

关于日本扁柏人工林光能利用效率的研究 (I)

——群落生产结构与现存量、 生长量和光能利用效率

吴增志

(河北农学院)

矢幡久 须崎民雄 汰木达郎

(日本九州大学)

摘 要

本研究用相关生长法与分层割取法相结合测定的21年生日本扁柏人工林的现存量为160t/ha, 生长量为16.5t/ha·a, 净光能利用率为0.64%。在日本福冈地区这样的光能利用率不算高。根据各层的干物质重与 $D^2 \cdot H$ 的相关生长关系计算了各部分的垂直分布。以太阳能多点测定计测算了林冠上部和林冠内各层太阳辐射量的季节变化。绘制了生产结构图。通过对林冠各部位叶的测定, 证明了充分郁闭的日本扁柏林同日本柳杉林一样, 可以区分为圆锥形、圆柱形树冠。其叶面积数和叶量密度分别为: $35 \pm 5 \text{cm}^2/\text{g}$, $495 \text{g}/\text{m}^3$; $45 \pm 5 \text{cm}^2/\text{g}$, $222 \text{g}/\text{m}^3$ 。以材积解析和群落生产结构、光能分布为依据论述了生产结构对光能利用的限制。

关键词 日本扁柏; 群落生产结构; 叶量分布; 干物质生产; 光能利用

近年来生态学和林学家开始从森林植物群落的生产结构与生物量的关系上进行研究^[5], 同时也根据单叶和群落的光合测定推算生产量^[4,6]。这两种研究的大多数都是以充分郁闭(开始自然稀疏)的森林群落为对象。这在研究上虽有许多方便之处(如叶面积指数较稳定等), 但用其研究结果却很难评价生产结构本身的合理性。本研究把上述两种方法结合起来, 首先对所选定的森林群落进行了生产结构和现存量、生长量、光能利用效率等方面的测算, 以确定群落结构的代表性, 并获得分析评价群落生产结构功能的基本数据。然后将部分森林群落进行疏伐、调节密度、形成新的生产结构。通过对两种生产结构下群落光合总量形成过程的研究, 探讨群落的生产结构与光合总量、光能利用效率之间的内在联系, 以期找出评价森林植物群落生产结构合理性的数量标准和原则。

一、研究材料和方法

本研究以日本扁柏人工林为试验林。日本扁柏(*Chamaecyparis obtusa*)是高大大常绿针叶乔木。树形美观、生长快、材质优良^[3]主要分布在日本北纬38°线以南的中低山和平地。现在我国已经引种成功^[1], 可以作为淮河以南、长江下游中、低山和平地及华南各

省中低山的造林树种及城镇绿化树种。

日本九州大学粕屋演习林场在福冈市东10km的粕屋町西侧, 约北纬 $33^{\circ}30'$, 东经 $131^{\circ}10'$ 。试验林选在第10林班内。该林班地势平坦, 海拔80m, 厚层森林褐土。林班的南侧和东侧为丘陵地, 散生有山茶(*Camellia japonica*)、钓樟(*Lindera umbellata*)、楸树(*Catalpa bungei*)、山柳(*Salix sieboldiana*)、毛漆树(*Rhus trichocarpa*)等, 东北侧有小片的毛竹(*Phyllostachys pubescens*)林, 西侧是场部。该林班内是21年生日本扁柏人工林。林相整齐郁闭度高, 常见于日本扁柏林下的青木(*Aucuba japonica*)、冬青(*Ilex crenata*)等灌木几乎没有。于1982年7月在该林班内选定 $10 \times 10\text{m}$ 试验地两块(图1 a, b), 两试验区均含有20株树。间伐区a和不间伐区b的树高分别为 $\bar{H} = 11.1\text{m}, 10.6\text{m}$ (测高仪测定值), 胸高直径分别为 $\bar{D}_{BH} = 14.8\text{cm}, 14.6\text{cm}$ 。对试验林每木检尺以后以平均胸径、平均树高为指标, 在各试区的中间地域各选一株标准木。在其周围搭起12m高的观测铁塔。在距树冠的1m处放置一个太阳能多点测定计(SUNSTATION SYSTEM READER model 700)的受光器(Sunstation C7A)测定投入森林群落的能量。自树冠上端开始向下自1.5m开始, 每米放置一对受光器, 两个相距1m, 共放置五对。其中林冠下的一对在

