

ISSN 0386—5878

土木研究所資料第2826号

土木研究所資料

ダム流入量予測のための融雪流出のモデル化

平成2年3月

建設省土木研究所
水資源開発研究室

Copyright © (1990) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

ダム流入量予測のための融雪流出のモデル化

水資源開発研究室 室長 丹羽 薫
研究員 盛谷 明弘

要 旨

豪雪地帯に位置するダムでは、融雪による長期にわたる出水に対応しなければならない、操作・管理上の課題を有する。本検討は、豪雪地帯に位置するダムの、融雪期の貯水池管理の合理化に資することを目的としたものである。

検討を行った主な項目は以下の通りであり、さらに2つの実管理ダムを検証流域とし、下記モデル及び手法を適用してその適用性を明らかにした。

- (1) 降水の形態や積雪の密度変化を組み込んだ積雪機構のモデル化
- (2) ダムの実管理時に入手可能な気象・水文データのみを用いた融雪機構のモデル化
- (3) 融雪水の流出過程を組み込んだ融雪流出モデルの検討
- (4) 日中の気象・水文データを用いた翌朝までの融雪水量の予測手法及び融雪流出モデルを用いた流入量予測手法の提示

キーワード：ダム管理、積雪・融雪モデル、融雪流出モデル、ダム流入量予測

まえがき

河川総合開発事業の進展により、計画あるいは建設の段階から管理に移行する多目的ダムの数は年々着実に増加している。これらのダム施設は社会的にも高い水準の管理・操作を要求されており、安全かつ確実に効率的な貯水池操作を実施してゆくことが必要である。このように重要なダム及び貯水池の管理を行ってゆく上で、豪雪地帯に位置するダムでは非洪水期に融雪出水に対応することが課題となる。

融雪出水は、降雨によってもたらされる洪水とは異なる流出特性を有している。流量は気温の変化に従い1日周期で変動を繰り返す。さらに、極端なピークを示さずに長期にわたり出水が継続する。豪雪地帯に位置する多目的ダムの一部においては、融雪期の末期に長期間にわたって水位維持等のための貯水池の操作を余儀なくされるなどの問題が生じている。よって、融雪流出について流出量はどれだけになるか、出水はどのくらい継続するか等を予測することは、非洪水期のダム管理に大きく役立つものと考えられる。

本報告書は、豪雪地帯の貯水池管理の合理化に資することを目的として、積雪・融雪及び融雪流出のモデル化と融雪流入量の予測手法について行った研究成果をとりまとめたものである。

主な検討項目は以下の通りである。

- (1) 降水の形態や積雪の密度変化を組み込んだ積雪機構のモデル化
- (2) ダムの実管理時に入手可能な気象・水文データのみを用いた融雪機構のモデル化
- (3) 融雪水の流出過程を組み込んだ融雪流出モデルの検討
- (4) 日中の気象・水文データを用いた翌朝までの融雪水量の予測手法及び融雪流出モデルを用いた流入量予測手法の提示

さらに、豪雪地帯に位置する2つの実管理ダムを検証流域とし、上記のモデル及び手法を適用してその適用性を明らかにした。

本報告書で提示した融雪流入量の予測手法では、夜間に降雨がある場合の流入量の予測精度には問題を残しているものの、無降雨の場合には概ね流入量の予測が可能である。よって、豪雪地帯に位置するダムにおける融雪期のダム管理・操作の合理化・確実化に、幾分なりとも貢献できるものと考えられる。

なお、本報告書をまとめるにあたって、アンケート並びに気象・水文資料の提供に快く応じて頂いたダム管理所の関係各位に深く感謝の意を表します。

平成2年3月

建設省土木研究所ダム部

水資源開発研究室 室長 丹羽 薫

研究員 盛谷 明弘

目 次

1. はじめに	1
2. 積雪・融雪機構のモデル化と融雪流出モデル	2
2.1 積雪・融雪機構のモデル化の考え方	2
2.2 積雪機構のモデル化	3
2.2.1 降水の形態と新雪の密度	3
2.2.2 積雪深変化と積雪密度	4
2.3 融雪機構のモデル化	5
2.3.1 積雪層での熱収支のモデル化	5
2.3.2 地形因子	6
2.3.3 コールドコンテンツ	7
2.4 降水量及び気温の高度補正	8
2.4.1 降水量の高度補正	8
2.4.2 気温の高度補正	9
2.5 融雪流出のモデル化	9
2.5.1 融雪流出のモデル化の考え方	9
2.5.2 融雪流出過程のモデル化	10
2.5.3 流出モデルの組み込み	10
2.5.4 日単位融雪流出モデル	11
2.6 まとめ	11
3. 融雪流入量予測手法	13
3.1 融雪流入量予測の考え方	13
3.2 融雪水量の予測計算手法	14
3.2.1 気温の設定手法	14
3.2.2 風速の設定手法	15
3.2.3 降水量の設定	15
3.2.4 融雪水量の予測計算手法	15
3.3 融雪流出予測計算	16
3.3.1 流出予測計算の考え方	16
3.3.2 融雪流出予測計算条件の設定	16
3.3.3 融雪流入量の予測計算手法	17

3.4 代表指標を用いた日総流入量の予測手法	17
3.5 まとめ	17
4. 検証流域への適用	19
4.1 検証流域の概要	19
4.2 積雪・融雪モデルの適用	20
4.2.1 積雪・融雪に関するパラメータの同定	20
4.2.2 検証流域の地形因子	20
4.2.3 降水量及び気温の高度補正	34
4.2.4 検証流域全体の積雪・融雪計算	34
4.3 融雪流出モデルの適用	36
4.4 日単位融雪流出モデルの適用	60
4.5 融雪流入量予測計算手法の適用	71
4.5.1 融雪水量の予測計算	71
4.5.2 融雪流入量の予測計算	85
4.6 代表指標を用いた日総流入量の予測手法	112
4.7 まとめ	115
5. 本調査の成果	116

補遺 カルマンフィルター法の概要

付録 積雪・融雪及び融雪流出計算プログラムリスト

- (1) プログラムリスト
- (2) 積雪・融雪及び融雪流出計算プログラム 入力カード仕様
- (3) 時間融雪流出計算の入力カードの例
- (4) 日単位積雪・融雪計算の入力カードの例
- (5) 日単位流出計算の入力カードの例

1. はじめに

非洪水期における融雪出水は、降雨によってもたらされる洪水とは異なる流出特性を有している。流量は気温の変化に従い1日周期で変動を繰り返す。さらに、極端なピークを示さずに長期にわたり出水が継続する。豪雪地帯に位置する多目的ダムの一部においては、融雪期の末期に長期間にわたって水位維持等のための貯水池の操作を余儀なくされるなどの問題が生じている。よって、融雪流出について流出量はどれだけになるか、出水はどのくらい継続するか等を予測することは、非洪水期のダム管理に大きく役立つものと考えられる。

しかし、融雪出水に関しては明らかになっていない点が数多く残されている。例えば、流域への降雪→積雪→融雪→流出というサイクルのうち、山地流域については流域全体への降雪量・積雪量の算定法すらも確立されたものとなったとは言えない面が残されている。

そこで、豪雪地帯の貯水池管理の合理化に資することを目的として、積雪・融雪及び融雪流出のモデル化と融雪流入量の予測手法に関して検討を行った。

主な検討項目は以下の通りである。

- (1) 積雪・融雪機構のモデル化
- (2) 融雪流出機構のモデル化
- (3) 融雪流入量予測手法の検討

さらに、豪雪地帯に位置する2つの多目的ダムを検証流域とし、上記のモデル及び手法を適用してその適用性を明らかにした。

本報告書は、以上に述べた検討の成果をとりまとめたものである。

2. 積雪・融雪機構のモデル化と融雪流出モデル

2.1 積雪・融雪機構のモデル化の考え方

本調査では、積雪・融雪機構のモデルについて、池淵ら¹⁾にならって図-2.1に示すように考える。このモデルの特徴としては以下の点があげられる。

- 1) 積雪期・融雪期を通じて計算を行うことができる。
- 2) 積雪の冷却がモデルに組み込める。
- 3) 計算の各ステップで積雪水量、積雪深、積雪密度等が求められる。

豪雪地帯に位置するダム流域では気象・地形の条件から、流域内の積雪に関するデータのリアルタイムの観測が非常に困難である。このような流域では、流域内の積雪量は積雪モデルによって推定する他なく、1)~3)の特徴の中でも1)の条件は積雪・融雪のモデルに必須であると考えられる。

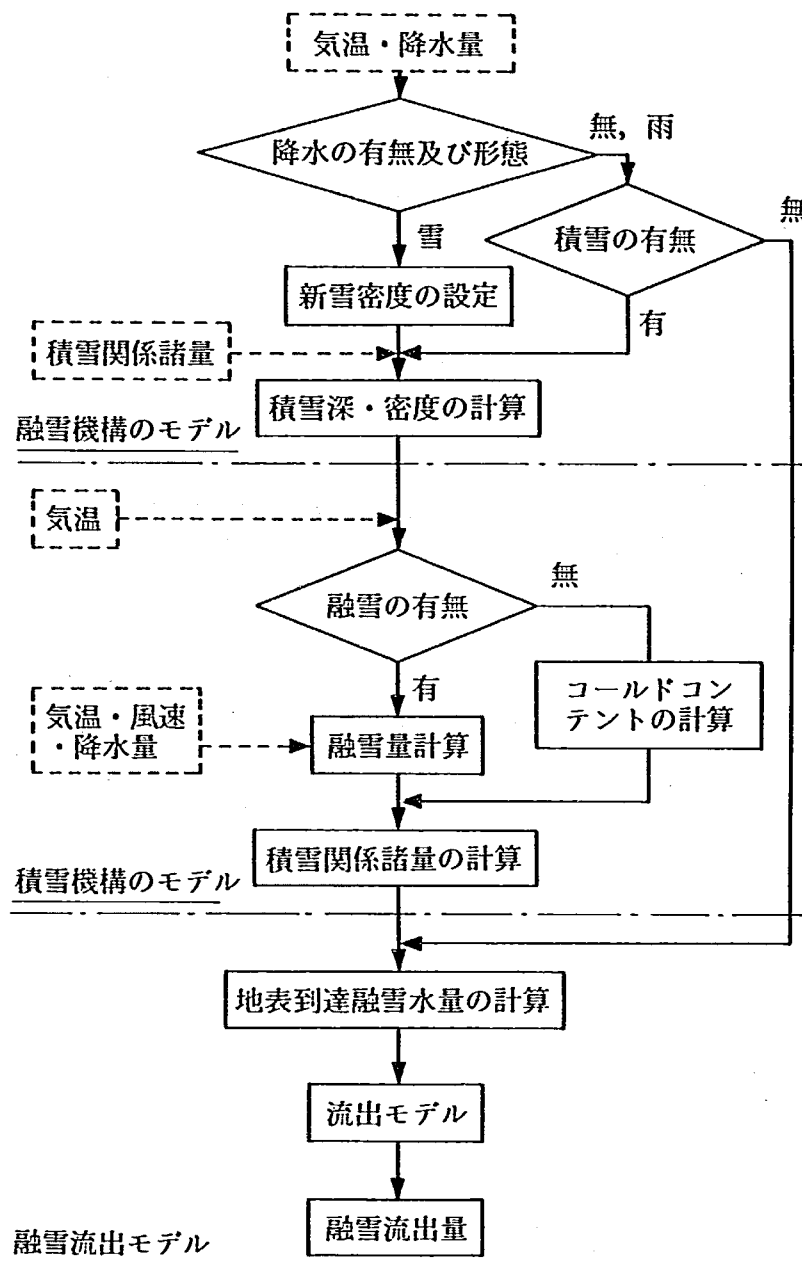


図-2.1 積雪・融雪のモデル化の概念図

2.2 積雪機構のモデル化

図-2.1 のフローのうち、積雪機構のモデル化について以下に説明する。

2.2.1 降水の形態と新雪の密度

(1) 降水の形態

一般に地上の気温が $1\sim 4^{\circ}\text{C}$ 以下の場合に降水が雪と言われている。ここでは、気温 1°C 未満

の場合に降雪，1℃ 以上の場合に降雨とする。

(2) 新雪の密度

新雪の密度については，気温が低い場合は粉雪となり密度は低く，0℃ 前後まで気温が上がると密度が0.08～0.10 (g/cm³) 程度となるといわれている。そこで，ここでは新雪の密度を気温の関数として次式で与えることとした。

$$\begin{aligned}\rho_s &= 0.04 & (T < -2) \\ \rho_s &= 0.0667 + 0.0133 T & (-2 \leq T < 1) \\ \rho_s &= 0.08 & (1 \leq T)\end{aligned}\quad (2.1)$$

ここで，

$$\rho_s: \text{新雪の密度 (g/cm}^3\text{)} \quad T: \text{日平均気温 (}^\circ\text{C)}$$

2.2.2 積雪深変化と積雪密度

積雪は，融雪や降雪がない場合でも雪の構造の変化により積雪深や密度が変化する。また，降雪があった場合にはその重量により積雪の沈下が生じる。そこで，積雪深及び積雪密度の変化については新雪による圧縮と，雪の構造の変化による圧密過程とに分けてモデル化することとした。

(1) 新雪による圧縮¹⁾

新雪による圧縮については，次のようにモデル化する。

$$\Delta D = \beta_N R (D/10)^{0.35} \rho_w / \rho_D \quad (2.2)$$

$$D_N = R \rho_w / \rho_s \quad (2.3)$$

$$D' = D - \Delta D + D_N \quad (2.4)$$

$$S' = S + R - q \quad (2.5)$$

$$\rho_D' = \rho_w S' / D' \quad (2.6)$$

ここで，

ΔD : 新雪による圧縮深 (mm)

R : 降雪量 (mm)

β_N : 新雪の圧密係数

ρ_D, ρ_D' : 降雪前後の積雪密度 (g/cm³)

D, D' : 降雪前後の積雪深 (mm)

ρ_s : 新雪密度 (g/cm³)

D_N : 降雪深 (mm)

S, S' : 降雪前後の積雪換算貯留高 (mm)

q : 融雪量 (mm)

ρ_w : 水の密度 (1 g/cm³)

(2.2)式は圧縮深が降雪量と積雪深が大きくなるほど増加し，逆に積雪密度が大きいくほど小さくなることを示す。

(2) 時間経過に伴う圧密

一般に，積雪密度は時間経過に伴い徐々に大きくなってゆくとされている。そこで，積雪密度の変化が終局密度とその時点での密度との差に比例して大きくなっていくものとする。

$$\Delta \rho_D / \Delta t = \beta (\rho_{max} - \rho_D) \quad (2.7)$$

$$\rho_D' = \rho_D + \Delta \rho_D \quad (2.8)$$

ここで,

$\Delta \rho_D$: 積雪密度変化 (g/cm³) ρ_{max} : 積雪終局密度 (g/cm³)

ρ_D, ρ_D' : 圧密前後の積雪密度 (g/cm³)

β : 圧密速度係数 (1/hr) Δt : 時間 (hr)

2.3 融雪機構のモデル化

図-2.1のフローのうち、融雪機構のモデル化について以下に説明する。

2.3.1 積雪層での熱収支のモデル化

積雪層の温度は0°Cまたはそれ以下であるため、これを融解させるには外部からの熱量の供給を必要とする。ここでは積雪底層での融雪量は無視できるとみなして、積雪の表層での融雪のみを考えることとする。

積雪の表層での熱収支は一般に次のように表される。

$$Q_M = Q_R + Q_A + Q_E + Q_C + Q_r \quad (2.9)$$

ただし,

Q_M : 融雪熱量

Q_R : 放射収支量

Q_A : 大気と雪面との温度差に基づく顕熱交換量

Q_E : 雪の蒸発または大気中の水蒸気の雪面への凝結による潜熱交換量

Q_C : 雪の中の伝導熱流量

Q_r : 降雨によって供給される熱量

(2.9)式を、一般にダム管理所で観測されている気象・水文データを用いてモデル化することにより、(2.10)式を得る。

$$q = mI(T - T_{min})(1 - \gamma) + (m_r + m_v V)T + RT/C_m + CC \quad (2.10)$$

$$\gamma = 0.85(0.82)^{N^{0.44}} \quad (2.11)$$

ここで,

q : 融雪量 (mm)

m : 融雪係数 (mm/°C)

I : 地形因子 (0~1)

T : 気温 (°C)

T_{min} : 日最低気温 (°C)

γ : 雪面反射率 (0~1)

V : 風速 (m/s)

m_r : 気温融雪係数 (mm/°C)

m_v : 対流熱伝達係数 (mm/°C·m/s)

R : 降雪量 (mm)

C_m : 水の比熱 (80 cal/g·°C)

N : 最後の降雪からの経過日数 (日)

CC : コールドコンテンツ

(2.10)式中で、第1項は吸収放射量を表す項であり、日最低気温からの気温上昇分が放射収支に対応するものと考えた。ただし、気温が0°C以下になる場合は0と考える。また、第2項は顕熱交換、第3項は降雨による供給熱、第4項は夜間などに積雪層が冷却されることにそれぞれ対応している。地形因子とコールドコンテンツについては後述する。なお(2.11)式は池淵らによる観測結果¹⁾より引用したものである。

2.3.2 地形因子

融雪に大きな影響を及ぼす日射量は、積雪面の向きによって変化する。よって、太陽の入射角と斜面の勾配・向きによって定まる日射量の変化を、太陽南中高度との関係を用いて補正する。ここでは、この補正係数を地形因子と呼ぶ。

6時から18時の12時間を日中と考え、各時刻の太陽高度を南中高度を最大値として(2.12)式に示すように定める。

$$h = S \sin(15^\circ \times T) \quad (2.12)$$

ここで、

h : 水平面に対する太陽高度 S : 太陽南中高度

T : 日の出からの経過時間

また、太陽南中高度は、ダム流域の緯度と理科年表等より設定する。

地形因子 I は、傾斜面と太陽高度とが成す角 h' に着目して、最大値が1.0となるように次式で与える。

$$I = \sin h' \quad (2.13)$$

ここで、地形因子は対象地点にメッシュをかぶせ、メッシュの各交点の標高を用いて球面三角形の公式から次式のように算定される。

$$I = \sin h' = \sin h \cos i + \cos h \sin i \cos(90^\circ - \alpha) \quad (2.14)$$

h : 水平面に対する太陽高度 i : 傾斜度(地形勾配)

α : 傾斜方位(傾斜軸が真実と成す角)

なお、傾斜方位、傾斜度は次のように求める。

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right) \quad (2.15)$$

$$i = \tan^{-1} \left(\frac{1}{2} \sqrt{a^2 + b^2} \right) \quad (2.16)$$

ただし、

$$i_2 = \frac{H_2 - H_3}{l_2}$$

$$i_4 = \frac{H_4 - H_1}{l_4}$$

$$b = i_2 - i_4$$

地形因子の概念図を図-2.2に示す。



コールドコンテンツは、夜間の気温が 0°C 以下に低下した場合には雪温が低下するため、昼間に供給される熱量が融雪ではなく雪温上昇に消費される現象を示す指標である。ここでは、積雪層内の温度分布が3角形分布で近似できることにより、コールドコンテンツを次式で表してこの値が0になるまで外部からの供給熱量が費やされるものとする。

$$CC = T_s S C_s / 2 C_m \quad (2.17)$$

ここで、

$$\begin{aligned} CC &: \text{コールドコンテンツ} & C_s &: \text{雪の比熱 (0.5 cal/g} \cdot \text{°C)} \\ T_s &: \text{表層雪温 (°C)} & S &: \text{積雪水量 (mm)} \\ C_m &: \text{雪の融解熱 (80 cal/g)} \end{aligned}$$

この際、表層雪温は気温の低下とともに気温と同じ値に低下していくと考えるが、最低気温まで低下した後は熱量の供給がない限り、そのコールドコンテンツが一定に保たれるものとする。

2.4 降水量及び気温の高度補正

積雪・融雪モデルを用いて流域全体の積雪・融雪計算を行う場合には、各メッシュでの降水量及び気温をどのように設定するかが問題となる。ここでは、両者共に標高の関数と見なすことができるため、観測地点での値を標高によって補正することにより各メッシュでの値を与えることとする。

2.4.1 降水量の高度補正

降水量、特に降雪量は標高に応じて増加することが知られている。降水量が標高の1次関数で表されるとみなすことにより、次式で各地点での降水量が求められる。

$$r_i = r_0 \{1 + \alpha(h_i - h_0)\} \quad (2.18)$$

ここで、

$$\begin{aligned} \alpha &: \text{降水量の高度補正係数 (1/m)} & h_0 &: \text{降水量観測地点の標高 (m)} \\ r_0 &: \text{観測地点での降水量 (mm)} & h_i &: \text{i 地点の平均標高 (m)} \end{aligned}$$

高度補正係数 α は、以下の2つの方法を用いて求めることができる。

(1) 積雪深観測結果による降水量補正係数の設定

流域内及び近傍の複数の地点で積雪深の観測が行われている場合には、最も標高が低い地点で降雪が観測されている期間中の総降雪量を用いて、(2.18)式より降水量の補正係数が求められる。

(2) 水収支による降水量補正係数の設定

冬季の降水量がダム管理所1カ所のみで得られる場合には、(2.18)式と水収支式とを用いて補正係数を求めることとなる。水収支式は次の通りである。

$$q = \sum a_i r_i / 1000 \quad (2.19)$$

$$a_i : \text{各メッシュの面積 (m}^2\text{)} \quad q : \text{流出量 (m}^3\text{)}$$

水収支をとる期間としては、降雪の開始より融雪の終了までをとる必要がある。融雪期末期には梅雨等の影響を蒙るが、降雪と比較すると降雨の標高による変化は無視できるとして、(2.18)式と(2.19)式とを連立させて解くと、降水量の高度補正係数 α は次のように求められる。

$$\alpha = \frac{Q - (R_0 + S_0)A}{S_0 \sum a_i (h_i - h_0)} \quad (2.20)$$

$$R_i = R_0 \quad (2.21)$$

$$S_i = S_0 \{1 + \alpha (h_i - h_0)\} \quad (2.22)$$

ここで,

R_i : i 地点総降雨量 R_0 : 基準地点総降雨量
 S_i : i 地点総降雪量 S_0 : 基準地点総降雪量
 Q : 総流出量 (基底流量を除く)

2.4.2 気温の高度補正

気温と標高との間には, (2.23)式の関係があるものとされている。

$$T_i = T_0 + \alpha_T (h_i - h_0) \quad (2.23)$$

ここで,

α_T : 気温の高度補正係数 ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) h_0 : 気温観測地点の標高 (m)
 T_0 : 観測地点での気温 ($^{\circ}\text{C}$) h_i : i 地点の平均標高 (m)

流域内外の複数の気温の観測地点のデータを用いることにより, 気温の高度補正係数を求めることが可能であるが, 一般に用いられている $-0.5 \sim -0.6^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ という値を用いることもできる。

2.5 融雪流出のモデル化

図-2.1のフローのうち, 融雪流出モデルについて以下に説明する。

2.5.1 融雪流出のモデル化の考え方

ここでは, 2.2~4で検討した積雪・融雪モデルを時間単位で適用して融雪量を計算し, 流出計算を行って融雪流出機構のモデル化を行う。

融雪流出の場合には, 融雪水が積雪層内を浸透する時間が遅れ時間に加わる。また, 融雪水の全てが流出するのではなく, 積雪層内に貯留されることによる損失がある。これらの融雪流出の特性を考慮して, ここでは融雪流出を図-2.3のようにモデル化する。

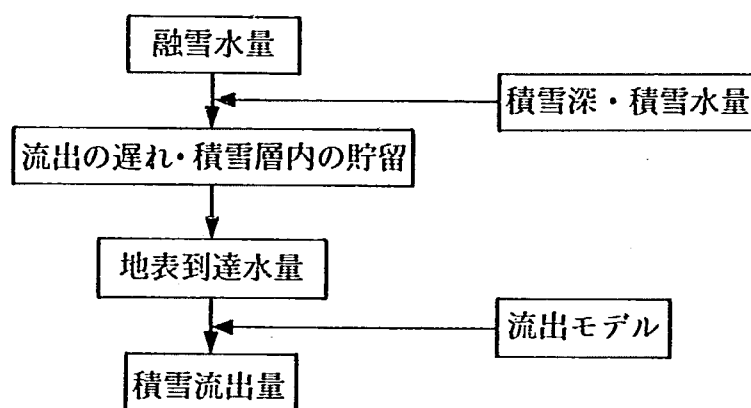


図-2.3 融雪流出のモデル化の概念図

2.5.2 融雪流出過程のモデル化

融雪水が積雪層内を浸透する速度は、湯沢における観測結果²⁾に基づいて以下のように設定する。

・ 積雪深 ≤ 50 mm：浸透速度 500 mm/hr

・ 積雪深 > 50 mm：浸透速度 90 mm/hr

また、融雪水の全てが流出するのではなく、積雪層内に貯留されることによる損失があることから、流出率を導入することとする。ここでは流出率を積雪水量の関数として次のように与える。

$$\begin{aligned}
 f &= 1.0 & (S \leq 500) \\
 f &= 3.24 - 0.83 \log S & (500 < S \leq 1000) \\
 f &= 0.75 & (1000 < S)
 \end{aligned}
 \tag{2.24}$$

ここで、

f ：流出率

S ：積雪水量 (mm)

2.5.3 流出モデルの組み込み

(1) 貯留関数法

多くのダム流域では、洪水期について貯留関数法モデルが設定済みである。この貯留関数法モデルを流出モデルとして組み込む場合、融雪流出計算は以下の手順で行う。

- 1) 流出計算開始日の前日までの日単位の積雪・融雪計算を行い、流域内の積雪の状況を設定する。
- 2) 1)の結果を初期値として時間単位の積雪融雪計算を行い、流域の各メッシュでの時間融雪量を計算する。
- 3) 各メッシュについて積雪層内の浸透による遅れと貯留による損失を求め、地表への到達水量を計算する。
- 4) 各メッシュ毎に地表への到達水量を流出モデルに入力し、個々のメッシュからの流出量を求め、

その合計を流域全体からの流出量とする。

(2) タンクモデル

時間流出計算に用いられる3段のタンクモデルを、流出モデルとして組み込む場合、融雪流出計算は以下の手順で行う。

- 1) 流出計算開始日の前日までの日単位の積雪・融雪計算を行い、流域内の積雪の状況を設定する。
- 2) 1)の結果を初期値として時間単位の積雪融雪計算を行い、流域の各メッシュでの時間融雪量を計算する。
- 3) 各メッシュについて積雪層内の浸透による遅れと貯留による損失を求め、地表への到達水量を計算する。
- 4) 各メッシュ毎の到達水量を流域全体で平均して流域平均地表到達水量を求め、タンクモデルに入力して流出量を求める。

2.5.4 日単位融雪流出モデル

融雪期中長期にわたる流量予測を行うためには、積雪・融雪モデルと日流出計算モデルとを組み合わせた日単位融雪流出モデルを用いる。日流出計算モデルは4段のタンクモデルが一般に用いられる。このタンクモデルへの入力、各メッシュ毎に求めた融雪量（積雪域）あるいは降雨量（無雪域）を流域平均した値とする。

2.6 まとめ

本章では、積雪・融雪機構及び融雪流出のモデル化について、以下の項目について説明した。

(1) 積雪機構のモデル化

- ・降水の形態と新雪の密度
- ・積雪深変化と積雪密度

(2) 融雪機構のモデル化

- ・積雪層での熱収支のモデル化
- ・地形因子
- ・コールドコンテンツ

(3) 降水量及び気温の高度補正手法

(4) 融雪流出のモデル化

- ・融雪流出過程
- ・貯留関数法の組み込み
- ・タンクモデルの組み込み
- ・日単位融雪流出モデル

参考文献

- 1) 池淵周一, 宮井 宏, 友村光秀: 琵琶湖大浦川流域の積雪・融雪・流出解析, 第28回水理講演会論文集, pp. 441-446, 1984.
- 2) 石塚一成: 湯沢小試験地における融雪量測定施設について, 土木技術資料, 8巻8号, pp. 23-26, 1966.

3. 融雪流入量予測手法

3.1 融雪流入量予測の考え方

融雪の最盛期の日間の流入量の変化を降雨の有無で分けて整理すると次のようになる。

1) 無降雨の場合

- ・ダム流入量は9時～10時頃に最小、17時～18時頃に最大となるような変化を繰り返す。
- ・早朝の最小流量は、1週間程度の期間では同程度であると見なせる。
- ・気温の変動が少ない場合にはダム流入量の変動も少ない。

2) 降雨があった場合

- ・ダム流入量は急激に増加し、無降雨の場合の流入量とは異なった特性を示す。
- ・融雪時の出水は低減に数日間を要することと、これに融雪流出が加わることで、出水毎に流出形態が異なる。

無降雨の場合の流入量の日変動は、日間の融雪量の変化と連動しており、日最低流量を基底流量としてこれに融雪の時間変化分を上乗せしたものと考えられる。また、降雨がある場合の流入量は、無降雨の場合と異なり周期性を持たない。

このように、融雪期の流入量の多くは17時以降すなわち退庁後に流入する。よって、退庁後に水位維持等の貯水池操作を要するかどうかを、退庁前に流入量を予測することにより判断できれば、融雪期の貯水池管理の合理化に資することとなる。

融雪は気温の高い日中に進行するので、17時までの気象・水文データを用いて融雪量を計算すれば、そのほとんどが把握できると考えられる。よって、日中の気象・水文データに退庁後の気象・水文データを推定して加え、融雪流出モデルを用いて時間単位の流出計算を行えば流入量を求めることが可能となる。

ここでは、以上の点に着目した融雪流入量の予測モデルの説明を行う。流入量の予測モデルの概念図を図-3.1に示す。

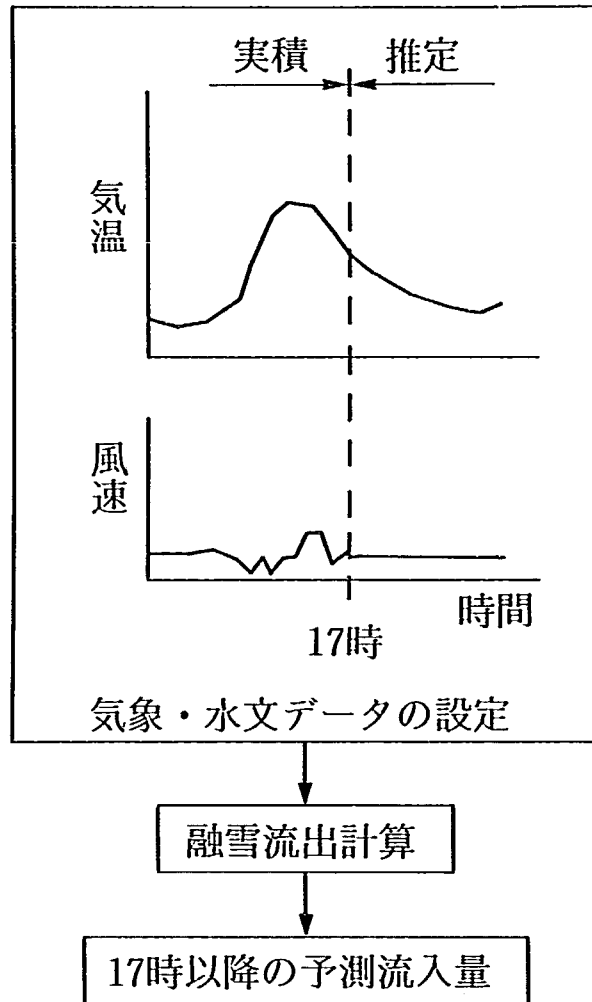


図-3.1 融雪流入量の予測手法の概念図

3.2 融雪水量の予測計算手法

退庁後の融雪流出量を予測するためには、融雪水量の予測が必要となる。融雪水量の予測には、融雪に関係が深い気温、風速及び降雨量をどのように予測するかが重要となる。ここでは、退庁後のデータの予測手法について説明する。

3.2.1 気温の設定手法

気温は早朝に最低気温を示し、14 時頃に最高気温となるような日変化を示す。気温の予測においては、日間の変動パターンの予測もさることながら、翌日の最低気温をいかに予測するかが重要である。ここでは、気温の日変化のパターン化と翌日の最低気温の予測手法について説明する。

(1) 気温変動パターンの整理

気温の日間の変化パターンを整理するために (3.1) 式を用いて時間気温データを正規化して整理した。

ここで、 l は0から1の範囲の値を取り、最高気温で1、最低気温で0、平均気温で約0.5の値を示す。

$$l = \frac{T - T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \quad (3.1)$$

ここで、

l : 正規化された気温

T : 気温 (°C)

T_{max} : 最高気温 (°C)

T_{min} : 最低気温 (°C)

(2) 気温の設定手法

退庁後の気温の設定に際しては、(3.1)式を用いて無次元化した気温 l の平均値を用いて、退庁後の各時刻について設定する。ここで、気温の設定が必要な時間は17時～翌9時であり、翌朝の最低気温が気温設定のパラメータとして必要になる。このパラメータとして、気象台等から発表される予報値や、日中の気温の変化の実績からの予測値などを用いることが考えられる。しかし、現状では翌日の最低気温を精度良く予測することは困難であるため、気候の急激な変化は無いものとして当日の最低気温を用いることが現実的である。

3.2.2 風速の設定手法

退庁後の融雪量を予測するためには、風速の予測も必要となる。ここでは、風速の日変化のパターン化の手法について説明する。

風速の場合には気温のような明確な周期性が見られないことから、退庁後の各時刻の風速を厳密に設定することには意味がないと思われる。そこで、日中の平均風速と夜間の平均風速との比を求め、その値を用いて日中のデータから退庁後の風速（一定とする）を設定することとする。

3.2.3 降水量の設定

降水量については、気温や風速のような17時以前と17時以降との関係が見られないと思われる。そこで、17時までは実績の降水量を使用し、17時以降の降水量の予測は困難であることから0とする。

3.2.4 融雪水量の予測計算手法

融雪水量の予測計算を行う手順を以下に示す。

- 1) 融雪水量の予測計算を行う前日までの気象・水文データは既知であるから、2.2～4で提示した手法を用いて、前日までの日単位の積雪・融雪計算を行う。
- 2) 予測当日の17時までの実測の時間気象・水文データに、3.2.1～3に示した方法で設定した17時以降の予測値を加えて、日中から翌朝（例えば午前9時～翌午前9時）までの気象・水文データを設定する。
- 3) 1)で求めた予測前日の流域の積雪の状況を初期条件として、積雪・融雪モデルを時間単位で適用して、翌朝9時までの地表到達融雪水量を求める。

3.3 融雪流出予測計算

3.3.1 流出予測計算の考え方

3.2 で示した方法により、流出モデルへの入力値となる融雪水量の予測計算が可能となった。本節では、予測された融雪水量を用いて流出予測計算を行い、夜間の流入量を予測する手法について検討した結果を示す。

最も単純な流入量の予測手法は、予測融雪水量をそのまま流出モデルに入力し、その計算結果を予測流入量とする方法であろう。しかし、実際に退庁後の流入量を予測する場合には17時までの流入量は既知であり、このデータを流入量の予測に反映させることにより、予測の精度の向上が期待できる。

通常の洪水の実時間予測においては、降水量や流量の新しいデータを観測する毎に、流量予測の更新を行う手法がいくつか提唱されている。カルマンフィルター法はそれらの手法の1つであり、石狩川流域での適用例²⁾もあるなど、既に実用に供されている。ここでは、融雪流出モデルとカルマンフィルター法とを組み合わせることにより、融雪期の退庁後の流入量の予測を行う手法を説明する。

3.3.2 融雪流出予測計算条件の設定

(1) 貯留関数法の基底流量

貯留関数法を用いて融雪流出予測計算を行う場合に、計算の初期条件として基底流量をあらかじめ設定しておくことが必要である。すなわち、予測計算を行う時点（17時）で既知の水文データから、基底流量を設定する手法が必要となる。ここでは、基底流量の定量化について検討を行った結果を示す。

基底流量としては、1日毎の流出計算を行い、ハイドログラフの適合度があうように基底流量を求めて、この値を基底流量値の目的値とする。このように設定した基底流量の目的値について、以下に示すような代表的なデータから推定する相関式を求める。

- ・前日最大流量
- ・前日最小流量
- ・前日流量日格差
- ・当日9時流量
- ・前日最低気温
- ・当日気温日格差

(2) タンクモデルの初期貯留高

ここでは、タンクの初期貯留高の設定手法について説明する。ここでは、流入量予測計算の開始時点の流量を3段のタンクに配分する比率を求め、この比率により初期貯留高を与えるものとする。この場合、下のタンク程基底的な流出を表わすことから、第3段、第2段、第1段の順に配分を少なくしてゆく。ただし、大きな降雨で流量が増加した場合などは、ほとんどが直接流出であることから、第3段と第2段のタンクに配分する流量については最大値を定めておく。

各タンクへの配分比率及び第3段、第2段の最大値は、流出計算により試行錯誤的に設定する。

3.3.3 融雪流入量の予測計算手法

ここでは、17時から翌日の9時までの流入量の予測計算の手順を示す。なお、流入量予測計算に用いる融雪水量は、3.2に示した手法で求めたものである。なお、ここで用いるカルマンフィルター法の詳細については補遺で説明する。

- 1) 9時のデータを用いて、貯留関数法の場合は基底流量、タンクモデルの場合は各タンクの貯留高を設定する。
- 2) 1時の計算地表到達水量を流出モデルに入力し、1時の計算流入量を得る。
- 3) 17時以前であれば、1時の実際の流入量がわかっているので、計算値の修正を観測値を用いてカルマンフィルター法により行い、次の時刻に進む。
- 4) 17時以降であれば、そのまま次の時刻に進む。

以上の手順で17時から翌日の9時までの各時刻の流入量が予測できるので、これらを予測流入量とする。

3.4 代表指標を用いた日総流入量の予測手法

3.3までは、融雪流出計算による流入量の予測手法である。この手法より簡便な予測手法としては、以下に示すような融雪に係わる指標及び流況に係わる指標と総流出量との回帰式を求める方法なども考えられる。

- ・ 9時～17時の総流入量
- ・ 各時刻の流量
- ・ 降水量
- ・ 気温（平均、最高、最低など）
- ・ 風速（平均、最大など）

ダムの実管理時においては、必要に応じて流入量の予測手法を使い分けることも必要であろう。

3.5 まとめ

本章では、融雪流入量予測手法について、以下の項目について説明した。

(1) 融雪水量の予測計算手法

- ・ 気温・風速・降水量の設定手法
- ・ 融雪水量の予測計算手法

(2) 融雪流入量予測計算手法

- ・ 流出予測計算条件（貯留関数法、タンクモデル）
- ・ 流入量予測計算手法

(3) 代表指標を用いた日流入量予測手法

- ・融雪に係わる指標
- ・流況に係わる指標

参 考 文 献

- 1) 高橋 聡, 松川正彦: ダム管理の合理化に関する一考察～水位維持に関する水文統計解析～, 第40回建設省技術研究会報告, pp. 909-916, 1987.
- 2) 星 清: 流出予測法の実例, 1988年度(第24回)水工学に関する夏期研修会講義集 Aコース, 1988.

4. 検証流域への適用

本章では、2章及び3章で説明した積雪・融雪及び融雪流出モデルと融雪流入量の予測手法の、検証流域への適用について説明する。

4.1 検証流域の概要

積雪・融雪機構及び融雪流出機構のモデル化、さらには融雪流入量予測手法の検討を行うために、豪雪地帯に位置する2つのダム流域を検証流域に選んだ。ダム及び流域の諸元を表-4.1に示す。2つの流域とも、積雪・融雪期にはダム管理所の1地点のみで気象・水文観測が行われている。検討に用いるデータは、気温、風速、降水量及び積雪深である。

検討対象期間は、11月から翌年の5月の7カ月を1つの積雪・融雪期として、昭和56年～昭和61年(7カ月×5)とした。

表-4.1 検討対象流域諸元

流域	Aダム	Bダム
型式	重力式コンクリートダム	中央コア型ロックフィルダム
流域面積 (km ²)	69.8	205.0
有効貯水容量 (千m ³)	17,800	41,000
気象観測地点標高 (m)	190	350

4.2 積雪・融雪モデルの適用

4.2.1 積雪・融雪に関するパラメータの同定

図-2.1のフローに従って各検証流域の観測書での日単位の積雪・融雪計算を行い、積雪・融雪モデルのパラメータの同定を行った。計算の結果同定されたパラメータの値を表-4.2に、積雪深の計算結果を図-4.1及び図-4.2にそれぞれ示す。

4.2.2 検証流域の地形因子

ここでは、検証流域全体を1 km メッシュに分割し、3.3.2で説明した手法を用いて地形因子を求めた。流域のメッシュ分割及びメッシュ交点標高と、メッシュ面積率を図-4.3に示す。

表-4.2 同定計算の結果

パラメータ	Aダム	Bダム
$\rho_{\max}$ (雪の終局密度)	0.6	0.8
β (圧密速度係数)	0.06 (1/hr)	0.045 (1/hr)
β_N (新雪の圧密速度係数)	0.08 (1/hr)	0.08 (1/hr)
m (融雪係数)	0.12 (mm/hr・°C)	0.20 (mm/hr・°C)
m_T (気温融雪係数)	0.05 (mm/hr・°C)	0.05 (mm/hr・°C)
m_v (対流熱伝達係数)	0.015 (mm/hr・°C・m/s)	0.020 (mm/hr・°C・m/s)

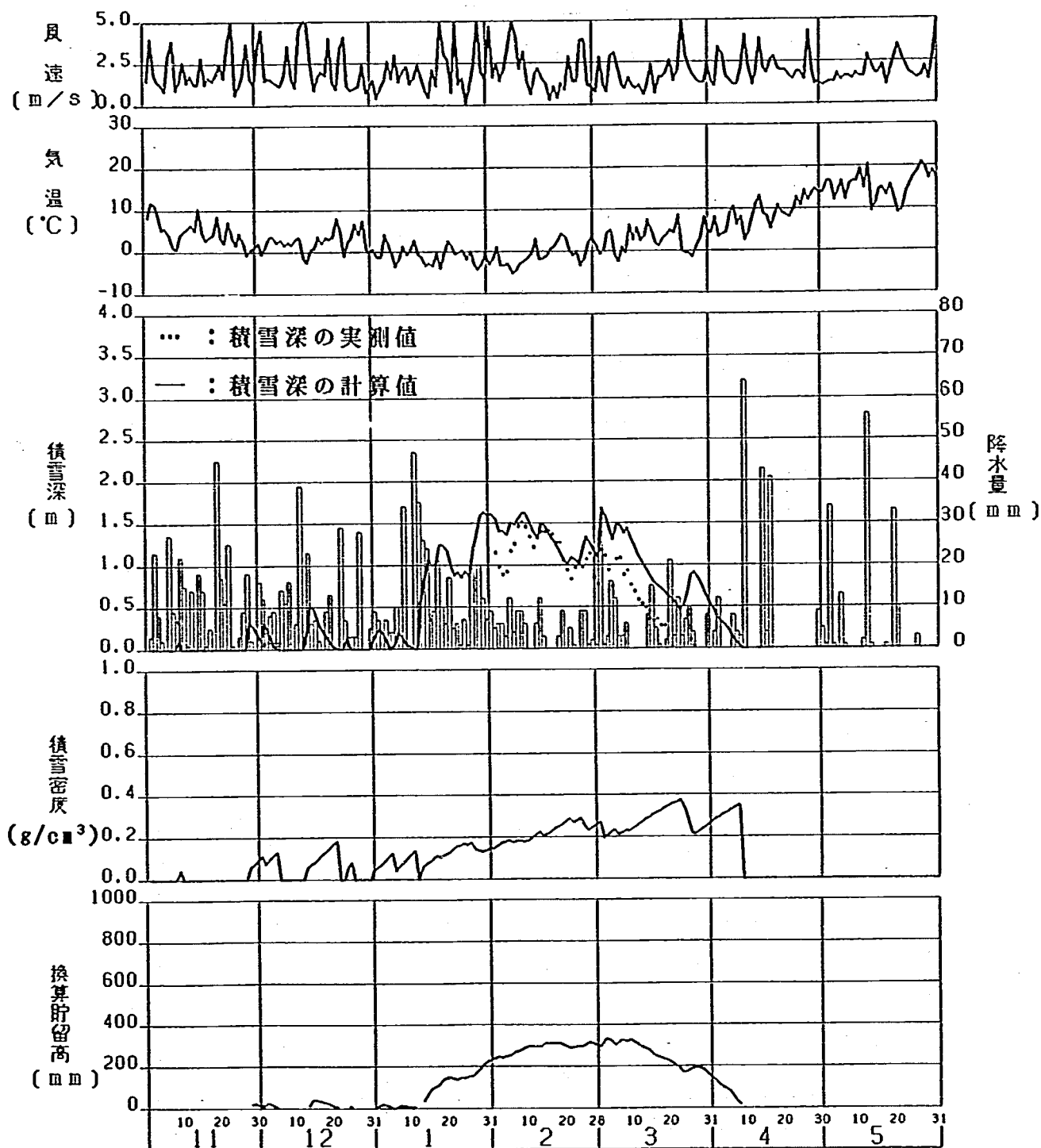


図-4.1(1) Aダム積雪深再現計算結果(昭和56~57年)

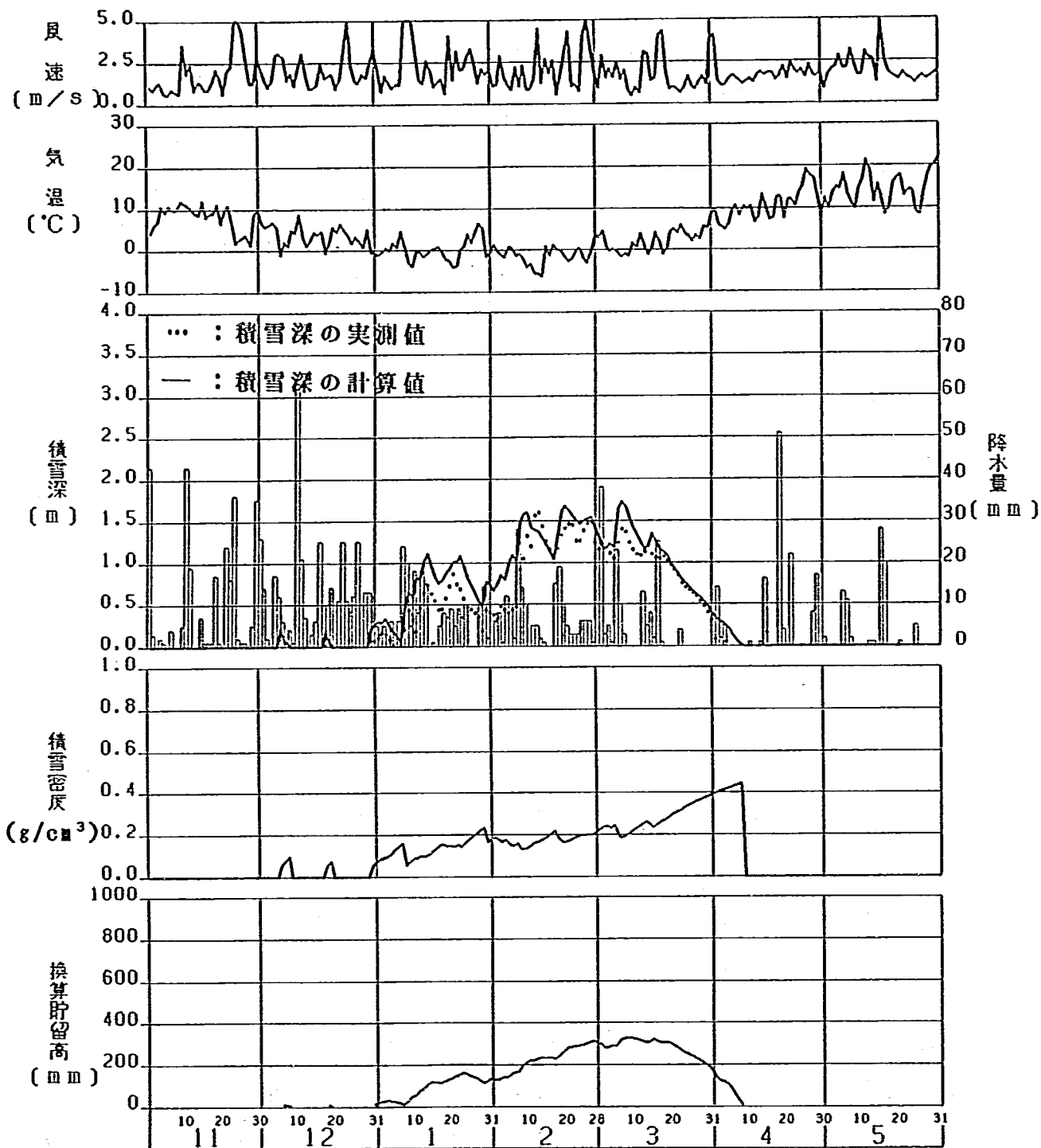


図-4.1(2) Aダム積雪深再現計算結果(昭和57~58年)

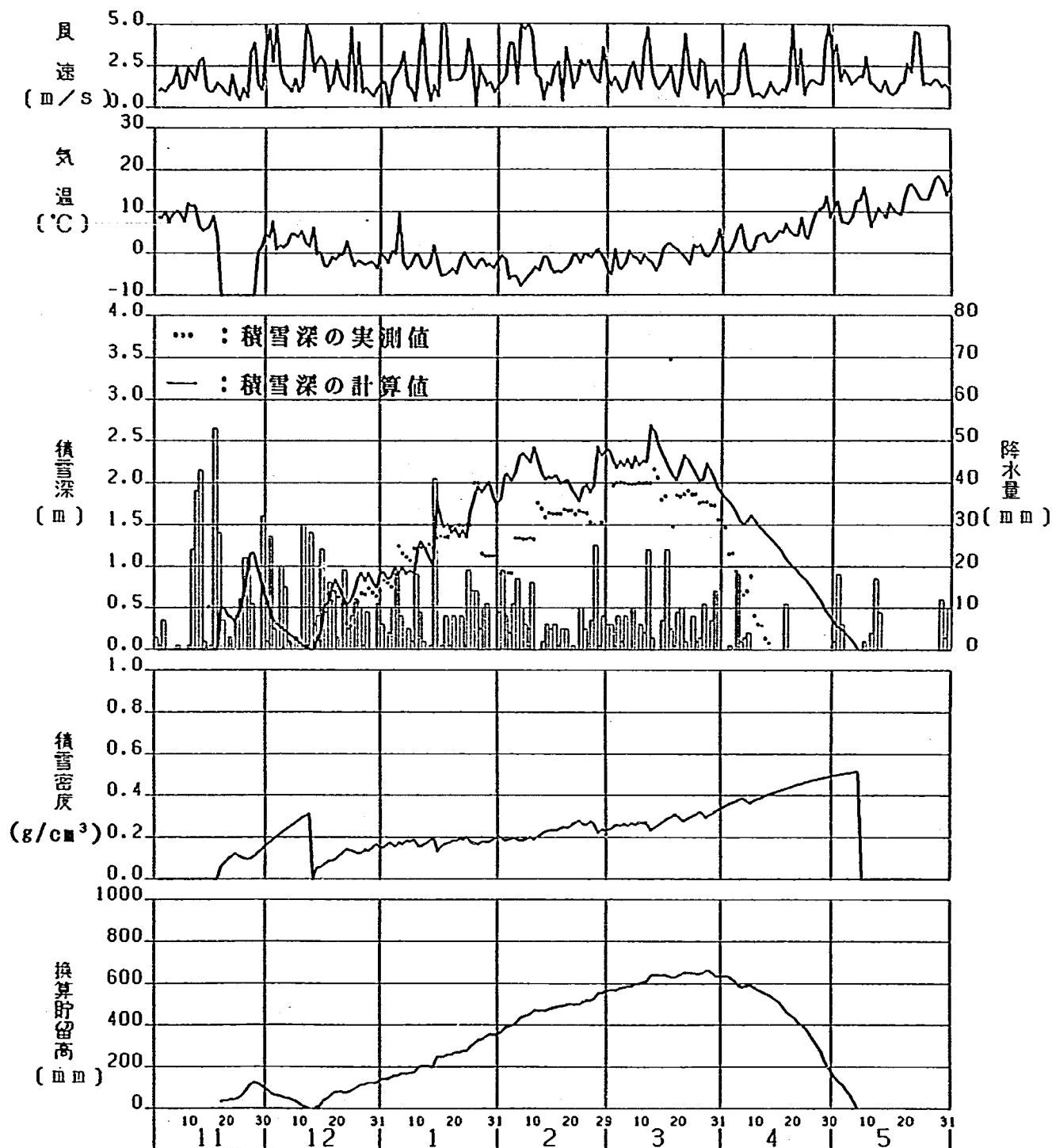


図-4.1(3) Aダム積雪深再現計算結果(昭和58~59年)

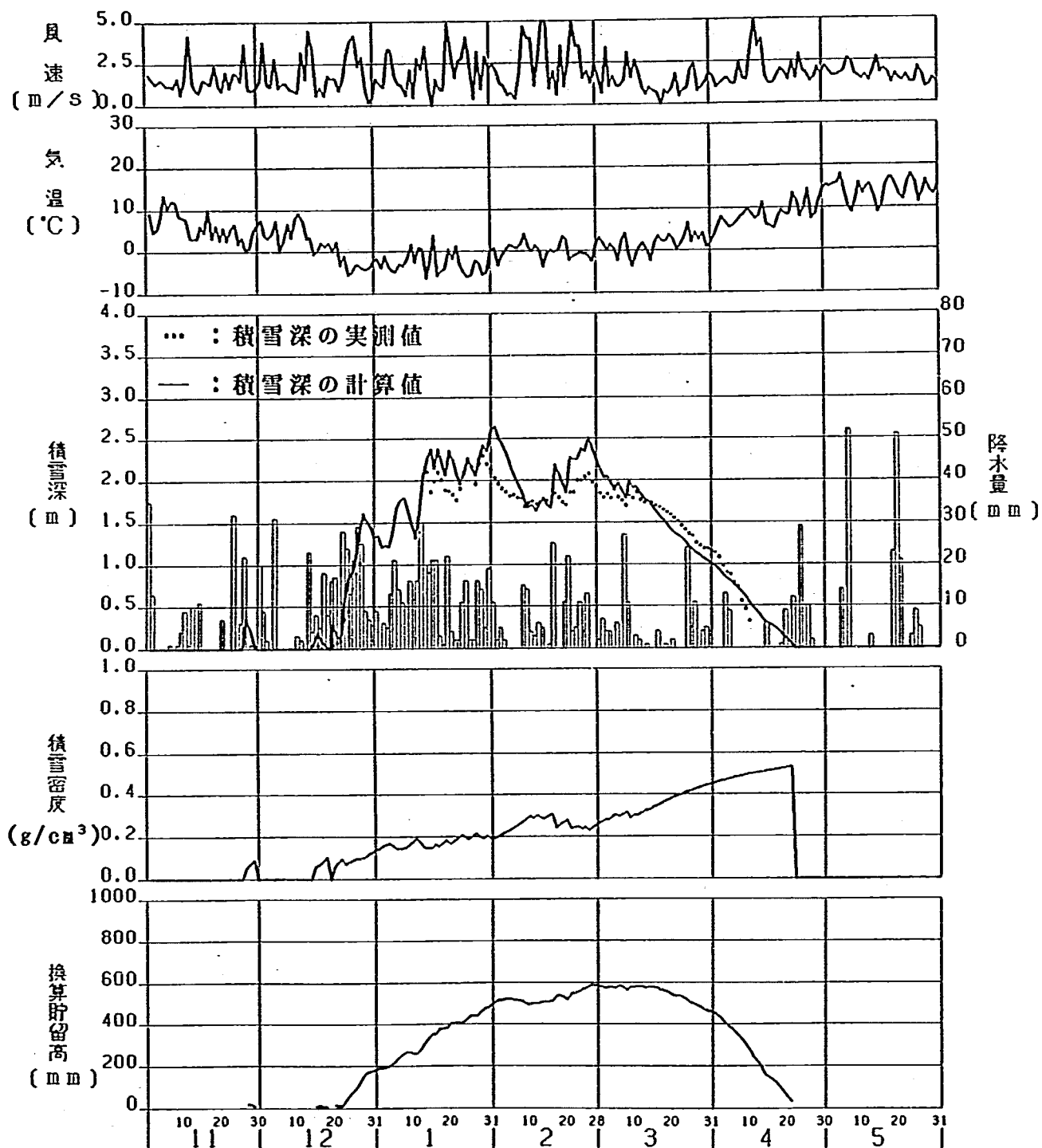


図-4.1(4) Aダム積雪深再現計算結果(昭和59~60年)

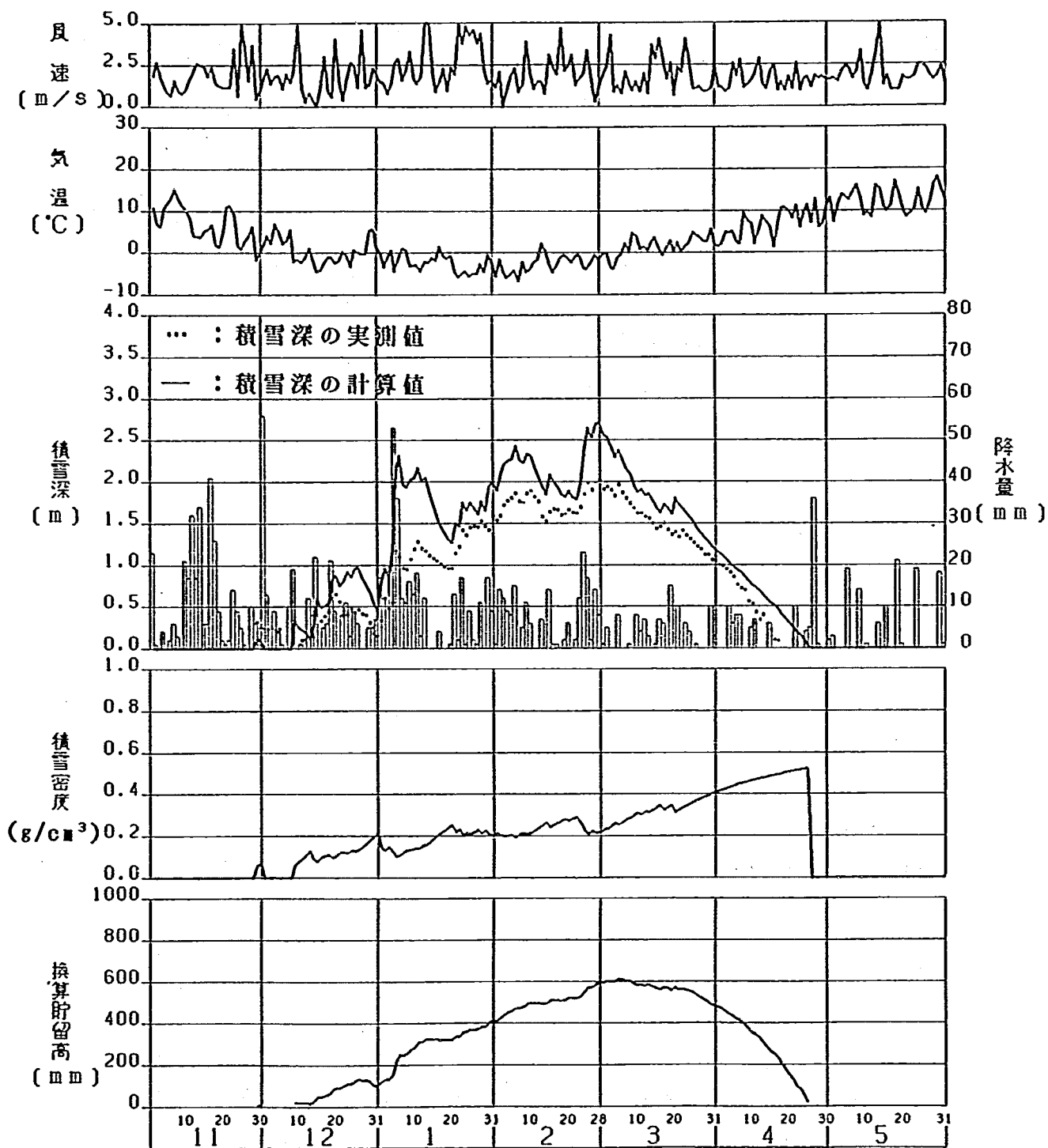


図-4.1(5) Aダム積雪深再現計算結果(昭和60~61年)

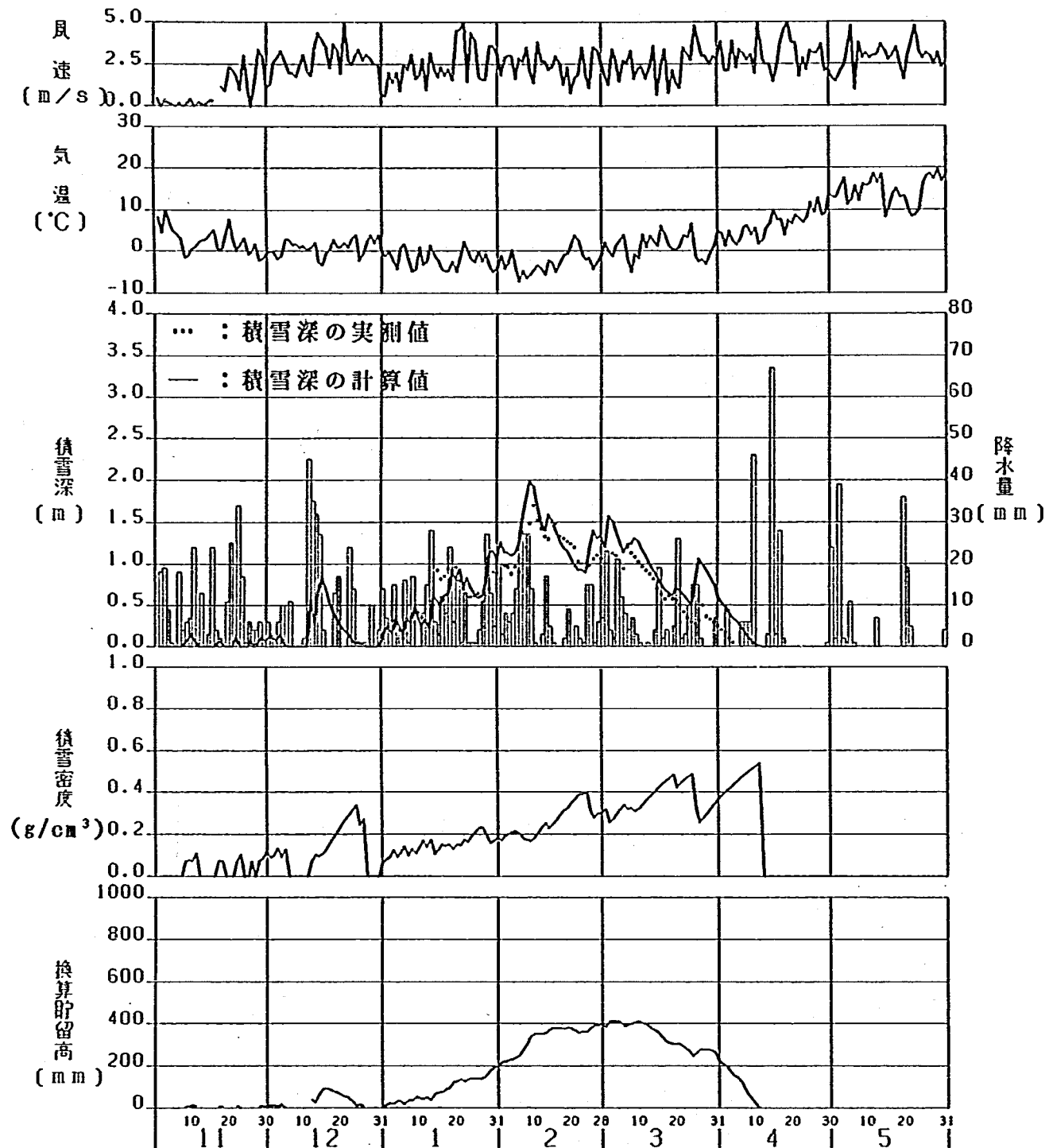


図-4.2(1) Bダム積雪深再現計算結果(昭和56~57年)

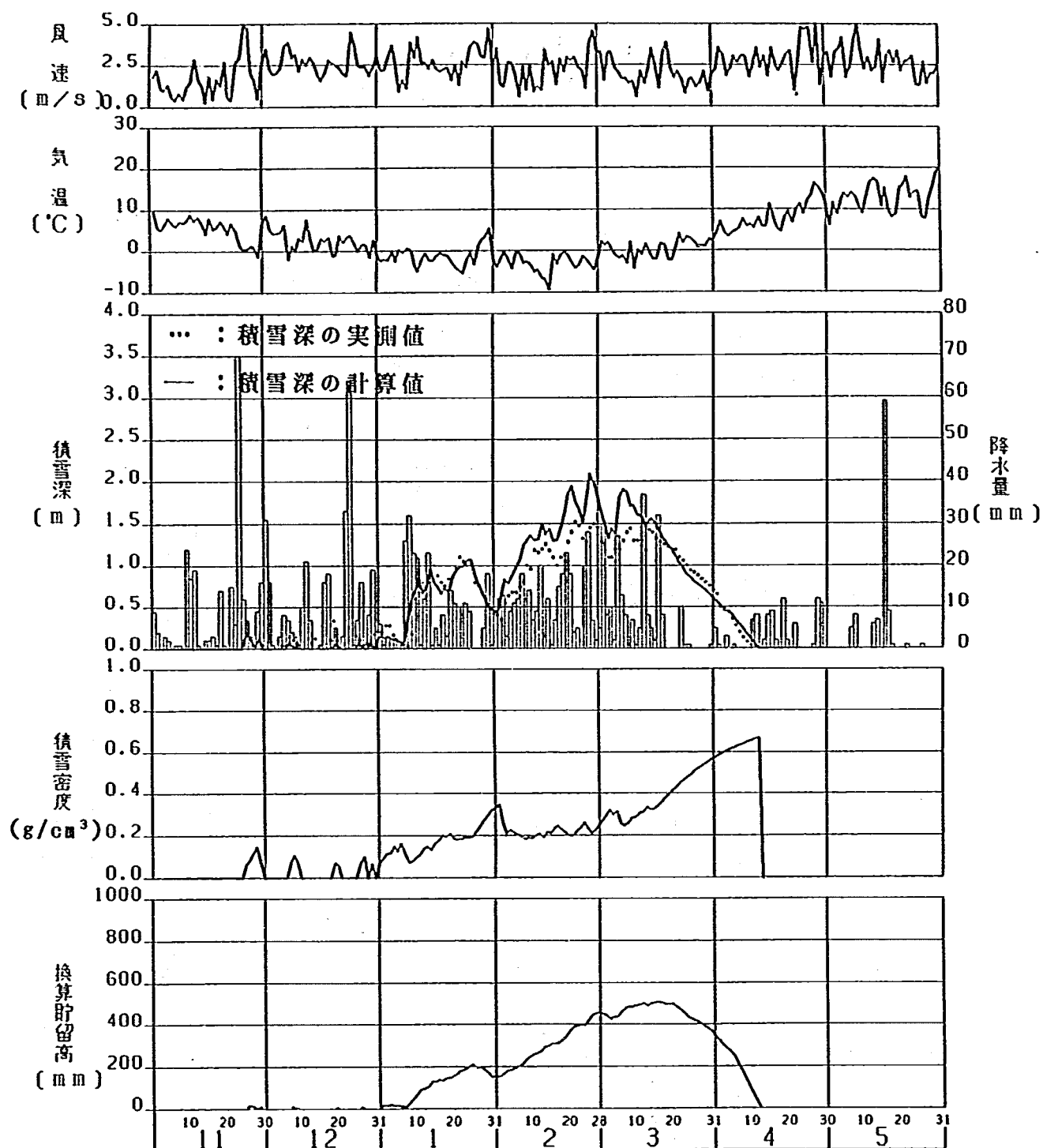


図-4.2(2) Bダム積雪深再現計算結果(昭和57~58年)

