

効率的な花粉症対策のあり方

—都市と地方に注目して—

慶應義塾大学 経済学部

大沼あゆみ研究会 都市班

植木麻衣子

倉持和佳子

関矢勇毅

濱野愛可

吉田直矢

目次

序章

第1章 花粉症について

- 1-1 花粉症とは
- 1-2 花粉症発症のメカニズムと原因
- 1-3 花粉症の人的被害
- 1-4 花粉症の経済的損害

第2章 スギ花粉の現状

- 2-1 日本のスギ花粉の患者数
- 2-2 スギ花粉が飛散する時期
- 2-3 スギ花粉増加の背景

第3章 花粉症対策

- 3-1 都市における対策
- 3-2 地方における対策

第4章 問題意識

第5章 モデル分析

- 5-1 協力ケースと非協力ケース
- 5-2 都市の主体と地方の主体の位置関係について
- 5-3 分析から得られる考察－結論にかえて－

参考文献

序章

私たちは論文執筆にあたり、『都市』というフィールドで起こっている環境問題に注目した。私たちが現在生活をしている場所でもあり、日本の中心とも言える『都市』では様々な環境問題が起こっているが、中でも私達は花粉症問題に着目した。最近春になると必ず、テレビの天気コーナーで花粉情報が流されている。以前はここまで花粉症に関する情報量は多くなかった。現在、人の健康に大きな影響を与え、ますます深刻化していく花粉症には、どのような対策がされているのだろうか。都市には森林が少ないにも関わらず花粉症に苦しむ人が大勢いるのはなぜだろうか。花粉症の原因となる森林を所有している地方、都市はそれぞれどのような対策をしているのだろうか。そして、その被害や損害を緩和するためにはどのような対策を今後していけばよいのか。またその方法はどのようなものが最適なのだろうか。

この論文では、花粉症という現代の環境問題に注目し、最適な都市と地方の対策のあり方を経済分析のツールを用いて明らかにしていきたい。

第1章 花粉症の現状

1-1 花粉症とは

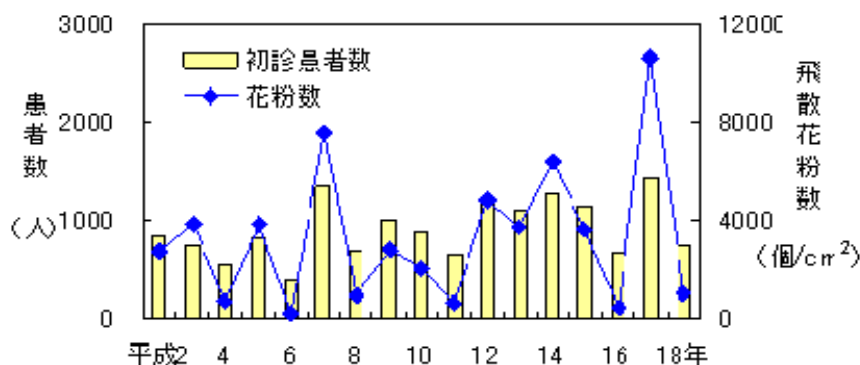
花粉症とは、花粉によって生じるアレルギー疾患の総称であり、主にアレルギー性の鼻炎とアレルギー性の結膜炎が生じることである。まず、具体的な症状について触れる。花粉が鼻に入ると、その直後にくしゃみ、鼻水が生じ、それが原因で鼻づまりが起こる。これは花粉が鼻に入ってから比較的すぐに現れる症状で、鼻の粘膜が風邪に近い赤い色に腫れているものである。また、目から花粉が入ると、早くから目がかゆくなり、涙が出て、目が充血する。症状が強いときは、鼻で吸収されなかった抗原成分が鼻から喉へ流れ、かゆみ、咳を引き起こす。鼻づまりによる頭痛、鼻や喉の炎症反応による微熱、だるさも花粉症の症状である。更に、家の中などの花粉がない状態でも、比較的后から反応するアレルギー反応が起こる。これは、花粉吸入の繰り返しによる鼻づまりを原因として、アレルギー細胞が分泌する物質が神経や血管を刺激して発症する。この症状としても、くしゃみ・鼻水・目のかゆみなどが挙げられる。

1-2 花粉症発症のメカニズムと原因

なぜ花粉症の症状が現れるのか、そのメカニズムについて述べる。鼻の本来の機能は、呼吸する空気の加温、加湿、防塵である。つまり、清浄化した空気を肺に送り込むのが鼻の役目であるため、鼻の粘膜の表面には線毛と呼ばれるものがあり、花粉が鼻腔から侵入すると、表面の粘液に花粉をくっつけ、鼻の奥へと運んでいく。そこで奥へと運ばれなかった花粉が、アレルギーの原因となる「抗原」と呼ばれるタンパク成分を、鼻の粘液に浸透させていくのである。この抗原が鼻の粘膜内に入ると、異物を認識する細胞と出会い、その細胞が得た花粉抗原に対する情報がリンパ球のT細胞に送られる。さらに、この情報は同じリンパ球のB細胞へと送られ、花粉に合う「抗体」が作られる。これが、アレルギー反応の「感作」という最初の段階である。この抗体がアレルギーの原因の細胞にくっついていて、この抗体が抗原をつかまえてくっつき、細胞が活動を始めて、アレルギーの症状の原因となる物質を放出するのである。

1-3 花粉症の人的被害

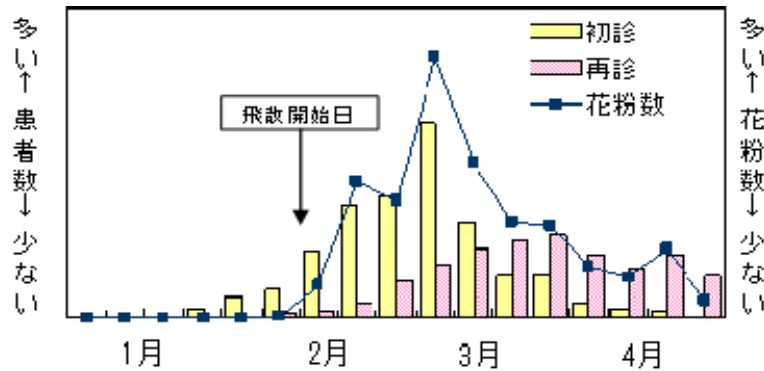
続いて、国民病とも言われている花粉症が及ぼす人的被害を、花粉症患者数を見ていくことで明らかにする。花粉症の患者の実数は、厚生労働省の後援による全国調査では国民の16%と考えられている。患者が発症している花粉症の種類や状況は、各地方の植物の種類や花粉の数によって異なっており、その患者の動向は花粉飛散とおおよそ一致する。下記のグラフは、花粉飛散量と花粉症患者の関係を表したものである。



