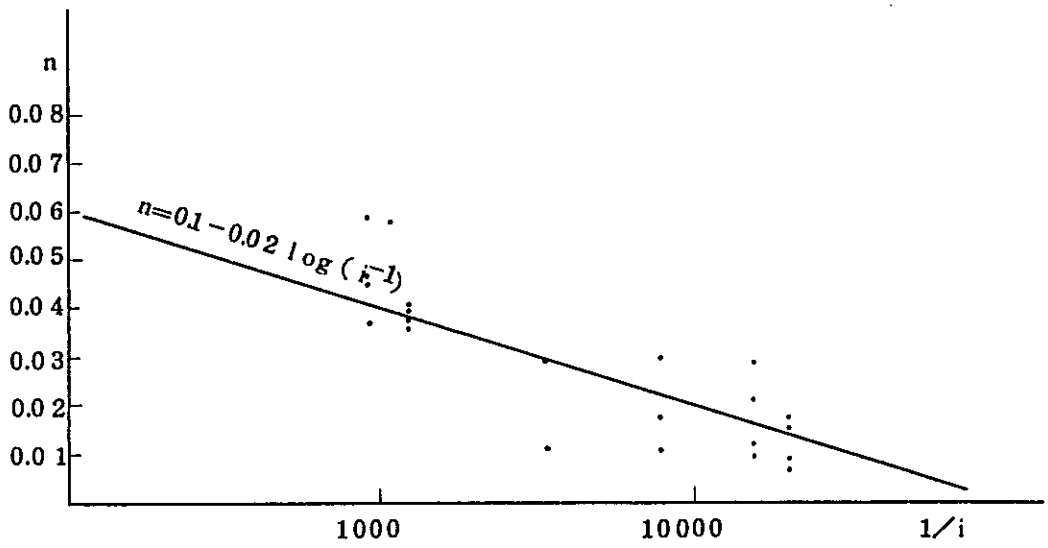
STL: 累加遅滞時間（hr）
QB: 基低流量（m³／sec）
ALPHA: 降雨の拡大率
A: 流域面積（Km²）
D: 支川延長（Km）
I: 流域勾配

表５－３の(2)　漢江における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^2）
B: 河道巾（m^2）
I: 河道の水面勾配
N: Maningの粗度係数

図－5－4　平均河床勾配と粗度係数の相関図

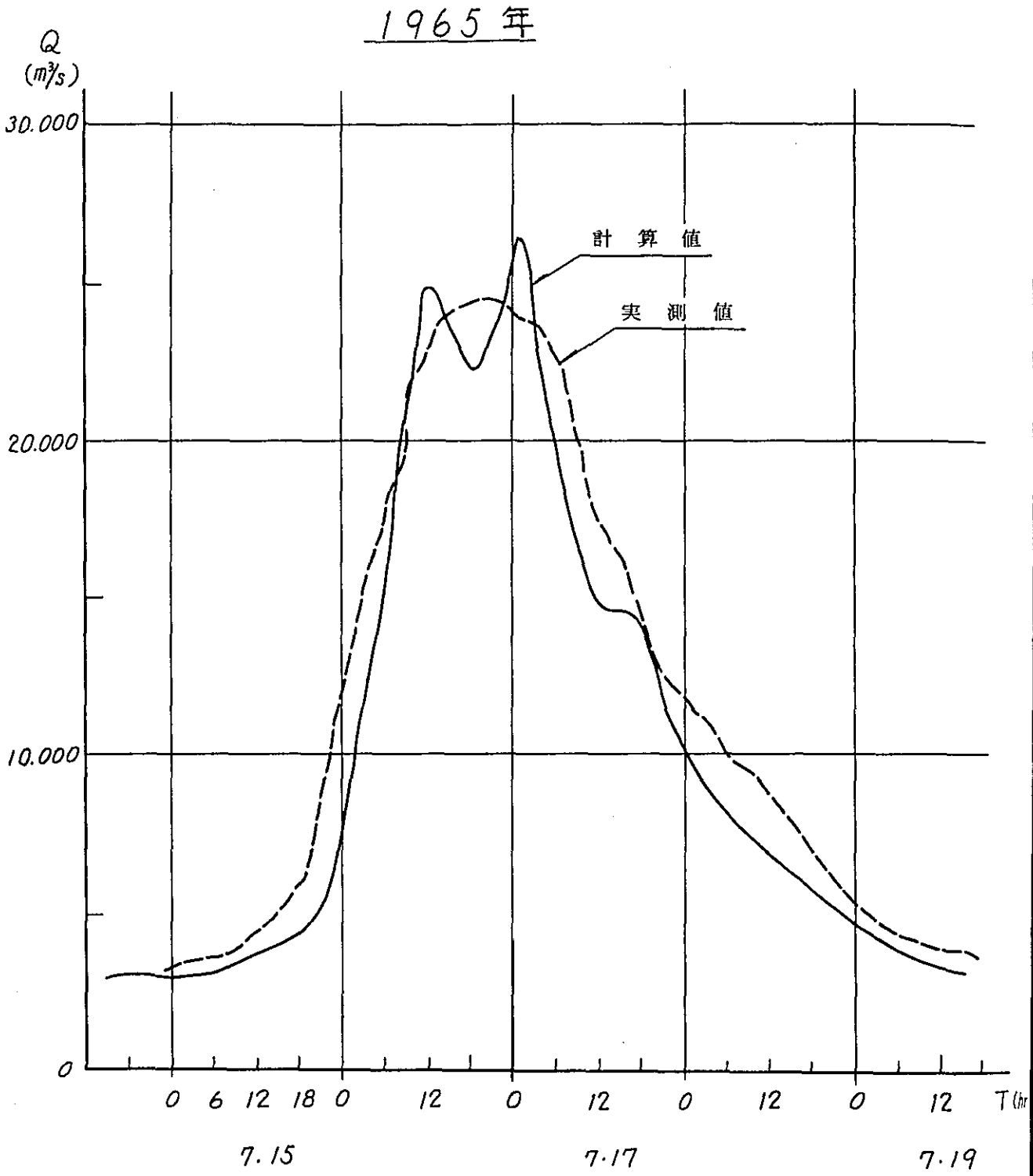


（5－3－3）定数の検証

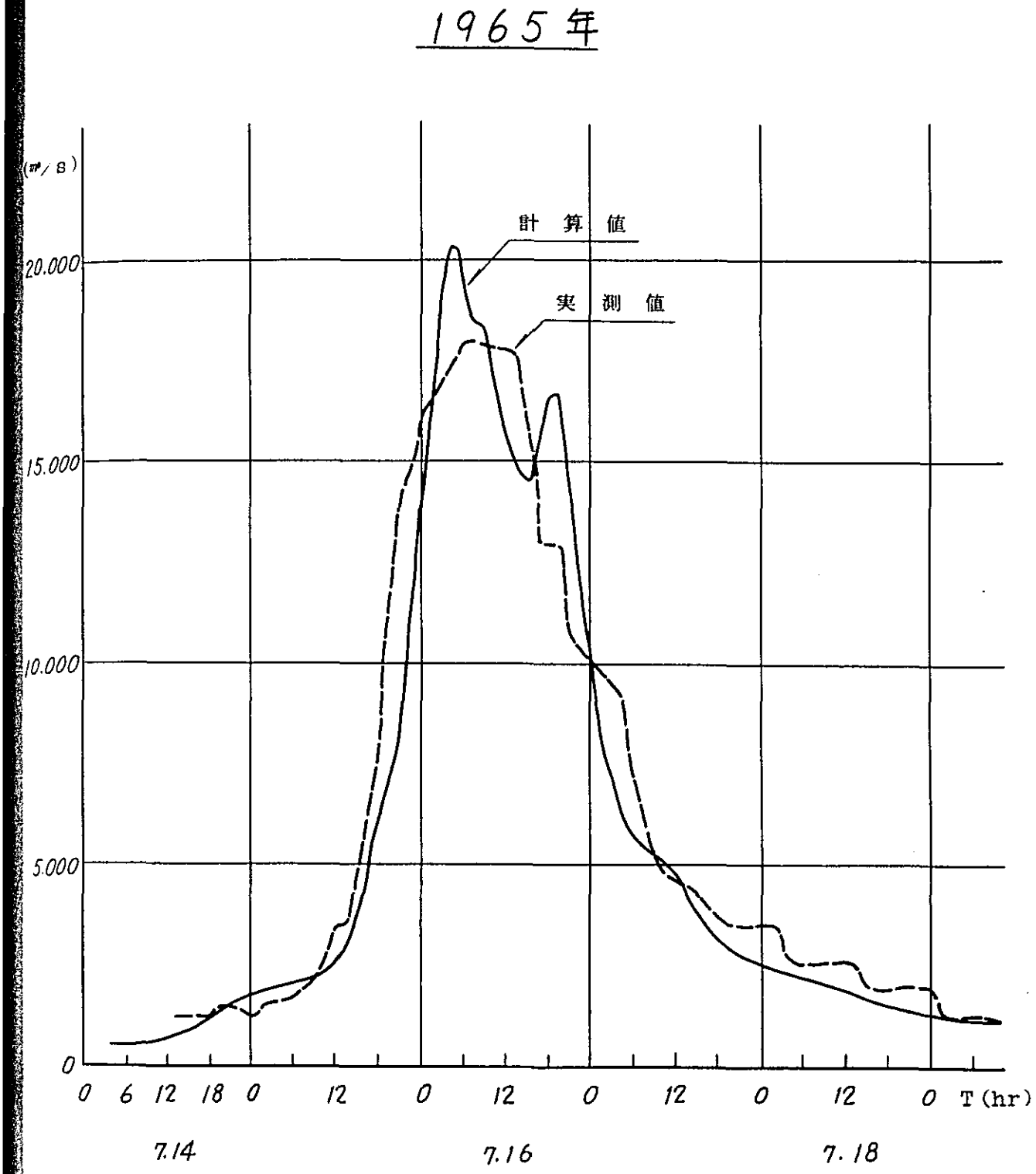
流域と河道について求めた定数により、解析対象洪水の流出計算を行った結果は、図－5－5の通りである。

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、計算汲形と実測汲形とは合致しない。

実測流量はH－Q資料の良くそろっている人道橋、清平、駟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。

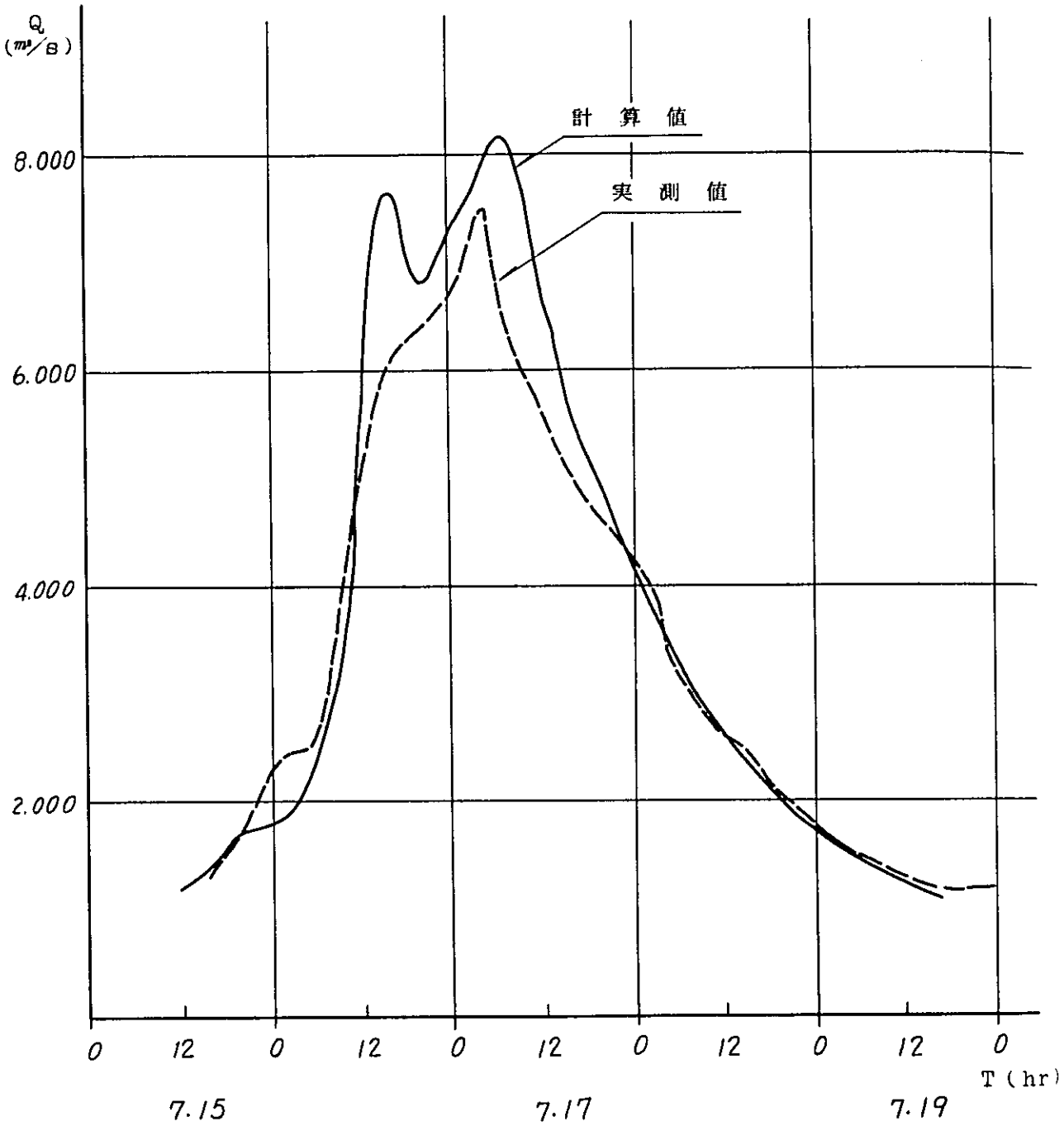


図－5－5の(1) 1965年洪水（人道橋）



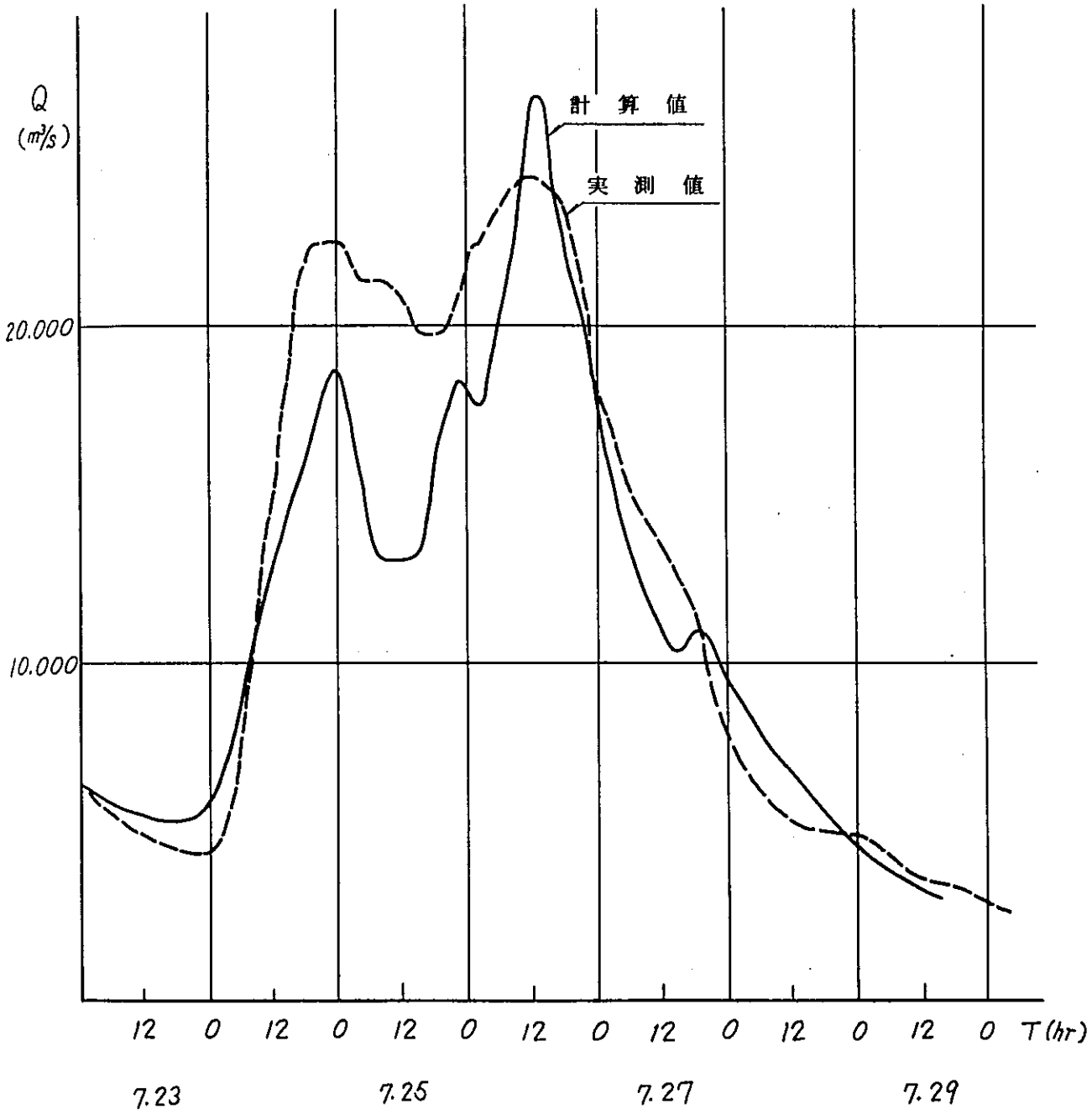
図－5－5の(2)　1965年洪水（清平）

1965年



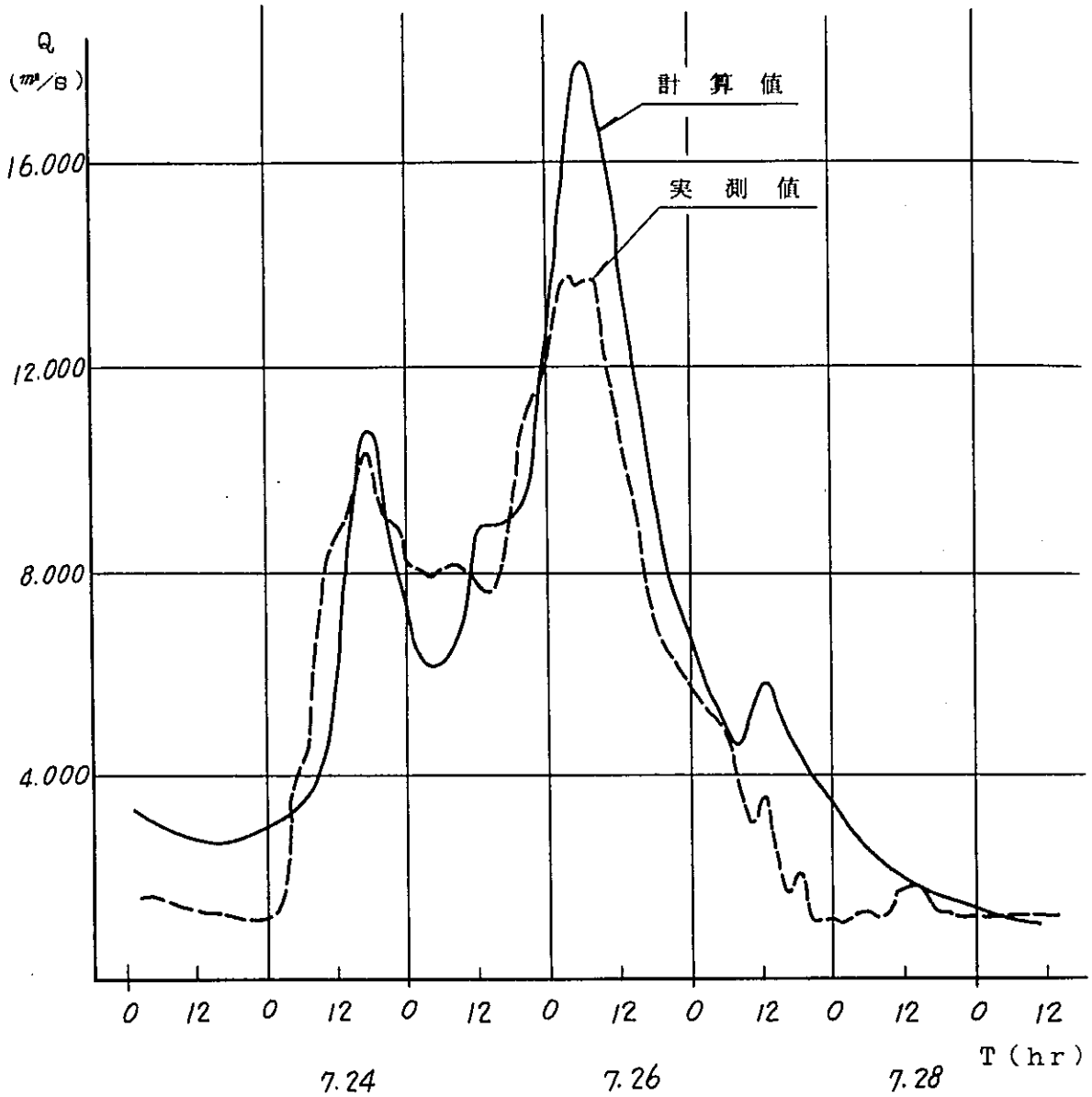
図－5－5の(3)　1965年洪水（飛州）

1966 年



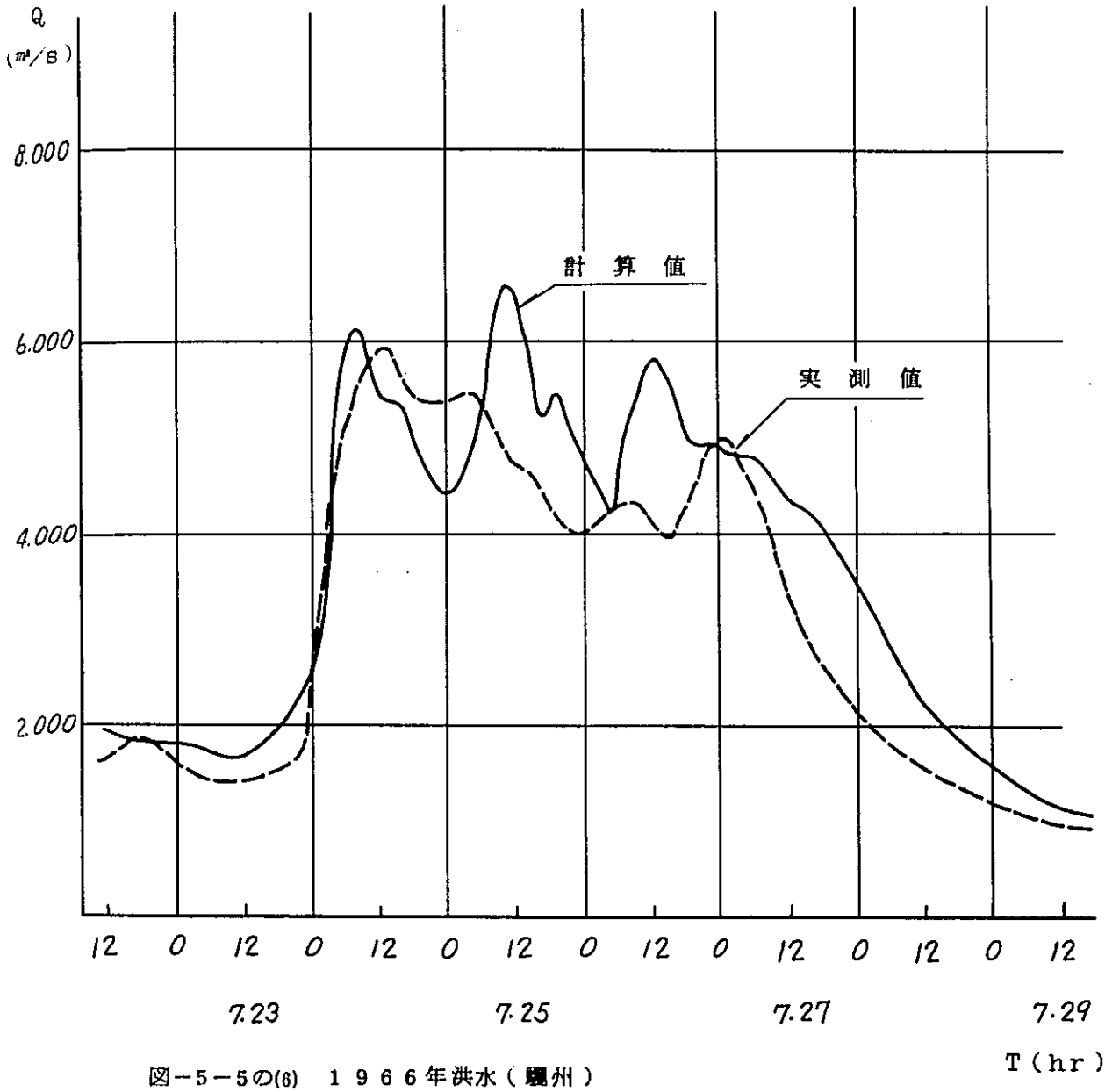
図－5－5の(4)　1 9 6 6年洪水（人道橋）

1966年



図－5－5の(5)　1 9 6 6年洪水（清平）

1966 年



図－5－5の(6)　1 9 6 6 年洪水（ 駿州 ）

第6章　新しい洪水予報方式

第６章　新しい洪水予報方式

(6－1) 予報対象地域

(6－1－1) 主要被災地域[25]

漢江流域では年々かなりの水害をうける。それは北漢江，南漢江それぞれの氾濫区域でも甚しいが，一層悲惨なの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㎞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大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，南漢江合流点には現在八堂 dam が建設中であるが，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3,６００ha となる。このうち農業地域が2,６００ha で全体の７０％以上を占めているが，これは沿岸の多くの地域において農業地域が不足しているため毎年起りがちな洪水位より低い地域が耕地として利用されているためであろう。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7,１００ha 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。古来，耕地の開発は氾濫区域に集約されてきたが，それは１つには土地が米やその他の穀物の生産に適していたからであり，もう１つには周囲の高地よりも近づきやすいという理由からである。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㎞下流の Ipo ならびに Hongchon 周辺地域である。また，合流

脚注 (25) HRBS p．F－３２～F－３７より抜萃

点上流の狭搾部Bunwon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，牧渓などは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。

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7,300haの面積をもつ。このMisari地域を通っ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2mにも及ぶ浸食流のため6号線は4kmにわたって大被害をうけた。合流点から約15km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630haで，島には240ha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，Mangwolri，Npyongri，Amsa-dong，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820haのJamsil島を形成する。島には370ha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特別市は漢江の両岸を占める。両岸は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。両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[26]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地域として選定することが合意された。

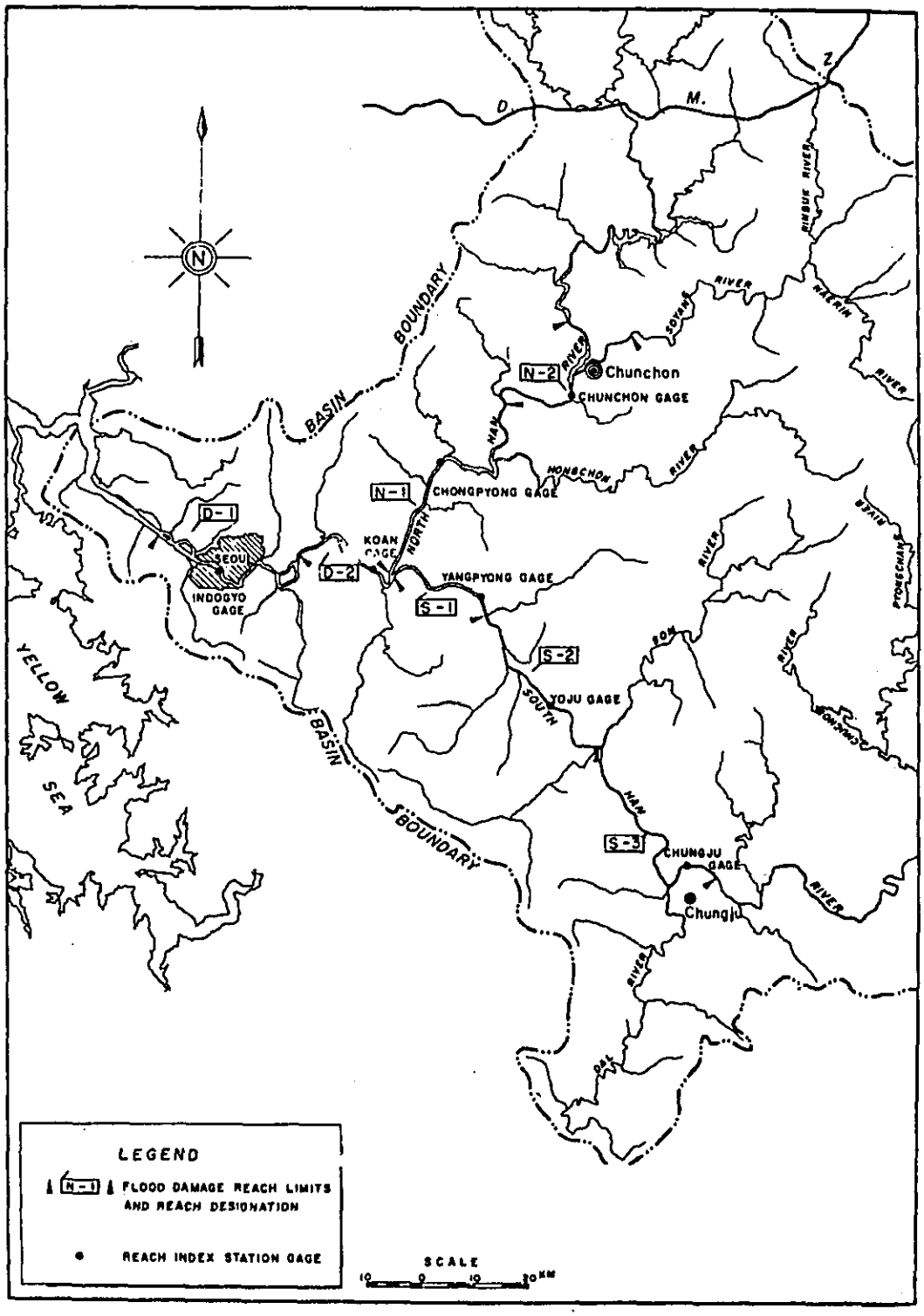
脚注（26）HRBS p.F94

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大きい。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。

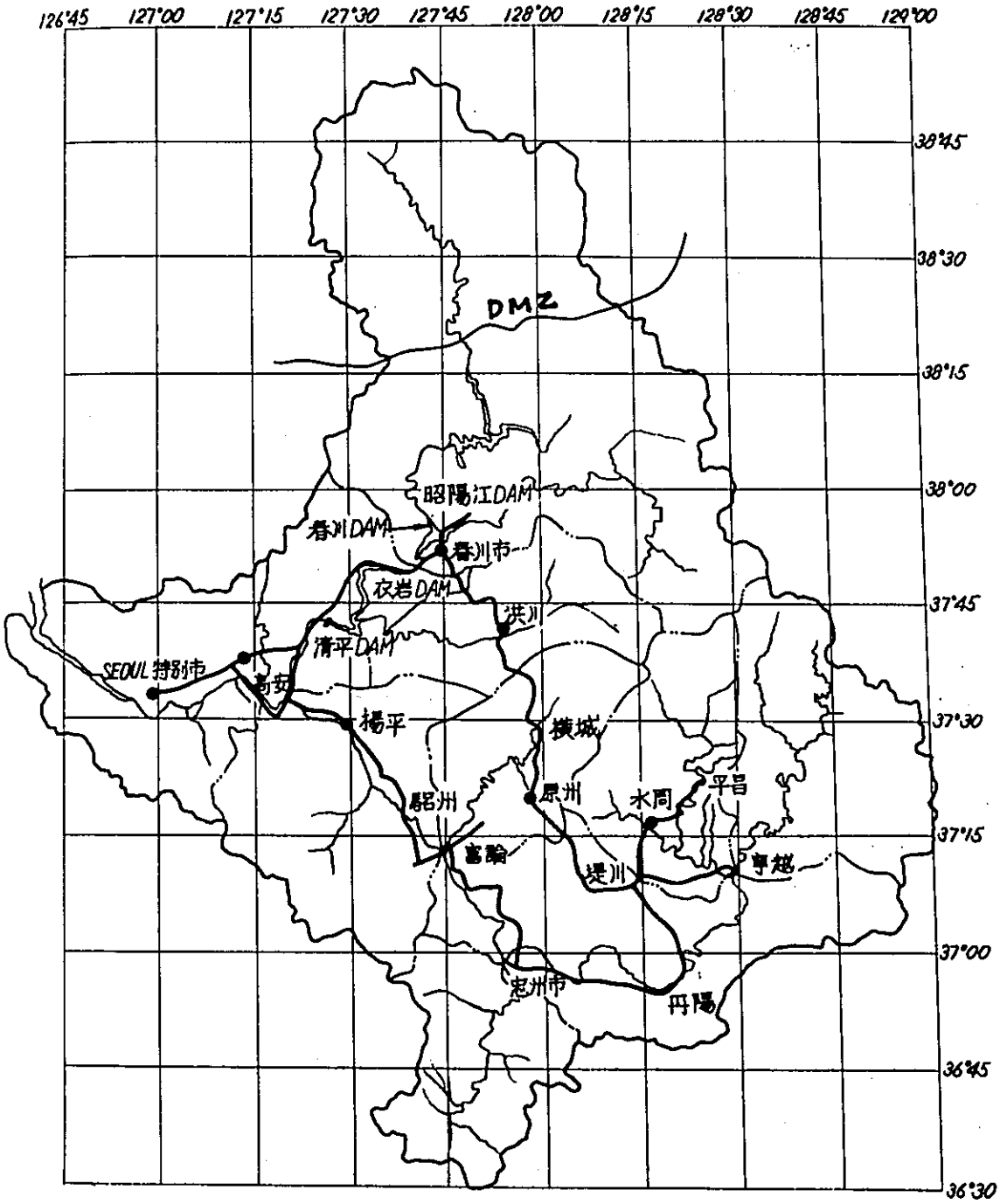
以上のような考察にもとづいて，予報対象地域と各地域を代表する予報水位観測所とが表－6−2のように選定された。

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



図－6-1　Flood Damage Reach & Index Station Gage



図－6—2　調査団流域踏査図

表－6-2　　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・寧越	丹陽・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。

しかしながら，流域内に大規模な dam が建設されたり，漢江流域内のいくつかの主要な都市に対する洪水予報をも併わせて行う等の必要が生じた場合には，従来のように固定的な方法で予報を行うことは困難である。このため，dam 地点，流量の基準地点，洪水の予報地点等の流量を洪水時に時々刻々把握し，peak 流量を予測するために，流域の特性を損わない程度に model 化された河川Model を用いて実際の洪水現象を simulate してみるのが最も合理的であると思われる。

最近日本では，いくつかの河川で，流域を model 化し，貯留関数法を介して流出計算を行い，洪水を simulate する方法が，洪水予報あるいは dam の統合管理に取り入れられ実効を上げている。

漢江においてもこの手法を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，漢江の洪水を充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。

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上これ等の 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 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なわれる。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 4,070km^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から清平 dam間の流域であり，主要支川としては昭陽江，洪川江がある。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 6,236Km^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 6,645km^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，嶺江があり，達川には槐山 dam があり，流域面積は 5,516km^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 が建設中であり，流域面積は，2,371km^2である。

(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個所とする。

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なわれるため，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のために各 dam 地点のほかに約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，降雨を入力条件としてその都度流出計算を行な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経験式により求めることにした。

(6) 予測降雨による流出は，刻々実測降雨に置き換えながら流出計算を行ない，実測流量と検証する。流域流出量の適合性は，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，ここでは利根川におけると同様降雨修正による適合度の向上が図られている。また，主要流域からの流出量との合流後流量の推算値を実測値を用いて検証するが，この場合の誤差の修正については流域流出は既に検証されていることになるので，主として合流時差修正によって適合性の向上が図られる。

(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ルールを決定していた。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 m に相当する容量を治水目的に使用することにしている。

以上の情勢から，洪水予報システム作成に当って，対象ダムとしては華川 dam と昭陽江ダムを考慮することにし，その他のダムの貯水池の水位１m に相当する容量については，操作ルールもなく，これをシステム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ダムはないものとして取扱うが，洪水予報実施中特にダム放流量の修正の必要が生じた場合は，ダム放流量を修正し得るシステムとすることにする。

洪水調節対象ダムの操作ルールは次の通りとする。

（a）華川ダムの操作ルール等は次の通りとする

① 洪水期の貯水池制限水位をＥＬ１７５ｍとし流入量が ２４０㎥/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。

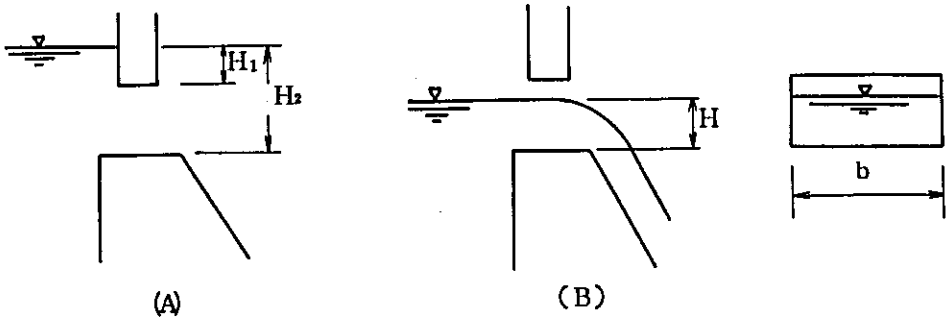
② 流入量が ２４０ ㎥/sec を越え3,000 ㎥/sec 以下の時は，１６門の gate を全開し，crest から自由越流で放流する。