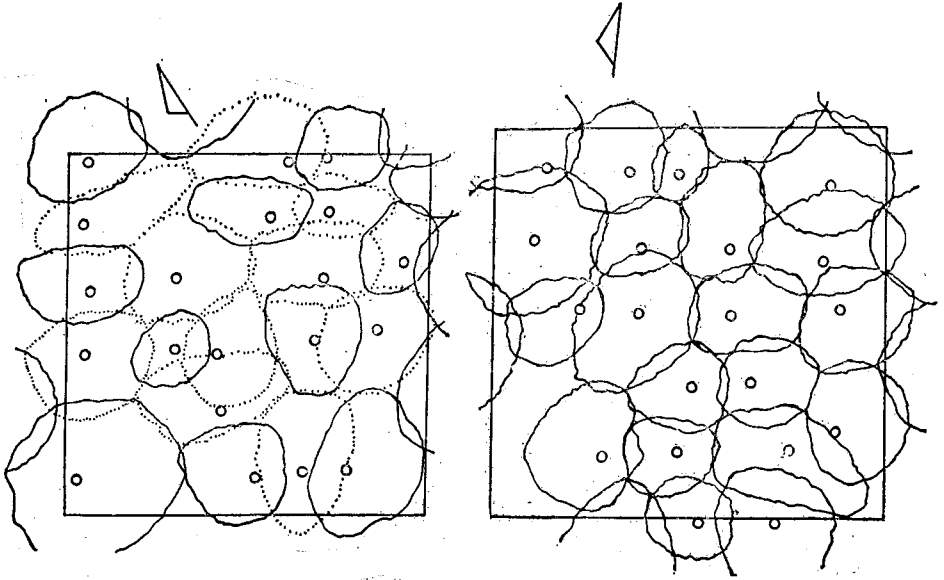


图1 日本九州大学粕屋演习林场21年生日本扁柏人工林试验区a和b的树冠投影图
(面积为 $10\text{m} \times 10\text{m}$, 虚线为间伐木、实线为保存木, 1983)

Fig.1 Crown projection drawing of testing block a and block b of 21-year-old *Chamaecyparis obtusa* plantation on the practising forest of Kasuya, Kyushu University (area: $10 \times 10\text{m}$, imaging line stands for intermediate cutting trees, true line: remaining trees, 1983)

距林地1.3m的高度。这五对在标准木的东北方向上, 上下都在同一个垂直面上。靠外边的受光器恰好在相邻树木中间。两个受光器和树干在一条直线上。里边的一个接触树冠的状态随机而定。为了标定这样放置受光器所测值的代表性。经过6周测定之后, 选晴天的上午10--11时, 午后12--13时, 用化学光度计自林冠上表面向下每0.5m为一层, 每层测50个点(平均 $0.4 \times 0.4\text{m}$ 有一个测点)。将测定结果与太阳能多点测定计的结果相比

较,证明受光器的放置位置具有良好的代表性。对照区与间伐区林内的光能分布趋势相同。于同年的九月将间伐试区伐去株数的50%(请参看图1a)。对伐倒木从地面开始0.3m为干基,自干基向上每米为一个区分段。分别称量各段树干、枝叶的鲜重,并取树盘。同时又选了平均木、优势木、被压木各一株。对这三株的树冠自上向下每0.5m为一层,每层

表1 间伐试验区(a)10株伐倒木基本数据
Table 1 Basic data of ten felled trees belong to block a tested by intermediate cutting

序号 No.	胸高直径 D _{BH} (cm)	树高 H(m)	树干干重 W _s (kg)	叶、果、枝湿重 W _{t, B} (kg)	单株材积 V _{s1} (m ³)	去皮材积 V _{s2} (m ³)
2	16.75	12.00	64.84	50.93	0.1461	0.1327
5	17.00	11.95	64.01	62.37	0.1448	0.1276
6	17.10	12.53	68.24	57.02	0.1458	0.1306
8	15.90	11.62	58.73	42.85	0.1251	0.1110
10	15.10	11.20	50.41	43.55	0.1100	0.0986
11	9.10	9.65	13.41	5.92	0.0304	0.0271
13	16.90	11.40	61.59	52.36	0.1378	0.1245
15	13.80	11.15	36.21	21.53	0.0799	0.0710
17	14.10	11.32	42.27	39.72	0.0927	0.0847
18	14.30	11.69	38.42	21.63	0.0825	0.0742

以树干为中心,每0.2m为一同心圆,分东、南、西、北四个方位分别剪取枝、叶测定其鲜重,并测叶面积。使用自动面积测定计(PLANIME×25)。测定叶面积测定之后又取样在70°—80°C的温度下烘干、称重,并计算含水率(表1)。

