

ネットトンネル作製作業の 動作解析と改良

有馬 博・小林 正
信州大学農学部附属農場

Motion studies on the setup work
of tunnel type net support for climbing beans
Hiroschi ARIMA and Tadashi KOBAYASHI

緒 言

当農場では、1980年からベニバナインゲンとライマビーンについて完熟子実収穫のための実用栽培研究を継続してきた。これらの豆は、無農薬栽培が可能で薬剤散布作業が省略できること、立ち姿勢の軽作業が大部分で高齢者や婦人に適していること、収穫物の延べ運搬重量が少ないこと、作業時間のほとんどが支柱立てと収穫、調製に費やされることなどの作業特性をもっているため、野菜連作地帯の輪作用作物としての活用を検討しているほか、中山間地の地域特産物として栽培することを目的として研究している。

は種期は晩霜が終わった直後の5月中下旬で比較的早い。いずれもつる性で草姿が大きく生育は10月の初霜まで続く。茎葉は開花始期の直後から著しく繁茂するようになり、無支柱あるいは小型の支柱では過繁茂による多湿と光量不足のためほとんど結実せず、病害も多発するようになるため、栽培には大型の支柱が不可欠である。またさやの同熟性が低く、収穫は8月中下旬から10月末までにわたるため、台風にも耐えうる強度をもった支柱が必要である。

現在、野菜用の支柱にはプラスチック被覆鋼管その他の棒状資材が普及しているが、これらでは展葉面積が充分にとりにくい。そのため長野県下では、つる性の豆だけでなく茎葉が繁茂する野菜にも亜鉛びき鋼管と化繊製のネットを組み合わせたネットトンネルが用いられている。しかし、この種類の支柱は製作手順が複雑で、作業能率の個人差が大きいため、従来から作業方法改良の必要性が痛感されてきた。

本研究はネットトンネル作製のための微細動作と単位作業を標準化し、あるいは工程の一部を省略して、この作業を能率化することを試みたものである。その結果、従来より作業動作を単純化し、所要時間を短縮することができたので報告する。

実験材料及び方法

1. 実験は1991年に信州大学農学部附属農場で行い、幅95cmの黒色ポリエチレンフィルムマルチを中心間距離が2.5mになるよう平行に被覆したほ場において、慣行法と改良法により図-1の構造で長さ30mのネットトンネルを作製し、両方法の作業時間を比較した。