③ 流入量が3,000 ㎥/sec を越える時は3,000 ㎥/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ＥＬ１８１m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。

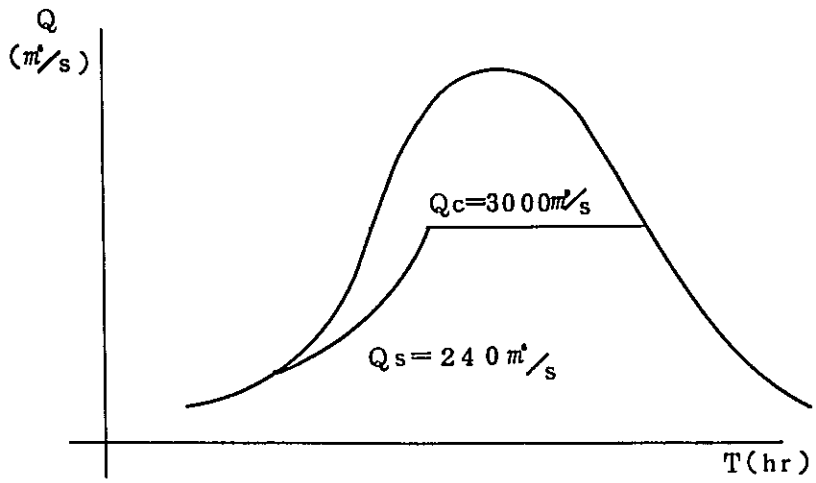


(A)の状態の場合　$Q = \frac{2}{3}\sqrt{2g} \cdot b\,(H_2^{2/3} - H_1^{2/3}) \cdot K$　　k：0.6　b：１２m

(B)の状態の場合　$Q = K \cdot (b - 0.2H)\,H^{3/2}$　　k：1.839　b：１2.0m

⑦ 洪水調節図を図－６－４

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 華川ダム貯水位 － 貯水容量表

H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
(m)	(10^6 m³)	(m)	(10^6 m³)	(m)	(10^6 m³)	(m)	(10^6 m³)	(m)	(10^6 m³)	(m)	(10^6 m³)
155.0		160.0	59	165.0	167	170.0	295	175.0	445	1800	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) 昭陽江ダムの操作ルール等は次の通りとする。

① 流入量が７００m³/sec に達するまでは流入量に等しい流量を放流する。

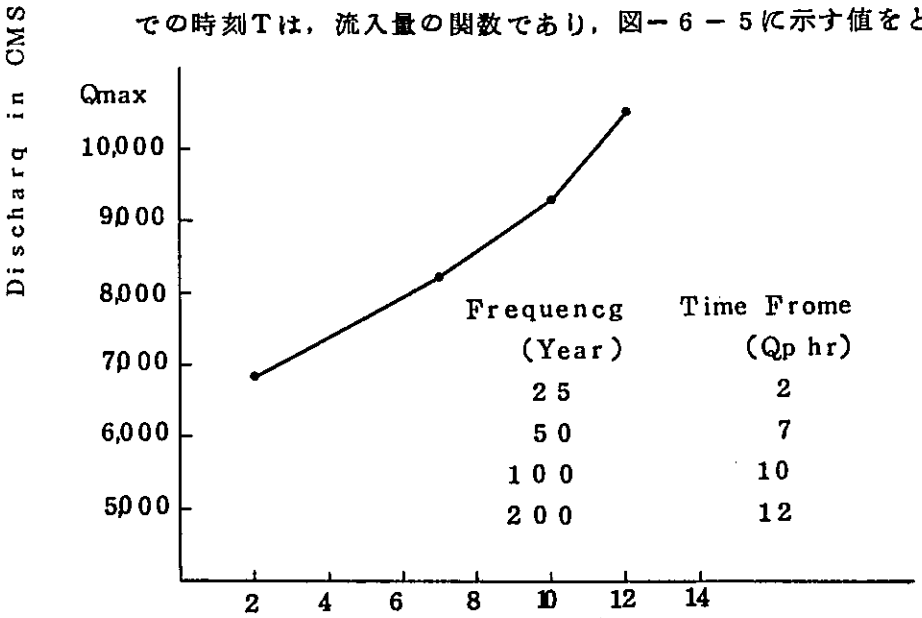
② 流入量が７００m³/secに達した時以後は，一定率放流とする。

放流公公式は次式による。

$$Q = (QI - QS)\ \alpha + QS$$
$$= (QI - 700) \times 0.484 + 700$$

QI : inflow
QS : allowable discharge
α : 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。

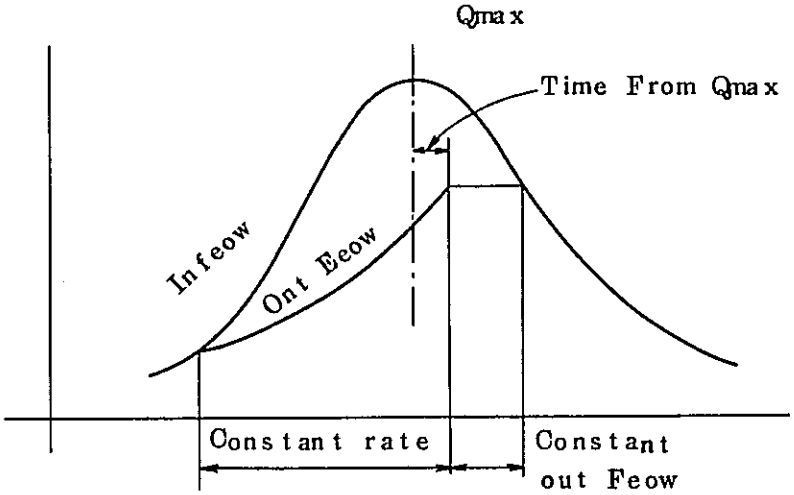


Frequencg (Year)	Time Frome (Qp hr)	Discharqe (CMS)
25	2	6,860
50	7	8,240
100	10	9,360
200	12	10,510

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　昭陽江ダム洪水調節図

⑤ 貯水位 － 有効貯水容量表を表－６－４に示す。

表－６－４の(1)　昭陽江ダム貯水位－貯水容量表

H	V	H	V	H	V	H	V
(m)	($10^6 m^3$)	(m)	($10^6 m^3$)	(m)	($10^6 m^3$)	(m)	($10^6 m^3$)
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

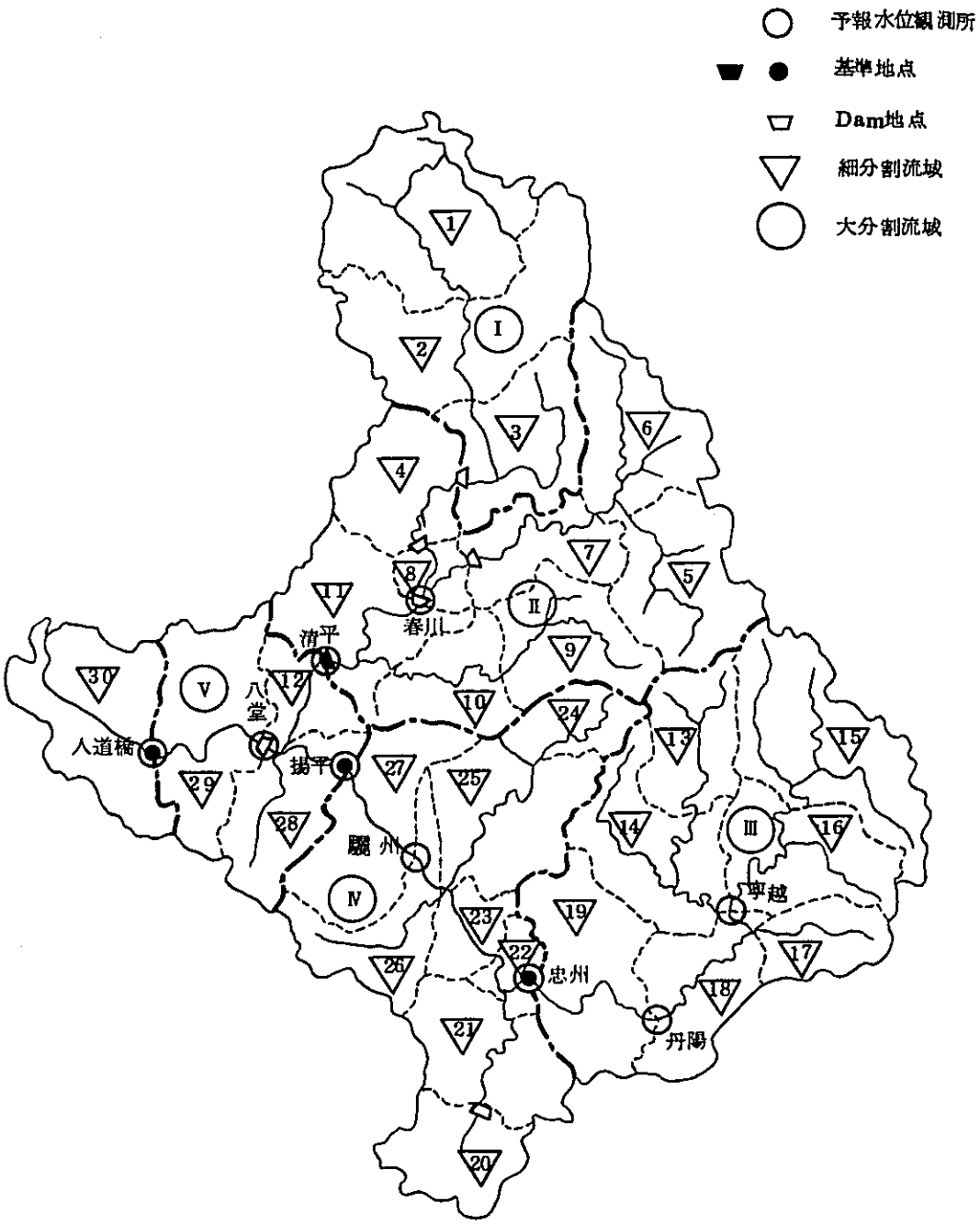
表－6－4の(2)　昭陽江ダム貯水位－貯水容量表

H	V	H	V	H	V	H	V
(m)	($10^6 m^3$)	(m)	($10^6 m^3$)	(m)	($10^6 m^3$)	(m)	($10^6 m^3$)
193.0	2,480	195.0	2,620	197.0	2,780	199,0	2,940
1	2,486	1	2,628	1	2,788	1	2,948
2	2,492	2	2,636	2	2,796	2	2,956
3	2,498	3	2,644	3	2,804	3	2,964
4	2,504	4	2,652	4	2,812	4	2,972
5	2,510	5	2,660	5	2,820	5	2,980
6	2,517	6	2,668	6	2,828	6	2,988
7	2,524	7	2,676	7	2,836	7	2,996
8	2,531	8	2,684	8	2,844	8	3,004
9	2,538	9	2,692	9	2,852	9	3,012
194.0	2,545	196.0	2,700	198.0	2,860	200.0	3,020
1	2,552.5	1	2,708	1	2,868	1	3,030
2	2,560	2	2,716	2	2,876	2	3,040
3	2,567.5	3	2,724	3	2,884	3	3,050
4	2,575	4	2,732	4	2,892	4	3,060
5	2,582.5	5	2,740	5	2,900	5	3,070
6	2,590	6	2,748	6	2,908	6	3,080
7	2,597.5	7	2,756	7	2,916	7	3,090
8	2,605	8	2,764	8	2,924	8	3,100
9	2,612.5	9	2,772	9	2,932	9	3,110

表－6－4の(3)　昭陽江ダム貯水位－貯水容量表

H	V	H	V	H	V	H	V
(m)	($10^6 m^3$)	(m)	($10^6 m^3$)	(m)	($10^6 m^3$)	(m)	($10^6 m^3$)
201.0	3,120	201.5	3,165	202.0	3,210	202.5	3,255
1	3,129	6	3,174	1	3,219	6	3,264
2	3,138	7	3,183	2	3,228	7	3,273
3	3,147	8	3,192	3	3,237	8	3,282
4	3,156	9	3,201	4	3,246	9	3,291
						203.0	3,300

(8) dam 調節効果としては調節後流量に着目し，dam 空き容量を有効に働かせて調節後流量を可能な限り低減させることを目標にする。調節効果の評価については，第1段階として人道橋地点を評価対象地点とし，dam調節の最適条件を見出すものとする。


予報水位観測所
基準地点
Dam地点
細分割流域
大分割流域
春川
清平
八堂
人道橋
揚平
麗州
忠州
丹陽
I
II
III
IV
V

図－３３　漢江流域分割図

(6－3) 予報の方式

(6－3－1) 予測降雨設定のsystem

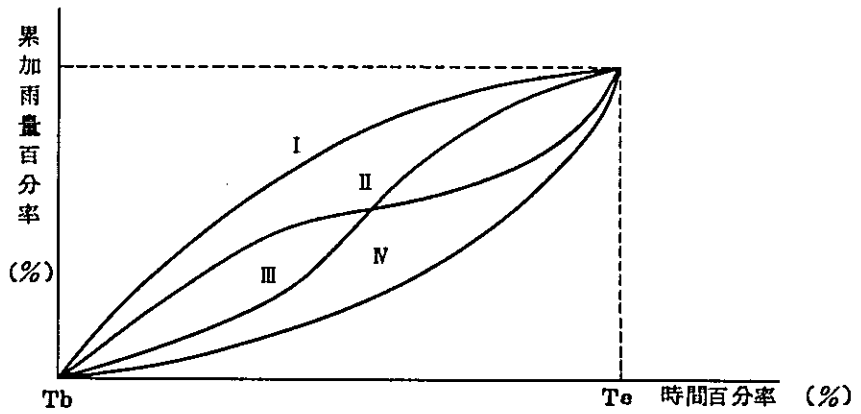
降雨予測は洪水の予報にとって最も大きな要素の1つであるが，現在各観測所の降雨あるいは小流域の降雨を正確に予知することは非常にむずかしい。予測降雨設定の一般的な手順はつぎのとおりである。

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で表示する）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－6－5　累加雨量百分率曲線（model-pattern）

3. 降雨期間（Tb～Te）の推定

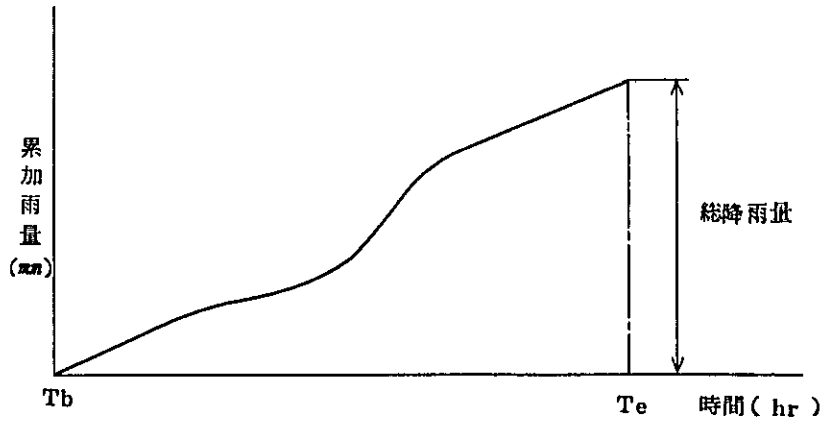
一連の降雨強度の大きい雨の降り始める時刻をTb，その降雨の終りをTeとし，Tb～Teまでを降雨期間とする。

4. 累加雨量百分率曲線の決定

model-patternが選定され，Tb，Teが推定されると，Tb～Te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



図－6－8　累加雨量曲線

定される。

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，当初の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画き，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。

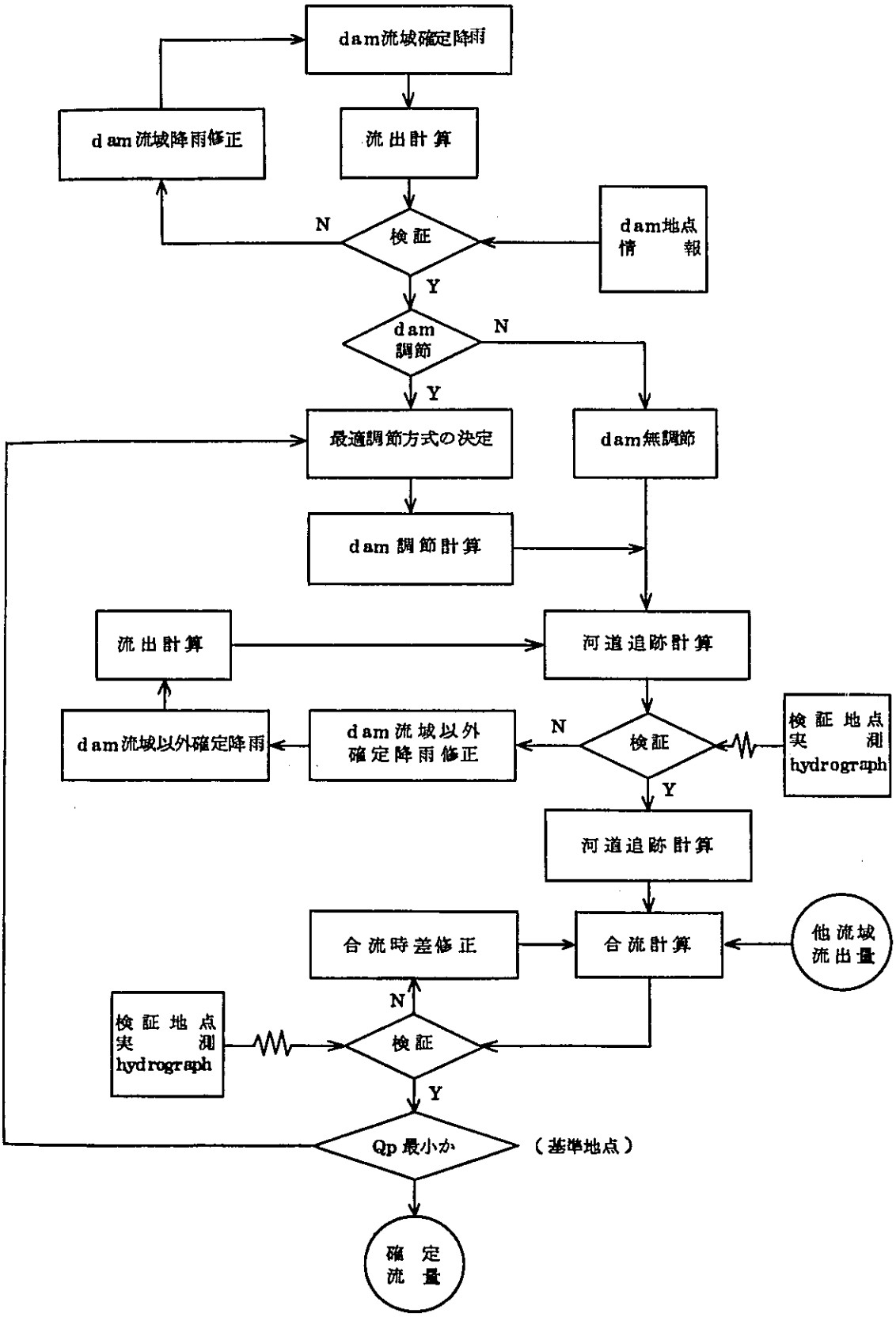
総降雨量Tb，Te，Tℓ についても必要があれば修正する。

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) dam に関する最適調節 rule 決定の方式

第1段階としての最適調節 rule 決定 systemは図－6－9に示すとおりである。

すなわち，実績降雨がない初期の時点では予測降雨を用いて各小流域の流出計算を行ない，各 dam 毎に調節の要否を判別し，調節不要であれば流入量と放流量を同量として操作を行うもりとして下流に計算を進める。調節が必要であれば各 dam の空容量を最大に利用するために所定の調節 rule の定数を仮定し，その定数を代入した調節 rule で洪水



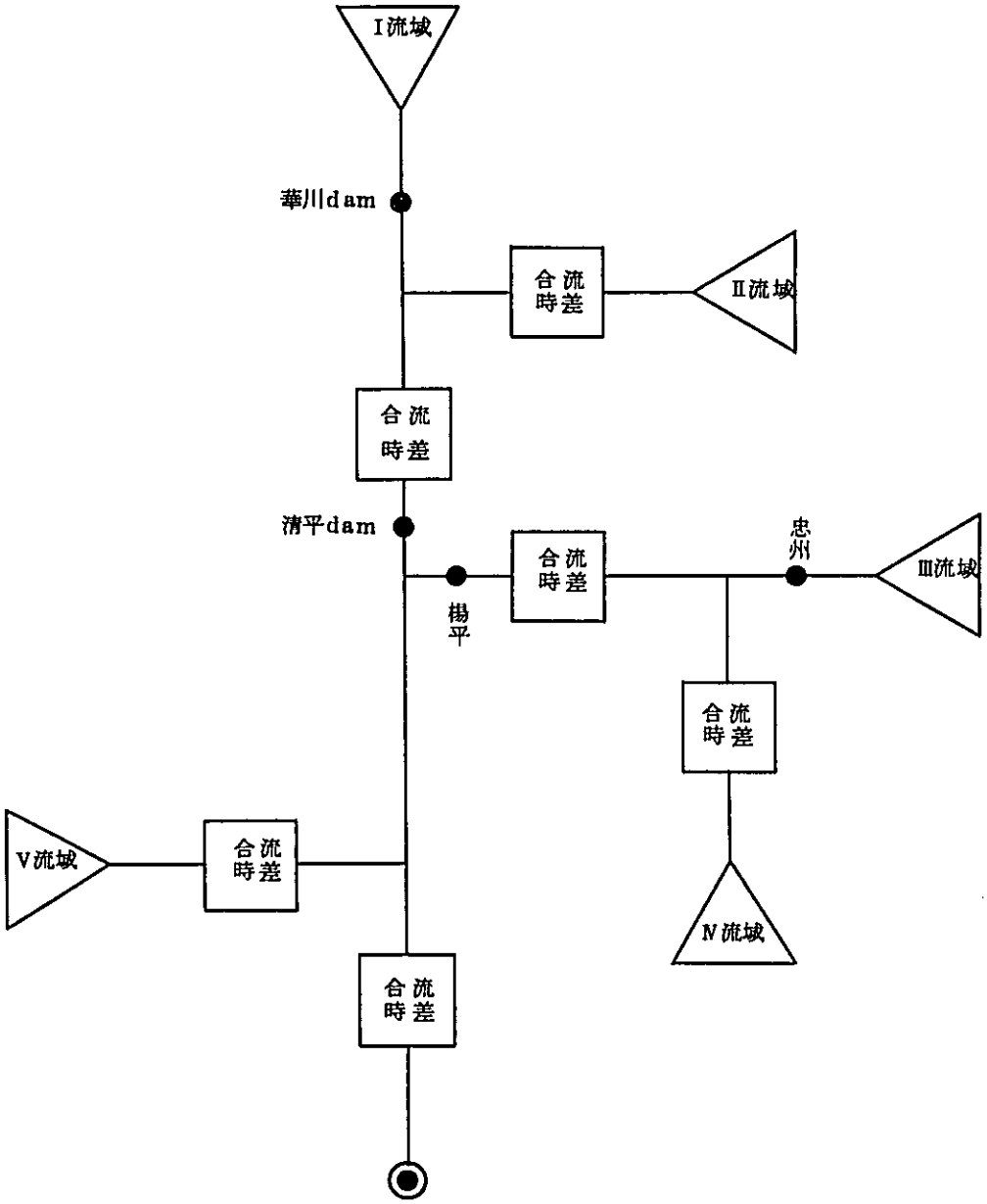
図－6－9　最適調節計算 flow－chart

調節を実施する。各 dam が実施する洪水調節の結果により，基準地点まで河道追跡計算を行ない，基準地点での peak 流量が最小となるような調節 rule の patterm または定数を決定し，damの調節計算を行ない，基準地点での予測洪水流量を推定する。

時間の経過と共に実測降雨が観測された時点においては，実測降雨と予測降雨を用いて各小流域の流出計算を行なう。ただし，各 dam 流域については dam 地点で実測降雨による流入量と計算値との検証を行ない，所定の精度が満された時は，各damにおいて無操作の場合は無操作の状態，操作している場合は操作したとおりの条件で河道追跡計算を行なう。また所定の精度が満されない時は dam の上流域の実測降雨にαを乗じて所定の精度がえられるまでくり返し計算を行い，所定の精度が得られた時のαを実測降雨および予測降雨に乗じて修正し，新たに降雨を設定し，河道追跡計算を行ない基準地点での洪水流量を予測し，流量観測値と対比し検証する。ここで所定の精度が満されない時は，dam流域以外の小流域について dam 流域と同様の手法により修正降雨を決定し，この降雨により基準地点の予測流出量を求める。また，実測流量が入手されている時刻については，実測値を採用し，それ以後の時刻については予測値を用いることによって実測値を活用したsystemとする。すなわち予測を順次実測に置換えていく手法をとるものである。

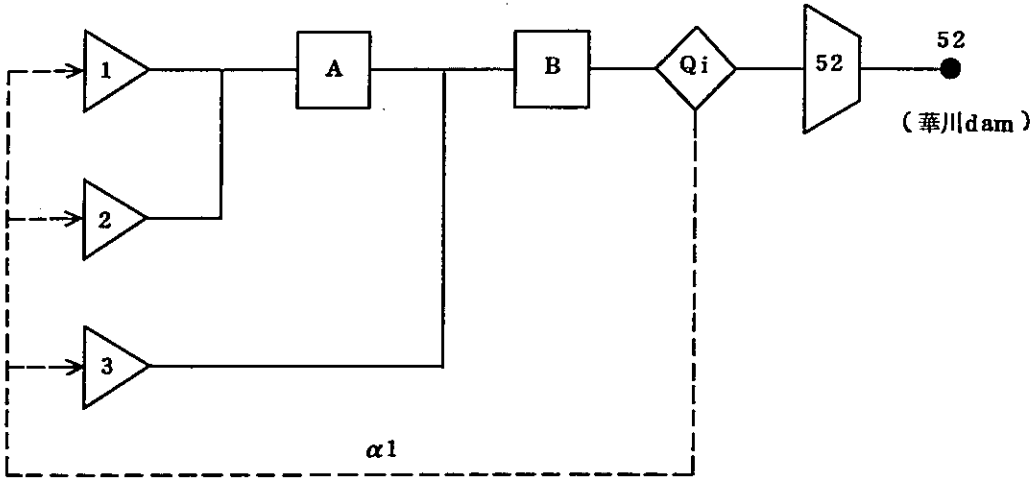
次に，他の大流域についても同様の手法で基準地点の流出量を計算する。これ等の大流域における流出量は，図－6-10の洪水予報system-block-diagram により合流計算を行なった後，基準地点の実測流量と対比し，所定の精度におさまるような合流時差をみいだし，その時差をもって合流計算を行ない，基準地点の予測流出量を求める。順次これ等の計算を下流域に進め，それぞれの予報地点で洪水予報を行ないながら，最終的には人道橋における流出量を予測し，Seoul 地域についての洪水予報を行なう。

damの調節 rule は，人道橋での洪水 peak 流量が，最小となる rule をもって最適とするものである。

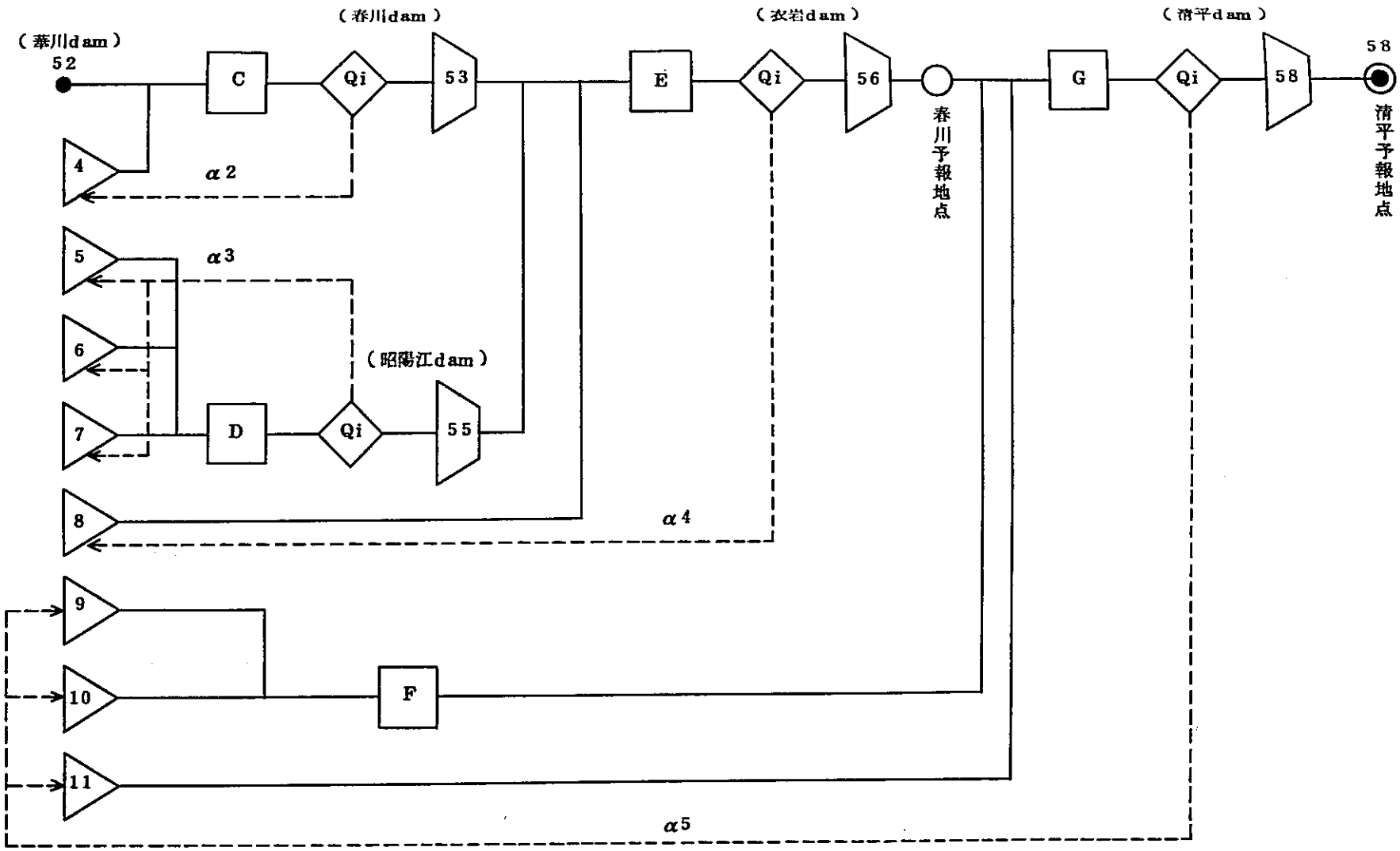


全　流　域

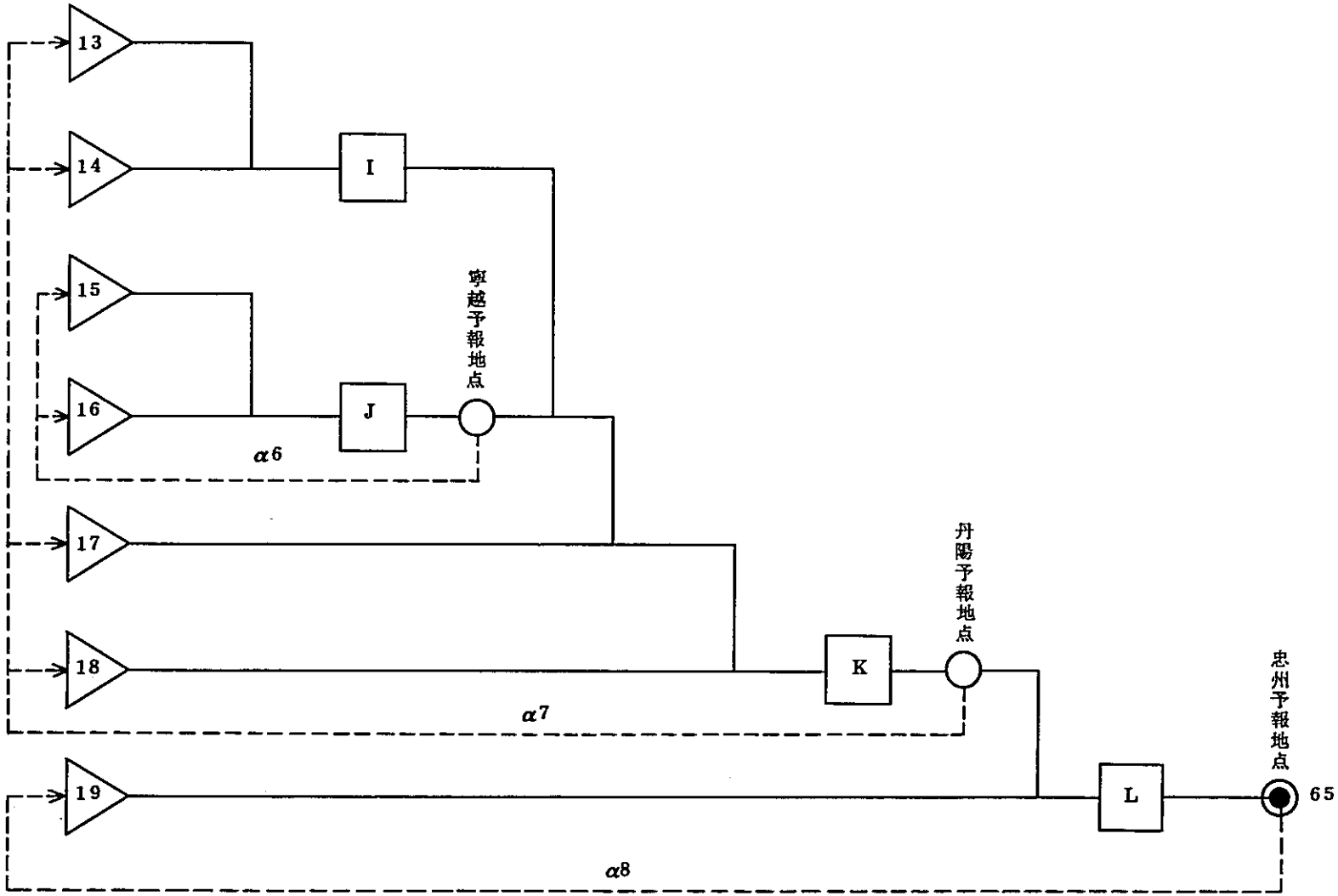
図－6－10の(1)　洪水予報（system－block－diagram）



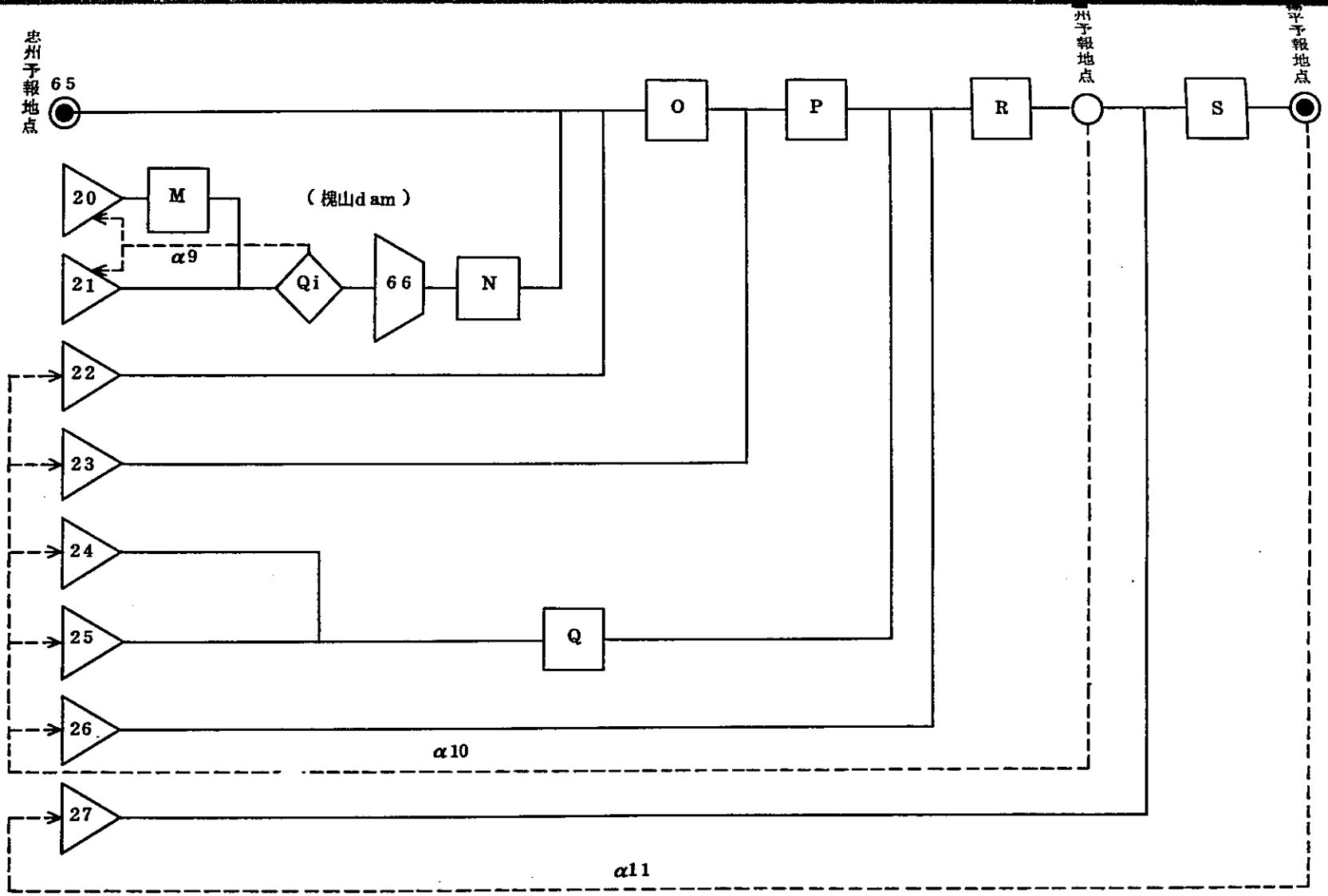
図－6－10の(2)　Ⅰ　流　域


（華川dam）
52
C
Qi
（春川dam）
53
E
Qi
（衣岩dam）
56
春川予報地点
G
Qi
（清平dam）
58
58
清平予報地点
4
α2
5
α3
6
7
D
Qi
（昭陽江dam）
55
8
α4
9
10
F
11
α5

