

森林作業の労働負担に関する研究

井上公雄

# 森林作業の労働負担に関する研究

井上 公基

# 森林作業の労働負担に関する研究

## 目次

目次	1
第1章 序章	3
第1節 はじめに	3
第2節 既往の研究	11
第3節 本研究の目的	16
第4節 本研究の概要	18
第II章 研究方法	22
第1節 概説	22
第2節 森林作業における労働負担測定項目	23
1. 自覚症状しらべ	23
2. 心拍数調査	25
3. フリッカー(CFF)検査	25
4. 集中維持機能(TAF)検査	26
5. 作業姿勢調査	26
6. 副次行動調査	26
7. ストレス感調査ならびに身体疲労部位調査	27
第III章 従来型の森林作業の労働負担	31
第1節 森林作業の種類と作業意識	31
1. 作業種類別作業意識	32
2. 作業意識と疲労感	37
第2節 チェーンソー作業の特性	39
1. チェーンソーによる森林作業	39
2. チェーンソー作業における林内傾斜ならびに重量と労働負担	42
3. チェーンソーの作業高さと労働負担	59
第3節 作業姿勢と労働負担	64
1. 調査方法	65
2. 調査結果	67
3. 考察	74
第4節 女性森林作業者の労働負担	77
1. 調査方法	78
2. 調査結果	79
3. 考察	82
第IV章 運転を伴う作業の労働負担	85
第1節 運転を主とした作業の労働負担	85
1. 調査方法	85
2. 調査結果および考察	86
第2節 運転作業の要素作業	90

1. ハーベスタ運転	91
2. タワーヤード操作	97
3. スキッド運転作業	103
4. 結果および考察	105
第3節 要素作業パターンと労働負担	107
第V章 高性能林業機械オペレータの労働負担	113
第1節 概説	113
第2節 調査方法	114
1. 調査作業および被験者	114
2. 調査項目	115
第3節 調査結果および考察	116
1. 各作業の作業時間観測	116
2. 心拍数	118
3. 疲労自覚症状	118
4. 身体疲労部位	120
5. ストレス	123
第4節 高性能林業機械作業者の労働負担	125
1. 高性能林業機械	125
2. チェーンソー作業者と高性能林業機械作業者の疲労感	126
3. 高性能林業機械の操作性と作業現場	128
4. 機械化に伴う作業組織の変化	130
5. 休憩のとり方	132
6. 作業強度と作業特性	133
7. 精神的負担からの作業特性	135
第5節 雇用形態の違いによる労働負担	136
1. 調査方法	136
2. 結果および考察	137
第VI章 森林作業の新たな労働負担評価法	148
第1節 概説	148
第2節 身体的負担と心拍数	149
第3節 精神的負担とストレス値	154
第4節 労働負担評価法	156
第5節 新たな評価法による労働負担評価	159
第VII章 終章	164
第1節 森林作業と労務管理	164
第2節 森林作業の形態と労働負担	165
第3節 労働負担軽減のための改善策	167
第4節 結論	169
摘要	175
謝辞	179
引用文献	180



## 第 I 章 序論

### 第 1 節 はじめに

わが国の林業を取り巻く情勢は、林業従事者の減少と高齢化、国産材価格の低迷、労働生産性の向上の立ち遅れ、伐出経費や造林経費などの経営コストの増大などから厳しい情勢が続いている。森林作業は、取り扱う対象物が大きく重い上に、複雑な地形上に広範囲にわたるために特に集材作業には困難が伴い、この作業における機械化が叫ばれて久しいが長い間成果は遅々としてあがらなかった。こうした中で最近、伐出コストの低減や林業労働力不足の解消などを目的としたフェラバンチャー、ハーベスタ、プロセッサ、フォーワーダ、タワーヤード、スキッドなどの高性能林業機械が導入され、その成果を着実にあげようとしていることも事実である。初期の森林作業における機械化は、集材作業部門に対して集材機の導入による生産効率の向上が主体であった。以後幾多の機械化がなされたものの、伐木造材作業部門への手持ち工具による半機械化の状態で、長い間森林作業が実施されてきた。したがって森林作業は、作業の大半が人力作業を伴い、森林作業による労働負担は自ずと肉体労働負担が主流を占めていた。しかし、森林作業の中で最も機械化が必要な伐木集運材作業部門に対する機械化の抜本的改革がなされ、最近では、高性能林業機械による作業体系がほぼ出来上がってきており、これら作業から生ずる労働負担の様相は、精神的な労働負担を伴うものへと変質してきた。

森林作業とは、森林を有効に利用しようとする際に人間が森林に

対し、何らかの働きかけをしようとするが、その時の人間と森林との関係が出発点となる。この働きかけとは、人々が森林に入り込み、衣食住に関する糧を得ようと試みる採取を目的としたものである。その後、効率の良い方法として道具を使用した木材の採取へと発展し、さらにその道具が機械化へと進展したものである。したがって、つい最近までの森林作業は、図1-1に示すように森林作業者が機械や道具を用い、森林作業へのアプローチを行っていたものである。

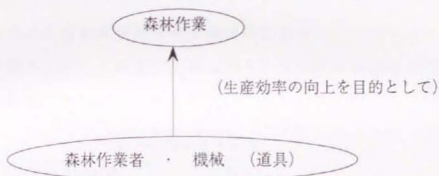


図1-1.森林作業へのアプローチ

このように初期の機械導入の時代においては、一方的に機械に頼ろうとしたいわば生産効率の向上を目指したものであった。しかし一方では、これまでの作業に比べ格段の作業効率が得られることにより、作業者に対して作業環境を考慮したきめ細かい対策は実施されていなかったために、作業者の職業病となって社会問題にまで発展したことは記憶に新しいことである。したがって森林作業者を主体とした森林作業を展開することに心がけ、森林作業者への労働負担を考慮した森林作業システムの構築が必要となる。すなわち図1-2に示すように森林作業者が機械を用いて森林作業システムへアプローチしようとする場合には、労働科学的、人間工学的手法等によ

って、より労働負担、労働災害の少ない森林作業システムを構築することが重要となる。本図の中で森林作業者が森林作業にアプローチをしようとする場合、林道など整備基盤を前提とすることは言うまでもなく、森林作業者が快適に作業が出来る条件として作業方法、作業量、作業環境などについて最適性を追求しようとする労働の科学的手法を用いることが必要となる。また、森林作業者の機械へのアプローチに際しては、人間の形態的・生理的・心理的特性に適合出来るような人間と機械との融合を考えた無理のない、しかも安全な作業環境で森林作業が可能な機械の開発またはそのソフト面での研究を取り入れた人間工学的側面からの問題解決が必要となるものと思われる。

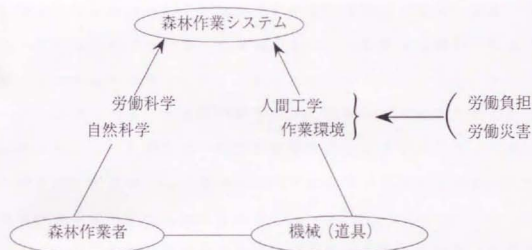


図1-2.労働負担を考慮した森林作業システムへのアプローチ

森林と人間との関係が徐々に変化しようとしている現在において、この問題解決のために森林作業における機械化が多様に変化を遂げようとしており、機械化そのものの進化が大幅に進もうとしている。機械化の目的自身もこれまでのような労働強度の軽減や生産コスト

の低減だけでなく、同時に森林が公共財としての環境機能の発揮面からも大いに期待されるところである。森林作業そのものが変化しようとしている現在、作業負荷に対する労働負担の適切な評価を行うことが必要となり、同時に労働災害をどのように防ぐかが今後さらに重要な問題となる。

労働負担に関して小木(45)は、労働負担とは労働者が労働力を行使して使用者と約束された就労をしていく過程で、労働者が負うところの身体的な、あるいは精神的な、あるいは身体的・精神的両面での重荷であるとしている。

森林作業者は、森林作業環境や使用機械あるいは作業強度や職場の人間関係などの直接的な関わりと、また一方では、本人を取り巻く社会的背景要因としての雇い主の経営管理指向や政治・経済・文化・歴史などによる利潤、企業成長といった間接的な関わりにより何らかの負担を受けており、これらが増加するにしたがい、モチベーションやパフォーマンスの低下などの労働負担や疲労を感じるようになる。この労働負担や疲労が蓄積されると過労となり、欠勤や労働災害を引き起こし、さらにこれが悪化すると機能障害としての健康破綻や職業病へと進展していく。

このような労働負担や疲労の進行段階の一次的異常現象（急性疲労と呼ぶこともある）は、作業行動の乱れとして、パフォーマンスの低下、副次行動出現頻度の増加、不注意現象の多発、生理学的諸機能の失調として、大脳皮質活動水準の低下、筋力の低下、聴力の低下、視認力の低下、汗の分泌異常となる。さらに自覚的变化として頭痛・イライラ感などで代表される各種疲労自覚症状の訴え、作業意欲の低下などがあげられる。また二次的異常現象（亜急性疲労）

としては、欠勤、労働災害、睡眠障害、情緒不安となり、これが末期異常現象（慢性疲労）に至っては、レーノー現象、末梢血管障害、局所の筋肉・末梢神経障害、骨・関節の異常、職業性難視などの職業病へと進展するとしている（46）。

労働負担や疲労には身体的負担、精神的負担、身体的・精神的両者の混在した負担の3つのタイプがある。身体的負担を評価する方法は、エネルギー代謝率（以下R.M.R.と呼ぶ）や心拍数が代表的なものであるが、森林作業の質的变化に対して、労働負担の様相も変化してきており、これらを評価する方法を検討する必要がある。最近の労働負担の特質としては、作業方法の変化に伴う単位作業毎の負荷の性質変化が取り上げられるようになってきている。この理由としては、エネルギー強度の大きい肉体型作業からストレスを伴う精神型作業への変化、熟練に年月のかかる知覚運動技能型の作業から単純・反復の容易な作業への変化、またそれに伴う反復運動や固定姿勢さらに視覚面の負荷、ならびに精神ストレスの増大などがあげられる。これらの労働負担は先にも述べたとおり、次の段階として過労、欠勤、さらには林業労働災害を招く結果となる。

1980年以降わが国の林業における年次別死傷者数の推移は図1-3に示すとおりである。

図が示すとおり死傷者数は、年々着実に減少を続けており、平成5年度は、死亡者63名、死傷者431人となっている。林業の作業別死亡災害発生件数の主な作業は、伐木造材作業33人（49.3%）、集運材作業17人（25.4%）、造材作業10人（14.9%）の順となっており、伐木造材に関する作業中の死亡例が75%と高い。機械化の目的の一つとしては、労働災害を減少させることが挙げられ、特に最近では、

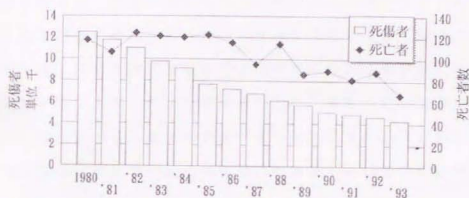


図1-3. 林業における年別死傷者数

高性能林業機械の普及に伴い、木材生産事業は、労働の省力化、さらに労働強度の軽減などにより労働生産性は向上し、機械化の成果は着実に現れている。機械化に伴う労働災害の内訳は図1-4に示すとおりである。本図は、最近の伐木集材作業における死亡災害割合の推移を作業種類別にまとめたものである。この図からもわかるとおり、最近では特に集材機作業時の死亡災害割合が減少している反面、伐倒作業ならびに車両系作業による死亡災害が増加傾向にある。

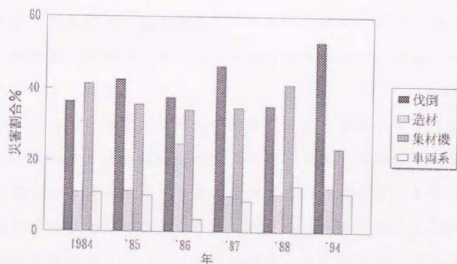


図1-4. 伐木集材作業における死亡災害割合の推移



伐倒作業は、作業箇所の足場や傾斜などの作業条件が悪いことから、ある程度の機械が導入されようとしてはいるが、現在のところ作業方法、作業手順などは人力主導型に近い場合が多い。一方最近の集材方法は、従来の集材架線に代わり、車両系による集材が増加していることから、集材機集材作業での死亡災害割合が減少し、逆に車両系集材作業での死亡災害割合が増加していることが特徴の一つである。

最近の高性能林業機械を中心とする機械の開発・導入には苦しいものがあり、労働災害件数そのものは減少してきたが、機械の運転および操作に伴う新たな労働災害の発生も指摘されており、森林作業の変化と労働災害との関係も見逃せず、労働災害に至る前兆としての労働負担そのものをあらためて見直す必要がある。

森林作業では、作業者と機械や諸環境との関係をそれぞれの特徴を生かしながら調和させることが望まれ、それによって作業による労働負担を軽減し、人間を中心とした作業の快適さ、機械の使いやすさ、事故や労働災害の防止、労働負担の軽減を図ることが直接生産効率を高めるためにも必要なこととなる。特に、若手労働力が減少し、作業者の高齢化が進んでいる現在の状況においては、以前にも増して重要な課題となる。

これまでの森林作業における労働負担の評価手法としては、主にR.M.R.や心拍数、呼吸数が使われていた。これらの評価手法はいずれも作業によるエネルギーの消費、作業者の心血管系を中心とした循環器系の変化をとらえようとしたものであり、森林作業が筋肉を使った重筋作業であることから評価項目として選択されたものである。しかしながら、最近の機械の改良や自動化によって、作業形

態は重筋作業といった肉体を酷使するものから、機械の操作をはじめとする頭脳や眼や耳などの感覚器を強く使う精神作業や神経的な作業の占める割合が徐々に増加している。精神的な作業においてはエネルギーの消費量がほとんど増えないために、肉体作業評価に用いられるエネルギー消費量や心拍数による作業強度の評価は無理である。

これまでの研究対象は、機械が現在のように改良される以前に行われたものが大部分を占めており、その評価手法は森林作業の機械化に対応したものではなく、機械化、省人化、自動化が著しい今日の森林作業には充分に対応できないと考えられる。したがって、森林作業においては今後の作業形態の変化に対応した労働負担の新たな評価手法の確立が必要となる。

このような森林作業の機械化や高性能林業機械の導入により、作業方法や作業システムが変化していくものと考えられる。その結果、作業者の身体負担はさらに軽減されるものと考えられるが、逆に精神的な労働負担が増加することも当然予想され、作業環境の変化に応じた労働負担の評価を行うことの重要性が増すものと考えられる。また、国有林で行われてきた時間分析とエネルギー代謝をもとにして算出した作業出来高の決定方法も、機械化作業が少なく大部分が重筋作業であった当時にはこれで差し支えなかったであろうが、精神負担の割合が多い各種機械作業のオペレータの数が増加している今日としては、新しい労働負担評価法による見直しを行い、重筋作業との間の均衡をはかることが必要である。森林作業における労働災害は、作業による負荷の増大や疲労症状と大きく関わりを持っており、作業システムの変化に応じた作業負荷を正しく評価すること

が、労働災害を防止することに役立つものと思われる。

したがって、本論文は、従来からの半機械化作業から運搬作業へ、さらに高性能林業機械作業などと作業形態の変化に伴う作業に対して、労働負担の質的变化をとらえ、評価を行うことに主眼を置き、機械化作業の進歩に伴う労働負担の変化を従来からの評価法に加え、精神的負担を考慮した労働負担評価法を検討した。特に森林作業は変化に富んだ自然条件の中での作業となり、産業医学など他の分野で取り扱う現場と異なり、野外での測定が主となっており、現場を主体としたデータを元に解析を行ったことが本論文の一つの特色である。機械化ならびに機械化作業システムに対応する作業の労働負担評価などに対し、機械化と労働負担との関係、今後の作業改善などについて考察を行うことを目的としたものである。

## 第2節 既往の研究

これまでに行われた森林作業による作業負荷と労働負担との関係について調査した例は多数発表されている。

藤井等(2,3,4,5,6)は、チェーンソーによる伐木造材作業やチェーンソー運搬作業は、作業者の負担が高いことを指摘し、森林内での作業や歩行移動が平坦地に比べて著しく負担が大であるとした。また作業者は森林内で騒音が高く、重い機械を持って無理な姿勢で作業を行ったり、歩行移動したりすることは出来るだけ避けなければならないと指摘している。さらに現在行われている森林作業の状況から考慮すると林分内での実施作業を極力少なくし、より足場の良い林道端ないし土場に集中させることが、作業者の負担を軽減する

方策であるとしている。

また、チェーンソー重量と労働負担との関係については、作業者の心拍数水準から考えて、チェーンソー重量は7kg以下であることが好ましく、少なくとも11kg以下でありたいとし、運搬作業に影響を与える主たる因子は、路面の状態、運搬速度、運搬方法であることも指摘している。

しかし、チェーンソーを使用して作業を行っている限りにおいては、たとえチェーンソーの重量が軽減されたり、また運搬方法を変えたとしても伐木造材作業における作業者の負担は依然としてかなり高く、根本的な負担の軽減とはならない。そこで抜本的な対策として、森林作業にあって作業者は機械に乗り込み、それを運転しつつ林内を移動し、ボタンやレバー操作で間接的に作業を行うことが望ましいと指摘し、チェーンソーに替わる機械化の必要を提案している。

作業における心拍数を労働負担の指標として用いる場合や安静時心拍数の設定については、心拍増加率で示すより心拍増加数で示す方がより適切であるとし、作業者の安静時の心拍数を指標の基準値に用いる代わりに、ごく軽い単純作業時の心拍数を基準値に用いて心拍増加数で示すことを提唱している。

一方、今富等(16)は、地表部の凹凸部により心拍数が増加することとはトラクタの傾きや地面に叩きつけられる際の加速度の変化に、関係があると述べている。

林業労働におけるフリッカー値について調査したものとして豊川等(53)は、伐出作業を対象とし、精神的負担評価に用いられるフリッカー値により、その変動要因として作業日、組人員の違いによる

有意差があったとした。

また、R.M.R.について調査したものとしては、藤林等(9)は、チェーンソー重量、傾斜、切削速度よりR.M.R.を求める回帰式を提示している。使用不慣れの影響によりR.M.R.が高くなること、伐出作業における勤務時間に占める余裕率は実働時間平均R.M.R.と相関が高いこと、また余裕時間は作業強度と関係が深いこと、集団を構成する作業者の労働負担は従事する仕事の内容によって変わることなどにより、労働負担を問題にする場合にR.M.R.だけでは判断出来ないとした石井(29,30)の報告もある。

石井や岩川(31,35)は、トラクタ運材における運転手の労働負担は、労働の場における多くの環境因子となる振動、騒音の暴露状態、トラクタの機械的構造からくる座席の適否、操作レバーの操作性、座席と操作レバーのレイアウトおよび外部可視範囲と運転動作、さらには自然条件や運材路面状況、そして総合的にみた1日の労働時間とその労働強度などが労働負担へ影響を及ぼすとしている。

騒音と心拍数との関連を調査したものとして藤井(7,8)は、騒音レベルを30秒毎に下げて行く場合、低レベルのアイドリング時に心拍数が増加し、負の相関を示すと同時に、騒音レベルを上げていくと著しく心拍数が増加するとした。騒音レベルを上げていく場合と下げていく場合とでは状態が異なり、暴露間隔が短いほど、両者の相関は高いが、応答の仕方には個人差があることを推察した。

スペクトル解析法振動と心拍数間においても同作業サイクルに対応する相関のあることが推察され、周波数対応関数によると、再振動間では、全般的にみて良い線形的対応を示したが、振動と心拍数との間では作業サイクルなどの周波数域を除いて対応はあまり良く

なかった。スペクトル解析法は、トラクタ作業のような精神的負担の大きい作業の特性を示すのには有効な手法であるとしている。

経済効率の面から負担をとらえたものとして岩川(36)は、心拍数の増加を抑える方向、つまり快適性の方向に作業の重点を移していく立場をとるとき、ある程度経済性がおさえられることになり、人間性と経済性の両者のバランスが必要となると述べている。

Kaminsky(10)は、歩行と心拍数との関連については、重量 9~11 kg のチェーンソーをもった歩行 (4.5 km/h) においては、心拍数が 13% 増加し、重量 15~17 kg のチェーンソーをもった歩行 (4.5 km/h) においては、心拍数が 53% 増加し、心拍数が著しく増加しはじめる境界の重量は 11 kg であるとした。

歩行と R.M.R. との関連について、岩川(37)は労働の身体的な負担の変化として、重量 11.3 kg 内外のチェーンソーで、R.M.R. が 6~10 程度になり、心拍数は、チェーンソーの回転数が小さいほど多くなる。回転数が下がることは、圧着力を大きくすることになり、腕力などによる負荷を大きくするための努力が必要となり、低い回転数領域で一定に保とうとする努力や圧着力の増大に伴い、ハンドルバーを強く保持するために機械振動への伝導が増大するとしている。また、チェーンソー運搬について、小移動、搬入のいずれの条件においても肩かつぎが有利とし、本来の目的の作業よりも運搬作業、特に林地搬入において非常に大きな負担となり、持ち方を固定しても、勾配による影響は極めて大きいとしている。

次に作業姿勢関係の文献をみると、辻等(54, 56)は林業労働の中で生産、造林、育苗、機械運転作業者 5,323 名に対する腰痛調査より、腰痛の訴え率が高い職種は、伐木造材手 32.1%、集材運材手 30.6%、



機械運転手23.1%など生産業務部門が高いとし、腰痛発症の要因は、前かがみまたは中腰作業で重い物を取扱うこととした。林業労働における腰痛の問題点は、機械化に伴い、傾斜地における伐木や玉切り作業などの中腰作業が強制され、背腰部の持続的緊張を強いることなどから、重量物運搬時の重量制限や労働時間の短縮が必要である。一方、造林作業時に腰痛が比較的少ないのは、たえず動き回るかたちの自発的作業が多いからではないかと述べている。しかし機械運転手にみられる椅座位の場合、強度の全身的振動と腰痛の関連が推定されるので、特に凸凹のはげしい土地における特殊機械の振動防止の工夫が必要であるとしている。

山田等(60)は、労働負担を疲労訴え部位、オペレータの頭部の動き、フリッカー値、心拍数などから精神的・生理的負担に関する考察を行い、ハーベスタによる伐木造材作業はオペレータが座席に座って行う生理的負担の少ない作業であるが、固定された座位姿勢での上肢の細かく集中的な操作による頸肩腕などの局所疲労を招きやすく、また、常に回りの立木、処理中の材の動き、地形および車体の状況などに注意を怠れないため精神的負担の大きな作業であるとした。また、オペレータの局所疲労と精神的負担を職業病に発展させないためには、より快適な操作環境へのハード面の更なる改善とシフト制やローテーション制の導入など、ソフト面での労働環境の改善がハーベスタの作業能率を向上させることにつながるとしている。

以上見てきたように、森林作業に関わる作業負荷と労働負担との関係については、多数の研究結果が報告されている。しかし何れも作業負荷に対して、身体的な労働負担のみでの作業評価もしくは、

精神的な労働負担のみでの作業評価であった。作業負荷に対する労働負担評価は、どちらか一方のみの評価では問題がある。特に森林作業は、作業種類が多く、身体的負担もしくは精神的負担がどの位の割合かはわかりにくい。したがって、森林作業評価を行う場合には、身体的負担、精神的負担の両面から捉えた作業評価を行いながら作業環境の改善を図ることが望ましい。

高性能林業機械は、伐出生産コストの低減や林業の活性化はもちろんのこと、林業労働者の減少と高齢化対策、さらに労働条件の改善の面からも、その導入が叫ばれ期待が大きい。しかし、若手労働者にとって高性能林業機械が、ただ珍しさのみに終わることなく導入後のメンテナンスやアフターケアさらには労働負担に関わる面を考慮した作業システムの確立が今後さらに効果を高めることと思われる。高性能林業機械によるオペレータの労働負担評価は、これまでのように身体的労働負担評価手法のみでは、いわゆる身体的な面からしか行われておらず、精神的な面からは何等評価されていないので不十分であると考えられる。そこで新たな局面を向かえようとしている作業システムにおける作業特性を充分検討した上での評価方法を構築する必要があるものと思われる。

### 第3節 本研究の目的

森林作業における機械化の目的は、生産効率の向上や労働強度の軽減、さらに労働災害の低減などであるが、最近では、若手林業労働力の確保にも機械化の必要性が論じられている。森林作業における機械化は、長い間手持ち式の半機械化の時代が続いてきた。しか

し最近になり土木作業現場で用いられる土工用のベースマシン上に林業用機械を積載した高性能林業機械や林業用の新たな作業機械が導入され、運転を伴う作業システムが構築されるようになってきた。したがって森林作業者は、工場での機械運転作業や土木作業での機械運転作業と同じような作業形態になりつつあり、従来から行われてきた作業形態とは異なる様相を示してきた。

このような作業形態の変化に対応して、作業から生ずる作業者の労働負担も従来からのものとは当然様相が異なったものとなり、森林作業の変化に対応した労働負担の的確な把握が必要となる。

労働負担量の的確な定量化は困難な面もあるが、心拍数、フリッカー値、疲労自覚症状調査、ストレス感調査、作業中の作業姿勢の変化、作業中の副次行動調査などにより、森林作業特性を明らかにする必要がある。

そこで、従来型の森林作業として、主として手持ち式機械操作によるチェーンソー作業と下刈り作業を対象とし、林地傾斜の違い、手持ち式機械の重量の違い、作業位置の違いなどの作業環境の変化と労働負担との関係、さらに作業意識の変化と労働負担との関係を明らかにし、運転を伴う作業の労働負担として、ハーベスタ、タワーマーダ、スキッダなどの運転作業に対して、作業機械種類毎の運転特性と労働負担との関係を見いだすことを目的の一つにした。

これらの負担は、身体的作業負担と精神的作業負担の両者より作業による労働負担特性を見い出す必要があるが、特に運転を伴う作業から誘発される労働負担の様相は、精神的作業負担の高いことが予想される。本作業種類における労働負担の評価に当たっては、前述したとおり、身体的負担のみの評価では正しい労働負担評価が行

えない。このように森林作業における作業種類の相違が労働負担の違いとなって現れることから、あらゆる森林作業種類でも的確な労働負担を評価出来る方法が必要となる。作業から誘発される労働負担は身体的な労働負担と精神的な労働負担であり、これらを同時に評価出来る簡便な労働負担評価法を見いだすことが急がれる。したがって、森林作業から誘発される労働負担の定量化を図り、各種森林作業の作業特性を明らかにした上で、森林作業システムの変化に応じた新たな労働負担評価法を見いだそうとした。その一つの試みとして、森林作業から誘発されるであろう感情の乱れを内観するために自己評価票を作成し、これにより作業による意識の変化をストレス症状の指標で表し、一方で身体的労働負担症状を疲労自覚症状調査による負担指標で表し、両者から新しい労働負担評価票を作成し、森林労働負担調査法を検討しようとしたものである。

これらより、森林作業における精神的負担という部分に焦点をあてれば新しい機械化森林作業の実体が浮き彫りにされるのではないかと考え、検討を行ったものであり、本研究が今後の高性能林業機械導入に伴う作業システムを構築するに際して少しでも参考となり、またこれからの森林作業における労働条件の改善と、森林作業管理の発展に寄与することを目的としたものである。

#### 第4節 本研究の概要

第1章では、森林作業のとらえ方として、最近の森林作業が発展した経緯の中で、森林作業への初期の機械導入は、生産効率の向上を目指したものであり、作業者の労働環境面への配慮がなされてい

なかった。これに対し、最近の森林作業においては、森林作業者が機械を用いて森林作業システムを構築する際に労働科学や人間工学的手法を考慮した作業環境や作業条件を作る必要があると考える。したがって、作業者が機械へアプローチする場合には、人間と機械との融合を考え、また同時に森林の環境機能面の発揮からも機械化の推進が重要となることについて触れた。

労働負担の進展過程を明確にし、労働負担から惹起される作業者の行動と労働負担の種類を取り上げ、労働負担タイプを身体負担型、精神負担型、身体精神の両者混在型の三つに分類した。森林作業の中で引き起こされる労働災害については、機械化による新たな問題点を指摘した。

森林作業が、機械化の進展と共に変化してきている中、これに伴う労働負担の評価手法は、これまでの評価手法であったR.M.R.や心拍数だけでは、困難となる。特に最近の森林作業においては、重筋労働が減少し、精神的作業が増加しつつあり、評価手法自体も作業の変化に対応したものへと見直す必要のあることについて触れた。

第Ⅱ章は、本論文の研究手法ならびに森林作業における労働負担測定項目として、疲労自覚症状しらべ、心拍数調査、フリッカー検査、集中維持機能検査、作業姿勢、副次行動調査、ストレス感調査などの調査法と検査項目の意義について考察した。

第Ⅲ章は、従来型の森林作業の労働負担として、手持ち式機械を対象に労働負担の特性と具体的な労働負担の評価を行った。

森林作業の種類と作業意識との関係について、森林作業種類の違いが作業意識に与える影響を捉えた。また、従来型作業の一つとして、手持ち式機械のチェーンソー作業の特性を検討しチェーンソー

作業における作業条件と労働負担との関係を明らかにした。

サイクルタイムが短く、かつ繰り返し性のあるモデル作業の従来型作業を設定し、精神的負担の指標として用いられている評価手法を導入し、労働負担の観点から作業の問題点を多角的に検討し、併せて女性森林作業者を対象に主として心拍数からの負担評価を行い考察を加えた。

第Ⅳ章では、運転を伴う作業からの労働負担評価を行い、作業から誘発される労働負担量の把握を試み、機械運転作業の作業特性を明らかにしようとした。また運転作業の要素作業と労働負担との関係を明らかにすることを目的に、各機械作業の要素作業について、考察を加え、要素作業パターンと労働負担との関係を表す方法として、要素作業出現頻度分布をヒストグラムとして表し、その形を表現する方法として歪度ならびに尖度を使用した解析を行った。

第Ⅴ章では、ハーベスタ、プロセッサ、タワーヤード、フォワーダなどの高性能林業機械作業などから誘発されるオペレータの労働負担や疲労感および作業特性を明らかにし、さらにオペレータの精神的負担を中心に考察を行った。

また、高性能林業機械導入に際しては作業組織や休憩のとり方、作業強度と作業特性、精神的負担からの作業特性、従来型の作業との比較などについて触れ考察を加え、併せて雇用形態の違いによる負担について考察を加えた。

第Ⅵ章では、森林作業の新たな労働負担評価法を提案した。森林作業における作業から誘発される労働負担評価を行う疲労調査法として、ストレス訴え率と疲労自覚症状訴え率とをもとに、簡便に労働負担評価の行える労働負担評価調査票の作成を行い、この調査票



によって森林作業から生ずる労働負担量を評価し、それぞれの作業特性の検討を行った。これにより森林作業の労働負担評価は、簡便に実施することが可能になり、心拍数の測定や、その他測定項目なしに、ある程度の信頼性における森林作業における労働負担評価を行えるものとする。

第Ⅶ章の終章では、新しい労働負担評価法による効果について述べ、林業労働の科学的労務管理の実施や、作業現場に科学的労務管理を導入して適切な労働時間と休憩時間を与えるなど、労働災害のない安全な魅力ある職場を提供して労働力の流出をくいとめる一つになるとした。また同時に、労災保険料率の引き下げと、一層の機械化推進による伐出コストの引き下げにより外材、特に木材に対する競争力を高めることが必要であり、林業に明るい材料を提供出来るとした。

以上が「森林作業の労働負担に関する研究」と題する本研究の概要である。

## 第Ⅱ章 研究方法

### 第1節 概説

橋本や長町等(11,43)は、一般の産業現場における労働負担としての疲労のとらえ方は、次の3つの側面からとらえることが出来るとしている。

- (1) 主観的疲労・・・疲労感、倦怠感、単調感などの自覚訴え
- (2) 他覚的疲労・・・作業出来高、作業の量的・質的低下、一要素作業当たりの所用時間値の不規則性、作業とは直接関係のない副次行動や自発休息あるいは動作の乱れなどの多発化
- (3) 生理学的疲労・・・生理諸機能の失調(代謝異常、感覚機能、局所筋力、さらに大脳皮質活動水準の低下)

しかも、これら3つの側面はあくまでも疲労についての理解を深めるために行った便宜的な分類整理であり、これらの側面を単一に遊離して労働負担研究を推し進めることは避けなければならないとしている。

作業者の正しい疲労評価を求めるためにも個体内変動にのみとらわれず、一作業集団としての労働負担ならびに疲労像を包括して総合的にとらえ、分析に際しては両者の相互関係を詳細に検討することが必要である。したがって、産業疲労問題を解明していくにあたっては、総合的にしかもより多くのデータに基づいた判断が必要となる。しかし、技術革新の進展によって重筋労働のような肉体作業が減少し、精神作業が増加しつつある現在の状況の中で、産業疲労を問題とする場合に、特に留意すべきことは主観的疲労感を捉える

ことであり、産業疲労が特殊な局所的疲労を別とすれば、意識される自覚症状は、その反映として重要な意味を持つと吉竹(61)は述べている。したがって、労働負担ならびに疲労を測定する際には実験によって得られた計量的な数値の他に、疲労感調査としてのアンケート調査や疲労自覚症状調査項目により、生活環境を含めたイライラや組織に所属する意識、そして人間関係の問題などを取り入れた疲労感調査が必要となってくる。

