（研究資料）

人工造林によるイチイガシとクロマツまたはヒノキ混交林の1例

(Research materials)

An Artificial Mixed Forest of *Quercus gilva* and *Pinus Thunbergii* or *Chamaecyparis obtusa*

Mamoru Hosoi and Kenzirô Honda

細井　守(1)

本田健二郎(2)

まえがき

混交林については今日まで多くの研究が行なわれ，その長所，短所は一応明らかにされている。わが国においてもその長所が強く主唱され，混交林の造成が広く行なわれた時代があつたが，その後いろいろな原因のために林分の蓄積，形質の低下をきたし，経済的に大きな損失をもたらした場合が多かつた。その反動で今日では，混交林はほとんどかえりみられない状態である。しかし混交林は，林地の生産力を十分に利用できること，林木が健全に育ち，昆虫，菌類，暴風，火災等の危害に対し抵抗力が大きく，特に地力の維持改良に適当であることなど，単純一斉林に比べてきわめて有利な長所を数多くもつているから，過去のわずかな研究に基づく施業方法の失敗のために，その原因および利害得失を徹底的に究明することもなく，混交林は価値の高い優良林分の造成には不適当であり，経済的に不利であるとし，企業としての林業ではとるべきでないというのは，はたして科学的な態度といえるであろうか。

わが国において最近，第二次および三次産業の急速な発達は林業の合理化に拍車をかけ，一方木材の利用方法の進歩，小径木の利用面の拡大は造林事業の利益を一躍向上させ，人工造林の限界地帯に植林をしい，また単純一斉林の，しかも短伐期の林業地を急速に増大している。この大面積の単純一斉林，特に針葉樹の数代にわたる造林の弊害はすでに先進林業地の土地生産力の悪化，病虫害，その他の被害の幾何級数的な増加によつても明らかに認めることができる。ヨーロッパの先進国において，地力の悪化は林業の最も重要な問題となり，混交林の造成によつてそれを阻止改良しようとしていると伝えられている[1]。わが国においても画一的な単純一斉林の，しかも短伐期の林業をとることが危険と感ぜられる所も少なくない。戦時，戦後の混沌とした時代には，できるだけ簡単に林分を造るため，作業の単純化がまず考えられるのは当然であつたと思うが，経済が安定して木材の需要が増大し，造林熱が盛んになつた今日では，さらに一歩前進し，生産の基盤である林地の生産力を維持，改善し，また森林の災害を少なくするとともに，経済的にも有利であるような林地を合理的に利用する方法を見いだすことが必要であり，また，われ

(1) 九州支場経営研究室長　(2) 九州支場経営研究室員

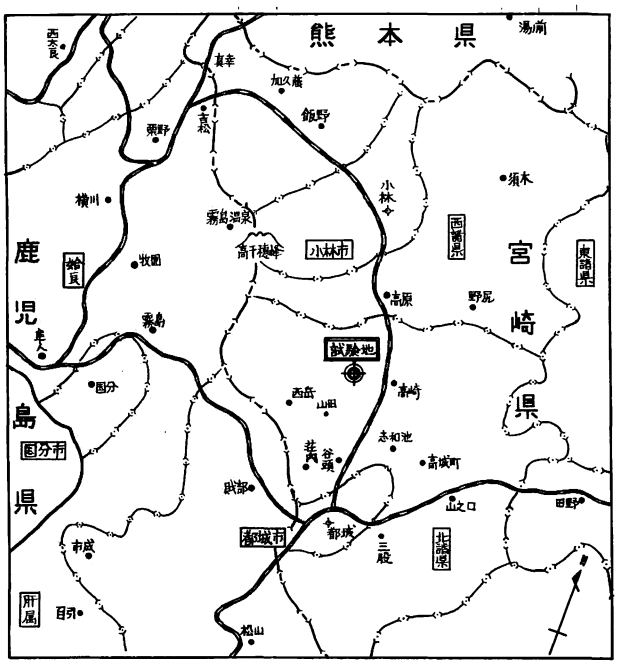
われに課せられた最も重大な問題のひとつではないだろうか。佐藤[2]は，一般論として混交林は生物学的にすぐれているが経済的には単純林より劣つていると述べているが，筆者は地力の維持，改良または防災等の経済的に評価の困難な利点は別としても，性質を異にする2つ以上の選ばれた樹種を適当に配置し合理的に施業をすれば，環境条件のきびしい所はもちろんのこと，そうでなくとも経済的に見て有利な場合もけつして少なくないのではないかと考えている。筆者らはこのような考え方に基づいて，混交林の施業方法に関する研究を行なつているが，現在では研究の一端として，樹種の組合せ，施業方法の検討および混交林の利害，得失を明らかにするため，まず現存する各種の混交林の成長経過，現況に関する資料を集めるのに努力をしている。昭和32年10月に行なつた調査の結果を取りまとめ，混交林についての筆者の考えおよび研究方法に対し，各位のご批判とご指導を賜わりたいと思いその概略をここに報告する。

林齢32年生のイチイガシとクロマツ，またはヒノキの混交林およびイチイガシの単純林を調査したのは，異なつた性格の樹種が混交した場合，各樹種がどのような成長経過をたどるかを知るためであり，特にこの調査地を選んだのは，この林分は今日までに目的は異なつているが多くの人々によつて調査され，過去の経過が比較的明らかであつたためである。この調査にあたつてご援助をいただいた元高崎営林署長荻原三雄氏，元経営課長岩切一氏に心から感謝をささげる。また調査にあたりご指導をいただいた林業試験場経営部長小幡　進氏，元熊本支場長三井鼎三氏，九州支場長片山佐又氏および現地の調査，取りまとめに協力された同支場経営研究室員妹尾博文君に厚くお礼を申し上げる。

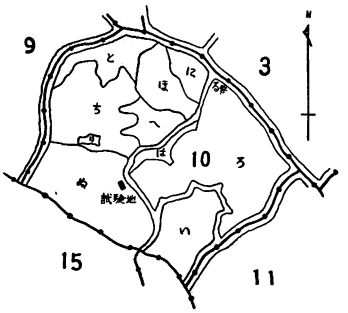
調査地の概況

調査地は大正の末期，イチイガシの材が非常に尊重され，造林が盛んに行なわれていた時代に，イチイガシをいかに取り扱えば素性の良い優良な林分にすることができるかを解明するために設定された試験地で，イチイガシの植栽本数の決定，クロマツ，ヒノキ等の針葉樹と混植すればイチイガシの樹形，成長にどのような影響を与えるか，造林の活着率を高める方法等の命題が与えられていた。これらの点はイチイガシは活着率が低く，形質に対する要求の大なる樹種であるために，当時としては最も重要な研究課題であつた。今日においてはこのイチイガシに対する需要が非常に少なくなり，造林はほとんど行なわれていないが，筆者が試験地を調査した理由は，今までに数回調査が行なわれて過去の経過が明らかであり，その混交方式が列条混交で，昭和15年以後17年間調査も手入れもされずに放置され，またイチイガシの植栽本数が粗，密の2種類に分けて植栽されていることなどのためである。この試験地は各区ともきわめて小面積であり，繰返しもなく，しかも各区の間に地力の差が明らかに認められ，現在では不完全な試験地であり，組合せの樹種としてもイチイガシに重点を置いているので，今日ではあまり重要性が認められないとも思われるが，できるだけ多くの性質を異にする樹種の混交についての資料をうる目的で調査を行なつた。次に調査地の概況を簡単に述べる。

