

目次

産業医学レビュー Vol.16 No.3 (通巻62号) 平成15年11月

レビュー

1. ペプシノゲン法による胃癌検診とそのEBM A Review of Gastric Cancer Screening Using the Pepsinogen Test Method and It's Medical Evidence	三木 一 正101 笹 島 雅 彦 濱 島 ちさと 渡 邊 能 行
2. 動脈硬化予防の新しい展開 : マルチプルリスクファクター症候群と炎症 A new strategy for the prevention of arteriosclerosis : multiple risk factor syndrome and inflammation	中 西 範 幸115
3. 木材粉じんとがん Epidemiology on cancers among workers with exposure to wood dust	賀 珠 山 務133

木材粉じんとがん

Epidemiology on cancers among workers with exposure to wood dust

賀 珠 山 務

〈要 約〉

木材粉じんは、IARCの発がんリスク Group 1に分類され、特に、鼻のがんの誘因になる。製材業や家具製造業で職業的曝露を伴うが、樹木の極性・非極性物質や防腐剤等化学物質への曝露も余儀なくされ、発がん影響がさらに強められる可能性がある。わが国では、木材粉じん曝露の疫学研究報告は僅かしかなく、木材粉じん作業の労働衛生上の規制もない。今後、木材粉じんの発がん防止策を包括的に考える必要がある。

はじめに

木材粉じん曝露による発がん影響に関して、IARCモノグラフシリーズNo.62「Wood Dust and Formaldehyde」で詳細に論じられており、その発がんリスク分類の評価は「Group1 (ヒト発がん性あり)」とされている。

林業は、日本を含む主要先進国で盛んであり、少なくとも毎年17億m³の木材が産業用に伐採されている。木材粉じんへの職業曝露を受ける労働者は、少なくとも200億人と推定され、非産業曝露も含めるとさらに増える。最も高濃度の木材粉じん曝露を受けるのは、一般に木工職人のうち、木製家具・キャビネット製造業従事者であり、機械ヤスリがけおよび類似の操作中でその濃度はしばしば5mg/m³を超える。これまでの疫学的研究から、木工職人に鼻腔および副鼻腔がん (以下、鼻のがん) の明らかなリスク上昇はじめ、興味深い知見が報告されてきた。

本稿では、木材粉じん曝露労働者における疫学的研究および木材粉じん曝露の労働衛生管理の実状と課題をまとめた。

木材粉じんの物性データ

樹木は植物学的に、裸子植物 (大抵の針葉樹) と被子植物 (大抵の落葉樹) に分類されるが、一般には、それぞれ「軟木soft wood」と「堅木hard wood」として知られる (表1)。全世界で商業的に用いられる樹木のほぼ3分の2が軟木である。軟木は幾分密度が低く、堅木よりも極性

賀珠山 務: 産業医科大学 産業生態科学研究所 環境疫学研究室 講師

資料2-2

表1 軟木と堅木の物性の比較¹⁾

	軟木 (または裸子植物、針葉樹)	堅木 (または被子植物、落葉樹)
生産量 (×1千m ³ 、1980年)	990,000	450,000
密度 (g/cm ³)	白もみの木 平均0.41 ヨーロッパえぞ松 平均0.43 スコット松 平均0.49	ヨーロッパぶな 平均0.68 ヨーロッパオーク 平均0.65
繊維	長い (1.4-4.4mm)	短い (0.2-2.4mm)
細胞のタイプ	単一 (tracheids)	多様
Cellulose含有量 構成単位 繊維肺 (fiber pulp)	およそ40-50% β-D-glucose 長い	およそ40-50% β-D-gulucose 短い
Polyoses含有量 構成単位	およそ15-30% mannoseおよびgalactoseをより多く含む	およそ25-35% xyloseをより多く含む
Lignin含有量 構成単位 Methoxyグループ含有量	およそ25-35% 主にguaiacyl およそ15%	およそ20-30% 主にsyringylまたはguaiacyl およそ20%
抽出物含有量 非極性抽出物 ¹⁾ 極性抽出物 ²⁾	高い 低い	低い 高い
例	もみの木Fir、西洋杉Cedar、いとすぎ Cypass、えぞまつSpruce、松Pine、アメリカ杉Redwood、ほか	かえで(もみじ)Maple、かばの木Birch、栗 Chesnut、ぶなBeech、くるみWalnut、桜の 木Cherry、オークOak、ほか

¹⁾ 例として、terpene、脂肪酸、樹脂酸、ろう、アルコール、ステロール、steryl ester、glycerideなどを含む。
²⁾ 例として、tannin、flavonoid、quinone、lignanなどを含む。

抽出物を含む量は少ない。樹木の成分は主にcellulose、polyoseおよびligninであるが、多種類の非極性の有機抽出物 (fatty acidほか)、極性の有機抽出物 (tanninほか)、および水溶性抽出物 (carbohydrateほか) も含んでいる¹⁾。

職種と木材粉じん曝露

木材粉じんへの職業曝露が考えられる職種を表2にまとめた。粉じん曝露量は、用いる器具の種類や使い方などによっても、大きく異なる。例えば、ノコギリ引きの場合、木材を切断する速度、刃の角度、鋭さや幅などの物理的因子により、粉じん発生量が影響を受ける。また、湿式清掃や吸引清掃は、堆積粉じん量を減少させることで結果的に粉じん曝露量にも影響を与えらると思われる。

さらに、前述のように、木材粉じんは、種々の極性および非極性物質を含んでおり、木材粉じんに曝露する作業者は、これらの成分にも曝露することになる。また、合板の張り合わせ剤

表2 木材粉じん曝露のある作業工程と関連職種¹⁾

産業	職種および含まれる作業等
製材業	伐採 lumbering 皮むき debarking 乾燥 drying ノコギリ引き sawing ヤスリ磨き sanding かんな削り planing モルダー加工 moldering
木材加工	ハードボード板製造 manufacture of particle-board ベニア板製造 manufacture of plywood plate チップ作り chipping
家具製造業	木製家具製造 manufacture of wooden furniture キャビネット製造 manufacture of wooden cabinet
その他の木材製品製造	楽器製造 manufacture of musical instruments 運動器具製造 manufacture of sports equipment 台所用品製造 manufacture of kitchen utensils ほか
建築業	大工職人 carpenter 建具職人 joiner 保守・修繕 maintenance and repair
自動車産業	原型および模型作り pattern and model making
その他	木工作業教師 wood shop teachers 木工芸術家 wood artists ほか

