

コナラ林におけるリターフォール量の季節変化 および食葉性昆虫による被食量

古 野 東 洲・齋 藤 秀 樹

Seasonal Variations of Litter Fall and Primary Consumption
by Herbivorous Insects in *Quercus serrata* Stands in KYOTO

Tooshu FURUNO and Hideki SAITO

要 旨

本報告には、京都市近郊にあるコナラ壮齡林および京都大学農学部附属演習林本部苗畑に植えられているコナラ若齡林において、1971年から4年間にわたって、リターフォール量およびその季節変化を調査し、虫糞量から食葉性昆虫類による被食量を推定した結果がまとめられている。

コナラの年落葉量は、調査期間を平均して、壮齡林で2.87 ton/ha・y、若齡林で3.12 ton/ha・yで、そのピークは、両林分ともに、11月下旬から12月中旬にみられ、11～12月の落葉量は、年落葉量の85～88%（壮齡林）、90～95%（若齡林）を占めていた。

落枝量は、生育開始初期（4～5月）と秋～冬（9～1月）に落下のピークがみられ、年間に、壮齡林で1.52ton（0.47～2.71ton）/ha・y、若齡林で0.74ton（0.56～0.88ton）/ha・yの落枝量で、壮齡林における年変動が大きかった。

生殖器官は、4～5月の雄花の落下、9～10月の果実の落下の2つのピークがみられ、果実は6月以後未熟果で落下している。生殖器官落下量は、壮齡林で0.66ton（0.12～0.98ton）/ha・y、若齡林で0.17ton（0.07～0.26ton）/ha・yであった。

昆虫類の死体は、壮齡林で5.4kg（4.4～6.6kg）/ha・y、若齡林で9.7kg（6.9～11.8kg）/ha・y、虫糞は、それぞれ、80.6kg（54.9～94.9kg）/ha・y、127.2kg（49.9～197.4kg）/ha・y集められ、5～9月に年間量の大部分が集められた。

総リターフォール量は、壮齡林で5.8ton（4.4～7.0ton）/ha・y、若齡林で4.4ton（4.2～4.9ton）/ha・yであった。

虫糞量から、食葉性昆虫類の摂食量は、壮齡林で110～196kg/ha・y、若齡林で90～355kg/ha・yと推定され、リター中の切り落された葉量を加えて、食害量は、壮齡林で124～217kg/ha・y、若齡林で107～372kg/ha・yとなり、それぞれ落葉量の4.3～8.0%、3.5～12.9%に相当した。

ま え が き

いろいろな森林におけるリターフォール量およびその季節変化を調査した資料は、これまでに数多く報告され、調査は、大政ら¹⁾の地表面のリターを集めることにはじまり、布や寒冷紗のトラップを地表から離して設置する調査方法へ移り変ってきた²⁻¹⁰⁾。さらに、トラップに用いる布や寒冷紗の網目も、集めるリターによって、非常に網目の細かい化繊のゴース（虫糞とくに細か

いものを逃がさないため)や1mmメッシュの寒冷紗(落葉とくに広葉や落枝など比較的大きいリターを集める)など、その調査の主目的によって使い分けられている。

落葉広葉樹林におけるリターフォールの調査も、コナラ林¹¹⁻¹⁵⁾、ブナ林^{10,12,15-17)}、ミズメ林¹⁸⁾などにおいてすでにいくつかの資料は報告されている。森林には常に生息し、リターには必ず含まれている虫糞を選別した報告は、最近、次第に多くなってきたが、落葉、落枝の調査に比べれば、はるかにすくない。テードマツ林²⁾、モミ、ツガ林⁴⁾、ヒノキ林^{8,9,19)}、ナギ林²⁰⁾、モリシマアカシア林²¹⁾、ミズメ林¹⁸⁾などにおける虫糞量の調査報告はみられるが、コナラ林における虫糞量を調査した報告はない。コナラ属(*Quercus*)の葉を摂食する昆虫類はマツ属(*Pinus*)の比ではないであろう。マイマイガ、クスサン、ヤママユ、ヤマダカレハなど大型の食葉性昆虫の食樹であり、これらの昆虫類が発生すれば、リターフォール中の虫糞の占める割合も多くなるであろう。

本報告では、京都市郊外の壮齢のコナラ林と演習林本部苗畑に植えられた若齢のコナラ林において、リターフォールの季節変化を調査し、さらに、選別された虫糞量から食葉性昆虫類の食害量を推定した。

調査林分の概況

調査コナラ林分はつぎの2林分である(表-1)。

Table 1. Description of investigated *Quercus* stands.

Stands	Density (No./ha)	DBH (cm)	Tree height (m)	Stand height (m)	Basal area (m ² /ha)
A	1600	4.0-18.8	—	14	20.86
B	47330	0.5- 9.4	1.4- 6.0	4	36.85

林分A;京都市右京区宇多野上ノ谷町,妙光寺境内にある約40年生のコナラの小林分で、立木密度1600本/ha、胸高直径は4.0~18.8cmでその巾は大きい。林分高は約14m、標準地(137.5m²)内には、コナラのほか、クリ、クスギ、アベマキ、ウワミズザクラ各1本が含まれ、コナラの枯死木も3本ある。このコナラ林には、胸高直径6~8cmのヤマハゼが2本あるが、標準地には含まれていない。コナラ林は、その周囲を樹高がほぼ同じ、アラカシ、シイ、ソヨゴにヒノキの混交した森林が東と北側に、南と西側はモウソウチクとハチクの林で囲まれている。さらにこれらの林分高を抜けたアカマツの大径木(約50cm)2本がある。

林分B;京都市左京区北白川追分町,京都大学農学部附属演習林本部苗畑に、1966年4月に満1年生のコナラ苗木を巾1mの畝に3列に植付けた若齢の小林分で、1975年4月には、立木密度は47330本/haで、植栽本数の79%に減少していた。最も大きい個体は、胸高直径9.4cm、樹高6mにも育っていたが、被圧されて小さい個体も多く、平均林分高は4mである。

