

ストロブマツ林の12年間のリターフォールについて

古野 東洲

Litter-fall and its Annual and Monthly Fluctuations in
an Eastern White Pine, *Pinus strobus* L., Stand over Twelve Years

Tooshu FURUNO

要 旨

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ストロブマツ (*P. strobus* L.) 林のリターフォールを1978年から1989年(林齢16年から27年)の12年間に亘って調査した結果、以下のことが明らかになった。

ストロブマツ林の平均年落葉量は $4.92\text{ton/ha}\cdot\text{y}$ ($3.78\sim 5.87\text{ton/ha}\cdot\text{y}$)で、その50~70%が10月と11月に落葉している。

葉鞘量の年変動はすくなく、 $268.4\text{kg/ha}\cdot\text{y}$ ($238.0\sim 297.7\text{kg/ha}\cdot\text{y}$)で、針葉の伸長が終了した8月以後に落下し、8月と9月で、年間量の71~89%が、10月を加えると88~98%の量が落下している。

落枝量は $105.1\sim 785.6\text{kg/ha}\cdot\text{y}$ で、年々増加の傾向にある。

雄花、雌花、球果、種子の生殖器官は $17.2\sim 482.1\text{kg/ha}\cdot\text{y}$ で、樹齢にともなう球果の結実量の増加が落下量に反映し、年々増加の傾向にある。

食葉性昆虫類の虫糞量は $70.5\sim 272.8\text{kg/ha}\cdot\text{y}$ 、平均して $137.6\text{kg/ha}\cdot\text{y}$ で、大きな年変動はみられなかった。

昆虫類の死体は $1.3\sim 5.2\text{kg/ha}\cdot\text{y}$ で、非常にすくなかった。

総リターフォール量は $6.13\text{ton/ha}\cdot\text{y}$ ($5.19\sim 7.02\text{ton/ha}\cdot\text{y}$)であった。

虫糞量から推定された食葉性昆虫類の食害量の $130\sim 500\text{kg/ha}\cdot\text{y}$ は、落葉量の3~10%で、昆虫類による被害量は微々たるものであった。

ま え が き

京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地に収集されているマツ属はガラス室で育てている種類も含めて、世界に分布する8割にも達している。野外で生育可能な種は見本樹、実験林として定植され、定期的な成長調査に加えて、病虫害の発生、その被害状況、林分の生産力などが調査されている¹⁻⁷⁾。また、マツノザイセンチュウに起因するマツ枯れに対する各種の抵抗性、感受性は上賀茂試験地における枯死状況、接種試験などによりほぼ解明されている^{8,9)}。さらに、交雑育種の材料として利用され、得られたF₁雑種の諸形質、生育状況も調査され、有用と思われるF₁雑

種もあり、マツ属の収集とともに多くの研究成果があげられている¹⁰⁾。

ストロブマツ (*Pinus strobus* L.) はアメリカ北東部からカナダ南東部にかけての5大湖を中心に、北緯35° から51° の北アメリカ東部に天然分布している¹¹⁾。わが国には天然分布域と気象条件が比較的似ている北海道に古くから造林され、さらに東北から中部地方にまで広く造林されている。上賀茂試験地がある北緯35° はストロブマツの原産地の南限に相当し、必ずしも気象条件は最適とは思われないが、植栽後27年を経過した本調査林分は、とくに目立った諸危害をうけることなく、上賀茂試験地に植栽されているマツ属実験林では、テーダマツ (*P. taeda* L.)、スラッシュマツ (*P. elliotii* ENGELM.) に劣らず良好な生育を示している¹²⁾。

本報告は、この病虫害の記録がないストロブマツ林で12年間に亘って調査されたりターフオールの季節変化、年変動をまとめたものである。ストロブマツ林の造成以後、撫育に努力された上賀茂試験地の教職員各位に厚く御礼申し上げる。

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) の助成をうけて行なわれたものである。

調査地の概況および調査方法

調査地は、上賀茂試験地4林班にあるマツ属見本園のストロブマツ見本林で、5林班との境界に位置し、標高175m、平均斜度15° の谷に続く凹地で、ほぼ北西に面し、地味は上賀茂試験地では比較的良好である。

ストロブマツは1960年3月に、haあたり2,500本の基準で植栽された。しかし、植え付けに際し、大きな植え穴を掘り、厩肥を入れたために、厩肥の中で繁殖したミミズを目当てに、イノシシが植え穴をほじくり返して植栽苗木が放り出される被害が続出して、1962年11月には、初期の植栽本数の約60%が補植されている。そのため本報告での調査林分の林齢は、この補植以後の年数で示されている。

Table 1 Discription of an eastern white pine stand investigated

Stand age	(ys)	16	23	27
Sample plot	(m ²)	102	102	102
Tree number	(No.)	17	16	15
Stand density	(No./ha)	1667	1569	1471
Basal area	(m ² /ha)	27.3	45.0	50.8
Mean DBH	(cm)	14.2±2.5	18.8±3.6	20.7±3.7
Mean height	(m)	10.5±1.0	14.3±1.6	16.8±1.4

調査林分の概況は表-1に、胸高直径の推移を示すと図-1のようになる。この林分は、1976年にhaあたり1667本、平均胸高直径12.4cm、平均樹高9.5mに育つまでの記録はなく、補植以後の本数減少の経過やその原因はわからない。本林分の1978年10月には胸高断面積合計は27.3m²/haであったがすでに林冠は完全にうっ閉していた。林床はストロブマツの落葉でおおわれて、表土は露出せず、常緑広葉樹のヤブツバキ (*Camelia japonica* L.) やヒサカキ (*Eurya japonica* THUNB.) が10cm前後の高さで、わずかに散見される程度であった。1983年には胸高直径10.0cm、樹高9.4mの個体が、1989年には胸高直径10.9cm、樹高11.9mの個体が被圧のために枯れている。

本林分では、調査期間中とくに昆虫類は認められず、林冠を見上げて虫体を見付けることはなかった。トラップに捕捉された虫糞や幼虫の脱皮殻、頭部カプセルでそれらの生息を知るだけで全く健全、無被害林分であった。