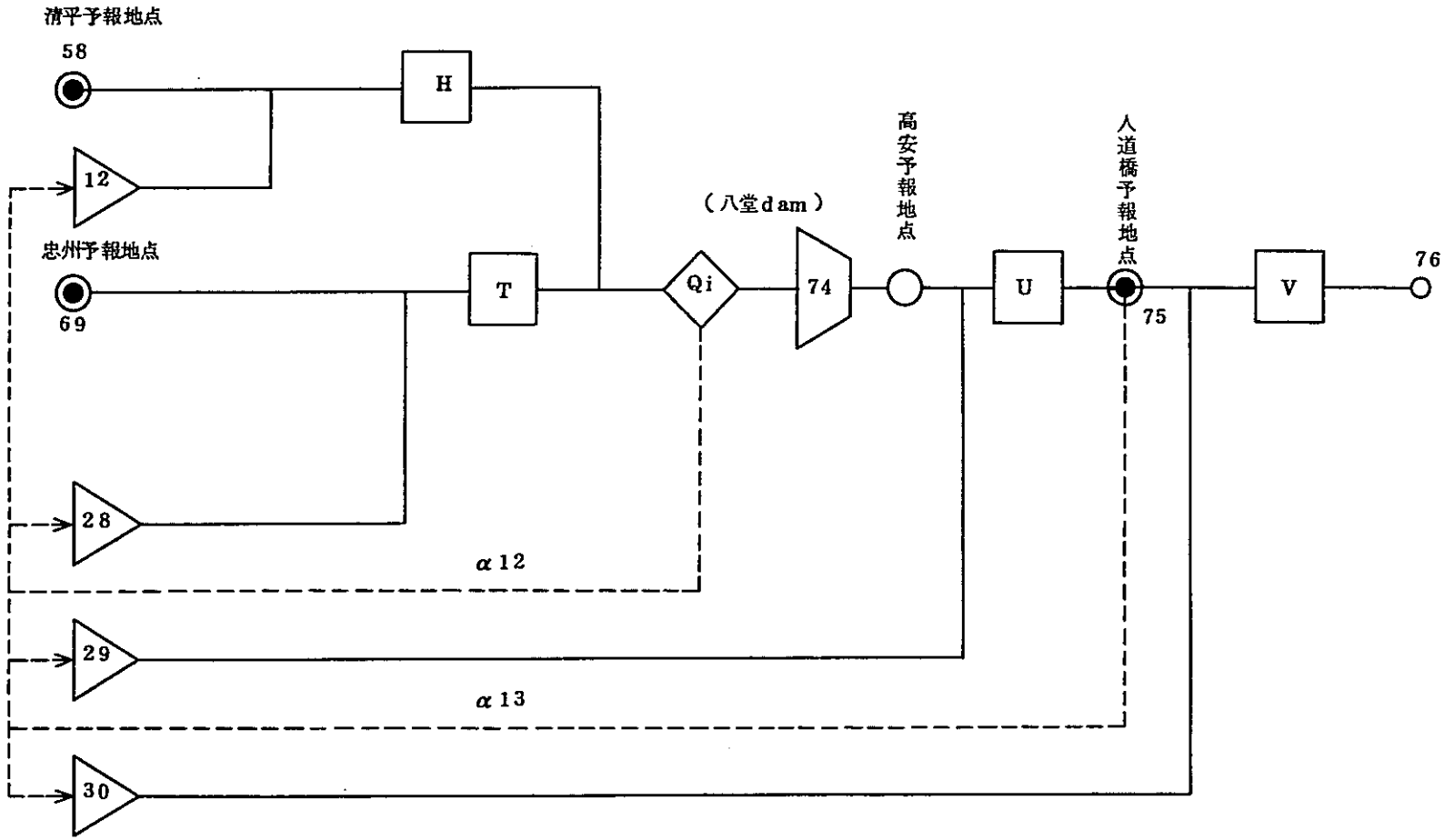
図−6−10の(3)　Ⅱ　流　域



図−6−10の(4)　Ⅲ　流　域



図－6－10の(5)　Ⅳ　流　域


清平予報地点
58
H
12
忠州予報地点
69
T
Qi
（八堂dam）
74
高安予報地点
U
人道橋予報地点
75
V
76
28
α12
29
α13
30

図－6－10の(6)　Ⅴ　流　域

第７章　新しい洪水予警報施設

第7章　新しい洪水予警報施設

(7－1) 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次調査時に行な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* 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，（附録参考図－1）に示すように面積4 m²（2.0 m × 2.0 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。

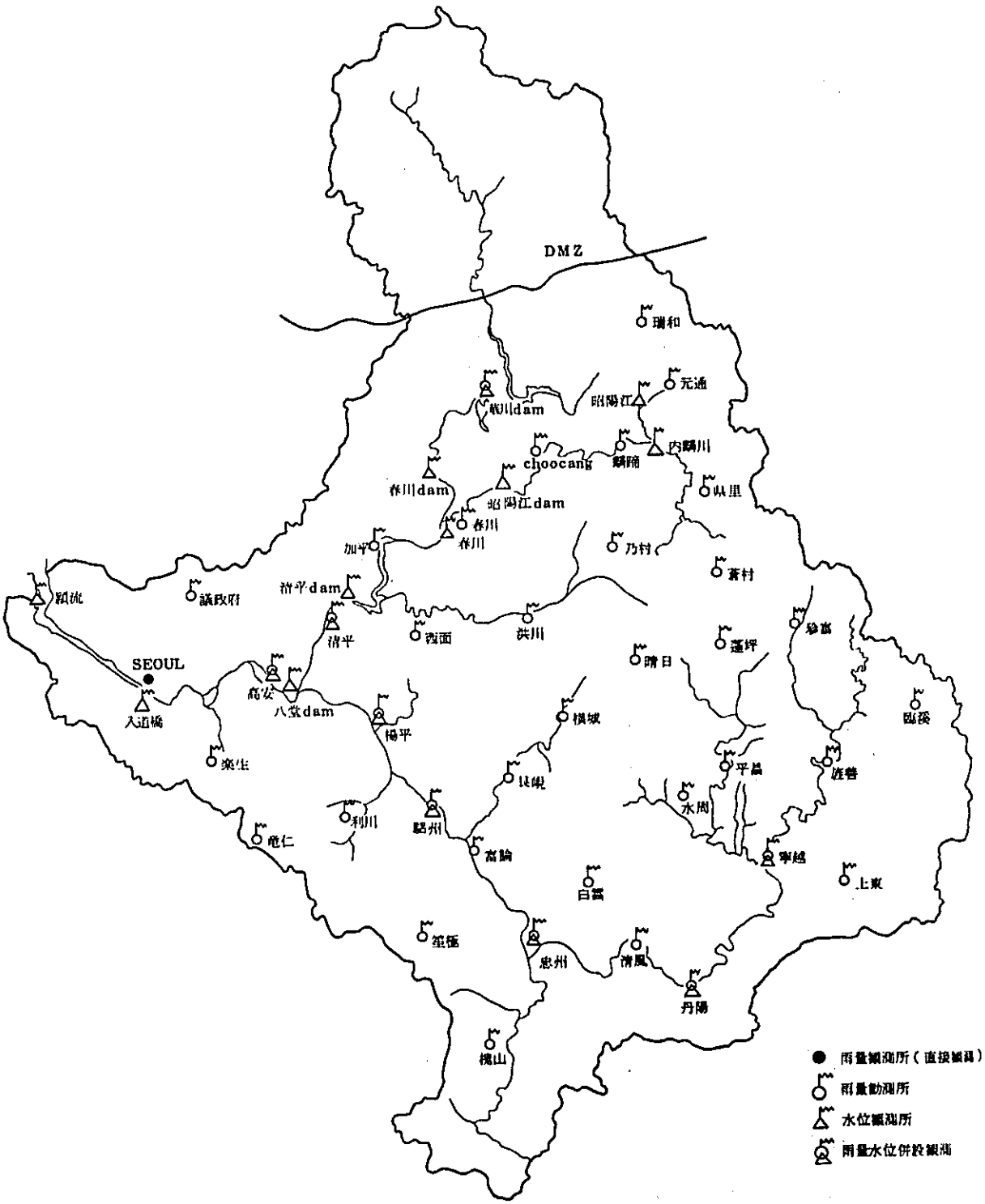
水位観測所（附録参考図－2）に設置する水位計は，telemeter 化が可能な型式でなければならない関係上，日本国内における実績および常時の保守点検，故障時における部分品の補給，自記紙pen先等の消耗品の供給，互換性を考慮して，水研62型自記水位計を設置することが望ましい。

(3) dam 水位観測所

漢江の洪水予警報を行なう場合，dam の調節効果を無視することは出来ない。

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1m下げる等の措置を講じている。これら dam 群の操作情況を把握するため，各 dam の貯水位 telemeter により本部に伝達すると共に，余水吐の操作情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



図－７－１　Telemeter 化される観測所の配置

表－７－１　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	ソウル	MSL 10		洪水予警報center内	不要	露場	center建物内	
2	議政府	50		現位置	観測所と同じ場所に新設	局舎屋根	局舎内	
3	楽生	60		高速道路東側に新設	〃	局舎屋根	〃	
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	現局舎屋根	〃	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	局舎屋根	〃	
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	〃	〃	
7	利川	70		郡庁か観象合分室附近	観測所と同じ場所に新設	〃	〃	
8	驪州	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	〃	〃	
9	笙極	100		現位置	観測所と同じ場所に新設	〃	〃	
10	艮峴	80		面事務所裏山斜面	〃	〃	〃	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	〃	〃	〃	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	〃	〃	〃	
13	富論	50		現位置	〃	〃	〃	
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	〃	〃	南漢江支所に設置してもよい。
15	槐山	240		郡庁南方の丘の上	観測所と同じ場所に新設	〃	〃	
16	白雲	220		面事務所東方５０ｍの畠の中	〃	〃	〃	
17	清風	105		現位置	〃	〃	〃	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	〃	〃	〃
19	上東	900		現位置南東4.7 Kmの峠	観測所と同じ場所に新設	〃	〃	
20	寧越	358	水併設	telemeter 局舎とする。	寧越発電所取水堰左岸上流山の上	〃	〃	
21	水周	500		現位置南東３Kmの山の上	観測所と同じ場所に新設	〃	〃	
22	平昌	400		郡庁裏山の上	〃	〃	〃	
23	蓬坪	900		現位置北東4.1 Kmの山の上	〃	〃	〃	
24	旌善	860		現位置南4.6 Kmの山の上	〃	〃	〃	
25	珍富	1,170		現位置南東4.6 Kmの山の上	〃	〃	〃	
26	臨渓	840		現位置東2.4 Kmの山の上	〃	〃	〃	
27	西面	100		学校裏の段々畠の中段	〃	〃	〃	
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	局舎屋根	〃	

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
30	加平	40		現位置	観測所と同じ場所に新設	局舎屋根	局舎内	
31	清平	100	水併設	清平水位無線局敷地内	〃	〃	〃	
32	春川	120		江原道庁構内又は北漢江支所	〃	〃	〃	春川水位観測所と併設もす。
33	華川	300	dam 水併設	telemeter局舎とする。	華川dam管理所敷地	〃	〃	

水位観測所

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 受水口	記路装置	備考
1	顯流	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			
2	人道橋	20		小道橋左岸上流	水位観測所附近に新設			
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。	局舎屋根	局舎内	
4	清平	100	〃	普通水位標附近	現局舎敷地内に新設	〃	〃	
5	春川	120		北漢江、昭陽江合流点附近	水位観測所附近に新設			雨量計を併設する場合もある。
6	楊平	30	雨併設	楊平橋上流右岸	〃	局舎屋根	局舎内	
7	驪州	30	〃	現観測所附近	〃	〃	〃	
8	忠州	80	〃	牧杏橋下流右岸	〃	〃	〃	
9	丹陽	130	〃	架橋工事中の橋梁左岸附近	〃	〃	〃	忠州damの背水による移転を考慮しておくこと
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	〃	〃	

Dam水位観測所

番号	観測所名	観測所標高	併設	水位計設置場所	telemeter局舎	雨量計設置場所 受水口	記録装置	備考
1	八堂	30		堤体右岸側	管理所構内			
2	清平	100		堤体左岸側	〃			
3	春川	120		堤体左岸側	左岸丘の上			
4	華川	300	雨併設	堤体左岸側	左岸管理所構内	局舎屋根	局舎内	

なおうとする場合，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 化は行なわないものとする。

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なう場合有益なので，下流水深の観測は，目視により平均的観測を行な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 damsite における貯水位の関係は過去の水位資料あるいは，不等連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な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。

* 第2次調査団の滞在時点では，河川総合管理事務所と仮称し国内主要河川の洪水予警報業務を集中的に管理する目的でSEOULに設置される予定である。

** 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な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，水位計にも緩障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

雨量観測所

番号	観測所名称		観測所所在地又は候補地
1	ソウル	Seoul	洪水予警報center内
2	議政府	Euijeongbu	議政府中央国民学校内
3	楽生	Nagseang	高速道路東側に新設

番号	観測所名称		観測所所在地又は候補地
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	笙極	Seanggeug	笙極面事務所構内
10	艮峴	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4.7Km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3Km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4.1Kmの山上
24	旌善	Jeungseun	旌善郡庁より南4.6Kmの山上
25	珍富	Jinbu	珍富面事務所より南東4.6Kmの山上
26	臨渓	Imgye	臨渓面事務所より東2.4Km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

水位観測所

番号	観測所名称		河川名	所在地又は候補地
1	顆流	Jonryu	漢江	顆流自記水位観測所
2	人道橋	Indogyo	〃	人道橋左岸上流
3	高安	Kaan	〃	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	〃	驪州橋左岸上流
8	忠州	Chungju	〃	牧杏橋右岸上流
9	丹陽	Tanyang	〃	工事中橋の右岸附近
10	寧越	Yongweol	〃	寧越発電所取水　左岸上流

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

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		Choocang	127－55－25	38－00－10
2	麟蹄	Inje	128－08－15	38－01－55
3	県里	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

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	Soyanggang dam	127－45－50	37－56－35
2	昭陽江	Soyanggang	128－11－10	38－07－05
3	内麟川	Naerincheon	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－流量でありこれを洪水予報の対象地域を代表する水位観測所の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－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，洪水予警報を行なう場合，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－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－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ない，水位－流量の関係について検討を行ない，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回の観測を行ない，最大流量附近において，さらに短時間毎に観測を行なうことが望ましい。

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なうことは困難なことなので，低減部については数時間に一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－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なうことが出来る。

橋梁等がない場合は，浮子投下施設（付録参考図－3）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に示す地点で行な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－7－2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な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なうものであり，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。

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
〃	高　安	〃	八堂 dam の放流量と検照，浮子投下施設
北漢江	清　平	〃	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
〃	忠　州	〃	〃
〃	丹　陽	〃	〃
〃	寧　越	〃	浮子投下施設，附録図－　参考
〃	旌　善	普　通	橋を利用して浮子観測
平昌江	後　浦	〃	
〃	平　昌	〃	橋を利用して浮子観測
蟾　江	艮　峴	〃	

(7－2) 通信施設

(7－2－1) 洪水予報 data の収集方法

観測された雨量または水位の data はできるだけ早く洪水対策本部に伝送されなければならない。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有人方式は観測局数が少ない場合には問題ないが，本計画のように観測局の数が40局以上に達すると監視制御局での統制が困難となり， data の収集に手数と時間がかかり過ぎる。②無人方式即ち，telemeter 方式では中央 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い。

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って行なうことは不可能であり，telemeter 方式によって計画せざるを得ない。また data 収集の所要時間を短かくしたいため通信の network を3系統（3中継所）として計画した。

(7－2－2) 使用周波数

a) 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。これは広帯域利得の結果であ

って，FM 受信機の S／N 改善係数からも判ることである。また，使用する空中線の形式により，一方にだけ強く鋭く電波が発射できるので，概して見通し以遠の他系には電波が到達しにくいため使用周波数の送定が適正であれば混信などの妨害が少ない利点がある。

今回の伝播実験は 166.88 MHz と 166.94 MHz の2周波を逊用して行なわれたが，166.88 MHz は龍門山で，また，166.94 MHz は白雲山および蓮花峰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。

以上のことから回折などによる付加損失が問題ないことが判明した。

実際の開設にあたっては，回線設計に使用した 160 MHz 帯の範囲で，且つ年間を通して混信妨害のない周波数を逊定することが必要である。また，通信系相互の混信を妨ぐため，中継局毎に1波ずつ使用されることを推奨する。

b) micro 多重回線

監視制御局と中継局および中継局間を結ぶ micro 多重回線は技術開発の面で実績のある周波数帯を送逊し，回線の品質ならびに信頼度の向上を図るべきである。

なお，今回は 7 GHz 帯の周波数で回線設計を行なった。

c) 400 MHz 帯多重回線

micro 回線の龍門山中継局から江原道庁（春川）への無線電話回線は経済的で，且つ，技術的実績がある 400 MHz 帯の SS－PM 回線とすることが望ましい。

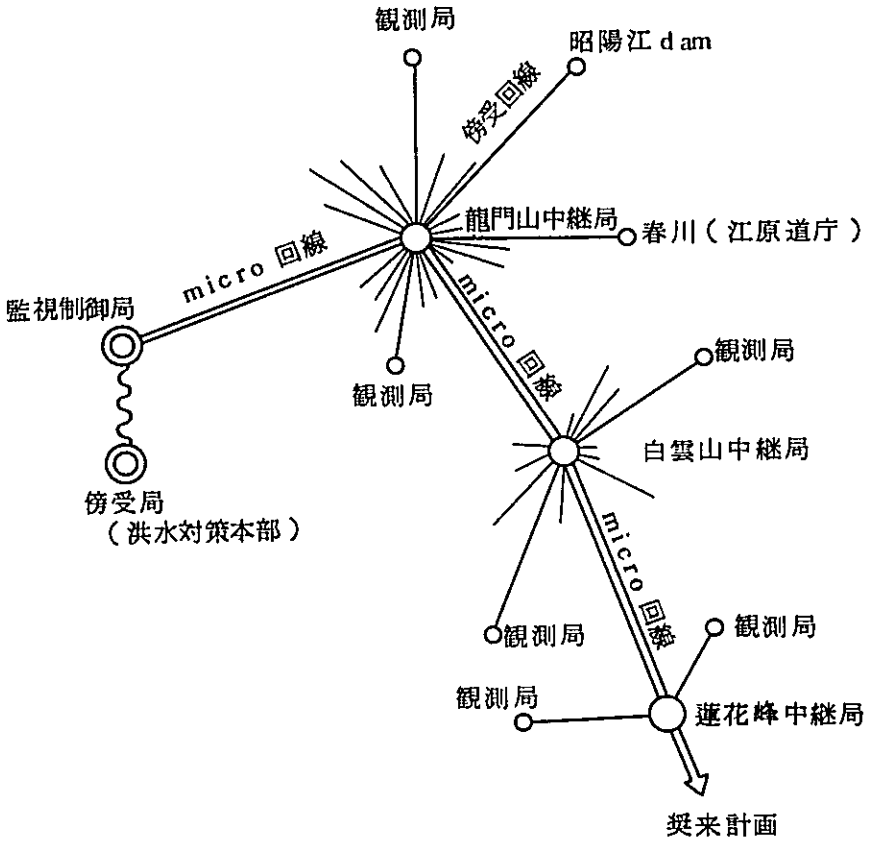
(7－2－3) 通信回線の系統

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，漢江流域の通信回線として次の案が考えられる。

図－7－2に示すように監視制御局と各中継局（付録参考図－4）との間をmicro多重回数で、また、各観測局との間をVHF回線で結ぶものである。

この案は，micro 多重回線が system の幹線として中枢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 400 MHz SS—PM多重回線を開設することが必要である。

なお，昭陽江 dam に設置している既設 telemeter system を龍門山中継局経由で制御を行ない，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通信回線 network

（7－2－4）実験の結果

今回の電波実験は，3個所の山頂中継局と観測局との間で行なったが，①龍門山系では華川ダム，春川ダム，春川，清平ダム，②白雲山系では忠州，平昌，③蓮花峰系では臨渓，丹陽の計8回線について伝播実験を行なった。その結果は表－7－3のとおりで，すべての回線 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な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・垂直のパターンを測定し，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7－2－2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ない，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。

表－７－３　現地実験による回線設計

局名 / 種別	単位	龍門山 ～華川ダム		〃 ～春川ダム		〃 ～春川（道庁）		〃 ～清平ダム					
空中線電力	dBm	39	8.4W	39	8.4W	39	8.4W	39	8.4W				
自由空間損失	dB	113	61.5W	110	46.7Km	108	39.1Km	103	21.0Km				
付加損失	〃	※ 36	実験により計算	41		27		42					
給電線損失	〃	4	RG－8／u ×46m	4		4		4					
空中線利得(送)	〃	8	八木3E	8		8		8					
〃 (受)	〃	8	〃	8		8		8					
送受共用損失	〃												
無機電中継	〃												
受信電力	dBm	－98		－100		－84		－94					
受信雑音電力	〃	－112	－118 +6dB	－112		－112		－112					
高周波 S／N C／N	dB	16		12		28		18					
S／N 改善係数	〃	12		12		12		12					
標準状態におけるS／N	〃	28	実測による。	24	〃	40	〃	30	〃				
				山岳反射波を受信しているため設置に当っては，十分現地の調査が必要です。									
特記事項		※実験による附加損失と，別添の回線設計表の附加損失では，空中線高さ等の条件が異なるため差が生じている。											

表－７－３　現地実験による回線設計

局名 / 種別	単位	白雲山～忠州		〃～平昌		蓮花峰～臨渓		〃～丹陽					
空中線電力	dBm	38	6.7W	39	8.3W	38	7.8W	38	7.7W				
自由空間損失	dB	105	26.6Km	108	39.8Km	114	70.5Km	99	13.0Km				
付加損失	〃	※29	実験により計算	44		31		22					
給電線損失	〃	4	RG-8/u ×40m	4		4		4					
空中線利得(送)	〃	8		8		8		8					
〃 (受)	〃	8		8		8		8					
送受共用損失	〃												
無機電中継	〃												
受信電力	dBm	－84		－101		－95		－71					
受信雑音電力	〃	－112		－112		－112		－112					
高周波 S／N C／N	dB	28		11		17		41					
S／N 改善係数	〃	12		12		12		12					
標準状態におけるS／N	〃	40	実測による	23	〃	29	〃	53	〃				
				山岳反射波を受信しているため設備に当っては，十分現地の調査が必要です。									
特記事項		※実験による附加損失と，別添の回線設計表の附加損失では，空中線高さ等の条件が異なるため差が生じている。											

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。また無線局舎（中継局舎を含む），無線鉄塔，パンザーマストの図面を付録参考図に追録した。

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″	40m	
白雲山	37° 15′ 16″	127°58′ 28″	50m	
蓮花峰	36° 56′ 41″	128°27′ 55″	20m	

（7－2－5）回線設計

1／50,000 縮尺の地図から作った見透図を付図1－1～1－8にまた，その回線設計表を付表1－1～1－43に示す。telemeter の回線設計については160 MHz帯の周波数割当を想定し，自由空間損失（dB）は32.4 + 20 log d（Km）+ 20 log f（MHz），fading 損失は0.1 dB／Km，受信機内部雑音電力は－118 dBm，S／N 改善係数は12 dB，付加損失がある場合はその損失量を考慮して計算した。

なお，外部雑音による S／N 劣化量は周囲の情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電力を求める必要がある。今回の回線設計では外部雑音による劣化量を6 dB とし，総合的な受信入力雑音電力の値を－112 dBmとして計算した。

次にその計算方式を示す。

$$Prni = 10 \log B + F - 144 \ (dBm)$$

$$Prne = 10 \log B/b + E - 20 \log f - 77.3 + g - Lf \ (dBm)$$

上式より求めたPrni（dBm）とPrne（dBm）の対数計算（log）からそれぞれの真数を求め，この真数の数値の和から Prn（dBm）のデシベル値を算出する。

（注） Prn ：受信雑音電力（dBm）

Prni ：受信機内部雑音電力（dBm）

Prne ：外部雑音電力（dBm）

B ：受信機の等価雑音帯域幅（KHz）

F ：受信機の雑音指数（dB）

E ：雑音電界強度の自乗平均値（dB，0dB＝1μv／m）

b ：Eを測定した場合の測定器の雑音等価帯域幅（KHz）

f ：周波数（MHz）

g ：雑音に対する空中線の利得（dB）

Lf　：給電線の損失（ dB ）

また，改善係数の計算式を示すと次のとおりである。

$$I = 10 \log \frac{3 f_d^2 B}{2 f_m^3}$$

fd　：最大周波数偏移（ KHz ）

B　：受信機の等価雑音帯域幅（ KHz ）

fm　：最高変調波数（ KHz ）

原則として，無線回線の S／N は 30dB 以上を確保しなければならないので S／N が悪い場合は観測局の位置を変更するなどして，付加損失（主として回折損失）の軽減を図り，常時安定した通信が行なえるように留意しなければならない。

(7－2－6) その他

a) TV放送波の70MHz 帯への影響

当初 telemeter 回線の周波数についてはTV放送のCH4（66～72 MHz）とCH5（76～82MHz）の間の周波数帯（72～76MHz）を使用する計画であったが，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，50Wの場合について計算し，その計算値を表－7－5に示す。この表によると，TV局の送信出力が500W以上の場合は72～76MHz の周波数帯を使用することは不可能である。

表－7－5　TV放送波の影響

	500W	50W
送信出力	57 dBm	47 dBm
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 dBm	－113.8 dBm
受信電圧	9.2 dBμ	－ 0.8 dBμ
判定	不可	可

b) 太陽電池の容量計算

b－1　太陽電池公称出力

① 瞬時電流

送信時	4,600 mA	10秒／回
試験時	4,600 mA	10分／月
受信時	350 mA	2秒／局
待受時	15 mA	

② 平均負荷電流（IL）

IL ＝待受時電流＋動作時電流

待受時電流　15 mA

n_1 ＝30局（テレメータ子局呼出の局数）

n_2 ＝10局（他局のテレメータ，データ返送の局数）

n_3 ＝10局（1日1回警報子局呼出の局数）

n_4 ＝　5局（1日1回警報子局トークバックの局数）

$$動作時電流＝\frac{10秒\times4,600\,mA}{3,600}+\frac{10分\times60秒\times4,600\,mA}{3,600秒\times24h\times30day}$$

$$+\frac{(2秒\times350\,mA)\,n_1}{3,600}+\frac{(10秒\times350\,mA)\,n_2}{3,600秒}$$

$$+\frac{(3秒\times350\,mA)\,n_3}{3,600秒\times24h}+\frac{(20秒\times350\,mA)\,n_4}{3,600秒\times24h}$$

$$=12,778\,mA+1,065+5,834+9,723+0.122$$

$$+0.405=29.93\,mA$$

IL ＝15 mA＋29.93 mA＝44.93 mA

③ 太陽電池電流（IS）

$$IS＝平均負荷電流\times\frac{8,760}{年間日照時間}\times\frac{1}{\frac{2}{\pi}\times日射角による損失}$$

×充電効率×安全係数×地物による遮へい損失補正係数

$$IS=44.93\,mA\times\frac{8,760}{2,100}\times\frac{1}{\frac{2}{\pi}\times0.85}\times\frac{1}{0.9}\times1.11\times1$$

$$=44.93\,mA\times4.172\times1,849\times1,112\times1.11\times1$$

$$=427.83\,mA$$

④ 太陽電池所要モジュール数

並列モジュール数，

$$N_p=\frac{427.83}{86}=4.975\fallingdotseq5個$$

直列モジュール数

$$NS = \frac{16.5}{4.2} = 3.92 \fallingdotseq 4\text{個}$$

但し，

浮動充電電圧	14.0 V
逆流防止ダイオード降下電圧	0.5 V
温度上昇による出力降下電圧	1.0～ 2.0 V
計	15.5～16.5 V

故に　N＝NP×NS＝5×4＝20個

⑤　太陽電池公称出力

P＝N×0.36W＝20×0.36＝7.2W

b－2　アルカリ蓄電池容量計算

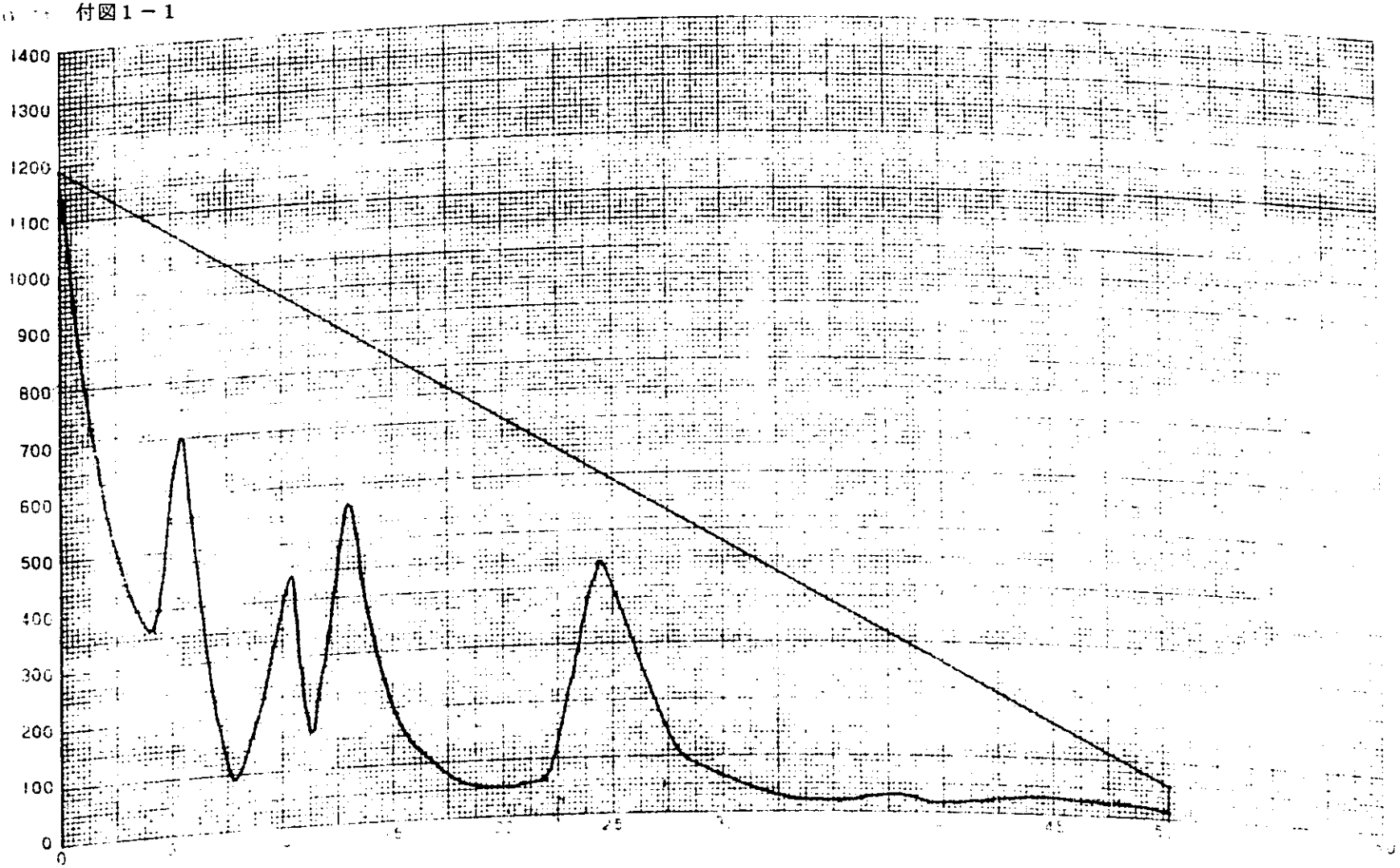
アルカリ蓄電池容量

$$= \frac{\text{平均負荷電流(A)} \times \text{連続無日照時間}}{\text{充電電流係数} \times \text{放電限界係数} \times \text{保守係数}}$$

$$= \frac{44.93\text{mA} \times 24\text{h} \times 30\text{day}}{0.9 \times 0.8 \times 0.8} = \frac{32.3496\text{A}}{0.57}$$

$$= 56.7 \fallingdotseq 60\text{AH}$$

付図1－1



龍門山

1150

40

距離 ,503

見通し図

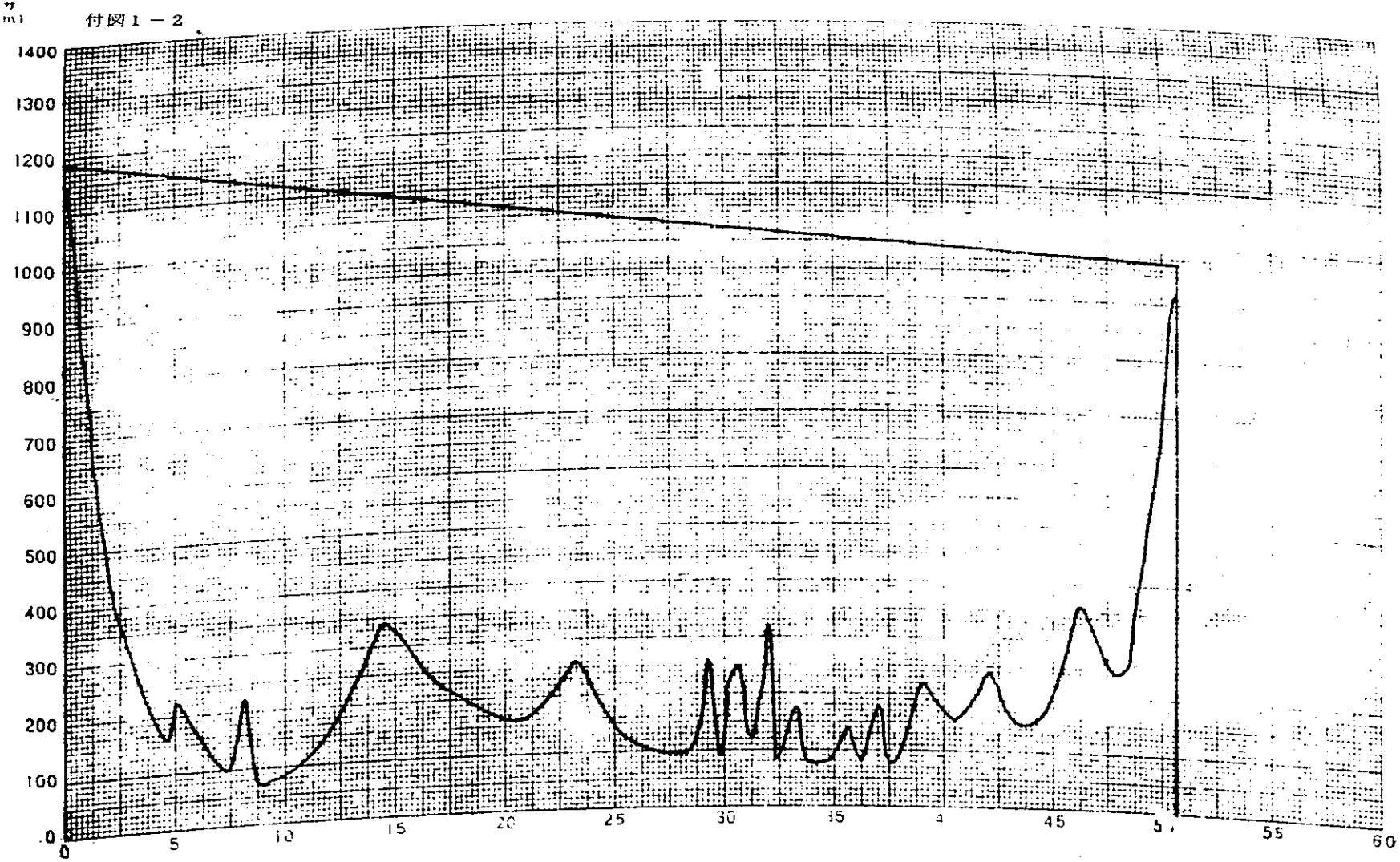
서울（河川総合管理事務所）

10

50

[redacted]

