

# 果菜類の収穫運搬作業における運搬車の利用効果について

土居 栄城・小嶋 和雄・池見 隆男  
(農学部農業機械学研究室)

## On the Effect of Using a Cart on Harvesting and Transporting in Green House

Eiki Doi, Kazuo KOJIMA and Takao IKEMI  
*Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture*

**Abstract** Authors investigated the effect of using the cart in short transporting by using the model devices. The standard of estimation took the energy expenditure and the heart rate of worker. The results were as follows:

(1) The picking time of workers in case of using the hand cart took less than in case of the hand basket, but in case of using the power cart, it took a little more than in case of the hand basket.

(2) Total energy expenditure of workers in the hand cart was less than in the hand basket, but in the power cart it was more than in the hand basket when the number of designated model cucumber were few, and it was nearly equal to the hand basket when the model cucumbers were many.

(3) Energy expenditure per minute of workers was nearly equal both in the hand cart and in the power cart, regardless of the number of model cucumbers, but in the hand basket workers took more value than in the carts as the number of model cucumbers increased.

(4) Increasing ratio of heart rate lowered when worker used the power cart in short transporting.

(5) Judging from above mentioned results, as using the power cart gives no good effects in harvesting efficiency, but it decreases the working intensity of workers, authors recommend to introduce the power cart in short transporting.

### 緒 言

施設園芸における果菜類の収穫運搬作業にともなう運搬の機械化については、これまでバッテリーカー<sup>1)</sup>、軌道式運搬車<sup>2)</sup>、モノレール式運搬車<sup>3), 4)</sup>など各種の動力運搬車が試作されている。しかし、それぞれに欠点を持っており、一般には普及されていないのが現状である。例えば、バッテリーカーでは運搬のみに利用する時は割高になるし、充電操作も必要である。また、モノレール式は設備費が高くつくうえに、日照量の低下が生じる。その他能率面でそれ程の向上が認められないことなどがあげられる。それ故運搬車としては取扱いが簡単で、安価な人力式の簡易運搬車が導入されているのが現状である。しかし、機械化の目的は能率及び経済性の向上にあるのはもちろんであるが、そのほか作業者の作業負担の軽減に目標がおかれるべきである。

そこで、本研究では作業負担の軽減に視点をおき、作業者の消費エネルギー及び心拍数を指標として運搬車の利用効果について検討したものである。なお、実験方法は実物における収量を任意に変えることの難かしさ及び反復実験の困難さから、キュウリ栽培の模形装置によるシミュレーションを採用した。

なお、この研究には文部省の昭和58年度特定研究経費の一部(主題目「園芸施設の農業工学的研

究」の分担課題「ハウス内諸作業のエネルギー利用効率の向上」)を充当して行なったものである。

### 実 験 方 法

**実験装置** 実験装置は長さ 3 m, 高さ 1.8 m 幅 0.45 m の木枠を作り, これにキュウリ栽培用のネットを 3 重に張り, 模形キュウリ及び模形葉をつるしたものを 1 ブロックとした。このようなブロックを 4 個縦並びに置き, 長さ 12 m, 幅 0.45 m の模形うねとした。

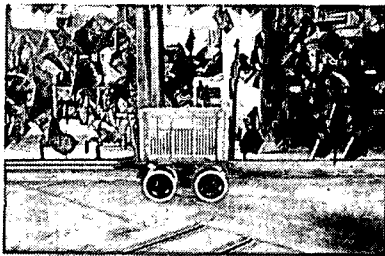
模形キュウリは塩化ビニール製パイプで, 直径 32 mm で, 長さ 100, 150, 200 mm のものと, 長さ 150 mm で, 直径 18, 26, 38 mm のもの計 6 種類とした。

模形葉は厚さ 0.08 mm のビニールシートを使って実際の葉に似せて作り, その面積は約 100~400 cm<sup>2</sup>とした。葉数は 1 ブロック当たり 300 枚, すなわちうね長 1 m 当たり 100 枚取付けたが, これは実際の葉数とほぼ同じ数である。

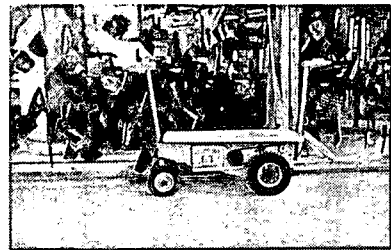
なお模形キュウリ及び模形葉とも緑色に塗装して使用した。

Table 1. Main specifications of carts used in experiments

Type of cart	Power cart	Hand cart
External shape (m) (width×length×height)	0.45×1.20×0.80	0.38×0.65×0.97
Loading area (m) (width×length×height)	0.45×0.82×0.39	0.38×0.55×0.27
Gross weight (kgf)	69	7.1
Maximum load (kgf)	100	25
Travel velocity (m/s)	0.35, 0.45, 0.60	—
Output of motor (w-v)	130—DC24	—



a) hand cart



b) power cart

Fig. 1. Appearance of the carts used in experiments.

