

# クスサンが発生したモミジバフウ林の リターフォールについて

古 野 東 洲

Litter-fall and its Annual Fluctuations in a Sweet Gum,  
*Liquidambar styraciflua* LINN.,  
Stand infested with the Giant Silk Moth, *Caligula japonica* MOORE

Tooshu FURUNO

## 要 旨

本報告には、京都市北区にある京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地で育てられているモミジバフウ (*Liquidambar styraciflua* LINN.) 林において、1979年から1990年までの12年間のリターフォールを調査し、その季節変化および年変動を求め、虫糞量からクスサン (*Caligula japonica* MOORE) などの食葉性昆虫類による被食量 (加害葉量) を推定した結果がまとめられている。

モミジバフウの平均年落葉量は4.71ton/haで、その92~95%が10月下旬から11月上旬に集中している。クスサンに全葉が食害されたモミジバフウは約1カ月後には新しい葉を展開するが、この新しい再展開葉量は約2.0ton/ha・yであった。

落枝量は0.26~1.63ton/ha・yで年々増加の傾向にある。

芽鱗は32.0~43.4kg/ha・yで、6月上旬まで落下はつづくが、5月中旬までにその大部分は落下した。

花・果などの生殖器官の落下は1985年から見られ、モミジバフウの成長にともなって次第に多くなっている。

虫糞量は23.0~2,366.3kg/ha・yで、クスサンの糞が、年変動の大きな原因であった。クスサンの大発生年であった1979年には、その虫糞が2,344.2kg/ha・yも回収され、その量は年総リターフォールの42.6%で、落葉量に次いで多かった。クスサン以外の食葉性昆虫類の虫糞は12.6~46.2kg/ha・yで大きな年変動は見られなかった。

昆虫類は1.7~47.4kg/ha・yで、クスサンの幼虫の死体、蛹、繭などが多く見られた。

総リターフォール量は5.43ton/ha・y (4.14~6.52ton/ha・y) であった。

虫糞量からモミジバフウ林における食葉性昆虫類の摂食量は40~3,371kg/ha・y、その加害葉量は54~4,546kg/ha・yと推定された。クスサンによる全葉食害域に設置されたトラップに捕捉された虫糞量からモミジバフウ林の被害葉量を推定すると、5.8~6.2ton/ha・yとなり、着葉量に相当する値が得られた。

## ま え が き

京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地には、外国の研究機関との種子交換により導入した多数の外国産樹種が見本樹、実験林として育てられ、定期的な成長調査とともに、生産力、病虫害の発生、被害状況が調べられ、とくにマツ属では交雑試験などの育種材料としても利用されている。モミジバフウ (*Liquidambar styraciflua* LINN.) は北アメリカ大陸東部の大西洋岸の広い地域に分布し、比較的湿潤な肥沃地に生育して原産地での成長は良く、大径木に生育している。アメリカでは公園樹、並木として広く利用され、さらにドイツにおいても公園樹として利用されている。わが国には1937年に導入された<sup>1)</sup>ようで、近年には、公園樹、街路樹として各地で利用され、比較的良好な生育を示している。上賀茂試験地には1965年に種子で導入され、小林分の実験林として育てられている。本林分は植栽後、幼齢時には、記録に残されるような諸危害をうけることなく成林し、1978年および1991年には、林分の現存量と成長量が調査されている<sup>2,3)</sup>。

クリ (*Castanea crenata* S. et Z.) の食葉性害虫であるクスサン (*Caligula japonica* MOORE) は、クリ以外にもクスノキ (*Cinnamomum camphora* S.), ヌルデ (*Rhus chinensis* MILL.), ミズキ (*Cornus controversa* HEMSLE.), イチョウ (*Ginkgo biloba* L.) なども食害するが、モミジバフウ実験林にも生息し、その摂食が確認されていた。1979年には、本林分の一部の区域で、ほぼ全葉が食害されるほどクスサンが大発生したが、モミジバフウは再び新しい葉を展開して枯れずに生育を続け、クスサンは4年後には再び恒常発生にもどって現在に至っている。葉の展開、生産量と食葉性昆虫の食害の関係については KIKUZAWA, K. et al.<sup>4)</sup>、柴田ら<sup>5)</sup>の報告がある。クスサンが発生したこのモミジバフウの小林分にトラップを設置して、リターフォールを調査し、クスサンの食害との関係を明らかにした。クスサンの大発生<sup>6)</sup>およびそれに続く恒常発生の低密度の生息<sup>7)</sup>、クスサンの食害量<sup>8)</sup>についてはすでに発表した<sup>9)</sup>が、トラップを設置した12年間のリターフォールの季節変化、年変動について報告する。

なお、本調査資料の整理、とりまとめは文部省科学研究費 (課題番号03454075) の助成を受けて行われたものである。

## 調査地および調査方法

調査地は、上賀茂試験地19林班に、1968年3月に3年生の苗木がha当り2,350本の基準で植栽された、面積0.12haのモミジバフウ実験林である。植栽地は小さい谷地形の下部の凹地形の適潤地で、地味は比較的良好である。本林分は植栽以後1978年までの11年間とはくに目立った諸危害をうけていないと思われる。毎年の手入れに際し、職員が気付かず、記録には残っていない。

Table 1. Discription of a sweet gum stand investigated

|                                               | 1979. 7   | 1990. 4   |
|-----------------------------------------------|-----------|-----------|
| Stand density (ha <sup>-1</sup> )             | 2,246     | 2,076     |
| Mean DBH (cm)                                 | 11.0±2.92 | 15.7±5.08 |
| Height* (m)                                   | 11.5      | 17.0      |
| Basal area (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ) | 22.64     | 44.38     |

\* Estimated by MANABE et al.<sup>2)</sup> and FURUNO et al.<sup>3)</sup>

1978年7月に、真鍋ら<sup>2)</sup>が行った現存量の調査で、クスサンの生息を確認しているが、目立った葉量減少を示していない。1979年には、林分の一部の区域で全葉を食害された被害木が集団で認められるほど、クスサンの大発生が確認された<sup>6)</sup>。クスサンは1981年までの

