

流出計算マルチ・タンク・モデルに基づく分割法について(7)

誌名	水利科学
ISSN	00394858
著者名	岡本, 芳美
発行元	水利科学研究所
巻/号	56巻4号
掲載ページ	p. 97-119
発行年月	2012年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



流出計算マルチ・タンク・モデルに基づく分割法 について (VII)

岡 本 芳 美

目 次

はじめに

第1部 マルチ・タンク・モデル

- I モデル組み立ての基礎
- II 5種類の理論タンクとその計算方法
- III 要素モデルによる全体モデルの組み立て
- IV 要素モデルの全容
- V 初期値の設定
- VI 計算の精度
- VII マルチ・タンク・モデルの開発で容易に出来るようになったこと

第2部 分割法

- I 計算システムの概要
- II 帳票原票
- III 計算の手続きの全容
 - 1 作業図面の準備
 - 2 流域の分割
 - 3 基礎データの登録
 - 4 地形の測定
 - 5 土地利用状況の判定
 - 6 土地利用の測定

(以上 No. 320・321・322・323・325・326に掲載)

7 調査

8 計算条件の設定

9 水文データの蒐集

(岡本水文・河川研究所主宰, 元新潟大学教授工学博士)

- 10 計算機等の準備
- 11 データの計算機入力
- 12 計算の実行

(以下次号以降に掲載)

第3部 分割法による利根川上流域の流出解析
おわりに

7 調査 (手順23~35)

手順23 三角洲上の水田の地下排水に関する調査

三角洲上の水田の場合、地下に排水装置が設けられているかどうか調査し、調査結果は、帳票に登録する。この調査を行わなかった場合、プログラムは、“排水装置が無い”と自動的に判定する。

a 排水装置が有る (01)

手順24 区間の川に関する調査

1) はじめに

区間の川の種類が手順17で判定されている。水理計算が可能と思われる自然河川と改修河川に関して以下の調査を行う。調査結果は、データ表に記入する。

2) 水理計算が可能と思われる自然河川

(1) はじめに

次に述べる事柄の調査が行われない場合、河床状態は砂利、大水は氾濫しない、川幅は川の面積と長さから算定、水面勾配は分割の入り口と出口の標高差、とすると言う処理がプログラムによって自動的に行われる。

(2) 河床状態

河床状態を次のように分類し、どれに該当するか調査する。

- a 砂 (01)
- b 砂利 (02)
- c 転石 (03)
- d 峡谷 (04)

(3) 深さ

大水が氾濫する地形かどうか調査する。氾濫する地形の場合、川底から岸の縁までの深さをさらに調査する。そうで無い場合は、深さのデータは不要。

(4) 大水時の川幅

大水時の川幅を調査する。なお、川幅は、底幅とする。

(5) 大水時の水面勾配

大水時の水面勾配を調査する。

3) 等流計算で河道断面が決められている改修河川

(1) 断面の種類

区間の川の断面種類を次のように分類する。

- a 小河川／掘込河道／護岸あり (01)
- b 小河川／掘込河道／護岸なし (02)
- c 小河川／堤防あり／護岸あり (03)
- d 小河川／堤防あり／護岸あり／床固あり (04)
- e 小河川／堤防あり／護岸あり／底張あり (05)
- f 小河川／堤防あり／護岸なし (06)
- g 大河川／急流／単断面 (07)
- h 大河川／緩流／単断面 (08)
- i 大河川／緩流／複断面 (09)

(2) 断面の諸元

河川改修計画概要図等の読み取り、区間の平均値として、次の項目のデータを得る。

- a 水面勾配
- b 単断面の場合川幅、複断面の場合全体の川幅と低水路幅
- c 単断面の場合岸法勾配、複断面の場合低水路岸法勾配と高水路岸法勾配
- d 単断面の場合天端よりの深さ、複断面の場合同低水路の深さと高水路の深さ

なお、幅（川幅）は、おもてのりかた表法肩間の水平距離とする。水面勾配のデータが得られない場合は、河床勾配をもって代える。

4) 流量と河道の貯溜関係の計算が行われている貯溜関係河川

各流量毎の不等流の水位計算結果があるかどうか調査する。各流量段階毎に河道の水位から区間の河道貯溜量を計算する。これから次の項目のデータを得

る。

- a 最大流量の分割数
- b 分割流量と分割河道貯溜量
- c 左・右岸の溢流開始流量

手順25 内水になる分割に関する調査

次の項目のデータを得、帳票に登録する。

- a 逆流防止のため水門を閉じるタイミングを与える、すなわちコントロールする分割
- b 水門閉鎖のタイミングが出される時のコントロールする分割の出口の比流量、すなわち臨界比流量
- c 水門の設計最大排水量

手順26 排水機を持つ分割に関する調査

手順25の内水になる分割に関して行う a～c の調査に加えて、次の項目を調査し、帳票に登録する。

- d 排水機の設計最大排水量

手順27 分流に関する調査

次の項目のデータを得て、分流・分派直前の分割の帳票に登録する。

- a 流れの状態を低水と高水に分け、低水と高水の境界の流量の比流量、すなわち臨界比流量
- b 低水時の本流の流量の分流への分流率、すなわち低水時分流率
- c 高水時の本流の流量の分流への分流率、すなわち高水時分流率

なお、上記の共通的分流状態から外れる場合は、プログラムを部分変更する。

手順28 分派に関する調査

次の項目のデータを得て、分流・分派直前の分割の帳票に登録する。

- a 流れの状態を低水と高水に分け、低水と高水の境界の流量の比流量、すなわち臨界比流量
- b 低水時の本流の流量の分派河川への分派率、すなわち低水時分派率

- c 高水時の本流の流量の分派河川への分派率, すなわち高水時分派率
 なお, 上記の共通的分派状態から外れる場合は, プログラムを部分変更する。

手順29 治水ダム諸元に関する調査

1) はじめに

治水方式を次のように分類する。

- a 自然調節方式 (01)
- b 一定量放流方式 (02)
- c 一定開度方式 (03)
- d 一定率調節方式 (04)
- e 流入量全量貯留方式 (05)
- f 流入即放流方式 (06)

