

花粉学の現状とその問題点

その2——花粉学の応用——

徳永重元 (元所員現パリノ・サーヴェイ株式会社)・山田正春 (地質相談所)・尾上 亨 (地質部)

Shigemoto TOKUNAGA・Masaharu YAMADA・Toru ONOE

前回は花粉学 とくに狭義の花粉を中心とした分野の内容とその最近の状況を展望したが その中で私達の研究あるいは実生活にむすびつくには どのような用い方がされているのかといった応用面を 例によって 2, 3御紹介しよう。

花粉と地質

身近な地学の関係で直接役にたつのは 花粉の層位学 (pollen stratigraphy) を基とした考え方をを用うることである。その手法としては花粉分析が行われている。

地層の地質時代・対比・堆積環境の復元等は 勿論各種の手法によって解析されるが 花粉学の立場からみると きわめて明瞭な結果がえられる。

花粉と胞子の化石を 地質時代に繁茂した植物からもたらされたものとして 古植物群の盛衰の反映として捉えるという面と 地層中に含まれる傾向のパターンを定型的に比較する捉え方の2面があるといってもよいであろう。

しかし花粉化石は 他の化石とことなった特性をもっている。つまり これらは現在でも 過去の地質時代でも空から降ったものが大半をしめているため 地層の陸成・海成をとわず これらが地層中に含まれるということである。

ある時期に特定の植物が著しく繁茂する時代があったとすると その花粉が多く入りうる可能性がある。現在地球の高緯度では 植生が単純となり また赤道付近

では熱帯植物が繁茂している。花粉分析ではむしろこれらの地域の方が 特定の植物 (例えば赤道ではヒルギ) の花粉を追求することによって 花粉による層位の決め手がえられる。

しかし元の植物が少なかったり 堆積時の流速が早かったりした環境では地層中には残っていない。これは凝灰岩や砂岩中には花粉が少ない理由である。

またミクロン単位で大きさを測るような微小なものであるため 大きいものだけ採取する選択のかたよりのないが 分析してみて初めて化石の数量について知ることができるという不便さはある。

花粉を含めて広義の微植物体は身近な所では中国大陸からアラスカ方面まで 内陸の堆積盆地における地質の解明には大いに役立っている。それというのもその中には 有孔虫はじめ海棲微化石が少なく 石油や石炭の資源の開発には花粉や藻類が有用な決め手となっているからである。

植物の微化石その他は地層中に多く残っており 地質研究のための色々の情報を提供してくれる。例えば土壌中に残っている植物の細胞 (プラントオパール)・珪藻・微植物体 (根・角皮・表皮等)・材の細胞組織・時には藻類の造卵器まで化石として残り 層序の区分に役立つこともある。

しかし従来共重要なのは 大形の化石との関連である。とくに我が国は火山国であり 凝灰質のような岩石の中

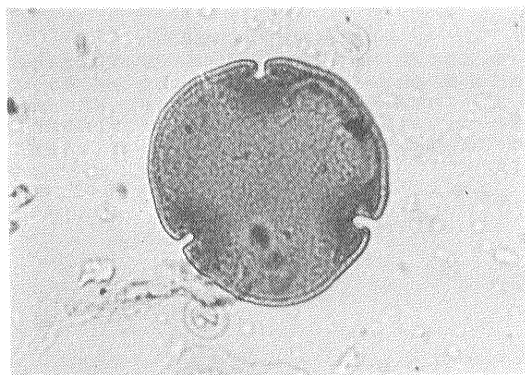


写真1 花粉化石 (*Tilia* sp. シナノキ属) 約920倍

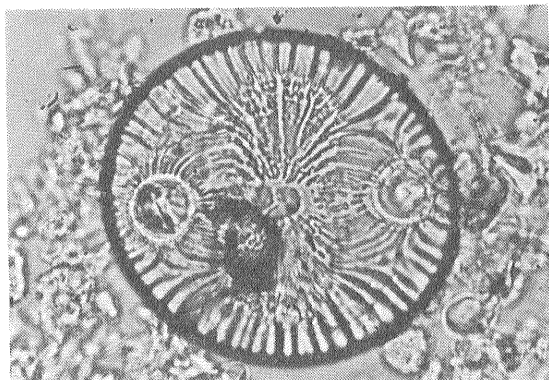


写真2 珪藻化石 (*Auliscus caelatus*) 約640倍

第1表 大形・微化石間の比較の1例 (尾上亨1971)

