

気道アレルギー予防策の策定における回帰二進木解析の有用性

ヨシオカ フ ミ アズマ エ ミ コ ナカジマ タカエ
 吉岡 二三* 東 恵美子^{2*} 中島 孝江^{2*}
 ハシモト マサフミ トヨシマキョウイチロウ コマチ ヨシオ
 橋本 正史^{3*} 豊島協一郎^{4*} 小町 喜男^{2*}

目的 気道アレルギーの疫学調査結果に対し回帰二進木解析 (CART) を適用し、ヤケヒョウヒダニアレルゲンに対する感作 (Dp 感作) のリスクを増大させている生活環境要因を明らかにした。その成果を、個人を対象とした Dp 感作の予防指導に応用することの可能性について、妥当性、実行可能性の両面から検討した。

方法 健康成人女性386人を対象として、生活環境についてアンケート調査した。ヤケヒョウヒダニ特異的 IgE (Dp-IgE) を合わせて測定し、陽性を Dp 感作あり、陰性を Dp 感作なしとした。アンケート調査した生活環境は、①窓の開閉状況、②本人および家族の喫煙状況、③夏の冷房時間、④居間の床材 (板材/畳/カーペット)、⑤室内 (台所) でのカビの発生、⑥住宅の構造 (鉄筋/木造)、⑦幹線道路からの距離、⑧燃焼型ストーブの使用、⑨掃除の頻度、などで、生活環境要因以外に気道アレルギー疾患 (気管支喘息、アレルギー性鼻炎) の既往歴を訊いた。統計解析は CART のほかに多重ロジスティック回帰分析 (MLRA) を行った。今回の解析では、対象をまず気道アレルギー疾患の既往のある群 (既往あり群, n=118) と既往のない群 (既往なし群, n=268) に分け、Dp 感作あり/なし (1/0) を目的変数、喫煙を含む生活環境要因のある/なし (1/0) を説明変数にして CART および MLRA を実行し、それぞれの群で生活環境要因の関与を検討した。

成績 CART の結果に関し、既往あり群となし群の回帰二進木 (樹木) は MLRA で調整オッズ比の有意性が最も高かった要因で最初に分岐した。以降も MLRA でオッズ比の有意性の比較の高かった要因で順に分岐したが、枝ごとに関与する要因が異なった。既往あり群 (Dp 感作リスク: 19.5%) では台所でのカビの発生の有無で最初に分岐し、カビの発生あり群のリスクは45.5%、発生なし群のリスクは13.5%になった。カビの発生あり群は毎日掃除の有無で分岐し、毎日掃除をしない群ではリスクが75%まで上昇し、さらに家族喫煙があるとリスクが100%に増加した。一方、カビの発生なし群は窓の開閉状況によって分岐した。既往なし群 (10.8%) は夏の冷房時間で最初に分岐し、6時間を超える長時間冷房群のリスクは16.7%、超えない短時間冷房群のリスクは6.9%であった。長時間冷房で居間の床が畳であればリスクは8.3%になり、畳でなければリスクは20.8%に上昇した。また、短時間冷房で居間の床が板でないときリスクは4.0%まで低下した。

結論 CART による解析により、複合的な要因の Dp 感作への関与の違いを樹木図の上に表すことができた。このような樹木図に基づいて、対象者の個々の生活環境に応じた Dp 感作の予防指導が可能となることが示唆された。

Key words : 気道アレルギー, 感作, 生活環境, 回帰二進木, チリダニアレルゲン

1 はじめに

近年、気管支喘息やアレルギー性鼻炎 (花粉症) などの気道アレルギー疾患の有病者が増加し、これらの気道アレルギー疾患の大半にチリダニやスギ花粉などの吸入アレルゲンに対する特異的 IgE

* 大阪府立成人病センター

^{2*} 大阪府立公衆衛生研究所

^{3*} 鎌田医院

^{4*} とよしま小児科

連絡先: 〒537-0025 大阪市東成区中道 1-3-69

大阪府立公衆衛生研究所 東 恵美子

の上昇（以下感作と称す）とそれに続く即時型アレルギー反応がみられること^{1,2)}、今日の健常小児の約半数が何らかのアレルゲンに対するIgEが高い状態にあり、30年前に比べ約2倍に増えていること^{3,4)}、チリダニに感作されて小児の喘息発症リスクは非感作群の約10倍であること⁵⁾などから、感作のリスクの増大が気道アレルギー疾患の有症率の増大に関係していると考えられる。

