定繊繰糸における粒付数の分布特性に関する研究 I

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	嶋崎, 昭典 藤田, 史明
巻/号	44巻2号
掲載ページ	p. 111-117
発行年月	1975年4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

日蚕雑 44 (2), 111～117, 1975
(J. Sericult. Sci. Japan)

定繊繰糸における粒付数の分布特性に関する研究
I. 分布算出のためのプログラムについて

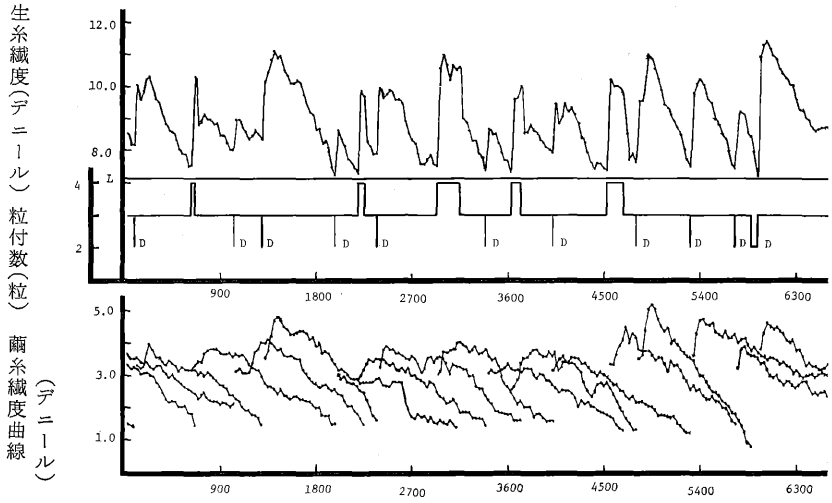
嶋崎　昭典・藤田　史明

上田市常田・信州大学繊維学部（〒386）
（1974年6月1日　受理）

定繊自動繰糸において，繭粒付数の分布は繊度感知器系の管理指標として，また繰製生糸の品質指標として重要な役割を演じる（小野，1966）。すでに粒付数の分布についてはいくつかの報告がある（橋本，1956；嶋崎，1961b等）。ここではそれらの報告を総合して繭糸の繊度特性と生糸の目的繊度とから粒付数の分布を導くプログラムを作成したので報告する。計算ならびにモンテカルロ実験は東京大学大型計算機センターを利用した。報告に先き立ち関係各位に厚く感謝する。

繭糸繊度曲線と粒付数および生糸繊度の時系列図

繰製生糸が細限繊度に達すると直ちに指令が発信され1本の繭糸が接緒されるものとする。この条件のもとで繭糸繊度曲線が生糸繊度曲線を形成する過程の模様と粒付数の変化をモンテカルロ法による模擬繰糸実験で求めた。ただし繭糸繊度曲線は 30 m 繊度糸を採取して求め端数の生じた場合も 30 m 繊度糸とみなし，繊度は長さに応じ換算した。平均粒付数が3粒目標に設定された場合の例を第1図に示す。図中に示されたD印は落緒により細限繊度点に達し直ちに接緒によりもとの粒付に復元した位置を示すもので，この報告ではD印の変化は無視することにした。図から，繭糸繊度曲線が定繊生糸の繊度曲線を構成する過程と，それに伴い変化する粒付数の時系列図の様子をうかがい知ることができる。



第1図　繭糸繊度曲線と定繊生糸繊度曲線および粒付数の時系列
注　L：細限接緒繊度。D：落緒により細限繊度点に達し接緒で元の粒付に復元した位置。

粒付分布算出プログラム

粒付数の分布を以下に示す三つの方法で導くプログラムを作成した。プログラムの中には無駄があり改良すべき点を含んでいるが正確さを重点に作成したものをそのままのせた。

1. 生糸繊度分布に正規分布を仮定した場合

繭糸平均繊度を δ，繊度偏差を σ，定粒生糸を構成する K 本の繭糸列において第 i 番と第 j 番目の列の繊度相関係数を ρ_{ij} とおくと生糸の平均繊度 $\Delta(K)$ と繊度偏差 $D(K)$ はそれぞれ,

$$\Delta(K)=K\delta \qquad \cdots\cdots(1)$$

$$D(K)=\sigma\sqrt{K+2\sum_{i<j}\rho_{ij}} \qquad \cdots\cdots(2)$$

で与えられる（嶋崎，1958)。ここでもしも接緒が全く無作為に行なわれるならば $\rho_{ij}=0$ となることから，(2) 式は

$$D(K)=\sqrt{K}\,\sigma \qquad \cdots\cdots(3)$$

となり三戸森の式 (1931) がえられる。橋本 (1956) は K 粒付生糸の繊度分布は平均繊度 $K\delta$ デニール，標準偏差 $\sqrt{K}\,\sigma$ デニールの正規分布に従うとの仮定をおき，定織繰糸過程で粒付数が $K=n_0+n$ 粒となる確率 $p(n)$ を

