

欧米諸国における木材粉じんばく露規制の現状と諸問題について

研究代表者 堀江正知
産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健管理学

寶珠山 務
天草市立牛深市民病院 内科

研究要旨

欧米諸国における木材粉じん曝露の規制内容を調査した結果、各国又は州によって曝露濃度を測定する対象とする木材粉じんの種類や基準に多少の相違が認められた。欧米諸国における規制の現状を比較して整理した。

A．研究目的

欧米諸国において、木材粉じん曝露の健康影響から労働者を保護するために実施されている規制について、関連する文献を調査し、相違点等を整理することを目的とした。

B．研究方法

木材粉じんの規制に関する文献を抽出して調査し、欧米諸国における木材粉じん曝露の健康影響から労働者を保護するために実施されている規制に関する各国間の相違について、カナダ、EU 諸国、米国の順で、その現状と諸問題を整理した。

C．研究結果及び考察

1 カナダにおける規制の現状（表 1）

カナダでは、CAREX Canada が国単位の観察調査プロジェクトを実施し、職域や地域環境でのがん関連物質への曝露者数を推定している。木材粉じんについては、約 34 万人が木材粉じんへの職業曝露を有するとされ、その 93%を男性が占め

ている。業種としては建設業が最多であり、約 16 万人が木材粉じんの曝露を受けている。British Columbia (BC) 州では労働者人口のうちの多くが木材粉じん曝露があり、これは大規模で多様な製材および木材生産業があることによる。BC 州の労働者数は、カナダ全体の 13%であるが、木材粉じん曝露のある労働者は約 20%に上る（文献 1）。

カナダにおける規制は州単位により異なる（文献 1）。例えば、BC 州では OEL（Occupational Exposure Limit, 職業曝露限界）をアレルギー誘発種または硬材について 1 mg/m^3 、その他の軟材で 2.5 mg/m^3 としているが、連邦政府による統合法である Canada Labour Code では西洋赤スギが 0.5 mg/m^3 、その他が 1 mg/m^3 とされている。この他の州でも、概ね $1 \sim 5 \text{ mg/m}^3$ に設定されてはいるものの全く同一ではない。

カナダでは、一般に州に大幅な自治権が認められており、産業保健制度についても同様である。また、BC 州内の木材生

産量は軟材が占める割合が高く、必然的に同州内の木材加工工場での軟材の取扱量が増え、結果として、職場の曝露濃度測定で高濃度になりやすくなると思われる。

したがって、BC 州の規制が連邦政府の Canada Labour Code の設定に比べて、緩めになっているのは、経済的諸事情が反映されていることが一つの理由と考えられる。もちろん、科学的根拠を軽視して、基準を設定するわけには行かないため、特に、軟材の発がん影響のコンセンサスを BC 州の関係者は特に注目している事実がある。BC 州側の言い分としては、「現時点では、IARC は木材粉じんを硬材と軟材によらず、Group 1 に分類しているが、その科学的根拠は、硬材に比べて軟材では弱く、限定的である」というものである。実際に、2012 年の Monograph では、『大多数の研究では、対象労働者が硬材と軟材のどちらに曝露を受けたかについては言及しておらず、また、言及する数少ない研究でも鼻腔がんに関するもののみである。鼻腔がんと硬材との関連には強い根拠がある。症例対照研究で軟材と鼻腔がんの関連を評価したものがわずかにあるが、過剰リスクは硬木に比べると小さなものであり、その関連は主に扁平上皮がんとの間に見られたものであった(449 頁)』と記載されている。なお、ACGIH では、木材粉じんの発がん影響として、軟材が「A4(根拠は不十分)」に分類されており、その発がん性の科学的根拠の乏しさを裏付けている(ただし、ACGIH の TLV では軟材と硬材の濃度はいずれも「1 mg/m³、吸引性粉じん」に設

定)とされている。

Yamanama らによれば、Alberta(AB) 州での軟材に対する OEL として 5mg/m³ (total dust) を規制していることについて、「ACGIH は規制値 1mg/m³ (吸引性粉じん) を勧告しているが、現状の規制に留まっているのは、法令順守のコストをなるべく下げたいという意図が AB 州政府にあるためと思われる」としている(文献 2)。前述の BC 州の例のように、AB 州の規制値の設定にも州内の社会経済的要因が考慮されていると思われる。