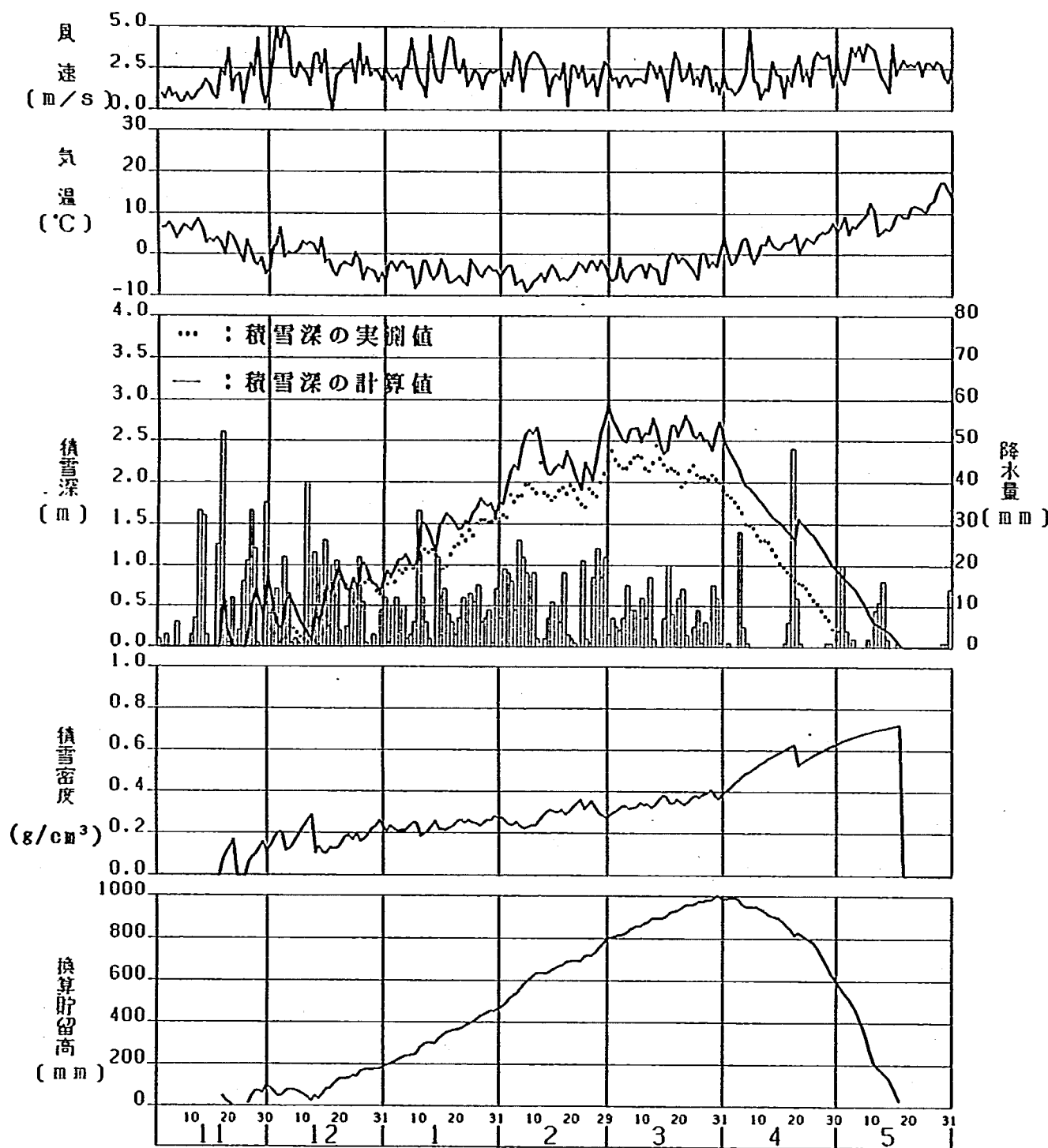


図-4.2 (3) Bダム積雪深再現計算結果 (昭和 58~59 年)

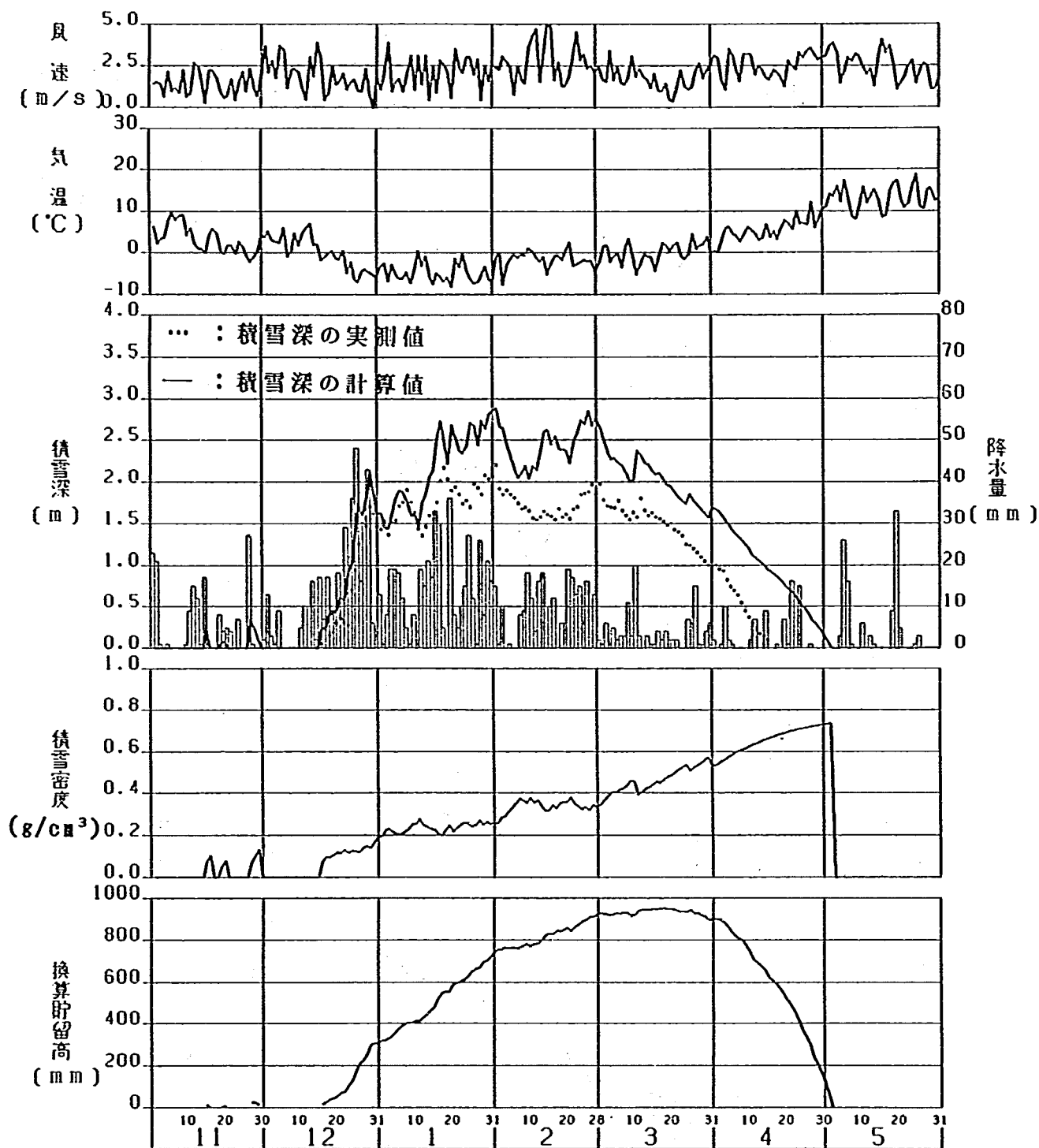


図-4.2(4) Bダム積雪深再現計算結果(昭和59~60年)

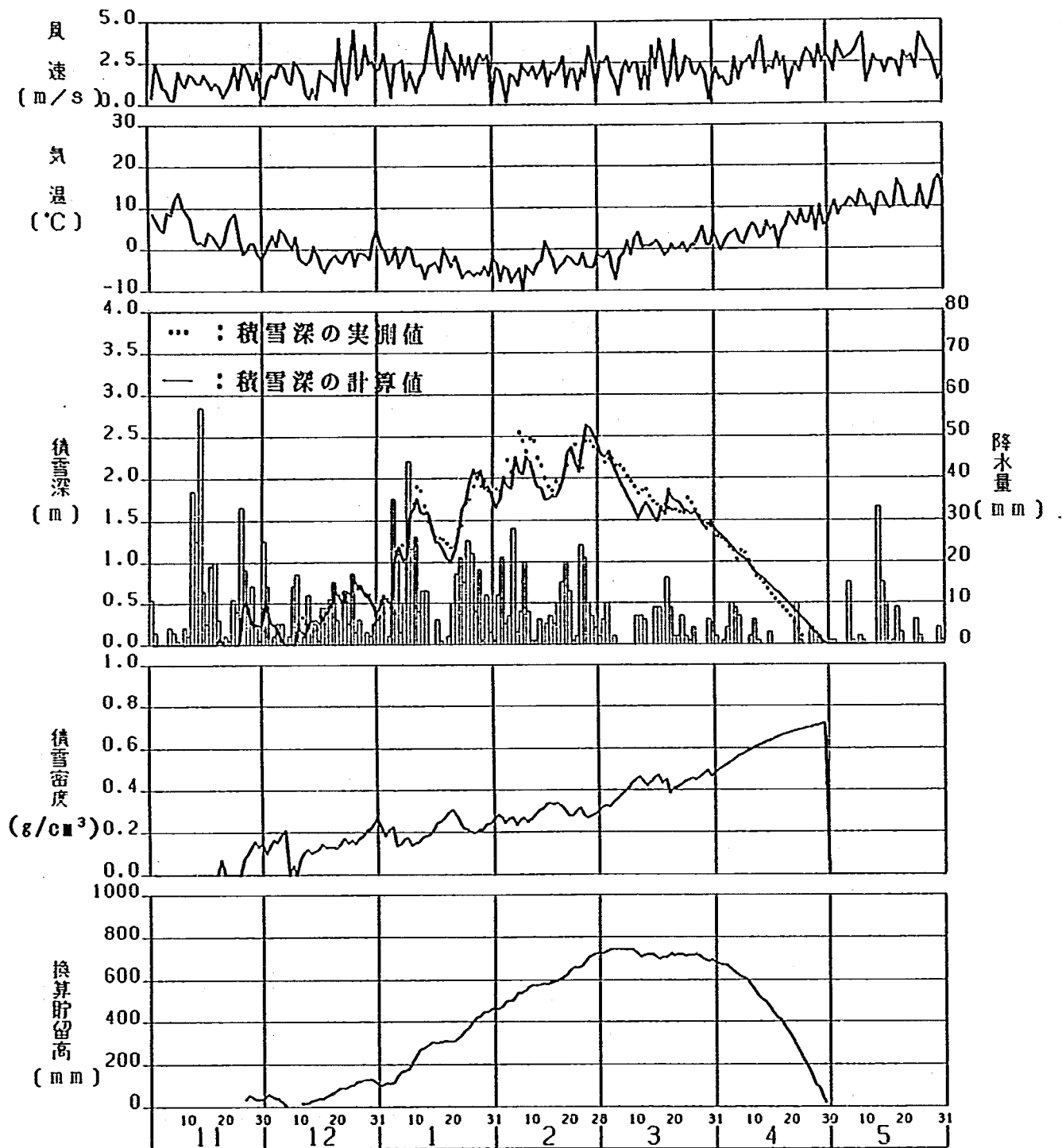
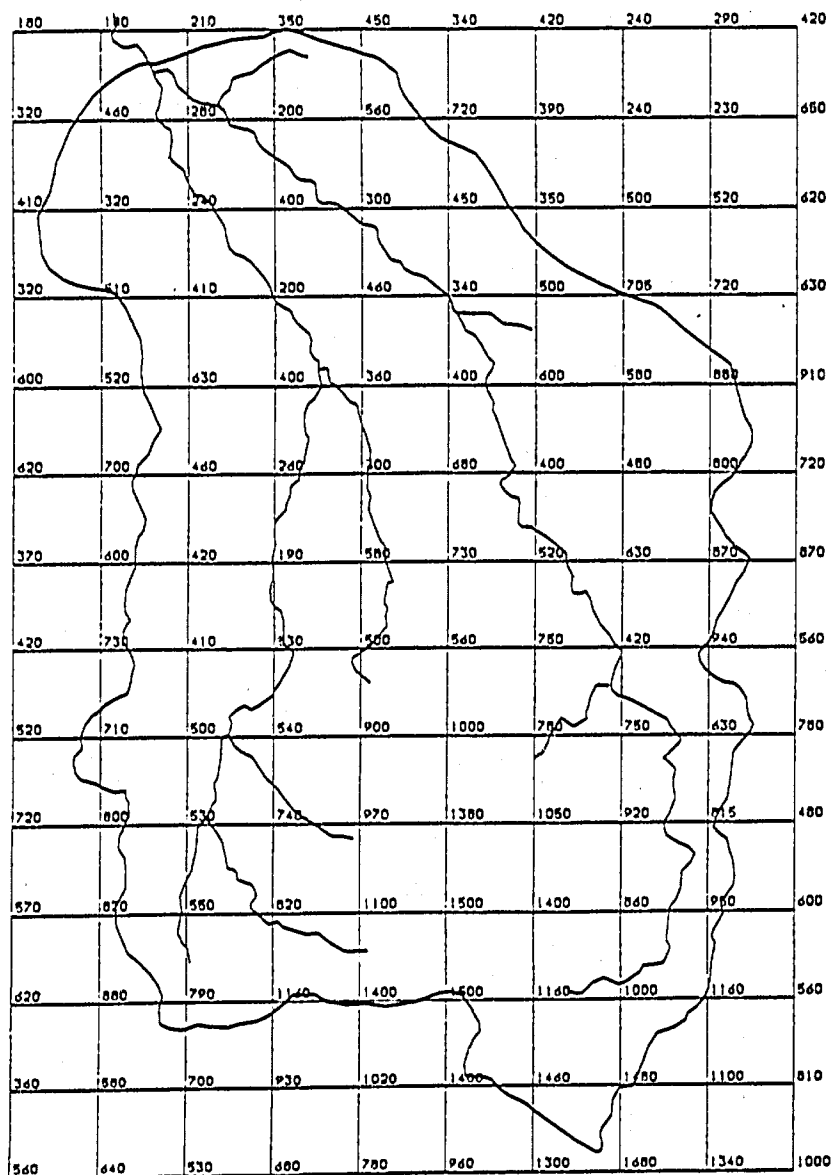
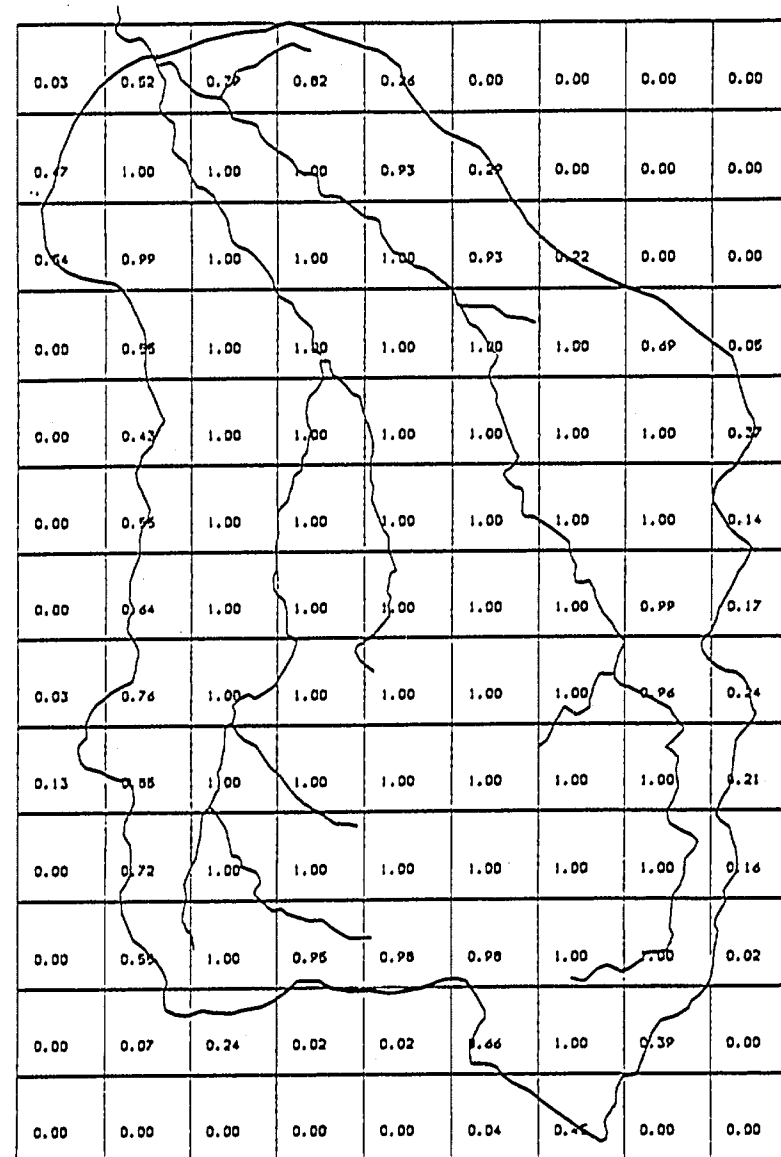


図-4.2(5) Bダム積雪深再現計算結果(昭和60~61年)

(a) メッシュ分割及びメッシュ交点標高



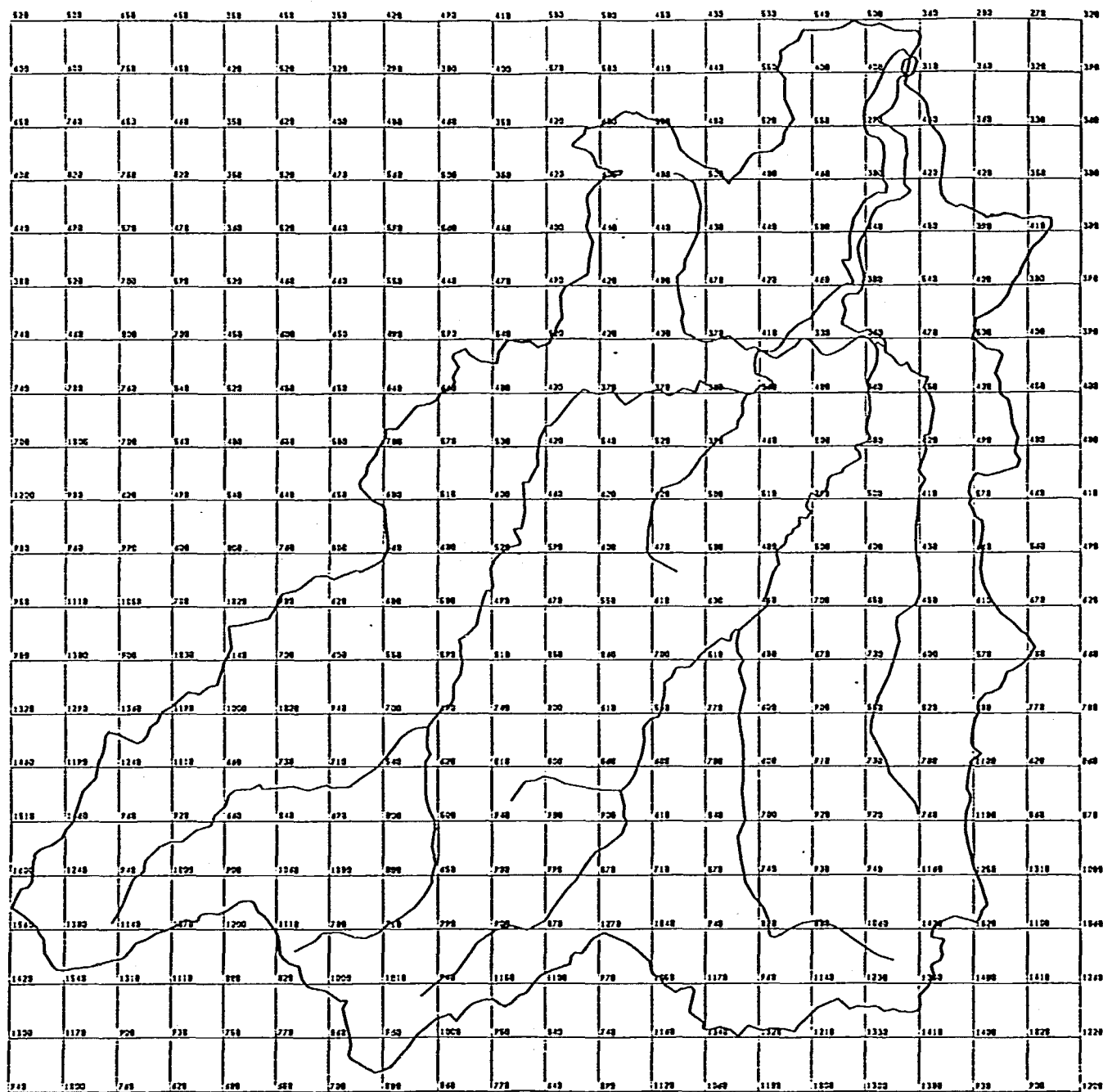
(b) メッシュ面積率



(1) Aダム

図-4.3 検証流域メッシュ分割及びメッシュ交点標高とメッシュ面積率

(a)メッシュ分割及びメッシュ交点標高



(2) Bダム

図-4.3 (続き)

0.09	0.03	0.03	0.04	0.00	0.00	0.08	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.00
0.04	0.04	0.00	0.04	0.03	0.03	0.08	0.04	0.03	0.03	0.00	0.21	0.03	0.04	0.4	0.00	0.21	0.08	0.04
0.04	0.04	0.00	0.04	0.08	0.08	0.03	0.08	0.08	0.02	0.21	0.04	0.49	0.23	0.78	0.00	0.23	0.3	0.00
0.00	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.03	0.08	0.08	0.00	0.21	0.04	0.00	0.00	0.04	0.04	0.09	0.35	0.13
0.04	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.08	0.03	0.08	0.08	0.24	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.10
0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.08	0.04	0.03	0.00	0.78	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00
0.03	0.04	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.03	0.12	0.03	0.09	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.3	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.														

図-4.3 (続き)

4.2.3 降水量及び気温の高度補正

(1) 降水量の高度補正

ここでの検証流域では、ダム管理所における積雪深及び降水量の観測資料しか得られないため、水収支により降水量の補正係数を検討して、降水量補正係数を設定した。

すなわち、5年間のダム管理所での降水量データ及びダム流入量より(2.20)式を用いて、降水量の高度補正係数を求めると、Aダム流域では0.14 (1/100 m)、Bダム流域では0.0 (1/100 m)となる。

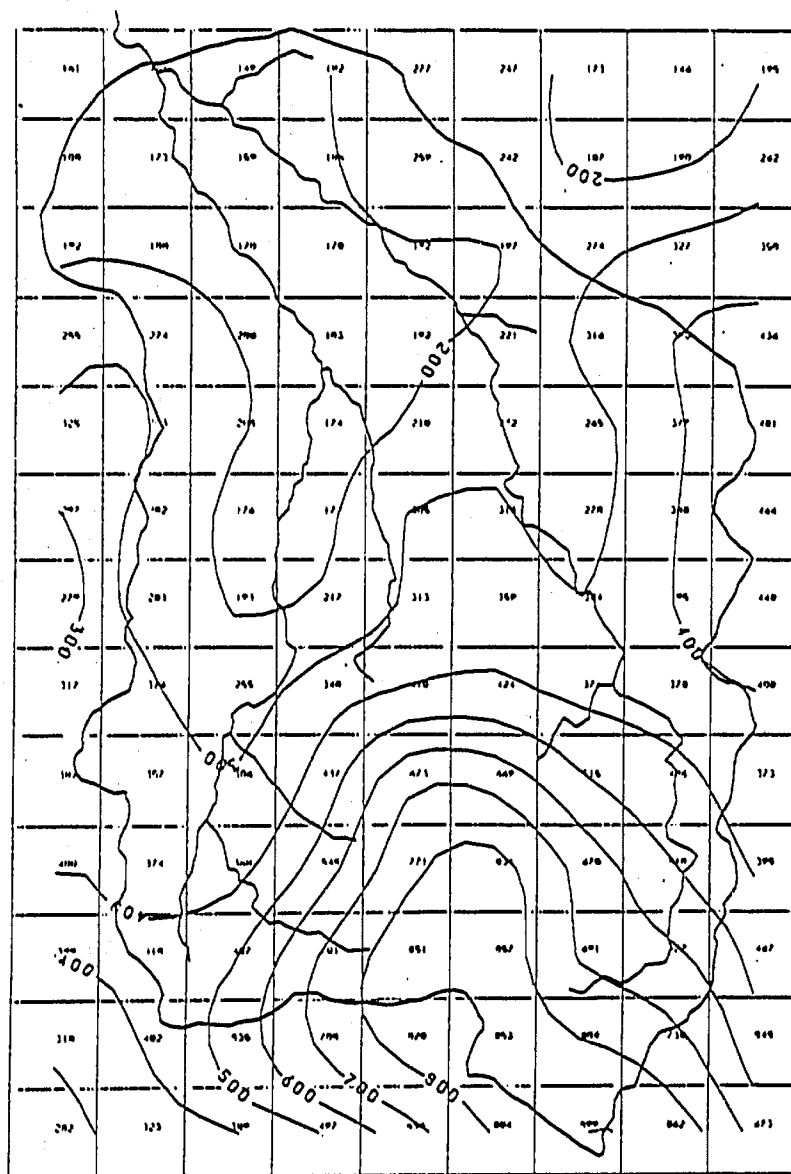
(2) 気温の高度補正

ここでの検証流域では、流域内及びその近傍にダム管理所以外の適当な気温の観測地点が無い。このため、気温の高度補正係数としては、一般に用いられている $-0.6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ という値を用いることとする。

4.2.4 検証流域全体の積雪・融雪計算

流域に設定した各メッシュについて、降水量及び気温の補正を行って積雪・融雪モデルを適用することにより、任意の時点での流域内の積雪深、積雪水量の分布を求めることができる。図-4.4に積雪・融雪計算により得られたAダム流域内の積雪深分布の例を示す。

(1)昭和57年3月3日



(2)昭和57年4月14日

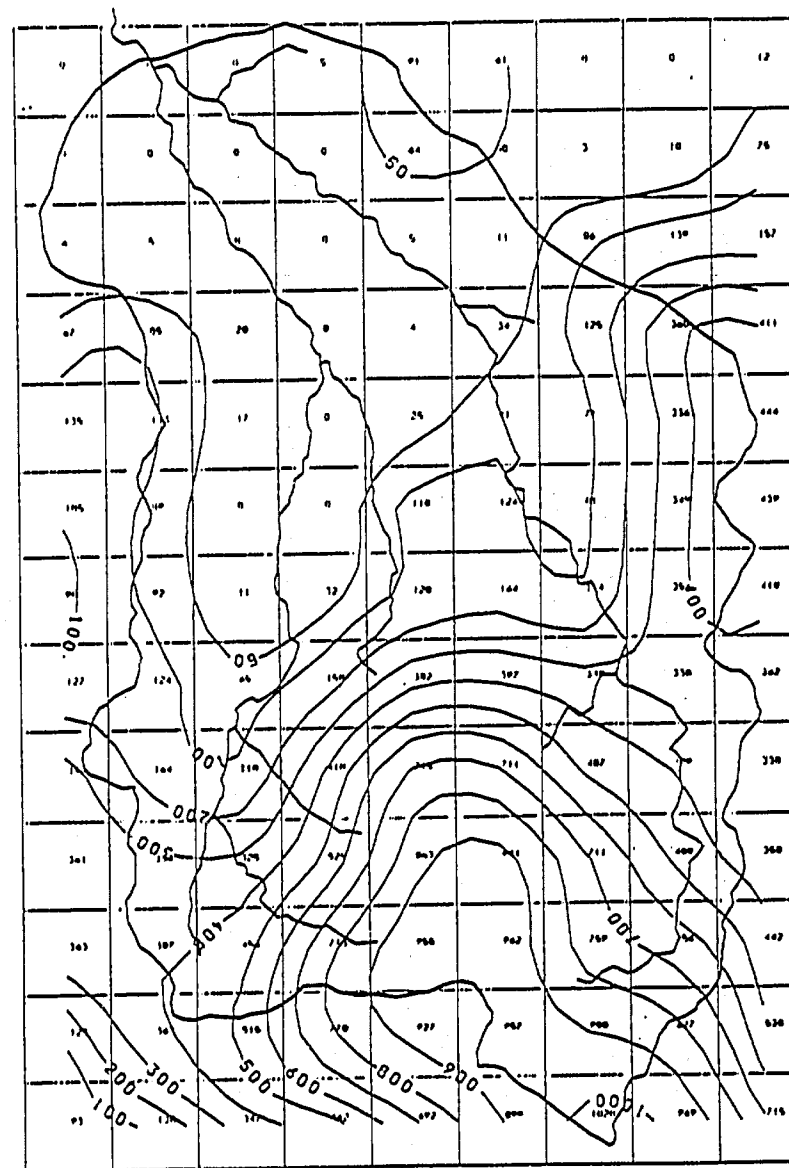


図-4.4 Aダム流域積雪深分布の計算例

4.3 融雪流出モデルの適用

検証流域での融雪流出モデルの適用計算を、表-4.3に示すそれぞれ10出水を対象に行う。貯留関数法のパラメータは、Aダム流域では $K=15.0$, $p=0.33$, Bダム流域では $K=14.0$, $p=0.42$ である。また、タンクモデルの構造は表-4.4に示すとおりである。なお、貯留関数法による流出計算に際しては、パラメータの1つである基底流量として、各出水毎に流出量の再現精度が良くなるように表-4.3に示した値を与えることとする。

貯留関数法による融雪流出計算の結果を図-4.5及び図-4.6に、タンクモデルによる融雪流出計算の結果を図-4.7及び図-4.8にそれぞれ示す。また、ピーク流量、総流出量、流出率の実測値と計算値との比較を表-4.5に示す。

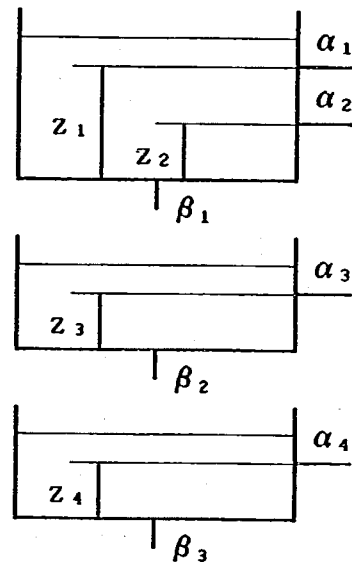
これらの図及び表より、ここで設定した2種類の融雪流出モデルは、概ね検証流域における融雪流出機構を再現しているものとみなすことができる。

表-4.3 検討対象融雪出水

A ダム			B ダム		
出水名	再現対象期間	基底流量	洪水名	再現対象期間	基底流量
S.57. 3. 5	S.57. 3. 4~ 3. 7	3.0	S.57. 4.16	S.57. 4.15~ 4.18	40.0
S.57. 4.16	S.57. 4.15~ 4.19	15.0	S.57. 5. 4	S.57. 5. 3~ 5. 5	30.0
S.57. 4.25	S.57. 4.23~ 4.27	10.0	S.58. 4.20	S.58. 4.18~ 4.21	50.0
S.58. 3. 3	S.58. 3. 2~ 3. 4	2.0	S.58. 4.27	S.58. 4.24~ 4.28	50.0
S.58. 4.20	S.58. 4.19~ 4.23	20.0	S.58. 5.17	S.58. 5.16~ 5.18	10.0
S.58. 5.17	S.58. 5.16~ 5.19	10.0	S.59. 4. 6	S.59. 4. 4~ 4. 7	10.0
S.59. 4. 6	S.59. 4. 4~ 4. 8	5.5	S.59. 4.18	S.59. 4.18~ 4.21	35.0
S.60. 3.26	S.60. 3.25~ 3.29	5.0	S.60. 3.26	S.60. 3.25~ 3.27	20.0
S.60. 5. 6	S.60. 5. 5~ 5. 9	20.0	S.60. 4. 4	S.60. 4. 3~ 4. 6	25.0
S.61. 4.28	S.61. 4.27~ 4.29	30.0	S.61. 5.15	S.61. 5.14~ 5.17	20.0

表-4.4 タンクモデルの構造とパラメータ

パラメータ		Aダム	Bダム
第1段	α_1	0.11	0.085
	α_2	0.062	0.059
	β_1	0.020	0.015
	Z_1 ■■	64	33
	Z_2 ■■	8	7
第2段	α_3	0.019	0.018
	β_2	0.0061	0.0056
	Z_3 ■■	12	12
第3段	α_4	0.0017	0.0014
	β_3	0.0006	0.0005
	Z_4 ■■	10	10



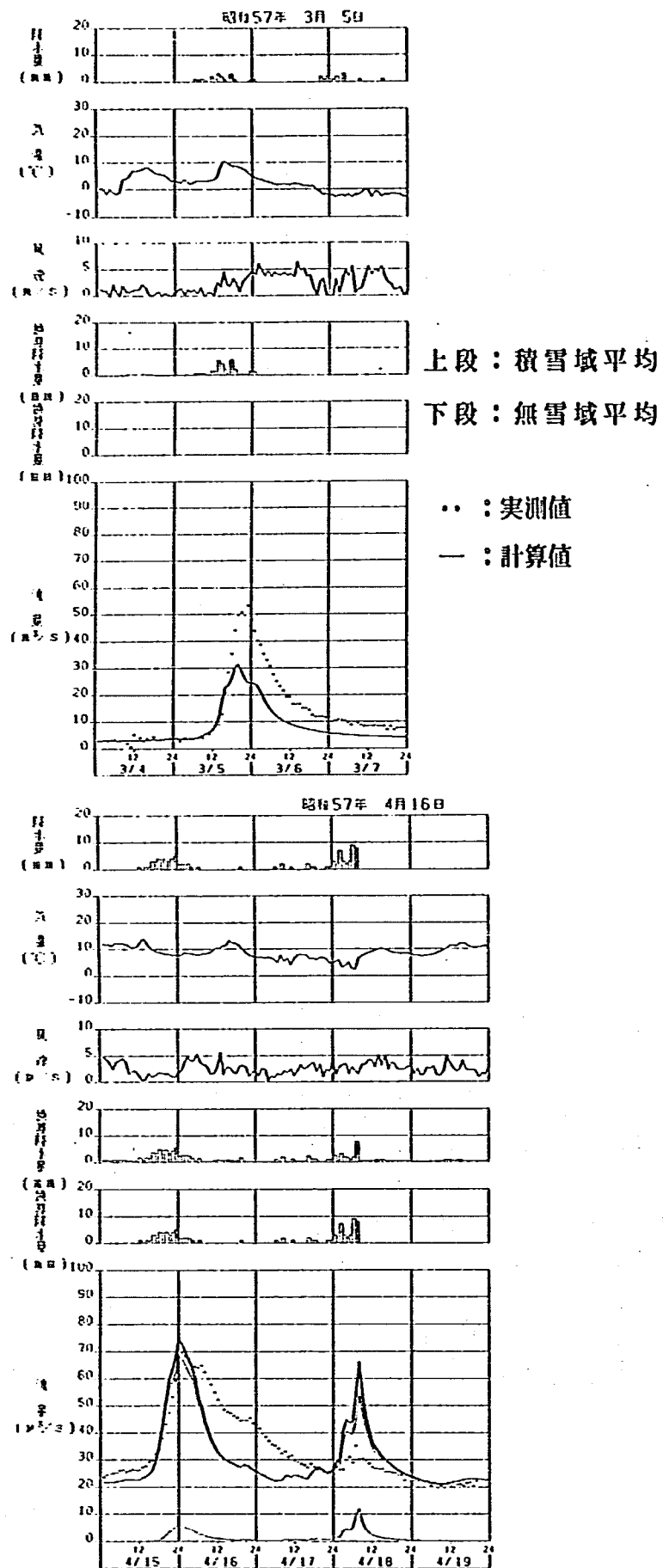


図-4.5(1) 貯留関数法によるAダム流域融雪流出計算結果(その1)

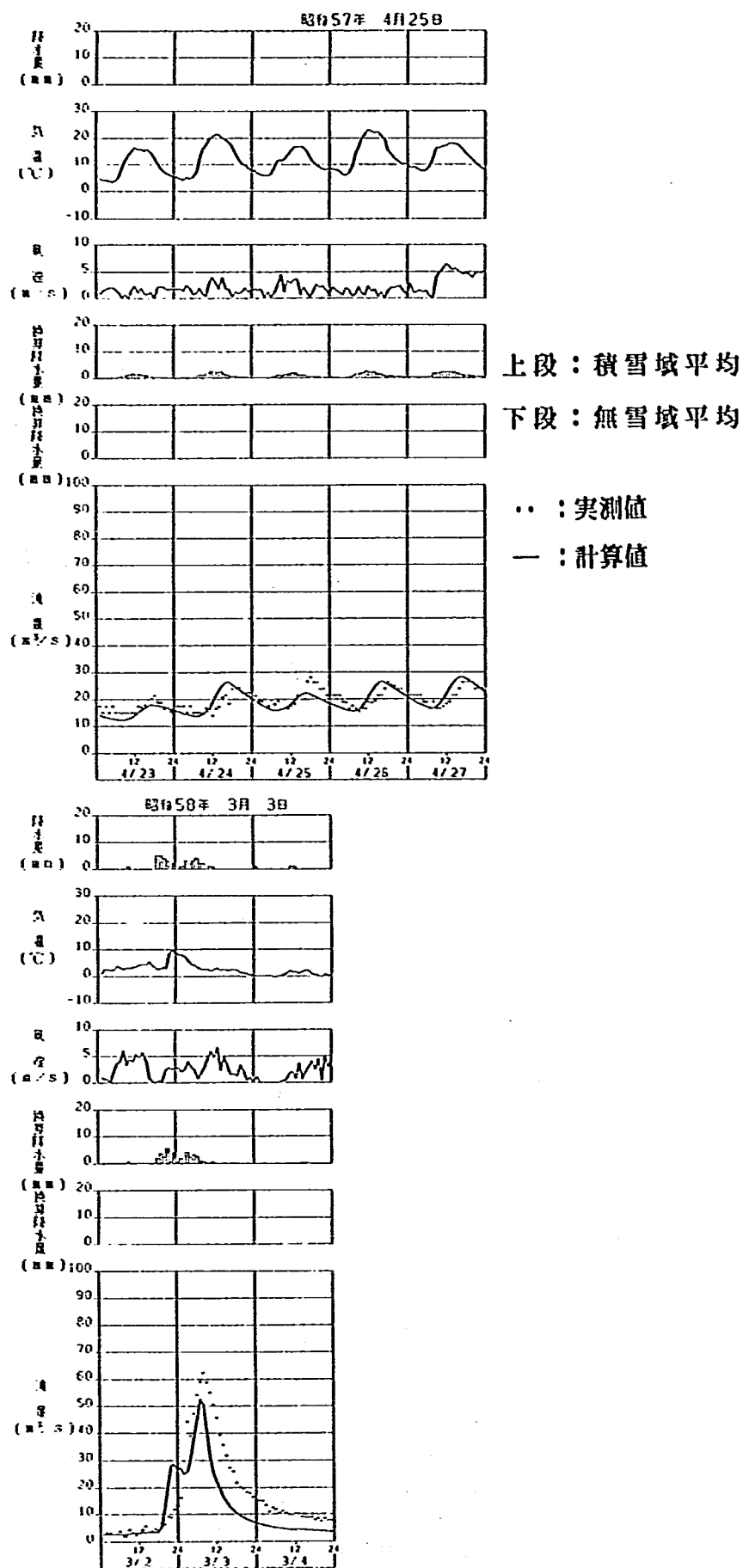


図-4.5(2) 貯留関数法によるAダム流域融雪流出計算結果(その2)

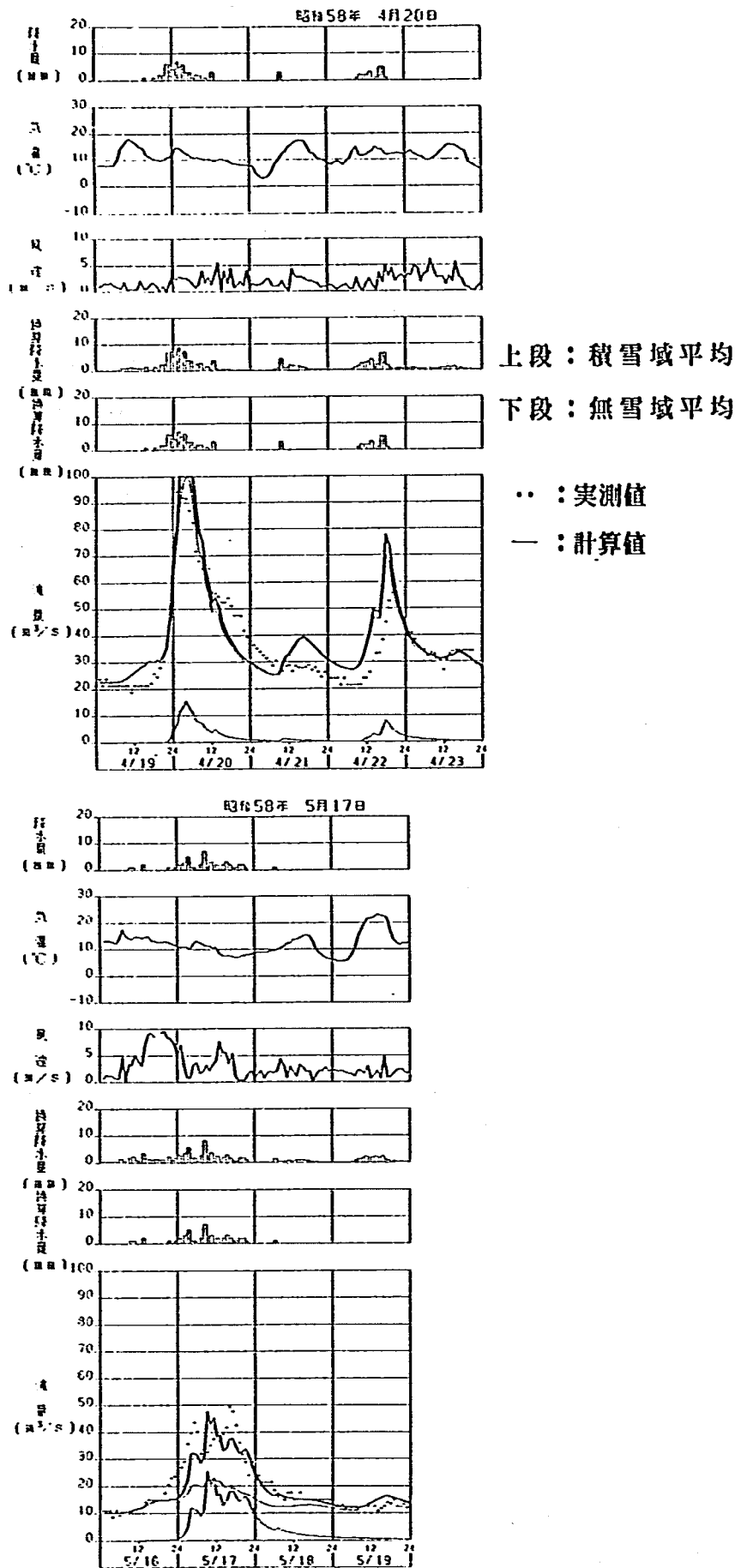


図-4.5(3) 貯留関数法によるAダム流域融雪流出計算結果(その3)

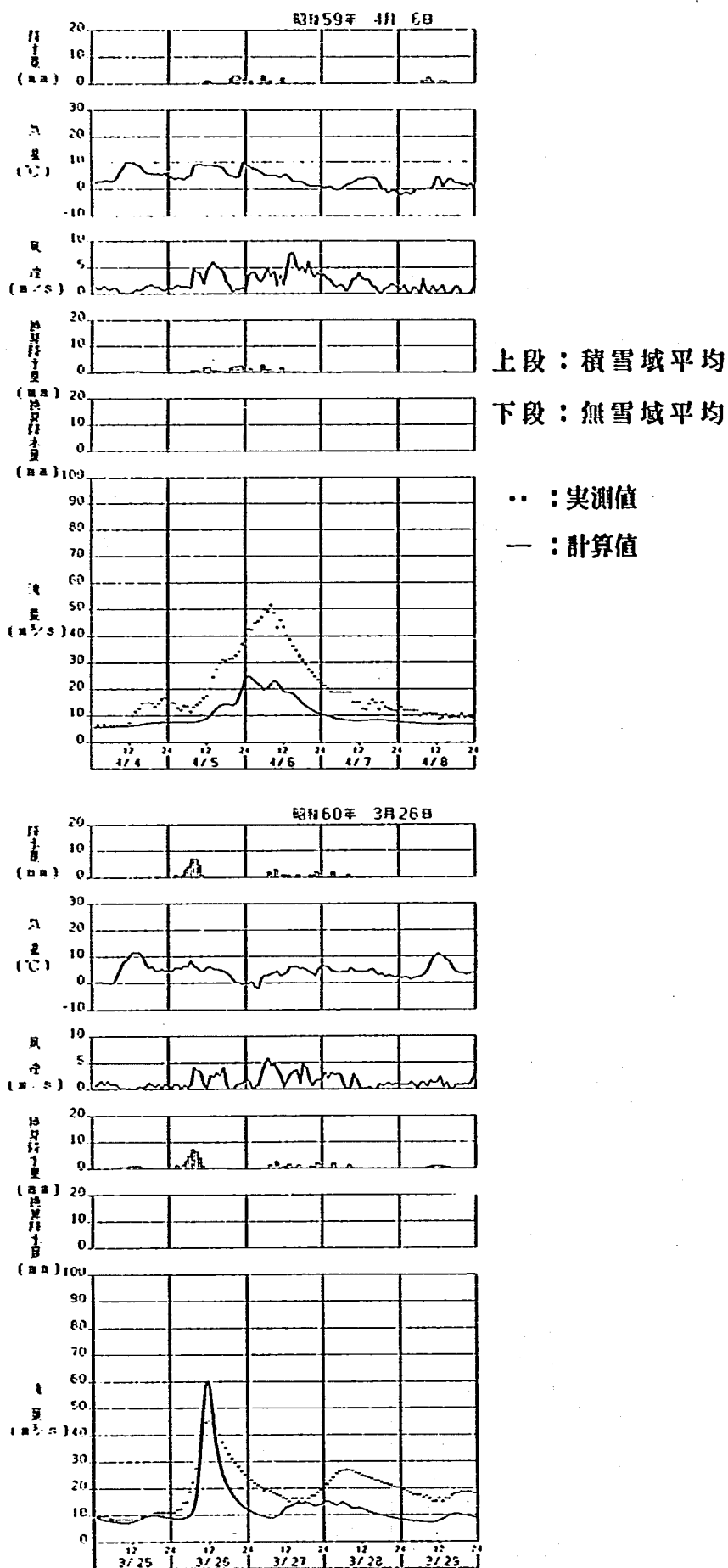


図-4.5(4) 貯留関数法によるAダム流域融雪流出計算結果(その4)

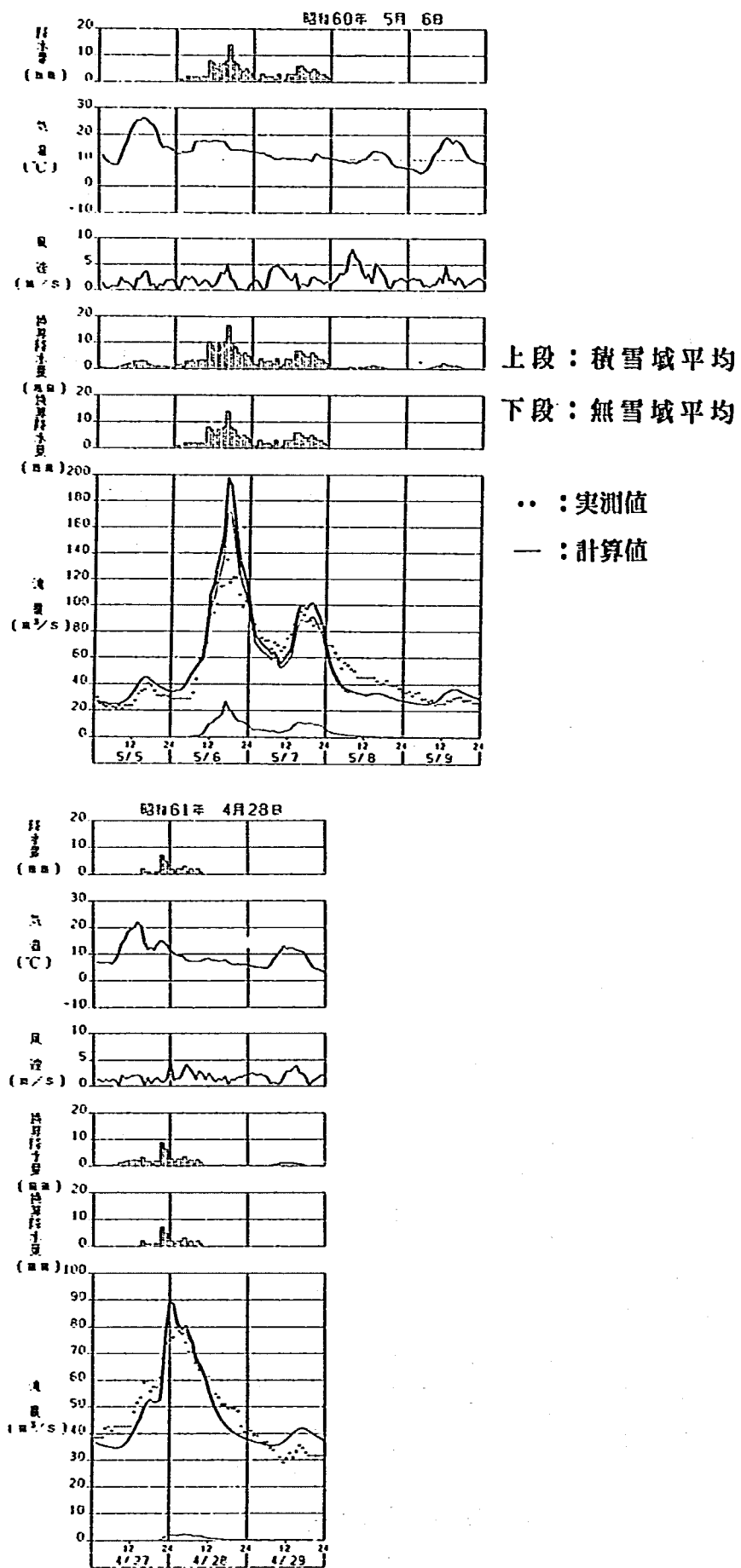


図-4.5(5) 貯留関数法によるAダム流域融雪流出計算結果(その5)

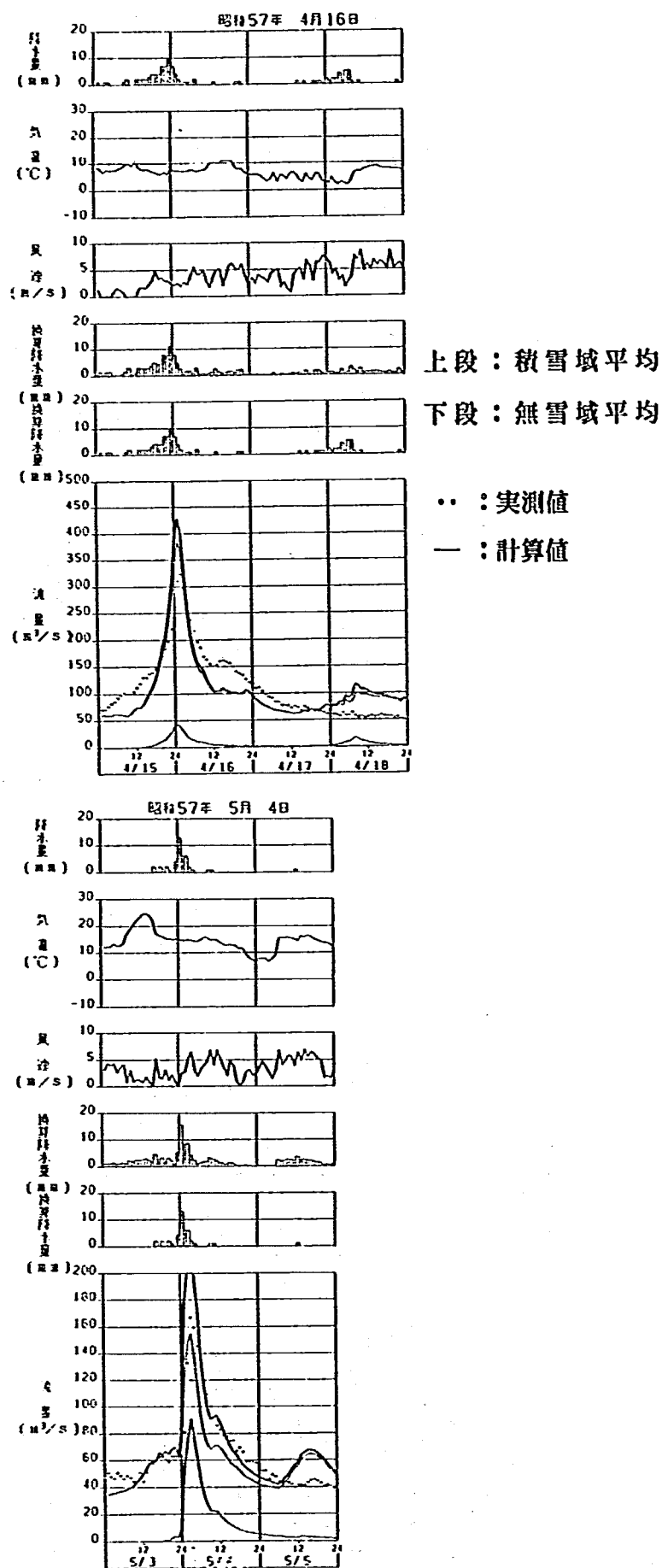


図-4.6(1) 貯留関数法によるBダム流域融雪流出計算結果(その1)

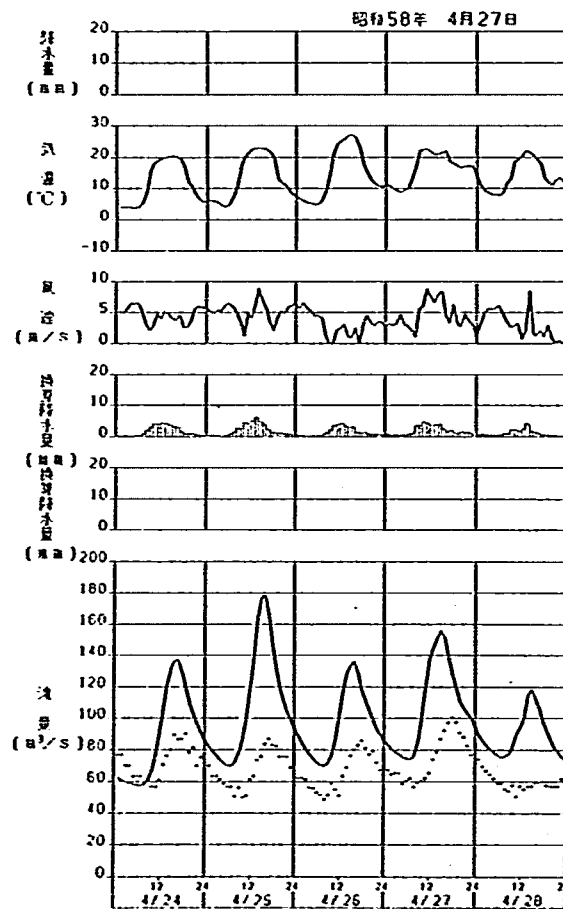
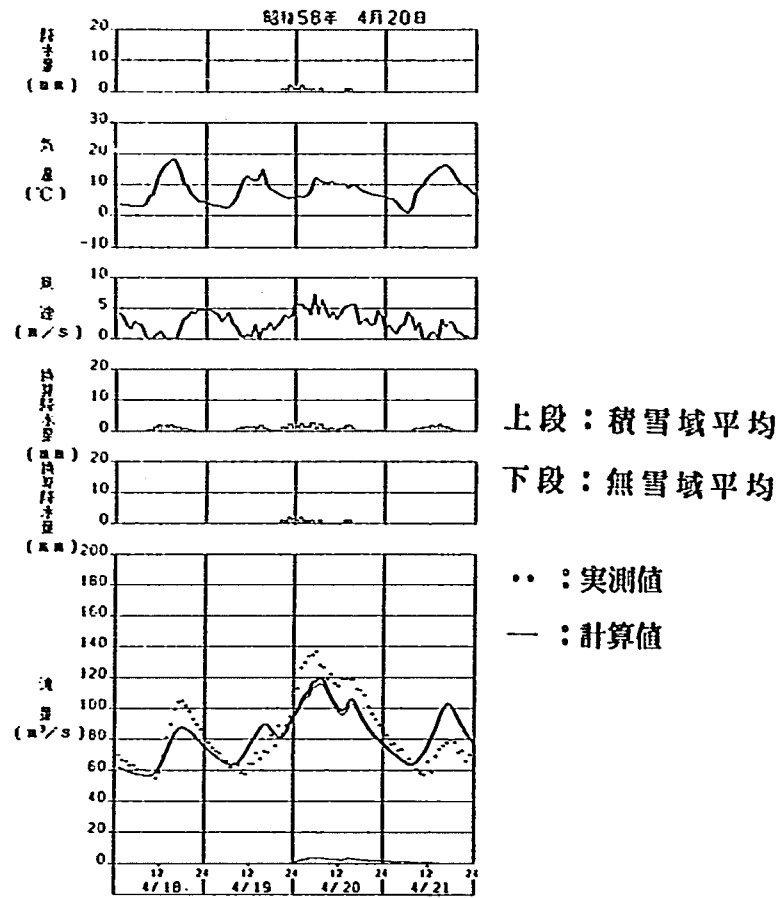


図-4.6(2) 貯留関数法によるBダム流域融雪流出計算結果(その2)

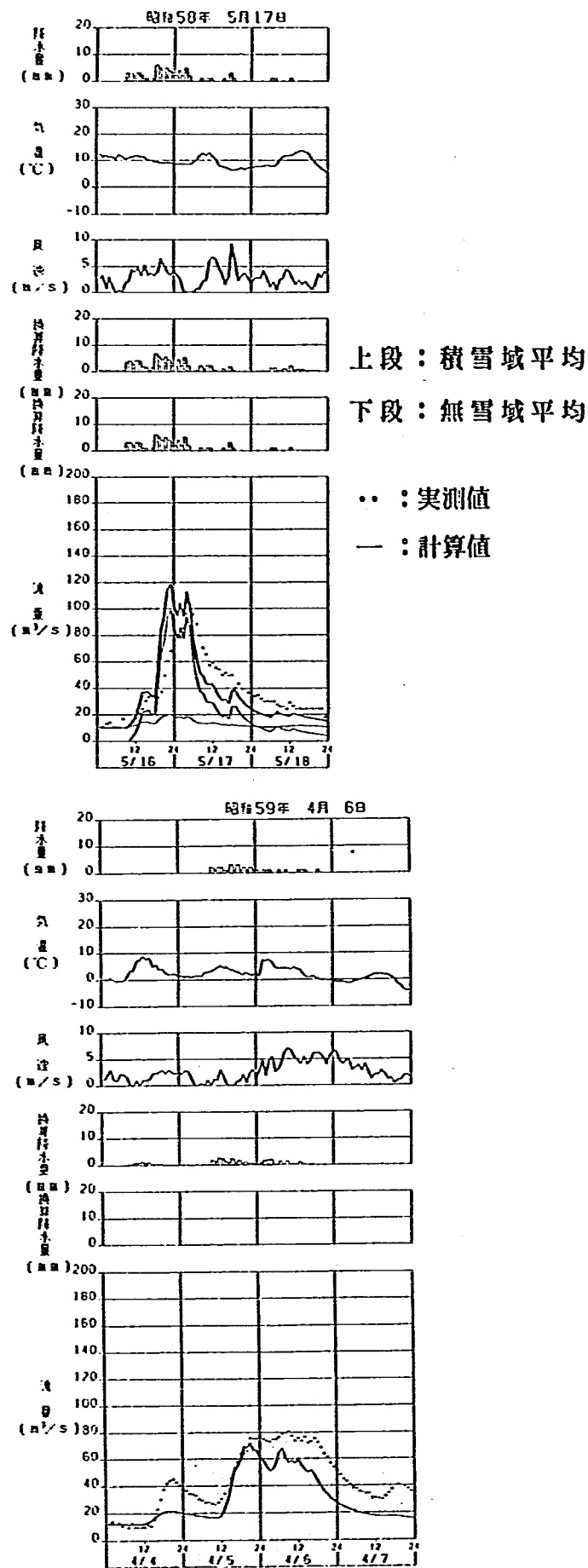
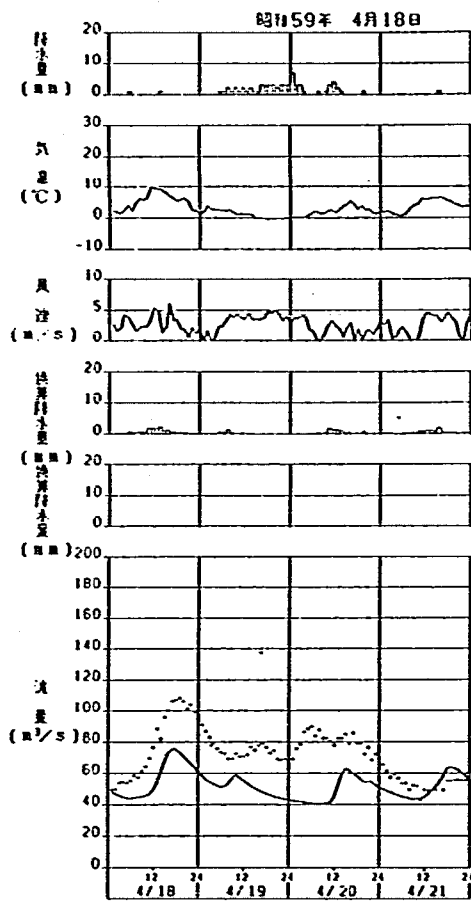


図-4.6(3) 貯留関数法によるBダム流域融雪流出計算結果(その3)



上段：積雪域平均

下段：無雪域平均

.. : 実測値

— : 計算値

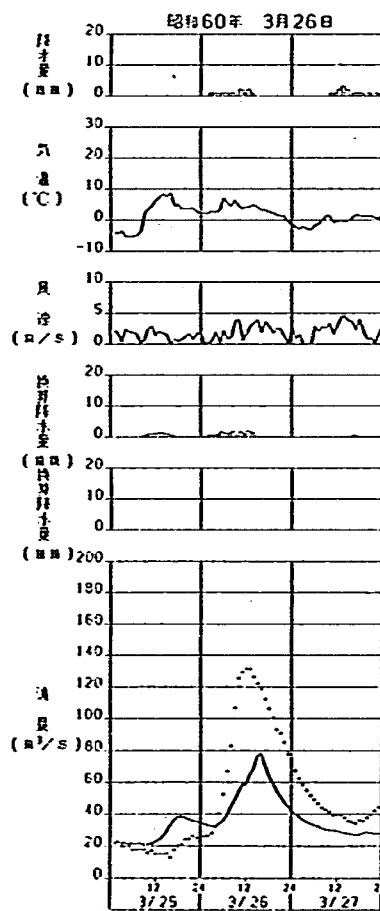


図-4.6(4) 貯留関数法によるBダム流域融雪流出計算結果(その4)