当該ダムの治水方式を帳票 B に登録した上で, 以下の調査を行い, 帳票 C に登録する。治水ダムのダム番号は, 帳票 B 上のダム番号になる。

2) 自然調節方式の場合

次の項目について調査する。

- イ 貯留量関係
- ロ 最大貯水量
- ハ 最大放流量

3) 一定量放流方式の場合

次の項目について調査する。

- イ 一定量放流量
- ロ 最大貯水量
- ハ 出水期間

4) 一定開度方式の場合

次の項目について調査する。

- イ 貯留量関係
- ロ 開始流量
- ハ 最大放流量
- ニ 出水期間

5) 一定率調節方式の場合
次の項目について調査する。

- イ 一定量流量
- ロ 一定率
- ハ 最大貯水量
- ニ 出水期間

6) 流入量全量貯留方式の場合
次の項目について調査する。

- イ 開始流量
- ロ 最大貯水量

7) 流入即放流方式の場合
帳票登録する必要無し。

手順30 利水ダム諸元に関する調査

1) はじめに
利水目的を次のように分類する。

- a 農業用水 (1)
- b 水道用水 (2)
- c 工業用水 (3)
- d 発電用水 (4)
- e 不特定用水 (5)

2) 利水ダムの形態
利水ダムの形態は次のように分けられる。

- イ 単目的の利水ダム
- ロ 利水目的だけの多目的ダム
- ハ 治水目的と単独利水目的の多目的ダム
- ニ 治水目的と複数利水目的の多目的ダム

分割法では、治水目的を含む多目的ダムの貯水池においては、利水目的の貯水容量の上に治水目的の貯水容量が独立して乗っており、両者は一定貯水位で隔てられている互いに不可侵な存在、としている。

複数利水目的の多目的ダムの場合、全体の利水容量は、貯水の利用に関して優先順位を持った各利水目的の貯水容量が一体になって溜っているもの、とす

る。したがって、利水ダムは、次の3)と4)の項目のダムに分けて扱える。

利水ダムのダム番号は、帳票 B 上のダム番号になる。

3) 単独利水目的の場合

次の項目について調査する。

- a 高水流量
- b 年間分割数
- c 分割期間
- d 期間最大貯水量
- e 責任放流量

4) 複数利水目的の場合

次の項目について調査する。

- a 利水目的数
- b 貯水順位順の目的
- c 各順位のデータ
 - ア 年間分割数
 - イ 分割期間
 - ウ 期間最大貯水量
 - エ 責任放流量
- d 高水流量

5) 帳票への登録

(1) はじめに

利水目的が単目的の場合はその目的を、複数利水目的の場合は貯水に関する優先順位順に各目的を帳票 B に登録した上で、利水ダム諸元を帳票 D により調査し、登録する。

(2) 貯水が最大貯水量に達した後の流入量の処理の仕方

単目的・多目的を問わず利水ダムの場合、貯水が最大貯水量に達した後の流入量の処理の仕方を帳票 B で登録する。この際、流入量をそのまま放流出来る機能を利水ダムが持っている場合は、治水ダム欄に流入即放流方式 (05) を登録する。流入量が自然調節される場合は、自然調節方式 (01) を登録する。

手順31 用水の取水に関する調査

1) はじめに

用水取水放水諸元を帳票 E により調査し、登録する。

2) 用水の種類

用水の種類を次のように分類する。

- a 農業用水
- b 水道用水
- c 工業用水
- d 発電用水
- e 注水用水

注水用水と言う用語は、一般にあまり馴染みのないものである。これは、取水した用水を同じ水系のどこかにそのまま放水するもので、基本的に発電用水と同じ。農業用水で良く使用される言葉。

3) 用水の取水条件

期間毎の取水開始流量・最大取水量と取水停止流量を調査する。

4) 取水位置

用水を取水する場所を [分割の後] [合流点の後] [湖から] に分け、調査する。

5) 放水位置

発電用水については、発電した後の水を放水する場所のデータが必要になる。発電用水を放水する場所を [分割の後] [合流点の後] [湖へ] に分け、調査する。注水用水についても同様。

6) 取水した用水の行方

農業・水道・工業用水は、流域内使用と流域外送水に分けられる。流域内使用の場合、消費した後の残り水の行方を考えなければならないことが出て来る。この場合は、プログラムを部分変更する必要あり。

手順32 他水系流量に関する調査

他水系流量放水諸元を帳票 F により調査し、登録する。

他水系から来る流量を放水する場所を [分割の後] [合流点の後] [湖へ] として、調査する。

手順33 用水補給に関する調査

1) はじめに

用水補給諸元を帳票 G により調査し、登録する。

2) 用水補給の種類

用水補給の種類を次の様に分類する。

- a 農業用水補給
- b 水道用水補給
- c 工業用水補給
- d 発電用水補給
- e 不特定用水補給

3) 用水を補給する貯水池のダムの名前

用水を補給する貯水池のダムを調査する。

4) 用水を補給する条件

期間毎の指定流量・最大補給量を調査する。

5) 用水の補給をコントロールする地点

[分割の後] か [合流点の後] を用水の補給をコントロールする地点として、調査する。なお、用水の補給は、該当ダムからそのダムの直下流に対し行われるようになっている。

手順34 発電^{よすいばき}余水吐に関する調査

1) はじめに

発電余水放水諸元を帳票 H により調査し、登録する。

流れ込み式発電では、複数の取水地点から取水してそれぞれの水路で送水し、それ等をどこか適当な地点で一つにまとめ、後は一つの水路で発電地点まで送ることがしばしば行われる。まとめる前の送水量がまとめた後の一つの水路では流し切れない流況がしばしば起きる。このため、流し切れなくなった分を川に放流する施設を余水吐と呼ぶ。