として有機溶剤が使用されており、例えば、軟木のベニア板には、phenol-formaldehyde resin接着剤が、堅木のベニア板には、urea-formaldehyde resin接着剤が使用されているため、これらの加工作業の際には、作業者はphenolやformaldehydeへの曝露の可能性²⁾がある。また、ベニア板の接着剤には、木材の防虫剤として、lindane、aldrin、heptachlor、chloronaphthalene、chlorophenol、tributyltin oxideなどが含まれており、作業者はこれらの物質への曝露の可能性³⁾がある。これらのことにより、鼻のがんをはじめ発がん影響がさらに強められる可能性がある。

現行の法令・ガイドライン

わが国の管理濃度の対象となる粉じんは「土石、岩石、鉱物、金属または炭素」であり、木材粉じんは含まれていない⁴⁾。また、じん肺法に定める粉じん作業は、粉じん則別表第一に23種類が特定されているが、その文言に「木材粉じん (または木粉)」または「植物性粉じん」の記載は、同第十四号の「炭素製品」が「おがくず、木材等の植物性のものを炭化させる場合」でそれを炭素原料として見なし得る」という箇所以外には見当たらない⁵⁾。したがって、わが国では、木材粉じん作業は現行の法律の規制を受けないものと考えられる。

日本産業衛生学会の定める許容濃度では、第2種粉じん「木粉」が含まれており、吸入性粉じんとして1mg/m³が、総粉じんとして4mg/m³がそれぞれ設定されている⁴⁵⁾。また、米国では、NIOSHによるREL (Recommended Exposure Limits) 1mg/m³が、OSHAによるPEL (Permitted Exposure Limits) のTWA (Time-Weighted Average) 15mg/m³ (total) およびTWA5mg/m³ (resp) がそれぞれ設定されている⁴⁶⁾。一方、ACGIHによれば、一部の堅木(certain hard woods) の木材粉じんが「発がん性ランクA1 (confirmed human carcinogen)」に当たると評価されており、一部の堅木についてTLV (Threshold Limit Values) のTWA1mg/m³が、軟木についてTLVのTWA5mg/m³およびSTEL (Short-Term Exposure Limits) 10mg/m³がそれぞれ設定されている⁴⁷⁾。

また、ILOは2002年の年次総会において、災害給付条約(第121号条約)の職業病に関する付表I(1980年改訂)の改訂勧告を採択し、その改訂案を示した⁴⁸⁾。それによれば、木材粉じんは前者で取り上げられていなかったが、後者で職業がんを起因するものとされた⁴⁹⁾。なお、日本産業衛生学会では、1998年より木材粉じんを「発がん物質第1群(人間に対して発がん性あり)」に分類している⁴⁰⁾。これらのことから、木材粉じんを職業上の発がん因子ととらえ、労働衛生上の規制や疫学研究を実施するなど、今後のわが国での包括的な対策が必要であろう。

表3 木材粉じん曝露労働者におけるがん報告(曝露評価が定性的なもの)

部位	報告者(発行年)	国名	デザイン	曝露要因	結果指標
鼻・副鼻腔がん	Brinton 6 (1977) ⁵⁰⁾	米国	症例対照(症例37、対照73)	家具製造業への従事	オッズ比: 鼻癌・副鼻腔がん4.4 (95% CI: 1.3-15.4)
	Olsen 5 (1979) ⁵¹⁾	デンマーク	コホート(40,428人[234,184人年])	大工およびキャビネット製造業への従事	SMR: 鼻癌・副鼻腔がん467 (95% CI: 253-679) [追跡開始時20-64歳の労働者]
	Cecchi 5 (1980) ⁵²⁾	イタリア	症例対照(症例66、対照667)	木工および靴製造業への従事	鼻癌・副鼻腔がんと職業に関連あり(45-75歳, p<0.001) [オッズ比は記載なし]
	Roush 5 (1980) ⁵³⁾	米国	症例対照(症例216、対照662)	木材粉じん曝露	マンテル・ヘンゼル要約オッズ比: 鼻癌・副鼻腔がん4.0 (95% CI: 1.5-10.8)
	Elwood (1981) ⁵⁴⁾	カナダ	症例対照(症例121、対照240)	木材への曝露	調整オッズ比: 鼻癌・副鼻腔がん2.5 (p<0.03) [オッズ比は喫煙と人間を調整]
	Battista 5 (1983) ⁵⁵⁾	イタリア	症例対照(症例36、対照180)	木工およびキャビネット製造業への従事	オッズ比: 鼻癌がん5.4 (95% CI: 1.7-17.2)、鼻癌腺癌99.7 (19.8-407.3)
	Finkelslcin (1983) ⁵⁶⁾	カナダ	症例対照(4研究をプール; 症例964、対照1799)	木材粉じん曝露	マンテル・ヘンゼル要約オッズ比: 鼻癌・副鼻腔がん1.58 (p<0.005)
	Haguenoer 5 (1983) ⁵⁷⁾	フランス	症例対照(症例283、対照556)	木工職への従事	オッズ比: 鼻癌・副鼻腔がん ⁵⁸⁾ (記載あり; 症例群4、対照870)
	Brinton 5 (1984) ⁵⁹⁾	米国	症例対照(症例160、対照290)	家具製造業への従事	オッズ比: 鼻癌腺癌5.7 (95% CI: 1.7-18.5)
	Gerhards-son 5 (1985) ⁶⁰⁾	スウェーデン	コホート(8,141人[19年追跡])	家具製造業への従事	SMR: 鼻癌腺癌63.4 (95% CI: 35.5-104.9)