## 第2節 森林作業における労働負担測定項目

### 1. 自覚症状しらべ

これは勤務時間中の作業によって生ずる疲労や労働負担の発生とその経過を時間的に、また逐目的に追って測定するものであり、作業の経過に伴う疲労感や労働負担の訴えを分析的にとらえる方法である。測定は、通常作業の開始前、作業の終了時、あるいは休憩時間などに実施し、当該作業による身体諸機能の状態と変動をみようとするものである。したがって、疲労や労働負担がどの程度残っているかどうかとその程度を評価するために有効である。作業前は、理想的には疲労がなく、身体諸機能は快調であるはずであり、作業後には、作業負荷によって労働負担感を訴えたものを作業による労働負担と考える。作業前に既に過労や蓄積疲労を伴うことも考えられるが、特に肉体的作業を伴う森林作業においては、この傾向が現れる。局所的な負担を作業前に訴える場合もあるために、本来の作業によって惹起される労働負担や疲労を評価する場合は、作業前と作業後の状態の差で作業特性と作業による労働負担を評価すること

が出来る。

自覚症状しらべ（産業衛生学会編）は、表Ⅱ-1に示すとおり、30項目の疲労自覚症状のリストで構成され、各項目の訴えの有無をチェックする方法である。

表Ⅱ-1. 疲労自覚症状調査票

いまのあなたの状態について、おきします。  
次のようなことがあったら○、ない場合には×のいずれかを、□の中に必ずつけて下さい。

I	II	III
1. 頭がおもい	11. 考えがまとまらない	21. 頭がいたい
2. 全身がだるい	12. 話をするのがいやになる	22. 肩がこる
3. 足がだるい	13. いらいらする	23. 腰がいたい
4. あくびがでる	14. 気がちる	24. いき苦しい
5. 頭がぼんやりする	15. 物事に熱心になれない	25. 口がかわく
6. ねむい	16. ちょっとしたことが思い出せない	26. 声がかすれる
7. 目がつかれる	17. することに間違いが多くなる	27. めまいがする
8. 動作がごちかなくなる	18. 物事が気にかかる	28. まぶたや筋がぴりぴりする
9. 足もとがたよりない	19. きちんとしていられない	29. 手足がふるえる
10. 横になりたい	20. 根気がなくなる	30. 気分がわるい

この調査は、作業者に疲労を生じさせている原因や負担要因を発見したり、同時に生理心理機能検査などの結果と対照させ、その要因を確認するという意義を持ち、森林作業における自覚症状しらべ

は、作業負担の指標として一般的に使用されている。なお、疲労自覚症状調査の30項目は、各10項目ずつの3群から構成され、I群はねむけとだるさ、II群は注意集中の困難、III群は身体局所の違和感を示す。吉竹(61)は、症状群別の平均訴え率の順序関係を基に、I群>III群>II群を一般作業型、I群>II群>III群を精神作業型・夜勤型、そしてIII群>I群>II群を肉体作業型として分類している。

## 2. 心拍数調査

筋的作業では、使用する筋群が多く、収縮が強く、また収縮速度の速いほど心拍数の増加は大きい。一方注意集中、緊張、恐怖など情動反応によっても心拍数は増加する。さらに環境温度でも変化し、とくに高温では顕著に増加する。心拍数は、疲労そのものを直接的に示しているわけではなく、負担指標として取り扱うべきである。また条件が規制しやすい実験的な作業では、作業条件の相違、精神的負担の相違を相対的に比較することが出来、森林作業時の心拍数は主として身体的負担の指標として有効となる。

森林作業での心拍数測定は、作業者が森林内を広範囲に移動することが多いことから、長時間記録可能な小型データレコーダや半導体記憶素子を利用する方法が一般的である。本論文中の心拍数測定は主として後者に属す竹井機器社製のハートメモリを使用した。

## 3. フリッカー(CFF)検査

光のちらつきと融合との境界にあたる値を測定し、中枢神経系を基調とする疲労事象が発現している時には、その値が低くなるとされ、大脳皮質の活動水準とフリッカー値との間に相関がある。すなわち、フリッカー値の低下は、覚醒水準の減衰に起因する知覚機能

の低下を反映し、視覚系を含む知覚連合皮質における視覚情報処理能力の減少を示すものである。したがって、運転を主とするような森林作業では、本検査項目が有効となる。

#### 4. 集中維持機能(TAF)検査

2 mの距離から直径2.5cmの光源標的をフォトトランジスタが装着された1点支持の照準眼鏡をもって狙うものである。照準の狙いの状態は連続曲線として記録される。時定数2.5の標準曲線から、それぞれ1分間の狙いの2.5秒平均値をTAF・L、平均値に対する標準偏差をTAF・Dとし、前者を集中のレベルを表すものと定義し、後者は集中維持の動揺を表現している。このようにして求められたTAF・L値、TAF・D値は、産業労働の場で疲労判定、特に精神性のストレスの評価に広く応用されている。

#### 5. 作業姿勢調査

森林作業における作業姿勢は、立位、座位、中腰など種々あるが、従来型の森林作業では主として立位と中腰、運転を伴う作業では主として座位が多く見られる。作業姿勢調査は、作業の一連の流れを適当な単位に分割し、各作業の開始から終了までの時間を測定するとともに、そこでの姿勢・動作などの作業者行動を時系列的に観察記録していくものである。本論文に使用した作業姿勢調査は、直接現場で調査したものと、ビデオに記録した終日の作業から測定したものの二とおりからなり、作業時の姿勢を等間隔サンプリングを行ったものである。通常は、この間隔を5秒とし、その都度現れる姿勢(立位、座位、)の状態を腰の曲げ角度と膝や肘の曲げ角度を測定した。

#### 6. 副次行動調査



作業中にみられるさまざまな行動の中で、その作業目的に付随している動作や行動とは直接関係のない動作・行動のことを副次行動と呼ぶ。この行動は、単純化が継続する作業の中で、作業者の注意リズムの低下に対抗し、ある一定の注意レベルに復帰するための場面転換をもたらすものであったり、長時間の拘束性の強い作業での疲れに対応して、補償的に発現した休息欲求の表現とみられている。この副次行動は、単調であったり、姿勢拘束性の強い作業でみられる。したがって、森林作業の中でもとりわけ単純繰り返作業が主となるような作業種類では、この種の調査項目が有効となる。

時間観測を行うと同時に、この動作の出現を終日チェックしていくものであり、行動の出現パターンから作業による負担を評価するものである。

#### 7. ストレス感調査ならびに身体疲労部位調査

ストレス感調査は、作業から誘発される心身の諸感情の乱れを内視する手段として Mackay 等(41)によって作成されたチェックリストを改良したものであり、STRESS AROUSAL CHECKLIST と呼ばれ、ストレス感と覚醒感と言う二つの異なった次元の感情をそれぞれ評価する目的を有す。ストレス感は緊張、悩みあるいは良好なる心身への阻害要因に関連する17項目の形容詞で構成され、ストレス症状の指標としたものである。また覚醒感は、活動・精神力を表現する13項目の形容詞群からなり、精神の集中を表現するものである。本調査は、作業負荷に伴う精神的な負担を評価する指標として有効であり、表Ⅱ-2に調査票を示した。作業による精神的な負担を見るために作業の前後に作業者に回答させ、その差の現れを見ようとしたものである。

また身体疲労部位調査は、表Ⅱ-3に示すように、該当する身体の疲労部位に○印をつける質問票である。これにより、直接疲れや、こり、痛み、だるさのある部位を見ようとするものである。疲労自覚症状やストレス調査と同様に、作業の前後に調査を実施し、その差を作業による作業負担としたものである。

以上見てきたように、森林作業と労働負担との関係は、作業方法や作業を取り巻く環境の変化により新たな関係が生じようとしている。このような中で、作業による負担調査を行う場合には、先ず測定項目の選択が大きな問題となる。作業種類によっては、ある程度負担の種類予測可能なものもあるが、大半は、その予想が困難なものとなる。このような作業に対しての負担測定項目は、多角的に調査する必要がある。一方では、その測定項目の多さが逆に作業そのものの工程を下げたり、あるいは測定による労働負担を誘引する可能性が生ずる。したがって、作業による労働負担を評価する場合には、可能な限り簡便な方法で、しかも確実なデータが得られなければならない。本論文では、必要と思われる測定項目を出来るだけ多く取り上げ、より正確な資料を得ようとしたものであり、この変化がどの様になってきているかについては、Ⅲ章で従来型の森林作業における労働負担と作業特性、Ⅳ章の運転作業における労働負担と作業特性、そしてⅤ章で高性能林業機械オペレータ作業における労働負担と作業特性を実際の現場で得たデータにより詳述することにする。

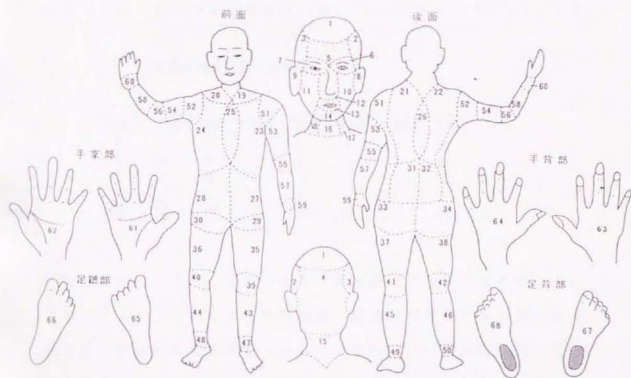
表II-2. ストレス感自己評価調査票

次の30の質問をよく読んで、今のあなたの気持ちをよく表すものについて  
1 2 3 4のいづれかに○印をつけて下さい。(30項目全部にお答え下さい。)

1.ねむい	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
2.気持ちが不安定である	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
3.いきいきしている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
4.落ちついて、冷静である	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
5.つかれている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
6.ほんやりしている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
7.軽快だ	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
8.むなし	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
9.悩んでいる	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
10.心が休まっている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
11.満ち足りた気分だ	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
12.緊張している	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
13.落ちつきがない	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
14.活力に満ちている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
15.やる気がある	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
16.気持ちがピンと張っている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
17.気が落ちついている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
18.機敏である	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
19.気楽だ	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
20.ハツラツとしている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
21.何か気がかりだ	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
22.のろのろしている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
23.安心している	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
24.元気がない	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
25.神経質になっている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
26.イライラする	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
27.気持ちがよい	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
28.くよくよしている	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
29.くつろいだ気分だ	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう
30.興奮していて、体がふるえるような感じがする	: 1.その通りだ	2.まあそうだ	3.どちらともいえない	4.ちがう

表II-3. 身体疲労部位調査票

つかれ、こり、いたみ、だるさ等のある部位に○印をつけて下さい。



### 第Ⅲ章 従来型の森林作業の労働負担

#### 第1節 森林作業の種類と作業意識

本節では、森林作業種類の違いが作業意識にどのように影響しているのかを把握する目的で、作業種類別、森林作業者の疲労感ならびに作業に対する諸感情を比較検討した。

調査は、1989年8月初旬に岐阜県内の4森林組合を対象に1週間連続して行った。調査対象者は、表Ⅲ-1に示すとおり297名である。

表Ⅲ-1. 作業種類別調査対象者数

組合	下刈	伐採	集運	集材	積み込み	運搬	合計
A	41	0	0	4	7	8	60
B	40	26	7	24	0	0	97
C	17	29	0	0	5	3	54
D	37	24	3	21	1	0	86
合計	135	79	10	49	13	11	297

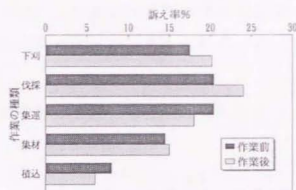
作業内容としては、背負い式の下刈り機による下刈り作業、手持ち式のチェーンソーによる伐採作業、固定式集材機による集材機運搬作業、森林内の伐倒木を集材機ワイヤロープへ荷掛けを行うなどの集木作業、クレーンによるトラックへの積み込み作業の5作業である。

調査票には、日本産業衛生学会の疲労自覚症状しらべ(表Ⅱ-1参照)、Mackay等(41)が作成したStress arousal checklist(表Ⅱ-2参照)によるストレス値ならびにアロウザル値を求めた。同時に自覚する身体の違和感をチェックする身体疲労部位を求めた。さら

に作業に対する意識として作業箇所の傾斜、使用機械の重量、その他作業に対する疲労感などの質問を作業前と作業後に回答させた。

# 1. 作業種類別作業意識

作業種類別の作業前後の疲労自覚症状訴え率を図Ⅲ-1に示した。



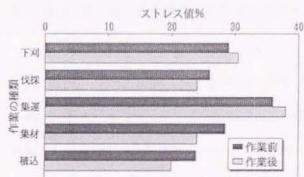
図Ⅲ-1. 作業種類別作業前後の疲労自覚症状  
T群訴え率

図からわかるとおり、下刈り作業、伐採作業、集材作業における作業後の訴え率は、作業前の訴え率より高く、集材機運転作業、積み込み作業においては、作業後に訴え率が低下した。伐採作業や下刈り作業は作業強度の高い身体負担の高い作業であり、これらの作業種類では、作業前および作業後ともに訴え率が高く、特に作業後にその傾向が顕著であった。また集材作業は荷掛け作業を含んでおり、荷掛け作業自体は作業強度が高いものと思われ、特に荷掛け用フックを持って森林内を移動する場合の作業強度は高い。しかし、本作業は手待ちの多い作業であり、作業後の訴え率は作業前値より微増にとどまった。一方、集材機運転作業は作業強度そのものは低い作業であるが、訴え率で見ると疲労自覚症状訴え率は高い値を示した。この理由としては、本作業の作業者は、集材機運転とい



う特殊技能を有し、限られた作業者のみが連日運転作業を行い、身体の局所的な負担を違和感として訴えているものと思える。したがって、作業前において、前日の身体負担や疲労が残っているとも考えられる。また同作業の作業前後を比較すると、作業後においてその値が低下しており、作業による身体的負担は少ない作業と思われる。また、積み込み作業は作業強度も低く、訴え率も低いことがわかった。

作業種類別疲労感としてのストレス症状をストレス値とし、図Ⅲ-2に示した。

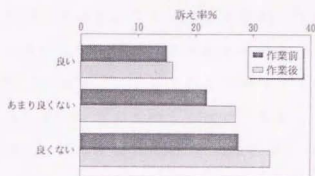


図Ⅲ-2. 作業種類別ストレス値

作業終了後のストレス値の最も高い作業種類は、集材機運転作業であり、次いで下刈り作業があげられた。また、作業前に比べて作業後のストレス値が低下する作業種類としては、集材作業、伐採作業、積み込み作業であった。特に集材作業についての作業前後を比較すると、作業後の値は、作業前値に比べて有意に低かった ( $P<0.1$ )。この理由としては、身体負担の高い作業は作業終了時に作業を成し遂げた達成感が一時的にストレスを解消することが考えられる。

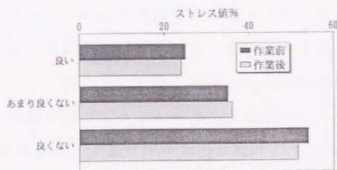
作業に対する気持ち別疲労感として、図Ⅲ-3は、作業終了後の作

業に対する気持ち『気持ち良く出来た』『あまり気持ち良く出来なかった』『気持ち良く出来なかった』別の作業前後における疲労自覚症状T群訴え率（ⅠⅡⅢ群の平均値を示す）を示したものである。



図Ⅲ-3. 作業に対する気持ち別疲労自覚症状T群訴え率

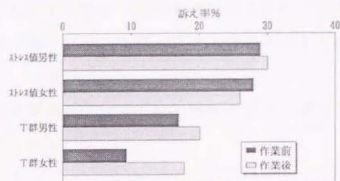
図からわかるとおり、作業後に気持ち良く出来たと答えたグループの訴え率は、作業後で16.2%、作業後にあまり気持ちよくないと答えたグループの訴え率は、27.7%であった。同様に図Ⅲ-4は、作業終了後の作業に対する気持ち『気持ち良く出来た』『あまり気持ち良く出来なかった』『気持ち良く出来なかった』別の作業前後におけるストレス値を示したものである。



図Ⅲ-4. 作業に対する気持ち別ストレス値

図に示すとおり、作業後に気持ち良く出来たと答えたグループのストレス訴え率は24.1%、あまり気持ちよく出来なかったと答えたグループのストレス訴え率は36%となった。したがって、疲労自覚症状T群訴え率16.2%以下、ストレス訴え率24.1%以下の数値が作業を気持ち良く遂行出来るかどうかの数値となる。また疲労自覚症状T群訴え率27.7%以上、ストレス訴え率36%以上の数値があまり気持ちよく出来なかったと判断できる数値となる。

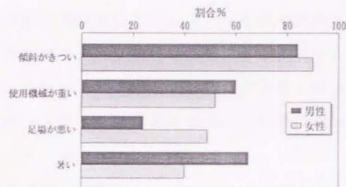
性別の疲労感としては、図Ⅲ-5に下刈り作業時の男女別にストレス値ならびに疲労自覚症状T群訴え率を示した。



図Ⅲ-5. 下刈り作業時の男女別ストレス値並びに  
疲労自覚症状T群訴え率

図より、作業後のストレス値は男性に比べ女性の方が低いが、逆に疲労自覚症状T群訴え率は男性に比べて女性の方が高くなる傾向がうかがえた。この理由としては、下刈り作業が女性に対し、身体的負担の高い作業種類であることがうかがえた。

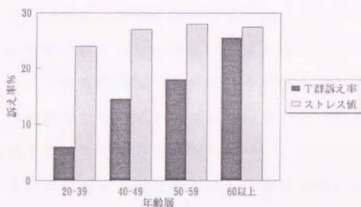
図Ⅲ-6は性別による労働負担や疲労の訴え率を示したものである。女性は男性に比べて足場の悪さを訴える者が多く、逆に暑さを訴える割合は少なかった。また女性は、傾斜のきつさや足場の悪さなど



図Ⅲ-6. 下刈り作業時の男女別疲れ原因訴え率

の自然環境からくる身体負担や疲労を訴えている反面、使用機械の重さを訴えるものは少なかった。前述したように下刈り作業は女性にとって身体的負担の高い作業であり、作業改善を考える必要がある。

年齢層別作業後の疲労自覚症状T群訴え率ならびにストレス訴え率を図Ⅲ-7に示した。



図Ⅲ-7. 年齢層別作業後の疲労自覚症状T群訴え率  
並びにストレス値

各年齢層共にストレス値は24%ないし28%であり、加齢とともに高い値を示しているが、年齢層間に大差はなかった。しかし、疲労

自覚症状T群訴え率は加齢と共に高くなる傾向が認められ、高齢者は作業による身体的負担と精神的負担両者ともに強く訴えていた。今後高齢者の森林作業者が増加することが予想されるので、従来型の森林作業から生ずる労働負担を検討し、作業改善へつなげる必要があるものと思える。

## 2. 作業意識と疲労感

森林作業者の疲労感ならびに作業に対する意識に関し、疲労感の原因、年齢による訴え率の相違など現状の森林作業の抱える問題点を整理すると、作業前のストレス値は年齢層が上がるにつれて高くなる傾向を示し、作業前後を比較すると、40から49才の年齢層のみ作業前においてその値が有意に高くなった。この理由としては、この年代層においては作業以外での生活面の精神的負担が起因することが考えられる。また、高齢者は作業による身体的負担と精神的負担の両面ともに強く訴えており、特に身体的負担を表すとされる作業後の疲労自覚症状訴え率は、加齢とともに急速に高くなり、森林作業による高齢者の身体的負担が高い結果となった。

したがって、今後森林作業現場に高齢者が益々増加することを考慮すると、身体的負担の軽減される森林作業としての、高齢者の対応出来る機械化が必要となる(21,23)。

傾斜地ならびに重量物運搬と疲労感との関係については、林業労働は、作業現場が傾斜地で足場が悪く、伐出作業においては重量物の丸太を取り扱うことなどから、労働災害の発生頻度を示す度数率は他産業に比べて高くなっている。また、下刈り作業においては、足場の悪い箇所を重い刈払い機を背負ってしかも広範囲に歩行することから、傾斜地における重量物の運搬歩行による疲労感の訴えが

指摘され、中でも女性労働者が、傾斜や足場の悪さによる作業負担を訴えており、この問題解決が急がれる。年齢層別に「傾斜がきつい」「使用機械が重い」と回答した対象者数割合についても加齢とともに高い傾向を示し、特に使用機械の重量より傾斜がきついと訴えるものが多かった。このことは、森林作業における作業負担軽減対策として傾斜の克服が先ず取り上げられる点となろう。また作業種類別にみると、ストレス値が作業前の値より作業後の値の高い作業として集材機運転作業やその他の運転を伴う作業があげられ、運転作業における精神的負担の多さが明らかとなった。しかし一方で、運転作業は、下刈りや集材作業より身体的負担は少ないことが明らかにされ、作業種類の相違による負担の変動の激しいことが明らかにされた。今後森林作業現場へも女性労働力が必要となることが必至である。下刈り作業においてはストレス値の結果から、女性は、男性に比べて、ストレス値が低いことが明らかになった。また、「傾斜がきつい」「使用機械が重い」と回答した対象者割合についても女性は、男性に比較して機械重量よりもむしろ傾斜のきつさを感じる者が多く、足場の悪さや暑さを訴えた対象者割合についても女性は男性に比べて足場の悪さを訴える者が多く、暑さを訴える者は少ないことがわかった。これらのことより、女性森林作業者は、下刈り作業に従事するケースが大半であるが、今後は下刈り作業だけでなく、対象作業を広げるなど再検討をすることも必要となるものと思われる。

人間関係と疲労感を見ると、林業労働の安全衛生を確保するためには、事業主に対する安全管理指導や作業現場での安全巡回指導を通じて事業主と森林作業者の安全衛生意識の高揚を図っていくこと

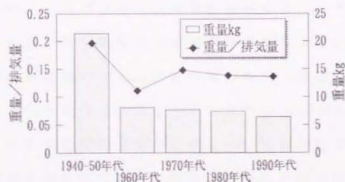


は当然のことながら、職場の環境整備とりわけ事業者と作業者のコミュニケーションを推し進めることが必要となる。このことは、特に40歳代の作業者のストレス値が高い結果となったように何らかの負担があるものと思える。作業仲間や上司との意志の疎通が重要な役割を演ずるものと思われ、作業に対する作業意識や職場の人間関係などから生ずる精神負担を極力軽減させるような作業システムの構築と作業人員の再配置を検討する必要がある。

## 第2節 チェーンソー作業の特性

### 1. チェーンソーによる森林作業

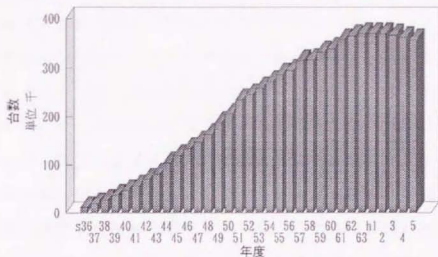
伐出作業における伐倒、造材作業の大部分は、チェーンソーで行われているのが現状である。チェーンソーの重量などの時代別変化を図Ⅲ-8に示した。図に示すとおり、ここ数十年間重量などに大きな変化は見られないし、また今後ともこの重量が大幅に変化することはないように思える。



図Ⅲ-8. 年代別チェーンソー重量等の変化

チェーンソーは、手鋸による木材の鋸断が重筋労働であったこと

から、原動機の動力によってソーチェーンを駆動することにより、労働強度の軽減と作業効率の向上を図ることを目的として開発された機械である。チェーンソーの導入台数は、図Ⅲ-9に示すとおり1961年より本格的に導入が進められ、1988年までの27年間に飛躍的な増加が見られ、平成元年度より漸次減少傾向で推移している。



図Ⅲ-9.チェーンソー台数の推移

これらチェーンソーの発達と普及は伐木造材作業における労働生産性を高めたが、一方では新しい問題を投げかけた。その第一は、伐木造材作業における労働災害発生数の激増であり、この対応策として、労働省では伐木造材作業の作業能率の向上と作業の安全確保、さらに機械作業の合理化を図ることを目的とし、1960年に労働安全衛生規則により伐木造材作業基準とチェーンソー取扱い要領を制定し、安全教育や労働管理によって労働災害発生の防止に努めた。

また第二の問題としては、1965年になって、社会問題として取り上げられた振動障害いわゆる白ろう病の発生である。行政、研究、業界の各方面で対策が検討され、作業の時間規制実施の強化や防振手袋の着用が勧められ、1966年から防振装置付きのチェーンソーが

発売されたのを初めとして、許容振動数が定められ、これを越えるものについては発売が控えられるようになった。この時期に低振動のロータリーチェーンソーやリモコンチェーンソーも考案されたが、ロータリーチェーンソーは重量が重く、またリモコンチェーンソーは作業能率が低下するために一部の国有林を除いては広く使用されるには至らなかった。このようなチェーンソーそのものにおける改良とは別に、チェーンソー以外の伐木機械の導入も試みられ、1967年にはチェーンソーや刈払い機の使用時間規制が実施された。

しかし、チェーンソーによる伐木造材作業では、いずれの工程においても労働者が必ず立木や木材に接近して作業しなければその工程が進捗しない部分が存在し、そのため知識や経験、技能、性格など労働者の資質が問われるばかりでなく、作業の形態が不安全行動に深く結びついている。したがって、画期的な技術開発が求められて久しい。

チェーンソー作業に関わる当面の問題は、現在の機械化の範囲内で労働災害をいかに防止するかが大きな課題であり、これまでの作業体系での作業方法や地域独自の機械化作業の確立も求められている。

チェーンソーの作業特性としては、傾斜地で使用されることや、騒音と振動を伴うこと、さらに重量物を手に持って作業を行うことから労働負担の高い作業機械であるが、手鋸と比べると作業時間を大幅に短縮出来、それだけ労働負担を軽減させたが、作業自体の強度は依然として高いままである。今後、機械化がおし進められることは明白であるが、依然としてチェーンソーにたよらなければならぬ部分も残るものと思われる。したがって、チェーンソーの使用

や、手持ち式機械の使用に対する作業特性を把握しておくことも重要なことである。これらチェーンソー作業による労働負担については後述することとする。

## 2. チェーンソー作業における林内傾斜ならびに 重量と労働負担

藤井等(3)は平坦地や森林内で玉切り作業と歩行をそれぞれ独立に短時間行わせた結果、森林内の心拍数が平坦地よりも高く、特に傾斜地での歩行の負担が著しかったと述べている。岩川(38)は、チェーンソーの重量を一定にして勾配を変えて歩行させた結果、チェーンソーの運搬時、特に林地搬入における心拍数が大きかったと述べ、さらにチェーンソーの重量もその運搬時の心拍数に影響すると報告している。また、勾配と重量との関係における作業者の負担が異なることも報告されている(5, 6, 24)。チェーンソーを使用する作業においてはチェーンソーの重量と作業場所の勾配の条件が作業者の負担に大きく影響している(25, 26, 28)。

実際の玉切り作業ではチェーンソーの使用と運搬作業とが組み合わされて作業が進められていくことが多く、作業を繰り返すことによる負担についても検討していく必要があると考えられる。そこで、チェーンソーを使用する間伐作業を模した玉切りおよび林内歩行を組み合わせた作業を実験的に設定し、チェーンソーの重量と作業地の勾配の違いが生体におよぼす影響ならびに作業特性と作業効率について比較検討を行った。

### (1)実験方法

市販されている144種類のチェーンソーの重量を調査したところ、平均重量は6.8 kg (2.8~14.1 kg)であった。そこで、10% tailと90

% tailの重量に近いチェーンソーとして、4.8kg（重量小）と重量9.8kg（重量大）の2種類のチェーンソーを用いて、勾配が0度である平坦地と平均勾配が約24度の斜面（緩傾斜地）、そして約38度の斜面（急傾斜地）の計3種類の間伐対象林分において計6条件の実験を行った。

実験に先立ち、直径が15～25cm（平均20cm）で長さ2mのカンパ丸太4本を歩行方向に対して直角の向きに15m間隔で林内に配列した。実験で負荷した作業は、作業開始地点の2m前方にある丸太の位置までチェーンソーを持って歩行し、その位置でチェーンソーを始動して丸太を鋸断する。鋸断終了と同時にチェーンソーを停止し、次の丸太の位置までチェーンソーを持って15m移動する。その後チェーンソーの始動、丸太の鋸断、チェーンソーの停止そして歩行の一連の動作を繰り返して、4本目の丸太を鋸断し終わったところで方向転換し、再度それぞれの丸太を鋸断する。その後、チェーンソーを停止してもといた道を戻り次の丸太の位置まで歩行する。再度チェーンソーの始動、鋸断、チェーンソーの停止そして歩行の一連の動作を繰り返して最初に鋸断した丸太の位置にもどる。この合計8回の鋸断と合計90mの歩行（1回目のみ92m）を1サイクルとした作業を1時間行わせた。

被験者はチェーンソーの使用経験のある男子8名（19～23歳）で、作業前日は十分な睡眠をとるよう指示し午前中に実験を行った。なお、急傾斜地の条件では被験者4名が平坦地および緩傾斜地の条件に参加した被験者と異なっていた。

作業前、作業終了直後、作業終了後30分目そして作業終了後60分目にフリッカー検査（柴田化学器械工業 FL-10）、タッピング検査

(ライオン 数取り器 No 100)、握力測定(竹井機器工業 デジタル握力計)、背筋力測定(竹井機器工業 デジタル背筋力計)を行った。フリッカー検査は上記時間帯のほかに作業開始後30分目にも行った。タッピング検査では右手の人差し指で1分間入力させた。心拍数(竹井機器工業 心拍メモリー装置1850a)は作業開始前に立位で5分間の安静値をとり、その後作業開始から作業終了後60分目まで連続して測定し、作業中の姿勢はVTRに記録した。記録したVTRは5秒間隔で観察し、直立姿勢、 $40^{\circ} \pm 25^{\circ}$ の前傾で足を伸ばした姿勢、 $90^{\circ} \pm 25^{\circ}$ の前傾で足を伸ばした姿勢、そしてやや前傾で膝を曲げた姿勢の4種類の姿勢に分類し、各姿勢の出現頻度を求めた。疲労自覚症状しらべと身体疲労部位調査は、作業前、作業終了直後、そして作業終了後60分目に記入させた。作業出来高は鋸断した丸太の断面積を計測して求めた鋸断総面積を指標とした。

同一の条件内および勾配が同一の条件間の平均値の比較には対応のある平均値の差の検定(t検定)を用い、勾配の異なる条件間の比較には対応のない平均値の差の検定(t検定)を用いた。

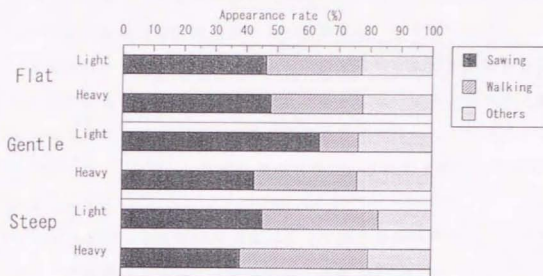
## (2)実験結果

### 1)作業出来高

作業を鋸断作業、歩行、その他の3つに分け、60分間の作業時間に占める割合を図III-10に示す。各条件における鋸断時間は38.5%から63.8%、歩行は12.5%から41.2%であった。歩行時間の占める割合は、勾配が急な条件ほど高くなっていた。

各条件における平均鋸断本数は平坦地条件での重量小および重量大条件でそれぞれ48本と54本、緩傾斜地で36本と64本、急傾斜地で55本と47本であった。作業出来高の指標として求めた各条件ごとの

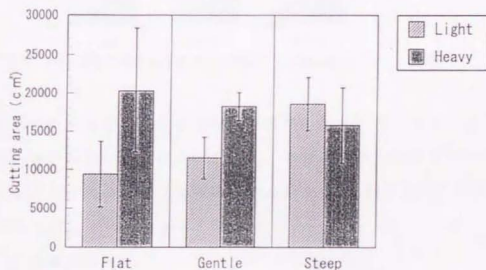




図Ⅲ-10. 作業中の鋸断、歩行等の出現率

鋸断総面積を図Ⅲ-11に示す。

重量小の条件では平坦地と緩傾斜地の両条件における鋸断総面積の平均値はそれぞれ9,434 $\text{cm}^2$ と11,526 $\text{cm}^2$ で両群間に差は認められなかったが、急傾斜地の条件では18,591 $\text{cm}^2$ で平坦地や緩傾斜地の条件に比較して有意に大であった（いずれも $P<0.01$ ）。重量大の条件に

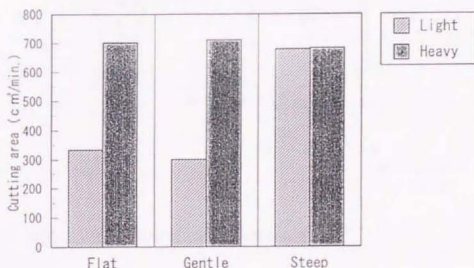


図Ⅲ-11. 総鋸断面積（平均値と標準偏差）

おける勾配条件での鋸断総面積の平均値は $15,790\text{ cm}^2$ から $20,322\text{ cm}^2$ で、勾配の違いによる差は認められなかった。

勾配別にチェーンソーの重量が作業出来高におよぼす影響をみると、平坦地および緩傾斜地のいずれの条件においても重量小に比較して重量大の条件における作業出来高が有意に大であった（それぞれ  $P<0.05$ 、 $P<0.01$ ）。急傾斜地の条件では作業出来高の差は認められなかった。