3 年間は、葉量減少が目立つほど発生したが、1982 年以後低密度の恒常発生を、とくに1988 年以後現在までは虫体を発見することが困難なほど、クスサンの発生は終息している。この間モミジバフウは、クスサンの大発生当時、全葉が食害された被害木でも1 個体も枯れなかった。林冠が閉鎖している林分は、優勢木とそうでない被圧木では、次第に個体差を大きくし、前者に比べて被圧木の成長が著しく衰えている<sup>3)</sup>が、林分としては、現在まで健全に生育している。調査林分の概況を示すと表-1 および図-1 のようになる。胸高断面積合計はほぼ2 倍に増加し、上木とそうでない個体の成長差が胸高直径に現れはじめている。本数減少は上層林冠を形成している上木の枯死ではなく、補植されたと思われる胸高直径が小径の下木で、上木の成長にともなう被圧のためである。なお、本林分では1978 年の現存量調査の後に枯れ枝を含む樹幹下部の枝打ちを行っている。すなわち、当時平均樹高が約11 m であったが、ほぼ樹幹下部の $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ の枝打ちが行われ、枯れ枝は除去されている。

調査期間は、1979 年4 月から1991 年4 月までの12 年間で、各年ともクスサンが孵化する4 月下旬または5 月上旬からモミジバフウの落葉が終了する12 月下旬まで、トラップを設置してリターフォールを調査した。トラップは一辺1 m の正方形の受け口で、深さ約50 cm 円錐形の化繊布製を用い、1979 年には5 個ずつ2 カ所 (I および II 区) に計10 個を設置した。さらに7 月16 日に、全葉が食害された区域 (III 区) に、5 個のトラップを追加設置した (図-2)。クスサンの生息時期の4 月下旬または5 月上旬から7 月上旬には、1 ～数日間隔で、以後は10 ～15 日の間隔でトラップに捕捉された各リターフォールを回収した。さらに、1982 年以後、トラップを取り外した冬期には、トラップ直下の1 m<sup>2</sup>の地面に落下した枝を翌春トラップの設置時に回収した。回収された資料は研究室でクスサンの糞、以外の虫糞、昆虫の死体、モミジバフウの枝、葉などの各要素に選別し、絶乾重量を求めた。

## 結果および考察

### 1. クスサンの生息 (発生と終息) とモミジバフウの被害

上賀茂試験地構内には、クリ、スルデ、アメリカシナノキ (*Tilia americana* L.), イチョウ

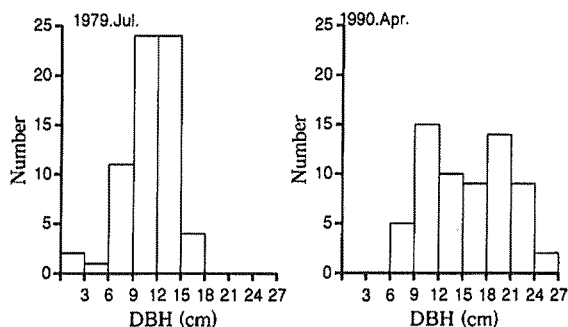


Fig. 1. Frequency distribution of DBH in 1979 and 1990

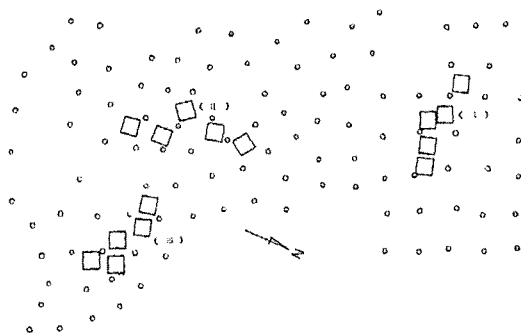


Fig. 2. Location of trees and traps in the investigated site of a sweet gum stand

を餌としてクスサンは以前から生息していた。モミジバフウ実験林においても本調査以前から生息していたと思われるが、1978年の真鍋ら<sup>2)</sup>が確認するまでは記録に残されていない。1979年の大発生と以後2年間の発生状況、ハシボソガラス (*Corvus corone orientalis* EVERSMAN), ヒヨドリ (*Hypsipetes amaurotis amaurotis* TEMMINCK) の捕食による発生の終息、以後の低密度の恒常発生についてはすでに報告した<sup>6,7)</sup>。

クスサンの食害は産下された卵塊のある樹体から進み、幼虫の発育につれて葉量が減少して餌が不足すると、幼虫は葉の残っている隣接木に移動して食害を続ける。モミジバフウ林分で葉量減少が目立ったのは1979～1981年の3カ年だけで、葉量の減少は6月中旬以後、クスサンの幼虫の終齢への発育につれて目立つようになった。大発生した1979年には、ほぼ葉が100%食害されたモミジバフウは林分の約40%で、残りの大部分は20～30%の葉が残されていた。当初設置された10個のトラップのうちⅠ区では3個の、Ⅱ区では4個の上のモミジバフウの葉がほぼ100%クスサンに食害されていた<sup>4)</sup>。1980年および1981年のモミジバフウの被害は、1979年ほど激しくはなかったが、林分ではクスサンの幼虫も目立ち、樹葉の100%被害木も現れた。

## 2. リターフォールの季節変化および年変動

選り分けられたリターフォールの各要素の年間量を示すと表-2のようになる。1979～1981年

Table 2. Annual litter fall in sweet gum stand  
(kg (dw) ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>, (%))

