

Studies of Leaf Damage
in *Fagus crenata* and *Sasa kurilensis*

（ブナとチシマザサの葉被害に関する研究）

学位論文内容の要旨

本論文は北海道道南地方のブナ・チシマザサ林においてブナの昆虫による葉の被害に対する反応とチシマザサの資源可給態量が葉の存在に与える影響についての研究である。

（１）昆虫（主に *Quadricalcarifera punctatella*）によるブナの葉の被害は樹木の陽葉の食害率の大小に加害されるブナの葉のサイズによる違いがみられた。食害率が小さい場合は、葉当たりの被害の程度は葉の小さなサイズクラス（ $5-20\text{ cm}^2$ ）において大きく、食害率が大きい場合には大きなサイズクラス（ $25-40\text{ cm}^2$ ）に被害が集中していた。

（２）ブナの葉の硬さは、また昆虫食害による葉当たり被害の分布に関連する傾向を示した。食害率の小さいブナでは葉の硬さは葉のサイズクラスの大きいものほど硬く、小さい方向に次第に硬さを減少した。しかし食害率の高いブナでは小さい葉サイズ（ $5-20\text{ cm}^2$ ）では大きくなるほど硬さを増すが、より大きな葉サイズでは硬さを減少する傾向にあった。

（３）（１）と（２）から昆虫は柔らかい（硬くない）葉を硬い葉より好むことが明らかにされた。（４）ブナ個体の中の葉の大小の分布は "within shoot allocation pattern" (Watson &

Casper 1984) によって決められる。すなわち葉の大小はシュートサイズ（葉の数）と葉の位置に関係する。一般にシュートの最上部の葉が最も小さく、基部に向かって大きくなった。但し基部の葉は通常シュート下方から一番目、二番目の葉より小さかった。（５）

シュート当たりの昆虫の食害率とシュート当たりの葉の大小の関係はシュートサイズによって異なった。大きいシュート（葉数の多い、 $6-7$ 枚）では葉の被害は、シュート頂の小さい葉と基部の大きい葉との差が著しく大きかった。食害率が低いブナの場合は、基部近くの大きい葉の被害は０かほとんどなかった。しかし食害率の高い場合、シュートにおける葉の大小による被害にはそれ程差がなかった。このことと（１）（２）及び（４）からブナでは葉の昆虫による食害の影響を減少するために、大きい葉の方へ被害から守る資源を供給して、葉の硬さの変化を誘導すると結論づけた。葉の防御のために利用できる資源が少ない場合、すなわち食害率が高い場合には、大きい葉へ資源を供給できず従って小さい葉と大きい葉の硬さはほぼ同じであり、かつ被害の程度もほぼ同じか、大きい葉の方が大きくなると結論された。（６）チシマザサ個体群において葉面積に対する地上部乾物量の割合、葉乾物量に対する地上部乾物量の割合を調べた。その結果、両方で相対光指標に相関関係が示された。（７）林内土壌の可給態窒素供給力 (Nitrogen Availability; NA) は地上部の乾物量、平均葉の大きさと個体群全葉面積に関して相関関係があった。さらに NA はササの葉の枯死パターンと相関関係が認められた。NA が増加すると葉の保持期が短くなるという通説に反して、本研究では NA の富んでいる土壌の方が葉の生存率が高かった。

（８）ササの葉乾物量と N は春先から真夏まで減少し、そして真夏から秋の終わりまで再

び増加した。再吸収は光条件の良好な状態で最も高く、Nの補給量はNに富んだ土壌で最も高かった。6月から10月まで全葉重比変化はNに富んだ地よりNに乏しい地の方が大きかった。(9) Nに乏しい地では貯蔵している資源を短期間に使わなければならないので、葉は枯死落葉しやすく、また外からの被害も受けやすい状態になるという仮説を立てた。この仮説はNに乏しい地でnew leaf sinkの除去実験で部分的に証明を試みた。この試験では資源を再吸収するsinkを持っている対照に比べnew leaf sinkを失ったササの茎では葉の枯死率が小さくなった。(10) ブナとササでは資源の利用の仕方と葉被害は深く関係がある。ブナの場合は防御のため資源が十分あれば、硬さの変化で大きい葉の方へ被害から守るための資源を供給する。NAによってササは旧葉から貯蔵している資源を使わなければならないので、旧葉が弱くなって被害を受けやすい状態になる。(11) 本論文ではブナとチシマザサについてmodular constructionの概念を用い、それらの葉個体群については統計分析を基本として行なった。この方法は植物のシュートと葉の行動に基づく植物個体群における昆虫やある種の環境圧に対する防御に関する研究にとって有用であることが示された。

学位論文審査の要旨

主査	教授	伊藤浩司
副査	教授	山村悦夫
副査	教授	筒井澄
副査	教授	五十嵐恒夫
副査	助教授	福田弘巳

学位論文題名

Studies of Leaf Damage in *Fagus crenata* and *Sasa kurilensis*

(ブナとチシマザサの葉被害に関する研究)

