

樹幹析解의 電算化 프로그램 開發¹

趙 應 赫²

A Computer Program for Stem Analysis¹

Eung Hyouk Cho²

要 約

樹幹析解를 위한 計算時間을 크게 短縮시키면서 正確한 計算結果를 얻을 수 있는 電算化프로그램을 BASIC 語로 開發하였다. 圓板測定資料 등은 使用者 자신이 電算機에 직접 入力시킬 수 있도록 하였으며, 資料目錄, 斷面積, 齡級別 樹高, 각종 成長量과 成長率 등이 出力되도록 하였다. 이 때, 통나무 材積은 Huber式에 의하여 計算하였으며 成長率は Pressler式에 의하여 計算하였다. 本 프로그램의 目錄은 附錄 I과 같다.

ABSTRACT

A computer program for stem analysis has been prepared by using BASIC language. Annual-ring counts and other input data can be directly entered for necessary calculation, and outputs are data lists, cross-section areas, age-height relationships, growth rates, total, annual, and mean increments of height, D.B.H. and volume for an individual tree. The sectional log volumes are calculated by Huber's formula, and the growth rates by Pressler's in this program. A copy of the program listing is in appendix I.

Key words: computer program; BASIC; stem analysis.

緒 論

樹幹析解는 單木의 成長過程을 精確히 査定함으로써 앞으로의 林分成長을 推定하기 위하여 오래전부터 널리 利用되고 있는 方法이다. 이러한 樹幹析解를 위해서는 圓板을 測定한 후, 여러 단계의 計算過程을 거쳐서 필요한 結果를 얻게 된다.⁴⁾ 그런데, 이러한 計算을 직접 손으로 實行하려면 많은 時間이 所要된 것은 물론이고, 計算過程에서 誤謬가 나타나기 쉽다.

따라서, 本 研究는 樹幹析解를 위한 計算時間을 크게 短縮시키면서 正確한 計算結果를 얻을 수 있는 電

算化프로그램을 開發하는데 目的이 있다. 우리나라에서는 지금까지 이에 대한 報告를 찾을 수 없으나, 日本에서는 1977년에 川端幸藏 등이 林業試驗場 電算機프로그래밍 報告의 하나로 樹幹析解에 대하여 報告한 바 있으며³⁾, 美國에서도 1975년에 Herman 등이 이에 대하여 報告하였다.¹⁾

이들이 報告한 프로그램과 本 研究에서 開發된 프로그램은 서로 많은 차이를 보이고 있으나, 그 가운데서도 중요한 몇가지는 다음과 같다.

첫째로, 이들의 프로그램은 FORTRAN 語를 사용하여 주로 大型機種에 알맞도록 作成되어 있으나, 여기에 提示한 프로그램은 BASIC 語를 이용하여 使用

¹ 接受 4月 4日 Received April 4, 1985.

² 忠南大學校 農科大學 College of Agriculture, Chungnam National University, Daejeon, Korea.

者 자신이 電算機와 대화하는 방식으로 직접 資料를 入力시킬 수 있게 함으로써^{2,5)} 使用者의 필요에 따라 迅速하고 간편하게 電算機를 이용할 수 있게 하였다. 둘째로, 이들이 報告한 프로그램은 齡級別 樹高를 종전의 방식대로 구한 후 電算機에 入力하여 材積과 成長量 등을 計算하도록 作成되었으나, 본 프로그램은 각 圓板의 年齡數만을 入力하여 電算機에 의하여 齡級別 樹高가 計算되도록 하였다. 셋째로, 이들의 프로그램은 幹材積을 구할 때 Smalian式에 의한 區分求積法을 적용하였으나, 본 프로그램은 Huber式에 의한 區分求積法을 적용하여 幹材積을 구하는 등 현실적으로 우리나라에서 실행되고 있는 樹幹析解方法에 알맞도록 作成하였다.

材料 및 方法

1. 프로그램 言語

本 프로그램은 요즘 우리나라에서 비교적 低廉한 價格으로 急速히 보급되고 있는 Apple II + 機種에 가장 적합한 Apple soft BASIC語로 작성되었다.^{2,5)}

2. 入力方法

"READ...DATA"에 의한 方法은 入力文이 프로그램의 一部로 遂行되기 때문에 資料를 入力할 때마다 文番號와 "DATA"文을 함께 넣어야 하는 불편이 있고, 또한 프로그램이 遂行된 후에도 이미 入力된 資料가 消滅되지 않아서 연속적인 樹幹析解作業을 하는데 불편한 점이 있으므로 본 프로그램에서는 "INPUT"文에 의한 入力方法을 이용하였다.