付図１－２



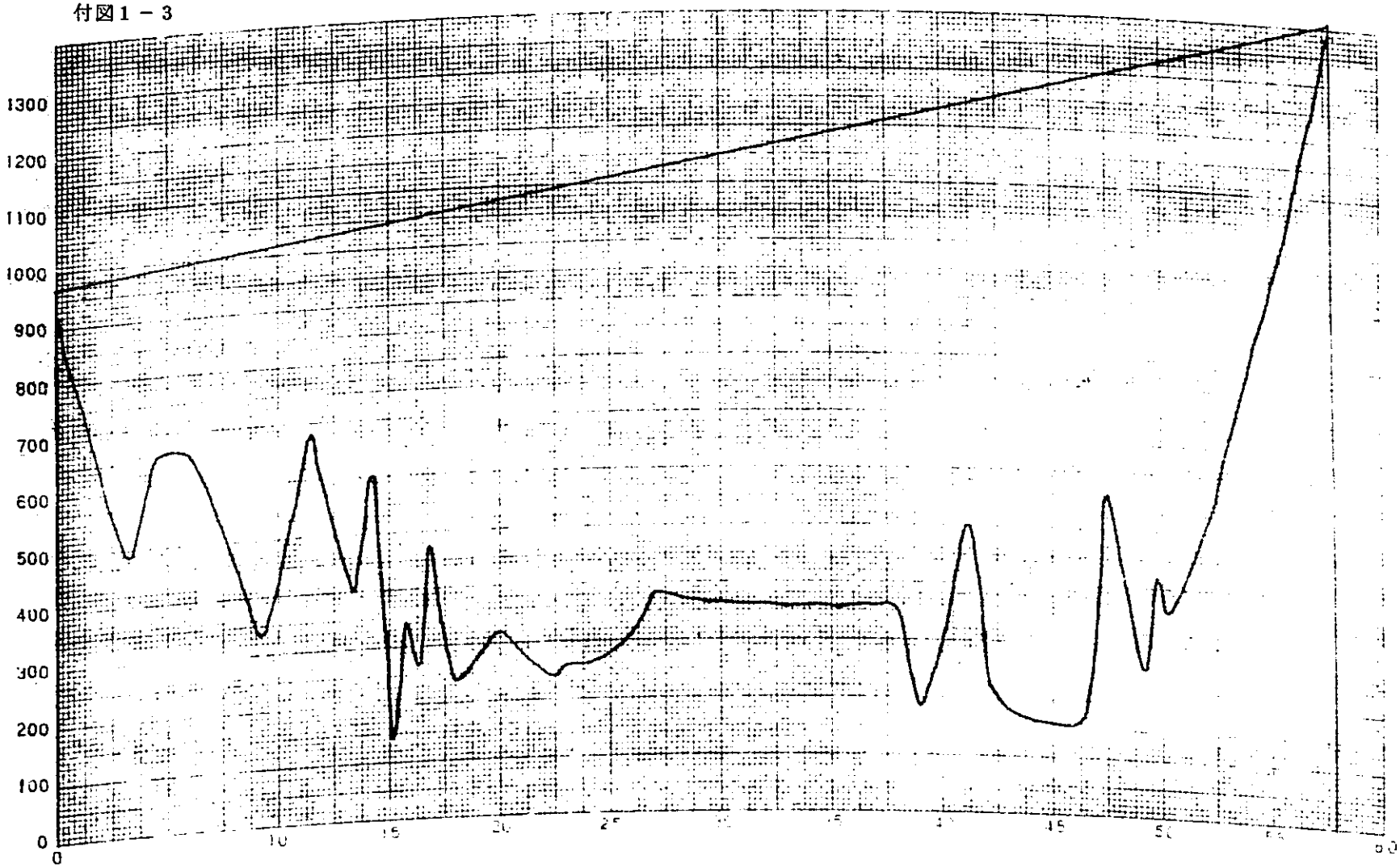
地名　龍門山
標高　1150
空中線高　40
東経 1273242 北緯 373333

距離　50.5 km

見通し図

地名　白雲山
標高　920
空中線高　50
東経 1275828 北緯 371516

付図1－3



地名　白雲山
標高　920
空中線高　50

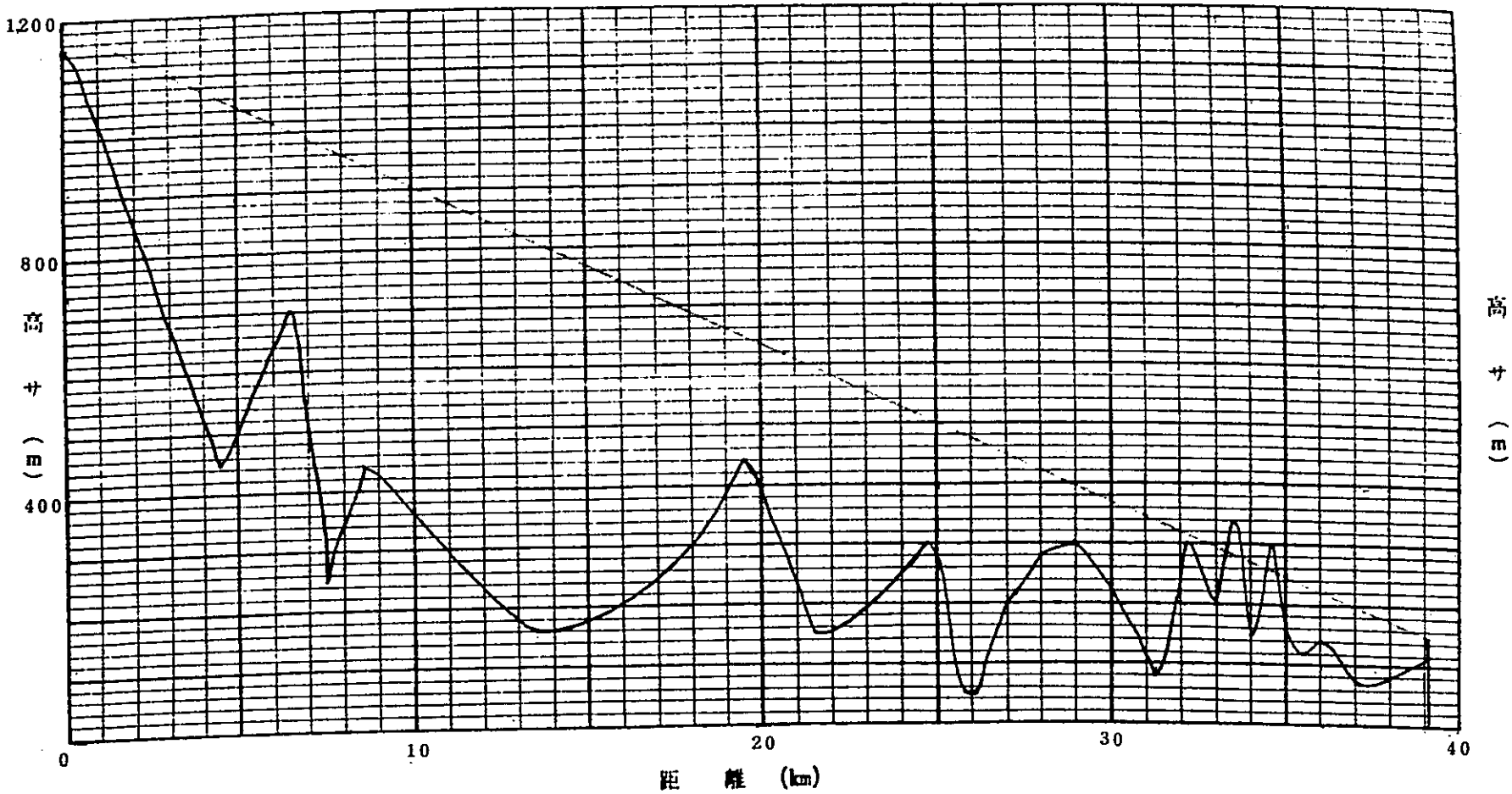
距離　55.3　km

蓮花峰
1390
20

見通し図

付図１－４

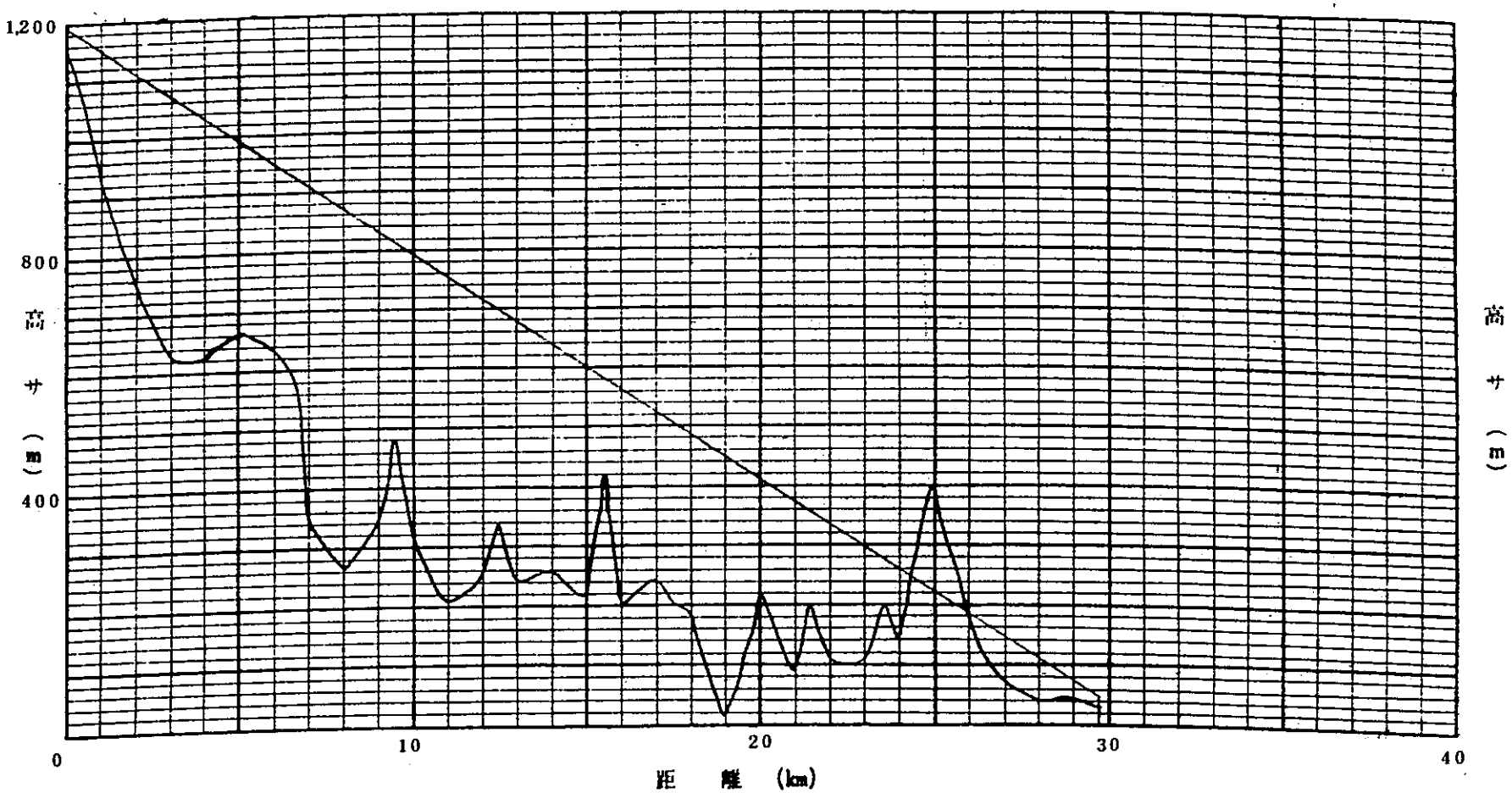
見　　透　　図　(k=4/3)



龍門山（中）		春川（江原道庁）
標　　高　1150 m		標　　高　120 m
空中線 地上高　40 m	39.1 km	空中線 地上高　30 m

付図1－5

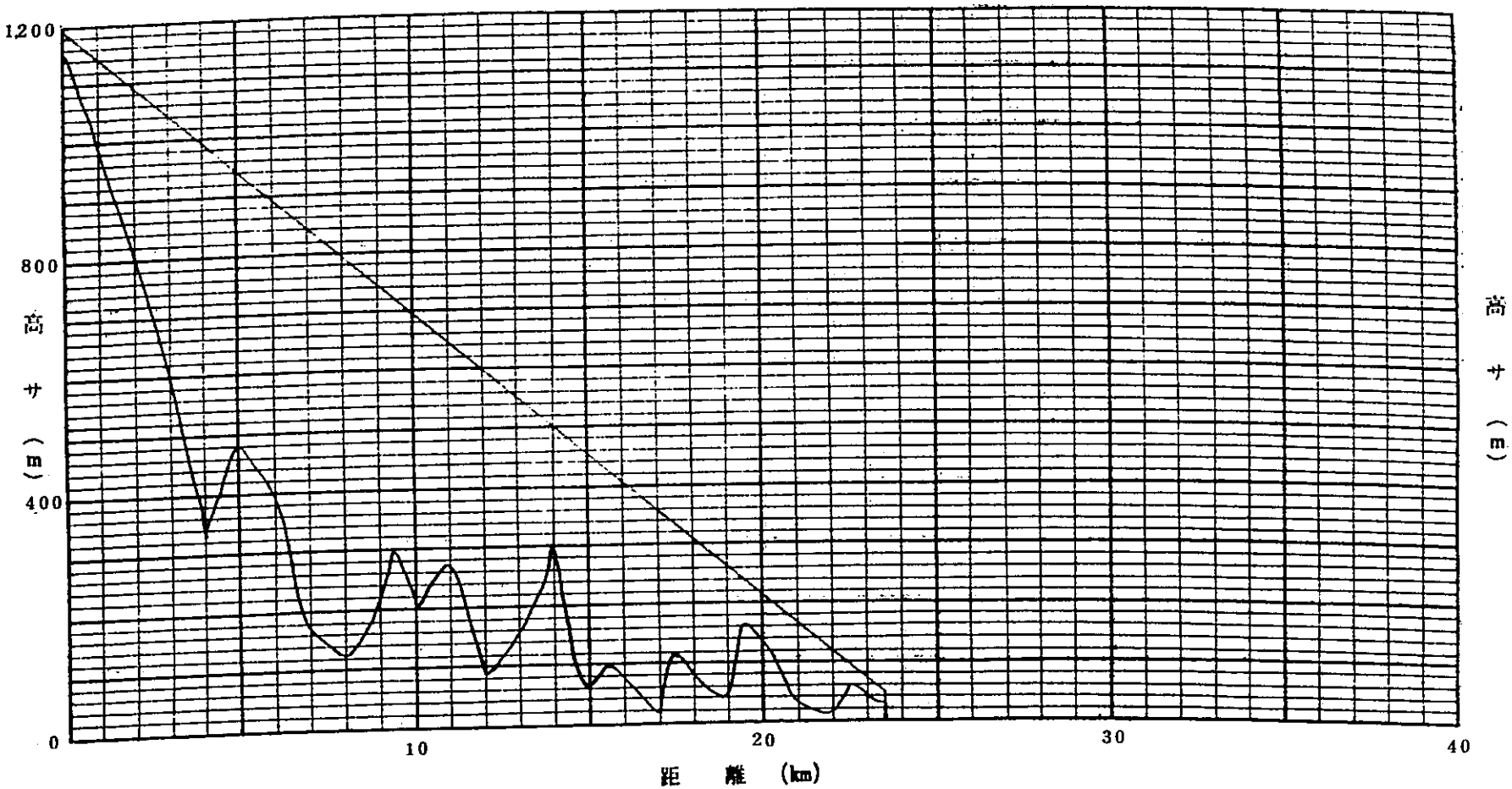
見　透　図　(k=4/3)



能門山（中）		高安（雨，水）
標高 1150 m	29.8 km	標高 30 m
空中線地上高 40 m		空中線地上高 20 m

付図1－6

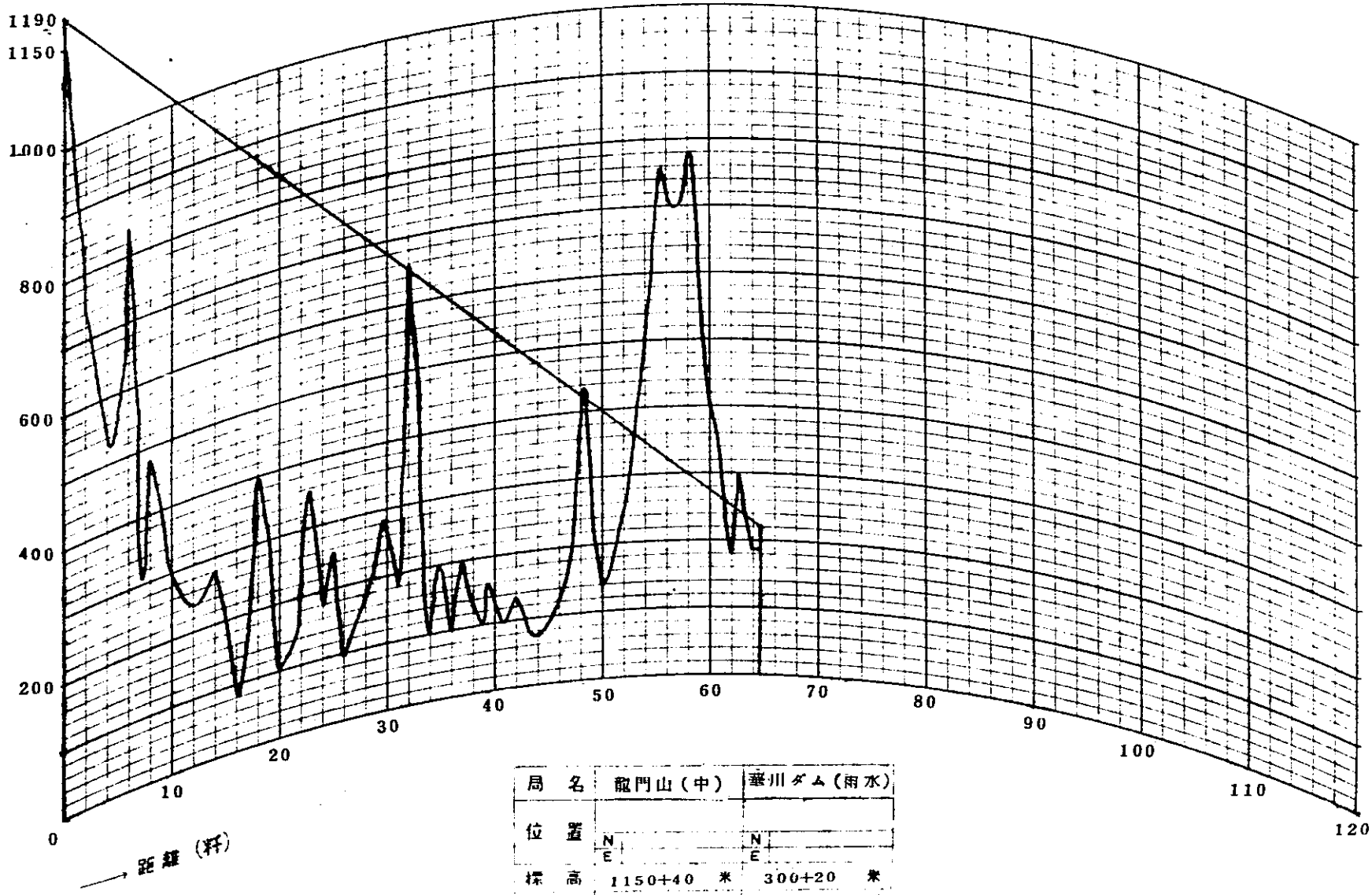
見　　透　　図　(k=⅔)



龍門山（中）		八堂 dam（水）
標高 1150 m	23.5 km	標高 30 m
空中線 地上高 40 m		空中線 地上高 20 m

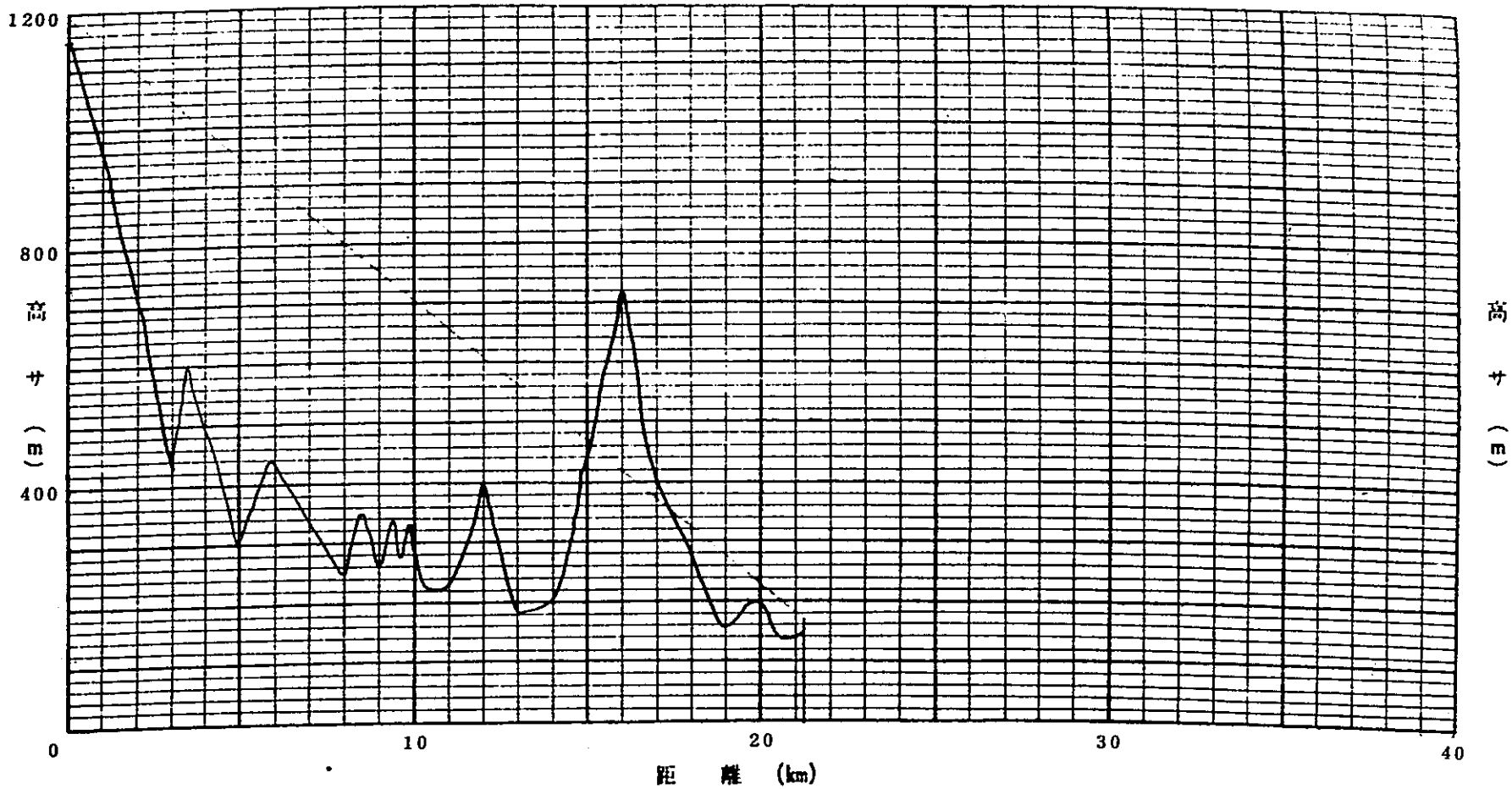
見　透　圖

付図1－7



局　名	龍門山（中）	臺川ダム（雨水）
位　置	N E	N E
標　高	1150+40　米	300+20　米
延　長		645　粁

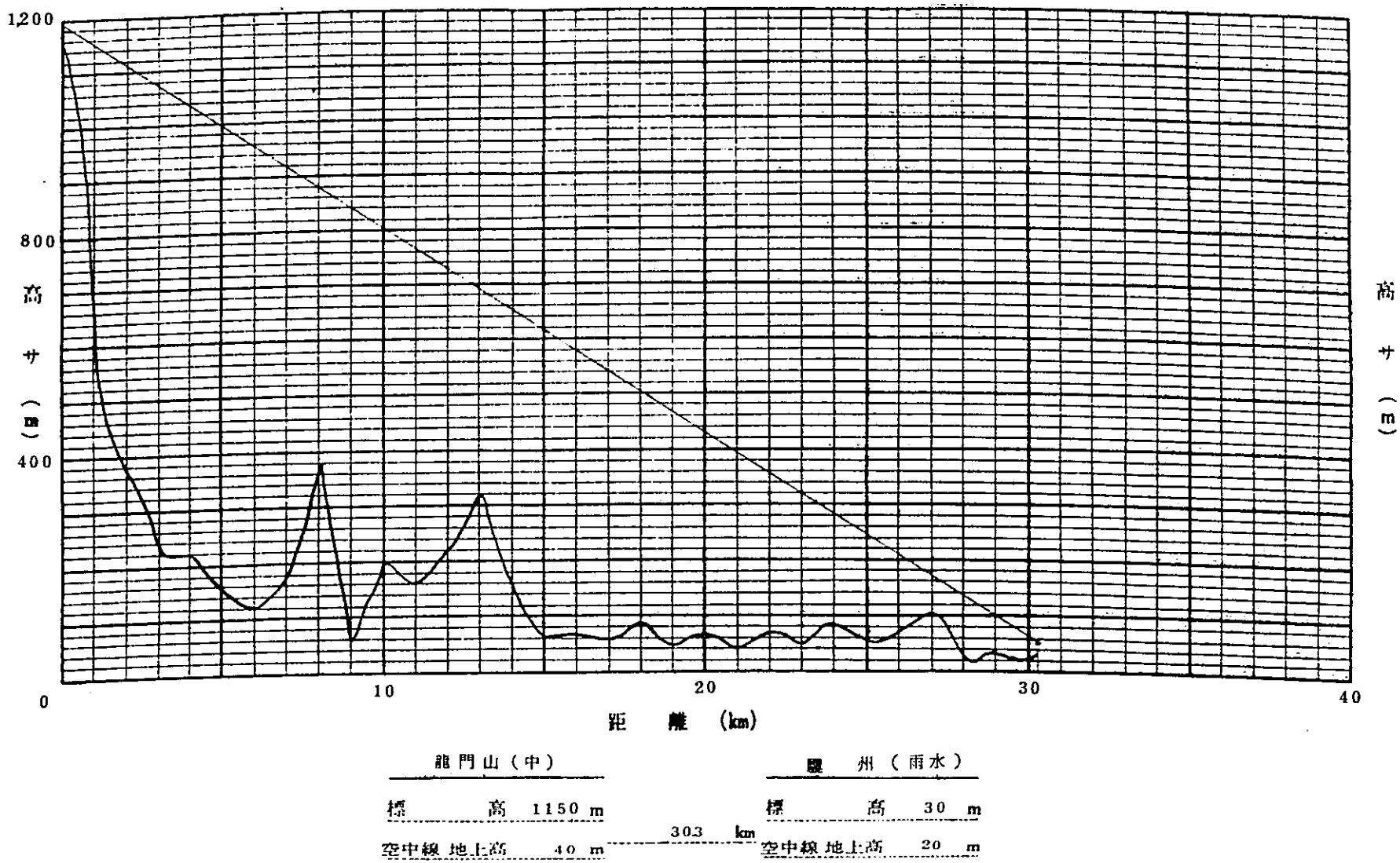
見　　通　　図　(k=4/3)



龍門山（中）		清平（雨水）
標　高　1,150 m	21.2 km	標　高　150 m
空中線 地上高　40 m		空中線 地上高　20 m

付図１－９

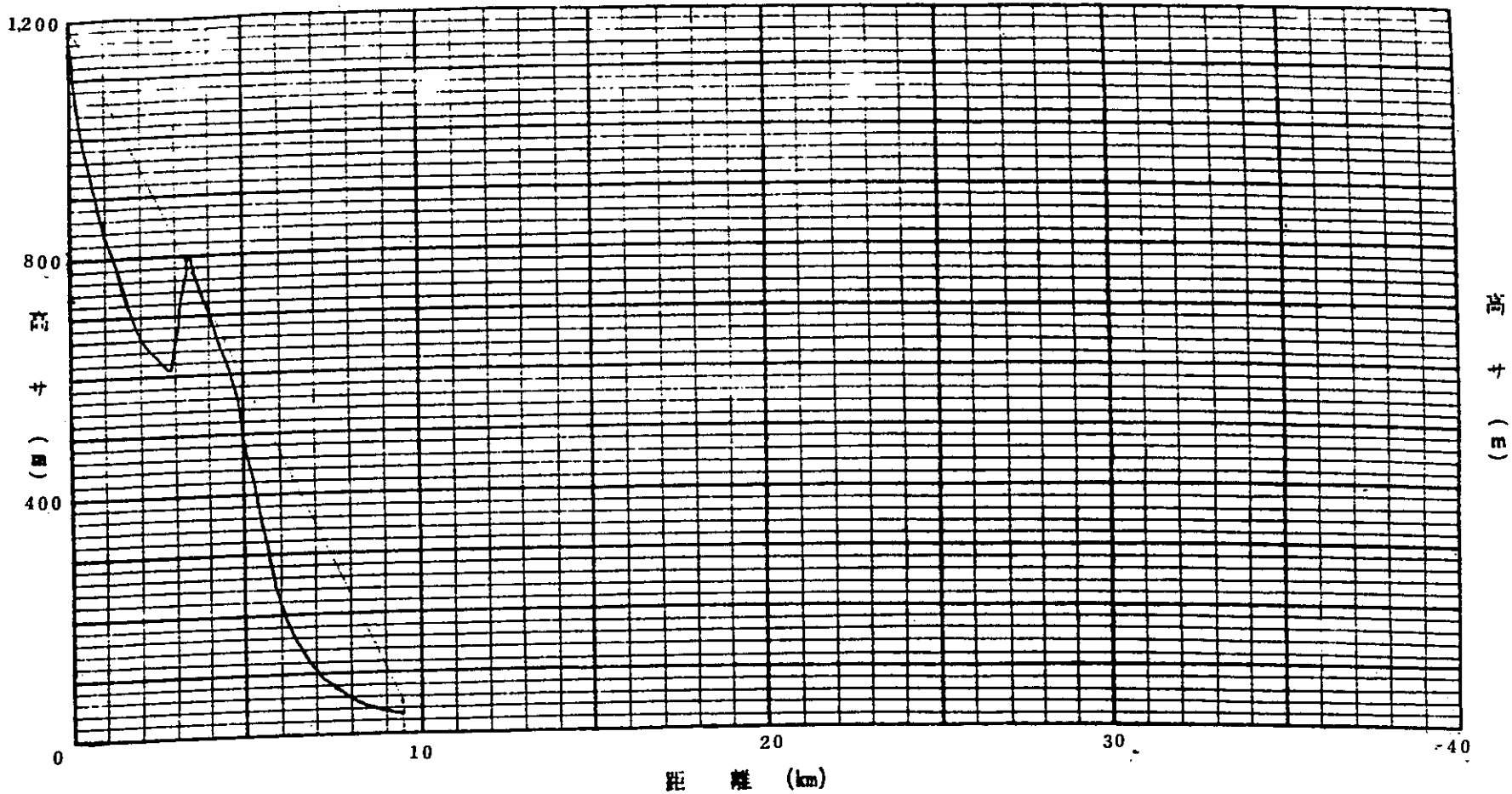
見　　透　　図　(k=4/3)


1,200
800
400
0
高　サ　(m)
10
20
30
40
距　離　(km)
高　サ　(m)
龍門山（中）
標　　高　1150 m
空中線 地上高　40 m
303 km
麗　州（雨水）
標　　高　30 m
空中線 地上高　20 m

[redacted]

付図1－10

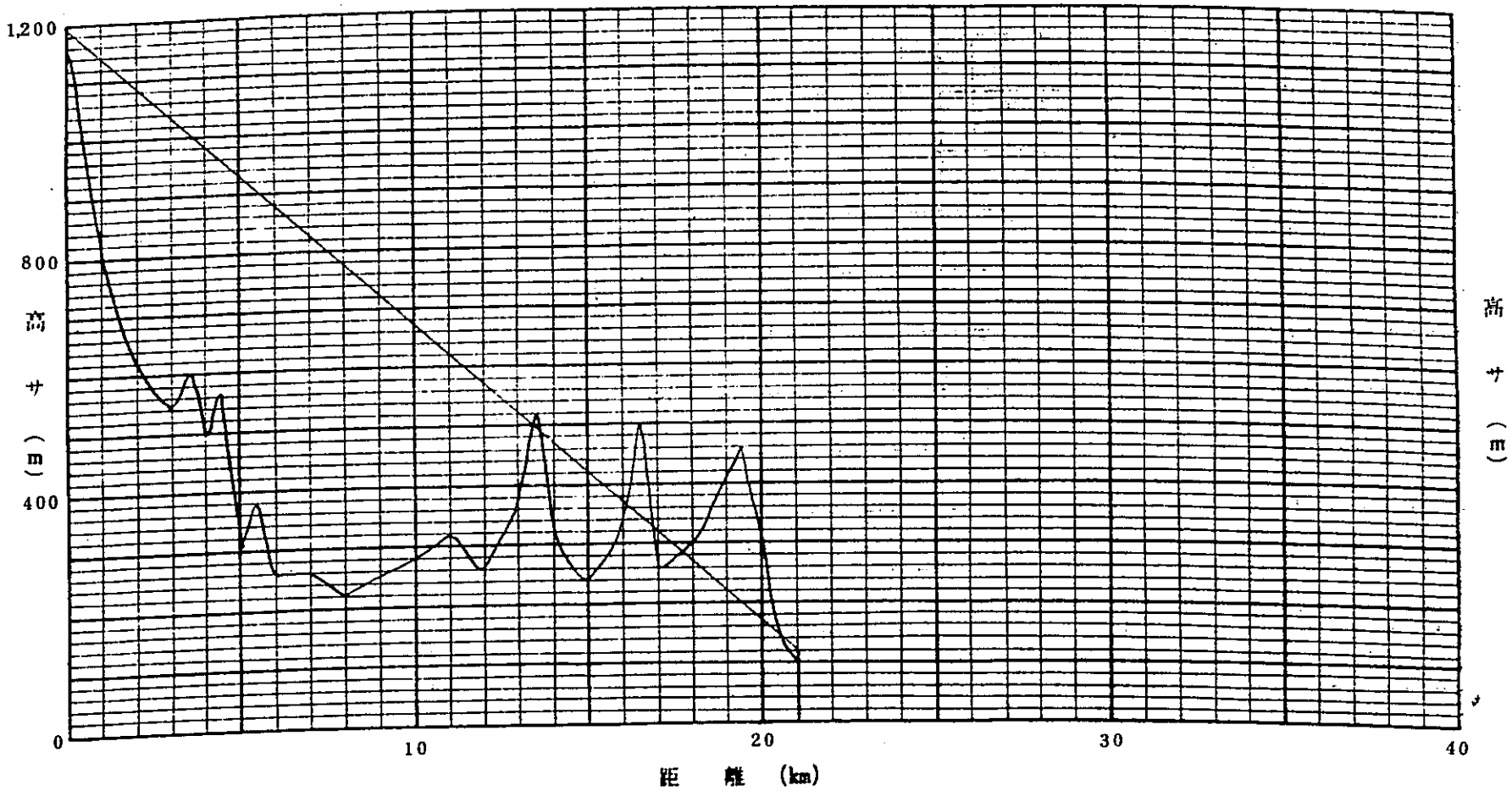
見　　透　　図　(k=4/3)



龍門山（中）		楊　平（雨，水）
標　　高　1,150 m	9.5 km	標　　高　30 m
空中線 地上高　40 m		空中線 地上高　20 m

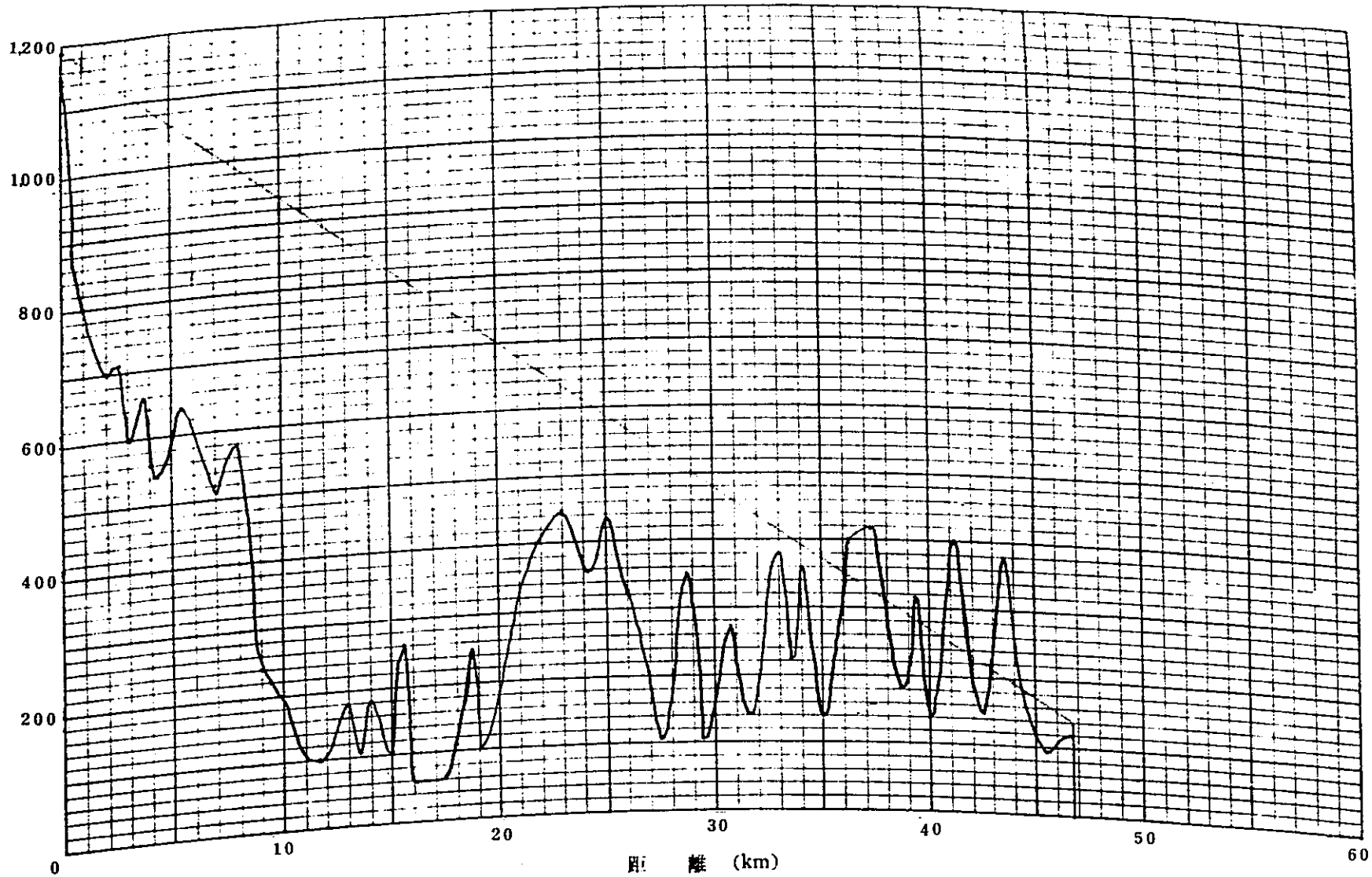
付図１－１１

見　　透　　図　(k=4/3)



