

# H08 マニュアル

## 利用編

補遺4：領域への適用  
- 九州の事例研究

早川由里子  
松田ひかり  
花崎 直太



## バージョン情報

- 2022/07/25      マニュアル ver20220701 (tar.gz 速報版) リリース  
マニュアルには実行手順が記されていますが、全般的に背景や理論の説明が不足しています.
- 2023/01/01      マニュアル ver20230101 (tar.gz β 版) リリース  
ファイル交換サーバから tar.gz ファイルを取得する必要があります.

## 目次

第0章はじめに.....	1
第1章イントロダクション.....	2
第2章地図データの作成.....	5
2.1 H08モデルの空間基本情報の作成.....	5
2.2 陸面過程サブモデルに必要な地図データの作成.....	5
2.3 河川サブモデルに必要な地図データの作成.....	7
2.4 行政区界・人口情報の作成.....	7
2.5 作物成長サブモデルに必要なデータの作成.....	10
2.6 貯水池サブモデルに必要な地図データの作成.....	11
2.7 工業・生活用水と農業用水の取水を考慮するために必要な地図データの作成..	12
2.8 運河.....	13
第3章気象データの作成.....	15
第4章陸面過程サブモデル.....	16
第5章河川サブモデル.....	19
第6章パラメータ同定シミュレーション.....	19
第7章作物成長サブモデル.....	22
第8章貯水池サブモデル.....	22
第9章環境用水サブモデル.....	23
第10章結合モデル.....	23
10.1 農業用水需要量の再現実験.....	23
10.2 ダム貯水量および放流量の再現実験.....	23
10.3 水ストレス度の確認.....	25
付録A.....	26
付録B.....	29
付録C.....	31

## 第0章

### はじめに

開発者・ユーザーの皆様へ

本マニュアルは、九州7県について空間解像度1分で計算を行うためのものである。2018年版H08を「H08 マニュアル利用編第2版」に沿って第3章まで動かした後に行うこと。日本国内の九州以外について空間解像度1分で計算を行う場合、第2章以降の右欄の注脚を参考にすること。

本マニュアルで使用されているコードは以下の4種に分類される。全球コードは黄色、領域コードは緑色、日本コードは灰色、九州コードは水色とそれぞれマーカーで色付けされている。

【**全球コード (パラメータ変更のみ)**】：全球モデルとコード・スクリプトは同じで、パラメータのみを変更する。世界中どこへでも適用可能。

【**領域コード**】：全球モデルとコード・スクリプトは異なるものが用意されており、世界中どこへでも適用可能。

【**日本コード**】：日本全国どこへでも適用可能。

【**九州コード**】：九州以外の地域への適用ができないもの。

入力データに関して特に注意が必要な点を下記に示す。

1. ○○-KYUSYU.tar.gz, ○○-JAPAN.tar.gz というファイルはファイル交換サーバの H08\_KYUSYU\_2018 から, ○○-KOR.tar.gz というファイルは H08\_Korea\_2018 から, その他のファイルは H08\_Global\_2018 > data\_map より取得できる。
2. map-org-JAPAN.tar.gz 内のファイルは日本全域のデータである。
3. map-org-KYUSYU.tar.gz 内のファイルは全て九州地方に合わせて作成されたものである。そのため、各自の計算領域に合わせてデータを作成する必要がある。

# 第1章 イントロダクション

1. ~/.bashrc を編集し、以下のコードを挿入する。これで九州版の短縮コマンドが使用できるようになる。

九州以外で計算を行う場合は、以下のように編集すること。

**\*KS1 (九州 1分) について**

計算したい領域に合わせて範囲などを変更すること。緯度と経度は、1 度刻みなどキリの良い数字で設定するとよい。また、以下の「ks1」と「KS1」の部分で各自設定する SUF に合わせて変更すること。

**\*JP1 (日本 1分) について**

変更せずこのまま挿入すること。

**\*K15 (九州 15 秒) について**

計算したい領域に合わせて範囲などを変更すること。また、以下の「k15」と「K15」の部分で各自設定する SUF に合わせて変更すること。

```
#####  
# H08 setting for 1 arcmin x 1 arcmin of KYUSYU (.ks1)  
#####  
export LKS1=32400  
export XYKS1="180 180"  
export L2XKS1=${DIRH08}/map/dat/l2x_l2y_/l2x.ks1.txt  
export L2YKS1=${DIRH08}/map/dat/l2x_l2y_/l2y.ks1.txt  
export LONLATKS1="129 132 31 34"  
export ARGKS1="$LKS1 $XYKS1 $L2XKS1 $L2YKS1 $LONLATKS1"  
#  
alias createks1=' htcreate $LKS1'  
alias addks1=' htmath $LKS1 add'  
alias subks1=' htmath $LKS1 sub'  
alias mulks1=' htmath $LKS1 mul'  
alias proks1=' htmath $LKS1 mul'  
alias divks1=' htmath $LKS1 div'  
alias ratks1=' htmath $LKS1 div'  
alias maxks1=' htstat $ARGKS1 max'  
alias minks1=' htstat $ARGKS1 min'  
alias sumks1=' htstat $ARGKS1 sum'  
alias aveks1=' htstat $ARGKS1 ave'  
alias ks12asc=' htformat $ARGKS1 binary asciiu'  
alias ks12xyz=' htformat $ARGKS1 binary ascii3'  
alias asc2ks1=' htformat $ARGKS1 asciiu binary'  
alias xyz2ks1=' htformat $ARGKS1 ascii3 binary'  
alias shiftks1=' htarray $LKS1 $XYKS1 $L2XKS1 $L2YKS1 shift'  
alias upsidedownks1='htarray $LKS1 $XYKS1 $L2XKS1 $L2YKS1 upsidedown'  
alias mon2yearsks1=' htime $LKS1'  
alias meanks1=' htmean $LKS1'  
alias pointks1=' htpoint $ARGKS1'  
alias punchks1=' htpointts $ARGKS1'  
alias findks1=' htmask $ARGKS1'  
alias maskks1=' htmask $ARGKS1'  
alias rplcks1=' htmaskrplc $ARGKS1'
```

```

alias maskrplcks1=' htmaskrplc $ARGKS1'
alias ks12eps=' htdraw $ARGKS1'
alias idks1=' htid $ARGKS1'
alias editks1=' htedit $ARGKS1'
#####
# H08 setting for 1 arcmin x 1 arcmin of JAPAN (.jp1)
#####
export LKS1=2138400
export XYKS1="1620 1320"
export L2XKS1=${DIRH08}/map/dat/l2x_l2y_l2x.jp1.txt
export L2YKS1=${DIRH08}/map/dat/l2x_l2y_l2y.jp1.txt
export LONLATKS1="122 149 24 46"
export ARGJP1="$LJP1 $XYJP1 $L2XJP1 $L2YJP1 $LONLATJP1"
#
alias createjp1=' htcreate $LJP1'
alias addjp1=' htmath $LJP1 add'
alias subjp1=' htmath $LJP1 sub'
alias muljp1=' htmath $LJP1 mul'
alias projp1=' htmath $LJP1 mul'
alias divjp1=' htmath $LJP1 div'
alias ratjp1=' htmath $LJP1 div'
alias maxjp1=' htstat $ARGJP1 max'
alias minjp1=' htstat $ARGJP1 min'
alias sumjp1=' htstat $ARGJP1 sum'
alias avejp1=' htstat $ARGJP1 ave'
alias jp12asc=' htformat $ARGJP1 binary asciiu'
alias jp12xyz=' htformat $ARGJP1 binary ascii3'
alias asc2jp1=' htformat $ARGJP1 asciiu binary'
alias xyz2jp1=' htformat $ARGJP1 ascii3 binary'
alias shiftjp1=' htarray $LJP1 $XYJP1 $L2XJP1 $L2YJP1 shift'
alias upsidedownjp1='htarray $LJP1 $XYJP1 $L2XJP1 $L2YJP1 upsidedown'
alias mon2yearjp1=' httime $LJP1'
alias meanjp1=' htmean $LJP1'
alias pointjp1=' htpoint $ARGJP1'
alias punchjp1=' htpointts $ARGJP1'
alias findjp1=' htmask $ARGJP1'
alias maskjp1=' htmask $ARGJP1'
alias rplcjp1=' htmaskrplc $ARGJP1'
alias maskrplcjp1=' htmaskrplc $ARGJP1'
alias jp12eps=' htdraw $ARGJP1'
alias idjp1=' htid $ARGJP1'
alias editjp1=' htedit $ARGJP1'
#####
# H08 setting for 15 arcsec KYUSYU (.k15)
#####
export LK15=518400
export XYK15="720 720"
export L2XK15=${DIRH08}/map/dat/l2x_l2y_l2x.k15.txt
export L2YK15=${DIRH08}/map/dat/l2x_l2y_l2y.k15.txt
export LONLATK15="129 132 31 34"
export ARGK15="$LK15 $XYK15 $L2XK15 $L2YK15 $LONLATK15"
#
alias createk15=' htcreate $LK15'
alias addk15=' htmath $LK15 add'
alias subk15=' htmath $LK15 sub'
alias mulk15=' htmath $LK15 mul'

