

和歌山演習林におけるモミ，ツガ林の生産力調査

第3報 リター量の季節変化および食葉性昆虫による被食量について

古野東洲・山田幸三

Investigations on the Productivity of Japanese Fir (*Abies firma*
Sieb. et Zucc.) and Hemlock (*Tsuga Sieboldii* Carr.)
Stands in Kyoto University Forest in WAKAYAMA.

(III) Seasonal Variation of Litter Fall and Primary Consumption
by Herbivorous Insects in the Mixed Fir and Hemlock Stand.

Tooshu FURUNO and Kōzō YAMADA

目次

要 旨	7	6) 昆虫の死体	
まえがき	8	7) その他のリター量	
調査林分の概況	8	8) 総リター量	
調査方法	9	II 食葉性昆虫類による被食量の 推定	18
調査結果および考察	10	1) シャクガ類幼虫の摂食量と 脱糞量の関係	
I リター量およびその季節変化	10	2) シャクガ類幼虫の生息数	
1) モミ・ツガの落葉量		3) 食葉性昆虫類による被食量 の推定	
2) モミ・ツガの落枝（非同化器 官）量		あとがき	20
3) モミ・ツガの球果・種子量		文 献	20
4) 食葉性昆虫類の虫糞量		Résumé	21
5) 寄生植物（マツグミ）量と広 葉樹落葉量			

要 旨

和歌山演習林の天然生モミ・ツガ林の生産力調査の一環として行っている，リター量に関する調査について，1968年6月から1973年12月までの資料をとりまとめたものである。

調査は，和歌山演習林内4林班の中腹（標高約700m）に生立している，モミ・ツガ天然林で行われ，リター量の季節変化を求めるとともに，食葉性昆虫類による被食量を推定した。

リターは，モミ・ツガの落葉，モミ・ツガの落枝（樹皮を含む），モミ・ツガの球果・種子，虫糞，寄生植物（マツグミ），広葉樹落葉，昆虫の死体，その他に選り分けられた。

モミ・ツガの落葉は10月，11月に，広葉樹の落葉は11月にとくに多く，明らかな季節変化がみられた（Fig. 3, 8）。

モミ・ツガの落枝には、台風の接近のための強風、冬期の降雪のような、物理的な力が影響していると思われ、とくに季節変化はみられなかった (Fig. 5)。

モミ・ツガの球果・種子には、年変化がみられ、結実の豊凶が明らかにあらわれた (Fig. 6)。虫糞量は夏期 (7~9月) に多く、寄生植物も同様に夏期に多い傾向がみられた (Fig. 8)。

総リター量は、3.6~7.4 ton / ha · year で、平均すると 5 ton / ha · year となる。総リターのうち、モミ・ツガの落葉・落枝が90%を占めていた (Fig. 3)。

シャクガ類幼虫の摂食量と脱糞量の関係は、

$$\log F = 0.9875 \log D + 0.0877$$

F : 摂食葉乾重量 mg, D : 糞乾重量 mg

となった (Fig. 10)。

リター中の虫糞量から食葉性昆虫類による被食量は、114~188kg / ha · year, 平均 139kg / ha · year と推定された。

まえがき

いろいろの森林におけるリター量は古くから調査され、多くの資料が公表されている。大政らはとくに数多くの林分で調査し、以後齊藤²⁾によるヒノキ林の詳細な調査まで、リター量に関する調査資料は多い。しかし、モミ (*Abies*)、ツガ (*Tsuga*) 林を対象にしたものは、大政ら¹⁾、安藤^{3,4)}、小村ら⁵⁾、Kimura⁶⁾、山本ら⁷⁾の報告が知られるだけでそれほど多くない。

さらに、リターに必ず含まれていると思われる虫糞量は、最近になってやっと選り分けられるようになったばかりで、それに関する報告はすくない。また報告されても、用いられたトラップ⁸⁾に使われた受布によっては、小形の虫糞はトラップからもれてしまっている場合がある。著者のテーダマツ林、安藤³⁾らのモミ、ツガ林の報告を除いて、齊藤²⁾、佐藤⁹⁾の虫糞量は相当に過少に求められている。安藤³⁾らもその報告に、過少値と記していることから、いくらかは選りもれがあるのかも知れない。

昆虫類が大発生し、生息林分に被害をあたえない限り、森林に生息しているそれら昆虫類はあまり注意されることもなく、森林における昆虫類による被食量は見逃がされていることが多い。

著者は、和歌山演習林のモミ・ツガ林の生産力調査の一環として、リター量の調査とともに、選り分けられた虫糞量より食葉性昆虫類による被食量の推定をこころみた。被食量は著者⁸⁾のほか、Bray, Carlisle¹⁰⁾ etc. が求めているが多くはない。本報告における被食量は、著者がすでに報告したテーダマツ林の場合と同様の方法で推定したが、その資料は十分とはいえない。今後の資料の積み重ねによって、より精度の高い推定が行われることを希期したい。

標準地の設定、リタートラップの設置、リターの選り分けに、和歌山演習林の職員各位から多大の御協力を得ました。深く感謝致します。

調査林分の概況

調査林分は、和歌山演習林内 4 林班中腹 (標高約 700m) の、演習林内では比較的緩傾斜地 (24°, 西向) に生立しているモミ・ツガ天然林で、昭和31年には、モミ・ツガ以外の樹種が巻き枯らされたために、広葉様類で上層林冠にまで生育しているものはみられない。さらに、大正末年には有用広葉樹 (主としてクリ) を含んで、モミ、ツガの大径木を伐採利用した記録がある。

標準地内の最大木は、モミでは胸高直径 62cm, 樹高 24.8m, ツガでは 49cm, 22.0m, 最小木

はそれぞれ、1.9cm, 2.4m, 4.4cm, 4.5m で、いろいろな大きさの個体がみられる。胸高直径の分散を示すと図-1のようになる。1968年以後5年間で、標準地内でモミ6本、ツガ8本が枯れたが、これらの枯損木はいずれも胸高直径15cm以下の下層木であった。

胸高直径約30cm以上の個体が、モミ、ツガともに上層林冠を形成し、それらの樹高は18~25m、樹冠の厚さは約8mで、生枝下高は10~14mであった。

毎木調査結果から、^{12,13,14)}前報の資料より概略の地上部現存量を推定すると表-1のようになり、大径木が多いモミの現存量が多い。

林床植生として、アセビ、ソヨゴ、ツルシキミ、ヒメシャラ、シデ類、コンテリギ、サルトリイバラなどが、0.5~1.5mの高さでみられ、ツルアジサイが一部のモミ、ツガに巻きあがっている。さらに、モミ、ツガの寄生植物であるマツグミもみられる。

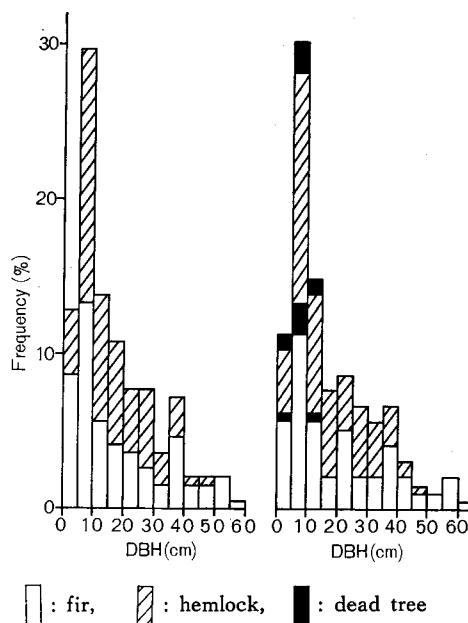


Fig. 1. Frequency distribution of DBH in 1968 (left) and 1973 (right) in cm.