| Year | Sweet gum         |                   |        |               | Feces          |                   | Insect<br>bodies | Others         | Total         |                  |
|------|-------------------|-------------------|--------|---------------|----------------|-------------------|------------------|----------------|---------------|------------------|
|      | Leaves            | Branches          | Bud    | Sexual        | Giant          | others            |                  |                |               |                  |
|      | May~Dec.          | Jan.~Apr.         | scales | organs        | silk moth      |                   |                  |                |               |                  |
| 1979 | 3,048.7<br>(55.4) | 7.4<br>(0.1)      | -      | 31.9<br>(5.8) | 0              | 2,344.2<br>(42.6) | 22.1<br>(0.4)    | 18.3<br>(0.33) | 33.7<br>(0.6) | 5,506.3<br>(100) |
| 1980 | 3,704.1<br>(89.5) | 3.0<br>(0.1)      | -      | 42.0<br>(1.0) | 0              | 336.8<br>(8.1)    | 17.3<br>(0.4)    | 7.9<br>(0.19)  | 29.7<br>(0.7) | 4,140.8<br>(100) |
| 1981 | 3,797.3<br>(78.2) | 23.2<br>(0.5)     | -      | 32.7<br>(0.7) | 0              | 893.2<br>(18.4)   | 26.8<br>(0.6)    | 47.4<br>(0.98) | 33.5<br>(0.7) | 4,854.1<br>(100) |
| 1982 | 4,998.8<br>(87.7) | 556.7<br>(10.3)   | 32.1   | 35.5<br>(0.6) | 0              | 21.2<br>(0.4)     | 12.6<br>(0.2)    | 3.2<br>(0.06)  | 36.6<br>(0.6) | 5,696.7<br>(100) |
| 1983 | 4,434.2<br>(92.5) | 119.7<br>(5.5)    | 142.6  | 32.0<br>(0.7) | 0              | 30.5<br>(0.6)     | 12.9<br>(0.3)    | 4.2<br>(0.09)  | 19.0<br>(0.4) | 4,795.1<br>(100) |
| 1984 | 4,540.5<br>(89.4) | 217.3<br>(7.8)    | 181.2  | 41.3<br>(0.8) | 0              | 45.7<br>(0.9)     | 25.3<br>(0.5)    | 3.4<br>(0.07)  | 24.3<br>(0.5) | 5,079.0<br>(100) |
| 1985 | 4,529.7<br>(88.4) | 177.4<br>(7.2)    | 189.6  | 30.0<br>(0.6) | 4.0<br>(0.08)  | 133.0<br>(2.6)    | 19.4<br>(0.4)    | 4.7<br>(0.09)  | 38.2<br>(0.7) | 5,126.0<br>(100) |
| 1986 | 4,998.9<br>(85.3) | 385.5<br>(12.9)   | 372.5  | 31.8<br>(0.5) | 7.5<br>(0.13)  | 12.4<br>(0.2)     | 20.4<br>(0.3)    | 1.8<br>(0.03)  | 31.8<br>(0.5) | 5,862.6<br>(100) |
| 1987 | 4,304.6<br>(78.0) | 923.9<br>(19.9)   | 175.6  | 30.8<br>(0.6) | 13.0<br>(0.24) | 7.1<br>(0.1)      | 20.5<br>(0.4)    | 1.8<br>(0.03)  | 39.1<br>(0.7) | 5,516.4<br>(100) |
| 1988 | 4,993.2<br>(83.2) | 576.8<br>(14.3)   | 280.2  | 36.5<br>(0.6) | 50.0<br>(0.83) | 0.03<br>(+)       | 23.0<br>(0.4)    | 1.7<br>(0.03)  | 37.7<br>(0.6) | 5,999.1<br>(100) |
| 1989 | 4,904.0<br>(80.7) | 780.4<br>(15.7)   | 171.9  | 34.0<br>(0.6) | 102.2<br>(1.7) | (+)               | 46.2<br>(0.8)    | 3.0<br>(0.05)  | 36.6<br>(0.6) | 6,078.3<br>(100) |
| 1990 | 4,682.4<br>(71.8) | 1,244.8<br>(25.0) | 382.7  | 43.5<br>(0.7) | 73.7<br>(1.1)  | 0.05<br>(+)       | 27.4<br>(0.4)    | 2.1<br>(0.03)  | 63.1<br>(1.0) | 6,519.8<br>(100) |

の3年間は1～4月の落枝量を求めているので、合計値にはこの間の落枝量が含まれず、他の年度の値と直接に比較することはできない。

## 2-1. 落葉量

年間落葉量はhaあたり3.05～5.00tonと求められたが、クスサンが発生した1979～1981年の3年を除くと、4.31～5.00ton/ha・yで、食葉性昆虫の被害をうけなかったモミジバフウの林分の落葉量は $4.71 \pm 0.27$ ton/ha・yとなった。

本調査では年間落葉量の最大値は最小値の1.16倍で大きな年変動はみられず、コナラ(*Quercus serotina* THUNB.) 林<sup>9)</sup>の調査でも同様(1.13倍と1.17倍)の結果が得られている。常緑樹であるヒノキ(*Chamaecyparis obtusa* ENDL.) 林<sup>10)</sup>の2.6倍、モミ(*Abies fiema* S.et Z.)・ツガ(*Tsuga sieboldii* CARR.) 林<sup>11)</sup>の1.9倍と比べて、落葉広葉樹林の年変動はそれほど大きくはないようである。年落葉量4.71ton/haは京都で調査されたコナラの値2.55～3.35ton/ha(平均3.00ton/ha)に比べて相当に多い。コナラと比べて年間の新梢の伸長、新葉の展開経過に違いがあるのかも知れない。これについては詳しく調査していない。さらに、著者が13年間にわたって調査したモミ・ツガ林の平均落葉量が3.00ton/ha・yで、本調査での落葉量は多くの樹種にみられる年間落葉量の平均的な値に比べても多い。

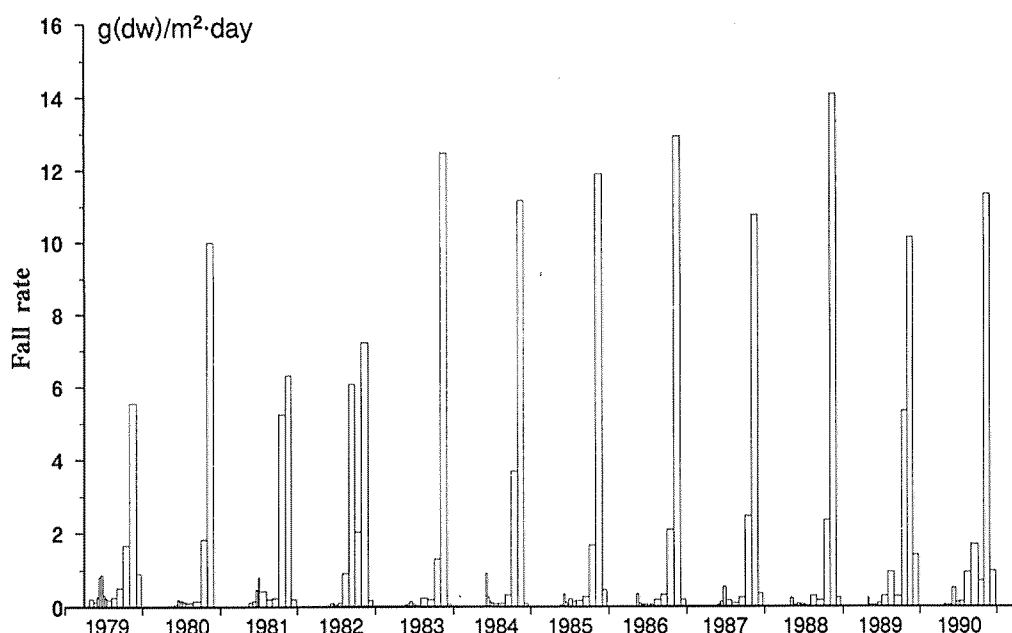


Fig. 3. Seasonal fluctuations in the fall rates of leaf litter

モミジバフウの落葉の季節変化を示すと図-3のようになる。モミジバフウの落葉期は10月から11月であるが、最盛期は10月末から11月上旬である。台風などによる強風にさらされなかった平常年では、この落葉期に年落葉量の92～95%もの量が集中している。9月に台風が連続して襲来し、強風にあった1982年には9月に年落葉量の33%が落葉し、そのために、通常の落葉期の10月および11月の落葉は60%であった。コナラ<sup>9)</sup>の京都での落葉期は11月～12月であったのに比べて、モミジバフウは約1カ月早く落葉することが明らかになった。

