琉球大学学術リポジトリ

リュウキュウマツの造林ならびに施業に関する基礎的研究(林学科)

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 大山, 保表, Oyama, Hohyo メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4510

リュウキュウマツの造林ならびに施業に関する基礎的研究

大　山　保　表*

Hohyo OYAMA : Studies on the silviculture and the management of the Ryukyu-matsu (*Pinus luchuensis* Mayr).

目　　次

第1章　緒　言…… 4
第2章　幼令林および壮令林の林分構成…… 8
1.　調査目的…… 8
2.　調査地の位置および気象…… 8
Ⅰ　位　置…… 8
Ⅱ　気　象…… 10
3.　調査地の選定…… 10
Ⅰ　選定の方法…… 10
Ⅱ　各調査地の概況…… 10
4.　各調査区の林分構成…… 18
Ⅰ　調査の方法…… 18
1)　調査事項…… 18
2)　実測方法…… 19
3)　測定結果の計算ならびに作図の方法…… 19
Ⅱ　毎木調査結果…… 19
Ⅲ　各調査区の立木本数…… 20
1)　各樹高階別立木本数…… 20
2)　成林経過と立木本数…… 54
Ⅳ　各調査区の胸高直径…… 57
1)　各樹高階における胸高直径…… 57
2)　本数密度別地位別Blockにおける樹高階別胸高直径…… 59
Ⅴ　各調査区の枝下高，樹冠長および樹冠直径…… 60
1)　各樹高階における枝下高，樹冠長および樹冠直径…… 60
2)　本数密度別地位別Blockにおける樹高階別枝下高，樹冠長および樹冠直径…… 61
3)　本数密度別地位別Blockにおける樹高階別樹冠投影面積…… 64
Ⅵ　各調査区の胸高断面積…… 64
1)　各樹高階におけるha当り胸高断面積…… 64
2)　上層樹高階からの立木本数累計と胸高断面積累計の関係…… 65

*　琉球大学農学部林学科

Ⅶ 庇 陰 度…… 79
5. 総 括…… 80
第3章 幼令林および壮令林の生長量…… 81
1. 調査目的…… 81
2. 標本木の選定…… 82
1) 標本木選定の第1の方法…… 82
2) 標本木選定の第2の方法…… 82
3) 標本木選定の第3の方法…… 82
4) 標本木選定の第4の方法…… 82
5) 標本木選定の第5の方法…… 83
6) 標本木選定の第6の方法…… 83
7) 標本木選定の第7の方法…… 83
8) 標本木選定の第8の方法…… 83
9) 標本木選定の第9の方法…… 83
3. 標本木の調査方法…… 83
1) 着生針葉量と針葉の含水量…… 83
2) 着生枝条材積と枝条比重…… 83
3) 樹高，枝下高および樹冠長…… 83
4) 総樹高生長量，総胸高直径生長量および総幹材積生長量…… 84
4. 標本木の調査結果…… 84
Ⅰ 各樹高階における樹高生長量…… 84
Ⅱ 各樹高階における胸高直径生長量…… 85
Ⅲ 幹材積生長量…… 107
Ⅳ 枝条材積および枝条率…… 109
1) 枝条材積…… 109
2) 枝 条 率…… 110
3) 壮令林の枝条材積および枝条率…… 110
Ⅴ 各樹高階における針葉量…… 111
1) 各樹高階における針葉量…… 111
2) 絶乾針葉1g当りの最近2年間の幹材生産量…… 112
3) 枝条材積に対する絶乾針葉量…… 115
4) 幹材積に対する絶乾針葉量…… 115
Ⅵ 最近2年間の幹材積生長量とその生長率…… 115
5. 総 括…… 117
Ⅰ 樹高生長量…… 117
Ⅱ 胸高直径生長量…… 117
Ⅲ 単木幹材積…… 118
Ⅳ 最近2年間の幹材積生長量とその生長率…… 118
Ⅴ 枝条材積および枝条率…… 118
Ⅵ 絶乾針葉量…… 119
第4章 リュウキュウマツの生育と土壌水分…… 120
1. 研究の目的…… 120

2. 研究材料および方法…… 120
1) 土壌の水分張力と苗木の含水率，蒸散量および枯死点…… 121
2) 土壌水分を違えて育てた苗木の生育…… 122
3) 樹高生長の異なる林地における土壌水分 pF価 …… 122
3. 調査結果…… 122
1) 土壌の水分張力と苗木の含水率，蒸散量および枯死点…… 122
2) 土壌水分を違えて育てた苗木…… 124
3) 樹高生長の異なる林地における土壌水分の pF価 …… 125
4. 総 括…… 126
第5章 リュウキュウマツの生育と庇陰度…… 128
1. 研究の目的…… 128
2. 研究の材料および方法…… 128
3. 調査結果…… 134
Ⅰ 庇陰度の相違と苗木の生育…… 134
1) 庇陰度の異なる苗木の生育…… 134
2) 庇陰の異なる林内稚苗の生育…… 134
Ⅱ 各樹高階における着生高別針葉量…… 135
Ⅲ 各樹高階における針葉令別の含水量と蒸散量…… 135
4. 総 括…… 135
Ⅰ 庇陰度の相違と苗木の生育…… 136
Ⅱ 庇陰の異なる林内稚苗の生育…… 136
Ⅲ 地位級別各樹高階木の着生高別針葉量…… 136
Ⅳ 地位級別，樹高差による庇陰度別，葉令別針葉の含水率と蒸散量…… 136
第6章 各種土壌におけるリュウキュウマツの生育…… 137
1. 調査目的および方法…… 137
2. 調査結果…… 144
1) 生根体積および土壌層の深さと林木の生育…… 144
2) 硬度，容積重および孔隙量と林木の生育…… 144
3) 最大容水量および採取時含水量と林木の生育…… 144
4) 最小容気量と林木の生育…… 144
5) 透水速度および透水指数と林木の生育…… 144
6) pH と林木の生育 …… 144
3. 総 括…… 145
1) 生根体積と各層位の深さ…… 145
2) 硬度，容積重および孔隙量…… 145
3) 最大容水量および採取時含水量…… 145
4) 透水速度および透水指数…… 145
5) pH …… 145
第7章 摘 要…… 145
1. 摘 要…… 145

2. 総　括…… 148
参 考 文 献…… 152
Summary and General consideration …… 158
1. Summary…… 158
2. General consideration…… 160

第1章　緒　　言

リュウキュウマツの天然分布は，東経122°～130°，北緯24°～30°の間に所在する大島郡諸島および沖縄諸島に限られ，北東部はトカラ列島悪石島以南，南西部は西表島・与那国島以北の地域に分布する。

主として海岸近接地域の標高100*m*以下の里山丘陵地帯に分布が多く，奥地の森林地帯には少ない。

里山一帯の天然生林は，開墾跡地，薪炭材の伐採が繰り返された疎開林地に，また奥地の天然生林は，陵線部裸地，濫伐や山火事による疎開林地などに天然下種によって成林し，周辺開放地へ分布を次第に広げたものと推定される。

約240年前の蔡温の三司官行政時代には船材その他用材生産および防潮林，防風林，道路並木，拝所境内木として全琉球各諸島にリュウキュウマツの造林を特に督励造成させた記述があり，戦前の全諸島のあらゆる母岩地区におよぶ同樹種の広い生育分布は，その時代の造林木およびそれらを母樹とした人工または天然下種による成林木と推定される。

蔡温行政時代以前のリュウキュウマツの天然分布は，少なくとも形成時期のごく新しい隆起珊瑚礁で構成された，地形単純で丘陵地帯の少ない平坦な小島には，その分布がなかったか，またはごく少なかったものと推定される。

戦前の宮古島の有名な大野山林および野田山林などのリュウキュウマツ優良大面積林の造成に当っては，同時代同島にはリュウキュウマツの分布がなく，造林用タネはすべて沖縄本島その他より求めたことが記述されており，なお戦前においては，道路並木，防潮林，防風林，拝所境内の老令松木を除いては同樹種の生育が全く見られない琉球石灰母岩の小島が相当数認められたことなどから推定される。

戦後は，直接の戦災，戦中の用材，戦後の復興材の伐採，老令木の虫害による枯損などで，老令木は殆んど消滅したが，荒廃疎林や裸地が広がって，これらの林地内に天然下種による幼令林が増加し，さらに荒廃林地の緑化促進とパルプ原木増産のため，土地の適応性が強く，生長も早いリュウキュウマツの造成が，官，公，私，会社有各林野において積極的に推進されるようになり，戦後数年以降今日まで，年間100～700haの造成がなされ，さらに全琉緑化推進運動によって各市街村落の並木や広場，農地防風林や防潮林にも植樹が継続されて，同樹種の人工分布は全琉球の各地域に広がりつつある。なお，地力の極めて低下した広い地域にわたる陵線地帯や丘陵地帯の疎開林地においても，リュウキュウマツは常に他の耐乾性広葉樹類の上層林冠を形成して生育し，土地的適応性も極めて強いことを示している。

日本におけるリュウキュウマツの造林は，もっぱら大島郡下で実施され，戦後年々500～1,000haの直播または植樹造林がおこなわれ，九州南部地域では試験造林が実施されている。

台湾島においては，明治末期よりリュキュウマツの導入造林がおこなわれ，戦後も年々大面積の植樹造林（年500～4,000ha）が継続的に実施されて人工造林が広がりつつある。台湾の造林地は，台湾北部

（北緯25度附近）では平地より標高900*m*附近まで，中部（北緯24度附近）では平地より標高1,200*m*附近におよんでいる。同島山岳地帯におけるリュウキュウマツ造林地が，スギ造林地と上下しあって良好な生育をとげていることや，同島におけるスギ適地の標高範囲などから推定して，九州中部および四国中部以南の平地ないし低山地帯は，同樹種の造林可能地域と推定される。

1969年6月末の全琉球の各市町村におけるリュウキュウマツの分布は第1表のとおりである。

Table 1. Area of forest type of Ryukyu-matsu (*P. luchuensis.*) in 1969 (ha.).

Forest type / District	Planted forest	Natural forest	Mixed forest	Total
Total	7,688.73	11,745.94	11,199.61	30,634.28
Okinawa Gunto	5,559.64	9,707.49	10,498.90	25,766.03
Hokubu Chiku	4,417.75	4,842.44	8,073.06	17,333.25
Kunigami Son	1,259,30	790.79	2,560.15	4,610.24
Ogimi Son	211.18	167.53	562.05	940.76
Higashi Son	552.02	168.47	222.47	942.96
Haneji Son	650.59	298.68		949.27
Yagaji Son	20.17	261.06	11.00	292.77
Nakijin Son	157.77	156.01	675.15	988.93
Kamimotobu Son	1.26	68.56		69.82
Motobu Cho	155.32	794.52	628.82	1,533.66
Yabu Son	237.99		381.00	618.99
Nago Cho	168.92	426.42	481.34	1,076.68
Onna Son	122.23	274.57		396.80
Kushi Son	430.39	188.62		619.01
Ginoza Son	113.50	922.50	1,959.63	2,995.63
Kin Son	100.03	154.27	191.40	445.70
Ie Son	17.32		24.85	42.17
Iheya Son	166.88		328.60	495.48
Izena Son	52.34	215.44	46.60	314.38
Chubu Chiku	84.58	2,605.20	932.49	3,622.27
Ishikawa Shi	76.58	784.03	138.60	999.21
Misato Son		110.15		110.15
Yonashiro Son	1.00		32.13	33.13
Katsuren Son		0.37	137.30	137.67
Gushikawa Shi		214.09	129.00	343.09
Koza Shi		485.97	73.74	559.71
Yomitan Son		677.00	132.45	809.45
Chatan Son		109.87	42.30	152.17
Kadena Son		4.00		4.00
Kitanakagusuku Son		114.92	53.37	168.29
Nakagusuku Son			157.05	157.05
Ginowan Shi	7.00	42.00	5.40	54.40

(cont'd)

Table 1. Area of forest type of Ryukyu-matsu(*P. luchuensis*)in 1969 (ha.) (cont'd)

Nishihara Son		29.18		29.18
Urasoe Shi		33.62	31.15	64.77
Nanbu Chiku	1,057.31	2,259.85	1,493.35	4,810.51
Naha Shi	0.50	4.75	6.84	12.09
Tomishiro Son		330.00	50.00	380.00
Itoman Cho		178.00		178.00
Kochinda Son		56.50	4.00	60.50
Gushichan Son	0.10	273.19		273.29
Tamashiro Son	0.17	223.44		223.61
Chinen Son	0.40	10.88	129.72	141.00
Sashiki Son		1.30	28.30	29.60
Yonabaru Cho		4.50	1.00	5.50
Ozato Son		4.00	20.00	24.00
Nakazato Son	158.67	311.96	643.73	1,114.36
Gushikawa Son	25.30	390.36		415.66
Tokashiki Son	413.50	136.86	395.97	946.33
Zamami Son	427.32	238.58	27.69	693.59
Aguni Son	6.87		1.10	7.97
Tonaki Son	24.48	21.53		46.01
Minamidaito Son		50.00	185.00	235.00
Kitadaito Son		24.00		24.00
Miyako Gunto	321.69	1,659.92	634.02	2,615.63
Hirara Shi	68.85	116.43	11.42	196.70
Gusukube Cho	154.30	494.99	232.50	881.79
Shimoji Cho	8.58	52.99	3.40	64.97
Ueno Son	12.68	28.13	2.00	42.81
Irabu Son	73.65	879.36	242.70	1,195.71
Tarama Son	3.63	88.02	142.00	233.65
Yaeyama Gunto	1,807.40	378.53	66.69	2,252.62
Ishigaki Shi	404.27	358.80	66.69	829.76
Taketomi Cho	1,362.25	19.73		1,381.98
Yonaguni Cho	40.88			40.88

全琉球における分布面積計は30,634haで全林野面積（134,044ha）の約23%を占め，内人工林7,689ha，天然生林11,746ha，混交林11,200haで天然生林と混交林の分布面積計は75%以上を占め，天然生林がやや広い。しかし，最近の人工造林面積は年間600余haに拡大されており，間もなく天然生林や混交林面積に近ずき，さらに最大面積を占めるものと予想される。

群島別林野面積比は，沖縄群島62%，八重山群島32%，宮古群島6%であるが，リュウキュウマツの分布面積は，混交林については，沖縄群島が87%で，内北部地区67%に対して同じく森林面積の多い八重山群島では1%未満であることは，森林の疎開度の差異による母樹分布の違いや天然下種による稚樹生存状況の違いによるものと推定される。

天然生林の分布については，沖縄群島が83%で，内森林地区での北部地区41%と八重山群島3%の違いも両地区森林の疎開度と荒廃疎開林面積と母樹分布の多少によるものと推定され，沖縄群島中南部地

区や宮古群島など森林面積の少ない地区でも天然分布面積が比較的多いことは，農作不可能な疎開植生の丘陵地帯が広く，かつ一部荒廃疎開林地が分布することに起因するものと考えられる。

人工林については，各地区の造林実施面積であって，地区や母岩などによる造成差は認められない。

母岩別分布については，各種母岩にわたってリュウキュウマツの分布がみられ，母岩の種類による分布差は認められない。ただ，粘板岩，国頭礫層，琉球石灰岩，古世紀石灰岩，泥灰岩，安山岩地域に広く分布しており，特に粘板岩地域の分布が著しい。なお，国頭礫層の母岩分布は狭いが，同母岩土壌の分布地域には100%近くリュウキュウマツが生育分布している。

海岸線の隆起珊瑚礁砂土地帯での生育分布は全く見られず，また海岸沿線の隆起珊瑚礁砂土平坦地域にも少ない。

従来のリュウキュウマツの造林法は，沖縄には堅硬な重粘土壌地帯が広いことや，同樹種の生態上の性質の面で苗木の活着が不良であることなどが原因して，主として播種造林法が採用されており（面積比にして約99%），僅か１%の面積が，鉢付苗木植樹造林法によって，主として宮古，八重山地区の農地防風林や保安林造成に適用されている外，並木や広場の緑化にも採用さてれいる。蔡温は播種造林法を指導しており，その後今日まで主として同造林法が継続実施されている。

種子の結実成熟期は10月初旬より11月下旬の間で，播種および苗木植樹ともに11月ないし３月末までの間に，全面刈り払いまたは焼き払い地拵えの後，穴鍬入れをして播種または植樹を実施している。最近は特に伐採刈り払い後の焼き払い地拵えが広く実施されている。また，天然生林の保育による成林面積は最も広く，その成林状況も概して良好であるが，全般的に疎林分が多く，林木生産上改善を要する点が多い。

リュウキュウマツは，当沖縄地域が冬季も比較的暖かいため，１月下旬には，既に冬芽が開じよし始め，苗木または幼令木は７～８月下旬には秋芽の伸長が見られて，年間を通じて殆んど上長生長を続けている。また，幼時には２回以上側枝を出すことも珍らしくない。このような特性から，アカマツやクロマツに比し一般に生長がよく，特に幼令時の生長は速い。また，リュウキュウマツは一般に適応性が強く，特にやせ地でも良く生育するので，今次の戦災や復興材生産のため伐り荒されて広がった荒廃林地の造林にもっぱら当てられ，なお，耐潮性や耐風性も強いため，古くから農地防風林や海岸保安林の造成に用いられている。

他方，材の性質としては，主として強風の影響をうけて，アテ材を形成するものが多く，晩材率の大きいことと相俟って比重が大きい。また，心材は30年生頃から漸く形成され，一般に心材率は極めて小さいが，心材部には樹脂が多い。したがって一般土建材，薪材などに古くから用いられ，特に鰹節製造用または沖縄瓦製造用の優良薪材として古くから重用され，戦前は炭鉱坑木材として台湾へ移出されていた。最近ではパルプ材として繊維が長く，良質で，生産歩止りも高いといわれている。

従来わが国のマツ類については，極めて多くの研究報告があるが，リュウキュウマツについては，上述のごとき幾多の特性があるにもかかわらず，これに関する研究は極めて少なく，わずかに，針葉と材の解剖学的性質，日長効果，養苗法，造林法，生長量調査，重量生長，施業，害虫などに関する断片的な研究報告が若干見られるにすぎない。

しかし沖縄においては，大面積荒廃林地の復旧造成と木材増産の観点から，針葉樹造林樹種として大きく注目されるにいたっている。さらに，郷土地方におけるリュウキュウマツの増殖はもとより，台湾においても年々大面積造林が実施せられ，大島郡下においても年々造林が継続的に実施され，九州その他の暖帯地方においても積極的に，これを導入せんとする気運が見られる。したがって，リュウキュウマツの造林並に施業に関する基礎的な試験研究をおこなうことは極めて重要と認められる。

著者は以上の観点から1955年以来，リュウキュウマツの郷土地方における造林並に施業の試験調査をおこない，リュウキュウマツ林造成の基本的条件を究明すべく，圃場実験と現地試験を継続実施してい

る。本研究はその一部であって，特に幼令期におけるリュウキュウマツの造林並に施業に関する基礎的性質を分析し，考察を加えたものである。

本研究に当っては，九州大学名誉教授佐藤敬二博士，九州大学教授井上由扶博士，東京大学名誉教授中村賢太郎博士，東京大学教授佐藤大七郎博士に終始懇切な御指導と御助言をいただいた。こゝに衷心より感謝の意を表する。

なお本稿の取りまとめ，調査測定計算に当って，琉球大学教授砂川季昭博士の絶大な御協力をいただき，さらに山盛直，幸喜善福，平田永二，飯塚寛，津波古充清，山城昌弘，喜久永米弘，向井富士雄，比嘉政吉，高丘博勝，崎枝泰義，池村恵光，仲宗根正剛，新垣秀雄，今村重信，平良一男，富永実誠，上間仁の諸氏および石垣市林務課，八重山地方庁経済課，琉球政府林務課の職員の方々の御助力を得た。併記して深甚の謝意を表する。

第2章　幼令林および壮令林の林分構成

1　調査目的

各地に散在するリュウキュウマツの天然下種林分および人工下種林分は，各林分の立木本数密度や樹高生長量その他の林分構成要素について，各林分間の差が大きく，したがって各林分の林相の相違も著しい。その原因としては，次のことが考えられる。

1）リュウキュウマツは土地的適応性が強く，低地位でも良く生育し，地位による生長量の差も一般に小さい。反面きわめて受光要求量の高い陽性樹種で，庇陰の害は一般に高く，庇陰による発生種樹の枯損率や，生長量の減少率は，かなり大きいことが予想される。したがって，必要受光量の得られる開放地のあらゆる場所に下種の機会を得て発生生育し，各生育地の地力に応じた樹高の林分を構成する。

2）下種によって稚樹が発生し，成林をとげねばならないので，発芽当初から他植物との受光に対する争奪が開始される。したがって，他植物の繁茂を許さない低地位の開放地か，あるいは人工的に他植物の庇陰を取り除かない限り成林はおぼつかない。すなわち，下種地の他植生の繁茂やその庇陰状態によって，成林の可否や立木密度などが大きく左右される。さらに，母樹の結実状態，タネの分布状態，下種地の受種条件なども，稚樹の発生状態を大きく左右する。

3）稚樹の発生生育本数が多いほど相互淘汰の効果が高められて適正本数を有する生産力の高い優良林分への誘導が可能になる。特に，リュウキュウマツは，海岸に近い風衝地の生育環境地での淘汰をくり返して今日に至った故か弧立木の樹冠拡張の性質が著しく，生育本数の少ない林分ほど疎悪林へと移行することが予想される。

4）リュウキュウマツは，高い陽性樹種であるため，発芽稚苗当初の他の植生による庇陰度の差に原因する樹高差や，下種発芽年次の不揃いによる樹高差などを生じて，各稚樹間の受光量の相違を招き，以後各稚樹間に，さまざまの生育状況や淘汰がくり返されて，その後の成林の経過や状況がいろいろ変ることが予想される。

以上の予想にもとずいて，リュウキュウマツの林分構成と生育状況の支配的重要条件と推定される林分の本数密度，林相，土地的植生的の条件を取りあげ，これらの相違する13地区の天然下種林39区，人工下種林2区の各種幼令林を選定して，林分構成を調査し，幼令林の取り扱いに関する基礎資料とした。さらに，天然下種林2区，人工下種林1区，苗木植栽林1区の壮令林分をも選定し，林分構成を調査して，壮令林分の生長量や幹材積蓄積量との関連を知る資料とした。

2　調査地の位置および気象

I　位　置

琉球諸島は，北緯24度～28度と東経122度～132度の間に散在する諸島からなる。

Table 2. Climate observation.

Element \ Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Years of observation
Mean temperature (°c)	18.0	18.0	19.7	22.3	24.9	27.2	28.3	28.0	27.0	24.6	22.1	19.4	23.3	1897～1956
	16.1	16.0	17.7	20.7	23.1	26.1	27.9	27.7	26.6	23.9	20.8	17.7	22.0	1891～1940
	15.3	16.1	16.9	20.6	23.6	25.7	28.5	28.5	26.7	23.5	20.8	17.0	21.9	1957～1960
Mean humidity (%)	77	78	80	82	84	85	82	83	81	77	77	77	80	1897～1956
	75	75	77	80	83	86	82	83	82	78	75	73	79	1891～1940
	81	85	81	81	84	89	83	87	82	81	79	81	81	1957～1960
Mean precipitation (*mm*)	144.0	122.3	138.6	148.5	226.7	216.5	193.9	216.7	238.0	203.0	177.9	163.3	2189.4	1897～1956
	130.8	130.0	161.1	157.0	253.5	269.0	188.5	265.5	182.9	164.6	134.4	105.2	2142.5	1891～1940
	123.7	173.0	147.8	284.4	250.8	402.4	121.7	310.0	289.0	337.6	189.5	163.0	2792.7	1957～1960
Rainy days (≧0.1*mm*)	19.8	16.9	16.9	14.7	17.0	16.0	16.3	17.7	17.7	17.6	18.4	20.0	209.0	1897～1956
	18.9	17.3	17.4	14.8	17.4	16.8	16.1	18.7	17.6	15.8	14.9	16.2	201.7	1891～1940
	19.3	17.5	17.3	16.0	17.3	20.3	10.3	19.7	19.7	16.5	15.0	15.0	203.9	1957～1960
Mean evaporation (*mm*)	87.5	85.9	109.9	126.7	144.3	163.8	199.3	183.2	166.3	151.2	115.3	95.0	1628.3	1908～1956
	91.6	90.0	108.6	119.4	135.0	147.1	187.1	174.3	153.0	143.1	113.6	103.8	1566.6	1895～1936
	69.8	69.4	93.9	78.4	106.5	92.9	145.3	122.7	102.5	89.0	76.8	65.3	1112.5	1957～1960
Greatest direction of the wind	NNE	NE	NE	NE	S	S	S	S	NE	NE	NE	NE	NE	1908～1956
	NE	N	NE	NE	E	SSW	SE	SE	SE	NE	NE	NE	NE	1891～1936
	N	N	E	SE	E	S	SE	SE	S	NE	N	N	NE	1957～1960
Mean wind velocity (*m/s*)	5.1	5.1	4.7	4.7	4.3	5.1	5.0	5.0	4.8	5.3	5.8	5.3	5.0	1949～1956
	4.7	4.7	4.2	3.5	3.3	3.2	3.3	3.6	3.8	4.3	4.7	4.7	4.0	1891～1936
Frequency of wind Velocity (≧10.0*m/s*)	2.9	3.1	3.3	2.1	2.0	4.4	5.8	6.1	5.0	4.2	4.5	3.8	47.2	1897～1956
	14.0	12.8	11.2	6.1	4.5	2.7	3.7	5.5	7.3	7.7	11.8	13.4	102.8	1891～1936
Sunshine hours (*h*)	98.8	97.9	121.9	153.2	188.9	229.4	276.4	257.2	229.0	185.3	129.2	103.1	2070.2	1899～1956
	105.3	98.5	124.5	150.6	167.7	203.0	275.9	247.4	216.7	178.0	134.6	118.1	2020.7	1906～1936
Sunshine percentage (%)	29	31	33	40	45	56	66	64	62	52	39	31	47	1899～1956
	34	32	34	41	41	50	68	63	60	51	43	38	46	1986～1936

Note: upper row Ishigaki N=24°20′ E=124°10′
middle row Naha N=26°14′ E=127°41′
lower row Yona N=26°46′ E=128°13′

本調査は沖縄本島の北・中・南部と八重山群島中の石垣島および西表島においておこなった。すなわち，沖縄本島北部所在の琉球大学与那演習林，名護町為又（ビーマタ）所在の名護町有林，沖縄本島中部の具志川市兼箇段所在の私有林，沖縄本島南部の大里村目取真および糸満町兼城座波所在の私有林，八重山群島の石垣島のバンナ，山座利，ヨーン，高屋所在の公私有林，西表島のザラザキおよびムラボカ所在の官公有林などにそれぞれ幼令林41区，壮令林４区の調査地を設定した。

Ⅱ　気　象

琉球諸島における各気象観測値は第２表のとおりである。

石垣島および西表島の各調査地の気象は，石垣市における気象観測値を，沖縄本島の中部および南部の各調査地の気象は那覇市における気象観測値を，沖縄本島北部の各調査地の気象は，琉球大学与那演習林における気象観測値を，それぞれ表示した。年間の月平均気温は，15.3°*C*～28.5°*C*で，年間の月平均気温較差は10°*C*～13°*C*で小さく年中暖い。

年平均降水量は，与那2,800*mm*，石垣市2,200*mm*，那覇市2,150*mm*，年間の各月の平均降水量の分布は100～400*mm*で極端な乾燥期は認められない。なお，1950年～1959年の10カ年間の夏季における集中豪雨型台風雨の年間平均降水量は，那覇市585*mm*，石垣市368*mm*であって，これらの降水量は，それぞれの地方の最も気温の高い７～９月の間の降水量の約50～90%に当り，したがって台風雨以外の降水量は少なく，夏季は比較的乾燥する。

年間の風速10*m/s*以上の日数は，那覇市102.8日で，11～３月の間に多く，冬季節風の強いことを示し，石垣市では47.2日で，７～９月の間の台風期に多く，冬季季節風は比較的弱いことを示し，年間の10*m/s*以上の暴風日数は，両地区間では顕著なちがいを示して那覇市に多く，石垣市に少ない。

年間平均蒸発量は，石垣市1,628.3*mm*，那覇市1,566.6*mm*，与那1,112.5*mm*と，それぞれ相違し，年間日照時間は2,020～2,070時間である。

3　調査地の選定

Ⅰ　選定の方法

調査地の選定に当っては，本研究の目的によって，地位および本数密度の相違が顕著な林分について，林分の平均林令が20年生以下で生育の異なる幼令林を求めた。すなわち，地質，土性，傾斜度，方位，植生などの異なる林分を選定するとともに，閉鎖度が適正な20～35年生の人工壮令林も選定した。このようにして生育や林分構成の異なる各種幼令林と壮令林を選定し，林分構成調査資料の適正を期するように努めた

Ⅱ　各調査地の概況

各調査区の所在地，地質，土性，傾斜度，傾斜面の方位，林分の樹高生長，立木密度，林令，植生および成林の経過などを示すと第３表および第１図のとおりである。

与那調査区は，各区とも焼き払い跡地に天然下種によって成林した林分で，各区の地質は，古世紀粘板岩，土性は埴質壌土，傾斜度は５～25度の範囲にある。Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳの各調査区とも中腹の小陵線に接してＮないしＮＷの傾斜面で，各区とも陵線に接する調査区は，コシダ，リュウキュウチク，チガヤ，ササキビなどの地表植生であるが，その他の中腹斜面の地区は，広葉樹の下層植生が混生している。最上層樹高は５～７*m*，林令は６～13年生で各区ともにた林令であるが，ha当り立木本数は4,250～24,262本となって，本数密度は調査区間の差が著しい。各区とも陵線地帯を除いては地表植生の地表庇陰がはなはだしく，発生稚樹は発見されない。

具志川市兼箇段の各調査区（Gu）は，天然下種によって成林した林分でいずれも母岩は国頭礫層で土性も同じ砂質壌土である。Ⅰは各調査区とも緩斜地である。Ⅰ－３は傾斜の頂上部で，流亡によって全面表土を欠き，最上層樹高は４*m*にも達せず，発生稚樹を認めない。Ⅰ－２および４も流亡によって

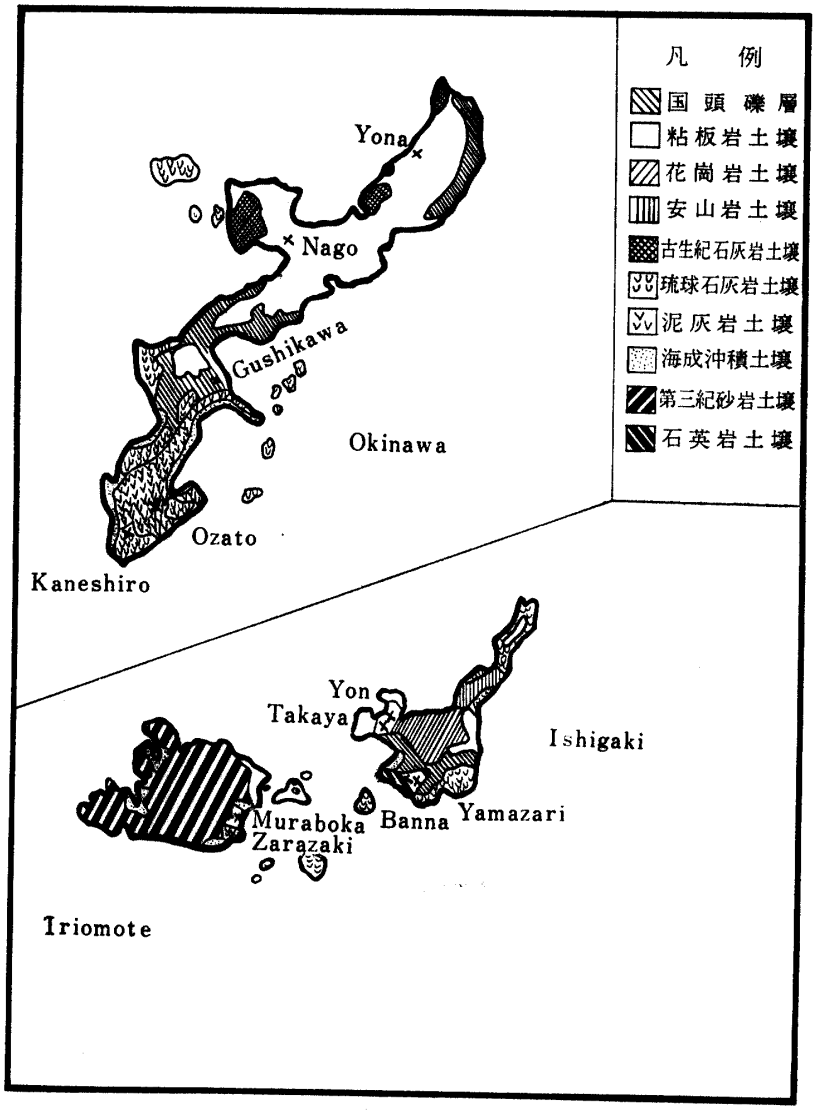

Fig. 1. Geological map and location map.

Note:

Japanese name	English name
国頭礫層	Kunigami gravel
粘板岩土壌	Phyllite soil
花崗岩土壌	Granitic soil
安山岩土壌	Andesite soil
古生紀石灰岩土壌	Paleozoic limestone soil
琉球石灰岩土壌	Ryukyu limestone soil
泥灰岩土壌	Marly soil
海成沖積土壌	Marine alluvial soil
第三紀砂岩土壌	Tertiary sandstone soil
石英岩土壌	Quartz soil

Table 3. List of the sample area. 1.

Plot	Location	Geology and Soil	Angle and Direction of inclination	Stand age	Number of tree per hectare
Yo I-1 2 3 4	Yona, Kunigami-son Yona University Forest	Paleozoic phyllite and Clay loam	5—25 NW	6—13	7474—18533
Yo II-1 2 3 4 5	〃	〃	〃	6—11	4250—9598
Yo III-1 2 3 4 5	〃	〃	〃	6—12	5846—24262
Yo IV-1 2 3 4	〃	〃	〃	6—9	5370—8064
Gu I-1 2 3 4	Kanekadan, Tairagawa, Gushikawa-shi	Kunigami gravel and Sandy loam	3—6 SW	8—16	4859—6871
Gu II-1 2 3	〃	〃	20—25 SW	7—17	3127—3988
Gu III-1 2	〃	〃	10—25 NE	8—15	7216—8477
Gu IV-1 2 3	〃	〃	2—3 E	7—15	2192—2779
Ba	Banna, Okawa, Ishigaki-shi	Quartzite and Loam	0—3 SE	9—17	Ryukyumatsu 2500 Soshiju 478 Total 2978
Yō A	Yōn, Kabira Ishigaki-shi	Granite and Loam	3—5 WSW	10—17	1679
Yō B	〃	〃	15—25 WSW	5—12	8717

Height of the upper crown	Vegetation	Progress of growth
5—7m	Koshida(5)Chigaya(5)Ryukyuchiku(5) Susuki(4)Tsuwabuki(3)Hoōrokuichigo(+) Iju(+) Sasakibi(+) Nobotan(+)	Preparation by bonfire Natural seeding
7m	Koshida(5) Susuki(4) Chigaya(4) Ryukyuchiku(2) Tsuwabuki(1) Nobotan(+) Marubanikkei(+) Gima(+)	〃
5—7m	Koshida(5) Susuki(4) Chigaya(2) Tsuwabuki(2) Nobotan(+) Kusagi(+) Horokuichigo(+) Akamegashiwa(+) Obachijimizasa(+) Sasakibi(+)	〃
6—7m	Koshida(5) Susuki(3) Hiryushida(3) Tsuwabuki(1) Iju(+) Fukanoki(+) Gonzui(+) Akamegashiwa(+) Itaji(+) Sasakibi(+) Chigaya(+) Nobotan(+)	〃
3—6m	Susuki(3) Koshida(2) Chigaya(2) Nobotan(1) Hisakaki(+) Nakaharakuroki(+) Horokuichigo(+) Edauchchijimizasa(+)	Preparation by hoe Natural seeding
7—12m	Chigaya(3) Ogasaharasuzumenohie(5) Susuki(3) Horokuichigo(2) Koshida(2) Nobotan(1) Itachigaya(+) Hamahorashinobu(+) Nakaharakuroki(+)	〃
3—6m	Susuki(3) Chigaya(3) Koshida(1) Nobotan(1) Nakaharakuroki(+) Hisakaki(+) Hōrokuichigo(+)	〃
7—8m	Chigaya(5) Susuki(2) Koshida(2) Horokuichigo(1) Nobotan(+) Nakaharakuroki(+) Sangoju(+)	〃
9m	Ogasaharasuzumenohie(5) Hiryushida(+) Koshida(+) Getto(+)	No preparation Natural seeding
10m	Ogasaharasuzumenohie(5) Hiryushida(+) Getto(+) Kuchinashi(+) Sangoju(+)	〃
10m	Ogasaharasuzumenohie(+) Getto(+) Hisakaki(+ Susuki(+)	〃

Table 3. List of the sample area. 2.

Plot	Location	Geology and Soil	Angle and Directiono of inclination	Stand age	Number of tree per hectare
Ya	Yamazari, Ishigaki, Ishigaki-shi	Quartzite and Loam	0—5 S	35—36	491
Ta	Takaya, Kabira Ishigaki-shi	Andeste and Silt loam	3—8 NNW	16—22	1403
Oz middle slope	Medoruma, Osato-son	Marl stone and Clay loam	18—22 NNW	12—21	6969
Oz upper slope	〃	〃	3—7 WSW	10—18	9187
Ka upper	Zaha, Kaneshiro, Itoman- cho	Coral limestone and Loam	8—10 S	9 —24	5797
Ka lower	〃	〃	8—10 S	10—19	4778
Oh muraboka	Muraboka,Haemi,Ohara, Taketomi-cho	Tertiary Sandstone and Sandy loam	0 — 5 SSW	7 —10	9211
Oh zarazaki middle slope	Zarazaki, Ohara, Taketomi-cho	〃	10—15 NW	25	1436
Oh zarazaki upper slope	〃	〃	0 — 5 WNW	20	2789
Na upper	Biimata, Nago-cho	Paleazoic Phyllite and Clay loam	7 —14 SW	10—13	6728
Na middle	〃	〃	25—30 WNW	7 —15	3409
Yō C	Yōn,Kabira Ishigaki- shi	Granite and Loam	15—20 S	6 —10	10983

Height of the upper crown	Vegetation	Progress of growth
22m	Nobotan(5) Ogasaharasuzumenohie(5) Susuki(1) Adan(+) Getto(+) Kuchinashi(+)	cultivate by cattle Direct seeding
18m	Ogasaharasuzumenohie(5) Getto(5) Susuki(1) Sangoju(+) Kuchinashi(+) Kuwazuimo(+)	No preparation Natural seeding
7m	Sotetsu(+) Getto(2) Susuki(1) Kuchinashi(+) Horokuichgo(2) Horashinobu(2) Giima(2) Nobotan(5) Sangoju(+) Chigaya(+) Yabunikei(+) Inubiwa(+)	〃
6m	Susuki(1) Getto(1) Giima Kikyoran(+) Sotetsu(+) Chigaya(+) Inubiwa(+) Sangoju(+)	〃
8m	Susuki(5) Giima(1) Horokuichigo(+) Inubiwa(+)	〃
11m	Susuki(1) Kuchinashi(1) Tobera(1) Inubiwa(1) Taiwankanikusa(+) Getto(+) Sotetsu(+) Giima(+)	〃
7m	Koshida(5) Iriomotesyamisenzuru(+) Kakibakankonoki(+) Akamegashiwa(+)	Preparation by bonfire Natural seeding
12m	Getto(5) Adan(+) Taiwankanikusa(+) Yamaguwa(+) Tabunoki(+) Warabi(+) Banjiro(+)	No preparation Natural seeding
8m	Susuki(1) Azami(+) Getto(+) Taiwankanikusa(+)	Planting
5m	Koshida(5) Nobotan(1) Susuki(1) Giima(1) Sharinbai(+) Iju(+) Tsuwabuki(+)	Preparation by bonfire Direct seeding
9m	Gonzui(+) Iju(+) Inuiwa(+) Sharinbai(+) Koshida(5) Susuki(+) Hiryushida(+) Giima(+) Kobanmochi(+)	〃
7m	Tsuwabuki(+) Susuki(+) Koshida(+) Getto(+) Nobotan(+) Taiwankanikusa(+) Ryukyuaoki(+) Hajenoki(+) Giima(+) Kakibakankonki(+) Inubiwa(+) Tabunoki(+) Himeyuzuriha(+) Akameinubiwa(+)	Preparation by bonfire Natural seeding

Note :

Koshida	*Dicranopteris dichoma* Bernh.
Chigaya	*Imperata cylindrica var.*major C.E.Hubb.
Ryukyuchiku	*Pleioblastus linearis* Nakai.
Susuki	*Miscanthus sinensis* Anderss.
Tsuwabuki	*Farfugium japonicum* Kitamura.
Hōrokuichigo	*Rubus Sieboldii* Bl.
Iju	*Schima Wallichii* subsp. *liukiuensis* Bloemb.
Sasakibi	*Setaria Palmifolia* Stapf.
Nobotan	*Melastoma candidum* D.Don.
Marubanikkei	*Cinnamomum daphnoides* S. et Z.
Gima	*Vaccinium wrightii A.* Gray.
Kusagi	*Clerodndron trichotomm* Thunb.
Akamegashiwa	*Mallotus japonicus* Muell.-Arg.
Ōbachijimizasa	*Oplismenus patens* Honda.
Hiryusida	*Blechnum orientale* L.
Fukanoki	*Schefflera octophylla* Harms.
Gonzui	*Euscaphis japonica* Kanitz.
Itaji	*Castanopsis Sieboldii*〈Mak.〉Hatusima.
Hisakaki	*Eurya japonica* Thunb.
Nakaharakuroki	*Symplocos japonica* ver. Nakaharai Hayata.
Edauchichijimizasa	*Oplismenus compositus* Beauv.
Ogasaharasuzumenohie	*Paspalum conjugatum* Berg.
Itachigaya	*Poganantherum crinituum* Konth.
Hamahorashinobu	*Sphenomeris biflora* Y. Akasawa.
Sangoju	*Viburnum odoratissimum* var. Awabukii K. Koch

Getto	*Alpinia speciosa* K. Schum.
Kuchinashi	*Gardenia jasminoides* Ellis f. *grandiflora* Mak.
Adan	*Pandenustectorius Parkinson* var. *liukiuensis*-warb.
Kuwazuimo	*Alocasid macrorrhiza* Schott.
Sotetsu	*Cycass revoluta* Thunb.
Horashinobu	*Stenoluma chusanum* Ching.
Yabunikkei	*Cinnamomum japonicum* Seib.
Inubiwa	*Ficus erecta* Thunb.
Kikyoran	*Dianella ensifolis* DC.
Tobera	*Pitosporum Tobira* Ait.
Taiwankanikusa	*Lygodium japonicum* SW.
Iriomotesyamisenzuru	*Lygodium microphyllum* R.Br.
Kakibakankonoki	*Glochdion hongkonesne* Muell.-Arg.
Shimaguwa	*Morus austrlis* Poir.
Tabu	*Machius Thunbergii* S. et Z.
Warabi	*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum* Underw.
Banjiro	*Psidium Guajava* L.
Shimaazami	*Girsium brevicaule* A. Gray.
Hosobasharinbai	*Rhaphiolepis umbellata* Mak.var. *liukiuensis* koidz.
Ryukyuaoki	*Psyhotria rubra* Poir.
Kobanmochi	*Elaeocarpus japonicus* S. et Z.
Hazenoki	*Rhus succedanea* L.
Himeyuzuriha	*Daphniphyllum Teijsmannii* Zoll.
Kōtōinubiwa	*Ficus benguetensis* Merr.

所々表土を欠き，樹高は5*m*以内にある。Ⅱ－1と2は20～25度のSW斜面で，樹高は13*m*におよんでいる。Ⅱ－3は平坦地で樹高は11*m*に達し，ホーロクイチゴ，ハマホラシノブ，オガサハラスズメノヒエなどの植生である。Ⅲ－2は流亡によって全面表土を欠き，林分樹高も4*m*未満にすぎず，6～10度のNE斜面である。Ⅳは傾斜2～3度で一部凹地をなし，最上層樹高は8*m*，ha当りの立木本数は調査区による差が割に大きく，2,192～8,477本にわたっている。

石垣市大川バンナ調査区（Ba）は，天然下種による成林林分で，母岩は石英岩，土性は壌土である。傾斜は0～3度で，SE緩斜面をなし，最上層樹高9*m*，ha当りに478本のソウシジュを混交する計2,978本の立木本数区である。

石垣市川平ヨーンA調査区（YōA）は，天然下種による成林林分で，花崗岩，土性は壌土，3～5度の凹地帯，最上層樹高は10*m*，ha当り立木本数は，1,679本である。

石垣市川平ヨーンB調査区（YōB）は，天然下種による成林林分で，花崗岩で土性は壌土，20～25度のWSW斜面，最上層樹高10*m*，ha当りの立木本数は8,717本である。

石垣市山座利調査区（Ya）は，牛耕地脊え地へ人工バラマキ播種で成林し，間伐をおこなった林分で，石英岩で土性は壌土，0～5度の緩斜面，36年生人工播種造林地，最上層樹高22*m*，ha当りの立木本数は491本である。

石垣市高屋調査区（Ta）は，天然下種により成林した林分で，安山岩で砂質壌土，3～8度のNNE斜面，16～22年生壮令林，最上層樹高18m，ha当り立木本数は1,403本である。

沖縄本島南部大里村目取真の2調査区（Oz）は，丘陵地の平坦陵線部と緩斜中腹部の天然下種による成林林分で，泥灰岩で埴土，最上層樹高は6*m*と7*m*，10～21年生，ha当り立木密度は9,187本と6,969本の林分である。

沖縄本島南部糸満町兼城座波の2調査区（Ka）は，丘陵地の緩斜面上の上部と下部の天然下種の成林林分で，琉球石灰岩で壌土，最上層樹高は8*m*と11*m*，9～24年生，ha当り立木本数は5,797本と4,778本である。

八重山群島西表東部大原南風見ムラボカ調査区（Oh, mu,）は，山林平坦地の焼き払い跡地の天然下種の成林林分で，第3紀砂岩で砂質壌土，最上層樹高7*m*，7～10年生，ha当り立木本数が9,211本の林分である。

八重山群島西表東部大原ザラザキの2調査区（Oh, za）は，海岸に近い緩斜地の上部と下部の苗木植栽林と天然下種保育林で，第3紀砂岩で砂質壌土，最上層樹高8*m*と12*m*，20年生と25年生，ha当り立木本数は2,789本と1,436本の壮令林である。

沖縄本島北部名護町為又の2調査区（Na）は，山林内傾斜地の上部と下部の焼き払い跡地の人工下種成林林分で，古世紀粘板岩で，埴壌土，最上層樹高5*m*と9*m*，7～15年生，ha当り6,728本と3,400本の立木本数をもつ林分である。

八重山群島石垣島川平ヨーンの調査区（YōC）は，里山緩斜丘陵地の焼き払い跡地の天然下種の成林林分で，花崗岩で壌土，最上層樹高7*m*，6～10年生，ha当り立木本数は，10,983本の林分である。

4　各調査区の林分構成

Ⅰ　調査の方法

1）調査事項

前節の3－Ⅰ項の調査林選定の方法によって選定した13地区45調査区について次の事項を調査した。

①　実測事項

樹高，胸高直径，枝下高，樹冠直径，

②　測定結果の計算または作図によって求めた事項

立木本数，立木配置図，調査面積，胸高断面積，樹冠長，樹冠長率，樹冠投影面積，閉鎖度，庇陰度

2） 実測方法

樹高の測定については，50*cm*刻みの目盛を施した竿と測定者の身長と目測を併用して10*cm*単位で読みとる方法ならびにワイゼ測高器によって50*cm*単位で読みとる方法の2方法によった。各幼令林分は立木が密生し，樹高8*m*以内のものが大部分を占めていて，目盛付き竿と測定者の身長を利用することにより，目測によって10*cm*単位で読み取ることには事欠かなかった。幼令林分中，樹高10*m*以上の若干の毎木調査については，つとめてワイゼ測高器を利用した。石垣市山座利調査区（Ya）と石垣市高屋調査区（Ta）の壮令林については，すべてワイゼ測高器を用いた。

胸高直径の測定については，2*mm*目盛付きの輪尺によって1*mm*まで読みとった。

枝下高の測定は，樹高の測定法に準じて実施した。

樹冠直径の測定については，5*mm*目盛付きの布巻尺を用いて，樹冠直下で，最大と最小の2方向について10*cm*単位で読みとり，平均して求めた。

3） 測定結果の計算ならびに作図の方法

立木本数は，各樹高階ごとにまとめて示し，ha当り立木本数は，各樹高階の立木本数に1haに対する調査区面積の比率を乗じて算出した。

立木の配置図は，一基点からの毎木の方位角と傾斜角と距離をコンパス測量法によって測定し作図した。

調査地の面積は，立木配置平面図上に毎木の樹冠投影図をかき，外周投影線を結んだ線で囲まれた地域を求積して求めた。

胸高断面積の算出には，mm^2まで読みとれる円面積表を用いた。各樹高階のha当り胸高断面積は，各樹高階の平均胸高断面積に各樹高階のha当り立木本数を乗じて求めた。

樹冠長は，樹高と枝下高の差を算出して求め，樹冠長率は，樹冠長の樹高に対する百分率で示した。

樹冠投影面積は，樹冠直径を円面積に換算することによって求め，各樹高階の樹冠投影面積は，各樹高階の平均樹冠投影面積に立木本数を乗じて算出した。

林分内各地点における樹冠投影面積は，任意の林地面積の垂直面上に重りあう各樹高階の樹冠投影面積計を毎木立木配置図上で求めた。

各樹高階の閉鎖度および林分内任意地点における閉鎖度は，さきに述べた各樹高階の樹冠投影面積および林分内任意地点における樹冠投影面積の各調査区の面積および林分内任意林地面積に対する百分率として求めた。

庇陰度は，裸地の全照度に対する林内で遮蔽される照度の百分率を算出して求めた。

林分内任意地点の庇陰度または各樹高階の庇陰度については，20万ルックスまで測定できる基準照度計を用いて，各調査区林分内のできるだけ多くの任意地点の各樹冠高における照度を測定するとともに，同時点における裸地の照度も測定して各測定点の庇陰度を算出した。

なお，さきに述べた林分内任意地点における閉鎖度の求め方と同様にして，照度を測定した林分内任意地点の各樹冠高における閉鎖度を求め，各照度測定点の庇陰度と閉鎖度の関係を図示したのが第2図である。各樹高階の庇陰度は，第2図より求めたものである。

Ⅱ 毎木調査結果

林分を構成する各林木の樹高階の相違が，受光量要求度の極めて高い陽性樹種とされているリュウキ

ュウマツにおいては，他の各測定因子とかなり高度の相関があるものと推定される。それらの関係を知るために，本研究においては全ての測定結果は樹高階別に示され検討された。

第4表は，毎木調査の結果を樹高階別にとりまとめたものであり，第5表は，各樹高階の立木本数と胸高断面積をha当りに換算したものである。

第6表は，第4表をもとにして調査地与那と具志川について，本数密度別，地位別，樹高階別の各種測定値をとりまとめたものである。

Ⅲ　各調査区の立木本数

1）各樹高階別立木本数

第4表の各樹高階別毎木調査結果および第5表のha当り各樹高階別立木本数および胸高断面積表からみると，幼令林分の1ha当り立木本数が，与那（Yo）Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳの18調査区は，4,250～24,262本の範囲にある。そのうち10,000本以上の立木本数を有する区は3調査区で，9,000本台が2区，8,000本台が3区，7,000本台が1区，6,000本台が3区，5,000本台が5区，4,000本台が1区となっている。

各調査区の各樹高階における立木の本数とその百分率はさまざまで，上層樹冠層の庇陰による受光量減少の程度が，その樹冠長や樹冠直径値から推定して，現在の生長量が大幅に抑圧されているとは考えられず，したがって将来間伐木または主伐木として生産対象になり得るものと推定される各調査区の中央樹高階以上の立木本数については，各調査区間の本数の変動は割合に小さい。すなわち，1,308～6,336本の範囲にあって，18調査区中3,000本以上が14区，4,500本以上が8区となっていて，ha当りの立木本数の特に大きい調査区では，庇陰のために生長量の比較的小さい中央樹高階以下の本数が多い。

沖縄本島北部の名護（Na）の陵線区と中腹区，石垣島ヨーン（Yō）C区，西表島大原ムラボカ（Oh, mu,）区の幼令林各調査区においては，ha当り立木本数は3,409～10,938本で，10,000本以上1区，9,000本台1区，7,000本台1区，3,000本台1区である。中央樹高階以上立木の本数と百分率は，1,948～9,085本と58～83%で，9,000本台1区，5,000本台2区，2,000本台1区で比較的多い。

具志川（Gu）Ⅰ，Ⅲの6調査区とヨーン（Yō）Bの調査区における1ha当り立木本数も与那（Yo）Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳの調査区とほぼにた本数で，4,850～8,717本の範囲にある。また具志川（Gu）Ⅰの3調査区を除く他の6調査区は，いずれも6,305本以上で，立木本数ははなはだ接近している。しかし各樹高階における立木の本数と百分率は，調査区によって異なり，中央樹高階以上の本数については，1,147～5,227本で，4,000本以上を占める区が4区，2,000本台区が2区，1,000本台の区が1区となっている。

具志川（Gu）Ⅱ，Ⅳの6調査区，バンナ（Ba）区，ヨーン（Yō）A区の8調査区におけるha当りの本数は，他の区に比して割合に小さく，1,679～3,988本で，3,000本台の区が3区，2,000本台の区が4区，1,000本台の区が1区となっている。それらの樹高階別立木の本数と百分率もまちまちであるが，中央樹高階以上の立木の百分率は割合に高く，41～93%を占め，本数は696～2,337本となっている。

沖縄本島南部の大里（Oz）の陵線区，兼城（Ka）の陵線区と下腹部区の各調査区においては，ha当り立木本数は4,778～9,187本で，9,000本台1区，7,000本台1区，6,000本台1区，5,000本台1区である。中央樹高階以上の本数と百分率は，2,903～4,140本と41～77%で，4,000本台2区，3,000本台2区である。

以上要するに，天然生幼令林におけるha当り立木本数は，10,000本以上の区は極めて少なく，大部分は5,000本台以上に属しており，該当調査区数は41区中29区を占めている。その他の12区は，4,000本

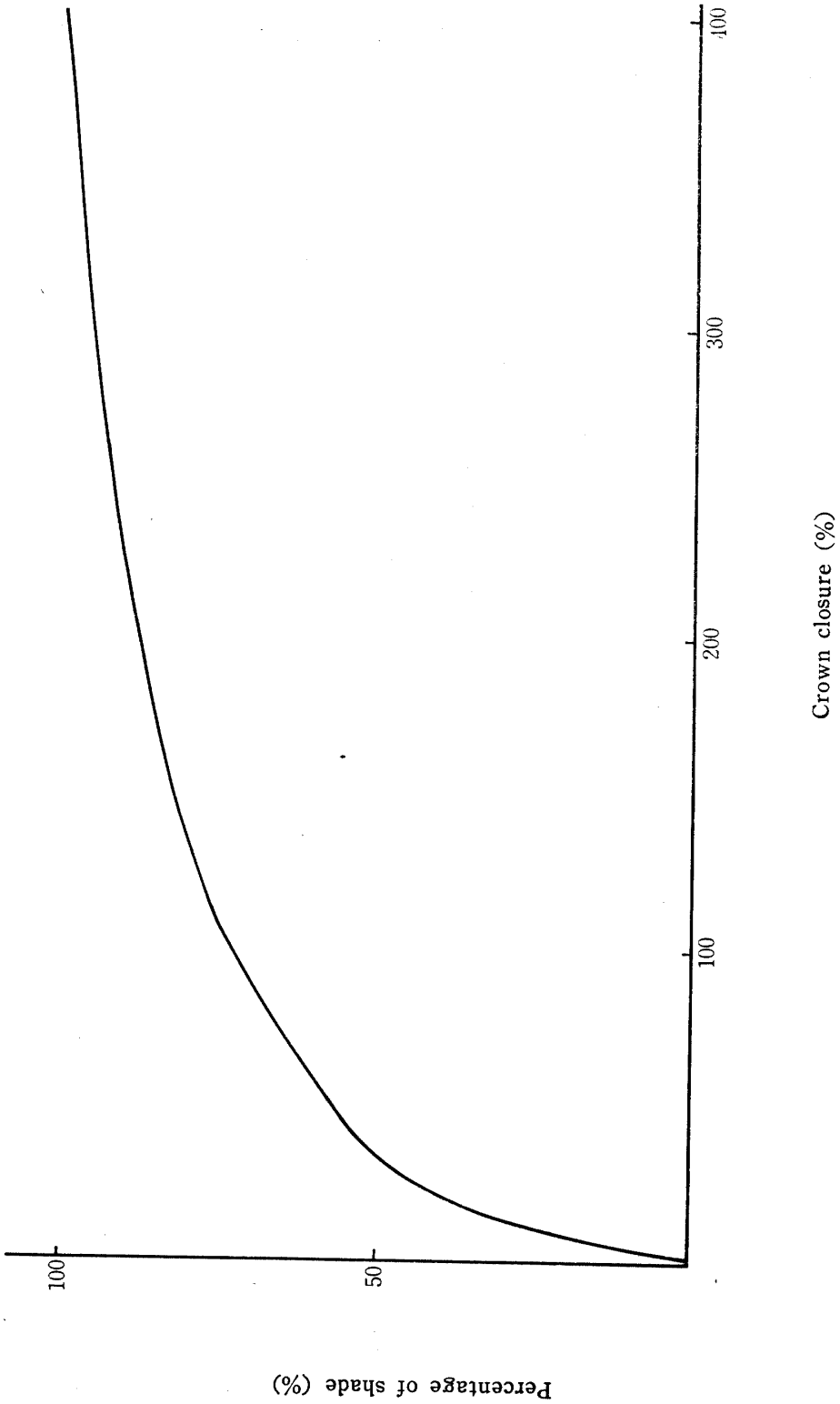

Fig. 2. Relation of crown closure to percentage of shade.