龍門山（中）		清平 dam（水）
標　　高　1,150 m		標　　高　100 m
空中線 地上高　40 m	21.0 km	空中線 地上高　20 m

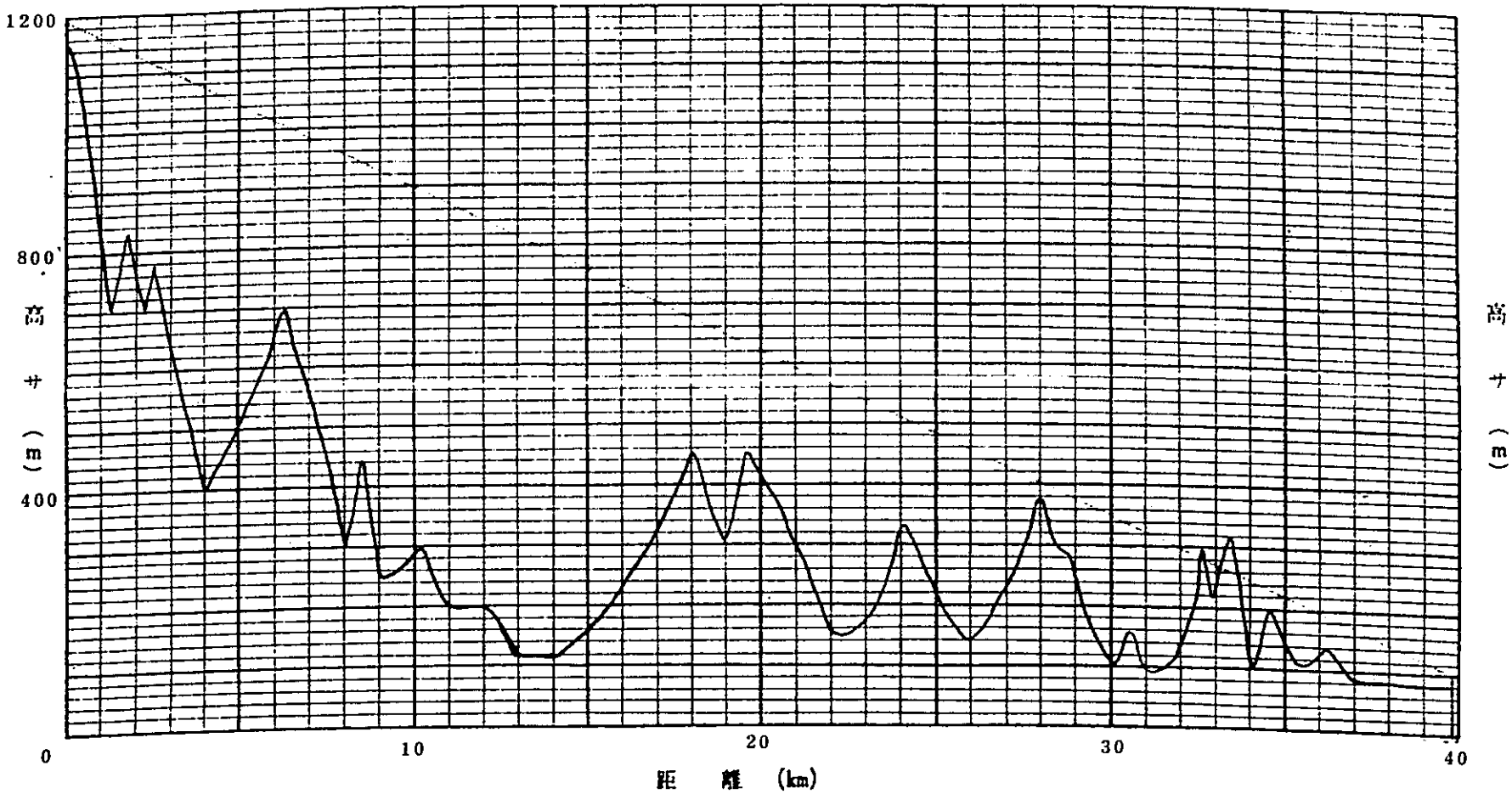
見　透　図



龍門山（中）		春川 dam（水）
標高 1,050 m	46.7 km	標高 120 m
空中線地上高 40 m		空中線地上高 20 m

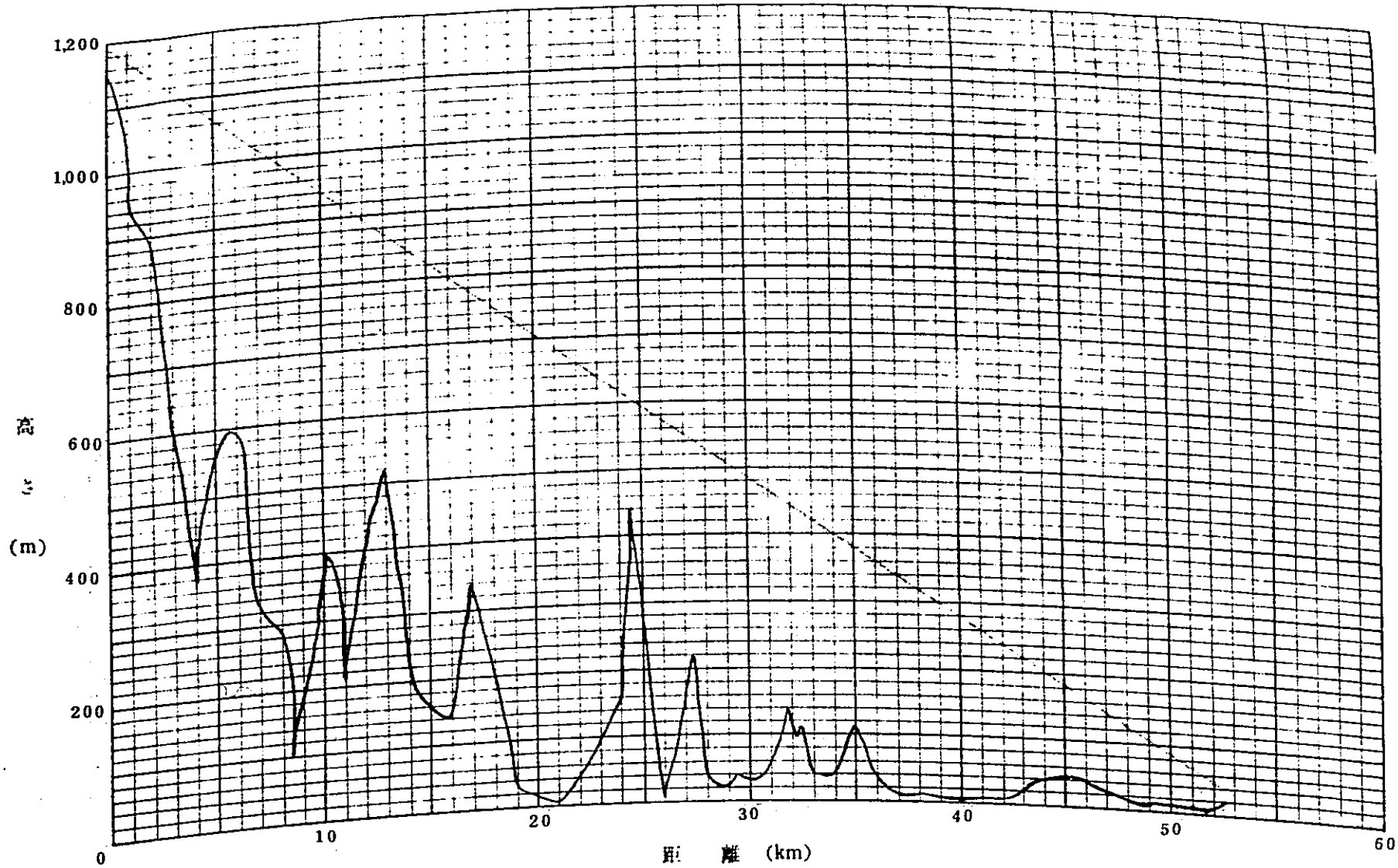
付図１－１３

見　　透　　図　(k=⅔)



龍門山（中）		春川（水）
標　　高　　m		標　　高　80　m
空中線 地上高　　m	39.8 km	空中線 地上高　20　m

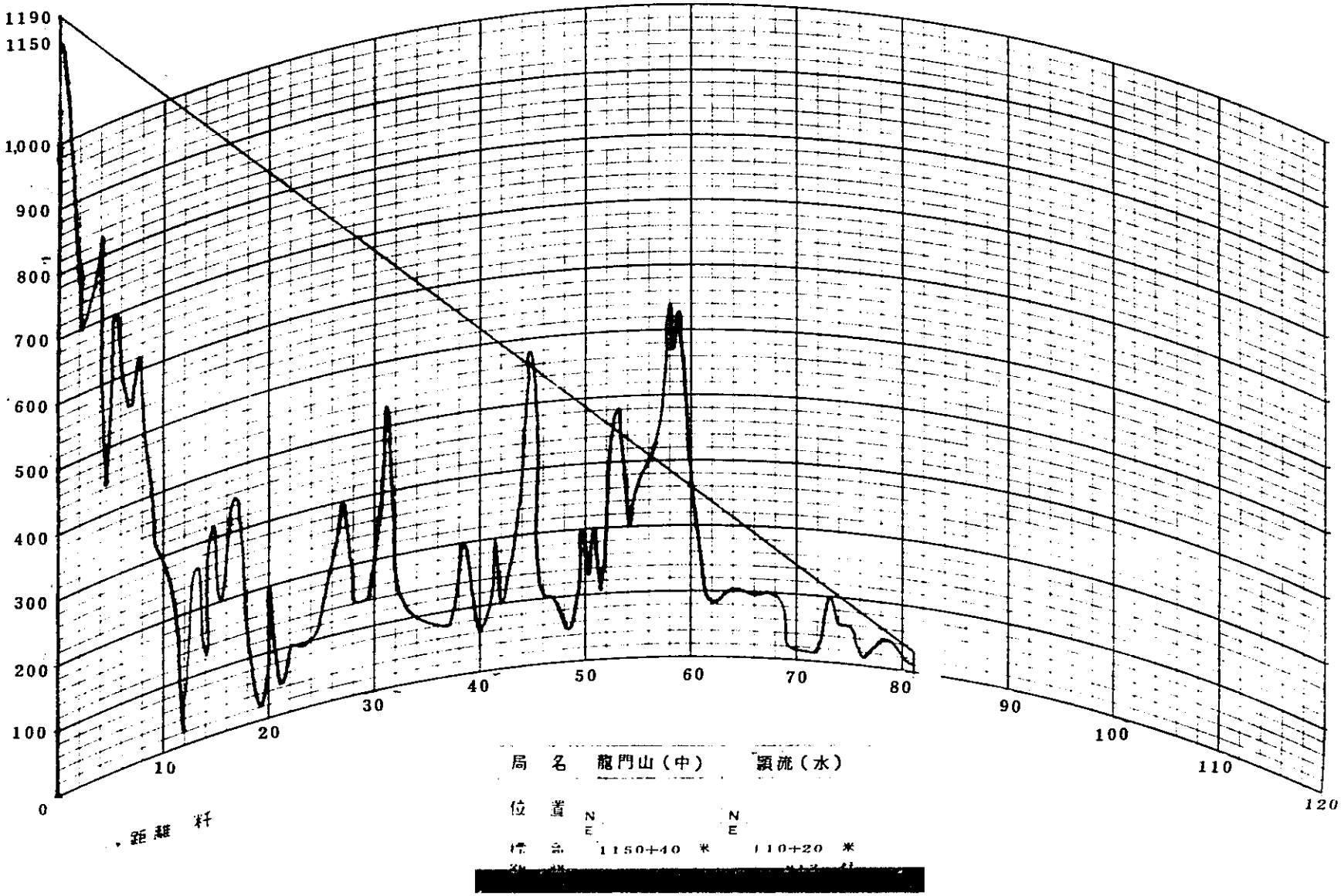
[redacted]



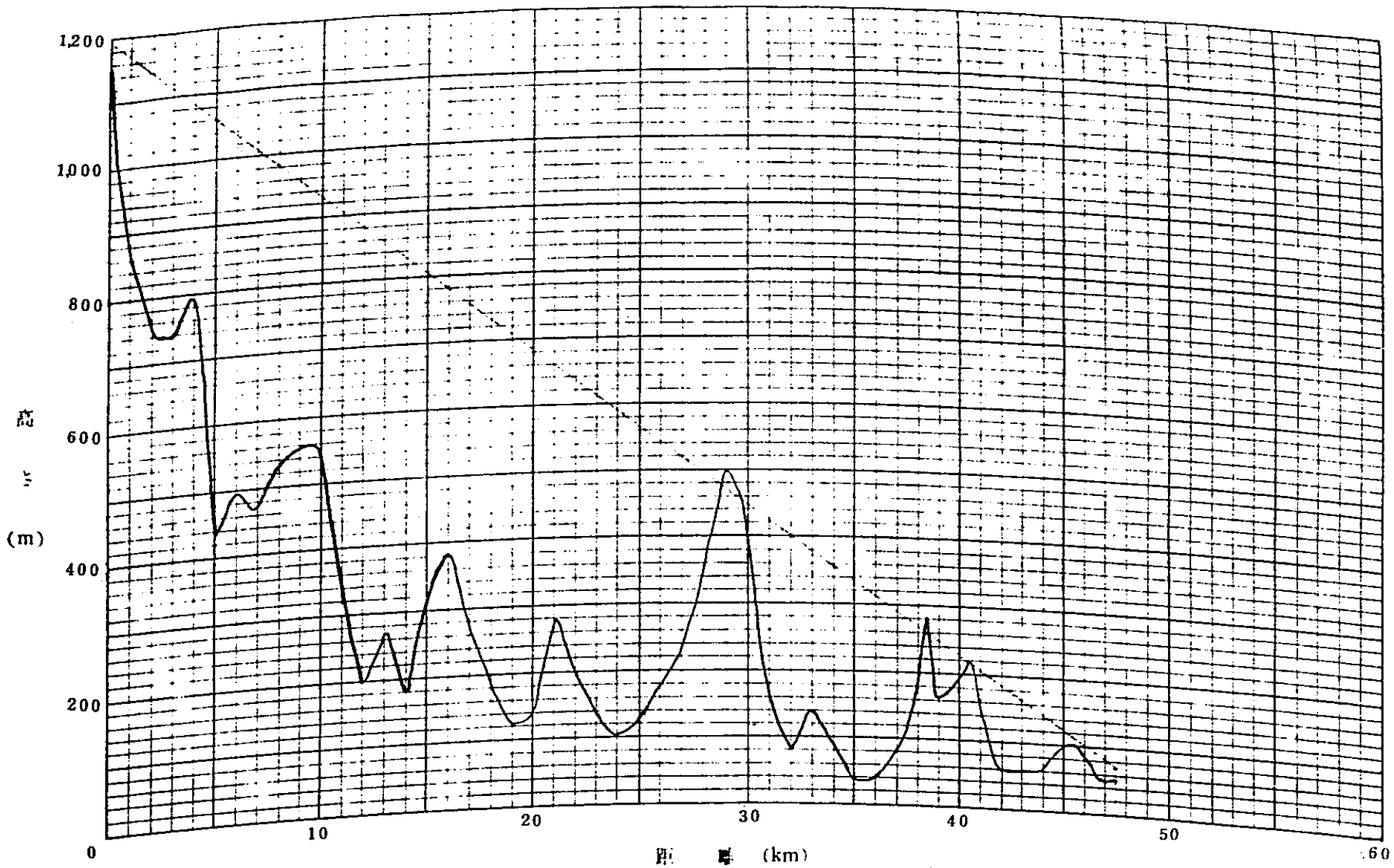
	龍門山（中）		人道橋（水）	
No.	高 1,150 m	52.4 km	高 20 m	
Scale : D Type (60km 1200m	空中線地上高 240 m		空中線地上高 20 m	使用地図

見　透　圖

付図1－15


1190
1150
1,000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
距離 米
局　名　龍門山（中）　頭流（水）
位　置　N　E　N　E
標　高　1150+40 米　110+20 米

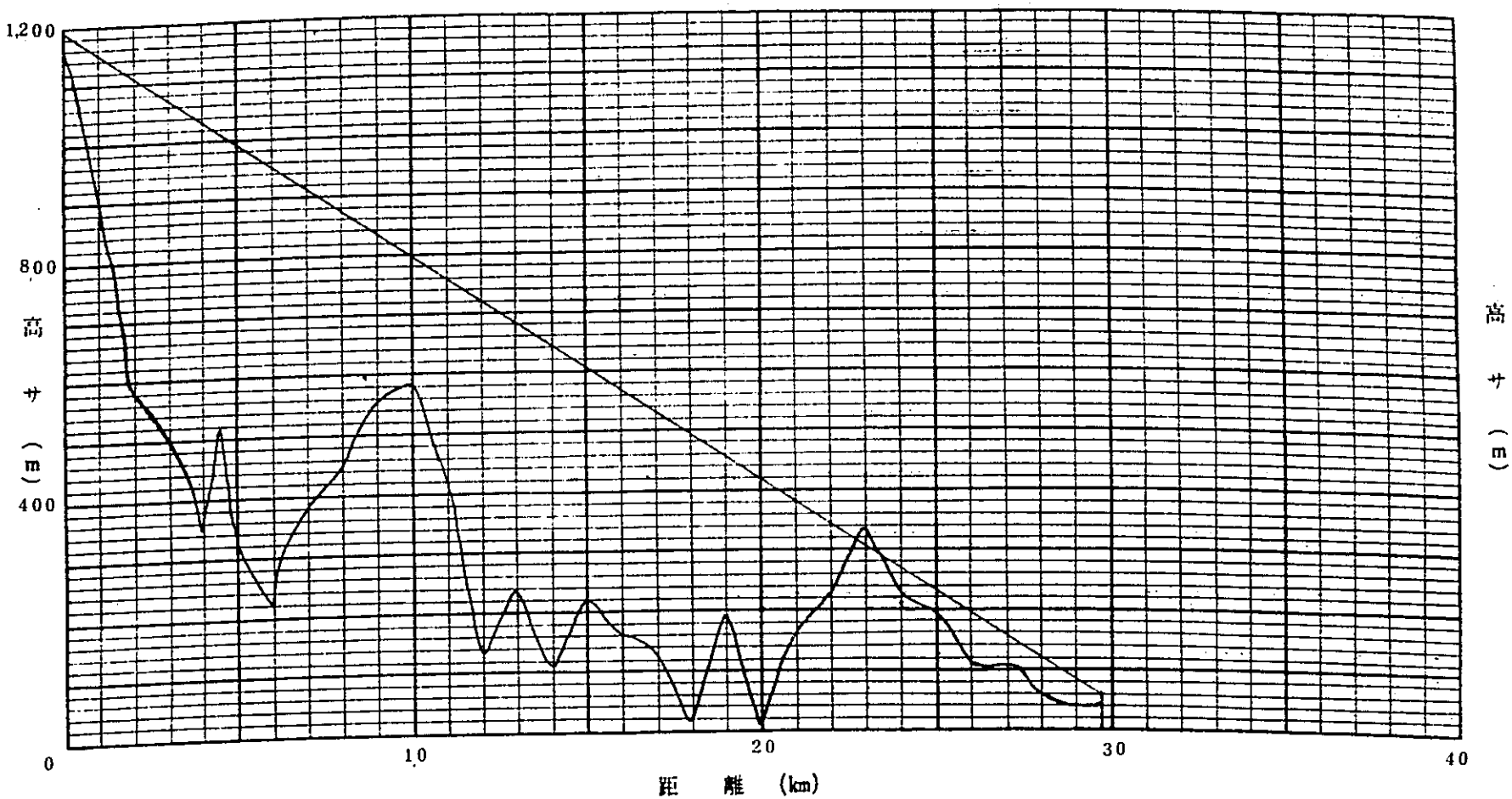
見 透 図



龍門山（中）			讃政府（雨）	
高	1,150 m	47.3	高	50 m
高	40 m		高	20 m

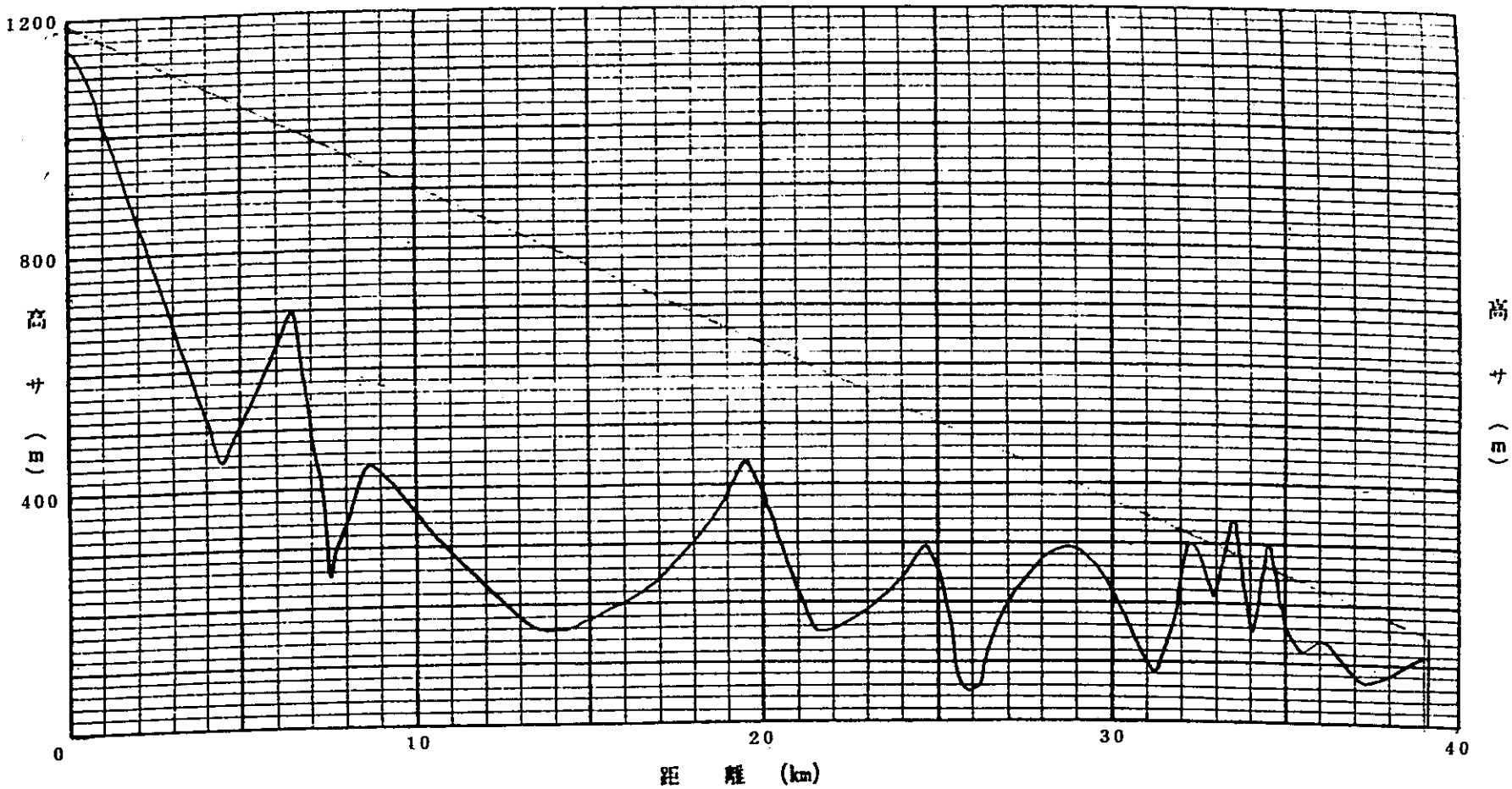
付図１－１７

見　　透　　図　(k=4/3)



船門山（中）		加　平（雨）
標　　高　1,150　m		標　　高　40　m
空中線 地上高　40　m	29.7　km	空中線 地上高　20　m

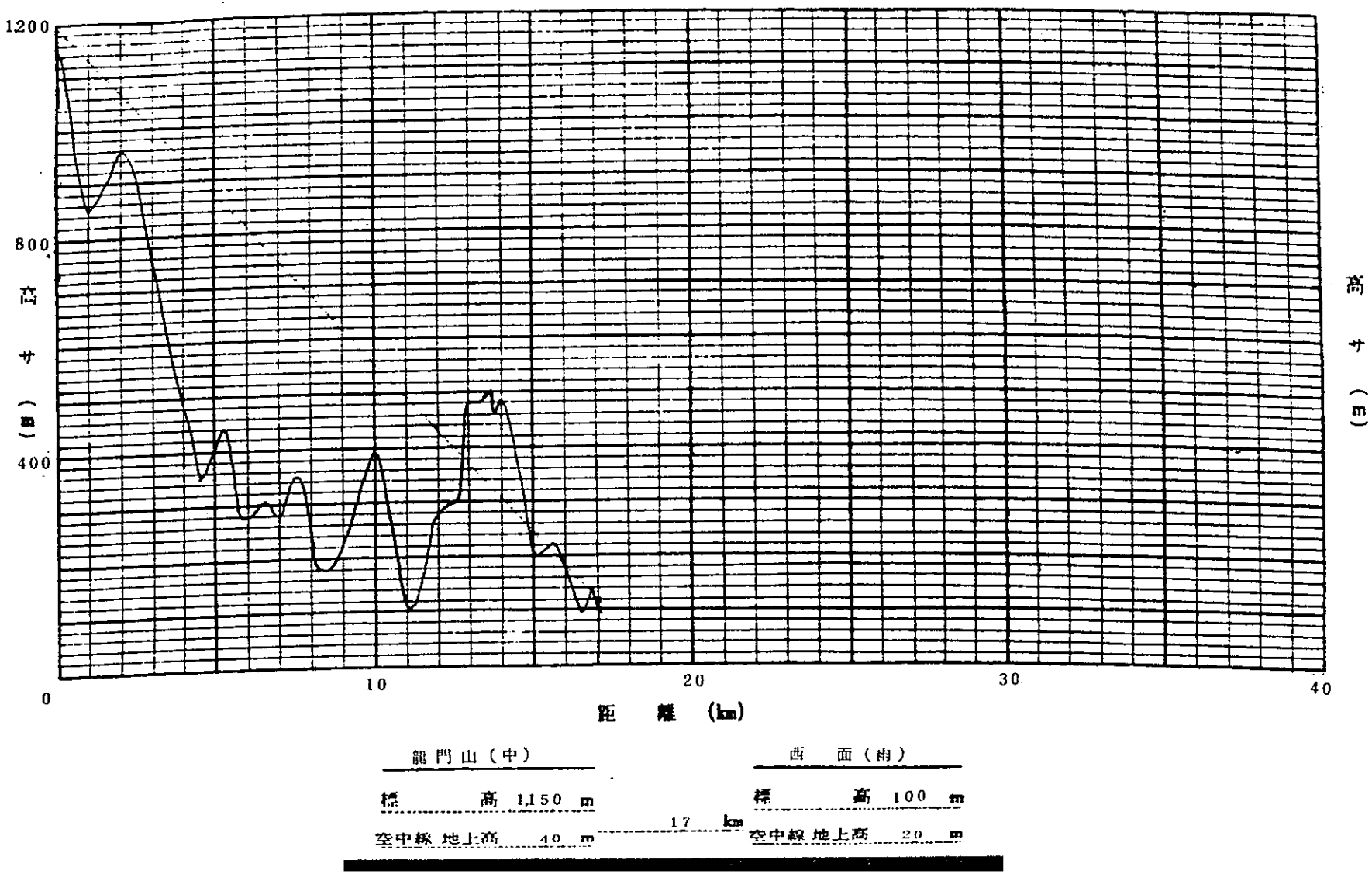
見　　透　　図　(k=4/3)



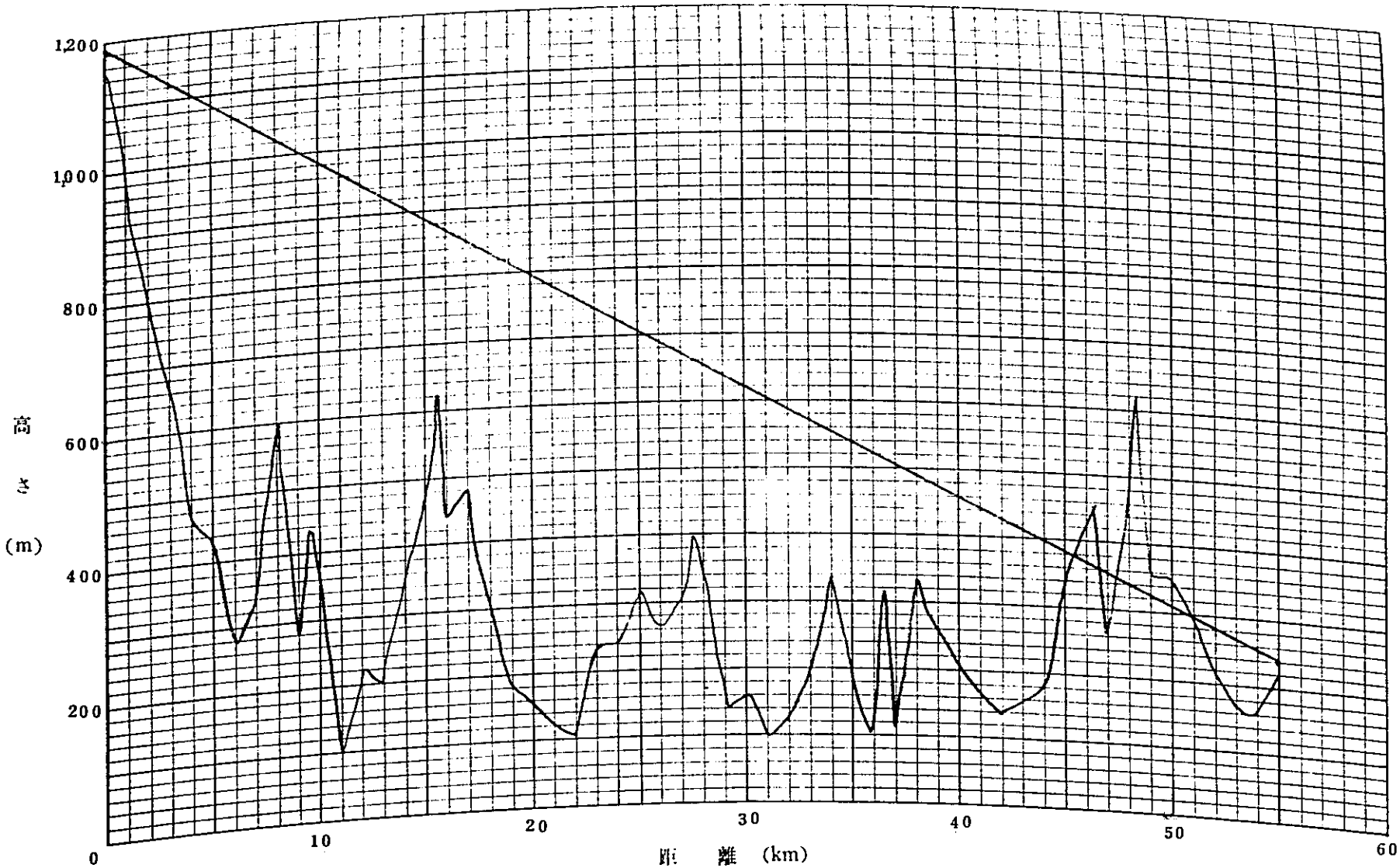
龍門山（中）		春川（雨）
標高 1,150 m	39.1 km	標高 120 m
空中線 地上高 40 m		空中線 地上高 30 m

付図1－19

見　　透　　図　(k=4/3)



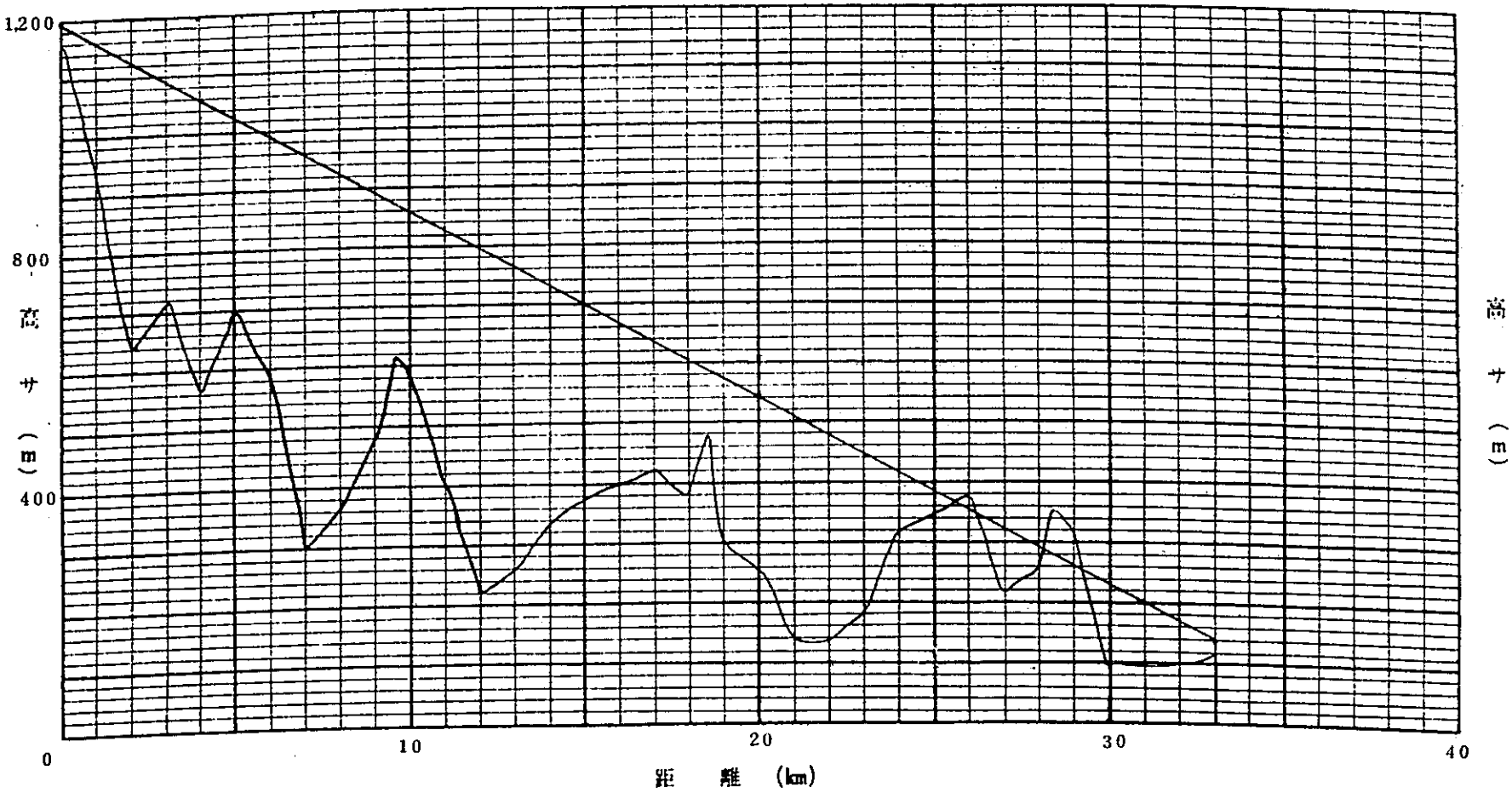
付図1－20



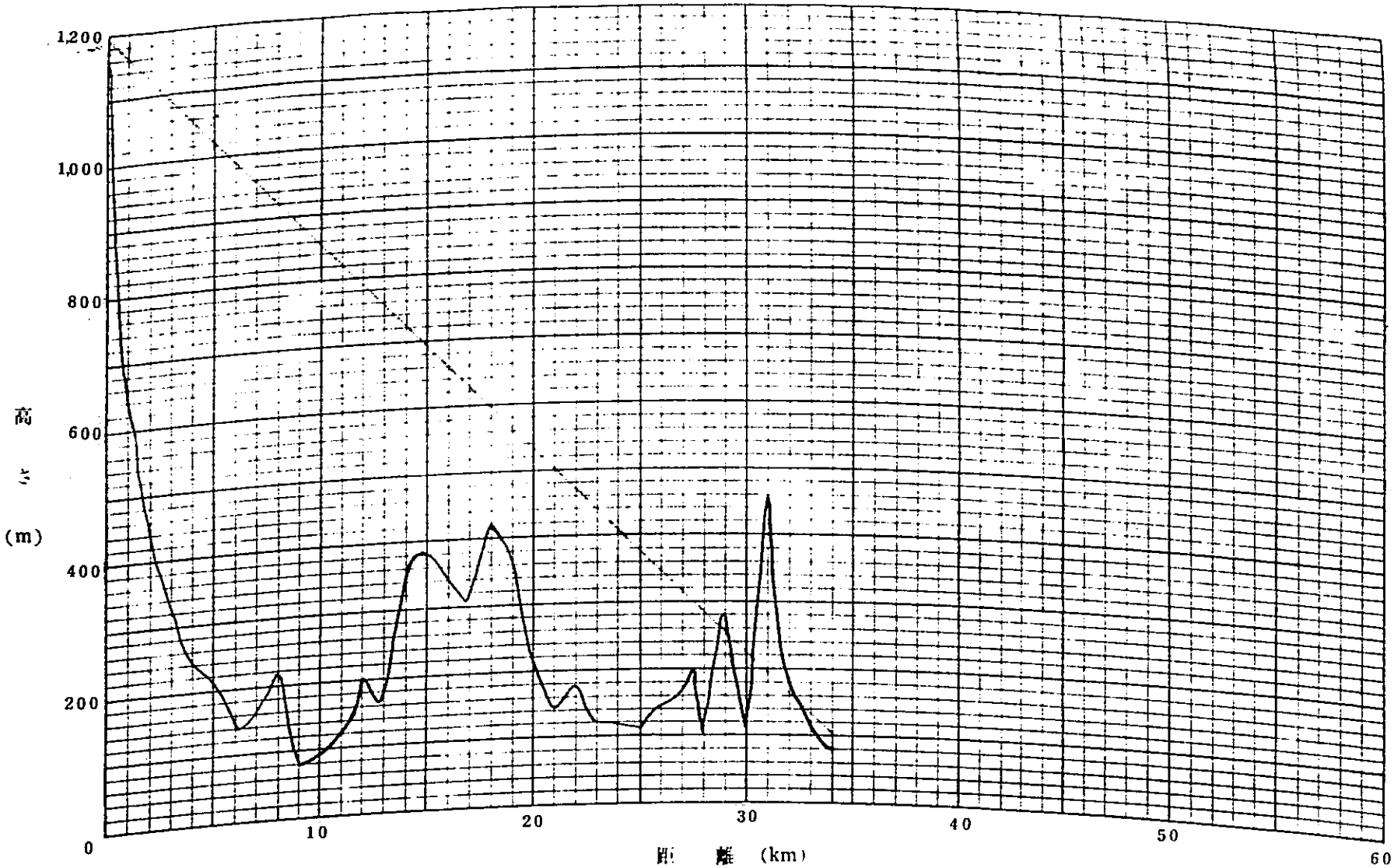
能門山（中）			乃 村（雨）
標 高 1,150 m	55.0 km		標 高 220 m
空中線地上高 40 m			空中線地上高 20 m