二、群落现存量及其垂直分布的推算

本文中的群落现存量系指树木的干、枝、根、叶、球果的现存量(干重)。对下木和枯落物未作调查。推算方法是先利用在一定条件下树木的各部分成相关生长的原理,将10株伐倒木的各部分重量与 $D^2 \cdot H$ (D : 树木的胸径,以厘米为单位; H : 树高以米为单位的)的相关关系,通过回归计算求得式(1)(见图2):

$$\log W_s = 1.0615 \cdot \log(D^2 \cdot H) - 1.9407 \quad (1)$$

$$R^2 = 0.9924$$

利用式(1)先求出试验区a、b各株树干的干物质重,进而求出单位面积产量。试验区a、b的树干现存量分别是95.5t/ha、93.8t/ha。

利用同样的方法,将所伐倒10株树的叶重(W_L)、枝重(W_B)、球果重(W_O)的合计值 W_{LBO} 和 $D^2 H$ 进行回归计算求得式(2)(见图3)

$$\log W_{LBO} = 1.6410 \cdot \log(D^2 \cdot H) - 4.0503 \quad (2)$$

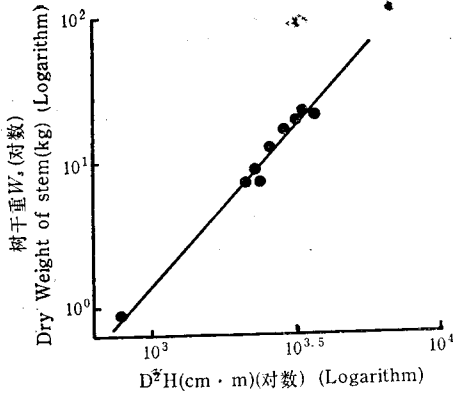


图2 日本九州大学柏屋演习林场 21 年生日本扁柏人工林树干重 W_s 与 $D^2 \cdot H$ 的相关
Fig.2 Correlation growth between $D^2 \cdot H$ and W_s of 21-year-old *Chamaecyparis obtusa* plantation on the practising forest of Kasuya, Kyushu University

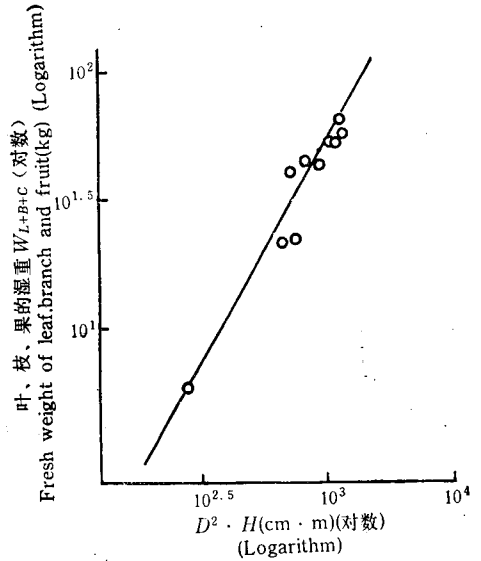


图3 日本九州大学柏屋演习林场 21 年生日本扁柏人工林叶、枝、果的湿重与 $D^2 \cdot H$ 的相关生长关系
Fig.3 Correlation growth between $D^2 \cdot H$ and the wet weight of leaves, branches and fruits of 21-year-old *Chamaecyparis obtusa* plantation on the practising forest of Kasuya, Kyushu University

$$R^2 = 0.9223$$

利用式(2)先求出每株的叶、枝、球果的鲜重合计值(W_{LBC})。再根据平均木、优势木、被压木所求得的叶、枝、果鲜重比例及各部分的含水率,便可求出各部分的干重。利用上式求得的试验区 a 的叶、枝、果的现存量分别是: 15.1t/ha、14.4t/ha、0.24t/ha, 试验区 b 分别是 15.3t/ha、14.6t/ha、0.24t/ha。

根的现存量是利用四手井^[8]等人的经验公式(3)

$$W_R = 0.399W_s \quad (3)$$

(W_R 为根重, W_s 为树干重)求得的。试验区 a 的根现存量为 38.1t/ha、试验区 b 为 37.4t/ha。

群落材积的推算利用 10 株伐倒木的树干解析所取得的每株树干材积 V_s 与 $D^2 \cdot H$ 之间进行回归计算,先求得式(4):

$$\log V_s = 1.0560 \cdot \log(D^2 \cdot H) - 4.5825 \quad (4)$$

$$R^2 = 0.9787$$

利用式(4)计算的试验区 a、b 的材积分别为 208.8m³/ha 和 207.2m³/ha(表 2)。由表 2 可以看出两试验区的各项数量指标是很接近。几乎无什么差别。

本研究又进一步地探讨了生产结构与其光合生产功能之间的关系。对生产结构的调查和计算不能采用普通的标准木法,而是利用 10 株伐倒木各层的干物质测算值与 $D^2 \cdot H$ 进行回归计算,再利用这些方程推算出森林植物群落的干物质垂直分布。树干各层干物质

表2 日本九州大学柏屋演习林场21年生日本扁柏人工林的现存量和生长量
Table 2 Standing crop and increment of 21-year-old *Chamaecyparis obtusa* plantation on the practising forest of Kasuya, Kyushu Univ.

