

密植速成桑園における枝条・葉の 垂直展開に関する研究

— 桑品種および栽植密度の影響 —

谷田 穂*・齊藤 肇*

Studies on the Vertical Development of Branches and Leaves
in Densely Planted Early-Yield Mulberry Field
The Influences of the Planting Density of Mulberry Trees
and Mulberry Variety

Minoru TANIDA and Hajime SAITOU

目 次

I 緒 言	61	1) 試験区の取扱い	67
II 桑品種別にみた枝条の垂直展開	62	2) 調査方法	67
1 試験方法	62	2 試験結果および考察	67
1) 試験区の取扱い	62	1) 枝条の垂直展開	67
2) 調査方法	62	2) 収穫時期・栽植密度別にみた生産構 造	69
2 試験結果および考察	62	3) 収穫時期・栽植密度および層位別に みた葉身部の性状	73
1) 枝条の垂直展開	62	IV 摘 要	84
2) 収穫時期・桑品種別にみた葉身部の 性状	65	引用文献	84
III 栽植密度別にみた枝条・葉の垂直展開	67	Summary	87
1 試験方法	67		

I 緒 言

桑園における収穫対象である枝条・葉の分布状況を把握することは、日射エネルギーおよび土地などの利用効率を高めるうえで極めて重要な課題といえよう。

これらの分布については、普通植桑園の場合、生産構造に関連して多くの報告^{2, 6, 7, 19, 21, 22, 23, 24, 39, 49, 50, 52)}があり、また、それ以外には、発育分岐圏⁸⁾、占有面積の利用度³⁾、葉系構造^{36, 37)}、樹冠の時期的消長⁵⁵⁾、発育面積²⁰⁾、着葉角度^{41, 42)}、枝条の開張度^{10, 11)}などの報告がある。

さらに、密植桑園に係わる枝条・葉の分布については、生産構造に関連しての報告^{13, 15, 25, 27, 28, 31, 51)}以外に研究事例は少なく、被度についての報告^{15, 30)}などにとどまっている。

そこで、筆者らは今回、密植桑園を対象に枝条・葉の垂直方向への展開について、桑品種・栽植密度別に調査を試みた結果、幾つかの知見を得たのでその概要を報告する。

本論に入るに先立ち、御校閲を賜った農林水産省蚕糸試験場栽培研究室長小野松治博士に深甚の謝意を表するとともに、試験遂行に御協力いただいた当场元栽桑科谷口忠信氏に厚く御礼申し上げる。

*養蚕栽桑科

II 桑品種別にみた枝条の垂直展開

枝条の垂直展開ならびに葉身部の性状について、桑品種別に検討を行い、その特性を明らかにしようとした。

1 試験方法

1) 試験区の取扱い

供試圃場は、軽塩土(LiC)の赤黄色土型桑園土壌であり、造成前にpH6.3を目標に石灰を、りん酸吸収係数の2.5%相当量(20cm層対象)のりん酸をそれぞれ投与し、さらに10t/10aの牛糞を施用して土壌改良を行った。

桑品種としては一ノ瀬・みなみさかり・しんいちのせおよび大島桑の4品種を用い、大・中格苗を畦間1.0m、株間0.4m(2500本/10a)に植え付けた。各桑品種ともに夏切・春切法による両体系の圃場を設け、夏切法体系では植え付け1年目の1979年9月25日に枝条80cm残り中間伐採取を行い、1980年以降は5月31日(春期)と7月25日(初秋期)の年間2回基部伐採取とした。一方、春切法体系では1979年(植え付け1年目)9月25日に枝条40cm残り中間伐採取を行い、1980年以降は春切り後7月10日(夏期)と9月25日(晩秋期)の年間2回基部伐採取(9月25日は地上15cm伐採)とした。

植え付け1年目の施肥は、各区ともに粒状固形肥料(N-P₂O₅-K₂O:10-4-4%)280kg/10aを植え付け時:80kg、6月上旬:100kg、7月中旬:100kgの3回にわたり分施した。植え付け2年目以降の施肥は、上記粒状固形肥料400kg/10aを春肥・夏肥の2回に等量分施した。なお、春肥は3月下旬に、夏肥は夏切法体系では6月上旬に、春切法体系では7月中旬にそれぞれ全面散布を行い、耕うんにより土壌混和を図った。

また、各区とも石灰および牛糞を毎年施用し、石灰はpH6.3を目標、牛糞は5t/10aとした。植え付け1年目は落葉期に全面散布後耕うんを行い混和を期した。植え付け2年目以降は夏切法体系では7月下旬に、春切法体系では落葉期にそれぞれ施用した。

2) 調査方法

調査は1980年(植え付け2年目)から1983年(植え付け5年目)にかけて、つぎの要領で実施した。すなわち、枝条の垂直方向への展開に関する調査は、1981年と1983年の3月に夏切法体系の前年枝を対象に行い、各区とも発育中庸の3株の全枝条について、枝条長、条径、展開角度を調べた。展開角度の測定にはDIAL

TYPE LEVELを用い、枝条と垂線とのなす角度を測定した。また、斜めに伸長した湾曲枝条の角度測定では、急角度に変化する先端の細い枝条部は除外し、原則として枝条の太い部分を対象に測定した。なお、枝条長・条径などの調査については“桑圃場試験の調査方法手引き³⁵⁾”に準じたが、枝条の性状別分類では普通枝を条径により2段階に分けて取扱った。

また、1980年から1982年にかけての計12回の各収穫時期に、各区の発育中庸と思われる2株を選びそのうち2本の最長枝を採取して、その葉身部を対象につぎの要領で調査した。すなわち、生量を秤量後、試料の一部(各区40葉)を用い、葉緑素計(富士グリーンメーターGM1)による測定を行い、さらに、試料全部を供用し、自動面積計(林電工K.K., AAM-7型)により葉面積を測定した。その後、90℃の通風乾燥器で恒量になるまで乾燥し乾量を求めた。なお、収穫量調査などについては前記の調査方法手引き³⁵⁾に準じて行った。

2 試験結果および考察

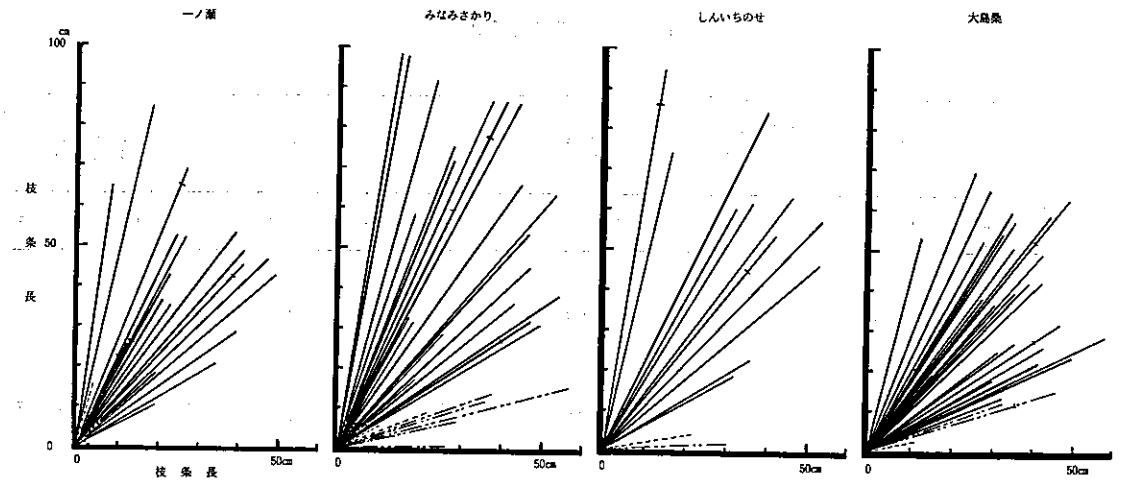
1) 枝条の垂直展開

桑葉の圃場空間における分布を支配する枝条の展開について、垂直方向への展開角度、枝条長、条径および条数などを枝条の性状別に調査した結果は、第1・2図および第1表のとおりであった。

第1・2図は調査全枝条について個々の状況を模式的に示したものであるが、これによると、大島桑では多数の短い枝条が開張気味に生育し、しんいちのせ・みなみさかりでは長い枝条が比較的少なく、さらに、一ノ瀬では短い枝条が大島桑より少数であることなど桑品種の特色を把握することができた。なお、第1図は1980年7月25日基部伐採取後発芽・生長したいわゆる前年再発枝であり、第2図は1982年の同一月日に同処理したもので、両者間には明らかに差がみられるが、これは1980年夏秋期の低温・多雨、長雨・日照不足(当场気象観測資料による)などによる^{1,12,30,33,40,54,55)}ことが大きいと考えられる。

また、主として平均値を示した第1表によると、総枝条数については大島桑が最も多く、一ノ瀬がこれに

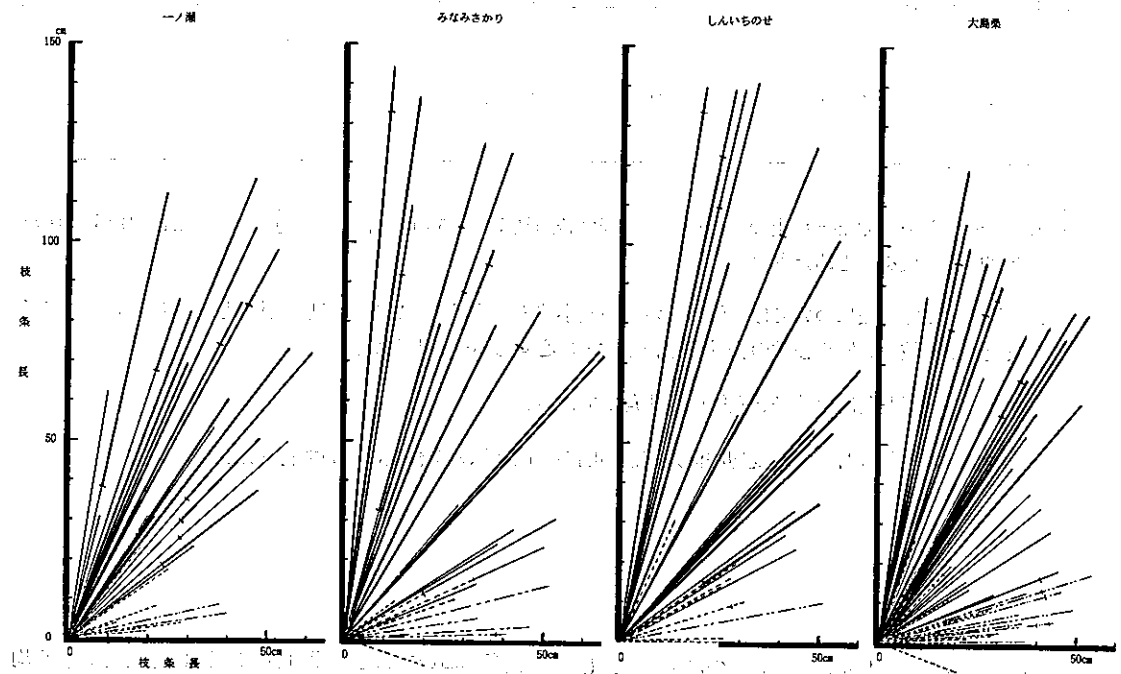
注1) 齋藤 肇・谷田 穂・谷口忠信・山根忠昭・石倉一憲・沢田真之輔・林田 勉(1982):山陰地方における高収益桑園の栽培技術確立試験。昭和57年度東海・近畿・中国地区蚕業試験場研究協議会成績検討会議資料(Na8, 島根農試):1-13。



第1図 枝条の垂直方向への展開状況模式図

1981年3月下旬調査

——普通枝 ——細い普通枝倒伏枝 -.-.-矮小枝 〰〰〰枝条の重複を表わす
注) 1. 夏切法体系密植桑園の各区とも3株の全枝条を対象として、枝条の垂直方向への展開角度と枝条長を示した。
2. 細い普通枝の平均条径は普通枝平均条径の約1/2以下である。矮小枝には倒伏した矮小枝を含む。



第2図 枝条の垂直方向への展開状況模式図

1983年3月下旬調査

——普通枝 ——細い普通枝倒伏枝 -.-.-矮小枝 〰〰〰枝条の重複を表わす
注) 1. 夏切法体系密植桑園の各区とも3株の全枝条を対象として、枝条の垂直方向への展開角度と枝条長を示した。
2. 普通枝は条径5.0mm以上の普通枝 細い普通枝は条径5.0mm未満の普通枝 矮小枝には倒伏した矮小枝を含む。

第1表 枝条構成 (桑品種別)

枝条の 性状別分類	総枝条数 (本/3株)				平均垂直方向 展開角度 (°)				平均枝条長 (cm)				普通枝平均枝条長 を100とした指数				平均条径 (mm)				普通枝平均条径 を100とした指数			
	一ノ瀬	みなみさかり	しんいちのせ	大島桑	一ノ瀬	みなみさかり	しんいちのせ	大島桑	一ノ瀬	みなみさかり	しんいちのせ	大島桑	一ノ瀬	みなみさかり	しんいちのせ	大島桑	一ノ瀬	みなみさかり	しんいちのせ	大島桑	一ノ瀬	みなみさかり	しんいちのせ	大島桑
普通枝	15	17	16	20	29	19	24	21	92	108	112	92	100	100	100	100	7.0	8.6	8.9	7.2	100	100	100	100
細い普通枝	13	7	5	14	34	52	48	49	47	47	56	47	51	43	50	52	3.5	3.4	4.1	3.4	50	40	46	47
全普通枝	28	24	21	34	31	28	30	33	71	90	98	73	77	83	88	80	5.4	7.1	7.8	5.7	77	83	88	79
倒伏枝	7	7	5	22	78	85	80	80	24	38	33	34	26	35	30	37	2.2	2.9	2.6	2.6	31	34	29	36
矮小枝	12	6	10	16	56	62	64	63	15	22	28	19	16	21	25	21	1.7	1.9	2.3	1.9	24	22	26	26
全枝条	42	35	32	64	41	42	42	50	54	72	78	53	58	67	70	58	4.2	5.7	6.0	4.1	60	66	67	57

