

伐木造材作業におけるチェンソーの振動によって作業者に
生ずる職業性レイノー現象様症状（白ろう病）と
チェンソーの振動レベル

伏見 知道*

The vibration level of chainsaw and the occupational symptom of
Raynaud's phenomenon — white finger disease — caused
vibration of chainsaw among operators occupied
in felling and bucking operation

Tomomichi FUSHIMI

Summary: Recently, it has attracted public attention in Japan that occupational symptoms of Raynaud's phenomenon, as it is called white finger disease, are caused among operators by the vibration of chainsaw during felling and bucking operation.

The author has studied on the analysis of the vibration of chainsaw in racing and in cross cutting timber, and inquired complaints about the local vibration disorder which appeared among operators using chainsaw by questionnaire. Medical opinions about the local vibration disorder which develops in the hands and arms of operators using chainsaw were published by doctors at the symposium on the white finger disease of the 14th general meeting of Japan Accident Medical Association. And then, the author contemplated the relation between vibration levels of various part of chainsaw and tentative tolerance limits of vibration of portable vibrating tools.

This report deals with the results of consideration, basing on the just mentioned facts, about the importance of chainsaw vibration affecting operators.

(I) The following facts were recognized by doctors: The same vibration disorders, viz, occupational symptoms of Raynaud's phenomenon, as appeared among operators using portable vibrating tools, were caused among chainsaw operators by vibration of chainsaw during felling and bucking operation, and the symptoms of the vibration disorders developed more often among operators of chainsaw than those of other vibrating tools.

(II) The author found many complaints about several symptoms caused among operators by the vibration of chainsaw.

- 1) The duration of service till the symptoms developed varied, but not over 4 years.
- 2) The most complaints of operators was those about numbness of fingers, and complaints about both numbness and whiteness of fingers were in the second place.
- 3) There were a few complaints about stiffness of fingers, and most parts that stiffness was complained were articulations of wrist, elbow or shoulder.
- 4) Number of cases that the symptoms appeared at only right hand was more than that of cases appeared at only left hand. In case that the symptoms developed at both left and right hands, the

* 森林工学講座 助手

operators generally complained serious symptoms rather at right hand than at left hand.

5) The attacks of symptoms came on not only in cold winter but also in hot summer day when the operators having some vibration disorders met with cold conditions.

6) The attacks of symptoms came on at various time in a day, namely in early morning, in night or during the work.

(III) Tentative tolerance limits of local vibration by portable vibrating tools were applied to the vibration levels of various parts of chainsaw. The results were summarized as follow: The vibration of the chainsaw in racing exceeded the tolerance limits as indicated Fig. 1, and even that of the chainsaw with a vibration isolating type handlebar was beyond tolerance limits at 100 c/s corresponding to 6000 rpm of the chainsaw engine revolution. Vibration level in cross cutting timber is always greater than that in racing.

From the above mentioned facts, it becomes more important to take vibration isolating measures at the handgrip part as well as at the handlebar part.

要 旨 伐木造材作業におけるチェーンソーの振動が、作業者に職業性レイノー現象様症状（白ろう病）をおこすことが、広く注目されている。筆者は、チェーンソーの木材鋸断振動の解析を行なっているが、一方、伐木造材作業に従事する作業者の、チェーンソーによる振動障害に関する訴えを調査した。また、第14回日本災害医学会総会の「白ろう病シンポジウム」において、チェーンソーその他の手持振動工具によって、手腕系に生ずる局所振動障害に関する医学者の見解が明らかにされた。そこで、局所振動に関し今までに提案されている仮の許容基準に対し、チェーンソーの振動がどのような位置にあるかを、実測により検討した。この報告では、以上の諸結果を総合し、チェーンソーの振動が、作業者に及ぼす影響の重要性について考察した。

(I) 手持振動工具使用者にあらわれたのと同じ振動障害——職業性レイノー現象様症状が、チェーンソー作業者の間に、チェーンソーの振動によってひきおこされること、しかも、障害の発症例が、他の手持振動工具使用者よりも、チェーンソー作業者に多いことが、医学者によって確かめられた。

(II) 伐木造材作業に従事しているチェーンソー作業者の間には、チェーンソーの振動による諸種の症状に対する訴えが意外に多かった。

1) 症状は作業に従事しはじめてから4年以内にすべてあらわれた。

2) あらわれる症状のうち、手の指の「しびれ」を訴える者が最も多く、「しびれてあおじろくなる」者がこれにつぐ。

3) 痛みは、手の指に少なく、主として手首、ひじおよび肩の関節についてである。

4) 右手だけに症状があらわれる例が、左手だけのそれよりも多く、左右両方にあらわれる場合でも、左右同程度の者のほかに、右側が左側より著しいとする者の割合が、いくらか多かった。

5) 症状があらわれる季節は、主として寒冷のころであるが、夏でも寒冷条件が与えられると発症する。

6) 症状は1日のうち、いろいろな時間にあらわれる。

(III) チェーンソーの振動レベルと局所振動に関する仮の許容限界との関係位置をしらべると、チェーンソーの振動レベルは、空転時において、明らかに許容限界を越えている。防振形バーでも、常用回転数 6000 rpm に対応する 100 % では、限界をこえた。木材鋸断時には、振動レベルが、空転時より増大するから、当然、一層大幅に許容限界を越える。

以上のように、チェーンソーの振動が作業者に及ぼす影響は重要であり、振動の減衰あるいは防振対策が必要である。防振対策としては、ハンドルバーだけでなく、グリップについても、さらにはエンジン自体について、工夫することが肝要であるといえる。