付図１－２１

見　　透　　図　(k=4/3)

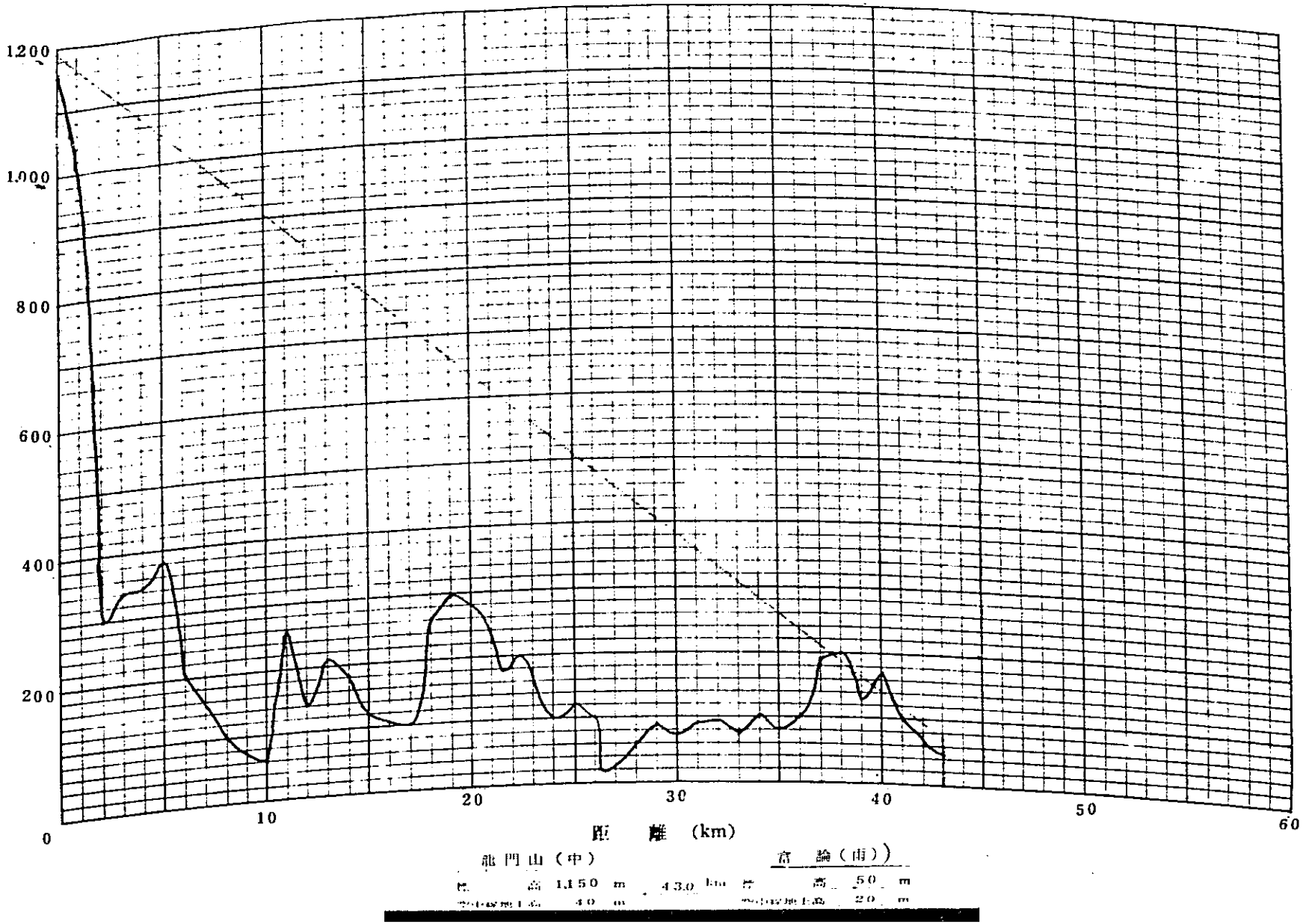


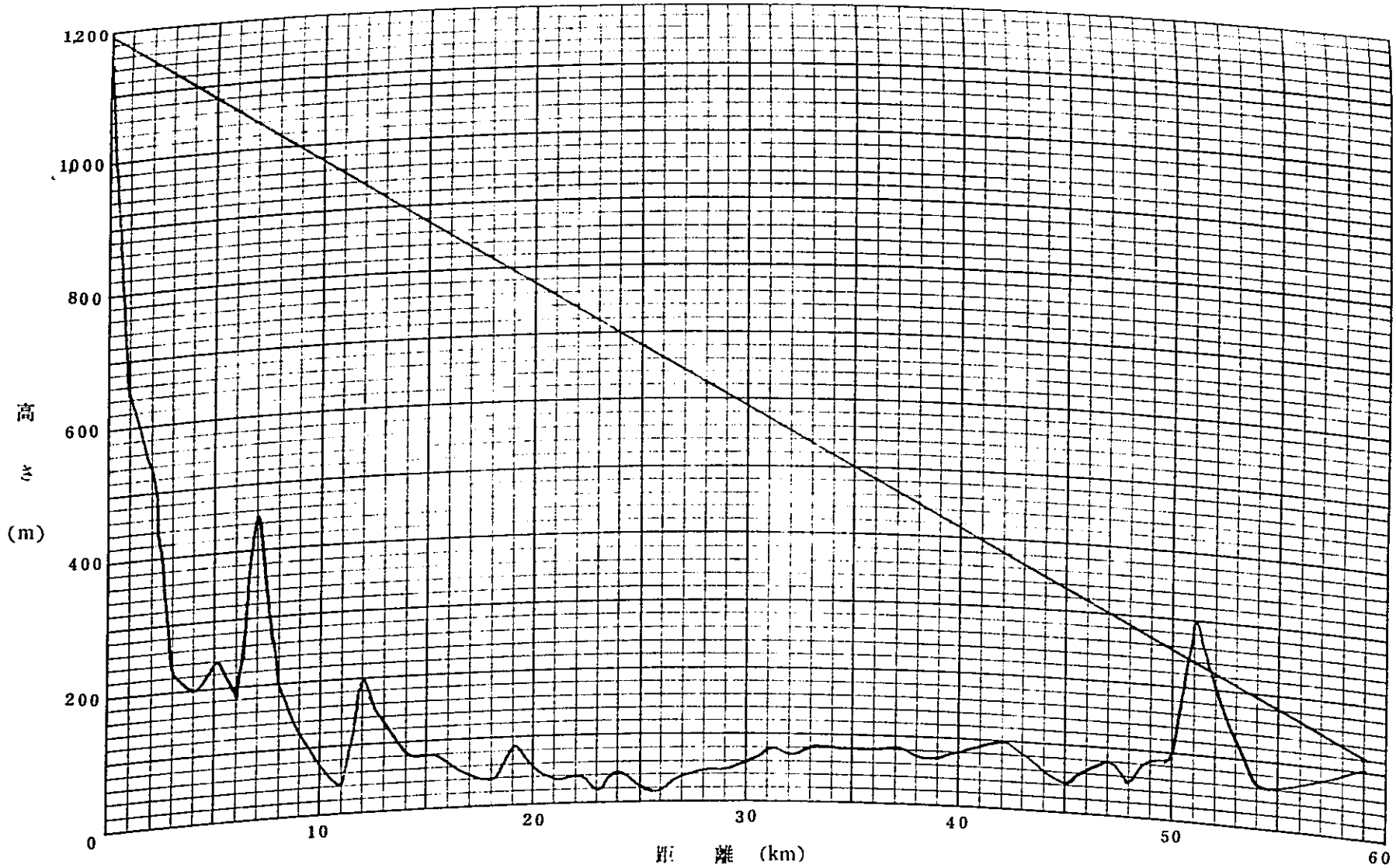
能門山（中）		洪　川（雨）
標　　高　1,157 m		標　　高　120 m
空中線 地上高　20 m	33.0 km	空中線 地上高　20 m



龍門山（中）		良 峡（雨）	
標 高	1,150 m	340 km 標 高	80 m
空中電地上高	40 m	電地上高	20 m

付図1－23　　見　透　図

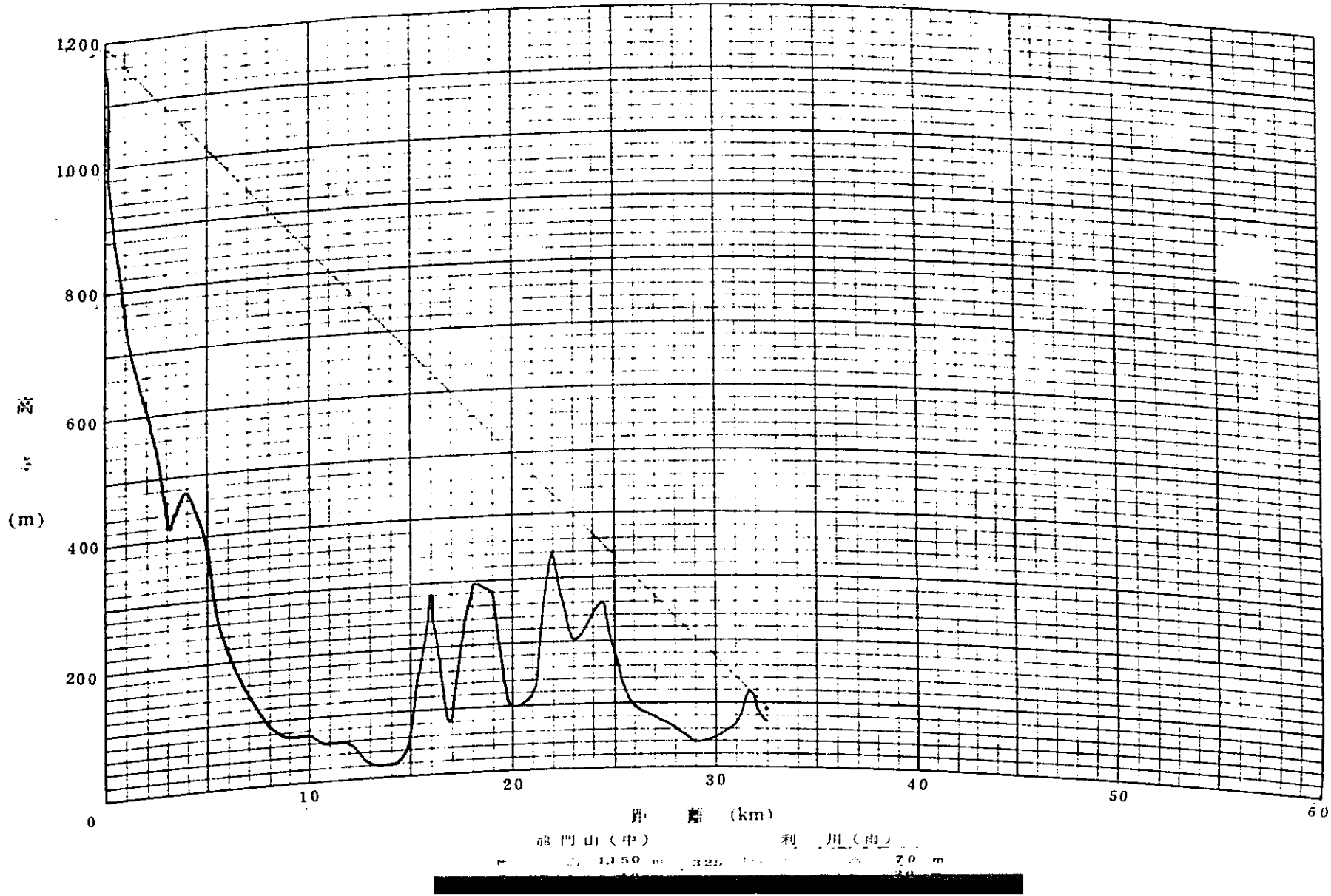

1200
1000
800
600
400
200
0
(m)
10
20
30
40
50
60
距　離　(km)
北門山（中）
高　1,150 m
43.0 km
40 m
高　50 m
20 m



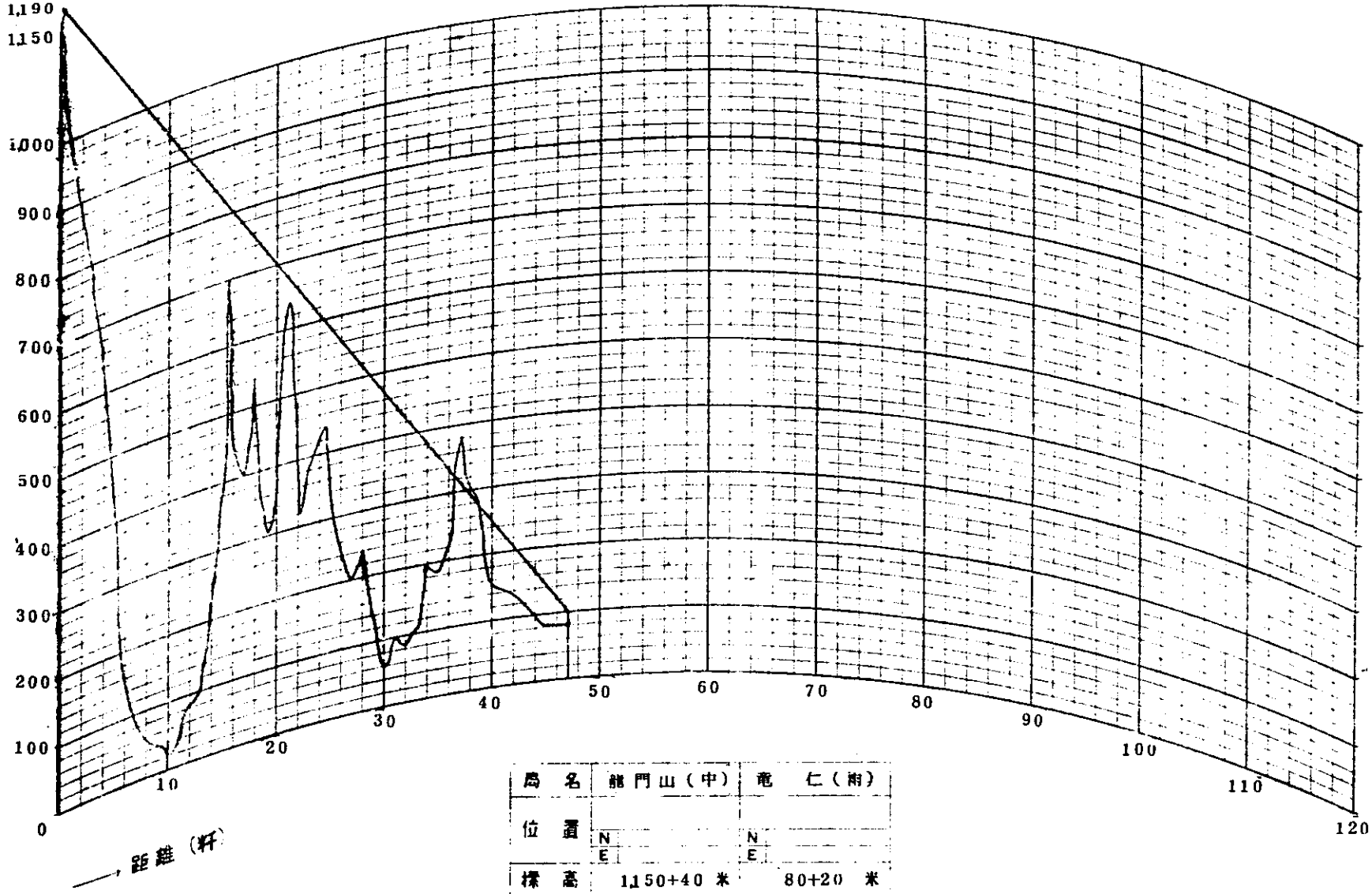
龍門山（中）		笙 極（雨）
標 高 1,150 m	59.0 km	標 高 100 m
空中線地上高 40 m		空中線地上高 20 m

付図１－２５

見　透　図


1200
1000
800
600
400
200
0
(m)
10
20
30
40
50
60
距　離　(km)
部門山（中）
利　用（南）
1,150 m
325
70 m

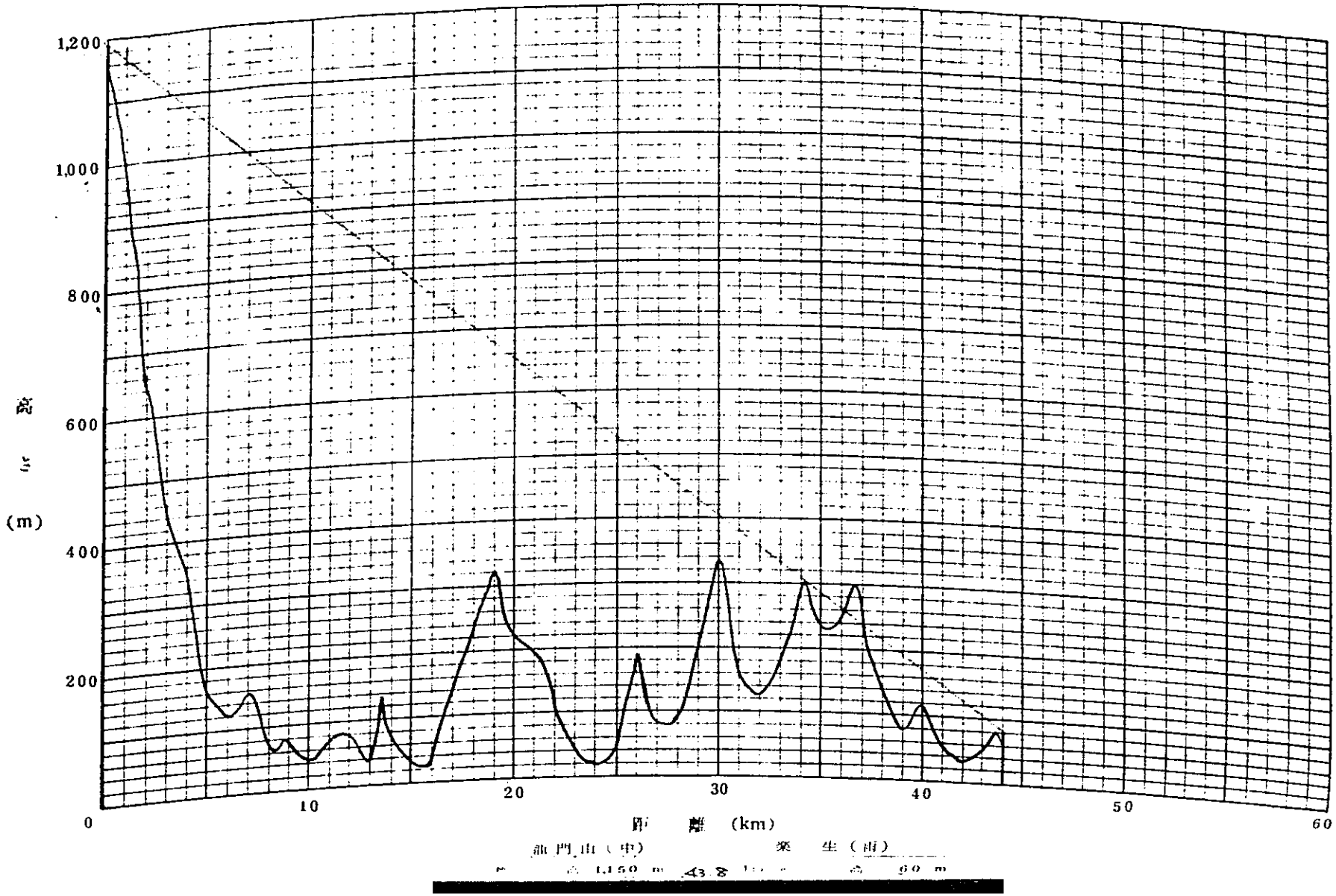
付図 1 － 2 6



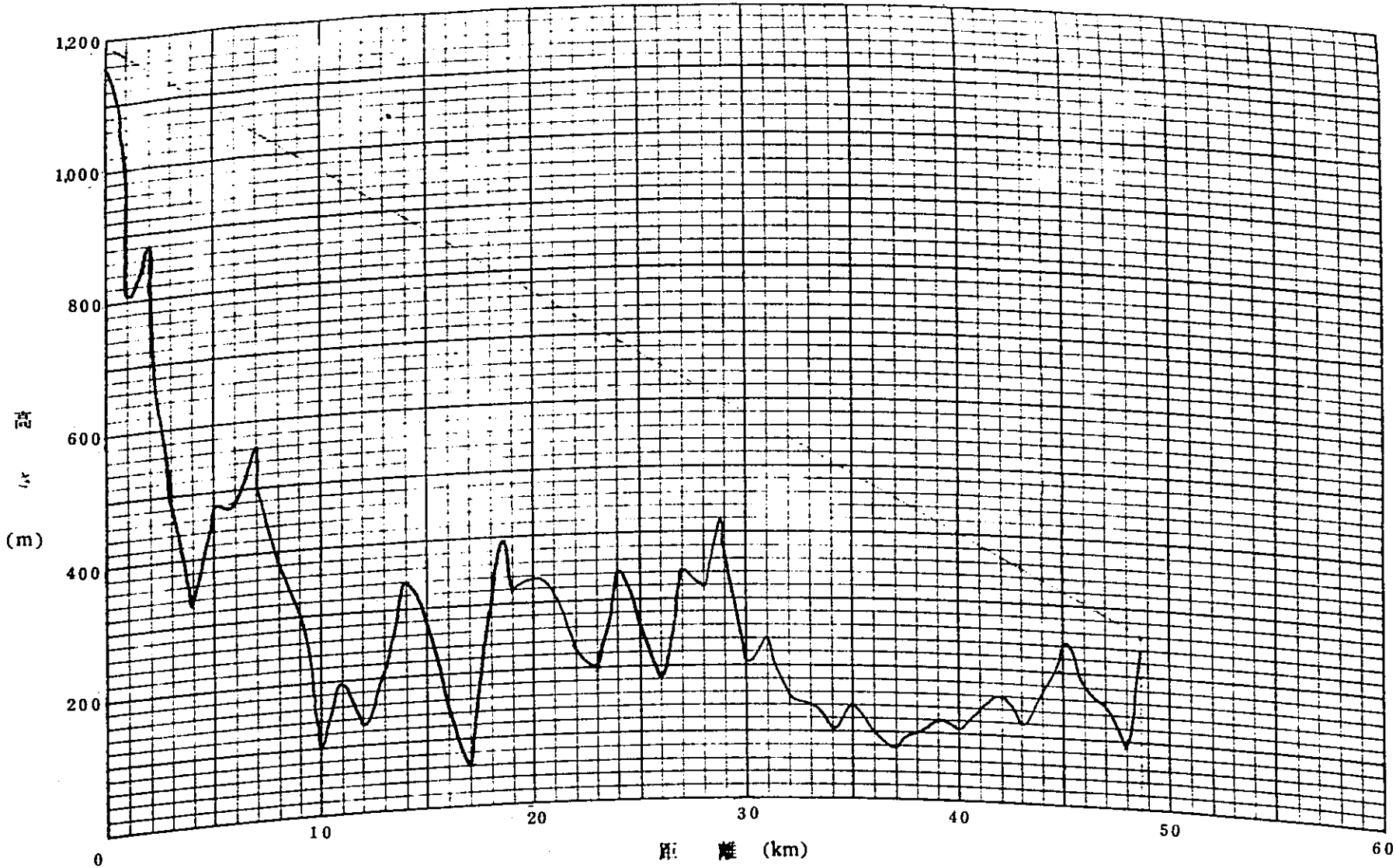
局名	龍門山（中）	竜仁（南）
位置	N E	N E
標高	1,150+40 米	80+20 米
距離		47.0 粁

付図１－２７

見　透　図


1,200
1,000
800
600
400
200
0
10
20
30
40
50
60
(m)
距　離　(km)
油門山（中）
楽　生（南）
1,150 m
43.8
60 m

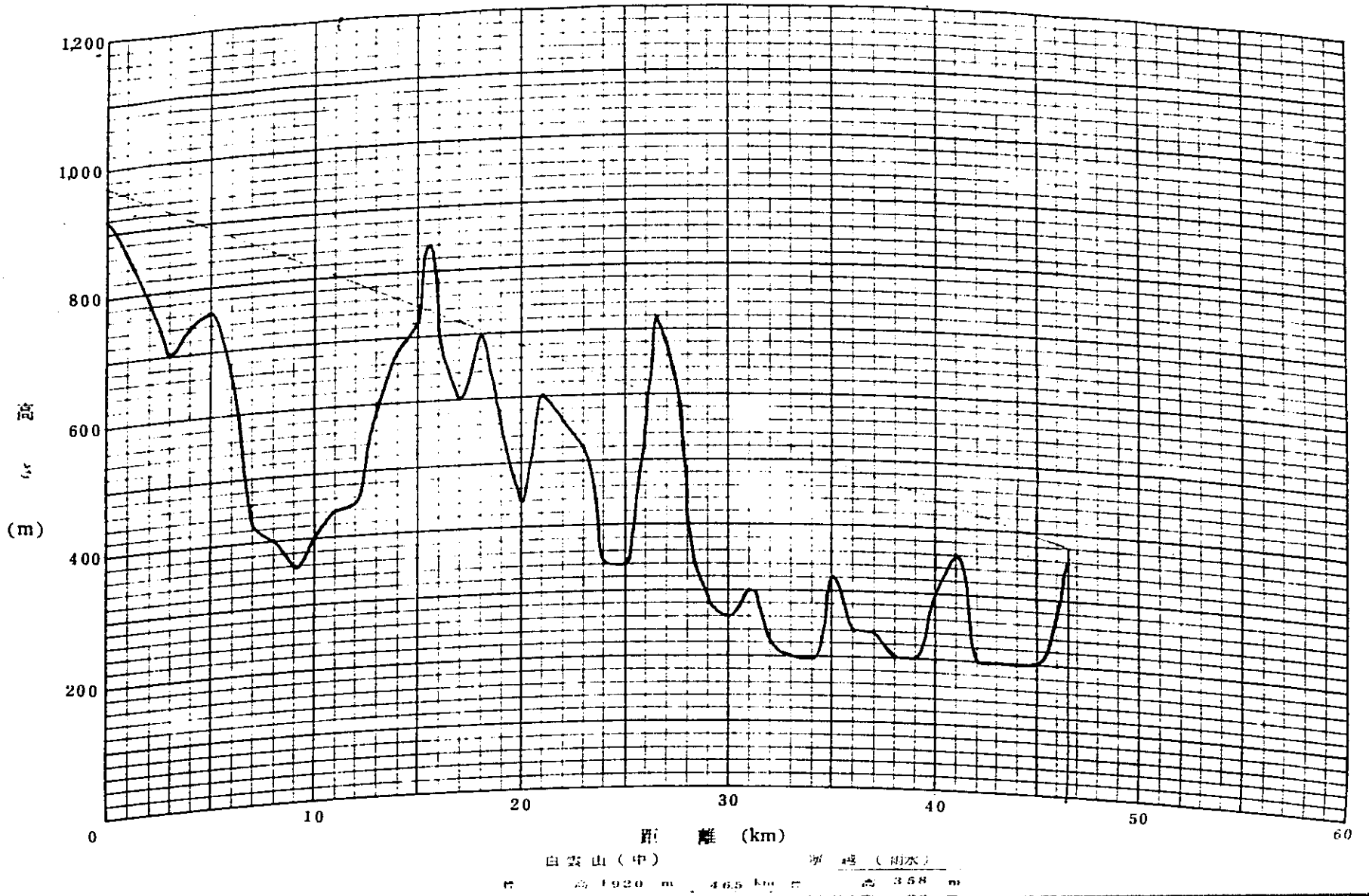
見 透 図



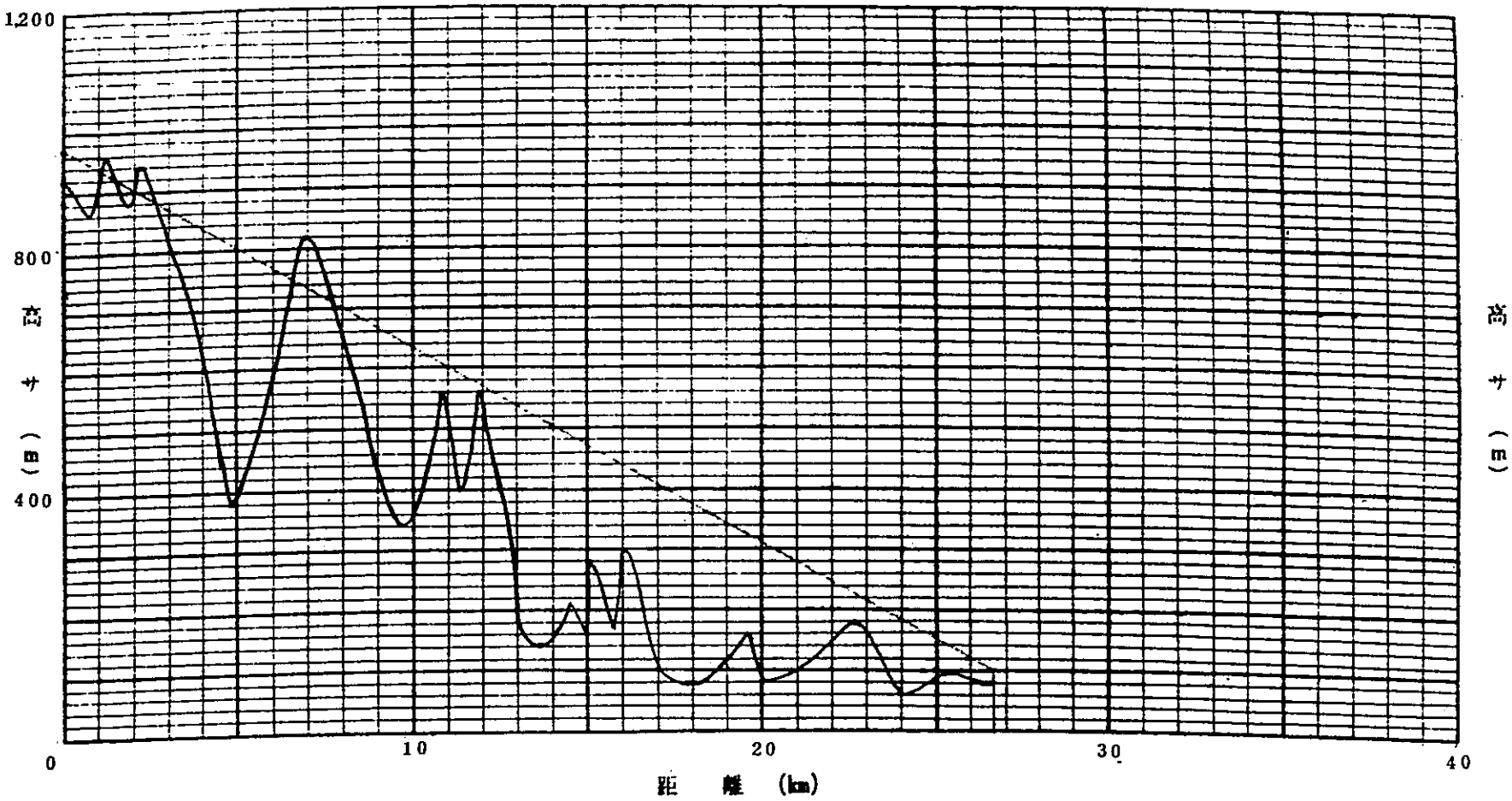
龍門山（中）		昭陽江dam（中）
標 高 1,150 m	48.5 km	標 高 240 m
空中線地上高 40 m		空中線地上高 20 m

付図１－２９

見　透　図


1,200
1,000
800
600
400
200
0
(m)
10
20
30
40
50
60
距　離　(km)
白雲山（中）
1920 m
465 km
358 m

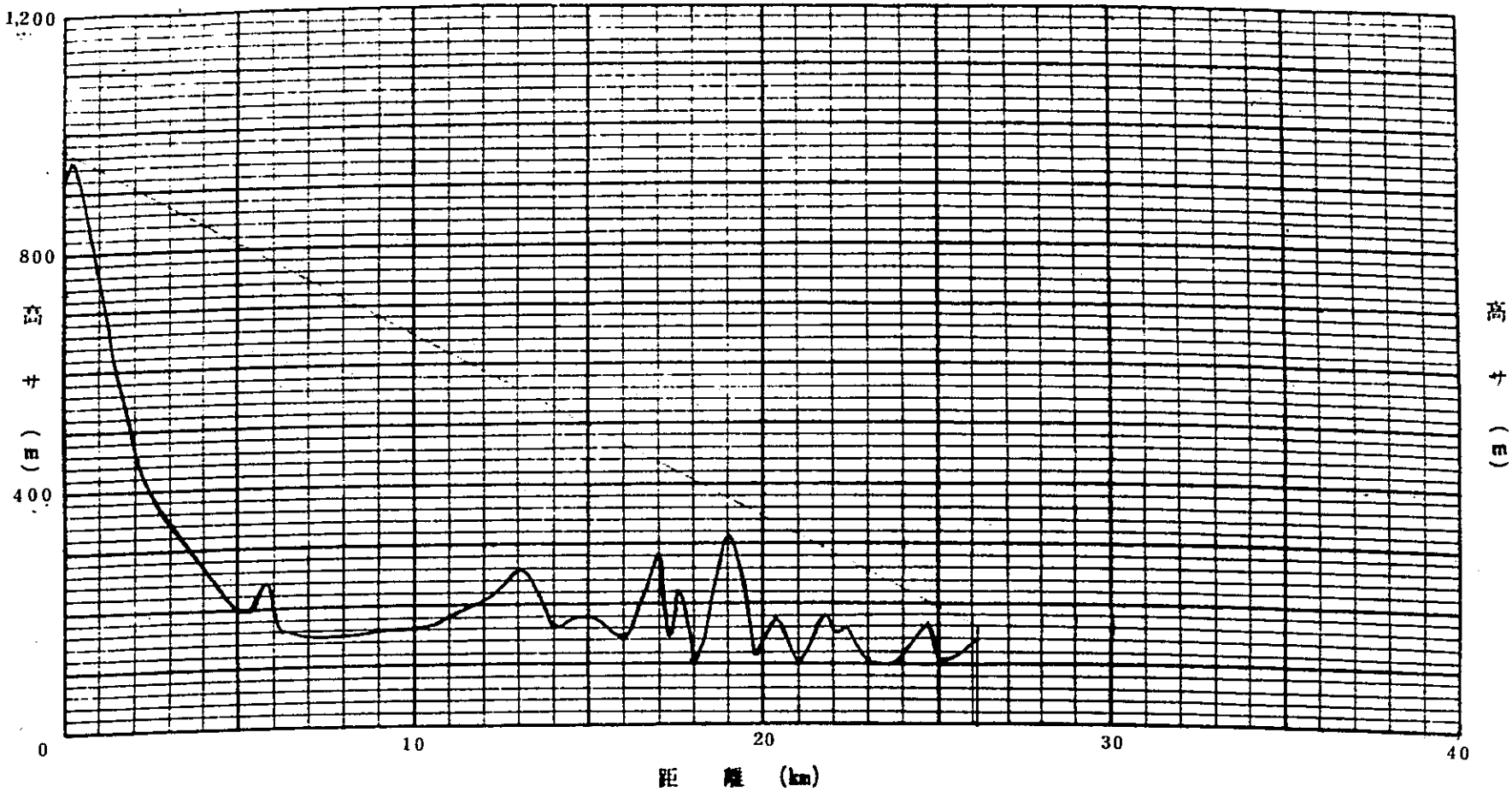
見　　透　　図　(k=4/3)