- 注) 1. 普通枝：条径5.0mm以上の普通枝 細い普通枝：条径5.0mm未満の普通枝 全普通枝：普通枝と細い普通枝をまとめたもの
2. 倒伏した矮小枝については、倒伏枝および矮小枝の両項目において重複して計算しているため、全普通枝数、倒伏枝数、矮小枝数の合計と全枝条数とは必ずしも一致しない。
3. 垂直方向展開角度は枝条と垂線のなす角度である。
4. 調査は1983年3月下旬に夏切法体系密植桑園の各区3株の全枝条について行った。

続き、みなみさかりとしんいちのせは少なかった。しかし、いわゆる普通枝数では桑品種間の差は少なく、大島桑では倒伏枝が目立って多かった。つぎに、展開角度の平均についてみると、枝条の性状別では普通枝<全普通枝<全枝条<細い普通枝<矮小枝<倒伏枝の順であり、桑品種間の比較では大島桑が全普通枝、全

枝条において大きい傾向が認められた。さらに、平均枝条長では、枝条の性状別にみると普通枝>全普通枝>全枝条>細い普通枝>倒伏枝>矮小枝の順であり、桑品種間の比較をすると、概して、しんいちのせが最も長く、みなみさかりがこれにつき、一ノ瀬と大島桑は短かった。平均条径については、枝条の性状別およ

び桑品種間ともに平均枝条長の場合と同様の傾向がみられ、また、普通枝平均条径に対する性状別各枝条平均条径の指数も、平均枝条長の場合と類似していた。

これらの図表を考えあわせると、枝条の性状別では、矮小枝については倒伏枝よりも直立的な面もあるが、おおむね、長い枝条は太くて直立傾向にあり、短い枝条は細くて開張傾向にあると考えられる。また、4品種の比較では、しんいちのせ・みなみさかりには直立性の太くて長い枝条が比較的少数みられ、大島桑とはほぼ逆の傾向であった。さらに、一ノ瀬はこれら両者の混合あるいは中間のタイプと考えられる。なお、みなみさかりの場合、品種特性としては枝条数が一ノ瀬より多く、枝条の伸長は一ノ瀬と同程度かやや短いとされている⁵⁰⁾が、今回調査した夏切法体系の密植桑園では、みなみさかりは一ノ瀬よりも晩秋遅くまで伸長し、枝条長も長くなるので、枝条間の競争・淘汰のため枝条数が少なくなるのではないかと考えられる。

また、密植速成桑園における機械収穫ということをご考慮した場合には、枝条の直立性は小型条刈取機の作業に適し、収穫時の刈り残しが少なく²⁹⁾、さらに、小型管理機による作業も比較的容易になるものと考えられる。

2) 収穫時期・桑品種別にみた葉身部の性状

前述のような展開傾向の枝条に着生する葉の性状を桑品種間で比較するため、各収穫時期における最長枝条の葉身部の性状について調査したが、その結果を第3図に示した。

調査は、葉緑素、葉面積、含水量および表面発育度に係わる項目をそれぞれとりあげた。まず葉緑素については、葉緑素計の指示値(以下GM値という)と葉面積当り葉緑素含量との関係には一般に高い正の相関が認められ、同一作物内では単位葉面積当り葉緑素含量の近似値を求め得ることが可能であり⁹⁾、桑の場合も同様の結果が得られていること⁴⁰⁾から、今回もGM値と葉緑素含量との関係には桑品種・葉位による差はないものと考えられる。

また、葉面積重、対葉面積含水量および表面発育度などの関係についてはつぎのとおりであった。菊地¹⁰⁾は桑の栽植密度に関する生態学的研究において、栽植密度によって影響される葉面積指数や葉面積重量比などは、物質生産効率にも深く関係をもつ項目と考えられるとしている。ここでいう葉面積重量比(cdf/gD.W.)は葉面積重(mgD.W./cdf)と逆数関係にあり、これらは葉面積と乾量の関係を表わし、葉の厚さの一つの目

安とされている^{4,16,17,34,38,46,47)}。また、葉身部の生量当りの葉面積を表わす表面発育度^{32,45,46)}(cdf/gF.W.)は生葉の厚さの目安と考えられる。さらに、この表面発育度の逆数は葉面積当り生量であり、この生量は対葉面積含水量と葉面積重から成立している。

以上のことから、まず、葉身部の性状を収穫時期別に比較した。その結果、1981年春期を除いた他の春期の場合では、葉面積重は小さいが対葉面積含水量が大きいので、表面発育度では判然とした特徴がみられなかった。さらに、含水量(対葉面積、対乾量、対生量)は多く、GM値は小さかった。ただし、1981年春期だけは他の春期に比較して、葉面積重は大きいが対葉面積含水量が小さいので表面発育度では判然とした特徴がみられず、さらに、含水量(対葉面積、対乾量、対生量等、以下この項は省略する。)は少なく、葉面積指数がやや小であった。村上³³⁾は、収量量の推移から、1980年の異常気象年およびその翌年には、1980年の冷夏や長雨などの影響が密植程度の大きい桑園で顕著に現われたことを報じており、斉藤¹¹⁾も同様のことを観察し確認している。1980年7月25日基部伐採を行った場合の事例では、その後の再発枝は生育不良であり(第1図)、前年枝から発芽・生育する新梢・葉は少なからず前年の影響を受けているものと考えられる。

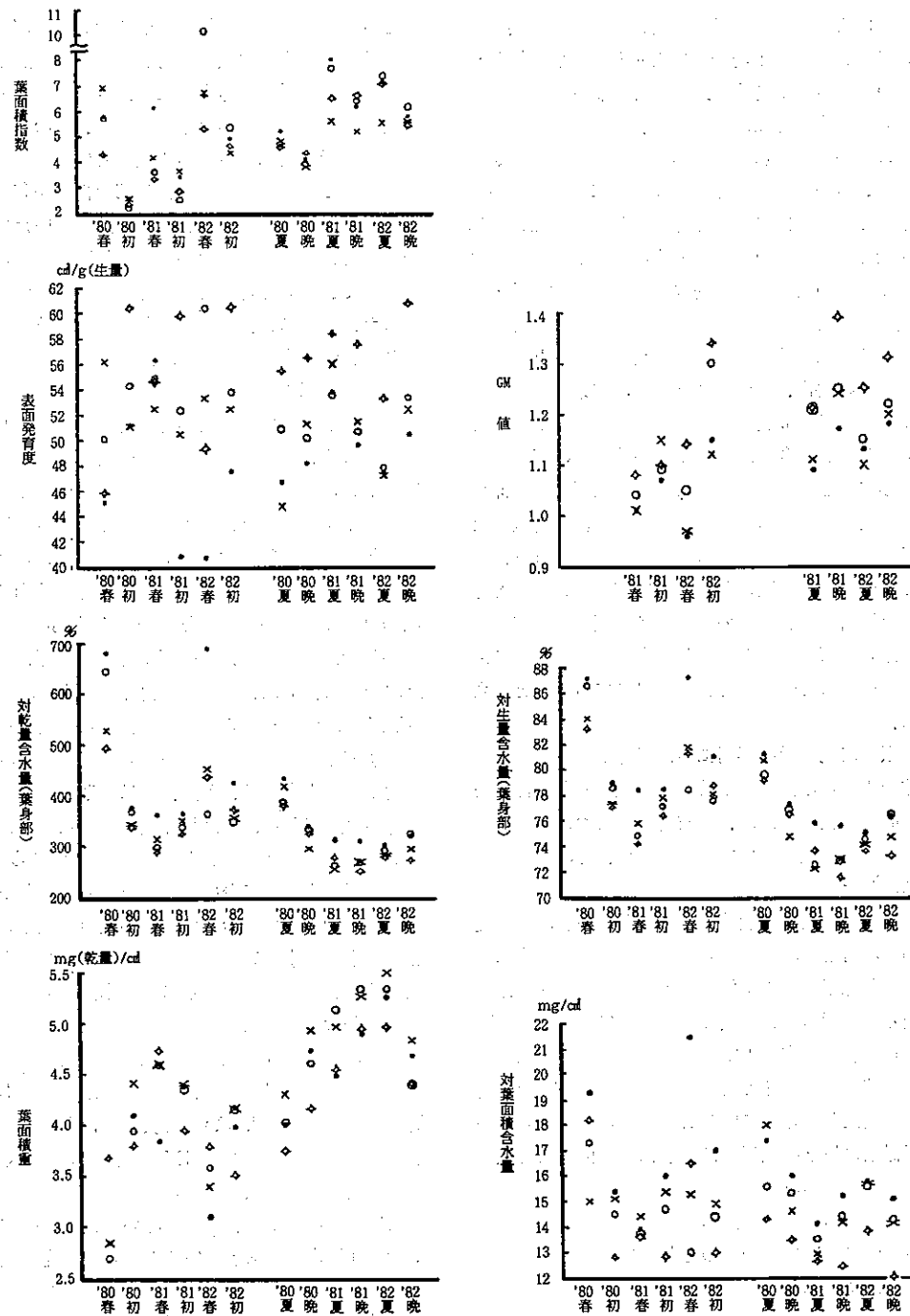
初秋期の場合では、葉面積重は春期と春切法体系収穫時期の間であり、対葉面積含水量が小さく、表面発育度では判然とした特徴がみられなかった。さらに、含水量が春期に比較して少なく、葉面積指数は小であった。

夏期・晩秋期の場合では、葉面積重は大きいが対葉面積含水量が小さいので表面発育度では判然とした特徴がみられなかった。さらに、含水量は少なく、GM値が若干大きかった。

つぎに、葉身部の性状を桑品種間で比較してみると、みなみさかりの場合では、葉面積重は比較的小さいが対葉面積含水量が大きいので表面発育度が小さかった。さらに、含水量は多く、GM値が比較的小さく、かつ、葉面積指数は幾分大であった。

大島桑の場合では、春期を除いて、葉面積重が小さく対葉面積含水量も小さいことから表面発育度は大きい傾向がみられた。さらに、含水量は少なく、GM値が比較的大きく、かつ、葉面積指数は幾分小であった。ただし、春期に限っては、他の品種区に比べて葉面積重が大きく対葉面積含水量も幾分大きいことから表面

注1) P.62に同じ。



第3図 発育中庸株中の最長枝条2本を対象とした葉身部に係わる各種調査
 ×：一ノ瀬 ●：みなみさかり ○：しんいちのせ ◇：大島桑
 '80～'82は西暦年を、春・初・夏・晩は各収穫時期を表わす。
 注) 葉面積指数は表面発育度および収穫量調査結果などから算出した。

発育度は比較的小さい傾向がみられ、さらに、対乾量・対生量含水量は比較的小さいが上述のように対葉面積含水量が幾分多く、かつ、GM値が比較的大きく、葉面積指数は小であった。

また、一ノ瀬およびしんいちのせの諸形質は、概してみなみさかりと大島桑のタイプの間に位置した。ただし、一ノ瀬は葉面積重では他の品種区に比較して最大値を示すことが多かった。

なお、GM値の桑品種間比較では大島桑が最大値を示し、しんいちのせがこれに続き、一ノ瀬・みなみさかりは小さかったが、これは視覚による印象とは一致しなかった。すなわち、視覚による群落としての緑色程度については、その程度の濃い桑品種は大島桑であり、みなみさかりがこれにつき、以下一ノ瀬としんいちのせが同程度であった。葉緑素計の指示値と緑色程度の関係はよく一致し、実用上指示値をもって緑色程度としても差支えないことが明らかにされているが、同時ににつきのことも報告されている。すなわち、視覚による緑色程度は反射光によるものであるから、葉の表面の影響が強く現われ、透過光の強度にもとづく葉緑素計の指示値とは一致しない場合もあり得る³¹⁾としている。

今回、葉緑素計と視覚との場合で差異があったのは、このようなことに関連があるように思われる。つまり、GM値は群落内発育中庸株の最長枝条における個葉の緑色程度の平均値であり、視覚の場合では群落の外縁表面に近い部分の反射の印象が主になっていると考えられる。

Ⅲ 栽植密度別にみた枝条・葉の垂直展開

わが国における代表的栽培品種である一ノ瀬を対象として、枝条の垂直展開・生産構造および葉身部の性状について、栽植密度別に検討した。

1 試験方法

1) 試験区の取扱い

供試土壌および造成前の土壌改良などについては、前述の桑品種別試験区と同様に取扱った。大・中格苗を用い10a当り2,000本(1.0×0.5m)および3,333本(1.0×0.3m)の二通りの栽植型式に植え付け、各型式ともに夏切・春切法による両体系の圃場を設け、前述の桑品種別試験区の一ノ瀬とあわせて栽植密度用試験圃場とした。収穫時期、収穫方法、施肥法および土壌改良資材などの施用法については前述の桑品種別試験区の場合に準じた。

2) 調査方法

枝条の垂直方向への展開に関する調査は、1983年の3月に桑品種別試験区の場合と同様の方法で行った。生産構造に関する調査は、門司・佐伯の層別刈取法³²⁾に準拠し、1981年から1982年にかけての各収穫時期に、各区5株ずつ供試し計6回にわたって実施した。群落内相対照度の測定には光電池照度計(東京光学機械K.K., SPI-71形)を用い、畦間中央部において各層位ごとに5カ所ずつ測定した。刈取った条桑は同化・非同化器官別に分け、生量を秤量後、90℃の通風乾燥器で恒量になるまで乾燥し乾量を求めた。ただし、同化器官については乾燥前に、前述の桑品種別試験区での方法に準じてGM値および葉面積を測定した。なお、収穫量調査などについては前述の調査方法手引き³³⁾に準じて行った。

2 試験結果および考察

1) 枝条の垂直展開

まず、第2表の枝条構成からみると、総枝条数については2,000本区>2,500本区>3,333本区の順に多いが、いわゆる全普通枝数では区間差が少なかった。また、2,000本区では矮小枝が、3,333本区では細い普通枝がそれぞれ多かった。展開角度の平均については、枝条の性状別では桑品種別試験区の場合と同様の傾向であり、試験区間の比較では全普通枝と全枝条において、2,000本区がやや直立気味、3,333本区がやや開張気味であった。

