

プラスチックハウスにおける収穫物の流水輸送に関する研究

小嶋 和雄・土居 栄城

(農学部農業機械学研究室)

Studies on the Stream Conveyance of the Yield in Plastic Houses

Kazuo KOJIMA, Eiki DOI

Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture

Abstract: We had investigated simply with harvest operation in order to research possibility of stream conveyance of cucumber. On the basis of this investigation, we produced experimental installation and model cucumber, and experiments with regard to shoot size, discharge, velocity and so on were carried out.

The results were as follows.

- 1) Model cucumber was made of vinyl chloride pipe, and the size, on the basis of cucumber harvested really, was fixed to length 190 mm, diameter 32 mm and specific gravity 0.96 respectively.
- 2) Harvest speed per one cucumber in the real house, was 30 cm/sec when yield was nearly 70 kg and 15.5 cm/sec when nearly 150 kg.
- 3) The coefficient of roughness was about 0.009 with both vinyl chloride pipe and iron plate coated with zinc.
- 4) Slope on the basis of mean velocity of water is sufficiently 1 : 500.
- 5) Discharge is enough to flow nearly 30 l/min when mean velocity is assumed to 30 cm/sec.
- 6) The width of shoot is sufficiently two times as diameter of cucumber.

緒 言

プラスチックハウスの大型化にともない、灌水、施肥などの機械化、自動化が促進されているが、いっぽう収穫はその作業の特質上機械化がむづかしく、ハウスの大型化を阻害する主要な原因となっているようである。

収穫とこれにともなう運搬の機械化もいろいろ研究され¹⁻³⁾、手押車、モノレール式のものさらにバッテリーによるものなどが考案され^{4,5)}、それぞれの特長を發揮しているが、これらはまたそれぞれ欠点をもっている。例えば、モノレール式は設備費が高くつき、日照量が低下する。バッテリー式は充電操作を必要とし、運搬のみに利用するときは割高になるなどの問題がある。

そこで、車輛によらない果菜類の運搬方法の一つとして流水による輸送を検討してみた。果菜類の対象はキュウリとしたが、実物を使用するときは反復実験が困難であるので模型キュウリによりシミュレーションを行なった。

なお本研究の実験やデータ整理にご協力戴いた柏木博、窪田和夫君に深謝の意を表する。

収穫キュウリの形状および収穫作業の実態調査

キュウリの寸法、収穫量、収穫所要時間等を調査することにより、シュートの大きさ、流れの速度等の目安を求めようとするものである。

(1) キュウリの形状 一般のハウスで収穫された促成キュウリ久留米H 100個の長さ、直径、曲り、重量を調査した。調査個体が多くないので、全体の傾向を明示するとはいえないが結果を Fig. 1

に示す。これによると長さは18~22 cm のものが約80%となっており、直径は2~4 cm のものが90%近くになっている。また重量は平均値が100 g 程度で、曲りは3 cm 以上のものは数%しかなかった。なお高知県園芸連の昭和47年における出荷基準を示すと、Table 1. の如くである。これと測定値と比べてみると出荷基準では秀Mが基準品であるのでこれと比べると、長さはほぼ以ているが、重量は75~90 g となり測定値はやや大きめとなっている。また曲りはほぼ規格に入るようである。なお比重は約0.96であった。