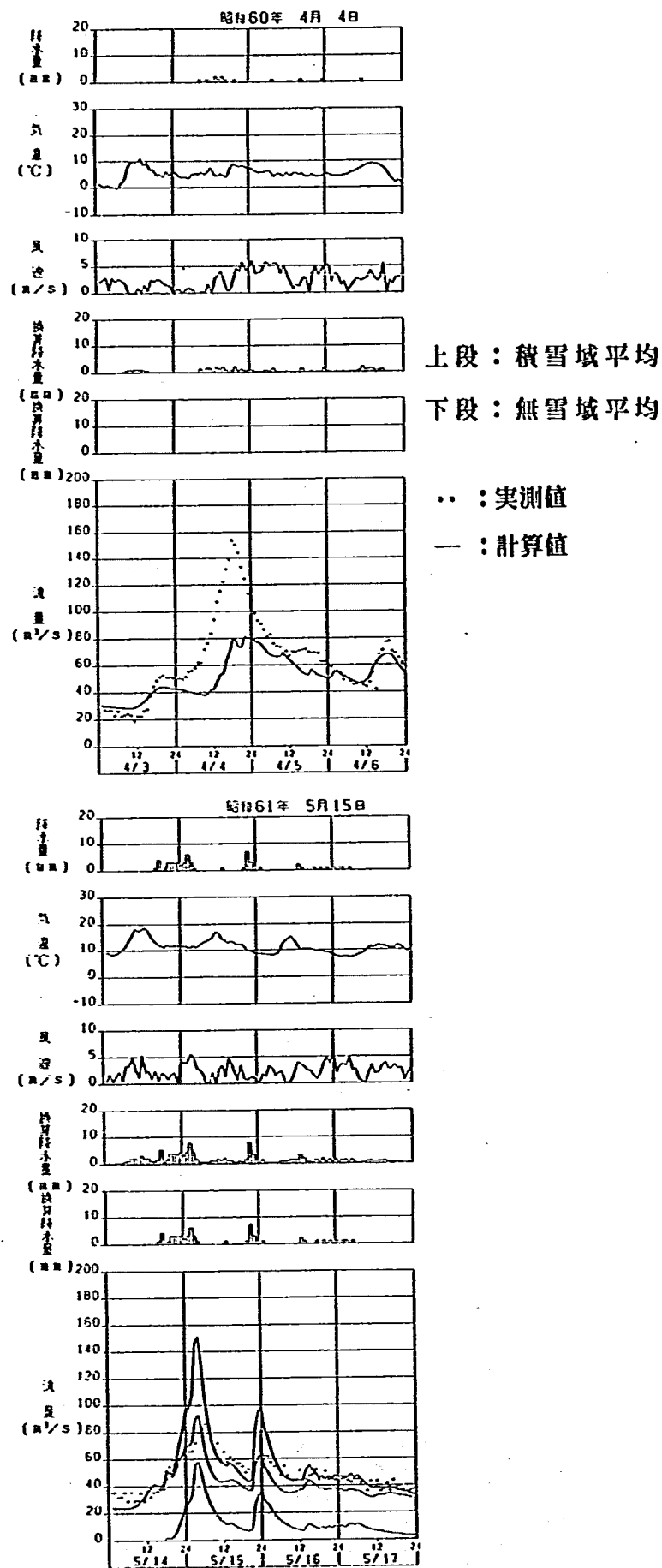


図-4.6(5) 貯留関数法によるBダム流域融雪流出計算結果(その5)

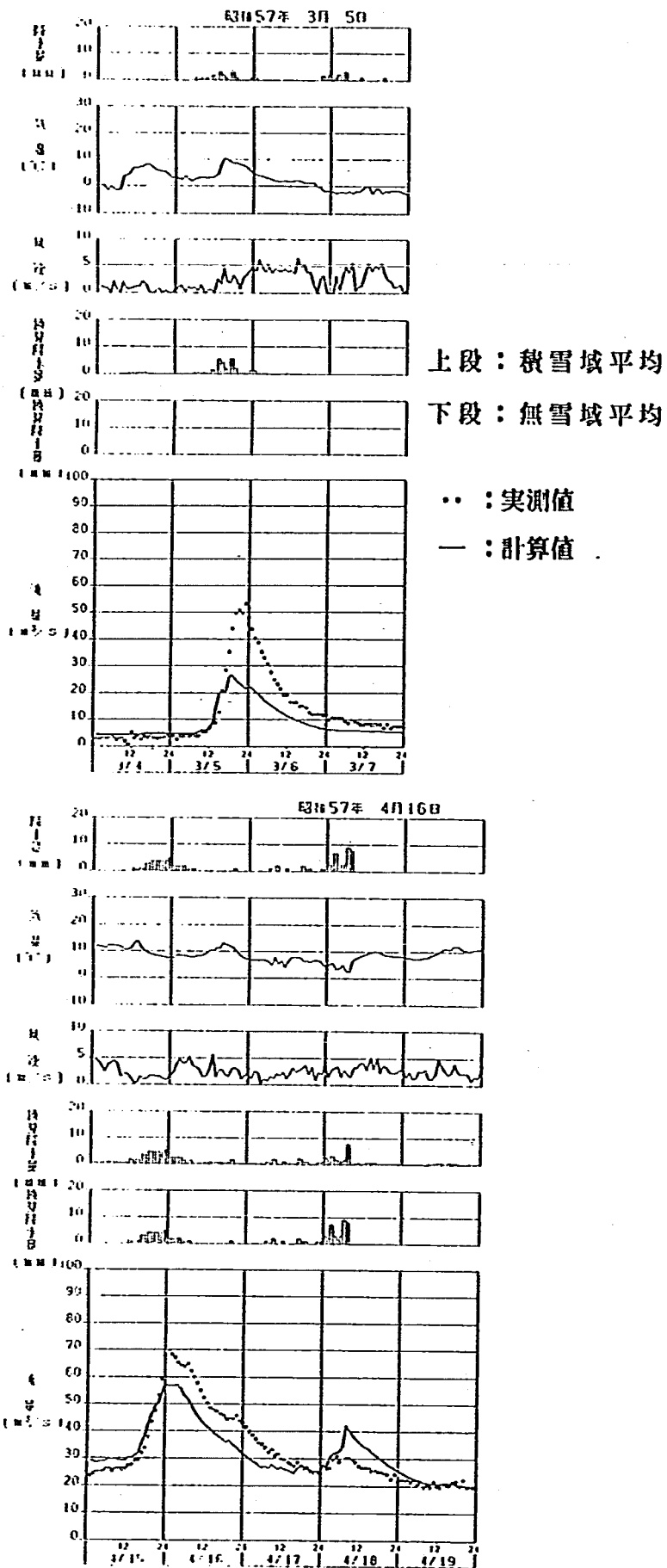


図-4.7(1) タンクモデルによるAダム流域融雪流出計算結果(その1)

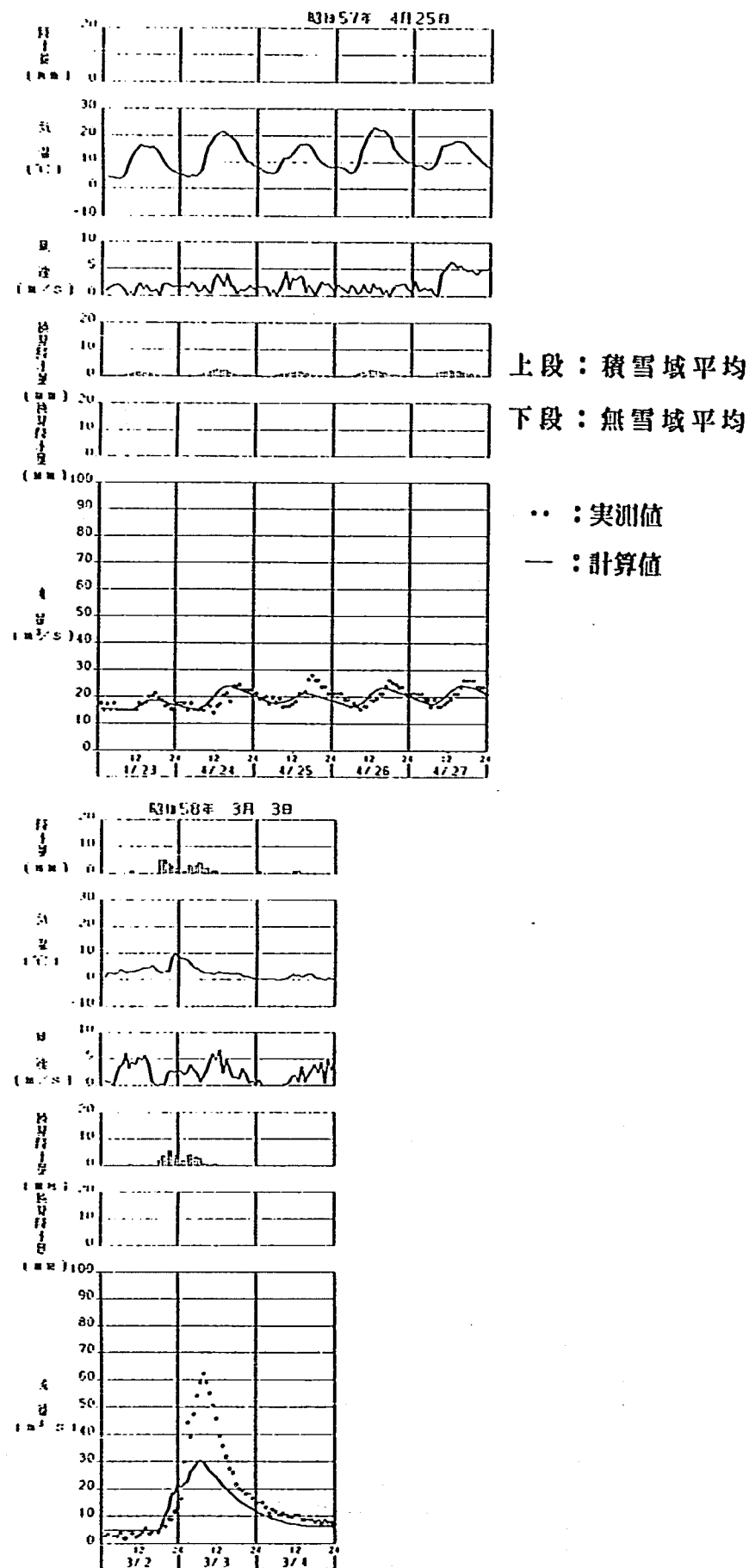


図-4.7(2) タンクモデルによるAダム流域融雪流出計算結果(その2)

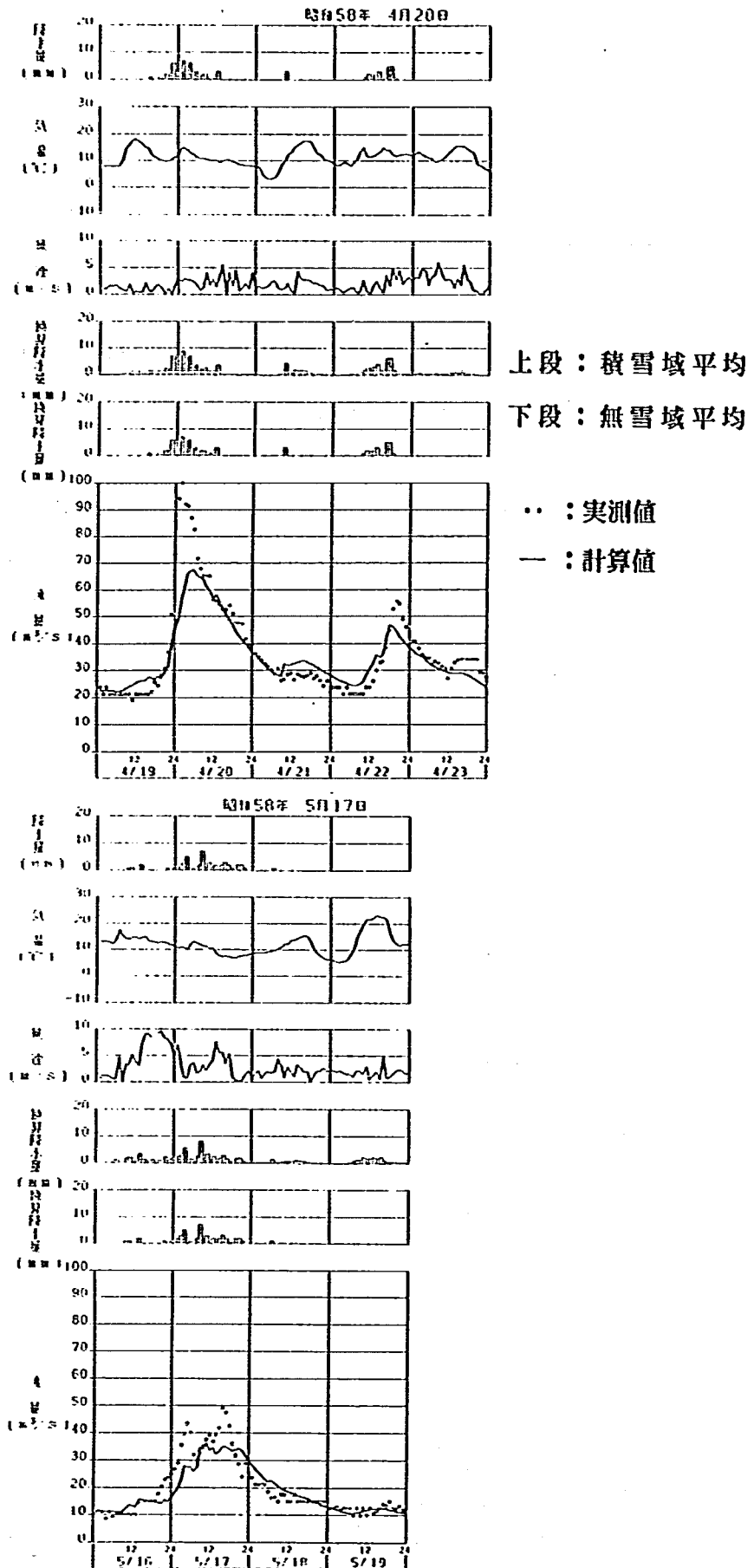


図-4.7(3) タンクモデルによるAダム流域融雪流出計算結果(その3)

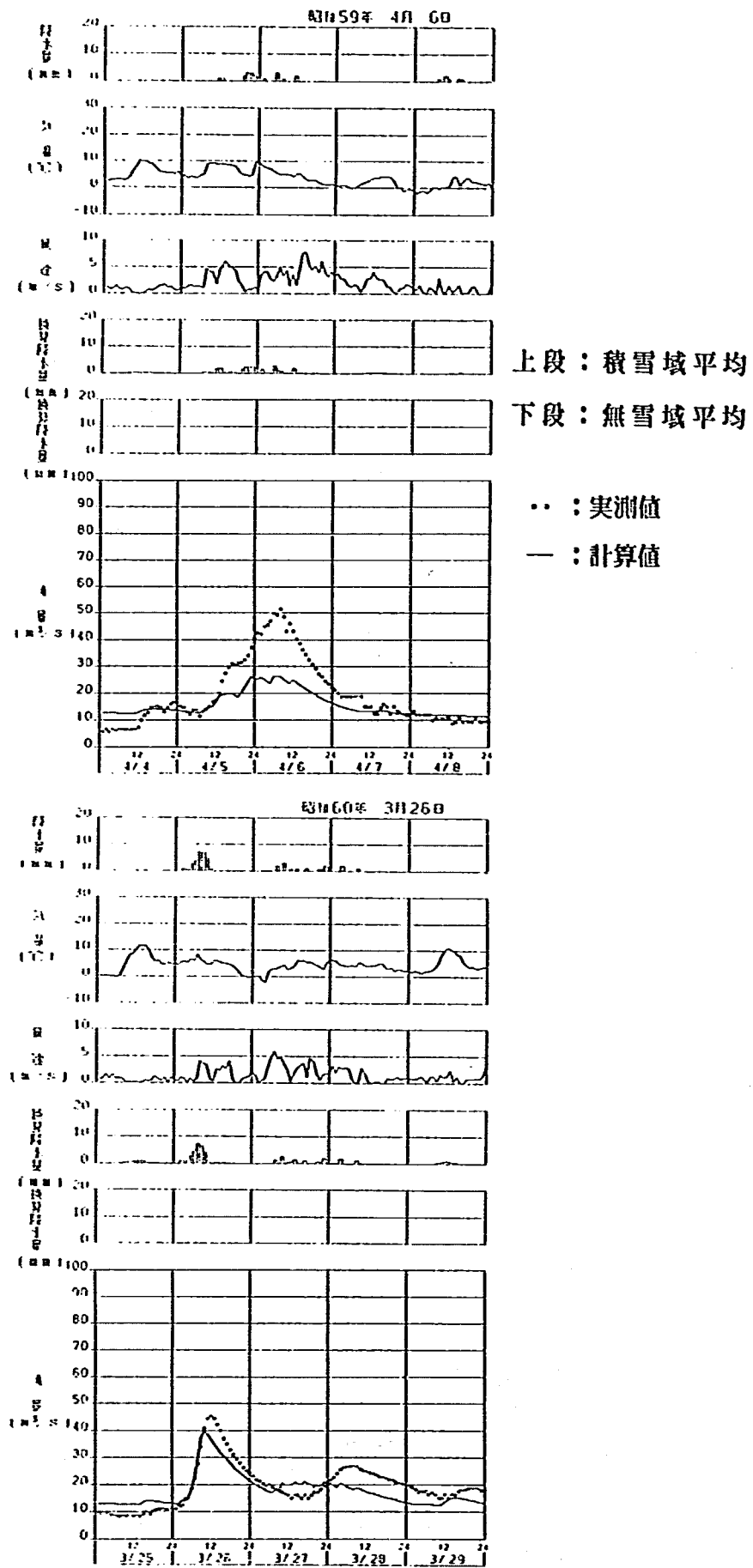


図-4.7(4) タンクモデルによるAダム流域融雪流出計算結果(その4)

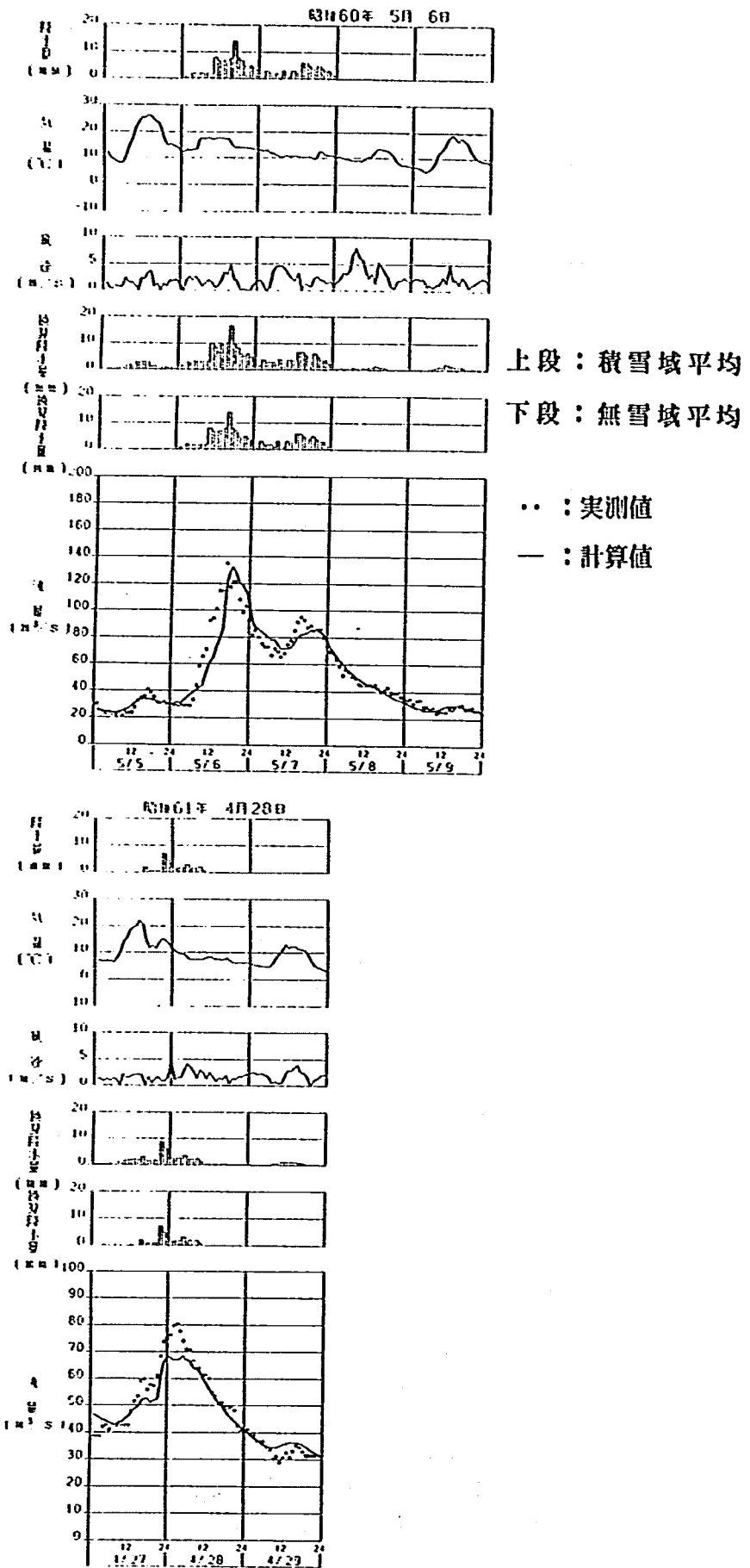


図-4.7(5) タンクモデルによるAダム流域融雪流出計算結果(その5)

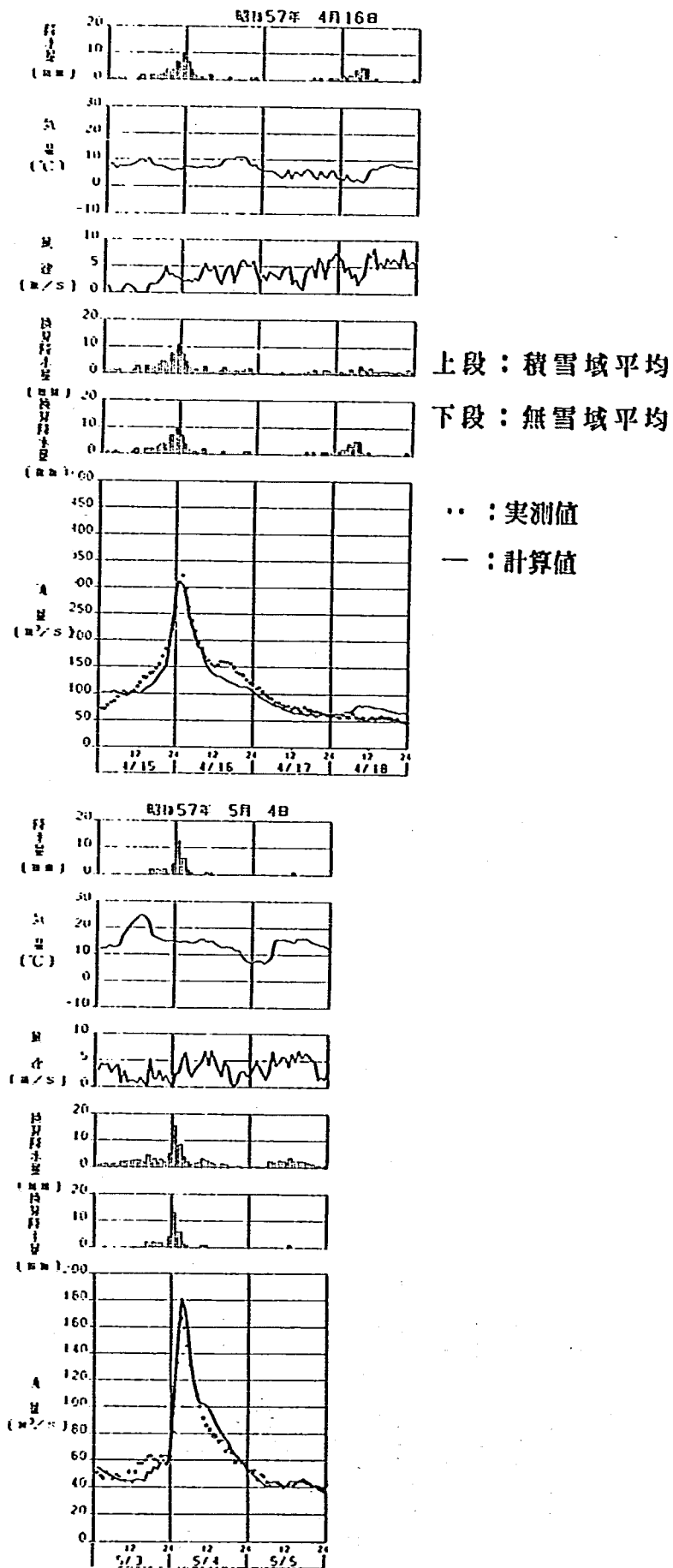


図-4.8(1) タンクモデルによるBダム流域融雪流出計算結果(その1)

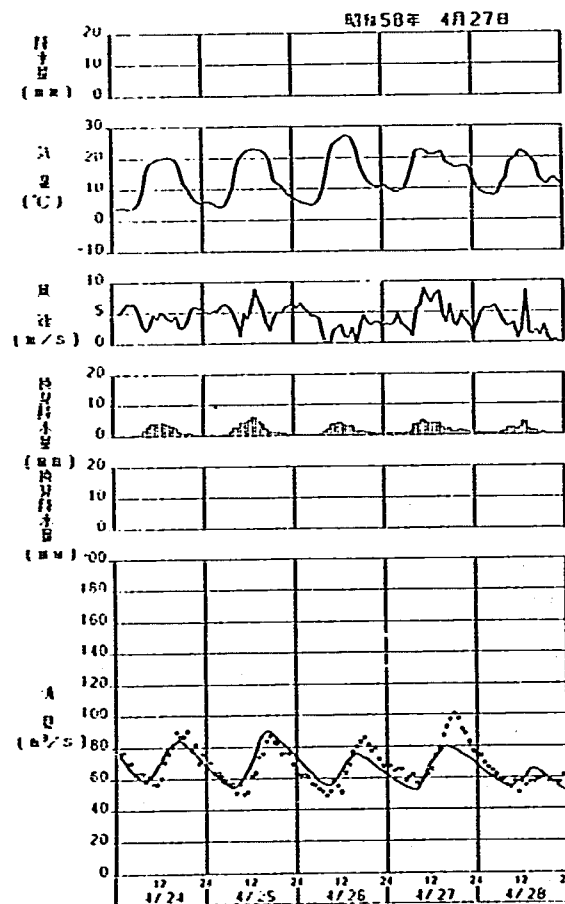
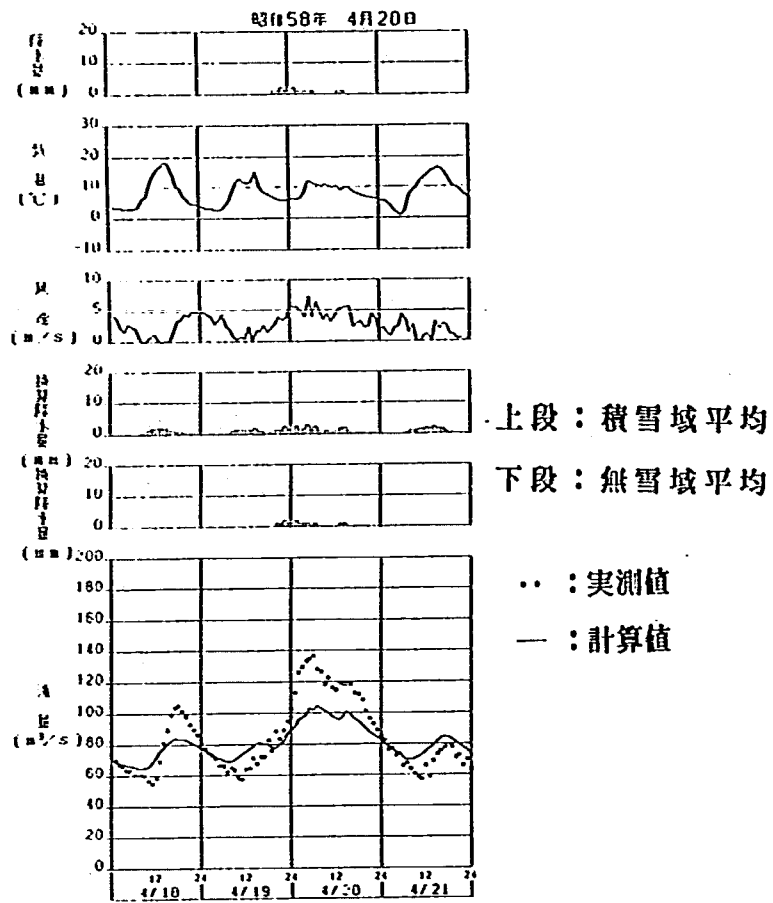


図-4.8(2) タンクモデルによるBダム流域融雪流出計算結果(その2)

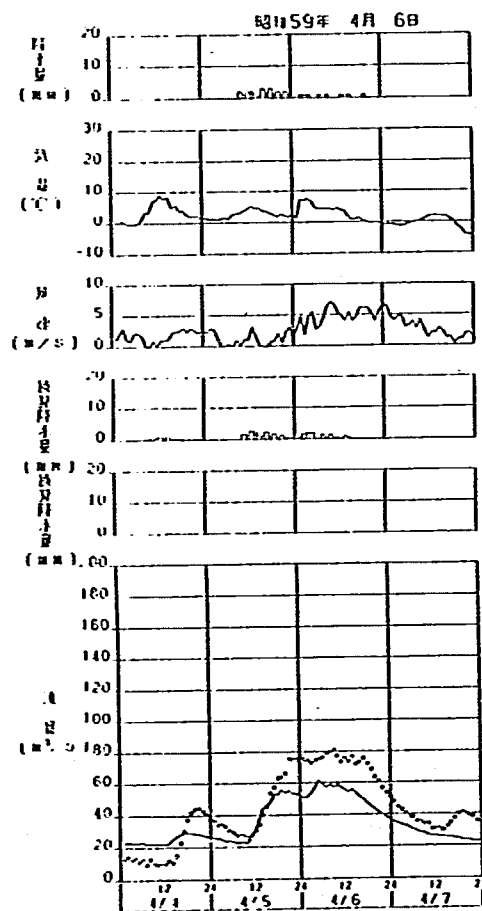
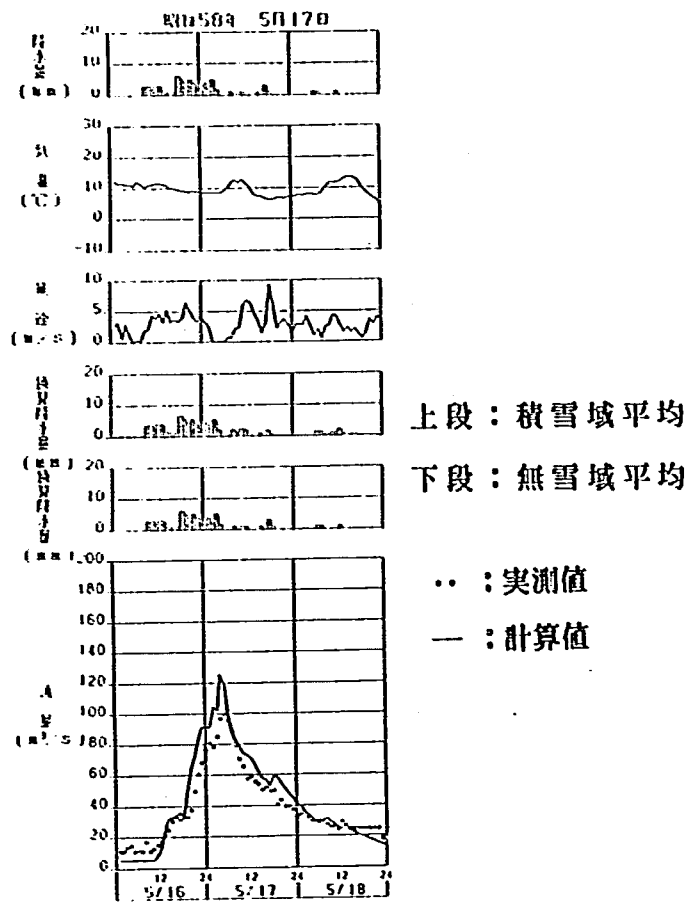


図-4.8(3) タンクモデルによるBダム流域融雪流出計算結果(その3)

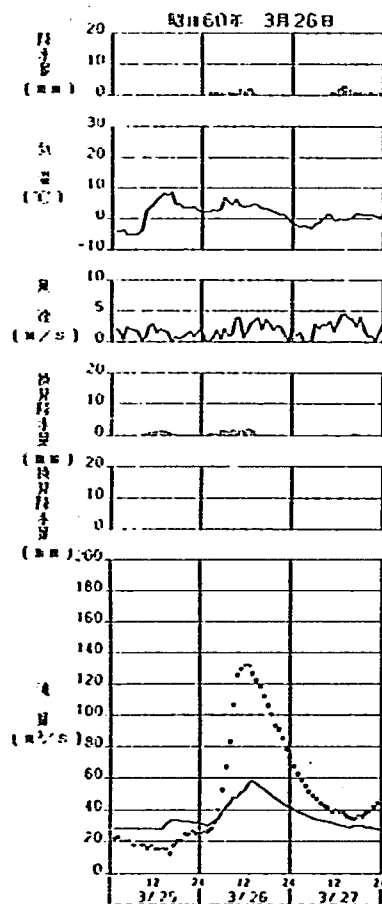
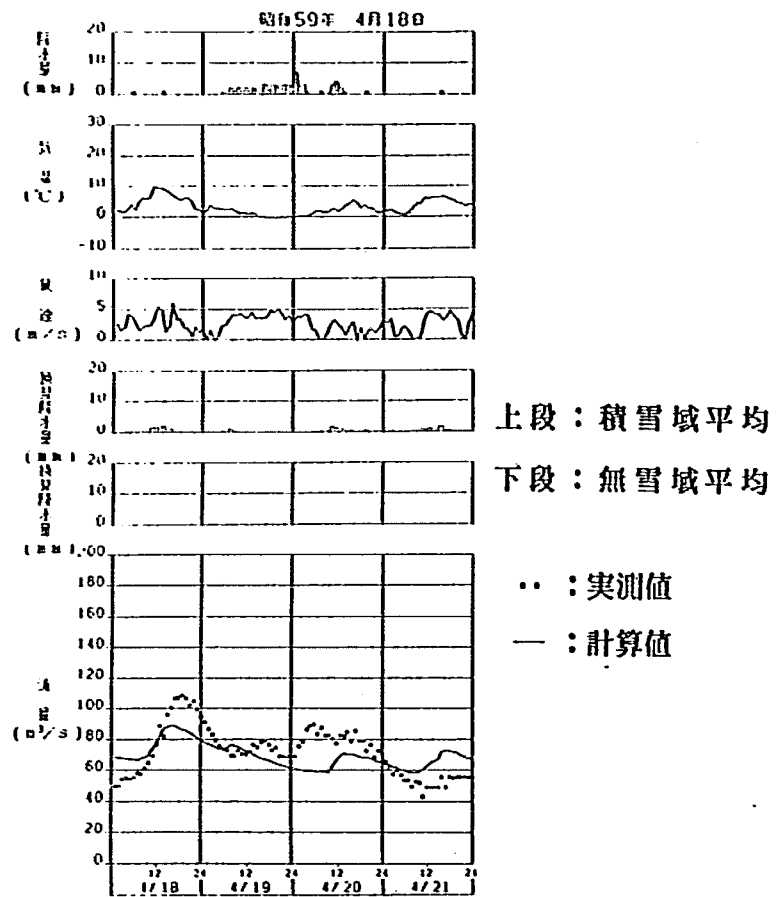


図-4.8(4) タンクモデルによるBダム流域融雪流出計算結果(その4)

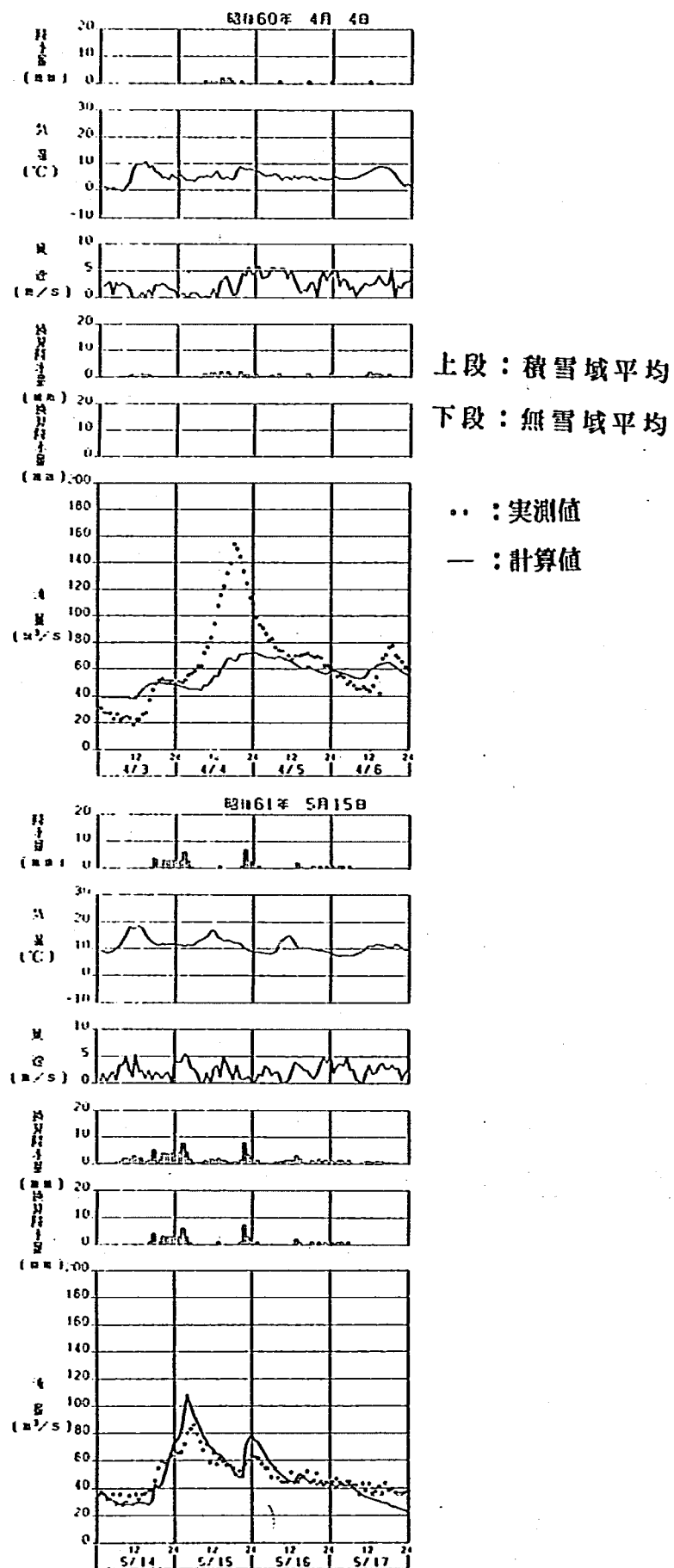


図-4.8(5) タンクモデルによるBダム流域融雪流出計算結果(その5)

表-4.5 (1) 融雪流出計算結果 (Aダム)

モデル	出水名	総融雪量 (10^6 m^3)	ピーク流量 (実績) (m^3/s)	総流出量 (実績) (10^6 m^3)	ピーク流量 (計算) (m^3/s)	総流出量 (計算) (10^6 m^3)	総流出 量の比
貯留関数法	S.57. 3. 5	2.52	53.27	3.54	31.27	1.80	0.51
	S.57. 4.16	8.41	69.62	7.87	72.72	7.01	0.89
	S.57. 4.25	4.93	28.02	4.13	26.32	3.96	0.96
	S.58. 3. 3	2.86	62.30	3.83	52.43	2.49	0.65
	S.58. 4.20	10.18	103.40	7.29	118.88	8.60	1.18
	S.58. 5.17	4.56	49.33	3.33	45.41	3.04	0.91
	S.59. 4. 6	2.92	51.50	6.03	24.99	2.09	0.35
	S.60. 3.26	4.32	45.06	6.24	60.09	3.35	0.54
	S.60. 5. 6	18.38	121.34	14.03	197.66	15.34	1.09
	S.61. 4.28	5.41	80.28	4.67	89.59	4.54	0.97
タ ン ク モ デ ル	S.57. 3. 5	2.52	53.27	3.54	26.78	2.08	0.59
	S.57. 4.16	8.41	69.62	7.87	57.11	7.37	0.94
	S.57. 4.25	4.93	28.02	4.13	24.15	4.02	0.97
	S.58. 3. 3	2.86	62.30	3.83	30.62	2.63	0.69
	S.58. 4.20	10.18	103.40	7.29	67.59	6.51	0.89
	S.58. 5.17	4.56	49.33	3.33	35.88	3.01	0.90
	S.59. 4. 6	2.92	51.50	6.03	26.35	4.42	0.73
	S.60. 3.26	4.32	45.06	6.24	39.93	5.59	0.90
	S.60. 5. 6	18.38	121.34	14.03	132.36	13.74	0.98
	S.61. 4.28	5.41	80.28	4.67	68.40	4.44	0.95

総流出量は表-5. 2の基底流量分を除いた値

表-4.5 (2) 融雪流出計算結果 (Bダム)

モデル	出水名	総融雪量 (10^6 m^3)	ピーク流量 (実績) (m^3/s)	総流出量 (実績) (10^6 m^3)	ピーク流量 (計算) (m^3/s)	総流出量 (計算) (10^6 m^3)	総流出 量の比
貯留関数法	S.57. 4.16	28.26	322.91	24.83	427.76	24.63	0.99
	S.57. 5. 4	14.33	166.72	5.97	245.29	10.35	1.73
	S.58. 4.20	12.46	136.44	11.70	120.08	11.11	0.95
	S.58. 4.27	21.22	100.33	7.59	178.51	20.71	2.73
	S.58. 5.17	14.39	99.61	7.49	118.78	6.92	0.92
	S.59. 4. 6	7.52	80.52	11.64	71.48	6.98	0.60
	S.59. 4.18	6.81	108.05	12.73	75.64	5.96	0.47
	S.60. 3.26	5.01	131.46	7.82	76.89	4.32	0.55
	S.60. 4. 4	10.74	153.94	13.90	80.98	9.36	0.67
	S.61. 5.15	16.38	86.20	6.44	150.67	11.25	1.75
タ ン ク モ デ ル	S.57. 4.16	28.26	322.91	24.83	311.21	22.79	0.92
	S.57. 5. 4	14.33	166.72	5.97	181.52	6.30	1.06
	S.58. 4.20	12.46	136.44	11.70	104.68	10.71	0.92
	S.58. 4.27	21.22	100.33	7.59	90.06	7.35	0.97
	S.58. 5.17	14.39	99.61	7.49	125.38	8.52	1.14
	S.59. 4. 6	7.52	80.52	11.64	61.31	8.79	0.76
	S.59. 4.18	6.81	108.05	12.73	89.01	11.88	0.93
	S.60. 3.26	5.01	131.46	7.82	58.69	4.12	0.53
	S.60. 4. 4	10.74	153.94	13.90	71.91	10.66	0.77
	S.61. 5.15	16.38	86.20	6.44	108.57	5.51	0.86

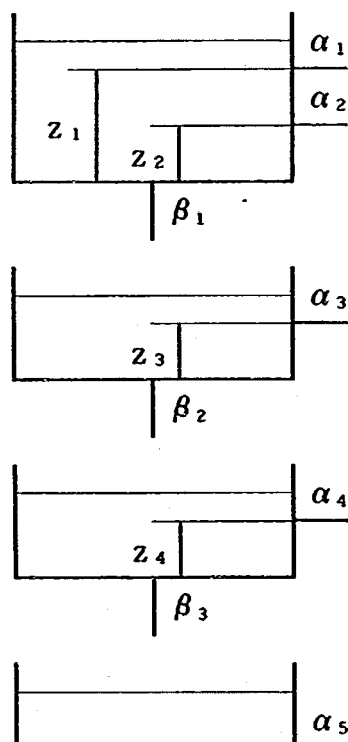
総流出量は表-5. 2の基底流量分を除いた値

4.4 日単位融雪流出モデルの適用

タンクモデルの構造を表-4.6に、昭和56年から61年までの11月～5月の流出計算を行った例を図-4.9及び図-4.10に示す。図より、概ね日単位融雪流出モデルにより2つの流域の流出特性は再現されているものといえることができる。

表-4.6 日単位タンクモデルの構造とパラメータ

パラメータ		Aダム	Bダム
第1段	α_1	0.15	0.25
	α_2	0.15	0.15
	β_1	0.05	0.05
	Z_1 日	60	50
	Z_2 日	15	15
第2段	α_3	0.09	0.05
	β_2	0.03	0.08
	Z_3 日	15	20
第3段	α_4	0.005	0.003
	β_3	0.005	0.01
	Z_4 日	20	20
第4段	α_5	0.003	0.002



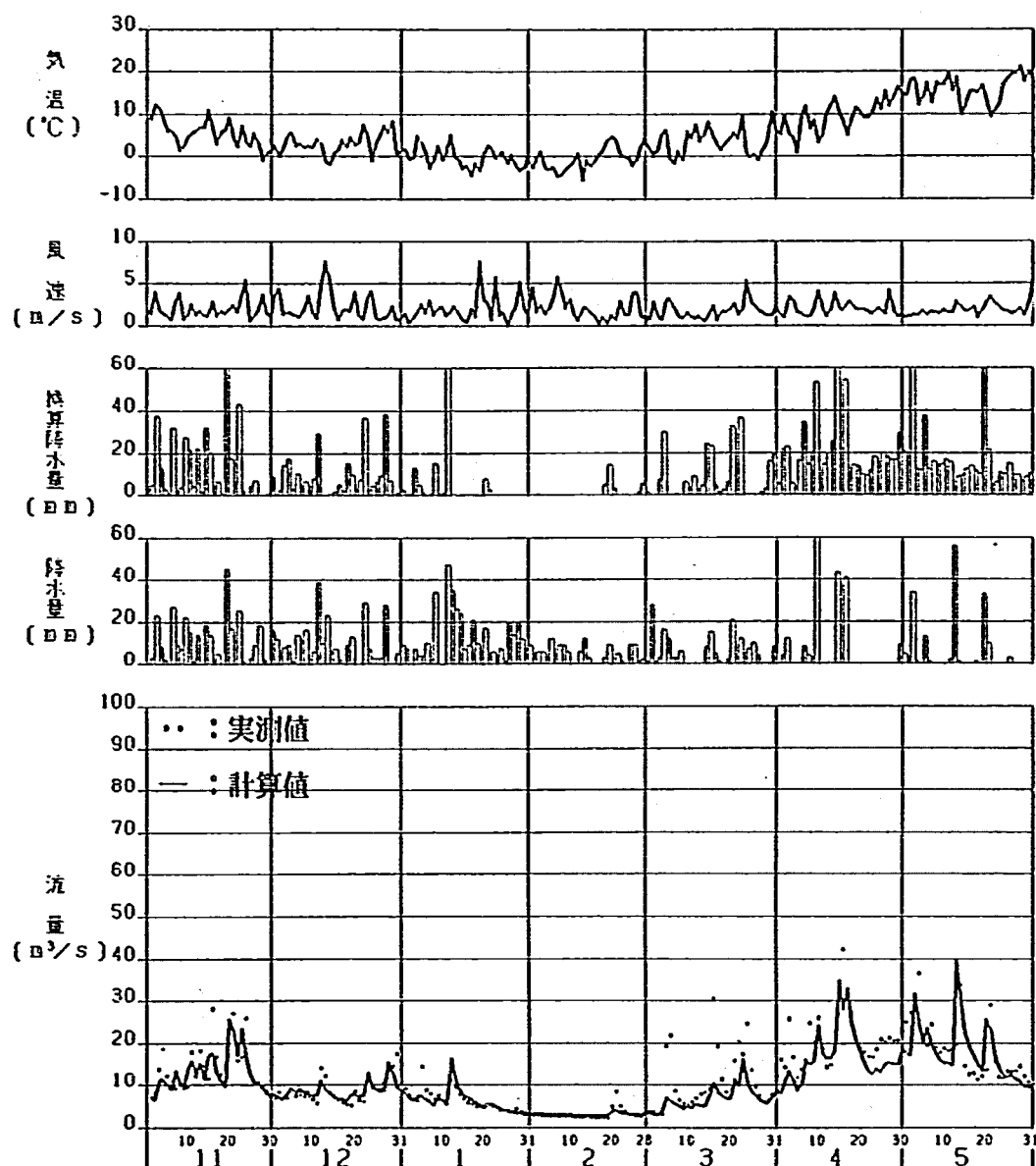


図-4.9(1) Aダム日単位融雪流出計算の結果(昭和56~57年)

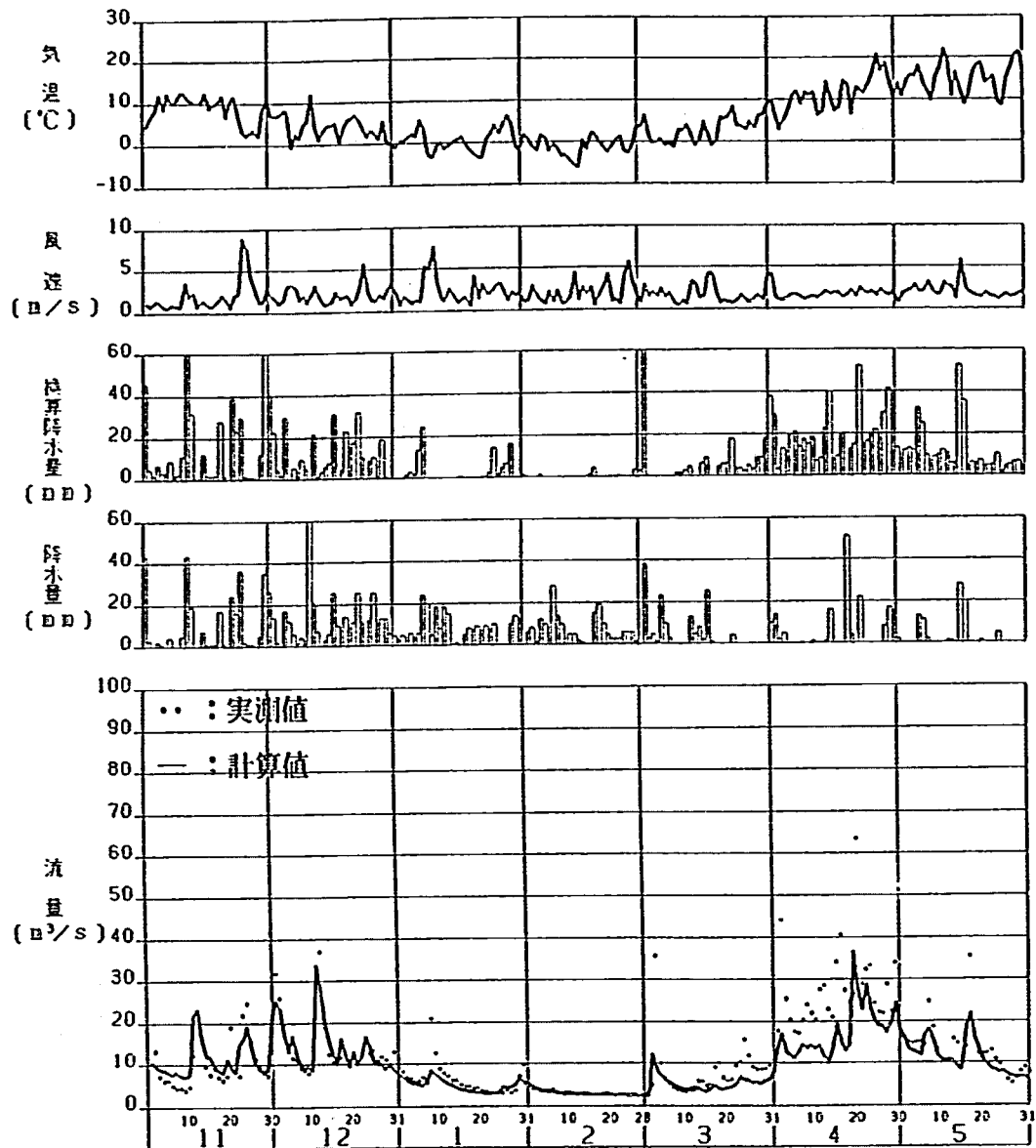


図-4.9(2) Aダム日単位融雪流出計算の結果(昭和57~58年)

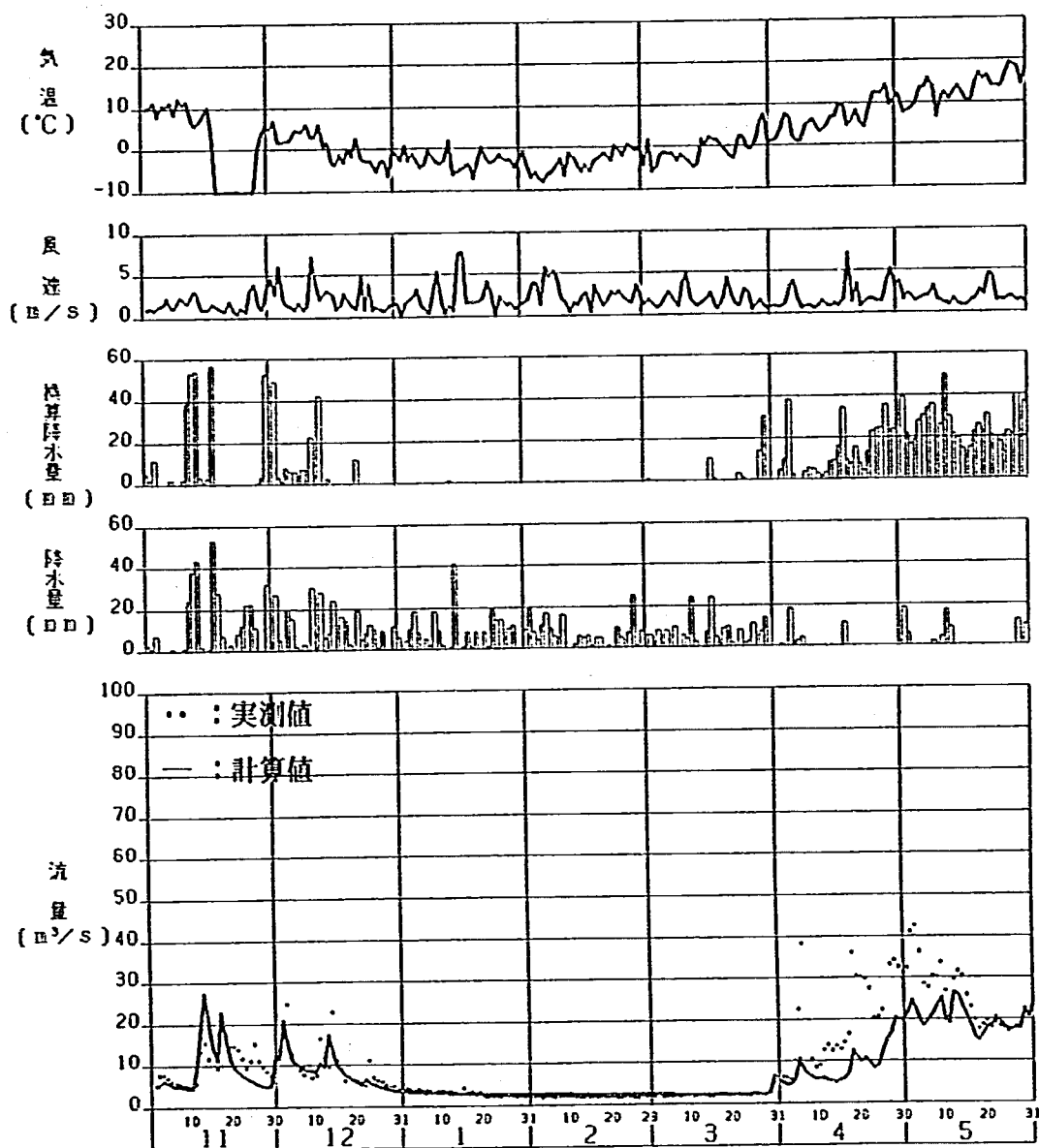


図-4.9(3) Aダム日単位融雪流出計算の結果(昭和58~59年)

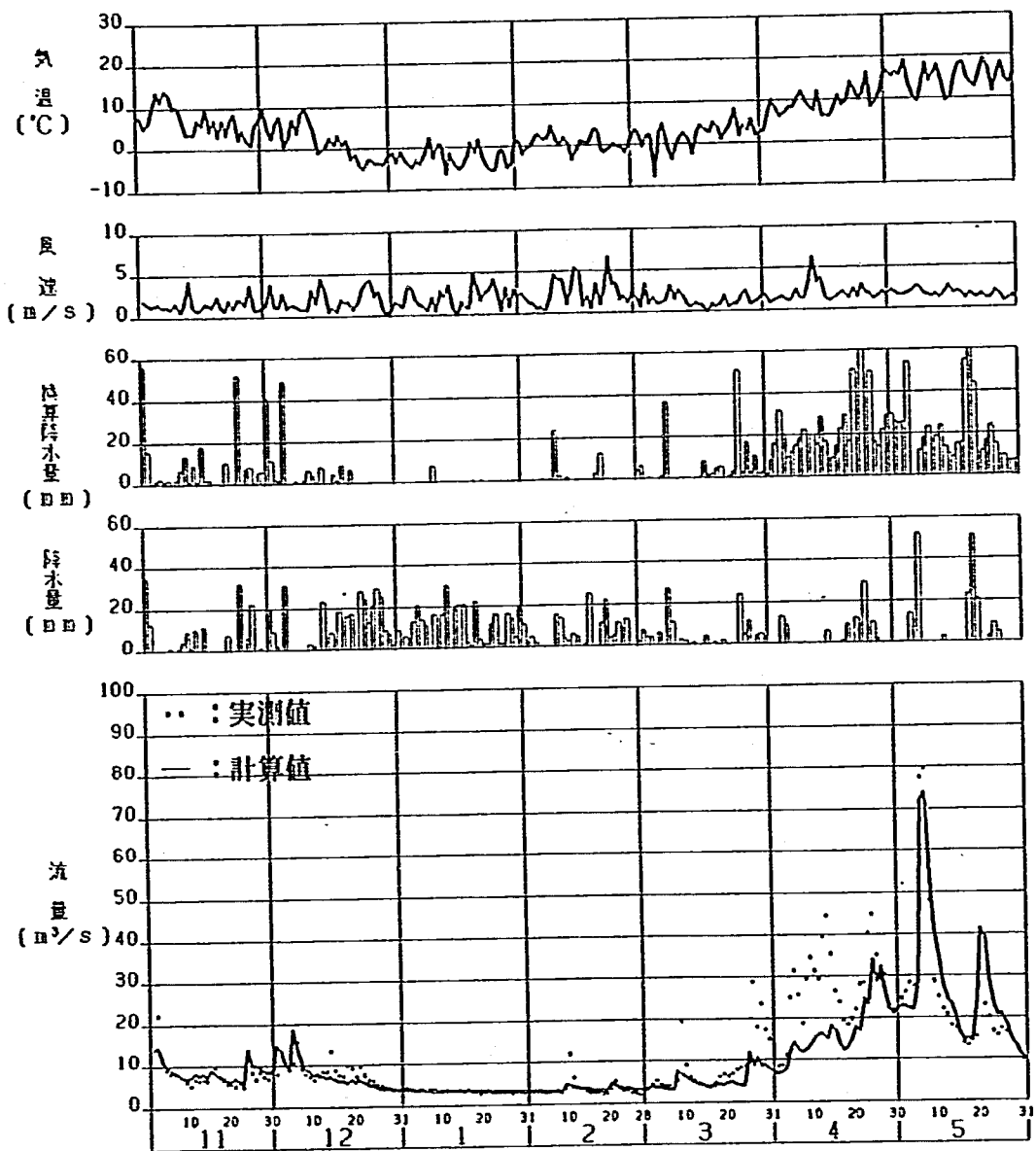


図-4.9(4) Aダム日単位融雪流出計算の結果(昭和59~60年)

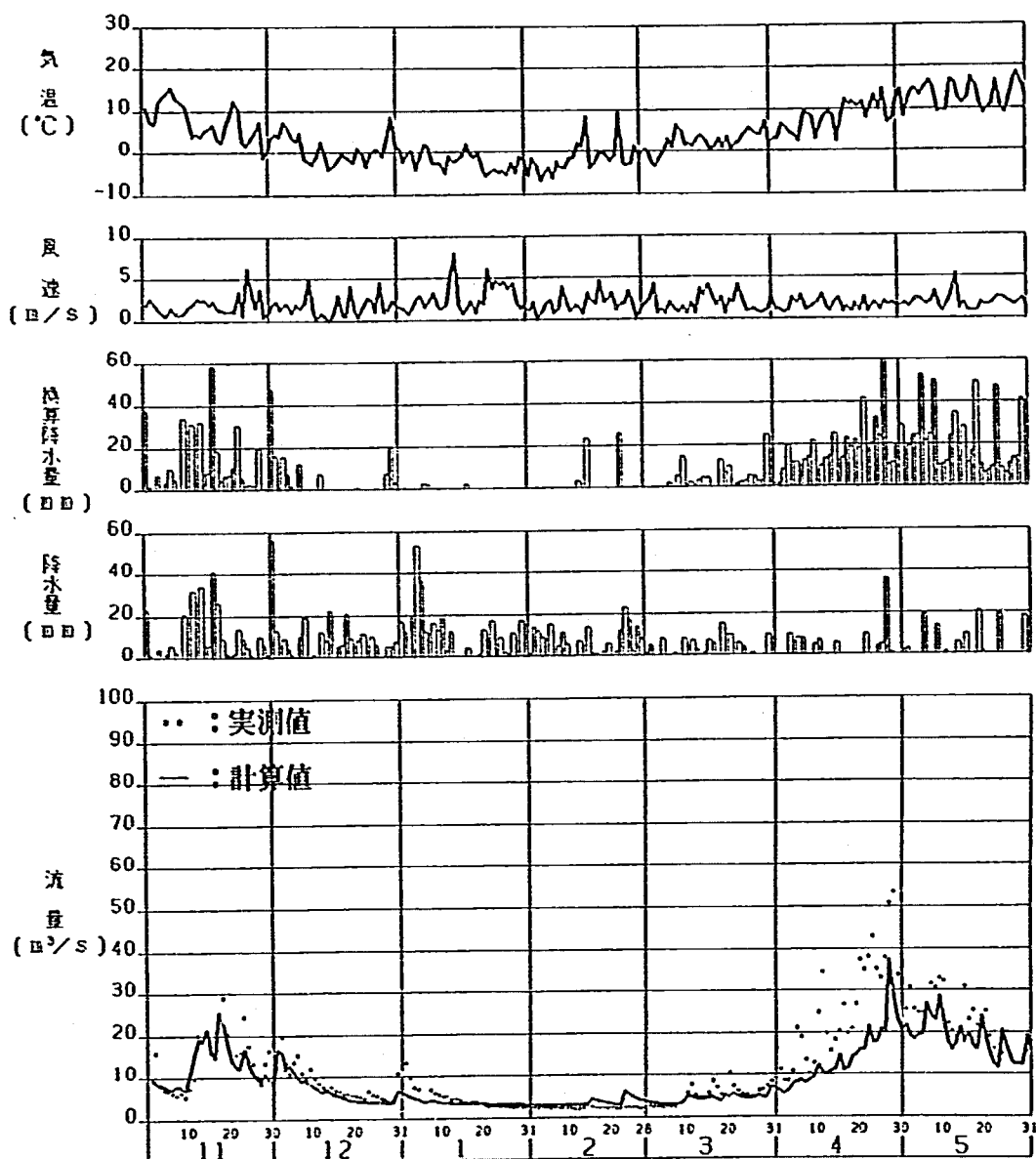


図-4.9(5) Aダム日単位融雪流出計算の結果(昭和60~61年)

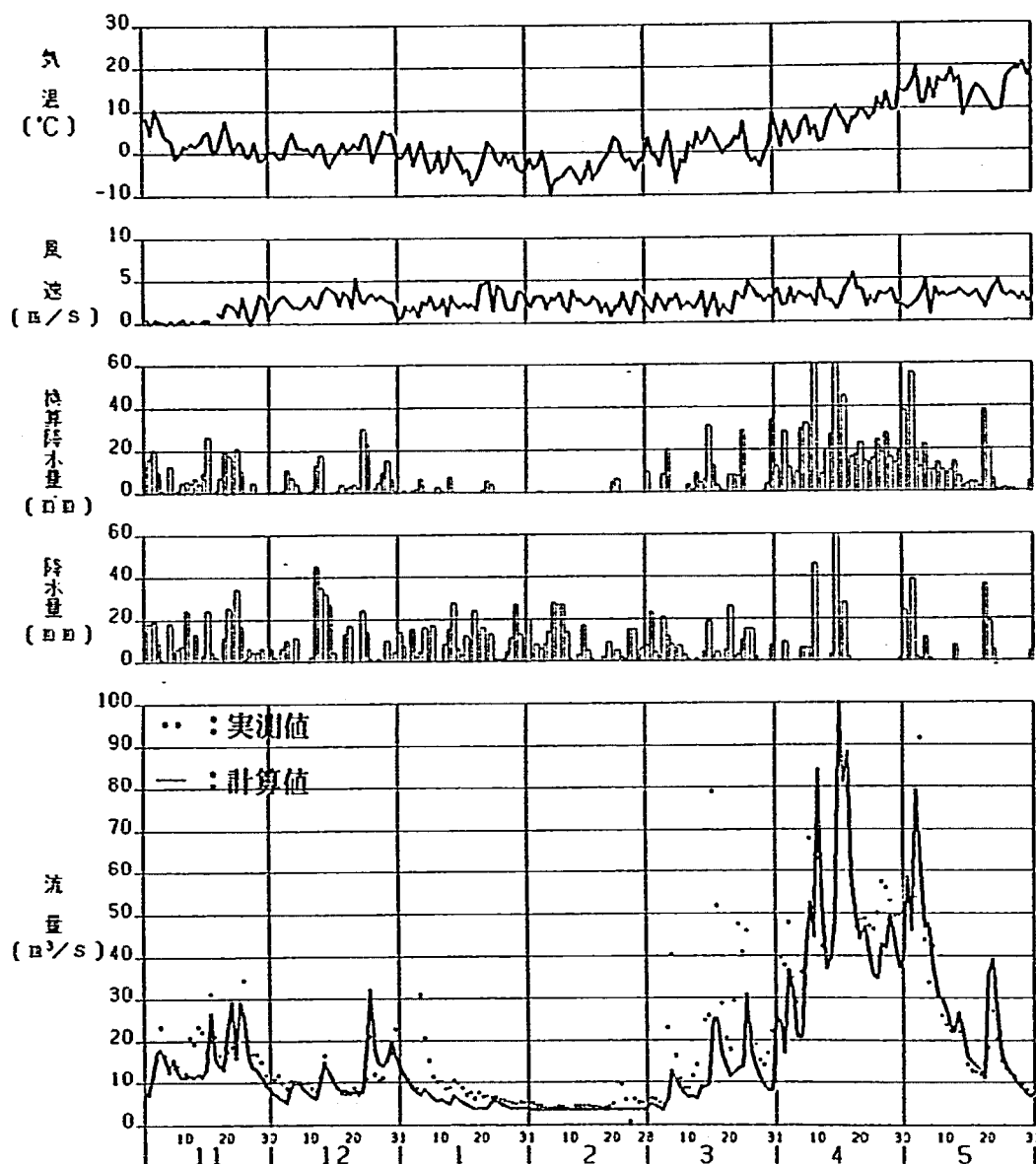


図-4.10 (1) Bダム日単位融雪流出計算の結果 (昭和 56~57 年)