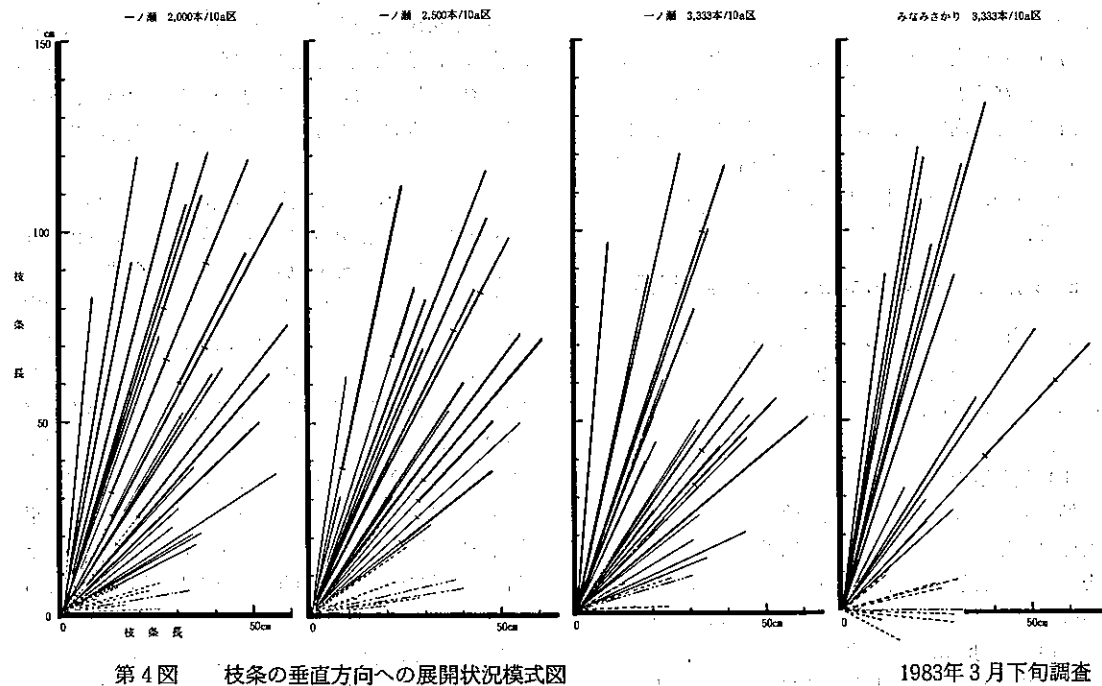
また、平均枝条長は、枝条の性状別では桑品種別試験区の場合と同様の傾向であり、区間比較では2,000本区がやや長い場合が多かった。なお、全枝条の平均枝条長では3,333本区が長い、これについては2,000本区では矮小枝数が全枝条数の4割を、3,333本区では細い普通枝数が5割をそれぞれ占めたことなどが全枝条の平均枝条長に反映したものと考えられる。平均条径については、枝条の性状別および区間の比較ともに平均枝条長の場合と同様の傾向を示した。また、普通枝平均条径に対する性状別各枝条の平均条径の指数も平均枝条長の場合に類似した傾向がみられた。枝条長と条径の関係については相関の高いことが指摘されており⁴³⁾、前述の桑品種別試験区の場合とあわせて、桑品種別・栽植密度別にも同様の結果が得られた。

つぎに、個々の枝条展開の様態を第4図に模式的に示したが、前述のこと以外にも、3,333本区においては、全普通枝の展開が2つのグループに分割された構造になっていることが認められ、倒伏枝・矮小枝をも含め

第2表 枝条構成 (栽植密度別)

枝条の 性状別分類	総枝条数 (本/3株)			平均垂直方向展開角度 (°)			平均枝条長 (cm)			普通枝平均枝条長 を100とした指数			平均条径 (mm)			普通枝平均条径 を100とした指数		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
普通枝	19	15	11	24	29	25	98	92	96	100	100	100	7.5	7.0	7.4	100	100	100
細い普通枝	12	13	17	43	34	41	52	47	50	52	51	52	3.8	3.5	3.6	51	50	49
全普通枝	31	28	28	31	31	34	80	71	68	82	77	71	6.1	5.4	5.1	81	77	69
倒伏枝	5	7	4	80	78	80	25	24	24	25	26	26	2.2	2.2	1.9	29	31	26
矮小枝	21	12	5	48	56	75	16	15	17	16	16	18	1.6	1.7	1.5	21	24	20
全枝条	58	42	34	39	41	41	54	54	59	55	58	62	4.3	4.2	4.5	57	60	61

注) 1. 普通枝: 条径5.0mm以上の普通枝 細い普通枝: 条径5.0mm未満の普通枝 全普通枝: 普通枝と細い普通枝をまとめたもの。
 2. 倒伏した矮小枝については、倒伏枝および矮小枝の両項目において重複して計算しているため、全普通枝数、倒伏枝数、矮小枝数の合計と全枝条数とは必ずしも一致しない。
 3. 垂直方向展開角度は枝条と垂線のなす角度である。
 4. A: 2,000本/10a区 B: 2,500本/10a区 C: 3,333本/10a区
 5. 調査は1983年3月下旬に夏切法体系密植桑園の各区3株の全枝条について行った。(桑品種: 一ノ瀬)



第4図 枝条の垂直方向への展開状況模式図

1983年3月下旬調査

—— 普通枝 - - - 細い普通枝 倒伏枝 - · - · 矮小枝 [] 枝条の重複を表わす

注) 1. 夏切法体系密植桑園の各区とも3株の全枝条を対象として、枝条の垂直方向への展開角度と枝条長を示した。
 2. 普通枝は条径5.0mm以上の普通枝 細い普通枝は条径5.0mm未満の普通枝 矮小枝には倒伏した矮小枝を

て全体的にみると、3つに分割された構造とも考えられる。すなわち、幾つかのグループに分割され、分段が生じた状態(以下分段化という)になっていた。さらに、2,000本区から2,500本区、3,333本区となるに従って、この傾向が顕著に現われているようにみられた。また、第1・2図においても同様の傾向がうかがわれ、さらに、第4図に示したみなみさかりの3,333本区においても施肥、収穫など処理条件がやや異なるものの、第1・2図の2,500本区に比較して、3分割された分段化構造が明確であった。

これらの枝条展開の態様に関しては、桑生育における個体間および個体内相互の影響ということが考えられる。本間^{6,7)}は夏切および春切桑園(改良鼠返、根刈仕立)を用いた調査において、群落内の光量の垂直・水平分布の季節的変化を調査・考察しているが、それによると桑の生長初期には枝条の生長が直立的であり、生長が進むにつれて枝条が斜めに一定の角度をもって生長すると述べている。また、秋山⁸⁾は春秋兼用桑園(一ノ瀬、根刈仕立)を用いた調査において、畦間の広さによる比較受光量の垂直分布の違いおよび吸光係数の違いにふれ、畦間の狭い桑園では枝条が直立的なものに対し、畦間の広い桑園では枝条が斜めに展開することを明らかにしている。なお、同様のことは高野ら^{22, 23)}の報告もあり、畦間・株間の広い桑園での桑生育および初秋期から晩秋期にかけての桑の生育では、枝条が斜めに展開して發育すること、さらに、初秋期から晩秋期にかけての桑の生長は植え付けの密なものほど直立的であるが、疎になるほど開張度が増すことなどを報じている。また、山川ら⁵⁵⁾は一ノ瀬の根刈仕立と中刈仕立(2.5×0.8m)、および高刈仕立(2.5×2.5m)の夏切桑園を用いて樹冠面積の時期的推移について調査した。その結果、枝条の展開は桑の繁茂につれて広くなり、株間より畦間の方向に増大する傾向を認めた。これらの報告は、おもに、10a当り栽植本数1,000本以下(高野らは2,222本まで)のレベルで桑生育を取扱ったものであり、生長初期には直立的に分布する枝条もその後斜めに展開し、また、畦間・株間の広い桑園では枝条は斜めに開き、競合の大きい株間よりも競合の小さい畦間方向に展開するものと考えられる。今回の調査圃場は超密植の栽植型式であり、前年落葉前の生育状況は、圃場全面に桑が繁茂し競合関係が十分考えられる状況であった。増田ら³¹⁾は、春切桑園(1,000~11,111本/10a)を用いた1回収穫(9月中旬)を行った場合における生産構造の経時的変化について検討

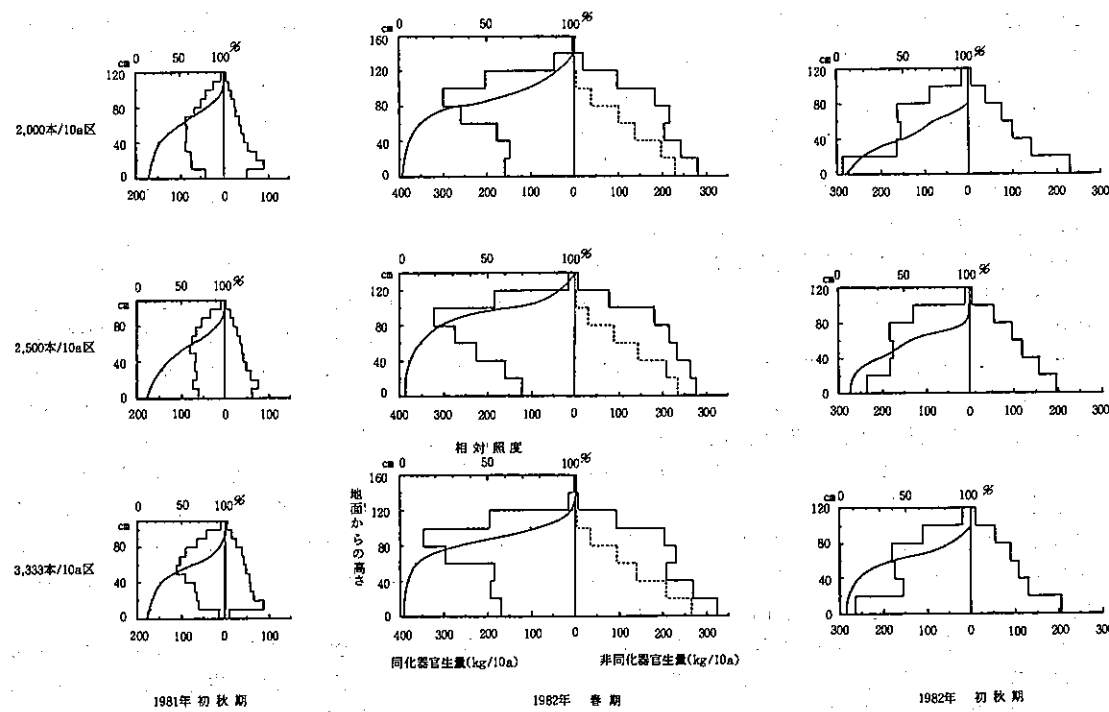
しているが、その結果によると、生育後期の葉の垂直分布を考察して、高密度区ほど下層部の落葉および枝条の淘汰が生じ、生育良好な枝条のみが残ったと考えている。また、矢口ら⁵³⁾も密植桑園における初秋蚕期と晩秋蚕期の枝条の發育状況を比較しているが、その中では条長と条数からみた場合における初秋蚕期の生育競合、有効条数の淘汰に言及している。

これらのことから、今回はつぎのように考察した。すなわち、生育初期の枝条生長は直立的であり、緩やかな競合のため密植ほど直立的であったと思われるが、落葉期前には枝条・葉による畦間・株間への被陰度が高く、栽植密度別にみると、一ノ瀬・みなみさかりでは密植区ほど全体的にやや開張気味になった。このことは株間競合の大きい密植区ほど淘汰・適応のために分段化が進んだものと考えられる。また、大島桑では多数の枝条の生育に伴う個体内競合が、しんいちのせでは直立性枝条の伸長に伴う個体内競合がそれぞれ考えられ、超密植による個体内競合とあわせて、生育繁茂した落葉期前には分段化傾向が進むものと考えられる。菊池¹⁴⁾は桑の栽植密度に関する生態学的研究において、生育の初期には密植ほど伸長量は大きい、生育の中期から後期にかけては次第に疎植の方が勝ることを認めている。このように、生育の時期によって栽植密度と枝条伸長との関係が逆転する現象は興味を持たれる。以上をまとめると、枝条の性状別では桑品種別試験区の場合と同様、矮小枝は倒伏枝よりも直立的な面もあるが、おおむね、長い枝条は太くて直立傾向であり、短い枝条は細くて開張傾向にあると認められた。また、栽植密度別の比較では、生育繁茂時期には、2,000本区には多数(株当り)の長くて太い枝条が直立気味に生育しており、栽植本数の増加に伴い、株当り枝条数は少なくなり、分段化して開張気味になるものと考えられる。

2) 収穫時期・栽植密度別にみた生産構造

このような展開傾向の枝条・葉が圃場空間に分布している状況を、第5・6図の生産構造図³²⁾からみることにした。

まず、第5図の夏切法体系についてみると、1981年初秋期では、各区ともに、非同化器官の垂直分布は上層から下層に行くに従って増大した。一方、同化器官の垂直分布は中層部に多く、さらに、群落内での相対照度の垂直分布は上層から下層へ向っての低下が比較的緩やかであり、いわゆるイネ科型(禾本型)³²⁾に類似した構造がみられた。ただし、同化器官の分布につ