1979年のクスサンによる全葉被害区域に、7月16日に設置したⅢ区のトラップに捕捉された12月までの落葉量は2.34ton/haに達した。しかし、この中にはクスサンに葉身を摂食されたために落下した葉柄が0.15ton/ha含まれている。さらに、風に飛ばされてきた被害されなかった葉が約0.20ton/ha含まれ、約2 ton/haがクスサンの被害後再展開した新しい葉であった。4.71ton/haの平均年間落葉量の40%以上もの葉が、クスサン被害後に新しく展開したことが明らかになった。

## 2-2. 落枝量

調査開始の前年に枯れ枝を含む樹幹下部の枝が枝打ちされているので、その影響で1981年までの3年間はトラップに落下した枝は非常に少ない。しかし、1982年9月には台風による強風に2度もさらされ多くの落枝が記録されている。以後年毎に落枝量は多くなっている。1987年の急増も台風によるものである。

1982年以後の年間落枝量は0.26~1.63ton/haで6倍を超える年変動がみられる。しかし調査期間の前半には調査前年の枝打ちの影響があると考えねばならず、その影響を脱したであろう1986年以後の5年間では大きな変動はみられない。

落枝量の季節変化を示すと図-4のようになる。とくに、台風が直撃しなくても、中国地方から東海地方の間を通過した台風による強風のために多くの落枝がみられる。夏以後の落枝が目立っているが、落葉にみられたような規則的な季節変化はみられない。

## 2-3. 芽鱗、花・果の落下量

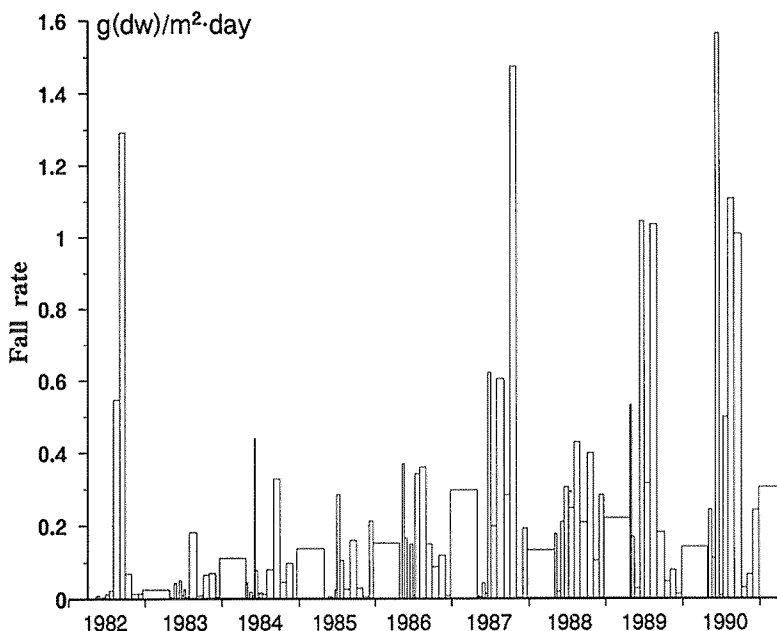


Fig. 4. Seasonal fluctuations in the fall rates of branch litter (including bark)

冬芽を保護している芽鱗の落下は5月中旬までに大部分が終わり、量は少ないが6月上旬まで続いている。毎年、クスサンの孵化が、新葉の開序とほぼ一致しているので、その時期にトラップを設置しているため表-2の値はほぼ芽鱗の落下量であろう。年間落下量は32.0~43.4kg/ha

と求められ、12年間の平均値は $35.2 \pm 4.7 \text{ kg/ha} \cdot \text{y}$ であった。芽鱗の落下量は全リターフォール量の1%に満たない量である。

花・果など生殖器官の発達は樹齢または樹体の大きさがある一定以上にならないとみられないが、モミジバフウでは1991年の伐倒調査で、胸高直径が20cmを越えている個体に球果が確認されている<sup>3)</sup>。本調査では花・果は1985年以後に認められ、次第に増加している。トラップが設置された標準地内のモミジバフウで、胸高直径が20cmを越えたのは1984年4月の測定で、はじめて2本が20.0cmと20.5cmと測られている。以後20cmを越えた個体は増加し、1990年4月には標準地内のモミジバフウの21%に相当する13本に増加している。本林分では1989年の $102 \text{ kg/ha} \cdot \text{y}$ が最多であるが、樹体の成長とともに花・果は次第に増加していくものと思われる。

#### 2-4. 食葉性昆虫類の虫糞の落下量

集められた虫糞は蛾類の幼虫の糞が大部分である。本林分では1979年から3年間にはクスサンが大発生したので、その糞は著しく多い。1982年以後クスサンは低密度の恒常発生にもどり、この間1987年まではかろうじてクスサンの生息を確認することができたが、以後は注意しても見つけられなかった。わずかに林内で脱皮殻を見つけトラップへの数個の落下糞で、林内の何処かに生息していることが判断できた。それでも1985年までは、クスサン以外の虫糞量よりも多かった。

クスサン以外の蛾類で調査中に確認された種はマイマイガ (*Lymantria dispar* LINNE), ヒロヘリアオイラガ (*Parasa lepida* MOORE), ヒメクロイラガ (*Scopelodes contraus* WALKER), イラガ (*Monema flavescens* WALKER) である。糞の形状からさらに多くの種が生息しているが、種を確認することはできなかった。