Table 1. Biomass of mixed stand of fir and hemlock per hectare.

	Tree species	Number of tree	Basal area (m ²)	Stem dry weight (ton)	Stem volume (m ³)	Branch dry weight (ton)	Leaf dry weight (ton)	New leaf dry weight (ton)
1968	<i>Abies firma</i>	680	30.09	121.9	289.5	18.5	10.53	1.62
	<i>Tsuga sieboldii</i>	686	18.69	64.4	150.0	10.8	4.93	0.93
	Total	1366	48.78	186.3	439.5	29.3	15.46	2.55
1973	<i>Abies</i>	637	34.55	146.2	347.3	21.6	11.55	1.90
	<i>Tsuga</i>	631	20.69	74.1	172.6	12.1	5.20	1.04
	Total	1268	55.24	220.3	519.9	33.7	16.75	2.94

調査方法

モミ・ツガの対象林分に1427.17m²の標準地を設け、一辺1mの正方形の受け口面積1m²、深さ約50cmの布トラップを標準地内に、ランダムに20個設置した。食葉性昆虫類の虫糞を集めるために、トラップには化繊布地を用い、微細な虫糞もトラップからもれないようにした。このトラップは1968年5月末に設置した。さらに、1970年8月には同標準地内にランダムに10個の4m²(2m×2m)の落枝用トラップを地表面にサランネットを敷いて設けた。標準地におけるモミ、ツガの位置、およびトラップの位置は図-2のようである。資料の採集は1か月間隔で各月末にトラップ内のリターを回収した。落枝用トラップでの枝の回収は、できるだけ細い枝も集め、直径1mm、長さ1~2cm程度の小枝をも時間をかけて丁寧に集め、樹皮をも回収した。

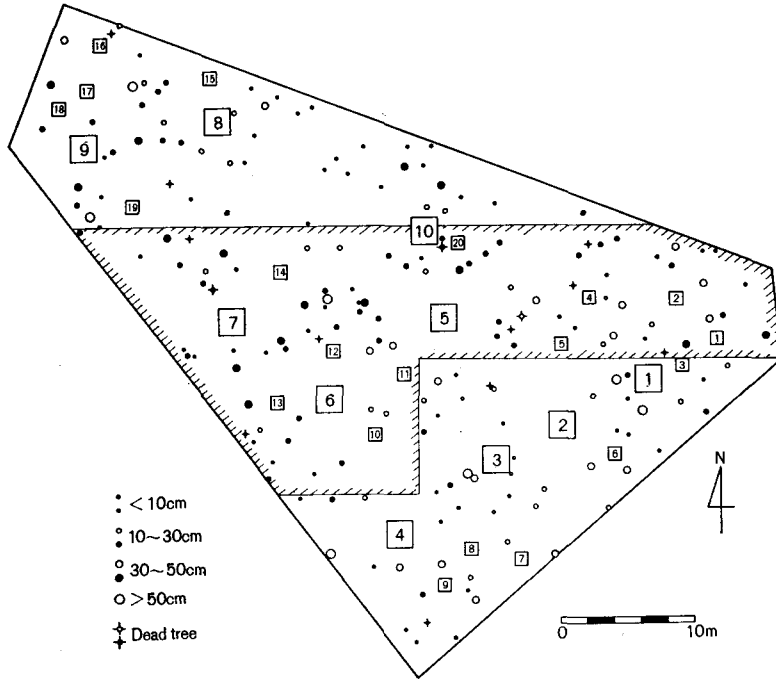


Fig. 2. Each trap, fir (○) and hemlock (●) in investigation area (1427.17m²) of fir-hemlock stand.

集められたリターは研究室で、モミ・ツガの葉、枝および樹皮、モミ・ツガの球果・種子、虫糞、寄生植物（マツグミ）、モミ・ツガ以外の樹葉、昆虫類の死体などに分け、それぞれ絶乾重量を求めた。

さらに、回収された虫糞量より食葉性昆虫類の食害量の推定のための基礎資料として、1969年8月に、モミ、ツガを摂食していたシャクガ類の幼虫を集め、演習林本部研究室にて短期間飼育し、摂食量と糞量を求めた。また1969年7～8月および1970年7～8月に、標準地内に、内径8.75cmの深底シャーレを40個または80個設置し、時間あたりの糞粒数を調査した。

標準地内のモミ、ツガは1968年8月には胸高直径を測定し、その位置を図上に求めた。さらに、1973年3月には胸高直径と樹高を、1974年5月には樹準地内の625.4m²（図-2の斜線内）に含まれるモミ、ツガについて、生枝下直径と生枝下高を測定した。

調査結果および考察

I リター量およびその季節変化

1カ月間隔で各月末に回収したリターは、モミ・ツガの葉、枝および樹皮、食葉性昆虫類の虫糞、モミ・ツガの球果および種子、モミ・ツガに寄生するマツグミ、広葉樹類の葉、昆虫類の死体に分け、これらに含まれないものをその他とし、それぞれ絶乾重量を求めた。

1m²トラップは20個設置したが、大形の枝が落ちて布が破れることもあり、補強しながらリターを集めたが、年間を通してリターを集められたのは、1968年は20個、'69年—16個、'70年—20個、'71年—15個、'72年—11個、'73年—18個であった。

1) モミ・ツガの落葉量

モミとツガの葉を選別することが、非常に困難であったために、両樹種の落葉をまとめて選り分けた。モミ・ツガの落葉量の季節変化は図-3のようになる。各年とも10月、11月に多く落葉し、この2カ月間で、年間落葉量の67% (1971年) から80% (1973年) を占め、モミ、ツガの落葉期は10~11月と考えられる。このような落葉の季節変化は高知県で調査されたモミ、ツガ林での落葉の季節変化と非常によく似ている。ただ落葉のピークが1968年からの3カ年は11月で、1971年以後の3カ年は10月となったが、調査地での詳しい気象条件が不明であるので、その原因はわからない。

