

## ヒノキ林の種子生産に関する研究( I )

40年生人工林の事例

井 門 義 彦\*

### Studies on the Seed Production of a Hinoki Stand ( I )

In a 40-year-old plantation

Yoshihiko IMON

**Summary:** The seed production of a Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* C.et Z.) stand was studied in 1982 at the Ehime University Forest. Cone and seed production of each 1 m layer of the crown of Hinoki in the experimental area of 10×10m<sup>2</sup> was investigated. The stand was 40-year-old and the leaf canopy was fully closed.

About 68% of the total cones produced in the experimental area were produced in the upper 3 layers, except the top one. Most of the cones produced in the area (63%) came from only 3 of 13 trees in the area.

The quality of the seeds was found to vary from tree to tree. Within a tree, at the part of treehead were favored with the chance of fertilization, these cones, however, abounded with harms of seed-parasites, and then it seemed that the quality of seeds in the cones was relatively stable at middle layers except 1 m of treehead and the lowest layer.

With regard to sound seed productivity, even the tree which produced about 1/3 of the total cones in the 100m<sup>2</sup> area, produced less than 10% of the total sound seeds, while it yielded 40% of the total harmed seeds in the area. However, when the harm of seed-parasites was slight, the tree which produced only 7.2% of the total cones, was found to produce 18.6% of the total sound seeds. Thus, the sound seed productivity seemed to be influenced remarkably by seed-parasites.

Only two trees produced over 10% each of the sound seeds, together producing about 44%. Thus, the sound seed productivity in the Hinoki stand showed a tendency to concentrate of a few trees.

In this paper the harm of seed-parasites on the seeds of Hinoki is described generally as that of primary parasites (*Megastigmus chamaecyparidis* Kamiyo.). Secondary parasites, however, which may be parasitic on the primary parasites are also confirmed in this area. As movement of the secondary parasites seems to affect the healthy seed productivity in a Hinoki stand, it may be necessary to investigate the mode of life of both parasites in order to produce superior seeds in a Hinoki stand.

---

\* 附属演習林 University Forest

**要 旨** 1982年に、愛媛大学附属米野々演習林の40年生ヒノキ林内に10×10m<sup>2</sup>の調査区を設け、その中に生立した13本の調査木より、個体別に樹高階毎の球果を採取して、単位面積当りの球果ならびに種子の現存数量について調べた。

林分として、梢頭からの球果生産構造をみると、梢頭部の1 m層を除いた下方3 m層で林分総球果数量の68%前後が生産されており、現存数量の多いことが確かめられた。しかし、林分としての現存数量も着果が特定の個体に偏するようで、総球果数の63.0%、総種子数の60.5%が3個体によるものであった。

種子の品質については、個体間に相当の差を認めるものの個体内においては、梢頭層の球果が受精の機会に恵まれている反面、種子寄生蜂の被害が多く、この梢頭部1 m層と着果層下部の球果を除いた中間層において、種子の品質は比較的安定しているようである。

しかし、充実種子の生産となると、1個体で調査区の1/3の球果を生産している個体といえども、総虫害種子の4割以上を内蔵するなどして、総充実種子の1割に満たなくなるものもあり、この寄生蜂の害が充実種子の生産に著しい影響を及ぼすようで、この被害を避けなければ、着果の多い個体といえども高い充実種子の生産は望めないようである。また、総球果に占める比率が7.2%の個体であっても、被害が少なければ、総充実種子に占める比率が18.6%と高くなった。

調査区内で、総充実種子の1割以上を生産した個体は2/13であったが、この2個体で実に総充実種子の44.0%を占め、このことからヒノキ林での種子生産が特定の個体に偏していることがうかがわれる。

本稿では、寄生蜂の害を1次寄生蜂にかぎって述べるが、2次寄生蜂の可能性の高い寄生蜂が確認されたことから、この2次寄生蜂の動態がヒノキ林の充実種子生産に大きく係りをもつようであるため、優良種子確保のため、両寄生蜂の生態解明が望まれる。

## I はじめに

ヒノキ林の球果、種子の生産ならびに種子の品質については、従来から多く調査されてきた。<sup>1)2)3)4)5)</sup>

筆者は、ヒノキ林の種子、とりわけ発芽率に大きく関与する充実種子の生産が、種子寄生蜂により、著しく阻害されることについて調査<sup>6)</sup>を行ってきた。しかし、この調査も林分の特定の個体の樹冠のかざられた層における種子の品質についてのもので、林分としての生産数量を具体的に把握はしていない。単位面積当りの球果ならびに種子の生産数量ひいては寄生蜂の生息数をとらえることにより、ヒノキの林分としての充実種子の生産機構が解明されてくるものといえよう。また、発芽率の高い種子を供給できる林分に導く方向もみい出されてくるものといえよう。

精英樹選抜後、各地で造成された採種園での着花問題、また、育種種子による育苗が行なわれている昨今、一般の現実林分で充実種子の生産に、この種子寄生蜂がどのようなかわり方をしているものか調査を行なったので、その生態の一部を含めて報告する。

なお、当調査とは別に、1983年に実施した寄生蜂の加害時期についての予備調査において、樹冠上に残存した1982年産の球果中の残留種子より、ヒノキ種子の1次寄生蜂に対する2次寄生蜂とみられるEupelmus 属の寄生蜂が羽化したのが確認された。この2次寄生蜂の確認に貴重な時間と労力を提供していただいた、応用昆虫学研究室、立川哲三郎助教授には、深く感謝の意を表します。

## II 調査地および調査方法

調査地は、愛媛県松山市米野町、愛媛大学附属米野々演習林の1林班い小班に設定された、ヒノキ林分材積生長測定試験地(0.98ha)内である。当林分は、昭和17年に植栽された下層植生の少ない40年生の閉鎖林分である。