I ま え が き

伐木造材作業におけるチェーンソーの振動が、作業者になんらかの影響を及ぼすことについては、早くから指摘されていた。近年「白ろうの指」と呼ばれる、チェーンソー作業者に生ずるところの、職業性レイノー現象様症状が、林業関係以外の人達にも広く注目されるようになった。それと同時に、チェーンソーの振動による障害の実態調査が行なわれ、労災補償の適用が実現した。

しかしながら、第14回日本災害医学会「白ろう病シンポジウム」において、近藤・庄司・祖父江・古本・三島・鈴木¹⁾などを中心とした調査および実験的研究結果に基づく討論により明らかにされたように、振動と障害の因果関係が不明確であって、障害が純粹に、振動に起因するものなのか、または他の病因があるため、副次的に障害があらわれていて、振動そのものが直接原因ではないのか、など、断定しにくい点が多いようである。また、仮にチェーンソー作業に従事しはじめてから、明らかに障害があらわれていても、その作業者に、高血圧あるいは動脈硬化の傾向が、以前に診断されていた場合には、労災補償の適用が不適当と判定されるなど、労災補償適用の道が開かれたものの、適用の基礎になる障害の診断に困難性があることが指摘された。そこで、今後ともなお、診断基準の確立を目ざして努力を続けることが約束されたのである。

交通あるいは農業用車輛、船舶および航空機などによる全身の振動が、人体の生理に障害を及ぼし、疾病の原因になることについては古くから知られ、障害あるいは全身振動の許容限界に関する研究や提案も多い。しかもその許容限界については標準化が進み、ISO（国際標準化機構）振動部会によって、国際的基準の推せん規格が決定されようとしている。一方、さく岩機やびょう打機などの手持振動工具の使用により、障害をおこすことについても、Lorigaが1911年に報告して以来、研究や報告も多い。このような人体の特定部位に生ずる局所振動は、職業性レイノウ現象様症状（いわゆる白ろう病）をおこすことで知られている。しかも、その許容基準には図1に示すように、わが国の三浦²⁾の案、ソ連のSimkinらの案、あるいはチェコスロバキアの提案などがあるにもかかわらず、標準案の設定には、長期間の継続的観測という制約があり、国際基準の提案には、なお日時を要する現状である。

さらに、手持振動工具の一種であるチェーンソー自体の振動についても、振動レベルの測定および分析が行なわれてきている。周波数分析の結果の多くは、多数のバンドパスフィルターを用いた解析器によるものであり、したがって分析記録は階段状になり、各バンド幅の平均のパワーを示すにすぎない。この方式は主として騒音の分析に使用されるものであって、振動の解析には最適とはいえない。しかしながら、精密な分析結果がなくても、階段状の平均的なパワーの分析と総合レベルの検討は可能であり、とにかく手腕に伝わる振動値を軽減する工夫が重ねられた。その結果、防振ゴムによる振動源と握手の直結の排除、握手の防振材による被覆およびピストンのカウンターウエイトに対するダミーウエイトの工夫により、チェーンソー本体の振動のうちハンドルバーに伝わる振動加速度値を3G以下に引き下げることが可能になった。そして、ハンドルグリップの防振対策については何ら言及されていないにもかかわらず、チェーンソー作業により振動障害が発生する心配が、全く除かれたような印象を与えてきている。しかしながら、前述の、振動と障害の因果関係が不明確である点、局所振動の許容限界に対する国際的統一基準の推せんもすぐには望みにくい現状であること、およびチェーンソーの振動レベルと許容限界との関係位置を考慮すると、チェーンソー作業におけるチェーンソーの振動の動態を観察し、作業者にあらわれる影響を検討することの必要性は、少しも

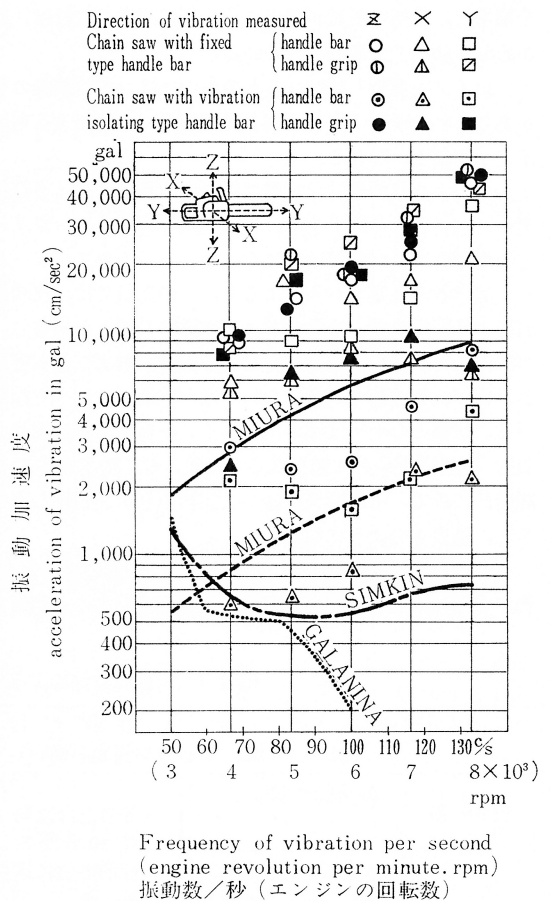


図1 手持振動工具の振動の仮の許容限界とチェーンソーの振動（振動加速度値による）

Fig. 1 Relation between the vibration of the chain saw and the tentative tolerance limit values of the portable vibrating tools