出典：東京都福祉保健局(東京都の一病院で行った調査結果)

スギ花粉症は、スギの木が花粉を飛散しやすい2月から4月にかけてピークであり花粉症患者数もこの時期になると急激に増えることが以下の図から伺える。

花粉飛散量と花粉症診察患者数



出典：東京都福祉保健局（東京都の一病院で行った調査結果）

1-4 花粉症の経済的損害

では、具体的に花粉症が与える経済的損失はどれほどの大きさになるのだろうか。上記で述べてきたように、国民の16%、2000万人以上が花粉症患者であるということは、それに伴う損害の大きさも相当大きいものになることが予測される。旧科学技術庁の『スギ花粉症克服に向けた総合的研究』（旧科学技術庁/2000）によると、医療費と市販薬、マスクなどの医療関連費の合計で約2259億円であることが指摘されている。これは日本の2007年度 GDP の 0.04% にもなほり、花粉症患者一人ひとりにいくらかかっているかを考えてみても大変大きな額であると言える。

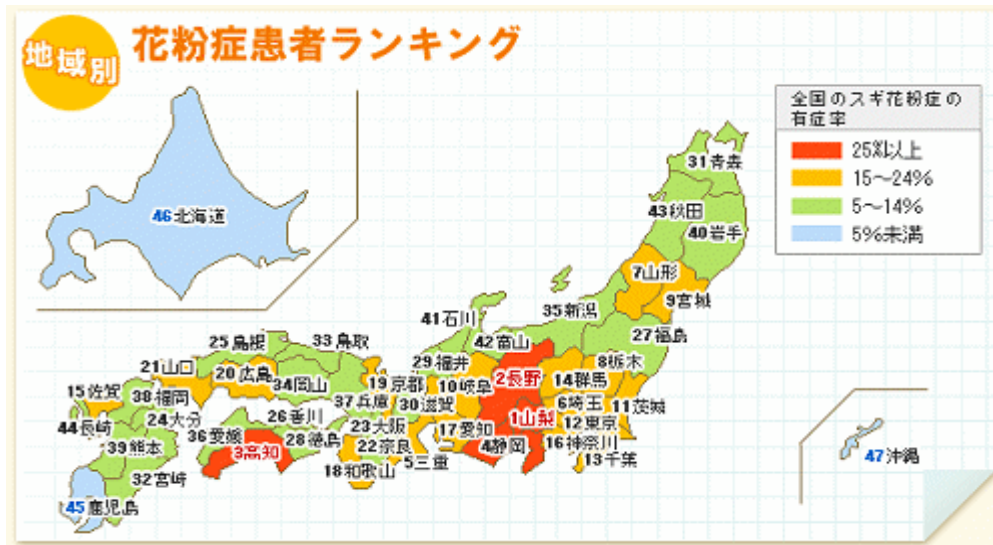
また花粉症は、花粉症患者の労働非効率ももたらしている。花粉症の症状であるくしゃみ、鼻水、鼻づまりによる労働効果の減少は、数字で計ることが出来ないのではっきりとしたデータはないが、労働力が20~30%ダウンすると言われている。これは大人に限ったことではない。受験真っ最中の受験生や、新しい生活に踏み込んでいく人々に大きな負の影響を与えているのである。スイスのある製薬会社のアンケート調査によると、「花粉症の症状を薬などで抑えなかった場合の集中力の低下率は平均で 44.0%」となることが判明した。集中力が直接労働効率に影響を与えるわけではないが、このデータも花粉症が労働損失を生み出している、ということのひとつの根拠になり得る。

では次に治療の際に支出する医療費はどのくらいになるのかを見ていく。現在の日本の健康保険制度では、国民健康保険に加入している患者は、実際の治療費の 3 割が自己負担である。残りの 7 割は国や地方自治体の負担によってまかなわれている。花粉症の治療費が膨大になるにつれて国が負担する医療費も大きいものになっていく。花粉症に対する対策の中で、症状改善のための薬の開発などではなく、花粉発生源に対する直接的な対策が進んでいけば、国が負担する医療費の額も小さくなるのではないか。また、患者自身の個人レベルでの経済損失も小さくすることができる。

第2章 スギ花粉の現状

2-1 日本のスギ花粉の患者数

次に、日本のスギ花粉症患者について触れる。以下の図は、日本におけるスギ花粉症患者の地域別ランキングである。花粉症の約 70%はスギ花粉症だと推察されている。これは、日本の国土に占めるスギ林の面積が大きく、全国の森林の 18%、国土の 12%を占めているからである。図を見れば、北海道・鹿児島・沖縄の患者数が圧倒的に少ないことが示されている。これは、北海道では森林面積におけるスギ人工林面積が 1%以下であり、沖縄ではスギが全く生息しないという事実に基づく。しかしその一方で、東京都福祉保険局が都内で平成 18 年に実施した調査によると、推定される都内の花粉症有病率は 28.2%であり、これは 20 年前の調査より 18.2 ポイント、10 年前の調査より 8.8 ポイント上昇している。さらに以前と比較して、年齢によって偏りがあった有病率が、全体の年齢層に満遍なく拡大してきているという結果も出ている。以上より、地域によって格差はあるものの、現状として花粉症はまさしく「国民病」と呼ばれるだけの威力を持ち、毎年春になると猛威をふるっているのである。



地域別花粉症患者ランキング

出典:「1998年のアレルギー性鼻炎の全国疫学調査」より;アレルギー科,Vol.15,No.2,2003
科学評論社

2-2 スギ花粉が飛散する時期

日本においてスギ花粉症が大流行するのは主に春先で、特に3月、4月が流行のピークである。スギ花粉が飛散するのは2月初め～4月末であり、これはスギの木の生態から確実に言えることである。他の時期にはブタクサ、ヨモギなどが大量発生をしていて、一年中何かしらの花粉が飛んでいることになる。今回はスギ花粉に注目しているため、飛散時期は3月、4月に限定されるものとする。

