

平成21年2月27日

森林・林業公開講座（平成20年度第2回）

花粉症対策の現状 ー森林側から貢献できることー

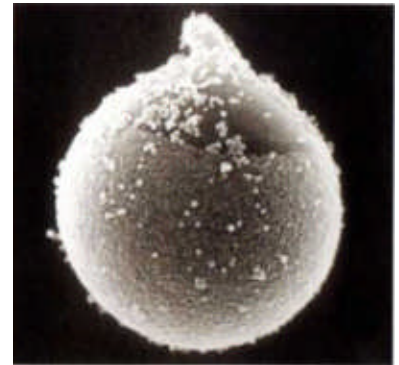
講師：森林総合研究所

主任研究員

金指達郎氏

本日の話は、スギ花粉対策の現状ということなのですが、花粉症対策といいますと基本的には、一番メインなのは花粉をなるべく吸わないように予防するだとか薬を開発するとかということが中心ですが、私たち森林や林業に携わるものの側から花粉症対策に貢献できることもあります。

右の写真はスギ花粉の電子顕微鏡写真です。見ようによっては結構かわいい感じがしないでもありません。今日いらっしゃっている方の中にも花粉症の方が何人かおられると思います。その花粉症を引き起こす原因となっているのがこのスギ花粉です。



1 スギ花粉症の現状は次の様になっています。

- 最近（2008年）発表された疫学調査の結果によると、スギ（ヒノキ）花粉症は全国民の26.5%
- この数字は、わずかこの10年で10%も増加
- スギ花粉症という「病気」がかくも急速に広まってきたのは、なんとと言ってもスギ・ヒノキ科の花粉の飛ぶ量が以前に比べて遥かに増加したことが最大の原因
- 花粉症は一度かかってしまうと、一般には治ることなく、花粉を吸ってしまうと症状がいつでも起こる病気
- そのため、花粉をなるべく吸わないこと、薬による予防や症状の緩和しか対処法はない

次の図はスギ花粉症の患者の分布状態を表したものです。

全体の平均は26.5%ですが、これを見ると太平洋側で患者が多いということが分かります。また、スギがほとんど無い北海道や沖縄では患者数は少ないことが分

かります。

左上の囲いの中ですが、黒い線がスギ花粉症の年齢別の有病率を表したものです。

30代、40代が最も高いですが、10代から60歳くらいまでの間はかなり高い割合で患者さんが居るという状況です。

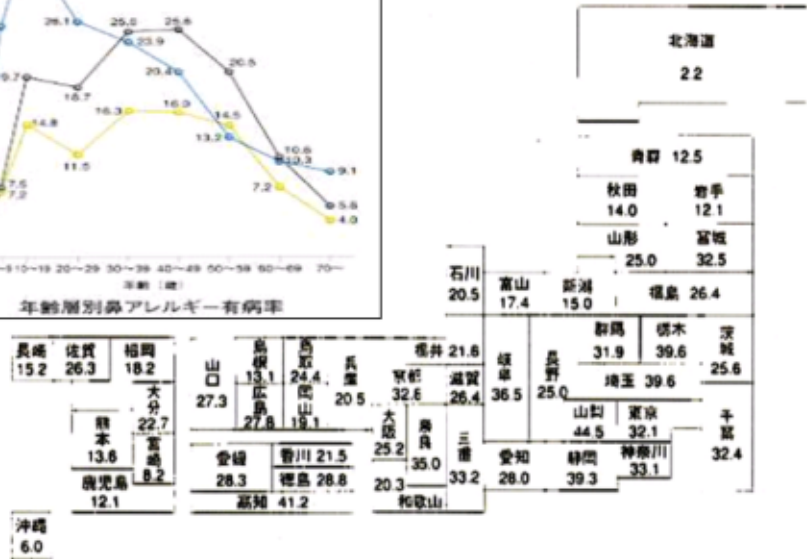
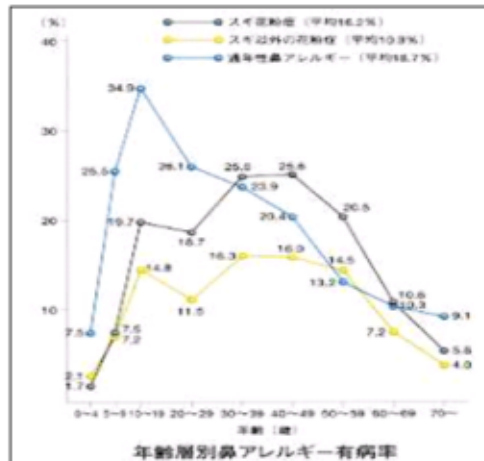