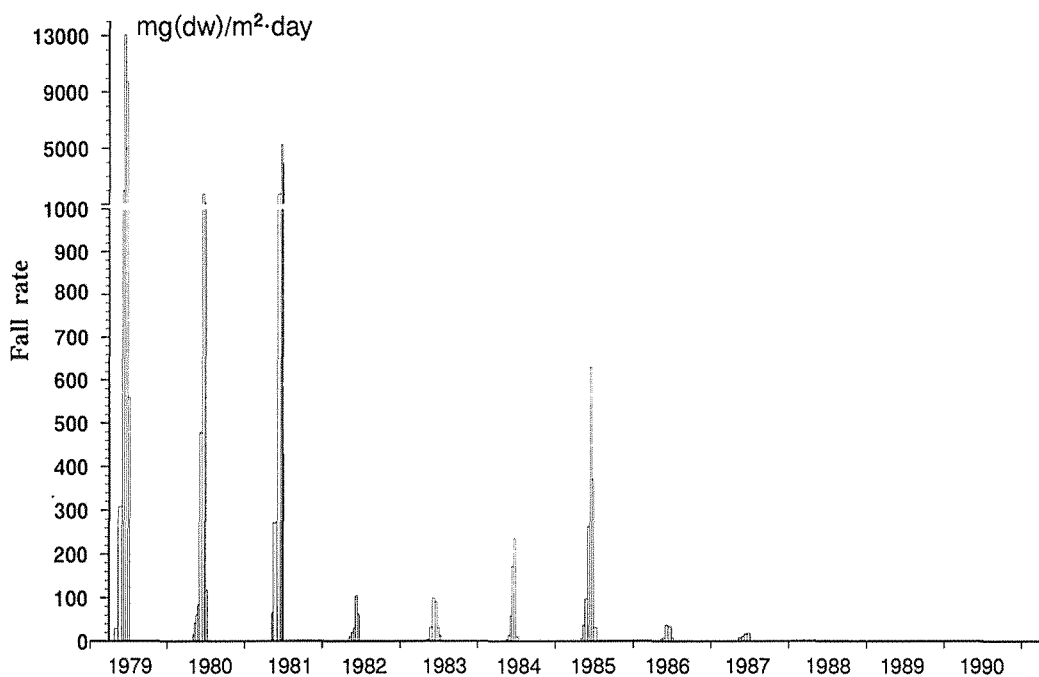


Fig. 5. Seasonal fluctuations in the fall rates of feces litter egested by giant silk moth

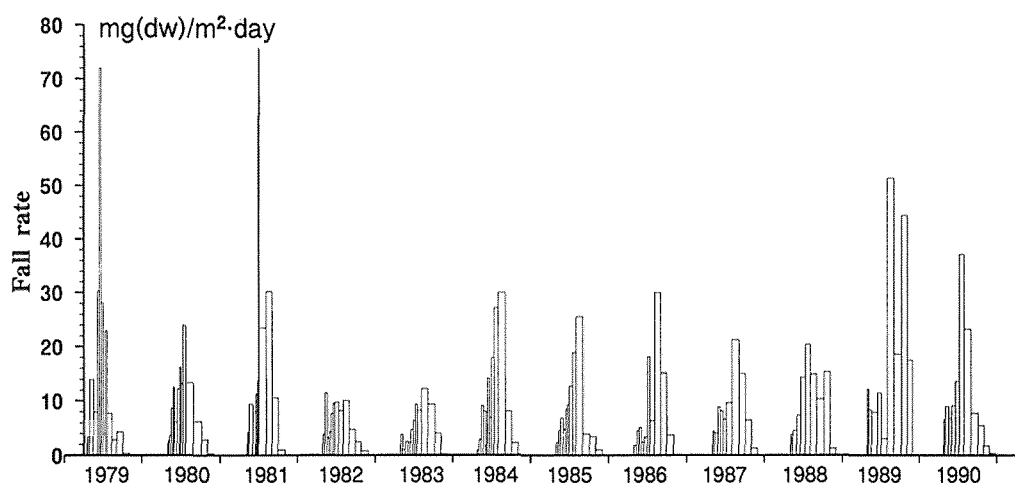


Fig. 6. Seasonal fluctuations in the fall rates of feces litter egested by herbivorous insects except giant silk moth

虫糞落下の季節変化を示すと図-5および図-6のようになる。クスサンが大発生した1979年には、虫糞量は2,366.3kg/ha・yも集められ、総リターフォール量に占める割合が多く、43.0%にも達した。その99%はクスサンの虫糞である。同様に、1980年は354.1kg/ha・yで8.6%，1981年は920.0kg/ha・yで19.0%，両年ともにクスサンの糞は虫糞量の95%を越え、大型の食葉性昆虫であるクスサンの生息が虫糞量の特徴づけている。クスサンが恒常発生にもどった1982年以後の虫糞量は、1985年を除き70kg/ha・y以下で、コナラ林<sup>9)</sup>、ミズメ (*Betula grossa* S. et Z.) 林<sup>12)</sup>、モミ・ツガ林<sup>13)</sup>、ヒノキ林<sup>13-15)</sup>、テーダマツ (*Pinus taeda* L.) 林<sup>17)</sup>、ナギ (*Podocarpus nagi* ZOLL. et MORITZ.) 林<sup>18)</sup>、モリシマアカシア (*Acacia mollissima* WILD.) 林<sup>19)</sup>など、これまで調査された健全に生育している諸林分における虫糞量と大きく違ってはいない。クスサンの虫糞量を除くその他の虫糞量はコナラ林より少なく、クスサン以外の食葉性昆虫類の生息がわずかであったことが明かになった。

クスサン以外の虫糞量の季節変化はコナラ林やモミ・ツガ林などの諸林分でみられたように夏期集中型である。8～10月にイラガ類がとくに目立った1989年以外では6～9月で年間の75～91%の虫糞が集められている。なお、図-6で1979年および1981年の6月中旬～下旬の時期の日落下速度が大きい、雨滴により割れたクスサンの糞の細粒の選別が困難で、その他の糞に含まれた可能性がある。日落下速度は30mg/m²·dayまたは以下と考えるのが妥当である。

## 2-5. 昆虫類の落下量

昆虫類の死体の落下量は1.7～47.4kg/ha・yで、年により大きな差があらわれている。とくに、クスサンが目立って発生した1979～1981年の落下量が多く、7.9～47.4kg/ha・yである。この間の値を除くと1.7～4.7kg/ha・yで、おおきな年変動はみられない。

回収された昆虫類で、今までに調査された諸林分と比べて違った点は、クスサンの幼虫の死体、繭が含まれていたことである。とくに1981年には6月28日～7月2日のクスサンの終齢から営繭し始めた頃におけるハシボソガラスの捕食にともなって落下した幼虫、噛みきられた幼虫の頭部、尾部、蛹、破られた繭がトラップに捕捉されている<sup>6)</sup>。