2-3 スギ花粉増加の背景

スギの木は、古くから日本特産の針葉樹である。特徴として葉は幹に近い部分は枝に密着して、先は針状に尖っている。枝全体としては一面に上向きの針を並べたようになる。樹皮は褐色で、成長した幹の樹皮は縦に裂け、帯状に剥げ易い。樹形は細長く直立していて、高さは50mに達するものもあるが、育った環境・条件などによっては幹が太くなる。有名なスギの木としては、屋久島の縄文杉が挙げられる。中には樹高30m、幹の太さは16mに達するものがあり、この木の推定樹齢は2500年から3000年とされている。

スギの木の花には雄花と雌花があり、2月から4月にかけて開花し、花粉を飛ばすため、この開花期には花粉症への影響が深刻になる。スギの木は日本固有種で、屋久島から東北地方まで広く分布している。また、材木を目的とする人工林としてヒノキと同様に各地で植栽されており、日本全国面積の約12%をスギの木は占める。

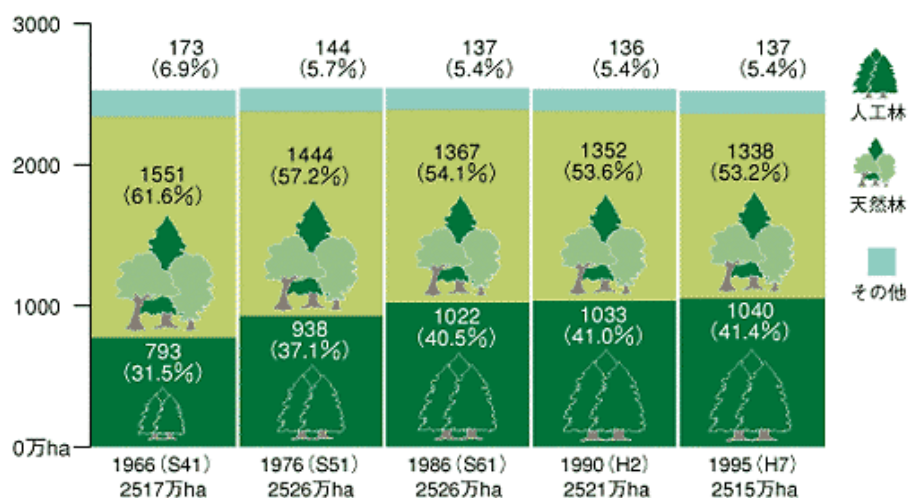


出典：<http://allabout.co.jp/health/atopy/closeup/CU20060206B/>

また、日本は国土面積3778万haに対して、森林面積が2512万haある。つまり、日本は国土面積の3分の2が森林に覆われていることになる。この森林面積率は、世界を見てみると先

進国の中でトップクラスであり、世界でも有数の森林国であると言える。

また、森林の種類の内訳をみると、天然林に比べて人工林が半分以上を占めていることがわかる。1966年(昭和41年)に関しては、森林全体に比べて人工林は6割を超えている。この人工林は戦後に大量に植えられたものである。先にも少しふれたが、スギの木は我が国を代表する造林樹種であり、形質に優れ加工しやすいこと、また成長が早いことなどから古くは奈良時代から利用されている。日本は戦時中には軍需用材として、また戦後には戦災復興のために大量の木材を必要としていた。そのため当時、昔から日本に天然分布していた主要な木々のうちスギ・ヒノキといった針葉樹が大量に伐採された。伐採した跡地における災害発生の防止やその後の日本の経済発展に伴う木材需要の増加に応えるため、人工造林が促進された。これは木材生産の増大など、時代の社会・経済的要請に応えるためであった。その際、造林技術が定着し、利用価値の高いスギやヒノキが造林樹種として森林所有者や林業を営む人々により選択され、その資源量が増大してきたのである。こうして増加してきたスギの人工林は、木材資源であると同時に、国土の保全や地球温暖化の防止、水源のかん養等の多様な公益的機能を発揮している。

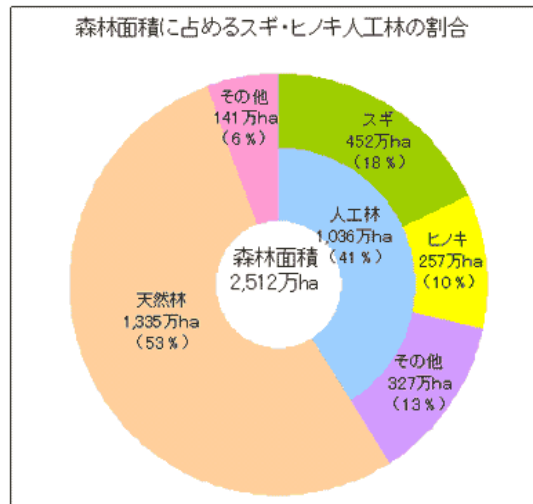


日本における人工林と天然林の割合

出典：林業白書

次に、花粉増加の一因であるスギの分布について触れておく。我が国の国土面積3779万haの約7割、つまり2512万haが森林面積であるのは先に述べた通りである。そのうち人工林面積は、1036万haで、森林面積の約4割となっている。

なお、スギ人工林は、452万haで、森林面積の18%、人工林面積の44%、ヒノキ人工林は、257万haで、森林面積の10%、人工林面積の25%を占めている。これらのことから、日本の森林においてスギ林の占める面積は大きいことがわかる。



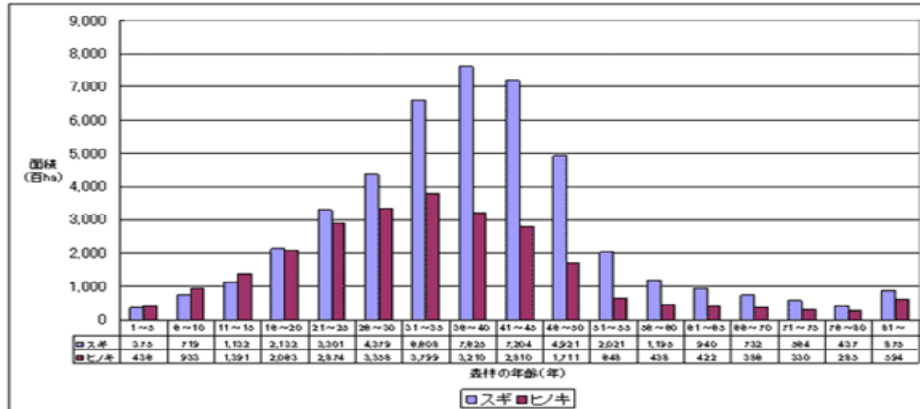
出典：林野庁ホームページ

スギの木の割合が高いことからスギの発する花粉量は多いことがわかる。スギの花粉飛散量の増減に影響を及ぼすものとしていくつかのものがあげられる。まず、一つめは風である。風の影響は風速と風の向きに2つに分けて考えることができる。一般的にスギの花粉は自然落下速度が比較的大きいため、スギ林から放出された花粉の大半は比較的近距离に落下してしまう。このため山沿いでは風の弱い日に飛散量が多く、風が強くなるに伴って郊外や都市部でも飛散量が多くなるという関係がある。