図5 スギ花粉症有病率(%)—全国平均：26.5%—

2 スギ花粉と雄花の特徴

右の写真は上がスギ花粉を出すスギの雄花と花粉、下がヒノキ花粉を出すヒノキの雄花と花粉です。

この花粉は写真の様に球形をしていて大きさは直径が約30ミクロン(0.03ミリ)くらいです。スギは一箇所突起があります。この突起はパキュラと呼ばれています。雄花の咲く位置は写真の様にヒノキは枝先に、スギは新葉の脇につきます。



スギ



ヒノキ



スギ雄花から花粉がでてい
るところです。

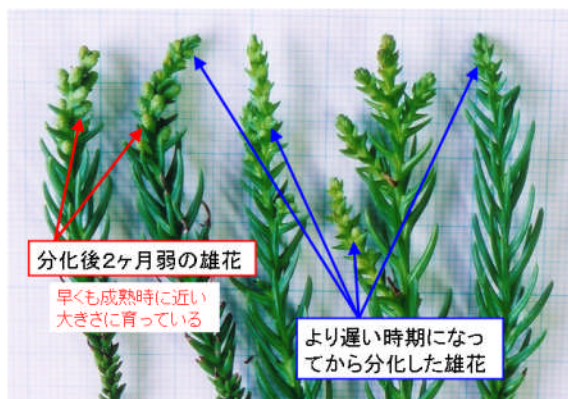


花粉が山全体に飛散している様
子です。

スギの雄花は右の写真上の枝
が伸びていってある時以降下の写
真のように葉の脇に付きます。先
端まで雄花が付きます。下の写真
の様に雄花が付くかそれとも枝が
伸び続けるのかそれによって雄花
が沢山付くか付かないかが決まっ
てきます。



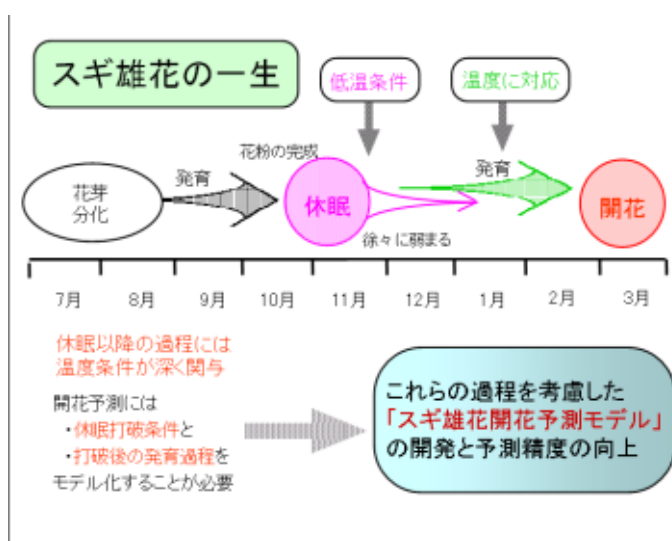
右の写真はもっと詳しく見たものです。雄花は枝が伸びるのに伴ってある時以降に付いていきます、枝によって違いがあります。



左の写真は十分に發育した雄花ですがまだ咲いている状態ではない。この1個の中に花粉が約40万個入っています。



右の写真は開花した状態です。花粉が鱗片の隙間にこぼれて風が吹くと散ります。



7月頃に雄花が分化して枝が伸びるとともにどんどん雄花が作られてきます。その後雄花はスギの場合急速に発達して10月頃雄花の中で花粉が完成します。その頃になると雄花は休眠という状態になります。花は暖かければどんどん發育して開花に至ってしまいますのですが、この休眠という状態に入りますと暖かい状態でもそれ以上發育できない状態になります。この休眠は低温になってくるとだんだん弱まってきます。1月

の上旬頃になると休眠は完全にさめて、また發育が再開されます。暖かい温度に対応してだんだん發育していつか完全に開花します。こういうことで開花時

期は温度条件によって左右されます。今年は早まったとか去年は遅かったとかあるわけですが、こういう過程を考慮したモデルを作ることによって開花時期の予測と
いうのが出来るようになっていきます。