| Macro-fossil | Micro-fossil |
|----------------------------|--|
| * | Osmundaceae <i>Osmunda</i> |
| * | Polypodiaceae |
| * | A type |
| Taxaceae | B type |
| <i>Torreya</i> | * |
| * | Podocarpaceae <i>Podocarpus</i> |
| Pinaceae | Pinaceae |
| <i>Abies</i> | <i>Abies "firma"</i> |
| <i>Picea</i> | <i>Picea "polita"</i> |
| <i>Pinus</i> | <i>Pinus "thunbergii" and "densiflora"</i> |
| <i>Tsuga</i> | <i>Tsuga "sieboldii"</i> |
| * | Taxodiaceae |
| Cupressaceae | * |
| <i>Thuja</i> | Salicaceae <i>Salix (?)</i> |
| * | Juglandaceae |
| Juglandaceae | <i>Juglans "mandshurica" var. "sieboldiana"</i> |
| <i>Juglans</i> | Betulaceae |
| Betulaceae | <i>Alnus "japonica"</i> |
| <i>Alnus</i> | * |
| <i>Betula</i> | <i>Carpinus</i> |
| <i>Carpinus</i> | <i>Corylus</i> |
| * | Fagaceae |
| Fagaceae | <i>Quercus</i> (evergreen) "glauca and others" |
| <i>Quercus</i> (evergreen) | <i>Quercus</i> (deciduous) "serrata and others" |
| <i>Quercus</i> (deciduous) | Ulmaceae <i>Zelkova "serrata"</i> |
| Ulmaceae | Chenopodiaceae <i>Chenopodium</i> |
| <i>Zelkova</i> | Nymphaeaceae <i>Nuphar</i> |
| * | * |
| Magnoliaceae | * |
| <i>Illicium</i> | * |
| Lauraceae | * |
| <i>Benzoin</i> | * |
| <i>Cinnamomum</i> | * |
| <i>Machilus</i> | * |
| <i>Parabenzoin</i> | * |
| Hamamelidaceae | * |
| <i>Hamamelis</i> | Rosaceae |
| Rosaceae | * |
| <i>Pourthiaea</i> | * |
| <i>Prunus</i> | * |
| <i>Rosa</i> | * |

| | |
|---------------------------------|---|
| Legminosae | * |
| <i>Albizia (?)</i> | * |
| <i>Gleditsia</i> | * |
| <i>Maackia</i> | * |
| <i>Wistaria</i> | * |
| Buxaceae | * |
| <i>Buxus</i> | Aquifoliaceae |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex "integra"</i> |
| <i>Ilex</i> | * |
| Aceraceae | * |
| <i>Acer</i> | Sepindaceae |
| Sepindaceae | <i>Sapindus</i> |
| <i>Sapindus</i> | Sabiaceae |
| Sabiaceae | <i>Meliosma</i> |
| <i>Meliosma</i> | Theaceae |
| Theaceae | <i>Cleyera</i> |
| <i>Cleyera</i> | <i>Eureya</i> |
| <i>Eureya</i> | <i>Stewartia</i> |
| <i>Stewartia</i> | <i>Ternstroemia</i> |
| <i>Ternstroemia</i> | Araliaceae |
| Araliaceae | <i>Kalopanax</i> |
| <i>Kalopanax</i> | Ericaceae |
| Ericaceae | <i>Pieris</i> |
| <i>Pieris</i> | <i>Rhododendron</i> |
| <i>Rhododendron</i> | Symplocaceae |
| Symplocaceae | <i>Symplocos</i> |
| <i>Symplocos</i> | Syracaceae |
| Syracaceae | <i>Styrax</i> |
| <i>Styrax</i> | Oleaceae |
| Oleaceae | <i>Fraxinus</i> |
| <i>Fraxinus</i> | <i>Osmanthus</i> |
| <i>Osmanthus</i> | Symplocaceae |
| Symplocaceae | <i>Symplocos "myrtacea"</i> |
| <i>Symplocos "myrtacea"</i> | Oleaceae |
| Oleaceae | <i>Osmanthus "ilici folius"</i> |
| <i>Osmanthus "ilici folius"</i> | |
| Total 22 families (40 genera) | 17 families (2 families, 20 genera and 2 types) |