部位	報告者(発行年)	国名	デザイン	曝露要因	結果指標
	Olsen 5 (1986) ⁶¹⁾	デンマーク	症例対照(症例759、対照2,465)	木材粉じん曝露	調整オッズ比: 腺癌16.3 (95% CI: 5.2-50.9) (肺癌期間考慮なし); 30.4 (8.9-103.9) (肺癌より10年以上経過したもの)
	Olsen (1988) ⁶²⁾	デンマーク	記述疫学(オランダ病登録の382例)	木工職への従事	標準化肺癌割合(SPIR): 鼻癌および副鼻腔がん338 (p<0.05) [家具および取り付け家具製造業]; 360 (p<0.05) [家具製造業]
	Viren 5 (1989) ⁶³⁾	米国4州	症例対照(症例536、対照1,072)	木工関連職への従事	マンテル・ヘンゼル要約オッズ比: 鼻癌・副鼻腔がん3.00 (p<0.01) [製材業]; 1.95 (p<0.05) [木こりおよび木材製扇製造]
	Vaughan 5 (1991) ⁶⁴⁾	米国	症例対照(症例465、対照547)	木材粉じん曝露	オッズ比: 鼻癌・副鼻腔扁平上皮がん7.3 (95% CI: 1.4-34.2) (年齢10年以上)
	Comba 5 (1992) ⁶⁵⁾	イタリア	症例対照(症例96、対照378)	木工職への従事	マンテル・ヘンゼル要約オッズ比: 鼻癌・副鼻腔扁平上皮癌5.8 (90% CI: 2.2-15) (男性); 3.2 (0.32-32) (女性)
	Comba 5 (1992) ⁶⁶⁾	イタリア	症例対照(症例、対照: 23,70(男); 11,32(女))	木工職への従事	調整オッズ比: 鼻癌・副鼻腔扁平上皮癌11 (90% CI: 0.85-139) (年齢を調整)
	Luce 5 (1992) ⁶⁷⁾	フランス	症例対照(症例207、対照409)	木工関連5職業(キャビネット製造、大工、木工職、木工こり、木材製扇)への従事	マンテル・ヘンゼル要約オッズ比: 鼻癌腺癌 15年未満: 4.5 (1.8-9.0) [大工職]; 15年未満: 3.5 (1.6-9.2) [キャビネット製造]; 15年未満: 4.1 (1.9-9.0) [木工職]; その他の職業: 1.9 (1.0-3.4) [キャビネット製造]; 15年未満: 1.0 (0.4-2.1) [木工職]; 15年未満
	Magnani 5 (1992) ⁶⁸⁾	イタリア	症例対照(症例33、対照131)	木工および家具製造業への従事	マンテル・ヘンゼル要約オッズ比: 腺癌22.0 (95% CI: 4.4-124.0); 頬表皮癌0.9 (0.4-8.3)
喉頭・気道がん	Wynder 6 (1976) ⁶⁹⁾	米国	症例対照(症例258、対照516)	木材粉じん曝露	木材粉じん曝露割合: 喉頭がん罹患率22% vs 対照1.2% (p<0.05) (男性)
	Kawachi 5 (1989) ⁷⁰⁾	ニュージーランド	症例対照(症例群: 肺260、肝15例、口唇17例、鼻咽頭5例、対照: 約700例)	製材業・大工職・森林伐採業等への従事	年齢調整オッズ比: 肺がん1.76 (95% CI: 1.23-2.52) [製材業]; 1.27 (1.05-1.54) [大工職]; 肝がん3.55 (1.09-10.14) [製材業]; 口唇がん2.28 (1.23-4.14) [大工職]; 鼻咽頭がん6.02 (1.01-28.41) [森林伐採業]
	Huebner 6 (1992) ⁷¹⁾	米国	症例対照(症例1,114、対照1,268)	木工関連職への従事	調整オッズ比: 喉頭がん2.17 (95% CI: 1.01-4.66) [家具/取り付け家具製造業]; オッズ比は年齢、人間、喫煙、飲酒および地域を調整]
	Maier 5 (1992) ⁷²⁾	旧西ドイツ	症例対照(症例164、対照656)	木材粉じん曝露	オッズ比: 声門扁平上皮癌3.18 (CI: 1.1-9.0); 木材粉じん曝露割合: 症例12.6% vs 対照7.5% [pinewoodの木材粉じん曝露] (情報区間の記載なし)
肺がん	Blot 5 (1982) ⁷³⁾	米国	症例対照(症例321、対照434)	木材粉じん曝露歴	オッズ比: 肺がん3.4 (有意性記載なし)
	Levin 5 (1988) ⁷⁴⁾	中国	症例対照(症例733、対照760)	木材粉じん曝露歴	調整オッズ比: 1.7 (95% CI: 1.0-2.7) (喫煙および年齢を調整)
	Ronco 5 (1988) ⁷⁵⁾	イタリア	症例対照(症例126、対照384)	木工関連職(家具およびキャビネット製造)への従事	マンテル・ヘンゼル要約オッズ比: 3.16 (95% CI: 1.19-8.37)
	Schraub 5 (1989) ⁷⁶⁾	フランス	症例対照(症例62、対照186)	木材粉じん曝露と喫煙の相互作用を検討	オッズ比: 鼻癌腺癌1.66 (95% CI: 0.38-7.6) (本邦以外で曝露の自己申告を調整してオッズ比は年齢を調整); 調整オッズ比: 1.45 (0.38-5.11) [喫煙本質1.04/0]; 1.29 (1.05-1.52) [1.20本質/0]; 4.56 (1.56-14.0) [2.0本質/1] 調整オッズ比は年齢、喫煙の自己申告を調整したもの
	Notani 5 (1993) ⁷⁷⁾	インド	症例対照(症例: 肺246、膀胱153; 対照212)	木工関連職(大工およびその他)への従事	調整オッズ比: 2.88 (95% CI: 0.9-9.6) [オッズ比は年齢と喫煙曝露を調整]
気化器系がん	Peters 5 (1976) ⁷⁸⁾	米国	症例対照(症例147、対照147)	木材粉じん曝露	オッズ比: 大腸直腸がん3.6 (95% CI: 1.2-11.0); 直腸がん9.4 (2.0-44.7)
	Siemiatycki 5 (1986) ⁷⁹⁾	カナダ	症例対照(190位毎に比較: 症例101-499、対照784-1,580)	木材粉じん曝露	マンテル・ヘンゼル要約オッズ比: 胃がん1.7 (95% CI: 1.1-2.8); 肺がん1.3 (1.0-1.8)