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length(%)
Plot:Yo I—1 (Area:330.00m² Number of trees per ha:8273 Crown closure:83%)						
—1						
—2	1.60—1.90 1.77	1.20—1.40 1.27	1.13—1.54 3.81	0.60—1.30 0.97	0.50—1.30 0.80	43.5
—3	2.00—2.90 2.39	0.80—5.80 2.03	0.50—26.42 179.54	0.90—2.00 1.40	0.30—1.85 0.99	41.3
—4	3.00—3.90 3.43	1.20—7.40 3.17	1.13—43.01 842.88	1.10—2.90 1.88	0.30—2.60 1.55	44.3
—5	4.00—4.90 4.44	2.10—9.00 4.61	3.46—63.62 1524.42	0.60—3.90 2.18	1.20—3.50 2.26	50.9
—6	5.00—5.80 5.34	2.20—10.40 5.47	3.80—81.95 964.22	1.50—3.40 2.38	1.70—4.20 2.95	55.3
6—	6.20—6.40 6.26	7.20—9.50 8.16	40.72—70.88 475.65	1.90—3.10 2.47	3.10—4.30 3.79	60.6
mean	3.86	3.86	(3999.52)	1.96	1.90	
Plot:Yo I—2 (Area:150.00m² Number of tress per ha:18533 Crown closure:96%)						
—1						
—2	1.60—1.90 1.74	0.60—1.60 1.28	0.28—2.01 6.95	0.90—1.20 1.04	0.60—1.00 0.70	40.2
—3	2.00—2.90 2.62	0.80—4.20 2.04	0.50—13.85 249.91	0.80—2.30 1.62	0.20—2.10 1.01	38.5
—4	3.00—3.90 3.39	1.20—5.60 2.55	1.13—24.63 226.00	1.20—3.10 2.14	0.40—2.00 1.25	36.9
—5	4.00—4.90 4.48	1.20—7.20 3.56	1.13—40.72 702.65	1.60—3.90 2.35	0.90—3.65 2.05	46.0
—6	5.00—5.90 5.33	2.80—8.00 4.60	6.16—50.27 476.28	1.50—2.80 2.40	2.20—3.90 2.93	55.0
6—	6.00—6.20 6.10	4.20—7.40 5.60	13.85—43.01 78.09	1.90—2.80 2.30	3.30—4.10 3.80	62.3
mean	3.65	2.87	(1739.88)	2.08	1.56	
Plot:Yo I—3 (Area:180.00m² Number of trees per ha:9167 Crown closure:90%)						
—1						
—2	1.50—1.80 1.66	0.70—1.60 1.30	0.39—2.01 11.12	0.50—1.00 0.71	0.50—1.20 0.95	57.1
—3	2.40—2.90 2.56	1.20—2.40 1.62	1.13—4.52 23.76	1.00—2.50 1.52	0.70—1.50 1.05	40.8
—4	3.00—3.90 3.30	1.20—3.80 2.39	1.13—11.34 313.60	1.00—3.00 1.90	0.40—2.30 1.39	42.2
—5	4.00—4.90 4.27	1.20—6.30 3.49	1.13—31.47 462.60	1.40—3.00 2.08	1.00—3.00 2.19	51.2
—6	5.00—5.90 5.37	3.00—8.00 4.99	7.07—50.27 502.32	1.10—3.40 2.25	2.00—4.00 3.13	58.2
—7	6.00—6.90 6.13	4.40—10.00 6.70	15.21—78.54 374.41	1.15—2.80 2.17	3.40—5.40 3.96	64.6
7—	7.00	8.06	153.96	2.53	4.47	63.8
mean	3.98	3.33	(1841.46)	1.95	2.03	
Plot:Yo I—4 (Area:95.00m² Number of trees per ha:7474 Crown closure:78%)						
—1						
—2	1.00—1.80 1.51	0.00—3.00 1.18	0.00—7.07 26.72	0.50—1.00 0.74	0.30—1.30 1.03	50.8
—3	2.00—2.50 2.28	1.20—3.00 2.04	1.13—7.07 63.54	1.00—2.20 1.23	0.60—2.10 1.06	46.2
—4	3.00—3.90 3.31	2.60—10.80 4.66	5.31—91.61 303.15	1.20—2.40 1.61	0.60—2.30 1.71	51.5
—5	4.00—4.90 4.31	3.80—10.70 6.71	11.34—89.92 343.57	1.50—2.50 1.90	1.50—3.00 2.41	55.9
5—	5.00—5.50 5.10	5.40—12.20 8.54	22.90—116.90 303.00	2.00—2.50 2.24	2.00—3.50 2.86	56.1
mean	3.01	3.97	(1039.98)	1.43	1.58	

by every tree measurement (1)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	Cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
0.22—0.37	0.04—0.11						
0.29	0.07	3	1	0.21	0	75	66
0.15—1.52	0.02—0.95						
0.51	0.23	47	17	10.75	3	72	65
0.25—2.25	0.13—3.98						
0.82	0.65	96	35	62.31	11	61	60
0.25—2.25	0.11—3.98						
1.16	1.31	81	30	105.89	32	29	46
0.30—3.00	0.10—4.52						
1.26	1.52	37	14	56.39	17	12	30
1.40—3.25	1.54—3.30						
2.32	4.35	9	3	39.16	12	0	0
0.97	1.01	(273)	100				
0.12—0.55	0.01—0.24						
0.29	0.08	5	2	0.42	0	97	72
0.07—2.27	0.01—1.33						
0.45	0.21	67	24	13.92	9	88	70
0.12—1.65	0.01—2.14						
0.61	0.35	111	40	40.51	27	61	60
0.25—2.25	0.03—2.69						
0.86	0.77	63	23	50.26	34	27	44
0.50—2.40	0.20—4.53						
1.19	1.33	27	10	36.00	24	3	9
1.05—1.70	0.87—2.27						
1.38	1.56	3	1	4.66	3	0	0
0.69	0.52	(278)	100				
0.40—0.65	0.12—0.24						
0.50	0.20	8	5	1.62	1	90	70
0.25—0.70	0.03—0.39						
0.46	0.20	11	7	2.15	1	89	70
0.20—3.25	0.03—3.30						
0.59	0.52	64	39	33.38	19	70	64
0.25—1.95	0.03—2.99						
0.84	0.65	45	27	30.07	17	53	58
0.75—3.00	0.44—7.07						
1.49	1.94	24	14	46.65	26	27	44
0.50—2.75	0.20—5.94						
1.76	2.56	10	6	25.59	14	13	31
3.08	7.54	3	2	22.63	13	0	0
0.90	0.98	(165)	100				
0.30—0.67	0.07—0.35						
0.55	0.17	16	23	2.71	3	76	66
0.35—0.90	0.10—0.64						
0.55	0.26	18	25	4.63	5	71	64
0.55—1.30	0.24—1.33						
0.95	0.76	15	21	11.26	12	59	60
0.70—3.10	0.44—7.55						
1.51	2.13	17	24	36.24	38	21	40
1.25—2.30	1.23—7.55						
2.16	3.95	5	7	19.76	21	0	0
0.98	1.05	(71)	100				

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length (%)
Plot: Yo II—1 (Area: 246.15 m² Number of trees per ha: 5363 Crown closure: 100%)						
—1						
—2	1.40—1.75 1.59	1.00— 1.40 1.15	0.79— 1.54 8.40	0.30—1.00 0.64	0.70—1.20 0.95	60.0
—3	2.00—2.90 2.45	1.00— 3.20 1.97	0.79— 8.04 83.25	0.90—1.70 1.12	0.70—1.90 1.37	55.1
—4	3.00—3.70 3.26	2.00— 5.00 3.12	3.14— 19.64 224.10	0.55—2.10 1.46	1.40—2.30 1.80	55.2
—5	4.00—4.80 4.32	2.20— 7.20 4.29	3.80— 40.70 400.00	0.90—2.40 1.66	1.80—3.90 2.66	61.9
—6	5.00—5.70 5.24	4.20—10.00 6.03	13.85— 78.54 784.16	1.10—3.00 1.83	2.30—4.40 3.41	65.0
—7	6.00—6.70 6.30	4.20— 9.00 6.30	13.85— 63.62 454.30	1.50—2.80 2.01	3.50—5.00 4.29	68.1
7—	7.00—7.40 7.13	5.50—12.30 8.14	23.76—118.82 389.76	1.70—2.80 2.44	4.20—5.30 4.69	65.7
mean	4.13	4.18	(2343.97)	1.57	2.59	
Plot: Yo II—2 (Area: 167.04 m² Number of trees per ha: 4250 Crown closure: 97%)						
—1						
—2	1.15—1.60 1.44	0.00— 2.00 1.15	0.00— 3.14 5.80	0.50—1.00 0.78	0.45—1.10 0.64	46.1
—3	2.00—2.90 2.34	1.10— 3.50 2.27	0.95— 9.62 117.72	0.60—1.50 1.05	0.60—1.90 1.29	55.0
—4	3.00—3.80 3.34	2.20— 5.80 3.87	3.80— 26.42 188.25	1.00—2.00 1.43	1.20—2.20 1.91	57.1
—5	4.00—4.60 4.31	3.40— 6.20 4.68	9.08— 30.19 266.55	1.00—1.90 1.55	0.90—3.30 2.76	64.1
—6	5.00—5.50 5.30	4.00— 7.00 6.02	12.57— 38.49 147.00	1.30—2.80 1.86	2.70—3.70 3.44	64.9
—7	6.00—6.20 6.05	7.00— 8.50 7.70	38.49— 56.75 187.20	1.40—2.00 1.65	3.40—4.60 4.40	72.7
7—	7.00	15.60	191.14	1.60	5.40	77.1
mean	3.40	3.81	(1103.66)	1.32	2.08	
Plot: Yo II—3 (Area: 97.85 m² Number of trees per ha: 5739 Crown closure: 141%)						
—1						
—2	1.80—1.80 1.80	1.40— 3.40 2.40	1.54— 9.08 10.62	0.80—1.10 0.98	0.70—1.00 0.85	47.2
—3	2.00—2.80 2.35	1.20— 3.00 1.81	1.13— 7.07 50.94	0.80—1.80 1.24	0.60—1.50 1.11	47.0
—4	3.00—3.70 3.28	1.90— 5.40 3.03	2.84— 22.90 162.80	1.00—1.90 1.36	1.20—2.50 1.92	58.8
—5	4.00—4.80 4.29	3.00— 5.50 4.12	7.07— 23.76 137.30	1.40—2.70 1.84	2.00—3.30 2.45	57.1
—6	5.40—5.50 5.46	5.50—8.00 6.50	23.76— 50.27 102.30	1.30—2.00 1.63	3.50—4.10 3.83	70.1
—7	6.00—6.60 6.25	5.00— 8.40 6.70	19.64— 55.42 75.06	1.40—2.50 1.93	4.00—4.60 4.30	68.8
7—	7.00	10.10	80.12	1.00	6.00	85.8
mean	3.40	3.25	(619.06)	1.42	1.98	
Plot: Yo II—4 (Area: 177.15 m² Number of trees per ha: 9598 Crown closure: 130%)						
—1						
—2	1.60—1.95 1.78	0.60— 1.40 0.87	0.28— 1.54 3.90	0.75—1.55 1.18	0.25—0.85 0.59	33.3
—3	2.00—2.95 2.43	0.80— 2.60 1.47	0.50— 5.31 78.26	0.90—2.30 1.49	0.40—1.70 0.93	38.7
—4	3.00—3.90 3.36	0.80— 5.00 2.23	0.50— 19.64 350.96	0.80—3.00 1.89	0.70—2.60 1.47	43.8
—5	4.00—4.80 4.32	2.00— 5.20 3.39	3.14— 21.24 567.00	1.10—3.00 2.07	0.80—3.70 2.31	53.3
—6	5.00—5.80 5.22	2.50— 8.00 4.62	4.91— 50.27 947.11	1.20—3.32 2.15	1.68—3.90 3.07	58.8
—7	6.00—6.80 6.24	4.50— 8.20 5.84	15.90— 52.81 447.61	1.60—3.50 2.58	2.80—4.50 3.66	58.6
7—	7.00—7.10 7.02	4.90—10.10 7.36	18.86— 80.12 225.85	1.00—3.40 2.08	3.60—6.00 4.94	70.4
mean	4.01	3.14	(2620.69)	1.94	2.08	

by every tree measurement (2)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	Cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
0.25—0.85	0.05— 0.57						
0.48	0.21	8	6	1.66	1	99	72
0.25—1.55	0.05— 1.89						
0.84	0.66	25	19	16.58	7	92	70
40.45—2.15	0.16— 3.63						
1.07	1.03	27	20	28.48	12	80	67
0.45—2.50	0.16— 4.91						
1.34	1.58	23	19	39.48	16	64	62
0.85—2.80	0.57— 6.16						
1.85	2.96	26	20	77.01	31	33	48
1.00—2.85	0.79— 6.38						
1.92	3.19	14	11	44.69	18	15	34
1.75—3.75	2.41—11.03						
2.53	5.35	7	5	37.44	15	0	0
1.36	1.85	(132)	100				
0.30—0.55	0.07— 0.24						
0.43	0.15	4	6	0.61	0	97	72
0.45—1.65	0.16— 2.14						
0.94	0.78	27	38	21.10	13	84	68
0.50—2.30	0.20— 4.15						
1.43	1.85	15	21	27.71	17	67	63
1.25—3.15	1.23— 7.79						
2.12	3.72	15	21	55.83	33	34	49
1.80—2.75	2.54— 5.94						
2.33	4.37	5	7	21.86	13	21	40
2.00—3.50	3.14— 9.62						
2.88	6.75	4	6	27.00	16	5	15
3.25	8.30	1	1	8.30	5	0	0
1.50	2.29	(71)	100				
0.50—0.90	0.20— 0.64						
0.70	0.42	2	4	0.84	1	139	80
0.35—1.60	0.10— 1.33						
0.83	0.64	18	32	11.62	12	127	78
0.75—2.70	0.44— 5.73						
1.41	1.80	20	36	36.09	37	90	70
1.10—2.85	1.78— 6.38						
1.84	2.81	10	18	28.03	29	61	60
2.15—3.00	3.63— 7.07						
2.57	5.27	3	5	15.81	16	45	54
3.25—4.00	8.30—12.57						
3.63	10.43	2	4	20.87	21	24	43
5.50	23.76	1	1	23.76	24	0	0
1.49	2.45	(56)	100				
0.25—0.70	0.03— 0.36						
0.35	0.11	6	2	0.63	0	130	79
0.20—1.70	0.03— 2.27						
0.60	0.39	43	16	16.72	6	124	77
0.25—1.85	0.07— 2.69						
0.72	0.54	82	31	44.22	16	108	74
0.55—2.70	0.24— 5.73						
1.23	1.34	60	23	80.18	29	79	67
0.60—3.00	0.24— 7.07						
1.74	2.69	53	20	142.80	52	27	44
0.10—3.00	0.10— 7.07						
1.90	3.22	17	6	54.78	20	7	20
0.55—3.15	0.24— 7.69						
2.06	3.98	5	2	19.89	7	0	0
1.11	1.35	(266)	100				

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length (%)
Plot:Yo II—5 (Area:133.55m² Number of trees per ha:6388 Crown closure:154%)						
—1						
—2	1.80—1.90 1.83	0.50— 0.60 0.55	0.20— 0.28 0.48	1.30— 1.50 1.40	0.40— 0.50 0.54	24.3
—3	2.50—2.80 2.70	1.50— 1.70 1.60	1.77— 2.27 6.03	1.40— 1.60 1.53	1.10— 1.20 1.17	43.2
—4	3.00—3.80 3.35	1.50— 4.30 2.15	1.77—14.52 66.93	1.10— 2.60 1.77	0.60—2.50 1.58	47.2
—5	4.00—4.80 4.13	1.90— 6.70 3.20	2.84—35.26 316.80	1.50— 3.20 2.32	1.10— 3.20 1.81	43.8
—6	5.00—5.50 5.28	3.20— 7.20 4.62	8.04—40.72 293.35	1.30— 3.00 2.09	1.90— 4.10 3.19	60.3
—7	6.00—6.80 6.28	4.70— 9.00 6.25	17.35—63.62 352.99	1.20— 2.27 2.03	3.80— 4.80 4.20	66.9
7—	7.00—7.30 7.15	9.00—10.00 9.50	63.62—78.54 142.16	1.90— 2.40 2.15	4.60— 5.40 5.00	70.0
meam	4.45	3.70	(1183.82)	2.03	2.37	
Plot:Yo III—1 (Area:180.90m² Number of trees per ha:11553 Crown closure:155%)						
—1						
—2	1.60—2.00 1.88	0.50— 1.20 0.72	0.20— 1.13 2.70	0.90— 1.80 1.37	0.10— 1.10 0.52	27.4
—3	2.10—3.00 2.65	0.60— 3.60 1.31	0.28—10.18 70.84	1.40— 2.70 1.86	0.30— 1.60 0.80	30.2
—4	3.10—4.00 3.68	0.80— 5.50 2.48	0.50—23.76 395.28	1.30— 3.50 2.07	0.50— 2.80 1.61	43.6
—5	4.10—5.00 4.51	1.00— 6.50 3.70	0.79—33.18 588.96	1.80— 4.00 2.51	1.00— 3.00 2.00	44.3
—6	5.20—6.00 5.60	2.00— 7.80 4.82	3.14—47.78 564.92	1.10— 4.00 2.26	1.20— 4.90 3.34	59.7
—7	6.20—7.00 6.37	3.40— 5.80 4.37	9.08—26.42 93.78	1.70— 4.20 2.83	2.30— 4.56 3.54	55.5
7—	7.50—8.00 7.75	5.00— 7.00 6.00	19.64—38.49 58.14	2.60— 2.60 2.60	4.90— 5.40 5.05	66.5
mean	3.98	2.87	(1774.62)	2.16	1.82	
Plot:Yo III—2 (Area:138.90m² Number of trees per ha:24262 Crown closure:230%)						
—1						
—2	1.20—2.00 1.76	0.00— 1.40 0.73	0.00— 1.54 13.77	0.00— 1.90 1.39	0.00— 0.80 0.37	21.0
—3	2.10—3.00 2.62	0.70— 2.90 1.55	0.39— 6.61 176.80	1.30— 2.50 1.91	0.10— 1.60 0.71	27.0
—4	3.10—4.00 3.69	1.20— 5.70 2.91	1.13—25.52 1034.35	1.10— 3.90 1.58	0.10— 3.20 2.11	57.3
—5	4.10—5.00 4.55	2.00— 6.50 3.94	3.14—33.18 935.07	1.60— 4.00 2.77	0.40— 2.90 1.78	39.1
—6	5.10—6.00 5.59	3.50— 7.60 5.47	9.62—45.37 374.55	2.20— 4.20 2.73	1.50— 3.80 2.85	51.1
—7	7.00	6.00	28.27	2.80	4.20	60.0
9—	9.00	8.50	56.75	2.50	6.50	72.2
mean	3.56	2.75	(2618.98)	1.95	1.60	
Plot:Yo III—3 (Area:169.63m² Number of trees per ha:6837 Crown closure:131%)						
—1						
—2	1.20	0.00	0.00	0.80	0.40	33.3
—3	2.10—3.00 2.57	0.80— 2.60 1.61	0.50— 5.31 31.22	1.10— 2.20 1.59	0.20— 1.60 0.99	38.3
—4	3.10—4.00 3.99	1.60— 5.60 3.07	2.01—24.63 390.04	1.20— 3.10 1.92	0.90— 2.60 1.86	49.3
—5	4.10—5.00 4.53	2.60— 7.00 4.54	5.31—38.49 722.82	1.30— 3.00 1.99	1.30— 3.60 2.53	56.1
—6	5.10—6.00 5.84	4.20— 9.40 5.84	13.85—69.40 247.32	1.10— 2.30 1.95	2.90— 4.90 3.90	66.5
6—	6.50	7.30	41.85	1.90	4.60	70.8
mean	4.07	3.65	(1433.25)	1.90	2.17	

by every tree measurement (3)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	Cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
0.10— 0.25 0.18	0.04— 0.08 0.06	2	2	0.12	0	154	82
0.30— 1.00 0.68	0.07— 0.79 0.43	3	4	1.30	1	153	82
0.35— 1.45 0.76	0.10— 1.65 0.54	17	20	9.19	7	146	81
0.10— 2.70 1.33	0.10— 5.73 1.63	33	39	53.67	40	106	74
1.10— 3.40 2.09	0.95— 9.08 3.69	17	20	62.77	47	59	60
1.15— 3.75 2.47	1.04—12.57 5.46	11	13	60.07	45	14	32
3.00— 3.75 3.38	7.07—11.05 9.02	2	2	18.21	14	0	0
1.52	2.41	(85)	100				
0.05— 0.55 0.27	0.00 — 0.24 0.08	6	3	0.45	0	154	82
0.10— 1.05 0.45	0.01 — 0.95 0.20	46	22	9.28	5	149	81
0.15— 2.50 0.96	0.02 — 4.91 0.88	72	34	63.68	35	114	76
0.40— 3.10 1.33	0.13 — 8.81 1.71	48	23	82.19	45	69	63
0.95— 4.60 1.88	0.71 —16.62 3.15	29	14	91.33	50	19	38
0.95— 3.10 1.72	0.71 — 7.55 2.74	6	3	16.45	9	10	26
2.05— 4.25 3.15	3.30 —14.19 8.74	2	1	17.49	10	0	0
1.08	1.34	(209)	100				
0.05— 0.50 0.25	0.00 — 0.20 0.06	27	8	1.53	1	249	91
0.10— 1.10 0.44	0.01 — 0.20 0.21	85	25	17.98	13	236	90
0.20— 3.00 0.99	0.031— 7.07 0.99	137	39	136.46	98	138	80
0.35— 3.25 1.39	0.10 — 8.30 1.81	71	21	128.65	93	45	54
0.90— 3.00 1.88	0.64 — 7.07 2.87	15	5	43.07	31	14	32
2.45	4.71	1	1	4.71	3	11	28
4.50	15.90	1	1	15.90	11	0	0
0.93	1.03	(337)	100				
0.40	0.12	1	1	0.13	0	131	79
0.20— 0.90 0.66	0.03 — 1.33 0.41	14	12	6.15	4	127	78
0.50— 2.10 1.11	0.20 — 3.46 1.06	49	42	51.96	31	96	72
0.55— 3.35 1.56	0.24 — 8.30 2.32	42	36	97.23	57	39	52
1.10— 9.20 2.49	0.95 — 9.62 5.58	9	8	50.20	30	9	25
4.50	15.90	1	1	15.90	9	0	0
1.35	1.91	(116)	100				

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length (%)
Plot:Yo III—4 (Area:160.00m² Number of trees per ha:8500 Crown closure:134%)						
—1						
—2	1.30—2.00 1.71	0.00— 1.50 0.77	0.00— 1.77 11.70	0.10—1.70 1.07	0.10—0.90 0.65	37.9
—3	2.10—3.00 2.62	1.10— 3.20 2,01	0.95— 8.04 130.72	0.80—1.80 1.36	0.50—2.00 1.26	48.2
—4	3.10—4.00 3.61	1.40— 6.20 3.30	1.54—30.19 343.00	1.00—3.50 1.74	0.50—2.70 1.87	51.9
—5	4.10—5.00 4.53	2.00— 7.80 5.62	3.14—47.78 562.98	1.00—3.20 1.99	0.20—3.70 2.54	56.1
5—	5.10—6.00 5.49	4.00— 9.30 6.23	12.57—67.93 439.44	1.10—3.90 2.12	1.60—5.30 3.37	61.5
mean	3.47	3.43	(1487.84)	1.64	1.84	
Plot:Yo III—5 (Area:103.38m² Number of trees ha:5846 Crown closure:81%)						
—1						
—2	1.20—1.90 1.61	0.00— 1.20 0.56	0.00— 1.13 7.92	0.40—1.50 0.72	0.30—1.30 0.89	49.1
—3	2.10—3.00 2.58	1.20— 3.40 2.22	1.13— 9.08 71.06	0.80—2.00 1.20	0.20—2.20 1.38	53.4
—4	3.10—4.00 3.87	3.00—11.20 4.68	7.07—98.52 18.60	0.80—2.30 1.38	1.60—2.90 2.45	62.3
—5	4.20—5.00 4.71	5.00— 7.90 5.99	19.64—49.02 406.14	1.20—2.50 1.61	2.30—3.70 3.10	65.7
—6	5.60—5.70 5.65	5.00— 6.60 5.80	19.64—34.21 53.86	1.40—3.20 2.30	2.50—4.20 3.35	59.3
6—	6.20	8.40	55.42	1.80	4.40	71.0
mean	3.26	3.47	(1040.80)	1.29	1.96	
Plot:Yo IV—1 (Area:206.35m² Number of trees per ha:6145 Crown closure:180%)						
—1						
—2	1.70—2.00 1.85	0.70— 1.00 0.85	0.39— 0.79 1.18	1.28—1.30 1.29	0.42—0.70 0.56	30·3
—3	2.30—3.00 2.70	1.00— 3.00 1.70	0.79— 7.07 50.00	1.30—2.40 1.81	0.20—1.40 0.89	33.1
—4	3.10—4.00 3.49	1.20— 5.00 2.49	1.13—19.64 203.92	1.30—2.90 2.10	0.40—2.10 2.70	56.2
—5	4.20—5.00 4.61	2.10— 9.50 4.88	3.46—70.88 920.25	1.30—3.00 2.13	1.20—3.60 2.48	53.9
—6	5.15—6.00 5.53	5.00— 9.50 6.52	19.64—70.88 761.64	1.20—3.00 2.32	2.15—4.40 3.21	58.0
6—	6.20—6.60 6.43	4.80—10.40 7.60	18.10—84.95 292.50	1.60—4.00 2.37	1.50—4.90 5.23	63.2
mean	4.19	4.05	(2228.49)	2.10	2.47	
Plot:Yo VI—2 (Area:68.43m² Number of trees per ha:5991 Crown closure:136%)						
—1						
—2	1.80	2.00	3.14	0.50	1.30	72.2
—3	2.10—3.00 2.79	0.40— 2.40 1.49	0.13— 4.50 18.00	1.20—2.10 1.90	0.40—1.60 0.89	31.9
—4	3.20—3.70 3.55	1.40— 2.20 2.00	1.54— 3.80 12.96	1.80—2.10 2.00	1.10—1.80 1.55	43.7
—5	4.20—5.00 4.62	3.40— 6.40 4.58	9.08—32.17 222.04	1.80—4.00 2.22	1.00—3.00 2.20	51.9
—6	5.20—5.80 5.52	5.00— 7.40 5.45	19.64—43.01 302.06	1.80—3.00 2.19	1.30—3.70 3.10	75.8
—7	6.00—6.50 6.25	6.90— 7.50 7.20	37.40—44.18 81.58	2.10—3.50 2.80	3.00—3.90 3.45	55.2
7—	7.20	6.90	374.00	2.50	4.70	65.3
mean	4.40	4.00	(1013.78)	1.89	2.54	

by every tree measurement (4)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	Cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
0.20—0.65	0.03 — 1.33						
0.41	0.19	18	13	3.37	2	133	79
0.30—1.65	0.07 — 2.14						
0.76	0.53	38	28	20.06	13	120	77
0.40—2.75	0.13 — 7.07						
1.34	1.73	35	26	60.42	38	82	68
0.70—4.00	0.38 —12.56						
1.58	2.31	33	24	76.39	48	34	49
0.80—4.50	0.50 —15.90						
2.23	4 51	12	9	54.14	34	0	0
1.19	1.58	(136)	100				
0.25—0.55	0.04 — 0.24						
0.37	0.13	18	24	2.22	2	87	69
0.45—1.45	0.20 — 1.56						
0.81	0.58	17	22	9.79	9	78	67
0.95—3.25	0.71 — 8.30						
1.43	1.85	24	32	44.40	41	37	51
1.20—2.40	1.13 — 7.07						
1.84	2.82	14	18	39.47	37	10	26
1.45—3.00	1.65 — 7.07						
2.23	4.36	2	3	8.72	8	2	9
1.45	1.65	1	1	1.65	2	0	0
1.13	1.38	(76)	100				
0.45—0.65	0.16 — 0.34						
0.55	0.25	2	2	0.50	0	179	85
0.30—1.30	0.07 — 1.33						
0.62	0.35	20	15	6.96	3	176	85
0.35—1.50	0.10 — 7.19						
0.87	0.77	38	29	29.46	14	162	83
0.40—3.70	0.13 —12.57						
1.78	3.03	45	33	136.33	66	96	72
1.50—4.50	1.77 —15.90						
2.72	6.35	22	17	139.67	68	28	45
2.40—4.40	4.53 —15.20						
3.45	9.69	6	4	58.03	28	08	0
1.56	2.79	(133)	100				
0.60	0.28	1	2	0.28	0	136	79
0.20—0.90	0.03 — 0.64						
0.52	0.25	9	22	2.21	3	133	79
0.80—1.30	0.07 — 0.79						
1.00	0.50	4	10	2.00	3	130	79
0.60—3.20	0.28 — 8.04						
1.60	2.52	13	32	32.78	48	82	68
0.70—3.50	0.38 — 9.62						
2.13	4.02	11	27	44.20	65	17	36
1.90—2.20	2.84 — 3.80						
2.05	3.32	2	5	6.64	10	7	20
2.50	4.91	1	2	4.91	7	0	0
1.47	2.27	(41)	100				

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length (%)
Plot:Yo Ⅳ—3 (Area:167.40m² Number of trees per ha:8064 Crown closure:178%)						
—1						
—2	1.60—2.00 1.88	0.60— 1.90 0.99	0.28— 0.64 4.20	0.80— 1.60 1.15	0.40— 0.80 0.73	3.33
—3	2.10—3.00 2.62	0.80— 2.90 1.64	0.50— 6.61 61.00	1.20— 2.80 1.75	0.20— 1.60 0.87	33.2
—4	3.00—4.00 3.37	1.30— 4.30 2.57	1.33—14.52 144.56	1.10— 3.20 2.16	0.60— 2.40 1.21	36.0
—5	4.10—5.00 4.46	2.40— 7.50 4.52	4.50—44.18 724.00	1.20— 4.00 2.34	0.20— 3.40 2.12	47.7
—6	5.10—6.00 5.62	3.40— 7.50 5.60	9.08—44.18 617.76	1.90— 4.00 2.55	0.90— 4.00 3.07	54.6
—7	6.10—6.50 6.23	5.30—10.20 7.80	22.06—81.71 301.32	1.90— 4.00 2.75	2.20— 4.50 3.48	55.9
7—	7.10—7.30 7.30	9.10—10.00 9.55	65.04—78.54 143.58	3.20— 3.20 3.20	3.90— 4.30 4.10	56.2
mean	4.10	3.84	(2046.42)	2.21	1.90	
Plot:Yo Ⅳ—4 (Area:325.88m² Number of trees per ha:5370 Crown closure:124%)						
—1						
—2	1.60—2.00 1.71	0.50— 1.40 0.87	0.20— 1.54 5.85	0.60— 1.70 1.14	0.30— 1.50 0.57	33.1
—3	2.10—3.00 2.57	1.00— 2.40 1.63	0.79— 4.52 78.48	0.70— 2.30 1.64	0.20— 2.00 0.93	36.3
—4	3.10—4.00 3.44	1.20— 5.00 2.48	1.13—19.64 330.99	1.20— 2.60 1.94	0.70— 2.20 1.50	43.7
—5	4.10—4.90 4.38	2.40—10.20 4.41	4.52—81.71 823.00	1.30— 3.40 2.31	0.90— 3.00 2.07	47.3
—6	5.00—5.80 5.30	3.80— 8.00 6.09	11.34—50.27 488.00	1.60— 3.80 2.49	1.45— 4.10 2.81	53.0
6—	6.10—7.00 6.58	6.80—10.60 8.28	36.32—88.25 276.80	1.80— 3.10 2.34	2.70— 5.00 4.24	64.4
mean	3.70	3.24	(2003.12)	2.00	1.70	
Plot:Gu Ⅰ—1 (Area:9460m² Number of trees per ha:6871 Crown closure:78%)						
—1	0.60—0.80 0.70	0 0	0 0	0.20— 0.35 0.28	0.40— 0.45 0.43	60.7
—2	1.00—1.80 1.43	0.00— 1.20 0.49	0.00— 0.68 2.45	0.30— 1.00 0.63	0.50— 1.00 0.80	56.0
—3	2.00—2.70 2.26	0.94— 5.35 2.19	0.71—22.48 63.00	0.85— 2.00 1.23	0.70— 2.30 1.03	45.3
—4	3.00—3.80 3.29	1.90— 4.56 3.16	2.93—16.26 160.93	1.20— 2.40 1.71	0.60— 1.80 1.58	48.1
—5	4.00—4.90 4.39	2.80— 6.36 4.32	6.16—31.67 165.42	2.00— 3.80 2.38	0.70— 2.70 2.01	45.9
—6	5.00—5.40 5.25	5.70— 6.80 6.31	25.52—36.32 78.60	2.30— 3.00 2.57	2.30— 3.10 2.68	50.7
6—	6.65	8.62	58.49	2.10	4.55	68.4
mean	3.27	3.16	(528.89)	1.69	1.58	
Plot:Gu Ⅰ—2 (Area:68.20m² Number of trees ha:6305 Crown closure :64%)						
—1	0.50—0.80 0.65	0 0	0 0	0.10— 0.15 0.13	0.35— 0.70 0.53	80.8
—2	1.00—1.90 1.41	0.00— 2.88 1.25	0.00— 6.51 24.36	0.20— 0.90 0.46	0.60— 1.30 0.95	67.6
—3	2.10—2.80 2.34	1.58— 4.58 3.03	1.96—16.48 141.75	0.30— 1.80 1.09	0.80— 1.80 1.25	53.1
—4	3.10—3.90 3.33	3.54— 5.52 4.21	9.79—24.02 157.56	1.10— 1.80 1.46	1.40— 2.50 1.88	56.2
4—	4.00—4.40 4.20	3.84— 4.48 4.16	10.46—15.76 26.22	1.00— 1.50 1.25	2.90— 3.00 2.95	70.2
mean	2.37	2.77	(349.89)	0.98	1.38	
Plot:Gu Ⅰ—3 (Area:113.20m² Number of trees per ha:4859 Crown closure:29%)						
—1	0.40—0.80 0.68	0 0	0 0	0.10— 0.30 0.19	0.30— 0.55 0.49	72.5
—2	1.00—2.00 1.44	0.00— 3.84 1.26	0.00—11.64 47.52	0.10— 1.10 0.37	0.30— 1.20 1.07	74.3
—3	2.00—2.80 2.48	2.16— 4.04 3.13	3.63—12.76 141.66	0.20— 1.75 0.96	0.90— 2.40 1.52	61.6
3—	3.00—3.50 3.24	2.84— 4.92 4.17	11.51—19.09 95.83	1.10— 1.80 1.43	1.40— 2.40 1.81	55.7
mean	1.90	2.06	(285.01)	0.67	1.23	

by every tree measurement (5)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	Cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
0.20—0.50	0.03— 0.20						
0.31	0.09	7	5	0.60	0	178	85
0.20—2.00	0.03— 3.14						
0.55	0.34	25	19	8.43	5	173	84
0.30—2.10	0.07— 3.46						
0.87	0.77	26	20	20.00	12	161	83
0.40—3.50	0.13— 9.62						
1.49	2.27	45	33	101.94	61	100	73
0.30—4.00	0.07—12.56						
2.24	4.32	24	18	103.62	62	38	51
1.90—4.00	2.84—12.56						
2.73	6.26	6	4	37.56	22	16	35
4.00—4.20	12.56—13.85						
4.10	13.20	2	1	26.41	16	0	0
1.36	2.21	(135)	100				
0.20—0.80	0.03— 0.50						
0.46	0.19	9	5	1.67	1	123	77
0.20—1.45	0.03— 1.65						
0.67	0.42	26	21	15.28	5	118	77
0.45—2.70	0.20— 5.31						
1.07	1.07	59	33	63.07	19	99	72
0.80—3.50	0.39— 9.62						
2.07	3.90	50	29	195.12	60	39	52
1.00—4.80	0.79—15.90						
2.90	4.81	16	9	77.47	24	15	34
2.50—4.70	4.91—17.35						
3.48	10.07	5	3	50.37	15	0	0
1.48	2.30	(175)	100				
0.30—0.60	0.07 — 0.28						
0.45	0.18	2	3	0.35	0	77	66
0.40—0.85	0.13 — 0.57						
0.61	0.32	7	11	2.22	2	75	66
0.35—1.40	0.10 — 1.54						
0.86	0.82	14	22	11.50	12	63	61
0.70—1.60	0.39 — 2.01						
1.18	1.15	19	29	21.84	23	40	52
0.80—1.90	0.50 — 2.84						
1.35	1.51	18	28	27.24	29	11	28
1.50—1.80	1.77— 2.55						
1.65	2.09	4	6	8.36	9	2	7
1.70	2.27	1	1	2.27	2	0	0
1.11	1.14	(65)	100				
0.40—0.70	0.13— 0.39						
0.55	0.26	2	5	0.52	1	64	62
0.30—1.40	0.07— 2.00						
0.81	0.73	12	28	8.76	13	51	57
0.30—1.50	0.07— 1.77						
0.84	0.75	15	35	11.32	17	34	49
1.00—2.10	0.79— 3.46						
1.37	1.61	12	28	19.28	28	6	18
1.50—1.60	1.77— 2.01						
1.55	1.89	2	4	3.78	6	0	0
1.00	1.02	(43)	100				
0.20—1.00	0.03— 0.79						
0.47	0.20	8	15	1.62	1	31	47
0.41—1.50	0.13— 1.77						
0.56	0.64	22	40	14.13	12	19	38
0.40—1.50	0.13— 1.77						
0.99	0.83	18	33	14.96	13	6	18
0.80—1.30	0.50— 1.33						
1.09	0.96	7	12	6.73	6	0	0
0.76	0.60	(55)	100				

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length (%)
Plot:Gu I—4 (Area:122.20m² Number of trees per ha:6628 Crown closure:42%)						
—1	0.25— 0.90	0	0	0.05—0.50	0.20—0.70	
	0.55	0	0	0.20	0.35	63.0
—2	1.00— 1.90	0.00— 4.48	0.00— 15.76	0.10—1.50	0.20—1.60	
	1.53	1.32	86.02	0.55	0.98	63.8
—3	2.00— 2.90	1.72— 4.24	2.35— 14.05	0.30—2.00	0.90—2.20	
	2.40	3.10	181.24	1.03	1.37	57.1
—4	3.00— 3.80	3.54— 4.80	9.90— 18.10	1.20—2.10	1.40—2.40	
	3.39	4.19	105.68	1.62	1.77	52.0
4—	4.00	3.96	12.25	2.00	2.00	50.0
mean	1.81	1.89	(385.19)	0.75	1.06	
Plot.Gu II—1 (Area:137.50m² Number of trees per ha:3127 Crown closure:30%)						
—1	0.70	0	0	0.20	0.50	71.4
—2	1.00— 1.70	1.34— 2.04	1.34— 3.27	0.10—1.00	0.70—0.90	
	1.44	1.78	7.62	0.63	0.81	56.1
—3	2.00— 2.50	1.20— 3.18	1.13— 7.94	1.00—1.40	0.80—1.30	
	2.25	2.36	19.08	1.15	1.08	48.3
—4	3.00— 3.80	2.29— 4.58	6.11— 16.48	1.00—1.50	1.50—2.30	
	3.28	3.13	51.30	1.31	1.97	59.8
—5	4.00— 4.60	2.74— 6.43	6.29— 32.47	0.60—3.00	1.50—3.90	
	4.25	4.30	170.72	2.04	2.21	52.1
—6	5.30— 5.82	3.37—14.77	8.87—171.11	2.00—3.20	2.40—3.60	
	5.56	8.54	666.71	2.92	2.88	51.9
—7	6.00— 6.40	7.53—12.16	144.53—116.13	2.10—3.00	3.40—4.30	
	6.27	9.17	208.80	2.41	3.86	61.6
7—	7.00— 7.10	4.71— 9.49	18.09— 70.73	2.50—4.00	3.00—4.60	
	7.08	6.75	156.28	3.35	3.70	52.3
mean	4.52	5.33	(1280.51)	2.09	2.43	
Plot:Gu II—2 (Area:163.80m² Number of trees per ha:3988 Crown closure:49%)						
—1						
—2	1.30— 1.50	0.00— 1.27	0.00— 1.25	0.20—0.50	1.00—1.20	
	1.40	0.14	1.26	0.35	1.05	75.0
—3	2.00—2.60	1.85— 2.29	2.69— 4.12	0.50—1.50	1.00—1.50	
	2.35	2.08	10.26	1.13	1.22	52.1
—4	3.00— 3.90	1.34— 2.80	1.41— 6.16	0.50—2.00	1.40—2.60	
	3.40	2.26	29.26	1.30	2.10	61.8
—5	4.00— 4.50	2.42— 9.04	4.60— 64.04	2.00—3.00	1 50—2.53	
	4.28	5.44	130.97	2.21	3.53	61.4
—6	5.00— 5.90	3.31— 9.10	8.61— 65.90	1.20—4.00	1.60—3.80	
	5.32	5.33	330.82	2.49	2.83	50.8
—7	6.00— 6.90	3.63—13.00	10.35— 13.27	2.20—4.30	2.50—3.80	
	6.18	7.29	440.76	3.82	2.36	38.1
—8	7.00— 7.90	5.41—14.71	22.99—169.95	2.40—4.20	3.05—5.30	
	7.34	9.99	1068.10	3.10	4.24	57.8
—9	8.10— 8.50	9.29—14.07	67.78—155.26	2.50—4.00	4.40—5.60	
	8.27	11.54	432.00	3.37	4.90	59.2
—10	9.00— 9.40	10.31—13.37	83.49—145.87	2.60—3.26	5.80—6.40	
	9.16	11.93	344.34	3.05	6.11	66.7
—11	10.40	12.09	114.95	4.00	6.40	61.5
—12	12.80	13.11	134.89	4 00	8.80	68.7
mean	6.08	6.93	(3037.61)	27.60	3.30	
Plot:Gu II—3 (Area:113.90m² Number of trees per ha:3424 Crown closure:58%)						
—1						
—2						
—3						
—4						
	3.00	2.10	3.46	1.50	1.50	50.0
—5	4.00— 4.50	2.61— 9.61	5.58— 72.53	1.60—3.00	1.30—3.10	
	4.30	5.09	158.28	2.13	2.17	50.4
—6	5.00— 5.90	5.03— 9.93	19.87— 77.42	2.10—3.10	2.00—3.40	
	5.32	6.91	35.80	2.24	3.08	50.4
—7	6.00— 6.90	4.39—12.67	15.14—127.67	3.00—5.10	0.90—3.90	
	6.43	7.83	585.00	4.03	2.40	37.3
—8	7.00— 7.80	7.70—12.92	46.57—130.90	3.50—4.00	3.50—3.80	
	7.50	11.19	406.24	3.90	3.60	48.2
—9	8.10— 8.90	12.99—21.58	132.53—333.80	4.00—5.10	3.70—4.10	
	8.53	16.38	630.30	4.53	4.00	46.9
—10	9.80	14.20	158.37	4.00	5.80	59.2
10—	10.00—10.30	13.81—20.75	152.20—318.60	4.00—6.00	4.10—6.10	
	10.12	16.74	222.21	5.33	4.79	47.3
mean	7.08	10.37	(4177.34)	3.82	3.26	

by every tree measurement (6)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	Cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
0.20—1.60	0.03—2.01						
0.45	0.27	15	9	4.10	3	46	55
0.30—1.70	0.07—1.77						
0.87	0.69	34	42	23.37	19	27	44
0.40—1.50	0.13—1.77						
1.06	0.96	23	28	22.03	18	9	25
0.80—2.00	0.03—2.00						
1.36	1.27	8	10	10.16	8	1	5
1.40	1.54	1	1	1.54	1	0	0
0.90	0.63	(81)	100				
0.15	0.02	1	2	0.02	0	39	52
0.18—0.73	0.03—0.42						
0.53	0.28	3	7	0.83	1	38	51
0.15—0.73	0.02—0.42						
0.45	0.19	4	9	0.76	1	37	51
0.15—0.73	0.02—0.42						
0.46	0.20	6	14	1.18	1	36	50
0.30—1.20	0.07—1.13						
0.76	0.52	11	26	5.77	4	32	48
0.60—2.40	0.28—5.94						
1.41	2.06	11	26	22.65	16	16	35
1.10—2.05	0.95—5.73						
1.47	3.74	3	7	11.21	8	8	23
1.10—1.35	0.95—5.95						
1.21	2.87	4	9	11.47	8	0	0
0.95	0.96	(43)	100				
0.25—0.25	0.05 — 1.05						
0.25	0.05	2	3	0.10	0	51	57
0.30—0.45	0.07 — 0.16						
0.34	0.12	3	5	0.35	0	51	57
0.25—1.05	0.05 — 0.87						
0.48	0.24	7	11	1.66	1	50	56
0.40—1.65	0.13 — 2.14						
0.81	0.64	7	11	4.51	3	47	55
0.10—1.75	0.01 — 2.41						
0.79	0.88	14	22	12.30	8	39	52
0.33—1.54	0.44 — 1.60						
1.16	1.11	12	18	13.31	8	31	47
1.08—1.80	0.92 — 4.26						
1.33	2.36	11	7	25.97	16	15	34
1.10—2.00	1.95 — 3.14						
1.58	2.07	4	6	8.27	5	10	26
1.63—2.00	2.09 — 3.14						
1.86	2.74	3	5	8.22	5	5	15
1.55	1.91	1	1	1.91	1	4	12
3.05	7.31	1	1	7.31	4	0	0
1.05	1.24	(65)	100				
0.07	0	1	3	0.07	0	56	59
0.25—2.00	0.10— 3.14						
0.98	1.12	6	15	6.69	6	50	56
0.60—1.45	0.28— 1.65						
1.07	0.97	5	12	4.84	4	46	55
0.25—1.50	0.07— 1.77						
0.96	0.92	10	26	9.17	8	38	51
1.10—1.40	0.95— 1.54						
1.25	1.23	4	10	4.95	4	34	49
1.10—2.35	0.95— 4.34						
1.67	2.40	3	8	7.20	6	28	45
2.25	3.95	1					
1.30—2.76	1.33— 5.95		3	3.95	3	25	43
1.87	3.22	9	23	28.98	25	0	0
1.29	1.69	(39)	100				

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length (%)
Plot:Gu Ⅲ—1 (Area:87.30m² Number of trees per ha:7216 Crown closure:87%)						
—1						
—2	1.03— 1.90 1.65	0.89— 4.01 1.44	0.62— 12.63 48.60	0.20—1.30 0.67	0.60—1.35 0.80	56.6
—3	2.10— 2.90 2.42	1.66— 3.50 2.41	2.40— 9.62 79.05	0.70—1.70 1.18	0.50—2.00 1.24	51.2
—4	3.00— 3.90 3.60	2.17— 4.78 3.61	3.67— 17.95 182.52	1.40—2.00 1.74	1.50—2.50 1.86	51.7
—5	4.10— 4.50 4.22	4.78— 6.69 5.58	17.95— 35.15 124.55	2.00—3.00 2.40	1.33—2.20 1.83	43.2
—6	5.20— 5.53 5.40	6.37— 8.28 7.95	31.68— 53.85 183.44	2.10—3.15 2.59	2.20—3.40 2.81	52.0
7—	6.10	9.17	65.90	2.30	3.80	62.3
mean	2.90	3.15	(684.06)	1.40	1.51	
Plot:Gu III—2 (Area:156.90m² Number of trees per ha:8477 Crown closure:75%)						
—1	0.50— 0.85 0.60	0 0	0 0	0.10—0.25 0.14	0.40—0.60 0.45	76.2
—2	1.00— 2.00 1.59	0.00— 4.46 1.23	0.10— 15.62 91.52	0.10—1.30 0.61	0.60—1.40 0.98	61.5
—3	2.10— 3.00 2.56	1.08— 5.80 2.95	0.92— 26.42 473.76	0.20—2.50 1.06	0.50—2.57 1.50	58.7
3—	3.10— 3.80 3.34	2.04— 5.41 4.03	3.27— 22.99 255.55	0.20—2.00 1.29	0.70—3.80 2.05	61.5
mean	2.25	2.38	(820.83)	0.90	1.35	
Plot:Gu Ⅳ—1 (Area:226.70m² Number of trees per ha:2779 Crown closure:168%)						
—2	2.00	1.97	3.07	1.40	0.60	30.0
—3	3.00— 3.00 3.00	1.78— 2.36 2.05	2.49— 4.34 13.28	1.00—2.00 1.55	1.00—2.00 1.45	48.3
—4	3.50— 4.00 3.86	2.47— 5.28 3.67	4.83— 28.90 79.52	1.00—3.00 2.21	1.00— 2.50 1.65	42.6
—5	4.50— 5.00 4.92	4.07— 8.28 6.01	13.07— 53.05 374.53	2.00—3.50 2.88	1.00— 3.00 2.04	41.4
—6	5.50— 6.00 5.92	4.46— 9.68 7.00	15.55— 73.59 511.81	2.50—4.50 3.57	1.50— 3.50 2.35	39.6
—7	6.50— 7.00 6.98	6.56—13.43 9.02	34.00—141.66 1406.02	2.00—5.00 3.61	2.00— 5.00 3.37	48.1
7—	7.50— 75.0 7.50	8.00—11.40 9.25	38.49—102.07 209.37	3.00—4.00 3.50	3.50— 4.50 4.00	53.3
mean	5.68	6.84	(2597.60)	3.13	2.55	
Plot:Gu Ⅳ—2 (Area:168.80m² Number of trees per ha:2192 Crown closure:106%)						
—1						
—2						
—3	3.00	1.70	2.27	1.20	1.80	60.0
—4	3.50— 4.00 3.88	3.37— 4.90 4.04	8.87— 18.86 60.44	2.10—3.00 2.65	1.00— 1.50 1.23	31.6
—5	4.50— 5.00 4.84	3.82— 7.64 5.74	11.40— 45.74 273.24	2.00—3.00 2.43	2.00— 2.80 2.41	49.9
—6	5.50— 6.00 5.94	5.22— 9.04 6.63	21.32— 64.04 196.64	2.30—3.20 2.63	2.70— 3.70 3.31	55.8
—7	7.00— 7.00 7.00	7.38—11.84 8.93	42.78—110.10 638.10	2.40—4.00 3.17	3.00— 4.70 3.83	54.7
7—	7.50— 8.00 7.75	8.85— 9.55 9.20	61.51— 71.63 133.14	35.0—4.00 3.75	4.00— 4.00 4.00	51.6
mean	5.54	6.71	(1303.83)	2.67	2.87	
Plot:Gu Ⅳ—3 (Area:142.20m² Number of trees per ha:2602 Crown closure:172%)						
—1						
—2						
—3	3.00— 3.00 3.00	1.91— 5.79 3.39	2.87— 26.33 42.92	1.00—2.00 1.50	1.00— 2.00 1.50	50.0
—4	3.00— 4.00 3.70	2.25— 3.88 3.14	5.11— 11.82 31.72	1.50—3.00 2.30	1.00— 2.00 1.40	37.8
—5	4.30— 5.00 4.83	3.95— 6.81 5.59	12.25— 36.42 176.40	2.00—3.20 2.74	1.10— 3.00 2.09	43.2
—6	5.00	6.68	25.34	4.00	1.50	27.3
—7	7.00— 7.00 7.00	6.49—13.18 8.61	33.08—136.43 489.44	2.00—3.40 2.71	3.60— 5.00 4.29	61.2
—8	7.50— 8.00 7.13	6.94—12.16 9.81	37.83—116.13 921.36	3.00—5.00 3.54	2.50— 5.00 3.59	50.3
8—	9.00	12.73	127.28	3.50	5.50	61.1
mean	5.85	7.73	(1814.46)	2.87	2.99	

by every tree measurement (7)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	Cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
0.30—1.55	0.07— 1.91						
0.84	0.83	20	32	16.57	19	72	65
0.65—1.75	0.33— 2.01						
1.11	1.08	15	23	16.26	19	53	58
0.60—2.00	0.28— 3.14						
1.36	1.50	18	29	27.03	31	22	41
0.75—1.80	0.44— 2.55						
1.26	1.36	5	8	6.78	8	14	32
1.00—2.10	0.79— 3.47						
1.60	2.15	4	6	8.58	10	4	12
2.20	3.80	1	2	3.80	4	0	0
1.15	1.21	(63)	100				
0.35—0.94	0.10— 1.13						
0.86	0.36	7	6	2.51	2	74	65
0.30—1.75	0.07— 2.41						
0.82	0.63	44	33	27.56	18	56	59
0.30—1.90	0.07—12.63						
1.09	0.97	63	47	61.11	39	17	36
1.05—1.65	0.87— 2.14						
1.32	1.39	19	14	26.39	17	0	0
1.08	0.88	(133)	100				
0.50	0.20	1	2	0.20	0	169	84
0.50—1.00	0.20— 0.79						
0.75	0.49	4	6	1.97	1	168	84
0.50—2.00	0.19— 3.14						
1.29	1.46	7	11	10.21	5	163	83
1.20—3.50	1.13— 9.62						
2.51	5.30	13	21	68.87	30	133	79
1.50—3.50	1.77— 9.64						
2.50	5.66	13	21	73.62	32	101	73
1.70—6.00	2.23—28.28						
3.32	9.13	22	34	200.76	89	12	30
3.00—3.50	7.07— 9.62						
3.33	8.77	3	5	26.31	12	0	0
2.55	6.06	(63)	100				
0.90	0.64	1	3	0.64	0	106	74
0.90—1.50	0.63— 1.77						
1.23	1.22	4	11	4.87	3	103	73
1.00—2.80	0.78— 6.16						
1.75	2.97	12	32	32.62	19	84	68
2.10—3.40	0.60— 9.08						
2.60	5.43	8	22	43.40	26	58	59
1.90—4.00	2.80—12.57						
3.10	7.89	10	27	78.91	47	11	28
3.00—3.70	7.07—10.75						
3.35	8.91	2	5	17.82	11	0	0
2.26	4.82	(37)	100				
0.90—1.50	0.64— 1.77						
1.10	0.99	4	11	3.98	3	169	84
0.70—1.00	0.38— 0.79						
0.93	0.69	4	11	2.74	2	167	83
1.50—3.00	1.77— 7.07						
2.29	4.43	7	19	31.03	22	145	80
2.00	3.14	1	3	3.14	2	143	80
2.00—4.00	3.11—12.57						
3.21	8.44	8	22	67.52	47	96	72
2.00—5.00	3.14—19.60						
3.00	9.71	12	32	116.57	82	14	32
5.00	19.60	1	2	19.60	14	0	0
2.51	6.61	(37)	100				

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length (%)
Plot:Ba (Area:543.91㎡ Number of trees per ha:2,500 Crown closure:35%)						
— 4	3.50	5.00	19.64	1.90	1.60	43.7
— 5	4.00— 4.70	3.60— 7.00	10.18— 38.49	2.70—4.70	0.00— 1.70	
	4.48	4.90	80.88	3.35	1.13	25.1
— 6	5.00— 5.50	4.00— 8.40	12.57— 55.42	1.70—4.50	0.50— 3.30	
	5.25	5.40	101.48	3.33	1.93	36.7
— 7	6.00— 6.90	3.60—11.20	10.48— 98.52	2.20—6.30	0.20— 4.50	
	6.57	6.41	1006.83	4.07	2.50	38.0
— 8	7.00— 7.80	4.80—12.00	18.10—113.10	3.90—6.50	1.00— 3.50	
	7.26	7.38	463.40	4.86	2.40	33.1
— 9	8.10— 8.90	4.00—18.00	12.57—254.47	2.00—6.50	0.00— 6.80	
	8.54	10.63	8514.00	4.67	3.87	45.4
9—	9.10— 9.50	10.20—15.40	81.71—186.27	3.50—4.50	5.00— 5.60	
	9.30	12.80	267.98	4.00	5.30	57.0
mean	7.81	9.22	(10434.21)	4.45	3.36	
Plot:Ba—Soshiju (Area:543.91㎡ Number of trees per ha:478 Crown closure:35%)						
— 6	5.40	10.91	88.23	3.50	1.90	35.2
— 7	6.00— 6.80	5.00— 7.00	19.64— 38.49	3.00—5.00	1.80— 3.00	
	6.40	6.00	59.14	4.00	2.40	37.5
— 8	7.90	5.80	26.47	5.30	2.60	32.9
— 9	8.00— 8.80	8.40—16.40	55.42—211.24	2.20—6.30	2.40—10.00	
	8.55	10.76	1927.24	4.07	4.43	52.4
9—	9.00	14.80	172.03	3.50	5.50	61.1
mean	8.25	10.35	(2318.63)	4.07	4.19	
Plot:Yō—A (Area:416.95㎡ Number of trees per:ha:1676 Crown closure:188%)						
— 7	6.00— 6.90	4.00—19.18	12.57—307.91	2.00—4.80	1.50— 4.50	
	6.60	10.36	2776.20	3.31	3.28	49.8
— 8	7.10— 7.80	7.20—16.60	40.72—216.43	2.00—4.40	3.40— 5.80	
	7.58	12.62	1705.34	3.12	4.43	58.8
— 9	8.30— 8.50	7.20—21.60	40.72—349.23	2.50—5.80	2.70— 6.00	
	8.41	14.88	2236.56	3.65	4.76	56.6
—10	9.30— 9.80	5.60—20.20	24.63—314.48	2.70—5.00	4.50— 6.80	
	9.53	15.28	1796.60	4.00	5.53	58.0
10—	10.00—10.20	11.40—16.40	102.07—211.24	3.00—4.50	5.50— 7.00	
	10.08	13.75	606.08	3.90	6.18	61.3
mean	7.83	12.66	(9120.78)	3.50	4.34	
Plot:Yō—B (Area:76.86㎡ Number of trees per ha:8717 Crown closure:143%)						
— 5	4.00— 4.50	1.60— 4.60	2.01— 16.62	2.00—3.00	1.50— 2.50	
	4.40	3.24	46.15	2.30	2.10	47.7
— 6	5.30— 5.80	3.00— 4.40	7.07— 15.21	2.50—4.20	1.30— 3.00	
	5.54	3.63	88.90	3.20	2.34	42.3
— 7	6.30— 6.80	3.20— 5.00	8.04— 19.64	2.00—4.30	2.30— 4.30	
	6.40	4.12	243.00	2.93	3.42	53.8
— 8	7.00— 7.80	4.00— 8.60	12.57— 58.09	2.00—4.50	1.40— 5.30	
	7.25	5.92	492.66	3.47	3.75	52.1
— 9	8.00— 8.50	5.00— 6.80	19.64— 36.32	2.50—5.00	2.00— 5.50	
	8.33	6.09	205.80	3.93	4.34	52.8
—10	9.00— 9.80	4.80—13.20	18.10—136.85	2.50—5.00	4.30— 7.30	
	9.35	8.89	751.96	3.59	5.76	61.6
10—	10.00—10.00	8.40—13.00	55.42—132.73	3.00—4.50	5.50— 7.00	
	10.00	10.70	188.16	3.75	6.25	62.5
mean	7.16	5.64	(2016.63)	3.29	3.87	

by every tree measurement (8)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	Cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
2.80	6.15	1	1	6.15	1	123	77
1.40—2.90	1.54— 6.61						
2.03	3.47	4	3	13.88	3	120	77
1.20—1.70	1.13— 2.27						
1.53	1.80	4	3	7.20	1	119	77
0.60—3.60	0.28—10.18						
1.89	3.31	27	20	89.37	16	103	73
0.50—3.10	0.20— 7.55						
1.80	3.02	10	7	30.20	6	97	73
0.70—3.20	0.50—21.24						
2.55	5.85	88	65	514.80	95	2	6
2.40—2.80	4.52— 6.16						
2.60	5.34	2	1	10.68	2	0	0
2.32	4.94	(136)	100				
2.50	4.91	1	4	4.91	1	34	49
1.30—3.30	1.33— 8.55						
2.30	4.94	2	8	9.88	2	32	48
1.70	2.27	1	4	2.27	0	32	48
1.20—4.60	1.13—16.69						
2.91	7.26	21	80	152.46	28	4	13
5.40	22.90	1	4	22.90	4	0	0
2.86	7.40	(26)	100				
1.15—3.10	1.04—20.43						
2.92	7.68	28	40	215.04	52	137	79
2.15—3.73	3.63—25.79						
3.87	12.73	13	19	165.49	40	97	72
1.40—5.20	1.54—21.24						
3.96	13.65	12	17	163.80	39	58	60
2.50—5.90	4.91—27.34						
4.20	15.00	13	19	195.00	47	11	18
3.00—4.10	7.79—15.90						
3.78	11.40	4	5	45.60	11	0	0
3.56	11.21	(70)	100				
0.35—1.25	0.10— 1.23						
0.88	0.68	5	8	3.25	4	139	80
0.93—1.30	0.68— 1.33						
1.09	0.95	7	10	6.65	9	130	78
0.80—2.85	0.50— 2.41						
0.97	1.03	18	27	18.54	24	106	74
0.50—5.03	0.20— 5.03						
1.28	1.46	17	25	24.82	32	74	66
0.35—1.50	0.64— 1.77						
1.14	1.05	7	10	7.35	10	64	62
0.80—2.68	1.23— 7.55						
1.93	3.35	11	17	36.55	48	16	35
2.00—3.48	3.14— 9.51						
2.74	6.33	2	3	12.66	16	0	0
1.28	1.64	(67)	100				

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length (%)
Plot:Ya (Area:855.75m² Number of trees per ha:491 Crown closure:109%)						
—14	13.00—13.50	21.00—29.00	346.00— 661.00	10.00—10.50	2.50— 3.00	
	13.17	25.67	1580.01	10.33	2.83	21.5
—15	14.00	29.00	661.00	10.50	3.50	25.0
—16	15.00—15.50	30.00—37.00	707.00—1075.00	9.50—11.50	4.00— 5.50	
	15.25	34.50	3794.00	10.50	4.75	31.1
—17	16.00—16.50	23.00—36.00	415.00—1018.00	10.00—13.00	3.50— 6.00	
	16.13	27.75	4533.04	11.00	5.13	31.8
—18	17.00—17.50	22.00—35.00	380.00— 962.00	10.50—15.00	2.00— 7.00	
	17.08	27.83	3760.02	11.75	5.33	31.2
—19	18.00—18.00	27.00—42.00	573.00—1385.00	11.00—14.00	4.00— 7.00	
	18.00	32.83	10383.96	11.92	6.08	33.8
—20	19.00—19.50	28.00—34.00	616.00— 908.00	10.50—15.00	4.50— 8.50	
	16.63	30.50	2940.00	12.13	7.00	36.6
—21	20.00	26.00	531.00	15.00	5.00	25.0
—22	21.00—21.00	36.00—37.00	1018.00—1075.00	11.00—15.00	6.00—10.00	
	21.00	36.50	2093.00	13.00	8.00	38.1
22—	22.00	32.00	804.00	13.00	9.00	40.9
mean	17.20	30.48	(31080.03)	11.61	5.60	
Plot:Ta (Area:527.42m² Number of trees per ha:1403 Crown closure:155%)						
—10	9.80	11.00	95.00	7.80	2.00	20.4
—11	10.20	13.20	137.00	7.20	3.00	29.4
—12	11.00	11.40	102.00	7.50	3.50	31.8
—13	12.15	12.80	129.00	7.15	5.00	41.2
—14	13.25—13.85	12.00—23.20	113.00— 422.00	7.80—10.60	3.00— 6.00	
	13.59	16.06	1935.00	9.26	4.44	32.4
—15	14.00—14.95	13.50—25.00	149.00— 491.00	6.45—10.55	3.45— 8.00	
	14.49	18.81	4650.08	8.78	5.71	39.4
—16	15.05—15.90	12.40—30.50	121.00— 731.00	7.20—11.75	5.35—11.75	
	15.50	20.14	5014.05	9.34	6.16	39.7
—17	16.00—16.95	12.00—25.00	113.00— 491.00	7.65—11.35	1.00— 9.00	
	16.52	19.91	5801.94	9.46	7.05	42.7
—18	17.00—17.55	13.30—25.10	139.00— 456.00	6.60—11.05	6.60—10.45	
	17.22	19.31	2624.04	9.56	7.66	44.5
18—	18.20—18.20	12.90—13.10	131.00— 230.00	8.20—11.20	7.00—10.00	
	18.20	15.43	570.00	10.33	8.17	44.9
mean	15.37	18.58	(21058.11)	9.19	7.90	
Plot:Oz middle slope (Area:86.09m² Number of trees per ha:6969 Crown closure:150%)						
— 1						
— 2						
— 3	2.00— 2.50	1.60— 2.30	2.01— 4.16	1.00— 2.00	0.50— 1.00	
	2.33	1.90	8.73	1.66	0.67	18.0
— 4	3.00— 3.50	2.50— 7.90	5.31— 49.02	1.00— 2.50	0.50— 2.50	
	3.28	4.18	330.72	1.94	1.34	38.0
— 5	4.00— 4.70	3.60— 6.40	10.18— 33.18	1.00— 3.80	1.00— 3.00	
	4.26	5.29	367.36	2.19	2.04	48.1
— 6	5.00— 5.50	5.30—12.60	22.06— 124.69	1.00— 3.50	1.50— 4.00	
	5.20	8.48	590.80	2.15	2.90	56.3
— 7	6.00— 6.80	7.40—13.80	43.01— 149.14	1.50— 4.00	2.50— 5.00	
	6.40	10.86	1143.60	2.46	3.94	61.4
7—	7.00— 7.20	12.80—14.20	128.68— 158.37	1.50— 3.00	4.20— 5.50	
	7.07	13.50	428.07	2.33	4.73	67.1
mean	4.63	6.88	(2869.28)	2.15	2.45	
Plot:Oz upper slope (Area:43.54m² Number of trees per ha:9187 Crown closure:229%)						
— 1						
— 2	1.50— 1.60	0.60— 1.20	0.28— 1.13	0.80— 1.00	0.60— 0.70	
	1.55	0.90	1.42	0.90	0.65	4.3
— 3	2.00— 2.50	1.90— 3.20	2.84— 8.04	0.80— 1.60	0.50— 1.60	
	2.23	2.62	71.89	1.12	1.11	42.6
— 4	3.00— 3.50	3.40— 4.90	9.08— 18.86	0.70— 2.20	1.00— 2.30	
	3.29	4.24	100.24	1.54	1.80	54.5
— 5	4.00— 4.50	4.50— 9.40	15.90— 69.40	1.00— 3.00	1.50— 3.50	
	4.16	7.13	260.52	1.87	2.30	54.6
— 6	5.00— 5.80	6.40—13.00	32.17— 132.73	1.50— 3.00	2.00— 3.80	
	5.35	9.95	817.00	2.33	2.92	52.9
6—	6.00— 6.20	13.00—15.60	132.73— 191.14		4.00— 4.20	
	6.10	14.30	323.88	2.00	4.10	67.2
mean	3.62	8.41	(1574.95)	1.64	1.99	

by every tree measurement (9)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	Cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
2.85—3.90	6.38—11.95						
3.27	8.55	3	7	25.65	3	103	74
5.40	22.90	1	2	22.9	3	103	73
4.25—6.20	14.19—30.19						
5.58	24.90	4	10	99.6	12	91	70
3.25—6.65	8.30—34.73						
4.88	19.29	8	19	154.32	18	73	65
3.40—5.70	9.03—25.52						
2.93	17.15	6	14	102.90	12	61	61
3.30—3.00	8.55—50.27						
5.88	28.45	12	29	341.40	40	21	41
4.20—5.55	13.85—24.19						
4.73	17.76	4	10	71.04	8	13	30
3.50	9.62	1	2	9.62	1	12	29
6.10—7.95	29.23—49.64						
7.03	39.44	2	5	78.88	9	3	8
5.90	27.34	1	2	27.34	3	0	0
4.93	22.23	(42)	100				
2.75	5.94	1	1	5.94	1	96	72
1.45	1.63	1	1	1.65	1	95	72
1.65	2.14	1	1	2.14	1	94	71
4·15	13.53	1	2	13.53	2	92	70
1.85—5.70	2.69—25.52						
2.87	7.65	9	12	68.83	8	84	66
1.55—6.25	1.91—30.63						
3.43	10.23	16	22	163.68	19	65	62
2.15—6.15	3.63—29.71						
3.80	12.76	15	21	191.40	22	43	53
1.85—5.75	3.80—25.97						
4.07	13.73	18	24	247.14	29	14	32
2.00—5.50	3.14—23.76						
3.59	11.79	9	12	106.11	12	2	6
1.80—3.30	2.55— 8.55						
2.58	5.44	3	4	16.32	2	0	0
3.53	11.04	(74)	100				
0.50—0.80	0.20— 0.50						
0.67	0.36	3	5	1.03	1	150	81
0.50—1.40	0.20— 1.54						
0.89	0.70	16	27	11.20	13	137	80
0.40—2.00	0.13— 3.14						
1.17	1.18	16	27	18.88	22	115	76
1.10—3.00	0.95— 7.07						
1.92	3.09	10	15	30.90	36	79	67
1.60—2.80	2.01— 6.16						
2.21	3.93	12	20	47.16	55	24	43
2.00—4.00	3.14—12.57						
2.87	7.01	3	5	21.03	24	0	0
1.49	2.17	(60)	100				
0.80—0.90	0.50— 0.64						
0.85	0.57	2	5	1.14	3	229	90
0.60—1.40	0.50— 5.00						
0.98	2.00	13	33	26.26	60	169	84
0.80—1.50	0.64— 2.80						
1.13	1.58	7	17	11.06	25	144	80
1.30—2.60	1.33— 5.31						
1.72	2.48	6	15	14.88	34	110	75
1.50—3.40	1.77— 9.08						
2.05	3.58	10	25	35.80	82	28	45
2.50—3.00	4.91— 7.07						
2.75	5.99	2	5	11.98	28	0	0
1.47	2.58	(40)	100				

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length (%)
Plot:Oh muraboka (Area:74.9m² Number of trees per ha:9211 Crown closure:122%)						
— 3	2.60— 2.70	0.90— 1.40	0.64— 1.54	1.40—2.10	0.50—1.30	
	2.65	1.12	2.18	1.75	0.90	34.0
— 4	3.00— 3.60	1.20— 2.60	1.13— 5.31	1.50—2.20	1.00—2.00	
	3.29	1.82	33.01	1.89	1.43	43.3
— 5	4.00— 4.90	2.10— 6.10	3.46— 29.23	1.40—3.10	1.60—3.20	
	4.59	4.08	196.72	2.17	2.42	52.8
— 6	5.00— 5.70	3.20— 7.70	8.04— 64.57	1.50—3.50	1.60—4.00	
	5.34	5.96	762.29	2.20	3.14	58.9
— 7	6.00— 6.90	6.00—10.80	28.27— 91.61	1.30—3.00	3.50—5.30	
	6.35	8.31	562.44	2.08	4.27	67.2
7—	7.10	10.10	80.12	2.00	5.10	71.8
mean	4.94	4.92	(1636.76)	2.10	2.83	
Plot:Oh zarazaki middle slope (Area:19.5m² Number of trees per ha:1436 Crown closure:116%)						
— 8	7.80	11.30	100.29	6.00	1.80	23.1
— 9	8.00	15.80	196.07	4.20	3.80	47.5
—10	9.00	24.10	456.20	2.50	6.50	72.2
—11	10.00—10.50	18.50—23.20	268.79—422.72	3.00—5.50	4.50—7.00	
	10.10	20.40	328.80	4.58	5.52	54.7
—12		12.70—27.80	126.67—606.97	2.70—8.00	3.00—8.30	
	11.00	20.69	350.58	5.36	5.64	51.2
12—		18.90—23.30	280.54—426.37	3.30—6.50	5.50—8.70	
	12.00	20.99	347.86	4.80	7.20	60.0
5mean	10.80	20.34	(9739.69)	4.98	5.83	
Plot:Oh zarzaki upper slope (Area:71.7m² Number of tree per ha:2789 Crown closure:127%)						
—7		9.80—23.80	75.43—444.87			
	6.00	14.90	617.10	2.00	4.00	66.7
—8	2.00— 7.50	16.30—25.40	208.67—506.69	1.40—2.50	5.00—6.00	
	7.30	20.20	1665.42	1.72	5.58	76.4
8—	8.00— 8.50	12.30—25.10	118.82—494.79	1.00—4.50	3.50—7.10	
	8.21	18.10	3233.95	2.34	5.87	71.5
mean	7.65	18.15	(5516.47)	2.14	5.52	
Plot:Ka zaha upper (Area:72.45m² Number of trees per ha:5797 Crown closure:317%)						
— 1						
— 2	1.70	1.60	2.01	1.40	0.30	1.8
— 3		2.50— 9.30	4.91— 67.93	1.30—2.00	0.50—1.20	
	2.50	4.58	89.52	1.60	0.90	24.2
— 4	3.00— 3.50	1.90— 4.60	2.84— 16.62	1.50—2.00	1.20—1.70	
	3.19	3.10	57.75	1.74	1.44	45.4
— 5	4.00— 4.50	4.20—10.80	13.85— 91.61	1.70—2.50	1.80—2.50	
	4.17	7.03	268.92	2.03	2.13	51.2
— 6	5.00— 5.80	4.90—12.50	18.86—122.72	1.60—3.30	1.90—3.70	
	5.24	9.16	983.36	2.47	2.76	52.7
— 7	6.00— 6.80	8.70—14.10	59.45—156.15	2.00—3.50	2.50—4.50	
	6.34	10.04	570.78	2.77	3.57	56.3
7—	7.20— 7.50	13.60—18.30	145.27—263.02	2.50—3.00	4.50—4.90	
	7.40	15.77	594.57	2.63	4.70	63.5
mean	4.74	7.85	(2566.91)	2.25	2.49	
Plot:Ka zaha lower (Area:87.90m² Number of trees per ha:4778 Crown cosure:342%)						
— 1						
— 2	1.80	1.30	1.33	1.20	0.60	33.3
— 3	2.00— 2.70	1.90— 2.00	2.82— 3.14	1.20—1.70	0.80—1.10	
	2.30	1.97	9.12	1.50	0.90	16.0
— 4	3.00	4.10	13.20	2.50	0.50	16.7
— 5	4.00— 4.50	3.00—17.40	7.07—237.79	1.60—3.50	0.50—3.00	
	4.13	6.44	281.45	2.08	2.02	48.0
— 6	5.00— 5.50	3.80—13.50	11.34—143.14	1.60—2.50	2.50—3.90	
	5.17	8.13	193.77	2.03	3.13	60.3
— 7	6.00— 6.50	5.40— 7.50	22.90— 44.18	2.00—4.00	2.00—4.00	
	6.20	6.02	144.65	3.06	3.14	50.8
— 8	7.00— 7.50	8.10—12.40	51.53—136.85	2.50—4.50	3.00—5.00	
	7.38	10.93	580.56	3.35	4.13	56.0
— 9	8.00— 8.50	10.80—13.30	91.61—138.93	1.50—4.50	3.90—6.50	
	8.14	12.47	858.20	3.26	4.89	60.2
—10	9.00— 9.50	11.20—17.50	98.52—240.53	3.00—4.00	5.00—6.00	
	9.25	14.35	995.46	3.17	5.63	60.9
10—	10.00—10.50	14.20—21.30	158.37—356.33	2.50—5.00	5.00—8.00	
	10.20	18.20	1336.95	3.80	7.40	62.9
mean	6.34	10.20	(4414.69)	2.94	4.01	

by every tree measurement (10)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	Cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
0.40—0.50	0.13— 0.20						
0.45	0.17	2	3	0.33	0.40	122	77
0.30—1.20	0.07— 1.13						
0.71	0.44	12	17	5.32	7.10	115	76
0.60—1.80	0.28— 2.55						
1.08	1.02	13	19	13.24	17.67	97	72
0.80—1.90	0.50— 2.84						
1.30	1.38	31	45	42.82	57.16	40	52
1.40—2.50	1.54— 4.91						
1.80	2.65	10	15	26.52	35.40	5	15
2.10	3.46	1	1	3.46	4.61	0	0
1.22	1.33	(69)	100				
2.00	3.14	1	4	3.14	1.61	116	76
1.40	1.54	1	4	1.54	0.78	115	76
4.05	12.88	1	3	12.88	6.55	109	75
3.20—4.30	8.04—14.52						
3.66	10.71	5	17	53.53	27.45	81	67
1.30—4.00	1.32—12.57						
2.75	6.40	14	48	89.56	45.92	35	50
1.70—5.30	2.27—22.06						
3.33	9.82	7	24	68.73	35.24	0	0
3.02	7.91	(29)	100				
1.80—4.20	2.55—13.85						
2.97	7.67	2	15	23.01	32.09	127	78
2.20—4.20	3.80—13.90						
2.88	6.90	5	25	34.49	48.10	79	67
1.40—4.20	1.54—13.85						
2.33	4.71	12	60	56.54	78.85	0	0
2.56	5.70	(20)	100				
0.70	0.39	1	2	0.39	1	317	95
0.90—2.20	0.64— 3.80						
1.38	1.69	4	10	6.76	9	308	95
0.50—2.00	0.20— 3.14						
1.21	1.34	7	17	9.38	13	295	94
1.20—3.80	1.13—11.34						
2.12	4.44	6	14	26.64	37	258	92
1.20—3.70	1.13—10.75						
2.63	5.75	14	33	80.50	111	147	81
2.10—4.80	3.46—18.10						
2.86	7.16	7	17	50.12	69	78	67
4.60—5.20	16.62—21.24						
4.90	18.91	3	7	56.73	78	0	0
2.36	5.49	(42)	100				
0.70	0.39	1	2	0.39	0	342	96
0.70—1.10	0.39— 0.95						
0.90	0.66	3	7	1.98	2	340	96
1.80	2.55	1	2	2.55	3	337	96
1.50—5.50	1.77—23.76						
2.40	6.42	5	12	32.10	37	300	94
1.50—3.70	1.77—10.75						
2.67	6.27	3	7	18.81	21	279	93
1.00—2.30	0.79— 4.16						
1.70	2.49	5	12	12.45	14	265	92
2.50—3.40	5.31— 9.08						
2.80	6.84	6	14	41.04	47	218	89
2.30—4.60	4.16—16.62						
2.99	7.40	7	17	51.80	59	159	82
2.70—4.10	5.73—13.20						
3.45	9.63	6	15	57.78	66	93	71
3.20—5.50	8.04—23.76						
4.46	16.33	5	12	81.65	93	0	0
2.72	7.15	(42)	100				