AB 州の法令順守のコストとは、ACGIH から「曝露測定を ISO7708 (Air quality-particle size fraction definitions for health-related sampling) の吸引性粉じん (inhalable dust) を用いる」との勧告が 1995 年に出されたため、従来の測定方法 (総粉じんを 37-mm closed-face cassette サンプラーを用いて測定) から、新たな方法 (吸引性粉じんを IOM サンプラー、Button サンプラー、GSP サンプラーなどを用いて測定) に変更する必要が生じ、その機器更新等のコストを指しているものと思われる。ちなみに、総粉じんから吸引性粉じんへの換算比を求め、前者の濃度から後者を求めることが可能である。WorkSafeBC の関係者によれば、この換算比 2.6 (同組織で個別に算出したもの) を用いた吸引性粉じん濃度の推定値が多く事業場 ACGIH の勧告基準値を上回るようになることとなった。前述のように、BC 州の木材粉じん曝露基準値は緩めに設定されているが、勧告値の通りに基準値を変更した場合は、「法令違反」となる事業場が増加することが

予想され、さらに多様なコストが発生することになると思われる。その際、法令順守のコストには、こうしたものも含まれることなるであろう。

カナダの各州の設定は、科学的根拠に基づいて行われるべきであり、国あるいは国際機関の勧告等に合わせることは言うまでもない。しかし、BC州やAB州のように、科学のあいまいな部分を的確に指摘し、十分な説明をもとに自州で個別に規制値を設定し、経済活動を妨げないようにすることは然るべきと思われる。産業保健上の規制値の在り方について、医学のみならず、経済社会の観点から幅広く考える必要がある。

2 EU 諸国における規制の現状（表 2）

EU の 15 諸国では、300 万人の木材粉じん曝露を有する労働者がいるとされ、業種として建設業が最多で 100 万人を含んでおり、職種としては大工 (carpenter) が多い。そのうち、20 万人 (10%未満) の労働者は曝露濃度が、EU の OEL である $5\text{mg}/\text{m}^3$ を超えている。EU の曝露評価は WOODEX DATABASE にまとめられ、国別の比較が可能になっている (文献 3, 4)。

EU 指令 (1999/38) では、硬木粉じんが発がん性ありと分類され、その OEL が $5\text{mg}/\text{m}^3$ (吸引性粉じん) と設定された (文献 3)。また、EU 内の SCOEL (Science Committee for Occupational Exposure Limits) は $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ を超える木材粉じん曝露は肺への影響があるため、これを避けるべきだとした (文献 5)。

WOODEX の報告書 (文献 4) では、「当初からの 15 の EU 加盟国のうちの 11 カ

国で company survey が実施できず、country survey も予備調査的に行われた (Material and Methods の Country survey の項より) とのことであり、各国の法令に基づく木材粉じん曝露規制についての詳細には記載されていない。ほとんどの EU 加盟国で、EU 指令の勧告としての OEL の $5\text{mg}/\text{m}^3$ (吸引性粉じん) を受け入れているものと思われる。

しかし、いくつかの国で、EU 指令とは別の基準が設定されていることが書かれており、表 2 にまとめた。UK では、COSHH (Control of Substances Hazardous to Health Regulation) により木材粉じん管理が課されており、使用者 (契約者を含む) はそれに従って適切で十分なリスク評価を行い、曝露防止と適切な曝露制御の措置を取らなければならない。そこでは WEL (Workplace Exposure Limit、職場曝露限界) を $5\text{mg}/\text{m}^3$ と定め、硬材と軟材のいずれについて、いかなる場合でもそれを超えてはならないとしている。職場における木材粉じんの曝露低減目的の装置や工夫、作業手順など具体的方法について、動画やパンフレットにまとめられ、HSE の Web サイト等で閲覧が可能である (文献 6, 7)。

EU 諸国において、その文化歴史的背景、経済レベルなどが広きに渡ることと、多様性や旧社会主義圏の独立後間もない国も含まれていること等を考えると、その 25 カ国で木材粉じんの職業曝露調査がほぼ一律に実施され、結果が WOODEX database にまとめられ、曝露規制に関する EU 指令が受け入れられていることは極めて望ましい。木材粉じんの職業曝露

