

土木研究所資料

大渡ダム 洪水調節方法に関する調査報告書

昭和51年10月

建設省土木研究所

ま え が き

本調査は、四国地建大渡ダム工事々務所の依頼により、大渡ダムの管理計画検討の一環として、洪水調節における管理手順の具体化の方法について検討を行ったものである。

調査は、大渡ダムにおける洪水調節操作を適確に行ってゆくために、気象および流況に関する情報の利用と、それをもととした効果的なダム操作の手順を求める方法について検討を行ったもので、台風にもなう降雨の予測手法の適用検討と、その情報を用いてダムの操作、ここでは予備放流操作に重点をおいてその操作目標を選定する手順、手法についておもに検討を試みた。

本調査の中で、数値計画手法を応用した基礎的手法の一つについて、ダム管理への応用を試みることができ、調査目標の一つを果すことができた。また、更にそれをもととして当ダムに対する実用手順の組立てを試み、適用計算を行って一応の成果をうることができたが、その内容については今回の調査成果においては、実用化の面から見ると、なお幾つかの問題点を含んでおり、今後この点における検討を更に進め改善を計ってゆくことが望ましいと考えられる。

実際のダム操作においては、水理水文現象をもととした技術的根拠の外、ダム管理上の諸ルールや行政的判断、その外の諸条件を含んだ総合判断によって操作がなされるものであることは当然であるが、技術的面では今後、より確実な技術的情報を得るための手法の改善を進める必要がある。

本調査の趣旨が実際の管理業務にいくらかでも役立ち、より効果的なダム管理技術への発展が計られて行くことを期待する。

本調査は下記の職員が担当して行った。

ダム部水資源開発研究室長	花 籠 秀 輔
同 室 研究員	森 山 利 夫
同 室 研究員	中 村 昭
同 室 技 官	長谷川 修

昭和 51 年 10 月

ダム部水資源開発研究室長 花 籠 秀 輔

目 次

調査の要旨	1
1. 調査の目的	3
2. 調査の概要	3
3. ダムの概要	4
4. 調査内容	8
4.1 洪水調節操作の方式と特徴	8
4.2 統計的決定法による予備放流操作量決定の手順	12
4.3 台風性降雨の予想方法及び予想精度	16
4.4 流出解析	22
4.5 ダム操作方式	34
4.6 効用関数の設定	34
5. 適用計算及び検討	37
5.1 計算プログラムの概要	37
5.2 適用計算の結果及びその考察	42
5.3 実績台風による予備放流シミュレーション例	48
6. 結 論	61
あとがき	62

調査の要旨

1. この調査は、仁淀川大渡ダムにおける洪水調節操作について、その管理手順を求めることを目的としており、降雨、流出の情報をもとに操作の目標を選定する技術的方法について検討を試みたものである。

調査は、洪水調節操作に対する気象情報の利用の方法と、それに基づいて操作目標を客観的に選定する方法、手順の検討を試みるもので、本調査では、操作過程の一つの重要な段階である予備放流操作におもに注目して調査を行った。その中で、とくに数理計画手法（統計的決定法）の応用化を試み、それを中心にして検討を行っている。

2. 洪水調節操作の一般的方式を、予測の段階と操作の適応化の段階によって区分し、それぞれの特徴と予測の現状、利用方法について一般的に示した。現行の洪水調節操作では不確定な予測を基本的に用いていないので、安定した効果を期待することができ、操作の基本的な方式といえる。

しかし、ダム管理を確実にを行うために予測情報は現行でも非常に重要なものであり、更に、予測の確実度の進歩に応じて、その情報をダム操作に反映させることは、現在においてもまた将来においても要請が高いであろう。

その意味で気象情報のダム管理への応用法について検討を行ってゆく必要がある。本調査では予測情報の段階的な応用について例示し、さらに本題として数理計画手法との組合せによる応用化について、おもに次の検討を進めた。

- (1) 台風性降雨の予測計算法の選択及びそれによる降雨量予測精度の解析
- (2) 流出波形、予備放流操作（選択行動要素、変数）、洪水調節ルール、調節操作等の手順化
- (3) 操作に伴う利水及び治水上の効用関数の作成
- (4) 統計的決定法にもとづくデシジョンツリーの組み立て及び計算の手順化
- (5) 適用試算の結果の検討
- (6) ダム操作の指針の検討

3. 統計的決定理論は数理計画手法の一つで、ここでは降雨量に関する予測情報を予測値と誤差分布の形（先験確率）で捕え、それに対応した幾つかの操作量を想定した場合に、それぞれの操作（選択行動）の結果期待される効用が最大となる（または損失が最小となる）ような操作量を最終的に選定するようにするもので、図4-2-3に示すデシジョンツリーにしたがって計算手順を組立てる。操作量としては、本調査では予備放流量と予備放流時間を当てる。

当ダムの操作では基本的に降雨の予測を必要とする。当ダムの洪水原因は台風に伴うものが主であるので、降雨量の予測法として、幾つかの方法の中から杉浦・普世の方法を用い、更にこれを適用して既往降雨の解析を行い、降雨のパターンを3要素（降雨開始までの時間、ピー

ク降雨強度、降雨継続時間)で表わしそれぞれの予測精度(先驗確率)を求めた。

次に降雨3要素の値をもとにダム地点の流出波形の推定法のモデルを求め、さらに操作ルールに従う予備放流及び調節操作の逐次追跡モデルを組立てた。この調査では予備放流量とその放流時間を行動選択変数としている。

操作の効果判定のための関数としては①予備放流に伴う利水側の直接損失を、補給効用または補給原価をもとにして見積り、水利用計画から発電、かんがい、上工水に対する平均値として水量1 m^3 あたり7円程度と想定した。②洪水調節操作により下流地域で受ける損失軽減額を直接利益額で捕え、治水経済調査の方式をもとにして放流量の関数として見積った。

4. 上記の計算モデルによって、予想降雨規模の種々の組合せに対して選ぶべき行動(予備放流操作量)を試算的に求め、またモデルの特徴について解析検討を行った。その結果について包括的に述べると、

(1) 今回用いた降雨量予測法の精度は、一般的には、現状でそのまま実用化を期待することは尙早のものであるといえる。従ってこの予想情報を用いて操作量の選択を行うとすれば、治水上からみてかなり安全側の操作を行うのが妥当という結果が得られるとみてよい。これは利水と治水における効用(損失)のウェイトの大きい差から当然想定されることである。

一方、操作開始時刻の判断に対しては現状の予測情報でもある程度利用価値はあるものと判断される。

(2) 今後、与えられる情報または予測手法による情報の適中度が、本モデルの場合の2倍程度になることが期待できれば、当ダムに対しては、予測値がより敏感に操作量に反映されるようになるものと推定されるので、本決定モデル及び予測情報の有効性がより明確な形で現われてくるものと推定される。

(3) 今回の検討範囲では、予備放流操作は、基本的な経験情報(台風の統計的資料等)を根拠として、現定操作を実施することがより賢明であり、予測情報を利用した適応操作については、予測手法の実用化の研究を重点的に進めることによって実現される見通しにあるものと信じられる。今回の調査は、ダム操作の適応化の見通しを明確にし、また今後の調査の方向付けが得られたことでも大きい意義があったものと考えられる。

1. 調査の目的

本調査は、大渡ダムの洪水調節操作方法について、予備放流操作方法を重点にして、台風等の降雨予測情報による流出の予測をもとにして、操作目標を定める方法について検討を行うものである。

2. 調査の概要

大渡ダムは高知県仁淀川に建設中の多目的ダムであり、ダム利用計画のうち洪水期における洪水調節操作は治水容量 $49,000 \times 10^3 \text{ m}^3$ によって行われ、このうち $10,000 \times 10^3 \text{ m}^3$ は予備放流によって確保される計画とされている。現在、単独ダムにおける洪水調節操作では、気象予測技術が十分なものでないため、いわゆる予測をもととした調節方法は原則としてとられていないが、一部、数時間の先行操作で効果の期待できる方法として予備放流操作が採用されている。大渡ダムも、この一つであるが、これには基本的に洪水流出についての予想判断を必要とする。これについて一般のダムでは、従来それぞれに工夫された操作要領をもとにして行われてきているが、なお、経験的判断に頼る部分がかなり大きいと言え、ダム操作の一つの問題点ともなっている。

本調査ではこの予備放流操作を適確に行う方法を主にして、洪水調節操作をより効果的に行う方法について検討を行うもので、調査方法の骨子としては、従来用いられている経験情報をもととした降雨・流況の予想方法を生かしながら、その情報を統計的決定法を用いて客観的な予備放流操作法の選択を行う方法に結びつけ、当該ダムに適用できる手順・手法について検討するものである。

調査は次の項目について行った。

- (1) 洪水時の予備放流操作量及び調節操作量決定手順の検討
- (2) 降雨量及び流況の予測方法の選定、モデル化、実績降雨・流況資料の収集と適用解析
- (3) 操作目標の設定
- (4) 解析手順のプログラム化
- (5) 適用計算及び結果の検討
- (6) 実施適用のための全体的検討

3. ダムの概要（大渡ダム概要書より）

大渡ダムは、一級河川仁淀川に建設が行われている多目的ダムで、ダムの計画概要は表3-1、表3-2、図3-1～図3-3に示すとおりである。

仁淀川は四国、石鎚山に源を発し、愛媛・高知両県にまたがって流れる四国有数の大河川で、流路延長123.6km、流域面積は1,562km²を有する。流域の大部分は山地であるが、下流部は高知県における主要な農耕地帯をなし、さらに県都高知市を流域に隣接して有しているため都市

表3-1 ダムおよび貯水池諸元

ダム諸元	目 的	洪水調節 河川の正常な機能維持のための流量 補給（既得用水、河川維持用水） 都市用水補給、発電
	河 川 名	一級河川仁淀川
	位 置	（右岸）高知県高岡郡仁淀村高瀬 （左岸）高知県吾川郡吾川村湊溜
	形 式	重力式コンクリートダム
	高 さ	約100m
	堤 体 積	約950,000m ³
	非越流部標高	EL 216.00m
貯水池諸元	集水面積	688.9 km ²
	総貯水容量	66,000,000 m ³
	有効貯水容量	52,000,000 m ³
	治水容量	49,000,000 m ³
	予備放流量	10,000,000 m ³
	サーチャージ容量	18,000,000 m ³
	（非洪水期容量＝サーチャージ容量による）	
	利水容量	34,000,000 m ³
	不特定かんがい等容量	10,000,000 m ³
	水道容量	3,000,000 m ³
	発電利用容量（洪水期）	13,000,000 m ³
	“ （非洪水期）	34,000,000 m ³
	堆砂容量	14,000,000 m ³
	計画流入量	6,000 m ³ /s
	計画放流量	3,800 m ³ /s

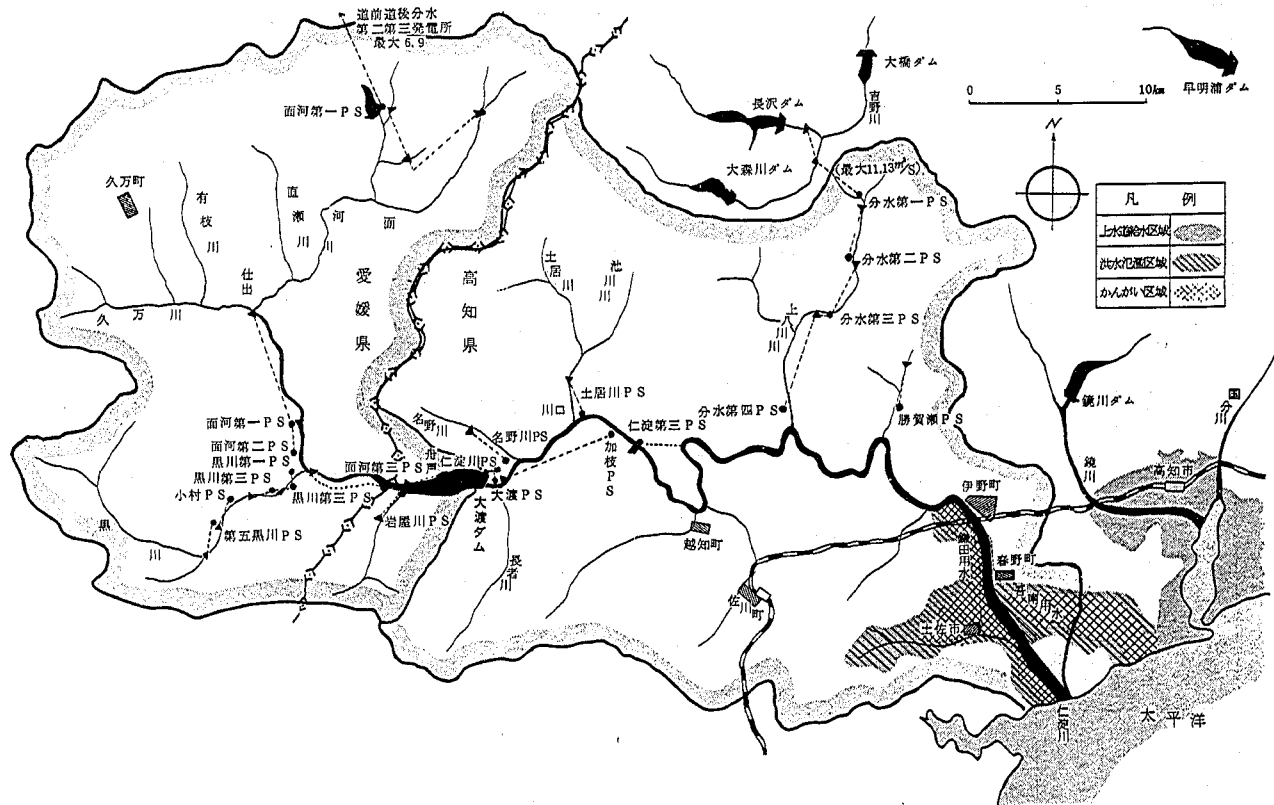


図 3-1 仁淀川総合開発計画概要図

表 3 - 2 ダム利用目的概要

洪水調節	地域	全面積	人口	氾濫防除面積
	越知町	109.79 km ²	11,391 人	4.1 km ²
	伊野町	99.86	21,153	5.7
	春野町	45.43	14,876	28.0
	土佐町	91.54	31,803	20.0
	計			57.8 km ²
河川の正常な機能維持	既得水利の確保			
	鎌田用水		6.8 m ³ /s	
	吾南用水		6.5 m ³ /s	
	河川維持用水の確保		10.3 m ³ /s	
	合 計		23.6 m ³ /s	
	期別確保流量			
	4月1日～ 4月30日		21.7 m ³ /s	
	5月1日～ 9月30日		23.6 "	
都市用水供給	10月1日～ 10月31日		21.7 "	
	11月1日～ 2月28日		19.3 "	
	3月1日～ 3月31日		19.8 "	
	高知市およびその周辺地域に対し、1日120,000 m ³ (1.4 m ³ /s) の供給を行う。			
発電計画	大渡発電所			
	最大使用流量		45 m ³ /s	
	最大出力		33,000 KW	
	年間発生電力量		約140,000 MWH	

用水の供給源としての重要性が高い。

一方、仁淀川流域は台風常襲地帯に位置し、さらに温帯多雨地帯でもあるため上、中流部の年間総雨量は3,500 mmを超え、そのほとんどは台風に起因するものである。従ってその特性から流況の豊渇差が大きく、その調整の必要性も、またその効果も大きいと言える。このような多面的な社会要請に応ずべく、大渡ダムは洪水調節を含む多目的ダムとして計画されたものである。

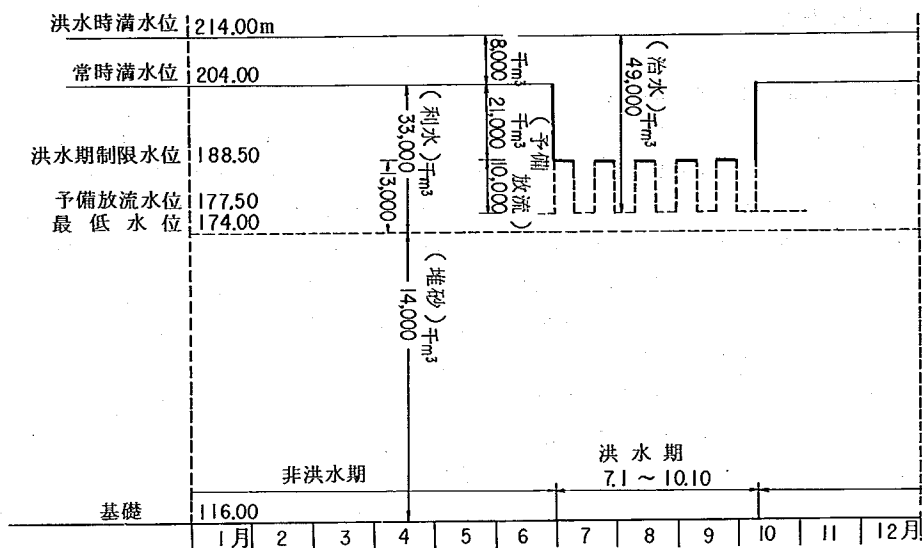


図 3-2 大渡ダム貯水池利用計画図

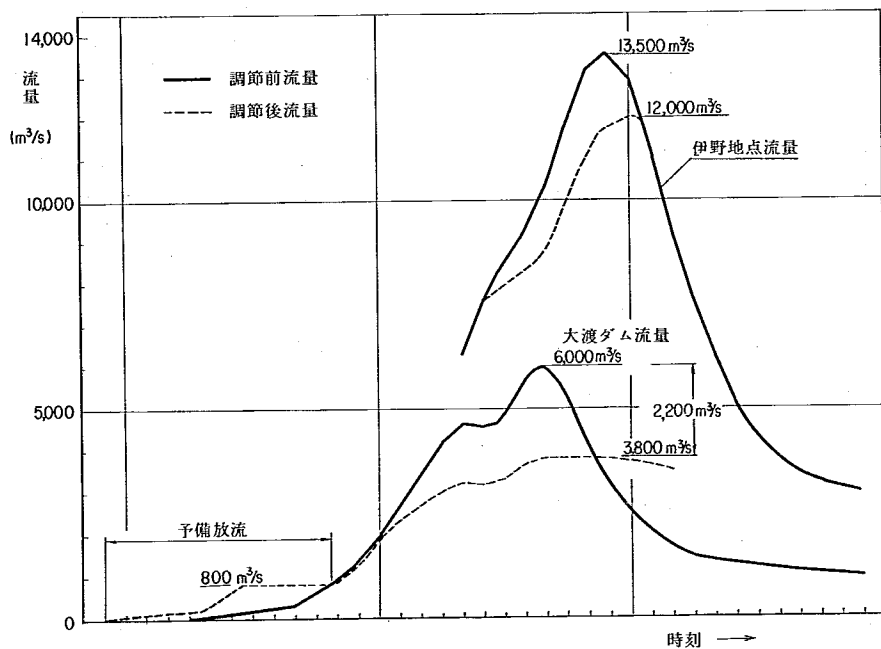


図 3-3 大渡ダム洪水調節計画図

4. 調査内容

4.1 洪水調節操作の方式と特徴

ダムでは、一般に不確定な水象現象を入力としてそれに対応した運用操作が行われるが、その操作量（ふつう出力である放流量がこれに相当する）はダムの貯留現象を介して後続する操作量に影響を与える。別の言いかたをすると、効果的なダムの運用操作を行うためには、不確定な現象を何らかの方法で予想して、予想された現象の変化過程を考慮した、全体として最も適切な操作量を求めてゆく必要がある。貯水池の計画段階では、現象を統計的に捕え、これに対して計画的な（あらかじめ想定された）操作方法を対応させるものと言える。一方、実際の管理段階では、物理現象として生ずる現象の予測に対応して、いわゆる適応操作が想定される。

現況では、周知のように降雨量予測情報の実用化はもう少し先の段階であろうと考えられており、降雨から流況への変換過程及び流況の伝播過程についてのみ予想手法の実用が可能とみられていて、ダムによる洪水調節操作の方式もこの事を前提として定められている。

ダムによる洪水調節操作方式を、予想の段階と操作の適応化の段階に対応させて便宜的に分類してみると、例えば表4-1-1のように示すことができる。表の中で、現在採用されている単独ダムの操作方式は(1)の一定ルール操作または(2)の予備放流を伴う一定ルール操作で、現状の予想手段の範囲で適用可能なものに限定されている。このうち(2)の方式は、固定した操作ルールを前提として、ある一定規模以上の出水が予想される場合に、あらかじめ定められた容量（計画容量）を洪水調節のために確保すべく、出水に先立って放流を行う、すなわち予備放流を伴った洪水調節操作である。この操作では、操作に先立って、予想される気象じよう乱から“洪水”発生の可能性の判定と予備放流操作時期の判断が要求される。

これに対し、表の中の(3)及び(4)の方式は、予想情報に数段階高い期待を掛け、予想に見合って操作目標を対応させる方式で、予測操作または適応操作といわれるものである。すなわち限られ

表4-1-1 洪水調節操作の段階的方式の例

方 式	容量確保方式	操作(放流)方式	予 測 判 定	備 考
一定ルール操作	(1) 一定 (制限水位確保)	一定ルール (流入量対応)	な し	制限水位・一定操作方式(現行)
部分適応操作	(2) 一定 (予備放流確保)	一定ルール (流入量対応)	洪水の有無、予備放流時期判定	定容量予備放流・一定操作方式(現行)
	(3) 必要量 (予備放流確保)	一定ルール (流入量対応)	洪水の規模、時期の予測	適用予備放流・一定操作方式
適 応 操 作	(4) 必要量 (予備放流確保)	適応操作 (基準点对応)	洪水の規模、時期、基準点流況の予測	適用操作方式

たダムの容量を使って、それぞれの洪水に対処して“最大の効果”を果たそうとするものである。これには基本的に流出の全体規模の予測が必要である。その意味では(3)と(4)の方式は基本的に同じで、(3)を(4)に含めて考えることもできる。

なお、上記の各方式のほか部分的な適応操作の部類に含まれるものとして、例えば流域貯留を考慮した予備放流方式¹⁾や下流基準点を基準とした放流操作方式²⁾が考えられるが、これらは計画上の不確実性を伴うため計画方式としては難点がある。なお、これらの方法は、例えば利水ダムにおける附加的調節操作や、洪水調節操作のプラスアルファ効果を期待する場合には有効な方法であろう。

以上に述べた洪水調節の各方式のうち(2)の予備放流方式は予測の第一段階の技術を取入れたものと言えよう。この場合の予測は、一般に気象予報の情報が頼りになり、気象じょう乱の種類とその規模によって操作の判定がなされ、操作開始の時期は気象じょう乱の影響の時期の判定として、予報情報またはかなり一般的な統計資料をもとにして判定されることで適用可能とされている(もちろん、方法の改善に対する要望はある)。以下に、現在ふつうとられている方法の2、3をあげてみる。

(1) 台風性降雨による出水に対しては、過去に対象ダム流域に雨をもたらした台風について、雨の発生時期と台風位置、進路、前線の有無等を統計資料としてあらかじめ調査・準備しておき、実管理に利用する。

(2) 一般の気象じょう乱に対しては気象予測情報や天気図をもとに降雨の発生を判断する。この場合もじょう乱の特徴をとらえて降雨との関係を統計整理しておくことが有効である。

気象じょう乱の判断を一般的に行う場合には、予報・警報に関する情報が基本となる。表4-1-2に例示するように、雨に関する注意報、警報は年間30～35回発令されているが、そのうちダム操作からみて量的に予警報がはゞ妥当であったものは80%で、この例ではその信頼性が大変よいと言える。しかし、これを表4-1-3、表4-1-4と同時にみて、予警報の発令時刻

表4-1-2 大雨注意報、警報の実績例 Tダム、昭和43～48年

(a) 全発令回数	(b) 発令後降雨5mm 以下の回数	(c) (b)と(d)の間の降 雨のあった回数	(d) 予報雨量がはゞ 適中した回数
198 (100%)	39 (20%)	92 (46%)	67 (34%)

表4-1-3 放流警報所要時間別ダム数

所要時間 (hr)	1 0.5	0.6 1	1.1 2	2.1 3	3.1 4	4.1 5	5.1 7	計
通 知	5	10	9	1			1	26
警 報	27	8	15	5	2	1	1	59

注) 警報は警報車またはサイレンによる所要時間のうち長い方

表 4-1-4 予備放流所要時間別ダム数

所要時間 (hr)	1	1.1 2	2.1 3	3.1 4	4.1 5	5.1 6	6.1 8	8.1 10	10.1 1	計
ダム数	0	5	4	10	10	2	4	3	2	40

の適切さまで考えるとダム操作の面から必ずしも十分でない。とくに発令時期の遅れは致命的である。これらのことから、自らの情報収集と判断が必須のものである。それに対して前に上げた諸統計資料や気象レーダーによる雨域パターンが利用性の高い情報になっている。なお、予備放流操作に対しては表 4-1-3、表 4-1-4 から想定されるように実際の出水に 10 時間程度先立っての判断が要求される。

以上が表 4-1-1 の(2)に示す操作方式における気象予測について述べたが、次に同表の(3)及び(4)に示すいわゆる適応化操作の場合について考えてみる。この場合には、前に触れたように全体的な流出規模の予想、換言すると降雨の量的予想が必要となる。最近、降雨の量的予測方法の研究が実用的な面で大変熱心に行われており、また防災等の利用面からの要求も非常に強まっていることから、近い将来、ダム操作への利用も可能となることが期待される。降雨の量的予測法として最近現実化され、または研究されている方法の幾つかを参考のため以下に示すこととする。^{3)~13)}

雨量予測法の例

- (1) レーダーエコーの外挿法(中・小規模じょう乱、数時間予報)
- (2) 杉浦・普世のモデル(台風性、中・小地域規模対象、1~24 時間までの時間単位雨量)
- (3) 保科のモデル(台風性、(2)の改良モデル)
- (4) 統計モデル
 - (重回帰式モデル、一般じょう乱、中地域規模対象、数時間 or 日単位)
 - (類似法モデル、一般じょう乱、中地域規模対象、数時間 or 日単位)
 - (台風性降雨モデル、中・小地域規模対象、時間単位)
- (5) ブラックボックス法(一般じょう乱、中地域規模対象、日単位)
- (6) 高層風現象による方法(一般じょう乱、中地域規模対象、数時間 or 日単位)
- (7) 6 層ファインメッシュ・プリミティブモデル(一般じょう乱、中地域規模対象、数時間 or 日単位)

これらの予測方法の特徴は、じょう乱の適用地域規模の大きさと適用じょう乱の種類によって分することができる。上記各項目中、中地域規模とはじょう乱のスケールが 100 ~ 数百 km の現象を対象としたもので、降雨も一般にはその範囲の平均的値として予測される。小地域規模とは 10 ~ 数十 km の現象を対象としたものである。わが国のダムの流域は面積が数十 ~ 2000 km² であるから、上記のうち小規模またはそれ以下のものが対象となり、中規模の現象スケールを対象

とした予測法は直接適用するには適当でない。

また、じょう乱の種類はその広がりに関連するが、中規模スケールの場合には通常の低気圧、前線、規模の大きい台風、季節風が対象となり、小規模スケールの場合には中規模スケールのじょう乱をもととした小スケールの現象のほか、規模の小さい台風、雷雨、地形性局地降雨なども対象となる。

これらの事から、ダム管理に対して直接利用が考えられる予測モデルは、現状では限られるが、応用的面から中規模スケールを対象とした予測成果を小規模スケールにブレイクダウンする方法も研究されつつあり、その成果が期待される。

上記予測法のうち、(1)のレーダーエコーによる外挿法は、雨量レーダーで捕捉された雨域エコーを、その移動変化や上層気象観測値、微地形効果等を考慮して外挿するもので、6時間程度までの予測は実用上十分の精度で行う事ができるとみられる。実用化と情報処理法についての研究も進められており、河川管理等への応用化が期待できる。

統計モデルに分類される予測方法は、ダム管理における現場的なものから気象予報業務での利用まで、実用目的で多くの方法が工夫され、利用されてきており、近年は計算機の利用によってかなり複雑な方法も考案されている。これには要素相関、パターン類似、重回帰などの方法が使われ、経験をふまえているため個々の地域への適用ができ、将来とも有用な方法と考えられるが、一般的に量的な対応があまりよくないようである。将来は物理モデルと相互補足的に利用されれば有効であろうと考える。

(2)、(3)の台風性降雨に適用できるモデルは本調査で採用したもので、その内容については後節で述べる。

次に、予想情報を用いてダム操作目標を決定する方法について少し述べることにする。

これには近年の情報理論の適用が考えられ、ダム管理（洪水調節操作）への応用についてもいくつかの研究がなされている。洪水調節操作では、急激な現象変化に应付するために情報の収集、処理及び判断を即時に行う必要があること、予測情報を用いる場合にはその精度に対する考慮が必要であることが特色と言え、さらに当然ながら確実な操作が要求される。これらの条件のもとに、適応操作方式においてダム操作目標を求める手法としては次のような例があげられる。

(1) 予想精度を考慮し、安全側の規模を想定して操作を行う。

(2) 統計的決定法の応用¹⁴⁾

(3) 動的計画法（D.P）* の応用¹⁵⁾

これらのうち(1)は単純な考え方であるが、適応操作の基本的なものであるとも言え、判断要素が単純な場合には即決も可能であり推奨したい方法である。(2)、(3)は操作の效果に種々の要素が関連している場合に、それを総合的に判断する手順として有効な方法であり、本調査では実際の面も考慮し手順が比較的容易な(2)の方法を応用することにしたものである。

* D.P.（ダイナミック・プログラミング）法は、制御システムの多段階決定法である。この方法によれば、流入量を既知したとき、貯水池の連続条件を制約条件として、評価関数の値を最大（あるいは最小）とするような放流量列を決定できる。ただし、解法上、各変数は離散化して取扱う。

再度述べると、降雨あるいは流況に関する予想情報は、その多少にかかわらず不確定性をともなうものである。

統計的決定法とはこのような不確定情報をもととして行動決定放流量の決定を行う場合、情報のもつ信頼度（現象の発生する確率ともいえる）を考慮して行動の種類（放流量）を選択する方法の一つで、情報の信頼性が比較的低い場合に客観的な行動選択を行うのに有効な方法と言え、従来比較的信頼度の高い情報を得ることを想定して行っていると言える予測行動の適用範囲を広げ、また客観的な判断を行い得る点が特徴である。ただし、このような方法では予測情報のもつ信頼度（的中度）を量的に評価する必要があること、行動選択のために選択の基準（効用関数）を量的に設定する必要があることが条件で、このうち後者は、モデルの組立てかたとともにモデルの実用性を左右する重要な要素になると言える。

以上、洪水調節操作の方式とそれに関連する条件や解法について概説してきたが、本調査においては、この中で、表4-1-1の(3)の方式、すなわち適応予備放流方式とも言える方法について、現状の技術レベルあるいは将来の可能性を考慮した上での適用の可能性と適用方法を検討することとした。これは、大渡ダムの計画において予備放流方式が採用されているので、その基本として降雨予測方法を求めること、将来の適応操作の可能性を探る一つの段階として検討を行うことを調査の目標としたからである。またこの検討は、万一の計画を上まわる出水の可能性の予想と、その場合のダム操作目標の検討に役立てることも考えられよう。

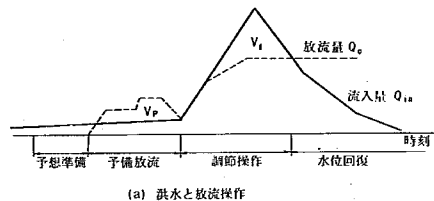
4.2 統計的決定法による予備放流操作量決定の手順

本調査では、降雨に関する気象情報を用いたダム操作法の一つとして、統計的決定法を応用して操作目標（この場合には予備放流操作量）を選定する方法、手順について検討を試みるものである。

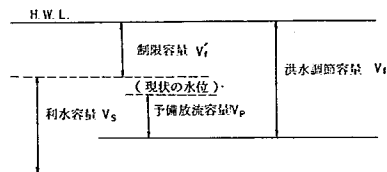
大渡ダムの降雨出水は、主に台風に起因するものであるので、本調査ではこれに対応する手法について検討することとする。

予備放流操作モデルと決定過程の要旨は以下のとおりである。

予備放流操作をともなう洪水調節はモデル的に図4-2-1に示すことができる。予備放流操作の原則的な考え方は、出水が予想される場合、その予想規模に見合っ



(a) 洪水と放流操作



(b) 貯水池の容量利用配分

図4-2-1 多目的ダムの洪水調節操作および容量利用概念図

実は予想判断の当りはずれが当然想定されるため、現状は確実な治水効果を果たすことを優先とし、利水上の損失が多少生じて止むをえないとの考え方に立って操作がなされている。これは、一般にその影響効果から考えて当然のことではあるが、それにしても操作の可否の判定、操作量（予備放流総量）の目安の判断、操作開始時刻の判定はダム管理者の重要な業務であることには変りがない。

これに対して操作量の判断の目安としてここでは次の2つの方法が考えられる。

(1) 降雨および流出の量的予想規模とその的中精度を与えたものに対し、ある定めた信頼度水準によって選定した規模を対象にして操作量を求める。

(2) 効用の期待値を最大とする操作量を選択する。

本調査では、(2)の方法を用い予備放流操作の原則的考え方によって治水・利水効用の和の期待値を最大にする（あるいは期待される損失を最小にする）操作法の選択を行う、として検討を進める。

治水と利水という2つの効果をねらう多目的ダムにおいては、治水上の運用と利水上の運用は本来トレード・オフの関係をもっているため、計画上でも管理上でも貯水池の運用は両者の利害を考慮して行われるのが望ましい姿である。管理上では、予備放流操作がその代表的例である。このような見方を想定した場合に、予備放流操作の目標を定める手順として図4-2-2のように例示することができる。

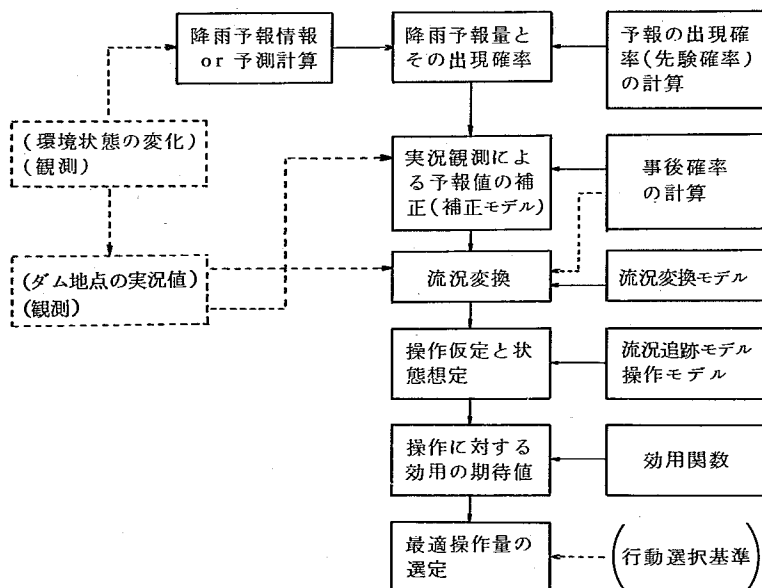


図4-2-2 予備放流操作量決定のブロック図

ある出水の予想（一般に降雨をもととした予想）に基づいて予備放流操作を行ったとき、期待される損失は、その操作を行ったあとにある降雨・流出状況が出現する確率と、そのとき生ずる治水・利水上の効用（損失）から推定される。以上の問題を次のような簡単化した要素に分解してデシジョンツリーを組立てる（図4-2-3参照）。

図中の記号は、以下の通りである。

action (行動)	$\begin{cases} a_{1i} & \text{予備放流量 (} q_p \text{)} \\ a_{2i} & \text{予備放流時間 (} T_p \text{)} \end{cases}$
experiment (実験)	$\begin{cases} e_0 & \text{現時点で予備放流を決定する} \\ e_1 & \text{次の雨量予報入手まで決定をまつ} \end{cases}$
result of experiment	$\begin{cases} z_0 & \text{ダミー} \\ \text{(実験の結果)} & \begin{cases} z_{1\beta} & \text{降雨予測値} \cdots \cdots \text{降雨開始時刻 (} T_B \text{)} \\ z_{2\beta} & \text{"} \cdots \cdots \text{降雨継続時間 (} T_C \text{)} \\ z_{3\beta} & \text{"} \cdots \cdots \text{最大降雨強度 (} R_P \text{)} \end{cases} \end{cases}$
state of nature	$\begin{cases} \theta_{1j} & \text{降雨実現値} \cdots \cdots \text{実際の降雨開始時刻 (} T_{Bj} \text{)} \\ \text{(出現状態)} & \begin{cases} \theta_{2j} & \text{"} \cdots \cdots \text{実際の降雨継続時間 (} T_{Cj} \text{)} \\ \theta_{3j} & \text{"} \cdots \cdots \text{実際の最大降雨強度 (} R_{Pj} \text{)} \end{cases} \end{cases}$
utility (効用)	$u = u(e, z, a, \theta) = (\text{治水上の効用}) + (\text{利水上の効用})$

この決定過程では、降雨～流況変換過程の推定誤差は降雨予測誤差と一緒に含めたこと、予備放流後の洪水調節操作は一定ルールによって行うこととして図4-2-3では表現を省略してある。また上記の項目の記号の中で添字 i, j および β は各連続的変量を離散量として取扱った場合のケース数である。

図4-2-3のデシジョンツリーにおいて、期待される効用の推定は統計的決定理論から次のように行うことができる。

(1) 現在の予測値によって操作する場合 (e_0)

現在の予想降雨値 $z_{1\beta}, z_{2\beta}, z_{3\beta} = z_{a\beta} = z_0$ に対して実際の現象 $\theta_{1j}, \theta_{2j}, \theta_{3j} = \theta_{\ell j}$ が起る確率を $p(\theta_{\ell j}/z_{a\beta}, e_0) = p(\theta_{\ell j})$ と表わすと、ある一組の操作方式 a_{1i}, a_{2i} を選んだのち最終的に一つの過程 ($e_0, z_0, a_{1i}, a_{2i}, \theta_{1j}, \theta_{2j}, \theta_{3j}$) に対して得られる効用が u であるから、一組の操作方式 a_{1i}, a_{2i} を選んだときに得られる全体的期待効用 U は、

$$U(a_{1i}, a_{2i}) = \sum_{\ell=1}^n \sum_{j=1}^m p(\theta_{\ell j}) \cdot u(e_0, z_0, a_{1i}, a_{2i}, \theta_{\ell j}) \cdots \cdots (1)$$

で表わせる。そして最適な操作方式は U の最大値をもつ a_{1i}, a_{2i} の組合せとして選ぶことができる。すなわち、

$$U^*(a_1, a_2) = \max_i \{ U(a_{1i}, a_{2i}) \} \cdots \cdots (2)$$

(2) 次の情報まで待つ場合 (e_1)

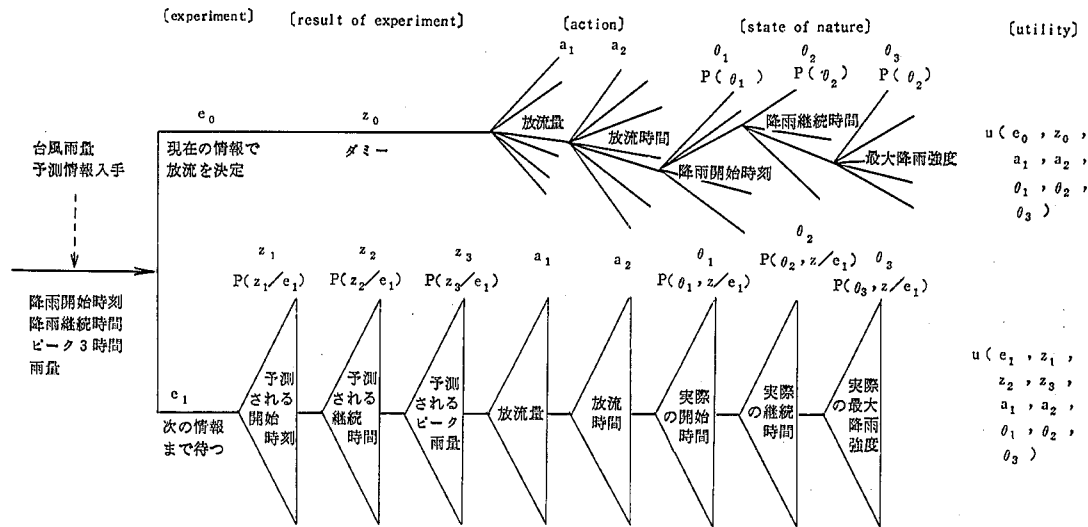


図 4-2-3 予備放流操作量選定のデシジョン・ツリー

現在操作を行わずに次の予想降雨（流出）が求められるまで操作を待った場合（ e_1 ）、その結果として新しい予想値が $z_{1\beta}$ 、 $z_{2\beta}$ 、 $z_{3\beta}$ になる確率を $p(z_{\alpha\beta}/e_1)$ とし、この予想に対して実際の降雨状態が θ_{1j} 、 θ_{2j} 、 θ_{3j} となる確率、すなわち新しい予想的中率を $p(\theta_{\ell j}/z_{\alpha\beta}, e_1)$ とすると、新しい予想値が $z_{\alpha\beta}$ でしかも実際に生ずる状態が $\theta_{\ell j}$ となる確率は

$$p(\theta_{\ell j}, z_{\alpha\beta}/e_1) = p(z_{\alpha\beta}/e_1) \times p(\theta_{\ell j}/z_{\alpha\beta}, e_1) \quad \dots\dots\dots (3)$$

として計算される。

したがって、次の予想情報の得られるまで待った（のち行動をとる）場合の期待効用は(1)、(2)式と同様の方法で求められる。すなわち、

$$\begin{aligned} U^*(a_1', a_2') &= \max_i \{ U_i(a_{1i}, a_{2i}) \} \\ &= \max_i \left[\sum_{\alpha=1}^n \sum_{\beta=1}^m p(z_{\alpha\beta}/e_1) \sum_{\ell=1}^n \sum_{j=1}^m \{ p(\theta_{\ell j}/z_{\alpha\beta}, e_1) \cdot u(e_1, z_{\alpha\beta}, a_{1i}, a_{2i}, \theta_{\ell j}) \} \right] \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (4)$$

なお(1)式および(3)式の中の $p(\theta_{\ell j})$ 、 $p(z_{\alpha\beta}/e_1)$ 、 $p(\theta_{\ell j}/z_{\alpha\beta}, e_1)$ は過去の気象水文資料をもとに、用いられる予想方式に対するものをあらかじめ求めておくものである。

以上から、現在操作を行うのがよいか、次の段階まで待機するのがよいかは(2)式の値と(4)式の値を対比することによって判定され、操作を行う場合の方式は(2)式に対応する操作量 a_1 、 a_2 が選定されればよいと判定される。

4.3 台風に伴う降雨の予想方法及び予想精度

前節で予備放流操作量決定の手順について述べたが、ここではその基礎となる降雨予測精度について調査検討した。

4.3.1 降雨予測モデル

予備放流操作を行う場合には、ダム地点及び下流の流出予測を、実現象に数時間先行して行う必要がある（大渡ダムでは6時間以上）、より効果的な操作を行うためにはさらに出水前に洪水の全体規模を予想する必要がある。集水面積の比較的小さいわが国のダムでは流出時間がきわめて短いため、結局降雨の予想が必要となる。

しかし、従来は気象予報については量的に扱えるほどの実用性はなく、個々に考案された手法が試みられている程度である。^{3)~13)}したがって操作方法は、洪水調節側からみてかなり安全側を見込んだ判断によって行われている。

本調査では、将来の発展へのアプローチの意味をも含めて一つの数値計算法（杉浦・普世の台風性降雨予測モデル）を用いることとする。

この降雨量測定計算法は、比較的预期が立てやすいといわれている台風を対象にしたものであり、現在気象の現業において予報手段として利用もされていること、入力情報が台風の位置等の諸元で一般に得られやすいものであること、モデルの組立て、およびプログラム化もあまり複雑でないことや量的な取扱いをするのにも好都合であり、本調査には格好なモデルの一つ

である。

なお、この方法による雨量予想の精度は全般的にはあまり期待できるものでないといえるが、改良できる可能性も考えられるので、将来現地での利用も期待できると考えられる。

以下、モデルの内容⁴⁾およびその適用計算について概要を述べる。

この台風性降雨予測計算法の入力情報は、向う n 時間（ふつう 24 時間）までの 3 時間毎の中心位置（緯度、経度）、中心付近の最大風速（ m/s ）、暴風（30 knot 以上の風が吹いている）半径（ km ）の予測値である。

この時、時刻 I 、地域 J における台風による 1 時間降雨量は次式で求める。

$$TR(I, J) = RAIN(I, J) + VR(I, J) \dots\dots\dots (5)$$

$TR(I, J)$: 台風による 1 時間降雨量 [mm/hr]

$RAIN(I, J)$: 1 時間地形性降雨量 [mm/hr]

$VR(I, J)$: 1 時間うず性降雨量 [mm/hr]

である。

右辺の第 1 項及び第 2 項を説明する。

(i) 地形性降雨量^{*}

第 1 項の地形性降雨量の計算式は次のとおりである。

$$RAIN(I, J) = V(I, J) \times C(K, J) \times 0.33 \times 0.08 \dots\dots\dots (6)$$

$V(I, J)$: 風速 [m/sec]

$C(K, J)$: 地区平均の上昇速度 w [$10mb/hr$] = 地形因子

I, J, K はそれぞれの時刻、地区、風向（16 方位）を示すパラメーターである。0.33 は、従来 3 時間雨量として求めていたものを 1 時間雨量としたための係数、0.08 はダンピング係数の 0.2 と露点温度 25℃に対する凝結率を含めた定数である。

地表（925mb を仮定）の上昇速度を w とすれば地衡風の仮定から^{**}

$$w = \frac{g m^2}{4 \ell d^2} (\Delta H_y \cdot \Delta P_x - \Delta H_x \cdot \Delta P_y) \dots\dots\dots (7)$$

ℓ : コリオリ係数

m : 地図の投影法から定まる縮尺率

d : 格子間隔 [km]

$\Delta H_x, \Delta H_y$: 格子間の地形の高度差（中央差分）[m]

$\Delta P_x, \Delta P_y$: 格子間の気圧差（中央差分）[mb]

緯度 1° (111 km) について 2 mb の気圧こう配のある地衡風の強さの単位をしとし（風

* 湿った気流が山脈や山地に吹きつけ、その斜面にそって上昇するために降る雨

** 気圧傾度による力と偏向力が釣合って、等圧線に沿って吹くと考えられる仮想の風。地衡風は風の加速度や摩擦力がないものとして考えた風であるから、実際の風には必ずしも当てはまらないが、1 km 以上の高度の、しかも大規模な気流の状態については地衡風が吹いていると考えてよい。

速 20 m/sec に相当)、気圧こう配の方向を北から時計廻りに計った角度を φ とすれば

$$w = L \cdot \frac{g m^2}{2 \ell d} (\Delta H_x \cdot \sin \varphi + \Delta H_y \cos \varphi) \times \frac{2(\text{mb})}{111(\text{km})} \quad (8)$$

となる。C (I, J) の値は表 4-3-1 に示したが、これは四国地方に 10 km の格子をかけ、各格子点において w を風向別に計算したものを、四国地方 13 地区 (分割方法は後で述べる) のそれぞれの内部で平均した値である。

風速 V (I, J) の計算式はつぎの通りである。

$$V (I, J) = ST(I) - (ST(I) - 10) \times \frac{R(I, J)}{SZ} \quad (9)$$

ST(I) : 最大風速 [m/sec]

R (I, J) : 台風中心からその地区の中心までの距離 [km]

SZ : 30 knot ($\approx 15 \text{ m/sec}$) 以上の暴風半径 [km]

I, J はそれぞれ時刻、地区を示すパラメーターである。

台風のまわりの風速分布は、中心点で最大風速を、中心から暴風半径の距離だけ離れた地点で 10 m/sec を設定し、この 2 点の風速から他の風速を補間法により求めることとした。

(ii) うず性降雨量*

表 4-3-1 地形因子

地域 風向	1 (17)	2 (12)	3 (19)	4 (16)	5 (10)	6 (12)	7 (15)	8 (16)	9 (13)	10 (13)	11 (19)	12 (20)	13 (16)
E	00.7	05.7	08.2	08.1	04.1	11.7	02.5	07.2	06.0	06.3	03.1	00.9	00.2
ESE	00.3	02.8	05.4	03.4	06.0	14.9	04.8	11.1	07.3	08.9	04.7	00.9	00.5
S E	00.2	01.1	04.5	02.8	08.2	16.4	07.6	17.3	09.4	11.0	06.2	00.7	01.2
SSE	00.1	00.0	02.3	03.0	09.6	14.9	10.3	14.9	09.5	11.5	07.0	00.4	02.5
S	00.0	00.0	00.6	03.7	10.0	11.7	12.5	13.7	07.4	11.4	07.2	00.2	04.3
SSW	00.1	00.0	00.7	03.9	10.4	07.6	12.9	11.2	06.8	09.8	06.7	02.0	06.0
S W	00.6	00.0	00.7	04.8	10.1	05.1	11.4	08.3	06.7	07.6	06.2	05.5	08.0
WSW	01.3	02.7	00.3	04.4	08.3	03.1	08.7	04.9	06.7	05.5	04.1	08.6	08.9
W	03.0	08.0	00.2	04.9	07.8	03.1	05.4	03.0	06.8	04.0	02.7	11.1	08.6
WNW	03.2	14.8	00.4	04.9	08.9	02.9	02.9	00.4	06.6	02.5	01.8	12.7	07.2
N W	07.0	20.8	01.7	08.5	06.9	02.7	00.9	00.0	05.7	01.2	01.0	12.5	05.3
NNW	07.8	23.9	03.2	12.0	08.6	01.9	06.0	00.0	04.3	00.5	00.5	10.0	03.3
N	07.5	24.7	05.9	14.8	07.4	01.3	00.0	00.0	05.4	00.0	00.4	06.9	01.6
NNE	06.0	21.7	07.5	15.4	06.6	01.2	00.1	01.0	04.6	00.1	00.6	04.3	00.5
N E	03.3	15.7	08.5	13.6	05.6	01.3	00.4	02.8	04.7	01.0	00.7	01.7	00.2
ENE	01.9	09.6	09.3	13.3	03.9	07.1	01.3	05.2	05.1	03.3	01.8	01.5	00.2

() は 10 km 格子数

* 台風域内では、大気下層に正のうず度 (低気圧性) と負のうず度 (高気圧性) の区域が、かなり細かく分布しており、正のうず度域では上昇流、負のうず度域では下降流があり、これらで台風域内のリング状の雨が説明できるとし、これをうず性降雨と呼んでいる。

$$VR(I, J) = 0.8 \times ST(I) \times \exp \left\{ -\frac{50}{ST(I)} \times \left(\frac{R(I, J)}{100} \right)^2 \right\} \dots\dots\dots (10)$$

ST(I) : 台風中心付近の最大風速〔m/sec〕

R(I, J) : 台風中心からその地区の中心までの距離〔km〕

I, J はそれぞれ時刻、区域を示すパラメーター

うず性降雨の最大雨量は最大風速に比例すると考えられ、0.8はその比例定数として経験的に得られた値である。

台風性降雨予測計算を行うにあたり、本調査の対象地域を含め四国全域を対象として、流域境界、地勢の類似性をもとに13の地区に分割した(表4-3-2、表4-3-3、図4-3-1参照)。

大渡ダム流域は図4-3-1で、㍿9地区に含まれている。㍿9地区は、台風性降雨予測計算の便宜上、仁淀川伊野地点上流域とは区域界がいくらか異っている。しかし㍿9地区と伊野上流域の面積平均雨量相関は、図4-3-2に例示した様に、かなり高いものと思われる、さらにこれを大渡ダム上流域として取扱ってもさしつかえないものと考えられる。

以上説明した台風性降雨予測モデルによって、1960～1970年の11年間に四国に

表4-3-2 降雨量予測計算区域割(四国)

区域	位 置	対象面積
1	香川県	1,620 km ²
2	愛媛県北東部	1,050
3	徳島県東部	1,500
4	吉野川中流域	1,330
5	吉野川上流域	1,330
6	徳島県南部	1,240
7	高知県東部	1,420
8	高知県中央部	1,320
9	高知県北西部(仁淀川上流域)	1,190
10	高知県南西部	1,100
11	高知県南部	1,840
12	愛媛県中央部	1,900
13	愛媛県南部	1,170
		18,010 km ²

表4-3-3 13地区の中心の緯度経度

地点	北 緯	東 経
1	34.20°	33.98°
2	33.90	33.19
3	34.02	34.43
4	33.95	33.97
5	33.79	33.54
6	33.74	34.33
7	33.59	34.03
8	33.53	33.47
9	33.61	33.09
10	33.28	33.01
11	32.99	32.82
12	33.67	32.75
13	33.29	32.54



図 4-3-1 地域分割図

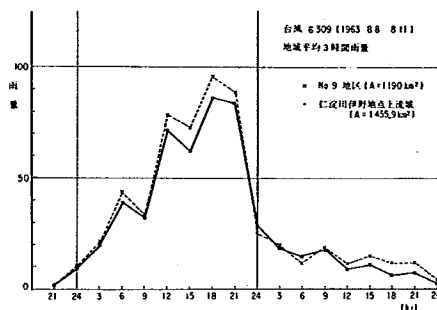


図 4-3-2 地域平均雨量の対比例

として、台風の移動にうず度の変化及び変圧風の効果（台風の右半円の風速が大きい効果）を加え杉浦・普世モデルでは台風通過後の雨量が多く出すぎる欠点を改良した保科モデル⁵⁾との対比解析を行ったのでその結果を参考資料として附表-3、附図-3～6に載せた。

4.3.2 降雨の予測精度

利用方法から、予想降雨はパターンとして把握する必要があるため、まず時間雨量パターンを次の6要素に分解して表わし、それぞれの要素について予測値～実測値の対比解析調査を行った。

- (1) 降雨開始時刻（計算時点から降雨開始までの時間）(T_B)
- (2) 降雨終了時刻（計算時点から降雨終了までの時間）(T_E)
- (3) 降雨ピーク時刻（計算時点からピーク降雨発生までの時間）(T_P)
- (4) 降雨継続時間 (T_C)
- (5) 最大24時間雨量 (R_{24})
- (6) ピーク3時間雨量 (R_P)

ここで降雨開始・終了時刻は予想値、実測値ともに5mm/3hrs以上の雨が連続する時間の開始時刻・終了時刻をとり、継続時間はその間の時間として扱うこととした。

調査は、台風の「予想コース」に基づく降雨計算（3時間毎に発表される24時間先までの台風の予想位置を入力とする）と「実況コース」に基づく降雨計算（実際に記録された台風の進路を入力とするから、降雨計算結果には台風の進路予測による誤差は含まれない）の両方について行った。

実況コースの調査は13地区全部について行ったが、予想コースについては繁雑さを軽減することと調査地区の資料の増加を目的として同一河川流域の2地区を合併して下記の3つの中地区を選定した。

- ① 吉野川下流域 3地区+6地区

上陸あるいは接近（四国の外縁より400km以内）した17個の台風に、1975年の仁淀川流域に多大な被害をあたえた台風5号・6号を加え、合計19個の台風に対して適用計算を行い実績記録との対比解析を行った。解析資料については、附表-1、附表-2及び附図-1、附図-2を参照されたい（ただし、4.3.2の「降雨の予測精度」においては、1975年の5号、6号は、解析資料として含まれていない）。

なお、本調査に用いた台風性降雨予測モデルの杉浦・普世モデルと、その改良モデル

② 吉野川上流域 4地区+5地区

③ 大渡ダム地区 9地区+10地区

その他の地区に対しては、実況コースについて求めた各降雨要素の予測適中度数分布を参考にして、その相似性の高い地区をまとめることとした。

以下、調査結果の概要について述べる。

降雨の予測適中度は一般に、予測開始時期が早い程よくないことが想定されるから、降雨開始時刻 T_B 、降雨終了時刻 T_E はその予測値をパラメーターとし、その他の降雨要素については降雨ピーク時刻 T_P の予測値をパラメーターとし、それぞれの階級毎に各要素の誤差 (= 実測 - 予測) の度数分布をまとめた。ここで、予想誤差の度数分布図のまとめ方は、それぞれの降雨要素について予測値を基準にして、実況が予想に対してどれだけはずれるかという見方をしていることに注意されたい。各降雨要素 (T_B , T_E , T_P , T_C , R_{24} , R_P) の度数分布図例を図 4-3-3、図 4-3-4 に示す。

なお、図 4-3-4 の予想コースの場合では、24 時間先までの降雨予測計算しか行っていないので降雨継続時間 (T_C) の予想誤差度数分布はない。

各降雨要素の予測誤差の度数分布より標準偏差を計算した結果が附表-4、5である。図 4-3-5 は附表-5 より予想コースにおける降雨要素ごとの標準偏差を図示したものである。以上の結果より、6つの地区について台風別に各降雨要素の予測値の適否を検定したものが表 4-3-4 (a)、表 4-3-4 (b) である。表中の○印は実測値と予測値との差が時間では ± 3 時間以内、雨量の誤差率では 10% 以内であって予測値が適当であるもの。▲印は(-)、△印は(+)の予測誤差が標準偏差より大きく不適当と考えるものである。空欄は適・不適の間である。

表 4-3-4 (a) をみると、適・不適が台風毎にかなり目立った特徴を示している。

㉞ 1、8、15、17 の台風 (台風番号と台風の照合は附表-1 を参照されたい) は、各降雨要素とも概ね適当であるが、㉞ 2、11、14 の台風は不適当が目立つ。降雨要素ごとに見てみると降雨開始時刻では中間が多い。降雨終了時刻と降雨ピーク時刻では○印が多く、降雨継続時間および最大 24 時間雨量とピーク 3 時間雨量の誤差率は△印が非常に多い。

表 4-3-4 (b) の予想コースの場合についても、表 4-3-4 (a) の実況コースの傾向と同様なことがいえる。実況コースで適当のものは予想コースでも適当であるし、また逆に実況コースで不適当のものは予想コースでも不適当である。

㉞ 15 の台風は、実況・予想コース共に予測値がよくあい、㉞ 2、11、14 の台風は実況・予想コース共に悪い。

4.4 流出解析

4.4.1 降雨パターンの設定

前節で予測値～実測値の対比解析を行ったが、これらの降雨要素のうち、降雨開始時刻、ピーク 3 時間雨量、降雨継続時間を選定し、本モデルの降雨パターンとした。

選定にあたっては、演算時間の短縮を期し、必要最小限の降雨要素を選定した。降雨開始時

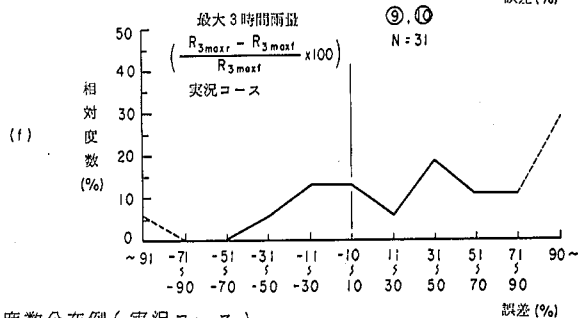
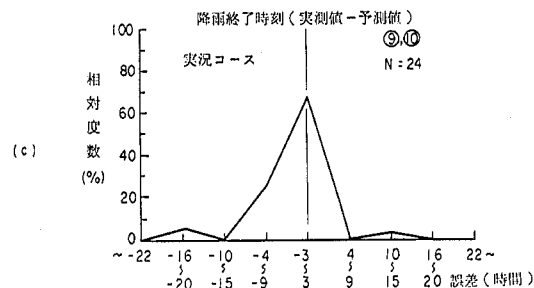
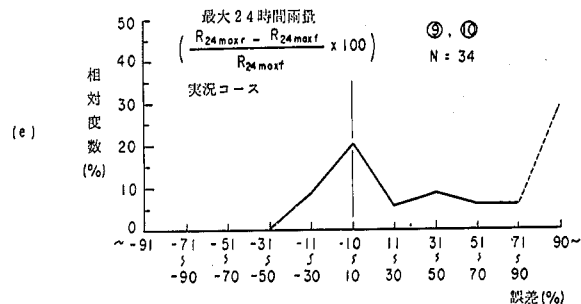
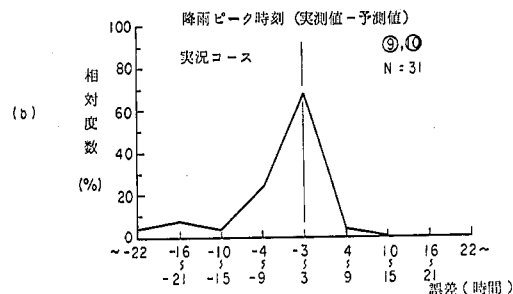
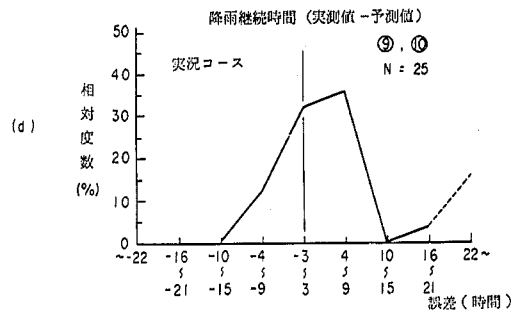
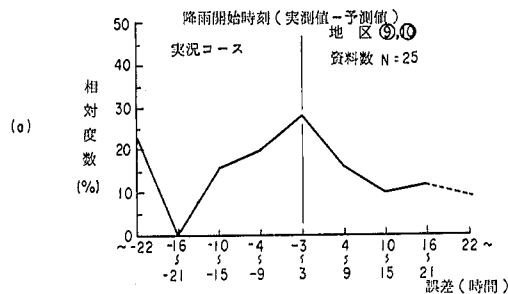