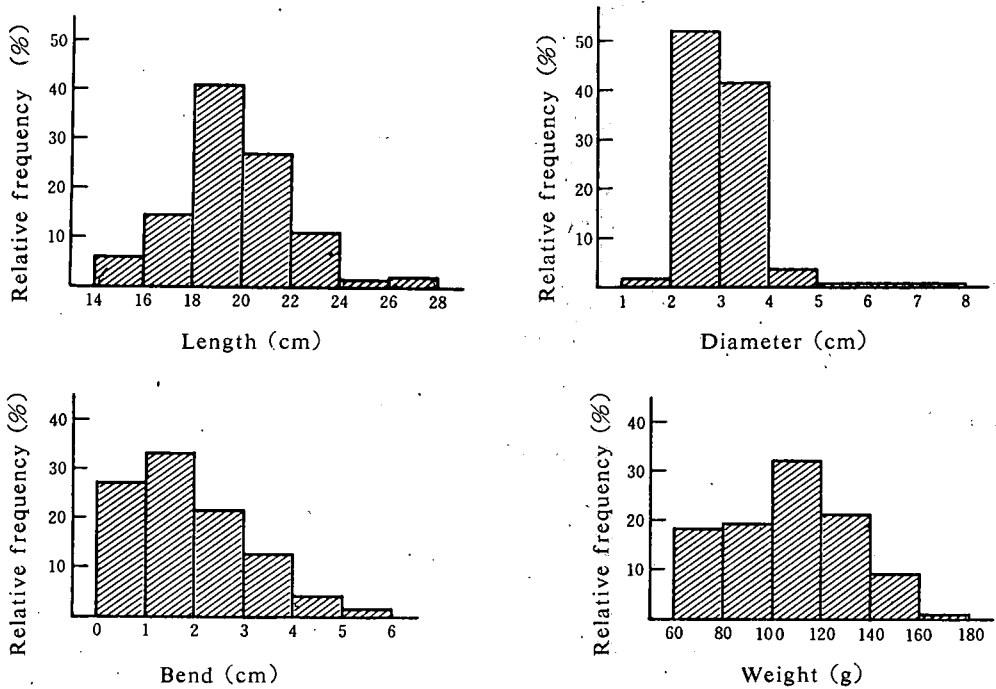


Fig. 1. Frequency distribution of cucumber shape and weight

Table 1. Example of shipment standard of cucumber

(Per one cucumber)

Grade	Class	Weight g	Mean weight g	Length cm	Remarks
Superiority	L	90~120	100	21~23	Standard of bend Superiority 1 cm
	M	75~90	83	18~21	
	S	65~75	70	16~18	
Excellence	L	90~140	115	21~23	Excellence 2 cm
	M	75~90	83	18~21	Good 3 cm
Good	L	95~180	—	—	
	M	65~95	—	—	
Common	Cucumber worth selling except superiority, excellence and good				

(2) 収穫作業 調査対象ハウスは高知県安芸市の2連棟ハウスの中の1棟で、面積は10aである。収穫方法は、手カゴによる片側採りで、ハウスの一隅に集荷場がある。また収穫者は中年の婦人で、熟練者である。

調査は数回にわたって行なったが、その中収穫量の少ない約70kgの場合と比較的多い約150kgの場合についてまとめると Table 2. のようになる。この表における1個当たりの収穫速度とは1個採取した後次を採るまでの全所要時間、すなわち移動、探索、選択、摘果等に要する時間で、その間に歩いた距離を割ったものである。

これによると10a当たりの収量が70kgのとき約30cm/sec、150kgのとき15.5cm/secとなり収量に逆比例の関係になっている。水の流れの方向と反対の方向に収穫していく場合は、流れが遅くてもキウリがシュートにつまるおそれはないが、流れと同じ方向に収穫していく場合は流速が小さいと先に収穫したキウリが次に収穫したキウリとシュートの中で重なりあうことになり、キウリの流れが阻害されることになる。一般に10a当たりの収量は100~300kg程度であるので前記の結果よりキウリの輸送速度は30cm/secもあれば十分だといえる。

Table 2. Harvest operation of cucumber

(per 10 a)

Yield		Harvest time min-sec	Harvest distance m	Per one cucumber		
Weight kg	Number piece			Harvest distance cm	Harvest time sec	Harvest velocity cm/sec
67.7	830	61-45	1,088	131.1	4.5	29.1
153.8	1,744	117-05	1,088	62.4	4.0	15.5

実験方法

前述の調査の結果、収穫されるキウリの長さは18~22cmであり、いっぽう輸送速度は30cm/sec程度あれば十分であることがわかったので、これを資料として模型キウリを作りこれを用いてシュートの大き、流水の速度、流量等の最適値を調査した。