調査期間は、1978年1月から1989年12月までの満12年間である。受け口の一辺が50cmの正方形の木枠に、深さ約45cmの円錐形に化繊布を取り付けたトラップを、受け口の高さが約90cmになるようにして5個設置した。トラップに捕捉されたリターフォールは各月末を基準に年に12回収した。回収された資料は、研究室でストロブマツの針葉、葉鞘、枝、虫糞、昆虫の死体などの各要素に選別し、それぞれ絶乾重量をもとめた。

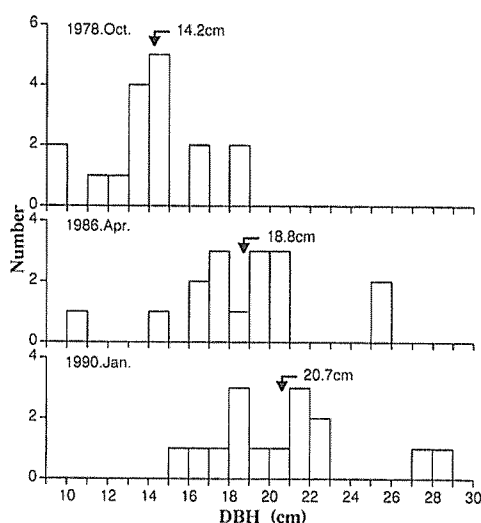


Fig.1 Frequency distributions of DBH in 1978, 1986 and 1990

Table 2 Annual litter fall in an eastern white pine stand
(kg (dw) ha⁻¹y⁻¹, (%))

Year	Leaves	Leaf-sheath	Branches	Sexual organs	Feces	Insect bodies	Others	Total
1978	5,075.7 (90.1)	238.0 (4.2)	105.1 (1.9)	17.2 (0.3)	82.3 (1.5)	3.0 (0.05)	109.9 (2.0)	5,631.2 (100)
1979	5,677.4 (88.1)	265.9 (4.1)	349.8 (5.3)	33.4 (0.5)	116.6 (1.8)	1.9 (0.03)	116.0 (1.8)	6,561.0 (100)
1980	4,798.9 (85.1)	268.1 (4.8)	291.2 (5.2)	27.0 (0.5)	133.2 (2.4)	2.5 (0.04)	119.6 (2.1)	5,640.5 (100)
1981	5,866.1 (85.9)	254.6 (3.7)	371.3 (5.4)	62.9 (0.9)	135.3 (2.0)	1.3 (0.02)	140.1 (2.1)	6,831.6 (100)
1982	4,906.4 (85.7)	278.2 (4.9)	307.9 (5.4)	27.9 (0.5)	70.5 (1.2)	1.8 (0.03)	133.5 (2.3)	5,726.2 (100)
1983	4,690.8 (80.8)	243.5 (4.2)	527.9 (9.1)	74.2 (1.3)	110.6 (1.9)	2.9 (0.05)	158.4 (2.7)	5,808.3 (100)
1984	5,474.0 (78.0)	283.7 (4.0)	769.0 (11.0)	58.2 (0.8)	272.8 (3.9)	2.1 (0.03)	160.2 (2.3)	7,020.0 (100)
1985	5,175.6 (79.7)	277.9 (4.3)	447.1 (6.9)	257.0 (4.0)	166.4 (2.6)	1.8 (0.03)	168.4 (2.6)	6,494.2 (100)
1986	4,798.2 (76.2)	288.6 (4.6)	515.7 (8.2)	328.2 (5.2)	200.4 (3.2)	4.2 (0.07)	158.5 (2.5)	6,293.8 (100)
1987	3,992.1 (71.3)	253.7 (4.5)	785.6 (14.0)	257.5 (4.6)	115.5 (2.1)	5.2 (0.09)	186.6 (3.3)	5,596.2 (100)
1988	3,783.9 (73.0)	270.8 (5.2)	338.8 (6.5)	429.2 (8.3)	121.5 (2.3)	3.3 (0.06)	237.6 (4.6)	5,185.1 (100)
1989	4,823.5 (71.2)	297.7 (4.4)	674.9 (10.0)	482.1 (7.1)	125.5 (1.9)	4.9 (0.07)	366.9 (5.4)	6,775.5 (100)

結果および考察

1. ストローブマツを摂食したと思われる昆虫類

概況で述べたように、本調査林分では昆虫類を目視することはなかった。トラップに捕捉された糞や虫体から推定し、確認されたものはつぎのようである。

虫糞で多かったのは、マツ林には常に生息しているマツカレハ (*Dendrolimus spectabilis* BUTLER) とクロスズメ (*Hyloicus caliginus* BUTLER) で、トラップには幼虫の死体、頭部カプセルも捕捉されていた。虫糞は前者よりも後者が目立っていた。さらに、量は少なかったが、扁平な角張った並行四辺形をしたハバチ類の特長のある虫糞とトラップに落下したマユからマツノミドリハバチ (*Neodiprion japonica* MARLATT) が確認された。蛹から羽化した成虫からマツマオビアツバ (*Zanclognatha griselda* BUTLER) も生息していた。また、白浜試験地のデーダマツ林で確認したスジコガネ (*Anomala testaceipes* MOTSCHULSKY)¹²⁾ の糞によく似た糞が認められた。以上のほか、さまざまな形をした虫糞が回収されたが、昆虫の種名を確認することはできなかった。なお、ストローブマツの針葉を食害しないが、マツキボシゾウムシ (*Pissodes nitidus* ROELOFS) の成虫の死体がトラップに捕捉されていた。

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に、年変動は図-2のようになる。林齢とともに増加しているのは、雄花、球果、種子の生殖器官、枝、その他で、反面、落葉量はやや減少の傾向がみられる。そのために、総リターフォール量に占める落葉量の割合が1978年の90%から1989年には71%に減少している。

2-1. 落葉量

林齢16年から27年までのストローブマツ林の年落葉量はhaあたり3.78~5.87ton/haと求められた。平均すると $4.92 \pm 0.59 \text{ ton/ha} \cdot \text{y}$ となる。