第5図 夏切法体系密植桑園の各収穫時期における生産構造図

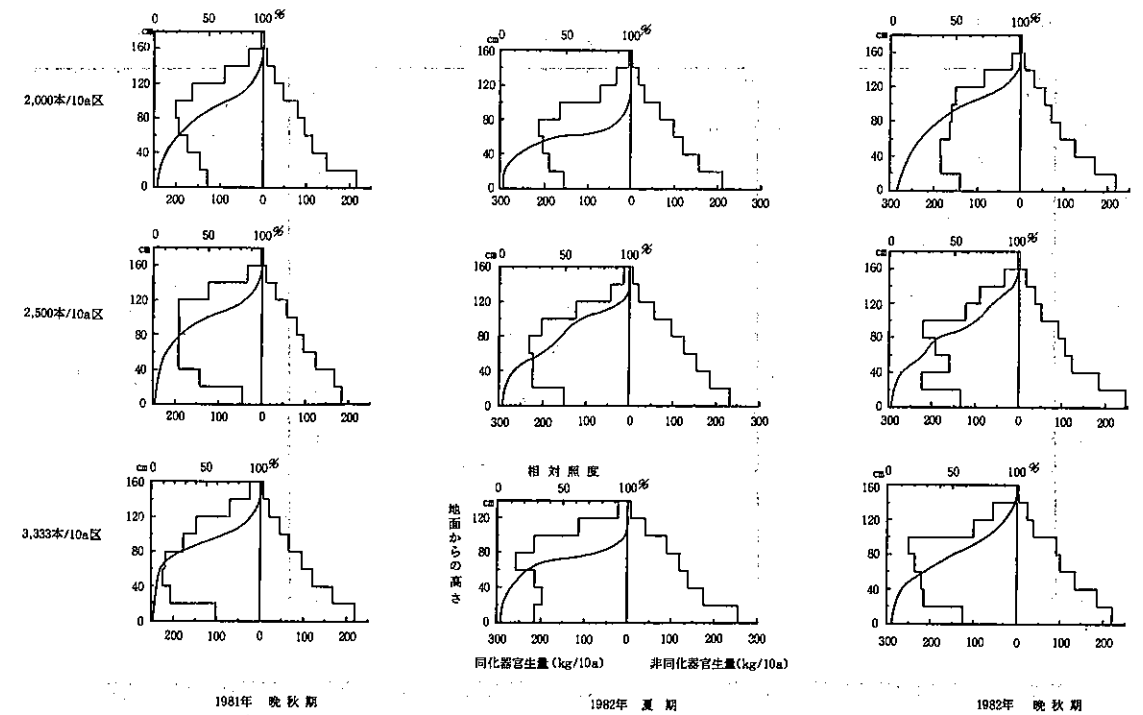
注) 破線は古条部生量を示す。

いてその内容を見ると、2,000本区では中層部以下に多く、2,500本区では中層部付近に多く、さらに、3,333本区では中層部以上に多い例がみられ、栽植密度が高くなるに従って同化器官の多く分布する層が上層へ移って行くようであった。同様の結果は、栽植型式は異なるが高野ら²⁰⁾の報告にもみられた。

つぎに、1982年春期では、各区ともに、非同化器官は上層から下層へ増大分布し、同化器官は中層部から比較的上層部にかけて多く分布しており、相対照度は他の収穫時期に比べて群落の比較的上部で急に低下し始め、どちらかという広葉型²²⁾にやや類似した構造を示した。また、非同化器官の中で古条部分は上層から下層への増加傾向にあるが、その他の部分(非同化器官生量から古条部生量を除いた部分、つまり破線より右側の部分)は中層部から上層部に多く分布しており、同化器官の分布状況と似ていた。

さらに、1982年初秋期では、各区ともに、非同化器官は下層に行くにつれて増えているが、同化器官は中層部から下層部にかけて多く分布しており、相対照度

の低下は比較的緩やかであった。ただし、3,333本区については、同化器官は中層部と下層部に別れて分布する傾向がやや強く、また、相対照度の低下も他の2区に比較してやや急であった。そして、この収穫時期については、基本的にはイネ科型に類似した構造のものと考えられる。本間^{6,7)}は夏切桑園および春切桑園の調査から、桑園の生産構造を生長初期においては基本的には広葉型に属し、生長の進むにつれてイネ科型に移行するものとして把握しなければならないとしている。これらを今回の場合でみると、初秋期の枝条・葉の分布状況は、生育過程上春期よりは春切法体系の夏期・晩秋期に近く、本来は第6図の各収穫時期および第5図の1981年初秋期の生産構造に類似した構造であったものが、何らかの理由で下層・最下層への分布が大きくなったのではないかと考える。その理由の一つとしては枝条の倒伏ということが考えられ、すなわち、初秋期の枝条は春切法体系密植桑園の夏期・晩秋期の枝条と比較すると生育期間が短く、あまり木質化しておらず、柔軟性に富み、加えて梅雨期の降雨によって



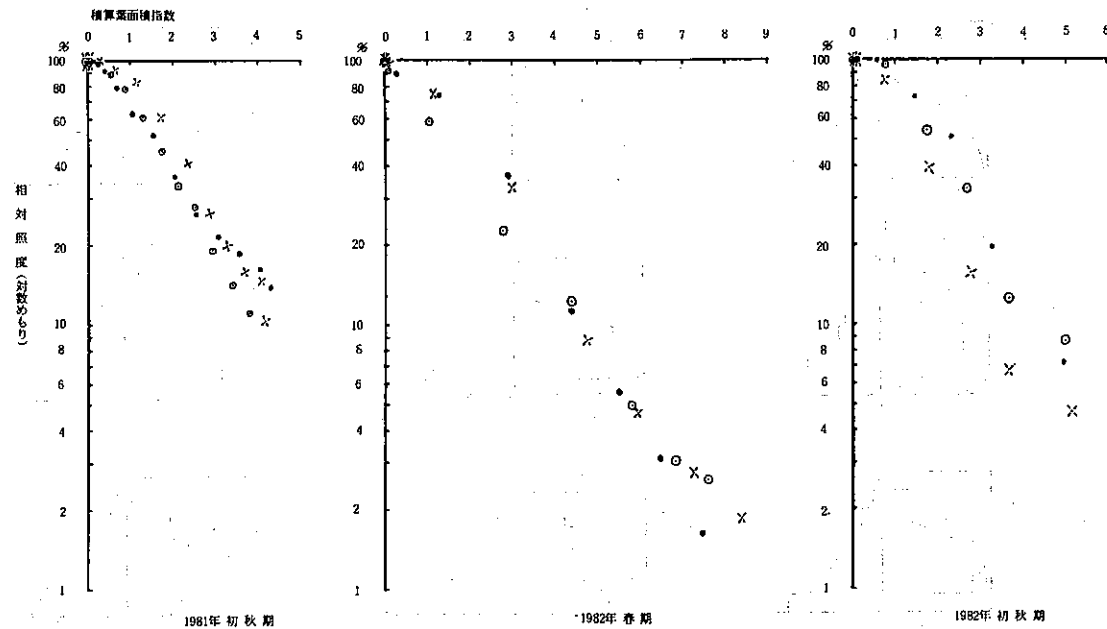
第6図 春切法体系密植桑園の各収穫時期における生産構造図

倒伏気味になるのではないかと考えられる。東川⁵⁾は、普通桑園の一ノ瀬・あつばみどり・わせみどりなどの収量特性を比較するなかで、梅雨期の長雨による影響は一ノ瀬で最も大きく、特に株直し後の新梢の倒伏現象について触れている。また、田代ら⁴⁴⁾は密植栽培における桑品種の適合性を検討するなかで、一ノ瀬は風雨により倒伏しやすく、みなみさかりのように回復せず、倒伏したまま発育すると述べている。当场気象観測資料によると、1982年の梅雨期降水量は平年に比べて少なかったが、初秋期の調査直前の半月では平年の25mmに対し31mmを記録した。また、1981年初秋期においては同半月は14mmと少なく、さらに、生産構造図からもうかがえるように全体的に小さく、樹高も低く、倒伏までには至らなかったのではないかと考えられる。また、同じ梅雨期の1982年夏期(第6図)においても、特に3,333本区が1982年初秋期の構造とやや類似していた。この調査直前の半月別降水量は平年の55mmに対して37mmであり、そのうちの27mmは集中的に降っていた。なお、1981年初秋期の発育不良傾向に

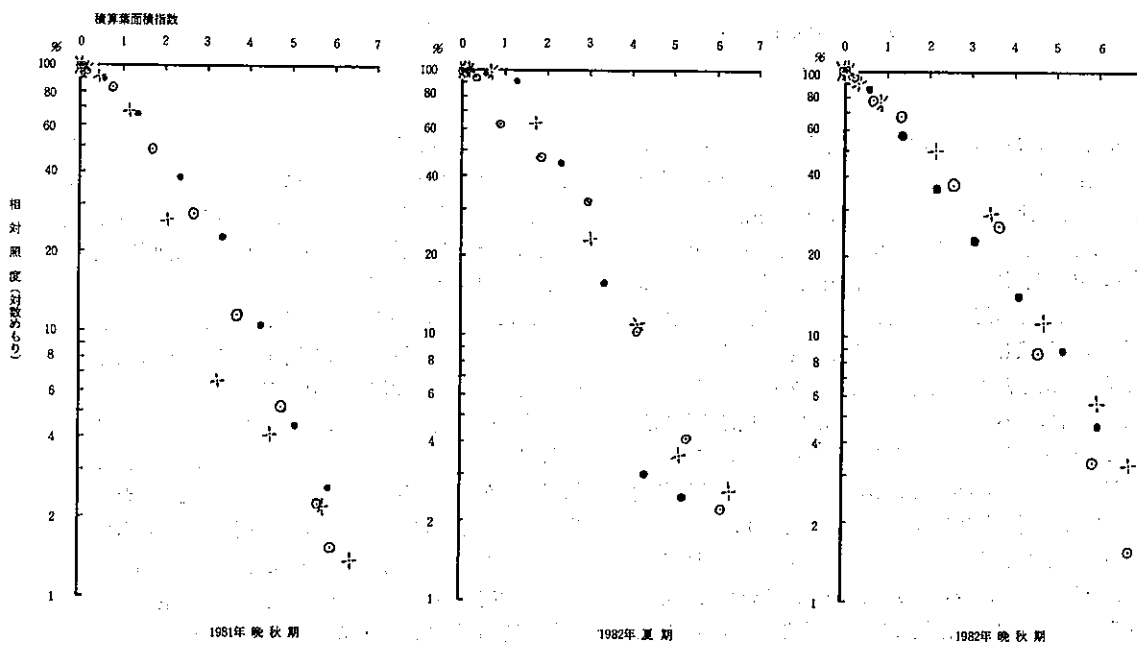
関してはつぎのように考察する。すなわち、前年夏秋期の影響は1981年春期に顕著に反映した²¹⁾ものと推察され、このことは第1・2図の比較からでも明らかで、春期はもとより初秋期においても十分には回復していなかった²¹⁾と考えられる。

つぎに、第6図の春切法体系についてみると、1981年晩秋期では、各区ともに非同化器官は上層から下層へ増大分布し、同化器官は中層部に多く、相対照度の垂直分布は比較的緩やかに低下しており、いわゆるイネ科型に類似した構造であった。ただし、3,333本区では相対照度が他区に比べてやや急に低下した。また、同化器官の多く分布する層は2,000本区・2,500本区では中層部付近であるが、3,333本区では中・下層部へ移って行く傾向にあった。これは、密植区ほど生育繁茂した収穫時期頃には分段化が進み開張気味になることが考えられる。また、1981年初秋期に見られた逆の傾向は、全体的に小規模で比較的緩やかな競合のため密植

注1) P.62に同じ。



第7図 夏切法体系密植桑園の各収穫時期における群落内部の相対照度と積算葉面積指数との関係
●：2,000本/10a区 ○：2,500本/10a区 ×：3,333本/10a区



第8図 春切法体系密植桑園の各収穫時期における群落内部の相対照度と積算葉面積指数との関係
●：2,000本/10a区 ○：2,500本/10a区 ×：3,333本/10a区

区ほど直立的になったのではないかと考えられる。なお、1981年初秋期の生産構造に関しては、相対照度と積算葉面積指数¹⁷⁾との関係から、のちほども触れてみたい。

1982年の夏期・晩秋期では基本的にはイネ科型類似構造と考えられ、夏期についてはさきにも触れたが、晩秋期における同化器官分布の乱れについては、調査直前の台風19号による風雨の影響が考えられる。

つぎに、このような構造の群落内における光条件と葉の分布との関係について、さきの第5・6図とあわせて、第7・8図から考えてみることにする。

桑園のような人工的群落や発達途中にある自然群落では、水平的な比較光量は場所や時期によって一様でなく、群落内の光条件は複雑で^{6), 7)}、桑園内の葉の水平分布も一様ではない²⁾。しかし、密植桑園の収穫時期においては、畦間および株間での枝条・葉の重なりは顕著であり、均一な群落にかなり近づいているように考えられる。これらに関連しては、密植桑園における被度の経時的変化についての報告^{15), 31)}があり、そのなかで、被度の100%になる時期が栽植密度別に明らかにされている。また、第1・2・4図の横座標軸の50cm部位は模式的には畦間中央部に相当し、同様に、株間中央部は各栽植型式に応じて、それぞれ25cm・20cm・15cmの部位が相当し、春期にはこの枝条(古条)に新梢が着生展開する。また、春期以外の収穫時期の枝条伸長は、春期における古条長よりはおおむね長い場合が多い²¹⁾。

第7・8図には相対照度と積算葉面積指数の関係を示した。均一な群落、すなわち光量が水平的に変化しない群落の場合、これらの関係は、一様な群落では直線関係になり、オギ・ノウルシ群落およびヨシ・ナガボノシロワレモコウ群落などでは異なったこう配を持つ2直線に屈折した形として示され³²⁾、いわば、直線が途中で折れ曲った形となる⁴⁰⁾。秋山²⁾は桑園における調査において、この直線が上記のオギ・ノウルシ群落などと同様の結果を示し、上層ではこう配が緩やかなイネ科型、下層では急な広葉型になることを認め、その理由として、桑園の上層と下層では枝条の姿勢が異なることを挙げている。