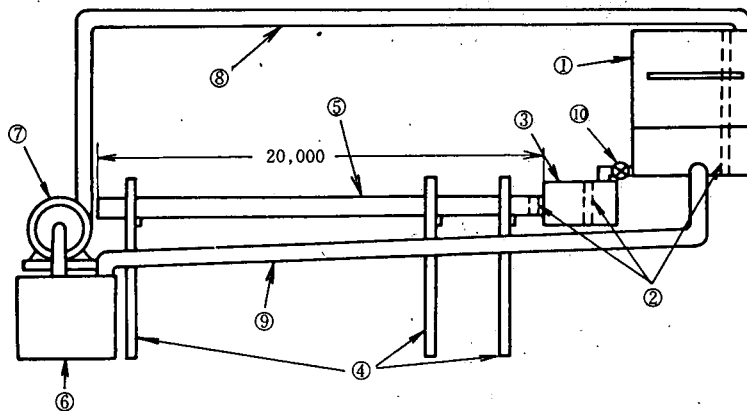
(1) **実験装置** 実験装置の概要を Fig. 2. と Fig. 3. に示す。水を上流側の貯水槽から整流槽を通してシュートに流し、下流側の貯水槽に流下貯留したものをポンプで上流側貯水槽に揚水しふたたびシュートに流す循環系とした。ポンプは日立製作所製のOV型モートルポンプ(吐出量0.3m³/min, 揚程15m)を使用した。

流量は上流側貯水槽に取り付けたバルブにより調節するようにした。

シュートは半円形と矩形断面の2種類を使用した。半円形のは塩化ビニールパイプを一部切断し、上部を開放した。矩形のは木製で凹形をつくり、その内部に亜鉛メッキ鉄板をはめ込んだ。シュートは全長を20mとしたが、測定区間はこのうちの15mを採用した。またこれらのシュートの底部には、水深測定用のビニールパイプ(内径4mm, 厚さ1mm)製マノメータを3m間隔に6個取りつけた。また上流側貯水槽の水深は欠口よりオーバーフローさせることにより一定にした。

(2) **模型キウリ** 模型キウリは、硬質塩化ビニールパイプを使って長さ190mm, 外径32mmのものを作った。なお、その内部に針金をつめて比重が0.96になるようにした。

(3) **実験方法** 本実験では流量を変化させた場合それに応じる流速、水深、模型キウリの流下速度を調査した。シュートの大きさは、半円形の場合内径70.5mm, 83.6mm, 107.5mm, 矩形の場合幅5cm, 7cm, 9cmのおのおの3種類のものについて、流量をそれぞれについて3~5回かえて行なった。



- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| ① Store tank(upsteam side) | ⑥ Store tank(downstream side) |
| ② Rectifying plate | ⑦ Pump |
| ③ Rectifying tank | ⑧ Feedback pipe |
| ④ Supporting stake of shoot | ⑨ Overflow pipe |
| ⑤ Shoot | ⑩ Adjusting valve |

Fig. 2. Outline of experimental installation

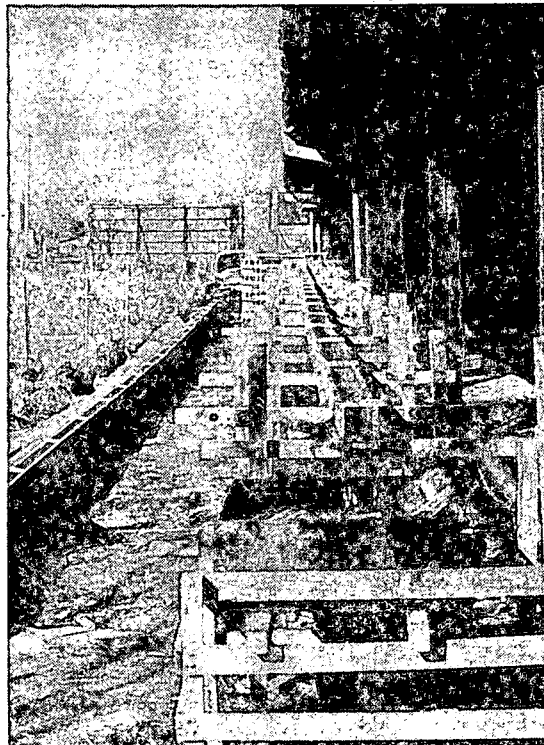


Fig. 3. General view of experimental installation

流量の測定は定時間法による直接法で行なった。測定回数は、流量が多い時は測定時間を10~15秒とし10回、少ない時は30秒で5回としその平均をとった。

水深は前述のようにシュート底部に取り付けたビニールパイプ製のマンメーターで測定し、6個の平均値をもってその時の水深とした。

流水の平均流速 V_0 は $V_0 = Q/A$ より求めた。ここで Q は流量であり、 A は断面積で矩形の場合水深×幅であり、半円形の場合 $A = D^2/8(2\varphi - \sin 2\varphi)$, $\varphi = \cos^{-1}\{(D/2-h)/D/2\}$ より求められる。なお D はパイプの直径で、 h は水深である。

