資料

さとうきび収穫調製作業の労働強度および
作業能率について*

宮部芳照・阿部正俊・小島 新

On the Labour Strength and Working Efficiency of Manual
Manual Operation at Harvesting and Processing of
Sugar Cane.

Yoshiteru MIYABE⁺, Masatoshi ABE⁺
and Shin KOJIMA⁺

1. 実験目的

さとうきびの収穫調製作業は一般に刈り倒し
梢頭部切断、脱葉、結束、搬出作業に大別され
る。これらの収穫調製作業を人力によって行
う場合、かなり過重な労働が必要であると考え
られる。そこでこれら一連の収穫作業の労力の
実態を把握するために、それぞれの作業につ
いてその労働強度および作業能率を測定し、
さとうきび収穫調製作業機械化のための基
礎資料に資せんとするものである。

2. 作業方法および供試材料

この実験で行った作業の種類は、さとうき
びの刈り倒し、梢頭部切断、脱葉、結束作
業の4

種であり、これらの各作業を2人の作業員
(被検者)を使って人力で行った。刈り倒し
作業は第1図に示すような刈り倒し用斧を
使用して、さとうきびの地際から植付畦に
そって同時に1~2本ずつ刈り倒した。梢
頭部切断作業は前作業で既に刈り倒し作
業を終えたさとうきびを第2図に示すよ
うな手鎌を使用してさとうきびの展開葉
5~6枚目の節位から、同時に1~2本
ずつ切断した。次に、脱葉作業は梢頭部
が切除されたさとうきびを第2図に示す
ような先端部が二股に分かれた脱葉鎌を
使用して、1本ずつ脱葉した。結束作業
は脱葉を終えたさとうきびを第3図に示
すように、20本を1束として荒縄で上下
2箇所結束した。

以上のような作業方法で各作業につ
いて、労働強度と作業能率の測定を行
った。なお、実験に用いた供試材料は
第1表に示すとおりである。

第1表 供試材料

実 験 場 鹿児島県枕崎市仁田浦 薩南製糖株式会社実験農場				
実験 年月日 1968年1月20日(晴)~1968年1月21日(晴)				
品 種	N:Co. 310		ト P	16
植付年月日および	1966年3月		ミ d	18
植 付 方 法	2芽苗ポリマルチ(2年株出し)		ロ ot	19
株間×畦間(m)	30×120		畦長1m間の立毛本数(本)	18
土 壤	腐植質火山灰土壌		予 想 収 量(ton/10a)	7.5
全 長(m)	30.04		倒 伏 状 況	根部より上部約80cmの所から約
全 重(kg)	0.9			20°~30°(曲り度)曲がった
青 葉 数(枚/本)	8			茎が10アールのほ場中に約80
原料茎長(m)	160.4			多程度占めている。
原料茎重(kg)	0.8			
原料茎径(m)	TOP	1.6	(i) 数値は20本の平均値である。	
	Mid	2.0	(ii) 原料茎とは展開葉5枚目節位で切断した下部茎である。	
	Root	2.8	(iii) TOPは原料茎上部1節目	
含 水 率	TOP	18.9	Rootは原料茎下部1節目	
	Mid	18.0	MidはTOP、Rootの中間部節目	
	Root	16.3		
(%) 茎 部	TOP	81.0		
	Mid	75.3		
	Root	74.8		

3. 測定装置および測定方法

1) 労働強度の測定

筋作業における筋負担の程度を表わす
指標として、酸素摂取量、心拍数、呼吸
量や心臓の分時容量など¹⁾³⁾種々の方法
が利用されているが、現在、筋労働の強
度を示す指数としてエネルギー代謝率
(Relative Metabolic Rate, R.M.R.)