$$\lambda_n=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{K}\,\sigma}\int_{-\infty}^{L}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-K\delta}{\sqrt{K}\,\sigma}\right)^2\right\}dx \qquad \cdots\cdots(4)$$

$$\mu_n=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{K-1}\,\sigma}\times$$

```
      NORMAL DISTRIBUTION
      DIMENSION RAM(2000),
     +AMIYU(2000),P(2000),
     +SNO(310),SP(2000),PP(2000),
     +ARAM(2000),AAMIYU(2000)
      READ(5,2)MM
      READ(5,3)(SNO(I),I=1,MM)
      READ(5,620)GU,SI,DE
  620 FORMAT(2F15.8,F5.1)
      WRITE(6,600)GU,SI,DE
  600 FORMAT(1H0,13HHEIKIN SENDO=,
     +F10.5,12HSENDO HENSA=,F10.5,
     +15HMOKUTEKI SENDO=,F10.5)
      SAIGEN=DE-
     +GU*(1.0+(SI/GU)**2)/2.0
      NO=SAIGEN/(GU+3.0*SI)+0.5
      BIG=DE+5.0
      AMX=GU-3.0*SI
      IF(AMX-1.0)332,332,333
  332 M=BIG
      GO TO 334
  333 M=BIG/AMX+0.5
  334 KM=M-NO
      IF(KM-NO)55,55,56
   55 KM=M
   56 DO 10 I=1,KM
      AI1=I-1
      SHK=FLOAT(NO)+AI1
      HED=SHK*GU
      T=(SAIGEN-HED)/SQRT(SHK)/SI
      K=T/0,01
      K301=K+300
      K303=K-300
      K305=IABS(K)
      K307=300-K305
      K309=300-K
      IF(K301)122,122,123
  123 IF(K303)124,124,128
  124 IF(K)125,126,127
  128 RAM(I)=1.0
      GO TO 10
  122 RAM(I)=0.0
      GO TO 10
  125 RAM(I)=SNO(K307)
      GO TO 10
  126 RAM(I)=0.5
      GO TO 10
  127 RAM(I)=1.0-SNO(K309)
   10 CONTINUE
      DO 20 J=1,KM
      AJ1=J-1
      IF(NO-1)350,350,351
  350 IF(J-1)349,349,351
  349 SSHK=1.0
      GO TO 352
  351 SSHK=FLOAT(NO)+AJ1-1.0
  352 HHED=SSHK*GU
      T=(SAIGEN-HHED)/SQRI(SSH<)/SI
      K=T/0,01
      K302=K+300
      K304=K-300
      K306=IABS(K)
      K308=300-K306
      K310=300-K
      IF(K302)132,132,133
  133 IF(K304)134,134,138
  134 IF(K)135,136,137
  138 AMIYU(J)=0.0
      GO TO 20
  132 AMIYU(J)=1.0
      GO TO 20
  135 AMIYU(J)=1.0-SNO(K308)
      GO TO 20
  136 AMIYU(J)=0.5
      GO TO 20
  137 AMIYU(J)=SNO(K310)
   20 CONTINUE
      AJOMY=1.0
      AJORM=1,0
      WA=0.0
      DO 30 I=1,KM
      IF(AMIYU(I)-0.0000001)
     +30,105,105
  105 L=I
      GO TO 104
   30 CONTINUE
  104 K=0
      DO 40 I=L,KM
      K=K+1
      AMIYU(K)=AMIYU(I)
      RAM(K)=RAM(I)
   40 CONTINUE
      DO 50 I=1,KM
      ARAM(I+1)=RAM(I)
   50 CONTINUE
      DO 15 I=1,KM
      IF(AMIYU(I)-1,0)15,910,910
  910 KM=I
      GO TO 920
   15 CONTINUE
  920 ARAM(1)=1.0
      DO 60 I=1,KM
      AJORM=ARAM(I)*AJORM
      IF(AMIYU(I)-0.0)25,25,26
   25 AMIYU(I)=1.0
      GO TO 26
   26 AJOMY=AMIYU(I)*AJOMY
      SP(I)=AJORM/AJOMY
      WA=WA+SP(I)
   60 CONTINUE
      P0=1.0/(1,0+WA)
      P(1)=ARAM(1)*P0/AMIYU(1)
      DO 70 I=1,KM
      I1=I+1
      P(I1)=ARAM(I1)*P(I)/AMIYU(I1)
   70 CONTINUE
      DO 90 I=1,KM
      AAMIYU(I+1)=AMIYU(I)
   90 CONTINUE
      AAMIYU(1)=0.0
      KNO=NO+L-2
      WRITE(6,71)NO,KNO,DE,P0
   71 FORMAT(1H0,5X,3HNO=,I2,5X,
     +4HKNO=,I2,5X,9HMOKUTEKI ,
     +6HSENDO=,F10.5,5X,3HP0=,
     +F10.8/1H0,7X,1HN,10X,
     +6HRAMUDA,20X,4HMIYU,20X,1HP)
      KMF=KM+1
      DO 1000 I=1,KM
      PP(I+1)=P(I)
 1000 CONTINUE
      PP(1)=P0
      DO 80 I=1,KMF
      JJJ=I-1
      WRITE(6,81)JJJ,ARAM(I),
     +AAMIYU(I),PP(I)
   81 FORMAT(1H ,7X,I3,9X,F10.8,
     +16X,F10.8,14X,F10.8)
   80 CONTINUE
      KM1=KM+1
      BMEN=0.0
      BSD=0.0
      DO 606 I=1,KM1
      IIJ=I-1
      AKN=KNO+IIJ
      BMEN=BMEN+AKN*PP(I)
      BSD=BSD+AKN**2*PP(I)
  606 CONTINUE
      BVARI=BSD-BMEN**2
      BBVARI=ABS(BVARI)
      BSSD=SQRT(BBVARI)
      WRITE(6,607)BMEN,BVARI,BSSD
  607 FORMAT(1H0,5HMEAN=,F20.8,5X,
     +9HVARIANCE=,F20.8,5X,
     +'STANDARD DEVIATION=',F20.8)
    2 FORMAT(I3)
    3 FORMAT(10F8,6)
      STOP
      END
```