スギの雄花はスギの樹冠の内の日
当たりのいい部分である陽樹冠の表
面部に着きます。(右の写真)

スギの葉群の基本的構造と雄花の着く位置



スギ雄花は陽樹冠の表面部に着く



普通は2年生以上のいわゆる弱勢枝（垂れ下が
り気味の枝）につく。ただし、もっと古い枝はも
う延びず雄花も付かない。(左の写真)

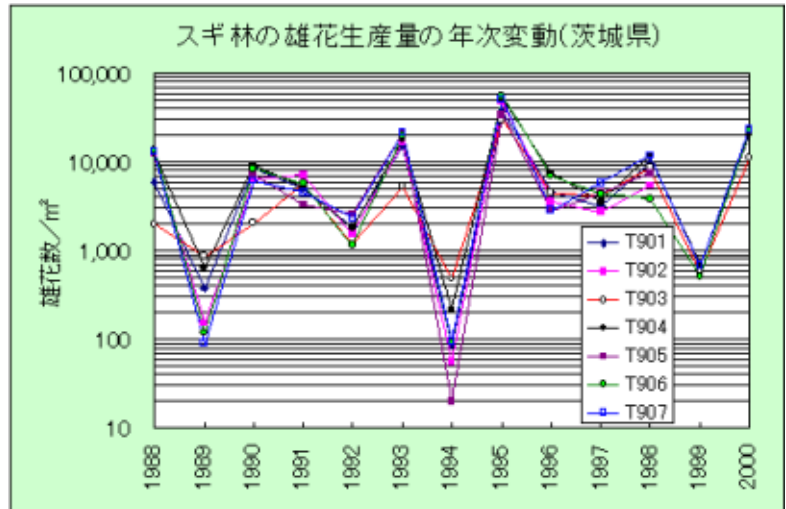
雌花は雄花と違い枝の先端に付きます。です
から雌花が付いてしまうと来年は延びられない
ということになります。雌花がたくさん付いて
豊作になると翌年は雄花が少なくなり花粉が飛
ぶ量が少なくなるというパターンになる。

雌花は開花後2ヶ月くらいで急速に発育して
成熟時の大きさに達します。雌花がたくさん付
いた葉群では、雌花が大きくなるためにその葉
群で生産した光合成産物・栄養を大量に消費す
るためたとえ雄花が付くところがあったとして
もつけられないということになる。豊作の後に

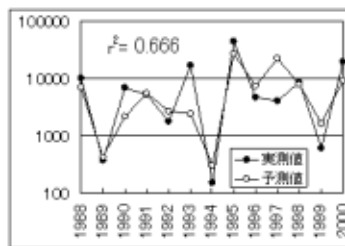


は栄養面でも雄花の付く場所の面でも新しい雄花はつけられなくなるということになる。

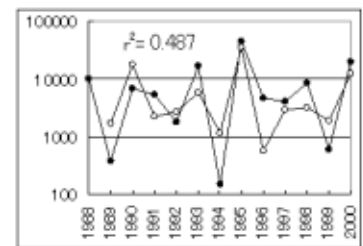
右の図は実際にどれだけ雄花の生産量の変動するか調べた例です。(茨城県八郷町に7箇所の林分で調査) グラフの縦軸は10倍10倍となっている。赤い線を除いて豊作凶作が連動している。変動の中は大きく年によっては100倍以上も異なることがある。前年の着果量が多い少ないということにも影響されるが、もう一つは雄花分化期の夏の気象条件によっても影響される。



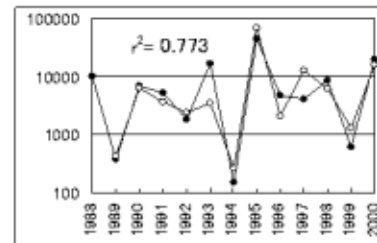
右の3つのグラフの黒い点の線は前の図の黒い点の線です。左上の白い点の線のグラフは前年夏の日射量から予測したものです、実際の線からはずれるところもありますがほぼあっています。右上のグラフは前年の雄花量から予測したのですがこれもまあまあ予測できているかなというところです。下のグラフは両者を併せて予測したものです。これですとだいたい実際の線とあっています。これを花粉試算予報というのがあるてその基礎として使用しています。