減少していない。

筆者はチェンソーの木材鋸断振動³⁾の解析を行なう一方、愛媛県の森林組合に関係する作業者について、チェンソーの振動障害に関する訴えを調査した。ここに調査結果をまとめるとともに、チェンソーの振動による局所障害に関する医家の諸見解を要約認識し、手持振動工具による局所振動の許容限界に関する提案と、それに対しチェンソーの振動レベルが占める位置とをあわせ考察することにより、チェンソーの振動が作業者にあたえる影響の意義を明らかにした。

II チェンソー作業者にあらわれる職業性レイノー現象様症状（白ろう病）に関する諸見解

チェンソーを使い始めて、指がしびれ、寒いときには白ろうのようになるという症状については、いわゆる「白ろう病」という名で知られている。この原因については、山田⁴⁾によれば、「長期間振動の激しい工具を使用することにより、その振動が大腦に伝わり、一方機械の騒音も耳を伝って大腦に影響を与える。それらが神経を緊張させ、末しょう血管とくに振動が直接伝わる手指の末しょう血管において、寒さが加わることにより血管が異常に収縮するため、血行障害をおこし、あおじろくなるに至るのであり、このあおじろくなる現象が回数を増すと、手指の触覚が減退する。症状が重くなれば、筋肉の力が弱くなり、関節の障害も出て小さなものがつかめなくなる」と説明されている。

レイノー現象と呼ばれるものの中には、血管機能の不全に基づくレイノー病と、レイノー症候群なるものがあり、いわゆる「白ろう病」は後者の一つに属するものであって、内因性のレイノー現象に対し、触発性のレイノー現象といわれる。

このような現象は、打撃工具（さく岩機、びょう打機、はつり機など）、手持回転工具（手持動力グラインダー、ロータリー式ドリル、チェンソー、ブッシュクリーナー）、スタンド回転式工具（研削盤、パフ研磨盤）などの使用者についてだけでなく、オートバイやブルドーザー運転手についても、その症例があげられている。

諸学者の観察¹⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾によると、この症状では、皮膚温の変化、血圧および血化学などに変化はないが、爪圧迫による回復時間、振動覚および痛覚は普通人と異なり、とくに痛覚に対しては、白ろう病者は実験前の絶対値が既に低い。さらに寒冷負荷による皮膚温および指尖容積脈波の変化などは、多くの人によって測定されているが、いずれも白ろう病者においては、普通人に比べて冷却後の低下が著しく、回復も遅れることが、指摘されている。伊藤その他⁸⁾は手の指のレイノー現象に直接関与する器管は、手の指の皮膚の毛細血管であるとし、寒冷負荷（室温 26°C に 1 時間ならした後、4°C の氷水中に 5 分間浸漬）の後、皮膚温および指尖容積脈波の推移を経時的にみて、その回復状態から症状の軽重を判定しようと、分類的に説明している。その分類をまとめてみると、補表 1 のようになる。

その他の所見としては、握力の低下、反射の減弱および知覚鈍麻があげられ、筋電図については、古本¹⁾は 10 例中 7 例に末しょう神経の損傷による異常があると判断し、祖父江¹⁾は親指と食指については皮膚電気がよく出

補表 1 伊藤その他による白ろう病重症度判定の基準

	普通人 (対 照)	しびれだけ (レイノー現象が軽い)	しびれと痛み	しびれとあおじろ (白ろう病患者)
皮膚温	10 分間で回復	対照者とはほぼ同様に 10 分間で 負荷前の値に達する	負荷前値は対照者と同様であるが回復は緩徐	対照者とはほぼ同様に回復
脈 波	5 分頃から急速に増し 10 分で回復		回復は緩徐で 10 分後も振幅が増大せず、15 分後に血管拡張剤を与えたらその後 10 分で回復した	負荷前値がきわめて低い、負荷後 10 分しても全く増大しない 薬剤投与後 5 分で 1 時的に増大したが再び減少した

ていることを指摘し、レイノー現象がなくて神経障害が前提になっている症例もかなりあることに注目している。

これらの症状の原因については、五味測その他⁶⁾は、「誘発筋電図学および脈波の所見から、チェンソーの低頻度周波数の振動による、脊髄単シナプス反射伝達抑制に基づくもの」と推論した。瀬藤その他⁷⁾は、「振動負荷による自律神経系の異常緊張状態、それもわずかに交換神経系が優位を占めた状態で、おこるものと想像され、しかもその状態は、精神興奮あるいは寒冷ばく露などにより、一気にバランスがくずれ、交換神経への優位の状態となり、“あおじろ”の状態になる」と想定した。古本¹⁾はチェンソーやさく岩機のような振動工具により生ずる局所の障害と、精神的因子について述べた中で、レイノー現象は、狭心症患者やオートパイ運転手、あるいはブルドーザ運転手にも症例があり、同一環境条件においても発症には差があることを指摘し、振動工具使用者には使用しない人より多くの症例があることは確かであるが、ある人のレイノー現象が、振動と関係があるか否かを決定することは困難であり、診断にあたっては、職歴と「あおじろ」発作の再現観察が最も重要であると述べた後、その病因として次の3つを上げた。すなわち、1) 振動による血管運動の神経障害、2) 振動による局所の筋肉障害とそれによる血管などの変化、3) 精神的な因子(レイノー現象は神経症的色彩が濃くしている)。また、三島¹⁾は「しびれあおじろ」はレイノー現象とはちがうが、レイノー現象への前駆段階といえと、実験的には、冷水に5分間つけて血管の収縮をしらべた場合、レイノー現象のある人は、夏でも血管収縮があり、とくに冬には著しい。したがって“冬に血管収縮の著しい人はレイノー現象の前段にある”と考えられるといっている。庄司¹⁾は、「白ろう病」が振動現象に起因するものであることには異論がないが、「レイノー現象が回復していても、寒冷感情の不安が再発をしげきする」という説があるといっている。