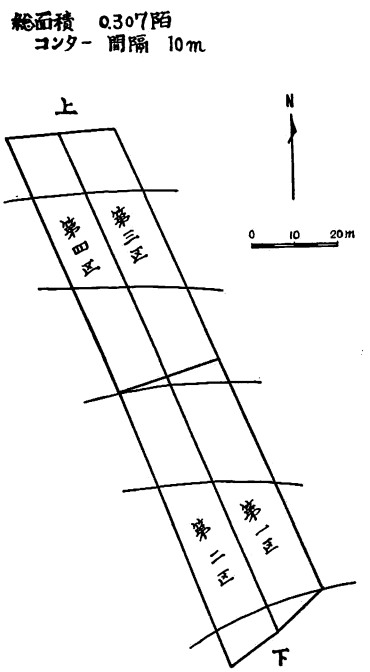
調査地は宮崎県北諸県郡山田町の高崎営林署管内の長尾国有林10林班ぬ小班内にある（第1図（イ），（ロ）参照）。山の中腹にあつて，海抜高300 *m*，南南東に向かつて20～25度の傾斜地で基岩は中生層の砂岩，粘板岩で火山灰および礫は多く，埴質壌土で植栽前はイチイガシ等の常緑広葉樹の大径木を主体とした天然林であつた。気象条件は都城測候所（都城市中原町，海抜高155 *m*，調査地までの距離約15 *km*）の観測値で年平均気温15.3°C，年平均降水量2,827.9 *mm*，降雪日数3日，降霜日数72日となつているが，調査地はかなり気温も低くまた雨量も多いものと思われる。



第１図（イ） 調査地位置図



第１図（ロ） 調査地位置図



第２図 調査地内の各調査区の位置図

調査地は面積約 0.3 *ha* の傾斜方向に長い長方形状をなし，次の４区に分かれている（第２図参照）。各区の面積は 0.08 *ha* となつていたが，実測の結果は次のとおりである。

第１区 ヒノキ・イチイガシ混植区，面積 0.079 *ha*， ヒノキ 165 本，イチイガシ 165 本，合計 330 本。

第２区 イチイガシ粗植区， 面積 0.081 *ha*， イチイガシ 330 本。第１・第２区は植栽間隔は５尺方形（1.52 *m* 方形）で *ha* あたり 4,320 本を目標として植栽されたが，現実では *ha* あたり第１区 4,176 本，第２区 4,073 本となつている。

第３区 クロマツ・イチイガシ混植区，面積 0.074 *ha*， クロマツ 180 本，イチイガシ 225 本， 合計 405 本。

第４区 イチイガシ密植区，面積 0.073 *ha*， イチイガシ 425 本。第３・第４区の両区は植栽間隔は４尺×４尺５寸（1.21 *m*×1.36 *m*）で *ha* あたり 6,000 本植栽を目標として植栽されたが，実際には *ha* あたり第３区は 5,472 本，第４区は 5,821 本となつている。

以上のほかに，活着率および植栽直後の成長を高める方法として，植栽の際にイチイガシの苗木を次のように処理した。第１区は幹部を 1/2 切断，第２区は幹部 1/2 切断と全葉摘去，第３区は全葉摘去，第４区は幹部 1/2 切断と全葉摘去を行なつた。この結果については，昭和３年に都城営林署の調査によつて，処理の差は活着率樹高成長に影響をおよぼさないという結果が得られ，その後はこの処理方法の比較検討は行なわれていない。

調査地の今日までの経過と現況

大正 14 年 3 月 8 日，現高崎営林署（当時都城営林署）部内，大迫苗圃で養成した苗木を，上記の試験計画によつて各区に植栽した。イチイガシは 1 年生および 2 年生，ヒノキ・クロマツはいずれも 2 年生を用いた。参考[3] のため植栽方法について少し詳しく説明すれば，3 月 7 日（植付けの前日）苗圃において，ヒゲ根を損傷しないようにていねいに掘り取り良苗を選定し，イチイガシは上記の処理（葉の摘去，幹部の切断）を行ない各樹種とも 5 本を 1 束とし，十分湿潤なコケを根部にあて敏速に結束し，即日山元に運搬した。植付け（3 月 8 日）はまず地表の支障物をかき除き，表土をはぎ，直径 1 尺，深さ 1 尺の穴を掘り，樹根，石礫その他の障害物を除去し，苗木を真すぐに立て毛根を四方にひろげ，壌土をもつて埋めよく踏み付け，取り去つた雑物表土等を裏返して周囲に敷き，日光の直射をさえぎり乾燥を防いだ。苗木の運搬には細心の注意を払い 30 本または 50 本ずつ，古ムシロまたはバケツに入れて乾燥を防ぎ，植栽後は各苗木に竹杭を立て位置を明示し，上段（第 3 区，第 4 区）は北北西の方向に 9 列，下段（第 1 区，第 2 区）は同方向に 8 列に植栽した。混植は第 1 区，第 3 区ともイチイガシ・ヒノキまたはイチイガシ・クロマツと交互に列状に植え，第 1 区はイチイガシ 4 列，ヒノキ 4 列，第 3 区はイチイガシ 5 列，クロマツ 4 列とした。

その後植栽の年から昭和 6 年 8 月まで毎年 1 回計 7 回の手入れ（下刈り）を行ない，つる切りは昭和 7 年，8 年，9 年および 12 年に各 1 回計 4 回行なつた。昭和 9 年には林分は閉鎖し，相互の競争がはなはだしかつたので，イチイガシの成長をじやまするヒノキ 4 本の梢頭部約 40 *cm* を切断し，クロマツは 26 本（*ha* あたり 351 本）の間伐を行なつた。間伐したクロマツ 26 本の径級は明らかでないが，この間伐が唯一の人為による林分の破壊で，その後は今日まで全然人為が加えられず放置されていたと推定される。

調査の年度と調査方法

調査地は大正 14 年 3 月に設定し，植栽されてから今回の調査を含めて 9 回調査が行なわれている。その年度と調査者およびその方法について簡単に述べる。

第 1 回調査　大正 14 年 8 月 18 日，都城営林署において全植栽木について活着状況の調査を実施した。

第 2 回調査　大正 15 年 8 月 20 日，都城営林署において全林木（第 1 区，第 3 区），イチイガシ単植区（第 2 区，第 4 区）は苗木の処理別に標準木（選出方法は不明）80〜100 本を選び，枯損状態の調査および樹高測定を行なつた。

第 3 回調査　昭和 2 年 12 月，都城営林署山田担当区，森林主事江平直政によつて第 2 回調査と同様の調査が行なわれた。

第 4 回調査　昭和 3 年 4 月，都城営林署，雇河野・松井によつて各樹種とも 20 本の標準木（選出方法は不明）を選び，樹高測定を行なつた。なお第 2 区・第 4 区のイチイガシは，苗木の活着試験の処理別に 20 本ずつ標準木を選び調査を行なつた。

第 5 回調査　昭和 6 年に熊本営林局，技手白倉秋也が第 1 区，第 3 区は針葉樹 4 列，イチイガシはその間の 3 列を，第 2 区，第 4 区ではイチイガシをそれぞれ 4 列ずつ樹高，胸高直径，根元直径，枝下高，樹冠直径を測定し，その結果を林学会誌に発表した[4]。