第7・8図では、全般的には、上下層におけるこう配の緩急がうかがえる以外に収穫時期別・栽植密度別に顕著な一定の傾向はなく、それぞれの状況により異

なった。つまり、1981年初秋期では上層は2,000本区>2,500本区>3,333本区の順にこう配が急であるが、下層はほぼ逆の傾向にあった。すなわち、全般的に小規模な生産構造であるこの収穫時期では、栽植密度の高い区ほど、下層では直立的な枝条に水平に葉が着生し相対照度の低下は急であるが、上層では枝条全体が斜めに開いて相対照度の低下も比較的緩やかであり、さらに、同化器官の多く分布する層も中層部以上になるものと推測される。また、1982年春期の上中層部における2,500本区のこう配はやや急であり、さらに、1982年初秋期と1981年晩秋期の中層部における3,333本区は相対照度の低下が幾分目立ち、3,333本区>2,500本区>2,000本区の順にこう配は急であった。つぎに1982年の夏期および晩秋期における中層部のこう配についてみると、前者の2,500本区は緩やかであり、後者の2,000本区はやや急であった。これらについては、枝条の垂直展開および生産構造において述べたところの、各収穫時期における各区の生育状況が反映しているものと考えられる。また、相対照度が50%のときの積算葉面積指数は全般的には1~3の間であり、さらに、10%のときの積算葉面積指数は全般的には3~5の間を示し、おおむね4前後の場合が多かった。

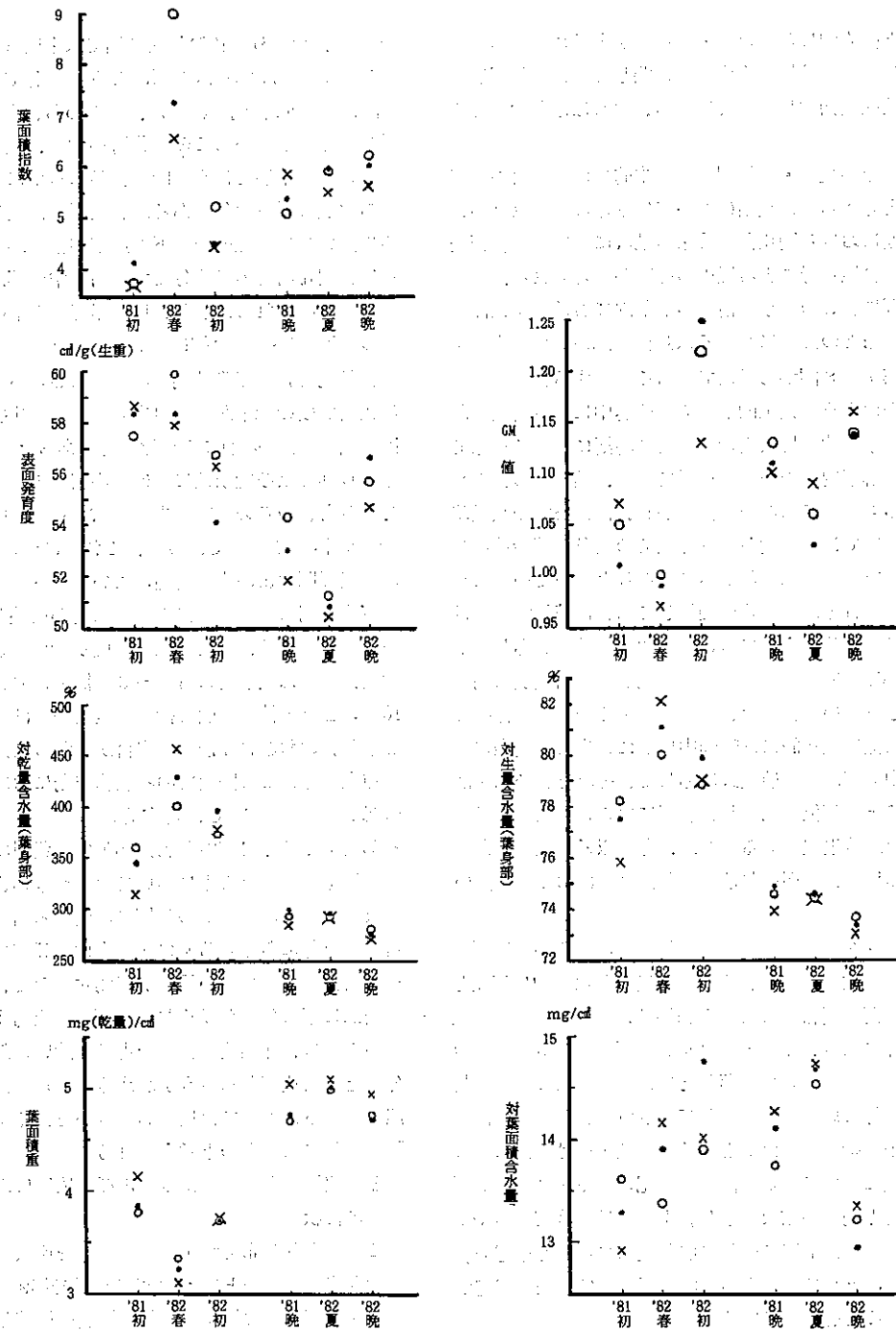
以上から、この圃場での各収穫時期における生産構造は、春期を除いて、基本的にはイネ科型類似構造と考えられる。1982年春期のみが広葉型にやや類似した構造であったことについては、つぎのように考えられる。すなわち、この時期に展開する新梢の生育は古条上位部に着生するものが发育伸長旺盛であり^{18), 33)}、その新梢の伸長に伴い桑葉が展開するので、群落の上中層部に葉の分布が多くなる^{21), 33)}ものと考えられる。このことは、非同化器官中の古条を除いた部分の垂直分布との対比²¹⁾からもうかがえる。また、群落内相対照度の低下は上層では比較的緩やかであるが、中層以降はやや急になるものと考えられる。

3) 収穫時期・栽植密度および層位別にみた葉身部の性状

このような分布を示す桑葉の性状を比較するため、層別刈取株を対象とした葉身部の性状を第9図に示した。

まず、葉身部の性状を収穫時期別に比較してみると、春期の場合では、葉面積重が小さく、表面发育度は比較的大きかった。また、対乾量・対生量含水量は多く、GM値が小さく、さらに、葉面積指数は大であった。初秋期の場合では、葉面積重が比較的小さく、表面发育度は幾分大きかった。さらに、対乾量・対生量含水

注1) P.62に同じ。



第9図 層別刈取株を対象とした葉身部に係る各種調査

x : 2,000本/10a区 ● : 2,500本/10a区 ○ : 3,333本/10a区

'81, '82は西暦年を, 春・初・夏・晩は各収穫時期を表わす。

注) 葉面積指数は表面発育度および収穫量調査結果などから算出した。

量がやや多く、葉面積指数は比較的小であった。

夏期の場合では、葉面積重および対葉面積含水量がやや大きいので表面発育度は小さかった。また、対乾量・対生量含水量は比較的小さいが、対葉面積含水量は上述のとおりであった。晩秋期の場合では、葉面積重が比較的大きく、表面発育度は幾分小さく、また、対乾量・対生量含水量は比較的小なかつた。

つぎに、葉身部の性状を栽植密度別に比較してみると、概略的にはつぎのような傾向がみられた。すなわち、栽植本数の多い区ほど、葉面積重が小さく²⁰⁾、対葉面積含水量も小さいので表面発育度は大きかった。また、対乾量・対生量含水量は2,000本区が最小値を示すことがやや多いが、対葉面積含水量は上述のとおりであり、さらに、葉面積指数は栽植本数の多い区ほど大きい傾向を示した。

さきほどは、葉身部の性状について全体的に把握しようとしてみたが、第10~23図には、主として葉身部の性状を層位別に示した。

まず、葉面積重(第10・11図)については、中層部からやや上の層位において最大値となることが多く、それより上層および下層に向うにつれて減少した。つぎに、対葉面積含水量(第12・13図)については、上層から下層にかけての減少傾向がみられるが、1982年夏期では中層部上位で若干の増大が認められた。さらに、表面発育度(第14・15図)については、上層から下層にかけて増大傾向にあるが、1981年初秋期や1982年夏期では中層部上位で若干の減少がみられた。

また、対乾量含水量(第16・17図)についてはつぎのとおりであった。まず、葉身部に関しては、中層部で最小値を示し、それより上層・下層に向うにつれて増大する傾向が認められた。つぎに、非同化器官部は、1982年春期を除いて、上層から下層にかけての減少傾向がみられ、さらに、1982年春期の場合、古条部は最上層を除いて上層から下層にかけての漸減傾向とみなせるが、新梢の枝部や葉柄などの部分は、葉身部の場合と同様、中層部で最小値を示し、それより上層・下層への増大する傾向となっていた。また、葉身部対乾量含水量の層位別変動に比較して、非同化器官部のそれは1982年春期の古条部を除いて大きかった。

GM値(第18・19図)については、上層から中層にかけては増大傾向にあるが、中層から下層にかけては層位別変動が小さく、判然とした傾向はみられなかつた。

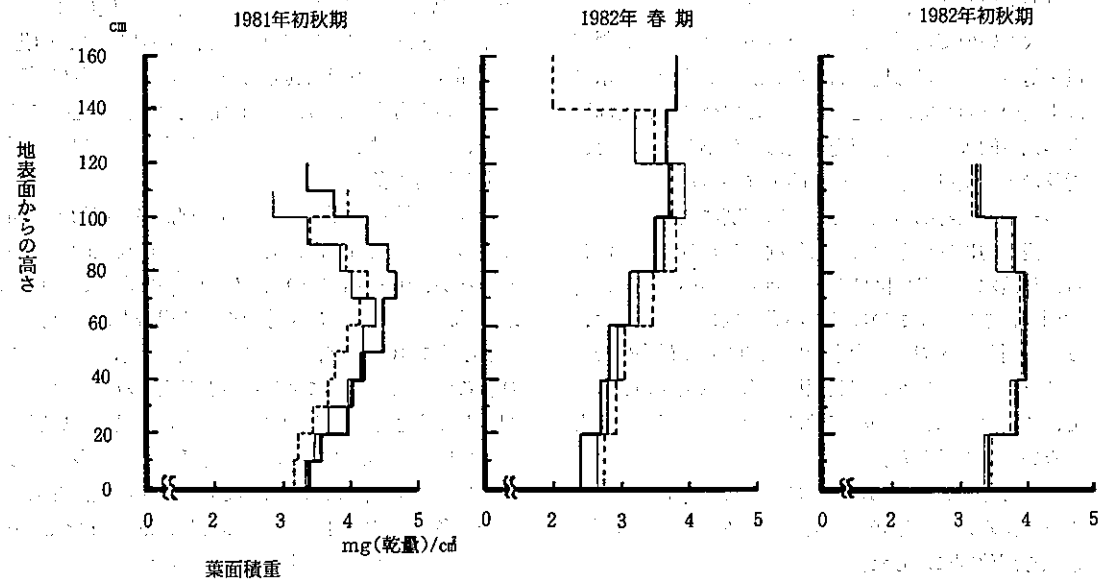
葉面積の層位別分布(第20・21図)は生産構造図(第

5・6図)における同化器官部の層位別分布に極めて類似していた。これについては、表面発育度における上層から下層にかけての傾向が影響する以上に、同化器官部(生量)の層位別分布の傾向が一層顕著に反映したものと考えられる。詳細は前述の生産構造図に譲るが、中層部付近の層位における最大値は3,333本区である場合が多かった。

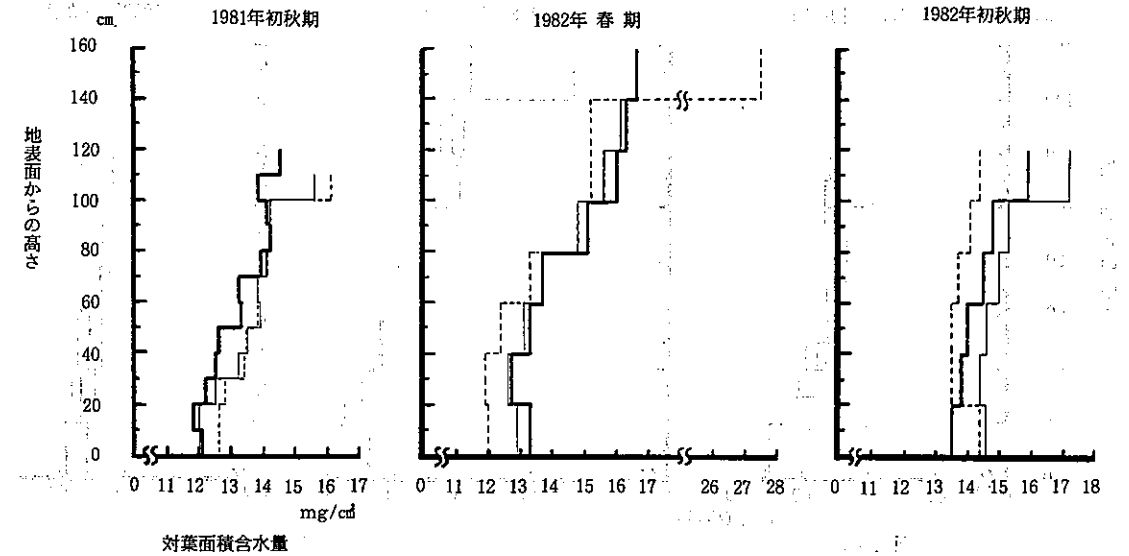
つぎに、積算葉面積指数の高さ別推移(第22・23図)をみると、全般的には、上部での増大は比較的緩やかであるが、中・下部での増大はやや急であり、さらに、最下部近くでの増大は幾分鈍くなる場合もあった。また、上部においては2,000本区が最大値を示す場合があり、これは樹高の差によるものと考えられる。つまり、刈取りの高さをみると、2,000本区は常に最も高い層を含んでいるが、3,333本区は一層分低い場合が多かった。さらに、中部以下においては3,333本区が最大値を示す場合が多く、最終的には、おおむね、2,000本区<2,500本区<3,333本区となる場合が多かった。