*No occurrence " " Supposed species

には 葉化石がよく保存されており 世界でもよい標本の産地として知られている程である。

葉化石で見出される種類と花粉等微化石で検出されるものとは一致しない点がある。例えば針葉樹の花粉は残りやすいが 葉はほとんど残っていない。他方クスノキ科などの花粉は 自然状態でも又分析過程でも残りうるものは少ないといわれるが葉化石では確認できる。このように大形・微化石の双方を1つの調査地内で比較しても差がよくわかり その1例を第1表に示した。従って葉・花粉化石相互に限らず 地質の研究には 花粉と共に他の種々の植物化石の資料がえられれば古植物群の解析が容易となる。

しかし他方花粉化石の研究において難点がないわけではない。前記のべたように微小なものであるだけにその鑑定においては習熟を要し イネ科の花粉などは電子顕微鏡によらねば属単位の鑑定すら正確を期すことは

できない。

また試料から検出された花粉群の構成そのものが元の母植物群をそのまま反映しているとするには問題がある。

ただ特長ある構成はそのまま認められるが細かい樹種相互間の関連性は 現在でもこの分野における研究の課題となり 研究の進展が行われている。

地層の地質時代の決定を花粉層序学の方から行う場合には花粉なりの特色がある。

例えば各地質時代ごとに花粉化石群の構成の変化をとらえるというやり方は 他の微化石と同じだが 植物が非常に地域的な特性をもっているということに注意しなければならない。

例えば第三紀中期の地層でも 熱帯地域ではマングローブ植物群の花粉が多く入るかと思えば タイ国周辺で

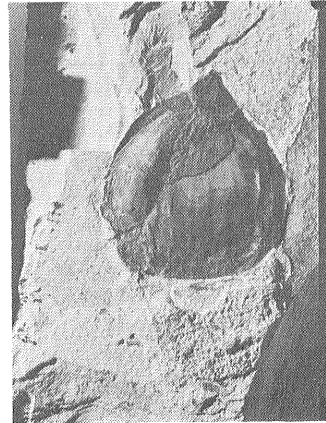


写真4 クリの堅果化石

は亜熱帯的針葉樹があり 沖縄あたりではこれが希となり 日本の本州ではさらに落葉広葉樹の花粉が優勢であるといったように 各地質時代毎に 今日のような植物区の存在がみとめられる。

従って花粉分析では それぞれの地域特有の「ものさし」をもって 地層の対比を行う必要がある。これは汎大洋的な浮遊性有孔虫や珪藻化石の地層対比とは性格のちがった取り扱いをしなければならないということである。

花粉と地質研究との関連性はまだ多くの課題もあり 今後とも進展がみられてゆくことであろう。

花粉と土木・建設

昭和40年代後半から50年代にかけて 日本列島改造論が大いに喧伝された。その後多少の消長はあったにせよ さらに新幹線や高速道路網等の基幹的なものから産業立地・都市開発等国内の開発は急ピッチで進んでいる。