図 4-3-3 降雨予想誤差の度数分布列 (実況コース)

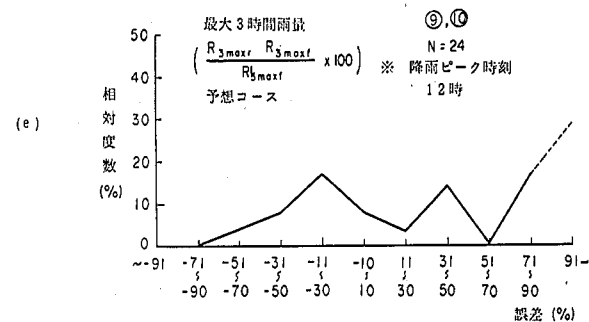
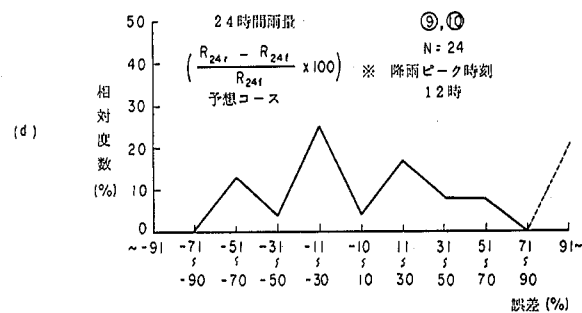
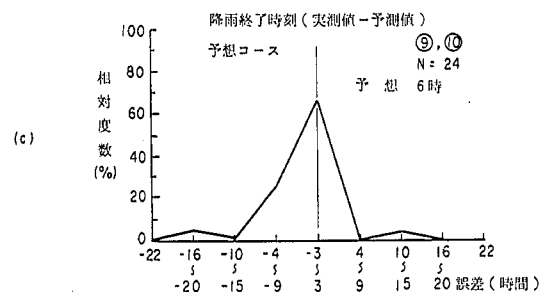
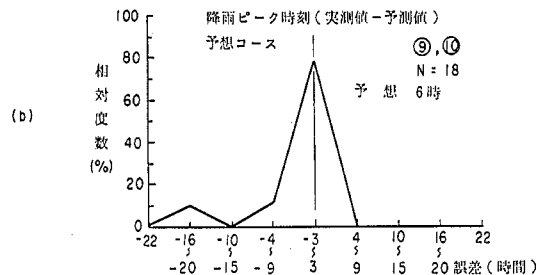
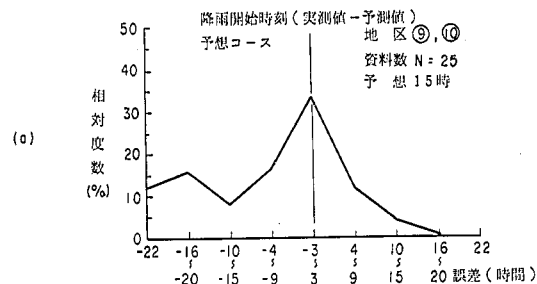


図 4-3-4 降雨予想誤差の度数分布例(予想コース)

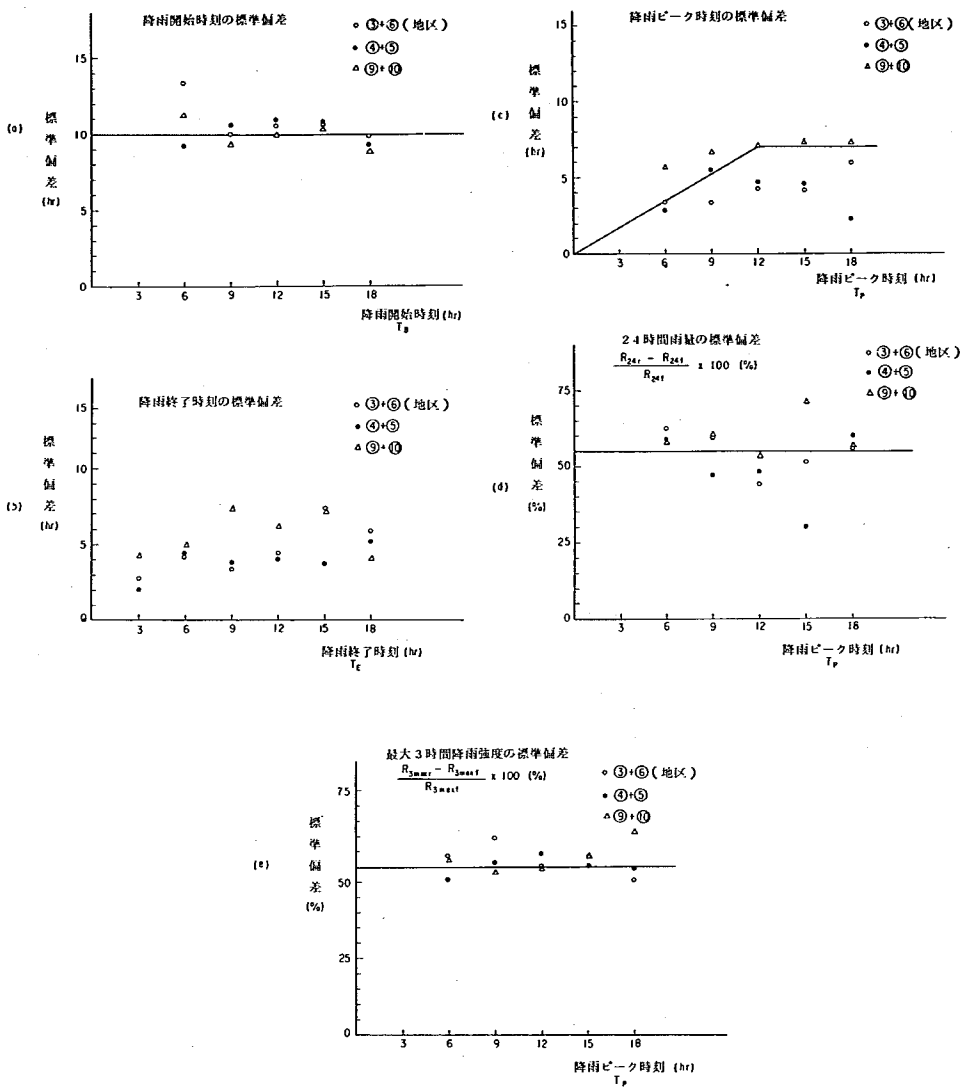


図 4-3-5 各降雨要素の予測誤差標準偏差 (予想コース)

表 4-3-4 (a) 予測値の適否検定表 実況コース

項 目	地 区	台風 標準偏差	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	○ 計	△ 計	▲ 計	中 間 計	合 計
降雨開始時刻	3	13.79		▲				-		-	-	▲	▲		△	▲				0	1	4	9	14
	6	10.14	○	▲			○			○	-		▲		△	▲	○			4	1	3	8	16
	4	12.80	○	▲		-	○			-	-		▲	▲	△	▲	○			3	1	4	6	14
	5	10.38		▲	-	-	○	-		▲	-		▲			▲		▲		1	0	5	7	13
	9	12.33		▲	-	-		-		○	-		▲		△	▲	○	▲		2	1	4	6	13
	10	9.65	○	▲	-	-	○	-	○	○	-	▲	▲	▲		▲		○		5	0	5	3	13
降雨終了時刻	3	6.53	○	○		○	△	○	○	-	-	○	○			○	○	○		10	1	0	4	15
	6	5.77	○	○	○	-	▲	○	○	○	-	○	○	○	△	○	○	○		12	1	1	1	15
	4	7.02	○	○	○	-	△	○		-	-		○	○				○	○	10	1	0	3	14
	5	4.64	▲	○	-	-	▲	-	○	○	-	○	▲	○	△	▲	○	○		8	1	4	0	13
	9	6.02	○	▲	-	-	○	-	○	○	-	○	▲	○	△	▲	○	▲	○	8	1	4	0	13
	10	5.01	○	○	-	-	○	-	○	○	-	○	○	△	○	○	○	○		11	1	0	1	13
降雨ピーク時刻	3	4.20	○	○	▲	○	△	▲	○	○	-	○	▲	○	○	○	○	○	○	11	1	4	0	16
	6	5.83	○	○	△	▲	△	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	▲	○	12	2	2	0	16
	4	1.95	○	○	○	○	▲	○	○	○	-	○	▲	○	○	○	○	○	○	14	0	2	0	16
	5	3.97	○	○	▲	○	△	○	○	○	-	○	▲	▲	○	○	○	○	○	12	1	3	0	16
	9	7.22	○	▲	○	▲	○	▲	○	○	-	○			○	○	○	▲	○	10	0	4	2	16
	10	5.15	○	○	▲	-	○	▲	○	○	-	○	▲	○	○	○	○	○	○	11	1	3	0	15
降雨継続時間	3	10.98	△	○	▲	○		-		-	-	△	△	△		△	○	△	○	4	6	1	3	14
	6	6.79	○	○	○	-	△		△	○	-		△	△	△	△	○		○	6	6	0	3	15
	4	9.74	○	○	▲	-	△			-	-	△	△	△		△	○	△	○	4	6	1	3	14
	5	7.34	▲	○	-	-		-	○	▲	-		△	△		○	○	△	○	5	3	2	3	13
	9	8.66			-	-		-		○	-	△	△	△	○	△	○	△		3	5	0	5	13
	10	9.61	○	○	-	-		-	○	○	-		△		△	△			○	5	3	0	5	13
$\frac{R_{24\max f} - R_{24\max f}}{R_{24\max f}}$	3	69.16	○	○	▲	▲	△	△	△	△	-			△	△	△		△		2	8	2	4	16
	6	64.90	○		▲	▲	△	△		○	-	○	△		△	△		○	△	4	6	2	4	16
	4	63.04	○		▲	▲	△	△	△		-			△		△				1	5	2	8	16
	5	66.91		○	▲	▲	△	△	△	△	-		△	△	△	△		○		2	8	2	4	16
	9	43.75	○	○	-	-	△	△	△		-	△	△	△	○	○		△	○	5	7	0	2	14
	10	47.57			-	-	△	△		○	-	△	△	△	○	△		△		2	7	0	5	14
$\frac{R_{\max f} - R_{\max f}}{R_{\max f}}$	3	79.76			▲	▲	△	△		△	-		△	△	△	△	▲		△	1	8	3	4	16
	6	69.64	○		▲	▲	△	△			-		△		△	△				0	5	2	9	16
	4	57.45				▲	△		△	△	-	○	○		△					2	4	1	9	16
	5	76.52			▲	▲	△	△		△	-		△		△	△	▲			0	6	3	7	16
	9	56.00			▲	△	△	△			-	○	△	△			○	○		3	5	1	7	16
	10	60.26			△		△	△		○	-		△		▲	△		△		1	6	1	7	15

○ < ± 3 時間又は < ± 10 %, ▲ (-) 値標準偏差より大, △ (+) 値標準偏差より大, 空らんは中間値,
- 降雨なし又は欠測

表 4-3-4 (b) 予測値の適否検定表 予想コース

項 目	地 区	台風 標準偏差	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	○ 計	△ 計	▲ 計	中 間 計	合 計
降雨開始時刻	3	10.65	△	▲		-	△		▲	○	-	▲	▲		○	▲	○			3	2	5	5	15
	6	10.65	△	▲		-					-		▲		△	▲	○		○	2	2	3	8	15
	4	10.00	○	▲	△	-			▲	○	-	▲	▲	▲	-	▲			○	4	1	6	3	14
	5	10.00		▲	-	-		○		○	-					▲	○			3	0	3	8	14
	9	10.26		▲	-	-	○	▲			-	▲	▲	△	▲	▲	○			2	2	5	5	14
	10	10.26		▲	-	-	○	▲	○		-		▲	▲	○	▲	○		○	5	0	5	4	14
降雨終了時刻	3	5.59	○	○		-	△	▲	○	○	-	○	△	▲			○	○		8	2	2	3	15
	6	5.59	○		○	-	△	▲		○	-	○	○	▲	○	○				7	1	2	5	15
	4	4.27	○	▲	○	-	○	▲			-	▲	▲	○	▲	▲	▲		○	5	0	7	3	15
	5	4.27		▲	-	-	▲	▲	▲	▲	-	○	▲	▲	△	▲	○		○	3	1	8	2	14
	9	6.05		▲	-	-	○	▲		▲	-	○	▲		△	▲	○		○	4	1	5	4	14
	10	6.05	○	○	-	-	○	▲	○		-	○	○		△	○	△	○	△	9	2	1	2	14
降雨ピーク時刻	3	4.56		○	▲	-	△	▲	○	▲	-	○		○	▲	▲	○	△	○	6	2	5	2	15
	6	4.56	○	○	○	-	△	▲	○		-	○	○	○		○	○	○		10	1	1	3	15
	4	5.00		○	○	-	○	▲			-		▲	▲	▲	○	○		○	6	0	4	5	15
	5	5.00	▲	○	-	-	○	▲	○		-	○	▲	○		○	○		○	8	0	3	3	14
	9	7.22		▲	-	-	○	▲		▲	-			○		○	○	○	○	6	0	3	5	14
	10	7.22			-	-	○	▲			-		▲	○	△	○	○	○	○	6	1	2	5	14
$\frac{R_{2st}-R_{2f}}{R_{2f}}$	3	55.51	○	○	▲	▲	△	△	△	△	-			△	△	△			△	2	8	2	4	16
	6	55.51	○		▲	▲	△	△	△	△	○	-	○	△		△	△		△	3	7	2	4	16
	4	53.04	○		▲	▲	△	△	△	△		-		△		△		○		2	5	2	7	16
	5	53.04		○	▲	▲	△	△	△	△	-		△	△	△	△		○	△	2	9	2	3	16
	9	38.91	○	○	-	△	△	△	△	△		-	△	△	△	○	○		△	5	8	0	2	15
	10	38.91			-	-	△	△	△	△	○	-	△	△	△	○	△		△	2	8	0	4	14
$\frac{R_{maxT}-R_{maxf}}{R_{maxf}}$	3	51.94	○		▲	▲	△	△		△	-	△	△	△	△	△	▲		△	1	9	3	3	16
	6	51.94		▲	▲	▲	△	△	△		-		△		△	△			△	0	7	3	6	16
	4	59.60				▲	△			△	-	○	○		△					2	3	1	10	16
	5	59.60			▲	▲	△	△		△	-		△	△	△	△	▲			0	7	3	6	16
	9	60.22			▲	△	△	△			-	○	△				○			2	4	1	9	16
	10	60.22			△	-	△	△		○	-		△		▲	△		△		1	6	1	7	15

○ < ± 3 時間又は < ± 10 %、▲ (-) 値標準偏差より大、△ (+) 値標準偏差より大、空らんは中間値、
- 降雨なし又は欠測

刻は予備放流余裕時間を示し、降雨継続時間とピーク3時間雨量は降雨規模を決定する降雨パターン要素と考えられる。

なお、台風の降雨予測計算は24時間先までしか行っていないので、降雨継続時間を求めることは困難な場合が多く、ここでは降雨ピーク時刻が降雨継続時間の中央に位置するという仮定を設け次のように求めている。

$$T_C = (T_P - T_B) \times 2 \quad \text{..... (11)}$$

T_C : 降雨継続時間

T_P : 降雨ピーク時刻

T_B : 降雨開始時刻

単時間雨量の計算は、時系列相関に基づき求めていく方法もあるが、ここでは資料数の制約もありタルボットの降雨強度式を仮定して求めていくこととした。タルボットの降雨強度式形は、

$$I_0 = \frac{a}{t_0 + b} = \frac{R_0}{t_0} \quad \text{..... (12)}$$

で表現され、この時の諸量は、

$$I_t = \frac{a}{t + b} = \frac{R_t}{t} \quad \text{..... (13)}$$

$$\rho = \frac{I_t}{I_0} = \frac{t_0 + b}{t + b} \quad \text{..... (14)}$$

$$b = \frac{t_0 - \rho t}{\rho - 1} \quad \text{..... (15)}$$

$$a = I_0 \times (t_0 + b) \quad \text{又は} \\ = I_t \times (t + b) \quad \text{..... (16)}$$

I_0 : 降雨継続時間降雨強度 [mm / N hr]

t_0 : 降雨継続時間 [hr]

R_0 : 総雨量 [mm]

I_t : t 時間降雨強度 [mm / t hr]

ρ : t 時間特性係数

a, b : 求めるべき定数

となる。この降雨強度式に対応するハイエトグラフは次式で算定される。

$$i_b = \frac{a \cdot b}{\{ (t_b / r) + b \}^2} \quad \text{..... (17)}$$

$$i_a = \frac{a \cdot b}{\{ \{ t_a / (1 - r) \} + b \}^2} \quad \text{..... (18)}$$

ここに、

$$r = \frac{t_b}{t}$$

i_b : ピーク前のハイトグラフ

i_a : ピーク後のハイトグラフ

r : 一連降雨中ピーク位置を表す値

t_b : ピーク前の時間〔hr〕

t_a : ピーク後の時間〔hr〕

タルボットの降雨強度式の適用例を示したのが図4-4-1である。また、この算定式における総雨量は、各降雨要素間の相関解析より降雨継続時間とピーク3時間雨量との重回帰式により推定した(図4-4-2参照)。

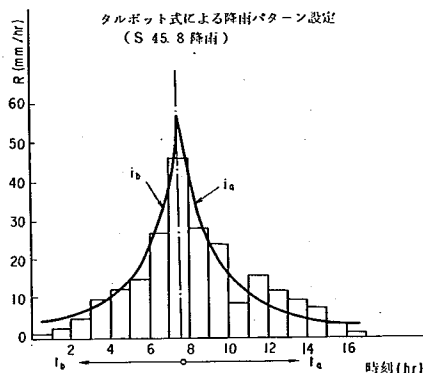


図4-4-1 降雨パターンとタルボット式のあてはめ例

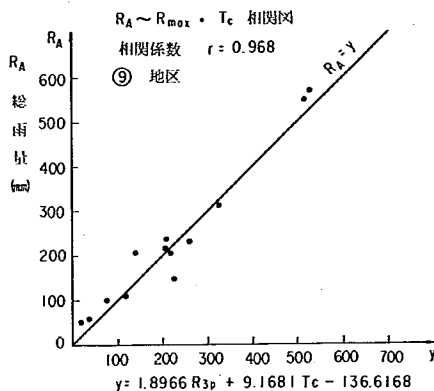


図4-4-2 $R_A \sim R_{3P} \cdot T_C$ の相関図

$$R_A = 1.8966 R_{3P} + 9.1681 T_C - 136.6168 \quad (19)$$

R_A : 総雨量〔mm〕

R_{3P} : ピーク3時間雨量〔mm〕

T_C : 降雨継続時間

図4-4-3(a)~(c)に各要素間の相関を示す。なお、降雨継続時間とピーク3時間雨量との相関係数は0.49であり、この2降雨要素は一応独立であると見なせる。

4.4.2 降雨一流況変換

ダム(大渡)地点および下流基準地点(伊野)の流出を求めるための降雨一流況変換は、全体の計算手数が多いためできるだけ簡略化して、必要な要素を得よう考慮した。ここでは貯留関数法によって解析した10洪水のデータをもとに、相関法によって必要な要素を近似推定した。表4-4-1に、貯留関数法によって降雨一流況変換を行った過去10回の洪水一覧表を示す。貯留関数法に用いた仁淀川の流域分割モデルと係数は図4-4-4に示すとおりである。

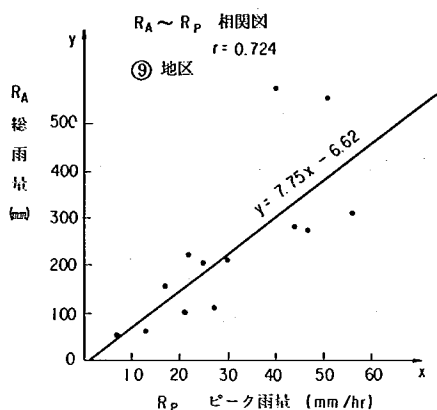


図 4-4-3 (a) $R_A \sim R_P$ 相関図

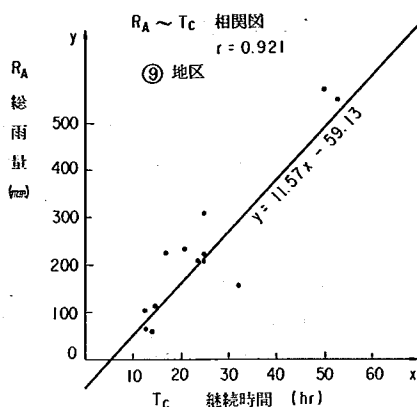


図 4-4-3 (b) $R_A \sim T_C$ 相関図

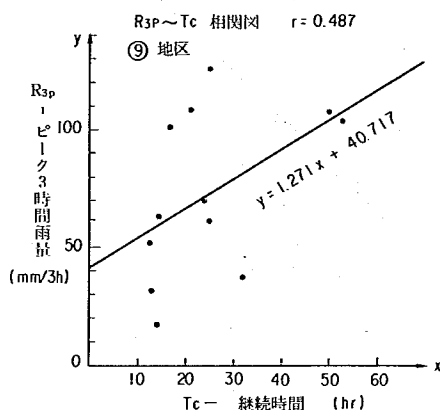


図 4-4-3 (c) $R_{3P} \sim T_C$ 相関図

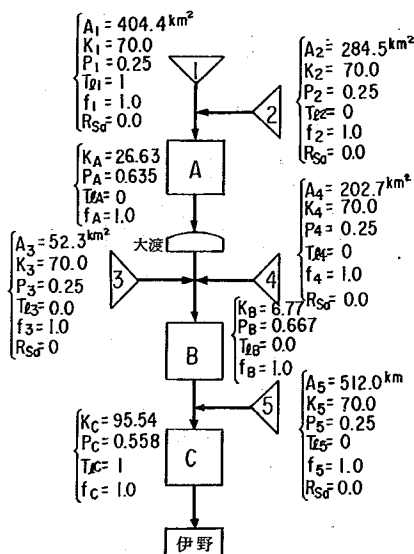


図 4-4-4 貯留関数モデル(仁淀川)

図 4-4-5 には、その検証波形を示している。

なお、大渡ダム地点では実流量のデータがないための伊野地点において検討を行った。

相関法によって必要な要素を求めるにあたって、まずダムの洪水調節操作法を一定量放流とし、貯留関数によって得られた時間単位の水グラフを、資料の制約より $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ でカットし、残った部分の流入継続時間、流入開始時刻、ピーク流量とその時の降雨要素との回帰式を求めた。図 4-4-6 (a)~(c) にこれらの回帰式を示す。

ピーク流量は、ピーク流量時刻までの累加雨量とピーク雨量との間に相関が高いと一般に考え

られるが、ここでは累加雨量とピーク雨量の積を説明変数に使用した。その結果は、ピーク流量との間にかなりよい相関を示している。また、ピーク流量時刻はピーク降雨時刻から4時間遅れるものとしこの一定値を用いた。

以上の流入要素から全体的な流入量パターンを推定するのであるが、ここでは $2,100 \text{ m}^3/\text{s}$ でカット（下流氾濫区域の伊野より下流では $5,000 \text{ m}^3/\text{s}$ が無害流量である。この値に対応する大渡地点における流量は $2,100 \text{ m}^3/\text{s}$ となることから、本調査では $2,100 \text{ m}^3/\text{s}$ より一定率一定量放流を開始している。）した場合の流入開始時刻、流入継続時

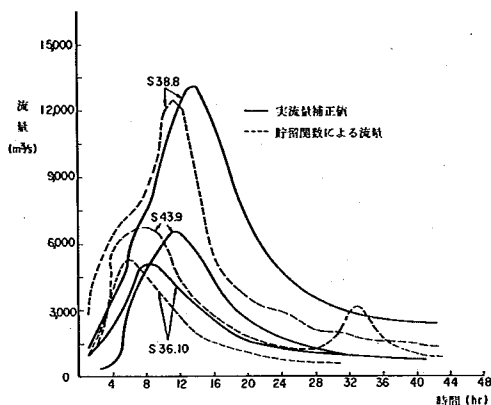


図 4-4-5 流出計算の検証波形
(仁淀川 伊野地点)

表 4-4-1 過去 10 回の洪水一覧表

洪水№	年 月 日	大渡地点				伊野地点			
		ピーク 3時間 雨量(mm)	降雨継続 時間(hr) (5mm/3hrs以上)	総雨量 (mm)	ピーク 流量 (m^3/s)	ピーク 3時間 雨量(mm)	降雨継続 時間(hr) (5mm/3hrs以上)	総雨量 (mm)	ピーク 流量 (m^3/s)
1	S31. 9. 7	36.37	67	373.77	1922.3	30.50	69	387.48	3548.4
2	S32. 8.18	36.99	63	438.27	2310.8	29.17	65	383.75	3702.1
3	S32. 9. 6	41.92	23	201.13	1979.7	47.38	21	236.08	5390.2
4	S35. 8.27	44.35	39	254.70	1468.9	49.97	32	242.67	4040.9
5	S36. 9.14	62.20	53	440.11	3442.7	58.88	53	456.59	6904.7
6	S36.10.26	52.19	18	195.61	1835.3	59.54	17	213.68	5245.4
7	S38. 8. 8	77.76	62	494.90	4310.4	96.04	61	554.63	12465.9
8	S43. 9.24	78.90	47	377.28	3441.2	65.17	46	344.51	6888.5
9	S44. 8.21	57.22	19	140.53	945.8	73.02	19	156.93	2266.8
10	S45. 8.19	77.37	46	257.70	2005.9	82.80	46	254.79	4985.8

間、流入量を求めなければならない。それらの諸量は、洪水波形を三角形とすればその比例関係より簡単に導かれる（図 4-4-7 参照）。

基準地点である伊野地点ピーク流量については大渡地点ピーク流量との相関で求めている（図 4-4-8 参照）。また、ダム調節流量と伊野地点調節流量との関係については「仁淀川大渡ダム基本計画資料」の回帰式を採用した（図 4-4-9 参照）。

以下に降雨－流況変換に用いた回帰及び算定式を列記する。

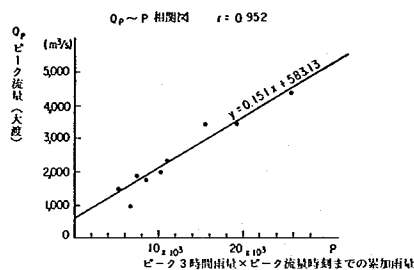


図 4-4-6 (a) $Q_p \sim p$ 相関図

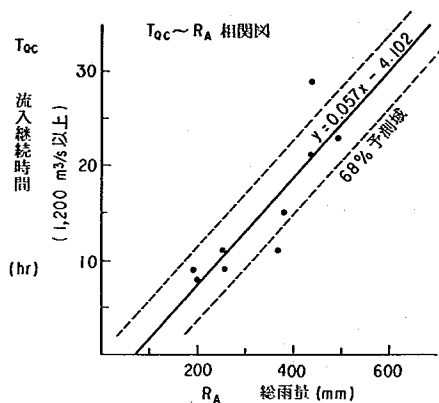


図 4-4-6 (b) $T_{Qc} \sim R_A$ 相関図

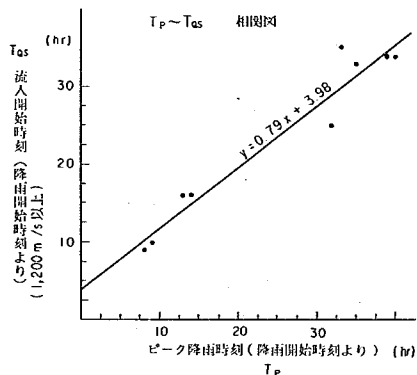


図 4-4-6 (c) $T_p \sim T_{Qs}$ 相関図

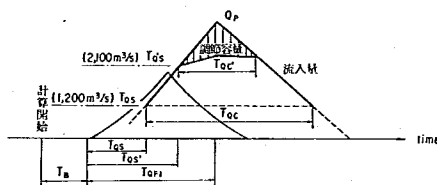


図 4-4-7 三角形近似によるダム地点流入波形

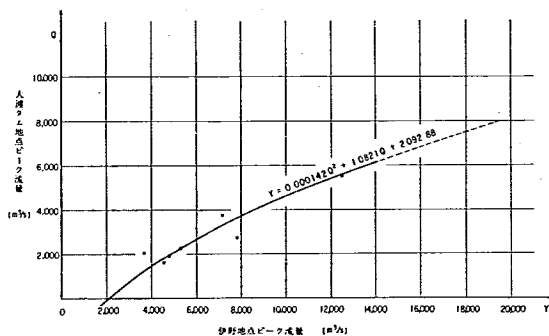


図 4-4-8 大渡ダム地点-伊野地点ピーク流量相関

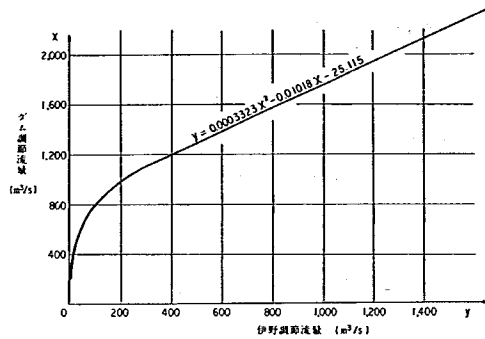


図 4-4-9 ダム調節流量と伊野調節流量の相関

$$Q_P = 0.151 \times R_{3P} \times \int_0^{T_{QP}} R \cdot dt + 583.13 \quad \dots\dots\dots (20)$$

Q_P : 大渡地点ピーク流量 [m^3/s]

R_{3P} : ピーク 3 時間雨量 [mm]

$\int_0^{T_{QP}} R \cdot dt$: ピーク流量時刻までの累加雨量 [mm]

$$T_{QF} = T_P + 4 \quad \dots\dots\dots (21)$$

T_{QF} : ピーク流量時刻 [hr]

T_P : ピーク降雨時刻 [hr]

$$T_{QC} = 0.057 \times R_A - 4.102 \quad \dots\dots\dots (22)$$

T_{QC} : 流入継続時間 ($1,200 m^3/s$ 以上) [hr]

R_A : 総雨量 [mm]

$$T_{QC}^I = T_{QC} \times (Q_P - 2,100) / (Q_P - 1,200) \quad \dots\dots\dots (23)$$

(図 4-4-7 参照)

T_{QC}^I : 流入継続時間 ($2,100 m^3/s$ 以上) [hr]

$$T_{QS} = 0.79 T_P + 3.98 \quad \dots\dots\dots (24)$$

T_{QS} : 流入開始時刻* ($1,200 m^3/s$ 以上) [hr]

T_P : ピーク降雨時刻* [hr]

$$T_{QS}^I = T_{QP1} - (T_{QP1} - T_{QS}) \times (Q_P - 2,100) / (Q_P - 1,200) \quad \dots\dots\dots (25)$$

(図 4-4-7 参照)

T_{QS}^I : 流入開始時刻* ($1,200 m^3/s$ 以上) [hr]

T_{QP1} : $T_{QP1} = T_{QP} - T_B$ [hr]

T_{QP} : ピーク流量時刻 [hr]

T_B : 降雨開始時刻 [hr]

* 流入開始時刻、ピーク降雨時刻は、降雨開始時刻を基準時点としている。

$$Q_{INO} = 0.000142 Q_{ODO}^2 + 1.0821 Q_{ODO} + 2092.88 \quad \text{--- (26)}$$

Q_{INO} : 伊野地点ピーク流量 [m^3/s]

Q_{ODO} : 大渡地点ピーク流量 [m^3/s]

$$\Delta Q_{INO} = 0.0003323 \cdot \Delta Q_{ODO}^2 - 0.01018 \cdot \Delta Q_{ODO} - 25.115 \quad \text{--- (27)}$$

ΔQ_{INO} : 伊野地点調節流量 [m^3/s]

ΔQ_{ODO} : 大渡地点調節流量 [m^3/s]

$$Q'_{INO} = Q_{INO} - \Delta Q_{INO} \quad \text{--- (28)}$$

Q'_{INO} : 調節後の伊野地点ピーク流量 [m^3/s]

4.5 ダムの操作方式

洪水時の調節操作方式は、大渡ダム基本計画どおり $2,100 \text{ m}^3/\text{s}$ より一定率一定量放流を開始し、流入量と放流量が一致して以降は流入した分だけ放流する。カット率 α は常に 0.436 とし、流入量に対し一定の調節放流を行う (図 4-5-1 参照)。

予備放流については、最大予備放流量を $400 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $600 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $800 \text{ m}^3/\text{s}$ の 3 段階にし、予備放流時間を任意に選定できるようにした。

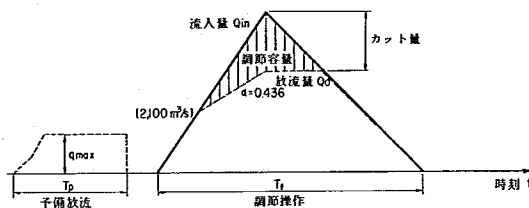


図 4-5-1 ダム操作方式模式図

4.6 効用関数の設定

ダム操作に伴う効用損失は、予備放流後の水位回復が不能であった場合の利水上の損失と、計画を上回る放流を余儀なくされた場合の治水上の損失によって評価することとする。また、これらの損失量の評価方法やその含めるべき範囲については、水資源管理の技術、行政分野においても論が多い反面、その波及範囲は広範多岐にわたるため、實際上評価要素の選定およびその測定がきわめて困難である。

従って、ここでは従来水資源開発の計画において慣用されている方法を採用し、大渡ダムにおける実際の管理資料を調査して具体的数値を求めた。

治水では放流操作を行なう場合に、その操作量に従って発生する期待損失を、また利水の場合には予定されていた補給量から不足が生じた場合の期待損失をそれぞれ金額で単純に評価するものとする。このような取扱いの主な問題点としては、治水・利水とも間接的及び波及的損失が見積られていないこと、経済以外の社会的・政治的要素や人命や精神面の損失が含まれていないことなど重大な事柄があげられるだろう。

ここでは次のように見積りを行った。

a) 治水効用 (損失)

「仁淀川大渡ダム基本計画資料」における流量規模別被害額曲線は、昭和37年の治水経済調査結果に基づく各地区別の標高別資産額、水深別被害率、氾濫水理解析に基づく流量規模別水深の三要素を利用して集計したものである。表4-6-1は洪水氾濫によって想定される資産区分別被害額（昭和37年単価）を示したものである。

本モデルの治水効用（損失）

は、上記の被害額曲線をもとに作成された昭和48年における被害額曲線（図4-6-1参照）より、下流伊野地点流量に対して洪水氾濫による想定被害を金額で見積っている。流域資産の伸びは高知県の生産所得の伸びに従っていると思われる、昭和48年の高知県における生産所得は昭和37年のその4.67倍となるため、昭和37年の被害額曲線を4.67倍して昭和48年の被害額曲線を得ている。

b) 利水効用（損失）（図4-6-2参照）

利水補給の不足による損失

（利水効用）は、補給水の単位

表4-6-1 資産区分別被害額（単位 百万円）

区分		m ³ /s 14,500	m ³ /s 13,000	m ³ /s 9,000
家屋		1,983	1,742	718
家計財産		4,120	3,460	1,214
農家	償却資産	201	179	66
	在庫資産	161	145	56
	家畜資産	134	124	42
	小計	496	448	164
事業所	償却資産	843	591	315
	在庫資産	319	276	105
	営業停止	1,059	888	360
	小計	2,221	1,855	780
農作物		1,596	1,534	641
公共土木施設		6,316	6,039	2,874
合計		16,732	15,078	6,391

（注）昭和37年単価

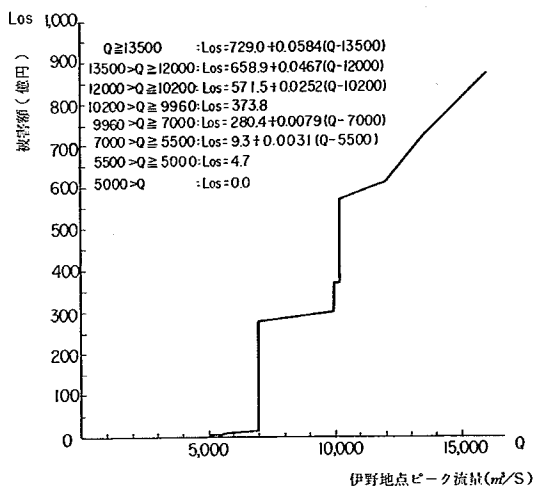


図4-6-1 洪水による想定被害額曲線

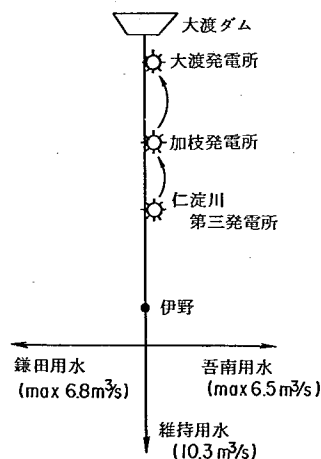


図4-6-2 利水補給概要

効用額をもとにして見積ることとした。単位効用額は吉野川計画の値を用いて、かんがい用水、工業用水、上水道用水をそれぞれ6円/m³、9円/m³、2円/m³とした。また、発電における単位効用額は大渡発電所で0.31円/m³、加枝発電所で0.118円/m³、仁淀川第3発電所で0.111円/m³である。

仁淀川の最大確保流量（5月～9月の確保流量）は、鎌田地点において23.6m³/sとし、2大用水である鎌田用水（最大確保流量6.8m³/s）、吾南用水（6.5m³/s）以外は維持用水（10.3m³/s）とする。鎌田、吾南用水はどちらもかんがい用水が主な利水目的である。また、維持用水のうちには、表4-6-2に示すような取水量を含み、他の余水は将来かんがい用水に使われると考えられるためかんがい用水として扱う。

これらのデータより、最大確保流量23.6m³/sの時の総利水単価は以下のようにして求めた。

かんがい用水確保率量

$$6.8 + 6.5 + 0.8 + 0.063 + 0.055 + (10.30 - 3.243) = 21.275 \text{ m}^3/\text{s}$$

上水道用水確保流量

$$0.11 + 0.007 + 0.012 = 0.129 \text{ m}^3/\text{s}$$

工業用水確保流量

$$1.18 + 0.81 + 0.012 + 0.194 = 2.196 \text{ m}^3/\text{s}$$

ゆえに、かんがい用水、上水、工水を合わせた水単価は、

$$\text{水単価} = \frac{(6 \times 21.275) + (2 \times 0.129) + (9 \times 2.196)}{21.275 + 0.129 + 2.196} \approx 6.3 \text{ 円}/\text{m}^3$$

これに発電の単位効用額を加えて総利水単価を得る。

$$\text{総利水単価} = 6.3 + 0.31 + 0.118 + 0.111 \approx 6.9 \text{ 円}/\text{m}^3$$

(大渡PS)(加枝PS)(仁淀第3PS)

このようにして求めた総利水単価に利水補給不足量（貯水池放流量－貯水池流入量）をかけて、利水効用（損失）が得られる。

表4-6-2 仁淀川2大用水(鎌田、吾南)以外の取水

地 域	用水の種類	取 水 流 量
伊野市	上 水	0.11 m ³ /s
"	工 水	1.18
土佐市	工 水	0.81
面河分水	農 水	0.80
上流～鎌田間	工 水	0.012
"	農 水	0.063
"	上 水	0.007
鎌田～吾南間	工 水	0.194
"	農 水	0.055
"	上 水	0.012
		計 3.243 m ³ /s

5 適用計算及び検討

5.1 計算プログラムの概要

4章の解析結果を用いて図5-1-1に示す計算手順にそってプログラム化を行った。

5.1.1 予測値の範囲

考えられる範囲の降雨予測値（降雨開始時刻、ピーク3時間雨量、降雨継続時間）をあらかじめ離散化し、適用計算を行って最適行動表を作成しておく。このようにすることによって実際の適用に際し、降雨予測値が得られるたびに適用計算を行わずとも、降雨予測値と類似した降雨要素の組合せを最適行動表より探して最適行動を得ることができ便利である。また、後で述べる降雨予測値の出現確率（予測精度）を推定する場合においても、その手法上降雨予測値をあらかじめ離散化しておくことが必要である。

表5-1-1は、過去1960年～1970年（昭和35年～昭和45年）における降雨状況を示したものである。この表によればピーク3時間雨量は17mm～126mm、降雨継続時間13～53時間、総雨量51mm～573mmとなっている。これらの結果を参考にして各降雨要素を6階級に離散化し表5-1-2に示すような値に設定した。ここで降雨規模を設定しているのは、降雨継続時間とピーク3時間雨量であるから $6^2 = 36$ 通りの降雨規模を設定している。さらに

表5-1-1 台風による実績降雨一覧表（③地区面積平均降雨）

台風 №		年月日	ピーク3時間 雨量 (mm)	降雨継続時間 (hr) (5mm/3hrs以上)	総雨量 (mm)
1	T 6016	S 35.8.28	61.4	25	217.2
2	T 6118	S 36.9.14	104.2	53	549.7
3	T 6309	S 38.8. 8	108.5	50	572.9
4	T 6420	S 39.9.23	126.3	25	311.8
5	T 6515	S 40.8. 5	32.2	13	63.4
6	T 6523	S 40.9. 9	70.2	24	208.9
7	T 6524	S 40.9.15	108.1	21	234.9
8	T 6619	S 41.9. 8	52.3	13	102.1
9	T 6804	S 43.7.27	38.0	32	155.1
10	T 6810	S 43.8.27	62.1	25	208.8
11	T 6908	S 44.8.22	63.4	15	111.9
12	T 7002	S 45.7. 4	16.9	14	50.8
13	T 7010	S 45.8.20	101.4	17	226.7

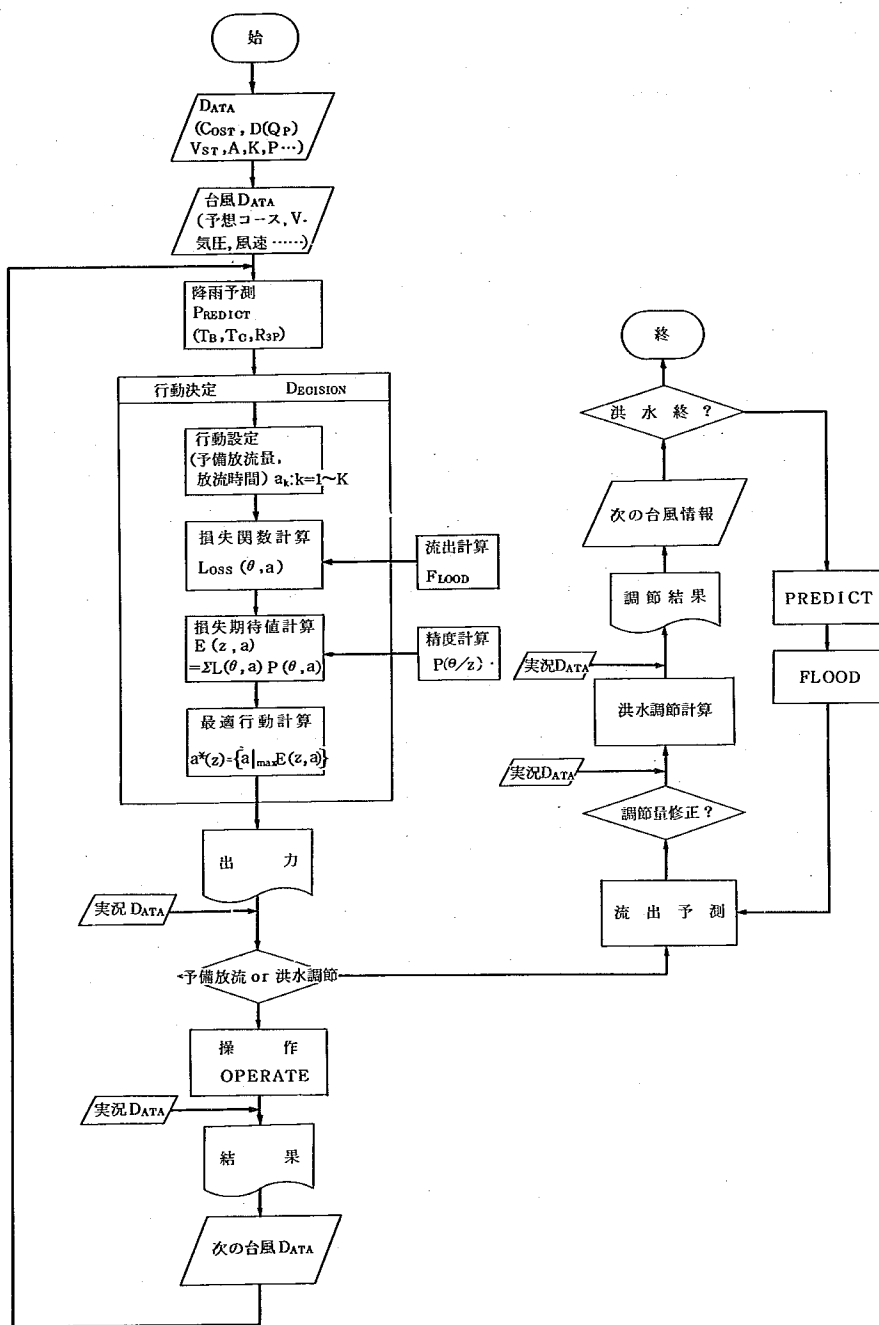


図 5-1-1 適用計算フローチャート

表 5-1-2 降雨要素の階級分割

階級	降雨開始時刻	降雨継続時間	ピーク3時間雨量
1	3 (hr)	18 (hr)	20 (mm)
2	6	24	40
3	9	30	60
4	12	36	80
5	15	42	100
6	18	48	120

降雨開始時刻を含めると、設定した降雨要素の全組合せは $6^3 = 216$ 通りある。もちろん、階級数を多くすればもっとこまやかな降雨パターンを設定できるわけであるが、組合せ数は各々の階級の相乗となり適用計算の演算時間の問題もあり、今日の気象予測精度を考慮して降雨要素数 3 に、それぞれの階級数を 6 とした。

設定した降雨規模における総雨量、大渡地点ピーク流量、伊野地点ピーク流量を 4 章 4 節の相関式より計算した結果を表 5-1-3 に示す。

なお、大渡地点ピーク流量が $2,100 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の場合は無害流量なので伊野地点ピーク流量は求めていない。図 5-1-2 は、表 5-1-3 の大渡地点ピーク流量を図示したものである。大渡ダム計画の基本洪水である昭和 38 年 8 月の洪水は大渡地点で $5,950 \text{ m}^3/\text{s}$ 、伊野地点で $12,325 \text{ m}^3/\text{s}$ のピーク流量を記録し、その時の降雨状況は㊦地区の面積平均雨量でピーク 3 時間雨量 108.5 mm 、降雨継続時間 50 時間、総雨量 572.9 mm である。この降雨状況に類似したものを表 5-1-3 でひろってみると降雨継続時間 48 時間、ピーク 3 時間雨量 100 mm が得られ、その時の大渡地点ピーク流量は $5,918 \text{ m}^3/\text{s}$ 、伊野地点ピーク流量は $13,468 \text{ m}^3/\text{s}$ となっており基本洪水とうまく対応していると思われる。

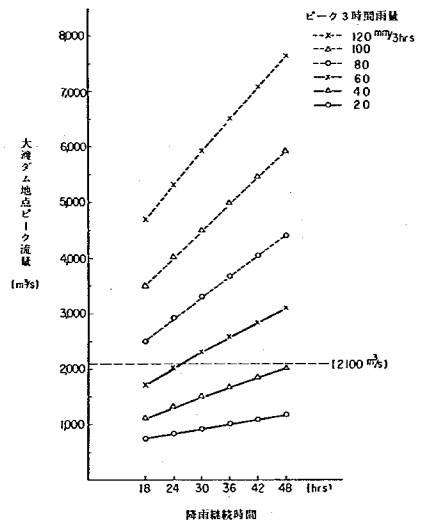


図 5-1-2 設定した 2 降雨要素による大渡ダム地点ピーク流量の推定値

5.1.2 出現確率の推定法

4 章 3 節における降雨予測精度の解析結果に基づき、ある予想降雨が与えられた時の実況降雨の出現確率を推定した。降雨予測値の出現確率分布は正規分布をすると仮定し、その標準偏差は 4 章 3 節の解析結果より求めた。標準偏差式は表 5-2-1 に示す。出現確率分布を正規分

表 5-1-3 設定した降雨規模における総雨量及び大渡・伊野地点ピーク流量

№	降雨継続時間 (hr)	ピーク 3 時間 雨量 (mm)	総 雨 量 (mm)	大渡地点ピーク 流量 (m ³ /s)	伊野地点ピーク 流量 (m ³ /s)
1	18	20	66.34	746.74	—
2	18	40	104.27	1122.69	—
3	18	60	142.21	1707.15	—
4	18	80	180.14	2499.86	5685.13
5	18	100	218.07	3500.75	7620.93
6	18	120	256.00	4709.80	10338.75
7	24	20	121.35	841.22	—
8	24	40	159.28	1323.89	—
9	24	60	197.21	2016.84	—
10	24	80	235.15	2917.31	6497.92
11	24	100	273.08	4024.41	8747.10
12	24	120	311.01	5337.76	11914.15
13	30	20	176.36	928.01	—
14	30	40	214.29	1507.87	—
15	30	60	252.22	2303.07	5337.99
16	30	80	290.15	3307.85	7225.71
17	30	100	328.09	4519.91	9884.41
18	30	120	366.02	5938.15	13525.10
19	36	20	231.37	1012.57	—
20	36	40	269.30	1684.41	—
21	36	60	307.23	2577.10	5824.38
22	36	80	345.16	3682.59	8003.17
23	36	100	383.09	4997.19	11045.84
24	36	120	421.03	6518.95	15180.91
25	42	20	286.38	1096.32	—
26	42	40	324.31	1857.22	—
27	42	60	362.24	2844.04	6318.71
28	42	80	400.17	4047.23	8797.95
29	42	100	438.10	5461.90	12238.85
30	42	120	476.04	7085.33	16887.87
31	48	20	341.38	1179.72	—
32	48	40	379.32	2027.94	—
33	48	60	417.25	3106.54	6824.54
34	48	80	455.18	4405.00	9614.45
35	48	100	493.11	5917.55	13468.14
36	48	120	531.04	7640.76	18650.32

布と仮定すれば、設定した階級ごとに離散化して各階級の出現確率を得る。例えば、降雨継続時間が24時間であれば、表5-1-2より階級は2であり、その時の標準偏差が σ のときの正規分布は図5-1-3のようになる。階級は1~6までしか設定していないから、はみ出た部分(図の左右のハッチ部分)の確率を、離散化された各階級の確率に比例配分して最終的に各階級の出現確率を推定している。

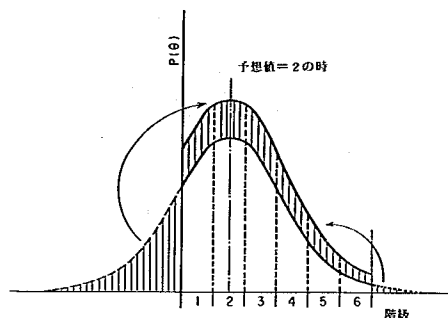


図 5-1-3 出現確率の推定の概念

5.1.3 行動の設定

ここでは行動— action (ダム予備放流操作) の設定を行い、行動の選択範囲を定めるものである。

図5-1-4は、表4-4-1に示した洪水の大渡地点における立上り部を図示したものである。この図より、大渡地点における洪水開始時の状態のモデル化を行った。この立上り状態は予備放流においても守るものとする。

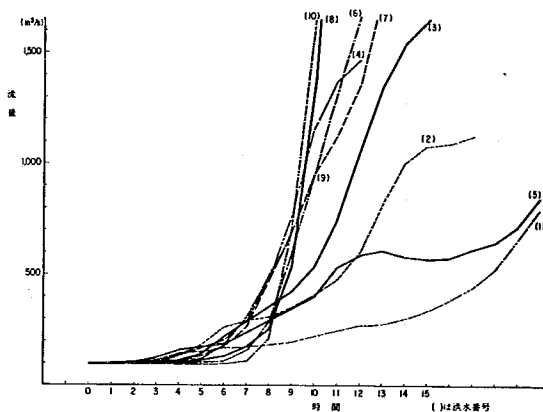


図 5-1-4 洪水の立上り方 (大渡地点)

図5-1-5は、予備放流方式を模式的に図示したものである。予備放流量は、基底流量 $90 \text{ m}^3/\text{s}$ より立上り、3段階に設定した最高予備放流量 ($400 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $600 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $800 \text{ m}^3/\text{s}$) に達する。

大渡ダム基本計画では、計画予備放流量は $1,000 \text{ 万 m}^3$ であるから、予備放流総量の最大値を $1,000 \text{ 万 m}^3$ 程度とし、その範囲で行動 (最大予備放流量と予備放流時間の組合せ) を任意に選定できるようにした。表5-1-4に、ここで設定した予備放流と行動ごとの予備放流総量を示す。

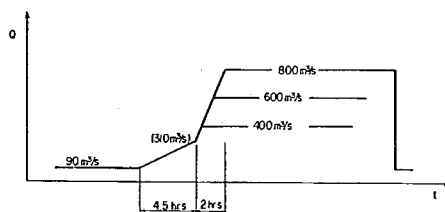


図 5-1-5 予備放流方式

表 5-1-4 設定した行動（予備放流操作）の種類

行動番号	予備放流量	放 流 時 間	予 備 放 流 総 量
1	0 (m ³ /s)	0 (hr)	0 (万m ³)
2	400	1	9.0
3		2	35.1
4		3	79.2
5		4	140.5
6		5	228.0
7		6	339.6
8		7	451.2
9		8	562.8
10		9	674.4
11		10	786.0
12		11	897.6
13		12	1000.9
14	600	1	9.0
15		2	35.1
16		3	79.2
17		4	140.5
18		5	228.7
19		6	392.0
20		7	575.9
21		8	759.2
22		9	943.1
23		10	1126.4
24	800	1	9.0
25		2	35.1
26		3	79.2
27		4	140.5
28		5	228.7
29		6	396.1
30		7	640.7
31		8	896.3
32		9	1151.9
33	WAIT (3時間待つ)		

5.2 適用計算の結果及びその考察

本節では、前節までのモデル化に基いて適用計算を行った結果と全体的な傾向について述べる。降雨予測の精度は4章3節の2で述べたとおりであるが、ここでは次の2つのCASEを想定した。

CASE 1 は台風性降雨予測モデル（杉浦・普世モデル）による予測値と実績降雨との検証により得た精度、CASE 2 はCASE 1の精度を向上させた場合である。以上で2通りの予測精度について適用計算を行い、また、各々のCASEについて3時間待って次の情報（降雨予測値）

を得る場合の最適行動計算では、出現確率を推定するための正規分布の標準偏差を現時点の値より20%減少させ、精度が改善されるものとした。表5-2-1に、図4-3-5より設定した降雨要素の標準偏差式を示す。VAR 1、VAR 2、VAR 3は、それぞれ降雨開始時刻、降雨継続時間、ピーク3時間雨量の標準偏差を表わしている。なお、VAR 2（降雨継続時間の標準偏差）は、4章4節で $T_C = (T_P - T_B) \times 2$ の仮定を設けているので、降雨ピーク時刻（ T_P ）の標準偏差（図4-3-5(c)参照）をそのまま用いている。

表5-2-1 降雨要素の標準偏差式

		CASE 1	CASE 2
NOW	VAR 1	10	$T_B/3$
	VAR 2	$0.583 \cdot x \leq 7$	$x/3 \leq 7$
	VAR 3	$0.55 \cdot R_P$	$R_P/2$
WAIT	VAR 1	8	$T_B/3 + 0.8$
	VAR 2	$0.583 \cdot (x-3) < 5.6$	$(x-3)/3 < 5.6$
	VAR 3	$0.44 \cdot R_P$	$R_P/2 + 0.8$

$$\ast x = T_B + T_C/2$$

図5-2-1(a)~(c)は前節の出現確率の推定法に従って、それぞれCASEについて降雨要素の予測値（(a)降雨開始時刻（ T_B ）、(b)降雨継続時間（ T_C ）、(c)ピーク3時間雨量（ R_P ））が与えられたときの、実況値の出現確率を計算した結果を図示したものである。CASE 1では、予測精度がよくないので出現確率は各階級に広く分布しており、CASE 2では、予測精度は予測時間が長い程精度が低下するものと仮定しているので、予測時間が長いときには分布が広がっている。なお、降雨継続時間の標準偏差は両CASEとも上限値を $\sigma = 7$ としているので、図5-2-1(b)において降雨継続時間が48時間になった時、両CASEで標準偏差は $\sigma = 7$ となり出現確率は一致している。

以下に、最適行動決定の計算結果とその考察を述べる。

5.2.1 現在の予測精度の場合（CASE 1）

図5-2-2(a)、(b)は、設定した3つの降雨要素のうち降雨継続時間とピーク3時間雨量を固定し、降雨開始時刻を変えたときの期待損失額の鋭敏度をみたものである。図中、横軸番号は行動番号を示しており、1は無放流の場合、2~13は $400 \text{ m}^3/\text{s}$ 、14~23は $600 \text{ m}^3/\text{s}$ 、24~32は $800 \text{ m}^3/\text{s}$ の予備放流を行う場合、33は3時間待つて新たな情報を得るとした場合である。

図5-2-2(a)は降雨継続時間 $T_C = 18$ 時間、ピーク3時間雨量 $R_P = 20 \text{ mm}$ を固定して降雨開始時刻 T_B を変えたときの各行動の期待損失額を図示したものである（行動の違いによって期待損失額の差が大きいので、片対数用紙を用いている）。この図を見ると、期待損失額は降雨開始時刻の早いもの程小さい傾向にある。また、この場合の最適行動は1（無放流）となっている。

このように、降雨規模が小さいと予測された時には降雨開始時刻が早い程期待損失額は小さい。これは利水効果が影響しているためと思われる。利水効用額は治水効用額に比べ格段と小

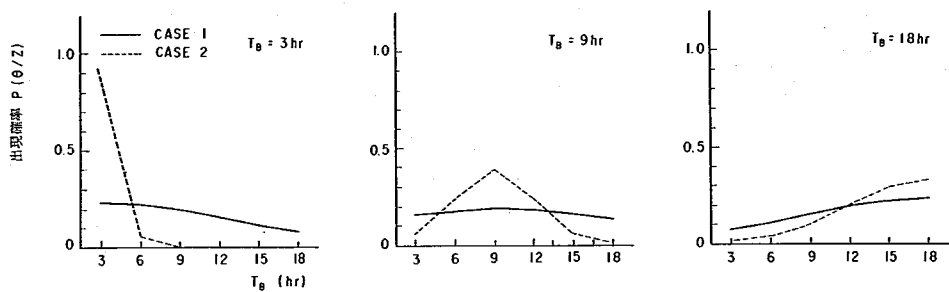


図 5-2-1 (a) 降雨開始時刻の出現確率 (計算結果例)