入力內容은 標準木番號, 圓板의 數, 1番圓板(0.2m)의 齡級數, 樹令, 總樹高, 각 圓板의 年輪數 및 半徑測定資料이다.

3. 出力內容과 計算方法

本 프로그램은 8個의 副프로그램(subroutine)을 설정하여 斷面積, 齡級別 樹高, 根株材積, 缺頂幹材積, 梢頭部材積, 各種 成長量과 成長率이 出力되도록 하였으며, 그 計算方法을 略述하면 다음과 같다.

(1) 年輪測定資料를 3次元配列에 의하여 入力하고,²⁾ 圓面積計算公式에 의하여 齡級別로 斷面積을 計算하였다.

(2) 齡級別 樹高는 各斷面의 年輪數만을 入力하여 電算機內에서 各斷面高에 달하는 年數를 計算한 후, 樹高曲線法의 趣旨에 알맞도록 比例式으로 計算하였

다.

(3) 根株材積은 直線延長法에 따라 地表部位의 齡級別 直徑과 斷面積을 電算機內에서 計算하여 Smalian式으로 求하였다.

(4) 缺頂幹材積은 Huber式에 의한 區分求積法으로 計算하였다.

(5) 梢頭部材積은 缺頂幹材積에 포함되는 部位까지의 높이를 찾아 이를 總樹高에서 空除하여 梢頭部の 길이를 求하는 동시에 基部直徑과 斷面積을 求하여, 圓錐體積公式으로 計算하였다.

(6) 連年成長量은 定期平均成長量에 의하여 計算하였으며, 成長率은 Pressler式에 의하여 計算하였다.

結果 및 考察

本 프로그램의 內容은 附錄으로 添附하였다. 이 프로그램에는 "MENU"를 設定하여, 資料目錄, 斷面積 計算過程, 齡級別 樹高와 材積, 各種 成長量과 成長率을 반복하여 畫面에 나타낼 수 있고 또한 필요에 따라 이들을 印刷할 수 있도록 하였다. 34年生 신갈 나무의 圓板測定資料를 本 프로그램으로 遂行시킨 結果는 表 1~6과 같다.

表 1은 入力된 資料目錄의 일부이며 圓板番號와 함께 各 圓板에서 4方向으로 測定한 半徑測定資料를

Table 1. Data lists

No.	AGE	ANNUAL-RING COUNTS				
1	54	16.1	11.3	9.8	11.6	
1	34	15.5	10.5	9.1	11	
1	30	14	9.6	8.1	10.3	
1	25	11.5	7.7	7.1	9	
1	20	8.1	6	5.7	7.1	
1	15	4.2	3.8	3.2	4.1	
1	10	2.3	2.2	2.1	2.3	
1	5	1	.9	1.1	.8	

Table 2. Cross-section area calculation

No.	AGE	SUN	MEAN	DIA.	CROSS-AR.
1	34	48.8	12.2	24.4	.0468
1	34	46.1	11.53	23.05	.0417
1	30	42	10.5	21	.0346
1	25	35.3	8.83	17.65	.0245
1	20	26.9	6.73	13.45	.0142
1	15	15.3	3.83	7.65	4.6E-03
1	10	8.9	2.22	4.45	1.6E-03
1	5	3.8	.95	1.9	3E-04

Table 3. Sum of log volume

AGE	M-STEM	TOP	STUMP	TOTAL
5	0	0	1E-04	1E-04
10	2.9E-03	0	7E-04	3.6E-03
15	.0113	0	2.1E-03	.0134
20	.035	0	6.6E-03	.0415
25	.0628	0	.0113	.0741
30	.0944	0	.016	.1104
34	.1149	0	.0192	.1341
34	.1346	1E-04	.0216	.1562

Table 4. Height growth

AGE	TOTAL	C.A.I.	M.A.I.	GROWTH%
5	1.87	.67	.37	18.87
10	5.2	.47	.52	7.33
15	7.53	.33	.5	3.98
20	9.2	.47	.46	4.5
25	11.53	.17	.46	1.39
30	12.37	.11	.41	.95
34	12.8		.38	

Table 5. Diameter growth at D.B.H.

AGE	TOTAL	C.A.I.	M.A.I.	GROWTH%
5	1.45	.43	.29	17.03
10	3.6	.5	.36	10.31
15	6.1	.75	.41	9.4
20	9.85	.63	.49	5.51
25	13	.45	.52	3.19
30	15.25	.3	.51	2.08
34	16.45		.48	
34B	17.7		.52	

齡級別로 보여줌으로써 入力資料에 잘못이 없는가를 다시 確認할 때 이용할 수 있다. 表 1의 資料에 의하여 齡級別 斷面積을 計算한 結果는 表 2와 같으며, 여기에는 4方向의 半徑測定值合計, 平均半徑과 直徑(cm), 斷面積(m²) 計算結果가 나타나 있다.

