原 著

振動工具使用者の末梢循環機能の推移

二 塚 信*

THE CHANGE OF PERIPHERAL CIRCULATORY FUNCTION
OF THE VIBRATING TOOL USERS

Makoto FUTATSUKA†

Six workers who had used chain-saws for about 5 to 6 years and suffered from repeated attacks of Raynaud's phenomenon were chosen and the changes of their peripheral circulatory functions, peripheral nerve functions and subjective symptoms were investigated before and after the introduction of bus service for their daily transport.

The results revealed that, though the Raynaud's phenomenon per se subsided remarkably after stopping riding bicycles to the working spot, possibly by reducing the chance of inducing the phenomenon, the peripheral circulatory and nerve functions as well as other local and general symptoms still showed a tendency to get worse.

From the data, it is suggested that the occurrence of Raynaud's phenomenon may be attributed not only to the quantity but also to the quality of the induction risk. So we should pay attention to the persistent peripheral circulatory functions, considering it as one of the important diagnostic criteria for the diagnosis of vibration hazards irrespective of the existence or absence of the Raynaud's phenomenon.

I. は じ め に

振動障害は広く白ろう病と呼びならわされているように、手指にみられるレイノー現象の特異性のゆえに世間の耳目を集めた一面があった¹⁾。しかしながら、その後の研究の進展にともなう、レイノー現象の発症の有無にかかわらず、チェーン・ソーなど振動工具使用者には、末梢循環領域のみならず、かなり中枢側にまで、機能的にも器質的にも循環障害が常在化していることが明らかにされつつある^{2,3)}。

また、他面、林業労働でのチェーン・ソー作業の場合、造船所や鉄鋼工場の場合と違って、自宅から山間辺地の作業現場まで、長距離のしかも不便な通勤が拘束され、ほかに適当な交通手段を持ちえない林業労働者は、単車による通勤を余儀なくされた。寒冷期の山間林道での単車通勤は、全身寒冷暴露と手指の円滑な血流を阻害

せしめる姿勢とによって、チェーン・ソー使用者の常在性の循環障害を背景としたレイノー現象を誘発させる恰好の機会となったことも事実である⁴⁾。

近年、振動障害に対する健康管理対策の一環という意味もあって、人員輸送車（マイクロバス）による集団通勤が広く普及しつつある。また、個人通勤の場合も、モータリゼーションの風潮のなかで、従来の単車に代わって軽四輪あるいは普通乗用車によるものが一般化しつつある。

これは、現地疫学的に、レイノー現象の全体的な検討を行なううえでまたとない機会である。すなわち、このような、直接振動工具の使用条件そのものの変更を伴わない、いわば副次的な労働条件の変貌が進行していくなかで、振動工具使用者のレイノー現象発症の様態に変化がみられるか、末梢循環機能に変化がみられるかどうかを観察し、ひいては、振動障害の病態のなかで、末梢循環機能およびレイノー現象のもつ意味と、その位置づけを検討し、若干の知見を得たので、その成績を報告する⁵⁾。

* 熊本大学医学部公衆衛生学教室（主任：野村 茂教授）

昭和48年3月7日受付

† Department of Public Health, Kumamoto University Medical School (Director: Prof. S. Nomura)

Received for publication, March 7, 1973.

Fig. 1. Regional distribution of the incidence rate of Raynaud's phenomenon among chain-saw workers in southern Kyushu district.

II. 研究 方 法

宮崎県A営林署管内のチェーン・ソー作業従事者のうち、昭和41年1月の時点で、手指のレイノー現象、しびれ感、知覚鈍麻などを認めた6名と何ら所見のない2名を対象に、単車に代わる人員輸送車導入前後の自覚症状ならびに末梢循環機能、末梢神経機能の変動を観察した。人員輸送車導入前については昭和41年1月に行ない、同42年12月の輸送車導入をはさんで、導入後については同43年4月、まったく同様の方法で再度調査を行なった。

なお、A営林署管内のレイノー現象発症率は Fig. 1のごとくで、南九州のなかでも比較的高率の発症をみている⁹⁾。

調査対象の職業歴は Table 1のごとくで、著者の2回の調査の間には特記すべき作業条件の変更は認められなかった。

調査内容は、末梢循環機能を検討するために、反応性充血現象の検討⁷⁾および手指冷却に伴う皮膚温の変動を検討した⁸⁾。また、末梢神経機能については、一般胸腹部の診察、神経学的臨床検査ならびに四肢末梢の痛覚・振動覚閾値を検討した⁹⁾。

III. 研究 成 績

人員輸送車の導入前後の自覚症状の変化は Table 2の

Table 1. Occupational history of the male chain-saw cutters investigated.

