原 著

チェーンソー総取扱い時間と症状発現および
症状相関に関する研究

宮 下 和 久*

A STUDY ON THE DEVELOPMENT OF SYMPTOMS AND ON
THE RELATIONSHIP AMONG SYMPTOMS ACCORDING
TO THE TOTAL CHAIN SAW OPERATING TIME

Kazuhisa MIYASHITA*

To investigate the dose-response relationship and the relationships among symptoms related to the vibration syndrome, 266 chain saw operators were examined. The subjects were classified into four groups according to total operating time (TOT): Group E₁ (below 2,000 hrs, *n*=39), Group E₂ (2,000-5,000 hrs, *n*=76), Group E₃ (5,000-8,000 hrs, *n*=51), and Group E₄ (over 8,000 hrs, *n*=100). The control group (Group O) consisted of 46 healthy subjects with very brief employment period as bush cleaners.

The subjective symptoms and clinical findings were divided into four major symptom categories: circulatory disturbances, sensory disturbances, damage to muscles and joints, and general symptoms such as autonomic nerve disturbances. Each major symptom category was rated from 0 to 25 according to the severity of the symptoms observed (Table 2). The mean scores in the four major symptom categories were compared for the four TOT groups in order to study the dose-response relationship. The relationship among symptoms was investigated by cluster analysis for the four major symptom categories of all operators in each group and inferred from the significance of partial correlation coefficients between the two of the four major symptom categories calculated for each group.

1. The mean scores in the four major categories showed a significant elevation with the increase in TOT. A dose-response relationship of the vibration syndrome was proved.
2. Each major symptom category was aggravated, not independently, but in close correlation with the symptoms. The inter-symptom relationships of the vibration syndrome were confirmed. That is, very close correlations between circulatory disturbances and sensory disturbances and between sensory disturbances and damages to muscles and joints were demonstrated.

I. は じ め に

振動障害は、病因である振動によって惹起されるが、騒音、寒冷、作業姿勢、年齢等、環境ならびに主体要因によって修飾され複雑な病像を呈する症候群であり、その身体影響は、単に上肢にとどまらず自律神経系にも及ぶと理解されている¹⁾。この主な障害は一般的には、上肢を中心とする循環障害、神経障害、運動器障害の三大障害と理解されている。振動による自律神経への影響は

必ずしも明らかではないが、振動障害者がしばしば訴える自覚症状は、全身倦怠感、易疲労性、不眠などの全身症状、頭痛、めまい、肩こりなどの神経筋症状、動悸、息切れ、四肢湿潤などの循環器症状等の自律神経障害様症状としてまとめることができよう。

ところで、有害因子に起因する疾病を論ずる際の最も基本的な検討の一つに、当該因子の暴露量に対する生体の反応、すなわち、量・反応関係があげられる。振動障害に関する量・反応関係は、レイノー現象をはじめ主として個々の症状と振動工具取扱い時間との関連性についての報告がなされてきた²⁻⁹⁾。しかし、振動障害が複雑な症候群であるにもかかわらず、振動障害の全体像を振動暴露量に対応させて記載した報告は乏しく、振動障害

* 和歌山県立医科大学公衆衛生学教室

昭和58年4月4日受付

* Department of Public Health, Wakayama Medical College

Received for publication, April 4, 1983

が振動の暴露量とどのような関連をもって発現し、悪化していくのかはまだ十分に知られていない。従来から、診断、治療、健康管理の場で振動障害の病態把握のより所として広く用いられてきた Andreeva-Galanina 分類¹⁰⁾、林業労働災害防止協会の分類¹¹⁾、高松らの分類¹²⁾、さらにレイノー現象を中心とした Taylor 分類¹³⁾ もいずれも振動暴露量との対応が明確ではない。

かかる観点から、今回、チェーンソー取扱いによって生ずる振動障害について、循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状の四つの症状群について、個々の症状を評点法を用いて評価し、一方、振動暴露量として振動工具総取扱い時間を求め、各症状群の発現ならびに悪化と総取扱い時間との関連性、さらには振動障害の諸症状が暴露時間とともに悪化していく際、各症状がどのような関連性を持ちながら悪化していくのか、すなわち振動障害における症状相関をも検討することにした。

II. 対象および方法

1. 対 象

1974 年から 1979 年の 6 年間に当教室が和歌山県下民有林労働者を対象に実施してきた振動障害健診受診者 2,606 名の職歴調査表、問診票、検査票を基礎資料として用いた。このうち対象者を男子に限定し、かつ振動暴露の質的な特性を統一するため、チェーンソー専門の林業従事者に限定した。さらに年齢の影響をできるだけ除外するために、対象者の年齢を 40 歳以上 60 歳未満に限定した。以上の条件を満たす 266 名 (40~49 歳 157 名, 50~59 歳 109 名) を本研究の対象とした。