調査方法

対象林分に、一辺50cmの正方形の受け口面積0.25m²、深さ約40cmの化繊布(ゴース)トラップを、林分Aには15個、林分Bには5個、ランダムに設置した。リタートラップの受け口の一边の長さがリターの長さに対して2倍以上あれば、測定結果に大きな差が認められない⁹⁾ことが判明しているので、トラップは十分な大きさと判断される。また、食葉性昆虫類の糞を集める

ため、微細な虫糞をもトラップからもれないために、化繊のゴースを使用した。

調査は、林分Aでは、1971年6月30日に、林分Bでは1971年7月31日に、各トラップを設置することで始められ、両林分とも1975年3月31日まで、リターを10日または1カ月間隔で回収して続けられた。

集められたリターは、研究室で、コナラの葉、枝、生殖器官（雄花、果実）、昆虫類の死体、食葉性昆虫類の糞などに分け、これら以外のリターはすべてその他にまとめた。選別後、各リター要素の絶乾重量を求めた。さらに、コナラ葉のなかから葉柄を付けていない葉、すなわち、葉身の間で切られている葉の断片を選び、その絶乾重量をも求めた。

調査結果および考察

1. リターフォール量およびその季節変化

選別されたリター各要素の年間量を示すと表-2のようになる。

Table 2. Annual litter fall in *Quercus* stands.

kg (dw) ha ⁻¹ y ⁻¹ , (%)							
	Leaf	Branch	Sexual organ	Feces	Insect body	Others	Total
1971 (Jun. 30-Apr. 10)	2,887	—	—	54.9	—	—	—
1972 (Apr. 10-Apr. 2)	2,785 (62.7)	467 (10.5)	118 (2.7)	84.0 (1.9)	4.4 (0.1)	987 (22.2)	4,445 (100)
Stand A 1973 (Apr. 2-Mar. 31)	2,554 (36.4)	2,710 (38.6)	980 (14.0)	94.9 (1.4)	5.1 (0.1)	678 (9.7)	7,022 (100)
1974 (Mar. 31-Mar. 31)	2,800 (47.5)	1,394 (23.7)	883 (14.9)	88.5 (1.5)	6.6 (0.1)	718 (12.2)	5,890 (100)
1971 (Jul. 31-Mar. 29)	2,875	—	—	197.4	—	—	—
1972 (Mar. 29-Mar. 31)	3,114 (74.2)	558 (13.3)	74 (1.8)	147.8 (3.5)	10.4 (0.2)	293 (7.0)	4,197 (100)
Stand B 1973 (Mar. 31-Mar. 31)	3,351 (68.7)	876 (18.0)	260 (5.3)	113.6 (2.3)	11.8 (0.2)	263 (5.4)	4,875 (100)
1974 (Mar. 31-Mar. 31)	3,064	776	179	49.9	6.9	—	4,076

1) コナラの落葉量

コナラの落葉の季節変化を示すと図-1のようになる。

落葉の季節変化は、ミズメ林¹⁸⁾の変化とはすこし異なり、林分AおよびBともに、11月と12月に落葉が集中する顕著なJ型を示し、年落葉量の90~95%（林分B）、85~88%（林分A）とほとんど90%の落葉がこの時期に集中している。同様に、秋季に集中的に落葉することは、他のコナラ林においても認められ¹²⁻¹⁵⁾、本調査においても例外ではなかった。ただ、本調査では、11月と12月に集中したが、これらの林分では、生育場所が本調査地より寒冷地であるため、10月と11月に集中し、約1カ月早く落葉している。

コナラ林の落葉期は11~12月であっても、モミ、ツガ林でみられたように^{4,5)}、年によってそのピークの月が異なっている。両林分ともに、1971年は11月に、1972年、1973年は12月にピーク

がみられるが、1974年は11月と12月に両林分で分かれている。10日間隔で調査した3年間では、落葉のピークは11月下旬から12月中旬までにみられ、京都市近郊では、この1カ月間がコナラの落葉の集中する時期と考えられる。

年落葉量は、1971年が調査開始までの、林分Aでは3カ月、林分Bでは4カ月が集められていないが、図-1からわかるように、その間の落葉量は非常にすくない。林分Aでは、1971年の落葉量が最も多く、さらに、斎藤が同年に林分Bで、受け口 $30 \times 30 \text{ cm}$ のトラップで調査した落葉量が $2,989 \text{ kg/ha} \cdot \text{y}$ で、ほとんど差がなく、表-1の値をほぼ年落葉量と考えても間違いはないであろう。ちなみに、1972~1974年の平均値では、その間の落葉量は年落葉量の5.7% (林分A)、2.4% (林分B) になる。この量を1971年の未回収分と考え、1971年の落葉量に加えて、4年間を平均すると、年落葉量は、林分Aでは $2.87 \text{ ton/ha} \cdot \text{y}$ 、林分Bでは $3.12 \text{ ton/ha} \cdot \text{y}$ となる。

2) コナラの落枝量

回収されたコナラの落枝の季節変化を示すと図-2のようになる。

コナラ落葉にみられたような明らかな季節的な変動はみられない。しかし、これまでに調査されたモミ、ツガ林^{4,5)}やヒノキ林^{6,8,10)}などで、秋~冬の落枝量は多いが、他の季節ではとくに特徴はみられず、台風などの強風の影響があらわれていたことと比べるとやや違った傾向がみられる。

すなわち、モミ、ツガ、ヒノキなどの落枝は枯れてから時間をおいて、枯枝が腐って強度がなくなって折れて落ちているが、コナラの場合には、この様に折れて落ちるものに比べて、前年または2年前に伸長した非常に細い枝端の枝 (直径 $2 \sim 3 \text{ mm}$ 以下) が、生長開始部位で離層ができたようにして分離し落ちていることである。折れて落ちたものとはとくに選り分けなかったが、本調査で集められた落枝の多くは、この離層によると思われるもののようで、このような落枝が、両林分ともに、生育開始から初期にあたる4月から5月の落枝量のほとんど全部を占めていた。コナラの落枝のリズムは、強風などの物理的要因を除けば、この生育開始初期と初秋~初冬にみられる2つのピークがみられ、モミ、ツガ林やヒノキ林にみられなかった特徴があるようである。

