原著論文

夏秋ナス栽培作業の軽作業化に関する研究 —慣行整枝法および改善整枝法の作業労働面からの評価—

前川寛之*・谷川元一**

*奈良県農業技術センター茶業振興センター, **奈良県庁農林部

Studies on Redesign of Working Conditions in Eggplant Culture
Comparison among the practical pruning methods and the improved pruning method of
eggplant fields from a viewpoint of both work posture and work load

Hiroyuki MAEGAWA* and Motokazu TANIKAWA**

* Tea Branch, Nara Prefectural Agricultural Experiment Station,

** Department of Agriculture and Forestry, Nara Prefecture

1. 緒 言

奈良県内の夏秋ナス生産地では、ナスの草姿管理として、畝方向に見た時主枝をV字型に誘引する「V字型整枝法」と、U字型に誘引する「U字型整枝法」が主に行われている。しかし、これらの慣行の整枝法は、高収量を目的に開発されたものであり、農薬散布の防除効率や収穫時の作業環境などについてはほとんど考慮されていない。

ミナミキイロアザミウマによる被害の多発以降、これまで防除効率(谷川1994, 谷川ら2000)を高め、農薬散布時の散布者への被曝量の軽減(谷川ら1996)を目的として、散布方法の改善や整枝方法の開発がなされた(井上ら1997, 谷川2000)。これらの研究から新しいナスの整枝法として「音叉型整枝法」が提案され、慣行整枝法に比べ葉面での農薬付着量および散布者の被曝が改善されることが明らかとなっている(谷川2001)。

本報告では、音叉型整枝法の作業環境における改善効果を検証した。すなわち、慣行の整枝法であるV字型整枝法およびU字型整枝法と音叉型整枝法に

ついて、夏秋ナスの栽培作業の中で労働時間が最も長くなる収穫作業時(奈良農試1986)の作業姿勢および身体負担について調査を行った。

2. 材料および方法

1) 調査 I

2000年10月に、V字型およびU字型整枝法(図1aおよびb)によって管理された2ヶ所の現地栽培圃場において、表1に示した身体的特性を持った作業者が、慣行の方法で収穫作業を行い、作業時の姿勢および心拍数の計測を行った。両整枝法とも、収穫は通路の片側の主枝に着生した果実を収穫しながら前進する前進片側収穫とし、畝長で約50mの往復作業を2回行った。約30分間の作業であった。収穫物は、手押し台車の上に載せたコンテナに収穫ごとに入れ、一往復ごとに空のコンテナと入れ替えた。台車の台面高は地上40cmで、その上に高さ30cmのコンテナを置いて使用し、移動時にはコンテナ上端を把持した。

作業時の姿勢は、エネルギー消費や疲労と密接に関連していることが知られており(安河内1990)、本研究では傾斜センサーによる方法(小林1998)で、作業姿勢を計測した。図2のように姿勢モニター(マックオクトVM8-128, 株式会社ヴァイン)を用い、0.5秒間隔で身体各部位の傾斜角度を記録した。傾斜センサーは、右手上腕部と右手前腕部には、測定範囲を拡大するため90度ずらせて2個ずつを、また、体

平成15年9月11日受付

平成16年2月7日受理

Corresponding author

前川寛之 Hiroyuki MAEGAWA

〒630-2166 奈良市矢田原町乙470-1

470-1, Yatawara-cho-otsu, Nara, 630-2166

E-mail: maegawa@naranougi.jp

図1 各種の整枝法

表1 被験者の特性

測定項目	値
性別	男
年齢(歳)	42
体重(kg)	75
身長(B1)*(cm)	174
肩峰高(B5)	141
とう骨点高(B8)	105
指せん端高(B11)	69
転子高(B16)	87
けい骨上縁高(B17)	44

* JIS Z 8500 による

心拍計(Accurex Plus, Polar社)を用い、5秒おきに記録した。また、作業に先立ち座位安静を10分間および標準負荷動作を5分間継続し、それぞれ終了前3分間および1分間の心拍数の平均値を、それぞれ安静時心拍数と標準負荷動作時心拍数とした。標準負荷動作として、自転車エルゴメータ(818E-7KP型, Monark社)を用い毎分60回転、負荷60Wの動作を行った。