第 6 回調査　昭和 9 年 3 月に高崎営林署長榎園清蔵は，第 1 区と第 3 区の混植区についてのみ胸高直

径，樹高，根元直径，枝下高，樹冠直径等について測定を行なつた。

第7回調査　昭和 14 年8月，片山茂樹は全林木について樹高，胸高直径の測定および樹形の観察を行なつた。

第8回調査　昭和 15 年8月および9月，高崎営林署，属福田卯吉他2名が，署長小幡　進の命を受け全林木につき樹高および胸高直径の測定を行なつた。

昭和 15 年以降 17 年間は調査は行なわれず，調査地は放置されていた。

以上のように定まつた計画のもとに調査が継続せられたのではないが，多くの人々が興味をもつてこの林分を観察し，また地元の営林署においてもこの林分に対し厳重な管理を行ない。昭和9年 26 本のクロマツを間伐した以外は自然の競争のままに放置してきたことは結果的にみて非常に興味のある試験地となつた。筆者は試験地の最初の目的とは異なつているかもしれないが，この林分の構造の変化に関心をもち9回目の調査を行なつた。

第9回調査　昭和 32 年 10 月，全林木について直径巻尺を用いて 1 *cm* 括約で胸高直径を測定した。樹高は各樹種について無作為に 20〜30 本の標準木を選び，1 *m* 括約で実測し，樹高曲線を描き直径に対する平均樹高を算出した。胸高直径階別本数と平均樹高から，立木幹材材積表（熊本営林局調製，昭和5年）によつて材積を求めた。その他ヒノキ4本，クロマツ3本，クロマツの枯死木を1本成長錐で最近の肥大成長量を測定した。

本報告では，都城および高崎営林署において行なわれた調査の結果（第1回，第2回，第3回，第4回，第6回調査）については，高崎営林署刊行の林業叢書に掲載されている数字を引用した。高崎営林署で行なわれた調査の第8回は，片山の第7回調査と年度が接近しており，また材積計算のための樹高曲線が得られないので，本報告では引用しないことにした。

全調査結果および考察

今回の調査も含めた全調査の結果について，その概要を次に示し若干の考察を加える。

（1） 本数の減少と枯損

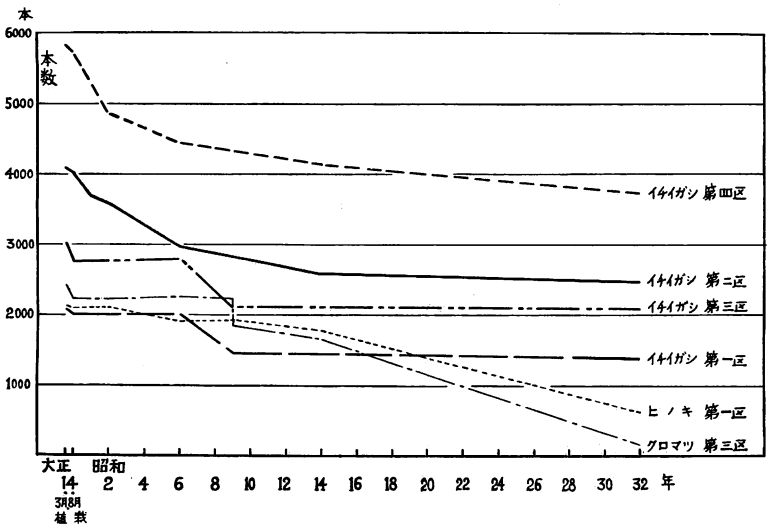
植栽後今日までの各区の本数の減少は，第1表および第3図にかかげたとおりである。各年度の植栽本数に対する枯損率（植栽本数に対する枯損総数の比を枯損率とした）は，第2表にかかげた。

上述したように，この調査地はクロマツが昭和9年に間伐された以外は手が加えられず，自然競争による枯損消失によつて本数が減少したものと考えられる。植栽の年の夏にはイチイガシは平均 3.6% (1.7〜8.0%) が枯死し，クロマツは 9.0%，ヒノキは全然損枯木がなかつた。一般にイチイガシは非常に活着が困難であるといわれているが，この調査地では良い成績を示していることは注目すべきで，クロマツの方がかえつて多くの枯損木を出している。大正 15 年にはイチイガシは枯損率平均 13.3% (9.8〜16.8%) と 10% も上昇し，ヒノキ・クロマツは1本も枯死したものはなかつた。6年目の第5回調査では，ヒノキが 7.9% も枯死し，クロマツは 6.7% とかえつて減少しているが，これは全数調査によらなかつたためであり，この期間にクロマツの枯損木がほとんど無かつたと考えられる。イチイガシはその後も少しずつ枯死し，9年目の第6回調査では，総植栽木の大体 30% は枯損した。クロマツ・ヒノキは第6回調査までは，あまり枯死せず，クロマツは 10.6%，ヒノキは 8.5% であつた。14 年目の第7回調査では，ヒノキの枯損率は 20.0% と一躍上昇している。クロマツは間伐のためもあるが，32.2% と枯損率

第 1 表　*ha* あたり生存本数

区別	樹種		大正14年3月8日植栽	調査年月 第1回 大 14.8	第2回 大 15.8	第3回 昭 2.8	第5回 昭 6	第6回 昭 9.3	第7回 昭 14.8	第9回 昭 32.10
第1区 (0.079 *ha*)	ヒノキ	調査本数	165	165	165	165	152	151	132	51
		*ha*あたり	2088	2088	2088	2088	1924	1911	1670	645
	イチイガシ	調査本数	165	160	−	−	119/124	114	113	107
		*ha*あたり	2088	2025	−	−	(1999)	1443	1430	1354
第2区 (0.081 *ha*)	イチイガシ	調査本数	330	325	74/82	71/81	120/165	−	210	201
		*ha*あたり	4073	4012	(3678)	(3567)	(2962)	−	2592	2481
第3区 (0.074 *ha*)	クロマツ	調査本数	180	164	164	164	168	161*	122	11
		*ha*あたり	2432	2216	2216	2216	2270	2175	1648	148
	イチイガシ	調査本数	225	207	−	−	126/135	156	152	153
		*ha*あたり	3040	2797	−	−	(2840)	2108	2054	2067
第4区 (0.073 *ha*)	イチイガシ	調査本数	425	418	84/101	78/96	149/198	−	301	272
		*ha*あたり	5821	5712	(4835)	(4725)	(4380)	−	4123	3725

*：クロマツ 26 本 *ha* あたり 351 本間伐をする（昭和 9 年），　84/101：分母は調査本数で分子は生存本数，（ ）：上の比率から推定した数値。



第 3 図　*ha* あたり生存本数

第 2 表　枯損率

区別	樹種	調査年月 第1回 大 14.8	第2回 大 15.8	第3回 昭 2.8	第5回 昭 6	第6回 昭 9.3	第7回 昭 14.8	第9回 昭 32.10
		%	%	%	%	%	%	%
第1区	ヒノキ	0	0	0	7.9	8.5	20.0	69.1
	イチイガシ	3.0	−	−	(4.2)	30.9	31.5	35.2
第2区	イチイガシ	1.5	(9.8)	(12.4)	(27.2)	−	36.4	39.1
第3区	クロマツ	8.9	8.9	8.9	6.7	10.6	32.2*	93.9
	イチイガシ	8.0	−	−	(6.7)	30.7	32.4	32.0
第4区	イチイガシ	1.7	(16.8)	(18.8)	(24.8)	−	29.2	36.0