これら工事の施工に当っては 基盤の問題が重要なものであることはいまでもない。その際この花粉層位学の手法が導入されることがある。例えばその対象となるものには風化層・海底軟堆積層・断層裂埤堆積層等々がある。いずれも工学的な手法による解決から いわば はみだした課題が起った場合 結論の裏付けとして古生物学的な視野の下での判定を求められることがある。

また風化層で 岩相からは時代が判然としない場合や層理が明瞭でなく層の新旧不明の場合など 花粉化石から解決が求められる。泥があればその中からの花粉を取出すことができよう。

断層に伴う裂埤には しばしば地表からの混入堆積

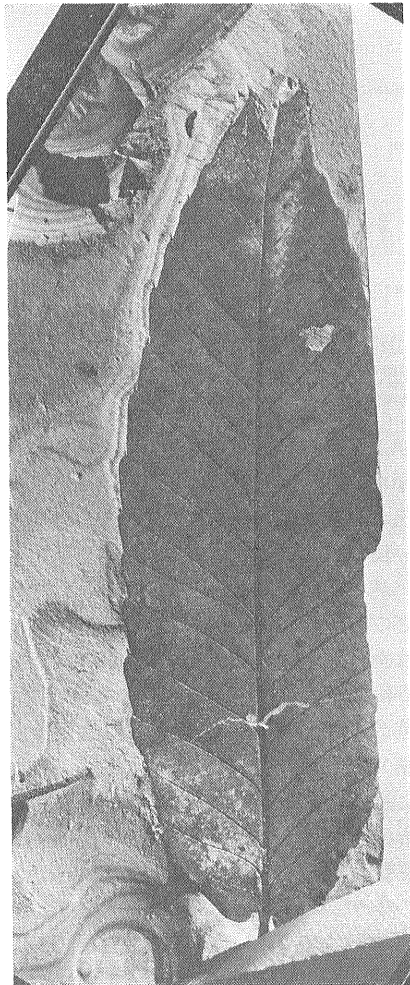


写真3
クリの葉化石
(*Castanea crenata* SIEB. et ZUCC.)

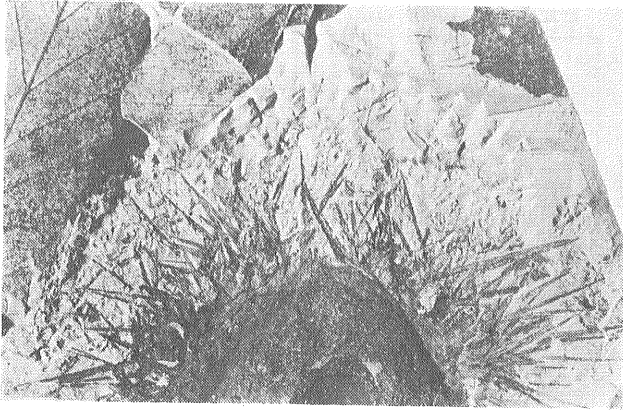


写真5 クリのイガの化石



写真6
クリの花穂の化石

物 または断層粘土が入りうる。 これらを区別するため花粉分析を行うことがあるが その内容から新旧を判断する。

海底の軟堆積物についての調査は 各種の試験によって行われることが多いが 同一層について物理的性質がことなるとか 海底堆積層の層の対比を別の視野から行うとかいう際に分析を用いる。 海底の地層は陸上とはことなり 静かな堆積であるため欠層は少ない。

地層の年代の測定については 放射性炭素を用いる事は勿論この土木分野においても行われており 重要な資

料となっているが 比較的浅い 時代の若い地層については花粉分析の結果も参考として重用されつつある。

例えば洪積層と沖積層の境界の識別においては 花粉群の変化(冷涼な古環境を示す植物の花粉の産出傾向等)によって区分したり 特定のもの 例えば *Picea* (トウヒ属) *Larix* (カラマツ属) 等の消長などによる区別その他 後氷期と氷期などにおける花粉群の変化など 地域的なものも考慮に入れて区別する。