项 目 Item	试 区 a Testing plot a		试 区 b Testing plot b
	间 伐 前 Before intermediate cutting	间 伐 后 After intermediate cutting	
平均胸高直径 <i>D</i> Mean DBH(cm)	14.8	14.5	14.6
平均树高(立木测值) Mean tree height (from stumpage)(m)	11.11	—	10.62
伐倒木的平均树高 <i>H</i> Mean height of felled trees (m)	11.45	—	—
修正后的平均树高 <i>H</i> Mean height of trees after correcting(m)	11.39	11.33	11.32
	现 存 量 Standing crop (t/ha)	生 长 量 increment (t/ha)	现 存 量 (t/ha) Standing crop
树干 Stems	95.5	8.4	93.8
树枝 Branches	14.4	1.9	14.6
叶 Leaves	15.1	3.8	15.3
根 Roots	38.1	2.2	37.4
果 Fruits	0.24	0.24	0.24
合计 Total	163.3	16.5	160.9
树干材积 Volume of stem (m ³ /ha)	208.8	16.7	207.2
密度 Density (trees/ha)	2000	—	2000

与 $D^2 \cdot H$ 的相关生长方程式 $\log = B \cdot \log(D^2 \cdot H) + A$, 系数 A, B 值如表3所示。利用同样的方法也可以计算各层枝、叶、果的干物质量。根据各层叶量以及单位叶重的叶面积系数, 推算出了各层叶的叶面积指数。用各层叶的叶面积指数与所测定的群落内的光能分布, 计算出了消光系数 K 值。进而获得群落内的光衰减曲线。利用上述计算结果, 按门司、佐伯的方法绘制出了生产结构图(图4)。

生产结构图只能粗略地了解叶的空间分布和相对照度的关系。为了进一步探讨群落内的光环境对叶的质量和数量分布的影响, 对伐倒木中的优势木、平均木、被压木自树冠

表3 日本九州大学粕屋演习林场21年生日本扁柏人工林树干各层(每层1m)干物质量方程式 $[\log W_s = A + \log B(D^2 \cdot H)]$ 的A、B值随树干高度的变化(1983)

Table 3 The changing of A,B value in dry-matter weight Eq. $[Logw_s = A + LogB(D^2 \cdot H)]$ on different layers (1m per layer) of 21-year-old *Chamaecyparis obtusa* plantation on the practising forest Of Kasuya, Kyushu University with the changing of height of stem

区分段 Differentiated section No.	A	B	r ²
1	-2.2693	0.8085	0.8543
2	-2.1004	0.9054	0.8835
3	-2.2847	0.9180	0.9698
4	-2.5595	0.9909	0.9638
5	-2.8427	1.0588	0.9866
6	-2.9829	1.0781	0.9598
7	-3.2949	1.1449	0.9441
8	-3.2459	1.0968	0.9441
9	-4.3329	1.3641	0.9503
10	-6.6761	1.9675	0.9632
11	-10.1546	2.8432	0.7142
12	-14.5506	3.8984	0.5688