**供試運搬車** 供試運搬車としては人力式と動力式(バッテリー駆動)の2種類を用いたが, それらの仕様を Table 1. に, また外観を Fig. 1. に示す。人力運搬車は荷台の大きさが長さ 55 cm, 幅 38 cm で収納用コンテナが1個乗る大きさである。また動力式運搬車は荷台の大きさが長さ 82 cm, 幅 45 cm で収納用コンテナが2個積める大きさである。操縦用ハンドルは高さ 80 cm で, 狭い場所での操縦が便利のため前後に設けられている。なお走行速度は中速の 45 cm/s で行なった。

**被験者** 被験者は3名で, いずれも健康な青年男子であり, 生理的条件は Table 2. に示すごと

くである。なおいずれも作業経験のない学生であったので、実験前に練習を行ない作業の要領を習得させた。

Table 2. Physical condition of subjects

Subject	Age (year)	Height (cm)	Weight (kgf)
A	22	174	57
B	22	179	76
C	24	168	60

**実験方法** 採取を指定した模形キュウリ（以下指定キュウリと称する）は、実際のキュウリの大きさに近い長さ 150 mm で、直径 32 mm 及び 38 mm のものと長さ 200 mm で、直径 32 mm のもの 3 種類とした。指定キュウリの本数は、各々について 5, 10, 15, 20 本、合計で 15, 30, 45, 60 本とした。この数値を模形装置が実際のハウスの約 1/50 に相当する<sup>5)</sup>として 10 a 当たりに換算してみると、本数にして各々 750, 1,500, 2,250, 3,000 本となる。また重量では 1 本の重さを約 80 gf とすると、各々 60, 120, 180, 240 kgf となる。指定キュウリ以外のは、各々 100 本ずつ計 300 本をつるした。なお模形うねにつるすときは、任意につるすとともに被験者以外の者がつるすようにした。

採取方法は手かご及び運搬車とも模形うねの一方の側からキュウリの採取を始め、終わったならば反対側に回り、同様に採取を行ない出発点に帰るようにした。なお手かごでは採取本数が多くなると途中で手かごが一杯になる場合が生じるが、その時には採取作業を一時中止して出発点に帰り、空かごと取換え再び中止した場所から作業を続行するようにした。運搬車を使用するときの収穫容器には大型のプラスチック製のかごを使用した。

採取正確度は実際に採取した指定キュウリの本数と模形うねに取付けた指定キュウリの本数の割合を百分率で表わした。

採取時間は心拍数の測定に使用したペン書きレコーダのタイミングガルバノメータで記録されたデータより求めた。

**消費エネルギーの算出方法** 作業前、作業中及び作業後（心拍数が作業前の値に戻るまで）の呼気をそれぞれダグラスバックに採取し、呼気量を乾式ガスメータにより求め、一方呼気中の酸素及び炭酸ガス濃度を呼気ガスモニターにより測定する。次に呼気量、酸素濃度及び炭酸ガス濃度より酸素消費量及び炭酸ガス発生量を求め、両者より呼吸比 ( $\text{CO}_2/\text{O}_2$ ) を求める。そして呼吸比を X とすると、次式より酸素 1 リットル当たりの消費エネルギー Y が求まる。すなわち、

$$Y = 1.23x + 3.817 \text{ (Kcal/l)}$$

上式の Y に酸素消費量を乗じて全体の消費エネルギーを算出した<sup>6)</sup>。

**心拍数の測定方法** 被験者の胸部にはりつけた電極からの信号をテレメータ装置を使用して伝送しペン書きレコーダに記録した。測定は作業前、作業中及び作業後について行なったが、作業前の値については椅子に腰かけた状態で 5 分間測定したデータを平均して 1 分間当たりの心拍数を算出した。作業中の値は 1 分間毎のデータの平均値を求めた。作業後の測定は椅子に腰かけた状態で行ない、ほぼ作業前の値に回復するまで行なった。

なお測定値は個人差を少なくするため、次式で示すごとく作業による増加心拍数を作業前の心拍数に対する割合の百分率で表わした。

$$\text{心拍数増加率} = \frac{\text{作業中または作業後の心拍数} - \text{作業前の心拍数}}{\text{作業前の心拍数}} \times 100$$