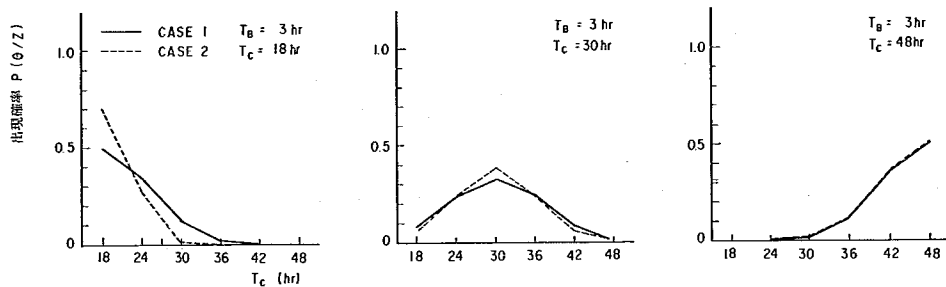


図 5-2-1 (b) 降雨継続時間の出現確率 (計算結果例)

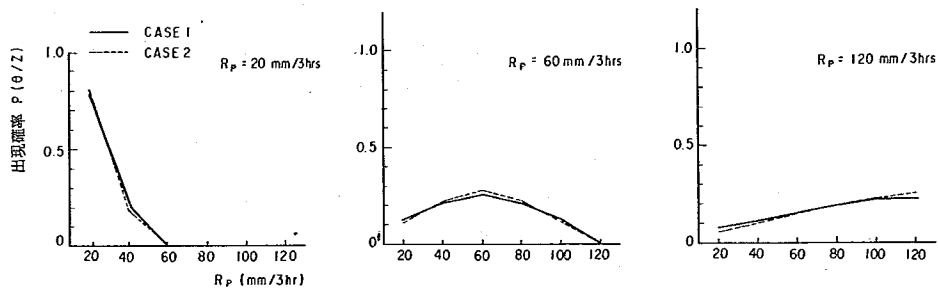


図 5-2-1 (c) ピーク 3 時間降雨量の出現確率 (計算結果例)

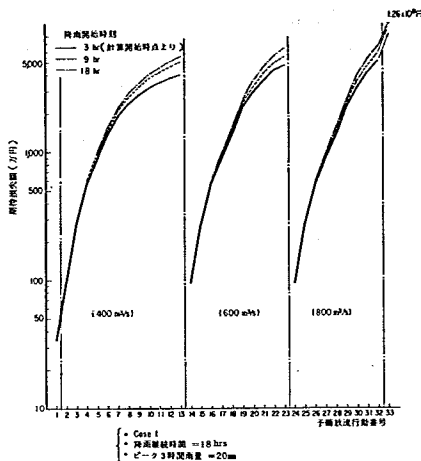


図 5-2-2 (a) 降雨開始時刻の違いによる期待損失額曲線

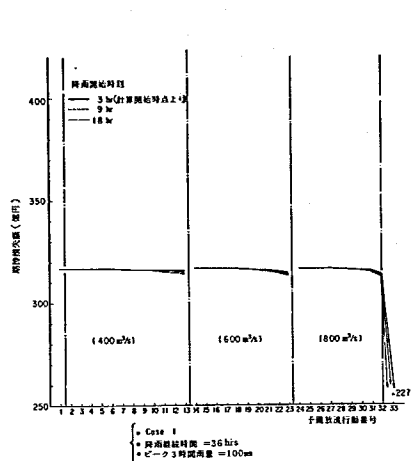


図 5-2-2 (b) 降雨開始時刻の違いによる期待損失額曲線

さく設定しているため、洪水被害がほとんど考えられない小さな降雨の時にのみ、相対的に利水効用が表われてくる。予備放流をすれば治水上安全な行動をとることになるが、洪水被害のほとんどない降雨規模の雨が降った時には利水上の損失を被ることになる。ゆえに降雨開始時刻が早い、換言すれば、予備放流可能時間が小さいと予測された場合ほど利水上の損失は小さくなり、その分だけ期待損失額が小さくなっている。

図 5-2-2 (b) は降雨継続時間 $T_c = 36$ 時間、ピーク 3 時間雨量 $R_p = 100 \text{ mm}$ を固定して降雨開始時刻を変えたときの各行動の期待損失額を図示したものである。この図を見ると期待損失額は降雨開始時刻の早いものほど、わずかながらであるが大きくなっており、図 5-2-2 (a) とは逆の傾向を示している。この場合の最適行動は 33 (3 時間待って新たな情報を得よ) となっている。

図 5-2-2 (b) のように、降雨規模が大きいときには降雨開始時刻が早いと期待損失額は大きい。これは、降雨開始時刻が早いときには放流可能時間が減って予備放流総量が充分取れず、ダムの調節効果が減少して洪水被害が大きくなるためと考えられる。治水効用と利水効用を比べると、格段に治水効用を大きく設定しているため、洪水被害の考えられる降雨規模が予測されたときは、予備放流による利水損失は治水損失に比べほとんど無視できる程度となる。また、降雨規模の小さい場合に比べ、行動（予備放流操作）の違いによる期待損失額の変化はあまり見られない。この理由としては、設定した標準偏差式の性質より予想される降雨規模が大きいときは標準偏差が大きくなるため、出現確率分布がなだらか（予測精度がわるい）となり、その結果として出現確率と損失（効用）額曲線との積の形で得られる期待損失（効用）額曲線の行動の違いによる鋭敏性は小さくなるからと考えられる。

一方、附表-6 の最適行動決定計算結果例を見ると最適行動は、ピーク 3 時間雨量 60 mm 以

上では全ての場合に行動33(3時間待って新たな情報を得よ)という結果になっている。この結果をそのまま予備放流操作に適用したとすれば、ピーク3時間雨量60mm以上の降雨が予測された時は降雨開始時刻の如何にかかわらず行動33が最適行動となるため、何時間待っても最適行動が33となり、予備放流を行うことができなくなる問題が生じる。しかし、3時間待つことを考慮せずに、現時点の行動1~32のうちから期待損失最小のものを選んだ場合は、降雨継続時間36時間、ピーク3時間雨量60mm以上の降雨規模が予測された時は全て行動32($800\text{m}^3/\text{s}$ で9時間予備放流せよ)となり、できるだけ早く1,000万 m^3 の予備放流をする行動をとればよい。

本適用計算では、3時間後の予測値の推移、精度の向上は仮定しており、「3時間待つ」ことの評価は定式化されてはいないので、行動33が期待損失額最小であっても必ずしも最適行動とは言えない。

附表-6末尾にある最適行動表は、行動33を考慮せず現時点の行動1~32のうちから期待損失額最小のものを最適行動とし、各設定降雨パターンに対する最適行動と最小期待損失額を示したものである。(以下、最適行動表はすべて行動33を考慮せず作成するものとする。)

この最適行動表の傾向を見ると、①最適行動として選択される行動は1か32しかなく、その中間の行動は最適行動として選択されていない。②設定した降雨規模の中で、基本高水を上回る流出を生じる降雨規模は、ピーク3時間雨量 $R_p = 120\text{mm}$ 、降雨継続時間 $T_c = 48$ 時間のときと $R_p = 120\text{mm}$ 、 $T_c = 42$ 時間のときの2つであるが、この場合は行動32が最適行動として選択されるのは妥当である。しかし、 $R_p = 60\text{mm}$ 、 $T_c = 36$ 時間の降雨規模においても行動32が最適行動となり、かなり治水的に安全な行動をとることになっている。③同一規模の降雨であっても、降雨開始時刻が違えば最小期待損失額は異なるが、最適行動の出現には変化がない。

5.2.2 改善された予測精度の場合(CASE 2)

図5-2-3(a)、(b)はCASE 1と同様に、設定した3つの降雨要素のうち降雨継続時間とピーク3時間雨量を固定して、降雨開始時刻を変えたときの期待損失額の鋭敏度をみたものである。

図5-2-3(a)はCASE 1の図5-2-2(a)と同一降雨規模($T_c = 18\text{hr}$ 、 $R_p = 20\text{mm}$)のときの期待損失額を片対数用紙に図示したものであるが、降雨開始時刻の早いものほど期待損失額は小さくなり治水効用の影響はCASE 1に比べて大きくなっている。

図5-2-3(b)はCASE 1の図5-2-2(b)と同一の降雨規模($T_c = 36\text{hr}$ 、 $R_p = 100\text{mm}$)の時の期待損失額を図示したものであるが、降雨開始時刻の早いものほど期待損失額が大きくなり、治水効用の影響はCASE 1と比べて大きくなっている。一方、最適行動については予測精度を改善することにより、降雨継続時間48時間、ピーク3時間雨量60mm程度の降雨規模においては行動32($800\text{m}^3/\text{s}$ で9時間予備放流せよ)が最適行動として選ばれており、若干の改善は成されているがピーク3時間雨量が80mm以上の降雨規模については全て行動33(3時間待って新たな情報を得よ)が最適行動となっている(附表-7参照)。

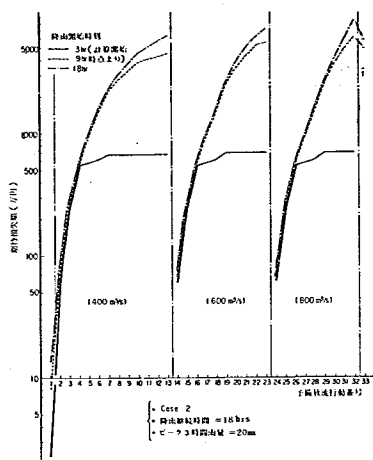


図 5-2-3 (a) 降雨開始時刻の違いによる期待損失額曲線

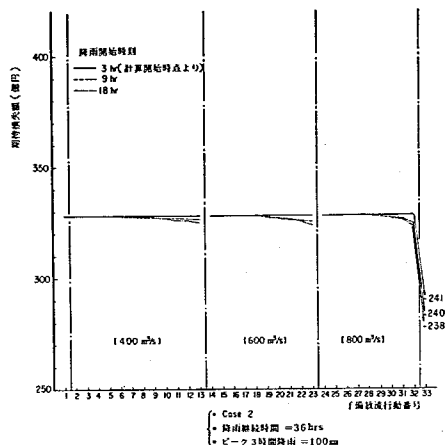


図 5-2-3 (b) 降雨開始時刻の違いによる期待損失額曲線

附表-7 末尾にある最適行動表は、行動 33 を考慮せず現時点の行動 1～32 のうちから期待損失最小のものを最適行動とし、各設定降雨値に対する最適行動と最小期待損失額を示したものである。

この CASE 2 の降雨予測精度における最適行動表の傾向を CASE 1 の最適行動表と比較して述べると、① CASE 2 は CASE 1 より予測精度を向上させたわけであるから、CASE 1 の最適行動表よりも降雨開始時刻、降雨規模の変化に対して敏感に行動選択の変化が現われることを期待したが、最適行動の出かたの違いはあまり見られなかった。②両 CASE と同一規模の降雨であっても、降雨開始時刻が違えば最小期待損失額は異なる。これは、治水効用（損失）と利水効用（損失）の関係から生じるものである。③同じ降雨パターンの場合の両 CASE の最小期待損失額について注目すれば、降雨規模が大きくなってくると CASE 2 の方が大きくなってくる。これは、CASE 2 のように精度が良くなれば、CASE 1 に比べて最小期待損失額は、洪水による被害額をより明確に反映するからと思われる。

5.2.3 利水単価を変えた場合

ここでは、CASE 2 の降雨予測精度で、利水単価を 6.9 円/㎡から 20 円/㎡に引き上げ、利水単価が現在の 3 倍程度になった場合の期待損失額曲線及び最適行動の出現の傾向を見た。

図 5-2-4 (a) は、CASE 2 の降雨予測精度で利水単価 20 円/㎡、降雨継続時間 $T_C = 18$ 時間、ピーク 3 時間雨量 $R_p = 20$ mm を固定して、降雨開始時刻を変えたときの予備放流行動 1～33 の期待損失額を図示したものである。

降雨規模が小さいので、治水損失はあまり考えられず、利水効用の影響から降雨開始時刻が早いほど期待損失額は小さくなっている。この傾向は、利水単価 6.9 円/㎡で同じ降雨規模を設定した図 5-2-3 (a) より、当然のことながら著しい。

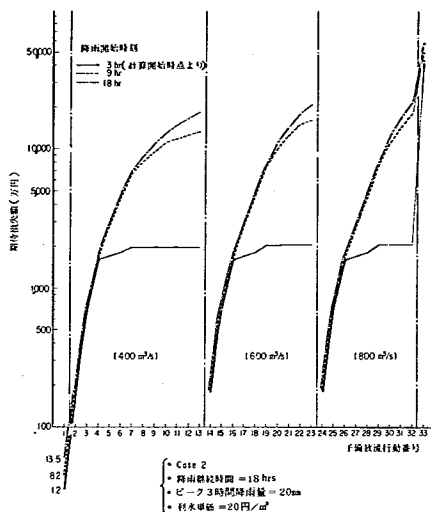


図 5-2-4 (a) 降雨開始時刻の違いによる期待損失額曲線

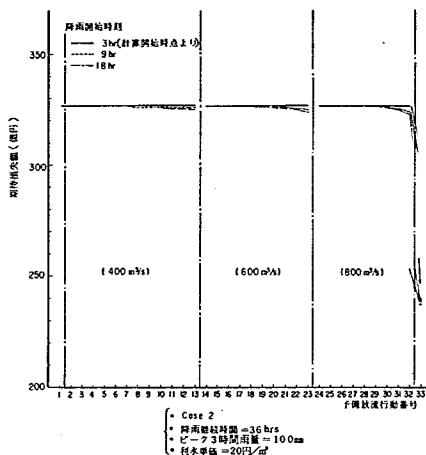


図 5-2-4 (b) 降雨開始時刻の違いによる期待損失額曲線

図 5-2-4 (b) は、CASE 2 の降雨予測精度で利水単価 20 円/㎡、降雨継続時間 $T_C = 36$ 時間、ピーク 3 時間雨量 $R_p = 100 \text{ mm}$ を固定して降雨開始時刻を変えたときの予備放流行動 1 ~ 33 の期待損失額を图示したものである。

このように降雨規模が大きく予測されたとき、降雨開始時刻が遅い（予備放流可能時間が大きい）と予測されるほど、期待損失額は小さくなる。

しかしその傾向は、利水単価 6.9 円/㎡ で同じ降雨規模を設定した図 5-2-3 (b) ほど強くはない。利水単価が 20 円/㎡ の場合は利水損失が大きくなるので、予備放流可能時間が大きくなっても利水単価 6.9 円/㎡ の場合よりは、相対的に治水損失の影響は小さくなるからである。

また、CASE 2 の降雨予測精度で利水単価 20 円/㎡ における最適行動表（附表-8 末尾参照）は、同じ降雨予測精度で利水単価が 6.9 円/㎡ の最適行動表（附表-7 末尾参照）に比べると、最適行動は行動 1（無放流）が多く、行動 32（800 ㎡/s の最大予備放流量で 9 時間予備放流をせよ）が少なくなって、利水効用の影響が目立ってきている。しかし、最適行動として選択される行動は 1 か 32 しかなく、その中間の行動は全く最適行動として選択されていない。この傾向は、附表-7 末尾の最適行動表と全く変わらない。

5.3 実績台風による予備放流シミュレーション例

ここでは、大渡ダムに台風（実績台風を用いる）が接近した場合、台風性降雨予測モデル及び最適行動決定計算プログラムを用いた予備放流による洪水調節の適用例を示すものである（本節

では、以下これを予備放流シミュレーションと呼ぶ)。

実績台風としては、昭和50年8月、四国に甚大な被害をもたらした仁淀川下流地点伊野においては、昭和38年8月洪水の既往最大水位(10.10m)及び計画洪水水位(10.15m)を上回る10.20mを記録した台風7505号を選定した。(台風の諸データは、附表-1、2附図-1、2参照)

予備放流シミュレーションの作業手順は、

- (1) 台風性降雨予測モデルにより、降雨開始時刻、降雨継続時間、ピーク3時間雨量の3降雨要素を得る。
- (2) 最適行動決定の計算プログラムにより、貯水池の状態(現時点までの予備放流による貯水池空容量の増分)を入力して、表5-3-3に示すような最適行動表を作成する。
- (3) (1)より得られた3降雨要素をもとに、最適行動表の中から最適行動番号を選択し表5-1-4を見て行動(予備放流操作)をする。

以上の作業を3時間おきに入手する台風情報をもとに繰り返す。

5.3.1 台風性降雨予測モデルの計算

台風性降雨予測モデルは、4章3節で述べた杉浦・普世モデルとその改良モデルとして、台風の移動にうず度の変化及び変圧風の考慮を加えた保科モデル⁵⁾の2つを選び、台風性降雨予測計算を行った。

現在、台風性降雨予測計算に用いる表5-3-1に示す台風情報(入力データ)は、普通、気象庁より24時間先まで発表されている。しかし24時間先までの入力データでは、降雨継続時間を予測することができない。ゆえに、今回の予備放流シミュレーションに際しては、気象庁より24時間先まで発表された入力データを48時間先まで直線的に引き伸ばしたものを用いて48時間の台風性降雨予測計算を行っている。

台風性降雨予測の計算結果より、降雨要素(降雨開始時刻、ピーク3時間雨量、降雨継続時間)を得、表5-3-4の“予測値”の欄に記入した。

表5-3-2は、台風性降雨予測の計算結果(48時間先まで1時間降雨量を算出)を3時間降雨にまとめ、実況降雨と対比したものである。この表より得られる降雨要素(降雨開始時刻、ピーク3時間雨量、降雨継続時間)は、3時間単位で見ることになるため必ずしも表5-3-4の降雨予測値とは一致しないが、台風7505号における杉浦・普世モデル及び保科モデルによる予想降雨の出現傾向を表現しているので参照されたい。

表5-3-1 台風性降雨予測計算入力データ

杉浦・普世モデル	保科モデル
台風の予想位置 (緯度、経度)	台風の予想位置 (緯度、経度)
予想最大風速	予想中心気圧
台風の予想暴風 半径(m/s以上)	台風の予想1000 ^{mb} 半径
—	台風の中心付近 温度

表 5-3-2 予測降雨と実況降雨の比較表 (⑨地区、予想コース)

(a) 杉浦・普世モデル

	15日				16日				17日				18日				19日			
	6	12	18	24時	6	12	18	24時	6	12	18	24時	6	12	18	24時	6	12	18	24時
	0	0	0	0	0	1	4	△8	14	33	55	34	16	10	5	(180.3)				
	0	0	0	0	2	△5	8	12	25	94	57	19	13	8	3	0	(245.9)			
T 7505	0	0	1	3	△5	8	11	18	59	75	29	16	12	8	4	0	(248.0)			
AUG. 15-18	0	2	4	△6	8	10	13	12	13	12	12	9	6	3	0	0	(110.3)			
	2	4	△6	7	9	11	13	15	14	15	15	13	10	8	5	2	(149.2)			
	3	△5	8	10	12	20	63	12	77	27	17	13	10	6	3	0	(394.8)			
	4	△6	9	11	13	29	97	139	93	42	22	17	14	12	9	7	(522.6)			
予測降雨 (杉浦・普世モデル)	7	9	11	13	24	83	118	57	19	13	10	6	3	0	0	0	(372.5)			
	6	8	9	12	21	48	54	28	16	13	10	7	5	2	0	0	(239.3)			
⑨地区 (大渡流域とみなす)	7	8	9	10	13	16	21	36	45	32	20	15	13	12	10	8	(274.9)			
	7	8	9	10	12	14	20	40	71	66	39	22	16	14	12	11	(369.9)			
	8	9	10	12	20	49	93	99	49	20	15	13	11	9	7	5	(428.2)			
	8	10	11	13	21	63	99	50	18	13	10	7	4	1	0	0	(320.7)			
	10	11	15	33	72	110	88	36	16	13	10	8	5	3	0	0	(429.0)			
	10	13	23	47	75	74	41	19	13	11	8	6	3	1	0	0	(345.0)			
	15	26	55	85	84	47	22	14	11	9	7	4	2	0	0	0	(381.7)			
	23	49	86	76	43	22	15	12	10	8	5	3	1	0	0	0	(353.1)			
	71	99	105	86	52	27	17	14	12	10	9	7	6	4	2	1	(522.2)			
	40	19	11	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(82.5)			
	11	9	7	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(34.9)			
	8	6	5	4	2	0	0	0	0	6	4	3	1	0	0	0	(25.6)			
	6	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(13.2)			
実況降雨	0	0	4	4	2	△10	18	51	81	75	127	86	66	22	15	6	(568.1)			

表 5-3-2 予測降雨と実況降雨の比較表 (⑨地区、予想コース)

(b) 保科モデル

		15日				16日				17日				18日				19日				
		6	12	18	24時	6	12	18	24時	6	12	18	24時	6	12	18	24時	6	12	18	24時	
T 7505 AUG. 15-18		0	0	0	0	1	3	△	13	53	73	54	33	25	16	9	(288.2)					
		0	0	0	1	2	4	△	35	90	84	36	25	14	7	3	1	(308.3)				
		0	1	1	2	4	△	27	67	54	14	21	19	12	7	3	1	(242.8)				
		1	1	2	4	△	9	12	14	13	10	7	5	3	2	1	1	(91.4)				
		1	2	4	△	6	8	11	24	22	16	13	10	8	7	4	3	1	(139.7)			
		4	△	6	8	11	47	58	72	29	19	22	20	15	10	6	3	2	(331.9)			
		△	6	8	10	20	51	65	81	27	24	27	25	22	18	15	12	9	(418.7)			
		8	12	34	43	57	90	31	30	26	20	13	8	5	3	1	1	(381.7)				
		8	11	31	50	58	53	32	29	24	20	14	10	6	4	2	1	(353.1)				
		9	12	21	39	38	40	46	54	35	28	26	23	20	16	13	10	(430.5)				
⑨地区 (大渡流域とみなす)		12	14	20	31	39	46	51	59	44	29	27	26	24	22	19	16	(479.7)				
		18	32	37	41	45	49	52	14	22	24	22	20	17	14	11	8	(426.5)				
		12	34	31	39	44	66	8	15	19	16	12	8	5	3	2	1	(314.4)				
		19	36	51	44	64	52	22	25	21	16	11	7	5	3	1	1	(379.1)				
		27	48	53	55	49	30	27	24	19	14	10	7	4	2	1	1	(370.4)				
		46	54	56	43	29	26	23	18	13	9	6	4	2	1	1	0	(331.2)				
		50	58	46	27	26	23	20	15	11	7	5	3	2	1	1	0	(295.4)				
		51	45	24	24	23	21	19	16	13	10	8	6	4	3	2	1	(270.8)				
		23	21	17	11	6	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	(83.2)				
		14	12	8	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(42.6)				
	10	8	6	5	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	(37.8)					
	7	5	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(20.0)					
	5	4	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(14.5)					
						実況降雨																
		0	0	4	4	2	△	10	18	51	81	75	127	86	66	22	15	6	(568.1)			

予想開始時点

△ 降雨開始時刻 (5mm/3hrs 以上)

○ ピーク3時間雨量

□ 降雨終了時刻 (5mm/3hrs 以上)

() 合計雨量

- ・ 予想開始時点
- △ 降雨開始時刻 (5mm/3hrs 以上)
- ピーク 3 時間雨量
- 降雨終了時刻 (5mm/3hrs 以上)
- () 合計雨量

5.3.2 最適行動決定の計算

予備放流シミュレーションのための最適行動決定計算に際して、図5-3-1のように第1期（予備放流波形が立上りの段階）、第2期（前段階が第1期で、最適行動決定計算の結果引続き予備放流を行う段階）、第3期（前段階が第2期で、最適行動決定計算の結果引続き予備放流を行う段階）に分け、各段階とも予備放流によって増える貯水池空容量をデータに最適行動決定計算を行っていく。

最適行動の選択には、行動番号33（現時点では予備放流せず、3時間待って新たな情報を得よ）は除外し、現時点の行動番号1～32の中で期待損失最小のものを選択する。ただし、最適行動決定の計算は3時間おきに行い、その時点で選択された最適行動を直ちに行ってゆき、台風が通過してしまうかあるいは1600万 m^3 の予備放流を終えてしまうまで繰り返し続行する。

5.3.3 予備放流シミュレーション

以下に、予備放流シミュレーションを述べる。

台風7505号は四国に接近しつつあるとする。この台風がそのまま四国に上陸すれば、大渡ダム流域にも激しい雨が降り大洪水が発生する可能性が高い。また台風が大きく四国をはずれた進路をとるか、熱帯性低気圧になればほとんど台風による影響はなくなる。このような状態におかれたダム管理者は、治水損失と利水損失を考慮して予備放流操作を行わなければならない。

a) 杉浦・普世モデルによる予備放流シミュレーション

8月15日06時、気象庁の発表した台風情報（表5-3-1参照）を入力データとして、杉浦・普世モデルによる台風性降雨予測計算を行う。その結果、降雨開始時刻 $T_B = 25$ 時間、ピーク3時間雨量 $R_P = 55 \text{ mm}$ 、降雨継続時間 $T_C = 24$ 時間という予測値が得られた。その予測値と似た降雨要素の組合せを、現在貯水池空容量 $V_{STOCK} = 56.61 \text{ mm}$ （ $= 3,900 \text{ 万 t}$ ）の場合の最適行動表（表5-3-3①参照）より選択すれば $T_B = 18$ 時間、 $R_P = 60 \text{ mm}$ 、 $T_C = 24$ 時間が得られ、最適行動は1（無放流）となり、そのときの期待損失額は94.5億円である。

3時間後の15日09時、新しい台風情報を得て、台風性降雨予測計算を行った結果より得られた予測降雨要素は、 $T_B = 18$ 時間、 $R_P = 100 \text{ mm}$ 、 $T_C = 27$ 時間であった。前段階において予備放流は行われていないので現在貯水池空容量 $V_{STOCK} = 56.61 \text{ mm}$ のままである。ゆえに、前段階と同様に表5-3-3④の最適行動表を見る。 $T_B = 18$ 時間、 $R_P = 100 \text{ mm}$ 、 $T_C = 30$ 時間の場合の最適行動は32（ $800 \text{ m}^3/\text{s}$ で9時間予備放流せ

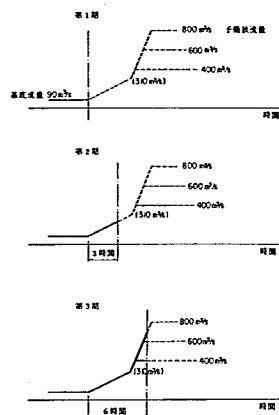


図5-3-1 予備放流シミュレーションのための予備放流の段階的分割

よ)となるため、直ちに予備放流を開始した。(第1期)

15日12時、新しい台風情報を得て、台風性降雨予測計算を行う。その結果より得られる降雨要素は、 $T_B = 15$ 時間、 $R_p = 82$ mm、 $T_C = 30$ 時間であった。3時間前から予備放流が行われているので、現時点までの予備放流による貯水池空容量の増分は、1.15mmとなっている。この貯水池空容量の増分を入力データとし最適行動決定計算を行った結果が、表5-3-3②に示す $VSTOCK = 56.61 + 1.15 = 57.76$ mmの時の最適行動表である。この最適行動表において、予測された降雨要素にそれぞれ似た降雨要素を探し最適行動を選択すれば、 $T_B = 15$ 時間、 $R_p = 80$ mm、 $T_C = 30$ 時間のときの最適行動は29($800\text{m}^3/\text{s}$ で6時間予備放流せよ)となり $800\text{m}^3/\text{s}$ の最大予備放流量を維持し予備放流をする。(第2期)

15日15時、また新たに得られた気象情報を入力し、台風性降雨予測計算を行いその結果が得られた。 $800\text{m}^3/\text{s}$ の最大予備放流量で既に6時間予備放流を行っているため、予備放流開始時点からの貯水池空容量の増分は5.75mmとなっている。これを入力データとし、最適行動決定計算を行い $VSTOCK = 56.61 + 5.75 = 62.36$ mmにおける最適行動表を得る。その結果、現在とるべき最適行動は、1(無放流)となり、即座に予備放流を中止する。

以下同様に、15日18時、15日21時、16日0時と各時点で新しい台風情報を得て降雨予測計算を行う。さらに、各時点の貯水池空容量を考慮しつつ最適行動計算を行って最適行動表を作成し、最適行動を決定してゆく。表5-3-4(a)に、杉浦・普世モデルに基づく予備放流シミュレーションの結果を示す。図5-3-2(a)は、表5-3-4(a)の最適行動をとっていった場合の予備放流波形を図示したものである。15日15時に予備放流が中止され、15日21時に再度予備放流が開始されている。その結果、16日04時で予備放流 1000万m^3 を終えている。実降雨開始時刻は16日23時であるから、治水損失に対してかなりの安全な行動をとったことになる。

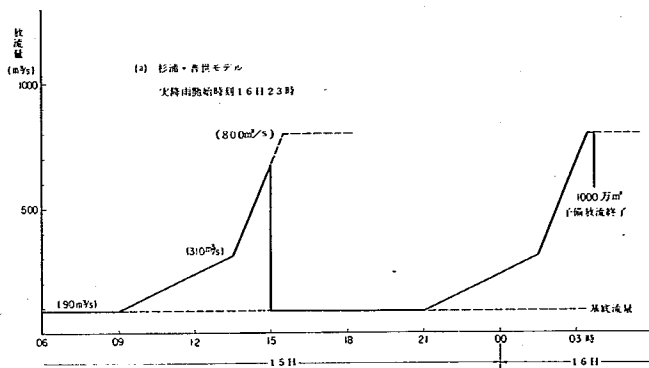


図5-3-2(a) 予備放流シミュレーションによる予備放流波形

表 5-3-4 T 7505 における予備放流シミュレーション

(a) 杉浦・普世モデル

日 時	予 測 値 (T_B R_{3P} T_C)	行 動 表 (T_B R_{3P} T_C)	最適行動 番 号	行 動 の 内 容	貯水池空容量 (VSTOCK)
15日06時	(h) (mm) (h) 25 55 24	(h) (mm) (h) 18 60 24	1	無放流	(mm) 56.61 (3900 万 t)
09	18 100 27	(第1期) 18 100 30	32	$800 m^3/s$ で 9 時間予備放流	"
12	15 82 30	(第2期) 15 80 30	29	$800 m^3/s$ で 6 時間予備放流	57.76
15	11 14 30	(第3期) 12 20 30	1	無放流	62.36
18	7 15 39	6 20 42	1	無放流	"
21	5 121 39	(第1期) 6 120 42	30	$800 m^3/s$ で 7 時間予備放流	"
16日00時	4 138 44	(第2期) 3 120 48	27	$800 m^3/s$ で 4 時間予備放流	63.52

(b) 保科モデル

日 時	予 測 値 (T_B R_{3P} T_C)	行 動 表 (T_B R_{3P} T_C)	最適行動 番 号	行 動 の 内 容	貯水池空容量 (VSTOCK)
15日06時	(h) (mm) (h) 23 74 26	(h) (mm) (h) 18 80 24	1	無放流	(mm) 56.61
09	20 99 25	18 100 24	1	無放流	"
12	16 69 28	15 60 30	1	無放流	"
15	13 15 24	12 20 24	1	無放流	"
18	11 28 31	12 20 30	1	無放流	"
21	5 27 39	(第1期) 6 80 36	32	$800 m^3/s$ で 9 時間予備放流	"
16日00時	3 81 45	(第2期) 3 80 48	29	$800 m^3/s$ で 6 時間予備放流	57.76
03	0 90 39	(第3期) 3 80 42	26	$800 m^3/s$ で 3 時間予備放流	62.36

b) 保科モデルによる予備放流シミュレーション

同様に、予備放流シミュレーションを保科モデルによる台風性降雨予測計算より行った。適用台風は、同じく台風7505号である。保科モデルの入力データは表5-3-1に示しておりである。

予備放流シミュレーションの結果は表5-3-4(b)に示すような結果となった。図5-3-2(b)に見られるように保科モデルによる降雨予測を基に予備放流シミュレーションを行った場合も、実降雨開始時刻16日23時よりかなり早目の16日06時に、1,000万 m^3 の予備放流を終えている。杉浦・普世モデルによる予備放流シミュレーションの場合と同様、治水損失に対してかなり安全側の結果が出た。

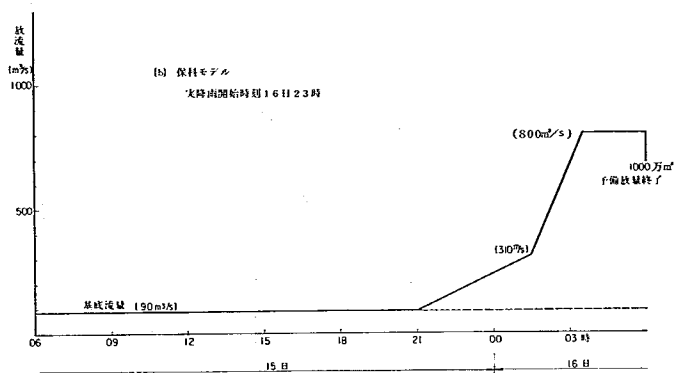


図5-3-2(b) 予備放流シミュレーションによる予備放流波形

表 5-3-3 予備放流シミュレーションに用いた最適行動表

***** TABLE OF NOW OPTIMAL ACTION *****
221 - (2212)

YSTOCK 56.61

第 1 期

① - (a) (TREGIN = 3)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-33.4	-34.7
60	-12.7	-14.5	-127.3	-159.3	-179.5	-189.5
80	-15.1	-169.6	-216.7	-264.2	-298.2	-317.6
100	-169.5	-207.0	-259.9	-313.9	-354.4	-378.7
120	-185.7	-223.4	-278.4	-334.7	-377.6	-404.2

① - (a) (TREGIN = 12)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-33.4	-34.7
60	-12.7	-14.5	-127.3	-159.3	-179.5	-189.5
80	-15.1	-169.6	-216.7	-264.2	-298.2	-317.6
100	-169.5	-207.0	-259.9	-313.9	-354.4	-378.7
120	-185.7	-223.4	-278.4	-334.7	-377.6	-404.2

① - (b) (TREGIN = 6)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-33.4	-34.7
60	-12.7	-14.5	-127.3	-159.3	-179.5	-189.5
80	-15.1	-169.6	-216.7	-264.2	-298.2	-317.6
100	-169.5	-207.0	-259.9	-313.9	-354.4	-378.7
120	-185.7	-223.4	-278.4	-334.7	-377.6	-404.2

① - (c) (TREGIN = 15)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-33.4	-34.7
60	-12.7	-14.5	-127.3	-159.3	-179.5	-189.5
80	-15.1	-169.6	-216.7	-264.2	-298.2	-317.6
100	-169.5	-207.0	-259.9	-313.9	-354.4	-378.7
120	-185.7	-223.4	-278.4	-334.7	-377.6	-404.2

① - (c) (TREGIN = 9)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-33.4	-34.7
60	-12.7	-14.5	-127.3	-159.3	-179.5	-189.5
80	-15.1	-169.6	-216.7	-264.2	-298.2	-317.6
100	-169.5	-207.0	-259.9	-313.9	-354.4	-378.7
120	-185.7	-223.4	-278.4	-334.7	-377.6	-404.2

① - (d) (TREGIN = 18)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-33.4	-34.7
60	-12.7	-14.5	-127.3	-159.3	-179.5	-189.5
80	-15.1	-169.6	-216.7	-264.2	-298.2	-317.6
100	-169.5	-207.0	-259.9	-313.9	-354.4	-378.7
120	-185.7	-223.4	-278.4	-334.7	-377.6	-404.2

② - (a) (THEGIN = 3)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
40	-8,3	-14,1	-22,6	-29,8	-33,5	-34,8
60	-12,7	-14,5	-127,4	-159,5	-179,7	-189,7
80	-15,7	-169,6	-216,9	-264,6	-298,7	-318,0
100	-169,5	-207,1	-260,2	-314,4	-355,0	-379,3
120	-185,7	-223,4	-278,8	-335,5	-378,9	-405,4

② - (a) (THEGIN = 12)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
40	-8,3	-14,1	-22,6	-29,8	-33,5	-34,8
60	-12,7	-14,5	-127,4	-159,5	-179,7	-189,7
80	-15,7	-169,6	-216,9	-264,6	-298,7	-318,0
100	-169,5	-207,1	-260,2	-314,4	-355,0	-379,3
120	-185,7	-223,4	-278,8	-335,5	-378,9	-405,4

② - (b) (THEGIN = 6)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
40	-8,3	-14,1	-22,6	-29,8	-33,5	-34,8
60	-12,7	-14,5	-127,4	-159,5	-179,7	-189,7
80	-15,7	-169,6	-216,9	-264,6	-298,7	-318,0
100	-169,5	-207,1	-260,2	-314,4	-355,0	-379,3
120	-185,7	-223,4	-278,8	-335,5	-378,9	-405,4

② - (a) (THEGIN = 15)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
40	-8,3	-14,1	-22,6	-29,8	-33,5	-34,8
60	-12,7	-14,5	-127,4	-159,5	-179,7	-189,7
80	-15,7	-169,6	-216,9	-264,6	-298,7	-318,0
100	-169,5	-207,1	-260,2	-314,4	-355,0	-379,3
120	-185,7	-223,4	-278,8	-335,5	-378,9	-405,4

② - (c) (THEGIN = 9)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
40	-8,3	-14,1	-22,6	-29,8	-33,5	-34,8
60	-12,7	-14,5	-127,4	-159,5	-179,7	-189,7
80	-15,7	-169,6	-216,9	-264,6	-298,7	-318,0
100	-169,5	-207,1	-260,2	-314,4	-355,0	-379,3
120	-185,7	-223,4	-278,8	-335,5	-378,9	-405,4

② - (f) (THEGIN = 18)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
40	-8,3	-14,1	-22,6	-29,8	-33,5	-34,8
60	-12,7	-14,5	-127,4	-159,5	-179,7	-189,7
80	-15,7	-169,6	-216,9	-264,6	-298,7	-318,0
100	-169,5	-207,1	-260,2	-314,4	-355,0	-379,3
120	-185,7	-223,4	-278,8	-335,5	-378,9	-405,4

③ - (a)

(TUECIN = 3)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.4	-0.5	-1.5	-0.5	-0.5	-0.4
40	-8.5	-14.5	-22.5	-30.0	-33.7	-35.0
60	-12.9	-94.7	-127.5	-159.6	-179.6	-189.5
80	-157.4	-169.3	-207.2	-266.1	-334.0	-418.2
100	-189.0	-224.6	-277.7	-354.9	-577.7	-604.1

③ - (4)

(TUECIN = 12)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.4	-0.5	-1.5	-0.5	-0.5	-0.4
40	-8.5	-14.5	-22.5	-30.0	-33.7	-35.0
60	-12.9	-94.7	-127.5	-159.6	-179.6	-189.5
80	-157.4	-169.3	-207.2	-266.1	-334.0	-418.2
100	-189.0	-224.6	-277.7	-354.9	-577.7	-604.1

③ - (b)

(TUECIN = 6)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.4	-0.5	-1.5	-0.5	-0.5	-0.4
40	-8.5	-14.5	-22.5	-30.0	-33.7	-35.0
60	-12.9	-94.7	-127.5	-159.6	-179.6	-189.5
80	-157.4	-169.3	-207.2	-266.1	-334.0	-418.2
100	-189.0	-224.6	-277.7	-354.9	-577.7	-604.1

③ - (a)

(TUECIN = 15)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.4	-0.5	-1.5	-0.5	-0.5	-0.4
40	-8.5	-14.5	-22.5	-30.0	-33.7	-35.0
60	-12.9	-94.7	-127.5	-159.6	-179.6	-189.5
80	-157.4	-169.3	-207.2	-266.1	-334.0	-418.2
100	-189.0	-224.6	-277.7	-354.9	-577.7	-604.1

③ - (c)

(TUECIN = 9)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.4	-0.5	-1.5	-0.5	-0.5	-0.4
40	-8.5	-14.5	-22.5	-30.0	-33.7	-35.0
60	-12.9	-94.7	-127.5	-159.6	-179.6	-189.5
80	-157.4	-169.3	-207.2	-266.1	-334.0	-418.2
100	-189.0	-224.6	-277.7	-354.9	-577.7	-604.1

③ - (t)

(TUECIN = 18)

TC	18	24	30	36	42	48
UP						
20	-0.4	-0.5	-1.5	-0.5	-0.5	-0.4
40	-8.5	-14.5	-22.5	-30.0	-33.7	-35.0
60	-12.9	-94.7	-127.5	-159.6	-179.6	-189.5
80	-157.4	-169.3	-207.2	-266.1	-334.0	-418.2
100	-189.0	-224.6	-277.7	-354.9	-577.7	-604.1

④ - (a) (TBEGIN = 3)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,5
40	-8,5	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,0
60	-72,9	-94,7	-127,6	-159,5	-179,8	-189,8
80	-157,4	-169,8	-217,0	-264,7	-298,9	-318,3
100	-169,7	-207,3	-260,2	-314,6	-355,4	-379,7
120	-184,0	-223,6	-278,8	-335,8	-379,3	-405,8

④ - (a) (TBEGIN = 12)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,5
40	-8,5	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,0
60	-72,9	-94,7	-127,6	-159,5	-179,7	-189,6
80	-157,4	-169,8	-216,9	-264,5	-298,6	-317,8
100	-169,8	-207,3	-260,2	-314,3	-354,8	-379,1
120	-184,0	-223,6	-278,8	-335,4	-378,7	-405,1

④ - (b) (TBEGIN = 6)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
40	-8,5	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,0
60	-72,9	-94,7	-127,6	-159,5	-179,8	-189,7
80	-157,4	-169,8	-216,9	-264,7	-298,8	-318,1
100	-169,8	-207,3	-260,2	-314,5	-355,2	-379,5
120	-184,0	-223,6	-278,8	-335,7	-379,1	-405,6

④ - (a) (TBEGIN = 15)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
40	-8,5	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,0
60	-72,9	-94,7	-127,6	-159,5	-179,7	-189,6
80	-157,4	-169,8	-216,9	-264,5	-298,5	-317,7
100	-169,8	-207,3	-260,1	-314,2	-354,7	-378,9
120	-184,0	-223,6	-278,7	-335,3	-378,5	-405,0

④ - (c) (TBEGIN = 9)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
40	-8,5	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,0
60	-72,9	-94,7	-127,6	-159,5	-179,7	-189,7
80	-157,4	-169,8	-216,9	-264,6	-298,7	-318,0
100	-169,8	-207,3	-260,2	-314,4	-355,0	-379,5
120	-184,0	-223,6	-278,8	-335,6	-378,9	-405,4

④ - (c) (TBEGIN = 18)

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
40	-8,5	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,0
60	-72,9	-94,7	-127,6	-159,5	-179,7	-189,6
80	-157,4	-169,8	-216,9	-264,4	-298,4	-317,6
100	-169,8	-207,3	-260,1	-314,2	-354,6	-378,8
120	-184,0	-223,6	-278,7	-335,3	-378,3	-404,8

⑤ - (a)

(THEGIN = 3 ;

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
40	1	1	1	1	1	1
	-8,6	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,1
60	1	1	1	27	27	27
	-75,0	-94,8	-127,6	-159,5	-179,6	-189,5
80	1	1	27	27	27	27
	-157,4	-169,9	-216,9	-264,4	-298,3	-317,5
100	1	1	27	27	27	27
	-169,8	-207,3	-260,1	-314,1	-354,4	-378,6
120	1	1	27	27	27	27
	-184,0	-223,6	-278,7	-339,2	-378,2	-404,6

⑤ - (d)

(THEGIN = 12 ;

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
40	1	1	1	1	1	1
	-8,6	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,1
60	1	1	1	27	27	27
	-75,0	-94,8	-127,6	-159,5	-179,6	-189,5
80	1	1	27	27	27	27
	-157,4	-169,9	-216,9	-264,4	-298,3	-317,5
100	1	1	27	27	27	27
	-169,8	-207,3	-260,1	-314,0	-354,3	-378,5
120	1	1	27	27	27	27
	-184,0	-223,6	-278,7	-339,1	-378,0	-404,4

⑤ - (b)

(THEGIN = 6 ;

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
40	1	1	1	1	1	1
	-8,6	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,1
60	1	1	1	27	27	27
	-75,0	-94,8	-127,6	-159,5	-179,6	-189,5
80	1	1	27	27	27	27
	-157,4	-169,9	-216,9	-264,4	-298,3	-317,5
100	1	1	27	27	27	27
	-169,8	-207,3	-260,1	-314,1	-354,4	-378,6
120	1	1	27	27	27	27
	-184,0	-223,6	-278,7	-339,2	-378,2	-404,6

⑤ - (e)

(THEGIN = 15 ;

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
40	1	1	1	1	1	1
	-8,6	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,1
60	1	1	1	27	27	27
	-75,0	-94,8	-127,6	-159,4	-179,6	-189,5
80	1	1	27	27	27	27
	-157,4	-169,9	-216,9	-264,3	-298,1	-317,4
100	1	1	27	27	27	27
	-169,8	-207,3	-260,1	-314,0	-354,2	-378,4
120	1	1	27	27	27	27
	-184,0	-223,6	-278,7	-339,0	-378,0	-404,4

⑤ - (c)

(THEGIN = 9 ;

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
40	1	1	1	1	1	1
	-8,6	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,1
60	1	1	1	27	27	27
	-75,0	-94,8	-127,6	-159,4	-179,6	-189,5
80	1	1	27	27	27	27
	-157,4	-169,9	-216,9	-264,3	-298,2	-317,5
100	1	1	27	27	27	27
	-169,8	-207,3	-260,1	-314,1	-354,4	-378,6
120	1	1	27	27	27	27
	-184,0	-223,6	-278,7	-339,1	-378,1	-404,5

⑤ - (f)

(THEGIN = 18 ;

TC	18	24	30	36	42	48
RP						
20	-0,5	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
40	1	1	1	1	1	1
	-8,6	-14,3	-22,8	-30,1	-33,7	-35,1
60	1	1	1	27	27	27
	-75,0	-94,8	-127,6	-159,4	-179,6	-189,5
80	1	1	27	27	27	27
	-157,4	-169,9	-216,9	-264,3	-298,1	-317,4
100	1	1	27	27	27	27
	-169,8	-207,3	-260,1	-314,0	-354,2	-378,4
120	1	1	27	27	27	27
	-184,0	-223,6	-278,7	-339,0	-377,9	-404,4

6. 結 論

本章では予備放流操作への統計的決定モデルの適用性についての結論、問題点及び今後の発展性等について述べる。

- 1° 統計的決定モデルは、“期待損失最小なる行動をせよ”という行動決定モデルであり気象予測のように非常に不確定な情報を基にしてダムの子備放流操作を客観的に行う方法としては有効である。
- 2° しかし、統計的決定理論の適用に際しては3時間待つという行動を評価するとき、本調査では3時間待てば降雨予測の精度が若干向上するものと仮定しているが、精度が改善される事が定式化されないと実際の適用は無理である。
- 3° また、降雨予測の精度は行動決定に対して非常に重要な要因であり、台風性降雨予測モデルと実データの検証により得た予測精度程度では、各行動の期待損失額に決定的な差が認められず明確に最適行動を決定することはできない。
- 4° 効用関数の設定については、特に治水と利水のトレードオフの関係をどう評価するかは行動決定に際して非常に重要な要因であり、モデルの実用性を左右するので詳しい検討が必要である。

また、評価基準についても、期待値とその分散を考慮する方法、情報の信頼性に基づいて判断する方法、治水と利水の両者の基準を満す行動を並列して提示し選択する方法等が考えられ比較検討が必要である。

- 5° 降雨要素の選定については降雨パターン推定、総雨量推定の精度を考えると今回のモデルで妥当である。
- 6° 流出解析法については、必ずしも十分な精度とは言えず、期待損失額に及ぼす影響が大きいのので、演算時間が長くなる問題が解決すれば貯留関数法等による逐次計算法を採用した方がよいと思われる。
- 7° 本文で述べた方法を拡張して、洪水調節容量に占める予備放流容量を大きくした場合、さらに任意な予備放流容量を採用する場合の適用性はダムの規模、洪水調節量の大きさ、予測精度等に関係するが、今後検討していきたい。

以上述べたように、予測を考慮したダム操作という非常に困難な問題に対して現状では本モデルを実用化するにはほど遠い状況であり、ここでの適用計算も多くの仮定の上に成り立つものであるが、降雨予測技術が向上すれば基本的には本モデルの考え方を応用することによって、台風接近時から通過後に至る間の予備放流操作時の行動を決定することは可能となろう。今後は更に実データによる検証をすすめ、モデルの一般化・実用化をはかることが必要である。

あ と が き

本調査では、比較的予想をたてやすいといわれている台風性降雨予測モデル（杉浦・普世モデル）を用いて、過去17個の台風のデータから予測精度を調査し、さらに予測精度を用いて予備放流シミュレーションを行った。

本調査で用いた降雨予測モデルは、予想コースが与えられたときに降雨量を計算するものであり、予想コースが全く外れたときには、予想降雨は全く外れることになる。従って、ここで用いた降雨予測モデルは、統計的モデルよりも予測精度は劣るかもしれないが、ある程度まで台風の物理モデルを導入しており、今後の発展性はあると考える。

また、本調査では、台風の進路予測については全く触れず、予想コースも過去のもをそのまま用いたが、近年、力学的数値予報も進歩しており¹⁷⁾、進路予想の精度も向上しつつあると考えられる。従って、現状では必ずしも十分なものではないが、進路予測と降雨予測をダム管理の重要な情報として用いることは意義がある。

多目的ダムの管理では、通常、治水損失に比べてはるかに大きいので、適用計算結果を見てもわかるように、治水に取って安全側の判断が成されている。このことは、降雨予測が一定の規模、ある程度の精度に達すれば治水のみを考えて管理すればよいことになるといえる。

本調査では、洪水調節操作そのものは固定して考えたが、調節開始流量、調節率等を決定変数とすることにより、予備放流シミュレーションと同様に、洪水調節決定シミュレーションを行うことができる。

以上、本調査で述べた方法論ならびに調査成果は、実用化という面に関して十分ではないが、今後のダム管理の考え方として、多少なりとも役立てば幸いである。

最後に、本調査にあたり降雨予測に関する解析調査並びに気象情報の利用の面に関しては、気象庁気象研究所予報研究部長 斎藤直輔氏、同庁総務部企画課調査官 小野俊行氏、同庁前予報部 杉浦茂氏、同庁予報部 立平良三氏、同 保科正男氏、日本気象協会第一研究部長 吉田作松氏その他の方々に多くの御助言御指導をいただいた。また、資料収集等でお世話になった四国地建、大渡ダムの方々、降雨予測の資料調査・解析を担当して頂いた日本気象協会の方々に感謝の意を表します。

参 考 文 献

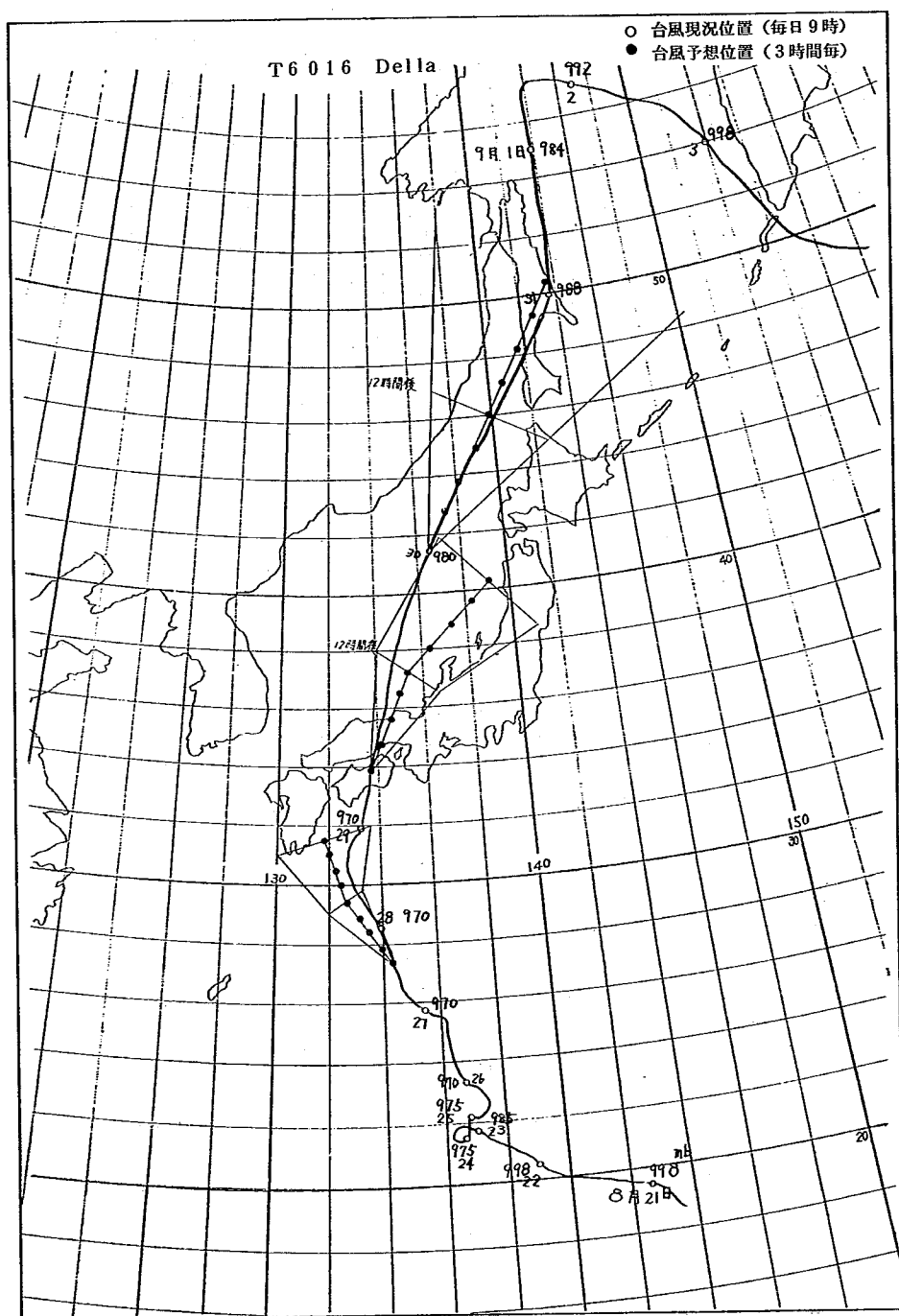
- 1) 木村俊見「流域貯留を考慮したダムの洪水調節方式の提案」 建設省直轄工事第15回技術研究報告(1961)
- 2) 水越三郎「ダムによる洪水処理方式に対する2、3の試案」 土木技術資料7-4(1965)
- 3) 立平良三、牧野義久「デジタル化されたエコーパターンの予報への利用」 気象庁研究時報26巻5号(1974)
- 4) 杉浦茂、普世泰吉「台風に伴う雨量予想の計算プログラムについて」 研究時報23巻1号(1971)
- 5) 保科正男「台風に伴う雨量の数値計算(主として地形性降雨)」 電力と気象21巻(1974)
- 6) 石原健二「統計的予報法」 気象庁予報部、予報作業指針その7、雨量予報(1973)
- 7) 仙台管区気象台「東北地方における雨量予報」(1968)
- 8) 近畿地建淀川ダム統合管理事務所「多目的ダムの管理に関する研究(資料)」 建設省技術研究会 昭和46年度(1971)
- 9) 関東地建利根川ダム統合管理事務所「多目的ダムの管理に関する研究(資料)」 建設省技術研究会 昭和47年度(1972)
- 10) 四国地建柳瀬ダム管理所「多目的ダムの管理に関する研究(資料)」 建設省技術研究会 昭和46年度(1971)
- 11) 立平良三、斉藤直輔「豪雨予想の一方法 - ブラックボックス法 - 」 研究時報25巻2号(1973)
- 12) 豪雨ワーキンググループ「高層風と降水量 - 短時間降雨予報の試み - 」 研究時報25巻4号(1973)
- 13) 新田 尚「Fine-mesh数値モデル」 気象研究ノート102号(1974)
- 14) 中村、小野、花籠、稲村「気象予測に基づく防災対策の決定モデル」 土木学会論報集 126(1973)
- 15) 高棹琢馬、横田稔二「DP利用によるダム貯水池の洪水調節方式について」 土木学会 昭和46年 年次学術講演集(1971)
- 16) 岩井重久、石黒政儀「応用水文統計学」 森北出版(1970)
- 17) 日本気象協会「予報作業指針その5 台風予報」(1974)