チェーンソーの始動から停止までの時間を鋸断時間とし、1分間あたりの鋸断時間に対する鋸断面積を図Ⅲ-12に示す。

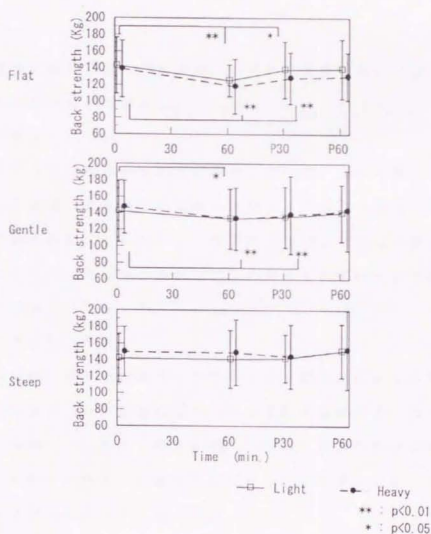


図Ⅲ-12.鋸断作業における単位時間あたりの鋸断面積

重量小の条件では、平坦地と緩傾斜地の単位時間当たりの鋸断面積はそれぞれ $335\text{ cm}^2$ と $301\text{ cm}^2$ を示し、急傾斜地の条件では $680\text{ cm}^2$ であった。重量大の条件では勾配にかかわらず $684\sim 711\text{ cm}^2$ の鋸断面積であった。

## 2)背筋力

背筋力の測定結果を図Ⅲ-13に示す。



図Ⅲ-13. 背筋力の変動 (平均値±標準偏差)

作業前後の背筋力をみると、平坦地の条件ではチェーンソーの重量にかかわらず作業前に比べて作業終了直後に有意の低下が認められ (いずれも  $P < 0.01$ )、重量大の条件では作業終了後30分目においても作業前に比較して有意の低下が認められた ( $P < 0.01$ )。緩傾斜地の重量小の条件では作業前に比較して作業終了直後と作業終了後30分目の背筋力に有意の低下が認められ ( $P < 0.01$ )、重量大の条件では作業前に比較して作業終了直後に低下する傾向が観察された ( $P < 0.10$ )。急傾斜地では作業の前後に背筋力の差は認められな

った。

作業終了後60分目の背筋力は、いずれの条件においても作業前値との差は認められなかった。

### 3) 握力

右手と左手の握力をそれぞれ測定した結果、左手の握力が平坦地における重量大の条件で作業前に比較して作業終了直後に有意の低下が認められた ( $P<0.01$ ) が、作業終了後30分目には有意差は認められなかった。その他の条件では、作業前と作業終了直後の握力には差が認められなかった。

### 4) タッピング数

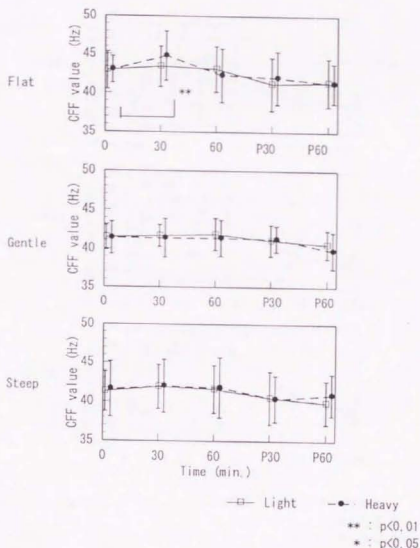
緩傾斜地における重量大の条件および急傾斜地における重量大と重量小の条件では作業前に比較して作業終了直後のタッピング数が有意に増加した (それぞれ  $P<0.05$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ )。しかし、いずれの条件においても作業終了後30分目には作業前のタッピング数との差は認められなかった。

### 5) フリッカー値

フリッカー値の測定結果を図Ⅲ-14に示す。平坦地の重量大の条件において作業開始後30分目に作業前値に比較して有意に機能亢進 ( $P<0.05$ ) したのを除いて、その他の条件では作業終了後30分目までに測定したフリッカー値と作業前値との間には有意差が認められなかった。

### 6) 心拍数

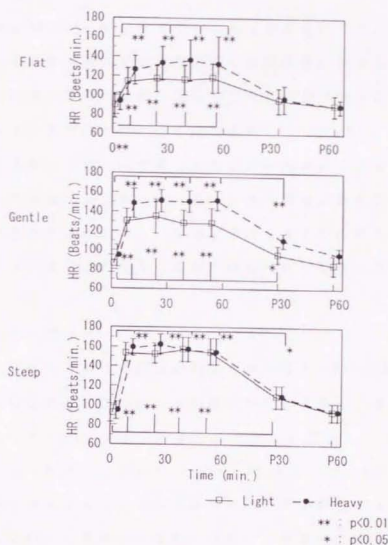
作業中の15分ごとの平均心拍数を算出した結果を図Ⅲ-15に示す。作業中の15分ごとの平均心拍数と作業前の心拍数とを比較したところ、いずれの条件においても作業開始から作業終了直後までの心拍



図Ⅲ-14.フリッカー値の変動(平均値±標準偏差)

数は有意に増加した(いずれも $P < 0.01$ )。

平坦地の重量小の条件における心拍数は114拍/分から118拍/分で作業開始から15分間の心拍数に比べて作業開始後16分から30分目までの心拍数が増加する傾向を示し( $P < 0.10$ )、重量大の条件では126拍/分から136拍/分で作業開始から15分間の心拍数に比較して作業開始後16分から30分目までの心拍数が有意に増加し( $P < 0.05$ )、



図Ⅲ-15. 心拍数の変動

31分から45分目までの心拍数が増加する傾向が観察された ( $P < 0.10$ )。緩傾斜地の重量小では128拍/分から135拍/分、重量大では148拍/分から151拍/分であった。急傾斜地の重量小では153拍/分から157拍/分、重量大では155拍/分から162拍/分であった。緩傾斜地と急傾斜地の条件では作業時間の経過に伴う心拍数の差は認められなかったが、いずれの条件においても作業中の心拍数水準が高い値を



示している。

作業開始46分から60分目までの心拍数を各条件ごとに比較すると、平坦地の重量小の条件では緩傾斜地と急傾斜地における重量小および重量大の条件での心拍数に比較して有意に少なかった（緩傾斜地の重量小条件では $P<0.05$ 、その他の条件では $P<0.01$ ）。緩傾斜地の重量小の条件における心拍数は緩傾斜地の重量大と急傾斜地の条件に比較して有意に少なかった（緩傾斜地の重量大条件では $P<0.05$ 、その他の条件では $P<0.01$ ）。緩傾斜地の重量大の条件と急傾斜地の重量小および重量大の条件との間では心拍数の有意な差は認められなかった。

#### 7) 疲労自覚症状

疲労自覚症状しらべの症状群別訴え率を図Ⅲ-16に示す。作業終了直後における各症状群の訴え率の順位を観察すると、急傾斜地の重量小の条件でⅠ群>Ⅱ群>Ⅲ群のⅡ-dominant型を呈していたのを除いて、Ⅰ群>Ⅲ群>Ⅱ群のⅠ-dominant型を呈していた。

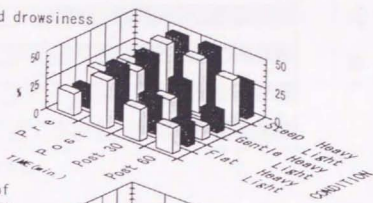
作業終了直後における30項目の平均訴え率を観察すると、いずれの勾配においても重量小の条件に比較して重量大の条件における訴え率が高かった。いずれの重量においても、平坦地や緩傾斜地に比べて急傾斜地における作業終了直後および作業終了後30分目の訴え率が高く、作業終了後60分目においても“足がだるい”の訴え率が60%以上あった。

#### 8) 身体疲労部位

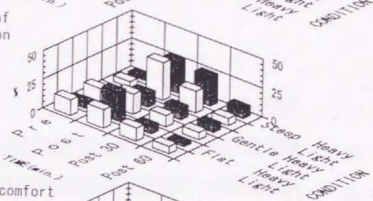
勾配別に作業終了直後の疲労部位数を観察すると、勾配が急になると疲労部位数が大であった。疲労部位の多くは、肩、腰、足、右手、腕に集中し、急傾斜地では作業終了後60分目においても足や

肩に疲労感を訴えていた。左手よりも右手に疲労部位訴えの高かった理由としては、チェーンソーのスロットルレバーを右手で扱うこ

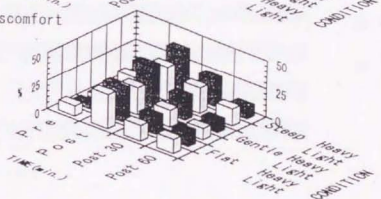
I:dullness and drowsiness



II:difficulty of concentration



III:physical discomfort

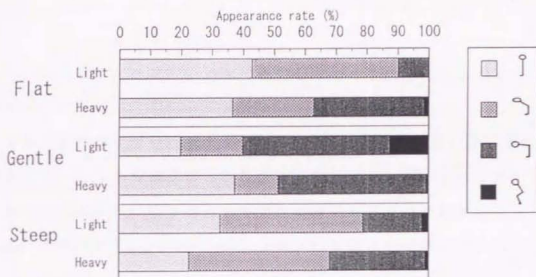


図Ⅲ-16.疲労自覚症状しらべの症状群別訴え率

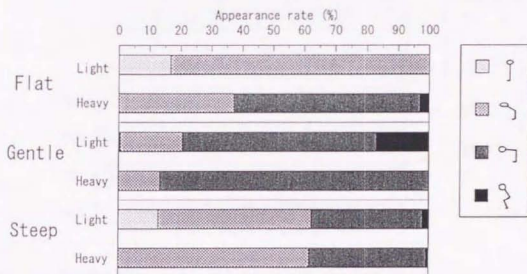
とにより、常にチェーンソーに右手を触れさせなければ作業が出来ないことによるものと思われる。

#### 9)作業姿勢

作業中の姿勢の出現状況を図Ⅲ-17に、鋸断中の姿勢の出現状況を図Ⅲ-18に示す。



図III-17.作業中の姿勢

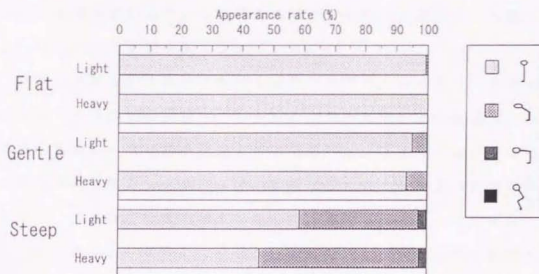


図III-18.鋸断中の姿勢

平坦地および急傾斜地の条件では重量小条件に比べて重量大条件において腰を曲げた姿勢が多く出現していた。鋸断中の作業姿勢をみると、腰を90度曲げた姿勢の出現の割合は緩傾斜地の重量大条件が最も多く、次いで緩傾斜地の重量小条件、平坦地の重量大条件の順でいずれも60%から85%程度あった。同姿勢の占める割合は、急傾斜地では40%以下で、平坦地の重量大条件よりも少なかった。平坦地および緩傾斜地の重量小条件を除いて膝曲げ姿勢が出現してい

たが、これは片足を丸太にのせて作業していたために出現したものである。

歩行中の作業姿勢の出現状況を図Ⅲ-19に示す。平坦地ではいずれの重量においても前傾姿勢は1%以下の割合であったのに対して、緩傾斜地では5%から6%、急傾斜地の重量小条件では41%、重量大条件では54%で、そのうち90度前後に腰を曲げた姿勢が3%あった。



図Ⅲ-19. 歩行中の姿勢

### (3) 考察

重量小のチェーンソーは重量大に比べて鋸断速度が遅く、平坦地および緩傾斜地の条件では単位時間当たりの鋸断面積が重量大のチェーンソーに比べて小さかった。しかし、急傾斜地の条件では平坦地の条件に比べて単位時間当たり約2倍の面積を鋸断することが出来、重量の違いによる差がみられなかった。重量大のチェーンソーでは、急傾斜地の条件で単位時間あたりの鋸断面積が若干小さくな

ったものの、勾配の影響が小さかった。60分間に鋸断した総面積をみると、重量小では勾配がきつくなるにつれて面積が増加したのに対して、重量大では逆の傾向がみられた。すなわち、重量大のチェーンソーは単位時間当たりに鋸断する能力は高く、勾配の大小にかかわらずほぼ一定であった。しかし、重量大のチェーンソー使用時における鋸断に費やす時間割合はチェーンソー重量小に比べて少なかったために鋸断総面積が小さくなった。一方、重量小のチェーンソーでは単位時間当たりの鋸断面積が勾配により異なり、勾配の違いにより作業姿勢を変化させている。

鋸断中に腰を90度前後に曲げた姿勢の出現割合をみると、平坦地の重量小<急傾斜の重量大<急傾斜の重量小<平坦地の重量大<緩傾斜の重量小<緩傾斜の重量大の順であった。本実験においては丸太が小さく危険性も少ないため、鋸断中の丸太と被験者との位置関係については特に制限を加えなかった。被験者は勾配のある条件では、常に丸太を山側にした位置で鋸断していた。重量小の平坦地の条件では丸太の近くに立ち、体幹を直立あるいは前傾にして斜め方向から足下に向かって鋸断していた。緩傾斜地では平坦地と同様の姿勢で鋸断するとチェーンソーの先端が地面に接してしまう。接地しないように肩を挙上すると丸太にチェーンソーを圧着しにくいため、チェーンソーを地面に平行となるようにして鋸断した結果、平坦地よりも体幹を大きく曲げたり、片足を丸太にのせた姿勢が多くなったと推測される。急傾斜地では、緩傾斜地に比べて丸太の位置が高くなり、腰を大きく曲げなくてもチェーンソーを丸太に対してほぼ真上方向から直角にあて、体重をかけながら鋸断することが出来、単位時間当たりの鋸断面積が多くなったものと推測される。

重量の大きいチェーンソーは排気容量が大きいために馬力が大きい。仕事量は馬力によって決まり、本来ならば重量の大きいもののほど単位時間当たりの鋸断面積が大きくなるが、傾斜のある現場では必ずしもその通りにはならないことがわかる。

神代(40)は、直立姿勢よりも前屈立位姿勢で心拍数が高いと述べている。作業中の心拍数の変動を観察すると、勾配がきつい条件ほど心拍数が高かった。平坦地や緩傾斜地の条件ではチェーンソーが重いほど心拍数が高く、平坦地においても重量の重いチェーンソーを使用した条件では、心拍数の定常状態の出現が起こりにくいといわれる120~130拍/分の範囲(58)を超えていた。特に緩傾斜地および急傾斜地の条件では、作業終了後30分目においても心拍数が作業前に比較して高く、作業負荷の高いことが示唆される。藤井(2)はチェーンソーを持って山腹を登る場合に心拍数が最高90から160拍/分、下りでは96から144拍/分になったと述べ、岩川(38)も勾配が心拍数に大きく影響すると述べている。本実験においても、鋸断中の作業姿勢の影響よりも、重量物の運搬歩行のために心拍数が高くなったものと推測される。

平坦地および緩傾斜地における作業終了直後の背筋力の低下は、作業中に大きく腰を曲げた姿勢が多かったことと関連し、平坦地の重量大の条件における作業終了直後の左手の握力の低下は、重いチェーンソーを丸太に対して斜めにあてて支持しながら鋸断したためと推測される。不自然な作業姿勢や重量物の保持の結果、背筋力や握力の低下がみられたと考えられる。

橋本(12)は、30分間の労作をさせた実験において労作強度が増すにつれフリッカー値が亢進すると述べているが、本実験で30分目に



フリッカー値の機能亢進がみられた平坦地の重量大の条件は、心拍数や作業姿勢の結果から推測すると負荷が最も高い作業条件とは考えられない。他の条件では作業開始から30分目までに機能が亢進し、30分目には作業前のレベルに戻ったとも考えられるが、フリッカー値の測定を行っていないため明らかではない。

藤井等(4)は、チェーンソー運搬時の心拍数を測定し、チェーンソー重量は7 kg以下が好ましいと述べている。山田(59)は、3～40 kgの負荷をかけて自由歩行させた結果、6 kg以下の負荷では生理的負担は特に問題がないと述べている。本実験においても、9.8 kgの重いチェーンソーを急傾斜地で使用した場合には、運搬歩行に時間を費やすために断断に費やす時間が短くなり、作業効率の観点からも好ましくなく、平坦地で使用した場合にも前傾姿勢が多くなり、長時間作業を繰り返すことで背筋力や握力が低下することが明らかになった。しかし、4.8 kgの軽いチェーンソーであっても、勾配がきつい条件では足や肩、腰のだるさの訴えが多く、勾配がきつくなるにしたがって心拍数が高くなり、疲労感の回復も遅くなることが明らかとなった。

造材作業は勾配が20度前後の地形に多いといわれ(54)、勤務時間内のチェーンソー稼働時間は35%であったとの報告(32)もある。本実験で課した作業は実際の作業よりも負荷が高く、林業労働者の把持力は学生に比べて強い(39)ことから、本実験の結果をそのまま実際の林業に従事する作業者にあてはめることには多少の問題があると思われる。しかし、林業においては高齢者の占める割合が高く、チェーンソー作業に従事している高年齢層群の疲労感の訴え率が高い(17)。

高齢者の筋力低下は足・腰から始まるといわれており、運搬の容易な軽いチェーンソーの積極的な活用が必要と思われる。さらに、チェーンソー使用時の不自然な作業姿勢や作業効率に関しては、チェーンソーの圧着角度や作業姿勢を考慮した丸太へのアプローチ方法、適切な林道の勾配と配置などについても検討していく必要があると考えられる。

以上を要約すると、緩傾斜地での作業姿勢に問題が多く、作業終了直後の背筋力や握力の低下は作業中の姿勢と密接に関連していた。心拍数や疲労感の訴えは勾配がきつくなるほど大きかった。平坦地および緩傾斜地ではチェーンソーの重量の違いが心拍数に影響を及ぼし、作業中の心拍数の増加は勾配とチェーンソーの重量に関連していた。急傾斜地の作業では心拍数や疲労感の回復が遅くなり、特に重いチェーンソーの使用では作業効率も低下することから、必要に応じて軽いチェーンソーの使用が好ましいと考えられる。

### 3. チェーンソーの作業高さと労働負担

チェーンソー作業の労働負担の要因であるチェーンソーの重量や機械振動に関しては、労働衛生規則により振動の少ない機器の使用や、機器の使用時間が2時間を超えないこと、一連続作業時間が10分以内であることなどが定められている。しかし、機械自体のもつ問題点以外に、作業場所や作業対象物の位置にかかわる負担要因も多い。辻(55)は、作業場所の制約に起因する作業位置の違いにより、チェーンソー作業の姿勢が異なると述べている。チェーンソー保持時の作業姿勢の違いにより、腰部に作用するモーメントが異なり(48)、チェーンソーを保持する高さにより玉切り作業中の心拍数が異なると報告されている(3,4)。傾斜地における玉切り作業実験においても、丸太と被験者との高さの差が作業者の負担に影響すると報告されている(15)。そこで、材の高さに注目し、チェーンソーを用いて繰り返し丸太を鋸断する玉切り作業を実験的に設定し、丸太の高さを変えた場合の作業姿勢と労働負担について比較・検討した。

#### (1)実験方法

実験で設定した作業は、重量5.4kgのチェーンソーを用いて平均直径30cm、長さ2mのカンパ材の丸太を鋸断する作業である。丸太の下部の高さは、地上から120cm(上作業条件)、70cm(中作業条件)、そして20cm(下作業条件)の3条件を設定した。作業時間は、10分間の鋸断作業と2分間の休憩を5回反復し、計60分間行わせた。被験者は、年齢21歳から23歳までの健康な男子8名である。測定項目は次のとおりである。

### 1) 作業出来高

作業出来高の指標として、作業中に切断した丸太の鋸断総面積を算出した。

### 2) 作業姿勢

VTRに作業中の姿勢を記録し、その画面を5秒間隔に観察して作業中の腰曲げ姿勢と膝曲げ姿勢の出現頻度を求めた。

### 3) 心拍数

作業開始10分前から作業終了後60分目までの130分間連続して測定した。

### 4) フリッカー値

作業開始前、作業終了直後、作業終了後30分目および作業終了後60分目の4回測定した。

### 5) 疲労自覚症状および身体疲労部位調査

産業衛生学会疲労研究会が作成した自覚症状しらべ(表II-1参照)と身体疲労部位調査票を用いて、作業開始前、作業終了直後、作業終了後30分目、および作業終了後60分目の4回記入させた。

### 6) 作業のきつさ

作業終了直後に、きつい、普通、楽の3段階で評価させた。

実験は冬季に5日間行った。実験開始前の9時30分の外気温は9～13℃、実験終了時は11～13℃であった。

測定したデータの平均値の比較には、対応のある平均値の差検定(t-検定)を用いた。

## (2) 結果

### 1) 作業出来高

作業出来高の指標として求めた平均鋸断断面積は、上作業条件で

は85.112 cm<sup>2</sup>、中作業条件では81.579 cm<sup>2</sup>、下作業条件では78.449 cm<sup>2</sup>であった。条件の違いによる鋸断断面積に有意な差は認められなかった。

## 2) 作業姿勢

作業中に発生した姿勢を観察すると、上作業条件では腰および膝を伸ばした姿勢の出現率はそれぞれ85.8%、86.5%であったのに対して、中作業条件では22.3%と64.8%、下作業条件では3.4%と42.7%で、作業位置が低くなるにしたがって腰や膝を伸ばした作業姿勢の出現が有意に減少していた。腰の曲げ角度を観察すると、腰曲げ角度が45°以内である姿勢は、上作業条件に比較して中作業条件において有意に増加していた。下作業条件では、中作業条件に比較して曲げ角度が45°以内である姿勢の出現回数が有意に減少するのに対して、45°以上の腰曲げ姿勢が有意に増加していた。一方、膝を曲げない姿勢の曲げ角度を0°とすると、膝を45°以内に曲げた姿勢の出現回数は上作業条件に比較して中作業条件において有意に増加していたが、中作業条件と下作業条件との間には有意の差は観察されなかった。膝曲げ45°以上の姿勢の出現回数には、条件間の差は認められなかった。すなわち、作業位置を上作業条件から中作業条件に変えた場合は、腰と膝の曲げ角度を変えることによって作業しやすい姿勢をつくり出しているのに対して、中作業条件から下作業条件に作業位置が変わった場合には、膝よりも腰の曲げ角度を大きくすることによって対応していた(25)。

作業中の腰および膝曲げ姿勢の出現状況を10分間ごとにまとめてその様相を観察すると、上作業条件では腰を伸ばした姿勢の出現回数が、作業開始後12分目から22分目までの10分間に比較して24分目

以降の10分間に減少する傾向が観察され、作業開始後36分目からの10分間に比較して48分目以降は $45^{\circ}$ 以内に腰を曲げた姿勢が有意に増加していた。中作業条件では、作業開始後の10分間に比較して36分目以降に膝を伸ばした姿勢の出現回数が減少する傾向が観察された。一方膝を $45^{\circ}$ 以内に曲げた姿勢の出現回数は、作業経過に伴って増加する傾向が観察された。しかしながら、腰の曲げに関しては時間経過に伴う出現回数の有意の変化は認められなかった。下作業条件では、膝を $45^{\circ}$ 以内に曲げた姿勢の出現回数が作業開始後の10分間に比較して、作業開始後12分目以降、36分目以降そして48分目以降のそれぞれ10分間の出現回数が増加する傾向が観察された。また、腰の曲げに関しては中作業条件と同様に時間経過に伴う出現回数の有意の変化は観察されなかった。

### 3) 心拍数

作業中の平均心拍数は、上作業条件では108.2拍/分、中作業条件では111.8拍/分、そして下作業条件では109.5拍/分であった。各作業条件における平均心拍数を比較すると、いずれの条件間においても有意の差は認められなかった。

### 4) フリッカー値

フリッカー値の変動は、いずれの条件においても作業前と作業終了直後との値に有意の差は認められなかった。

### 5) 疲労自覚症状および身体疲労部位調査

作業終了後の疲労自覚症状30項目の平均訴え率を観察すると、下作業条件の訴え率が12.9%で最も高く、次いで上作業条件(9.2%)、中作業条件(7.1%)の順であった。症状群の訴え率の順序を観察すると、いずれの条件においてもⅢ群>Ⅰ群>Ⅱ群の肉体的作業型を呈



していた。作業終了直後において50%以上の訴え率を示した症状項目を観察すると、上作業条件では「肩がこる」(62.5%)と「手足がふるえる」(50.0%)であった。「肩がこる」の訴えは、作業終了後30分目においても62.5%の訴え率があった。中作業条件では「腰がいたい」(75.0%)の訴えがあり、作業終了後60分目においても50.0%と高い訴え率が残っていた。下作業条件では「腰がいたい」(100.0%)と「足がだるい」(62.5%)で、「腰がいたい」の訴えは作業終了後30分目に75.0%、作業終了後60分目においても50.0%の訴え率があった。

身体疲労部位の訴え部位を観察すると、上作業条件における作業終了後では、右上腕と右前腕、右手掌部に75%以上の訴え率があり、左肩甲骨部、手掌部、右肩甲関節部、そして腕関節部に50%以上の訴え率があった。作業終了後60分目においても、右手掌部に痛みを訴えた者が50%、右腕、肩に痛みを訴えた者が37.5%あった。一方、中作業条件における作業終了後では、左腰部に75%以上の訴え率があり、次いで、右手掌部、右手の前腕そして右腰部の訴え率が50%以上あった。作業終了後60分目には、左右腰部、右手の上腕と前腕、そして右下腿後部に25%以上の訴えが残っていた。下作業条件においては、作業終了後に左右の腰部に75%以上の訴え率があり、左右の手掌部と右下腿後部に50%以上の訴え率があった。作業終了後60分目には、左右腰部、右手掌部、右手の上腕から前腕にかけての部位、そして右下腿後部に25%以上の訴えが残っていた。

#### 6)作業のきつさ

作業終了直後に記入させた作業に関する評価をみると、下作業条件では5名が、「きつい」、2名が「普通」、1名が「楽」と回答

していた。

中作業条件では7名が「楽」、1名が「きつい」と回答し、上作業条件では6名が「普通」、2名が「きつい」と回答していた。上作業条件で「きつい」と回答した2名は、いずれも作業中、目に切りくずが入ったと訴えていた。

### (3) 考察

丸太を鋸断する作業においては、丸太とチェーンソーの刃先の角度からくる制約のために腰を一定の角度に保って作業することになり、そのために腕さらには膝を使って丸太とチェーンソーの高さ調節を行なっているものと推測された。作業位置が高い場合には腕に、低い場合には腰と下腿部に疲労感の訴えが多かった。このように作業者は、作業から誘発される労働負担に対して、自然に作業姿勢などを変化させることによって労働負担の軽減を図ろうとしていることが明らかになった。次節では、作業姿勢と労働負担との関係について考察する。

## 第3節 作業姿勢と労働負担

本節では、精神的負担が増大すると考えられる森林作業に対して生理・心理機能検査を適用し、労働負担の観点から、サイクルタイムが短くかつ繰り返し性のあるモデル作業として電動ドリルを使用する椎茸の駒打ち作業に関する実験を選定した。その理由としては、椎茸の駒打ち作業は、歩行距離が短く作業中ならびに作業の前・後に行う各種機能測定が比較的容易に出来ることからモデル作業として適当であると考えた。作業条件としては、作業台を使用せずに

地面で作業をさせた場合と原木を置く台ならびに駒打ち作業用の台を使用して作業を行わせた場合との2種類を設定した。前者は椎茸の駒打ち作業において一般に行われている作業方法を模したものであり、後者は作業姿勢の観点から前者の問題点をより明確にするために対照作業として設定した作業条件である。

橋本(14)は、精神疲労の主症状として、生理心理機能の低下、自覚的疲労感の増大、そして作業量の低下など他覚的疲労症状の3つの側面があると述べている。また石井(33)は、トラクタ集材作業者の労働負担調査において、労働負担は消費エネルギーのみでは評価できないと述べている。さらにTomlinson等(52)は、酸素消費量と心拍数との相関が高いと述べている。したがって、負担の指標としては、他の産業において精神的負担の指標として用いられている評価手法を導入し、労働負担の観点から作業の問題点を多角的に検討することとした。

#### 1. 調査方法

実験の対象とした椎茸の駒打ち作業は、被験者の右側にある原木置場から原木1本を被験者の正面にある作業場所まで運び、電気ドリルを使用して1本当たり100個の穴をあけ、椎茸の菌の植え込みを行った後、木づちを用いて駒打ちし、左側の原木置場に運ぶ一連の作業である。左右の原木置場は被験者から約50cmの距離とし、上記の作業を5回繰り返し行わせた。使用した原木の大きさは、平均の長さ103cm(116cmから95cm)、断面の平均径16.4cm(21.2cmから13.0cm)、平均重量26.6kg(55.0kgから13.3kg)である。

作業台を使用しない条件(以下、台不使用条件と称す)においては、被験者の右側に駒打ち前の原木置場、正面に穴あけおよび駒打

ち用作業場、そして左側に駒打ち後の原木置場をそれぞれ地面に配した。

作業台を使用した条件（以下、台使用条件と称す）においては、一般的には立位作業における最適作業台の高さとして90cmを採用していることから、左右の原木置場に高さ73cmの台を設置するとともに、正面に穴あけおよび駒打ち作業用のY字型をした作業台を設置した。そして、いずれの作業台においても原木を乗せるとその上面の高さが約90cmになるようにした。さらに、穴あけの際に使用するドリル操作時において手首に負担が生じることを防ぐために、ドリル先端からグリップ中央までの距離に相当する26cmの踏み台をY字型の作業台の背後に設け、穴あけ作業は踏み台上にて作業させ、駒打ち作業は踏み台を使用しないで作業させた。

調査項目の選定にあたっては、次の点を考慮した。すなわち、ここでは対象とした椎茸の駒打ち作業は、電動ドリルによる穴あけおよび木づちを用いた駒打ちという精神の集中および筋力を必要とする作業と、原木の運搬という筋力を主体とする作業の大きく2種類の要素が含まれた作業である。そこで、作業において疲労するであろう部位を考慮して、中枢機能、身体機能、そして疲労感の大きく3つに分けてそれぞれに対応する複数の労働負担調査項目を選択した。

前述の負荷作業に伴う大脳皮質活動水準の変動を把握するために集中維持機能(TAF)検査(TAF-101、アロカ)およびフリッカー検査(FL-10 柴田化学)の2項目を採用した。さらに身体的負担の度合を観察するために、心肺機能検査の一つである肺活量(竹井機器)と心拍数測定(ライフスコープ80EC-3200、ZB-311P送信機、日本光

電、SUPER BASE164B、1430送信機、日本電気三栄)、筋力活動として背筋力測定(竹井機器)と握力測定(竹井機器)を行った。また、作業に伴う主観的疲労感の出現度合を観察しようとして、日本産業衛生学会・産業疲労研究会作成による「自覚症状しらべ」を用いた。他覚的な負担の度合の観察としては、作業時間、出来高調査を通してパフォーマンスの変動を記述し、併せて作業中の作業姿勢の出現頻度について調査した。

被験者は、年齢18歳から23歳までの健康成人男子8名である。被験者には実験に先立って3日間の予備日を設け、各種検査器具に十分慣れさせた。測定値の日内変動を考慮し、1日に1作業条件を同一時間帯内で1回行い、同一被験者に対して行う次の作業条件との間には1日の間隔をおいた。また、作業条件の組合せはランダムとした。被験者には実験前日7時間以上の睡眠をとるように指示し、過激な運動などは禁じた。実験当日は午前9時に作業場に集合させ、生体諸機能が安定した時点を見計らって肺活量測定、背筋力測定、握力測定、集中維持機能(TAF)検査、フリッカー検査そして心拍数の安静値を測定し、合わせて疲労自覚症状調査を行い、これらの測定結果を作業前値とした。測定終了後に作業を開始し、作業終了直後、作業終了後30分目および作業終了後60分目に作業前と同一の検査を行った。心拍数は作業中についても連続して測定し、フリッカー検査は、胸打ちした原木を原木置場に運び終わった直後にも測定した。作業中の姿勢はビデオレコーダに記録した。なお、作業を遂行するにあたっては、被験者に早く正確に行うように指示した。

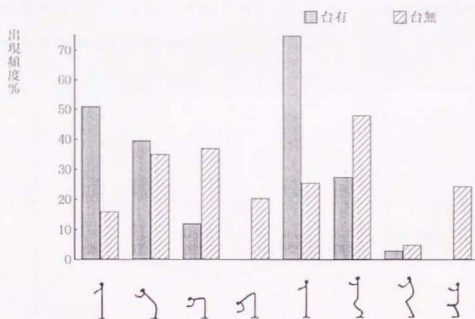
## 2. 調査結果

### (1)作業時間

台不使用条件および台使用条件における作業開始から作業終了後までの平均作業時間はそれぞれ48.44分、45.54分で、台不使用条件に比較して台使用条件における作業時間が有意に短かった( $P<0.05$ )。

## (2) 作業姿勢

作業中の姿勢を記録したビデオテープの画面を15秒ごとに目視観察し、腰の曲げ角度と膝の曲げ角度をそれぞれ4段階に分類して、その出現率を観察すると図Ⅲ-20のとおりである。