アレルギー症状のある者では、高い割合で何らかのアレルゲンに感作されている。チリダニの一種であるヤケヒョウヒダニ（Dp: *Dermatophagoides pteronyssinus*）は気管支喘息患者、健常者に共通して高頻度でみられるアレルゲンである。これに対するIgEの上昇（以下Dp感作と称す）は、環境中Dpアレルゲンへの暴露と、これに対するIgE抗体産生反応によって成立する。このため今日の生活環境がチリダニ増殖を促進するなどして暴露機会を増加させたか^{6,7)}、あるいは個体のIgE抗体産生能を亢進させたことによって^{8~10)}、Dp感作のリスクが増大し、気道アレルギー疾患の有症率が増大した可能性がある。これに対し、公衆衛生学的にはDp感作を増大させている要因を明らかにし、その要因を除去することによって気管支喘息の発症予防ができると考えて、一律にこの要因を除去する対策を講じることを指導する。しかし、個人の状況に即した要因除去の妥当性（validity）や実行可能性（feasibility）まで検討していないため、この対策により指導対象集団のリスクは確かに下がるが、その集団の中には対策が有効でないケースや対策によりリスクが反って上がるケースなどが含まれている可能性がある。したがって、患者に対する個人衛生的な指導が主体である臨床医学においては、公衆衛生学の成果をそのまま適用することについてやや抵抗があるように思われ、チリダニアレルゲン除去による喘息悪化の予防はアトピー性喘息治療に有効な方法であるとされているのに対し、発症の予防の効果については明確でない¹¹⁾、今のところ健常者のDp感作を予防することに対し関心が低い。

われわれはこれまで健常成人女性を対象にDp感作に関する疫学調査（断面調査）を実施し、Dp感作に関与する生活環境要因を明らかにした^{12,13)}。この調査では、多重ロジスティック回帰分析（MLRA, Multivariate Logistic Regression

Analysis）により生活環境要因の関与を検討したが、この解析では、対象者個々の状況に応じた要因の関与が分からず、個人衛生的な指導に必要な要因除去の妥当性や実行可能性の検討ができなかった。今回、同じ調査結果に対し回帰二進木解析（CART, Classification & Regression Trees）^{14,15)}を行ったが、この解析では対象者を因果関係のある要因によって群分けするため、対象者の状況に応じた要因の関与が分かる。また、これにより前記のような要因除去の対策が有効でないケースやその対策が反ってリスクを上げてしまうケースなどがある程度検出することができる。このCARTの結果に基づいて、Dp感作に関する疫学調査の成果を、個人を対象とした予防指導に応用することの可能性について、妥当性、実行可能性の両面から検討したので報告する。

II 研究方法

1. 対象

例年大阪府八尾市で実施される成人病検診の中で平成7~9年に実施した呼吸器疾患予防健診を受診した健康成人女性486人中、調査項目に欠損のない386人を対象とした。対象者は成人病検診（住民検診）の受診者であることから、ほとんどが家庭の主婦であった^{12,13)}。なお、健診はすべての対象者から事前に調査に関する同意を得た上で実施した。

2. 方法

1) アンケート調査

健診の際に質問票を対象者に渡し、種々の生活環境要因について調査した。今回の検討ではDp感作に関わる要因として、①窓の開閉状況、②本人および家族の喫煙状況、③夏の冷房時間、④居間の床材、⑤室内（台所）でのカビの発生、⑥住宅の構造（鉄筋/木造）、⑦幹線道路からの距離、⑧燃焼型ストーブの使用、⑨掃除の頻度、など生活環境に関連する項目のほかに、気道アレルギー疾患の既往歴を訊いた。居間の床材は板、畳、カーペットの3種類に分けて検討した。

2) 血清IgE

健診時に対象者より採取した静脈血約5mlを、室温でそのまま1時間静置した後、直ちに遠心により血清を分離した。-80°Cで冷凍保存された血清は測定時に解凍し、Pharmacia社製

CAP-RAST (capsulated hydrophilic carrier polymer system-radioallergosorbent test) 測定キットを用いて RIA (radioimmunoassay) による測定を行った。今回の検討に用いた血清 IgE 値はヤケヒョウヒダニ特異的 IgE (Dp-IgE) で、スコア 0~1 を陰性 (Dp 感作なし)、スコア 2~6 を陽性 (Dp 感作あり) とした。

3) 統計解析

アンケートで訊いた各要因については、要因のある/なしによって 1/0 に 2 値化した。要因ありとしたのは、①窓の開閉状況については、晴れた日に 1 時間以上窓を開けると答えた場合、②本人喫煙状況については、喫煙すると答えた場合、家族喫煙については、本人が喫煙せず、家族に喫煙するものがあると答えた場合、③夏の冷房時間については、6 時間を超える場合、④居間の床材については、最も上にある床材が板材、畳、カーペットのいずれかに該当する場合、⑤台所でのカビの発生については、カビの生えたところをみたことがある場合、⑥住宅の構造 (鉄筋/木造) については鉄筋 (コンクリート) 住宅に居住している場合、⑦幹線道路からの距離については、住宅が幹線道路から 25 m 以内にある場合、⑧燃焼型ストーブの使用については、居間の暖房に石油またはガスストーブ (給排気ダクト付を含む) を使う場合、⑨掃除の頻度については、毎日居間の掃除をする場合、などであった。気道アレルギー疾患の既往歴については、気管支喘息またはアレルギー性鼻炎の既往歴があると答えた場合を気道アレルギー疾患の既往ありとした。

