

毎木調査のエネルギー代謝率について

佐野宗一・山本俊明

Relative Metabolic Rate in Cruising the Forest Stand

Soichi SANO and Toshiaki YAMAMOTO

目 次

要 旨	149	IV 試験結果	152
はじめに	149	V 試験結果の分析および考察	153
I エネルギー代謝率について	150	VI むすび	157
II R. M. R の測定法	150	VII 参考文献	157
III 試験方法	151	VIII Résumé	158

要 旨

森林作業能率の研究を進めて行く上に先ず最初に必要なことは、その作業強度の決定である。

本研究は、森林調査の一つである毎木調査の作業強度を明らかにする目的で、傾斜、作業速度、斜面の上り下り、作業員の年齢の4因子についてそのエネルギー代謝率を測定した結果をとりあつかったものである。

試験地は京都府立大学大枝演習林第9林班は小班内の35年生ヒノキ林分中に設定した。

解析の結果エネルギー代謝率については、

- 1) 作業員の年齢間では差は認められなかった。
- 2) 傾斜、作業速度、斜面の上り下りの各因子によって、大きな差が認められた。
- 3) 上記4因子の組合せによる相互作用については、影響は認められなかった。
- 4) 斜面の上り下り別、傾斜緩(10°~15°)・中(20°~25°)・急(30°~35°)・別のエネルギー代謝率と、その消費熱量は、上りの場合はそれぞれ 2.11. 3.19cal/分, 3.02. 4.06cal/分, 4.55. 5.51cal/分, であり、その平均は 3.23. 4.26cal/分 である。また、下りの場合は 1.45. 2.57cal/分, 2.21. 3.29cal/分, 3.21. 4.24cal/分 であり、その平均は 2.29. 3.36cal/分であった。

は じ め に

傾斜地に介在する森林内の各種作業においては、その地形的諸条件によって平場作業に比して心身共に労働者に多大の負担を荷し、その作業能率に影響をおよぼすものと考えられる。ゆえに地形に応じた適正な作業・労務配置・稼働時間の長短あるいは疲労と作業効率の関係を究明することは、作業の合理化・作業能率の増進・作業仕組あるいは機械化等の問題を積極的に進める上において重要な課題である。しかし、これらの研究を進める上において、基礎的なことは先ず各作業の強度を解明することではなければならない。

林業における、この方面の研究はすでに藤林、辻等¹⁾により行なわれ、種苗・造林・保育・素材生産および製薪・製炭関係についての貴重な研究報告がある。

しかし毎木調査の作業強度については、まだ解明されていないので、筆者等はこれについて測定を行った。

作業強度の決定については、毎木調査も他の森林作業と同じように個々の要素作業別にそれぞれの強度分析を行い、これらを総合することによって、その作業の強度を決定すべきであるように思われる。しかし、毎木調査のように、直径測定、毎木間歩行、しるしつけ、呼称等動きのある一連の要素作業より構成されている作業にあっては、個々に分析することは非常に困難である。このような作業の性質からみて、これら一連の要素作業を総合された一単位として、強度を決定する方が把握し易いと考え、これによって作業強度の測定を行った。

なお、本試験を遂行するにあたり御指導を受けた、京都府立大学、大隅真一教授をはじめ、測定にあたり協力して下さい、演習林本部、上賀茂試験地職員の各位に対し、深く感謝の意を表わす所である。

また、本研究は、昭和40年度科学試験研究費補助金による研究の一端である。

I エネルギー代謝率¹⁾について

エネルギー代謝率は、一言でいうと、一つの作業の強度を表わす指数である。

この指数は、昭和11年古沢²⁾が『労働によるエネルギー消費量の研究』において、個人差を消去した値を指数として発表したのが最初で R.M.R (Relative Metabolic Rate) と略記される。

この R.M.R は、作業に要したエネルギー量すなわち労働代謝を、作業者の絶対安静時のエネルギー消費量(基礎代謝)で割った数値である。したがってこの数値は、基礎代謝の何倍のエネルギーが真の作業にたいして必要であるかを示した数値である。そして、この労働代謝中に含まれる個人差は小さく、一般的には性・年齢・体格にかかわらず恒常性をもつとされている。また、筋肉的活動に影響する作業条件の複雑なものにたいしては、ただ単に作業強度の大小のみならず作業の質的差異を表現する指数として考えられている。以上のことから実用的価値の大きいことが、現今学界・一般産業界において、広く活用されている所以である。³⁾