また、風速があまり変化しない時よりも風速の変化が多い時の方が都市部の花粉数は多くなる。これは風速の変化が大きい場合には大気の状態が不安定になっており、花粉がより上空に輸送されやすいためである。風向きについては、観測地点とその周辺のスギの木の植林面積で状況が変化する。実際の観測でも北風の場合花粉数が東京都の観測減の場合には青梅などの盆地のような地形では風向きによる花粉量の差はあまり見られないが平野においてはある特定の風向きのときに花粉数が増える傾向がみられる。

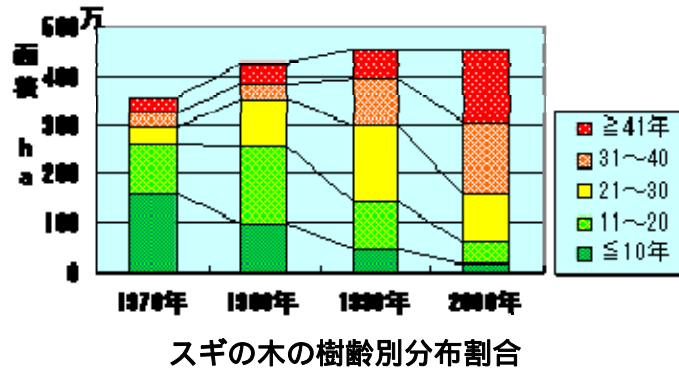
次にスギの木の樹齢を見る。さまざまな樹齢のスギのうち花粉を最も多く出すものは樹齢30年以上のものである。スギの木の樹齢分布の表を見ると、現在最も多いスギの樹齢分布は30歳～50歳に集中していることがわかる。これがスギ花粉飛散量増大に拍車をかけている。スギの伐採割合は減り、一方で樹齢の高い木が増えていくので長期的に花粉の飛散量は今に比べて増大していくと考えられている。また、スギの花粉飛散量が今後も増大していくことは、花粉症患者の数も増えていくと東京都福祉保健局が推測している。

スギ・ヒノキ人工林年齢級(森林の年齢)別面積(H14.3.31)

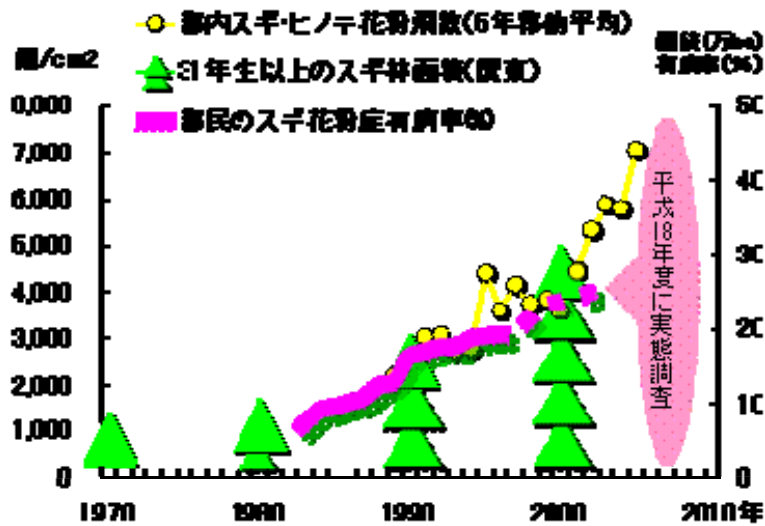


資料: 林野庁業務資料(平成14年3月31日現在)