Table 4. Observed values in each tree height grade

TH grade (m)	Height (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Percentage of crown length (%)
Plot: Na upper slope (Area:92.15m² Number of trees per ha:6728 Crown closure:140%)						
—1.5	1.40	0.7	0.39	0.50	0.90	64.3
—2.5	2.11	1.4	23.53	0.94	1.17	54.9
—3.5	2.95	3.3	227.30	1.08	2.02	65.8
—4.5	3.21	4.5	304.03	1.09	2.80	71.8
—5.5	4.70	5.6	126.03	1.26	3.44	73.1
mean	2.97	3.4	(681.28)	1.06	2.16	65.8
Plot:Na middle slope (Area:184.83m² Number of trees per ha:3409 Crown closure:125%)						
—1.5						
—2.5						
—3.5	3.25	2.4	9.62	1.95	1.30	39.8
—4.5	4.41	3.7	105.23	2.09	2.32	50.6
—5.5	5.11	4.9	329.22	2.16	2.96	57.8
—6.5	6.25	6.0	500.04	2.75	3.64	58.3
—7.5	7.26	7.8	919.71	2.58	4.68	64.5
7.5—	8.50	7.8	47.78	1.30	7.20	84.7
mean	5.94	5.8	(1911.60)	2.41	3.57	58.8
Plot:Yō C (Area:73.75m² Number of trees per ha :10983 Crown closure:242%)						
—1.0						
—2.0						
—3.0						
—4.0	3.05	2.0	6.68	1.90	1.15	37.7
—5.0	4.21	2.60	65.87	2.46	1.75	41.6
—6.0	5.41	4.5	406.50	2.85	2.55	47.2
—7.0	6.42	6.2	942.83	2.68	3.74	58.3
—8.0	7.04	8.4	353.29	2.71	4.33	61.5
mean	5.75	5.47	(1774.17)	2.68	3.14	

Note: Total shaded area by crown is multiplied shaded area by crown by number of trees.
Crown closure is (total shaded area by crown/area X 100)
Cumulated crown closure aggregates crown closure from upper story of canopy to a tree height grade. ( ):total

by every tree measurement (11)

Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number of trees (N)	Number of trees (%)	Total shaded area by crown (m²)	Crown closure (%)	cumulated crown closure (%)	Percentage of shade (%)
0.39	0.50	1	2	0.50	0	104	74
0.41	0.52	13	21	6.78	7	97	72
1.04	1.33	25	40	33.20	36	61	60
1.91	2.43	18	29	43.73	47	14	32
2.02	2.57	5	8	12.87	14	0	0
1.23	1.85	(62)	100				
0.42	0.54	2	3	1.07	1	125	78
1.77	2.26	9	14	20.30	11	114	76
1.99	2.54	16	25	40.56	22	92	70
2.61	3.33	16	25	53.25	29	63	61
4.44	5.66	19	30	107.49	58	5	15
7.13	9.08	1	2	9.03	5	0	0
2.89	3.68	(63)	100				
0.63	0.42	2	2	0.84	1	242	87
0.80	0.52	12	15	6.24	8	234	87
1.36	1.73	24	30	41.52	56	178	82
1.69	2.61	28	35	73.08	99	779	67
2.20	3.90	15	18	58.50	79	0	0
1.53	2.22	(81)	100				

Table 5. Number and basal area per hectare (1)

Plot	Height grade	Number per ha.	Cumulated number from upper story to a height grade		Basal area		Cumulated basal area from upper story to a height grade	
			Number	Percentage	Basal area (cm^2)	Percentage (%)	Basal area (cm^2)	Percentage (%)
Yo I—1	—2.00	91	8273	100	115.57	0	120952.88	100
	—3.00	1423	8182	99	5435.86	5	120837.31	100
	—4.00	2910	6759	82	25549.80	21	115401.45	95
	—5.00	2454	3849	47	46184.28	38	89851.45	74
	—6.00	1122	1395	17	29239.32	24	43667.37	36
	—7.00	273	273	3	14428.05	12	14428.05	12
Yo I—2	—2.00	333	18533	100	462.87	0	142744.50	100
	—3.00	4467	18200	98	16661.91	12	142281.63	100
	—4.00	7399	13733	74	41804.35	29	125619.72	88
	—5.00	4333	6334	34	46839.73	33	83815.37	59
	—6.00	1801	2001	11	31769.64	22	36975.64	26
	—7.00	200	200	1	5206.00	4	5206.00	4
Yo I—3	—2.00	444	9167	100	617.16	1	102331.41	99
	—3.00	611	8723	95	1319.76	1	101714.25	98
	—4.00	3556	8112	88	17424.40	17	100394.49	97
	—5.00	2500	4556	49	25700.00	25	82970.09	80
	—6.00	1333	2056	22	27899.69	27	57270.09	55
	—7.00	556	723	8	20799.96	20	29370.40	28
	—8.00	167	167	2	8570.44	8	8570.44	8
Yo I—4	—2.00	1684	7474	100	2818.28	2	141680.32	101
	—3.00	1895	5790	77	6689.35	5	138868.04	99
	—4.00	1579	3895	52	31911.59	23	132178.69	94
	—5.00	1790	2316	31	68181.10	48	100267.10	71
	—6.00	526	526	7	32086.00	23	32086.00	23
Yo II—1	—2.00	325	5363	100	341.25	0	95315.09	100
	—3.00	1014	5038	94	3376.62	4	94973.84	100
	—4.00	1096	4024	75	9096.80	10	91597.22	96
	—5.00	1016	2928	55	16256.00	17	82500.42	86
	—6.00	1057	1912	36	31879.12	33	66244.42	69
	—7.00	570	855	16	18496.50	19	34365.30	36
	—8.00	285	285	5	15868.80	17	15868.80	17
Yo II—2	—2.00	240	4250	100	348.00	1	66119.39	100
	—3.00	1615	4010	94	7041.40	11	65771.39	99
	—4.00	898	2395	56	11269.90	17	58729.99	88
	—5.00	897	1497	35	15939.69	24	47460.09	71
	—6.00	300	600	14	8820.00	13	31520.40	47
	—7.00	240	300	7	11232.00	17	22700.40	34
	—8.00	60	60	1	11468.40	17	11468.40	17
Yo II—3	—2.00	204	5739	100	1083.24	2	63341.60	99
	—3.00	1847	5535	96	5227.01	8	62258.36	97
	—4.00	2051	3688	64	16695.14	26	57031.35	89
	—5.00	1025	1637	28	14073.25	22	40336.21	63
	—6.00	306	612	10	10434.60	16	26262.96	41
	—7.00	204	306	5	7656.12	12	15828.36	25
	—8.00	102	102	1	8172.24	13	8172.24	13
Yo II—4	—2.00	216	9598	100	140.40	0	94520.54	100
	—3.00	1553	9382	98	2826.46	3	94380.14	100
	—4.00	2939	7829	82	12664.52	13	91553.68	97
	—5.00	2166	4870	51	20468.70	22	78889.16	84
	—6.00	1911	2704	28	34149.57	36	58420.46	62
	—7.00	613	793	8	16140.29	17	24270.89	26
	—8.00	180	180	2	8130.60	9	8130.60	9

Table 5. Number and basal area per hectare (2)

Plot	Height grade	Number per ha.	Cumulated number from upper story to a height grade		Basal area		Cumulated basal area from upper story to a height grade	
			Number	Percentage (%)	Basal area (cm^2)	Percentage (%)	Basal area (cm^2)	Percentage (%)
Yo II—5	—2.00	150	6388	100	36.00	0	88927.03	100
	—3.00	225	6238	98	454.50	0	88891.05	100
	—4.00	1279	6013	94	5039.26	6	88436.55	100
	—5.00	2481	4734	74	23817.60	27	83397.29	94
	—6.00	1277	2253	35	22411.35	25	59579.69	67
	—7.00	826	976	15	26506.34	30	37168.34	42
	—8.00	150	150	2	10662.00	12	10662.00	12
Yo III—1	—2.00	331	11553	100	148.95	0	98082.52	99
	—3.00	2544	11222	97	3917.76	4	97933.57	99
	—4.00	3980	8678	75	21850.20	22	94015.81	91
	—5.00	2653	4698	41	32552.31	33	72165.61	73
	—6.00	1603	2045	18	31226.44	32	39613.30	40
	—7.00	332	442	4	5189.16	5	8386.86	8
	—8.00	110	110	1	3197.70	3	3197.70	3
Yo III—2	—2.00	1944	24263	100	991.44	0	188404.29	100
	—3.00	6119	22318	92	12727.52	7	187412.85	100
	—4.00	9863	16199	67	74465.65	40	174685.33	93
	—5.00	5112	6336	28	67325.04	36	100219.68	53
	—6.00	1080	1224	7	26773.20	14	32894.64	17
	—7.00	72	144	2	2035.44	1	6121.44	3
	—8.00	72	72	1	4086.00	2	4086.00	2
Yo III—3	—2.00	59	6837	100	0.00	0	84478.28	99
	—3.00	826	6778	99	1841.98	2	84478.28	99
	—4.00	2887	5952	87	22980.52	27	82636.30	97
	—5.00	2475	3065	45	42594.75	50	59655.78	70
	—6.00	531	590	9	14591.88	17	17061.03	20
	—7.00	59	59	1	2469.15	3	2469.15	3
Yo III—4	—2.00	1125	8500	100	731.25	1	93012.29	101
	—3.00	2374	7375	87	8166.56	9	92281.04	100
	—4.00	2189	5001	59	21452.20	23	84114.48	91
	—5.00	2061	2812	33	35160.66	38	62662.28	68
	—6.00	751	751	9	27501.62	30	27501.62	30
Yo III—5	—2.00	1385	5846	100	609.40	1	80066.59	100
	—3.00	1307	4461	76	5463.26	7	79457.19	99
	—4.00	1846	3154	54	34335.60	43	73993.93	92
	—5.00	1077	1308	22	31243.77	39	39658.33	49
	—6.00	154	231	4	4147.22	5	8414.56	10
	—7.00	77	77	1	4267.34	5	4267.34	5
Yo IV—1	—2.00	96	6445	100	56.64	0	108004.58	99
	—3.00	969	6349	98	2422.50	2	107847.94	99
	—4.00	1842	5380	83	9836.28	9	105525.44	97
	—5.00	2181	3538	54	44601.45	41	95689.16	88
	—6.00	1067	1357	21	36950.21	34	51087.71	47
	—7.00	290	290	4	14137.50	13	14137.50	13
Yo IV—2	—2.00	146	5991	100	458.44	0	98945.52	101
	—3.00	1315	5845	98	2630.00	3	98487.08	101
	—4.00	585	4530	76	1895.40	2	95857.08	98
	—5.00	1899	3945	66	32434.92	33	93961.68	96
	—6.00	1608	2046	34	44155.68	45	61526.76	63
	—7.00	292	438	7	11910.68	12	17371.08	18
	—8.00	146	146	2	5460.50	6	5460.40	6

Table 5. Number and basal area per hectare (3)

Plot	Height grade	Number per ha.	Cumulated number from upper story to a height grade		Basal area		Cumulated basal area from upper story to a height grade	
			Number	Percentage (%)	Basal area (m^2)	Percentage (%)	Basal area (cm^2)	Percentage (%)
Yo IV—3	— 2.00	418	8064	100	250.80	0	122330.44	100
	— 3.00	1492	7646	95	3640.48	3	122079.64	100
	— 4.00	1553	6154	76	8634.68	7	118439.16	97
	— 5.00	2689	4601	56	46250.80	38	109804.48	90
	— 6.00	1432	1912	23	36839.68	30	63553.68	52
	— 7.00	360	480	5	18079.20	15	26694.00	22
	— 8.00	120	120	1	8614.80	7	8614.80	7
Yo IV—4	— 2.00	276	5370	100	179.40	0	61464.66	100
	— 3.00	1106	5094	95	2411.08	4	61285.26	100
	— 4.00	1810	1988	74	10154.10	17	18874.18	99
	— 5.00	1534	2178	41	25249.64	41	48720.08	79
	— 6.00	490	644	12	14945.00	24	23470.44	38
	— 7.00	154	154	3	8525.44	14	8525.44	14
Gu I—1	— 1.00	211	6871	100	0.00	0	55918.38	99
	— 2.00	741	6660	97	259.35	0	55918.38	99
	— 3.00	1480	5918	86	6660.00	12	55659.03	99
	— 4.00	2008	4439	64	17007.76	30	48999.03	87
	— 5.00	1902	2431	35	17479.38	31	31991.27	57
	— 6.00	423	529	7	8311.95	15	14511.89	26
	— 7.00	106	106	1	6199.94	11	6199.94	11
Gu I—2	— 1.00	293	6305	100	0.00	0	51303.36	101
	— 2.00	1760	6012	95	3572.80	7	51303.36	101
	— 3.00	2199	4252	67	20780.55	41	47730.56	94
	— 4.00	1759	2053	32	23095.67	45	26950.01	53
	— 5.00	294	294	4	3854.34	8	3854.34	8
Gu I—3	— 1.00	707	4859	100	0.00	0	25195.82	99
	— 2.00	1942	4152	85	4194.72	16	25195.82	99
	— 3.00	1590	2210	45	12513.30	50	21001.10	83
	— 4.00	620	620	12	8487.80	33	8487.80	33
Gu I—4	— 1.00	1227	6628	100	0.00	0	31514.99	99
	— 2.00	2783	5401	81	7040.99	22	31514.99	99
	— 3.00	1882	2618	39	14830.16	47	24474.00	77
	— 4.00	654	736	11	8639.34	27	9643.00	30
	— 5.00	82	82	1	1004.50	3	1004.50	3
Gu II—1	— 1.00	73	3127	100	0.00	0	93098.22	100
	— 2.00	217	3054	98	551.18	1	93098.22	100
	— 3.00	219	2837	91	1388.07	1	92547.04	99
	— 4.00	437	2546	82	3736.35	4	91158.97	98
	— 5.00	801	2109	68	12431.52	13	87422.62	94
	— 6.00	800	1308	42	48488.00	52	74991.10	81
	— 7.00	218	508	16	15172.80	17	26503.10	29
	— 8.00	290	290	9	11330.30	12	11330.30	12
Gu II—2	— 2.00	122	3988	100	76.86	0	186492.46	99
	— 3.00	185	3866	97	632.70	0	186415.60	99
	— 4.00	429	3681	92	1793.22	1	185782.90	99
	— 5.00	428	3252	81	8007.83	4	183989.68	98
	— 6.00	839	2824	70	20298.17	11	175931.80	94
	— 7.00	737	1985	48	27070.01	15	155683.63	83
	— 8.00	673	1228	30	65348.30	35	128613.62	68
	— 9.00	247	555	13	26676.00	14	63265.32	33
	—10.00	186	308	7	21349.08	11	36589.32	19
	—11.00	61	122	2	7011.95	4	15240.24	8
	—12.00							
	—13.00	61	61	1	8228.29	4	8228.29	4

Table 5. Number and basal area per hectare (4)

Plot	Height grade	Number per ha.	Cumulated number from upper story to a height grade		Basal area		Cumulated basal area from upper story to a height grade	
			Number	Percentage (%)	Basal area (cm^2)	Percentage (%)	Basal area (cm^2)	Percentage (%)
Gu Ⅱ—3	— 4.00	88	3424	100	304.48	0	367074.90	101
	— 5.00	527	3336	97	13902.26	4	366770.42	101
	— 6.00	439	2809	82	20703.24	6	352868.16	97
	— 7.00	877	2370	70	51304.50	14	332164.92	91
	— 8.00	331	1493	44	35647.56	10	280860.42	77
	— 9.00	264	1142	34	55730.40	15	245212.86	67
	—10.00	88	872	26	13936.56	4	189482.46	52
	—11.00	790	790	23	175545.90	48	175545.90	48
Gu Ⅲ—1	— 2.00	2291	7216	100	5567.13	7	78394.98	101
	— 3.00	1717	4925	68	9048.59	12	72827.85	94
	— 4.00	2061	3208	45	20893.54	27	63779.26	82
	— 5.00	574	1147	16	14298.34	18	42880.72	55
	— 6.00	458	573	8	21003.88	27	28582.38	37
	— 7.00	115	115	2	7578.50	10	7578.50	10
Gu Ⅲ—2	— 1.00	446	8477	100	0.00	0	52314.66	100
	— 2.00	2804	8031	94	5832.32	11	52314.66	100
	— 3.00	4017	5227	61	30207.84	58	46482.34	89
	— 4.00	1210	1210	14	16274.50	31	16274.50	31
Gu Ⅳ—1	— 2.00	44	2779	100	135.08	0	114695.63	99
	— 3.00	176	2735	98	584.32	0	114560.55	99
	— 4.00	308	2558	92	3498.88	3	113976.23	99
	— 5.00	574	2251	81	16536.94	14	110477.35	96
	— 6.00	573	1677	60	22559.01	20	93940.41	82
	— 7.00	972	1104	39	62169.12	54	71381.40	62
	— 8.00	132	132	5	9212.28	8	9212.28	8
Gu Ⅳ—2	— 3.00	59	2192	100	133.93	0	77298.68	100
	— 4.00	236	2133	97	3565.96	5	77164.75	100
	— 5.00	711	1897	86	16189.47	21	73598.79	95
	— 6.00	474	1186	54	11650.92	15	47409.32	74
	— 7.00	594	712	32	37903.14	49	45758.40	59
	— 8.00	118	118	5	7855.26	10	7855.26	10
Gu Ⅳ—3	—3.00	280	2602	100	3004.40	2	127608.84	100
	—4.00	282	2322	89	2236.26	2	124604.44	98
	—5.00	494	2040	78	12448.80	10	122368.18	96
	—6.00	70	1546	59	1773.80	1	109919.38	86
	—7.00	562	1476	56	34383.16	27	108145.58	85
	—8.00	843	914	34	64725.54	51	73762.42	58
	—9.00	71	71	2	9036.88	7	9036.88	7
Ba	— 4.00	18	2500	100	353.52	0	192248.43	100
	— 5.00	72	2482	99	1455.84	1	191894.91	100
	— 6.00	73	2410	96	1852.01	1	190439.07	99
	— 7.00	499	2337	93	18607.71	10	188587.06	98
	— 8.00	183	1838	73	8480.22	4	169979.35	88
	— 9.00	1618	1655	66	156541.50	81	161499.13	84
	—10.00	37	37	1	4957.63	3	4957.63	3
Yō —A	— 7.00	672	1679	100	66628.80	29	229687.54	100
	— 8.00	311	1007	60	40796.98	18	163058.74	71
	— 9.00	288	696	41	53677.44	23	122261.76	53
	—10.00	312	408	24	54038.40	24	68584.32	30
	—11.00	96	96	5	14548.92	6	14545.92	6

Table 5. Number and basal area per hectare (5)

Plot	Height grade	Number per ha.	Cumulated number from upper story to a height grade		Basal area		Cumulated basal area from upper story to a height grade	
			Number	Percentage (%)	Basal area (cm^2)	Percentage (%)	Basal area (cm^2)	Percentage (%)
Yō —B	— 5.00	650	8717	100	5999.50	2	262317.94	99
	— 6.00	911	8067	92	11569.70	4	256318.44	97
	— 7.00	2342	7156	82	31617.00	12	244748.74	93
	— 8.00	2213	4814	55	64132.74	25	213131.74	81
	— 9.00	911	2601	30	26783.40	10	148999.00	56
	—10.00	1430	1690	20	97754.80	37	122215.60	46
	—11.00	260	260	3	24460.80	9	24460.80	9
Ya	—14.00	36	491	100	18960.12	5	362543.45	100
	—15.00	12	455	93	7932.00	2	343583.33	95
	—16.00	47	443	91	44579.50	12	335651.33	93
	—17.00	94	396	81	53263.22	15	291071.83	81
	—18.00	71	302	62	44493.57	12	237808.61	66
	—19.00	138	231	48	119415.54	33	193315.04	54
	—20.00	46	93	19	33810.00	9	73899.50	21
	—21.00	12	47	9	6372.00	2	40089.50	12
	—22.00	23	35	7	24069.50	7	33717.50	10
	—23.00	12	12	2	9648.00	3	9648.00	3
Ta	—10.00	19	1403	100	1805.00	0	399144.92	100
	—11.00	19	1384	99	2603.00	1	397339.92	100
	—12.00	19	1365	98	1938.00	0	394736.92	99
	—13.00	19	1346	97	2451.00	1	392798.92	99
	—14.00	171	1327	95	36765.00	9	390347.92	98
	—15.00	303	1156	83	88060.89	22	353582.92	89
	—16.00	283	853	61	94598.41	24	265522.03	67
	—17.00	342	570	40	110236.86	28	170923.62	43
	—18.00	171	228	16	49856.76	12	60686.76	15
	—19.00	57	57	4	10830.00	3	10830.00	3
Ōz m—s	— 3.00	348	6969	100	1014.06	0	333288.39	100
	— 4.00	1859	6621	95	38415.61	11	332274.34	100
	— 5.00	1859	4762	68	42671.62	13	293858.73	89
	— 6.00	1161	2903	41	68625.85	21	251187.11	76
	— 7.00	1394	1742	25	132837.72	40	182561.26	55
	7.00—	348	348	5	49723.54	15	49723.54	15
Ōz u—s	— 2.00	459	9187	100	326.14	0	361724.84	100
	— 3.00	2986	8728	95	16511.25	5	361398.70	100
	— 4.00	1608	5742	63	23022.51	6	344887.45	95
	— 5.00	1378	4134	45	59834.63	17	321864.94	89
	— 6.00	2297	2756	30	187643.54	52	262030.31	72
	6.00—	459	459	5	74386.77	20	74386.77	20
Ka za u—s	— 2.00	139	5797	100	277.44	0	354310.67	100
	— 3.00	552	5658	98	12356.45	4	354033.25	100
	— 4.00	966	5106	88	7971.23	2	341676.78	96
	— 5.00	828	4140	71	37119.04	11	333705.55	94
	— 6.00	1932	3312	57	135733.21	38	296586.51	83
	— 7.00	966	1380	24	78784.78	22	160853.30	45
	7.00—	414	414	7	82068.52	23	82068.52	23
Ka za l—s	— 2.00	114	4778	100	151.30	0	502228.54	100
	— 3.00	341	4664	98	1037.52	0	502077.24	100
	— 4.00	114	4323	91	1501.67	0	501039.72	100
	— 5.00	569	4209	89	32018.61	6	499538.05	100
	— 6.00	341	3640	77	22043.87	5	467519.44	94
	— 7.00	569	3329	70	16455.83	3	445475.57	89
	— 8.00	682	2730	58	66046.28	13	429019.74	86
	— 9.00	796	2048	44	97631.45	20	362973.46	73
	—10.00	683	1252	26	113246.57	23	265342.01	53
	10.00—	569	569	12	152095.44	30	152095.44	30

Table 5. Number and basal area per hectar (6)

Plot	Height grade	Number per ha.	Cumulated number from upper story to a height grade		Basal area		Cumulated basal area from upper story to a height grade	
			Number	Percentage (%)	Basal area (cm²)	Percentage (%)	Basal area (cm²)	Percentage (%)
Oh mu	— 3.00	267	9211	100	291.05	0	218526.03	100
	— 4.00	1602	8944	97	4407.21	2	218234.98	100
	— 5.00	1735	7342	80	26264.35	12	213827.77	98
	— 6.00	4138	5607	61	101774.37	47	187563.42	86
	— 7.00	1355	1469	16	75092.12	34	85789.05	39
	7.00—	134	134	2	10696.93	5	10696.93	5
Oh za m—s	— 8.00	51	1486	100	5143.08	1	499471.27	100
	— 9.00	51	1435	97	10054.87	2	494328.19	99
	—10.00	51	1384	94	23394.87	5	484273.32	97
	—11.00	256	1333	91	84307.69	17	460878.45	92
	—12.00	718	1077	73	251696.40	50	376570.76	75
	12.00—	359	359	24	124874.36	25	124874.36	25
Oh za u—s	— 7.00	418	2789	100	86066.94	11	769382.08	100
	— 8.00	697	2371	85	232276.13	30	683315.14	89
	— 9.00	1674	1674	60	451039.01	59	451039.01	59
Na u—s	— 1.50	109	6729	100	42.32	0	73931.62	100
	— 2.50	1411	6619	98	2553.45	4	73889.30	100
	— 3.50	2713	5208	77	24666.30	33	71335.85	96
	— 4.50	1953	2495	37	32992.94	45	46669.55	63
	— 5.50	542	542	8	13676.61	18	13676.61	18
Na m—s	— 3.50	108	3409	100	520.48	1	103424.77	100
	— 4.50	487	3301	97	5693.34	5	102904.29	99
	— 5.50	866	2814	83	17812.04	17	97210.95	94
	— 6.50	866	1948	58	27054.05	26	79388.91	77
	— 7.50	1028	1082	33	49759.78	48	52344.86	51
	7.50—	54	54	2	2585.08	3	2585.08	3
Yō —C	— 4.00	271	10938	100	905.76	0	240565.39	100
	— 5.00	1627	10712	98	8795.93	4	239659.63	100
	— 6.00	3254	9085	83	55168.64	23	230863.70	96
	— 7.00	3797	5831	53	127841.34	53	175745.06	73
	— 8.00	2034	2034	18	47903.72	20	47903.72	20

Note:

u—s: Upper slope m—s: Middle slope l—s: Lower slope

Table 6. Measurements in each stand density and in each quality of soil. (1)

Block No.	Stand density	Site	Plot	Height grade (m)	Height (m)
1	More than 10,000 in number per hectare	Medium	Yo I—2 Yo III—1 Yo III—2	1—2 2—3 3—4 4—5 5—6 6—7 7—8 9—	1.78 2.63 3.58 4.52 5.49 6.35 7.75 9.00
2	From 7,000 to 10,000 in number per hectare	Medium	Yo I—1 Yo I—3 Yo I—4 Yo II—4 Yo III—4 Yo IV—3	1—2 2—3 3—4 4—5 5—6 6—7 7—8	1.68 2.48 3.38 4.39 5.35 6.22 7.07
3	From 4,000 to 7,000 in number per hectare	Medium	Yo II—1 Yo II—2 Yo II—3 Yo II—5 Yo III—3 Yo III—5 Yo IV—1 Yo IV—2 Yo IV—4	1—2 2—3 3—4 4—5 5—6 6—7 7—8	1.60 2.53 3.51 4.43 5.40 6.32 7.12
4	From 2,000 to 4,000 in number per hectare	High	Gu II—1 Gu II—2 Gu II—3 Gu IV—1 Gu IV—2 Gu IV—3	0—1 1—2 2—3 3—4 4—5 5—6 6—7 7—8 8—9 9—10 10—11 12—13	0.70 1.83 2.69 3.58 4.53 5.74 6.72 7.50 8.46 9.33 10.15 12.80
5	From 4,800 to 8,500 in number per hectare	Low	Gu I—1 Gu I—2 Gu I—3 Gu I—4 Gu III—1 Gu III—2	0—1 1—2 2—3 3—4 4—5 5—6 6—7	0.61 1.54 2.46 3.38 4.33 5.31 6.38

Diameter (cm)	Clear length (m)	Crown length (m)	Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m^2)	Number
0.78	1.34	0.45	0.26	0.06	38
1.66	1.80	0.83	0.45	0.21	198
2.69	1.88	1.70	0.85	0.75	320
3.75	2.58	1.94	1.19	1.42	184
4.90	2.41	3.08	1.62	2.40	71
5.58	2.67	3.68	1.69	2.58	10
6.00	2.60	5.15	3.15	8.75	2
8.50	2.50	6.50	4.50	15.90	1
1.02	0.96	0.72	0.44	0.16	58
1.82	1.45	1.03	0.59	0.34	182
2.81	1.88	1.50	0.82	0.73	318
4.40	2.11	2.20	1.25	1.53	281
5.29	2.28	3.07	1.72	2.73	155
6.82	2.48	3.73	2.07	3.74	42
8.01	2.44	4.87	2.78	6.89	10
0.88	0.87	0.73	0.42	0.17	47
1.86	1.41	1.12	0.75	0.54	169
2.95	1.78	1.78	1.11	1.15	253
4.45	2.05	2.38	1.71	2.74	247
5.85	2.13	3.27	2.34	4.48	111
6.92	2.10	4.22	2.63	6.20	46
9.05	2.21	4.91	2.98	7.70	12
0.00	0.20	0.50	0.15	0.02	1
1.72	0.80	1.03	0.52	0.43	5
2.44	1.34	1.35	0.70	0.48	16
3.14	1.86	1.72	0.83	0.71	29
5.39	2.39	2.32	1.56	2.67	56
6.82	2.96	2.78	1.71	3.08	52
8.46	3.48	3.24	2.43	5.77	65
9.88	3.52	3.98	2.18	5.33	36
13.50	3.83	4.64	2.04	4.38	8
12.50	3.29	6.04	1.96	3.04	4
16.28	5.20	4.96	1.84	3.09	10
13.11	4.00	8.80	3.05	7.31	1
0.00	0.19	0.42	0.75	0.26	34
1.25	0.56	0.97	0.78	0.54	139
2.88	1.04	1.39	1.03	0.93	148
3.79	1.55	1.83	1.29	1.34	83
4.54	2.28	2.05	1.36	1.51	26
7.13	2.58	2.73	1.61	2.12	8
8.90	2.20	4.18	1.95	3.04	2

Table 6. Measurements in each stand density and in each quality of soil (2)

Block No.	Stand density	Site	Plot	Height grade (m)	Height (m)
6	From 1,500 to 3,000 in number per hectare	Medium	Ba YōA	3—4	3.50
				4—5	4.48
				5—6	5.25
				6—7	6.58
				7—8	7.44
				8—9	8.52
				9—10	9.50
				10—11	10.08
7	From 7,000 to 10,000 in number per hectare	High	YōB	4—5	4.40
				5—6	5.54
				6—7	6.36
				7—8	7.25
				8—9	8.33
				9—10	9.35

台の区4区，3,000本台の区1区，2,000本台の区4区，1,000本台の区1区となっていて，天然生幼令林の立木本数は，極めて変動が多いといえよう。また各調査区の各樹高階別本数とその百分率もさまざまで，多岐にわたっている。若干の例外はあるが一般的に最上層またはそれに近い大きな樹高階の本数の多い林分ほどha当り総本数は少なく，最上層または大きな樹高階本数の少ない林分ほどha当り総本数が多い傾向にある。このことは，大きい樹高階木の樹冠層による庇陰のため，下層樹高階木の発生，特に生育に障害を与えて，ついに消滅する下層樹高階木が多いことが主な原因と推定される。陽性の極めて高いマツ属の多くの樹種は，樹冠拡大の性質がはなはだ強く，与えられた空間の広さによって樹冠の大きさや形の変異の幅が極めて大きいので，マツ属樹種の優良長材の生産と優良林分への誘導には，各樹令に応ずる本数密度のいかんが重要条件である。したがって，幼令時の林分本数密度を高めて必要以上の樹冠拡大を調節すると共に，反面受光量の補整点が極めて高いので，生長に応ずる本数の調節によって，1本当りの受光量が適正生長量を常に保持することの重要性が強調されている。また林内のアカマツ庇陰稚樹が，割に低い庇陰度下においても，ついに消滅することや，庇陰度の高い庇陰下の稚樹ほど消滅本数も多く，消滅速度も早くなることが知られている。

天然下種によって成林した幼令林のha当り立木本数の多少は，①更新稚樹の生育への庇陰の影響，②更新地表土の落下種子に対する定着と発芽生育の条件，③更新地への下種の量と散布の条件などでいろいろ変ってくることが推測されている。

①更新稚樹が生育するための庇陰の影響については，更新樹種相互間の影響の外に，更新地の植生の

Diameter (cm)	Clear length (m)	Crown length (m)	Crown diameter (m)	Shaded area by crown (m²)	Number
5.00	1.90	1.60	2.80	6.15	1
4.90	3.35	1.13	2.03	3.47	4
5.40	3.33	1.93	1.53	1.80	4
8.42	3.69	2.90	2.41	5.53	55
10.34	3.88	4.00	2.97	8.51	23
11.14	4.84	3.98	2.72	6.79	100
14.95	4.00	5.50	3.99	13.71	15
13.75	3.90	6.18	3.78	11.40	4
3.24	2.30	2.10	0.88	0.68	5
3.63	3.20	2.34	1.09	0.95	7
4.12	2.93	3.42	0.63	1.03	18
5.92	3.47	3.78	1.28	1.46	17
6.10	3.93	4.34	1.14	1.05	7
8.90	3.59	5.76	1.93	3.35	11

種類とその地上高や密度などの状況による更新稚樹の発生々育への影響も大きい。ha当りの立木本数が1,600～4,000本で，最上層樹高階が8～13mの地位上位の調査区具志川（Gu）Ⅱの3調査区，具志川（Gu）Ⅳの3区，バンナ（Ba）区，ヨーン（Yō）A区においては，ha当り総本数は少ないが，総本数に対する上木本数の百分率は高い傾向にある。これは樹高階の大きいリュウキュウマツの樹冠拡大と繁茂による庇陰のほか，チガヤ，ススキ，オガサハラスズメノヒエ，ゲットウ，ナカハラクロキその他の広葉樹などの繁茂による庇陰も大きく影響して，リュウキュウマツ稚樹の発生々育に障害を与え，ha当り立木本数が減少したものと考えられる。各調査区で測定した地床植生下の庇陰度は，具志川（Gu）Ⅱ，Ⅳなどの植生の密生繁茂区では，98～95％におよび，与那（Yo）の各区でも陵線地帯を除けばいずれも85％以上の庇陰度を示している。したがって草丈，密度，繁茂量の大きい区では，陽性の高いリュウキュウマツ稚樹は生育不可能となり，ha当り立木本数が少ないものと推測される。

②更新地表土の落下種子に対する定着と発芽生育の条件については，落下種子の流亡や移動は，降雨の表土上流出によっておこるものと考えられる。降雨の表土上流出量は，表土の吸水速度の速いほど，地表上落葉や植生の多いほど，傾斜度が小さいほど減少するので，表土を欠くか，あるいは，吸水速度が極めておそく理学性の悪い傾斜地の土壌，または植生や落葉の少ない傾斜地などでは，タネの流亡が多く，タネの発芽と生育本数の減少をきたすことになる。また，表土を欠いた土壌や瘠悪土壌では，しばしば乾燥状態が続き，発芽稚樹の枯損率が高くなるため，ha当り立木本数は減少するものと推測される。しかし，具志川（Gu）Ⅰの2，3，4区と具志川（Gu）Ⅲの2区，兼城（Ka）上部区は，表土

を欠いた表土流出のはなはだしい調査区で，これらの区における最上層樹高階は3～4mの生長不良地ではあるが，ha当りの立木本数は，4,859～8,477本でさほど少なくない。これらの各区は，リュウキュウマツ立木の周辺をススキその他の下層植生が取囲んで生育している現状であり，かつ表土を欠いた大部分の場所には稚樹の生育が全く見られないことなどから考えて，各区の表土流亡は現存幼令林がある程度生育した後におこったものと推測される。現在の地況では，タネの流亡がはなはだしいため，タネの定着率が低いと認められ，またせっかく発芽した稚樹も裸地では，繰り返される乾燥により枯損する率が大きい。したがって，同地区の立木本数はある程度処々に群生していて，庇陰のない面積もあるが，今後の増加は期待できない。ただし，リュウキュウマツは耐乾性が強いので，本区においても林地の処々に鍬入れをおこなえば，適宜タネを定着させえて，稚樹の発生と生育を助長することができよう。

③更新地への下種の量と散布の条件については，更新地周辺の母樹の有無や母樹からの距離によるタネの全更新面への散布状態が，立木本数のきまる重要条件の一つとなる。

要するに，全更新面がタネの発芽生育に適していて，植生庇陰が稚樹の生育に障害とならず，タネが全更新面に多量かつ平等に散布されて，多数の稚樹がそろって発生々育される条件にあることがha当り立木本数をより高める条件となる。

西表島大原ザラザキ（Oh,za,）の植樹と天然下種の陵線区と中腹区の壮令林各調査区においては，ha当り立木本数は2,789本と1,486本で中央樹高階以上の立木の本数と百分率は，2,371本，1,333本と85%，91%である。

山座利（Ya），高屋（Ta）の人工下種または天然下種の壮令林については，ha当り立木本数は491本と1,403本で，それぞれの樹高階も14～23mと10～19mとなっている。山座利（Ya）区は人工間伐が2回実施されている。与那（Yo）Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳの18調査区およびヨーン（Yō）B調査区のha当り本数は割合に大きく，かつ各調査区間の本数差も大きい。これら19調査区は，第4表に示すように，与那（Yo）Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳが5～25度のN，またはNWの傾斜面で，下層植生の密度や繁茂量も比較的大きい。したがって19調査区間のha当り総本数や各樹高階間の本数の相違については，上層樹高階木の庇陰や下層植生の庇陰の影響が大きいものと推測される。

第4表によると上層樹高階木本数の多い調査区ほどha当り総本数が一般に少ない傾向にあることは，上層樹高階木の庇陰が，下層植生の庇陰とともに発生稚樹を消滅に導くことがかなり多いものと考えられる。また現存する下層樹高階木も上層樹高階木の庇陰によって次々に枯損して，各調査区のha当り総本数に本数差を生ぜしめているものと思われる。

2）成林経過と立木本数

第3表調査地一覧表および第5表ha当り各樹高階別立木本数および胸高断面積表を参照する。リュウキュウマツは極めて陽性が高く土地的適応性が強い。樹性などが関連して，リュウキュウマツ林分の立木本数の多少は，①更新地へのタネの散布量の多少，②更新地への散布されたタネの定着条件と発芽生育条件の良否，③庇陰の害による発芽稚苗の枯損本数の多少などに大きく左右されるものと推測される。

①更新地上へのタネの散布量の多少については，天然下種によるかまたは人工下種によるかによってタネの散布量の範囲がきまる。

人工下種の場合は，地形的条件や作業条件などによって，播種地点の数や単位面積当りの下種量がほ

ぼ一定の範囲に限られる。

天然下種の場合は，更新地上または周辺の母樹本数や母樹と更新地との位置的地形的関係によって差がある。

母樹と更新地の位置的関係については，第２表を参照すると，リュウキュウマツの結実下種期に当る10～12月の間の主風の方向は，石垣市において主たる風向NE，月平均風速５～６m/s，月平均10m/s以上の風速日数４～５日，那覇市において主たる風向NE，月平均風速４～５m/s，月平均10m/s以上の風速日数８～14日，与那において主たる風向Ｎ～NEなどで，下種期間における主風の風向や風速などの条件から，母樹が更新地のＮ～NEの方位に位置することは，更新地への下種条件を極めて有利にすることが推測される。また地形的条件としては，更新地のＮ～NE方位の陵線その他の高地に母樹が位置することなどは天然下種の種子量を多くする効果の高いことが推測される。なお母樹の受光条件などによる結実の良否なども更新地への下種量を左右する。

②散布されたタネの更新地上への定着条件と発芽生育条件の良否について，落下種子の更新地上への定着についての良好な条件としては，雨水の土壌中浸透が良好で表土の浸食流去のないことが重要であって，かかる土壌は理化学性が良好である。傾斜度が緩であること，地表上に適度の落葉堆積と地表植生の生育することも雨水の表土上の流速を減じ，土壌中への吸水率を高めて土壌中の理化学性をも改善し，保水機能を高めてタネの定着，発芽や稚苗の生育などを良好にして立木密度を高める一因となる。

人工下種の場合，鍬入れなどによって下種地点を良くし，雨水の土壌中への吸収保持なども良くなって土壌改善に役立ち，タネの発芽率を高め，発芽稚苗の乾害による枯損率を減じ，生育を良くする効果などが期待される。

③庇陰の害による発芽稚苗の枯損本数の多少については，リュウキュウマツは極めて陽性の高い樹種で，発芽とともに生育に高い受光量を必要とするもので，発生生育地の地位が良好で多くの他植物が旺盛に繁茂する地位級においては，ひんぱんな刈払い手入れを伴なわない限り庇陰の害による稚樹の枯損率が高められる。地位級中位以下で，生育する植物の種類は乾性植物を主とし，これら植物の繁茂による庇陰度も比較的低い地位級においては，発芽稚苗の枯損率は低く立木密度は高められる。また焼払い地拵え跡地または野火延焼跡地への天然下種によって成林した林分の立木密度も一般に高い。

また，生育地における受光量の多少は，生育地の陽光の照射時間の長短や単位面積当り照射量の多少などによるもので，受光量は一般には生育地斜面の方位がＳ，Ｗ，Ｅ，Ｎの順に少なくなる。傾斜度については，平坦凹地や急傾斜地に少なく，緩傾斜地に多い。また陵線部に多く中下腹部に少なく，周辺の解放地に多く，閉鎖地に少ない。

以上①，②，③項目について，総合的に各調査区を検討する。

沖縄本島北部の与那（Yo）18調査区は，中腹に所在する小丘陵々線部に位置する周辺の地形地物に対する開放性の高い緩傾斜地の調査区で，周辺の陵線部には母樹が散在し，表土の流去もない古世紀粘板岩埴質壌土の中地位級の土壌で，下種の量と定着の条件も良好で，火入れ地拵え跡地への天然下種によって成林し，発生稚樹の他植物による庇陰の害も比較的少なかったことが推測される。与那（Yo）各調査区の立木本数は，4,2500～24,263本／haで，18調査区中17調査区が5,000本／ha以上であり，18調査区の平均立木本数は8,759本／haで極めて立木密度の高い調査区である。

沖縄本島中部の具志川（Gu）Ⅰ区（４調査区），Ⅲ区（２調査区）の６調査区については，小丘陵々線部の台地に位置する周辺の地形地物に対する開放性の高い平坦ないし緩傾斜地の里山所在の調査区で，周辺の近接台地には母樹が散在して下種の量的条件は良好であるが，表土の流去がはなはだしく所々に表土を残す程度で，下種の時期には林地上の所々に鍬入れをおこなってタネの定着を図り，天然下種によって成林した林分で，国頭礫層砂質壌土の地位級下の土壌で，地床植生は少なく，したがって稚苗の庇陰の害は少ないが，多少のタネの流亡や発芽間もない稚苗の乾害のあることが推測される。６調

査区の立木本数は4,859～8,477本／haで，5調査区が5,000本／ha以上であり，6調査区の平均立木本数は6,726本／haで比較的立木密度の高い調査区である。

具志川（Gu）Ⅱ区（3調査区），Ⅳ区（3調査区）の6調査区については，丘陵台地の間に位置する平坦地や中腹部の緩傾斜地で，周辺の地形地物に対する開放性はやや高いが，他植物の繁茂量が多く，したがって稚樹への庇陰の害は比較的大きいものと推測される上ないし中地位級の国頭礫層砂質壌土地で，表土の流出はない。里山に所在し，周辺近接台地には母樹が散在して下種の量と定着の条件は良好である。林地内の刈り払いおよび所々の鍬入れと天然下種によって成林した林分である。6調査区の立木本数は2,192～3,988本／haで，6調査区中3調査区が3,000本／ha以下で，6調査区の平均立木本立は3,019本／haとなり，比較的立木本数の少ない区である。

石垣島バンナ（Ba）調査区は，山岳の南側に広がる山ろく平坦地帯に所在し，周辺の地形地物に対する開放性も良く，周辺に母樹が散在して下種条件も良いが，広葉樹林内への天然下種によって発生したリュウキュウマツ幼令林を，広葉樹類を除伐手入れすることによって育てた林分で，稚樹時代には庇陰の害による稚樹の枯損率の高かったことが推測される中地位級の石英岩壌土で，地床植生の繁茂度も高く，最近の発生稚樹も認められず，立木本数も2,500本/haで少ない。

石垣島ヨーン（Yō）地区のヨーン(Yō)A区，ヨーン（Yō）B区，ヨーン（Yō）C区の各調査区は，過去における天然生優良リュウキュウマツ林分の集中分布地域で，周辺一帯には多数の母樹林が散在し上ないし中地位級の花崗岩壌土で，下種の量や定着条件は良好なことが推測される。ヨーン（Yō）A区は山ろく平坦地で，周辺の地形地物のためやゝ閉鎖性で，他植物の繁茂度も高く，最近の発生稚樹も認められない。広葉樹林内へ天然下種によって発生した幼令林を広葉樹類を除伐手入れして育てた林分で，庇陰の害による稚樹の枯損率の高かったことが推測され，立木本数は1,679/本haで極めて少ない。

ヨーン（Yō）B区は，小丘陵々線で周辺地形地物からの開放性は高いが，他植物の繁茂による若干の庇陰の害による稚樹本数の減少が推測される天然下種によって成林した区で，立木本数は8,717本/haで比較的多い。

ヨーン（Yō）C区は，山岳の南側に広がる山ろく緩傾斜地帯の周辺の地形地物からの開放性が極めて高い区で，野火の延焼跡地へ天然下種によって成立した林分であり，他植物の繁茂も極めて少なく，したがって庇陰の害もごく少ないと推測され，立木本数は10,983本で多い。

沖縄本島南部の小丘陵々線台地上の大里（Oz）の陵線区と中腹区は，周辺地形地物からの開放性が高く台地上に母樹が点在し，下地位級で他植物の繁茂度中庸の第3紀泥灰岩埴壌土区の天然下種によって成林した林分で，立木本数は中腹区6,969本/ha,陵線区9,187本/haで比較的多く，陵線区は特に多い。

沖縄本島南部の小丘陵地の兼城（Ka）の上部区と下部区は，周辺の地形地物からの開放性がやや高く，丘陵地内に母樹が点在し，天然下種によって成立した林分で，琉球石灰岩壌土地区である。兼城(Ka)上部区は，地位級下で所々に表土が流去して他植物の繁茂は極めて少なく，タネの定着も悪く，稚苗の乾害による枯損率も高いことが推測され，立木本数は5,797本/haの中庸区である。兼城(Ka)下部区は地位級中で，他植物の繁茂による庇陰の害のあることが推測される区で，立木本数は4,778本/haの比較的少ない区である。

西表島大原ムラボカ（Oh, mu）区は，里山平坦地に所在し，周辺の地形地物からの開放性が高く，周辺に母樹が散在し，地位級中で他植物の繁茂度の低い第三紀砂岩砂質壌土地で，野火延焼跡地へ天然下種によって成立した林分で，立木本数は9,211本/haの比較的多い区である。

沖縄本島北部名護（Na）の陵線区と中腹区は，古世紀粘板岩埴壌土地で，火入れ地拵え跡地に所々に鍬入れをして人工下種をおこなって成立した林分で，下種穴数は一定の範囲に限られ，したがって立木本数も一定限界内にある。陵線（Na）区は，周辺の地形地物からの開放性高く，地位級下で他植物の繁茂は少なく庇陰の害は少ないが，若干の発芽間もない稚苗の乾害のあることが推測される区で，立

木本数は6,728本/haでやや多い区である。中腹（Na)区は，周辺の地形地物によりやや閉鎖性で，かつ地位級中で他植物の繁茂は比較的多く庇陰の害の多いことが推測される区で，立木本数は3,409本/haで少ない。

以上各調査区の立木本数の多少は，主として地形的条件による受光量の多少や地位級の上下によって生ずる他植物の繁茂の程度による庇陰の害の多少などに支配され，地位の上下による乾害の多少のための影響は比較的少ない。また火入れの有無による他植物の繁茂量の多少や，天然下種または人工下種による下種量の多少による影響も比較的大きいようで，下記のとおりグループ別立木本数を分類した。

最も立木本数の多いことが推測される火入れ地拵え区，天然下種更新区で陵線またはそれに準ずる開放性高く受光量の多い区である与那（Yo）の18区，ムラボカ（Oh，mu）区，ヨーン（Yō）C区の計20調査区における立木本数は24,262～4,250本/haで，平均立木本数は8,890本/haで最も多い。

ついで火入れ地拵えをおこなわない，天然下種更新による陵線区である具志川（Gu）のⅠ区，Ⅲ区の6区，ヨーン（Yō）B区，大里（Oz）の陵線区，兼城（Ka）の陵線区の計9調査区における立木本数は9,187～4,859本/haで，平均立木本数は7,118本/haで上記20区グループについで多い。

次に，天然下種更新による中，下腹部区である具志川（Gu）のⅡ区，Ⅳ区の6区，バンナ（Ba）区，ヨーン（Yō）A区，大里（Oz）中腹区，兼城（Ka）下部区の計10区における立木本数は6,969～1,679本/haで，平均立木本数は3,404本/haで最も少ない。

また，火入れ地拵え区へ人工下種をおこなった名護（Na）陵線区と中腹区の立木本数は，それぞれ6,729本/haと3,409本/haでやや中位の立木本数である。

以上要するに，火入地拵え区へ天然下種更新をおこなった陵線区の立木本数は最多で，火入れをおこなわずに天然下種更新をした陵線区の立木本数は前のグループに次いで多く，火入れ地拵え区に人工下種をおこなった陵線区の立木本数は更に少なく，火入れ地拵え区に人工下種をおこなった中腹区と，火入れをせずに天然更新をおこなった中，下腹区の立木本数は，最も少なくほぼにている。

戦後，疎開した植生が広がり放置された沖縄本島中，北部の山林や丘陵地帯では，小さな開放地にも，また各陵線地帯にもリュウキュウマツが点在し，母樹の生育は各所に広がっており，タネの散布も広範囲におよぶものと推測される。

要するに，母樹や地形的条件から天然下種が有利と推測される場所を選定して，人工的な刈り払い地拵えや適宜地表面への鍬入れ，人工補播，刈り払い手入れなどによって，多くの稚苗の発生と生育をはかることが，広くリュウキュウマツ優良林分を造成するために重要と考えられる。

Ⅳ 各調査区の胸高直径

1） 各樹高階における胸高直径

単位面積当りの本数密度と平均胸高直径とは，相関々係が極めて高いことが多くの研究によって知られている。単位面積当り本数密度の高まりによって，各立木の占有可能面積がせばめられる結果，各立木の着生葉量が減じて，同化生産量も一般に減ずるため，単木の胸高直径生長量は，最も鋭敏に影響を受けることになる。

同一林内における樹高階の相違は，下層樹高階木においては，上層樹冠層の陽光しゃ断によって受光量を減ずるため，一般的に着生葉量が減少して，個々の林木の同化生産量が少なくなり，したがって胸高直径生長量を減ずるものと推測される。しかるに上層樹高階木相互間においても，生育地点の配置距離による単木の占有面積の大小によって，枝条拡張の相違による優勢木，平均木，劣勢木の個木差はあるが，一般に上層樹高階木においては，上層よりの陽光しゃ閉の障害がないため，充分な受光量を得て枝条や着生葉量が多くなり，したがって同化生産量も一般に大きいため，特に胸高直径生長量は大きくなる。

各樹高階木の庇陰度は，主に上層樹冠量によって決まるので，低い樹高階木ほど上層樹冠量によっての庇陰度が高まるため，胸高直径生長量も小さくなる。

第4表によると，各調査区ともに各樹高階の平均胸高直径値は，上層樹高階において特に大きく，樹高階の低下と共に急激に小さくなっている。したがって全調査区を通じ，樹高階とそれぞれの平均胸高直径値間には，高次の相関々係が見られる。

第4表によると，本数密度との関係については，上層樹高階および同樹高階の本数密度の影響を受けるほか，樹冠長が3～6*m*におよぶ上層樹高階においては，1～2*m*下層樹高階の本数の影響を受けていることが考えられる。

かって間伐された山座利（Ya）区および手入伐が加えられた高屋（Ta）区の壮令材においては，かつての林木間の占有面積の不同による側圧木などの存在で，樹高階と胸高直径との相関は，必ずしも人工の加わらない天然生幼令林ほどに高次ではない。

第4表によると，与那（Yo）Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳのha当り立木本数3,363～24,262本の18調査区においては，ha当り総本数の多少と上層樹高階本数，特に最上層樹高階本数の多少などによって，各調査区林分の最大胸高直径階値や，各直径階本数分布の状況に相違を生じている。

すなわち，ha当り総本数4,250本で最も小さく，かつ最上層樹高階本数60本，中央樹高階以上の上層樹高階本数は1,500本で，上層樹高階本数の所属調査区総本数に対する百分率も小さい与那（Yo）Ⅱの2調査区では，胸高直径階値の大きい部分で，本数分布は少ないが直径階分布は大きい値にまで及んでいる。したがって今後の林相形成に当り，少数本数の上層樹高階木は必要以上に樹冠を拡大し，林分生産上不利な条件となることが予想され，また調査区全林分の林木生長の不揃いをも示している。

ha当り総本数3,500本，最上層樹高階本数751本，中央樹高階以上の上層樹高階本数5,000本で，上層樹高階本数の百分率も高い与那（Yo）Ⅲの4調査区では，調査区全林分の林木生長がよく揃った状態を示し，かつ優勢木への参加を期待し得る中央胸高直径階以上に属する本数分布も大きい。

ha当り総本数24,262本，最上層樹高階木本数72本，中央樹高階以上の上層樹高階本数6,000本の与那（Yo）Ⅲの2調査区では，調査区全林分の林木生長が最もよく揃い，中央直径階以上に属する本数分布も最も多くて，今後の適切な除伐手入れによって優良林分への誘導可能な林分型を示している。

地位が極めて低く，ha当り総本数は4,859～8,477本の具志川（Gu）Ⅰ，Ⅲの6調査区では，樹高生長量が小さく，樹高階幅が狭く，かつよく揃っている。各調査区ともに低地位で，個々の林木の樹冠拡張や肥大生長量，樹高生長量などが極めて小さくて，稚樹発生年度の相違による差も小さく，樹高階や本数密度による胸高直径値の変り方は，高地位の各調査区相互間に比して少ない。

ha当り総本数1,679～3,988本で，本数密度低く，地位の高い具志川（Gu）Ⅱ，Ⅳの6調査区とバンナ（Ba）調査区，ヨーン（Yō）A調査区では，胸高直径階の幅が極めて広く，各調査区林分の個々の林木の生長が極めて不揃いで，各調査区林分ともに上層樹高階木の樹冠拡張や繁茂がはなはだ大きく，かつ下層樹高階木への庇陰もはなはだしいことを示している。

ha当り総本数3,717本のヨーン（Yō）B調査区では，中央樹高階以上の本数も5,000本台で，胸高直径階の幅も疎林分である前記8調査区に比して狭く，かつ各階に属する本数分布も多く，調査林分の個々の林木の生長も割に揃っている。

林令35～36年生の山座利（Ya）調査区と林令16～22年生の高屋（Ta）調査区の2つの壮令林では，胸高直径階値が大きく，その分布の幅もはなはだ大きくて，個々の林木の総生長量の大きく異なる優勢木，平均木，劣勢木などの組合わせで構成されていることを示している。

さらに全調査区を通じて，各調査区における各樹高階別本数分布曲線と各胸高直径階別本数分布曲線の形はにていて，樹高階と胸高直径生長との間に高次の相関々係を示すほか，上層樹高階木の本数密度によって，各調査区の中央胸高直径階以上の曲線形が変り，ha当り総本数と各樹高階別本数分布によ

って，調査区の胸高直径階別本数分布曲線形がそれぞれ変っていることを示すものである。

2） 本数密度別地位別 Block における樹高階別胸高直径

第4表毎木調査結果の数値を用いて，調査区数が多く立木本数の範囲も大幅で，かつ上，中，下の地位をもつ与那（Yo）地区の18調査区と具志川（Gu）地区の12調査区について，第6表により本数密度別地位別の5 Block を分類区分し設定して，各 Block における各樹高階の平均値と胸高直径平均値との関係を第3図に示した。

各 Block ともに樹高階と胸高直径値の相関々係はかなり高い。地位中位のB_1，B_2，B_3 間においては，上・下層木間ともに密度効果が認められて，胸高直径値は立木密度の最も高いB_1 において最も小さい。Block 間においては，B_1 とB_2，B_3 の間で大きく，B_2 とB_3 の間で小さい。

地位上位で本数密度は最も少ないB_4 においては，樹高階の上昇にともなう胸高直径値の増大率は最も大きく，上層樹高階木の胸高直径値はかなり大きい。

地位下位で立木密度はB_3 よりやや高いB_5 においては，樹高階と胸高直径値の相関はかなり高い。このことは，地位が低いため樹令の割合には樹高生長率が小さく，各立木の枝条繁茂量とそれらによる庇陰度も少ないため，下層木の胸高直径値の減少率は小さく，また林令がやや高いため，上・下層木においても一定の樹高階に達するまでやや長い年月を要しその間の肥大生長量がやや大きいものと推測される。

以上要するに，本数密度別地位別各 Block の胸高直径生長量の差は，庇陰度の少ない上層樹高階木間において顕著で，上層樹高階木による庇陰度の累計的に増加する下層樹高階木ほど小さく類似の値を

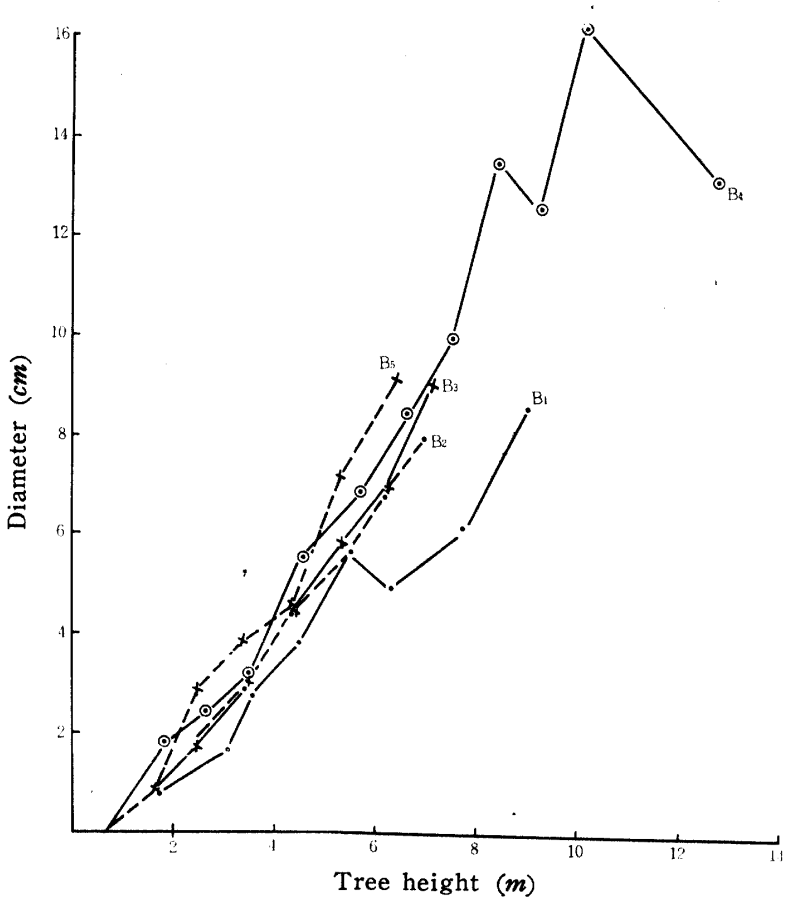

Fig. 3. Relation of diameter to tree height.

とる。

胸高直径値は，各Blockにおける各樹高階木の肥大生長量の累計値であって，幹材積生産量を左右する重要因子であり，各Blockにおける地力や，各樹高階における庇陰度などによる各林木の枝葉の繁茂力，すなわち同化器管の量的質的な表示である。さらに，次に述べる樹冠長，樹冠直径，枝下高などと関連しあって上下する。

V　各調査区の枝下高，樹冠長および樹冠直径

1）　各樹高階における枝下高，樹冠長および樹冠直径

同化器管である個々の林木の着生葉量は，縦の枝葉着生部の長さを表わす樹冠長と，枝葉拡大の水平的広さを表わす樹冠直径との間に相関々係がある。充分に閉鎖した林分内の平均樹冠直径は，林分の本数密度に応じて狭まり，垂直的には下枝ほどより大きい上層樹冠量の庇陰を受けて受光量を減じ葉の枝条着生量と葉の同化物生産効率を減じて，ついには同化生産量が，着生枝条の呼吸消費量を下回る状態が続き，下枝は次々に枯損して枝下高は高まるが，枝葉着生部の樹冠長は減少する。以上の傾向は，陽性の高い，庇陰に敏感な樹種ほど顕著に表われる。この現象は，樹種，樹令，生育地の地位などが同じであれば，枝下高および樹冠長については，主に垂直的な位置における庇陰度により，また樹冠長については，本数密度によって許される1本当り占有面積，すなわち水平的受光面積によることが推定される。

樹高の異なる各樹高階においては，樹高差による垂直的庇陰差と，本数密度による水平的受光面積差などによって，各樹高階木の枝下高，樹冠長，樹冠直径などはどうなっているだろうか。

第4表によると，樹高階が1～7*m*の範囲にあって，ha当り立木本数は6,000本以上の区が75%を占める与那（Yo）Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ，具志川（Gu）Ⅰ－1，具志川（Gu）Ⅲ－1の各区においては，最上層樹高階木の枝下高は2*m*以上の区が80%，樹冠長は4*m*以上の区が80%，樹冠直径は2m以上の区が85%，樹冠長率は60%以上の区が85%となって，樹高に対する樹冠長の占める割合の大きいことを示している。

これに対して，最下層樹高階木については，枝下高1m未満の区が50%，樹冠長1*m*未満の区が90%，樹冠直径0.5m未満の区が75%，樹冠長率30%未満の区が70%で，樹高に対する樹冠長の占める割合が，最上層樹高階木に比して樹令が低いにもかかわらず小さいことを示している。

樹高階が4m未満で，ha当り立木本数が4,900～8,500本の具志川（Gu）Ⅰ－2，3，4，具志川（Gu）Ⅱ－2では，最上層樹高階木の枝下高は2m未満，樹冠長は3m未満，樹冠直径は1.55m未満で樹冠拡長の劣ることを示し，樹冠長率は50%以上となっている。これに対して，最下層樹高階木の枝下高は0.2*m*未満，樹冠長は0.53*m*未満，樹冠直径は0.86未満，樹冠長率は63%以上で，側方被圧の小さいことが推定される。

樹高階4～11*m*で，ha当り立木本数8,717本のヨーン（Yō）B区では，最上層樹高階木の枝下高3.75*m*，樹冠長6.25*m*，樹冠直径5.48*m*，樹冠長率32.5%と樹冠部拡張の大きいことを示し，最下層樹高階木の枝下高は2.30*m*，樹冠長2.10*m*，樹冠直径0.88*m*，樹冠長率47.7%を示して，上方および側方の庇陰による樹冠拡張の抑圧のあることが推測される。

最上層樹高階8～12*m*で，ha当り立木本数1,700～4,000本の具志川（Gu）Ⅱ，Ⅳ，バンナ（Ba），ヨーン（Yō）Aの各調査区では，最上層樹高階木の枝下高は4*m*未満の区が80%，樹冠長は3.70～8.08*m*の範囲にあって，5*m*以上の区が55%，樹冠直径は3*m*以上の区が70%で，樹冠長率50%以上の区が90%で，最上層樹高階木の樹冠部の拡張の大きいことを示している。

また最下層樹高階木では，枝下高1.5*m*未満の区が75%，樹冠長1.5*m*未満の区が50%，樹冠直径1.0*m*未満の区が30%，樹冠長率30%以上の区が35%で，ha当り本数の多い区に比して，下層樹高階木の樹冠部拡張の大きいことを示している。

かつて間伐がなされた林令35～36年生の，ha当り491本，樹高階13～23*m*の山座利（Ya）調査区では，枝下高10.33～15.00*m*で，各樹高階木相互間の差は少なく枝下高が大体揃っており，樹冠長2.83～9.00*m*で上層樹高階より下層樹高階へと小さくなって，その差が大きく，樹冠直径も2.93～7.03*m*で差が大きく，樹冠長率は21.5～40.5%となって，樹冠の大小さまざまの優勢，劣勢，平均各林木の組合せで構成されていることを示している。

かつて手入伐を加えられた16～22年生の，ha当り1,403本，樹高階9～19*m*の高屋（Ta）調査区では，枝下高7.15～10.33*m*，樹冠長2.00～8.17m，樹冠直径1.45～4.15m，樹冠長率20.4～44.9%で，山座利調査区と同じく大小さまざまの樹冠を有する優勢，劣勢，平均各林木の組合せで構成されている。

2） 本数密度別地位別Blockにおける樹高階別枝下高，樹冠長および樹冠直径

Ⅳ—2）に準じて5 Blockを設定区分し，第4表毎木調査結果の数値を用いて，各Blockにおける各樹高階の平均値と各樹高階の枝下高，樹冠長および樹冠直径の平均値などの関係を第4図，第5図および第6図に示した。

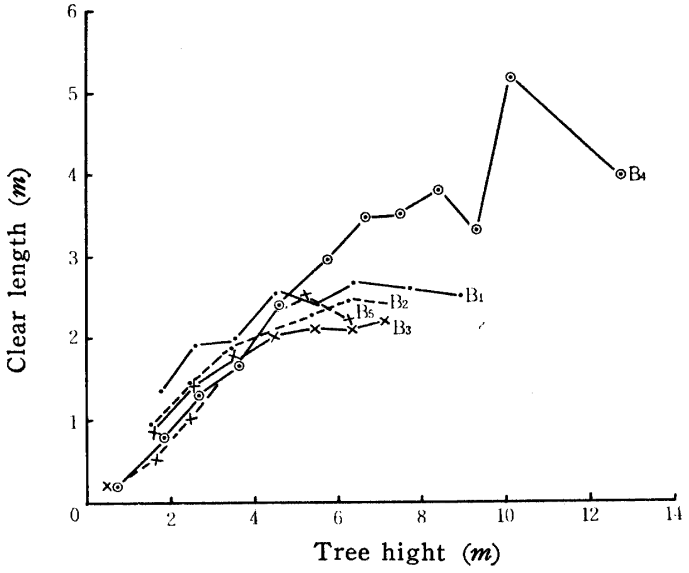

Fig. 4. Relation of clear length to tree height

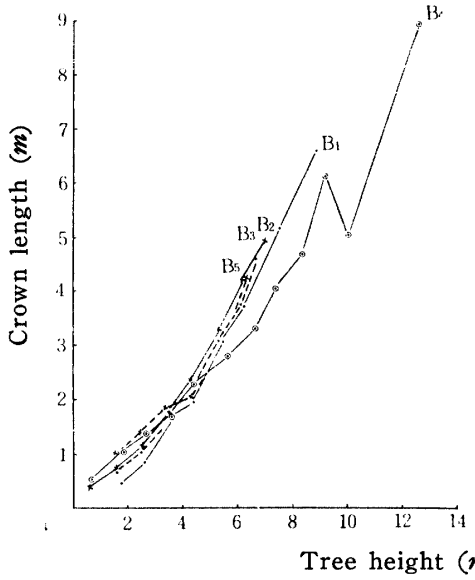

Fig 5. Relation of crown length to tree height.