の影響について、これまでも多くの研究が輩出されており、今後の研究成果と曝露規制や測定技術の統制の継続がいかになされるかが注目される場所である。

3 米国における規制の現状（表 3）

米国では、50 万人超の木材粉じん曝露を有する労働者がいる(文献 14)とされ、業種として Wood Product Manufacturing（業種コード：3211）は約 350,836 名(2014 年)となっている(US Census Bureau)となっている。

米国では「粉じんは火災や爆発の危険あり」との立場から、木材粉じん対策が取り扱われてきた。歴史的な紆余曲折を経て、現在の木材粉じんの曝露規制値として、OSHA では全ての硬材と軟材について単一の 8-hour TWA(8 時間の時間加重平均値)を $5\text{mg}/\text{m}^3$ とし、STEL (Short-Time Exposure Limits、短時間曝露限界)を $10\text{mg}/\text{m}^3$ とした。但し、西洋赤杉(Western red cedar)については、軟材のうちの高度なアレルギー誘発種であることから、8-hour TWA を $2.5\text{mg}/\text{m}^3$ としている。NIOSH では、全ての粉じんについて REL(Recommended Exposure Level, 勧告曝露濃度)を $1\text{mg}/\text{m}^3$ としている。ACGIH では西洋赤杉の TLV (Threshold Limit Value, 曝露限界値)を $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ と勧告している(文献 12, 13)。

米国では、過去 10～20 年間で、木材粉じんの曝露レベルは有意に低下しつつある。米国の職業性木材粉じんの標本調査によれば、平均濃度は 1979 年の $4.59\text{mg}/\text{m}^3$ から 1999 年の $0.14\text{mg}/\text{m}^3$ に減少している。家具および飾りたんす

(Furniture and cabinet) の製造現場では、通常では曝露濃度が最大と考えられており、特に、研磨および仕上げ工程では、発生する粒子が最も細かく、曝露濃度が最も高いとされた(文献 15)。

米国では、カナダのような州別の規制値は設定されておらず、OSHA の PEL で統一されている。おそらく、NIOSH と ACGIH の勧告値を参考に曝露測定と低減対策がなされているものと思われる。

4 参考文献

- 1) CAREX Canada.
http://www.carexcanada.ca/en/wood_dust/
- 2) Yamanaka MW, Guidotti TI, Koehncke N, Taylor M, Harman L. Wood Dust Levels in Alberta Sawmills. Arch Environ Occup Health 64: 270-277, 2009
- 3) Kauppinen T, Vincent R, Liukkonen T et al. Occupational Exposure to Inhalable Wood Dust in the Member States of the European Union. Ann Occup Hyg 50: 549-561, 2006
- 4) WOODEX 参加国一覧.
http://www.ttl.fi/en/sectors_of_activity/woodrisk/National_reports_on_exposure/Pages/default.aspx
- 5) SCOEL/SUM/102 final. Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits: Risk assessment for Wood Dust. pp1-36, 2003
- 6) Wood dust. HSE.
<http://www.hse.gov.uk/woodworking/wo>

oddust.htm

7) Wood dust Controlling the risks.
HSE.

<http://www.hse.gov.uk/pubns/wis23.pdf>

8) Hagstrom K, Lundholm C, Eriksson K, Liljelind I. Variability and Determinants of Wood Dust and Resin Acid Exposure during Wood Pellet Production: Measurement Strategies and Bias in Assessing Exposure-Response Relationships. *Ann Occup Hyg* 52: 685-694, 2008

9) Gioffre A, Marramao A, Ianno A. Airborne Microorganisms, Endotoxin, and Dust Concentration in Wood Factories in Italy. *Ann Occup Hyg* 56: 161-169, 2012

10) Occupational Cancer Research Centre. Occupational Exposure limits for carcinogens in Ontario workplaces: opportunities to prevent and control exposure. 2012

http://www.occupationalcancer.ca/wpcontent/uploads/2012/03/OEL-Report_FINAL-FOR-OCRC-WEBSITE.pdf

11) Osman E, Pala K. Occupational exposure to wood dust and health effects on the respiratory system in a minor industrial estate in Bursa/

Turkey. *Int J Occup Med Environ Health* 22: 43-50, 2009

12) Wood dust, OSHA.

https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_276185.html

13) Wood dust, NIOSH.