果実着生位置は、収穫前に収穫可能果実約100個について、株元から畝に直角方向への水平距離と、通路面を基点とした高さ进行測定し、株元直下の通路面を原点とする平面にプロットして表した。

2) 調査II

2000年7月および9月に、農業技術センター内圃場のV字型整枝および音叉型整枝法(図1c)で管理されたナス圃場2ヶ所を用いて、調査Iと同様の調査を同一被験者で行った。ただし、収穫作業は畦長約20mの片側前進収穫作業を2回行った。収穫物は肩から上げた収穫カゴの中に入れ、収穫カゴが一杯になるときに畝の端まで移動し、別の容器に移し替えた。

3. 結果および考察

1) 調査I

収穫時の作業は、収穫動作、すなわち、果実に手を伸ばして採取した果実をコンテナに入れるまでの動作と収穫適期の果実を探しながら移動する通路移動の二つに分けることができる。収穫動作中の姿勢は、V字型整枝法ではU字型整枝法に比べ体幹や大腿の傾斜が大きく、腰が曲がる姿勢をとることが多かった(図3)。一方、上腕および前腕はU字型整枝法の方が大きな傾斜の分布が多く、腕を上へ挙げる姿勢が多いことを示している。身体特性から推定した肩の位置も、V字型整枝ではU字型整枝に比べ低い位置まで移動していることが明らかになった(図

図2 傾斜センサー取り付け位置および傾斜角度

幹右側部、右足大腿部および右足下腿部には各1個を、身体の前後方向の傾斜角度を測定できるよう装着した。直立姿勢時を角度ゼロとし、図2右に示したように下腿と体幹は前方に倒れた状態の時に、上腕、前腕および大腿は後方に倒れた状態の時にそれぞれ正の角度を与えた。各部位の得られたデータは、傾斜角度5度ごとの発生割合で示した。

身体負担の程度を評価する方法としては、測定の比較的簡単な方法である心拍数を用いた。心拍数は

図3 夏秋ナス収穫動作時の身体部位別の傾斜角度出現割合

4). 果実の着生位置を見てみると(図5), V字型整枝では地上50~100cm程度の低位から通路上の頭部付近まで誘引面に沿って果実が分布している。そのため, V字型整枝では誘引面の下へのもぐり込みや上を向いた姿勢が多くなったものと考えられる。一方, U字型整枝では畝中央付近にもわずかな果実が見られるが, 誘引面が通路にかぶっていない。そのため体は畝中央方向に近づけ易く, 体幹を倒す必要が少なかったものと推測される。その反面, 誘引面に近い位置から上方の果実を収穫する時にはV字型整枝に比べ腕をより上に挙げる必要があったものと推測される。

通路移動時は, 収穫台車を押しながらの前進で, 両整枝法ともほぼ同様な姿勢であったが, V字型整枝ではU字型整枝に比べ前腕, 上腕および体幹に大きな傾斜角度の出現割合が高かった(図6)。これは

図4 肩の右足元からの相対位置

図5 異なる整枝法における果実着生位置

V字型では頭部が支柱や枝にあたらないように, あるいは, 通路上の果実を探すため誘引面を下からのぞき込むような姿勢で移動することが多かったためと考えられる。

収穫作業時の心拍数は, 心拍増加率で見るとU字型整枝の方がV字型整枝に比べわずかながら低く, 身体負担が小さいと考えられる(表2)。また, 収穫作業効率もU字型整枝でやや高く, これはU字型整枝法では頭上が開放的で歩き易いと考えられることや, 前傾しての収穫動作が少なかったためと推定される(表3)。作業者の感想も, V字型整枝法では頭上付近にある茎葉が頭や顔に触れることが煩わしく, U字型整枝法の方が頭上を気にすることがなく気分的に楽であったとしている。