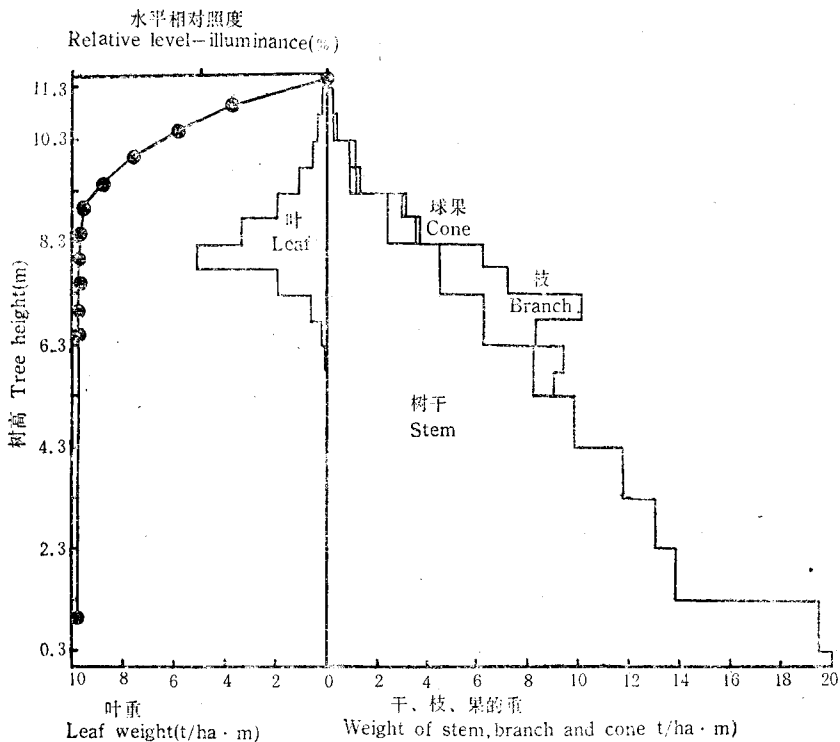


图4 日本九州大学粕屋演习林场21年生日本扁柏人工林的生产结构图(1983)
Fig.4 Productive structure graph of 21-year-old *Chamaecyparis obtusa* plantation on the practising forest of Kasuya, Kyushu University (1983)

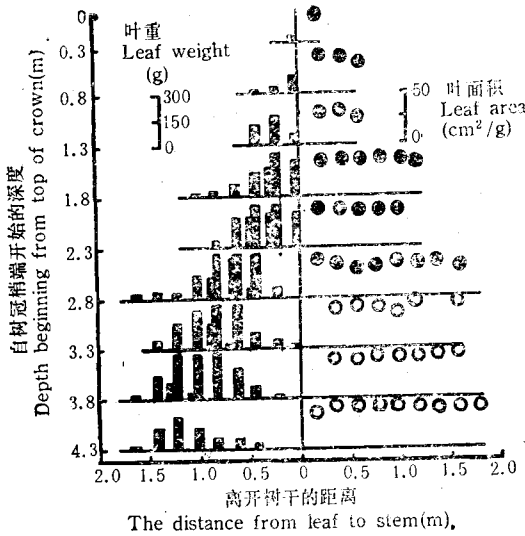


图5 平均木No.17的叶量(g)和阳叶(•)阴叶(o)的空间分布 (1983)

Fig.5 Weight of mean sample-tree leaves (No.17) and spacial distribution of sun-leaf (•) and shade-leaf (o) (1983)

林冠郁闭层之上,而圆筒形树冠则在林冠郁闭层之下。这样我们对日本扁柏人工林的生产结构就有了更进一步的了解。

三、群落生产量的推算

群落生长量按测树学的方法可以直接由标准木的调查数据来推算,但数据的精度是不够的。故本研究采用了依田的相关生长法^[4]。具体方法如下:根据10株树干解析所得到的单株材积干重 W_s 和生长量 $\Delta(D^2H)$ 先求出式(5)、(6)

$$W_s = A_2(D^2 \cdot H)^{h_2} \tag{5}$$

$$\Delta W_s = h_2 \cdot A_2(D^2 \cdot H)^{h_2-1} \cdot \Delta(D^2 \cdot H) \tag{6}$$

用式(6)先计算单株生长量进而求得单位面积的树干生长量为 $8.4t/ha \cdot a$ 。

枝的生长量用式(7)、(8)

$$W_b = A_1 W_s^{h_1} \tag{7}$$

$$\Delta W_b = h_1 \cdot A_1 \cdot W_s^{h_1-1} \cdot \Delta W_s \tag{8}$$

(其中 ΔW_b 为枝的生长量、 ΔW_s 为树干的生长量)用式(8)计算的试验区a的生长量为 $1.9t/ha \cdot a$ 。

叶的生长量的计算。由于日本扁柏不同叶龄的叶难以分辨,同时当群落进入充分的郁闭之后,在一定的密度下树冠长度一定、叶量一定。即上边每年长多少新叶下边就要落多少旧叶。所以叶的生长量可以通过落叶调查计算出来。同对日本扁柏叶龄为4年,现存量的1/4应该是生长量,这样推算的结果是 $3.8t/ha \cdot a$ 。而落叶调查的结果是 $3.2t/ha \cdot a$ 。由于落叶之前部分无机营养成分的转移和有机物质的转移使叶子重量减少,同时除了季