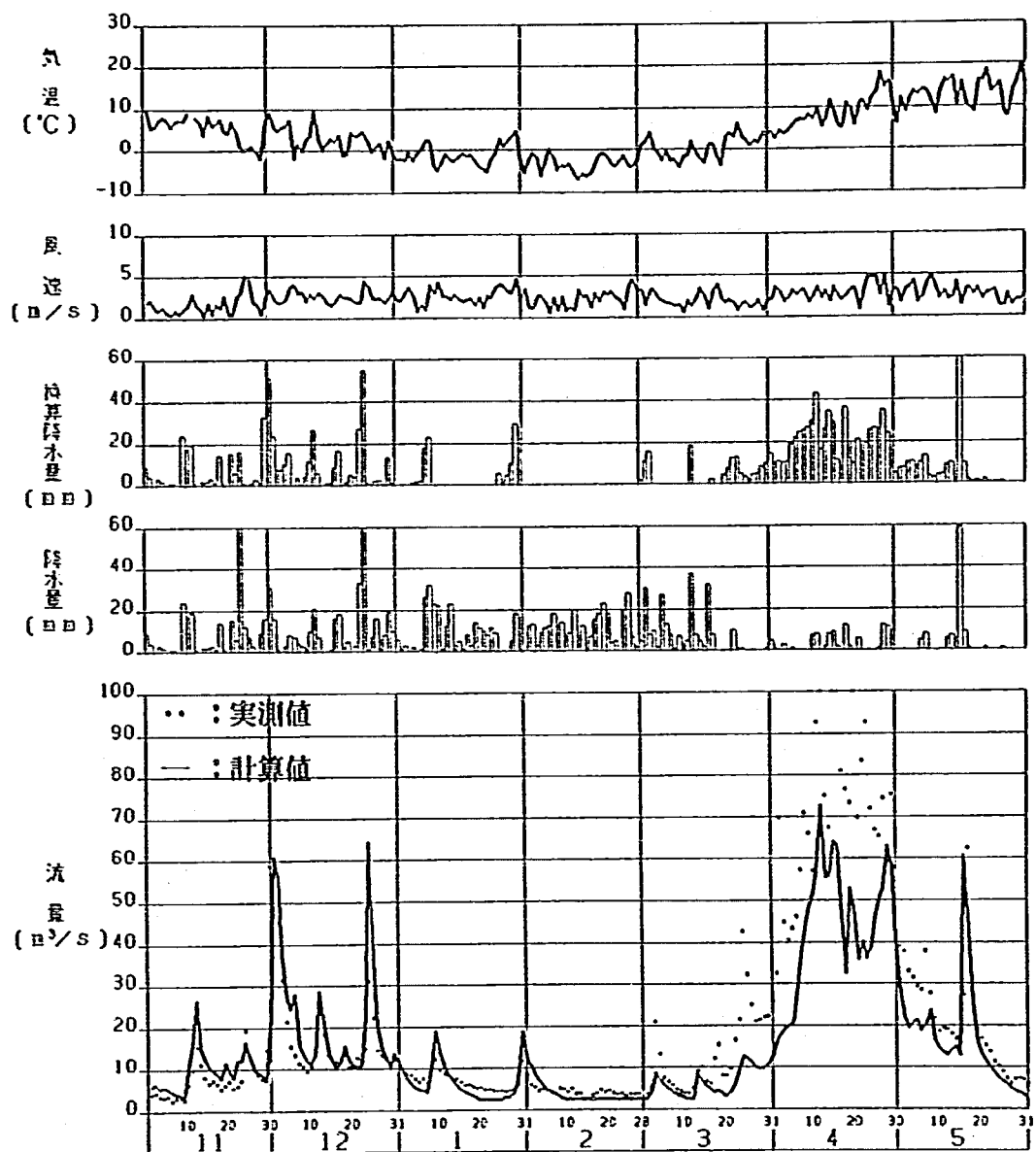


図-4.10 (2) Bダム日単位融雪流出計算の結果 (昭和 57~58 年)

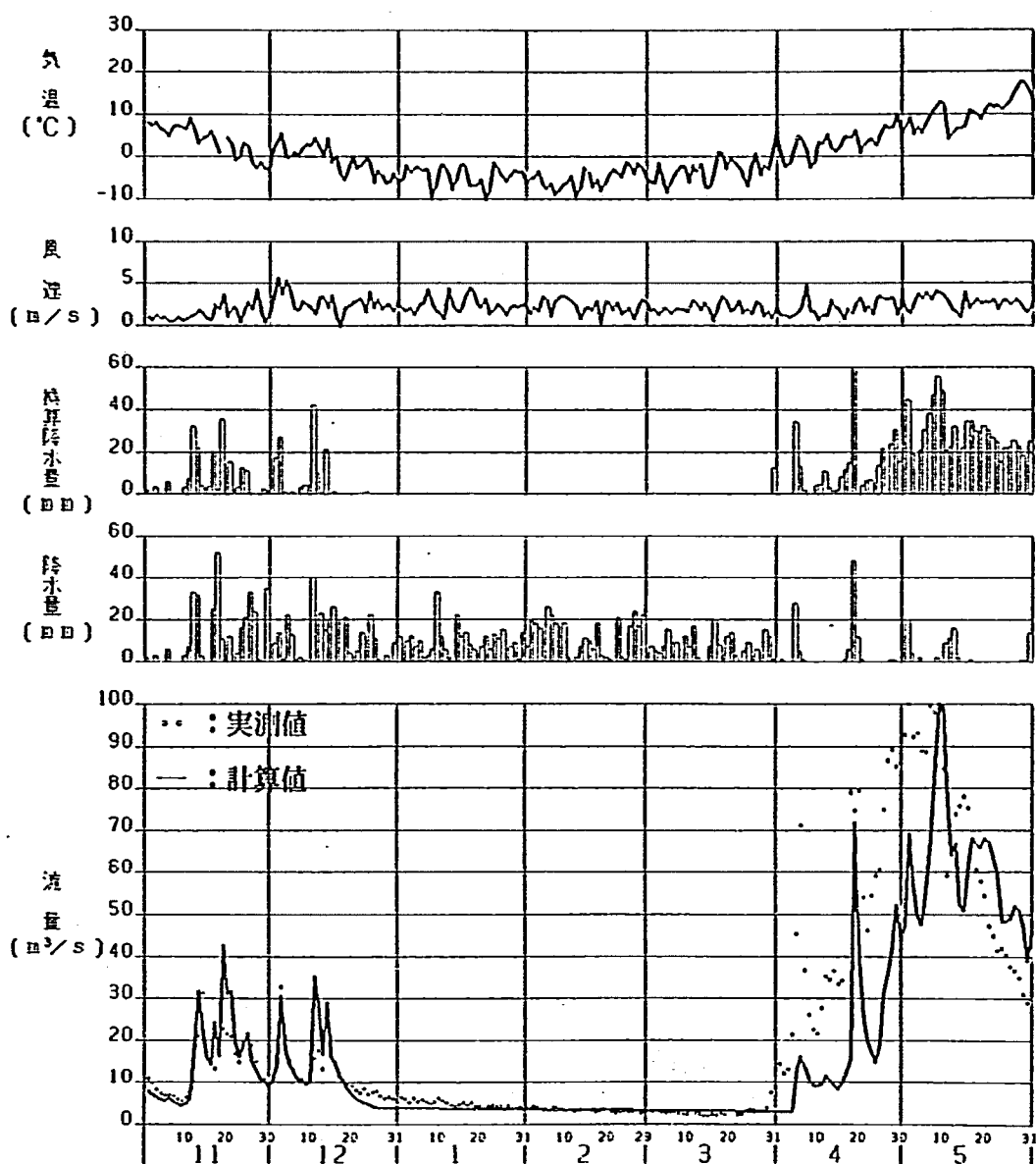


図-4.10 (3) Bダム日単位融雪流出計算の結果 (昭和 58~59 年)

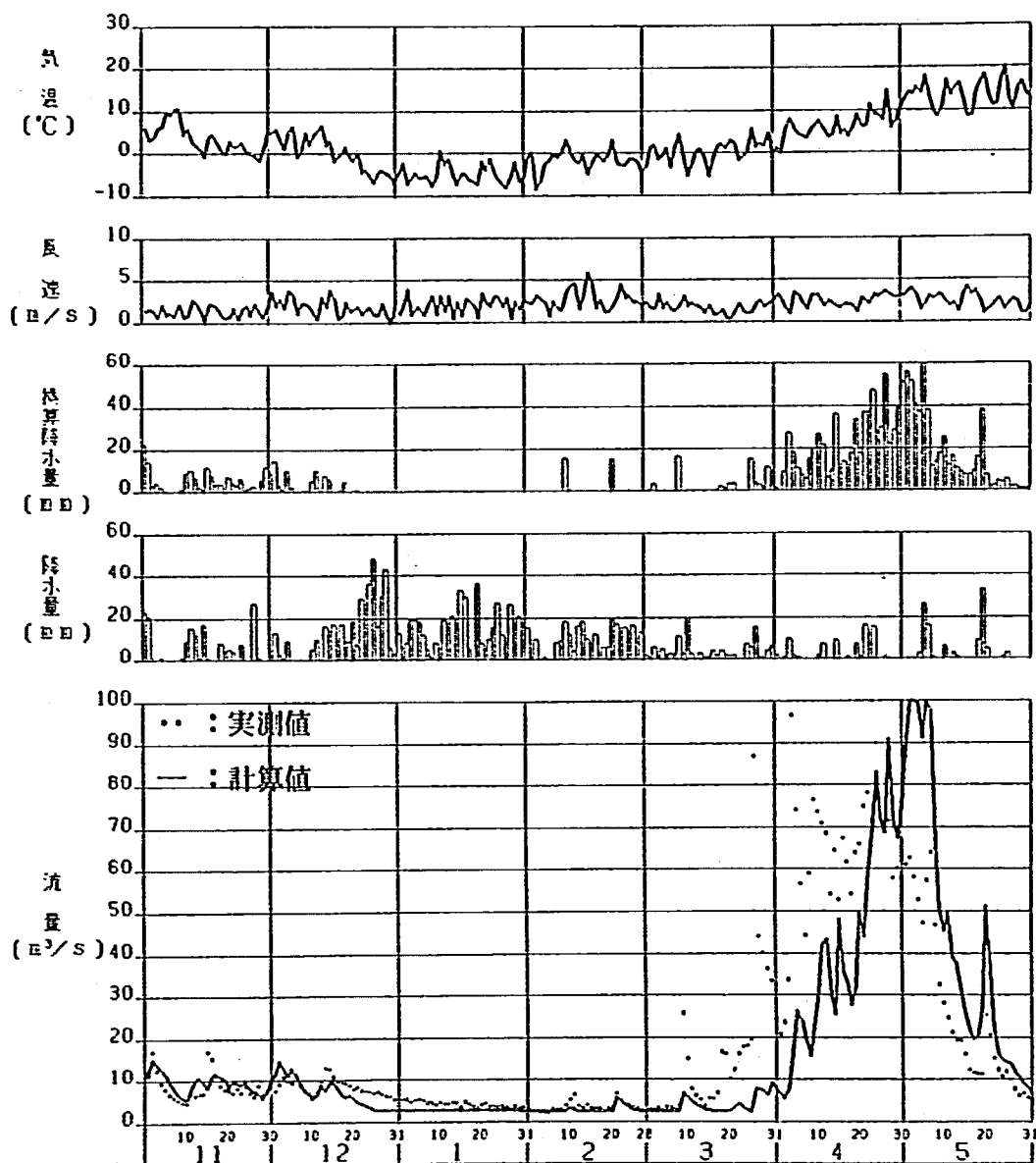


図-4.10 (4) Bダム日単位融雪流出計算の結果 (昭和 59~60 年)

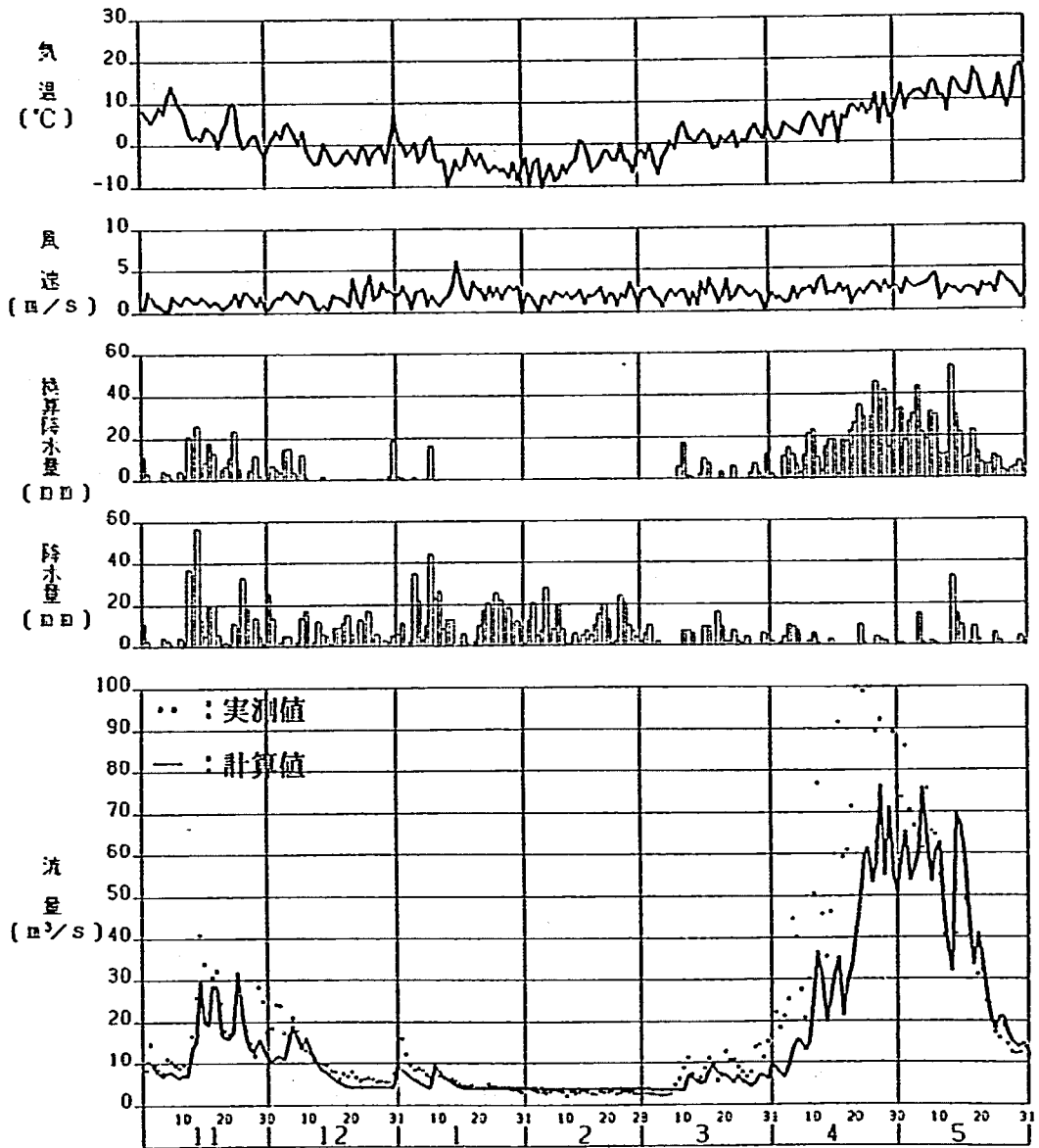


図-4.10 (5) Bダム日単位融雪流出計算の結果 (昭和60~61年)

4.5 融雪流入量予測計算手法の適用

ここでは、融雪による出水が生ずる4～5月について、融雪流入量予測計算手法の適用を行った。

4.5.1 融雪水量の予測計算

(1) 気温及び風速の設定手法

ダム管理所の気温を整理して(3.1)式を適用し、各時刻での l の平均値を求めると表-4.7のようになった。また、夜間の平均風速と日中の平均風速との比を求めると、Aダム流域では0.75、Bダム流域では1.03となった。

(2) 融雪水量の予測計算

以下に示す3つの方法で気温・風速・降水量を設定して、3.2.4で示した手法を用いて流域平均の地表到達水量を計算した。ここでは、ケース3が現実的な気象・水文データの設定法に当たるといえる。

- 1) 気温・風速・降水量の24時間分の実測値を用いる。(ケース1)
- 2) 17時以降の気温は翌日の最低気温をパラメータとして、表-4.7により設定する。風速は日中の平均風速との比で設定する。降水量は0とする。(ケース2)
- 3) 17時以降の気温は当日の最低気温をパラメータとして、表-4.7により設定する。風速は日中の平均風速との比で設定する。降水量は0とする。(ケース3)

各ケースによる融雪水量の計算結果を図-4.11及び図-4.12に示す。この結果を総融雪水量として整理すると、図-4.13及び表-4.8のようになる。

図-4.11及び図-4.12によると、無降雨日における融雪水量は、ケース1～3ともほぼ同じ値を示しており、気温・風速の設定方法による差は小さい。また、図-4.13よりケース2とケース3の融雪水量は、ケース3の方がわずかながら少ないものの、融雪期の総融雪水量では両者の予測結果はほぼ同じとなる。降雨日のケース1とケース2及び3との差は、退庁後の降水量の設定の違いによるものである。

表-4.7 無次元化した気温 t の平均値

(1)Aダム

時刻	t	時刻	t	時刻	t	時刻	t
9	0.61	15	0.94	21	0.22	3	0.03
10	0.77	16	0.87	22	0.17	4	0.02
11	0.88	17	0.74	23	0.14	5	0.02
12	0.96	18	0.54	24	0.10	6	0.04
13	0.98	19	0.41	1	0.07	7	0.13
14	0.98	20	0.30	2	0.05	8	0.36

(2)Bダム

時刻	t	時刻	t	時刻	t	時刻	t
9	0.48	15	0.97	21	0.35	3	0.06
10	0.69	16	0.91	22	0.28	4	0.04
11	0.83	17	0.81	23	0.22	5	0.02
12	0.92	18	0.67	24	0.17	6	0.01
13	0.98	19	0.54	1	0.12	7	0.09
14	0.99	20	0.43	2	0.09	8	0.28

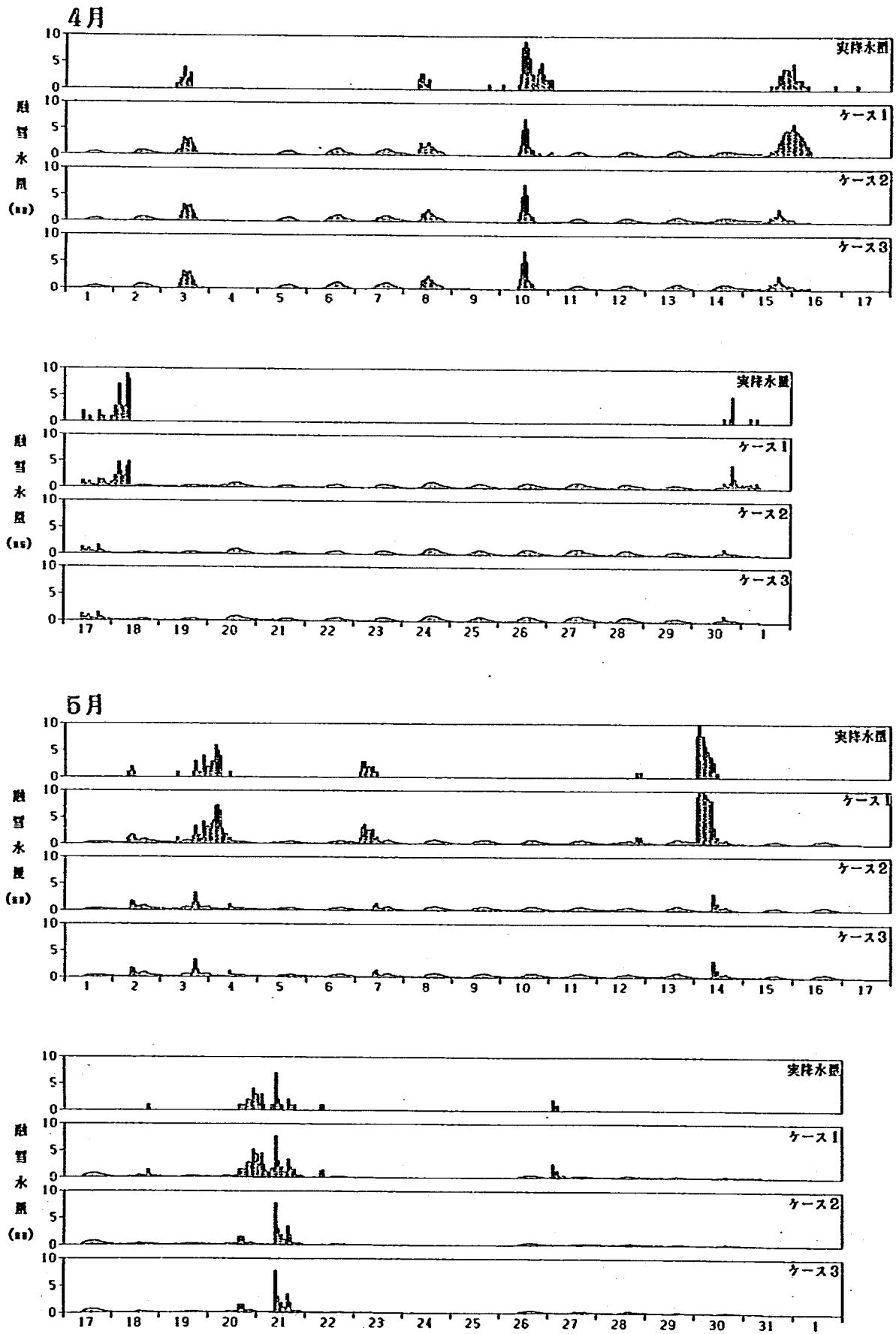


図-4.11 (1) Aダム融雪水量の計算結果 (昭和57年)

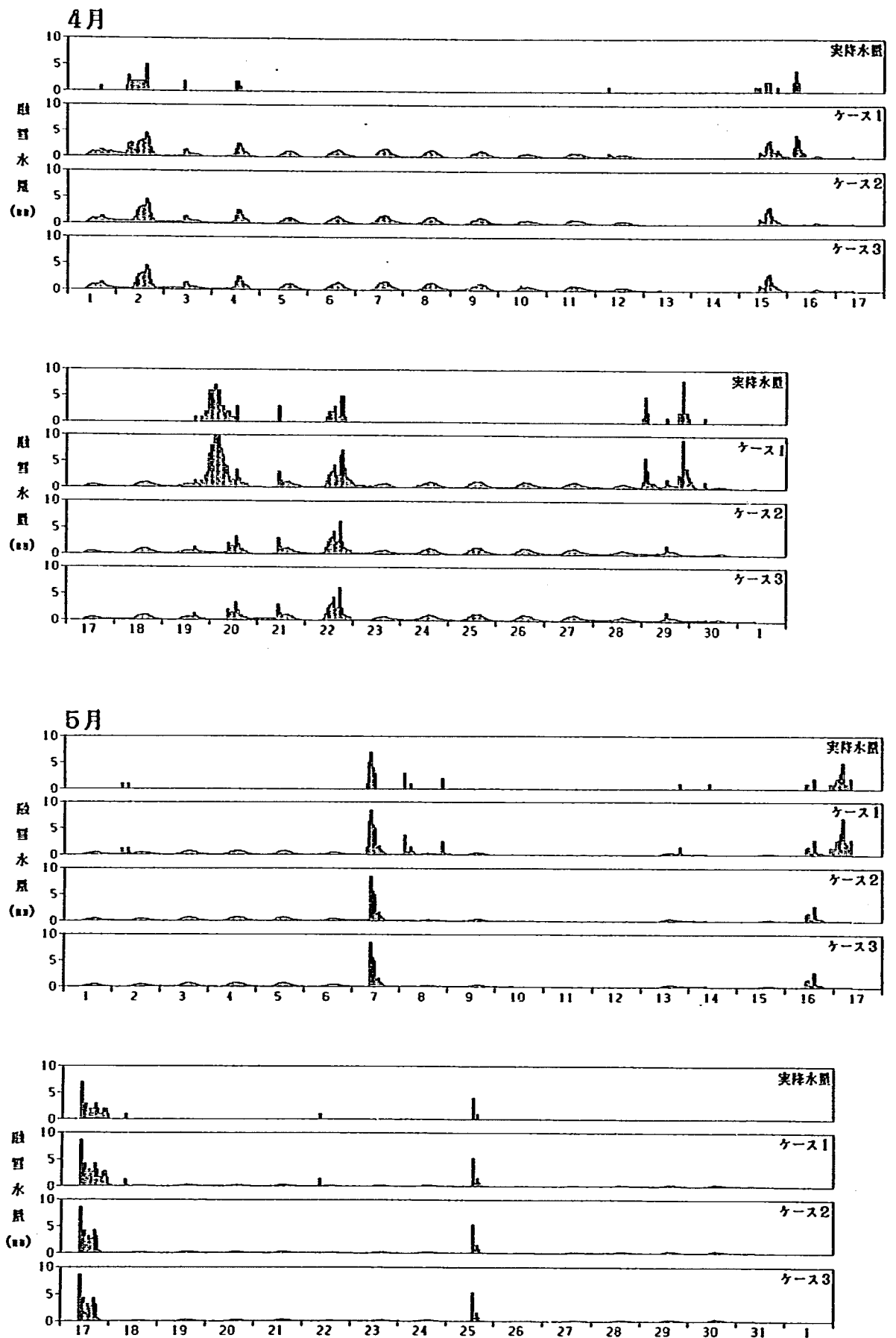


図-4.11 (2) Aダム融雪水量の計算結果 (昭和58年)

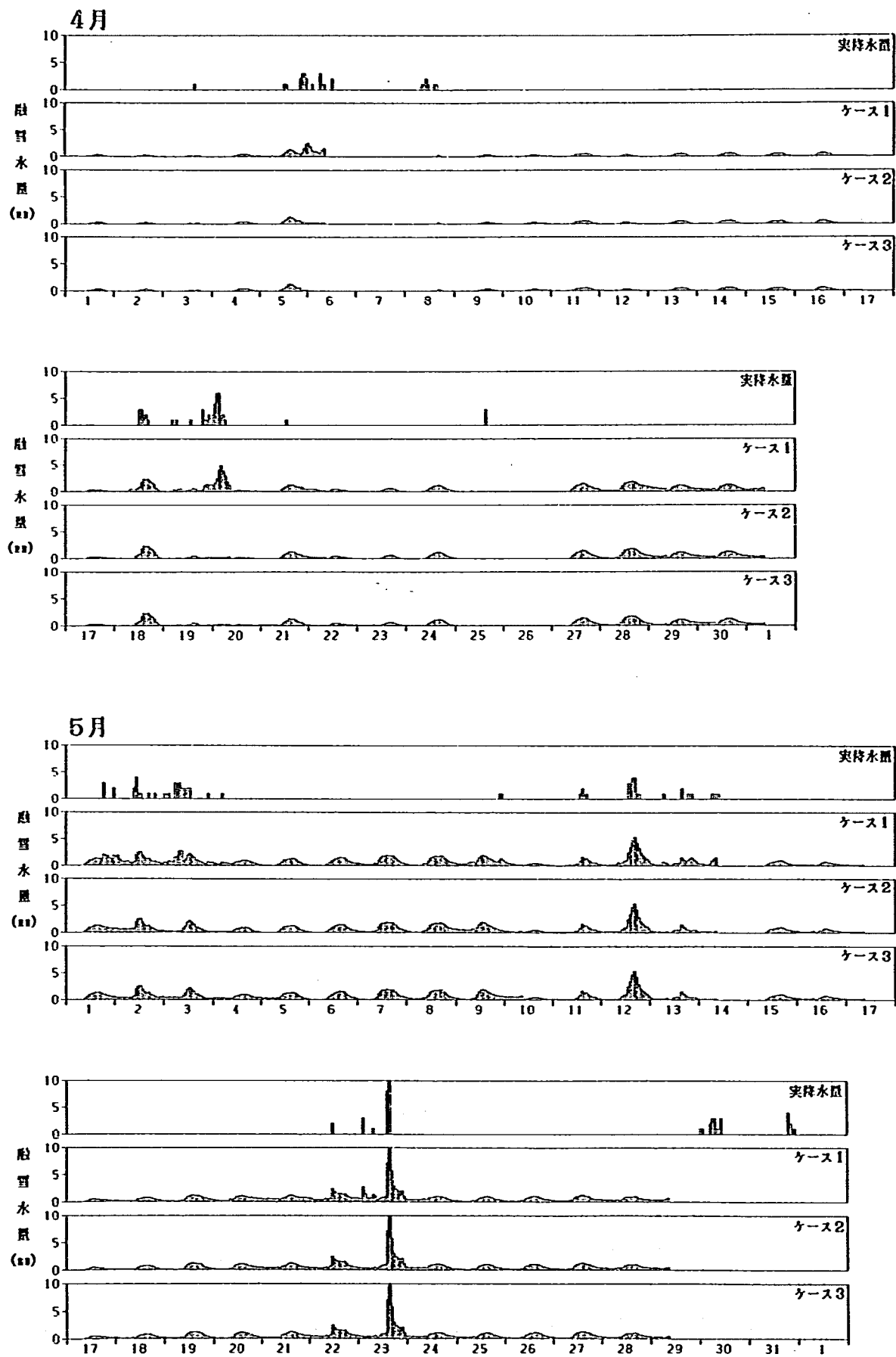


図-4.11 (3) Aダム融雪水量の計算結果 (昭和 59 年)

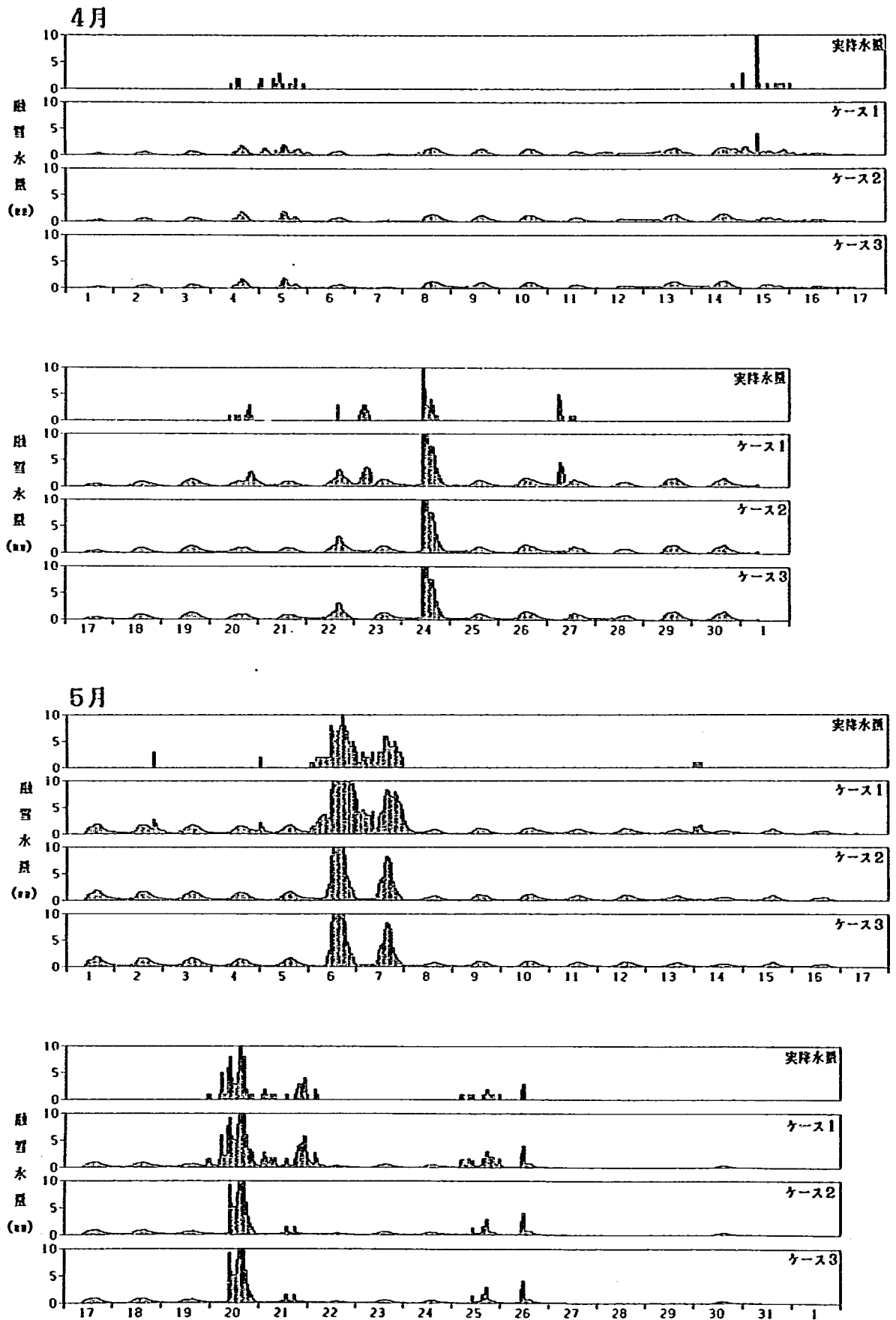


図-4.11 (4) Aダム融雪水量の計算結果 (昭和60年)

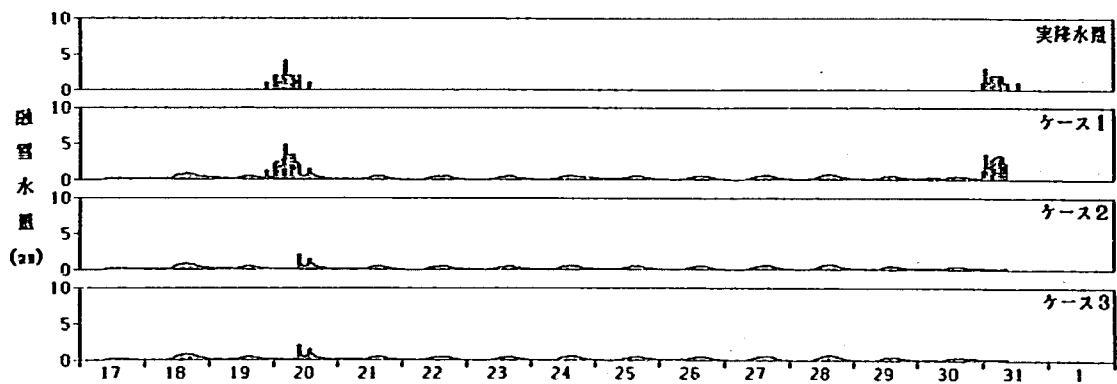
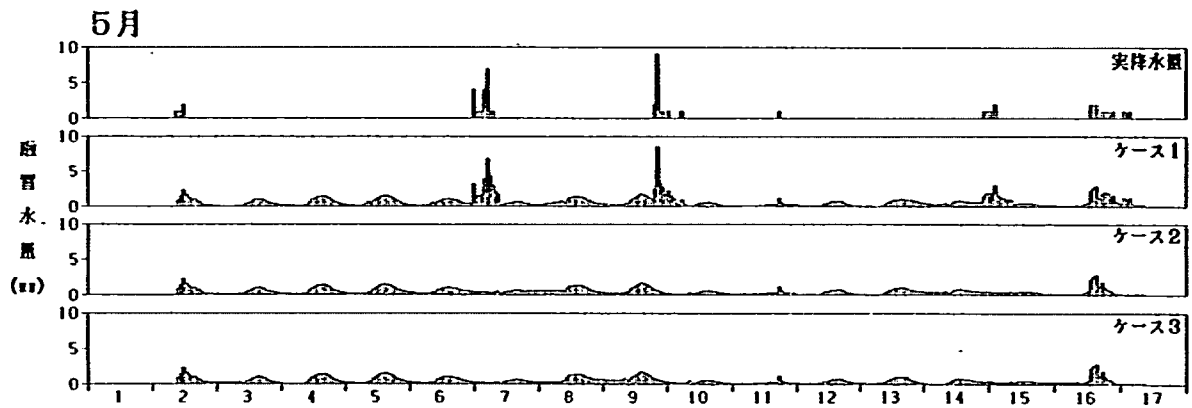
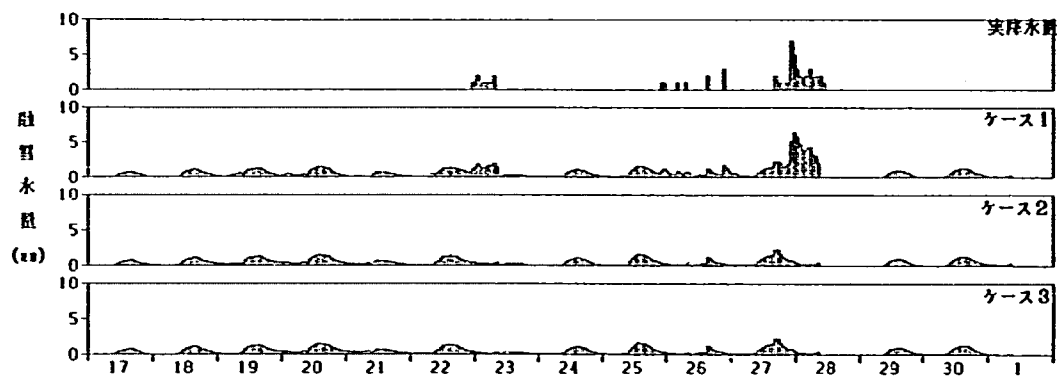
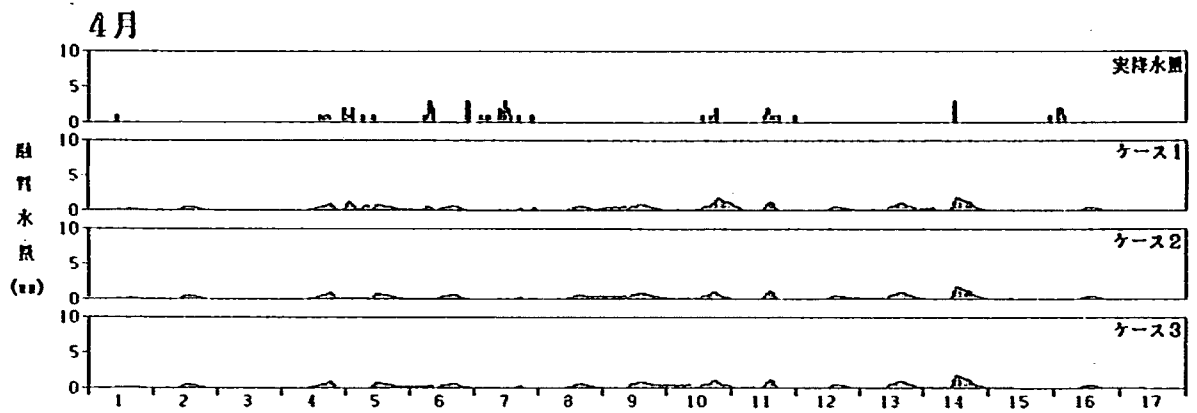


図-4.11 (5) Aダム融雪水量の計算結果 (昭和61年)

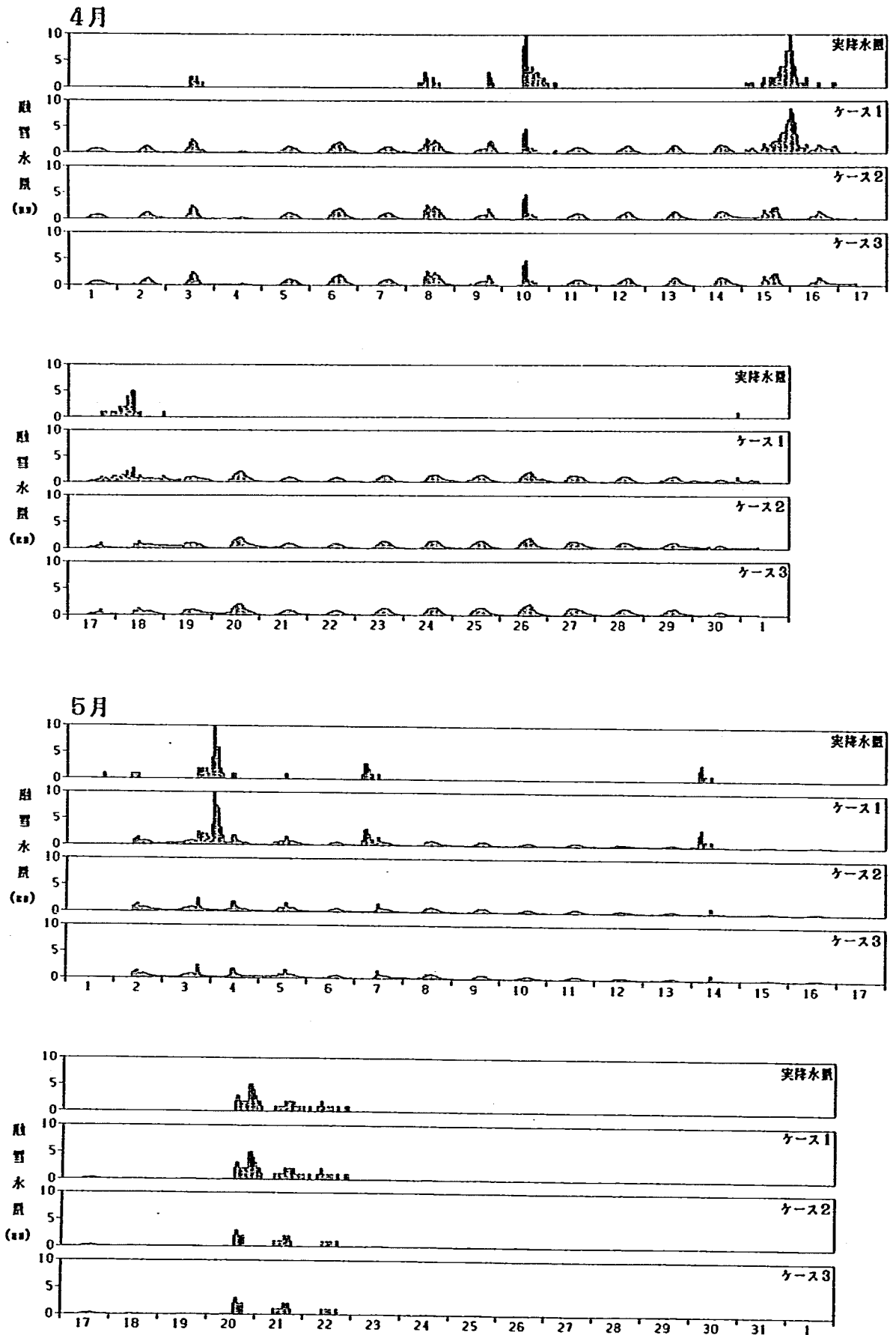


図-4.12 (1) Bダム融雪水量の計算結果 (昭和57年)

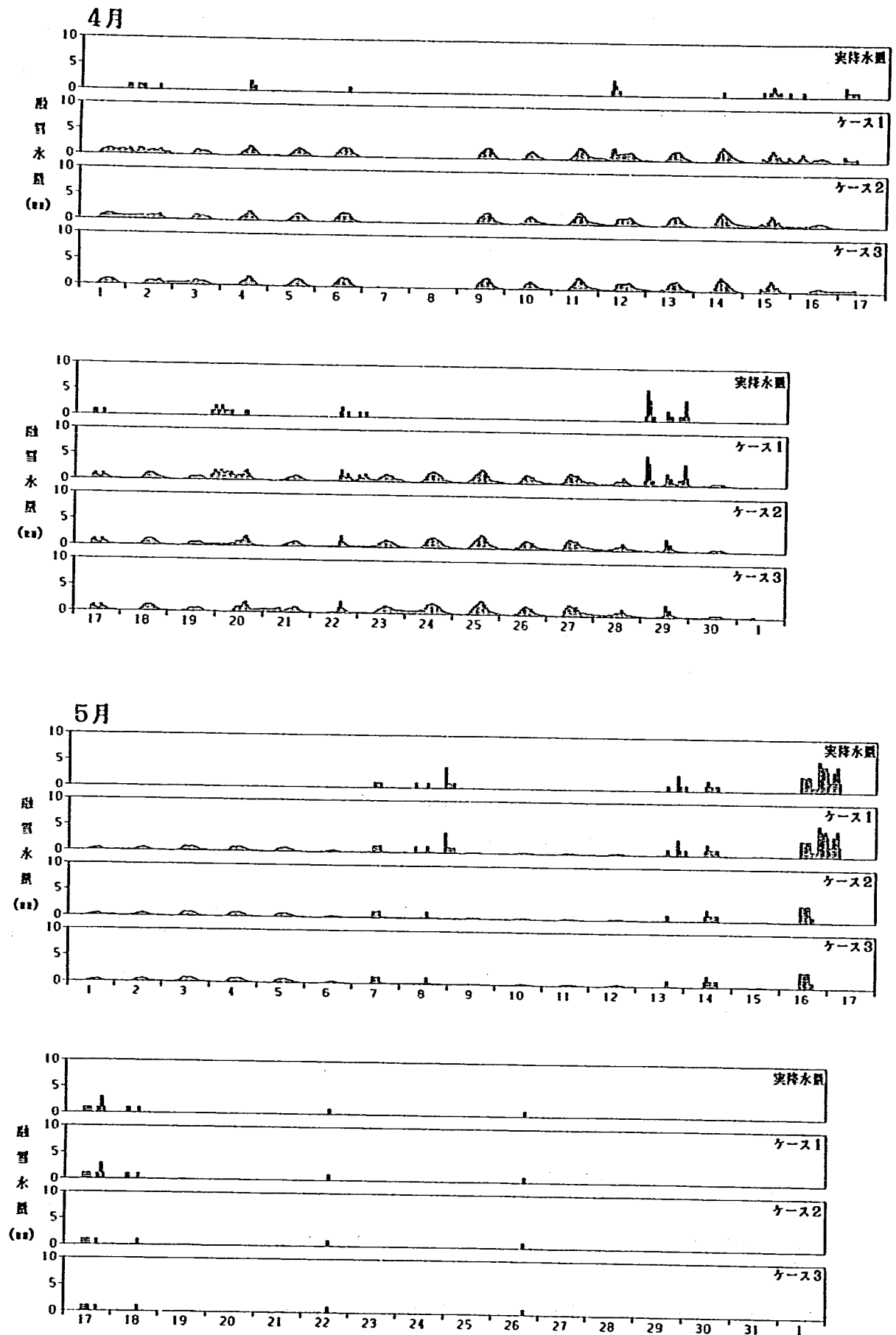


図-4.12 (2) Bダム融雪水量の計算結果 (昭和58年)

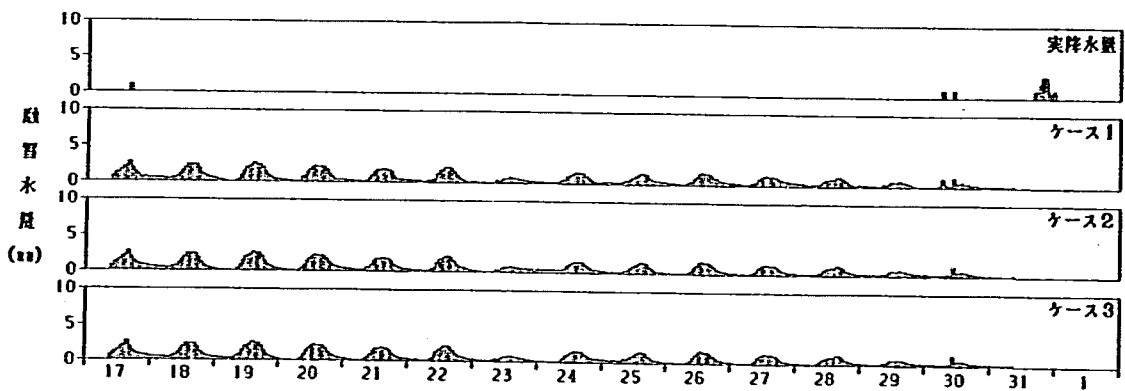
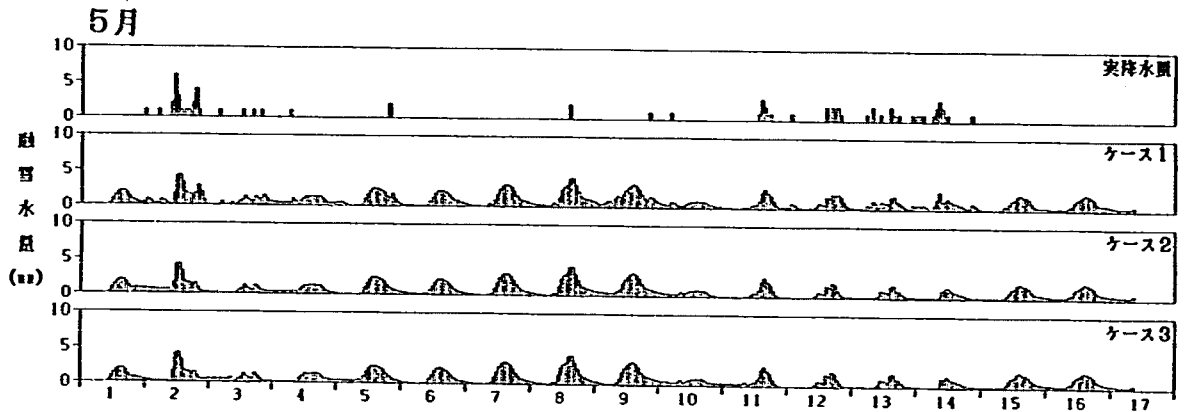
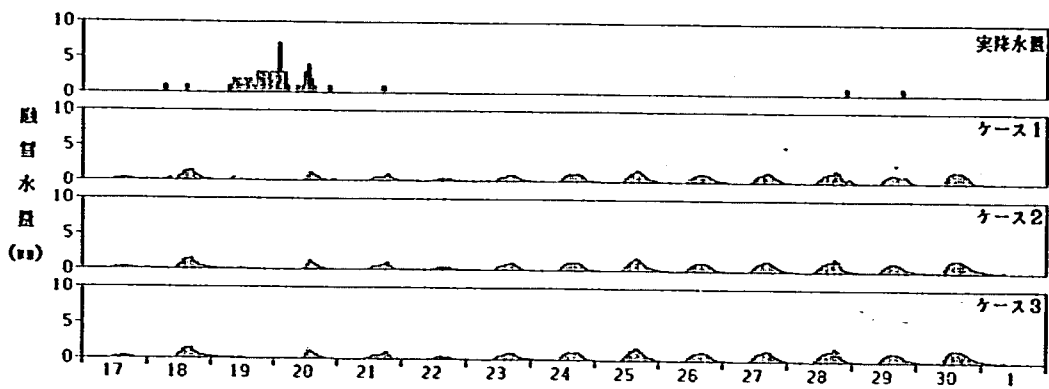
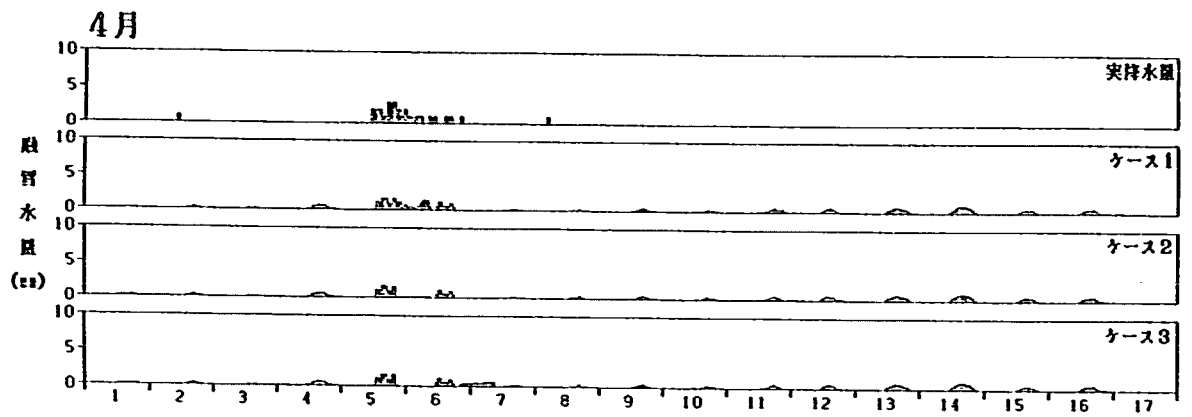


図-4.12 (3) Bダム融雪水量の計算結果 (昭和59年)

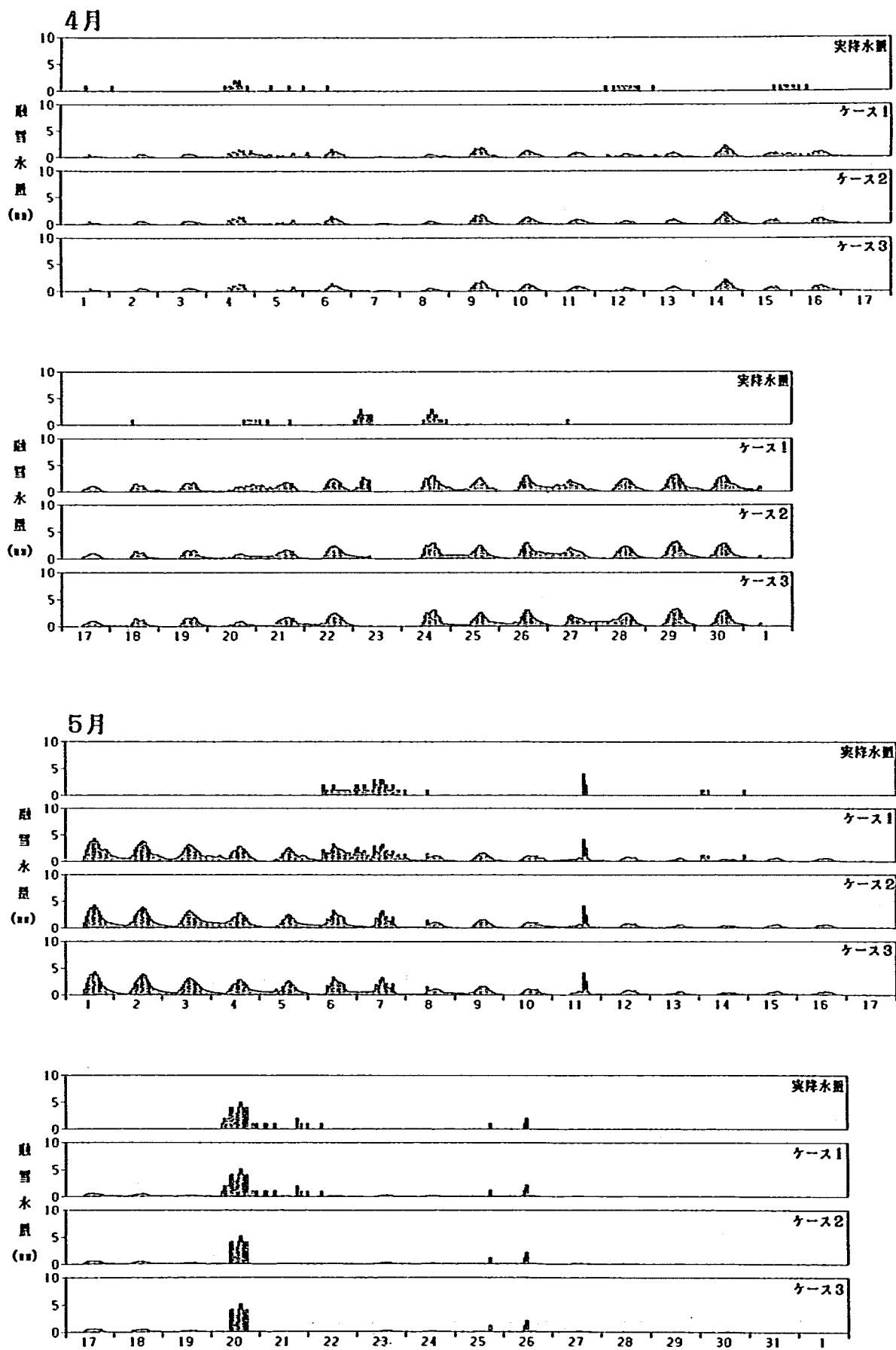


図-4.12(4) Bダム融雪水量の計算結果(昭和60年)

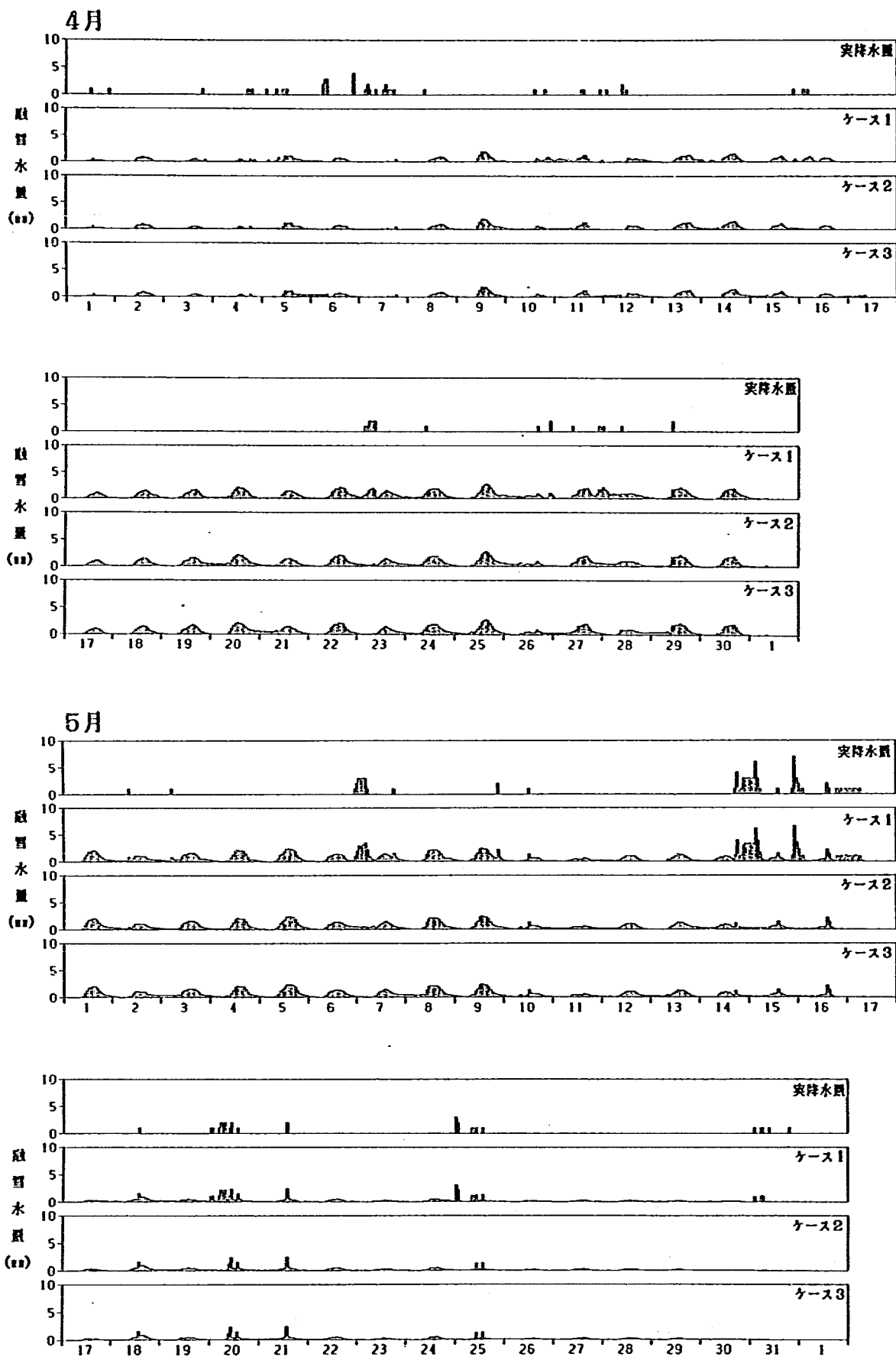
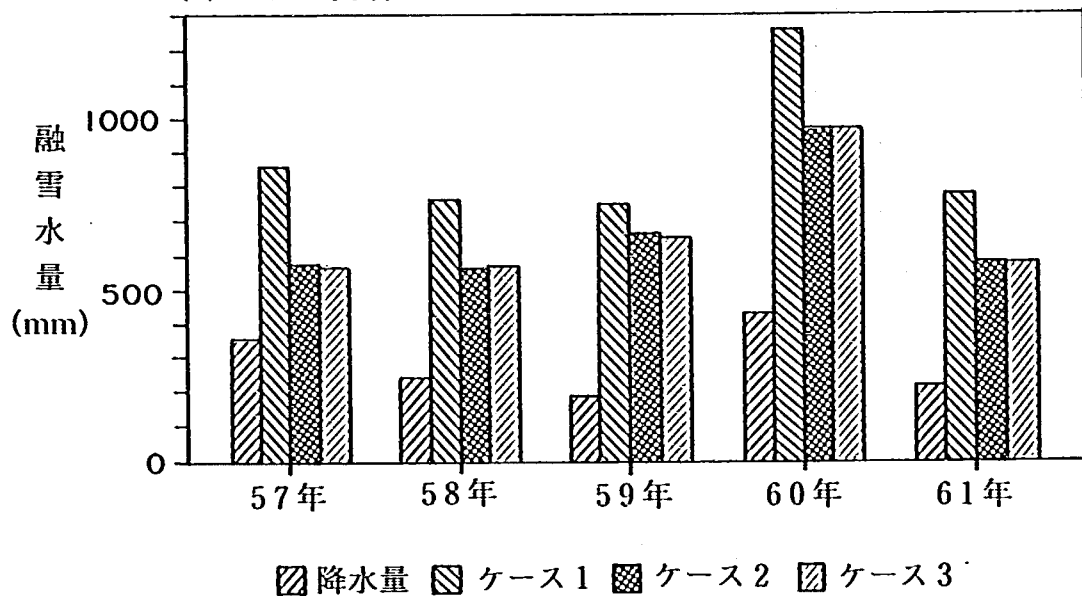


図-4.12 (5) Bダム融雪水量の計算結果 (昭和61年)

(1) Aダム流域



(2) Bダム流域

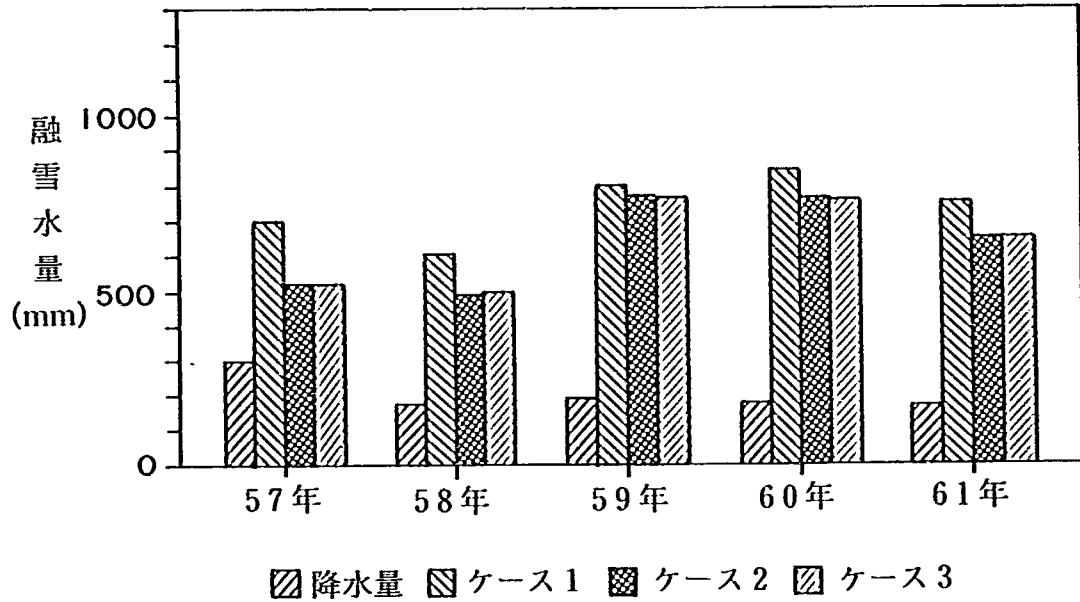


図-4.13 総融雪水量の整理

表-4.8 計算ケース別総融雪量の比較 (単位 mm)

(1)Aダム

ケース	5 7	5 8	5 9	6 0	6 1
降水量	354	241	187	427	209
1	857	765	749	1258	770
2	570	562	661	970	575
3	566	564	652	969	571

(2)Bダム

ケース	5 7	5 8	5 9	6 0	6 1
降水量	303	178	192	182	172
1	701	604	802	850	754
2	523	494	770	769	651
3	521	497	769	763	655

4.5.2 融雪流入量の予測計算

4.5.1 で計算したケース 3 の融雪水量を用いて、貯留関数法やタンクモデルとカルマンフィルターとを組み合わせた融雪流入量予測モデルによる 17 時以降の流入量の予測計算を行った。

まず、貯留関数法の基底流量の設定については A ダムは (4.1) 式、B ダムは (4.2) 式によるものとした。また、タンクモデルの初期貯留高については表-4.9 によるものとした。

$$Q_B = 0.181 Q_{bmin} + 0.365 Q_9 + 1.829 \quad (4.1)$$

$$Q_B = 0.325 Q_{bmin} + 0.223 Q_9 + 0.020 \quad (4.2)$$

ただし、

Q_B : 基底流量 (m^3/s)

Q_{bmin} : 前日最小流量 (m^3/s)

Q_9 : 当日 9 時流量 (m^3/s)

貯留関数法による流入量予測計算結果を図-4.14 及び図-4.15 に、タンクモデルによる流入量予測計算結果を図-4.16 及び図-4.17 にそれぞれ示す。

これらのハイドログラフより、2つの手法に共通する傾向として以下のことがわかる。

- ・降雨がある場合には、17 時以降の降水量を 0 とおいているために予測計算結果が小さくなる。
- ・無降雨の場合には、17 時までカルマンフィルターを用いて計算結果の更新を行うことにより、実際の流入量がほぼ再現されている。

流入量の予測精度を 17 時から 9 時までの平均流入量の差 (予測-実績) として整理すると、誤差の発生頻度は表-4.10 及び図-4.18 のようになる。また、両者を比較すると図-4.19 のようになる。貯留関数法とタンクモデルとを比較すると、タンクモデルによる予測計算では実績より小さめの予測結果が得られるものの、ここでの流入量予測計算の精度より見る限りでは、貯留関数法とタンクモデルとの差はあまり見られないので、現状では 2つの手法には優劣はないものと考えられる。