枝下高については，B_1，B_2，B_3 Block 間では上・下層階木ともに $B_1 > B_2 > B_3$ の枝下高値を示

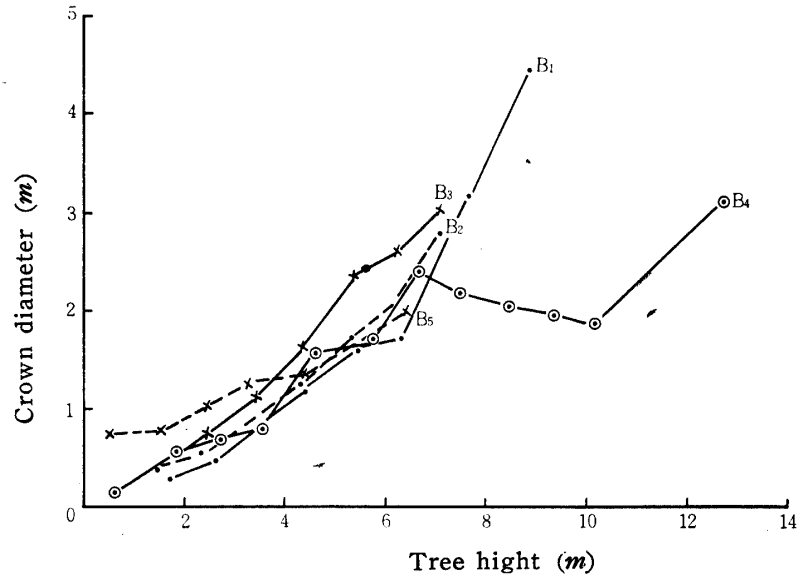

Fig. 6. Relation of crown diameter to tree height.

し，立木密度の大きい Block ほど大きく，立木密度の低い Block ほど小さい。最下層の枝下高は，B_4，B_5 よりも大きい。樹高階値との相関々係はやや低く，下層階木間でやや大きく，上層階木間では次第に小さくなり，水平方向におちついている。その傾向は，立木密度の多い Block ほど大きい。これは上層階木の旺盛な繁茂および下層階木枝葉の側圧によるものと推測される。

B_4 においては，下層階木の枝下高は着枝が下層にまでおよんで他の Block に比して割に小さいが，上層階木間では樹高階の上昇にともなってかなり大きくなっている。樹高階との関係は，下層階木間では樹高階の高まりにともなって割に急激に大きくなり，最上層樹高階附近では上昇度はやや緩やかになっている。これは上層階木の旺盛な繁茂および下層階木枝葉の側圧によるものと推測される。

B_5 においては，最下層階木枝下高はB_4 とともに最も小さく，地際近くまで枝葉が着生している。上層階木の繁茂による庇陰度がやや小さく，林内への側方光線の射入によるものと推測される。樹高階との関係は，下層階木においては樹高階の高まりとともに割に急激に枝下高は高まるが，上層階では緩になり，最上層階附近では水平ないしやや下降傾斜になっている。これは地力による枝葉の繁茂力と各樹高階における受光量の変化度によるものと推測される。

樹冠長については，樹高階との相関は極めて高くなる。樹高階の高まりにともなう樹冠長の伸びは，一般に下層樹高階においてやや緩で，Block間の差も小さく，上層樹高階ほど急激に上昇し，Block 間の差も大きい。これは樹高階の高まりにともなう受光量の増大と，累計上層樹冠層による庇陰度の減少によるものと推測される。また下層階木間の樹冠長の緩勾配上昇は，累計上層樹冠層の庇陰度やそれによる繁茂抑制がある樹高階ですでに大きな値に達し，それより下層においてもあまり変らないためと推測される。

地位が同じで本数密度の異なるB_1，B_2，B_3 間においては，樹冠長は本数密度の高いB_1 において小さく，B_2 がこれに次ぎ，B_3 が最も長い。また Block 間の差は下層木間で大きく，上層階木間で小さい。このことは，地位中位で立木本数4,000本以上の幼令林 Block 間においては，上層階木間では充分な受光量を得て充分な繁茂をとげていること，上層樹階木の立木本数の多少にかかわらず，やや一定の繁茂量と庇陰度に達しているものと推測され，さらに単位面積当りの幹材積の量的質的生長量と関係があるものと推測される。

地位上位で立木本数の最も少ないB_4 においては，下層 階木の 樹冠長 はB_1，B_2，B_3 に比して大きく，上層の樹高階へすすむにつれて樹冠長は大きくなるが，その長大率は 5 Block 中最も小さい。こ

のことは，立木本数は少ないが地力良好で，上層の樹高階木ほど充分な陽光を受けて旺盛な繁茂をとげているためと推測される。また下層階木の樹冠の長いことは，陽光不足に対して地力により補充的に繁茂量がやや高まるためと推測される。

上層樹高階木の樹冠長は，地力による樹高階の伸びとともに大きくなり，5 Block 間ではB_4 が最大で，B_5 が最小である。また本数密度の高い Block でやや小さく，本数密度の低い Block でやや大きい。

樹冠長は，本数密度や地力に関連する各 Block における各林木の繁茂量や，それによる各樹高階における累計上層庇陰度などに関係して差を生じ，同化器管組織である枝葉の縦の分量を示すもので，したがって各 Block，各樹高階木の同化量を左右する重要因子である。

樹冠直径については，樹高階との相関はやや低く，立木密度や地力による繁茂量がかなり影響している。

中地位で立木本数が4,000～10,000本以上/haにおよぶB_1，B_2，B_3 間においては，各樹高階に対する各樹冠直径は立木密度の低いB_3 が大きく，B_2 がこれに次ぎ，B_1 が最も小さい。3 Block 間の下層樹高階では Block 間の差は小さいが，樹高階の高まりにつれて大きい。これは上層樹高階木の樹冠直径は，本数密度によって1本当りの占有樹冠面積が決まることによると考えられる。

地位上位で，本数密度は2,000～4,000本/haの最少 Block のB_4 においては，樹高階の高まりにともなう樹冠直径の伸びは，下層樹高階木間ではB_2 とほゞ上下して上昇しているが，上層樹高階においては極めて緩な上昇率を示している。このことは，上層樹高階木の立木本数が割に多いこと，繁茂量が大きいことに起因するものと思われる。

地位下位で，本数密度は 4,500～8,500本/haのB_5 においては，樹冠直径値は，下層樹高階では 5 Block 中最大であるが，樹高階の高まりにともなう樹冠直径の上昇率は極めて緩で，地力低位による樹冠拡大の小さいことが推測される。

以上要するに樹冠直径は，各 Block および各 Block における各樹高階木の同化器管である枝葉の

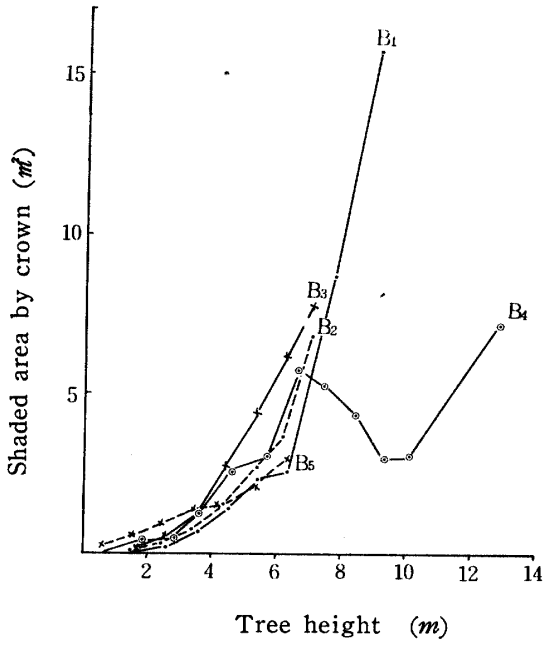

Fig. 7. Relation of shaded area by crown to tree height.

横への拡大の分量を表わす一要素であり，林木生長量に対する重要関係要素であって，各 Block の地力や立木密度および各樹高階における庇陰度などに左右される各林木の枝葉の繁茂によって樹冠の横への拡大がきまるもので，林木の受光面積を示す要素である。

3）　本数密度別地位別 Block における樹高階別樹冠投影面積

Ⅳ—2）に準じて 5 Block を区分設定し，第4表毎木調査結果の各樹高階の樹冠投影面積と調査本数値を用いて，各 Block における各樹高階の平均値と各樹高階の樹冠投影面積の平均値の関係を第7図に示した。

樹冠投影面積は，各林木の樹冠直径値によって算出される数値であって，各 Block における地力や立木密度による1本当り占有面積などによる着生枝葉部分の平面的拡大面積であり，1本当り樹冠投影面積が大きいほど1本当り着葉量は多く，したがって個木の生長量は大きい。各 Block における各樹高の樹冠投影面積の平均値は，各林木の樹冠直径を円面積表によって求めた樹冠投影面積の集計値を本数で除して求めた数値であって，各 Block の各樹高階における樹冠投影面積の平均値と各樹高階の平均値との関係は，前項 2）の本数密度別地位別 Block における各樹高階平均値と樹冠直径平均値との関係に類似している。

地位中位で，4,000～10,000以上本/haのB_1，B_2，B_3においては，各樹高階における樹冠投影面積は$B_3 > B_2 > B_1$と本数密度の低い Block で大きく，高い Block で小さい。Block 間の差は，下層樹高階で小さく上層樹高階で大きい。

地位上位で，2,000～4,000本/haのB_4においては樹高階に対する樹冠投影面積は，下層樹高階ではB_3に類似し，上層樹高階ではB_3より小さくなってB_2に類似し，さらに上層の樹高階ではやゝ下降の傾向にある。

地位下位で，4,500～8,800本/haのB_5においては，樹高階に対する樹冠投影面積値は，下層樹高階では 5 Block 中最も大きいが，樹高階の高まりに対する樹冠投影面積の上昇率は，5 Block 中最低で，最上層樹高階木の樹冠投影面積も最小で，極めて小さい。

Ⅵ　各調査区の胸高断面積

1）　各樹高階におけるha当り胸高断面積

第4表によると，全調査区を通じて各樹高階における単木の胸高直径および胸高断面積は，最上層樹高階において特に大きく，樹高階が下層へ進むにつれて次第に小さくなり，中央樹高階以下において急激に小さくなっている。

全調査区についてha当り胸高断面積をみると，壮令林の山座利（Ya）調査区および高屋（Ta）調査区を除くha当り本数や各樹高階本数の異なる天然生幼令林においては，林令7～17年で最上層樹高階が大きく，ha当り本数1,700～4,000本の地位良好と推定される具志川（Gu）Ⅱ，Ⅳ，バンナ（Ba），ヨーン（Yō）Aの各調査区のha当り胸高断面積が比較的大きくて，100,000cm^2以上の区が8区中6区を占めている。またha当り本数3,424本，最上層樹高階林木が790本で，他区の3倍に当る具志川（Gu）Ⅱ—3は胸高断面積が最も大きく，それに次ぐ区の1.6倍に相当する。全調査区を通じて最も小さい区は，樹令8～16年でha当り本数5,000～8,500本の地位不良と推定される具志川（Gu）Ⅰ，具志川（Gu）Ⅲ—2の各区で，25,200～56,000cm^2であり，ha当り本数4,859本で5区中本数の最も小さい具志川（Gu）Ⅰ—3区は特に小さい。

林令5～13年で，ha当り本数も4,000～24,000本の与那（Yo）Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳヨーン（Yō）Bの各調査区では，ha当り胸高断面積61,500～262,300cm^2 ha当り本数8,717本，上層樹高階本数が55%を占めるヨーン（Yō）B区が最も大きい。ha当り本数8,000本以上の区が70%，上層樹高階本数3,800本以上の区は85%に当り，特に上層樹高階本数の多い区の胸高断面積生長量が大きいことを示している。

ha当り本数491本，上層樹高階本数231本の樹令35～36年の山座利（Ya）区と，ha当り本数1,403本，

上層樹高階本数1,156本,樹令16～22年の高屋(Ta)区を比較すると，後者の胸高断面積は399,144cm^2 で，362,543cm^2 の前者より大きい。すなわちha当り本数と上層樹高階本数が多くかつ揃った高屋（Ta）区が生産上有利な林とみなされる。樹令7～17年，ha当り本数3,424本の具志川（Gu）Ⅱ—3区は山座利（Ya）区よりも大きく，樹令5～12年，ha当り本数8,717本のヨーン（Yō）B区の胸高断面積は山座利（Ya）区の75%に当る。

2）上層樹高階からの立木本数累計と胸高断面積累計の関係

第4表毎木調査結果の数値を用いて算出作製した第5表の数値によって，各調査区における最上層樹高階からの立木本数累計と胸高断面積累計の関係を第8図（1～17）に示した。

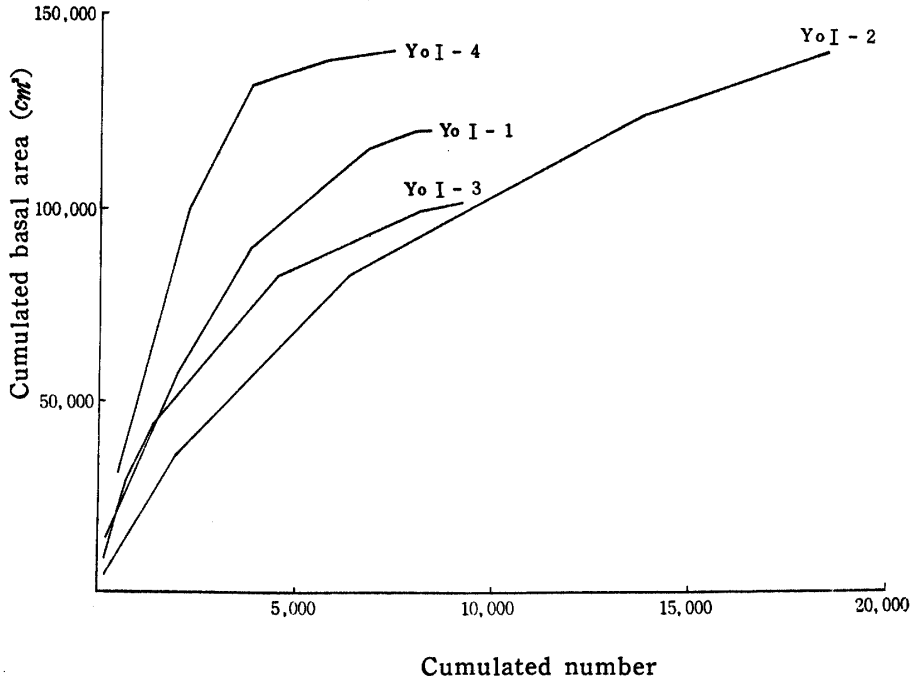

Fig. 8—1. Relation of cumulated number to cumulated basal area from upper story to a height grade per hectare in each plot.

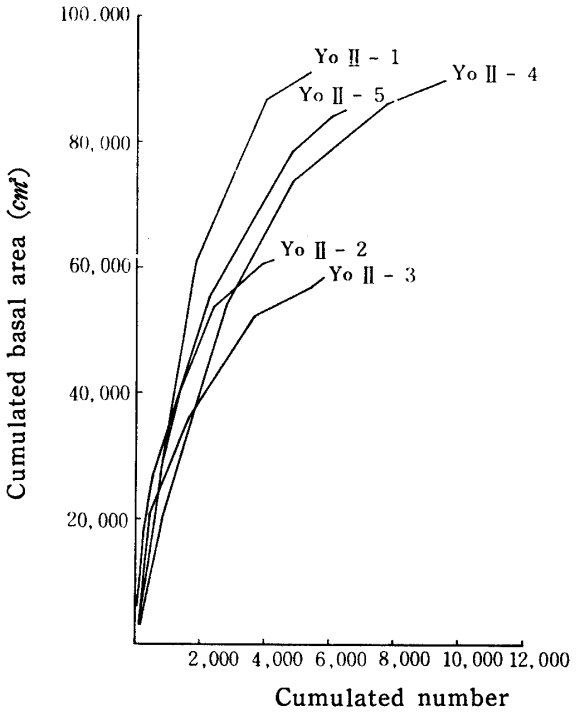
100.000
80,000
60,000
40,000
20,000
Cumulated basal area (cm²)
Yo II - 1
Yo II - 5
Yo II - 4
Yo II - 2
Yo II - 3
2,000 4,000 6,000 8,000 10,000 12,000
Cumulated number

Fig. 8—2.

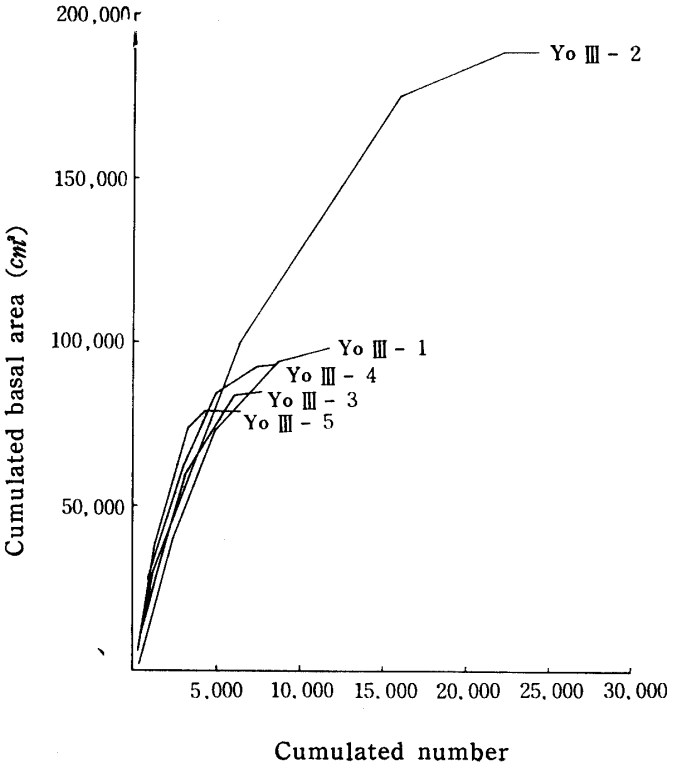
200,000
150,000
100,000
50,000
Cumulated basal area (cm²)
Yo III - 2
Yo III - 1
Yo III - 4
Yo III - 3
Yo III - 5
5,000 10,000 15,000 20,000 25,000 30,000
Cumulated number

Fig. 8—3.

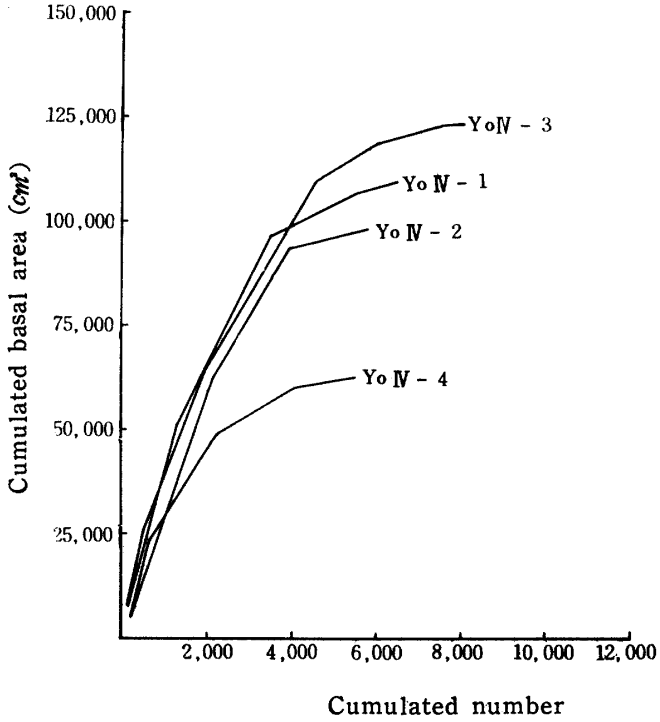
150,000
125,000
100,000
75,000
50,000
25,000
Cumulated basal area (cm²)
YoⅣ - 3
Yo Ⅳ - 1
Yo Ⅳ - 2
Yo Ⅳ - 4
2,000
4,000
6,000
8,000
10,000
12,000
Cumulated number

Fig. 8—4.

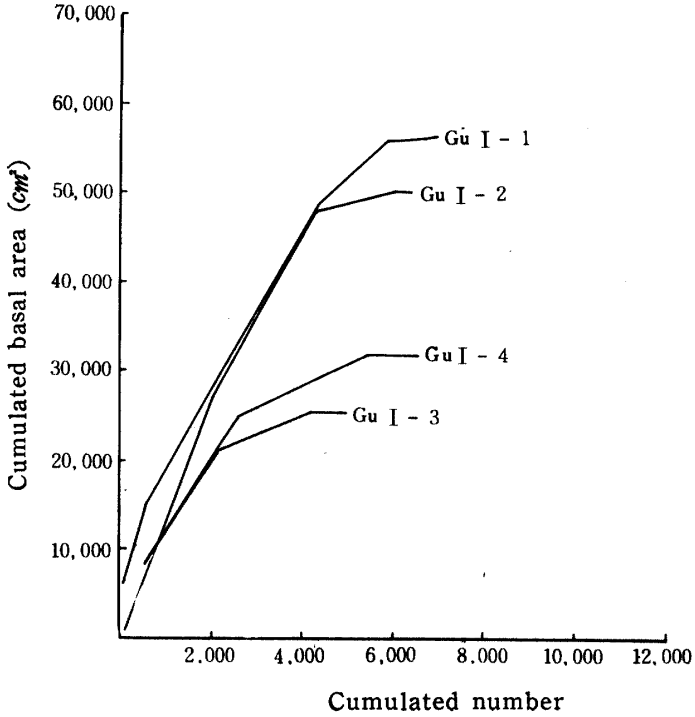
70,000
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
Cumulated basal area (cm²)
Gu Ⅰ - 1
Gu Ⅰ - 2
Gu Ⅰ - 4
Gu Ⅰ - 3
2,000
4,000
6,000
8,000
10,000
12,000
Cumulated number

Fig. 8—5.

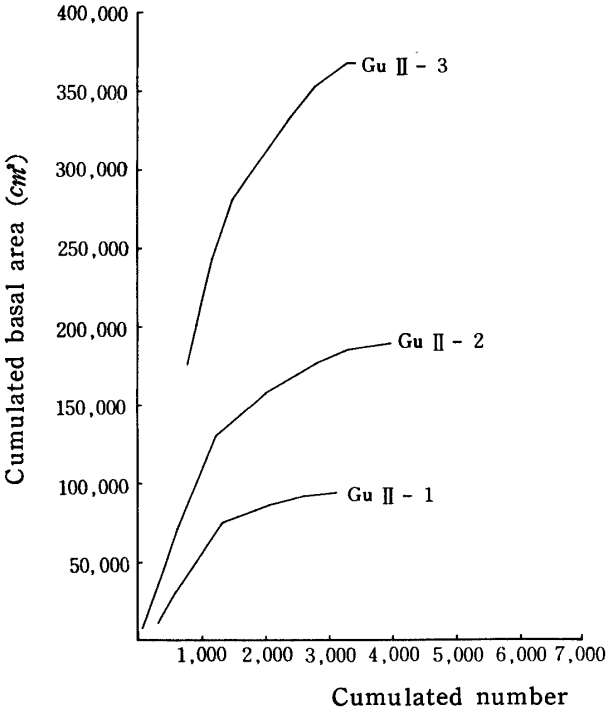
400,000
350,000
300,000
250,000
200,000
150,000
100,000
50,000
Cumulated basal area (cm²)
Gu Ⅱ - 3
Gu Ⅱ - 2
Gu Ⅱ - 1
1,000 2,000 3,000 4,000 5,000 6,000 7,000
Cumulated number

Fig. 8—6.

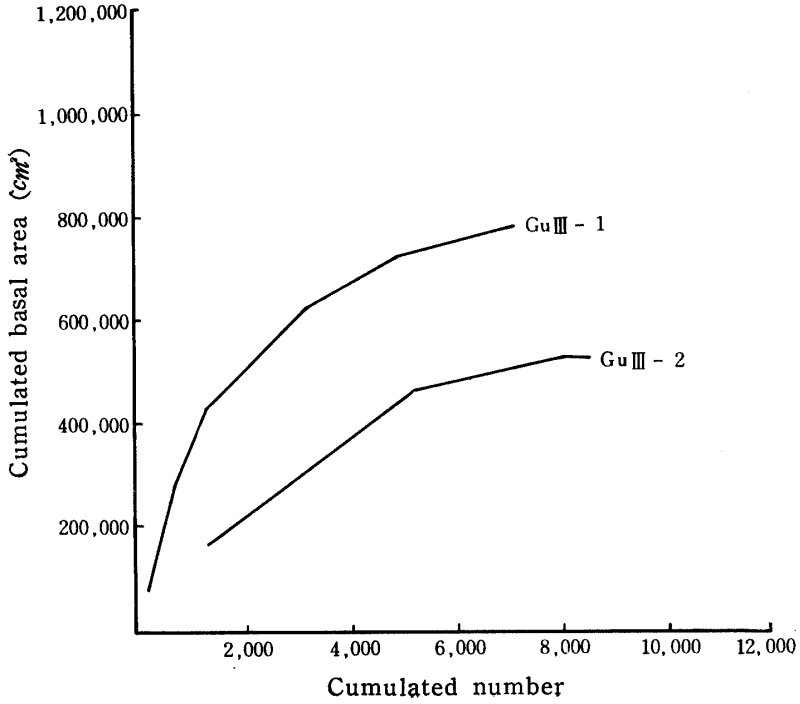
1,200,000
1,000,000
800,000
600,000
400,000
200,000
Cumulated basal area (cm²)
GuⅢ - 1
GuⅢ - 2
2,000 4,000 6,000 8,000 10,000 12,000
Cumulated number

Fig. 8—7.

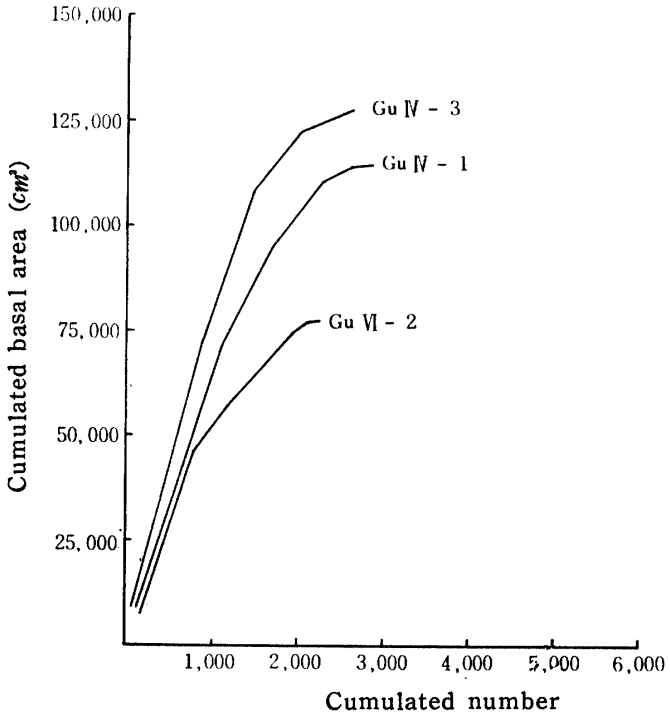
150,000
125,000
100,000
75,000
50,000
25,000
Cumulated basal area (cm²)
Gu Ⅳ - 3
Gu Ⅳ - 1
Gu Ⅵ - 2
1,000
2,000
3,000
4,000
5,000
6,000
Cumulated number

Fig. 8—8.

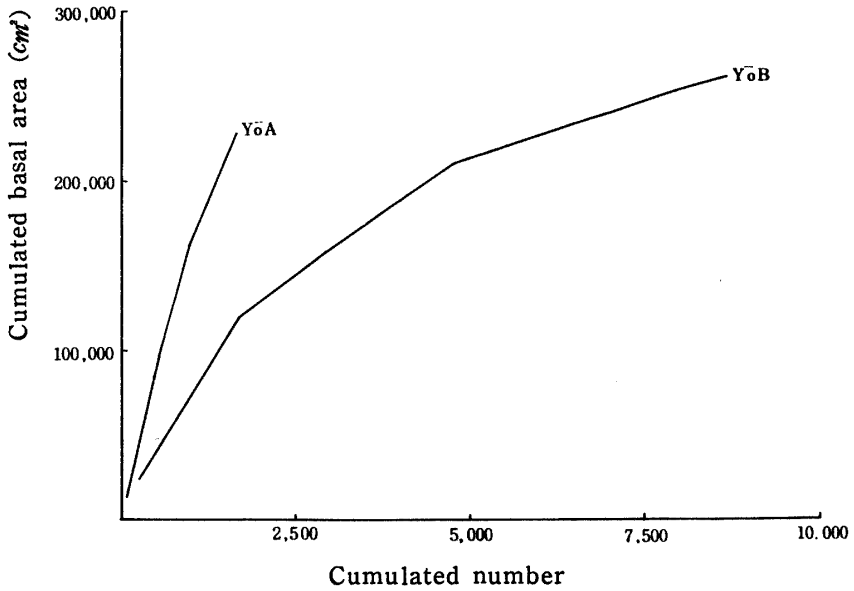
300,000
200,000
100,000
Cumulated basal area (cm²)
YōA
YōB
2,500
5,000
7,500
10,000
Cumulated number

Fig. 8—9.

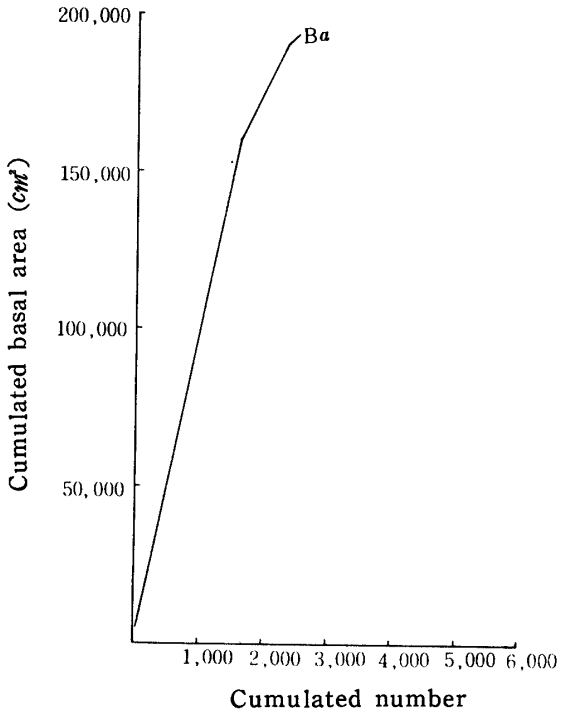

Fig. 8—10.

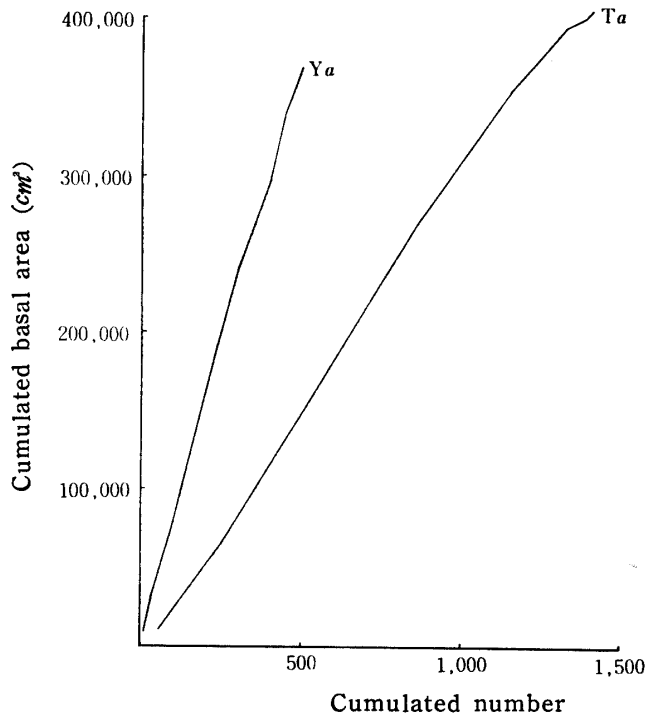

Fig. 8—11.

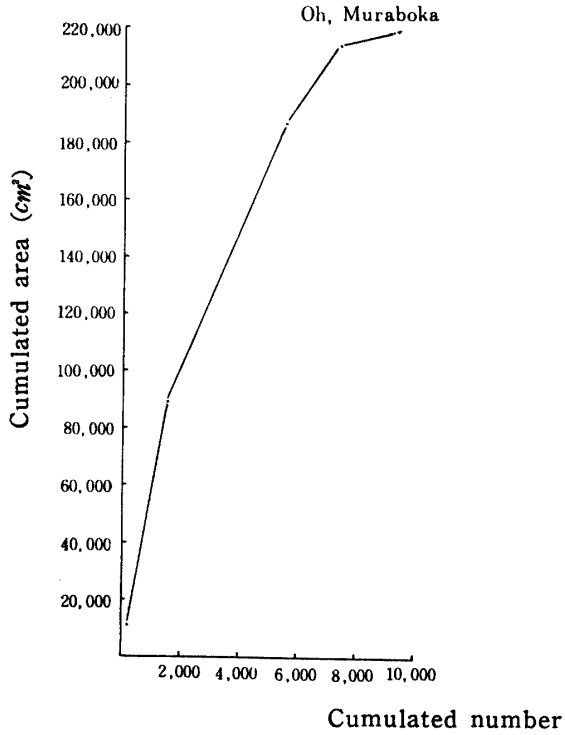

Fig. 8—12.

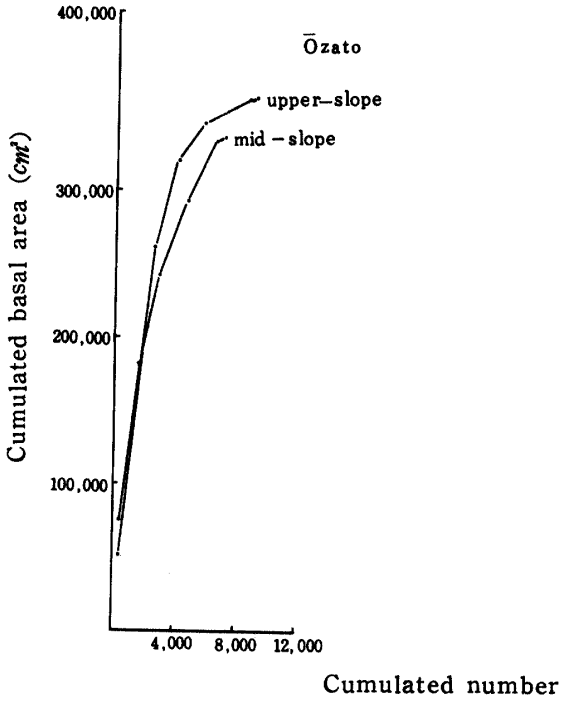

Fig. 8—13.

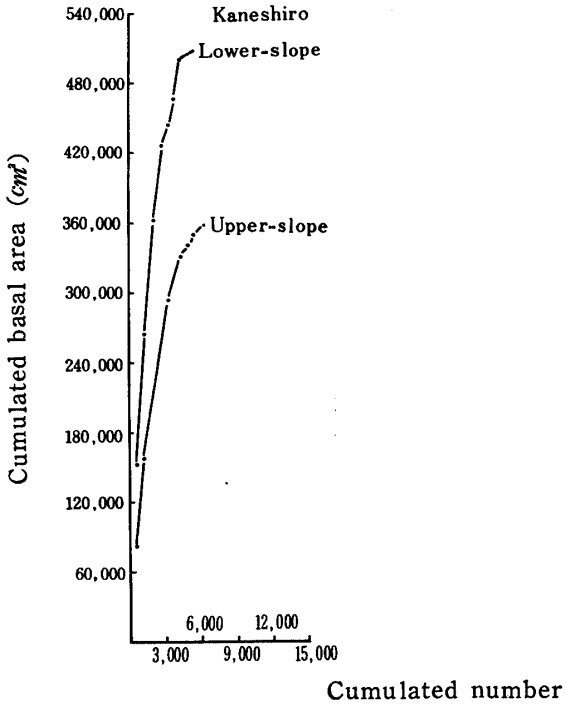

Fig. 8—14.

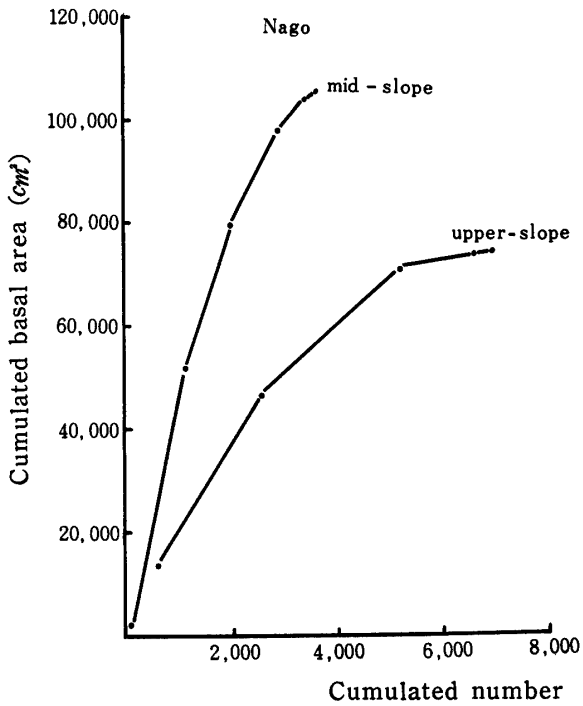

Fig. 8—15.

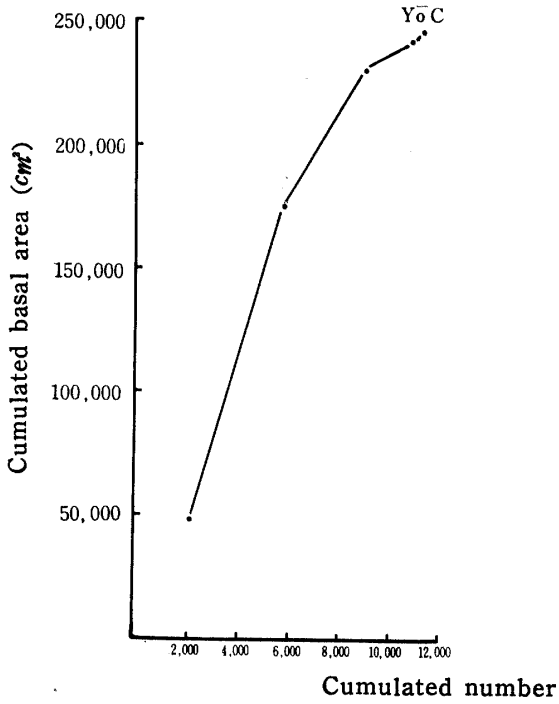

Fig. 8—16.

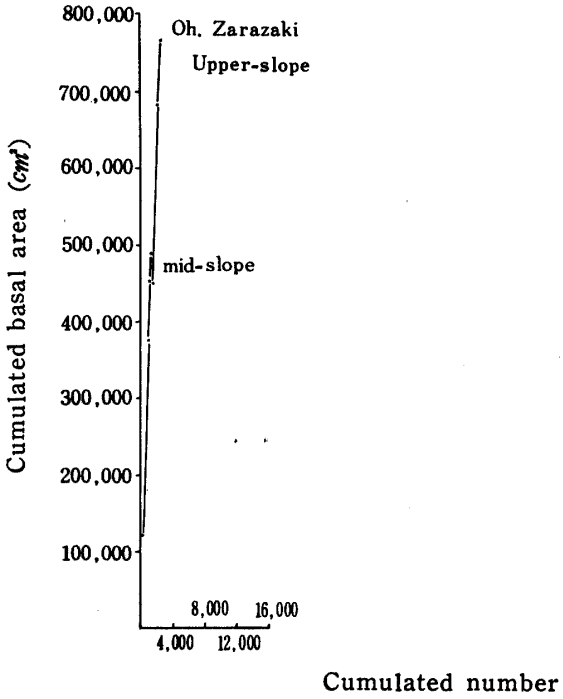

Fig. 8—17.

地位中位で立木密度7,474～9,167本／haの与那（Yo）Ⅰ－1，3，4区，18,533本／haの与那（Yo）Ⅰ－2区について，最上層樹高階からの累計立木本数とそれに対応する累計胸高断面積の関係を第8図－1で示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の立木本数および総立木本数に対する割合は，総立木本数7,474～9,167本／haの与那（Yo）Ⅰ－1，4区および与那（Yo）Ⅰ－3区では，それぞれ3,900本／ha，4,600本／haで，ともに50％前後である。また総立木本数18,533本／haの与那（Yo）Ⅰ－2区では，6,400本／haで約35％である。すなわち各調査区の中央樹高階以上立木本数は，総立木本数の多い区ほど多いが，その割合は総立木本数の少ない区においてはやゝ高い。

各調査区におけるha当り総胸高断面積合計値は，与那（Yo）Ⅰ－2，4区は約140,000cm^2／ha，与那（Yo）Ⅰ－1区は約120,000cm^2／ha，与那（Yo）Ⅰ－3区は約100,000cm^2／haである。

各調査区におけるha当り総立木本数および中央樹高階以上立木本数の多少と，総胸高断面積合計値の多少はかならずしも合致せず，区間に差がある。

各調査区における最上層樹高階からの累計立木本数の増加に対応する累計胸高断面積値の増加の状況は，はじめのうちは最上層樹高階からの累計立木本数の増加に対応して急激に増加するが，累計立木本数がある本数以上になると，累計立木本数の増加に対応する累計胸高断面積値の上昇率は緩やかになる。

各調査区における最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が，急激な上昇状況を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数および総立木本数に対する割合は，4調査区ともにほゞ最上層樹高階から中央樹高階またはそれに次ぐ下層の樹高階までの立木本数の範囲であって，与那（Yo）Ⅰ－3，4区は約4,000本／ha，約50％，与那（Yo）Ⅰ－2区は約6,400～13,700本／ha，約35～70％，与那（Yo）Ⅰ－1区は約4,000～6,500本／ha，約50～80％であって，一般に総立木本数の多い調査区ほど多い。与那（Yo）Ⅰ－1，2区では上昇状況がやゝ緩やかになる二次的な立木本数の分布がある。

地位中位で，立木密度4,250～9,598本／haの与那（Yo）Ⅱ－1，2，3，4，5区について最上層樹高階からの累計立木本数と，それに対応する累計胸高断面積値の関係を第8図－2で示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の累計立木本数と総立木本数に対する割合および最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が，急激な上昇状況を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数および総立木本数に対する割合は，総立木本数5,363本／haの与那（Yo）Ⅱ－1区では約3,000本／ha，約55％と約4,000本／ha，約75％，総立木本数4,250本／haの与那（Yo）Ⅱ－2区では約1,500本／ha，約35％と約2,400本／ha約55％，総立木本数5,739本／haの与那（Yo）Ⅱ－3区では約1,700本／ha，約30％，約3,700本／ha，約65％，総立木本数9,598本／haの与那（Yo）－4区では約4,900本／ha，約50％，約4,900本／ha，約50％，総立木本数6,388本／haの与那（Yo）Ⅱ－5区では約4,700本／ha，約75％，約4,700本／ha，約75％である。

各調査区における累計立木本数の増加の状況に対応する累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分は，中央樹高階以上累計立木本数が少なくて不揃いである与那（Yo）Ⅱ－2，3区では，上層から累計立木本数の範囲はやゝ少なく約2,400本／haと約3,700本／haで，中央樹高階以下の下層樹高階の累計立木本数にまでおよんでいる。

中央樹高階以上累計立木本数が50％以上で割合に多く揃っている与那（Yo）Ⅱ－1，4，5区では，上層からの立木本数の範囲はやゝ多く約4,000本／ha，約4,900本／ha，約4,700本／haで，ほぼ中央樹高階以上の累計立木本数の範囲がそれよりやゝ下層の累計立木本数の範囲におよんでいる。

各調査区におけるha当り総胸高断面積合計値は，与那（Yo）Ⅱ－1，4区では約90,000cm^2／ha，与那（Yo）Ⅱ－5区では約35,000cm^2／ha，与那（Yo）Ⅱ－2，3区では約60,000cm^2／haで，中央樹高階以上累計立木本数の多少にほぼ類似している。

地位中位で，立木密度3,846～24,262本／haの与那（Yo）Ⅲ—1，2，3，4，5区について，最上層樹高階からの累計立木本数と，それに対応する累計胸高断面積値の関係を第8図—3で示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の累計立木本数と総立木本数に対する割合および最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇状況を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数および総立木本数に対する割合は，総立木本数11,553本／haの与那（Yo）Ⅲ—1区では約4,700本／ha，約40%，約4,700～8,600本／ha，約40～75%，総立木本数24,262本／haの与那（Yo）Ⅲ—2区では約6,400本／ha，約27%，約6,400～16,000本／ha，約27～65%，総立木本数6,837本／haの与那（Yo）Ⅲ—3区では約3,065本／ha，約45%，約3,100～6,000本／ha，約45～90%，総立木本数8,500本／haの与那（Yo）Ⅲ—4区では約5,000本／ha，約60%，約5,000本／ha，約60%，総立木本数5,846本／haの与那（Yo）Ⅲ—5区では約1,300本／ha，約25%，約3,200本／ha，約55%である。

各調査区における上層樹高階からの累計立木本数の増加の状況に対応する累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分は，3,100～6,400本／haの範囲で特に急激な上昇を示すが，総立木本数のかなり多い与那（Yo）Ⅲ—1区では約8,600本／ha，与那（Yo）Ⅲ—2区では約16,000本／ha，与那（Yo）Ⅲ～3区では約6,000本／haまでの上層樹高階からの累計立木本数の範囲も比較的急激な上昇を続けている。

各調査区におけるha当り総胸高断面積合計値は，与那（Yo）Ⅲ—2区では約190,000cm² ／ha，与那（Yo）Ⅲ—1，4区では100,000cm² ／ha，与那（Yo）Ⅲ—3，5区では約80,000cm² ／haで総立木本数の多少にほゞ類似している。

地位中位で，立木密度5,370～8,064本／haの与那（Yo）Ⅳ—1，2，3，4区について，最上層樹高階からの累計立木本数と，それに対応する累計胸高断面積値の関係を第8図—4で示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の累計立木本数と総立木本数に対する割合および最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数および総立木本数に対する割合は，総立木本数6,445本／haの与那（Yo）Ⅳ—1区では約3,600本／ha，約55%，約3,600本／ha，約55%，総立木本数5,991本／ha与那（Yo）Ⅳ—2区では約4,000本／ha，65%，約4,000本／ha，約65%，総立木本数8,064本/haの与那（Yo）Ⅳ—3区では約4,600本/ha，58%，約4,600本/ha，約58%，総立木本数5,370本/haの与那（Yo）Ⅳ—4区では約2,200本/ha，40%，約2,200本/ha，約40%である。

各調査区における上層樹高階からの累計立木本数の増加の状況に対応する累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分は，4調査区ともに中央樹高階以上の立木本数であって，上層樹高階からの累計立木本数2,200～4,600本/haの範囲である。

各調査区におけるha当り総胸高断面積合計値は，与那（Yo）Ⅳ—1区で約110,000*cm²/ha*，与那（Yo）Ⅳ—2区で約100,000*cm²/ha*，与那（Yo）Ⅳ—3区で約120,000*cm²/ha*，与那（Yo）Ⅳ—4区で約80,000*cm²/ha*で，総立木本数にほゞ類似する。

地位下位で，立木密度4,859～6,871本/haの具志川（Gu）Ⅰ—1，2，3，4区について，最上層樹高階からの累計立木本数と，それに対応する累計胸高断面積値の関係を第8図—5で示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の累計立木本数および総立木本数に対応する割合，最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数および総立木本数に対する割合およびha当り総胸高断面積合計値などは，総立木本数6,871本/haの具志川（Gu）Ⅰ—1区で約4,400本/ha，約65%，約5,900本/ha，約85%，約56,000*cm²*/ha，総立木本数6,305本/haの具志川（Gu）Ⅰ—2区で約4,300本/ha，約67%，約4,300本/ha，約67%，約51,000*cm²*/ha，総立木本数4,859本/haの具志川（Gu）Ⅰ—3区で

約2,200本/ha，約46%，約2,200本/ha，約46%，約25,000㎡/ha．総立木本数6,628本/haの具志川（Gu）Ⅰ－4区で約2,600本/ha，約40%，約2,600本/ha，約40%，約32,000㎡/haである。

各調査区における上層樹高階からの累計立木本数の増加の状況に対応する累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分は，約2,200～5,900本/haであって，具志川（Gu）Ⅰ－1区は，中央樹高階の次の下層樹高階の累計立木本数の範囲にある。

各調査区における総立木本数に対する総胸高断面積値は，他の多くの調査区に比して極めて小さく，上層樹高階からの累計立木本数に対応する累計胸高断面積値の上昇率も極めて低い。

地位上位で，立木密度は割に少なく3,054～3,988本/haの具志川（Gu）Ⅱ－1，2，3区について，最上層樹高階からの累計立木本数とそれに対応する累計胸高断面積値の関係を第8図－6で示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の累計立木本数および総立木本数に対する割合，最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数および総立木本数に対する割合，およびha当り総胸高断面積合計値などは，総立木本数3,054本/haの具志川（Gu）Ⅱ－1区で約2,100本/ha，約70%，約2,500本/ha，約83%，約90,000㎡/ha，総立木本数3,988本/haの具志川（Gu）Ⅱ－2区で約2,000本/ha，約50%，約3,700本/ha，約92%，約190,000㎡/ha，総立木本数3,424本/haの具志川（Gu）Ⅱ－3区で約1,500本/ha，約45%，約3,300本／ha，約93%，約370,000㎡/haである。

各調査区における上層樹高階からの累計立木本数の増加の状況に対応する累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分は，約2,500～3,700本/haで，各調査区ともに中央樹高階よりもはるかに下層の樹高階の部分におよび，総立木本数に対する割合は，具志川（Gu）Ⅱ－1区が約85%，具志川（Gu）Ⅱ－2区が92%，具志川（Gu）Ⅱ－3区が98%で，最下層樹高階附近の立木まで累計胸高断面積値の増加は，急激な上昇を示している。この傾向は，立木本数の少ないことによると考えられる。上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値上昇率は，他の多くの調査区に比して極めて高い。このことは地力の高いことによるものと考えられる。

各調査区における総胸高断面積値は，他の多くの調査区に比して大きく，ha当り立木本数に対比すればさらに大きい。

地位下位で，立木密度7,216本/haの具志川（Gu）Ⅲ－1区，同じく8,477本/haの具志川（Gu）Ⅲ－2区について，最上層樹高階からの累計立木本数と，それに対応する累計胸高断面積値の関係を第8図－7で示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の累計立木本数および総立木本数に対する割合，最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断高積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数および総立木本数に対する割合，およびha当総胸高断面積合計値などは，総立木本数7,216本/haの具志川（Gu）Ⅲ－1区で約3,200本/ha，約45%，約4,900本／ha，約68%，約30,000㎡/ha，総立木本数8,477本/haの具志川（Gu）Ⅲ－2区で約5,200本／ha，約60%，約5,200本/ha，約60%，約50,000㎡/haである。各調査区ともに上層樹高階からの累計立木本数の増加に対応する累計胸高断面積合計値の上昇率および総胸高断面積値は，他の多くの調査区に比して極めて小さく，具志川（Gu）Ⅲ－2区において特に小さい。

地位上（の下）位で，立木密度2,779本/haの具志川（Gu）Ⅳ－1区，同じく2,192本/haの具志川（Gu）Ⅳ－2区，同じく2,602本/haの具志川（Gu）Ⅳ－3区について，最上層樹高階からの累計立木本数とそれに対応する累計胸高断面積値の関係を第8図－8で示した。

各調査区におけるha当中央樹高階以上の累計立木本数および総立木本数に対する割合，最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分およびその部分の累計立木本数の総立木本数に対する割合，ha当り総胸

高断面積合計値などは，総立木本数2,779本/haの具志川（Gu）Ⅳ—1区で約1,700本/ha，約60%，約2,500本/ha，約90%，約120,000cm²/ha，総立木本数2,192本/haの具志川（Gu）Ⅳ—2区で約1,200本/ha，約55%，約2,100本/ha，約95%，約80,000cm²/ha，総立木本数2,602本/haの具志川（Gu）Ⅳ—3区で約1,500本/ha，約60%，2,602本/ha，100%，約130,000cm²/haである。

各調査区における上層樹高階からの累計立木本数の増加の状況に対応する累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分は，約2,100—2,600本/haで，総立木本数に対する割合は約90～100%で，かなり下層の樹高階の立木まで累計胸高断面積値の増加は，急激な増加を示している。この傾向は，他の多くの調査区に比して高い。このことは，立木本数の少ないことによるものと考えられる。また各調査区における上層樹高階からの累計立木本数の増加に対応する累計胸高断面積合計値の上昇率も，他の多くの調査区に比して高い。このことは，地力の高いことによると思われる。

地位中位で，立木密度1,679本/haのヨーン（Yō）A区，地位上位で立木密度8,717本/haのヨーン（Yō）B区，地位中位で立木密度2,500本/haのバンナ（Ba）区について，最上層樹高階からの累計立木本数と，それに対応する累計胸高断面積値の関係を第8図—9と第8図—10に示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の累計立木本数および総立木本数に対する割合，最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数およびその部分における累計立木本数の総立木本数に対する割合，ha当り胸高断面積合計値などは，総立木本数1,679本/haのヨーン（Yō）A区で約700本/ha，約40%，1,679本/ha，100%，約230,000cm²/ha，総立木本数8,717本/haのヨーン（Yō）B区で約4,800本/ha，約55%，4,800本/ha，約55%，約260,000cm²/ha，総立木本数2,500本／haのバンナ（Ba）区で約1,800本/ha，約70%，2,500本/ha，100%，約190,000cm²/haである。

上層樹高階からの累計立木本数の増加の状況に対応する累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分は，ha当り総立木本数1,676～2,500本/haと少ないヨーン（Yo）A区およびバンナ（Ba）区においては，最下層樹高階にまでおよんで，全立木を含んでいる。このことは，立木密度が過少で，したがって繁茂による閉鎖度不足を意味しているものと考えられる。また総立木本数8,717本/haのヨーン（Yō）B区においては，上層樹高階からの累計立木本数4,800本/haまでの部分である。ha当り総胸高断面積値は，バンナ（Ba）区とヨーン（Yō）A区においては，立木本数の少ない割に比較的大きく，バンナ（Yō）B区においては地位上位で，日当りの良い小丘陵上部である故か各調査区に比べてかなり大きい。

地位中位で，立木密度491本/haの間伐を実施した山座利（Ya）区，地位上位で立木密度1,403本/haの除伐を実施した高屋（Ta）区について，最上層樹高階からの累計立木本数と，それに対応する累計胸高直径値の関係を第8図—11に示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の累計立木本数および総立木本数に対する割合，最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数およびその部分における累計立木本数の総立木本数に対する割合，ha当り総胸高断面積合計値などは，総立木本数491本/haの山座利（Ya）区で約231本/ha，約47%，491本/ha，100%，約360,000cm²/ha，総立木本数1,403本/haの高屋（Ta）区で約853本/ha，約60%，1,403本/ha，100%，約400,000cm²/haである。

上層樹高階からの累計立木本数の増加に対応する累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分は，ha当り総立木本数の少ない両調査区ともに最下層樹高階にまでおよび，全立木を含んでいる。上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の上昇率は極めて高く，特に山座利（Ya）区で高い。このことは山座利（Ya）区が間伐により，高

屋（Ta）区が除伐によって，各樹高階の立木本数がバランスよく残されたことによると考えられる。

地位中位で，立木本数9,211本/haの大原ムラボカ（Oh. mu）区，地位下位で，立木本数6,969本/haの大里（Oz）中腹区，地位下位で立木本数9,187本/haの大里（Oz）陵線区，地位下位で立木本数5,797本/haの兼城（Ka）上部区，地位中位で立木本数4,778本/haの兼城（Ka）下部区，地位下位で立木本数6,728本/haの名護（Na）陵線区，地位中位で立木本数3,409本/haの名護（Na）中腹区，地位上位で立木本数10,983本/haのヨーン（Yo）C区などについて，最上層樹高階からの累計立木本数と，それに対応する累計胸高断面積値の関係を第8図—12～第8図—16で示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の累計立木本数および総立木本数に対する割合，最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数およびその部分における累計立木本数の総立木本数に対する割合，ha当り総胸高断面積合計値などは，総立木本数9,211本/haの大原ムラボカ（Oh.Mu)区で約5,600本/ha，約60%，約7,300本/ha，約80%，約220,000cm^2/ha，総立木本数6,969本/haの大里（Oz）中腹区で約2,900～4,700本/ha，約40～70%，約3,600本/ha，約95%，約330,000cm^2/ha，総立木本数9,187本/haの大里（Oz）陵線区で約4,100～5,700本/ha，約45～65%，約5,700～8,700本/ha，約65～80%，約360,000cm^2/ha，総立木本数5,797本/haの兼城（Ka）上部区で約4,100本/ha，約70%，約4,100～5,600本/ha，約70～95%，約350,000cm^2/ha，総立木本数4,778本/haの兼城（Ka）下部区で約3,300～3,600本/ha，約70～75%，4,778本/ha，100%，約500,000cm^2/ha，総立木本数6,728本/haの名護（Na陵線区で約5,200本/ha，約77%，約5,200本/ha，約77%，約70,000cm^2/ha，総立木本数3,409本/haの名護（Na）中腹区で約1,900～2,800本/ha，約50～90%，約3,300本/ha，約95%，約100,000cm^2/ha，総立木本数10,983本/haのヨーン（Yo）C区で約9,100本/ha，約82%，約10,700本/ha，約97%，約240,000cm^2/haである。

各区における中央樹高階以上立木本数およびその部分の立木本数の総立木本数に対する比は，約2,000～9,100本/ha，約40～90%で，比較的高率で樹高が割によく揃っていることを示している。上層樹高階からの累計立木本数の増加に対応する累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数およびその部分の立木本数の総立木本数に対する比は，約3,300～10,700本/ha，約35～100%で比較的高率で，最下層樹高階附近にまでおよんでいる。各調査区の胸高断面積合計値は，約70,000～500,000cm^2/haで，比較的大きく，区間の差も大きい。

地位中位ないし下位で，総立木本数1,486本/haの大原ザラザキ（Oh.za）中腹区，総立木本数2,789本/haの大原ザラザキ（Oh.za）陵線区などの壮令林分について，最上層樹高階からの累計立木本数と，それに対応する累計胸高断面積値の関係を第8図—17に示した。

各調査区におけるha当り中央樹高階以上の累計立木本数および総立木本数に対する割合，最上層樹高階からの累計立木本数の増加にともなう累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数およびその部分における累計立木本数の総立木本数に対する割合，ha当り総胸高断面積合計値などは，総立木本数1,486本/haの大原ザラザキ（Oh.za)中腹区で約1,300本/ha，約90%，1,486本/ha，100%，約500,000cm^2/ha，総立木本数2,789本/haの大原ザラザキ（Oh.za）陵線区で約2,400本/ha，約85%，2,789本/ha，100%，約770,000cm^2/haである。

各区における中央樹高階以上立木本数およびその部分の立木本数の総立木本数に対する比は，約1,300～2,400本/ha，約85～90%で比較的高率で，林分樹高が比較的揃っていることを示す。上層樹高階からの累計立木本数の増加に対応する累計胸高断面積値の増加の状況が急激な上昇を続ける上層樹高階からの累計立木本数の部分の立木本数およびその部分の立木本数の総立木本数に対する比は，両調査区ともに最下層樹高階木におよび，全立木本数の1,486本/haと2,789本/haで，それぞれ100%である。

両調査区の胸高断面積合計値は，約500,000～770,000㎠/haで最も大きく，山座利（Ya）区や高屋（Ta）区などの単木は大きいが立木本数の少ない（491～1,403本/ha）調査区よりもかなり大きい。

Ⅶ 庇陰度

4—Ⅰ—3） 測定結果の計算または作図の方法の説明に準じて，林分内任意の多数地点の各樹高階における樹冠投影面積，閉鎖度および庇陰度を測定算出し，各地点各樹高階における各閉鎖度とそれに対応する各庇陰度との各交叉点をそれぞれ図示し，各点をフリーハンドで結び合せて，各閉鎖度と庇陰度の対応関係を第2図樹冠の閉鎖度と庇陰度の関係で図示した。

また4—Ⅰ—3） 測定結果の計算または作図の方法の説明に準じ，第4表毎木調査結果表の関係測定算出数値を用いて，第4表毎木調査結果表における各調査区の各樹高階ごとの各樹高階の樹冠投影面積および閉鎖度，各調査区の林冠上層から各樹高階までの累計の閉鎖度および庇陰度を第2図も併用して測定算出し，第4表毎木調査結果表で表示した。

各種樹冠閉鎖度に対応する各庇陰度値の関係は，第2図樹冠の閉鎖度と庇陰度との関係によると，閉鎖度値の増加にともなう庇陰度値の増加上昇率は，閉鎖度値の小さい範囲においては極めて急激に増加上昇するが，閉鎖度値が大きくなるにしたがって，それに対応する庇陰度値の増加上昇率は次第に減少し，ついに極めて大きい閉鎖度値に対しても庇陰度値の増加上昇率は，96%以下にとどまっているが，この庇陰度値はリュウキュウマツの耐陰度から考えてやゝ高過ぎるように推測される。本調査で測定算出された閉鎖度の最大値は，約340%以内の範囲であった。

樹冠の閉鎖度値の増大にともなう庇陰度値の増大する上昇率は，閉鎖度値の小さい範囲においては急激に上昇するが，閉鎖度値が大きい範囲におよぶにつれて，それに対応する庇陰度値の増大上昇率は漸減し，特に閉鎖度値が100%以上の範囲においては，庇陰度値の増大上昇率は特に緩やかになる。その理由としては次のことが考えられる。

① 樹冠閉鎖度算定の基本数値である樹冠投影面積は，林内各林木の樹冠の水平的投影面積であって，林木が垂直的に重なり合う上，下層各樹高階木については，毎木の樹冠投影面積を算出し，これらの合計値として求めた。

② ところで，しゃへいによる庇陰度の大小は，単位樹冠投影面積当りの着生枝葉量の多少に関係して増減する。上層樹高階木と下層樹高階木の単位樹冠投影面積当り着葉枝葉量は，上層樹高階木においてかなり多く，下層樹高階木において少ない。樹冠長も上層樹高階木は長く，下層樹高階木は短く，したがって上層樹高階木樹冠下の庇陰度は常にかなり大きく，下層樹高階木樹冠下の庇陰度は常に小さい。

③ なお地位が同じであれば，単位樹冠投影面積当り着生枝葉量は，ほゞ同量であってその差は少なく，これらの形成する庇陰度もほゞ同じで差も少ないが，閉鎖林分においては単位林分面積当り樹冠投影面積は，上・下層樹高階木の重なり合う複層林分においては，単層林分に比較してかなり大きくなる。

以上のことから，上・下層樹高階木が垂直的に重なり合うリュウキュウマツ林分における樹冠閉鎖度に対応する樹冠庇陰度の変化関係は，第2図で図示する関係にあることが推測される。

各調査区における樹冠閉鎖度は，31～342%の範囲にあり，多くの調査区の閉鎖度は，100～150%の範囲にあって，充分な閉鎖度の附近にあるものと推定される。閉鎖度は，立木本数の多少，地力の高低にや，関係して増減する傾向にあるが，区間による差が著しい。

各調査区における樹冠の庇陰度は47～96%の範囲で，多くの調査区の庇陰度は75～85%の範囲であって，リュウキュウマツの耐陰度などから推定して，充分な閉鎖度下の充分な庇陰値の附近にあるものと推測される。

各調査区における最上層樹高階樹冠上層から最下層樹高階にいたる樹冠の庇陰度の増減については，上層樹高階の間では下層樹高階へ進むにつれて，庇陰度値は急激に増大し，さらに下層の樹高階へ進むにつれて漸次増大の傾向になり，最下層樹高階附近における増大率は最も低い。一般に各調査区の

全庇陰度に対する中央樹高階以上の樹高階における庇陰度は約75%以上であって，多くの調査区では約90%以上におよんでいる。

5　総　括

①　リュウキュウマツの天然分布地域は狭く，奄美大島郡および沖縄の全域に限られる。沖縄での分布面積は30,634haで，全林野面積の約23%を占め，うち人工林7,689ha，天然生単純林11,746ha，混交林11,200haである。地方別分布面積の内訳は，沖縄群島約84%でうち北部約57%，中南部約27%，宮古群島約9%，八重山群島約7%で，全59市町村中1村を除く各市町村の酸性またはアルカリ性各種母岩の土壌に広く分布している。リュウキュウマツは陽性の強い樹種で，疎開植生の里山や山地陵線などに広く分布し，特に戦後は疎悪森林が広がっているのでリュウキュウマツの天然下種による分布面積は広がりつつある。一方リュウキュウマツは経済性が高く，生長量も大きく適地も広いので，年々約700haの人工下種造林がおこなわれている。