要するに「白ろう病」を中心とした振動工具障害(祖父江によれば、チェンソー作業員においては、症例のひん度が高い)には、複雑な人体生理がみられ、今後の解明が必要であるとされ、労災補償における、業務障害認定の基準を設けるべく、研究の継続が必要であることが確認された。それと同時に、最近普及している軽量小型機と、従前の大型機種とによる振動負荷実験の結果に大差がなかったなどの例から、防振形ハンドルパーの主体となっている、防振ゴムによる振動留め、あるいはソーチェン刃の目立など、チェンソーの使用者側の問題も大切であるが、根本的には振動源、すなわちエンジン自体に対する工学的問題が、より一層重要であることが、医学者によっても指摘されたのである。

Ⅲ チェンソー作業員のチェンソーによる振動障害の自覚症に関する調査結果

いわゆる「白ろう病」については、チェンソー作業員にその症例のひん度が高いという、医学者の見解が示されたが、はたして、筆者の周囲においてはどのような状況であろうか。

チェンソー作業員にみられる振動障害に関する自覚症については、既に辻⁸⁾の報告があり、昭和38年には、林野庁によって労働科学研究所に依頼され、国有林を対象とした全国調査が行なわれたのであるが、その結果については、つまびらかでない。その後、全林野⁴⁾によって、長野において実態調査が行なわれている。

「白ろう病シンポジウム」において発表された祖父江¹⁾の、木曾谷における調査結果その他によると、一人がいくとおりもの症状を、訴えているのであるが、チェンソー作業員の手の指のしびれは、28%近い人達にみられた。また発症の原因としては、とくに木曾谷など高冷の地で、大径木の伐採に従事する場合に、寒さと高馬力機種の使用による重労働が、著しい割合を占めるものと推論された。

筆者は、当地方が、主として温暖の地域であるにもかかわらず、チェンソー作業員から「冬に指の間からタバコが落ちても気がつかなかった」「水に入っても感覚がなかった」などの訴えを聞き、意外に身近に、職業性レイノー現象様の症状が、存在することを知り、その実状を自ら認識するために調査を試みた。調査項目は、三浦⁹⁾・辻⁸⁾その他⁴⁾の例を参照した。ここにとりまとめて報告する。

1) 回答者の年齢および経験年数別の発症状況

表1に明らかなように、回答者の年齢配分をみると、30~40才代が最も多く、55.3%である。症状を訴えた者は、全回答者の65.9%に達した。また回答者の年齢別発症状況も30~40才代に最も多く、全回答者の26.4%に達し、全発症者の40.0%を占めた。

また、表2に明らかなように、回答者の経験年数はほとんど6年未満であり、とくに2~5年未満の人が多く、65%を占めている。しかも症状の訴えも、この範囲の人に多かった。

表 1 年齢別発症状況

Table 1. Relation between number of chainsaw operators having some complaints and their years of age

年 令 years of age	人 数 number of operators					
	対 象 全 数 in total		症 状 を 訴 え た 者 having some complaints		症 状 を 訴 え ない 者 having no complaint	
20 ~ 30	4	10.5 %	3	7.9 %	1	2.6 %
31 ~ 40	21	55.3	10	26.4	11	28.9
41 ~ 50	9	23.7	8	21.1	1	2.6
50 <	4	10.5	4	10.5	0	0
合計 total	38	100.0	25	65.9	13	34.1

表 2 経験年数と症状を訴えた人数

Table 2. Relation between duration of service and number of operators having some complaints

経 験 年 数 duration of service (years)	人 数 number of operators					
	対 象 全 数 in total		症 状 を 訴 え た 者 having some complaint		症 状 を 訴 え ない 者 having no complaint	
	人	%	人	%	人	%
0 ~ 1.0	4	10.5	3	7.9	1	2.6
1.0 ~ 2.0	5	13.2	3	7.9	2	5.3
2.0 ~ 3.0	7	18.4	6	15.8	1	2.6
3.0 ~ 4.0	10	26.3	5	13.1	5	13.1
4.0 ~ 5.0	8	21.1	6	15.8	2	5.3
5.0 ~ 6.0	3	7.9	2	5.3	1	2.6
6.0 ~ 7.0	1	2.6	0	0	1	2.6
合計 total	38	100.0	25	65.9	13	34.1

表 3 仕事に従事してから症状があらわれるまでの期間
Table 3. Duration of service till symptoms developed

期 間 years	人 数 number of operators complained of symptom		
		% in total	% in operators having complaint
0 ~ 1.0	6	15.8	24.0
1.0 ~ 2.0	11	28.9	44.0
2.0 ~ 3.0	0	0	0
3.0 ~ 4.0	8	21.1	32.0
合計 total	25	65.8	100.0

2) チェンソー作業に従事してから、症状があらわれるまでの期間
症状があらわれるまでの期間は、非常に変化している。この点については、三浦⁹⁾は、他の報告も例示しながら、説明しているのであるが、その大部分は5年目までに、症状があらわれている。また祖父江¹⁾の調査例でも3~5年にレイノ一現象発症のピークがあるという。表3に示されるように、1年未満で既になんらかの症状を訴える者が相当ある。これは、作業者の作

業に対する不慣れからくる疲労の一種も含まれるのであろうが、Peters は1~72週の幅をみとめ、Marshall も仕事をはじめから3月~2年が、発症時期として普通であるといっているの、ここに得た結果も、例外現象ではない。本結果では、2年未満までの発症数が、全発症例の3分の2を占め、4年以内ですべてが発症していた。本調査結果は、経験年数が6年未満という短期間であるので、他の調査例にみられるような、調査にあつての記憶の不確かさによる、回答内容のあいまいさに対する心配は少ないと考えられるのであり、三浦⁹⁾のあげ