一方林業の分野においても、終戦後これらの問題が取りあげられ、現在森林作業の各分野において労働のエネルギー的評価がなされている。

エネルギー代謝率は、以上のように一般的に普遍的な恒常性をもつとされているが、厳密には測定値が常に一定ではなく、同じ作業において作業速度・作業姿勢・力の配分のしかた・身体の動きなどの微妙な違いにより変動が現われる。ことに作業にたいする熟練度に関しては、熟練者と未熟練者との間にその差異が実験的に20%あることが証明されている。そしてまた、エネルギー代謝率の高い作業においては、体力にも影響されてくるといわれている。⁴⁾

以上のようにエネルギー代謝率値の差が現われてくる原因は、単純な事柄ではないようである。ことに標準功程決定の資料にエネルギー代謝率を使用するにあたっては、同一人の場合、機械的仕事量が一定であっても、その仕事をするのにつかわれる身体部位によって、エネルギー代謝率がことになってくるので、作業動作をよく見て実際の使用に誤りのないように注意が必要である。

II R. M. R の測定法¹⁾

R. M. R 算出に必要な測定事項は、〔1〕作業時の全酸素消費量、〔2〕作業時間内の安静時の酸素

消費量，〔3〕作業時間内の基礎代謝の酸素消費量の三事項である。そして，次式によって R. M. R は算出される。

$$R. M. R = \frac{〔1〕 - 〔2〕}{〔3〕} = \frac{\text{作業時消費熱量} - \text{安静時消費熱量}}{\text{基礎代謝}} = \frac{\text{労働代謝}}{\text{基礎代謝}}$$

次に，〔1〕，〔2〕，〔3〕の測定方法について述べる。〔1〕の作業時の全酸素消費量を測定するため，先ず，作業中酸素摂取量を測定しなければならない。これには種々の方法があるが，本試験においては，ダグラス・バッグ法を用いた。

この方法は，被検者に採気マスクをつけ，測定時以外は外気と呼吸が出来るようにして作業を行なわせる。そして，測定開始と同時に一定時間作業中の呼吸を完全にダグラス・バッグに採集するように連結管を導き，作業終了と同時に別のダグラス・バッグに作業開始前の平常状態にもどるまでの呼吸の採集を行う。引きつづき採集した呼気量をガスマーターにより測定し，その一部を200ccの採気管に採集する。

次に，採集した呼吸を労研式小型呼吸ガス分析器により分析を行い，呼吸を炭酸ガスおよび酸素に分析する。すなわち，炭酸ガスは10%苛性カリに，酸素+炭酸ガスは，飽和苛性カリ+10%ピロガロールの混合液に吸収させることにより，呼気中に含まれる炭酸ガス量および酸素+炭酸ガスの百分比を読みとる。酸素は，酸素+炭酸ガスの量から炭酸ガスの量を差引き求める。

次に採集した呼気量を標準状態(0°C, 1気圧)に換算し，これに先に分析した呼気中の酸素比を乗じて作業中の酸素摂取量が求められる。炭酸ガスの量も同様にして求められる。

〔2〕の作業時間内の安静時の酸素消費量は，産業衛生協会におけるエネルギー代謝率測定委員会の決定に従い，被検者の基礎代謝の1.25倍とした。これに，採気時間を乗ずることにより作業時間内の安静時の酸素消費量が求められる。

〔3〕の作業時間内の基礎代謝酸素消費量は，先ず，高比良式⁵⁾すなわち，

体表(m²) = $L^{0.725} \times W^{0.425} \times 72.46$ による日本人体表面積算出表より体表を求め，その体表をもとにして作製された基礎代謝量表により毎分当りの量を知り，それに作業時間を乗じて求める。

本試験における呼吸の採集は，作業開始後数分間作業を行なわせ，引き続き作業3分間の呼吸を採集した。そして，次に被検者が作業開始前の状態にもどるまでの呼吸，すなわち，恢復の呼吸を別の呼吸袋に採集した。