台湾北部の平坦ないし海抜高900m位の地域に年間約500～4,000haの植樹造林がおこなわれ，奄美大島群下でも年間約500～1,000haの主として播種造林が実施されて，リュウキュウマツの分布は広がりつつある。九州南部地方でも幼令期の生長量がアカマツに較べてかなり大きい利点があるので，各所で試験造林がおこなわれている。

②　5地方，9地区，幼令林41区，壮令林4区について調査を実施した。

幼令林41区におけるha当り立木本数分布は1,679～24,263本で，各区間の環境条件の違いによる差は大きく，2,000～5,000本/ha区27%，5,000～10,000本/ha区27%と大半を占める。45区中天然下種更新の区は42区で，区間の立木密度差はかなり大きい。人工下種2区，植樹区1区で，2,789～6,729本/haで少ない。

天然下種区は，母樹からの下種条件のよい区ではかなり多数の下種量がある筈で，タネの地表上定着条件が良好で，日当りがよく他植生による稚樹への庇陰がなければかなりの発生稚樹の生育が期待できる筈である。人工下種量には，おのずから播種量の限度がある。

調査結果によると，各区の本数密度は，周辺の開放した陵線部や丘陵台地その他日当りのよい区で大きく，周辺の閉鎖した山ろくや山地中腹地帯など日当りの不良な場所は小さい。他植生の繁茂の大きい区は庇陰により立木密度は一般に小さい。火入れ地拵え区の立木密度のやや高いのは，火入れによる他植生の根絶に原因するものと推測される。リュウキュウマツ稚樹の生長量は比較的大きいので，火入れによる地力の損耗をさけるため，人工刈払い地拵え手入れを励行すべきである。

火入れ地拵え天然下種による陵線地帯などの開放地の成立林分の20区の平均立木本数は，8,890本/haで最も多く，火入れをおこなわない陵線その他の日当りのよい9区の平均立木本数は7,118本/haで，日当りの不良な山ろく地帯や中腹部所在10区の平均立木本数は3,404本/ha，火入れ地拵え人工下種の陵線区と中腹区は6,729本/haと3,409本/haで，立木密度を主に左右する因子は庇陰の害の有無やその程度のようである。

リュウキュウマツの種子落下期は10月ないし11月の間で，アカマツとほぼ同じ時期であるが，リュウキュウマツはタネの発芽気温の関係と沖縄地方の月別気温配置などの関係から（筆者の発芽試験によると，リュウキュウマツのタネの発芽は20°Cにおいて，25°Cおよび30°Cよりも発芽が多く，かつ早い結果がみられた）3月頃までに発芽が終るものと推測される。したがって夏の乾燥期までに土中深く直根を伸長させるので，乾燥期における稚苗の消失は比較的少ない。しかるにアカマツの発生時期は，普通4～6月頃であるため，遅れて発芽した稚樹は梅雨期明けの乾燥期に枯死するものが多い。この点は，リュウキュウマツがアカマツと異なるところであって，幼令天然生林の本数密度は，稚苗期の乾燥による消失にはアカマツほどには大きく影響しないものといえよう。

そのほか，タネを定着させ発生々育を良好にすることや土壌の表土流出がないように取り扱うことが重要で，地表植生の生育をはかることや土壌の物理性を良好に維持し改善することなどによって土壌の雨水の吸収を良好にし，表面流下水量を少なくすることが重要で，播種地点への鍬入れなどは，土の雨水吸収を良好にし，表土の流出防止効果が極めて大きいものと推測される。

リュウキュウマツの幼令林分の立木本数は，日本各地の有名マツ地域にみられる立木本数に較べて一般に過少の傾向にあって，庇陰による発生稚苗の枯損や地位の低下と各種物理性の不良化にともなうタネの定着条件，乾害による発芽低下や稚苗の枯損，その他によって予想外に稚苗の減少をまねいているものと推測される。リュウキュウマツは稚樹期における苗高生長は大きく刈り払い手入期間は短年月にとどまるし，また当地方は気候的条件で土壌の悪化もおびただしいことが推測されるので，火入れ地拵えをさけて，もっぱら刈払い鍬入れなどによって地力の低下をさけて土壌改善をはかり，タネの定着，発芽，稚苗の生長量の増加，庇陰や乾害による稚苗の枯損などをさけて生育稚苗の本数増加につとめるべきである。

③ 樹高階別立木本数については，区間による多少の相違はあるが，一般に林分の生産と構成の主体をなす上層樹高階木の立木本数は，総立木本数の多少に比例して増減するが，総立木本数の多い区ほど上層樹高階立木本数の百分率はやや減少する傾向がみられる。稚樹の発生々育本数をなるべく多くすることによって淘汰による優良上層林木の適正本数の確保が可能になる。

④ 閉鎖した幼令林における樹冠投影面積合計の構成歩合は，中央樹高階以上の上層各樹高階において極めて大きく，かつ上層樹高階林木の構成する樹冠投影面積合計値は上層林木本数の多少にかかわらずほぼ一定であり，下層樹高階においては極めて小さい。このことは，優良な上層樹高階林木本数を多くすることによって過度の樹冠拡大の暴れ木を減じ，林木の各部生長量の均斉のとれた精英樹型の幹材生長量の大きい構成林木に誘導することによって林分生産量を高めることにつながる。

⑤ 閉鎖した幼令林分の樹冠による庇陰度の構成歩合は，中央樹高階以上の上層樹高階林木の林冠によって構成される庇陰度は極めて大きく，上層樹高階立木本数の多少にかかわらずほぼ一定で，下層樹高階林木の構成する庇陰度は極めて小さい。このことについても，優良な上層樹高階林木本数を多くすることによって疎悪林分への移行を防ぎ，幹生産量の大きい優良林分への誘導をはかり得る。

⑥ 樹令と地位の等しい閉鎖幼令林分の胸高断面積合計値の構成歩合は，中央樹高階以上の上層各樹高階林木層において極めて大きく，立木本数の多少による差は比較的小さい。下層樹高階林木の胸高断面積合計値は極めて小さい。また地位上位ないし中位の閉鎖幼令林においては，最上層樹高階木3,000～7,000本の範囲，地位上位ないし中位の壮令林においては，最上層樹高階よりの上層樹高階林木1,500～3,000本の範囲の上層木と下層木間の単木胸高断面積値の大小差は比較的小さい。

リュウキュウマツは陽性が極めて強く，わずかの庇陰によっても生長量の減少が著しいので，多数の稚樹の生育をはかって稚樹相互間の樹高生長競争をとおして，つねに優良な揃った上層樹高階林木の適正本数の生長継続をとげさすことによって，材の形質が完満で良質な林木の単位面積当り幹材生産量の最多を期することが重要である。

第3章 幼令林および壮令林の生長量

1 調査目的

受光量の要求度が高くて，被圧による受光量の減少が，生長量を減少させる度合が割に大きく，しかも他樹種に比較して受光量不足のため同化生産量が激減して呼吸消費量に達しないため，ついに枯死をまねく陽光量すなわち補整点が比較的高いとされている陽樹類，特にマツ属は，極めて陽性の高い樹種が多い。リュウキュウマツも同属に属する陽性の高い樹種であることが予測されるので，林分中の樹高

階の相違によって，林内単木の幹材生長量は，いかなる差があるだろうか，生長物質の生産にあずかる各樹高階単木の着生針葉量の相違はどうだろうか，同樹種の着生針葉令に当る当年生葉と1年生葉によって生産される幹材の最近2ケ年の生長量は，各樹高階の単木にいかなる差があるだろうか，また上記の各事象は，単位面積当りの本数密度によっていかなる相違があるだろうか，また各樹高階の相違が，2*m*括約においてどうなるだろうか，同樹高階に属する林木で優勢木，中央木，劣勢木の間ではどうなるだろうか，地位との関係はどうだろうか，林令の相違する幼令林と壮令林ではどうだろうか，などの関係を究めるために本調査を計画した。

2　標本木の選定

調査目的によって，次のように標本木を選定した。

1）　標本木選定の第1の方法

1*m*括約ごとの樹高階木の相違を知るためのものである。比較的単位面積当り立木本数の高いha当り18,533本区と，8,273本区，9,167本区，7,474本区の適正本数と思われる区を含み，かつ各樹高階分布本数の組み合せが，他の区に比較して多種にわたる与那（Yo）Ⅰ—1，2，3，4の各調査区。

地位が極めて低いため樹高階の幅は狭いが，ha当り立木本数は4,859本～8,477本にわたっている区をもつ具志川（Gu）Ⅰ—1，2，3，4および具志川（Gu）Ⅲ—1，2の各調査区。

以上の10調査区については，各調査区ごとに1m括約各樹高階における標本木を選定した。すなわち，毎木調査を取りまとめた第4表の各調査区につき各樹高階の平均胸高直径値に最も近い胸高直径をもつ単木について，平均枝下高と平均樹冠直径の値をも参照して，各樹高階ごとに1本の標本木を選定した。

2）　標本木選定の第2の方法

与那（Yo）Ⅱ，Ⅲ，Ⅳの14調査区については，各調査区の最上層樹高階が6～9*m*の範囲にあって，かつその本数も僅少である。したがって，上層樹冠層による陽光のしゃへいも僅少で，受光量不足による生長量の減退も軽微かまたは零と考えられる樹高5m以上を1つの樹高階とする。また上層樹冠層に比して樹冠量がはるかに少なく，1m括約樹高階による樹冠層の陽光しゃへい量も僅少と考えられる下層の樹高3m以下を1つの樹高階とする。さらに，各調査区におけるそれぞれの立木本数も割合に多くかつ樹冠量も極端に貧弱ではなくて，今後の生長量の推移のいかんが将来の成林構成の林木としての参加の可否を左右する可能性が高く，したがって，上層の樹冠量とそれらによる陽光しゃへいの程度のいかんが，極めて重要な関係にあると考えられる3～4*m*，4～5*m*をそれぞれの樹高階とする。

各樹高階の標本木は，各樹高階の平均胸高直径値を基準とし，平均枝下高と平均樹冠直径を参照して，各階1本をそれぞれ選定した。

3）　標本木選定の第3の方法

最上層樹高階が8～13mの範囲の具志川（Gu）Ⅱ，Ⅳの6調査区については，各樹高階を2*m*括約樹高階として，2～4*m*，4～6*m*，6～8*m*の各樹高階に区分し，立木本数の少ない樹高8*m*以上の林木については，2）標本木選定第2の方法に準じて，1つの樹高階とする。標本木は，各樹高階の平均胸高直径を基準とし，平均枝下高と平均樹冠直径を参照して各樹高階からそれぞれ1本選定した。

4）　標本木選定の第4の方法

最上層樹高階10～11*m*のバンナ（Ba），ヨーン（Yō）A，ヨーン（Yō）Bの各調査区は，2*m*括約樹高階に区分して4～6*m*，6～8*m*，8*m*以上の各樹高階とする。各樹高階より，第4表に示した平均胸高直径を基準にして平均木を，胸高直径値が最も大きくかつ樹高は各樹高階の平均樹高値に近い条件のものを優勢木とし，胸高直径は最も小さいが，樹高は各樹高階の平均樹高値に近い条件のものを劣勢木として，それぞれの標本木を選定した。

5） 標本木選定の第5の方法

樹令16～22年生の高屋（Ta）区と樹令35～36年生の山座利（Ya）区の壮令林については，各区における優勢木，平均木，劣勢木を，4）標本木選定第4の方法に準じて選定した。

6） 標本木選定の第6の方法

大里目取真（Oz）区，兼城座波（Ka）区，名護ビーマタ（Na）区の各調査区においては，樹高によって各林木を上層林木と下層林木に区分し，上層林木群と下層林木群における優勢木，平均木，劣勢木を，4）標本木選定第4の方法に準じて選定した。

7） 標本木選定の第7の方法

西表大原ムラボカ（Oh.mu）区においては，6）標本木選定の第6の方法に準じて，調査区の林分を上層林木群と下層林木群に区分し，各群の平均木を，1）標本木選定の第1の方法に準じて選定した。

8） 標本木選定の第8の方法

樹令20～25年生の西表大原ザラザキ（Oh, za）区においては，陵線区と中腹区の各調査区の林分の平均木を，1）標本木の選定の第1の方法に準じて選定した。

9） 標本木選定の第9の方法

石垣ヨーン（Yō）C区においては，6）標本木選定の第6の方法に準じて，調査区の林分を上層林木群と下層林木群に区分し，各群の優勢木と劣勢木を，4）標本木選定第4の方法に準じて選定した。

3 標本木の調査方法

当年の生長を終えて生長休止期に入った1957～1963年の12月～2月の間に，各調査区の所在地別に年次を追って各調査区の毎木調査を実施した。得られた毎木調査結果の数値に基づいて，2の標本木選定方法の基準にそい，各調査区の各種樹高階区分別に標本木を選定し，伐倒して，下記調査事項を下記調査方法によって調査を実施した。

1） 着生針葉量と針葉の含水量

伐倒された各標本木について，伐倒後直ちに，樹冠各部の枝より，当年生および1年生針葉約1,000～2,000gを1*kg*秤り上皿天秤を用いて採集する。秤量した針葉は，実験室に持ち帰って常法により針葉の絶乾重量と含水率を求めた。

各標本木の着生針葉量の調査については，伐倒後各伐倒木ごとに枝条を葉つきのまま着生点高別に着生根元より切り取り，20*kg*バネ秤りを用いて枝葉の重量を秤量した後，着生針葉をすべてもぎ取り除去した後枝条生重量を再び秤量する。前もって秤量した枝葉重量より枝条のみの重量を差し引いて針葉重量を求める。

実験室で求めた含水率を用いて，各標本木の枝条着生点高別の絶乾針葉重量と，その集計によって各標本木の着生針葉絶乾重量を求めた。

2） 着生枝条材積と枝条比重

1）において秤量された枝条の1部から，標本木全枝条の平均資料となり得るように，大小や木質化の程度について，さまざまの生枝条を各標本木ごとに採取する。その2～3*kg*位をバネ秤で秤量し，実験室に持ち帰って，目盛付メスシリンダーを用いて枝条比重を求める。1）で秤量された各標本本木ごとの枝条生重量と求められた枝条比重によって，各標本木の着生点高別枝条材積（*cc*）とその集計により各標本木の着生枝条材積を求めた。

枝条比重の測定に当っては，一定目盛まで水を入れたメスシリンダーの中へ枝条を挿入し，挿入後の水面の目盛の上昇量によって挿入した枝条材積（*cc*）を求め，挿入枝条生重量を用いて枝条比重を求めた。

3） 樹高，枝下高および樹冠長

各伐倒標本木について，幹材円板採取に先だって樹高と枝下高および樹冠長などを実測した。

4）総樹高生長量，総胸高直径生長量および総幹材積生長量

各調査区における標本木の幹材円板の採取に当り，41区の幼令林の各調査区の標本木については，円板採取高を0.00*m*，0.30*m*，1.30*m*，2.30*m*……とし，1.0*m*括約にそれぞれ幹材円板を採取した。各円板について1年ごとの年輪幅の調査をなし，各樹令における胸高直径，樹高および幹材積の生長量を求めた。

4　標本木の調査結果

第3章～2，3の標本木の選定および標本木の調査方法によって，各調査区における各樹高階の標本木を選定伐倒して各部を測定計算し，樹幹解析と幹材の求積をおこなって第7表標本木の調査結果表で表示し，さらに第7表の関係数値の引用計算によって第8表各樹高階における0～2年および最近2年間の各部生長量表を作製し表示した。

また各調査区を本数密度別地位別によって，第2章—4—V—2)と同一の5Blockに分類区分し，さらに地位中位で立木密度1,500～3,000本/haのバンナ（Ba），ヨーン（YŌ）Aの Block，地位上位で立木密度7,000～10,000本/haのヨーン（Yō）BのBlockを追加した 7Block について，第7表標本木の調査結果の関係数値を用い計算して第9表および第19表を作製表示し，これら各種測定値と樹高階との関係を第9図ないし第21図で図示した。また各 Block における樹高階と材積および樹高階と最近2年間の材積生長量との関係の回帰式と相関係数を第11表と第12表で表示した。

I，各樹高階における樹高生長量

各調査区の各樹高階における標本木の樹高生長量の調査結果を第7表および第9図で示した。

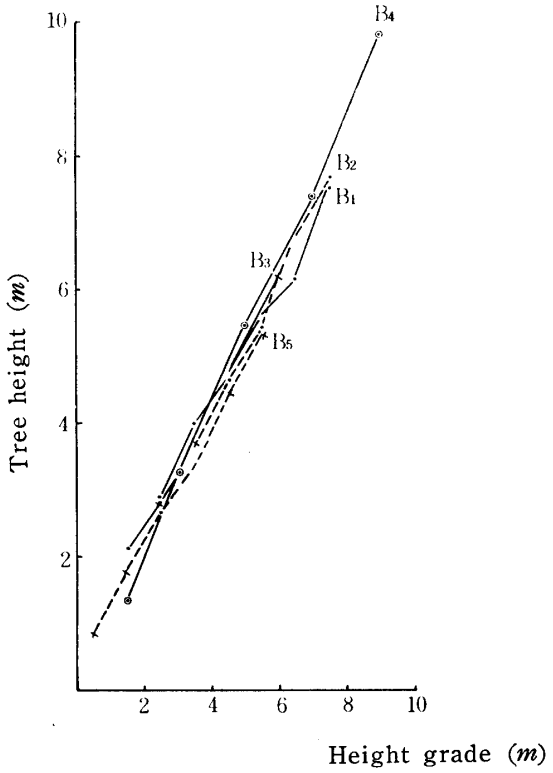

Fig. 9.　Relation of height in each height grade.

各樹高階木の樹高生長量は，上層樹高階木において大きく，下層樹高階木において著しく小さい。上層樹高階木と下層樹高階木との樹高生長量は，樹令の高まるにつれてその差が大きくなっている。上層樹高階木と下層樹高階木の最近の樹高生長量の比は2～7倍で，各樹高階の樹高生長は樹高階と正

の相関々係がある。下層樹高階木の樹高生長量は，上層樹高階木本数が多く，上層樹高階樹冠による庇陰の大きい区ほど小さい。

Ⅱ 各樹高階における胸高直径生長量

各調査区の各樹高階における標本木の胸高直径生長量を第7表および第10図で示した。

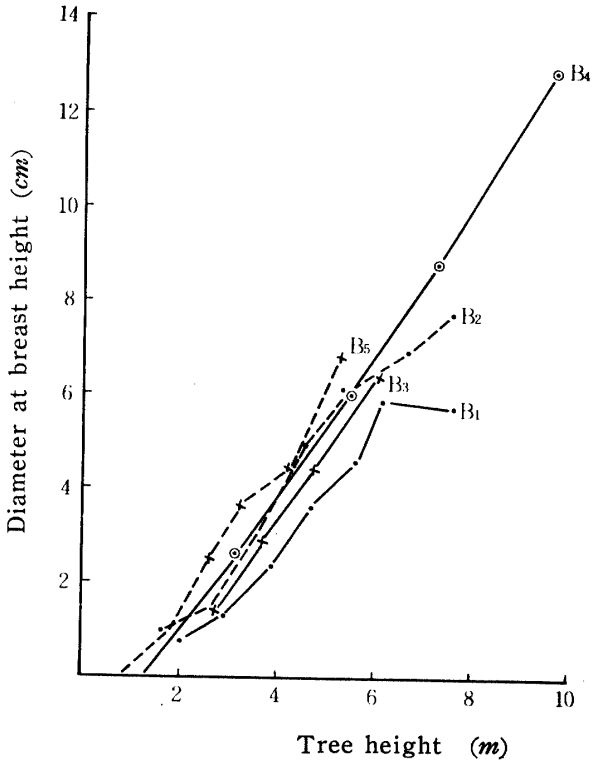

Fig. 10. Relation of diameter growth in each height grade.

各樹高階における胸高直径生長量は，最上層樹高階木において著しく大きく，樹高階が低くなるにつれて漸減し，下層樹高階において著しく小さくなる。上層樹高階木と下層樹高階木の胸高直径生長量は，樹令の高まりとともにその差は大きくなる。

各樹高階における標本木の胸高直径生長量は，樹高階と正の相関が高く，またha当り総本数特に上層樹高階本数とは負の相関々係にある。

標本木の上層樹高階木と下層樹高階木の最近2年間の胸高直径生長量は，2.5～5.0倍を示す。上層樹高階木の胸高直径生長量は，上層樹高階木本数が少ないと著しく大きくなる。

本数密度別地位別 7 Blockにおける標本木の樹高階と胸高直径の関係を第10図と第11図で示した。第2章—4—Ⅱの毎木調査結果表数値で算出し，第3図々示の樹高階と胸高直径の関係と類似している。各 Blockにおいて樹高階と胸高直径との相関はかなり高く，本数密度の最も高いB_1において相関は最も低く，B_2とB_3は類似している。本数密度が低く地位上位のB_4において相関は最も高く，上層樹高階の胸高直径もかなり大きい。立木密度中位で地位下位のB_5は，各樹高階における相関々係に変動がある。

Table 7. Measurements of sample trees. (1)

Plot	Tree No.	TH grade	Age	TH	DBH	Basal area	Clear length	Crown length	Volume of stem	Growth of volume in recent two years		Branch		Dry weight of needle leaf
										Volume	Rate of growth	Volume	Percent	
		(m)		(m)	(cm)	(cm²)	(m)	(m)	(cm³)	(cm³)	(%)	(cm³)	(%)	(g)
Yo I—1	A—253	—2	6	1.70	0.61	0.28	0.55	1.15	142	90	63	49	34	42
	A— 7	—3	8	2.90	1.96	2.99	1.80	1.10	538	184	34	162	30	99
	A—130	—4	8	3.20	2.95	6.84	1.60	1.60	1674	679	41	1177	70	569
	A—102	—5	9	4.97	4.30	14.52	2.20	2.77	5242	1915	37	1329	25	600
	A—181	—6	9	6.00	5.59	24.45	1.40	4.60	12134	3901	32	2338	19	817
	A—188	6—	10	7.20	8.10	51.53	2.00	5.20	21255	6458	30	6144	30	1327
Yo I—2	A—389	—2	7	2.13	0.83	0.54	1.00	1.13	124	66	53	14	12	24
	A—410	—3	6	2.80	1.43	1.61	1.80	1.00	492	260	53	72	15	43
	A—240	—4	9	3.97	2.15	3.63	2.00	1.97	1146	486	42	184	16	84
	A—350	—5	8	4.15	3.00	7.07	2.90	1.25	1877	856	46	548	29	198
	A—217	—6	9	5.90	4.45	15.55	1.70	4.20	6352	2859	45	1428	22	550
	A—246	6—	10	6.14	5.83	62.70	2.10	4.04	8156	2692	33	1845	23	889
Yo I—3	A—777	—2	6	1.97	1.48	1.72	0.67	1.30	628	334	54	310	49	137
	A—639	—3	7	2.63	1.85	2.69	1.00	1.63	730	316	43	250	34	165
	A—733	—4	7	3.45	2.71	5.77	1.80	1.65	1768	653	37	495	30	165
	A—754	—5	8	4.30	3.72	10.92	2.00	2.30	3366	1245	38	704	21	363
	A—621	—6	10	5.10	4.95	19.24	2.10	3.00	5729	2047	36	1955	34	804
	A—609	—7	9	6.77	6.72	35.47	1.80	4.97	13832	5889	43	4030	29	1620
	A—605	7—	11	7.64	7.72	46.91	1.40	6.24	18944	4952	26	7140	38	1658
Yo I—4	A—826	—2	7	1.32	0.91	0.65	0.50	0.82	856	120	14	287	34	187
	A—678	—3	7	2.89	1.92	2.92	0.75	2.14	970	506	52	414	43	229
	A—813	—4	9	3.98	5.05	20.03	1.25	2.73	5702	2802	49	2207	39	1313
	A—817	—5	10	4.76	7.40	43.01	1.00	3.76	10672	4100	38	5314	50	2173
	A—815	5—	13	5.35	8.30	54.11	2.00	3.35	16754	6317	37	4967	30	2170
Yo II—1	A— 60	—3	6	2.80	1.87	2.74	0.60	2.20	745	411	55	242	33	178
	A— 30	—4	8	3.68	2.95	6.84	1.25	2.43	2343	1022	44	689	29	368
	A—150	—5	8	4.70	4.32	14.65	1.10	3.60	5302	2346	44	2159	41	1061
	A—119	5—	9	7.55	7.06	39.15	2.00	5.55	16838	9058	54	4529	27	1775
Yo II—2	A—613	—3	9	2.93	2.36	4.39	0.65	2.28	1300	480	37	489	38	312
	A—621	—4	8	3.96	3.57	10.01	0.98	2.93	2696	1142	42	904	34	622
	A—180	—5	8	4.80	4.68	17.20	0.90	3.90	6102	2997	49	2022	33	896
	A—610	5—	10	5.57	6.60	34.21	1.00	4.57	9714	4726	49	3749	39	1708

Teble 7. Measurements of sample tees. (2)

Plot	Tree No.	TH grade	Age	TH	DBH	Basal area	Clear length	Crown length	Volume of stem	Growth of volume in recent two years		Branch		Dry weight of needle leaf
										Volume	Rate of growth	Volume	Percent	
		(m)		(m)	(cm)	(cm²)	(m)	(m)	(cm³)	(cm³)	(%)	(cm³)	(%)	(g)
Yo	A—497	—3	8	2.36	1.53	1.84	1.20	1.16	644	289	45	154	24	104
Ⅱ—3	A—506	—4	8	3.20	2.82	6.20	1.20	2.00	1872	824	44	566	30	375
	A—278	—5	9	4.30	3.78	11.22	1.30	3.00	3565	1014	28	1199	34	384
	A—595	5—	11	5.70	7.10	39.59	2.15	3.55	15160	5951	39	6304	42	2080
Yo	A—589	—3	6	2.45	1.34	1.41	1.05	1.40	350	199	57	93	26	55
Ⅱ—4	A—270	—4	7	3.52	2.15	3.63	2.30	1.22	1005	502	50	175	17	80
	A—287	—5	9	4.35	3.59	10.11	2.80	1.55	3662	1745	48	693	19	473
	A—351	5—	10	5.11	5.06	20.11	1.30	3.81	6947	2942	42	2484	36	824
Yo	A—417	—3	6	2.99	1.32	1.37	1.35	1.64	387	226	58	132	34	27
Ⅱ—5	A—380	—4	9	3.18	2.49	4.48	1.60	1.58	1353	697	51	398	29	243
	A—363	—5	8	4.36	3.29	8.53	2.30	2.06	2700	1165	43	664	25	417
	A—415	5—	9	5.98	5.88	27.25	2.90	3.08	8797	3409	38	1487	17	628
Yo	A— 84	—3	6	2.94	1.16	1.05	2.00	0.94	259	111	43	37	14	25
Ⅲ—1	A— 74	—4	7	3.95	2.35	4.34	1.70	2.25	1255	484	39	280	22	109
	A—155	—5	8	4.97	3.90	11.93	2.30	2.67	3212	1386	43	600	19	356
	A— 62	5—	11	5.43	4.70	17.35	2.45	2.98	6282	1956	31	725	12	206
Yo	A—441	—3	8	2.90	1.30	1.33	2.30	0.60	343	96	28	54	16	54
Ⅲ—2	A—337	—4	9	3.96	2.74	5.89	1.70	2.26	1647	661	40	454	28	329
	A—320	—5	10	4.96	3.93	12.13	2.80	2.16	4187	1756	41	588	14	460
	A—342	5—	10	7.51	5.70	25.51	3.93	3.58	10904	3171	29	1035	9	644
Yo	A—876	—3	8	2.92	1.38	1.50	1.10	1.82	410	105	25	66	16	65
Ⅲ—3	A—856	—4	8	3.97	2.99	7.02	1.50	2.47	2233	577	26	336	15	164
	A—898	—5	9	4.98	4.79	18.01	2.05	2.93	5437	2233	41	917	15	452
	A—795	5—	12	6.00	5.14	20.77	1.60	4.40	8081	2174	27	2181	27	1092
Yo	A—627	—3	6	2.92	1.57	1.94	0.90	2.02	472	246	52	103	22	100
Ⅲ—4	A—643	—4	7	4.00	3.20	8.04	1.00	3.00	2465	1294	52	992	40	567
	A—592	—5	10	4.81	5.55	24.19	0.80	4.01	8245	4892	59	2095	25	1350
	A—704	5—	9	6.33	5.90	27.34	1.00	5.33	8979	5201	58	3994	44	1347

Table 7. Measurements of Sample trees. (3)

Plot	Tree No.	TH grade	Age	TH	DBH	Basal area	Clear length	Crown length	Volume of stem	Growth of volume in recent two years: Volume	Growth of volume in recent two years: Rate of growth	Branch: Volume	Branch: Percent	Dry weight of needle leaf
		(m)		(m)	(cm)	(cm²)	(m)	(m)	(cm³)	(cm³)	(%)	(cm³)	(%)	(g)
Yo	A—735	—3	6	2.58	1.20	1.13	0.48	2.10	386	147	38	159	41	142
Ⅲ—5	A—787	—4	9	3.90	4.30	14.52	0.70	3.20	4342	2010	46	1440	33	836
	A—759	—5	10	4.95	5.56	24.25	2.08	2.87	8334	2908	35	1681	20	916
	A—733	5—	10	5.32	6.94	37.82	1.18	4.14	13003	8062	62	5699	44	2845
Yo	A—121	—3	7	2.98	1.39	1.51	1.85	1.13	326	101	31	36	11	30
Ⅳ—1	A— 49	—4	8	3.65	2.50	4.91	1.95	1.70	1743	525	30	384	22	161
	A—198	—5	8	4.96	4.75	17.72	1.25	3.71	6602	2694	41	1831	28	1011
	A—119	5—	9	6.42	6.82	36.52	2.00	4.42	14278	5165	36	3254	23	1578
Yo	A—305	—3	6	2.95	1.44	1.62	1.95	1.00	453	206	45	41	9	23
Ⅳ—2	A—167	—4	7	3.90	2.25	3.98	2.40	1.50	1303	517	40	165	13	75
	A—311	—5	9	4.93	4.27	14.32	3.10	1.83	4691	1108	24	534	11	414
	A—307	5—	9	6.20	5.78	26.34	2.50	3.70	10762	4424	41	1575	15	809
Yo	A—186	—3	6	3.00	1.27	1.27	2.10	0.90	357	130	36	27	7	38
Ⅳ—3	A—191	—4	7	3.93	2.60	5.31	1.38	2.55	1491	577	39	333	22	165
	A—144	—5	9	4·60	4.85	18.48	1.50	3.10	6288	1925	31	1913	30	733
	A—128	5—	9	5.54	5.95	27.81	1.45	4.09	10260	4168	41	4581	45	1542
Yo	A—480	—3	8	2.90	1.21	1.15	1.80	1.10	322	93	29	66	21	70
Ⅳ—4	A—398	—4	7	3.73	2.36	4.38	1.95	1.78	1219	784	64	293	24	191
	A—335	—5	9	4.92	4.36	14.90	2.47	2.45	4522	1682	37	1031	23	482
	A—437	5—	9	6.50	6.41	32.20	2.40	4.10	12559	5151	41	3210	26	1070
Gu	A— 55	—1	9	0.95	0	0	0.10	0.85	78	24	31	45	92	22
Ⅰ—1	A— 7	—2	9	1.70	0.70	0.39	0.85	0.85	123	41	33	72	37	57
	A— 32	—3	10	2.90	1.92	2.89	0.90	2.00	796	203	26	370	46	139
	A— 6	—4	10	3.10	2.80	6.16	0.80	2.30	1805	490	27	546	30	175
	A— 42	—5	13	4.10	4.11	13.29	1.70	2.40	4110	1210	29	985	24	634
	A— 17	5—	16	5.15	6.01	28.37	0.20	4.95	9173	2931	32	1799	20	1285
Gu	A—128	—1	11	0.90	0	0	0.15	0.75	256	101	39	216	84	147
Ⅰ—2	A— 76	—2	13	1.80	1.03	0.83	0.55	1.25	645	138	21	366	57	253
	A— 94	—3	13	2.10	2.45	4.71	0.85	1.25	1093	265	24	246	22	265
	A— 78	—4	13	3.10	3.90	11.95	0.95	2.15	2586	766	30	663	26	756
	A— 85	4—	13	4.40	3.88	11.82	0.75	3.65	3549	1721	48	1314	37	832
Gu	A—188	—1	8	0.80	0	0	0.20	0.60	63	20	32	59	94	85
Ⅰ—3	A—140	—2	9	1.60	1.08	0.92	0.30	1.30	283	79	28	182	64	93
	A—112	—3	10	2.80	2.88	6.51	0.30	2.50	1559	383	25	737	47	425
	A—111	3—	13	3.10	3.90	11.95	0.50	2.60	2790	691	25	890	32	593

Table 7. Measurements of sample trees (4)

Plot	Tree No.	TH grade	Age	TH	DBH	Basal area	Clear length	Crown length	Volume of stem	Growth of volume in recent two years		Branch		Dry weight of needle leaf
										Volume	Rate of growth	Volume	Percent	
		(m)		(m)	(cm)	(cm²)	(m)	(m)	(cm³)	(cm³)	(%)	(cm³)	(%)	(g)
Gu I—4	A—231	—1	6	0.70	0	0	0.40	0.30	55	15	27	51	93	28
	A—206	—2	13	1.65	1.17	1.07	0.40	1.25	855	206	24	531	63	355
	A—216	—3	13	2.60	2.80	6.47	1.20	1.40	1848	409	22	639	35	450
	A—220	3—	13	3.55	4.07	13.01	1.45	2.10	3819	741	19	758	20	812
Gu II—1	A —53	—4	10	2.50	2.57	5.20	0.60	1.90	1114	617	55	332	30	274
	A —77	—6	14	5.50	6.15	29.71	2.29	3.21	11614	3595	31	4016	35	1400
	A—107	6—	14	7.10	8.60	58.09	2.20	4.90	30970	9095	29	9160	30	4160
Gu II—2	A— 16	—2	7	1.30	0	0	0.60	0.70	88	45	51	74	84	53
	A—116	—4	7	2.60	1.86	2.69	1.10	1.50	430	181	42	174	41	62
	A— 13	—6	11	5.10	4.90	18.86	3.10	2.00	6889	1793	26	1239	18	605
	A— 94	—8	15	7.10	8.50	56.75	2.60	4.50	22238	8755	39	4974	22	3263
	A—138	8—	17	9.40	11.33	100.82	1.40	8.00	51443	14671	29	16387	32	5595
Gu II—3	A—122	—4	9	3.00	1.75	2.41	1.50	1.50	717	321	45	192	27	68
	A— 28	—6	12	5.90	6.80	36.32	3.86	2.04	13460	2914	22	2111	16	620
	A—123	—8	15	6.90	9.15	65.76	1.85	5.05	29678	5921	20	15305	52	5868
	A— 31	8—	16	10.10	14.36	161.73	2.00	8.10	65305	18471	28	13958	21	6122
Gu III—1	A— 41	—2	11	1.95	1.28	1.29	1.27	0.68	426	107	25	209	49	194
	A— 59	—3	10	2.50	2.26	4.01	1.20	1.30	1117	342	31	241	22	122
	A— 21	—4	11	3.90	3.32	8.61	1.20	2.70	2012	543	27	434	22	409
	A— 4	—5	15	4.50	5.38	22.73	2.20	2.30	6620	1816	27	2556	39	440
	A— 8	5—	15	5.50	7.65	45.96	2.40	3.10	13482	5074	38	4571	34	2125
Gu III—2	A—137	—1	8	0.85	0	0	0.30	0.55	37	11	30	16	42	11
	A— 9	—2	12	1.90	1.10	0.95	0.75	1.15	563	97	17	165	29	135
	A—101	—3	13	2.92	2.61	5.60	0.96	1.96	1882	406	22	360	19	594
	A—121	3—	13	3.16	3.87	11.82	0.88	2.28	3056	863	28	870	28	289
Gu IV—1	A— 94	—4	7	3.95	2.93	6.74	1.87	2.08	2143	758	35	422	20	151
	A— 91	—6	13	5.96	6.48	32.98	3.03	2.93	14836	4291	29	2470	17	993
	A—131	6—	14	7.40	8.65	58.77	3.45	4.05	24254	7343	30	5314	30	1070
Gu IV—2	A— 75	—4	9	3.76	3.42	9.24	2.28	1.48	2196	1014	46	639	29	140
	A— 54	—6	13	5.40	5.80	26.42	2.20	3.20	7924	2723	34	2740	35	889
	A— 17	6—	13	7.95	8.75	60.13	3.40	4.55	25998	12561	48	6291	24	1721
Gu IV—3	A— 9	—4	12	3.30	3.08	7.45	2.50	0.80	1676	435	26	435	26	103
	A— 28	—6	12	5.00	5.62	24.81	2.90	2.10	8072	2792	35	1551	19	251
	A— 6	6—	15	7.50	9.00	63.62	4.25	3.25	33451	8426	25	4424	13	930

Table 7. Measurements of sample trees (5)

Plot	Tree No.	TH grade (m)	Age	TH (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Volume of stem (cm³)	Growth of volume in recent two years: Volume (cm³)	Growth of volume in recent two years: Rate of growth (%)	Branch: Volume (cm³)	Branch: Percent (%)	Dry weight of needle leaf (g)
Ba	D— 17	8—	17	10.10	17.10	229.66	4.10	6.00	120673	68834	57	29758	25	9042
	A— 72	8—	17	9.30	12,12	96.88	4.20	5.10	43540	21389	49	7539	17	1099
	P—111	8—	14	8.45	7.65	45.96	7.60	0.85	20285	4181	21	415	2	154
	D—131	—8	14	7.40	10.70	89.92	2.20	5.20	35142	10575	30	18378	52	993
	A— 75	—8	13	7.10	6.37	31.77	4.20	2.90	16681	5414	32	2075	12	344
	P— 41	—8	10	6.60	3.69	10.69	4.30	2.30	4144	1672	40	271	7	30
	D— 21	—6	13	5.90	7.15	40.13	2.95	2.95	14289	5911	41	3537	25	980
	A— 54	—6	12	5.00	5.20	21.24	4.30	0.70	7012	1786	25	860	12	114
	P— 87	—6	9	5.00	3.60	10.18	1.65	3.35	3490	1419	41	757	22	142
Yō A	D— 23	8—	17	10.82	17.90	251.65	3.70	7.12	128290	39908	31	40942	32	7874
	A— 46	8—	16	9.18	14.55	166.77	2.30	6.88	79955	19793	25	27852	35	5656
	P— 11	8—	11	9.24	6.70	35.26	5.00	4.24	18891	6547	35	2055	11	607
	D— 9	—8	15	7.80	13.85	150.66	2.30	5.50	83232	19298	23	38049	46	6327
	A— 65	—8	15	7.63	10.50	86.59	2.70	4.93	34051	11975	35	15710	36	1896
	P—116	—8	10	6.35	4.53	16.12	3.83	2.50	6603	2293	35	793	12	559
Yō B	D— 29	8—	12	10.20	11.63	106.60	2.70	7.50	63196	22191	35	8921	14	3040
	A— 67	8—	12	8.95	8.45	56.08	4.15	4.80	27108	9611	35	3824	14	1728
	P— 68	8—	10	8.20	4.24	14.12	4.30	3.90	5654	2072	37	1057	19	152
	D— 48	—8	12	7.95	8.55	57.42	3.90	4.05	28040	7818	28	2930	10	2187
	A— 6	—8	10	7.45	4.75	17.72	4.80	2.65	2561	1593	30	657	12	125
	P— 17	—8	10	6.35	3.25	8.30	3.25	3.10	2923	1014	35	426	15	71
	D— 47	—6	11	4.05	4.50	15.90	2.70	1.35	4308	1006	23	771	18	295
	A— 25	—6	7	5.70	3.20	8.04	2.40	3.30	2897	1189	41	416	14	170
	P— 47	—6	5	3.80	1.55	1.91	2.35	1.45	504	306	61	159	32	25
Ya	D— 14	17.25	35	17.25	37.35	1093.09	9.25	8.00	963623	271377	28	285967	30	31867
	A— 34	17.25	36	18.00	29.05	662.91	7.60	10.40	547205	132465	24	89463	16	11171
	P— 4	17.25	35	17.10	20.06	314.00	8.70	8.40	283614	50840	18	14713	5	3882
Ta	D— 56	14.90	22	14.90	28.15	622.49	8.40	6.50	533934	95709	18	94601	18	21842
	A— 57	14.90	18	13.30	17.15	231.00	6.60	6.70	158607	21860	14	27911	18	5278
	P— 56	14.90	16	13.40	11.70	107.51	9.10	4.30	77701	14924	19	3952	5	947
Oh mu	A— 52	5—	10	6.00	6.50	33.18	2.10	3.90	12128	5440	45	1942	16	892
	A— 69	5—	9	6.00	6.10	29.23	2.00	4.00	11070	6055	55	3183	29	1141
	A— 16	—5	8	4.70	3.00	7.07	1.40	3.30	2378	1474	62	372	16	125
	A— 26	—5	7	3.40	2.90	6.61	1.80	1.60	1887	1134	60	385	20	64
Oh za m-s	A— 20		25	10.80	21.33	357.33	2.70	8.10	211857	44162	21	44577	21	7378
Oh za u-s	A— 6		20	8.30	14.20	158.37	2.00	6.30	70678	19015	27	24838	35	4361

Table 7. Measurements of sample trees (6)

Plot	Tree No.	TH grade (m)	Age	TH (m)	DBH (cm)	Basal area (cm²)	Clear length (m)	Crown length (m)	Volume of stem (cm³)	Growth of volume in recent two years: Volume (cm³)	Growth of volume in recent two years: Rate of growth (%)	Branch: Volume (cm³)	Branch: Percent (%)	Dry weight of needle leaf (g)
Oz m—s	D— 27	5—	21	6.90	12.04	113.98	1.85	5.05	47568	18317	39	8702	18	3515
	A— 22	5—	15	6.60	10.04	79.80	1.50	5.10	34817	14068	40	8750	25	1700
	P— 43	5—	16	5.50	8.23	53.20	2.95	2.55	19229	7282	38	2604	14	826
	D— 47	—5	18	4.39	6.26	24.90	2.50	1.89	10326	3825	37	2278	22	796
	A— 24	—5	13	4.30	4.77	17.80	2.60	1.70	5150	2368	46	601	12	291
	P— 48	—5	12	2.85	2.58	5.23	2.60	0.25	2752	1818	66	125	5	15
Oz u—s	D— 2	4—	16	6.20	12.31	119.11	2.15	4.05	40975	18121	44	10869	27	5018
	A— 38	4—	16	5.50	10.11	80.36	1.55	3.95	27390	13808	50	8188	30	2687
	P— 7	4—	12	4.00	5.47	23.46	1.60	2.40	5889	2311	39	1307	22	413
	D— 14	—4	18	3.40	4.83	18.32	1.70	1.70	5849	1926	33	1364	23	305
	A— 5	—4	10	2.35	2.56	5.14	1.25	1.10	1320	687	52	221	17	59
	P— 42	—4	10	1.90	1.63	2.09	1.25	0.65	640	368	58	111	17	4
Ka u—s	D— 13	5—	24	6.43	11.60	105.68	3.00	3.43	41734	16600	40	17409	42	5185
	A— 11	5—	22	6.60	9.59	72.08	2.33	4.27	26747	9451	35	10773	40	3681
	P— 33	5—	17	5.69	4.95	19.09	3.30	2.39	7447	3073	41	932	12	500
	D— 9	—5	19	4.00	10.26	82.63	1.95	2.05	26474	10781	41	15520	59	4542
	A— 17	—5	14	3.20	4.32	14.62	2.00	1.20	3936	1303	33	1565	40	184
	P— 39	—5	9	3.10	1.85	2.69	2.00	1.10	679	323	48	135	23	18
Ka l—s	D— 60	7—	17	9.35	17.22	232.84	3.50	5.85	114815	49199	43	41054	36	8154
	A— 49	7—	19	8.72	12.75	127.98	3.87	4.85	57569	22630	39	11282	20	4392
	P— 73	7—	13	7.50	7.90	49.57	3.37	4.13	20449	7874	39	6332	31	2232
	D— 50	—7	17	6.60	7.58	45.13	3.00	3.60	16541	6244	38	3487	21	1249
	A— 51	—7	15	6.50	6.57	33.88	2.30	4.20	11151	5105	46	1759	16	950
	P— 70	—7	10	2.80	1.82	2.57	1.70	1.10	659	299	45	147	22	42
Na u—s	D— 28	3.50—	13	4.60	6.50	33.18	1.20	3.40	9179	1926	21	4249	46	2100
	A— 54	3.50—	13	3.70	4.95	19.32	1.30	2.40	5552	788	14	2708	49	1200
	P— 56	3.50—	11	3.60	2.57	5.19	1.65	1.95	1571	332	21	397	25	200
	D— 40	—3.50	11	3.20	4.13	13.40	1.50	1.70	3329	1075	32	1436	43	1020
	A— 47	—3.50	10	2.80	2.17	3.70	0.90	1.90	1104	297	27	442	40	200
	P— 27	—3.50	10	2.15	1.12	0.99	1.60	0.55	248	87	35	79	32	40
Na m—s	D— 31	6.50—	15	7.20	9.25	67.20	2.05	5.15	25791	6540	25	8634	33	4020
	A— 1	6.50—	14	7.20	8.20	52.81	2.70	4.50	20186	4125	20	3967	20	1900
	P— 40	6.50—	12	5.50	4.70	17.35	2.45	3.05	6641	1481	22	882	13	201
	D— 29	—6.50	14	6.30	6.49	33.08	1.50	4.80	12903	3427	27	3153	24	1610
	A— 17	—6.50	10	5.40	3.92	12.07	2.20	3.20	4337	1127	49	757	17	390
	P— 28	—6.50	7	4.10	2.27	4.05	1.80	2.30	1353	665	49	160	12	50
Yō—C	A— 67	6.00—	9	6.90	9.60	72.38	3.35	4.55	30931	10921	35	6765	22	1858
	A— 57	6.00—	6	6.78	3.60	10.18	4.95	1.83	4234	2114	50	1360	32	1470
	A— 36	—6.00	10	5.60	6.73	35.57	2.40	3.20	11081	3578	32	4474	40	1687
	A— 41	—6.00	6	4.05	2.50	4.91	1.50	2.55	1618	955	59	209	22	533

Note In Tree No. D:Dominant tree A:Average tree P:Poorer tree.
In Plot u —s:upper slope m—s:middle slope l—s:lower slope.

Table 8. Growth of Ryukyu-matsu (*P. luchuensis*) in each TH-grade between

Plot	TH grade	Tree No.	Age	Growth between sowing and 2 years old and percentage per growth of highest TH—class				
				TH		Diameter (0.0*m*)		Stem volume
				(*m*)	(%)	(*cm*)	(%)	(*cm*³)
Yo I—1	—2	A— 253	6	0.55	42	0.39	28	3
	—3	A— 7	8	0.80	62	0.80	57	14
	—4	A— 130	8	0.80	62	0.90	64	15
	—5	A— 102	9	1.30	100	0.99	71	25
	—6	A— 181	9	1.80	138	1.10	79	60
	6—	A— 183	10	1.30	100	1.40	100	60
Yo I—2	—2	A— 389	7	0.55	42	0.39	170	2
	—3	A— 410	6	0.80	62	0.80	348	17
	—4	A— 240	9	0.30	23	0.78	339	5
	—5	A— 350	8	0.80	62	0.33	143	3
	—6	A— 217	9	1.30	100	1.23	535	65
	6—	A— 246	10	1.30	100	0.23	100	21
Yo I—3	—2	A— 777	6	0.80	100	0.97	180	24
	—3	A— 639	7	0.80	100	0.70	130	11
	—4	A— 733	7	0.80	100	0.58	107	8
	—5	A— 754	8	0.80	100	1.12	207	23
	—6	A— 621	10	1.30	163	0.75	139	20
	—7	A— 609	9	0.80	100	1.17	217	27
	7—	A— 605	11	0.80	100	0.54	100	9
Yo I—4	—2	A— 826	7	0.55	183	0.37	31	9
	—3	A— 678	7	0.80	267	0.39	33	3
	—4	A— 813	9	0.80	267	0.58	48	17
	—5	A— 817	10	1.30	433	0.63	57	14
	5—	A— 815	13	0.30	100	1.20	100	11
Yo II—1	—3	A— 60	6	0.80	44	0.41	38	3
	—4	A— 30	8	1.05	58	0.76	71	20
	—5	A— 150	8	1.05	58	0.79	74	20
	—5	A— 119	9	1.80	100	1.07	100	46
Yo II—2	—3	A— 613	9	0.55	183	0.64	183	14
	—4	A— 621	8	0.80	267	0.72	205	25
	—5	A— 180	8	1.05	350	0.68	194	13
	5—	A— 610	10	0.30	100	0.35	100	7
Yo II—3	—3	A— 497	8	0.80	100	0.53	730	4
	—4	A— 505	8	0.97	121	0.79	108	31
	—5	A— 278	9	0.80	100	0.57	78	8
	5—	A— 595	11	0.80	100	0.73	100	14
Yo II—4	—3	A— 589	6	0.80	100	0.55	76	11
	—4	A— 270	7	0.80	100	0.41	57	3
	—5	A— 287	9	0.80	100	0.37	51	3
	5—	A— 351	10	0.80	100	0.72	100	30
Yo II—5	—3	A— 417	6	0.80	100	0.39	44	4
	—4	A— 380	9	0.80	100	0.76	86	16
	—5	A— 363	8	1.30	163	0.95	108	30
	5—	A— 415	9	0.80	100	0.88	100	13
Yo III—1	—3	A— 84	6	1.30	433	0.60	120	14
	—4	A— 74	7	0.80	267	1.25	250	29
	—5	A— 155	8	0.80	267	0.82	164	11
	5—	A— 62	11	0.30	100	0.50	100	2
Yo III—2	—3	A— 441	8	1.30	163	0.42	32	11
	—4	A— 837	9	0.80	100	0.68	52	13
	—5	A— 320	10	0.80	100	0.83	63	16
	5—	A— 342	10	0.80	100	1.31	100	37
Yo III—3	—3	A— 876	8	0.80	400	0.68	170	9
	—4	A— 856	8	0.80	400	1.04	260	44
	—5	A— 898	9	1.05	525	1.12	280	92
	5—	A— 795	12	0.20	100	0.40	100	3
Yo III—4	—3	A— 627	6	0.80	145	0.47	104	8
	—4	A— 643	7	0.80	145	0.69	153	9
	—5	A— 592	10	0.80	145	0.62	138	8
	5—	A— 704	9	0.55	100	0.45	100	3
Yo III—5	—3	A— 735	6	0.80	145	0.57	38	8
	—4	A— 787	9	0.55	100	0.53	35	4
	—5	A— 759	10	0.55	100	0.32	21	3
	5—	A— 733	10	0.55	100	1.52	100	35

sowing and 2 years old, and since 2 years ago. (1)

	Growth in recent two years percentage per growth of highest TH—class						Growth of volume of stem	Dry weight of needle leaf
	TH		DBH		Stem volume			
(%)	(m)	(%)	(cm)	(%)	(cm³)	(%)	(cm³)	(g)
5	0.65	34	0.55	30	90	1	2.14	42
23	0.10	5	0.44	24	184	3	1.86	99
25	0.30	16	1.15	64	679	11	1.19	569
42	0.67	35	0.80	44	1915	30	3.19	600
100	1.20	63	0.93	51	3901	60	3.55	817
100	1.90	100	1.81	100	4658	100	4.87	1327
10	0.53	24	0.45	53	66	2	2.73	24
81	0.50	21	0.70	91	260	10	6.19	43
24	1.17	50	0.52	68	485	18	5.77	84
14	1.35	58	0.90	117	856	33	4.33	198
310	1.60	68	0.81	105	2859	106	5.20	550
100	2.34	100	0.77	100	2692	100	3.03	889
267	0.17	14	0.67	84	334	7	2.44	137
122	0.33	27	0.62	78	316	6	1.92	165
89	1.40	114	6.92	115	653	13	3.96	165
256	1.00	81	0.62	78	1245	25	3.43	363
222	0.80	65	0.79	99	2047	41	2.26	804
300	1.97	160	1.95	244	5889	119	3.72	1620
100	1.23	100	0.80	100	4952	100	2.99	1658
18	0.01	1	0.42	22	120	2	0.64	187
27	0.59	74	1.13	59	506	8	2.21	229
155	1.68	210	2.07	107	2802	44	2.13	1313
127	1.46	183	2.19	113	4100	65	1.89	2173
100	0.80	100	1.93	100	6317	100	2.91	2170
7	1.00	36	0.95	59	411	5	2.31	178
43	0.63	23	1.03	64	1022	11	2.78	368
43	1.90	69	1.34	83	2346	26	2.21	1061
100	2.75	100	1.62	100	9058	100	5.10	1775
200	0.63	36	0.76	29	480	10	1.54	312
357	1.66	94	1.18	46	1142	24	1.83	622
186	1.50	85	1.13	44	2997	63	3.34	896
100	1.77	100	2.58	100	4726	100	2.77	1708
29	0.37	19	0.48	48	289	5	2.79	104
221	1.40	74	1.34	134	824	14	2.20	375
57	1.00	53	1.12	112	1014	17	2.64	384
100	1.90	100	1.00	100	5951	100	2.86	2080
37	0.65	120	0.72	53	199	7	3.60	55
10	1.22	226	0.64	47	502	17	6.31	80
10	1.05	194	1.23	91	1745	59	3.69	473
100	0.54	100	1.35	100	2842	100	3.57	824
31	0.69	32	0.60	56	226	7	8.44	27
123	0.88	40	0.75	69	699	21	2.88	243
231	1.06	49	0.71	66	1165	34	2.79	417
100	2.19	100	1.08	100	3409	100	5.42	628
700	0.39	62	0.44	119	111	6	4.51	25
1450	1.15	183	0.66	178	484	25	4.42	109
550	1.17	186	1.01	273	1386	70	3.89	356
100	0.63	100	0.37	100	1966	100	9.56	206
30	0.40	23	0.32	42	96	3	1.78	54
35	0.66	39	0.53	69	661	21	2.01	329
43	1.66	97	1.16	151	1756	55	3.82	460
100	1.71	100	0.77	100	3171	100	4.92	644
300	0.62	89	0.31	69	105	5	1.63	65
1467	0.17	24	0.48	107	577	27	3.52	164
3067	0.68	97	0.62	138	2233	103	4.93	452
100	0.70	100	0.45	100	2174	100	1.99	1092
267	0.62	20	0.67	32	246	5	2.46	100
300	1.20	40	1.32	64	1294	25	2.28	567
267	1.01	33	1.73	84	4092	79	3.03	1350
100	3.03	100	2.07	100	5201	100	3.86	1347
23	0.78	39	0.51	17	147	2	1.04	142
11	1.10	54	1.65	54	2010	25	2.40	836
9	1.15	57	1.12	37	2908	36	3.18	916
100	2.02	100	3.06	100	8062	100	2.83	2845

Table 8. Growth of Ryukyu-matsu (*P. luchuensis*) in each TH-grade between

Plot	TH grade	Tree No.	Age	Growth between sowing and 2 years old and percentage per growth of highest TH—class				
				TH		Diameter (0.0*m*)		Stem volume
				(*m*)	(%)	(*cm*)	(%)	(*cm*³)
Yo Ⅳ—1	—3	A— 121	7	1.80	138	0.39	23	11
	—4	A— 49	8	0.80	62	0.62	37	8
	—5	A— 198	8	0.80	62	0.85	51	38
	5—	A— 119	9	1.30	100	1.68	100	140
Yo Ⅳ—2	—3	A— 305	6	0.80	62	0.68	52	11
	—4	A— 168	7	0.80	62	0.75	58	12
	—5	A— 311	9	0.80	62	1.55	119	68
	5—	A— 307	9	1.30	100	1.30	100	70
Yo Ⅳ—3	—3	A— 186	6	0.80	44	0.55	51	7
	—4	A— 191	7	0.80	44	0.70	65	15
	—5	A— 141	9	0.80	44	0.79	73	15
	5—	A— 128	9	1.80	100	1.03	100	57
Yo Ⅳ—4	—3	A— 480	8	0.80	62	0.37	40	5
	—4	A— 398	7	0.80	63	0.65	71	8
	—5	A— 335	9	0.80	62	1.52	165	21
	5—	A— 437	9	1.30	100	0.92	100	105
Gu Ⅰ—1	—1	A— 55	9	0.30	150	0.33	50	1
	—2	A— 7	9	0.43	215	0.29	44	2
	—3	A— 32	10	0.30	150	0.52	79	2
	—4	A— 6	10	0.80	400	0.62	94	12
	—5	A— 42	13	0.30	150	0.62	94	3
	5—	A— 17	16	0.20	100	0.66	100	2
Gu Ⅰ—2	—1	A— 128	11	0.12	40	0.42	55	1
	—2	A— 76	13	0.55	183	0.61	79	7
	—3	A— 94	13	0.30	100	0.59	77	3
	—4	A— 78	13	0.30	100	0.55	71	2
	4—	A— 85	13	0.30	100	0.77	100	5
Gu Ⅰ—3	—1	A— 188	8	0.30	64	0.39	54	1
	—2	A— 140	9	0.55	117	0.44	61	6
	—3	A— 112	10	0.80	170	0.65	90	15
	3—	A— 111	13	0.47	100	0.72	100	8
Gu Ⅰ—4	—1	A— 231	6	0.38	69	0.46	28	3
	—2	A— 206	13	0.20	36	0.77	47	4
	—3	A— 216	13	0.55	100	1.14	70	23
	3—	A— 220	13	0.55	100	1.64	100	43
Gu Ⅱ—1	—4	A— 53	10	0.30	33	0.31	51	1
	—6	A— 77	14	0.30	38	0.66	108	3
	6—	A— 107	14	0.80	100	0.61	100	6
Gu Ⅱ—2	—2	A— 16	7	0.42	40	0.36	24	2
	—4	A— 116	7	0.55	52	0.50	34	4
	—6	A— 13	11	0.80	76	0.91	62	18
	—8	A— 94	15	0.30	29	0.78	53	5
	8—	A— 138	17	1.05	100	1.47	100	87
Gu Ⅱ—3	—4	A— 122	9	0.80	100	0.35	35	3
	—6	A— 28	12	0.80	100	2.05	203	58
	—8	A— 123	15	0.80	100	0.58	57	11
	8—	A— 31	16	0.80	100	1.01	100	16
Gu Ⅲ—1	—2	A— 41	11	0.55	100	0.57	114	8
	—3	A— 59	10	0.55	100	0.70	140	6
	—4	A— 21	11	0.80	145	1.14	228	19
	—5	A— 4	15	0.30	55	0.88	176	6
	5—	A— 8	15	0.55	100	0.50	100	31
Gu Ⅲ—2	—1	A— 137	8	0.30	38	0.45	64	2
	—2	A— 9	12	0.47	59	0.50	71	5
	—3	A— 101	13	0.47	59	0.58	83	5
	3—	A— 121	13	0.30	38	0.75	107	4
Gu Ⅳ—1	—4	A— 94	7	1.30	163	0.65	93	40
	—6	A— 91	13	0.55	69	0.80	114	9
	6—	A— 131	14	0.80	100	0.70	100	9
Gu Ⅳ—2	—4	A— 75	9	0.30	23	0.43	37	2
	—6	A— 54	13	0.15	12	0.36	31	1
	6—	A— 17	13	1.30	100	1.17	100	50
Gu Ⅳ—3	—4	A— 9	12	0.47	59	0.29	55	2
	—6	A— 28	12	0.55	69	0.50	94	6
	6—	A— 6	15	0.80	100	0.53	100	5

sowing and 2 years old, and since 2 years ago (2)

	Growth in recent two years percentage per growth of highest TH—class						Growth of volume of stem	Dry weight of needle leaf
	TH		DBH		Stem volume			
(%)	(m)	(%)	(cm)	(%)	(cm^3)	(%)	(cm^3)	(g)
8	0.78	11	0.24	27	101	2	3.36	30
6	0.57	35	0.65	72	525	10	3.26	161
27	1.66	102	1.18	131	2694	53	2.77	1011
100	1.62	100	0.90	100	5165	100	3.27	1578
16	0.65	46	0.51	44	206	5	9.05	23
17	1.10	79	0.41	29	517	12	6.87	75
97	1.13	81	0.47	34	1108	25	2.68	414
100	1.40	100	1.15	100	4424	100	5.47	809
12	1.70	230	1.15	88	217	5	5.71	38
26	1.13	153	0.78	60	577	14	3.49	165
26	0.80	108	1.00	77	1925	46	2.62	733
100	0.75	100	1.30	100	4168	100	2.70	1542
5	0.60	35	0.21	13	93	8	1.33	70
8	1.43	84	1.56	99	899	17	4.71	191
20	1.12	66	1.10	70	1682	33	3.49	482
100	1.70	100	1.57	100	5151	100	4.82	1070
50	0.06	18	0	0	24	1	0.42	22
100	0.27	79	0.21	19	41	1	1.86	57
100	0.55	162	0.45	41	203	7	1.46	139
600	0.40	118	0.52	47	490	17	2.80	175
150	0.20	59	0.53	48	1210	41	1.77	634
100	0.35	100	1.11	100	2931	100	2.28	1285
20	0.05	3	0	0	101	6	0.69	147
140	0.24	15	0.29	21	138	8	0.52	253
60	0.20	13	0.76	55	265	15	1.00	265
40	0.30	20	0.96	70	766	45	1.01	756
100	1.60	100	1.38	100	1721	100	1.95	882
13	0.20	67	0	0	20	3	0.24	85
75	0.15	50	0.40	40	79	11	0.81	98
188	0.26	87	0.61	61	383	55	0.90	425
100	0.30	100	1.01	100	691	100	1.16	598
7	0.16	94	0	0	15	2	0.54	28
9	0.23	135	0.57	121	206	28	0.58	355
53	0.15	88	0.45	96	409	55	0.91	450
100	0.17	100	0.47	100	741	100	0.91	812
17	0.20	25	1.49	166	617	68	2.25	274
50	1.20	150	0.93	103	3595	40	2.57	1400
100	0.80	100	0.90	100	9095	100	2.19	4160
2	0.50	125	0	0	45	0	0.85	53
5	0.80	200	1.19	80	181	1	2.92	62
21	0.90	200	0.45	30	1793	12	2.96	605
6	0.30	75	1.53	103	8255	56	2.53	3263
100	0.40	100	1.48	100	14671	100	2.62	5595
19	0.47	36	0.49	13	321	2	4.72	68
363	0.85	65	0.80	22	2914	16	4.70	620
69	0.73	56	1.04	29	5921	32	1.01	5868
100	1.30	100	3.64	100	18471	100	2.40	6122
26	0.06	6	0.15	7	107	2	0.55	194
19	0.13	14	0.46	22	301	6	2.47	122
61	1.10	116	0.96	47	543	11	1.33	409
19	0.70	74	0.86	42	1816	36	4.13	440
100	0.95	100	2.06	100	5074	100	2.39	2125
22	0.02	6	0	0	11	1	1.00	11
56	0.10	28	0.33	41	97	11	0.72	135
56	0.56	156	0.87	109	406	47	0.68	594
44	0.36	100	0.80	100	863	100	2.99	289
444	0.43	20	0.50	40	758	10	5.02	151
100	0.66	30	0.85	68	4291	58	4.32	993
100	2.20	100	1.25	100	7343	100	6.86	1070
4	1.21	103	1.54	118	1014	8	7.24	140
2	0.60	52	1.30	100	2723	22	3.06	839
100	1.15	100	1.30	100	12561	100	7.30	1721
40	0.70	48	0.38	20	453	5	4.40	103
120	0.70	48	0.70	36	2792	33	11.10	251
100	1.45	100	1.93	100	8426	100	9.06	930

Table 8. Growth of Ryukyu-matsu (*P. luchuensis*) in each TH-grade

Plot	TH grade (m)	Tree No.	Age (m)	Growth between sowing and 2 years old and percentage per growth of highest TH—class				
				TH		Diameter (0.0m)		Stem
				(m)	(%)	(cm)	(%)	(cm^3)
Ba	8—	D— 17	17	0.80	100	0.90	100	15
	8—	A— 72	17	0.80	100	2.48	276	91
	8—	P—111	13	0.80	100	1.15	128	40
	—8	D—131	14	0.30	38	1.25	139	12
	—8	A— 75	14	0.80	100	1.35	150	35
	—8	P— 41	10	0.80	100	0.41	46	0
	—6	D— 21	13	0.80	100	0.79	78	15
	—6	A— 54	12	0.80	100	1.03	114	35
	—6	P— 87	9	0.80	100	0.40	44	6
Yō A	8—	D— 23	17	0.80	100	1.35	100	61
	8—	A— 46	16	0.80	100	0.65	48	8
	8—	P— 11	11	0.80	100	0.45	33	5
	—8	D— 9	15	0.80	100	0.80	59	19
	—8	A— 65	15	0.30	38	0.60	44	3
	—8	P—116	10	0.80	100	0.80	59	20
Yō B	8—	D— 29	12	1.30	100	1.40	100	56
	8—	A— 67	12	0.80	62	1.05	75	49
	8—	P— 68	10	1.55	119	1.25	89	41
	—8	D— 48	12	0.88	62	1.40	100	65
	—8	A— 6	10	0.80	62	0.65	64	7
	—8	P— 17	10	0.80	62	0.57	41	5
	—6	D— 47	11	0.80	62	0.90	64	16
	—6	A— 25	7	1.80	138	0.86	61	70
	—6	P— 47	5	2.30	177	0.50	36	12
Ya	17.25	D— 14	35	0.20	100	2.03	100	22
	17.25	A— 34	36	1.63	815	0.65	32	49
	17.25	P— 4	35	0.30	150	1.11	54	10
Ta	14.90	D— 56	22	1.63	100	1.21	100	39
	14.90	A— 57	18	2.30	141	0.82	68	39
	14.90	P— 56	16	1.30	80	0.62	51	9

between sowing and 2 years old and since 2 years ago (3)

volume	Growth in recent two years percentage per growth of highest TH—class						Growth of volume of stem	Dry weight of needle leaf
	TH		DBH		Stem volume			
(%)	(m)	(%)	(cm)	(%)	(cm³)	(%)	(cm³)	(g)
100	1.80	100	1.86	100	37700	100	4.17	9042
607	0.67	37	0.79	42	8693	23	7.91	1099
267	1.57	87	0.55	30	4181	11	16.48	154
80	1.85	103	1.83	99	10575	28	10.63	993
233	0.80	44	0.55	30	5415	14	15.47	344
0	1.30	72	0.94	51	1672	4	12.86	30
100	0.35	19	2.44	131	5911	16	6.03	930
233	0.20	11	0.57	31	1786	5	15.67	114
40	0.70	39	0.90	48	1419	4	9.99	142
100	1.02	100	2.20	100	39903	100	5.07	7874
13	0.59	58	1.15	52	19793	50	3.50	5656
8	0.94	190	1.60	73	6547	16	10.79	607
31	0.25	25	1.70	77	19293	48	3.03	6327
5	0.94	92	2.03	93	12976	33	6.84	1896
33	2.05	201	0.53	24	2293	6	4.01	559
100	0.60	100	2.45	100	22191	100	7.30	3040
88	2.15	358	0.95	39	9611	43	5.56	1723
73	1.60	267	0.48	20	2072	9	13.63	152
116	1.15	192	1.40	57	7818	35	2.57	2187
13	0.77	128	0.75	31	1593	7	12.76	125
89	1.55	158	0.44	18	1014	5	14.28	71
29	0.50	83	0.59	24	1006	5	3.41	295
125	1.15	192	0.77	31	1189	5	6.99	170
21	1.00	167	0.69	28	306	1	12.24	25
100	1.35	100	2.15	100	96683	100	3.03	31867
223	0.70	52	0.93	46	65528	68	5.87	11171
45	0.72	53	0.44	20	19151	20	4.93	3882
100	0.30	100	2.15	100	95709	100	4.38	21842
100	1.00	333	0.60	28	21860	23	4.14	5278
23	0.10	33	0.83	40	14924	16	15.76	947