* 昭和53年2月13日受理

** 鹿児島大学農学部, 鹿児島市郡元1丁目21の24 〒890

+ Faculty of Agr., Kagoshima Univ., 1-21-24 Korimoto, Kagoshima-shi, 〒890

2) を利用することが最も合理的であるとされている。そこで、本実験では R. M. R. を採用して労働強度の測定を行った。

第 1 図 刈り倒し用斧

第 2 図 脱葉(上)および梢頭部切断用(下)鎌

第 3 図 結 束 作 業

労働強度測定装置は呼吸採集装置、呼吸量測定装置、呼吸分析装置から成っている。呼吸の採集は呼吸マスク、呼吸採集袋、呼吸採集管を使用して行い、呼吸量の測定は第 4 図に示すような乾式標準型ガスメータ(目黒計器工業 K K 製、3 号)を使用し、呼吸の分析には第 5 図に

示すような労研式小型呼吸ガス分析装置(柴田化学器械工業 K K 製、# 8075-02)を使用して行った。

測定方法は作業中の被検者 2 人 (M、Y) にマスクと呼吸採集袋を取り付けさせ、刈り倒し梢頭部切断、脱葉および結束の各単位作業について、それぞれ測定時のみ 3 ~ 4 分間 (午後) 作業を行わせ、その間の呼吸をマスクを通じて呼吸採集袋に導かせた。次に作業後回復期の呼吸を 6 分間採集し、呼吸採集袋をガスメータに連結して、出来るだけ一定流速で通気するように注意しながら、袋をしぼってそれぞれ呼吸量を測定した。なお、呼吸分析用サンプルとして呼吸採集管にそれぞれ 0.4 l づつ採集し、ガス分析装置の操作法に従って、作業時および回復時呼吸中の O_2 (%)、 CO_2 (%) を測定した。

エネルギー代謝率 (R. M. R.) は次式 (1) によって表わされる。

$$\text{エネルギー代謝率 (R.M.R.)} = \frac{\text{労働代謝値}}{\text{基礎代謝値}}$$

$$= \frac{\text{作業時の全酸素消費量} - \text{左時間内の安静時の酸素消費量}}{\text{作業時間内の基礎代謝時の酸素消費量}} \dots\dots\dots (1)$$

ここで基礎代謝値は性、年齢、体型などにより異なるが、通常人体の体表面積と高い相関があるとされており、藤本、渡辺らの式²⁾により体表面積を求め、日本人標準基礎代謝基準表 (日本栄養審議会資料、昭和 44 年) から、毎分当りの消費酸素量を求める。

$$A = W^{0.443} \times H^{0.663} \times 88.183 \dots\dots\dots (2)$$

ここで A : 体表面積 (m^2)

W : 体重 (kg)

H : 身長 (cm)

安静代謝値は同一被検者について作業前の十分安静状態にある時に、作業現場と同一環境条件下で椅子に安座させ 4 分採気し、ガス分析を行って酸素消費量を測定する。今回作業に従事した被検者 2 人の年齢、体格、基礎代謝値などは第 2 表に示すとおりである。

2) 作業能率の測定

第4図 乾式ガスメータおよび呼吸採集管

第5図 労研式小型呼吸ガス分析装置

第2表 被検者の体格および基礎代謝値

被 検 者	M	Y
性 別	♂	♂
生 年 月 日	S. 2.4.10.3	S. 2.4.6.23
身 長 (cm)	170.0	168.0
体 重 (kg)	59.0	73.0
体表面積 (m^2)	1.633	1.784
基礎代謝値 (nd)	2043	2234

作業能率の測定は労働強度の測定と平行して行った。刈り倒し作業能率は毎時1人当りの梢頭部重量を除いた刈り倒し未脱葉さとうきび重量で表わし、梢頭部切断作業能率は毎時1人当りの梢頭部切断後の未脱葉さとうきび重量で表わした。また、脱葉および結束作業の作業能率は毎時1人当りの脱葉後さとうきび重量および結束した脱葉さとうきび重量（荒縄重量を除く）で表わした。測定にはストップウォッチおよび台秤を使用した。