Ⅲ 試験方法

あらかじめ毎木調査の作業度に影響すると思われる要因として傾斜・作業速度・傾斜の上り下り・年齢の4因子をえらんで，それらと R. M. R との関係を要因分析法により解析することにした。これらをえらんだ理由としては次のとおりである。傾斜と傾斜の上り下りについては，過去の調査・経験にもずとき，毎木調査に対し大きな影響のある独立因子とみなすことができるからである。

作業速度については，本来ならば独立因子として取りあげる因子ではなく，傾斜およびその上り下り・年齢に影響される変動因子と思われる。しかし，ここで一つの独立因子として取りあげたのは，本試験の場合作業速度を一定に規正し，そして強制的に被検者をしたがわせたので，一個の独立因子とみなした方が適当と考えたからである。次に年齢であるが，年齢については，R. M. R には影響がないと云う報告があるが，本試験ではそれを確認する意味においてこの要因を付加することにしたのである。

次に試験地として京都府立大学大枝演習林第9林班は小班の一部にある，35年生ヒノキ人工林をえらんだ。傾斜は，緩・中・急・の3段階をえらび，傾斜度別・作業速度別・年齢別に，それぞれ上り

下りについて、各被検者の作業中および恢復時の呼気を採集した。

傾斜は、緩 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 、中 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 、急 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ とし、作業速度は、毎分10m \sim 15mと毎分20m \sim 25mの2段階とし、年齢は、20歳代、30歳代、40歳代の3段階とし、各年代2名ずつ計6名の被検者について行った。なお、被検者の体格・年齢の詳細は、表-1の通りである。

表-1 被検者の年齢および体格

年代および氏名		生年月日	年齢	性	身長(cm)	体重(kg)	体表(m ²)
20歳代	H. K.	S. 15. 9. 9	24	♂	168	56	1.646
	Y. K.	S. 20. 5. 22	20	♂	163	52	1.561
30歳代	T. O.	S. 5. 1. 16	35	♂	165	59	1.661
	M. W.	S. 8. 3. 7	31	♂	158	49	1.487
40歳代	K. I.	T. 7. 4. 20	47	♂	167.5	59	1.683
	Y. I.	T. 13. 3. 16	42	♂	164	56	1.618

以上のようにして呼気を採集後現場において各人の作業中および恢復時の呼気をガスメーターで測定し、その一部200ccを分析用としてもちかえり、実験室において小型労研式呼気ガス分析器で分析を行い、R. M. R.を算出した。

なお、測定にあたり被検者の動作をできるだけ一定にするため、各傾斜ごとに、毎木測定順に縄をばり、10mごとに印をつけ、その順序で測定するようにした。また、作業速度については、被検者の横でストップ・ウォッチを見ながら指示をあたえ、できるだけ一定になるようにした。

調査期間は、被検者の都合で4月初旬から5月中旬までの間で、延8日間測定を行った。その間の天候は平均曇りで、気温は $10^{\circ}\sim 23^{\circ}\text{C}$ の範囲であった。

表-2. 年齢別、傾斜別、作業速度別 上り、下り R. M. R. の測定結果

傾 斜	作業速度	上り・下り	20歳代	30歳代	40歳代	上り・下り		作業速度平均	上り・下り別傾斜平均	傾斜平均
						平	均			
緩 ($10^{\circ}\sim 15^{\circ}$)	10m \sim 15m/分	上り	1.41	1.25	1.66	1.44	1.25	上り	1.78	
		下り	0.87	1.10	1.20	1.06		2.11		
	20m \sim 25m/分	上り	2.37	2.84	3.11	2.77	2.31	下り		
		下り	1.32	1.78	2.42	1.84		1.45		
中 ($20^{\circ}\sim 25^{\circ}$)	10m \sim 15m/分	上り	1.46	2.12	2.40	1.99	1.76	上り	2.61	
		下り	1.78	1.34	1.43	1.52		3.02		
	20m \sim 25m/分	上り	3.94	3.88	4.30	4.04	3.46	下り		
		下り	2.55	2.85	3.26	2.89		2.21		
急 ($30^{\circ}\sim 35^{\circ}$)	10m \sim 15m/分	上り	3.43	4.03	3.77	3.73	2.97	上り	3.88	
		下り	1.71	2.46	2.42	2.20		4.55		
	20m \sim 25m/分	上り	5.64	5.81	4.64	5.36	4.79	下り		
		下り	4.26	3.77	4.63	4.22		3.21		
上り平均			3.04	3.32	3.31	3.23		3.23	2.76	
下り平均			2.08	2.22	2.56	2.29		2.29		
作業速度(10m \sim 15m分)平均			1.78	2.05	2.15		1.99			
作業速度(20m \sim 25m分)平均			3.35	3.49	3.73		3.52			
平均			2.56	2.77	2.94					