第2図　各粒付生糸の繊度分布に正規分布を仮定した場合の粒付数分布算出プログラム

注　正規確率は分布の左側 $(-\infty, 0)$ を読みこませ，右側 $(0, \infty)$ は計算機内で生成させる。

$$\int_L^\infty \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-(K-1)\delta}{\sqrt{K-1}\,\sigma}\right)^2\right\} dx \quad \ldots\ldots (5)$$

$$\lambda_0 p(0) = \mu_1 p(1) \quad \ldots\ldots (6)$$

$$(\lambda_n+\mu_n)p(n) = \lambda_{n-1}p(n-1) + \mu_{n+1}p(n+1) \quad \ldots (7)$$

$$\lambda_{m-1}p(m-1) = \mu_m p(m) \quad \ldots\ldots (8)$$

で算出できることを示した。ここに n_0 は最小粒付数，m は n の最大数である。また λ_n は粒付数が (n_0+n) でありながらその生糸の繊度が細限繊度以下となる確率で (n_0+n) 粒から1粒増加する確率を与える。μ_n は粒付数が (n_0+n-1) 粒の生糸繊度が細限繊度以上となる確率で1粒落緒しても接緒を必要とせず，(n_0+n) から1粒が減粒する確率である。しかし，この形では算法がむずかしいので

$$p(n) = \frac{\lambda_0\lambda_1\cdots\lambda_{n-1}}{\mu_1\mu_2\cdots\mu_n}p(0) \quad \ldots\ldots (9)$$