年落枝量は、林分Aで $0.47 \sim 2.71 \text{ ton/ha} \cdot \text{y}$ 、林分Bで $0.56 \sim 0.88 \text{ ton/ha} \cdot \text{y}$ で、林分Aにおけ

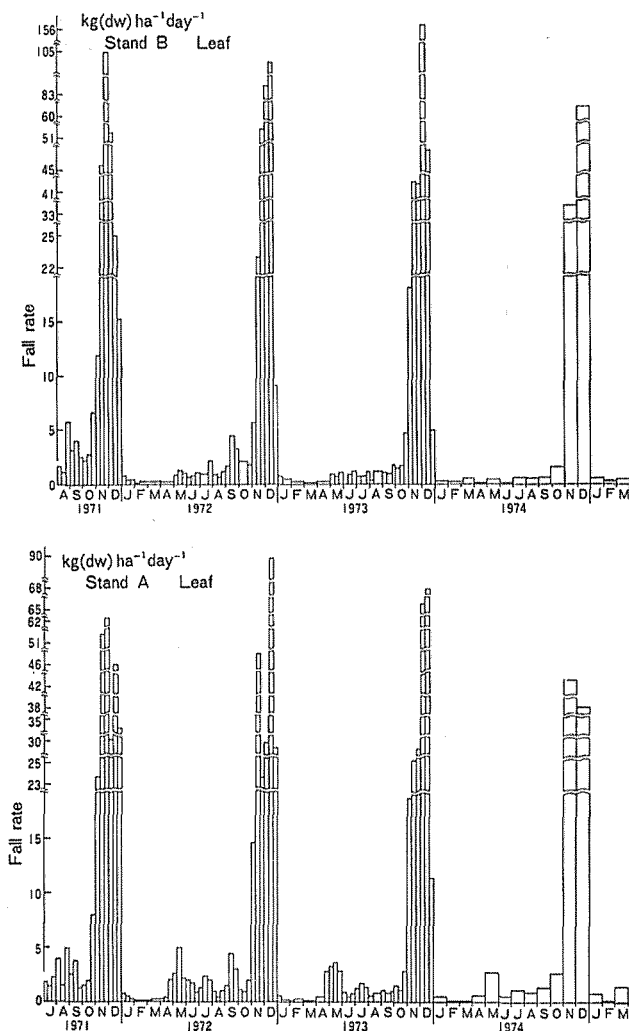


Fig. 1. Seasonal variations in the fall rates of leaf-fall in *Quercus* stands.

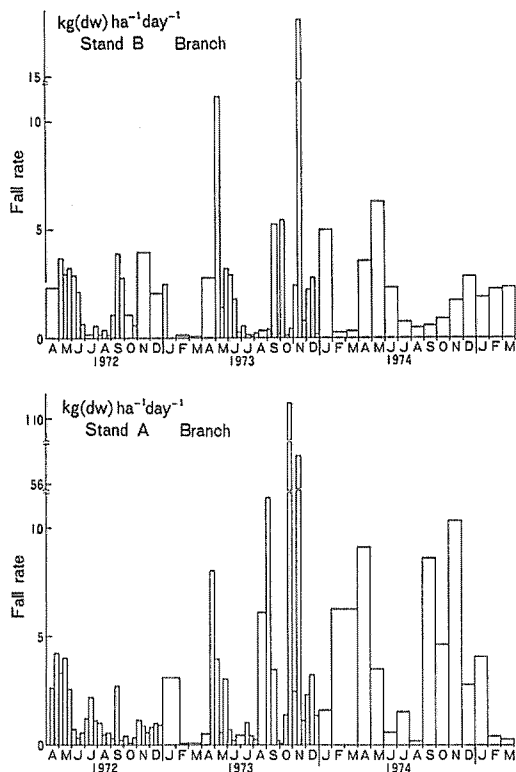


Fig. 2. Seasonal variations in the fall rates of branch-fall in *Quercus* stands.

3) コナラの生殖器官落下量

集められたコナラの生殖器官の季節変化を図-3に示す。

生殖器官の落下リズムは、4～5月および9～10月に、明らかな2つのピークがみられる。4～5月のピークは雄花の落下のため、9～10月のピークは果実の落下のためである。4～5月の雄花の落下の後、6月以後9～10月のピークまで漸増する落下は、未熟な果実の落下のためで、成熟するまでに相当多数の未熟な果実が落下している。このような未熟果の落下はナギ林²⁰⁾においても確認されている。

モミ、ツガ林^{4,5)}、ヒノキ林⁸⁾において、その結実に豊凶がみられることが、リター調査で明らかになっているが、林分Aの結実にも同様の傾向がみられる。すなわち、1972年に比べて、1973年および1974年の生殖器官落下量が7～8倍を示し、3年間の調査であるため、豊凶の程度はわからないが、コナラの結実にも年による豊凶は明らかである。なお、トラップには落果を動物類の食害から防止する方策を構じていないので、動物類の消費の有無、多少、年変動などを論じることとはできない。ただ、動物類に食われたと思われるこわれた果実がトラップでみつまっていることから、動物類の消費が無かったとはいえない。

林分Bでは、1972年に一部の樹に結実がみられ、コナラは発芽後7年で結実することがわかる。

3年間の生殖器官落下量を平均すると、林分Aでは0.66ton/ha・y、林分Bでは0.17ton/ha・yとなる。

4) 昆虫類の死体量

リターから選別された昆虫類の死体の季節変化を図-4に示す。

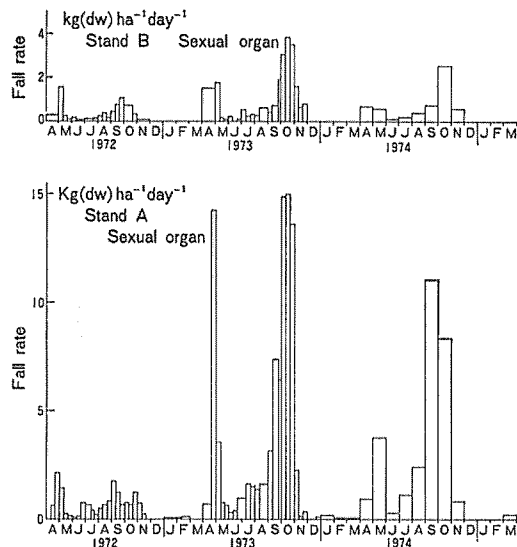


Fig. 3. Seasonal variations in the fall rates of sexual organs in *Quercus* stands.