以上を総合するとつぎのようになる。すなわち、上層から中層にかけては、葉面積当りの乾量が増加し含水量は減少することから、同化器官部の対乾量含水量は減少したと考えられる。しかし、中層から下層にかけては、葉面積当りの乾量も含水量もともに減少し、かつ、乾量の減少程度が含水量のそれより大である(第10~13図)ことから、同化器官部の対乾量含水量は相対的に増大傾向となったものと思われる。また、同化器官部対乾量含水量は、ほぼ250~550%の範囲にあることが多く、含水量は乾量よりもかなり多い、このことは第10~13図の横座標軸の目盛りを比較しても明らかである。したがって、表面発育度および対葉面積含水量のそれぞれの層位別推移がほぼ逆の傾向を示していることについては、つぎのように考察した。すなわち、表面発育度は対葉面積含水量と葉面積重から成立つところの葉面積当り生量と逆数関係にあり、かつ、含水量は乾量よりもかなり多い。上述のことなどから表面発育度の層位別推移は、葉面積重よりも対葉面積含水量の層位別推移の影響を強く反映して、逆の傾向となっているものと考えられる。

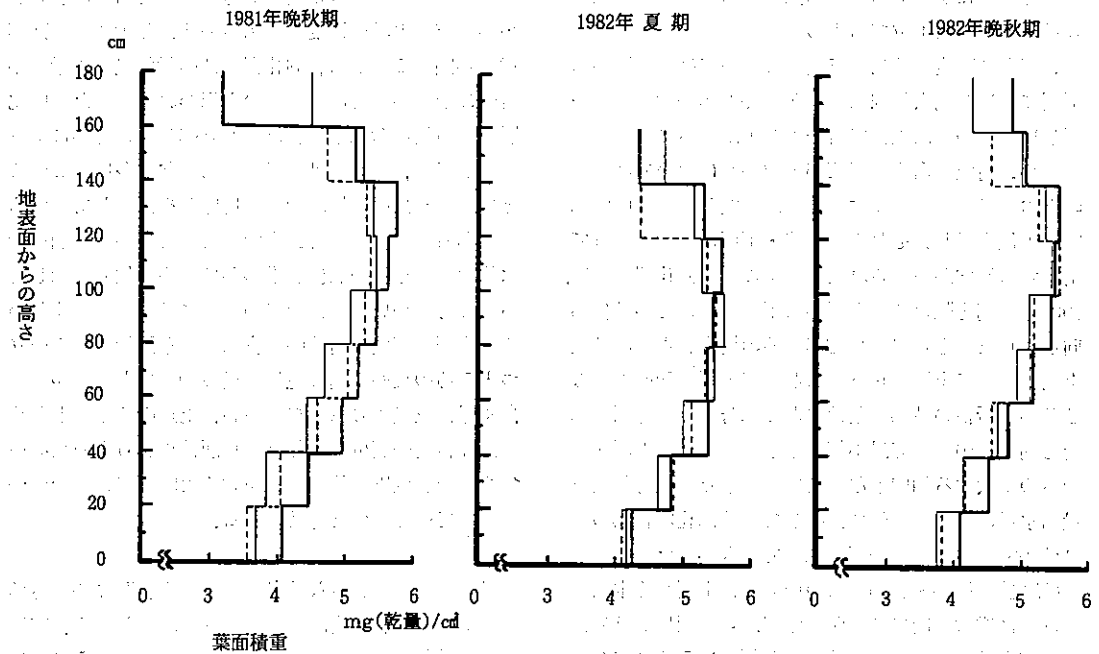
最後に、このような枝条・葉の垂直展開に関する桑品種別および栽植密度別の特徴を考慮しながら、密植速成機械化桑園について考察するとつぎのようである。すなわち、この試験の範囲内では、機械による収穫・管理が比較的容易であり、かつ、多収穫性を実現させ



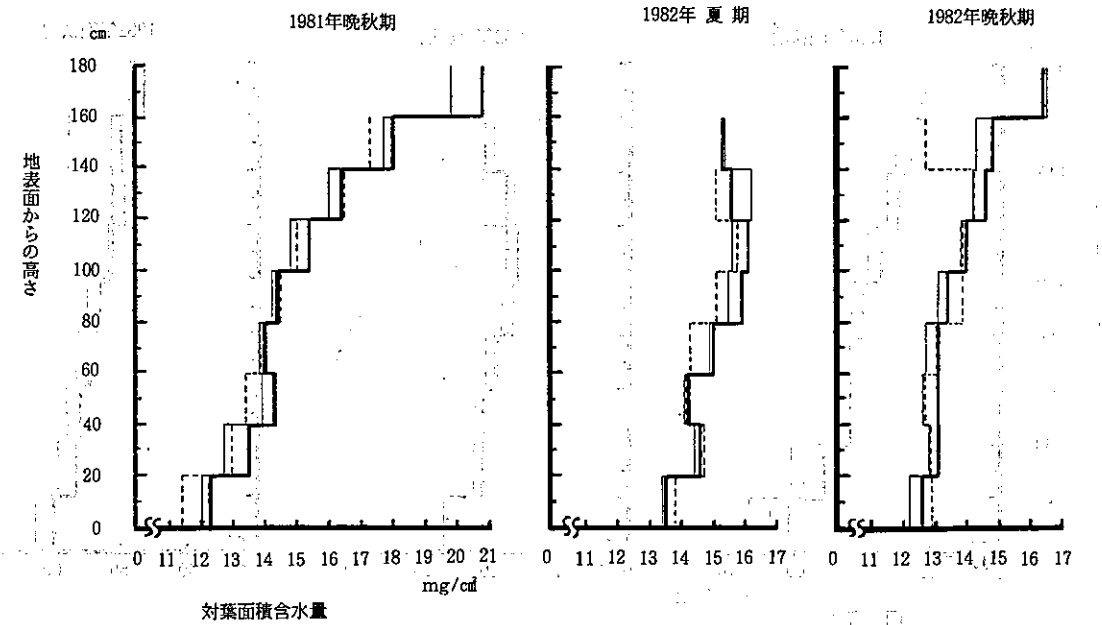
第10図 夏切法体系密植桑園の各収穫時期における層別別の葉面積重
 ———— : 2,000本/10a区 ———— : 2,500本/10a区 - - - - - : 3,333本/10a区



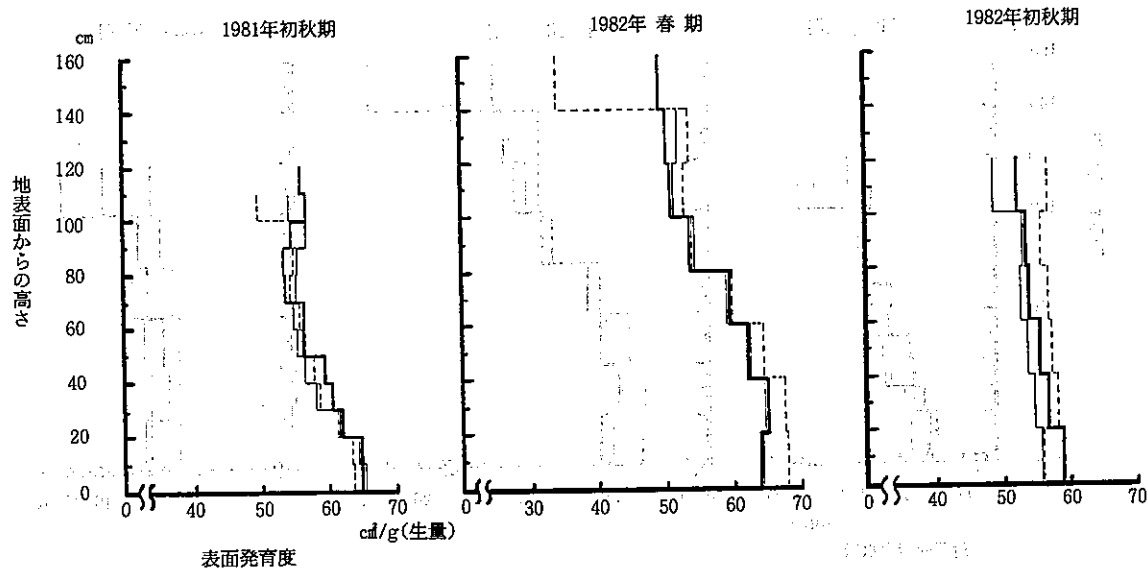
第12図 夏切法体系密植桑園の各収穫時期における層別別の対葉面積含水量
 ———— : 2,000本/10a区 ———— : 2,500本/10a区 - - - - - : 3,333本/10a区



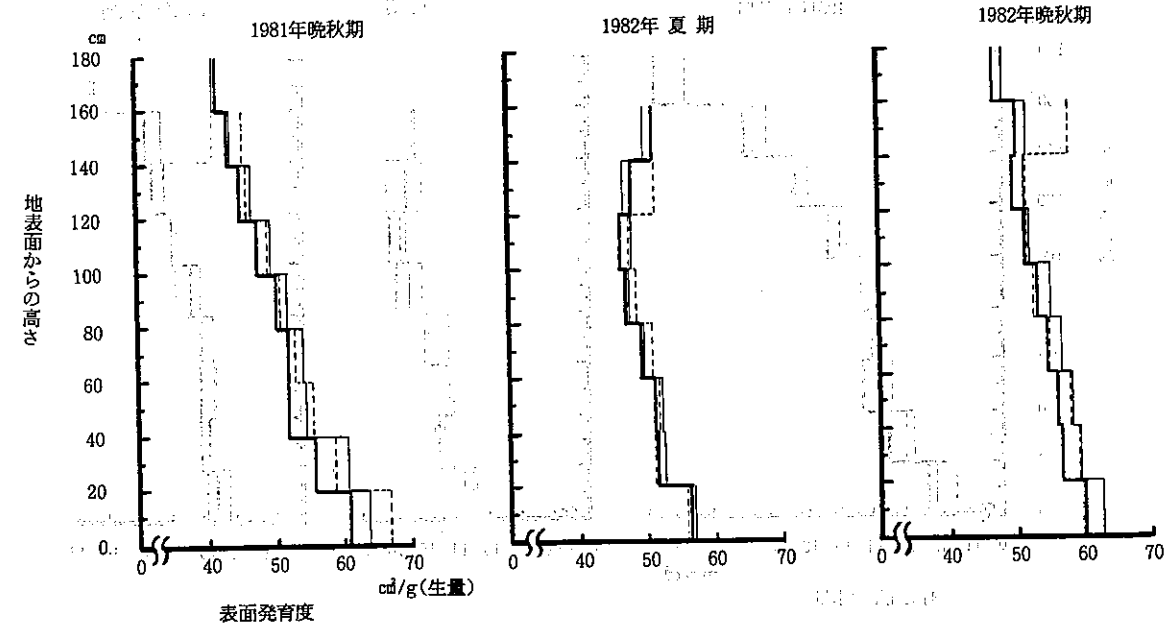
第11図 春切法体系密植桑園の各収穫時期における層別別の葉面積重
 ———— : 2,000本/10a区 ———— : 2,500本/10a区 - - - - - : 3,333本/10a区



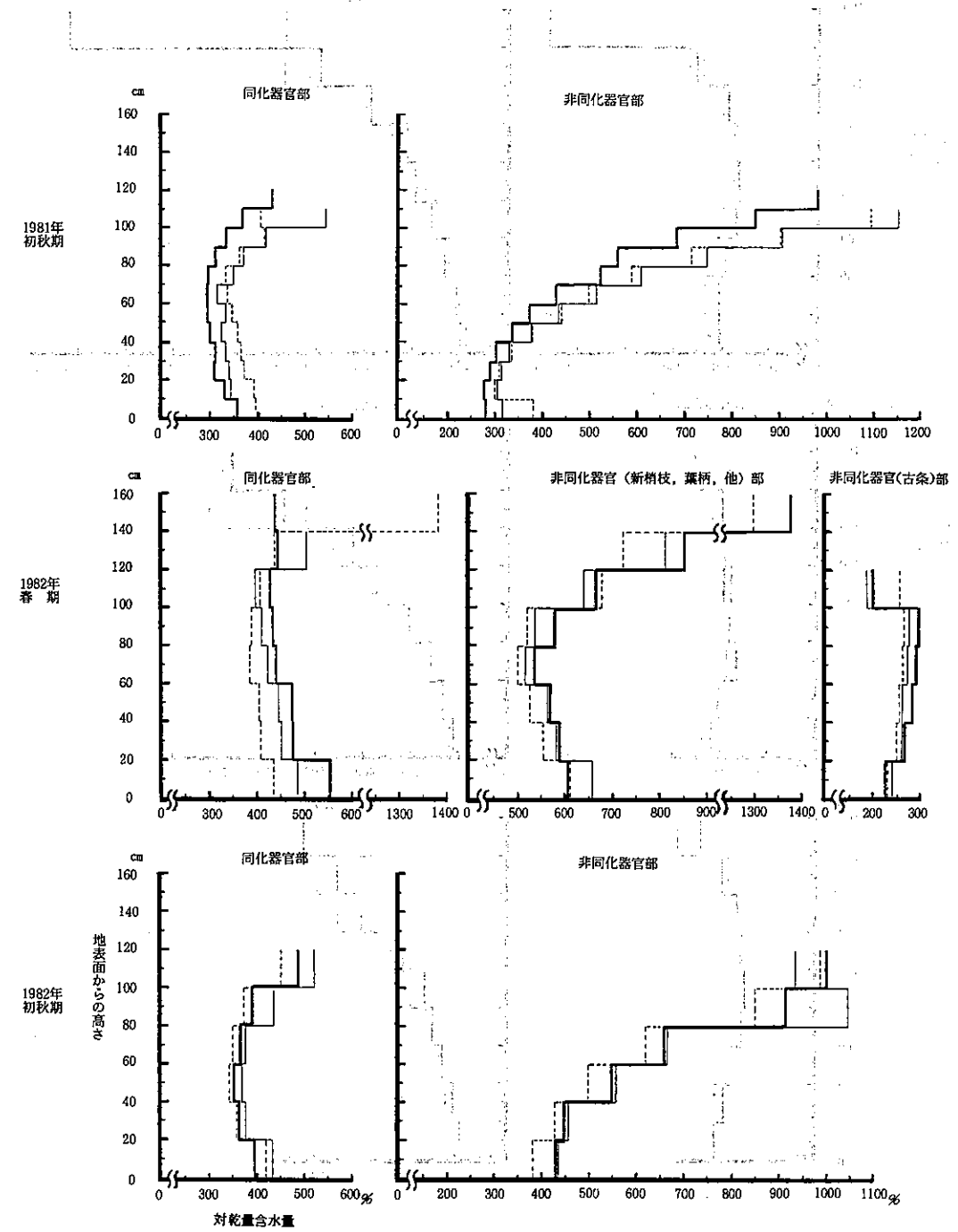
第13図 春切法体系密植桑園の各収穫時期における層別別の対葉面積含水量
 ———— : 2,000本/10a区 ———— : 2,500本/10a区 - - - - - : 3,333本/10a区