と変形し，さらに

$$\sum_{i=0}^{\infty} p(i) = p(0)\left\{1+\frac{\lambda_0}{\mu_1}+\frac{\lambda_0\lambda_1}{\mu_1\mu_2}+\ldots\right\}=1 \quad \ldots\ldots (10)$$

```
      ACTUAL DISTRIBUTION
      DIMENSION X(140,40),IC(20),
     +IG(20),A(5000),F(550),
     +C(550),B(550),AMIYU(20),
     +RAM(20),SP(20),ARAM(20),
     +P(20),AAMIYU(20),PP(20)
      READ(5,10)DE
   10 FORMAT(F5.2)
      DO 11 J=1,40
      READ(5,12)(X(I,J),I=1,140)
   12 FORMAT(20F4.2)
   11 CONTINUE
      S=0.0
      SSQ=0.0
      CUT=0.0
      DO 18 J=1,40
      DO 27 I=1,140
      IF(X(I,J)-0.0)18,18,28
   28 S=S+X(I,J)
      SSQ=SSQ+X(I,J)**2
      CUT=CUT+1.0
   27 CONTINUE
   18 CONTINUE
      GU=S/CUT
      V=(SSQ/CUT)-GU*GU
      SI=SQRT(V)
      WRITE(6,29)GU,SI
   29 FORMAT(1H0,13HHEIKIN SENDO=,
     +F15.8,5X,12HSENDO HENSA=,
     +F15.8)
      SAIGEN=DE-
     +GU*(1.0+(SI/GU)**2)/2.0
      N0=SAIGEN/(GU+3.0*SI)+0.5
      ISAI=SAIGEN/0.1
      IX=-1
      DO 13 K=1,10
      KK=K-1
      KKK=N0+KK
      DO 14 I=1,KKK
      CALL I5RAN(IX)
      IR=IX
      IR=FLOAT(IR)*4.0/419430.4
      IF(IR-0)21,21,22
   21 IR=IR+40
   22 IC(I)=IR
      CALL I5RAN(IX)
      IR=IX
      IR=FLOAT(IR)*14.0/419430.4
      IF(IR-0)23,23,14
   23 IR=IR+140
   14 IG(I)=IR
      DO 15 J=1,5000
   20 X1=0.0
      DO 16 I=1,KKK
      IA=IG(I)
      IB=IC(I)
      AA=X(IA,IB)
      IF(AA.EQ.0.0) GO TO 19
      X1=X1+AA
   16 IG(I)=IG(I)+1
      GO TO 17
   19 CALL I5RAN(IX)
      IR=IX
      IR=FLOAT(IR)*4.0/419430.4
      IF(IR-0)24,24,25
   24 IR=IR+40
   25 IC(I)=IR
      IR=1
      IG(I)=IR
      GO TO 20
   17 A(J)=X1
   15 CONTINUE
      DO 30 I=1,500
      F(I)=0.0
   30 CONTINUE
      DO 32 J=1,5000
      XM=0.0
      I=0
   31 XM=XM+0.1
      I=I+1
      IF(XM.LT.A(J)) GO TO 31
      F(I)=F(I)+1.0
   32 CONTINUE
      DO 33 I=1,500
      C(I)=F(I)/5000.0
   33 CONTINUE
      B(1)=0.0
      B(1)=B(1)+C(1)
      DO 34 I=2,500
      B(I)=B(I-1)+C(I)
   34 CONTINUE
      WRITE(6,910)KKK
  910 FORMAT(1H0,5X,10HRYUZUKESU=,
     +I2)
      WRITE(6,901)
  901 FORMAT(1H0,11HCUMULATIVE ,
     +9HFREQUENCY)
      WRITE(6,902)(B(I),I=1,500)
  902 FORMAT(1H ,10F12.8)
      RAM(K)=B(ISAI)
      IF(K-1)50,50,51
   50 AMIYU(K)=1.0-B(ISAI)
      GO TO 13
   51 AMIYU(K)=1.0-RAM(K-1)
   13 CONTINUE
      DO 60 K=1,10
      IF(AMIYU(K)-0.000002)60,61,61
   61 L=K
      GO TO 62
   60 CONTINUE
   62 I=0
      DO 63 K=L,10
      I=I+1
      AMIYU(I)=AMIYU(K)
      RAM(I)=RAM(K)
   63 CONTINUE
      DO 64 I=1,10
      ARAM(I+1)=RAM(I)
   64 CONTINUE
      ARAM(1)=1.0
      AJOMY=1.0
      AJORM=1.0
      WA=0.0
      DO 65 I=1,10
      AJORM=ARAM(I)*AJORM
      IF(AMIYU(I)-0.0)68,68,69
   68 AMIYU(I)=1.0
      GO TO 69
   69 AJOMY=AMIYU(I)*AJOMY
      SP(I)=AJORM/AJOMY
      WA=WA+SP(I)
   65 CONTINUE
      P0=1.0/(1.0+WA)
      P(1)=ARAM(1)*P0/AMIYJ(1)
      DO 66 I=1,10
      I1=I+1
      P(I1)=ARAM(I1)*P(I)/AMIYJ(I1)
   66 CONTINUE
      DO 67 I=1,10
      AAMIYU(I+1)=AMIYU(I)
   67 CONTINUE
      AAMIYU(1)=0.0
      KN0=N0+L-2
      WRITE(6,71)N0,KN0,DE,P0
   71 FORMAT(1H0,5X,3HN0=,I2,5X,
     +4HKN0=,I2,5X,
     +15HMOKUTEKI SENDO=,F10.5,
     +5X,3HP0=,F10.8/1H0,7X,
     +1HN,10X,6HRAMUDA,20X,
     +4HMIYU,20X,1HP)
      KMF=11
      DO 1000 I=1,10
      PP(I+1)=P(I)
  000 CONTINUE
      PP(1)=P0
      DO 72 I=1,KMF
      JJJ=I-1
      WRITE(6,73)JJJ,ARAM(I),
     +AAMIYU(I),PP(I)
   73 FORMAT(1H ,7X,I3,9X,F10.8,
     +16X,F10.8,14X,F10.8)
   72 CONTINUE
      KM1=11
      BMEN=0.0
      BSD=0.0
      DO 101 I=1,KM1
      IIJ=I-1
      AKN=KN0+IIJ
      BMEN=BMEN+AKN*PP(I)
      BSD=BSD+AKN**2*PP(I)
  101 CONTINUE
      BVARI=BSD-BMEN**2
      BBVARI=ABS(BVARI)
      BSSD=SQRT(BBVARI)
      WRITE(6,102)BMEN,BVARI,BSSD
  102 FORMAT(1H0,5HMEAN=,F20.8,
     +5X,9HVARIANCE=,F20.8,5X,
     +19HSTANDARD DEVIATION=,F20.8)
      STOP
      END
```