結果に対し、MLRA および CART による解析をエス・ピー・エス・エス社製パソコン用統計解析ソフト SPSS および Answer Tree を用いて行った。MLRA および CART による解析では、Dp 感作あり/なし (1/0) を目的変数にし、喫煙を含む生活環境要因のある/なし (1/0) を説明変数にして解析を実行した。

MLRA による解析では、複数の要因の Dp 感作への関与を交絡の影響を制御しながら表すことができる調整オッズ比 (AOR, Adjusted Odds Ratio) を求めた。また、要因単独の関与を表す粗オッズ比 (COR, Crude Odds Ratio) を単変量ロジスティック回帰分析 (ULRA, Univariate Logistic Regression Analysis) により求めた。オッズ比

(OR) の有意性を表す P 値を Wald カイ二乗検定により求め、 $P < 0.05$ を有意、 $P < 0.1$ を傾向ありとした。

CART では、対象集団の目的変数の平均値 (Dp 感作率すなわち Dp 感作のリスク) を求め、これと最も相関する要因 (分岐変数: 群間平方和*が最大になる説明変数) を選択して、対象集団 (親ノード) を要因あり群と要因なし群からなる二つの集団 (子ノード) に分岐させる。この子ノードを新たな親ノードにして、残った要因 (説明変数) の中から分岐変数を選んで分岐を繰り返すことにより、最終的に最もリスクの低い (または高い) 子ノードに至る樹木 (回帰二進木) ができる。この解析では分岐が進むにつれてノードの規模 (対象人数) が小さくなり、目的変数の平均値 (Dp 感作のリスク) の信頼性が低下することから、親ノードで 7 人、子ノードで 3 人以下になるとき分岐を停止した。同じデータに対し交差検証 (検証回数 10 回) を実行し、末端のノード (ターミナルノード) における誤分類率 (推定誤差)** を求めた。また、要因の有無によって分岐してきた二つの子ノードにおける Dp 感作あり/なしの該当人数からクロス集計表 (2×2 表) を作成し、相関の有意性を表す P 値を Pearson のカイ二乗検定により求めた。

今回の MLRA および CART による解析では、対象をまず気道アレルギー疾患の既往のある群 (既往あり群, $n = 118$) と既往のない群 (既往なし群, $n = 268$) に分け、それぞれの群で生活環境要因の関与を検討した。

* 親ノードの (偏差) 平方和を $S(t)$ 、二つ (左右) の子ノードの (偏差) 平方和をそれぞれ $S(t_L)$ 、 $S(t_R)$ とすると、 $S(t) - S(t_L) - S(t_R)$ で表される。

** ターミナルノードにおける Dp 感作のリスクが 0.5 を超えるとそのノードを Dp 感作ありに分類し、0.5 以下であれば Dp 感作なしに分類した。交差検証では、全データセットをランダムに n 等分してできる n 個のデータセットのうち、 $n-1$ 個のデータセットで樹木を作成し、残りの 1 個のデータセットをこの樹木に当てはめて、ターミナルノードでの誤分類率を求めた。これをデータセットの組み合わせを変えて n 回行い、誤分類率の平均 (推定誤差) を求めた。

III 研究結果

1. MLRA および ULRA による解析

気道アレルギー疾患の既往がある群（既往あり群）および既往のない群（既往なし群）の MLRA および ULRA の結果を表1に示す。

既往あり群の AOR で有意な関与またはその傾向を示した要因のなかで、D_p 感作に抑制的に働くものは、窓を開けることと毎日掃除をすることであり、D_p 感作に促進的に働くものは、台所でのカビの発生と家族喫煙であった。COR では、窓を開けること、毎日掃除をすること、および台所でのカビの発生に関与が認められた。既往なし群の AOR では、D_p 感作に促進的に働くもの

は、夏の長時間冷房（1日6時間以上の冷房）と居間の床材が板であることであり、居間にカーペットを敷いているときは喫煙にもその傾向がみられた。D_p 感作に抑制的に働くものは、居間の床材が畳であることだけであった。COR ではこれらの要因のほかに鉄筋住宅と喫煙に正の関与が認められた。