図Ⅲ-20. 腰曲げ姿勢の出現頻度

すなわち、台使用条件に比べて台不使用条件における腰曲げおよび膝曲げ姿勢の出現率が大きかった。

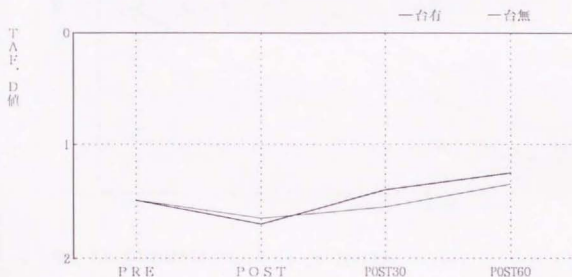
## (3) 集中維持機能(TAF)

作業前・後および回復過程におけるTAF・D値の変動を示すと図Ⅲ-21のとおりである。

すなわち、台不使用条件および台使用条件のいずれにおいても作



業前に比較して作業後の低下が観察され、その後時間の経過とともにTAF・D値が充進するパターンを呈していた。しかし、作業前値とその他の測定時点における値を比較検定すると、いずれの条件においても有意の差が認められなかった。さらに、各測定時点における作業条件間の値を比較検定すると、いずれの測定時点においても有意の差が認められなかった。TAF・L値においても、TAF・D値と同様にいずれの作業条件においても作業前値と他の測定時点との間に有意の差は認められず、またいずれの測定時点においても作業条件間に有意の差は認められなかった。



図Ⅲ-21. TAF・Dの変動

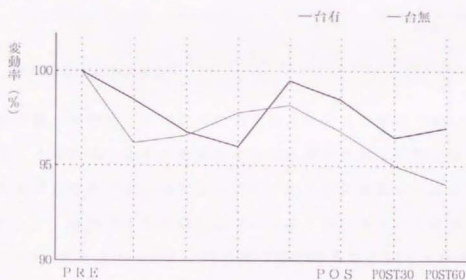
#### (4) フリッカー検査

作業前・後および回復過程におけるフリッカー値の変動を図Ⅲ-22に示した。

すなわち、台不使用条件においては作業前の値に比べて1本目を原木置場に置き終わった時点で低下率が3.7%を示し、その後4本目の終了時点では低下率が1.9%まで上昇するもののその後徐々に低下

し、作業終了後60分目には6.1%の低下率を示した。一方、台使用条件では作業前に比べて3本目の終了時点における低下率が3.9%と最も大であった。そして、4本目の終了時点において低下率が0.6%に回復するものの、その後作業終了後30分目まで漸次低下傾向が観察された。作業終了後60分目の低下率は3.2%であった。

作業前・後のフリッカー値を比較すると、いずれの作業条件においても有意の機能低下は認められなかった。



図Ⅲ-2 2. 作業前値を100%としたフリッカー値の変動

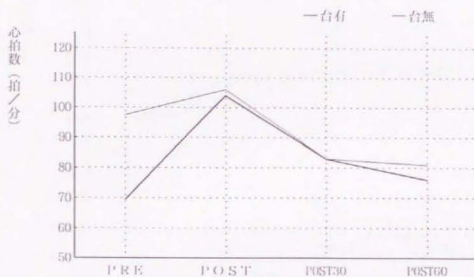
#### (5) 心拍数

作業開始から作業終了までの平均心拍数ならびに安静値、作業終了後30分目、および作業終了後60分目の10分当りの平均心拍数を示すと図Ⅲ-23のとおりである。

すなわち、台不使用条件における作業中の平均心拍数は105拍/分で、台使用条件における作業中の平均心拍数は106拍/分であった。

#### (6) 肺活量および筋力

作業前値を100%として作業後ならびに作業終了後30分目、60分目

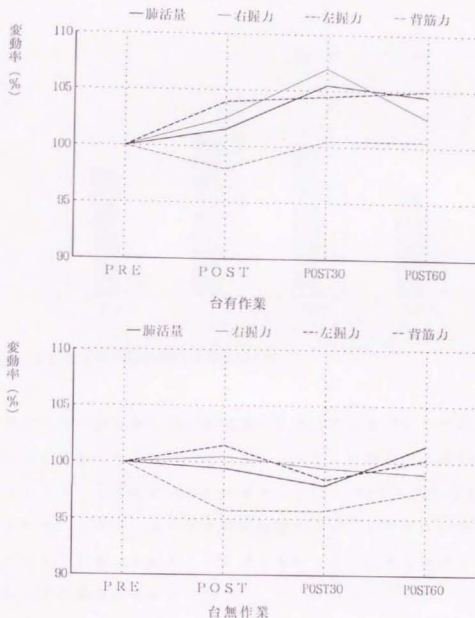


図Ⅲ-23. 心拍数の変動

の肺活量、背筋力および握力の測定結果を示すと図Ⅲ-24のとおりである。すなわち、台不使用条件における肺活量および握力は、作業後および作業終了後の回復過程においても作業前値とほぼ同様の値を示した。背筋力は作業後および作業終了後30分目に作業前の値に比べて4.1%の低下を示し、作業終了後60分目においても作業前値に比べて3.3%の低下を示していた。一方、台使用条件における肺活量および握力は、作業前値に比較して作業後および作業終了後の回復過程において値が亢進していた。背筋力は作業前値に比較して作業後において2.1%の低下が観察されたが、作業終了後30分目には作業前値の水準に回復していた。

#### (7) 疲労自覚症状

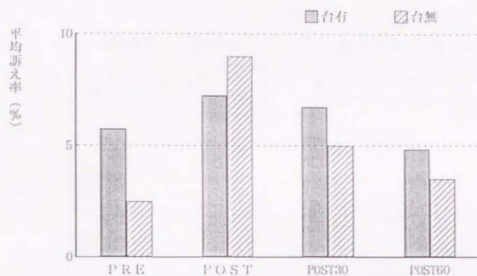
症状群別訴え率の順位を観察すると、台不使用条件における作業前においてのみⅠ群>Ⅱ群=Ⅲ群の順で、その他の測定時点ではいずれの作業条件においてもⅠ群>Ⅲ群>Ⅱ群の順であった。(Ⅰ群、Ⅱ群、Ⅲ群については第Ⅱ章第4節を参照のこと)



図Ⅲ-24. 作業前値を100%とした肺活量・背筋力および握力の変動

両作業条件における30項目の平均訴え率を示すと図Ⅲ-25のとおりである。

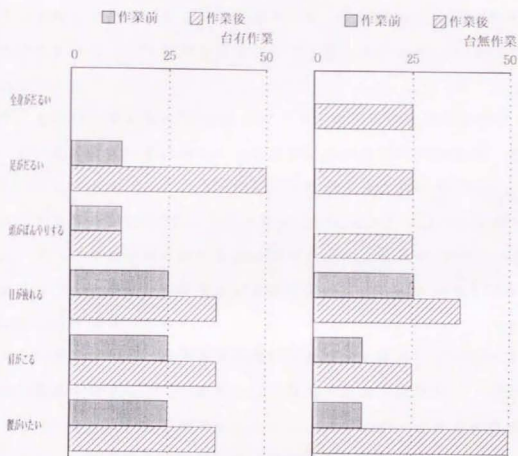
すなわち、台不使用条件における作業後の訴え率は、作業前に比べて6.7%増加し、作業終了後60分目においても訴え率は作業前より2.5%大であった。一方、作業台使用条件における作業後の訴え率は作業前に比べて1.3%の増加を示し、作業終了後60分目の訴え率は作業前より、1.2%減少していた。



図Ⅲ-25. 疲労自覚症状30項目の平均訴え率

吉竹(61)は、訴え率の多い症状項目を抽出する基準として25%以上が一応の目安になると述べている。そこで、作業後の値が25%以上の訴え率を示した症状項目を列举すると図Ⅲ-26のとおりである。

すなわち、作業前・後の訴え率を比較すると、いずれの作業条件においても「目につかれる」および「肩がこる」の訴え率が作業前に比較して作業後にそれぞれ25.0%、12.5%増加していた。「足がだるい」の症状項目に関しては台不使用条件に比べて台使用条件における訴え率の増加が12.5%大であった。一方、「全身がだるい」、「頭がぼんやりする」および「腰がいたい」の3項目は、台使用条件に比べて台不使用条件における作業後の訴え率の増加が25.0%大であった。



図Ⅲ-26. 疲労自覚症状25%以上の訴え率を示した症状項目

### 3. 考察

集中維持機能(TAF)検査は、2 mの距離から2.5 cmの光源標的をフォト・トランジスタが内蔵された一点支持の照準眼鏡を持って「1分間狙い、10秒間休む」の動作を3回繰り返すもので、TAF・Lを集中のレベルを表すもの、TAF・Dを集中維持の動揺度を表すものと定めている(49,50)。そして、TAFの低下は労働負担が過度になったための大脳皮質活動水準の低下と報告されている(40,51)。また、フリッカー検査はちらつきの判別閾値を指標とする検査で、フリッカー値は



知覚皮質領域の興奮水準、あるいは意識の機能水準を示す生理学的指標であるといわれている(12)。橋本(13)は、筋労作という局所的な疲労であっても、大脳の中樞性の疲労と無関係ではないと述べている。

そこで、今回得られたTAF値およびフリッカー値の変動を観察すると、いずれの作業条件においても作業後における有意の機能低下は認められなかった。一方、山地(58)は8時間労働における平均心拍数の許容限界を110拍/分とする報告が多いと述べている。したがって、いずれの作業条件においても作業中の平均心拍数が110拍/分以下を示したことから、本作業における作業強度はさほど大きくはなかったものと推測される。

さらに吉竹(61)は、疲労自覚症状における症状群別の平均訴え率の順序関係をもとに、「一般型」、「精神作業型・夜勤型」、そして「肉体作業型」として分類していることは先に述べたところである。そこで、作業後の症状群別訴え率の順位から推測すると、ここで対象とした椎茸駒打ち作業は、肉体作業というよりも、一般に多くみられる作業に近い性質を有する作業であると言える。したがって、作業強度が比較的小さく、かつ作業時間が短かったために中樞レベルの機能低下が認められなかったものと推測される。

作業台を使用せずに作業させた条件と作業台を使用して作業させた条件における労働負担を比較すると、台不使用条件における作業後のフリッカー値および背筋力の低下は台使用条件に比較して大きかった。また、作業後の疲労自覚症状の訴え率を観察すると、台使用条件に比較して台不使用条件における訴え率の増加が大きく、さらに台不使用条件における「全身がだるい」、「頭がぼんやりする」

および「腰がいたい」の3症状項目の訴え率は、台使用条件に比較して大であった。作業中の各種姿勢の出現頻度を観察すると、台不使用条件における腰曲げおよび膝の屈曲角度は台使用条件に比較して大きかった。岡田(44)は、各種姿勢保持中の筋電図を記録した結果、中腰前傾では体幹と下肢の両者に中等度以上の負荷が観察されたと述べている。また森岡等(42)は、姿勢を変えて引っ張り作業をさせた結果、前傾姿勢では僧帽筋、脊柱起立筋、大腿二頭筋そして腓腹筋のいずれの筋群にも収縮活動が観察され、しゃがみ姿勢では僧帽筋と脊柱起立筋に収縮活動が観察されたと述べている。したがって、台不使用条件においては腰背部の筋力を持続的に使用した結果、腰部および全身の疲労感が増大し、背筋力の低下および機能回復の遅延を招いたものと推測される。一方、台使用条件においては「足がだるい」の症状項目の訴え率が台不使用条件に比較して大であった。作業中の各種姿勢の出現頻度を観察すると、台使用条件における立位姿勢の出現頻度は台不使用条件に比較して大であり、姿勢の変化が少なかった。また岡田(44)は、各種姿勢保持中の筋電図を記録した結果、直立位では下腿伸筋に負荷がかかると述べている。また佐藤(47)は、下肢を動かすことにより筋疲労の進行を防ぐとともに立位での静脈還流の不利を筋ポンプの働きで補い、比較的長時間の立位姿勢保持が可能になると述べている。したがって、姿勢の変化が少ない長時間におよぶ立位姿勢保持の結果、被験者は足のだるさを強く訴えていたものと推測される。

不自然な中腰姿勢やしゃがみ姿勢など、局所的な筋を使用しかつ持続的な筋収縮が要求される作業は静的筋作業と呼ばれている。静的筋作業は、消費エネルギーは小さいものの筋への血流が筋肉の持続

的収縮により阻害され、組織への酸素補給が不十分になる。そして、作業者にとって苦痛が大きく、しかも筋の疲労が生起すればその回復は遅いといわれている(1)。岡田(44)は、特定の筋負荷に伴う姿勢保持に関して、下肢筋の場合には支持脚の交代や位置の変化などにより負担を軽減しうるが、体幹の固定に関与する固有背筋においてはこのような自由度がなく、その活動は軽度ないし中等度の前屈作業における作業姿勢保持に不可欠であることから、その負担は大きくなる傾向があると述べている。したがって、原木の移動や、穴あけおよび駒打ちを地面で行う作業においては、たとえ短時間の作業であっても不自然な作業姿勢に起因する負担を軽減する必要性があるものと推測される(27)。作業台を使用して作業姿勢を改善することにより、生体機能の低下を防ぎ、疲労感を低減出来、さらには生産性の向上にも寄与することが確かめられ、駒打ち作業のような不自然な作業姿勢の出現頻度の高い作業では、特にしゃがみ姿勢のない作業環境を作る必要がある。

#### 第4節 女性森林作業者の労働負担

林業不況が続く中、下刈り作業や林業に関する軽作業の労働力として女性の割合も高い比率となっており、高性能林業機械オペレータにも女性の進入が見られるようになってきている。しかし、これまでに森林作業負担に関する調査には、女性の労働負担に関する調査例は、多く見ない。特に女性作業者の心拍数に関する調査例はほとんどないように思える。そこで今回は、比較的女性作業者割合の高い下刈り作業を行う女性を対象に心拍数を調査し、女性下刈り作

業者の労働負担と疲労感について考察を行った。

## 1. 調査方法

### (1) 調査箇所ならびに対象作業

今回の調査箇所は、女性作業者の比較的多い、T森林組合の女性作業者5人を対象にした。作業の種類は、下刈り作業であり、調査期間は、平成7年7月26日から28日までの3日間であった。1日目は、前年度新植地の下刈り作業で平均傾斜30度、2日目および3日目は、今秋に皆伐予定箇所の平均傾斜約26度のスギ林内の下刈り作業であった。各日の温度、湿度は1日目35.7℃、52.6%、2日目34.7℃、59%、3日目33.6℃、64.6%であった。被験者は39才から58才までの5名で、平均年齢は46.8才であった。

### (2) 調査項目

心拍数：作業中の心拍数をハートメモリ（竹井機器社製心拍メモリ装置1850a）により終日測定した。サンプリング時間は、30秒単位で測定した。

時間観測調査：ストップウォッチにより直接作業現場で時間観測調査を行った。

フリッカー値：作業前および作業後に各5回ずつ測定し、より正確な平均値を求めるために、最高値と最低値を除いた3回の平均値を採用した。

疲労自覚症状：日本産業衛生学会が作成した「疲労自覚症状しらべ」を用い、作業前および作業後に調査を行った。

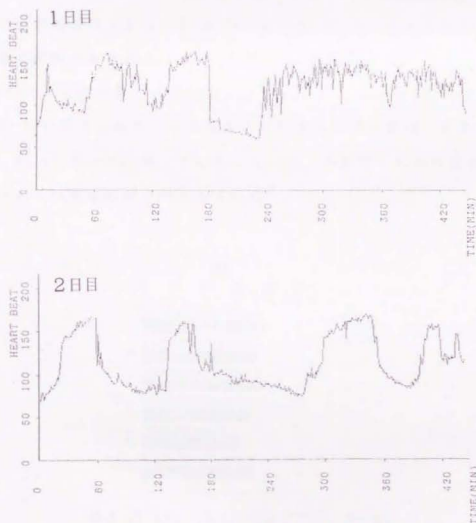
身体疲労部調査：「疲労自覚症状しらべ」と同様、日本産業衛生学会が作成したもので、作業前および作業後に調査を行った。

ストレス調査：Makay等(41)が作成したstress arousal check listを日本人向けに作成した調査表により、作業前および作業後に調査を行った。

## 2. 調査結果

### (1) 心拍数

作業員1日目と2日目の作業の心拍数を図Ⅲ-27に示した。作業中の平均心拍数は、1日目が141拍/分、2日目は144拍/分となった。



図Ⅲ-27. 女性下刈り作業者の心拍数の推移

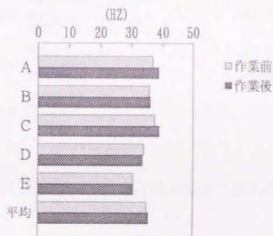
また、作業中の最高心拍数は、両日とも172拍／分と非常に高い数値を示した。

### (2)要素作業時間

作業員5名の3日間の平均作業時間は、7時間前後であった。それぞれの要素作業時間割合は、作業前に機械や作業服の確認などの準備作業に7.2～10.7%、現場内の移動に11.3～12.0%、実作業時間に29.5%～32.6%を要した。また休憩時間は、46.9～48.0%と大きな割合であった。その他は、副次行動などの汗を拭いたり、急斜面でつまづくなどの動作であり0.4～0.7%であった。なお、調査中蜂にさされ作業の中断もみられた。

### (3)フリッカー値

図Ⅲ-28に示すとおり、作業前および作業後の平均値は、それぞれ34.9、35.6であった。個人差はあるものの、5名中4名の作業員は、作業前より作業後の値が増加していた。



図Ⅲ-28. 女性下刈り作業員のフリッカー値

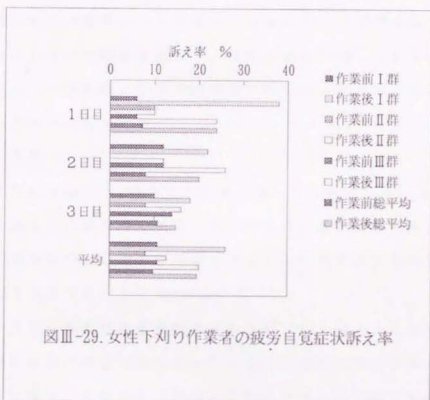


#### (4) 疲労自覚症状

3日間の疲労自覚症状結果を図Ⅲ-29に示した。1日目は現場が炎天下の急斜面であったため作業後にI群が高い訴え率を示し、身体負担の高い作業であることがわかった。

#### (5) 身体疲労部位調査

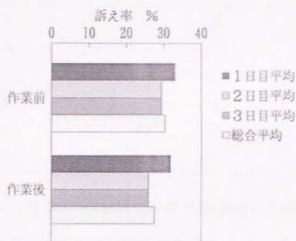
3日間の作業前および作業後の身体疲労部位をみると、作業前に、前日の作業による蓄積疲労とみられる右肩、右腕に疲労を訴えており、作業後は右肩、右腕、右肘、左腕左肘、ふくらはぎに高い疲労部位がみられた。特に右腕は作業前に訴え率が33%であったが作業後には、66.7%と倍の訴え率になったことから、ブッシュクリーナを手で操作するために腕にかなりの負担がかかっていた。



図Ⅲ-29. 女性下刈り作業者の疲労自覚症状訴え率

### (6) ストレス調査

図Ⅲ-30に3日間のストレス値の結果を示した。



図Ⅲ-30. 女性森林作業者のストレス

3日間ともに作業前の方が作業後よりもストレスが高くなっていた。また3日間の平均値を見ると、作業前値が30.3、作業後の値が27.5であり、作業前値より作業後の方が低くなっており、作業によるストレスは見られなかった。

### 3. 考察

作業中の心拍数は、140前後と非常に高い数値を示した。表Ⅲ-2に示したとおり、作業中の心拍数の内、最も高い心拍数値をみるため、高い値10個を取り出しその平均値を示したものが最高平均心拍数であり、1日目2日目ともに160以上となった。

終日の平均心拍数は休憩時間も含んだ値であるが、1日目は炎天下であったため平均値も高くなっている。これは女性の労働としては激作業に属す。女性の行う職種の中で終日平均心拍数が同等のものは農作業の田植え119拍/分、掃除116拍/分、47歳のオフィスワ

表Ⅲ-2. 心拍数測定結果

	作業時の平均心拍数	作業時の最高平均心拍数	終日の平均心拍数
1日目午前	144	165	122
午後	135	160	
1日目総平均	139.5	162.5	
2日目午前	145	166	111
午後	143	165	
2日目総平均	144	165.5	

ーク中の女性の心拍数は80から100拍/分である(48)。男性の下刈り作業時の心拍数は、120から135拍/分であることから本作業が激作業に属することが示唆される。

作業時間は、3日間とも7時間で、実作業時間はわずか30%であったが本作業の限界と思えた。調査の日は、連日35℃前後の真夏日であり、連続作業時間は30分程度が限度である。通常作業での実作業時間は、全作業時間の60%程度であるが、本作業条件下における女性下刈り作業時の実作業時間割合が30%となったが、真夏の急傾斜における下刈り作業ではやむを得ないものと思えた。フリッカー値は、3日間とも作業前より作業後の方が値が増加していた。このことは、本作業が精神的疲労型作業ではなく、肉体的疲労型作業種類に属することを示唆する結果となる。本調査結果では、I群およびⅢ群の作業後訴え率が高く、本作業が作業強度の高い作業であると言える。

身体疲労部位としては、右腕や右肩にかなりの負担がかかっていることが認められた。この理由としては、調査箇所が急傾斜地であり、等高線に沿って作業を進めていく場合に右側が山側となり、右

上から左下へ操作竿を振り下ろすことになる。このため操作竿を右上の山側へ持ち上げることによるものと思われた。一方ストレス値は、作業後に少なく、作業を終えた充実感や休憩中のグループでの会話などが良好な結果となったものと考えられる。

以上の結果から、女性下刈り作業は、心拍数値が示すとおり重労働であることが示された。完全な機械化あるいは自動化が若しくは、機械の性能を良くし、さらに軽くし、さらに機械が重すぎれば、長柄の下刈り鎌を使用させるような作業改善が必要であり、作業による疲労軽減の措置を講ずる必要があるものと思われた。

また、下刈り作業には女性森林作業者が多いが、下刈り作業以外にも女性作業者が実施できる森林作業は多く存在するよう見える。古い固定観念を捨て、女性森林作業者の行える新たな職種を見出す必要もある。特に機械化が浸透している現在の森林作業においては、機械を操作する運転作業もその一つであり、積極的な高性能林業機械オペレータについてもこれが適応可能であるように思える。

## 第IV章 運転を伴う作業の労働負担

### 第1節 運転を主とした作業の労働負担

機械運転操作を主とした森林作業は、最近特に増加傾向にある。

機械運転操作を主とした作業は、作業種類によっては作業から誘発される精神的労働負担の高い作業と一般的に言われている。しかし、森林作業全般的には、作業の性質から精神的な労働負担のみならず、身体的な労働負担が依然高いことが予想される。そこで機械運転を伴う作業を対象にして作業から誘発される労働負担量から、機械運転作業の作業特性を明らかにすることを目的に検討を行った。

#### 1. 調査方法

対象とした作業は、トラック運転（積み込み作業を含む）10名（平均年齢47.4才）、グラップルソー運転10名（平均年齢45.9才）、林内作業車運転3名（平均年齢44.3才）、自走式搬器操作15名（平均年齢35.0才）の5作業であり、表IV-1に示すとおり、延べ38名を対象とし、作業者の平均年齢は41.9才であった。

表IV-1. 対象作業のサンプル数および平均年齢

	サンプル数	平均年齢
トラック運転	10	47.40
グラップル運転	10	45.90
林内作業車運転	3	44.30
自走式搬器操作	15	35.00
平均	9.5	41.87

トラック運転作業は、いずれもグラップルもしくはクレーン付きのトラックであり、林道端の短材の積み込み作業と土場までの運搬作業である。グラップルソー運転作業は、比較的緩やかな広葉樹皆伐作業地でのチップ材の造材および集積作業を対象とした。林内作業車運転作業は、林道端に集積された短材をグラップルにより積み込み、土場までの運搬作業であり、トラック運転作業と作業形態は同様である。自走式搬器操作作業は、間伐作業対象地における集材作業であり、リモコンボックスを操作しながら林道端での荷卸し作業を対象にした。

## 2. 調査結果および考察

### (1) 作業に対する意識

それぞれの作業に対して、どのような気持ちで臨んでいるかを見るために作業後の意識として「気持ちよく作業が出来た」、「あまり気持ちよく作業が出来なかった」、「気持ちよく作業が出来なかった」の3段階で聞き取りを行った結果が表IV-2である。

表IV-2. 作業種類毎の作業後の作業に対する気持ち

	トラック運転	グラップル運転	林内作業車運転	自走式搬器操作
気持ちよく作業できた	90.0	40.0	66.7	86.7
あまりできなかった	10.0	40.0	33.3	13.3
できなかった	0.0	20.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0

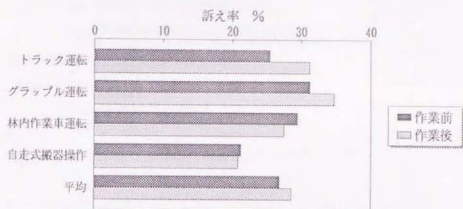
グラップルソー運転作業では、気持ちよく作業が出来なかった者の割合が60%と最も高い値を示したが、その他の作業種類では、気持ちよく作業が出来た者の割合が高い値を示した。

### (2) ストレス値

作業前および作業後に、ストレス値を測定するストレスアロウザ



ルチェックリストを用いて、作業によるストレスの変化を示したものが図Ⅳ-1である。

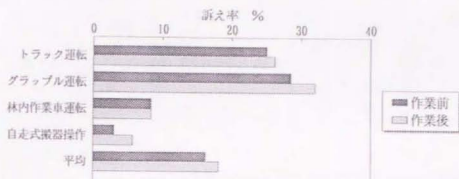


図Ⅳ-1.作業前後におけるストレス値の変動

図からわかるとおり、自走式搬器操作作業以外の作業種類において、ストレス値が高い傾向を示した。中でもトラック運転作業およびグラッブルソー運転作業においては、作業後に顕著な増加が認められた。林内作業車および自走式搬器操作作業においては、作業後の値が作業前よりわずかではあるが低下しており、作業によるストレスは少ない結果となった。

### (3) 疲労自覚症状訴え率

作業による疲労自覚症状を見るために、作業前と作業後に疲労自覚症状調査（日本産業衛生学会作成）を行った結果が図Ⅳ-2である。林内作業車運転作業を除くすべての作業種類では、作業後に訴え率が高くなり、特にグラッブルソー運転作業においてその傾向が顕著であった。また、トラック運転作業とグラッブルソー運転作業は作業前にも訴え率が高い傾向がうかがえ、作業による疲労が翌日まで残る作業種類であり、作業から誘発される身体的負担が高い作業種類であることが明らかになった。



図IV-2.作業前後における疲労自覚症状訴え率の変動

#### (4)身体疲労部位

身体疲労部位調査は、日本産業衛生学会が作成した身体疲労部位調査票により、作業前および作業後に全作業員へ対し、痛みやこり、さらに違和感のある箇所を調査したものであり、その調査結果を図IV-3に示した。

図に示すとおり、トラクタ運転作業では、作業前から背中に75%以上の痛みを訴えており、その他に腰、首、膝などの箇所に痛みを訴えている。作業後には、背中の痛みは減るものの腰の痛みを訴えるものが多かった。グラップル運転作業は、作業後に腰、背中、左足への痛みを訴える者が多く見られた。

前述した疲労自覚症状訴え率からみると、グラップルとトラクタ運転とはほぼ同程度の訴えとなっていたが、疲労部位は異なる結果となった。林内作業車運転作業では、作業前から背中や腰への痛みを訴える者が多いが、作業による顕著な訴え部位は見られなかった。また、自走式搬器操作作業は、作業前、作業後共に痛みを訴えた者はいなかった(22)。



図IV-3.各作業種毎の身体疲労部位

#### (5)機械運転作業による精神的労働負担

グラップルソー運転作業者は、造材・集積作業によるグラップルの操作を行うと同時にソーによる鋸断作業を伴うことから、レバーやボタン操作が複雑になることや単純繰り返し作業を狭いキャビン

内で強いられる。このような作業特性より、作業から生ずる精神的な労働負担を受けやすい作業といえる。また、これまでに、森林作業における、気持ちよく作業が遂行出来る時の作業後のストレス値は24%であることが明らかになった。この数値を考慮すると、各作業において、作業後のストレス値が24%以下の作業は、自走式搬器操作作業のみであった。この自走式搬器操作作業は、集材作業時の荷卸し作業に類似しており、機械運転操作には変わらないが、キャビン内での運転操作作業とは違う作業特性を有している。このため、作業後のストレス値は作業前の値より低下し、一般作業型に近い労働負担の様相を示した。これと同じく林内作業車運転作業は、運転作業には変わらないが、キャビン内でのボタンやレバーの操作作業とは作業形態が異なる。このため作業後のストレス値は作業前の値より低下したものである。したがって、トラック運転作業とグラブソー運転作業は、精神的労働負担の高い作業であり、林内作業車運転作業と自走式搬器操作作業は、作業から生ずる精神的労働負担は比較的低い作業である傾向が明らかになった。

## 第2節 運転作業の要素作業

機械導入後のオペレータの育成と機械の効率との関係、さらに運転作業の作業特性、各機械のオペレータによる要素作業について、時間観測結果より労働負担に関する考察を加えようとしたものである。また同時に土木作業機械操作と労働負担をパワーショベルの時間観測を行い林業機械と比較した。なお、本調査は、ハーベスタ、スキッド、タワーヤードの3種類であり、それぞれ大分県、千葉県、

静岡県で行い、土木作業機械のパワーショベルの調査は、神奈川県で実施したものである。

# 1. ハーベスタ運転

ハーベスタの調査は、1992年8月に大分県日田地方の玖珠ならびに湯布院の2カ所で風倒木処理の造材作業現場で行った。使用機種は、玖珠、湯布院ともにベースマシンとして、小松製作所製PC-120、ハーベスタヘッドとして、FMG社製（スウェーデン）FMG746である。作業現場条件は、比較的平坦な箇所（傾斜0～12°）であり、天候は、玖珠では晴れ、湯布院では雨であった。

調査は、玖珠および湯布院ともに現場でビデオ撮影を行い、後日ビデオ解析により時間観測を行い、各要素作業時間の観測を行った。

作業は、「つかむ」、「鋸断」、「ヘッド旋回（木有り）」、「枝払い」、「ヘッド旋回（木無し）」、「移動」、「枝処理」、「集積」の8要素作業種類に分類した。「つかむ」とは、ヘッドの部分で伐倒木をつかむことで、ヘッド部分でつかもうとしてから完全につかみ終わるまでの要素作業である。「鋸断」とは、つかんだ伐倒木の根の部分を鋸断する作業である。「ヘッド旋回」とは、ベースマシンは移動せず、ヘッドの部分のみが旋回する要素作業である。「枝払い」とは、ヘッドの部分で行われる枝払い作業である。「移動」とは、ベースマシン本体が移動する要素作業である。「枝処理」とは、枝払いをした枝を一箇所にまとめる要素作業である。「集積」とは、処理の終わった伐倒木を所定場所に積み込む要素作業である。したがって、基本的な作業の流れとしては、「つかむ」→「鋸断」→「ヘッド旋回（木有り）」→「枝払い」→「ヘッド旋回（木無し）」であり、「移動」「枝処理」「集積」は、必要に応

じて行われた付帯作業である。本作業は、すべてベースマシンのキャビン内で操作され、オペレータ1人で行われたものである。

ハーベスタの時間観測結果は、表Ⅳ-3、4に示した。

表Ⅳ-3. ハーベスタ時間観測 (玖珠)

要素作業	時間 (秒)	割合 (%)
つかむ	2319	25.4
鋸断	791	8.7
ヘッド旋回 (材有り)	989	10.8
枝払い	2125	23.3
ヘッド旋回 (材無し)	993	10.9
移動	688	7.5
枝処理	1107	12.1
集積	115	1.3
合計	9127	100

表Ⅳ-4. ハーベスタ時間観測 (湯布院)

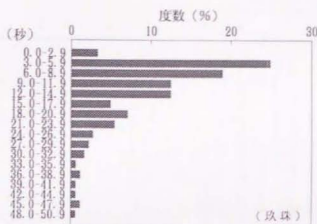
要素作業	時間 (秒)	割合 (%)
つかむ	1149	31.8
鋸断	308	8.5
ヘッド旋回 (材有り)	193	5.3
枝払い	979	27.1
ヘッド旋回 (材無し)	589	16.3
移動	191	5.3
枝処理	205	5.7
合計	3614	100

玖珠および湯布院ともに「つかむ」「枝払い」に時間がかかっている。湯布院の「ヘッド旋回 (木有り)」時間の割合が玖珠と比べて少ないのは、ヘッドを旋回させながら同時に枝払いを行っていたため、枝払い時間が増加したものである。次に各要素作業の時間観測結果と、作業特性について考察を加える。