```

```

alias prok15='    htmath    $LK15 mul'
alias divk15='    htmath    $LK15 div'
alias ratk15='    htmath    $LK15 div'
alias maxk15='    htstat    $ARGK15 max'
alias mink15='    htstat    $ARGK15 min'
alias sumk15='    htstat    $ARGK15 sum'
alias avek15='    htstat    $ARGK15 ave'
alias k152asc='   htformat   $ARGK15 binary asciiu'
alias k152xyz='   htformat   $ARGK15 binary ascii3'
alias asc2k15='   htformat   $ARGK15 asciiu binary'
alias xyz2k15='   htformat   $ARGK15 ascii3 binary'
alias shiftk15='  htarray    $LK15 $XYK15 $L2XK15 $L2YK15 shift'
alias upsidedownk15='htarray  $LK15 $XYK15 $L2XK15 $L2YK15 upsidedown'
alias mon2yeark15='httime    $LK15'
alias meank15='   htmean    $LK15'
alias pointk15='  htpoint   $ARGK15'
alias punchk15='  htpointts $ARGK15'
alias findk15='   htmask    $ARGK15'
alias maskk15='   htmask    $ARGK15'
alias rplck15='   htmaskrplc $ARGK15'
alias maskrplck15=' htmaskrplc $ARGK15'
alias k152eps='   htdraw    $ARGK15'
alias idk15='     htid      $ARGK15'
alias editk15='   htedit    $ARGK15'

```

## 第2章

### 地図データの作成

#### 2.1 H08 モデルの空間基本情報の作成

※注意 「はじめに」にもあったように、全球版と共通しており、パラメータのみを変更すれば使用できるコードは黄色、全球版とは異なるが、パラメータを変更すれば世界中どこでも使用できるコードは緑色、パラメータを変更すれば日本全国で使用できるコードは灰色、他の地域では使用できず、今のところ九州のみで使用できる暫定コードは水色に色分けされている。

1. `map/pre/prep_basmap.sh` を編集し、実行する。設定は以下の通りである。その結果、L座標をX座標とY座標にそれぞれ変換するためのファイル (`l2x.ks1.txt` と `l2y.ks1.txt`) が `map/dat/l2x_l2y/` ディレクトリに出力される。また、各格子の面積情報を持ったファイル (`grdara.ks1`) が `map/dat/grd_ara/` ディレクトリに出力される。

```
L=32400
XY="180 180"
LONLAT="129 132 31 34"
SUF=.ks1
```

2. `~/.bashrc` を参考に、`.one`, `.hlf`, `.gl5`, `.jp1`, `.k15`<sup>\*1</sup> についても `prep_basmap.sh` を編集し実行する。
3. ファイルサーバより `map-org-WFDEI.tar.gz` を取得し、`map/org` に解凍する。( `map/org` が無い場合、作成する。 )
4. `map/pre` に移動し、 `prep_lnd_WFDEI.sh` を実行する。

#### 2.2 陸面過程サブモデルに必要な地図データの作成

1. ファイルサーバより `map-org-KYUSYU.tar.gz`<sup>\*2</sup> と `map-pre-KYUSYU.tar.gz` を取得し、それぞれ `map/org` と `map/pre` に解凍する。 `map/pre` 内を再コンパイルする。
2. `map/pre/` `prep_lnd_region.sh`<sup>\*3</sup> を実行する。その結果、以下の3つのファイルが出力される。  
`../map/dat/flw_dir/flwdir.kyusyu.ks1`  
`../map/dat/lnd_msk/lndmsk.kyusyu.ks1`  
`../map/dat/lnd_ara/lndara.kyusyu.ks1`

<sup>\*1</sup>`ks1` と `k15` については `~/.bashrc` で設定した各自の計算領域に合わせて設定すること。

<sup>\*2</sup> このフォルダ内はすべて九州のデータである。必要となるタイミングで各自の計算領域に合わせたデータ作成方法を記載しているので、作成すること。

<sup>\*3</sup> 計算領域の河道網(`txt` データ)を用意した後、実行する。河道網データの作成方法は「H08 ユーザのための ArcGIS マニュアル」第6,7章などを参考にするとよい。その際、河口セルの値を9とすることに注意する。

`map/org` に各自の領域名のディレクトリを作成し、作った河道網を `map/org/{領域名}/flwdir.${MAP}${SUF}.txt` とする。

3. アルベドを作成するため、ファイルサーバより map-org-GSWP2\_Albedo.tar.gz を取得し、map/org に展開する。
4. map/pre/ `prep_lnd_GSWP2_Albedo.sh` を実行する。
5. ファイルサーバの H08\_Korea\_2018/data\_map\_and\_source\_code/ より map-pre-region.tar.gz を取得し、map/pre に解凍する。
6. 傾斜データを準備するため、ファイルサーバから map-org-FAO2009\_Slope.tar.gz を取得し、map/org に解凍する。
7. map/pre に移動し、 `prep_lnd_FAO2009_Slope_region.sh` を以下のように編集し\*4、実行する。

```
#
# region
#
L=32400
XY="180 180"
L2X=./../map/dat/l2x_l2y_l2x.ks1.txt
L2Y=./../map/dat/l2x_l2y_l2y.ks1.txt
LONLAT="129 132 31 34"
ARG="$L $XY $L2X $L2Y $LONLAT"
SUF=.ks1
MAP=.kyusyu
```

\*4 全て各自設定したものに  
変更すること。

8. 地質データを準備するため、ファイルサーバから map-org-OneGeology.tar.gz を取得し、map/org で解凍する。利用するのは One Geology の World CGMW 1:50M Geological Units Onshore の地質データである。
9. `prep_lnd_OneGeology_region.sh` の # regional settings 以下を 7.と同様に編集し、実行する。
10. 永久凍土データを準備するため、ファイルサーバから map-org-NSIDC.tar.gz を取得し、map/org で解凍する。利用するのは National Snow Ice Data Center の永久凍土データである。
11. `prep_lnd_NSIDC_mercator_region.sh` を同様に編集し、実行する。
12. 土壌タイプデータを準備するため、ファイルサーバから map-org-GSWP3\_SoilType.tar.gz を取得し、map/org で解凍する。利用するのは Global Soil Wetness Project Phase 3 の土壌タイプデータである。
13. `prep_lnd_GSWP3_Soiltype_region.sh` を同様に編集し、実行する。土壌 ID と土壌タイプの対応表は map/dat/soi\_typ\_に生成される。

## 2.3 河川サブモデルに必要な地図データの作成

1. `map/bin/main_riv.sh` の `#Geography` 以下を編集して実行する。このとき `LDBG` の値は、範囲内の陸上の地点となるよう選ぶこと。

この結果、まず、河道流下順ファイル (`rivseq.kyusyu.ks1`) が `map/out/riv_seq/` ディレクトリに出力される。このファイルは、源流セルを 1 として、その下流を 2, その下流を 3 と、下流へセルが進むごとに 1 ずつ加えたファイルである。次に、下流セルの L 座標ファイル (`rivnsl.kyusyu.ks1`) が `map/out/riv_nsl/` ディレクトリに出力される。このファイルは、あるセルの直下流のセルの L 座標を示すものである。最後に、下流セルまでの距離ファイル (`rivnxd.kyusyu.ks1`) が `map/out/riv_nxd/` ディレクトリに出力される。これは文字通り、直下流のセルまでの距離（上流セルの中心と下流セルの中心までの直線距離）を示したものである。