対象者の振動暴露量の指標として、総取扱い時間 (total operating time, TOT) を用いた。TOT は、職歴調査票の使用年数、年間取扱い日数、1 日取扱い時間の三者の積から求めた。

対象者を TOT にもとづいて、E₁ 群: 2,000 時間未

満 (39 名), E₂ 群: 2,000~5,000 時間 (76 名), E₃ 群: 5,000~8,000 時間 (51 名), E₄ 群: 8,000 時間以上 (100 名) に分類した。なお、TOT の階級幅の設定は、TOT 1,000 時間ごとの階級幅で求めた基礎的検討結果¹⁴⁾に基づき、主な症状および所見の有症率に大きな変化の認められない群を統合し、振動障害を四期の段階的な病像でとらえるべく、上記の四群にまとめあげた。

チェーンソー取扱い者との比較のため、男子現業公務員 46 名を対照群 (O 群) とした。この 46 名は、公共道路維持に従事し、路肩の除草作業のため刈払機を夏季には使用するが、群全体の平均 TOT は 500 時間未満であった。年齢は、対象者と同様、40 歳以上 60 歳未満とした。なお、対照者は、チェーンソーの使用経験は全くなかった。

Table 1 に、各群の年齢およびチェーンソー取扱い年数を示した。

2. 方 法

1) 振動障害健診

振動障害健診は、労働省通達¹⁵⁾の第 1 次および第 2 次健康診断の方法に準じた。なお、手指冷却負荷テストは 10°C 水 10 分法を採用した。

2) 検査項目の選定およびその評価法

循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状の各障害を比較的好くとりえ、かつ振動障害の重症者であれば、ほとんどすべて異常所見を認めるであろう項目を選定した。循環障害に関しては、皮膚温 (常温値, 回復率 = [(冷水浸漬終了後 10 分目の皮膚温) / (冷水浸漬前皮膚温)] × 100), 爪圧迫後の充血時間 (常温値, 回復 5 分値), レイノー現象の有無, 手指および前腕のしびれ感, 温冷覚に対する鈍麻, 手指のこわばりの有無の各項目をとりあげた。神経障害としては、痛覚および振動覚検査 (常温値, 回復 5 分値), 手指の触覚検査, 手指および前腕のしびれ感, 手指・前腕の痛覚, 触覚の低下に関連した自覚症状 5 項目をとりあげた。運動器障害と

Table 1. Age and chain saw operating years in five groups of the subjects according to the total chain saw operating time (TOT).

Number of subjects		TOT (hours)	Years of chain saw operation	Age (yrs)
Group O	46	—	—	49.8 ± 5.3
Group E ₁	39	<2,000	5.8 ± 3.2	47.9 ± 8.9
Group E ₂	76	2,000-5,000	8.6 ± 3.5	47.6 ± 7.2
Group E ₃	51	5,000-8,000	9.4 ± 4.8	45.4 ± 11.2
Group E ₄	100	8,000 ≤	12.6 ± 5.5	47.5 ± 8.1

(Mean ± SD)

Table 2. Criteria for scoring in the vibration syndrome.

(a) Circulatory disturbances		Score	Criteria for minimum score
Skin temperature	measurement before immersion test*	1-3	below 31.5°C
	recovery rate**	1-3	below 60%
Hyperemia time of the nail	measurement before immersion test*	1-3	over 1.5 sec
	measurement at 5 min after immersion test*	1-3	over 2.0 sec
Raynaud's phenomenon		5	in at least one finger
Tingling or numbness	in fingers or hands	2-3	on either side
	in forearm	2-3	on either side
Subjective symptoms	hypoesthesia for warmth and coldness	1	
	stiffness of fingers	1	
(b) Sensory disturbances			
Pain sense	measurement before immersion test*	1-3	over 2 g
	measurement at 5 min after immersion test*	1-3	over 4 g
Vibratory sense	measurement before immersion test*	1-3	over 10 dB
	measurement at 5 min after immersion test*	1-3	over 20 dB
Hypesthesia for touch sense	examination with a brush	2	
Tingling or numbness	in fingers or hands	2-3	on either side
	in forearm	2-3	on either side
Subjective symptoms	5 subjective symptoms on hypesthesia of hands and arms	1 each	
(c) Damage to muscles and joints			
Grip strength	on dominant side	1-2	below 40 kg
Pinch power	measurement between thumb and forefinger of dominant hand	1-2	below 5.5 kg
Muscle pain	in hand, forearm and upper arm	1 each	
Joint pain	in wrist, elbow and shoulder joints	1 each	
Restriction of joint mobility	wrist and shoulder joints (+)-(++)	1-2 each	
	elbow joint (+)-(##)	1-3	
Muscle atrophy of hand		5	
Subjective symptoms	3 subjective symptoms on inability to perform fine tasks	1 each	
(d) General symptoms such as autonomic nerve disturbances			
Subjective symptoms	25 symptoms	1 each	
	general fatigue		
	heavy feeling in the head		
	vertigo		
	irritability		

Table 2 (continued)

palmar sweating
impotence
buzzing in the ear
finger tremor
etc.