表 3은 缺頂幹材積, 梢頭部材積, 根株材積 및 總材積을 計算한 結果이며, 本 프로그램은 또한 이러

Table 6. Volume growth

AGE	TOTAL	C.A.I.	M.A.I.	GROWTH%
5	1E-04	7E-04	0	37.18
10	3.6E-03	2E-03	4E-04	23.13
15	.0134	5.6E-03	9E-04	20.44
20	.0415	6.5E-03	2.1E-03	11.28
25	.0741	7.2E-03	3E-03	7.85
30	.1104	5.9E-03	3.7E-03	5.35
34	.1341		3.9E-03	
34B	.1562		4.6E-03	

한 部位의 각각에 대한 材積計算過程과 齡級別 樹高의 計算過程도 함께 出力할 수 있도록 作成되었다.

表 4~6은 樹高, 胸高直徑 및 材積에 대한 總成長量, 連年成長量, 總平均成長量 및 成長率을 計算한 結果를 보여주고 있다.

이상의 計算結果는 順次화일(Sequential file)에 저장하였다가 앞으로의 다른 計算을 위하여 必要할 대 수시로 出力시켜 利用할 수도 있으며, 本 프로그램의 利用者에게 편의를 주기 위하여 Floppy disk를 마련하였다.

引用 文 獻

1. Herman, F. R., *et al.* 1975. Field and computer techniques for stem analysis of coniferous forest trees, USDA Forest Service Research Paper PNW-194, p.51.
2. 黃熙隆, 韓松曄. 1984. Apple II BASIC 프로그램 매명. 敎學社. 557pp.
3. Kawabata, K. and S. Toshiaki. 1977. Report on computer programming(7)-Stem analysis-, Bull. Gov. For. Exp. Sta. No. 297, 61-85.
4. 金甲德外. 1977. 測樹學. 鄉文社. pp.70~78.
5. 李漢植. 1984. Apple II에 의한 BASIC 프로그램 매명. 敎學社. 333pp.
6. Prodan, M., 1968. Forest Biometrics. Pergamon Press. pp.341~394.