2) 最大流量

余水吐より下流の一つの水路で流せる最大流量を調査する。

3) 放水位置

余水を放水する場所を [分割の後] [合流点の後] [湖から] に分け、調査する。

4) 関係する発電取水の名前

この余水吐に関係する発電取水を挙げる。

手順35 水文観測所に関する調査

1) 一般事項

水文観測所の帳票 I により行う。

流域内、並びに近傍にある雨量観測所と気温観測所を調査し、その名前と日本測地系の位置（度・分・秒単位）を登録する。短期間計算を行う場合は、気温観測所に関しては、不要。

水系に関連する流量観測所を調査する。雨量・気温観測所と違って位置のデータは不要。

他水系からの流量は、流量観測所と同じ扱いをする。

2) 雨量観測所について

特に、以下の諸点について調査し、帳票 I に登録する。

- 1 有効な風よけが付けられていない
- 2 地物や樹木によって発生する風の陰に入っている
- 3 一般の建物の平らな屋上に設置されている
- 4 一般の建物の屋根の峰に直接設置されている
- 5 雨量観測専用の小さな建物の平らな屋上に設置されている
- 6 雨量計のすぐ隣に電力・通信用の太い柱が立てられている

以上の項目について当てはまる場合、帳票 I の該当欄に“1”と記入する。あてはまらない場合は“0”とする。不明の場合は、“9”とする。なお、助炭形と呼ばれる風よけは、分割法では有効な風よけとは認めていない。

8 計算条件の設定（手順36～41）

手順36 計算期間の設定

計算期間の設定は、計算期間と開始条件の帳票 J により行う。

分割法には、積雪・融雪流出の部分モデルが備わっていないので、計算期間は、暖候期間に限られる。すなわち、分割法で行われる計算の計算期間は、1月1日から12月31日までの暦の1年間の内の降雪・積雪・融雪期間を除く任意の期間で、次の形で与える。

[計算西暦年] [開始月] [開始日] ～ [終了月] [終了日]

計算の開始時刻は、計算開始日の正 9 時である。

手順37 計算開始時の流域出口の流量の設定

計算開始時の流域出口の流量の設定は、計算期間と開始条件の帳票 J により行う。

計算開始時の流域出口の流量、すなわち計算開始流量は、計算開始時点において流域が貯留している水量を表わす指標値である。流域の出口における、人為の加わらない、自然の流量で数値を与える。

川の流れは、下流ほど自然の流れではなくなる。すなわち、ダムによる貯水と放水、発電用水の取水と放水、用水の取水、下水の放水等により自然の流れから相当、場合によっては著しく変わっている。すなわち、流域の出口の流量が自然の流量から無視出来ない程に違っている場合は、自然の流量に出来るだけ戻す計算をする必要がある。

手順38 計算開始時の流域の乾燥度の設定

1) はじめに

計算開始時の流域の乾燥度の設定は、計算期間と開始条件の帳票 J により行う。

流域の乾燥度は、単位は雨量と同じ“mm”，計算開始時点において流域がどれ位乾いているかを示す指標である。

山林に覆われた急な山の中腹の土層でも、スーパー大雨の直後に雨量換算で 200mm 以上の水分を保持していると考えられている。この値は、流域の山林以外の場所がスーパー大雨の後、乾いて水分を失い得る最大値より桁違いに多い。

この水分は、木が、根から吸い上げて、葉から大気中に蒸発させて行くことで徐々に失われ、スーパー大雨の後相当の日数が経つと、保持している水分量が相当少なくなっている。急な山の山林下の中腹における“200mm 以上の最大の水分量”とこの“相当少なくなっている水分量”の差がここでの土の乾燥量になる。流域の中で、山林は最大の水分の消費地と考えて良いから、山林の土より乾いている場所は、他に無い。しかし、日本の国では、スーパー日照りでも山林に覆われた山の中腹の土層が 200mm を大幅に超えて蒸発するようなことはめったに起こらないと考えられるから、山林に覆われた山の急な中腹の

土層の乾燥度を流域の乾燥度の指標値にすることが出来る，訳である。

今，流域の乾燥度が60mmであったとすると，例えば，最大30mmの乾燥が起こり得る場所は，日照りの後の雨の降り始めよりの累加雨量が30mmに達すると，それ以後の雨量は全て川に流れ出る，それ以前の雨は全然川に流れ出ない，と考えて良い。

次第2項で示すデータから当該流域において起こり得る流域の乾燥度の範囲が想定出来る。また，第3項の計算で概略求めることが出来る。

2) 日本全国にわたる流域の乾燥度のデータ

全国にわたる20の山地多目的ダム流域について，一連雨量毎の雨量と24時間流出量の関係を求めたのが図—30である。ここで，24時間流出量とは，一連降雨の開始時の流量，すなわち初期流量でヒドログラフを水平分離し，次に一連降雨の終了時より24時間までの部分を取り出して流出高さに換算した値である。一連降雨の流出量より少ないが，そう遠くない値と考えることが出来る。

この一連のグラフの縦と横の目盛り線は，共に100mmである。原点を通る45度の直線と各雨量点の間の縦距離はその降雨の損失雨量に近い値になる。日本の国では，北から南に向うに従って一連降雨の規模が大きくなって行き，それに応じて当然流出量が大きくなるが，損失量も大きくなるのが良く分かる。