（ ）：標本によつて求めた枯損率，　*：昭和 9 年の間伐木を含む。

が増大している。その後，18 年たつた昭和 32 年にはイチイガシは平均 35.6% で， 前回の調査の時と大差がないが，クロマツは 93.9%，ヒノキ 65.5% と枯損率が非常に増大している。 このことはイチイガシ9年生までは不安定で枯損しやすいが，その後は安定してほとんど枯損するものがなく，クロマツは9年生までは安定しているが，その後急激に枯死し，ヒノキはクロマツほどではないがはなはだしく減少している。次にクロマツおよびヒノキと混植したイチイガシ（第1区，第3区）および単植区のイチイガシ（第2区，第4区）について昭和 14 年の第7回調査，昭和 32 年の第9回調査の結果を比較してみると，14 年生までは枯損率は粗植区（第2区）がいちばん高く，次にクロマツ混植区（第3区），ヒノキ混植区（第1区），イチイガシ密植区（第4区）の順で， 昭和 14 年から 32 年までの枯損数はイチイガシ密植区（第4区）がいちばん多く，ヒノキ混植区（第1区）がこれに次ぎ，イチイガシ粗植区（第2区）はわずかでクロマツ混植区（第3区）はほとんど枯損したものがなかつた。*ha* あたり 2,432 本植栽したクロマツはこの期間内に *ha* あたり 1,500 本も減少し，昭和 32 年には 148 本しか残存していない。ヒノキも同様で，*ha* あたり 2,088 本植栽したのが 14 年間に 1,025 本が減少し， 昭和 32 年には *ha* あたり 645 本しか残存していない。

（2） 樹高成長

今日までの測定結果から求めた平均樹高をとりまとめたのが，第3表である。

大正 15 年の第2回調査から，昭和9年の第6回調査までは樹高が低く，測定しやすかつたのでていねいに測定が行なわれたが，今日ではその調査結果は平均値しか知り得ない。昭和 14 年の第7回の調査結果については樹高階別本数が得られたので，分布の幅を知るため標準偏差を算出した。

昭和32年の調査は，樹高が高く，林分が完全に閉鎖しているので毎木調査が困難であつたため，各区，各樹種ごとに無作為に 20〜30 本の測定木を選び，それらについて実測をした。

第3表　平　均　樹　高

区別	樹種	第2回	第3回	第4回	第5回		第6回	
		大 15.8	昭 2.12	昭 3.4	昭 6		昭 9.3	
		平均樹高	平均樹高	平均樹高	平均樹高	範囲	平均樹高	範囲
		m	m	m	m	m	m	m
第1区	ヒノキ	1.06	1.76	1.80	3.81	(1.5〜5.0)	5.80	(3.2〜7.7)
	イチイガシ	−	−	0.73	3.29	(1.0〜5.0)	6.35	(1.3〜7.4)
第2区	イチイガシ	0.50	1.02	0.96	2.81	(1.0〜4.0)	−	−
第3区	クロマツ	1.06	1.48	1.59	3.60	(1.5〜5.0)	5.88	(3.0〜7.5)
	イチイガシ	−	−	0.95	2.97	(0.5〜5.0)	5.31	(0.8〜7.4)
第4区	イチイガシ	0.53	1.13	0.85	2.66	(1.0〜4.5)	−	−

区別	樹種	第7回			第9回		
		昭 14.8			昭 32.10		
		平均樹高	範囲	標準偏差	平均樹高	範囲	標準偏差
		m	m	m	m	m	m
第1区	ヒノキ	9.40	(6〜11)	1.10	13.98	(7〜18)	1.97
	イチイガシ	9.96	(6〜12)	1.02	14.54	(5〜19)	2.65
第2区	イチイガシ	8.28	(4〜10)	1.41	11.79	(3〜19)	3.93
第3区	クロマツ	10.34	(9〜11)	0.48	15.64	(14〜17)	0.77
	イチイガシ	9.57	(6〜12)	1.25	12.54	(6〜17)	2.63
第4区	イチイガシ	7.47	(5〜10)	1.26	10.50	(3〜18)	3.33

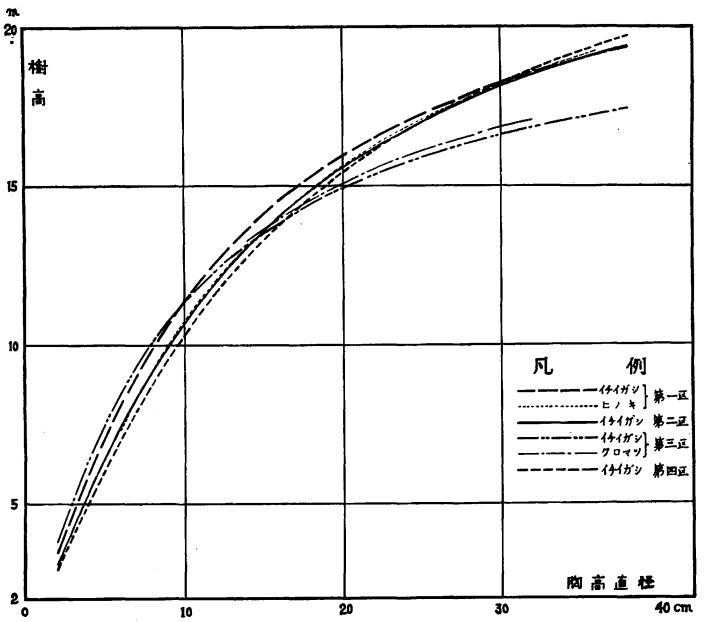
$$\log y=\frac{x}{a+bx}\qquad (y=\text{樹高},\ x=\text{胸高直径})$$

の実験式により計算の結果，常数 a, b は第 4 表のとおりで，これによつて樹高曲線を求めたのが第 4 図である。

また各区のイチイガシについて胸高直径に対する樹高の関係を検討するために，この標本から最小二乗法で第 5 表のような直線回帰係数を求め，回帰直線を描いたのが第 5 図である。

第　4　表

第 1 区	ヒ　ノ　キ	$a=2.65166$	$b=0.70511$	(測定本数 20 本)
	イ チ イ ガ シ	$a=2.32202$	$b=0.71556$	(〃 21 本)
第 2 区	イ チ イ ガ シ	$a=2.67311$	$b=0.70579$	(〃 21 本)
第 3 区	ク ロ マ ツ	$a=1.98666$	$b=0.74899$	(〃 15 本)
	イ チ イ ガ シ	$a=1.94825$	$b=0.75453$	(〃 21 本)
第 4 区	イ チ イ ガ シ	$a=2.92300$	$b=0.69537$	(〃 35 本)



第 4 図　イチイガシ・ヒノキ・クロマツ樹高曲線図

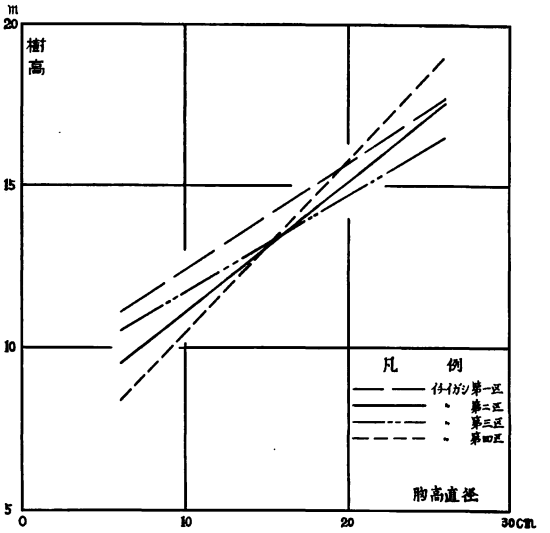
第　5　表

区　別	樹　種	回帰係数	標本数	残差平方和
			本	
1	イチイガシ	$b=0.3327$	21	18.01
2	〃	$b=0.4077$	21	24.18
3	〃	$b=0.3005$	21	25.66
4	〃	$b=0.5357$	35	80.82