年間落葉量を ha あたりに換算すると、最もすくない1969年で 2.67 ton, 最も多い1972年で 4.34 ton となり、調査期間の平均年落葉量は 3.18 ton となった。わが国で、モミ、ツガ林における落葉量を調査した報告は多くない。大政らの調査では ha あたりモミで 0.2 ton, ツガで 0.3 ton で、急傾斜地で回収されたためか、原因はわからないが非常にすくない。Kimura はシラベ・アオモリトドマツ、コメツガの落葉量を、それぞれ、2.2 ton/ha, 小村は 2.7 ton/ha (ツガ), 安藤らは 2.3~3.1 ton/ha (シラベ, アオモリトドマツ, コメツガ, トウヒ), 山本らは 2.1~2.4 ton/ha (トドマツ), 安藤らは 1.1~3.2 ton/ha (モミ), 1.8~2.7 ton/ha (ツガ) と報告している。これらの報告は、モミ、ツガ以外の樹葉を加えるとさらに多い落葉量となるが、モミ、ツガの年間落葉量としては、本調査が最も多い例となった。落葉量の年変化が大きいことは一般に認められているが、本調査では年落葉量の最大値は最小値の 1.63 倍となり、5年間のヒノキ林で 2.1 倍、高知県のモミ林で 3.0 倍 (3年間), ツガ林で 1.6 倍 (2年間) の報告がみられ、本

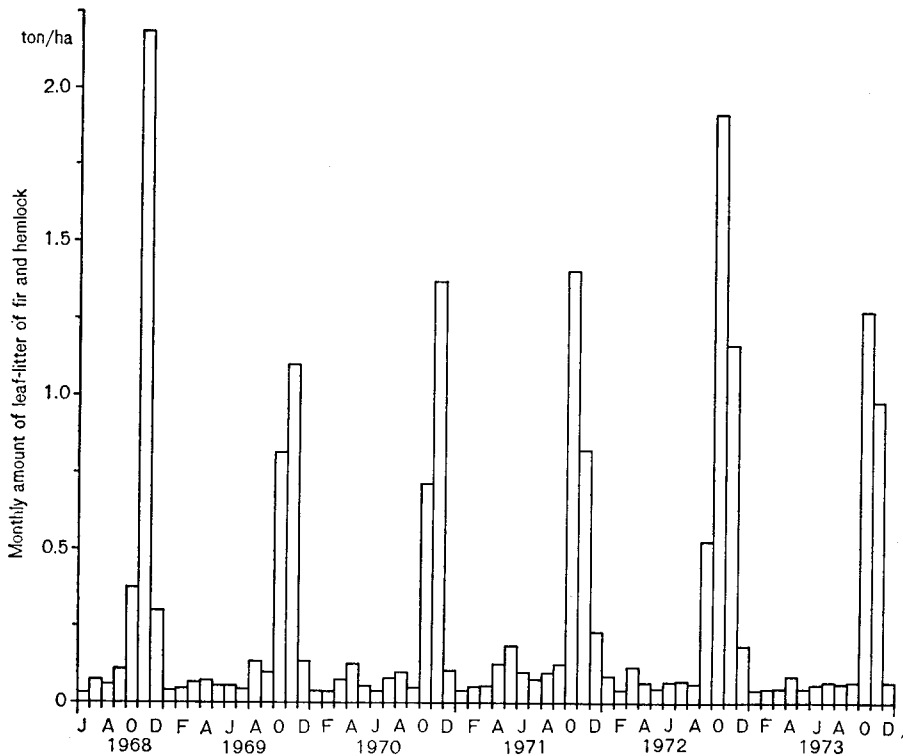


Fig. 3. Monthly variations of coniferous leaf litter in fir-hemlock stand.

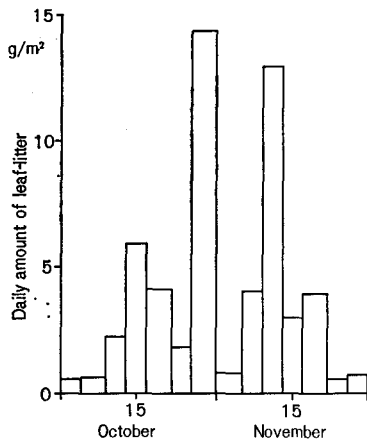


Fig. 4. Daily variations of coniferous leaf litter in October and November, 1973.

調査期間内では比較的その変化はすくないと思われる。このことに関しては、さらに継続した調査が必要と思われる。

モミ・ツガ落葉の日変化を求めるとは連日リターを回収しなければならないが、1973年10月と11月の2カ月間だけ、4～5日間隔で、5個のトラップ (No. 6, 11, 13, 17, 20) に入ったりターを回収し、平均日落葉量として求めた結果が図—4である。落葉の日変化のリズムを求めるとはこれだけでは十分とは云えないが、季節変化のようなリズムはないようである。10月と11月の生理的に落葉し易い時期に、風か雨によって落葉が促されるものと考えられる。

2) モミ・ツガの落枝 (非同化器官) 量

本報告では落下した枝と樹皮をまとめて非同化器官として測定し、調査には、1m²のトラップに加えて、1970

年8月からは 4m²の落枝トラップをも用いた。

落枝量の季節変化を示すと図—5のようになり、モミ・ツガの落葉にみられたような季節的リズムはみられない。台風の接近による強風、冬期の降雪などの影響がとくに激しいようである。和歌山演習林事務所 (標高560m) での気象観測の結果と対照させると、

1968年8月 台風10号接近

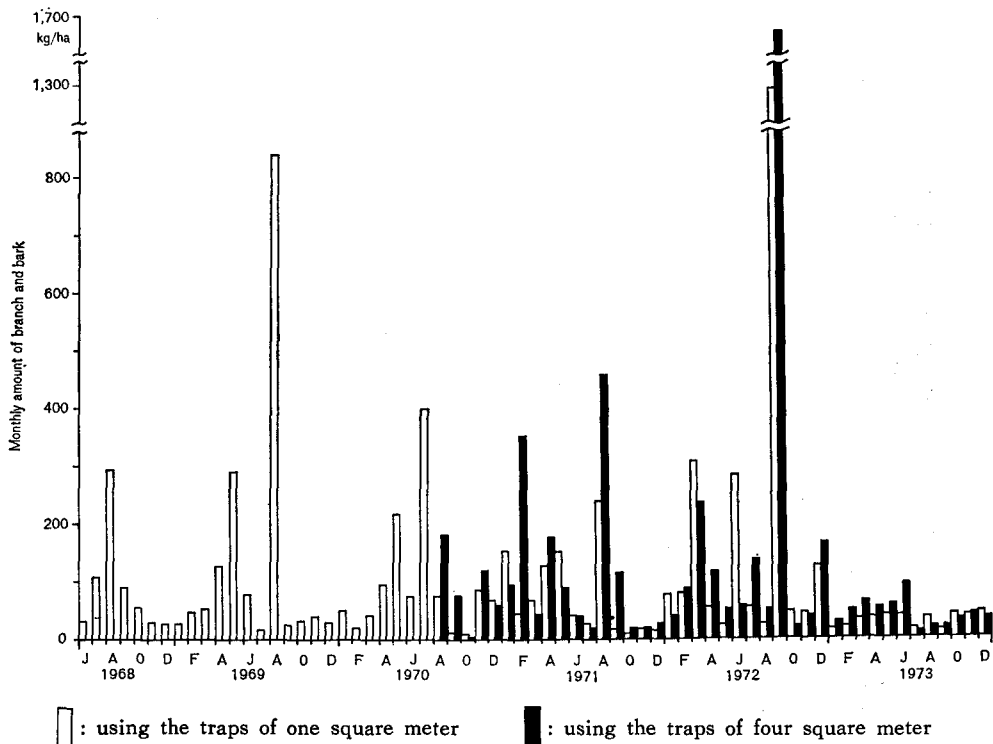


Fig. 5. Monthly variations of coniferous branch litter including bark in fir-hemlock stand.