模型キュウリの流下速度は、シュート上端部で投入し、測定区間15m間の流下に要する時間より求め、5回の平均値をとった。

実験結果および考察

(1) 粗度係数について Fig. 4. に粗度係数とレイノルズ数の関係を示す。ここで粗度係数はマンニング公式 $v = 1/nR^{2/3}I^{1/2}$ レイノルズ数は半円形については $Re = vd/\nu$, 矩形については $Re = vR/\nu$ により計算したものである。これによるとレイノルズ数が大きくなるにつれて、粗度係数は減少する傾向を示すが、実際に使用される流速 30 cm/sec 程度では 0.009 程度となりなめらかな鉄管と同程度である。

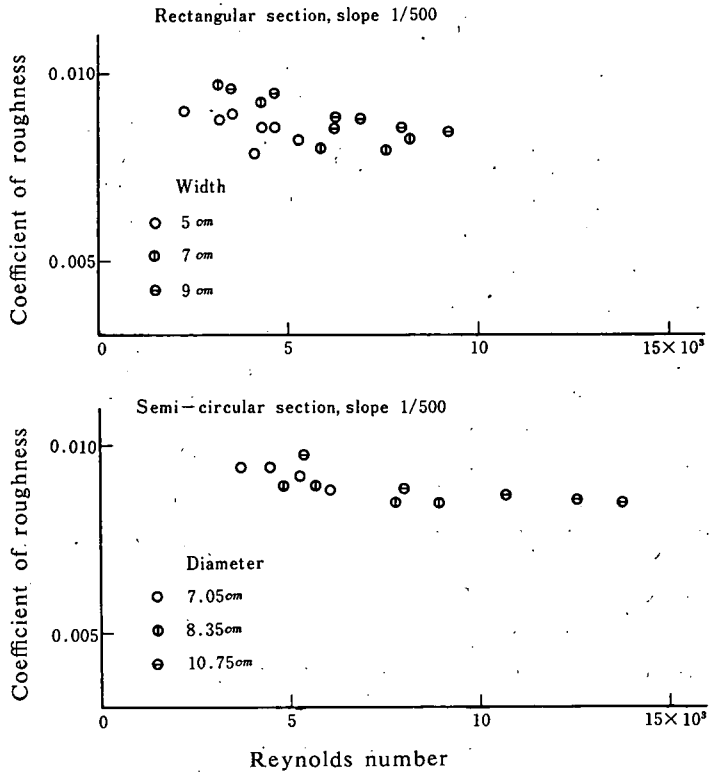


Fig. 4. Relation between coefficient of roughness and Reynolds number

(2) 平均流速について Fig. 5. に半円形の直径7.05 cm のとき、矩形の幅 5 cm のときの平均流速と勾配の関係を示す。前述のようにキュウリの流下速度としては 30 cm/sec 程度あれば十分であるので流れの速度はこれより少し大きければよいと思われる。また、水深はキュウリの直径から考

えて4 cm 以上あればよいので4 cm における流速をみてみると、勾配 1/200 では 50 cm/sec, 1/500, 1/800 では 30 cm/sec 程度である。これから考えて勾配としては 1/500 程度あれば十分だと考えられる。実際のハウスについて考えるに、園芸試験場のモデルハウス (70m×15m, 10 a) を例にとればこのハウスは中央の集荷用道路をはさんで左右に約 33 m の畦がある。今畦長を 40 m としてもその高低差は 8 cm となり設置可能な勾配である。2 倍の 80 m になっても高低差は 16 cm であるので 20~25 a のハウスでも設置可能と思われる。

(3) 模型キュウリの流下速度について Fig. 6. に模型キュウリの流下速度と流れの平均流速の関係を示す。なお、実線は両者が等しい点を示すものである。キュウリがシュート底部に接触しないかぎりキュウリの流下速度が大きくなりその差は 10~20% 程度である。実線と実測値との交点でキュウリがシュートに接触するものと思われる。