前年夏の日射量からの予測



前年の雄花量からの予測



前年日射量と前年雄花量両者を考慮した予測

豊作年における雄花生産量は、ある一定の林齢以上では変わらない。これは、雄花の付き得る「陽樹冠」表面積は林齢によって大きく変化しないためであるといわれています。(右の図)

林齢と単位面積あたり雄花生産量

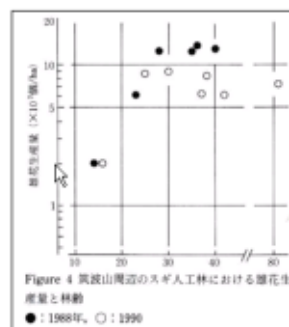


Figure 4 茨城県山間部のスギ人工林における雄花生産量と林齢
●: 1988年, ○: 1990

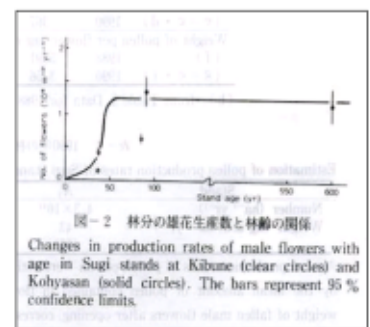


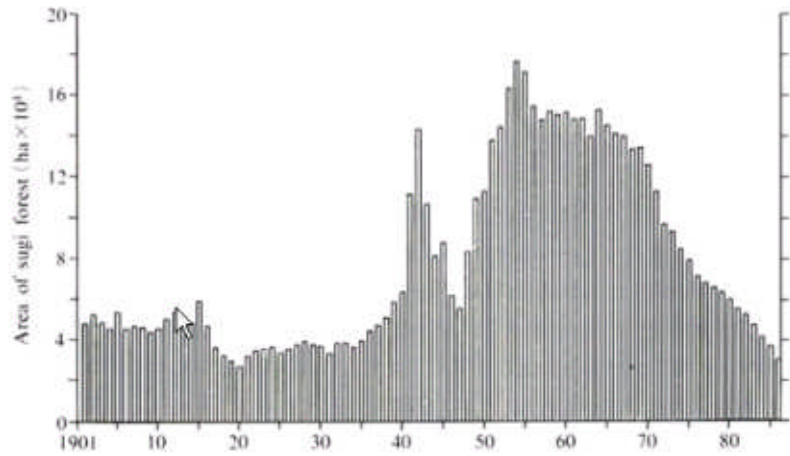
図-2 林分の雄花生産数と林齢の関係

Changes in production rates of male flowers with age in Sugi stands at Kibune (clear circles) and Kohyasan (solid circles). The bars represent 95% confidence limits.

3 スギ花粉の飛散はなぜ増えたか

右の図はスギ造林面積の変遷です。

戦後年間15万ヘクタールとか17万ヘクタールとか大面積植栽が続いた時期があったが、今では5千ヘクタール程度に減っている。大面積植栽した木の林齢が雄花を付ける時期になってきたということが言える。



スギ造林面積の変遷

今のスギ人工林の面積は約452万ヘクタールということですが、右の図は、そのうち若い林を除いて30年生以上、花粉を沢山飛ばせられるだろうなというような林の面積の変遷を表したものです。20年くらい前はおよそ3分の1が重要なスギ花粉の発生源となっていました。現在は85%が雄花を沢山付ける状態になっています。

スギ人工林面積=452万ha

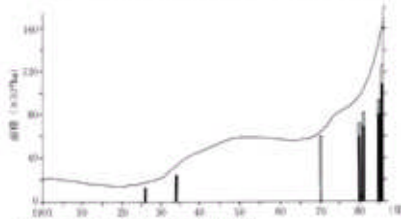
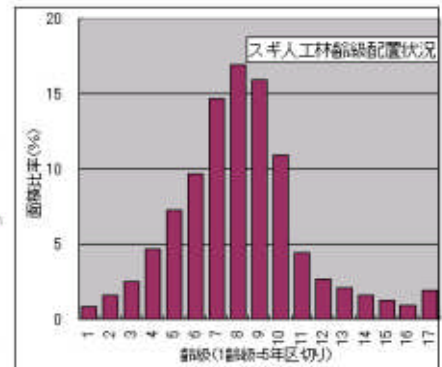