昆虫類の落下量の季節変化を示すと図-7のようになる。1979年から1981年の落下量の多いこ



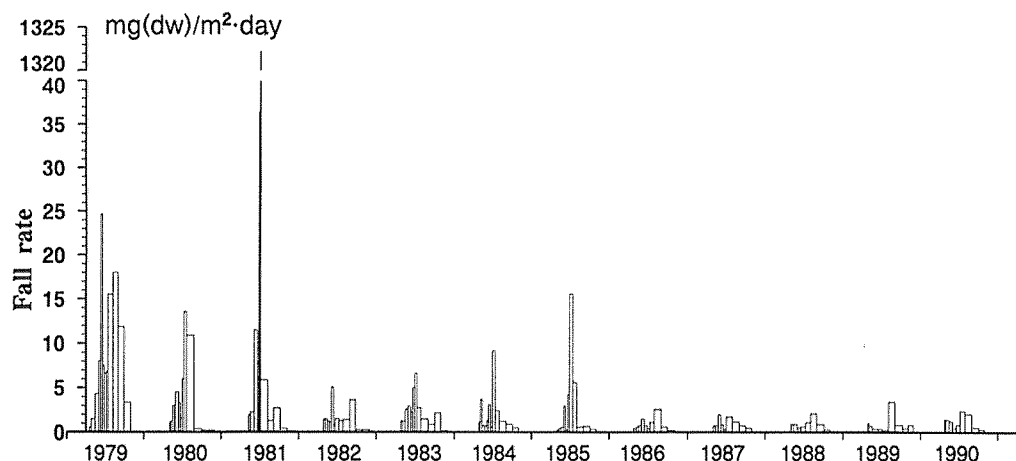


Fig. 7. Seasonal fluctuations in the fall rates of insect bodies

とはクスサンに起因し、今まで調査された諸林分に見られたように、樹葉を摂食していたであろう食葉性昆虫類がほとんど回収されていなかったことと比べて大きな違いがある。夏期にみられる虫体落下のピークもクスサンの繭の重さが反映している場合が多い。今までの調査諸林分では調査地が離れているために、リターフォールの回収間隔が15日～30日と長かったので、トラップに捕捉されてからの消耗が考えられていた。モミジバフウ林は研究室に近く、回収間隔もつまっていたが、本調査でもやはり虫体が完全に回収された例は少なく、調査期間を通じてクスサンの成虫は分解した翅を一例確認したに過ぎなかった。トラップに捕捉されたコガネムシの成虫（ナガチャコガネ (*Heptophylla picea* MOTSCHULOKY), アカビロードコガネ (*Moladera castanea* ARROW) の各2個体, コフキコガネ (*Melolontha japonica* BURMEISTER) 1個体), 3個体の小型のコメツキムシ類が完全な形で回収されただけである。本調査においても、クスサン以外の昆虫類は、鞘翅目のさや翅、セミ類の翅や外骨格、バッタ類の脚、トンボ類の翅など分解消耗し難い部分が回収され、軟らかい相当量がトラップ内で消費されたものと考えられる。

## 2-6. その他のリターフォール量

以上選り分けた各要素以外のものをその他として取り扱った。風に舞い上がったと思われる下層植生の葉が少量含まれているが、多くは微細で肉眼では選別不能なものである。その他として  $19.0 \sim 63.1 \text{ kg/ha} \cdot \text{y}$  ( $35.3 \pm 10.6 \text{ kg/ha} \cdot \text{y}$ ) が集められた。

## 2-7. 総リターフォール量

本調査で得られた年間総リターフォール量は表-2にまとめられている。その季節変化を示すと図-8のようになる。季節変化を特徴づけているのは落葉で他の諸林分の調査例と同様である。しかし、1979～1981年の虫糞量の多さが、今までに見られなかった季節変化を示し、クスサンの異常発生証拠を残している。落葉量の総リターフォールに占める割合が最も多く (55～93%), 落枝量が次いで多かった (6～25%)。本調査ではクスサンが大発生した1979年の虫糞量が落葉量に次いで多く、1981年までの虫糞量の多いことが今まで調査された事例とは異なっている。芽鱗の落下量は総量の0.6～1.0%で安定し、花・果量は年とともに増加していくであろう。モミジバフウ林における総量は  $4.14 \sim 6.52 \text{ ton/ha} \cdot \text{y}$  で、平均して年々に  $5.43 \text{ ton/ha} \cdot \text{y}$  がリターフォールとして林地へ供給されていたことが明らかになった。

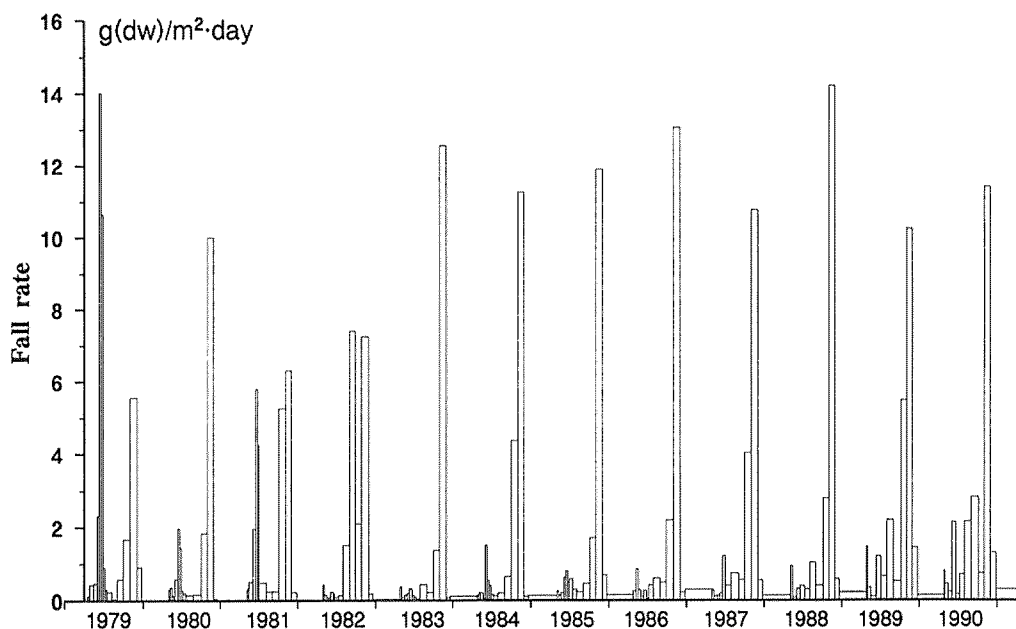


Fig. 8. Seasonal fluctuations in the fall rates of total litter

### 3. 食葉性昆虫類による被食量の推定

食葉性昆虫類による樹葉の摂食量、食害量（被食量）を直接求めることはほとんど不可能で、間接的に求めているのが常である。今までに報告された諸林分においてもトラップに捕捉された虫糞量から被食量は間接的に推定されている。本報告においても以下の手順の常法を用いて、モミジバフウ林における食葉性昆虫類の摂食量、食害量を推定した。