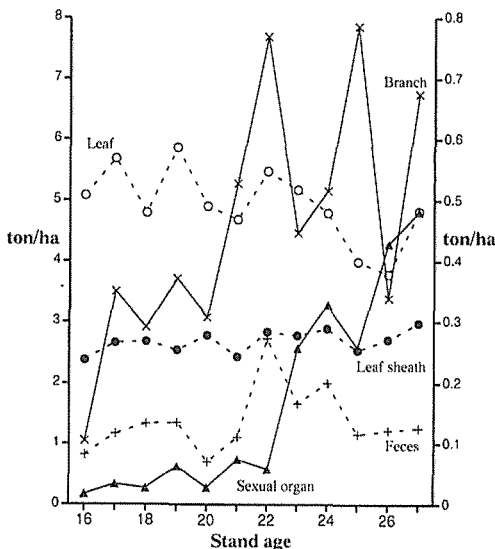


Fig.2 Yearly fluctuations in each litter of leaf, leaf sheath, branch, sexual organ and feces

調査期間の年落葉量の最大値は、最小値の1.55倍で、ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* ENDL.) 林¹³⁾の2.6倍やモミ (*Abies firma* S. et Z.)・ツガ (*Tsuga sieboldii* CARR.) 林¹⁴⁾の1.9倍よりは年変動は小さいが、モミジバフウ (*Liquidambar styraciflua* L.) 林¹⁵⁾の1.16倍、コナラ (*Quercus serotina* THUNB.) 林¹⁶⁾の1.13倍や1.17倍より大きい。白浜試験地のデーダマツ幼齢林¹²⁾の3林分では、1.24倍、1.35倍、1.36倍で、落葉量の年変動は、葉齢が大きいヒノキ林やモミ・ツガ林で大きく、落葉広葉樹林で小さかった。葉齢同様に年変動も両者の中間に位置するようである。

平均年落葉量の 4.92 ton/ha は、わが国で調査された多くの樹種の年落葉量の平均的な値と比べて多い。わが国でのストローブ

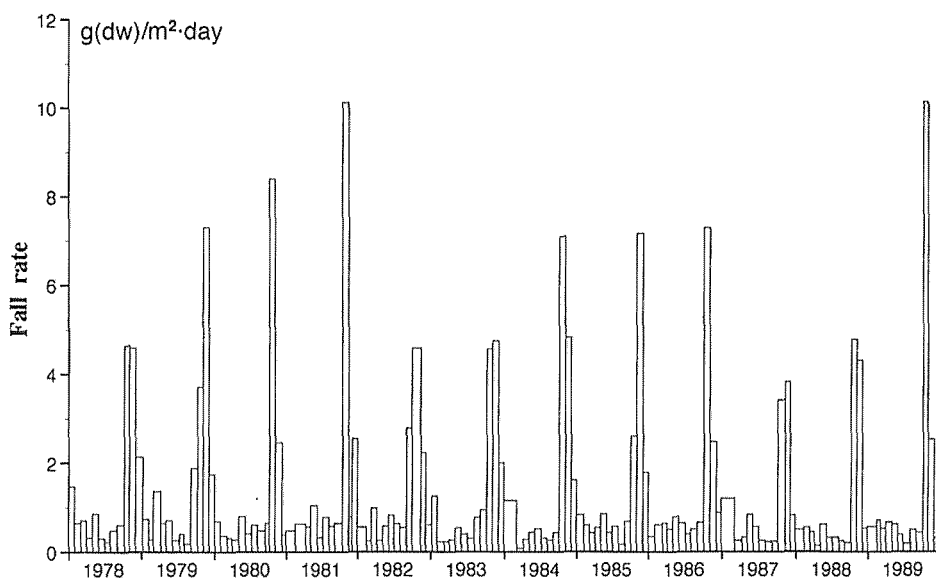


Fig.3 Seasonal fluctuations in the fall rates of leaf litter of eastern white pine

マツ林の落葉量の調査例がないので、直接には比較できないが、長野県下に造林された11年生のストロブマツ林の新葉量が 2.01ton/ha と求められている¹⁷⁾。閉鎖した林分で、葉齢を越える長期の落葉量調査の平均落葉量が新葉量に近似することから推察すると、本調査林分の落葉量は相当に多い。モミ・ツガ林¹⁸⁾の13年間の平均落葉量が 3.0ton/ha ($2.3\sim 4.3\text{ton/ha}$)で、これよりも多い。ヒノキ林では諸林分の平均値は 3.09ton/ha であるが、 5ton/ha を越える落葉量を記録した林分もある¹⁸⁾。なお、ストロブマツ林では、調査終了後、1990年1月に伐倒調査を行ない、新葉量が 3.9ton/ha と推定されている⁷⁾。本調査の過去3年間の平均落葉量の 4.2ton/ha は伐倒調査で推定された新葉量に近値している。白浜試験地のテーダマツ幼齢林の落葉量が $4.8\sim 8.0\text{ton/ha}$ 、上賀茂試験地のスラッシュマツ林の落葉量の平均が 7ton/ha ¹⁹⁾を越えていること、モミジバフウ林で得られた平均落葉量 4.71ton/ha など¹⁵⁾、外来樹種の落葉量が在来樹種の落葉量に比べて多いのは興味ある事実である。

ストロブマツ林の落葉の季節変化を示すと図-3のようになる。ストロブマツの落葉期は10月から11月で、その最盛期は10月中旬から11月上旬の秋季集中型である。秋季集中型を示しているが、10月と11月の2カ月の落葉量は、年間量の50~70%で、モミジバフウ林¹⁵⁾でみられた90%を越えるような集中型ではない。9月に台風が襲来すれば、強風のために落葉が早くなり、1982年には、モミジバフウ林では年間量の33%が落葉していた。ストロブマツ林では同時期の落葉は目立たず15%に過ぎなかった。

12年間の平均的な落葉の季節変動を求めると、図-4のようになる。図-3から、11月に最大落葉量を示したのは、1979年、1983年、1985年、1987年の4年だけで、ほかの8年は、10月の落葉量が最大を示している。上賀茂試験地のストロブマツ林の落葉最盛期は、11月よりも10月であることが明らかになった。