Figure 3 31年生以上のスギ人工林面積の変遷
 黒線：造林面積、伐採量等の統計資料からの推定値
 細線：林業統計資料に記載されている面積
 灰色線：国有林、黒線：私有林（国有林以外の林）
 白線：国有林と私有林の合計値（全面積）
 1946年以降、推定値が統計資料の値より過大になっているが、これは、戦中、戦後初期に造林された面積が成林する割合を過大に見積ったことによると思われる。



国有林・私有林合わせたスギ人工林全体
 2002年の状況
 出典：森林資源状況 1946年 林野庁計画課 (2005年)

スギ花粉発生源の面積はもう伸びしろは少ない(残りは16%)。ただし、盛んに雄花を落けるようになる林齢が50年とした場合には、しばらくは今後も増加する。

そのためもうこれ以上は花粉の量が増える伸びしろは少ないと思われる。しかし、これは図中にも書いてありますが、あくまでも30年生くらいから雄花を沢山付けるとした場合の話です。雄花を沢山付けるのが50年生当たりからだということになると今後も花粉の量は増えることになります。

4 花粉飛散予報高度化への取り組み

花粉飛散予報は今も盛んに行われているが現行の花粉飛散予報は、予報精度がひどく悪いです。天気予報が当たる確率が約80%であり、その天気予報に基づいて花粉飛散予報をだすので目一杯精度がよくても80%といったところです。今の花粉飛散予報は、今日は多いでしょう、明日は少ないでしょうといった意味での予報です。その確率はよくて45~60%くらいと調べた事例があります。なんで予報が当たらないかといいますと、雨が降っているから少ないだろうとか天気がいい

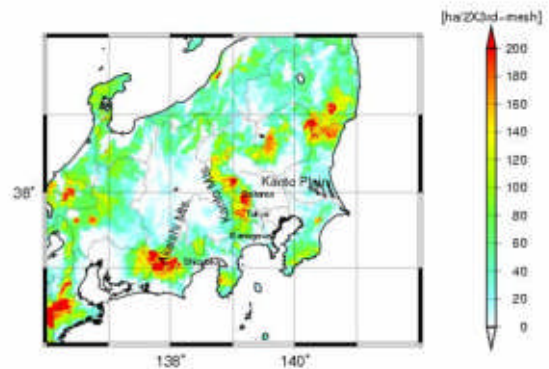
から多いだろうというような気象条件レベルでの予測をしているからであって、杉の雄花の量だとかを考慮していないから当たらない。当てようとするならば、次の三つのことをきちんとすればもうちょっとはましになる。

- 花粉発生源分布についての情報提供
- スギ雄花生産量の予測手法の開発と、その検証のための定点林における雄花生産量測定(目視判定法の開発)
- スギ雄花開花時期の推定手法の開発
(基本的にはサクラの開花予測モデルと類似した手法)

この三つのことは、スギ花粉の発生源がどこであるかというような情報は林野庁の資料を使うと簡単にできてきます。そしてこれは情報提供されています。また、二番目の予測手法も開発され、定点林観測も林野庁の事業として行われています。三番目によりどの地方ではいつ頃花をつけるだろうという予測もできるようになっています。このよなことで、森林側の情報は表には出ていないが使われつつあります。

右の図は、首都圏周辺の花粉発生源分布図です。これは首都圏のものですが全国のものでできています。これを見ると一目瞭然です。首都圏の周りで見ますと奥多摩や秩父など関東平野の西側それから日光から鹿沼にかけてと北茨城の阿武隈山地の南部、静岡県西部が特に多い。次いで伊豆半島の西側とか房総半島の南部が特に多いところの半分くらいはスギ林があります。 図中の赤いところは4

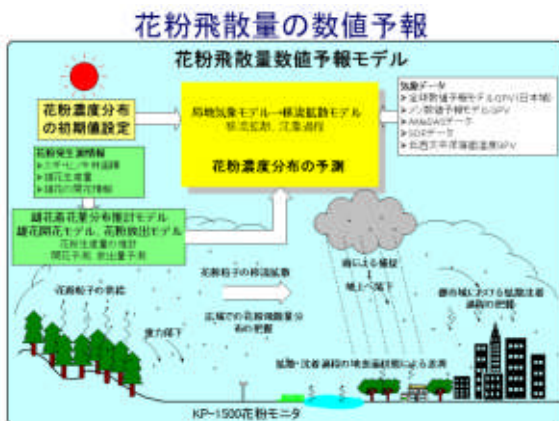
首都圏周辺の花粉発生源分布
(林齢26年生以上のスギ人工林分布)