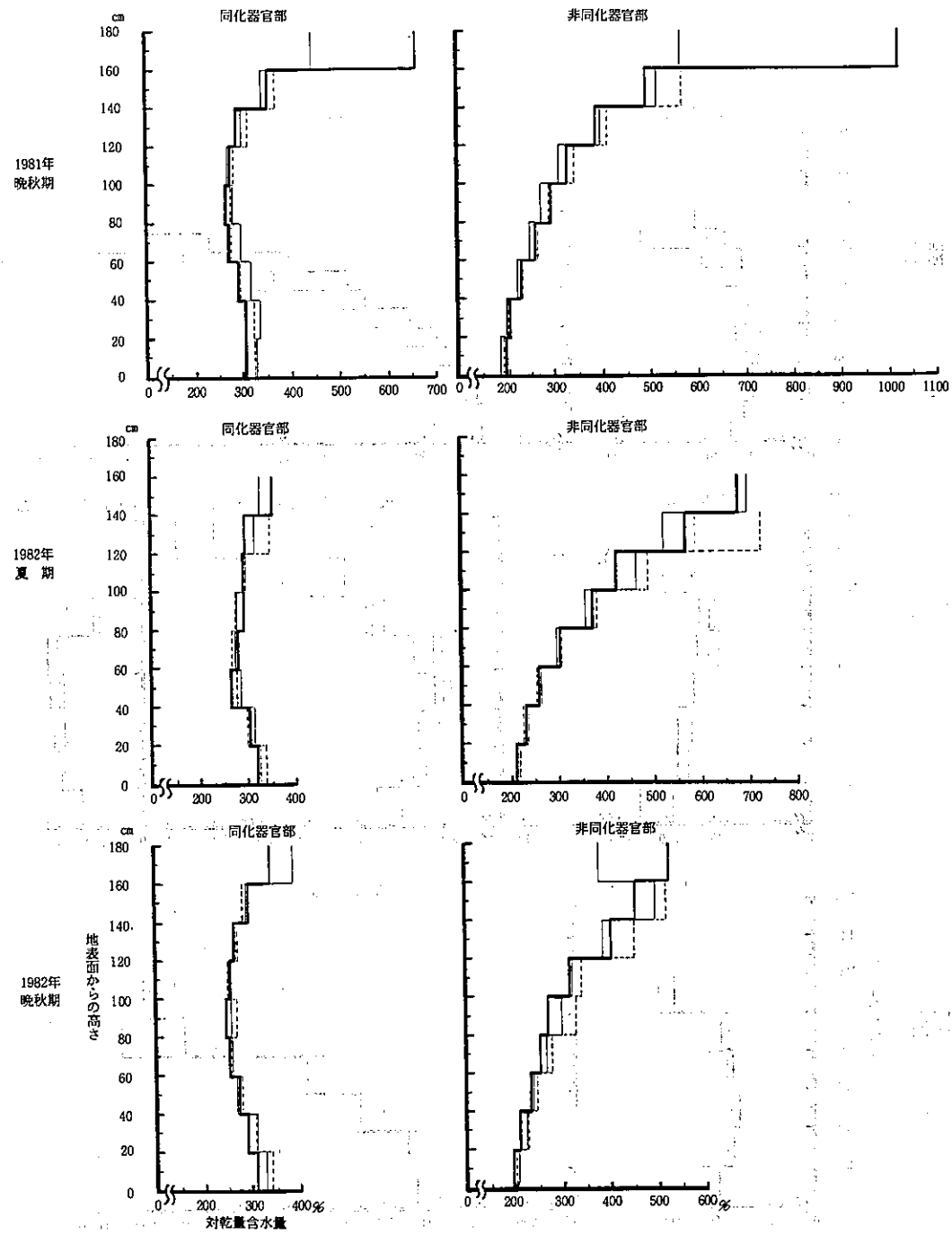
第14図 夏切法体系密植桑園の各収穫時期における層別別の表面発育度
 ———— : 2,000本/10a区 - - - - - : 2,500本/10a区 : 3,333本/10a区



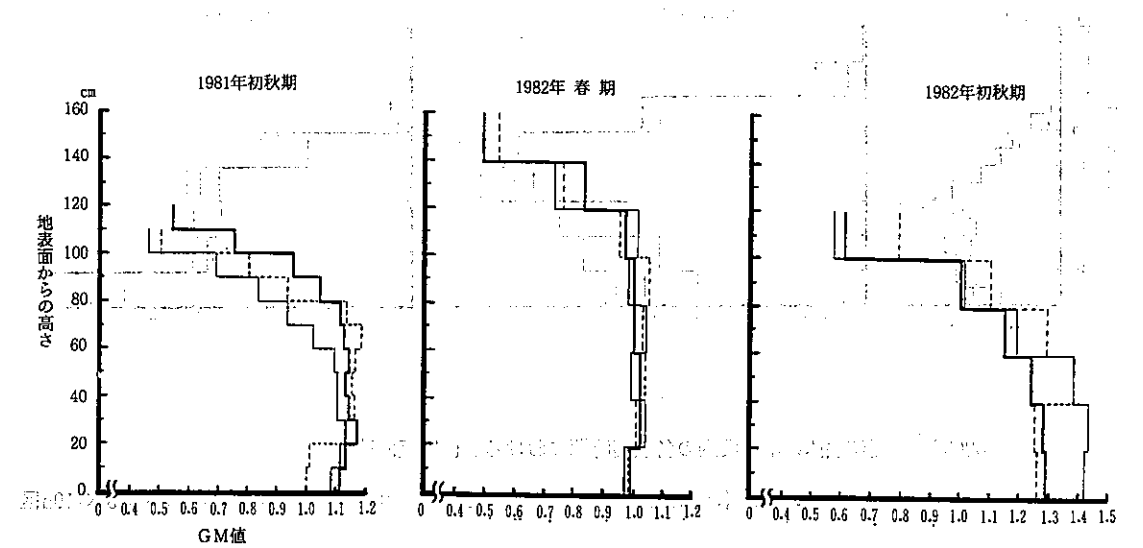
第15図 春切法体系密植桑園の各収穫時期における層別別の表面発育度
 ———— : 2,000本/10a区 - - - - - : 2,500本/10a区 : 3,333本/10a区



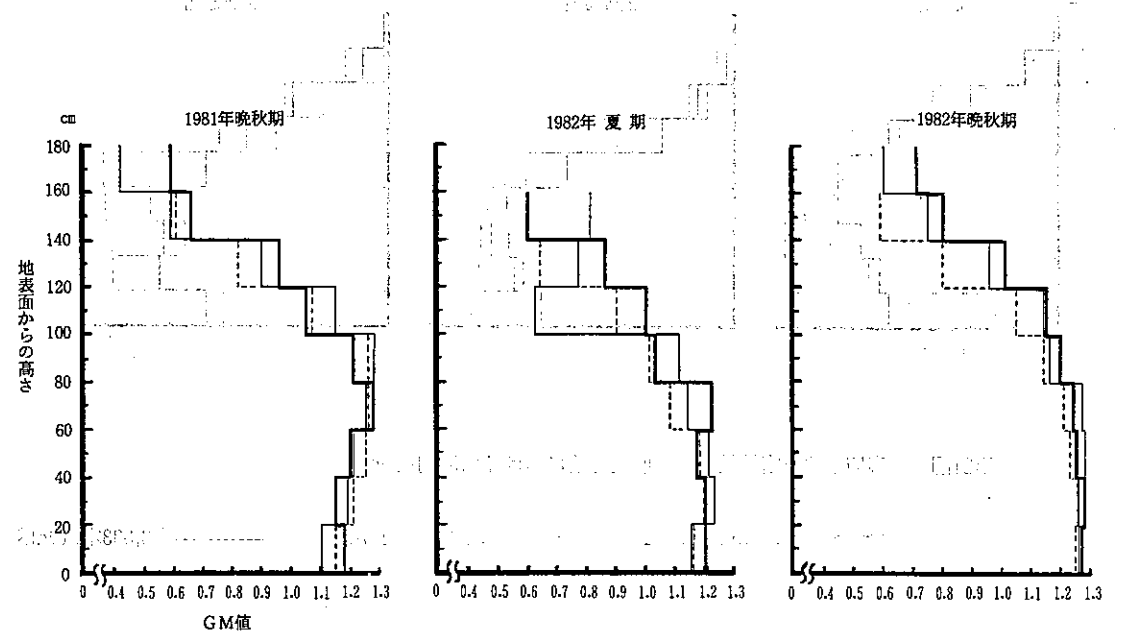
第16図 夏切法体系密植桑園の各収穫時期における層別別の対乾量含水量
 ———— : 2,000本/10a区 - - - - - : 2,500本/10a区 : 3,333本/10a区



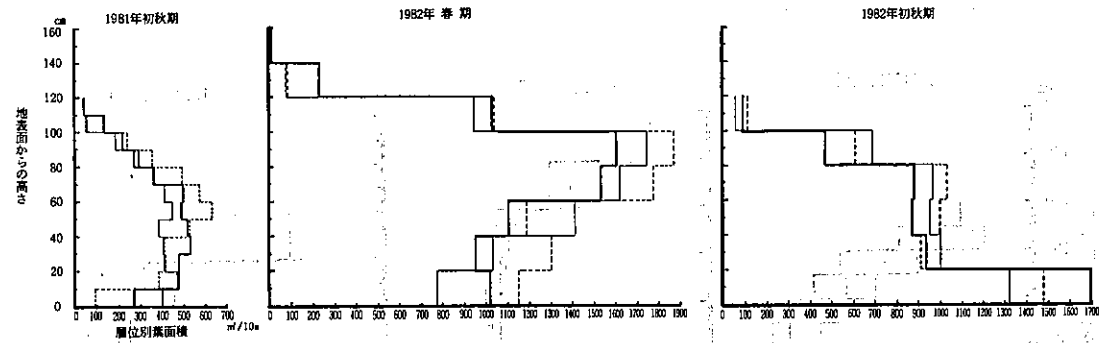
第17図 春切法体系密植桑園の各収穫時期における層別別の対乾量含水量
 — : 2,000本/10a区 - - - : 2,500本/10a区 : 3,333本/10a区



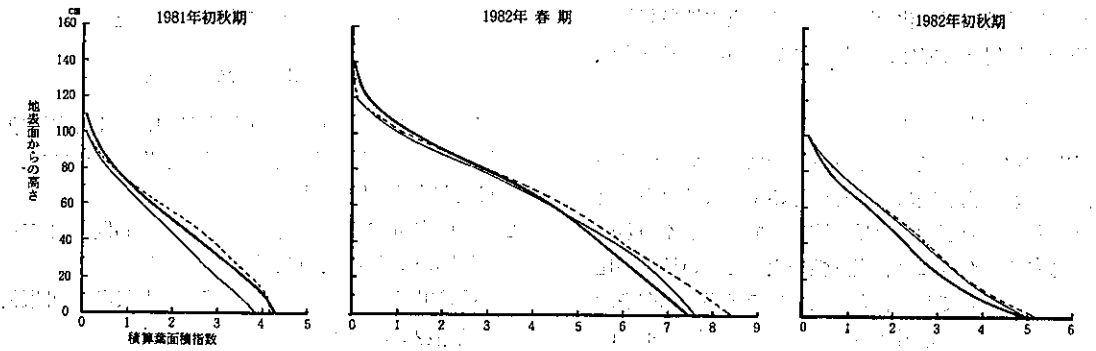
第18図 夏切法体系密植桑園の各収穫時期における層別別のGM値
 — : 2,000本/10a区 - - - : 2,500本/10a区 : 3,333本/10a区



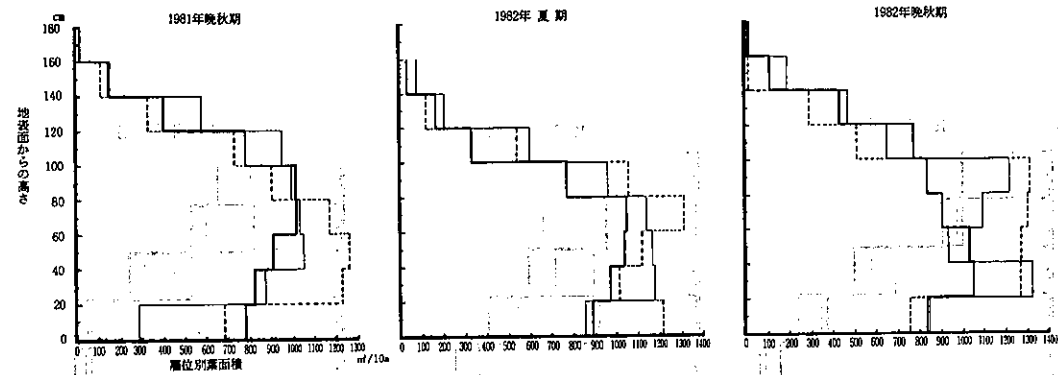
第19図 春切法体系密植桑園の各収穫時期における層別別のGM値
 — : 2,000本/10a区 - - - : 2,500本/10a区 : 3,333本/10a区