2) 調査II

栽培前期の調査時の, ナスの草丈はV字型整枝圃

図6 夏秋ナス通路移動時の身体部位別の傾斜角度出現割合

場で115cm、音叉型整枝圃場で125cmであり、果実はともに低位に多く着生していた。音叉型、V字型の両整枝法とも、収穫動作にかかわる姿勢はほとんど同じで体幹の傾斜角度が大きく前傾する姿勢が多かった（図7）。一方、通路移動時には、V字型整枝では体幹が前傾することが多いのに対し、音叉型整枝ではほぼ直立した姿勢であった。両整枝法とも着果位置が低いため、収穫動作中には支柱などの影響がなく、同様な姿勢になったものと考えられる。通路移動時は頭部近くにある支柱を避けながら移動していたことが、V字型整枝で体幹の前傾姿勢が多い原因であると考えられる。

栽培後期には、両整枝法とも通路面より200cmの高さで摘心されていた。収穫動作においても、両整枝法間で体幹の傾斜角度の発生割合に違いが見られるようになった（図8）。V字型整枝では前傾姿勢が多いが、音叉型整枝では体幹を大きく前傾することが相対的に少なくなっていた。これは、音叉型では腰高から上部に着生している果実はほぼ直立姿勢で収穫できたためであると考えられる。一方、V字型整枝では、栽培前期と同様に通路上に張り出した主枝を避けたり、頭部近くに着生している果実の収穫には腰をかがめ下からのぞき込むような姿勢になることが多かった。このため体幹の傾斜角度が大きい場合があったものと考えられる。

栽培時期を比較すると、収穫動作の場合、両整枝法とも体幹の傾斜角度は栽培後期の方が初期より小さくなっており、直立に近い体勢が多いことを示している。これは、ナス株の生育にともない果実の着

表2 V字型およびU字型整枝法における収穫作業時の身体負担

整枝法	心拍数			心拍数増加率	推定仕事率
	作業時	安静時	標準負荷動作時		
	(拍/分)	(拍/分)	(拍/分)	(%)	(W)
V字型整枝	101.3	76.4	112.9	32.5	53.8
U字型整枝	102.6	77.8	110.3	31.8	55.8

注1) 心拍数増加率＝(作業時心拍数－安静時心拍数)／安静時心拍数×100
2) 推定仕事率＝作業時心拍数／標準負荷心拍数×60

表3 V字型およびU字型整枝法における移動速度および収穫効率

整枝法	移動速度	収穫効率*
	(m / 分)	(個 / 分)
V字型整枝	2.90	6.3
U字型整枝	2.83	7.4

* 単位時間あたりの収穫果実数

図7 栽培初期（7月）における収穫作業時の体幹の傾斜角度別発生割合

図8 栽培後期（9月）における収穫作業時の体幹の傾斜角度別発生割合

生位置が相対的に高位にある割合が増大したためであると考えられる。一方、V字型整枝の通路移動の場合に栽培後期の方が前期に比べ体幹の傾斜角度が小さくなっている。これは、通路移動時にも果実を探しており、対象となる果実が前期には低位に集中していたため、腰を曲げた状態で探しながら移動することが多かったことが、その理由として考えられる。

心拍数を指標にした身体負担程度を見ると、収穫作業全体で心拍数増加率および推定仕事量ともV字型整枝法に比べ音叉型整枝法で低い値となった（表4）。

以上のことより、現地に見られる慣行の整枝法では、U字型整枝法がV字型整枝法に比べ体の前傾姿勢の割合が低く、作業姿勢の面で身体への負担が小

さいものと考えられた（高崎ら1992，安河内1990）。また、防除効率を改善した音叉型整枝法は、U字型整枝法同様、V字型整枝法に比べ前傾姿勢をとる割合が低く、身体負担の少ない整枝法であると考えられた。いいかえれば、前傾姿勢の割合を低くするなど作業性を改善するためには、音叉型やU字型整枝法などのような枝を通路に配置しない平面的な整枝法が有効なのではないかと考えられた。