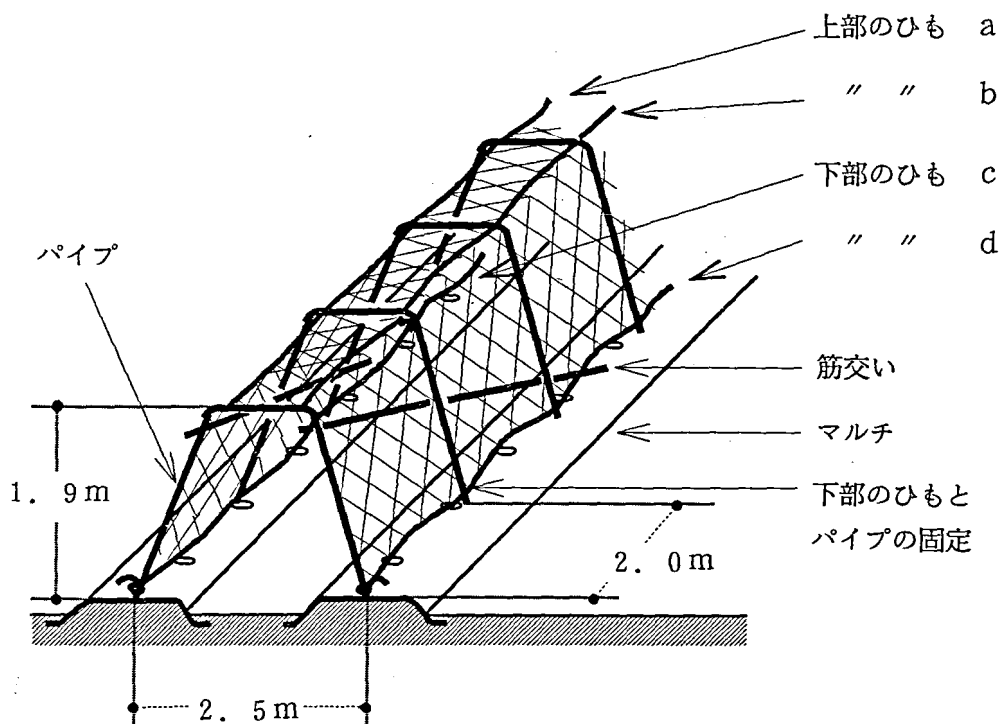


図-1 ネットトンネルの構造

使用したパイプは外径18mm、重量2.34kg、間口、高さとも2.5mの山型の亜鉛びき鉄管で、頂部で外筒と内筒を挿し込み結合するものである。

筋交いには竹棒または上記のパイプと同質、同径で長さ5.5mの直管パイプを使用した。

ネットは長さ30m、幅4.8m、目合18cmの化繊製を使用した。ひもはマイカ線と称して市販されている幅9.2mm、厚さ1.3mmの黒色のもの（図-1のa、b、c及びd）と発泡ロープと呼ばれている幅6mm、厚さ2mmの緑色で軟質のものを使用した。

マイカ線はあらかじめ長さ33mに切断し、展張しやすいよう環束に丸めて引き出し口を長くしておいた。このひもはすべて結び目のないものを使用し、作業中にネットが絡むことを避けた。

発泡ロープは長さ60cmに切断して、苗結びで小束にしておいた。

作業はネット立てに熟練した41歳と55歳の男性2名が担当した。

単位作業の時間測定と微細動作の解析にはビデオカメラ2台と1/30秒の解析が可能なビデオ編集システム（ナショナルAG-7300型録画再生機、AG-7500A編集機及びAG-A750コントローラ）を使用した。

2. ネットトンネルの作製方法と作業工程

(1) 慣行法の作業工程

a. 専用のマーカーを用い、マルチへパイプの挿し込み位置を32箇所マークする。マークの間隔は2.0mである。

- b. 車からパイプ4束(16組分)を降ろしてうねの端へ置き、結束ひも(8箇所)を解く。
- c. パイプ2本を頂部で差し込み、結合したものを16組をほ場外から1組ずつ運び、マルチへ挿し込む。この作業にはゴム手袋を使用し、滑りを防ぐ。
- d. 倒伏防止のため長さ4m以上の竹棒をトンネルの両端へ2本ずつ、合計4本挿し込む。傾斜は25~30度とし、山型パイプへひもで12箇所結びつけて倒伏防止用の筋交いにする。
- e. パイプの上部を2本のひも(aとb)で連結し、各パイプの間隔を2mに保つとともに倒伏強度を増加させる。ひもの巻き付け箇所数はパイプの本数の2倍の32箇所である。
- f. 地際へ下部のひも(cとd)2本を延ばし、それぞれを両端(トンネル入り口と出口)のパイプへ結ぶ。
- g. ネットの束のよりを戻し、ループへ下部のひもを通す。
- h. ネットの始点の切断部(通称:耳)19箇所をトンネル入口のパイプへ結びつける。
- i. ネットを30m展開する。
- j. 下部のひも(cとd)を各パイプの基部へ長さ60cmの別のひも(発泡ロープ)で28箇所結びつけ、ネットを緊張させる。結び方は「改良蝶結び」と仮称している方法に統一している。この結びでは、まず一端を輪にして引き解き結びにしたあと、他端を輪にして本結び状に9動作で結ぶ。この方法によれば、片付けのさい、ひもの両端を交互に引くだけで敏速に結びを解くことができる。ひもを60cmと長めに切断したのは、結ぶ、解く、の動作を敏速かつ容易に行うためである。
- k. ネット末端の切断部19箇所を出口のパイプへ結ぶ。

(2) 改良法の作業工程

改良法の作業工程は次項において、実験結果と併せて記載する。

実験結果及び考察

1. 改良法の作業工程

以下は改良法の作業工程、改良点及びその成果である。

作業工程につけた見出しのアルファベット記号は前記の慣行法と一致させてある。

改良法では、あらかじめパイプ上部の曲げ半径を大きくし、間口を2.0mから2.5mに広げ、高さを2.0mから1.9mに低下させた。これによって上部のひも(aとb)の結束が容易になり、収穫時の踏み台も不要になった。