4. 実験結果および考察

人力によるさとうきびの刈り倒し、梢頭部切断、脱葉および結束作業のR.M.R.は第3、第4表に示すように、今回の実験ではそれぞれ

8.3、5.6、7.5、5.2となっている。

これらのR.M.R.をエネルギー代謝研究委員会（昭和27年）が発表した値²⁾と比較してみると、刈り倒し作業は分速150mのかけあし、結束作業は自転車で舗装なしの道路を通勤する程度の作業に相当する。また、辻隆道、渡部庄三郎ら⁴⁾の作製した労働の等級分類からみると梢頭部切断、結束作業は重筋の作業の重労働に属し、全身的に力を入れ、10～20分位で休みたくなる作業特性になっている。また、刈り倒し、脱葉作業は重筋の作業の激労働に属し短時間に全身的に力を入れ、2～5分位で休みたくなる作業特性となっている。

しかしながら、これらの数値はR.M.R.測定段階で、回復期における呼吸採集時間の不足、被検者がダグラスバックを装着して作業を行うことに対する不慣れあるいは測定例不足などの点で、更にはTime Studyした1日の全作業からの消費熱量の算出なども合わせて今後更に追試を行う必要があると考える。

次に、作業能率は梢頭部切断作業が最も高く作業員M・Yの平均作業能率で約864kg/man-hrであり、逆に脱葉作業が最も低く、M・Yの平均作業能率は約118kg/man-hrで、梢頭部切断作業の約1/7の能率である。また、4作業の作業能率をみると、脱葉作業に要する労働時間は4作業に要する全労働時間の中で約7割を占めている。

以上のように労働強度および作業能率の面から、さとうきび収穫調製作業の中で、刈り倒し脱葉作業はかなりの重作業であることが分かりこれらの作業の機械化を計ることは急務であるといえる。

5. 摘 要

人力によるさとうきびの刈り倒し、梢頭部切断、脱葉、結束作業について、労働強度および作業能率の測定を行った。筋労働の強度を示す指数としてエネルギー代謝率（R.M.R.）を採用した。それによると、

1) 4作業の中で労働強度の最も高い作業はR.M.R. 8.3の刈り倒し作業であり、以下脱葉作業の7.5、梢頭部切断作業の5.6、結束作業

第3表 さとうきび収穫調製作業の労働強度および作業能率

実 験 年 月 日 (天 候)		1 9 6 8 年 1 月 2 0 日 (晴)				1 9 6 8 年 1 月 2 1 日 (晴)			
作 業 の 種 類		人力刈り倒し		人力梢頭部切斷		人 力 脱 葉		人 力 結 束	
作 業 者 (被 検 者)		M	Y	M	Y	M	Y	M	Y
作 業 時 間 (m i n)		3	3	3	3	3	3	3.2 5	3.4 0
さとうきび処理本数 (本)		4 7	5 0 ^	5 2	5 6	7	8	4 0	4 0
さとうきび処理重量 (kg)		3 7 2.2	3 9 7.1	4 1 3.6	4 5 0.3	5 5.4	6 2.1	3 2.3	3 2.7
R . M . R .		8.4	8.2	5.4	5.8	7.4	7.6	5.0	5.4
平 均		8.3		5.6		7.5		5.2	
作 業 能 率 (kg / m a n - h r)		7 4 4.4	7 9 4.2	8 2 7.2	9 0 0.6	1 1 0.8	1 2 4.2	5 9 6.3	5 7 7.1
平 均 (kg / m a n - h r)		7 6 9.3		8 6 3.9		1 1 7.5		5 8 6.7	
備 考						脱葉率 (原料茎の全葉重に対する脱葉重量百分率) 99.2 %		結束数 2束	