1969年2月 積雪 14cm
 8月 台風9号接近, 強風
 1970年7月 台風2号接近
 1971年2月 積雪 19cm
 8月 台風19号, 23号接近
 1972年9月 台風20号接近, 強風

のように, 多量の落枝はとくに台風(強風)と密接に関係していることがわかる。台風の記録はなくても常風より強い風で, 落枝が促されることもあろう。このようなことから, 落枝には風や雪など物理的な力が大きく影響し, とくに季節的なリズムはないと考えられる。

落枝(非同化器官)量は 1m^2 のトラップで集められたものよりも 4m^2 のトラップで集められたものの方が多い。1971年は 4m^2 のトラップで集められた量が前者の1.6倍, 1972年は1.1倍, 1973年は1.4倍で, 4m^2 トラップを設置した8月以後の1970年では1.8倍となった。調査対象のモミ・ツガが林のように, 樹令100年を越える大径木を含む場合には, 直径5~10cmの大形の落枝もみられ, これらは 1m^2 の布トラップでは受けとめることができず, 回収不能となることも考えられる。各トラップで集められた落枝量の変動は大きく, この調査林分での落枝量はさらに広い面積を回収するか, 4m^2 トラップをさらに増設する必要がある。

調査期間に集められた落枝(非同化器官)量を ha あたりに換算すると, 1m^2 トラップでは $0.37\sim 2.41\text{ ton}$, 平均で 1.29 ton , 4m^2 トラップで $0.50\sim 2.67\text{ ton}$, 平均 1.54 ton で, 前者で6.6倍, 前者で5.4倍の差がみられる。1972年の9月に, 台風に影響され, 多量の落枝がみられ, 反面1973年の落枝量がすくないのは, 落ち易くなっていた枯枝が風で多く落ちたため, 以後の落枝がすくなくなったのではないかと考えられる。この年落枝量の差は齊藤が調査したヒノキ人工林の落枝の場合より大きく, 天然林と人工林の差があらわれているのではないだろうか。量とし

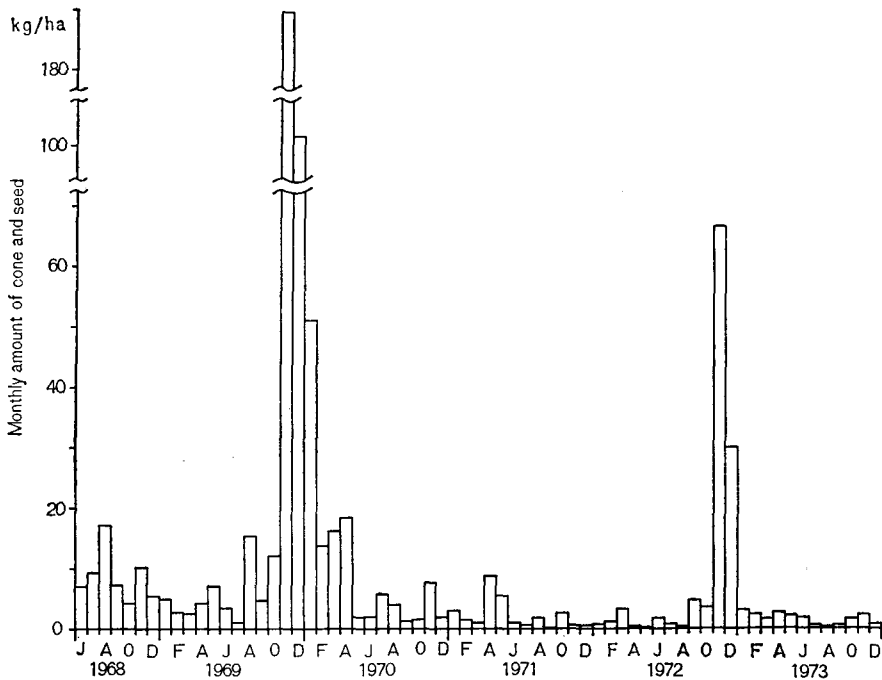


Fig. 6. Monthly variations of cone and seed in fir-hemlock stand.

ては、安藤⁴⁾の 1.28~2.18 ton / ha (モミ), 0.52~1.95 ton / ha (ツガ), Kimura⁶⁾の 2.2 ton / ha (*Abies*), 1.2 ton / ha (*Tsuga*) と似たような値が得られた。

3) モミ・ツガの球果・種子量

集められたモミ・ツガの球果・種子の季節変化を図-6 に示す。

樹木の結実は年によって豊凶があることが一般に知られているが、図-6 もこの一般論をうらづけている。モミとツガとを選び分けなかったので断言し得ないが、1969年の豊年には、モミ、ツガ両種とも多くトラップで回収されたが、1972年にはモミに比べてツガの球果がすくないように思われた。年間落下量は 18~348 kg / ha で、19倍もの差がみられ、豊凶の差が激しい。この値は実際にトラップで集められたものであるが、調査林分を含む和歌山演習林内には、球果・種子を摂食すると思われる小形の野生動物も生息していると考えられ、これらによる食害量は明らかでない。実際に摂食しているのかどうかも確認していないが、トラップにはその防止はしていない。

4) 食葉性昆虫類の虫糞量

集められた虫糞の多くは食葉性蛾類の幼虫の虫糞で、7月、8月にコガネムシ類の成虫の糞もみられ、すべてを食葉性昆虫類の虫糞と考えても間違いはないと思われる。蛾類の幼虫の糞もその形はいろいろで複数種類が生息していると思われるが、本調査では、それらの種名は未確認で