た造船工の空気圧縮工具による振動障害の調査結果と、ほぼ同様の傾向を示した。

3) チェンソー作業に従事するようになってあらわれた症状

チェンソー作業に従事するようになって、体のどこかに、なんらかの症状が、あらわれたことについての訴えを調べた結果は、表4の通りであった。これらは、同一人が数項目について、同時に訴えている場合があるの

表4 チェンソー作業に従事するようになってあらわれた症状
Table 4. Symptoms developed among operators using chainsaw in operation

症 状 symptom	人 数 number of persons	症 状 symptom	人 数 number of persons
手の指のしびれ numbness of fingers	18 人 (47.4%)	目や目のふちが赤くなる eye or eyelid redden	3 人 (7.9%)
ひじがはれたり痛む swelling and stiffness of elbow	4 (10.5)	手首の関節がはれたり痛む swelling and stiffness at articula- tion of wrist	9 (23.7)
息ぎれがする anhelation	2 (5.3)	胸部から肩にかけ激しい疲労が出る breast and shoulder be fatigued	3 (7.9)
食欲がなくなる inappetence	2 (5.3)	肩の関節がはれたり痛む swelling and stiffness at articula- tion of shoulder	4 (10.5)
指が白くなる whiteness of fingers	11 (28.9)	耳なりがのこる tinnitus	8 (21.1)

(%) 全回答者に対する百分率: percentage in total

で、全件数は、回答者総数より多くなっている。全件数中、手腕系に関する訴えが、全体の48.4%以上で、最も多かった。なかでも「手の指のしびれ」を訴えた者は、全回答者の47.4%であり、「指があおじろくなる」ことを訴えた者は、28.9%に及んだ。祖父江¹⁾の木曾谷を中心とした結果では「しびれ、いたみ」を訴えたのが、65例中47例で72%あり、白ろう化を伴うレイノー現象様症状は、65例中40例で61%に達しており、チェンソー作業による振動障害が、手腕系において、最も著しいことが明らかである。

4) 手の指および腕にあらわれる自覚症状

表5に示されるように、手腕系に関する訴えのうち手の指に関する件数が最も多く、手腕系に関する全件数のうちの47.6%を占め、ついで多いのは、手首に関する23.8%であり、前腕と上腕に関する訴えは、それぞれ14.3%であった。

手の指にあらわれる自覚症状の中では、「しびれ」に「あおじろくなる」現象を伴う、いわゆる「白ろう」化を訴えるものが最も多く50%を占めた。圧縮空気工具使用者についての三浦⁹⁾の調査例では、「しびれ」を訴えるのが一般的であり、「あおじろくなる」の訴えは比較的少なく、本調査結果と類似している。これに対し、手の指の痛みについては、三浦⁹⁾の結果では「しびれ」と同時に、相当数の者が訴えているのであるが、本結果では、手の指の痛みの訴えは少なかった。手首にあらわれる症状としては、手首関節の痛みを訴える者が最も多く、ついで筋肉の痛みを訴えているのに対し、手首の「しびれ」あるいは「あおじろくなる」症状の訴えは、ほとんどなかった。前腕および上腕においても、手首と同様に「しびれ」を訴えるものはほとんどなく、ひじあるいは肩の関節の痛みを訴えるものが主であった。

手あるいは腕の左右いづれに、症状が多くあるかをみると、まず左右いづれか一方だけに症状を訴える者では、右の手および腕についての訴えが、左だけのその2.5倍である。左右両方の手および腕に同じように症状があると訴える者が、最も多いのであるが、これについては、左右に症状があるが右がひどいとする者が多い。

表 5 手の指あるいは腕にあらわれる自覚症状
Table 5. Subjective symptom appeared at fingers of hands or arms

	自覚症状の種類 symptom	右だけ		左だけ		左右両方にある appeared at both left and right				計			
		only right		only left		左右同じ similar	右がひどい serious at right	左がひどい serious at left	total				
		%	%	%	%				%	%	%	%	
手の指 finger of hand	しびれる numbness	2.6	(4.0)	0		5.2	(8.0)	5.2	(8.0)	2.6	(4.0)	15.8	(24.0)
	あおじろくなる whiteness	0		0		7.8	(12.0)	0		0		7.9	(12.0)
	しびれてあおじろくなる numbness and whiteness	5.2	(8.0)	2.6	(4.0)	7.8	(12.0)	7.8	(12.0)	2.6	(4.0)	26.3	(40.0)
	関節が痛い stiffness of articulation	0		0		0		2.6	(4.0)	0		2.6	(4.0)
	筋肉が痛い stiffness of muscles	0		0		0		0		0		0	
	(計) (total)	7.14		2.38		19.04		14.28		4.76		47.6	
手首 wrist	しびれる numbness	2.6	(4.0)	0		0		0		0		2.6	(4.0)
	あおじろくなる whiteness	0		0		0		0		0		0	
	しびれてあおじろくなる numbness and whiteness	0		0		2.6	(4.0)	0		0		2.6	(4.0)
	関節が痛い stiffness of articulation	2.6	(4.0)	2.6	(4.0)	7.8	(12.0)	2.6	(4.0)	0		15.8	(24.0)
	筋肉が痛い stiffness of muscles	0		2.6	(4.0)	2.6	(4.0)	0		0		5.2	(8.0)
	(計) (total)	4.76		4.76		11.90		2.38		0		23.8	
前腕 forearm	しびれる numbness	2.6	(4.0)	0		0		0		0		2.6	(4.0)
	あおじろくなる whiteness	0		0		0		0		0		0	
	しびれてあおじろくなる numbness and whiteness	0		0		0		0		0		0	
	関節が痛い stiffness of articulation	2.6	(4.0)	0		2.6	(4.0)	0		0		5.2	(8.0)
	筋肉が痛い stiffness of muscles			2.6	(4.0)	2.6	(4.0)	2.6	(4.0)	0		7.9	(12.0)
	(計) (total)	4.76		2.38		4.76		2.38		0		14.3	
上腕 upper arm	しびれる numbness	2.6	(4.0)	0		0		0		0		2.6	(4.0)
	あおじろくなる whiteness	0		0		0		0		0		0	
	しびれてあおじろくなる numbness and whiteness	0		0		0		0		0		0	
	関節が痛い stiffness of articulation	5.2	(8.0)	0		5.2	(8.0)	2.6	(4.0)	0		13.0	(20.0)
	筋肉が痛い stiffness of muscles	0		0		0		0		0		0	
	(計) (total)	7.14		0		4.76		2.38		0		14.3	