る年変動が大きい。1973年の林分Aは、11月の落枝量が多く、この時は枯れて腐った枝がやや多くみられたためである。3年間の落枝量の平均値は、林分Aで1.52ton/ha・y、林分Bで0.74ton/ha・yで、若齢林での落枝量はすくない。

林分Aでは、多種類の昆虫類が多く活動している7～8月または7～9月の夏季に多く集められているが、林分Bでは、林分Aほど夏季集中型を示していない。集められた昆虫類の死体で、数は多くないが目立つのは、鞘翅目の昆虫で、林分Bの1973年6月には、ナガチャコガネの死体、さや翅が、1972年7月には、コフキコガネのさや翅が集められていた。ヒノキ林においても同様であったが、食葉性昆虫である鱗翅目の成虫や幼虫の死体は非常にすくない。リターフォール中に含まれる虫糞の排出者である鱗翅目の幼虫の脱皮した頭部カプセルがわずかにみられたにすぎず、生息していた昆虫類の種名を判別することは一部を除いてほとんど不可能である。

年間に、林分Aで4.4～6.6 kg/ha・y, 林分Bで6.9～11.8 kg/ha・yの昆虫類の死体が集められ、今まで調査された各種林分^{4,8,18,20,21)}と比べて多く集められている。

今までの調査では、1カ月間隔によるリター一回収であったために、虫体がトラップに落下してから、アリなどに食われて相当量消費されたものと考えられていたが、本調査では、回収間隔が10日であったため、トラップ内での消耗が、1カ月間隔の回収に比べてすくなかったのかも知れない。これまでの調査で、コガネムシ類の完全な虫体で回収された例は、白浜のテードマツ林²⁾で、スジコガネの発生年にみられた程度で、モミ、ツガ林⁴⁾、ヒノキ林⁸⁾、ミズメ林¹⁸⁾ではみられなかった。今回は、ナガチャコガネが林分Bにおいて5個のトラップで、最も多い時には、18匹も集められた。各調査時には、小型のアリ類の死体もみられ、大型のコフキコガネでもさや翅だけに分解され、本調査においても得られた値は過少と考えられる。

5) 食葉性昆虫類の糞量

昆虫類の糞は、その大部分が食葉性蛾類の幼虫の糞で、一部コガネムシ類の糞もまざっていた。食葉性蛾類の糞から種名を判断することはほとんど不可能であった。ただ林分AおよびBともに、4月下旬から6月中旬に、マイマイガのものと思われる糞があり、その幼虫の脱皮殻、頭部カプセルで生息が確認された。さらに林分Bでは、マイマイガの蛹もみついている。その他の昆虫類の糞は、大小さまざまのものが集められたが、ほとんど種名は確認できない。マイマイガのほかに、トラップ内の脱皮殻によりリンゴドクガを、地表の落葉下で越冬中のドクガを確認している。

集められた虫糞量の季節変化を示すと図-5のようになり、5～6月にみられる小さいピークと7～8月にみられる大きなピークが特徴的である。5～6月のピークはマイマイガの糞が主になっているものと思われるが、7～8月のピークの糞の内容は不明である。5～9月で年間虫糞量の大部分(88～93%)が集められ、さらに7～9月の3カ月間に年間量の57～69%が集められ、虫糞量の夏季集中型の特徴ある季節変化を示している。一般に、特定の昆虫が高密度に発生しな

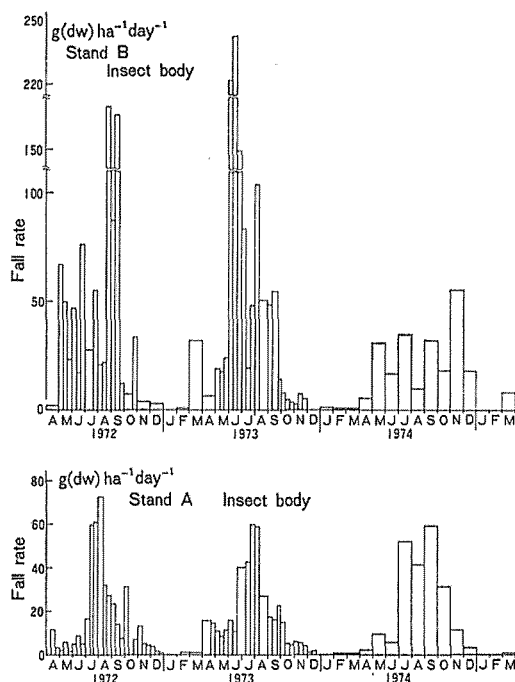


Fig. 4. Seasonal variations in the fall rates of insect bodies in *Quercus* stands.