第3図　定粒生糸繊度分布を計算機内で作成し，粒付数分布を算出するプログラム

注　供試繭糸繊度曲線の本数40本。繭糸繊度曲線を構成する繭糸繊度糸の最大本数は 140 本。第4図も同じ条件である。

となることから $p(0)$ を算出し

$$p(n)=\frac{\lambda_{n-1}}{\mu_n}p(n-1)\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(11)$$

なる形で $p(n)$ を求めるプログラムを作成した。なお (4), (5) 式の細限繊度 L は

$$L=\Delta-\frac{\delta}{2}\left(1+\left(\frac{\sigma}{\delta}\right)^2\right)\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(12)$$

なる関係（嶋崎，1961a）で繭糸繊度特性と生糸目的繊度 Δ とから導くことにした。計算過程のプログラムは第2図に示す。計算機に入力するデータは正規確率読込み階級数MM，正規確率ＳＮＯ(Ｉ)，繭糸平均繊度ＧＵ，繭糸繊度偏差ＳＩ，生糸目的繊度ＤＥである。

2. 実測繭糸繊度曲線に基づく生糸繊度分布を用いた場合

定粒生糸の繊度分布は一般に正規分布より扁平な形を示す（嶋崎，1961b)。そこで正規性の仮定をはずし，繭糸繊度曲線を読込んで必要な定粒生糸を乱数（山内，1972）を発生させて作成し，その繊度分布を用いて λ_n, μ_n を算出し (10)～(11) 式に代入して $p(n)$ を算出するプログラムを作成した。そのプログラムを第3図に示す。入力データは生糸目的繊度ＤＥ，繭糸繊度曲線Ｘ(Ｉ，Ｊ)，ここにＪは繭糸指定，Ｉは繭糸部位指定の指数である。なお第3図のプログラム中で呼ばれる subroutine I5RAN (IX) は第4図末尾の10行に示されたもので，重複するためこの図では省略した。

