

(4) フォートラン・プログラム・リスト

```
c*****
c    2 段タンク型貯留関数モデルパラメータ同定
c*****
c    USING  str2t < data-file > out-file
c    storage-discharge relationship
c    [tank1]
c    s1 = k11*q1**p1 + k12*d(q1**p2)/dt
c    ds1/dt=r-q1-f1
c    f1=k13*q1
c    [tank2]
c    s2 = k21*q2 + k22*dq2/dt
c    ds2/dt=f1-q2
c    optimization of parameters c11 and c12 and c13
c    c11=k11/A**0.24  c12=k12/k11**2/Rave**-0.2468
c    c13=1+k13
c    p1 = 0.6 and p2 = 0.4648
c-----
c
c    character title1*128,title2*128,title3*128,title*128
c    & ,gp*128,gp1*80,gp2*80
c
c    dimension e(200),e1(200),e2(200),dpa(9)
c    dimension pas(200,9),bb(200,200),qa(200)
c
c    common/title/ title1,title2,title3
c    common/data/ nl,t
c    common/data1/ nq,area,r(200),qr(200),q(200)
c    common/data2/qt(200),qq(200),b(200),q1_1(200),q1_2(200)
c
c-----
c
c    ncase: 計算洪水数
c    read(5,'(i5)') ncase
c    write(6,'(i5)') ncase
c    do 9999 kk=1,ncase
c    タイトル  title1: 水系名  title2: 河川名
c    title3: 観測所名  title: 洪水名
c    read (5,'(a80)') title1
c    read (5,'(a80)') title2
c    read (5,'(a80)') title3
c    read (5,'(a80)') title
c    area : 流域面積, ipas : 計算の実行判別(1:計算する 2:計算しない)
c    iy, im1, id1, ih1 : 計算開始年月日時  im2, id2, ih2 : 計算終了年月日時
c    read (5,'(f8.0,8i5)') area, ipas, iy, im1, id1, ih1, im2, id2, ih2
c    n: 微分方程式の階数 m: モデル定数の個数 nl: 分割数
c    kount: 繰り返し計算数(最大) p: 収束条件 rb: 平均雨量強度
c    read(5,4) n,m,nl,kount,p,rb
c    4 format(4i5,2f8.0)
c    計算時間間隔 t
```

```

t=1.0/float(n1)
c パラメータ c , ,tc 値の入力
read (5,'(5f8.0)') cc1,cc2,c3,delta,tc
c nr:雨量データ数 nq:流量データ数
read (5,'(2i5)') nr,nq
c 実測雨量データ入力
do i=1,nq
r(i)=0.0
end do
read (5,'(10f8.0)') (r(i),i=1,nr)
c 実測流量データ入力
read (5,'(10f8.0)') (qr(i),i=1,nq)
c 地下水分離方法
c nal=0 -> 地下水が実測を超えたら地下水=実測とする。
c nal=1 -> 重み係数 を使う。
nal=0

c
if(ipas.eq.0) go to 9999
c
write(6,'(i5)') kk
write(6,'(a80)') title1
write(6,'(a80)') title2
write(6,'(a80)') title3
write(6,'(a80)') title

c
do i=1,80
if(title2(i:i).eq.' ') go to 77
end do
77 iz1=i
do i=1,80
if(title3(i:i).eq.' ') go to 78
end do
78 iz2=i
write(gp1,'(a2,i2,a4,i2,a4)') '(a',iz1,',a,a',iz2,',a2)'
write(gp2,gp1) title2,'(',title3,',',
iz3=iz1+iz2+3
write(gp1,'(a2,i2,a5,a)') '(a',iz3,',a128',')'

c
write(gp,'('流域面積:',f8.2,'km2)',
& i4,'年',i2,'月',i2,'日~',i2,'月',i2,'日洪水')')
& area,iy,im1,id1,im2,id2
write(6,gp1) gp2,gp

c
write(6,'(i10)') nq
write(6,210)
210 format(' 流域面積', ' 雨量強度', ' c11 初期値', ' c12 初期値',
& ' c13 初期値', ' ', ' Tc')
write(6,'(2f10.2,3f10.3,f10.2,f10.4)') area,rb,cc1,cc2,c3,delta,Tc

c
m1=m+1
c 緩和係数