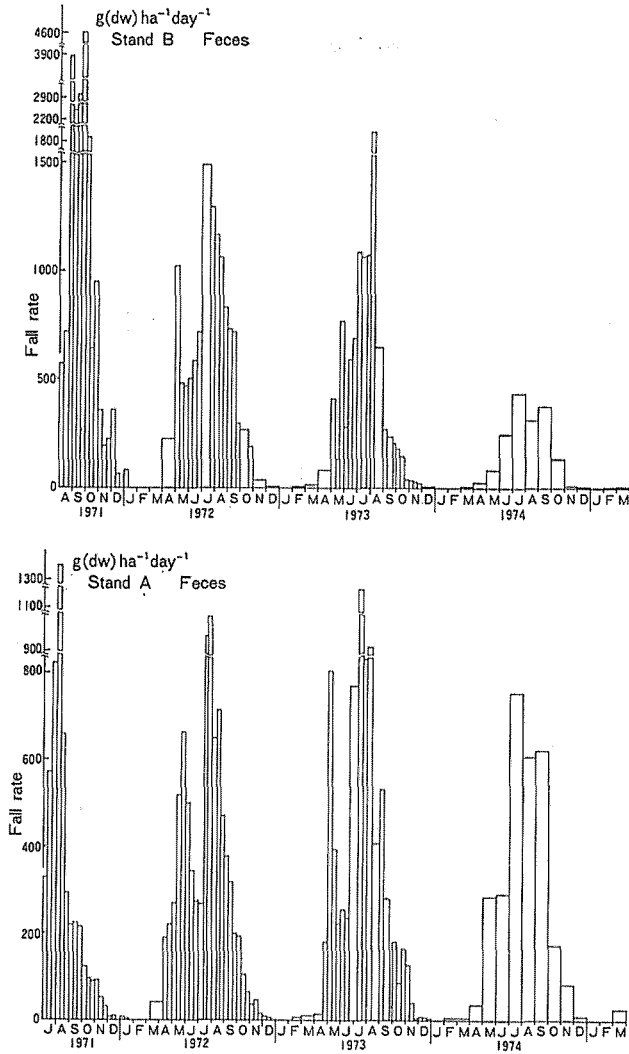


Fig. 5. Seasonal variations in the fall rates of feces eggested by herbivorous insects in *Quercus* stands.

の外周を囲んでいるアラカシ、シイ、ソヨゴ、ヒノキ、タケの葉に、ヒノキの種子も飛び込んでいる (0.68~0.99 ton/ha·y)。林分Bでは、苗畑東側の見本樹、主としてマツ類の針葉が集められている (0.26~0.29 ton/ha·y)。

7) 総リターフォール量

本調査で得られた各リターは表-2にまとめられている。総リターフォール量は、林分Aで、4.4~7.0 ton/ha·y と年による差がみられ、落枝と落果がその差の原因となっている。林分Bでは、4.2~4.9 ton/ha·y で、平均すると、林分Aで5.8 ton/ha·y、林分Bで4.4 ton/ha·y のリターが年々林地に供給されていることになる。

かった場合に、糞量はこのような夏季集中型を示すものと考えられる。

年間虫糞量は、林分Aで54.9~94.9 kg/ha·y、林分Bで49.9~197.4 kg/ha·y、平均して、それぞれ、81 kg/ha·y、127 kg/ha·yとなる。この値は、1971年の未回収期間の糞量を考えるとさらに多くなる。この糞量は、ミズメ林¹⁸⁾、ヒノキ林^{8,19)}と比べて相当に多く、比較的多く集められたモミ、ツガ林⁴⁾ (平均79 kg/ha·y)、ナギ林²⁰⁾ (69~106 kg/ha·y) よりも多く、モリシマアカシア林²¹⁾ (78~171 kg/ha·y) に匹敵する虫糞量となった。林分Bの1971年は7月までの虫糞量を考えると200 kg/ha·yを越え、同様な方法で調査された各種林分 (健全とみられた林分) と比べて相当に多い虫糞量で、コナラ属を食害する食葉性昆虫類の多種、多様性を裏付けたことにもなるであろう。

6) その他のリターフォール量

以上1)から5)までの各リター要素以外のものをその他としてまとめた。コナラの冬芽の開芽にともなって落下する芽鱗は、このその他に含まれている。コナラの芽鱗以外は、調査林分外の各樹種の落葉が主で、林分Aでは、コナラ林

2. 食葉性昆虫類による被食量の推定

コナラ林における食葉性昆虫類による被食量（食害量）を、リタートラップに捕えられた虫糞量から、これまで個体飼育した、マイマイガ、クスサンなどの広葉樹食害虫類の糞量と摂食量の関係を用いて推定した。

1) 摂食量の推定

これまでに求められた食葉性昆虫類の糞量と摂食量は、マツ属を摂食するマツカレハ^{22,23)}、クロスズメ²³⁾、スジコガネ^{2,24)}、ヒノキを摂食するスギドクガ⁸⁾では、比例関係として、両対数グラフ上で勾配1となる。モンクロシャチホコ²⁵⁾、オオケンモン²⁵⁾、リンゴケンモン²⁵⁾でも摂食量は糞量に比例しているが、マイマイガ^{25,26)}、クスサン²⁶⁾、セグロシャチホコ²⁵⁾では、両者の関係は両対数グラフ上で勾配が1よりやや小さい値（約0.94）となり、幼虫の発育につれて、同化効率が悪くなっている。リターで回収される虫糞量は、回収間隔があり、その間の降雨による重量減少を補正しているため、これまでの調査結果を総合して、広葉樹食害虫類も、あえて摂食量が糞量に比例していると考え、平均値として、虫糞量の1.35倍で摂食量を推定している²⁷⁾ので、ここでもこの値を用いる。

選別された虫糞量の降雨によるトラップ内での重量減少は、マツカレハの糞による調査では、排糞重量の25%である²⁾。マイマイガの終齢の後半の老熟幼虫の糞を用いて、野外で降雨にさらして、その重量減少を調査した結果を表-3に示す。

Table 3. Loss of feces-weight by precipitation in trap.
—a case of feces of Gypsy moth mature larvae—

	Jul. 3	Jul. 4	Jul. 5	Jul. 7	Jul. 8	Jul. 10	Jul. 12
Relative weight	100.1	100.3	93.5	89.8	82.5	79.3	76.6
(%)	99.4	100.1	91.9	88.0	80.2	77.3	75.7
Precipitation	-100.5	-100.5	-95.9	-91.8	-84.1	-82.6	-77.1
(mm)	0	0	6.4	5.0	19.0	10.3	8.7