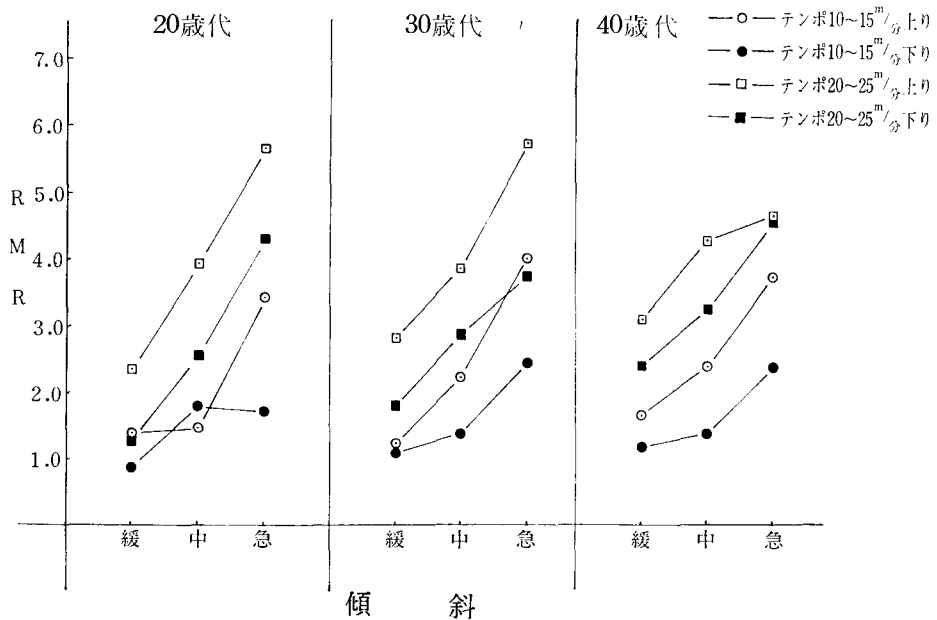


図 1 年齢別、作業速度別、上り 下り別傾斜とRMR

IV 試験結果

各被検者についての年齢別、傾斜度別、作業速度別、上り下りのエネルギー代謝率測定結果は、表一2の通りである。ついで年齢別に傾斜とエネルギー代謝率についてみると、図一1に示す通りである。

表一2は、各年代2名ずつの被検者の平均値で、図一1は、それをもとにして画いたものである。次に表一2、図一1より年代別に傾斜、作業速度、上り下りについて R. M. R をみた場合、各年代間において多少の差異はみられるが、傾斜間においては、傾斜が急であればあるほど R. M. R の値は高い値を示している、

また、作業速度については、遅い作業速度（10m～15m/分）より速い作業速度（20m～25m/分）の方が高い値を示している。その差は平均1.53程度である。

また、上り下りにについても、下りより上りの方が高い値を示し、その差は平均0.94程度である。

次に本試験において最高の R. M. R を示したものは、傾斜急（30°～35°）で速い作業速度（20m～25m/分）の上りの場合で、その値は20歳代で5.64、30歳代で5.81、40歳代で4.64であった。

また、最低の値を示したものは、傾斜緩（10°～15°）で遅い作業速度（10m～15m/分）の下りの場合で、その値は20歳代で0.87、30歳代で1.10、40歳代で1.20であった。また、年代間では、最高値、最低値が示すようにあまり差はみられなかった。