全回答者数に対する百分率で示した。(%)は全発症者中百分率,(計)は全発症件数中百分率
show percent in total number, (%): percent in all operators having some complaints,
(total): percent in total number of cases

これらに対し、左右に症状があるが、左がひどいとする者は、手の指についてごくわずかに訴えがある外は、手首あるいは腕については、全く訴えがない。これら左右の手腕における発症状況を総括してみると、左の手腕よりも右の手腕にいく分多い傾向にあるか、あるいは左右両方に発症していても、左の方がひどい例は、ごく少なく、左右両方が同程度であるか、むしろ右の手あるいは腕の方がひどい傾向にあるということになる。これらの点については、辻⁹⁾の調査結果でも「しびれ」に対しては、右側の指、手首および前腕に多いことを示している、本結果と類似している。

この事実は、チェンソーの防振対策としては、左右両手の握手については、同時に、考慮すべきであり、いくら発症例の少ない左手握手だけに、防振対策がかたよった従来の考え方が、適切を欠くことを実証しているものである。当然、ハンドルバーとグリップの両者について、むしろグリップの防振対策には、より一層関心を持つべきであるといえよう。この点は、さらに、図1の例で明らかのようにグリップの振動レベルの値が、防振形バーを使用しても少しも減衰していないことから裏づけられる。

5) 手の指に症状があらわれる季節

圧縮空気工具の使用者についての調査例をみると、松藤¹⁰⁾によれば、10月末頃から症状があらわれ、1～2月頃最もはげしく、4月頃から少なくなるという。また三浦⁹⁾によれば、一般に冬に多いが夏にも起こりうるものであり、「しびれ」と「あおじろくなる」は一般に冬だけ起こるとするものが多いのに対し、関節痛や筋肉痛は、冬も夏も同様に起こるとするものが多いといっている。

チェンソー作業者に関する本調査結果は、冬も夏も起こる可能性を示し、とくに「しびれてあおじろくなる」症状のものには、冬に暖めたり、作業によって暖かくなるとなおる例もあるが、夏に水につかって冷えると、症状があらわれるものも多い。もっとも、夏のこのような症状は、直接作業に支障はないが、レイノー現象様症状の発生の原因となる肉体の状態が蓄積されつゝあることを証するものであり、決してみのがすことはできない。これらに対し、筋肉あるいは、関節のいたみについては、夏に訴える例が少なかった。

表 6 手の指その他に症状があらわれる時刻
Table 6. Time occurring some symptoms of finger etc.

	起床後 after rising early morning	通勤中 on the way of attendance	作業中 during work	帰宅後夜 at night	その他 (明示せず) etc.
しびれる numbness	5.2 (8)	0	2.6 (4)	5.2 (8)	10.4 (16)
あおじろくなる whiteness	0	2.6 (4)	2.6 (4)	2.6 (4)	0
しびれてあおじろくなる numbness and whiteness	0	15.7 (24)	7.8 (12)	5.2 (8)	0
関節が痛い stiffness of articulation	2.6 (4)	2.6 (4)	0	2.6 (4)	28.9 (44)
筋肉が痛い stiffness of muscles	0	0	7.8 (12)	2.6 (4)	2.6 (4)

対象人数中百分率で示した、(%)は発症者中百分率

show percent in total number, (%): percent in all operators having some complaints

6) 手の指その他に症状があらわれる時刻

表6に示すように、起床直後にあらわれる例もあるが、通勤中や作業中あるいは帰宅後夜に相当数おこっていて、いろいろの時刻にあらわれるものといえよう。圧縮空気工具による症状の調査例⁹⁾でも、特定の時刻にあらわれると断定することは困難であり、作業中も含めた、いろいろの時刻にあらわれるものといえよう。

作業中に発症する例については、振動のほかに、圧縮空気工具から流れる寒冷な空気の影響⁹⁾が指摘されている。このことは、レイノー現象様症状の発現が、振動あるいは騒音による神経の緊張によって、末しょう血管の収縮がおこり、それが寒冷によって異常なまでに強められた結果、血行障害を誘引することによるものであ

る以上、気候的寒冷のほかに、圧縮空気工具から流れ出る冷気流、あるいは2サイクル空冷エンジンの冷却気流、あるいはチェーンの回転に伴う冷気流などの作業環境に基づく、寒冷ばく露の強化が、大きな意味を持つものであり、当然無視できないものであるといえる。

チェーン作業に従事してあらわれる「しびれ」と、寒冷時単車などに乗っている時にあらわれる「しびれ」とについて尋ねてみた結果を参考までに、表7に示す。いずれともわからないとする者が25%であり、全く同じ