この関係図から，分割法における流出計算開始時の流域の乾燥度についての情報が得られる。

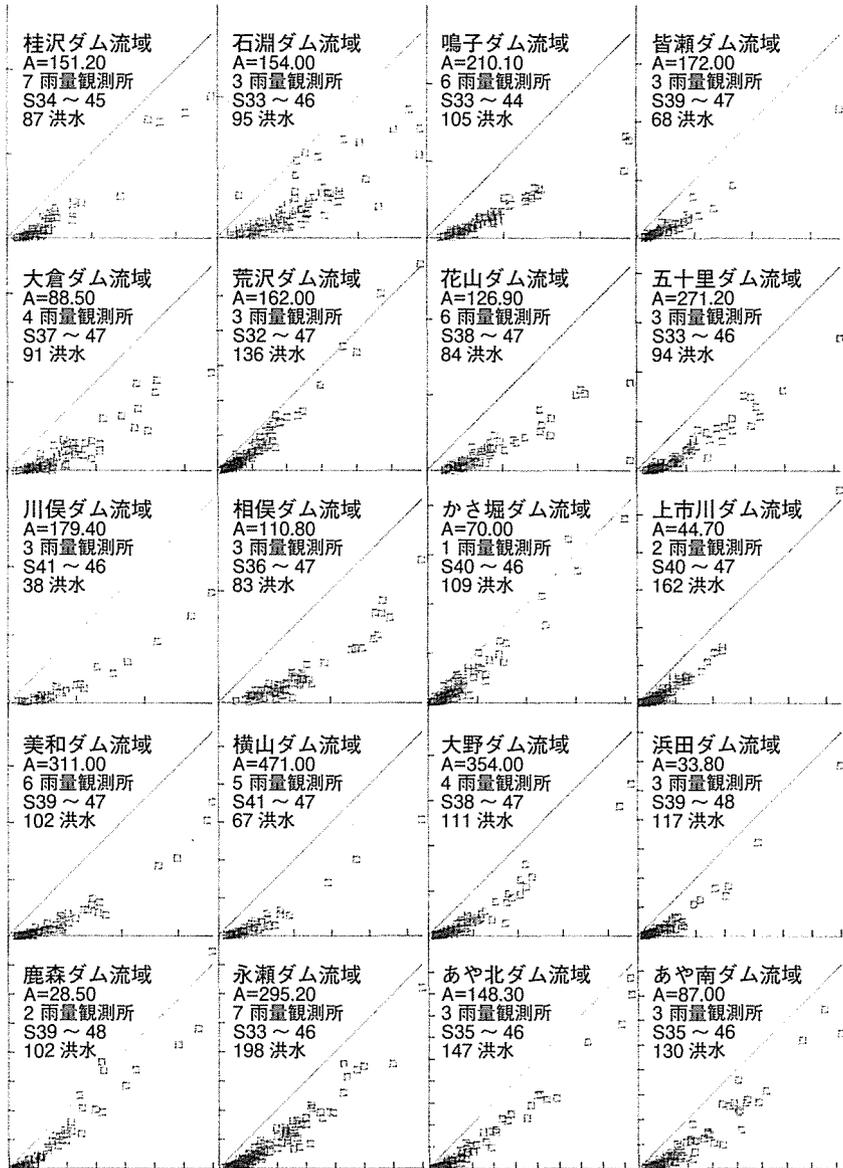
3) 流域の乾燥度の計算

東京天文台編・丸善（株）刊の『理科年表』の気象の部の月平均データがある全国80地点から流域の中心に一番近い地点を選び出し，Hamonの可能蒸発散量算定公式を用いて，月平均蒸発散量を得る。

表—9参照。この表の値を月平均の日可能蒸発散量とする。そして，晴天の日はこの量の蒸発散が起こる，雨天の日はその半分の量の蒸発散が起こるとする。すなわち，晴天の日の蒸発散量と雨天の日の蒸発散量を考える。

以上で準備を完了し，逐次次の計算を行う。

- a 流域の乾燥度が零になったと思われる日を探し出し，これを基準日とする。そして，この日からの日数を数えるものとする。
- b 例えば，第1日目目が晴天であったとすると，晴天の日の蒸発散量が発生し，その分だけ流域の乾燥が発生する。



図—30 一連降雨毎の雨量と24時間流出量の関係(横軸が雨量, 縦軸が24時間流出量である。各軸の一目盛りは100mmに相当し, 斜線は45度の直線である。)(土木学会論文報告集第280号・1978年12月)

表一9 Hamon 式による月平均日可能蒸発発散量 (mm/day)