(Jul. 2 started)

調査方法は、1.5mの高さに、サランネット1枚の屋根をつくり、その下に地上約60cmに、リタートラップに使用したものと同一化繊ゴースの小型のトラップを設け、その中に約1gのコナラを摂食したマイマイガの糞を入れ、日数経過による重量減少を調査した。対照として、同様小型トラップを雨にさらされないように設置し、野外の糞の重量測定と同時に重量を求め対比させた。

降雨のない48時間後では、野外でも重量減少はみられなく、以後、降雨によって重量は減少し、10日後には、総雨量49.4mmで76.6%に、当初の重量の23.4%が減少していた。マツカレハの同様の調査²⁾では、糞の重量減少は、今回のマイマイガの場合よりも大きかったが、マツカレハでは、設置直後から降雨にさらされたためと思われ、排糞後直ぐに雨にあうか、しばらく乾いてから雨にあうかで、重量減少の程度にすこし差がみられるようである。また、本調査中の雨はそれほど激しいものではなかったので、より激しい雨にさらされれば、なお多く重量減少をおこす可能性はあると思われる。トラップで回収した糞は、早く排糞され、早くから雨にあったものと、そうでないものの混合のために、マツカレハでは糞重量の雨による減少を25%と考えたが、マイ

Table 4. Annual feeding leaf and grazing loss by herbivorous insects in *Quercus* stands.
kg (dw) ha⁻¹y⁻¹

		Feces <i>F</i>	Feeding <i>ΔG</i>	Cut leaf <i>Lc</i>	Grazing <i>ΔG'</i>	<i>Lc/ΔG</i> (%)	<i>ΔG'/ΔL_F</i> (%)
Stand A	1971	54.85	98.74	25.06	123.80	25.4	4.3
	1972	84.04	151.26	33.42	184.68	22.1	6.6
	1973	94.91	170.84	32.79	203.63	19.2	8.0
	1974	88.52	195.93	20.75	216.68	10.6	7.7
Stand B	1971	197.37	355.26	16.74	372.00	4.7	12.9
	1972	147.81	266.06	33.39	299.45	12.5	9.6
	1973	113.59	204.47	32.09	236.56	15.7	7.1
	1974	49.86	89.75	17.21	106.96	19.2	3.5

ΔL_F : Leaf fall

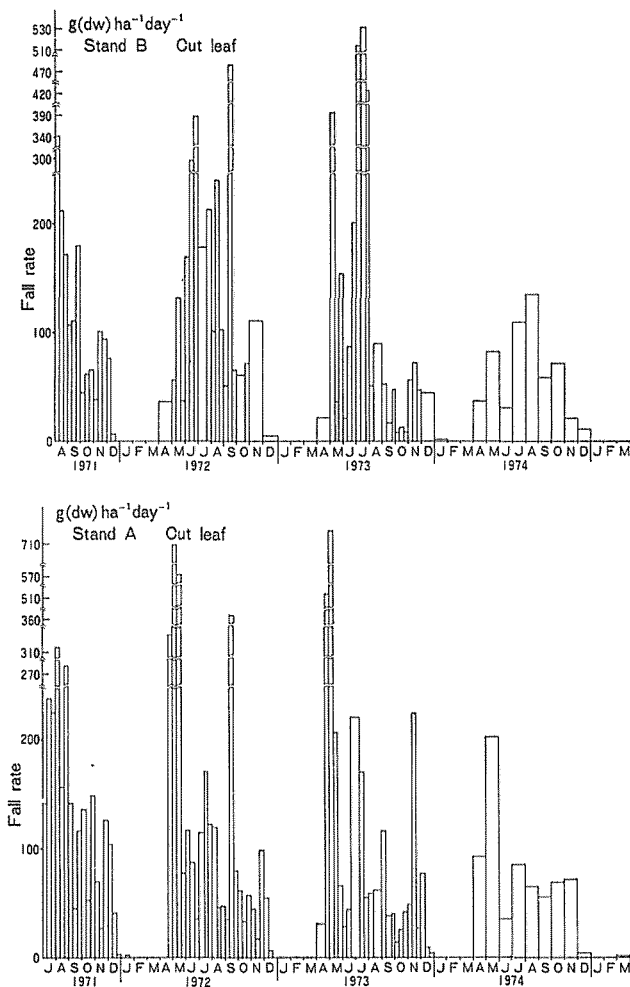


Fig. 6. Seasonal variations in the fall rates of cut leaves by feeding behavior of herbivorous insects in *Quercus* stands.

マイガの糞の場合も、本調査より激しい雨にあうこともあり、重量減少を、マツカレハの糞と同様の25%と考えたい。

以上の結果から、コナラ林の食葉性昆虫類の摂食量を雨による重量減少の補正

$$F = F' \cdot \frac{100}{75}$$

(*F*: 排糞重量, *F'*: 採集糞重量)

糞量と摂食量の関係から

$$\Delta G = 1.35F$$

(ΔG : 摂食量)

によって推定し、表-4に示した。

2) 昆虫類に切り落されたコナラの葉

食葉性昆虫類が樹葉を摂食する時に、その端から丁寧に摂食するのではなく、葉端の一部を切り落していることは自然でよくみかける。マツカレハの幼虫、スジコガネの成虫については、実験的にも、自然状態においても、摂食されるマツ属の針葉が切り落されることは確認されている^{2,24)}。スギドクガ^{8,28)}についても報告されているが、その他の昆虫類では、その量がどの