上表の４区について回帰係数間の有意差の検定をすると第６表のようになる。

したがつて，４つ（第１区，第２区，第３区，第４区）の樹高の回帰係数間には有意差が認められる。これは各区の回帰係数を見てわかるとおり，第４区の樹高の回帰係数が他の３区と非常に異なつているためと思われるので，第４区を除いて第１区，第２区，第３区について回帰係数間の差を検定してみることにする。３つの各区について各列を合計すれば，第１区，第２区，第３区の３つの樹高の回帰係数間には有意の差が認められない（第７表）。

以上のように第１区，第３区の混植区，お



第５図　イチイガシの直径・樹高の回帰直線図

第６表　　回帰係数の検定のための準備表

区別	n	ΣX	ΣY	ΣX^2	ΣY^2	ΣXY	Sx^2	Sy^2	Sxy	b	$bSxy$	$Sd^2yx=Sy^2-bSxy$
1	21	356.0 $\bar{x}=16.95$	308.9 補正項 $\bar{y}=14.71$	6452.00 6035.05	4607.93 4543.77	5375.30 5236.59	416.95	64.16	138.71	0.3327 a＝ 9.0695	46.15	18.01
2	21	391.0 $\bar{x}=18.62$	306.5 補正項 $\bar{y}=14.60$	8117.00 7280.05	4636.75 4473.44	6048.00 5706.74	836.95	163.31	341.26	0.4077 a＝ 7.0043	139.13	24.18
3	21	339.0 $\bar{x}=16.14$	285.0 補正項 $\bar{y}=13.57$	6109.00 5472.43	3951.00 3867.86	4792.00 4600.71	636.57	83.14	191.29	0.3005 a＝ 8.7205	57.48	25.66
4	35	477.0 $\bar{x}=13.63$	434.0 補正項 $\bar{y}=12.40$	7219.00 6500.83	5668.50 5381.60	6299.50 5914.80	718.17	286.90	384.70	0.5357 a＝ 5.0992	206.08	80.82
計	98	1563.0	1334.4	27897.00 24928.26 2968.74 $=Sx^2$	18864.18 18169.63 694.55 $=Sy^2$	22514.80 21282.32 1232.48 $=Sxy$	2608.64 $=\Sigma Sx^2$	597.51 $=\Sigma Sy^2$	1055.96 $=\Sigma Sxy$		448.84	148.67

樹高＝Y
胸高直径＝X
樹高測定木本数＝n

$b'=\dfrac{\Sigma Sxy}{\Sigma Sx^2}=0.4048$　　$b''=\dfrac{Sxy}{Sx^2}=0.4152$

$b'\,\Sigma Sxy=427.45$　　$b''Sxy=511.73$

回帰係数の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
回帰	1	427.45		
回帰間	3	21.39	7.13	$F=4.317<F^3_{90}\,(0.05)\ 3.98$
回帰計	4	448.84		
誤差	90	148.67	1.6518	
計	94	597.51		

第 7 表　回帰係数の検定のための準備表

区別	n	ΣX	ΣY	ΣX^2	ΣY^2	ΣXY	Sx^2	Sy^2	Sxy	b	$bSxy$	$Sd^2yx=Sy^2-bSxy$
1	21	356.0	308.9	6452.00	4607.93	5375.30	416.95	64.16	138.71	0.3327	46.15	18.01
2	21	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
3	21	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
計	63	1086.0	900.4	20678.00 18720.57 1957.43 $=Sx^2$	13195.68 12868.57 327.11 $=Sy^2$	16215.30 15521.18 694.12 $=Sxy$	1890.47 $=\Sigma Sx^2$	310.61 $=\Sigma Sy^2$	671.26 $=\Sigma Sxy$		242.76	67.85

樹高＝Y
胸高直径＝X
樹高測定木本数＝n

$b'=\dfrac{\Sigma Sxy}{\Sigma Sx^2}=0.3551$　　$b''=\dfrac{Sxy}{Sx^2}=0.3546$

$b'\Sigma Sxy=238.36$　　$b''Sxy=246.13$

回帰係数の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
回帰	1	238.36		
回帰間	2	4.40	2.20	$F=1.848<F^2_{57}(0.05)$ 4.98
回帰計	3	242.76		
誤差	57	67.85	1.1904	
計	60	310.61		

よび第 2 区のイチイガシ単植区と第 4 区のイチイガシ単植区の間には明らかに有意の差が認められる。

樹高は立地の差により変化することは定説であり，この調査地では下部と上部とで，地力の差が相当あるように認められ，各区の施業方法の結果とはいえないが，一応各区の平均樹高について，今までの調査結果に検討を加える。

植栽後 1 年目の樹高はクロマツ・ヒノキはほとんど変わらないが，イチイガシはそのほぼ半分である。2 年目より 6 年目の第 5 回調査まではヒノキの方が高く，その後第 7 回，第 9 回の調査ではクロマツの方が高くなつているが，クロマツの小径木は枯死木が多くなつていることを考えに入れれば，むしろヒノキの方が一般に樹高は高いと推定される。イチイガシはその後徐々に針葉樹に追いつき，9 年目の第 6 回調査時にはヒノキと混植したイチイガシ（第 1 区）がいちばん高く，クロマツ，ヒノキの順となり，14 年目の第 7 回調査の時にはヒノキと混植したイチイガシ（第 1 区）がクロマツの次になつているが，最大値ではむしろイチイガシの方が高く，12 m に及んでいる。

イチイガシは耐陰性が強く小径木でも生存するが，クロマツは大径木しか残らないことから考えて，このころからイチイガシはヒノキ・クロマツより優勢になつたと推定される。ヒノキと混植したイチイガシ（第 1 区）が単植した第 2 区のイチイガシよりも，クロマツと混植したイチイガシ（第 3 区）が同じく単植した第 4 区のイチイガシよりも，昭和 6 年以後平均樹高においてまさつている現象について片山[3] は針葉樹との混植効果と述べているが，筆者はむしろイチイガシ単植区は粗植区でも ha あたり 4,073 本とイチイガシの植栽本数が多く，それに応じて小径木の被圧木が多いために平均値が低くなつているのにすぎないと考える。この点は将来の研究課題であろう。

昭和 32 年行なつた第 9 回調査の際の樹高測定資料から求めた各区のイチイガシの回帰係数を検定すると，上述したように単植したイチイガシ（第 4 区）と針葉樹と混植した（第 1 区，第 3 区）イチイガシ

とは明らかに胸高直径と樹高との関係が異なつている。単植した第2区も統計的には有意ではないが多少の差が認められる。イチイガシを単植した方が胸高直径の変化にともなう樹高の変化が混植した所よりも大きい。いいかえれば小径木は樹高が低く，大径木は樹高が高い傾向は単植した所の方が混植区のイチイガシより明白である。これは同種間の競争は肥大成長とともに，樹高成長を強く抑制するが，異種間では，肥大成長も，樹高成長も同種間ほどじやまにならないことを意味しているのではないかと考える。