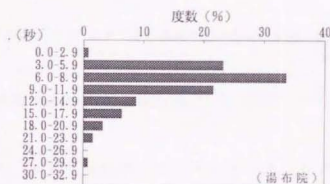
(1)つかむ



「つかむ」の要素作業時間観測結果は、図IV-4、5のとおりである。



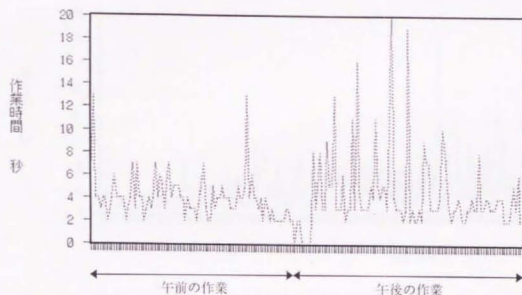
図IV-4. つかむ要素作業



図IV-5. つかむ要素作業

両者とも1回の作業時間は10秒前後に集中しているが、その作業時間はバラツキが多く、幅広く分布している。また、25秒以上かかっている作業時間は、伐倒木を落したり、つかみ直しを行ったものが多く、作業としては難しい要素作業の一つである。1日の作業をとおして、「つかむ」要素作業の1回当たり要素作業時間の変動を図IV-6にグラフで示した。

時間の経過とともに、徐々に一回当たりの要素作業時間が多くかかっていることから、本要素作業はオペレータへの負担が時間の経



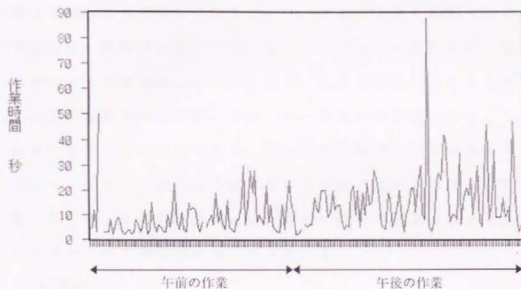
図IV-6.ハーベスタつかむ要素作業の経時的変動（玖珠）

過とともに増加する傾向が示された。

## (2) 鋸断

鋸断作業は、キャビン内のオペレータがボタン操作により鋸断する作業であり、この要素作業時間のヒストグラムは、玖珠では、ほとんどが5秒前後に集中しているが、湯布院では、3秒前後に集中している。この5秒と3秒の差は、材の太さ、鋸断能力などによるものと考えられる。作業時間が10秒以上かかったものは、鋸断をやり直したり、鋸断の位置を替えたりしたもので、作業そのものはボタンを押すだけであり比較的容易である。1日の経時的変動に伴う1回の鋸断作業時間の変動は、図IV-7に示すとおりであり、午前中作業の後半と、午後2時から3時にかけて時間がかかっているが、

これは切削刃の切れ味が低下し、鋸断能力が下がることによるものと思われる。



図IV-7.ハーベスタ鋸断要素作業の経時的変動（玖珠）

### (3) ヘッド旋回

ヘッド旋回の要素作業時間のヒストグラムを、図IV-8に示した。



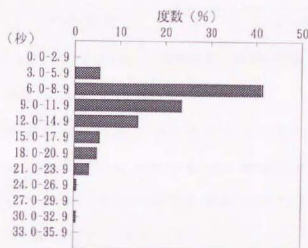
図IV-8.ヘッド旋回（木有り）要素作業

ヘッド旋回の要素作業は、木有りの作業と木無しの作業の2つがあり、木有りの作業では、1回の作業時間は5秒前後に集中しているが、作業時間に10秒以上かかったものもあり、作業に支障を生じ

て操作をやり直したためである。木無しの作業は、木を所定の箇所へ積み上げた後に次の要素作業へ移るまでの作業であり、その作業時間は5秒前後に集中していることは、木有り作業と同様である。作業時間に10秒以上かかったものは、ヘッドをもとに戻さず、新しい場所にヘッドを移動したためである。このために、木有りと木無し両作業時間の平均値の差は少ないが、要素作業時間の集中している木無し作業の方が容易である。ヘッド回転時間の1日の経時的変動に伴う1回当たりのヘッド回転時間の変動は木有りの作業の方が、木無しの作業よりも変動が激しく、さらに時間の経過とともに徐々に1回当たりの作業時間が多くなっている。

#### (4) 枝払い

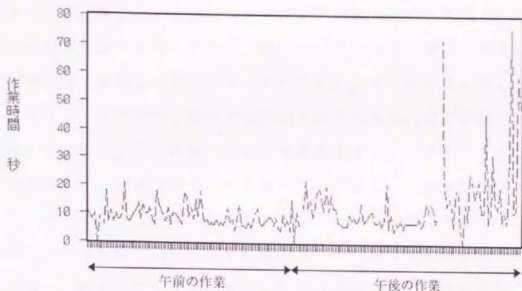
枝払いの要素作業時間を示すヒストグラムは、図IV-9に示すとおりである。



図IV-9. 枝払い要素作業

枝払い作業は「鋸断」作業同様、ボタン操作のみであり、珍珠では10秒前後に多少幅広く分布しており、また30秒を超えるものも多少見られるが、湯布院では、ほとんどすべてが10秒前後に集中して

いる。この両者の差は、材の枝の状態、枝払い歯の状態の違いと考えられる。枝払い要素作業時間の1日の経時的変動は図IV-10に示すとおり、一日の作業終了近くの時間帯で1回当たりの要素作業時間が多くかかっている。これはオペレータの労働負担と、枝払い刃を1日中使用したための刃の状態の悪化と考えられる。



図IV-10.ハーベスタ枝払い要素作業の経時の変動

## 2. タワーヤード操作

タワーヤードの調査は、平成4年3月6日、7日の2日間にわたって、静岡県富士宮市で行ったものである。使用機種は、国産のCH K-1050Zクローバであり、対象作業地の傾斜は約35度、集材距離は約100mであり、天候は晴れであった。

データの採取方法は、直接現場で時間観測と時点観測を行ったものである。要素作業は、「荷掛け」、「横取り」、「実搬器走行」、「スリング下げ（木有り）」、「荷はずし」、「スリング上げ」、「空搬器走行」、「スリング下げ（木無し）」の8種類に分類した。「荷掛け」は、搬器から降ろされるスリングを作業者が持って、伐

倒木に荷掛けを行う作業である。「横取り」は、荷掛けを行った伐倒木を搬器に引き込む作業であり、オペレータのボタン操作で行われる作業である。

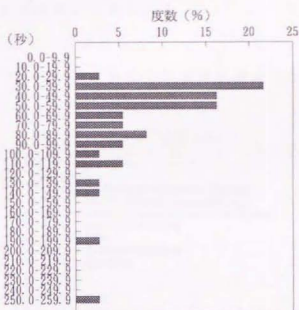
「実搬器走行」「空搬器走行」は、ともに搬器を動かす作業であるが、ともにオペレータのボタン操作で行われる作業である。「荷はずし」は、搬器により運ばれた伐倒木のスリングを作業者がはずし、伐倒木を盤台へ降ろす作業である。「スリング下げ」「スリング上げ」は、搬器を止めスリングをそれぞれ上げ下げする作業であり、オペレータのボタン操作で行われる作業である。また作業の流れは、「荷掛け」→「横取り」→「実搬器走行」→「スリング下げ（木有り）」→「荷はずし」→「スリング上げ」→「空搬器走行」→「スリング下げ（木無し）」である。また時点観測については、オペレータの行動を30秒毎に目視観測し、作業動作を観測したものである。これらのデータを30分ごとの時間帯にまとめ、それぞれの行動の割合を時間による行動の変化としてとらえたものである。時点観測における動作解析は、「ボタン」「見る」「連絡」「話す」「なし」の5種類とした。「ボタン」とは、ボタンを操作していることである。「見る」は、オペレータが作業者の様子または、動いている搬器、スリングを見ることである。「連絡」とは、トランシーバーを使って作業者と連絡をとることである。「話す」とは、作業者または周りの人と話すことである。本作業は、オペレータ1人、荷掛け1人、荷はずし1人の計3人で行われたものである。

#### (1) 荷掛け、荷はずし

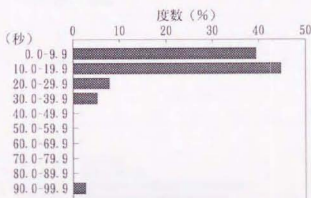
「荷掛け」「荷はずし」の要素作業時間観測結果のヒストグラムは、図IV-11、12に示すとおりであるが、この両要素作業は、オペレ



ータ以外の作業者がその作業すべてを自力で行い、直接オペレータが関係しない作業部分もある。荷掛け作業は、広い範囲の林内を作業者が動き、荷掛けを行う1回の作業時間は、50秒前後が多く、作業時間は幅広く分布していることがうかがえる。



図IV-1 1. 荷掛け要素作業



図IV-1 2. 荷はずし要素作業

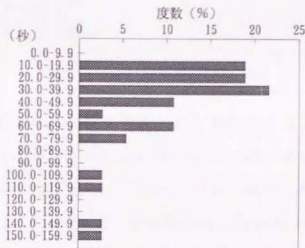
一方、荷はずしの作業は、1ヶ所に運ばれてきた伐倒木の荷はずしのみであり、作業者の行動範囲も狭いことから、ほとんどが20秒以下の作業時間であり、その時間の分布も一定している。

(2)横取り

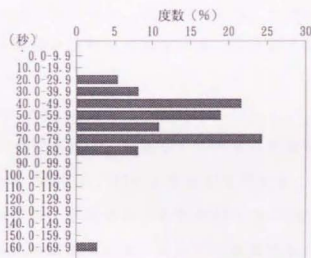
「横取り」の要素作業時間観測結果のヒストグラムは、図Ⅳ-13に示すとおりである。全作業回数の6割以上が10秒～50秒の間に分散しており、特に集中した作業時間帯はなく、作業時間の大小は、搬出本数および搬出距離に影響される。

(3)実搬器走行、空搬器走行

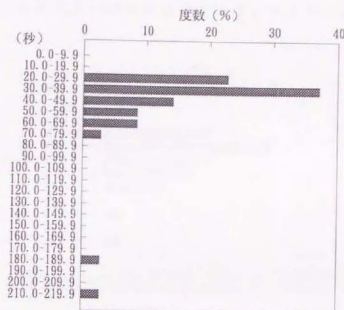
「実搬器走行」「空搬器走行」の時間観測結果は、図Ⅳ-14および15に示すとおりである。



図Ⅳ-13. 横取り要素作業



図Ⅳ-14. 実搬器走行要素作業



図IV-15. 空搬器走行要素作業

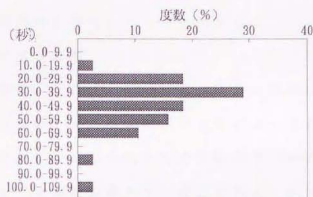
両作業とも搬器の往復動作であるから距離は同じであるが、実搬器走行の作業では、40秒～80秒に集中しており、平均値が59.51秒である。空搬器走行の作業では、20秒～50秒に集中しており、平均値が48.31秒である。この差は、伐倒木を積んだ搬器が重くなっていることに起因するのは当然であるが、同時にオペレータのボタン操作が慎重になっていることも考えられる。後述するが、両作業のヒストグラムの型は異なっており、最も多く出現する頻度を示す中央値に対し、それより前か後に出現頻度が多くなるかによるパターンとなる。

#### (4)スリング下げ

「スリング下げ(木有り、木無し)」の要素作業時間観測結果のヒストグラムは、図IV-16, 17に示すとおりである。

木有りの作業では、作業時間の範囲が16秒～100秒であり、40秒前後を中心に幅広く分布している。木無しの作業でも、範囲が12秒～

144秒であり、ある程度40秒前後に集中しているものの、幅広く分布している。



図IV-1 6. スリング下げ (荷卸し) 要素作業



図IV-1 7. スリング下げ (フック下げ) 要素作業

平均値も木有りの作業が42.95秒であり、木無しの作業が42.94秒とほぼ同じことから、ただスリングを下げるという単純な作業ではあるが、伐倒木の有無にかかわらず搬器の移動とは違い、一点に確実に降ろすというボタン操作の難しさと慎重さを必要とする作業である。

#### (5) スリング上げ

「スリング上げ」の時間観測結果は、スリング上げ作業時間のほ

とんどが10秒～30秒に集中しており、ただスリングを上げるだけの容易なボタン操作ということが出来る。また、スリング下げとは、対照的なボタン操作であるということも出来る。

### 3. スキッダ運転作業

スキッダの調査は、平成4年10月19日千葉県山武郡松尾町のゴルフ場造成地内で行った。使用機種は、キャタピラー三菱社製の51Bスキッダで、作業は、ゴルフ場造成のため皆伐作業であり、地形も傾斜がほとんどなく、比較的動きやすい状態である。天候はくもりから雨であった。データの採取方法は、現場でビデオ撮影を行い、後日ビデオ解析による各要素作業の時間観測を行ったものである。また、要素作業は、「つかむ」、「移動（木有り）」、「降ろす」、「移動（木無し）」の4要素作業種類である。「つかむ」とは、伐倒木を何本かまとめてつかもうとして、それを完全につかむまでの作業である。「移動」は、ベースマシンそのものが移動する作業である。「降ろす」とは、つかんだ伐倒木を所定の土場へ降ろす作業である。作業の流れは、「つかむ」→「移動（木有り）」→「降ろす」→「移動（木無し）」である。本作業は、すべてベースマシンのキャビン内で操作されオペレーター1人で行われたものである。

スキッダの時間観測結果は、表Ⅳ-5に示すとおりである。

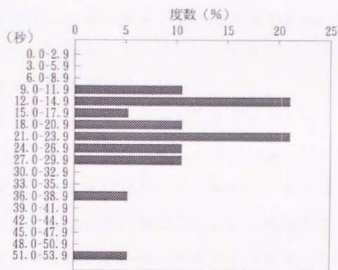
表Ⅳ-5. スキッダ時間観測結果

要素作業	時間 (秒)	割合 (%)
つかむ	408	14.1
移動 (材有り)	1218	42.2
降ろす	35	1.2
移動 (材無し)	1228	42.5
合計	2889	100

スキッドは集材専用の機械であり、移動の時間が圧倒的に多く、8割以上が移動の時間である。以下に各要素作業の時間観測結果のヒストグラムを中心に述べる。

#### (1)つかむ

「つかむ」の時間観測結果は、図IV-18のとおりである。ほとんどが10秒～30秒の間であり、特に集中している時間帯は、12から15秒および21から24秒の二つの山からなっている。



図IV-18. スキッドによるつかむ要素作業

#### (2)移動

木有りの移動作業時間では、19秒～181秒、木無しの移動作業時間では、30秒～162秒であるが、距離の変化があり、広い範囲に分布していることは当然である。木有りの移動作業では、30秒～45秒にやや集中している以外は、集中している時間帯はなく、木無しの移動作業では、一部を除いて60秒前後に集中している。これは、木有りの作業では、伐倒木をつかんで移動しているので作業道を回る時失敗をして何度も切り返しを行うことから同じ距離でも時間に大きな変動があり、作業としては難しい作業ということが出来る。木無し



の作業では、往路の作業道をそのまま復路とするだけであり、何回かの運転の失敗はあったが、主に時間を要したのは、新たに伐倒木をつかむための場所決めであった。そのため移動時間の平均値は、木無しの作業が木有りの作業を上回ったが、作業としては、木無しの作業は木有りの作業よりは、容易であると思える。

### (3)降ろす

「降ろす」の時間観測の結果は、すべてが1秒～3秒の間であり、運んで来た伐倒木を土場へ降ろすだけの作業であり、最も容易な作業と言える。

### 4. 結果および考察

本調査結果をみると、各作業機械の要素作業の中で、幾つかの要素作業は、オペレータが機械を動かす上で慎重にならざるを得ない重要な要素作業であるということが出来る。ハーベスタの「つかむ」とスキッダの「つかむ」は、同じ「つかむ」要素作業であるが、2つに大きな違いがある。これは、同じ木をつかむ作業であるが、ハーベスタは、1本ずつ確実につかむ作業のため、失敗したらやり直し、1本を確実につかんでから次の要素作業へ移行するのに対して、スキッダは何本かまとめてつかむため、1、2本取り損なってもつかみ直しをせず、そのまま次の要素作業へ移行するために、このような違いが生じたものであり、1本の木をつかむ作業の難しさが生ずる。また、タワーヤードの「スリング下げ(木有り、木無し)」の要素作業のヒストグラムが、ハーベスタの「つかむ」と同じようなヒストグラムになった。これは、決められた1点にスリングを降ろすという作業が、ハーベスタの1本を確実につかむという作業に似ており、同じように難しい作業であるということが出来る。

以上のことから、スキッドの「つかむ」は、土木機械作業に似ており、ハーベスタの「つかむ」とタワーヤード「スリング下げ（木有り、木無し）」の1本をつかむ、1点に降ろすという作業は、土木機械作業とは違い、林業機械特有の作業と考えられる。

次にハーベスタの「ヘッド旋回（木有り、木無し）」、タワーヤードの「実搬器走行」「空搬器走行」、スキッドの「移動（木有り、木無し）」と、伐倒木を移動させる要素作業の時間観測結果から両者の間に作業特性の共通点を見いだすことが出来た。ハーベスタの「ヘッド旋回（木有り）」、タワーヤードの「実搬器走行」、スキッドの「移動（木有り）」という要素作業とハーベスタの「ヘッド旋回（木無し）」、タワーヤードの「空搬器走行」、スキッドの「移動（木無し）」という要素作業に分け、ヒストグラムから比べると、集中している作業時間帯の位置が、前者の作業は、後者の作業よりも後にあり、伐倒木移動の作業全般が、何もなしの移動作業よりも難しく、オペレータは慎重であるということが出来、その分オペレータへの労働負担が高くなる。要素作業の時間観測結果以外にもオペレータの労働負担については、ハーベスタでは、各要素作業時間の経時的変動のグラフより「つかむ」「ヘッド旋回（木有り）」の作業に負担がかかっており、また1回の作業時間は、時間が経つにつれて徐々に増えている。タワーヤードでは、時点観測により、時間の経過とともに負担が大きくなっているということが出来る。

今回の調査結果から、1本の木をつかむという作業に関しては、ハーベスタ以外にも、フェラバンチャー、プロセッサにもあてはまり、伐倒木の移動作業に関しては、すべての高性能林業機械にあて

はめることが出来る。このことから、一般的には高性能林業機械は操作が難しく、オペレータの育成に力を入れる必要があるということが出来る。この方策として、運転用シュミレーションを利用した模型機械の運転操作や、小型CCDカメラを搭載させた模型機械を遠隔操作出来るモデルによる方法もある。

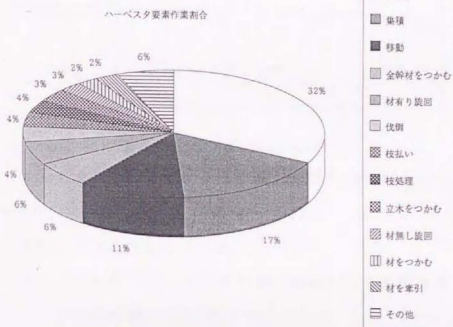
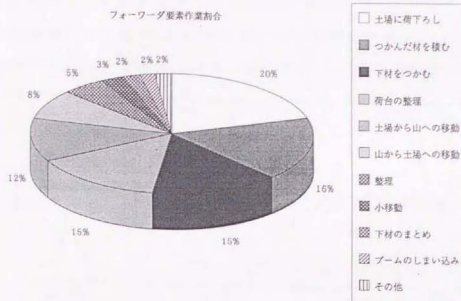
ここでは、オペレータの育成が低コスト化につながると考え、運転を伴う作業機械の各要素作業を分析し、その作業特性について考察した。運転操作を伴う作業は、その操作が難しく、オペレータへの労働負担のかかる要素作業のあることが明らかになった。次節では、これら要素作業のパターンについて取り上げ、その詳細についての分類を行う。

### 第3節 要素作業パターンと労働負担

本節では、運転を伴う作業としてハーベスタとフォワーダ作業を対象とした。両作業における要素作業の分類ならびにそれぞれの要素作業時間割合は図IV-19に示すとおりである。

この要素作業毎に、それぞれの要素作業出現頻度分布をヒストグラムとして表し、その形を表現する方法として歪度ならびに尖度を使用することとした。ヒストグラムは、横軸にデータの最大値と最小値の間を均等に分割し、データ数の平方根の値で分割したものをデータ区間として取り、縦軸に頻度を取った。

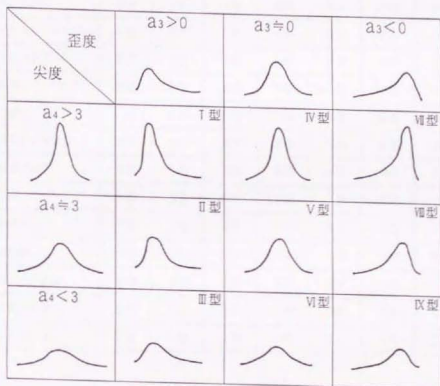
尖度は、ヒストグラムの分布のとがりぐあいをみる場合、尖度3を中心として、3より大きい値のものは、とがった型となり、3より小さい値のものは、なだらかな型のヒストグラムとなる。また歪



図IV-19. 要素作業時間割合

度は、ヒストグラムの分布の対称性をみる場合、歪度 0 を中心として、0 より大きい値のものは、右上がり左下がりの型となり、0 より

り小さい値のものは、右下がり左上がりの型のヒストグラムとなる。  
つまり理論的には、図IV-20に示すようにヒストグラムのパターンは、  
尖度で3パターン、歪度で3パターン合計9パターンとなる。



図IV-20. 尖度・歪度とヒストグラムパターン

今回ヒストグラムの型を決定するにあたって、 $\text{nearley} = 0 \text{ or } 3$  の値は、その上下0.5以内、つまり0については、 $-0.5 \sim 0.5$ まで、3については $2.5 \sim 3.5$ までの間とした。

このヒストグラムのパターンに基づき、前述した各要素作業のヒストグラムパターンを図IV-21に示した。

この表には、縦に要素作業、横に作業時間帯を表す105種類であるが、要素作業種類毎に分類するとI型、II型、III型、IV型の4パターンであった。その割合は、I型28%、II型10%、III型53%、IV型9%である。特にI型、II型、IV型は91%を占めているがこれらはす

	29日午前	29日午後	29日	30日午前	30日午後	30日	合計
下材をつかむ	Ⅲ型	I型	Ⅱ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型
つかんだ材を横む	I型	I型	I型	I型	Ⅲ型	Ⅱ型	I型
荷台の整理	Ⅲ型	Ⅱ型	Ⅱ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型
ブームのしまい込み	I型	Ⅲ型	I型	Ⅵ型	Ⅲ型	Ⅲ型	I型
土場に荷下ろし	Ⅲ型	I型	I型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型	I型
整理	Ⅱ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅱ型	I型	Ⅱ型
玉切り	I型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅵ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型
全幹材をつかむ	Ⅲ型	I型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅵ型	Ⅲ型	I型
材有り旋回	Ⅲ型	I型	Ⅱ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型	I型
伏倒	Ⅱ型	Ⅲ型	Ⅲ型	I型	I型	Ⅱ型	Ⅲ型
枝払い	Ⅵ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型	I型
枝処理	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型	I型	I型	I型	Ⅱ型
立木をつかむ	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅵ型	Ⅵ型	Ⅵ型	Ⅲ型
材無し旋回	Ⅵ型	Ⅲ型	Ⅲ型	I型	Ⅲ型	Ⅲ型	Ⅲ型
材をつかむ	I型	I型	I型	Ⅵ型	Ⅲ型	Ⅲ型	I型

図IV-2 1. 要素作業毎のヒストグラム分類

べて歪度が0より大きいという共通点がある。また、IV型は、歪度が0に近い値のパターンであるので、歪度が0よりも小さい値のパターンはまったくないことになる。

次に、初日、2日目の出現についてみると、I型20%、II型17%、III型60%、IV型3%となり、IV型の出現が減少する。さらに2日間の合計でみると、I型47%、II型13%、III型40%となり、IV型の出現はみられず、II型の出現も減少してきている。II型に分類された要素作業は、整理と枝処理であるが、両要素作業ともデータ数が少なく今後さらにデータ数を重ね、さらなる検討をする必要がある。したがって本節では、I型とIII型の2つのパターンについてのみ検討



を加えることとする。この2つのパターンは、ともにデータ区間が小さい位置で頻度が多く、滑り台型を呈している。この理由としては、平均的な要素作業時間のところでグラフは最大値を示すからである。これよりも小さいデータ区間に頻度が表われれば何らかの要因により、時間が短縮されたことになり、これよりも大きいデータ区間で頻度が表われれば何らかの要因により時間が余計にかかったことになるからである。これは、平均的な作業時間よりも、短い時間で終わる頻度に比べ、本来の作業時間よりも長い時間を要することの頻度が多いことを表している。Ⅲ型は、データ値が大きい区間でやや頻度が多いなだらかな形状をしている。これは、データ値が小さい区間にあるべき頻度が、何らかの原因によって、平均的数値よりも長い作業時間を要す場合が多く、データ値が大きい区間へ移動もしくは変動したためである。

一方Ⅰ型は、データ値が小さい区間で頻度が高く、とがった形状をしている。Ⅲ型同様、本来の作業時間よりも短い時間で終わる作業は少ない。しかし、Ⅲ型に比べて本来の作業時間よりも長い時間を要する頻度も少ない。

以上のことからこの2つの作業の違いはⅠ型の作業は、細やかな調整が少ないためレバー操作のミスや作業確認など、オペレータの思考を伴うことなく操作出来る、いわば簡単な要素作業であるのに対し、Ⅲ型の作業は、細やかな調整などが多く、レバー操作の回数が多かったり、オペレータが確認したり、思考を働かせながら操作するような、いわば高度な運転作業であったためであるといえる。

したがって、フォーワード、ハーベスタ作業は、Ⅲ型要素作業をさらに機械化や自動化することによってⅠ型要素作業に近づける操

作方法により、生産効率を高めたり、オペレータの労働負担の軽減、ひいては労働災害の減少へつなげることが必要となる。また、他の高性能林業機械（車両型）についても、基本的な作業方法は、フォワーダ、ハーベスタと何等変わりはなく、ヒストグラムのパターンはⅠ型およびⅢ型の２つに分類されることが明らかになった。

要素作業時間分析の結果、それぞれの要素作業時間頻度分布を尖度と重度で表すことにより、それぞれの要素作業が２つのパターンに分類された。すなわちオペレータにとって機械的に操作を行えば良い要素作業と、細やかな調整などが多いいわゆるオペレータの思考を伴う要素作業とに分けられた。

今後森林作業においては、運転を伴う作業方式が益々増加するものと思われる。特にオペレータの思考を要求するような要素作業においては、機械設計の段階で簡単な操作が出来るような方策を盛り込む必要がある。特に高性能林業機械運転においては、オペレータの精神的な労働負担が高いことが予想される(20)。このような要素作業が多く含まれる作業機械は、その要素作業を極力取り除く努力を必要とするとともに、その要素作業に関わるハード面をより一層充実させ機械設計や機械の改良に取り組む必要があるものと思われる。今後さらに高性能林業機械の導入が進められことが予想される。次章では、高性能林業機械の作業特性を明らかにし、機械オペレータが作業負荷によって誘発される労働負担を取り上げる。

## 第Ⅴ章 高性能林業機械オペレータの 労働負担

### 第1節 概説

伐木造材・集運材作業は、重量物を取り扱うこと、地形条件や足場の悪い箇所での作業を強いられること、さらに危険な作業を伴うことなどにより、機械化が強く望まれる作業部門である。最近になり、伐出生産コストの低減や林業の活性化はもちろんのこと、林業労働者の減少と高齢化対策上重要な、労働条件の改善の面からもその期待が大きく、高性能林業機械の導入は目ざましい。これらの高性能林業機械のわが国への普及状況は、近年急激に伸びており、平成7年3月現在フェラバンチャー50台、スキッド110台、プロセッサ390台、ハーベスタ130台、フォワーダ190台、タワーヤード110台の合計980台であり、前年度より141台増加している。

現在高性能林業機械の作業システムやコスト問題に関する文献は多くあるが、オペレータの労働負担については、山田等(60)がハーベスタオペレータの疲労訴え部位、オペレータの頭部の動き、フリッカー値および心拍数の測定結果より、オペレータの局所疲労と神経的負担の高い作業であることを報告しているが少ない。

今後さらに高性能林業機械の導入が予想されることから、機械自体の改良もさることながら、機械を操作するオペレータの作業負担に伴う労働負担に関する調査研究を推進する必要があるものと思われる。そこで今回は、ハーベスタ、プロセッサ、タワーヤード、フォワーダなどの高性能林業機械作業とパワーショベルによる土工

機械作業から誘発されるオペレータの労働負担や疲労感について調査を行い、その作業特性を明らかにし、さらにオペレータの精神的負担を中心に考察を行った。

## 第2節 調査方法

### 1. 調査作業および被験者

今回調査対象とした機種ならびに被験者一覧を表V-1に示した。

表V-1. 調査対象機種ならびにオペレータ

作業種類	機種	被験者数	被験者平均年齢
伐木造材作業	ハーベスタ valmet935/35台 FMG/5台	40	35.2
造材作業	プロセッサ G240/7台 GP30A/2台 PC1203/3台/4/1台	10	40.4
集材作業	タワーヤーダ CR1015/2台 300T/2台	4	40.3
掘削作業	パワーショベル 200/1台 340TE005/3台 4200/5台 EX200/1台	17	42
運材作業	フォークワーダ 4MP400/15台 クラナグ/5台 S105A168m/5台	30	35.4

パワーショベル作業は、土工作業を対象としたが、これは、林業機械との比較用としたものである。ハーベスタによる伐木造材作業箇所は、主として北海道および九州地区であり、林内の傾斜は15度以下であった。このうち北海道では、主に列状間伐作業地、九州では、風倒木処理作業地を調査対象地とした。プロセッサによる造材作業は、主として林道端での作業であったが、10ヶ所の対象例のうち風倒木処理作業を2例、グラップルソーによる広葉樹チップ原木処理作業を1例含んでいる。タワーヤーダによる集材作業は、いずれも間伐作業であり、上げ木集材2例、下げ木集材2例であった。

パワーショベルによる掘削作業は、いずれも平坦な箇所での建設現場の土工作业であった。フォーワーダによる集材作業は、30例のうち25例が短幹材の運材、5例が全幹材の運材であり、いずれも15度以下の林地傾斜であった。

各作業に用いた機種は、表V-1に示すとおり14機種、合計101台であり、被験者は、延べ101名であった。各作業種類ともにオペレータの平均年齢は35才から42才、全作業での平均年齢は37.1才であった。

## 2. 調査項目

### (1)作業時間観測

時間観測調査法により各作業種類に対して、現場で直接時間観測調査を行い、併せて全作業のビデオ撮影を行った。

### (2)心拍数

安静時および作業中の心拍数をハートメモリ（竹井機器社製心拍メモリ装置1850a）により終日測定した。

### (3)疲労自覚症状調査

本調査は、日本産業衛生学会が作成した「疲労自覚症状しらべ」を用い、作業の前後に対して調査を行った。

### (4)身体疲労部位調査

上述の「疲労自覚症状しらべ」と同様、日本産業衛生学会が作成したもので、作業の前後に調査を行った。

### (5)ストレス調査

本調査は、Wakay等(41)が作成した前出のストレス調査票を用い、作業前と作業後に調査を行った。

### 第3節 調査結果および考察

#### 1. 各作業の作業時間観測

ハーベスタによる伐木造材作業の作業手順は、ベースマシンの移動後、立木をつかみ、伐倒を行い、その後枝払いを行いながら玉切り、末木処理を行うものであるが、既に伐倒済みの全木材や全幹材をつかみ、ヘッド旋回を行いながら、枝払いや玉切りを行うこともある。作業の進行中に、林床に処理された単木材の所定位置への整理や全幹材の牽引を行う作業を伴うこともある。したがって、作業手順は、移動、立木をつかむ、伐倒、枝払い、玉切り、末木処理が一連のサイクル作業となり、その他必要に応じて材をつかんだままのヘッド旋回、材をつかんでいないヘッド旋回、林床に散在する材の整理、材の牽引などの要素作業に分かれる。プロセッサによる造材作業は、林道端などの一定個所で作業が行われるためにサイクル作業としては、材の無いままのヘッド旋回、材をつかむ、つかんだままのヘッド旋回、材送り、鋸断、末木処理の順となる。このサイクル作業に付帯して、移動、短材の整理、準備作業などが主な作業手順となる。タワーヤードによる集材作業は、空搬器走行、スリングロープの下げ、荷掛け、横取り、実搬器走行、荷卸し、荷はずし、スリング巻き上げの8要素作業がサイクル作業となる。パワーショベルによる掘削作業は、掘削ならびにダンプトラックへの積み込み、掘削整理が主体作業となり、小移動、手待ち、足場整理、その他の付帯作業を含むこととなる。フォワーダによる集材作業は、ハーベスタとの組み合わせ作業となることが多く、土場から材の集積された林道端や林内までの移動、その場所でのグラブプルによる材つ



かみならびに積み込み、積み込みの終了後グラブブルームのしまい込み、荷台の整理、土場への移動がサイクル作業となり、その他短材のとりまとめ、および小移動が付帯作業となる。これら各作業種類の要素作業時間合計とその割合を示したものが、表V-2である。

表V-2.各作業の要素作業時間

ハーベスタ

要素作業	時間(秒)	割合%
準備・その他	905	4.74
移動	1706	8.93
伐倒	815	4.26
造材(材送り枝払い含む)	6851	35.85
全幹材をつかむ	1975	10.33
ヘッド旋回(材有り)	1220	6.38
単材の整理	2169	16.69
枝払い	762	3.99
末木処理	594	3.11
ヘッド旋回(材無し)	452	2.37
材の牽引	643	3.36
合計	19112	100.00