### 実験結果及び考察

実験結果は全て被験者3名の平均値によって表わした。

**採取正確度について** 運搬方法及び指定キュウリの本数との関係を Fig. 2. に示す。運搬方法の違いによる差は、最大でも1%程度でほとんど差はみられない。これは採取に片手のみ使用しても、両手を使用しても採取正確度にはほとんど影響しないことを意味している。また指定キュウリの本数の違いによる差もほとんどなく、前に筆者達が行なった実験でも同様な結果<sup>7)</sup>が得られている。

**採取時間について** 運搬方法及び指定キュウリの本数と採取時間の関係を Fig. 3. に示す。図より運搬方法の違いによる差が認められる。すなわち人力運搬車を利用した場合採取時間は最も少なく、動力運搬車を利用した場合最大となり、手かごではその中間となり、動力運搬車による能率面での効果は認められない結果となっている。

運搬車の利用による特徴の一つは収納容器が手かごより大きいため、1運搬行程における収穫量

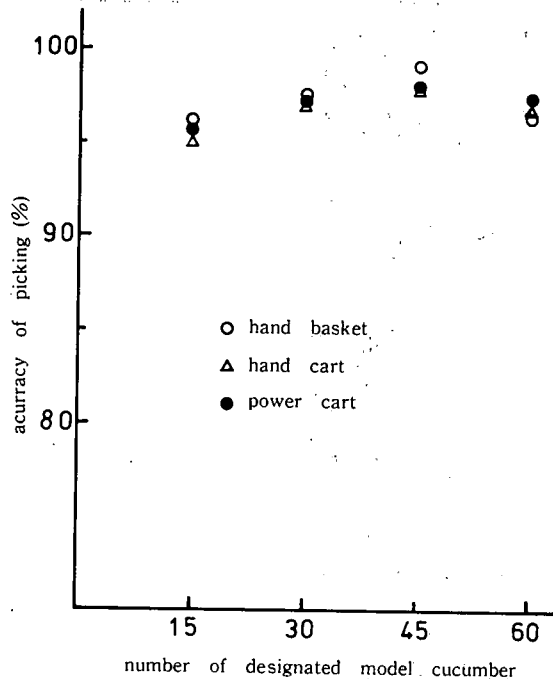


Fig. 2. Comparison of accuracy of picking for three carrying methods at different numbers of designated model cucumber.

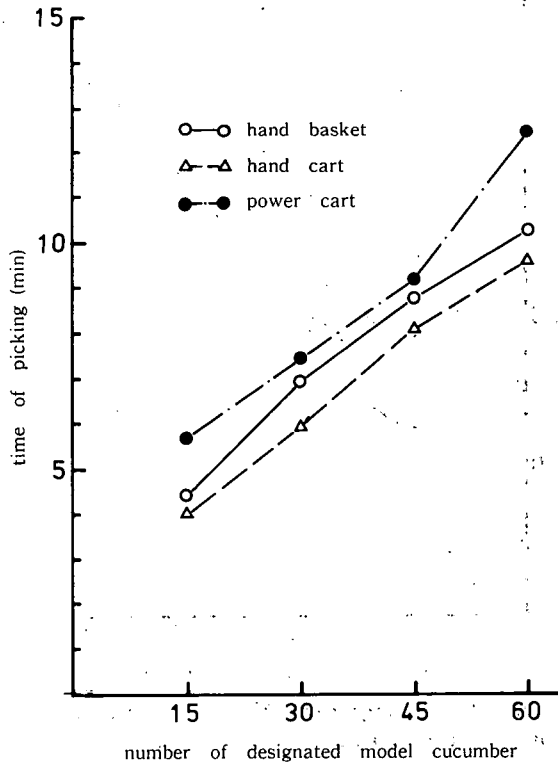


Fig. 3. Comparison of times of picking for three carrying methods at different numbers of designated model cucumber.

が増加することより歩行距離が短縮されることである。本実験で使用した運搬車でも人力式で約5倍、動力式で約10倍以上の容量がある。従って、その効果はうね長さ及び収量と密接な関係があり、これらの増加に比例して運搬車の利用効果も増大する<sup>8)</sup>と考えられる。能率の低下は供試運搬車の操作の繁雑性や実験装置の小規模性に基因していると思われる。