- ① トラップに捕捉された虫糞は回収間隔の間に雨にぬれて相当量の重量減少がおこっている。雨量の多少によって求められたクスサンの糞の重量減少率<sup>8)</sup>を用いて、排糞時重量に補正する。雨量は上賀茂試験地で観測している自記雨量計の記録より求めた。
- ② クスサンのモミジバフウを餌とした個体飼育により得られている摂食量と糞量との関係を用いる<sup>8)</sup>。なお、クスサン以外の虫糞についてもそれぞれの関係が未知であるので同様に処理する。
- ③ 食葉性昆虫は摂食中に樹葉の一部を切り落とすことが確認されている。クスサンの摂食活動期に切り落とされた葉量は同時期の糞量から推定された摂食量の、1982年は14%、1983年は22%で、その平均値が切り落とされた葉量と考えられている<sup>8)</sup>。さらに1984年、1987年、1988年の資料について切られた葉を選別したところ、短期間では、1982年や1983年に見られるように大きなバラツキが見られたが、年単位では、それぞれ切られた葉は摂食量の12%、20%、23%に相当し、その平均は18%となる。コナラ林<sup>9)</sup>で16%と求められている。落葉広葉樹の調査例はこの2例だけで、切られた葉は摂食量の16~18%で、マツカレハ (*Dendrolimus spectabilis* BUTLER)<sup>17)</sup>やスギドクガ (*Dasychira argentata* BUTLER)<sup>5,13)</sup>の場合より多いようである。
- ④ 一般には、以上の3段階の手順で摂食量、食害量は推定されるが、モミジバフウの葉には長い葉柄がある。葉身を食害された葉柄は、食害後2~3週間後には脱落する。モミジバフウの

被害葉量として、葉現存量の測定値と対比させるには、この葉柄（葉柄率12.5%<sup>20)</sup>）を加える必要がある。

すなわち、

- ①  $F=100/R \cdot F'$        $F$  : 排糞時糞乾重量,  $F'$  : 回収糞乾重量,  $R$  : 雨量 5 mm までは100, 6~10mmは90, 11~30mmは80, 31mm以上は75
- ②  $\Delta G = 1.34 \cdot F$        $\Delta G$  : 摂食葉乾重量
- ③  $\Delta G' = 1.18 \cdot \Delta G$        $\Delta G'$  : 食害葉乾重量 (食害葉身量)
- ④  $\Delta G'' = 100/87.5 \cdot \Delta G'$        $\Delta G''$  : 被害葉乾重量

の手順によって、モミジバフウ林の食葉性昆虫類による被害葉量を推定すると表-3のようになる。

クスサンが目立って発生していた年の被害葉量が多い。とくに大発生した1979年には4.55ton/haの葉が被害をうけている。このうちクスサンによる被害葉量は4.50ton/haであるので、クスサンの加害量が多かったことは明らかである。この前年の1978年7月の伐倒調査<sup>2)</sup>で、葉量が6.30ton/haと求められているので、もし、1979年も同様の葉量と仮定すれば、モミジバフウ林は約70%の葉が被害をう

Table 3. Feeding amount and grazing loss of leaves by giant silk moth and others (kg (dw) ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>)

| Year | Feces (F') | Feeding ( $\Delta G$ ) | Grazing* ( $\Delta G'$ ) | Damaged leaf** ( $\Delta G''$ ) |
|------|------------|------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1979 | 2,366.3    | 3,371.0                | 3,977.8                  | 4,546.0                         |
| 1980 | 354.0      | 515.3                  | 608.1                    | 695.0                           |
| 1981 | 920.0      | 1,410.5                | 1,664.4                  | 1,902.2                         |
| 1982 | 33.8       | 51.2                   | 60.4                     | 69.0                            |
| 1983 | 43.4       | 67.7                   | 79.9                     | 91.3                            |
| 1984 | 71.1       | 118.0                  | 140.4                    | 160.5                           |
| 1985 | 152.5      | 238.5                  | 281.4                    | 321.6                           |
| 1986 | 32.8       | 51.0                   | 60.2                     | 68.8                            |
| 1987 | 27.6       | 46.3                   | 54.6                     | 62.4                            |
| 1988 | 23.0       | 39.8                   | 47.0                     | 53.7                            |
| 1989 | 46.2       | 74.4                   | 87.8                     | 100.3                           |
| 1990 | 27.4       | 44.8                   | 52.9                     | 60.5                            |

\* Grazing ( $\Delta G$ ) are equal to the defoliated leaves i.e. feeding and cut down leaves by herbivorous insects

\*\* Damaged leaf ( $\Delta G''$ ) includes the petiole

けたことになる。1979年には前述のように、全葉が被害をうけた区域があらわれている。Ⅰ区では3個の、Ⅱ区では4個のトラップの上の樹葉が完全に食害された。この7個のトラップで回収した糞量より同様にして被害葉量を推定すると、Ⅰ区では5.43ton/ha、Ⅱ区では6.20ton/haとなった。平均すると5.82ton/haとなる。また7個のトラップをまとめて計算すると5.87ton/haとなった。1978年の現存量調査における葉量6.30ton/haと本調査の全葉食害区における被害葉量から、モミジバフウの若齢林分の葉量はhaあたり6.0ton前後と考えられる。落葉広葉樹林としては異常に多い葉が着いていたことが明らかになった。被害後にトラップを設置したⅢ区のリターフォールから再展開した新しい葉が約2.0ton/ha回収されたことは、葉量5.8~6.0ton/haの約半に相当する葉が被害後回復したことになる。

比較的クスサンが目立った1980年及び1981年の被害量は、1979年に比べれば相当に少ない。1980年は葉量の10~15%、1981年でも30%強の被害で、もし林分に平均した被害であれば、摘葉試験の結果から被害木はほとんど影響をうけなかったことになる。しかし、クスサンは卵塊で産卵するために、卵が産み付けられた樹またはその付近の樹の食害が目立ち、現実には、全葉被害木もみられた。

1982年以後の被害量は極めて少なく、前年にハシボソガラスによりクスサンが大量に捕食された結果、その生息密度が著しく低くなったためである。以後、クスサンは低密度の恒常発生を続け、1985年には少し目立ったが、被害葉量は5%程度であった。1984年以後、クスサンの寄生蜂 (*Apanteles dictyoplocae* WATANABE) が目立ち<sup>7)</sup>、さらにクスサンの生息が抑制されたのか、1988年以後はクスサンはほとんどみかけなくなった。被害葉はクスサン以外の食葉性昆虫による食害である。1989年には8~10月にはイラガ類が他の年に比べて目立っていた。