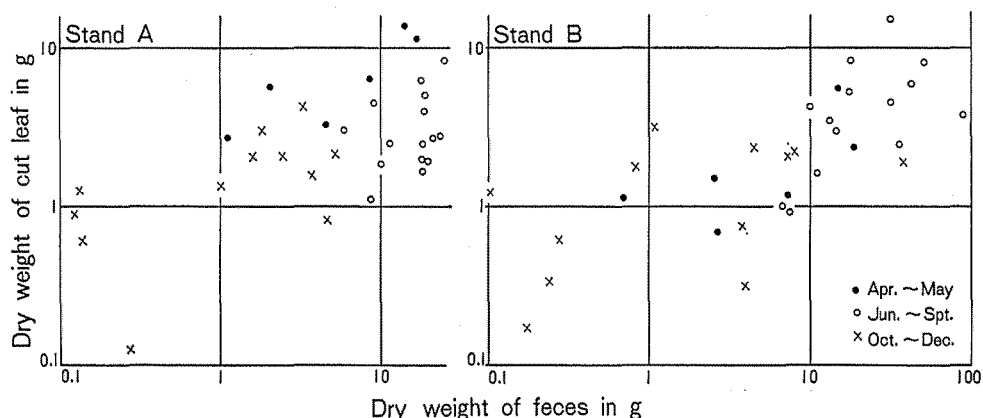


Fig. 7. Relations between cut leaves and feces of herbivorous insects in *Quercus* stands.

程度であるか不明である。

本調査で集められたコナラ葉に、葉柄の基部から落葉した葉のほかに、葉身の一部が切られたものがあり、これらを選別して、その季節変化を求めると図-6のようになる。昆虫類の摂食行動にともなって切り落されるのであるから、その活動している5～9月に切り落される葉が多いことはうなづけるが、10月以後のその量が比較的多いことが目につく。

糞量と切られた葉量との関係を、1カ月単位で求めると図-7のようになる。図-7では、I期；冬芽の開芽から生長初期（4～5月）、II期；展開し終った葉の着葉期で、食葉性昆虫類の活動期（6～9月）、III期；落葉初期から落葉期（10月以後）に分けて示した。

図-7で、糞量を摂食量にかえても、両者の関係は、図上でプロットがやや右にずれるだけである。糞量に対して切り落された葉量は相当に大きくバラツキ、3期に分けた各期においてもバラツキは大きい。本調査資料では、糞量（または摂食量）と切り落し葉量の関係を、スジコガネ²⁴⁾の様に図上で求めることは不可能のようである。

年間を平均すると、切り落された葉は推定摂食量の、林分Aで、19.3%（10.6～25.4%）、林分Bで、13.1%（4.7～19.2%）となる。しかし、3期に分けた場合、摂食量に比して相当に多量の葉が切り落されている場合もあり、I期で摂食量の53%、III期で79%と非常に多量の葉が切られている年もある。反面、摂食量の10%以下の少量の年もあり、昆虫類に摂食されずに浪費される葉は、その時と場合によって、相当に大きな差がみられるようである。なお、III期の切り落されたとみえる葉は、それ以前の昆虫類の摂食のため葉の一部が食われて、一部でつながっていたものが、風などの影響をうけて、後から切れて落ちたのかも知れない。

昆虫の活動期だけをみると、切られた葉は、林分Aで、摂食量の11.7%（5.9～19.6%）、林分Bで10.9%（4.5～13.7%）となり、切り落し葉量が、マツカレハで得られている摂食量の約10%に近い値となる。切り落された葉は、本調査では大きなバラツキがみられたので、本報告では、一応、AおよびB林分の通年の平均値をとり、摂食量の16%が切り落される葉量と考えたい。食葉性昆虫類に切り落される葉量に関しては、さらに多くの資料による詳しい調査が必要と思われる。

3) 食葉性昆虫類による被食量の推定

トラップより集めた虫糞重量を排糞時重量に換算し、その摂食量との関係から、35%増により摂食量を推定し、本調査で得られた切り落された葉量を加えて、コナラ林分の食葉性昆虫類による被食量を求めた（表-4）。

この被食量（食害量、被害量）は、コナラ林の落葉量の4.3～8.0%（林分A）、3.5～12.9%（林

分B)で、この程度の葉量減少は、生育に何ら影響をあたえないことは明らかで、コナラ林は正常に生育が続けたと考えられる。葉量の10%前後の被害をうけるような場合でも、林冠で生息している昆虫類を目にすることは、まずないようである。本調査のように、林分Bでは、樹高も低く、林冠下部は人間の身長位であっても、マイマイガなどわずかの昆虫類しか目にふれていない

自然では、生息昆虫類を見つけることができなくても、本調査のように、落葉量の10%程度までの葉量が昆虫類によって消費されていることは常で、容易に鱗翅目の幼虫がみつかる場合には、さらにより多くの葉量減少がおこると考えるべきであろう。

あ と が き

コナラ林のリターフォール量とその季節変化を調査した結果、落葉が典型的な秋季集中型であり、さらに生育開始初期の4~5月における経常的な落枝が明らかにされた。昆虫類の食害量は、被害林でないこれまでの他の調査林分よりは多かったが、それでも年落葉量の10%程度までで、昆虫類の食害が生育に影響をあたえてはいなかった。森林に生息している昆虫類が目につかなくても、この程度までの食害は常と思われる。今後も、リターに含まれる虫糞量の調査が、精度良く、数多く行なわれることを期待したい。