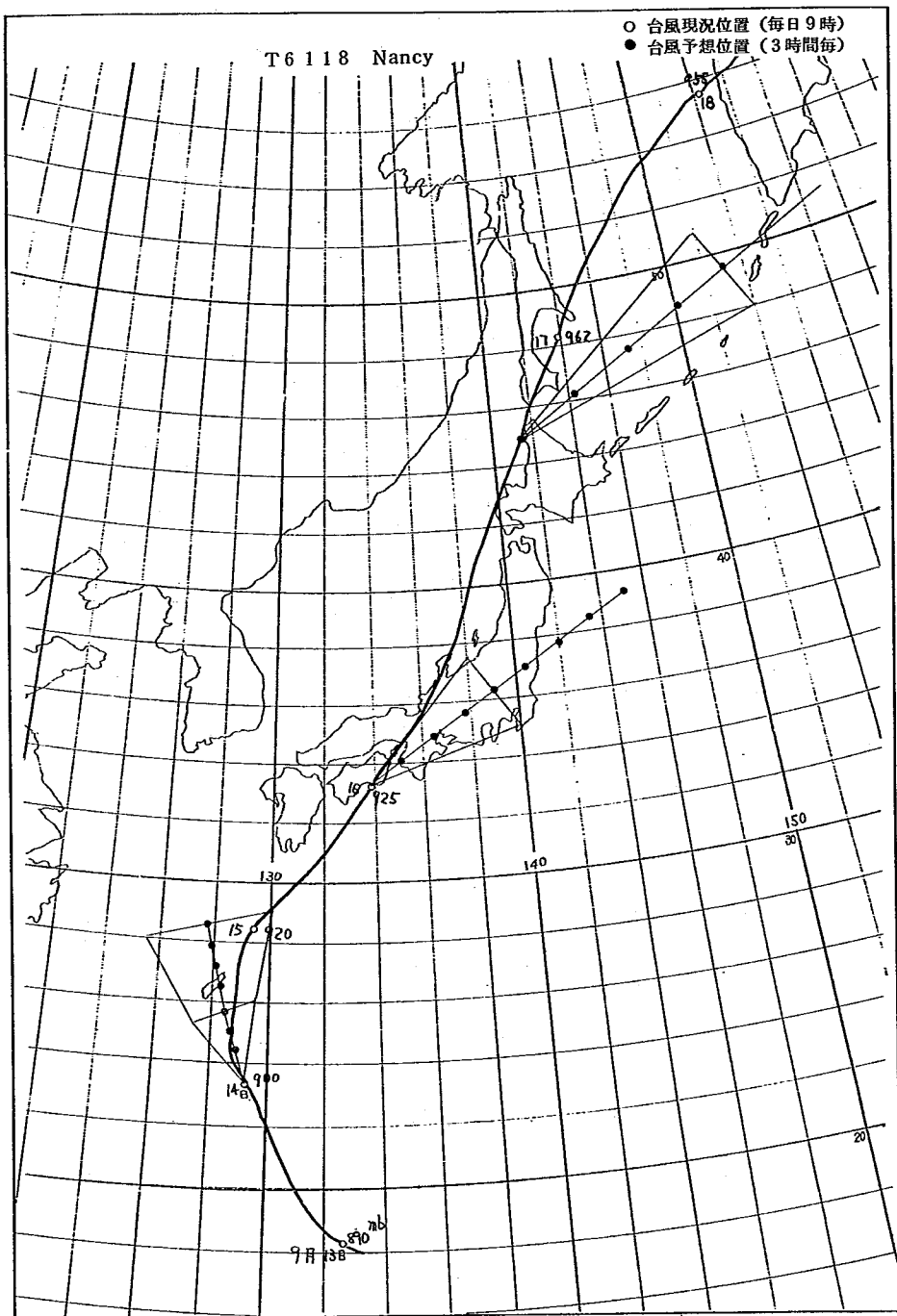
附表—1 台 風 一 覽 表

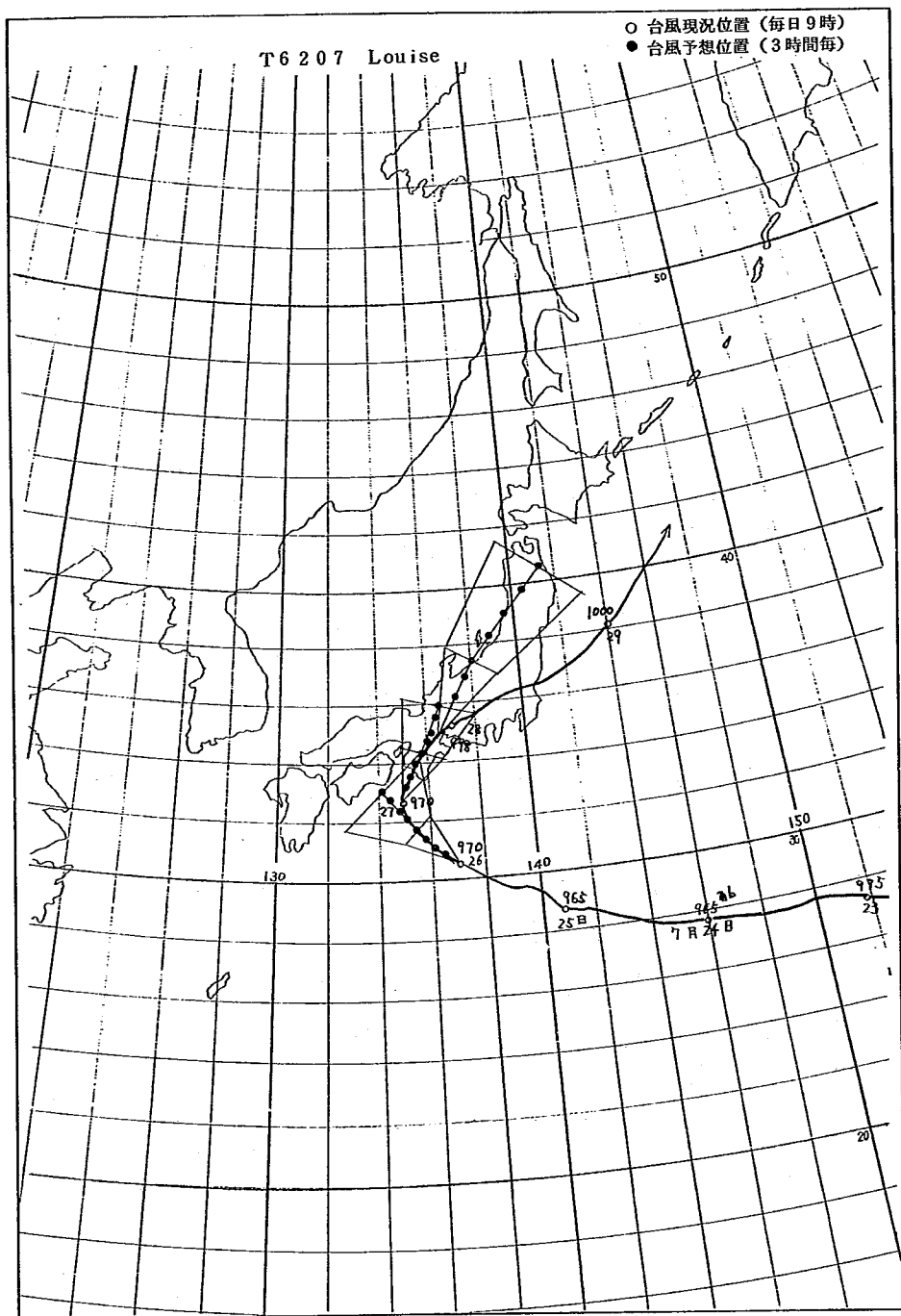
附表-1 台 風 一 覽 表

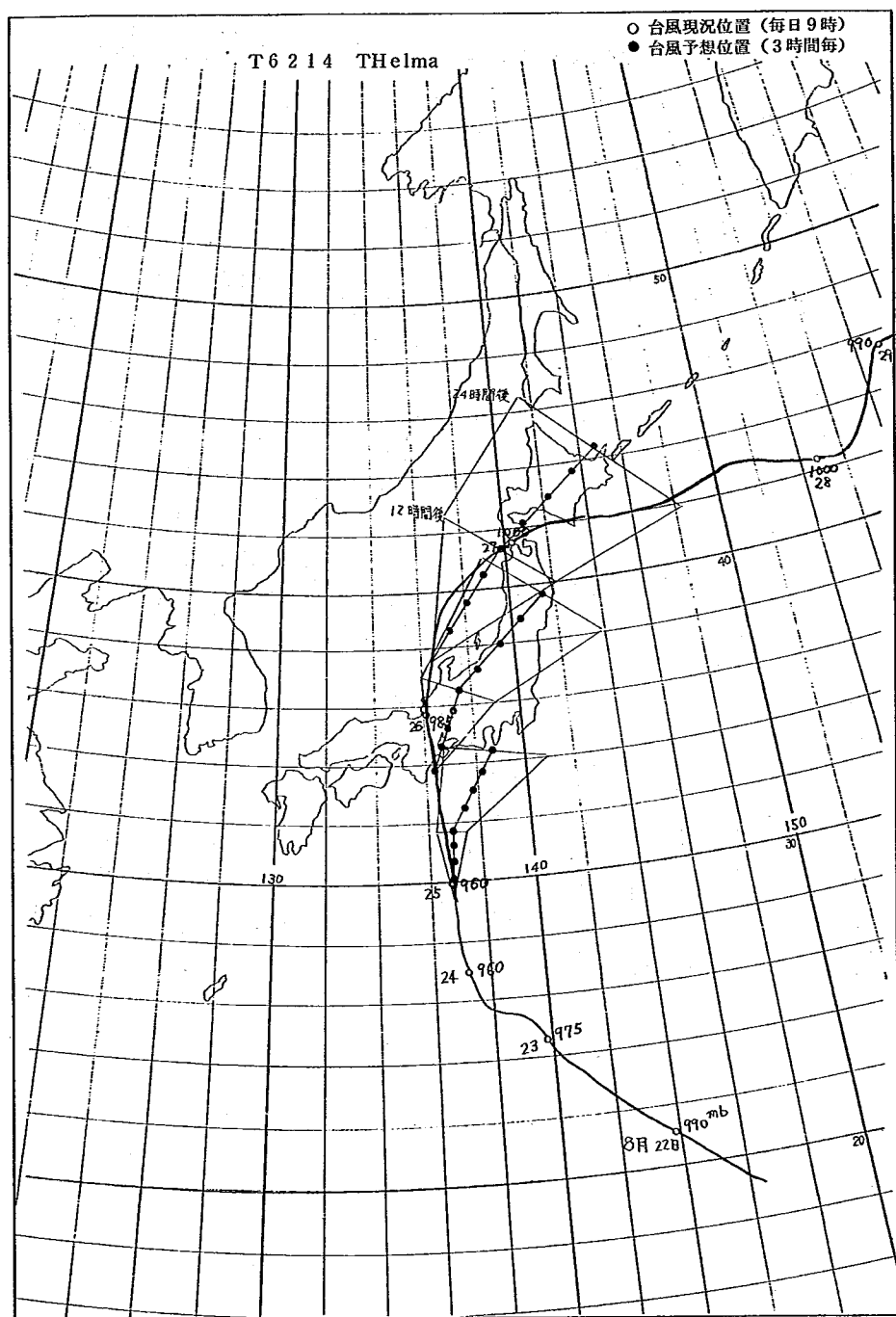
No	台風名称	発生年月日	解 析 区 間									
			初					終				
			月	日	時	台風位置		月	日	時	台風位置	
1	6016 DELLA	1960.Ⅷ.17	8	28	00	N28.0	E133.8	8	30	09	N41.6	E136.0
2	6118 NANCY	1961.Ⅸ.07	9	14	09	23.2	129.6	9	17	03	45.0	141.5
3	6207 LOUISE	1962.Ⅷ.21	7	26	06	30.5	137.2	7	28	06	35.8	136.8
4	6214 THELMA	1962.Ⅷ.20	8	25	06	29.2	136.9	8	26	15	37.6	136.7
5	6309 BESS	1963.Ⅶ.26	8	07	09	27.1	134.2	8	11	15	38.6	133.5
6	6311 DELLA	1963.Ⅷ.24	8	27	09	30.5	132.2	8	28	21	33.8	137.6
7	6420 WILDA	1964.Ⅸ.17	9	23	15	26.9	131.1	9	25	21	40.9	146.8
8	6515 JEAN	1965.Ⅷ.24	8	05	06	28.3	127.6	8	07	00	39.5	134.0
9	6517 LUCY	1965.Ⅷ.14	8	21	00	30.4	139.1	8	23	03	35.5	139.7
10	6523 SHIRLEY	1965.Ⅸ.01	9	09	06	26.3	131.7	9	11	03	43.7	141.4
11	6524 TRIX	1965.Ⅸ.08	9	15	03	22.9	129.1	9	18	12	42.7	144.3
12	6619 DORIS	1966.Ⅸ.04	9	08	09	25.8	134.4	9	10	15	40.8	141.4
13	6804 MARY	1968.Ⅷ.19	7	27	09	29.5	134.9	7	29	21	32.8	130.1
14	6810 TRIX	1968.Ⅷ.22	8	27	15	26.7	129.2	8	30	09	44.7	147.4
15	6909 CORA	1969.Ⅷ.13	8	21	18	30.2	128.3	8	23	21	39.6	141.3
16	7002 OLGA	1970.Ⅶ.28	7	04	09	27.2	127.3	7	06	15	36.8	139.3
17	7010 ANITA	1970.Ⅷ.15	8	20	09	26.8	136.4	8	22	06	39.8	134.5
18	7505 PHYLLIS	1975.Ⅷ.12	8	15	06	25.1	136.9	8	18	00	35.3	130.6
19	7506 RITA	1975.Ⅷ.19	8	21	06	27.9	130.8	8	23	12	36.9	130.7

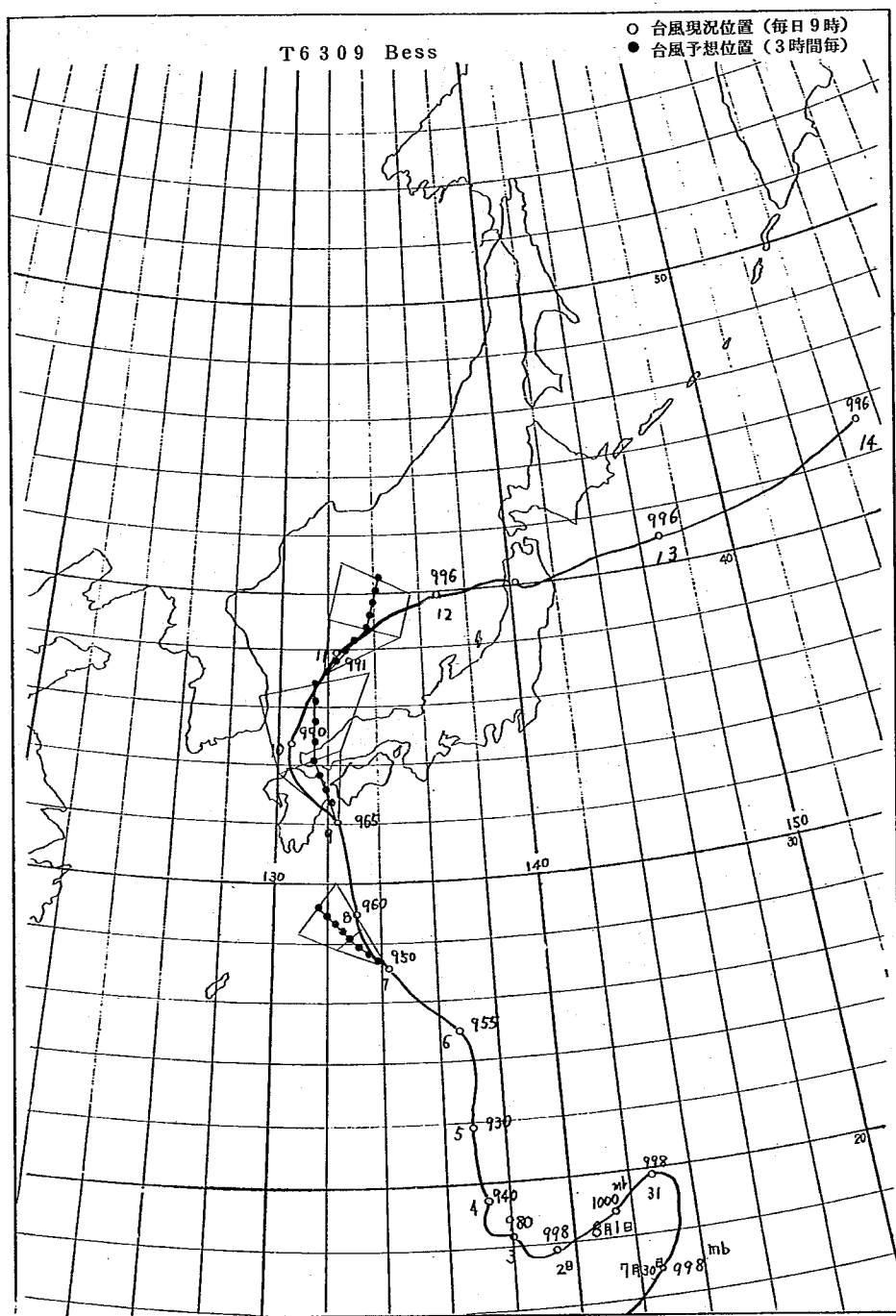
附図-1 台 風 の コ ー ス

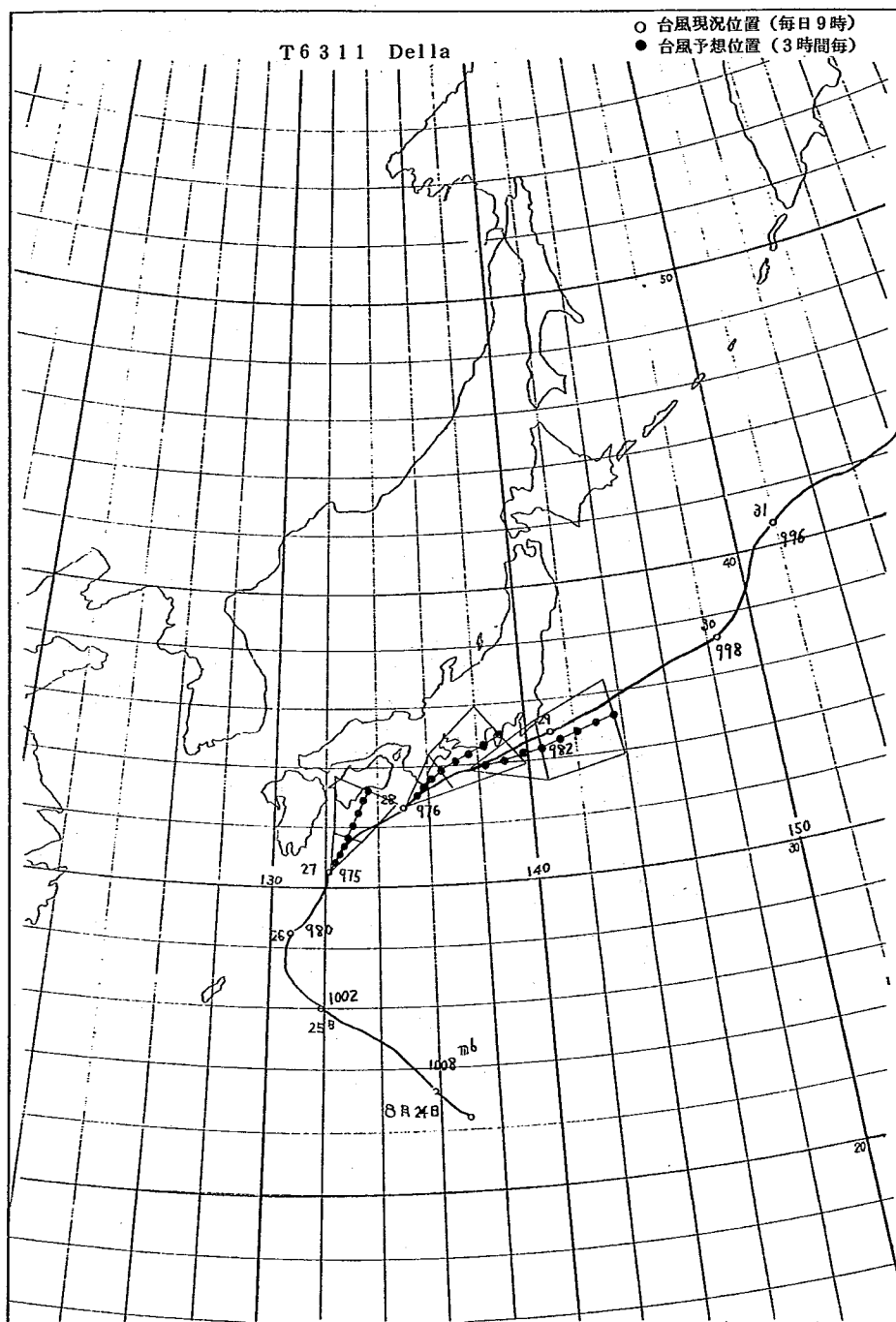


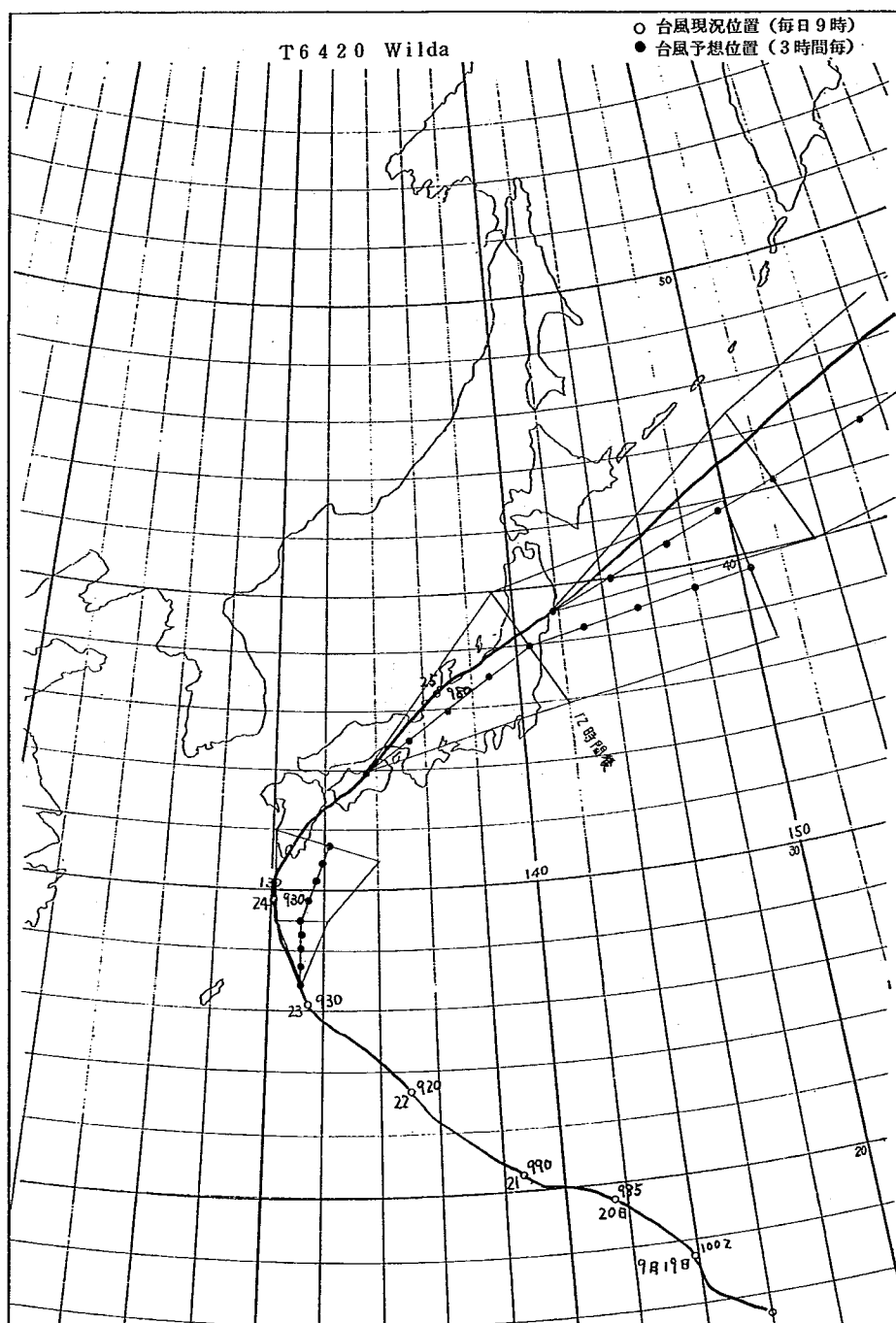


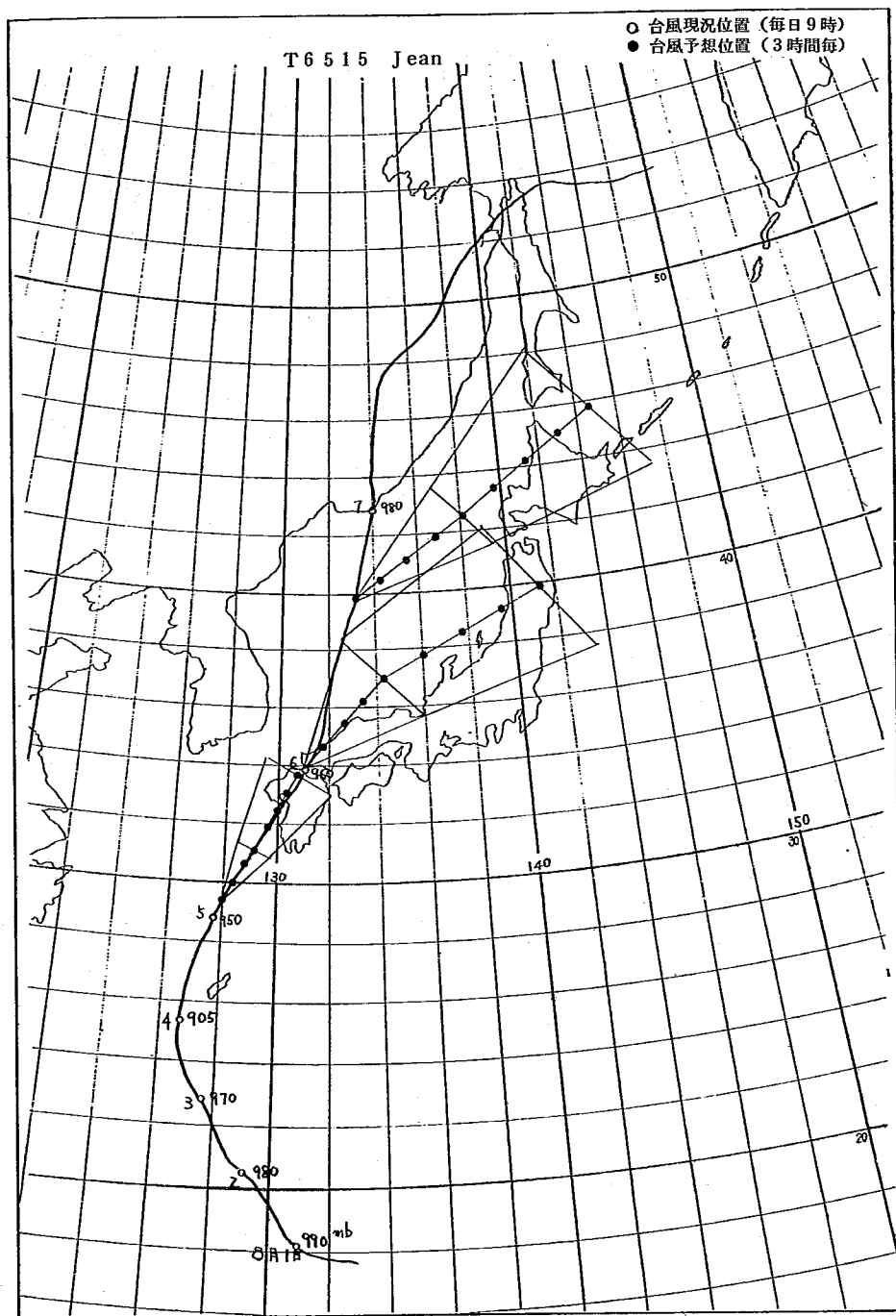


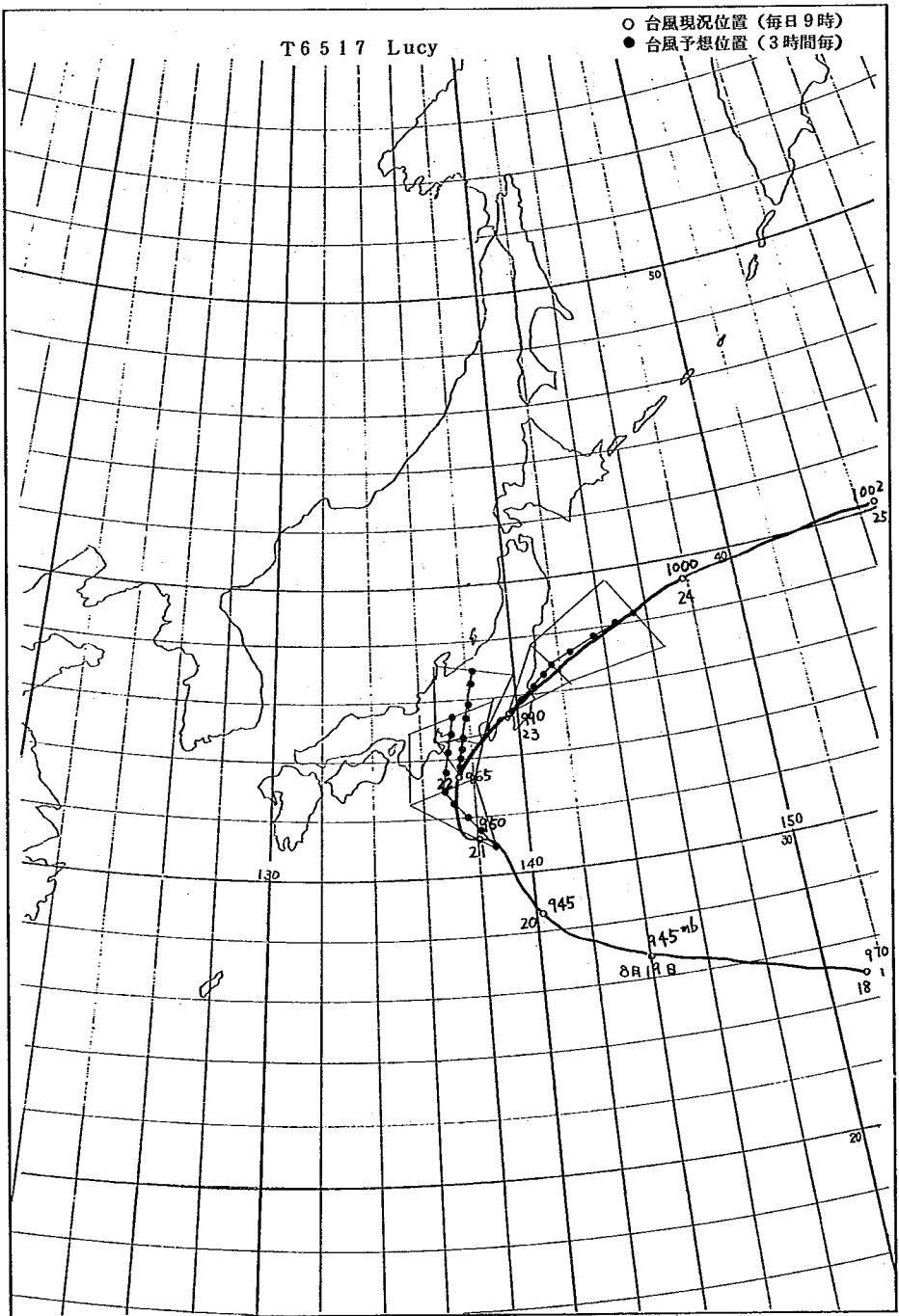


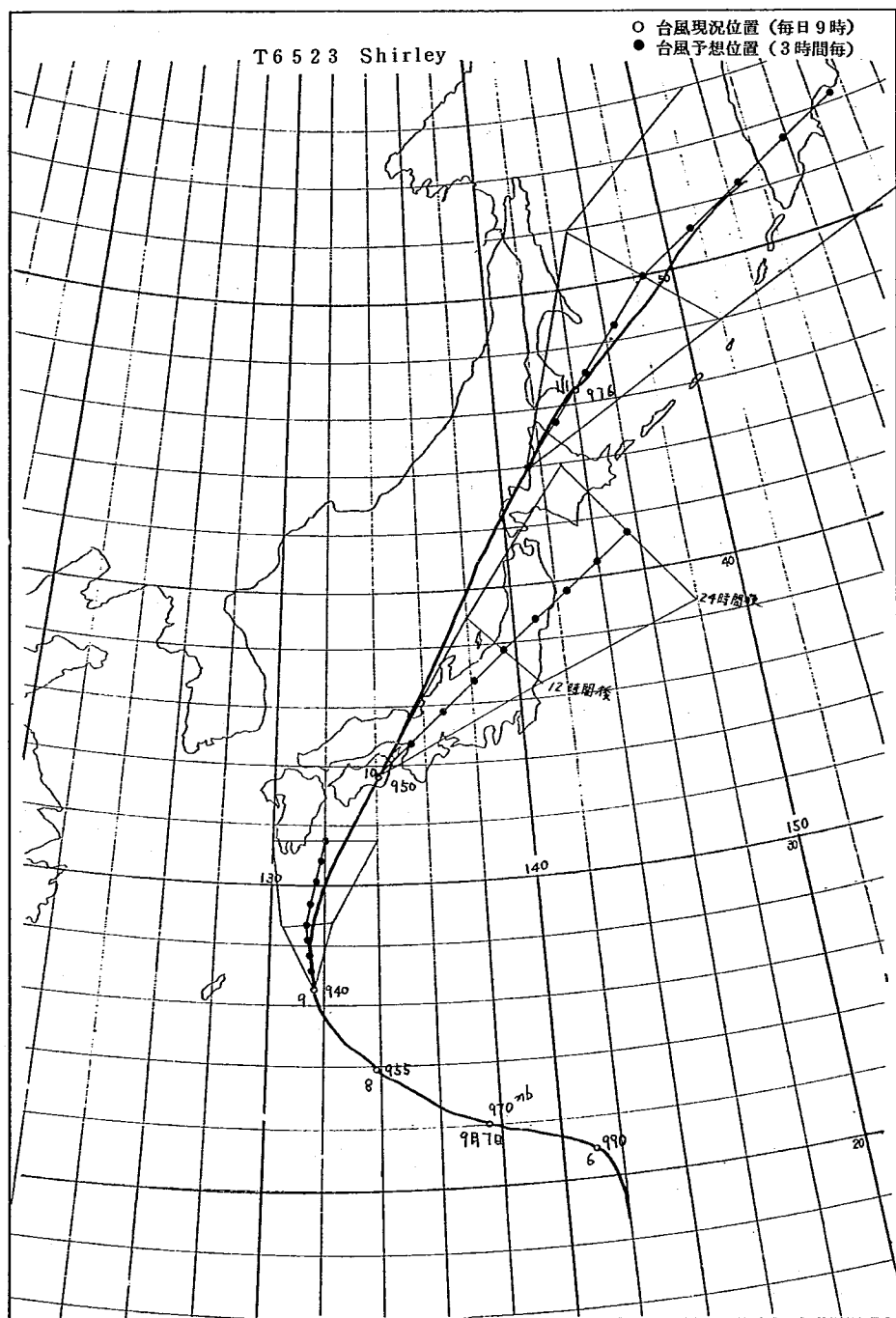


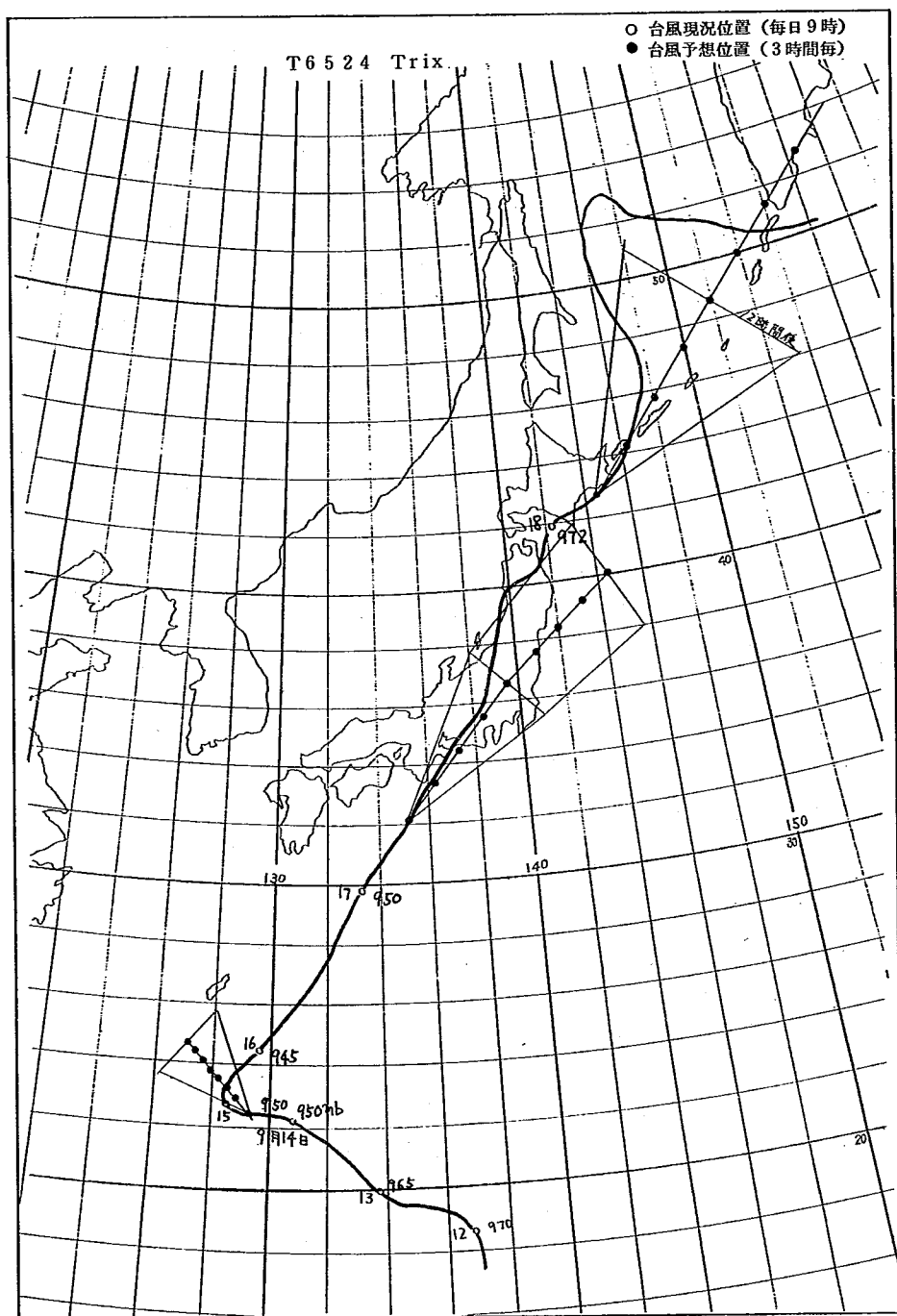


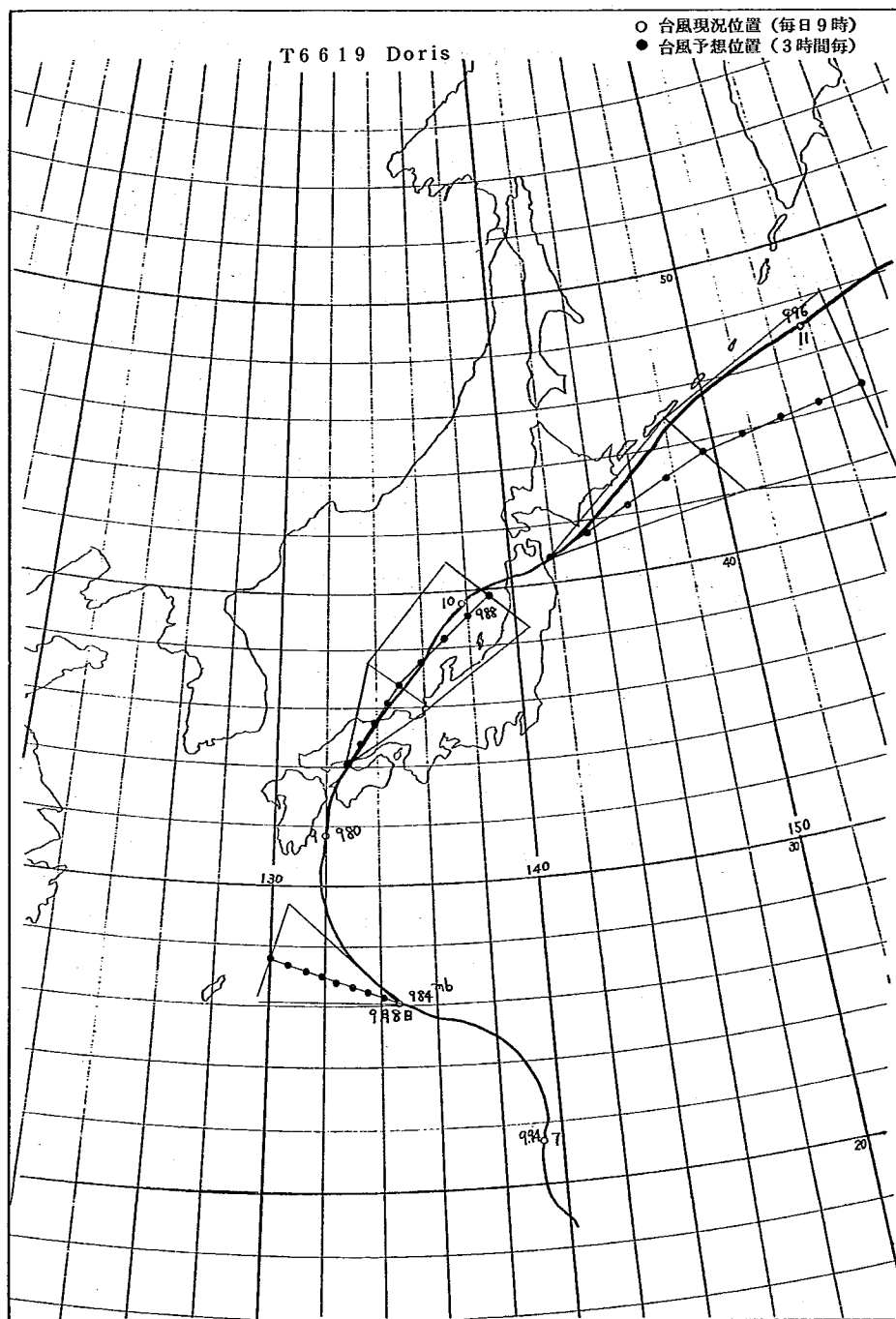


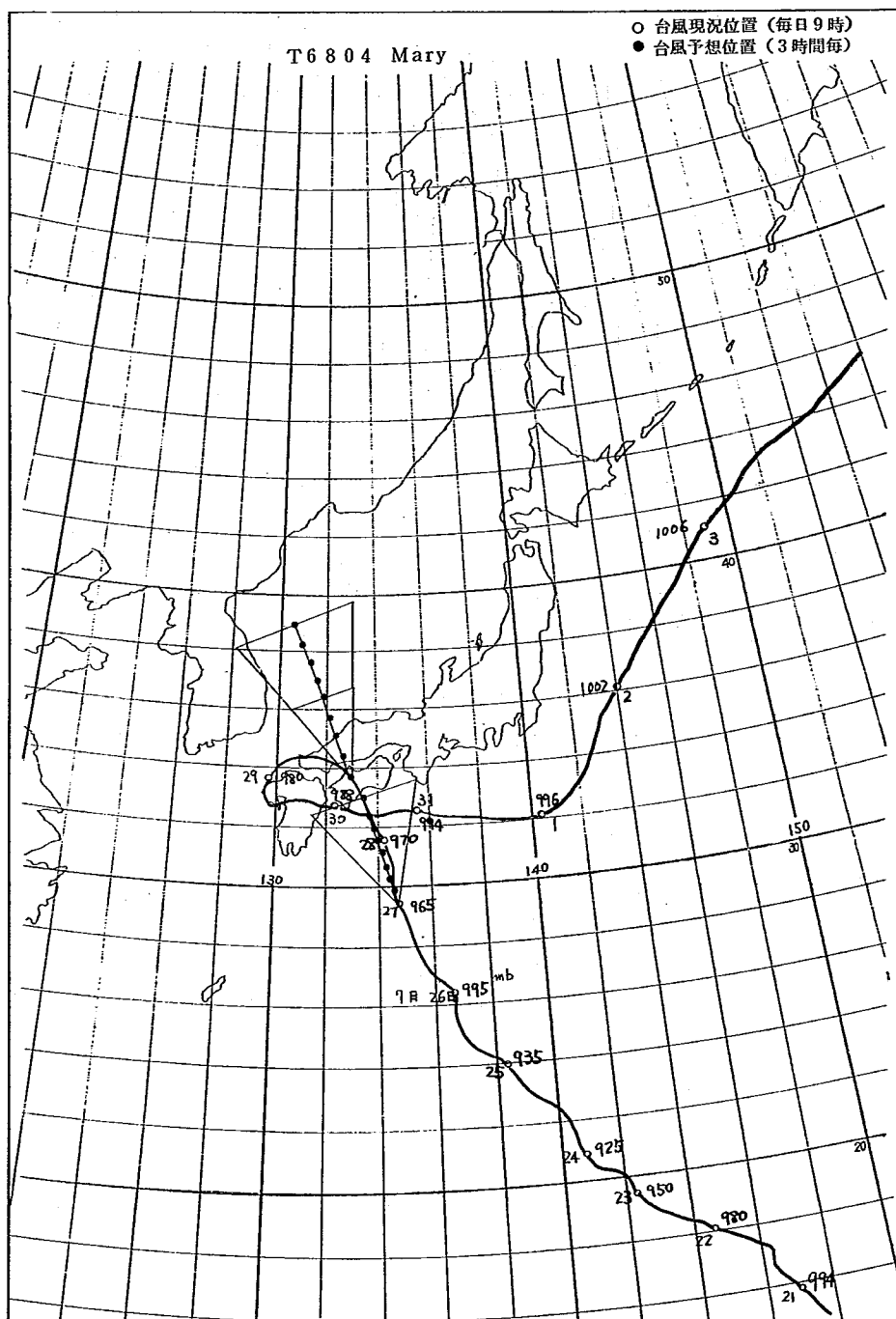


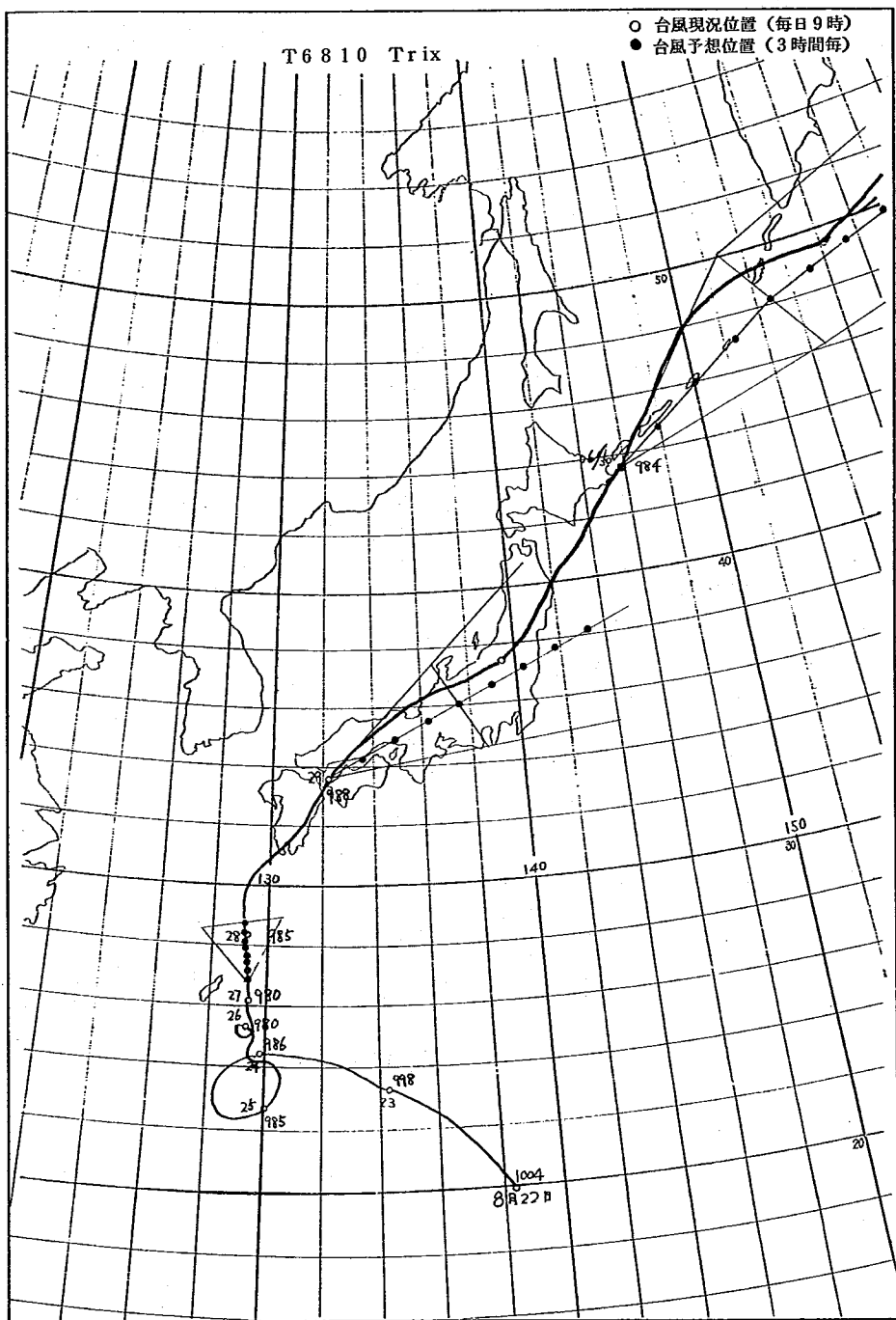


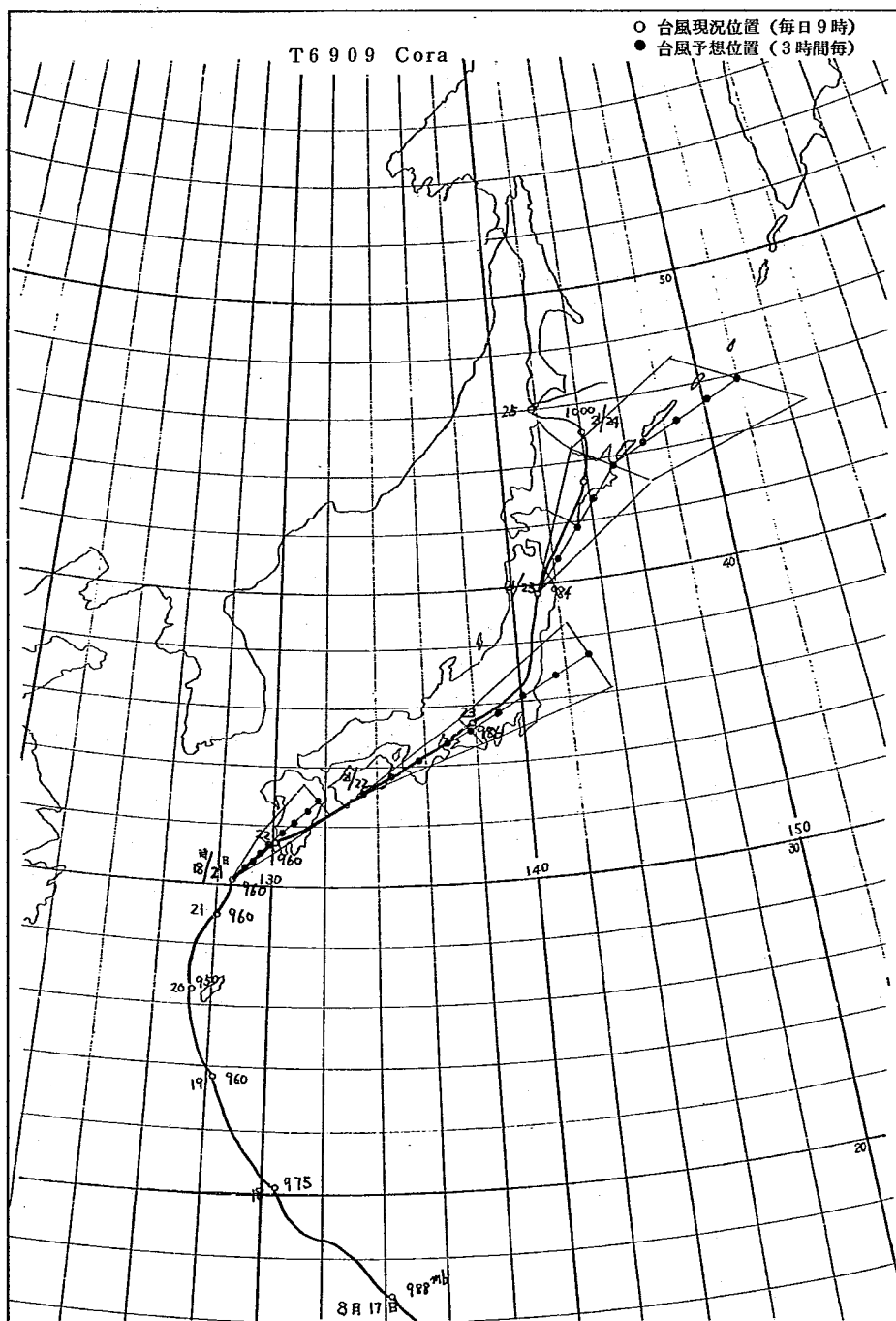


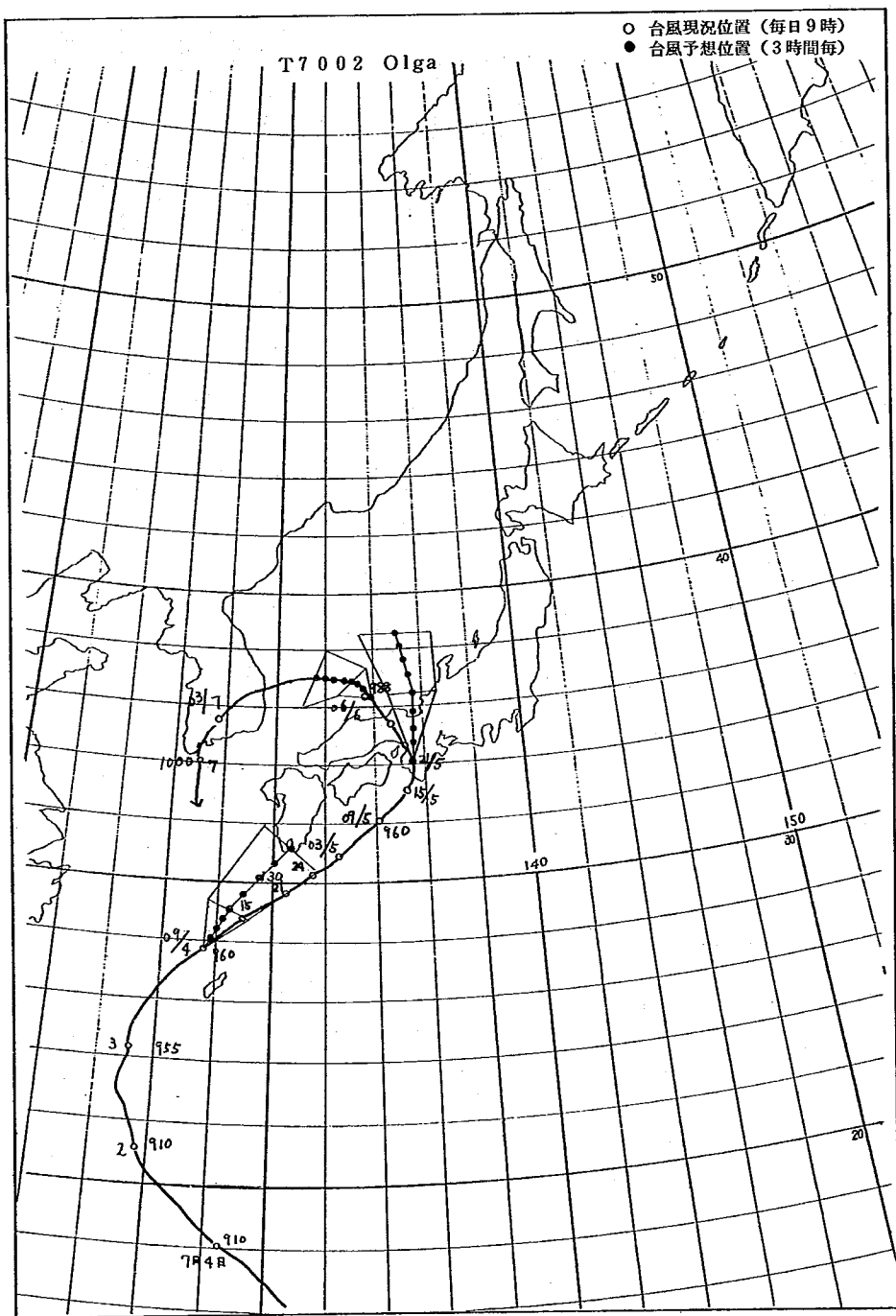


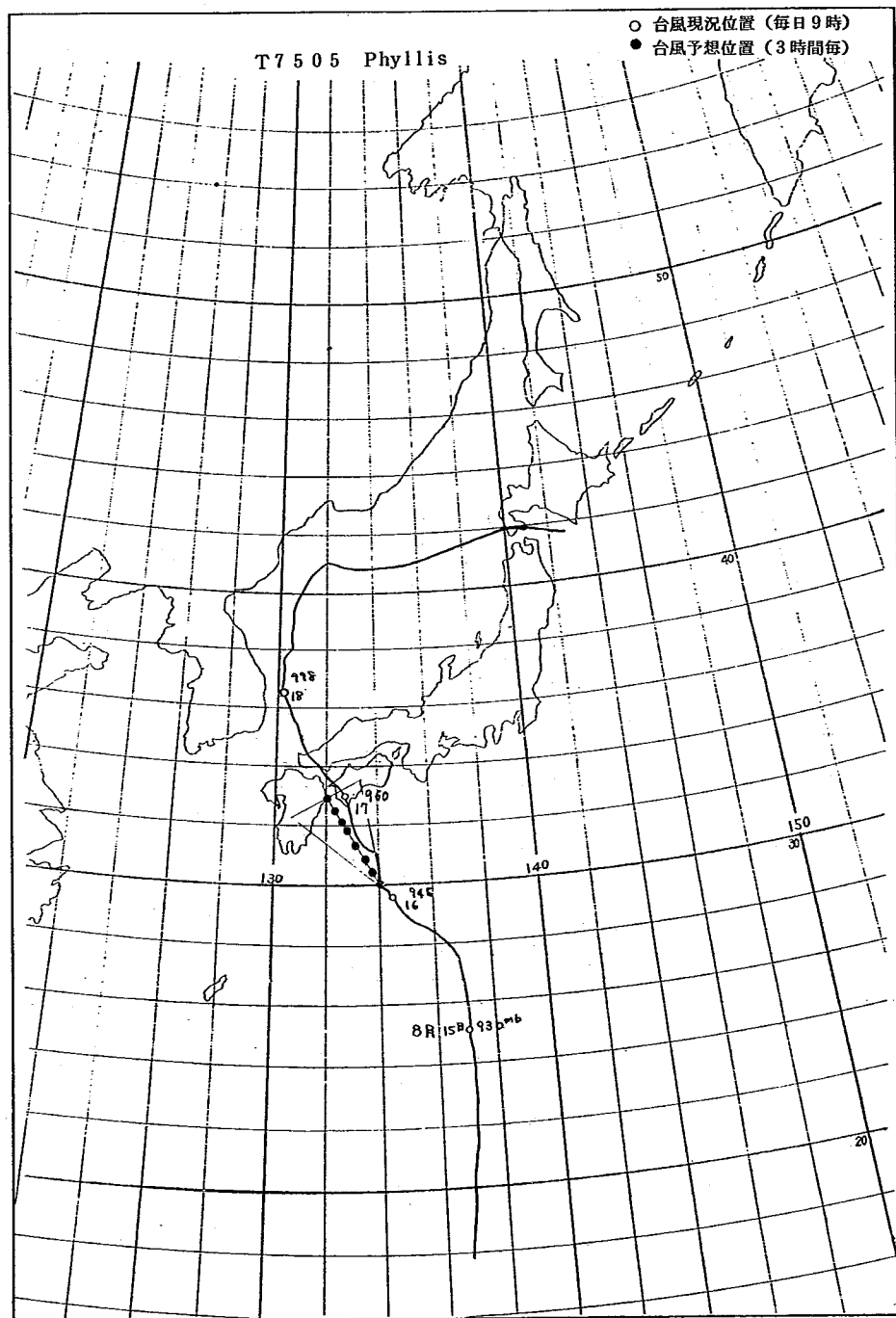


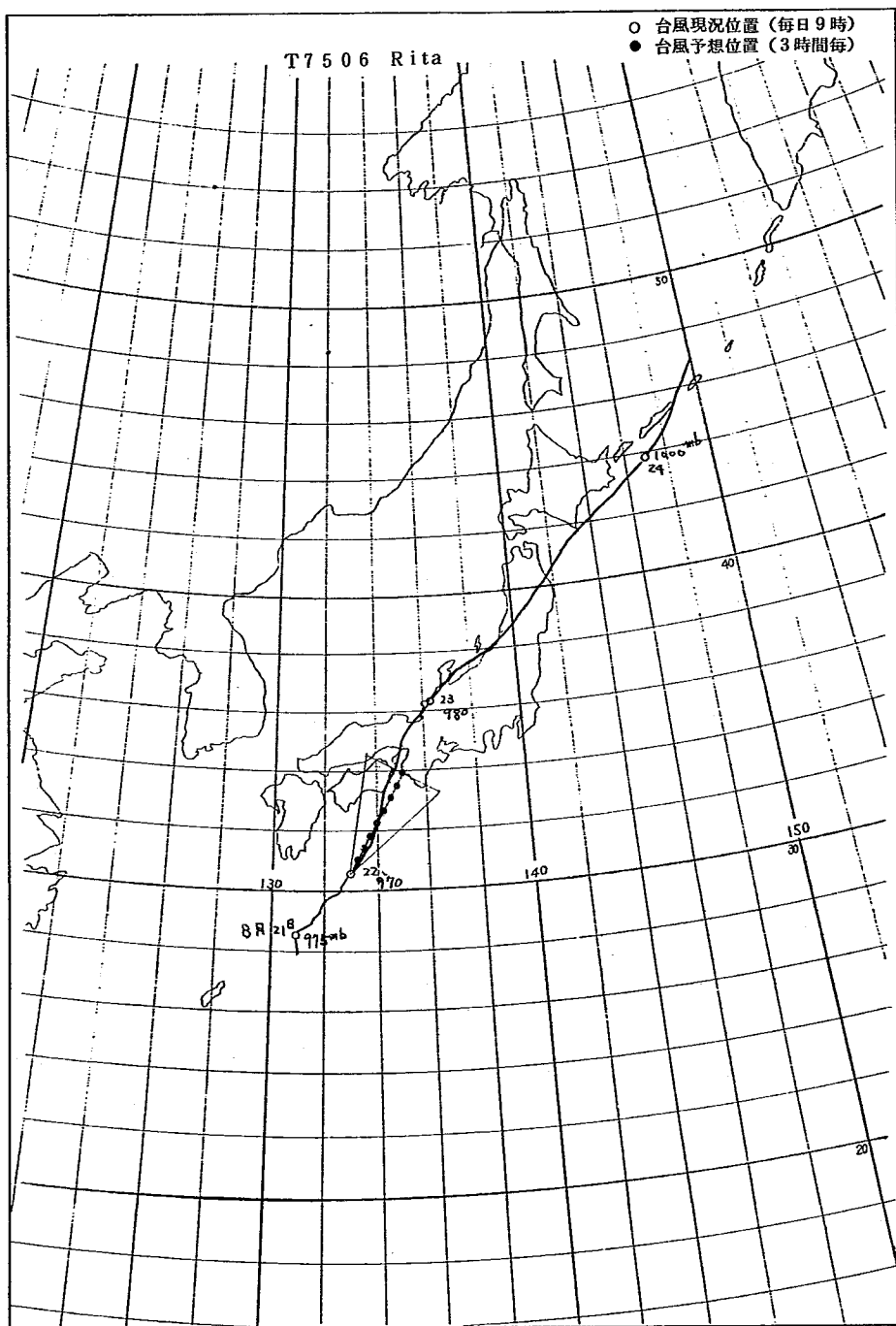












附表-2 台 風 實 況 表

台風名称 6016 DELLA 発生年月日 1960年8月17日

月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km)	風域半径(km)
			N	E					25m/s以上	15m/s以上
8	28	00	28.0	133.8	970	330° NNW	20	45	300	400
	28	03	28.1	133.5	970	330° N-NW	13	45	NE300 SW200	450
	28	06	28.2	133.2	970	320° WNW-NNW	15	45	NE300 SW200	450
	28	09	28.4	134.0	970	340° NNW	11	45	NE300 SW200	450
	28	12	28.7	133.8	970	340° NNW	11	45	NE300 SW200	500
	28	15	29.1	133.3	970	330° NW-NNW	17	45	NE300 SW200	550
	28	18	29.8	133.2	970	340° NNW	20	45	NE300 SW200	550
	28	21	30.0	132.9	970	330° NNW	20	45	NE300 SW200	550
	29	00	30.6	132.5	970	340° NNW	20	45	NE300 SW200	550
	29	03	31.1	132.7	970	350° N	20	45	NE300 SW200	550
	29	06	31.7	132.7	970	360° N	20	45	200	550
	29	09	32.1	133.1	970	10° N-NNE	20	40	200	550
	29	12	32.9	133.4	970	20° NNE	35	40	200	550
	29	15	33.8	133.5	970	10° N-NNE	37	40	200	500
	29	18	34.9	133.9	980	20° NNE	40	34	200	500
	29	21	36.3	134.2	980	20° NNE	50	34	200	500
	30	00	37.6	134.6	980	10° N-NNE	50	34	200	500
	30	03	39.0	135.1	980	10° N-NNE	50	34	200	500
	30	06	40.2	135.7	980	10° N-NNE	50	34	200	500
	30	09	41.6	136.0	980	10° N-NNE	52	34	200	500