通常、スギ花粉が盛んに生産されるのは、30年生程度以上といわれています。



スギの木の樹齢別分布割合



都内スギ飛散量とスギ花粉症有病率の関係

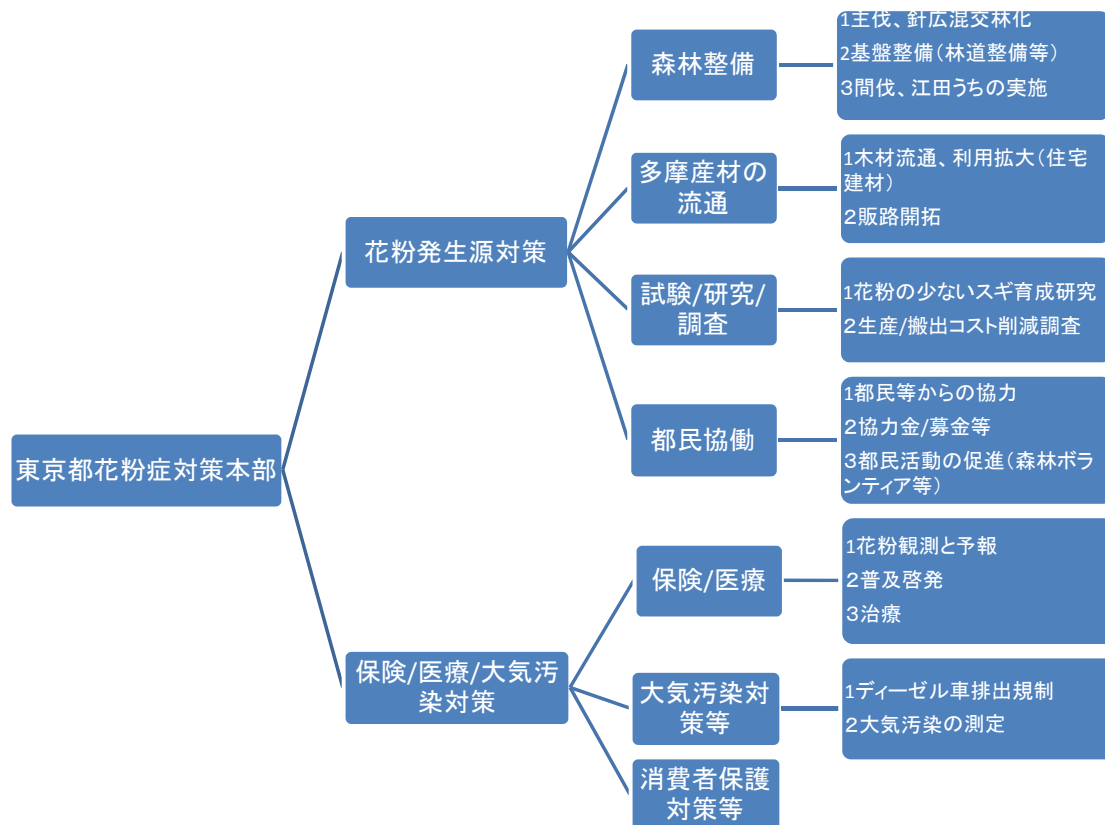
出典: 東京都福祉保健局より

第3章 花粉症対策

3-1 東京都における対策

前章までは、花粉症の現状や深刻さについて述べた。この章では花粉症に対して地方自治体はどのような対策を行っているのかを具体的に見ていく。

まず、東京都の取り組みについてである。東京都は、森林(100haあたり)に対する患者数は全国でトップであり多くの都民が花粉症にひどく悩まされている。そのため、東京都は花粉症の深刻な現状を受け東京都花粉症対策本部を設置して花粉症に対してあらゆる面から対策を行っている。また、東京都は他の地方自治体と比べても資金力や他局との協力体制が整っている為、花粉症対策に対して積極的な取り組みが可能な事が伺える。下記の図は、東京都花粉症対策本部の管理体制を表したものである。東京都花粉症対策本部の行っている花粉症対策は大きくわけて直接的、間接的なものの二つに分けられる。前者は花粉症の抜本的な対策であり、森林整備・木材の流通・スギの品種改良と研究・募金やボランティアの推進などがあげられる。一方、後者は医療対策・花粉情報の提供・大気汚染への対策といった取り組みが行われている。



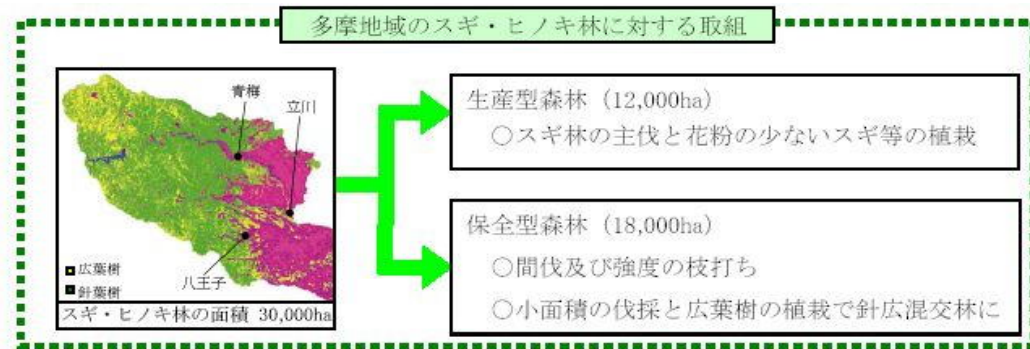
東京都の花粉総合対策図

東京都 花粉症対策関係局

対策本部関係局	主な取り組み
知事本局	<ul style="list-style-type: none"> ・重要施策および平成18年度重点事業 ・平成19年度重点事業
総務局	<ul style="list-style-type: none"> ・調査・研究
財務局	<ul style="list-style-type: none"> ・公共施設での多摩産材の利用促進
生活文化局	<ul style="list-style-type: none"> ・花粉症対策商品にかかる消費者保護対策 ・くらしの安全情報サイト
都市整備局	<ul style="list-style-type: none"> ・公共施設での多摩産材の利用促進 ・東京の木・いえづくり協議会
環境局	<ul style="list-style-type: none"> ・平成18年度重点事業 長期的な花粉発生源対策 ・平成19年度重点事業 長期的な花粉発生源対策 ・自然環境情報
福祉保健局	<ul style="list-style-type: none"> ・平成18年度重点事業 総合的な花粉症法予防・治療対策 ・平成19年度重点事業 長期的な花粉発生源対策 ・大気汚染対策 ・自然環境情報
病院経営本部	<ul style="list-style-type: none"> ・花粉症患者の治療・予防
産業労働局	<ul style="list-style-type: none"> ・平成18年度重点事業 長期的な花粉発生源対策 ・平成19年度重点事業 長期的な花粉発生源対策 ・試験・研究 ・基金管理・運営 ・たまの森林・林業の再生
建設局	<ul style="list-style-type: none"> ・公共施設での多摩産材の利用促進

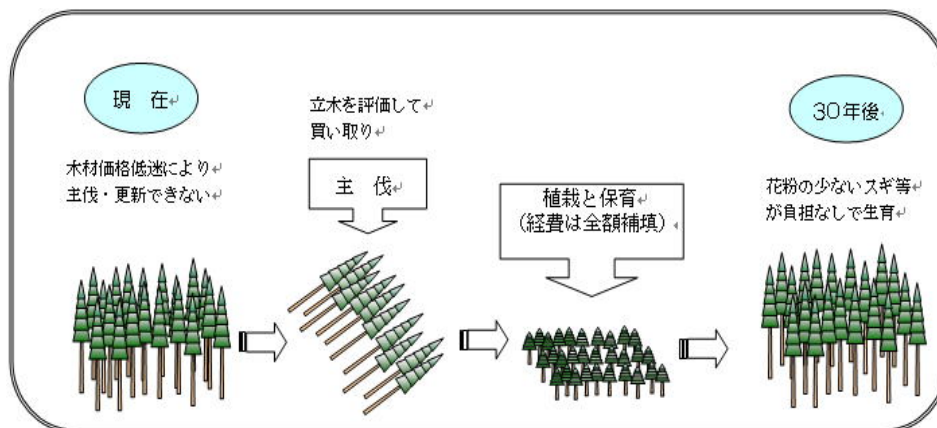
抜粋・作成：東京都花粉症対策ホームページ

花粉症の抜本的な対策のひとつとして森林整備について先に触れた。対策本部は多摩地域から発生するスギ花粉の量を10年間で2割削減することを目標とし、スギやヒノキの人工林を、持続的に木材生産を行う生産型森林と、奥山などの保全型森林とに区分し、それぞれに応じた花粉発生源対策を推進している。