参 考 文 献

- 1) 大政正隆・森徑一：落葉に関する二、三の研究，林試報告，**3**，41~107，(1937)
- 2) 古野東洲：テード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)
- 3) 斎藤秀樹：森林のリターフォール量の推定に関する研究 (1972)
- 4) 古野東洲・山田幸三：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，京大演報，**46**，7~22，(1974)
- 5) ———・上西貞兼・上西謙次：和歌山演習林におけるモミ，ツガ林の生産力調査，第5報 モミ，ツガ林の地上部現存量とリター量，京大演報，**51**，58~70 (1979)
- 6) 斎藤秀樹：綿向山山麓にあるヒノキ林のリターフォールの季節変化，日生態誌，**30**，377~384 (1980)
- 7) ———：綿向山山麓にあるヒノキ林のリターフォールとこれに影響する要因，日生態誌，**31**，179~384 (1981)
- 8) 古野東洲・斎藤秀樹：尾鷲および上北山にあるヒノキ林におけるリターフォールの季節変化および食葉性昆虫による被食量，日林誌 (投稿中)
- 9) 斎藤秀樹・四手井綱英：均質な模型林冠下での落葉量推定に関する検討，京大演報，**43**，162~185 (1972)
- 10) ———：森林におけるリターフォール研究資料，京府大演報，**25**，78~89 (1981)
- 11) 石井弘・片桐成夫・三宅登・矢内勝美：三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究 (II) 島根大農研報，**10**，112~117 (1976)
- 12) 片桐成夫・堤利夫：森林の物質循環と地位との関係について (I) 日林誌，**55**，83~90 (1973)
- 13) 河原輝彦：リターの分解について (IV) 日林誌，**58**，353~359 (1976)
- 14) 瀬川幸三・加藤亮助：好摩実験林におけるコナラ萌芽林の成長，昭和44年度林試東北支場年報，188~198 (1970)
- 15) 堤利夫・岡林巖・四手井綱英：林木の落葉の分解について (II)，京大演報，**33**，187~198 (1961)
- 16) 角張嘉孝・丸山幸平：ブナ天然林の落葉量と海拔高について，82回日林講，123~125 (1971)
- 17) 河原輝彦・只木良也・竹内郁雄・佐藤明・樋口国雄・加茂皓一：ブナ天然林とヒノキ人工林の物質生産とその循環，日生態誌，**29**，387~395 (1979)
- 18) 古野東洲・上西幸雄：和歌山演習林におけるモミ，ツガ林の生産力調査 第4報 伐採跡地に更新したミズメ若齢林について，京大演報，**49**，41~52 (1977)
- 19) Hagihara, A. Suzuki, M. and Hozumi, K.: Seasonal fluctuations of litter fall in a *chamaecyparis obtusa* plantation, J. Jap. For. Soc., **60**, 397~404 (1978)
- 20) 渡辺弘之：ナギ林のリターフォール量，京大演報，**50**，24~31 (1978)
- 21) ———・羽谷啓造・上中光子：モリシアカシア林のリターフォール量と被食量，京大演報，**52**，44~52 (1980)

- 22) 古野東洲 : マツカレハ幼虫の摂食量について, 日林誌, **45**, 368~374 (1963)
- 23) ———・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)
- 24) ———・上中幸治 : 外国産マツ属の虫害に関する研究 第3報 スジコガネ成虫の摂食について, 京大演報, **48**, 9~21 (1976)
- 25) ———・白猪吉郎 : モンクロシャチホコおよびセグロシャチホコの幼虫の摂食量について, 京大演報, **41**, 26~40 (1970)
- 26) ——— : マイマイガおよびクスサンの幼虫の摂食量について, 日林誌, **46**, 14~19 (1964)
- 27) ——— : 森の中の昆虫, 森—そのしくみとはたらき— (只木・赤井編) 共立出版, 98~114 (1974)
- 28) 柴田敏弼・西口陽康 : 大発生時のスギドクガ幼虫密度と被害葉量について, 日林誌, **62**, 398~401 (1980)

Résumé

The seasonal variations of litter-fall and grazing loss by herbivorous insects were studied in a mature stand and a young stand of *Quercus serrata* in Kyoto City.

In the mature stand located in the suburbs of Kyoto, from July, 1971 to March, 1975 and in the young stand cultivated on the nursery of Kyoto University campus, from August, 1971 to March, 1975, respectively, in the former, fifteen traps of square of 50 cm × 50 cm and in the latter, similar five traps were set up fifty centimeter above the ground in the investigated stands. The litter was collected ten-days interval and monthly. These traps made of Tetoron-cloth of fine mesh were made in the shape of a funnel.

The litter was divided into following six fractions by hand sorting:

Leaves (including cut leaves by insects), branches and sexual organs of *Quercus serrata*

Dead bodies of insects

Feces of herbivorous insects

Others

Each fraction was oven-dried and weighed in the laboratory. The grazing loss by herbivorous insects in *Quercus* canopies was estimated from insects feces captured by traps.

The mean amount of annual leaf-fall for four years was estimated at 2.87 ton/ha·y in mature stand and 3.12 ton/ha·y in young stand. In each year, seasonal variations of leaf-fall were shown to be similar in mature and young stands. Natural defoliation of *Quercus* leaves was observed from November to December (Fig. 1).

Two peak fall of branches during spring months from April to May and autumn-winter months from September to January appeared in both stands. Annual branch-fall were estimated at 1.52 ton (0.47~2.71 ton)/ha·y in mature stand and 0.74 ton (0.56~0.88 ton)/ha·y in young stand, and annual variation in the former was larger than in the latter (Fig. 2, Table 2).

The fall of sexual organs had two peaks of male flower from April to May and seed from September to October. Annual fall of sexual organs were estimated at 0.66 ton (0.12~0.98 ton)/ha·y in mature and 0.17 ton (0.07~0.26 ton)/ha·y in young stand (Fig. 3, Table 2).

The greater part of annual insect bodies and feces was caught during months from late spring to summer, these annual fall were 4.4~6.6 kg/ha·y and 54.9~94.9 kg/ha·y in mature stand and 6.9~11.8 kg/ha·y and 49.9~197.4 kg/ha·y, respectively (Fig. 4 and 5, Table 2).

Total litter-fall were estimated at 5.8 ton (4.4~7.0 ton)/ha·y in mature stand and 4.4

ton (4.2~4.9 ton)/ha·y in young stand (Table 2).

The amount of annual feeding leaves by herbivorous insects was estimated at 100~196 kg/ha·y in mature stand and 90~355 kg/ha·y in young stand from insect feces. The annual loss of *Quercus* canopies by insect grazing was estimated at 124~217 kg/ha·y in the former and 107~372 kg/ha·y in the latter. These losses were suited to 4.3~8.0% and 3.5~12.9% of leaf-fall, respectively (Table 4).