Appendix I. Stem analysis program listing

```

1 PR# 1: POKE 1657,52
2 PRINT CHR$(15);
3 PRINT CHR$(27);"0";
4 PRINT CHR$(27);"Q"; CHR$(52)
5 PRINT CHR$(27);"N"; CHR$(24)
6 LIST
10 HOME
20 PRINT
30 PRINT " *****"
40 PRINT " * STEM ANALYSIS *"
50 PRINT " *****"
60 PRINT " BY CHD E.
H."
70 PRINT : PRINT : PRINT
80 INPUT "SAMPLE TREE NO.= ";ST
90 PRINT : PRINT : PRINT
100 INPUT "1.HOW MANY DISKS?.....=";H
D
110 INPUT "2.AGE INTERVALS ON DISK NO.1.=";A
I
120 INPUT "3.TREE AGE.....=";T
A
130 INPUT "4.TOTAL HEIGHT.....=";T
H
140 HOME
150 PRINT : PRINT : PRINT
160 INVERSE : PRINT "INPUT RING-COUNT DATA,"
: NORMAL
170 PRINT
180 PRINT "STARTING AT DISK NO.1(0.2M)"
190 PRINT : PRINT : PRINT
200 DIM A(HD,AI,4),SUM(HD,AI),MEAN(HD,AI),DM
(HD,AI),BA(HD,AI),HE(TA),DH(TH),RD(TA),AD
(TA),BSUM(AI),CSUM(HD),DSUM(AI),ESUM(HD)
210 DIM CH(TA),MH(TA),SH(TA),VL(AI),HT(AI),B
T(AI),VT(AI),HU(AI),BU(AI),VU(AI),SB(AI),
HSUM(AI),VS(AI),GC(AI),ISUM(AI),VE(AI),TT
(AI),TV(AI),VK(AI),CD(AI),MD(AI),GD(AI),C
V(AI),MV(AI),GV(AI)
220 FOR I = 1 TO HD
230 FOR J = 1 TO AI
240 PRINT I;";";J
250 INPUT "*COUNT #1-4 = ";A(I,J,1),A(I,J,2),
A(I,J,3),A(I,J,4)
260 NEXT J
270 INPUT ".....CORRECT?(Y/N)
";C#
280 IF C# = "N" THEN 230
290 NEXT I
300 HOME : PRINT : PRINT : PRINT
310 INVERSE : PRINT "PLEASE,": NORMAL
320 PRINT "ENTER NO. OF RINGS ON DISK!"
330 PRINT : PRINT : PRINT
340 FOR I = 1 TO HD
350 READ DH(I)
360 NEXT I
370 DH(HD) = DH(HD) - 1
380 PRINT "NO."; TAB(5)"HEIGHT"; TAB(14)"R
INGS"
390 FOR I = 1 TO HD
400 PRINT I; TAB(6)DH(I)
410 INPUT " -----";RD(I)
420 AD(I) = TA - RD(I)
430 NEXT I
440 INPUT ".....CORRECT?(Y/N)";B#
450 PRINT : PRINT
460 IF B# < > "N" THEN 530
470 RESTORE
480 FOR I = 1 TO HD
490 READ DH(I)
500 NEXT I
510 GOTO 370
520 DATA 0.2,1.2,3.2,5.2,7.2,9.2,11.2,13.2,
15.2,17.2,19.2,21.2,23.2,25.2,27.2,29.2,3
1.2
530 PRINT : PRINT
540 GOSUB 1050
550 GOSUB 1330
560 GOSUB 1790
570 GOSUB 1920
580 GOSUB 2270
590 GOSUB 3160
600 GOSUB 3350
610 GOSUB 3590
620 GOSUB 3850
630 HOME
640 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
650 INVERSE
660 PRINT TAB(4)"==TO SEE <MENU> PRESS ANY
KEY!==" : NORMAL : GET T$: GOTO 670
670 HOME
680 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
690 PRINT TAB(14)"===MENU==="
700 PRINT : PRINT
710 PRINT TAB(10)"WHICH DO YOU WANT?"
720 PRINT TAB(10)"-----"
730 PRINT TAB(10)"<0>DATA LIST"
740 PRINT TAB(10)"<1>B.A. CALCULATON"
750 PRINT TAB(10)"<2>AGE/HEIGHT"
760 PRINT TAB(10)"<3>SUM OF LOG VOLUME"
770 PRINT TAB(10)"<4>HEIGHT GROWTH"
780 PRINT TAB(10)"<5>DIAMETER GROWTH"
790 PRINT TAB(10)"<6>VOLUME GROWTH"
800 PRINT TAB(10)"<7>REENTER DATA"
810 PRINT TAB(10)"-----"
820 INPUT ".....SELECT NUMBER=";D
830 IF D > 7 THEN 820
840 PRINT : PRINT
850 INPUT "DO YOU NEED PRINTER?(Y/N)";E#
860 IF E# < > "N" THEN PR# 1
870 PRINT
880 PRINT "SAMPLE TREE NO.= ";ST
890 IF D = 0 THEN GOSUB 1040: GOTO 1000
900 IF D = 1 THEN GOSUB 1330: GOTO 1000
910 IF D = 2 THEN GOSUB 1910: GOTO 1000
920 IF D = 3 THEN GOSUB 3150: GOTO 1000
930 IF D = 4 THEN GOSUB 3340: GOTO 1000
940 IF D = 5 THEN GOSUB 3580: GOTO 1000
950 IF D = 6 THEN GOSUB 3840: GOTO 1000
960 HOME
970 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
980 INVERSE : PRINT "TO CONTINUE TYPE <<RUN>
>": NORMAL
990 IF D = 7 THEN END
1000 PR# 0