3. 繭糸繊度曲線を用いた模擬繰糸実験による場合の粒付分布算出プログラム

上記二つのプログラムはいずれも目的生糸繊度と繭糸繊度特性とを与えて粒付分布を理論的に導くものであつた。ここでは繭糸繊度曲線を用いて計算機内で乱数を発生させつつ模擬繰糸を行ない，その間

```
      MONTE CARLO METHOD
    DIMENSION X(140,40),A(10000),
   +IRC(20),IC(20),IG(20),
   +IIC(20),IIG(20),B(20)
    READ(5,10)DE,GU,SI
 10 FORMAT(F5.2,2F11.8)
    DO 11 J=1,40
    READ(5,12)(X(I,J),I=1,140)
 12 FORMAT(20F4.2)
 11 CONTINUE
    SAIGEN=DE-
   +GU*(1.0+(SI/GU)**2)/2.0
    NO=SAIGEN/(GU+3.0*SI)+0.5
    IX=-1
    DO 14 I=1,NO
    CALL I5RAN(IX)
    IR=IX
    IR=FLOAT(IR)*4.0/419430.4
    IF(IR-0)21,21,22
 21 IR=IR+40
 22 IC(I)=IR
    CALL I5RAN(IX)
    IR=IX
    IR=FLOAT(IR)*14.0/419430.4
    IF(IR-0)23,23,14
 23 IR=IR+140
 14 IG(I)=IR
    DO 32 I=1,20
    IRC(I)=0
 32 CONTINUE
    KCONT=0
    DO 15 J=1,5000
    X1=0.0
    IRUK=0
    I=0
 70 I=I+1
    IA=IG(I)
    IB=IC(I)
    AA=X(IA,IB)
    IF(AA.EQ.0.0) GO TO 19
    X1=X1+AA
    IG(I)=IG(I)+1
    IF(I-NO)70,17,17
 20 IRUK=IRUK+1
    X1=X1+AA
    IF(I-NO)70,60,60
 60 GO TO 17
 19 CALL I5RAN(IX)
    IR=IX
    IR=FLOAT(IR)*4.0/419430.4
    IF(IR-0)24,24,25
 24 IR=IR+40
 25 IC(I)=IR
    IG(I)=1
    GO TO 20
 17 A(J)=X1
    IDOS=NO-IRUK
    IF(A(J)-SAIGEN)30,30,31
 31 IRC(IDOS)=IRC(IDOS)+1
    GO TO 80
 30 IF(J-1)200,200,201
200 DO 33 II=1,15
    CALL I5RAN(IX)
    IR=IX
    IR=FLOAT(IR)*4.0/419430.4
    IF(IR-0)34,34,35
 34 IR=IR+40
 35 IIC(II)=IR
    CALL I5RAN(IX)
    IR=IX
    IR=FLOAT(IR)*14.0/419430.4
    IF(IR-0)36,36,37
 36 IR=IR+140
 37 IIG(II)=IR
 33 CONTINUE
201 IIRUK=0
    DO 42 II=1,15
    IIA=IIG(II)
    IIB=IIC(II)
    AAA=X(IIA,IIB)
    IF(AAA.EQ.0.0) GO TO 38
    A(J)=A(J)+AAA
    IIG(II)=IIG(II)+1
    GO TO 39
 43 IIRUK=IIRUK+1
    A(J)=A(J)+AAA
    GO TO 39
 38 CALL I5RAN(IX)
    IR=IX
    IR=FLOAT(IR)*4.0/419430.4
    IF(IR-0)40,40,41
 40 IR=IR+40
 41 IIC(II)=IR
    IIG(II)=1
    GO TO 43
 39 IF(A(J)-SAIGEN)42,42,45
 45 L=IDOS+II-IIRUK
    IRC(L)=IRC(L)+1
    GO TO 80
 42 CONTINUE
    IF(II.EQ.15) GO TO 15
 80 KCONT=KCONT+1
 15 CONTINUE
    DO 50 I=1,20
    LL=IRC(I)
    B(I)=FLOAT(LL)/FLOAT(KCONT)
    WRITE(6,300)LL,KCONT
300 FORMAT(1H ,I5,I7)
 50 CONTINUE
    WRITE(6,100)NO,DE,GU,SI
100 FORMAT(1H0,5X,3HNO=,I2,5X,
   +3HDE=,F5.2,5X,3HGU=,F7.4,
   +3HSI=,F7.4/1H0,7X,1HN,
   +5X,1HP)
    DO 52 I=1,12
    WRITE(6,110)I,B(I)
110 FORMAT(1H ,7X,I2,4X,F10.7)
 52 CONTINUE
    BMEN=0.0
    BSD=0.0
    DO 54 I=1,12
    BMEN=BMEN+FLOAT(I)*B(I)
    BSD=BSD+FLOAT(I)**2*B(I)
 54 CONTINUE
    BVARI=BSD-BMEN**2
    BBVARI=ABS(BVARI)
    BSSD=SQRT(BBVARI)
    WRITE(6,120)BMEN,BVARI,BSSD
120 FORMAT(1H0,5HMEAN=,F12.8,
   +5X,9HVARIANCE=,F12.8,5X,
   +'STANDARD DEVIATION=',F12.8)
    STOP
    END
    SUBROUTINE I5RAN(IX)
    IF(IX.GT.0) GO TO 40
    IX=28551
 40 IX=IX*134459
    IT=IX/4194304
    IX=IX-IT*4194304
    IF(IX)41,42,42
 41 IX=IX+4194304
 42 RETURN
    END
```

第4図　モンテカルロ法によつて繭数を数え，粒付分布を作成するプログラム

にみられる粒付数を数えて粒付分布を作成するプログラムを第4図に示す。ここで入力するデータは生糸の目的繊度ＤＥ，繭糸繊度ＧＵ，繭糸繊度偏差ＳＩと繭糸繊度曲線Ｘ(Ｉ，Ｊ)である。