Table 8. Growth of Ryukyu-matsu (*P. luchuensis*) in each TH-grade

Plot	TH grade (m)	Tree No.	Age (m)	Growth between sowing and 2 years old and percentage per growth of highest TH—class: TH (m)	TH (%)	Diameter (0.0m) (cm)	Diameter (0.0m) (%)	Stem (cm³)
Oz m—s	5 —	D— 27	21	0.47	100	1.10	100	16
	5 —	A— 22	15	0.80	170	0.96	87	20
	5 —	P— 43	16	0.55	117	1.98	180	52
	—5	D— 47	18	0.80	170	1.07	97	26
	—5	A— 24	13	1.30	277	0.79	72	14
	—5	P— 48	12	0.55	117	0.56	51	6
Oz u—s	4 —	D— 2	16	0.80	100	1.70	100	58
	4 —	A— 38	16	0.80	100	0.86	51	14
	4 —	P— 7	12	0.55	69	1.64	96	51
	—4	D— 14	18	0.80	100	1.00	59	15
	—4	A— 5	10	0.80	100	1.25	74	37
	—4	P— 42	10	0.30	38	0.51	30	0
Ka u—s	5 —	D— 13	24	0.56	100	0.39	100	4
	5 —	A— 11	22	0.80	143	0.84	215	16
	5 —	P— 33	17	0.80	143	0.35	90	3
	—5	D— 9	19	0.80	143	1.05	268	34
	—5	A— 17	14	0.80	143	1.04	267	21
	—5	P— 39	9	0.55	98	1.07	274	19
Ka l—s	7 —	D— 60	17	1.30	100	1.23	100	140
	7 —	A— 49	19	0.80	62	0.84	68	23
	7 —	P— 73	13	1.30	100	1.84	150	160
	—7	D— 50	17	0.80	62	1.03	84	29
	—7	A— 51	15	1.30	100	1.04	85	41
	—7	P— 70	10	0.47	36	0.50	41	6
Oh mu	5 —	A —52	10	0.55	100	1.48	100	225
	5 —	A —69	8	0.80	145	1.05	71	30
	—5	A —16	9	1.30	236	0.95	64	28
	—5	A —26	7	0.80	145	0.73	49	14
Oh za m-s	6.00	A— 20	25	0.80	100	1.23	100	41
Oh za u-s	6.00	A— 6	20	1.30	163	2.19	178	135
Na u—s	3.50—	D— 28	13	0.30	100	0.69	100	4
	3.50—	A— 54	13	0.80	267	0.58	84	10
	3.50—	P— 56	11	0.30	100	0.49	71	2
	—3.50	D— 40	11	0.80	267	1.07	155	17
	—3.50	A— 47	10	0.63	210	0.74	107	13
	—3.50	P— 24	10	0.20	67	0.30	43	—
Na m—s	6.50—	D— 31	15	0.86	100	1.35	100	44
	6.50—	A— 1	14	1.30	151	1.95	144	79
	6.50—	P— 40	12	0.80	93	1.21	90	36
	—6.50	D— 29	14	1.30	151	1.64	121	74
	—6.50	A— 17	10	1.30	151	1.26	93	48
	—6.50	P— 28	7	1.30	151	1.05	78	26
Yō—C	5.00—	A— 67	9	1.80	100	1.10	100	101
	6.00—	A— 57	6	1.80	100	1.80	164	146
	—6.00	A— 36	10	0.55	31	0.87	48	17
	—6.00	A— 41	6	0.55	31	1.18	66	31

Note D:Dominant tree A : Average tree P : Poorer tree.
u—s : Upper slop m—s : Middle slope l—s:Lower slope.
※ : Growth of volume of stem in recent two years per 1*g* in dry weight of needle leaf

between sowing and 2 years old and since 2 years ago (4)

	Growth in recent two years percentage per growth of highest TH—class						Growth of volume of stem	Dry weight of needle leaf
volume	TH		DBH		Stem volume			
(%)	(m)	(%)	(cm)	(%)	(cm^3)	(%)	(cm^3)	(g)
100	0.60	100	1.37	100	18317	100	5.21	3515
126	0.30	50	1.49	109	14068	77	8.28	1700
325	0.20	33	1.90	139	7282	40	8.82	826
163	0.17	28	0.97	71	3825	21	4.81	796
88	0.33	55	1.11	81	2368	13	8.14	291
38	0.03	5	0.50	36	1818	10	121.20	15
100	0.40	100	2.79	100	18121	100	3.61	5018
24	0.20	50	2.42	87	13803	76	5.14	2687
88	0.16	40	1.20	43	2311	13	5.60	413
26	0.10	25	0.68	24	1926	10	6.31	303
64	0.05	13	0.88	31	687	4	11.64	59
0	0.10	25	0.93	33	368	2	92.25	4
100	0.63	100	1.75	100	16600	100	3.20	5185
400	0.55	87	1.42	81	9451	57	2.57	3681
75	0.39	62	0.92	53	3073	19	6.15	500
850	0.10	16	2.02	115	10781	65	2.37	4542
525	0.24	38	0.84	48	1303	8	7.08	184
475	0.80	127	0.69	39	323	2	17.94	18
100	0.80	100	3.93	100	49199	100	6.03	8154
16	0.92	115	2.43	62	22630	46	5.15	4392
114	0.34	43	1.28	33	7874	16	3.53	2232
21	0.55	69	1.34	34	6244	13	5.00	1249
29	1.20	150	1.26	32	5105	10	5.37	950
4	0.33	41	0.47	11	299	1	7.12	42
100	1.00	100	1.47	100	5442	100	6.10	892
13	0.20	20	1.60	108	6035	111	5.31	1141
13	0.10	10	1.42	97	1474	27	11.80	125
6	0.40	40	0.87	59	1134	21	16.43	64
100	1.20	100	1.62	100	44162	100	5.99	7378
329	1.20	100	2.10	130	19015	43	4.38	4361
100	0.30	100	0.60	100	1926	100	0.92	2100
250	0.20	67	0.31	52	788	41	0.66	1200
50	0.30	100	0.27	45	332	17	1.66	200
425	0.25	83	0.75	125	1075	56	1.05	1020
325	0.33	110	0.32	53	297	15	1.49	200
	0.34	113	0.28	47	87	5	2.18	40
100	0.44	100	0.94	100	6540	100	1.63	4020
180	1.30	295	0.83	88	4125	63	2.17	1900
82	0.60	136	0.54	57	1481	23	7.37	201
168	0.50	114	0.81	86	3427	52	2.13	1610
109	0.54	123	0.54	57	1127	17	2.89	370
59	0.90	205	0.57	61	665	10	13.30	50
100	1.10	100	1.45	100	10291	100	5.54	1858
145	1.48	135	0.75	52	2114	21	1.44	1470
17	0.80	73	1.30	90	3578	35	2.12	1697
31	1.75	159	0.67	46	955	9	1.79	533

Table 9. Measurements in each stand density and in each site. (1)

Block No.	Stand density	Site	Plot	Height grade (m)	Total and mean	Tree height (m)	Diameter at breast height (cm)	Clear length (m)
1	More than 10,000 in number per hectare	Medium	Yo I—2 Yo III—1 Yo III—2	1—2	Total Mean	2.13 2.13	0.83 0.83	1.00 1.00
				2—3	Total Mean	8.64 2.88	3.89 1.30	6.10 2.30
				3—4	Total Mean	11.83 3.96	7.24 2.41	5.40 1.80
				4—5	Total Mean	41.08 4.69	10.83 3.61	8.00 2.67
				5—6	Total Mean	11.33 5.67	9.15 4.58	4.15 2.03
				6—7	Total Mean	6.14 6.14	5.83 5.83	2.10 2.10
				7—	Total Mean	7.51 7.51	5.70 5.70	3.93 3.93
2	From 7,000 to 10,000 in number per hectare	Medium	Yo I—1 Yo I—3 Yo I—4 Yo II—4 Yo III—4 Yo IV—3	1—2	Total Mean	4.99 1.66	3.00 1.00	1.72 0.57
				2—3	Total Mean	16.79 2.72	8.64 1.44	7.60 1.27
				3—4	Total Mean	22.03 3.68	18.66 3.11	9.33 1.56
				4—5	Total Mean	27.79 4.63	29.41 4.90	10.30 1.72
				5—6	Total Mean	27.10 5.42	29.85 5.97	8.25 1.65
				6—7	Total Mean	20.30 6.77	20.72 6.91	4.80 1.60
				7—	Total Mean	7.64 7.64	7.72 7.72	1.40 1.40
3	From 4,000 to 7000 in number per hectare	Medium	Yo II—1 Yo II—2 Yo II—3 Yo II—5 Yo III—3 Yo III—5 Yo IV—1 Yo IV—2 Yo IV—4	2—3	Total Mean	25.41 2.82	13.70 1.52	10.98 1.22
				3—4	Total Mean	33.17 3.69	26.23 2.91	13.53 1.50
				4—5	Total Mean	42.90 4.77	39.80 4.42	16.55 1.84
				5—	Total Mean	55.24 6.14	57.73 6.41	17.73 1.97

Volume of stem (cm^3)	Volume in recent two years (cm^3)	Branch volume (cm^3)	Branch percentage (%)	Dry weight of pine-needle (g)	Volume in recent two years per 1 g in dry weight of pine-needle (cm^3)
124	66	14	12	24	2.73
124	66	14	12	24	2.73
1094	467	163	45	121	12.48
365	153	55	15	40	4.16
4048	1631	918	66	522	12.20
1349	544	306	22	174	4.07
9276	3993	1736	62	1014	12.04
3092	1333	579	21	338	4.01
12635	4825	2153	34	756	14.76
6318	2413	1077	17	378	7.38
8156	2692	1845	23	889	3.03
8156	2692	1845	23	889	3.03
10904	3171	1035	9	644	4.92
10904	3171	1035	9	644	4.92
1626	544	646	117	366	5.22
542	181	215	39	122	1.74
3417	1584	1049	162	686	17.76
570	264	175	27	114	2.96
14103	6507	5379	218	2839	19.36
2351	1035	897	36	477	3.23
37475	15836	12048	170	5692	17.85
6246	2639	2003	28	949	2.98
41824	19375	16325	164	6257	15.39
8365	3875	3265	33	1251	3.08
44036	17548	14168	103	4256	12.45
14689	5849	4723	34	1419	4.15
18944	4952	7140	38	1658	2.99
18944	4952	7140	38	1658	2.99
4973	2058	1385	277	951	31.49
553	229	154	25	51	3.50
19104	8038	5175	229	3035	30.45
2123	900	575	25	337	3.38
47165	18147	12058	230	5994	28.02
5241	2016	1340	26	666	3.11
109129	48120	31989	260	13585	34.53
12123	5347	3554	29	1509	3.84

Table 9. Measurements in each stand density and in each site. (2)

Block No.	Stand density	Site	Plot	Height grade (m)	Total and mean	Tree height (m)	Diameter at breast heigt (cm)	Clear length (m)
4	From 2,000 to 4,000 in number per hectare	High	Gu Ⅱ—1 Gu Ⅱ—2 Gu Ⅱ—3 Gu Ⅳ—1 Gu Ⅳ—2 Gu Ⅳ—3	1—2	Total Mean	1.30 1.30	0.00 0.00	0.60 0.60
				2—4	Total Mean	19.11 3.19	15.61 2.60	9.85 1.64
				4—6	Total Mean	32.86 5.48	35.75 5.96	17.38 2.90
				6—8	Total Mean	44.05 7.34	52.65 8.78	17.75 2.96
				8—	Total Mean	19.50 9.75	25.69 12.85	3.40 1.70
5	From 4,500 to 8,500 in number per hectare	Low	Gu Ⅰ—1 Gu Ⅰ—2 Gu Ⅰ—3 Gu Ⅰ—4 Gu Ⅲ—1 Gu Ⅲ—2	—1	Total Mean	4.20 0.84	0.00 0.00	1.15 0.23
				1—2	Total Mean	10.60 1.77	6.36 1.06	4.12 0.69
				2—3	Total Mean	15.82 2.64	14.38 2.50	5.41 0.90
				3—4	Total Mean	19.91 3.32	21.86 3.64	5.78 0.97
				4—5	Total Mean	13.00 4.33	13.37 4.46	4.65 1.55
				5—	Total Mean	10.65 5.33	13.66 6.83	2.60 1.30

Volume of stem (cm^3)	Volume in recent two years (cm^3)	Branch volume (cm^3)	Branch percentage (%)	Dry weight of pine-needle (g)	Volume in recent two years per 1g in dry weight of pine-needle (cm^3)
88	45	74	84	53	0.85
83	45	74	84	53	0.85
8276	3326	2194	173	798	26.55
1379	554	366	29	133	4.43
62795	18103	14127	130	4758	28.71
10466	3018	2355	21	793	4.79
166589	52101	45490	163	17012	28.95
27765	8684	7582	27	2835	4.83
116748	33142	30345	53	11717	5.02
58374	16571	15173	27	5859	2.51
489	171	414	405	328	2.89
98	34	83	81	66	0.58
2895	668	1508	299	1057	5.04
483	111	251	50	176	0.84
8295	2003	2593	191	1995	7.43
1383	335	432	32	333	1.24
16068	4094	4161	158	3039	10.20
2678	682	694	26	507	1.70
14279	4747	4855	100	2006	7.85
4759	1582	1618	33	669	2.62
22595	8005	6370	54	3410	4.67
11298	4003	3185	27	1705	2.34

Table 10. Measurements in each stand density and in each quality of tree.

Block No	Stand density	Site	Plot	Height grade (m)	Quality of tree	Total and mean	Tree height (m)	Diameter at breast height (cm)
6	From 1,500 to 3,000 in number per hectare	Medium	Ba YōA	8—	Dominant tree	Total	20.92	35.00
						Mean	10.46	17.50
					Average tree	Total	18.48	26.67
						Mean	9.24	13.34
					Oppressed tree	Total	17.69	14.35
						Mean	8.85	7.18
				8—6	Dominant tree	Total	15.20	24.55
						Mean	7.60	12.28
					Arerage tree	Total	14.73	16.87
						Mean	7.37	8.44
					Oppressed tree	Total	12.95	8.22
						Mean	6.48	4.11
				6—	Dominant tree	Total Mean	5.90	7.15
					Average tree	Total Mean	5.00	5.20
					Oppressed tree	Total Mean	5.00	3.60
7	From 7,000 to 10,000 in number per hectare	Height	YōB	8—	Dominant tree	Mean	10.20	11.65
					Average tree	Mean	8.95	8.45
					Oppressed tree	Mean	8.20	4.24
				6—8	Dominant tree	Mean	7.95	8.55
					Average tree	Mean	7.10	6.37
					Oppressed tree	Mean	6.35	3.25
				—6	Dominant tree	Mean	4.05	4.50
					Average tree	Mean	5.70	3.20
					Oppressed tree	Mean	3.80	1.55

Volume of stem (cm³)	Volume in recent two years (cm³)	Branch volume (cm³)	Branch percentage (%)	Dry weight of pine-needle (g)	Volume in recent two years per 1g in dry weight of pine-needle (cm³)	Clear length (m)
248963	108742	70700	57	16916	9.24	7.80
124482	54371	35350	29	8458	4.62	3.90
123495	41162	35391	52	6755	11.41	6.50
61748	20581	17696	26	3378	5.71	3.25
29176	10728	2470	13	761	27.27	12.60
14588	5364	1235	7	381	13.64	6.30
118374	29873	56427	98	7320	13.70	4.50
59187	14937	28214	49	3660	6.85	2.25
50732	17390	17783	48	2240	22.31	6.90
25366	8695	8898	24	1120	11.16	3.45
10747	3965	1034	19	589	16.87	8.15
5374	1983	532	10	295	8.44	4.03
14289	5911	3537	25	980	6.03	2.95
7017	1786	860	12	114	15.67	4.30
3490	1419	757	22	142	9.99	1.65
63193	22191	8921	14	3040	3.57	2.70
27108	9611	3824	14	1728	5.56	4.15
5614	2072	1037	19	152	13.63	4.30
28040	7818	2930	10	2187	3.57	3.90
16681	5415	2075	12	344	15.47	4.20
2923	1014	426	15	71	14.28	3.25
4303	1003	771	18	295	3.41	2.70
2897	1189	416	14	170	6.99	2.40
504	303	159	32	25	12.24	2.35

Table 11. Regression equations and correlation coefficients of tree height and other factor in each block

Block No.	Heigh : Voume		Heigh:Volume in recent two years	
	Regression equation	Correlation coefficient	Regression equation	Correlation coefficient
1	Y= −5843.77+ 2159.32 X	0.971	Y= −1643.52+ 661.51 X	0.975
2	Y= −7629.59+ 3232.29 X	0.869	Y= −2034.50+1017.42 X	0.957
3	Y= −10244.99+ 3503.38 X	0.978	Y= −4547.90+1531.78 X	0.966
4	Y= −17457.77+ 6849.99 X	0.938	Y= −4834.41+1969.48 X	0.945
5	Y= −3568.46+ 2309.92 X	0.907	Y= −1364.49+ 813.27 X	0.883

Block No.	Height:Branch volume		Hieght:Dry weight pine needle	
	Regression equation	Correlation coefficient	Regression equation	Correlation coefficient
1	Y= −661.82+ 289.38 X	0.842	Y= −341.56+ 147.91 X	0.975
2	Y= −2758.61+1160.31 X	0.962	Y= −461.19+ 283.78 X	0.975
3	Y= −3037.19+1020.19 X	0.965	Y= −1246.12+ 433.26 X	0.984
4	Y= −4581.19+1790.69 X	0.935	Y= −1774.86+ 685.41 X	0.935
5	Y= −947.12+ 655.28 X	0.916	Y= −409.99+ 324.52 X	0.902

Table 12. Regression equations and correlation coefficients of tree height and other factor in each quality of tree

Plot	site	Height:Volume		Height:Volume in recent two years	
		Regression equation	Correlation coefficient	Regression equation	Correlation coefficient
Ba YōA	D	Y=−125902.61+24026.12X	0.999	Y=−62431.38+10956.31X	0.980
	A	Y= −59977.74+12682.29X	0.967	Y=−21098.65+ 4366.40X	0.976
	P	Y= −12351.98+ 2976.29X	0.974	Y=− 4275.75+ 1062.14X	0.967
YōB	D	Y= −36148.31+ 9188.69X	0.965	Y=−13760.71+ 3256.63X	0.937
	A	Y= −37760.76+ 7354.86X	0.987	Y=−13260.17+ 2574.51X	0.997
	P	Y= −4010.69+ 1148.40X	0.993	Y=− 1278.22+ 393.82X	0.979

Plot	Quality of tree	Height:Dry weight of needle leaf		Height:Branch volume	
		Regresssion equation	Correlation coefficient	Regression equation	Correlation coefficient
Ba YōA	D	Y= −8762.79+ 1643.83X	1.000	Y=−29625.63+ 6509.93X	0.899
	A	Y= −3899.07+ 754.71X	0.958	Y= −1926.84+3945.42X	0.996
	P	Y= −131.72+ 59.67X	0.954	Y= − 103.97+ 140.23X	0.759
YōB	D	Y= −1494.05+ 450.64X	0.892	Y= −4966.70+1239.73X	0.914
	A	Y= −2829.92+ 493.42X	0.942	Y= −5458.39+1043.23X	0.998
	P	Y= −89.85+ 28.20X	0.909	Y= − 663.97+ 198.03X	0.949

Note : D=Dominant tree
A=Average tree
P=Poorer tree

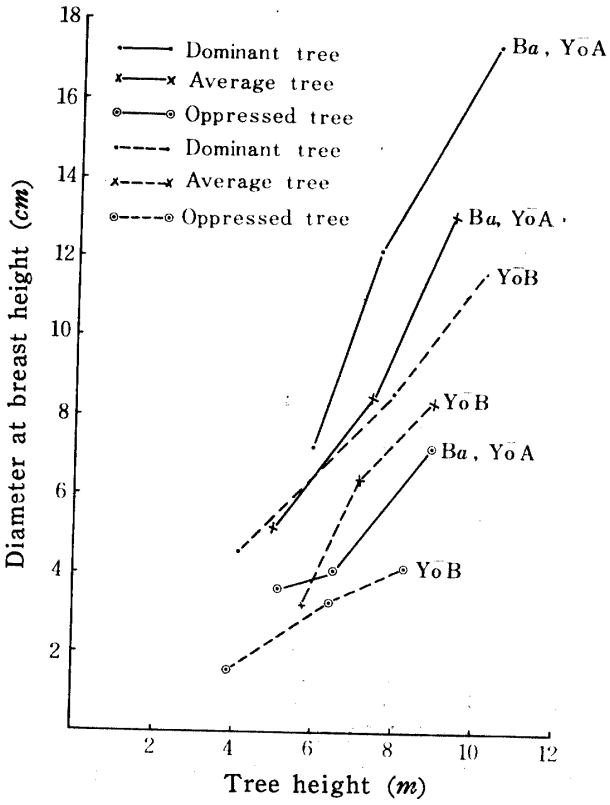

Fig. 11. Relation of diameter in each height class.

地位中位で立木密度の低いバンナ（Ba）ヨーン（Yō）A Block と，地位上位で立木密度のかなり高いヨーン（Yō）Bの両Blockともに，樹高階と胸高直径値との相関は優勢木が最も高く，平均木がこれに次ぎ，劣勢木は最も低い。胸高直径値は，バンナ（Ba），ヨーン（Yō）A Block は大きく，ヨーン（Yō）B Block は小さく，特に上層樹高階における差はかなり大きい。

本数密度別地位別B_1 ～B_5 の5 Block における標本木の樹高階と枝下高の関係を第12図で示した。第2章—4—Ⅱの毎木調査結果表数値で算出し，第4図で図示した樹高階と枝下高の関係とほぼ類似の傾向である。地位が最も低く，樹高生長量，繁茂力ともに低いB_5 が最も小さく，本数密度のやや高いB_2，B_3 がこれについでやや大きく，本数密度の最も高いB_1 と，地力が最も高く立木密度は最も低いB_4 が類似していて数値も最も大きい。

Ⅲ 幹材積生長量

各調査区の各樹高階における標本木の幹材積生長量の調査結果を第7表および第13図，第14図で示した。

各樹高階における標本木の幹材積およびその生長量は，最上層樹高階木において著しく大きく，下層樹高階へ進むにつれて漸減し，下層樹高階において急激に減少し，最下層樹高階木は最も小さい。上層樹高階木と下層樹高階木の幹材積および幹材積生長量の差は，樹令の高まりとともに大きくなる。各樹高階木の幹材積およびその生長量は，樹高階と高い正の相関々係にあり，ha当り総本数，特に上層樹高階木本数とは負の相関々係にある。

上層樹高階木の単木の幹材積およびその最近2年間の生長量は，上層樹高階木本数のha当り本数と高

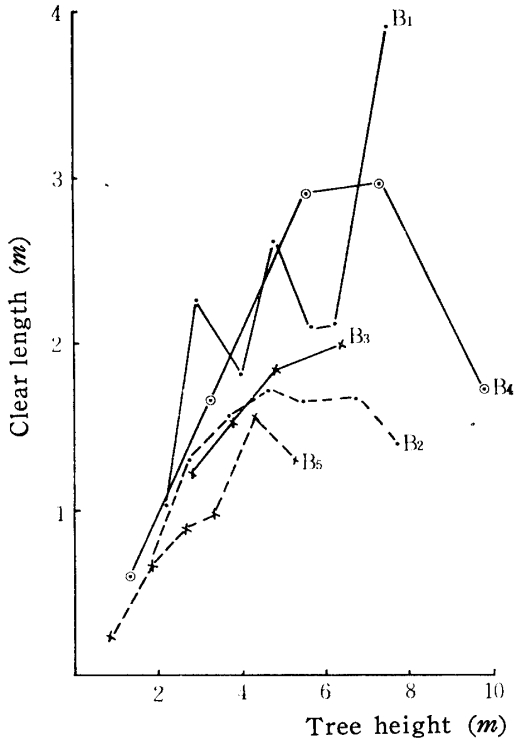

Fig 12. Relation of clear length in each height grade

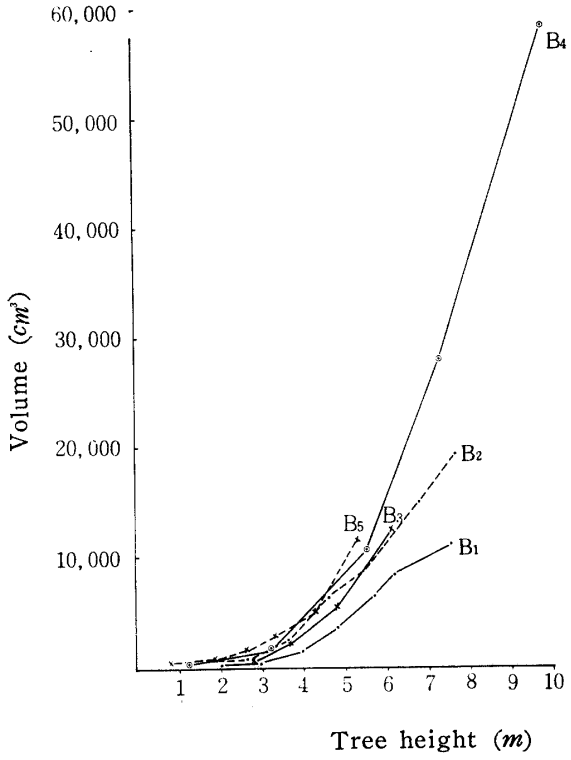

Fig 13. Volume in each height,stand density and quality of soil

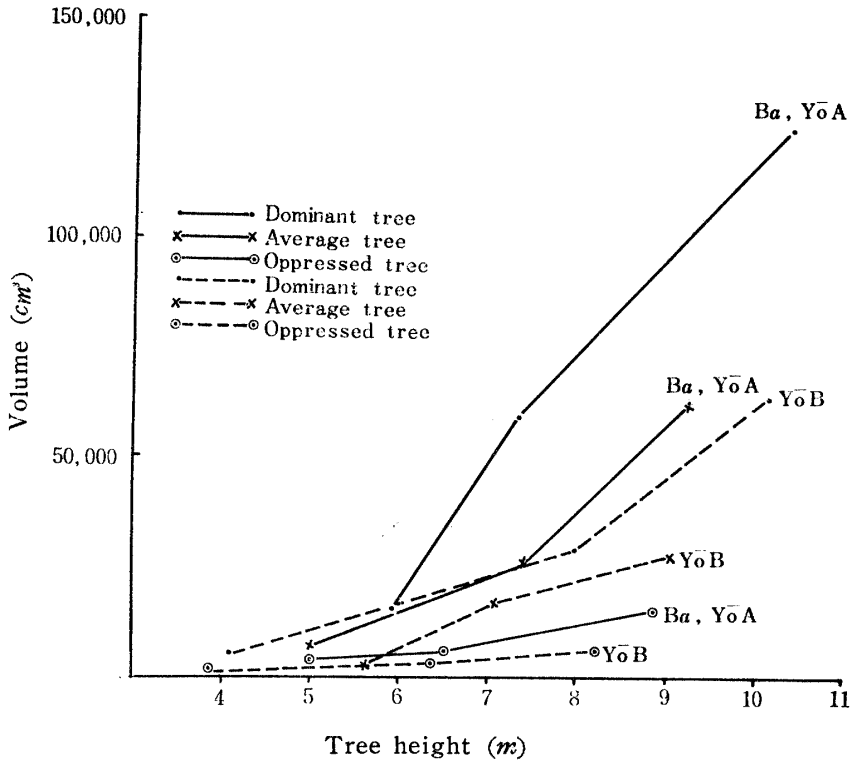

Fig. 14. Volume in each height in each stand density and in each dominant tree, average tree and oppressed tree.

い負の相関々係にある。最上層樹高階木の単木の最近の幹材積生長量は，最下層樹高階木の25倍以上におよんでいる。

本数密度別地位別 7 Block における標本木の樹高階と幹材積の関係を第13図と第14図で示した。B_1 ～B_5 Block 間における各樹高階の単木の幹材積は，本数密度の最も高いB_1 は最も小さく，B_2 とB_3 間では立木密度の高い B_2 が大きくて B_3 が小さく，数値は入れかわっているが類似値でやや大きく，地位上位で本数密度の最も低いB_4 で著しく大きく，最上層樹高階では特に大きい。地位下位で本数密度中位のB_5 では，B_1 と類似して小さい。地位中位で本数密度の低いバンナ (Ba)，ヨーン (Yō) A，地位上位で本数密度の比較的高いヨーン (Yō) B両 Block ともに各樹高階における単木幹材積は優勢木が著しく大きく，特にバンナ (Ba)，ヨーン (Yō) Aで大きく，両 Block 間の差も大きい。平均木はこれについで小さくなり，劣勢木は著しく小さくなって，両 Block 間でも類似している。樹高階の増大にともなう単木幹材積の増大上昇率も優勢木間で最も大きく，バンナ (Ba)，ヨーン(Yō) A Block で特に大きく，平均木間ではこれに次いで小さくなり，劣勢木間で著しく小さく，バンナ (Ba)，ヨーン (Yō) A Block とヨーン (Yō) B Block 間の差も小さく，ほぼ類似する傾向にある。

Ⅳ，枝条材積および枝条率

1) 枝条材積

各調査区の各樹高階における標本木の枝条材積の調査結果を第 7 表および第15図に示した。

各樹高階木の単木の枝条材積は，最上層樹高階木において著しく大きく，下層の樹高階へ進むにつれて小さくなり，最下層樹高階木において著しく小さくなる。

各樹高階木の単木の枝条材積は，樹高階と高い正の相関々係にあり，またha当り総本数特に上層樹高階本数と負の相関々係にある。上層樹高階木の枝条材積は，特に上層樹高階木本数と高い負の相関々係

にある。

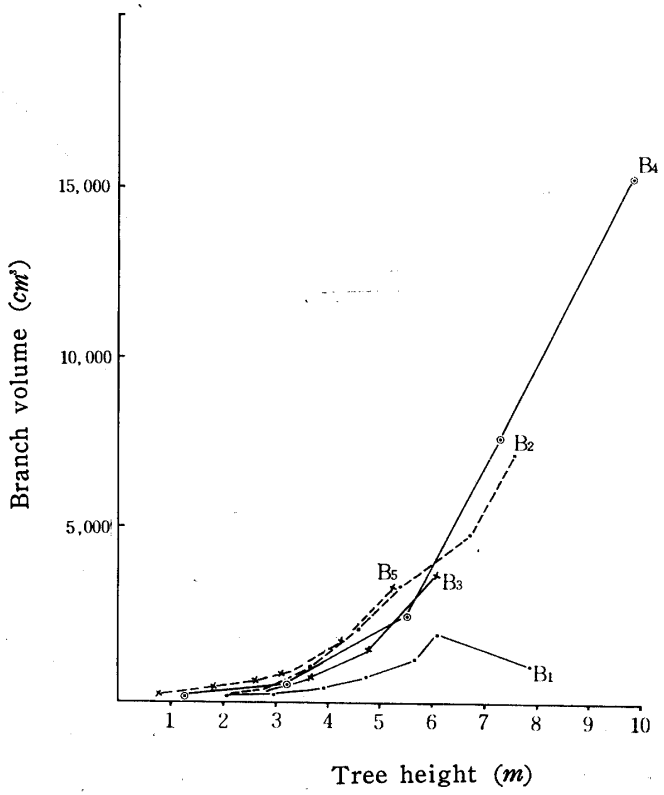

Fig. 15.　Branch volume in each height,stand density and quality of soil

2）　枝　条　率

各調査区の各樹高階における標本木の枝条率を第7表に示した。各樹高階における標本木の枝条率は，一般に最上層樹高階木において最も大きく，下層樹高階木へ進むにつれて小さくなり，下層樹高階木において小さい。最上層樹高階木は，その幹材積が著しく大きいにもかかわらず，枝条率は最も大きい傾向を示して，枝葉の拡張と繁茂がはなはだ大きいことを示し，下層樹高階木は，枝葉の拡張と繁茂が極めて貧弱であること，また一般の上層樹高階木の枝条の拡張と繁茂が，適正におこなわれていることが推定される。

3）　壮令林の枝条材積および枝条率

本数密度の小さい不斉一な壮令林分においては，優勢木の枝条材積および枝条率は，はなはだ大きく，劣勢木の枝条材積および枝条率ははなはだ小さく，単木間の枝葉の拡張と繁茂の差が大きく，本数密度が小さいのにもかかわらず，単木の大小と生長量が不揃いである。

これに対して，本数密度の大きい斉一な壮令林分においては，優勢木の枝条率は比較的小さくなって，単木の枝葉拡張と繁茂，それにともなう単木の生長量が揃っていることを示している。

本数密度別地位別B_1～B_5の5 Blockにおける標本木の樹高階と枝条材積の関係を第15図で示した。B_1～B_5 Block 間における各樹高階の単木の枝条材積は，本数密度の最も高いB_1は最も小さい。B_2とB_3間においては，本数密度の高いB_2がやや大きく，B_3が小さくなって，本数密度効果の観点から数値の大小が入れかわっている。地位上位で本数密度の最も低いB_4においては，下層樹高階でB_3とほぼ類似するが，上層樹高階では著しく大きい。地位下位で立木密度中位のB_5においては，下層樹高階では最も大きいが，最上層樹高階ではかなり小さい。

V 各樹高階における針葉量

1） 各樹高階における針葉量

各調査区の各樹高階における標本木の絶乾針葉重量を第7表および第8表に示した。

各樹高階木の単木の着生する針葉重量は，最上層樹高階木において著しく多く，下層樹高階へ進むにつれて漸減し，下層樹高階木において急激に減少し，最下層樹高階木において最も少ない。

単木の着生針葉量は，庇陰度に最も鋭敏に影響される因子で，ha当総本数，特に上層樹高階木の本数や繁茂量と高い負の相関々係にある。また樹冠直径や樹冠長および単木の枝条材積などと正の相関々係にある。特に最近の幹材積生長量との正の相関々係は高い。

単木の着生針葉量は，地位との相関々係もあって，極端に地位の低い林分においては，枝葉繁茂量は極めて貧弱で少ない。

本数密度別地位別7 Blockにおける標本木の樹高階別単木の絶乾針葉量の関係を第16図と第17図で示した。

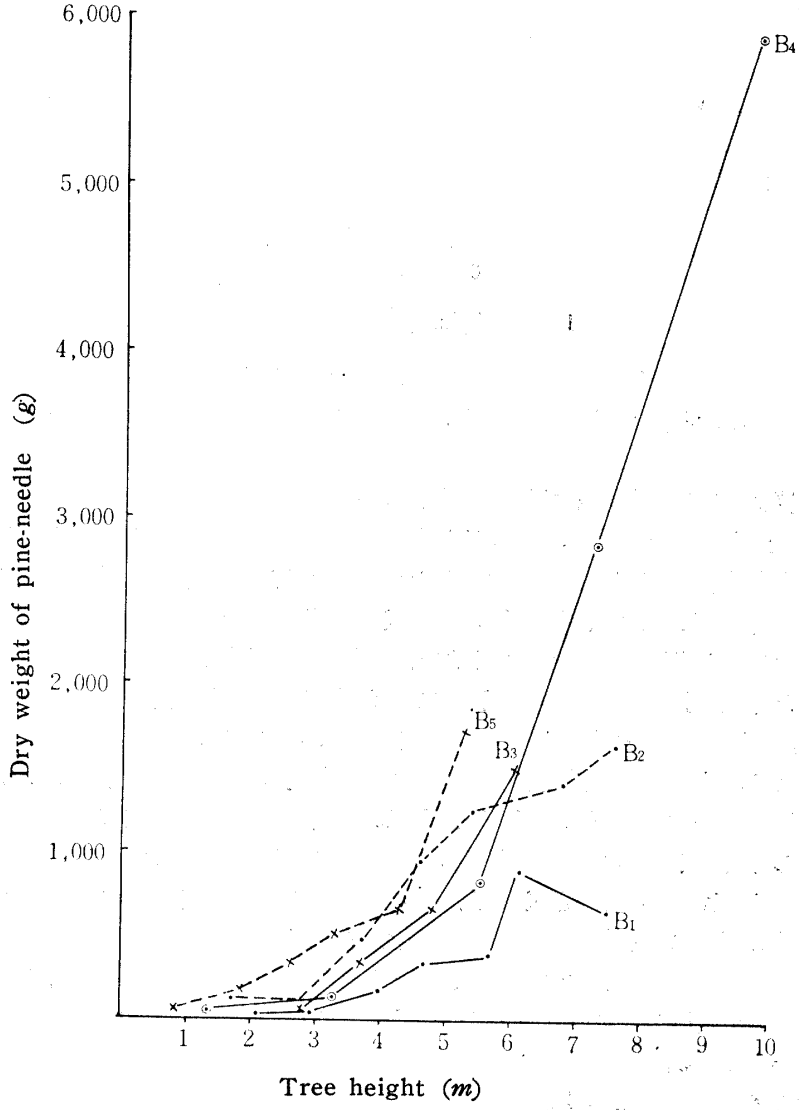

Fig. 16. Dry weight of needle leaf in each height, stand density and quality of soil.

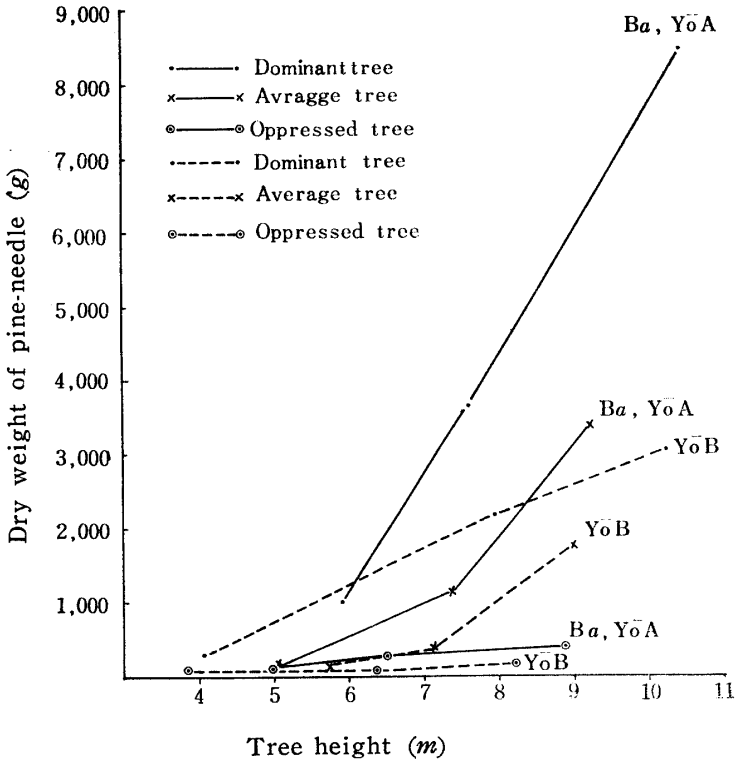

Fig. 17. Dry weight of needle leaf in each height,in each stand density and in each dominant tree and oppressed tree.

B_1 ～B_5 Block 間における各樹高階の単木の絶乾針葉量は，本数密度の最も高いB_1 Block は最も小さい。B_2 Block とB_3 Block 間においては，やはり本数密度の高いB_2 Block が大きく，B_3 Block が小さくなって，本数密度効果の点から数値が逆に入れかわっているが，樹高階の上昇にともなう針葉量の増加上昇率は，上層樹高階においては B_3 Block が高く，B_2 Block は低い。地位上位で本数密度最小のB_4 Block においては，下層樹高階ではやや小さいが，樹高階の上昇とともに急激に上昇し，上層樹高階ではかなり大きく，最上層樹高階で著しく大きい。地位下位で立木密度中位のB_5 Blockでは,下層樹高階で最も高く，上層樹高階でも樹高に比しかなり高い。このことは，繁茂力低位で樹冠が疎開しているものと推測される。地位中位で本数密度の低いバンナ (Ba)，ヨーン (Yō) A Block，地位上位で本数密度の比較的高いヨーン (Yō) B Blockの両 Block ともに，各樹高階における単木の絶乾針葉量は，優勢木が著しく大きく，特にバンナ (Ba)，ヨーン (Yō) A Block で大きく，両 Block 間の差も大きい。平均木はこれについで小さくなり，劣勢木は著しく小さくなって，両 Block 間でも類似値である。樹高階の増大にともなう単木絶乾針葉量の増大上昇率も，優勢木間で最も大きく，バンナ (Ba) ヨーン (Yō) A Block で特に大きく、平均木間ではこれについで小さくなり，劣勢木間では著しく小さく，バンナ (Ba)，ヨーン (Yō) A Block とヨーン (Yō) B Block 間の差も小さく，ほぼ類似する傾向にある。

2） 絶乾針葉1g当りの最近2年間の幹材生産量

各調査区の各樹高階における標本木の絶乾針葉1g当りの最近2年間の幹材積生産量の算出結果を第8表に示す。

一般に，最下層樹高階木において最小で，最上層樹高階木がこれについで小さく，最上層樹高階を除く上層樹高階木においては比較的大きい。本数密度の高い林分では，上層樹高階木の1*g*当り幹材積生産量は増加し，本数密度の低い林分においては，下層樹高階木の針葉1*g*当りの生産量はやや増加する。

地位の低い林分では，絶乾針葉1*g*当りの幹材積生産量は著しく小さく，枝葉繁茂量の貧弱なこと，したがって同化生産量も著しく小さく生長量の小さいことが推測される。

絶乾針葉1*g*当りの幹材積生産量は，樹高階，地位および樹令が同じであれば，枝条率とはほぼ負の相関々係にある。

要するに枝条の過多の拡張は，枝条材積の呼吸作用に消費される同化生産量が増加して，針葉1*g*当りの幹材積生産量を減少せしめ，庇陰の増加は針葉の同化効率を引下げることになって，針葉1*g*当りの幹材生産量の減少をきたすことが推測される。すなわち適当な本数密度によって，揃った単木で構成された林分を出現させて，過多な枝条拡張をさけることが，針葉1*g*当りの幹材積生産量を引上げて，単位面積当り生産量を有利にするものと推測される。

立木密度別地位別7 Block における標本木の絶乾針葉量1*g*当りの最近2年間の幹材積生産量の関係を第18図と第19図で示した。

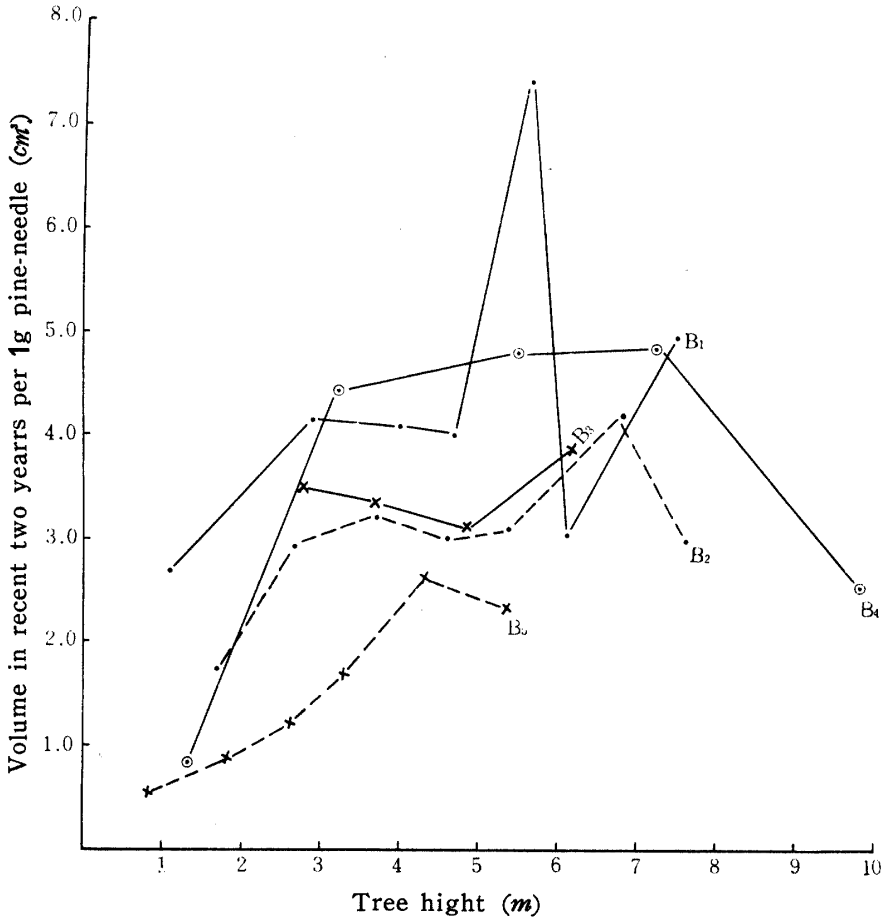

Fig. 18. Volume in recent two years per 1g in dry weight of pine-needle in each height,stand density and quality of soil.

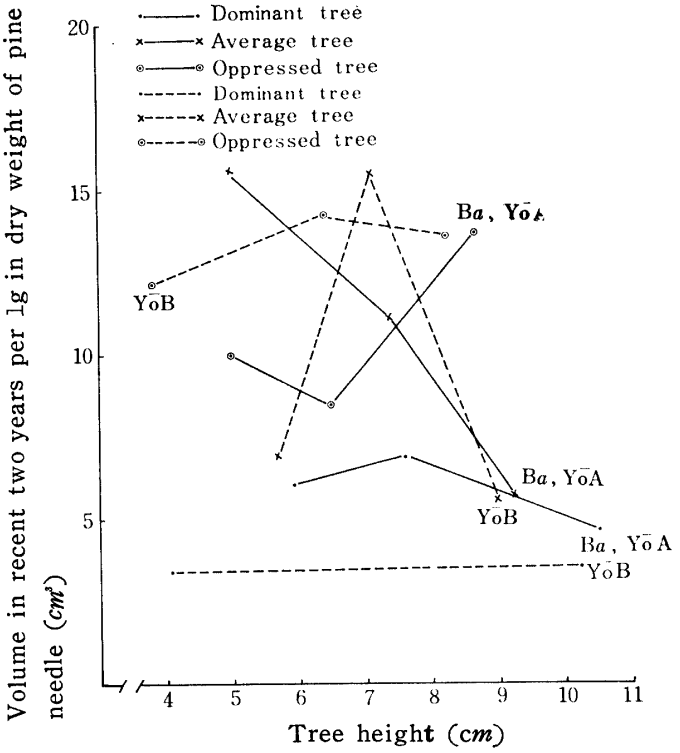

Fig. 19. Volume in recent two years per 1g in dry weight of pine-needle in each height, in each stand density and in each dominant tree, average and oppressed tree.

B_1 ～B_5 Block 間における各樹高階の単木の絶幹針葉1*g*の最近2年間の幹材生産量は，本数密度の最も高いB_1 Block は比較的大きい。また樹高階の上昇にともなう針葉1*g*当りの幹材生産量は，最下層木は最小で，それより樹高階が上昇するにつれて漸増し，中央樹高階附近またはやや上位層で最大となり，最上層樹高階木はやや減少する。樹高階別針葉1*g*当りの幹材生産量は，樹高階間の差が大きい。

B_3 Block における絶乾針葉量の幹材積生産量は，B_1 Block について大きいが，最上層樹高階木が最大で，中央樹高階木が最も小さく，下層樹高階木はやや漸増している。針葉1*g*当りの幹材生産量は，樹高階間の差が最小である。

B_2 Block の針葉1*g*当りの幹材生産量は，B_3 についでやや小さく，最下層樹高階木は最小で漸増するが，中央樹高階以上木でかなり大きいが最上層樹高階で小さい。針葉1*g*当りの幹材生産量の樹高階別の差は，B_1 についで大きい。

地位上位で立木密度最小のB_4 Block においては，針葉1*g*当りの幹材生産量は，最下層木は最小で，樹高階の高まりとともにやや急上昇し，中央樹高層では最大で上昇率はやや水平に近づくが，最上層木ではかなり小さくなっている。

地位下位で立木密度中位のB_5 Block の針葉1*g*当りの幹材生産量は，5 Block 中最小で，最下層木も小さく，樹高の上昇につれて漸増し，上層樹高階附近で最大となり，最上層樹高階木はやや減少している。

地位中で本数密度の低いバンナ (Ba)，ヨーン (Yō) A Block，地位上位で本数密度の比較的高いヨーン (Yō) B Block の両 Block ともに，各樹高階における単木の針葉1*g*当りの幹材生産量は，優勢木が著しく大きく，特にバンナ (Ba)・ヨーン (Yō) A Block で極めて大きく，両 Block 間の差も大きい。平均木はこれについで小さくなり，劣勢木は著しく小さくなって，両 Block 間でも類似値である。樹高階の増加にともなう単木の絶乾針葉1*g*の最近2年間の幹材積生産量の増大上昇率も，優勢

木間で最も大きく，バンナ（Ba），ヨーン（Yō）A Block で特に大きく，平均木間ではそれについで小さくなり，劣勢木間では著しく小さく，両 Block 間の差も極めて小さく，やや類似している。ヨーン（Yō）B Block の優勢木の針葉1*g*の幹材生産量は，バンナ（Ba），ヨーン（Yō）A Block の平均木のそれよりもやや小さい。

3） 枝条材積に対する絶乾針葉量

各調査区の各樹高階における枝条材積に対する絶乾重量の比の値は，一般に最上層樹高階において最も小さく，最下層樹高階木において最も大きく，他の樹高階木はその間の値を示す。

最上層樹高階木は，枝条の拡張が著しく大きく，着生針葉量は，それにともなわないことを示し，最下層樹高階木では，庇陰により枝条拡張が極度に抑制されていることを示す。

一般に本数密度の大きい調査区では，最上層樹高階木の比の値は小さい。本数密度の高まりによって，上層樹高階木の過大な枝条拡張が調節されることを示している。

4） 幹材積に対する絶乾針葉量

幹材積に対する絶乾針葉量の比の値は，最上層樹高階木において最も小さく，最下層樹高階木において最も大きく，他の樹高階木は，その間の値を示す。

本数密度の大きい調査区では，最上層樹高階木の値が大きくなり，本数密度の小さい区では，最上層樹高階木の値は小さい。本密度の高まりによって，上層樹高階木の単木の幹材積生長量が揃い，単位面積当りの幹材積生長量の高まることを意味する。

Ⅵ 最近2年間の幹材積生長量とその生長率

各調査区の各樹高階における最近2年間の幹材積生長量とその生長率を測定算出した結果を第9表に示した。

最近2年間の幹材積生長量と各樹高階木の幹材積，枝条材積，絶幹針葉量との間には，正の相関々係があり，特に絶乾針葉量との間に高い正の相関々係がある。

各樹高階木の最近2年間の幹材積生長量は，最上層樹高階木において最も大きく，下層樹高階へ進むにつれて漸減し，下層樹高階において急激に減少し，最下層樹高階木は最も小さい。各樹高階木の最近2年間の幹材積生長量は，樹高階と高い正の相関々係にある。また単木の針葉量と最も高い正の相関々係にあり各樹高階木の幹材積，枝条材積，樹冠直径および樹冠長などと正の相関々係にある。

各樹高階木の最近2年間の幹材積の生長率は，各樹高階木間の差は比較的に小さい。下層樹高階木ほど生長率は大きく，上層樹高階木ほど小さい傾向にあるが，その差は小さい。最上層樹高階木は，幹材積が大きいために生長率は特に小さい。上層樹高階木の生長率は，総本数および上層樹高階木本数の多い調査区ほどやや大きくなる傾向を示す。地位の特に低い林分の生長率は小さく，上層樹高階木と下層樹高階木の最近2年間の幹材積の生長率の差も小さい傾向を示す。

各樹高階における優勢木，平均木および劣勢木間の最近2年間の幹材積生長量は，優勢木は特に大きく，劣勢木は著しく小さい。したがって三者間の生長率の差は小さく，本数密度の少ない区では，むしろ優勢木の生長率が大きい。

壮令林においては，本数密度の小さい不斉一な壮令林では，優勢木の最近2年間の幹材積生長量は著しく大きく，次に平均木の順に小さく，特に劣勢木の生長量は著しく小さい。したがって、生長率も優勢木が最も大きく、平均木、劣勢木の順に小さくなっていて，単木間の幹材積生長量の差は著しく大きい。

本数密度の大きい斉一な壮令林では，優勢木，平均木および劣勢木間の最近2年間の幹材積生長量の差は，やや小さい。

本数密度別地位別7 Block における標本木の樹高階別単木の最近2年間の幹材積生長量の関係を第20図と第21図で示した。

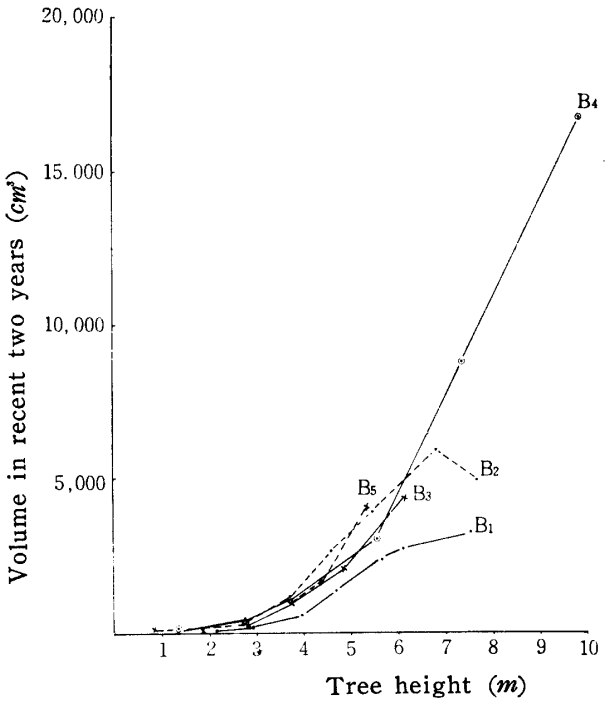

Fig. 20. **Volume in recent two years in each height, stand density and quality of soil.**

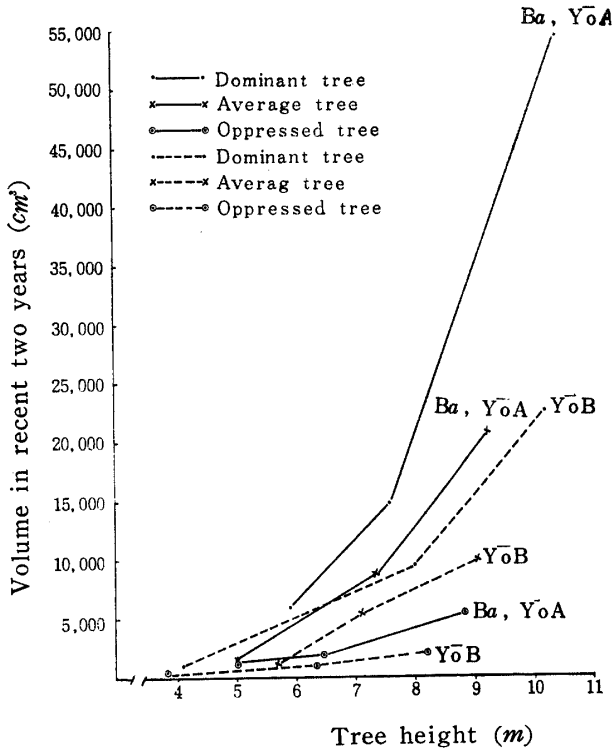

Fig. 21. **Volume in recent two years in each height,stand density and in each dominant tree,average tree and oppressed tree.**

B_1 ～B_5 Block 間における各樹高階木の最近2年間の幹材積生長量は，本数密度の最も高いB_1 Block が最小である。B_2 Block とB_3 Block 間では，やはり本数密度の高い B_2 Block が大きく，B_3 Block は小さくなって本数密度効果の点から数値が逆に入れかわっている。伐採標本木の規格が，B_2 Block においてやや大きく，B_3 Block においてやや小さかった結果によることが推測される。

地位上位で本数密度最小のB_4 Block においては，下層樹高階でやや小さいが，樹高階の上昇とともに急激に上昇し，上層樹高階ではかなり大きくなり，最上層樹高階で著しく大きい。地位下位で立木密度中位のB_5 Block では，最上層樹高階で最も低く，最近2年間の幹材積生長量も小さく，B_3 Block に類似している。

地位中位で本数密度の低いバンナ（Ba）ヨーン（Yō）A Block，地位上位で本数密度の比較的高いヨーン（Yō）B Blockの両 Block ともに，各樹高階における単木の最近2年間の幹材積生長量は，優勢木が著しく大きく，特にバンナ（Ba），ヨーン（Yō）A Block で著しく大きく，両 Block 間の差も大きい。平均木はこれについで小さくなり，劣勢木は著しく小さくなって，両 Block 間でも類似値である。また本数密度の低いバンナ（Ba），ヨーン（Yō）A Block の平均木の最近2年間の幹材積生長量は，本数密度の比較的高いヨーン（Yō）B Block の優勢木よりもやや大きい数値を示している。樹高階の増大にともなう単木絶乾針葉量の増大上昇率も，優勢木間で最も大きく，特にバンナ（Ba），ヨーン（Yō）A Block で大きく，平均木はこれについで小さくなり，劣勢木間では著しく小さく，バンナ（Ba）・ヨーン（Yō）A Block とヨーン（Yō）B Block 間の差も小さく，ほぼ類似している。両 Block 間では，バンナ（Ba），ヨーン（Yō）A Block の上昇率がはるかに大きく，ヨーン（Yō）B Block で小さい。

5 総　括

以上リュウキュウマツの幼令林および壮令林における生長量について，樹高階別に分析した結果を総括して考察すれば次のとおりである。

I　樹高生長量

① 各樹高階木の樹高生長量は，樹高階との相関々係が高く，各樹高階標本木の生長量は，最上層樹高階木において最大で，下層樹高階へすすむにつれて漸減じ，下層樹高階以下において急激に減少する。

② 下層樹高階木の生長量の減少率は，樹令の高まりとともに次第に大きくなっている。

③ 下層樹高階木の樹高生長量の減少率は，総立木本数特に上層樹高階本数の多い区ほど大きい。

II　胸高直径生長量

① 各樹高階木の胸高直径生長量は，樹高階との相関々係が高く，各樹高階木の生長量は，最上層樹高階において特に大きく最大で，下層樹高階へすすむにつれて漸減し，下層樹高階以下において急激に減少し，その減少率は著しい。

② 下層樹高階木の直径生長量の減少率は，樹令の高まりとともに著しく大きくなっている。

③ 上層樹高階木の胸高直径生長量は，総立木本数の多少よりも，上層樹高階木本数の多少に影響されるところが大きい。

④ 上層樹高階，中央樹高階，下層樹高階における優勢木，平均木，劣勢木の胸高直径生長量は，上層樹高階と中央樹高階の間で小さく，下層樹高階で著しく小さい。優勢木と平均木間ではその差は比較的小さく，劣勢木は著しく小さい。ただし本数密度が高い林分では，優勢木，平均木，劣勢木の直径生長量は，樹高階差による相違が著しく，中央および下層樹高階の優勢木，平均木，劣勢木の生長量は，さらに小さくなっている。

Ⅲ　単木の幹材積

①　標本木の幹材積は，樹高階と高い相関々係にあって，最上層樹高階木は特に大きく下層に進むにつれて漸減し，下層樹高階木で急激に減少し，最下層樹高階木は特に小さい。

②　上層樹高階木相互間の単木幹材積の大小は，上層樹高階本数の多少と負の相関々係にあり，下層樹高階木間の大小は，上層樹高階木本数および総本数の多少と負の相関々係にある。

③　特に地力の劣る林分相互間では，総本数や上層樹高階本数の多少による上層樹高階木および下層樹高階木の幹材積の大小の関係は，他の各調査区におけるほどには判然と認められず，むしろ本数密度の高い林分で大きい傾向がみられ，単木の樹冠繁茂力は劣り未閉鎖であるものと推測される。

④　上層樹高階，中央樹高階，下層樹高階の各階における優勢木，平均木，劣勢木の単木幹材積は，上層樹高階木と中央樹高階木の間でその差は小さく，下層樹高階木で著しく小さい。また各階における優勢木と平均木間では，その差は比較的小さく，劣勢木は著しく小さい。本数密度の高い林分では，優勢木，平均木，劣勢木の幹材積の樹高階による差は小さくなり，中央樹高階以下の各層における優勢木，平均木，劣勢木の幹材積差もやや小さくなる。

⑤　各樹高階における単木幹材積の大小は，各樹高階における単木の枝条材積，絶乾針葉重量，最近2年間の幹材積生長量などの大小とほぼ同じ傾向をたどる。

Ⅳ　最近2年間の幹材積生長量とその生長率

①　各樹高階木間における最近2年間の幹材積生長量の増減の傾向は，幹材積の地位差による増減の傾向，総本数や上層樹高階木本数の差による幹材積増減の傾向，上，中，下層樹高階木間における優勢木，平均木，劣勢木の幹材積増減の傾向などと同じ傾向で増減しているが増減の度合は一層大きい。

②　各樹高階木間における最近2年間の幹材積生長量と各樹高階木の幹材積，枝条材積，絶乾針葉量との間には，正の相関々係があるが特に絶乾針葉量，枝条材積との間に高い相関々係が認められる。

③　各樹高階における単木幹材積の差が極めて大きいのにもかかわらず，最近2年間の幹材積生長率の各樹高階間の差は割に小さい。したがって一般に下層樹高階ほど生長率は大きく，上層樹高階木ほど小さい傾向を示すがその差は小さい。一般に最上層樹高階木は，幹材積が大きいために生長率は特に小さい。

④　地位の特に低い林分では，生長率は一般に小さく，上層樹高階木と下層樹高階木の最近2年間の幹材積生長率の差も小さい傾向が認められる。

⑤　各樹高階における優勢木，平均木，劣勢木間の生長率の差は，一般に小さく，優勢木の材積が大きい割に最近の生長量も大きいことを示し，本数の少ない林分では，むしろ上層樹高階の優勢木の生長率がかなり高くなり，本数の多い林分でも上層樹高階の優勢木は，その材積が大きいにもかかわらず，生長率はやや大きくなって，枝条率の高い林木の生長量の大きいことを示している。

⑥　壮令林についてみると，林木本数の少ない不揃いな壮令林では，優勢木の生長率が最も大きく，平均木，劣勢木の順に小さくなって，単木間の最近の生長量差の大きいことを示し，本数の多い斉一な壮令林では，優勢木，平均木，劣勢木各木の生長率に差が少なく，優勢木の生長量の大きいことを示している。

Ⅴ　枝条材積および枝条率

①　各樹高階木間の相違，総本数および上層樹高階本数の相違，地位の相違，各樹高階における優勢木，平均木，劣勢木間の相違などによる枝条材積の変化の傾向は，幹材積の場合における変化の傾向と類似する。

②　各樹高階木間の枝条量は，上層樹高階木においてはるかに大きく，下層樹高階木では はなはだ小さいにもかかわらず，それらの枝条率においては大差がなく，一般に上層樹高階木が大きい傾向がある。これは最上層樹高階木の枝葉の拡張繁茂の優勢なことを示し，また上層樹高階木の枝条率も割に高

く，枝葉拡張と繁茂の良好なことを示すものである。

上層樹高階の枝条率は，上層樹高階本数の多少に応じて逆に増減し，下層樹高階木の枝条率は，総本数の多少に応じて逆に増減する。地位の特に低い林分では，上層樹高階木の枝条率は特に小さく，充分な受光量にもかかわらず，枝葉の拡張繁茂の不良なことを示している。

各樹高階別の優勢林，平均林，劣勢木の枝条率は，その枝条材積がはなはだ大きいのにもかかわらず，最上層樹高階木の枝条率が最も大きい。本数密度の高い林分の枝条率の大きさは一般に小さくかつ相互間の枝条率はにている。

③ 立木本数の少ない不斉一な壮令林分においては，優勢木の枝条率は，はなはだ大きく，劣勢木のそれは，はなはだ小さく，単木間の枝条繁茂量は，本数密度が低いのにもかかわらず，その差は大である。これに対して，本数の多い斉一な壮令林分においては，優勢木の枝条率は，はるかに小さくなって平均木とにていて，単木の枝葉繁茂量が割に揃っている。

Ⅵ 絶乾針葉量

① 各樹高階における単木の針葉量は，最上層樹高階木に特に著しく多く，下層樹高階木に進むにつれて漸減し，下層樹高階木で急激に減少している。すなわち，絶乾針葉量は庇陰の関係から，総本数や上層樹高階本数の多少と最も高い負の相関々係にある因子である。また地位の特に低い林分では，各樹高階間の針葉量の差は小さく，上層樹高階木の針葉量は，地位のよい林分に較べてはなはだ小さい。

② 絶乾針葉量1g当りの最近2年間の幹材生長量は，一般に最下層樹高階木において最小で，最上層樹高階木がこれに次いで小さく，その中間の上層樹高階木においてつねに大きい。

本数密度の高い林分では，上層樹高階木の1g当りの幹材生産量は増加し，本数密度の低い林分において，最下層樹高階木のそれは，増加する傾向を示す。地位の特に低い林分においては，針葉1g当りの幹材生産量は，はなはだ小さく，特に下層樹高階木は小さい。各樹高階における優勢木，平均木，劣勢木の針葉1g当りの幹材生産量は，優勢木が最も小さく，劣勢木が最も大きい。ただし本数密度の高い林分では，優勢木の生産量が増加し，劣勢木の生産量が減じて，それらの差は小さくなる傾向を示している。

③ 枝条材積に対する絶乾針葉量については，一般に最上層樹高階木において最も小さく，最下層樹高階木において最も大きく，他の樹高階木は，その中間の値を示す。一般に本数密度の大きい区では，最上層樹高階木の値が増大し，枝条拡張が小さくなり，本数密度の小さい区では逆に最上層樹高階木の値が小さい。地位の特に低い区では，各樹高階木の値は大きくなり，特に最上層樹高階木と上層樹高階木の値が大きくなって，各樹高階木間の差が著しく小さくなる。このことは，地力低位のため枝条拡張が不良なこと，樹冠の閉鎖度の低いことを示している。

④ 幹材積に対する絶乾針葉重量は，一般に最上層樹高階木において最も小さく，最下層樹高階木において最も大きい。他の樹高階木では，その間の値を示す。一般に本数密度の大きい区で，最上層樹高階木の値が大きくなり，本数密度の小さい区で，最上層樹高階木の値は小さい。地位の特に低い区では，各樹高階木の値は大きくなり，最下層樹高階木の値は著しく大きくなって，各樹高階木間の差は小さくなる。このことは，幹材積の生長量が上層木で大きく，下層木で小さいこと，本数密度の高いほど上層の単木幹材積は，小さく均等になって密度効果があらわれ，地位の低い林分では，上・下層木ともに幹材積生長量が小さく，上層木は充分な陽光を受けても地力低位のため，幹材積生長量が不良であることを示している。

第4章　リュウキュウマツの生育と土壌水分

1　研究の目的

①　耐乾性の高いアカマツの当年生稚苗が，夏の乾燥期において，その大部分が枯損することが多くの報告によって明らかにされ，また夏期の土壌乾燥がはなはだ高く，特に地表面近くの浅い表土層は常に著しい乾燥が繰り返されることが明らかにされている。

したがって根の伸長の小さい，更新地における発芽稚苗は，常に乾燥にさらされることが推測される。更新地における発芽稚苗の枯損率の大小は，更新林分の成林成績を大きく支配することになるので，発芽稚苗の耐乾性のいかんは播種造林上きわめて重要な問題点となる。

発芽稚苗の生存または枯損のわかれめは，水分張力の高い乾燥土壌中にあって，次の降雨または灌水によって土壌水分が高められるまで，稚苗の蒸散量がどれほど調節され減少するだろうか，クチクラ蒸散量はどれほど小さいだろうか，蒸散量の調節減少にともなう稚苗の含水率の減少率はどれほど調節されるだろうか，また稚苗の含水率がどれほど小さくなった状態で，充分な水分が与えられた時も既に生存し得ない枯死点となるだろうかなどによって決まることが推測される。沖縄地域で，3月頃発芽した稚樹の乾燥枯死の危険を10月までと予想して，2～3カ月苗と6～7カ月苗について，土の各含水率および水分張力と，苗木の含水率および蒸散量の変化の状況，および枯死点などを調べてリュウキュウマツ稚苗の耐乾性を知ることにつとめた。

②　また土壌の乾燥につれて蒸散量が減少する結果，同化機能もほぼ平行的に減少して生育が減退することが知られている。陽性の高い樹種の，特に幼令期の伸長生長量の大小は，苗木自体の生長量の大小のほかに，他植物との庇陰関係をも生じて，更新地の下種稚樹の庇陰による消失本数の多少を左右することにもなる。リュウキュウマツ苗木の生育の大小と土壌の含水率および水分張力との関係を知るため，土壌水分をちがえて育てた苗木の生育状況を調べた。

③　土壌中の水分については，土壌の種類や含有水分量のちがいなどによって，水分の性質が変化し，特に植物の土壌中水分の吸収利用度の差を生じて，植物の生育に著しい影響を与えることが知られている。

リュウキュウマツの幼令林分間において，各林分の樹高生長量のちがいが認められる。リュウキュウマツの成林地は，特に地形とも関連して，一般に乾性植物の生育を主とする低地位の疎開林であることが多い。したがって，各林分間の樹高生長量のちがう一因として生育期間中における土壌水分量分布の相違が予想される。樹高生長量のちがう林分について，生育期における林地土壌の水分pF価の変化の範囲を測定して，林地土壌水分の量や質の変化の状況を知るとともに，稚樹への枯損その他の乾燥の害，成木の生長との関係を推測したい。

2　研究材料および方法

土は，那覇市石嶺所在の琉球大学演習林苗畑の土で，第三紀層泥灰岩の風化土壌で，当地域でジャーガルと呼ばれる埴壌土の4*mm*目フルイをとおしたものを用いた。国有林野土壌調査方法書によって求めた最大容水量は71.2%（対重量）で，直接苗畑で測定して求めた野外容水量は48.5%（対重量）であった。水分張力が15気圧の土壌含水率は24.6%で，この含水率の附近では針葉の葉先の萎凋が認められた。

土の含水率と水分張力との関係は，1気圧以下についてはTensiometerによって求め，5気圧附近以上の部分はHansen（1926）の方法によって求めて，それぞれの部分の曲線を結びあわせて推定した。

土の含水率と水分張力の関係を第22図に示した。

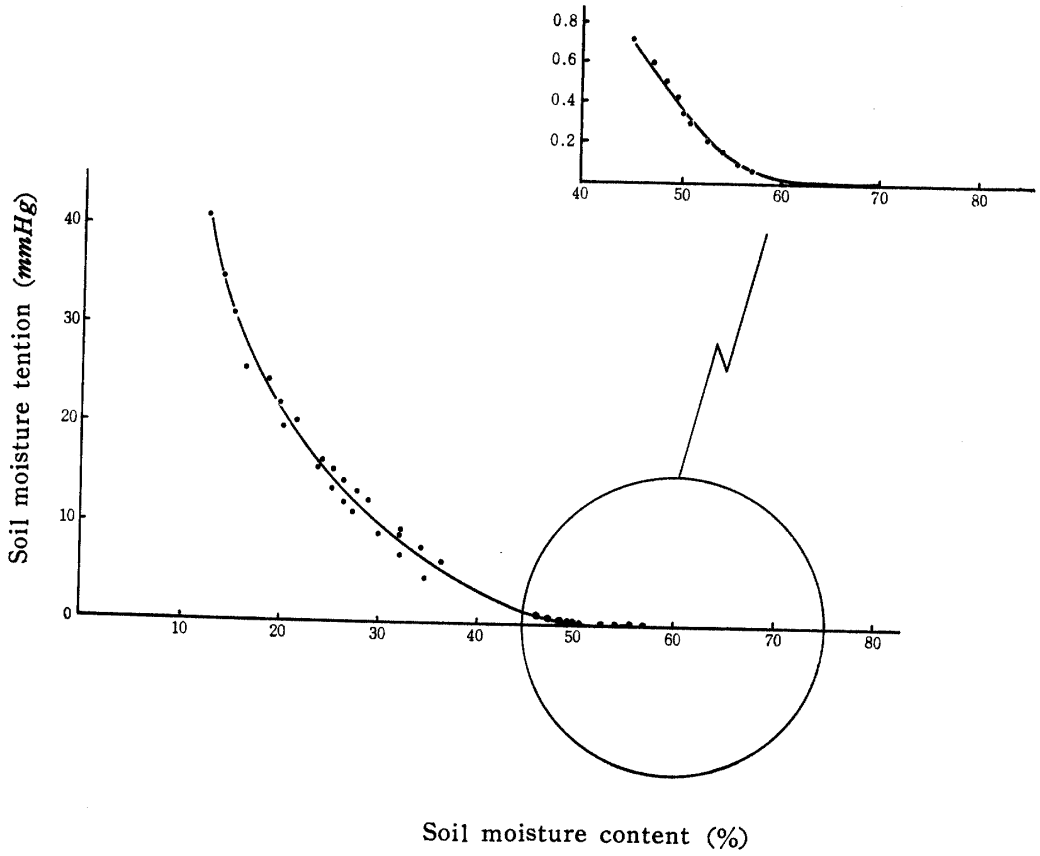

Fig. 22. Relation of soil moisture content to soil moisture tention.