2-2. 葉鞘の落葉量

軟松類に属するストロブマツは、針葉が伸長し終って漸時の後、葉鞘が脱落する。葉鞘の落

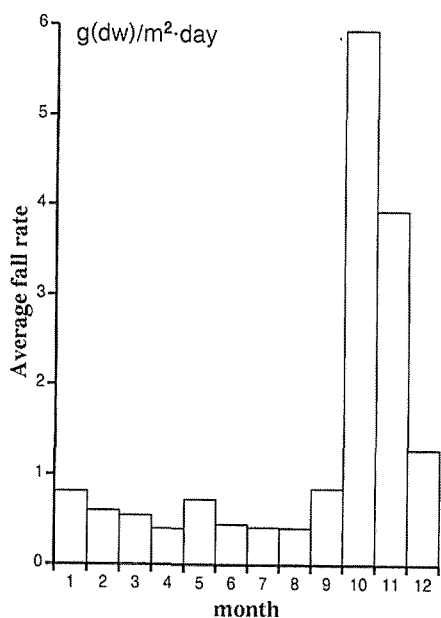


Fig.4 Seasonal fluctuation in average fall rate of white pine leaf litter over twelve years

下の季節変化を示すと図-5 のようになる。ストロブマツの新梢の伸長はアカマツ・クロマツ型(短節型)^{20,21)}で、針葉も7月下旬には伸長が終了している。針葉が伸長し終わった8月以後、脱落した葉鞘がトラップに目立って回収されている。年間葉鞘落下量は238.0~297.7kg/haで、平均すると $268.4 \pm 17.4 \text{ kg/ha} \cdot \text{y}$ となり、大きな年変動はみられない。全リターフォールに占める割合は3.7~5.2%で、生殖器官の落下が増加してきた1985年までは、落枝量について落下量が多い。調査期間の平均的な年間の季節変動を求めると、図-6 のようになる。8月と9月の2カ月で年葉鞘落下量の71~89%が、10月を加えると、88~98%の量がトラップに捕捉されている。葉鞘の脱落が針葉の伸長後、早い時期に起っていることが明らかになった。葉鞘が脱落するのは軟松類だけで、硬松類の葉鞘は針葉に付いたまま落葉するので、その落葉量と比較するには、この葉鞘の落下量を落葉量に加え

る必要がある。ストロブマツ林の落葉量に葉鞘落下量を加えると、平均値で $5.19 \text{ ton/ha} \cdot \text{y}$ となる。

2-3. 落枝量

ストロブマツの枝は細く、本調査では、林齢が若いためであるが、直径が1cmを越えるよう

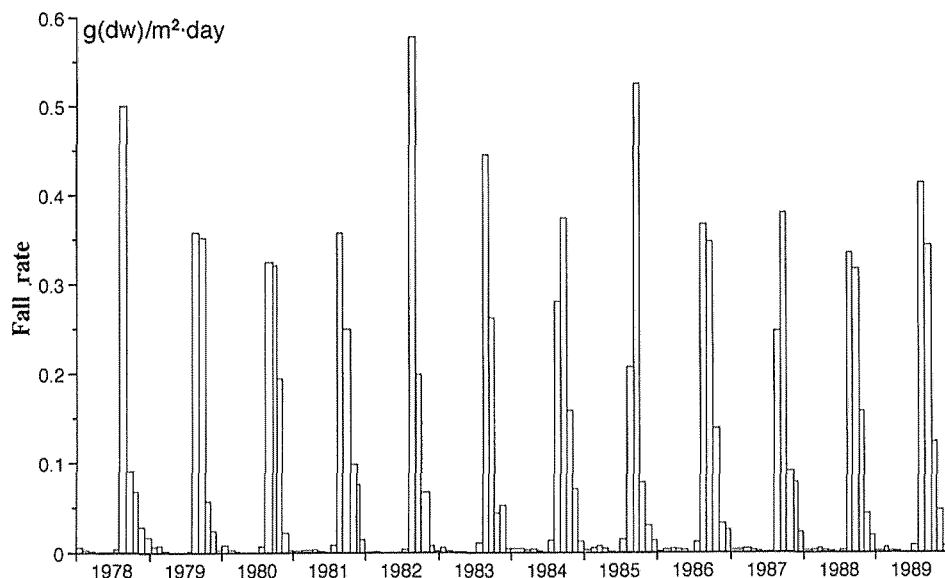


Fig.5 Seasonal fluctuations in the fall rates of leaf sheath litter of eastern white pine

な枝はトラップには捕捉されなかった。大部分は直径が2～3mm前後の細枝で、そのために本調査における落枝量は非常に少なかった。とくに調査初年度の1978年は、 $105.1\text{kg}/\text{ha}\cdot\text{y}$ と著しく少なく、リターフォールに占める割合も1.9%で、葉鞘、その他より少ない第4位であった。年の経過とともに、樹体の成長にともなって落枝量が増加し、1987年には、 $785.6\text{kg}/\text{ha}\cdot\text{y}$ で、14.0%を占め、落葉について多かった。

落枝量の季節変化を示すと図-7のようになる。針葉や葉鞘の落下のような特長的な季節変化を示していない。1～2月の冬季にやや多い傾向が認められるが顕著ではなく、また、夏から初秋にみられる不定期な落下量が目につく。局所的な強風などが影響したのであろう。

2-4. 生殖器官の落下量

雄花、雌花、球果、種子などの生殖器官で、重量に反映するのは球果である。生殖器官の落下の季節変化を示すと図-8のようになる。

生殖器官の落下量は、1978年の $17.2\text{kg}/\text{ha}\cdot\text{y}$ から1985年以後、球果が次第に多くなり、1989年には $482.1\text{kg}/\text{ha}$ が落下し、調査当初の28倍に増加している。樹齢とともに球果の結実量が増加しているためである。生殖器官は今後さらに増加するものと思われる。

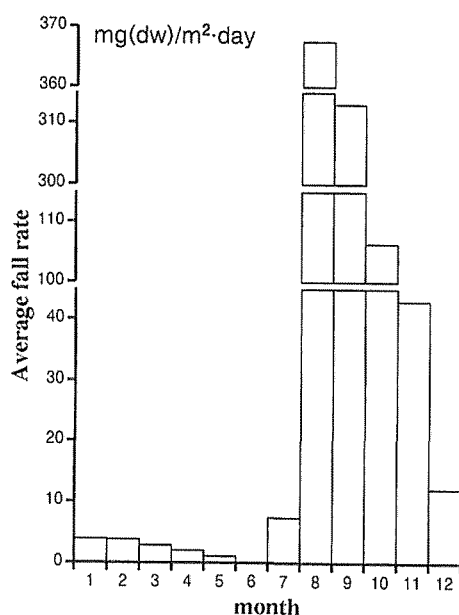


Fig.6 Seasonal fluctuation in average fall rate of leaf sheath litter over twelve years