白雲山（中）		忠　卅（雨水）
標　　高　920 m		標　　高　80 m
空中線 地上高　50 m	26.6 km	空中線 地上高　20 m

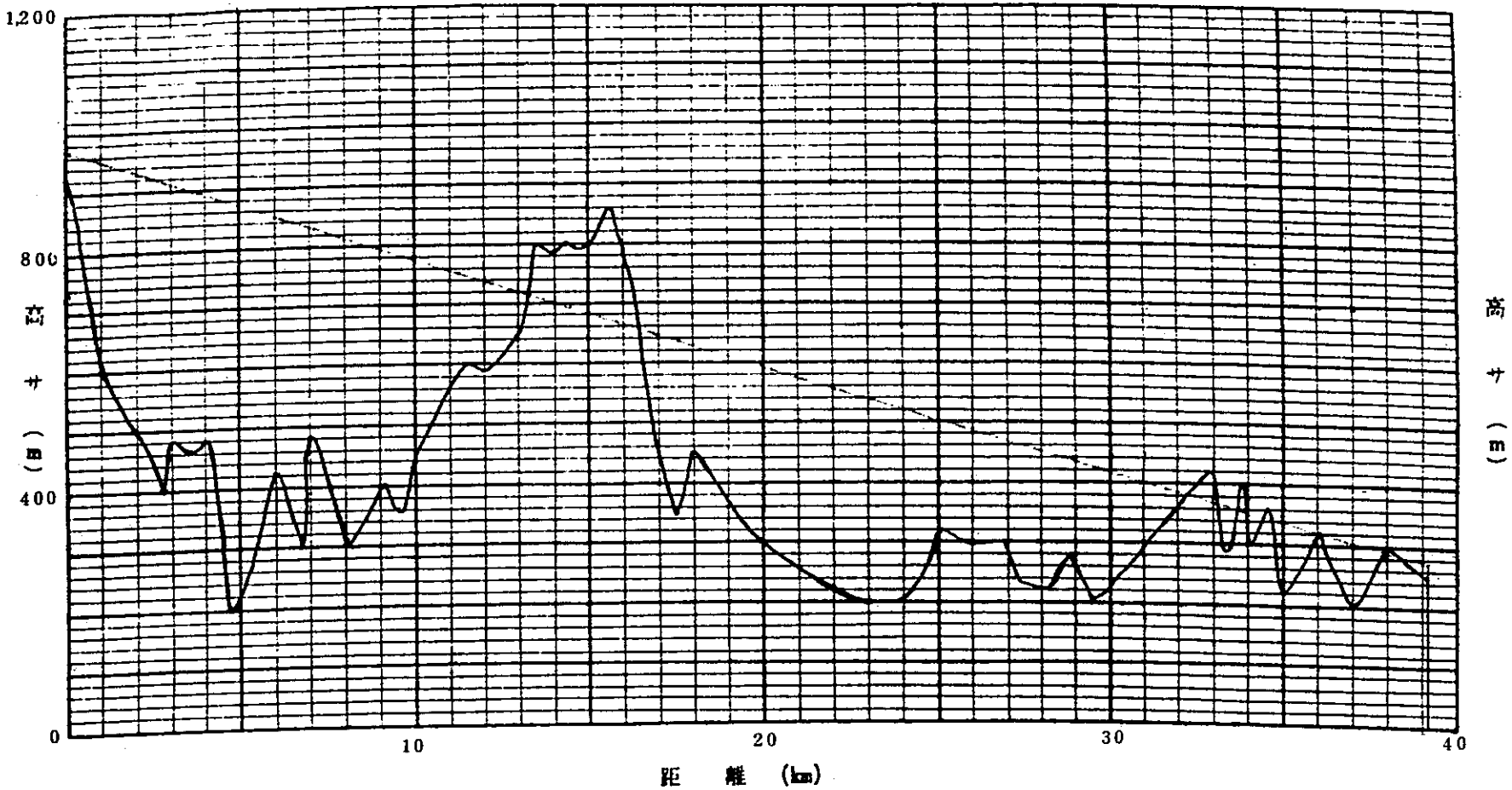
付図１－３１

見　　透　　図　(k=4/3)



白雲山（中）		横　坂（南）
標　　高　920　m	262　km	標　　高　140　m
空中線 地上高　50　m		空中線 地上高　20　m

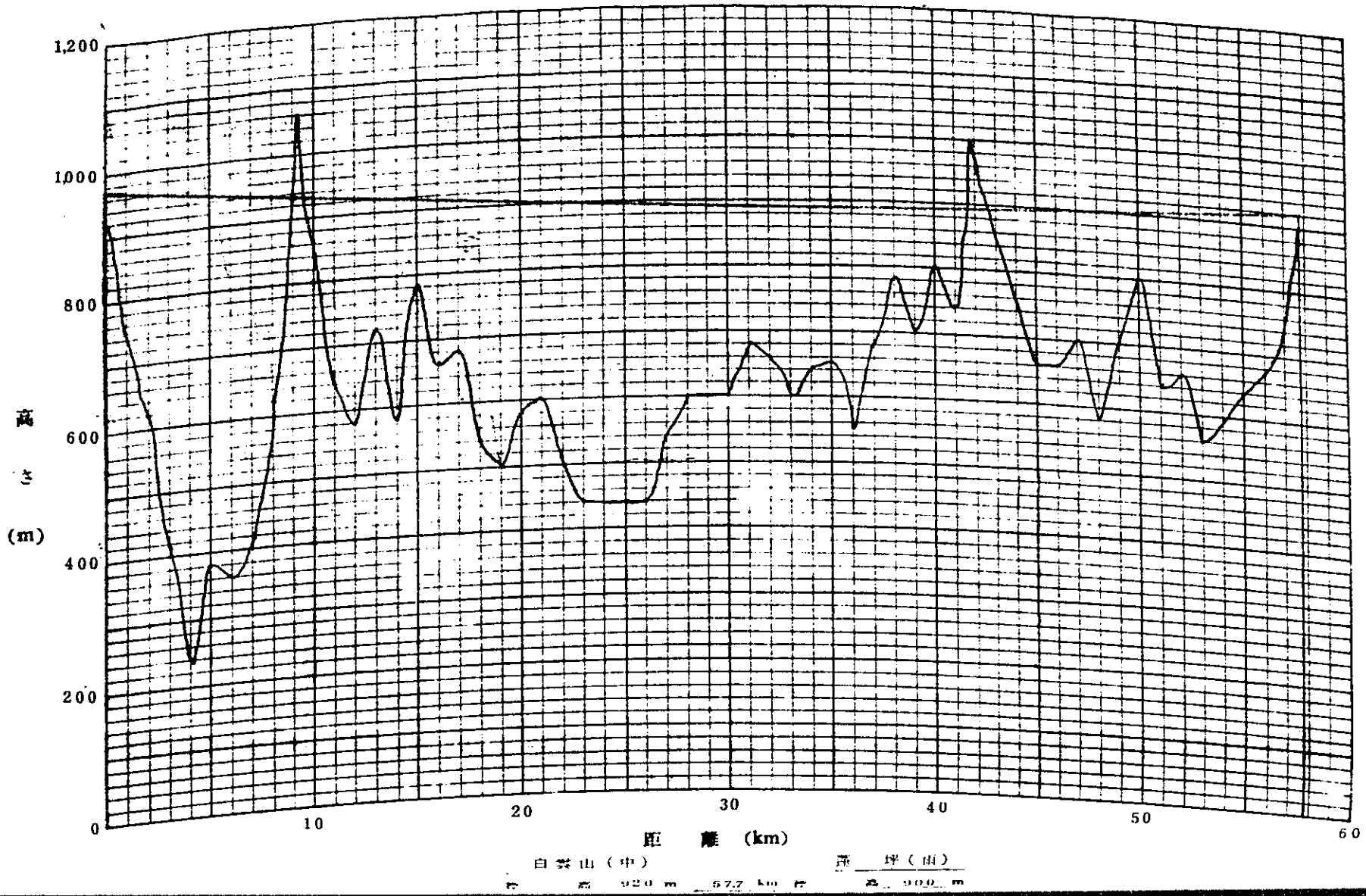
見　　透　　図　(k=4/3)



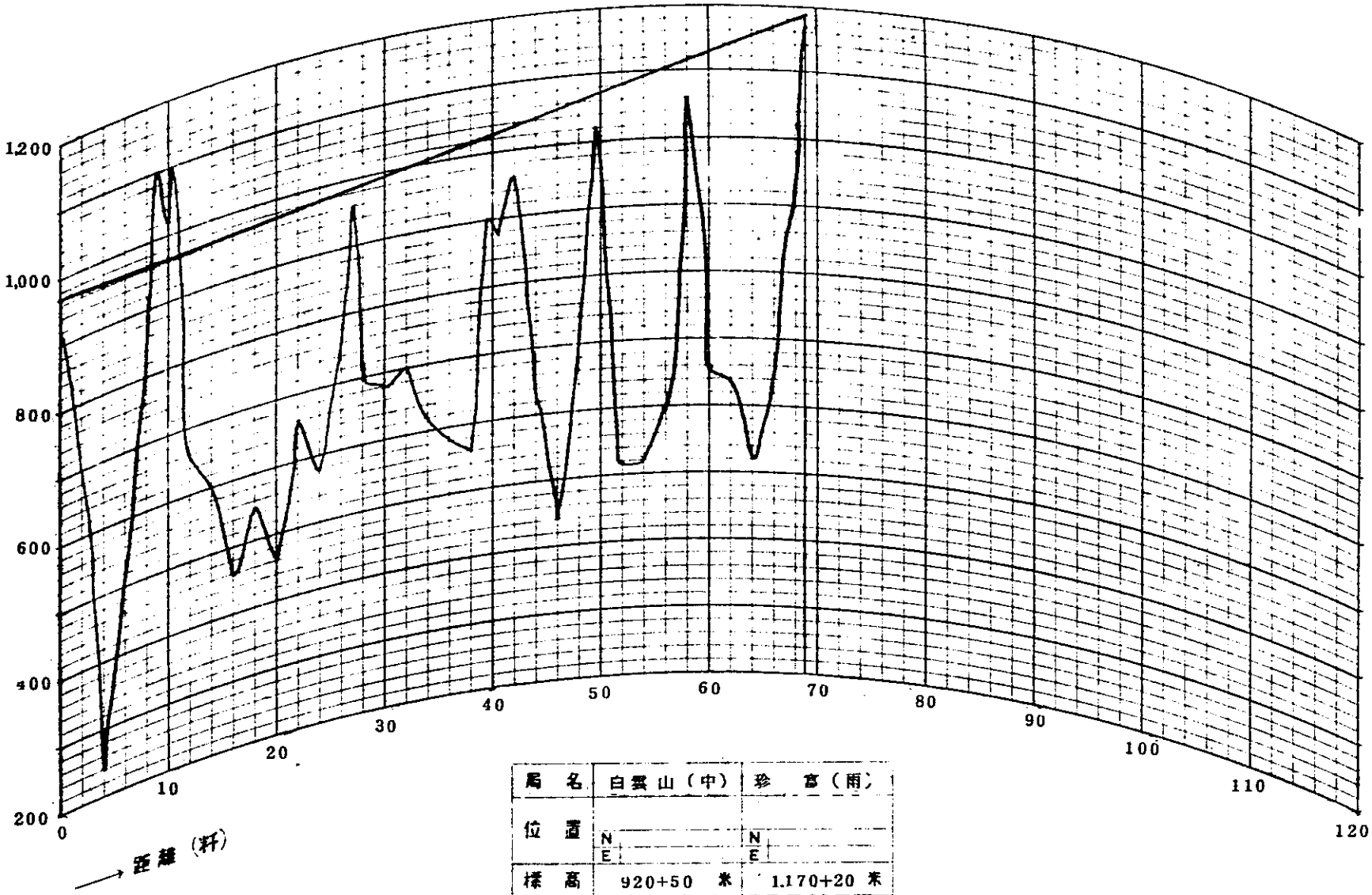
白雲山（中）		晴　日（雨）
標　　高　920 m	392 km	標　　高　250 m
空中線 地上高　50 m		空中線 地上高　20 m

付図１－３３

見　透　図


1,200
1,000
800
600
400
200
0
高さ
(m)
10
20
30
40
50
60
距　離　(km)
白芸山（中）
920 m
57.7 km
900 m

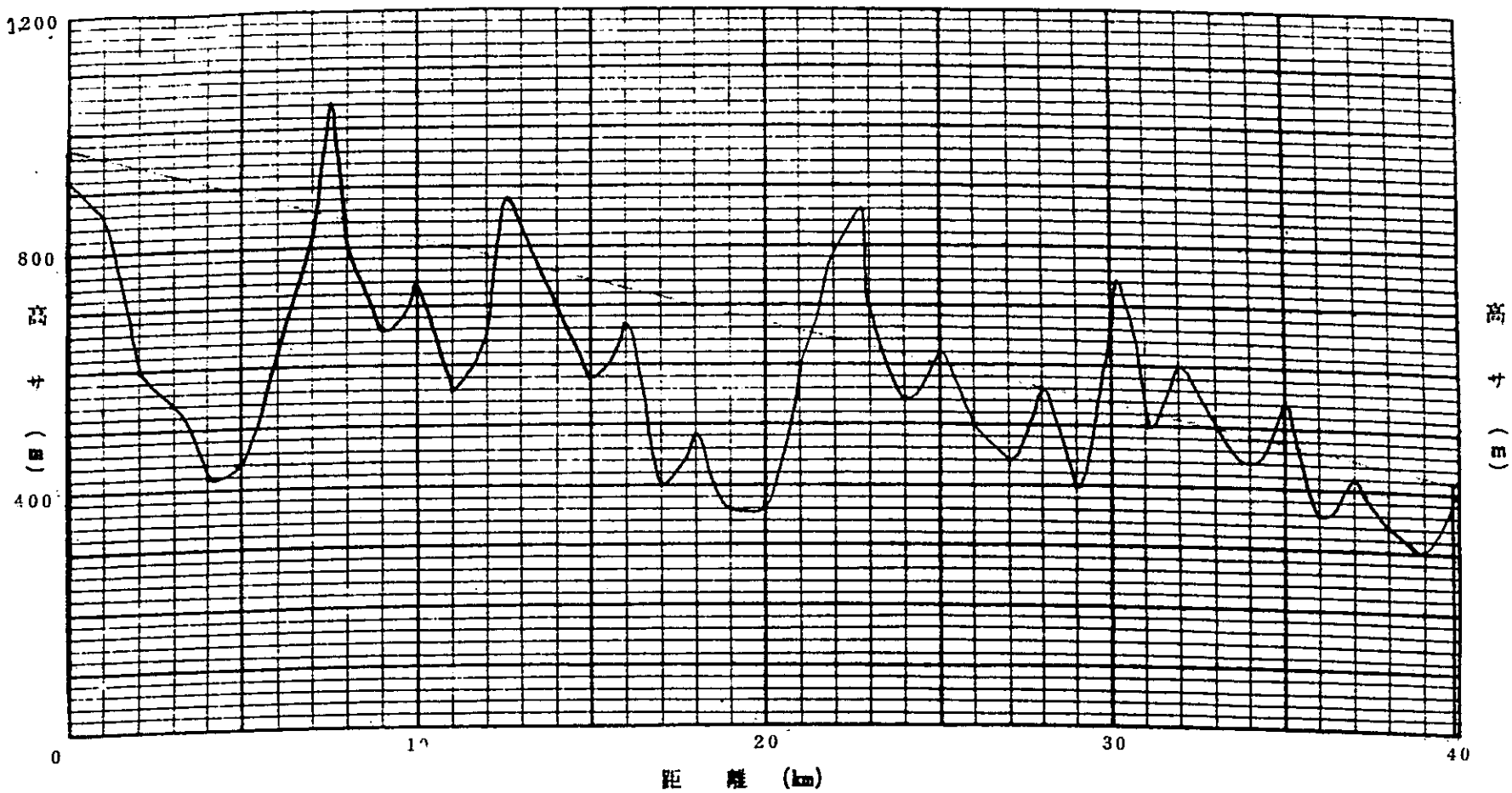
付図1－34



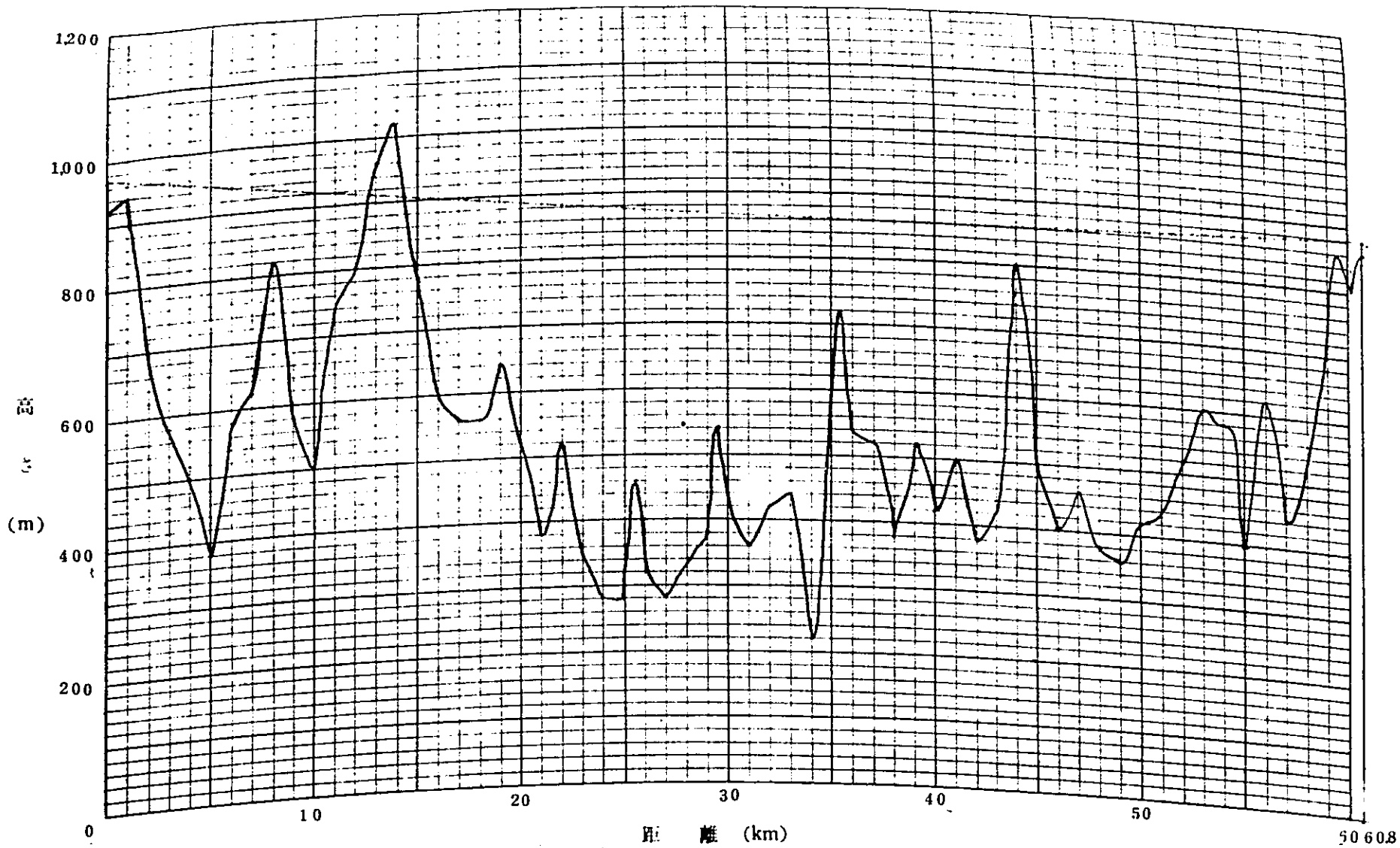
鳥名	白雲山（中）	珍宮（雨）
位置	N E	N E
標高	920+50 米	1.170+20 米
距離		68.9 粁

付図１－３５

見　　透　　図　(k=4/3)



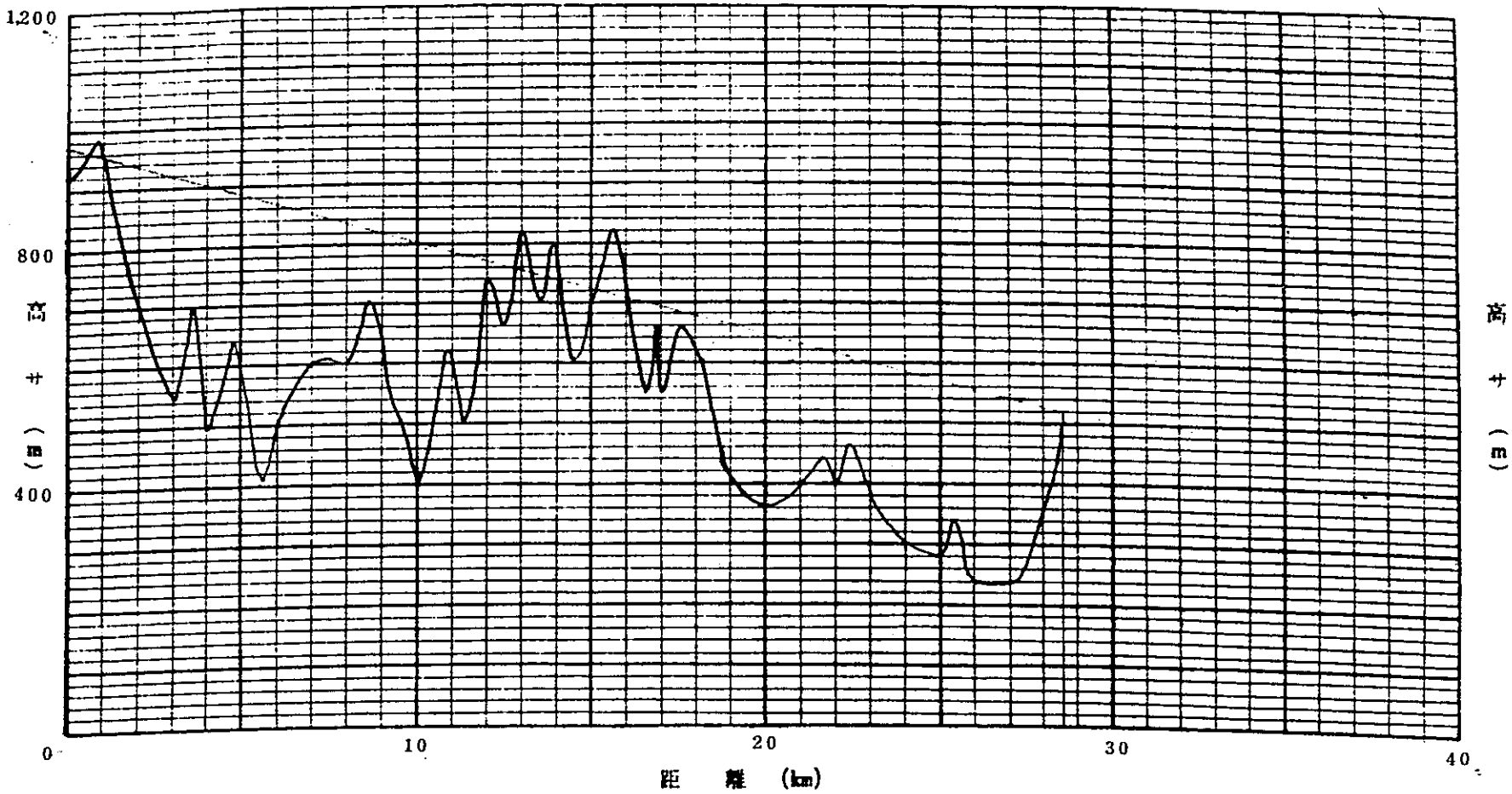
白雲山（中）		平　昌（雨）
標　　高　920　m	398　km	標　　高　397　m
空中線 地上高　50　m		空中線 地上高　20　m



白雲山（中）				蓬 号（南）		
標 高	920 m	60.8 km	標	高	860 m	
空中線地上高	50 m		空中線地上高		20 m	

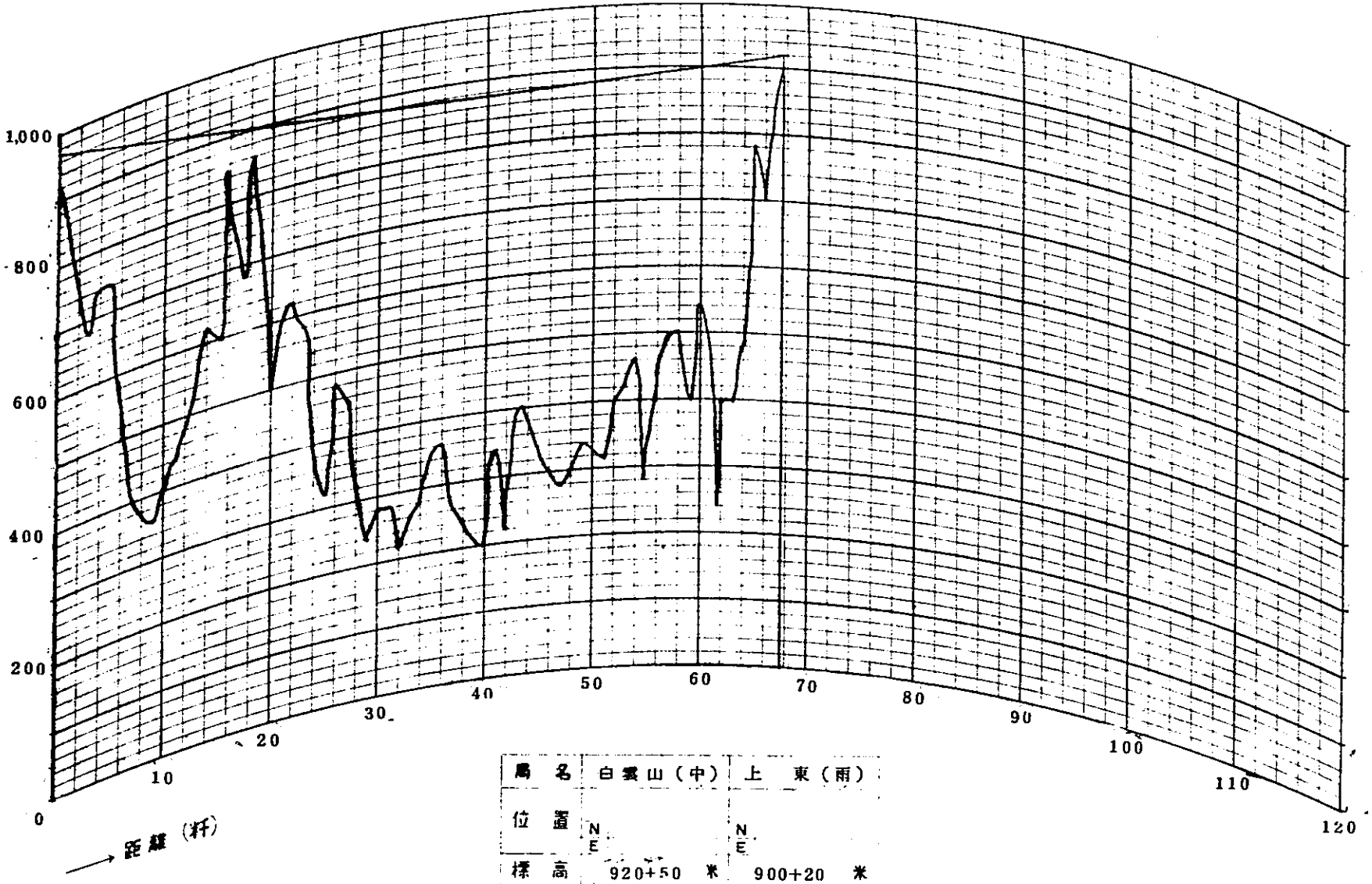
付図１－３７

見　　透　　図　(k=⅔)



白雲山（中）		水　周（南）
標　　高　920　m		標　　高　500　m
空中線 地上高　50　m	28.6　km	空中線 地上高　20　m

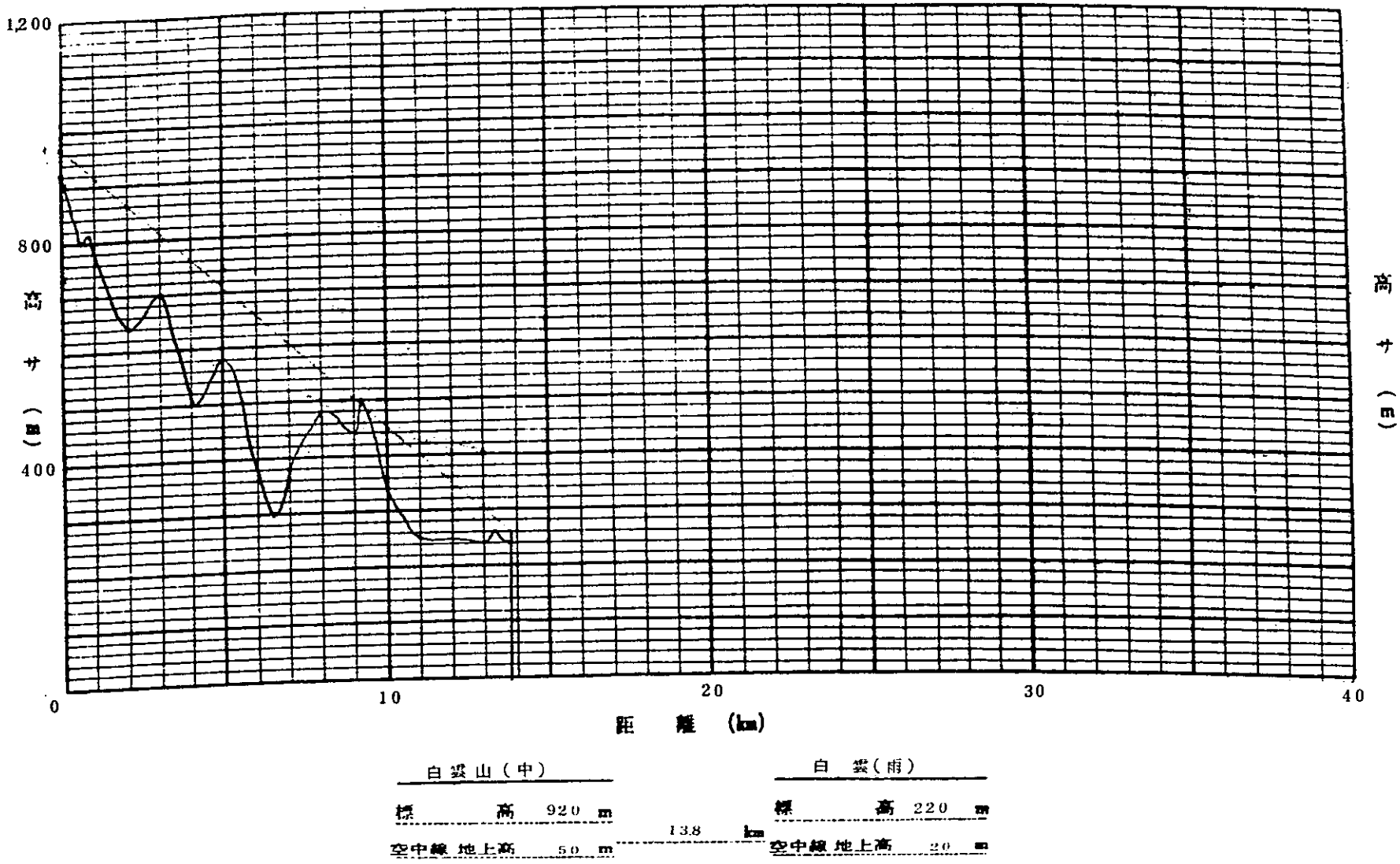
付図 I －３８



局名	白雲山（中）	上　東（雨）
位置	N E	N E
標高	920+50 米	900+20 米
距離		67.5 杆

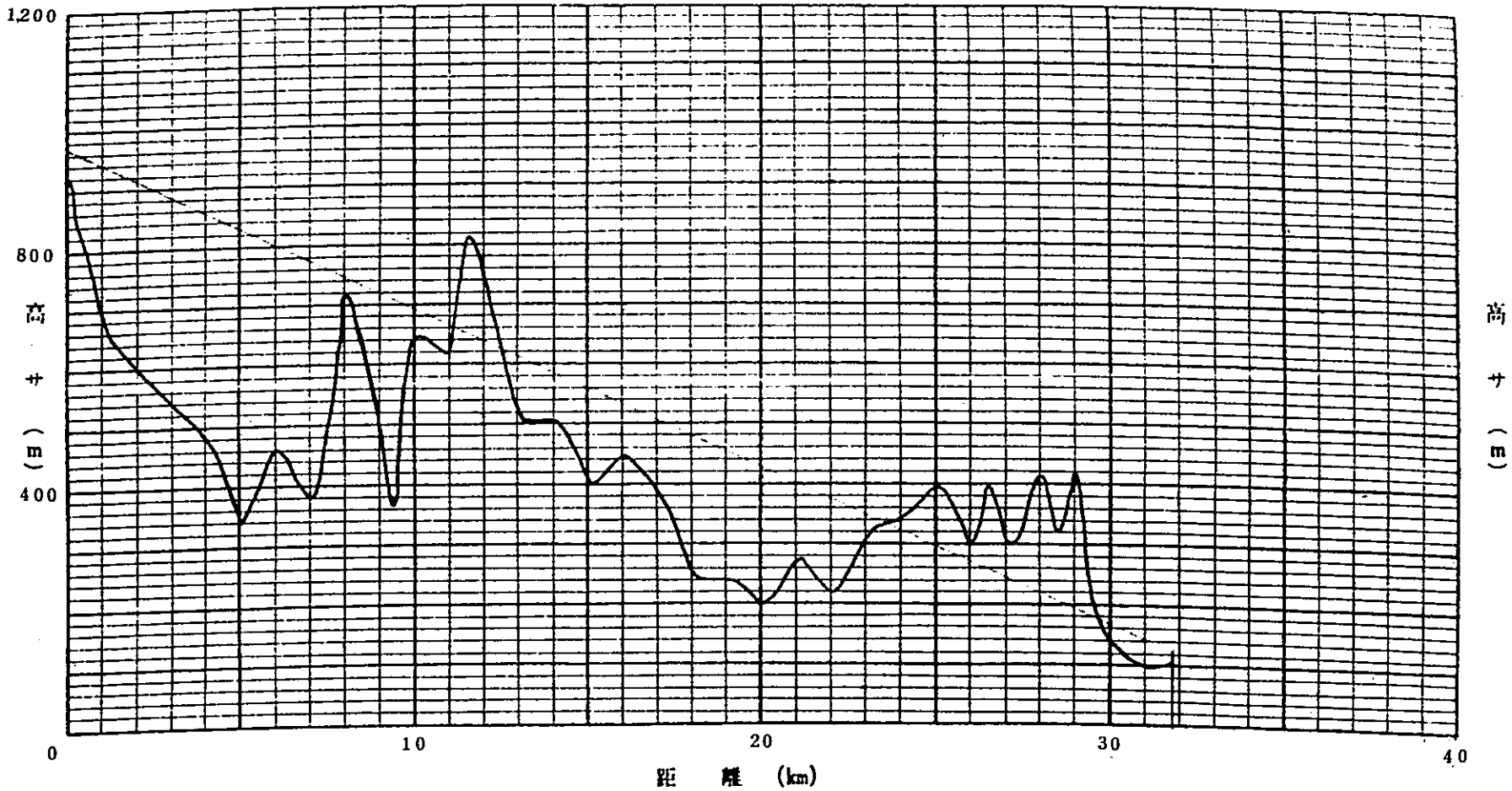
付図１－３９

見　　透　　図　(k=4/3)



付図1－40

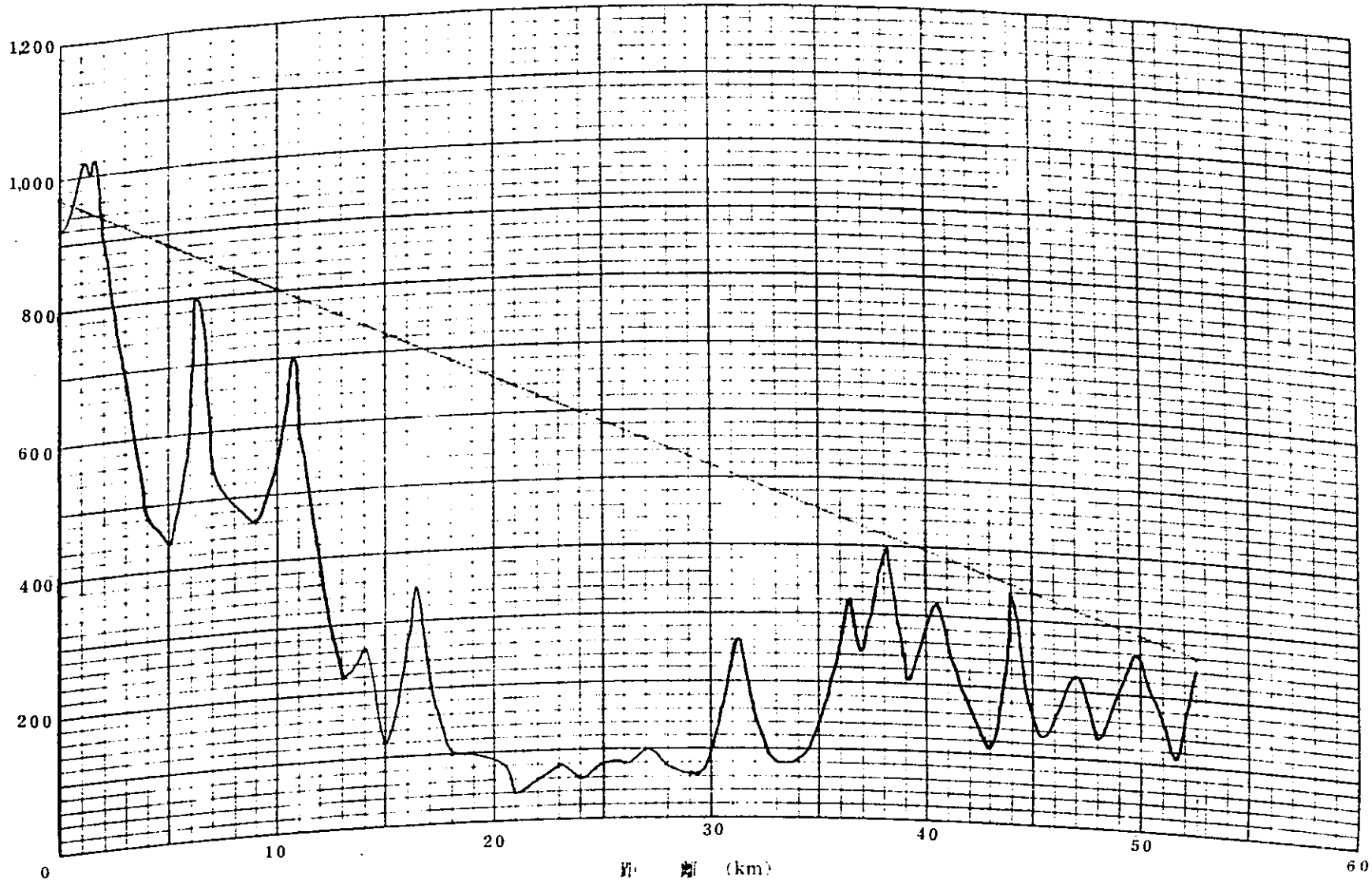
見　　透　　図　(k=4/3)