試料の採取は、1982年の10月下旬であり、林分内に10×10m<sup>2</sup>の調査区を設け、その中に含まれた13本の個体より1個体づつ、樹高階(1 m)毎に全ての球果を採取し、球果数と生重量について調べた。種子の品質については、個体別に各階層毎の球果より10球果を無作為に3回抽出したものについて、切断法により、10球果宛の充実、虫害、不稔の各種種子数を調べた。充実種子と虫害種子を併せたものを受精種子、受精種子と不稔種子を併せたものを総種

子とした。

調査区における13個体の総着果階層数は、69階層であったが、4個体において着果数が30球果に満たない層が最下層に出現したため、標本の抽出は65階層にとどまった。種子の検査に用いた球果は、調査区内総球果数の2.5%に当たる1950球果である。また、各個体の樹高階層ごとの種子数は、種子の品質検査に用いた30球果中の種子数と、それぞれの階層の着果数により求めた。なお、着果数が30球果以下の階層においては、直上の階層の検査結果を用いた。調査区内における13個体の概況は表-1に示すとおりである。

寄生蜂の発生時期については、多少性格が異なるため、5の項で併せて述べることとする。

### III 結果および考察

#### 1. 調査区内における球果の現存数量

調査区100㎡内の13個体全てに数量の多少はあるが球果を着生していた。総球果数は7.9万個、その生重量は39.3kgであった。樹高階別に各個体について示したものが表-2で、林分として球果の生産構造を示したものが図-1-1である。左側には生重量、右側に着果数を示している。この図より、18~19m階層で最高の生産を示していることがうかがえ、球果数で全体の26.7%、重量で26.1%を占めている。このことは、山倉らの40年生林分での生産構造の調査にみるよう、最も葉量の多い層に全葉量の1/4量が含まれる<sup>7)</sup>ことを述べており、当調査区における立木本数が1,300本/haと一致しており、球果についても、林分として最も球果の多い層に全球果の1/4の数量が含まれるということがいえそうである。また、17~19mの2m層では、球果数で48.9%、球果重で49.6%と全球果数量の1/2弱の生産を行っており、林分としての着果層の中央3層(3m)では、球果数で68.2%、球果量で69.2%と全体の7割弱の生産を示しているように、着果層を上中下の3層に区分すると、中間層において生産が高いことがうかがえる。ちなみに、菊池<sup>9)</sup>の調査によると50年生ヒノキ林では、樹冠の上半分に着果の80%~90%が生じていることを述べているが、40年生である当調査区においても、個々の個体についてみるとNo.135とNo.157を除いた他の11個体において、80%~100%とほとんどの球果が樹冠の上半分に着生しており、菊池が林縁木も含めた調査であることなどからすると、ほぼ同じことがいえそうである。

一方、調査区における各個体の梢頭からの球果の着生を林分として示したものが図-1-2である。この図において梢頭層からの第3層目で着果数量が最高を示しており、梢頭層を除いた2~3層で総球果数の48.9%、重量で50.0%と調査区内の1/2の球果が、この2m層に着生しているようである。さらに、第4層を加えると、球果数で68.0%と7割近い球果が梢頭層を除く下方3m層で生産されているようである。このことは、球果の採取にあたって梢頭の1m層を除いた下方3m層からの採取が数量的にみても望ましいようである。また、球果の着生数量を個体別にみると、それぞれ大きな差が認められ、総球果数の1割以上の生産を示しているものは3個体あり、その総球果に占める比率は63.0%で、特に、No.154とNo.157の2個体で52.9%と1/2以上の生産を示している。

このことは、ヒノキ林における球果の生産が特定の個体に偏することを示すものであろう。梢頭を除いた第2層~第4層に占めるこの3個体の比率は、59.5%と6割弱を示し、採種を目的とした場合、数量的には望ましいようであるが、採取された球果が林分中の特定の個体に偏することとなる。また、総球果数の5%に満たない生産しか示さな

表-1 調査区内における各個体の概況

調査木 No.	試験地 個体No.	樹高 <sup>m</sup>	胸高直径 <sup>cm</sup>	枝下高 <sup>m</sup>	樹冠長	樹冠階層数	着果階層数
1	128	20.0	24.4	11.6	8.4	9	6
2	129	19.3	21.5	13.2	6.1	7	6
3	131	19.6	16.9	13.8	5.8	7	3
4	134	18.8	19.0	13.8	5.0	6	4
5	135	19.4	20.0	13.6	5.8	7	6
6	136	19.0	18.5	12.9	6.1	7	3
7	152	18.7	19.1	12.5	6.2	7	4
8	154	20.3	26.7	10.7	9.6	11	8
9	157	21.5	24.3	14.6	6.9	8	7
10	158	17.8	15.8	12.8	5.0	6	3
11	159	19.6	23.9	12.5	7.1	8	6
12	176	18.7	20.0	11.3	7.4	8	6
13	179	20.4	21.3	11.4	9.0	10	7
計		253.1	271.4	164.7	90.4	101	69
平均		19.5	20.9	12.7	7.0	7.8	5.3

表-2 調査木の樹高階別球果着生数量

2-1 着果数

樹高階 No.	樹高階									計	総球果 数に占 める率 (%)
	22-21 m m	21-20	20-19	19-18	18-17	17-16	16-15	15-14	14-13		
128			941	2,478	2,009	1,331	1,012	192		7,963	10.1
129			81	1,167	1,910	760	662	80		4,660	5.9
131			37	81	4					122	0.1
134				301	253	454	10			1,018	1.3
135			119	1,926	1,725	904	995	48		5,717	7.2
136				41	308	37				386	0.5
152				250	354	500	33			1,137	1.4
154		209	2,265	4,974	2,649	3,432	1,120	294	29	14,972	19.0
157	991	4,646	5,074	6,491	3,757	4,591	1,193			26,743	33.9
158					1,149	1,340	335			2,824	3.6
159			447	1,378	1,026	856	593	293		4,593	5.8
176				619	1,255	767	888	617	15	4,161	5.3
179		186	931	1,370	1,128	281	328	402		4,626	5.9
計	911	5,041	9,895	21,076	17,527	15,253	7,169	1,926	44	78,922	
総球果数に占める 比率(%)	1.3	6.4	12.5	26.7	22.2	19.3	9.1	2.4	0.1		100.0