## 2.4 行政区界・人口情報の作成

1. `map/org` に `map-org-JAPAN.tar.gz` を取得し展開する。
2. `prep_map_pop_KYUSYU.sh`<sup>\*5</sup> を実行する。その結果、総務省の日本人口分布データ (`map/org/JAPAN/S8/S8-2-1_population_total_all_age_mid_base_2010.nc`) を元に九州の人口データ (`map/dat/pop_tot/population.ks1`) が作成される。
3. `prep_map_prefecture_KYUSYU.sh`<sup>\*6</sup> を実行する。その結果、総務省の 3 次メッシュ県データを GIS により解像度 1 分に直したデータ (`map/org/JAPAN/GIS/prefecture_Japan_1min.txt`) を元に、九州の県データ (`map/dat/nat_msk/prefecture_1min.ks1`) が作成される。

<sup>\*5</sup>Setting は各自変更すること。解像度 1 分以外で計算を行いたい場合、このコードをそのまま使用することはできない。

<sup>\*6</sup>Setting は各自変更すること。解像度 1 分以外で計算を行いたい場合、このコードをそのまま使用することはできない。

4. 続いて、市町村データを作成する。作成方法はAとBの2通りある。それぞれの利点、欠点、手順は以下の通りである。

#### A. H08で整備されたデータをダウンロードする方法

利点：整備済みで安定する

欠点：更新されない

手順：

1. ファイル交換サーバのGIS/市町村  
/2015\_shichouson\_1min.txt を map/org/JAPAN に  
ダウンロードする。
2. `prep_map_cities_A_KYUSYU.sh`<sup>\*7</sup>を実行する。その結果、市町村データ  
map/dat/nat\_msk\_/cities\_A\_2015.ks1 が作成される。

#### B. 総務省統計局の市町村別メッシュデータをダウンロードする方法

利点：最新のデータが利用可能

欠点：データの書式が変わった場合、プログラムの変更が必要となる。以下の手順は、2022年9月現在入手可能である、令和2年10月1日時点での市町村別メッシュ・コード一覧をもとに作成するためのものである。

手順：

1. map/org/JAPAN/cities\_2020\_KYUSYU/ <sup>\*8</sup> というディレクトリを作成する。
2. 総務省統計局ホームページ/市区町村別メッシュ・コード一覧 (stat.go.jp) から、必要な県すべての市町村データ (CSV形式) を  
map/org/JAPAN/cities\_2020\_KYUSYU/ にダウンロードする。
3. `prep_map_cities_B_KYUSYU.sh`<sup>\*9</sup>を実行する。その結果、map/dat/nat\_msk\_/cities\_B\_2020.ks1 が作成される。

<sup>\*7</sup>Settings は各自変更すること。解像度1分以外で計算を行いたい場合、このコードをそのまま使用することはできない。

<sup>\*8</sup>ディレクトリ名は各自変更してもよい

<sup>\*9</sup>Settings は各自変更すること。  
IN / OUT は、B1で作成したディレクトリ名を設定すること。

#### 番外編

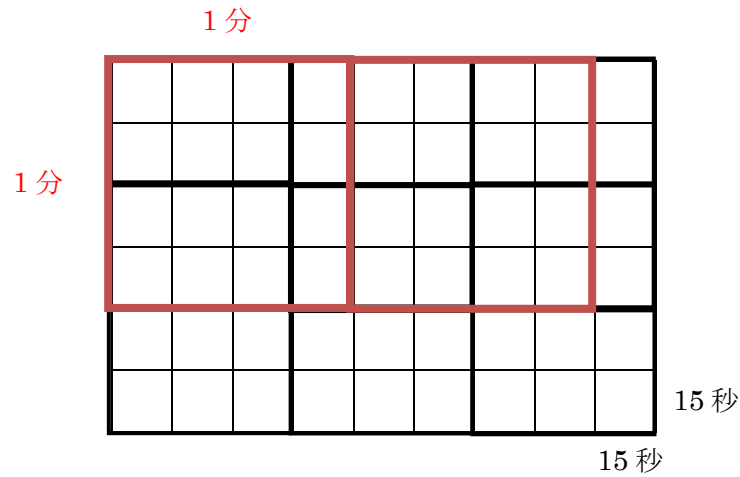
Hanasaki et al. (2022)で使われた市町村データを使用したい場合、`prep_map_cities_KYUSYU.sh`を実行すること。その結果、九州の市町村3次メッシュデータ

(map/org/KYUSYU/cities\_2015.txt) が1分データ

(map/dat/nat\_msk\_/cities\_2015.ks1) に変換される。

### ●3次メッシュデータについて

3次メッシュデータは,1つのセルの大きさが横 45 秒,縦 30 秒からなるデータである. prog\_map\_cities\_B\_KYUSYU.f では,3次メッシュデータを 1分×1分のデータに変換している. このときの考え方として,まず,以下のように3次メッシュの1セルを 15秒×15秒の6つに分割する. そしてその細かいセルを 4セル×4セル分集めたときの最頻値を代表として1分×1分のそのセルの値としている。



## 2.5 作物成長サブモデルに必要なデータの作成

1. ファイルサーバより map-org-DS02.tar.gz, map-org-R08.tar.gz, map-org-M08.tar.gz, map-org-S05.tar.gz を取得し, map/org に解凍する.
2. map/pre/prep\_crp\_R08M08S05.sh を元の設定のまま実行する. これにより, Ramankutty et al. (2008)の農地面積, Monfreda et al. (2008)の栽培種別の収穫面積, Siebert et al. (2005)の灌漑地面積がそれぞれ, map/dat/crp\_ara\_, map/dat/pas\_ara\_, map/dat/hvs\_ara\_, map/dat/irg\_ara\_ に出力される.
3. prep\_crp\_KYUSYU.sh<sup>\*10</sup> を実行する. これにより, 作付強度 (デフォルトでは領域内一律 1.5), 灌漑効率 (デフォルトでは領域内一律 0.35), S05 灌漑地面積(.gl5)を.ks1 へ補完したもの, R08 農地面積(.gl5)を.ks1 へ補完したもの, がそれぞれ map/dat/crp\_int\_/, map/dat/irg\_eff\_/, map/dat/irg\_ara\_/, map/dat/crp\_ara\_/に出力される.
4. prep\_map\_NIAES\_KYUSYU.sh<sup>\*11</sup> を実行する. これにより, 農環研の 1995 年の日本の農作物データ (map/org/JAPAN/NIAES/1995B.csv)を元に, 田, 畑, 麦類の面積をそれぞれ map/dat/paddy\_\_\_, map/dat/upland\_\_\_, map/dat/barwhe\_\_\_に出力する.
5. prep\_map\_arafrc\_KYUSYU.sh<sup>\*12</sup> を実行する. これにより, 面積割合データが, map/out/ara\_frc\_/に出力される.
  - irg2frcP.ks1 : 2 期作水田灌漑農地
  - irg\_frcP.ks1 : 1 期作水田灌漑農地
  - irg\_frcF.ks1 : 1 期作畑地灌漑農地
  - rfd\_frcF.ks1 : 1 期作畑地天水農地
  - non\_frc\_.ks1 : 農地でない割合P: paddy (水田)    F: field (畑地)

<sup>\*10</sup>Settings と Geography は各自の領域に合わせて変更すること.

<sup>\*11</sup>Settings を各自の領域に合わせて変更すること. ここで, PRFCMIN と PRFCMAX は, 領域内の県コード

(map/dat/nat\_cod\_/prefecture\_ID.txt から探すことができる) の最大値と最小値である. 領域内の県コードが連続しない場合も, 最大値と最小値を設定すること.

解像度 1 分以外で計算を行いたい場合, このコードをそのまま使用することはできない.

<sup>\*12</sup>Settings を各自の領域に合わせて変更すること.