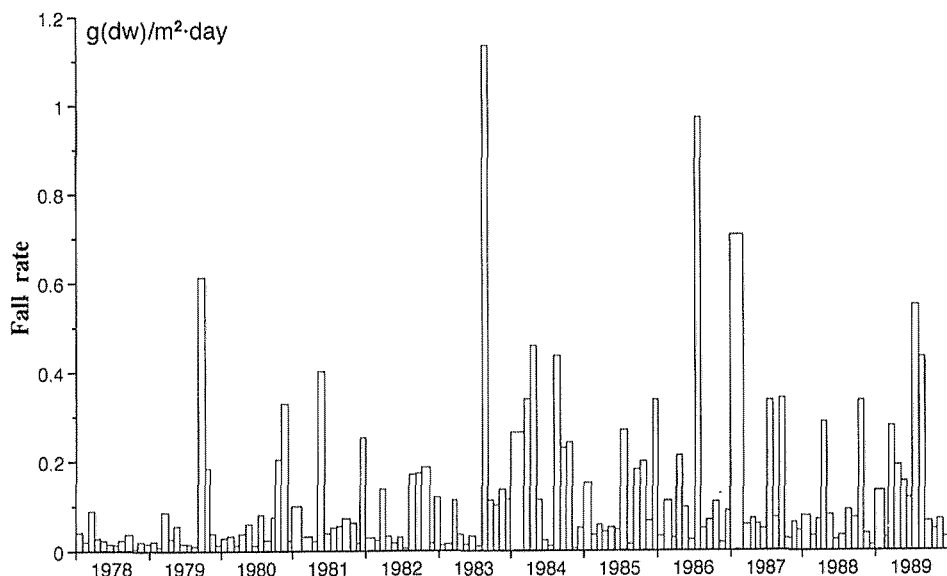


Fig.7 Seasonal fluctuations in the fall rates of branch litter of eastern white pine

2-5. 食葉性昆虫類の虫糞の落下量

集められた虫糞は鱗翅目（蛾類）の幼虫の糞が大部分を占めていた。マツ林には常に生息しているマツカレハとクロスズメが大型であるため、両者で集められた虫糞量の6～7割を占めている。本調査では、マツカレハよりもクロスズメの糞が目立っていた。ツマオビアツバの生息数は少なく糞も多くはない。マツノミドリハバチの糞も多くはなかった。コガネムシ類の成虫のものと思われる糞もみられたが、種名は明らかでない。チャイロコガネ (*Adoretus tenuimaculatus*

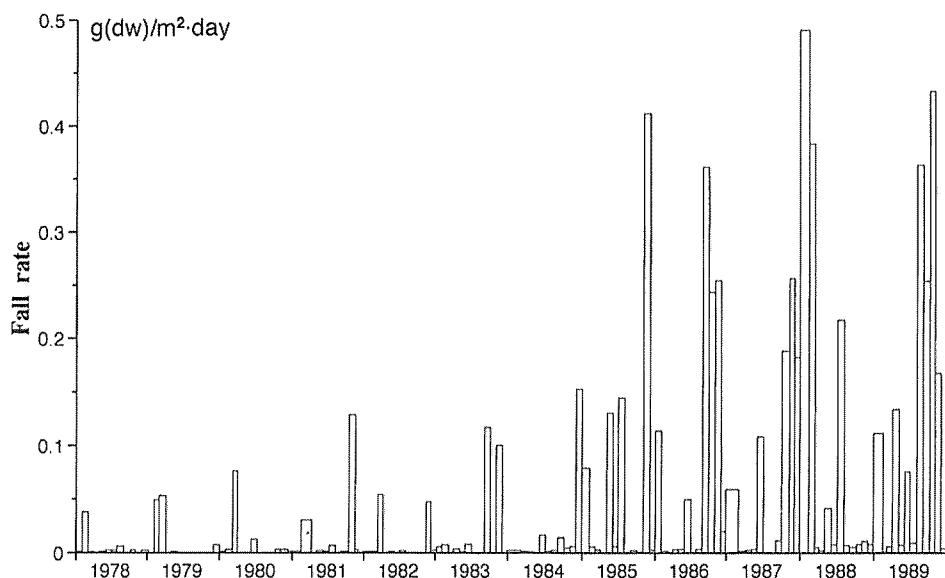


Fig.8 Seasonal fluctuations in the fall rates of sexual organ litter of eastern white pine

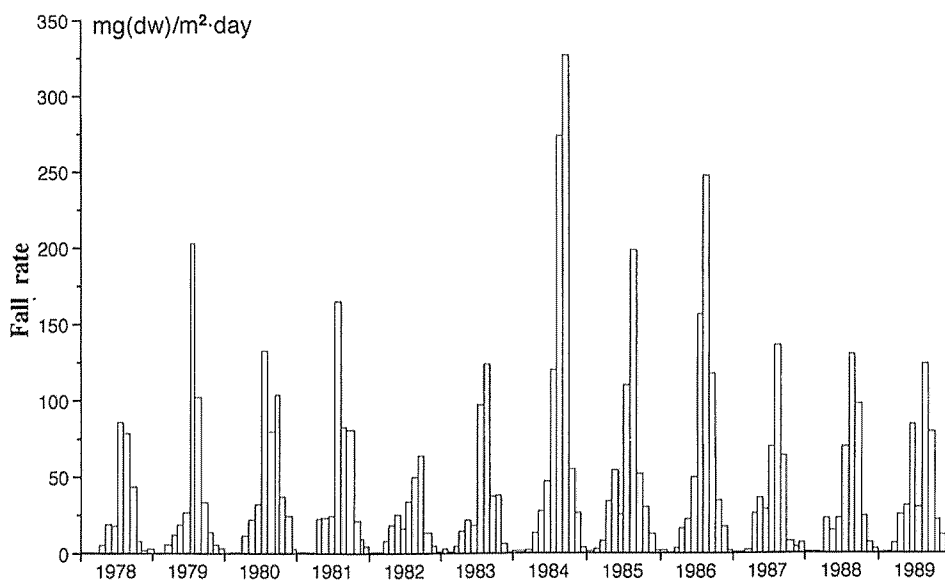


Fig.9 Seasonal fluctuations in the fall rates of feces litter egested by herbivorous insects in an eastern white pine stand