台風名称 6118 NANCY 発生年月日 1961年9月7日

月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(Km) 25m/s以上	風域半径(Km) 15m/s以上
			N	E						
9	14	9	23.2	129.6	900	340° NNW	26	75	E370 W280	700
	14	12	23.7	128.9	905	340° NNW	26	75	E370 W280	700
	14	15	24.5	128.8	905	340° NNW	26	75	E370 W180	700
	14	18	25.4	128.7	910	350° N-NNW	26	75	E370 W180	700
	14	21	26.2	128.7	910	355° N	30	75	E370 W180	700
	15	00	26.8	128.7	920	355° N	26	70	E370 W180	700
	15	03	27.3	128.8	920	10° N-NNE	26	70	E370 W180	700
	15	06	27.8	129.1	920	20° NNE	26	70	E370 W180	700
	15	09	28.3	129.3	920	20° NNE	26	70	E370 W180	700
	15	12	28.5	129.5	920	30° NNE	26	70	E370 W180	700
	15	15	29.0	129.8	920	30° NNE	22	60	E370 W180	700
	15	18	29.5	130.3	920	40° NNE-NE	22	60	E460 W180	700
	15	21	29.9	130.9	920	40° NE	22	60	E460 W180	700
	16	00	30.5	131.6	920	45° NE	28	60	E460 W180	650
	16	03	31.3	132.3	920	40° NE	37	60	E460 W180	600
	16	06	32.0	133.0	920	45° NE	37	60	E370 W100	600
	16	09	33.1	133.9	925	45° NE	50	60	E370 W100	600
	16	12	34.2	134.8	932	35° NE	45	60	E370 W100	600
	16	15	35.6	135.9	940	40° NE	65	55	E370 W100	600
	16	18	37.4	137.5	960	40° NE	75	45	E400 W200	600
	16	21	41.2	139.0	966	20° NNE	93	45	E400 W200	600
	17	00	43.5	140.3	966	20° NNE	93	45	400	600
	17	03	45.0	141.5	960	30° NNE-NE	75	45	400	600

台風名称 6207 LOUISE 発生年月日 1962年7月21日

月	日	時	位置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km) 25m/s以上	風域半径(km) 15m/s以上
			N	E						
7	26	06	30.5	137.2	970	300° WNW	20	40	150	300
	26	09	30.6	137.0	970	300° WNW	20	40	150	300
	26	12	30.8	136.4	970	300° WNW	20	40	150	300
	26	15	31.2	136.0	975	310° WNW-NW	20	40	150	300
	26	18	31.6	135.7	970	320° NW	20	40	150	300
	26	21	31.7	135.4	970	310° NW	20	40	150	300
	27	00	32.1	135.0	970	320° NW	20	40	150	300
	27	03	32.6	134.9	970	340° NNW	20	40	150	300
	27	06	32.9	135.0	970	350° N-NNW	20	40	100	300
	27	09	32.9	135.2	970	10° N-NNE	15	40	100	200
	27	12	33.3	135.4	970	10° N-NNE	20	40	100	200
	27	15	33.9	135.5	978	10° N-NNE	20	35	S150 N100	200
	27	18	34.4	135.7	980	10° N-NNE	20	35	S130 N100	200
	27	21	34.6	136.0	988	20° NNE	20	30	NW100 SE130 (20m/s以上)	150
	28	00	35.2	136.2	994	30° NNE	20	25	—	130
	28	03	35.4	136.4	996	30° NNE	20	18	—	100
	28	06	35.8	136.8	998	30° NNE	20	15	—	100

台風名称 6214 THELMA 発生年月日 1962年8月20日

月	日	時	位置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km) 25m/s以上	風域半径(km) 15m/s以上
			N	E						
8	25	06	29.6	136.9	960	350° NNW	20	45	130	250
	25	09	30.0	136.8	960	350° N-NNW	15	45	130	250
	25	12	30.4	136.8	960	350° N-NNW	15	45	130	300
	25	15	31.3	136.8	950	350° N-NNW	20	50	130	300
	25	18	31.8	136.7	950	350° N-NNW	20	50	130	300
	25	21	32.5	136.6	950	350° N	25	50	100	300
	26	00	33.1	136.3	950	350° N	25	50	100	300
	26	03	33.8	136.3	955	10° N	25	50	100	200
	26	06	34.8	136.3	975	360° N	40	40	80	150
	26	09	35.8	136.2	985	10° N	40	35	80	150
	26	12	36.9	136.9	995	30° NE-NNE	40	20	—	200
	26	15	37.6	136.7	995	20° NNE	20	15	—	200

台風名称 6309 BESS 発生年月日 1963年7月26日

月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (Km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(Km) 25m/s以上	風域半径(Km) 15m/s以上
			N	E						
8	7	09	27.1	134.2	950	310° NW	15	45	NE300 SW200	500
	7	12	27.2	134.0	950	310° NW	15	45	NE300 SW200	500
	7	15	27.5	133.5	950	310° NW	15	45	NE300 SW200	500
	7	18	27.7	133.2	950	310° NW	15	45	NE300 SW200	500
	7	21	27.8	133.4	950	310° NW	15	45	NE300 SW200	500
	8	00	28.1	133.0	950	310° NW	15	45	NE300 SW200	500
	8	03	28.3	133.3	950	315° NW	15	45	NE300 SW200	500
	8	06	28.6	133.2	955	340° NNW	9	45	NE250 SW200	500
	8	09	28.8	133.0	955	330° NW-NNW	10	45	NE300 SW200	500
	8	12	29.0	133.0	955	340° NWW	10	45	NE300 SW200	500
	8	15	29.5	133.1	960	360° N	10	45	NE300 SW200	500
	8	18	29.8	133.0	960	360° N	10	45	E300 W200	500
	8	21	30.2	132.9	960	350° N	10	45	E300 W200	400
	9	00	30.6	132.8	960	350° N-NNW	10	45	E300 W200	400
	9	03	31.0	132.7	960	350° N-NNW	15	45	E300 W200	400
	9	06	31.5	132.5	960	350° N-NNW	15	45	E300 W200	400
	9	09	32.0	132.2	965	345° NNW	20	45	E300 W200	400
	9	12	32.5	132.0	965	345° NNW	20	45	200	400
	9	15	32.9	131.6	970	330° NNW-NW	20	40	200	400
	9	18	33.2	131.3	975	320° NW-NNW	15	40	200	400
	9	21	33.6	130.9	982	320° NW-NNW	15	30	200	400
	10	00	33.8	130.9	984	330° NW-NNW	15	30	200 (20m/s以上)	400
	10	03	34.0	130.7	986	340° NNW	15	30	—	400
	10	06	34.4	130.9	988	360° N	15	30	—	400
	10	09	34.5	131.1	990	20° NNE	15	25	—	400
	10	12	35.0	131.3	990	20° NNE	20	25	—	400
	10	15	35.5	131.4	992	20° NNE	20	25	—	400
	10	18	36.0	131.6	992	20° NNE	20	25	—	300
	10	21	36.4	131.7	994	20° NNE	15	15	—	300
	10	24	36.8	131.8	994	20° NNE	15	15	—	300
	11	3	37.0	132.0	994	30° NNE	15	15	—	200
	11	6	37.3	132.3	994	30° NNE	15	15	—	200
	11	9	37.9	132.3	994	NE	15	15	—	200
	11	12	38.2	133.0	994	NE	15	15	—	200
	11	15	38.6	133.5	994	NE	15	15	—	200

台風名称 6311 DELLA 発生年月日 1963年8月24日

月	日	時	位置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km) 25m/s以上	風域半径(km) 15m/s以上
			N	E						
8	27	09	30.5	132.2	975	15° NNE	15	35	90	110
	27	12	30.9	132.1	975	360° N	15	35	90	110
	27	15	31.0	132.3	975	20° NNE	15	35	90	110
	27	18	31.3	132.6	975	30° NNE	15	35	90	110
	27	21	31.4	133.0	975	40° NE	15	35	90	110
	28	00	31.7	133.3	975	40° NE	15	35	90	110
	28	03	32.0	133.8	980	50° NE	15	30	—	E250 W150 150
	28	06	32.4	134.3	980	50° NE	15	30	—	E250 W150 150
	28	09	32.6	134.8	980	55° NE	15	30	—	150
	28	12	32.9	135.5	980	55° NE	20	30	—	110
	28	15	33.3	136.2	980	55° NE-ENE	20	30	—	110
	28	18	33.6	136.7	980	55° NE-ENE	20	30	—	90
	28	21	33.8	137.6	980	70° ENE	25	30	—	90

台風名称 6420 WILDA 発生年月日 1964年9月17日

月	日	時	位置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km) 25m/s以上	風域半径(km) 15m/s以上
			N	E						
9	23	15	26.9	131.1	930	N	20	45	150	500
	23	18	27.3	130.9	930	N-NNE	20	45	150	500
	23	21	27.6	130.7	930	340° NNW	15	45	150	500
	24	00	27.9	130.5	930	340° NNW	15	45	150	500
	24	03	28.4	130.2	930	340° NNW	15	45	150	500
	24	06	28.8	130.2	930	350° N-NNW	15	45	150	500
	24	09	29.5	130.1	930	360° N	20	45	N150 S90	500
	24	12	30.0	130.1	930	360° N	25	45	N150 S90	500
	24	15	30.7	130.2	930	10° N	25	45	110	600
	24	18	31.3	130.8	940	30° NNE-NE	30	45	110	600
	24	21	32.1	131.6	950	40° NE	40	40	110	E500 W300 500
	25	00	32.9	132.2	950	40° NE	40	35	75	E500 W300 500
	25	03	34.0	133.5	960	40° NE	60	35	90	E500 W300 400
	25	06	35.3	134.8	975	40° NE	60	35	90	E500 W300 400
	25	09	36.4	136.4	980	50° NE	70	35	90	SE400 NW200 400
	25	12	37.7	139.4	982	60° NE-ENE	95	30	—	SE500 NW200 400
	25	15	39.0	141.7	980	50° NE	90	30	—	SE500 NW300 400

台風名称 6515 JEAN 発生年月日 1965年7月24日

月	日	時	位置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(Km) 25m/s以上	風域半径(Km) 15m/s以上
			N	E						
8	5	06	28.3	127.6	950	30° NNE-NE	20	50	250	500
	5	09	28.7	127.8	950	30° NNE-NE	20	50	250	500
	5	12	29.2	128.0	950	30° NNE-NE	20	50	250	500
	5	15	29.7	128.2	950	30° NNE-NE	20	50	250	500
	5	18	30.2	128.8	950	30° NNE-NE	25	50	E250 W150	500
	5	21	30.6	129.0	945	30° NNE-NE	25	50	E250 W150	400
	6	00	31.2	129.4	940	30° NNE-NE	30	50	E250 W150	400
	6	03	31.9	129.9	940	30° NNE-NE	30	50	E250 W150	400
	6	06	32.7	130.6	955	35° NE-NNE	30	45	E200 W100	400
	6	09	33.8	131.4	960	30° NNE	40	40	SE200 他100 (20m/s以上)	300
	6	12	34.8	131.4	972	360° N	40	35	SE200 他100 (20m/s以上)	300
	6	15	36.2	132.2	970	30° NNE	55	35	S150 他100 (20m/s以上)	200
	6	18	37.4	133.0	970	30° NNE	50	35	S150 他100 (20m/s以上)	200
	6	21	38.6	133.4	970	30° NNE	50	35	S150 他90 (20m/s以上)	200
	7	00	39.5	134.0	970	30° NNE	50	35	SE150 NW90 (20m/s以上)	200

台風名称 6517 LUCY 発生年月日 1965年8月14日

月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km) 25m/s以上	風域半径(km) 15m/s以上
			N	E						
8	21	00	30.4	139.1	940	330° NNW	15	55	200	350
	21	03	31.0	138.7	940	30° NNW	20	55	200	350
	21	06	31.2	138.2	940	320° NW	20	55	200	350
	21	09	31.3	137.8	945	310° WNW-NW	20	55	200	350
	21	12	31.3	137.7	950	280° W-WNW	9	50	200	350
	21	15	31.4	137.7	950	360° N	6	50	150	350
	21	18	31.6	137.4	950	325° NW-NNW	9	50	150	350
	21	21	31.7	137.4	950	335° NNW	slow	50	150	350
	22	00	32.0	137.4	950	360° N	10	50	150	350
	22	03	32.5	137.4	950	360° N	15	50	150	350
	22	06	33.0	137.4	955	360° N	15	50	150	350
	22	09	33.4	137.5	955	360° N	15	50	150	350
	22	12	33.7	137.7	955	10° N-NNE	15	45	130	300
	22	15	34.1	138.0	960	30° NNE-NE	15	45	90	300
	22	18	34.5	138.5	965	40° NE	20	40	60	300
	22	21	34.9	138.9	970	40° NE	20	35	60	300
	23	00	35.3	139.2	985	35° NE-NNE	20	25	90 (20m/s以上)	200
	23	03	35.3	139.7	990	60° ENE	20	20	—	100

台風名称 6523 SHIRLEY 発生年月日 1965年9月1日

月	日	時	位置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km) 25m/s以上	風域半径(km) 15m/s以上
			N	E						
9	9	06	26.3	131.7	940	330° NW-NNW	20	55	200	500
	9	09	26.7	131.6	940	350° N-NNW	20	55	200	500
	9	12	27.3	131.5	940	350° N-NNW	20	55	200	500
	9	15	27.8	131.5	940	350° N-NNW	20	55	200	500
	9	18	28.6	131.6	945	5° N	25	50	E200 W150	500
	9	21	29.2	131.6	945	3° N	25	50	200	500
	10	00	30.1	132.0	950	10° N-NNE	35	50	200	500
	10	03	31.5	132.5	950	15° NNE	50	50	200	SE600 他400 400
	10	06	32.7	133.3	950	25° NNE	45	45	SE250 他150	SE650 他400 400
	10	09	33.8	134.3	950	40° NE-NNE	55	50	150	400
	10	12	35.3	135.1	960	30° NNE	60	40	150	400
	10	15	37.1	136.4	965	35° NE-NNE	70	35	150	400
	10	18	39.1	138.0	970	35° NE-NNE	75	35	200 (20m/s以上)	400
	10	21	40.9	139.7	975	35° NE-NNE	85	30	300 (20m/s以上)	400
	11	00	42.3	140.0	972	30° NNE-NE	75	30	300 (20m/s以上)	400
	11	03	43.7	141.4	974	30° NNE	75	25	200 (20m/s以上)	400

台風名称 6524 TRIK 発生年月日 1965年9月8日

月	日	時	位置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (Km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(Km) 25m/s以上	風域半径(Km) 15m/s以上
			N	E						
9	15	03	22.9	129.1	950	310°	10	55	200	500
	15	06	23.0	128.8	950	310° NW-NNW	10	55	200	500
	15	09	23.0	128.5	950	300° WNW	10	55	200	500
	15	12	23.0	128.5	940	STOP	0	55	200	500
	15	15	23.3	128.4	940	330° NW	10	55	200	500
	15	18	23.5	128.4	940	340° NNW	10	55	200	500
	15	21	23.6	128.5	940	345° NNW	10	55	200	500
	15	24	23.8	128.7	940	360° N	10	55	200	500
	16	03	24.4	129.0	940	10° N-NNE	20	55	200	500
	16	06	24.7	129.2	940	20° NNE	20	55	200	500
	16	09	24.8	129.5	930	30° NNE-NE	15	60	200	500
	16	12	25.3	129.8	930	40° NE	20	60	200	500
	16	15	25.8	130.4	930	40° NE	25	60	200	600
	16	18	26.0	130.9	930	40° NE	25	60	200	600
	16	21	26.6	131.4	940	40° NE	25	55	300	700
	17	00	27.1	132.0	940	40° NE	30	55	SE350 NW250	700
	17	03	27.9	132.4	945	35° NE	30- 35	55	SE350 NW250	700
	17	06	28.8	132.8	945	35° NE	35- 40	55	SE350 NW250	700
	17	09	29.5	134.0	945	40° NE	40	55	SE350 NW250	700
	17	12	31.0	134.5	955	35° NE	45	55	SE350 NW250	700
	17	15	32.0	135.1	955	30° NNE	45	50	SE350 NW150	SE700 NW500 700
	17	18	33.2	135.9	955	30° NNE	50	50	SE350 NW150	SE700 NW400 700
	17	21	34.4	136.9	955	30° NNE	50	50	SE350 NW100	SE850 NW300 500
	18	00	35.7	139.2	966	35° NNE-NE	55	40	SE250 NW90	400
	18	03	38.3	139.6	968	10° N-NNE	70	40	SE380 NW150	SE600 NW400 500
	18	06	39.9	139.9	972	10° N-NNE	70	40	150	S600 N350
	18	09	41.8	142.2	972	30° NNE	90	35	130	S400 N250 400
	18	12	42.7	144.3	974	40° NE	60	35	—	S400 N250 400

台風名称 6619 DORIS 発生年月日 1966年 9月 4日

月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km) 25m/s以上	風域半径(km) 15m/s以上
			N	E						
9	8	09	25.8	134.4	984	290° W-WNW	30	25	—	N300 W200 300
		12	27.2	133.7	988	320° NW	30	25	—	N400 S200 400
	8	15	27.9	133.0	984	340° NNW	30	25	—	N400 S200 400
		18	28.3	132.5	984	320° NW	30	25	—	N400 S200 400
	8	21	28.8	132.1	970	320° NW	25	35	50	NE500 他300 400
		00	29.6	131.9	970	340° NNW	30	35	50	E500 他200 500
	9	03	30.3	131.7	980	340° NNW	30	35	40	E400 他150 400
		06	31.0	131.6	980	350° NNW-N	30	30	40	E400 他150 400
	9	09	31.9	131.8	986	360° N	30	25	—	E400 W80 400
		12	32.7	132.0	986	10° N-NNE	30	25	—	E400 W150 400
	9	15	33.3	132.0	986	10° N-NNE	30	25	—	E300 W150 300
		18	34.0	132.8	988	40° NE	40	20	—	E300 W110 300
	9	21	34.9	133.7	994	40° NE	45	20	—	SE120 他80 120
		00	35.8	134.3	992	30° NNE	45	20	—	SE100 他50 100
	10	03	37.0	135.1	992	30° NNE	45	20	—	S70 N50 70
		06	38.1	136.0	992	40° NE	50	20	—	S80 N60 80
	10	09	39.5	137.5	992	40° NE	60	25	—	S110 N80 110
		12	40.6	139.1	992	50° NE	60	25	—	S110 N80 110
	10	15	40.8	141.4	993	50° ENE-NE	65	20	—	SE700 NW200 200

台風名称 6804 MARY 発生年月日 1968年7月19日

月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (Km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(Km) 25m/s以上	風域半径(Km) 15m/s以上
			N	E						
7	27	09	29.5	134.9	965	330° NW-NNW	20	40	350	SE700 NW450 450
	27	12	29.7	134.7	965	330° NW-NNW	10	35	E300 W200	E700 W400 400
	27	15	29.9	134.8	965	330° NW-NNW	15	35	E300 W200	E500 W300 400
	27	18	30.3	134.5	970	330° NNW-NW	15	35	E300 W200	E500 W300 400
	27	21	30.3	134.7	970	280° NNW-NW	15	35	E350 W200	E600 W300 500
	28	00	30.8	134.2	975	330° NNW-NW	15	35	E350 W200	E600 W300 500
	28	03	30.8	134.6	975	340° NNW-NW	15	30	E300 W150	E500 W300 400
	28	06	31.3	134.6	970	360° N	15	30	E300 W150	E550 W300 400
	28	09	31.6	134.6	970	360° N	10	30	E150 W130	E400 W200 400
	28	12	32.0	134.3	970	350° N-NNW	10	30	130	400
	28	15	32.3	134.2	975	340° NNW	15	30	110	400
	28	18	32.7	133.7	975	330° NNW	20	25	—	300
	28	21	33.7	132.9	978	330° NNW	30	25	—	250
	29	00	34.7	132.1	980	330° NNW	45	25	—	250
	29	03	34.5	130.8	980	290° WNW	30	20	—	NW250 SE150 150
	29	06	34.3	130.0	980	245° WSW	25	20	—	NW250 SE150 150
	29	09	33.6	129.8	980	200° SSW	20	20	—	E150 他250 150
	29	12	33.3	129.6	980	200° SSW	9	20	—	150
	29	15	32.9	129.5	982	180° S	9	15	—	150
	29	18	32.8	130.1	984	STOP	—	—	—	150
	29	21	32.8	130.1	984	STOP	—	—	—	150

台風名称 6810 TRIX 発生年月日 1968年8月22日

月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km) 25m/s以上	風域半径(km) 15m/s以上
			N	E						
8	27	15	26.7	129.2	980	360° N	10	25	—	NW200 SE600 300
	27	18	26.8	129.3	980	N	—	25	—	SE600 NW300 300
	27	21	27.2	129.4	980	10° N	9	25	—	SE600 NW300 300
	28	00	27.7	129.5	980	10° N	15	25	—	SE600 NW300 400
	28	03	27.9	129.5	980	10° N	15	25	—	SE600 NW300 400
	28	06	28.3	129.2	980	360° N	15	25	—	SE600 NW300 400
	28	09	28.9	129.1	985	20° N-NNE	15	25	—	SE600 NW300 400
	28	12	29.4	128.9	980	10°-40° N-NE	20- 30	25	—	SE600 NW300 400
	28	15	29.7	129.0	980	10°-40° N-NE	30- 35	25	—	SE600 NW300 400
	28	18	30.2	129.2	980	20° NNE	20	25	—	SE600 NW200 400
	28	21	30.6	129.5	982	30° NNE	20	25	—	SE600 NW200 400
	29	00	30.9	129.9	984	40° NE	20	25	—	SE600 NW200 400
	29	03	31.3	130.8	986	60° NE-ENE	30	25	—	SE600 NW200 400
	29	06	32.2	132.0	988	50° NE	50	25	—	SE600 NW200 500
	29	09	33.6	132.3	988	30° NE-NNE	50	25	—	SE500 NW200 500
	29	12	34.5	133.6	988	50° NE	55	25	—	SE500 NW200 500
	29	15	35.8	135.1	988	50° NE	60	25	—	SE500 NW200 500
	29	18	36.2	136.0	990	50° NE	55	25	—	SE500 NW200 500
	29	21	37.5	139.5	990	50° NE	75	25	—	SE500 NW200 500
	30	00	39.2	141.4	990	40° NE	75	25	—	SE600 NW200 500
	30	03	41.2	143.3	988	30° NNE-NE	85	25	—	SE800 NW200 500
	30	06	43.5	145.0	984	30° NNE-NE	85	25	—	SE800 NW200 500

台風名称 6909 CORA 発生年月日 1969年8月13日

月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (Km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(Km) 25m/s以上	風域半径(Km) 15m/s以上
			N	E						
8	21	18	30.2	128.3	960	30° NE-NNE	15	40	150	300
	21	21	30.3	128.4	960	30° NE-NNE	15	40	150	300
	22	00	30.6	128.5	960	30° NE-NNE	15	40	150	300
	22	03	30.9	128.9	960	40° NE	20	45	150	300
	22	06	31.2	129.2	960	45° NE	20	45	N130 S150	300
	22	09	31.4	129.9	960	60° ENE	20	45	N130 S150	300
	22	12	31.7	130.9	965	70° ENE	30	45	N130 S150	300
	22	15	32.2	131.8	965	60° ENE	35	45	N130 S150	300
	22	18	32.7	132.6	970	50° NE	35	40	N110 S130	NW250 SE400 300
	22	21	33.1	133.4	970	60° NE-ENE	35	40	N110 S130	NW250 SE400 300
	23	00	33.4	134.4	970	60° ENE	35	40	110	NW250 SE400 300
	23	03	34.1	135.4	980	55° NE-ENE	35	30	70	300
	23	06	34.5	136.5	980	60° ENE	35	30	—	300
	23	09	35.4	137.6	985	55° NE-ENE	40	25	—	300
	23	12	36.0	138.9	986	60° ENE-NE	45	25	—	300
	23	15	36.8	140.3	986	60° ENE	45	25	—	300
	23	18	38.5	140.9	982	10° N	55	25	—	300
	23	21	39.6	141.3	984	20° NNE	50	25	—	300

台風名称 7002 OLGA 発生年月日 1970年6月28日

月	日	時	位置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(Km) 25m/s以上	風域半径(Km) 15m/s以上
			N	E						
7	4	9	27.2	127.3	960	30° NNE	20	40	E150 W90	E450 W300 400
	4	12	28.0	128.0	960	50° NE	25	40	E150 W90	E450 W300 400
	4	15	28.6	128.8	960	50° NE	30	40	E150 W90	SE300 NW200 300
	4	18	28.9	129.7	960	60° NE-ENE	35	40	E150 W90	300
	4	21	29.6	130.5	960	50° NE	35	40	SE150 NW70	SE400 NW200 300
	5	00	30.1	131.5	965	60° NE-ENE	40	40	NW70 SE150	NW150 SE400 300
	5	03	30.9	132.5	965	50° NE	35	40	SE150 NW70	SE400 NW130 200
	5	06	31.5	133.3	960	50° NE	35	40	SE150 NW70	SE400 NW150 200
	5	09	32.0	134.0	960	50° NE	30	40	SE150 NW110	SE500 NW250 250
	5	12	32.4	134.5	955	50° NE	30	40	SE150 NW110	SE500 NW250 250
	5	15	33.0	135.1	955	40° NE	30	40	SE150 NW110	SE500 NW300 300
	5	18	33.5	135.4	955	35° NE-NNE	25	40	SE150 NW110	SE500 NW300 300
	5	21	34.1	135.4	970	360° N	25	30	NW80 SE110	SE450 NW300 300
	6	00	34.7	134.8	980	330° NNW-NW	25	20	—	NW250 SE400 200
	6	03	35.5	134.6	985	330° NW-NNW	30	20	—	110
	6	06	36.1	133.7	988	310° NW	30	15	—	50

台風名称 7010 ANITA 発生年月日 1970年8月15日

月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km) 25m/s以上	風域半径(km) 15m/s以上
			N	E						
8	20	09	26.8	136.4	910	345°	20	55	300	500
	20	12	28.0	135.7	925	340° NNW	30	55	300	500
	20	15	29.0	135.4	925	340° NNW	35	55	300	500
	20	18	29.7	135.1	930	340° NNW	35	50	300	500
	20	21	30.3	134.7	930	340° NNW	35	50	300	500
	21	00	30.8	134.2	940	330° NNW	30	50	300	500
	21	03	31.4	133.7	940	330° NNW	30	50	300	500
	21	06	32.3	133.4	955	340° NNW	35	50	200	400
	21	09	33.3	133.0	960	340° NNW	40	45	130	250
	21	12	34.3	132.7	975	340° NNW	40	35	110	200
	21	15	35.3	132.4	975	360° N	45	35	110	250
	21	18	36.1	132.5	975	10° N	35	35	90	250
	21	21	36.9	132.7	975	10° N	30	35	90	200
	22	00	37.8	133.1	980	20° NNE	35	30	70	200
	22	03	39.0	133.6	980	20° NNE	35	30	70	200
	22	06	39.8	134.5	980	30° NNE	35	30	70	200

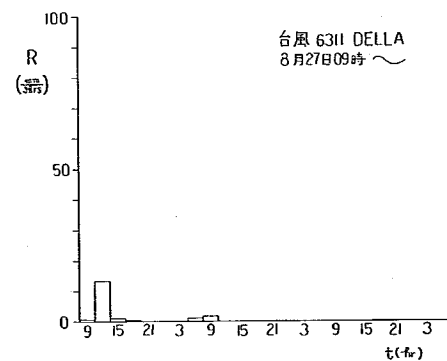
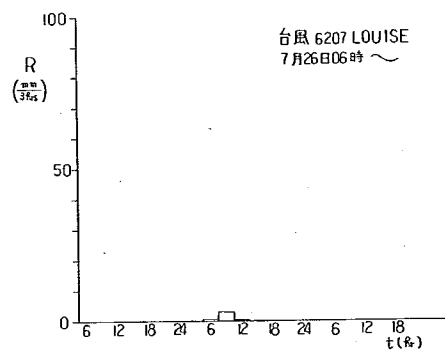
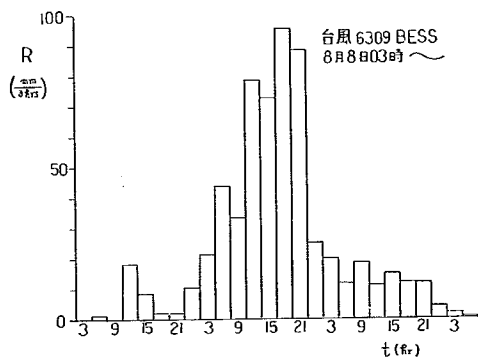
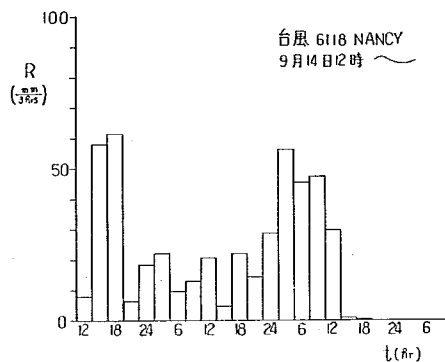
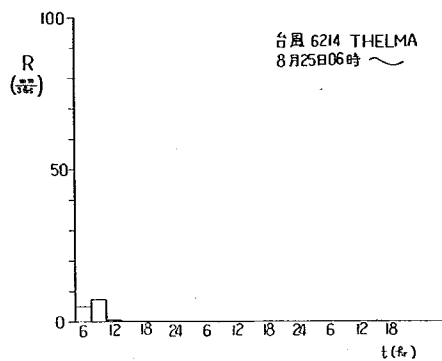
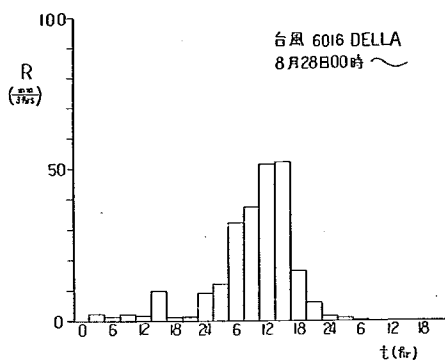
台風名称 7505 PHYLLIS 発生年月日 1975年8月12日

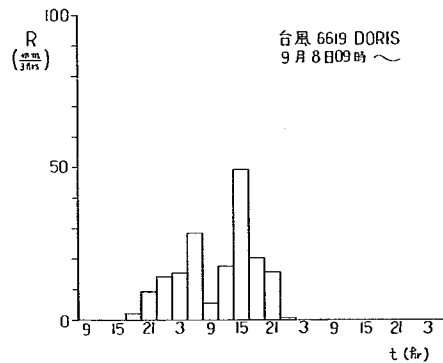
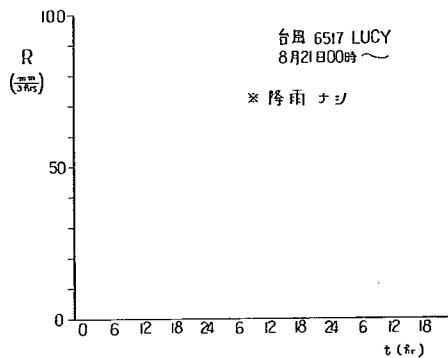
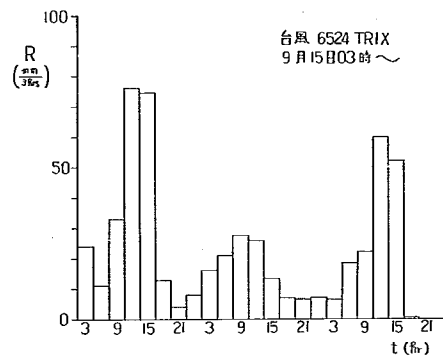
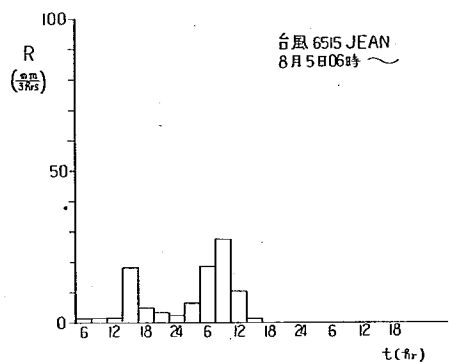
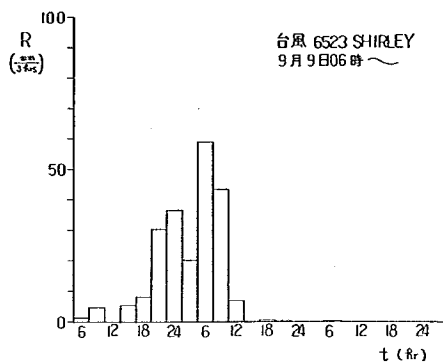
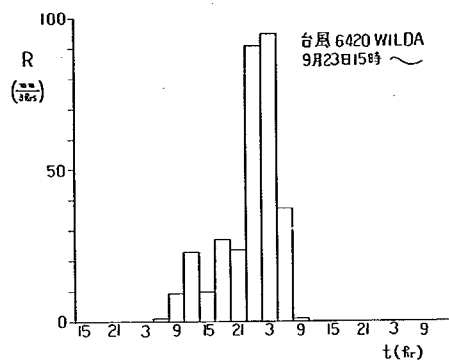
月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(Km) 25m/s以上	風域半径(Km) 15m/s以上
			N	E						
8	15	06	25.0	136.9	920			50		400
	15	09	25.7	137.0	930			50		550
	15	12	26.6	137.0	935			50		550
	15	15	27.4	136.8	935			50		550
	15	18	28.0	136.5	935			50		600
	15	21	28.6	135.7	935			50		550
	16	00	28.8	135.3	940			50		550
	16	03	29.5	134.8	940			45		550
	16	06	29.3	134.7	945			40		550
	16	09	29.6	134.4	945			40		550
	16	12	29.8	134.2	945			40		550
	16	15	30.2	134.1	945			40		550
	16	18	30.5	134.0	950			40		500
	16	21	31.0	133.9	950			40		500
	17	00	31.3	133.5	950			40		450
	17	03	31.7	133.1	955			40		450
	17	06	32.1	132.9	955			40		450
	17	09	32.9	132.7	960			40		450
	17	12	33.6	132.2	965			35		350
	17	15	34.0	131.8	980			25		350
	17	18	34.6	131.5	985			25		300
	17	21	35.1	130.9	985			25		300
	17	24	35.3	130.6	985			25		300

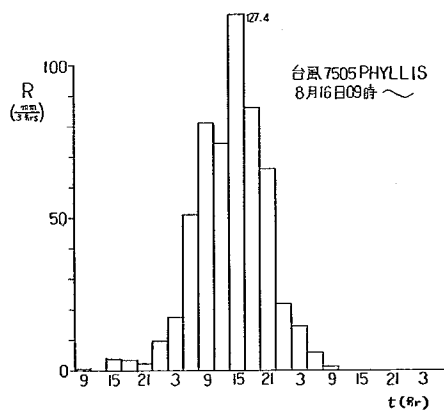
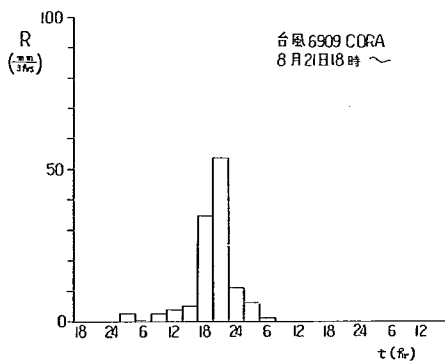
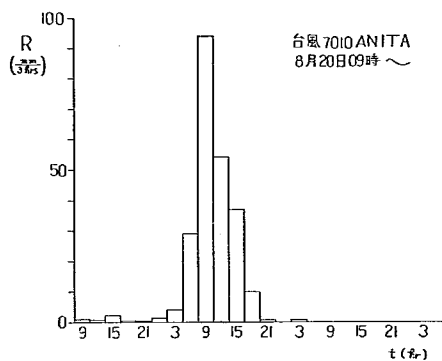
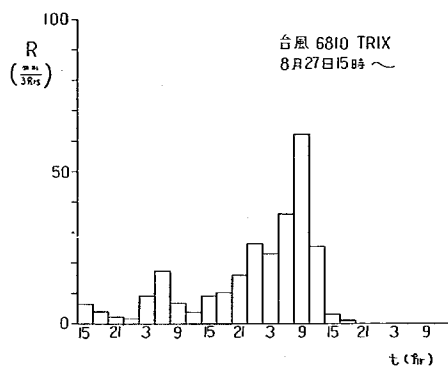
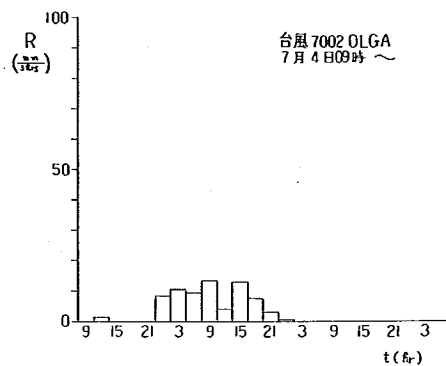
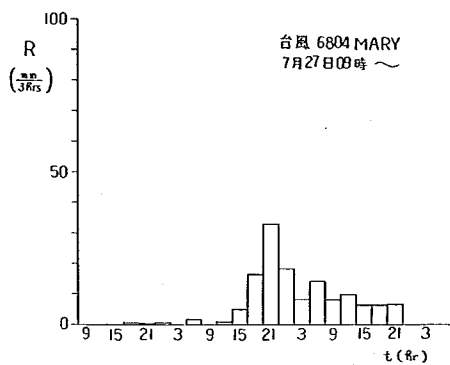
台風名称 7506 RITA 發生年月日 1975年8月19日

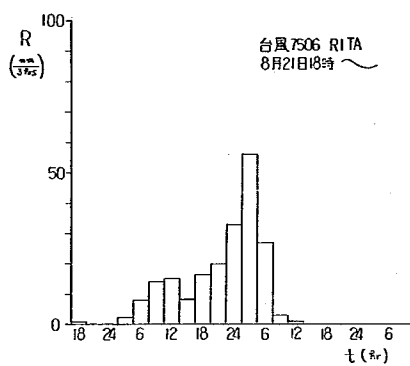
月	日	時	位 置		中心気圧 (mb)	進行方向	時速 (km)	最大風速 (m/s)	暴風半径(km)	
			N	E					25m/s以上	風域半径(km) 15m/s以上
8	21	06	27.9	130.8	980			25		250
	21	09	28.6	131.2	975			30		450
	21	12	28.7	131.6	975			30		450
	21	15	29.0	131.6	970			30		550
	21	18	29.3	131.9	970			30		500
	21	21	29.5	132.1	970			35		650
	22	00	29.7	132.4	970			35		650
	22	03	30.0	132.6	970			35		650
	22	06	30.3	133.0	970			35		650
	22	09	30.6	133.3	970			35		650
	22	12	31.2	133.5	970			35		650
	22	15	31.7	133.8	970			35		750
	22	18	32.3	134.1	970			35		750
	22	21	33.0	134.3	965			40		750
	23	00	33.4	134.5	965			40		750
	23	03	34.1	134.7	970			35		750
	23	06	34.8	135.2	974			25		550
	23	09	36.3	136.2	980			25		550
	23	12	36.9	137.0	982			25		550

附図－2 3時間降雨量図（9地区実績値）







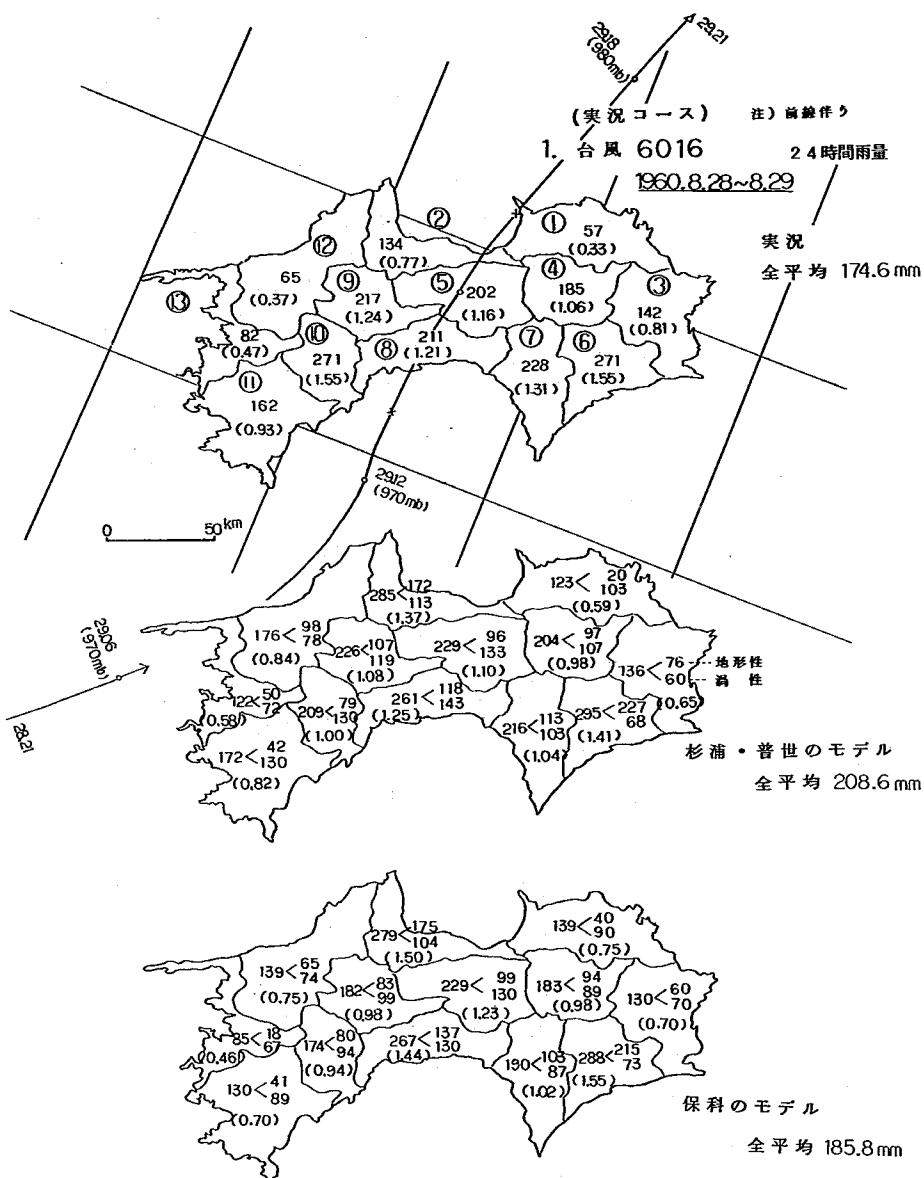


附図－3 地区別最大24時間雨量対比図

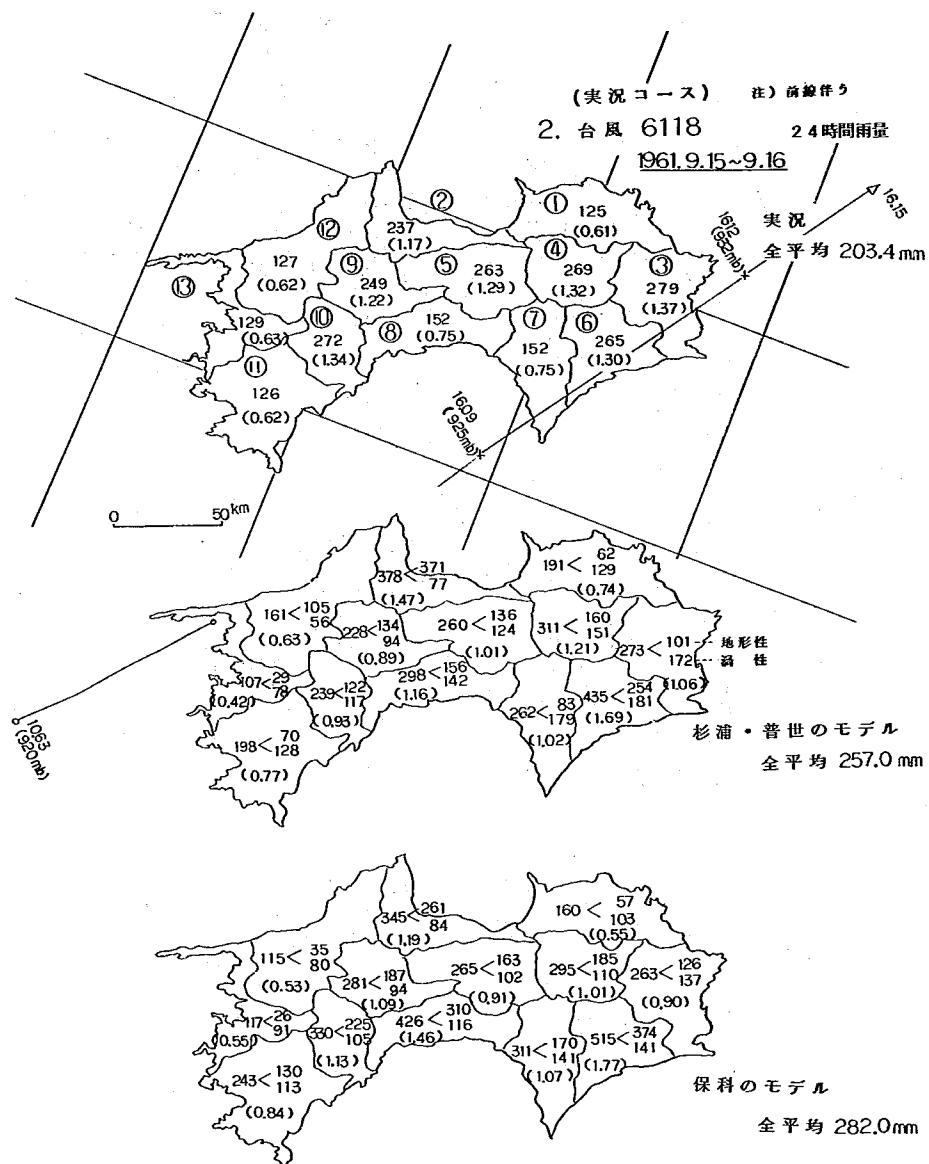
附図－4 地区別最大3時間雨量対比図

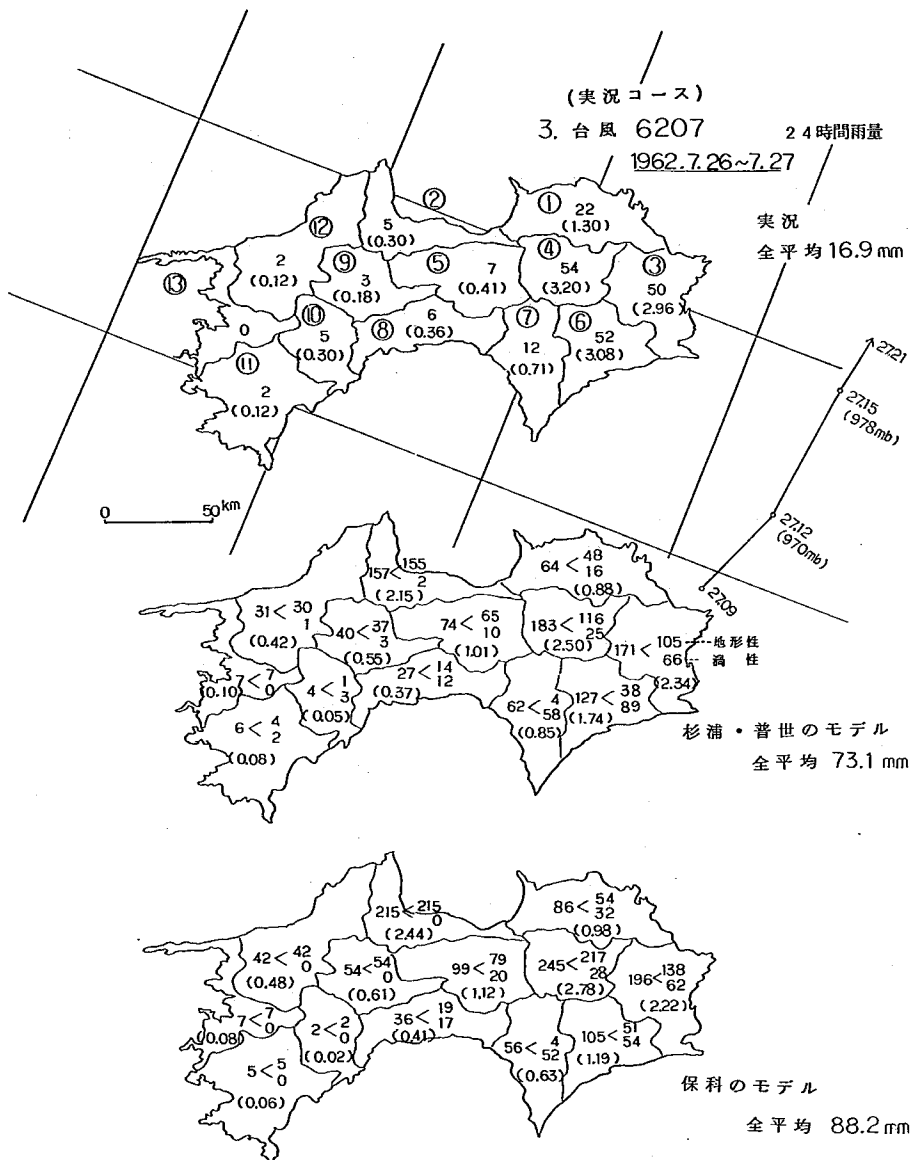
計 算 資 料

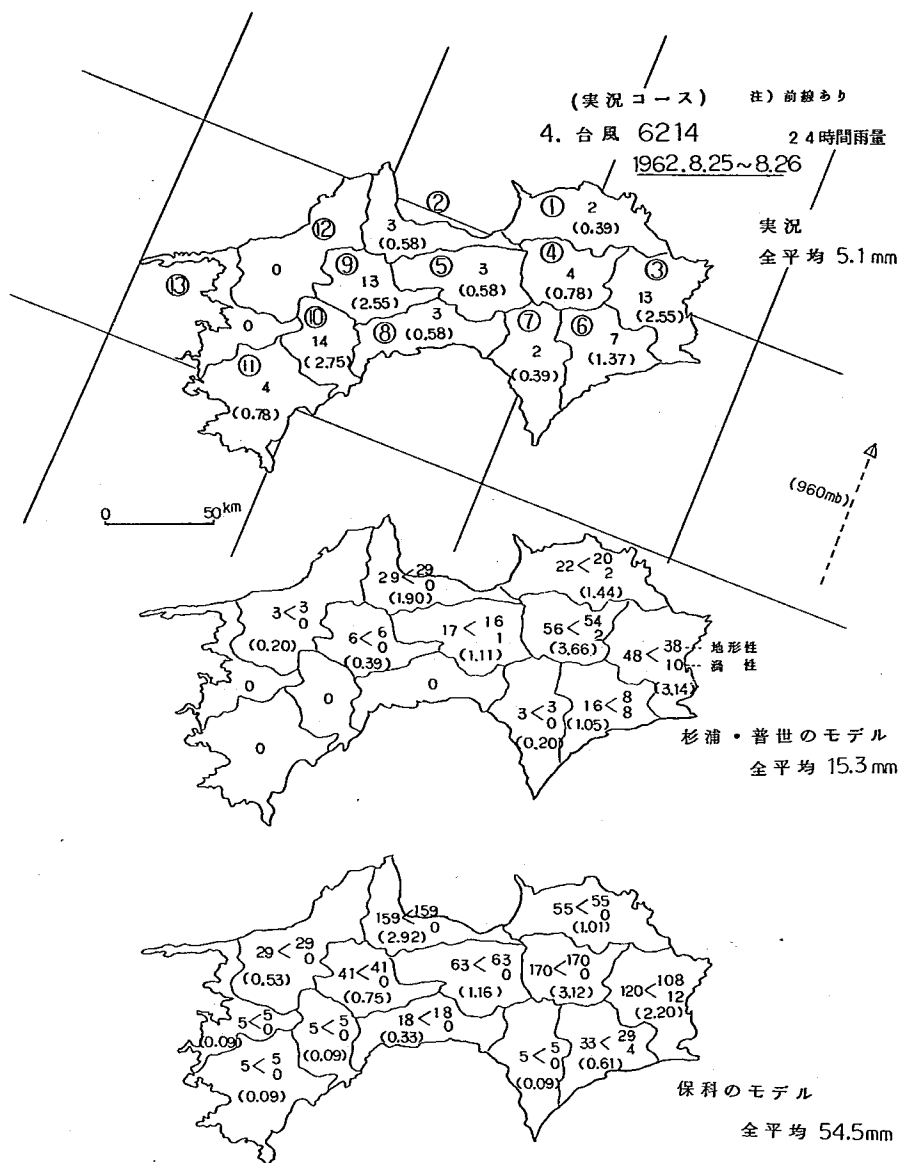
台 風 番 号		発 生 年 月 日	雨 量 資 料	杉浦普世モデル		保 科 モ デ ル		備 考
				実況 コース	予想 コース	実況 コース	予想 コース	
1	6016	1960. viii. 17	○	○	○	○	○	
2	6118	1961. ix. 7	○	○	○	○	○	
3	6207	1962. vii. 21	○	○	○	○	○	
4	6214	1962. viii. 20	○	○	○	○	○	
5	6309	1963. vii. 26	○	○	○	○	○	
6	6311	1963. viii. 24	○	○	○	○	○	
7	6420	1964. ix. 17	○	○	○	○	○	
8	6515	1965. vii. 24	○	○	○	○	○	
9	6517	1965. viii. 14	○	○	○			
10	6523	1965. ix. 1	○	○	○			
11	6524	1965. ix. 8	○	○	○			
12	6619	1966. ix. 4	○	○	○			
13	6804	1968. vii. 19	○	○	○			
14	6810	1968. viii. 22	○	○	○			
15	6909	1969. viii. 13	○	○	○			
16	7002	1970. vi. 28	○	○	○			
17	7010	1970. viii. 15	○	○	○			
18	7505	1975. viii. 12	○	○	○	○	○	
19	7506	1975. viii. (15)	○	○	○	○	○	