部位	報告者 (発行年)	国名	デザイン	曝露要因	結果指標
	Fredriksson ら (1989) **	スウェーデン	症例対照 (症例329, 対照658)	製材業への従事	オッズ比: 大腸がん0.5 (95%CI: 0.3-0.9)
	Milham ら (1989) **	米国	記述疫学 (ワシントン州の1950-71年の約30万件の死亡を分析)	木材関連職 (ハルブ製紙業, 合板製造, 製紙業等, 大工, 木こり) への従事	PMR: 胃癌1.53(合板製造), 12期大工, 12期木こり; 小腸癌4.47(ハルブ製紙業); Hodgkin病19.1(ハルブ製紙業), 12期大工; 多発性骨髄腫2.43(ハルブ製紙業); 白血病19.1(合板製造)以上のPMR上昇は統計的に有意 (p < 0.05)
	Reif ら (1989) **	ニュージーランド	症例対照 (原住1990例のうち木製関連に罹患していた10例を健康な例と対照)	森林業への従事	調整オッズ比: 軟部肉腫0.24 (95%CI: 0.17-0.36); 喉癌がん5.56 (1.56-19.48); 小腸癌5.22 (1.44-18.88); 胆管がん4.13 (1.42-12.04). [オッズ比は年齢を調整]
	Tilley ら (1990) **	米国およびカナダ	コホート (自動車産業従事者7,545名を10年間追跡)	木製自動車原装・模型製造職への従事	SMR: 大腸がん2.0 (95%CI: 1.3-3.0)
	Arbman ら (1993) **	スウェーデン	症例対照 (症例177, 新発患者対照371, 地域住民対照430)	製材業への従事	オッズ比: 大腸がん3.2 (95%CI: 1.2-8.3)
リンパ 造血系 がん	Grufler ら (1976) **	米国	記述疫学 (BostonのHodgkin病患者1,577例を解析)	木工職への従事	相対危険度: Hodgkin病1.6 (95%CI: 0.9-2.6)
	Abramson ら (1978) **	イスラエル	症例対照 (症例527, 対照473)	木工職への従事	相対危険度: Hodgkin病1.1 (有意性記載なし)
	Oleske ら (1985) **	米国	症例対照 (症例45, 対照134)	木工職への従事	オッズ比: 白血病 (hair-cell leukemia) 4.00 (95%CI: 0.90-17.67)
	Pearce ら (1986) **	ニュージーランド	症例対照 (症例546, 対照2,184)	大工職への従事	オッズ比: 白血病1.51 (95%CI: 1.01-2.26)
	Cartwright ら (1988) **	英国	症例対照 (症例437, 対照724)	木材粉じん曝露	オッズ比: 非Hodgkinリンパ腫1.5 (95%CI: 1.0-2.1)
	Floidin ら (1988) **	スウェーデン	症例対照 (症例111, 対照431)	木材粉じん曝露のある職業 (木こり, ハルブ製紙業, 製材業など) への従事	オッズ比: 慢性リンパ性白血病2.4 (90%CI: 1.1-5.0)
	Miller ら (1989) **	米国	コホート (家具労働者組合員36,622名を17年間追跡)	家具製造業従事者 (労働者組合加盟者)	SMR: リンパ造血系がん1.8 (95%CI: 1.1-2.8) [男性, 20年以上継続勤務者]
	Loomis ら (1991) **	米国	症例対照 (16州の1985-87年の死亡統計から症例5,147例, 対照51,470)	木工職および木材製品産業への従事	調整オッズ比: 白血病0.9 (95%CI: 0.7-1.0) [木工職], 0.7 (0.5-0.9) [木材製品産業]; 慢性リンパ性白血病0.7 (95%CI: 0.5-1.0) [木工職], 0.5 (0.2-1.9) [木材製品産業]. [調整オッズ比: 年齢および人種を調整]
	Heineman ら (1992) **	オランダ	症例対照 (症例1,098, 対照4,169)	木工関連職への従事および作業関連疾患からの木材粉じん曝露推定	年齢調整オッズ比: 多発性骨髄腫1.2 (95%CI: 0.9-1.5) [木材粉じん曝露可能性あり]
	Linet ら (1993) **	スウェーデン	記述疫学 (癌登録からの4,496例を19年間追跡)	木工職への従事	調整SIR: 非Hodgkinリンパ腫1.8 (p < 0.05) [作動および地域を調整]
	Persson ら (1993) **	スウェーデン	症例対照 (症例: Hodgkin病31, 非Hodgkinリンパ腫93例, 対照204例)	木材関連職 (製材業, 木こり, 製紙業) への従事	オッズ比: Hodgkin病3.8 (90%CI: 1.1-13.0); 非Hodgkinリンパ腫6.0 (1.1-31)
	Miller ら (1994) **	米国	コホート (家具労働者組合員34,081名を5年間追跡)	家具製造業従事者 (労働者組合加盟者)	SMR: 肺癌中皮腫3.7 (95%CI: 1.2-8.7) [白人男性]; 骨髄性白血病2.1 (1.0-4.0) [男性, 20年以上継続勤務者]
その他	Jappinen ら (1989) **	フィンランド	コホート (1945-1961年に従事した製材職人1,223名を1980年まで追跡)	製材業への従事	SMR: 皮膚がん313 (95%CI: 115-680) [男性, 6例中4例で木材粉じん曝露あり]
	Becker ら (1992) **	西ドイツ	コホート (自動車製鉄製造業528名と対照群2,273名を16年間追跡)	自動車木製模型製造職への従事	相対危険度: 余がん1.8 (95%CI: 1.3-2.7), 胃癌6.9 (1.4-32.4), 密生腺癌がん5.7 (1.4-23.1), 肝臓癌9.8 (1.4-70.1)

表4 木材粉じん曝露労働者におけるがん報告 (曝露評価が定量または半定量的なもの)