地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
稚内	0.3	0.3	0.6	1.1	1.8	2.5	3.2	3.1	2.1	1.1	0.5	0.3	銚子	0.7	0.8	1.2	1.9	2.7	3.4	4.0	4.0	3.0	1.9	1.2	0.8	
留萌	0.3	0.4	0.6	1.2	2.0	2.8	3.6	3.3	2.1	1.1	0.6	0.3	津	0.6	0.8	1.1	1.9	2.8	3.8	4.6	4.4	3.0	1.8	1.1	0.7	
旭川	0.3	0.3	0.6	1.2	2.1	3.1	3.8	3.3	1.9	1.0	0.5	0.3	浜松	0.7	0.8	1.2	2.0	2.9	3.8	4.5	4.3	3.1	1.9	1.2	0.8	
網走	0.3	0.4	0.6	1.1	1.9	2.5	3.2	3.0	2.0	1.1	0.5	0.3	静岡	0.7	0.9	1.3	2.0	2.9	3.8	4.5	4.3	3.1	1.9	1.2	0.8	
札幌	0.3	0.4	0.7	1.3	2.2	3.0	3.8	3.5	2.2	1.2	0.6	0.3	東京	0.6	0.8	1.2	2.0	3.0	3.8	4.6	4.4	3.0	1.8	1.1	0.7	
帯広	0.3	0.3	0.6	1.2	2.1	2.8	3.4	3.2	1.9	1.0	0.5	0.3	尾鷲	0.7	0.8	1.2	2.0	2.8	3.6	4.4	4.2	3.0	1.9	1.2	0.8	
釧路	0.3	0.4	0.6	1.1	1.7	2.3	2.8	2.8	1.9	1.1	0.6	0.3	横濱	0.7	0.8	1.1	1.9	2.7	3.7	4.4	4.3	3.0	1.8	1.1	0.7	
根室	0.3	0.3	0.6	1.0	1.6	2.2	2.7	2.7	2.0	1.2	0.6	0.4	大島	0.7	0.8	1.2	1.9	2.9	3.7	4.4	4.0	3.9	2.8	1.8	1.2	0.8
寿都	0.3	0.4	0.7	1.2	2.0	2.8	3.5	3.4	2.2	1.2	0.6	0.4	八丈島	1.0	1.1	1.5	2.2	3.0	3.8	4.4	4.3	3.4	2.2	1.5	1.1	
浦河	0.3	0.4	0.7	1.2	1.8	2.5	3.1	3.1	2.2	1.2	0.7	0.4	西郷	0.6	0.7	1.0	1.7	2.6	3.4	4.3	4.2	2.8	1.7	1.0	0.7	
函館	0.3	0.4	0.7	1.3	2.1	2.8	3.5	3.4	2.2	1.2	0.6	0.4	松江	0.6	0.7	1.1	1.8	2.7	3.6	4.5	4.3	2.9	1.7	1.0	0.7	
青森	0.4	0.5	0.7	1.4	2.3	3.1	3.8	3.7	2.3	1.3	0.7	0.4	鳥取	0.6	0.7	1.1	1.8	2.7	3.6	4.5	4.3	2.9	1.7	1.0	0.7	
秋田	0.4	0.5	0.8	1.5	2.4	3.4	4.2	4.0	2.5	1.4	0.8	0.5	浜田	0.7	0.8	1.1	1.9	2.7	3.6	4.6	4.3	2.9	1.8	1.1	0.8	
盛岡	0.4	0.5	0.7	1.4	2.4	3.3	4.0	3.7	2.3	1.3	0.7	0.4	京都	0.6	0.8	1.1	1.9	3.0	3.9	4.8	4.6	3.1	1.8	1.1	0.7	
宮古	0.4	0.5	0.8	1.5	2.3	3.0	3.6	3.5	2.4	1.4	0.8	0.5	彦根	0.6	0.7	1.0	1.7	2.7	3.6	4.5	4.3	2.9	1.7	1.0	0.7	
酒田	0.5	0.6	0.9	1.5	2.4	3.5	4.2	3.9	2.5	1.5	0.8	0.6	下関	0.7	0.8	1.2	1.9	2.8	3.6	4.5	4.4	3.1	1.9	1.2	0.8	
山形	0.4	0.5	0.8	1.5	2.5	3.5	4.2	3.9	2.5	1.4	0.8	0.5	広島	0.6	0.8	1.1	1.9	2.8	3.7	4.6	4.4	3.0	1.8	1.1	0.7	
仙台	0.5	0.6	0.9	1.6	2.5	3.3	4.0	3.9	2.6	1.5	0.9	0.6	岡山	0.6	0.7	1.1	1.9	2.8	3.8	4.7	4.4	3.0	1.7	1.0	0.7	
福島	0.5	0.6	0.9	1.7	2.7	3.6	4.3	4.1	2.6	1.5	0.9	0.6	神戸	0.7	0.8	1.1	2.0	2.9	3.9	4.7	4.5	3.1	1.9	1.1	0.7	
小名浜	0.6	0.7	1.0	1.7	2.5	3.3	3.8	3.8	2.7	1.6	1.0	0.6	大阪	0.7	0.8	1.2	2.0	3.1	4.1	5.0	4.7	3.2	1.9	1.1	0.8	
輪島	0.6	0.7	0.9	1.6	2.5	3.4	4.2	4.0	2.7	1.6	1.0	0.6	和歌山	0.7	0.8	1.2	2.0	2.9	3.9	4.8	4.5	3.2	1.9	1.2	0.8	
相川	0.6	0.7	0.9	1.6	2.5	3.4	4.2	4.0	2.7	1.6	1.0	0.6	湖岸	0.8	1.0	1.4	2.1	2.9	3.7	4.4	4.3	3.2	2.1	1.3	0.9	
新潟	0.5	0.6	0.9	1.6	2.6	3.6	4.4	4.3	2.8	1.6	0.9	0.6	奈良	0.6	0.7	1.0	1.9	2.8	3.7	4.6	4.3	2.9	1.7	1.0	0.7	
金沢	0.6	0.7	1.0	1.8	2.7	3.7	4.6	4.3	2.9	1.7	1.0	0.6	岐阜	0.7	0.8	1.2	1.9	2.7	3.5	4.4	4.2	3.0	1.9	1.1	0.7	
富山	0.5	0.6	1.0	1.7	2.7	3.6	4.5	4.2	2.8	1.6	1.0	0.6	福岡	0.7	0.9	1.2	2.0	2.9	3.9	4.9	4.5	3.1	1.9	1.2	0.8	
長野	0.4	0.5	0.8	1.6	2.5	3.4	4.2	4.0	2.5	1.4	0.8	0.5	佐賀	0.7	0.8	1.2	2.0	3.0	3.9	4.8	4.5	3.1	1.9	1.2	0.8	
高田	0.5	0.6	0.9	1.7	2.6	3.6	4.5	4.2	2.8	1.6	0.9	0.6	大分	0.7	0.8	1.2	1.9	2.8	3.7	4.6	4.3	3.0	1.9	1.2	0.8	
宇都宮	0.5	0.6	1.0	1.7	2.7	3.5	4.2	4.0	2.7	1.6	0.9	0.6	長崎	0.7	0.9	1.3	2.1	3.0	3.8	4.8	4.5	3.2	2.0	1.2	0.8	
前橋	0.6	0.7	1.0	1.8	2.8	3.7	4.4	4.1	2.8	1.6	1.0	0.6	熊本	0.7	0.8	1.3	2.1	3.0	3.9	4.8	4.5	3.2	1.9	1.1	0.7	
藤谷	0.6	0.7	1.1	1.8	2.8	3.7	4.4	4.2	2.8	1.7	1.0	0.6	鹿児島	0.8	1.0	1.4	2.2	3.1	4.0	4.9	4.6	3.4	2.1	1.3	0.9	
水戸	0.6	0.7	1.0	1.7	2.6	3.4	4.1	4.0	2.7	1.6	1.0	0.6	宮崎	0.8	1.0	1.4	2.2	3.0	3.9	4.8	4.4	3.2	2.0	1.3	0.9	
敦賀	0.6	0.7	1.1	1.8	2.8	3.7	4.6	4.4	3.0	1.7	1.1	0.7	福江	0.8	0.9	1.3	2.0	2.8	3.6	4.5	4.3	3.1	2.0	1.2	0.9	
福井	0.6	0.7	1.0	1.8	2.8	3.7	4.6	4.3	2.9	1.6	1.0	0.6	松山	0.7	0.8	1.2	2.0	2.9	3.8	4.7	4.4	3.1	1.9	1.1	0.8	
高山	0.4	0.5	0.8	1.5	2.3	3.2	3.9	3.6	2.4	1.3	0.7	0.5	高松	0.7	0.8	1.1	1.9	2.8	3.8	4.7	4.4	3.0	1.8	1.1	0.7	
松本	0.4	0.5	0.8	1.6	2.5	3.3	4.1	3.8	2.4	1.3	0.8	0.5	高知	0.7	0.9	1.3	2.1	3.0	3.9	4.7	4.5	3.2	1.9	1.2	0.8	
軽井沢	0.4	0.4	0.7	1.2	2.0	2.7	3.3	3.0	2.0	1.1	0.7	0.4	徳島	0.7	0.8	1.2	2.0	2.9	3.8	4.6	4.4	3.1	1.9	1.2	0.8	
岐阜	0.6	0.8	1.1	1.9	2.9	3.9	4.7	4.5	3.0	1.8	1.1	0.7	足摺	0.8	1.0	1.5	2.3	3.1	3.9	4.6	4.5	3.4	2.2	1.4	1.0	
名古屋	0.6	0.7	1.1	1.9	2.9	3.8	4.6	4.4	3.0	1.8	1.1	0.7	室戸岬	0.8	0.9	1.3	2.0	2.9	3.6	4.3	4.2	3.1	2.0	1.3	0.9	
飯田	0.5	0.6	0.9	1.7	2.6	3.4	4.2	3.9	2.6	1.5	0.8	0.6	名瀬	1.3	1.5	2.0	2.7	3.5	4.4	5.0	4.5	3.6	2.6	1.9	1.4	
甲府	0.5	0.7	1.1	1.9	2.8	3.7	4.5	4.2	2.8	1.6	0.9	0.6	那覇	1.5	1.7	2.1	2.8	3.7	4.4	4.8	4.4	3.8	2.8	2.1	1.7	