4. その他の基準値

最小粒付数 n_0 繭糸繊度の最大値を $\delta+3\sigma$ とおき，細限繊度をこの値で除した商を四捨五入して最小粒付数の第1次近似とした。すなわち n_0 はガウス記号を用い

$$n_0=\left[\left\{\varDelta-\frac{\delta}{2}\left(1+\left(\frac{\sigma}{\delta}\right)^2\right)\right\}\Big/\{\delta+3\sigma\}+0.5\right] \quad \cdots\cdots(13)$$

で与えられるものとした。しかし計算実行の結果，この方式は安全幅が大きく非能率的であることが知られたので μ_n が 1.0×10^{-6} 以下の場合は μ_n がその値をとる n で n_0 をおきかえるよう工夫した。

n* の最大数 *m 適正に定繊繰糸が行なわれていれば細限繊度に接緒時繭糸繊度を加えた値を超える生糸繊度は多くは生じないと考えられる。しかし14デニール以下の細繊度生糸の繰糸にあつては繭糸繊度曲線の影響をうけて接緒以後極大生糸繊度の生じることがしばしば生じる（第1図)。それゆえ，ここでは定繊生糸の最大繊度は生糸目的繊度に繭糸の最大繊度を5デニールと見込んでこれを加えた値とし，それを最細繭糸繊度 $\delta-3\sigma$ で除し，端数を四捨五入して最大粒付数 m とした。

$$m=[(\varDelta+5.0)/(\delta-3\sigma)+0.5] \quad \cdots\cdots(14)$$

しかし，ここでも最小粒付数の場合と同じく定常状態で m がこの値以上になることは極めて稀で非能率的であることが知られたので，最大粒付数 m は μ_n が 1.0 になるときの n でおきかえるようにした。

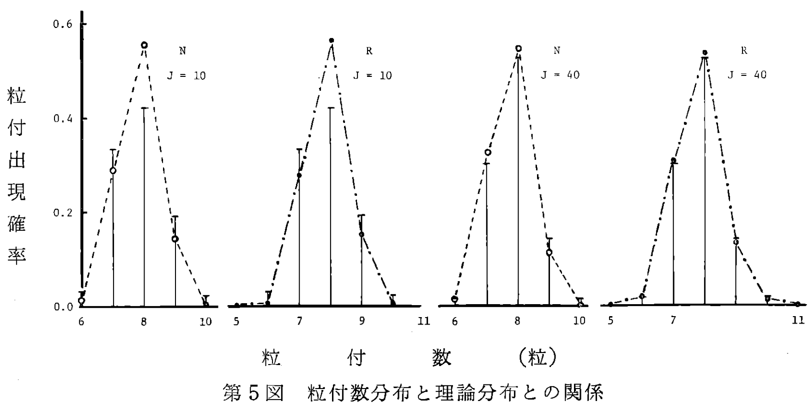
結果と考察

実際に数えることによつて求めた粒付数(5000回)の相対度数を第5図に棒状図表で示す。定粒生糸の各粒付数別生糸の繊度分布が正規分布に従うと仮定して求めた理論粒付分布は図中に白丸点線で示す。生糸繊度分布形に仮定をおかず作成した生糸繊度分布そのものから λ_n, μ_n を計算して理論粒付分布を作成した結果は図中に黒丸鎖線で示した。モンテカルロ法で K 粒付生糸，$K=n_0$, $n_0+1....m$ をそれぞれ作成し λ_n, μ_n を計算するには長い計算時間を要するので用いる繭糸繊度曲線を最小本数にするため，10本からはじめ逐次多くして検討を試みた。その結果の1例を図中にＪ＝10，Ｊ＝40 として示した。ここにＪは母集団繭糸繊度曲線群の大きさで，モンテカルロ法ではこの本数の中から復元抽出法により繰返し抽出した。これらの結果から

(i) 40粒の繭糸繊度曲線群を用いるとほぼ代表性のある模擬繰糸過程が実行できる。

(ii) 実測生糸繊度分布を用いて λ_n, μ_n を作成すると第3図のプログラムにより粒付分布は十分満足できる精度で推定できる。

(iii) 生糸繊度分布が正規分布に従うとの仮定をおいて，第2図のプログラムで粒付分布を作成した



第5図 粒付数分布と理論分布との関係

注 Ｊ：供試繭糸本数の大きさ。Ｎ：定粒生糸繊度分布に正規分布を仮定した場合。
Ｒ：定粒生糸繊度分布をそのまま用いた場合。棒状図：実測分布。点，鎖線：理論値。

結果は実測生糸繊度分布を用いた場合より若干精度が低下する。しかし，実用的には差支えない近似値を与える。

(iv) 入力データの簡便性，計算速度からみて，正規分布を仮定した第2図のプログラムが最も実用的なプログラムと考えられる。

なお，HITAC8800/8700 で最適水準 OPT＝2 を用いて粒付分布を作成した計算時間は正規分布の仮定をおいた第2図のプログラムで1.798秒，実際の生糸繊度分布を作成する第3図のプログラムで25.996秒，具体的に粒付数を数えて粒付数の相対度数分布を作成する第4図のプログラムを用いた場合は4.165秒であつた。