1979年のクスサンの発生により、モミジバフウ林はその成長に影響があらわれるほど被害をうけ、毎年の毎木調査の結果にもあらわれている<sup>20)</sup>。しかし、表-2で落葉量が1982年以後4.3~5.0ton/ha・yで安定しているようにモミジバフウ林は健全に生育を続けている。本調査の1982年以後の被害葉量は健全林分にみられる被害葉量の常であり、これが普通である。

## あ と が き

上賀茂試験地で育てられているモミジバフウ林分(林齢11~22年)のリターフォール量を調査し、モミジバフウ林の特徴的な季節変化を明らかにした。とくに林齢11年のうっ閉した林分で、約6ton/haの葉量をもっているという異常に多い値が、発生したクスサンの虫糞量から推定された。さらに調査後半の健全林分の落葉量も5ton/ha・y近い量が得られ、本調査の前後の伐倒調査で得られた値とともに、モミジバフウ林の葉量が落葉広葉樹林として相当に多いことを明らかにすることができた。また、クスサン食害後に再展開した新しい葉が2.0ton/haにも達していることが判明した。モミジバフウ林分では、クスサン以外には食葉性昆虫類の食害は非常に少なく、今後は健全に生育を続けて行くものと思われる。

## 引 用 文 献

- 1) 上原敬二 (1985) 樹木大図説 I. 有明書房. pp1300
- 2) 真鍋逸平・大畠誠一・中井 勇 (1978) モミジバフウ (*Liquidambar styraciflua* L.) 幼齢林の現存量と生長量. 日林関西支誌. 29. 114~116
- 3) 古野東洲・二井一禎・中井 勇 (1992) モミジバフウ壮齢林の現存量と成長量. 日林関西支論. 1. 115~119
- 4) KIKUZAWA, K., ASAI, T. & HIGASHIURA, Y (1979) Leaf production and the effect of defoliation by the larval population of the winter moth, *Operophtera brumata* L. in an alder (*Alnus inokumae* MURAI et KUSAKA) stand. Jpn. J. Ecol., 29. 111~120
- 5) 柴田叔式・西口陽康 (1980) 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
- 6) 古野東洲 (1987) モミジバフウ林におけるクスサンの大発生について. 98回日林論. 491~492
- 7) ——— (1988) モミジバフウ林におけるクスサンの生息について——大発生に続く低密度のクスサン——. 99回日林論. 485~486
- 8) ———・渡辺弘之 (1992) モミジバフウ林に発生したクスサンの食害量の推定. 103回日林論 (印刷中)
- 9) ———・齋藤秀樹 (1981) 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. 京大演報. 53. 52~64
- 10) 齋藤秀樹 (1980) 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. 日生態会誌. 30. 377~384
- 11) 古野東洲 (1986) 和歌山演習林におけるモミ、ツガ林の生産力調査 第8報 13年間のリターフォールについて. 京大演報. 58. 35~50
- 12) ———・上西幸雄 (1977) 同上 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

- 13) 古野東洲・齋藤秀樹 (1982) 尾鷲および北山におけ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. 64. 177~186
- 14) 齋藤秀樹・松下 洋・竹岡政治 (1979) 京都市北部の貧弱な天然生ヒノキ林の純生産速度. 京都府大学術報告. 農31. 59~69
- 15) HAGIHARA, A., SUZUKI, M. & HOZUMI, K. (1978) Seasonal fluctuations of litter fall in a *Chamaecyparis obtusa* Plantation. J. Jpn. For. Soc., 60. 397~404
- 16) 上田晋之助・堤 利夫 (1977) ヒノキ人工林とタブ天然生林のリターフォールについて. 京大演報. 49. 30~40
- 17) 古野東洲 (1972) テーグ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
- 18) 渡辺弘之 (1978) ナギ林のリターフォール量. 京大演報. 50. 24~31
- 19) ———・羽谷啓造・上中光子 (1980) モリシマ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
- 20) 古野東洲 (1992) クスサンに食害されたモミジバフウの葉の回復. 日林関西支論. 1. 285~288
- 21) ——— (未発表) クスサンに食害されたモミジバフウの成長.

## Résumé

The annual and seasonal fluctuations of litter fall and grazing loss of leaves by herbivorous insect specially the giant silk moth, *Caligula japonica* MOORE, were investigated in a sweet gum, *Liquidambar styraciflua* LINN., stand at Kamigamo Experiment Station of Kyoto University Forest, Kyoto City.

The study site is an artificial experimental stand of sweet gum which was planted in 1968. Fifteen traps, each having surface of one square meter (1 m × 1 m), were set up eighty centimeter above the ground of the stand. Fallen litters in the traps were collected one or several days interval from late April or May to July and ten or fifteen days interval from August to December in 1979~1990.

Collected litters were divided into the seven components by hand sorting, i. e. sweet gum leaves, branches, bud scales, sexual organs, feces of herbivorous insects (giant silk moth and others), dead bodies of insects and the others. In winter, fallen branches on the ground were collected at the setting site of each trap.

Each component was oven-dried and weighed in the laboratory. The grazing loss of leaves by herbivorous insects was estimated by the regular steps from the feces captured by the traps.

Annual leaf falls were rather stable with range from 4.36ton to 5.00ton/ha in 1982~1990. Annual leaf fall at ordinary level was  $4.71 \pm 0.27$ ton/ha and leaf falls from late October to early November were accounted for 92~95% to its total annual fall.

In case all leaves were eaten by the giant silk moth, new leaves developed soon a month after defoliation, its amounts were estimated at about 2.0ton/ha.

Bud scales litter were at 32.0~43.4kg/ha·y from bud break (late April) to early June.

Annual branch-falls ranged from 0.26 to 1.63ton/ha·y.

Sexual organs were at 4.0~73.7kg/ha·y after 1985 and tend to increase with the growth of sweet gum.

The feces collected varied much from 23.0 to 2,366.3kg/ha·y and its amount was mainly

composed by the feces of giant silk moth. The feces of herbivorous insect except the giant silk moth were weighed at 12.6~46.2kg/ha·y in 1979~1990. Those values are seem to be ordinary level when compared with the values obtained in various healthy forest stand.

Remarkable amounts of dead larvae and pupae of giant silk moth among the insect bodies were collected. The annual falls of insect body residues were weighed at 1.7~47.2kg/ha·y.

Total litter falls were summed up 4.14~6.52ton/ha·y with average of 5.43ton/ha·y.

The amount of annual feeding leaves by herbivorous insect was estimated at 40~3,371kg/ha·y and that of damaged leaves was estimated at 54~4,546kg/ha·y in a sweet gum stand.

Amount of damaged leaves were estimated at 5.8~6.2ton/ha from feces which were fallen in traps at all-leaves defoliated area. These values were equal to leaf biomass of this sweet gum stand investigated in 1968 and 1991.