表7 チェンソー作業に従事して、あらわれるしびれと寒冷時に単車などに乗ってあらわれるしびれ
Table 7. Difference between numbness attacked during works and numbness attacked driving autobicycle in cold winter

全く同じと思う regard them as similar symptom	全くちがうと思う regard them as different symptom	わからない can not distinguish
11人 39.3%	10人 35.7%	7人 25.0%

とする者と全く違うとする者とが、ほぼ35%づつであり、本人の自覚感だけではどちらともいえない。古本¹⁾がオートバイやブルドーザの運転手にも症例があることを報告している点には注意を要する。なぜならば、“白ろう病”が冬期オートバイに乗ってあらわれる「しびれ」や「あおじろ」と同じだと考えてみずごしてはならない、ということになるからである。またチェーンソー作業による「しびれ」が、前述のように、振動によりおこっている血行障害が、寒冷により強化誘出されるものである以上、既に症状のあるものが、単車に乗り寒冷にばく露する時は、症状が明らかにあらわれる可能性があるはずであり、この点については、古本¹⁾も発症者の「あおじろ」発作の誘発の観察方法の1つとして、冬期に戸外で自動二輪車に乗せることを提案しているとおりである。

7) その他

その他の具体的訴えとしては、次のようなものがあつた。すなわち「はしや煙草を持つとき少しいたみ大変だるい」「あまり小さいものは、持ってもわからないぐらいである」「思わぬ時に、すなわち力を入れねばならない時に力が入らなかつたりすることがある」「煙草やはしが手から落ちてきても気がつかなかつた」「自分の指と思えない」「つねっても痛くない」などである。

近年、林業労働安全のための管理規制が進められ、労働衛生に対する関心も高まってきている。それにもかかわらず、チェーンソー作業時の手袋使用による寒冷ばく露の抑制、耳せん使用による聴力障害あるいは精神的肉体的疲労の軽減、さらには防振ハンドルの使用による振動障害からの防護に関する注意が、ゆきとどかないようである。すなわち、表8に明らかなように、手袋の使用は83.4%に達するが、耳せんや防振ハンドルの使用は、10~13%にすぎなかつた。

表8 手袋、耳せんおよび防振ハンドルバーの使用状況

Table 8. Number of operators using gloves, ear-plug or vibration isolating type handle bar

	使用する using	使用しない unusing
手袋 gloves	25人 (83.4%)	5人 (16.6%)
耳せん ear-plug	3 (10.0)	27 (90.0)
防振ハンドル vibration isolating type handle bar	4 (13.3)	26 (86.7)

IV 局所振動の許容限界とチェーンソーの振動レベル

今まで述べてきたことにより、チェーンソーの振動による障害の概要が明らかとなった。そこで、振動工具の使用により手腕系に生ずる局所振動の許容限界と、チェーンソーの振動レベルとがどのような関係位置にあるのか

を、1つの例に従って検討してみよう。

図1に示された諸基準は、振動周波数に対する振動加速度 ($\text{gal}=\text{cm}/\text{sec}^2$) で示した。これは、一般にチェンソーの振動レベルとして加速度値だけが示された例が多いので、許容基準として振幅変位だけ表示されたものも、加速度値に換算し図示した。これらの案は、いまだ国際的に標準化されていない。それというも、局所振動による障害は、長期間の振動ばく露によりあらわれるものであり、その許容限界の設定にあたっては、長期間の観察が要求される。したがってこれら諸提案の中には、なお修正されるべき内容を含んでいるといえるからである。

三浦²⁾は、作業者が使用する工具の振動数と振幅を測定するとともに、質問調査などにより、局所振動により生ずる障害であるレイノー現象を示すような訴えが全くみられない水準 (図中破線) を示すとともに、50%以上の作業者にレイノー現象の訴えがあるか、実際に医師により発症が認められている限界 (図中実線) を示した。図に示した例では、空転時に、固定形バーおよびグリップでの値はもちろん、防振形バーの値でも、ほとんどが許容限界内に入っていない。木材鋸断時には、おのおののレベルが高くなるから、当然許容限界を越えることが明らかである。Simkinらは、250%を上限振動数とし、連続的に許容限度を指示しうる条件を指示している。その限界は、三浦の案より更に低いレベルに存在している。それでもなお、Galaninaの案に比べれば、60%以上では高い値になっている。チェンソーの振動のどの値も Simkinらの限界を越えている。

これら、局所振動に対する許容限度は、いずれも約 3.0 G ($1\text{ G}=980\text{ gal}$ または $980\text{ cm}/\text{sec}^2$) 以下に設定されているのであるが、その値は、振動の周波数が異なると、異なった値が規定されている。

チェンソー本体の振動は、エンジンの回転数にほぼ比例し、筆者の測定した1例では、回転数を x (rpm)、振動加速度を y (gal) とすると、X 方向 …… $y=0.00679 x^{1.67019}$

$$Y \text{ 方向} \dots\dots y=0.00222 x^{1.82507}$$

$$Z \text{ 方向} \dots\dots y=0.00077 x^{1.96019}$$

(ただし X, Y, Z は図1参照, $4000 \leq x \leq 8000$)

なる関係式で示された。しかしながら許容限界値は、振動数の増加に必ずしも比例してはいない。たとえば、Simkinらの案では、25から35%の振動数に対してだけ、振動加速度の限界を約 3.0 G 以下と規定している。その他の振動数に対しては、より小さい値を規定し、とくに 80~100% (=6000 rpm) に対しては、はるかにきびしく、0.55 G を、120% では 0.7 G を限界値として規定している。