的上端每0.5m为一层,在每层内以树干为中心,每0.2m为一个同心圆,分东南西北四个方位分别测定叶、枝的重量及叶面积系数(cm^2/g)。经过对3株树200多个部位取样测定表明,树冠不同部位的叶面积系数有明显差异。圆锥形树冠上部的叶,干叶重的鲜叶面积系数是 $35 \pm 5(cm^2/g)$;来自树冠下部圆筒形树冠的是 $45 \pm 5(cm^2/g)$ 。根据叶面积系数的变化,可以把树冠分圆锥形部分和圆筒形部分。经过对树冠各部位叶量的测定,发现圆锥形树冠的叶量主要集中在冠内部,外缘为新枝,分枝少,所以叶量也相对减少。平均叶量密度为 $494.9g/m^3$ (图5)。圆筒形树冠的中心和外缘的叶量较少、中间较多,平均叶量密度为 $222.9g/m^3$ 。圆锥形树冠除了被压木外都在

节性落叶之外还有物理性的损伤和冠下层光照太差形成的被迫落叶等, 由落叶调查计算的结果偏低是正常的。每年3.8t/ha的生长量基本上是正确的。

根的生长量的计算是按四手井的经验公式⁽⁹⁾(9)

$$\Delta W_R = 0.261 \cdot \Delta W_S \tag{9}$$

(其中 ΔW_R : 根的生长量, ΔW_S : 树干的生长量)计算的结果是试区a 2.2t/ha·a。

球果的生长量, 假定近年来每年的结实量相同, 则测定年的值就是年生长量。

以上计算的结果如表 2 所示。即为16.5t/ha·a。

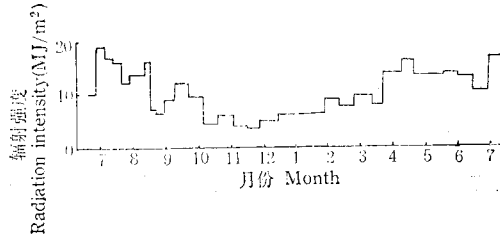


图 6 日本福岡九州大学粕屋演习林场21年生日本扁柏人工林的上表面太阳辐射量的季节变化(1982—1983年)

Fig.6 Seasonal change of solar radiation on crown surface of 21-year-old *Chamaecyparis obtusa* plantation on the practising forest of Kasuya, Kysushu University(1982—1983)

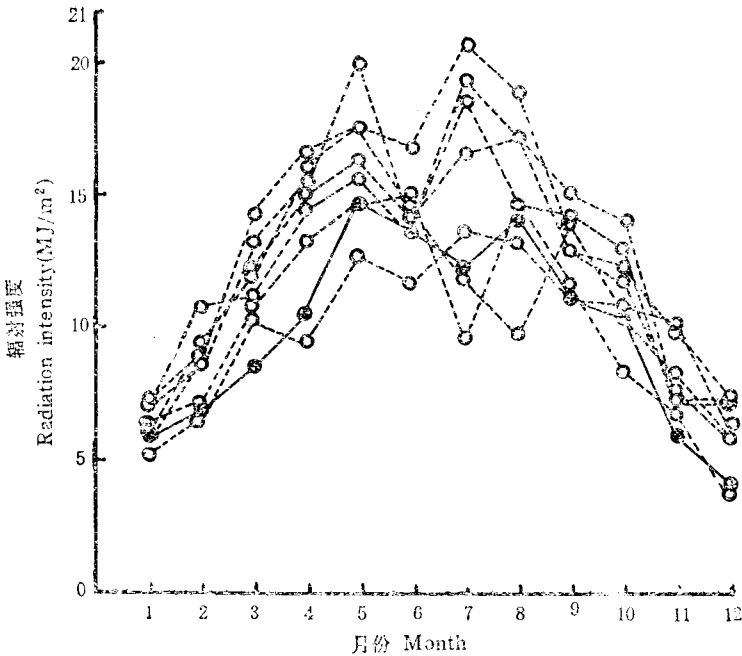


图 7 日本福岡九州大学粕屋演习林场21年生日本扁柏人工林上表面太阳辐射量的季节变化(1982—1983)与福岡气象台测值的比较

Fig.7 Comparison between the data of this study on crown surface of *Chamaecyparis obtusa* plantation and the data of Fukuoka weather station

四、太阳光能的投入量及其季节变化

本试验中所说的太阳光能的投入量,是指群落上表面所接受的太阳光辐射量。过去以 lx 为单位测定照度,但由于 lx 不能与能量单位 $MJ \cdot W$ 等进行换算,所以近年来国际上对太阳光能的测定逐渐由 lx 改为 $MJ \cdot W$ 为单位。图6所表示的是太阳光能的季节变化。太阳向这个日本扁柏群落投入的能量为 $3597.9 MJ/m^2 \cdot a$ 。图7中的虚线是距试验地13km的福冈市气象台站7年间(1974—1980年)的测定值。由图6和图7可以看出,太阳辐射强度因季节不同而变化较大,特别是七月份的影响更大,但一年间的变化趋势是一致的。从一月到四月为上升期,从九月到十二月为下降期,在四月到九月之间受云量影响变化较大。本试验的观测值与福冈气象台的观测值基本相吻合,但数值靠近下限。这主要是群落表面的空气湿度大造成的。