表-4.9 タンクモデル初期貯留高設定

(1) A ダム

タンク	1 段目	2 段目	3 段目
配分率 (%)	13.2	26.8	60.0
最大値 (m^3/s)	-	30	50

(1) B ダム

タンク	1 段目	2 段目	3 段目
配分率 (%)	13.2	26.8	60.0
最大値 (m^3/s)	-	30	50

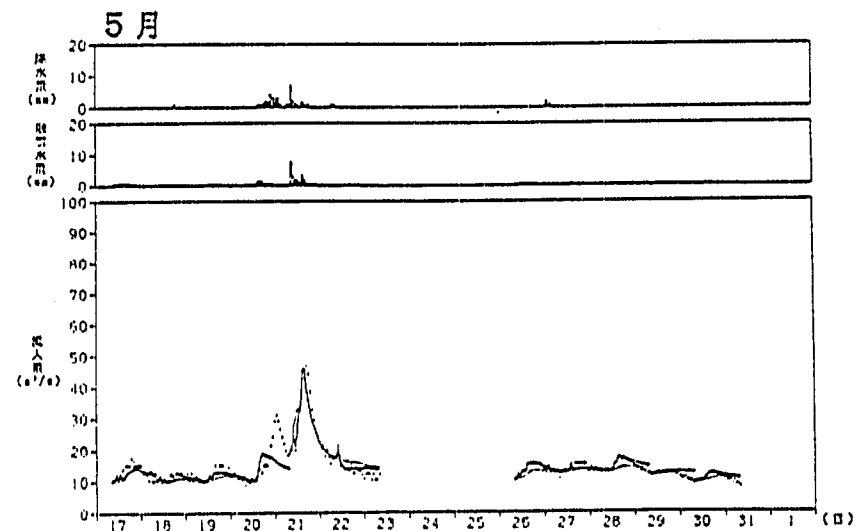
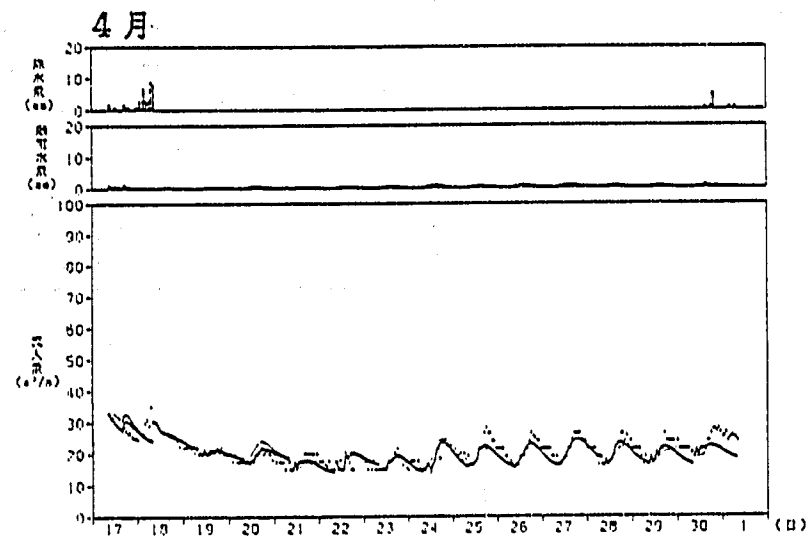
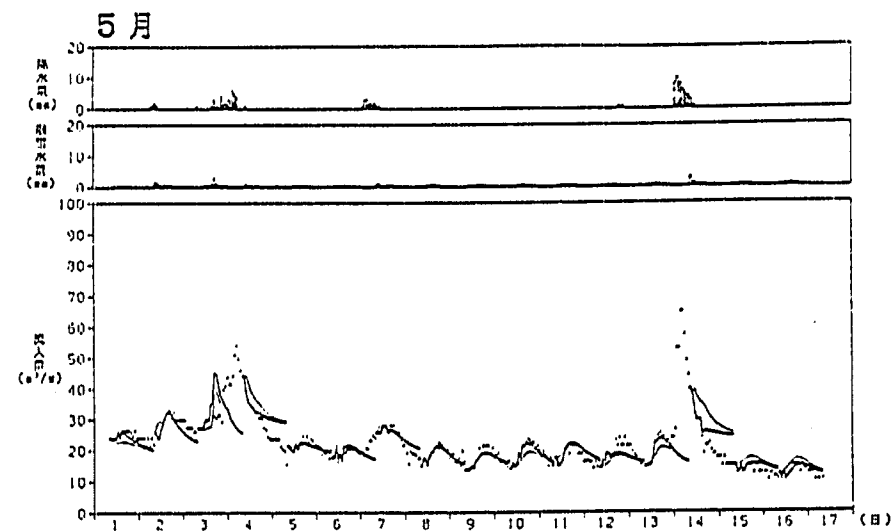
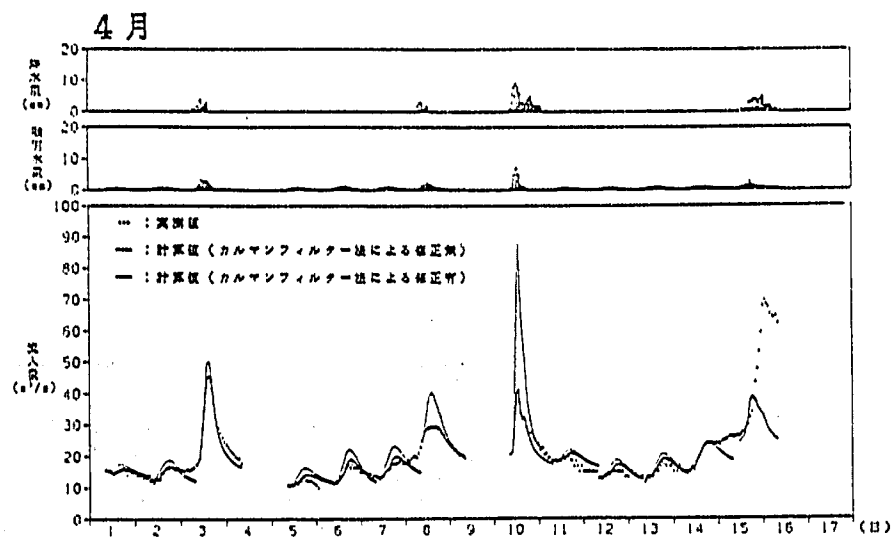


図-4.14 (1) Aダムにおける貯留関数法による流入量予測計算結果 (昭和 57 年)

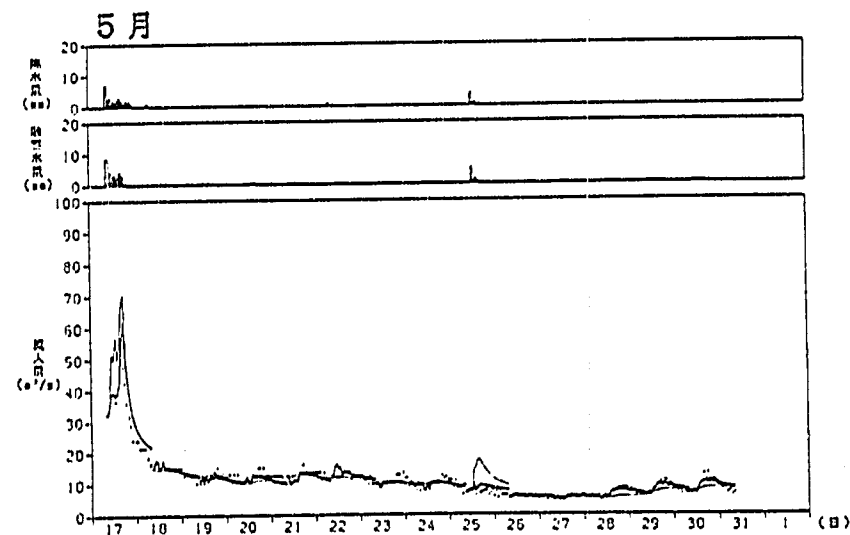
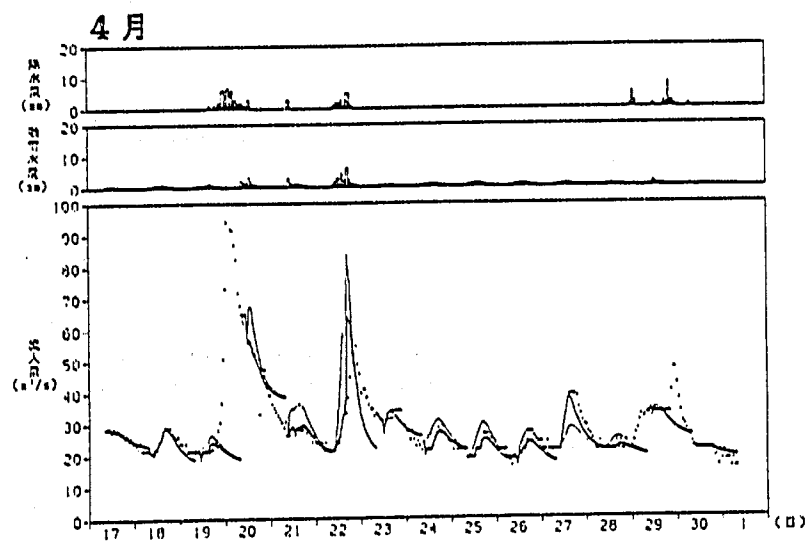
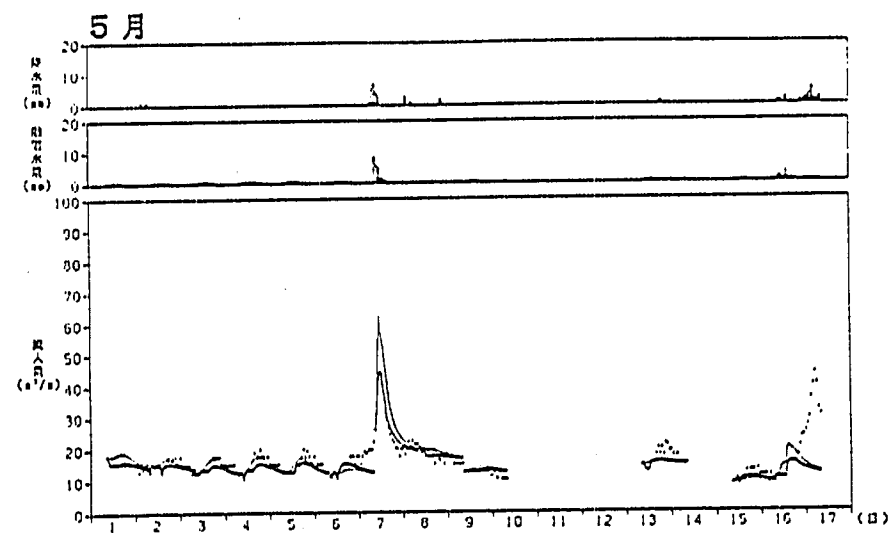
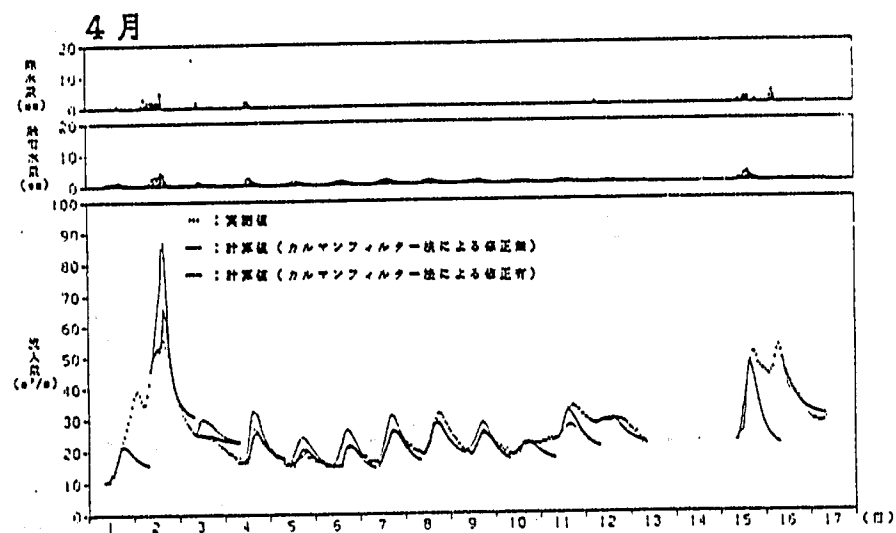


図-4.14 (2) Aダムにおける貯留関数法による流入量予測計算結果 (昭和 58 年)

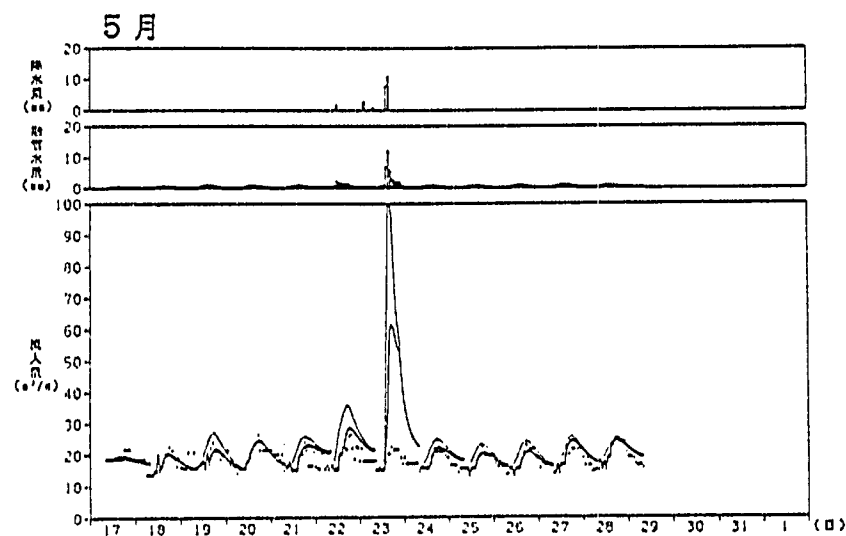
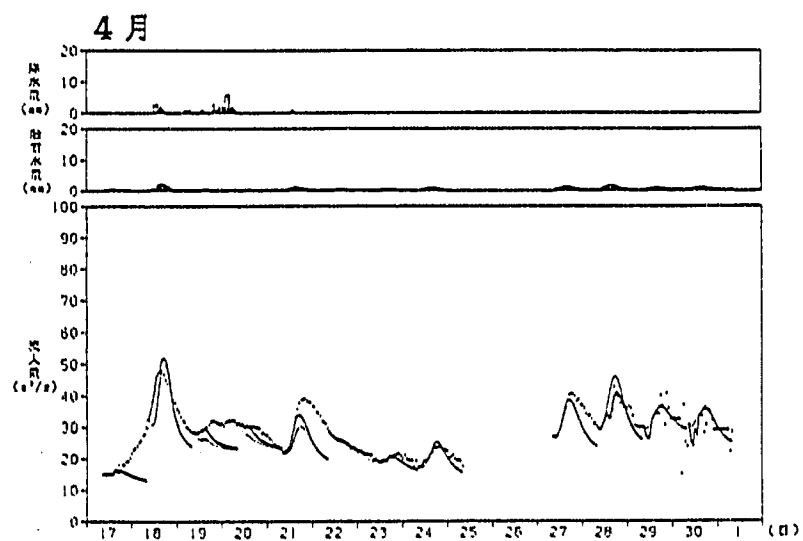
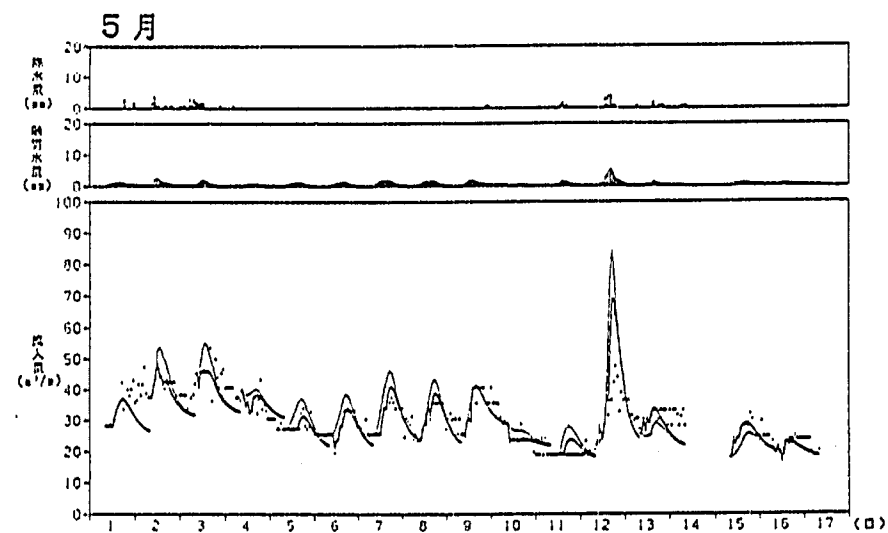
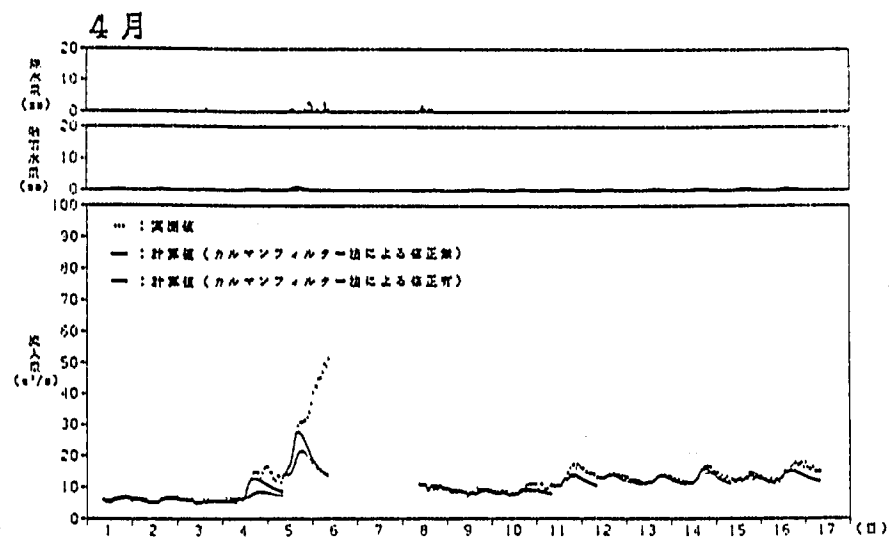


図-4.14 (3) Aダムにおける貯留関数法による流入量予測計算結果 (昭和 59 年)

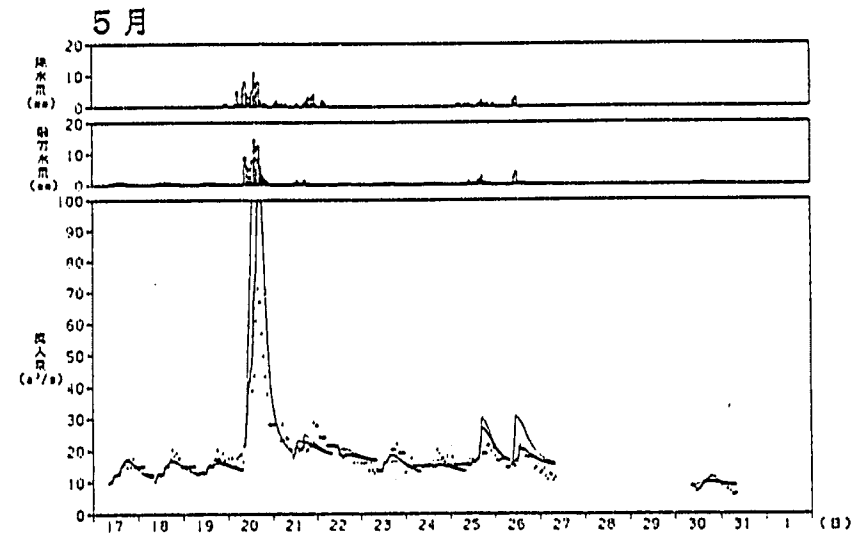
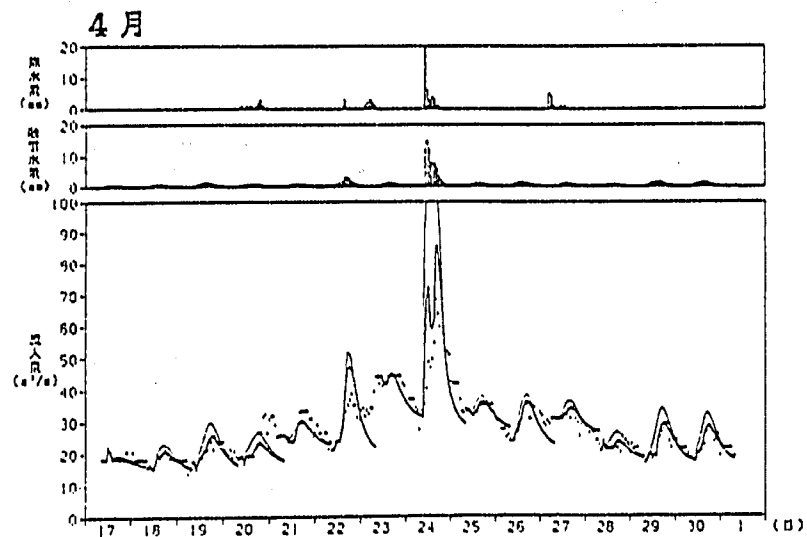
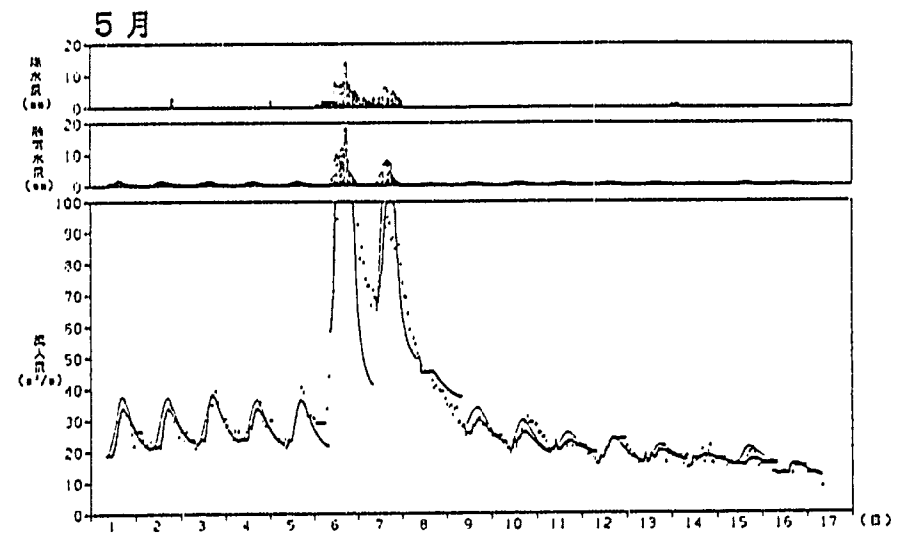
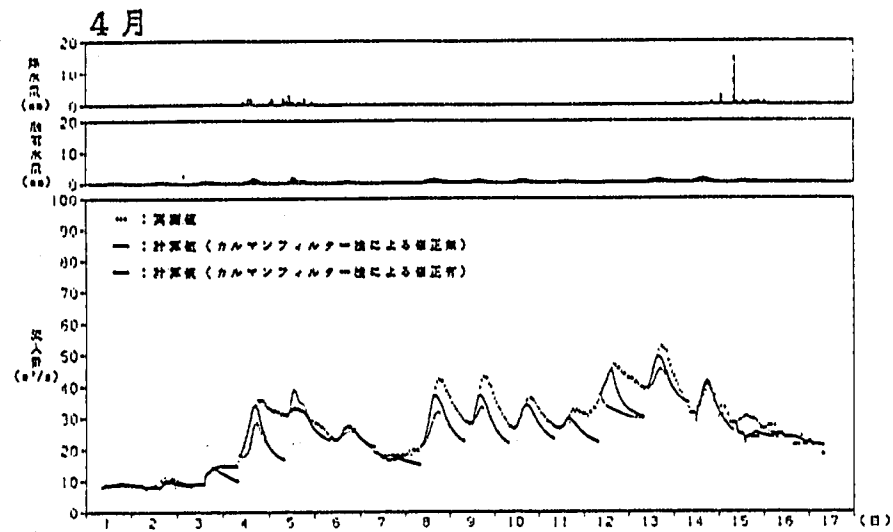


図-4.14 (4) Aダムにおける貯留関数法による流入量予測計算結果 (昭和 60 年)

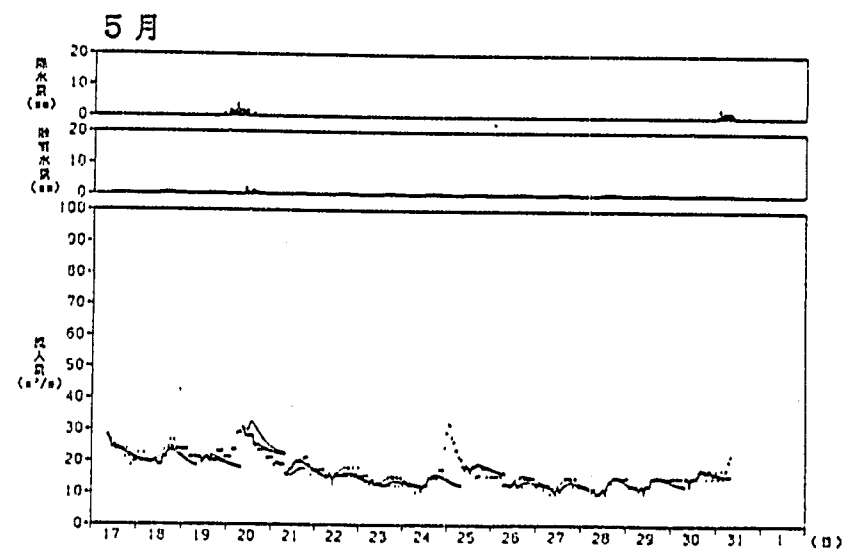
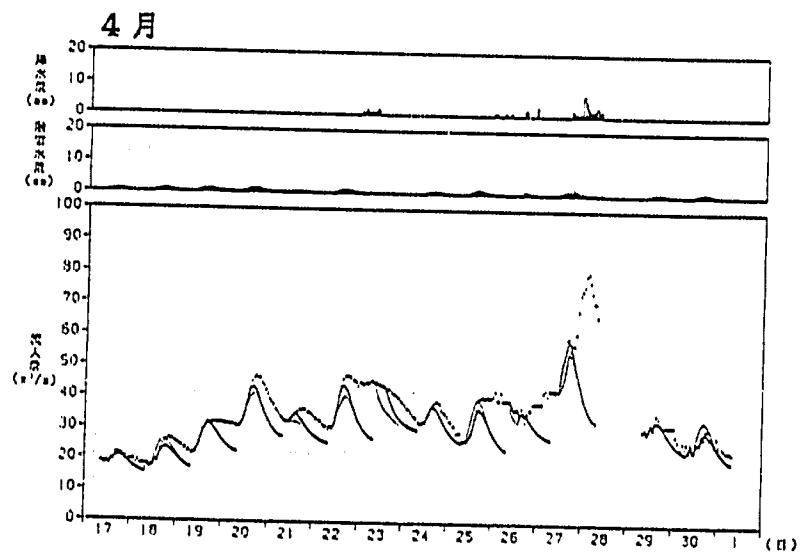
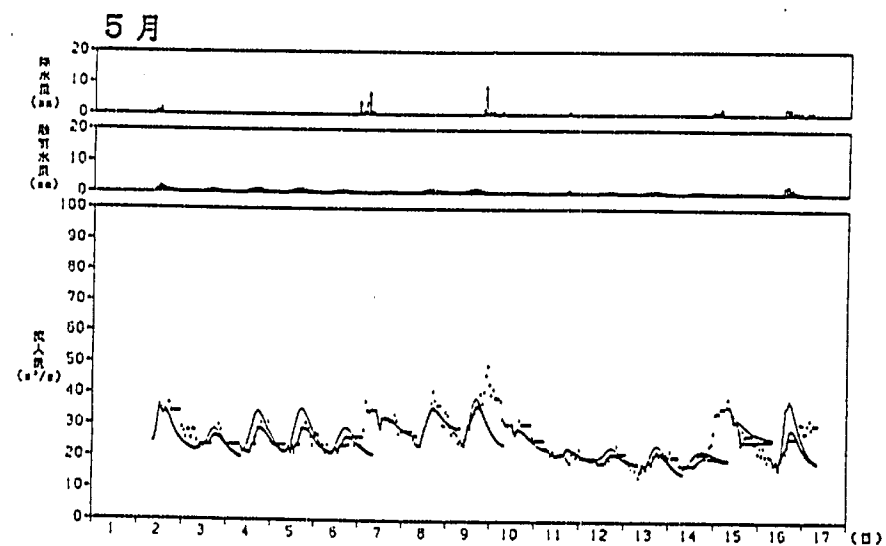
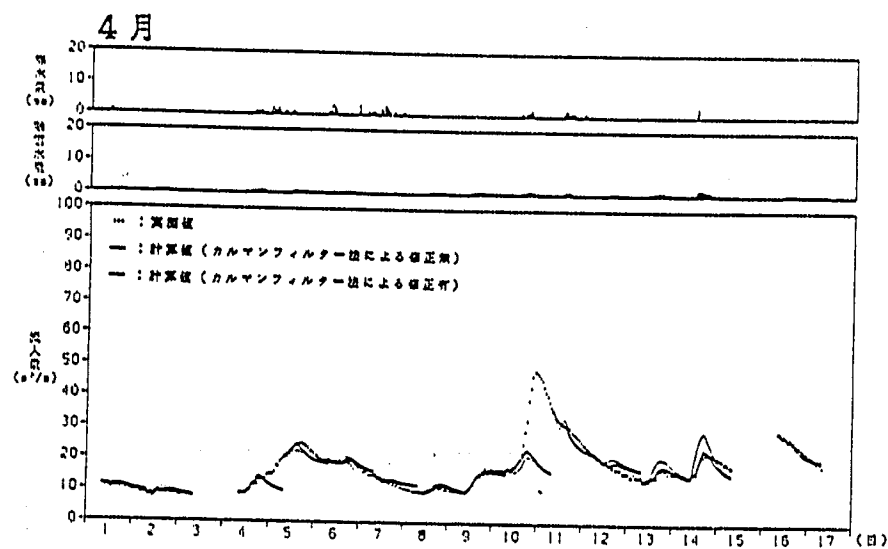


図-4.14 (5) Aダムにおける貯留関数法による流入量予測計算結果 (昭和 61 年)

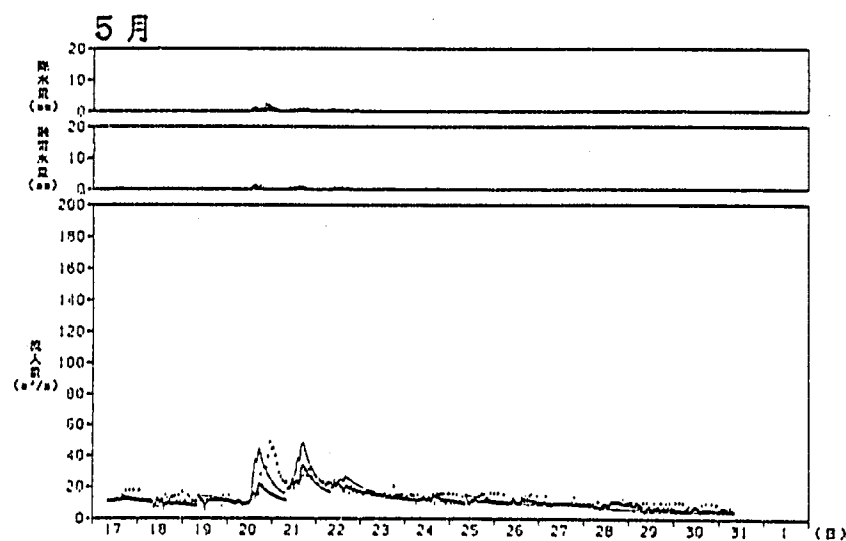
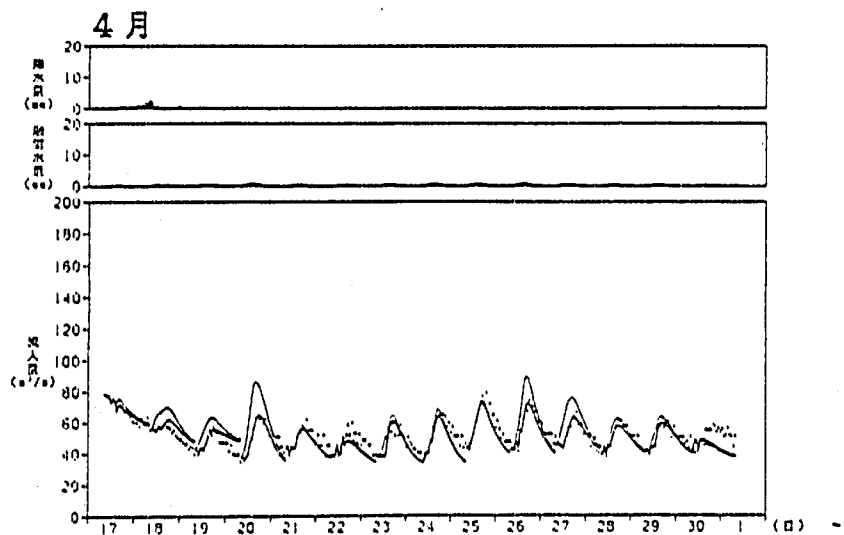
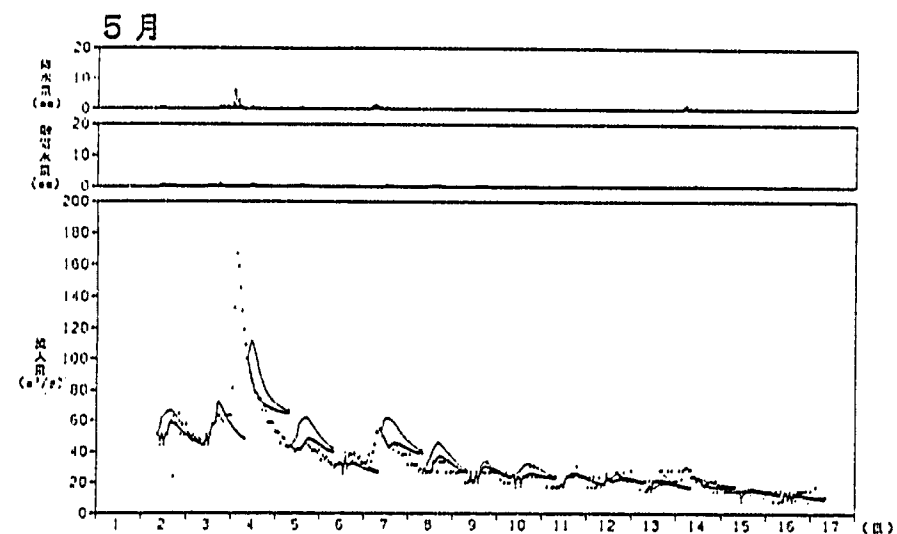
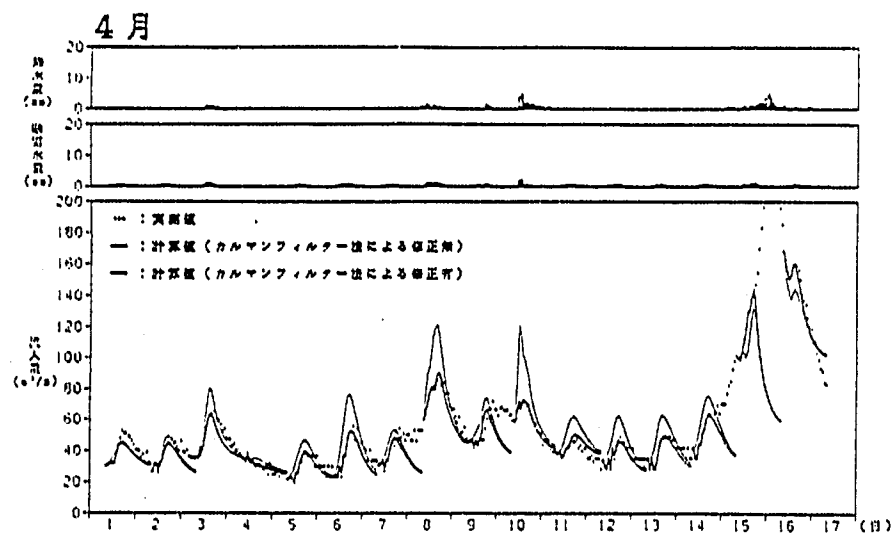


図-4.15 (1) Bダムにおける貯留関数法による流入量予測計算結果 (昭和 57 年)

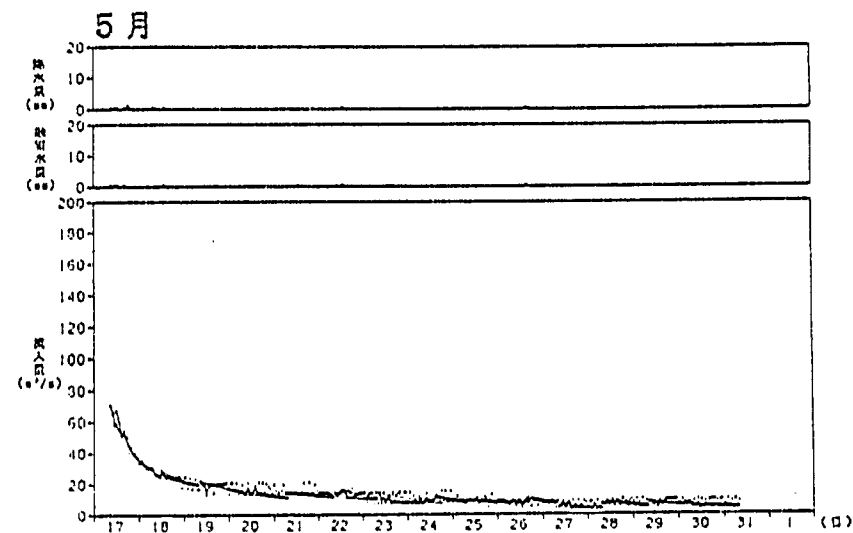
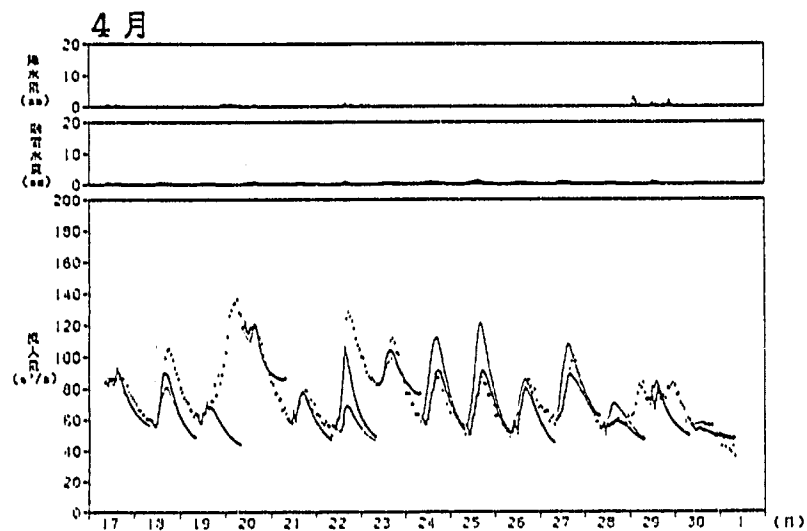
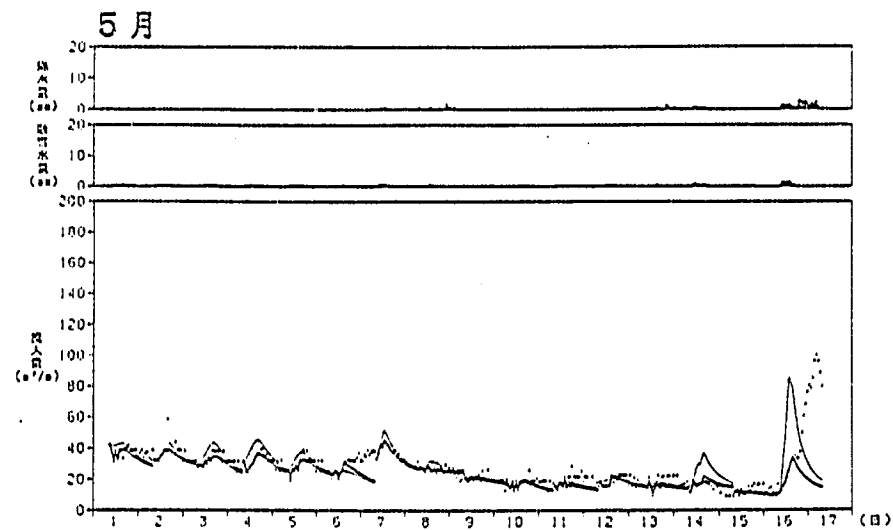
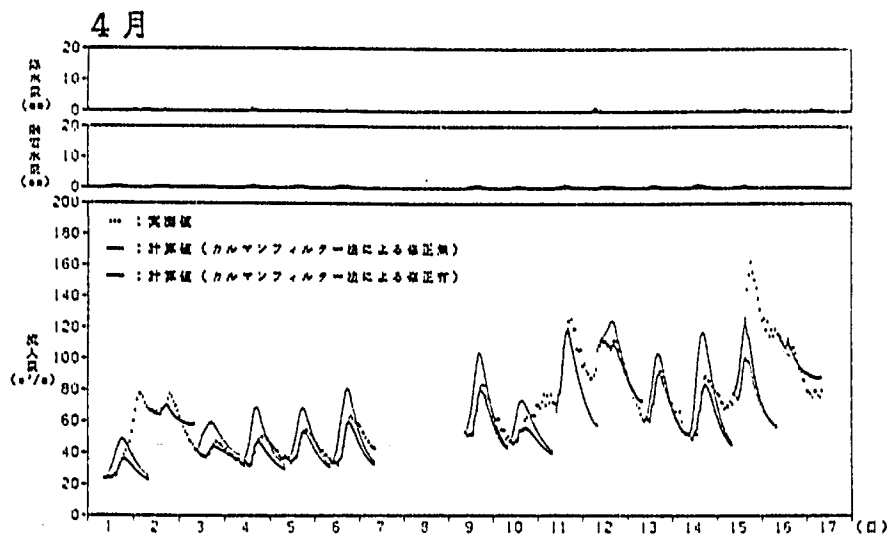


図-4.15 (2) Bダムにおける貯留関数法による流入量予測計算結果 (昭和 58 年)

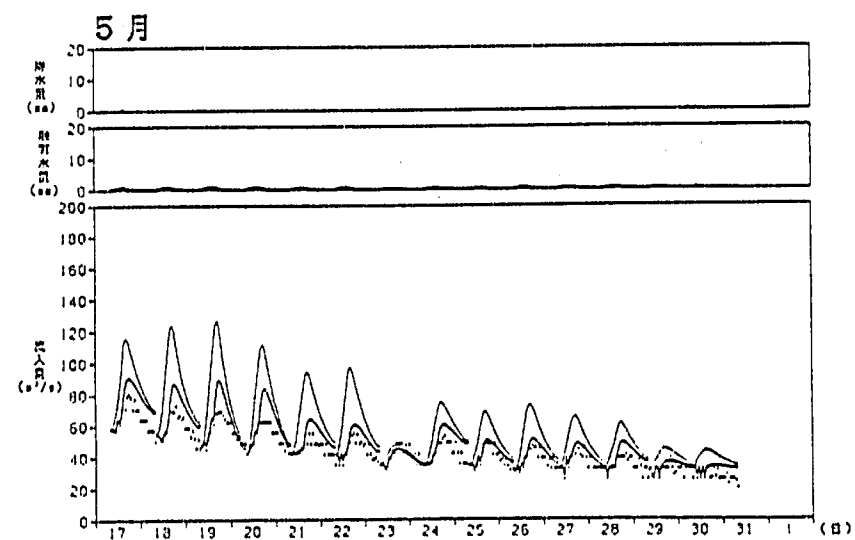
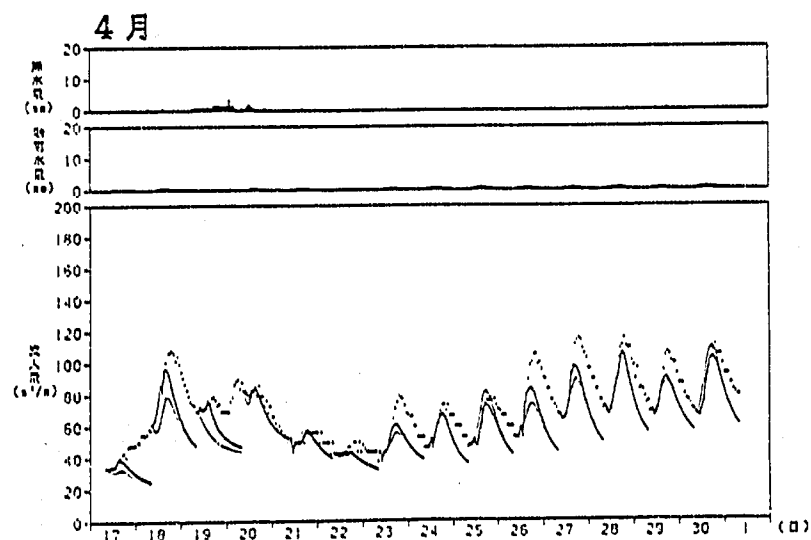
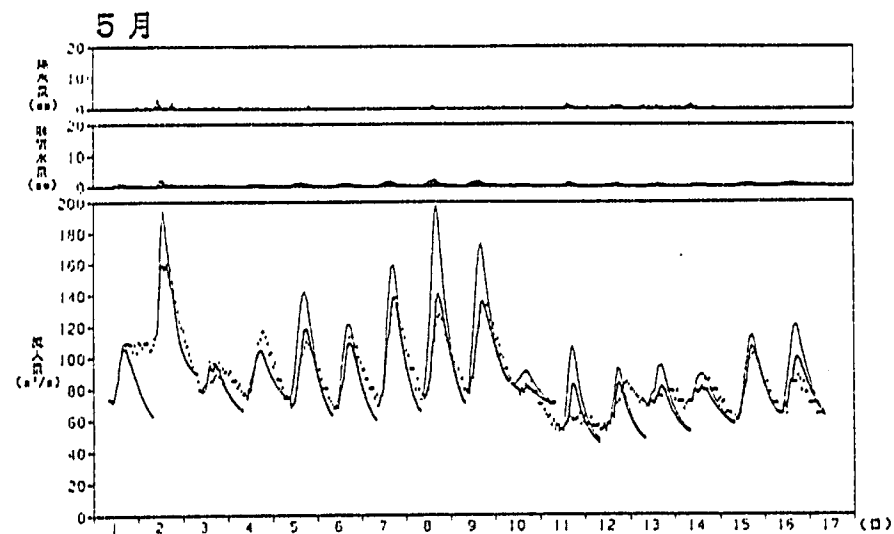
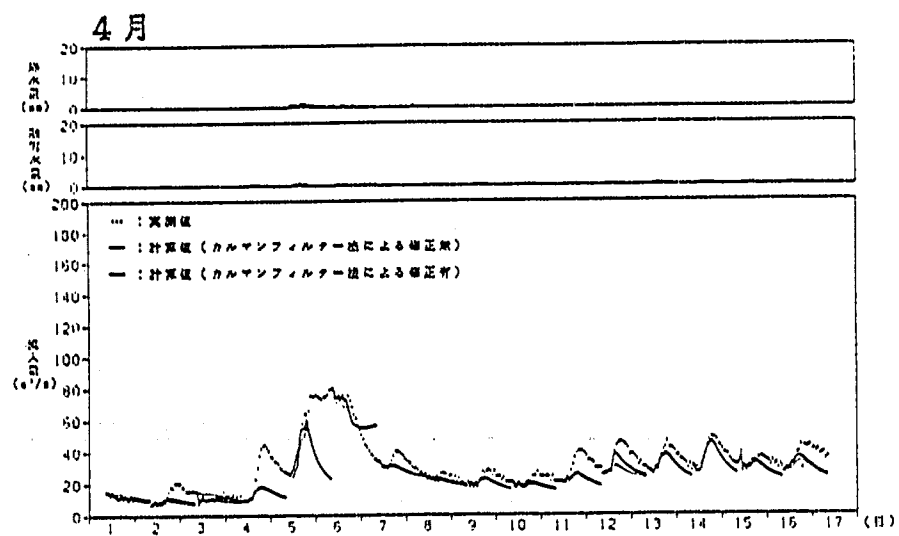


図-4.15 (3) Bダムにおける貯留関数法による流入量予測計算結果 (昭和 59 年)

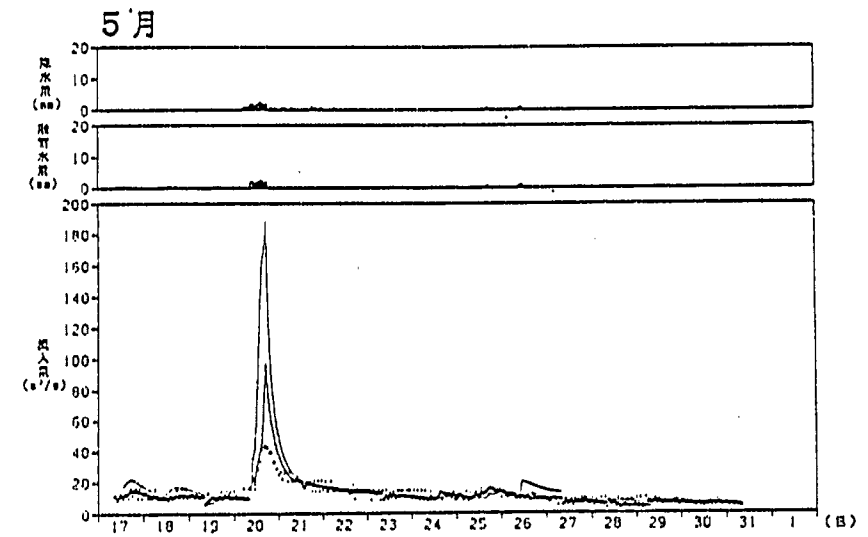
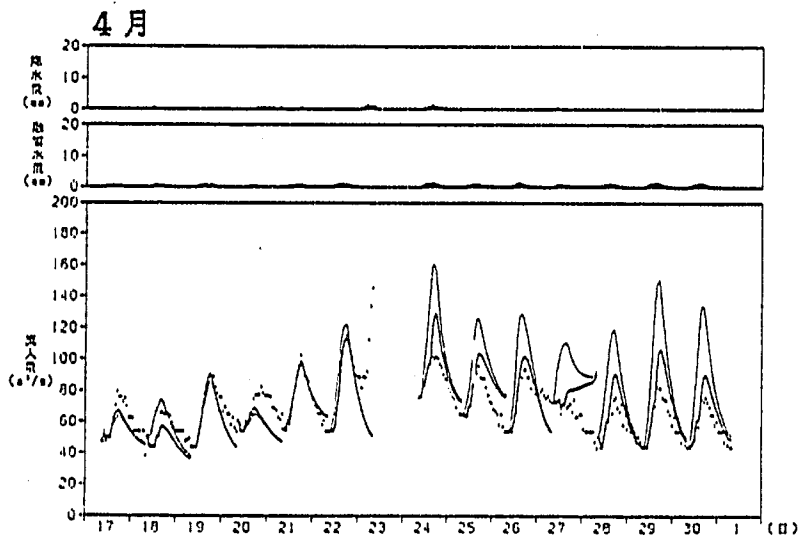
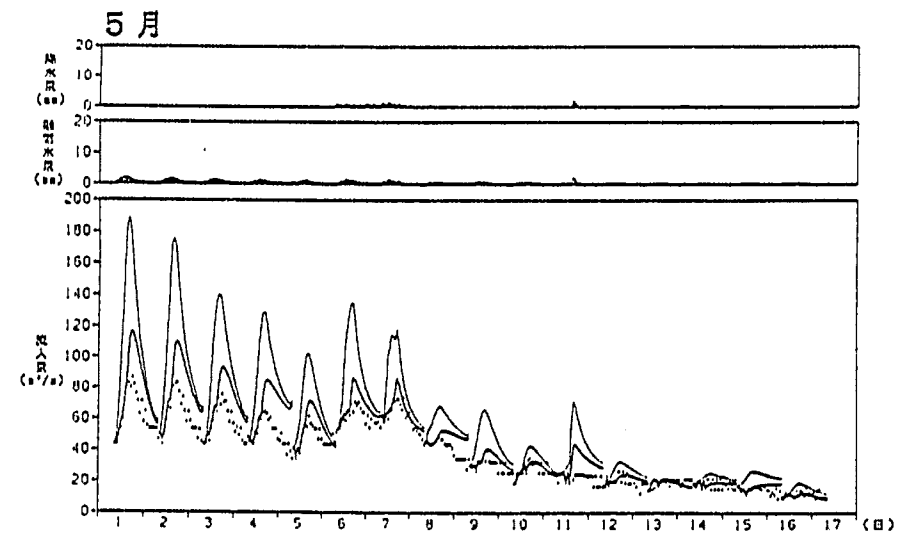
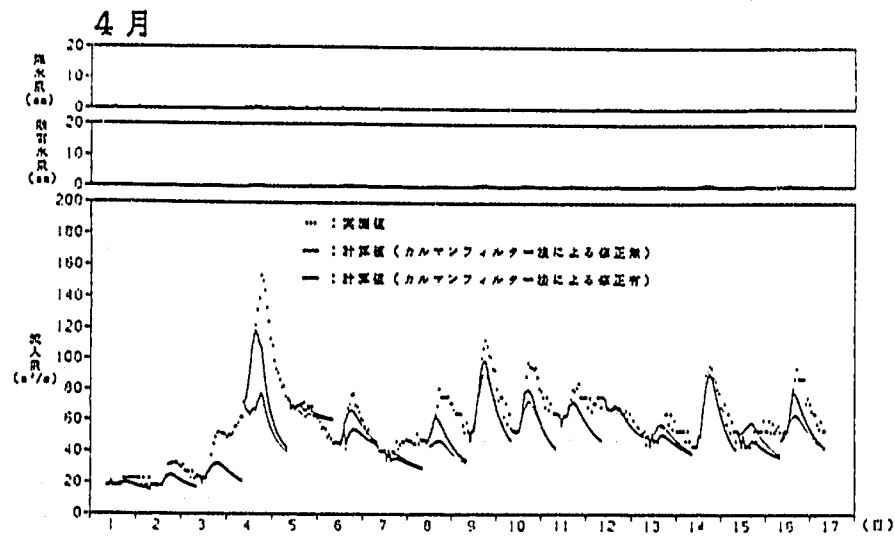


図-4.15 (4) Bダムにおける貯留関数法による流入量予測計算結果 (昭和 60 年)

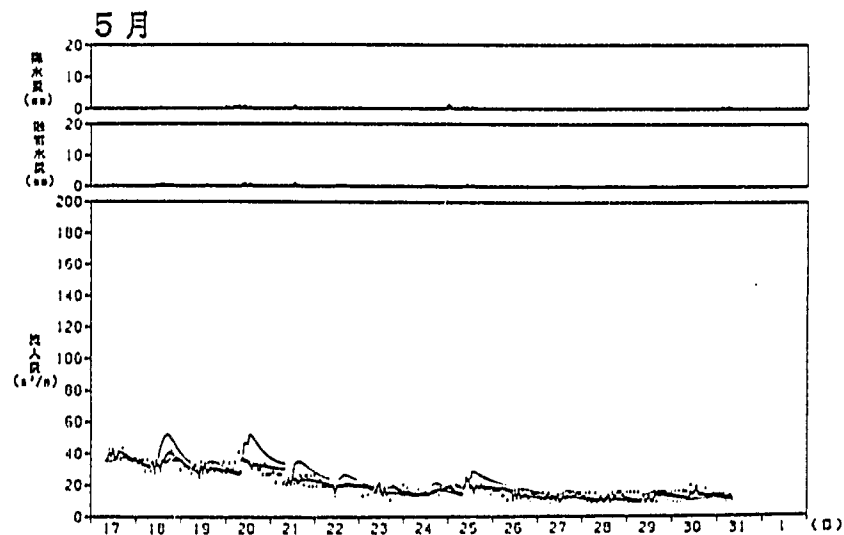
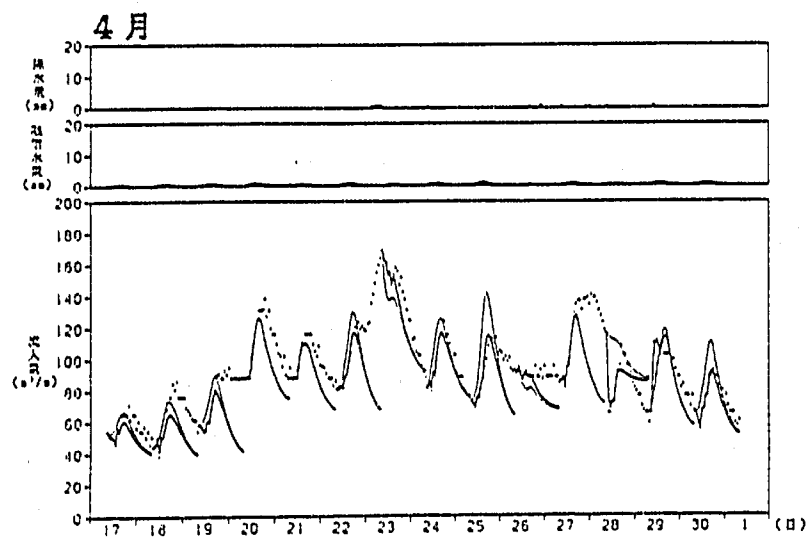
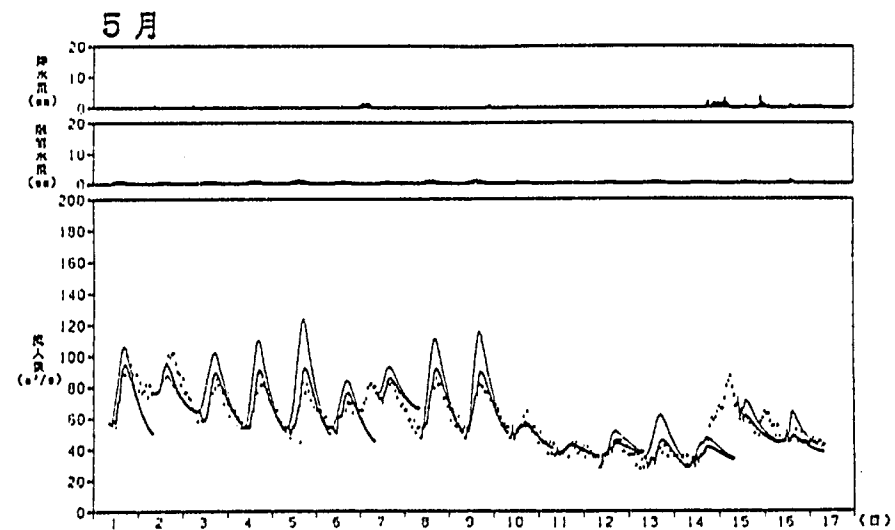
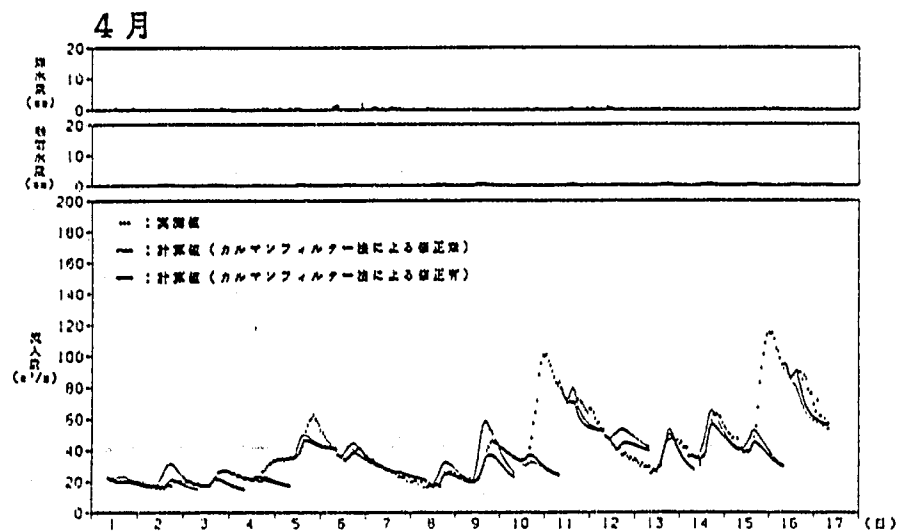


図-4.15 (5) Bダムにおける貯留関数法による流入量予測計算結果 (昭和 61 年)

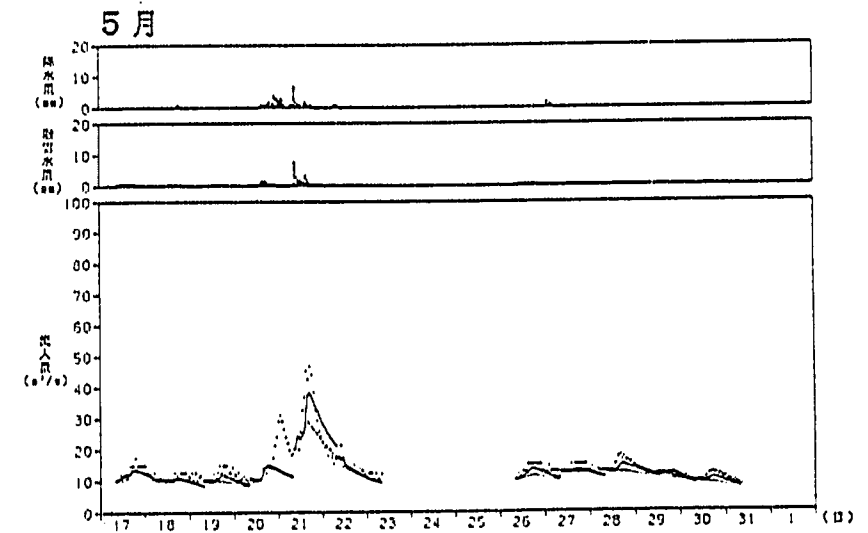
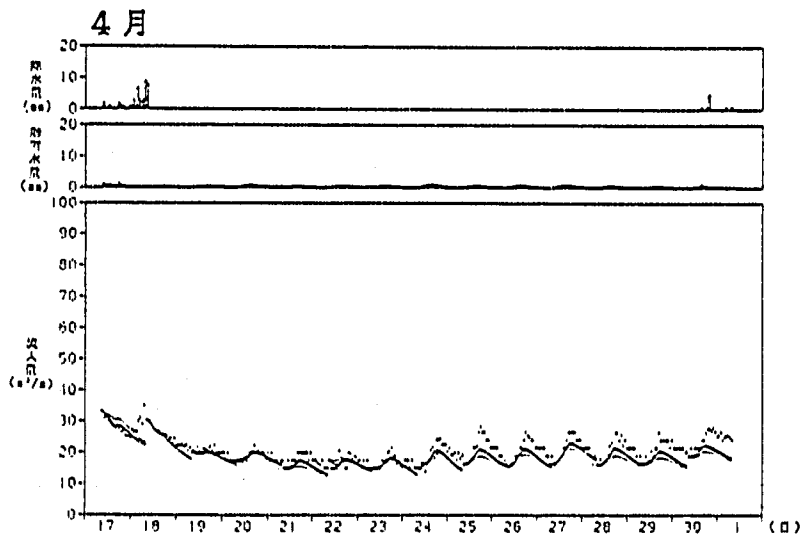
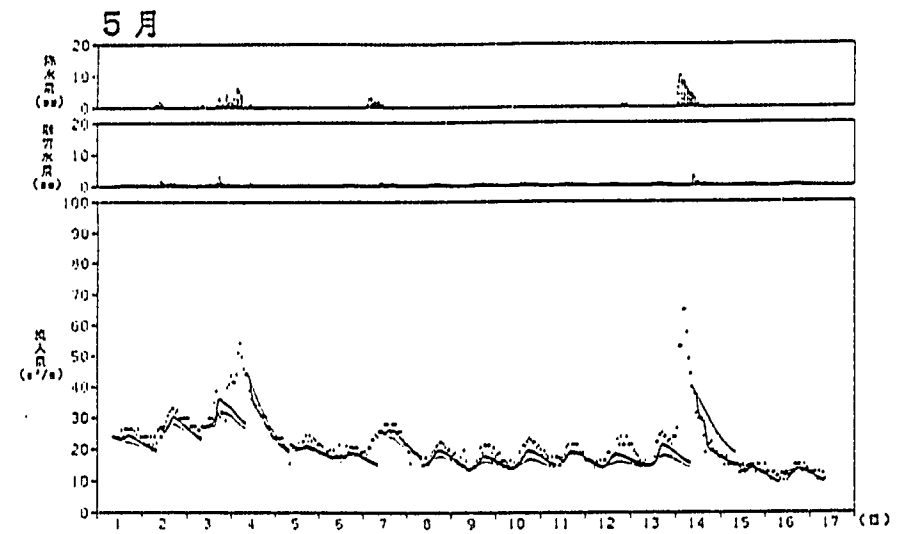
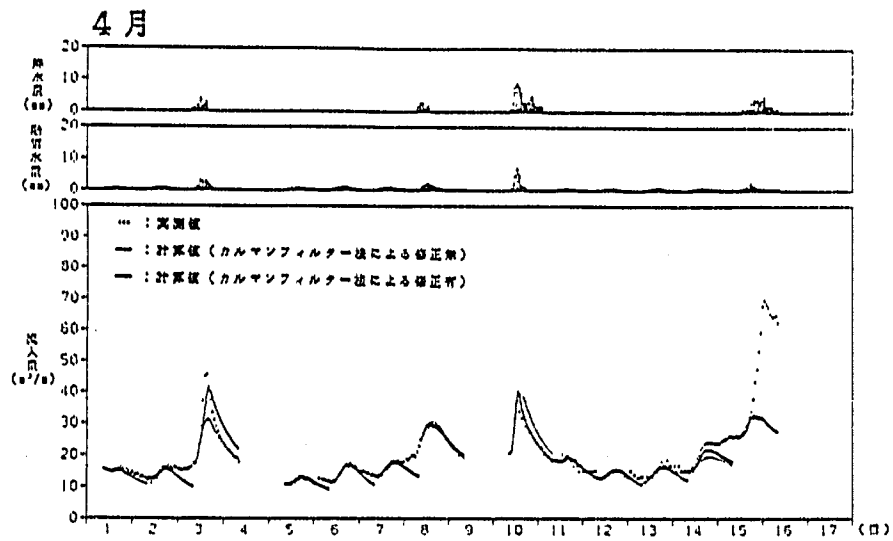