2-2 着果量 (生重量 g)

樹高階 No.	樹高階									計	総球果 重に占 める率 (%)
	22-21 m m	21-20	20-19	19-18	18-17	17-16	16-15	15-14	14-13		
128			441	1,167	1,052	720	568	104		4,052	10.3
129			48	646	1,048	410	311	49		2,512	6.4
131			35	61	3					99	0.2
134				133	107	192	4			436	1.1
135			88	1,275	1,184	660	719	37		3,963	10.1
136				40	271	32				343	0.9
152				179	250	305	25			759	1.9
154		105	1,154	2,378	1,272	1,708	594	161	17	7,389	18.8
157	377	1,789	1,940	2,387	1,460	1,846	474			10,273	26.1
158					514	580	148			1,242	3.2
159			337	898	711	582	393	202		3,123	7.9
176				385	781	496	560	430	8	2,660	6.8
179		105	490	706	595	165	178	219		2,458	6.3
計	377	1,999	4,533	10,255	9,248	7,696	3,974	1,202	25	39,309	
総球果重に占める 比率(%)	1.0	5.1	11.5	26.1	23.5	19.6	10.1	3.0	0.1		100.0

いNo.131,134,136,152,158の5個体から採取される可能性はうすくなり、残り8個体から採取された場合、3個体の占める比率は64.0%とさらに高くなる。このように、採種を目的とした場合、特定の個体の球果の比率が高くなることは、ヒノキの球果生産が特定の個体に偏しているためであり避けられないものといえよう。また、このことは現在配布されている種苗用種子にしても、母樹林のかざられた特定個体から供給されていることがうかがえ、採種園産の育種種子にしても特定クロンの種子の比重が高くなる懸念される。

このように、ヒノキ林の球果は、梢頭1m層を除いた下方3m層に集中して着生しているようであり、それも林分中の特定個体の占める比率が高く、採種を目的とした場合、採取される球果はこの特定個体に集中するもようである。

## 2. 調査区における種子の生産

調査区内の個体別種子生産数を示したものが表-3で、10×10m<sup>2</sup>内における総種子数は277万粒に達するものとみられ、不稔種子数は140万粒で総種子に占め

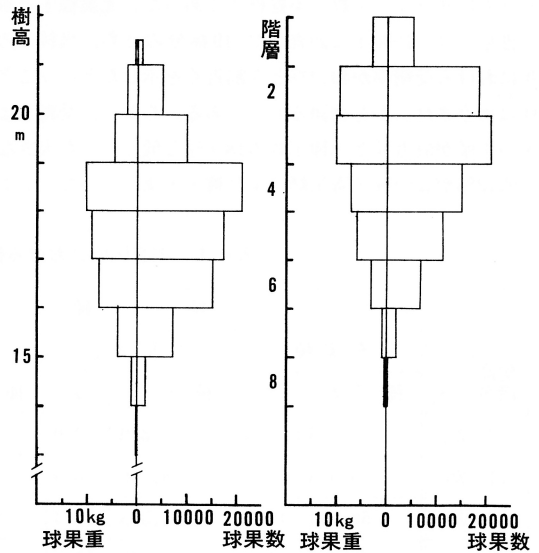


図-1-1 40年生ヒノキ林の球果生産構造

図-1-2 40年生ヒノキ林の梢頭からの球果生産構造

表-3 調査木の種子数とその比率

No.	受 精 種 子				不 稔 種 子				総 種 子	
	充 実 種 子		虫 害 種 子		種 子 数		種 子 数		種 子 数	総種子数に対する比率 %
	種 子 数	%	種 子 数	%	種 子 数	%	種 子 数	%		
128	27,514	9.2	67,486	22.5	95,000	31.7	204,429	68.3	299,429	10.8
129	37,795	21.6	73,353	41.8	111,148	63.4	64,257	36.6	175,405	6.3
131	1,255	31.9	1,199	30.5	2,454	62.4	1,479	37.6	3,933	0.2
134	7,493	20.5	14,144	38.8	21,637	59.3	14,854	40.7	36,491	1.3
135	95,970	39.3	48,585	19.9	144,555	59.2	99,644	40.8	244,199	8.8
136	4,293	25.4	4,770	28.3	9,063	53.7	7,814	46.3	16,877	0.6
152	11,499	24.3	15,136	32.0	26,635	56.3	20,643	43.7	47,278	1.7
154	130,592	22.4	101,722	17.4	232,314	39.8	351,900	60.2	584,214	21.1
157	49,459	6.3	350,415	44.3	399,874	50.6	390,552	49.4	790,426	28.6
158	34,802	28.7	21,025	17.3	55,827	46.0	65,399	54.0	121,226	4.4
159	28,571	22.0	63,208	48.6	91,779	70.6	38,147	29.4	129,926	4.7
176	48,475	29.3	41,267	24.9	89,742	54.2	75,783	45.8	165,525	6.0
179	36,963	24.4	43,332	28.6	80,295	53.0	71,074	47.0	151,369	5.5
計	514,681		845,642		1,360,323		1,405,975		2,766,298	
総種子数に対する比率 %		18.6		30.6		49.2		50.8		100.0

る比率は50.8%と半数が不稔種子であった。充実種子と虫害種子を併せた 136万粒が当調査区における受精種子数と推察され、1980年に調査した<sup>9)</sup>19林分のうち、当林分の受精率は38.7%と高い値を示した林分ではあったが、1982年における受精率が49.2%と5割近くを示したということは、いかに花粉の飛散量が多かったか、ひいては気象条件にめぐまれたかを物語るものである。しかし、受粉および受精が林分として非常に高いにもかかわらず、充実種子の生産が51万粒と総種子数の18.6%と低くなった大きな原因は、寄生蜂の被害によるものであり、総受精種子数の62.2%がこの種子寄生蜂により被害を受けていた。しかも、被害は1980年の34.9%に比べるとより高くなってお