Subject	Age	Begin of chain-saw operation	Experience of chain-saw operation
A	51	1961.5	5 years
B	48	1960.5	6
C	40	1960.5	6
D	53	1961.5	5
E	54	1960.5	6
F	41	1960.5	6
G	35	1961.5	5
H	33	1960.5	6

ごとくである。すなわち、導入後においては、レイノー現象有症者6名のうち、レイノー現象の消失をみたもの3名、その発症様態が軽快（範囲の狭小化と頻度の低下）に傾いたもの2名と、レイノー現象そのものの消褪化の傾向は顕著なものがある。他方、手指のしびれ感などの知覚異常は、消失したもの1名、軽快したもの2名であるのに対して、増悪したもの3名、さらに比較対照者にも1名発症をみている。また、手指や上肢の疼痛は、消失したもの1名、軽快したもの1名、変わらないもの3名、増悪したもの1名と、神経・筋症状は必ずしも軽快していない。

次に、手指冷却に伴う皮膚温の変動は Table 3のごとくで、手指冷却時の寒冷血管拡張反応 (cold dilatation)、冷却時後半5分間の平均皮膚温、冷却直後の皮膚温の上昇傾向（皮膚温回復能）のいずれの指標も全体としてはすべて増悪の傾向を示している。

昭和41年1月の時点では、自覚的にはレイノー現象が頻発するにもかかわらず、他覚的には、寒冷血管拡張反応が不明瞭ながら一応は認められるものや、平均皮膚温が9~10°Cと末梢循環障害の程度は軽いとみなされるものも若干認められた。しかし、43年4月では、逆に、レイノー現象そのものは消失ないし軽快しているにもかかわらず、他覚的には、とくに Magos らが職業性レイノー症候群解明の糸口にもなりうるのではないかと注目している⁹⁾寒冷血管拡張反応が対象全員に消失し、平均皮膚温も一例を除いては2~3°Cの明瞭な低下を示した。以上の成績は、いずれも、末梢循環障害の程度が、むしろ中等度ないし高度に進行していることを示唆している。もっとも、皮膚温回復能のみは、レイノー現象の消失をみた3例のうち2例に上昇を認めた。この2例は、昭和41年1月には、レイノー現象が頻発するにもかかわらず

Table 2. Changes of subjective symptoms before and after the introduction of bus transport.

	A	B	C	D	E	F	G	H
First appearance of Raynaud's P.	1963. 10	1962. 12	1963. 10	1963. 11	1962. 11	1963. 10	—	—
Years of experience before the first appearance of Raynaud's P.	2y. 5m.	2. 7	3. 5	2. 6	2. 6	3. 5	—	—
Duration from the first appearance of Raynaud's P. to the present.	2y. 3m.	3. 1	2. 3	2. 2	3. 2	2. 3	—	—
Raynaud's Phenomenon	◎ ◎	◎ ○	◎ ○	◎ ×	◎ ×	◎ ×	× ×	× ×
Sensory disturbances	○ ◎	○ ◎	◎ ○	○ ×	◎ ○	○ ◎	× ○	× ×
Pain (finger, hand)	◎ ◎	○ ◎	◎ ○	○ ×	◎ ◎	◎ ◎	× ×	× ×
Other findings	palpitation flushed face shortness of breath	night-sweat swelling of face and hand fatigue of arms while lying in bed			take cold frequently, sleeplessness, tinnitus	sleeplessness, headache, head retraction	stiffness of shoulder	

severe ◎, moderate ○, normal × (left columns: Jan., 1966, right: Apr., 1968)

Table 3. Changes of physiological findings before and after the introduction of bus transport.