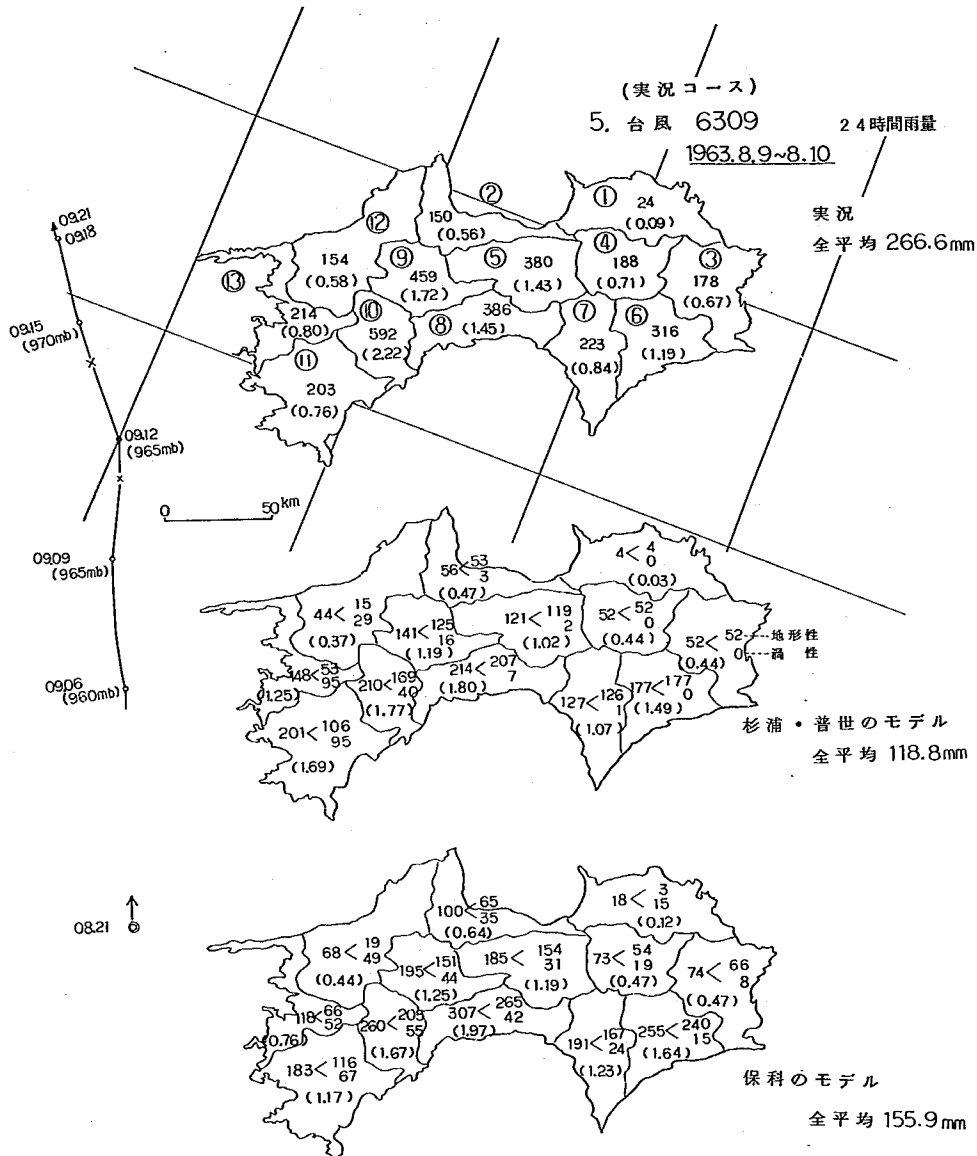


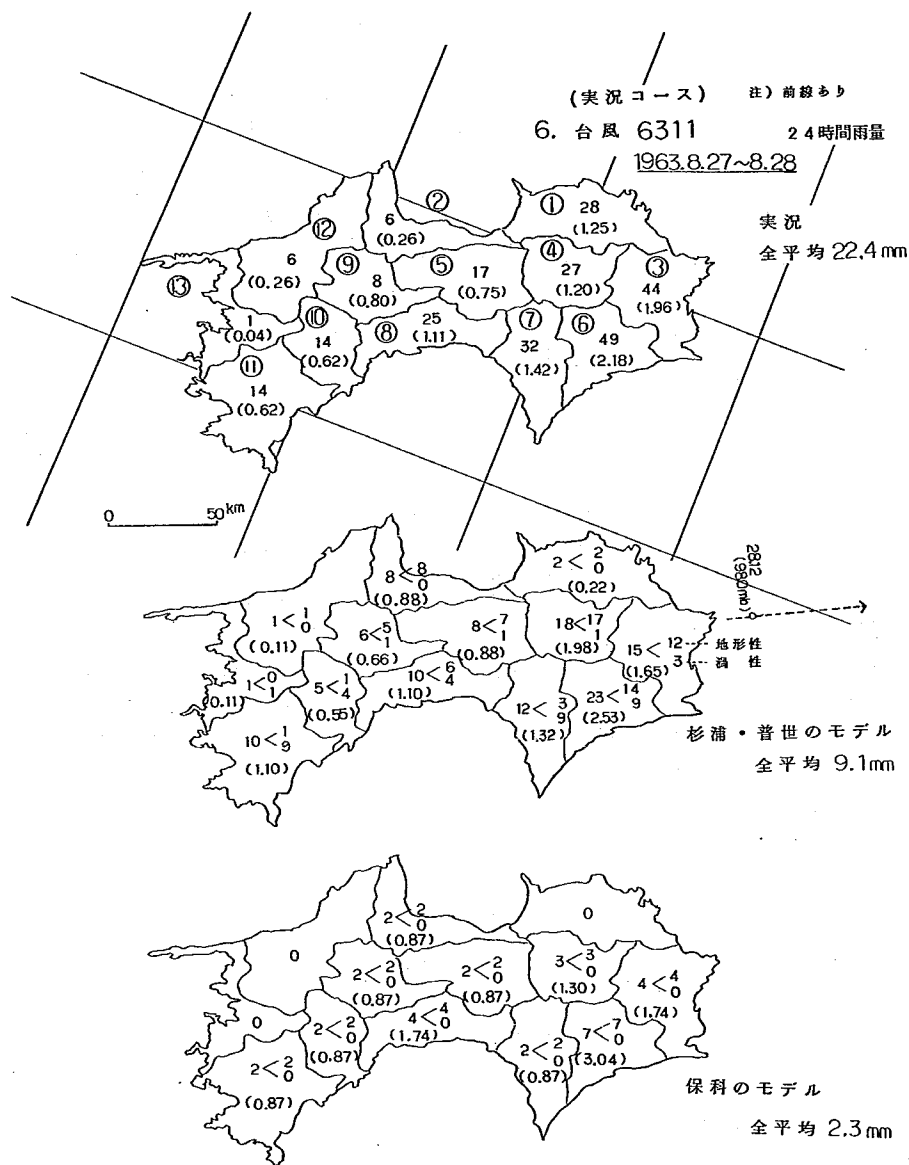
附図 3-1

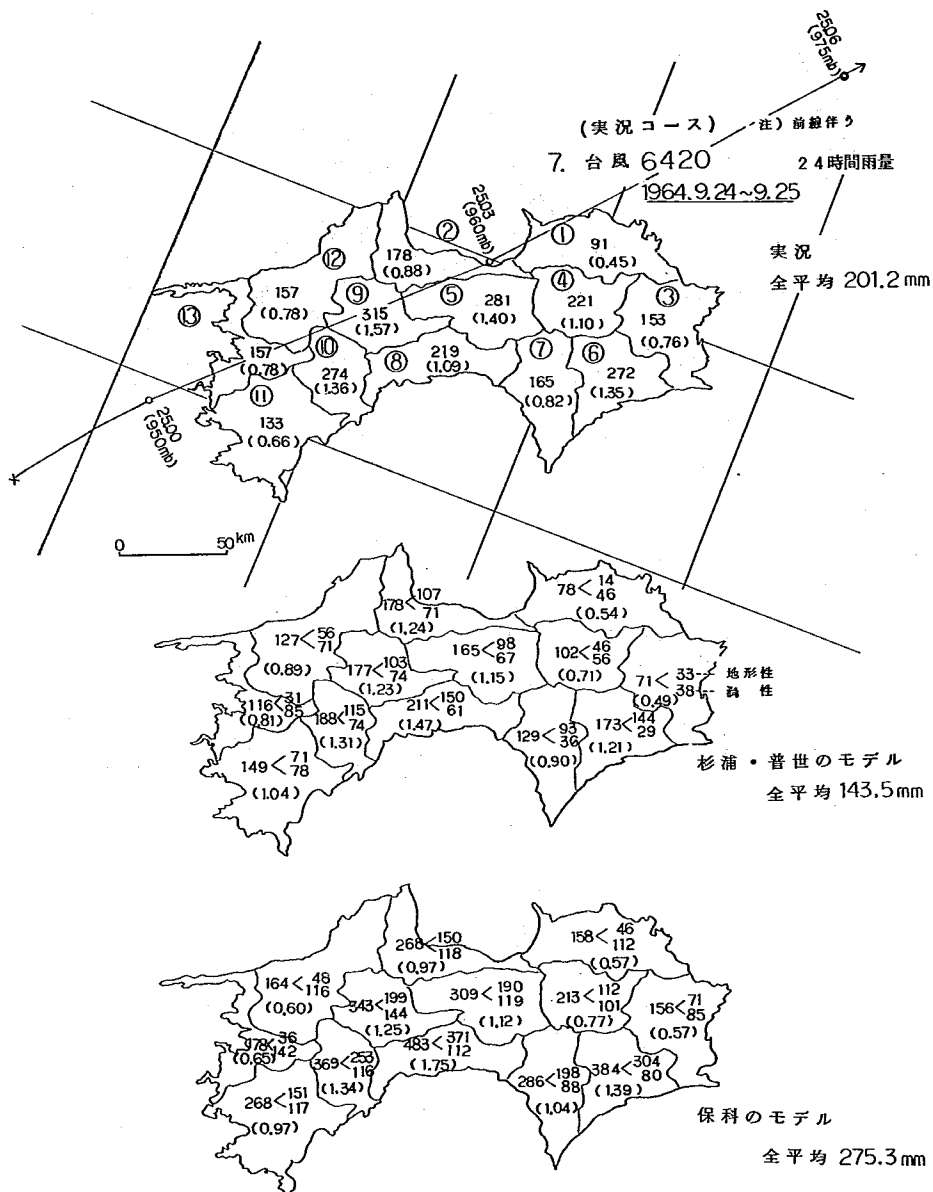


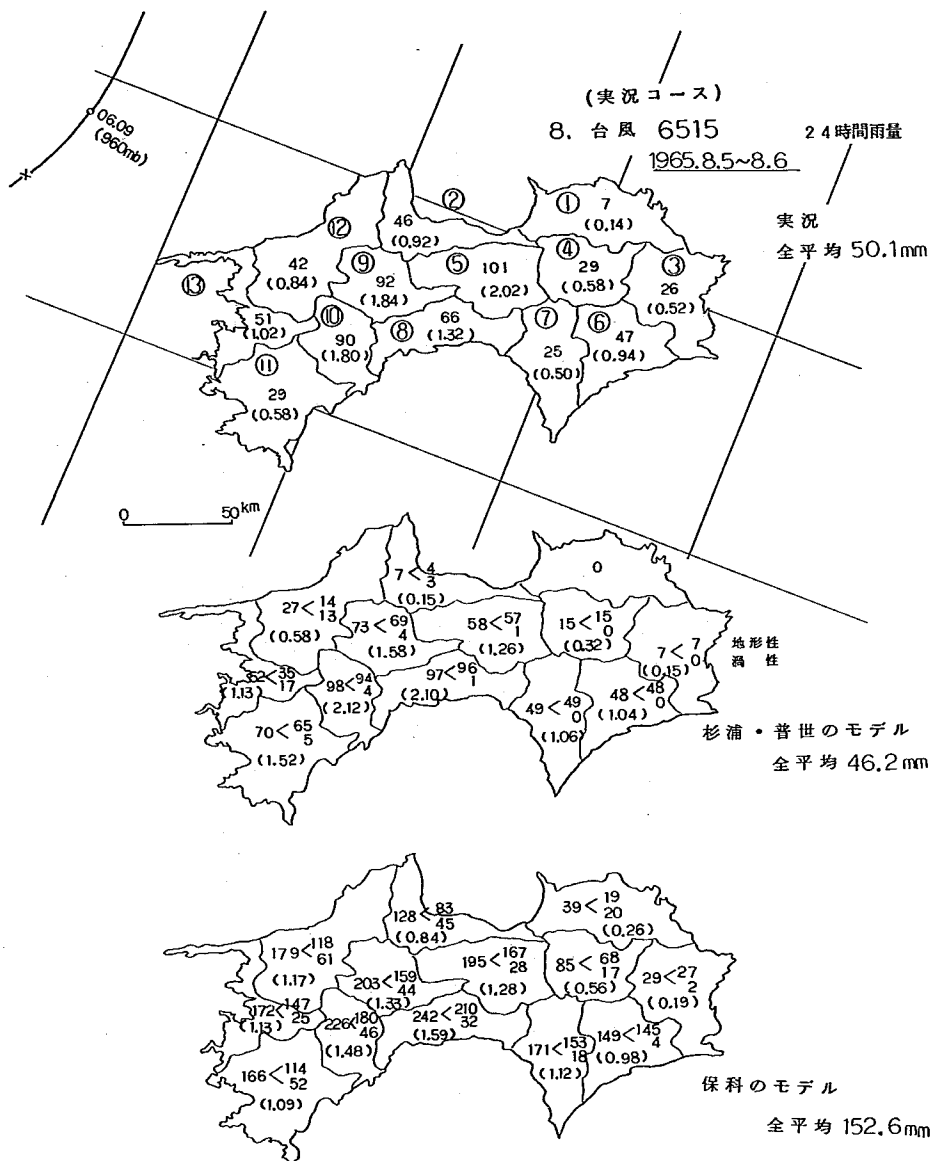


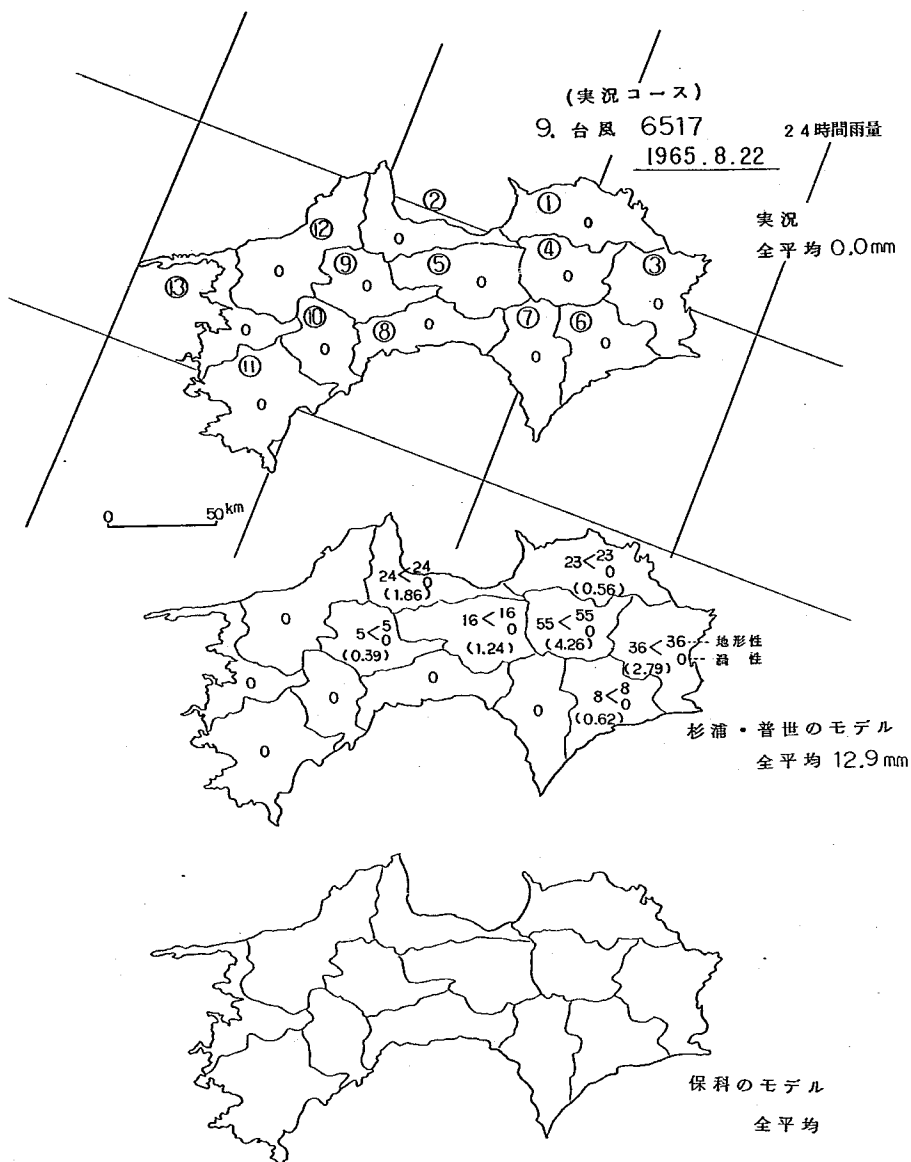


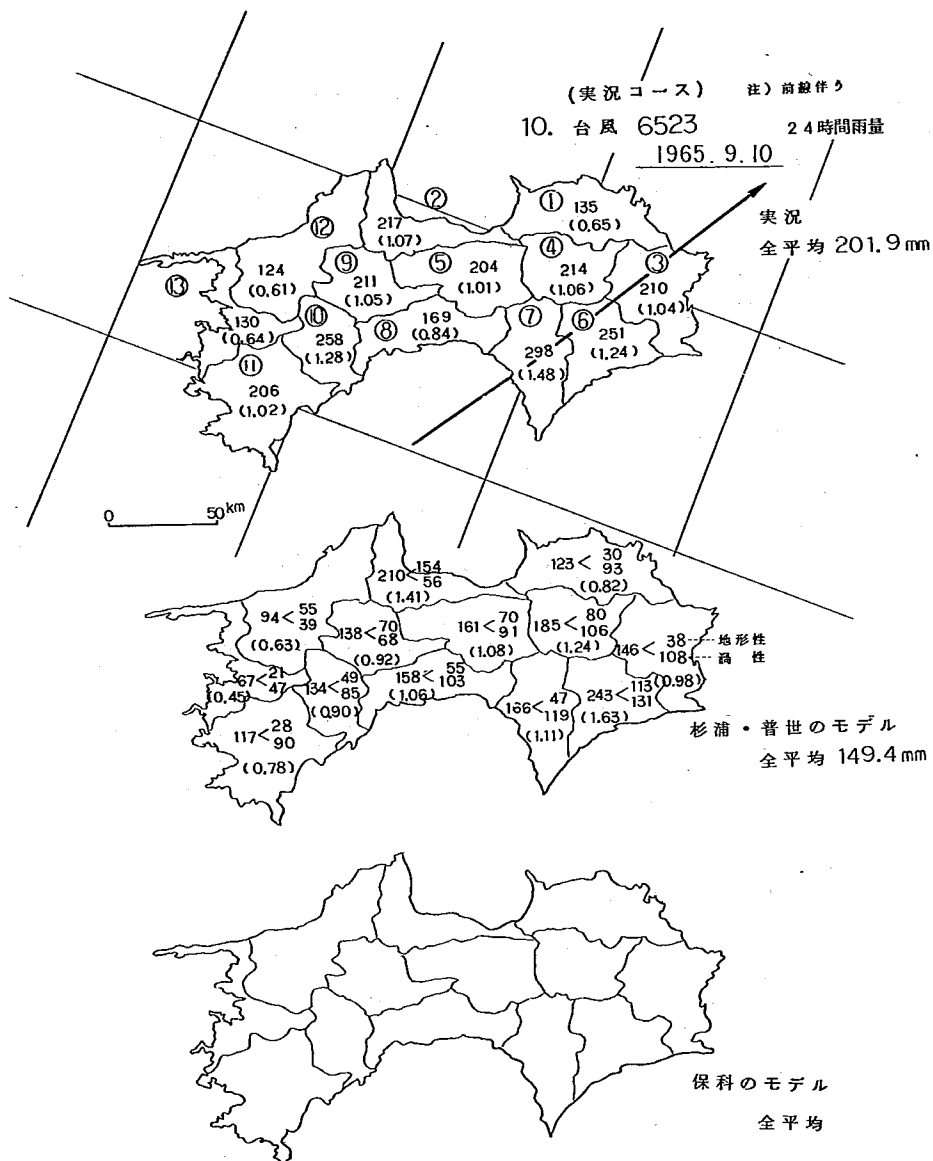


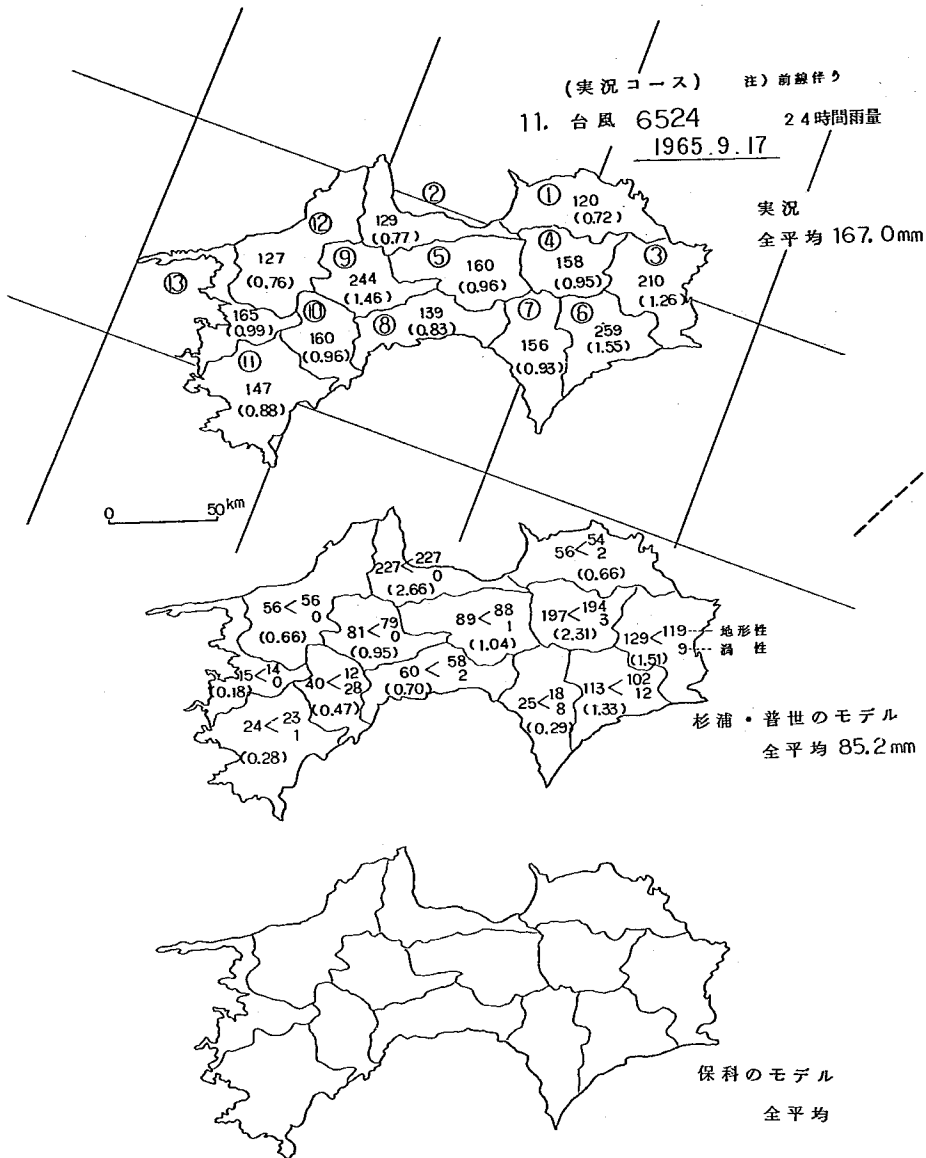


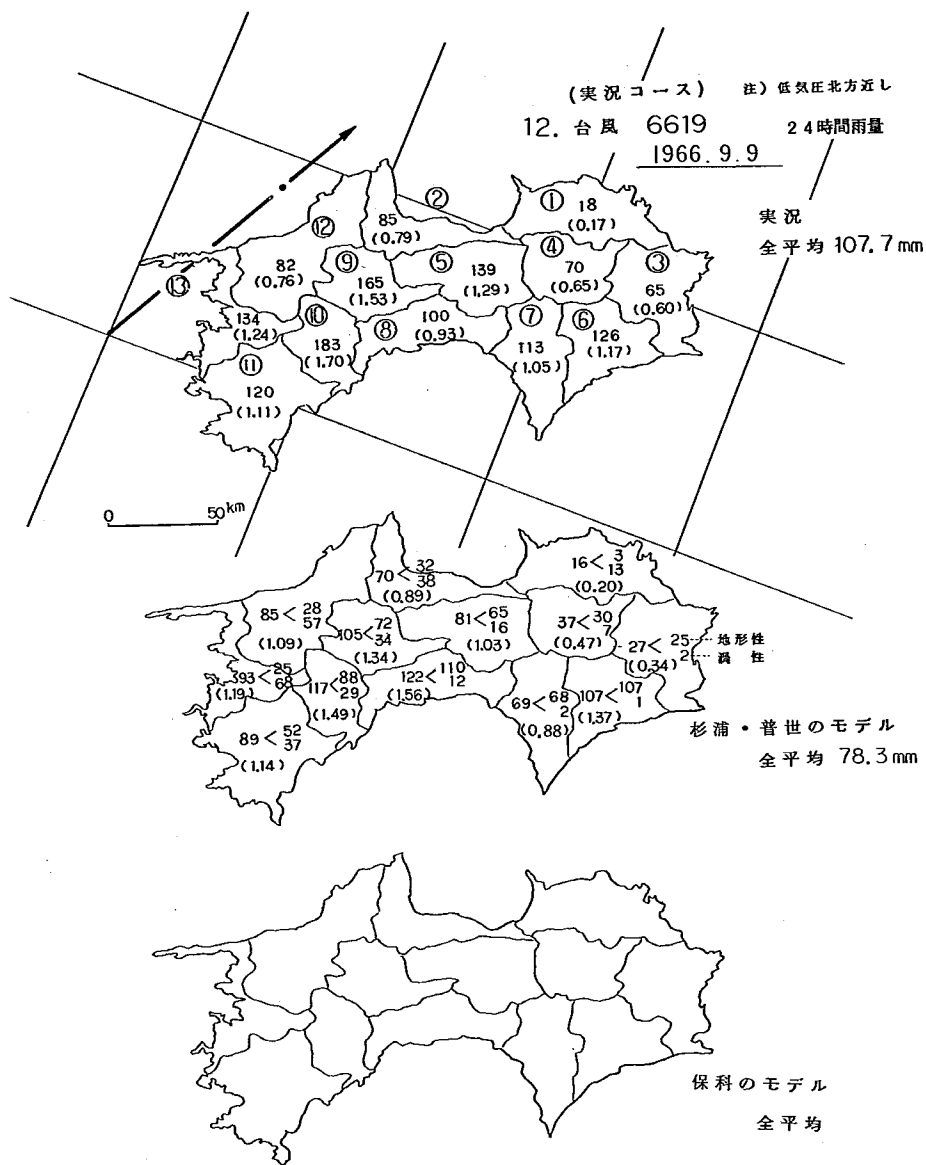


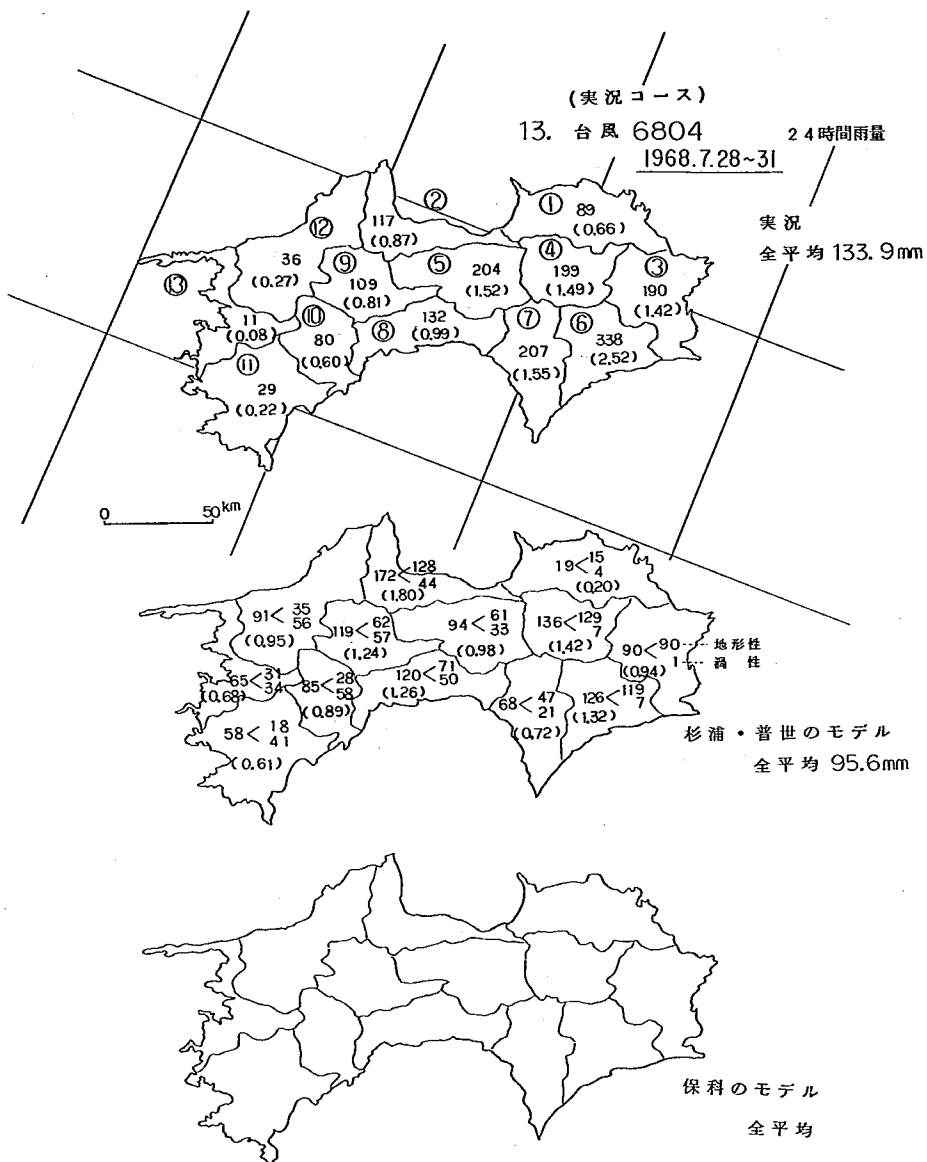


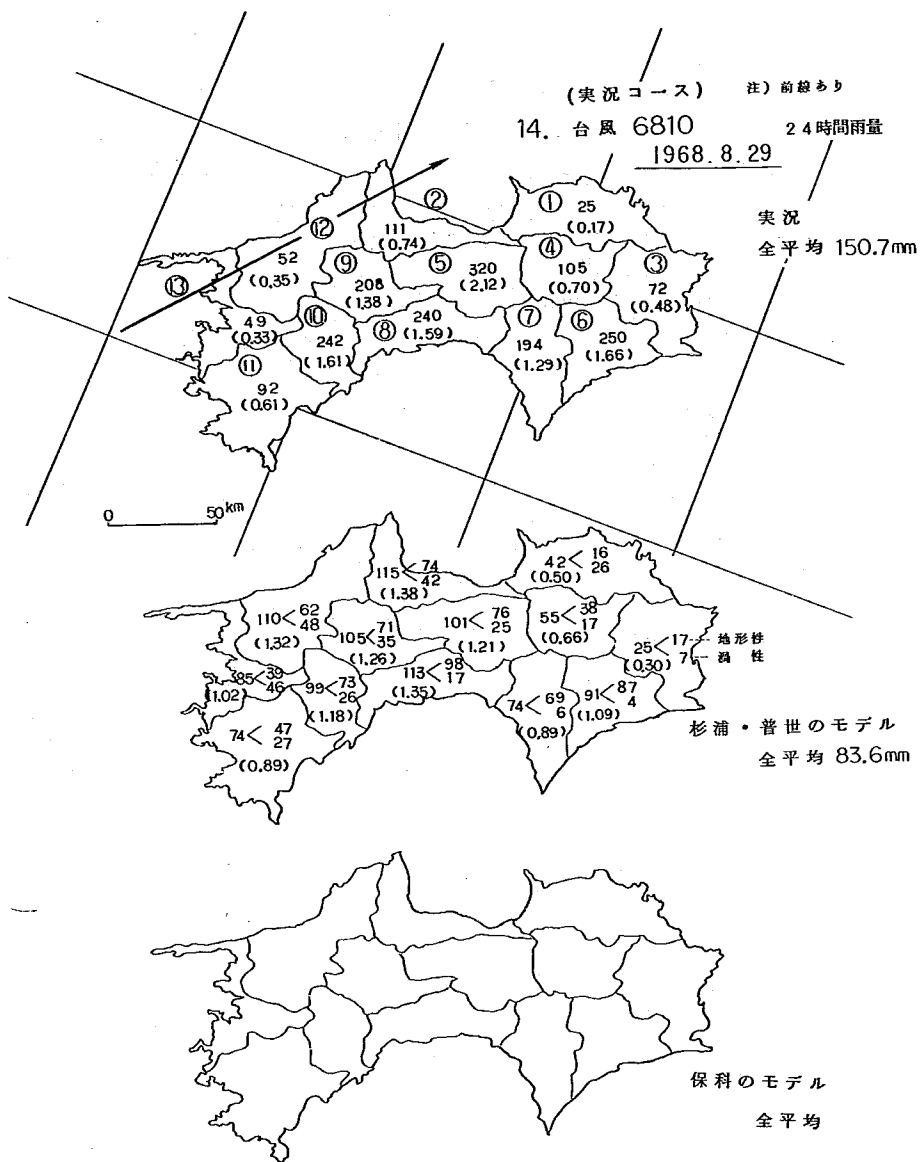


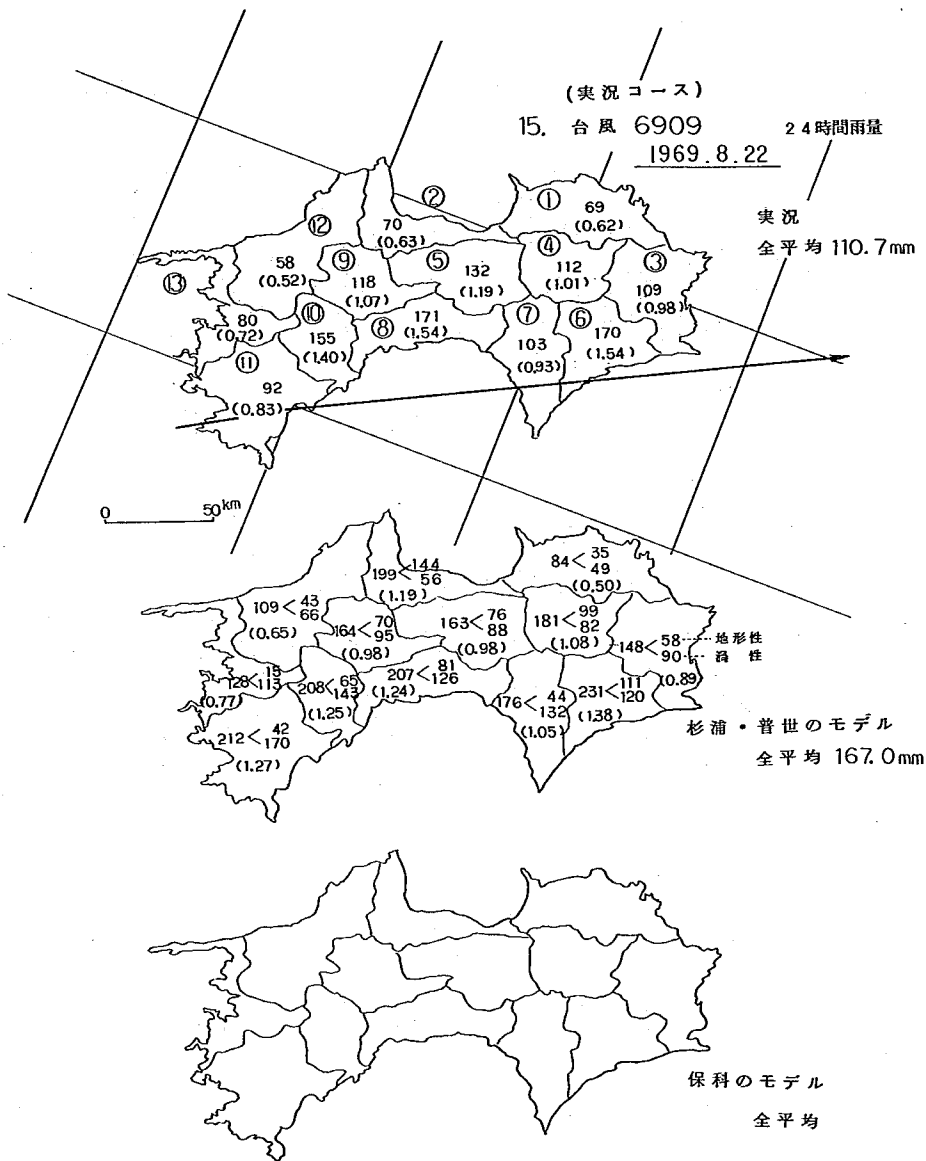


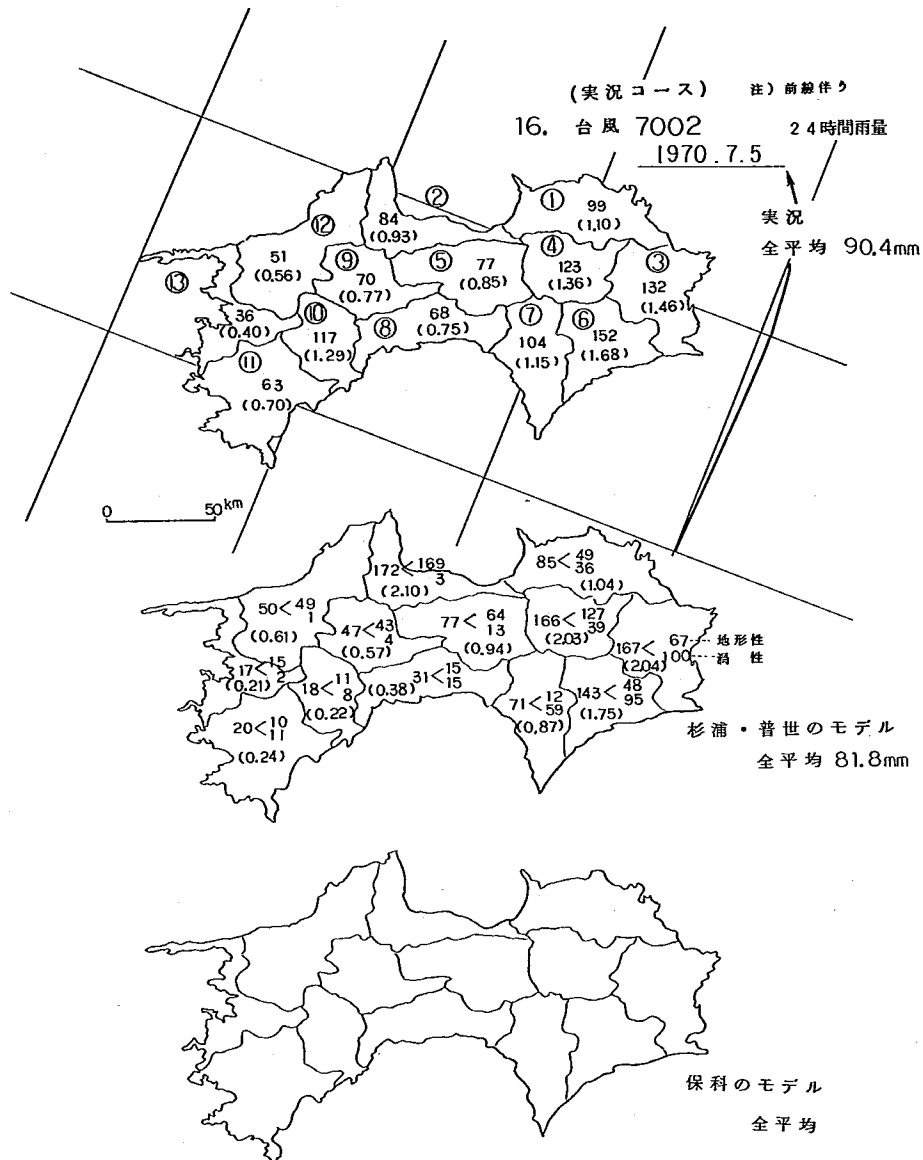


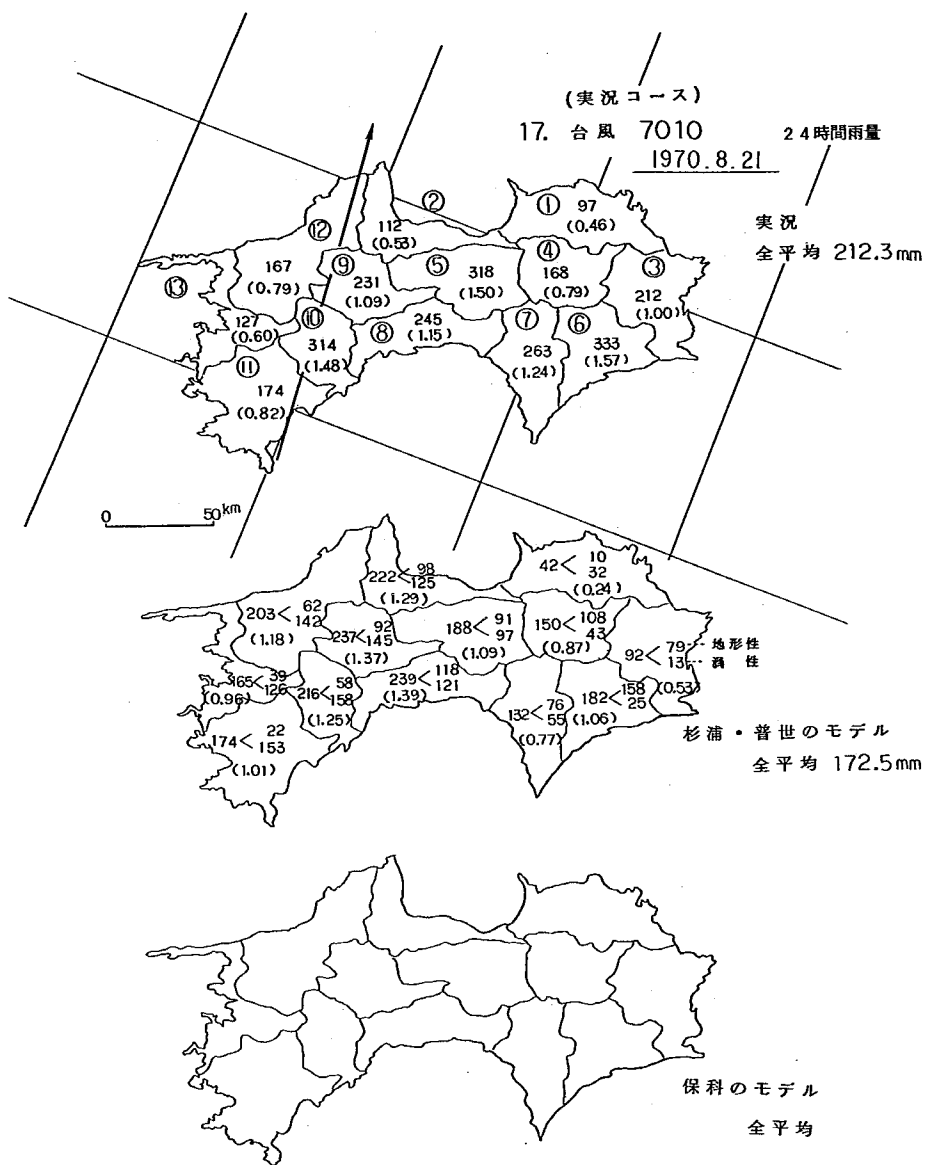


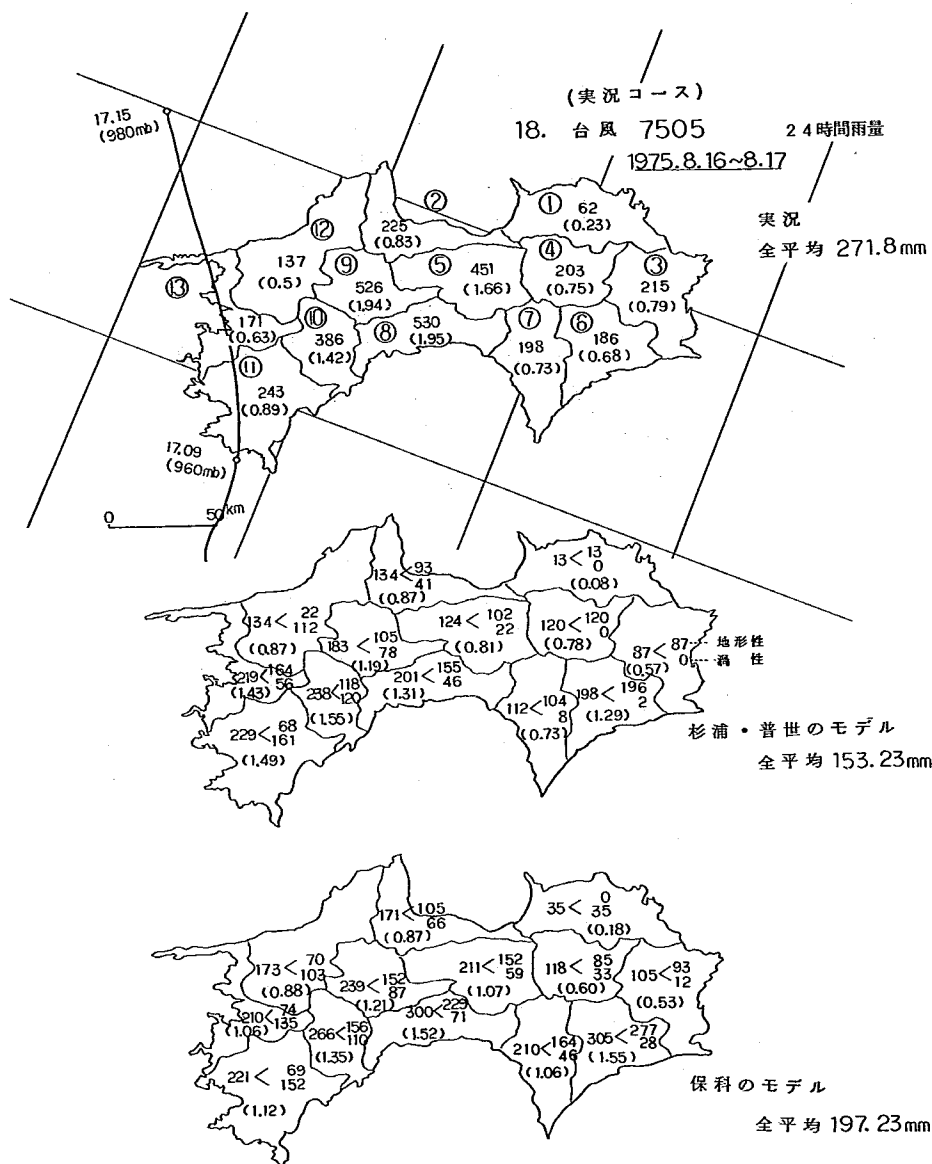


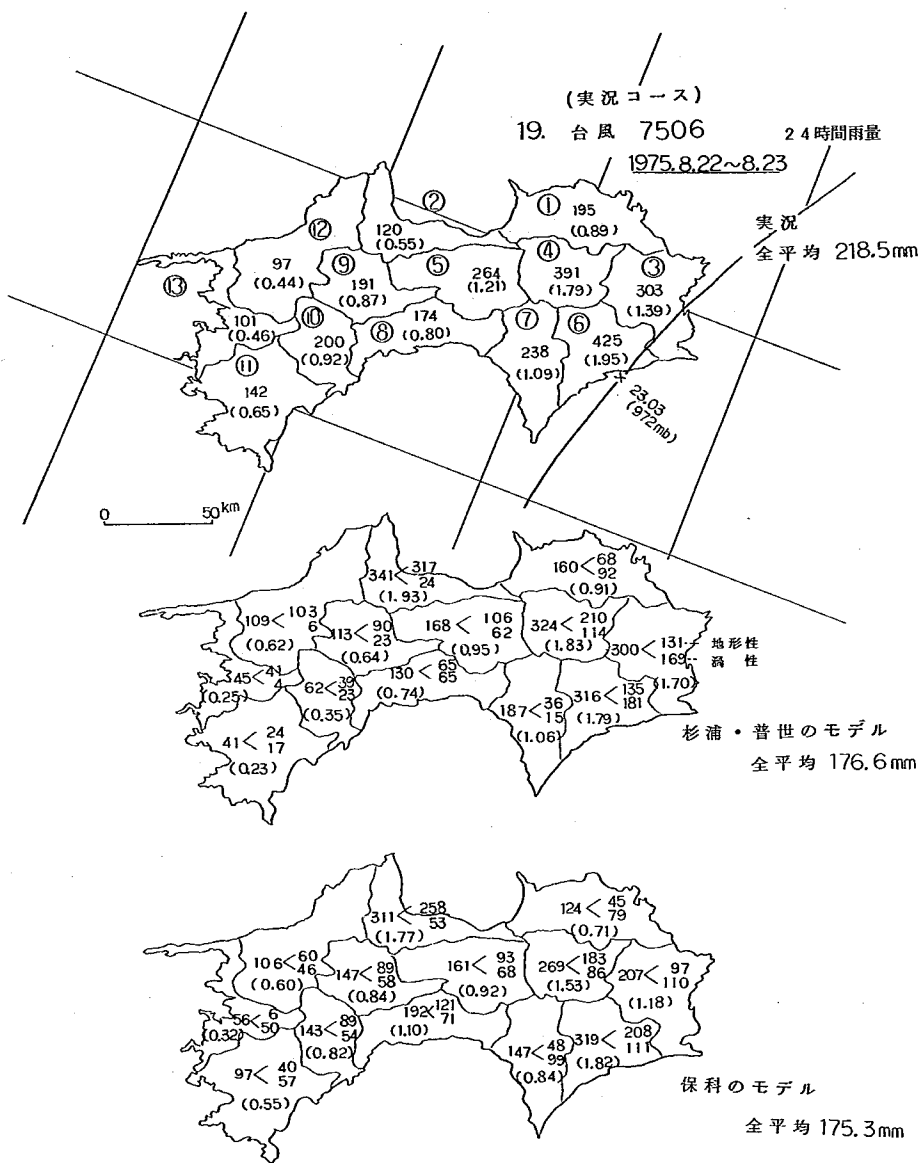


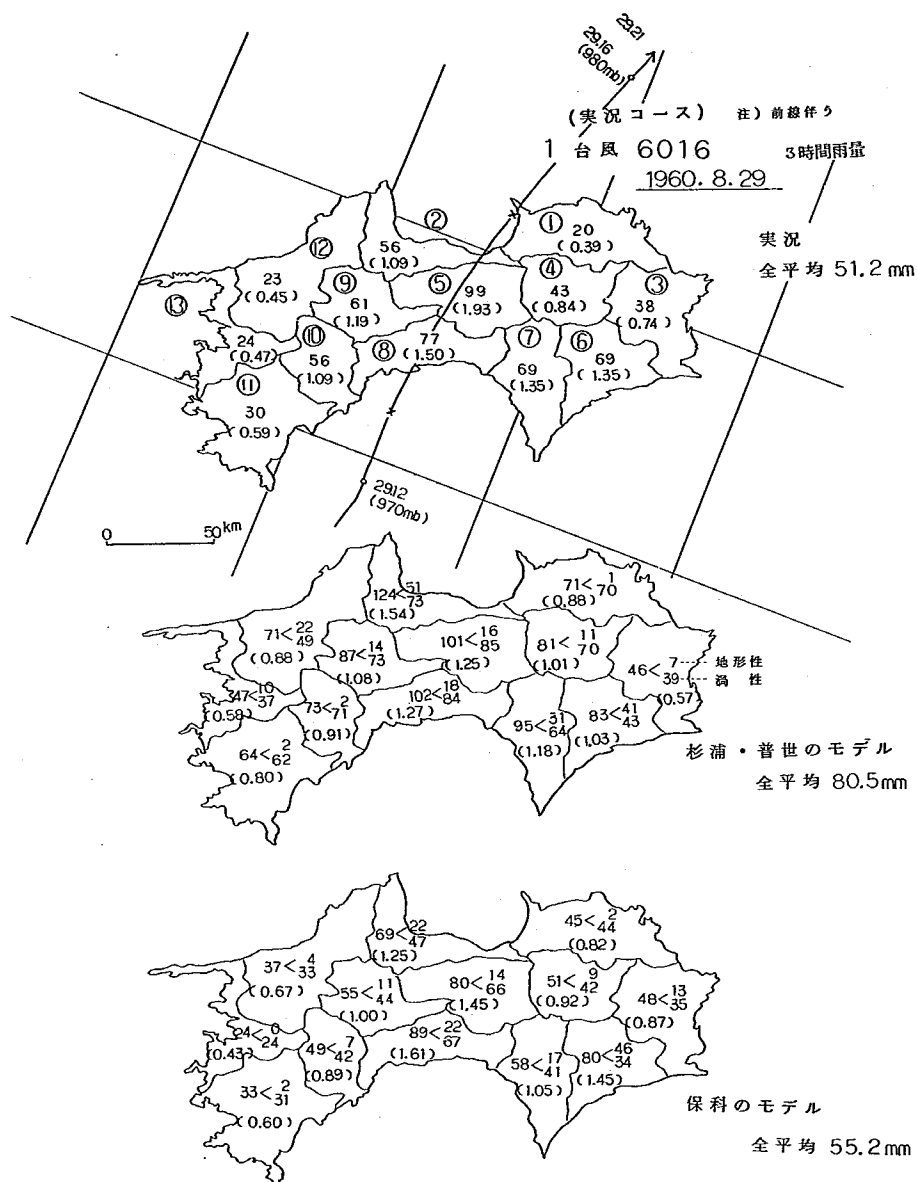




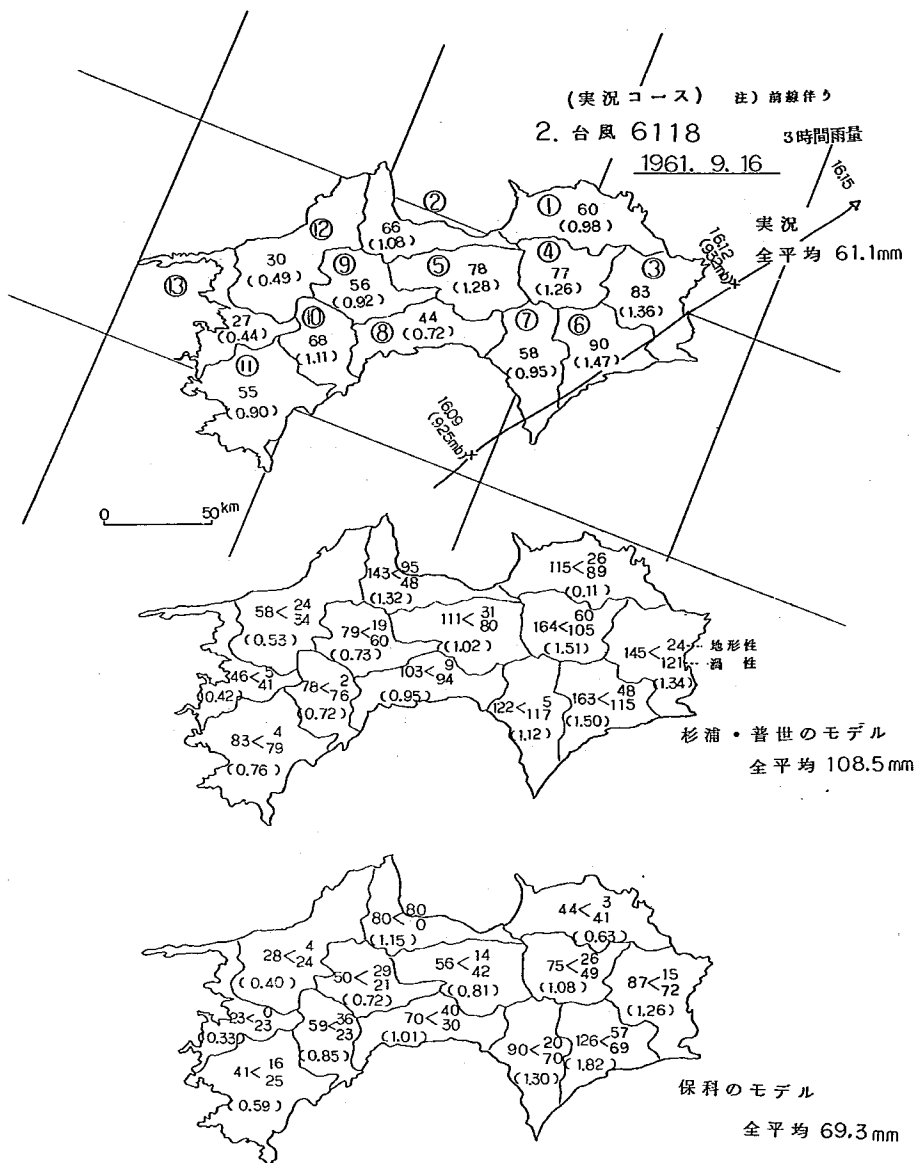


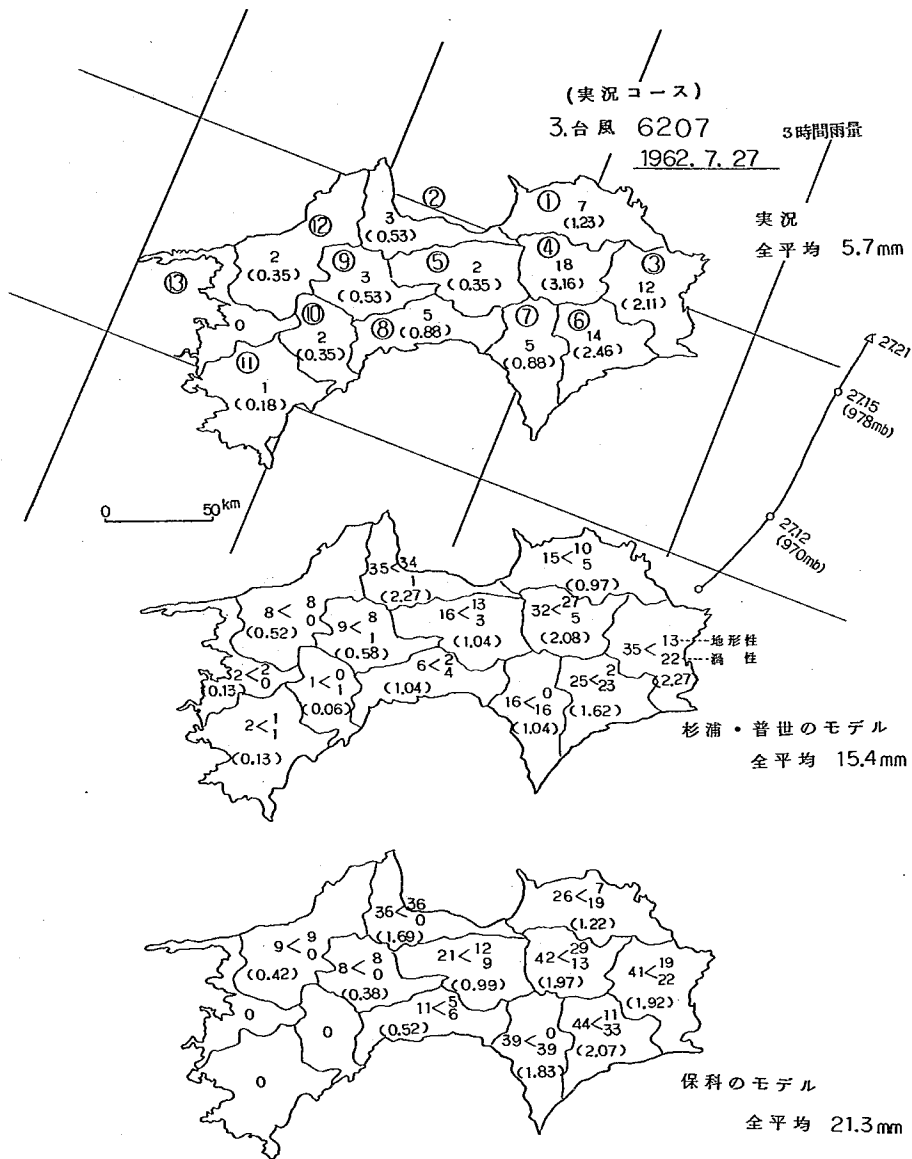


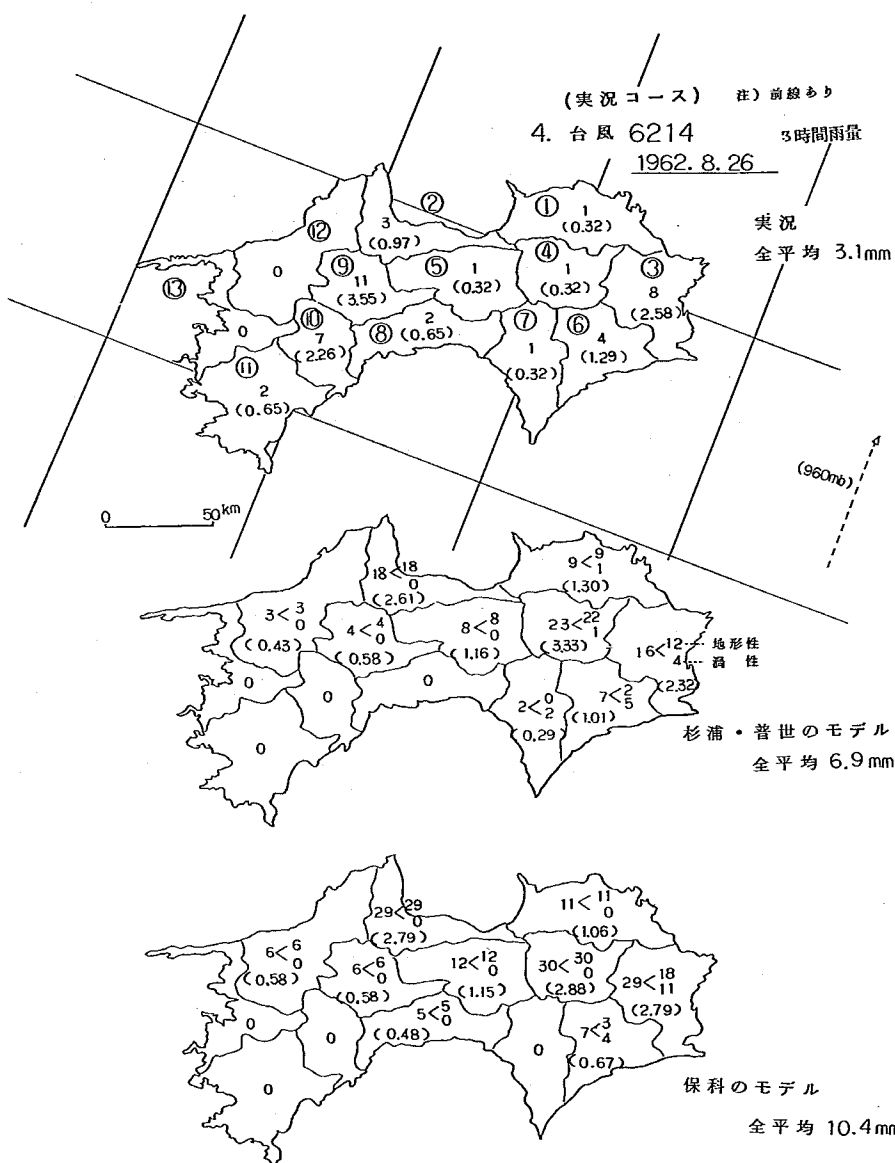


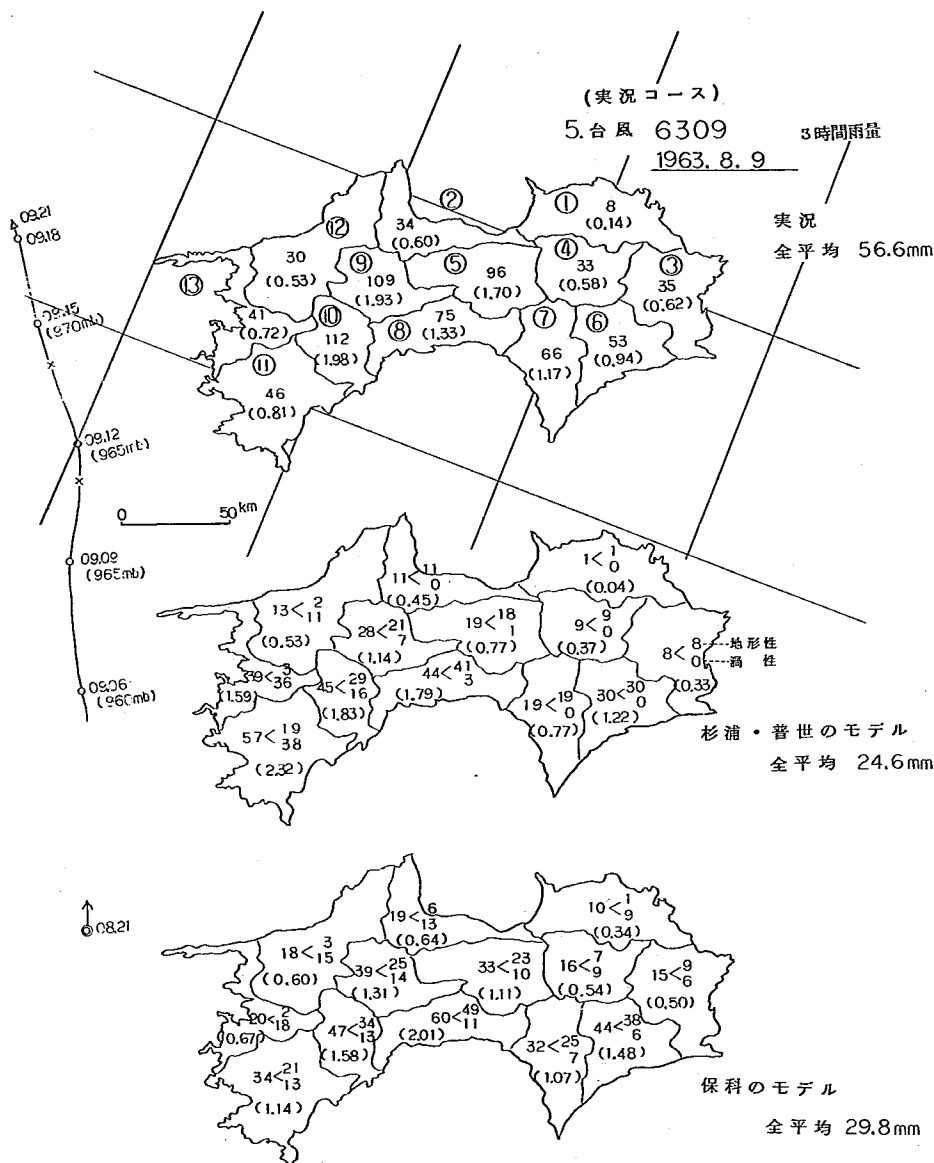


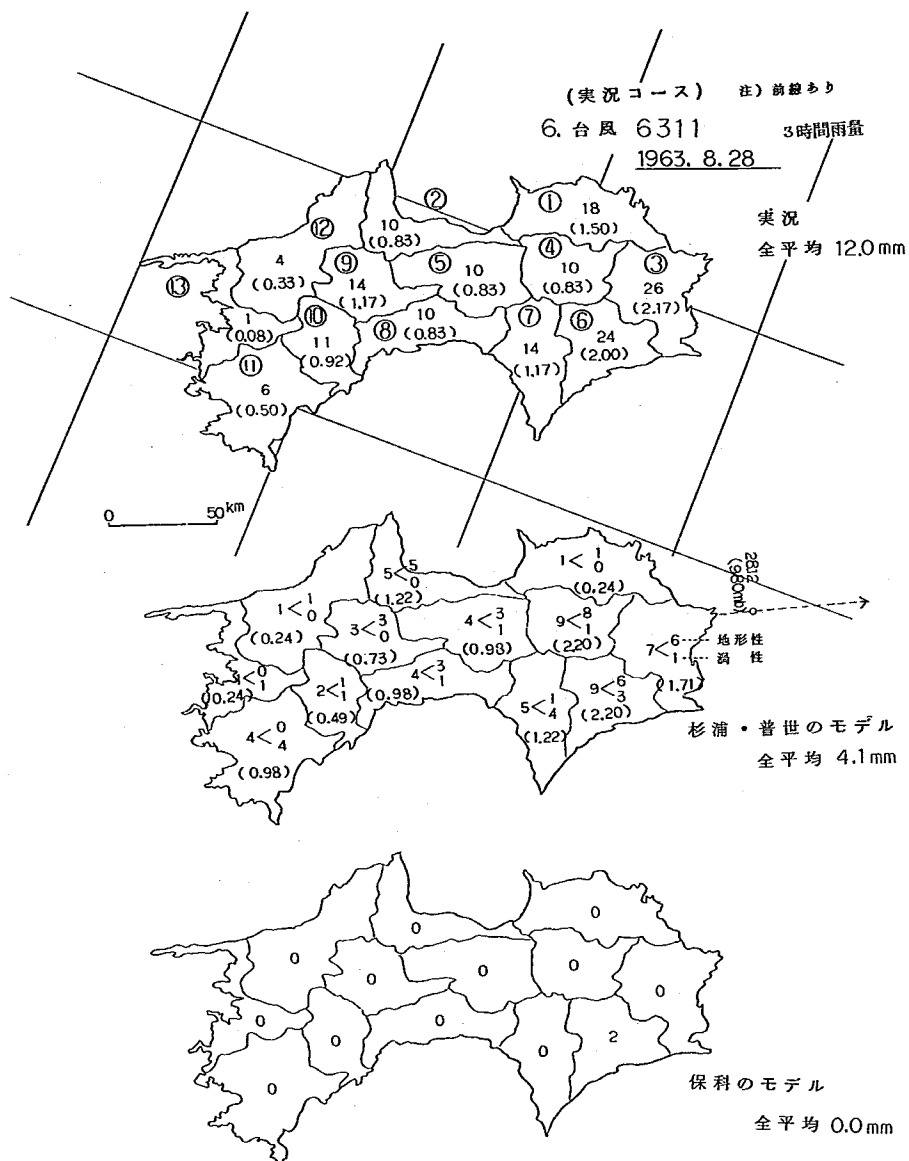
附図 4-1

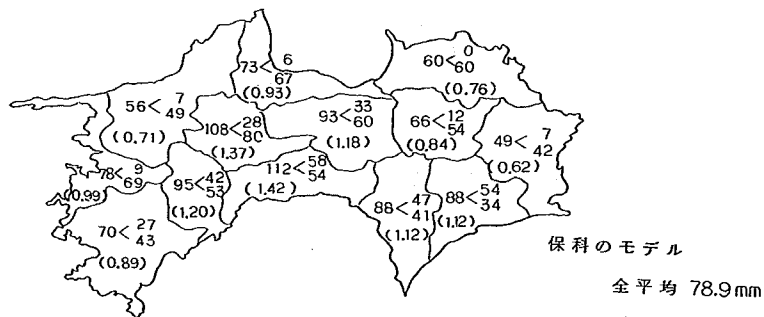
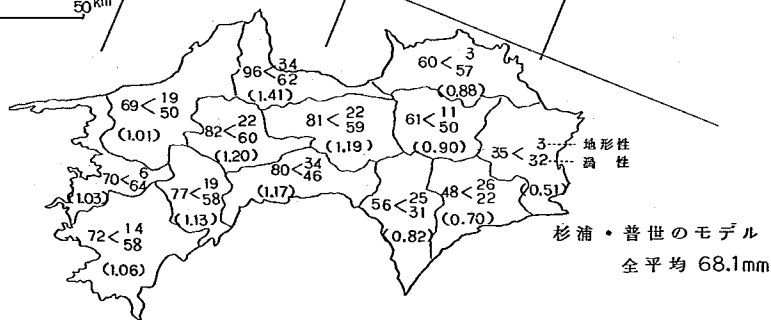
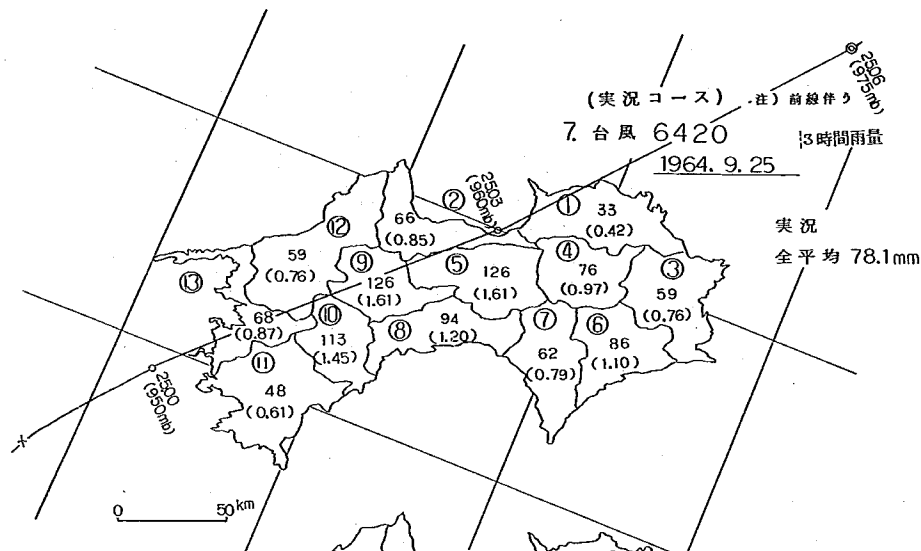


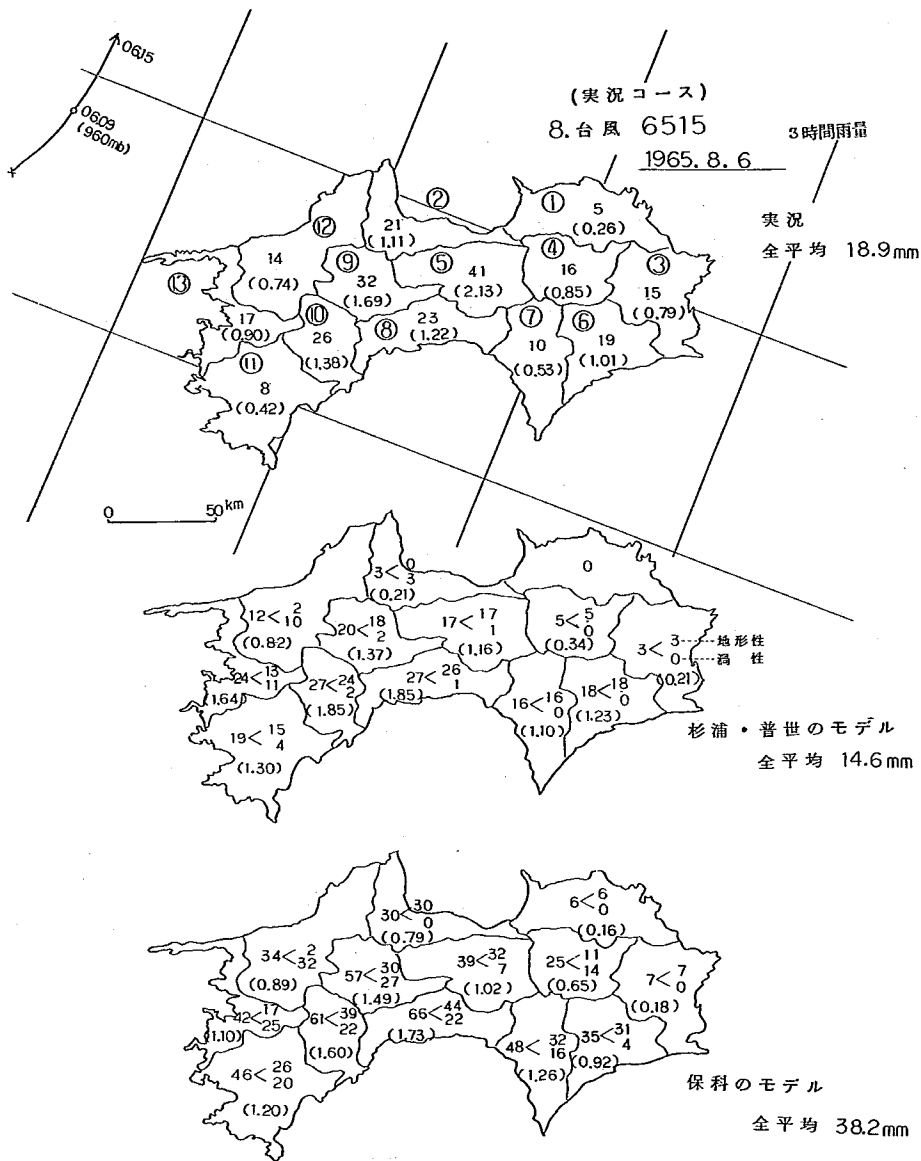