タワーヤーダ

要素作業	時間(秒)	割合%
荷揚げ	2667	21.00
積取り	1740	13.70
実働器走行	2202	17.34
荷卸し	1632	12.85
荷はずし	555	4.37
スリング巻き上げ	711	5.60
実働器走行	1681	13.31
スリング下げ	1503	11.83
合計	12701	100.00

フォークワーダ

要素作業	時間(秒)	割合%
移動	2611	18.87
材をつかむ	2935	21.21
積み込み	3733	26.98
ブルームのしまい込み	347	2.51
単材のまとめ	582	4.21
小移動	555	4.01
荷台整理	2932	21.19
その他	149	1.01
合計	13835	100.00

プロセッサ

要素作業	時間(秒)	割合%
準備・その他	455	2.98
移動	60	0.39
ヘッド旋回(材無し)	1168	7.64
全幹材をつかむ	1646	10.76
ヘッド旋回(材有り)	202	1.32
材送り	4369	28.57
鋸断	1523	9.96
末木処理	671	4.39
単材の整理	3071	20.08
手待ち	2128	13.91
合計	15293	100.00

パワーショベル

要素作業	時間(秒)	割合%
掘削積み込み	12442	65.11
掘削整理	4672	24.45
移動	709	3.71
待ち	735	3.85
足場整理	171	0.89
その他(小用・準備)	379	1.98
合計	19108	100.00

## 2. 心拍数

各作業毎の代表的と思われる終日のオペレータ心拍数を図V-1に示した。通常作業での心拍数を測定したため、作業種類によっては作業時間に多少の変化があるが、作業時間は作業時間の短いタワーヤードで7時間、作業時間の比較的長いパワーショベルで9時間であり、多少の長短があった。表V-3に示すとおり、座位安静時の心拍数は65から70拍/分、作業中の平均心拍数は、タワーヤードの101拍/分がやや高い値を示したが、他の作業種類における作業中の平均心拍数は83~87拍/分となっている。安静時に対する作業中の心拍増加数をみると、15~31拍程度である。また、作業中の最高心拍数は、タワーヤード、フォワード作業では136~146拍/分であり、他の作業より高い数値となった。他の作業では、最高心拍数は、120~126拍/分であった。安静時に対する最高心拍数の増加数をみると、タワーヤード、フォワード作業で高い値を示した。

## 3. 疲労自覚症状

作業種類毎の疲労自覚症状調査結果を図V-2に示した。図からわかるとおり、ハーベスタとパワーショベル、タワーヤードが高い訴え率を示し、プロセッサ、フォワード作業は、疲労自覚が少ない結果となった。この中で、特にハーベスタ、パワーショベル作業は、

表V-3. 高性能林業機械作業におけるオペレータの心拍数

機械種類	安静時心拍数	作業中平均心拍数	最高心拍数	作業中の心拍数増加数	最高心拍数の増加数
ハーベスタ	68	86.4	120	18.4	52
プロセッサ	68	83	126	15	58
タワーヤード	70	100.8	144	30.8	74
パワーショベル	65	85.4	124	20.4	59
フォワード	66	86.8	136	20.8	70

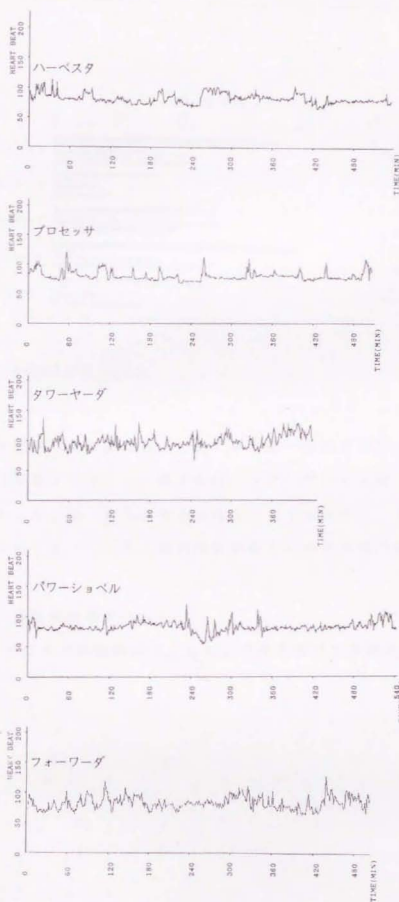


図 V-1. 各作業におけるオペレータの終日の心拍数

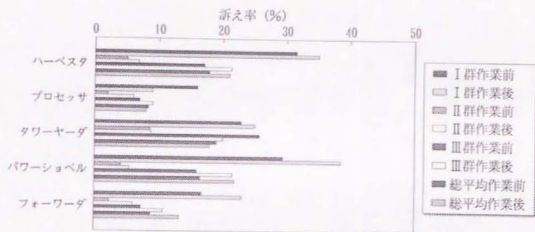


図 V-2. 各作業の疲労自覚症状

I 群の作業前、作業後において訴え率が高い傾向を示した。

各作業種類をパターン分類すれば、タワーヤードを除く作業は、「I > III > II」の一般作業型とされる I 型であったが、タワーヤード作業のみ「III > I > II」の肉体作業型とされる III 型の傾向が示された。

#### 4. 身体疲労部位

図 V-3 に作業種類毎の作業前および作業後の身体疲労部位を示した。

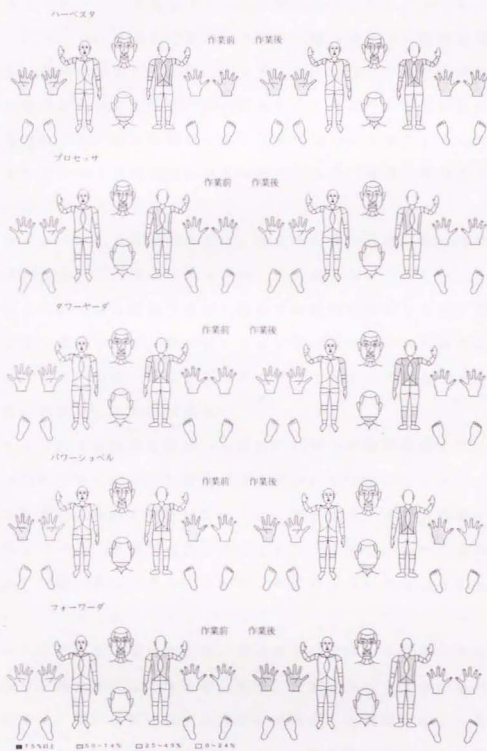


図 V-3. 各作業における身体疲労部位

ハーベスタによる伐木造材作業は、特に作業前に背中、腰、腕に疲労を訴えており、作業後はさらにこの傾向が強く現れ、手の疲労を訴えている。ハーベスタ作業は、操作竿や操作ボタンの操作が複雑であり、材の前後送り、鋸断、ヘッド上下、グラブルの開閉などの操作を左右の指により行うことにより、このような症状が現れたものと思われる。また作業前に高い疲労部位を訴えることとしては、請負作業からくる作業時間が長時間にわたり、疲労が翌日まで残っていることが考えられる。

パワーショベルによる掘削作業は、作業前に背中、首、肩に疲労訴え部位が見られ、作業後に背中、腰、首に高い訴えを示した。パワーショベルによる掘削作業は、操作そのものは掘削ならびに積み込みが主であり単調で、簡単であるがダンプトラックへの積み込み時に前方の高い位置を見ながら作業を行うことが多く、首や背中に疲労部位が集中したものである。

ブロセッサによる造材作業は、作業前に左背中中の痛みを訴えているものが30%であったが、作業後にその値が40%になったのみで、その他は顕著な疲労訴え部位はなかった。本作業は、手待ち時間が多く出現しており、単調な作業ではあるものの比較的ゆったりした時間配分で作業が実施出来ることが疲労部位の少ない理由と考えられる。

タワーヤードによる集材作業時の身体疲労部位は、作業後に高い訴えを示し、訴え部位は、主に肩、背中、左腕、ふくらはぎであった。本作業は、他の作業に比べ作業時間が短く、作業機種によって、キャビン内の操作のみではなく、レバー操作時に立ち作業を伴うことから脚部に疲労部位が現れたものと思われる。

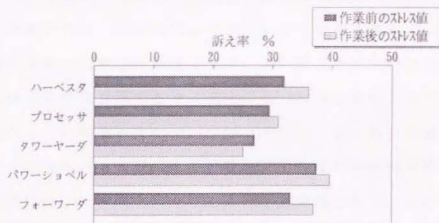


フォワード作業による作業後の顕著な疲労訴え部位を示した箇所は主として手であり、他には顕著な箇所はなかった。本作業は他の4作業に比較し、移動作業が多く、マイペースで作業が進められることが考えられ、余裕を持って作業が遂行出来ることから疲労部位の訴えが少なかったものと思われる。

## 5. ストレス

図V-4に作業前および作業後のストレス値を示した。

ストレス値の高い作業種類はパワーショベル、ハーベスタ、フォワード、プロセッサ、タワーヤードの順となった。



図V-4. 各作業の作業前および作業後のストレス

各作業の作業前および作業後を比較すると、タワーヤードを除く作業は作業後にストレス値が高くなっている。特にハーベスタ、フォワード作業では作業後の値が顕著に高くなっていた。これまでに森林作業における作業種類別のストレス値を示したものとしては、井上等(21)は、集材機運転作業や機械運転作業のような身体的負担の高い作業時にストレス値が高まることを報告している。また、作

業後のストレス値は24%を超えると作業による精神的負担のかかる目安としており、この数値を基準値としている。したがってタワーヤード作業による作業後のストレス値が25%であることから、本作業のみが、精神的負担を感じる基準値に近く、他の作業は何れも基準値を超えており、精神的負担のかかる作業であることが示唆される。

ハーベスタによる伐木造材作業は、微地形上での伐倒木へのヘッドのあてがいや、伐倒方向の確認、さらに造材時の単幹材集積位置の確認など、通常の機械作業以外に神経を使う作業が伴う。フォーワーダによる集材作業は、前述したとおり移動距離が長く、マイペースで作業ができ、余裕を持って作業が遂行出来る反面、ハーベスタ作業に追従した動きが必要になり、高い能力を有すハーベスタ作業に追われる作業特性を持つことにより、精神的負担としての重圧を背負うことになる。また、パワーショベルによる掘削作業は、長時間にわたる狭いキャビン内での極めて単純なレバー操作の繰り返し作業に伴い、精神的労働負担の高い作業種類である。しかもこれら両作業は、請負制作業の形態を取っており、無理な作業を遂行していることが考えられる。一方タワーヤードによる集材作業は、レバー操作時に立ち作業を伴い、キャビンの外での作業を行なうことが多く、やや身体的負担の高い作業であることにより、精神的な負担と言われるストレス値が低く、特に作業開始前よりも作業終了後のストレス値が高い結果となったものと思われる。このように作業前より作業後のストレス値が高くなるタイプの森林作業は、身体的負担の高い作業に多く見られ、作業の終了時に作業の終わったことの開放感が影響するものと思われる。また、プロセッサによる造材

作業は、手待ち作業時間割合が多く、比較的余裕のある作業種類と言え、ストレス値も比較的低い結果となったものと思われる。

#### 第4節 高性能林業機械作業者の労働負担

##### 1. 高性能林業機械

林業作業の機械化というと、1950年代以降に普及してきたチェーンソーや刈払機の導入があげられる。当初は機械が重いために1台の機械に対して複数の作業者で取扱わなければならなかった。

その後、改良を加えながら、1人の作業者で取り扱えるまでに小型軽量化され、非常に広く普及している。しかし、これらの機械も基本的には人力に類する作業システムである。

1960年代以降、こうした手持ち式機械に変わる大型の高性能林業機械の開発・導入がヨーロッパや北米ですすめられてきた。高性能林業機械は、立木の伐倒と材の集積を連続して行える「フェラーバンチャ」、枝払い、玉切り、集積などの複数工程を処理する「プロセッサ」、伐倒のほかに枝払い、玉切り、集積などの工程を処理する「ハーベスタ」、材を荷台に積み込み集材する「フォーワード」、架線集材用の鉄柱と集材装置をトラックなどの荷台に搭載した「タワーヤード」といったように、英語のまま呼ばれている。ベースマシンは、車輪あるいは車輪に履帯を装着したクローラにより不整地を自走することができ、1台で複数の作業をこなすことが出来る。作業能率も非常に高く、チェーンソー作業では $2.0\text{ m}^3/\text{人日}$ であった作業能率が、ハーベスタを使うことにより $10\text{ m}^3/\text{人日}$ 以上、条件が良ければ $30\text{ m}^3/\text{人日}$ にもあげることが出来るといわれている。

林業就業者数は年々減少傾向で推移し、平成5年には11万人となっている。新規参入の若年者が少ないために50歳以上の就業者の割合は68%を占め、高齢者の占める割合が非常に高くなっている。その原因としては、年間所得の低さに加えて足場の悪い傾斜地での作業が多く、重量物の取扱いを強いられる作業で、他産業に比べて労働災害の発生が多いことがあげられている。

近年、こうした林業作業において、主として伐倒・造材・搬出作業などの作業の効率化と労働負荷軽減のために高性能林業機械が導入され、林業経営改善の切り札として期待されている。その導入台数も増加し、1988年3月末には23台であったものが、1995年3月末には980台と急速に増加し、導入地域も確実に拡大している。そこで、この種の高性能林業機械の導入に伴う作業者の負担の様相やそれにかかわる問題について取り上げてみたい。

## 2. チェーンソー作業者と高性能林業機械作業者の疲労感

これまで、林業作業は重筋的作業に該当するといわれ、林業作業者の負担調査で主に用いられてきた測定項目はエネルギー消費や心拍数など循環系の変化を捉える測定項目であった。ハーベスタを使用している作業者の1日の平均心拍数を測定してみると、運転操作中の心拍数は70拍/分から90拍/分で、一般の車の運転業務と同様のレベルであった。ちなみに、チェーンソーを使用した玉切り作業における心拍数は、チェーンソーの重量や作業点の高さなどによってその値は異なるものの、90拍/分から120拍/分である。したがって、心拍数の大小でみるかぎり、高性能林業機械作業者の負担は減少しているといえよう。

伐倒や枝払い作業をチェーンソーを使用して行う場合と、高性能

林業機械を使用する場合の作業者の疲労感を、日本産業衛生学会作成による「疲労自覚症状しらべ」の質問紙票を用いて調査した。チェーンソーの作業に関しては、岐阜県内の四つの森林組合に所属する作業者82名で、高性能林業機械作業に従事していたのは大分県内の森林組合の11名である。回答者の年齢は、チェーンソー作業では45歳が5名、46歳から55歳までが26名、56歳以上が51名で、高齢者の占める割合が高く、高性能林業機械作業では30歳代と40歳代が主であった。

作業後における30項目全体の訴え率をみると、チェーンソー作業では45歳以下の年齢層群では29.3%、46歳から55歳までが15.0%、56歳以上の年齢層群では27.5%であった。高齢者の場合には反応性が低下しているので、症状を相当強く感じない限りは症状項目に○印をつけないといわれているにもかかわらず、56歳以上の作業者の訴え率が55歳以下の作業者の訴え率に比べて高かったことは、チェーンソー作業が高齢者にとって負担の大きい作業であることのものであろう。

一方、高性能林業機械作業者の疲労自覚症状訴え率は16.4%であった。対象者の中で同じ年齢層群の作業者数が少なく、個人差が多少影響しているが、チェーンソー作業者に比べて高性能林業機械作業者の疲労感が少ない。

症状項目ごとにそれぞれの訴え率をみると、45歳以下のチェーンソー作業では、「足がだるい」の症状項目の訴え率が80%を占めていたのに対して、高性能林業機械作業では27%で、機械導入により歩行による負担が軽減されているのがわかる。「腰がいたい」の症状項目に対しては、いずれの作業形態でも半数前後の訴えがあ

り、大きな差はみられなかった。しかし、高性能林業機械作業者では、45歳以下のチェーンソー作業従事者に比べて、「肩がこる」および「全身がだるい」の訴え率が高く、いずれも50%前後の訴え率があり、局所疲労部位の出現が認められる。

### 3. 高性能林業機械の操作性と作業現場

#### (1) 運転の操作性

高性能林業機械1台で多工程の作業が出来るということは、作業者は運転席に座った姿勢でいろいろな操作具を取り扱わなければならないということである。ベースマシンの運転席と足回りが大型のパワーショベルと同様の形態で、アーム先端部分に材を抱えたり、材の切断用のチェーンソーを取り付けたハーベスタの運転操作をみると、両足でペダル操作して車体を左右に動かし、両手で前方2本のレバーと作業者の手元近くにある2本のレバーを操作してアーム先端の旋回や移動、把持部の開閉などを行い、レバーの手元にあるスイッチでチェーンソーの始動・停止を行うというように、両手と両足を使って作業している。アーム部分が運転席のキャビン横近くから出ている機種もあり、運転席からの視界の一部が妨げられ、作業条件としては十分ではないものもある。

北欧から輸入された林業機械の中には、車体の移動時と材の積み込み時の視界や操作性を考慮し、座席に着いているレバー操作で運転席の向きや高さを変えられるように工夫されたものもある。この林業機械では、小さな6本のレバー操作で本体から伸びた三つのアームの旋回および上下移動、そして把持部の上下と開閉などが出来るようになっている。レバーの長さから想像するに、腕を動かすことなく指だけを使って操作出来るようにしているようだが、日本人



の手にはレバーが大きすぎて円滑に操作するのが困難である。

土木作業などで類似の機械操作を経験したことのある人には短期間でこの種の機械操作に慣れるようであるが、経験のない高齢者には操作方法の習得が難しい。慣れた人でも狭い場所の移動には気を使うという声も聞かれた。運転の操作性や視界の善し悪しは、作業者の負担や作業の安全に密接に関連する問題である。機械自体を改良することはむずかしいことかもしれないが、せめて作業者に自分の使用している機械の視界の範囲などの特徴を熟知させ、座席の高さ調節などが出来る場合には、その積極的な活用を促すことが必要であろう。

## (2)利用出来る作業場所の制約

疲労感に関する質問紙調査と併せて作業現場について質問したところ、急傾斜地で作業していたのがチェーンソー作業では23%だったのに対して、高性能林業機械では11人中1名だけであった。高性能林業機械を使用している作業の状況を観察すると、伐採しながら前進していく途中で、自重が重いために土の中にはまりこんだり、傾いたりする場面が何度か見られた。路面の柔らかいところでは機械を操作して周囲の土を集め、踏み固めながら前進していた。高性能林業機械はその大きさもさることながら、自重が22トンもあるような重いものもあり、どこでも利用可能というわけではない。

人力によるチェーンソー作業では、平坦地から急傾斜地まで幅広く対応出来るのに対して、高性能林業機械では対応出来る地形が限られている。作業者の負担の比較的少ないところには容易に機械を導入することが出来るが、急傾斜地など作業者に負担の強い作業場所には機械の導入が困難な状況にある。

### (3)作業中のヒヤリ・ハット

作業中のヒヤリ・ハット（ヒヤリ・ハットとは、危険のためヒヤットとしたり、不意をつかれハットしたりすることである）について質問したところ、11名中2名がヒヤリ・ハットを経験したと回答した。それは「人と接触しそうになった」、「移動中に車体が不安定になった」というものであった。この調査のあとに9名の作業者を対象として、延べ22日間にわたり同様の質問紙調査を実施した。その結果、1名は集材作業で、他の1名は斜面の作業でヒヤリ・ハットを経験していた。延べ5日間の斜面に関するヒヤリ・ハットの発生状況をみると、いずれも乗務している機械が傾いたり機械が滑ったときであった。この作業者が急傾斜地で作業していたのは2日間だけで、あとは緩傾斜地である。高性能林業機械の運転歴が2年以上あるのに、このような事態に何度か遭遇するということは、運転席に座って窓越しに路面の状況を把握することがいかに困難であるかを物語っている。

### 4. 機械化に伴う作業組織の変化

#### (1)作業組織の小人数化

チェーンソーを主体とした作業形態では、5人から8人くらいの作業者が一つのグループをつくってマイクロバスなどで現場に移動するが、作業中に伐倒木の下敷きになったり、木にはねられたりする危険性があることから、先輩格の人の指示などで一斉に休憩したり食事を摂ったりすることが多い。こうした作業形態に比べて、高性能林業機械を使用する作業形態では1台の機械で数人分の作業をこなすことが出来る。したがって、2名あるいは4名程度の作業者がグループになって働けば十分作業をこなせる。とくに、ハーベス

タとフォワーダを使用する作業システムでは、通常2名の作業者がペアになって働けば、伐倒から集材までの一連の作業を行うことが出来る。このため高性能林業機械を導入した作業形態では、グループの構成人数が少なくなっている。

## (2) 小人数化に伴う新たな問題

少ない人数で作業出来ることは、生産効率の向上や労働災害の減少にも効果があり、好ましいことと思われる。ところが、ここに大きな問題が潜んでいることを見逃してはならない。高性能林業機械の操作はだれもができない。そのため、かぎられた少数の作業者が広範囲の作業現場を担当することになる。作業現場の移動に時間がかかるため、工場などのように作業開始前に一同が一箇所に会し、リーダーの作業指示を受けてから担当作業場に移動して作業する形態をとらずに、各自が直接作業現場に行って作業することが多い。作業現場が広い場合は、作業時間が1年間を越す場合もあり、作業者は会社の指定した旅館や宿泊施設に寝起きし、終日同じグループに属する少数の人と生活をともにすることになる。その間にお互いの意識の違いや作業の打ち合せて意見の食い違いが生じた場合、行司役となる現場主任が近くにいないとなると問題は一層深刻になる。ついにはどちらかの作業者が退職するといった事態にも発展するようになる。

最近では、高性能林業機械の作業者として女性も見受けられるようになってきた。女性の職域拡大にとっては好ましいことではあるが、作業現場の特殊性から1人だけ女性作業者を受入れるのも問題がある。グループ全員を女性にすることも一部では考えられてきているが、林業機械の油の補給やメンテナンスなどには筋力を要する

ために苦慮しているとの話もある。

機械の運用効率の面から、1人の作業員で一箇所の作業現場を保持し、作業の終了とともに次の工程を担当する作業員と交代して作業現場から移動する作業形態は好まれていないようである。広い作業現場で1人で作業することの孤独感があるためであろう。トラブルが発生したときに近くに人がいないということは、作業の安全上にも問題があろう。

#### 5. 休憩のとり方

チェーンソー作業では、グループ全員が一斉に休憩をとることが多い。しかし、高性能林業機械作業ではグループの構成員が小人数になり、それぞれが離れた位置で作業しているために無線で連絡を取り合うものの、お互いの作業の状況が把握しにくく、作業の途中に休みを取るきっかけがつかみにくなっている。チェーンソー作業では大きな木を伐り終えた時、あるいは次の場所までの移動などが区切りとなって一服することが多々ある。ところが、高性能林業機械作業では一日中運転席に座り、同じようなペースで作業を繰返すために作業の区切りがつかみにくい。われわれが作業を観察していたこともあろうが、1人で作業していた作業員が午後には全く休みを取らずに作業を続けるという状況も観察された。チェーンソーの切れが悪くなって交換したり、土や砂利が稼働部分にかむなどして機械を停止させることをきっかけにして休んでいる。

林業の場合には、作業の開始時刻や作業終了時刻を厳密に守っているのではなく、作業の進行状況に合わせて調節しているようである。作業時間の決定に作業員の裁量の余地が大きいことは結構なことではあるが、高性能林業機械作業では休みきっかけをつくることも必

要と思われる。休憩時刻の目安とその合図をする役割分担をあらかじめ決めておくことが、必要である。

#### 6. 作業強度と作業特性

ハーベスタ作業者の作業中の平均心拍数は、86拍/分であり、心拍数からみた労働負担はオフィスワークで例えるとデスクで仕事を行っている程度である。ハーベスタのオペレータは、手、首などの局所的疲労を訴えており、狭いオペレータキャビン内で大きな身の動きが行えない。

山田等(50)は、ハーベスタ作業オペレータから首または肩に疲労の訴えがあり、機種によっては手首または手にも疲労がみられたとし、オペレータは、指の頻繁な操作を余儀なくされることから、今後、頸肩腕症候群のような職業性健康障害に発展する危険性も十分考えられるとしている。

これまでの林業機械はレバーなどを操作する際に上半身にある程度動かしているが、今回の調査に使用されたハーベスタ作業は上半身をあまり動かすことはなく、指先のみを動かしボタン操作を行っていた。また、操作時にグラブルの先端を常時見つめることなどから、身体の下ととも、動かすことなくボタン操作を行うことによる手、首に痛みを訴え、連続使用によって局所疲労が現れたものと思われる。この局所疲労が慢性化し、作業前における身体疲労部位訴え率が高い傾向を示した。

プロセッサによる造材作業は、作業中の心拍数は83拍/分、安静時に対し、15拍/分の増加であり、他の作業に比べ増加数は最も少ない作業であった。本作業は、時間観測結果にも見られるように、手待ち時間の多い作業であり、オペレータは、余裕を持った操作を

行うことができた。したがってプロセッサによる造材作業は、終日の心拍数は低レベルで安定しており、身体的負担ならびに精神的負担が共に少ない作業と言える。

タワーヤードによる集材作業は、操作時に立ち作業を伴うことがある。したがって他の作業より心拍数は高く、特に作業終了前の60分間に高レベルを示しており、作業中の最高心拍数は安静時の2倍強になることも見られた。また疲労自覚症状訴え率は他の作業と異なり、Ⅲ型パターンの肉休作業タイプを示し、ストレス値は他の作業と比べ最も低い値となった。したがって、本作業は、精神的負担は少ない作業であるが、身体的負担のやや高い森林作業に属するものと思われる。

パワーショベルによる掘削作業は、ハーベスタ作業と同様に請負作業方式であり、作業時間が長時間に及んでいることが特徴的である。このため作業に伴う労働負担による疲労が翌日まで残るタイプである。作業中の心拍数そのものは、低レベルであるが、疲労自覚症状訴え率およびストレス値は他の作業に比べ最も高い値を示した。したがって本作業は、身体的負担、精神的負担ともに高い作業種類であり、作業時間配分の検討を行う必要があるものと思われた。

フォーワーダによる集材作業は、車両の移動を伴うことが他の作業と異なる。本作業における作業中の平均心拍数は87拍/分、最高心拍数は136拍/分であり、タワーヤード作業に次ぎ高い値を示した。終日の心拍数の変動を見ると、他の作業より乱高下が目立つ。疲労自覚症状訴え率は低いものの、ストレス値が高いことは、車両の移動に伴う衝撃や車体の揺れや傾きなどが精神的負担に影響したものと思われる。



#### 7. 精神的負担からの作業特性

高性能林業機械オペレータの労働負担は、従来の作業形態に比べ身体的負担は少ないものの、座位姿勢による長時間の運転作業から従来の労働負担と異なる局所的負担の様相を呈した。

高性能林業機械によるオペレータ作業は、作業種類によっては諸負作業形態から誘発されるストレスの蓄積や騒音・振動さらに操縦室内の操作ボタンなどの複雑な運転操作による精神的労働負担の高い作業特性を有するので、心拍数レベルのみの労働負担評価は出来ないものと思われる。したがって、諸負作業形態による作業や他の機械作業に追われる機械作業や単純繰り返し作業の機械作業は、精神的負担の高い作業種類であり、作業人員の組み替えや作業時間の短縮などの作業改善を行う必要がある。また一部の疲労症状項目の訴えがチェーンソー作業者の訴えと同レベルのものもあり、労働負担評価は循環系の指標だけでは捉えられない問題があることが明らかにされた。

## 第5節 雇用形態の違いによる労働負担

現在、林業就業者数は年々減少傾向で推移し、新規参入の若年者が少ないため50才以上の就業者数割合は68%を占めている。しかしごく最近では、地域によっては脱サラやUターン者が林業に就業するケースを耳にするようになったのも事実である。また高性能林業機械の導入により、これらの機械を扱う作業現場には若い人々が参入するようになってきている。雇用者側は、こうした比較的若い林業就業者の確保対策として月給制の導入や社員として採用するところも多くなってきている。したがって林業就業者の雇用形態は、これまでの出来高制や天候に左右される就労形態から月給制の導入など林業サラリーマン化の方向へと変わりつつある(19)。

ここでは、雇用形態の違いにより労働負担がどの様に表れるのか、また作業者の意識がどの様に変わりつつあるのかを明らかにすることを目的とし、若い林業就業者の確保や育成時の問題点について考察しようとしたものである。

### 1. 調査方法

調査は、1994年7月から8月にかけて実施した。調査対象は、6グループ(A:T森林組合職員延べ14名、B:T森林組合労務班延べ24名、C:T愛林組合延べ21名、D:I愛林組合延べ35名、E:O会社社員延べ10名、F:H素生協職員延べ15名)である。この6グループ、延べ119名に対してアンケート調査(疲労感などについては作業前後に実施)ならびに時間観測調査を実施した。なお、アンケートは、作業意識自体への影響が考えられる「作業箇所は、平坦地か、緩傾斜地か、急傾斜地か」、「作業箇所の足場は、良いか、

普通か、悪いか」、「今日の作業量は、少なかったか、ちょうどよかったか、多すぎたか」、「傾斜は、きつく感じたか、普通だったか、感じなかったか」など28項目であった。作業内容は、A、C、Dの3グループが下刈り作業、Bグループが下刈りならびにチェーンソー作業、E、Fの2グループが高性能林業機械による伐木造材作業であった。

## 2. 結果および考察

### (1) 職業選択理由

森林作業を職業とした理由は、Aグループでは専門知識が活かされる(14%)、自然に接することが出来る(21%)、B・C・Dグループは、自分に向いている(21%)、気がねなくやれる(18%)、自宅から通える(39%)、収入が良い(28%)、E・Fグループは対象人数が少ないが、自分に向いている、専門知識が活かされる、収入が良い、知人の紹介などをあげている。

B、C、Dの3グループはいずれも日給あるいは月給制の雇用形態であり、選択理由として、自分に向いている、きがねなくやれる、自宅から通える、収入が良い、農業と兼業出来るなどをあげている。これは、作業者の平均年齢が56歳から59歳であり、他に条件の良い職場があれば別だが、いまさら職業を変える意志が全くないためと推察される。特にC、Dの2グループは、“収入が良い”を選択理由とした者が多かった。これを選択した根拠としては、山深い集落に住み、町まで通勤するにはあまりにも時間がかかりすぎる勤務条件があげられ、自分から積極的にアプローチ出来る仕事自宅周辺になにもないことが考えられる。したがって、農閑期の臨時収入としては確かに収入源となり得るが、継続的に一定の収入を得ること

は困難であると思われる。

これら3グループに対して、A、E、Fグループは平均年齢も若く、森林組合の月給制の職員や会社の社員などである。森林作業に関わる職業を選択した理由として勤務時間が短い、世の中のためになる、専門知識が生かされる、自然に接することが出来るなどをあげた者が多く、いくつもの職業選択肢から自分に向いている森林作業を選択したものと推察される。しかし、逆に収入が良いを選択した者はなく、収入面でさらに条件の良い職業があれば、今後転職の機会を持つことも考えられる。したがって、少ない若年森林作業者の維持確保は収入面を考慮する必要があるものと思える。

## (2)作業時間

調査対象者の勤務時間や作業時間などに関する結果を表V-4に示した。

表V-4. 調査対象者の勤務時間等

	T森組職員	T森組労務班	T愛林組作業員	I愛林組作業員	O会社社員	H素生協職員
対象延べ人数(人)	14	24	21	35	10	15
平均年齢(才)	35.2	59	58.1	56.2	32	35
平均経験年数(年)	7	32	31.8	28.2	3	12.55
平均通勤時間(分)	47.9	38.45	19.4	15.5	54	45
平均作業時間(分)	453	485.2	480	510	627	523
平均休憩時間(分)	112	113.4	100	128	60	72
平均実作業時間(分)	341	371.8	380	382	567	451

表からわかるとおり、森林組合職員(Aグループ)が最も作業時間が短く、ついで森林組合労務班(Bグループ)ならびに愛林組合(C・Dグループ)の作業員、素生協職員(Fグループ)ならびに会社員(Eグループ)の順に作業時間が長くなっている。

前述したように、職業選択の際に勤務時間が短いことを理由にあ

げた者も多くある。林業作業は暗くなると作業が困難になることから、通常は残業が（あまり多く）ない職場である。作業者は比較的早く家路につけ、農業と兼業が出来たり、自由な時間が持てることにも魅力を感じている。このようにサラリーマンにはない勤務条件は林業の持つ作業特性から生ずる魅力として今後とも維持する必要がある。