図-4.16(1) Aダムにおけるタンクモデルによる流入量予測計算結果(昭和57年)

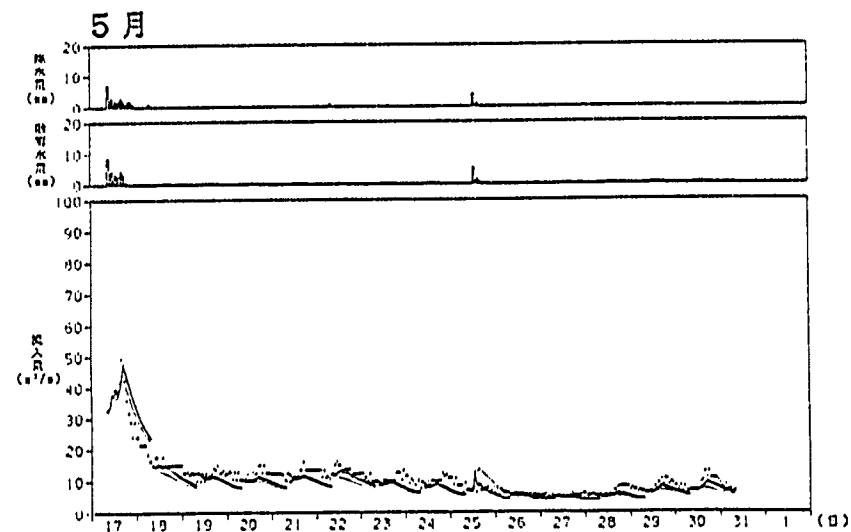
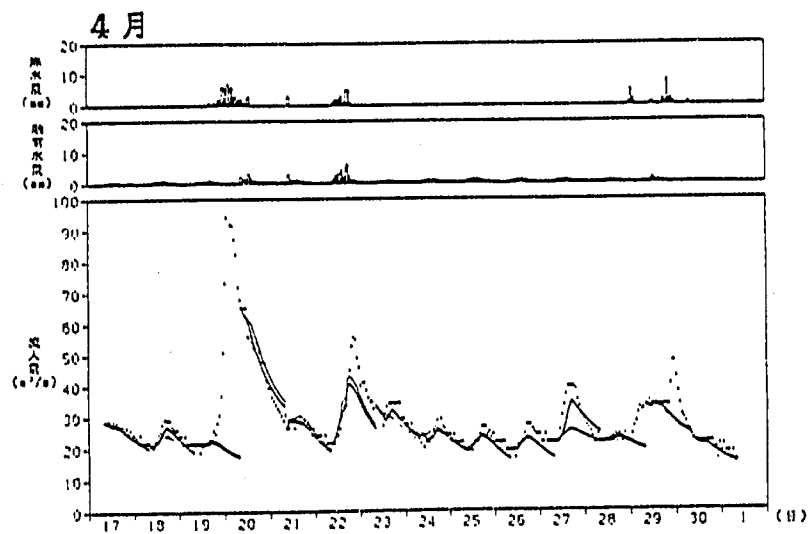
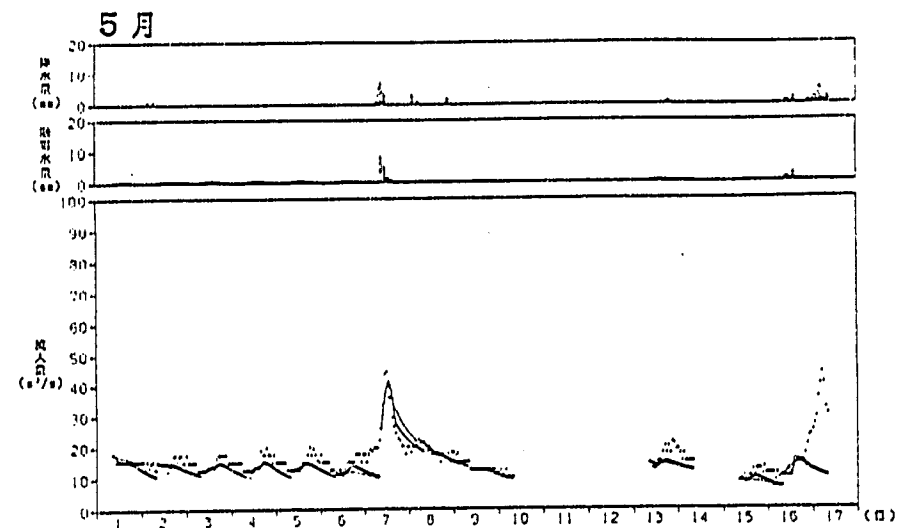
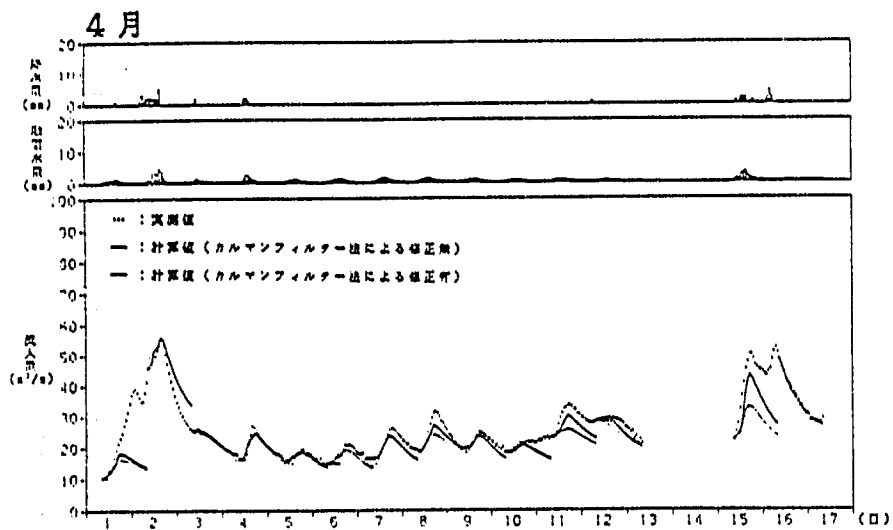


図-4.16 (2) Aダムにおけるタンクモデルによる流入量予測計算結果(昭和 58 年)

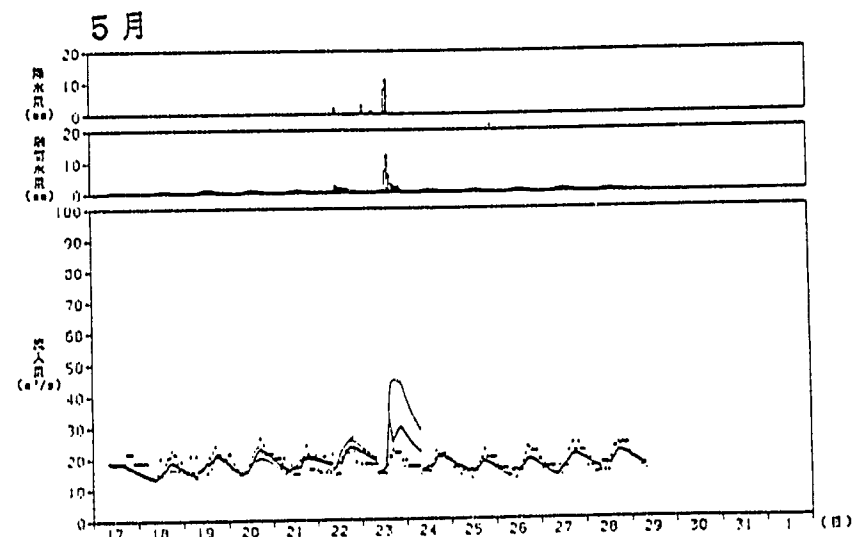
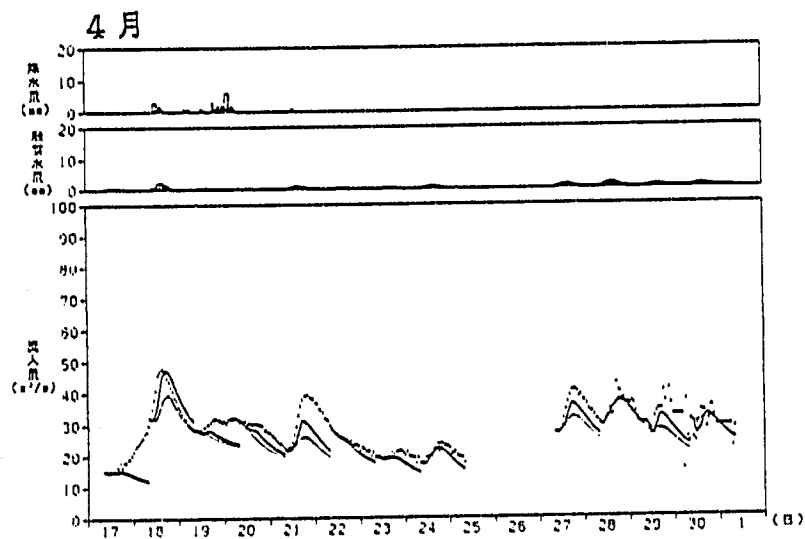
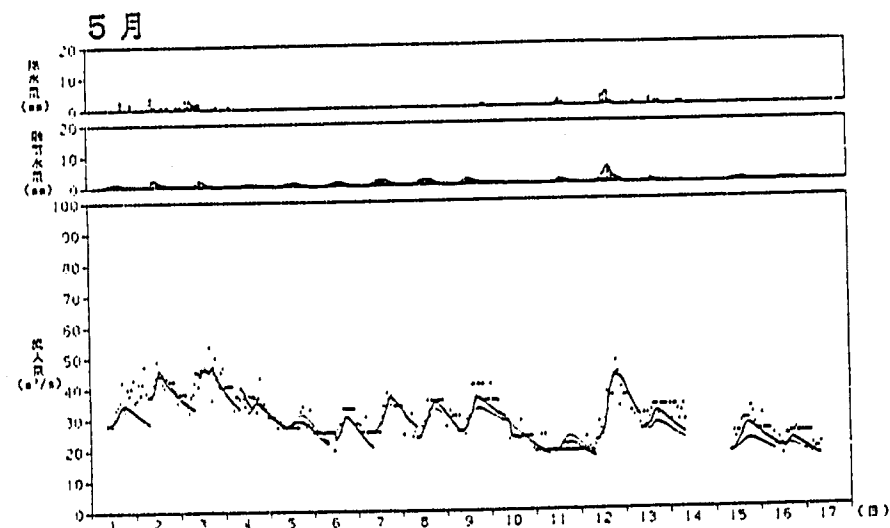
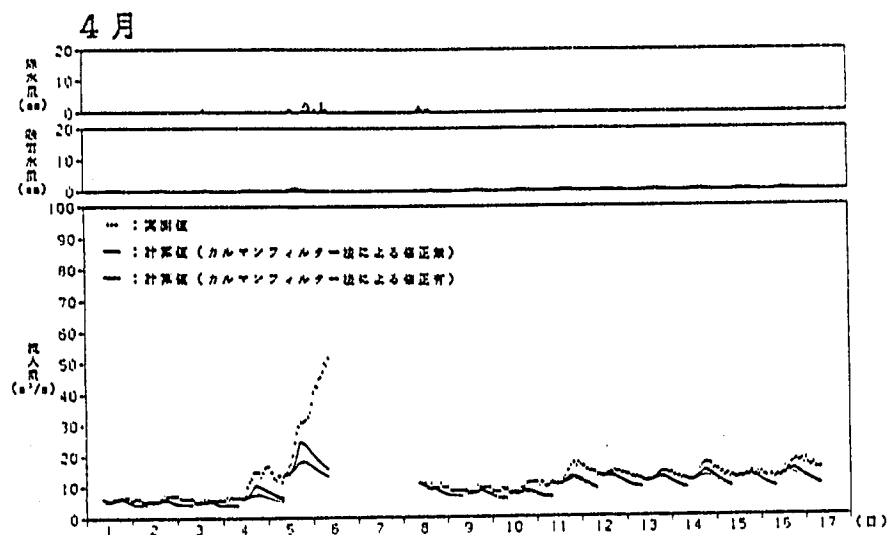


図-4.16(3) Aダムにおけるタンクモデルによる流入量予測計算結果(昭和59年)

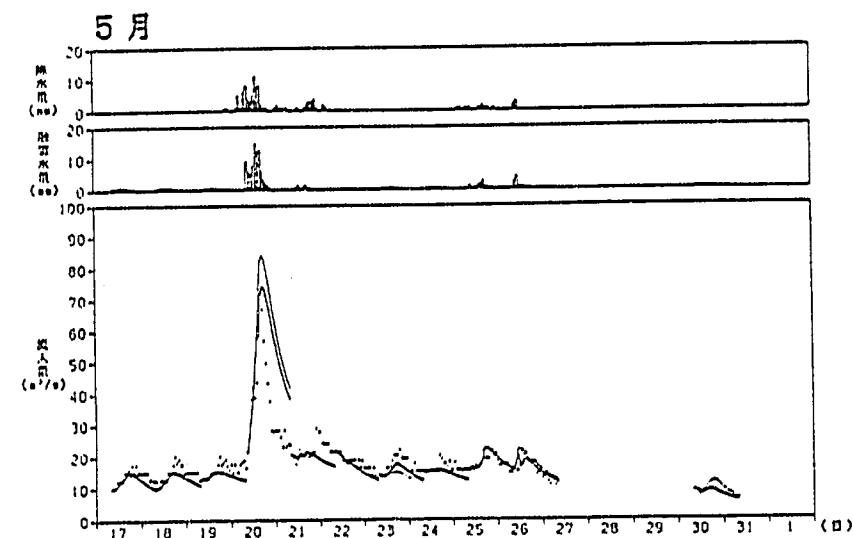
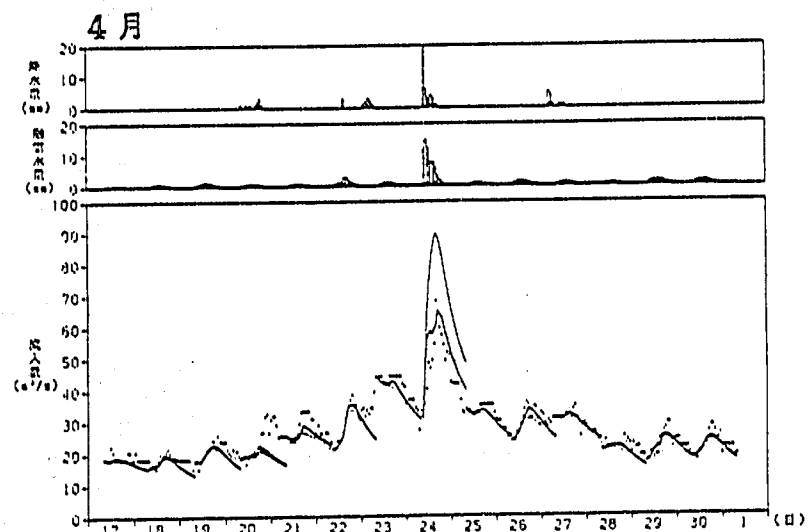
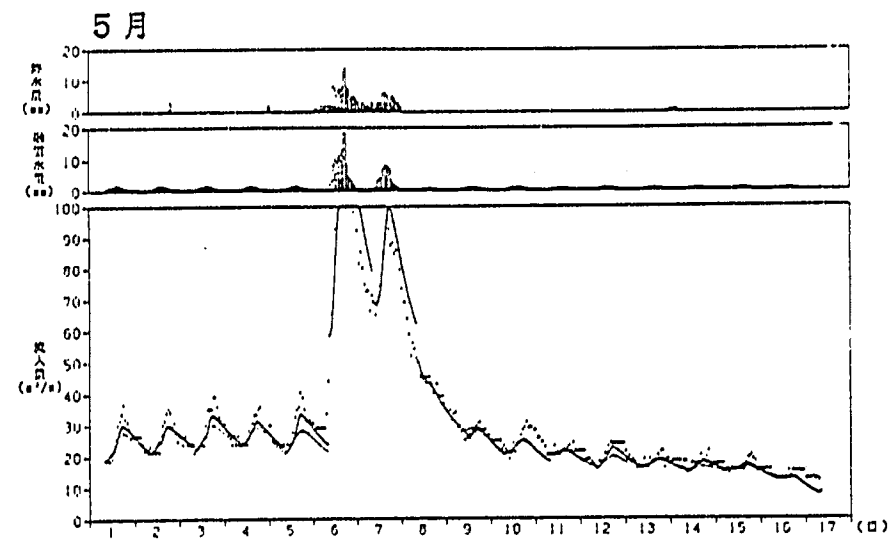
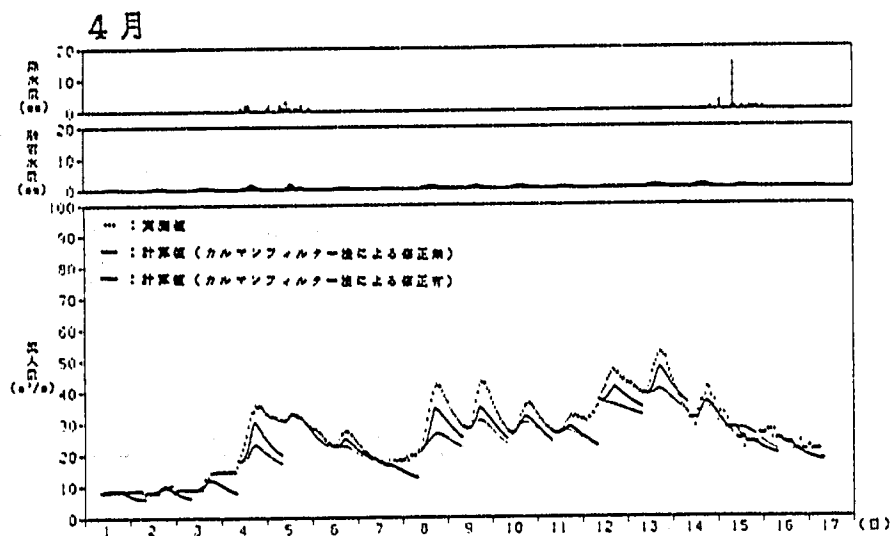


図-4.16 (4) Aダムにおけるタンクモデルによる流入量予測計算結果(昭和 60 年)

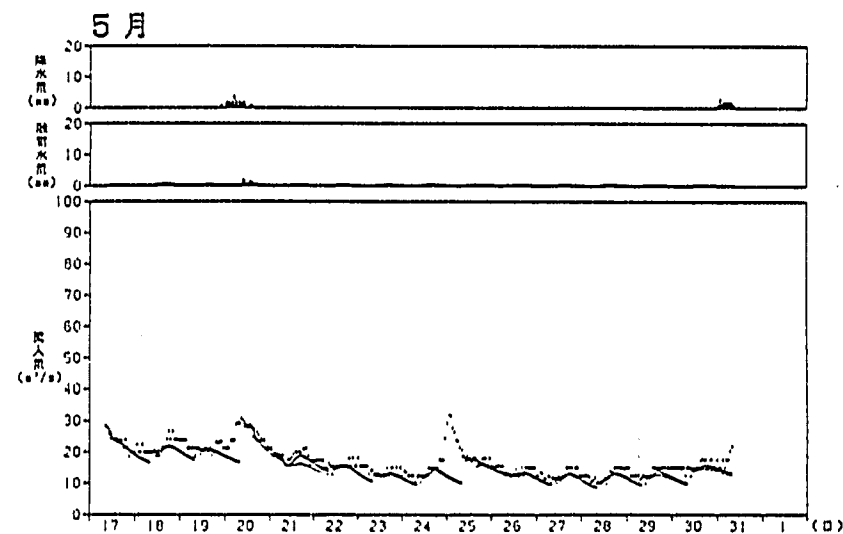
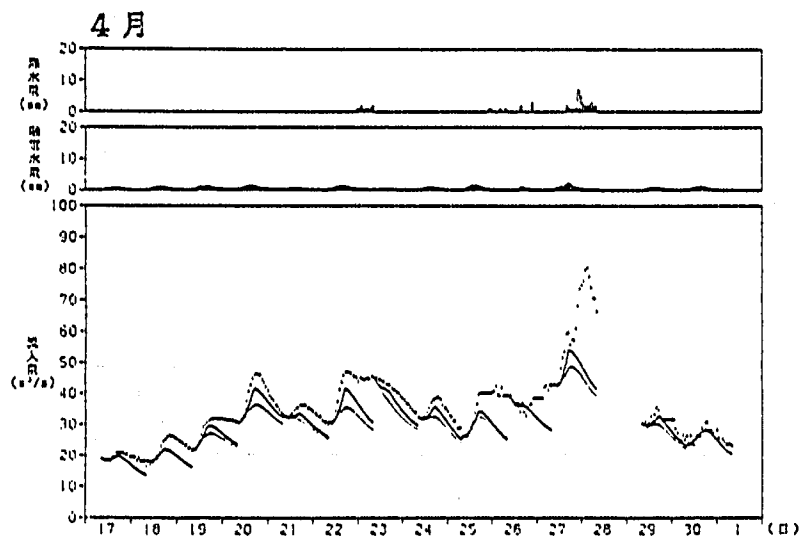
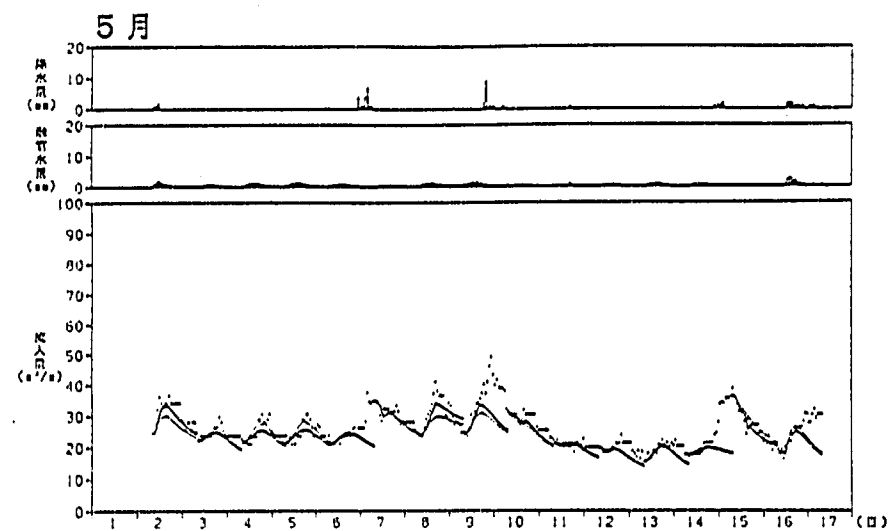
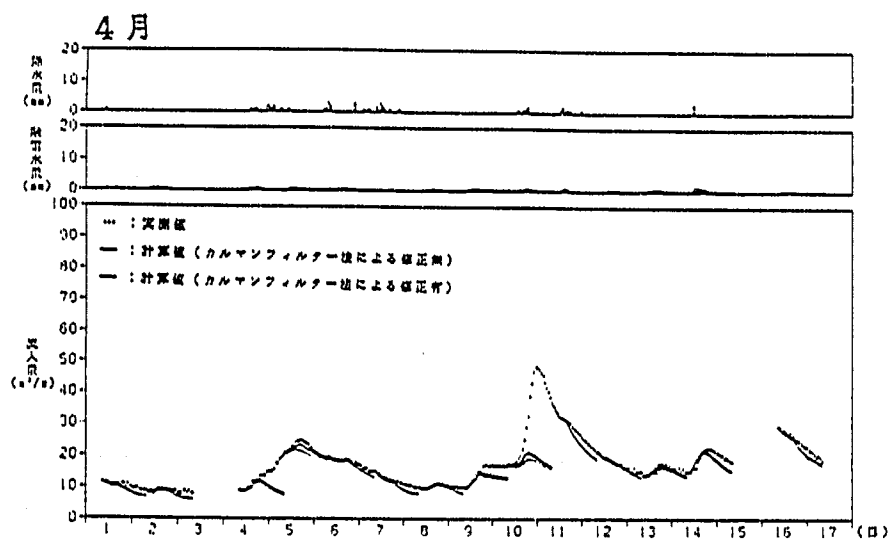


図-4.16 (5) Aダムにおけるタンクモデルによる流入量予測計算結果(昭和61年)

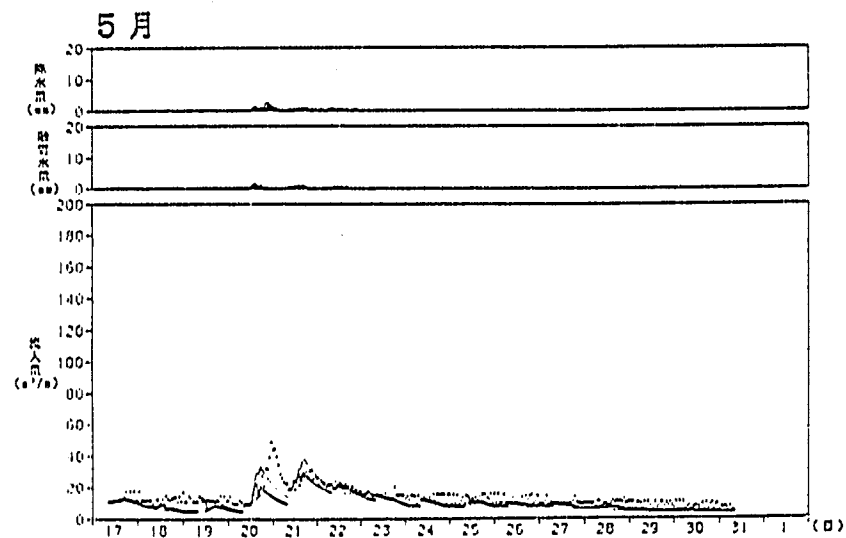
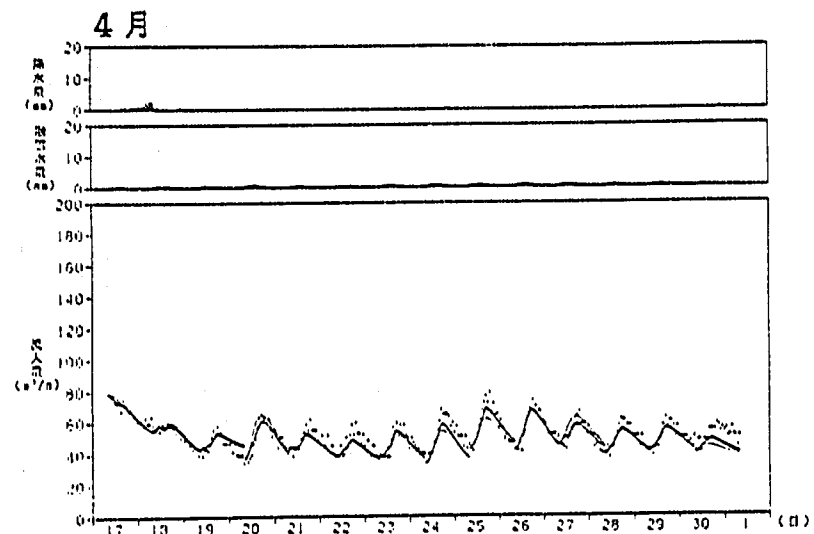
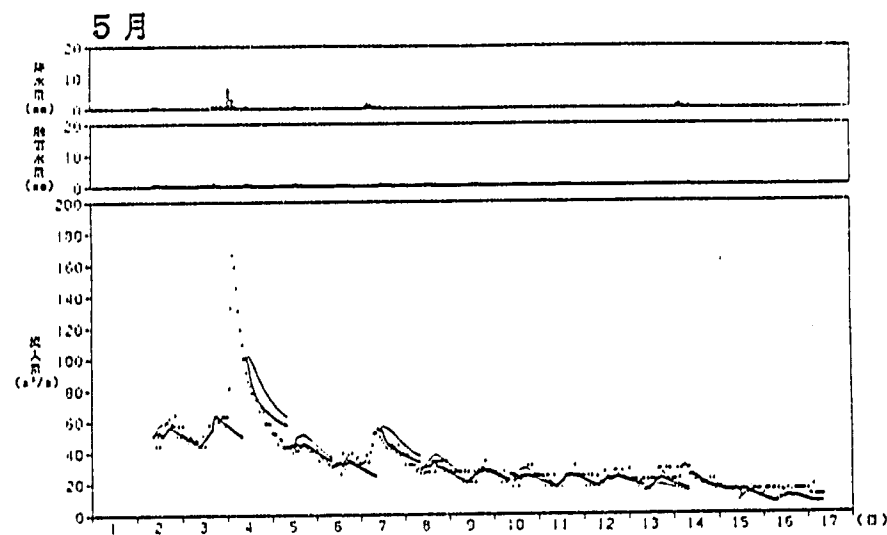
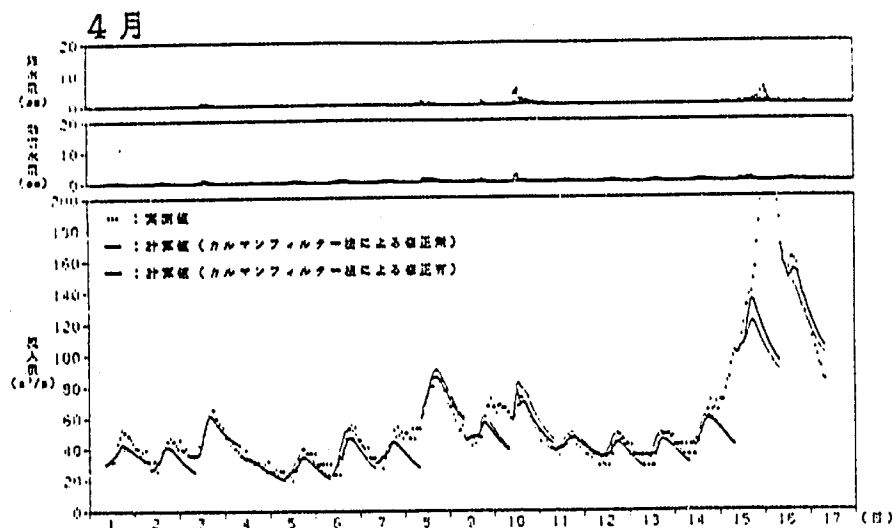


図-4.17(1) Bダムにおけるタンクモデルによる流入量予測計算結果(昭和57年)

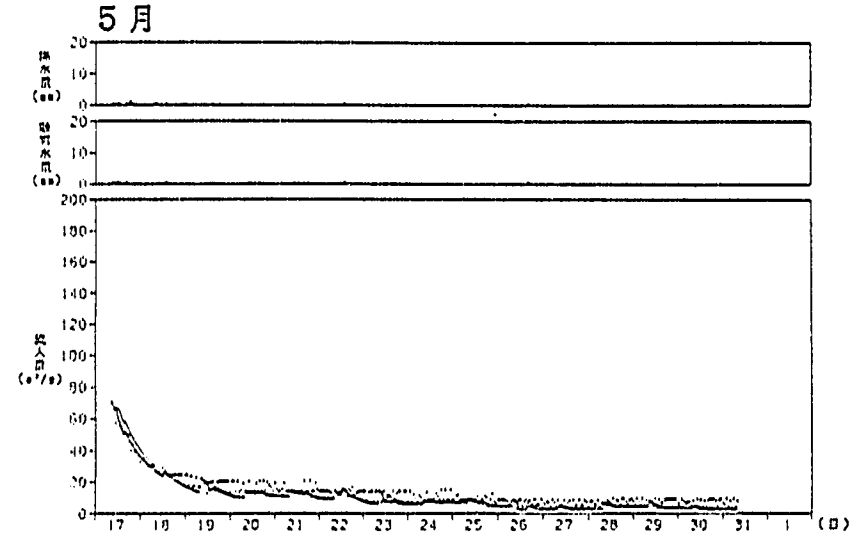
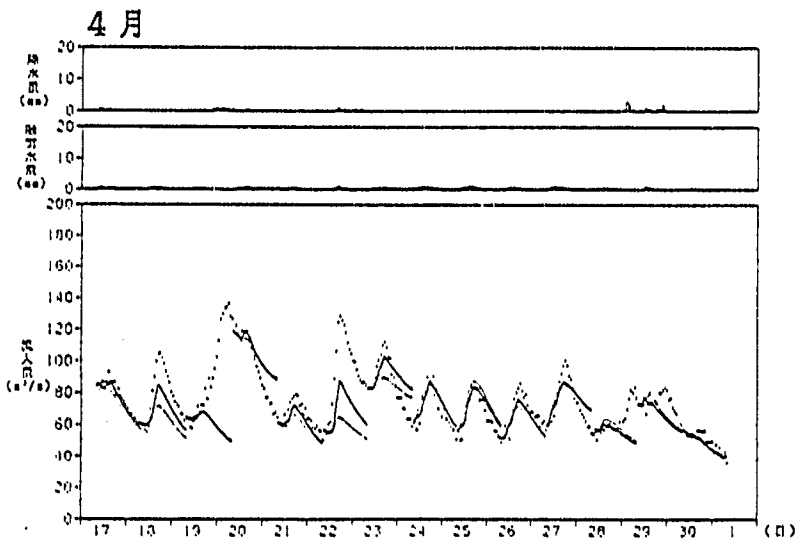
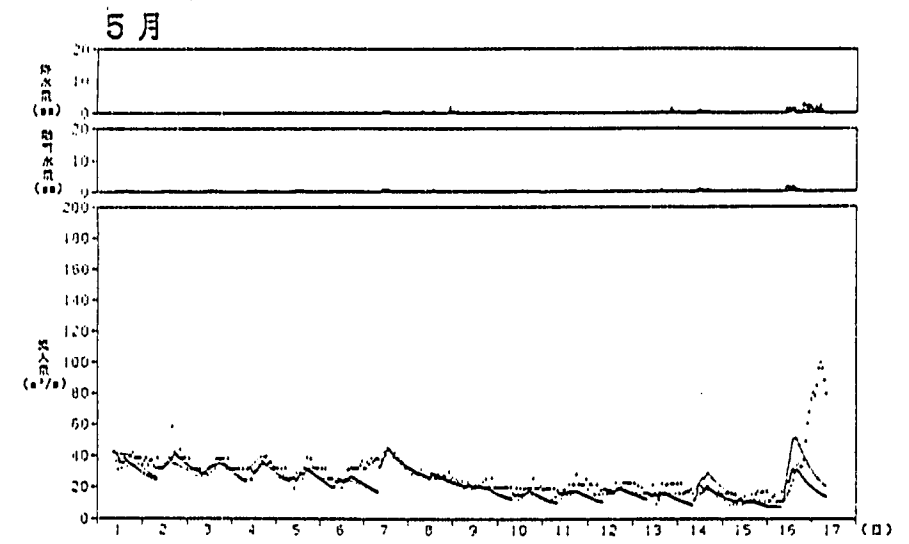
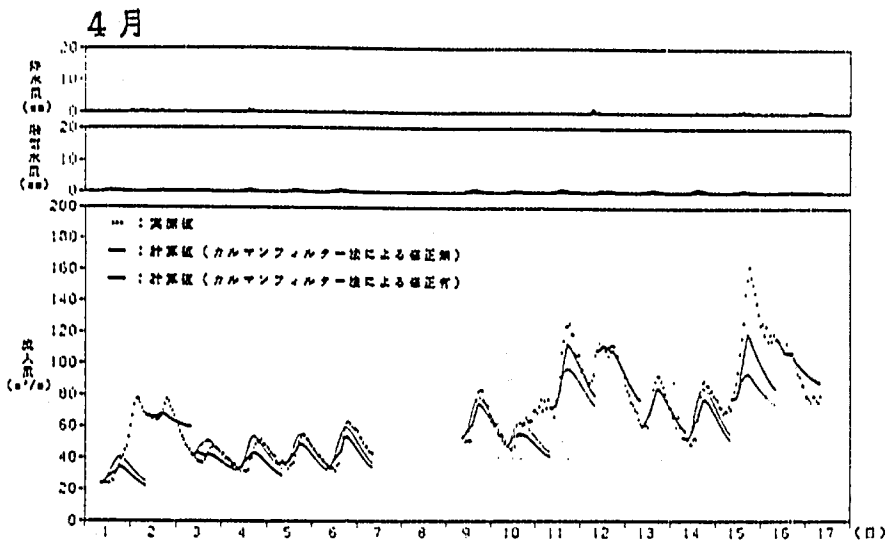


図-4.17(2) Bダムにおけるタンクモデルによる流入量予測計算結果(昭和58年)

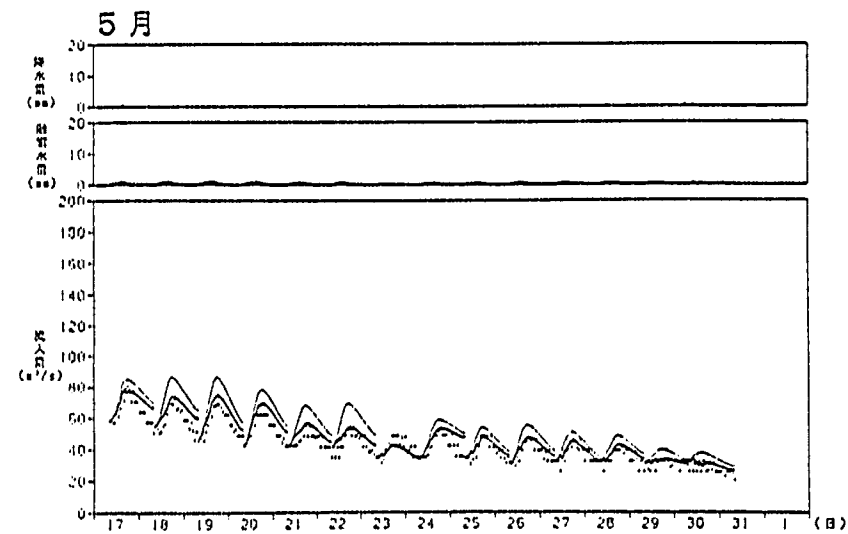
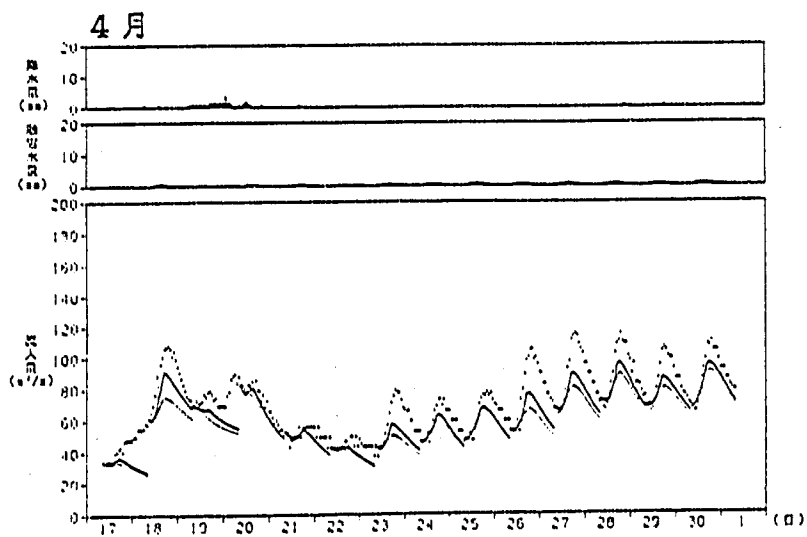
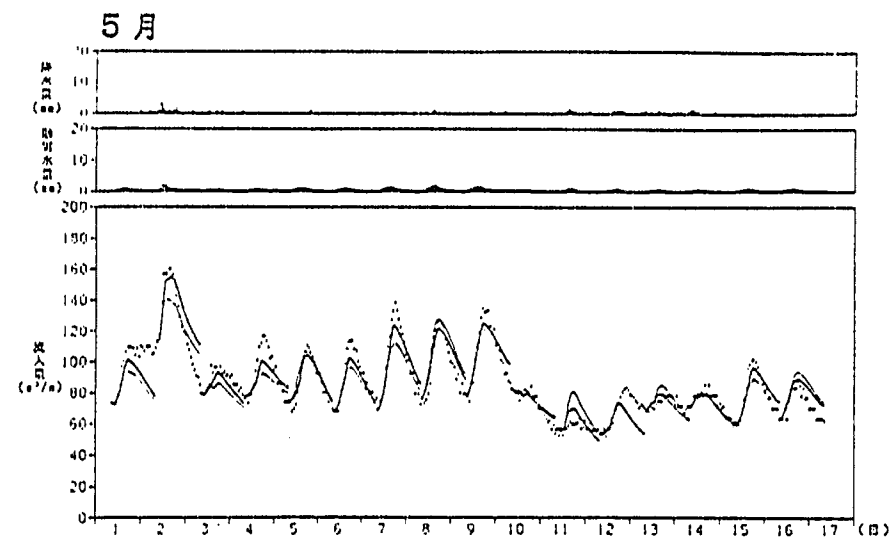
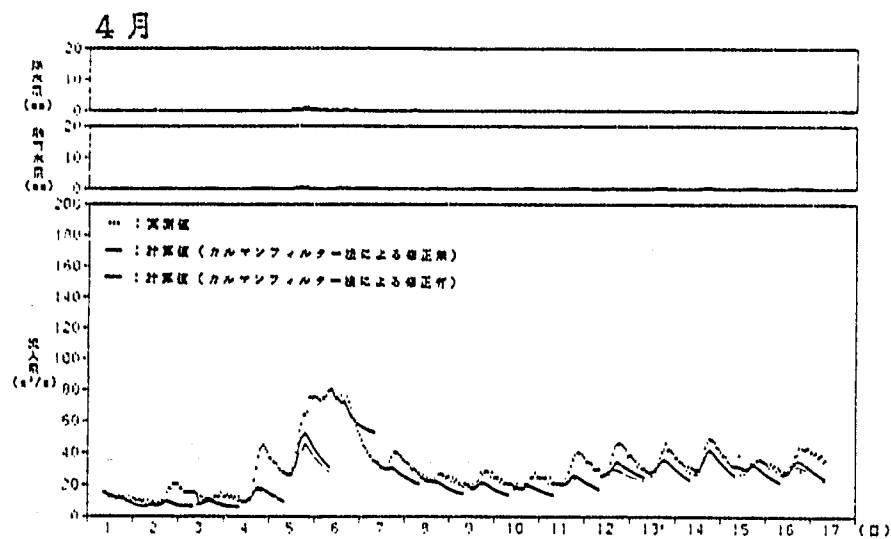


図-4.17 (3) Bダムにおけるタンクモデルによる流入量予測計算結果(昭和59年)

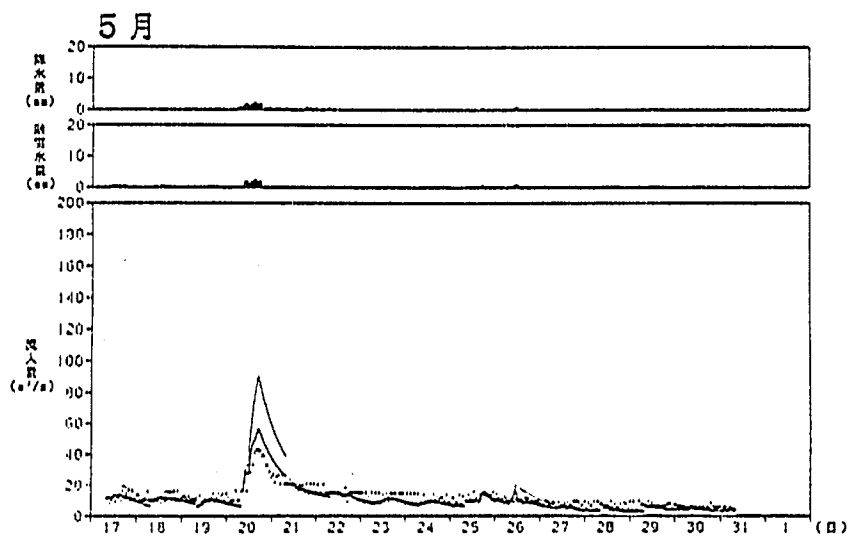
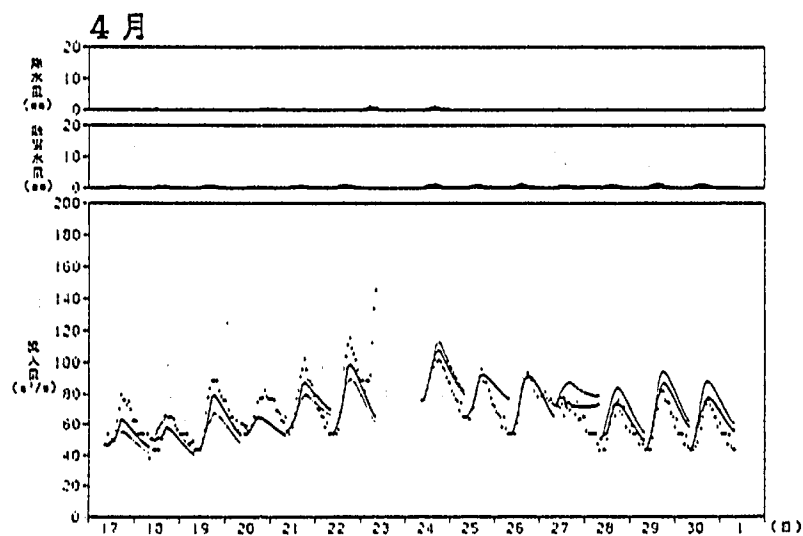
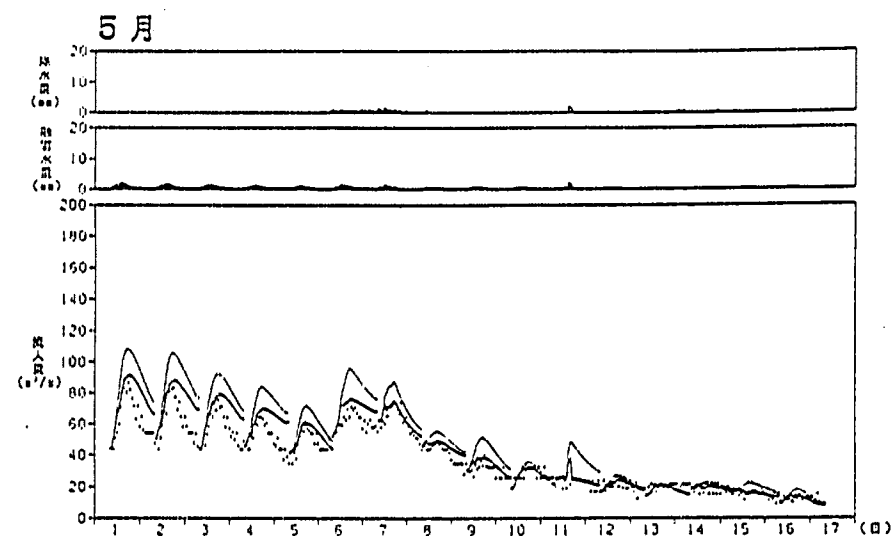
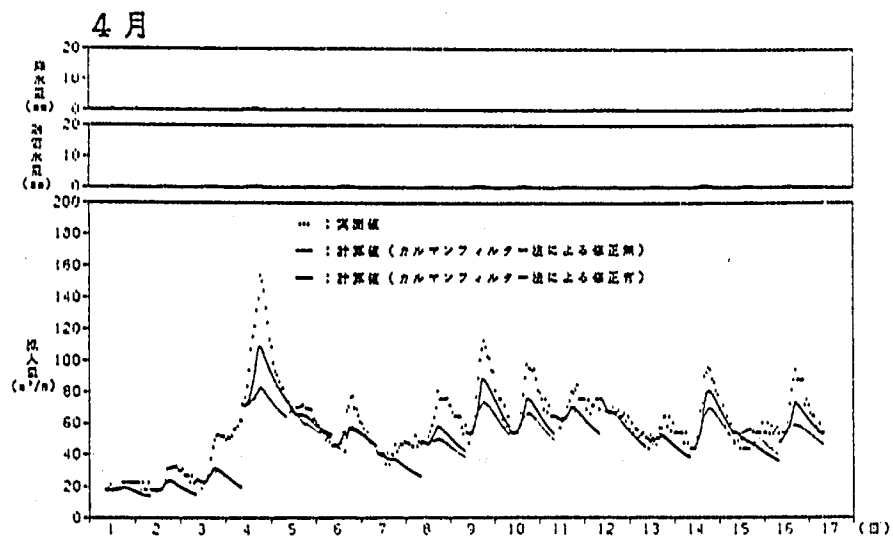


図-4.17(4) Bダムにおけるタンクモデルによる流入量予測計算結果(昭和60年)

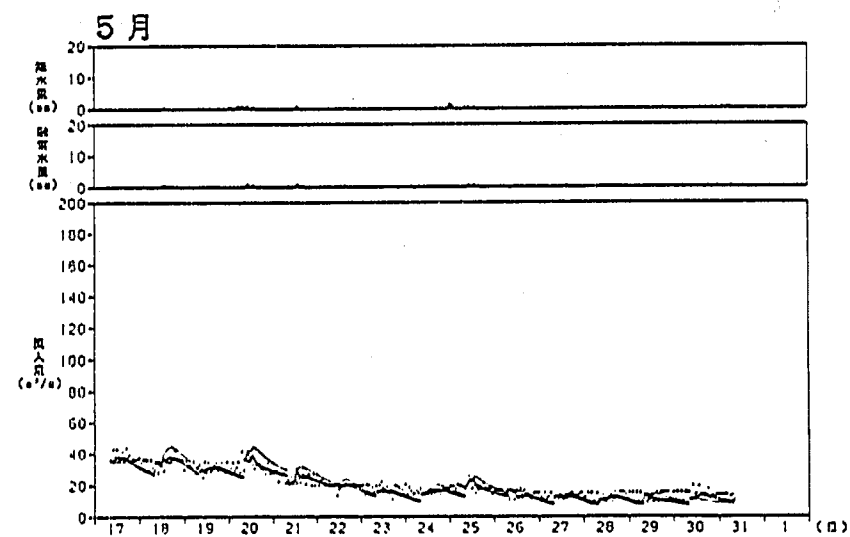
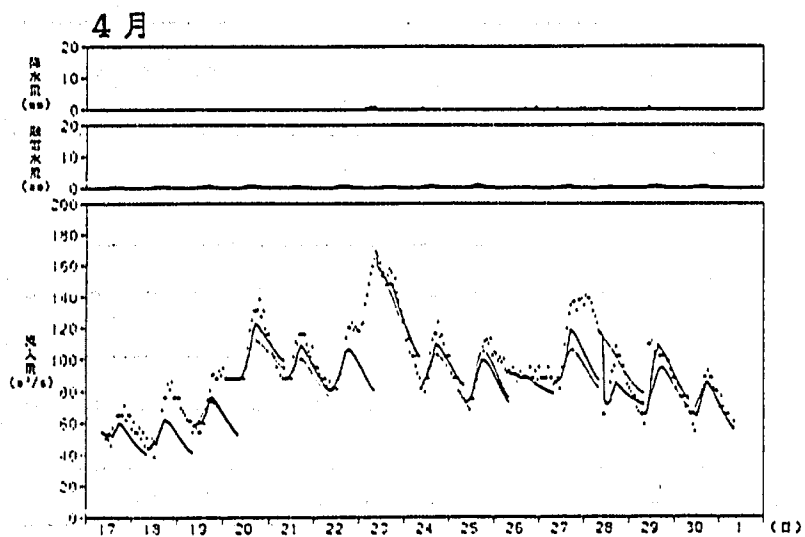
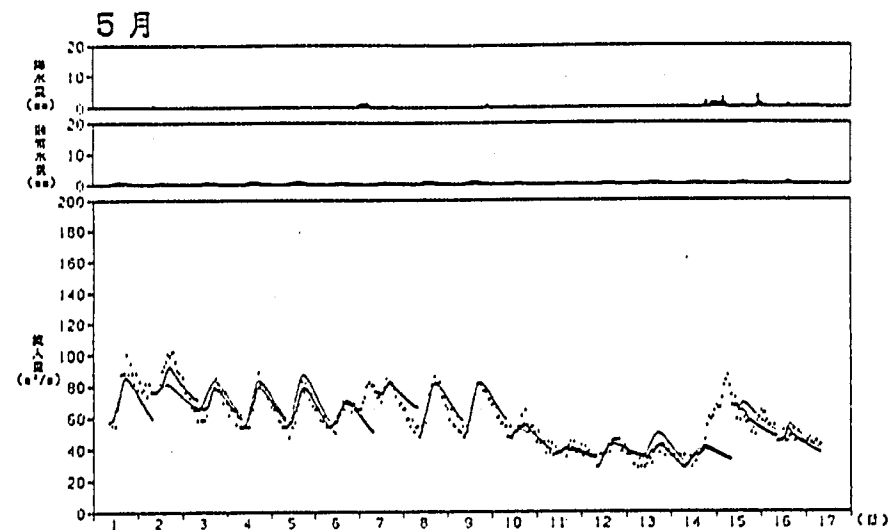
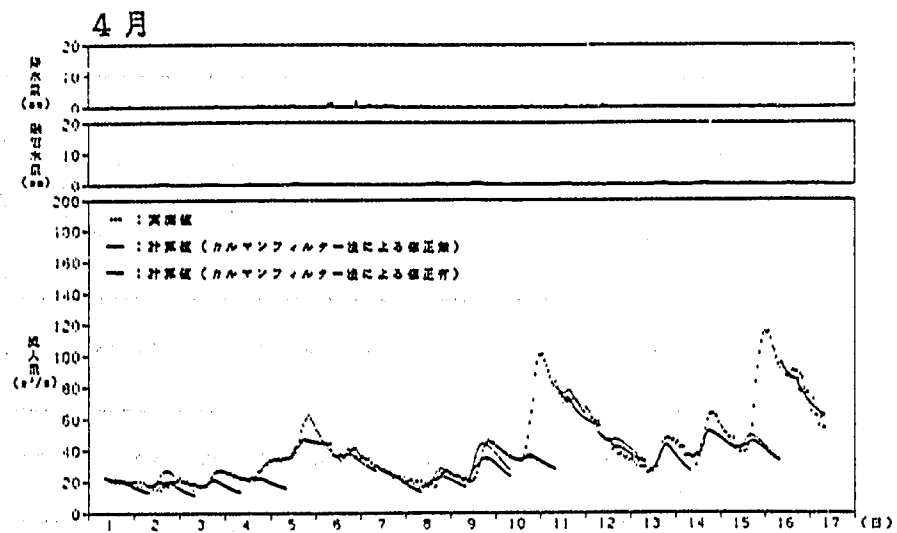


図-4.17 (5) Bダムにおけるタンクモデルによる流入量予測計算結果(昭和 61 年)

表-4.10 流入量予測計算結果

(1)Aダム (貯留関数法)

年	降雨	流量差 (m^3/s)								
		~-20	~-10	~-5	~-2	~ 2	~ 5	~ 10	~ 20	20 ~
57	無	0	0	0	5	30	1	2	0	0
	有	1	1	2	4	8	0	0	0	0
58	無	0	0	0	4	32	3	0	0	0
	有	1	3	3	3	4	0	1	0	0
59	無	0	0	3	3	33	3	0	0	0
	有	1	0	3	4	0	1	1	0	0
60	無	0	0	4	6	26	2	0	0	0
	有	0	1	1	6	7	3	0	0	0
61	無	0	0	5	5	27	2	0	0	0
	有	2	3	4	2	6	0	0	0	0
計	無	0	0	12	23	148	11	2	0	0
	有	5	8	13	19	25	4	2	0	0

(2)Aダム (タンクモデル)

年	降雨	流量差 (m^3/s)								
		~-20	~-10	~-5	~-2	~ 2	~ 5	~ 10	~ 20	20 ~
57	無	0	0	0	8	29	1	0	0	0
	有	1	1	3	7	3	1	0	0	0
58	無	0	0	0	18	20	0	1	0	0
	有	1	3	3	4	3	0	1	0	0
59	無	0	0	3	15	24	0	1	0	0
	有	0	1	2	2	4	1	0	0	0
60	無	0	0	3	13	22	0	0	0	0
	有	0	0	2	6	7	0	2	0	0
61	無	0	1	1	19	18	0	0	0	0
	有	2	1	7	3	4	0	0	0	0
計	無	0	1	7	73	113	1	2	0	0
	有	4	6	17	22	21	2	3	0	0

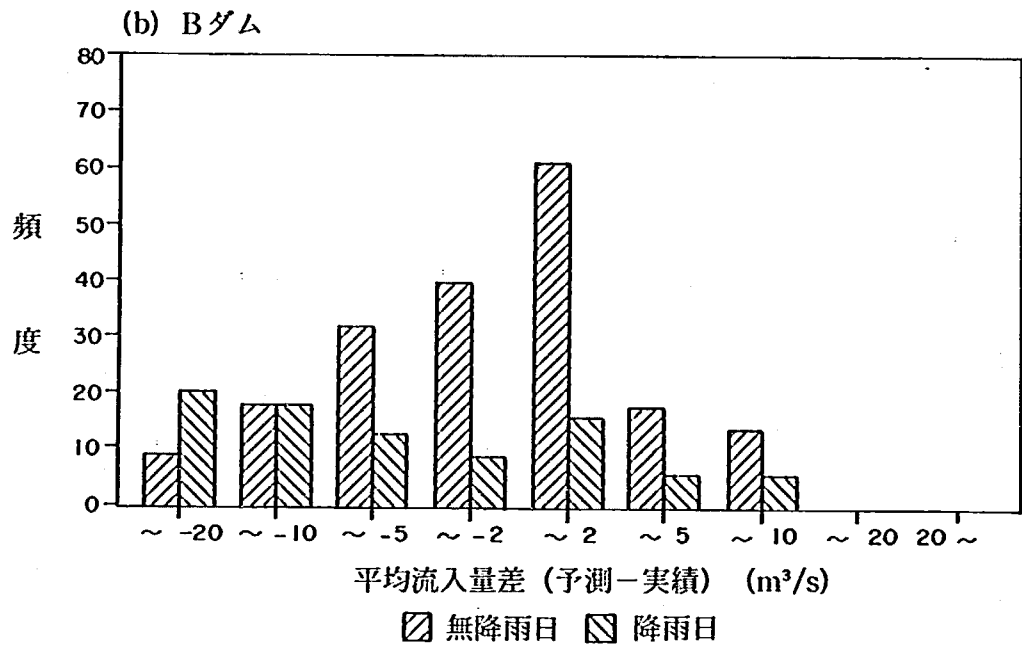
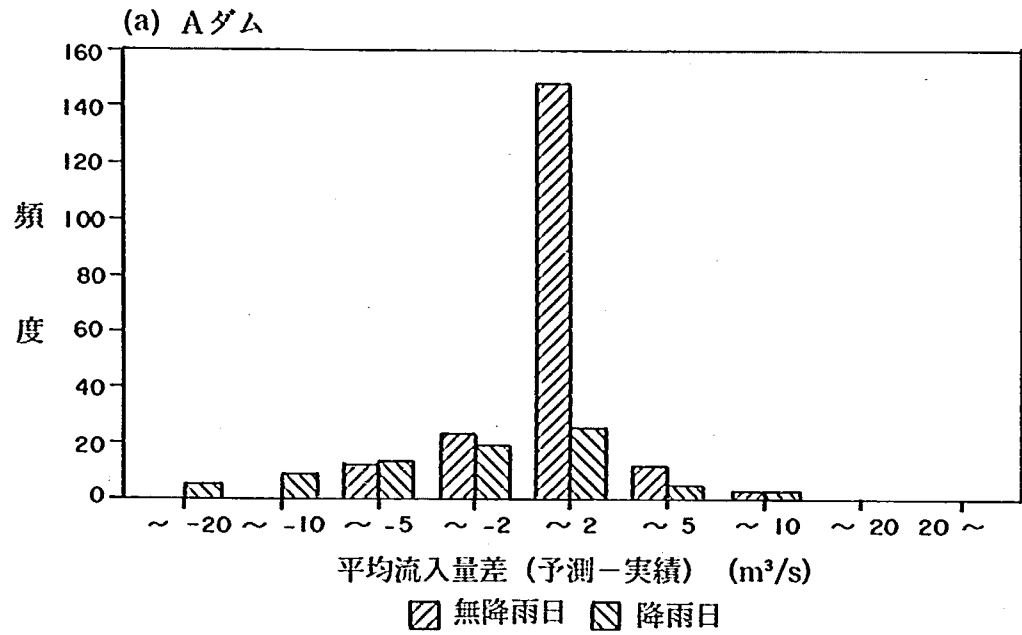
表-4.10 流入量予測計算結果

(3)Bダム (貯留関数法)

年	降雨	流量差 (m ³ /s)								
		~-20	~-10	~-5	~-2	~ 2	~ 5	~ 10	~ 20	20 ~
57	無	0	0	5	15	17	2	3	0	0
	有	3	4	3	1	4	0	1	0	0
58	無	1	4	4	16	16	3	1	0	0
	有	6	2	0	1	3	0	1	0	0
59	無	3	6	10	4	4	4	6	0	0
	有	4	5	5	2	0	2	1	0	0
60	無	3	4	6	2	11	3	2	0	0
	有	2	3	0	1	6	3	2	0	0
61	無	2	4	7	3	13	6	2	0	0
	有	5	4	5	4	3	1	1	0	0
計	無	9	18	32	40	61	18	14	0	0
	有	20	18	13	9	16	6	6	0	0

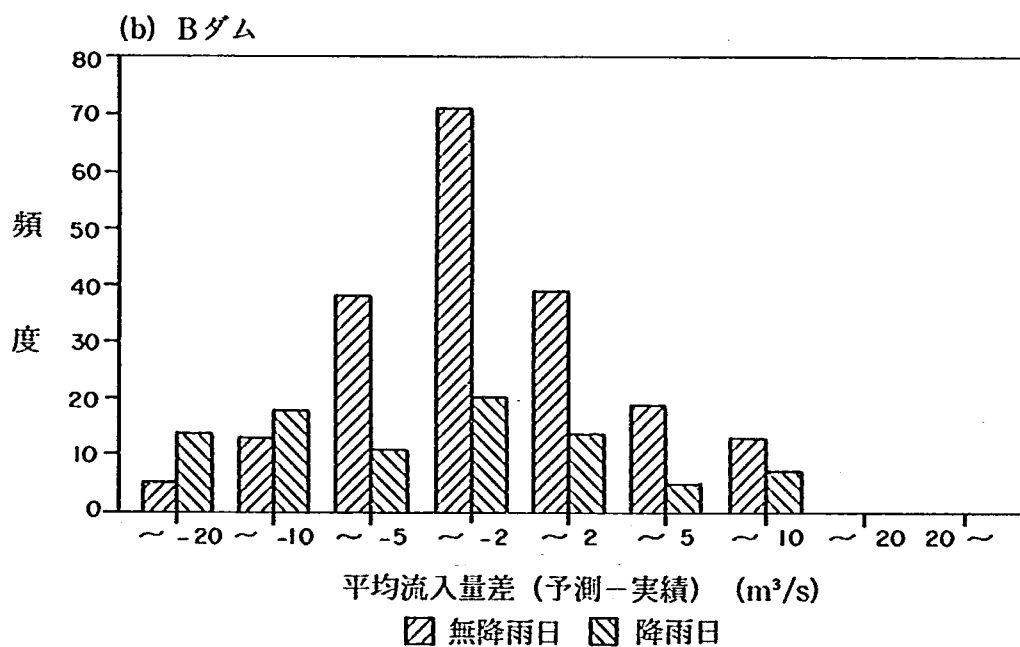
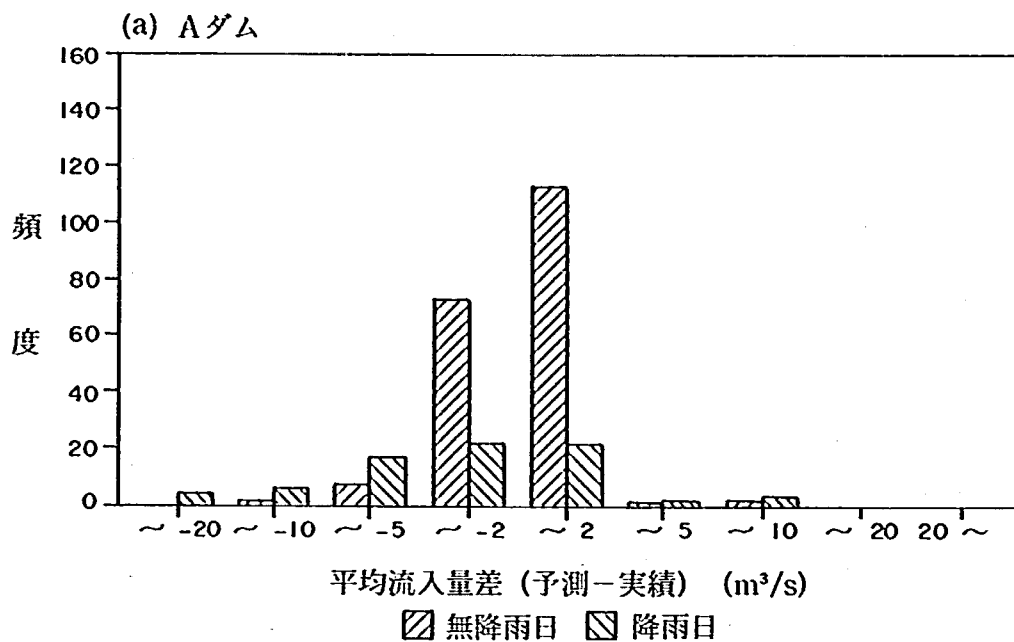
(4)Bダム (タンクモデル)

年	降雨	流量差 (m ³ /s)								
		~-20	~-10	~-5	~-2	~ 2	~ 5	~ 10	~ 20	20 ~
57	無	0	0	3	26	9	4	1	0	0
	有	3	3	3	2	3	1	1	0	0
58	無	1	3	8	23	3	4	2	0	0
	有	5	1	3	0	3	0	1	0	0
59	無	2	3	15	3	5	5	8	0	0
	有	1	7	1	4	4	0	1	0	0
60	無	1	4	7	9	8	2	2	0	0
	有	0	5	0	5	3	3	3	0	0
61	無	1	3	5	10	14	4	0	0	0
	有	5	2	4	9	1	1	1	0	0
計	無	5	13	38	71	39	19	13	0	0
	有	14	18	11	20	14	5	7	0	0