五、22年生日本扁柏人工林光能利用率的推算

前边推算的日本扁柏人工林的年生长量为 $16.5 t/ha \cdot a$,而光能的投入量为 $3597.9 \times 10^4 MJ/ha \cdot a$ 。光能碳水化合物重量变化系数 $\alpha = 0.286/kcal = 0.0640 kg/MJ$,碳水化合物的干物质重量变化系数 $\beta = 1.11$ 。利用上述系数计算的净光能利用率^[6]:

$$E_n = P_n / (\text{年光能总量} \cdot \alpha \cdot \beta) = 0.0064$$

即群落净光能利用率是0.64%。这个结果与Hagiwara^[7]等人推算的18年生日本扁柏人工林的0.62%几乎是一致的。由群落的生产结构图和水平投影图可以看出,0.62—0.64%是充分郁闭的日本扁柏人工林光能利用的代表值。

六、讨 论

日本扁柏是速生树种,福冈地区又属其适生区。该区年间日均温大于 $35^\circ C$ 的为53天;大于 $25^\circ C$ 的为121天;接近 $0^\circ C$ 的18天(无小于 $0^\circ C$ 的日均温)。雨量充沛、分布均匀,而且土层深厚。从理论上讲,日本扁柏的光能利用效率应该是较高的,可是测定结果只有0.64%。其偏低的原因从群落的生产结构与10株伐倒木的树干解析图中可以得到启示。图8是No.17的树干解析图。在10株伐倒木的解析图中反映出胸径连年生长量、平均生长量曲线,在5—8年内是加速生长、曲线成上升趋势。5—8年之后连年生长量曲线明显下降,平均生长量曲线成稳定状态。单株树木的材积连年生长量曲线为钟形曲线^[2]。本试验中的材积连年生长量曲线自胸径连年生长与平均生长量曲线相交之后,由原来的上升趋势便立即降下来成稳定状态。如果不进行人工疏伐时,那么该群落中的单木生长就形不成钟形曲线。其原因是,该群落在9—13年生时就先后郁闭。在这之后,生产力并没有立即下降,而是保持相对稳定状态。日本扁柏寿命长达数百年之久,十几年并没有达到速生期,其生长下降的原因之一是生产结构限制了生产力的继续提高,使材积生长没有达到钟形曲线的顶端就中途停止了上升。如果这时进行疏伐、调节密度,则生产力随着林分生产结构的改变而恢复其上升趋势。这种推测也可以由生产结构图4得到一定程度的证实,50%以上的叶量处于20%以下的相对照度下,即叶面净生产力很低,或者叶面净生产力趋于零。这说明密度太大,生产结构不合理使群落的生产力降低。当然,这种看法还有待间伐试验后测定的结果来证实。