キロメートルメッシュの中でスギ林が50%

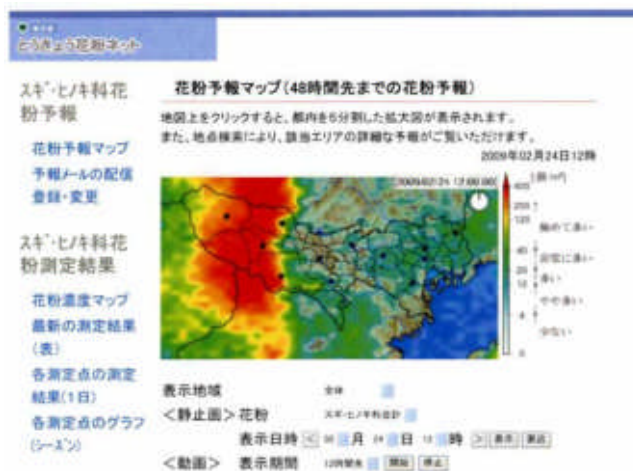
以上を占めている箇所です。この分布を明らかにしておくことで予報の精度を上げることができます。

左の図は、気象関係の人が作っている花粉予報モデルです。非常に緻密なものですが、いくら緻密なものであっても花粉発生源の情報すなわちスギ人工林で今何が起きているかという情報がなければ、これ全体が絵に描いた餅になってしまいます。こ



のため、しっかり情報提供をしてやるということが森林側からの寄与になります。

右の図は東京花粉ネットというサイトで誰でも見るすることができます。これは東京都を対象に今いった手法をもちいて花粉飛散予報をしているものです。これは自治体がやっているもので時単位で予報ができるようになっていました。来シーズンからは、同じ手法を使って関東地方を対象にしたスギ花粉予報が環境省からだされることになっていきます。こういうことができるのも森林側の情報提供があればこそで、これがしっかりしていなくてたがらめの結果に終わってしまいます。



このように、花粉飛散予報に対する貢献というところはすでに実用化に達するところまでできています。

5 花粉発生量を減らすための取り組み

これも森林側からの花粉症対策への寄与として林野庁にももっとも求められていることであります。

減らすための対策として二つあり、一つは今ある林から出て行く花粉の量を減らすことであり、もう一つは花粉が発生しないようにすることです。

今ある林から出て行く花粉の量を減らすために施業面での対応として間伐が行われています。

右の図は林野庁がだしているものです。一つとして、広葉樹林化、針広混交林化をすることによって花粉の発生量を削減する。

3. 花粉症対策に資する森林施業

広葉樹林化・針広混交林化

多様で健全な森林の造成を図ることに加え、花粉発生量の削減にも資するため、スギ人工林等を抜き伐りし、広葉樹の天然更新を図る広葉樹林化・針広混交林化を推進。(H18～)

間伐等の推進

○ **雄花の量が多いスギの抜き伐りを普及・定着させるための事業**

雄花の量が多い個体を優先して抜き伐りするとともに、その後の雄花生産量の変化を測定すること等を通じて、花粉発生量削減のための効率的な作業体高を構築するため、花粉症特別対策事業を実施(H14～H17 ※H18税源移譲)。

- ・事業実績：約2,800ha(H14～H17、16都府県)
- ・実施結果から全体の9割以上の箇所では抜き伐り前と比べて、一本当たりの雄花の着花程度が低下したことを確認。また、雄花の多い木の抜き伐りは、約7割の事業体で通常の間伐と効率性がほとんど差がないという結果が得られたところ。

○ **スギ人工林等における間伐等の推進**

多面的な機能を発揮する森林を育成するため、平成17年度からの「間伐等推進3か年計画対策」を実施し、平成19年度においては、森林収源対策のための追加措置(765億円)を活用した間伐等を推進。