植物の外部からの害に対する抵抗性の研究は育種や作物の品種改良の上で重要であるばかりでなく、野外における植物集団の抵抗性の遺伝質の保存という立場からも重要である。本研究は上記の事実を念頭において、北海道道南地方のブナ・チシマザサ林において、ブナの昆虫による葉の食害に対する抵抗反応とチシマザサの資源可給態量が葉の存在に与える影響について研究したものである。本論文は全体8章から構成されている。第1章は序論で本研究の目的と手法並びに研究地について述べられている。第2章はブナにおける植食昆虫の食害の分布についての章で、その背景および研究方法が述べられている。第3章はブナにおける葉の硬さの分布というテーマの章であり、ブナにおける葉組織の硬さが植食昆虫害からの防御の手段に関係することについて、かつまたその研究について述べられている。見かけ上の葉の硬さはその内容において物理的、化学的、時間的意味があり、更に資源のモザイク的配分による防御の意義もある。本章ではこれらの内容が総合化された表現として葉の硬さそのものを対象として行った研究結果が述べられている。第4章は第2・3章のブナに関する研究のまとめである。第5・6および7章は、ササ葉についての研究を取り扱っている。第5章では土中の可給態窒素供給力勾配に沿ったササの葉冠の動態を扱っている。ここでも前章と同様にその背景についての概念と研究方法を述べた後研究結果がまとめられている。第6章では葉冠の動態について、葉の

生存と葉中の窒素の循環面から研究結果である。第7章は、前述の2つの章のまとめであり、生産・貯蔵と葉の維持との間にみられるバランスについてまとめられている。最後に第8章は本研究全体の結論である。1つの群落の指標としての葉の意義について論じられている。

以上の研究の結果を総括すると次の様である。

(1) 昆虫（主に *Quadriclcarifera punctatella*）によるブナの葉の被害は樹木の陽葉の食害率の大小によって、加害されるブナの葉のサイズによる違いがみられた。樹木の食害率が小さい場合は、葉当たりの被害の程度は葉の小さいサイズクラス（5–20 cm²）において大きく、食害率が大きい場合には大きなサイズクラス（25–40 cm²）に被害が集中していた。(2) ブナの葉の硬さは昆虫食害による葉当たり被害の分布に関連する傾向を示した。食害率の小さいブナでは葉の硬さは葉のサイズクラスの大きいものほど硬く、小さい方向に次第に硬さを減少した。しかし食害率の高いブナでは、小さい葉サイズで大きくなるほど硬さを増すが、より大きな葉サイズでは硬さを減少する傾向にあった。(3) (1)と(2)から昆虫は柔らかい（硬くない）葉を硬い葉より好むことが明らかにされた。(4) シュート当たりの昆虫の食害率とシュート当たりの葉の大小の葉の関係はシュートサイズによって異なった。食害率が低いブナの場合は、基部近くの大きい葉の被害は0かほとんどなかった。しかし食害率の高い場合、シュートにおける葉の大小による被害にはそれ程差がなかった。このことからブナでは昆虫による葉の食害の影響を減少するために、大きい葉の方へ被害から守る資源を供給して、葉の硬さの変化を誘導すると結論づけた。葉の防御のために利用できる資源が少ない場合、大きい葉へ資源供給は余り行われず、従って小さい葉と大きい葉の硬さはほぼ同じであり、かつ被害の程度もほぼ同じか、大きい葉の方が大きくなると結論された。(5) チシマザサにおいては林内土壌の可給態窒素供給力（Nitrogen Availability ; NA）は地上部の乾物量、平均の葉の大きさと個体群全葉面積に関して相関関係があった。さらにNAはササの葉の枯死パターンと相関関係が認められた。NAが増加すると葉の保持期が短くなるという通説に反して、本研究ではNAの富んでいる土壌の方が葉の生存率が高かった。(6) ササの葉乾物量とNは春先から真夏まで減少し、そして真夏から秋の終わりまで再び増加した。再吸収は光条件の良好な状態で最も高く、Nの補給量はNに富んだ土壌で最も高かった。(7) Nに乏しい地ではササは貯蔵している資源を短期間に使わなければならないので、葉は枯死落葉しやすく、また外からの被害も受けやすい状態になるという仮説を立てた。この仮説はNに乏しい地で“new leaf sink”の除去実験で部分的に証明を試みた。この試験では資源を再吸収する“sink”

を持っている対照に比べ、“new leaf sink”を失ったササの茎では葉の枯死率が小さくなった。（８）結論的に述べればブナとササでは資源の利用の仕方と葉被害は深く関係がある。ブナの場合は防御のため資源が十分であれば、硬さの変化で大きい葉の方へ被害から守るための資源を供給する。ササではNAによって旧葉から貯蔵している資源を使わなければならないので、旧葉が弱くなって被害が受けやすい状態になる。

以上本論文の特色はブナとチシマザサについて“modular construction”の概念を用い、それらの葉個体群については統計分析を基本として行ったこと、さらに野外での観察から得られた葉の硬さと植食昆虫の嗜好性について室内実験を行って野外で得られた事実を確認したことで、研究遂行に当たっての独創性と綿密性がよく窺われる。そしてこの方法は将来植物のシュートと葉の行動に基づく植物個体群における昆虫や、ある種の環境圧に対する防御に関する研究にとって有用であると考えられる。

申請者は研究者として誠実かつ熱心であり、大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を持つものと判定した。