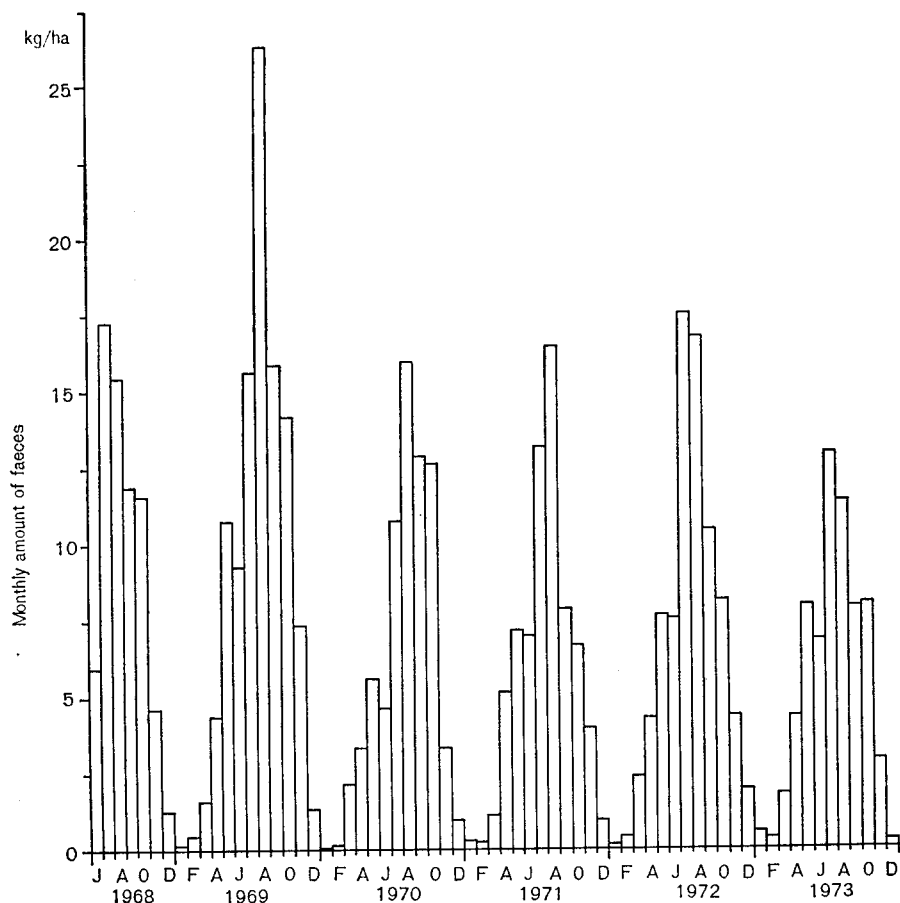


Fig. 7. Monthly variations of faeces egested by herbivorous insects in fir-hemlock stand.

ある。標準地付近で捕えたり、^{19,19)} 前報の伐倒調査時の観察から、シクガ類が幾種類か生息し、さらにカレハガ(ツガカレハ?)の虫糞と思われるマツカレハの虫糞に非常に似たものが少数集められているが、粒数からその個体数は非常にすくないと思われる。コガネムシ類の糞は、白浜試験地のテーダマツを食害したスジコガネの虫糞と同じで、さらにトラップにその成虫の死体が見られることから、スジコガネの成虫が生息していることは確実である。さらにハバチ類のマユがトラップで集められているので、ハバチ類の生息も確実である。集められた虫糞量の季節変化を示すと図-7のようになる。

1968年以後6年間を通じて、7月か8月に虫糞量のピークがみられ、昆虫類が夏期に多く生息していることがわかる。7~9月の3カ月間の虫糞量は各年とも、年間の虫糞量の50~55%を占め、種類構成は異なっても、白浜試験地のテーダマツ林と似た結果が得られている。

年間の虫糞量は 65.1~107.3 kg/ha で、²⁾ 安藤らが調査し、過少値と考えている高知県下のモミ林やツガ林の約 70 kg/ha や志賀山の亜高山帯針葉樹林の^{16,17)} 110~120 kg/ha (これにはゴミが約半分近く含まれていると思われる)と比較しても大きな差はない。白浜試験地のテーダマツ林では 30~64 kg/ha と本調査結果より虫糞量はやすすくない。このように昆虫類が目につかない林分においても、常に年間に 50~100 kg/ha の虫糞が集められるように昆虫類が生息しているものと解すべきである。ほかに、²⁾ 齊藤、⁹⁾ 佐藤らも虫糞量を調査しているが、トラップに使用した布の網目が大きかったために、その値は相当小さい。虫糞量を求めるにはトラップに使用する布に注意が必要であろう。

5) 寄生植物(マツグミ)量と広葉樹落葉量

モミ、ツガの寄生植物としてマツグミはよく知られている。標準地内の上層林冠に生育しているもののうちで比較的大きい個体にマツグミが多く寄生し、その葉が各トラップで回収された。

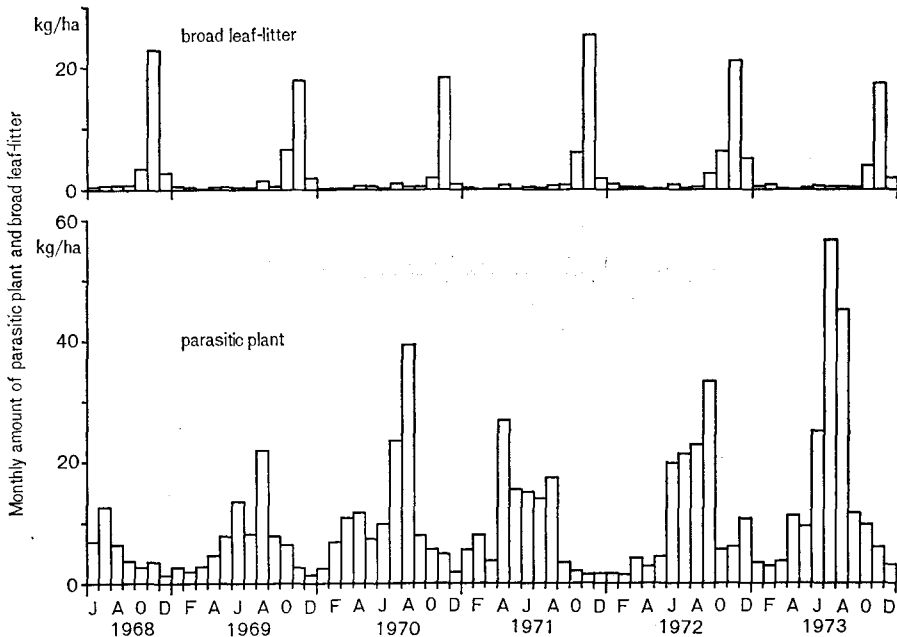


Fig. 8. Monthly variations of parasitic plant (*Taxillus kaempferi*) and broad leaved litter in fir-hemlock stand.

標準地内の広葉樹は下層植生としかみられないが、ツルアジサイが巻きあがっているモミ、ツガがあり、さらに標準地周囲のモミ、ツガにもツルアジサイが巻いている。トラップの受け口の高さが、傾斜の上部で 70~100cm であるため、トラップの上部斜面に生えている下層植生の樹葉が風などであおられてトラップに入ることもある。

寄生植物および広葉樹落葉量の季節変化を示すと図—8 のようになる。

寄生植物の落葉は、モミ・ツガの落葉のようなはっきりしたリズムを示していないが、大体夏期のようなものである。年間量で 82~188 kg / ha で、2.3 倍の差がみられる。

広葉樹は各年とも明瞭に11月に落葉のピークがみられ、その季節変化をあきらかに示している。調査地およびその付近には大きい広葉樹がないため、年落葉量は平均して 31 kg / ha で非常にすくない。