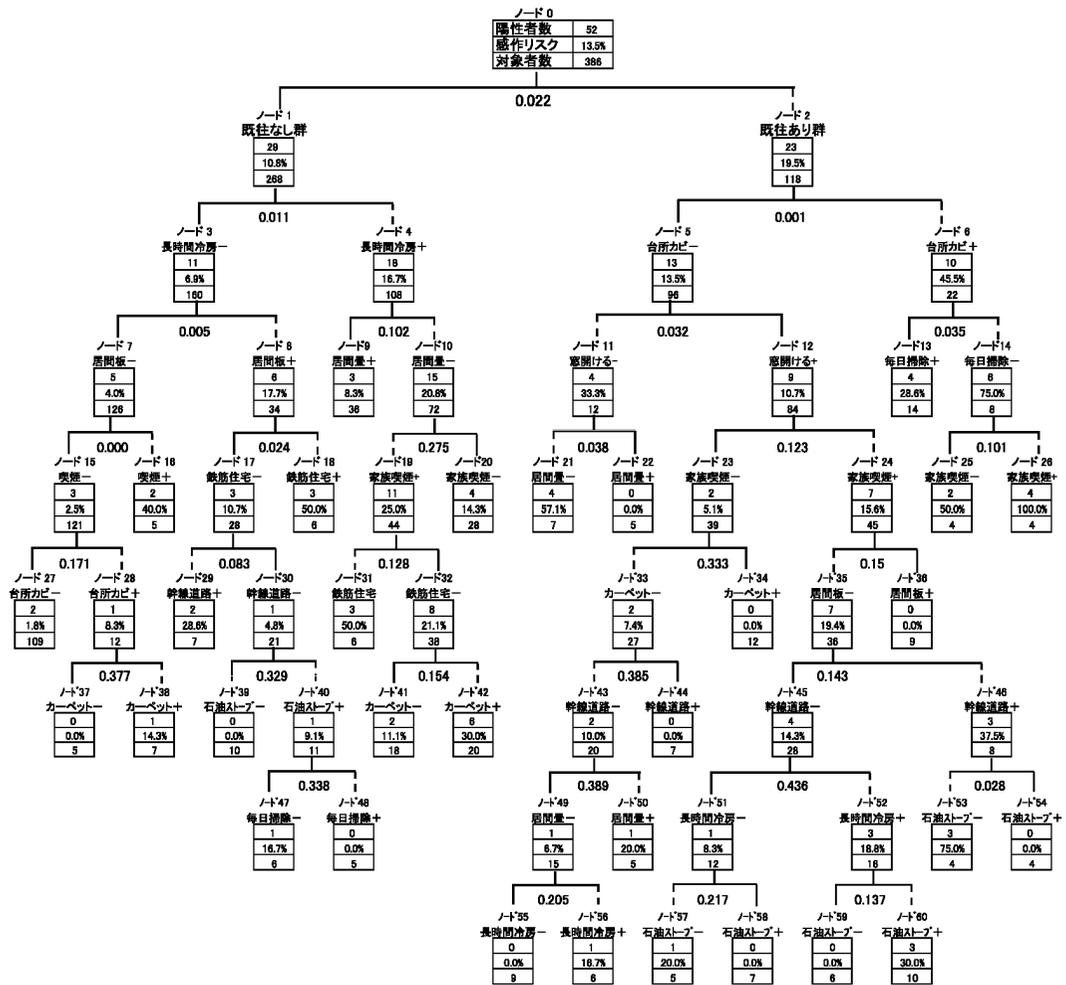
2. CART による解析

結果の樹木（回帰二進木）を図1に示す。全対象者（D_p 感作のリスク：13.5%）を MLRA と同様に気道アレルギー疾患の既往の有無で群分けして CART を実行した。既往あり群（19.5%）は台所でのカビの発生の有無で分岐し、カビ発生あり群（45.5%）はさらに掃除を毎日するかどう