		A	B	C	D	E	F	G	H
Digital Circulation	reactive hypermia	— —	± ±	— —	± ±	± ±	± —	+ ±	+ +
	CIVD	— —	± —	± —	+ —	± —	+ —	++ —	+ +
	average skin temperature (6'-10')	9.2 7.0	7.5 9.1	8.8 6.7	9.9 7.3	10.3 10.0	10.0 7.7	13.3 9.4	11.5 11.3
	recovery activity of skin temperature	2.8 2.2	4.1 3.5	2.6 2.6	2.0 2.9	1.7 3.0	4.4 2.8	3.9 2.8	3.5 3.6
Threshold of pain sensation		0 10.0	4.0 10.0	0 10.0	0 2.0	0 2.0	0 2.0	0.5 1.0	0 1.0

left columns: Jan., 1966, right: Apr., 1968.

らず、皮膚温回復能の顕著な低下を除いては、他の指標はいずれも他に比し軽症の例である。かかる意味において、皮膚温回復能の生理的意義は、レイノー現象の発現機序を支配する生理的要因と直接関連があり、他の末梢循環指標とはやや異なる意味を持つことが考えられる。ちなみに、レイノー現象が消失したものと比較対照者の

導入後における手指冷却に伴う皮膚温の変動はFig. 2のごとくである。この2例は、いずれも、自覚的にはレイノー現象の発症をみないものであるが、冷却中および冷却後の皮膚温のレベルが明らかに異なっていることを示している。調査対象の人員輸送車導入前後の平均皮膚温の変動はFig. 3のごとくで、程度の差はあれ、対照も含め

Fig. 2. Changes of skin temperature during immersion of the hand in the cold water. (Apr., 1968)

Fig. 3. Changes of skin temperature and the introduction of a transport bus.

Fig. 4. Change of sensory threshold of pain by the introduction of a transport bus.

て、自覚症状の有無にかかわらず、いずれも低下の傾向を明瞭に示している。

また、手指末梢における痛覚閾値の変動は Fig 4. のごとくで、昭和43年4月には、対照も含めて全員に閾値の上昇がみられる。閾値上昇の程度は、レイノー現象が消失したものと比較対照者はほぼ同程度で、いずれも比較的小さい。これに対して、レイノー現象発症が軽快したもの、変わらないものはいずれも顕著な鈍麻の傾向を示した。

このような末梢知覚障害の経過は、レイノー現象発症の推移とは直接関連なく進展しつつあり、その程度はむしろ末梢循環障害のそれよりも大きなものがある。これらの成績は著者がすでに報告したごとく^{10,11)}、一般的に両者は相並行しながら進展しつつ、末梢循環障害の進行が先行し、回復過程においても、末梢神経障害の軽快が遅延するという傾向を prospective に示唆したものと興味深い。

いずれにしても、程度の差はあれ、自覚的なレイノー現象発症の有無にかかわらず、2年余のチェーン・ソー使用の蓄積のなかで、末梢神経障害と末梢循環障害とは相並行して進行しつつあることを示している。

さらに、Table 2, 3 のごとく、レイノー現象の消褪に

伴って、自覚的には神経・筋症状が軽快した若干のものにも、むしろ、他覚的には末梢知覚閾値が上昇していることは注目すべき所見である。

IV. 考 察

Loriga の報告¹²⁾ 以来、振動工具の使用に基因する振動障害の診断は、レイノー現象の発症を最終的なよりどころにしてきた。それは、レイノー現象というきわめて特異的な現象をごく容易に客観的に確認できるために、振動障害患者を早期に発見して健康管理の対象とするためにも、振動障害の研究を推進するうえでの対象選定の振標としても、それなりの意義はもっていたといわなければならない。しかしながら、他面、職業性レイノー症候群をレイノー病とは区別して、二次性の疾患の範疇に位置づけられているごとく¹³⁾、レイノー現象のほかに局所振動の影響が当然のことながら考慮されなければならない¹⁴⁾。しかしながら、産業医学の実践の場で、レイノー現象と振動障害としての末梢循環障害の関係が必ずしも明確にされているとはいえない。

著者は、振動工具自体の使用条件はほとんど変更されることなく、振動工具使用者の通勤形態が單車から人員輸送車によるものにきりかえられた機会をとらえて、レ

イノー現象発症の消長と末梢循環機能、末梢神経機能の消長とを疫学的に把握し、両者の関連性を検討すべく本調査を企画した。

ここで問題にしたのは、第一に振動工具による末梢循環障害のすべての側面が現象的にもレイノー現象として集約しえるかということであり、第二に診断学的にみた場合のレイノー現象の意義と限界とを明らかにすることであった。