6) 昆虫の死体

回収したリターから選り分けられた昆虫の死体の季節変化は図—9 のようになる。

明らかな傾向はみられないが、夏から秋にかけてやや多いようである。年間に回収された量は 0.5~0.8 kg / ha で、極めてすくない。

リターの回収が月 1 回であるために、昆虫の死体がトラップに入ってから相当に消費されたのではないかと考えられる。選り分けられた虫体で完全な形を保っていたものはほとんどなく、例えば、セミ類でも羽根だけが入っていたり、コガネムシ類もほとんど虫体がバラバラになって、軟らかい腹部はほとんどなく、硬い頭部や上翅だけが集められていた。トラップに入ってから虫体がバラバラになったのか、それ以前になったか、確かめる方法はないが、すべてがバラバラになってからトラップに入ったとは考えられない。本調査で得られた値は相当な過少値と考えられる。

7) その他のリター量

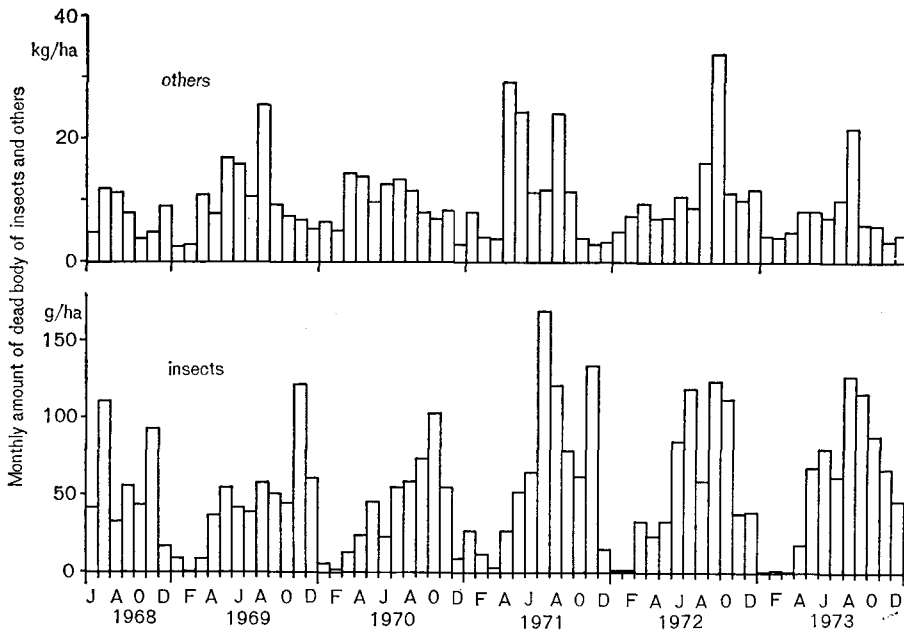


Fig. 9. Monthly variations of insect dead-bodies and the others in fir-hemlock stand.

Table 2. Annual litter fall in fir-hemlock stand.

	1968		1969		1970		1971		1972		1973		average	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Leaves of fir and hemlock ton / ha	(3.471)	70.5	2.665	53.7	2.790	63.3	3.306	71.8	4.345	59.9	2.813	78.9	3.184	64.2
Branches and bark of fir and hemlock ton / ha	(1.077)	21.9	1.607	32.4	1.152	26.1	0.910 1.453*	19.8	2.408 2.668*	33.2	0.366 0.497*	10.3	1.289 1.539*	26.0
Cones and seeds of fir and hemlock kg / ha	(91.7)	1.9	348.2	7.0	124.6	2.8	25.6	0.6	112.3	1.5	18.0	0.5	125.7	2.5
Insect faeces kg / ha	(82.5)	1.7	107.3	2.2	72.4	1.6	70.0	1.5	81.4	1.1	65.1	1.8	79.2	1.6
Parasitic plant (<i>Taxillus kaempferi</i>) kg / ha	(70.1)	1.4	82.0	1.7	132.4	3.0	114.7	2.5	134.4	1.9	187.6	5.3	130.2	2.6
Broad leaves kg / ha	(32.6)	0.7	29.8	0.6	24.1	0.6	36.0	0.8	37.9	0.5	26.8	0.8	30.9	0.6
Dead bodies of insects kg / ha	(0.50)	0.01	0.53	0.01	0.47	0.01	0.77	0.02	0.67	0.01	0.67	0.02	0.62	0.01
Others kg / ha	(99.6)	2.0	122.5	2.5	114.0	2.6	139.0	3.0	139.7	1.9	89.8	2.5	121.0	2.4
Total litter ton / ha	(4.925)	100	4.962	100	4.410	100	4.602 5.145*	100	7.259 7.519*	100	3.567 3.698*	100	4.961 5.211*	100

* Collect by traps of surface of four square meter (2m×2m)

Table 3. Numbers of spanworm estimated by faecal pellet method in fir-hemlock canopies per hectare.

year, month	1969, 7		1969, 8				1970, 7				1970, 7~8			
day	21~22	5~6	6~7	7~11	11~12	19~20	2~4	14~15	15~16	22~24	30~1	1~3	3~5	5~7
No. of spanworm (×1000)	53.2	70.5	71.2	61.1	65.5	76.2	31.6	94.1	87.6	72.5	174.1	151.1	135.4	128.5

以上7項目に選り分けた以外のものをすべてこれに含めた。例えば、ツルアジサイや下層植生の生殖器官、非常にまれであったがツルアジサイの枯れたツル、などで、そのほかにゴミのようなどうしても分けられないものである。図-9にはその季節変化を示してあるが、とくに明瞭な傾向はみられないが、やや夏期に多いようである。年間 90~139 kg / ha の量がその他として選り分けられた。

8) 総リター量

本調査で得られた各リターの総括表を示すと表-2のようになる。

1968年は6月以後の資料しかないが、仮りに1969~1973年の5年間の各月平均を1~5月にそれぞれあてはめて、年間リター量とした。なお平均リター量は1969年以後5年間の平均例で示されている。

総リター量に最も影響しているものは量が多いモミ・ツガの落葉量と落枝(非同化器官)量で、とくに年変化の大きい落枝量が最も総リター量に影響しているものと考えられる。この両者の量を合わせると、総リター量の90%を占めている。調査期間中では、1973年の総リター量が最もすくなく 3.6~3.7 ton / ha で、最も多かったのは1972年の 7.3~7.5 ton / ha となり、2倍の差があらわれている。年平均リター量は 5.0~5.2 ton / ha となり、調査モミ・ツガ林では、下層植生からのリターを除いて毎年約 5 ton / ha のリターが地上に供給されているものと考えてよいであろう。

II 食葉性昆虫類による被食量の推定

1) シャクガ類幼虫の摂食量と脱糞量の関係

野外での食葉性昆虫類の摂食量を直接に求めることはほとんど不可能で、摂食量と脱糞量の関係から、虫糞量より摂食量を推定することも一つの方法であろう。

本調査で集められた虫糞量より、その摂食量を推定するために、調査林分付近のモミ、ツガを摂食していたシャクガ類の幼虫を採取し、短期間、研究室で個体飼育し、摂食量と脱糞量の関係を求めた。