(1) 貯留関数法

図-4.18 流入量予測精度の整理



(2) タンクモデル

図-4.18 流入量予測精度の整理

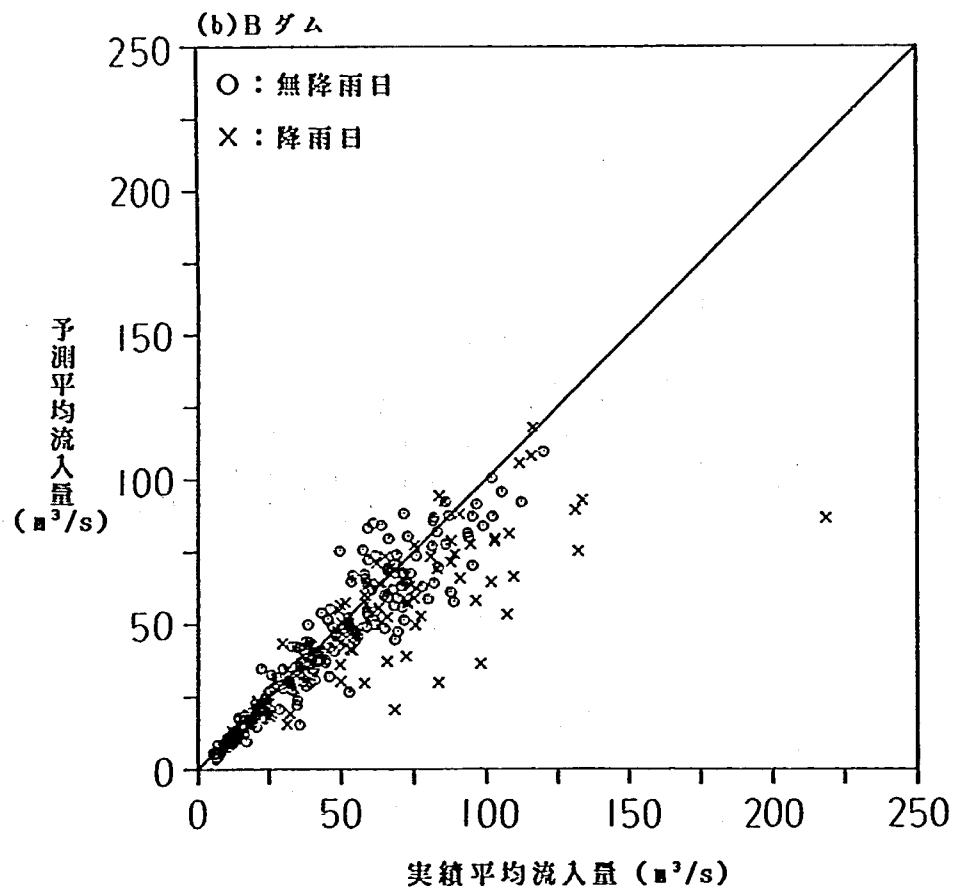
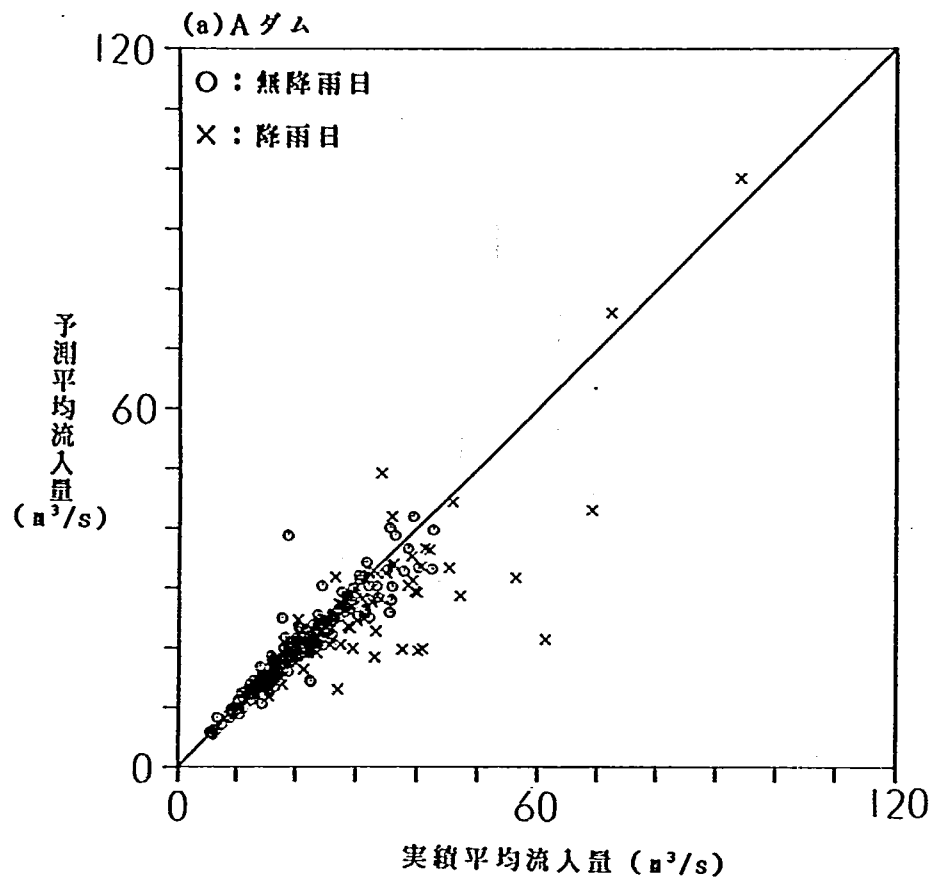


図-4.19 融雪流入量予測計算結果の整理 (1) 貯留関数法

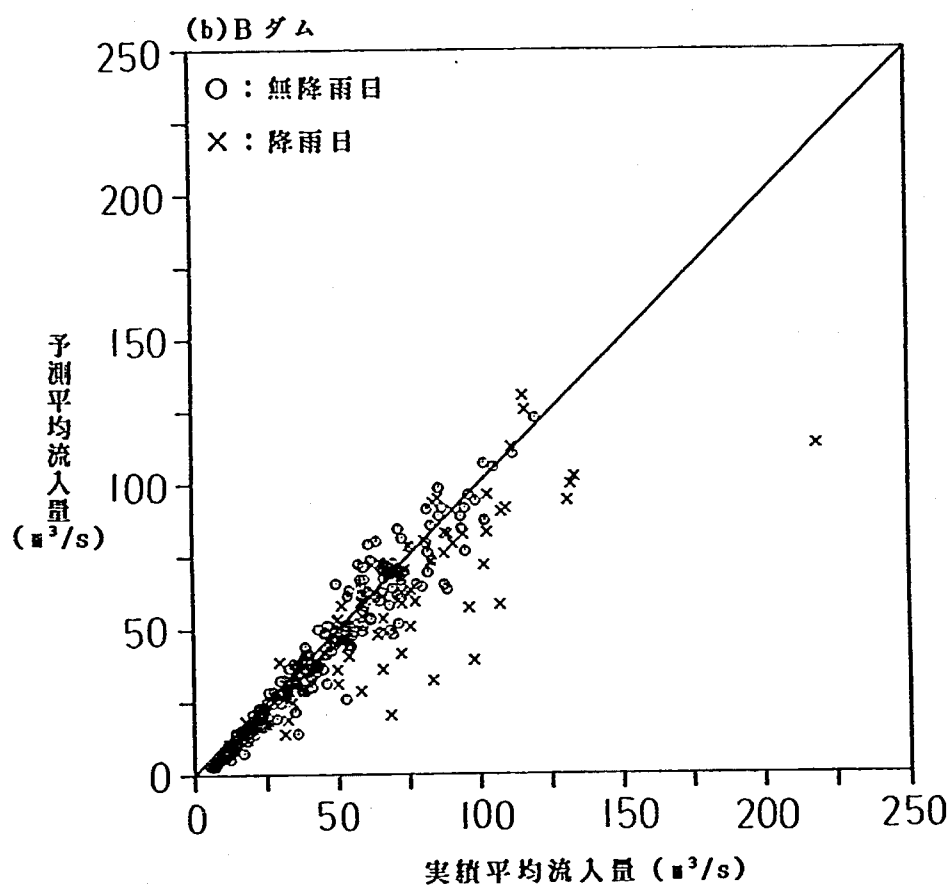
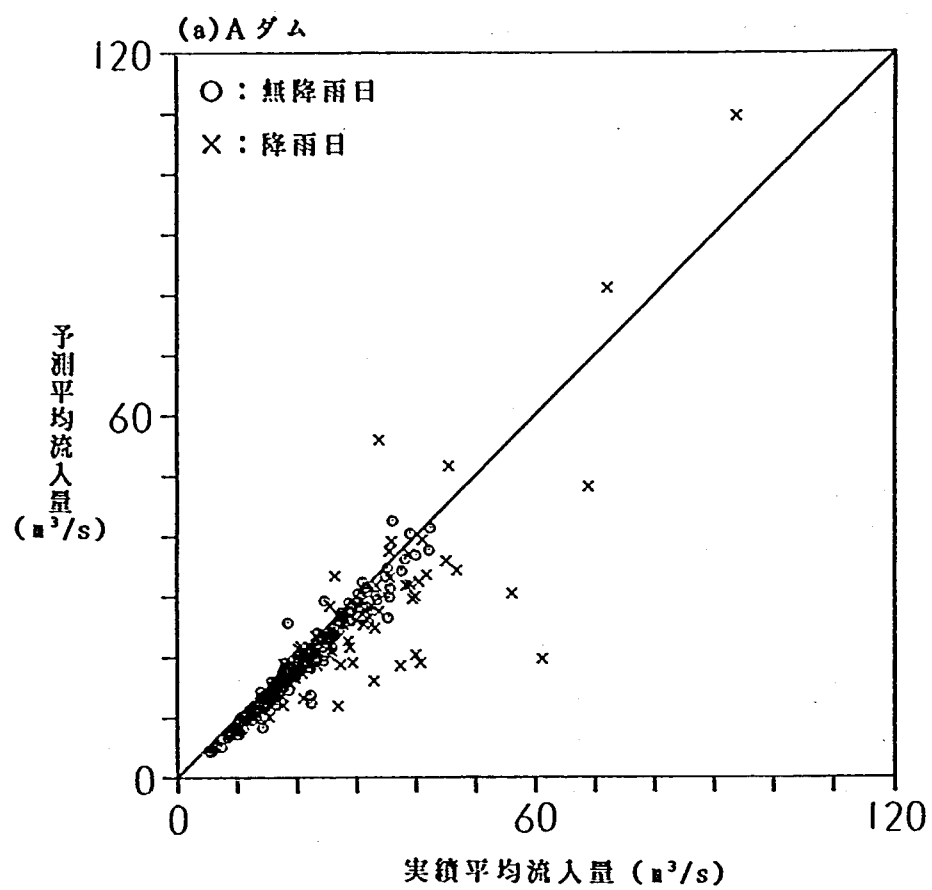


図-4.19 融雪流入量予測計算結果の整理 (2) タンクモデル

4.6 代表指標を用いた日総流入量の予測手法

融雪に係わる指標及び流況に係わる指標として、ここでは以下の指標を用いる。

SQ_{9-17} : 9時～17時総流入量 (10^3m^3) Q_{J9} : 9時流量 (m^3/s)

SR : 日降水量 (mm) T_{ave} : 日平均気温 ($^{\circ}\text{C}$)

V_{ave} : 日平均風速 (m/s)

以上の指標と日総流入量 SQ (10^3m^3) との重回帰式を求めると A ダム流域では (4.3) 式, B ダム流域では (4.4) 式のようになり, 日総流入量の実績値と計算値との相関は図-4.20 のようになった。

$$SQ = 2.892SQ_{9-17} - 11.38Q_{J9} + 10.15SR + 11.45T_{ave} + 13.97V_{ave} - 134.8 \quad (4.3)$$

$$SQ = 4.292SQ_{9-17} - 44.75Q_{J9} + 30.23SR - 14.97T_{ave} - 74.95V_{ave} + 846.7 \quad (4.4)$$

図-4.20 より, (4.3) 式及び (4.4) 式は日総流入量の予測について高い精度を有していることがわかる。しかし, この手法を退庁後の流入量の予測に援用する際には, 17 時の時点では日降水量, 日平均気温, 日平均風速が未知であることが問題となる。特に, 日降水量については 17 時までのデータからの予測は困難である。そこで, (4.3) 式及び (4.4) 式に日降水量の代わりに 9 時～17 時の間の降水量を用いて日総流入量を予測し, さらに 17 時までの総流入量との差を退庁後の予測総流入量として, 実績と比較すると図-4.21 のようになる。この図でも結果は退庁後の平均流入量として整理している。図-4.21 より, 代表指標を用いて退庁後の流入量予測を行った場合, 降雨日の予測値が実績値の上下にランダムに分布する傾向が見られることがわかる。4.5 で適用した流出計算を行う手法では, 退庁後の降雨を無視したことにより降雨日にはほとんどの場合予測値が小さい結果となったこととは, この傾向は対照的である。この相違は, 予測に重回帰式を用いたことにより物理的な関係が考慮されていないことによる。このような課題があることを踏まえた上で用いることにより, 代表指標を用いた予測手法は簡便な流入量の予測としての意義があるものと考えられる。

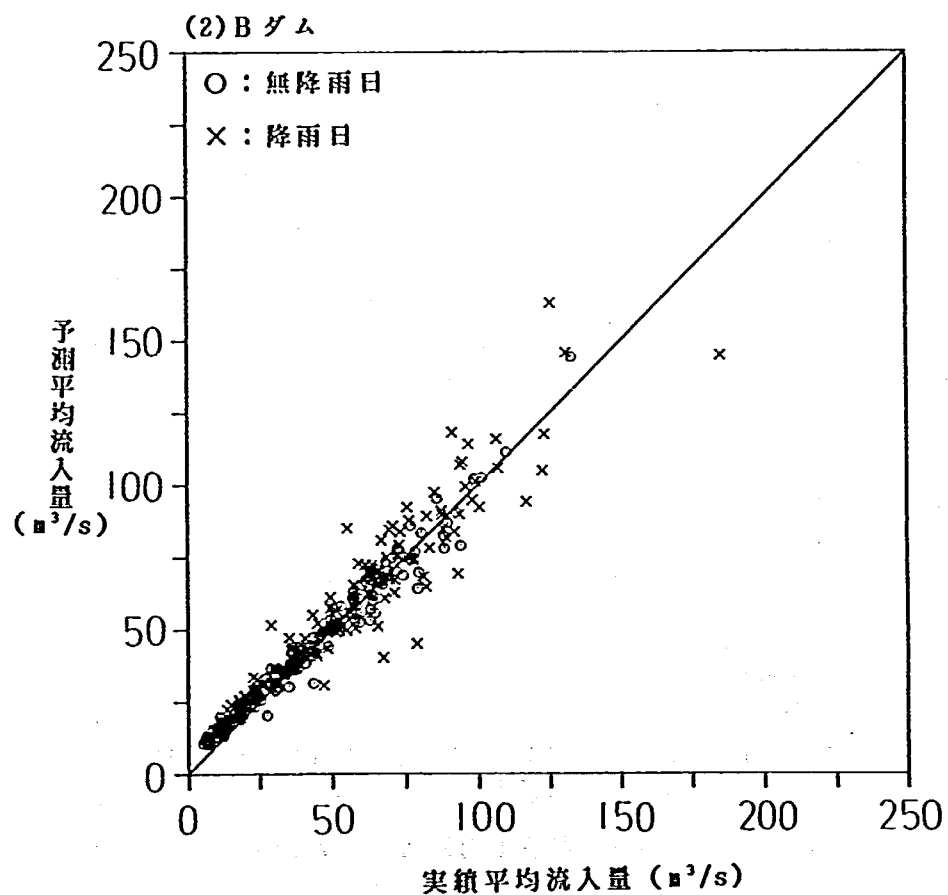
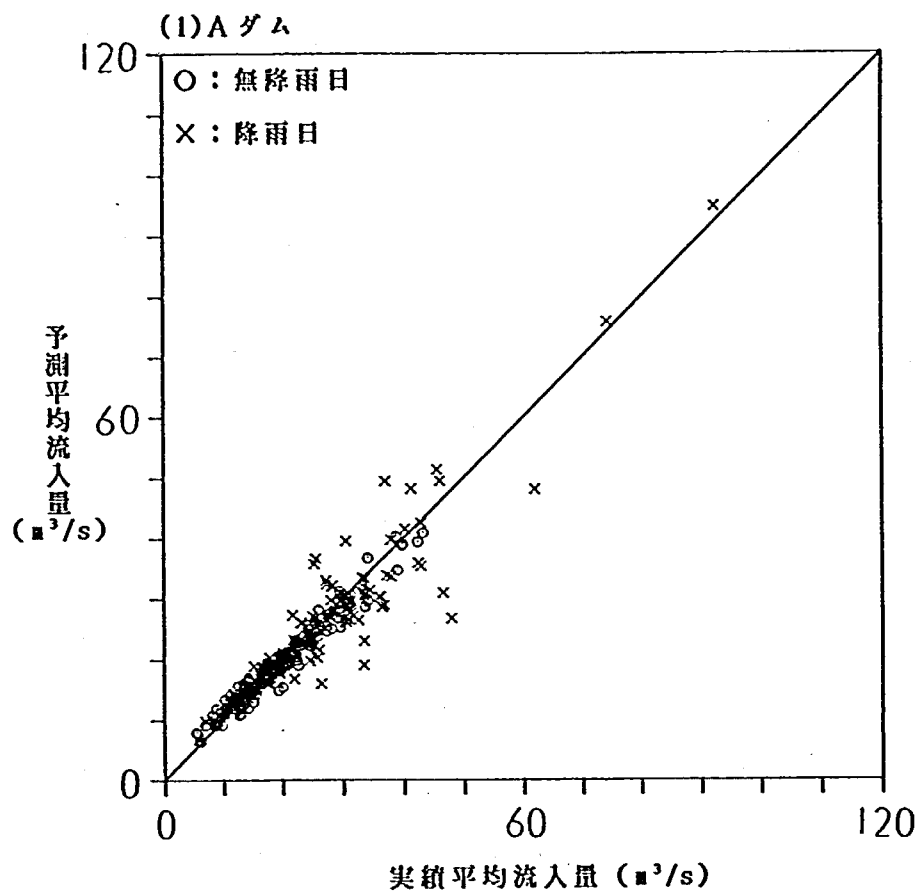


図-4.20 代表指標を用いた日総流入量予測の結果

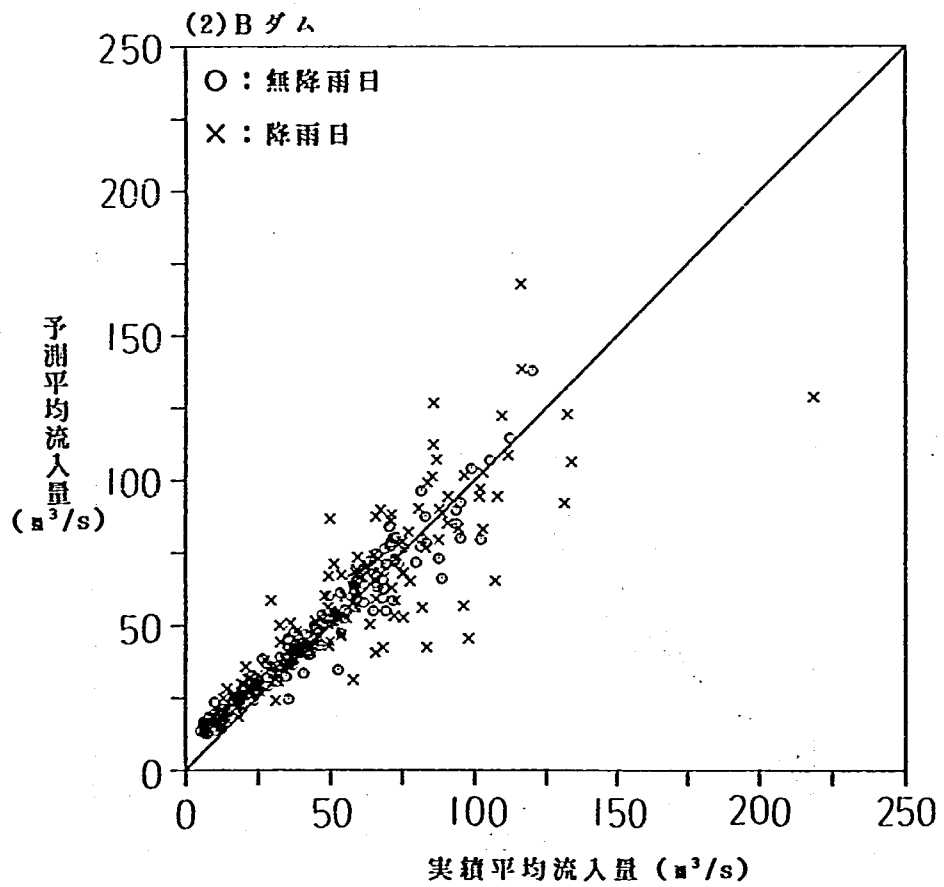
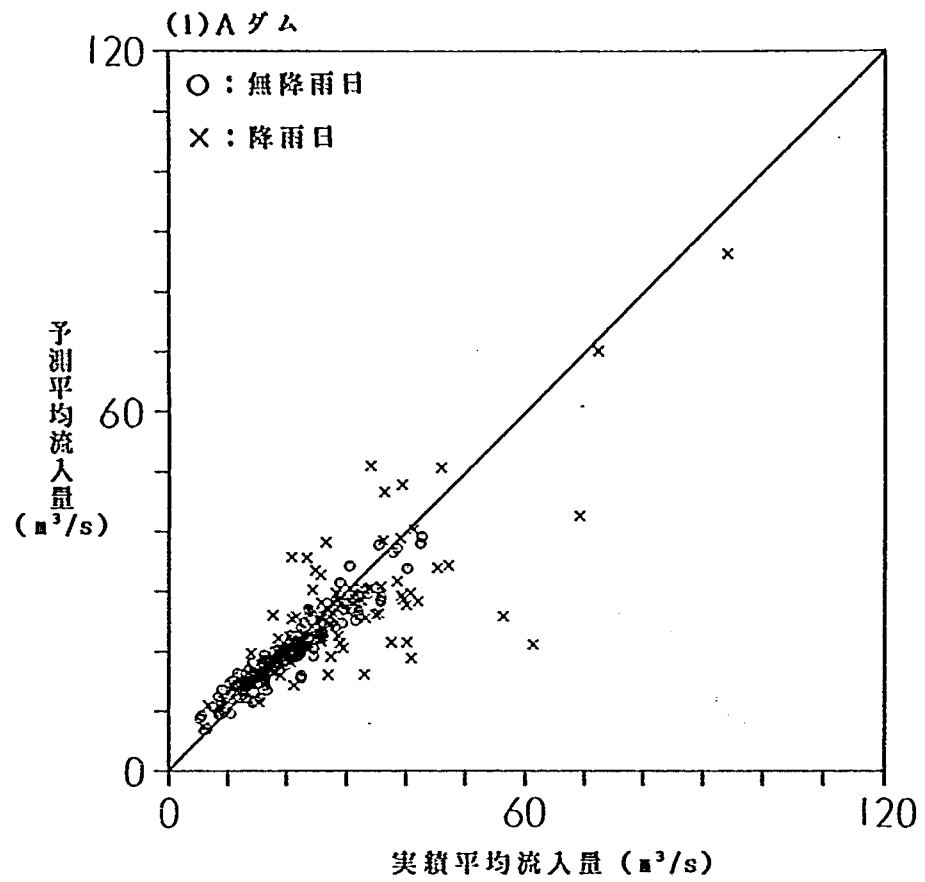


図-4.21 代表指標を用いた退庁後総流入量予測の結果

4.7 まとめ

本章では、2章で説明した積雪・融雪モデル及び融雪流出モデルと3章で説明した融雪流入量予測手法の、実流域への適用方法を検証流域の例を用いて説明した。

4.2では積雪・融雪モデルのパラメータの同定計算の例を示した。また4.3では融雪流出モデル、4.4では日単位融雪流出モデルの適用例をそれぞれ示した。その結果、本調査で提示した積雪・融雪モデル及び融雪流出モデルは、2つの検証流域で高い適用性を有することがわかった。

最後に融雪流入量の予測手法の適用例を4.5及び4.6に示した。流入量の予測結果を整理した結果、3章で提示した融雪流入量の予測手法は検証流域での適用性を有することが示された。

5. 本調査の成果

本調査では、以下のモデルの開発・設定を行った。

(1) 積雪・融雪機構及び融雪流出のモデル化

- 1) 積雪機構のモデル化
 - ・降水の形態と新雪の密度
 - ・積雪深変化と積雪密度
- 2) 融雪機構のモデル化
 - ・積雪層での熱収支のモデル化
 - ・地形因子
 - ・コールドコンテンツ
- 3) 降水量及び気温の高度補正手法
- 4) 融雪流出のモデル化
 - ・融雪流出過程
 - ・貯留関数法の組み込み
 - ・タンクモデルの組み込み
 - ・日単位融雪流出モデル

(2) 融雪流入量予測手法

- 1) 融雪水量の予測計算手法
 - ・気温・風速・降水量の設定手法
 - ・融雪水量の予測計算手法
- 2) 融雪流入量予測計算手法
 - ・流出予測計算条件（貯留関数法，タンクモデル）
 - ・流入量予測計算手法
- 3) 代表指標を用いた日流入量予測手法

さらに、これらのモデルや手法を検証流域として2つの実管理ダムの流域に対して適用し、モデルの適用の諸条件について4章で明らかにした。4章での検討により、本調査で示した積雪・融雪モデル及び融雪流出モデル、さらにはこれらのモデルを用いた融雪流入量の予測手法が、実流域について十分適用可能であることを示すことができた。

補 遺

カルマンフィルター法の概要

補遺 カルマンフィルタ法の概要

1. カルマンフィルタ法による流出予測手法¹⁾

カルマンフィルタ法の適用に際しては、流出モデルを次の形に定式化することが必要である。

$$x_{k+1} = F_k x_k + B_k u_{k+1} + \xi_k + v_k \quad (1.1)$$

$$y_k = H_k x_k + C_k u_k + \eta_k + w_k \quad (1.2)$$

k : 時刻

x_k : 状態量

u_k : 時刻 $k-1$ から k の間の降水量

y_k : 時刻 k での流量

$F_k, H_k, B_k, C_k, \xi_k, \eta_k$: k のみに依存する定数

v_k, w_k : 分散 Q_k, R_k の雑音

(1.1)式は状態方程式, (1.2)式は観測方程式と呼ばれる。これらの式を用いて流出予測を行う手順を以下に示す。

時刻 k で観測された降水量 u_k を用いて x_k の再予測を行う。

$$\hat{x}(k|k-1) = F_{k-1} \hat{x}(k-1|k-1) + B_{k-1} u_k + \xi_{k-1} \quad (1.3)$$

$$\tilde{P}(k|k-1) = F_{k-1} P(k-1|k-1) F_{k-1}^T + Q_{k-1} \quad (1.4)$$

次に時刻 k で観測された流量 y_k を用いてフィルタリングを行う。

$$K_k = \tilde{P}(k|k-1) H_k^T (H_k \tilde{P}(k|k-1) H_k^T + R_{k+1})^{-1} \quad (1.5)$$

$$\hat{x}(k|k) = \hat{x}(k|k-1) + K_k (y_k - H_k \hat{x}(k|k-1) - C_k u_k - \eta_k) \quad (1.6)$$

$$P(k|k) = \tilde{P}(k|k-1) - K_k H_k \tilde{P}(k|k-1) \quad (1.7)$$

ここで,

$\hat{x}(k|k-1)$: 時刻 k に観測される情報 u_k, y_k のうち u_k のみを用いた x_k の推定値

$\tilde{P}(k|k-1)$: 時刻 k に観測される情報 u_k, y_k のうち u_k のみを用いた x_k の推定誤差の分散

$\hat{x}(k|k)$: 時刻 k に観測される情報 u_k, y_k の両方を用いた x_k の推定値

$\tilde{P}(k|k)$: 時刻 k に観測される情報 u_k, y_k の両方を用いた x_k の推定誤差の分散

(1.5)式の K_k はカルマンゲインと呼ばれ, (1.6)式での第2項にあるように時刻 k での流量の観測値と流出モデルによる予測値との差への重み係数, すなわち状態量の予測値の更新に関する量である。時刻 n までの流量の予測を行う場合には, 最初に時刻 n までの降水量の予測値のみを用いて (1.1)式より予測計算を行う。それから, 各時刻で降水量及び観測値が得られる毎に (1.3)~(1.7)式を用いて状態量 x の更新を行い, その値を初期値として改めて時刻 n までの状態量の予測計算をやりなおすものである。

2. 貯留関数法の定式化²⁾

貯留関数法の基本式は次のとおりである。

$$s = Kq^p \quad (2.1)$$

$$\frac{ds}{dt} = fr - q \quad (2.2)$$

ここで,

s : 貯留高 (mm)

q : 流出高 (mm/hr)

f : 流出率

r : 有効降雨 (mm/hr)

K, p : 定数

状態量として s を, 観測量として q をとるとして, ds/dt を $s = \hat{s}(t|k)$ の回りで Taylor 展開し, (2.1)式及び (2.2)式と連立させることにより, 状態方程式として (2.3)式を得る。

$$s(t + \Delta t) = (1 + a_t \Delta t)s(t) + b_t \Delta t \quad (2.3)$$

ここで,

$$a_t = -\frac{1}{pK} \left\{ \frac{\hat{s}(t|k)}{K} \right\}^{\frac{1-p}{p}}$$

$$b_t = fr - a_t \hat{s}(t|k) - \left\{ \frac{\hat{s}(t|k)}{K} \right\}^{\frac{1}{p}}$$

また, (2.1)式を $s = \hat{s}(t|t-1)$ の回りで Taylor 展開して 1 次の項までとり, $q(s(t))$ を求めると観測方程式として (2.4)式を得る。

$$q(t) = \frac{1}{pK} \left\{ \frac{\hat{s}(t|t-1)}{K} \right\}^{\frac{1-p}{p}} s(t) + \frac{p-1}{p} \left\{ \frac{\hat{s}(t|t-1)}{K} \right\}^{\frac{1}{p}} \quad (2.4)$$

3. タンクモデルの定式化³⁾

表-5.4 の記号を用いてタンクモデルの定式化について説明する。状態量として各タンクの貯留高 $h_1 \sim h_3$ を, 観測量として q をとるとする。タンクモデルの状態方程式は (3.1)式のようになる。

$$h(t+1) = A(t)h(t) + B(t) \quad (3.1)$$

ただし,

$$h(t) = (h_1(t) \ h_2(t) \ h_3(t))^T$$

$$A(t) = [a_{ij}(t)] \ i, j = 1, 2, 3$$

$$B(t) = (b_1(t) \ b_2(t) \ b_3(t))^T$$

また, 観測方程式は (3.2)式のようになる。

$$q(t) = C(t)h(t) + D(t) \quad (3.2)$$

ただし,

$$C(t) = (c_1(t) \ c_2(t) \ c_3(t))^T$$

A , B , C の各要素及び $D(t)$ の値は, 各タンクの貯留高と貯留孔の高さとの関係により変化する。各タンクの貯留高が流出孔の高さより高い場合の各要素の値を例として以下に示す。

$$a_{11}(t) = 1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \beta_1$$

$$a_{21}(t) = \beta_1(1 - \alpha_3 - \beta_2)$$

$$a_{22}(t) = 1 - \alpha_3 - \beta_2$$

$$a_{31}(t) = \beta_1\beta_2(1 - \alpha_4 - \beta_3)$$

$$a_{32}(t) = \beta_2(1 - \alpha_4 - \beta_3)$$

$$a_{33}(t) = 1 - \alpha_4 - \beta_3$$

$$b_1(t) = r(t+1) + \alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2$$

$$b_2(t) = \alpha_3 z_3$$

$$b_3(t) = \alpha_4 z_4$$

$$c_1(t) = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3\beta_2 + \alpha_4\beta_1\beta_2$$

$$c_2(t) = \alpha_3 + \alpha_4\beta_2$$

$$c_3(t) = \alpha_4$$

$$D(t) = -\alpha_1 z_1 - \alpha_2 z_2 - \alpha_3 z_3 - \alpha_4 z_4$$

参考文献

- 1) 土木学会：水理公式集, pp. 175-177, 1985.
- 2) 土木学会：水理公式集例題集, pp. 71-74, 1988.
- 3) 白木 亨, 中村幾雄, 岩永建夫：電力ダム操作のための実時間確率出水予測モデルの実用化, 土木学会論文集, 第 399 号, pp. 221-230, 1988.

付 録

積雪・融雪及び融雪流出計算プログラムリスト

付録 積雪・融雪及び融雪流出計算プログラムリスト

以下に示すリストは、日単位の積雪・融雪計算、貯留関数法による時間融雪流出計算、タンクモデルによる日単位融雪流出計算を行うプログラムである。ただし、全体の約 1/3 を占める図化に関するサブルーチンのリストは省略してあるので、注意されたい。

(1) プログラムリスト

ISN

SOURCE STATEMENT

```

C
C ***** 100000 プログラム *****
C
C ISW( 1) = 1; ニチ ヒキヒツ ショウヒツ      =2; ショコ リウシツ ケイサン
C          =-1; ニチ ヒキヒツ ショウヒツ(トクテイ チテン ノミ )
C ISW( 2) = 0; リウシツ ケイサン ナシ
C          = 1; リウシツ ケイサン アリ(シツヒキ リウリョク ノ ニウリョク アリ )
C          =-1; リウシツ ケイサン アリ(シツヒキ リウリョク ノ ニウリョク ナシ )
C ISW( 3) = 0; スカ ナシ      =1; スカ アリ
C          =-1; コントロldata ハ ニウリョク スカ スカ ハ シタイ
C ISW( 4) ( ニチ ケイサン シノ ヒキヒツ,キオン ノ シツヒキケンショウ テータ ノ ニウリョク)
C          = 0; シツヒキケンショウ テータ ノ ニウリョク ナシ
C          = 1; ヒキヒツ テータ ノミ ニウリョク
C          =-1; キオン テータ ノミ ニウリョク
C          = 2; ヒキヒツ,キオン ノ テータ ニウリョク
C ISW( 5) ( ニチ ケイサン シノ ハイキン キオン ノ サンテイ )
C          = 1; (TMAX+TMIN)/2
C          = 2; テータ ニウリョク
C          =-2; テータ ニウリョク スカ キオン ハ (TMAX+TMIN)/2
C ISW( 6) ( ニツシ リョク ノ サンテイ )
C          = 0; ヒキサン キオン カラ サンテイ ( テータ ニウリョク ナシ )
C          = 1; ニツシ リョク テータ ニウリョク
C          =-1; ヒキサン キオン カラ サンテイ ( テータ ニウリョク アリ )
C ISW( 7) ( リウシツ ケイサン シノ リウシツリョク ノ ニウリョク )
C          = 0; MT (04) ヲ ツカワナイ (リウシツリョク マイカイ ケイサン)
C          = 1; MT カラ ヨミヨミ
C          = 2; MT ハ シツリョク
C ISW( 8) ( ヒキヒツシン カンザンチヨリウタカ アルハト ノ シツリョク )
C          =0; FILE シツリョクナシ ,=1; FILE アリ ,=2;MT シツリョク
C          FILE=02 ショキ チヨリウ タカ      MT = 07
C          FILE=03 アルハト
C ISW(10) =0; リウイキ メツシ ショウケン シツリョク ナシ      =1; アリ
C ISW(11) =0; リウイキ メツシ ショキ ショウケン シツリョク ナシ      =1; アリ
C ISW(12) =0; リウシツ ケイサン シツリョク ナシ , =1; アリ , =2 ショウケン ノミ
C ISW(13) =0; ケンショウ チテン ケツヒョク      =1; アリ
C ISW(14) =0; ヒキヒツシン シツリョク ナシ      =1; アリ
C ISW(15) =0; カンザン チヨリウタカ ナシ      =1; アリ
C ISW(16) =0; キオン シツリョク ナシ      =1; アリ
C ISW(17) =0; リウシツリョク ヒツテイナシ      =1; アリ
C ISW(18) =0; ソウ リウシツ リョク FILEOUT ナシ      =1; アリ(09)
C
00001  PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00002  COMMON / XY      / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX
*      , ISW(20),TITLE(20),NAMD(4)
00003  COMMON / XXX    / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00004  COMMON / JYOSU   / TDH1,EOEM,ALFA,BETA,BETAN,CS,ROUM,TYUKI
*      , GANMA,EOET
00005  COMMON / JYOKEN / H(MAXI,MAXJ),DELA(MAXI,MAXJ),ALFA1(MAXI,MAXJ)
*      , ALFA2(MAXI,MAXJ),ALENG(MAXI,MAXJ),MESHNO(MAXI,MAXJ)
00006  COMMON / DATA1 / TSH( MAXK),TSL( MAXK), TAV( MAXK),VAV(MAXK)
*      , RAV( MAXK),QJK( MAXK),DEGS(MAXK),SRSUM(MAXK)
00007  COMMON / DATA3 / RML(MAXI,MAXJ),XNT(MAXI,MAXJ),CC(MAXI,MAXJ)
*      , RRRML(MAXI,MAXJ),HSW(MAXI,MAXJ)
*      , ROU(MAXI,MAXJ),DEG(MAXI,MAXJ)
*      , DRMLK(1000,MAXK)
00008  COMMON / DATA4 / NGZI,GZAIA(50),AM(50)
00009  COMMON / JISOK  / HSWJ(MAXK,4),TAVEJ(MAXK,4)
00010  COMMON / QQQQ   / AK(2),AP(2),ATL(2),QB(2),AF(2),QST(2),RSA(2)
*      , MCHK(MAXI,MAXJ),HST(4),DD(4,4),AA(4,4),HSTO(4)
*      , QQ1(MAXK,12)
00011  COMMON / OUTCNT / ICHK,KCHK,NCHK,KDAY(20),IP(20),JP(20)
*      , PHSW(MAXK,10),PRML(MAXK,10),PDEG(MAXK,10)
*      , PROU(MAXK,10)
00012  COMMON / PLOTER / YST(MAXN),TATEL(MAXN),TATEA(MAXN)

```

```

*          ,DTATEL(MAXN),TATEM(MAXN),DTATEM(MAXN)
*          ,NKETA(MAXN),IRIV(MAXN),JIKY(MAXN)
*          ,KNNO(MAXKK),LINE(MAXKK),IPEN(MAXKK)
*          ,YMIN(MAXKK),YMAX(MAXKK),FDATA(MAXK,MAXKK)
*          ,B(MAXK,MAXKK)
00013      COMMON / WORK      / RMLK(1000,MAXK)
00014      DIMENSION NIS(12),NNEN(30),NMK(30),NNK(30),DEGSO(370)

C
00015      DATA  NIS /31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31/

C
00016      CALL PLOTS(0,0,20)
00017      CALL FACTOR(0.7)
00018      CALL PLOT(0.0,0.0,-3)

C
00019      CALL MESHU(NNS,DEGSO)

C
00020      DO 1000 KKK=1,NKOZUI

C
00021      CALL DATAIN( KKK,NNEN,NMK,NNK,NIS,NNS,DEGSO,KRST,KRED,COEFRO )

C
00022      DO 145 J=1,JMAX
00023      DO 145 I=1,IMAX
00024      RML(I,J)=RRRML(I,J)
00025      CC(I,J)=0.0
00026      ROU(I,J)=0.0
00027      HSW(I,J)=0.0
00028      145 CONTINUE

C
C      *   シ-カン ル-フ°
00029      QMAX = 0.0
00030      DO 400 K = 1,KMAX
00031      QMAX = AMAX1( QMAX,QJK(K) )
00032      SUN = DEGSO(K)
00033      IF( ISW( 7 ).EQ.1 ) GO TO 400

C
00034      CALL YUSETU( K,SUN,KRST,KRED,COEFRO )
00035      IF( ISW( 8 ).EQ.2 ) CALL POUT4(K,NIS)

C
00036      IF( ICHK .EQ. 0 ) GO TO 400
00037      IF( ICHK .EQ.999 ) GO TO 210
00038      IF( MOD(K,ICHK).EQ. 0 ) GO TO 250
00039      GO TO 400
00040      210 DO 220 N= 1,KCHK
00041      IF( K .EQ. KDAY(N) ) GO TO 250
00042      220 CONTINUE
00043      GO TO 400
00044      250 CALL POUT2(K,NIS)

C
00045      400 CONTINUE

C
00046      IF( ISW( 7 ) .EQ. 1 ) CALL DATMT
00047      IF( ISW( 7 ) .NE. 2 ) GO TO 450
00048      WRITE(4) NEN,MK,NK
00049      WRITE(4) RMLK
00050      WRITE(4) DRMLK
00051      450 CONTINUE

C
00052      IF( NCHK.NE.0 .AND. ISW(13).EQ.1 ) CALL POUT3(NIS)

C
00053      IF( ISW( 2 ) .EQ. 0 ) GO TO 600
00054      IF( ISW(1) .EQ.2 ) GO TO 590
00055      IF( ISW(1) .EQ.1 ) CALL TANK
00056      IF( ISW(12) .NE. 0 ) CALL POUT5( NIS )
00057      GO TO 600
00058      590 CALL QOUT
00059      IF( ISW(12) .NE. 0 ) CALL POUT1( QMAX ,NIS)

```

```

00060      600 CONTINUE
C
C      ** 1000 リンク FILE OUT 09 **
00061      IF( ISW(18).EQ.1 ) CALL POUT6(NIS)
C      ** リンク リンク リンク **
00062      IF( ISW( 3) .EQ. 0) GO TO 1000
00063      CALL ZCONV
00064      CALL ZUKA( NIS)
00065      1000 CONTINUE
C
00066      CALL PLOT(0.0,0.0,999)
00067      STOP
00068      END

```

ISN	SOURCE STATEMENT
00001	BLOCK DATA
00002	PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003	COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX
	* ,ISW(20),TITLE(20),NAME(4)
00004	COMMON / XXX / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00005	COMMON / JYOSU / TDH1,EOEM,ALFA,BETA,BETAN,CS,ROUM,TYUKI
	* ,GANMA,EOET
00006	COMMON / JYOKEN / H(MAXI,MAXJ),DELA(MAXI,MAXJ),ALFA1(MAXI,MAXJ)
	* ,ALFA2(MAXI,MAXJ),ALENG(MAXI,MAXJ),MESHNO(MAXI,MAXJ)
00007	COMMON / DATA1 / TSH(MAXK),TSL(MAXK), TAV(MAXK),VAV(MAXK)
	* ,RAV(MAXK),QJK(MAXK),DEGS(MAXK),SRSUM(MAXK)
00008	COMMON / DATA3 / RML(MAXI,MAXJ),XNT(MAXI,MAXJ),CC(MAXI,MAXJ)
	* ,RRRML(MAXI,MAXJ),HSW(MAXI,MAXJ)
	* ,ROU(MAXI,MAXJ),DEG(MAXI,MAXJ)
	* ,DRMLK(1000,MAXK)
00009	COMMON / DATA4 / NGZI,GZAIA(50),AM(50)
00010	COMMON / JISOK / HSWJ(MAXK,4),TAVEJ(MAXK,4)
00011	COMMON / QQQQ / AK(2),AP(2),ATL(2),QB(2),AF(2),QST(2),RSA(2)
	* ,MCHK(MAXI,MAXJ),HST(4),DD(4,4),AA(4,4),HSTO(4)
	* ,QQ1(MAXK,12)
00012	COMMON / OUTCNT / ICHK,KCHK,NCHK,KDAY(20),IP(20),JP(20)
	* ,PHSW(MAXK,10),PRML(MAXK,10),PDEG(MAXK,10)
	* ,PROU(MAXK,10)
00013	COMMON / PLOTER / YST(MAXN),TATEL(MAXN),TATEA(MAXN)
	* ,DTATEL(MAXN),TATEM(MAXN),DTATEM(MAXN)
	* ,NKETA(MAXN),IRIV(MAXN),JIKY(MAXN)
	* ,KMNO(MAXKK),LINE(MAXKK),IPEN(MAXKK)
	* ,YMIN(MAXKK),YMAX(MAXKK),FDATA(MAXK,MAXKK)
	* ,B(MAXK,MAXKK)
00014	COMMON / WORK / RMLK(1000,MAXK)
00015	DATA GZAIA/0.0,0.05,0.1,0.15,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.9,1.0,
	2 1.1,1.3,1.5,1.6,1.8,1.9,2.1,2.3,2.5,2.7,2.9,3.1,3.3,
	3 3.6,3.8,4.0,4.2,4.5,4.7,5.0,5.3,5.5,5.8,6.1,6.4,6.6,
	4 6.9,7.3,7.6,7.9,8.3,8.6,9.0,9.4,9.8,10.2,10.6,11./
00016	END

ISN	SOURCE STATEMENT
00001	SUBROUTINE MESHU(NNS,DEGSO)
00002	PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003	COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX
	* ,ISW(20),TITLE(20),NAME(4)
00004	COMMON / JYOSU / TDH1,EOEM,ALFA,BETA,BETAN,CS,ROUM,TYUKI
	* ,GANMA,EOET
00005	COMMON / JYOKEN / H(MAXI,MAXJ),DELA(MAXI,MAXJ),ALFA1(MAXI,MAXJ)
	* ,ALFA2(MAXI,MAXJ),ALENG(MAXI,MAXJ),MESHNO(MAXI,MAXJ)
00006	COMMON / DATA4 / NGZI,GZAIA(50),AM(50)
00007	DIMENSION DUMMY(20),DEGSO(370)
00008	C 1 FORMAT(20A4)

```

00009      2 FORMAT(16I5)
00010      3 FORMAT(16F5.0)
00011      4 FORMAT (2I5,5F10.0)
00012      5 FORMAT (8F10.0)
00013      6 FORMAT (10F5.0)
00014      7 FORMAT (10I5)

C
00015      READ(5,7) ISW
00016      READ(5,1) TITLE
00017      READ(5,2) NKOZUI,IFL,(NAMD(I),I=1,4)
00018      READ(5,3) TDH1,EOEM,ALFA,BETA,BETAN,CS,ROUM,TYUKI,GANMA,EOET

C
C      ** ヒヨウコク ハツ テ-タ ノ INPUT **
C      IMAX , JMAX : X,Y ホウコウ クフ-ン スウ
C      H(I,J)      : ハイキン ヒヨウコク (M)
C      DELA(I,J)   : キシ-ン メツシ ニタイル メンベキ リツ ( 0-1.0 )
C      ALFA1(I,J)  : メツシ1 クイット ( RAD )
C      ALFA2(I,J)  : メツシ2 クイット ( RAD )
C      ALEA        : キシ-ン メツシ1 メンベキ ( KM**2 )
C      SUMA        : リウイキ メンベキ ( KM**2 )

00019      READ(5,4) IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,RLATIT
00020      READ(IFL,1) DUMMY
00021      DO 10 J=1,JMAX
00022      10 READ(IFL,3) (H(I,J),I=1,IMAX)

C
00023      READ(IFL,1) DUMMY
00024      DO 20 J=1,JMAX
00025      20 READ(IFL,3) (DELA(I,J),I=1,IMAX)

C
00026      READ(IFL,1) DUMMY
00027      DO 30 J=1,JMAX
00028      30 READ(IFL,3) (ALFA1(I,J),I=1,IMAX)

C
00029      READ(IFL,1) DUMMY
00030      DO 40 J=1,JMAX
00031      40 READ(IFL,3) (ALFA2(I,J),I=1,IMAX)

C
C      ** ヒキサン キオン ノ テ-フ-ル **
00032      NGZI = 50
00033      DO 60 N = 1,NGZI
00034      60 AM(N) = 0.02 * FLOAT(N-1)

C
C      ** クイサン ショウケン ノ シュツリョク **
C
00035      WRITE(6,100) TITLE
00036      100 FORMAT(1H1,///,30X,20A4,///,20X,'** クイサン ショウケン ノ シュツリョク **',
00037      WRITE(6,110) TDH1,EOEM,ALFA,BETA,BETAN,CS,ROUM,TYUKI,GANMA
      ,EOET
00038      110 FORMAT(/,20X,'オント ショウケン(テイ) TDH1=',F7.3,' (°C/100M)',
      * ,//,20X,'1クセツ クイウス EOEM=',F7.3,' (MM/H.°C)',
      * ,//,20X,'タイリョク ネットンタツ クイウス ALFA=',F7.3,' (MM/H.°C.M/S)',
      * ,//,20X,'アツミツ ソクト クイウス BETA=',F7.3,' (1/H)',
      * ,//,20X,'シンベツ ノ アツミツ クイウス BETAN=',F7.3,
      * ,//,20X,'1キ ノ ヒネツ CS=',F7.3,' (CAL/G.°C)',
      * ,//,20X,'シュウキヨク ミット ROUM=',F7.3,
      * ,//,20X,'1キ ニ フル キオン TYUKI=',F7.3,' (°C)',
      * ,//,20X,'コウスイ リョク ノ コウト-ホエイ GANMA ',F7.3,' ( 1/100M)',
      * ,//,20X,'1クセツ クイウス(セツネツ) EOET=',F7.3,' (MM/H.°C)',
      * ,/)

C
C      テイ ノ ショウケン
00039      WRITE(6,130) HS,HSR,SUMA,AREA,RLATIT
00040      130 FORMAT(///,20X,'キン-ンチテン ヒヨウコク (キオン) EL',F5.1,' M'
      * ,//,20X,'キン-ンチテン ヒヨウコク (コウスイ) EL',F5.1,' M'
      * ,//,20X,'タイショク リウイキ メンベキ A=',F5.1,' KM2'
      * ,//,20X,'キシ-ン メツシ1 メンベキ A=',F5.2,' KM2'

```

```

*      ,//,20X,' タム チン ノ イト' LAT='F6.2','DEG',/)
C
00041      IF( ISW(10).EQ. 0) GO TO 300
00042      CALL MESHOT(MAXI,MAXJ,IMAX,JMAX,TITLE,      H,1,      0,0,0,0,0)
00043      CALL MESHOT(MAXI,MAXJ,IMAX,JMAX,TITLE, DELA,2,      0,0,0,0,0)
00044      CALL MESHOT(MAXI,MAXJ,IMAX,JMAX,TITLE,ALFA1,3,      0,0,0,0,0)
00045      CALL MESHOT(MAXI,MAXJ,IMAX,JMAX,TITLE,ALFA2,4,      0,0,0,0,0)
00046      300 CONTINUE
C
C ** タイロ カンチルク コトノ ノ ヒツテイ *( 11 - 10) ノ コテイ
00047      CALL LATIT(NNS,DEGSO,RLATIT)
C
00048      KK = 0
00049      DO 500 J = 1,JMAX
00050      DO 500 I = 1,IMAX
00051      IF( DELA(I,J) . LE. 0.0001 ) GO TO 450
00052      KK = KK + 1
00053      MESHNO(I,J) = KK
00054      GO TO 500
00055      450 MESHNO(I,J) = 0
00056      500 CONTINUE
C
00057      RETURN
00058      END

ISN      SOURCE STATEMENT

00001      SUBROUTINE LATIT(NNS,DEGSO,RLATIT)
00002      DIMENSION DEGSO(370),DSUN(74),NDAY(73)
00003      DATA DSUN/39.75,38.2,36.78,35.48,34.32,33.32,32.47,31.8,31.32,
2          31.03,30.93,31.02,31.33,31.82,32.5,33.35,34.38,35.55,
3          36.87,38.32,39.88,41.33,43.3,45.12,47.0,48.83,50.88,
4          52.85,54.83,56.8,58.73,60.65,62.52,64.33,66.07,67.73,
5          69.3,70.77,72.13,73.35,74.45,75.4,76.2,76.85,77.33,
6          77.65,77.78,77.75,77.55,77.2,76.65,75.93,75.09,74.1,
7          72.95,71.70,70.32,68.84,67.26,65.59,63.84,62.06,60.2,58.3,
8          56.38,54.45,52.5,50.56,48.63,46.73,44.90,43.12,41.38,39.75/
00004      DATA NDAY/6,72*5/
C
C ** タイロ カンチルク コトノ ノ ヒツテイ *( 11 - 10) ノ コテイ
00005      DLAT = 35.65- RLATIT
00006      NNS = 1
00007      DEGSO(1) = DSUN(1)
00008      DO 100 N = 1,73
00009      ND = NDAY(N)
00010      DS = ( DSUN(N+1) - DSUN(N) )/ FLOAT(ND)
00011      DO 50 K= 1,ND
00012      NNS = NNS + 1
00013      50 DEGSO(NNS) = DSUN(N) + DS*FLOAT(K) + DLAT
00014      100 CONTINUE
C
00015      RETURN
00016      END

ISN      SOURCE STATEMENT

00001      SUBROUTINE DATAIN(KKK,NNEN,NMK,NNK,NIS,NNS,DEGSO
*          ,KRST,KRED,COEFRO)
00002      PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003      COMMON / XY      / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX
*          ,ISW(20),TITLE(20)
00004      COMMON / XXX      / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00005      COMMON / DATA1      / TSH( MAXK),TSL( MAXK), TAV( MAXK),VAV( MAXK)
*          ,RAV( MAXK),QJK( MAXK),DEGS( MAXK),SRSUM( MAXK)
00006      COMMON / DATA3      / RML( MAXI,MAXJ),XNT( MAXI,MAXJ),CC( MAXI,MAXJ)
*          ,RRRML( MAXI,MAXJ)

```

```

00007      COMMON / OUTCNT / ICHK,KCHK,NCHK,KDAY(20),IP(20),JP(20)
*          ,PHSW(MAXK,10),PRML(MAXK,10),PDEG(MAXK,10)
*          ,PROU(MAXK,10)
00008      COMMON / JISOK / HSWJ(MAXK,4),TAVEJ(MAXK,4)
00009      COMMON / QQQQ / AK(2),AP(2),ATL(2),QB(2),AF(2),QST(2),RSA(2)
*          ,MCHK(MAXI,MAXJ),HST(4),DD(4,4),AA(4,4),HSTO(4)
00010      DIMENSION DUMMY(20),NIS(12),NNEN(30),NMK(30),NNK(30)
*          ,DDATA(MAXK),DEGSO(370),IFLE(16)

C
00011      1 FORMAT(20A4)
00012      2 FORMAT(8F10.0)
00013      3 FORMAT(16F5.0)
00014      4 FORMAT(16I5)
00015      5 FORMAT(12F6.0)
00016      6 FORMAT(9I5,F5.0)

C
C      ** プリントアウト 終了 コントロール
00017      IF(KKK.GE.2) GO TO 16
00018      DO 15 I = 1,7
00019      15 READ(5,1) DUMMY
00020      16 READ(5,4) IFLE
00021      IFL = IFLE(1)
00022      IF(ISW(1).EQ.2) READ(IFL,1) DUMMY
00023      READ(IFL,4) NEN,MK,NK
00024      READ(IFL,6) NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD,KRST,KRED,COEFR
00025      READ(IFL,4) ICHK,KCHK,NCHK
00026      IF(KCHK.NE.0) READ(IFL,4) (KDAY(K),K=1,KCHK)
00027      IF(NCHK.NE.0) READ(IFL,4) (IP(N),JP(N),N=1,NCHK)

C
00028      IF(ISW(2).EQ.0) GO TO 320
C      リンク チョリウ カンク ( シカン リンクシツ ケイサン )
00029      IF(ISW(1).NE.2) GO TO 312
00030      READ(IFL,3) AK(1),AP(1),ATL(1),QB(1),AF(1),QST(1),RSA(1)
00031      READ(IFL,3) AK(2),AP(2),ATL(2),QB(2),AF(2),QST(2),RSA(2)
00032      GO TO 320
C      タンク モデル ノ ショウス ( ニチ リンクシツ ケイサン )
00033      312 READ(IFL,3) (HSTO(I),I=1,4)
00034      DO 310 I = 1,4
00035      310 READ(IFL,3) (DD(I,N),AA(I,N),N=1,4)
00036      DO 311 I = 1,4
00037      311 HST(I) = HSTO(I)
00038      320 CONTINUE

C
00039      IF(ISW(1).NE.2) GO TO 35
00040      IFL = IFLE(2)
00041      READ(IFL,1) DUMMY
00042      DO 10 J = 1,JMAX
00043      10 READ(IFL,3) (RRRML(I,J),I=1,IMAX)
00044      IFL = IFLE(3)
00045      READ(IFL,1) DUMMY
00046      DO 11 J = 1,JMAX
00047      11 READ(IFL,3) (XNT(I,J),I=1,IMAX)
00048      GO TO 40
00049      35 DO 37 J = 1,JMAX
00050      DO 37 I = 1,IMAX
00051      RRRML(I,J) = 0.0
00052      XNT(I,J) = 0.0
00053      37 CONTINUE
00054      40 CONTINUE

C
00055      NNEN(KKK) = NEN
00056      NMK(KKK) = MK
00057      NNK(KKK) = NK

C
C      ** プリント アウト 終了 ノ ショウケン
00058      IF( ISW(11) .EQ. 1)

```

```

* CALL MESHOT(MAXI,MAXJ,IMAX,JMAX,TITLE,RRRML,5,NEN,0,0,0,0)
C
00059 NIS(2) = 28
00060 IF( MOD(NENST+2,4) .EQ. 0 ) NIS(2)=29
C
C ** キシメントン キオン: TAV,TSH,TSL ノ INPUT **
00061 IF( ABS(ISW( 5)) .EQ. 2) CALL INPUT(MAXK,NIS,IFLE(4),TAV)
00062 CALL INPUT(MAXK,NIS,IFLE(5),TSH)
00063 IF( ABS(ISW(1)) .EQ. 1) CALL INPUT(MAXK,NIS,IFLE(6),TSL)
C
C ** コウスイ リヨウ RAV ノ INPUT **
00064 CALL INPUT(MAXK,NIS,IFLE(7),RAV)
C
C ** フウソク VAV ノ INPUT **
00065 CALL INPUT(MAXK,NIS,IFLE(8),VAV)
C
C ** ニツシヨリヨウ SRSUM ノ INPUT **
00066 IF( ISW( 6).NE.0) CALL INPUT(MAXK,NIS,IFLE(9),SRSUM)
C
C ** シツツク リヨリヨウ ノ INPUT **
00067 IF( ISW( 2) .EQ. 1) CALL INPUT(MAXK,NIS,IFLE(10),QJK)
C
00068 CALL SUMMER(NIS,NNS,DEGS0)
C
C ** キシメントン キオン: TAVE ノ ケイサン **
00069 IF( ABS(ISW(1)) .EQ. 1) GO TO 50
00070 N = 0
00071 DO 25 K = 1,KMAX
00072 IF(MOD(K,24).NE.6) GO TO 25
00073 N = N + 1
00074 TSL(N) = TSH(K)
00075 25 CONTINUE
00076 K = 0
00077 DO 30 N = 1,NNICHI
00078 DO 20 J = 1,24
00079 K = K + 1
00080 20 TAV(K) = TSL(N)
00081 30 CONTINUE
00082 RETURN
C
C * ニチ *
00083 50 CONTINUE
00084 IF( ISW( 5) .EQ. 2) GO TO 70
00085 DO 60 K = 1,KMAX
00086 60 TAV(K) = (TSH(K) + TSL(K) )/2.
00087 70 CONTINUE
C
C ** シツツク コウセイ リヨウ, キオン ノ INPUT **
00088 IF( ISW(1) .EQ. 2) GO TO 300
00089 DO 250 N = 1,4
00090 IF( ISW(4) .EQ. 0) GO TO 230
00091 IF( N. GT. NCHK ) GO TO 230
C
C * カンシヨク テ-タ アリ ( ISW(4)= 1(セキセツ), =-1(キオン), 2=(セキセツ,キオン) )
00092 IFL = IFLE(11)
00093 IF( ISW(4).EQ.2 .OR. ISW(4).EQ.1 ) CALL INPUT(MAXK,NIS,IFL,DDATA)
00094 DO 210 K = 1,KMAX
00095 IF( ISW(4).EQ.-1) DDATA(K)= -99999.
00096 IF( DDATA(K).LE.-99.) DDATA(K)= -99999.
00097 210 HSWJ(K,N) = DDATA(K)
00098 IF( ISW(4).EQ.2 .OR. ISW(4).EQ.-1) CALL INPUT(MAXK,NIS,IFL,DDATA)
00099 DO 220 K = 1,KMAX
00100 IF( ISW(4).EQ. 1) DDATA(K)= -99999.
00101 IF( DDATA(K).LE.-99.) DDATA(K)= -99999.
00102 220 TAVEJ(K,N) = DDATA(K)
00103 GO TO 250
C
C * カンシヨク テ-タ ナシ ( ISW(4)= 0 )

```

```

00104      230 CONTINUE
00105          DO 240 K = 1,KMAX
00106              HSWJ(K,N) = -999999.
00107              TAVEJ(K,N) = -999999.
00108      240 CONTINUE
00109      250 CONTINUE
00110          DO 260 N = 1,4
00111              DO 260 K = 1,KMAX
00112                  PHSW(K,N) = -999999.
00113                  PRML(K,N) = -999999.
00114                  PDEG(K,N) = -999999.
00115                  PROU(K,N) = -999999.
00116      260 CONTINUE
00117      300 CONTINUE
C
00118      RETURN
00119      END

ISN      SOURCE STATEMENT

00001      SUBROUTINE SUMMER(NIS,NNS,DEGS)
00002      PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003      COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX
*          ,ISW(20),TITLE(20)
00004      COMMON / XXX / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00005      COMMON / DATA1 / TSH( MAXK),TSL( MAXK), TAV( MAXK),VAV( MAXK)
*          ,RAV( MAXK),QJK( MAXK),DEGS( MAXK),SRSUM( MAXK)
00006      DIMENSION DEGS(370),NIS(12)
C
00007          NO = 0
00008          MO = 10
00009          DO 10 M = 1,12
00010              MO = MO + 1
00011              IF( MO .EQ. 13 ) MO = 1
00012              IF( MO .EQ. MST ) GO TO 20
00013              NO = NO + NIS(MO)
00014      10 CONTINUE
00015      20 KDAY = NO + NST
00016          IF( ISW(1).EQ.2 ) GO TO 100
C      ** ニチケイサン ヨウ *
00017          DO 50 K = 1,KMAX
00018              KK = KDAY + K -1
00019              IF(KK.GE.NNS) KK = NNS
00020              DEGS(K) = DEGS(KK)
00021      50 CONTINUE
00022          RETURN
C
C      ** シカン ケイサン ヨウ *
00023      100 CONTINUE
00024          K = 0
00025          KK= KDAY
00026          DO 130 N = 1,NNICHI
00027              KK = KDAY + N -1
00028              IF(KK.GE.NNS) KK = NNS
00029              DO 120 J = 1,24
00030                  K = K + 1
00031                  JJ = J - 6
00032                  IF( JJ.LE.0 .OR. JJ.GE.12 ) JJ = 0
00033                  SDEG = 15. * FLOAT(JJ)
00034                  ALF1 = 3.1416 * SDEG /180.
00035                  COEFS = SIN(ALF1)
00036                  DEGS(K) = DEGS(KK) * COEFS
00037      120 CONTINUE
00038      130 CONTINUE
00039          RETURN
00040          END

```

ISN	SOURCE STATEMENT
00001	SUBROUTINE INPUT(MAXK,NIS,IFL,DDD)
00002	COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX *, ISW(20),TITLE(20)
00003	COMMON / XXX / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00004	DIMENSION NIS(12),DUMMY(20),DD(31),DDD(MAXK)
00005	1 FORMAT(20A4)
00006	2 FORMAT(12F6.0)
00007	3 FORMAT(16F5.0)
	C
00008	IF(ABS(ISW(1))) .EQ. 1) GO TO 20
00009	READ(IFL,1) DUMMY
00010	READ(IFL,2) (DDD(K),K=1,KMAX)
00011	RETURN
	C
00012	20 READ(IFL,1) DUMMY
00013	M = MST-1
00014	K = 0
00015	DO 50 MON = 1,MMEDD
00016	M = M + 1
00017	IF(M.EQ.13) M=1
00018	READ(IFL,3) (DD(N),N=1,NIS(M))
00019	IF(MON.GT.MMED) GO TO 50
00020	DO 40 N = 1,NIS(M)
00021	K = K + 1
00022	40 DDD(K) = DD(N)
00023	50 CONTINUE
00024	KMAX = K
	C
00025	RETURN
00026	END
ISN	SOURCE STATEMENT
00001	SUBROUTINE DATMT
00002	PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003	COMMON / XXX / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00004	COMMON / DATA3 / DMY(MAXI,MAXJ,7),DRMLK(1000,MAXK)
00005	COMMON / WORK / RMLK(1000,MAXK)
	C
00006	10 READ(4) NEN1,MK1,NK1
00007	IF(NEN1.EQ.NEN. AND .MK1.EQ.MK. AND .NK1.EQ.NK) GO TO 20
00008	READ(4)
00009	READ(4)
00010	GO TO 10
00011	20 READ(4) RMLK
00012	READ(4) DRMLK
	C
00013	RETURN
00014	END
ISN	SOURCE STATEMENT
00001	SUBROUTINE YUSETU(K,FY,KRST,KRED,COEFRO)
00002	PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003	COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX *, ISW(20),TITLE(20)
00004	COMMON / JYOSU / TDH1,EOEM,ALFA,BETA,BETAN,CS,ROUM,TYUKI *, GANMA,EOET
00005	COMMON / JYOKEN / H(MAXI,MAXJ),DELA(MAXI,MAXJ),ALFA1(MAXI,MAXJ) *, ALFA2(MAXI,MAXJ),ALENG(MAXI,MAXJ),MESHND(MAXI,MAXJ)
00006	COMMON / DATA1 / TSH(MAXK),TSL(MAXK), TAV(MAXK),VAV(MAXK) *, RAV(MAXK),QJK(MAXK),DEGS(MAXK),SRSUM(MAXK)
00007	COMMON / DATA3 / RML(MAXI,MAXJ),XNT(MAXI,MAXJ),CC(MAXI,MAXJ)

```

*          ,RRRML(MAXI,MAXJ),HSW(MAXI,MAXJ)
*          ,ROU(MAXI,MAXJ),DEG(MAXI,MAXJ)
*          ,DRMLK(1000,MAXK)
00008      COMMON / DATA4 / NGZI,GZAIA(50),AM(50)
00009      COMMON / OUTCNT / ICHK,KCHK,NCHK,KDAY(20),IP(20),JP(20)
*          ,PHSW(MAXK,10),PRML(MAXK,10),PDEG(MAXK,10)
*          ,PROU(MAXK,10)
00010      COMMON / WORK / RMLK(1000,MAXK)

C
00011      RR1=RAV(K)
00012      SR =SRSUM(K)
00013      RCOEF = 1.0
00014      GANMA1= 0.0
00015      IF( KRST.EQ.0) GO TO 12
00016      IF(K.LT.KRST .OR .K.GT.KRED ) GO TO 12
00017      RCOEF = COEFRO
00018      GANMA1= GANMA
00019      12 CONTINUE
C   タイ ル-フ°
00020      DO 300 J=1,JMAX
00021      DO 300 I=1,IMAX
00022      IF( ISW(1).NE.-1 ) GO TO 20
00023      DO 10 N = 1,NCHK
00024      IF( I.EQ.IP(N). AND .J.EQ.JP(N) ) GO TO 20
00025      10 CONTINUE
00026      GO TO 300
00027      20 ALF1 = 3.1416 * ALFA1(I,J)/180.
00028      ALF2 = 3.1416 * (0.5-ALFA2(I,J)/180.)
00029      SUN = 3.1416 * FY/180.
00030      CCO = CC(I,J)
C   タイ キオン ノ せい
00031      TTAV = TAV(K)+TDH1*(HS-H(I,J))/100.
00032      TH = TSH(K)+TDH1*(HS-H(I,J))/100.
00033      IF(ABS(ISW(1)).EQ.1) TL = TSL(K)+TDH1*(HS-H(I,J))/100.
00034      TT = TH

C
C   **   アメ . 1キ ノ ハンテイ **
00035      IF(ABS(ISW(1)).EQ.1) TT=TTAV
00036      RR= RR1* ( 1. + GANMA1*(H(I,J) - HSR)/100.)* RCOEF
00037      RRML1=RML(I,J)+RR
00038      IF( ABS(ISW(1)).EQ.1 ) XNT(I,J)=XNT(I,J)+1.
00039      IF( ISW(1).EQ.2 ) XNT(I,J)=XNT(I,J)+0.0417
00040      IF(RR.GT.0.01.AND.TT.LT.TYUKI ) XNT(I,J)=0.

C
C   **   1ウセツ リヨウ ノ ケイサン **
C   ::   アルベ"ト" ノ ケイサン ::
00041      DN=XNT(I,J) **0.46
00042      ALB=0.85*0.82**DN

C
C   **   コー"ル"ト" コンテント ノ ケイサン **
00043      IF(ABS(ISW(1)).EQ.1) TT=TL
00044      AROU = 0.40
00045      IF(ABS(ISW(1)).EQ.1 ) AROU = ROU(I,J)
00046      IF(AROU.LE.0.0 ) GO TO 50
00047      DSH = RML(I,J)/AROU
00048      DSH = AMIN1( DSH,300.0)
00049      GO TO 60
00050      50 DSH = 0.0
00051      60 CC1 = -CS/80. * DSH*AROU * TT/2.0
00052      IF(ABS(ISW(1)).EQ.1) CC1 = -CS/80. * RML(I,J) * TT/2.0
00053      CCO = CC1
00054      IF( TT.GE.0.0 ) CCO = 0.0

C
C   **   1ウセツ リヨウ   **
00055      QQSR=0.0
00056      QQST=0.0