振動工具使用者で、レイノー現象を有するものには、すでに Junghaus や Mills のごとく、Biopsy の所見から器質的な障害を認めた報告¹⁵⁾、Ashe のごとく血管造影なども試みて機能的な障害を認めた報告³⁾ など、多くの業績が積み重ねられている¹⁶⁾。しかしながら、病像を検討するに当たって、他の職業のものと林業労働者の差異、林業労働者のうち振動工具使用者と非使用者の差異、振動工具使用者のうちレイノー現象有症者と無症者の差異を検討するといった系統的な詰めができていないために、振動工具による末梢循環障害のすべての側面をレイノー現象として集約することは当を得ないという基本的理解には立っているようにみえるが、レイノー現象とこれら病態との直接的な関連について触れることは比較的少なかったように思われる。

すでに触れたごとく、振動工具を使用しているかぎり、単車走行という恰好の誘発機会を失ったことによってみられたレイノー現象の消褪化とはまったく無関係に、末梢循環障害、さらには末梢神経障害ともに一定の進行がみられた。ここに、レイノー現象の消長と末梢循環障害の消長とがまったく相反することもありうることが現地疫学的に確認された。

これらの成績は、レイノー現象が現象論的には振動障害の一面を的確に表現してはいるものの、振動工具の使用による末梢循環障害の病態そのものとは一義的には結びつかないこと、少なくともレイノー現象は総体としての末梢循環障害の部分的な側面ではないかと考えられる。振動障害患者にみられるレイノー現象は、常在性の末梢循環障害を基礎に、ある種の誘発機会をひきがねとして、かなり偶発的に発生する現象とみなされる¹⁷⁾。レイノー現象発症の様態は、Table 2 のごとく、末梢循環の程度が少なくともある一定のレベルにとどまっている場合には、もっぱら、ひきがねとしての誘発機会に遭遇するレベルに規定されているということができる。本研究においても、B 例や C 例は、いずれも末梢循環機能は増悪の傾向を示した例であるが、単車に乗らなくなってレイノー現象発症の頻度は著しく減じたが、冬季、みぞ

れの中での作業あいまの休憩時などにはレイノー現象の発現をみると述べている。

かかる意味において、レイノー現象の持つ診断学的な意味はおのずから明らかである。すでに報告されたごとく、レイノー現象を認めるものは少なくとも振動障害患者とみなすことができるが、逆に、レイノー現象を認めないもののなかにも、振動工具の使用によって末梢循環障害をきたしたものが少なからず存在することを示唆しており¹⁸⁾、レイノー現象を確認することは、振動障害を診断するに当たって、十分条件ではあっても、必要条件ではありえないと考えられる¹⁹⁾。

ことに近年、単車にかわって、マイクロバスあるいは乗用車による通勤が一般化しつつあり、チェーン・ソー使用条件の変化ともあいまって、表面的にはレイノー現象を訴えるものの数は減少しつつあるかのごとくである。レイノー現象の確認による患者の診断では、その限界があることはすでにくり返し述べたが、レイノー現象以外の訴えの増加ともあいまって、現実の振動障害の実態との間のギャップはむしろ大きくなりつつあると思われる。したがって、振動障害患者としての健康管理を受けるべくして受けえない作業者の層が大きくなる可能性のあることを指摘したい。すでに、著者らは、昭和46年から47年にかけての南九州における調査のなかで、かかる事実が広く存在することを痛感した²⁰⁾。

かかる意味において、一応、レイノー現象発症の有無とは無関係に、振動工具使用者の末梢循環機能の特性を再検討し、レイノー現象との関連、その他の機能との関連を吟味する必要があると考える。

V. 結 語

振動工具（チェーン・ソー）を5～6年にわたって使用し、レイノー現象の頻発をみていた6名の作業者について、人員輸送車導入前後のレイノー現象その他の自覚症状および末梢循環機能、末梢神経機能の推移を検討した。その結果、単車による通勤を中止したことによって、レイノー現象の発症そのものは著しい消褪をみたにもかかわらず、その他の局所的、全身的症状や末梢循環機能、末梢神経機能はいずれも増悪の傾向を示した。以上の成績から、レイノー現象発症の程度は、ある一定の生体レベルにおいては、発症誘発の機会への暴露の程度に規定されること、したがって、振動障害の診断に当たっては、レイノー現象発症の確認を必要条件とすることは著しく疑問であることが指摘できる。すなわち、レイノー現象の有無によって振動障害患者をスクリーニング