## 2.6 貯水池サブモデルに必要な地図データの作成

1. map/pre/prep\_dam\_GRanD.sh を編集して実行する。

この結果、map/org/KYUSYU/dam/damlst.kyusyu.ks1.txt (貯水池情報リスト) \*13 が H08 Format 2D 形式に変換される。

```
PRJ=KYSY
RUN=____

LST=../map/org/KYUSYU/dam/damlst.kyusyu.ks1.txt

(# Geography についても変更すること)
```

以下、2,3 は河川流量の計算を終えた後に行う。

2. riv/pst/calc\_mean.sh の基本設定を編集して実行し、河川流量の平均を求める。
3. map/bin/main\_dam.sh\*14 を編集して実行する。

```
PRJ=KYSY; RUN=____
PRJDIS=AK10
PRJDIS=LR__

DAMDBG=9119

OPT=all
RECMAX=23

L=32400
SUF=.ks1
MAP=.kyusyu
```

\*13 貯水池情報リストなどを作成する必要がある。先に流量計算まで実行した後、付録 A を参考に作成すること。

\*14 DAMDBG はいずれかのダムの 1 座標, RECMAX はダムリストの行数とすること。

## 2.7 工業・生活用水と農業用水の取水を考慮するために必要な地図データの作成

1. bin/htlist2bin.f を以下のように編集し\*14, コンパイルする.

```
parameter      (n0reccod=50000)
parameter      (n0reccod=50000)
```

2. map/pre/prep\_map\_dom\_KYUSYU.sh\*15 を実行する. その結果, 平成 28 年度水道統計施設業務編 (様式 1) EXCEL 表 01-04 水道の概要-上水道事業の実績年間給水量データ (単位は[千 m<sup>3</sup>/年]) が人口で重みづけされ, 生活用水取水量として map/dat/wit\_dom\_/JWRC\_\_\_20160000.ks1 (単位は[kg/秒]) に出力される. 生活用水需要として, 取水量の 0.15 倍が map/dat/dem\_dom\_/JWRC\_\_\_20160000.ks1 に出力される.
3. prep\_map\_ind\_KYUSYU.sh\*16 を実行する. このとき settings の MSK には, 2.4 章の 4 で作成した市町村データを設定すること. (MSK=./dat/nat\_msk\_/cities\_A\_2015.ks1 もしくは MSK=./dat/nat\_msk\_/cities\_B\_2020.ks1) その結果, 市町村別工業用水データ (2015 年) が人口で重みづけされ, map/dat/wit\_ind\_/METIm\_\_\_20150000.ks1 に産業計工業用水取水量が, map/dat/wit\_ind\_/METIm\_s\_20150000.ks1 に産業別工業用水取水量が出力される. 工業用水需要として, 取水量の 0.1 倍が map/dat/dem\_ind\_/ に出力される.
4. prep\_map\_frcgw\_MLIT\_KYUSYU.sh\*17 を実行する. その結果, 生活・工業用水の地下水依存割合が出力される. 生活用水の地下水依存割合は, 用途別・地域別の地下水使用割合は河川データブック 2022 第 14 章 3 節「地下水の利用」 ([https://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen\\_db/pdf/2022/14-1-3.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen_db/pdf/2022/14-1-3.pdf)) を利用する. ただし, Hanasaki et al. (2022) では別の統計データを組み合わせて推定されたため, デフォルトで設定されている数値 (生活用水の地下水割合は北九州で 22%、南九州で 55%) とデータブックに記載されている数値 (それぞれ 14.9%と 55.6%) が若干異なる. 工業用水の地下依存割合は, 国土交通省の, 令和 2 年版日本の水資源の現況について第 2 章参考資料 p.153 table2-3-7 を利用する.
5. map-org-GMIA5.tar.gz を取得し, map/org で解凍する.
6. prep\_map\_GMIA5\_region.sh を編集し, 実行する. この結果, 水源別の灌漑地情報が用意される.
7. prep\_map\_GMIA5\_aux\_region.sh を編集し, 実行する. この結果, 水源別の灌漑地の補助的情報が用意される.

\*1450000 の部分は総セル数 L 以上に設定すること.

\*15Settings と MSK は各自変更すること.  
計算したい流域が複数の県をまたいでいる場合, またいでいる県全体を含む領域を新たに設定する必要がある. 付録 B を参考に作成すること.

\*16Settings と MSK は各自変更すること.  
計算したい流域が複数の県をまたいでいる場合, 付録 B を参考に作成すること.

\*17 各自編集すること

## 2.8 運河

1. `prep_map_implicit_KYUSYU.sh`\*18 を実行する。その結果、暗黙的運河網 (implicit aqueduct) が作成される。暗黙的運河網とは、実際に導水路や運河があることを確認できたわけではないが、集水面積と標高の関係から導水可能性が推定され、グリッドセルを超えた給水を認める仕組みである。Destination のグリッドセルで河川流量が不足する場合、origin のグリッドセルの河川流量から取水することができる。#settings について、九州では MAX = 5, OPT = conditionally の組み合わせで計算するのが良い。暗黙的運河網について、詳しくはコラム 2 を参照すること。  
ここで、入力データ `map/org/JAPAN/ETOPO1__00000000.jp1.txt` は、NOAA の ETOPO1 Bedrock データ (全球 1 分の標高 (氷床がある場合岩盤の標高) データ) を元に作成した。作成方法については、付録 C に記載されている。
2. `prep_map_explicit_KYUSYU.sh`\*19 を実行する。その結果明示的運河網 (explicit aqueduct) が作成される。明示的運河網とは、実在する導水路や運河網のことである。  
ここでは、`map/org/KYUSYU/H08Editor_Kyusyu.xlsx`, `Canal_Kyusyu.xlsx` を元に作成された入力データ (`./org/KYUSYU/in_3__00000000.xls.txt`, `./org/KYUSYU/out_3__00000000.xls.txt`) を、H08 形式に変換している。
3. `prog_map_K14.f` を以下のように編集し\*20、コンパイルする。

parameter	(n0l=32400)
-----------	-------------
4. `prep_map_merged_KYUSYU.sh`\*21 を実行する。ここでは、暗黙的・明示的運河網を結合している。

\*18 Settings を編集すること。

\*19 結合モデル(マニュアル最後)まで実行した後、以下の通り入力データを準備する。

1. `map/org/KYUSYU/H08Editor_Kysyu.xlsx` の Data シートから、水の足りていない場所を読み取り、取水元と排水先を設定する。

2. `map/org/KYUSYU/Canal_Kyusyu.xlsx` を参考に設定した取水元(out)と排水先(in)の txt ファイルを作成する。

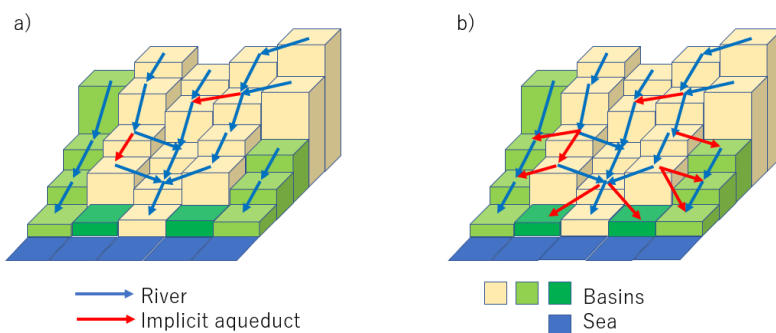
\*20 各自の領域に合わせて変更すること。

\*21 明示的運河網を作成していない場合、飛ばしてよい。

## ●暗黙的導水路

H08において、表流水の取水は河川から行うのが原則である。この場合、主要河川の主河道が含まれるグリッドでは河川から水が取りやすく、そうでないグリッドでは水が取りにくくなる。実際には、主河道に隣接するグリッドでは適宜取水設備を作ることにより取水は可能であるが、関連するデータをグローバルに入手することも、モデル化することも難しい。

暗黙的導水路は、この「近隣のグリッド間の導水」を表現する単純なアルゴリズムである。基本的には、標高が高くかつ河川次数も高いグリッドから低いグリッドへの導水を行う（図の赤線）。流域外導水は行わないことを基本とするが（図 a）、行う設定にすることもできる（図 b）



図：暗黙的導水路の模式図。a) 流域外導水を行わない場合。b) 行う場合。

スクリプト `prep_map_implicit_KYUSYU.sh` に含まれるオプションには以下のものがある。**MAX** は導水可能な最大のセル数である。1 にすると隣接するグリッドにしか導水できない。空間解像度 30 分の全球版ではこれが初期設定である。空間解像度 1 分の九州版の論文では設定値は 5 で、5 グリッド先にまで導水が可能とされていた。**OPT** は流域外導水に関するオプションである。**Within** : 流域外導水を認めず、導水の始点と終点は同一の流域となる。全球版の初期設定値である。**Nolimit** : 流域の制限がない。**Conditionally** : 導水先の上流流域面積が閾値 **BSNSIZTHR** ( $m^2$ ) よりも小さい場合のみ流域外取水を認める。九州版の論文では閾値を  $100km^2$  として、この設定で計算されていた。

### 第3章

#### 気象データの作成

1. met に org というディレクトリ作成する。(met/org)
2. met-org-KYUSYU.tar.gz を取得し, met/org で解凍する.
3. met-pre-KYUSYU.tar.gz を取得し, met/pre で解凍し, すべての fortran プログラムをコンパイルする.
4. met/pre/prep\_AMeDAS.sh を編集し, 実行する. この結果, 各観測地点の気象データリスト\*22 (met/org/list/AMeDAS\_list\_KYUSYU.txt,AMeDAS\_list\_others\_KYUSYU.txt) をもとに, 気象データ 7 要素が作成される. ここでは, 降雨と降雪は降水量として出力される.