表1 生活環境要因の D_p 感作に対するオッズ比

生活環境要因	気道アレルギー疾患既往あり群 n=118					気道アレルギー疾患既往なし群 n=268				
	該当数 (割合%)	粗オッズ比	調整オッズ比		該当数 (割合%)	粗オッズ比	調整オッズ比			
幹線道路沿道居住 P 値	31(23.6%)	2.13	2.11	2.11	2.11	60(22.4%)	1.37	1.26	1.58	1.31
		0.123	0.207	0.203	0.205		0.478	0.636	0.350	0.574
鉄筋住宅居住 P 値	12(10.2%)	2.29	0.92	0.82	0.87	35(13.1%)	2.40	2.09	1.86	2.11
		0.211	0.918	0.829	0.877		0.068	0.158	0.226	0.143
ストーブの使用 P 値	66(55.9%)	0.67	0.62	0.60	0.61	149(55.6%)	0.98	1.14	1.01	1.00
		0.385	0.393	0.369	0.381		0.961	0.767	0.982	0.991
長時間冷房 P 値	57(48.3%)	0.98	1.25	1.28	1.27	108(40.3%)	2.71	2.67	2.37	2.42
		0.959	0.683	0.661	0.669		0.014	0.021	0.041	0.034
台所でのカビの発生 P 値	22(18.6%)	5.32	8.62	8.86	8.63	31(11.6%)	1.26	1.05	1.11	1.14
		0.001	0.001	0.001	0.001		0.692	0.937	0.860	0.828
窓を開ける(1時間以上) P 値	101(85.6%)	0.27	0.28	0.28	0.28	243(90.7%)	3.11	2.08	2.05	2.20
		0.020	0.054	0.049	0.049		0.274	0.498	0.502	0.459
毎日掃除をする P 値	60(50.8%)	0.44	0.31	0.31	0.31	129(48.1%)	1.01	0.78	0.85	0.83
		0.091	0.060	0.055	0.058		0.987	0.557	0.699	0.660
喫煙 P 値	9(7.6%)	1.20	0.00	0.00	0.00	14(5.2%)	3.66	3.32	3.17	3.74
		0.830	0.830	0.827	0.827		0.039	0.111	0.121	0.073
家族喫煙 P 値	62(52.5%)	1.91	3.11	3.18	3.12	156(58.2%)	1.20	1.44	1.56	1.62
		0.179	0.056	0.052	0.055		0.656	0.450	0.356	0.313
居間の床が板 P 値	26(22.0%)	0.70	1.02			54(20.1%)	2.79	2.70		
		0.551	0.981				0.014	0.026		
居間の床が畳 P 値	39(33.1%)	1.10	0.81			108(40.3%)	0.35	0.42		
		0.844	0.721				0.028	0.088		
居間の床がカーペット P 値	39(33.1%)	1.10			1.14	83(31.0%)	1.42	1.22		
		0.844			0.824		0.392	0.650		

図 1 生活環境要因と Dp 感作リスクとの関係を表す樹木図
(分岐部の数字は Pearson のカイ二乗検定により得られた P 値を表す)



かで分岐した。毎日掃除をしない群ではリスクが75%まで上昇し、家族喫煙があるとリスクが100%に増加した。既往あり群でも、台所にカビの発生のない群ではリスクが13.5%に減少し、窓を開けないとリスクは33.3%に上昇したが、居間の床材を畳にすることでリスクは0%に低下した。窓を開ける群(10.7%)は、家族喫煙がないとリスクが5.1%まで低下し、家族喫煙があっても居間の床材が板であればリスクは0%になった。一方、既往なし群のリスクは10.8%で既往あり群の約1/2であったが、長時間冷房で、リスクは16.7%に上昇した。また、長時間冷房でなければリスクは一旦6.9%に低下したが、居間の床材が板で鉄筋住宅に住んでいるとリスクは50%に上

昇した。居間の床材が板であっても、木造住宅に住み、住居が幹線道路に近接しなければリスクは4.8%になった。既往なし群では、長時間冷房を行わず、居間の床材が板でないとき、リスクは4.0%に低下したが、喫煙するとリスクは40%に上昇した。喫煙しないとリスクはさらに低下し、2.5%となった。

なお、交差検証(10回)した結果、誤分類率(推定誤差±標準誤差)は0.220±0.038(既往あり群, n=118), 0.126±0.020(既往なし群, n=268)であった。今回構築された樹木はその内最も誤分類率が小さかったものである。各分岐でのPearsonのカイ2乗検定の結果(P値)は、子ノード間でのDp感作リスクの差の有意性を表すが、

下位の分岐ではこの有意性が低下した。

IV 考 察

今回、気道アレルギーの疫学調査結果に対し回帰二進木法（CART）を用いて解析を行い、Dp感作に関わる生活環境要因を明らかにしたが、今回の結果を感作の予防に応用することの可能性について、多重ロジスティック回帰分析（MLRA）の結果を応用する場合と対比して、妥当性（validity）と実行可能性（feasibility）の両面から検討した。

対象者の選択に関し、自分がDp感作されていることを知ればそれによって生活環境を変える可能性が高いため、その可能性の低い健常者を対象とした。しかし、同じ健常者であっても本人または家族に気道アレルギー疾患の既往などがあれば、予防に対する関心が高くなり、何らかの対策を講じることによって感作の予防を図っている可能性がある。今回、対象者に直接アンケートに記入してもらうことにより生活環境を調査したが、この方法では、関心の程度の違いが、生活環境に対する評価の違いを招き、回答に偏り（bias）が生じる可能性がある。この偏りを少なくするため、質問項目や内容はできるだけ客観的なものに限定したが、それでも回答に迷う場合があり、その場合は調査者が聞き取って記入した。