また第三紀層と第四紀層の境界をどこにおくかという問題に関しても 第三紀に特長的にみられる *Carya* (カリヤダルミ属) *Liquidambar* (フウ属) 等の他 いくつか

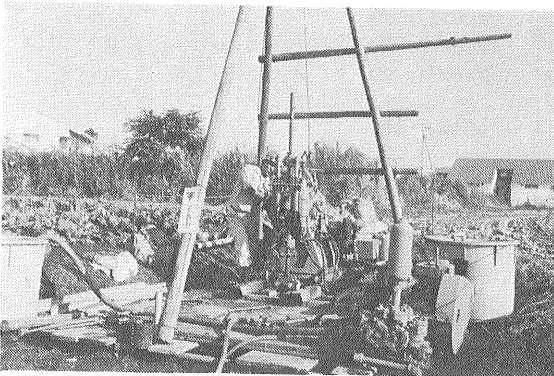


写真7 軟かい地盤の試錐——筑波研究学園都市——
(写真7～9：環境地質部 磯部技官提供)

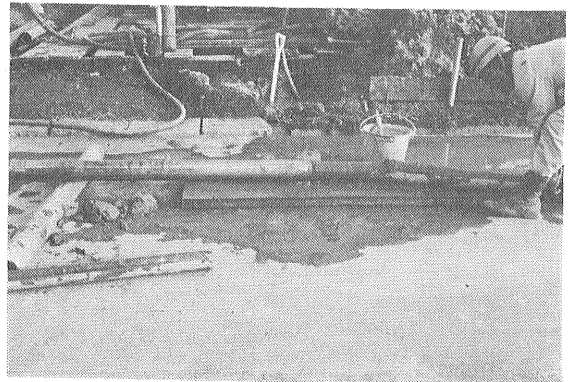


写真8 試錐コアを取り出す——同写真7——

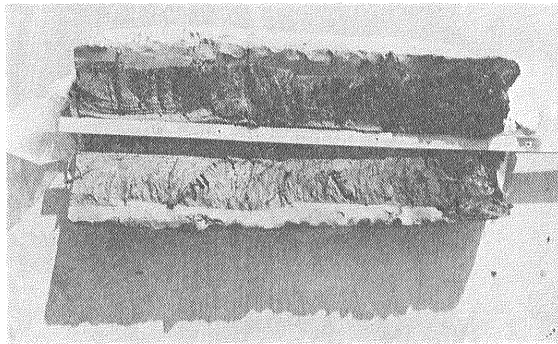


写真9 試錐コアを縦断して花粉分析試料を採取する
——筑波研学園都市——

の特長種の消長の傾向をもって示されている。

土質ボーリングにおける個々の問題 とくに軟弱地盤や帯水層の解析には 総合解析が必要となるが その解析の一環としての花粉分析調査は その層の形成の過程までふみこんで解答を与える1つの手段である。

花粉と保健・衛生

魚をたべたり 卵・牛乳やカゼ薬を飲むと発疹ができる人がいる。また春から秋にかけて 花の咲く季節になると 鼻や眼をおかされたり 喉がぜいぜいいたりする症状をおもちの方も少なくないと思う。

こうした通常とは異なった ある特定の物質に対する過敏反応をアレルギーといっている。このアレルギーによって起こる病気がアレルギー疾患である。この現象の起こる理由は 遺伝的にアレルギーを起こしやすい