個体飼育は、1969年8月に9頭のシャクガ類の幼虫を採取し、約10日間モミおよびツガの満1年葉で飼育した。2~3日間隔で得られた摂食量と脱糞量の関係を求めると、図-10のようになり、

$$\log F = 0.9875 \log D + 0.0877$$

$$F: \text{摂食葉乾重量mg}, D: \text{糞乾重量mg}$$

の関係が得られる。

飼育したシャクガ類は、幼虫の体色などから2種類(種名未確認)供試したと思われるが、摂食量と脱糞量の関係に差がみられなかった。さらに餌として与えたモミとツガの間にも差がみられなかった。

直線の勾配は1よりやや小さい値となったが、虫糞量より摂食量を推定する場合に、1と考えるても大きな間違いではないであろう。すなわち、虫糞量の1.16倍を摂食量と推定することができる。

2) シャクガ類幼虫の生息数

回収した虫糞から数種類以上の食葉性蛾類がモミ、ツガの林冠で生息していることが推察され、標準地付近で採取した幼虫からも、シャクガ類でも2種類またはそれより多く生息していると思われる。このシャクガ類の幼虫は小形で、老熟幼虫でも体長 20~25mm であった。トラップに入る虫糞も小さいものが多く、小形の幼虫が比較的多く生息しているものと考えられる。

各トラップの横杭に内径 8.75cm の深底のシャーレを2個(1969年7、8月および1970年7月)または4個(1970年8月)あて置いた。すなわち、40個または80個のシャーレに入る糞粒数

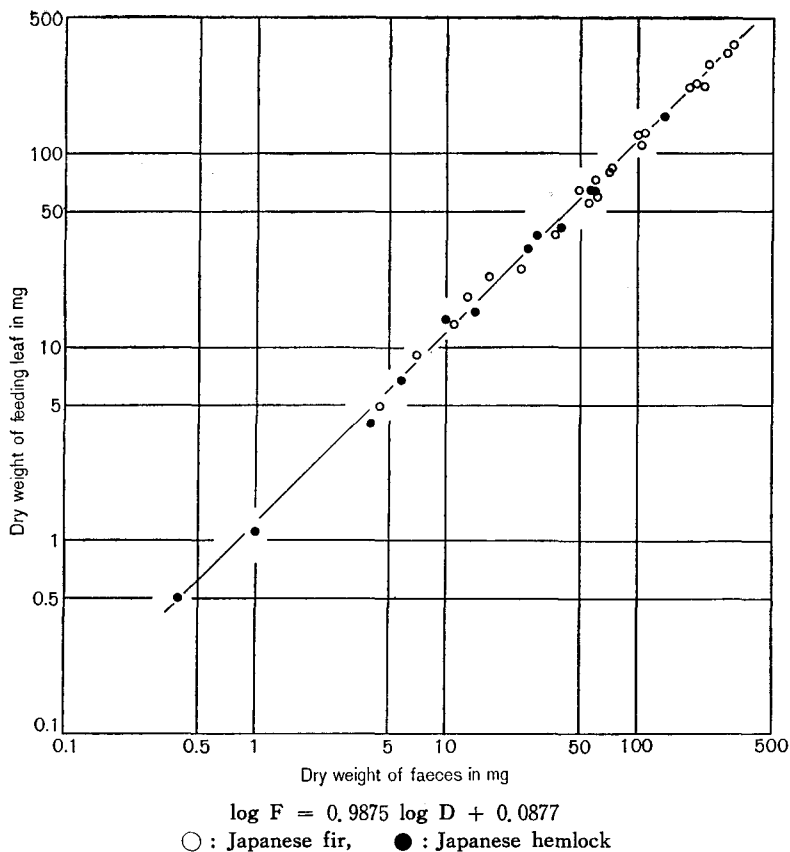


Fig. 10. Correlation between food consumption (F : feeding leaf in dry weight) and dry weight of faeces (D) egested by spanworm.

を1～2日ごとに数えた。さらに、標準地付近のモミ、ツガを摂食中のシャクガ類幼虫を捕らえ、

個体飼育により単位時間(24時間)あたりの脱糞粒数を調査した。シャクガ類幼虫の脱糞粒数は

1969年8月16日～24日 52～71粒 平均64.1粒 9頭供試

1971年7月22日～30日 30～89粒 // 59.2//

1971年8月2～30日 37～68粒 // 50.4//

のようになり、いくらか差がみられるが、シャクガ類幼虫の24時間あたりの平均脱糞粒数は58粒となった。

シャーレに入った糞粒数調査から、モミ・ツガ林のシャクガ類幼虫の生息数は表一3のように推定された。

マツ林におけるマツカレハ幼虫の生息数は、この方法で比較的正確に推定されているが、シャクガ類幼虫数の推定は、糞粒数調査に受け口の小さいシャーレを用いたために、各シャーレのバラツキは比較的大きく、推定値には相当な誤差があるかも知れない。しかし、万のオーダーで生息数を考えれば、表一3の値も一つの目安となるであろう。

3) 食葉性昆虫類による被食量の推定

モミ・ツガ林における食葉昆虫類による被食量すなわち食害量を、トラップで回収した虫糞量より概略つぎのようにして推定した。

リターの回収間隔が1カ月であるため、排糞重量として、得られた虫糞重量をそのまま用いることはできない。降雨による重量減少⁸⁾を考慮する必要がある。ここで得られた糞の降雨による重量減少は調査していないが、マツカレハやマイマイガの糞と同様であろうと考えて、降雨による重量減少を補正する。

シャクガ類の摂食量と脱糞量の関係から、糞量の1.16倍を摂食量と考えることができるが、その他の食葉性昆虫類の関係は不明である。コガネムシ類は、テーダマツを摂食したスジコガネ⁸⁾で虫糞量の1.143倍、カレハガ類は、マツ属を摂食したマツカレハ²¹⁾で1.3倍の例がある。集められた虫糞にカレハガ類の糞も混ざっていたことを考慮し、ここでは一応糞量の1.2倍の葉が摂食されたと考える。

食葉性昆虫による被食量には、摂食量のほかに、利用されずに切りおとされた量を加えねばならない。マツカレハ⁸⁾の場合は摂食量の約10%、広葉樹葉を摂食したものでは約20%、スジコガネ⁸⁾のテーダマツを切りおとす量は摂食量の2倍を越えている。昆虫の種類、葉の種類により、切りおとされる量に差がみられるが、スジコガネの場合を例外とを考えてもその差は比較的大きい。モミ、ツガの葉が小形で、幼虫も小さく、あまり多くは切りおとさないと考えられるので、この場合、仮りに摂食量の10%と考える。

以上のように考えて、調査期間中に食葉性昆虫類によって食害されたモミ・ツガの葉の量を推定すると、

1968年は 145kg / ha, 1969年—188kg / ha, 1970年—127kg / ha, 1971年—123kg / ha,
1972年—143kg / ha, 1973年—114kg / ha