今回の解析では対象者を気道アレルギー疾患の既往の有無により2群に分けて解析したが、これはCARTによる結果を気道アレルギー疾患の予防に応用する場合、Dp感作リスクと生活環境要因との関係を樹木（回帰二進木）の形で表し、それに基づいて個人衛生指導を行うが、改善指導できない要因である気道アレルギー疾患の既往の有無によって樹木が途中で分岐した場合、適切な指導を選ぶために樹木を辿っていくという作業が限定されることになるためである。また、気道アレルギー疾患の既往がある人と既往のない人とは、生活環境の関与の仕方が異なる可能性がある。これに関し、MLRAによる解析結果では、既往あり群と既往なし群で、関与を示した生活環境要因が全く異なっていた。家族喫煙、台所でのカビの発生、窓を開けること、毎日掃除をすることは既往あり群で有意な関与またはその傾向を示したが、既往なし群では関与を示さなかった。一

方、長時間冷房、居間の床材が板、居間の床材が畳は既往あり群で関与を示さず、既往なし群で有意な関与またはその傾向を示した。このような結果になった原因として、既往あり群では過去の症状出現により生活環境を一般的にアレルギー疾患を予防するとされるものに変えている可能性が考えられるが、この場合は家族喫煙と台所でのカビの発生は負の関与を示し、窓を開けることと毎日掃除をすることは正の関与を示すことになると予想されるため、今回の対象者ではこのような生活環境を変える行動は起きなかったものと推定される。もう一つの原因として、アンケート（データ採取）における偏りの可能性が考えられるが、前述のようにできるだけこの可能性をなくすように留意したことから、見かけ上同じ健常者であっても、全くの健常者である既往なし群とアレルギー反応が亢進している可能性のある既往あり群とで、生活環境要因のDp感作に対する影響が異なる可能性が示唆された。

CARTによる解析では、目的変数（Dp感作のリスク）との相関性が最も高い要因を選んで次々に分岐する。一般に、要因の交絡の影響を除去する方法として、要因に応じて群分け（層別）を行い、各群（層）で交絡する可能性のある要因の関与を検討するか、群分けせずに全対象者で多重回帰分析を行って関与を検討する方法がある¹⁰。CARTは前者の方法に属し、MLRAは後者に属す。仮に要因間の交絡が全対象者でなく、その中の一部の群でみられる場合、MLRAではこのことが分からないが、CARTでは各群（ノード）が目的変数（Dp感作のリスク）と一番相関性の高い要因で分岐するため、そのノードを規定している要因と交絡している要因は相関性が低くなり、分岐変数として選択されない。したがって、このような一部の群にのみみられる交絡の影響も除去することができる。また、今回検討した居間の床材に関する要因のように、畳、カーペット、板は同じ質問項目上にあり、その中から一つを選ぶため、MLRAでは同時に3要因を入力して解析することは不相当であったが、CARTではこのような解析を許すためMLRAでは検討できない畳とカーペットと板床のような互いに独立でない因子を同じ樹木のうえに表すことができた。

今回のCARTの結果（樹木）とMLRA、

ULRAの結果(AOR, CORとそのP値)と対比してみると、既往あり群と既往なし群はMLRA(またはULRA)でWaldカイ二乗検定の結果P値が最も小さかった要因、すなわちアレルギーの既往あり群では台所でのカビの発生の有無、既往なし群では冷房時間で最初に分岐した。図1では各分岐でPearsonのカイ二乗検定の結果(P値)も合わせて示したが、MLRAで有意な関与を示した要因での分岐は当然ながら上位に現れ、Pearsonのカイ二乗検定の結果も有意であった。今回の樹木は、最初に強制的に気道アレルギー疾患の既往の有無を要因として分岐させているため、厳密に言えば、既往あり群のCARTによる解析結果と既往なし群の解析結果を合わせて1本の樹木にしたものである。そのため対象数がそれぞれの群で118例、268例と少なくなったが、各樹木について、交差検証法により信頼性を検証した結果、この樹木をDp感作リスクの予測に用いることについて、妥当性はあると思われる。一方、分岐毎に子ノード間のリスクの有意差について検証したが、下位の分岐の有意性は低いものが多く、Dp感作リスクを下げる要因の探索に用いることができるのは最大でも第4分岐までであると思われる。

以下に今回のCARTに基づく予防指導の内容と実行可能性についてMLRAと対比しながら述べる。

既往あり群でDp感作リスクを上げないようにするために最も留意すべき点は台所でカビを発生させないことである。このことはMLRAの結果からもいえるが、CARTの結果はこのことを具体的に示す。たとえばノード14のように台所でカビが発生し、毎日掃除をせずにリスクが75%に上昇している人に対し、毎日掃除をすることを指導するとリスクを28.6%まで下げることができるが、台所にカビを発生させないように指導することで、毎日掃除の有無と関係なくリスクを13.5%まで下げることができる。したがって、カビを発生させないようにできない状況であるとき初めて、毎日掃除をするように指導すべきである。このような場合、MLRAの結果に基づけば毎日掃除をすること、窓を開けること、家族喫煙をなくすることが次善の策として推奨されることになるが、樹木図は、そのなかでも毎日掃除をするとい