```

```

00057      QQW=0.0
00058      QQR= 0.0
00059      AI = 0.0
00060      IF(ABS(ISW(1)).EQ.1) GO TO 100
C      ** シカク 100 100 **
00061      IF(TT.LE.0.0) GO TO 150
00062      IF( SUN .NE. 0.0 )
      *   AI = SIN(SUN)*COS(ALF1) + COS(SUN)*SIN(ALF1)*COS(ALF2)
00063      DSR = TT - TTAV
00064      IF(ISW( 6). EQ. 1) DSR= SR
00065      IF(DSR.LE. 0.0) DSR= 0.0
00066      QQSR=EOEM* (1.-ALB)*DSR* AI
00067      QQST=EOET* TT
00068      QQW=ALFA*TT* VAV(K)
00069      IF(TT.GT.TYUKI) QQR= RR*TT/80.
00070      GO TO 150
C      ** ヒキク 100 , ニチ 100 リヨ **
00071      100 TT = TTAV
00072      IF(TH.LE.0.0) GO TO 150
00073      DT = TH-TL
00074      TTH= TH-TL
00075      CALL TSUM(DT, TH, SUMT)
00076      CALL TSUM(DT,TTH,SUMTT)
00077      DSR = SUMTT
00078      IF(ISW( 6). EQ. 1) DSR= SR
00079      IF(DSR.LE. 0.0) DSR= 0.0
00080      IF(DT.LE.0.0) WRITE(6,*) K,J,I,TT,TTAV,DT,TH,TL,TTH,SUMT,SUMTT
00081      AI = SIN(SUN)*COS(ALF1) + COS(SUN)*SIN(ALF1)*COS(ALF2)
00082      IF(AI.LE.0.0) AI=0.0
00083      QQSR = EOEM* (1.-ALB)*DSR *AI
00084      QQST= EOET* SUMT
00085      QQW = ALFA*VAV(K)*SUMT
00086      IF(TTAV.GT.TYUKI) QQR= RR*TTAV/80.
00087      150 CONTINUE
00088      QQQ=QQSR+QQW+QQR+QQST
C
00089      QQQ = QQQ-CCO
00090      CCO = -QQQ
00091      IF(QQQ.LE.0.0) QQQ=0.0
00092      IF(CCO.LE.0.0) CCO=0.0
00093      IF( TT.GT.TYUKI) QQQ=QQQ + RR
C
00094      RRML2=RRML1 - QQQ
00095      IF(RRML2 . GT. 0.001) GO TO 180
00096      QQQ=RRML1
00097      RRML2 = 0.0
00098      180 RML(I,J) =RRML2
00099      CC(I,J) =CCO
00100      DEG(I,J) =TT
C
C
00101      IF(ISW(1) .EQ. 2 ) GO TO 280
C      ** ヒキク ミツ , ヒキク シン ノ カイシ **
C
00102      IF(RRML2.GT.0.001) GO TO 210
00103      HSW(I,J)=0.0
00104      ROU(I,J)=0.0
00105      GO TO 250
00106      210 CONTINUE
C      ** フ , ヒキ ノ ハンテ **
00107      IF( RR .LT.0.0001) GO TO 240
00108      IF( TT .GT.TYUKI ) GO TO 240
C      ** シンテ ノ アツシ **
00109      IF(HSW(I,J).LT.0.0001) GO TO 220
00110      IF(ROU(I,J).LT.0.0001) GO TO 220
00111      REDC=BETAN*RR/ROU(I,J)*(HSW(I,J)/10.)*0.35

```

```

00112      GO TO 230
00113      220 REDC=0.0
00114      230 CONTINUE
C
00115      ROD=0.04
00116      DNS=RR/ROD
00117      DD=HSW(I,J)-REDC+DNS
00118      ROU(I,J)=RML(I,J)/DD
C  ** シカン ケイカ ニ ヨル アツミツ
00119      240 CONTINUE
00120      DROU=BETA*(ROUM-ROU(I,J))
00121      ROU(I,J)=ROU(I,J)+DROU
00122      HSW(I,J)=RML(I,J)/ROU(I,J)
00123      250 CONTINUE
C
00124      280 KK = MESHNO(I,J)
00125      IF( KK.EQ.0 ) GO TO 285
00126      RMLK(KK,K) = RML(I,J)
00127      DRMLK(KK,K) = QQQ
00128      285 CONTINUE
C
C  ** ヒキヒツ,キオン,1ウヒツ リヨウ ノ オキカエ **
00129      IF( NCHK .EQ. 0 ) GO TO 300
00130      DO 290 N = 1,NCHK
00131      IF( I.EQ.IP(N). AND .J.EQ.JP(N) ) GO TO 295
00132      290 CONTINUE
00133      GO TO 300
00134      295 PHSW(K,N) = HSW(I,J)/10.
00135      PRML(K,N) = RML(I,J)
00136      PDEG(K,N) = DEG(I,J)
00137      PROU(K,N) = ROU(I,J)
C
00138      300 CONTINUE
00139      RETURN
00140      END

```

ISN

SOURCE STATEMENT

```

00001      SUBROUTINE QOUT
00002      PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003      COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX
*      ,ISW(20),TITLE(20)
00004      COMMON / XXX / IEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00005      COMMON / JYOKEN / H(MAXI,MAXJ),DELA(MAXI,MAXJ),ALFA1(MAXI,MAXJ)
*      ,ALFA2(MAXI,MAXJ),ALENG(MAXI,MAXJ),MESHNO(MAXI,MAXJ)
00006      COMMON / DATA3 / RML(MAXI,MAXJ),XNT(MAXI,MAXJ),CC(MAXI,MAXJ)
*      ,RRRML(MAXI,MAXJ),HSW(MAXI,MAXJ)
*      ,ROU(MAXI,MAXJ),DEG(MAXI,MAXJ)
*      ,DRMLK(1000,MAXK)
00007      COMMON / QQQQ / AK(2),AP(2),ATL(2),QB(2),AF(2),QST(2),RSA(2)
*      ,MCHK(MAXI,MAXJ),HST(4),DD(4,4),AA(4,4),HSTO(4)
*      ,SQ1(MAXK),SSQ1(MAXK),SSQ2(MAXK)
*      ,QQ1(MAXK),QQ2(MAXK),SUMR1(MAXK),SUMR2(MAXK)
*      ,QQ(MAXK),R1(MAXK),SUMR(MAXK)
00008      COMMON / WORK / RMLK(1000,MAXK)
C
C  ** タイショク フロツク ノ シテイ *
00009      SUMA1 = 0.0
00010      SUMA2 = 0.0
00011      DO 30 J = 1,JMAX
00012      DO 30 I = 1,IMAX
00013      IF( DELA(I,J) .GE. 0.0001 ) GO TO 10
00014      MCHK(I,J) = 0
00015      GO TO 30
00016      10 IF( RRRML(I,J) .GE. 0.0001 ) GO TO 20
00017      MCHK(I,J) = 1

```

```

00018      SUMA1 = SUMA1 + AREA*DELA(I,J)
00019      GO TO 30
00020      20 MCHK(I,J) = 2
00021      SUMA2 = SUMA2 + AREA*DELA(I,J)
00022      30 CONTINUE
C
C      ** リンク シリヤ ケイサ
00023      DO 200 J = 1,JMAX
00024      DO 200 I = 1,IMAX
00025      IF( MCHK(I,J) .EQ. 0 ) GO TO 200
00026      KK = MESHNO(I,J)
C
C      ** ばきばき ニヨル リンクシリヤ オクル **
00027      DO 40 K = 1,KMAX
00028      40 R1(K) = 0.0
C
C      DO 60 K = 1,KMAX
00029      IF ( DRMLK(KK,K) .EQ.0.0 ) GO TO 60
00030      HSNOW = RMLK(KK,K) / 0.45/10.
00031      IF( HSNOW .LE. 50.0 ) STL = HSNOW / 500.
00032      IF( HSNOW .GT. 50.0 ) STL = 0.24 + (HSNOW-70.)/ 90.
00033      ITL = IFIX(STL)
00034      DSTL = STL - FLOAT(ITL)
00035      RRRRR = RMLK(KK,K)
00036      COEFR = 1.0
00037      IF( ISW(17).EQ. 0 ) GO TO 45
00038      IF(RRRRR .GT. 500.) COEFR = 3.24-0.83* ALOG10(RRRRR)
00039      IF(RRRRR .GT.1000.) COEFR = 0.75
00040      45 R1(K+ITL) = R1(K+ITL) + (1.-DSTL)*DRMLK(KK,K)*COEFR
00041      R1(K+ITL+1) = R1(K+ITL+1) + DSTL *DRMLK(KK,K)*COEFR
00042      60 CONTINUE
C
C      TL = 0.0
00044      AAV = SUMA
C
C      II = 1
00046      IF( MCHK(I,J) .EQ. 2 ) II = 2
00047      AK1 = AK(II)
00048      AN = AAV
00049      CALL SQCAL(MAXK,KMAX,AK1,AP(II),AF(II),RSA(II),AAV,AN
00050      * ,QST(II),QB(II),SQ1,R1,SSQ1,SSQ2)
00051      N=KMAX+1
00052      CALL TLZURE(MAXK,TL,N,SQ1,SSQ1)
C
C      AAV = DELA(I,J) * AREA
00053      DO 100 K=2,N
00054      RMLK(KK,K-1) = 0.2778*SQ1(K)*AAV
00055      100 CONTINUE
C
C      200 CONTINUE
C
C      DO 300 K=1,KMAX
00058      SUMR(K)= 0.0
00059      SUMR1(K)= 0.0
00060      SUMR2(K)= 0.0
00061      QQ(K)= 0.0
00062      QQ1(K)= 0.0
00063      QQ2(K)= 0.0
00064      DO 250 J=1,JMAX
00065      DO 250 I=1,IMAX
00066      IF( MCHK(I,J) .EQ. 0 ) GO TO 250
00067      KK = MESHNO(I,J)
00068      QQ(K)= QQ(K) + RMLK(KK,K)
00069      SUMR(K)= SUMR(K) + DRMLK(KK,K)*DELA(I,J)*AREA/SUMA
00070      IF( MCHK(I,J) .EQ. 2 ) GO TO 210
00071      QQ1(K)= QQ1(K) + RMLK(KK,K)
00072

```

```

00073      SUMR1(K)= SUMR1(K) + DRMLK(KK,K)*DELA(I,J)*AREA/SUMA1
00074      GO TO 250
00075      210 QQ2(K)= QQ2(K) + RMLK(KK,K)
00076      SUMR2(K)= SUMR2(K) + DRMLK(KK,K)*DELA(I,J)*AREA/SUMA2
00077      250 CONTINUE
00078      QQ(K)= QQ(K) + (QB(1) +QB(2) )
00079      QQ1(K)= QQ1(K) + QB(1)
00080      QQ2(K)= QQ2(K) + QB(2)
00081      300 CONTINUE
00082      RETURN
00083      END

```

ISN

SOURCE STATEMENT

```

00001      SUBROUTINE SQCAL( MAXK,IK,AK,AP,F1,RSA,A,ANV,QST,QB
*          ,SQ,R,SSQ1,SSQ2)
00002      DIMENSION SQ(MAXK),R(MAXK),SSQ1(MAXK),SSQ2(MAXK)
C
00003      ALPH=ANV/A
00004      SSQ1(1)= (QST-QB)*3.6/A/F1
00005      SQ(1)=(QST-QB)*3.6/A
00006      DO 10 I=1,IK
00007      Q1=SSQ1(I)
00008      R1=R(I)
00009      CALL FUNCT(AK,AP,Q1,R1,Q2)
00010      10 SSQ1(I+1)=Q2
00011      DO 11 I=1,IK
00012      11 SQ(I+1)=SSQ1(I+1)*F1
00013      SR=0.0
00014      DO 12 I=1,IK
00015      SR=SR+R(I)
00016      IF(SR.LE.RSA) GO TO 12
00017      R2=SR-RSA
00018      Q1=0.0
00019      CALL FUNCT(AK,AP,Q1,R2,Q2)
00020      SSQ2(I+1)=Q2
00021      SQ(I+1)=SQ(I+1)+Q2*(1.0-F1)*ALPH
00022      GO TO 13
00023      12 CONTINUE
00024      RETURN
00025      13 IS=I+1
00026      IF(IS.GT.IK) RETURN
00027      DO 14 I=IS,IK
00028      Q1=SSQ2(I)
00029      R2=R(I)
00030      CALL FUNCT(AK,AP,Q1,R2,Q2)
00031      SSQ2(I+1)=Q2
00032      14 SQ(I+1)=SQ(I+1)+Q2*(1.0-F1)*ALPH
00033      RETURN
00034      END

```

ISN

SOURCE STATEMENT

```

00001      SUBROUTINE TLZURE( MAXK,ATL,N,SQ,SSQ1 )
00002      DIMENSION SQ(MAXK),SSQ1(MAXK)
C
00003      DO 10 I=1,N
00004      10 SSQ1(I)=SQ(I)
00005      ITL=IFIX(ATL)
00006      ALPH=ATL-FLOAT(ITL)
00007      DO 11 I=1,ITL+1
00008      11 SQ(I)=SSQ1(I)
00009      DO 12 I=ITL+2,N
00010      J=I-ITL-1
00011      12 SQ(I)=SSQ1(J)*ALPH + SSQ1(J+1)*(1.0-ALPH)
00012      RETURN

```

```

00013      END
ISN      SOURCE STATEMENT
00001      SUBROUTINE FUNCT( AK,AP,Q1,R,Q2 )
C
00002      N=0
00003      IF(Q1) 100,101,102
00004      100 Q1=0.0
00005      101 IF(R) 103,103,104
00006      102 X=0.5*Q1-AK*(Q1**AP)-R
00007      IF(X) 106,103,105
00008      105 X=0.0
00009      103 Q2=0.0
00010      GO TO 200
00011      104 X=0.0-R
00012      106 Y=1.0/AK
00013      B=0.5*Y
00014      C=X*Y
00015      X=Q1
00016      113 CONTINUE
00017      N=N+1
00018      IF(N-30) 201,201,114
00019      201 CONTINUE
00020      IF(X) 110,116,111
00021      110 X=0.0
00022      116 Y=C/B
00023      Z=C
00024      GO TO 112
00025      111 Y=X**AP
00026      Z=Y+B*X+C
00027      Y=Z/(AP*Y/X+B)
00028      IF(X-Y) 202,202,203
00029      202 Y=X*Z/(Z-C)
00030      203 CONTINUE
00031      IF(ABS(Z)-1.E-2) 204,204,112
00032      204 CONTINUE
00033      IF(ABS(Y)-1.E-6) 114,114,115
00034      115 IF(ABS(Y/X)-1.E-4) 114,114,112
00035      112 CONTINUE
00036      X=X-Y
00037      GO TO 113
00038      114 Q2=X
00039      200 RETURN
00040      END

```

```

ISN      SOURCE STATEMENT
00001      SUBROUTINE POUT1(QMAX,NIS)
C      ** リンクシテ ケイラン ケツカ フォリント アウト ( シマカン )
00002      PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003      COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX
*      ,ISW(20),TITLE(20)
00004      COMMON / XXX / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00005      COMMON / DATA1 / TSH( MAXK),TSL( MAXK), TAV( MAXK),VAV( MAXK)
*      ,RAV( MAXK),QJK( MAXK),DEGS( MAXK),SRSUM( MAXK)
00006      COMMON / QQQQ / AK(2),AP(2),ATL(2),QB(2),AF(2),QST(2),RSA(2)
*      ,MCHK(MAXI,MAXJ),HST(4),DD(4,4),AA(4,4),HSTO(4)
*      ,SQ1(MAXK),SSQ1(MAXK),SSQ2(MAXK)
*      ,QQ1(MAXK),QQ2(MAXK),SUMR1(MAXK),SUMR2(MAXK)
*      ,QQ(MAXK),R1(MAXK),SUMR(MAXK)
00007      DIMENSION NIS(12)
C
00008      PRINT 100 ,TITLE
00009      100 FORMAT(1H1,/,/,30X,20A4,/)
00010      PRINT 110 ,NEN,MK,HK

```

```

00011 110 FORMAT(1H,20X,'S. ',I2,' ネン ',I2,' カ'ツ ',I2,' ニチ コウ'イ')
00012 PRINT 120,KMAX
00013 120 FORMAT(1H+,50X,'( KMAX =',I5,' ステツ'° )',/)
00014 PRINT 130
00015 130 FORMAT(43X,' K . P . TL . QB . F . QST . RSA ')
00016 DO 140 I = 1,2
00017 140 PRINT 150 , AK(I),AP(I),ATL(I),QB(I),AF(I),QST(I),RSA(I)
00018 150 FORMAT(40X,8F7.2)
00019 ESUM1=0.0
00020 ESUM2=0.0
00021 SUMRR=0.0
00022 SMRAV=0.0
00023 SMQJ =0.0
00024 SMQC =0.0
00025 MM=MST
00026 NN=NST
00027 JJ= 0
00028 DO 550 K= 1,KMAX
00029 JJ = JJ+1
00030 IF(JJ.EQ.25) NN=NN+1
00031 IF(JJ.EQ.25) JJ=1
00032 IF(NN.LE.NIS(MM)) GO TO 540
00033 MM=MM+1
00034 NN=1
00035 540 CONTINUE
00036 IF(JJ.EQ. 1) SMTE = 0.0
00037 IF(JJ.EQ. 1) SMV = 0.0
00038 DQ1=(QJK(K)-QQ(K)) / QMAX
00039 DDQ1= DQ1 * DQ1
00040 DQ2=(QJK(K)-QQ(K)) / QJK(K)
00041 DDQ2= DQ2 * DQ2
00042 ESUM1= ESUM1 + DDQ1
00043 ESUM2= ESUM2 + DDQ2
00044 SUMRR=SUMRR+SUMR(K)*SUMA*0.001
00045 SMRAV=SMRAV+ RAV( K)
00046 SMTE =SMTE + TSH( K)/24.
00047 SMV =SMV + VAV( K)/24.
00048 SMQJ =SMQJ +(QJK( K)-(QB(1)+QB(2)))*0.0036
00049 SMQC =SMQC +( QQ( K)-(QB(1)+QB(2)))*0.0036
00050 IF( ABS(ISW(12)).EQ. 2) GO TO 550
00051 IF( K.EQ.0) PRINT 201
00052 IF( MOD(K,48).EQ.1. AND .K.NE.1) PRINT 202
00053 201 FORMAT(1H,/)
00054 202 FORMAT(1H1,/)
00055 IF(MOD(K,48).EQ.1) PRINT 200
00056 200 FORMAT( 2X,'ステツ'° ネン ツキ ニチ シ' コウ'イ
* , 'フウ'ク カン'ン チヨリ'ク'タ'カ',10X
* , 'リ'ク'シ'ツ'リ'ヨウ',17X,' コ'ウ' ル'カ'
* ,/, 2X,' K M N J RR SR T TAV V VAV'
* , ' R1 R RR SMRR Q1 Q2 QC '
* , ' QJ DQ SMQJ SMQC',/)
00057 PRINT 560, K,NEN,MM,NN,JJ
* ,RAV(K),SMRAV,TSH(K),SMTE,VAV(K),SMV
* ,SUMR1(K),SUMR2(K),SUMR(K),SUMRR
* ,QQ1(K),QQ2(K),QQ(K),QJK(K),QQ(K)-QJK(K)
* ,SMQJ,SMQC
00058 550 CONTINUE
00059 EE1= ESUM1 / FLOAT(KMAX)
00060 EE2= ESUM2 / FLOAT(KMAX)
00061 560 FORMAT(2X,I5,4I3,2F6.1,2F5.1,2F5.1,3F6.1,F7.2,7F7.2)
00062 PRINT 570,SMRAV,SUMRR,SMQJ,SMQC,ESUM1,EE1,ESUM2,EE2
00063 570 FORMAT(3X,/,20X,' SMRAV = ',F7.2,5X,' SMRR = ',F7.2
* ,5X,' SMQJ = ',F7.2,5X,' SMQC = ',F7.2
* ,/,20X,' SUME1= ',F7.4,5X,'GOSAE1 =',F8.4
* ,/,20X,' SUME2= ',F7.4,5X,'GOSAE2 =',F8.4)

```

```

C      ** FILE OUT ISW(12) < 0 , OFLE = 08 **
00064      IF( ISW(12).GE. 1 ) RETURN
00065      WRITE(8,601) NEN,MK,NK,KMAX
00066      601 FORMAT(5X,'S.',I2,' ｶﾞ',I2,' ｶﾞ',I2,' ﾆﾁ ﾎｸｽﾞｲ',5X
*          , '( KMAX =',I5,' ﾎｸｽﾞｲ' )')
00067      WRITE(8,602) (QQ(K),K=1,KMAX)
00068      602 FORMAT(12F6.2)
C
00069      RETURN
00070      END

ISN      SOURCE STATEMENT

00001      SUBROUTINE POUT2(K,NIS)
C      ** ﾎﾟｳﾄ2 **
00002      PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003      COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX
*          , ISW(20),TITLE(20)
00004      COMMON / XXX / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00005      COMMON / DATA3 / RML(MAXI,MAXJ),XNT(MAXI,MAXJ),CC(MAXI,MAXJ)
*          , RRRML(MAXI,MAXJ),HSW(MAXI,MAXJ)
*          , ROU(MAXI,MAXJ),DEG(MAXI,MAXJ)
*          , DRMLK(1000,MAXK)
00006      DIMENSION NIS(12)
C
00007      NEN= NENST
00008      IF( ISW(1).EQ.2) GO TO 30
00009      NO = 0
00010      N1 = 0
00011      MO = MST-1
00012      DO 10 M = 1,MMED
00013      MO = MO + 1
00014      IF(MO .EQ. 13 ) NEN = NENST + 1
00015      IF(MO .EQ. 13 ) MO = 1
00016      NO = NO + NIS(MO)
00017      IF( K.LE.NO) GO TO 20
00018      N1 = NO
00019      10 CONTINUE
00020      20 IDAY = K -N1
00021      JI = 24
00022      GO TO 50
C
00023      30 IDAY = NST-1
00024      MO = MST
00025      DO 40 N = 1,NNICHI
00026      IDAY = IDAY + 1
00027      IF(IDAY.GT. NIS(MO) ) GO TO 35
00028      GO TO 36
00029      35 IDAY = 1
00030      MO = MO + 1
00031      36 J1 = 24* N
00032      IF(K .GT. J1) GO TO 40
00033      JI = MOD(K,24)
00034      IF(JI.EQ. 0) JI = 24
00035      40 CONTINUE
00036      50 CONTINUE
C
C      ** ﾎﾟｳﾄ ﾎﾟｳﾄ2*
00037      IF( ISW(14).EQ.1)
C      * CALL MESHOT(MAXI,MAXJ,IMAX,JMAX,TITLE, HSW,8,NEN,MO,IDAY,JI,K)
C
00038      IF( ISW(15).EQ.1)
C      * CALL MESHOT(MAXI,MAXJ,IMAX,JMAX,TITLE, RML,7,NEN,MO,IDAY,JI,K)
C
00039      IF( ISW(16).EQ.1)
C      * CALL MESHOT(MAXI,MAXJ,IMAX,JMAX,TITLE, DEG,6,NEN,MO,IDAY,JI,K)

```

```

C      IF( ISW( 8).NE. 1) GO TO 500
C      ** フォリウ タカノ FILE=02 シツリョク *
00040      WRITE(2,310) NEN,MO,IDAY
00041      310 FORMAT(5X,'S.',I2,' 年 ',I2,' カツ ',I2,' ニチ '
00042      *      ',': カンザン フォリウ タカ ( MM )')
00043      DO 320 J=1,JMAX
00044      320 WRITE(2,330) ( RML(I,J),I=1,IMAX)
00045      330 FORMAT(16F5.0)
C      ** アルハットノ FILE=03 シツリョク *
00046      WRITE(3,340) NEN,MO,IDAY
00047      340 FORMAT(5X,'S.',I2,' 年 ',I2,' カツ ',I2,' ニチ '
00048      *      ',': アルハット ( ニチ )')
00049      DO 350 J=1,JMAX
00050      350 WRITE(3,360) ( XNT(I,J),I=1,IMAX)
00051      360 FORMAT(16F5.1)
00052      500 CONTINUE

```

```

C
C      RETURN
00052      END
00053

```

ISN SOURCE STATEMENT

```

00001      SUBROUTINE POUT3(NIS)
C      ** トクテイ チテン セキセツ ユウセツ ケイサン シツリョク **
00002      PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003      COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX
00004      *      ,ISW(20),TITLE(20)
00005      COMMON / XXX / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00006      *      COMMON / DATA1 / TSH( MAXK),TSL( MAXK), TAV( MAXK),VAV( MAXK)
00007      *      ,RAV( MAXK),QJK( MAXK),DEGS( MAXK),SRSUM( MAXK)
00008      *      COMMON / JISOK / HSWJ( MAXK,4),TAVEJ( MAXK,4)
00009      *      COMMON / OUTCNT / ICHK,KCHK,NCHK,KDAY(20),IP(20),JP(20)
00010      *      ,PHSW( MAXK,10),PRML( MAXK,10),PDEG( MAXK,10)
00011      *      ,PROU( MAXK,10)
00012      DIMENSION NIS(12)
C      NND = (NCHK-1)/2 + 1
00013      DO 200 ND = 1,NND
00014      ND1 = 2*(ND-1)+1
00015      ND2 = ND1+1
00016      IF(ND2.GE.NCHK) ND2 = NCHK
00017      IDAY = 0
00018      MO = MST
C      ** フォリント アウト3*
00019      PRINT 100 ,TITLE
00020      100 FORMAT(1H1,/,/,30X,20A4,/)
C      WRITE(6,110)
00021      110 FORMAT(10X,' ユウセツ ケイサン ケツカ ',/)
00022      WRITE(6,120) (N,IP(N),JP(N),N=ND1,ND2)
00023      120 FORMAT(15X,'キョウテン カンソク ',1X
00024      *      ,2(' NO',I1,'(I=',I2,'.J=',I2,' )',32X))
00025      WRITE(6,125) ((I,J=1,7),I=ND1,ND2)
00026      125 FORMAT(4X,'スヂツフ ツキ ニチ', ' キオン アメ'
00027      *      ,2(' TC',I1,' TJ',I1,' DT',I1
00028      *      , ' SC',I1,' SJ',I1,' DS',I1,' ROU',I1,1X))
00029      DO 150 K=1,KMAX
00030      IDAY = IDAY + 1
00031      IF( IDAY.EQ. NIS(MO)+1 ) GO TO 130
00032      GO TO 140
00033      130 IDAY = 1
00034      MO = MO + 1
00035      IF( MO.EQ.13 ) MO = 1

```

```

00031          PRINT 100 ,TITLE
00032          WRITE(6,110)
00033          WRITE(6,120) (N,IP(N),JP(N),N=ND1,ND2)
00034          WRITE(6,125) ((I,J=1,7),I=ND1,ND2)
00035          WRITE(6,111)
00036          111 FORMAT(1H )
00037          140 WRITE(6,170) K,MO,IDAY,TAV(K),RAV(K)
              * , (PDEG(K,N),TAVEJ(K,N),PDEG(K,N)-TAVEJ(K,N)
              * , PHSW(K,N), HSWJ(K,N),PHSW(K,N)- HSWJ(K,N),PROU(K,N),N=ND1,ND2)

00038          150 CONTINUE
00039          170 FORMAT(2X,15,2I3,2(1X,F5.1),2(3(1X,F5.1),3(1X,F5.0),1X,F6.3))
00040          200 CONTINUE

C
C
00041          RETURN
00042          END

ISN          SOURCE STATEMENT

00001          SUBROUTINE POUT4(K,NIS)
C          **  7751 5157132( MT ) **
00002          PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003          COMMON / XY          / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,HKOZUI,KKMAX
              * , ISW(20),TITLE(20)
00004          COMMON / XXX          / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00005          COMMON / DATA3      / RML(MAXI,MAXJ),XNT(MAXI,MAXJ),CC(MAXI,MAXJ)
              * , RRRML(MAXI,MAXJ),HSW(MAXI,MAXJ)
              * , ROU(MAXI,MAXJ),DEG(MAXI,MAXJ)
              * , DRMLK(1000,MAXK)

00006          DIMENSION NIS(12)
C
00007          NEN= NENST
00008          IF( ISW(1).EQ.-1) RETURN
00009          IF( ISW(1).EQ.2) GO TO 30
00010          NO = 0
00011          N1 = 0
00012          MO = MST-1
00013          DO 10 M = 1,MMED
00014          MO = MO + 1
00015          IF(MO .EQ. 13 ) NEN = NENST + 1
00016          IF(MO .EQ. 13 ) MO = 1
00017          NO = NO + NIS(MO)
00018          IF( K.LE.NO) GO TO 20
00019          N1 = NO
00020          10 CONTINUE
00021          20 IDAY = K -N1
00022          J1 = 24
00023          GO TO 50

C
00024          30 IDAY = NST-1
00025          MO = MST
00026          DO 40 N = 1,NNICHI
00027          IDAY = IDAY + 1
00028          IF(IDAY.GT. NIS(MO) ) GO TO 35
00029          GO TO 36
00030          35 IDAY = 1
00031          MO = MO + 1
00032          36 J1 = 24* N
00033          IF(K .GT. J1) GO TO 40
00034          J1 = MOD(K,24)
00035          IF(J1.EQ. 0) J1 = 24
00036          40 CONTINUE
00037          50 CONTINUE

C
C          **  MT          フクト *
00038          WRITE(7) NEN,MO,IDAY,J1,K,KMAX

```

```

C
C      : ヒキヒツ シン (CM)
00039 WRITE(7)   HSW
C
C      : カンザン チヨリユ タカ (MM)
00040 WRITE(7)   RML
C
C      : アルハート (ニチ)
00041 WRITE(7)   XNT
C
00042 RETURN
00043 END

```

```

00001 SUBROUTINE POUT5(NIS)
C    ** リンクツ タイサン ケツカ フォリント アウト ( ニチ )
00002 PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003 COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUMA,NKOZUI,KKMAX
      * ,ISW(20),TITLE(20)
00004 COMMON / XXX / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00005 COMMON / DATA1 / TSH( MAXK),TSL( MAXK), TAV( MAXK),VAV(MAXK)
      * ,RAV( MAXK),QJK( MAXK),DEGS(MAXK),SRSUM(MAXK)
00006 COMMON / QQQQ / AK(2),AP(2),ATL(2),QB(2),AF(2),QST(2),RSA(2)
      * ,MCHK(MAXI,MAXJ),HST(4),DD(4,4),AA(4,4),HSTO(4)
      * ,HTNK(MAXK,4),QTNK(MAXK,4),SUMR1(MAXK)
      * ,QQ1(MAXK),QC(MAXK)
00007 DIMENSION NIS(12)
C
00008 PRINT 100 ,TITLE ,NEN
00009 100 FORMAT(1H1,/,30X,20A4,'S. ',I2,' ㊦ '/')
00010 PRINT 110 ,(HSTO(I),I=1,4)
00011 110 FORMAT(30X,'HST ',4F7.0)
00012 DO 120 I = 1,4
00013 120 PRINT 130 ,I,(DD(I,J),AA(I,J),J=1,4)
00014 130 FORMAT(30X,'I=',I2,4(' D= ',F4.0,' A=',F6.3))
00015 ESUM2=0.0
00016 SUMRR=0.0
00017 SMRAV=0.0
00018 SMQJ =0.0
00019 SMQC =0.0
00020 NEN=NENST
00021 MM=MST
00022 NN=NST -1
00023 DO 550 K= 1,KMAX
00024 NN=NN+1
00025 IF(NN.LE.NIS(MM)) GO TO 540
00026 MM=MM+1
00027 IF(MM.EQ. 13 ) NEN = NENST + 1
00028 IF(MM.EQ. 13 ) MM = 1
00029 NN=1
00030 540 CONTINUE
00031 DQ2=(QJK(K)-QC(K)) / QJK(K)
00032 DDQ2= DQ2 * DQ2
00033 ESUM2= ESUM2 + DDQ2
00034 SUMRR=SUMRR+ SUMR1(K)
00035 SMRAV=SMRAV+ RAV( K)
00036 SMQJ =SMQJ +QJK( K)*0.0864
00037 SMQC =SMQC + QC( K)*0.0864
00038 IF( ABS(ISW(12)).EQ.2) GO TO 550
00039 IF( K.EQ.1 ) PRINT 201
00040 IF( MOD(K,50).EQ.1 .AND.K.NE.1) PRINT 202
00041 201 FORMAT(1H )
00042 202 FORMAT(1H1,/)
00043 IF( MOD(K,50).EQ.1 ) PRINT 200
00044 200 FORMAT(3X,'ステップ ㊦ ヲ ヲキ ニチ コクシ ㊦ フクソク ')

```

```

*      , '2X, ' K      M      N      2X      12X      12X      '
*      , ' H1      H2      H3      H4      Q1      Q2      Q3      Q4      '
*      , ' QC1      QC      QJ      DQ      SMQJ      SMQC ' , / )
00045      PRINT 560, K, NEN, MM, NN
*      , RAV(K), SUMR1(K), TAV(K), VAV(K)
*      , (HTNK(K, I), I=1, 4), (QTNK(K, I), I=1, 4)
*      , QQ1(K), QC(K), QJK(K), QC(K)-QJK(K)
*      , SMQJ, SMQC
00046      550 CONTINUE
00047      EE2= ESUM2 / FLOAT(KMAX)
00048      560 FORMAT(2X, I5, 3I3, 4F6.1, 4F6.2, 4F6.2, 2F7.2)
00049      PRINT 570, SMRAV, SMRAV*SUMA*0.001, SMQJ
*      , SUMRR, SUMRR*SUMA*0.001, SMQC, ESUM2, EE2
00050      570 FORMAT(3X
*      , /, 20X, 'SRJ = ', F7.2, 5X, ' SRJQ = ', F7.2, 5X, ' SUMQJ = ', F7.2
*      , /, 20X, 'SRC = ', F7.2, 5X, ' SRCQ = ', F7.2, 5X, ' SUMQC = ', F7.2
*      , /, 20X, ' SUME2= ', F7.3, 5X, ' GOSAE2 = ', F8.4)

```

```

C      RETURN
00051      END
00052

```

ISN

SOURCE STATEMENT

```

00001      SUBROUTINE TSUM(DT, TH, SUMT)
00002      COMMON / DATA4 / NGZI, GZAI(50), AM(50)

```

```

C      IF( DT.LE. 0.0) DT=1.0
00004      AMM=TH/DT
00005      IF(AMM-1.0) 10, 20, 30
00006      10 CALL TABLE(NGZI, AMM, GZAI, AM, GZAI)
00007      GO TO 40
00008      20 GZAI=11.5
00009      GO TO 40
00010      30 GZAI=24.0* ( AMM-0.521)
00011      40 CONTINUE

```

```

C      SUMT=GZAI*DT
C

```

```

00013      RETURN
00014      END

```

ISN

SOURCE STATEMENT

```

00001      SUBROUTINE TABLE(KOSU, X, Y, XR, YR)
00002      DIMENSION XR(50), YR(50)

```

```

C      DO 10 K=2, KOSU
00004      IF(XR(K)-X) 10, 20, 20
00005      10 CONTINUE
00006      K=KOSU
00007      20 Y=YR(K-1)+(X-XR(K-1))*(YR(K)-YR(K-1))/(XR(K)-XR(K-1))
00008      RETURN
00009      END

```

ISN

SOURCE STATEMENT

```

00001      SUBROUTINE TANK
00002      PARAMETER (MAXI=40, MAXJ=40, MAXK=400, MAXN= 9, MAXKK=20)
00003      COMMON / XY / IMAX, JMAX, AREA, HS, HSR, SUMA, NKOZUI, KKMAY
*      , ISW(20), TITLE(20), NAMD(4)
00004      COMMON / XXX / NEN, MK, NK, NENST, MST, NST, KMAX, NNICHI, MMED, MMEDD
00005      COMMON / JYOKEN / H(MAXI, MAXJ), DELA(MAXI, MAXJ), ALFA1(MAXI, MAXJ)
*      , ALFA2(MAXI, MAXJ), ALENG(MAXI, MAXJ), MESHNO(MAXI, MAXJ)
00006      COMMON / DATA3 / RML(MAXI, MAXJ), XNT(MAXI, MAXJ), CC(MAXI, MAXJ)
*      , RRRML(MAXI, MAXJ), HSW(MAXI, MAXJ)

```

```

      *      , ROU(MAXI,MAXJ),DEG(MAXI,MAXJ)
      *      ,DRMLK(1000,MAXK)
00007 COMMON / QQQQ / AK(2),AP(2),ATL(2),QB(2),AF(2),QST(2),RSA(2)
      *      ,MCHK(MAXI,MAXJ),HST(4),DD(4,4),AA(4,4),HSTO(4)
      *      ,HTNK(MAXK,4),QTNK(MAXK,4),SUMR1(MAXK)
      *      ,QQ1(MAXK),QQ2(MAXK)
00008 DIMENSION DQ(4),XX(4,4)
C
C      **   ハイキ ヲウセツリヨク ノ サンテイ *
00009 DO 30 K = 1,KMAX
00010 SUMR1(K) = 0.0
00011 DO 30 J = 1,JMAX
00012 DO 30 I = 1,IMAX
00013 IF( DELA(I,J) .LE. 0.0001 ) GO TO 30
00014 KK = MESHNO(I,J)
00015 SUMR1(K) = SUMR1(K) + DRMLK(KK,K)*DELA(I,J)*AREA/SUMA
00016 30 CONTINUE
C
C      **   シヨキチ ノ セツテイ **
00017 DO 50 I=1,4
00018 XOUT = 0.0
00019 DO 40 N=1,4
00020 DH=HST(I)-DD(I,N)
00021 XX(I,N)=AA(I,N)*AMAX1(0.0,DH)
00022 40 XOUT=XOUT + XX(I,N)
00023 HST(I) = HST(I) -XOUT
00024 50 CONTINUE
C
C      WRITE(6,*) (HST(I),I=1,4),(XX(I,N),I=1,4),N=1,4)
C
C      **   リリウ シユツ クイサン
00025 DO 100 K=1,KMAX
00026 QQQ = 0.0
00027 DO 80 I=1,4
00028 XOUT = 0.0
00029 IF ( I. EQ. 1 ) DH = SUMR1(K)
00030 IF ( I. GE. 2 ) DH = XX(I-1,4)
00031 HST(I) = HST(I) + DH
00032 DO 70 N=1,4
00033 DH = HST(I)-DD(I,N)
00034 XX(I,N)=AA(I,N)*AMAX1(0.0,DH)
00035 XOUT=XOUT + XX(I,N)
00036 IF(N.EQ.4) GO TO 70
00037 DQ(I)= XOUT
00038 70 CONTINUE
00039 HTNK(K,I) = HST(I)
00040 QTNK(K,I) = DQ(I)
00041 HST(I) = HST(I) -XOUT
00042 QQQ = QQQ +DQ(I)
00043 80 CONTINUE
00044 QQ1(K) = QQQ
00045 QQ2(K) = 0.011574*SUMA*QQQ
C
C      WRITE(6,101) K,SUMR1(K),(HST(I),I=1,4),(XX(I,N),I=1,4),N=1,4)
C      *      ,(DQ(I),I=1,4),QQ2(K)
00046 100 CONTINUE
00047 101 FORMAT(1X,I3,F5.1,4F5.0,16F5.1,4F5.1,F5.1)
C
C      RETURN
00048 END
00049

```

ISH

SOURCE STATEMENT

```

00001 SUBROUTINE MESHOT(MAXI,MAXJ,IMAX,JMAX
      *      ,TITLE,DMESH,NO,NEN,MO,IOAY,JI,K)
00002 CHARACTER NAME*45
00003 DIMENSION TITLE(20),NAME(10),DMESH(MAXI,MAXJ)

```

```

C
00004 DATA NAME(1)/' H(I,J) : ハイキン ヒヨウコウ (M) '/'
00005 DATA NAME(2)/'DELA(I,J): キシリン メツシユ ニタイズル メンベキ リツ ( 0-1.0 ) '/'
00006 DATA NAME(3)/' ALFA1(I,J) : メツシユ クイシヤ ト ( GRD ) '/'
00007 DATA NAME(4)/' ALFA2(I,J) : メツシユ クイシヤ ホウイ ( GRD ) '/'
00008 DATA NAME(5)/' シヨキ ヒキベツ カンザン チヨリウ タカ ( MM ) '/'
00009 DATA NAME(6)/' DEG(I,J) : キオン ( °C ) '/'
00010 DATA NAME(7)/' RML(I,J) : カンザン チヨリウ タカ ( MM ) '/'
00011 DATA NAME(8)/' HSW(I,J) : ヒキベツ シン (CM) '/'

```

```

C
C
00012 III = 0
00013 JPAG = (JMAX-1)/50 + 1
00014 IPAG = (IMAX-1)/20 + 1
00015 DO 100 II = 1,IPAG
00016 IP1 = (II-1) * 20 + 1
00017 IP2 = IP1 + 19
00018 IF(IP2.GE.IMAX) IP2 = IMAX
00019 DO 80 JJ = 1,JPAG
00020 JP1 = (JJ-1) * 50 + 1
00021 JP2 = JP1 + 49
00022 IF(JP2.GE.JMAX) JP2 = JMAX

```

```

C
00023 III = III + 1
00024 WRITE(6,10) TITLE,III
00025 10 FORMAT(1H1,/,30X,20A4,10X,'(NO',I3,')'/' )
00026 IF(K.NE.0) PRINT 20 ,NEN,MO,IDAY,JI,K
00027 20 FORMAT(30X,'S.',I2,' ン ',I2,' カツ ',I2,' ニチ ',I2,' シ '
* , ' ( K= ',I5,' スヅツフ )' ,/)
00028 WRITE(6,25) NAME(NO)
00029 25 FORMAT(1H ,/,10X,A45,/)
00030 WRITE(6,111)
00031 111 FORMAT(1H )
00032 WRITE(6,30) (I,I=IP1,IP2)
00033 30 FORMAT(11X,20I5)
00034 DO 50 J = JP1,JP2
00035 IF(NO.NE.2. AND .NO.NE.6 .AND.NO.NE.8)
* WRITE(6,200) J,(DMESH(I,J),I=IP1,IP2)
00036 IF(NO.EQ.8) WRITE(6,200) J,(DMESH(I,J)/10.,I=IP1,IP2)
00037 IF(NO.EQ.6) WRITE(6,201) J,(DMESH(I,J),I=IP1,IP2)
00038 IF(NO.EQ.2) WRITE(6,202) J,(DMESH(I,J),I=IP1,IP2)
00039 50 CONTINUE
00040 80 CONTINUE
00041 100 CONTINUE

```

```

C
00042 200 FORMAT(5X,I5,1X,20F5.0)
00043 201 FORMAT(5X,I5,1X,20F5.1)
00044 202 FORMAT(5X,I5,1X,20F5.2)

```

```

C
00045 RETURN
00046 END

```

ISN

SOURCE STATEMENT

```

00001 SUBROUTINE POUT6(NIS)
00002 PARAMETER (MAXI=40,MAXJ=40,MAXK=400,MAXN= 9,MAXKK=20)
00003 COMMON / XY / IMAX,JMAX,AREA,HS,HSR,SUM, NKOZUI, KKMAX
* , ISW(20), TITLE(20)
00004 COMMON / XXX / NEN,MK,NK,NENST,MST,NST,KMAX,NNICHI,MMED,MMEDD
00005 COMMON / JYOKEN / H(MAXI,MAXJ),DELA(MAXI,MAXJ),ALFA1(MAXI,MAXJ)
* ,ALFA2(MAXI,MAXJ),ALENG(MAXI,MAXJ),MESHNO(MAXI,MAXJ)
00006 COMMON / DATA3 / RML(MAXI,MAXJ),XNT(MAXI,MAXJ),CC(MAXI,MAXJ)
* ,RRRML(MAXI,MAXJ),HSW(MAXI,MAXJ)
* , ROU(MAXI,MAXJ),DEG(MAXI,MAXJ)
* ,DRMLK(1000,MAXK)
00007 COMMON / QQQQ / AK(2),AP(2),ATL(2),QB(2),AF(2),QST(2),RSA(2)

```


(2) 積雪・融雪計算及び融雪流出計算プログラムリスト 入力カード仕様

(1) 計算条件の入力 (機番 5)

ISW(1)	I= 1, 10 (10I5)
ISW(1)	I=11, 20 (10I5)

ISW (1) = 1 : 日積雪・融雪

ISW (1) = 2 : 時間単位融雪流出計算

ISW (1) = -1 : 日積雪・融雪 (特定地点のみ)

ISW (2) = 0 : 流出計算なし

ISW (2) = 1 : 流出計算なし (実績流量の入力あり)

ISW (2) = -1 : 流出計算あり (実績流量の入力なし)

ISW (3) = 0 : 図化なし

ISW (3) = 1 : 図化あり

ISW (3) = -1 : 図化用データは入力するが図化なし

ISW (4) = 0 : 日単位計算時の実績検証データの入力なし

ISW (4) = 1 : 積雪深データのみ入力

ISW (4) = -1 : 気温データのみ入力

ISW (4) = 2 : 積雪深, 気温データ入力

ISW (5) = 1 : 日計算時の平均気温 = (最高気温 + 最低気温) / 2

ISW (5) = 2 : データ入力

ISW (5) = -2 : データ入力はあるが (最高気温 + 最低気温) / 2

ISW (6) = 0 : 日射量を気温から算定 (実績日射量の入力なし)

ISW (6) = 1 : 実績日射量を使用 (日射量データ入力あり)

ISW (6) = -1 : 日射量を気温から算定 (実績日射量の入力あり)

ISW (7) = 0 : 融雪量を毎回計算する

ISW (7) = 1 : 融雪量はMT (機番 4)より入力

ISW (7) = 2 : 融雪量をMT (機番 4)に出力

ISW (8) = 0 : 積雪水量, 降雪後経過日数の出力なし

ISW (8) = 1 : 出力あり (積雪水量の機番 2, 経過日数の機番 3)

ISW (8) = 2 : MTへ出力 (機番 7)

ISW (10) = 0 : 流域メッシュ条件出力なし

ISW (10) = 1 : 流域メッシュ条件出力あり

ISW (11) = 0 : 流域メッシュ初期条件出力なし

ISW (11) = 1 : 流域メッシュ初期条件出力あり

ISW (12) = 0 : 流出計算出力なし

ISW (12) = 1 : 流出計算出力あり

ISW (12) = 2 : 条件のみ出力

ISW (13) = 0 : 検証地点月表出力なし

ISW (13) = 1 : 検証地点月表出力あり

ISW (14) = 0 : 積雪深出力なし

ISW (14) = 1 : 積雪深出力あり

ISW (15) = 0 : 積雪水量出力なし

ISW (15) = 0 : 積雪水量出力あり

ISW (16) = 0 : 気温出力なし

ISW (16) = 1 : 気温出力あり

ISW (17) = 0 : 流出率設定なし

ISW (17) = 1 : 流出率設定あり

ISW (18) = 0 : 総融雪量出力なし

ISW (18) = 1 : 総融雪量出力あり (機番 9)

(2) タイトルカード (機番 5)

TITLE (A80)

(3) 計算出水数, メッシュ条件入力機番, 流域名 (機番 5)

NKOUZUI	IFL	NAMD (I)	I=1, 4	(6I5)
---------	-----	----------	--------	-------

NKOUZUI: 計算対象出水数 (融雪流出計算の場合), 計算対象年数 (日単位積雪・融雪計算の場合)

IFL: 流域のメッシュ条件データの入力機番

NAMD (I), I=1, 4: 流域名の漢字コード (図化ルーチンで使用)

(4) 融雪関係パラメータ (機番 5)

TDHI	EOEM	ALFA	BETA	BETAN	CS	ROUM	TYUKI	GANMA	EOET	(10F5.0)
------	------	------	------	-------	----	------	-------	-------	------	----------

TDHI: 気温の高度補正係数

EOEM: 融雪係数

ALFA: 対流熱伝導係数

BETA: 圧密係数

BETAN: 新雪の圧密係数

CS: 雪の比熱

ROUM: 雪の終局密度

TYUKI: 雪になる気温

GANMA: 降水量の高度補正係数

EOET: 気温融雪係数

(5) メッシュ分割などの流域の条件 (機番 5)

IMAX	JMAX	AREA	HS	HSR	SUMA	RLATIT	(2I5, 5F10.0)
------	------	------	----	-----	------	--------	---------------

IMAX, JMAX: 東西, 南北のメッシュ分割数

AREA: 単位メッシュの面積 (km²)

SUMA: 流域面積 (km²)

HS, HSR: 気温, 降水量の観測地点標高 (m)

RLATIT: 流域の平均的な緯度 (度)

○(6) から (9) までは同じ書式

(6) メッシュ平均標高 (機番 IFL)

ダミーカード (A80)

J=1, JMAX

H (I, J)	J=1, IMAX (16F5.0)
----------	--------------------

H (J, J) : メッシュ平均標高 (m)

(7) メッシュ面積率 (機番 IFL)

DELA (I, J) : そのメッシュが流域に含まれる比率 (0~1)

(8) メッシュ傾斜度 (機番 IFL)

ALFA1 (I, J) (単位 : 度)

(9) メッシュ傾斜方位 (機番 IFL)

ALFA2 (I, J) (単位 : 度)

(10) 7枚の入力機番の説明用ダミーカード

ダミーカード (A80)

○以下は計算ケース別の条件の入力 ((11) 以下をケース数繰り返す)

(11) データ入力機番の指定

IFLE (I)	I=1, 11 (11I5)
----------	----------------

IFLE (1) : (12)~(19) の入力機番

IFLE (3) : 初期降雪後経過日数の入力機番

IFLE (5) : 日最高気温の入力機番

IFLE (7) : 降水量の入力機番

IFLE (9) : 日射量の入力機番

IFLE (11) : 検証地点の積雪深, 気温の入力機番

IFLE (2) : 初期積雪水量データの入力機番

IFLE (4) : 日平均気温の入力機番

IFLE (6) : 日最低気温の入力機番

IFLE (8) : 風速の入力機番

IFLE (10) : 実績流量の入力機番

(12) 出水名 (ISW (1)=2 のときのみ入力) (機番 IFLE (1))

出水名 (A80)

(13) 図化ルーチンで使用する年月日 (機番 IFLE (1))

NEN	MK	NK	(3I5)
-----	----	----	-------

(14) 計算期間の条件 (機番 IFLE (1))

NENST	MST	NST	KMAX	NNICHI	MMED	MMEDD	KRST	KRED	COEFRO	(10F5.0)
-------	-----	-----	------	--------	------	-------	------	------	--------	----------

NENST, MST, NST : 計算開始年, 月, 日

KMAX : 計算ステップ数 (日計算時には無指定でもよい)

NNICHI : 計算日数 (時間流出計算時のみ使用)

MMED : 日単位計算の場合の計算する月数 (ex. 11 月~5 月では 7)

MMEDD : 日単位計算の場合のデータ入力する月数 (データは MMEDD 月分入力するが使用する
のは 1~MMED 月まで)

KRST, KRED : 観測降水量の補正を行うステップ, 終了ステップ (KRST=0 の場合は補正なし)

COEFRO : 観測降水量の補正係数

(15) メッシュの状況の出力条件 (機番 IFLE (1))

ICLK	KCHK	NCHK	(3I5)
------	------	------	-------

ICLK=0 : メッシュの積雪水量, 積雪深, 気温を出力しない

ICLK=999 : KCHK で指定するステップでメッシュの状況を出力する

ICLK≠0 AND ICLK≠999 : ICLK 毎にメッシュの状況を出力する

KCHK : ICLK=999 のときの指定ステップ数

NCHK : 特定地点出力数 (NCHK≤4)

(16) メッシュ状況出力ステップ (KCHK≠0 の場合入力) (機番 IFLE (1))

KDAY (K)	K=1, KCHK (16I5)
----------	------------------

KDAY (K) : メッシュ状況の出力ステップ

(17) 特定地点メッシュ番号 (NCHK≠0 の場合入力) (機番 IFLE (1))

IP (N)	JP (N)	N=1, NCHK (8I5)
--------	--------	-----------------

IP (N), JP (N) : 特定地点のメッシュ番号

○流出計算を行う場合 (ISW (1)=2 時間流出計算のみ入力) (機番 IFLE (1))

(13) 貯留関数法のパラメータ (ISW (1)=2 時間流出計算のみ入力) (機番 IFLE (1))

AK (1)	AP (1)	ATL (1)	QB (1)	AF (1)	QST (1)	RSA (1)	(7F5.0)
AK (2)	AP (2)	ATL (2)	QB (2)	AF (2)	QST (2)	RSA (2)	(7F5.0)

1 : 無雪地帯の定数

2 : 積雪地帯の定数

(19) タンクモデルのパラメータ (ISW (1)=1 日単位流出計算のみ入力) (機番 IFLE (1))

HSTO (1)	HSTO (2)	HSTO (3)	HSTO (4)	(4F5.0)
----------	----------	----------	----------	---------

I=1, 4

DD (I, N)	AA (I, N)	N=1, 4 (4F5.0)
-----------	-----------	----------------

HSTO (I) : 第 I 番目のタンクの初期貯留高

DD (I, N), AA (I, N) : 第 I 番目の N 番目の流出孔の高さ (mm) と係数

(4 段のタンクモデル, 流出孔 3 つと浸透孔 1 つ (DD (I, 4)=0 とする) の構造)

○ISW (1)=1 の場合 (20) (21) を入力

(20) 初期積雪水量の入力 ((6) と同じ書式, 機番 IFLE (2))

RRRML (I, J) : 各メッシュの初期積雪水量 (mm)

(21) 初期降雪後経過日数の入力 ((6) と同じ書式, 機番 IFLE (3))

XNT (I, J) : 各メッシュの初期降雪後経過日数 (日)

○日単位の計算の場合に (22)~(28) を入力 書式はすべて同じ

(22) 観測地点の平均気温の入力 (ISW (5)=2 or ISW (5)=-2 の場合のみ 機番 IFLE (4))

ダミーカード (A80)

M=1, MMEDD

TAV (N, M)	N=1, 31 (16F5.0)
------------	------------------

TAV (N, M) : M 月目の N 日の平均気温 (°C)

(23) 観測地点の日最高気温の入力 (機番 IFLE (5))

TSH (N, M) : M 月目の N 日の最高気温 (°C)

(24) 観測地点の日最低気温の入力 (機番 IFLE (6))

TSL (N, M) : M 月目の N 日の最低気温 (°C)

(25) 観測地点の日降水量の入力 (機番 IFLE (7))

RAV (N, M) : M 月目の N 日の降水量 (mm)

(26) 観測地点の日平均風速の入力 (機番 IFLE (8))

VAV (N, M) : M 月目の N 日の平均風速 (m³/s)

(27) 観測地点の日射量の入力 (ISW (6) ≠ 0 の場合のみ入力 機番 IFLE (9))

SRSUM (N, M) : M 月目の N 日の日射量

(28) 実績流量の入力 (機番 IFLE (10))

QJK (N, M) : M 月目の N 日の実績流量 (m³/s)

○時間流出計算の場合は (29)~(33) を入力 書式はすべて同じ

(29) 観測地点の気温の入力 (機番 IFLE (5))

ダミーカード (A80)

TSH (K)	K=1, KMAX (12F6.0)
---------	--------------------

TSH (K) : 観測地点の気温 (°C)

(30) 観測地点の降水量の入力 (機番 IFLE (7))

RAV (K) : 観測地点の降水量 (mm)

(31) 観測地点の風速の入力 (機番 IFLE (8))

VAV (K) : 観測地点の風速 (m³/s)

(32) 観測地点の日射量の入力 (ISW (6) ≠ 0 の場合のみ入力 機番 IFLE (9))

SRSUM (K) : 観測地点の日射量

(33) 実績流量の入力 (ISW (2)≠0 の場合のみ入力 機番 IFLE (10))

QJK (K) : 実績流量 (m³/s)

○ 日単位計算 (ISW (1)=1 or ISW (1)=-1) で、積雪深・気温の検証データを入力する (ISW (4)≠0) の場合 (34) と (35) を入力する。書式は (22) と同じ。

N=1, NCHK

(34) 日積雪深の実績データ入力 (ISW (4)=1 or ISW (4)=2 の場合 機番 IFLE (11))

HSWJ (K, N) : N 番目の検証地点の積雪深 (cm)

(35) 日平均気温の入力 (ISW (4)=-1 or ISW (4)=2 の場合 機番 IFLE (11))

TAVEJ (K, N) : N 番目の検証地点の平均気温 (°C)

○ (36)~(40) は作図ルーチンで使用するパラメータ

(36)

NCONT	IFL	(2I5)
-------	-----	-------

(37)

KOMOK	KMDATA	(2I5)
-------	--------	-------

(38)

YST (K)	K=1, KOMOK (16F5.0)
TATEL (K)	K=1, KOMOK (16F5.0)
DTATEL (K)	K=1, KOMOK (16F5.0)
TATEM (K)	K=1, KOMOK (16F5.0)
NKETA (K)	K=1, KOMOK (16I5)
IRIV (K)	K=1, KOMOK (16I5)
JIKY (K)	K=1, KOMOK (16I5)

(39)

K=1, KMDATA

KMNO (K)	LINE (K)	JPEN (K)	YMIN (K)	YMAX (K)	(3I5, 2F5.0)
----------	----------	----------	----------	----------	--------------

(40)

DDAY

 (F5.0)

(3) 時間融雪流出計算の入力カードの例

```

2      1      1      0      0      0      0      0      0      0
0      1      0      0      0      0      1      0      0      0
**  A タム シカン 1ウセツ ケイサン **
1      13      0      0      0      0
0.6 0.12 0.012 .035 0.08 0.5 0.60 1.0 0.14 0.05
9      13      1.00      223.0      223.0      69.8      37.0
**  IFLE 1 ; コウスイ コントロール * IFLE 7 ; コウスイ リヨウ
* IFLE 2 ; シヨキ チョリウ タカ * IFLE 8 ; フウソク
* IFLE 3 ; アルヘト * IFLE 9 ; ニツシタ リヨウ
* IFLE 4 ; キシムン テン キオン(AVE) * IFLE10 ; シマツク リユクリヨウ
* IFLE 5 ; キシムン テン キオン(H) * IFLE11 ; クンシヨク セキセツ, キオン
* IFLE 6 ; キシムン テン キオン(L) - ニチケイサン ノミ
IFLE1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
5 21 21 22 22 22 22 22 22 22 0
A タム S.57.3.5
57 3 5
57 3 4 96 4 0 0 1 999 1.0
0 0 0
15.0 0.33 0.0 0.0 0.65 0.0 160.
15.0 0.33 0.0 3.0 0.65 3.0 0.
0 5
6 9 2.0 2.0
0. 55. 70. 85. 105. 125.
50. 10. 10. 10. 15. 10.
0. 0. 0. 0. 5. 0.
5. 5. 5. 5. 5. 5.
100. 20. 20. 10. 30. 20.
10. 10. 10. 5. 10. 10.
-1 -1 -1 -1 -1 -1
0 0 0 0 0 0
1 5 5 4 3 2
1 2 1 0.01 500.
1 1 2 0.01 500.
1 1 1 0.01 500.
1 1 1 0.01 500.
2 3 1 0.01 50.
3 3 1 0.01 50.
4 1 2 0.0 10.
5 1 2 -20. 40.
6 3 1 0.01 50.
0.6

```

(4) 日単位積雪・融雪計算の入力カードの例

```

1      0      -1      1      2      -1      0      0      0      1
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
**    A      タム      セキセツ      ヲウセツ      ケイサン (ニチ)      セキサン      キオン 2 **
1      13      0      0      0      0      0      0      0      0
0.6    0.120.012 .0350.08 0.5 0.60 1.0 0.14 0.05
9      13      1.00      223.0      223.0      69.8      38.0
**    IFLE 1 ; コウスイ コントロール      *    IFLE 7 ; コウスイ リヨウ
*    IFLE 2 ; ショキ チョリヨウ タムカ      *    IFLE 8 ; フウソク
*    IFLE 3 ; アルハート      *    IFLE 9 ; ニツシト リヨウ
*    IFLE 4 ; キシ2ン テン キオン(AVE)      *    IFLE10 ; シ2ツソク リユウリヨウ
*    IFLE 5 ; キシ2ン テン キオン(H)      *    IFLE11 ; ケンシヨク セキセツ, キオン
*    IFLE 6 ; キシ2ン テン キオン(L) - ニチケイサン ノミ
IFLE1  2      3      4      5      6      7      8      9      10      11
5      0      0      21      21      21      21      21      21      0      21
56     11      1
56     11      1      184      184      7      8      1      999      1.0
15      0      1
2      1
0      5
6      7      2.0      2.0
0.      27.5      55.0102.5      55.0      120.
25.      25.      40.      15.      40.      10.
0.      0.      0.      5.      0.      0.
5.      5.      5.      5.      5.      5.
1000.      1.0      4.0      30.      80.0      5.0
200.      0.2      0.5      10.      10.0      2.5
-1      1      1      -1      -1      1
0      0      0      0      -1      0
9      8      6      3      2      4
1      1      2      0.015000.
2      1      2      0.00      1.
3      1      2      0.      10.
4      1      2-20.      30.
5      3      1      0.      90.
6      1      2      0.0      20.
3      2      1      0.01      10.
0.45

```

(5) 日単位流出計算の入力カードの例

```

1      1      1      1      -2      -1      0      0      0      0
0      1      0      0      0      0      0      0      0      0
**    A      タム      セキセツ      2ウセツ      クイサン (ニチ)      セキサン      キオン 2 **
1      13      0      0      0      0      0      0      0      0
0.6    0.120.012 .0350.08 0.5 0.60 1.0 0.14 0.05
9      13      1.00      223.0      223.0      69.8      38.0
**    IFLE 1 ; コウスイ コントロ-ル      *    IFLE 7 ; コウスイ リヨウ
*    IFLE 2 ; シヨキ チヨリウ タムカ      *    IFLE 8 ; フクツク
*    IFLE 3 ; アルハ-ト      *    IFLE 9 ; ニツシヤ リヨウ
*    IFLE 4 ; キシ-ン テン キオン(AVE)      *    IFLE10 ; シ-ツツク リユウリヨウ
*    IFLE 5 ; キシ-ン テン キオン(H)      *    IFLE11 ; ケンシヨウ セキセツ, キオン
*    IFLE 6 ; キシ-ン テン キオン(L)-ニチクイサン ノミ
IFLE1  2      3      4      5      6      7      8      9      10      11
5      26      26      26      26      26      26      26      26      27      26
56      11      1      184      184      7      8      1      999      1.0
56      11      1      184      184      7      8      1      999      1.0
0      0      1      1      1      1      1      1      1      1
2      3      3      6      3      4      1      4      1      1
10.    70.    250 1150
60 0.15      15 0.15
15 0.09
200.005
00.003
0      5
9      10      2.0      2.0
0.0 55.    75.    95. 115. 135. 150. 165. 180.
50.0 15.0 15.0 10.0 15.0 10.0 10.0 10.0 10.0
0.0 0.0 0.0 0.0 5.0 0.0 0.0 0.0 0.0
5.0 5.0 5.0 5.0 5.0 5.0 5.0 5.0 5.0
100.0 60.0 60.0 10.0 30.0 2000 200 100 100
10.0 20.0 20.0 5.0 10.0 1000 100 50 50
-1      -1      -1      -1      -1      -1      -1      -1      -1
0      0      0      0      0      0      0      0      0
1      2      5      4      3      11      11      11      11
1      2      1      0.0 500.
1      1      2      0.0 500.
2      3      1      0.0 100.
3      3      1      0.0 100.
4      1      2      0.0 50.
5      1      2-50.0 50.
6      1      2      0.02000.
7      1      2      0.02000.
8      1      2      0.02000.
9      1      2      0.02000.
0.5

```

ダム流入量予測のための融雪
流出のモデル化

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2826号
平成2年3月(1990)
ダム部水資源開発研究室
丹羽 薫・盛谷 明弘

要 旨

本調査は、豪雪地帯に位置するダムの、融雪期の貯水池の管理の合理化に資することを目的としたものである。主な検討項目は以下の通りである。

(1) 積雪・積雪機構及び融雪流出のモデル化

(2) (1) のモデルを用いた融雪流入量の予測手法

さらに、この流入量予測手法の実ダム流域への適用性について検討を加えた。

キーワード：ダム管理、積雪・融雪モデル、融雪流出モデル、ダム流入量予測

○

郵便はがき

切手をは
て下さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

水資源開発研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

○

○

土木研究所資料第 2826 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

土木研究所資料第 2826 号

○

ダム流入量予測のための融雪流出のモデル化