となる。平均して 139kg / ha のモミ・ツガの葉が1年間に食葉性昆虫類によって消費されていたことになる。

この推定された食葉性昆虫類による被食量は、全葉量の1%程度で、新葉量と比較しても、その5%にも達しない。この値は、健全に生育していると思われる白浜試験地のテーダマツ林における食葉性昆虫類の推定された食害率ともよく似、われわれの目につかないところで、森林、林木の生育には影響を与えないで、森林生態系の一構成要員として、昆虫類は生息し、安定した昆虫相を形成していると考えてよいのではないだろうか。

あ と が き

5年7カ月にわたって、天然生モミ・ツガ林のリター量の季節変化を調査し、集められた虫糞量から食葉性昆虫類の食害量を推定したが、落枝量の推定にはさらに資料を加える必要がある。また生息している昆虫類の確認、その摂食量調査、摂食にともなう切りおとし量など、今後さらに詳しい資料を求めなければならない。本調査地では、今後もさらに調査を続行し、新しい資料を加え、積み重ねられた資料で、より正確なモミ・ツガ林のリター量、昆虫による被食量などを明らかにする予定である。

文 献

- 1) 大政正隆・森徑一：落葉に関する二、三の研究，林業試験報告，**3**，41～107（1937）
- 2) 齊藤秀樹：森林のリターフォール量の推定に関する研究（1972）
- 3) 安藤貴・千葉喬三・牟田克美：モミ・ツガ林のリター量（1969年の値），森林生態系の一次生産力の比較研究班中間報告，9～14（1971）
- 4) ————・西村武二・谷本文夫・宮本倫仁・田川隆太郎：モミ・ツガ林の一次生産量，森林生態系の一

- 次生産力の比較研究班中間報告, 1~8 (1973)
- 5) 小村精・宮田逸夫・細川隆英: アカマツ林, ツガ林の落葉枝量, 森林の一次生産測定法の研究班中間報告, 69~71 (1976)
 - 6) Kimura, M.: Dynamics of vegetation in relation to soil development in Northern Yatsugatake Mountains, Jap. J. Bot., **18**, 255~287 (1963)
 - 7) 山本肇・真田悦子: トドマツ落葉の分解が土壤におよぼす影響, 林試研報, **229**, 63~92 (1970)
 - 8) 古野東洲: テーダマツ林の食葉性昆虫による被食量について, 京大演報, **44**, 20~37 (1972)
 - 9) 佐藤昭敏・加藤亮助: アカマツ幼令林における落葉枝量の季節変化 (予報), 20回日林東北支講, 54~57 (1968)
 - 10) Bray, J. R.: Primary Consumption in Three Forest Canopies, Ecol., **45**, 165~167 (1964)
 - 11) Carlisle, A., A. H. F. Brown and E. J. White: Litter Fall, Leaf Production and the Effects of Defoliation by *Tortrix viridana* in a Sessile Oak (*Quercus Petraea*) Wood land, J. Ecol., **54**, 65~85 (1966)
 - 12) 古野東洲・川那辺三郎: 和歌山演習林におけるモミ・ツガ林の生産力調査, 第1報 主としてモミ林について, 京大演報, **39**, 9~26 (1967)
 - 13) ———: 和歌山演習林におけるモミ・ツガ林の生産力調査, 第2報 モミ, ツガ混交林について, 京大演報, **42**, 128~142 (1971)
 - 14) 柴田正善: 和歌山演習林におけるモミ, ツガの立木幹材積表, 京大演集報, **10**, 127~134 (1972)
 - 15) 安藤辰夫ほか: 亜高山帯の森林施業に関する研究 (11), 亜高山帯林の生産構造と生産力について (1), 名古屋営林局, 1~32 (1969)
 - 16) 佐藤大七郎ほか: 志賀山特別研究地域亜高山帯針葉樹林の林分概況と落葉枝量の概算 (予報), 亜寒帯および温帯林生態系の生物生産力, 昭和45年度研究報告 (1), 6~13 (1971)
 - 17) 寺田美奈子・伊野良夫・大島康行: 志賀山特別研究地域亜高山帯針葉樹林のリターによる N, P, K, Ca の林床への還元量, 森林生態系の一次生産力の比較研究班中間報告, 82~84 (1972)
 - 18) Kikuzawa, K. and T. Furuno: The Estimation of Population Density of the Pine Caterpillar, *Dendrolimus spectabilis*, Bull. Kyoto Univ. For., **40**, 7~15 (1968)
 - 19) 近藤秀明: 排ふん量をもとにした松毛虫の発生量調査, 森林防疫ニュース, **17**, 10~13 (1968)
 - 20) 古野東洲: 未発表
 - 21) ———・大村寿郎: マツ属食葉性昆虫, とくにマツカレハの摂食量と脱糞量の関係について, 京大演報, **42**, 27~36 (1971)

Résumé

The seasonal variation of litter fall and primary consumption by herbivorous insects was studied in a mixed stand consisting of natural Japanese fir (*Abies firma* Sieb. et Zucc.) and Japanese hemlock (*Tsuga sieboldii* Carr.) in Kyoto University Forest in Wakayama Prefecture.

During sixty-seven months from June, 1968 to December, 1973, twenty traps of a square meter (1m×1m) were set up one meter above the ground in investigated stand and litter fall was collected monthly. These traps were made of Tetoron-cloth of fine mesh and were made in the shape of a funnel. Additionally, ten traps of four square meter (2m×2m) for branch litter were set up on the ground in the same stand in August, 1970 (Fig. 2).

The litter was divided into the following eight fractions by hand sorting:

Leaves of fir and hemlock.

Branches of fir and hemlock including bark.

Cones including seeds.

Insect faeces.

Parasitic plant (*Taxillus kaempferi*).

Broad leaves.

Dead bodies of insects.

Others.

Each fraction was oven-dried and weighed in the laboratory. The primary consumption by herbivorous insects in canopies of fir and hemlock was estimated from insects faeces

captured by traps.

Seasonal variations of the amount of leaf litter was shown to be similar each year. Natural defoliation was observed from October to November in Japanese fir and hemlock, while the defoliation of broad leaves only occurred in November (Fig. 3 and 8).

The branch fall of fir and hemlock seemed to be caused by the strong wind (e. g. the typhoon) and the snowfall in winter, therefore, the seasonal variation was not observed (Fig. 5).

The cone and seed production of fir and hemlock was rich in one year (1969 and 1972) and poor in the other years (Fig. 6).

The amount of faeces of herbivorous insects in summer (from July to September) occupied 49~55% of the total faeces egested for one year, while it was only 1.7~3.0% in winter (from December to February) (Fig. 7).

The dry weight of annual litter fall was calculated 3.6~7.4 ton/ha with an average of 5 ton/ha. The leaves, branches and bark of fir and hemlock occupied about 90% of the total annual litter fall (Table 3).

The correlation between food consumption and faeces of spanworm which fed on leaves of fir and hemlock, are shown through the straight line on the logarithms (Fig. 10), that is ;
 $\log F = 0.9875 \log D + 0.0877$

F : dry weight of feeding leaf in mg

D : dry weight of faeces in mg

The annual loss of leaves by primary consumption of herbivorous insects in fir-hemlock stand was estimated at 114~188 kg/ha with an average of 139 kg/ha in dry weight.