- a. マルチへのマーク付けは省略し、パイプ立てのさいにパイプそのものをスケールとして挿し込み位置を決めることとした。
- b. はじめにパイプ9組分(外筒、内筒各1束)をトンネルの長さ方向の中央部まで運搬し、他の9組分は入口付近へ置いた。このさい、パイプの束を八の字型に置く。作業者はこの八の字の中間に立ち、1組分のパイプを左右の手で1本ずつ持ち上げ、胸の前で頂部を接触させてから1~2歩前進すると容易に差し込み結合ができるからである。
- c. パイプの頂部を結合しながら中央及び入口から1組みずつ運んでマルチへ2m間隔に挿した。この作業には慣行法と同じくゴム手袋を使用した。bに記したとおり、あらかじめパイプ9組分をネットトンネル作製場所の中央部へ運搬しておくことによって、この挿し込み作

業の総歩数は慣行法の668歩から434歩に減少した。

風害の少ない場所ではパイプの間隔を2.5m程度に広げてネットトンネル1本当たりの所用組数を16組から約13組に減少させることも可能である。

- d. 筋交いには竹棒の代わりに前記の直管パイプを使用し、山型パイプとの結合にはスプリング（フックバンドを専用に変形させたもの）を使用した。

なお直管パイプは竹棒より体積が小さく、かつ直線状であるため収納が行いやすい。

筋交いの代わりに上部のひも2本を延長し、これを杭に結ぶ方法もあるが、これによると後日の除草のさい、ハンドトラクタの駆動に支障を及ぼすため本実験では採用しなかった。

- e. パイプ上部のひも（aとb）は全部のパイプへ結びつけるのではなく、1本おきちどりに1巻きするだけにした。これによって慣行法における結び32箇所が巻き14箇所と結び4箇所へ減少した。この作業は背伸び姿勢で行うため疲労しやすいが、以上による連結方法の簡便化とパイプの変形による高さの10cm低下によって、作業時間が短縮されるとともに動作が容易になった。また収穫後のトンネルの片付けも簡略化された。

つる性豆の場合、は種2か月後にはつるによってネットとパイプが強く固定されるため、上記の簡便な連結方法でも支障はなかった。

上部のひもを1本に減らすことも可能であるが、トンネル頂部の空間が減少するため、ベニバナインゲンのように繁茂する作物には好ましくないと考えられた。

- f. 慣行法と同様に地際へ下部のひも（cとd）2本を延ばし、それぞれを両端（トンネル入り口と出口）のパイプへ結びつけた。

- g. 慣行法と同様にネットの束のよりを戻し、下部のひもをループへ通した。

- h. ネットの始点の切断部19箇所は結ぶ代わりにS型のプラスチックフックまたは軟鉄線を用いてこれと同型に製作したフックでパイプへ連結した。これによってこの作業工程の所要時間が約 $\frac{1}{2}$ に減少した。フックがないときは網目とパイプを、長さ40cmのひもで引きとき結びで止めるのもよい。

- i. 慣行法と同様にネットを30m展開した。このネットは風上から広げると作業が行いやすかった。

- j. 下部のひも（cとd）を別のひもで結束する代わりに各パイプの基部へ図-2の円筒型コイル金具で固定した。

この金具は、線径2.6mm位の亜鉛びき軟鉄線を直径13mmほどの丸棒へ密に巻き付けて成形した円筒型コイルバネ状のものを、ピッチ28mm程度に引き延ばし、長さ60~65mm（2巻）に切断して製作する。この金具は下部のひもの張力によってパイプへ捻られながら圧着されるため、ネッ

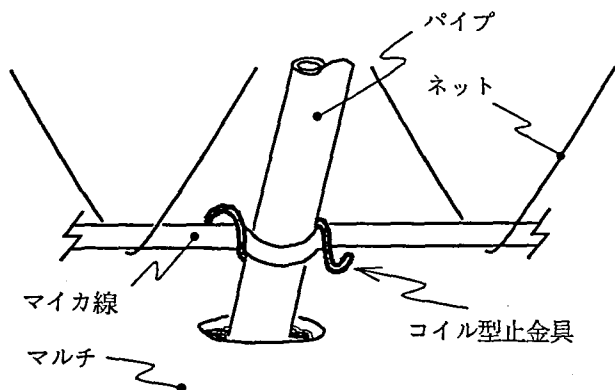


図-2 ネット展開用コイル型止金具

トを緊張させてから位置ぎめをすれば少々の力では移動せず、ひもによる結束と同等の効果があつた。作業動作は固定1箇所当たり、結びでは9動作であつたが、この金具を使用することによって4動作に減少した。