WATERHOUSE) やナガチャコガネ (*Heptophylla picea* MOTSCHULSKY) の死体がトラップに捕捉されていたが、両種はストロブマツを食害しない。さらに、糞の形から多くの種の生息が推察されるが、種名を確認することはできなかった。

虫糞の落下量の季節変化を示すと、図-9 になる。

モミ・ツガ林¹⁴⁾、ヒノキ林¹⁸⁾、コナラ林¹⁶⁾ など健全に生育していた諸林分で見られたような夏季集中型である。モミジバフウ林¹⁵⁾ におけるクスサンのように、特定の昆虫が発生した場合には、その生活史によって、虫糞落下時期も決まってくるが、多種類が低密度で、目立たないように生息している場合には、これまでの調査例のように、夏季の虫糞量が多くなる。12年間の平均的な季節変動を求めると図-10 になる。図-9 から7月に最大値を示した年は4回 (1978年, 1979年, 1980年, 1981年) で9月は1982年と1984年で、残りの6年は8月が最も多く、12年を平均しても8月の虫糞量が著しく多い。ストロブマツ林では、7~9月の虫糞量が年間量の60~81%を占めていた。

回収された虫糞量は70.5~272.8kg/ha・yで、平均値は 137.6 ± 52.2 kg/ha・y となる。これまで調査された健全林分^{12~16, 18, 22~24)} の虫糞量の多くが100kg/ha・y以下であったのと比べて、本調査では、12年のうち10年が、100kg/ha・yより多い。マツカレハやクロスズメのような大型の幼虫が生息するマツ林では、マツ林以外の諸林分と比べて、本調査のような、やや多い虫糞量が健全林分の通常値なのであろう。

2-6. 昆虫類の落下量

昆虫類の死体の落下量の季節変化を示すと図-11 になる。調査期間を通じて、冬季を除く昆虫類の活動期に多く回収されている。年落下量は1.3~5.2kg/ha・yで、各年いずれも総リターフォールの0.1%以下で、非常にすくなかった。これまでの調査の例にもれず、マツカレハやクロスズメ幼虫の死体はわずかで、それらの脱皮した頭部カプセル、マツノミドリハバチのマユなど、ストロブマツの葉を摂食した昆虫類の死体はすくなかった。マツキボシゾウムシやコガネムシ類のような鞘翅目の昆虫類の死体、さや翅、セミ類の外骨格や翅、バッタ類の脚など分解消費され難い部位が多かった。

リターフォールの回収間隔が1カ月であったために、トラップに落下した昆虫類の死体は、回収までに、トラップの中で、相当多く消費されたのであろう。クスサンの虫体が多く回収された時のモミジバフウ林 (7.9~47.4kg/ha・y)¹⁵⁾ を除いて、ヒノキ林 (1.0~9.0kg/ha・y)¹⁸⁾ コナラ林 (4.4~11.8kg/ha・y)¹⁶⁾、モミ・ツガ林 (0.3~1.3kg/ha・y)¹⁴⁾ のように、リタートラップで回収される昆虫類の死体はすくない場合が多く、このような例が常なのであろう。

2-7. 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。本調査の場合、ストロブマ

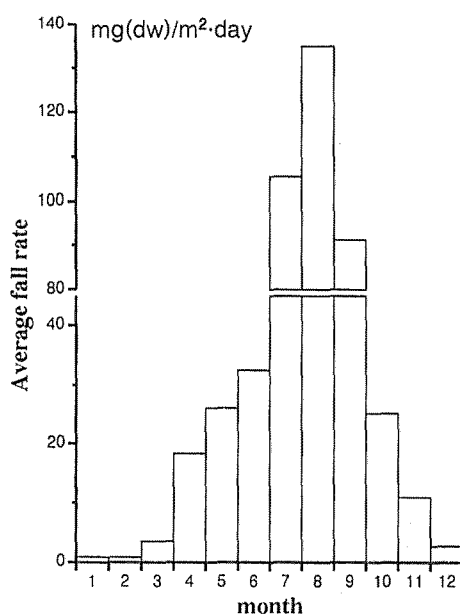


Fig.10 Seasonal fluctuation in average fall rate of feces litter egested by herbivorous insects

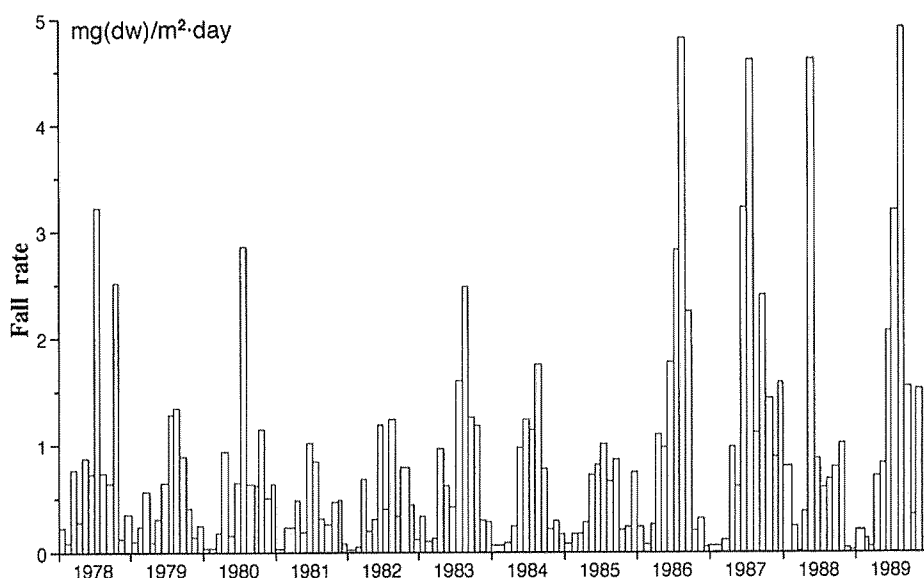


Fig.11 Seasonal fluctuations in the fall rates of insect bodies and residues

ツ以外のマツ類の針葉が含まれている。ストローブマツ植栽地の斜面に連続して植えられているエチナータマツ (*P. echinata* MILL.) と斜面上方のタイワンアカマツ (*P. massoniana* LAMB.) の針葉で、とくに11月に目立って含まれていた。そのほかは風に舞い上がって飛んできたと思われる広葉樹葉がわずかにみられただけで、その他の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、 $109.9 \sim 366.9 \text{ kg/ha} \cdot \text{y}$ が集められ、エチナータマツやタイワンアカマツの成長にともなって次第に多くなっている。