表V-5は、相関行列からみたそれぞれの項目に対する相関値の高い項目を3つ取り出して示したものである。

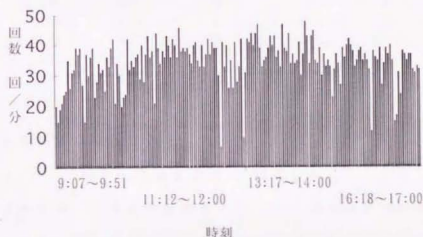
表V-5. 相関行列から見た相関値の高い項目

	1	2	3
平均年令	2群作業前	作業前A	作業量
平均通勤時間	作業前S	作業後S	平均実作業時間
平均作業時間	平均実作業時間	平均実作業時間	作業後S
平均休憩時間	ヒヤリハットはあったか	時間に追われたか	T群作業前
平均実作業時間	平均作業時間	予定の作業は	作業後S
作業カ所	T群作業前	ヒヤリハットはあったか	1群作業前
作業量	作業前A	3群作業後	平均年令
時間に追われたか	T群作業前	1群作業後	1群作業前
ヒヤリハットはあったか	平均休憩時間	T群作業前	作業カ所
作業前A	作業量	作業後A	平均年令
作業前S	作業後S	平均通勤時間	予定の作業は
作業後A	作業前A	平均年令	作業量
作業後S	作業前S	平均通勤時間	予定の作業は
1群作業前	時間に追われたか	作業カ所	T群作業前
1群作業後	T群作業後	3群作業前	T群作業前
2群作業前	2群作業後	平均年令	作業カ所
2群作業後	2群作業前	T群作業後	平均年令
3群作業前	3群作業後	T群作業後	1群作業後
3群作業後	3群作業前	T群作業後	1群作業後
T群作業前	時間に追われたか	T群作業後	作業カ所
T群作業後	1群作業後	T群作業前	3群作業前

作業中に時間に追われたと回答した者は、作業前の疲労自覚症状T群、作業後の1群（表中には1群と記す）と作業前の1群訴え率な

どと高い相関関係が示された。このことは、作業前の疲労蓄積である慢性的な腰の痛みや肩こりなどが作業中にも表れたものと思われるが、農業などを兼業し、疲労の回復が出来ないままに森林作業に従事しているものとも思われる。また、ヒヤリハットの項目は、休憩時間や作業前の疲労自覚症状T群訴え率、さらに作業箇所の状態がどの様だったかなどに高い相関がみられた。

休憩の取り方に関しては、今回の下刈り調査を観察すると、真夏の暑い時期でもあり、午前中に作業時間帯を4つに分け、休憩時間15分を3回取っていた。昼食休憩を60分取った後、午後も作業時間帯を3つに分け休憩時間15分を2回取るパターンが多かった。また通常の下刈り作業におけるブッシュカッターの振り上げ回数を観察すると図V-5に示すとおり、1分間当たりの振り上げ回数は15分から20分当たりで低下傾向を示していることがわかる。



図V-5. 各作業時間帯におけるブッシュカッター振り上げ回数

したがって、操作竿を振る回数が低下する作業開始20分目当たりで短い休憩を入れるような作業時間帯を考慮することも必要である。一方、高性能林業機械による作業ではグループ構成員が少人数に



なり、同時にそれぞれが離れた場所で作業を行っていることから、なかなか休憩をとるきっかけがないように思われた。

### (3) 作業に対する意識

アンケート調査結果のうち、作業に対する主な項目を表V-6に示した。作業箇所ならびに足場に関する項目は、数値が増えるほど急傾斜地であったり、足場が悪かったりする回答をしたことを示し、作業量は、「少ない」から「多すぎる」の順に数値が増える回答をしたことを示している。予定の作業と時間に追われたか、ならびにヒヤリハット、傾斜の調査項目は、数値が増加するほど条件が悪くなる回答をしたことを示している。

表V-6. 主なアンケート結果

	T森組職員	T森組労務班	T愛林組合作業者	I愛林組合作業者	O会社社員	H素材生産職員
作業力所	2.35	2.57	2.58	2.41	1.57	1
足場	2.29	2.5	2.47	2.13	1.75	1.22
作業量	1.93	2.04	2.16	2.15	1.81	2
予定の作業は	1.43	1.71	1.74	1.04	2.25	1.77
時間に追われたか	1.43	1.38	1.47	1.39	1.19	1.22
ヒヤリハットはあったか	1.71	1.78	1.81	2	1	1
傾斜は	2.08	2.55	2.12	2.17	1.63	3.11

主な調査項目の単相関係数は表V-7に示し、固有値ならびに寄与率を表V-8に、因子負荷量を表V-9に示した。

雇用形態の違いによる作業意識としては、調査項目全体に対し主成分分析を行った。第一主成分を縦軸に、また第二主成分を横軸にし、その得点をプロットしグルーピングすると、図V-6のようになる。

すなわち、T森林組合職員、O会社社員およびH素材生産協同組合職員、森林組合の労務班および愛林組合の作業者の3グループと

なる。表V-9の因子負荷量より縦軸は肉体的な労働負担を表し、横軸は作業に伴うストレスや作業前の精神的な気分を表すものと判断された。したがって、雇用形態によって作業に対する肉体的・精神的労働負担の違いが表れることがわかった。

表V-7. 主なアンケート項目間の単相関係数

↓ 変量 / 変量 →	平均実作業時間	時間に追われたか	ヒヤリハットはあったか	作業後のS値	作業後のT群訴え率
平均実作業時間	1				
時間に追われたか	-0.882 *	1			
ヒヤリハットはあったか	-0.828 *	0.912 *	1		
作業後のS値	0.636 n.s.	-0.661 n.s.	-0.9 *	1	
作業後のT群訴え率	-0.709 n.s.	0.919 ***	0.844 *	-0.631 n.s.	1

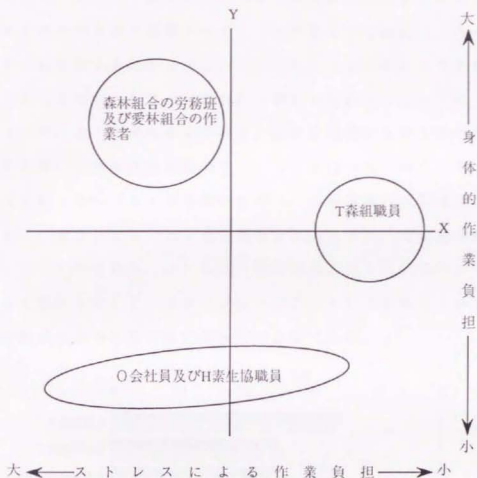
表V-8. 固有値と寄与率

主成分	固有値	寄与率	累積寄与率
第1主成分	16.429	0.714302	0.714302
第2主成分	2.43102	0.105696	0.819998
第3主成分	1.82524	0.079358	0.899356

また、前掲した表V-3の中で、作業前のT群訴え率は、作業前の作業者の身体の状態を示すものであり、作業開始前の疲労自覚症状が高いことは事故につながる危険性をはらんでいるものと言える。さらに作業箇所の善し悪しの差によっても事故との関連性が高いことなどが示唆される。

表 V - 9. 因子負荷量

↓ 変量 / 変量 →	主成分 1	主成分 2	主成分 3
平均年令	0.87679	0.21437	-0.30146
平均通勤時間	-0.85529	-0.31040	0.22195
平均作業時間	-0.72586	0.22356	-0.61319
平均休憩時間	0.89474	0.11321	0.28087
平均実作業時間	-0.82101	0.12905	-0.54220
作業カ所	0.87657	-0.30009	-0.14290
作業量	0.85883	0.31139	-0.01345
予定の作業は 時間に追われたか	-0.71368	-0.35013	-0.47935
ヒヤリハットはあったか	0.91930	-0.36148	0.15367
傾斜は	0.96824	-0.29237	0.05785
傾斜は	-0.02729	0.46962	0.56033
作業前A	0.85792	0.48716	-0.13334
作業前S	-0.90198	-0.37423	0.17023
作業後A	0.62355	0.71420	-0.09312
作業後S	-0.85694	-0.31465	0.08594
1 群作業前	0.82382	-0.46979	0.17715
1 群作業後	0.87407	-0.35834	-0.09274
2 群作業前	0.85607	-0.15018	-0.31723
2 群作業後	0.83178	-0.21900	-0.34929
3 群作業前	0.94932	-0.11758	-0.02172
3 群作業後	0.94695	-0.04315	0.00515
T 群作業前	0.96360	-0.26409	-0.04155
T 群作業後	0.92851	-0.23683	0.13142



図V-6. 主成分分析結果

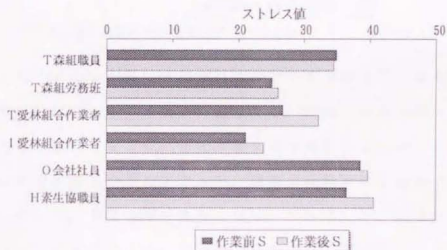
#### (4) ストレス感

作業前後のストレス値を図V-7に示した。

図が示すとおり、作業によるストレス値は全体的に増加する傾向を示しているが、T森林組合職員のみは、逆にストレス値が減少している。特徴的なことは、雇用形態が職員や社員のグループで全般的にストレス値の高い傾向がみられた。

この理由として、職員や社員のグループは仕事に対する責任感や

将来の生活に対して、細かいところまで気を使うことからストレス値が高く現れたものと推察される。一方作業者や労働班のグループは、言われたことをこなせばよいと言ったような気楽さがストレスの低下として現れたものと思われた。職員や社員のグループは、他のグループに比べて平均年齢が低く、感受性は高いものと思われるが、第Ⅲ章の年齢層別作業後のストレスでも述べたとおり、ストレス値は加齢とともに高くなる傾向を示し、年齢層間に大差はなかった。また、O会社社員とH素生協職員のグループは、高性能林業機械のオペレータであり、ストレスの高い結果となった。このように雇用の形態が安定している若いグループのストレスを感じさせないための作業組織や作業方法の再検討が必要である。



図V-7. 作業前後のストレス値

作業前後の疲労自覚症状のT群訴え率を図V-8に示した。

この図から、O会社社員とH素生協職員のみが非常に低い結果となった。これらは、作業が高性能林業機械によるものであり、身体的負担は、極端に低い結果となった。

一方、愛林組作業員は作業後の値が顕著に高い傾向を示した。

通常、加齢に伴い疲労訴え率は少なくなると言われているが、高齢者の多い作業集団においてその値が高いことから、高齢者でもかなり高い疲労を自覚しているものと思われる。



図V-8. 作業前後の疲労自覚症状T群訴え率

以上みてきたように、従来型作業における労働負担の様相は、作業種類の違いによっても大きく異なるし、性別や年齢の違いによっても異なる結果となった。また、従来型の森林作業そのものが自然環境の中で行うものが大半であり、労働条件の苛酷な場所での作業を強いられる。作業環境の改善が叫ばれて久しいが、依然としてチェーンソー作業のように、重い手工具を持って傾斜のある足場の悪い箇所での作業は今後も残る。このような作業種類では、作業による身体的負担が生じる。作業中の心拍数の増加は作業箇所の勾配やチェーンソー重量との相関が高かった。また、手工具での作業位置の高さと労働負担との関係では、作業者が作業しやすい高さを求める方法として作業姿勢を変化させ負担の軽減を図ろうとし、無理な作業姿勢から誘発される労働負担が認められた。このような無理な



作業姿勢が強えられる作業における作業姿勢と労働負担との関係は、不自然な作業姿勢から静的筋作業となり、消費エネルギーは小さいものの、作業者の苦痛が伴う結果となり労働負担を増加させることとなる。したがって、従来型作業から誘発される労働負担は大部分が身体的労働負担を伴うものであり、今後もこの種の作業は徐々に減ることとなっても、森林作業からなくなることはないので、身体的労働負担の評価も行う必要がある。最近では、従来型森林作業の他に、運転を伴う作業が増加傾向にあり、特に高性能林業機械操作は、従来型森林作業と異なる労働負担の様相を示すものと思われる。

## 第VI章 森林作業の新たな労働負担評価法

### 第1節 概説

これまでに森林作業における労働負担の把握に関する各種調査結果を個々に、それぞれ取りまとめてきたが、個々の作業によっては多数ある測定項目中には、労働負担評価についてそれほど多くを説明出来ないものもあることがわかってきた。

明らかに身体疲労型作業と言われる作業に対してその労働負担調査項目に精神的負担のみを把握出来る調査項目を使用したり、またその逆のことは行っても正しい労働負担の評価は得られないことは当然のことである。しかし、森林作業においては、作業種類によって身体疲労型作業と精神疲労型作業とを明確に分類することは困難である。

したがって、森林作業から誘発される労働負担評価にあたっては、身体的負担と精神的負担との両者を同時に評価出来る調査法が必要となる。もちろんこれまでの調査においても、この両者を箇々の測定項目により評価してきたが、現場調査に際して項目数が多くなりすぎると、作業そのものより、測定項目数の多さのために負担が生じ、正しい労働負担評価が得られないことも考えられる。

そこで本章では、森林作業における作業から誘発される労働負担評価を行う疲労調査法として、前述のストレスアロウザルチェックリストと疲労自覚症状調査とをもとに、簡便に労働負担評価の行える労働負担評価調査票の作成を行い、この調査票によって森林作業から生ずる労働負担量を評価しようとしたものである。

## 第2節 身体的負担と心拍数

作業を行うことによって高まった心拍数は作業中止後なるべく早く作業前の状態に回復することが望ましい。心拍数の回復率は作業中止後が最も著しく、徐々に小さくなり、やがて作業前の心拍数に戻る。山地(58)は、作業中止後の心拍数が作業前の心拍数に回復するまでの回復時間は、作業強度が高くなるにつれ、また高齢になるにつれ長くなる。さらに作業時間が長くなる程その回復も遅れると述べている。

一般に若者の心拍数は作業負荷によって早く増加し、回復も早い。これに対し老人の心拍数は、若者に比べてそれほど増加せず、また回復も遅い。したがって年齢を考慮せずに、回復時の心拍数だけで作業を評価することは危険であるが、作業強度を比較するために、作業終了後の回復過程を見るために、ここでは被験者として学生のみを対象とした各種作業を取り上げ、回復時の心拍数の状態によって、作業の評価を行うことにした。

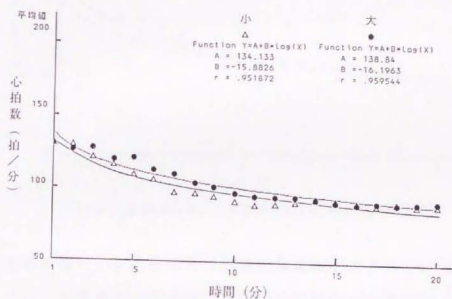
チェーンソー作業における傾斜の違いによる心拍数回復の違いを示す例として、図VI-1, 2, 3に傾斜別に作業終了後安静20分間の心拍数の平均値(8名)を経時的に示した。

図中の2次式に示されるAの値は作業終了時の心拍数を示し、作業強度を表すものと解釈出来る。

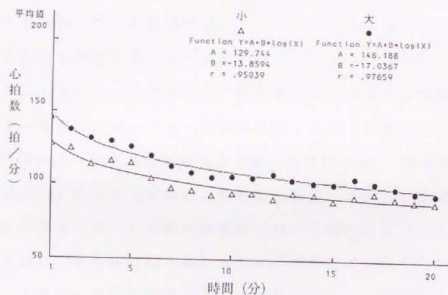
また、全式中のBの値は安静時における心拍数の減少割合を表し、作業強度そのものと同時に労働負担を表すものと解釈できる。したがって、Aの値が大きいほど、またBが小さいほどその作業から受

ける労働負担量は大きいと言える。

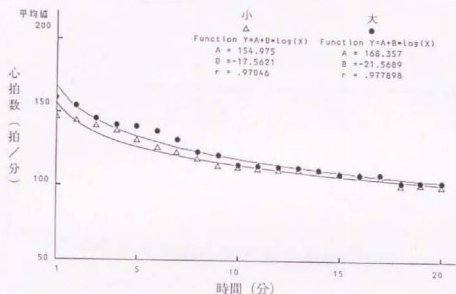
このようにみると同図から判断して、急傾斜が最も負担が大きく、次いで緩傾斜、平坦地の順となることがわかる。また、使用する器



図VI-1. 平坦地作業終了後20分間における心拍数低下曲線



図VI-2. 緩傾斜地作業終了後20分間における心拍数低下曲線

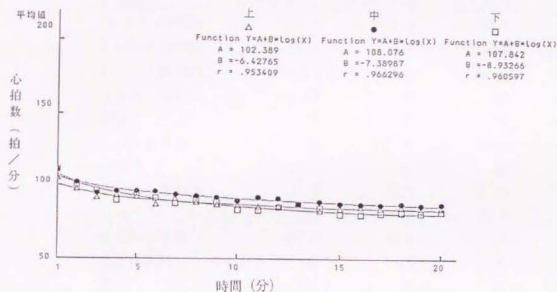


図VI-3. 急傾斜地作業終了後20分間における心拍数低下曲線

具の重量の違いによる心拍数の回復状態を示す例として、2種類のチェーンソーを使用して伐木造材作業を視測した。図VI-1, 2, 3中の黒丸印は重量の重いチェーンソー(9.8kg)を、また三角印は重量の軽いチェーンソー(4.8kg)を使用して作業を行ったものである。いずれの作業条件の場合も重量の重いチェーンソーを使用した時にAが大きく、Bが小さい値となった。

さらにチェーンソー作業時の作業位置の違いによる心拍数の回復を見るために、チェーンソーによる玉切り作業を実験室で行い、玉切り作業を行う際の丸太位置を上(地上より120cm)、中(同70cm)、下(同20cm)の3条件を設定し調査した結果、図VI-4に示すように作業位置が中、下、上の順に作業終了時の心拍数は高いことがわかる。しかし、その後の低下率でみると作業位置が上、中、下の順になり、下作業において回復の早いことがわかる。これらのことより、心拍数は、森林作業における身体負担を伴う作業負荷による労働負

担量の評価法として適切なものと示唆される。



図VI-4. 上・中・下作業終了後20分間における心拍数低下曲線

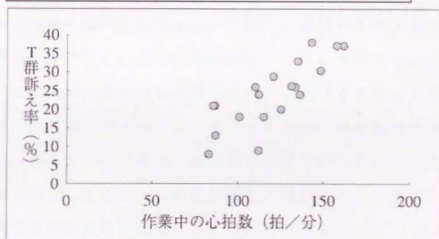
これまでに森林作業について調査した中で、室内実験を除く森林作業種類について作業時の心拍数と作業後の疲労自覚症状訴え率およびストレス値の結果を表VI-1に示した。これまでの調査結果から、身体的負担は心拍数から、精神的負担はストレス値から評価出来ることが推定出来る。表中の作業種類は、作業中の心拍数の高い順にソートされており、身体負担の高いと思われる作業が心拍数も高い値となっている。また、この表中の数値を使用して心拍数と疲労自覚症状T群訴え率との関係をみると図VI-5に示すとおり高い相関（相関係数0.804）が認められた。したがって、身体的負担の高い森林作業においては、簡便な負担評価法として心拍数に替えて疲労自覚症状訴え率を身体的負担の指標として用いることが出来るものと考ええる。



表VI-1. 各作業における作業中の心拍数ならびに作業後の訴え率

作業種類	心拍数(拍/分)	T群訴え率(%)	ストレス値(%)
チェーン大急傾斜	161.5	37.1	33.1
チェーン小急傾斜	157.4	37.1	30.1
チェーン大緩傾斜	148.2	30.4	20.56
下刈り(女性)	143	38	23
伐採	136	23	25
チェーン大平坦	134.9	33	25.7
荷掛け	133.4	26	20
チェーン小緩傾斜	131.2	26.3	31.62
下刈り	125	20	30.5
チェーン小平坦	120.6	28.8	24
集材機運転	115	18	38
荷卸し	112	24	27
林内作業車	112	9	28
タワーヤーダ	100.8	17.9	25
フォワーダ	86.8	13.2	36.8
ハーベスタ	86.4	21	36
パワーショベル	85.4	21.8	39.6
プロセッサ	83	8	30.9

作業中の心拍数とT群の相関係数 0.8038104



図VI-5. 作業中の心拍数とT群訴え率との関係

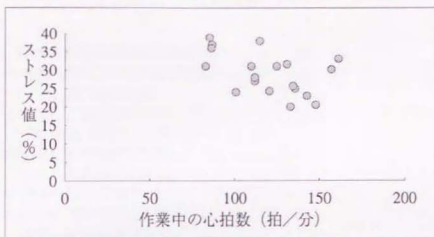
### 第3節 精神的負担とストレス値

これまでに測定した各作業種類の作業中の心拍数と作業後の疲労自覚症状T群訴え率およびストレス値との関係を前出の表VI-1に示し、この数値を使用して図VI-6に作業中の心拍数と作業後のストレス値との関係を示した。その結果、相関係数は-0.486となり、明らかな相関関係はないことが判った。

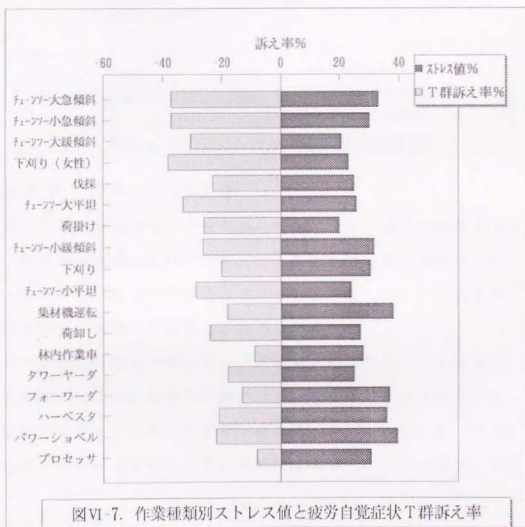
では、心拍数で評価しきれないストレス値の高い作業にはどのような作業があるか、図VI-7は、各作業における作業後の疲労訴え率として、T群訴え率を左側にまたストレス値を右側にそれぞれ棒グラフで示し、両者を比較する意味で掲載したものである。上から作業中の心拍数の高い作業種類の順となっているが、この図より、ストレス値の高い作業は、作業中の心拍数の低い運転を伴う作業内容であるパワーショベル、集材機運転、フォワーダ、ハーベスタ運転作業等の順になった。これら機械運転作業は、長時間の座位姿勢が余儀なくされるが作業中の心拍数は低く、心拍数のみによる作業評価は困難である。このような作業種類においては、身体的な作業負担は少ないものの精神的な作業負担は高く、精神的な作業負担を労働負担評価の指標とし、正しい負担評価を行う必要がある。

また、図VI-8は、各作業における作業後の疲労訴え率として、疲労自覚症状T群訴え率とストレス値とを合計し、その数値の高い作業順に並べ替えたものであり、疲労自覚症状T群訴え率とストレス値の合計である。しかし、この合計値は、疲労自覚症状調査中のII群訴え率である精神的負担も加算されたものである。

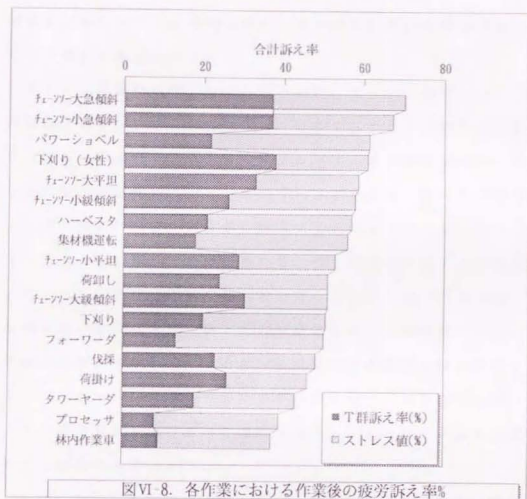
作業中の心拍数とストレス値の相関係数  $-0.485794$



図VI-6. 作業中の心拍数とストレス値との関係



図VI-7. 作業種類別ストレス値と疲労自覚症状T群訴え率



図VI-8. 各作業における作業後の疲労訴え率%

#### 第4節 労働負担評価法

森林作業から誘発される疲労は、精神的疲労と身体的疲労さらにこの両者の中間型に分けられる。これまでに労働負担調査として、フリッカー値、疲労自覚症状調査、TAF検査、ストレス感調査、身体疲労部位調査、心拍数などについて検討してきた。

森林作業における労働負担は、これまでの調査結果から見ると、身体的疲労は心拍数により、ある程度推定することが出来る。また精神的疲労はストレス値により評価出来るものと思われる。また、心拍数と疲労自覚症状訴え率との間には図VI-5に示すとおり、相関

が認められており、心拍数に替えて疲労自覚症状訴え率を身体的疲労の労働負担指標とした。

ストレス感調査には、前述したとおり、1～30の設問からなる質問項目がある。30項目の設問には、それぞれ1～4の選択肢があり、これによってストレス値ならびにアローザル値が採点される。採点の方式は、各設問について、それぞれストレス感に肯定的であればストレス値にプラス、覚醒感に肯定的であればアローザル値にプラスと言うように加点方式で行われる。つまり得点の高いものほど、よりストレス感・覚醒感を感じるということになる。ここでは、覚醒感についてはストレス感と逆の数値になるので森林作業における労働負担測定項目としては必ずしも説明できる数値は得られなかった。したがって、ストレスアローザルチェックリスト30項目中、ストレス値を表す17項目のみを設問項目とし、アローザル値を示す13項目は削除することとした。

また、疲労自覚症状調査は、それぞれ10項目の設問がⅠ、Ⅱ、Ⅲ群にあり、Ⅰ群はねむけとだるさ、Ⅱ群は注意集中の困難、Ⅲ群は局在した身体違和感を表すとされていることは先に述べた。

ここで言うⅡ群は、精神的な負担評価指標としての設問項目であり、前述したストレス値で表現するものとしたので、身体的負担指標としては、このⅡ群を除いたⅠ群とⅢ群の合計20項目の設問によることとした。したがって、作業から誘発される精神的な労働負担量としてのストレス感調査票から17項目を、また身体的な労働負担量を疲労自覚症状調査Ⅰ群およびⅢ群の20項目の設問とし、合計37項目の設問による、新しい労働負担調査として「ストレス&自覚症状」調査票（表Ⅵ-2参照）によって労働負担を評価する新たな調査



# 【ストレス & 自覚症状】

氏名 \_\_\_\_\_

作業前 作業後

今のあなたの気持ちを良く表すものについて、あまり深く考えないで、○印をつけて下さい。

- |                    |          |          |              |        |
|--------------------|----------|----------|--------------|--------|
| 1. 気持ちが不安定である・・・   | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 2. 頭がおもい・・・        | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 3. まぶたや筋がピクピクする・・・ | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 4. 落ちついて、冷静である・・・  | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 5. 全身がだるい・・・       | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 6. 悩んでいる・・・        | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 7. 足がだるい・・・        | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 8. 心が休まっている・・・     | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 9. あくびがでる・・・       | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 10. 満ち足りた気分だ・・・    | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 11. 頭がぼんやりする・・・    | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 12. 緊張している・・・      | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 13. わむくない・・・       | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 14. 落ちつきがない・・・     | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 15. 目がつかれる・・・      | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 16. 気持ちがピンとはりつめている | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 17. 動作がぎこちなくなる・・・  | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 18. 気楽だ・・・         | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 19. 足もとがたよりない・・・   | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 20. 何か気がかりだ・・・     | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 21. 横になりたい・・・      | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 22. 安心している・・・      | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 23. 頭が痛い・・・        | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 24. 気分が良い・・・       | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 25. 元気がない・・・       | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 26. 肩がこる・・・        | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 27. 神経質になっている・・・   | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 28. 腰が痛い・・・        | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 29. イライラする・・・      | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 30. 息苦しい・・・        | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 31. 気持ちがよい・・・      | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 32. 手足はふるえない・・・    | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 33. 口がかわく・・・       | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 34. くよくよしている・・・    | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 35. 声がかすれない・・・     | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 36. くつろいだ気分だ・・・    | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |
| 37. めまいがする・・・      | 1. その通りだ | 2. まあそうだ | 3. どちらともいえない | 4. ちがう |

T = \_\_\_\_\_ S = \_\_\_\_\_

表V1-2. 新しい労働負担調査票



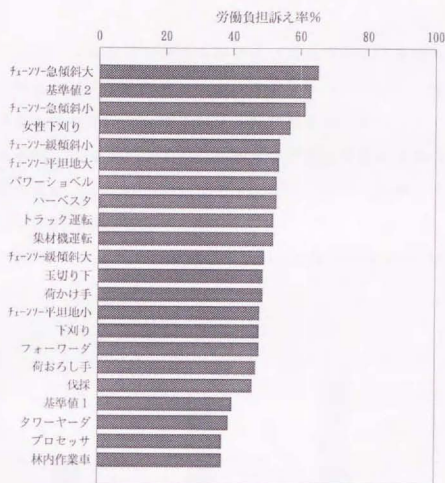
票を作成した。この質問は、内容的には同じ意味の設問を、肯定的あるいは否定的に質問しながら反復することによって、被験者の感じているストレス感ならびに疲労自覚感をより正確に捉えようとしたものである。

この調査票により得られた結果は作業から誘発される精神的負担と身体的負担とを感じた割合を示すものであり、それぞれの作業から誘発される労働負担度合いを定量的に表すものとなる。

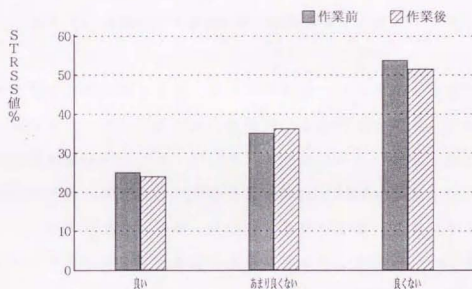
### 第5節 新たな評価法による労働負担評価

これまでに取り上げた森林作業に対し、新たに作成した「ストレス&自覚症状」調査票により作業種類別に身体的負担と精神的負担とを測定しようとするものである。被験者が、本票にチェックした1から4までの数値をパソコンに入力することによって、身体的負担および精神的負担の両者の訴え率が求められるものである。この両者の合計値を労働負担として表現し、その数値の高い作業順に並べ替えたものが図VI-9である。

一方この数値がどの程度の意味を持つものかについては、50%であれば半数の作業者が作業負荷による労働負担を感じると解釈して良い。また、下刈り、伐採、集材機運転、集材、積み込み、運転作業などにおける作業に対する気持ち別作業後のストレス値を調査したものが前出の図VI-10である。作業後に気持ち良く作業が遂行出来たグループのストレス値は24.1%、気持ち良く作業が遂行出来なかったグループのストレス値は51%、また両者の中間であるあまり気持ち良く作業ができなかったグループのストレス値は、36%であっ



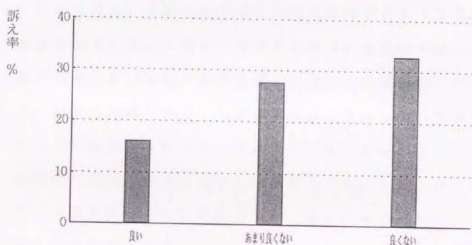
図VI-9. 新しい労働負担調査票による作業種別別労働負担量



図VI-10. 作業に対する気持ち別ストレス値

た。ここでは、作業後における作業に対する気持ちを「気持ち良く作業が出来た」、「あまり気持ち良く作業出来なかった」、「気持ち良く作業出来なかった」の3段階に分けたものであり、それぞれの気持ちを示したものである。したがって、森林作業に対するストレスの基準値は、「気持ち良く作業出来る」グループのストレス値を採用し、24.1%とすることにした。

また、図VI-11に、上述の森林作業に対する気持ち別疲労自覚症状訴え率を示した。



図VI-11. 作業に対する気持ち別疲労自覚症状訴え率(I群, III群)

気持ち良く作業ができたグループ、あまり気持ち良く作業ができなかったグループ、気持ち良く作業ができなかったグループのそれぞれの訴え率は、16.2%、27.7%、32.9%であり、気持ち良く作業出来るグループの疲労自覚症状訴え率は、16.2%であった。したがって、図VI-9中の基準値1は、気持ち良く作業ができたグループのストレス訴え率と疲労自覚症状訴え率との合計値(40.3%)を示す目安としたものである。したがって、本図中の基準値1より下に位

置する作業種類は気持ちよく作業が遂行できる作業であり、基準値より上に位置する作業種類は、何らかの原因により、作業に対する負担を感じながら作業を遂行しているものと判断される。

また、基準値2は、あまり気持ちよく作業が出来なかったグループのストレス訴え率(36%)と疲労自覚症状訴え率(27.7%)との合計値(63.7%)を示しており、この数値以上であれば、作業の遂行において何らかの原因により気持ちよく作業が出来ないと言う目安となる。

森林作業は、工場労働などに比べて自然環境の中での作業が大部分を占めている。このような作業環境は、森林浴を兼ね心身共に健康な職業とも言える。山間地域に定住する作業者は、空気がきれいで、しかも気楽な職場として森林作業に従事している者が多いことは前述したとおりである。また最近では、都会の喧噪から離れ、山間地域に職場を求める人々が増加している。それらの人々は、都会での人間関係の煩わしさから逃れ、地元にとけ込もうとする努力が地元住民に高く評価されると同時に、地元にとっても良い空気が漂うことにより、山間地域に新たな人間関係が生まれようとしている。作業後や作業の休憩時間中の語らいが、きついとされる森林作業から生ずる労働負担を癒すことにもなっている。森林に入ることが、既に健康に良く、さらに語らいの場としての森林作業環境という見方が出来上がってきていることは、森林作業のプラスの評価となっていることも事実である。森林作業者を大事に取り扱うためにも、精神的な負担の少ない、しかも身体的負担の少ない森林作業環境を作り上げることが必要なことは言うまでもなく、管理者側としては、作業者に対して細やかな注意をはらいながら作業者へのきめ細かい