実際には諸提案の 100% での限界値を基準として、チェンソーの振動に対する許容限界の主たるものと考えなければならない。なぜならば、チェンソーの振動³⁾は、2サイクルガソリンエンジンの回転数に対応した基本振動とその高調波およびその他の高い周波数成分からなっているのであるが、多くの許容限界は、500%あるいはそれよりはるかに低い振動数 (Simkinらは 250% 以下) からさらに低い振動数の振動に対して規定されているだけで高い周波数に対する規定がない、また防振形ハンドルバーでは、高域成分は減衰され、結局基本振動が主たるものとして残ってくる、したがって、チェンソーの常用回転数 6000 rpm 前後に対応した 100% 内外の振動に対する許容限界値をもって、チェンソーの振動レベルを批判するのが適切となるからである。図1でも明らかのように、100%の振動レベルを下げるためには、ハンドルバーの防振対策だけでなく、グリップについても対策・工夫が必要であることはもちろんであり、根本的には、エンジン自体の振動を減衰させるための工学的問題が重要になってくるのである。

V 結 び

手持振動工具使用者にみられると同様の振動障害、いわゆる職業性レイノー現象様症状 (白ろう病) が、チェンソー作業者に、チェンソーの振動によってあらわれることが医家によって確かめられた。さらに、チェンソーの振動の減衰対策に対しても、医家によってさえ、防振ゴムやソーチェンの目立および作業様式の工夫も大切であるが、どちらかといえば、こ息な手段であり、根本的には、エンジン自体の工学的問題が重要であろうといわれた。また、作業者の個人差もあるので、精神的肉体的に適性者を選んで就業させ、不適性な人は、職場の転換を計ることが最適であるともいわれた。

振動障害の発症例が、他の手持振動工具使用者におけるよりも、チェーンソー作業者に多いということから、チェーンソー作業における障害発症の可能性は大きいといえるのであり、実際、現場作業者の調査結果でも、チェーンソー振動による諸種の症状に対する訴えが、意外に多いことが明らかになった。すなわち、1) 症状は作業に從事しはじめて4年以内に、すべてあらわれた。2) チェーンソー作業によりあらわれる症状としては、手の指の「しびれ」を訴える者が最も多い。「しびれてあおじるくなる」者がこれにつぐ。3) 手の指の痛みは少なく、痛みについては、手首、ひじおよび肩の関節に関するものである。4) 右手だけに症状があらわれる例が、左手だけのそれよりも多く、左右にあらわれる場合でも、左右同程度の者のほかに、右側が左側より著しいとする者の割合がいくらか多かった。5) 症状があらわれる季節としては、主として寒冷の頃であるが、夏でも寒冷条件が与えられると発症する。6) 症状は1日のうち、いろいろの時間にあらわれる。などの点が指摘できるのである。そこで、これらの症状の原因であるチェーンソーの振動のレベルと、手持振動工具により人体の手腕にあらわれる局所振動に関する許容限界との関係位置を検討してみた。その結果、チェーンソーの振動レベルは、空転時においてさえ許容限界を越え、木材鋸断時にはさらに限界を越えるものであった。したがって、チェーンソー作業者に振動障害の発症ひん度が高かったのも、もっともであるといえよう。

チェーンソーの振動による障害に対する医家の見解、作業者の実情、許容限界の三者による検討の結果、耳せんや防振形ハンドル使用の重要性が、一層強調されてくる。とくに防振形ハンドルについては、調査結果の項においても指摘され、筆者も既に報告³⁾しているように、ハンドルバーのみに防振形を考えることは適切でない。ハンドルバーとグリップの両者について、防振対策が工夫されるべきである。しかも、実際の作業にそくした考慮をするならば、むしろ、グリップについて、優先的に工夫対策が施されるべきであると考えられる。防振形ハンドルは、使用上作業者に不安感を与えず、しかも、作業能率に悪影響を生じないような構造であることが望まれる。また、防振形バーによる振動減衰効果によって残る振動成分は既報⁹⁾で明らかのように、エンジンの回転数に対応している基本振動波であるから、根本的防振対策としては、チェーンソーのエンジン自体の振動の軽減とその振動特性の工夫を、作業者に及ぼす影響の検討考慮を含めて、総合的に行なうことが重要である。

文 献

- 1) 近藤駿四郎・庄司 佑・祖父江逸郎・古本雅彦・三島好雄・鈴木幸夫：白ろう病シンポジウム。日本災害医学会第14回総会記録，1966
- 2) Toyohiko MIURA: On the Occupational Hazards by Vibration Tools (Rep. III). The Report of the Institute for Science of Labour, No. 52, 12~23, 1957
- 3) 伏見知道・荒牧利武・山田藤吾：チェーンソーの木材鋸断振動。日林大会講演集，1968
- 4) 田村 靖：現代の合理化病（白ろう病）。賃金と社会補償，No. 359, 30~35, 1965
- 5) 伊藤 篤・他7名：白ろう病患者における重症度の判定。日本災害医学会誌，臨刊，1966
- 6) 五味淵諒一・他3名：いわゆる‘白ろう病’について（第2報）。日本災害医学会誌，臨刊，1966
- 7) 瀬藤晃一，他2名：白ろう病の末梢循環動態について。日本災害医学会誌，臨刊，1966
- 8) 辻 隆道：チェーンソー作業における騒音および振動の自覚症状について。林業機械化情報，No. 70, 25~35, 1959
- 9) 三浦豊彦・他3名：手持振動工具による障害について（第1報）。作業者の自覚症について，労働科学，31, 5, 310~315, 1955
- 10) 松藤 元：圧搾空気工具使用労働者における血管神経症の調査。厚生科学，4 (2), 171~180, 1943

(1968年9月14日受理)