1） 土壌の水分張力と苗木の含水率，蒸散量および枯死点

苗木は，1956年4月10日に，土の深さを6*cm*にもった亜鉛引きポットに播種してガラス室で野外容水量附近の土壌水分状態で育てた苗木について，2～3カ月苗木は6月5日～7月5日の間に，6～7カ月苗木は10月10日～11月7日の間に，それぞれ測定期の6月5日および10月10日以降においては試験区への灌水を打ち切って，土の乾燥にともなう土の含水率，苗木の蒸散量および含水率を測定した。

苗木の蒸散量は，切枝法によって，切枝直後の重量と5分後の重量の差を測定し，飽差10mmHg時

における苗木絶乾重量1g当りの1分間のmg数に換算して表示した。

苗木の含水率は常法によって求めた。

気温と飽差を10分の1°C読み乾湿計で測定し，気象常用表で換算して求めた。

別に対照区を設定して，適宜灌水を繰り返して野外容水量附近の土壌水分の保持につとめ，測定期間中は対照区の測定も同時におこなって参考にした。

土壌の含水率は，あらかじめ求めておいたポットおよび土壌の絶乾重量より換算作製した含水率表によってポット重量を秤量し，苗木重量を修正して求めた。

各試験区については，土の乾燥にともなう苗木の萎凋および枯損状況を観察した。

測定を打ち切った7月5日と11月7日に，それぞれ試験区に充分灌水して，枯れた苗木本数と生き残った苗木本数を調べた。

2）土壌水分を違えて育てた苗木の生育

あらかじめ，土の深さを15cmにつめた亜鉛びき円筒ポットの重量を測定した。つめた土の絶乾重量より換算した土の各含水率におけるポット重量表によって，ポットの下部の孔より吸水させて最大容水量附近まで灌水し，各ポットを土の含水率および水分張力70～45%（0～約1気圧）区，70～30%（0～約10気圧）区，70～19%（0～約20気圧）区に分類し，秤量してそれぞれの区分まで乾燥したポットに再び灌水を繰り返した。このように水分管理された各ポットへ，1956年3月15日に播種してガラス室で育て，2年間の生育を完了したと推定される1958年1月15日に苗木を掘り取って，苗木高，根元直径，幹の絶乾重量，幹の当年および前年の伸長量，当年生および1年生針葉の絶乾重量と針葉長，根の絶乾重量および苗木全重量などについて測定した。

土は泥灰岩風化土壌を用いた。

3）樹高生長の異なる林地における土壌水分pF価

土壌中における根の伸長分布の範囲は，A層―B層に限られ，C層の分布は極めて少ない。また降雨の有無や，その他の気象条件による土壌中含有水分量の変化は，地表層附近において著しく大きく，また土壌の深さ5cm以上の土壌層位においては，層位の深さによる含有水分量の相違や気象条件による含有水分量の変化は，比較的少ないことが知られている。

9年生リュウキュウマツ幼令林の与那調査区（Yo）において，山地帯で最も広い面積分布をもち，かつリュウキュウマツの分布面積の大部分を占める代表的山地形の尾根ないし中腹に分布する代表的土壌型3個所について土壌水分pF価を測定した。すなわち，樹高4.73m，A層位（～2cm），B層位（～5cm），C層位（～10cm）の陵線斜面の乾性黄色土（YA）地区，樹高6.17m，A層位（～5cm）B層位（～10cm），C層位（～30cm）の陵線近接下方斜面の緩斜面型乾性黄色土（YB）地区，樹高7.90m，A層位（～5cm），B層位（～20cm），C層位（～30cm）の中腹緩斜面の弱乾性黄色土（YC）地区などの3地区の深さ10cmの層位に，73分の1気圧まで読みとれる1気圧測定用Tensiometerを埋め込んで，リュウキュウマツの伸長生長期に当る1960年の3月23日～5月8日の間の3月23日～4月6日，4月15日～同24日，4月30日～5月8日における毎日の土壌の水分張力を読みとりPF価に換算し，また毎日の降水量も測定した。測定期間中土壌の乾燥によってTensiometerの示度が70以上になった時点においては，Tensiometerに沸騰した水を冷却して補充した。

3　調査結果

1）土壌の水分張力と苗木の含水率，蒸散量および枯死点

前項2の1）による測定値によって，土壌水分張力に対する2～3カ月苗木および6～7カ月苗木の含水率および蒸散量の変化の関係を第23図と第24図に示した。

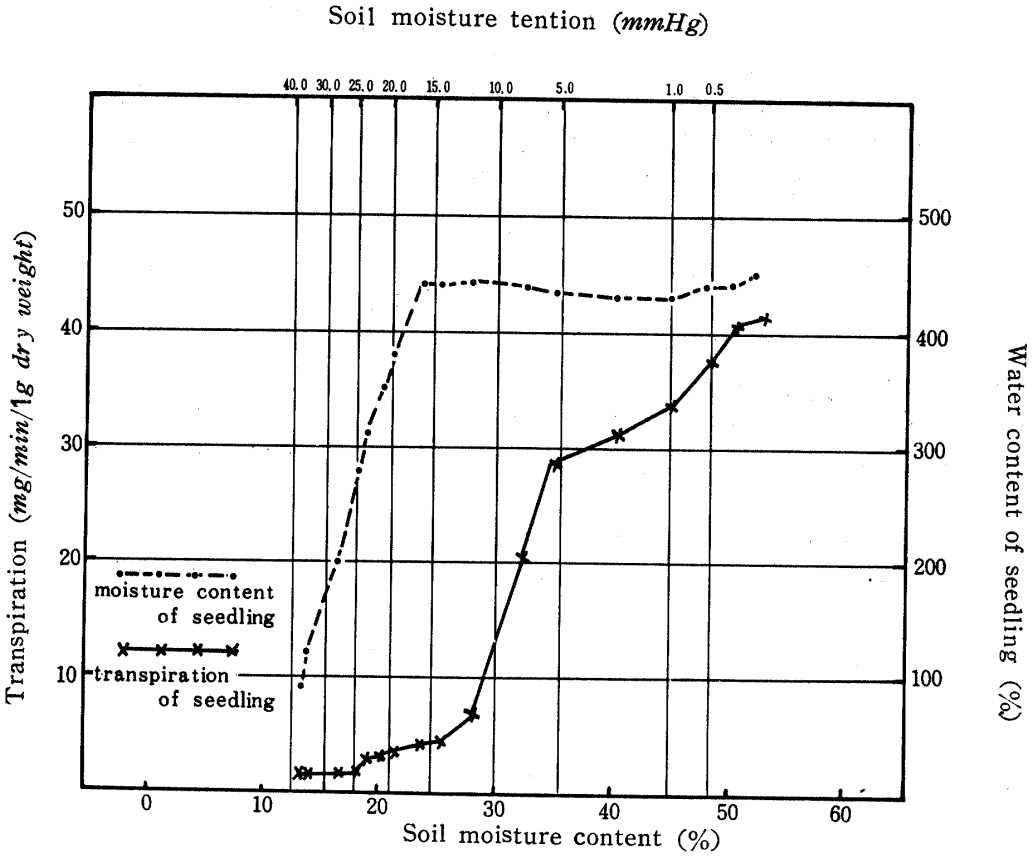

Fig. 23. **Relation of soil moisture tention to water content and transpiration of seedling in 2 ~ 3 months.**

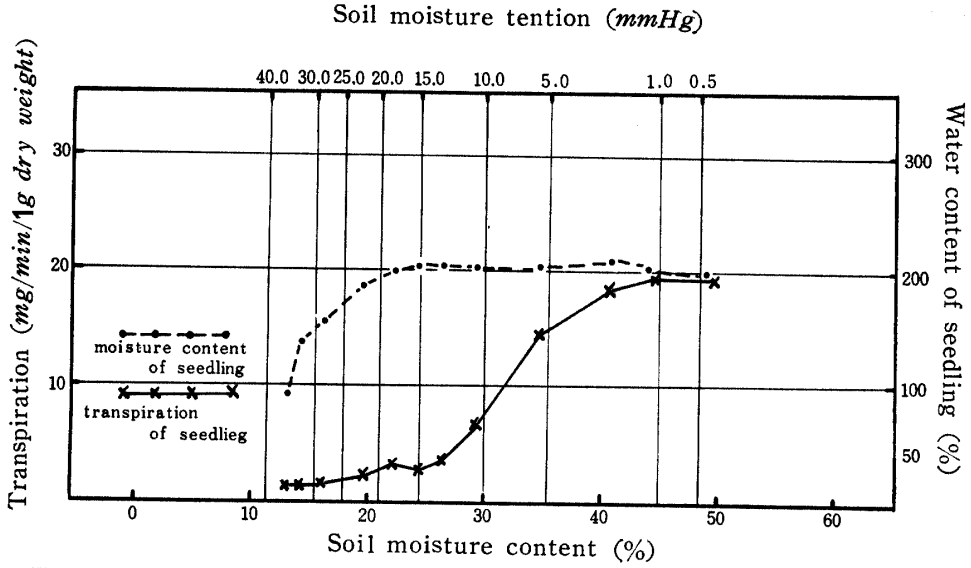

Fig. 24. **Relation of soil moisture tention to water content and transpiration of seedling in 6 ~ 7 months.**

土壌水分が野外容水量（0.5気圧，土の含水率48.5%）附近を下らない場合の苗木の含水率は，2～3カ月苗において440%前後で，6～7カ月苗における200%前後の値より大きかった。

土の乾燥にともなう水分張力と苗木の含水率や蒸散量の減り方は，両方の苗木ともに同じ傾向を示す。苗木の含水率は，土壌水分の永久萎凋含水率（15気圧，土の含水率24.6%）附近までは，土壌水分の減少に関連しての変化はみられないが，それ以上に土の乾燥がすすむにつれて，苗木の含水率は急に減りはじめる。水分張力38気圧（土の含水率13.2%）附近における苗木の含水率は，2～3カ月苗が94%前後，6～7カ月苗が95%前後で，野外容水量附近における含水率に対する38気圧附近における含水率の比は，2～3カ月苗木（22%）に比べて6～7カ月苗木（50%）は著しく高く，耐乾性の高いことが推測される。この状態まで乾燥した苗木は，土に充分な灌水をおこなったがついに枯損した苗木が多く，土壌水分張力38気圧（土の含水率13.3%）附近がリュウキュウマツ苗木2～7カ月苗の枯死点附近であることがわかった。また枯損本数は，2～3カ月苗に多く，大苗3本が生き残って18本が枯れた。6～7カ月苗は，13本が生き残って6本が枯れて少なく，枯損率は2～3カ月苗に大きく，6～7カ月苗に小さかった。

苗木の蒸散量は，土壌水分の野外容水量（土壌水分張力0.5気圧）附近からわずかずつ減りはじめ，水分張力5気圧（土の含水率35.5%）附近から急激に減りだして，永久萎凋点の水分張力15気圧（土の含水率24.6%）附近では，蒸散量（苗木絶乾重量1*g*当りの，10*mmHg*飽差時における1分間の*mg*量）は，2～3カ月苗で4.5*mg*前後，6～7カ月苗で2.6*mg*前後の極めて小さい値に減じ，それ以後の蒸散量の値はあまり変らなかった。野外容水量附近の蒸散量について，2～3カ月苗は37*mg*前後で大きく，6～7カ月苗は19*mg*前後で小さかった。実験を打ち切った水分張力38気圧附近における苗木の蒸散量は，2～3カ月苗木が1.5*mg*，6～7カ月苗木が1.1*mg*で，2～3カ月苗木の蒸散量がやや大きかった。

2)　土壌水分を違えて育てた苗木

前項2—2)による測定結果を第13表で示した。

土壌水分70～45%（0～約1気圧）区と70～30%（0～約10気圧）区の間の苗木構成各部は，70～45%（0～約1気圧）区においてやや大きく，70～30%（0～約10気圧）区の苗木各部は，70～45%（0～約1気圧）区の92～96%の値を示し，70～30%（0～約10気圧）区においては僅かではあるが土壌の乾燥による苗木各部の生長量の減少のあることが認められる。土壌水分70～19%（0～約20気圧）区においては，土壌の乾燥による生長量の減少は著しく，70～45%（0～約1気圧）区に対する70～19%（0～約20気圧）区の苗木各部は，70～82%相当ではなはだ小さい。70～19%（0～約20気圧）区において，土壌の乾燥による著しい生長量の減少のあることは，土壌の水分張力が15気圧附近まで乾燥す

Table 13.　Growth of seedling of Ryukyu—matsu (*P. Iuchuensis*) (2—ages)

Soil		Height of seedling	Basal diameter	Growth of stem		Weight of stem in Oven dry(*g*)
Moisture content (%)	pF Atmospheric	(*cm*)	(*mm*)	Less than 1 (*cm*)	1 year old (*cm*)	
70—45	0—1	46.5—36.3 41.5	5.61—3.81 4.61	14.4—10.7 12.5	32.1—26.9 29.0	1.220—0.850 1.010
70—30	0—10	44.3—35.7 39.8	5.04—3.65 4.33	13.3—10.4 11.9	30.3—25.6 27.9	1.160—0.790 0.960
70—19	0—20	38.1—30.6 34.1	4.43—3.08 3.73	12.1—9.0 10.6	26.2—20.9 23.5	0.978—0.688 0.818

Note:

※W :Weight of needle leaf in oven dry

ると，苗木の蒸散量はクチクラ蒸散となって極めて小さくなり，苗木の含水率も急激に減少しはじめて，すべての生長生理現象に支障をきたすものと推測される。

苗木構成各部間における土壌乾燥による生長量の減少率については，各部間に著しい相違はないが，70～45%（0～約1気圧）区に対する70～30%（0～約10気圧）区および70～19%（0～約20気圧）区における当年生針葉と1年生針葉の絶乾重量は，それぞれ92%と93%および70%と73%で，針葉量においてやや大きく，土壌の乾燥によって，同化器管である針葉量がさきに減少し，ついに各部の減少を招くものと推測される。こうした現象は年とともに積み重ねられて，樹令の高まりとともに各部生長量に著しい差を生ずるものと推測される。

3） 樹高生長の異なる林地における土壌水分のpF価

前項2の3）によって測定して換算した土壌水分pF価と降水量を第25図に示した。

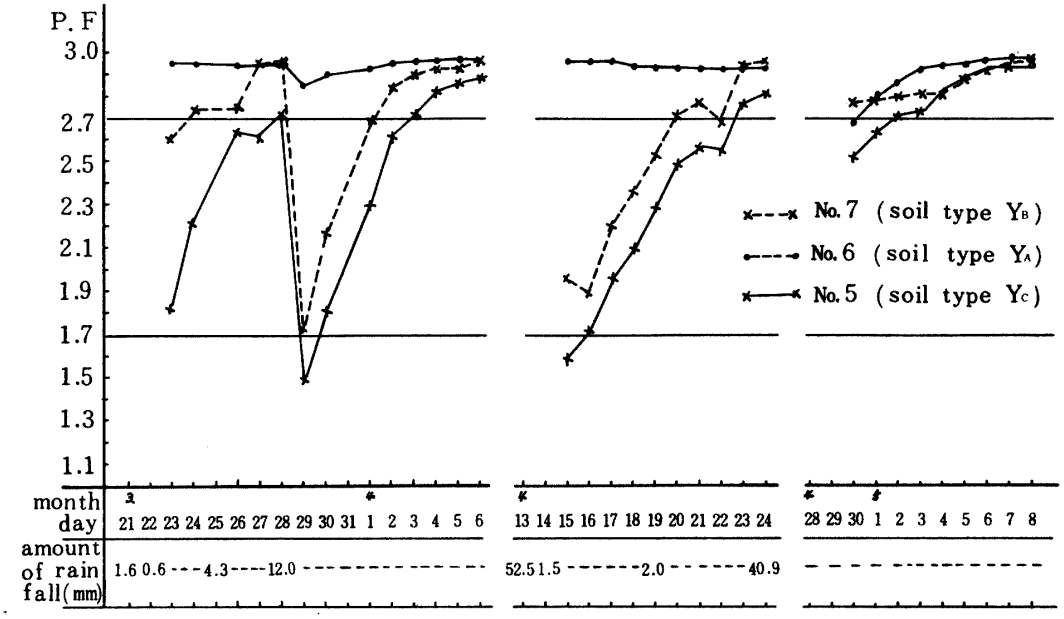

Fig. 25. Variety of pF of soil in each height growth. in different moisture content in the soil on the pot.

Needle leaf				All weight of needle	Weight of branch in	Weight of root in oven	All weight of seedling in oven dry (g)
Less than 1 year old		1 year old					
* Weight (g)	Length (cm)	* Weight (g)	Length (cm)	* leaves (g)	oven dry (g)	dry (g)	
2.437—1.567 1.837	3.0—3.0	1.787—1.117 1.467	8.0—13.0	3.854—2.790 3.354	0.161—0.143 0.151	0.868—0.740 0.798	6.018—4.718 5.318
2.104—1.284 1.734	3.0—7.0	1.672—1.042 1.362	8.0—13.0	3.426—2.664 3.096	0.158—0.140 0.148	0.782—0.701 0.742	5.546—4.446 4.946
1.740—0.930 1.330	2.0—6.0	1.370—0.740 1.078	6.0—12.0	2.930—2.030 2.480	0.133—0.116 0.125	0.661—0.562 0.606	4.529—3.479 3.957

pF価1.5～1.7以下の土壌水は，重力水とされ，pF価1.7附近の土壌水分は，植物に吸収利用される有効水分の始点附近である。pF価2.7附近は毛管難動点とも呼ばれ，土壌水分が少なく毛管水のつながりが切れ，毛管作用による水の移動がほとんど停止する水分状態であるとされている。pF価2.7以上の土壌水は内部毛管水に相当するもので，土壌中水分が植物によって吸収されて乾燥する土壌部分への他の土壌部分からの水の移動による補充はほとんど停止するかまたは鈍くなり，したがってpF価2.7以上の土壌中水分の植物による吸収利用は極めて困難となり，土の乾燥による植物の生育減退が予測されている。土壌中水分量と植物の蒸散量の変化の関係においても，一般に土壌水のpF価2.7附近から蒸散量が大きく減少しはじめることが認められる。この現象は，植物が体内水分を最適の一定水分量に保持するに当って，植物による土壌中水分の吸収補充が不充分であるための一種の土壌乾燥の害であることが推測される。pF価1.7～2.7の範囲の土壌水は毛管孔隙中に存在する水分で，毛管張力によってすみやかに移動するので，植物による吸収利用は極めて容易な有効水分である。

第25図を参照にすると次のとおりである。3月23日～4月6日，4月15日～同24日，4月30日～5月8日の各測定期間における各測定pF価は，樹高4.75*m*の陵線斜面の乾性黄色土YA（No.6）においては，32回の全測定値ともにpF価2.7以上であり，また3月28日の12*mm*降雨翌日の測定値，4月13日の53*mm*降雨2日後の測定値，4月24日の41*mm*降雨6日後の測定値ともにpF価は2.7以上3.0の範囲にあって，降水の吸収機能および保水機能ともに極めて不良で，土壌水分量は常に乾燥の状態にあって，乾燥の害によるリュウキュウマツの生育の著しい減退のあることが推測される。樹高6.17*m*の陵線近接下方斜面の緩斜面型乾性黄色土YB（No.7）においては，pF価は1.7以下は0回，1.7～2.7は11回，2.7以上は21回で，測定日数の約55%の日数がpF価2.7以上であって，やはり生育への乾燥の害のあることが推測される。また3月28日の12*mm*降雨翌日の測定pF価1.7，4月13日の53*mm*降雨2日後の測定pF価1.9および4月24日の41*mm*降雨6日後の測定pF価2.6で，降水の吸収機能および保水機能ともにやや良好であることが認められる。樹高7.90*m*の中腹斜面の弱乾性黄色土YC（No.5）においては，pF価は1.7以下は2回，1.7～2.7は16回，2.7以上14回で，測定日数の約30%以上が2.7以下で3区中最も乾害が少ない。また3月28日の12*mm*降雨翌日の測定pF価1.6，4月13日の53*mm*降雨2日後の測定pF価1.6，および4月24日の41*mm*降雨6日後の測定pF価2.5で，降水の吸収機能および保水機能ともに3区中最も良好であることが認められる。

以上は要するに3区における樹高生長量の一因は，各林地土壌水分のpF価の変化の範囲の相違にもとづく乾害による生育減退度の差異であることが推測される。

4　総　括

土壌水分と，マキツケ苗木の含水率，蒸散量，枯死点および生育の関係。

発芽後の苗木の生育や枯損と，土壌水分の関係を知るため，ポットに育てたリュウキュウマツのマキツケ後2～3カ月苗木と，6～7カ月苗木について，土壌（泥灰岩埴壌土）の水分張力と苗木の含水率，蒸散量（苗木の絶乾重量1*g*当り，大気の水蒸気飽和差10*mmHg*における1分間の*mg*量）および枯死点の関係を実験し，また土壌水分の異なる区で育てた2年生苗木の生育状況を測定した。取りまとめの結果を総括すると次のとおりである。

① 野外容水量（0.5気圧）附近の土壌水分状態における2～3カ月苗木と6～7カ月苗木の含水率と蒸散量は，2～3カ月苗木は約440%と約37*mg*，6～7カ月苗木は約200%と約19*mg*で，2～3カ月苗木においてそれぞれ極めて大きく，2～3カ月苗木体の組織は6～7カ月苗木体の組織に較べて，含水率ははなはだ大きく繊弱であることが判明した。土壌の水分張力15気圧附近（永久凋萎点）における苗木の含水率と蒸散量は，2～3カ月苗木は約440%と約4.5*mg*，6～7カ月苗木は約200%と約2.5*mg*で，2～3カ月苗木および6～7カ月苗木ともに，土壌水分はかなり乾燥しているが苗木の含水率は減

少がみられず，蒸散量は著るしく減少してリュウキュウマツ稚苗の耐乾性の高いことが推測される。6～7カ月苗木に較べて2～3カ月苗木の蒸散量はやゝ大きく土壌の乾燥にともなう苗木水分減少調節の機能がやゝ劣り，したがって耐乾性もやゝ弱いことが推測される。このことは両苗木における主として針葉表皮組織の耐乾性発達度の相違によるものと推測される。土壌の乾燥度が極めて高い土壌の水分張力38気圧附近における苗木の含水率と蒸散量は，2～3カ月苗木は約94%と1.5*mg*，6～7カ月苗木は約95%と約1.1*mg*で，苗木のクチクラ蒸散量は著るしく小さく，土壌の乾燥に対する苗木水分減少調節の効率は極めて高く，耐乾性は極めて高いことがわる。この状態まで乾燥した苗木は，土壌に充分な灌水をおこなったが，2～3カ月苗木は約90%，6～7カ月苗木は約35%の苗木が枯損し，土壌水分張力38気圧附近の土壌の乾燥はリュウキュウマツ稚苗の枯死点附近であること，リュウキュウマツ稚苗の耐乾性はアカマツよりもやゝ高く，大きく育った苗は小苗よりも耐乾性の高いこと，苗木令の高い6～7カ月苗は2～3カ月苗木より耐乾性の高いことなどがわかった。

⑧ 土壌水分を違えた，水分張力0～約1気圧区，0～約10気圧区，0～約20気圧区の各区で育てた2年生ポット苗木の生育を，苗木構成各部の苗高，根元直径，前年と今年の苗高伸長量，当年生および1年生針葉の絶乾重量と長さ，幹，根，枝などの絶乾重量などを測定調査した。苗木構成各部の生長量は，土の水分張力0～約1気圧区において最大で，0～約10気圧区ではやゝ乾燥による生長量の減少がみられて乾燥の害がやゝ表れ，0～20気圧区では乾燥によるかなりの生長量の減少がみられて乾燥の害も比較的大きいことがわかる。水分張力0～約1気圧区の苗木構成各部生長量に対する，0～約10気圧と0～約20気圧の苗木構成各部生長量の割合は，0～約10気圧区は92～96%で，乾害による苗木各部の生長量の減少がみられ，やゝ乾害をうけていることがわかる。この場合乾害による生長量の減少率は針葉特に当年生針葉量がやゝ大きい。0～約20気圧は70%～82%で，苗木各部の生長量の減少率はかなり大きく乾害の比較的大きいことがわかる。乾害による苗木各部の生長量の減少率はつねに針葉量特に当年生針葉量において最も大きく，苗木各部の重量がこれに次いで大きい。すなわち土壌の乾燥に対しては針葉の生長量が最も鋭敏で最初に乾害をうけて減少し，同化生産量が減じて，各部の生長量減少をまねくものと推測される。苗木各部の重量の生長量の減少が，針葉量の減少に次いで大きく，次第に他の各部も生長量の減少率を高めて，乾害による苗木各部の生長量におよぶものと推測される。以上の結果から考察するとリュウキュウマツはアカマツよりも幾分耐乾性が強いものと認められる。

⑨ 樹高生長量の異なる9年生リュウキュウマツ幼令林の3地区の深さ10*cm*の土壌層位にtensiometerを埋めて，生長期の3月下旬～5月上旬の間における日々の土壌水分張力を測定し，pF価に換算した結果を取りまとめた。測定期間中10*mm*以上の日降雨量は3日あった。樹高4.75*m*の乾性黄色土YA区におけるpF価は，，測定全日数の32日間ともにpF価3.0～2.7で，樹高6.17*m*の乾性黄色土YB区ではpF価1.7～2.7は1日，2.7～3.0は21日，樹高7.90*m*の弱乾性黄色土YC区では1.7以下は2日，1.7～2.7は16日，2.7～3.0は14日で，土壌が比較的乾燥した状態で植物による土壌中水分の吸収はやゝ困難になるpF価2.7以上の出現日数は，樹高4.75*m*区が全測定日数の32日で最多で，樹高6.17*m*区が21日で，それについで少なく，樹高7.90*m*区においては14日で最少である。土壌中有効水分量は最多で植物による土壌中水分の吸収も容易におこなわれるpF価1.7～2.7の出現日数は，樹高4.75*m*区ではついに1日もなく，樹高6.17*m*区は11日，樹高7.90*m*区は16日で，樹高生長量の大きい区ほど出現日数は多い。すなわち樹高生長の大きい区ほど雨水の吸収および保水機能ともに良好で，乾燥日数が少なく従って乾害による生長量も最も少ないものと推測される。なお各区の土壌層位の深さにも関連して根の伸長範囲の大小や，乾燥時の乾燥程度に差を生じて樹高生長が異なるものと推定される。

第5章　リュウキュウマツの生育と庇陰度

1　研究の目的

受光量の多少によって同化機能に差を生じ，同化生産量の多少となって，ついに生長量の差を生ずる。受光量が補整点以下になると，同化量が著しく減少して呼吸量以下となり，このような状態が長く続くと，ついに生長を続け得ないで枯れてしまうことはよく知られている。また林内成林木の下枝の枯れあがりについては，上部枝葉の庇陰によって受光量が漸減し，枝に着生する針葉量の減少と単位針葉量の同化生産効率の低減などによって，着生針葉による総同化生産量が減少して枝の消費呼吸量を下まわることに起因するものと推測される。

樹種と樹令によって，適正受光量，受光量の減少にともなう同化生産機能の減退していく経過，および補整点における受光量は異なる。

陽性樹種は，適正受光量が比較的高く，受光量の減少にともなう生長量の減少率も大きく，補整点も高い。

陰性樹種は，適正受光量が比較的低く，むしろ過多な受光量は生長を減退させるともいわれ，また受光量の減少にともなう生長量の減少率も小さく，補整点も低い。したがって陽樹は，庇陰差による生長量の減少率も大きいことが推測される。

庇陰差によって苗木の生育，すなわち各部構成因子特に幼軸の伸長と同化器管としての針葉の量は，いかに変るだろうか，樹冠量の相違によって庇陰度の異なる林内稚樹の生育はいかに変るだろうか。林分を構成する各樹高階木は，上層樹高層による庇陰度の相違によって，同化器管である針葉量は，いかに変るだろうか，また一般に同化効率が高いといわれている当年生針葉量と1年生葉の量は，いかに変るだろうか。またその蒸散量や含水率は，いかに変るだろうか。また庇陰の相違する林分構成上層樹高階木，中層樹高階木および下層樹高階木の樹冠上部枝葉，樹冠中部枝葉および樹冠下部枝葉における当年生および1年生針葉量は，いかに変るだろうか，それぞれの含水率はいかに変るだろうかを知って，庇陰と針葉量や針葉の同化効率などが庇陰によっていかに変り，今後いかに推移するだろうかを推定するとともに，各下層樹高階木の生長量が次第に減退する事実との関係を推定する。

2　研究の材料および方法

例1　庇陰度とポット苗木の生育

100*cm*×80*cm*×80*cm*（深さ）の下部側方に4箇所の排水孔を有する3箇のコンクリートポットに，70*cm*の深さに泥灰岩土壌をつめて，1959年4月25日にリュウキュウマツを播種し，適宜灌水や間引きして育てた。各ポットの灌水は，同一間隔の同量灌水によって，土壌水分条件を同じくすることにつとめた。東芝製作の基準照度計(200,000ルックス測定用)と庇陰用照度計（45,000ルックス測定用)を用いて，庇陰度0.7，0.3の木製日陰格子各1組を作製準備し，それぞれのポットに播種と同時に被覆装置して庇陰度0.7と0.3区を設定し，堀取り調査時まで被覆しておいた。他の1ポットは，庇陰度0.0区（全照度区）の対照区とした。庇陰格子の製作については，格子の4側面および上面に打ち付ける約1*cm*幅のスギ薄板の取り付け数によって調整作製した。以上によって育てた3区の苗木を，1960年11月5日に掘り取って，苗高，根元直径，幹の絶乾重量，幹の当年および前年の伸長量，当年生および1年生針葉の絶乾重量と長さ，根の絶乾重量および全苗木絶乾重量などを測定または計算して第14表に示した。

Table 14. Growth of Ryukyu-matsu's (*P. IuChuensis*) seedling (2—ages) in different shade on the pot.

Shade (%)	Height of seedling (*cm*)	Basal diameter (*mm*)	Weight of stem in oven dry (*g*)	Growth of stem: less than 1 (*cm*)	Growth of stem: 1 year old (*cm*)
0.0	20.6—18.9 19.7	3.90—2.88 3.45	0.554—0.468 0.514	8.6—7.0 7.8	9.2—7.4 8.3
0.3	13.9—12.3 13.6	3.02—2.16 2.75	0.277—0.225 0.249	3.5—2.7 3.1	7.5—6.0 6.8
0.7	8.5— 6.5 7.8	2.50—1.89 2.00	0.096—0.075 0.086	1.4—1.0 1.2	3.8—3.1 3.4

Needle leaf: Less than 1 year old, Weight※ (*g*)	Less than 1 year old, Length (*cm*)	1 year old, Weight※ (*g*)	1 year old, Length (*cm*)	Root weight in oven dry (*g*)	All weight of seedling in oven dry (*g*)
1.530—1.432 1.486	2.5—5.0 4.5	1.431—0.984 1.192	5.5—12.5 8.5	0.273—0.218 0.242	3.788—3.102 3.434
0.675—0.650 0.668	4.4—7.0 5.4	1.963—0.519 0.790	5.8—11.8 9.8	0.162—0.122 0.145	2.077—1.516 1.852
0—0.154 0.072	3.8—5.0 4.3	0.660—0.444 0.519	4.8—10.4 8.6	0.070—0.052 0.063	0.826—0.571 0.740

Note ※:Weight of needle leaf in oven dry.

例2 庇陰度と露地苗木の生育

また1960年11月3日に，琉球大学与那演習林の砂質壌土の苗畑に1m^2の5箇の播種床を準備し，各播種床に南北方向に3列のリュウキュウマツのスジ播きをおこなって，各播種列苗木への照射量の平等を期した。播種と同時に木製庇陰格子を取り付けて，庇陰度0.75，0.50，0.25,0.15の各庇陰区を各1区あて設定し，ほかに庇陰度0.00（全照度）1区を設定した。播種後は，適宜に各区の平等灌水，除草，間引きなどをおこなって育てた。以上のとおり育てた各区の苗木を1961年12月10日に掘り取って，苗高，秋芽の発生回数と伸長量，根元直径，主根長，細根数，枝数，絶乾の苗木全重量，地上部重量（針葉重量を含む），根部重量および針葉重量などを測定計算して第15表に示した。

1960年12月27日に，地位のほゞ同じと推定される与那地区および具志川（Gu）Ⅱ，Ⅳ地区で，庇陰度の異なる林内の天然下種3年生稚樹を採取し，3年生苗木について苗高，根元直径，幹の絶乾重量，幹の当年および前年の伸長量，当年生および1年生針葉の絶乾重量と長さおよび含水率，根の絶乾重量，全苗木の絶乾重量などを測定または計算して第16表に示した。

林内庇陰度は，庇陰用照度計と基準照度計を用いて測定した。

地位の異なる樹高生長量の相違する具志川（Gu）Ⅱ—2，具志川（Gu）Ⅲ—1，具志川（Gu）Ⅰ—4の各区において，具志川（Gu）Ⅱ—2区については，最上層樹高階木の最上枝葉，中部枝葉，および下部枝葉を，中層樹高階木についても上部，中部および下部枝葉を，下層樹高階木については，上部および下部枝葉を，具志川（Gu）Ⅲ—1区については，最上層および下層樹高階木の上部および下部枝葉を，庇陰度および樹高階の小さい具志川（Gu）Ⅰ—4区については，中層樹高階木の上部枝葉を，それぞれ着生高別に3本あて採取して，各樹高階木の着生高別の枝条に着生する当年生および1年生針葉の絶乾重量，含水率および針葉長などを測定して第17表で示した。なおそれらの測定事項と地位，樹高生長および着生高などの相違と庇陰度の相違による針葉量の相違を明らかにして，樹高生長の相違，地位による生長量の相違および着生高による同化機能などの相違などを推測する。

Table 15. Growth of Ryukyu-matsu's (*P. luchuensis*) seedling one

Shade	Height of top (*cm*)	Dormant bud		Basal diameter (*cm*)	Length of main root (*cm*)	Number of lateral root
		Number of growth	Length (*cm*)			
Shade:0.00	18.0—29.0	1.0	8.57—15.85	0.26—0.42	26.0—31.0	8—13
Mean	23.8		10.76	0.32	28.1	10.9
Percent	100 %		100 %	100 %	100 %	100 %
Shade:0.15	15.5—23.8	1.0	5.40—10.60	0.18—0.29	22.2—27.7	8—13
Mean	19.7		7.73	0.24	25.2	10.7
Percent	83 %		72 %	73 %	89 %	98 %
Shade:0.25	11.8—17.5	1.0	3.70— 8.30	0.17—0.27	18.4—23.6	6—12
Mean	15.8		5.70	0.23	21.1	8.8
Percent	66 %		53 %	71 %	75 %	81 %
Shade:0.50	12.0—17.3	1.0	3.00— 5.20	0.16—0.22	17.7—23.2	6—11
Mean	13.5		4.25	0.20	19.5	8.3
Percent	57 %		39 %	63 %	69 %	75 %
Shade:0.75	9.4—14.7	1.0	2.30— 4.70	0.15—0.23	9.7—18.3	5—10
Mean	12.1		3.68	0.20	14.8	7.7
Percent	51 %		34 %	61 %	52 %	71 %

Note:

$$\text{Percent} = \frac{\text{Mean of (Shade 85, 75, 50, 25\%)}}{\text{Mean of (Shade 100 \%)}} \times 100$$

Top weight is weight of leaf, stem and other.

Table 16. Growth of Ryukyu-matsu's (*P. luchuensis*) seedling (3—ages)

Shade	Height of seedling (*cm*)	Basal diameter (*mm*)	Weight of stem in oven dry (*g*)	Growth of stem		Less
				Less than 1 (*cm*)	1 year old (*cm*)	Weight * (*g*)
0.0	58.4—47.3	8.71—6.90	6.450—5.651	23.2—17.5	14.5—11.4	17.630—13.382
	51.2	7.90	5.900	20.8	13.0	16.600
0.2	33.0—25.7	8.03—6.45	3.202—2.664	13.0—10.2	10.7— 8.3	5.003— 3.965
	33.8	7.21	2.992	11.3	9.5	4.494
0.6	20.8—14.7	4.43—3.96	1.049—0.745	7.5— 6.1	9.6— 7.5	1.162— 0.986
	28.2	4.22	0.820	6.8	8.5	1.099

age on different shade.

Number of branchs	Weight in oven dry				
	All (g)	Top (g)	Leaf (g)	Stem and other (g)	Root (g)
0—2 0.7 100 %	1.566—2.073 1.926 100 %	1.390—1.764 1.635 100 %	1.117—1.487 1.293 100 %	0.342 100 %	0.176—0.405 0.291 100 %
0—2 0.2 21 %	0.811—1.468 1.067 55 %	0.713—1.289 0.936 57 %	0.611—1.019 0.754 58 %	0.236 70 %	0.098—0.218 0.131 45 %
0	0.714—0.988 0.878 46 %	0.495—0.848 0.687 42 %	0.398—0.685 0.548 42 %	0.166 50 %	0.114—0.280 0.191 64 %
0	0.508—1.049 0.729 38 %	0.398—0.850 0.585 36 %	0.335—0.683 0.475 37 %	0.109 32 %	0.110—0.219 0.144 50 %
0	0.449—0.644 0.519 26 %	0.329—0.528 0.416 25 %	0.266—0.423 0.340 26 %	0.076 22 %	0.077—0.116 0.103 35 %

in different shade on the natural world.

Needle leaf					Weight of root in oven dry (g)	All weight of seedling in oven dry (g)
than 1 year old		1 year old				
Moisture content (%)	Length (cm)	Weight * (g)	Moisture content (%)	Length (cm)		
203—186 192	15.0—7.0 12.3	7.136—6.386 6.756	164—146 155	13.0—3.0 11.0	3.986—3.213 3.696	35.202—30.632 32.952
212—188 198	11.7—7.5 10.4	2.640—2.080 2.380	175—152 160	12.6—3.8 10.0	2.664—2.048 2.356	13.511—10.793 12.222
226—193 205	9.0—4.0 6.5	0.822—0.650 0.783	199—168 180	9.2—5.8 7.2	0.338—0.274 0.308	3.371— 2.655 3.015

* : Weight of needle leaf in oven dry.

Table 17. Weight of needle leaf which different of branch's

District	Site	TH (m)	Height of surveying branch (m)	Shade	Mean Less than 1 Weight in oven dry (g)	Mean Less than 1 Moisture content (%)
Gu Ⅱ—2	high	11.5	11.5	0.0	102.212	146.90
		〃	7.5	0.5	23.620	162.48
		〃	4.5	0.7	8.265	171.76
	〃	6.5	6.5	0.6	39.504	167.63
		〃	4.5	0.7	3.491	163.59
		〃	3.0	〃	2.135	199.81
	〃	4.0	4.0	〃	3.878	187.52
		〃	2.0	〃	1.105	154.72
Gu Ⅲ—1	medium	4.0	4.0	0.0	16.922	144.89
		〃	1.5	0.7	3.313	144.49
	〃	2.5	2.5	〃	9.017	155.93
		〃	1.5	〃	3.244	154.56
Gu Ⅰ—4	low	1.2	1.2	0.3	3.138	125.02

Note ※: $= \frac{\text{Weight in oven dry}}{\text{Weight of all needle leaf in oven dry}} \times 100$

庇陰度の測定は，採取した各枝葉の着生点における照度を，庇陰用照度計および基準照度計を用いて，測定し算定して第17表に示した。

地位の異なる具志川（Gu）Ⅱ—2，具志川（Gu）Ⅳ—3，具志川（Gu）Ⅲ—1，具志川（Gu）Ⅰ—4の各区における最上層樹高階木と下層樹高階木のそれぞれの最上枝葉を3本あて採取して，当年生および1年生針葉の含水率および蒸散量を測定し第18表に示した。なお庇陰度の測定は、採取した各枝葉の着生点の照度を測定し算出した。

各樹高階木の上部枝葉を採取測定することによって，着生高の相違による枝葉の性質の相違を除いて，上部枝葉の庇陰による当年生および1年生針葉の蒸散量および含水率の相違を明らかにして，各樹高階木の生長量と庇陰度の関係を推測する。

なお蒸散量は，切枝法によって，トーションバランスを用いて切枝直後の5分間の重量差を求めて蒸散量とし，その値を飽差10*mmHg*における蒸散体絶乾重量1gの1分間の値に換算した数値で蒸散量を示した。

height and needle's age.

weight of needle leaf of a branch					
year old		1 year old			
Percent * (%)	Length of leaf's (cm)	Weight in oven dry (g)	Moisture content (%)	Percent * (%)	Length of leaf's (cm)
70.00	13.8—8.0 10.9	43.797	118.78	30.00	20.7—11.5 17.2
41.20	13.4—8.4 10.3	33.708	112.63	58.80	19.8— 9.7 15.7
34.13	10.1—7.3 9.2	15.952	115.71	65.87	18.0— 9.4 13.6
54.23	12.7—8.4 10.6	33.336	113.25	45.77	15.3— 8.8 12.1
25.10	10.1—6.5 8.4	13.401	117.90	74.90	15.5— 6.7 11.7
17.50	10.8—5.6 8.2	10.033	122.31	82.50	16.3— 8.0 13.2
40.45	12.1—3.4 10.2	5.710	133.80	59.55	16.0— 9.5 13.4
47.59	11.9—7.6 10.2	1.217	126.24	52.41	10.7— 6.5 9.2
56.10	10.0—8.1 9.4	13.240	106.95	43.90	13.4— 9.9 11.1
49.01	8.1—5.2 6.6	3.447	94.37	50.09	11.9— 8.5 10.4
52.79	7.8—5.7 6.9	8.065	99.14	47.21	12.2— 6.3 9.7
45.44	7.8—4.0 5.9	3.907	110.46	54.56	11.0— 4.2 7.0
45.18	6.6—4.7 5.7	3.808	91.26	54.82	10.7— 8.2 9.4

Table 18. The transpiration and moisture content of the needle leaf which, different ages and shade.

District	Site	TH (m)	Height of surveying branch (m)	Shade	Needle leaf			
					Transpiration ※ (mg)		Moisture content (%)	
					Less than 1	1 year old	Less than 1	1 year old
Gu Ⅰ—4	low	3.00	3.00	0.0	9.74	5.79	134.1	80.6
〃		1.20	1.20	0.3	5.67	4.32	120.8	88.6
Gu Ⅱ—2	high	11.50	11.50	0 0	15.14	10.02	153.3	131.7
〃		4.00	4.00	0.7	13.85	9.68	173.6	172.7
Gu Ⅲ—1	medi-	4.00	4.00	0.0	14.37	9.02	145.5	118.4
〃	um	2.50	2.50	0.7	10.68	6.97	143.2	133.7
Gu Ⅳ—3	medi-	9.00	9.00	0.0	15.29	8.20	130.6	85.7
〃	um	3.30	3.30	0 .7	14.37	7.35	133.4	129.5

Note ※:The transpiration of weight (1g) of needle leaf in oven dry per a minute, when difference of siatuation is 10 mmHg.

3　調査結果

Ⅰ　庇陰度の相違と苗木の生育

1）　庇陰度の異なる苗木の生育

例1．庇陰度とポット苗木の生育

第5章—2—例1の研究の材料および方法に準じて育てた庇陰度の異なる2年生ポット苗木各部の生長量を測定計算した結果を第14表で示した。

苗木の生育は，庇陰度0.0区が最も大きく庇陰度0.7区が最も小さくて，苗木の生育には，庇陰の全然ない受光量の最も大きい区が最適であり，低い庇陰度でも苗木の生育を減退させることを示している。

庇陰度0.7区の庇陰度下においては，苗木の生育は著しく減退し，特に当年生針葉の発生量は著しく減少しており，いずれは枯損消滅することが推測される。庇陰度0.0区に対する0.3区の苗木各構成部分は，40～82%で，特に当年生針葉量と当年の幹伸長量において差が大きい。庇陰度0.0区に対する0.7区の苗木各構成部分は5～60%で，特に針葉量，当年伸長量および各部重量において差が大きく，0.7区の苗木の当年生針葉の重量は，0.0区に対してわずか5%で，今後の生長量は著しく減退することが推測される。

例2．庇陰度と露地苗木の生育

第5章—2—例2の研究の材料および方法に準じて育てた庇陰度の異なる1年生露地苗木各部の生長量を測定計算した結果を第15表で示した。

庇陰度0.15区でも苗木の各部生長量はかなり減少するもので，庇陰度0.25区，0.50区，0.75区と庇陰度の増大とともに苗木各部の生長量も漸減するが，減少する割合は，苗木各部によって差があり，針葉重量やその他苗木各部重量および枝数の減少率は比較的大きく，苗木各部の伸長量の減少率は比較的小さく，秋芽の伸長回数は，各区ともに同一であるが伸長量は，かなり減少し，細根数は各区間の差が小さい。

庇陰度0.00区の苗木各部の生長量に対し，庇陰度0.15区の苗木各部の生長量の割合は，枝数，細根数および直根長の減少率を除けば45～83%で，針葉重量，各部重量，および秋芽の伸長量の減少率が比較的大きい。

庇陰度0.25区の苗木各部の生長量の減少率は42～71%で，やはり針葉重量および秋芽の伸長量の減少率は大きい。

庇陰度0.50区の苗木各部の生長量の減少率は39～63%で，やはり針葉量，各部重量および秋芽の伸長量の減少率は大きい。

庇陰度0.75区の苗木各部の生長量の減少率は22～61%で，他の各区と同じように針葉量各部重量および秋芽の伸長量の減少率は大きい。

要するに庇陰度の増大は，まず同化器管である針葉量が減じて同化生産量の減少をまねき，吸水器管である根部生長量の減少なども相まって，各部重量生長量の減少となり，また秋芽の伸長生長量の減少をまねいて苗高伸長生長量の減少をまねくものと推測される。

2）　庇陰の異なる林内稚苗の生育

第5章—2の庇陰度の異なる林内稚苗の生育の研究の材料および方法に準じて，庇陰の異なる3区の苗木を掘り取り，3年生苗について苗木構成各部を測定計算した結果を第16表に示した。

庇陰度0.0区，0.2区，0.6区の順に生育は小さくなり，0.6区は著しく小さい。針葉含水率は，当年生

針葉が１年生針葉よりかなり高く，当年生および１年生針葉ともに庇陰度の高い区ほどやゝ大きい。

庇陰度0.0区に対する0.2区の苗木各構成部分は27～81％で，特に針葉量において小さい。

庇陰度0.0区に対する0.6区の苗木各部構成部分は７～65％で，３年生苗木の0.2区および0.6区の苗木各構成部分が，２年生苗木の0.3区および0.7区の苗木各構成部分の0.0区に対する割合より小さいことは，庇陰の生育への影響が樹令を重ねるとともに大きくなることを示すものと推測される。

以上の結果によりリュウキュウマツは，庇陰度0.2ないし0.3においても，苗木時代より生育への影響がアカマツより大きく，陽光要求度がやゝ高いことが推測される。

Ⅱ，各樹高階における着生高別針葉量

第５章―２の地位別各樹高階における着生高別針葉量の研究の材料および方法に準じて，各樹高階木の各着生高別に採枝した当年生針葉と１年生針葉の各因子を測定計算した結果を第17表に示した。

各樹高階における着生高別針葉量は，当年生および１年生針葉ともに上部枝葉において著しく大きく中部枝葉は急激に小さくなり，下部枝葉はさらに小さい，特に当年生針葉においてその差は大きい。

針葉の含水率は，常に当年生針葉が大きく，１年生針葉は小さい。着生高別針葉の含水率は，下部枝葉が一般にやゝ大きい傾向を示すが，若干の枝葉では逆の数値関係を示した。上部枝葉は，受光量が大きく蒸散量も大きいが，同時に蒸散を繰返すにこと欠かないだけの吸水を常になして針葉の含水率は高く，同化生産量ははるかに高いものと推測される。

各樹高階木間においては，当年生針葉および１年生針葉の量，および長さともに上層樹高階木において著しく大きく，下層樹高階木において少ない。特に当年生針葉量において著しい差がある。地位の異なる林木間においては，地位の高い林分の林木ほど，当年生および１年生針葉の量は大きく，含水率も一般に大きい。

Ⅲ 各樹高階における針葉令別の含水量と蒸散量

第５章―２の地位別各樹高階における針葉令別の含水量と蒸散量の研究の材料および方法に準じて，各樹高階木の頂枝の葉令別針葉の含水率と蒸散量を測定計算して第18表に示した。

針葉の蒸散量および含水率は，常に当年生針葉が大きく，１年生針葉は小さい。また各樹高階木間においては，針葉の蒸散量は常に上層樹高階木において大きく，下層樹高階木は小さい。このことは，上層樹高階木における蒸散量は常に大きく，蒸散量は樹高生長量の大小とほぼ平行して大きくなっていることが推測される。

以上のように，リュウキュウマツは，庇陰の相違による針葉量の多少，特に同化効率の高い当年生針葉量の多少がはなはだ著しいことは，リュウキュマツがアカマツに比して陽性の高いことが推測される。また各区間の上層木の現実の樹高生長量が，必ずしも針葉の含水率と数値的に一致しないこと，アカマツについて測定された数値よりも，針葉の含水率も蒸散量も一般的にアカマツよりも小さいにもかゝわらず，リュウキュウマツの幼時の生長量が，アカマツに比して大きいことが認められていることは，リュウキュウマツがアカマツよりも水分経済上の有利な特性をもつ実用的な耐乾性の高い樹種といえる。

4 総 括

庇陰度の異なる露地で育てたリュウキュウマツの１年生苗木，ポットで育てた２年生苗木および庇陰度の異なる林内の３年生苗木について，苗高，秋芽の伸長回数や伸長量，根元直径，幹の絶乾重量，当年および前年の幹伸長量，当年生および１年生針葉の絶乾重量，針葉長および含水率，根および全苗木

の絶乾重量などを測定して取りまとめた結果を総括すると次のとおりである。

Ⅰ　庇陰度の相違と苗木の生育

例1　庇陰度とポット苗木の生育

庇陰の異なるポット苗木においては，苗木構成各部ともに，庇陰度の高い区で育った苗木ほど小さい。すなわち庇陰度0.3区においても生育を著しく抑制され，庇陰度0.7区では苗木各部ともに一層著しく小さくなって，苗木の生育は著しく抑制される。特に庇陰度の差によって着生針葉量特に当年生針葉量に大きな差を生じ，今後の苗木令の高まりとともに生育差を大きくするものと推定され，庇陰度0.7区の苗木は当年生針葉量は極めて少なく，いつかは消滅することが推測される。

例2　庇陰度と露地苗木の生育

露地に育てた1年生苗木については，庇陰度0.15区においても苗木各部の生長量はかなり減少し，庇陰度の増大にともなってかなり急激に減少を続け，0.75区では著しく小さい。庇陰度の増大にともなう生長量減少度が各区において最も大きく表われているものは着生針葉量で，同化生産器管である針葉量の減少は苗木各部の生長量の減少につながるものと推測される。針葉についで庇陰度の増大にともなう生長量の減少率の大きい部分は秋芽の伸長量や各部の重量である。リュウキュウマツは播種当年間の短期生育においても，かなり小さい庇陰下においても比較的生長量の減少は大きく，陽性の極めて高い樹種であることが判明したので稚苗や成木に対する庇陰の除去には特に注意を払わねばならない。

Ⅱ　庇陰の異なる林内稚苗の生育

地位が等しく庇陰度の異なる林内3年生稚樹についても，庇陰度の高い区ほど，苗木構成各部ともに小さくなる。

庇陰度0.6区の苗木は著しく小さく，生育抑制の大きいことを示し，特に庇陰度による着生針葉量の差は大きく，今後の生育に大きく影響するものと推測される。

Ⅲ　地位級別各樹高階木の着生高別針葉量

地位の異なる各林分における各樹高階木の樹冠の上部，中部および下部に着生する各枝葉の当年生および1年生針葉の絶乾重量，針葉長，含水率および当年生針葉量と1年生針葉量の着生歩合などを測定して取りまとめた結果を総括すると次のとおりである。

全般にわたって，針葉の含水率は当年生針葉において大きく，1年生針葉は常に小さい。

地位の異なる林分間においては，当年生および1年生針葉の量はともに地位の高い林分ほど多く，低い林分に少ない。また当年生針葉量の着生歩合も地位の高い林分ほど多く，かつ各針葉の含水率および針葉の長さも，地位の上，下に応じて増減している。

同一林分内の上層，中層および下層の各樹高階木の間においては，当年生および1年生針葉の量は上層の樹高階木は多く，下層樹高階木は少ない，当年生針葉量の着生歩合および各針葉の長さも上層樹高階木ほど大きく，針葉の含水率は下層高階木においてやや高い。

同一林木の着生高別枝葉については，当年生，1年生針葉の量，および当年生針葉量の着生歩合は，着生高の高い枝葉ほど大きく，針葉長および針葉の含水率は，着生高の高い枝葉において，やや高い傾向を示す。

Ⅳ　地位級別，樹高差による庇陰度別，葉令別針葉の含水率と蒸散量

地位の異なる林分における，庇陰の異なる上層樹高階木と下層樹高階木の上部着生枝葉について，当

年生針葉と1年生針葉の含水率と蒸散量を測定して，取りまとめた結果を総括すると次のとおりである。

全般にわたって，針葉の蒸散量は当年生針葉において著しく大きく，1年生針葉は小さい。また各林分ともに，当年生および1年生針葉の蒸散量は上層樹高階木において大きく，下層樹高階木においてやや小さい。

地位の異なる区においては，当年生針葉および1年生針葉の蒸散量はともに，地位の高い林分ほど蒸散量も，やや大きい傾向を示している。

第6章 各種土壌におけるリュウキュウマツの生育

1 調査目的および方法

各調査区中，林木生育の良否，地形および母岩の異なる21区を選定して，各区における土壌の物理性や各層位の深さなどが，地形との関係においてどうなっているだろうか，特に調査事項との間にいかなる関係があるだろうかを明らかにするため本調査をおこなった。

調査は，国有林野土壌調査方法書の調査方法によっておこなった。

調査事項は，土壌の断面調査，各層位の深さおよび土性などを肉眼観察によっておこない，硬度は山中式硬度計を用いて調べ，絶対硬度kg/cm^2に換算した。各層位については，円筒採集資料について石礫および細土の比重，生根体積，石礫体積，絶乾細土体積を測定算出し，細土に対する容積重，孔隙量，最大容水量および採取時含水量を，また全容積に対する孔隙量，最大容水量，最小容気量および採取時含水量を算出した。

また真下式土壌透水測定器を用いて，透水5分後における1分間当りの透水量（cc）を測定して透水速度とした。各透水速度（cc）と各層位の50cmまでの深さ（cm）の積および1mまでの深さの積をそれぞれ透水指数とした。

Table 19. The data of soil character at the

Plot	Horizon	Depth (*cm*)	Specific gravety Gravel	Specific gravety Fine soil	Volume of root (*cc*)	Volume of gravel (*cc*)	Volume of oven-dried soil (*cc*)	Hardness *kg/cm*³ (*mm*)
Yo	A	— 2	2.719	2.647	7.020	60.316	117.465	3.006(11—18)
1—2	B	—10	3.068	2.563	1.039	45.295	144.270	7.744(18—21)
	C	—30	2.605	2.596	0.714	68.427	153.351	22.116(22—66)
Yo	A	— 4	2.351	2.437	3.744	26.195	124.787	3.623(11—19)
Ⅲ—1	B	—20	2.799	2.663	0.276	35.131	158.511	9.436(19—22)
	C	20—	2.810	2.722	1.170	52.847	135.406	17.670(22—25)
Yo	A	—13	2.694	2.671	0.173	52.504	138.323	14.368(12—20)
Ⅳ—3	B	—35	2.739	2.698	3.276	58.415	104.422	4.238(21—24)
	C	35—	2.705	2.696	0.133	34.895	153.211	14.238(21—24)
Gu	B	— 8	2.734	2.748	1.308	12.751	151.624	14.238(21—24)
Ⅰ—4	C_1	—20	2.756	2.700		28.477	164.341	27.959(24—27)
	C_2	20—	2.774	2.604	0.018	4.406	203.165	27.959(25—26)
Gu	A	— 4	2.760	2.650	1.392	5.177	177.004	0.922(6—11)
Ⅱ—2	B	—40	2.757	2.767	1.750	3.709	184.478	6.303(17—19)
	C	40—	2.737	2.691	0.154	2.641	207.351	27.959(24—26)
Gu	A	— 1	2.821	2.654	6.381	8.411	169.548	3.623(12—19)
Ⅲ—1	B	—18	2.756	2.664	0.554	10.016	179.224	11.556(20—22)
	C	18—	2.726	2.648		4.576	221.580	35.763(25—27)
Gu	A	—10	2.758	2.616	2.382	3.500	188.447	5.274(16—19)
Ⅳ—3	B	—50	2.782	2.647	0.093	5.789	225.840	17.670(21—26)
	C	50—	2.776	2.652	0.077	14.341	222.919	11.556(19—23)
Ba	A	—20	2.850	2.627	1.076	6.875	160.540	2.493(12—14)
	B	—40	2.840	2.675	0.449	0.914	214.526	9.436(18—22)
	C	40—	2.670	2.630	2.437	0.291	166.884	17.670(22—24)
Yō	A	—25	2.690	2.620	0.529	0.094	134.129	1.398(8—12)
—A	B	—45	2.460	2.649	1.214	0.666	181.583	4.368(12—21)
	C	45—	2.680	2.660		27.530	174.097	14.238(21—24)
Yō	A	—15	2.630	2.510	0.746	1.226	182.127	2.063(10—15)
—B	B	—60	2.610	2.530	0.772	5.215	192.035	5.274(13—19)
	C	60—	2.590	2.560	13.097	3.748	171.353	9.436(19—22)
Ya	A	—15	2.740	2.590	0.585	0.239	163.456	3.623(13—17)
	B	—40	2.710	2.640	0.433	4.604	182.780	14.238(21—24)
	C	40—	2.690	2.630	0.377	36.955	157.594	11.556(21—22)

plots of trees of different growth.