* Cold water immersion of hand for 10 minutes in 10°C water.

** (measurement 10 minutes after the immersion test)/(measurement before the immersion test)×100

しては、握力、ピンチ力（I-II指間）、手、前腕、上腕の筋の自発痛、手、肘、肩各関節の運動痛、手、肘、肩各関節の可動域制限、手の筋萎縮の有無、細作業の困難性および上肢の脱力感に関する自覚症状3項目をとりあげた。自律神経障害様症状²⁵⁾としては、全身倦怠感、易疲労性、冷え症、不眠、焦燥感、もの忘れなどの全身症状、頭痛、めまい、肩こり、耳鳴、背痛、知覚鈍麻などの神経筋症状、動悸、息切れ、四肢湿潤などの循環器症状、食欲不振、腹部不快感などの消化器症状を中心として、振動障害者に訴えの多い自覚症状、合計25項目をとりあげた。

各症状および検査結果の評価は、評点法を用いた。皮膚温、爪圧迫後の充血時間、痛覚、振動覚、握力、ピンチ力の各検査は、それぞれ2～3段階の評点基準を設け、1～3点に評点化した。評点基準は、対象群および対照群における各検査値の平均および標準偏差値、岩田ら¹⁶⁾の末梢循環、末梢神経および筋力検査の評点基準を考慮し設定した。自覚症状のうち、典型的症状および重症所見であるレイノー現象と手の筋萎縮所見には、それぞれ最高評点の5点に評点化した。手、肘、肩各関節の可動域制限には、その程度に応じて1～3点、触覚検査に基づく感覚低下所見に2点、手指、前腕のしびれ感には、範囲、程度を考慮して2～3点にそれぞれ評点化した。これ以外の自覚症状はそれぞれ1点とした。なお、各症状および検査所見の評点化に際しては、循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状それぞれの合計評点が同じ重さの25点満点となるよう配点した。Table 2に、循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状に該当する症状および検査項目とその最小評点基準を示した。

3) 解析方法

全対象者312名、個々の検査票について、循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状に該当する各症状および検査所見の評点基準に従って評点化し、個人別に各障害の評点合計を算出した。

(1) チェンソーによる振動障害の量・反応関係を検討

するため、O、E₁、E₂、E₃、E₄群の各群ごとに、循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状それぞれの平均値と標準偏差を算出し、比較した。なお、有意性はt検定によった。

(2) チェンソーによる振動障害の症状相関を検討するために、まず、全チェンソー取扱者266名の循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状の評点についてcluster分析¹⁷⁾を行った。分析は、single linkage法（最近隣法）によった。次に、TOTと症状相関の関連性を検討するために、E₁、E₂、E₃、E₄群それぞれの群において、循環・神経、循環・運動器、循環・自律神経、神経・運動器、神経・自律神経、運動器・自律神経の6組の障害の組み合わせについて偏相関係数を求めた。全チェンソー取扱者266名を一群としても同様の検討を行った。有意性はt検定によった。

III. 結 果

1. チェンソーによる振動障害の量・反応関係

Fig.1にO群（対照群）とE₁～E₄群（取扱者群）それぞれの群の評点の平均値と標準誤差を、循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状の各障害別に図示した。取扱者群の評点の平均値は、対照群O群に比して、E₁、E₂、E₃、E₄群とTOTが長くなるに従い、漸次有意に上昇した。すなわち、振動障害にみられる循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状のいずれの障害にも量・反応関係が認められた。循環障害、神経障害の評点の平均値は、O群に比して取扱時間最短のE₁群（2,000時間未満）ですでに有意に上昇しており、両障害とも短時間の振動暴露でも出現する、換言すれば振動障害の初期に出現してくる症状と考えられた。循環障害、神経障害、自律神経障害様症状の平均評点は取扱者群では、比較的高い評点で推移しているのに対し、運動器のそれは、低い評点で推移していた。チェンソー取扱によって生ずる運動器障害の振動障害全体像に占める割合は比較的小さいと考えられた。TOTに対する各障害の評点の推移をみると、障害

Table 3. Partial correlation coefficients matrix in each group.

	Group E ₁	Group E ₂	Group E ₃	Group E ₄	All operators
(1) -1	-1				
(2) 0.659-1	0.462-1	-1			
(3) 0.170-0.091-1	0.095 0.322-1	0.514 -1	-1		
(4) -0.309 0.549 0.653 -1	-0.021 0.355 0.197 -1	0.043 0.434-1	-0.019 0.365-1	-1	
(1) (2) (3) (4)	(1) (2) (3) (4)	(1) (2) (3) (4)	(1) (2) (3) (4)	(1) (2) (3) (4)	(1) (2) (3) (4)

(1) circulatory disturbances, (2) sensory disturbances, (3) damage to muscles and joints, (4) general symptoms.