- c 例えば、第2日から晴天が3日間続いた後、第5日目が雨天で rmm の雨量があったとする。これまでに4日分の晴天の日の蒸発散量と1日分の雨天の日の蒸発散量の合計の流域の乾燥が起こって、その日の終わりに rmm の雨量があったとすると、それが流域の乾燥を補い、その日の終わりの流域の乾燥量が得られる。
- d このように逐次計算を行って、第 n 日目の流域の乾燥量が Rmm で、この日に Rmm を超える大雨が降ったとすれば、流域の乾燥は解消される。そうしたら、その日を基準日に指定し直す。

以上の手順を繰り返して行くと、任意の日の流域の乾燥量を計算出来る。この値を目安にして、計算開始時の流域の乾燥度を決める。

手順39 計算開始時の利水用貯水池の貯水状況の設定

計算開始時の利水用貯水池の貯水状況の設定は、計算期間と開始条件の帳票 J により行う。

水系にダムで作られた利水用の貯水池がある場合、貯水池に流れ込んだ水量を下流に流さなければならぬ量、すなわち義務放流量を超えた場合、超えた分を貯水池に溜めることが出来る。大雨が降って出水が起こった場合は、単純に言って、空の部分が一杯になるまで全部溜め込んで、その後に貯水池に流れ込んで来る流れはそのまま下流に放水することになる。であるから、流出計算を開始するに当って、利水用の貯水池にどれくらい空の部分が生じているか調査して、設定することは、大変重要な事柄である。

手順40 面積雨量の補正

計算流域の面積をそこに配置された雨量計の数で商して得られる値を雨量計の平均受け持ち面積と呼ぶ。この面積が大きくなればなるほど、その平均雨量と地点雨量の間の値の開きが大きくなって行く、と考えられる。マルチ・タンク・モデルでは、これに対応するため、面積雨量補正係数と呼ぶ係数の値の設定を行っている。

設計大水の計算を行う場合や水文データの無い流域に関しては、次の値を目安とする。係数の符号はプラス (+) になる。

- | | | |
|---|------------------------------|-----|
| a | 平均受け持ち面積が 15km^2 以内 | 5% |
| b | 15～ 30km^2 | 10% |

c	30～50km ²	30%
d	50km ² 以上	最低50%

水文データのある流域に関しては、上で示した値を目安にして試算を行い、値を設定する。この場合、係数の符号は、プラス・マイナスの両方になり得る。

この係数の設定は、計算期間と開始条件の帳票 J により行う。

手順41 計算結果の表示地点の設定

計算結果表示地点の帳票 K を用いて、計算結果表示地点を入力する。計算結果の表示地点は、分割の後か分割の合流の後のいずれかである。

計算結果を検証したい場合は、時間流量データの帳票 M を用いて、実測流量のデータを入力しておく。

9 水文データの蒐集 (手順42～44)

手順42 時間雨量データの蒐集

時間雨量データの帳票 L を用いて、登録された雨量観測所の時間雨量データを準備する。分割法においては、地点雨量からいわゆる流域平均雨量を計算する必要が無い。すなわち、地点雨量だけ準備すれば良い。

登録されている観測所について計算期間内の時間雨量のデータを月を 1～8 日、9～16日、17～24日、25～31日の 4つの期間に分けて準備する。日界は正 9 時。