```

```

1010 PRINT : PRINT : PRINT
1020 INVERSE
1030 PRINT "TO RETURN TO (MENU) PRESS ANY KE
Y!": NORMAL : GET T$: GOTO 670
1040 HOME
1050 PRINT "DATA LIST"
1060 PRINT
1070 PRINT "-----"
1080 PRINT "NO.": TAB(5)"AGE": TAB(10)"...
ANNUAL-RING COUNTS...."
1090 PRINT "-----"
1100 BX = TA / 5
1110 Y = TA - BX * 5
1120 FOR I = 1 TO HD
1130 FOR J = 1 TO 2
1140 PRINT I: TAB(5)BX * 5 + Y: TAB(10)A(I
,J,1): TAB(17)A(I,J,2): TAB(24)A(I,J,3)
: TAB(31)A(I,J,4)
1150 NEXT J
1160 IF TA > BX * 5 THEN 1250
1170 Z = BX * 5 - 5
1180 FOR J = 3 TO AI
1190 PRINT I: TAB(5)Z: TAB(10)A(I,J,1): TAB(
17)A(I,J,2): TAB(24)A(I,J,3): TAB(31)A(
I,J,4)
1200 Z = Z - 5
1210 NEXT J
1220 PRINT "-----"
1230 NEXT I
1240 RETURN
1250 Z = BX * 5
1260 FOR J = 3 TO AI
1270 PRINT I: TAB(5)Z: TAB(10)A(I,J,1): TAB(
17)A(I,J,2): TAB(24)A(I,J,3): TAB(31)A(
I,J,4)
1280 Z = Z - 5
1290 NEXT J
1300 PRINT "-----"
1310 NEXT I
1320 RETURN
1330 HOME
1340 INVERSE : PRINT "WAIT A MOMENT!!": NORMAL

1350 PRINT : PRINT : PRINT
1360 PRINT "CROSS-AREA CALCULATION"
1370 PRINT
1380 PRINT "-----"
1390 PRINT "NO.": TAB(5)"AGE": TAB(10)"SUM
": TAB(17)"MEAN": TAB(24)"DIA.": TAB(3
1)"CROSS-AR."
1400 PRINT "-----"
1410 FOR I = 1 TO HD
1420 FOR J = 1 TO AI
1430 FOR K = 1 TO 4
1440 SUM(I,J) = SUM(I,J) + A(I,J,K)
1450 MEAN(I,J) = SUM(I,J) / 4
1460 DM(I,J) = MEAN(I,J) * 2
1470 BA(I,J) = DM(I,J) ^ 2 * 0.00031416 / 4
1480 NEXT K
1490 NEXT J
1500 NEXT I
1510 FOR I = 1 TO HD
1520 FOR J = 1 TO 2
1530 PRINT I: TAB(5)BX * 5 + Y: TAB(10)SUM(
I,J): TAB(17) INT (100 * MEAN(I,J) + 0.
5) / 100: TAB(24) INT (100 * DM(I,J) + 0
.5) / 100: TAB(31) INT (10000 * BA(I,J) +

```

```

0.5) / 10000
1540 NEXT J
1550 IF TA > BX * 5 THEN 1640
1560 Z = BX * 5 - 5
1570 FOR J = 3 TO AI
1580 PRINT I: TAB(5)Z: TAB(10)SUM(I,J): TAB(
17) INT (100 * MEAN(I,J) + 0.5) / 100: TAB(
24) INT (100 * DM(I,J) + 0.5) / 100: TAB(
31) INT (10000 * BA(I,J) + 0.5) / 10000
1590 Z = Z - 5
1600 NEXT J
1610 PRINT "-----"
1620 NEXT I
1630 GOTO 1710
1640 Z = BX * 5
1650 FOR J = 3 TO AI
1660 PRINT I: TAB(5)Z: TAB(10)SUM(I,J): TAB(
17) INT (100 * MEAN(I,J) + 0.5) / 100: TAB(
24) INT (100 * DM(I,J) + 0.5) / 100: TAB(
31) INT (10000 * BA(I,J) + 0.5) / 10000
1670 Z = Z - 5
1680 NEXT J
1690 PRINT "-----"
1700 NEXT I
1710 FOR I = 1 TO HD
1720 FOR J = 1 TO AI
1730 SUM(I,J) = 0
1740 NEXT J
1750 NEXT I
1760 PRINT : PRINT
1770 RETURN
1780 HOME
1790 PRINT "RELATIONSHIP OF DISK HEIGHT TO A
GE"
1800 PRINT
1810 PRINT "-----"
1820 PRINT "DISK": TAB(7)"DISK": TAB(15)"N
D. OF"
1830 PRINT "NO.": TAB(7)"HEIGHT": TAB(15)"
RINGS": TAB(23)"AGE"
1840 PRINT "-----"
1850 FOR I = 1 TO HD
1860 PRINT I: TAB(7)DH(I): TAB(15)RD(I): TAB(
23)AD(I)
1870 NEXT I
1880 PRINT "-----"
1890 PRINT : PRINT
1900 RETURN
1910 HOME
1920 BX = TA / 5
1930 K = 5
1940 IF K > AD(1) THEN 2030
1950 HE(K) = K * DH(1) / AD(1)
1960 FOR K = 10 TO BX * 5 - 5 STEP 5
1970 FOR J = 1 TO HD
1980 IF K = < AD(J) THEN 2000
1990 NEXT J
2000 HE(K) = ((K - AD(J - 1)) * (DH(J) - DH(J
- 1)) / (AD(J) - AD(J - 1))) + DH(J - 1)
2010 NEXT K
2020 GOTO 2100
2030 FOR I = 1 TO BX - 1
2040 FOR J = 1 TO HD
2050 IF K = < AD(J) THEN 2070
2060 NEXT J
2070 HE(K) = ((K - AD(J - 1)) * (DH(J) - DH(J
- 1)) / (AD(J) - AD(J - 1))) + DH(J - 1)
2080 K = K + 5
2090 NEXT I
2100 K = BX * 5
2110 IF K < AD(HD) THEN 2140