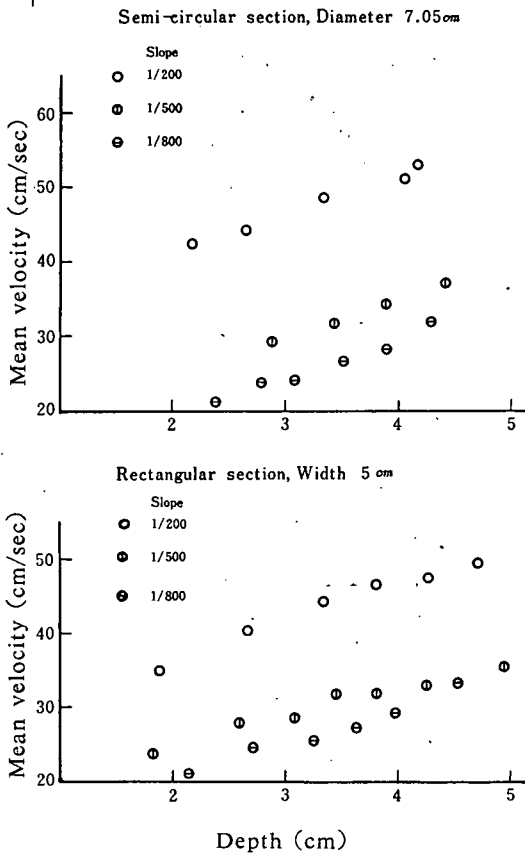


Fig. 5. Relation between mean velocity and shoot slope

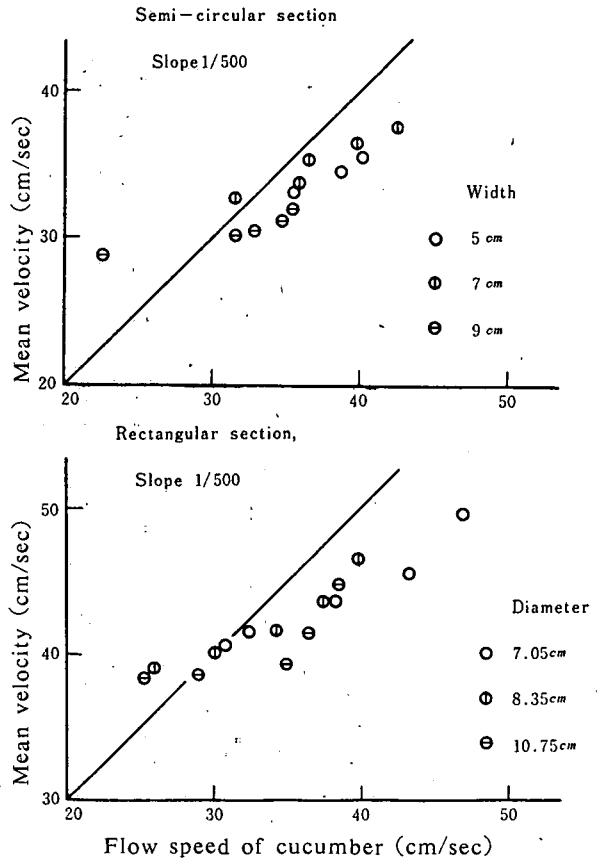


Fig. 6. Relation between mean velocity of water and flow speed of cucumber (Line implies both equal point)

また、シュート幅とキュウリの流下速度との関係はシュート幅がキュウリの直径の 2 倍程度以上あればほとんど影響がないようである。

(4) 流量について Fig. 7. に半円形については直径 8.35 cm, 矩形については幅 7 cm のときの流量と流れの平均流速の関係を示す。これによると平均流速 30 cm/sec の時の流量は、勾配 1/800, 1/500 で約 30 l/min で、1/200 では約 20 l/min 程度である。しかし 1/200 では水深が浅く射流となる。これから流量としては 30 l/min 程度あれば良いと思われる。

(5) 投入量の違いによる模型キュウリの流下速度について これは模型キュウリを1個のみ流下させたとき (v) と2秒, 3秒, 4秒間隔に連続投入したときの流速 (v') の関係を見たもので, Fig. 8. に結果を示す。これからみると投入間隔による差は程んどみられない。すなわち収量によって流速を変える必要はないといえる。