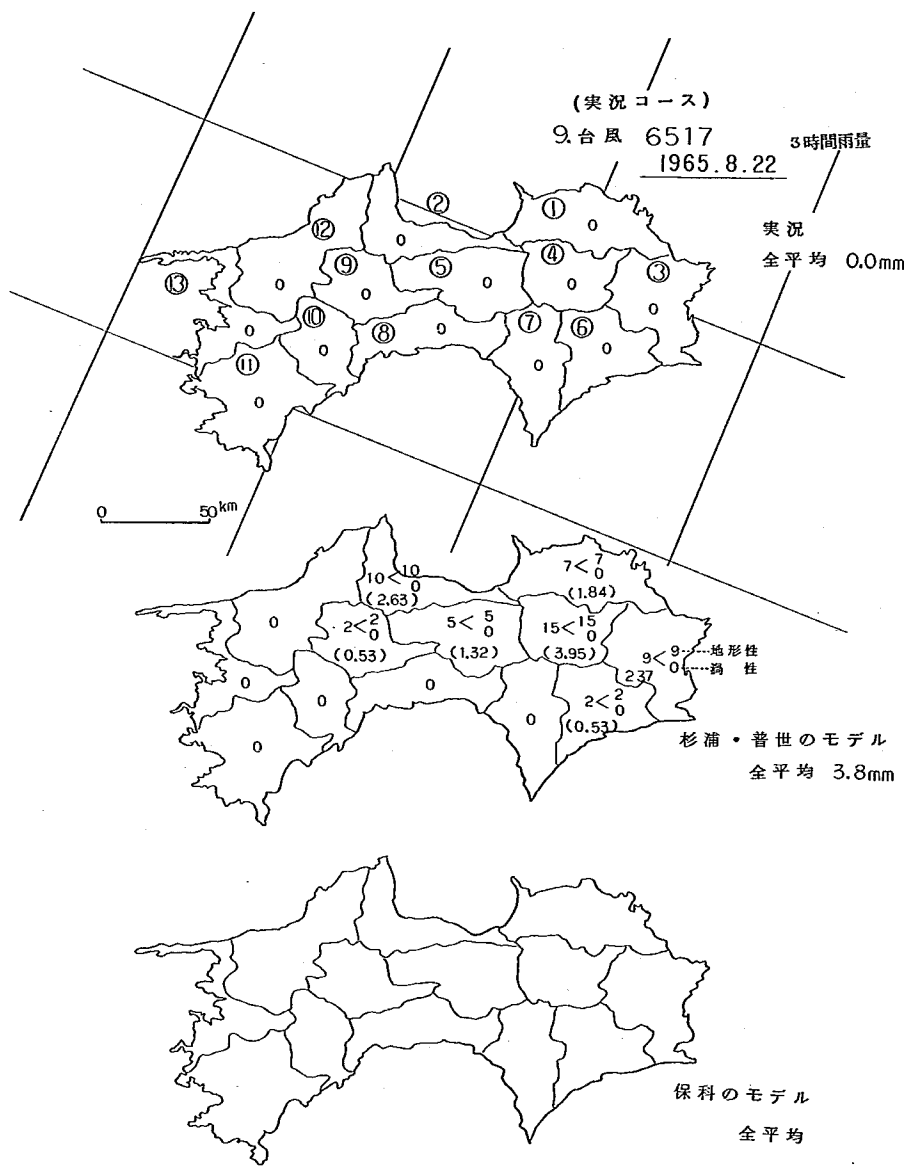


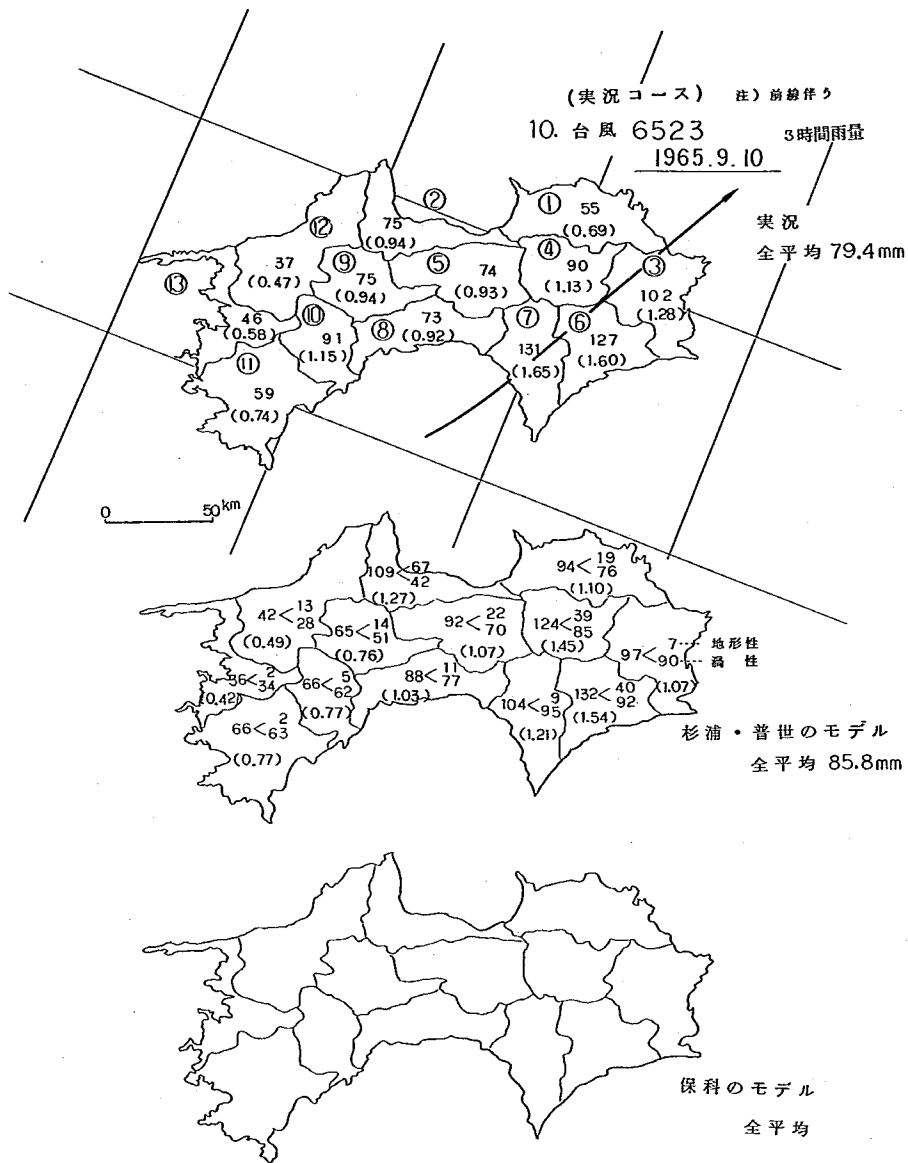


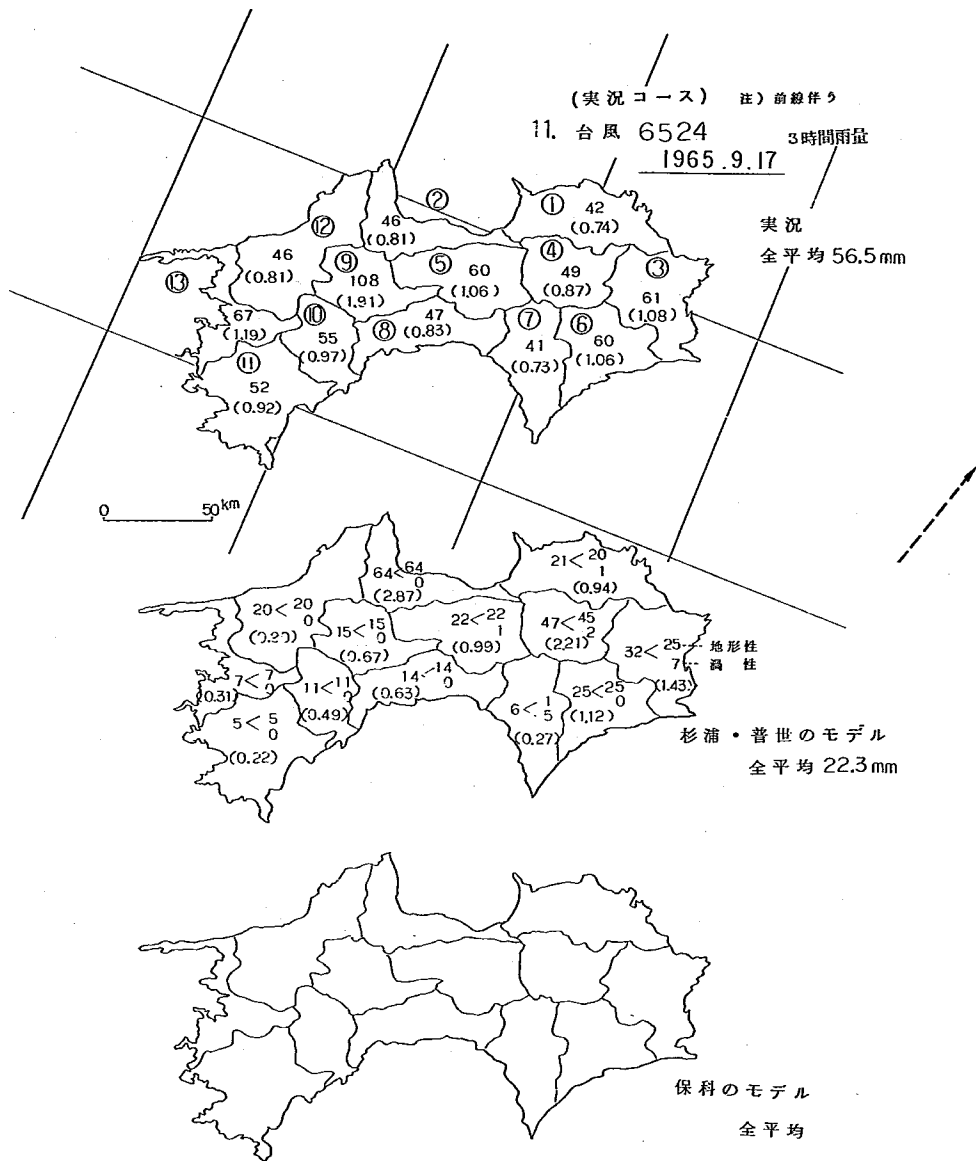


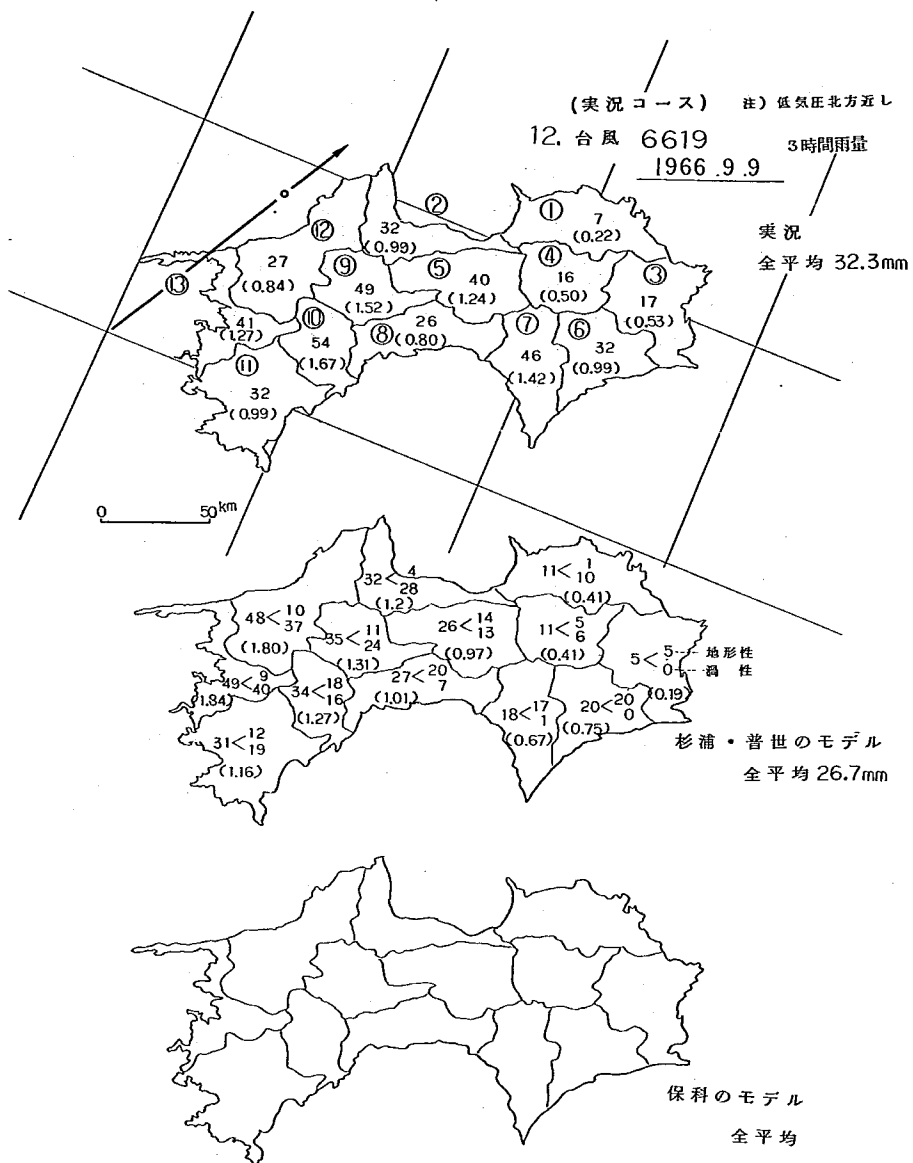


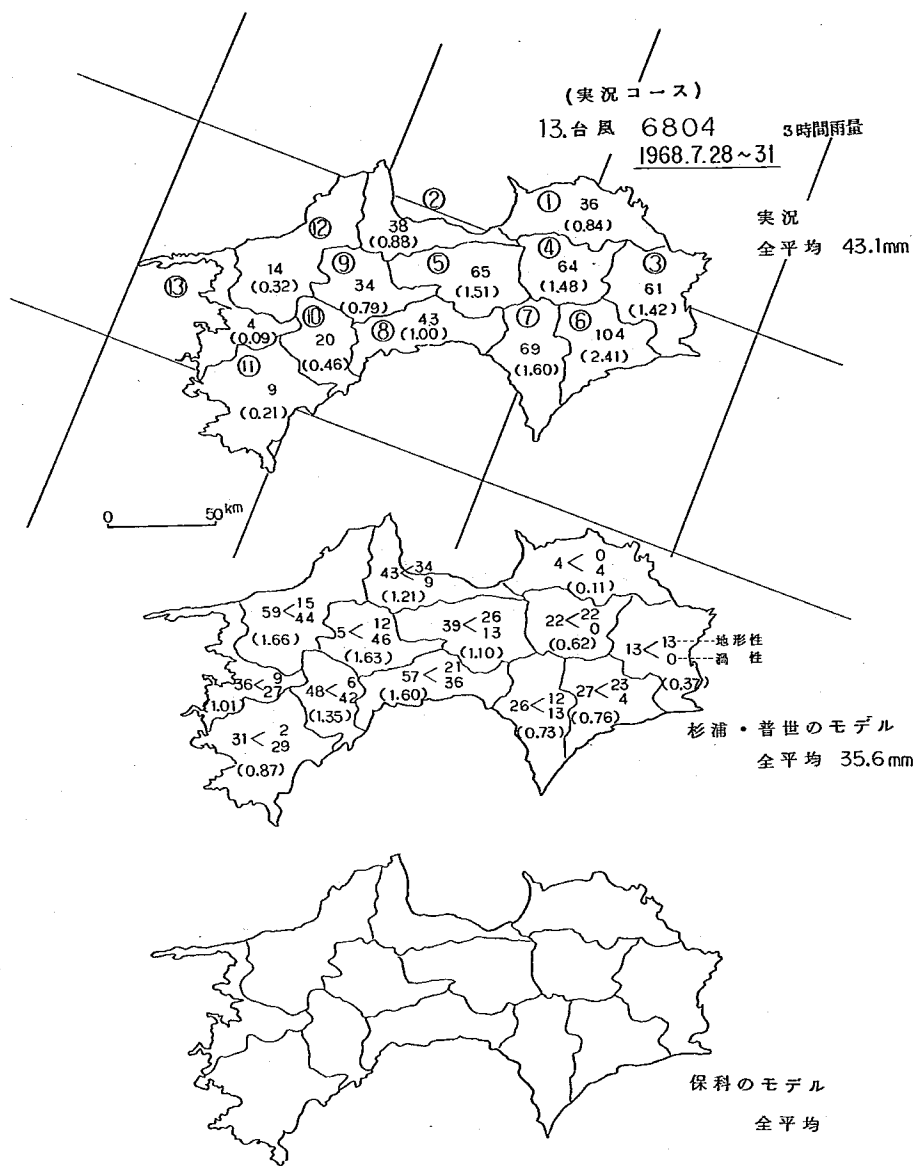


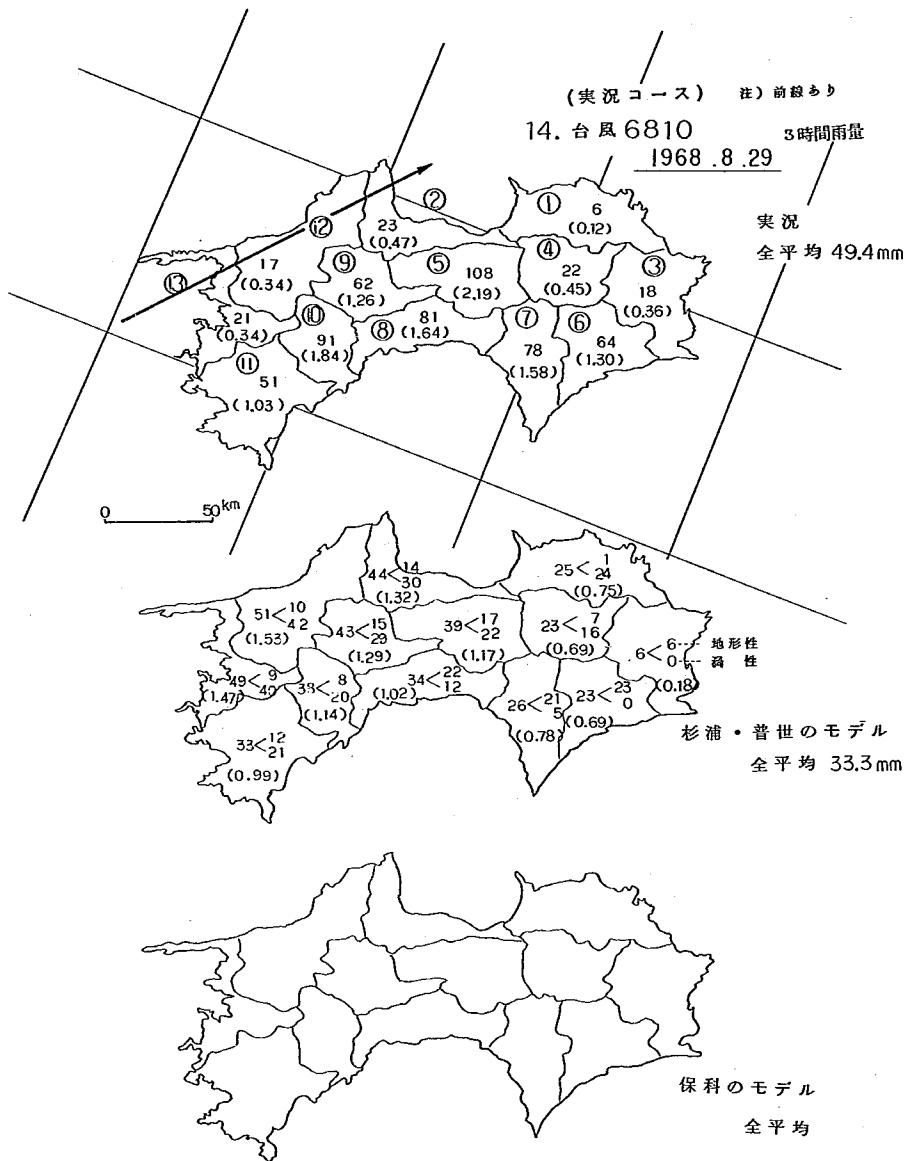


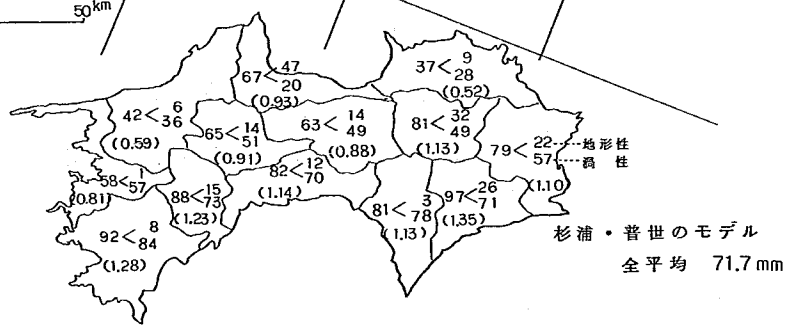
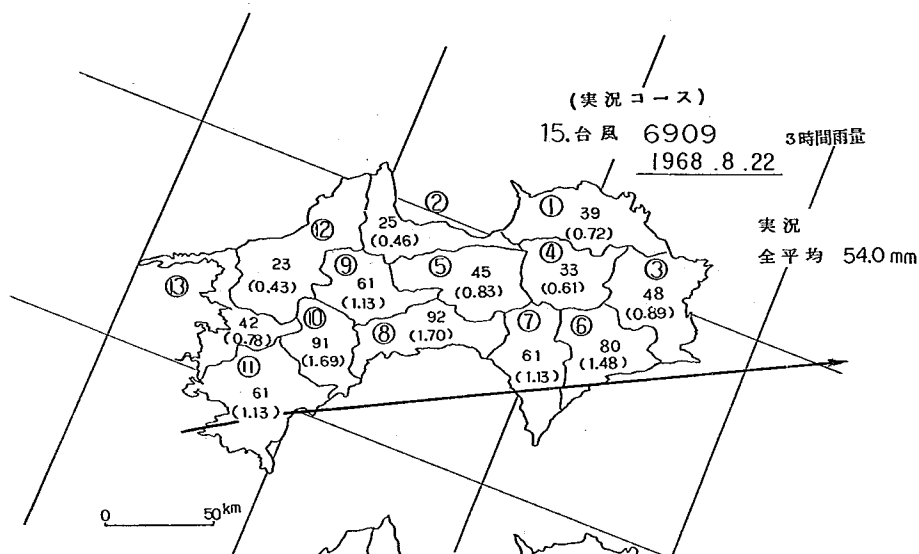


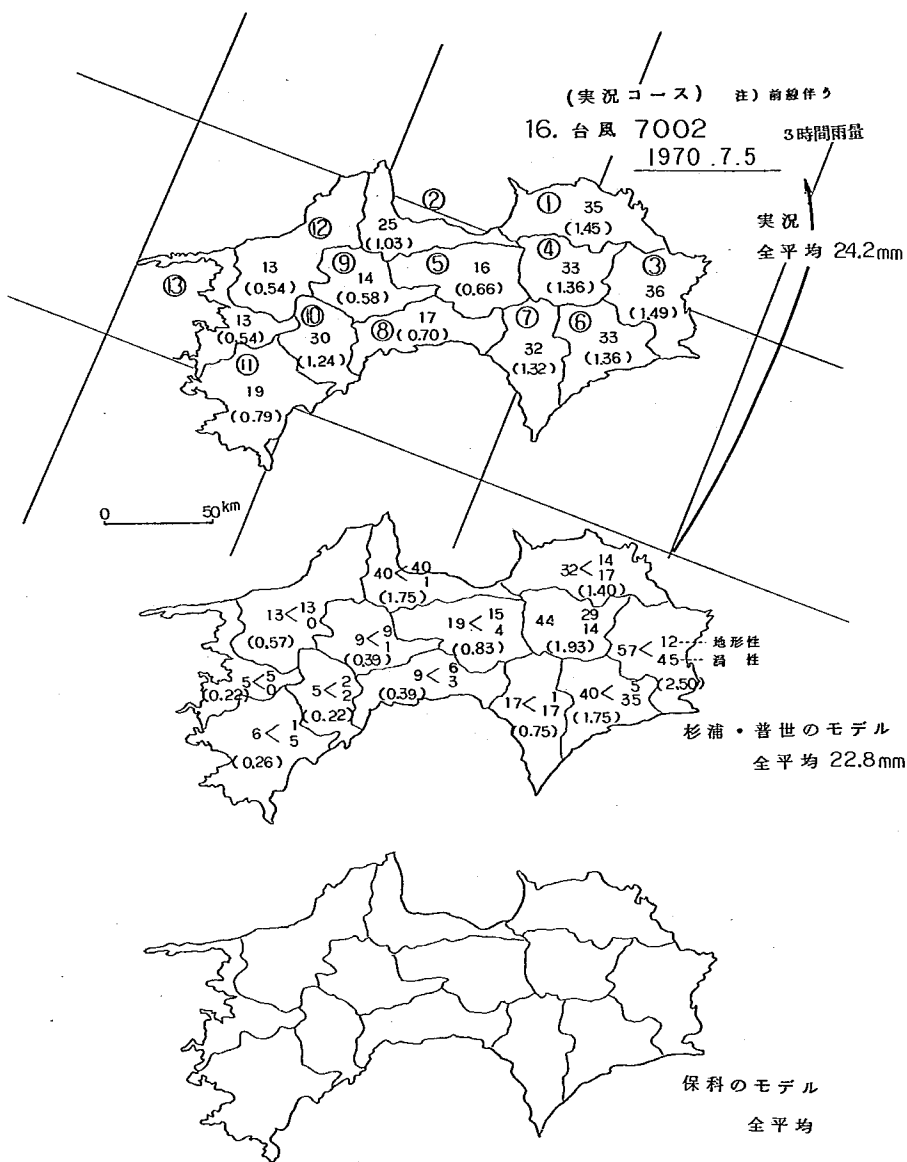


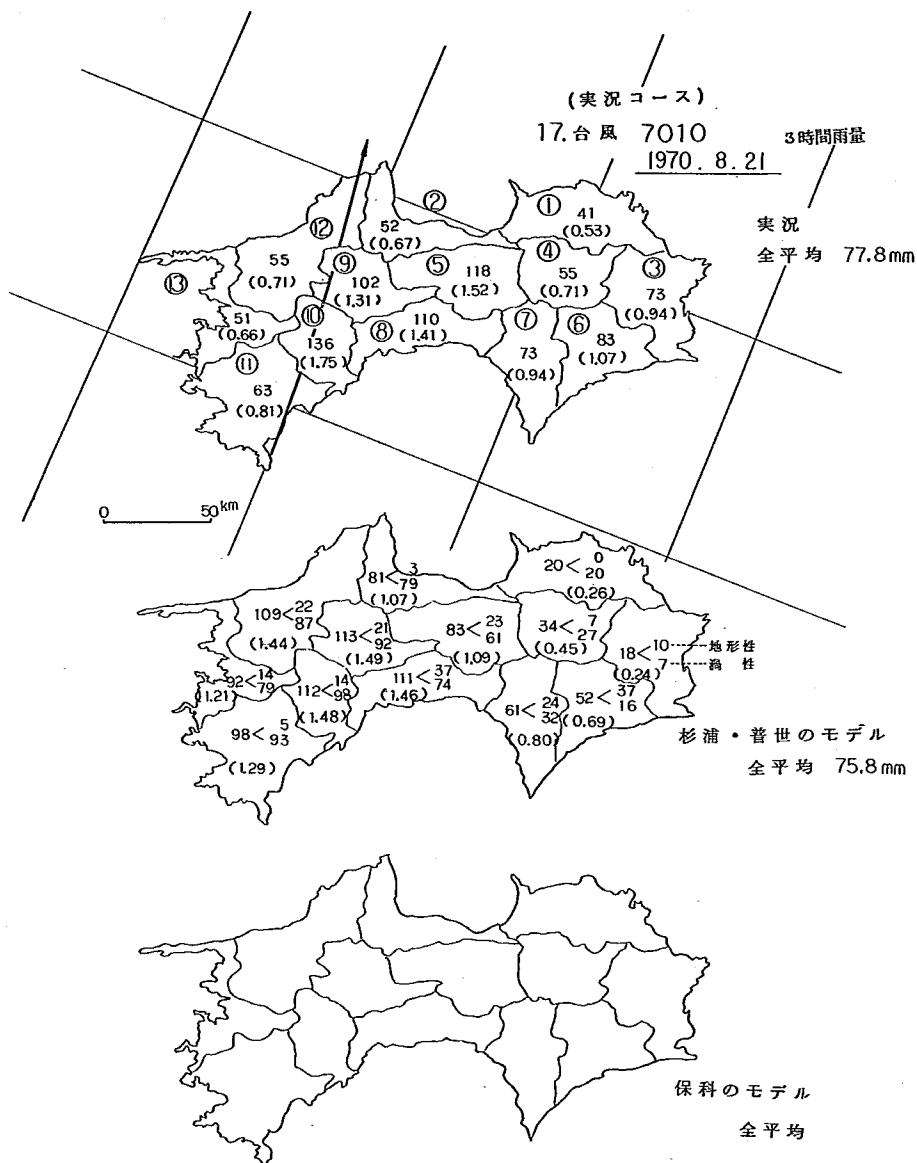


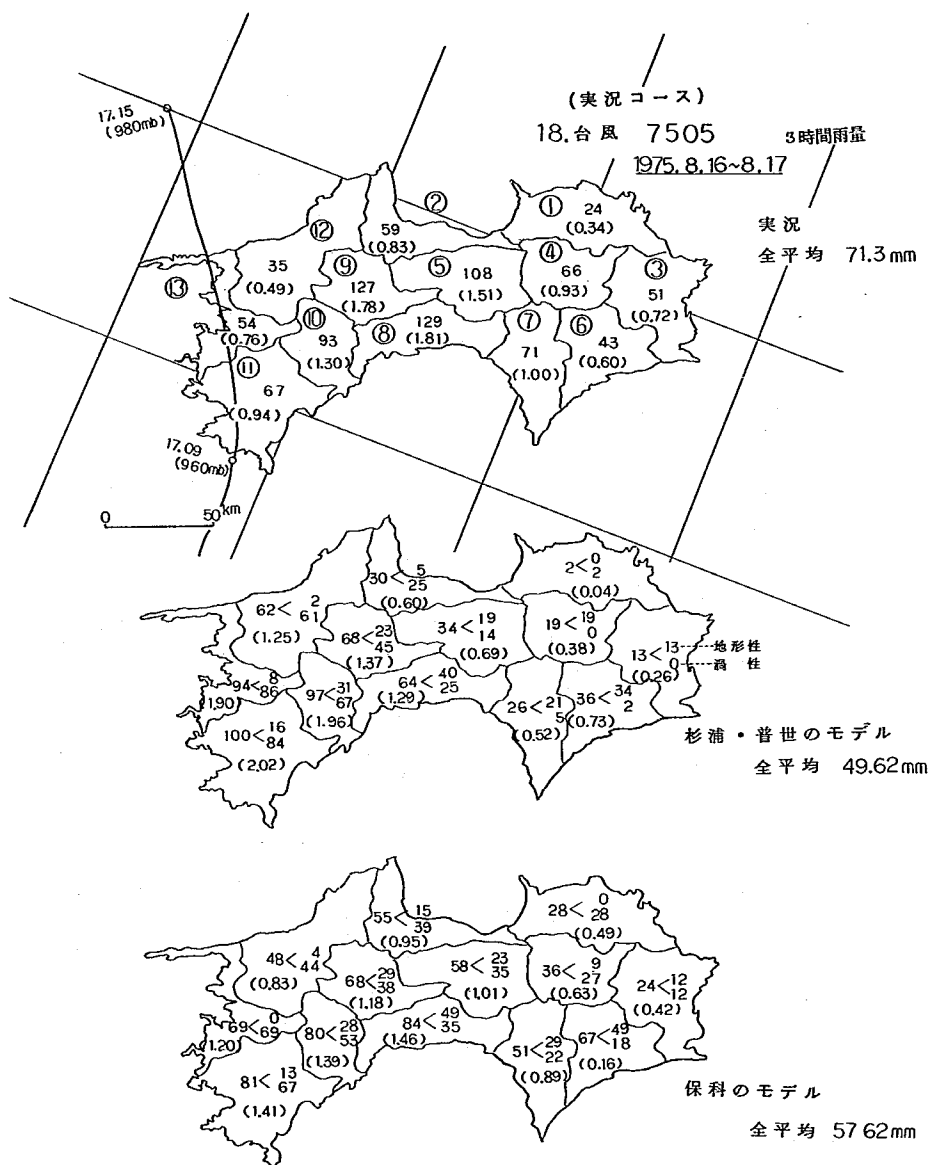












附図－5 24時間最大雨量推算～実況対比

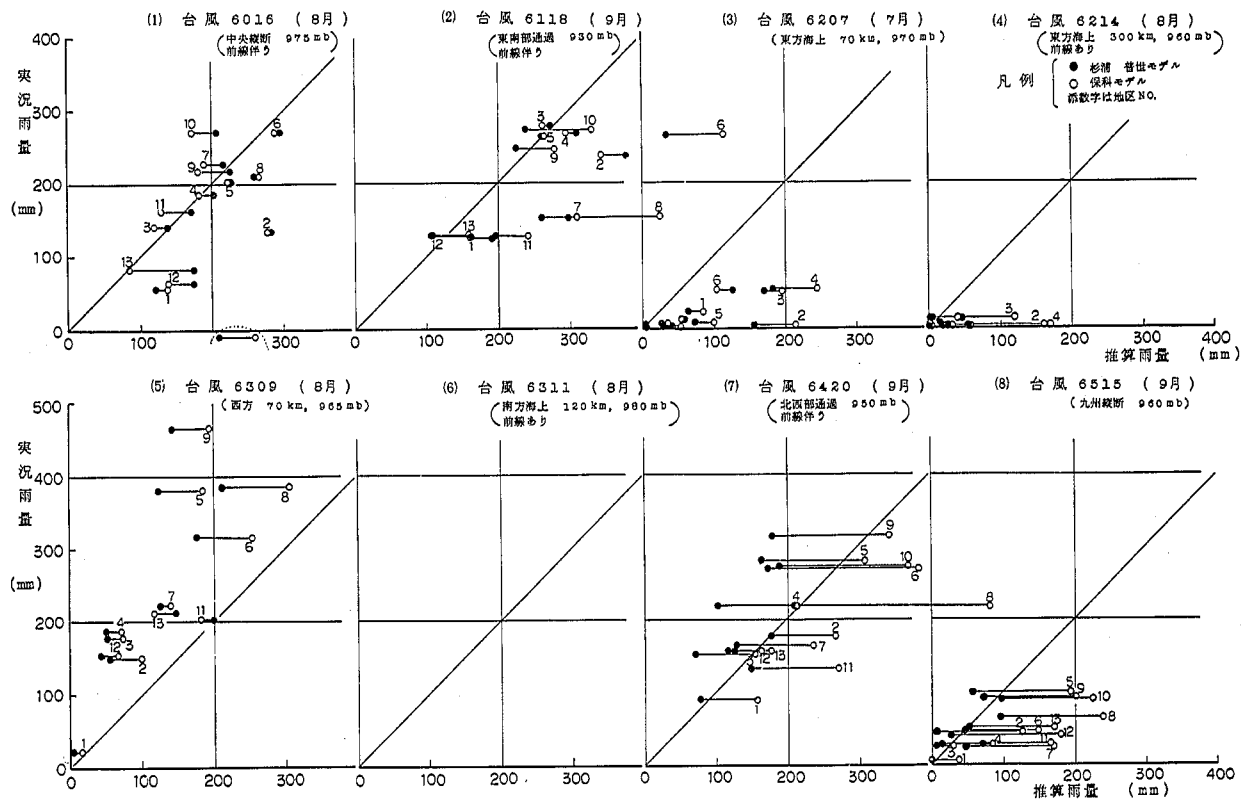
(a) 台風別，実況コース

(b) 地域別，実況コース

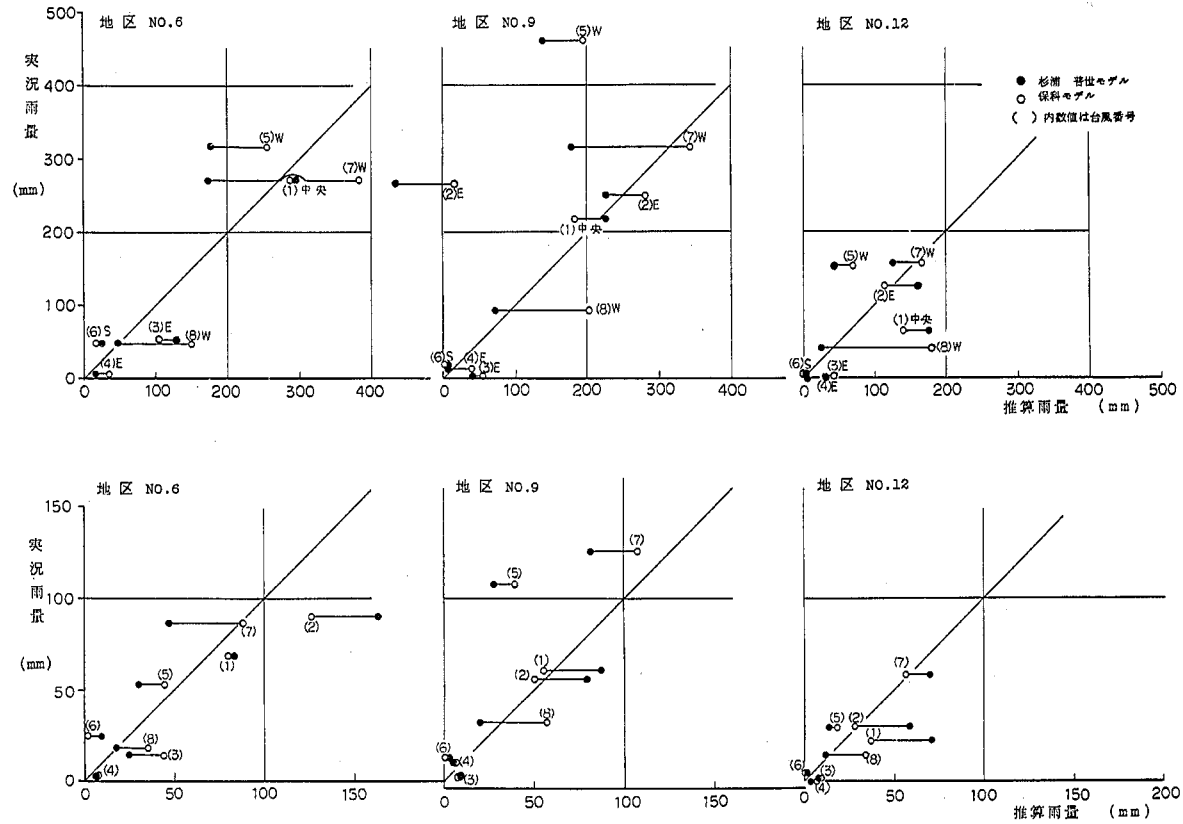
附図－6 時間雨量図

附表－3 ⑨地区降雨予測計算値～実況値総括表

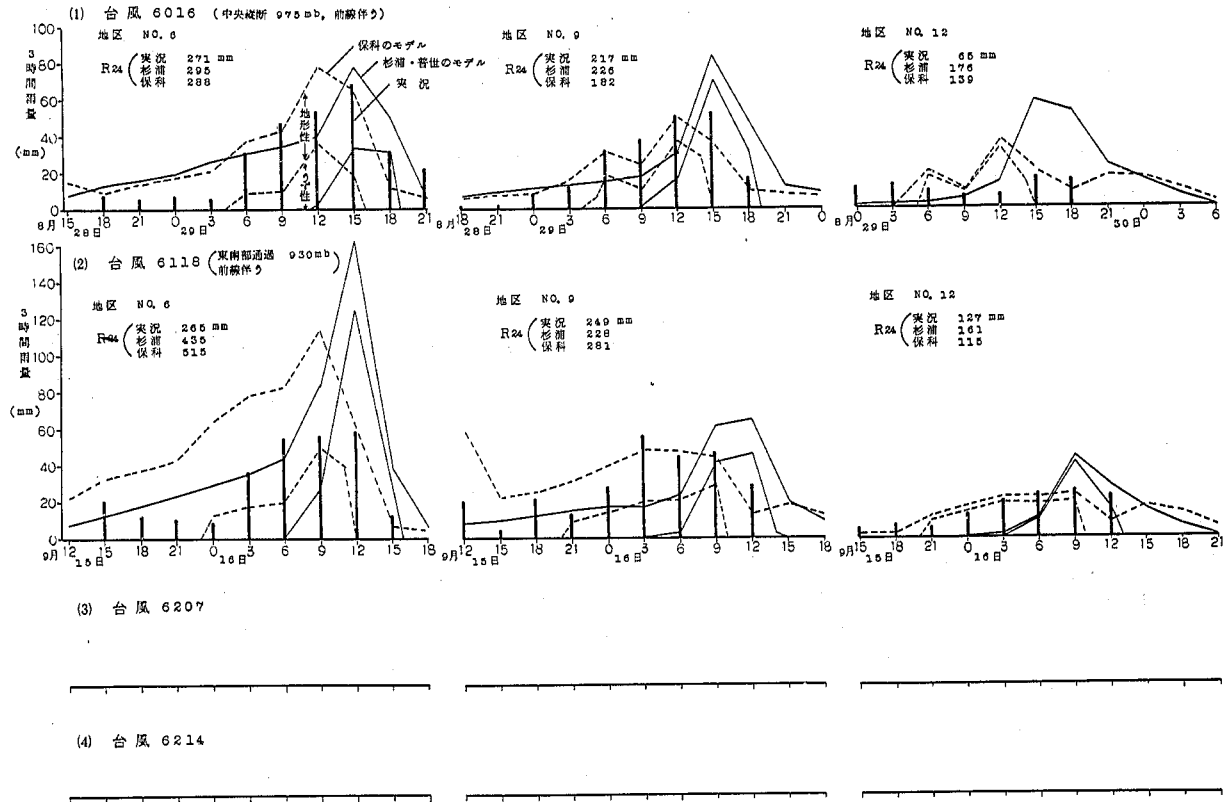
附図-5 (a) 24時間最大雨量 推算～実況対比 (台風別, 実況コース)



附図-5 (b) 24時間最大雨量 推算～実況対比 (地域別, 実況コース)

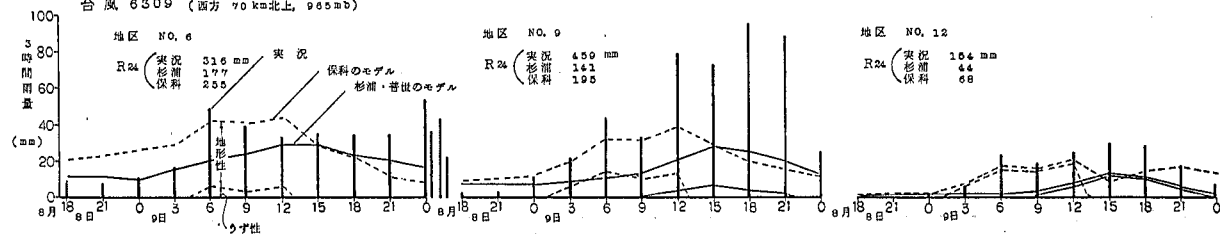


附図-6 時間雨量図



(5)

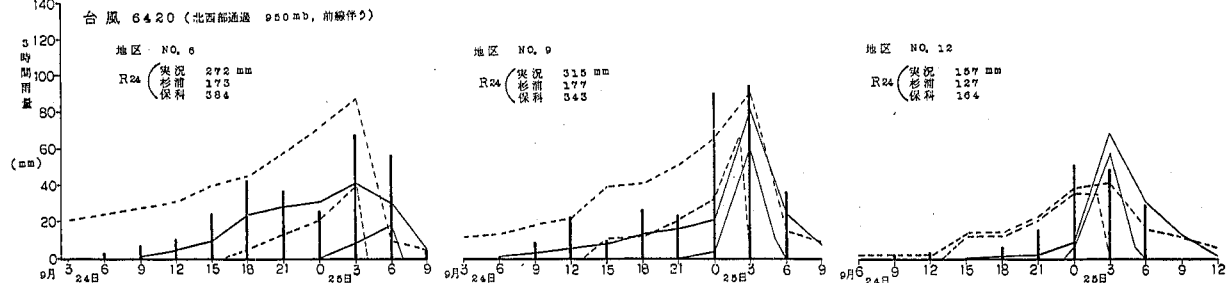
台風 6309 (南方 70 km 北上, 965 mb)



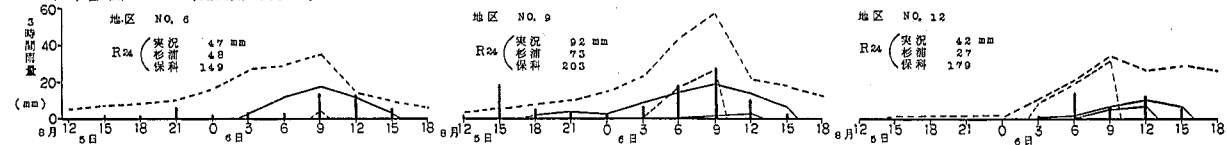
(6) 台風 6311

(7)

台風 6420 (北西部通過 950 mb, 前線伴走)



(8) 台風 6515 (九州縦断 960 mb)



附表-3 ⑨地区 降雨予測計算値～実況値総括表(実況コース)