2-8. 総リターフォール量

12年間の年リターフォール量は表-2にまとめられている。総リターフォールのうち、ストローブマツの落葉が大部分を占めていることはすでに述べたが、季節変化を特徴づけているのも落葉の季節変化である(図-12)。この傾向はクスサンが大発生した年のモミジバフウ林¹⁵⁾、強風で太い枝が落下した時のモミ・ツガ天然林¹⁶⁾の例を除いて多くの林分でみられ、落葉が総リターフォールの量、季節変化を特徴づけていると云っても過言ではないであろう。調査ストローブマツ林においてトラップで回収されたリターフォールの総量は $5,185.1 \sim 7,020.0 \text{ kg/ha} \cdot \text{y}$ で、平均すると $6,130.3 \pm 575.8 \text{ kg/ha} \cdot \text{y}$ となる。なお1983年および1989年には被圧木が各1個体枯死しているので、その幹量を林地への供給量として加える必要がある。枯死木の幹重量を伐倒調査資料⁷⁾より推定し、枯死年のリターフォール量に加えて、調査期間を平均すると $6,381.0 \pm 883.3 \text{ kg/ha}$ となる。ストローブマツ林の林床へ平均して年に 6 ton/ha を越えるリターが供給されていたことが明らかになった。

3. 食葉性昆虫類による被食量の推定

これまで調査された諸林分と同様に、回収された虫糞量からストローブマツ林の食葉性昆虫類による針葉の摂食量、被食量(食害量)を推定する。摂食量、被食量を直接に求めることはほとんど不可能で、リタートラップで回収された虫糞量から間接的に推定されるのが常で、本報告においても、以下の手順の常法を用いて、ストローブマツ林の食葉性昆虫類の摂食量、被食量を推定した。

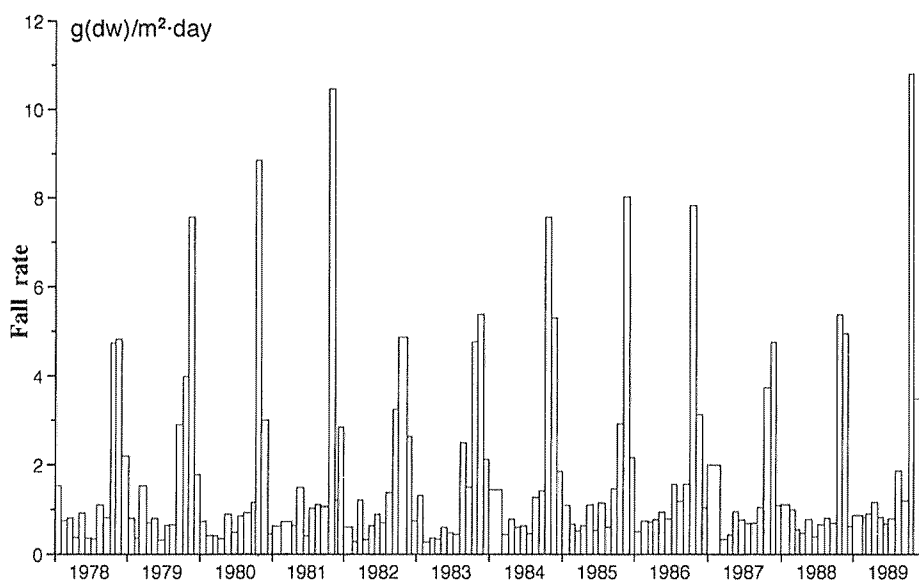


Fig.12 Seasonal fluctuations in the fall rates of the total litter in an eastern white pine stand

- ① トラップに捕捉された虫糞は回収間隔の間に降雨により相当量の重量減少をおこしている
ので、これを補正して排糞時重量に換算する。本調査資料は、回収間隔が約1カ月であった
ので、その間の雨量を考慮し、マツカレハ¹²⁾、マイマイガ¹⁶⁾、クスサン²⁵⁾の糞の例にならう。
- ② 糞量と摂食量の関係は、アカマツやクロマツを摂食した場合のマツカレハやクロスズメは
調査されているが、ストロブマツでは未調査である。本報告では糞が最も目立ったクロス
ズメと一般にマツ林の被食量推定に使われるマツカレハの糞量と摂食量の関係を用いる²⁰⁾。
- ③ 摂食時に切り落とされる量として、マツカレハの調査例の摂食量の10%を用いる¹²⁾。

すなわち

1. $F = 100 / 75 \times F'$ F : 排糞時糞乾重量, F' : 回収時糞乾重量
2. $\Delta G_1 = 1.24 \times F$ (クロスズメ) ΔG : 摂食葉乾重量
 $\Delta G_2 = 1.30 \times F$ (マツカレハ)
3. $\Delta G' = 1.1 \times \Delta G$ $\Delta G'$: 食害葉乾重量 (被食量)

の手順によって、ストロブマツ林の食葉性昆虫類による被害葉量を推定して、代表値を示すと
表-3のようになる。

Table 3 Feeding amount and grazing loss of leaves by herbivorous insects in an eastern white pine stand

Year	Feces (F')	Feeding (ΔG_1) (ΔG_2)		Grazing ($\Delta G_1'$) ($\Delta G_2'$)	
1982	70.5	116.6	122.2	128.2	134.4
1984	272.8	451.0	472.9	496.1	520.2
Ave.*	137.6	227.5	238.5	250.2	262.4