k. ネット末端の切断部19箇所を結ぶ代わりに上記hのフックでパイプへ引きかけた。これによって後日のネットのたるみの修正も行いやすくなった。

2. 改良法の作業動線

図-3は改良法による最低歩行動線である。

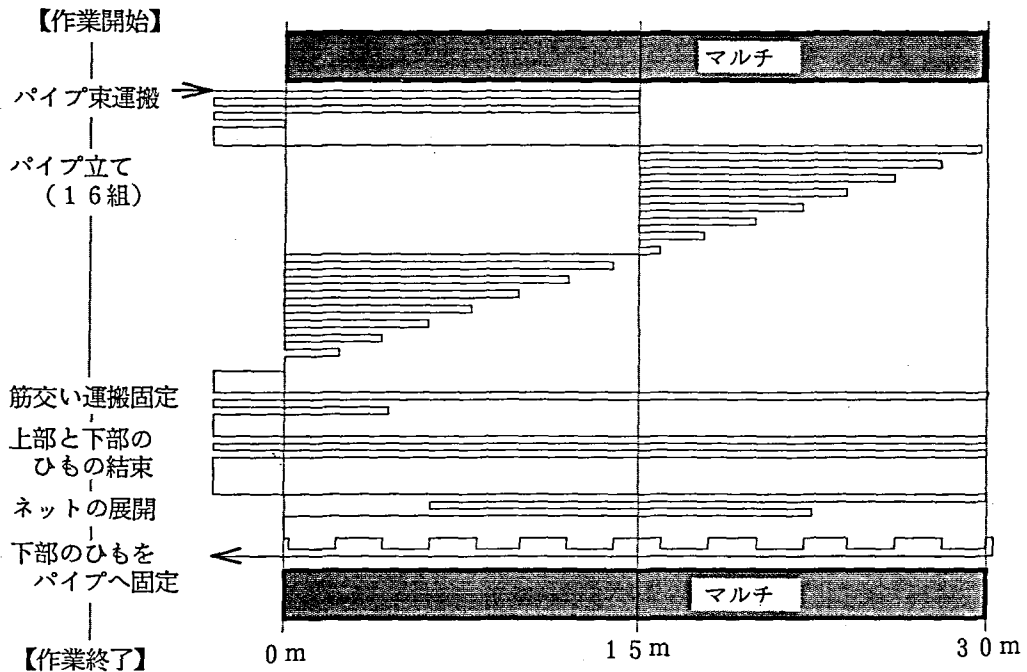


図-3 ネットトンネル作製作業の最低歩行動線
(マルチ間みの歩行動線合計：約750m)

改良法ではパイプ運搬の歩行動線を単純化して短縮し、慣行法の約60%とした。これを歩数で見ると、慣行法の668歩からその65%の434歩に減少した。今後はクローラ型小型運搬車を改良して使用し、歩行動線をさらに短縮する予定である。

図-3は未経験の栽培者にネットトンネル立ての作業手順を説明するのに好都合であつた。

3. 作業時間の測定

表-1は慣行法と改良法の作業工程と所要時間の比較である。

すでに長年の経験によって、慣行法そのものがかなり合理化されていたが、表-1の下欄に示したとおり、改良法では作業者1名により約43分、すなわち慣行法63分の約68%の作業時間で30mのネットトンネルを完成させることができた。

この主因は慣行法よりも作業動線を短縮したこと、結束箇所数を114箇所から22箇所、すなわち19.3%に減少させたこと及びパイプを変形させてネットトンネルの高さを低下させたことによる。また頂部のひも(aとb)の操作や下部のひも(cとd)とパイプの結束などの労働