広葉樹林
針広混交林

○ 高性能林業機械を活用した効率的な間伐の推進



る。そのためにスギ人工林を抜き伐りするとあるのですが、強度に抜き伐りしないと広葉樹林かできないだろうということだからかなり強度な間伐を想定したものです。

もう一つは間伐の推進で、雄花の量が多いスギの木を選んで伐りましょうという

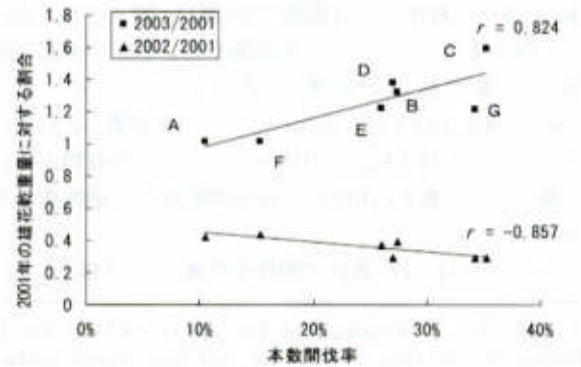
- 9 -

ことや、一般の間伐でも花粉削減の効果があるということで一般間伐の推進がいられています。

右の図は、間伐率をどんどん上げていってどのくらいの時にどのくらいの雄花の量になるか調べたものです。

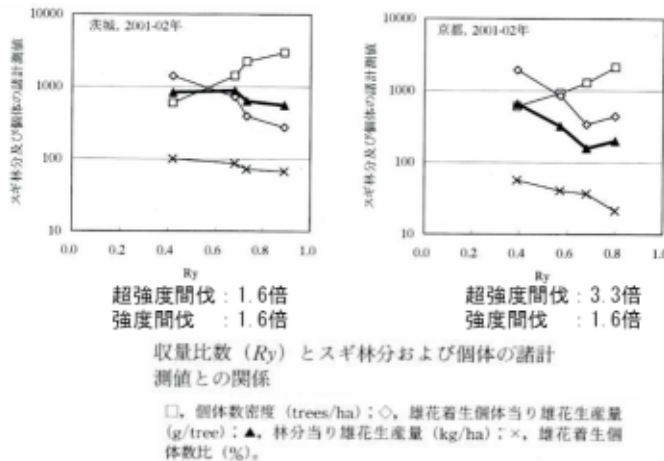
下の線は伐った翌年雄花の量がどれくらい減ったかを表しています。伐った翌年は伐った量に比例して雄花の量が少なくなっています。大事なのは上の線で、その翌年の雄花の量を表したものです。こちらは伐った量比例して雄花の付く量が増えています。

間伐率を変えたときの雄花生産量の変化



図一 4. 本数間伐率と雄花乾重量の変動割合

強度間伐をしたときの雄花生産量の変化 についての調査事例

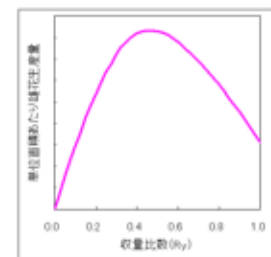
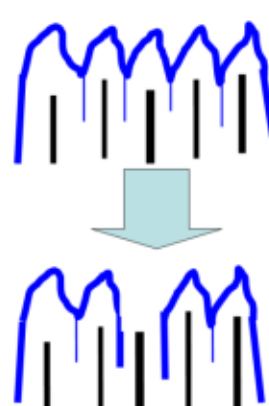


左の図は強度間伐をしたときの雄花生産量の変化です。

このグラフを見ても間伐率を上げて個体数が少なくなればなるほど雄花の生産量は増えていることが分かります。ただし、これには限度があって個体数が減りすぎれば当然雄花の生産量は少なくなります。

右の図は、なぜ間伐をすると雄花の生産量が増えるのかを表したものです。スギの雄花は陽樹冠に付きます、図中の太い青の線です。抜き伐りをすることによって青の太線が増えることになり、減った陽樹冠の表面積よりも新たにできる陽樹冠の面積が多くなってしまふことにより雄花の生産量が増えることになってしまふものです。