<注意点>

スクリプトは 2022 年 5 月現在のデータフォーマットに対応している. データフォーマットが変わった場合, スクリプトは正常に動かなくなる可能性がある.

5. met/pre/prep\_RS.sh を以下のように編集し, 実行する. これにより AMeDAS から得られる降水量 (precipitation) の雨雪判定を行う.

```
PRJ=AMeD
RUN=AS1_
YEARMIN=2014
YEARMAX=2014
MONS="01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12"
#
L=32400
SUF=.ks1
```

6. met/pre/prep\_iplmet\_Albedo.sh\*23 を実行し, 全球解像度 0.5 度のアルベドデータを, 九州解像度 1 分に変換する. 完成したデータは, map/dat/Albedo\_/\_に出力される.
7. prep\_mean.sh を以下のように編集し, 実行する.

```
L= 32400
SUF=.ks1
#
PRJ=AMeD
RUN=AS1_
IDXORG=DY
YEARMIN=2014; YEARMAX=2014; YEAROUT=0000
#
DIR=../met/dat
SUBDIRS="Tair___ Qair___ PSurf___ Wind___ SWdown___
LWdown___ Rainf___ Snowf___ Prep___"
```

8. met/pst に移動し, calc\_koppen.sh の Edit here (basic)の欄を編集し, 実行する. LDBD は, NL 以下の値とすること.

\*22 リストは領域に合わせて各自作成する必要がある. 領域内の観測地点について, 左から順に, 地点名 (8 文字), URL の番号 2 種類, 経度, 緯度となるリストを作成すること. 最後の行の後は改行すること. 改行しないと最後の行が反映されない.

その後, ptwR2bin.f, ptwRpR2bin.f の Regional settings を以下のように編集する.

- n0lon,n0lat は計算の領域となる四角形の左上の角の値に変更する.

- n0 は計算したい解像度に合わせて変更する. 1 辺 1 度を何グリッドに分割するか, 例えば解像度 1 分の場合, n0=60 とすればよい.

編集後は, コンパイルしてから実行すること.

\*23 Geographical Setting は各自設定したものに変更すること. GRD は, 空間解像度 1 分であれば 0.016667 といったように, 1 つのセルの一片は何度か計算し記入すること.

## 第4章 陸面過程サブモデル

1. `Ind/pre/` `prep.sh` の Geographical Settings を編集して実行する。この結果、`Ind/dat` にパラメータが、`Ind/ini` に初期値が出力される。
2. `prep_gamtau.sh` の Geographical Settings と以下を編集して実行する。

```
PRJ=AMeD
RUN=AS1_
```

3. `prog_gwr_fa.f`, `prog_gwr_fp.f`, `prog_gwr_fr.f`, `prog_gwr_ft.f` の以下の記述における `****` が計算地域の `L` (九州の場合は 32400) よりも小さい適当な数に変更し、コンパイルをする。

```
data      i0ldbg/****/
```

4. `prep_gwr.sh` の settings と以下を編集して実行する。

```
TAIR=../met/dat/Tair___/AMeDAS1_00000000${SUF}
PRCP=../met/dat/Prcp___/AMeDAS1_00000000${SUF}
```

5. `Ind/bin/` `main.f` を以下のように編集し、コンパイルする

```
parameter      (n0l=32400)
```

6. `Ind/bin/` `main.sh` の Geographical Settings と以下を編集して実行する。

```
PRJ=AK10
RUN=LR_
YEARMIN=2014
YEARMAX=2014

PRJMET=AMeD
RUNMET=AS1_
```

7. cpl/pst/list\_watbal.sh の Geography と以下を編集して実行し、  
cpl/tab/wat\_bal\_に出力される水収支が閉じているか確認する。

```
PRJ="AK10"  
RUN="LR_ "  
PRJMET=AMeD  
PRJRUN=AS1_  
  
YEAR=2014;    MON=00;    DAY=00  
YEARINI=2013; MONINI=12; DAYINI=00  
YEAREND=2014; MONEND=12; DAYEND=00  
  
#DIRRAINF=../../lnd/out/Rainfout (climate change)  
#DIRSNOWF=../../lnd/out/Snowfout (climate change)  
  
FPOPTOT=../../map/dat/pop_tot_/popuration${SUF}  
FDEMIND=../../map/dat/dem_ind_/METIms__20150000${SUF}  
FDEMDOM=../../map/dat/dem_dom_/JRWC___20160000${SUF}  
FWITIND=../../map/dat/wit_ind_/METIms__20150000${SUF}  
FWITDOM=../../map/dat/wit_ind_/JRWC___20160000${SUF}  
  
FDAMCAP=../../map/dat/dam_cap_/KYSY___20000000${SUF}
```

## ●陸面過程サブモデルの計算結果

陸面過程サブモデルについて、特定のパラメータセットを使用して計算すると、一部のセルで結果が NA となってしまうことがある。この場合、理由としては以下の3つが考えられる。

1. 境界条件の異常
2. 気象データの異常
3. パラメータ $\gamma$ が小さい・もしくは大きい

$\gamma$ については、モデルパフォーマンスにほとんど影響しないことがわかっている。そのため、1と2の間で固定してしまうのがよい。 $\gamma$ を1未満や3以上にすると、土壌水分や流出量が負になってしまうことがある。また、モデルのバグや気象データの不整合、有効数字の問題も一見 NA の原因として考えられそうだが、実際のところ、その可能性は低い。結果が NA となっているセルの L 座標を特定し、それを LDBG に指定し、デバックモードで走らせると、その地点の熱水収支計算の詳細が出力される。これにより、エラーの出る日にちの前後に何が起きているのかわかるようになる。しかし、この場合ログファイルがかなり大きくなってしまうため、注意が必要である。

## 第5章

### 河川サブモデル

1. riv/pre/prep.sh の Geographical Settings を編集して実行する。
2. riv/bin/main.f を編集し、コンパイルする。

```
parameter      (n0l=32400)
```

3. riv/bin/main.sh を編集して実行する。

```
PRJ=AK10
RUN=LR__

YEARMIN=2014
YEARMAX=2014

MAP=.kyusyu
SUF=.ksl
```

4. cpl/pst/list\_watbal.sh を実行し、cpl/tab/wat\_bal\_に出力された水収支が閉じているか確認する。

## 第6章

### パラメータ同定シミュレーション

1. 以下の追加ファイルをダウンロードして解凍する。

追加ファイル名	ダウンロード先のディレクトリ
lnd-pre-KYUSYU.tar.gz	lnd/pre
lnd-bin-KOR.tar.gz	lnd/bin
lnd-dat-KYUSYU.tar.gz	lnd/dat
riv-pre-KYUSYU.tar.gz	riv/pre
riv-bin-KOR.tar.gz	riv/bin
riv-pst-KOR.tar.gz	riv/pst

2. lnd/dat/par\_lst\_にある AK10.sd.txt, AK10.cd.txt, AK10.tau.txt, AK10.gamma.txt というファイルには、以下の表の値がパラメータの候補として書かれている。\*24

		A	B	C
土壌深さ	SD	0.25	1.00	4.00
バルク係数	CD	0.002	0.006	0.010
形状係数	$\gamma$	1.0	2.0	3.0
時定数	$\tau$	25	100	400