指定キュウリの本数との関係にはほぼ正比例の関係がみられ、指定キュウリの本数が多くなると採り時間も多くなることがわかる。

消費エネルギーについて 運搬方法及び指定キュウリの本数と消費エネルギーの関係を Fig. 4., Fig. 5. に示す。採取作業に要した全消費エネルギーは Fig. 4. のようであるが、人力運搬車を使用した場合が最も少なく、手かごと、動力運搬車の順に多くなっている。しかし指定キュウリの本数が多くなると、手かごと動力運搬車間の差は少なくなっている。これは手かごとでは収納容量が少ないため採取本数が増えると途中で一杯となり手かごとを交換する必要が生じ、その結果歩行距離が増大したため消費エネルギーも増加したものである。

全消費エネルギーを1分間あたりに換算したものを Fig. 5. に示す。運搬車を利用した場合採取本数の多少に関係なくほぼ一定値になっているのに対して、手かごとでは採取本数が少ない場合には運搬車とほぼ同じであるが、採取本数が増えるにつれて消費エネルギーも増大する傾向がみられる。これは歩行距離の増加が主な原因と考えられる。この点から考えれば栽培面積が小さいときや収量の少ない場合には運搬車のメリットは少ないといえる。しかし1行程内における作業強度

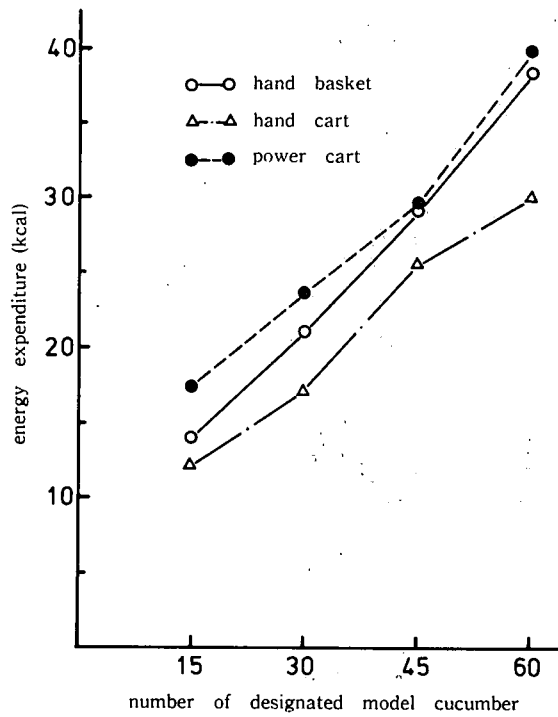


Fig. 4. Comparison of total energy expenditure for three carrying methods at different numbers of designated model cucumber.

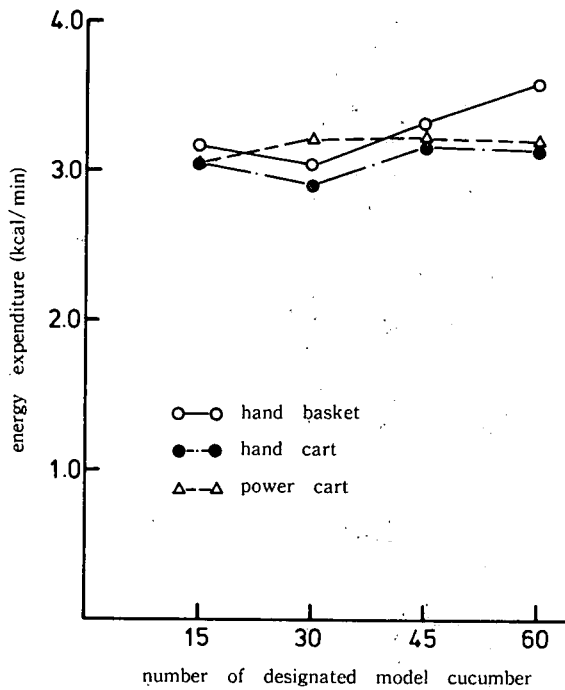


Fig. 5. Comparison of energy expenditures per minute for three carrying methods at different numbers of designated model cucumber.

の変化は、動力運搬車では運搬車の操作は収穫量とは関係ないのでほぼ均一であると考えられるが、手かごでは手かごを直接手で保持するため収穫量が多くなる程作業強度が大きくなると考えられる。また一定時間収穫作業に従事する場合は、運搬車を利用する方が労働科学面からは有利といえる。