表-4 調査区内における樹高階別種子数とその比率

樹高階層	受精種子						不稔種子		総種子	
	充実種子		虫害種子		種子数	%	種子数	%	種子数	%
	種子数	%	種子数	%						
22~21	1,585	0.3	16,880	2.0	18,465	1.3	12,651	0.9	31,116	1.1
21~20	9,948	1.9	75,530	8.9	85,478	6.3	66,035	4.7	151,513	5.5
20~19	56,234	10.9	105,335	12.4	161,569	11.9	170,496	12.1	332,065	12.0
19~18	131,759	25.6	218,227	25.8	349,986	25.7	401,576	28.6	751,562	27.2
18~17	138,255	26.9	193,579	22.9	331,834	24.4	300,085	21.3	631,919	22.8
17~16	102,123	19.8	146,807	17.4	248,930	18.3	292,155	20.8	541,085	19.5
16~15	58,439	11.4	71,862	8.5	130,301	9.6	126,777	9.0	257,078	9.3
15~14	16,034	3.1	16,967	2.0	33,001	2.4	35,337	2.5	68,338	2.5
14~13	304	0.1	455	0.1	759	0.1	863	0.1	1,622	0.1
計	514,681	100.0	845,642	100.0	1,360,323	100.0	1,405,975	100.0	2,766,298	100.0

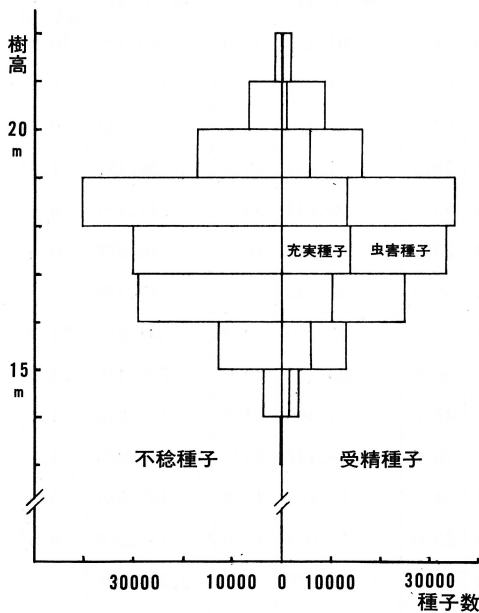


図-2 40年生ヒノキ林の種子生産構造

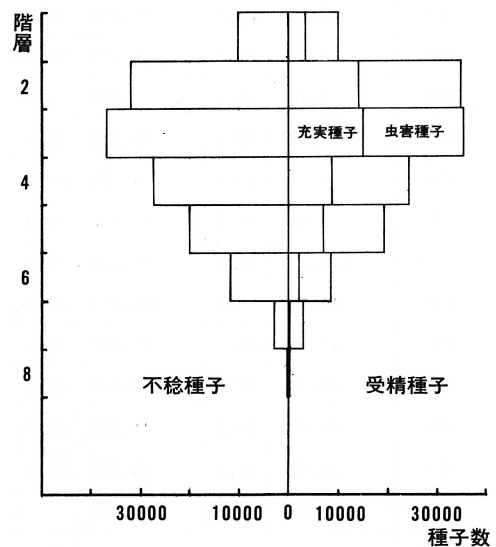


図-3 40年生ヒノキ林の梢頭からの種子生産構造

表-5 調査区内における梢頭層からの種子数ならびにその比率

梢頭 からの階層	受 精 種 子						不 稔 種 子		総 種 子	
	充 実 種 子		虫 害 種 子		種 子 数	%	種 子 数	%	種 子 数	%
	種 子 数	%	種 子 数	%						
1	34,983	6.8	66,297	7.8	101,235	7.5	101,663	7.2	202,898	7.3
2	141,666	27.5	207,068	24.5	348,734	25.6	319,201	22.7	667,935	24.2
3	151,404	29.4	203,415	24.1	354,819	26.1	368,920	26.2	723,739	26.2
4	86,526	16.8	158,746	18.8	245,272	18.0	269,310	19.2	514,582	18.6
5	70,681	13.7	123,365	14.6	194,046	14.3	199,708	14.2	393,754	14.2
6	21,314	4.2	64,370	7.6	85,684	6.3	117,414	8.4	203,098	7.4
7	8,031	1.6	22,067	2.6	30,098	2.2	29,155	2.1	59,253	2.1
8	121	0.0	314	0.0	435	0.0	604	0.0	1,039	0.0
計	514,681	100.0	845,642	100.0	1,360,323	100.0	1,405,975	100.0	2,766,298	100.0

り、最高の被害を受けた28年生の林分の77.5%にはおよばなくとも、6割を越す被害ということは充実種子の生産にとって大きな障壁となることは必至である。

樹高階別に種子の生産を示したものが表-4ならびに図-2で、図中左側が不稔種子、右側が受精種子を示しており、受精種子の内容として、内側に充実種子、外側に虫害種子を示している。球果の生産数量の高い18~19m階層で総種子数の27.2%を生産しており、受精の機会にめぐまれ、充実種子の1/4以上の生産を行なっていることから生産力の高い階層であることがうかがえるが、反面、寄生蜂の被害も多かったことを示している。さらに1m下層と併せた17~19m階層の充実種子の生産をみると、調査区の1/2以上の生産を行なっており、着果層の1/3に当る中央の16~19mの3m階層においては70%以上の生産をあげているようである。

しかし、この図は林分としての種子生産構造を表わすには適していようが、現実的な採種という点においては問題が残されよう。そこで、梢頭からの各階層の種子生産を示したものが表-5ならびに図-3である。しかし、この図は梢頭より1m階層ごとの試料によるものとなっているが、実際には、樹高階として得られたものであるため、梢頭が1mに満たない個体が多く多少の変動があることはいなめないが、1つの指標としてかかげた。この図からすると、第3層が種子生産の高いことがうかがえ、第2層と第3層を併せた2m層で総種子の50.4%、充実種子の56.9%の生産を行なっており、さらに第4層を併せると充実種子の73.7%と7割以上の生産を行なっている。これは樹高階別に示した16~19m階層の値と比較的一致するようである。この梢頭層を除いた第2層~第4層は、球果数の68.0%、総種子の69.0%を生産しており、充実種子においては73.7%と生産性の高いことがうかがわれる。