```

```

2120 HE(K) = ((K - AD(HD - 1)) * (DH(HD) - DH
(HD - 1)) / (AD(HD) - AD(HD - 1))) + DH(H
D - 1)
2130 GOTO 2150
2140 HE(K) = ((K - AD(HD)) * (TH - DH(HD)) /
(TA - AD(HD))) + DH(HD)
2150 PRINT "AGE/HEIGHT RELATIONSHIP"
2160 PRINT
2170 PRINT "-----"
2180 PRINT "AGE"; TAB( 10) "HEIGHT"
2190 PRINT "-----"
2200 FOR K = 5 TO TA STEP 5
2210 PRINT K; TAB( 10) INT (100 * HE(K) + 0.
5) / 100
2220 NEXT K
2230 PRINT "-----"
2240 PRINT : PRINT
2250 RETURN
2260 HOME
2270 PRINT "M-STEM VOLUME"
2280 PRINT
2290 PRINT "-----"
2300 PRINT "AGE"; TAB( 7) "CROSS-AR."; TAB( 1
5) "VOLUME"
2310 PRINT "-----"
2320 K = 5
2330 FOR J = AI TO 3 STEP - 1
2340 S = HE(K)
2350 IF TA = K THEN S = TH
2360 F = 1.2
2370 IF S - F < 1 THEN 2390
2380 F = F + 2; GOTO 2370
2390 HK = (F + 0.8) / 2
2400 FOR I = 1 TO HK
2410 BSUM(J) = BSUM(J) + BA(I,J)
2420 DSUM(J) = DSUM(J) - BA(1,J)
2430 VL(J) = DSUM(J) * 2
2440 NEXT I
2450 PRINT K; TAB( 7) INT (10000 * DSUM(J) +
0.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * VL(J)
+ 0.5) / 10000
2460 K = K + 5
2470 NEXT J
2480 FOR J = 2 TO 1 STEP - 1
2490 F = 1.2
2500 IF TH - F < 1 THEN 2520
2510 F = F + 2; GOTO 2500
2520 HL = (F + 0.8) / 2
2530 FOR I = 1 TO HL
2540 CSUM(J) = CSUM(J) + BA(I,J)
2550 ESUM(J) = CSUM(J) - BA(1,J)
2560 VK(J) = ESUM(J) * 2
2570 NEXT I
2580 PRINT TA; TAB( 7) INT (10000 * ESUM(J) +
0.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * VK(J)
+ 0.5) / 10000
2590 NEXT J
2600 PRINT "-----"
2610 PRINT : PRINT
2620 PRINT "VOLUME OF TOP LOG"
2630 PRINT
2640 PRINT "-----"
2650 PRINT "AGE"; TAB( 7) "HEIGHT"; TAB( 15) "
BASE AR."; TAB( 23) "VOLUME"
2660 PRINT "-----"
2670 N = 2.2
2680 K = 5
2690 FOR J = AI TO 3 STEP - 1
2700 S = HE(K)
2710 IF TA = K THEN S = TH
2720 IF S - N < 0 THEN 2740
2730 N = N + 2; GOTO 2720
2740 HT(J) = S - (N - 2)
2750 FOR I = 2 TO HD
2760 BT(J) = BA(I,J) * HT(J) / (S - (N - 3))
2770 VT(J) = HT(J) * BT(J) / 3
2780 NEXT I
2790 PRINT K; TAB( 7) INT (10000 * HT(J) + 0
.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * BT(J) +
0.5) / 10000; TAB( 23) INT (10000 * VT(J)
+ 0.5) / 10000
2800 K = K + 5
2810 NEXT J
2820 F = 1.2 :
2830 FOR J = 2 TO 1 STEP - 1
2840 IF TH - F < 1 THEN 2860
2850 F = F + 2; GOTO 2840
2860 HU(J) = TH - (F - 1)
2870 BU(J) = BA(HD,J)
2880 VU(J) = BA(HD,J) * HU(J) / 3
2890 PRINT TA; TAB( 7) INT (10000 * HU(J) +
0.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * BU(J)
+ 0.5) / 10000; TAB( 23) INT (10000 * VU
(J) + 0.5) / 10000
2900 NEXT J
2910 PRINT "-----"
2920 PRINT : PRINT
2930 PRINT "VOLUME OF STUMP"
2940 PRINT
2950 PRINT "-----"
2960 PRINT "AGE"; TAB( 7) "CROSS-AR."; TAB( 15
) "VOLUME"
2970 PRINT "-----"
2980 K = 5
2990 FOR J = AI TO 3 STEP - 1
3000 GB(J) = 1.2 * BA(1,J) + 0.2 * BA(2,J)
3010 HSUM(J) = BA(1,J) + GB(J)
3020 VS(J) = HSUM(J) * 0.2
3030 PRINT K; TAB( 7) INT (10000 * HSUM(J) +
0.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * VS(J)
+ 0.5) / 10000
3040 K = K + 5
3050 NEXT J
3060 FOR J = 2 TO 1 STEP - 1
3070 GC(J) = 1.2 * BA(1,J) + 0.2 * BA(2,J)
3080 ISUM(J) = BA(1,J) + GC(J)
3090 VZ(J) = ISUM(J) * 0.2
3100 PRINT TA; TAB( 7) INT (10000 * ISUM(J) +
0.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * VZ(J)
+ 0.5) / 10000
3110 NEXT J
3120 PRINT "-----"
3130 PRINT : PRINT
3140 RETURN
3150 HOME
3160 PRINT "SUM OF LOG VOLUME"
3170 PRINT
3180 PRINT "-----"
3190 PRINT "AGE"; TAB( 7) "M-STEM"; TAB( 15) "
TOP"; TAB( 23) "STUMP"; TAB( 31) "TOTAL"
3200 PRINT "-----"
3210 K = 5
3220 FOR J = AI TO 3 STEP - 1
3230 TT(J) = VL(J) + VT(J) + VS(J)
3240 PRINT K; TAB( 7) INT (10000 * VL(J) + 0
.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * VT(J) +
0.5) / 10000; TAB( 23) INT (10000 * VS(J)
+ 0.5) / 10000; TAB( 31) INT (10000 * TT
(J) + 0.5) / 10000
3250 K = K + 5
3260 NEXT J
3270 FOR J = 2 TO 1 STEP - 1
3280 TV(J) = VK(J) + VU(J) + VZ(J)
3290 PRINT TA; TAB( 7) INT (10000 * VK(J) +