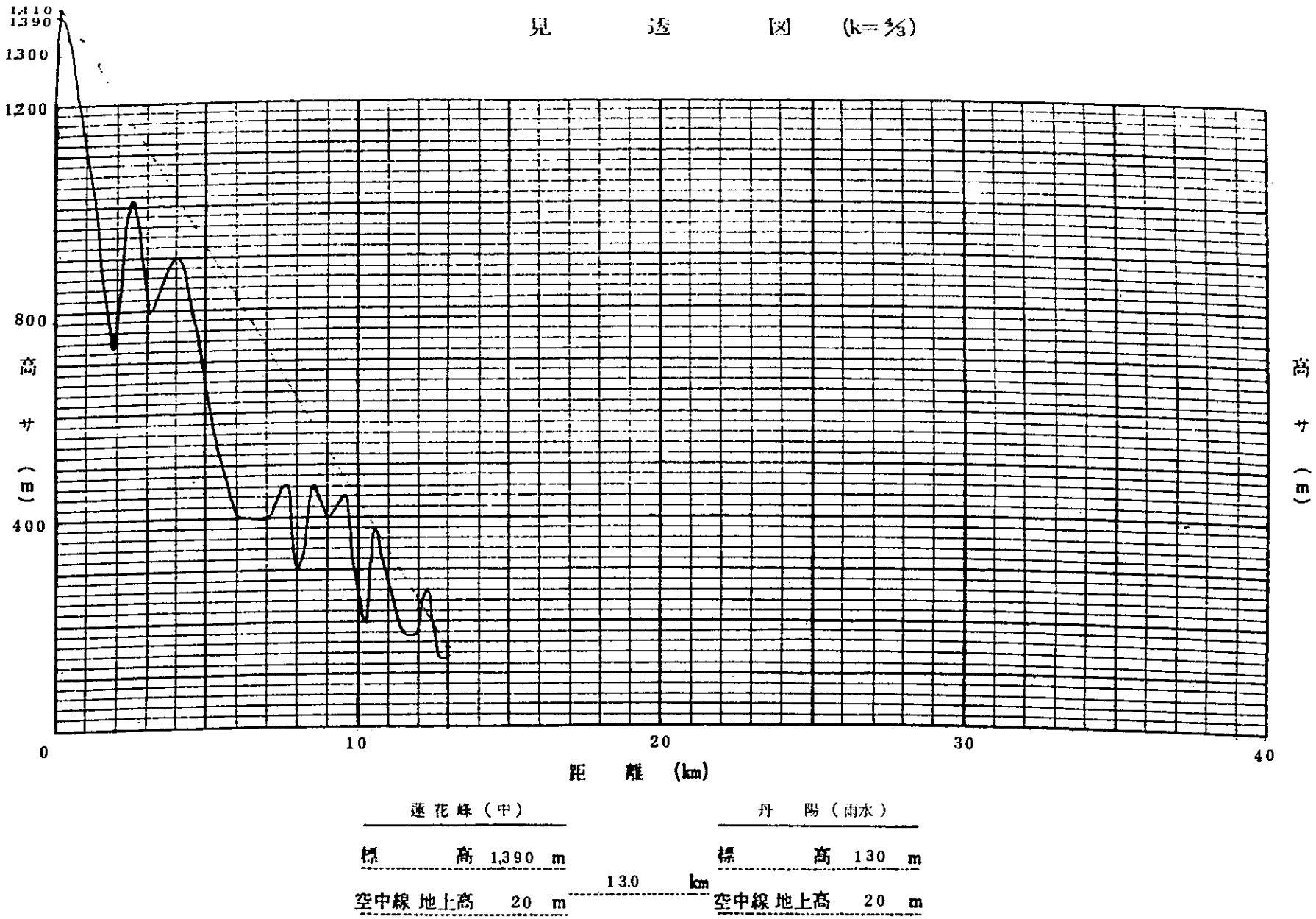
白雲山（中）		清　風（雨）
標　　高　920 m	31.8 km	標　　高　105 m
空中線 地上高　50 m		空中線 地上高　20 m

付図１－４１

見　透　図

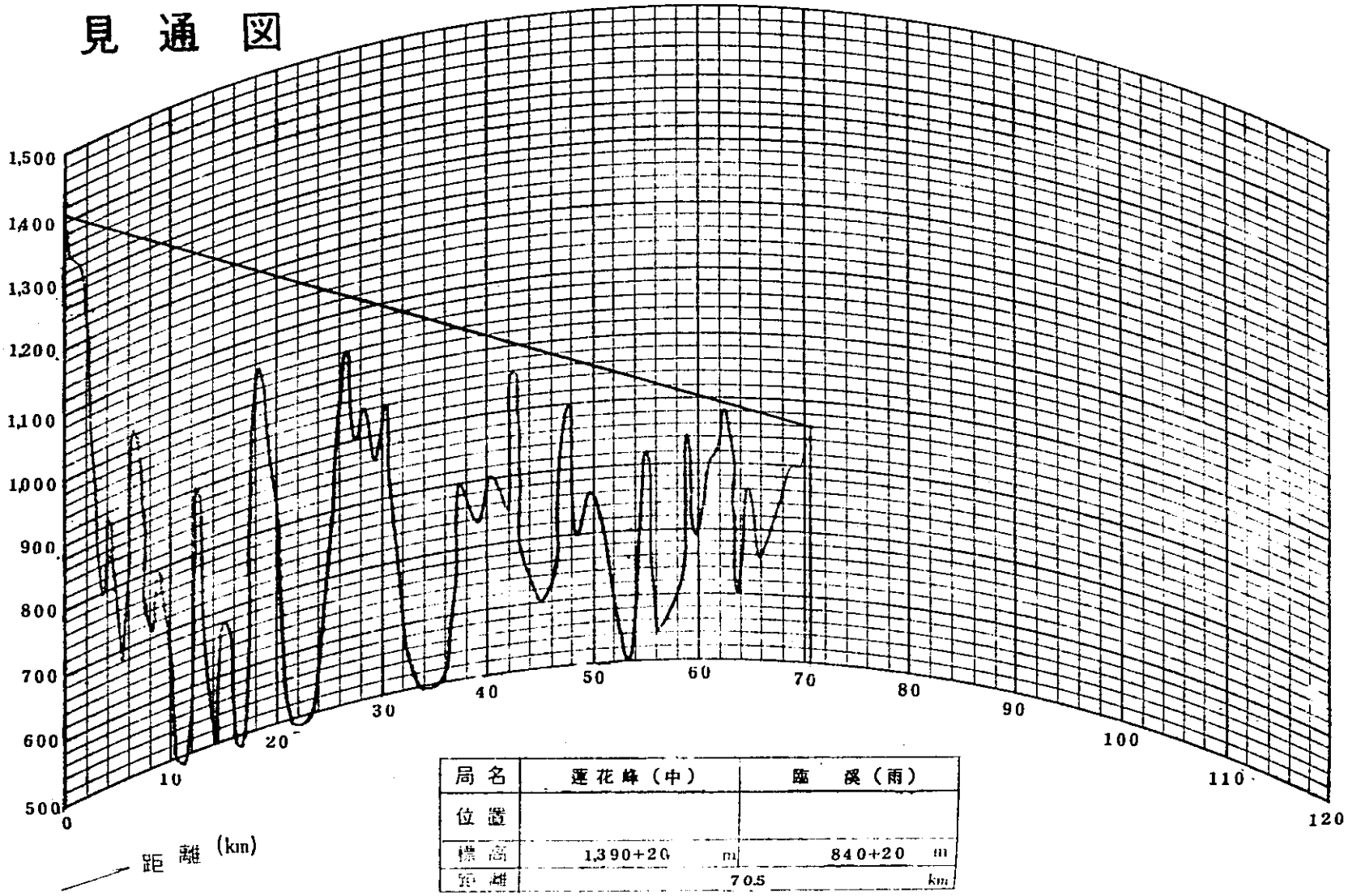


[redacted]


見　透　図　(k=4/3)
1410
1390
1300
1200
800
400
0
10
20
30
40
高サ (m)
距離 (km)
蓮花峰（中）
標高 1,390 m
空中線 地上高 20 m
13.0 km
丹陽（南水）
標高 130 m
空中線 地上高 20 m

付図1－43

見通図



局名	蓮花峰（中）	臨　渓（雨）
位置		
標高	1,390+20 m	840+20 m
距離	70.5 km	

回　線　設　計　表

付表１－１

局名 / 種別	単位	ソウル 河川総合管理事務所 ～ 門山			龍門山 ～白雲山			白雲山 ～蓮花峰			龍門山 ～春川	
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	〃										22	
給電線損失	〃	12	0.1dB/mm ×120m		14	140m		11	110m		4	0.038 B/m ×100
空中線利得(送)	〃	43	3mφPBR		43			43			19	3mφPBR
〃 (受)	〃	43	〃 〃		43			43			19	〃 〃
送受共川損失	〃	4	T:25, R:15		4			4			3	TR:各15
無機電中継	〃											
受信電力	dBm	－43.5			－45.5			43.5			－67	
受信雑音電力	〃	－90			－95			95			－98	
高周波 S／N C／N	dB	51.5			49.5			51.5				
S／N改善係数	〃	22			22			22			8	
標準状態におけるS／N	〃	73.5			71.5			71.5			39	
フェージング損失	〃	21	0.3dB/Km +6dB		21			22			8	0.2dB/Km
フェージングがあるときの各区間S／N	〃	52.5			50.5			51.5			31	
総合S／N	〃	73.5			69.4			68			39	
限界レベル	dBm	－86			－86			－86			－89	
限界レベルに対するフェージングマージン	dB	42.5			40.5			42.5			22	
フェージングのあるときの限界レベルに対するマージン	〃	21.5			19.5			21.5			14	
特記事項												

回　線　設　計　表

付表１－２　１６０MHZ帯

種別 ＼ 局名	単位	龍門山～高安		〃～八堂ダム		〃～華川ダム		〃～清平		〃～駱州		〃～揚平	
空中線電力	dBm	40	10w	30	1w	40	10w	40	10w	30	1w	30	1w
自由空間損失	dB	106	29.8Km	104	23.5Km	113	64.5Km	103	21.2Km	106	30.3Km	96	9.5Km
付加損失	〃	24	AFZE50-7 40m			31		33				10	
給電線損失	〃	3	10D-2v 30m	3		3		3		3		3	
空中線利得(送)	〃	5	3段コーリンヤ	5		5		5		5		5	
〃 (受)	〃	8	八木3E	8	八木3E	10	八木5E	10	八木5E	8	八木3E	8	八木3E
送受共川損失	〃												
無機電中継	〃												
受信電力	dBm	－80		－64		－92		－84		－66		－66	
受信雑音電力	〃	－112	－118+6	－112		－112		－112		－112		－112	
高周波 S／N C／N	dB	32		48		20		28		46		46	
S／N改善係数	〃	12		12		12		12		12		12	
標準状態におけるS／N	〃	44		60		32		40		58		58	
フェージング損失	〃												
フェージングがあるときの各区間S／N	〃												
総合S／N	〃												
限界レベル	dBm												
限界レベルに対するフェージングマージン	dB												
フェージングのあるときの限界レベルに対するマージン	〃												
特記事項													

回　線　設　計　表

付表１－３

種別 ＼ 局名	単位	龍門山～清平ダム		〃～春川ダム		〃～春川㊙		〃～人道橋		〃～頻流		〃～議政府	
空中線電力	dBm	40	10w	40	10w	30	1w	30	1w	40	10w	40	10w
自由空間損失	dB	103	21.0Km	110	46.7Km	109	39.8Km	116	52.4Km	115	81.2Km	110	47.3Km
付加損失	〃	32		25		13				20		17	
給電線損失	〃	3		3		3		3		3		3	
空中線利得(送)	〃	5		5		5		5		5		5	
〃 (受)	〃	10	八木5E	10	八木5E	8	八木3E	8	八木3E	10	八木5E	8	八木3E
送受共用損失	〃												
無機電中継	〃												
受信電力	dBm	－83		－83		－82		－76		－83		－77	
受信雑音電力	〃	－112		－112		－112		－112		－112		－112	
高周波 S／N C／N	dB	29		29		30		36		29		35	
S／N改善係数	〃	12		12		12		12		12		12	
標準状態における S／N	〃	41		41		42		48		41		49	
フェージング損失	〃												
フェージングがあるときの各区間 S／N	〃												
総合 S／N	〃												
限界レベル	dBm												
限界レベルに対するフェージングマージン	dB												
フェージングのあるときの限界レベルに対するマージン	〃												
特記事項													

回　線　設　計　表

付表１－４

局名 / 種別	単位	龍門山～加平		〃～春川		〃～西面		〃～乃村		〃～洪川		〃～艮峴	
空中線電力	dBm	30	1w	40	10w	40	10w	40	10w	30	1w	40	10w
自由空間損失	dB	106	29.7Km	108	39.1Km	101	17Km	111	55.0Km	107	33.0Km	107	34.0Km
付加損失	〃	11		19		28		26		17		29	
給電線損失	〃	3		3		3		3		3		3	
空中線利得(送)	〃	5		5		5		5		5		5	
〃 (受)	〃	8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E	10	八木5E	8	八木3E	10	八木5E
送受共川損失	〃												
無機電中継	〃												
受信電力	dBm	－77		－77		－79		－85		－84		－84	
受信雑音電力	〃	－112		－112		－112		－112		－112		－112	
高周波 S／N C／N	dB	35		35		33		27		28		28	
S／N 改善係数	〃	12		12		12		12		12		12	
標準状態におけるS／N	〃	47		47		45		39		40		40	
フェージング損失	〃												
フェージングがあるときの各区間 S／N	〃												
総合 S／N	〃												
限界レベル	dBm												
限界レベルに対するフェージングマージン	dB												
フェージングのあるときの限界レベルに対するマージン	〃												
特記事項													

回　線　設　計　表

付表１－５

種別 ＼ 局名	単位	龍門山 ～富論		〃 ～笙極		〃 ～利川		〃 ～竜仁		〃 ～楽生		〃	
空中線電力	dBm	30	1w	30	1w	30	1w	30	1w	30	1w	30	1w
自由空間損失	dB	109	43.0Km	112	59.0Km	107	32.5Km	110	47.0Km	109	43.8Km	110	48.5Km
付加損失	〃	11		13		8		13		12			
給電線損失	〃												
空中線利得(送)	〃												
〃 (受)	〃	5		5		5		5		5		5	
送受共川損失	〃	8	八木3E	10	八木5E	8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E
無機電中継	〃												
受信電力	dBm												
受信雑音電力	〃												
高周波 S／N C／N	dB	－80		－83		－75		－83		－81		－70	
S／N 改善係数	〃	－112		－112		－112		－112		－112		－112	
標準状態における S／N	〃	32		29		37		29		31		42	
フェージング損失	〃	12		12		12		12		12		12	
フェージングがあるときの各区間 S／N	〃												
総合 S／N	〃												
限界レベル	dBm												
限界レベルに対するフェージングマージン	dB												
フェージングのあるときの限界レベルに対するマージン	〃												
特記事項													

回　線　設　計　表

付表１－６　１６０MHZ帯

種別 ＼ 局名	単位	白雲山～寧越		〃～忠州		〃～横城		〃～晴日		〃～蓬坪		〃～珍富	
空中線電力	dBm	40	10w	40	10w	30	1w	40	10w	40	10w	40	10w
自由空間損失	dB	110	46.5Km	10.5	26.6Km	105	26.2Km	108	39.2Km	110	57.7Km	113	68.9Km
付加損失	〃	24		25				36		29		18	
給電線損失	〃	3		3		3		3		3		3	
空中線利得(送)	〃	5		5		5		5	※	5		5	
〃 (受)	〃	8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E	10	八木5E	10	八木5E	8	八木3E
送受共川損失	〃												
無機電中継	〃												
受信電力	dBm	－84		－80		－65		－92		－87		－82	
受信雑音電力	〃	－112		－112		－112		－112		－112		－112	
高周波 S／N C／N	dB	28		32		47		20		25		30	
S／N改善係数	〃	12		12		12		12		12		12	
標準状態におけるS／N	〃	40		44		59		32		37		42	
フェージング損失	〃												
フェージングがあるときの各区間S／N	〃												
総合S／N	〃												
限界レベル	dBm												
限界レベルに対するフェージングマージン	dB												
フェージングのあるときの限界レベルに対するマージン	〃												
特記事項		※ 空中線高さは，ＥＬ 270m以上にすること。											

回　線　設　計　表

付表１－７

種別 ＼ 局名	単位	白雲山～平昌		〃～旌善		〃～水周		〃～上東		〃～白雲		〃～清風	
空中線電力	dBm	40	10w	30	1w	40	10w	30	1w	30	1w	40	10w
自由空間損失	dB	108	39.8Km	112	60.8Km	105	28.6Km	113	67.5Km	99	13.8Km	105	31.8Km
付加損失	〃	43		15		27		3		8		39	
給電線損失	〃	3		3		3		3		3		3	
空中線利得(送)	〃	5		5		5		5		5		5	
〃 (受)	〃	10	八木5E	8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E	8	八木3E	10	八木5E
送受共川損失	〃												
無機電中継	〃												
受信電力	dBm	－99		－84		－82		－76		－67		－93	
受信雑音電力	〃	－112		－112		－112		－112		－112		－112	
高周波 S／N C／N	dB	13		28		30		36		45		19	
S／N改善係数	〃	12		12		12		12		12		12	
標準状態におけるS／N	〃	25		40		42		48		57		31	
フェージング損失	〃												
フェージングがあるときの各区間 S／N	〃												
総合S／N	〃												
限界レベル	dBm												
限界レベルに対するフェージングマージン	dB												
フェージングのあるときの限界レベルに対するマージン	〃												
特記事項													

回　線　設　計　表

付表1－8

種別 ＼ 局名	単位	白雲山～槐山		蓮花峰～舟陽		〃～臨渓							
空中線電力	dBm	40	10w	30	1w	30	1w						
自由空間損失	dB	111	52.6Km	99	13.0Km	114	70.5Km						
付加損失	〃	25		15		5							
給電線損失	〃	3		3		3							
空中線利得(送)	〃	5	※	5		5							
〃 (受)	〃	10	八木5E	8	八木3E	8	八木3E						
送受共川損失	〃												
無機電中継	〃												
受信電力	dBm	－84		－74		－79							
受信雑音電力	〃	－112		－112		－112							
高周波 S／N C／N	dB	28		38		33							
S／N 改善係数	〃	12		12		12							
標準状態におけるS／N	〃	40		50		45							
フェージング損失	〃												
フェージングがあるときの各区間 S／N	〃												
総合 S／N	〃												
限界レベル	dBm												
限界レベルに対するフェージングマージン	dB												
フェージングのあるときの限界レベルに対するマージン	〃												
特記事項		※ 空中線高さは,EL230m以上にすること。											

(7－3) 演算施設

1. 概　　要

洪水予報には大別してデータの収集とデータ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，テレメータ，電子計算機，マイクロ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，データの処理に当ってデータ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システムが設計された。

電子計算機は，1944年にハーバード大学で設計された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（アナログ型）と計数型（ディジタル型）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，計算結果をペンオシログラフに図化するものであり，後者は，パルスを数えながら計算を実行し，結果は数字の型で印刷するものである。

現在の日本で洪水予報に電子計算機を使用している例をみると，北上川ではアナログ型，利根川ではディジタル型，淀川ではアナログ型とディジタル型の組合せたもの等が使用されており，今だ洪水予報には，どちらの型が適しているか選択基準が定まっている訳ではない。したがって，洪水予報の手法及び対象河川の特性等により，両者の得失を考慮し選択することになる。

ディジタル型とアナログ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－流出－水位にいった現象は，連続量であり，アナログ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ないやすい。この点ではアナログ型がが便利であるがディジタル型でもXYプロッターやディスプレー装置による図化が可能である。

(3) アナログ型は，流域要素や河道要素毎に関係発生機，加算機，乗算機，積分機等のユニットを設けるが，モデルが変更されると機器構成を大幅に変えなければならず，モデル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) アナログ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，洪水予報システム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なう可能性のあること。及び，アナログ型では洪水予報専用となってしまうが，ディジタル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ディジタル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，ディジタル型に対象機種をしぼって，洪水予警報システムにおける演算施

設の構成はどのようにな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システム

漢江におけ洪水予報に使用される電子計算機をディジタル型として，その場合に要求される性能を挙げれば次のようなものがある。

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コストが安いこと。

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 プログラミングが簡単で，アプリケーションプログラムの豊富なこと。

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プログラム言語のレベルが上り，容易にプロサラムが作成できるが，費用もまたかさんでくる。利根川では，第１表の機器よりなる計算機システムにより洪水予報を行なっているが，この場合の流域モデルは，２３流域，１８河道，５ダムであり，このモデルで一回の洪水予報を行なうのに要する演算時間は約４０分である。

その他，電算室，パンチ室，保守員室，消耗品用の倉庫等が必要で，このような電算システムを維持するための年間経費は，システム賃借料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，洪水予報モデルの規模が，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なったり，テレメータシステムをオンライン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１３０KW（２４ bit ）としておけば計算機の取扱いが便利になる。尚この場合のシステム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

第１表　利根川ダム統合管理事務電子計算機システム

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（２４bit） 加減算3.0 μs，乗算２4.8 μs，除算１8.1 μs 浮動小数点（４８ビット） 加減算8.3 μs，乗算２2.1 μs，除算３8.1 μs
コアメモリー	CM	1	６５K語，１語２４bit サイクルタイム0.8 μs
紙テープ読取装置	PTR	2	読取速度1,000字／秒
カード読取装置	CR	1	読取速度1,000字／秒
ディスクパック装置	CK	2	転送速度５４２K語／秒，容量2,400K語
ディスクパック制御装置	MKC	1	
磁気テープ装置	MTH	4	転送速度６０K字／秒
磁気テープ制御装置	MCT	1	
ライプリンター	LP		アルファベット小文字付６００行／分
XYプロッター	CPL	1	プロッティング速度２００ステップ／秒
自動タイプライター	ATW	1	計算機制御情報，エラーの打出し
空調装置		2	温度２３℃～２６℃ 湿度６０％程度 } に調節
紙テープせん孔機	TW	3	8.3字／秒
カードせん孔機	CP	2	１5.4字／秒
カード検孔機		1	１5.4字／秒
無停電々源装置			定電圧定周波装置（CVCF）を含む

(7－4) 洪水予警報center

洪水予警報は，気象，水文の観測とその通報，予警報の発表並びに予報伝達等の要素からなるものであるが，重要な点は洪水規模を正確に，時期を失せずに，迅速に予報することにある。

また，洪水予警報 system の運営は，高度の専門的技術が必要であり，かつ観測施設，通信連絡施設，電子計算 system 等の維持，管理，運営が，適切に行なわれなければならない。

そのためには，SEOUL に漢江の洪水予警報を一元的に運営する組織として，河川総合管理事務所を設置する必要を強く認めるものである。

(7－4－1) 洪水予報の発表

河川総合管理事務所は telemeter 化された水文観測所から，雨量と水位の観測値を直接受信し，同時に観象台より気象に関する資料を受ける。この場合建設部所管の観測所で telemeter 化されなかった観測所の資料も収集できるよう通報計画が立てられることは当然のことであり，他機関，例えば地方気象台や気象台分室等の資料についても積極的に入手を計らなければならない。

これ等入手された気象情報と水文資料の解析を行ない，洪水の規模と各洪水予報対象区域毎の到達時刻を推定する作業を行ない予報あるいは警報という形で，関係機関と住民に対し発表することになる。

- 気象情報

  関係者と住民に対し，降雨の要因となる前線の停滞，台風の接近等，気象情報を基にした降雨予想を行なうもので，気象衛星気象 Radar 等による情報と各地の降雨量等から推定され発表される。

  この情報により，人員，機械等の配備をする。

- 洪水注意報

  関係者と住民に対し，洪水に対して必要な準備をするよう注意をうながすために，今後起ると予想される洪水の規模を知らせるものである。

- 洪水警報

  関係者と住民に対し，洪水の規模と洪水波の到達時刻，水位の最高時刻等を示し，洪水対策を講ずるよう警報を発するものである。

- 洪水情報

  関係者と住民に対し，洪水の現況と今後の予測を示して，洪水に対し必要な対策が講ぜられるようにする目的で行なうものである。

  このような洪水予警報の発表は，下記の事項を参考に段階的に発表されるのが一般である。

  i 洪水予報の種類は

  - 洪水予報の種類は，注水注意報と洪水警報の2種類とする。
  - 必要な場合には，洪水情報を発表する。なお洪水情報の取扱は，洪水予報に準じて行なうものとする。

  ii 洪水予報の基準としては

  - 洪水注意報は，予報地点のいずれかの1地点の水位が警戒水位をこえる洪水となることが，予想されるとき発表する。
  - 洪水警報は，原則として予報地点のいずれかの1地点の水位がすでに警戒水位をこえ，かつ計画高水位程度もしくは計画高水位をこえる洪水となることが予想されるとき。又は破堤等の重大な災害がおこるおそれのあるとき発表するものとする。

たゞし，予報地点の水位が警戒水位に達しない場合であっても状況により計画高水位をこえる洪水となることが明らかに予想されるときは，洪水警報を発表することができる。

- 洪水情報は，洪水注意報および洪水警報の内容を修正する必要が生じた場合であって，洪水注意報および洪水警報として更新する程度のものでないと認められるとき，又は洪水注意報及び洪水警報として発表する程度のものでない場合で，その出水の規模を知らせる必要があるとき発表する。

iii 洪水予報の更新

洪水注意報または洪水警報は，洪水の状況に応じて逐次更新するものとし，更新の内容は次のものがある。

- 洪水注意報から新らたな洪水注意報に更新される場合
- 洪水注意報から洪水警報に更新する場合
- 洪水警報から新らたな洪水警報に更新される場合
- 洪水警報から洪水注意報に更新する場合

以上の各場所において，洪水の状況に応じてその内容の全部または一部を更新することができるものとする。

iv 解　　除

- 洪水注意報は，洪水による危険が去ったものと認められるときはすみやかに解除する。
- 洪水警報は，いったん注意報に更新してから解除することを原則とする。
- 洪水注意報または洪水警報は，実施区域を分割して解除することができる。

以上のような洪水に関する情報や，予警報は必要とする人々に速やかに連絡されるためには，基本系伝達方法と協力系または補助的な伝達方法の経路について充分検討され，組織的な通報伝達の訓練演習がなされる必要がある。

また，洪水の情報や予警報をより多くの関係者や住民に速報するためには，Radio や Television などの利用も考慮し洪水予警報の放送を義務づけたり，軍隊，警察等の通信施設の利用について検討し，洪水予警報の伝達のための協力体制を整えておく必要があろう。

（利根川の実例）→ 巻末

(7－4－2) 組　織

洪水予警報 center の任務は，得られる資料に基づいて，解析を行ない，関係者や一般住民に対し洪水予報あるいは警報というかたちで情報を提供することにある。

そのためには，図－7－3に示すような組織が必要であると考えられる。

図－7－3　組　織（例）

所　長
副所長
（水文学又は河川工学専門家）
専門官
（気象専門家）

- 庶　務　課
- 管　理　課（水文学は河川工学専門家）
  - 洪水予警報を行なうための解析をする。
  - dam 操作について検討する。
  - 洪水予警報や洪水情報の文案の起案をする。
- 調　査　課（水文学専門家）
  - 予報技術向上のための system 工学的な検討を行なう。
  - 漢江の流出について継続的に調査研究を行なう。
  - 水文観測施設の保守，点検，整備，修理等を行なう。
  - 水文資料の統計処理および保管
- 電気通信課（電気通信専門家）
  - 電気通信施設の保守，点検，整備，修理等を行なう。
  - telemeter 施設の保守，点検，整備，修理等を行なう。
  - 電子計算 system の管理運営
- 春川支所（河川技師）
  - 水文観測施設の保守，点険，整備，修理等
  - 水文観測資料の整理，報告，保管
  - telemeter 施設，通信施設の保守，点険，修理等
- 忠州支所（河川技師）
  業務内容は春川支所と同じ

所　長

洪水予警報 center の所長は，洪水予警報を行なう権限を有し，また責任を持つためには，高度の専門知識と実務経験を有する水文学あるいは河川工学専門家をあてる必要がある。

副所長　1名

洪水予警報を行なうための基礎である気象資料や水文資料の解析と洪水予警報 system をより向上させるためには，秀れた技術能力を有する水文学あるいは河川工学の専門家で，電子計算機および system 工学についての知識が必要である。

また洪水が長時間継続する場合には，所長の代理をつとめることができるようにする必要がある。

専門官

観象台より送られてくる気象情報と telemeter systemによって得られる水文資料を解析して降雨の予測に用いることができるようにするため，気象専門家が必要である。

管理課長

telemeter 等で収集される水文資料を基に，洪水を予測する。

また予測結果に基づき， dam の操作についての指令や，洪水予警報，洪水情報の文案を起案する。

水文学あるいは河川工学専門家で電子計算機についての知識が必要である。

調査課長

洪水の発生が予想される場合は，管理課長と協力して telemeter で収集される水文資料を基に洪水の予測を行なう。

通常時は，漢江の流出について継続的に調査，研究を行なう。

また水文観測施設の保守，点検，整備，修理，観測員の教育養生等を行なうためには，水文学あるいは河川工学専門家で電子計算機および system 工学についての知識が必要である。

電気通信課長

電気通信施設および telemeter 施の維持管理と電子計算機の管理運営にあたるため，専門的な知識を有する電気通信技術者が必要である。

支所長

支所管内における水文観測施設の維持管理と水文観測，定期的な流量観測，洪水流量観測等を行なうため経験のある河川技術者をあてる必要がある。

上記の主要な職員のほかに，相当数の河川技師と電気通信技師が必要である。

すなわち，経験年数，大学卒5年程度の技術者あるいは高等学校卒１０年程度の技術者が係長として配置されなければならない。

そのほかに係員として各係に数名配置させることが望ましい。

この等の職員は，洪水時以外は洪水予警報 system の向上，水文資料の整理，資料の統計処理，水文観測，観測所や通信施設の保守，点検を行なうものとする。

その他，洪水時に主要地点において流量観測を行なうためには１ケ所最少５～６名程度の人員が配置される必要がある。

第8章　施設の建設と維持

第８章　洪水予警報施設の建設費と維持費

(8－1) 建　設　費

漢江の洪水予警報施設の建設費は，表－8.1の建設費総括表に示すとおり億円である。

表－8.1　漢江洪水予警報施設建設費総括表

項　　目	金　　額	備　　考
観測施設	46,050,000	
中継所	26,950,000	
警報所	2,000,000	
庁舎	82,200,000	
小　計		

なお，積算内訳は，表－8.2～8.4に示すとおりである。

ただし，積算に当っては積算単価等の調査が不充分であったため，とりあれず日本国における実積をもとに積算し，韓国における土木建設工事費を参しやくして調整したものであるから今後，改めて韓国の実情に合う土木建築工事歩掛単価により積算し修正される必要があろう。

土木建築以外の各種機器に関する費用の精算は表－8.3に提示されるとおり，機器の設計，製作，運搬および据付調整迄の一切の経費を含むもので，付録に示す仕様書等を充分満足することを条件に，日本国内における実積価格をもとに積算した金額でFOB価格である。

表－8.2　漢江洪水予警報施設建設費積算内訳表

項目	名称	規格	単位	数量	単価	金額	積算内訳	摘要
観測施設						46,050,000		
	雨量観測所		式	1		7,500,000	議政府他24観測所	
	局舎	コンクリートブロック建　4㎡	棟	25	200,000	5,000,000	局舎，囲障等	
	空中線柱		基	25	100,000	2,500,000	基礎工，建立工，フィダー電源施設等	
	水位観測所		式	1		32,950,000	順流地他9ケ所	
	観測施設		ケ所	8	3,500,000	28,000,000		
	施設改造		〃	2	50,000	100,000	順流，高安	
	局舎	コンクリートブロック建　4㎡	棟	9	200,000	1,800,000		
	局舎改造	室内改装	〃	1	50,000	50,000	高安	
	空中線柱		基	10	100,000	1,000,000	基礎工，建立工，フィダー電源施設等	
	ケーブル		ケ所	10	200,000	2,000,000	観測所～局舎通信用	
	Dam水位観測所		式	1		5,600,000	八堂dam 他3ケ所	
	観測施設		ケ所	4	1,000,000	4,000,000		
	局舎	コンクリートブロック建　4㎡	棟	4	200,000	800,000		
	空中線柱		基	4	100,000	400,000	基礎工，建立工，フィダー電源施設等	
	ケーブル		ケ所	4	100,000	400,000	観測所～局舎通信用	
中継所						26,950,000		
	中継所		式	1	1,450,000	26,950,000		
	局舎	コンクリートブロック建33㎡	棟	3	1,450,000	4,350,000		
	空中線鉄塔		式	1		21,700,000	20m　40m　50m　その他 4,500千円，7,500千円，9,000千円，700千円	
	電源施設		ケ所	3	300,000	900,000		
警報所						2,000,000		
	警報所		式	1		2,000,000		
	建屋	コンクリートブロック建　4㎡	棟	5	200,000	1,000,000		
	電源施設		ケ所	5	200,000	1,000,000		
庁舎						82,300,000		
	本部庁舎		式	1		64,200,000	洪水予警報Center 庁舎	
	庁舎	鉄筋コンクリート事務所建	㎡	1,000	48,000	48,000,000		
	附帯施設	各種設備 囲障等	式	1		7,200,000		
	空中線鉄塔	50m	基	1	9,000,000	9,000,000		
	支所庁舎	鉄筋コンクリート事務所建	式	1		18,000,000	北漢江及南漢江支所	
	庁舎		㎡	300	50,000	15,000,000	1支所　150㎡	
	附帯設備	各種設備 囲障等	式	1		3,000,000	1支所　150千円	

(8－2) 維　持　費

今回提案した洪水予警報施設の維持費を表－8.4に示す。ただし，職員給与等は含まない。

なお，このほか2～3年に1回定期整備（オーバーホール等）を行なうために日本の技術者2名（2ケ月間位）を現地へ呼ぶ場合は，表－8.4の経費のほかに540万円（日本円）程度を計上する必要がある。

表－8.4　施設の年間維持費

対象機器	数量	単価	金額
テレメーター監視制御装置	1式	150千円	150千円
テレメーター観測装置	38	100	3,800
テレメーター中継装置	4	100	400
放流警報親局装置	1	150	150
放流警報子局装置	5	100	500
7GHZ帯現用，予備，無線機	6	200	1,200
400MHZ帯現用，予備，無線機	2	150	300
搬送端局装置	2	100	200
中継端局装置	2	60	120
グラフイック盤	1	100	100
ジーゼル発電装置	4	100	400
無停電々源装置	1	100	100
自記計	47	15	705
タイプ用紙等消耗品	1	400	400
その他の諸費	1	1,470	1,470
合計			10,000千円

（注記）

その他の諸費とは下記項目をいう。

1）センター，各無線局等の光熱水料

2）鉄塔等の塗装経費

3）庁舎，観測所，無線局等の建物の維持費

4）囲塀，擁壁等の土木構造物の維持費

5）保守点検用自動車の運行経費

(8－3) 施設の保守点検

(8－3－1) 通 信 設 備

Telemeterおよび多重通信回線が，常に最良の機能を発揮できるよう機器の定期点検を行ない，点検の結果，測定値が基準値を外れているときは，調整または修理により基準値に補正する必要がある。点検の結果は，点検表に記載しておくことが肝要である。

なお，そのために通信回線の運営および，保守要領や保守基準，点検表等を制定しておく必要がある。

a) 毎日点検

(1) Telemeter 回線

監視制御局から各観測局を呼出し，プリンター等による各装置の動作状態の点検を行なう。

(2) 多重回線

電話機から相手方の電話機を呼出し，電話品質の試験を行なう。また，搬送端局装置の各通話路の信号レベルを点検する。

b) 毎月点検

(1) Telemeter 回線

監視制御局，中継局および各観測局の無線送受信部，Telemeter 部，Antenna 系および電源装置の点検を行なう（雨期には半月毎に行なう）。

(2) 多重回線

無線装置各部の電圧，電流，レベル等を測定し，点検する。

搬送端局装置間の音声および信号のレベルを測定し，点検する。

c) 半年点検

(1) Telemeter 回線

出水期の前後において，各装置の電圧，レベル等を測定し，点検する。また，回線 S／N を測定することが望ましい。

(2) 多重回線

各無線機間のビデオレベルを測定し，点検する。

搬送端局装置間の音声および信号のレベルを測定し，点検する。

d) 臨時点検

必要と認めた場合に随時行なう。