前述の球果の生産が特定の個体に偏しているという点について、総種子の1割以上を生産している3個体、(No.128, 154, 157)についてみると、3個体で総種子の60.5%を生産し、特にNo.154, 157の2個体で49.7%と1/2近い生産を行なっている。しかし、充実種子の生産となるとNo.128, 154は不稔種子の比率が高く、No.157は虫害種子の多い個体であったため40.3%にとどまるが、それでも4割近くがこの3個体によるものである。ここで特に注目されるのはNo. 157で、13個体中樹高、胸高直径ともすぐれた個体で総球果の33.9%を生産し、受精種子においても29.4%を占めるなど、本来ならば充実種子についても大きな比率を示すところの個体であろうが、1個体で総虫害種子の41.4%を占め、充実種子の生産が9.6%と1割に満たなくなっていることである。反面、No.135は、10.6%と1割強の受精の機会にしかめぐまれていないものの、虫害が比較的少なかったため総充実種子の18.7%を生産しており、ヒノキ林における充実種子の生産にこの種子寄生蜂が大きな係りをもっていることがうかがわれる。

### 3. 着果位置の相違による種子の品質

個々の個体における球果の着生位置のちがいに、10球果中の種子数に樹高差があるかどうか分散分析を行な

った結果を示したのが表-6である。

総種子数についてみると、梢頭層の球果に種子が多いようであり着果層下部のものには少ないようであるが、分析の結果、着果層全体を通してみた場合、6個体(No.128, 134, 152, 159, 176, 179)に5%水準で有意な差のないことが確かめられた。樹高差により球果中の種子数に有意な差が認められた7個体については、梢頭を除いた下部の球果について3個体(No.129, 136, 157)に有意な差のないことが確かめられた。また、No.154は梢頭と最下層を除く中間の5階層の球果に有意な差がなく、No.135は特異な個体のように、球果中の種子数が梢頭から下層部に向かって漸減している。No.158は1%水準で有意な差が認められないことと、No.131は着果が少ないことを考慮すると、球果中の総種子数と樹高との関係については、次のことが言えそうである。まず、着果層全体にわたって差のない個体、つづいて、梢頭層を除くと下方に差のない個体、梢頭

表-6 各個体の着果位置の相違による球果中の種子数のちがいに  
ついての分散分析結果

No.	総種子数		受精種子数		充実種子数		虫害種子数		不稔種子数	
	着果層全体	梢頭層を除いた場合	着果層全体	梢頭層を除いた場合	着果層全体	梢頭層を除いた場合	着果層全体	梢頭層を除いた場合	着果層全体	梢頭層を除いた場合
128	—	—	**	—	—	—	**	—	—	—
129	**	—	**	*	**	**	*	—	—	*
131	**	—	*	—	**	—	—	—	—	—
134	—	—	*	—	—	—	**	—	**	—
135	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
136	**	—	—	—	—	—	**	**	*	—
152	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—
154	**	**	**	—	**	**	**	*	**	—
157	*	—	**	*	—	—	**	*	**	*
158	**	*	**	**	**	**	*	—	**	**
159	—	—	**	**	*	*	**	**	**	**
176	—	—	*	—	**	—	**	**	**	*
179	—	—	**	—	**	*	**	—	*	—

\*\* 1% \* 5%

と最下層を除けば中間層に差のない個体、特殊なものとして梢頭から下方に向かって漸減する個体等である。

このことから、個体内における球果中の種子数は、梢頭と最下層の球果を除いた中間層の球果に変化が少ないことがうかがえた。

また、受精種子数に樹高差がみられるかどうか着果層全体についてみると、No.136のみに有意な差が認められなかった。しかし、梢頭層の球果に比較的受精種子の多い個体がみられることから、梢頭層を除いた下部の球果についてみると、6個体(No.128, 134, 152, 154, 176, 179)に有意な差が認められなかった。また、No.157とNo.159においては、下層の最少層を除くと梢頭を含めた層に有意な差がない。No.158は、最下層で受精の機会にめぐまれたようであるが、梢頭層を含めた2層において有意な差がない。また、No.129とNo.135は下方に向かって漸減しているようである。このように、受精種子においても総種子で述べたように、特殊なものを除いては、個体内における球果中の受精種子数も梢頭と下層を除いた中間層には変化の少ないことがうかがわれた。

種子寄生蜂の加害について樹高差があるかどうかみると、着果層全体を通して差のないものは2個体(No.131, 152)で、梢頭層を除いた場合5個体(No.128, 129, 134, 158, 179)に有意な差が認められなかった。また、No.157, No.159について被害の最多層(梢頭)と下方の最少層を除いた中間層で有意な差はない。No.135は、梢頭層を除いた場合にも1%水準で有意な差があり、総種子、受精種子ともに下方に向かって漸減し、虫害種子においても下方に向かって漸減する特殊な個体のものである。No.136は最下層に最少層があり、梢頭を含む2層に差がない。また、No.154は13個体のうち最も特殊な被害の受け方をしている。すなわち、梢頭層に被害の多いのは他の個体と共通しているようであるが、被害の最少層が梢頭の最大層と接しており、下層に向かって漸増している。No.176は特に傾向をもたないが、最高と最低を除いた上中下の3層において差が認められない。

以上のように、寄生蜂の害においては梢頭層、或は次層において加害されやすいようではあるが、全体を通して同じような害を受けている個体、梢頭を除けば下方に変化がない個体、中間層において変化のない個体、特殊な個体等に分けられ、概して着果中間層における球果の虫害に変化が少ないことがうかがえた。