部位	報告者 (発行年)	国名	デザイン	曝露要因	結果指標
肺・副 気管 がん	Hayes ら (1986) **	オランダ	症例対照 (症例116, 対照259)	木材粉じん曝露レベル (低, 中, 高)	オッズ比: 癌発生率2.5 (95%CI: 1.1-5.2) [肺癌程度低], 肺癌26.3 (9.3-85.5) [高]; 肺癌22.9 (4.5-175.3) [高, 1930年以前に曝露], 肺癌86.0 (20.7-582.8) [高, 1930-41年に曝露], 肺癌27.3 (9.3-90.7) [高, 1941年以降に曝露]; 肺癌22.0 (4.5-175.3) [高, 1930年以前に初曝露], 肺癌169.2 (25.2-996.7) [高, 1930-41年に初曝露]
	Hernberg ら (1983) **	オランダ, フィンランド	症例対照 (症例167, 対照167)	木材粉じん曝露 (製木のみ, 軟木のみ, 混合)	オッズ比: 2.0 (95%CI: 0.2-21.0) [製木のみ曝露], 3.3 (1.1-9.4) [軟木のみ], 12.0 (2.4-59.2) [混合]; 0.8 (0.02-42.6) [製木のみ, 喫煙者], 9.3 (1.2-74.1) [軟木のみ, 喫煙者], 8.2 (1.0-66.5) [混合, 喫煙者]; 肺癌7.0 (p < 0.05) [混合]
	Leclerc ら (1994) **	フランス	症例対照 (症例207, 対照409)	木材粉じん曝露 (曝露レベル: 0および1-27段階 [曝露程度], 年平均曝露程度, および木材粉じん濃度を各段階に分類し, それらを掛け合わせたもの), 初曝露年齢 (15歳またはそれ以前, 16歳以降), 初曝露の高年 (1945年またはそれ以前, 1946年以降), 木材種類 (製木, 軟木, その他 [合板または合成板])	オッズ比: 肺癌168 (95%CI: 78-362) [製木], 530 (104-2696) [曝露レベル0], 312 (71-1364) [初曝露年齢15歳以下], 254 (55-1185) [初曝露1945年以前]; 癌発生率2.5 (1.1-6.0) [軟木かつ初曝露1945年以前], 2.2 (1.0-4.8) [製木かつ初曝露1945年以前], 多量解析モデルによるオッズ比: 肺癌7.2 (95%CI: 1.9-28) [曝露30年, 曝露期間により危険度関係あり], 279.1 (95%CI: 47.7-1631.9) [曝露レベル27, 曝露レベルによる危険度関係あり]
	Luce ら (1993) **	フランス	症例対照 (症例207, 対照409)	木材粉じん曝露 (作業環境曝露レベル: 低, 中または高; 生涯平均曝露レベル: 1-9段階)	オッズ比: 肺癌8.7 (95%CI: 2.7-28.4) [作業環境曝露レベル: 低, 生涯平均曝露レベル: 3], 11.9 (4.0-35.6) [作業環境曝露レベル: 中または高, 生涯平均曝露レベル: 3]
呼吸器系 がん	Kauppinen ら (1993) **	フィンランド	症例対照 (症例136, 対照408)	木材粉じん曝露 (定量的評価: 有り [粉じん濃度0.1mg/m ³ 以上の作業環境で1か月以上従事] / なし; 生涯平均曝露: 粉じん濃度0.1-1.1mg/m ³ または1.1-5.0mg/m ³ ; 累積粉じん濃度0.01-5.0mg/m ³ ; 木材種類: pine90-100%, spruce60-70%, birch50-60%, oak20-30%, teak10-20%, ash10-20%, elm10-20%, alder10%, mahogany10%, その他(9%)	調整補正後オッズ比: 呼吸器系がん0.98 (90%CI: 0.60-1.61) [木材粉じん曝露有り], 0.86 (90%CI: 0.46-1.59) [木材粉じん曝露有り]; 濃度0.1-1.1mg/m ³ , 0.74 (90%CI: 0.22-2.56) [木材粉じん曝露有り]; 濃度1.1-5.0mg/m ³ , 0.96 (90%CI: 0.48-1.92) [木材粉じん濃度曝露有り]; 濃度0.01-5.0mg/m ³ ; pine90-100%, spruce60-70%, birch50-60%, oak20-30%, teak10-20%, ash10-20%, elm10-20%, alder10%, mahogany10%, その他(9%)
	Bond ら (1986) **	米国	症例対照 (症例308, 対照588)	木材粉じん曝露レベル (低, 中, 高)	オッズ比3.86 (95%CI: 1.06-14.03) [肺癌程度低], 0.91 (0.39-2.13) [中], 0.99 (0.561-1.76) [高]
	Stradowska Stanczyk ら (2001) **	ポーランド	症例対照 (症例79, 対照237)	木材粉じん曝露 (曝露レベル: 低(0.1-1.5mg/m ³), 中(1.5-5.0mg/m ³), 高(>5.0mg/m ³); 累積曝露指数: 曝露濃度(1低, 2中, 3高) × 曝露年数)	オッズ比2.07 (95%CI: 0.58-7.43) [曝露程度低], 2.08 (0.68-6.31) [曝露程度中および高]; 2.10 (0.48-9.20) [累積曝露指数: 曝露濃度(1低, 2中, 3高) × 曝露年数]
大腸・ 胃がん	Roscoe ら (1992) **	米国	コホート (自動車模型製鉄製造業2,294名を45年間追跡) および症例対照 (症例: 大腸がん20例, 胃癌17例, 対照543例)	木材粉じん曝露 (累積曝露指数: 累積曝露期間(1955年以降); 曝露濃度: 高[平均2.40, SD2.92], 中[平均0.47, SD2.43], 低[平均0.25, SD2.50])	SMR: 大腸がん5.0 (95%CI: 1.4-12.8) [1955-1964年]; オッズ比: 大腸がん0.2 (0.02-1.6), 胃癌0.7 (0.2-2.4) [累積曝露指数: 曝露濃度(1低, 2中, 3高) × 曝露年数]; 大腸がん0.4 (0.1-1.0), 胃癌0.6 (0.2-2.0) [累積曝露年20y vs 0]
子宮頸 がん	Weiderpass ら (2001) **	フィンランド	コホート (1906-45年に出生した女性413,877名を25年間追跡)	木材粉じん曝露レベル (低, 中, 高; 3段階に作業曝露測定表を用いて評価)	相対危険度1.2 (95%CI: 1.0-1.4) [曝露程度低], 1.2 (0.9-1.7) [曝露程度中]; 相対危険度は職種の高年率turnover rateを調整