```

```

      fac=0.0
c    p1,p2 値
      p1=0.6
      p2=0.4648
c    z1,z2 基準化パラメータ値
      z1=1.0
      z2=1.0
c-----
      c00=(delta/tc)**2
      c01=delta**2/tc
c-----
c    地下水流出分離
      call chika(c00,c01,na1)
c
c    c00,c01:初期値
c    na1:地下水分離方法選択
c-----
c    流量-->流出高
      nnn=nq
      do i=1,nq
      qt(i)=3.6*qt(i)/area
      if ( qt(i).le.0.00001 ) then    ! 中間流出が0になる時間
      nnn=i-1
      go to 123
      end if
      end do
123 continue
c
c    do 300 kkl1=1,kount
c
      wk1=cc1*z1*area**(0.24)
      wk2=cc2*z2*(wk1**2)*rb**(-0.2648)
c
      c1=(wk1/wk2)*(p1/p2)
      c2=(1./wk2)
      p3=p1/p2-1
      p4=1./p2
c
      u1=0.0
      u2=0.0
      c31=0.0
      u3=0.0
      u4=0.0
      c32=0.0
c
c    初期流出高
      q1=qt(1)**p2
      qb=0.0
c
      q2=0.0
      sumuu=0.0

```

```

sumu1=0.0
sumu2=0.0
sume=0.0
sume1=0.0
sume2=0.0
sotais=0.0
c
do 100 i=1,nq
tt=i
c
do 200 j=1,nl
c
if ( q1.eq.0 ) then
a1=0.0
else
a1=-c1*p3*q1**(p3-1)*q2-c2*c3*p4*q1**(p4-1)
end if
a2=-c1*q1**p3
a3=a1+a2**2
a4=a1+a3
x=c2*c3*q1**p4*(p4-1)+c1*p3*q1**p3*q2+c2*r(i)
c
call phigam ( a1,a2,a3,a4,phi1,phi2,phi3,phi4,
&             gam1,gam2,gam3,gam4 )
c
d1=-(1./wk2)*(p1/p2)*q1**p3*q2
d2=(wk1/(wk2**2.))*(p1/p2)*q1**p3*q2+
&   (1./wk2**2.)*q1**p4*c3-r(i)/(wk2**2.)
d3=(-1./wk2)*q1**p4
c
u1=phi1*u1+phi2*u3+gam2*d1
u2=phi1*u2+phi2*u4+gam2*d2
c31=phi1*c31+phi2*c32+gam2*d3
u3=phi3*u1+phi4*u3+gam4*d1
u4=phi3*u2+phi4*u4+gam4*d2
c32=phi3*c31+phi4*c32+gam4*d3
c
q1=phi1*q1+phi2*q2+gam2*x
q2=phi3*q1+phi4*q2+gam4*x
c
if ( q1.lt.0 ) q1=0
c
bb(i,j)=(c3-1)*q1**(1./p2)
c
200 continue
c
v1=u1*((1./p2)*q1**(1./p2-1.))*cc1*area**(0.24)
v2=u2*((1./p2)*q1**(1./p2-1.))*cc2*(wk1**2.)
&   *rb**(-0.2648)
v3=c31*((1./p2)*q1**(1./p2-1.))
qq(i)=q1**(1./p2)

```

```

sumuu=sumuu+v1*v2
sumu1=sumu1+v1**2.
sumu2=sumu2+v2**2.
e(i)=qt(i)-qq(i)
sume=sume+e(i)
e1(i)=e(i)*v1
e2(i)=e(i)*v2
C
C 成分回帰分析パラメータ
  if(i.le.nnn) then
    pas(i,1)=v1
    pas(i,2)=v2
    pas(i,3)=v3
    pas(i,4)=e(i)
  end if
C
  sume1=sume1+e1(i)
  sume2=sume2+e2(i)
C
100 continue
C
C 成分回帰分析
  call momreg(9,m1,200,nnn,pas,dpa)
C
  dz1=dpa(1)
  dz2=dpa(2)
  dc3=dpa(3)
C
  g1=abs(dz1/z1)
  g2=abs(dz2/z2)
  g3=abs(dc3/c3)
C
  if ( g1.lt.0.001.and.g2.lt.0.001.and.g3.lt.0.001 ) go to 999
C
  fac=(1+fac)*0.5
  dz1=dz1*fac
  dz2=dz2*fac
  dc3=dc3*fac
  c11=cc1*z1
  c12=cc2*z2
  z1=z1+dz1
  z2=z2+dz2
  c3=c3+dc3
C
  if ( z1.lt.0.001 ) z1=z1-dz1
  if ( z2.lt.0.001 ) z2=z2-dz2
  if ( c3.lt.0.001 ) c3=c3-dc3
C
300 continue
999 continue
C