第4表 労働強度(エネルギー代謝率R.M.R.)測定結果一例

実験年月日	1968年1月20日 天候(晴)					
気 圧(mmHg)	766.5					
温 度(℃)	13					
気 圧 補 正(mmHg)	764.9					
係 数	0.947					
被 検 者	M			Y		
作業状況	安 静	入力刈り倒し	回 復	安 静	入力刈り倒し	回 復
作業時間(min)		3.0			3.0	
採気時間(min)	4.0	3.0	6.0	4.0	3.0	6.0
ガスメータ温度(℃)	14	14	14	14	14	14
ガスメータ読み(2)(ℓ)	7658.2	7759.6	7909.0	7943.6	8050.0	8188.6
同上(1)(ℓ)	7608.4	7658.2	7759.6	7909.0	7943.6	8050.0
(2-1)+サンプル(ℓ)	50.2	101.8	149.8	35.0	106.8	139.0
呼 気 量(ℓ)	47.5	96.4	141.9	33.1	101.1	131.6
1分間呼気量(ℓ)	11.9	32.1	23.7	8.3	33.7	21.9
呼気O ₂ +CO ₂ (%)	20.90	20.52	20.87	21.10	20.73	20.98
CO ₂ (%)	2.00	3.21	2.54	3.40	3.52	3.12
O ₂ (%)	18.90	17.31	18.33	17.70	17.21	17.86
O ₂ 換 算 (%)	20.96	21.06	20.97	20.91	21.00	20.94
(%)	18.90	17.31	18.33	17.70	17.21	17.86
O ₂ 消 費 (%)	2.06	3.75	2.64	3.21	3.79	3.08
全O ₂ 消費量(ml)	978.5	3615.0	3746.2	1062.5	3831.7	4053.3
全CO ₂ 発生量(ml)	935.8	3065.5	3561.7	1115.5	3528.4	4066.4
R.Q.(呼吸商)	0.96	0.85	0.95	1.05	0.92	1.00
1分間O ₂ 消費量(ml)	244.6	1205.0	624.4	265.6	1277.2	675.6
" CO ₂ 発生量(ml)	234.0	1021.8	593.6	278.9	1176.1	677.7
※ R. M. R.	8.4			8.2		

$$\text{※エネルギー代謝率(R. M. R.)} = \frac{(3615.0 + 3746.2) - 244.6 \times 9}{20.43 \times 3} = 8.4$$

注) サンプルとして400ml採取

$$(\text{R. M. R.}) = \frac{(3831.7 + 4053.3) - 265.6 \times 9}{22.34 \times 3} = 8.2$$

の5.2の順になっているが、これらの値は今後更に追試を行う必要があると考える。

2) 刈り倒しおよび脱葉作業は重筋的作業の激勞作業に属し、短時間に全身的に力を入れて2～5分位で休みたくなる作業特性になっている。

3) 4作業の中で作業能率の最も高い作業は梢頭部切断作業の $864\text{kg}/\text{man-hr}$ であり、以下刈り倒しの $769\text{kg}/\text{man-hr}$ 、結束の $587\text{kg}/\text{man-hr}$ 、脱葉の $118\text{kg}/\text{man-hr}$ の順になっている。脱葉作業は4作業に要する全労働時間の中で約7割の労働時間を占めている。

以上、さとうきびの収穫調製作業の中で、特に刈り倒し、脱葉作業は労働強度および作業能率の面からみて、その省力化を計ることは重要な課題であるといえる。

6. 参考文献

1) Barnes, R.M. (1960) Motion and Time Study, 190～199、日刊工業新聞社。

2) 沼尻幸吉 (1959) 労働の強さと適正作業量、8～25、222～230、256～320、労働科学研究所。

3) 大島正光他編 (1966) 人間工学ハンドブック、446～463、金原出版。

4) 辻隆道、渡部庄三郎 (1965) 林業作業測定のため方、10～17、地球出版。

Summary

In order to obtain the fundamental data necessary for mechanization of harvesting and processing of sugar cane, we performed the experimental measurement of the labour strength and working efficiency of the manual operation for reaping, topping, stripping and binding of sugar cane.

The results were as follows:

1) On the labour strength, using relative metabolic rate, (R.M.R.) as index, it was found that R.M.R. of reaping was 83 and the highest among the four kinds of work and followed with stripping 75, topping 56 and binding 52 in lower order. But these values must be examined in full again.

2) Reaping and stripping were very hardwork, required full body force in short time and rest time every 2～5 minutes.

3) Working efficiency of stripping was the lowest among the four works and 70% of total labour hours of four works was consumed by stripping.

4) The result of working efficiency were as follows; topping $864\text{kg}/\text{man-hr}$, reaping $769\text{kg}/\text{man-hr}$, binding $587\text{kg}/\text{man-hr}$, and stripping $118\text{kg}/\text{man-hr}$, respectively.

Above results suggest clearly the importance of the mechanization of reaping and stripping.