Indication for the volume of the fine soil				Indication for the total volume			
Volume weight	Volume of porosity (%)	Maximum water holding capacity (%)	Field water capacity (%)	Volume of porosity (%)	Maximum water holding capacity (%)	Minimum air capacity (%)	Field water capacity (%)
93.466	64.690	59.232	33.986	53.800	46.043	7.757	26.418
104.561	59.204	51.442	35.216	52.342	47.554	4.788	32.554
120.322	53.651	43.632	31.699	44.377	43.424	0.953	31.664
82.178	66.279	54.354	30.020	61.318	41.323	19.995	22.823
115.777	56.524	44.593	36.894	51.521	47.058	4.463	38.934
106.591	60.863	51.095	35.087	52.644	47.081	5.563	32.331
106.374	60.175	51.405	39.225	52.250	47.480	4.770	36.230
83.276	69.134	71.972	40.915	58.472	50.692	7.780	28.817
113.175	58.021	45.489	29.971	52.940	46.974	5.966	30.949
107.960	60.713	40.252	23.758	58.579	41.929	6.650	24.748
119.433	55.765	44.530	28.507	51.795	49.398	2.459	31.623
133.739	48.640	35.773	29.737	48.102	47.314	0.788	39.331
119.102	54.954	44.227	26.958	54.106	51.863	2.243	31.613
129.378	53.242	39.939	22.895	52.516	50.968	1.448	29.218
140.473	47.796	35.773	35.363	47.488	46.814	0.674	35.380
116.816	55.986	40.803	23.636	53.915	45.090	8.825	26.590
122.603	53.977	41.797	30.056	52.551	49.891	2.660	36.819
148.348	43.963	28.944	25.100	43.461	42.457	1.004	36.819
125.084	52.185	40.518	27.151	51.417	49.186	2.231	33.462
151.680	42.697	29.446	18.543	42.069	41.056	1.013	27.713
153.322	42.186	26.908	17.113	40.665	39.767	0.898	25.292
107.573	56.580	39.315	29.119	55.456	41.451	14.000	30.702
136.429	46.964	27.057	19.794	46.028	36.788	9.245	26.913
110.489	57.988	52.143	25.349	57.588	57.191	0.379	27.815
120.792	53.895	45.333	37.830	53.812	53.250	0.562	45.625
120.824	54.388	39.627	32.558	54.133	47.653	6.480	39.154
124.332	53.258	35.611	27.017	49.593	41.204	8.389	31.279
114.851	54.242	36.774	18.794	53.975	41.979	11.996	21.479
123.339	51.249	33.924	22.137	50.482	43.695	6.787	26.895
114.487	55.278	34.275	23.829	52.950	37.582	15.368	26.132
106.056	59.050	41.334	25.615	58.930	43.785	5.145	27.110
122.125	53.741	33.800	25.144	53.063	40.821	12.242	30.321
114.284	56.545	35.200	21.148	51.268	36.514	14.754	21.914

Table 19. The data of soil character at the

Plot	Horizon	Depth (*cm*)	Specific gravety Gravel	Specific gravety Fine soil	Volume of root (*cc*)	Volume of gravel (*cc*)	Volume of oven-dried soil (*cc*)	Hardness *kg/cm3* (*mm*)
Ta	A	—20	2.660	2.513	1.104	3.367	190.738	1.702(10—12)
	B	—50	2.600	2.592	0.257	1.034	210.724	3.623(12—18)
	C	50—	2.710	2.650	2.820	0.454	202.993	3.623(12—18)
Oh	A	—17		2.750	15.746		170.911	2.493(12—15)
mu	B	—50	2.800	2.840	1.072	0.073	205.799	11.556(20—22)
	C	50—		2.890	0.073		187.896	22.116(24—25)
Oh	A	—18		2.590	0.098		221.167	2.063(10—14)
za	B	—40		2.740	0.218		197.288	3.623(14—16)
u—s	C	40—	2.810	2.780	0.274	0.061	235.867	27.959(24—27)
Oh	A	—27		2.700	0.976		174.891	0.576(6— 7)
za	B	—60		2.750	0.339		189.402	3.623(10—21)
m—s	C	60—		2.800	0.316		206.596	46.386(26—28)
Ka	A	— 2		2.520	1.832		111.114	2.063(11—13)
u—s	B	—20		2.910	0.548		147.604	11.556(19—23)
	C	20—		2.630	0.171		161.876	22.116(24—25)
Ka	A	—50		2.770	0.606		152.756	1.702(9—14)
l—s	B	—55	2.800	2.760	0.852	0.069	156.900	2.063(11—14)
	C	55—	2.860	2.810	2.546	0.029	148.954	27.959(22—26)
Oz	A	— 3	2.770	2.640	0.412	1.000	183.869	5.274(16—18)
u—s	B	—28	2.800	2.830	1.640	0.181	184.209	7.744(19—20)
	C	28—	2.870	2.800	2.410	0.059	191.117	17.670(21—25)
Oz	A	— 3	2.880	2.550	3.870	0.103	147.187	3.006 (14)
m—s	B	—35	2.780	2.850	0.130	0.445	139.932	4.368 (16)
	C	35—		2.790	0.295		171.445	4.363(16—17)
Na	A	— 9	2.650	2.730	1.912	26.820	195.530	7.744(18—20)
u—s	B	—65	2.710	2.690	0.529	9.770	216.390	14.238(21—24)
	C	65—	2.650	2.440	0.963	3.990	233.940	22.116 (24)
Na	A	—13						5.274(16—19)
m—s	B	—40						7.744(17—22)
	C	40—						17.670(22—25)
Yō	A . B	—14	2.390	2.610	1.150	0.520	221.070	9.436(14—26)
—C								
	C	14—	1.990	2.670	1.350	0.270	229.240	61.159(27—29)

plots of trees of different growth.

Indication for the volume of the fine soil				Indication for the total volume			
Volume weight	Volume of porosity (%)	Maximum water holding capacity (%)	Field water capacity (%)	Volume of porosity (%)	Maximum water holding capacity (%)	Minimum air capacity (%)	Field water capacity (%)
121.289	51.776	34 766	21.101	51.198	41.661	9.537	25.286
136.991	47.148	30 539	12.231	46.996	41.700	5.296	16.701
153.592	48.832	31.389	13.860	48.433	42.189	6.244	18.639
122.316	55.521	41.971	19.737	53.336	49.316	4.020	23.191
146.537	48.403	27.524	20.795	48.264	40.217	8.047	30.217
135.780	53.017	33.323	25.773	53.003	45.238	7.770	34.938
143.241	44.695	28.654	15.386	44.684	41.034	3.650	22.034
135.216	50.651	35.488	22.724	50.624	47.960	2.664	30.710
164.065	40.984	27.604	21.275	40.950	45.251	—4.301	34.876
118.340	56.170	48.470	12.574	56.033	57.219	—1.186	14.844
130.324	52.609	30.815	17.584	52.565	40.125	12.440	19.875
144.731	48.310	25.048	10.354	48.272	36.224	12.048	14.974
70.320	72.030	87.130	45.930	71.760	61.030	10.730	32.150
107.530	63.050	54.790	44.310	62.960	58.830	4.130	47.530
106.470	59.520	55.020	47.360	59.490	58.550	0.940	50.400
103.940	61.730	54.030	39.630	61.660	57.150	4.510	39.630
103.510	60.680	50.060	34.360	60.540	54.200	6.340	37.200
105.320	62.520	58.240	41.640	62.120	60.940	1.130	43.570
121.780	53.870	34.560	17.870	53.680	41.940	11.740	21.690
130.920	53.730	41.220	31.230	56.990	53.720	—2.750	40.700
134.610	51.290	41.640	34.190	51.600	55.710	—2.170	45.740
94.770	53.870	68.870	54.310	62.210	64.960	3.270	50.960
122.330	57.030	42.790	36.120	56.990	52.270	4.720	44.120
97.670	64.990	68.770	60.880	64.940	67.110	—4.110	59.420
143.780	47.330	24.790	18.700	43.930	33.030	10.850	24.950
149.370	44.470	25.630	20.910	43.330	37.300	6.030	30.430
144.390	40.820	27.030	18.890	40.340	38.580	1.760	26.950
144.850	44.501	28.120	13.030	44.320	40.570	3.750	18.820
153.640	42.460	27.420	16.800	42.290	41.960	0.330	25.710

Table 19. The data of soil characteristic at the

Plot	Soil structure	Percolation rate (cc/min) After five minutes (cc)	Permeability-depth index 50cm	Permeability-depth index 100cm	Moisture saturation (%)	pH	Age of tree	Height of upper tree
Yo	CL	86			57	5.44		
I—2	〃	116	2700	4700	68	5.10	6—10	6.14
	〃	40			81	5.20		
Yo	CL	120			55	5.61		
III—1	〃	103	4528	8528	83	4.70	6—11	5.43
	〃	80			69	5.15		
Yo	CL	102			76	4.80		
IV—3	〃	189	6099	8149	57	4.95	6—9	5.54
	〃	41			66	5.40		
Gu	SL	32			59	4.60		
I—4	〃	26	1948	4748	64	4.40	6—13	3.55
	〃	46			80	4.35		
Gu	SL	60			61	5.60		
II—2	〃	16	596	1656	57	4.70	7—17	9.40
	〃	14			69	4.50		
Gu	SL	230			58	4.80		
III—1	〃	225	6272	9672	53	3.95	11—15	5.50
	〃	68			65	4.13		
Gu	SL	10			61	5.00		
IV—3	〃	60	2500	3200	63	5.20	12—15	7.50
	〃	14			64	5.15		
Ba	L	111			74	4.65		
	〃	195	6600	9000	73	4.55	9—17	10.10
	〃	48			44	4.95		
Yō	L	184			83	4.00		
—A	〃	9	4820	5220	82	5.88	10—17	10.82
	〃	8			76	4.90		
Yō	L	57			51	4.95		
—B	〃	56	2815	3965	65	4.35	5—12	10.20
	〃	23			70	4.30		
Ya	L	108			62	4.60		
	〃	37	2555	3855	74	4.90	35—36	18.00
	〃	26			60	4.73		

plots of trees of different growth.

Plot	Soil structure	Percolation rate (cc/min) After five minutes (cc)	Permeability-depth index 50cm	Permeability-depth index 100cm	Moisture saturation (%)	pH	Age of tree	Height of upper tree
Ta	SiL	36			61	5.85		
	〃	238	7860	17010	40	6.70	16—22	14.90
	〃	183			44	6.42		
Oh	SL	40			47	5.90		
mu	〃	65	2825	5225	75	5.35	7—10	6.00
	〃	48			77	5.90		
Oh—za	SL	254			54	5.99		
u—s	〃	178	7650	8550	64	5.89	20	8.30
	〃	18			77	5.89		
Oh—za	SL	134			26	5.99		
m—s	〃	56	6256	7106	50	5.95	25	10.80
	〃	17			41	5.74		
Ka	L	105			53	5.55		
u—s	〃	21	3076	4076	81	5.40	9—24	6.60
	〃	20			86	5.40		
Ka	L	20			69	5.90		
l—s	〃	22	1070	4820	69	5.65	10—19	9.35
	〃	75			71	6.35		
Oz—me	CL	42			52	5.23		
u—s	〃	4	1942	5842	76	5.62	10—18	6.20
	〃	78			82	6.16		
Oz—me	CL	16			78	6.16		
m—s	〃	24	995	1596	85	5.60	12—21	5.90
	〃	12			88	5.61		
Na	CL				75	4.80		
u—s	〃		1760	2830	82	4.65	10—13	4.60
	〃				70	4.60		
Na	CL							
m—s	〃						7—15	7.20
	〃							
Yō	L	158			46	5.30		
—C		8					6—10	6.90
	〃	28			61	5.80		

2，調査結果

1）生根体積および土壌各層の深さと林木の生育

A層の深さは1～27*cm*，B層の深さは8～65*cm*で，区間の相違が大きい。

根の垂直的分布は割に深く，表土流亡区の具志川（Gu）Ⅰ－4，C層位の最も堅硬な具志川（Gu）Ⅲ－1，やや凹地形をなすヨーン（Yō）B区を除く各区ともに，根の伸長はすべてC層位におよんでいる。B層位ないしC層位の硬度22.116*kg/cm²*（24*mm*）以上におよぶ区が50%以上であるが，根の伸長は，はなはだ堅硬なC層にまでおよんでいる。

根の分布量と林木生育との関係は，根の伸長する土の深さに応じてよくなり，特にB層位およびC層位における根の分布量の多い林木の生育が一般に良好な傾向を示し，林木生育の不良な土壌の浅い区では，根の分布はA層位に集中する傾向を示す。一般に土壌のB層位およびC層位が深く，その堅密度が比較的小さく，根の伸長が土壌深くまでおよんでいる林木ほど生育がよい。

以上のことからリュウキュウマツの根は，堅硬な通気不良の瘠地にも耐えて伸長し，極めて深根性が高く，したがって耐乾性もアカマツよりもつよいことが推測される。

2）硬度，容積重および孔隙量と林木の生育

一般に土壌は堅密で，B層位およびC層位の硬度は9.436*kg/cm²*（20*mm*）以上で，22.116*kg/cm²*（24*mm*）以上の区は11区（50%）におよんでいる。

林木の根の伸長は，27.959*kg/cm²*（25*mm*）以上の硬度層位にも分布しているが，硬度の小さい層位ほど伸長は良好で，特に9.436*kg/cm²*（20*mm*）以下において良好である。

一般に容積重は極めて大きく，5調査区を除けば106～164の範囲にあって極めて大きい。一般に平坦地において大きい傾向がある。

土壌の孔隙量は40～71%（対全容積）で比較的小さく，土壌の堅密なことを示す。

3）最大容水量および採取時含水量と林木の生育

最大容水量は，33～67%（対容積）で極めて小さく特に各区および各層位間の差が小さい。

採取時含水量は，14～59%（対全容積）で極めて小さく，各区および各層位間の差も小さい。

林木の生育との関係は，土壌が一般に堅密なためか，排水通気との関係か，地形的関係か，根の伸長が土壌深くにおよぶ樹性なども関係してか判然としないが，B層位およびC層位における通気を不良ならしめない程度の保水状態において，林木の生育は良好な傾向を示す。

4）最小容気量と林木の生育

最小容気量は，－4～20%で比較的小さく，特にB層位およびC層位において著しく小さい。地形的に排水のよい傾斜地では最小容気量は，林木の生育に重要な関係はないように推測される。

5）透水速度および透水指数と林木の生育

透水速度は4～238*cc/min*ではなはだ小さく，一般にA層位においてやや大きく，B層位，C層位の順に小さい。

深さ50*cm*および100*cm*までの透水指数は，900～7,800および1,600～17,000で，各区間の差は比較的大きい。林木生育との関係は，根の伸長が比較的大きいので深さ100*cm*までの透水指数の大きい区ほど林木の生育も良好な傾向を示す，透水のよい土壌は一般に排水もよいと推測される。

6）pHと林木の生育

pHは3.95～6.70で，強酸性地は少ない。一般に酸性の弱い区において林木の生育は良好な傾向を示す。

以上を要約すると，土壌は，はなはだ堅密で諸物理性は一般に不良である。リュウキュウマツの根は，堅密なC層位にまで根を伸長させて良好な生育をとげる特性があり，したがってアカマツより深根性が強く瘠地や乾燥に耐える特性が高いことが推測される。下層土が低湿地帯であったり，極端に堅密

で物理性が特に不良でない限り，土壌層位の深い土壌ほど生育の良好な傾向を示す。また特に下層土の排水がよく通気性の良好なことも林木の生育に重要な条件と推測される。

3 総 括

林木の樹高生長量，母岩および地形などの異なる林地における土壌の各層位の深さ，各層位における土壌の物理性（硬度，自然状態の容積重，孔隙量，最大容水量，採取時含水量，最小容気量），土性，透水速度と透水指数，飽水度，pHなどを調べて，林木の生育との関係を検討した。取りまとめの結果を総括すると次のとおりである。

1） 生根体積と各層位の深さ

根の土壌中への伸長量は割に深く，全区にわたって根の伸長分布はC層位におよんでいる。各層位における根の分布量は，各区間でいろいろ相違していて，一般にB層位およびC層位における根の分布量の多い区ほど林木の生育は良好な傾向を示し，林木生育の不良な区ほどB層位およびC層位における根の分布量が少なく，かつ根の分布量がA層位に集中する傾向がある。

土壌の各層位の深さは，各区間でそれぞれ相違し，その差も割に大きい。一般に林木の生育は，各層位の深い区ほど良好な傾向がみられる。

2） 硬度，容積重および孔隙量

各区にわたり自然状態の容積重は，はなはだ大きく，各区間の各層位における容積重の大小もそれぞれ相違し，その差も割に大きい。

硬度も比較的大きく，B層位およびC層位において特に大きい。硬度の各区間および各層位間の相違は，容積重の各区および各層位間の相違の傾向とよく似ている。

土壌の孔隙量は，全般にわたり比較的小さく，各区間および各層位間の相違は，容積重および硬度とは負の相関々係を示し，一般にA層位が大きく，B層位，C層位の順に小さい。

林木の生育の良好な区は，一般に硬度，容積重が小さく孔隙量の大きい傾向を示す。

3） 最大容水量および採取時含水量

全般にわたり最大容水量は，はなはだ小さく，かつ各区間および各層位間の差の範囲も小さい。

採取時含水量もはなはだ小さく，かつ各区間および各層位間の差の範囲もはなはだ小さい。

林木生育との関係は，地形的関係もあって判然としないが，下層土の採取時含水量が小さいほどやや良好な生育を示す。

4） 透水速度および透水指数

全般的に透水速度は，はなはだ小さく，各層位間の差の範囲もはなはだ小さいが，A層位がやや大きく，B層位，C層位は小さい傾向がある。

平坦地を除けば深さ100*cm*までの透水指数と林木の生長の関係は，透水指数の大きい区ほど一般に良好な傾向を示す。

5） pH

一般に酸性の弱い区ほど林木の生育は良好な傾向を示す。なお一般に重粘なアルカリ母岩土壌における林木の生育は，不良な傾向を示す。

第7章 摘 要

1 摘 要

リュウキュウマツは，沖縄各地に分布する郷土樹種で，他の生育樹種に較べて生長量は大きく，用途も広く，低他位でも比較的良い生育をとげるので適地はもっとも広い。

近年沖縄では，年々全造林地面積の80%以上におよぶ約700haのリュウキュウマツの播種造林が実施されている。

本研究は，リュウキュウマツの全沖縄各市町村における分布面積を調査し，母岩，地形，植生などの異なる5地方の9地区におけるリュウキュウマツの幼令林41調査区，壮令林4調査区について毎木の各部測定をおこなって，林分の構成状態と生長の関係を調査し，林分を構成する各樹高階の各標本木の樹幹解析と各部生長量を測定調査して，各樹高階における各部生長量の関係を明らかにした。

リュウキュウマツの発芽苗木の耐乾性については，土壌の各種水分張力における苗木の含水率と蒸散量の変化および苗木の枯死点を測定調査し，また異なる水分管理による苗木各部の生長量の相違などを測定調査した。なお短期の生長期間における樹高生長量の異なる三地点の土壌水分のpF価の変化を測定して，樹高生長量との関係を推測した。

リュウキュウマツの耐陰性については，各種庇陰度における苗木各部の生長量，異なる地位における各樹高階木の葉令別針葉の着生量，含水率および蒸散量などを測定して樹高生長量との関係を推測した。

また各調査区の土壌各層位の各種物理性とpH価を測定して樹高生長量との関係を推測した。これらの研究成果の大要は次のとおりである。

(1)　リュウキュウマツの分布面積は30,634haで全林野面積の約23%を占め人工材約25%，天然生単純林約38%，混交林約37%である。地方別分布面積の内訳は，沖縄群島約34%うち北部地方約57%で大半を占め，宮古群島約9%，八重山群島約7%である。全沖縄39市町村中まとまった分布面積をもたない市町村は，沖縄本島南部の1村のみで，各地区の酸性またはアルカリ性各種母岩の土壌に良く生育分布している。

(2)　幼令林41調査区のha当り立木本数分布の範囲は，24,263～1,679本で調査区間の差が大きく，ha当り5,000～7,000本の調査区数は14区，ha当り立木本数2,000～5,000本の調査区と7,000～10,000本の調査区数は同数で，それぞれ11区，27%である。

一般に林分の本数密度は，周辺の開放した陵線や丘陵台地など日当りの良い地形的条件の林分において大きく，周辺の閉鎖した山麓平坦地や山地中腹部において小さい。また他植物の繁茂による閉鎖の大きい地位の場所において小さく，閉鎖の小さい場所において大きい。火入れ地拵えも立木密度をやや大きくする。火入れ地拵え，天然下種による陵線部における成林分20調査区のha当り平均立木本数は8,890本，火入れ地拵えをおこなわない天然下種による陵線部の成林分9調査区の平均立木本数は7,118本，地形的に閉鎖された山地中腹部や山麓平担地の成林分10調査区の平均立木本数は3,404本，火入れ地拵え，人工下種による陵線部と中腹部における成林分の立木本数は6,729本と3,409本である。

(3)　樹高階別立木本数についてみるに，調査区間において多少の相違はあるが一般に林分構成の主体をなす上層樹高階木の立木本数は，立木総本数の多少にほぼ比例して増減するが，立木本数の多い区ほど上層樹高階木の立木本数の百分率はやや減少する傾向が認められる。

(4)　閉鎖した幼令林における樹冠投影面積合計の構成歩合は，中央樹高階以上の上層各樹高階において極めて大きく，上層樹高階林木の構成する樹冠投影面積合計値は，上層樹高階立木本数の多少にかかわらずほぼ一定で，下層各樹高階においては極めて小さい。

(5)　閉鎖した幼令林における林冠による庇陰度の構成歩合は，中央樹高階以上の上層各樹高階林木の林冠によって構成される庇陰度は極めて大きく，上層樹高階立木本数の多少にかかわらずほぼ一定で，下層樹高階林木の構成する庇陰度は極めて小さい。

(6)　樹令と地位のひとしい閉鎖幼令林分の胸高断面積合計値の構成歩合は，中央樹高階以上の上層各樹高階林木層において極めて大きく，立木本数の多少による差は，比較的小さい。

下層樹高階林木の胸高断面積合計値は，極めて小さい。

閉鎖幼令林分における上層樹高階層林木本数は，林分の総立木本数にほぼ準じて増減する。

また地位上位ないし中位の閉鎖幼令林においては，最上層樹高階からの上層樹高階木3,000～7,000本の範囲，地位上位ないし中位の壮令林においては，最上層樹高階からの上層樹高階木1,500～3,000本の範囲の上層木と下層木間の単木の胸高断面積値の大小の差は，比較的小さい。

(7) リュウキュウマツの幼令林および壮令林の生長量を，樹高階別に分析した結果を要約すると次のとおりである。

単木の樹高，胸高直径および材積生長量は，最上層樹高階木は最も大きく，次第に減少し，下層樹高階木は急激に減少して著しく小さい。この減少の度合は，本数密度の小さいほど，地位が高いほど，樹令が高いほど大きくなる。このような傾向は，枝条材積や絶乾針葉量にも認められ，絶乾針葉量において特に大きい。

(8) 下層樹高階木の樹高および胸高直径の生長量の減少率は，樹令の高まりとともに次第に大きくなる。

(9) 上層樹高階木の胸高直径生長量は，総本数の多少よりも，上層樹高階本数の多少に影響される。

(10) 上層，中層および下層樹高階における優勢，平均，劣勢木の胸高直径と材積生長量は，前二者間の差は小さいが，劣勢木は前二者に比して著しく小さい。ただし本数密度の大きい林分では，三者間の生長量差は小さくなる。

(11) 上層および下層樹高階木相互間の単木幹材積の大小は，前者（上層）は上層樹高階本数と，後者（下層）は上層樹高階本数および総本数の多少と負の相関々係がある。

(12) 最近2年間の単木の幹材積生長量は，最上層樹高階木は最も大きく，次第に減少して下層樹高階木は極めて小さい。この減少の度合は，本数密度が小さいほど，地位が高いほど，樹令が高まるほど大きくなる。またこの傾向は，各樹高階における優勢，平均，劣勢木間の幹材積生長量においてさらに大きくなる。単木の生長率については，各樹高階木間の差は比較的小さい。

(13) 単木の各樹高階木間における最近2年間の幹材積生長量は，各樹高階木の幹材積，枝条材積および絶乾針葉量と正の相関々係があり，特に後者においては高次である。

また各樹高階木の発芽後2年間と最近2年間の樹高，胸高直径および材積生長量などは，発芽後2年間の各種生長量の大小は樹高階とは無関係でまちまちであるが，最近2年間の各種生長量は樹高階と高次の正の相関々係にある。

(14) 本数の少ない不揃いの壮令林では，最近2年間の幹材積生長率は，優勢，平均，劣勢木の順となり，生長量差は大きいが，本数の多い斉一な壮令林では，三者間の生長率の差は小さい。

(15) 単木の絶乾針葉量1*g*当りの最近2年間の幹材生長量は，一般に中央樹高階木が最も大きく，最上層，最下層の樹高階木の順に小さくなる。一般に本数密度の高い林分では，絶乾針葉1*g*当りの幹材生産量はやや高くなる。また本数密度の高い林分では，上層樹高階木の本数密度の低い林分で，下層樹高階木の針葉1*g*当り幹材生産量は増加する。特に地位の低い林分では，針葉1*g*当りの幹材生産量は極めて小さく，樹高階間では最上層木が最大で，下層木は著しく小さくなる。

(16) 各樹高階における優勢，平均，劣勢木の針葉1*g*当り幹材生産量は，優勢木が最小で，平均木がこれに次ぎ，劣勢木は最大である。

(17) リュウキュウマツの苗木の生育と土壌水分についての調査結果を要約すると，土壌水分の乾燥にともなうリュウキュウマツ苗木の蒸散量の減少は著しいが，苗木の含水率の減少は比較的小さく，苗木の枯死点は，著しく乾燥した土壌水分張力38気圧附近で，クチクラ蒸散量は極めて小さい。2—3カ月苗木は，6—7カ月苗木に較べて苗木の含水率は大きく，乾燥にともなう蒸散量の減り方は小さく，枯死点における枯死率は大きく，苗木は幼弱組織で耐乾性も劣る。

(18) 土壌の水分張力0—約1気圧区に対する0—約10気圧区および0—約20気圧区の2年生ポット

苗木の各部生長量の割合は，0—約10気圧区において92～96%で軽い乾害をうけ，0—約20気圧区においては70～82%で乾害はかなり大きく，乾害による着生葉量の減少率は最も大きい。

(19) 樹高生長量の異なる3区の土壌の深さ10 *cm*における短期の生長期間の1例による土壌水分pF価2.7以上の出現日数は，樹高生長量の小さい区ほど多く，大きい区は少ない。土壌の雨水吸収および水分保持は，樹高生長量の大きい区ほど良好である。以上のように，リュウキュウマツの苗木の枯死点は，著しく乾燥した土壌の水分張力38気圧附近であり，クチクラ蒸散量も著しく小さく，乾害による生長量減少も小さく，アカマツに較べて耐乾性はやや高いことが推測される。

(20) リュウキュウマツ苗木の生育と庇陰度の関係を調査した結果を要約すると，当年生ないし3年生苗木の生育は，全照度（庇陰度0.0）区が最もよく，全照度区の生育苗木に対する庇陰度0.15ないし0.75の各区の生育苗木の各部生長量の減り方は，庇陰度0.3以下の各区において著しく減少し，庇陰度の増加とともにさらに著しく減少し，苗木令の高まりとともに一層減少する。庇陰による針葉特に当年生針葉の着生量の減少率は最も大きく，これに次いで各部重量の減少率もかなり大きい。

(21) 庇陰度を異にする上層，中層，下層木の上部着生針葉量特に当年生着生針葉量および同一林木の上，中，下部の着生針葉量は，前記配列の順に小さい。

(22) 地位上位の林地の林木の上部枝葉は，針葉量特に当年生針葉量は多く，含水率および蒸散量も大きい。また上層林木の針葉の蒸散量は，下層林木の針葉の蒸散量よりも大きく，当年生針葉の蒸散量は，1年生針葉の蒸散量よりも大きい。

(23) 林木の生育や母岩の異なる各種土壌の各種物理性の測定結果とリュウキュウマツ生育の関係は，次のとおりである。各種土壌層位の硬度は，極めて大きく堅硬で，容積重も極めて大きく堅密である。

(24) 根の土壌中への伸長度は深く，各区ともにC層位におよぶ。B層位，C層位における根の分布量の多い区ほどリュウキュウマツの生育は良好な傾向が認められる。また土壌の硬度および容積重の小さい区ほど，土壌の孔隙量の大きい区ほど，土壌の透水指数の大きい区ほど，弱酸性の区ほど一般にリュウキュウマツの生育は良好の傾向が認められる。ただし重粘なアルカリ母岩土壌での生育は不良である。

2 総　括

本研究の結果によって判明したリュウキュウマツの特性のうち，優良林分への誘導上特に重要な性質は，ⓐリュウキュウマツは極めて陽性が強い，ⓑ樹冠拡張は極めて大きい，ⓒ土地的適応性は極めて広いことなどである。

沖縄地方の各地に散在するリュウキュウマツ林分は，一般に林分生長量の小さい疎悪林分が多く散見される。

(1) 優良林分の造成上重要なことは，樹高の生長量が優良で，しかも揃った適正立木本数の林分を継続的に維持し生長させることである。

本研究の結果からは，リュウキュウマツの苗木および成木の各部生長量は，庇陰によって著しく減少し、林分内においてもわずかの樹高差による庇陰の違いによって生長量にかなりの差があり，樹令の高まりとともに差は年々大きくなる。上層樹高階林木の占める林分幹材積の割合は極めて大きく，生長量も著しく大きく，今後の林分生産量の主体をなすことが推測される。これに反して，下層樹高階林木の林分内幹材積の割合は極めて小さく，生長量も著しく小さく，今後は一層小さくなり，何れは消滅するか，少なくとも今後の林分生産対象林木にはなり得ないことが判然としている。

またリュウキュウマツの各部の生長は，アカマツなどに較べて著しい広葉樹型で，林冠拡張は極めて大きく，枝条率も50%以上におよぶもので，極めて少数の上層樹高階の立木本数によっても林冠は閉鎖

し，林冠による庇陰度は著しく大きく，したがって下層林木の生長量は著しく減少し，将来の主間伐の生産対象となり得る今後の林分生長量は少数の上層樹高階に限られ，したがって林分の生長量は少なく，上層林木の枝条率は大きくなって，幹は梢殺の形となって形質は劣り，胸高断面積値は同じでも幹材積は小さくなる。各区においては一般に立木本数の少ない最上層樹高階林木は暴れ木的な生育となって枝条率はかなり大きく，多量の着生針葉は大きな庇陰を形成するが，単位針葉量の幹生産量は比較的小さい。かかる現象は，上層樹高階の優勢木において一層著しく，幹の形質が劣り，単位針葉量の幹材生産効率は一層小さくなっている。これに反して立木本数のかなり多くなる中央木以上の樹高階林木においては，枝条率も適正で，針葉の幹材生産効率は，各樹高階林木中つねに最大で，精英樹型の各部生育をとげている。

以上のように極めて陽性の高いリュウキュウマツ林分においては，つねに適正な上層林木本数の維持確保によって適正な林分の閉鎖を保ち，かつ林木相互の適正な樹冠拡張その他各部生長の相互調節によって，精英樹型の生長を遂げさせ，しかも樹高生長量の極めて優良な揃った上層樹高階林木の適正立木本数の生育を主間伐期まで確保し生育をはかることが，幹材の生産量と形質の優良な林分への誘導上重要なことと推測される。

なお以上のことから，林木の暴れ木型の生育を抑止することを心がけるとともに，暴れ木の除間伐につとめねばならない。また林地力による林木の各部生長量には差があり，適正の林分閉鎖を確保するため，地位下位の林地の立木本数は，やや多くするように心がける必要がある。

(2) 次に優良林分への誘導上重要なことは，なるべく多数の稚樹の発生と生育をはかることである。幼令期におけるわずかの樹高生長量差も，樹令の高まりとともに林木相互間に庇陰関係を生じ，生長とともに揃った上層樹高林木本数を減じて疎林分へ移行することになるので，より多くの稚樹を発生生育させて多数の稚樹間の相互淘汰によって，より優良な樹高生長量をとげる形質の林木による適正立木本数の確保を期するため，できるだけ多くの発生稚樹の生育を期することも重要である。

本研究の結果によると立木密度の高い林分は，ⓐ火入れ地拵え跡地へ天然下種によって更新された日当りのよい開放陵線地帯，またはそれに準ずる地帯が最多で，ⓑ火入れ地拵えをおこなわない日当りのよい開放陵線地帯，またはそれに準ずる地帯において天然下種によって成林した地帯がⓐに次いで多く，ⓒ火入れ地拵え跡地へ播種穴鍬入れをおこなったのち，人工下種によって成林した日当りのよい陵線またはこれに準ずる地帯がⓑに次いで多く，ⓓ山ろく平坦地や凹地などの周辺閉鎖地で日当りは少なく，他植生の繁茂の大きい地帯における天然下種地と，播種穴地拵え人工下種などによって成林した林分の立木本数は最少で極めて少ない。ⓔなお，日当りの良い陵線地帯で，他植生も極めて少ないが，表土の流出した地帯の成林々分の立木本数は，ⓒないしⓓに準ずる立木本数である。

以上のように，ⓐ，ⓑ，ⓒ区において比較的立木本数の多いことの原因は，日照時間が長く日当りが良好で，発生稚樹の庇陰による枯損の害が比較的少ないことが主な原因と考えられる。そのほかに地位の関係で一般には他植生の繁茂が少ないため，稚樹への庇陰の害の少ないことも考えられるが，地位も高く火入れもおこなわれない日当りのよい低山陵線地帯で，樹高生長の良好な立木本数の比較的多い区の含まれることは，地拵えと稚苗発生後最少限の刈払い手入れによって地力を維持しつつ，立木を一層多く成林させ得ることが推定される。

日当りのよい各区における火入れ区と無火入れ区との平均立木本数の差は比較的少ない。各区間における立木本数の差が隣接する火入れ区間でも大きいことは，主として火入れ後の他植生の繁茂と庇陰の害の相違による稚樹枯損率の差によるものと考えられ，火入れによる立木本数増加への効果は比較的小さい。刈払い地拵えと稚樹発生後の最小限の刈払い手入れをおこなえば，立木本数の増加をはかり，地力の減退をさけ，林分下層に他の植生を生育させて地力改善効果も期し得るものと考えられる。ただし

陵線一部の凸部の極めて堅硬な溶脱土壌においては，火入れによる吸水の増加とリュウキュウマツ稚苗の苗高生長の増大が認められる。

日当りは良く，地位下位の表土流出の有無による隣接区間における立木本数は，表土流出の激しいA層位を欠く区は最小で極めて少なく，表土流出のない区はかなり多い。この区間の相違から，雨水による種子の流去が立木本数の多少を左右する主たる原因で，乾害による稚樹の枯損は，比較的小さいものと考えられる。このことより，播種地点の鍬入れによって雨水の吸収を高め，タネの定着と発芽を高めることが重要と考えられる。

10月ないし11月に成熟下種して，冬の間の気温と降雨によって大方3月末頃までに発芽し，6月の梅雨明け後の暑気までに根をかなり伸長させるので，アカマツに較べて稚樹の乾害はかなり小さいことが推測される。なお人工下種に当っては，播種後早目の11月頃より，おそくとも2月末頃までには播種を完了して，梅雨明け初夏以降の稚苗の乾害や暑害を最小限にとどめるとともに，播種当年稚苗の苗高生長を初春早々に開始させ，当年の苗高生長量をなるべく大きくして他植生による庇陰の害を減じ，刈払い回数の節減を期すべきである。天然下種更新に当っても早目の地拵え実施をおこなう。

火入れ地拵え人工下種によって成林した林分の立木本数は，日当りのよい陵線区ではかなり多いが，中腹区ではかなり少なくなっている。このことは中腹斜面が日当りのよい南西方位であることから推定して，主に他植生の繁茂による稚樹枯損の多少に左右されたものと推測される。なお各林分の立木本数の増加をはかるに当っては，人工下種によって一定の立木密度の確保をはかるとともに，天然下種による下種の補強をはかることにも心がけるべきである。

優良母樹の生育する更新地においては，天然下種による成林も期すべきで，この場合タネの成熟落下期の主風の方向が北東ないし北なので，更新地上に母樹を散在させるかまたは更新地を母樹林の南西ないし南方向に設定することも配慮すべきである。特に採種母樹の形質に不安のある沖縄地方の現状においては，優良母樹の生育地附近に更新地を設定して，天然下種または人工下種地への天然下種による補播を計画すべきである。

戦後の沖縄地方においては，森林の疎開植生化によってリュウキュウマツの天然生林が各地に散在生育して，更新に当って母樹からの下種依存の条件がそなわっている。

上記方法によって更新地を選定し更新をはかる場合，適地を選定することになり，母樹の生長に準ずる稚苗の良好な苗高生長量が期待でき，したがって他植生による庇陰の害は少なく，多本数の稚樹の生育が期待され，刈払い手入れの回数の節減にもつながる。

(3) さらに優良林分への誘導上重要なことは，林地力の維持増進をはかって多数の稚苗の発生々育をはかり，かつ成林木の優良な生長量を期することである。

リュウキュウマツは土地的適応性が広く，一般広葉樹類の生育困難な瘠地でも生育し，一般に地位の低い陵線地帯でも，樹高生長量は不良で矮形ではあるが，つねに他樹種の上層林木として生育している。

リュウキュウマツは，沖縄全域のアルカリまたは酸性の各種母岩の土壌で生育分布するが，場所による生長量の相違がめだつ。

沖縄地方は，年中高温多湿の暖帯ないし亜熱帯の小島からなり，風化が激しい故か赤色土壌の分布はかなり広い。

本研究の調査結果によると，リュウキュウマツの生育各地域における根の伸長は困難で，生育も悪い。土壌の腐植による着色は薄く，団粒構造の発達は低く，板状構造の土壌層位はかなり多い。A，B層位は浅く，A層位は極めて浅く，表土の流出のあることが推測される。根の伸長や呼吸作用と密接な関係をもつ土壌の各種物理性は，土壌の堅硬緻密な性質と関連して一般に不良である。

リュウキュウマツは，苗木の乾害による枯損をまぬかれる耐乾性はかなり強いが，地位の相違による

稚苗の苗高生長量にはかなり差があって，地力上位の苗高生長量の大きい区においては，稚苗発育初期における最小限の刈り払い手入れによって，稚苗の苗高生長量を促進し他植生の庇陰による稚苗の枯損の害を減じて稚樹の生育本数を多くし，かつ刈払い手入れ回数の節減をはかり得る。

リュウキュウマツの稚苗の苗高生長は，アカマツなどに較べてかなり大きく，特に発芽翌年以降の苗高生長量は著しく大きくなるので，稚苗発生当年の刈払い手入れの効果は極めて大きい。

また地位の相違による各林分の幹材生産量の差もかなり大きい。沖縄地方においては赤色土化土壌の分布はかなり広く，土壌は極めて堅硬緻密で各種物理性も不良で地力の低下が著しく，地力の維持増進には特に留意して林地力の向上をはかり，林分の幹材生産量を高めるとともに，成林後の林内下層には萌芽広葉樹類や草木類の生育をはかって林地力の改善を期する。

また適宜有用広葉樹類との混交林の造成もはかるべきである。地力の改善力が高く，幹材生長量もかなり大きい有用樹種で，大方の山地に良い生育をとげ，耐陰性もかなり高くて林内でも生育するマメ科のソウシジユとの混交林の造成は，特に励行すべきである。

リュウキュウマツ林分の生長量は，成林下の下層植生の少ない区ほど小さく，下層に広葉樹類の生育する区，広葉樹類との混交林の順に大きく，ソウシジユとの混交林では特に大きく，リュウキュウマツの単純林分に較べて樹令の高まりにともなう樹高生長量減少の傾向がみられない。上記の樹種構成や下層植生の相違による土壌の各種物理性の相違も認められる。また林地力の低下をさけて，稚苗の発生々育を高め，成林下の他植生の繁茂や一般有用広葉樹類との混交林への誘導をはかって地力を改善し，成林木の生長量を増加させるためにも，火入れ地拵えはさけるべきである。

(4) 以上要するに，更新地上に充分なタネの下種と定着をはかり，多数の稚苗の発生々育を得て各生育期に樹高生長優良な適正本数の生育をはかって，林木相互の各部生長量の調整によって精英樹型の生長をとげさせて単位面積における幹材の生産量の最多と良質の幹材形質を形成させることが重要で，優良母樹のタネによる更新をはかるとともに，つねに林地力の維持改善につとめて林分生長量を高めることなどを心がけなければならない。

そのため，優良母樹の生育する地域を優先更新するように更新地を選定し，更新地の全面刈払いをおこなって，斜面上適宜の間隔の水平方向に（地形によって30ないし50*m*位の列間とする）根株の伐採点をやや高めに伐採した根株の列を設定して，刈払った草木本の枝葉を巻き落し堆積して，上方の流出表土の流下をくいとめるとともに，枝葉の腐植化を促進して地力の改善に寄与させる。全面刈り払った更新地に，地力に応じてha当り約4,000ないし6,000穴の播種穴を鍬入れ設定して，タネの定着と稚苗の発芽と良好な生育に備え，1穴当り約15ないし20粒のタネを播きつけて5本以上の稚苗の発育をはかり，数年後に各播種穴に樹高生長の最も良好な幼令木1ないし2本を残し除伐して，残存林木の生育をはかるべきである。稚苗発生当年は，適宜刈払い手入れをおこなって稚苗への庇陰の害をさけるとともに，稚苗の苗高生長の促進をはかる。また優良母樹のタネを採取して人工下種に当て，更新地周辺の優良母樹の下種をもあわせてはかる。

施肥による発芽当年の苗高生長量や枝葉の繁茂を高めることは，優良林分造成上極めて重要なことであって，今後の研究を要する。播種1～2カ月後発芽の揃った時期に，窒素，燐酸，加里三要素の地表面バラマキ施肥の効果や，播種穴鍬入れの際の数cm以下の深さの土壌中施肥の効果も比較的良好で，施肥による稚苗枯損の害はほとんどみられない。

また稚樹期における適正本数，成林各期における適正立木本数などの詳細な調査分析の研究も重要である。

なお亜熱帯下の各種の母岩や地形における単純林と混交林，混交林における構成樹種の種類と割合い，下層植生の構成種の違いなどと土壌の各種物理化学性の相違および有用樹種類の生長量との関係などの調査研究も今後の重要な研究課題である。

参　考　文　献

1） Aldrich, W. W., Work, R. A.and Lewis, M.R. **1935** Pear root concentration in relation to soil moisture extraction in heavy clay soil. J. Agr. Res.59

2） 荒木直之 **1969** 庇蔭下におけるカラマツ苗の大小差と生長．日林誌 **51** (6)

3） 麻生誠 **1943** 赤松林の取扱いについて． 赤松研究論文集

4） 綾部敏雄 **1960** 鹿目山林のリュウキュウマツ 育林第28号

5） Cheng-Tung Chen, Yung-Kuen Fang **1960** Studies on the propagation of seedlings and investigation on nurseries of low-elevation pines in Taiwan. Bulletin of Taiwan provincial college of agriculture in cooperation with the joint commission on rural reconstruction.

6） 鎮西忠茂・大原一弘・古謝瑞幸 R.L.Donahue, J.C.Shickluna. 1967. 琉球の土壌と土地利用．琉大農学部農芸化学科

7） Chu, C. R. **1935—1936** Der Einfluss des Wassengehaltes der Blätter der Waldbäume auf ihre Lebensfähigkeit ihre Saugkrafle und ihrem Turgor. Flora 130

8） Downs, R. J. and Piringer, A.A. **1953** Effects of photoperiod and kind supplemental light on vegetation growths of pines. For. Sci **4**.

9） 玄信圭 **1937** 日光照射度及び土壌内含水度を異にする場合に於けるアカマツ及びヒノキの種子発芽度及び幼植物発育度の比較．九州帝大植物学教室業績 No. (67)

10） Hansen, H.C. **1926** The water-retaining power of soil. J. Ecol. **14**.

11） 原田泰 **1942** 林学領域における陽光問題と是に関する二，三環境因子に関する研究並に育林上の処理について．北海道林試場報告第1号．

12） 長谷川新一，中川恭二郎 **1957** テンシオメーターによる土壌水分張力の測定．農業及園芸 **32** (10)．

13） 林真二 **1953** 農業及園芸． **28** (3)．

14） 平田徳太郎 神保宰雄 **1933** 樹木の通発量測定試験成積．森林治水気象彙報第10号．

15） 細井守，松本正美 **1954** アカマツの天然更新を阻害する諸因子について 日林会関西講

16） 池本彰夫 **1960** アカマツおよびリュウキュウマツ種苗の主軸伸長に関する日長と温度との影響． 日林誌 **42** (5)．

17） 稲村賢敷 **1957** 宮古島庶民史

18） 稲田勝美 **1953** 農業及園芸 **28** (12)．

19） 井上由扶 **1950** アカマツ中林形作業法の研究(1)．九大演習林報告第19号．

20） 井上由扶 **1953** アカマツ中林形作業法の研究(2)．九大演習林報告第22号．

21） 井上由扶 **1957** アカマツ中林形作業法の研究(3)．九大演習林報告第28号．

22） 井上由夫 **1953** アカマツ中林形作業法の研究(4)．九大演習林報告第30号．

23） 井上由夫 **1959** アカマツ中林形作業法の研究(5)．九大演習林報告第31号．

24） 井上由扶 **1953** アカマツ中林形作業法の応用試験（Ⅰ）．九大演習林集報第1号．

25） 井上由扶 **1955** アカマツ中林形作業法の応用試験（Ⅱ）．（Ⅲ）．九大演習林集報第5号．

26） 井上由扶 **1960** アカマツ林の施業

27） 井上由扶 **1960** アカマツ林の中林作業法に関する研究．九大演習林報告第32号．

28） 伊藤悦夫 **1951** クロマツに関する基礎的研究Ⅱ．静岡農科大学研究報告第2号．

29） 伊藤悦夫 森下友治 **1951** クロマツ及びアカマツの二，三の生理的性質とその針葉の蒸散

組織との関係に就いて 日林講 **59**.
30) 伊藤悦夫 稲川悟一，加藤寿彦，**1953** 土壌水分のちがいがアカマツ，クロマツの苗木の生育に及ぼす影響．静岡大学農学部研究報告第３号．
31) 伊藤省吾 **1968** アカマツ，クロマツ蒸散量に及ぼす２．３の環境因子の影響 日林誌 **50** (6).
32) Johnson Parker 1956 Drought resistance in woody plants. The Botanical Review **22** (4).
33) 鹿児島県庁林務部 **1965** 1964年度鹿児島県林業統計．
35) 香山信男 **1942** 主要造林樹種の幼苗時における蒸散作用，予報．日林誌 **24** (1).
36) 香山信男 **1943** アカマツ林天然更新の基礎要件としての陽光及び土壌水分．朝鮮林試報告第35号．
37) 川口桂三郎 **1965** 土壌学
38) 川那辺三郎 四手井綱英 **1965** 陽光量と樹木の生育に関する研究(1)．日林誌 **47** (1).
39) 木下貞次 **1954** 瀬戸内海沿岸地方特に山陽沿線地帯のアカマツ林の土壌について．日林会関西講
40) 吉良龍夫 **1957** 密度，競争，生産．
41) Kozlowshi **1949** Light and water in relation to growth and competition of piedmont forest tree species. Ecol. Monogr. 19.
42) 国吉清保 **1966** リュウキュウマツを加害するマツノシンマダラメイガについて．琉球林試研究報告 **9**.
43) 国吉清保，新城長和 **1967** 立枯病の防除について．琉球林試研究報告 **10**.
44) 黒鳥忠 **1969** 沖縄の森林土壌概説．日林誌 **51** (8).
45) 黒沢持恭 **1942** 沖縄台風と海岸林の構造 沖縄県山林会報第６号．
46) Levitt, J. **1951** Forest drought and heat resistance.Ann.Rev. pant physiology.
47) Loustalot, A. J. **1945** Influence of soil moisture conditions on apparent photosynthesis and transpiration of pecan leaves.Jour.Agric. Res.71.
48) 真栄城守金 **1956** 地拵別による琉球松の播種試験について．琉球林試研究報告 **3**.
49) 真栄城守金 **1966** リュウキュウマツの現地植栽試験（第１報）．琉球林試研究報告 **9**.
50) 真下育久 **1952** 土壌水の性質一ｐＦ価について一．日林誌 **34** (5).
51) 真下育久 **1960** 森林土壌の理学的性質とスギ，ヒノキの成長に関する研究．林野土壌調査報告第11号．
52) 松本正美，細井守 **1954** 陽光とアカマツ稚樹の成長との関係．アカマツに関する研究論文集．
53) Maximow,N. A. **1931** The physiological significance of the xerophic struture of plants. J. Ecol. 19.
54) 右田一雄 滝沢正人 **1960** 遮光と日長がポプラの落葉に及ぼす影響．日林誌 **42** (10).
55) 宮崎榊 **1943** 生態的に観たる赤松施業に関する一考察．赤松林施業法研究論文集．
56) 諸見里秀宰 **1959** 琉球松材の解剖学的特性について．琉大農家政工学部学術報告 **6**.
57) 永森通雄，石井盛次，牧坂三郎 **1960** アカマツ，リュウキュウマツならびにベンゲットマツ稚苗の栄養生長に対する光周性の差異について．日林講 **70**.
58) 中村賢太郎 **1943** アカマツ優良林分育成法．赤松施業法研究論文集．
59) 中村賢太郎 **1953** アカマツの造林法．大日本山林会．
60) 中村賢太郎 **1956** 育林学．
61) 中村賢太郎 **1958** これからの林業技術のあり方．琉大普及叢書第11号．

62) 中村賢太郎 **1958** 林業視察報告書．琉球政府経済局．
63) 根岸賢一郎 **1963** アカマツ，スギ，ヒノキ一年生ナエのCO_2同化呼吸生長．日林誌 **51** (10)．
64) 根岸賢一郎 **1964** アカマツ，スギ，ヒノキのナエの日同化量の季節変化．日林講 **75**．
65) 根岸賢一郎，佐藤大七郎 **1954** 土のカワキがアカマツのナエの同化，蒸散貯蔵炭水化物，生長にあたえる影響．日林誌 **36** (3)．
66) 根岸賢一郎 佐藤大七郎 **1954** 土のカワキとアカマツ，スギのナエのCO_2同化量，呼吸量との関係．日林誌 **36** (4)．
67) 根岸賢一郎，佐藤大七郎 **1955** 土の成分とアカマツ，スギのナエの同化呼吸量．日林誌**37** (3)．
68) 根岸賢一郎，佐藤大七郎 **1961** 温度とアカマツ，スギ，ヒノキのナエの同化呼吸．日林誌 **43** (7)．
69) 根岸賢一郎，佐藤大七郎 **1961** 通気量とアカマツ，スギ，ヒノキの苗の同化量．日林誌 **43** (10)．
70) Kenitiroo Negisi **1966** Photosynthesis respiration and growth in 1-year-old seedlings of *Pinus densiflora, Cryptmeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa.* Bulletin of the Tokyo University Forest.
71) 小川保喜 **1968** 日補償点測定法による林木の耐陰性に関する研究，九大演習林報告第43号。
72) 大宜味朝栄 **1960** リュウキュウマツの天然更新について（第1報）．琉大農家政工学部学術報告 **7**．
73) 大浜保元 **1965** 琉球松の育苗における用土の適否試験．琉球林試研究報告 **8**．
74) 岡崎文彬 **1950** スギの研究（スギの水分生理）．
75) 岡崎文彬 **1952** 樹木水分経済．日林誌 **34** (11)．
76) 岡崎文彬 **1960** 林木の生理．
77) 大賀一郎訳 **1935** マキシモフ植物と水
78) 奥村大六 **1959** 奄美諸島を見て（琉球松所感）． 育林第11号．
79) 大政正隆，真下育久 **1957** 森林土壌の内水性に関する研究．林野土壌調査報告第8号．
80) 大山保表 **1956** 土が乾燥するにつれてモクマオウ属（6樹種）のマキシケ苗の水分関係はどうであるか．琉大農家政工学部学術報告 **3**．
81) 大山保表 **1957** 沖縄本島北部地方のモクマオウ海岸林の育生について．琉大農家政工学部学術報告 **4**．
82) 大山保表 **1959** 沖縄本島北部の天然生リュウキュウマツ幼令林分の構成状態と生育について．琉大農家政工学部学術報告 **6**．
83) Pfeiffer, M. **1937—1938** Die Verfeilung der osmotischen werte im Baum im Hinblick auf die Münchsche Druchstromtheorie. Flora. 132.
84) Polster, H. und Neuwirth, G. **1958** Assimilationsökologische Studien an einem fonfjährigen Pappelbestand. Archiv f. Forst 7.
85) 林坤茂，林文鎮 **1960** 琉球林業復興建議書．蔡温叢書第2号．
86) 琉球林野局 **1950** 沖縄経営区経営案説明書．
87) 琉球気象台 **1951** 沖縄の気候．
88) 琉球政府 **1953** 琉球列島の地理的境界．
89) 琉球政府経済局林務課 **1957** 琉球林業の概要．
90) 琉球政府経済局 **1957** 土壌調査成績書．
91) 琉球政府林務課 **1960** 経営案説明書．

92) 琉球政府企画統計局 **1955** 琉球統計報告.
93) 琉球政府農林局 **1969** 沖縄の林業. 蔡温叢書第10号.
94) 坂口勝美, 土井恭次, 安藤貴 **1954** 立木密度からみたアカマツ幼令林の生産構造. 日林会関西講.
95) 坂口勝美, 土井恭次, 安藤貴, 福田英比古 **1957** 本数密度からみたアカマツ天然生幼令林の解析. 林試報第93号.
96) 桜木嘉久 **1940** アカマツに於ける針葉量と樹幹及枝条の生長状態との関係についての調査. 御料林147.
97) Taisitiroo Satoo **1951** Effect of wind on transpiration of new and old leaves of some trees. 東大演習林報告第36号.
98) Taisitiroo Satoo **1951** Leaf temperature in relation to the influence of wind on transpiration of plants (1). 東大演習林報告第39号.
99) 佐藤大七郎 **1952** 防風林の木の水分関係. 東大演習林報告第9号.
100) 佐藤大七郎 **1953** 苗畑の水.
101) 佐藤大七郎 **1956** スギ, ヒノキ, アカマツのマキツケナエの耐乾性とくに樹種のあいだのイガイについて. 東大演習林報告第51号.
102) Taisitiroo Satoo **1962** Notes on Reinekes formulation of the relation between average diameter and density of stands. 日林誌 **44** (12).
103) Taisitiroo Satoo **1962** Notes on Kittredge method of estimation of amount of leaves and forest stand. 日林誌 **44** (10).
104) 佐藤大七郎 **1964** ハゲヤマのマツの葉のナガサについて. 東大演習林報告第15号.
105) 佐藤大七郎, 中村賢太郎, 扇田正二 **1955** 林分成長論資料(1). 東大演習林報告第48号.
106) 佐藤大七郎, 扇田正二 **1956** 林分成長論資料(2). 東大演習林報告第52号.
107) 佐藤大七郎, 功力六郎, 条川昭 **1956** 林分生長論資料(3). 東大演習林報告第52号.
108) 佐藤大七郎, 扇田正二 **1958** 林分生長論資料(4). 東大演習林報告第54号.
109) 佐藤大七郎, 根岸賢一郎, 扇田正二 **1959** 林分生長論資料(5). 東大演習林報告第55号.
110) 佐藤大七郎ほか **1955** 林分の生長の物質的基礎. 育林新説.
111) 佐藤大七郎, 中村賢太郎, 扇田正二 **1955** 立木密度のちがう若いアカマツ林. 東大演習林報告第48号.
112) 佐藤大七郎, 名村二郎 **1953** 土が乾くにつれてアカマツのマキツケ苗の水分関係はどう変るか. 日林誌 **35** (3).
113) 佐藤大七郎, 扇田正二 **1958** わかいヒノキの人工林における葉の量と生長量の関係. 東大演習報告第54号.
114) 佐藤敬二 **1931** シラハダマツの植物学的研究特に葉の解剖学的研究について. 東大演習林報第15号.
115) 佐藤敬二 **1933** マツに関する基礎造林学的研究（第1報）. 東大演習林報告第16号.
116) 佐藤敬二 **1934** マツに関する基礎造林学的研究（第2報）. 東大演習林報告第20号.
117) 佐藤敬二 **1936** マツに関する基礎造林学的研究（第3報）. 東大演習林報告第22号.
118) 佐藤敬二 **1943** マツに関する基礎造林学的研究（第4報）. 赤松林施業法研究論文集.
119) 佐藤敬二 **1953** 育苗叢書. アカマツ, クロマツ編.
120) 佐藤敬二 **1954** クロマツの造林.
121) 佐藤敬二 **1964** 琉球の造林とその推進に関する提言. 林業普及誌第9号.

122) 佐藤敬二 **1969** 実践造林.
123) 佐藤義夫，山口千之助 **1940** 針葉樹稚苗の耐乾性と土壌吸水力との関係．日本学術協会報告第15号.
124) Schnieder, G. W. and Childers, N.F. **1941** Plant physiology.
125) 扇田正二，中村賢太郎，高原末茎，佐藤大七郎 **1952** 林分の生産構造の研究（予報）．東大演習林報告第43号.
126) 釈迦郡重信，松下宏吉，大屋襄二 **1960** 九野山林のリュウキュウマツ(2)．育林第28号.
127) 芝本武夫 **1943** アカマツ林土壌の性質．赤松林施業法研究論文集.
128) 柴田信男 **1943** アカマツ及びアカマツ林の生理生態に関す二，三の実験結果．赤松林施業法研究論文集.
129) 柴田信男 **1951** スギ，ヒノキ，アカマツの造林学的取扱方に対する基礎的考察．京大演習林彙報第2号.
130) 柴田信男 **1961** 植栽密度試験について．林業技術第228号.
131) 四手井綱英 **1956** 林分密度の問題.
132) 四手井綱英 **1963** アカマツ林の造成（基礎と実際）.
133) 四手井綱英，池本彰夫 **1960** アカマツ稚苗に対する光周性の実験.
マツ属における交雑育種に関する研究.
134) 四手井綱英 **1967** 森林保育と生態.
135) 四手井綱英 **1956** 林分密度の問題.
136) 四手井綱英，只木良也 1958 林木の競争に関する研究（Ⅰ）．日林誌 **40** (8).
137) 島袋源一郎，立津春方 訳 **1934** 林政八書.
138) 島袋俊一，諸見里秀宰 **1956** 琉球松針葉の形態学的研究．琉大農家政学部学術報告 **3**.
139) Stocker, O., Rehm, S. and Schmidt, H. **1943** Der Wasser und Assimilationshaushalt dürreresistenter und dürreempfindlicher Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Jb.wiss. Bot.91.
140) 砂川季昭 **1957** 琉球松の成長量調査Ⅰ．琉大農家政学部学術報告 **4**.
141) 砂川季昭 **1959** 琉球松の成長量調査Ⅱ．琉大農家政工学部学術報告 **6**.
142) 砂川季昭 **1961** リュウキュウマツの施業に関する研究（Ⅰ）．琉大農家政工学部学術報告 **8**.
143) 砂川季昭 **1967** 沖縄に生育する広葉樹林の Bitterlich 法による材積推定ならびに収穫予測に関する研究．琉大農学部学術報告**14**.
144) 台湾省林務局 **1962** 1962年度台湾林業統計.
145) 田島良男，迫静男，小原康夫 **1955** リュウキュウマツ幼植物の日長反応について．鹿大農学部学術報告 **4**.
146) 田島良男，迫静男，肥后公康 **1955** アカマツ，リュウキュウマツに対する低温処理効果（予報）．鹿大農学部学術報告 **4**.
147) 高原末基 **1954** スギ及びヒノキの枝打が生長に及ぼす影響．東大演習林報告第46号.
148) 竹原秀雄 **1964** 西南諸島の亜熱帯森林土壌(1)．日林誌 **46** (12).
149) 竹原秀雄 **1965** 西南諸島の亜熱帯森林土壌(2)．日林誌 **47** (1).
150) 田崎忠良 **1951** 防潮林の生態学的研究（a）．立地自然科学研究所報告第7号.
151) 田崎忠良 **1951** 防潮林の生態学的研究（Ⅴ）．東大立研報告第7号.
152) 津波古充清 **1965** 土壌の理学的性質とリュウキュウマツの成長．琉球林試研究報告 **8**.
153) 辻本克己 **1959** リュウキュウマツの施業に関する研究（Ⅰ）．日林会九州講**13**.

154) 辻本克己 **1959** リュウキュウマツの施業に関する研究（Ⅱ）. 日林会九州講 **13**.
155) 辻本克己，砂川季昭 **1959** 沖縄列島におけるリュウキュウマツ林の施業について（抄録）. 鹿大，琉大共同学術調査，鹿大研究速報.
156) 辻本克己 **1963** リュウキュウマツの重量成長量に関する研究. 鹿大農学部学術報告第13号.
157) 土屋石 **1943** 赤松林の林相推移に関する一考察. 赤松材施業法研究論文集.
158) 植杉哲夫 **1943** 岩手地方赤松天然林の林型及更新に関する資料. 赤松材施業法研究論文集.
159) 只木良也，四手井綱英 **1953** 森林の生産構造に関する研究（Ⅰ）. 日林誌 **40** (8).
160) 只木良也，四手井綱英 **1959** 林木の競争に関する研究（Ⅱ）. 日林誌 **41** (9).
161) Walter, H. **1932** Die Hydratur der Pflanzen Jena.
162) Wiersum,L. K. **1957** The relationship of the size and structural rigidity of pores to their penetration by roots. Plant and Soil 19.
163) Yeh-ching Liu **1953** The sil iculture of cultivated in Taiwan.
164) 吉井義次 **1933** 植物生態学実験法.
163) 吉岡邦二 **1953** 日本松林の生態的研究. 林業技術叢書第20号.

Summary and General consideration

1 Summary

This study has made in order to investigate the distribution of the Ryukyu-matsu (*Pinus luchuensis* Mayr) at each cities, towns and village in Okinawa, to establish the plots in many different district in which mother rocks, land features, vegetation, and to research the relation of their growth, stand composition, etc.; more over to be made clear the characteristics of the trees against to the drought hardiness or tolerance of them. To sum up, according to the results of these investigations, it was cleared as follows:

1) The distribution area of the Ryukyu-matsu is 30,634 hectare in total and holds 23% in the total area of forest. The 25% of the Ryukyu-matsu forest is artificial forest, 38% is natural pure Ryukyu-matsu forest, and 37% is mixed forest; in each district, it holds about 84% in Okinawa-gunto, about 9% in Miyako-gunto, about 7% in Yaeyama-gunto. The trees grow well on the soils of the acid and alkaline bedrock zone in all of the islands.

2) The number of the trees in the young stands, investigated 41 plots, is from 1,679 to 24,263 per hectare, and the difference in number among those of plots is great.

Generally, the stand density is high at the sunny place, such as, ridge of mountains, top of hissl, where have little crown closure by other plants, and where has been made soil preparating by burning.

On the other hand, stand density is low at such a place as a plain of foot or midl-slope of mountains and hills where is surrounded by obstructions, and as a place where the standing trees fairly covered with other plants.

3) Number of standing tree of upper height grade, which is the main constituent of the stand composition, increase or decrease in proporation to more or less of total number of standing trees, but it is recognized that the percentage of upper height grade is decreased according to the increase of the number of standing trees.

4) The total shaded area by crown of closed young stand is constant in spite of quantity of the number of standing trees. The compositive rate of the total shaded area is extremely high in each upper height grade that is over average height grade and is very low in each lower height grade. This tendency is also found in degree of shaded, and in total basal area.

5) In young and matured forest of the Ryukyu-matsu the height, diameter breast high and volume of a tree are the largest on the uppermost height grade. These rates of growth decrease gradually from upper to lower grade, and lower grade, and they are the lowest at lower height grade. These rates extremely decrease on the lower density of standing trees, the higher site and the older trees. This tendency also could be observed in the volume of branches and overn-dried

needle-leaf.

6) In each height grade, that are upper, middle and lower, the growth of the diameter breast high and the stem volume of the dominant tree, average tree and inferior tree are recognized that the difference between the former two is small but the inferior tree is very small in comparison with the former two. However, in the stand that density of standing tree is large, the difference of growth among those three is known to be small.

7) The stem volume growth in recent two years of a tree is the largest at the uppermost height grade, decrease gradually from upper to lower grade and is exceedingly small in lower height grade. The more the density of standing trees become smaller, the higher site and the older trees, the more the rate of this reduction get to be large.

8) The stem volume growth of a tree, in recent two years, among those of each height grade have plus correlation to stem volume, volume of branches and oven-dried needle-leaf; especially in the latter, it is very high.

9) During recent two years, the stem volume growth per one gram in dry weight of needle leaf of a tree is, generally, the largest at the middle height grade and become smaller at the upper and the lower in height grade.The product of stem volume per one gram in dry weight needle leaf, in general, becomes somewhat high on the high density of standing trees. Moreover, the product of upper height grade increase in the high density of standing trees; and then the product of the lower height grade increase in the low density of standing trees.In low site stand, the product of stem volume per one gram in dry weight of the needle-leaf is quite low, and among those of each height grade, upper grade is the highest and lower grade is very low.

10) The product of stem volume per one gram in the dry weight of the needle-leaf in each height grade of the tree is various. It is found that the dominant tree is the lowest, average tree follows it. and the inferior tree in the highest.

11) Although, the transpiration of seedlings of the Ryukyu-matsu decreases exceedingly as soil water decreases,the reduction of moisture content of the seedlings is not much.The dead point of the seedlings is near 38 atmospheric pressure of soil moisture tension. The transpiration of cuticle of leaf in this pressure is very little. In comparison between 2—3 months old seedlings and 6—7 months old ones, the moisture content of the seedlings and dead rate at the dead point are high in the former, but the decrease rate of transpiration and drought hardness of seedlings are high in the latter ones.

12) The growth percentage of the two years seedlings in condition of 0—10 atmospheric pressure to 0—1 atmospheric pressure in moisture tension of soil is from 92% to 96%, and the slight drought damage is recognized. The growth rate in 0—21 atmospheric pressure is from 70% to 82%,the respectable drought damage is recognized. The decrease rate of leaves by the drought damage at 0—21 atmospheric pressure is the largest.

13) The frequent days of pF over 2.7 of soil moisture tension, investigated at short time in the places where the soil depth is 10cm,is larger in the plot of small height growth of the tree. The absorption of rain water and holding water of soil is better in the plot of large height growth.

14) The growth of from one to three years old seedlings is the best at the place where the degree of shade is zero. It decreases in proportion as the degree increases from 0.15 to 0.75 in degree of shade. The tendency is large according as age of trees increases.

15) In the different degree of shade trees, the dry weight of top needle-leaf, especially that is grown in this year, is the largest in the upper grade, follows middle, and lower. It is the same tendency in the upper, middle, and lower for a tree.

16) The dry weight of needle leaves, especially that is grown in this year, on the upper branches of stands at the high site is large, The moisture content and transpiration of the leaf are also large.

On the other hand, the transpiration of needle-leaf of upper grade is larger than that of the lower one. Moreover, it is larger in this year needle-leaves than that of one year old needle-leaves.

According to these results it might be concluded that the Ryukyu-mastu is the extremely intolerant species.

17) The hardness and the volume weight of every kind of soils are exceedingly large in the each plot of the investigation. The roots of the trees grow well, and they reach to the C horizon of the soil in the each plot. The trees grow well on the plots where the distribution of roots is high in the B and C horizon of soil.

Furthermore, the growth of the tree is good in the plots where the hardness and volume weight of soil are small, the porosity is large, the permeability-depth index is large, and the acidity is weak acid. On Che contrary the growth is poor on the heavy clay soils in alkaline bedrock zone.

2. General consideration

It has been definitely shown by the results of the study that it is necessary to take a attention to following mentions is order to bring up the excellent stand of Ryukyu -matsu.

1) Regeneration of the stand by using the seeds of the dominat seed tree.

2) It is necessary make effort in order to getting the best growth of the stand by preservation of the soil. For that purpose, the place of regeneration of the tree must be prepared by over-all clearing, erosion control of top soil by depositing the branches and leaves of herb, place stumps of trees in a row that are direction of contour on the slope, and the humification of the branches and the leaves of herb are ought to be accelerated.

3) Sow the seeds of the tree sufficiently on the regeneration ground, and

the stand numbers must be established regulary by the natural selection of the young growth.

4) To raise the growth of the this year seedlings by fertilizing.

5) For the regeneration of Ryukyu-matsu, sufficient number of sowing holes is from 4,000 to 6,000 per hectare, and the number of seeds in a hole is between fifteen to twenty. Morever, it is required that the number of young growth on a hole should be more than five. And afterseveral years, one or two of excellently grown young tree should be left behind by doing the salvage cutting.

6) Keep the regular crown closure of the stand by maintenance of the regular number of the upper height grade.

7) To bring up the growth of dominant trees by the mutual control of every kind of growth which is expected from regular expansion of the crown.