V 試験結果の分析および考察

前項表一2の結果について、(A) 傾斜度、(B) 作業速度、(C) 上り下り、(D) 年代等、A. B. C. D. の4因子について分散分析を行い、各因子別およびその組合せによる相互作用の変動をみると、表一3に示すとおりである。

次に表一3の分析結果から各因子およびその相互作用の変動について有意性の検定を行った結果、傾斜度・作業速度・上り下り、すなわち、A. B. C. 以外は、有意性を表わさなかった。これらを改

めて誤差項に含め、再検定を行うと表一4のようになる。次に毎木調査の R. M. R について、各要因別に検討してみると、次の通りである。

(1)作業員の年齢と R. M. R
作業員の年代別と R. M. R

についてみると、年代別の変動は、分析結果から有意性のないことがわかった。すなわち、年齢は毎木調査の値にあまり影響をあたえない因子であることが推定できる。

このことは、古沢の実験よりみちびかれた、エネルギー代謝率の特性である、性・年齢・体格にかかわらず恒常性をもつと云うことを裏づけることになるであろう。

次に表一2、図一1の測定結果についてみると、20歳代の場合の R. M. R の値の範囲は0.87~5.64、30歳代の場合では

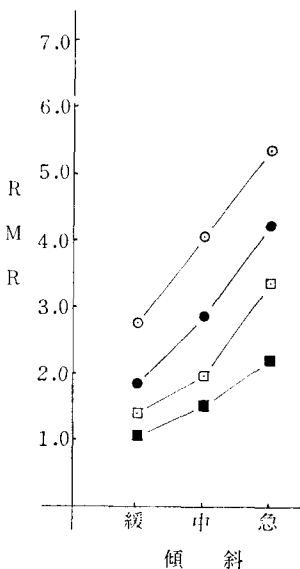


図2 平均年齢の作業速度別、上り下り別傾斜とRMR

表一3. 分散分析結果 (i)

要因	平方和	自由度	分散	分散比
A	26.9313	2	13.4657	** 123.1994
B	7.9430	1	7.9430	** 72.6715
C	21.0528	1	21.0528	** 192.6148
D	0.8470	2	0.4235	3.8747
A × B	0.7770	2	0.3885	3.5544
A × C	1.0180	2	0.5090	4.6569
A × D	0.3938	4	0.0985	0.9012
B × C	0.1695	1	0.1695	1.5508
B × D	0.1874	2	0.0937	0.8573
C × D	0.0375	2	0.0188	0.1720
A × B × C	0.5228	2	0.2614	2.3916
A × B × D	0.6595	4	0.1649	1.5087
A × C × D	0.6743	4	0.1686	1.5425
B × C × D	0.4366	2	0.2183	1.9973
A × B × C × D	0.4372	4	0.1093	
計	62.0877	35		

註: A: 傾斜間 B: 上り・下り C: 作業速度 D: 年代

表一4. 分散分析結果 (ii)

要因	平方和	自由度	分散	分散比
A	26.9313	2	13.4657	** 72.9453
B	7.9430	1	7.9430	** 43.0282
C	21.0528	1	21.0528	** 114.0455
E	5.7234	31	0.1846	
計	62.0877	35		

註: A: 傾斜 B: 上り・下り C: 作業速度 E: 誤差

1.15~5.81、40歳代の場合では1.20~4.64である。このように年代別の R. M. R の値の範囲は、年代間に多少の差はみられるとしても、傾向的にはほぼ定常的な数値を示すことがわかる。次に年齢による差異が認められないとすれば、図一1の年齢別図表を平均して、一本にまとめてもよいであろう。その結果は図一2のようになる。

(2)傾斜と R. M. R

傾斜による R. M. R の変動についてみると、傾斜間の変動は、表一3、表一4の分析結果が示す通り、99%で有意性があることがわかった。すなわち、毎木調査の R. M. R の値に、非常に影響をあたえる因子であることが推定できる。このことは、毎木調査のように蛇行しながら毎木間の移動を行う作業にあっては、各傾斜ごとに同じ動作で作業をしているようにみえるが、実際には、傾斜が変わるためにその間の動作（手足の動き、歩幅、力をいれる身体部位等）が少しずつ異なるために、