表5 木材粉じん曝露労働者におけるがん報告（日本国内で実施されたもの）

部位	報告者 (発行年)	デザイン	曝露要因	結果指標
鼻・副鼻腔 がん	Yoshimuraら (1983) ¹⁾	記述疫学（1971-77年の 福岡市のO市[家具製造 地域]を含む区域で鼻がん (ICD-8: 160)の標準化 死亡率比推定)	木工職（家具製造職ほか） への従事	SMR: 0.83 (obs.3, exp.4, 男性), 1.43 (obs.4, exp.2.8, 女性) [いずれも有意差なし]; 木材関連職への従事: 男性0/3 (0%), 女性1/4 (25%)
	Fukudaら (1987) ²⁾	症例対照 (症例106, 対照212)	木工関連職（大工、建具 職、家具製造、その他）へ の従事	オッズ比: 上顎洞扁平上皮癌2.9 (p < 0.05) (男性), 2.8 (not significant) (女性); [副鼻腔がんの国際比較で、日本では男女とも上顎洞の扁平上皮癌が多いが、その理由は不明とされている]
	Takasakaら (1987) ³⁾	症例対照 (症例107, 対照413)	木工関連職（森林職、木 工、大工など）への従事	オッズ比: 森林職人 (forester) 2.0, 木工職人1.6, または大工2.1 (not significant), その他: がん部位 (107例, 100%); 上顎洞95例 (89%), 鼻癌11例 (10%); 組織分類: 扁平上皮癌85例 (79%), 腺癌6例 (6%), 不明9例 (8%)
	Fukudaら (1988) ⁴⁾	症例対照 (症例116, 対照232)	木工関連職（大工、建具 職、家具製造、その他）へ の従事	オッズ比: 上顎洞扁平上皮癌2.9 (95% CI: 1.45-5.6) (男性), 2.0 (0.29-13.66) (女性)
	Shimizuら (1989) ⁵⁾	症例対照 (症例66, 対照132)	木工関連職（大工および建 具職）への従事	オッズ比: 上顎洞扁平上皮癌2.1 (95% CI: 0.8-5.3) (大工および建具職); 7.5 (1.5-38.5) (大工および建具職のうち、ヤスリがけ作業または旋盤作業への従事)

木材粉じんによるがん疫学データ

これまでに実施された木材粉じんの発がん影響に関する疫学研究のうち、表3に曝露評価が定性的なもの^{1),5)}、表4に曝露評価が定量的ないし半定量的なもの^{6),7)}、表5にわが国で実施されたもの^{8),9)}を、それぞれまとめた。欧米での報告例には、鼻のがんに関するものが圧倒的に多く、木材粉じん曝露との関連を裏付けるリスク上昇が示されている。木材粉じんの種類については、軟木よりも堅木への曝露で、また、曝露レベルについては、作業環境中の濃度が5mg/m³を超える場合に、それぞれ発がんリスクが高くなることが示唆された。

鼻のがん以外にも、咽頭、咽頭喉頭部、肺、リンパおよび造血系、胃、大腸または直腸のがんと間の関連について、一部の研究では高いリスク推定値が得られてはいるものの、研究間に一致がないことや、曝露反応関係の解析が十分に行われていないことから、IARCでは発がん性の根拠は不十分なものとしている¹⁾。また、Finlandの研究から示唆される比較的低濃度の木材粉じん曝露と子宮頸がんとの関連性¹⁰⁾について、今後の報告に着目する必要がある。

わが国における木材粉じんの発がん影響の疫学的研究については、症例対照研究の報告がいくつか散見される程度でコホート研究は見当たらない。確認できたうちで最も新しいのは1989年に出されたもので、これ以後は報告されていないと思われる。わが国の副鼻腔がんの疫学的な特徴として、男女とも上顎洞の扁平上皮癌が多いことであるが、これは、欧米の篩骨洞の腺癌が多いことと対照的であり、その理由は明らかではない^{11),12)}。職業との関係では、大工職や家

具製造職での副鼻腔がんの有意なリスク上昇が示されている^{13),14)}が、発生部位や病理組織型が欧米と異なることから、職業起因性が否定的であるとする考え¹⁵⁾もあり、今後の報告に注目する必要がある。

まとめ

過去の多くの国々における研究結果およびそれらに基づいたIARCモノグラフの記載内容によれば、木材粉じんはがんを誘発することが明らかである。

IARCモノグラフの記載は次の通りである。すなわち、鼻腔および副鼻腔の腺癌は、木材粉じん、特に堅木粉じん曝露と因果関係があること、鼻腔および副鼻腔の扁平上皮癌は腺癌に比べるリスク上昇は低く、因果関係を支持しないものもあること、鼻咽頭がんは木材粉じんへの職業曝露との関連性が示唆されること、咽頭口部、咽頭喉頭部、肺、リンパおよび造血系、胃、大腸または直腸のがんについては木材粉じんへの職業曝露の因果作用は必ずしも示唆されないことである。なお、IARCモノグラフが出版された以降の研究報告でも、木材粉じんと鼻のがんの発生との関連について整合性のある記載が多い。

ただし、わが国における疫学研究は1989年の報告を最後になされていない。特に、わが国では上顎洞の扁平上皮癌が多発しているが、欧米では篩骨洞の腺癌が多く、これらの疫学的な相違についての理由は未だに明らかではない。このことが木材粉じん曝露の発がん影響とどう関係があるのか明確にする意味からも、臨床および疫学研究が実施されることが強く望まれる。

文献

- 1) International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Wood Dust and Formaldehyde. Volume 62, Lyon: IARC, pp 94-165, 191-194, 1995.
- 2) 厚生労働省労働基準局編. 労働衛生のしおり (平成15年度). p 120, 2003.
- 3) 厚生労働省安全衛生部編. 安衛法便覧 (I) 平成14年度版. 東京: 労働調査会, pp 1789-1813, 2002.
- 4) 日本産業衛生学会編. 粉じん許容濃度提案理由書集. 東京: 中災防, pp 210-212, 1994.
- 5) 日本産業衛生学会. 許容濃度等の勧告 (2003年度). 産衛誌2003; 45: 140-174.
- 6) <http://www.cdc.gov/niosh/npgd/npgd0667.html>
- 7) ACGIH. Wood dust. Documentation of the TLVs[®] and BEIs[®] with Other Worldwide Occupational Exposure Values. CD-ROM-2002. Ohio: ACGIH, 2002.
- 8) 高橋 謙. 第90回ILO総会で採択された条約・勧告・議定書. ①労働安全衛生条約 (155号) の〇二年議定書, ②職業病一覽表ならびに業務災害・職業病の記録と報告に関する勧告 (194号). 世界の労働2002; 52(8): 44-49
- 9) 産業医科大学産業生態科学研究所監訳. 労働災害および職業性疾患の記録と通知—ILO行動指針—東京: 労働調査会, pp 76-86, 2002.
- 10) 日本産業衛生学会許容濃度等に関する委員会. 発がん物質暫定物質 (1998) の提案理由. 木材粉塵発がん物質分類I. 産衛誌1998; 40: 178-180.