<http://www.cdc.gov/niosh/pel88/wooddust.html>

14) Lee T, Harper M, Slaven J et al. Wood Dust Sampling: Field Evaluation of Personal Samplers When Particles Are Present. *Ann Occup Hyg* 55:180-191, 2011

15) <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/content/profiles/wooddust.pdf>

D . 結論

木材粉じんへの曝露基準については、EU 圏域でも国によって基準が異なっていた。同様に、カナダでは州によって基準が異なっていた。

F . 健康危険情報

なし

G . 研究発表

なし

H . 知的財産権の出願・登録情報

なし

表 1 カナダ各州の木材粉じんばく露の規制値

| 州名 (略称) | OEL (mg/m ³) |
|---|---|
| Canada Labour Code | 0.5 [WRC] [i, sen] 1 [他の全てall others] |
| British Columbia (BC) | 1 [アレルギー誘発種又は硬材allergic species or hardwood] 2.5 [その他の軟材other softwood] |
| Alberta (AB) | 0.5 [WRC] 5 [他のすべてall others] |
| Saskatchewan (SK) | 1 [硬材hardwood, sen] 3 [硬材hardwood, stel] 5 [軟材softwood, sen] 10 [軟材softwood, stel] |
| Manitoba (MB), Newfoundland & Labrador (NL), Nova Scotia (NS), Prince Edward Island (PE) | 0.5 [WRC] [i, sen] 1 [他の全てall others] |
| Ontario (ON), New Brunswick (NB) | 1 [ある種の硬材certain hardwoods] 5 [軟材softwood] 10 [軟材softwood, stel] |
| Quebec (QC) | 2.5 [WRC, td] 5 [他の全てall others, td] |
| Yukon Territory (YT), Northwest Territory (NT), Nunavut Territory (NU) | 5 [非アレルギー性non-allergic] 10 [非アレルギー性non-allergic, stel] 2.5 [アレルギー性allergic] 5 [アレルギー性allergic, stel] |
| Canada Labour Code | 0.5 [WRC] [i, sen] 1 [他のすべてall others] |

略語の意味

i: 吸引性粉じん成分 inhale fraction

sen: 潜在的感作性のあるもの potential for sensitization

stel: 短時間ばく露限界 (15分、最大) short term exposure limit (15 min, maximum)

td: 総粉じん total dust

WRC: 西洋赤スギ Western Red Cedar

資料 : CAREX Canada. http://www.carexcanada.ca/en/wood_dust/

表 2 EU 諸国の木材粉じんばく露の規制値

| 国名 (制定年) | ばく露基準 (mg/m ³) |
|---|--|
| EU Directive (1999) | 5 [inhalable dust, OEL] |
| UK (2002, 文献6, 7) | 5 [hardwood and softwood dust, WEL] |
| Denmark (文献4) | 2 [total dust] (corresponding to inhalable dust, 3-3.5 mg/m ³) |
| Sweden (文献8) | 2 [inhalable dust] |
| Italy (2008, 文献9) | 5.0 [total hardwood dust, inhalable fraction over 8-h exposure period] |
| France (2005, 文献4) | 1 [inhalable particulate matter] |
| Germany (文献10) | 5 [hardwood, BOELV] 2 [hardwood, BLV] |
| Turkey (2003, 文献11) | 5 [threshold value for hardwood dust exposure] |
| Austria, Cyprus, Czech Republic, Estonia, Finland, Greece, Hungary, Ireland, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherland, Porland, Portugal, Slovenia, Slovakia, Spain (文献4) | 5 [inhalable dust, OEL] |

略語の意味

BOELV: Binding Occupational Exposure Limit Value

BLV: Biological Limit Value

表 3 アメリカ合衆国の木材粉じんばく露の規制値

| 主体名 | ばく露基準 (mg/m ³) |
|-------------|-----------------------------|
| OSHA (2010) | 5 [8-h TWA] |
| | 10 [STEL] |
| | 2.5 [WRC, 8-h TWA] |
| NIOSH* | 1 [REL] |
| ACGIH* | 1 [inhalable, TLV] |
| | 0.5 [WRC, inhalable, TLV] |

*勧告値

TWA: 時間加重平均

STEL: 短時間ばく露限界

TLV: ばく露限界値

WRC: 西洋赤シダ Western Red Cedar