その変動が R. M. R の値に大いに影響しているものと思われる。

次に表一2の測定結果について検討してみると、傾斜急(30°~35°)の場合の R. M. R の値は1.71~5.81、傾斜中(20°~25°)の場合の R. M. R の値は1.34~4.30、傾斜緩(10°~15°)の場合の R. M. R 値は0.87~3.11の範囲である。また、傾斜全般についての R. M. R の範囲は0.87~5.81である。また、図一2より上り下り、作業速度についてみると、その R. M. R の値は傾斜に対してほぼ直線的に上昇する傾向を示している。

(3)作業速度と R. M. R

次に作業速度と R. M. R の関係についてみると、作業速度別の変動は、傾斜度別の変動と同様に、分析結果から99%で有意性のあることがわかった。すなわち、作業速度も、毎木調査の R. M. R の値に非常に影響をあたえる因子であることが推定できる。このことは、速い作業速度と遅い作業速度との間で、その単位時間当りの作業量が異なってくる。したがってその間の動作(手足の動き、歩幅、力のいれ方等)が異なってくるために、その変動が R. M. R の値に大いに影響しているものと思われる。

次に表一2の測定結果についてみると、速い作業速度(20m~25m/分)の場合の R. M. R の値は1.32~5.81で、遅い作業速度(10m~15m/分)の場合の R. M. R の値は0.87~4.03の範囲である。

また、図一2についてみると、傾斜が緩、中、急と急になるほどその両者の差ははっきりとし、差も大きくなっていることがわかる。また、上り下りとの間についても同じことが云える。

(4)上り下りと R. M. R

次に上り下り別に R. M. R についてみると、これも傾斜度別、作業速度別の変動と同様に、99%で有意性のあることがわかった。すなわち、上り下りも、毎木調査の R. M. R の値に非常に影響をあたえる因子である。このことは、傾斜度、作業速度の場合と同様に、上りの場合の作業動作と下りの場合の作業動作との間において、その間の動作が少しずつ異なっているために、その変動が R. M. R の値に影響しているものと思われる。

次に表一2、図一2について検討してみると、上りの場合の R. M. R の値は1.41~1.58で、下りの場合の R. M. R の値は0.87~4.64である。また、図一2についてみると、作業速度と同様に、傾斜緩、中、急と急になればなるほど両者の差ははっきりとし、差も大きくなっている。また作業速度との間においても同じことが云える。

(5)各因子の相互作用と R. M. R

次に各因子の組合せによる相互作用と R. M. R についてみると、分析結果からわかるように、有意性のないことがわかった。すなわち、年代別の変動と同様に、R. M. R の値にほとんど影響をあたえないものである。

以上5項目についてまとめてみると、毎木調査の R. M. R の値に非常に影響をあたえる因子としては、傾斜度、作業速度および上り下りの各因子である。また、年代および各因子の組合せによる相互作用は、R. M. R の値にほとんど影響をあたえないと云うことである。

次に今まで検討した結果より、全般的に毎木調査の値について推定してみると、その範囲は0.82~5.81の間である。また、各傾斜の上り下り別 R. M. R は、上りの場合2.11~4.55の範囲でその平均は3.23、下りの場合1.45~3.21の範囲でその平均は2.29であることが推定できる。