```

```

0.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * VU(J)
+ 0.5) / 10000; TAB( 23) INT (10000 * VZ
(J) + 0.5) / 10000; TAB( 31) INT (10000 *
TV(J) + 0.5) / 10000
3300 NEXT J
3310 PRINT "-----"
3320 PRINT : PRINT
3330 RETURN
3340 HOME
3350 PRINT "HEIGHT GROWTH"
3360 PRINT
3370 PRINT "-----"
3380 PRINT "AGE"; TAB( 7)"TOTAL"; TAB( 15)"C
.A.I."; TAB( 23)"M.A.I."; TAB( 31)"GROWTH
"
3390 PRINT "-----"
3400 FOR K = 5 TO BZ * 5 - 5 STEP 5
3410 CH(K) = (HE(K + 5) - HE(K)) / 5
3420 MH(K) = HE(K) / K
3430 GH(K) = (HE(K + 5) - HE(K)) / (HE(K + 5)
+ HE(K)) * 40
3440 PRINT K; TAB( 7) INT (100 * HE(K) + 0.5
) / 100; TAB( 15) INT (100 * CH(K) + 0.5) /
100; TAB( 23) INT (100 * MH(K) + 0.5) /
100; TAB( 31) INT (100 * GH(K) + 0.5) / 1
00
3450 NEXT K
3460 I = BZ * 5
3470 IF TA > I THEN 3500
3480 PRINT TA; TAB( 7)TH; TAB( 23) INT (100 *
TH / TA + 0.5) / 100
3490 GOTO 3540
3500 CX = (TH - HE(I)) / (TA - I)
3510 MX = HE(I) / I
3520 GX = (TH - HE(I)) / (TH + HE(I)) * 220 /
(TA - I)
3530 PRINT I; TAB( 7) INT (100 * HE(I) + 0.5
) / 100; TAB( 15) INT (100 * CX + 0.5) /
100; TAB( 23) INT (100 * MX + 0.5) / 100;
TAB( 31) INT (100 * GX + 0.5) / 100
3540 PRINT TA; TAB( 7)TH; TAB( 23) INT (100 *
(TH / TA) + 0.5) / 100
3550 PRINT "-----"
3560 PRINT : PRINT
3570 RETURN
3580 HOME
3590 PRINT "DIAMETER GROWTH AT D.B.H."
3600 PRINT
3610 PRINT "-----"
3620 PRINT "AGE"; TAB( 7)"TOTAL"; TAB( 15)"C
.A.I."; TAB( 23)"M.A.I."; TAB( 31)"GROWTH
"
3630 PRINT "-----"
3640 I = 5
3650 FOR J = AI TO 3 STEP - 1
3660 CD(J) = (DM(2, J - 1) - DM(2, J)) / 5
3670 MD(J) = DM(2, J) / I
3680 GD(J) = (DM(2, J - 1) - DM(2, J)) / (DM(2,
J - 1) + DM(2, J)) * 40
3690 PRINT I; TAB( 7) INT (100 * DM(2, J) + 0
.5) / 100; TAB( 15) INT (100 * CD(J) + 0.
5) / 100; TAB( 23) INT (100 * MD(J) + 0.5
) / 100; TAB( 31) INT (100 * GD(J) + 0.5)
/ 100
3700 I = I + 5
3710 IF I = BZ * 5 THEN 3730
3720 NEXT J
3730 IF TA > I THEN 3750
3740 GOTO 3790
3750 CY = (DM(2, 2) - DM(2, 3)) / (TA - I)
3760 MY = DM(2, 3) / I