- 11) Brinton LA, Blot WJ, Stone EJ, Fraumeni JF. A death certificate analysis of nasal cancer among furniture workers in North Carolina. *Cancer Res* 1977; 37: 3473-3474.
- 12) Olsen J, Sabroe S. A follow-up study of non-retired and retired members of the Danish Carpenter/ Cabinet Makers' Trade Union. *Int J Epidemiol* 1979; 8: 375-382.
- 13) Cecchi F, Buiatti E, Kriebel D, et al. Adenocarcinoma of the nose and paranasal sinuses in shoemakers and woodworkers in the province of Florence, Italy (1963-77). *Br J Ind Med* 1980; 37: 222-225.
- 14) Roush GC, Meigs JW, Kelly J, Flannery J, Burdo H. Sinonasal cancer and occupation: a case-control study. *Am J Epidemiol* 1980; 111: 183-193.
- 15) Elwood JM. Wood exposure and smoking: association with cancer of the nasal cavity and paranasal sinuses in British Columbia. *Can Med Assoc J* 1981; 124: 1573-1577.
- 16) Battista G, Cavallucci F, Comba P, Quercia A, Vindigni C, Sartorelli E. A case-referent study on nasal cancer and exposure to wood dust in the province of Siena, Italy. *Scand J Work Environ Health* 1983; 9: 25-29.
- 17) Finkelstein MM. Nasal cancer among North American wood workers: Another look. *J Occup Med* 1989; 31: 899-901.
- 18) Haguenoer JM, Cordier S, Morel C, Lefebvre JL, Hemon D. Occupational risk factors for upper respiratory tract and upper digestive tract cancers. *Br J Ind Med* 1990; 47: 380-383.
- 19) Brinton LA, Blot WJ, Becker JA, et al. A case-control study of cancers of the nasal cavity and paranasal sinuses. *Am J Epidemiol* 1984; 119: 896-906.
- 20) Gerhardsson MR, Norell SE, Kiviranta HJ, Ahlbom A. Respiratory cancer in furniture workers. *Br J Ind Med* 1985; 42: 403-405.
- 21) Olsen JH, Asnaes S. Formaldehyde and the risk of squamous cell carcinoma of the sinonasal cavities. *Br J Ind Med* 1986; 43: 769-774.
- 22) Olsen JH. Occupational risks of sinonasal cancer in Denmark. *Br J Ind Med* 1988; 45: 329-335.
- 23) Viren JR, Imbus HR. Case-control study of nasal cancer in workers employed in wood-related industries. *J Occup Med* 1989; 31: 35-40.
- 24) Vaughan TL, Davis S. Wood dust exposure and squamous cell cancers of the upper respiratory tract. *Am J Epidemiol* 1991; 133: 560-564.
- 25) Comba P, Battista G, Belli S, et al. A case-control study of cancer of the nose and paranasal sinuses and occupational exposures. *Am J Ind Med* 1992; 22: 511-520.
- 26) Comba P, Barbieri PG, Battista G, et al. Cancer of the nose and paranasal sinuses in the metal industry: a case-control study. *Br J Ind Med* 1992; 49: 193-196.
- 27) Luce D, Leclerc A, Morcet JF, et al. Occupational risk factors for sinonasal cancer: A case-control study in France. *Am J Ind Med*. 1992; 21: 163-175.
- 28) Magnani C, Comba P, Ferraris F, Ivaldi C, Meneghin M, Terracini B. A case-control study of carcinomas of the nose and paranasal sinuses in the woolen textile manufacturing industry. *Arch Environ Health* 1993; 48: 94-97.
- 29) Wynder EL, Covey LS, Mabuchi K, Mushinski M. Environmental factors in cancer of the larynx. A second look. *Cancer* 1976; 38: 1591-1601.
- 30) Kawachi I, Pearce N, Fraser J. A New Zealand Cancer Registry-based study of cancer in wood workers. *Cancer* 1989; 64: 2609-2613.
- 31) Huebner WW, Schoenberg JB, Kelsey JL, et al. Oral and pharyngeal cancer and occupation: A case-control study. *Epidemiol* 1992; 3: 300-309.
- 32) Maier H, Gewelke U, Dietz A, Heller WD. Risk factors of cancer of the larynx: Results of the Heidelberg case-control study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992; 107: 577-582.
- 33) Blot W, Davies JE, Brown LM, et al. Occupation and the high risk of lung cancer in Northeast Florida. *Cancer* 1982; 50: 364-371.
- 34) Levin LI, Zheng W, Blot WJ, Gao YT, Fraumeni JF, Jr. Occupation and lung cancer in Shanghai: a case-control study. *Br J Ind Med* 1988; 45: 450-458.
- 35) Ronco G, Ciccone G, Mirabelli D, Troia B, Vineis P. Occupational and lung cancer in two industrialized areas of Northern Italy. *Int J Cancer* 1988; 41: 354-358.
- 36) Schraub S, Belon-Leneutre M, Mercier M, Bourgeois P. Adenocarcinoma and wood. *Am J Epidemiol* 1989; 130: 1164-1166.
- 37) Notani PN, Shah P, Jayant K, Balakrishnan V. Occupational and cancers of the lung and bladder: A case-control study in Bombay. *Int J Epidemiol* 1993; 22: 185-191.
- 38) Peters RK, Garabrant DH, Yu MC, Mack TM. A case-control study of occupational and dietary factors in colorectal cancer in young men by subsite. *Cancer Res* 1989; 49: 5459-5468.
- 39) Siemiatycki J, Richardson L, Gerin M, et al. Associations between several sites of cancer and nine organic dusts: Results from an hypothesis-generating case-control study in Montreal, 1979-1983. *Am J Epidemiol* 1986; 123: 235-249.
- 40) Fredriksson M, Bengtsson NO, Hardel L, Axelsson O. Colon cancer, physical activity, and occupational exposure. A case-control study. *Cancer* 1989; 63: 1838-1842.
- 41) Milham S, Jr. Neoplasia in the wood and pulp industry. *Ann New York Acad Sci* 1976; 271: 294-300.
- 42) Reif J, Pearce N, Kawachi I, Fraser J. Soft-tissue sarcoma, non-Hodgkin's lymphoma and other cancers in New Zealand forestry workers. *Int J Cancer* 1989; 43: 49-59.
- 43) Tilley BC, Jhonson CC, Schults LR, Buffer PA, Joseph CLM. Risk of colorectal cancer among automotive pattern and model makers. *J Occup Med* 1990; 32: 541-546.
- 44) Arbm G, Axelsson O, Fredriksson M, Nilsson E, Sjobahl R. Do occupational factors influence the risk of colon and rectal cancer in different ways? *Cancer* 1993; 72: 2543-2549.
- 45) Grufferman S, Duong T, Cole P. Occupation and Hodgkin's disease. *J Natl Cancer Inst* 1976; 57: 1193-1195.
- 46) Abramson JH, Fridan H, Sacks MI, Avitzour M, Peritz E. A case-control study of Hodgkin's disease in Israel. *J Natl Cancer Inst* 1978; 61: 307-314.
- 47) Oleske D, Golomb HM, Farber MD, Levy PS. A case-control inquiry into the etiology of hairy cell leukemia. *Am J Epidemiol* 1985; 121: 675-683.
- 48) Pearce NE, Sheppard RA, Howard JK, Fraser J, Lilley BM. Leukemia among New Zealand agricultural workers. A cancer registry-based study. *Am J Epidemiol* 1986; 124: 402-409.
- 49) Cartwright RA, McKinney PA, O'Brien C, et al. Non-Hodgkin's Lymphoma: Case control epidemiological