することは危険であるといわなければならない。

かかる意味において、広く、振動工具使用者の末梢循環機能の特性を把握し、レイノー現象との関連、その他の機能との関連を再検討する必要がある。

最後に、このような成績が、林業労働者の單車通勤から人員輸送車通勤へのきりかえの積極的意義をそこなうものではないことを強調したい。すでに述べたごとく、單車通勤によって惹起される多くの悪条件を断つことは振動障害発生予防にとっても重要な意味があり、すでに外国でも、わが国の国有林でも振動障害に対する健康管理対策の一環として、人員輸送車による通勤が普及しつつある²¹⁾。ただし、そのことによって、すでに詳述したごとく、レイノー現象の誘発が減じたことをもって、振動障害自体が軽快したとみるのは誤りで、むしろ、常在性の諸々の障害を系統的・持続的な健康診断で早期に発見し、早期に健康管理をすることの重要性がますます増大したとみるべきである。なぜならば、このような対策が講じられないかぎり、むしろ、著者の経験した症例のごとく、レイノー現象を発症しないがゆえの潜在化の傾向がより大きくなる可能性が強いことを強調したい。

稿を終えるに当たり、ご指導をいただいた野村 茂教授、高松 誠教授に感謝の意を表します。また、本研究に際して、共同して調査に当たっていただいた前田 寛先生、上田忠子先生にお礼申し上げます。さらに、本研究に多大のご協力をいただいた熊本営林局の関係各位に厚くお礼申し上げます。

本論文の要旨は、昭和45年4月、徳島市における第43回日本産業医学会総会にて発表した。

文 献

- 1) 山田信也：山林労働と白ろう病，社会医学双書 I, 161～205, 光生館, 1967.
- 2) 渡部真也：振動工具使用者の手の血管の反応性，産業医学, 10(4): 98, 1968.
- 3) Ashe, W. F. et al.: Raynaud's phenomenon of occupational origin, Arch. Environmental Health, 9: 425～433, 1964.
- 4) 山田信也：白ろう病撲滅のたたかひにとりくんで，医学評論, 30: 1～19, 1966.
- 5) 二塚 信，他：振動障害患者の末梢循環機能について，第43回日本産業医学会総会講演集, 441, 1970.
- 6) 二塚 信：Chain Saw による振動障害に関する研究，熊本医学会誌, 43(6): 467～524, 1969.
- 7) 志場正光：末梢循環障害の診断，最新医学, 181: 1374～1385, 1961.
- 8) 本田西男：皮膚血流の指標としての意義，呼吸と循環, 12(2): 897～904, 1964.
- 9) Magos, L. et al.: Cold dilatation and Raynaud's phenomenon, Arch. Environment. Health, 7(4): 402, 1963.
- 10) 二塚 信，他：局所振動の生体作用について，第44回日本産業医学会総会講演集, 116, 1971.
- 11) 高松 誠，二塚 信：全身性疾患としての白ろう病，労働科学, 24(8): 10～16, 1969.
- 12) Loriga, G.: Il lavoro coi martelli pneumatici, Boll. Ispett. Lavoro, 2: 35, 1911; 6: 524, 1913.
- 13) 砂田輝武：レイノー症候群，最新医学, 181: 1450～1456, 1961.
- 14) 三浦豊彦，他：局所振動障害としての職業レイノー症候群，労働科学, 42(11): 725～747, 1966.
- 15) Gurdjian, E. S. et al.: Traumatic vasospastic disease of the hand (white fingers), J. A. M. A., 129(10): 668～672, 1945.
- 16) 高松 誠，渡部真也：振動障害，職業病とその対策, 511～560, 興生社, 1969.
- 17) 鈴木継美：気温と白指発作との関係，産業医学, 12(5): 3～5, 1970.
- 18) 山田信也：振動障害の経過，労働科学, 24(8): 17～26, 1969.
- 19) 三浦豊彦，二塚 信，他：振動工具による振動障害の診断について，労働科学, 46(7): 399～421, 1970.
- 20) 二塚 信，後藤琢也，他：振動工具使用者の末梢循環機能について，(未発表資料), 1972.
- 21) 渡部真也，山田信也：ソ連林業における振動病の対策と研究，三孔社，東京，1972.