また地力の差のためか，いずれも下部の調査区（第1区，第2区）の方が胸高直径に対する樹高が上部の調査区（第3区，第4区）より高い傾向があるようである。同じ調査資料で樹高曲線を描けば第4図のような結果になり，各区各樹種間に大きな差異は認められない。ただ第3区（イチイガシ・クロマツ混植区）のみが多少胸高直径に対する樹高が低いようである。14年目の第7回，32年目の第9回の調査資料の標準偏差は年齢の高い第9回の方が当然大きくなつているが，イチイガシに圧迫され小径木が枯死している。クロマツが第7回も第9回も，いずれもきわめて小さいことは予想されるところであり，ヒノキは第7回はイチイガシと大差がなく，第9回の調査ではクロマツの次に小さい値を示している。これは競合がひどくなり，小径木の低い木が多く枯損したためと考えられる。イチイガシは第9回調査では第7回調査の値の2～3倍程度増大している。クロマツ・ヒノキの平均樹高を収穫表の主林木の値に比較すると，クロマツは第7回調査では1等地，第9回調査では1等地と2等地の中間，ヒノキは第7回も第9回もいずれも大体1等地に該当する。クロマツは北九州地方アカマツ林収穫表（熊本営林局調製，昭和18年4月），ヒノキは九州地方ヒノキ林林分収穫表（林野庁，林業試験場調製，昭和34年）を使用した。

昭和32年に行なつた第9回調査結果を，各樹種ごとに *ha* あたりの樹高階別本数を示したのが第9表である。樹高 15 *m* 以上の立木本数は植栽本数や立木本数が少ないにもかかわらず，第1区がいちばん多く，次に第2区，第3区，第4区の順になつている。植栽本数と樹高とは無関係であるという考え方からすれば，これは地力の差と考えられる。

第 8 表

地位	樹種	収穫表の数値	
		林齢 15 年	林齢 30 年
		m	*m*
1 等 地	アカマツ	10.1	17.4
	ヒノキ	7.7	14.2
2 等 地	アカマツ	6.9	11.9
	ヒノキ	6.1	11.3
3 等 地	アカマツ	6.0	8.1
	ヒノキ	4.5	8.4

第9表　*ha* あたり樹高階別本数　第9回調査（昭和32年10月調査）

区別	樹種	樹高階			合計
		1.0～10.0 *m*	10.1～15.0 *m*	15.1 *m* 以上	
		本	本	本	本
第1区	ヒノキ	12	545	88	645
	イチイガシ	75	468	811	1,354
第2区	イチイガシ	692	1,012	777	2,481
第3区	クロマツ	−	13	135	148
	イチイガシ	310	1,203	554	2,067
第4区	イチイガシ	1,342	1,863	520	3,725

（3） 肥大成長

胸高直径の測定は，昭和6年の第5回調査の時から行なわれている。その結果の概要は，第10表のとおりである。平均胸高直径は第5回調査以後今日までクロマツが最大で，第9回調査以外はヒノキがこれについでいる。イチイガシはヒノキ混植区（第1区）が最後までいちばん大きな値を示し，次がクロマツ

混植区（第 3 区），イチイガシ粗植区（第 2 区），イチイガシ密植区（第 4 区）で，この順位は最初から最後まで変化していない。この順位は第 7 回と第 9 回調査時のイチイガシの立木本数と正確に反対になつているのは，はなはだ興味のあることで，針葉樹を含めた総本数と比較すると第 9 回調査では全く同じ傾向が認められるが，第 7 回調査結果では第 1 区，第 3 区がヒノキ・クロマツが多く，本数が第 2 区より多いのに胸高直径が大きい。これはイチイガシにとつてはクロマツ・ヒノキ等の存在が，肥大成長にそれほどじやまにならないことを意味するのではないかと考える。イチイガシにとつては，同種の木の存在のみが肥大成長に大きく影響を與えるものと推定して誤りであろうか。

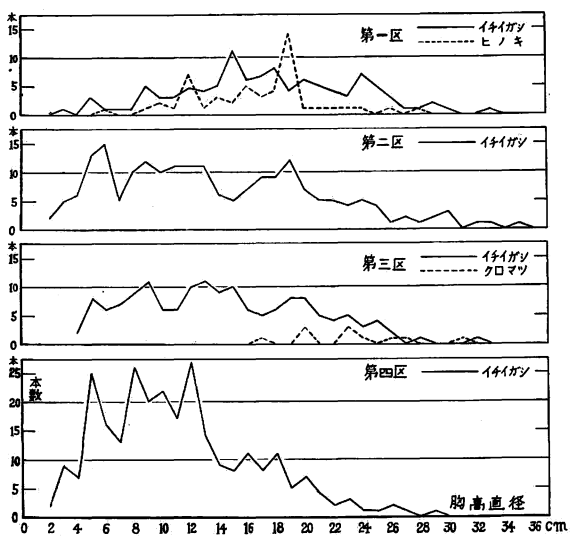
第 10 表　平 均 胸 高 直 径

区別	樹種	第 5 回 昭 6		第 6 回 昭 9.3		第 7 回 昭 14.8			第 9 回 昭 32.10		
		平均胸高	範囲	平均胸高	範囲	平均胸高	範囲	標準偏差	平均胸高	範囲	標準偏差
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
第 1 区	ヒノキ	5.02	(1.5〜7.5)	8.59	(4.2〜12.0)	11.79	(4〜20)	2.93	16.63	(6〜28)	4.92
	イチイガシ	2.72	(0.5〜6.0)	5.74	(0.3〜10.6)	10.51	(2〜18)	3.09	17.37	(3〜33)	6.09
第 2 区	イチイガシ	2.18	(0.5〜4.5)	−	−	9.15	(2〜16)	3.48	13.70	(2〜35)	7.20
第 3 区	クロマツ	5.46	(0.5〜5.5)	8.59	(3.3〜14.7)	12.69	(6〜20)	2.99	23.09	(17〜31)	3.73
	イチイガシ	2.33	(0.5〜5.5)	4.94	(0.3〜9.9)	9.88	(2〜20)	3.43	14.13	(4〜32)	6.01
第 4 区	イチイガシ	2.02	(1.0〜5.5)	−	−	7.64	(2〜14)	2.85	11.09	(2〜29)	5.31

区別	第 7 回（昭和 14 年 8 月調査）			第 9 回（昭和 32 年 10 月調査）		
	イチイガシ本数	総本数	平均胸高	イチイガシ本数	総本数	平均胸高
	本	本	cm	本	本	cm
第 1 区（イチイガシ・ヒノキ混植）	1,430	3,100	10.51	1,354	1,999	16.03
第 2 区（イチイガシ粗植）	2,592	2,592	9.15	2,481	2,481	13.65
第 3 区（イチイガシ・クロマツ混植）	2,054	3,702	9.88	2,067	2,215	14.13
第 4 区（イチイガシ密植）	4,123	4,123	7.67	3,725	3,725	11.07

注：本数は *ha* あたり

なお平均値を比較すると，イチイガシと針葉樹との間に最初から相当の成長の差があるように見えるが，これは樹高のところでも述べたように耐陰性の強いイチイガシは被圧されれば直ちに枯死するクロマツ・ヒノキとは違い，小径木でもよく生存することを意味しているのにすぎないと考える。最大値を見れば，昭和 6 年の第 5 回調査では，第 1 区のヒノキが 7.5 *cm* で最大で，第 2 区のイチイガシが 4.5 *cm* と特に細いが，その他はクロマツもイチイガシも 5.5〜6.0 *cm* で差が少ない。昭和 9 年の第 6 回調査ではクロマツが 14.7 *cm*，ヒノキ 12.0 *cm* と大きく，イチイガシは 9.9 *cm*，10.6 *cm* と相当の差が認められ，昭和 14 年の第 7 回調査では第 1 区