摘　　要

定繊繰糸工程における繭粒付数の理論分布を計算するための三つの計算機プログラムを開発し，それらのプログラムがいずれも満足できる結果を与えていることを検証した。しかし単純性と有用性を考える限りでは，つぎの仮定から導かれるプログラムが最も実用的であることが知られた。

λ_n と μ_n は正規分布に従う生糸繊度の確率分布からえられるパラメータ

$$\lambda_n=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{K}\,\sigma}\int_{-\infty}^{L}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-K\delta}{\sqrt{K}\,\sigma}\right)^2\right\}dx$$

$$\mu_n=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{K-1}\,\sigma}\cdot\int_{L}^{\infty}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-(K-1)\delta}{\sqrt{K-1}\,\sigma}\right)^2\right\}dx$$

であるとする。ここに K は n_0 が最小粒付数，n を確率変数とするとき $K=n_0+n$ で示される繭粒付数である。δ, σ は繭糸の平均繊度と繊度偏差で L は細限繊度といわれるもので

$$L=\Delta-\frac{\delta}{2}\left(1+\left(\frac{\sigma}{\delta}\right)^2\right)$$

で与えられる。ここに Δ は生糸の目的繊度である。そうすると確率変数 n の確率 $p(n)$ は

$$p(0)=1/\left\{1+\frac{\lambda_0}{\mu_1}+\frac{\lambda_0\lambda_1}{\mu_1\mu_2}+\cdots\cdots\right\}$$

$$p(n)=\frac{\lambda_{n-1}}{\mu_n}p(n-1)$$

で与えられる。しかしながら，本文にはフォートラン言語で書かれた三つのプログラムをのせた。上記の実用的なプログラムを用いると粒付分布の計算は1～2秒内に実行される。

文　　献

橋本弘儀 (1956)：日蚕雑，**25**，313-316.

三戸森確郎 (1931)：蚕糸学報，**13**，643-652.

小野四郎 (1966)：生糸の品質向上に関する繰糸の基礎的研究 (学位論文)，105-106.

嶋崎昭典・坪井　恒・笠井忠光 (1958)：日蚕雑，**27**，277-282.

嶋崎昭典 (1961a)：蚕試報，**16**，538-545.

嶋崎昭典 (1961b)：蚕試報，**16**，567-583.

山内二郎編 (1972)：統計数値表，265，日本規格協会，東京.

Summary

Studies on the distribution properties of cocoon numbers per thread in the fixed size reeling process

I. On computer programs for calculating the distribution

By

Akinori SHIMAZAKI and Fumiaki FUJITA

We developed three programs for calculating the theoretical distribution of cocoon numbers in fixed size reeling process. Verified that all of them gave satisfying result. But the program derived from the following assumptions was the most practical, because it is simple and useful.

Let λ_n and μ_n be the parameters given from the raw silk size probability that depends on the normal distribution,

$$\lambda_n=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{K}\,\sigma}\int_{-\infty}^{L}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-K\delta}{\sqrt{K}\,\sigma}\right)^2\right\}dx$$

$$\mu_n=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{K-1}\,\sigma}\int_{L}^{\infty}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-(K-1)\delta}{\sqrt{K-1}\,\sigma}\right)^2\right\}dx.$$

K is the cocoon numbers that can express $K=n_0+n$ when n_0 is the least cocoon numbers and n is the random variable. δ, σ are the mean size and size deviation of cocoon filament. L, called the limit size for cocoon feeding, is given by the next equation

$$L=\Delta-\frac{\delta}{2}\left(1+\left(\frac{\sigma}{\delta}\right)^2\right)$$

where, Δ is the objective size of raw silk.

Then $p(n)$, say the probability of the random variable n, is as follows

$$p(0)=1\Big/\left\{1+\frac{\lambda_0}{\mu_1}+\frac{\lambda_0\lambda_1}{\mu_1\mu_2}+\dots\dots\right\}$$

$$p(n)=\frac{\lambda_{n-1}}{\mu_n}p(n-1)$$

$$n=1,\ 2,\ 3,\dots\dots$$

In this paper, however, the three programs written by FORTRAN language were shown. The calculation of the theoretical distribution would be performed within one or two seconds if we used the practical program.

(Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University, Ueda 〒386)