- study in Yorkshire. *Leukemia Res* 1988; 12: 81-88.
- 50) Flodin U, Fredriksson M, Persson B, Axelson O. Chronic lymphatic leukaemia and engine exhausts, fresh wood, and DDT: a case-control study. *Br J Ind Med* 1988; 45: 33-38.
 - 51) Miller BA, Blair AE, Raynor HL, Stewart PA, Zahm SH, Fraumeni JF, Jr. Cancer and other mortality patterns among United States furniture workers. *Br J Ind Med* 1989; 46: 508-515.
 - 52) Loomis DP, Savitz DA. Occupation and leukemia mortality among men in 16 States: 1985-1987. *Am J Ind Med* 1991; 19: 509-521.
 - 53) Heineman EF, Olsen JH, Pottern LM, Gomez M, Raffn E, Blair A. Occupational risk factors for multiple myeloma among Danish men. *Cancer Causes Control* 1992; 3: 555-568.
 - 54) Linet MS, Malker HSR, McLaughlin JK, et al. Non-Hodgkin's lymphoma and occupation in Sweden: a registry based analysis. *Br J Ind Med* 1993; 50: 79-84.
 - 55) Persson B, Fredriksson M, Olsen K, Boeryd B, Axelson O. Some occupational exposures as risk factors for malignant lymphomas. *Cancer* 1993; 72: 1773-1778.
 - 56) Miller BA, Blair AE, Reed EJ. Extended mortality follow-up among men and women in a U.S. furniture workers union. *Am J Ind Med* 1994; 25: 537-549.
 - 57) Jappinen P, Pukkala E, Tola S. Cancer incidence of workers in a Finnish sawmill. *Scand J Work Environ Health* 1989; 15: 18-23.
 - 58) Becker N, Kuhn G, Marschall B, Angerer R, Frentzel-Beyme R, Wahrendorf J. Follow-up study among model and pattern makers in an automobile company in the Federal Republic of Germany. *J Occup Med* 1992; 34: 552-558.
 - 59) Hayes RB, Gerin M, Raatgever JW, De Bruyn A. Wood-related occupations, wood dust exposure, and sinonasal cancer. *Am J Epidemiol* 1986; 124: 569-577.
 - 60) Hernberg S, Westerholm P, Schultz-Larsen K, et al. Nasal and sinonasal cancer. Connection with occupational exposures in Denmark, Finland and Sweden. *Scand J Work Environ Health*. 1983; 9: 315-326.
 - 61) Leclerc A, Cortes MM, Gerin M, Luce D, Brugere J. Sinonasal cancer and wood dust exposure: results from a case-control study. *Am J Epidemiol* 1994; 140: 340-349.
 - 62) Luce D, Gerin M, Leclerc A, Morcet JF, Brugere J, Goldberg M. Sinonasal cancer and occupational exposure to formaldehyde and other substances. *Int J Cancer* 1993; 53: 224-231.
 - 63) Kauppinen TP, Partanen TJ, Herberg SG, et al. Chemical exposures and respiratory cancer among Finnish woodworkers. *Br J Ind Med* 1993; 50: 143-148.
 - 64) Bond GG, Flores GH, Shellenberger RJ, Cartmill JB, Fishbeck WA, Cook RR. Nested case-control study of lung cancer among chemical workers. *Am J Epidemiol* 1986; 124: 53-66.
 - 65) Szadkowska-Stanczyk I, Szymczak W. Nested case-control study of lung cancer among pulp and paper workers in relation to exposure to dusts. *Am J Ind Med* 2001; 39: 547-556.
 - 66) Roscoe RJ, Steenland IC, McCammon CS, et al. Colon and stomach cancer mortality among automotive wood model makers. *J Occup Med* 1992; 34: 759-768.
 - 67) Weiderpass E, Pukkala E, Vasama-Neuvonen K, et al. Occupational exposures and cancers of the endometrium and cervix uteri in Finland. *Am J Ind Med* 2001; 39: 572-580.
 - 68) Yoshimura T, Kono S, Kuratsune M, Tani S. Nasal cancer mortality in areas with a high proportion of wood and furniture workers in Japan. *J UOEH* 1983; 5: 433-439.
 - 2) Fukuda K, Shibata A, Harada K. Squamous cell cancer of the maxillary sinus in Hokkaido, Japan: a case-control study. *Br J Ind Med* 1987; 44: 263-266.
 - 3) Takasaka T, Kawamoto K, Nakamura K. A case-control study of nasal cancers. An occupational survey. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1987; Suppl. 435: 136-142.
 - 4) Fukuda K, Shibata A. A case-control study of past history of nasal diseases and maxillary sinus cancer in Hokkaido, Japan. *Cancer Res* 1988; 48: 1651-1652.
 - 5) Shimizu H, Hozawa J, Saito H, et al. Chronic sinusitis and woodworking as risk factors for cancer of the maxillary sinus in Northeast Japan. *Laryngoscope* 1989; 99: 58-61.
 - 6) Dilhuydy JM, Lagarde P, Allal AS, et al. Ethmoidal cancers: A retrospective study of 22 cases. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1992; 25: 113-116.
 - 7) Van den Oever R. Occupational exposure to dust and sinonasal cancer. An analysis of 386 cases reported to the N.C.C.S.F. Cancer Registry. *Acta Oto-rhino-laryngol* 1996; 50: 19-24.
 - 8) 日山興彦, 大島 明, 堀内成人, 酒井俊一. 上顎洞がんの疫学. *日本公衛誌* 1980; 27: 177-186.