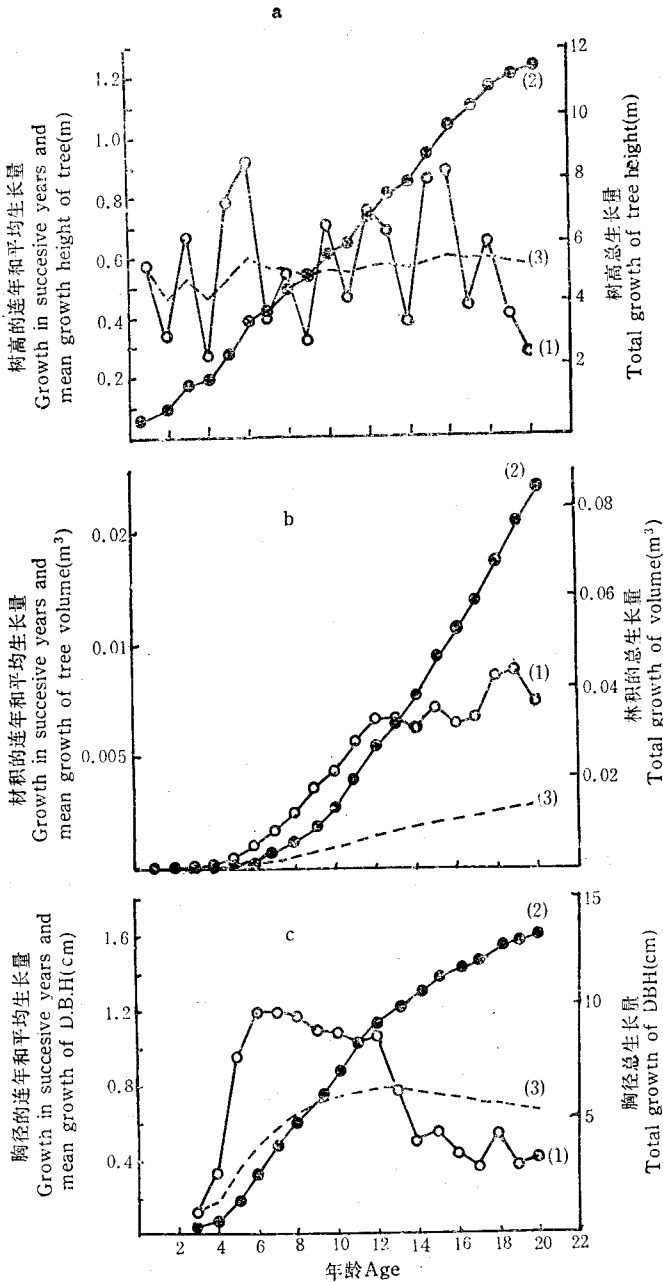


图 8 日本扁柏21年生人工林伐倒No.17树干解析((1),连年生长;(2);总生长;(3);平均生长)a:树高生长;b:材积生长;c:胸径生长(1983)。

Fig.8 Stem analysing graph of No.17 felled tree of 21-year-old *Chamaecyparis obtusa* plantation((1):stands for growth in successive years,(2):total growth,(3):mean growth,Graph a indicates growth of tree height, graph b indicates volume growth,graph c indicates D.B.H.growth(1983)

参 考 文 献

- [1] 李华, 1984, 日本扁柏引种驯化研究, 林业科技通讯, (5) 6—8。
 [2] 詹昭宁等编译, 1986, 森林收获量预报——英国人工林经营技术体系。中国林业出版社, 1—8。
 [8] 四手井纲英弓, 1974, ヒノキ林——その生態と天然更新。地球社, 东京, 150—198。
 [4] 依田恭二, 1971, 森林の生態学。築地会馆, 东京, 72—78, 167—172。
 [5] 现代生態学の断面編集委員会編(生嶋 生う), 1983, 现代生態学の断面。共立出版株式会社, 49—55。
 [6] 宮地重遠、村田吉男, 1980, 光合成と物質生産。理工学社, 东京, 398—411。
 [7] 萩原秋男, ヒノキ人工林の一次生産。日本林学会誌, 65, 357—365。

STUDIES ON THE SOLAR ENERGY UTILIZATION RATIO
 IN A *CHAMAECYPARIS OBTUSA* PLANTATION(I)—
 COMMUNITY PRODUCTIVE STRUCTURE, STANDING
 CROP, INCREMENT AND SOLAR ENERGY UTILIZATION
 RATIO

Wu Zeng-zhi

(Hebei Forestry College)

Ya Hata Shisashi, Susaki Tamio, Taki Taro

(University of Kyushu)

Abstract

In this investigation we have determined that the standing crop of a *Chamaecyparis obtusa* plantation of 21 years was 160 t/ha, the increment, 16.5t/ha·a; and the net solar energy utilization ratio 0.64% by combining the correlative growth method with the stratified crop method. This ratio was not high in the Fu Ku Ka district, Japan. From the relationship between the weight of dry matter and $D^2 \cdot H$ correlative growth, the vertical distributions of dry matter in different storeys were calculated. The seasonal changes of solar radiation energy in the top canopy and the different storeys inside were investigated with a sun-station system reader model 700, which also gives the graph of the productive structure. From our results of investigation on the locations of the leaves in different parts in canopy, we suggested that the crowns with full closed canopy in a *Chamaecyparis obtusa* plantation can be divided into cone and cylinder crowns as the crowns in a *Cryptomeria japonica* plantation. Their leaf area indices and leaf densities were $35 \pm 5 \text{cm}^2/\text{g}$, $495 \text{g}/\text{m}^3$; $45 \pm 5 \text{cm}^2/\text{g}$ and $222 \text{g}/\text{m}^3$ respectively. The effects of the productive structure in a stand on solar energy utilization were also discussed, according to volume analysis, community productive structure as well as the distribution of solar energy.

Key words *Chamaecyparis obtusa*; Community productive structure; Locations of leaves; Dry matter Production; Solar energy utilization;