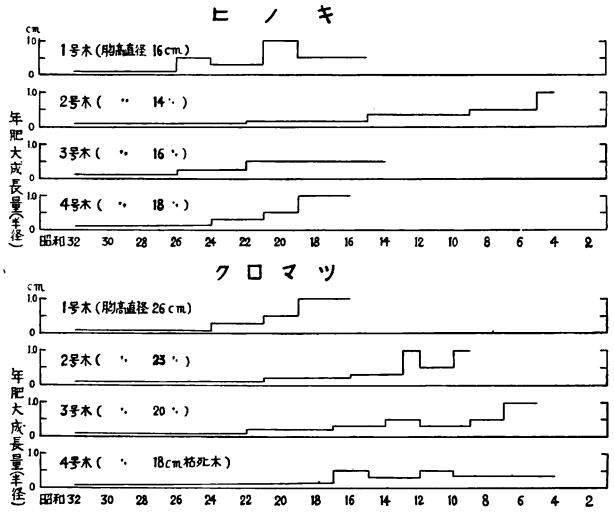


第 6 図　直径階別本数　第 9 回調査（昭和 32 年 10 月）

のヒノキがイチイガシよりもわずかに大きく，第3区ではイチイガシはクロマツとほぼ同じ大きさであり，第2区，第4区のイチイガシはこれらより多少劣つている。32年の第9回調査ではイチイガシは第4区を除きヒノキ・クロマツよりも全部まさつている。第9回調査時の各区，各樹種の直径階別本数を図示したのが第6図である。

昭和14年の第7回調査の際の胸高直径の標準偏差は第4区のイチイガシが最も小さく，第1区のヒノキ，第3区のクロマツ，第1区のイチイガシ，第3区のイチイガシ，第2区のイチイガシの順に大きな値を示し，昭和32年の第9回調査結果は前回と比較して一般に大きな値を示しているが，特にイチイガシは2倍近くなつている。その結果は，第3区のクロマツ，第1区のヒノキ，第4区のイチイガシ，第3区のイチイガシ，第1区のイチイガシ，第2区のイチイガシの順に大きな値を示している。イチイガシだけを考えれば，第2区のイチイガシは比較的分布の幅が広く，第4区はその分布の幅が狭い。またヒノキと混植した所はクロマツと混植した所のイチイガシよりも標準偏差が最初は小さく，のちにはほとんど変わらない。このことはクロマツの方が最初からヒノキよりも混植したイチイガシの肥大成長に対し，大きな影響を与えないのではないかと考える。

クロマツ・ヒノキの平均胸高直径について上記の収穫表と比較すれば，クロマツは第7回調査で1等地よりも大きく，第9回調査では1等地よりもやや小さい。ヒノキは14年も32年も1等地より大きな値を示している。これはクロマツ・ヒノキの一般の単純林と比較して，同樹種だけの本数が少ないから早く大きくなつたためであると考える。しかしクロマツの場合は，最近イチイガシの圧迫がひどく，生存本数は減少し，肥大成長がきわめて少ないから，昭和32年の第9回調査では1等地の値よりも小さくなつている。



第7図 クロマツ・ヒノキの標本木の肥大成長量（半径）（成長錐片による）

最近の成長量を知るためにクロマツ3本，ヒノキ4本について成長錐で測定した結果は次の第7図である。調査木については，年輪幅が0.5*cm*以下になる年齢は個体によつて多少の差異はあるが，クロマツは大体10～15年ころ，ヒノキは20年前後を境にして急速に成長が減退するようで，そのころからクロマツ・ヒノキがイチイガシの圧力を強力に受けはじめたと推定される。

（4） 断面積合計と蓄積

昭和14年の第7回調査と，昭和32年の第9回調査の両年について*ha*あたり断面積合計と蓄積を求めた結果を第6表に示した。第7回調査の際の第3区のイチイガシとクロマツとの断面積合計は36m^2に達し，イチイガシのみを植栽した第2・第4区の2倍に達している。クロマツだけを見ても20m^2で，イチイガシを単植した所よりも大きな値になつている。またヒノキとイチイガシを混植した第1区も，

30 m^2 で大きい。イチイガシだけを見れば密植区（第 4 区），粗植区（第 2 区），クロマツ混植区（第 3 区），ヒノキ混植区（第 1 区）の順で，小さな値になり，イチイガシの植栽本数の順位と一致している。第 9 回調査では各区の断面積合計の順位は一転し，第 1 区のヒノキ・イチイガシの合計が 50 m^2 で 1 位で，次に第 2 区のイチイガシの粗植区，第 3 区クロマツ・イチイガシの合計，最後が第 4 区のイチイガシ密植区の順となり，その差は比較的小さくなつている。

第 11 表　*ha* あたり断面積・蓄積

区別	樹種	第 7 回調査（昭 14.8）		第 9 回調査（昭 32.10）		成長量	
		断面積	材積	断面積	材積	断面積	材積
		m^2	m^3	m^2	m^3	m^2	m^3
第 1 区	ヒノキ	18.251	106.858	14.951	120.147	− 3.300	13.289
	イチイガシ	12.422	72.506	36.032	290.636	23.610	218.130
	合計	30.673	179.364	50.983	410.783	20.310	231.419
第 2 区	イチイガシ	17.231	88.474	46.680	353.462	29.449	264.988
第 3 区	クロマツ	20.834	126.511	6.386	51.646	−14.448	−74.865
	イチイガシ	15.749	91.261	38.420	282.368	22.671	191.107
	合計	36.583	217.772	44.806	334.014	8.223	116.242
第 4 区	イチイガシ	18.901	94.751	44.255	309.976	25.354	215.225

昭和 14 年の第 7 回調査と昭和 32 年の第 9 回調査との間にはクロマツは 14 m^2，ヒノキは 3 m^2 も枯損のため減少している。イチイガシについてはこの期間に粗植（第 2 区）が 29 m^2 も成長し，次に密植区（第 4 区），ヒノキ混植区（第 1 区），クロマツ混植区（第 3 区）の順で成長しており，その差は比較的少ない。この期間の成長量（断面積合計）が本数の少ない第 2 区の方が第 4 区より多いのは，第 7 回調査前に大体両林分は閉鎖し，その後は地力の高い第 2 区の方が樹高成長とともに肥大成長も盛んであつたためではないかと考える。

次に蓄積について若干の考察を加えると，第 7 回調査では針葉樹とイチイガシを混植した第 1 区，第 3 区の合計蓄積は，イチイガシの単植区である第 2 区，第 4 区の 2 倍以上に達している。混植したイチイガシは多少蓄積は少ないが，単植したイチイガシと比較して大差はない。本数が少ないにもかかわらず，クロマツだけでも 14 年生で 126 m^3 に達し，クロマツ林としては 1 等地の蓄積である。ヒノキも同様に本数が非常に少ないが 106 m^3 で，1 等地と 2 等地の中間の蓄積を示している。第 9 回調査ではヒノキ・クロマツは枯死木が多く，クロマツは 74 m^3 も減少し，ヒノキは 13 m^3 しか成長したことになつていないが，総蓄積では第 1 区（ヒノキ混植）が 410 m^3 で 1 位で，第 2 区（粗植），第 3 区（クロマツ混植），第 4 区（密植）の順で，イチイガシだけ見れば第 2 区が 353 m^3 と非常に高い値を示している。