3770 BY = (DM(2, 2) - DM(2, 3)) / (DM(2, 2) + DM
(2, 3)) * 220 / (TA - I)
3780 PRINT I; TAB( 7) INT (100 * DM(2, 3) + 0
.5) / 100; TAB( 15) INT (100 * CY + 0.5) /
100; TAB( 23) INT (100 * MY + 0.5) / 100;
TAB( 31) INT (100 * BY + 0.5) / 100
3790 PRINT TA; TAB( 7) INT (100 * DM(2, 2) +
0.5) / 100; TAB( 23) INT (100 * DM(2, 2) /
TA + 0.5) / 100
3800 PRINT TA;"B"; TAB( 7) INT (100 * DM(2, 1
) + 0.5) / 100; TAB( 23) INT (100 * DM(2,
1) / TA + 0.5) / 100
3810 PRINT "-----"
3820 PRINT : PRINT
3830 RETURN
3840 HOME
3850 PRINT "VOLUME GROWTH"
3860 PRINT
3870 PRINT "-----"
3880 PRINT "AGE"; TAB( 7)"TOTAL"; TAB( 15)"C
.A.I."; TAB( 23)"M.A.I."; TAB( 31)"GROWTH
"
3890 PRINT "-----"
3900 I = 5
3910 FOR J = AI TO 4 STEP - 1
3920 CV(J) = (TT(J - 1) - TT(J)) / 5
3930 MV(J) = TT(J) / I
3940 BV(J) = (TT(J - 1) - TT(J)) / (TT(J - 1)
+ TT(J)) * 40
3950 PRINT I; TAB( 7) INT (10000 * TT(J) + 0
.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * CV(J) +
0.5) / 10000; TAB( 23) INT (10000 * MV(J)
+ 0.5) / 10000; TAB( 31) INT (100 * BV(J
) + 0.5) / 100
3960 I = I + 5
3970 NEXT J
3980 I = BZ * 5
3990 IF TA > I THEN 4050
4000 CU = (TV(2) - TT(3)) / 5
4010 MU = TT(3) / (I - 5)
4020 BU = (TV(2) - TT(3)) / (TV(2) + TT(3)) *
40
4030 PRINT I - 5; TAB( 7) INT (10000 * TT(3)
+ 0.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * CU
+ 0.5) / 10000; TAB( 23) INT (10000 * MU
+ 0.5) / 10000; TAB( 31) INT (100 * BU +
0.5) / 100
4040 GOTO 4090
4050 CZ = (TV(2) - TT(3)) / (TA - I)
4060 MZ = TT(3) / I
4070 BZ = (TV(2) - TT(3)) / (TV(2) + TT(3)) *
220 / (TA - I)
4080 PRINT I; TAB( 7) INT (10000 * TT(3) + 0
.5) / 10000; TAB( 15) INT (10000 * CZ + 0
.5) / 10000; TAB( 23) INT (10000 * MZ + 0
.5) / 10000; TAB( 31) INT (100 * BZ + 0.5
) / 100
4090 PRINT TA; TAB( 7) INT (10000 * TV(2) +
0.5) / 10000; TAB( 23) INT (10000 * TV(2)
/ TA + 0.5) / 10000
4100 PRINT TA;"B"; TAB( 7) INT (10000 * TV(1
) + 0.5) / 10000; TAB( 23) INT (10000 * T
V(1) / TA + 0.5) / 10000
4110 PRINT "-----"
4120 RETURN

```