表-1 慣行法と改良法によるネットトンネル作製工程と所要時間（長さ30m 1本当たり）

ネットトンネル立ての作業工程（斜体は改良法）	慣行法	改良法	備考
マルチへパイプ挿し込み位置のマークをつける（32箇所） <i>パイプ立ての際、パイプの長さから挿し込み位置を決める</i>	2分18秒	<i>1分04秒</i>	ボールでマルチへ小穴をあける
車からパイプ4束（16組分）を降ろしてうねの端へ置き、結束ひも（8箇所）を解く <i>車からパイプを降ろして、うねの中央部へ2束（8組分）、うねの端へ2束（8組分）を置き結束ひも（8箇所）を解く</i>	1' 38"	<i>2' 37"</i>	<i>うね中央部へ束を2回運んだため時間を要した</i>
パイプの頂部を結合し、うねの端から1組ずつ運び、マルチへ2m間隔に挿す（16組） ゴム手袋使用 <i>パイプの頂部を結合し、うねの中央と端から1組ずつ運んでマルチへ2m間隔に挿す ゴム手袋使用</i>	10' 22"	<i>8' 03"</i>	延べ歩数 668歩 " 434歩
筋交い（竹棒4本）を選び、ひもでパイプへ結ぶ（12箇所） <i>筋交い（直管パイプ4本）を選びパイプへスプリング（改良フックバンド）で止める（12箇所）</i>	10' 08"	<i>4' 27"</i>	
パイプの上部全箇所をひも（2本）で結ぶ（32箇所） <i>パイプの上部を紐（2本）で巻く（16箇所）</i>	9' 12"	<i>5' 44"</i>	「ひと結び」状に結ぶ 一巻きするだけ
下部のひも（2本）を延ばし両端のパイプへ結ぶ（4箇所）	2' 10"	2' 11"	
ネットの束のよりを戻しループへ下部のひも（2本）を通す	3' 02"	2' 51"	
ネットの始点をパイプへ結ぶ（19箇所） <i>ネットの始点をフックでパイプへかける（19箇所）</i>	5' 27"	<i>2' 38"</i>	ネットの「耳」を結ぶ プラスチックフック使用
ネットを展開する（延長30m）	4' 18"	4' 10"	風上から展開する
下部のひもをパイプ（28箇所）へ結びつけ、ネットを張る <i>下部のひもを金具でパイプ（28箇所）へ止めネットを張る</i>	9' 56"	<i>6' 12"</i>	長さ60cmのひもで改良 蝶結び。 1箇所9動作 コイル型止具。 " 4動作
ネットの終点をパイプへひもでくくる（19箇所） <i>ネットの終点をフックでパイプへかける（19箇所）</i>	4' 29"	<i>2' 45"</i>	一重ま結び プラスチックフック使用
合計 作製所要時間 (比率)	63' 00" (100%)	42' 42" (67.8%)	
ひもによる結束箇所数 (比率)	114箇所 (100%)	22箇所 (19.3%)	

労働強度も軽減され、明かな作業改善効果が得られた。

実用作業では、あらかじめ必要な資材を一定数量調達して加工しておき、過不足なく現地へ運搬する必要がある。そこで表-2に資材の規格例と所要数量を示しておく。

表-2 ネットトンネル作製用資材の規格例と所要数
(間口2.5m, 高さ1.9m, パイプ間隔2.0m, 長さ30m 1本当たり)

資材名	規格例	所要数
山型パイプ	亜鉛引き鉄軽量パイプ 頂部挿し込み式 外径19mm 重量2.34kg/組 仕上がり間口2.0m, 高さ2.0m 地面への挿し込み深さを考慮し, 仕上がり間口2.5m, 高さが1.9m程度になるよう, あらかじめ曲がりを修正しておく。	16組
筋交い	亜鉛引き直管パイプ 外径19mm 長さ5.5m (長さ4m以上の竹棒など4本でもよい)	4本
ひも	長さ1m (筋交いと山型パイプの結束用)	12本
ネット	化繊製インゲン用 長さ30m 幅4.8m 目合18cm	1本
マイカ線	幅9.2mm 厚さ2.0mm	
S型フック	長さ33mに切断して引き出しやすく環束に丸めたもの 直径3mm位の鉄線を長さ15cmに切りS字型に曲げたもの (長さ40cmのひも38本でもよい)	4束 38個
コイル型金具	製法は本文中に記載 (長さ60cmのひも28本でもよい)	28個

参考資料

1. 小林 正・有馬 博. 1991. ネットトンネル作製作業の省力化. 関東・甲信越地区大学農場第56回研究集会発表要旨
2. 有馬 博・北原英一. 1988. 準高冷地伊那におけるベニバナインゲンの生育経過と経済栽培の可能性. 信大農紀要. 25巻2号
3. おほつき四郎. 1975. なわ結び. 総合科学出版
4. 川廷謹造. 1966. 農業機械化技術. 朝倉書店
5. 吉川昭雄. 1987. 農作業とロープワーク. 関東・甲信越地区大学農場協議会昭和62年度技術研修会資料