充実種子においては、全体を通して有意な差のない個体は5個体(No.128, 134, 136, 152, 157)で、No.176は梢頭を除く下方に有意な差がない。しかし、充実種子は受精種子のうち寄生蜂の害をまぬかれた結果として得られるものであるため、梢頭層に加害が多くみられることなどから、梢頭層或は次層で最高の充実種子を得られたものは



3個体 (No.129, 135, 154) で、これらはともに最少層が下方に出現した。(No.158, 159, 179) の3個体は中層、下層に最高層が、最少層は梢頭か次層のようである。

このようにみると、調査区を構成する個々の個体について、次のことがいえそうである。球果中の総種子数、受精種子数については、梢頭部の球果に多いものの梢頭層と着果層下部のものを除けば、中間層にはあまり変化のないようである。球果中の総種子数ならびに受精種子数の推定にあたっては、この中間層か或は梢頭の1m層を除いた次層部の球果によるのが望ましいようであり、虫害種子においても梢頭に多い傾向をみせるものの、中間層においては変化が少なく、虫害種子ならびに充実種子の生産も、前述のように梢頭部1m層の球果を除いた次層部の

表-7 各個体における10球果中の平均種子数

No.	充 実 種 子 数					虫 害 種 子 数					受 精 種 子 数				
	1	2	3	計	平均	1	2	3	計	平均	1	2	3	計	平均
128	42.8	33.5	30.0	106.3	35.4	78.7	91.5	86.8	257.0	85.7	121.5	125.0	116.8	363.3	121.1
129	78.5	74.0	77.0	229.5	76.5	159.3	144.5	165.7	469.5	156.5	237.8	218.5	242.7	699.0	233.0
131	104.0	114.5	123.0	341.5	113.8	95.5	97.0	92.0	284.5	94.8	199.5	211.5	215.0	626.0	208.7
134	62.7	78.7	75.0	216.4	72.1	138.7	142.0	132.0	412.7	137.6	201.3	220.7	207.0	629.0	209.7
135	162.3	154.0	170.3	486.6	162.2	80.3	85.2	73.3	238.0	79.6	242.7	239.2	243.7	725.6	241.9
136	107.7	104.7	123.7	336.1	112.0	108.7	102.7	119.0	330.4	110.1	216.3	207.3	242.7	666.3	222.1
152	87.0	102.3	94.8	284.1	94.7	134.3	132.0	135.8	402.1	134.0	221.3	234.3	230.5	686.1	228.7
154	87.0	76.6	78.9	242.5	80.8	79.9	91.6	95.0	266.5	88.8	166.9	168.1	173.9	508.9	169.6
157	17.9	21.3	17.9	57.1	19.0	136.9	133.3	137.7	407.9	136.0	154.7	154.6	155.6	464.9	155.0
158	139.3	130.7	136.0	406.0	135.3	79.3	65.3	74.7	219.3	73.1	218.7	196.0	210.7	625.4	208.5
159	66.3	63.5	61.7	191.5	63.8	128.2	128.5	135.3	392.0	130.7	194.5	192.0	197.0	583.5	194.5
176	119.0	104.2	122.4	345.6	115.2	95.8	89.2	102.4	287.4	95.8	214.8	193.4	224.8	633.0	211.0
179	90.1	81.9	81.0	253.0	84.3	96.4	103.6	95.3	295.3	98.4	186.6	185.4	176.3	548.3	182.8

球果により推定することが望ましいようである。

#### 4. 個体による種子生産の相違

調査区内の各個体には、単位球果中の種子数に差があるようであり、各個体の10球果中の平均種子数を示したものが表-7で、分散分析を行なった結果、球果中のそれぞれの種子数に1%水準で有意な差が認められたため、さらに個体間の比較のためshortest significant rangeを用いたnew multiple range testを行なった。その結果を表-8に示す。表中のアンダーラインは5%水準で有意な差のないことを示す。

No.	不 稔 種 子 数					総 種 子 数				
	1	2	3	計	平均	1	2	3	計	平均
128	254.3	256.2	263.3	773.8	257.9	375.8	381.2	380.2	1,137.2	379.1
129	145.3	154.7	137.5	437.5	145.8	383.2	373.2	380.2	1,136.6	378.9
131	131.0	110.5	116.5	358.0	119.3	330.5	322.0	331.5	984.0	328.0
134	139.0	149.3	159.3	447.6	149.2	340.3	370.0	366.3	1,076.6	358.9
135	182.8	181.7	181.3	545.8	181.9	425.5	420.8	425.0	1,271.3	423.8
136	210.7	247.7	220.3	678.7	226.2	427.0	455.0	463.0	1,345.0	448.3
152	189.5	180.0	176.5	546.0	182.0	410.8	414.3	407.0	1,232.1	410.7
154	221.4	217.9	221.1	660.4	153.8	388.3	386.0	395.0	1,169.3	389.8
157	141.1	140.4	144.4	425.9	142.0	295.9	295.0	300.0	890.9	297.0
158	211.7	225.7	216.3	653.7	217.9	430.3	421.7	427.0	1,279.0	426.3
159	95.0	88.2	84.2	267.4	89.1	289.5	280.2	281.2	850.9	283.6
176	183.6	186.8	192.6	563.0	187.7	398.4	380.2	417.4	1,196.0	398.7
179	146.6	140.4	156.7	443.7	147.9	333.1	325.9	333.0	992.0	330.7