#### <注意点>

パラメータの値を変える際は、桁に注意すること。例えば lnd/dat/par\_lst\_/で作ったファイルでは 1.0 としていた箇所を、別の箇所では 1.00 とするとエラーになってしまう。

\*24 lnd/dat/par\_lst\_に {PRJ}.sd.txt, {PRJ}.cd.txt, {PRJ}.tau.txt, {PRJ}.gamma.txt という名前の4つのファイルを作成する。ファイルには、lnd/dat/par\_lst\_/AK10.sd.txt などと同様の形式で、パラメータの値を入力する。パラメータは現実的な値を選ぶこと。

3. `lnd/pre/prep_genpar.sh` を編集し、実行する。この結果、同定するための各パラメータが `lnd/dat` に生成される。
4. `lnd/pre/prep_setfile.sh`<sup>\*25</sup> を編集し、実行する。
5. `lnd/pre/chparam_3.sh` の各パラメータの値が、上の表と桁まで一致するように編集後実行し、34通りのセットファイルを作成する。
6. `lnd/bin/loop.sh` を編集し実行する。この結果、34通りの陸面過程サブモデルの計算が行われる。
7. `riv/pre/prep_setfile_riv.sh`<sup>\*25</sup> を実行する。
8. `riv/pre/chparam_3.sh` を編集し実行して 34通りのセットファイルを作成する。
9. `riv/bin/loop.sh` を編集し、実行する。
10. `riv/pre/prep_discharge_MLIT.sh`<sup>\*26</sup> を編集し、実行する。この結果、水文水質データベース「日流量年表」の値がダウンロードされる。`riv/dat/riv_disD` に日流量、`riv/dat/riv_disM` に月平均日流量の実測データが出力される。また、`riv/dat/stn_lst/_stnlst.kyusyu.txt` には水文水質データベース「日流量年表」の観測所リストが用意される。リストの4,5,6列目には、観測地点の経度、緯度、流域面積が出力される。7,8,9列目には、観測地点をH08の座標に落とし込んだ際の経度、緯度、流域面積が出力される。流域面積を比較し、値が大きくずれていないことを確認する。
11. `riv/pst/calc_evldis.sh` の `geography` と以下の部分を編集し実行する。その結果、`riv/out/par_cmb_/AK10.txt` に選定された最適パラメータの組み合わせが出力される。

```
PRJ=AK10
YEARMIN=2014
YEARMAX=2014

PRJRUNOBS=KYSY____

IDS="01 02 03 04 05 06 07 08 09 10"
```

12. `lnd/pre/prep_optpar.sh`<sup>\*27</sup> を編集し実行して、同定した各パラメータのバイナリファイル (`lnd/dat/AK10.sd.ks1`, `AK10.cd.ks1`, `AK10.gamma.ks1`, `AK10.tau.ks1`) を作成する。(当マニュアルでは、ここで作成したパラメータのバイナリファイルは使用せず、同定前のパラメータ (デフォルトパラメータ) を使用している。)

<sup>\*25</sup>`iOldbg` は各自の領域内で、陸地となるセルを設定すること。

<sup>\*26</sup>`Basic Settings` の `STNS` を編集する。水文水質データベースで対象河川の観測所記号の番号を調べ、“観測所名 (河川名) 観測所記号”の順に記入する。`Basic settings` の他の箇所と `Geographical settings` を編集し、実行する。実行後出力された `riv/dat/stn_lst/_stnlst.${MAP}.txt` を確認し、実際の流域面積と H08 の流域面積が大幅にずれていないことを確認する。  
ずれていた場合、H08 の緯度や経度 (7,8 列目) を変更し、調整すること。

<sup>\*27</sup> 次頁に記載

## ●パラメータ同定

<注意点>

1. マニュアルでは  $3^4$  通りのパラメータの組み合わせの中から、最も良い組み合わせを探した。しかし、今回試していない組み合わせの中に、より適した組み合わせが存在する可能性もある。(H08 ではパラメータの組み合わせは  $5^4$  通りでも計算できるが、本来はそれ以上の検証が必要である。)
2. NSE は 0.5 以上だと良いとされる。流量の極大値が一つだけある場合、その極大値をタイミング・量ともによく再現できれば、NSE は 1 に近くなるが、通常時の流量の値は離れてしまう。そのため、NSE が最も 1 に近いからといって、その組み合わせが最適とも言い切れず、NSE にこだわりすぎるのも良くない。
3. cd と sd は感度が高く、 $\gamma$  はあまり効かないことが分かっている。

<パラメータを決定する際に確認すること>

- ・NSE の値
- ・ハイドログラフを作成し、実際の流量との比較を行う
- ・水収支 (cpl/pst/list\_watbal.sh)

\*27 今回は 1 つの流域に対して 1 つの地点を選択し同定を行ったが、1 つの流域に対して複数の地点でパラメータ同定を行った場合、

prep\_optpar.sh で作成したバイナリファイルを用いて再計算した下流地点の結果は、loop.sh での計算結果とずれることがある。これは、パラメータのバイナリファイル作成の際、パラメータをパッチワークのように組み合わせているためである。下流の観測所については、パラメータ同定をした際は上流の全ての流域で一つのパラメータが割り当てられるが、同定後は、上流の観測所では別の最適パラメータが決まっているため、一致しなくなる。作成したパラメータのバイナリファイルを見てもみるとよい。

## 第7章

### 作物成長サブモデル

1. crp/pre/**prep.sh** の Geographical Settings と Basic settings を編集して実行する。
2. crp/bin/main.f\*<sup>28</sup> を編集してコンパイルする。

```
parameter (n0lall=180*180)
parameter (n0llnd=13105)
```

3. crp/org を作成する。
4. ファイルサーバより H08\_Global\_2018/data\_map/crp-org-SWIM.tar.gz を取得し、crp/org に展開する。
5. 1期作の計算 crp/bin/main.sh の基本設定を編集して実行する。
6. crp/pst/prog\_crpcal.f を編集してコンパイルする。

```
data i0ldbg/13105/
```

7. crp/pst/**calc\_crpcal.sh** の基本設定と以下の部分を編集して実行する。

```
CRPTYP1ST=../../map/org/KYUSYU/crp_typ_first${SUF}
CRPTYP2ND=../../map/org/KYUSYU/crp_typ_second${SUF}
```

8. 2期作の計算 crp/bin/**main.sh** を編集して実行する。

```
JOBS= "2nd"
```

```
CRPTYP2ND=../../map/org/KYUSYU/crp_typ_second${SUF}
```

9. 出力結果を図化 crp/pst/**draw\_crpuld\_map.sh** を編集して実行する。

\*28 各自の領域に合わせて変更すること

n0llnd は、陸上セルの合計数とすること。

sumks1 map/dat/lnd\_msk\_/lndmsk.kyusyu.ks  
1 のようにして求めることができる。

## 第8章

### 貯水池サブモデル

1. 2.6 に戻り、貯水池の地図データを作成する。
2. riv/pst/**calc\_mean.sh** の Geographical settings と Settings を編集し実行する。
3. riv/pst/**calc\_flddro.sh** の Basic settings と Geographical settings を編集し実行する。

## 第9章

### 環境用水サブモデル

1. riv/pst/calc\_envout.sh の Basic settings と Geographical settings を編集し実行する.
2. cpl/pst/list\_watbal.sh を実行し環境用水が計上されているか確認する.

## 第10章

### 結合モデル

#### 10.1 農業用水需要量の再現実験

1. Cpl-pre-KYUSYU を取得し, cpl/pre に展開する.
2. cpl/pre/prep\_KYUSYU.sh を編集して実行する. その結果, 必要な定数データが作成される.
3. ファイルサーバより riv-bin-KYUSYU.tar を取得し riv/bin に, dam-bin-KYUSYU.tar.gz を取得し dam/bin に, cpl-bin-KYUSYU.tar.gz を取得し cpl/bin に, 展開し、コンパイルする.
4. cpl/bin/main\_F18.sh<sup>\*29</sup> を編集して実行する. NC 実験. 以下のように編集することに加え, ダム情報 (input for reservoirs の欄) をすべて無効にする.