う対策をとるべきであることを示している。多くの分岐を経た下位のノードは対象数が少なく、リスク値そのもののデータの信頼性は低下するが、樹木図全体をみてリスクを減らす方策が分かるため、対象者の状況に応じた大局的でかつ柔軟な指導ができるものと思われる。

一方、既往なし群のMLRAの結果では、冷房時間や居間の床材(畳または板)が重要な項目であり、CARTの結果でも同様であった。この群では、冷房時間が長くないことがリスクを下げたが、長時間冷房でリスクが16.7%になった人も居間の床が畳であればリスクは8.3%まで改善する。MLRAの結果でも畳のAORは0.42($P=0.088$)、板床は2.70($P=0.026$)になり、畳はDp感作を防ぐ方向に作用し、板床はDp感作を有意に促進する方向に働くことが示された。ただし、アンケート項目では居間の床材を畳、板、カーペットの中から一つ選ぶため、このMLRAの結果から板床が悪いために畳が良いのか、畳が良いことと板床が悪いことが独立の事象であるのかは判断できないが、CARTではこのことがある程度分かった。ULRAのみで有意な関与を示した鉄筋住宅は、樹木では長時間冷房でなく、居間の床材が板のときにリスクが上昇し、この関係を避ければリスクの上昇は回避できることが分かった。このように樹木図をみれば、複合的な要因のDp感作への関与の違いが一目瞭然で、感作を予防するための指導内容を対象者個々の生活環境に応じて変えることができる。

チリダニアレルゲン除去は喘息悪化の予防に有効であるとされ、これまでチリダニアレルゲンの除去のし易さから居間の床も板の方が良いように指導されてきた。しかし、今回の調査では、居間の床が板であることは既往なし群でDp感作に促進的に働くという結果であった。今回の調査は対象人数も少なく、また、環境中のチリダニアレルゲン量などを測定していないことから、この結果から実体的な因果関係を議論することには無理があり、将来、別の集団における調査結果を加えて、同様の傾向が得られた場合にはじめて今後の予防指針などを決定できると考えられる。

以上、健康成人女性を対象にしたDp感作に関する疫学調査結果に対し、CARTによる解析を行い、Dp感作のリスクが高くなる(または低く

なる) 要因の組み合わせを樹木(回帰二進木)の形で表すことができた。さらに、Dp感作の個人衛生的な予防指導にこの樹木を応用することの可能性をMLRAの結果と対比して妥当性(validity)と実行可能性(feasibility)の両面で検討した結果、このような樹木図に基づいて、対象者の個々の生活環境に応じた有用かつ柔軟な生活環境改善指導ができることが示唆された。

V おわりに

今回、対象をまず気道アレルギー疾患の既往あり群と既往なし群に分け、MLRAによりDp感作に対する生活環境要因の関与を検討したところ、関与する要因および関与の方向がこの2群間で全く異なることをみいだした。このように、同じ健常人であってもアレルギー反応に関わる個体要因の違いによって種々の外的要因のDp感作への影響の仕方が変わることから、健常人を対象にして行う気道アレルギー疾患の発症予防は、患者を対象にして行う症状悪化の予防とは異なると考えられる。したがって、発症予防の方策は今回のような健常人を対象とした疫学調査の結果に基づいて構築されるべきものと思われる。

本研究は、平成7~9年度の厚生省地域保健推進特別事業の一環として実施したものである。

(受付 2003. 2.20)
(採用 2004. 5.19)