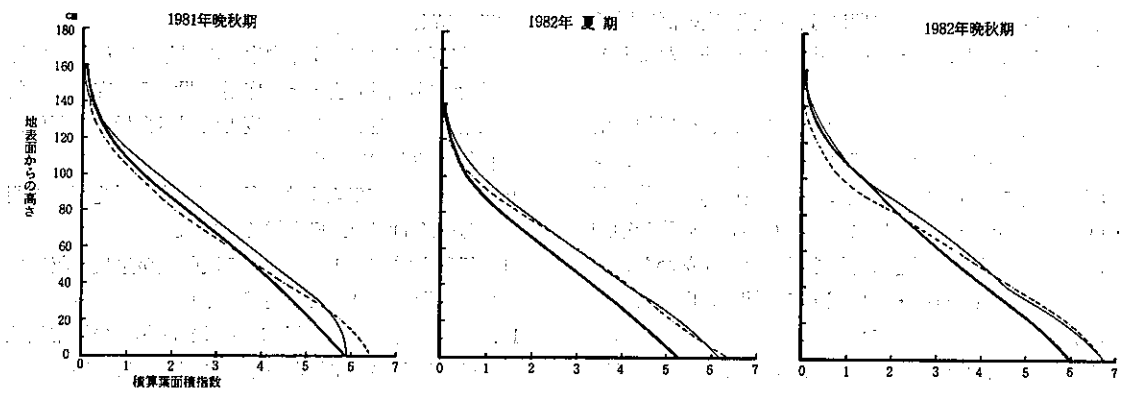
第20図 夏切法体系密植桑園の各収穫時期における層別葉面積
 ——— : 2,000本/10a区 ——— : 2,500本/10a区 - - - - : 3,333本/10a区



第22図 夏切法体系密植桑園の各収穫時期における積算葉面積指数の高さ別推移
 ——— : 2,000本/10a区 ——— : 2,500本/10a区 - - - - : 3,333本/10a区



第21図 春切法体系密植桑園の各収穫時期における層別葉面積
 ——— : 2,000本/10a区 ——— : 2,500本/10a区 - - - - : 3,333本/10a区



第23図 春切法体系密植桑園の各収穫時期における積算葉面積指数の高さ別推移
 ——— : 2,000本/10a区 ——— : 2,500本/10a区 - - - - : 3,333本/10a区

得る栽植密度の一つとしては、3,333本区が有望である。また、密植速成機械化桑園に適する²⁹⁾直立性多収穫桑品種の暖地用としては、みなみさかりが好適であろう。

IV 摘 要

密植栽培桑の枝条・葉の垂直展開について、桑品種別および栽植密度別に検討しつぎのような結果を得た。

1 枝条垂直展開の桑品種間比較では、しんいちのせ・みなみさかりには、直立性の太くて長い枝条が比較的少数生育しており、大島桑とはほぼ逆の傾向を示し、一ノ瀬はこれら両者の混合あるいは中間タイプであった。

2 葉身部性状の桑品種間比較では、みなみさかりは、表面発育度が小さく含水量の多い、かつGM値のやや小さい葉を比較的多く着生しており、大島桑とはほぼ逆の傾向にあった。一ノ瀬・しんいちのせでは、これらの性状は、概してみなみさかりと大島桑のタイプの間位置した。ただし、一ノ瀬は葉面積重では、他の品種区に比較して最大値を示すことが多かった。また、これらの性状は各収穫時期により、それぞれ特徴が観察された。

3 枝条垂直展開の栽植密度別比較では、概して、十分に生育・繁茂した時期には、栽植密度の高い区ほど枝条垂直展開における分段化傾向が顕著になるものと考えられる。

4 生産構造の栽植密度別比較の場合、全般的に生産構造は栽植密度別に顕著な一定の特色を示さず、各収穫時期における生育状況により、生産構造の栽植密度別の傾向がそれぞれ異なった。しかし、収穫時期別には、生産構造は顕著な特徴を示した。すなわち、春期を除いた他(夏期・初秋期・晩秋期)の収穫時期では、生産構造は基本的にはイネ科型類似構造とみなすことができ、かつ、各収穫時期における生育状況に応じて、生産構造はそれぞれ特徴がみられた。また、春期収穫時期の生産構造は、広葉型にやや類似の構造を示した。なお、群落内相対照度の低下は、全般的には、上層では比較的緩やかであるが、中層以降やや急であった。

5 葉身部性状の栽植密度別比較では、概略的には、栽植密度の高い区ほど、葉面積重および対葉面積含水量が小さいので表面発育度は大きく、かつ、葉面積指数が大きい傾向にあった。また、これらの性状は、各収穫時期によりそれぞれ特徴を有し、さらに、層位別

の推移においても、上層から中層および中層から下層にかけてはそれぞれ特徴ある変化を示した。

引 用 文 献

- 阿部成利・本間正司・河野明義(1980):異常気象条件下の密植桑利用が蚕作に及ぼす影響について。日蚕関東第31回講要; 21.
- 秋山文司(1963):初秋期におけるうね間を異にする桑園の生産構造。日蚕雑32: 1-7.
- 長谷川聖人(1967):桑の栽植密度と収量との関係。蚕試報22: 13-32.
- 早坂七郎・渡辺四志栄・東城 功(1981):桑新品種「しんけんもち」の再発芽性並びに葉面積重量比について。東北蚕糸研報6: 32.
- 東川文夫(1976):鹿児島県における桑新品種の収量特性。九州蚕糸7: 20.
- 本間 慎(1958):桑園の生産構造の基礎。蚕糸界報67(792): 34-37.
- 本間 慎(1959):桑園の生産構造に関する研究 第1報 特に群落内の光条件について。繊維学報3(2): 1-7.
- 堀田禎吉(1952):桑樹の発育分岐圏。農及園27: 871-874.
- 稲田勝美(1965):作物生葉の緑色程度ならびに葉緑素含量の測定法とその応用に関する研究 2. 葉緑素計の特性ならびに示度と葉緑素含量との関係。日作紀33: 301-308.
- 伊藤大雄(1984):桑枝条の開張度と受光態勢に関する理論的解析。日蚕雑53: 14-20.
- 伊藤大雄(1984):桑枝条の開張度が生長、収量に及ぼす影響。日蚕第54回講要; 11.
- 岩田 益・南 政邦(1980):1980年夏の異常気象下における桑の生長と収量。九州蚕糸11: 18.
- 菊池宏司(1977):古条さし木密植桑園に関する研究。岩手蚕試報9: 1-71.
- 菊池宏司(1979):桑の栽植密度に関する生態学的研究 第1報 枝条の伸長と根の分布。日蚕雑48: 152-158.
- 菊池宏司(1980):桑の栽植密度に関する生態学的研究 第2報 側枝の発生と枝条数の推移。日蚕雑49: 205-210.
- 菊池宏司(1981):桑栽植密度に関する生態学的研究 第3報 根・株・枝条および葉における乾物重

- の推移。日蚕雑50: 465-471.
- 木村 允(1976):生態学研究法講座8 陸上植物群落の生産量測定法。共立出版K.K., 112PP.
- 北浦 澄・山田景三・加福領二(1966):春蚕期における桑の高さ別刈取り収量。蚕試報20: 231-247.
- 小林昭三・佐藤光政・市橋隆寿・小野松治・大山勝夫(1976):桑園における日射エネルギーの利用効率に関する研究。蚕試報26: 363-384.
- 河野 清(1977):桑樹の発育面積と栽植距離(1)。京工織大繊維学報8(2): 7-10.
- 高野 稔(1975):桑の栽培型式・栽植距離及び仕立方に関する研究 第2報 栽植距離・仕立方を異にした桑園の春蚕期における光分布と層別刈取法による生産構造について。埼玉蚕試研報47: 1-7.
- 高野 稔・轟 恒雄(1963):植付距離を異にした桑園の夏秋蚕期における光分布と層別の収量について(1)。日蚕雑32: 156.
- 高野 稔・轟 恒雄(1964):植付距離を異にした桑園の春蚕期における光分布と層別の収量について(1)光の分布について。日蚕雑33: 211.
- 高野 稔・轟 恒雄(1964):植付距離を異にした桑園の春蚕期における光分布と層別の収量について(2)層別の収量について。日蚕雑33: 211-212.
- 高野 稔・増田 裕・小川和雄(1974):新しい密植桑園の栽培型式に関する研究 第3報 夏切密植桑園の夏季における生産構造について。日蚕第44回講要; 104.
- 高野 稔・増田 裕・小川和雄(1974):新しい密植桑園の栽培型式に関する研究 第4報 葉量割合と葉の性状について。日蚕第44回講要; 104.
- 高野 稔・増田 裕・小川和雄(1975):新しい密植桑園の栽培型式に関する研究 第6報 夏切桑園の生産構造について。日蚕第45回講要; 8.
- 高野 稔・増田 裕・小川和雄(1975):新しい密植桑園の栽培型式に関する研究 第7報 春切桑園の生産構造について。日蚕第45回講要; 8.
- 高野 稔・茂木一二(1981):密植速成機械化桑園に適する桑品種の性状について。日蚕第51回講要; 13.
- 寿 正夫・高木武人(1980):桑品種別冷夏年における初秋蚕期中間伐採枝条の再発芽と生育について。東北蚕糸研報5: 61.
- 増田 裕・高野 稔(1979):栽植密度を異にする桑園の物質生産。埼玉蚕試研報51: 8-12.
- MONSI, M. und T. SAEKI (1953): Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. Jap. Journ. Bot. 14: 22-52.
- 村上泰臣・中川 泉・四方栄市・直井利雄(1982):稚苗移植による桑園造成について—方形植えによる密植程度と収葉量の年次別推移—。日蚕第52回講要; 6.
- 村田吉男・玖村敦彦・石井龍一(1976):作物の光合成と生態。農山漁村文化協会, 276PP.
- 農林省蚕糸試験場(1972):蚕糸試験場資料第27号 桑園場試験の調査方法手引き。農林省蚕糸試験場, 42PP.
- 大山勝夫・原島典雄・佐藤光政・尾暮正義・岡成美(1975):桑品種による葉系構造の特徴について。日蚕第45回講要; 7.
- 大山勝夫・原島典雄・佐藤光政・尾暮正義・岡成美(1976):桑樹における同化器官の立体的分布について。日蚕第46回講要; 12.
- 境田謙一郎・菊池宏司(1979):桑の栽植密度に関する研究 5. 春蚕期における生産構造。東北蚕糸研報4: 54.
- 佐藤光政(1968):株上げ伐採が桑の生産構造と物質生産に及ぼす影響。蚕糸研究67: 1-6.
- 佐藤光政(1981):低温条件が桑の生育におよぼす影響。日蚕関東第32回講要; 11.
- 佐藤光政・宇佐美洋三・関口治郎(1979):桑の着葉角度の表示方法と測定例。日蚕関東第30回講要; 20.
- 佐藤光政・宇佐美洋三・関口治郎(1981):桑葉の枝条に対する着生角度について。蚕糸研究119: 33-41.
- 高木一三(1928):桑の収穫量と条との相関関係。蚕糸学報10: 1-17.
- 田代隆生・茶木信夫・宇都明光・川口勝久(1981):密植栽培における桑品種の適合性。九州蚕糸12: 1.
- 田崎忠良(1952):桑葉の乾燥抵抗に関する一考察。繊維学報1(3): 30-42.
- 田崎忠良・田口亮平(1968):実験植物生理生態学実習。養賢堂, 237PP.
- 東城 功・玉田幸三郎・大和田賀吉・羽田 宏(1981):栽植密度を異にした桑の生長に関する研究 (1)植付当年における器官別生長量並びに生長解析。東北蚕糸研報6: 41.

48. 瓜田章二(1982): 桑葉の緑色度とクロロフィル、窒素成分および面積重, 含水量との関係. 東北蚕糸研報7; 43.
49. 牛島忠広(1964): 山地桑園(長野県大室農場)と平地桑園(東京農工大学小金井農場)の物質生産力に関する研究. 日蚕雑33: 293-299.
50. 矢口宣明(1968): 桑園の機械化に関する試験(Ⅱ)機械化を前提とした桑園の栽培様式に関する試験. 群馬蚕試報40; 9-32.
51. 矢口宣明・増田 裕(1972): 密植桑園の生育収量と生産構造について. 日蚕関東第23回講要; 4.
52. 矢口宣明・武井 敬(1974): 桑園の栽植密度と生産構造について. 日蚕第44回講要; 105.
53. 矢口宣明・新井 衛・関 耕一・武井輝雄・設楽知良(1977): 桑の密植栽培に関する試験. 群馬蚕試報50; 1-24.
54. 矢口宣明・関 耕一・塚本雅俊(1981): 55年冷夏の実態とこれが桑の伐採程度および収量に及ぼす影響について. 日蚕関東第32回講要; 11.
55. 山川一弘・谷田 穂(1976): 桑の樹形に関する栽培学的研究(Ⅳ) 樹冠の時期的消長と根系の分布. 日蚕第46回講要; 12.
56. 山本 賢(1976): 桑の新品種「みなみさかり」について. 農業技術31: 457-458.

Summary

The purpose of this investigation is to grasp the development of branches in mulberry field. We established densely planted mulberry fields of 2,000, 2,500 and 3,333 plants per 10a respectively, using varieties Ichinose, Ohshimaso, Minamisakari and Shinichinose as materials and investigated the vertical development of branches in several harvest seasons. The results were as follows:

1. Minamisakari and Shinichinose developed relatively few and long branches which had vertically growing posture, whereas Ohshimaso developed relatively many and short branches which had obliquely growing posture. Ichinose was between these two types.

2. Minamisakari bore relatively many leaves with poor surface development, high water content and relatively small GM value, measured with greenmeter, while Ohshimaso was almost the opposite in these leaf blade characteristics. Ichinose and Shinichinose were generally between Ohshimaso and Minamisakari. In Ichinose, however, the leaf areal weight was often the heaviest among the four varieties. These characteristics were attributed to the properties in each harvest season.

3. The separative and gradational form in the vertical development of branches was observed in vigorously flourishing season, and this form appeared typically in higher planting density.

4. The productive structure in variety Ichinose did not show any apparent characteristic on the planting density. However, the productive structure showed a prominent characteristic in each harvest season. That is, in spring harvest season the productive structure was similar to that of the broad leaf type. While, in the other harvest seasons (i.e. summer, early autumn and late autumn), the productive structure was basically similar to that of the Graminae type. The decreases in the relative light intensities within the communities were generally small at the upper stratum but large at the intermediate to lower stratum.

5. In general, the greater the planting density was, the greater the surface development was by reason of which the smaller the leaf weight and water content per unit leaf area were, and the greater the leaf area index was. This characteristic was different in each harvest season and between two zones of the communities, the zone from the upper to the middle stratum and the zone from the middle to the lower stratum.