注: Hanasaki et al. 2022 では計算して得られた作付け日を 30 日ずらして計算を進めている. 理由や詳細は論文を参照のこと.

```
PRJ=AK10
RUN=N_C_
OPTNNB=yes
```

5. cpl/pst/calc\_mean.sh を編集して実行する.
6. cpl/pst/list\_watbal.sh を実行し, 水収支が閉じているか確認する.

#### 10.2 ダム貯水量および放流量の再現実験

1. cpl/bin/main\_F18.sh を編集して実行する. LECD 実験. ダム情報 (input for reservoirs の欄) をすべて有効にする.  

```
RUN=LECD
```
2. cpl/pst/list\_watbal.sh を実行し, 水収支が閉じているか確認する.

\* 29

・cpl/bin/main\_F18.f の n0l は各自の領域に合わせて設定すること.  
n0damid\_は各自用意したダムの合計数を設定すること. コンパイルした後, 実行すること.  
・cpl/bin/main\_F18.sh では, Basic settings, Geographical settings 欄だけでなく,  
DAMID\_,DAMPRP,DA  
MCAP などや,  
FACTOR,MINSTO,MIN  
DOY,MAXSTO,MAXDO  
Y,RLSRLS,RLSDOY な  
ども編集すること.

## ● 取水と水源の考え方

cpl/bin/main\_F18.sh では、農業(Agriculture), 工業(Industrial), 生活(Domestic)の用途別取水量を、河川(River including global dams), 運河(Canal), ローカルダム(Medium-sized reservoir; Local dams の旧称), 海水淡水化(Desalination), 非再生可能表流水(Surface water Non-renewable; Unspecified surface water), 再生可能地下水 (Groundwater Renewable), 非再生可能地下水 (Groundwater Non-renewable)の水源別に計算する。SN と GN を水源とすると、無尽蔵に水が供給されることとなる。

SN と GN の水源を有効にする際は、Option for NNBW (Non-local Non-renewable Blue Water の略、要するに無尽蔵の水源)で OPTNNBS=yes、OPTNNBG=yes とする。この場合、需要=供給となる。解析にあたっては、SN と GN のそれぞれが現実の何を意味するのかよく注意する必要がある。詳しくは Hanasaki et al. (2018)での議論を参照のこと。

SN と GN の水源を無効にする際は、Option for NNBW で OPTNNBS=no、OPTNNBG=no とする。この場合、SN と GN はゼロになり、ほぼすべての地域で、少なくとも一時的に、需要 > 供給となる。解析にあたっては、農業用水需要量によく注意する。農業用水需要量は土壌水分の目標値 (target soil moisture) からの土壌水分の不足と定義される。OPTNNBS と OPTNNBG が yes の場合、毎時間ステップに目標値に達するだけの農業用水が供給され、時間ステップ終了時の土壌水分量は目標値と一致する。ところが、no の場合、水源が十分でなければ、時間ステップ終了時の土壌水分は目標値を下回り、不足量が次の時間ステップの農業用水需要に加えられることになる。特に乾燥地ではこの量が雪だるま式に膨らんでいくので、見かけ上、非常に大きな水需要量の推定値となることがある。

### 10.3 水ストレス度の確認

1. cpl-pst-KYUSYU.tar.gz を取得し、cpl/pst に展開する。
2. cpl/pst/calc\_wit.sh\*<sup>30</sup> を以下のように編集し実行する。その結果、用途別・水源別の供給量が加算された結果が lnd/out に出力される。(水源は、7種すべての水源)

```
SRC= "R_C_M_D_SN GR GN" ;SUM=TT  
#SRC= "R_C_M_D_GR" ;SUM=TR
```

3. cpl/pst/calc\_wit.sh を以下のように編集し実行する。その結果、用途別・水源別の供給量が加算された結果が lnd/out に出力される。(水源は、サステイナブルな水源 5 種のみ (SN,GN 以外))

```
#SRC= "R_C_M_D_SN GR GN" ;SUM=TT  
SRC= "R_C_M_D_GR" ;SUM=TR
```

4. cpl/pst/draw\_stress.sh\*<sup>31</sup> を編集し実行する。その結果、CAD(Cumulative Abstraction-to-Demand ratio)と WTA(Withdrawal to Availability)が lnd/out/wat\_idx\_/に出力される。CAD とは、水需要量に対する取水可能量の比 (TR / TT) である。WTA とは、年間水資源量に対する取水量の比 (TT / 流量) である。
5. H08Editor\_Kyusyu.xlsx を使用し CAD の作図をする。
  - 5.1. map/org/H08Editor\_Kyusyu.xlsx の Data シート,Mask シートの数値とオブジェクト (色や矢印など) を消す。マクロが有効でない場合、マクロを有効にすること。
  - 5.2. バイナリファイル (map/dat/flw\_dir\_/flwdir.kyusyu.ks1, lnd/out/wat\_idx\_/AK10LECD.yes.ks1) を xls に変換し、行数と列数が XY とあっているか確認する。
  - 5.3. 5.2.で作成した flwdir データを H08Editor の Data シートに、CAD データを Mask シートにコピーする。
  - 5.4. Data シートと Mask シートの列と行の幅がどちらも 42 ピクセルになるように調節する。このとき、100%表示にすることが望ましい。
  - 5.5. マクロの DrawRainbow\*<sup>32</sup> を実行する。その結果、Data シートに色がつく。
  - 5.6. マクロの DrawFlowDirection を実行する。その際、“Please select the range to draw network” と表示されたら、対象領域を設定する。(\$A\$1:\$FX\$180) その結果、Data シートに流向の矢印が追加される。

\*<sup>30</sup>Setting は各自編集すること。

\*<sup>31</sup> Setting は各自編集すること。

\*<sup>32</sup> 19,20 行目の ij を XY の値に変更し実行すること。

## 付録 A

### ダム情報の作成

ダム情報の作成に必要なファイルは、貯水池情報リストと以下の7つのファイルである。これらのファイルを作成するにあたり、まず、各自の計算目的に合ったダムを探すこと。九州版では、貯水容量4千トン以上の大きなダムのみ取り入れている。

次に、map/org/KYUSYU/dam/kyusyu.xlsx, NakaKuji.xlsxを参考に、各自の領域内のダムについての情報をエクセルファイルにまとめること。その際、水文水質データベース

(<http://www1.river.go.jp/>) , ダム諸量データベース (<http://mudam.nilim.go.jp/home>) , 河川事務所などが出しているダム情報などを参考にするとよい。(ダムIDはどのような順で設定してもよい)

ファイルが作成できたら、貯水池情報リストと以下の通り7つのファイルを作成する。いずれも、設定したダムID順に記入すること。

#### 貯水池情報リスト (map/org/KYUSYU/dam/damlst.kyusyu.ks1.txt)

左列から順に、経度、緯度、ダムID, OK, ダム名, 県名, 完成年, 河川名, 水系名, 有効貯水容量[10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>], 集水面積[km<sup>2</sup>], ダムの目的とする。ダムの目的は、左から順に、水力発電, 都市用水(水道・工業用水), 洪水調整, 灌漑, 舟運, その他, である。(九州版では目的に合うものは1, 合わないものは0としているが、全球版では、目的に優先順位をつけ記入している。)

#### ① ../../map/org/KYUSYU/dam/factor.txt

{計算流入量} ÷ {観測流入量}

計算流量：計算範囲が日本の場合、九州版マニュアル第6章までに計算した流量。結果がおかしくなる場合(タイでの計算など)は、すべて1.00に設定し、最後まで計算した後の流量を計算流量とし、もう一度計算しなおすこと。

観測流入量：ダム諸量データベースなどから得ることができる。

#### ② ../../map/org/KYUSYU/dam/lwc-y.txt

Lower curve の Y 軸 (下限水位を有効貯水量の割合で示したもの) (L1, L2, L3, L4)

{堆砂容量(最低水位の時の容量)} / {総貯水量}

③ ../../map/org/KYUSYU/dam/lwc-x.txt

Lower curve の X 軸（下限水位が変わるタイミングを 1 月 1 日からの日数で示したもの）  
(L1, L2, L3, L4)

九州と那珂川久慈川では、どのダムも 366（通年変わらない）と設定している。

④ ../../map/org/KYUSYU/dam/upc-y.txt

Upper curve の Y 軸（上限水位を有効貯水量の割合で示したもの）(U1, U2, U3, U4)