表—5. R. M. R. の労働区分並びに職種の分類

R.M.R. の範囲	級分	実用的 区分	毎木調査 の格付	属する一般 産業職種	属する林業労働職種				
					種 苗	造 林	素材生産	製 炭	治山、土木
0~1	A級	極軽作業		机上事務、 電信手、 時計修理工 等	穂作り 結束		鋸の日立 寸法取り	標識・札付	日地詰込
1~2	B級	軽作業	傾斜緩(°10~ 15°)下り	一般事務員 ・運転手・ 教師・家庭 主婦	樹上の球果 採り除草・ 選別		斧研ぎ 測尺	選別・秤量 口縄掛	張芝の一部
2~4	C級	中等作業	傾斜緩(10°~ 15°)上り 傾斜中(20° 25°)上り // // 下り 傾斜急(30°~ 35°)下り	木工・土木 建築工・郵 便配達夫・ 船員(甲板 員)	施肥 消毒(ホー ス持ち)	根曲刈払 (ナタ) 枝条切り (ナタ) 刈払機作業 枝打、植付	チェンソー 作業 木馬積込の 一部 木寄せの一 部	石積口塗り 消火・炭よ せ 木炭詰込	階段切り 仕方 張芝 張芝叩き 砂利作り
4~7	D級	重作業	傾斜急(30°~ 35°)上り	坑内夫・鍛 冶工・保線 工・土建勞 働者・農夫 等	ブリ縄 採穂床作り 小出苗、掘 取り	刈払(大鎌) 枝条切り (大鎌) 除伐(大鎌) 間伐(手挽)	伐木造材 (手挽) 木材(ツル、 トビ) 木馬担ぎ上 げ	資材調達 炭材詰込 出炭(黒炭)	スコップ作 業 法切り(つ るはし) 階段切り (鋏) 小路工
7以上	E級	激作業		農繁期の農 夫・採炭夫 ・仲仕・土 木人夫等	さしき山出 苗の掘起し	刈払(急傾 斜地) 枝打(木登 り) 間伐(掛木 外し)	伐木造材 (サン干) 木馬曳き	出炭(白炭) 炭かき出	法叩き 土砂捨て 土砂投上げ

(6)作業強度による労働区分並びに職種の分類

次に毎木調査を作業強度と云う観点からみると、その環境因子、すなわち、傾斜緩・中・急とその上り下り等によって6つに分類される。そして次にその分類別に測定された R. M. R. の値を、労研沼尻、勝木および林試経営部の報告により分類⁴⁶⁾してみる。すなわち、A. B. C. D. の各級に分けてみると、表—5に示す通り傾斜緩・中・急の上り下りの場合その級分けは、傾斜緩の下りの場合B級でその実用的区分は軽作業、傾斜急の上りの場合D級でその実用的区分は重作業に属し、その外的場合、すなわち、傾斜緩の上り、傾斜中の上り下りおよび傾斜急の下りの場合は、C級でその実用的区分は中等作業に属している。また、平均傾斜の上り下りの場合では、その級分けはC級に属し、実用的区分は中等作業に属している。以上のように毎木調査においては、その環境因子によってその格付が異なる。

次に毎木調査と同じ程度の R. M. R. を示す他の林業労働および一般産業職種についてみると、表—5に示す通りである。すなわち、実用区分が軽作業に属する傾斜緩の下りの場合についてみると、林業労働関係職種において、種苗の分野では、樹上の球果採り・除草・選別、素材生産の分野では、斧研ぎ・測尺・その他炭の選別・秤量が属し、一般産業職種では、一般事務員・運転手・教師・家庭主婦等が属している。また、実用区分が中等作業に属する傾斜緩上り、傾斜中上り下り、傾斜急下りについてみると、林業労働関係職種において、種苗の分野では、施肥・苗消毒のホース持ち、造林の分野では、刈払機作業・枝打・植付作業、素材生産の分野では、チェンソー作業・木馬積込の一部・木寄せの一部・その他製炭の石積・消火・木炭詰込が属し、一般産業職種では、木工・土木建築工・郵便配達夫・船員等が属している。また、実用区分が重作業に属している傾斜急上りの場合についてみると、種苗の分野では、ブリ縄・採穂床作り・小出苗掘取り、造林の分野では、大鎌による刈払・枝条切り・除伐・手挽による間伐、素材生産の分野では、手挽による伐木造材・ツル、トビによる集

材・その他製炭資材の調達・炭材詰込等が属し、一般産業職種では、坑内夫・鍛冶工・保線工・土建労働者・農夫等が属している。

(7) R. M. R より消費熱量の推定

本研究において測定された、エネルギー代謝率からその単位時間当りの消費熱量を求めてみる。

エネルギー代謝率は、労働代謝が基礎代謝の何倍であるかと云うことで、作業時間中の全代謝量から、その作業時間内の代謝量を除去し、真の労働に対して算出されたものである。したがって安静代謝を基礎代謝の1.25倍とした場合、エネルギー代謝率に1.25を加え、被検者の基礎代謝を乗ずれば、エネルギー代謝率より消費熱量は求められる。その算出式は、消費熱量=BS (R.M.R+1.25) である。