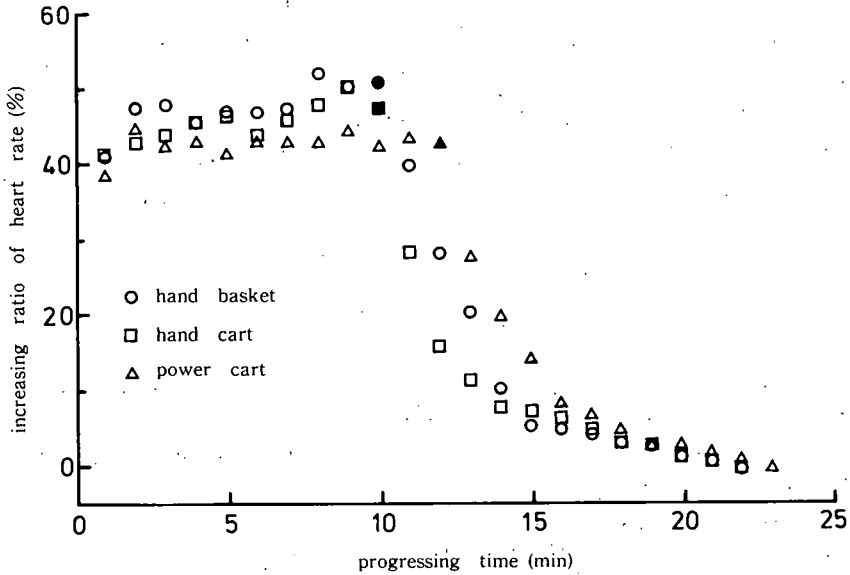


Fig. 6. Changes of increasing ratio of heart rate at different carrying methods. Black plots indicate the end of picking work.

心拍数について 運搬方法と心拍数の増加率の関係を Fig. 6. に示す。心拍数の増加率は動力運搬車の場合が最も少なく、次いで人力運搬車、手かごの順に多くなっている。また動力運搬車では作業中の心拍数は一定となり定常状態が成立する。それに対して人力運搬車及び手かごでは時間経過とともに心拍数は増加し定常状態は成立しない。このことは時間経過とともに酸素消費量、すなわち消費エネルギーが増加することを意味している。これらのことより動力運搬車を利用することにより運搬作業における作業負担が軽減されるといえる。作業終了後心拍数が作業前値にまで回復するに要する時間は3者ともほぼ等しく、この程度の作業では疲労には差がみられないことを示している。

#### 摘 要

ハウス内の果菜類の収穫運搬作業の改善のために、収穫時の小運搬に運搬車を利用した場合の効果を調査するため、模形装置を使って採取時間、消費エネルギー、心拍数等を測定したが、その結果は次のようであった。

- (1) 採取正確度は運搬方法、指定キュウリ本数に関係なく、ほぼ同一であった。
- (2) 採取時間は人力運搬車を使用した場合手かごよりも少なくなったが、動力運搬車では若干多くなった。

- (3) 作業に要した全消費エネルギーは人力運搬車では手かごより少なくなったが、動力運搬車では採取指定本数が少ない場合は手かごより多く、採取指定本数が多くなるにつれて大差はなくなった。
- (4) 1 分間当たりの消費エネルギーは人力および動力運搬車では採取指定本数に関係なくほぼ同一値となったが、手かごでは採取指定本数が少ないときは運搬車と同じであるが、多くなるにつれて消費エネルギーも増大する傾向がみられた。
- (5) 動力運搬車を使用すると心拍数増加率は減少した。
- (6) 以上のことから動力運搬車は小運搬において能率面での改善はあまり期待できないが、作業負担面での軽減が認められるので、作業者の作業負担の軽減を考慮して小運搬に利用すべきである。

### 参 考 文 献

- (1) 小嶋和雄・緒方一男・池見隆男・土居栄城・大久保淳一，ビニールハウス内の運搬の機械化に関する研究（第4報）. 農機誌，34(2)，157—163（1972）.
- (2) 小嶋和雄・池見隆男・土居栄城・杉村輝男，ビニールハウス内の運搬の機械化に関する研究（第5報）. 農機誌，36(1)，89—96（1974）.
- (3) 後藤美明，園芸施設内運搬装置の種類と利用法(1). 農業及び園芸，46(7)，1039—1042（1971）.
- (4) 後藤美明，園芸施設内運搬装置の種類と利用法(2). 農業及び園芸，46(8)，1190—1192（1971）.
- (5) 小嶋和雄，プラスチックハウス内の収穫運搬作業の人間工学的研究（第2報）. 農機誌，35(1)，38—44（1973）.
- (6) 垂井不二男・鶴崎 孝・疋田慶夫，呼気量または心拍数と消費エネルギーの関係. 愛大総農研彙報，No. 25，51—56（1982）.
- (7) 小嶋和雄・池見隆男・土居栄城，プラスチックハウス内の収穫運搬作業の人間工学的研究（第3報）. 農機誌，35(3)，275—279（1973）.

（昭和60年8月12日受理）

（昭和60年10月28日発行）