第2表 スギ科花粉分布のカレンダー

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 稚内 | | | | | | | | | | | | |
| 旭川(道北) | | | | | | | | | | | | |
| 函館 | | | | | | | | | | | | |
| 青森 | | | | | | | | | | | | |
| 秋田 | | | | | | | | | | | | |
| 釜石 | | | | | | | | | | | | |
| 仙台 | | | | | | | | | | | | |
| 佐賀 | | | | | | | | | | | | |
| 新潟 | | | | | | | | | | | | |
| 郡山 | | | | | | | | | | | | |
| 高崎 | | | | | | | | | | | | |
| 栃木 | | | | | | | | | | | | |
| 水戸 | | | | | | | | | | | | |
| 七尾 | | | | | | | | | | | | |
| 金沢 | | | | | | | | | | | | |
| 甲府 | | | | | | | | | | | | |
| 東長野 | | | | | | | | | | | | |
| 千葉 | | | | | | | | | | | | |
| 東京(小見) | | | | | | | | | | | | |
| 相模原 | | | | | | | | | | | | |
| 富士 | | | | | | | | | | | | |
| 静岡 | | | | | | | | | | | | |
| 名古屋 | | | | | | | | | | | | |
| 敦賀 | | | | | | | | | | | | |
| 津 | | | | | | | | | | | | |
| 高山 | | | | | | | | | | | | |
| 神戸 | | | | | | | | | | | | |
| 和歌山 | | | | | | | | | | | | |
| 鳥取 | | | | | | | | | | | | |
| 岡山 | | | | | | | | | | | | |
| 松江 | | | | | | | | | | | | |
| 畑 | | | | | | | | | | | | |
| 原 | | | | | | | | | | | | |
| 宇部(山陽庄) | | | | | | | | | | | | |
| 柳井 | | | | | | | | | | | | |
| 香川 | | | | | | | | | | | | |
| 坂西 | | | | | | | | | | | | |
| 愛媛 | | | | | | | | | | | | |
| 高知 | | | | | | | | | | | | |
| 南福岡 | | | | | | | | | | | | |
| 別府 | | | | | | | | | | | | |
| 宮崎 | | | | | | | | | | | | |

--- 検体ナシ

(長野準ほか, 1976)

素因のある人が 長期にわたって花粉などを吸いつづけると花粉の中に含まれるある種の化学物質(抗原)に対して親和力のある特別な蛋白質(抗体)が体の中にでき

第3表 植物の種類と花粉数

| 和名 | ヤク(A) | 花(B) | 花序(C) | 枝(D) (単位:1,000) |
|---------|-------|-------------|----------------|--------------------|
| 風媒花(木本) | | | | |
| スギ | 3,300 | 13,200(4) | 396,000(30) | 990,000(2,500) |
| イヌシデ | 5,224 | 182,840(35) | 7,313,600(40) | 146,272(20) |
| フリソデヤナギ | 6,883 | 13,766(2) | 2,753,200(200) | 90,856(33) |
| 風媒花(草本) | | | | |
| カモガヤ | 3,949 | 11,847(3) | 82,929(7) | 16,586(200) |
| 虫媒花(木本) | | | | |
| ソメイヨシノ | 885 | 29,205(33) | | 3,505(120) |
| スイカズラ | 3,553 | 17,765(5) | | 178(10) |
| 虫媒花(草本) | | | | |
| ニンジン | 1,544 | 7,720(5) | | 41,688(5,400) |
| フランスギク | 548 | 2,740(5) | | 822(300) |
| スズラン | 4,322 | 25,932(6) | | 182(7) |
| オシロイバナ | 81 | 405(5) | | 22(55) |

(斉藤洋三ほか, 1980)

第4表 千葉県習志野市における永年の花粉分布の実態

風媒花 最大花粉数 / 10cm² / 1日当り, (幾瀬・佐橋・武田 1976)