ある観測所に上記各期間内に最低 1 時間分のデータがあれば、その観測所について帳票 L を作る。

雨量に関しては、時刻を N 時とすると、正 [N - 1] 時より正 [N] 時の間の 1 時間の雨量、すなわち時間雨量を N 時の雨量と呼んでいる。

計算期間内の各時間について、登録された観測所の最低どれか一つに時間雨量のデータがあれば、計算が行われる。この条件を満たさなければ、計算は、中止される。

手順43 時間流量データの蒐集

時間流量データの帳票 M を用いて、登録された流量観測所の時間流量データを準備する。

ダム地点で計算流量を実測放流流量に置き換える必要がある場合は、計算期間内の時間流量データを準備する。この場合、欠測データが計算期間内に1時間でもあると計算は中止されるので、注意を要する。帳票にある“実測流量に置き換え”と言う項で“01”と指示する。

他水系流量の名前が登録されている場合、その計算期間内の時間流量のデータを準備する。この場合、欠測データがあると、この流量は零として処理される。

計算結果表示地点で実測流量がある場合は、計算期間内の時間流量データを準備する。この場合、期間内に欠測データがあっても良い。

流量の場合、N時の流量はその時刻の瞬間の流量であるが、正[N-1]時より正[N]時の間の1時間の平均流量もN時の流量と呼んでいる。従って、時間流量に関しては、瞬間値であるか時間平均値であるかの区別を常に付けなければならない。

手順44 日気温データの蒐集

日気温データの帳票Nを用いて、登録された気温観測所の日気温データを準備する。

期間内にデータの欠測があると、国立天文台編の『理科年表』の気象の部の月平均データがある全国80地点から該当気温観測所に一番近い地点を選び出し、その月平均気温で日気温に代える処置が自動的に行われる。

また、気温観測所が登録されていない場合は、前記同様、分割に一番近い理科年表の全国80地点から一番近い地点を選び出し、その月平均気温をその月の日全部の日気温にする処置が自動的に行われるようになっている。

10 計算機等の準備 (手順45)

手順45 計算機と計算ソフトの準備

1) 計算機の準備

UNIX/Linuxシステムの計算機（以後UNIX計算機と呼ぶ）を用意する。

2) 計算ソフトの準備

計算のソフトは、全体を分割法ソフトと呼び、次の構成になっている。

- a 計算準備ソフト（約130万文字）
- b 計算実行ソフト（約80万文字）

c 結果表示ソフト（約5万文字）

分割法の計算ソフトは、OSがUNIX/Linuxシステムの下のANSI-C言語でプログラムで組まれている。上記括弧内（ ）は、ソース・プログラムの文字数を示す。

利用者によるプログラムの修正・変更が自由である。

11 データの計算機入力（手順46～47）

手順46 帳票Bへのデータ一括登録

水系構成図・データ表・土地利用抽出票に記入されたデータを一括して帳票Bに登録する。

帳票へのデータの登録に際しては、文字がかすれないようにすることが何よりも肝要で、そのため使用する鉛筆は高品質の濃さがHBかBが望ましい。訂正の際は、電動消しゴムを使うことが望ましい。

ここで“文字がかすれないようにする”と言う意味は、例えばH4の濃さの鉛筆で力を入れてしっかりと書いた文字は、人間の目で見ると全然かすれていない。しかし、ドキュメント・スキャナーの目で見ると、このような書き方の文字はかすれて見える、と言うことである。

手順47 帳票データの計算機入力

1) はじめに

本法では、データの計算機入力は、OCR（光学式文字読取装置）使用を標準方法としているので、次の項でこの方法を詳しく解説する。

2) OCR入力について

(1) はじめに

OSがWindowsの計算機とドキュメント・スキャナー（以下単にスキャナー）、並びに市販の手書き文字のためのOCR入力ソフトを準備する。本手順でただ単に計算機と呼んだ場合、Windows計算機を指す。また、手書きOCR入力ソフトは、どこの会社の製品も内容は同じようなものである。ここでは、メディアドライブ株式会社製の手書きWin Reader Hand Sを使用例とし、ただ単にOCRソフトと呼ぶ。

(2) OCR入力ソフトのセット・アップ

〈1〉 スキャナーの接続

スキャナーを計算機に接続する。

〈2〉 コピー・プロテクターの接続

コピー・プロテクターを計算機のパラレル・ボードに装着する。

〈3〉 OCRソフトのインストール

計算機のCD-ROMドライブにOCRソフトのCD-ROMを挿入すると、セット・アップ・ウイザードが起動され、プログラムのインストールが行われる。

(3) 帳票データの読み込み手順

〈1〉 メイン・メニューの表示

Win Reader Hand S を呼び出すと、

[環境設定]

[帳票設定]

[JOB 設定]

[認識]

[訂正]

の5つのメイン・メニューが表示される。そこで、以下の順番で各メニューを実行する。

〈2〉 環境設定

使用するスキャナーの選択等を行う。

〈3〉 帳票設定

帳票設定のメニューにおいて、AAA~NNNのJOB名で帳票A~NのデータをOCR入力出来るようにする各ファイルを作成する。これを帳票定義ファイルと呼ぶ。この帳票定義ファイルで作るテキスト・ファイル名をAAA~NNNとする。

なお、帳票定義ファイルの作成作業は、未記入の帳票サンプル(第2章の帳票原票のA~Nの帳票で、記入枠に一切一連のデータ番号の数字やデータが記入されていないもの)をスキャナー画像として読み取った上で行う。

この帳票サンプルにデータ番号を記入すると帳票原票になる訳であるが、そ

の際、手書きで行い、絶対に印刷文字を用いてはならない。

入力された各データの区切り記号は、改行記号の“return & new line”，すなわちこのソフトの場合 [¥r ¥n] である。

〈4〉 JOB 設定

帳票設定終了後、JOB 設定を選択して実行し、AAA~NNN という名前のテキスト・ファイルが次のフォルダーに作られるように準備する。

フォルダーの名前 = C : ¥ProgramFile¥FRP

〈5〉 認識

認識を実行すると、AAA~NNN の一連の JOB 名が表示される。例えば JOB 名の BBB を選択し、スキャナーにデータ登録の終わった B の帳票集をセットすると、読取りが開始され、終了するとメイン・メニューに戻る。