```

```

c   表面・中間流出が0になった時間以降を流量0とする。
    if ( nnn.ne.nq ) then
    do i=nnn+1,nq
    qt(i)=0.0
    end do
    end if

c
    do 333 i=1,nq
    qq(i)=qq(i)*area/3.6
    qt(i)=qt(i)*area/3.6
    do j=1,nl
    bb(i,j)=bb(i,j)*area/3.6
    sigb=sigb+bb(i,j)
    end do
    if ( qq(i).lt.0 ) qq(i)=0
    sigr=sigr+r(i)
    sigqt=sigqt+qt(i)
    sigqq=sigqq+qq(i)
333 continue

c
    wk4=(c3-1.0)/c00
    wk3=c01*wk4

c
c   地下水流出再計算
    c0=1.0/wk4
    c1=c01

c
    call cal2(c0,c1,nq,bb,qa)

c
    do i=1,nq
    q1_2(i)=qa(i)
    q(i)=qq(i)+qa(i)
    end do

c
c   k3,k4: パラメータ
c   bb: 損失流量
c
    do i=1,nq
    b(i)=bb(i,nl)*3.6/area
    end do

c
    rtot=0.0
    qrtot=0.0
    qtot=0.0
    btot=0.0
    qrmax=-999.99
    qmax=-999.99
    sotai=0.0
    do i=1,nq
    if(qrmax.lt.qr(i)) qrmax=qr(i)
    if(qmax.lt.q(i)) qmax=q(i)

```

```

    rtot=rtot+r(i)
    qrtot=qrtot+qr(i)
    qtot=qtot+q(i)
    btot=btot+b(i)
    sotai=sotai+abs(qr(i)-q(i))/qr(i)
end do
qrtot=qrtot*3.6/area
qtot=qtot*3.6/area
hiryu=qrmax/area
sotai=sotai/float(nq)
peakg=abs(qrmax-qmax)/qrmax
C
    write(6,211)
211 format(7x,'c11',7x,'c12',7x,'c13',7x,'k21',7x,'k22',
    & 7x,'Jpe',7x,'Jre','  収束回数')
    write(6,'(7f10.3,i10)') c11,c12,c13,wk3,wk4,peakg,sotai,kkl
    write(6,212)
212 format('  比流量  総雨量  観測総流出  計算総流出',
    &'  観測ピーク  計算ピーク  総浸透')
    write(6,'(7f10.3)') hiryu,rtot,qrtot,qtot,qmax,qmax,btot
    write(6,'('  時間',4x,'  雨量',2x,'  実測流量',2x,'  計算流量',
    &2x,'  直接流出',2x,'  計算直接流出',2x,'  浸透供給量',
    &2x,'  地下水流出',2x,'  計算地下水流出')')
    do i=1,nq
    write(6,'(i5,f8.4,3f10.4,f14.4,2f12.4,f16.4)')
    &i,r(i),qr(i),q(i),qt(i),qq(i),b(i),q1_1(i),q1_2(i)
    end do
C
9999 continue
C
    stop
    end
C
C
    subroutine chika(c0,c1,n)
C ** 地下水流出成分の分離 **
C
    dimension qrr(200,200),qa(200)
    common/data/ nl,t
    common/data1/ nq,area,r(200),qr(200),q(200)
    common/data2/qt(200),qq(200),b(200),q1_1(200),q1_2(200)
C
    xnl=float(nl)
C
    do i=1,nq
    do j=1,nl
    x=x+1.0
    if ( i.eq.1) then
    qrr(i,j)=qr(i)
    else
    qrr(i,j)=qr(i-1)+x*(qr(i)-qr(i-1))/xnl

```

```

        end if
        end do
x=0.0
        end do
C
call cal2(c0,c1,nq,qrr,qa)
C
if ( n.eq.0 ) then
do i=1,nq
if ( qr(i).le.qa(i) ) qa(i)=qr(i)
q1_1(i)=qa(i) ! output データ
qt(i)=qr(i)-qa(i)
end do
else
a=1.0
do i=1,nq
aa=qr(i)/qa(i)
if ( aa.le.a ) a=aa
end do
write(6,*)
write(6,('重み係数 =',f12.8)) a
do i=1,nq
q1_1(i)=a*qa(i)
qt(i)=qr(i)-a*qa(i)
end do
end if
return
end
C
C
subroutine cal2(c0,c1,nq,bb,q1)
C
dimension bb(200,200),q1(200)
common/data/ nl,t
C
a1=-c0
a2=-c1
a3=a1+a2**2
a4=a1+a3
call phigam(a1,a2,a3,a4,phi1,phi2,phi3,phi4,
&          gam1,gam2,gam3,gam4 )
g1=0.0
g2=0.0
do 10 i=1,nq
do 20 j=1,nl
x=c0*bb(i,j)
g1=phi1*g1+phi2*g2+gam2*x
g2=phi3*g1+phi4*g2+gam4*x
20 continue
q1(i)=g1
10 continue