の悪化は、全般的に E₁ 群, E₂ 群, E₄ 群で認められた。

2. チェンソーによる振動障害の症状相関

全チェンソー取扱い者 266 名の各障害の評点を用いて cluster 分析を行った結果を Fig.2 に樹状図で示した。振動障害の四つの症状群のうち、循環障害と神経障害は最も関連性が深く、次いで運動器障害との関連が現われ、最終的に自律神経障害様症状が前記三障害と関連性をもつことによって振動障害の病像が構成されているものと考えられた。

全チェンソー取扱い者、およびTOT別の E₁~E₄ 群の各群について障害相互の偏相関を求めた結果を相関行列として Table 3 に示し、その検定結果を Table 4 に示した。循環障害と神経障害との間には、TOT の最も短い E₁ 群から、TOT の最も長い E₄ 群に至るすべての群で相関が認められた。この両障害は、振動障害の症状悪化に関与する最も緊密な関係と考えられた。神経障害と運動器障害は、2,000 時間未満の E₁ 群では相関は認められず、TOT 2,000 時間以上の E₂, E₃, E₄ 群で相関が認められた。2,000 時間以降で出現してくる運動器障害は神経障害への関与が大きいと考えられた。運動器障害と自律神経障害様症状は E₂ 群を除く E₁, E₃, E₄ 群に、神経障害と自律神経障害様症状は E₃ 群を除く E₁, E₂, E₄ 群にそれぞれ有意な相関が認められた。しかし、循環障害と運動器障害、循環障害と自律神経障害様症状との間には、いずれの群においても相関は認められなかった。全チェンソー取扱い者でみた偏相関は、8,000 時間以上の E₄ 群に認められた相関関係とよく類似していた。

3. チェンソーによる振動障害に及ぼす年齢の影響

対象者 266 名を 40~49 歳 157 名, 50~59 歳 109 名の二群に分類し、振動障害の各障害に及ぼす年齢の影響を検討した。

まず、両群の循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状のそれぞれの障害の評点を E₁~E₄ 群の各群ごとに求め、循環障害、神経障害の年齢群別評点を Fig.3 に示した。循環障害では、E₁~E₃ の各群で 40~49 歳に比して 50~59 歳の平均評点は高得点で推移し、E₁ 群 (2,000 時間未満) では両年齢群に有意差が認められた。神経障害でも、40~49 歳および 50~59 歳の平均評点は、循環障害と同様の傾向で推移していた。循環障害、神経障害とも、年齢の影響を受けやすく、とくに振動の短時間暴露でも容易に機能低下をきたすことが示唆された。運動器障害、自律神経障害様症状はともに 50~59 歳がやや高い得点で推移していたが、TOT と評点との関係は各障害ともおおむね一致していた。

Table 4. Symptom correlations inferred from the significance of partial correlation coefficients.

Combination of symptoms	Group E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	All operators
C-S	**	**	**	**	**
S-D	—	*	**	**	**
D-G	**	—	**	*	**
S-G	**	**	—	*	**
C-D	—	—	—	—	—
C-G	—	—	—	—	—

C : circulatory disturbances, S : sensory disturbances, D : damage to muscles and joints, G : general symptoms. * $p < 0.05$, ** $p < 0.005$.

Fig. 1. Scores of circulatory disturbances, sensory disturbances, damage to muscles and joints and general symptoms (Mean ± SE). Significant differences as compared with Groups O*, E₁**, E₂***, E₃**** ($p < 0.05$).

Fig. 2. Cluster analysis by single linkage method.

一方、症状相関に対する年齢の影響を検討するため、40～49 歳、50～59 歳の年齢群別に障害相互の偏相関係数を求めたが、相関関係は両年齢群とも Table 4 の結果とおおむね一致しており、症状相関に及ぼす年齢の影響は、40 歳代と 50 歳代とではほとんどないものと考えた。

IV. 考 察

チェンソーをはじめとする局所振動暴露によって生じる振動障害の量・反応関係は、主にレイノー現象をはじ

めとする各症状と取扱い年数との関係について論じられてきたが、振動障害全体の病像に関しての報告はほとんど見当たらない。一般に、ヒトに量・反応関係を応用した場合、ある要因（量）と疾病（反応）との間の相関関係は、動物実験におけるような厳密な意味での反応曲線を得ることは期待できない¹⁸⁾。これは、人体の場合、量と反応を正しく把握することが困難な場合が多いからである。振動障害においてもその例外ではない。

振動障害における個々の振動暴露量を推定するために

Fig.3. Scores of circulatory disturbances and sensory disturbances in the age groups of 40-49 yrs and 50-59 yrs (Mean±SE). * Significant difference between the age groups of 40-49 yrs and 50-59 yrs, $p < 0.05$.