文 献

- 1) 山口博明. アレルギー患児に対する皮内反応と特異的IgE抗体による感作状況と環境因子の検討 — 第1報 皮内反応と特異的IgE抗体(Radioallergosorbent Test)による感作状況の年次推移—. アレルギー 1993; 42: 571-581.
- 2) 加藤廣人, 水野靖也, 山崎 貢, 他. 中学生におけるスギ花粉症の感作と発症に影響を及ぼす環境因子について. 日本公衛誌 1996; 43: 390-397.
- 3) Nakagomi T, Itaya H, Tominaga T, et al. Is atopy increasing? Lancet 1994; 343: 121-122.
- 4) 中込とよ子, 久松俊一, 中込 治. アトピーの疫学. 臨床科学 1996; 32: 257-265.
- 5) 橋本正史. 過去40年間の小児気管支喘息およびアトピーの頻度に関する研究報告の再検討. 大気環境学会誌 1998; 33: 126-138.
- 6) 逢坂文夫, 春日 斉, 杉田 稔, 他. 学童の血清ダニIgEと母の喫煙習慣との関係の研究. 日衛誌 1985; 40: 789-795.
- 7) 高岡正敏. 住環境の変化とダニ数の関係. アレルギーの臨床 1989; 9: 96-100.
- 8) Ishizaki T, Koizumi K, Ikemori R, et al. Studies of prevalence of Japanese cedar pollinosis among the residents in a densely cultivated area. Ann Allergy 1987; 58: 265-270.
- 9) Muranaka M, Suzuki S, Koizumi K, et al. Adjuvant activity of diesel-exhaust particulates for the production of IgE antibody in mice. J Allergy Clin Immunol 1986; 77: 616-623.
- 10) Huang SL, Shiao G, Chou P. Association between body mass index and allergy in teenage girls in Taiwan. Clin Exp Allergy 1999; 29: 323-327.
- 11) 下条直樹. シンポジウム: 小児アレルギー性疾患発症要因: 環境要因 1. 抗原. アレルギー 2002; 51: 841.
- 12) Kuwahara Y, Kondoh J, Tatara K, et al. Involvement of urban living environments in atopy and enhanced eosinophil activity: potential risk factors of airway allergic symptoms. Allergy 2001; 56: 224-230.
- 13) 東恵美子, 中島孝江, 橋本正史, 他. 都市域における気道アレルギーの潜在的増大要因 — 都市型生活環境の関与について —. 日本公衛誌 1999; 46: 184-198.
- 14) 大滝 厚, 堀江有治, Steinberg D. 第3章 回帰二進木解析. 大滝 厚, 編. 応用二進木解析法. 東京: 日科技連, 1998; 55-97.
- 15) SPSS Inc. Answer Tree 3.0 J User's Guide. Tokyo: SPSS Japan Inc., 2001.
- 16) 秋葉澄伯, 上島弘嗣, 佐々木隆一郎, 他. 7. 疫学研究の質. 重松逸造, 編. 新しい疫学. 東京: 日本公衆衛生協会, 1991; 93-117.

A STRATEGY FOR ASSESSING ENVIRONMENTAL INFLUENCE ON AIRWAY ALLERGY USING A REGRESSION BINARY TREE-BASED METHOD

Fumi YOSHIOKA*, Emiko AZUMA^{2*}, Takae NAKAJIMA^{2*}, Masafumi HASHIMOTO^{3*},
Kyoichiro TOYOSHIMA^{4*}, and Yoshio KOMACHI^{2*}

Key words : airway allergy, allergic sensitization, living environment, regression binary tree, mite allergen

Objective To clarify the living environment factors that increase the risk of allergic sensitization to house dust mites, we applied a regression binary tree-based method (CART, Classification & Regression Trees) to an epidemiological study on airway allergy. The utility of the tree map in personal sanitary guidance for preventing allergic sensitization was examined with respect to feasibility and validity.

Subjects and Methods A questionnaire was given to 386 healthy adult women, asking them about their individual living environments. Also, blood samples were collected to measure Dermatophagoides pteronyssinus (Dp)-specific IgE, the presence/absence of Dp-sensitization being expressed as positive/negative. The questionnaire consisted of nine items on ① home ventilation by keeping windows open, ② personal or family smoking habits, ③ use of air conditioners in hot weather, ④ type of flooring (tatami/wooden/carpet) in the living room, ⑤ visible mold proliferation in the kitchen, ⑥ type of housing (concrete/wooden), ⑦ residential area (heavy or light traffic area) ⑧ heating system (use of unventilated combustion appliances), and ⑨ frequency of cleaning (every day or less often). There also were queries on the past history of airway allergic diseases, such as bronchial asthma and allergic rhinitis. CART and a multivariate logistic regression analysis (MLRA) were performed. The subjects were first classified into two groups, with and without a history of airway allergic diseases (Groups WPH and WOPH). In each group, the involvement of living environment factors in Dp-sensitization was examined using CART and MLRA.

Results In the MLRA study, individual living environment factors showed promotional or suppressive effects on Dp-sensitization with differences between the two groups. With respect to the CART results, the two groups were first split by the factor that had the most significant odds ratio for MLRA. In Group WPH, which had a Dp-sensitization risk of 19.5%, the first split was by the factor of visible mold proliferation in the kitchen into the factor-present group with a risk value of 45.5% and the factor-absent group with 13.5%. The mold proliferation group was split with reference to frequent cleaning, and the risk rose to 75% in the factor-absent group and to 100% when family smoking habits were reported. Group WOPH (the risk: 10.8%) was first split into two groups according to the use of air conditioners in hot weather for more than 6 hours a day or less, which showed risk values of 16.7% and 6.9%, respectively. The risk of the group that intensively used air conditioners fell to 8.3% with tatami as flooring in the living room, and, if others, rose to 20.8%. The risk of the factor-lacking group fell to 4.0% without wooden flooring.

Conclusions CART analysis enables us to express complex relationships between living environment factors and Dp-sensitization simply by a binary regression tree, pointing to preventive strategies that can be flexibly changed according to the individual living environments of the subjects.

* Osaka Medical Center for Cancer and Cardiovascular Diseases

^{2*} Osaka Prefectural Institute of Public Health

^{3*} Kamada Clinic

^{4*} Toyoshima Pediatric Clinic