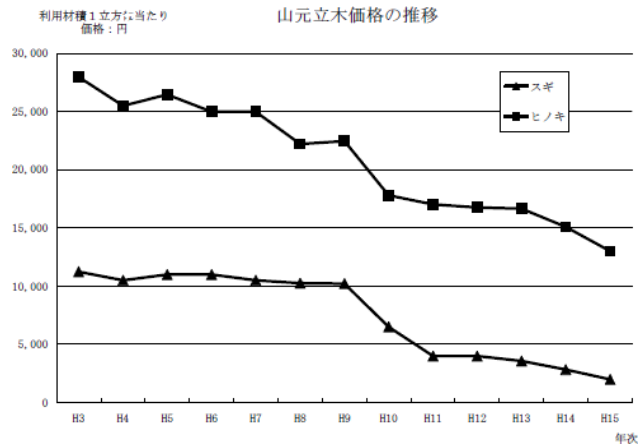


出典:東京都花粉症対策本部ホームページ

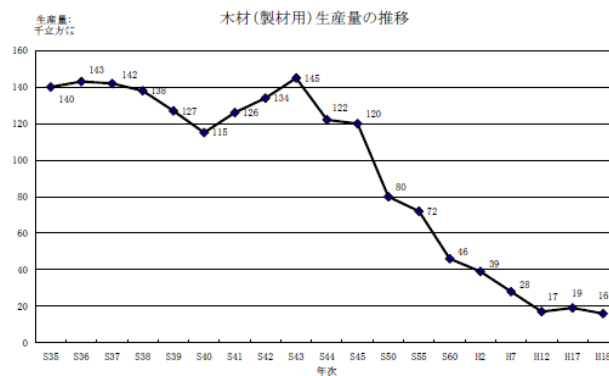
森林整備のうち生産型森林における取り組みについて述べる。これは、スギ林等の主伐を行い、花粉の少ないスギを植栽することにより花粉飛散量の減少を狙いとするものである。こうした取り組みにより、花粉飛散量の絶対量を減らす事が期待できる。このサイクルをもう少し詳しく説明する。現在日本で流通している木材の多くは海外からの木材であり、外材は国産材に比べ価格が低い。これが国産木材価格の低迷を引き起こしている。林家は採算がとれないため、間伐や主伐といった対策を怠ってしまうのである。そこで、東京都は林家の立木を買い取り林家に代わって主伐を行い、空いたスペースに花粉の少ないスギ等を植え替える。また、伐採された木材は、多摩産材を利用したいというユーザーの声にこたえるため、新たに認証制度を創設した。(平成18年4月～)他にも、公共事業や住宅などに幅広く利用して木材需要の拡大を図るとともに、作業道や木材加工施設の整備など、林業の効率化や高付加価値化を進めて、東京の林業を再生し、森林の伐採や育成が自律的に進むことを推し進めている。



出典:東京都花粉症対策本部ホームページ



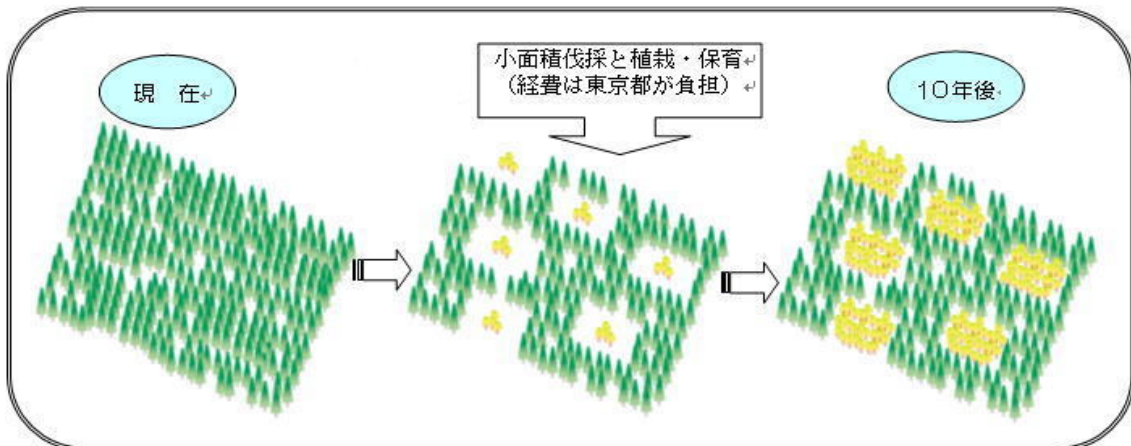
スギ・ヒノキの立木価格の推移



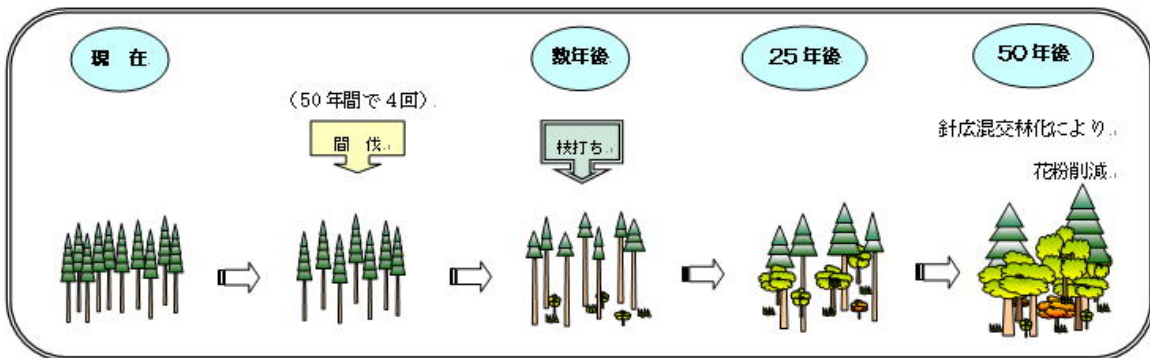
木材生産量の推移

出典：東京都森林事務所

二つ目は、保全型森林における取り組みと呼ばれるもので、これまでの森林再生事業(都が実施する間伐)に加えて、針葉樹と広葉樹の小面積における針広混交林化や強度な枝打ちに花粉削減を促進している。前者は、皆伐するのではなく小面積を伐採後に広葉樹を植えるもので、経費が皆伐よりも低く抑えられるというメリットが挙げられる。後者については針葉樹の地面に近い部分で枝打ちを行い、空いたスペースに広葉樹が育つというものである。針葉樹と広葉樹が混ざった森林になることで花粉削減効果が生まれるが、最終的に目指す森林になるまでに50年ほどがかかると予想される。