は職歴調査が最も有用であり、従来の報告の大部分は振動工具取扱年数を振動暴露量と見なしてきた。しかし、民有林で働くチェンソー取扱者の年間取扱日数および1日取扱時間には個々により大きなバラツキがあり¹⁹⁾、年数のみの評価は必ずしも振動暴露量のすぐれた指標になり難い。そこで、取扱年数、年間取扱日数、1日取扱時間、この三者の積から振動工具総取扱時間 (total operating time, TOT) を算出し、振動暴露量の指標とすることにした。また振動の特性、すなわち、取扱う振動工具によって振動障害の病像に差異をもたらすことが報告されていることから^{20,21)}、doseの質的な要因を統一するため、ここでは対象をチェンソー取扱者に限定したのである。なお、チェンソーの振動レベルは一定とみなすことにした。

一方、反応 (response) のとらえ方として、ある反応 (症候) の出現率として表現する場合と、ある検査所見の測定値として把える場合の両者があるが¹⁸⁾、これらを量的のみならず質的にも検討することによって、量・反応関係をより詳しく観察することが可能となろう。そこで、著者らの過去における量的な検討²²⁾をふまえ、本研究では、量的および質的の両面から検討を試みることにした。すなわち、振動障害の多彩な症状および検査所見を、循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状の四つの症状群に分類し、症状の軽重、検査成績の所見に応じて評点化を施し、四症状群それぞれの合計点を算出し、生体の反応の指標としたのである。

先に述べたように、個々の症状と取扱年数との関係についていくつかの報告がなされている²⁻⁹⁾。Taylor³⁾、

三浦⁶⁾、車谷ら⁹⁾は、チェンソー使用年数の増加に従い、レイノー現象の発生頻度が高くなることを報告している。松本ら²³⁾は、自覚症状47項目についてTOTとの関連性を検討し、ほとんどすべての症状がTOTが長じるに従い、その有症率が高くなることを認めており、二塚²⁴⁾も、経験年数との間に同様の傾向を認めている。本研究では、量としてTOT、反応として各障害の総合評点を用いて検討した訳である。振動障害に認められる主な症状および検査所見について、症状、所見の軽重を加味して質的な検討を行ったが、これにより、振動障害に認められる循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状はいずれもTOTとともに悪化の傾向を示し、量・反応関係が強く示されたということが出来る。

循環障害、神経障害、運動器障害はTOTに対する評点の推移から、E₁群 (2,000時間未満) に比してE₂群 (2,000~5,000時間) では悪化するが、E₃群 (5,000~8,000時間) では顕著な悪化傾向はなく、E₄群 (8,000時間以上) でE₃群に比して悪化する傾向をみた。一方、自律神経障害様症状は、E₂、E₃、E₄群と漸次悪化の傾向を示していた。

TOT 2,000時間未満では、対照群との比較から、循環障害、神経障害のみに影響が現われていると解することができる。山田²⁶⁾は、使用時間が通算1,000~1,200時間を越えると数%の者に症状が出はじめるという。また、富永²⁷⁾は、206名の空気打撃工具を取り扱う労働者の所見についてTOTとの関係を検討し、上肢のしびれ感は1,000時間、振動覚および痛覚の鈍麻はそれぞれ1,000時間、2,000時間から上昇したと報告している。

松本ら²³⁾は、振動障害に関するほとんどの自覚症状は TOT 1,000~2,500 時間の群で有意に上昇したという。著者ら²²⁾も主な症状および所見の有症率を検討したところ、上肢の筋肉痛、肩の疼痛を除いて、手指のしびれ、手、手関節、肘関節の疼痛の有症率は、ほぼ松本ら²³⁾の報告に一致していたが、有意な上昇はいずれも 2,000~5,000 時間で認めている。一方、爪圧迫後の充血時間の遅延は 2,000 時間未満、皮膚温回復率の遅延、痛覚、振動覚閾値の上昇は 2,000~5,000 時間で認めており²²⁾、チェンソー 2,000 時間未満の取扱いでは、循環機能、神経機能に影響を及ぼすが、手指に局限した自覚症状中心の段階といえることができる。

2,000~5,000 時間の取扱いでは、循環障害、神経障害が進行し、皮膚温、爪圧迫後の充血時間、痛覚および振動覚の諸検査で把えることが可能な段階であるといえよう。また、運動器障害も手指および上肢の筋肉痛、関節痛として現われはじめ、握力の低下も現われてくる。富永²⁷⁾は、1,000 時間で約 50% に運動障害を認めているが、これは、使用工具が打撃工具であるために高率であったと考えられる。また、この期に腕や体のだるさ、不眠、いらいらなど自律神経障害様症状も出現してくる。