摘 要

キュウリの流水輸送についての可能性をみるために, 実収穫作業の簡単な実態調査を行ない, これを参考にして実験装置を作成し, シュートの大きさ, 流量, 流速等を模型キュウリを用いて求めてみた。その結果は次のようなものである。

(1) 模型キュウリの大きさは, 実際に収穫されるキュウリの寸法を参考にし, 長さ190 mm, 直径 32 mm とし塩化ビニールパイプで比重が0.96になるように製作した。

(2) 実際のハウスにおけるキュウリ1個当たりの収穫速度は, 収量 70 kg 程度で 30 cm/sec, 150 kg 程度で 15.5 cm/sec 程度である。ゆえに流水速度は最低 30 cm/sec は必要となる。

(3) 粗度係数は, 塩化ビニールパイプ, 亜鉛メッキ鉄板の場合ともに 0.009 程度である。

(4) 平均流速から考えると勾配は 1/500 程度あれば十分である。

(5) 流量は平均流速 30 cm/sec とし て 30 l/min 程度あればよい。

(6) シュートの大きさはキュウリ直径の 2 倍程度あれば十分である。

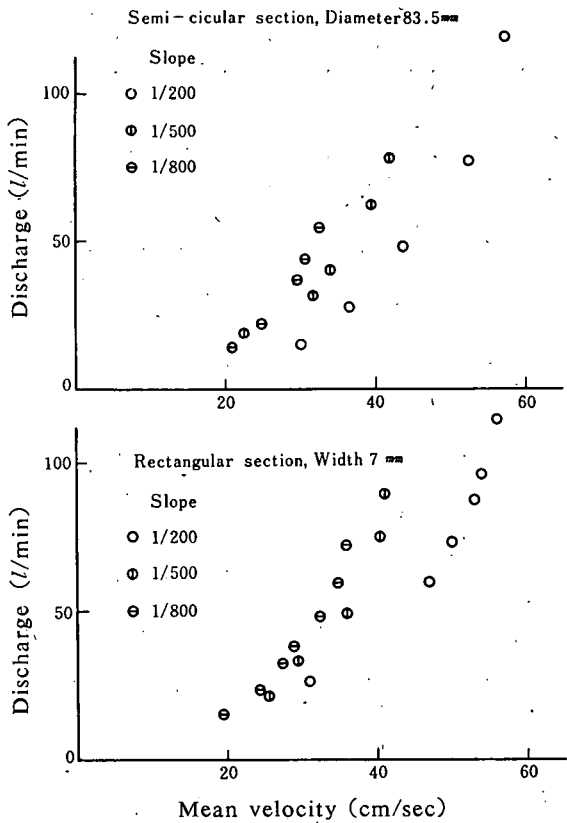


Fig. 7. Relation between discharge and mean velocity

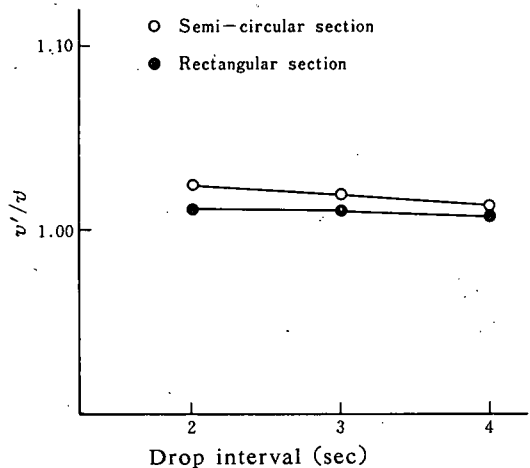


Fig. 8. Relation between flow speed of model cucumber and drop interval (v'/v signify ratio flow speed of each interval of model cucumber to only one flow speed)

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1報)・農機誌, 33 (1), 26~32 (1971)
- 2) 同 上, 同 上 (第4報)・農機誌, 34 (2), 157~163 (1972)
- 3) 大西正毅・緒方一男・大久保淳一, 促成胡瓜栽培における収穫運搬防除施設とその労働生産性について・楠農報, 25 (12), 7~12 (1971)
- 4) 後藤美明, 園芸施設内運搬装置の種類と利用法〔1〕・農業および園芸, 46 (7), 1039~1042 (1971)
- 5) 同 上, 同 上〔2〕・農業および園芸, 46 (8), 1190~1192 (1971)

(昭和48年9月29日受理)