*: Average of over twelve years from 1978 to 1989

1982年の被害量は約130kg/ha・yで、落葉量の3%弱、最も虫糞が多く回収された1984年でも、被害量は約500kg/ha・yで、落葉量の10%以下である。本林分のリターフォール調査終了後、1990年1月の伐倒調査で推定された葉量が6.5ton/haで、そのうち新葉量は3.9ton/haであった⁷⁾。落葉最盛期が過ぎての調査であり、本ストロブマツ林の針葉が2～3生育期着葉していることから、この食葉性昆虫類による被食量は微々たるものである。ストロブマツ林は健全に無被害状況で生育を続けている。

あ と が き

原産地の天然分布域の南限に相当する上賀茂試験地に育てられているストロブマツ林が健全に生育し、かつ、虫糞調査からも食葉性昆虫類の生息が著しくすくないことが明らかになった。また、落葉量がhaあたり5ton前後もみられ、日本在来種のそれと比べて多いことも明らかにすることができた。林分の成長にともなって落枝量、生殖器官とくに球果が増加するであろう。比較的多いと思われる現在の落葉量が今後どのような経過をたどるのか興味がある。高林齢まで健全に生育を続け、再び調査されることを期待したい。

引 用 文 献

- 1) 上賀茂試験地マツ属研究グループ (1992) 上賀茂試験地に育てられている外国産マツの生育。京大演集報. 23. 90～104
- 2) 古野東洲・岡本憲和・四手井綱英 (1963) 外国産マツ属の虫害に関する研究 第1報 マツノシンマダラメイガについて。京大演報. 34. 107～125
- 3) ———・曾根晃一 (1978) 同上 第5報 マツバノタマバエの加害について。京大演報. 50. 12～23
- 4) ———・中井 勇 (1988) 同上 第9報 マツモグリカイガラムシの寄生による樹体湾曲。京大演報. 38. 18～32
- 5) 上賀茂試験地マツ属研究グループ (1989) スラッシュマツ林の成長と現存量。京大演集報. 19. 36～48
- 6) ——— (1990) テーダマツ林の成長と現存量。京大演集報. 20. 88～99
- 7) ——— (1991) ストロブマツ林の成長と現存量。京大演集報. 22. 67～78
- 8) 二井一禎・古野東洲 (1979) マツノザイセンチュウに対するマツ属の抵抗性。京大演報. 51. 23～36
- 9) 古野東洲・中井 勇・上中幸治・羽谷啓造 (1993) 上賀茂および白浜試験地における外国産マツのマツ枯れ被害——マツ属のマツノザイセンチュウに対する抵抗性——。京大演集報. 25. 20～34
- 10) ———・——— (1991) マツ属 9 F₁ 雑種にみられる虫害について。102回日林論. 245～246
- 11) Critchfield, W. B. and Little, E. L. Jr. (1966) Geographic distribution of Pines of the world. U. S. Dept. Agr. For. Serv.
- 12) 古野東洲 (1972) 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
- 13) 斎藤秀樹 (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
- 14) 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
- 15) ——— (1992) 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。京大演報. 64. 1～14
- 16) ———・斎藤秀樹 (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
- 17) 赤井龍男・古野東洲・上田晋之助 (1971) ストロブマツ幼齢林の物質生産機構。京大演報. 42. 143

～162

- 18) 古野東洲・斎藤秀樹 (1982) 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. 64. 177～186
- 19) ——— (未発表) スラッシュマツ林のリターフォール
- 20) ——— (1975) ストロブマツの生育におよぼす摘葉の影響. 京大演報. 47. 1～14
- 21) 田中弘之・大島誠一・赤井龍男 (1976) 外国産マツ属の新梢の伸長と形態. 京大演集報. 11. 38～49
- 22) 古野東洲・上西幸雄 (1977) 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
- 23) 渡辺弘之 (1978) ナギ林のリターフォール量. 京大演報. 50. 24～31
- 24) ———・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
- 25) 古野東洲・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. 513～514
- 26) ———・大村寿郎 (1971) 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

Résumé

The annual and seasonal fluctuations of litter fall and the grazing loss of leaves by the herbivorous insects were investigated in an eastern white pine, *Pinus strobus* L., stand at Kamigamo Experiment Station of Kyoto University Forest, Kyoto City.

The study site was an artificial experimental stand of eastern white pine which was planted at about 2,500 trees per hectare in 1962. Five traps, each having surface of one fourth square meter (50cm×50cm), were set up about ninety centimeter above the ground of the pine stand. Fallen litters in the traps were collected twelve times for a year of one month interval from January in 1978 to December in 1989.

Collected litters were divided into the components by hand sorting, i.e. leaves, leaf sheath, branches and sexual organs of eastern white pine, feces of herbivorous insects, dead bodies or residues of insects and others.

Annual leaf litter were collected from 3.78ton/ha to 5.87ton/ha, and leaf-falls was $4.92 \pm 0.59\text{ton/ha}\cdot\text{y}$ in average. The leaf falls in October and November were accounted for 50～70% to its total annual leaf litter.

Annual branch-falls ranged from 105.1～785.6kg/ha·y and sexual organs collected were 17.2～482.1kg/ha·y. The both falls of branch and sexual organ tend to increase with the growth of eastern white pine.

The feces of the herbivorous insects collected were $70.5 \sim 272.8\text{kg/ha}\cdot\text{y}$, $137.6 \pm 52.2\text{kg/ha}\cdot\text{y}$ in average. These feces were much a little than the feces obtained in various healthy forest. But these values were seemed to be ordinary level in the pine stands.

The annual fall of insect residues weighed were $1.3 \sim 5.2\text{kg/ha}\cdot\text{y}$. Total litter fall collected by the traps were summed up $5.19 \sim 7.02\text{ton/ha}\cdot\text{y}$, $6.13\text{ton/ha}\cdot\text{y}$ in average.

The amount of annual feeding leaves by the herbivorous insects was estimated at about $120 \sim 460\text{kg/ha}\cdot\text{y}$ and damaged leaves was estimated at about $130 \sim 500\text{kg/ha}\cdot\text{y}$. The grazing losses were equivalent to 3～10% of annual leaf-falls and were negligible to the growth of eastern white pine.