TOT と症度との関連性に言及するならば、2,000 時間未満に出現してくる症状は、おおむね Andreeva-Galanina 分類¹⁰⁾ (以下 A・G 分類)、林災防分類¹¹⁾、高松らの分類¹²⁾に示されている病期の第 I 期の症状に類似し、2,000~5,000 時間の症状は、それぞれの第 II 期の症状に類似すると考えられる。しかし、A・G 分類の第 I 期に記載されている振動覚の低下は TOT 2,000~5,000 時間に、また、高松らの分類の第 I 期の手掌発汗は、その有症率が有意に上昇する TOT 5,000 時間以上出現する症状²²⁾ではないかと考えられる。他方、振動障害の典型症状とされるレイノー現象は、A・G 分類、林災防分類では第 III 期、高松らの分類では第 II 期に出現している。TOT 別では、レイノー現象は 1,000 時間前後で発症率が上昇するとの高松ら¹²⁾、松本ら²³⁾、富永ら²⁷⁾の報告がなされている一方、レイノー現象の潜伏時間を約 1,600 時間と推定する Turtiainen²⁸⁾の報告や、5,600±2,500 時間とする Pyykkö²⁹⁾の報告もあるが、著者は、レイノー現象の出現は、その有症率が有意に上昇する 2,000 時間前後²²⁾と考えている。

5,000~8,000 時間では、循環、神経、運動器の評点は 2,000~5,000 時間のそれに比し、増加傾向を示さなかったが、自律神経障害様症状は、漸次上昇傾向を示していた。自覚症状、諸検査の所見の有症率から²²⁾、悪化傾向を示すいくつかの症状は認められるが、全般的にこ

の段階では、各障害の悪化が顕著でなく、病像は 2,000~5,000 のそれと類似しており、諸家の分類の II~III 期の移行期に相当するものと思われる。

8,000 時間以上では、循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状の各障害の評点の顕著な上昇が認められたことから、病像の一層の悪化が示された。すなわち、症状としては、レイノー現象の頻発、強度な知覚異常、肘関節障害をはじめとする運動器障害、自律神経失調様の症状などの出現が背景としてあげられよう。8,000 時間は、仮に 1 日平均 4 時間、年間 150~200 日間チェンソーを使用すると仮定すると、10~13 年で達成する時間である。症度と取扱い時間との対応には、より厳密な検討を要しようが、おおよそ 8,000 時間までの障害は主として機能的障害が主体をなしているのに対し、8,000 時間以上の取扱いでは不可逆的な変化、すなわち器質的变化が加わってくると考えられる。諸家の分類の第 III 期以降の症状に類似すると解することができよう。

以上、振動障害の症状と TOT との関連性を述べてきたが、振動障害の病態を的確に診断するためには、dose との関連性を重視する必要があることが示された。一方、年齢の影響を検討した結果から、病像に及ぼす年齢の影響を加味して把握せねばならないことが明らかとなった。

ところで、ある疾病を考える場合、二つ以上の臓器病変をいわば横につないで病変を論ずる概念を臓器相関 (organ relationship) と呼んでいる³⁰⁾。この臓器相関とは少し趣意を異にするが、循環系、神経系、運動器系、自律神経系と多彩な症状が認められる振動障害において、その症状がそれぞれ独立して悪化していくのか、相互に関連性をもって悪化していくのか、すなわち症状相関 (symptom relationship) の立場から考案してみる必要がある。そこで著者は、チェンソー取扱い者の循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状の評点を cluster 分析したところ、循環障害と神経障害が最も関連性を持ち、かつ振動障害全体像に占める割合が大きいこと、次いでこの両障害に運動器障害、自律神経障害様症状の順で関与していることが明らかとなったのである。さらに、症状悪化の際の TOT と症状相関との関連性を検討するために、TOT 別の E₁~E₄ 群とに障害相互の偏相関を求めることにした。本障害で最も関連性の強い循環障害と神経障害の偏相関は、TOT の最も短い E₁ 群 (2,000 時間未満) から E₄ 群 (8,000 時間以上) のすべての段階で相関が認められた。高城³¹⁾は、本障害における神経障害を ischemic neuropathy と考え、Lukas³²⁾、久永³³⁾らは、振動工具取扱い者の神経伝導速

度を測定した結果から、末梢循環障害が末梢神経障害を促進すると推論している。一方、山田ら³⁴⁾は、振動の影響は初期には神経系に現われやすく、神経系と血管系との変化が混じてくるのは必ずしも一定の傾向はないとしている。著者ら²²⁾の主な所見の有症率および本研究の評点の推移から、著者はむしろ循環系の変化が先行し、次いで神経障害が現われ、TOT が長ずるとともに両者が密接に関連しながら悪化していくものと考えた。なお、自覚症状のうち、手指のしびれは循環障害、神経障害いずれにも起因する症状と考えられるため、本研究では、両障害に共に組み入れて検討したのであるが、逆に、両障害からこの症状を削除して検討しても、また、いずれか一方の障害に組み入れて検討しても、全く同様の相関関係が認められたことを付記しておきたい。