むすび

これらの調査結果全体について，若干の考察および問題点をつけ加える。この調査地は前述したように面積も小さく現在の知識では完備した計画のもとに出発したとは考えられないが，植栽後数多い調査や観察が行なわれて今日までの経過が明らかであり，またほとんど放置され，自然の競争のままに置かれたことは，性質を異にする 2 樹種を植栽した場合の林相の推移を研究する上に非常に貴重な 1 資料を提供するものと考える。筆者らは上述したように，イチイガシとクロマツ・ヒノキの混植する方法を求めるためにこの調査を実行したのではなく，性質を異にする 2 樹種を混植した場合の林分ならびに単木の成長や競争を

知るために行なつたものであり，またこの調査地で明らかになつたような成長経過が他の多くの林地でも同じように行なわれるとは考えていない。

聞くところによると，この調査地の近くの林分でも，立地に対する要求の大きなイチイガシが地力が劣悪なために十分に成長をせず，マツ・ヒノキの下木となり，2段林状を呈し，改植または伐採された所も少なくないようで，イチイガシとクロマツ・ヒノキの混交林としてはこの調査結果のような事例は珍しい1例といえるかもしれない。筆者はこの調査地での調査結果から直ちに，合理的な経営方法を導き出すことはできなくとも，混交林の合理性を証明する1資料を得られれば良いと考えている。

この調査地でまず気のつく一般的な事項は，イチイガシの造林の成功である。イチイガシは一般に非常に造林が困難であるといわれ，失敗した事例も多いのであるが，この調査地は片山[3]や高崎営林署当局者[5]が強調しているように，イチイガシの造林は幼時に適切な手入れさえすれば，けつして困難ではないことを意味している。

次に昭和 14・15 年に，まだクロマツ・ヒノキが優勢であつた時において，片山[3]や高崎営林署[5]当局者が予測したとおり，今日ではイチイガシの完全支配下にある。現在生存しているクロマツ・ヒノキの状況は全く種間競争の激烈さを物語つている。クロマツ・ヒノキの少しでも劣る個体は，逐次イチイガシに圧迫されて枯死し，径級の大きなクロマツの枯死木が累々と横たわり，わずかに残つたものもイチイガシに圧迫され，枝を十分に延ばす余地がなくて貧弱な樹冠しか形成できず，成長錐で調べると 10 数年以前から毎年半径 2 *mm* 以下の肥大成長しかしていない（胸高位置），全く恐怖すべき悲惨な状態である。ヒノキも程度こそ差があるが，やはりクロマツと同様の状態であるのに反して，イチイガシは環境に慣れていない幼時には比較的枯損率が高いが，10 数年以後は低く，樹高，胸高直径の分布の幅は広く，種間競争はきわめて静かに目だたず徐々に行なわれ，ルイセンコの使う自己間引という言葉に適合するかのごとくその生命活力を同種の林木に平和にゆずつていくような感じが強い。

今日重視されている混交林の地力維持改良に対する効果や諸害に対しての抵抗力が強いという事実は別として，ある期間内の収穫量または金員収穫を最大ならしめるひとつの手段として，経済的にも生態的にも有利な混交林は考えられないだろうか。樹種，その造林保育技術，収穫方法等多くの問題点はあるが，混交林はもう一度考慮，研究されるべきであると筆者は痛感する。本試験地において昭和 14 年の第7回調査でのクロマツ・イチイガシとの材積の合計が大きいことや，イチイガシの成長にはクロマツ・ヒノキ等の存在がそれほど大きなじやまをしていないと考えられることなどは，その可能性を示すのではないかと考える。また片山[3]や高崎営林署当局者が強調しているように針広両樹種を混交した場合には，広葉樹はほぼ均一に成長する針葉樹の側圧を受け，不ぞろいな広葉樹の一斉林よりは樹型がよくなるものと考えられる。実際にはその効果は明らかでないが，針広混植した場合のイチイガシはイチイガシの純林よりも一斉林型になることは認められる。

混交方式についてもこの調査地のような列状混交は1樹種の伐採による残存樹種の被害を少なくすることが可能であるから，山武杉に見られるように間伐の意味もある。成長早く短命の樹種を列状に混植し，それだけを早く収穫すれば，収入が得られるという点ばかりでなく，間伐方法の簡易化にもなり，合理的な方法と考えられる。特に将来栄養繁殖による優劣の少ない林分の保育方法としても，応用する余地があるのではないだろうか。また適地判定の困難な場所には，吉野林業のようにヒノキ・スギ等の性質を異にする2樹種を混植することは，危険を分散し，経済的損失を最小限にとどめ，適木を見いだし，しかもそ

のうえ混交林の有利な点をある程度得られるから，今後研究の余地があると考える。

今日でも相当考慮を払われているのは，環境のきびしい場所に造林の安易な樹種を先に造林し，その後必要な樹種を造林する混植方法であるが，これについてもさらに経済的にもより有利な組合せ，施業方法を見いだすために努力すべきである。また伐期の低下は今日の大きな流れであり，これはさけられない運命であるが，このために起こる地力の減退を阻止することこそ林業技術に課せられたひとつの大きな命題である。この対策として混交林が考えられるが，その経済的損失をいかにして最小限にするかが問題である。本調査の各調査区は最初から相当生産力の差があり，調査区に繰返しがなく，造林後の年月も短く，混交林が地力を改善する効果は明らかな数字としては得られなかつたが，一般にいわれているように，針広混交林は地力を維持向上させる合理的な方法であると考えられる。

混交林の造成にとつて問題点は経済的に有利な樹種の組合せ，造林，施業方法，収穫方法，具体的には両樹種の植栽本数の配分，植栽時の苗木の大きさ，除伐，間伐方法，また各樹種の伐期および利用方法であり，これらについて研究がもつと進められる必要がある。筆者は性格の異なるよい組合せの樹種を混植して適当に施業するならば，より合理性のある経営方法が各立地に数種類ずつ見いだされうると確信し，混交林が林地の集約利用において，植栽木の遺伝質の向上，林地の施肥等とともに，将来の経営の合理化の一翼を負うものと考え，研究を進めている。今後このような各種の組合せの実例を調査し，多くの資料を集めることに努力し，その後，実地に各種の植栽試験地を設定して研究を行なつてゆきたい。

文　　献

1）大政正隆：欧州の林業事情　林業技術，179，(1957)，p. 22〜24

2）佐藤大七郎：育林，(1952) p. 7〜8

3）片山茂樹：イチイガシ林の施業上主要なる基礎的事項に関する研究，九大演習林報告，11，(1940) p. 64〜75

4）白倉秋也：かし類混淆造林に就て，林学会誌，13，12，(1931)，p. 2〜22

5）高崎営林署：管内カシ類更新試験の二・三に就て，高崎営林署林業叢書第一巻，(1941)

第1区（ヒノキ・イチイガシ混植区）
ヒノキが枯死している。

第1区（ヒノキ・イチイガシ混植区）

第3区（クロマツ・イチイガシ混植区）

第2区（イチイガシ粗植区）

第3区　クロマツが枯死している。

第3区　クロマツの樹冠はイチイガシに圧せられている。