出典:東京都花粉症対策本部ホームページ



出典:東京都花粉症対策本部ホームページ

その他に東京都は花粉の少ない森づくりの展開をスローガンに都民からの募金を募り、企業や団体が森林所有者と協定を結んで、企業の協賛のもとで花粉の少ない森づくりを推進している。

総合的な花粉症対策として、産業労働局、環境局、福祉保健局、交通局の協力のもと花粉症の治療法開発を促進している。また、花粉情報をリアルタイムに都民に提供するため、花粉自動測定・予報システムを開発している。

また、非常に興味深いのは近年首都圏の鉄道やバスにて導入されているPASUMOを活用した募金や新たな支援システムを導入している。

東京都は8都県市埼玉県、千葉県、神奈川県、横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市などと協力を行いながら花粉症対策に取り組んでいる。例えば、花粉症情報の共有や医療の研究、また花粉症に影響を及ぼしている地域への集中的な対策を行っている。

3-2 地方における対策

では東京以外の自治体ではどのような対策を行っているのだろうか。東京を「都市」として見てきたのに対し、「地方」として対策内容を見ていく。

たとえば埼玉県だが、まず花粉症対策にあてる予算の額が東京より圧倒的に少ない。東京都の34億円に対して埼玉県は1億7000万円である。その対策内容については都市と大きな差はないが、規模が小さいため、東京よりも広い森林面積を持ちながら対策に関しては進んでいるとは言えないのが現状である。同じく地方として山梨県の例を挙げる。山梨県では、花粉量が往來の1%以下というスギの木の品種開発に独自に成功し、これを他のスギの品種と掛け合わせて使うなどしているが、こちらもやはり予算としては高くなく、東京都のように大々的にやっているというわけではない。

都市は人口が多い分、花粉症に悩む人々も多くそれだけ積極的に対策をするインセンティブがあるのだろう。都市の森林が原因の花粉もさることながら、都市で飛散する花粉の中には地方で発生したものも多く含まれる。都市と地方が互いに協力して対策をしていく道を探っていかなければならない。

第4章 問題意識

以上、花粉症について様々な角度から問題、現状などについて論じてきた。それらの問題に対して政府が対応しているが、各地方自治体ごとに対策を行っていて効果があまり上がっていないのが現状である。都市は都市、地方は地方で、例えば東京都は東京都独自の対策を、山梨県は山梨県独自の対策をそれぞれが独立して行っている、という具合である。

そこで私たちは、これらの地方自治体が、協力して対策を行った方がいいのか、それとも単独で行った方がいいのか、という点に注目した。地方で発生した花粉はその地に留まらず風に乗って都市に運ばれるはずだし、逆に都市にある森林で発生した花粉が地方にまで運ばれることも起こっているはずだと考えたからである。また、都市でかけるお金を地方と協力して使うことでより大きな効果が得られるのではないかと推測した。

もし協力するとすれば、都市は地方と協力さえすればよいのだろうか。私たちは協力すべき都市と地方の位置関係、特に風上と風下の位置関係について注目した。花粉症において風は重要な要素である。第一に、花粉症の原因となる花粉は風で都市まで運ばれる。第二に、花粉症が起こる季節は限定されるので、当然その風向も限定される。すなわち花粉が飛ぶ方向は毎年一定方向に固定されやすいのである。これらの要素を盛り込み、どのような協力の仕方をすればもっとも効果的な花粉症対策を行うことができるのかを次章以降で分析していく。

第5章 分析

分析をするにあたって、以下のような設定をする。

C…森林管理コスト ($C' > 0, C'' > 0$)

D…花粉症によるダメージ ($D' > 0, D'' > 0$)

a…森林管理面積

e…花粉飛散量 ($e' < 0, e = f(a)$)

w…花粉滞留率; スギ林から発生した花粉が、どの程度発生地に留まるか

P…人口密度 ($P_c > P_l, c = \text{都市 } L = \text{地方}$)

都市の目的関数を

$$C_c(a_c) + P_c \cdot D_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1 - w_l) \cdot e_l(a_l)) \quad \dots \textcircled{1}$$

とし、

地方の目的関数を

$$C_l(a_l) + P_l \cdot D_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1 - w_c) \cdot e_c(a_c)) \quad \dots \textcircled{2}$$

と設定する。

5-1 協力ケースと非協力ケース

都市と地方がそれぞれ対策する場合(非協力ケース)

都市①を a_c で微分し、イコール 0 にすると

$$C'_c(a_c) + P_c \cdot D'_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1 - w_l) \cdot e_l(a_l)) \cdot w_c \cdot e'_c(a_c) = 0$$

つまり、

$$C'_c(a_c) = -P_c \cdot D'_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1 - w_l) \cdot e_l(a_l)) \cdot w_c \cdot e'_c(a_c)$$

となる。

ここでこの式が意味するものは、

左辺: 限界森林管理費用

右辺: 限界ダメージすなわち、森林の限界便益($e' < 0$ より右辺は正となり、 a_c が増加すれば右辺全体も増加する)

である。

同様に、地方②を a_l で微分し、イコール 0 にすると

$$C'_l(a_l) + P_l \cdot D'_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1 - w_c) \cdot e_c(a_c)) \cdot w_l \cdot e'_l(a_l) = 0$$

都市の場合と同様に、

$$C'_l(a_l) = -P_l \cdot D'_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1 - w_c) \cdot e_c(a_c)) \cdot w_l \cdot e'_l(a_l)$$

となる。

都市と地方が一緒に対策をする場合(協力ケース)

目的関数を

$$C_c(a_c) + P_c \cdot D_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1-w_l) \cdot e_l(a_l)) \\ + C_l(a_l) + P_l \cdot D_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1-w_c) \cdot e_c(a_c)) \dots \textcircled{1} + \textcircled{2}$$

とおく。

協力ケースにおける費用の最小化(都市)：①+②の a_c 微分

$$C'_c(a_c) = -P_c \cdot D'_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1-w_l) \cdot e_l(a_l)) \cdot w_c \cdot e'_c(a_c) \\ - P_l \cdot D'_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1-w_c) \cdot e_c(a_c)) \cdot (1-w_c) \cdot e'_c(a_c)$$