運動器障害は、2,000～5,000 時間で評点の有意な上昇を認め、さらに、2,000 時間以上の E₂, E₃, E₄ 群で神経障害との間に有意な相関が認められた。笠松ら³⁵⁾は、チェンソー取扱者群で TOT 2,500 時間前後の群で筋障害に関係した血清酵素活性の上昇を認めており、Färkkilä ら³⁶⁾は、TOT が長ずるに伴い、握力が低下することを認めたうえで、握力低下は、末梢神経障害が関与していると述べている。Lūkas³²⁾も、末梢神経障害は、末梢循環障害のみならず、筋肉、骨関節障害の関与をも受けると述べている。TOT が 2,000 時間以上になると、人体への振動伝達の減衰装置でもある手、肘、肩関節あるいはそれを取りまく軟部組織に障害が及び、一方、こうした運動器障害が末梢神経を機能的さらには器質的な障害へと導くものと考えられた。なお、循環障害と運動器障害との間にはいずれの群においても相関が認められなかったことから、両障害の悪化に際しての相互の関連性は乏しいと考えられた。

自律神経障害様症状は、自律神経障害や林業労働に伴う全身症状から構成されており、TOT とともにこれらの症状が強くなっていたが、TOT 別の各群における偏相関の結果からは、自律神経障害様症状と他の障害との関連性を明確にすることができなかった。今後、自律神経系の生体反応の捉え方を中心として検討を要するところである。

V. 結 語

チェンソー取扱者 266 名、対照者 46 名の振動障害健診検査項目を循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状に大別し、各個の諸症状および検査所見の重みづけを行ない、それぞれの障害ごとに合計 0～25 点に評点化した。一方、チェンソー取扱者 266 名を

TOT 別に E₁～E₄ 群 (2,000 時間未満, 2,000～5,000 時間, 5,000～8,000 時間, 8,000 時間以上) の四群に分けた。O 群, E₁～E₄ 群の各群ごとに各障害における評点の推移から、振動障害の量・反応関係を検討し、さらに、全チェンソー取扱者の評点の cluster 分析, E₁～E₄ 群の各群ごとに症状相互の偏相関を算出し、振動障害における症状相関をも検討した結果、次のごとき結論を得た。

1. 振動障害にみられる循環障害、神経障害、運動器障害、自律神経障害様症状は、それぞれ TOT が長くなるに従い、評点の有意な上昇がみられ、振動障害の量・反応関係が示された。
2. 振動障害の各障害が悪化していく過程において、それぞれが独立して悪化するのではなく、互いに影響を及ぼしながら悪化していく、すなわち、振動障害の症状相関が認められた。とくに、循環障害と神経障害の間に緊密な関係が存在し、神経障害と運動器障害との関連性も明らかとなった。

稿を終るに当たり、終始御指導、御校閲いただいた岩田弘敏教授に深く感謝の意を表わします。また、種々御協力いただいた教室員の方々に感謝いたします。

なお、本論文の要旨は、Third International Symposium on Hand-arm Vibration, 1981, International Symposium on the Protection of Workers against Vibration, 1982, ならびに第 55 回日本産業衛生学会, 1982, において発表した。

文 献

- 1) 日本産業衛生学会振動障害委員会：振動障害委員会報告, 1981.
- 2) Stewart, A.M. and Goda, D.F.: Vibration syndrome, Br. J. Ind. Med., 27: 19-27, 1970.
- 3) Taylor, W., Pearson, J., Kell, R.L. and Keighley, G.D.: Vibration syndrome in forestry commission chain saw operators, Br. J. Ind. Med., 28: 83-89, 1971.
- 4) 岩田弘敏, 広田昌利, 井口恒男: チェンソー使用に伴う振動障害の調査, 労働衛生, 9(2): 59-62, 1968.
- 5) 脇坂一郎, 東郷正美, 高元康子: チェンソーの使用期間とレイノー現象出現者数との関係について, 産業医学, 11: 579-583, 1969.
- 6) 三浦豊彦: 振動工具による振動障害の史的概観, 労働科学, 51: 459-478, 1975.
- 7) 二塚 信, 高松 誠, 後藤琢也: 九州の国有林における振動障害に関する疫学的研究, 産業医学, 18: 3-10, 1976.
- 8) 鈴木秀吉: 福島県下林業民間労働者の振動障害, 産業医学, 21: 442-455, 1979.
- 9) 車谷典男, 久繁哲徳, 伊木雅之, 森山忠重, 青木善也, 金 良根: 局所振動暴露量と Raynaud 現象発症率との量-反応関係の検討, 労働科学, 58: 237-244, 1982.
- 10) ア・ア・レタペータ, エ・ア・ドロギチナ 監修, エ・