帳票にどんな小さなゴミが付着していてもそれを文字としてスキャナーは読み込んでしまうので、帳票のスキャナー装填前に必ず表・裏の両面を製図用ブラシで清掃しておく。また、この汚れの種類によってはマッチングエラーと呼ばれて 1 枚の帳票全体のデータが読み取れないエラーが生じることがあるから、汚れに対しては神経質なまでの注意を要する。

なお、B の帳票集に関しては、一番上に 1 番の最上流端の分割の帳票を置きさえすれば、後は番号順に並んでなくとも良い。

〈6〉 訂正

メイン・メニューの「訂正」を選択・実行する。訂正は、認識で読み込まれた帳票データをチェックし、エラーを訂正することである。OCR によるデータ入力は、各データの真上に認識されたデータが表示されるので、データ・チェックが容易であるという利点がある。

〈7〉 作られたテキスト・ファイルのコマンド・プロンプト画面 (MS-DOS 画面) への移動

作られたテキスト・ファイルを次のフォルダーに移す。

フォルダーの名前 = C : ¥Documennt and Setting¥User

この作業を具体的に説明すると、スタート→マイコンピュータ→ハードディスクドライブ→Program File → FRP と進んで、FRP にある BBB という名前

のファイルをデスクトップにドラック&ドロップする。そうしたら、再度、スタート→マイコンピュータ→ハードディスクドライブ→ Documents and Settings → User と進んで、デスクトップに置いたファイル BBB をここに再度ドラック&ドロップする。

すなわち、以上の手順を踏むと、テキスト・ファイル BBB はコマンド・プロンプト画面で扱えるファイルになる。確認は、次の手順で行う。すなわち、スタート→プログラム→アクセサリ→コマンド・プロンプトと進んでコマンド・プロンプト画面を開いて、“dir (directory)” というコマンドを送ると、BBB というファイル名が表示される。もし、このファイルの名前を例えば bbb に変えたい場合は、“ren (rename)” というコマンドを用いて

```
ren BBB bbb
```

とすれば良い。

(4) 帳票 B の枚数が大きすぎる場合の処置

第 3 部の利根川の計算では流域の分割数が 8000 を超える。このような場合、一度に全帳票を OCR 入力するのは、現実的でない。そこで、例えば 1000 枚毎に分割して OCR 入力し、その後ファイル名前を BBB1000 というように変える。全分割部分を次項の方法で UNIX 計算機に転送した後、UNIX の cat コマンドを用いて、次のように連結する。

```
cat BBB1000 BBB200 BBB3000 . . . . > BBB
```

(5) Windows 計算機から UNIX 計算機へのデータの転送

(1) Windows 計算機と UNIX 計算機の連結

Windows 計算機と UNIX 計算機をクロスした LAN ケーブルで連結する。この際の注意事項として、両計算機の IP アドレス (例えば、192.0.0.2) の左から 3 部分の番号が一致している必要がある。すなわち、UNIX 計算機はアドレス固定式、Windows 計算機は普通変動式なので、Windows 計算機を一時的に固定式に変えて、IP アドレスの前から 3 部分の番号が UNIX 計算機と同じで最後の部分だけ違うようにする。すなわち、スタート→コントロールパネル→ネットワーク接続→ローカルエリア接続のプロパティ→インターネット

プロトコル (TCP/IP) のプロパティ→次の IP アドレスを使う→ IP アドレス設定→ OK とする。以上の手順は, [IP アドレス固定] と Internet Explorer で検索すると, 詳しい情報が得られる。

(2) FTP の手法による計算機同士の接続とデータの転送

UNIX 計算機の名前 (IP アドレス), ファイルを受け取る先のログイン名前とそのパスワードを用いて, FTP (File Transfer Protocol) の手法で Windows 計算機を UNIX 計算機に接続し, データを転送する。すなわち, 次のように行う。

- ① Windows 計算機のコマンド・プロンプト画面を先に述べたように開く。
- ② “ftp UNIX 計算機の IP アドレス (例えば, ftp 192.0.0.2)” というコマンドを送る。
- ③ UNIX 計算機との接続が表示される。
- ④ファイルを受ける先のログイン名前を告げる。
- ⑤同上のパスワードを告げる。
- ⑥転送 OK が表示される。
- ⑦ UNIX 計算機へのデータの転送を開始する。次項。
- ⑧データの転送を完了したならば, “quit” というコマンドを送る。

(3) データの転送

“put” という ftp コマンドを用いて, 次のようにファイル AAA~NNN を UNIX 計算機に転送する。

```
put AAA
put BBB
.
put NNN
```

12 計算の実行 (手順48)

手順48 計算の実行

1) ソース・ファイルのコンパイル

本計算ソフトは UNIX システム下の ANSI-C 言語による。

[準備]

[計算]

[表示]

の3構成から成るソース・ファイルなので、各構成毎にコンパイルして、各実行ファイルを作る。

2) 計算の実行

[準備] を実行しておいて、[計算] を実行すると計算ケース毎・表示地点毎に計算結果が選択的に表示出来るようになる。計算結果の表示の終了を指示すると、全計算は、終了する。

3) 準備実行時に帳票 B に起因してエラーが発生した場合

[準備] を実行最中に帳票 B に起因するエラーが発生した場合、エラーの原因が表示されて計算が中止される仕組みになっている。そこで、例えば vi エディタを用いて BBB ファイルを開き、エラー発生部分を元帳票と照らし合わせて訂正して、訂正 BBB ファイルを作成し、計算を再開する。

BBB ファイル以外の他の帳票に関しても同様である。

4) 計算結果の随時の表示

次の計算を行うまでの間、[表示] を単独で実行すれば、計算結果を随時表示出来る。

(原稿受付2011年5月2日, 原稿受理2011年6月6日)