項目 台風名	降雨開始時刻 (5mm/3hrs)			降雨ピーク時刻			降雨終了時刻 (5mm/3hrs)			降雨継続時間			最大24時間雨量			ピーク3時間雨量			開始時刻誤差		ピーク時刻誤差		終了時刻誤差		継続時間誤差		24hrs.雨量誤差率		3hrs.雨量誤差率	
	① 実況 hrs	② 予想 hrs		③ 実況 hrs	④ 予想 hrs		⑤ 実況 hrs	⑥ 予想 hrs		⑦ 実況 hrs	⑧ 予想 hrs		⑨ 実況 R _f mm	⑩ 予想 R _f		⑪ 実況 R _{3f} mm	⑫ 予想 R _{3f}		⑬ hrs		⑭ hrs		⑮ hrs		⑯ hrs		⑰ $\frac{R_r - R_f}{R_r}$		⑱ $\frac{R_{3r} - R_{3f}}{R_{3f}}$	
		②	②'		④	④'		⑥	⑥'		⑧	⑧'		⑩	⑩'		⑬	⑬'	⑭-⑮	⑭-⑮'	⑯-⑰	⑯-⑰'	⑱-⑲	⑱-⑲'	⑲	⑲'	⑲	⑲'	⑲	⑲'
1. T6016	(28) 21	(28) 18	(28) 9	(29) 15	(29) 12	(29) 21	(29) 24	(30) 3	24	30	42	(29.21) 217.0	(29.21) 226.2	(29.24) 182.6	(29.14) 61.4	(29.16) 87.2	(29.13) 55.0	3	12	0	3	-3	-6	-5	-18	-0.042	0.159	-0.420	0.104	
2. T6118	(14) 9	(14) 9	(14) 5	(14) 18	(15) 12	(16) 12	(16) 18	(16) 21	51	57	54	(16.12) 249.4	(16.15) 227.5	(16.09) 316	(16.03) 563	(16.11) 79.3	(15.12) 59.0	0	-6	6	6	-6	-9	-6	-3	0.088	-0.267	-0.409	-0.048	
3. T6207	-	(27) 3	(27) 3	(27) 9	(27) 6	(27) 12	-	(27) 9	21	-	6	18	(27.12) 3.3	(27.18) 39.8	(27.21) 52	(27.09) 2.8	(27.07) 8.5	(27.12) 8.0	-	-	3	-3	-	-	-	-	-11.061	-14.758	-2.036	-1.857
4. T6214	(25) 3	-	(25) 18	(25) 9	(25) 24	(25) 24	9	-	(26) 6	6	-	12	(25.15) 13.1	(26.03) 6.3	(26.09) 41	(25.08) 10.9	(26.01) 4.0	(25.24) 6.0	-	-15	-15	-15	-	-21	-	-6	0.519	-2.130	0.633	0.450
5. T6309	(8) 9	(8) 15	(7) 15	(9) 18	(9) 15	(9) 12	(10) 21	(10) 21	18	60	54	75	(9.24) 459.1	(10.06) 140.9	(9.21) 195	(9.19) 108.5	(9.15) 27.5	(9.12) 39	-6	18	3	6	0	3	6	-15	0.693	0.575	0.747	0.641
6. T6311	(27) 9	-	-	(27) 12	(28) 6	(27) 9	12	-	-	3	-	-	(28.09) 18.4	(28.12) 5.9	(29.9) 2	(27.12) 13.5	(28.07) 2.7	(28.09) 1.0	-	-	-18	3	-	-	-	-	0.679	0.891	0.800	0.926
7. T6420	(24) 6	(24) 12	(23) 18	(25) 3	(25) 3	(25) 6	(25) 9	(25) 12	24	21	42	(25.06) 315.0	(25.09) 177.1	(25.06) 343.0	(25.01) 126.3	(25.03) 81.9	(25.02) 108	-3	12	0	0	-3	-6	-3	-18	0.438	-0.089	0.352	0.145	
8. T6515	(6) 0	(6) 3	(5) 15	(6) 9	(6) 9	(6) 12	(6) 15	(6) 24	12	12	33	(6.12) 92.2	(6.15) 73.0	(6.20) 203.0	(6.11) 32.1	(6.09) 19.7	(6.09) 57	-3	9	0	0	-3	-12	0	-21	0.208	-1.202	0.386	-0.776	
9. T6517	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(22.12) 5.1	-	-	(22.07) 1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10. T6523	(9) 12	(9) 21	-	(10) 6	(16) 9	(10) 12	(10) 15	-	24	18	-	-	(10.12) 210.7	(10.15) 137.7	-	(10.07) 74.5	(10.09) 64.7	-9	-3	-	-3	-	-6	-	-	0.346	-	0.132	-	
11. T6524	(15) 21	(17) 0	-	(17) 12	(17) 18	(17) 15	(17) 21	-	42	21	-	-	(15.24) 243.7	(17.23) 79.1	-	(15.13) 108.0	(17.19) 14.7	-27	-6	-	-6	-	21	-	-	0.675	-	0.864	-	
12. T6619	(8) 18	(9) 0	-	(9) 15	(9) 18	(9) 21	(9) 21	-	27	21	-	-	(9.21) 164.8	(9.21) 105.3	-	(9.15) 49.0	(9.19) 35.0	-6	-3	-	0	-	6	-	-	0.361	-	0.286	-	
13. T6804	(28) 15	(27) 18	-	(28) 21	(28) 21	(29) 21	(29) 3	-	30	33	-	-	(29.12) 108.8	(29.01) 118.0	-	(28.22) 33.9	(28.22) 57.9	21	0	-	18	-3	-	-	-	-0.092	-	-0.708	-	
14. T6810	(28) 9	(29) 0	-	(29) 9	(29) 9	(29) 12	(29) 18	-	27	18	-	-	(29.12) 208.1	(29.20) 105.4	-	(29.09) 62.1	(29.11) 43.0	-15	0	-	-6	-	9	-	-	0.494	-	0.308	-	
15. T6909	(22) 12	(22) 12	-	(22) 21	(22) 21	(23) 3	(23) 5	-	15	17	-	-	(23.06) 118.2	(23.09) 164.4	-	(22.20) 61.4	(22.22) 65.2	0	0	-	-2	-	-2	-	-	-0.391	-	-0.062	-	
16. T7002	(4) 21	(5) 9	-	(5) 9	(5) 18	(5) 18	(5) 24	-	21	15	-	-	(5.21) 70.1	(6.3) 47.3	-	(5.16) 14.4	(5.18) 9.2	-12	-9	-	-6	-	6	-	-	0.325	-	0.361	-	
17. T7010	(21) 3	(20) 18	-	(21) 9	(21) 12	(21) 18	(21) 18	-	15	24	-	-	(21.21) 231.2	(21.18) 237.3	-	(21.10) 102.4	(21.11) 113.2	9	-3	-	0	-	-9	-	-	-0.026	-	-0.105	-	
18. T7505	(16) 23	(16) 3	(16) 2	(17) 13	(17) 11	(17) 9	(18) 6	(17) 24	31	45	46	(18.01) 529.9	(17.20) 151	(17.18) 239	(17.13) 127.4	(17.12) 53	(17.10) 67	20	21	2	4	6	6	-14	-15	0.715	0.549	0.584	0.474	
19. T7506	(21) 15	(22) 9	(22) 9	(22) 14	(22) 23	(22) 11	(22) 22	(23) 12	31	27	26	(22.19) 191.2	(23.06) 113	(23.03) 147	(22.13) 380	(23.00) 25	(22.12) 28	-18	-18	-7	3	-14	-13	4	5	0.409	0.231	0.342	0.263	

※ ()の中は日時を表わす

附表－4 標準偏差計算表（実況コース），中地区別

- (a) 降雨開始時刻の標準偏差
- (b) 降雨終了時刻の標準偏差
- (c) 降雨ピーク時刻の標準偏差
- (d) 降雨継続時間の標準偏差
- (e) 最大24時間雨量誤差率の標準偏差
- (f) 最大3時間雨量誤差率の標準偏差

附表-4(a) 降雨開始時刻の標準偏差(中地区別) 実況コース(実測-推算)

中地区	実測- 推算	<-22	-16 --21	-10 --15	-4 --9	-3-3	4-9	10- 15	16- 21	>22	降雨なし 又は欠測	合計	標準偏差
1, 2	N	4	3	3	4	3		3			13	34	11.77
	P	12	9	9	12	9		9			38	100	
3, 6	N	5	2	2	7	4	3	5	1		5	34	12.69
	P	15	6	6	21	12	9	15	3		15	100	
4, 5	N	3	3	5	6	4	3	2		1	7	34	11.72
	P	9	9	15	18	12	9	6		3	21	100	
7, 8	N	6	3	4	8	4	2		1		6	34	10.69
	P	18	9	12	24	12	6		3		18	100	
9, 10	N	6		4	5	7	2		1		9	34	11.20
	P	18		12	15	21	6		3		27	100	
12, 13	N	2	2	6	9	3					12	34	6.72
	P	6	6	18	26	9					35	100	

N:度数 P:確率(%)

附表-4(b) 降雨終了時刻の標準偏差(中地区別) 実況コース(実測-推算)

中地区	実測- 推算	<-22	-16 --21	-10 --15	-4 --9	-3-3	4-9	10- 15	16- 21	>22	降雨なし 又は欠測	合計	標準偏差
1, 2	N			2	6	13	1			1	11	34	6.89
	P			6	18	38	3			3	32	100	
3, 6	N			1	1	22	4		1	1	4	34	6.65
	P			6	6	65	12	1	3	3	12	100	
4, 5	N				7	18		1		1	7	34	6.03
	P				21	53		3		3	21	100	
7, 8	N				2	24	2				6	34	1.88
	P				6	71	2				18	100	
9, 10	N				4	19			2		9	34	5.65
	P				12	56			6		26	100	
12, 13	N			1	10	13					10	34	3.48
	P			3	29	38					29	100	

N:度数 P:確率(%)

附表-4(c) 降雨ピーク時刻の標準偏差(中地区別) 実況コース(実測-推算)

実測-推算 中地区		<-22	-16 --21	-10 --15	-4 --9	-3-3	4-9	10 -15	16 -21	>22	降雨なし 又は欠測	合計	標準偏差
1, 2	N		1		6	18	2	2			5	34	5.57
	P		3		18	53	6	6			15	100	
3, 6	N		1		5	23	1	2			2	34	5.08
	P		3		15	68	3	6			6	100	
4, 5	N				5	26		1			2	34	3.16
	P				15	76		3			6	100	
7, 8	N		4		1	24	2				3	34	6.35
	P		12		6	71	6				18	100	
9, 10	N	1	2	1	5	21	1				3	34	6.35
	P	3	6	3	15	12					18	100	
12, 13	N		1	1	7	18	1				6	34	4.65
	P		3	3	21	53	3				18	100	

N:度数 P:確率(%)

附表-4(d) 降雨継続時間の標準偏差(中地区別) 実況コース(実測-推算)

実測-推算 中地区		<-22	-16 --21	-10 --15	-4 --9	-3-3	4-9	10 -15	16 -21	>22	降雨なし 又は欠測	合計	標準偏差
1, 2	N	1		1	2	6	4	4	1	2	13	34	9.39
	P	3		3	6	18	12	12	3	6	38	100	
3, 6	N			1	1	10	9	1	4	3	5	34	9.18
	P			3	3	29	26	3	12	9	15	100	
4, 5	N			2	2	9	6	4	3	1	7	34	8.88
	P			6	6	26	18	12	9	3	21	100	
8, 7	N				1	10	7	5	1	4	6	34	8.59
	P				3	29	21	15	3	12	18	100	
9, 10	N				3	8	9		1	4	9	34	9.36
	P				9	24	26		3	12	26	100	
12, 13	N				2	9	7	3	1		12	34	5.90
	P				6	26	21	9	3		35	100	

N:度数 P:確率(%)

附表-4 (e) 最大24時間雨量誤差率 $\frac{R_{24 \max r} - R_{24 \max f}}{R_{24 \max f}} \times 100$ の標準偏差 (中地区別)

実況コース (実測-推算)

実測-推算 中地区		<-90	-71 -90	-51 -70	-31 -50	-11 -30	-10 -10	11 -30	31 -50	51 -70	71 -90	>91	降雨なし 又は欠測	合計	標準 偏差
1, 2	N	1		2	7	4	4	5				5	7	34	54.12
	P	3		6	21	12	12	15				15	21	100	
3, 6	N	4				4	6	1	2	2	3	10	2	34	60.54
	P	12				12	18	3	6	6	9	29	6	100	
4, 5	N	4			1	4	4	3	2	2	4	8	2	34	65.50
	P	12			3	12	12	9	6	6	12	24	6	100	
7, 8	N	3			4	3	5	2	1	1	4	8	3	34	65.14
	P	9			12	9	15	6	3	3	12	24	9	100	
9, 10	N					3	7	2	3	2	2	10	5	34	45.83
	P					9	21	6	9	6	6	29	15	100	
12, 13	N		1	3	5	3	2	3	4	1		5	7	34	57.17
	P		3	9	15	9	6	9	12	3		15	21	100	

N:度数 P:確率(%)

附表-4 (f) 最大3時間雨量誤差率 $\frac{R_{3 \max r} - R_{3 \max f}}{R_{3 \max f}} \times 100$ の標準偏差 (中地区別)

実況コース (実測-推算)

実測-推算 中地区		<-90	-71 -90	-51 -70	-31 -50	-11 -30	-10 -10	11 -30	31 -50	51 -70	71 -90	>91	降雨なし 又は欠測	合計	標準 偏差
1, 2	N	3	1	3	6	3	3	2		1		4	8	34	61.21
	P	9	3	9	18	9	9	6		3		12	24	100	
3, 6	N	5		1	3	3	1	1	1	4	1	12	2	34	75.08
	P	15		3	9	9	3	3	3	12	3	35	6	100	
4, 5	N	4			4	5	2	2	3	2		10	2	34	68.13
	P	12			12	15	6	6	9	6		29	6	100	
7, 8	N	2		1	5	4		3	3	1	2	9	4	34	64.77
	P	6		3	15	12		9	9	3	6	26	12	100	
9, 10	N	2			2	4	4	2	6	1	1	9	3	34	58.20
	P	6			6	12	12	6	18	3	3	26	9	100	
12, 13	N	5		3	7	2	3		1			5	6	34	66.87
	P	15		9	21	6	9		3			15	18	100	

N:度数 P:確率(%)

附表－5 標準偏差計算表（予想コース）

- (a) 降雨開始時刻の標準偏差
- (b) 降雨終了時刻の標準偏差
- (c) 降雨ピーク時刻の標準偏差
- (d) 24時間雨量誤差率の標準偏差
- (e) 最大3時間雨量誤差率の標準偏差

附表－5(a) 降雨開始時刻の標準偏差(㊸+㊹地区)

予想コース(実測－推算)

実測－ 推算 開始時刻											合計	標準偏差
		<-22	-16 --21	-10 --15	-4 --9	-3-3	4-9	10 -15	16 -21	>22		
3	N P		1 100								1	0
6	N P	5 20	3 12		4 16	7 28	6 24				25	11.25
9	N P	1 5	6 27	1 5	4 18	7 32	3 14				22	9.33
12	N P	2 9	3 13	3 13	5 22	5 22	4 17	1 4			23	9.89
15	N P	3 12	4 16	2 8	4 16	8 32	3 12	1 4			25	10.31
18	N P	2 10	2 10	4 20	4 20	6 30	2 10				20	8.82
21	N P	1 8	2 15	2 15	1 8	5 38	2 15				13	9.44
24	N P	7 70		2 20	1 10						10	6.60
合計	N P	21 15	21 15	14 10	23 17	38 27	20 14	2 1			139	10.26

N:度数 P:確率(%)

附表－5(b) 降雨終了時刻の標準偏差(㊸+㊹地区)

予想コース(実測－推算)

実測－ 推算 終了時刻											合計	標準偏差
		<-22	-16 --21	-10 --15	-4 --9	-3-3	4-9	10 -15	16 -21	>22		
3	N P		1 5		4 20	15 75					20	4.36
6	N P		1 4		6 25	16 67		1 4			24	4.97
9	N P	1 6		1 6	4 23	10 59		1 6			17	7.22
12	N P	1 7			6 43	7 50					14	6.14
15	N P	2 10		1 5	8 40	9 45					20	7.07
18	N P			2 13	8 50	6 38					16	4.00
21	N P					1 100					1	0
24	N P											
合計	N P	5 4	2 2	4 3	46 35	71 55		2 2			130	6.05

N:度数 P:確率(%)

附表-5(c) 降雨ピーク時刻の標準偏差(㊟+㊟地区) 予想コース(実測-推算)

ピーク時刻	実測-推算	<-22	-16 --21	-10 --15	-4 --9	-3-3	4-9	10 -15	16 -21	>22	合計	標準偏差
3	N P											
6	N P		2 11		2 11	14 78					18	5.71
9	N P	1 7		1 7	2 13	11 73					15	6.65
12	N P	2 7	2 7		8 30	15 56					27	7.16
15	N P	2 8	2 8		11 42	11 42					26	7.25
18	N P	2 8	3 12	2 8	12 46	7 27					26	7.23
21	N P	2 10	1 5		10 50	7 35					20	7.22
24	N P											
合計	N P	9 7	10 8	3 2	45 34	65 49					132	7.22

N:度数 P:確率(%)

附表-5(d) 24時間雨量誤差率 $\frac{R_{24r} - R_{24f}}{R_{24f}} \times 100$ の標準偏差(㊟+㊟地区)

予想コース(実測-推算)

ピーク時刻	実測-推算	<-90	-71 --90	-51 --70	-31 --50	-11 --30	-10 -10	11 -30	31 -50	51 -70	71 -90	>91	合計	標準偏差
3	N P													
6	N P		1 5	3 16	3 16	3 16	3 16	1 5		1 5	1 5	3 16	19	57.75
9	N P		1 7	3 21	1 7	4 29	1 7		1 7			3 21	14	60.59
12	N P			3 13	1 4	6 25	1 4	4 17	2 8	2 8		5 21	24	53.78
15	N P			7 30	2 9		5 22	1 4	2 9			6 26	23	70.73
18	N P		1 4	2 8	3 12	6 24	4 16	2 8		1 4	1 4	5 20	25	56.32
21	N P			2 13	3 20		1 7	4 27	2 13			3 20	15	53.71
24	N P													
合計	N P		3 3	20 17	13 11	19 16	15 13	12 10	7 6	4 3	2 2	25	120	38.91

N:度数 P:確率(%)

附表-5(e) 最大3時間雨量誤差率 $\frac{R_{3\max r} - R_{3\max f}}{R_{3\max f}} \times 100$ の標準偏差 (㊸+㊸地区)

実測- ピーク 時刻 推算		R _{3 max f}										合計	標準偏差
		<-91	-71 --90	-51 --70	-31 --50	-11 --30	-10 --10	11 --30	31 --50	51 --70	71 --90		
3	N P												
6	N P		2 11	4 21	1 5	5 26	2 11				5 26	19	56.98
9	N P			3 20	4 27	1 7	2 13	1 7			4 27	15	53.90
12	N P		1 4	2 8	4 17	2 8	1 4	3 13		4 17	7 29	24	54.62
15	N P		1 4	6 25	3 13	1 4		4 17	2 8		7 29	24	58.32
18	N P		5 21	4 17	1 4	2 8		2 8	2 8		8 33	24	66.08
21	N P		5 29	1 6		2 12	2 12			1 6	6 35	17	67.60
24	N P												
合計	N P		14 11	20 16	13 11	13 11	7 6	10 8	4 3	5 4	37 30	123	60.22

N:度数 P:確率(%)

附表－6 最適行動決定計算結果例（CASE 1）

* 結果例（期待損失額表）の見方

TBEGIN : 降雨開始時刻

TRANGE : 降雨継続時間

PEAK : ピーク3時間雨量

ACTION : 予備放流行動（放流時間，最大放流量）

NOW MAX NO : 行動1～32（現時点で行動する）中の最適行動番号

NOW MAX : 行動1～32（ ” ）中の最小期待損失額（単位：億円）

OPT. NO : 行動1～33中の最適行動番号

OPT. VALUE : 行動1～33中の最小期待損失額（単位：億円）

最適行動計算結果（期待損失額）は，縦には予備放流行動ごと，横には設定降雨パターンごとに一覧できるように配置した。

* 最適行動表の見方

TBEGIN : 降雨開始時刻

RP : ピーク3時間雨量

TC : 降雨継続時間

表中，上段は最適行動番号，下段はその行動をとった時期期待される損失額（単位：億円）を表わす。

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.No	1	2	3	4	5	6
T.BEGIN	3	6	9	12	15	18
T.RANGE	18	18	18	18	18	18
PEAK	20	20	20	20	20	20
ACTION	1	- .3426E+06	- .3431E+06	- .3431E+06	- .3431E+06	- .3431E+06
1 400	2	- .9514E+06	- .9520E+06	- .9520E+06	- .9520E+06	- .9520E+06
2 400	3	- .2778E+07	- .2779E+07	- .2779E+07	- .2779E+07	- .2779E+07
3 400	4	- .5822E+07	- .5823E+07	- .5823E+07	- .5823E+07	- .5823E+07
4 400	5	- .9088E+07	- .9254E+07	- .9406E+07	- .9542E+07	- .9759E+07
5 400	6	- .1371E+08	- .1412E+08	- .1448E+08	- .1481E+08	- .1510E+08
6 400	7	- .1963E+08	- .2033E+08	- .2098E+08	- .2155E+08	- .2205E+08
7 400	8	- .2382E+08	- .2498E+08	- .2606E+08	- .2706E+08	- .2795E+08
8 400	9	- .2802E+08	- .2962E+08	- .3115E+08	- .3257E+08	- .3385E+08
9 400	10	- .3221E+08	- .3427E+08	- .3624E+08	- .3808E+08	- .3975E+08
10 400	11	- .3489E+08	- .3740E+08	- .3986E+08	- .4219E+08	- .4433E+08
11 400	12	- .3757E+08	- .4054E+08	- .4348E+08	- .4629E+08	- .4891E+08
12 400	13	- .4025E+08	- .4368E+08	- .4709E+08	- .5039E+08	- .5350E+08
1 600	14	- .9514E+06	- .9520E+06	- .9520E+06	- .9520E+06	- .9520E+06
2 600	15	- .2778E+07	- .2779E+07	- .2779E+07	- .2779E+07	- .2779E+07
3 600	16	- .5822E+07	- .5823E+07	- .5823E+07	- .5823E+07	- .5823E+07
4 600	17	- .9088E+07	- .9254E+07	- .9406E+07	- .9542E+07	- .9759E+07
5 600	18	- .1376E+08	- .1416E+08	- .1453E+08	- .1486E+08	- .1515E+08
6 600	19	- .2241E+08	- .2325E+08	- .2402E+08	- .2471E+08	- .2531E+08
7 600	20	- .2931E+08	- .3089E+08	- .3239E+08	- .3378E+08	- .3502E+08
8 600	21	- .3620E+08	- .3853E+08	- .4076E+08	- .4284E+08	- .4472E+08
9 600	22	- .4310E+08	- .4617E+08	- .4914E+08	- .5191E+08	- .5443E+08
10 600	23	- .4751E+08	- .5134E+08	- .5509E+08	- .5866E+08	- .6197E+08
1 800	24	- .9514E+06	- .9520E+06	- .9520E+06	- .9520E+06	- .9520E+06
2 800	25	- .2778E+07	- .2779E+07	- .2779E+07	- .2779E+07	- .2779E+07
3 800	26	- .5822E+07	- .5823E+07	- .5823E+07	- .5823E+07	- .5823E+07
4 800	27	- .9088E+07	- .9254E+07	- .9406E+07	- .9542E+07	- .9759E+07
5 800	28	- .1376E+08	- .1416E+08	- .1453E+08	- .1486E+08	- .1515E+08
6 800	29	- .2263E+08	- .2349E+08	- .2427E+08	- .2497E+08	- .2557E+08
7 800	30	- .3182E+08	- .3366E+08	- .3542E+08	- .3706E+08	- .3850E+08
8 800	31	- .4142E+08	- .4430E+08	- .4707E+08	- .4966E+08	- .5202E+08
9 800	32	- .5102E+08	- .5494E+08	- .5873E+08	- .6228E+08	- .6553E+08
(WAIT)	33	- .1257E+09	- .1257E+09	- .1257E+09	- .1257E+09	- .1257E+09

NOW MAX NO	1	1	1	1	1	1
NOW MAX	- .3426E+06	- .3431E+06	- .3431E+06	- .3431E+06	- .3431E+06	- .3431E+06
OPT.NO	1	1	1	1	1	1
OPT.VALUE	- .3426E+06	- .3431E+06	- .3431E+06	- .3431E+06	- .3431E+06	- .3431E+06

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6
T.BEGIN	3	6	9	12	15	18
T.RANGE	24	24	24	24	24	24
PEAK	40	40	40	40	40	40
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NOW MAX NO	1	1	1	1	1	1
NOW MAX	1	1	1	1	1	1
OPT.NO	1	1	1	1	1	1
OPT.VALUE	1	1	1	1	1	1

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6
TBEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	30	30	30	30	30	30
PEAK	60	60	60	60	60	60
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NOW MAX NO	1	1	1	1	1	1
NOW MAX	-.1273E+11	-.1273E+11	-.1273E+11	-.1273E+11	-.1273E+11	-.1273E+11
OPT.NO	1	1	1	1	1	1
OPT.VALUE	-.1273E+11	-.1273E+11	-.1273E+11	-.1273E+11	-.1273E+11	-.1273E+11

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6
T.BEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	36	36	36	36	36	36
PEAK	80	80	80	80	80	80
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NDW MAX NO	32	32	32	32	32	32
NDW MAX	2642E+11	2640E+11	2638E+11	2637E+11	2635E+11	2634E+11
OPT.NO	33	33	33	33	33	33
OPT.VALUE	2060E+11	2059E+11	2059E+11	2058E+11	2058E+11	2057E+11

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6
T.BEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	42	42	42	42	42	42
P.FAK	100	100	100	100	100	100
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NOW MAX NO	32	32	32	32	32	32
NOW MAX	3544E+11	3539E+11	3534E+11	3530E+11	3526E+11	3522E+11
OPT.NO	33	33	33	33	33	33
OPT.VALUE	2543E+11	2543E+11	2542E+11	2541E+11	2540E+11	2539E+11

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN_NO	1	2	3	4	5	6
TREGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	48	48	48	48	48	48
PEAK	120	120	120	120	120	120
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 200	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 600	4	5	6	7	8	9
4 800	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 200	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NOW MAX NO	32	32	32	32	32	32
NOW MAX	-.4048E+11	-.4042E+11	-.4036E+11	-.4030E+11	-.4025E+11	-.4021E+11
OPT.NO	33	33	33	33	33	33
OPT.VALUE	-.2795E+11	-.2794E+11	-.2793E+11	-.2792E+11	-.2790E+11	-.2789E+11

***** TABLE OF NOW OPTIMAL ACTION *****
926 - (4212)

*** TABLE 1- 1 *** (TBEGIN = 3)

IC	18	24	30	36	42	48
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-35.4	-36.7
60	-72.6	-94.5	-127.5	-159.5	-179.5	-189.5
80	-137.1	-169.6	-216.7	-264.2	-298.2	-317.6
100	-169.5	-207.0	-259.9	-313.9	-354.4	-378.7
120	-183.7	-223.4	-278.5	-335.0	-378.1	-404.8

*** TABLE 1- 4 *** (TBEGIN = 12)

IC	18	24	30	36	42	48
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-35.4	-36.7
60	-72.7	-94.5	-127.5	-159.2	-179.2	-189.2
80	-137.1	-169.6	-216.5	-263.7	-297.2	-316.5
100	-169.5	-207.0	-259.7	-313.1	-353.6	-377.2
120	-183.7	-223.4	-278.5	-334.1	-376.5	-403.0

*** TABLE 1- 2 *** (TBEGIN = 6)

IC	18	24	30	36	42	48
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-35.4	-36.7
60	-72.7	-94.5	-127.5	-159.5	-179.4	-189.4
80	-137.1	-169.6	-216.7	-264.0	-297.8	-317.2
100	-169.5	-207.0	-259.9	-313.7	-353.9	-378.2
120	-183.7	-223.4	-278.4	-334.7	-377.6	-404.2

*** TABLE 1- 5 *** (TBEGIN = 15)

IC	18	24	30	36	42	48
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-35.4	-36.7
60	-72.7	-94.5	-127.5	-159.1	-179.1	-189.1
80	-137.1	-169.6	-216.6	-263.5	-296.9	-316.2
100	-169.5	-207.0	-259.7	-312.9	-352.6	-376.8
120	-183.7	-223.4	-278.2	-333.8	-376.1	-402.5

*** TABLE 1- 3 *** (TBEGIN = 9)

IC	18	24	30	36	42	48
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-35.4	-36.7
60	-72.7	-94.5	-127.5	-159.2	-179.5	-189.5
80	-137.1	-169.6	-216.6	-263.5	-297.5	-316.4
100	-169.5	-207.0	-259.8	-313.4	-353.4	-377.7
120	-183.7	-223.4	-278.5	-334.4	-377.0	-403.0

*** TABLE 1- 6 *** (TBEGIN = 18)

IC	18	24	30	36	42	48
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-8.2	-14.0	-22.5	-29.8	-35.4	-36.7
60	-72.7	-94.5	-127.5	-159.1	-179.1	-189.0
80	-137.1	-169.6	-216.5	-263.4	-296.7	-316.0
100	-169.5	-207.0	-259.6	-312.7	-352.2	-376.4
120	-183.7	-223.4	-278.1	-333.5	-375.6	-402.1

附表－7 最適行動決定計算結果例（CASE 2）

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN_NO	1	2	3	4	5	6	
TREGIN	3	6	9	12	15	18	
TRANGE	18	18	18	18	18	18	
PEAK	20	20	20	20	20	20	
ACTION	1	-1.1250E+05	-1.3973E+05	-1.8204E+05	-1.1359E+06	-1.1359E+06	-1.1359E+06
1 400	2	-1.6213E+06	-1.6486E+06	-1.6909E+06	-1.7447E+06	-1.7447E+06	-1.7447E+06
2 400	3	-1.2448E+07	-1.2475E+07	-1.2517E+07	-1.2571E+07	-1.2571E+07	-1.2571E+07
3 400	4	-1.5492E+07	-1.5519E+07	-1.5562E+07	-1.5616E+07	-1.5616E+07	-1.5616E+07
4 400	5	-1.5797E+07	-1.8856E+07	-1.9564E+07	-1.9762E+07	-1.9802E+07	-1.9811E+07
5 400	6	-1.6229E+07	-1.1358E+08	-1.1523E+08	-1.1564E+08	-1.1573E+08	-1.1576E+08
6 400	7	-1.6782E+07	-1.1963E+08	-1.2248E+08	-1.2315E+08	-1.2332E+08	-1.2336E+08
7 400	8	-1.6782E+07	-1.2140E+08	-1.2786E+08	-1.2987E+08	-1.3044E+08	-1.3060E+08
8 400	9	-1.6782E+07	-1.2317E+08	-1.3323E+08	-1.3658E+08	-1.3756E+08	-1.3784E+08
9 400	10	-1.6782E+07	-1.2495E+08	-1.3860E+08	-1.4330E+08	-1.4468E+08	-1.4508E+08
10 400	11	-1.6782E+07	-1.2504E+08	-1.4100E+08	-1.4822E+08	-1.5069E+08	-1.5148E+08
11 400	12	-1.6782E+07	-1.2514E+08	-1.4340E+08	-1.5315E+08	-1.5669E+08	-1.5787E+08
12 400	13	-1.6782E+07	-1.2523E+08	-1.4579E+08	-1.5808E+08	-1.6270E+08	-1.6426E+08
1 600	14	-1.6213E+06	-1.6486E+06	-1.6909E+06	-1.7447E+06	-1.7447E+06	-1.7447E+06
2 600	15	-1.2448E+07	-1.2475E+07	-1.2517E+07	-1.2571E+07	-1.2571E+07	-1.2571E+07
3 600	16	-1.5492E+07	-1.5519E+07	-1.5562E+07	-1.5616E+07	-1.5616E+07	-1.5616E+07
4 600	17	-1.5797E+07	-1.8856E+07	-1.9564E+07	-1.9762E+07	-1.9802E+07	-1.9811E+07
5 600	18	-1.6233E+07	-1.1363E+08	-1.1529E+08	-1.1569E+08	-1.1579E+08	-1.1581E+08
6 600	19	-1.7042E+07	-1.2247E+08	-1.2589E+08	-1.2668E+08	-1.2688E+08	-1.2693E+08
7 600	20	-1.7042E+07	-1.2538E+08	-1.3473E+08	-1.3773E+08	-1.3859E+08	-1.3884E+08
8 600	21	-1.7042E+07	-1.2830E+08	-1.4357E+08	-1.4877E+08	-1.5031E+08	-1.5076E+08
9 600	22	-1.7042E+07	-1.3121E+08	-1.5241E+08	-1.5982E+08	-1.6202E+08	-1.6267E+08
10 600	23	-1.7042E+07	-1.3137E+08	-1.5635E+08	-1.6792E+08	-1.7190E+08	-1.7319E+08
1 800	24	-1.6213E+06	-1.6486E+06	-1.6909E+06	-1.7447E+06	-1.7447E+06	-1.7447E+06
2 800	25	-1.2448E+07	-1.2475E+07	-1.2517E+07	-1.2571E+07	-1.2571E+07	-1.2571E+07
3 800	26	-1.5492E+07	-1.5519E+07	-1.5562E+07	-1.5616E+07	-1.5616E+07	-1.5616E+07
4 800	27	-1.5797E+07	-1.8856E+07	-1.9564E+07	-1.9762E+07	-1.9802E+07	-1.9811E+07
5 800	28	-1.6233E+07	-1.1363E+08	-1.1529E+08	-1.1569E+08	-1.1579E+08	-1.1581E+08
6 800	29	-1.7063E+07	-1.2270E+08	-1.2616E+08	-1.2696E+08	-1.2717E+08	-1.2721E+08
7 800	30	-1.7063E+07	-1.2658E+08	-1.3794E+08	-1.4168E+08	-1.4277E+08	-1.4309E+08
8 800	31	-1.7063E+07	-1.3064E+08	-1.5024E+08	-1.5706E+08	-1.5908E+08	-1.5967E+08
9 800	32	-1.7063E+07	-1.3470E+08	-1.6255E+08	-1.7244E+08	-1.7539E+08	-1.7626E+08
(WAIT)	33	-1.3405E+08	-1.4184E+08	-1.5025E+08	-1.5897E+08	-1.5897E+08	-1.5897E+08

NOW MAX NO	1	1	1	1	1	1	
NOW MAX	-1.1250E+05	-1.3973E+05	-1.8204E+05	-1.1359E+06	-1.1359E+06	-1.1359E+06	
OPT.NO	1	1	1	1	1	1	
OPT.VALUE	-1.1250E+05	-1.3973E+05	-1.8204E+05	-1.1359E+06	-1.1359E+06	-1.1359E+06	

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO		1	2	3	4	5	6
TBEGIN		3	6	9	12	15	18
TRANGE		24	24	24	24	24	24
PEAK		40	40	40	40	40	40
ACTION	1	-.8189E+09	-.9177E+09	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10
1 400	2	-.8195E+09	-.9183E+09	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10
2 400	3	-.8214E+09	-.9201E+09	-.1010E+10	-.1010E+10	-.1010E+10	-.1010E+10
3 400	4	-.8244E+09	-.9232E+09	-.1013E+10	-.1013E+10	-.1013E+10	-.1013E+10
4 400	5	-.8247E+09	-.9265E+09	-.1017E+10	-.1017E+10	-.1017E+10	-.1017E+10
5 400	6	-.8251E+09	-.9312E+09	-.1023E+10	-.1023E+10	-.1023E+10	-.1023E+10
6 400	7	-.8257E+09	-.9373E+09	-.1030E+10	-.1031E+10	-.1031E+10	-.1031E+10
7 400	8	-.8257E+09	-.9390E+09	-.1036E+10	-.1037E+10	-.1038E+10	-.1038E+10
8 400	9	-.8257E+09	-.9408E+09	-.1041E+10	-.1044E+10	-.1045E+10	-.1045E+10
9 400	10	-.8257E+09	-.9426E+09	-.1046E+10	-.1051E+10	-.1052E+10	-.1053E+10
10 400	11	-.8257E+09	-.9427E+09	-.1049E+10	-.1056E+10	-.1058E+10	-.1059E+10
11 400	12	-.8257E+09	-.9488E+09	-.1051E+10	-.1061E+10	-.1064E+10	-.1065E+10
12 400	13	-.8257E+09	-.9429E+09	-.1053E+10	-.1066E+10	-.1070E+10	-.1072E+10
1 600	14	-.8195E+09	-.9183E+09	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10
2 600	15	-.8214E+09	-.9201E+09	-.1010E+10	-.1010E+10	-.1010E+10	-.1010E+10
3 600	16	-.8244E+09	-.9232E+09	-.1013E+10	-.1013E+10	-.1013E+10	-.1013E+10
4 600	17	-.8247E+09	-.9265E+09	-.1017E+10	-.1017E+10	-.1017E+10	-.1017E+10
5 600	18	-.8251E+09	-.9313E+09	-.1023E+10	-.1023E+10	-.1023E+10	-.1023E+10
6 600	19	-.8260E+09	-.9401E+09	-.1034E+10	-.1034E+10	-.1034E+10	-.1035E+10
7 600	20	-.8260E+09	-.9430E+09	-.1042E+10	-.1045E+10	-.1046E+10	-.1046E+10
8 600	21	-.8260E+09	-.9459E+09	-.1051E+10	-.1056E+10	-.1058E+10	-.1058E+10
9 600	22	-.8260E+09	-.9488E+09	-.1060E+10	-.1067E+10	-.1070E+10	-.1070E+10
10 600	23	-.8260E+09	-.9490E+09	-.1064E+10	-.1076E+10	-.1079E+10	-.1081E+10
1 800	24	-.8195E+09	-.9183E+09	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10
2 800	25	-.8214E+09	-.9201E+09	-.1010E+10	-.1010E+10	-.1010E+10	-.1010E+10
3 800	26	-.8244E+09	-.9232E+09	-.1013E+10	-.1013E+10	-.1013E+10	-.1013E+10
4 800	27	-.8247E+09	-.9265E+09	-.1017E+10	-.1017E+10	-.1017E+10	-.1017E+10
5 800	28	-.8251E+09	-.9313E+09	-.1023E+10	-.1023E+10	-.1023E+10	-.1023E+10
6 800	29	-.8260E+09	-.9403E+09	-.1034E+10	-.1035E+10	-.1035E+10	-.1035E+10
7 800	30	-.8260E+09	-.9442E+09	-.1046E+10	-.1049E+10	-.1050E+10	-.1051E+10
8 800	31	-.8260E+09	-.9483E+09	-.1058E+10	-.1065E+10	-.1067E+10	-.1067E+10
9 800	32	-.8260E+09	-.9523E+09	-.1070E+10	-.1080E+10	-.1083E+10	-.1084E+10
(WAIT)	33	-.3032E+10	-.3142E+10	-.3267E+10	-.3261E+10	-.3261E+10	-.3261E+10

NOW MAX NO	1	1	1	1	1	1	1
NOW MAX	-.8189E+09	-.9177E+09	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10
OPT.NO	1	1	1	1	1	1	1
OPT.VALUE	-.8189E+09	-.9177E+09	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10	-.1008E+10

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6
T.BEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	30	30	30	30	30	30
PEAK	60	60	60	60	60	60
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NOW MAX NO	1	1	1	1	1	1
NOW MAX	1	1	1	1	1	1
OPT.NO	1	1	1	1	1	1
OPT.VALUE	1	1	1	1	1	1

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN_NO	1	2	3	4	5	6
T.BEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	36	36	36	36	36	36
PEAK	80	80	80	80	80	80
ACTION	1	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11
1 400	2	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11
2 400	3	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11
3 400	4	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11
4 400	5	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11
5 400	6	-.2677E+11	-.2676E+11	-.2676E+11	-.2676E+11	-.2676E+11
6 400	7	-.2677E+11	-.2676E+11	-.2675E+11	-.2675E+11	-.2675E+11
7 400	8	-.2677E+11	-.2675E+11	-.2674E+11	-.2674E+11	-.2674E+11
8 400	9	-.2677E+11	-.2675E+11	-.2673E+11	-.2672E+11	-.2672E+11
9 400	10	-.2677E+11	-.2674E+11	-.2672E+11	-.2671E+11	-.2670E+11
10 400	11	-.2677E+11	-.2674E+11	-.2671E+11	-.2669E+11	-.2668E+11
11 400	12	-.2677E+11	-.2674E+11	-.2670E+11	-.2667E+11	-.2665E+11
12 400	13	-.2677E+11	-.2674E+11	-.2668E+11	-.2664E+11	-.2662E+11
1 600	14	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11
2 600	15	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11
3 600	16	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11
4 600	17	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11
5 600	18	-.2677E+11	-.2676E+11	-.2676E+11	-.2676E+11	-.2676E+11
6 600	19	-.2677E+11	-.2675E+11	-.2675E+11	-.2675E+11	-.2675E+11
7 600	20	-.2677E+11	-.2675E+11	-.2673E+11	-.2672E+11	-.2672E+11
8 600	21	-.2677E+11	-.2674E+11	-.2670E+11	-.2669E+11	-.2669E+11
9 600	22	-.2677E+11	-.2672E+11	-.2666E+11	-.2664E+11	-.2663E+11
10 600	23	-.2677E+11	-.2672E+11	-.2662E+11	-.2656E+11	-.2653E+11
1 800	24	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11
2 800	25	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11	-.2678E+11
3 800	26	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11
4 800	27	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11	-.2677E+11
5 800	28	-.2677E+11	-.2676E+11	-.2676E+11	-.2676E+11	-.2676E+11
6 800	29	-.2677E+11	-.2675E+11	-.2675E+11	-.2674E+11	-.2674E+11
7 800	30	-.2677E+11	-.2674E+11	-.2672E+11	-.2671E+11	-.2671E+11
8 800	31	-.2677E+11	-.2673E+11	-.2667E+11	-.2665E+11	-.2665E+11
9 800	32	-.2677E+11	-.2668E+11	-.2655E+11	-.2649E+11	-.2647E+11
(WAIT)	33	-.2134E+11	-.2132E+11	-.2124E+11	-.2118E+11	-.2114E+11

NOW MAX NO	32	32	32	32	32	32
NOW MAX	-.2677E+11	-.2668E+11	-.2655E+11	-.2649E+11	-.2648E+11	-.2647E+11
OPT.NO	33	33	33	33	33	33
OPT.VALUE	-.2134E+11	-.2132E+11	-.2124E+11	-.2118E+11	-.2115E+11	-.2114E+11

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6
TBEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	42	42	42	42	42	42
PEAK	100	100	100	100	100	100
ACTION 1	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11
1 400 2	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11
2 400 3	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11
3 400 4	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11
4 400 5	-.3722E+11	-.3721E+11	-.3720E+11	-.3720E+11	-.3720E+11	-.3720E+11
5 400 6	-.3722E+11	-.3718E+11	-.3718E+11	-.3718E+11	-.3717E+11	-.3717E+11
6 400 7	-.3721E+11	-.3715E+11	-.3714E+11	-.3714E+11	-.3714E+11	-.3714E+11
7 400 8	-.3721E+11	-.3714E+11	-.3711E+11	-.3710E+11	-.3710E+11	-.3710E+11
8 400 9	-.3721E+11	-.3713E+11	-.3707E+11	-.3705E+11	-.3705E+11	-.3705E+11
9 400 10	-.3721E+11	-.3712E+11	-.3703E+11	-.3700E+11	-.3699E+11	-.3698E+11
10 400 11	-.3721E+11	-.3711E+11	-.3700E+11	-.3695E+11	-.3693E+11	-.3692E+11
11 400 12	-.3721E+11	-.3711E+11	-.3697E+11	-.3689E+11	-.3685E+11	-.3684E+11
12 400 13	-.3721E+11	-.3711E+11	-.3693E+11	-.3680E+11	-.3675E+11	-.3674E+11
1 600 14	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11
2 600 15	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11
3 600 16	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11
4 600 17	-.3722E+11	-.3721E+11	-.3720E+11	-.3720E+11	-.3720E+11	-.3720E+11
5 600 18	-.3722E+11	-.3718E+11	-.3718E+11	-.3718E+11	-.3718E+11	-.3718E+11
6 600 19	-.3721E+11	-.3714E+11	-.3712E+11	-.3712E+11	-.3712E+11	-.3712E+11
7 600 20	-.3721E+11	-.3712E+11	-.3706E+11	-.3705E+11	-.3704E+11	-.3704E+11
8 600 21	-.3721E+11	-.3709E+11	-.3698E+11	-.3694E+11	-.3693E+11	-.3693E+11
9 600 22	-.3721E+11	-.3706E+11	-.3687E+11	-.3680E+11	-.3678E+11	-.3678E+11
10 600 23	-.3721E+11	-.3705E+11	-.3677E+11	-.3660E+11	-.3653E+11	-.3651E+11
1 800 24	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11	-.3724E+11
2 800 25	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11	-.3723E+11
3 800 26	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11	-.3722E+11
4 800 27	-.3722E+11	-.3721E+11	-.3720E+11	-.3720E+11	-.3720E+11	-.3720E+11
5 800 28	-.3722E+11	-.3718E+11	-.3718E+11	-.3718E+11	-.3718E+11	-.3718E+11
6 800 29	-.3721E+11	-.3713E+11	-.3712E+11	-.3711E+11	-.3711E+11	-.3711E+11
7 800 30	-.3721E+11	-.3711E+11	-.3704E+11	-.3701E+11	-.3701E+11	-.3700E+11
8 800 31	-.3721E+11	-.3706E+11	-.3690E+11	-.3684E+11	-.3683E+11	-.3682E+11
9 800 32	-.3721E+11	-.3696E+11	-.3658E+11	-.3644E+11	-.3640E+11	-.3638E+11
(WAIT) 33	-.2708E+11	-.2703E+11	-.2689E+11	-.2677E+11	-.2672E+11	-.2670E+11

NOW MAX NO	32	32	32	32	32	32
NOW MAX	-.3721E+11	-.3696E+11	-.3658E+11	-.3644E+11	-.3640E+11	-.3638E+11
OPT.NO	33	33	33	33	33	33
OPT.VALUE	-.2708E+11	-.2703E+11	-.2689E+11	-.2677E+11	-.2672E+11	-.2670E+11

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN_NO	1	2	3	4	5	6
TBEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	48	48	48	48	48	48
PEAK	120	120	120	120	120	120
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NOW MAX NO	32	32	32	32	32	32
NOW MAX	-.4304E+11	-.4271E+11	-.4223E+11	-.4206E+11	-.4201E+11	-.4199E+11
OPT.NO	33	33	33	33	33	33
OPT.VALUE	-.3007E+11	-.3000E+11	-.2983E+11	-.2968E+11	-.2961E+11	-.2958E+11

***** TABLE OF THE OPTIMAL ACTION *****
924 - (1912)

*** TABLE 1- 1 *** (TBEGIN = 5)

TC	18	24	30	36	42	48
RD						
20	1	1	1	1	1	1
40	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
60	1	1	1	1	1	1
80	-2.9	-8.2	-17.0	-22.5	-25.1	-26.1
100	1	1	1	1	1	52
120	-52.5	-77.3	-117.4	-147.9	-167.0	-175.9
140	1	1	1	32	32	32
160	-116.5	-158.6	-217.3	-267.7	-325.3	-372.6
180	1	1	1	32	32	32
200	-150.8	-202.6	-268.9	-328.1	-372.1	-397.7
220	1	1	1	32	32	32
240	-166.0	-222.4	-291.7	-354.3	-402.0	-430.4

*** TABLE 1- 4 *** (TBEGIN = 12)

TC	18	24	30	36	42	48
RD						
20	1	1	1	1	1	1
40	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
60	1	1	1	1	1	1
80	-5.5	-10.1	-16.7	-22.5	-25.1	-26.1
100	1	1	1	32	32	32
120	-64.8	-85.6	-117.3	-147.6	-166.0	-174.8
140	1	1	32	32	32	32
160	-117.0	-149.8	-217.5	-264.7	-308.4	-357.5
180	1	1	32	32	32	32
200	-175.7	-214.5	-268.9	-323.6	-364.4	-389.4
220	1	1	32	32	32	32
240	-193.1	-244.5	-291.4	-349.0	-392.8	-426.0

*** TABLE 1- 2 *** (TBEGIN = 6)

TC	18	24	30	36	42	48
RD						
20	1	1	1	1	1	1
40	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
60	1	1	1	1	1	1
80	-3.6	-9.2	-16.7	-22.5	-25.1	-26.1
100	1	1	1	32	32	32
120	-55.9	-81.5	-117.3	-147.9	-166.0	-175.6
140	1	1	32	32	32	32
160	-122.7	-163.9	-217.9	-268.8	-311.7	-351.1
180	1	1	32	32	32	32
200	-158.7	-208.1	-269.7	-326.7	-389.0	-394.9
220	1	1	32	32	32	32
240	-174.8	-228.0	-292.4	-352.6	-399.0	-427.1

*** TABLE 1- 5 *** (TBEGIN = 15)

TC	18	24	30	36	42	48
RD						
20	1	1	1	1	1	1
40	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
60	1	1	1	1	1	1
80	-5.5	-10.1	-16.7	-22.5	-25.1	-26.1
100	1	1	1	32	32	32
120	-64.8	-85.6	-117.3	-147.6	-166.0	-174.8
140	1	1	32	32	32	32
160	-117.0	-149.8	-217.5	-264.7	-308.4	-357.5
180	1	1	32	32	32	32
200	-175.7	-214.5	-268.9	-323.4	-364.0	-399.0
220	1	1	32	32	32	32
240	-193.1	-244.5	-291.4	-348.7	-392.3	-426.1

*** TABLE 1- 3 *** (TBEGIN = 9)

TC	18	24	30	36	42	48
RD						
20	1	1	1	1	1	1
40	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
60	1	1	1	1	1	1
80	-6.5	-10.1	-16.7	-22.5	-25.1	-26.1
100	1	1	1	32	32	32
120	-60.1	-85.6	-117.3	-147.7	-166.0	-175.0
140	1	1	32	32	32	32
160	-129.6	-169.8	-217.6	-265.5	-299.5	-318.5
180	1	1	32	32	32	32
200	-161.1	-214.5	-269.1	-324.4	-385.8	-390.9
220	1	1	32	32	32	32
240	-185.9	-244.5	-291.7	-350.0	-394.5	-422.5

*** TABLE 1- 6 *** (TBEGIN = 18)

TC	18	24	30	36	42	48
RD						
20	1	1	1	1	1	1
40	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
60	1	1	1	1	1	1
80	-5.5	-10.1	-16.7	-22.5	-25.1	-26.1
100	1	1	1	32	32	32
120	-64.8	-85.6	-117.3	-147.6	-166.0	-174.8
140	1	1	32	32	32	32
160	-117.0	-149.8	-217.5	-264.7	-308.0	-317.1
180	1	1	32	32	32	32
200	-175.7	-214.5	-268.8	-323.5	-365.8	-396.8
220	1	1	32	32	32	32
240	-193.1	-244.5	-291.3	-348.6	-392.2	-410.9

附表－8 最適行動決定計算結果例（利水単価 $20 \text{円}/\text{m}^3$, CASE 2）

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6	
T.BEGIN	3	6	9	12	15	18	
T.RANGE	18	18	18	18	18	18	
PEAK	20	20	20	20	20	20	
ACTION	1	-.1245E+05	-.3957E+05	-.8163E+05	-.1351E+06	-.1351E+06	-.1351E+06
1 400	2	-.1772E+07	-.1799E+07	-.1841E+07	-.1895E+07	-.1895E+07	-.1895E+07
2 400	3	-.7051E+07	-.7078E+07	-.7120E+07	-.7174E+07	-.7174E+07	-.7174E+07
3 400	4	-.1585E+08	-.1588E+08	-.1592E+08	-.1597E+08	-.1597E+08	-.1597E+08
4 400	5	-.1673E+08	-.2552E+08	-.2749E+08	-.2796E+08	-.2807E+08	-.2810E+08
5 400	6	-.1798E+08	-.3918E+08	-.4387E+08	-.4494E+08	-.4521E+08	-.4528E+08
6 400	7	-.1958E+08	-.5666E+08	-.6483E+08	-.6665E+08	-.6714E+08	-.6725E+08
7 400	8	-.1958E+08	-.6178E+08	-.8036E+08	-.8606E+08	-.8772E+08	-.8818E+08
8 400	9	-.1958E+08	-.6690E+08	-.9589E+08	-.1055E+09	-.1083E+09	-.1091E+09
9 400	10	-.1958E+08	-.7202E+08	-.1114E+09	-.1249E+09	-.1289E+09	-.1300E+09
10 400	11	-.1958E+08	-.7230E+08	-.1183E+09	-.1391E+09	-.1462E+09	-.1485E+09
11 400	12	-.1958E+08	-.7257E+08	-.1253E+09	-.1534E+09	-.1636E+09	-.1670E+09
12 400	13	-.1958E+08	-.7285E+08	-.1322E+09	-.1676E+09	-.1810E+09	-.1855E+09
1 600	14	-.1772E+07	-.1799E+07	-.1841E+07	-.1895E+07	-.1895E+07	-.1895E+07
2 600	15	-.7051E+07	-.7078E+07	-.7120E+07	-.7174E+07	-.7174E+07	-.7174E+07
3 600	16	-.1585E+08	-.1588E+08	-.1592E+08	-.1597E+08	-.1597E+08	-.1597E+08
4 600	17	-.1673E+08	-.2552E+08	-.2749E+08	-.2796E+08	-.2807E+08	-.2810E+08
5 600	18	-.1799E+08	-.3931E+08	-.4402E+08	-.4509E+08	-.4537E+08	-.4544E+08
6 600	19	-.2033E+08	-.6486E+08	-.7467E+08	-.7685E+08	-.7743E+08	-.7756E+08
7 600	20	-.2033E+08	-.7329E+08	-.1002E+09	-.1088E+09	-.1113E+09	-.1120E+09
8 600	21	-.2033E+08	-.8171E+08	-.1258E+09	-.1407E+09	-.1451E+09	-.1464E+09
9 600	22	-.2033E+08	-.9013E+08	-.1513E+09	-.1726E+09	-.1790E+09	-.1809E+09
10 600	23	-.2033E+08	-.9059E+08	-.1627E+09	-.1961E+09	-.2076E+09	-.2113E+09
1 800	24	-.1772E+07	-.1799E+07	-.1841E+07	-.1895E+07	-.1895E+07	-.1895E+07
2 800	25	-.7051E+07	-.7078E+07	-.7120E+07	-.7174E+07	-.7174E+07	-.7174E+07
3 800	26	-.1585E+08	-.1588E+08	-.1592E+08	-.1597E+08	-.1597E+08	-.1597E+08
4 800	27	-.1673E+08	-.2552E+08	-.2749E+08	-.2796E+08	-.2807E+08	-.2810E+08
5 800	28	-.1799E+08	-.3931E+08	-.4402E+08	-.4509E+08	-.4537E+08	-.4544E+08
6 800	29	-.2039E+08	-.6552E+08	-.7546E+08	-.7767E+08	-.7826E+08	-.7840E+08
7 800	30	-.2039E+08	-.7674E+08	-.1095E+09	-.1202E+09	-.1234E+09	-.1243E+09
8 800	31	-.2039E+08	-.8847E+08	-.1451E+09	-.1646E+09	-.1705E+09	-.1722E+09
9 800	32	-.2039E+08	-.1002E+09	-.1806E+09	-.2091E+09	-.2176E+09	-.2201E+09
(WAIT)	33	-.3393E+08	-.4169E+08	-.5007E+08	-.5875E+08	-.5875E+08	-.5875E+08

NOW MAX NO	1	1	1	1	1	1
NOW MAX	-1.245E+05	-3.957E+05	-8.163E+05	-1.351E+06	-1.351E+06	-1.351E+06
OPT.NO	1	1	1	1	1	1
OPT.VALUE	-1.245E+05	-3.957E+05	-8.163E+05	-1.351E+06	-1.351E+06	-1.351E+06

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6
T.BEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	24	24	24	24	24	24
PEAK	40	40	40	40	40	40
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NDW MAX NO	1	1	1	1	1	1
NOW MAX	-.8164E+09	-.9148E+09	-.1004E+10	-.1004E+10	-.1004E+10	-.1004E+10
OPT.NO	1	1	1	1	1	1
OPT.VALUE	-.8164E+09	-.9148E+09	-.1004E+10	-.1004E+10	-.1004E+10	-.1004E+10

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6
TREGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	30	30	30	30	30	30
PEAK	60	60	60	60	60	60
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NOW MAX NO	1	1	1	1	1	1
NOW MAX	1	1	1	1	1	1
OPT.NO	1	1	1	1	1	1
OPT.VALUE	1	1	1	1	1	1

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN_NO	1	2	3	4	5	6
TBEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	36	36	36	36	36	36
PEAK	80	80	80	80	80	80
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NOW MAX NO	1	32	32	32	32	32
NOW MAX	-.2664E+11	-.2661E+11	-.2652E+11	-.2649E+11	-.2648E+11	-.2647E+11
OPT.NO	33	33	33	33	33	33
OPT.VALUE	-.2123E+11	-.2121E+11	-.2115E+11	-.2110E+11	-.2108E+11	-.2107E+11

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6
T.BEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	42	42	42	42	42	42
PEAK	100	100	100	100	100	100
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NOW MAX NO	32	32	32	32	32	32
NOW MAX	32	32	32	32	32	32
OPT.NO	33	33	33	33	33	33
OPT.VALUE	33	33	33	33	33	33

*****EXPECTED VALUE OF UTILITY UNDER PREDICTED RAINFALL*****

RAIN.NO	1	2	3	4	5	6
T.BEGIN	3	6	9	12	15	18
TRANGE	48	48	48	48	48	48
PEAK	120	120	120	120	120	120
ACTION	1	2	3	4	5	6
1 400	2	3	4	5	6	7
2 400	3	4	5	6	7	8
3 400	4	5	6	7	8	9
4 400	5	6	7	8	9	10
5 400	6	7	8	9	10	11
6 400	7	8	9	10	11	12
7 400	8	9	10	11	12	13
8 400	9	10	11	12	13	14
9 400	10	11	12	13	14	15
10 400	11	12	13	14	15	16
11 400	12	13	14	15	16	17
12 400	13	14	15	16	17	18
1 600	14	15	16	17	18	19
2 600	15	16	17	18	19	20
3 600	16	17	18	19	20	21
4 600	17	18	19	20	21	22
5 600	18	19	20	21	22	23
6 600	19	20	21	22	23	24
7 600	20	21	22	23	24	25
8 600	21	22	23	24	25	26
9 600	22	23	24	25	26	27
10 600	23	24	25	26	27	28
1 800	24	25	26	27	28	29
2 800	25	26	27	28	29	30
3 800	26	27	28	29	30	31
4 800	27	28	29	30	31	32
5 800	28	29	30	31	32	33
6 800	29	30	31	32	33	34
7 800	30	31	32	33	34	35
8 800	31	32	33	34	35	36
9 800	32	33	34	35	36	37
(WAIT)	33	34	35	36	37	38

NOW MAX NO	32	32	32	32	32	32
NOW MAX	-.4279E+11	-.4250E+11	-.4207E+11	-.4191E+11	-.4186E+11	-.4184E+11
OPT.NO	33	33	33	33	33	33
OPT.VALUE	-.2989E+11	-.2984E+11	-.2968E+11	-.2955E+11	-.2949E+11	-.2947E+11

***** TABLE OF NOW OPTIMAL ACTION *****
 224 - (4912)

*** TABLE 1- 1 *** (TBFGIN = 3)

TC	1R	24	30	36	42	48
RD						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-2.9	-8.2	-16.9	-22.2	-24.9	-25.8
60	-52.4	-77.0	-116.9	-147.2	-166.0	-174.7
80	-116.2	-158.0	-216.4	-266.4	-311.7	-350.9
100	-150.5	-211.8	-267.7	-326.5	-370.1	-395.4
120	-165.5	-221.6	-290.5	-352.6	-379.8	-427.9

*** TABLE 1- 4 *** (TBFGIN = 12)

TC	1R	24	30	36	42	48
RD						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-5.5	-10.0	-16.7	-22.2	-24.9	-25.8
60	-44.6	-85.3	-116.8	-147.2	-166.0	-174.7
80	-116.5	-169.1	-217.0	-264.8	-297.6	-316.4
100	-175.1	-213.7	-268.7	-323.0	-363.4	-398.1
120	-192.4	-243.6	-291.4	-348.4	-391.7	-419.1

*** TABLE 1- 2 *** (TBFGIN = 6)

TC	1R	24	30	36	42	48
RD						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-5.6	-9.1	-16.7	-22.2	-24.9	-25.8
60	-55.7	-81.2	-116.8	-147.2	-166.0	-174.7
80	-172.4	-163.3	-217.0	-266.4	-310.6	-319.0
100	-158.2	-217.3	-268.7	-325.5	-368.0	-393.0
120	-174.5	-227.1	-291.4	-351.5	-397.2	-425.0

*** TABLE 1- 5 *** (TBFGIN = 15)

TC	1R	24	30	36	42	48
RD						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-5.5	-10.0	-16.7	-22.2	-24.9	-25.8
60	-44.6	-85.3	-116.8	-147.2	-166.0	-174.7
80	-116.5	-169.1	-217.0	-264.8	-297.6	-316.5
100	-175.1	-213.7	-268.7	-323.0	-363.4	-397.7
120	-192.4	-243.6	-291.5	-348.1	-391.2	-418.6

*** TABLE 1- 3 *** (TBFGIN = 9)

TC	1R	24	30	36	42	48
RD						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-4.5	-10.0	-16.7	-22.2	-24.9	-25.8
60	-59.9	-85.3	-116.8	-147.2	-166.0	-174.7
80	-129.2	-169.1	-217.0	-265.2	-278.6	-317.5
100	-168.6	-213.7	-268.7	-323.8	-364.6	-389.4
120	-183.3	-243.6	-291.4	-349.2	-393.1	-429.7

*** TABLE 1- 6 *** (TBFGIN = 18)

TC	1R	24	30	36	42	48
RD						
20	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
40	-5.5	-10.0	-16.7	-22.2	-24.9	-25.8
60	-44.6	-85.3	-116.8	-147.2	-166.0	-174.7
80	-116.5	-169.1	-217.0	-264.7	-297.6	-316.4
100	-175.1	-213.7	-268.7	-322.9	-362.9	-387.6
120	-192.4	-243.6	-291.3	-348.0	-391.1	-418.4