- ア・ドロギチナ他著, 渡部真也監修, 伊藤史子訳: 産業における振動, 181-182, 労働科学研究所, 東京, 1975.
- 11) 林業労働災害防止協会: 民間林業における振動工具取扱者に対する健康管理区分について, 1974.
 - 12) 的場恒孝, 楠本尚夫, 高松 誠: 振動病の症度分類, 産業医学, 17: 211-214, 1975.
 - 13) Taylor, W., Pelmeur, P.L. and Pearson, J.: Raynaud's phenomenon in forestry chain saw operator, in *The Vibration Syndrome*, 123, Academic Press, London, 1974.
 - 14) 宮下和久, 潮見重毅, 笠松隆洋, 岩田弘敏: チェンソーによる振動障害の症度分類のための一考察, 産業医学, 22: 214, 1980.
 - 15) 労働省: チェンソー等の取扱い業務に係る特殊健康診断の実施手技について (基発第 622 号), 労働衛生, 15(1): 54-60, 1974.
 - 16) 岩田弘敏: 振動症候群, 147-148, 近代出版, 東京, 1978.
 - 17) 安田三郎, 海野道郎: 社会統計学, 201-223, 丸善, 東京, 1977.
 - 18) 重松逸造編: 新しい疫学の方法論, 43-48, ソフトサイエンス社, 東京, 1979.
 - 19) 宮下和久, 潮見重毅, 笠松隆洋, 岩田弘敏: チェンソー取扱い者の労働条件と振動障害, 第 54 回日本産業衛生学会講演集, 468-469, 1981.
 - 20) Kakosy, T. and Sezepesi, L.: Effects of vibration exposure on the localization of Raynaud's phenomenon in chain saw operators, *Work Environ. Health*, 10: 134-139, 1973.
 - 21) 井藤典彦, 笠松隆洋, 松本健治, 岩田弘敏: チェンソー, 打撃工具および回転工具取扱者の振動障害の比較, 産業医学, 19: 38-45, 1977.
 - 22) Miyashita, K., Shiomi, S., Itoh, N., Kasamatsu, T. and Iwata, H.: Epidemiological study of vibration syndrome in response to total hand-tool operating time, *Br. J. Ind. Med.*, 40: 92-98, 1983.
 - 23) 松本健治, 井藤典彦, 笠松隆洋, 岩田弘敏: チェンソーの総取扱い時間でみた自覚症状, 産業医学, 19: 22-28, 1977.
 - 24) 二塚 信: 振動工具使用者の自覚症状の解析, 労働の科学, 29(12): 26-31, 1974.
 - 25) 宇尾野公義: 自律神経失調と臓器症状, 自律神経失調の臨床, 37-70, 新興医学出版社, 東京, 1980.
 - 26) 山田信也: 振動障害予防の衛生的基準について, 労働の科学, 28(11): 10-15, 1973.
 - 27) 富永洋志夫: 工具別にみた振動障害, 工具振動と振動障害対策 (三浦豊彦編), 214-222, 労働科学研究所, 東京, 1982.
 - 28) Turtiainen, K.: Chain saw operators' opinions of chain saw vibration, *Work Environ. Health*, 11: 132-135, 1974.
 - 29) Pyykkö, I.: The prevalence and symptoms of traumatic vasospastic disease among lumberjacks in Finland—A field study, *Work Environ. Health*, 11: 118-131, 1974.
 - 30) 三辺 謙: 臓器相関の概念, 新内科学大系 4, 病因論 II, 189, 中山書店, 東京, 1973.
 - 31) 高城 晋: いわゆる白ろう病に関する臨床的研究, *Jpn. Circ. J.*, 32: 99-110, 1968.
 - 32) Lūkas, E.: Peripheral nervous system and hand-arm vibration exposure, in *Vibration Effects on the Hand and Arm in Industry* (edited by Brammer, A.J. & Taylor, W.), 39-43, John Wiley & Sons, New York, 1982.
 - 33) 久永 孟: 振動工具使用者の末梢神経伝導速度に関する研究, 産業医学, 24: 284-293, 1982.
 - 34) 山田信也, 高城 晋: 振動障害の諸症状の解析と早期診断, 日衛誌, 22: 230-231, 1967.
 - 35) Kasamatsu, T., Miyashita, K., Shiomi, S., Itoh, N. and Iwata, H.: Relationships among sarcoplasmic enzymes in serum muscular strength and subjective symptoms, *Wakayama Med. Rep.*, 22: 95-102, 1979.
 - 36) Färkkilä, M., Pyykkö, I., Korhonen, O. and Stark, J.: Vibration-induced decrease in the muscle force in lumberjacks, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 43: 1-9, 1980.

著者への通信先: 宮下和久, 〒640 和歌山市九番丁9番地 和歌山県立医科大学公衆衛生学教室
 Reprint requests to Department of Public Health, Wakayama Medical College, 9, Kyubanchō,
 Wakayama, 640 Japan (K. Miyashita)