ケアーが必要になり、簡単に労働負担の評価法が必要となる。

新たな労働負担評価票によって求められた数値（図VI-9）が示す労働負担の数値は、図VI-8が示す数値に近い値を示している。しかし、図VI-8に示す値は、疲労自覚症状訴え率のT群、すなわちI・II・III群全群の合計値を使用したものである。前述のとおりII群はストレスの症状を表現するものであり、森林作業から誘発されるストレス症状を測定するまで汎用性が高くない。したがってこのII群の訴え率のみ除外し、新たにストレス症状調査票のなかのストレス訴え率を測定する17項目を加えたものである。本調査票による森林作業の労働負担評価は、簡便であり、心拍数の測定や、その他測定項目なしに、ある程度の信頼性における測定方法であると思われる。問題のある設問項目があれば、今後改良を加え、さらに精度の高い労働負担評価法にする必要がある。

## 第Ⅶ章 終章

### 第1節 森林作業と労務管理

森林作業は大部分が監督者の目の届かない山林内であるため、賃金支払形態は出来高払い制や請負制をとるところが多いが、この単価決定のもとになる1人1日当たりの出来高と職種別賃金格付の決定方法に、現行のものには不備の点が見受けられる。すなわち、国有林ではあらゆる作業の時間分析結果から実働1時間当たりの出来高を決定し、一方作業種別のR.M.R.の測定結果から1日当たり妥当な実務時間を決定し、この両者をかけ合せて職種別に1人1日当たりの出来高を決定することになっている。

また作業種類別の賃金格差はこのエネルギー代謝率およびその作業の習熟の難易度、労務の需給関係などを勘案して決定した。この方法は国有林では戦後長期間実行され、公有林や民有林においても国有林での方法がそのまま踏襲されて今日に至っている。

ただし国有林では労働組合との交渉により完全な出来高払制は廃止され、1978年以降は月給制と能率給（基準作業量を超過した分に対し支払う）の二本建となった。

前述した出来高の決定法に不備の点が見られるというのは、労働負担をエネルギー代謝率だけで決定し、その大小のみによって実働時間を算定している点である。

機械化作業が少なく、大部分が重筋作業であった当時には、これで差し支えなかったであろうが、最近、森林作業にも精神的疲労の割合が多いとされる各種機械のオペレータを必要とする作業が増加



しており、労働負担の評価には、既に述べたような方法で見直しを行い、重筋作業との間の均衡をはかることが必要である。このためには、森林作業から誘発される労働負担の質的变化を的確にとらえる必要があり、従来より一層科学的な労務管理が可能となる。

また、最近では高性能林業機械を所有し、作業をこなそうとするいわば一匹狼的な自営業者が多くなってきている。このような経営者兼オペレータの労働負担を検討する必要がある。雇用形態の違いと労働負担との関係でも述べたとおり、職員や社員などのグループは、責任感や将来的な生活まで含めた細かいところに気配りをしており、作業によるストレス値の高い結果となった。これに比べ、一匹狼的な自営業者兼オペレータの身体的な負担は他の高性能林業機械オペレータに比べ変わらないまでも、必要に応じて休みが取れ、誰からも拘束されることはなく、ストレスの蓄積される要因は少ないものと思われる。しかし自営業の経営状態によっては、長時間作業に束縛されたり、無理して機械を稼働させる可能性があり、ストレスや身体疲労の出現はこれらに左右されるものと思われ、今後の日本林業のあり方によって大きく変わってくるものと思われる。

## 第2節 森林作業の形態と労働負担

従来型の森林作業の労働負担の特性や具体的な労働負担の評価を行い、従来型作業としてのチェーンソー作業は、傾斜地での作業姿勢が労働負担に関係しており、特に作業後の背筋や握力の低下と作業中の姿勢とが密接に関係していた。平坦地および緩傾斜地では、チェーンソー重量の違いが心拍数に影響を及ぼし、作業中の心拍数

の増加は勾配とチェーンソー重量が関係していた。急傾斜地の作業では、心拍数や疲労感の回復が遅くなり、特に重いチェーンソー使用時に作業効率が低下する傾向が認められた。また、チェーンソー作業時の作業面の高さと労働負担との関係は、丸太とチェーンソーとの歯先の角度からくる制約のために腰を一定の角度に保って作業を行うことになり、腕や膝を使って作業位置の調節を行っていた。作業位置が高い場合には腕に、低い場合には腰と下腿部に疲労感が高かった。サイクルタイムが短く、かつ繰り返し性のある作業では、生理・心理機能の低下は認められなかったが、自覚的な疲労感として特に不自然な作業姿勢により出現した主観的な疲労症状が観察された。森林作業の機械化に伴い、生理的な変化が現れる前に主観的な労働負担を指標にする必要がある。また女性森林作業者の下刈り作業中の心拍数は140拍/分と高い数値を示すことが確認され、この種の作業を女性が行えることは、高性能林業機械オペレータなど女性森林作業者の新たな森林作業種類が期待される。年齢層別の疲労感、身体的負担を表す測定項目において作業後の訴え率が加齢とともに急激に高くなった。これらの結果より、従来型の森林作業による労働負担は、身体的負担を表す心拍数や疲労自覚症状訴え率が高く、運転を伴う作業ではストレスの訴え率が高いことなどが認められ、従来型の森林作業から誘発される労働負担は主として身体負担を伴う作業が多いことなどが明らかにされた。

作業による労働負担を筋的負担と精神負担とはっきり区分し、それぞれ個別に評価することは困難である。しかし、生理的・心理的な負荷のかかり方としてみれば、直接筋的負担を伴うものと精神的負担を伴うものとはある程度区別出来る。

最近の森林作業は、従来型の森林作業から生ずるエネルギー消費量の大きい身体負担型作業から、運転を伴うことなどにより生ずる精神的負担型作業へと移行してきたことをこれまでに述べてきた。こうした最近の森林作業形態は、工場などでも多くみられる反復作業の繰り返しに似た作業であり、作業者は従来型の作業から生ずる身体負担の他に精神的な労働負担を受けていることが予想される。しかも森林作業は、作業現場によっては作業環境の劣悪な箇所や狭い空間で長時間にわたる作業を強いられることが多くなってきた。特に近年、高性能林業機械の導入に伴い、その傾向が顕著となり、今後も益々その傾向が強まるものと思われる。

このような作業は、見た目に軽い作業と評価されがちであるが、実際には作業から誘発される作業強度は従来型のエネルギー強度の高い作業と異なり、狭いキャビン内でのボタンやレバー操作などから生ずる局所的な疲労や精神的な労働負担から生ずるストレス、さらに長時間継続する作業による労働負担の回復にゆとりがなくなる点に注意を払う必要がある。したがって、日頃からの作業による労働負担を容易にしかも的確に把握し、作業によるストレスや局所疲労が低下した状態で作業に従事すべきである。

### 第3節 労働負担軽減のための改善策

森林作業の中でも特に労働負担の大きなものは、重い作業機械を携行して傾斜地で実施する作業、すなわちチェーンソーによる伐木造林作業と刈払機による下刈作業である。林業作業の労働負担を軽減する改善策は、作業者が歩行しなくて済むような車両の開発が必

要である。これは伐木造材作業であればハーベスターの導入であり、下刈作業であればモアー類の導入である。

この両者共、現在は緩斜地の多い北海道の民間林業で使用され効果をあげている。土地の傾斜が、これらの機械の導入を許さない場合の対応策については次の4つが考えられる。第1の対応策は、本体が段軸式構造になった車両にアタッチメントとしてハーベスターやモアーを取り付けることがある。

北海道紋別地方で住友林業がノルウェーのForest Development社から段軸構造のハーベスターを導入してカラマツ林の間伐を実施して効果をあげている。傾斜25度位迄作業可能で1日作業能率25~30 m<sup>3</sup>とチェーンソーの場合の約4 m<sup>3</sup>(57)と比較して格段に大きいことが分かる。購入価格は4000万円とやや高額であるが、年間6000~8000 m<sup>3</sup>の作業量でペイするとのことである。この重量は8トンであるが、これより軽量(約4トン)の段軸式車両が森林総合研究所で開発中であり、現在姿勢制御装置の改善に取り組んでいるところである(34)。国産化されれば価格は2000万円程度と考えられるので完成が待たれるところである。

第2の対策としては、現在研究が進められている4脚式移動機械や半脚式機械を急傾斜地不整地対応のベースマシンの開発である。この種の機械は、複雑な動きを要求されることから、コンピュータによる制御機構を備えることとなり、操作が簡単でしかも急傾斜地を克服出来る機械の開発に取り組んでいる。したがって近い将来この種の国産機械の実用化するものと思われる。また現在半脚式ベースマシンの実用例としては、リヒテンシュタインより導入された半脚式ベースマシンにより造林作業の一部に使用されている(18)。

しかし、足回りの動き一つにしても、レバーやボタン操作が非常に複雑であり、運転操作に慣れるのには相当の時間を必要とし、安全性の面での検討がなされていないのが現状である。

第3の対応策としては急場には間に合わないが将来を展望して階段造林が有効である。これは植栽木の幼令樹の生長促進効果と下刈や枝打、除間伐と保育作業の機械化による能率増進を目的として一時期国有林において盛んに実施されたものであるが、国有林の財政状態の窮迫と共に実施されなくなり、現在、日本海側の多雪地帯の民有林で、植栽木の雪害防止のために実施されているに過ぎない状態である。

階段造林を実施する場合、階段の幅は将来導入するハーベスタやフェラバンチャーなどの車幅を考えて開設しておくべきである。階段があれば急斜面でも平坦地の作業となるので、たとえ手持式の機械であっても楽な作業をすることが出来るし、また安全性も高まるものと思われる。第4の対応策としては、先にも述べたとおり、女性作業者の作業後のストレス値が少ない理由として、休憩中のグループでの会話が緩衝材料となっている。そこには、仲間で協力して成し遂げられた部分があり、仲間意識が出来、何かをやり終えた時の充実感が、疲れを癒すと言ったことがある。したがってこうした仲間意識が保てるような作業仕組みを考えながら上手な管理方法を提言する。

#### 第4節 結論

わが国の林業を取り巻く情勢は、国産材価格の長期低迷、労働生



産性の向上の立ち遅れ、伐出経費や造林経費などの経営コストの増大などから厳しい情勢が続いている。特に最近是国内に木材が有りながら、単に経済合理性の理論により安価な外材に依存しているため、造林意欲が減退している。森林の効用を考える時、林業は個人や会社で行うものではなく、国または地方官庁の仕事としても行うべき時期に来ているとも言える。森林が単に木材製品を供給する場所としか評価されないところにも問題が有るように思える。自然環境に及ぼす森林・林業の果たす役割の重要性を考えれば、国策としての林業経営や公共財としての森林の育成に当たるべきところまで来ている。このように考えれば、今後の林業経営や森林の維持造成は、非常に集約された形で森林作業が行われることが容易に予想されるところである。現在林業に従事している作業者がいなくなったら、林業従事者が全くいなくなることはないためにも、今から次世代の林業従事者を確保しておくことが急務となる。そのためにも、劣悪な森林作業環境の改善はもとより、機械化による労働条件の改善を含めた雇用の安定を押し進める必要があり、質的・量的にも向上を図る施策の充実と作業による安全性と低コストを図るための林道路網整備並びに機械化等を公共事業の枠内予算の考え方で強力な推進が求められる。3Kと呼ばれる林業に従事する若者が皆無に等しい状況であるが、森林の維持・造成が国土の保全・水資源の確保の面からも若者の育成が急務となる。そのためにも安心して働ける作業環境作り及び景気回復による木材需要の掘り起こしを考えなければならない。山村・林業労働により安定した収益が得られ、生活が出来る雇用の場の確保によって、若年森林作業者の定住化促進が可能となり、併せて高齢者及び女性森林作業者の就労の場が確保出



来る。生活が出来る雇用の場にするための一つとして、機械化を促進し、生産コストの低減を図り価格において外材と競合出来るものを生産することによって需要を伸ばし、同時に林業労働者の処遇改善によって、魅力ある職場とし、就労者の維持拡大を図る必要がある。人が集まれば活性化につながると考えるか、活性化により人を集めるか、同時に考え、その方策を打ち出す必要がある。若い人が定住できる環境作りには、根本的な問題としては、教育の問題が大きいと思われる。森林・林業の大切さを小さな子供の時から意識を持たせ、林業にもっと機械化を進め、若い人々の育成に力を注ぎ、自然の大切さや素樸らしさを教えることなど森林林業の楽しさを素直に伝える啓蒙活動もある。また具体的な策としては、娯楽や男女交際の出来る場を設けることも有効な方法と思える。その他多くの改善策はあるものと思える。ここまで定着した最近の高性能林業機械による森林作業の楽しさのようなものを充実させ、安定した就労の場所となり得ることを今後とも期待し、収入の安定を図ることにによって後継者を育てる一助となることと思える。

このようなことを踏まえ、林業イコール肉体労働というイメージを払拭する必要がある。そのためには、林道網の整備と機械化を真剣に考えなければならない。

機械運転を伴う作業において、トラック運転とグラブ運転は、精神的な労働負担の高い作業であり、林内作業車運転と自走式搬器操作は、作業から生ずる身体的負担は多少あるものの精神的な労働負担は比較的低い作業であった。スキッド作業による「つかむ」要素作業は土工機械による土の掘削に類似しており、ハーベスタの「つかむ」とは異なる特性が認められた。機械運転は、作業による

負担の高い作業種類に属し、オペレータの育成に充分時間をかけた後に現場作業に従事させることなどを指摘した。運転作業時の要素作業出現頻度分布をヒストグラムから解析を行い、運転操作を伴う要素作業は、機械的に操作を行えば良い要素作業と、細やかな調整などが多いいわゆるオペレータの思考を伴う要素作業とに分類されることが明らかになった。以上の結果より、機械運転を伴う森林作業から誘発される労働負担は、身体的負担と精神的負担の両者が混在していると推察した。

森林作業は昔から甚だ危険な作業とされ、特に伐出作業において災害発生率が高いために労災保険の掛け金率の最も高い職種の一つに数えられており、これが伐出コストに影響するだけでなく作業員の確保難につながっている。したがって前述した様に労働負担の大きな職種について作業方法を改善し、労働災害防止、ひいては掛金率の低減へつなげ、労働者の確保にも役立てることも可能となる。

高性能林業機械導入は、作業組織の小人数化に伴う新たな問題として孤独感や安全対策に対する労働管理を強化する必要があるが、作業者の労働負担の軽減に役立っている。しかし高性能林業機械作業オペレータの作業中の心拍数は、低レベルであるがストレス訴え率は他の作業に比べ高い値を示した。雇用形態の違いにより労働負担の様相は、大きく異なるし、性別や年齢の違いによっても異なることを明らかにした。以上の結果より、高性能林業機械作業は、複雑な運転操作による精神的労働負担の高い作業であり、しかも請負作業形態による精神的重圧を感じながら作業を遂行することがあり、心拍数レベルのみの労働負担評価では正確な労働負担評価が出来ないとした。

日本林業は今日市場解放による材価の低迷、若年労働力の都市への流出による労働力不足および労賃、資材費の高騰による伐出コストの増大などにより深刻な危機に立たされている。

森林作業の変化に伴い、森林作業から誘発される労働負担の評価方法は従来からのものでは困難としている。森林作業における作業から誘発される労働負担評価を行う疲労調査法として、身体的負担および精神的負担を評価出来る簡便な労働負担評価調査票の作成を行った。その結果、本調査票による森林作業から誘発される身体的負担ならびに精神的負担両者の労働負担評価が可能になることを確認した。

新しい労働負担評価法による効用について述べ、林業労働の作業現場に科学的労務管理を導入して適切な労働時間と休憩時間を与えるなど、労働災害発生率の低い安全な職場を提供出来るとし、本研究が、これらの諸問題の解決に対し貢献しうるものであるとした。

以上が本論文で明らかにした事項の概要であるが、要するに、高性能林業機械導入に伴う作業システムが変化してきている中で、従来の労働負担の質が変わってきており、従来からの労働負担評価法のみでは、最近の森林作業から生ずる労働負担の評価は行えない。したがって時代に即した森林作業者の労働負担の適切な評価が簡便に行える新たな評価手法の基礎の確立を図った。このように作業現場に科学的労務管理を導入して適切な労働時間と休憩時間を与え、労働災害発生率の低い安全な魅力ある職場を提供して労働力の流出をくいとめるだけでなく積極的に誘致を計ると共に、労災保険料率の引き下げと、一層の機械化推進による伐出コストの引き下げにより外材、特に米材に対する競争力を高めることが絶対に必要である

が、この研究は、これらの諸問題の解決にいささか貢献しうるものであると信ずる次第である。

以上の様に新しい労働負担評価法を使用すれば、作業種毎の労働負担の評価が出来るので、作業改善に役立てることが出来るし、その改善策が幾通りもある場合にはその優劣判定にも利用出来る。

## 摘要

本論文は、森林作業における機械化に伴う作業システムの変化から生ずる森林作業への労働負担を従来作業から高性能林業機械化という流れの中で労働負担の比較を行うことを明確にし、従来作業との比較の上で精神的負担を考察しようとしたものであり、以下に各章毎に得られた結果を要約する。

1. 森林作業と労働負担との関係、森林作業のとらえ方として、最近の森林作業が発展した経緯ならびに森林作業における作業者が機械を用いて森林作業システムを構築する際に労働科学や人間工学的手法を考慮した作業環境や作業条件を作る必要がある。したがって、作業者が機械へアプローチする場合には、人間と機械との融合を考え、併せて労働負担および労働災害について考察し、労働負担の進展過程を明確にした。

2. 森林作業における労働負担測定項目として、疲労自覚症状しらべ、心拍数調査、フリッカー検査、集中維持機能検査、作業姿勢、副次行動調査、ストレス感調査等の調査法と検査項目の意義について説明した。労働負担の評価法としては、多角的な測定項目より、作業評価を行う必要がある。

3. 従来型の森林作業の労働負担として、手持ち式機械を対象に労働負担の特性や具体的な労働負担の評価を行った。この中で、森林作業の種類と作業意識との関係について、森林作業種類の違いが作業意識に与える影響についてなどを明らかにした。従来型作業として、チェーンソーの作業特性やチェーンソー重量と作業地の勾配

の違いが生体に及ぼす影響並びに作業効率についての比較検討、チェーンソー作業時の作業面の高さが労働負担に与える影響などについて比較検討、サイクルタイムが短く、かつ繰り返し性のあるモデル作業を設定し、他の産業において精神的負担の指標として用いられている評価手法を導入し、労働負担の観点から作業の問題点を多角的な検討、女性森林作業者の労働負担についての検討を行い、これらの結果より、従来型の森林作業から誘発される労働負担は身体負担を伴う作業が多く、この種の作業による精神的な負担は発生しないことがわかった。

4. 機械運転を伴う作業を対象に、作業から誘発される労働負担量の把握を試み、機械運転作業の作業特性を明らかにし、各機械のオペレータの労働負担に関する考察を加えた。また同時に土木作業機械操作と労働負担と林業機械との比較検討を加えた。さらに、運転作業時の要素作業出現頻度分布をヒストグラムとして表し、歪度ならびに尖度からの解析を行い、機械的に操作を行えば良い要素作業と、細やかな調整などが多いいわゆるオペレータの思考を伴う要素作業とに分類を行った。これらの結果より、機械運転を伴う森林作業から誘発される労働負担は、身体的負担と精神的負担の両者が混在していることがわかった。

5. 高性能林業機械作業とパワーショベルによる土工機械作業から誘発されるオペレータの労働負担や疲労感について調査を行い、その作業特性を明らかにした。高性能林業機械の導入は作業者の負担の軽減に役立っていると考えられるが、循環系の指標だけでは捉えられない問題のあることが示唆された。機械化に伴う作業組織の変化として、作業組織の小人数化、小人数化に伴う新たな問題、休



息のとり方、作業強度と作業特性、精神的負担からの作業特性、従来型の作業との比較等に触れ考察を加えた。雇用形態の違いによる労働負担として、雇用形態の違いにより労働負担について、従来型作業における労働負担の様相は、作業種類の違いによっても大きく異なるし、性別や年齢の違いによっても異なることが明らかにした。これらの結果より、高性能林業機械作業から誘発される労働負担は、主として精神的負担の高い作業であり、身体的負担に属す局所疲労の発生のあることがわかった。

6. 森林作業の新たな労働負担評価法を提案した。森林作業における作業から誘発される労働負担評価を行う疲労調査法として、身体的負担および精神的負担の両者を評価出来る、簡便な労働負担評価の行える労働負担評価調査票の作成を行った。この調査票によって森林作業から生ずる労働負担量を評価した場合、身体的負担と心拍数との相関関係が認められ、疲労自覚症状ⅠおよびⅢ群の合計訴え率で身体的負担評価が行えることがわかった。

7. 新しい労働負担評価法による効用について述べ、林業労働の科学的労務管理の実施を行うことや、作業現場に科学的労務管理を導入して適切な労働時間と休憩時間を与えるなど、労働災害発生率の低い安全な魅力ある職場を提供して労働力の流出をくいとめる一つになるとした。また同時に、労災保険料率の引き下げと、一層の機械化推進による伐出コストの引き下げにより外材、特に米材に対する競争力を高めることが必要であり、林業に明るい材料を提供できるとした。本研究が、これらの諸問題の解決に対し貢献しうるものであるとした。

以上が本論文で明らかにした事項の概要であるが、以上を要する

に、作業システムが変化してきている中で、従来からの労働負担評価法のみでは、最近の森林作業から生ずる労働負担の把握が困難であり、時代に即した森林作業者の労働負担の適切な評価が行える新たな評価手法の基礎の確立を図ったものである。

## 謝 辞

本論文の取りまとめに当たっては、終始懇篤なるご指導と暖かい励ましを賜り、さらに校閲の労をとられた東京大学農学部小林洋司教授、酒井秀夫助教授並びに元日本大学農獣医学部教授梅田三樹男先生に対して心からの謝意を捧げる。また実験に際しては、産業医科大学神代雅晴教授ならびに近畿大学九州工学部長谷川徹也助教授のご指導をいただいた。さらに東京農業大学上飯坂実教授、元東京大学農学部南方康教授、日本大学農獣医学部難波宣士教授、日本大学農獣医学部野村勇元教授には終始心暖かいお力添えをいただいた。ここに記して深甚なる謝意を表する次第です。

## 引用文献

- 1) 遠藤敏夫(1981)静的筋疲労の評価. 人間工学17:123~127.
- 2) 藤井喜雄・山本俊明(1972)伐木造材作業の特質について - 作業者の生理的变化を通しての考察 -. 京大農演報43号:227~245.
- 3) 藤井喜雄・山本俊明(1973)チェツツ運搬者の生理的負担について. 京大農演報45:137~152.
- 4) 藤井喜雄・山本俊明(1974)伐木造材作業者の作業負担に関する二、三の実験 - 心拍数を指標として -. 京大農演報46:133~143.
- 5) 藤井喜雄・古谷士郎(1976)作業負担指標としての心拍数に関する基礎的考察. 静岡大学農学部研究報告26:13~21.
- 6) 藤井喜雄・長田浩一(1978)安静時心拍数と負荷時心拍数との相関関係について. 静岡大学農学部研究報告4号:19~23.
- 7) 藤井喜雄・武田宜也(1979)トラクタ騒音と心拍数との相関について. 日林論90:503~505.
- 8) 藤井喜雄・古谷士郎(1979)集材作業中のトラクタ振動とオペレータ心拍数に関するスペクトル解析. 日林誌61(4):111~118.
- 9) 藤林誠・辻隆道(1956)林業労働の作業強度に関する研究. 林試研報NO.86.
- 10) G. Kaminsky(1956) Zur Beurteilung körperlicher Belastung bei Motorsägenarbeit. Allgemeine Forstzeitschrift, Sonderdruck Nr. 5.
- 11) 橋本邦衛・遠藤敏夫(1973)生体機能の見かた. 123pp, 人間と技術社, 東京.

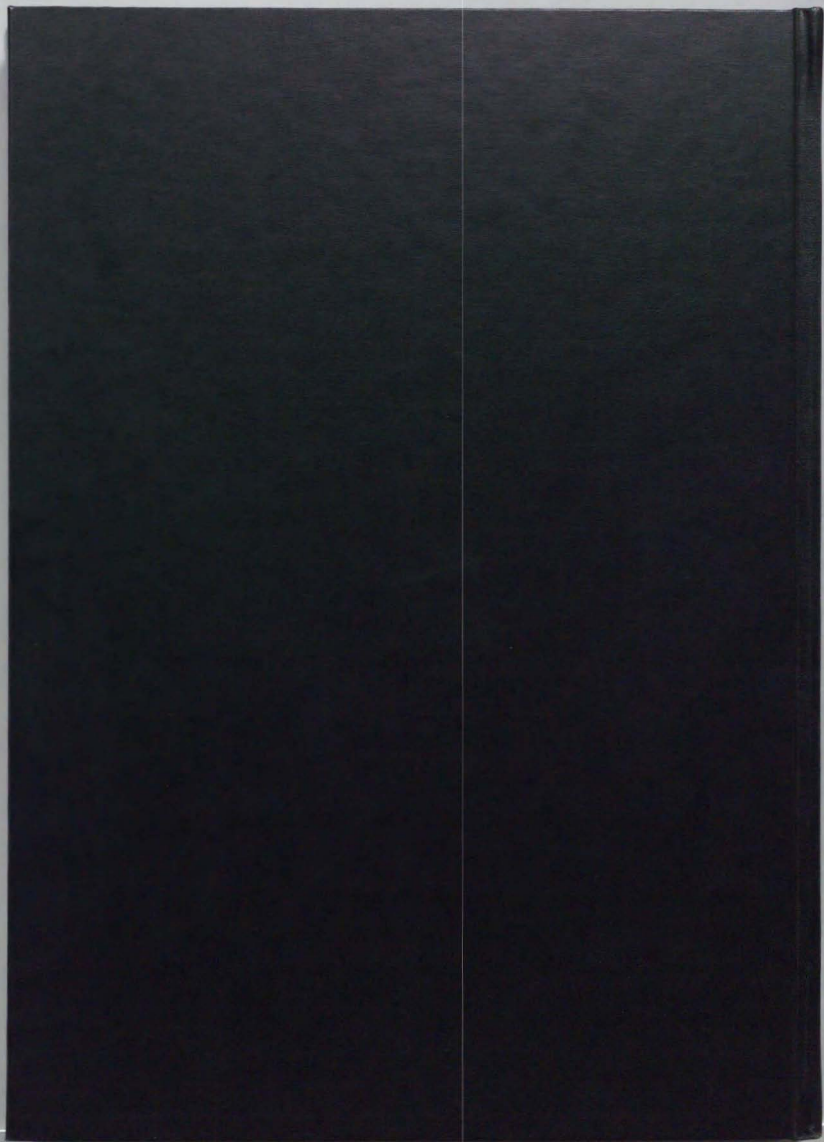
- 12)橋本邦衛(1963)Flicker値の生理学的意味と測定上の諸問題,産業医学5(9):563~578.
- 13)橋本邦衛(1972)「疲労」と「疲労感」-疲労の今日的意味-,公衆衛生36:293~300.
- 14)橋本邦衛(1981)精神疲労の検査,人間工学17:107~113.
- 15)長谷川徹也・井上公基・神代雅晴: 投稿中
- 16)今富裕樹・辻井辰雄(1980)トラクタ運転手の生理的負担について,日林関東支論32:161~162.
- 17)井上公基・長谷川徹也(1995)高性能林業機械作業者の作業負担,労働の科学50(1):59~62.
- 18)井上公基(1995)半脚式高性能林業機械による大型苗植栽作業に関する調査事例,機械化林業500(7):5~15.
- 19)井上公基・片桐直人(1995)雇用形態の違いによる作業者の作業負担,森林利用研究会誌10(2):131~137.
- 20)井上公基・永井芳郎・長谷川徹也(1994)ハーベスタ・フォーワダ型集材作業における作業分析,日林論105:627~630.
- 21)井上公基・長谷川徹也・神代雅晴(1990)森林作業者の疲労感ならびに作業に対する意識,日林論101:765~766.
- 22)井上公基・立川史郎・田坂聡明・上飯坂実(1990)小規模伐出用林内作業車による集運材作業の評価(Ⅲ),日林論101:775~778.
- 23)井上公基・長谷川徹也・神代雅晴(1990)森林作業における人間工学的検討(Ⅳ)作業者の疲労感ならびに作業に対する諸感情について,人間工学会誌26:186~187.
- 24)井上公基・長谷川徹也・神代雅晴(1989)森林作業における人間工学的検討(Ⅲ)チェーンソーによる玉切り作業とその負担,人間工学会

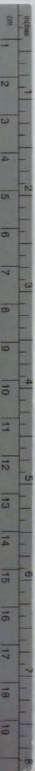
- 誌25:128~129.
- 25)井上公基・長谷川徹也・神代雅晴(1989)チェーンソー作業における作業姿勢と作業負担について. 姿勢シンポジウム論文集:43~44.
- 26)井上公基・長谷川徹也・神代雅晴(1988)森林作業における人間工学的検討(Ⅱ). 人間工学会誌24:166~167.
- 27)井上公基・長谷川徹也・神代雅晴(1987)椎茸菌駒打ち作業による作業負担の実験的検討. 生理人類学会誌6(4):207~215.
- 28)井上公基・長谷川徹也・神代雅晴(1987)森林作業における人間工学的検討(Ⅰ). 人間工学会誌23:242~243.
- 29)石井邦彦(1981)民有林における伐出作業の労働負担. 日林関東支論33:163~164.
- 30)石井邦彦(1980)トラクタ集材作業の労働負担. 日林関東支論32:159~160.
- 31)石井邦彦・辻隆道・豊川勝生(1975)トラクタ運転手にみられる疲労症状. 農作業研究24:73~80.
- 32)石井邦彦(1965)チェーンソーによる伐木造材作業の標準化のために. 機械化林業143号:28~47.
- 33)石井邦彦(1980)トラクター集材作業の労働負担. 日林関東支論32:159~160.
- 34)市原恒一他(1990)最適システムを用いた模型段軸式トラクタの姿勢制御. 日林誌72(4):349~353.
- 35)岩川治・今富裕樹(1978)運転者の生理的負担からみた林道の幾何学的構造(3). 日林関東支論90:509~510.
- 36)岩川治(1972)チェーンソー作業の人間工学的考察. 日林論:394~395.
- 37)岩川治(1972)可搬式機械による林業労働の人間工学的研究(Ⅰ)



- 日林誌54(9):303~310.
- 38)岩川治(1975)可搬式機械による林業労働の人間工学的研究(Ⅱ).  
日林誌57(1):6~11.
- 39)肝付邦憲(1974)振動工具把持力と振動の影響について(Ⅰ) - 試  
作把持力計と林業労働者, 学生の把持力の測定 -. 労働科学50(8):5  
09~518.
- 40)Kumasiro, M.(1984) A mechanism of mental stress on VDT pe  
rformance, *Ergonomics and Health in Modern Offices*. 240~247.  
Taylor & Francis. London.
- 41)Wackay, C. J., Burrows, G. & Lazzerini, A. J. (1978) An inventory  
for the measurement of self-reported stress and arousal, *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 17:283~284.
- 42)森岡三生・丸瑠璃子(1977)腰曲げ作業における急性局所疲労の発  
現に関する実験的研究. 第2回姿勢シンポジウム論文集:173~180.
- 43)長町三生編(1986)現代の人間工学. 朝倉書店, 東京.
- 44)岡田守彦(1971)姿勢保持における筋負担. 姿勢シンポジウム論文  
集:25~36.
- 45)小木和孝(1984)労働負担の調査. 労働科学研究所, 川崎.
- 46)斉藤和雄(1980)職業病としての振動障害 213p
- 47)佐藤陽彦(1979)立位作業時の姿勢変化. 人類誌87:119~123.
- 48)Shiro Tatsukawa(1991) Effects of the working postures of  
chain-saw operators on their work loads. 日本林学会誌73(3):2  
19~224.
- 49)Takakuwa, E(1963) The function of concentration maintenanc  
e (TAF) - as an evaluation of fatigue. *Ergonomics*5:37~42.

- 50)高桑栄松・高橋正幸・小泉潤・助川秀弥(1963)集中維持機能(TAF)測定装置について.日衛誌18:241~246.
- 51)高桑栄松・土門洋哉・斎藤和雄・大中吉人・井守輝一・曾根徳郎(1967)集中維持機能(TAF)に関する研究(X) - 大脳皮質活動水準を中心として -. 日衛誌22:511~515.
- 52)Tomlinson, R.W., Manenica, I.(1977): A study of physiological and work study indices of forestry work. Ergonomics 8: 165~172.
- 53)豊川勝生・石井邦彦(1981)林業労働者におけるフリッカー値.日林関東支論33:161~162.
- 54)辻隆道(1970)林業労働における作業姿勢.労働の科学25(4):9~14.
- 55)辻隆道(1969)チェンソー作業の実態.労働の科学24(8):27~32.
- 56)辻達彦(1972)林業労働者の腰痛.労働の科学27(10):18~22.
- 57)梅田三樹男・辻隆道・井上公基(1981)標準功程表と立木評価.日本林業調査会,東京.
- 58)山地啓司(1981)運動処方のための心拍数の科学.306pp,大修館書店,東京.
- 59)山田容三(1986)心拍数からみた山林労働者の歩行負担.京都大学農学部付属演習林報告57:217~229.
- 60)山田容三(1993)ハーベスタに関する人間工学的研究.日林誌75(1):24~33.
- 61)吉竹博(1978)産業疲労 - 自覚症状からのアプローチ.181pp,労働科学研究所,東京.





## Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM Kodak

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black



## Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