```



```

        return
    end
c
c
    subroutine phigam(a1,a2,a3,a4,phi1,phi2,phi3,phi4,
&                   gam1,gam2,gam3,gam4 )
    common/data/ nl,t
c
    phi1=1+(a1*t**2)/2+(a1*a2*t**3)/6+(a1*a3*t**4)/24
    phi2=t+(a2*t**2)/2+(a3*t**3)/6+(a2*a4*t**4)/24
    phi3=a1*t+(a1*a2*t**2)/2+(a1*a3*t**3)/6+(a1*a2*a4*t**4)/24
    phi4=1+a2*t+(a3*t**2)/2+(a2*a4*t**3)/6
&      +((a1*a3+a2**2*a4)*t**4)/24
    gam1=t*(1+(a1*t**2)/6+(a1*a2*t**3)/24)
    gam2=t**2*(0.5+(a2*t)/6+(a3*t**2)/24)
    gam3=t**2*a1*(0.5+(a2*t)/6+(a3*t**2)/24)
    gam4=t*(1.0+(a2*t)/2+(a3*t**2)/6+(a2*a4*t**3)/24)
    return
    end
c
c
    subroutine momreg(n1,n,m1,md,x,dpa)
c** component regression method
c** compute the correction terms of parameters (dpa)
    dimension x(m1,n1),dpa(9),cov(9,9),g(200,9),y(200,9)
    dimension binv(9,9),coe(9),st(9)
    na=n-1
c** compute covariance matrix
    call sqcov(n1,na,m1,md,x,cov)
    do 50 i=1,na
50 st(i)=sqrt(cov(i,i))
    do 52 i=1,na
    s=st(i)
    do 52 j=1,i
    s1=st(j)
    cov(i,j)=cov(i,j)/(s*s1)
52 cov(j,i)=cov(i,j)
c** factorization of cov(i,j) by lower triangular
c** cholesky method (cov = l * u)
c** l = lower triangular u = upper triangular
c** compute the inverse of u(i,j)
c**
    call lowtri(n1,na,cov,binv)
    do 54 j=1,na
    s=st(j)
    do 54 i=1,md
54 y(i,j)=x(i,j)/s
    do 20 i=1,md
    do 20 j=1,na
    s=0.
    do 22 k=1,j

```

```

22 s=s+y(i,k)*binv(k,j)
20 g(i,j)=s
    do 24 i=1,na
        s=0.0
        do 26 j=1,md
26 s=s+g(j,i)*x(j,n)
24 coe(i)=s
    do 30 i=1,na
        s=0.
        do 29 j=i,na
29 s=s+binv(i,j)*coe(j)
30 dpa(i)=s/st(i)
    return
    end

c
c
    subroutine lowtri(n1,n,p,binv)
c** lower triangular cholesky factorization
c** p = u*b
c** p = symmetric matrix
c** u = lower triangular matrix
c** b = upper triangular matrix (b = ut)
c** binv = inverse matrix of b
c**      = upper triangular matrix
c**
    dimension p(n1,n1),binv(n1,n1)
    dimension u(9,9),b(9,9)
c** compute lower triangular u(i,j)
    do 5 j=1,n-1
        u(j,j)=abs(p(j,j))
        u(j,j)=sqrt(u(j,j))
        al=1./u(j,j)
        do 5 k=n,j+1,-1
            u(k,j)=al*p(k,j)
            be=u(k,j)
            do 5 i=k,n
25 p(i,k)=p(i,k)-u(i,j)*be
        u(n,n)=abs(p(n,n))
        u(n,n)=sqrt(u(n,n))
c**
c** b = transpose of u
    do 40 i=1,n
        do 40 j=i,n
40 b(i,j)=u(j,i)
c**
c** compute inverse if b(i,j)
    binv(1,1)=1./b(1,1)
    do 50 j=2,n
        binv(j,j)=1./b(j,j)
        jm1=j-1
        do 50 k=1,jm1

```

```

        sum=0.0
        do 52 i=k, jm1
52 sum = sum - binv(k,i)*b(i,j)
50 binv(k,j)=sum*binv(j,j)
        return
        end
c
c
        subroutine sqcov(n1,n,m1,md,x,cov)
c** compute covariance matrix
        dimension x(m1,n1),cov(n1,n1)
        do 10 i=1,n
        do 10 j=1,i
        s=0.
        do 12 k=1,md
12 s=s+x(k,i)*x(k,j)
10 cov(i,j)=s
        return
        end

```