表-8 new multiple range testの結果

総種子数													
試験地 個体 No.	136	158	135	152	176	154	128	129	134	179	131	157	159
平均	448.3	426.3	423.8	410.7	398.7	389.8	379.1	378.9	358.9	330.7	328.0	297.0	283.6
受精種子数													
試験地 個体 No.	135	129	152	136	176	134	131	158	159	179	154	157	128
平均	241.9	233.0	228.7	222.1	211.0	209.7	208.7	208.5	194.5	182.8	169.6	155.0	121.1
最多受精層における受精種子数													
試験地 個体 No.	135	129	154	152	179	158	136	176	134	131	159	157	128
平均	310.0	273.3	249.7	249.0	243.7	241.3	240.3	239.3	234.0	227.0	222.7	186.3	143.0
充実種子													
試験地 個体 No.	135	158	176	131	136	152	179	154	129	134	159	128	157
平均	162.2	135.3	115.2	113.8	112.0	94.7	84.3	80.8	76.5	72.1	63.8	35.4	19.0
虫害種子数													
試験地 個体 No.	158	135	128	154	131	176	179	136	159	152	157	134	129
平均	73.1	79.6	85.7	88.8	94.8	95.8	98.4	110.1	130.7	134.0	136.0	137.6	156.5
最多虫害層における虫害種子数													
試験地 個体 No.	158	131	128	135	136	176	179	152	134	159	157	154	129
平均	90.7	104.0	105.7	112.3	129.3	130.7	142.0	142.3	160.3	166.0	170.3	175.3	185.0
受精種子に対する虫害種子の比率(%)													
試験地 個体 No.	135	158	176	131	136	154	179	152	134	129	159	128	157
平均	32.9	35.0	45.4	45.5	49.6	52.3	53.9	58.6	65.7	66.8	67.2	70.8	87.7

総種子数についてみると、No. 136は球果中の種子数の最も多いグループで、他のいずれの個体よりも有意的に多いことを示している。また、No.157, No.159は他のいずれの個体よりも有意的に球果中の種子数が少ないグループであることを示している。このように個体によって球果中の種子数が多いグループ、少ないグループに分けうるとともに、前述の個体内における球果中の種子数が、樹冠の着果層中間部であり変化のないということを併せてみると、ヒノキの球果中の種子数には、個体固有の種子数があるようであり、球果当りの総種子数に生産性の高い個体と低い個体があることを示しているともいえよう。

受精種子については、No. 128が他のいずれの個体よりも有意的に受粉ひいては受精の機会にめぐまれなかったことを示しており、有意な差の認められなかった個体間で、それぞれ末端が重なっており明確に分離しがたいようである。このことは、種子の生産で述べたように、この林分の受精種子の比率が総種子の1/2近くに達することと関連しているものと思われ、受粉および受精の機会にめぐまれた林分であったことを示しているものといえよう。また各個体の最多受精層についてみても (No.129, 154, 152), (No.154, 152, 179, 158, 136, 176, 134, 131, 159) には有意な差が認められず、これらは互に末端で重なっており、13個体のうち10個体が最多受精層においても明確に分離しがたいようで、このことから上記のことが推察される。

虫害種子においては、個々の個体の最多虫害層において、有意な差のない個体間それぞれで末端が重なっており分離しがたく、最低の虫害種子数を示したNo. 158においてさえ10球果中73.1粒と高い値であることなどからも、虫害の多い林分であったことを示している。No.129は虫害種子数、No.157は虫害率においていずれも他の個体より有意的に高いことが示された。また、(No.134, 157, 152, 159)の4個体はともに虫害の多い第2グループに属しており、これらの5個体は最多虫害層においても被害の多い個体であることなどから、虫害の多い林分の中でも特に被害を受けているということがいえそうである。

充実種子については、受精種子のうち加害されなかった種子であるため、受精種子に対する虫害種子の比率の少ない個体が、充実種子の生産が高くなることとなり、虫害率が有意的に低いグループであるNo.135, No.158が充実種子の高いグループを形成することとなる。また、虫害率の高いグループは逆に充実種子の低いグループとなる。例えば、No. 135は総種子数で高い位置にランクされ、受精種子数においては最高に位置し、虫害率においては有意的に最も低いグループに属するため、結果的には単位球果当り最高の充実種子を生産する個体となったことがうかがえる。しかし、No. 157においては、総種子数、受精種子数ともに低い位置にランクし、虫害率は有意的に最も高いグループであることから、結果として単位球果当りの充実種子数が最低を示す個体となったようである。また、No. 129は総種子数において13個体のうち中間に位置しており、受精種子数においては多い個体である。しかし、虫害率が高いことから充実種子の生産が抑制されているようである。また、No.158は総種子数が多いにもかかわらず受精の機会にめぐまれていないようだが、虫害率が有意的に低いグループであるため、充実種子の生産においては第2のグループに属し、高い生産を上げているようである。

これらのことから、ヒノキ林における充実種子の生産に最も影響をおよぼす因子は、この種子寄生蜂であることがうかがえる。

## 5. 種子寄生蜂の発生時期

ヒノキの種子寄生蜂については、形態ならびに加害について報告されたものがみられ、<sup>8),9),10),11)</sup>成虫の現われるのは、東京附近では5月上旬頃からで、発生の最盛期は中旬頃とされている<sup>9)</sup>。当演習林における寄生蜂の発生時期について、1983年5月上旬より予備調査を行なったので、その一部について述べることにする。

調査地は種子の生産調査を行なった林分と同一林分であり、調査にあたっては、寄生蜂の種子からの脱出時期を確かめるため、10日を日目に5月上旬より樹冠梢頭部に残存する前年度の球果中の残留種子を大きなビニール袋で球果とともに採取した。採取した種子については、寄生蜂の脱出跡を単位種子について調べた。7/1に採取した種子に寄生蜂の羽化、脱出した跡が認められたが、それ以前に採取した5/4, 5/20, 5/30, 6/10, 6/20の種子には脱出跡が認められなかった。したがって、この7/1前後から寄生蜂が林内に飛散しはじめることが予想された。また、7/1に採取した2本の調査木それぞれの検査種子500粒からの羽化頭数は8頭と2頭であり、これは種子を切断して確かめた虫害種子数の3.9%と1.1%であったことに加えて、切断時に多数の蛹化した虫体が確認されたことから、まだこの時期は発生の初期とみてよいようであった。7/1以降、7/11, 7/25に採取した種子は、試料ビンに綿栓を施し室内に保存し、8月下旬に寄生蜂の羽化頭数について調べた。7/11のものより141頭、7/25のものより83頭羽化していることが確かめられた。しかし、羽化した全てのものが2次寄生蜂の可能性の高いEupelmus属のもので、1次寄生蜂の羽化はみられなかった。