{制限水位の時の貯水量} / {総貯水量}

⑤ ../../map/org/KYUSYU/dam/upc-x.txt

Upper curve の X 軸（上限水位が変わるタイミングを 1 月 1 日からの日数で示したもの）  
(U1, U2, U3, U4)

⑥ ../../map/org/KYUSYU/dam/damrls-y.txt

放流量曲線の Y 軸（雨期と乾期の放流量，ダムリリース）(R1, R2, R3, R4)

雨期：制限水位がかかっている月の平均

乾期：それ以外の月の平均

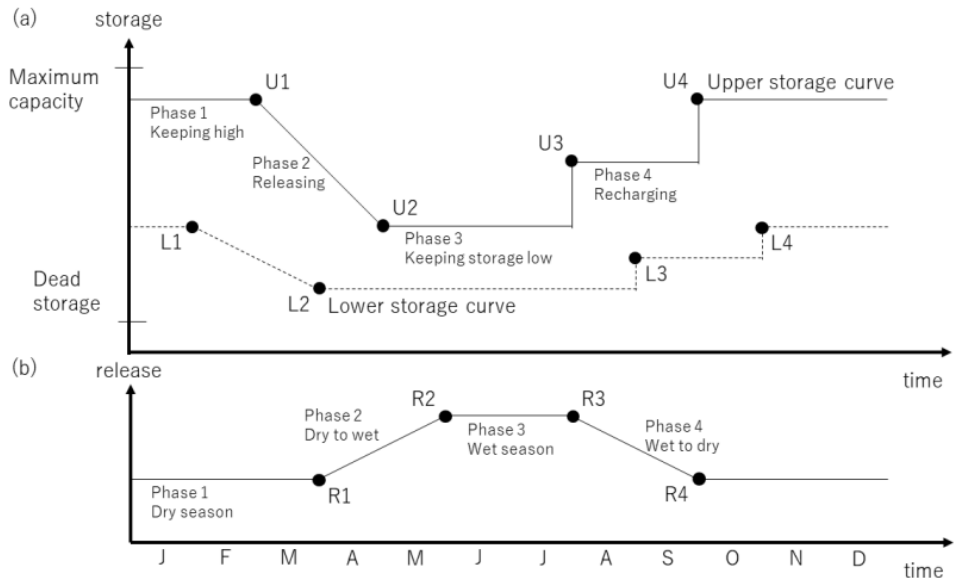
那珂川久慈川では、2001 から 2005 年の放流量観測値の各月平均グラフを作成し、雨季と乾季定めてその期間の平均値をとった。

⑦ ../../map/org/KYUSYU/dam/damrls-x.txt

放流量曲線の X 軸（放流量が変わるタイミングを 1 月 1 日からの日数で示したもの）  
(R1, R2, R3, R4)

九州のダムは、いずれも 6/1, 6/1, 9/30, 9/30 と設定されている。

那珂川久慈川では、⑥で定めた雨季と乾季の時期を設定した。



Hanasaki et al. (2022)

(<https://hess.copernicus.org/articles/26/1953/2022/hess-26-1953-2022.pdf>)

## 付録 B

### 生活・工業用水

計算したい流域が複数の県をまたいでいる場合、またいでいる県全体を含む領域を新たに設定する必要がある。

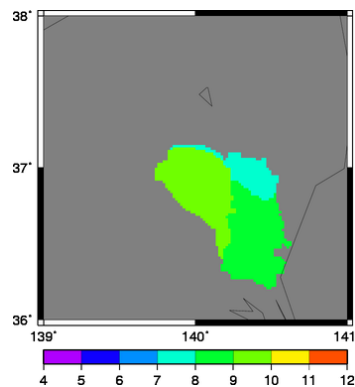
生活用水取水の元データは県ごとに一定の値である。人口が多い場所では取水も多く、人口が少ない場所では取水も少ないという考えから、県内の人口で重みづけすることで、県内各地の取水データを作成している。そのため、県全体を領域に含める必要がある。

工業用水取水は市町村ごとのデータなので、市町村マスクを使用して人口で重みづけをする。

以下は、那珂川久慈川領域(.nk1)(LONLAT=139/141/36/38)について計算した場合である。それぞれ各自の計算したい領域に合うように設定すること。

1. 計算対象領域はどこをまたいでいるか確認するために、以下を実行し図を作成する。ここで `makecpt` の範囲は、県 ID である。またいでいそうな県を含めて設定すること。県の ID は、`map/dat/nat_cod_/prefecture_ID.txt` を見て確認することができる。

```
$ mv map/dat/nat_msk_  
$ masknk1 prefecture_1min.nk1 ../lnd_msk_/lndmsk.NakaKuji.nk1 eq 1 temp_msk.nk1  
$ makecpt -T4/12/1 > temp_msk.cpt  
$ nk12eps temp_msk.nk1 temp_msk.cpt temp_msk.eps  
$ htconv temp_msk.eps temp_msk.png rot  
$ display temp_msk.png
```



temp\_msk.png

作成した図から、那珂川久慈川領域は、福島県、栃木県、茨城県をまたいでいるとわかる。

2. 福島県、栃木県、茨城県全体を含む領域(.ti1)についての地図データを作成する。`map/pre/prep_basemap.sh` を以下のように編集し、実行する。

```
L=57600  
XY="240 240"  
LONLAT="138 142 35 39"  
SUF=.ti1
```

3. `prep_map_pop_KYUSYU.sh` の settings を以下のように編集し，実行する．

```
XY="240 240"  
LONLAT="138 142 35 39"  
SUF=.ti1
```

4. `prep_map_prefecture_KYUSYU.sh` の settings も同様に編集し，実行する．
5. `prep_map_cities_A_KYUSYU.sh` もしくは `prep_map_cities_B_KYUSYU.sh` の settings を編集し，実行する．
6. `prep_map_dom_KYUSYU_prfc.sh` の settings を編集し，実行する．その結果，人口で重みづけされた生活用水取水量（`map/dat/wit_dom_/JWRC__20160000.ti1`）から nk1 領域について抜き出したものが `map/dat/wit_dom_/JWRC__20160000.nk1` に出力される．
7. `prep_map_ind_KYUSYU_prfc.sh` の settings を編集し，実行する．このとき，MSK には，
5. で作成した市町村データを設定すること．
- （`MSK=./dat/nat_msk_/cities_A_2015${SUFTI1}` もしくは `MSK=./dat/nat_msk_/cities_B_2020${SUFTI1}`）その結果，人口で重みづけされた工業用水取水量（`map/dat/wit_ind_/METIm__20150000.ti1` など）から nk1 領域について抜き出したものが `map/dat/wit_ind_/METIm__20150000.nk1` などに出力される．

## 付録 C

### ETOPO の作成

1. ディレクトリ `map/org/ETOPO1` を作成する。
2. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) の ETOPO1 Bedrock の cell-registered netCDF データ (`ETOPO1_Bed_c_gmt4.grd.gz`) をダウンロードし `map/org/ETOPO1` に移動させる。 (`map/org/ETOPO1/ETOPO1_Bed_c_gmt4.grd.gz`) これは、全球 1 分の標高 (氷床がある場合岩盤の標高) データである。 (※2022/10/27 時点での URL: [Index of /mgg/global/relief/ETOPO1/data/bedrock/cell\\_registered/netcdf \(noaa.gov\)](https://www.ngm.gov/index_of_mgg/global/relief/ETOPO1/data/bedrock/cell_registered/netcdf))
3. `prep_basemap.sh` を以下のように編集し実行する。 (※H08\_20220701 以前のバージョンを使用している場合、事前に、`H08/bin/htl2xl2y.f` の L67, L71 に記述されている f6.0 を f8.0 に変更した後、再コンパイルすること。)

```
L=233280000
XY="21600 10800"
LONLAT="-180 180 -90 90"
SUF=.gl1
```

4. `prep_map_etopo_region.sh*` を実行する。その結果、`map/dat/elv_avg/` に `ETOPO1__00000000.gl1` (全球 1 分)、`ETOPO1__00000000.jp1` (日本 1 分) などが出力される。 (※`grd` から `nc` への変換コマンド (L67,68) は、`gmt` のバージョンに合わせて変更すること。)