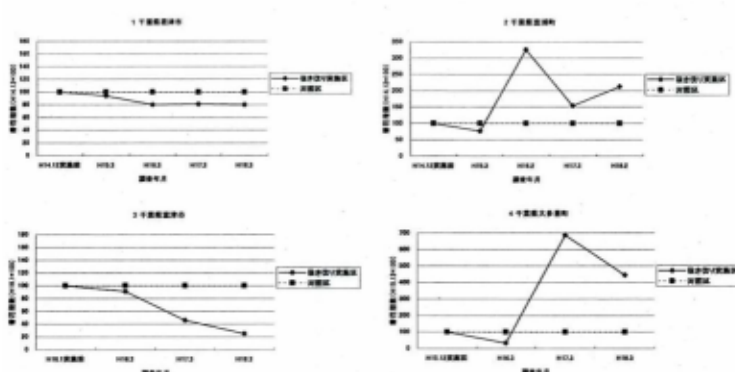
なぜ間伐すると雄花生産量が増えやすい？



木が無くなることによる雄花量減少と光環境好転による個体あたりの雄花生産量増加の両者のバランスの問題

では、雄花の多い木を抜き切りしたらどうなるか？

右の図は、雄花の多い木を抜き伐りしたらどうなるかを表したものです。これを見ると雄花の多い木を抜き伐りしたあと雄花の生産量が継続して抜き伐り実施前より減少して効果のあった箇所もあれば、逆に翌々年から抜き伐り前よりも大幅に増えてしまった箇所もあります。これは、雄花の生産量が多い木を選ぶこと自体が難しいということ



と選木するときたまたま雄花が多かったということ、雄花の量が遺伝的に決まっていたというわけではないということかもしれません。ということでこれも確実な花粉削減対策にはならないということがいえます。

間伐をしたりすることは逆に花粉が増えることになり花粉対策としては非常にまずい、結局、ゼロにするには皆伐するしかないということです。皆伐後は樹種更改あるいは少花粉スギあるいは無花粉スギというのがありますが、こういうものを植えるということしかできません。

右の図は林野庁の資料ですが、少花粉スギや雄花をちょっとしか付けないとか雄花を付けても花粉が出ない無花粉スギとかがあります。

2. 花粉症対策品種の開発・普及

品種開発

「林」森林総合研究所(以下、森林総研)では、花粉飛散と遺伝を巡りながら、積層樹の中から、雄花の着生の有無や多少を調査・選別し、花粉症対策品種の開発を進めています。

その成果として、平成18年度から平成19年度末までに、
 少花粉スギ品種：121品種
 無花粉スギ品種：1品種(「真赤」)
 少花粉ヒノキ品種：16品種
 を開発。

開発された無花粉スギ「真赤」については、平成18年度から栽培試験により増殖を開始(平成18年～22年)。

調査地点A

調査地点B(雄花の少ない品種(10%))

普及

森林総研で開発された花粉症対策品種の原種は、雄木又は苗木の形で、都道府県に配布。都道府県等は、配布された原種を借り、採種園・採種圃の造成・改良を行い、さし穂や種子を生産、増殖生産業者がこれらのさし穂や種子から採種圃の苗木を生産し、森林所有者等により植林。

少花粉スギの苗木は、平成11年度から供給が開始され、平成17年度までに約41万本(供給1917実績)約2万本。

また、無花粉スギについては、都道府県の採種圃の整備用として、森林総研から各都県に対し、18年度末までに、200本の苗木が配布。

花粉症対策品種の苗木の供給

【森林総合研究所】 【都道府県】 【採種圃・採種園】 【森林所有者等】

少花粉スギはとりあえずは挿し木で増殖するのですが、ゆくゆくは採種園を作ってこういう木同士を自然交配させた種子からの苗木を皆伐跡地に植えていこうということにしているようです。

無花粉スギというのは実用化はまだまだ先のようです。

このように花粉削減のための材料はできてきてはいますが、スギにこだわらず外の樹種に更改していくことも有効な方法ですが、この樹種更改も、現在の年間伐採面積は5,000ヘクタールから6,000ヘクタールくらいしかないのに比して日本の人工林面積は450万ヘクタールくらいあるので、このペースで樹種更改すると700年くらいかかってしまう計算になります。伐採面積を倍にしたとしても400年くらいかかってしまう計算になります。結局、樹種更改によって花粉量を

減らすというのも効果はあまり期待できません。

例えば、基本的に50年伐期ですべてのスギ林が利用されるとしたら、たとえ少花粉スギで更新するとか、樹種更改するとかしなくても、ゆくゆく花粉発生量は半減する。結局は林業が停滞することなくうまく回って元気になるしか花粉発生量を減らす手立てはないように思われる。