| Species | | 1957—1960 | 1974 | 1975 | 1976 |
|------------|-----------------------------|-----------|------|------|------|
| スギ | <i>Cryptomeria japonica</i> | 3764 | 1128 | 235 | 2260 |
| イチョウ | <i>Ginkgo biloba</i> | 0 | 1 | 5 | 4 |
| アカマツ | <i>Pinus densiflora</i> | 1210 | 522 | 449 | 288 |
| クロマツ | <i>Pinus thunbergii</i> | 3387 | 2274 | 3220 | 1737 |
| ハンノキ | <i>Alnus japonica</i> | 7 | 33 | 57 | 35 |
| ケヤキ | <i>Zelkova serrata</i> | 23 | 258 | 40 | 384 |
| ヒメガマ | <i>Typha angustata</i> | 353 | 2 | 1 | 2 |
| ガマ | <i>Typha latifolia</i> | 0 | 1 | 1 | 1 |
| アカザ | <i>Chenopodium album</i> | 6 | 25 | 9 | 5 |
| カナムグラ | <i>Humulus japonicus</i> | 15 | 222 | 114 | 73 |
| ヘラオホバコ | <i>Plantago lanceolata</i> | 28 | 2 | 10 | 11 |
| ブタクサ | <i>Ambrosia elatior</i> | 1813 | 163 | 109 | 175 |
| ヨモギ | <i>Artemisia princeps</i> | 0 | 52 | 63 | 42 |
| セイタカアワダチソウ | <i>Solidago altissima</i> | 1 | 28 | 13 | 21 |

る。 これをもったアレルギー性の人が さらに花粉を吸入すると それが侵入した場所では急激に抗原と抗体とが結合反応を起こす。 この際特定の細胞が刺激され有害な物質を遊離する。 その結果 結膜炎・気管支ぜんそく・じん麻疹などとなって現われてくる。

この蛋白質に起因するアレルギー疾患の仕組の研究によって 石坂公成博士が文化勲章を授与されたことは先頃のことであった。

花粉のマイナスの面での注目されるのは 最近我国でスギ花粉症 (Pollinosis) が目立ってきたことである。日本における花粉症は 1963年日光の杉並木で斉藤洋三らによって発見されて以来 ある大学病院などでは アレルギー性鼻炎の2割は花粉症で その多くがスギ花粉

によるものといわれる。

別表に掲げたようなスギの花粉の生産量では (A)1つの葯の中の平均花粉数 (B)1つの花の中の葯の数 従って (A)×(B) が1つの花の中の花粉数となる。 (C)は1つの花序(枝の上に咲く花の系列) に相当する花の数であるから (A)×(B)×(C) が1花序相当の花粉数である。 スギを例に計算すると 20 cmの枝から約10億個の花粉が飛散することになり まさに天文学的数値となる。

スギの他に花粉症を引き起こすものとしては 第4表に掲げたものなどがあり 季節的には4月中旬～5月中旬はマツ属 5月中旬から7月上旬はイネ科の花粉 8月～9月中旬まではブタクサ花粉の季節などとよばれている。 その後のブタクサ・セイタカアワダチソウなどの撲滅運動の結果 一頃のようにブタクサがアレルギーの原因の主役であるということには 多少変化が生じて来たようである。

第5表 日本における花粉症原因と考えられる植物

(上野 1970 他より編集)

| 樹 木 | 草 本 |
|-----------|-------------|
| ハ ノ キ | ヨ モ ギ |
| ブ ナ | ヘ ラ オ ホ バ コ |
| ク ル ミ | ス イ バ |
| ス ギ | ド ク ム ギ |
| ヒ ノ キ | カ ナ ム グ ラ |
| マウンテン・シーダ | ブ タ ク サ |
| | オ オ ブ タ ク サ |
| | オ オ ヨ モ ギ |
| | セイタカアワダチソウ |
| | ヒ メ ガ マ |
| | カ モ ガ ヤ |
| | 等 |

我国では風媒花を中心とした花粉がアレルギー源として注目されているが スギ コナラ シラカンバなどの樹木類 イネ ネズミムギ等の単子葉類の草木 ヨモギブタクサ キクなどの双子葉類の草本などが取り上げられている。 最近では全国の多くの療養所が協力して全国花粉分布図が完成している。

このように私達の身近な問題についても 花粉学の研究は進展しつつある。

次回は境界領域ともいふべき 新しい手法が展開する化石燃料の資源調査などについてのべる。