但し、BS は被検者の基礎代謝量で、日本の成人男子平均値を用いるならば 0.95cal である。

次に BS 0.95 cal として毎木調査の毎分当りの消費熱量を求めてみると、表一6の通りである。すなわち、傾斜別上り下り、平均傾斜の上り下りについて毎分当りの消費熱量についてみると、傾斜緩・中・急とその平均傾斜の上りの場合その消費熱量は、3.19cal/分、4.06cal/分、5.51cal/分、と 4.26cal/分、下りの場合は2.57cal/分、3.29cal/分、4.24cal/分と 3.36

表一6. 毎木調査の単位時間当りの消費熱量

	毎分消費熱量 (cal)	1日の消費熱量 cal	備 考
傾斜緩上り	3.19	1148	1日の消費熱量は拘束時間9時間30分、実働時間6時間とし、その実働時間についての値である。
傾斜中上り	4.06	1462	
傾斜急上り	5.51	1984	
平均傾斜上り	4.21	1537	
傾斜緩下り	2.57	925	
傾斜中下り	3.29	1184	
傾斜急下り	4.24	1526	
平均傾斜下り	3.36	1210	

註：傾斜緩 (10°~15°)、傾斜中 (20°~25°)、傾斜急 (30°~35°)

cal/分 である。

VI む す び

以上毎木調査のエネルギー代謝率について述べてきたが、ここに述べられた結果は、実験的に限られた範囲内におけるエネルギー代謝率を求め、それにもとずいて消費熱量および平均 R. M. R を推定したものである。この R. M. R の値が直ちに一般的にあてはめられると断定することには、多少の疑問なしとしない。やはり数多くの現場において、時間分析、呼気の調査を行い、多数の資料にもとずいて普遍性のある値を算出する必要がある。これらの問題について、今後調査、研究を続けて行く予定である。

VII 参 考 文 献

- 1) 藤林誠・辻隆道・渡部庄三郎：林業労働の作業強度に関する研究、林業試験場研究報告、第86号、(1956)
- 2) 古沢一夫：労働科学、13 (1936)
- 3) 沼尻幸吉：労働のエネルギー代謝に関する研究、労働科学 27、(1951)
- 4) 勝木新次、沼尻幸吉：労働の軽重と必需熱量、労働科学 5、56、(1950)
- 5) 高比良英雄：栄養学研究所報告 1、61、(1925)
- 6) 農林省林業試験場経営部：林業労働における R. M. R 測定と疲労判定法、(1963)
- 7) 沼尻幸吉：労働の強さと適正作業量、労働科学叢書 VII (1959)

RÉSUMÉ

This paper is a result of the investigations of the intensity of the labour of cruising the forest stand which were carried out as one of the studies of the efficiency of forest inventory.

The experiments were conducted for eight days in the Ōe Experimental Forest of the Kyoto Prefectural University.

In order to estimate the intensity of the labour, the relative metabolic rate (R.M.R.) was measured for six workers under all the possible combinations of the factors such as inclination of slope, tempo of working, "going up or down a slope" and the age of workers, which were supposed to affect the intensity of labour of cruising the forest stand.

The results are as follows :

- 1) No significant differences between the age groups were found concerning the relative metabolic rate.
- 2) The inclination, the tempo and "going up or down a slope" greatly affected the relative metabolic rate, but no interactions between them were recognized.
- 3) The relative metabolic rate and the consumed calorie in easy slope, middle slope, and steep slope were 2.11, 3.19 cal/min, 3.02, 4.06 cal/min, and 4.55, 5.51 cal/min, respectively in going up a slope, and 1.45, 2.57 cal/min, 2.21, 3.29 cal/min, and 3.21, 4.24 cal/min. respectively in going down a slope.
- 4) The average relative metabolic rate and the average consumed calorie were 3.23 and 4.26 cal/min. respectively, in going up a slope, and 2.29 and 3.36 cal/min. respectively in going down a slope.