以上が、樹冠に残存していた球果中の種子についての概略であるが、7/25の現地での調査において、樹冠上で多数の1次寄生蜂が球果に産卵しているのが確認された。なお、8/4の調査では樹冠上で1次寄生蜂は観察されなかった。その後、9/13までの8/12, 8/23, 8/30のいずれの調査においても、両者とも野外での確認は行なえなかった。2次寄生蜂については、全期間を通して野外での確認は行なえなかった。

このことから、当調査林分での1次寄生蜂の発生の最盛期は7月の下旬といえそうであり、2次寄生蜂においてもこれに準ずるもようである。しかし、地的なちがいはあろうが発生の時期に2ヶ月以上もの差があるため、さらに詳細な調査が必要であろう。

ヒノキの種子(1次)寄生蜂に対する2次寄生蜂について、調査された例はなく、この予備調査において2次寄生蜂の可能性の高いEupelmus属がみいだされたことは、ヒノキ林での充実種子生産にさらに複雑な機構が介在していることとなり、寄生蜂相互の関係についてもさらに解明されなければならないものと思える。

また、これまで述べてきた虫害種子については、2次寄生蜂を非常に高い確率で内蔵しているもようであるため、1次寄生蜂の害としてとらえている点については不備であったが、1次寄生蜂の存在が2次寄生蜂の生存に不可欠であることを考えると、1次寄生蜂の加害の段階にかぎって述べていることとなるため、さらに林分中の両者の比率についても検討の余地が残されている。この1983年の予備調査において、樹冠上に残存した1982年度産の球果中の種子より羽化した全てのものが2次寄生蜂であったことから、1983年度の林内における2次寄生蜂の生息密度は高かったものと予想される。また、1983年度は1982年度に比して大幅に着果量が少ないことが見込まれており、不作年であった1981年度の当林分の受精率が4.8%であったことからすると、1983年度における1次寄生蜂の生息数も受精種子の絶対数が少ないことに加えて、2次寄生蜂の生息密度が高いことが予想されるので、1次寄生蜂の生息密度が低下することが考えられる。したがって、1984年度は、充実種子の生産が高くなることが予想されるため、引きつづき調査を行なってゆきたい。

#### IV ま と め

ヒノキ林の種子生産にとっては、まず、球果の生産力に負うところが大きいことは言うまでもない。しかし、この球果の生産を支えているのは林分を構成する多数の個体のうち、或るかぎられた少数の個体のようである。このように、球果の生産にしてもそれぞれの個体により個性を持つようであり、1個体内の球果中の総種子数にしても、樹高差があるようではあるが梢頭部と着果層下部を除いた中間層の球果における種子数には変化が少なく、その個体を代表しているようである。また個体により球果中の総種子数に有意な差をみることからヒノキの球果中の総種子数には個体固有の種子数があることを示しているようであり、単位球果における総種子数に生産性の高い個体と低い個体があることと言えよう。

充実種子の生産には、まず受粉、受精の機会に恵まれることがまず第1であろうが、虫害を受けないことが最大の条件であり、虫害を受けないことに伴い、受精種子に占める虫害種子の比率(虫害率)が低いことが肝要である。しかし、この調査区内の13個体には、虫害が少なく、抵抗性を示すような個体はみられず、最低の被害を示したNo.158においてさえ10球果中に73.1粒の虫害種子を内蔵した。虫害率においてはNo.135の32.9%が最低であったが、最高のNo.129となると10球果中に156.5粒の虫害種子を有しており、虫害率ではNo.157のように87.7%と受精種子の9割近くが被害を受けているものもある。No.157からすると、着果数が調査区内の1/3を占める個体であるものの、着果を多くすることで被害の機会を軽減することも、この虫害率からみてそれも望めないようであり、逆に寄生蜂を誘引する結果ともなりかねないようである。

従来、ヒノキの種子は発芽が悪いといわれてきたのも、精選の程度もあろうが、実はこのあたりに原因があったのではないだろうか。採種園が整備され、活力の高い育種種子が配布されるのも近いことであろうが、吾国のヒノキ人工林を支えてきた母樹林を見捨てるわけにもゆかず、より高い効率で採種する技術も確立しておかなければならないであろう、そのためにも、いまいちどこの虫害回避の方法も考慮しておかなければならないものと思える。また、1次寄生蜂を制御する2次寄生蜂の生態とともに、両者の関係についても解明しておかななくてはならないものといえよう。

#### 引 用 文 献

- 1) 倉田秀男：林扁柏種子採取の体験と疑問，大阪局造研会記6：22～26，1935。
- 2) 福見一真：ヒノキの種子採取に就て，東京営林局報50：45～49，1938。
- 3) 小野猛：ヒノキ天然母樹の樹高別球果採取量について，御料林151：64～70，1940。
- 4) 長谷川孝三：林木種子の活力に関する実験的研究，帝室林東林試報4(3)：129～130，1943。
- 5) 菊池秀夫：ヒノキの開花結実習性——九州林木育種場における調査結果，日林誌49(2)：73～76，1967
- 6) 井門義彦：ヒノキ林の充実種子生産に対する林齢と種子寄生蜂の影響，愛大演報19：79～85，1982。
- 7) 四手井綱英外3名共著：ヒノキ林，その生態と天然更新，197，地球社，東京，1974。
- 8) 矢野宗幹・小山光男：針葉樹種子寄生蜂に就て，林試報17：39～58，1918。

- 9) 藍野祐久：病虫獣害と防除，全森連時報，780，4，1971。
- 10) 小松帝一：スギ，ヒノキの豊凶と気象および地形との関連性に関する研究，埼玉県林試報21：92～99，1978。
- 11) KAMIJO, K. : Descriptions of two new species of *Megastigmus* from Japan. *Insecta Matsumurana* vol. 22 31～32, 1958。

(1983年 8月31日 受理)