協力ケースにおける費用の最小化(地方)：①+②の a_l 微分

$$C'_l(a_l) = -P_l \cdot D'_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1-w_l) \cdot e_c(a_c)) \cdot w_l \cdot e'_l(a_l) \\ - P_c \cdot D'_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1-w_l) \cdot e_l(a_l)) \cdot (1-w_l) \cdot e'_l(a_l)$$

以下の表を参照してもらえると分かるように、協力ケースと非協力ケースを比較すると、都市、地方、双方とも便益は増加する。

すなわち、都市の主体と地方の主体は、協力しないで対策した時よりも、協力して対策を行った時の方がそれぞれ便益は増加する。ゆえに、双方は協力して対策を行うべきである。

	都市における森林の限界便益
協力ケース	$-P_c \cdot D'_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1-w_l) \cdot e_l(a_l)) \cdot w_c \cdot e'_c(a_c) \\ - P_l \cdot D'_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1-w_c) \cdot e_c(a_c)) \cdot (1-w_c) \cdot e'_c(a_c)$
非協力ケース	$-P_c \cdot D'_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1-w_l) \cdot e_l(a_l)) \cdot w_c \cdot e'_c(a_c)$
便益増加分	$-P_l \cdot D'_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1-w_c) \cdot e_c(a_c)) \cdot (1-w_c) \cdot e'_c(a_c) \dots \textcircled{3}$

	地方における森林の限界便益
協力ケース	$-P_l \cdot D'_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1-w_l) \cdot e_c(a_c)) \cdot w_l \cdot e'_l(a_l)$ $-P_c \cdot D'_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1-w_l) \cdot e_l(a_l)) \cdot (1-w_l) \cdot e'_l(a_l)$
非協力ケース	$-P_l \cdot D'_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1-w_{cl}) \cdot e_c(a_c)) \cdot w_l \cdot e'_l(a_l)$
便益増加分	$-P_c \cdot D'_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1-w_l) \cdot e_l(a_l)) \cdot (1-w_l) \cdot e'_l(a_l) \dots \textcircled{4}$

5-2 都市の主体と地方の主体の位置関係について

ここから、協力ケースによって両者が得た便益増加分を詳しく見ていく。

私たちは、協力関係が成立するとすれば、それが持続するかどうかは、便益増加の量によって変わってくると考えるからである。一方の主体が大きく便益を増加するにもかかわらず、もう一方が便益をあまり増加しないのであれば、協力関係は持続的ではない。以上のことを前提として、話を進めていく。

まず、森林管理面積による花粉の限界変化量は変わらないので、

$$e'_c(a_c) = e'_l(a_l)$$

次に前提より、 $P_c > P_l$ 、また D'_l, D'_c は限界花粉ダメージなので、

$$-P_l \cdot D'_l(w_l \cdot e_l(a_l) + (1-w_c) \cdot e_c(a_c)) >$$

$$-P_c \cdot D'_c(w_c \cdot e_c(a_c) + (1-w_l) \cdot e_l(a_l))$$

となる。

ここで、風上と風下を考慮して、 w の値の変化に着目すると、

i 都市が風下の場合

$$1 - w_c < 1 - w_l$$

ii 都市が風上の場合

$$1 - w_c > 1 - w_l$$

i のとき、便益③、④を比較すると③<④となり、便益の増加に偏りが生じる。地方の便益の増分は、都市のそれよりも明らかに大きくなる。

ii のとき、便益③、④を比較すると両者の便益の増分は均衡の可能性を持つ。

ゆえに、協力関係が持続しやすいのは、都市が地方の風上にあるという位置関係のときである。

5-3 分析から得られる考察—結論にかえて—

まず私たちが着目した一つ目の問題意識、各自治体は協力して花粉症対策を行うべきではないか、についてである。この問題意識に関して、私たちは「都市」「地方」という二つの自治体を設定して分析を行った。上記の表からも読み取れるように、協力して花粉症対策を行った方が、双方の自治体ともより多くの便益を得られるということが判明した。

次に、協力する都市と地方の位置関係、風下と風上に着目した分析から得られる考察である。この分析において重視したのは、協力して発生する増加便益の大小関係だ。増加便益に偏りが発生すると、得られる便益が少ない方の自治体が協力をするインセンティブが薄れ、協力関係が持続可能ではないと考えた。つまり、協力関係にある自治体の双方が得られる増加便益がほぼ等しくなることが持続可能な協力関係には、不可欠なのである。第一の問題意識と同様に、主体を「都市」「地方」として分析した。分析から都市が風下にある場合、必ず地方の便益増加分が都市のそれより大きくなってしまい、便益増加分に偏りが発生するため、この位置関係における協力は持続可能ではないと分かった。逆に、都市が風上にある場合、両者の便益増加分の大小関係は特定できない。つまり、双方の便益増加分が均衡する余地があり、こちらの位置関係は持続可能な協力関係を構築できる可能性を秘めていることが分かった。

参考文献

○林野庁ホームページ

<http://www.rinya.maff.go.jp/>

○東京都福祉保健局

<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/>

○花粉症について知りたい！

<http://www.yakujien.com/Pages/hukuyou/kafun.html>

○東京都花粉症対策本部ホームページ

<http://www.sangyo-rodo.metro.tokyo.jp/norin/kafun/sugikafun.html>

○花粉症ラボ

<http://kafun-labo.com/>

○環境省花粉情報サイト

<http://www.env.go.jp/chemi/anzen/kafun/>

○平成20年春における花粉症に関する政府の取り組み

http://www.env.go.jp/chemi/anzen/kafun/html/gov_act.pdf

○「1998 年のアレルギー性鼻炎の全国疫学調査」；アレルギー科,Vol.15,No.2,2003 科学評論社

○『アレルギー性鼻炎の全国疫学調査－全国耳鼻咽喉科医および家族を対象にして－』

中村昭彦 浅井忠雄 吉田博一 馬場廣太郎 中江公裕

○『日本人における花粉症および通年制アレルギー性鼻炎の疫学』

馬場廣太郎 中村昭彦

○『スギ花粉症－その原因と対策－』

山崎 太著 株式会社 医薬ジャーナル社

○『花粉アレルギーと大気汚染』

兜 真徳 鈴木 継美 編 篠原出版