ただし、本調査では単一の作業者によるものであったので、今後、調査事例を重ね、結果を確認する必要があるものとする。

4. 摘 要

夏秋ナスの整枝法のうち、慣行法としてV字型整

表4 音叉型整枝法とV字型整枝法における栽培時期別の収穫作業時の身体負担程度

整枝法	栽培初期（7月）			栽培後期（9月）		
	心拍数	心拍増加率	推定仕事率	心拍数	心拍増加率	推定仕事率
	(拍 / 分)	(%)	(W)	(拍 / 分)	(%)	(W)
音叉型整枝	131.2	40.7	63.3	105.9	32.0	53.9
V字型整枝	135.4	45.2	65.4	109.3	36.1	55.6

注1) 心拍増加率＝（作業時心拍数－安静時心拍数）／安静時心拍数×100

2) 推定仕事率＝作業時心拍数／標準負荷心拍数×60

枝法およびU字型整枝法を、改善法として防除効率の改善された音叉型整枝法をとりあげ、収穫作業時の作業姿勢および心拍数について調査し、収穫作業を収穫動作と通路移動に分け評価を行った。

慣行法では、収穫動作時にV字型整枝法に比べU字型整枝法では前傾姿勢が少なかったのに対し、通路移動時には収穫台車を押すため、両整枝法ともほぼ同様に前傾姿勢が多くなった。

着果位置が低い時期の収穫動作では、V字型整枝法と音叉型整枝法ともに体幹の前傾する割合が多かった。一方、通路移動時には音叉型整枝法で体幹の前傾が少なかった。栽培後期には、収穫動作においても音叉型整枝法では体幹が大きく前傾することが相対的に少なくなった。心拍数は、栽培期間を通じてV字型に比べ音叉型整枝法で身体負担程度が小さいことを示していた。

以上より、防除効率を改善した音叉型整枝法は、U字型整枝法同様、前傾姿勢が少なく、作業性にも優れた整枝法であると考えられた。

キーワード

ナス、整枝法、収穫作業、作業姿勢、心拍数、音叉型整枝法、V字型整枝法、U字型整枝法

引用文献

- 井上雅央・谷川元一・國本佳範 (1997)：図解 60 歳からの防除作業便利帳，農文協，東京。
- 小林 恭 (1998)：作業姿勢・動作の計測と評価，農業機械学会誌 60(2)：90-94。
- 高崎裕治・横山真太郎 (1992)：(佐藤方彦監修 人間工学基準数値数式便覧)，人間の日常活動と道具，姿勢，技報堂出版，東京，pp.273-280。
- 谷川元一 (1994)：薬剤の葉面付着量と病害虫の防除効果，植物防疫 48：301-304。
- 谷川元一 (2000)：農業防除における散布法および草姿の管理に関する研究，奈良農技研報特別報告。
- 谷川元一・國本佳範 (2000) ナスへの薬剤散布におけるノズルの動きによる散布むら，農業誌 25：223。
- 谷川元一・國本佳範・浅野亨・稲村和子・井上雅央 (1996)：ナスの薬剤散布時における二次汚染に

よる作業曝露，農業誌 21：275-279。

谷川元一 (2001)：夏秋ナスの草姿管理と農薬散布作業，農作業研究 36(別 2)：56-64。

奈良県農業試験場 (1986)：主要農産物生産力調査 1)，普通作物，果菜類：26-29。

安河内朗 (1990)：(野呂影勇編 図説エルゴノミクス)，作業姿勢と整理，日本規格協会，東京，pp.280-281。

Summary

In this study, the work postures and heart rates of a worker were monitored during harvesting works on "V-shaped" and "U-shaped" pruning of eggplant fields as the practical pruning methods and on "Fork-shaped" pruning as an improved one.

Rate of a forward-bent posture was higher on the V-shaped pruning than on the U-shaped pruning during the picking phase of the harvesting. It is attributed to the shape of pruning in which main shoots stoop over the aisle on V-shaped pruning.

On both the V-shaped pruning and the Fork-shaped pruning, a forward-bent posture was observed as much rate as same at the early period of harvesting season when only lower branches laded with fruit.

At the later period of harvesting season when the plants came into bearing from the lower branches to the upper ones, the rate of a forward-bent posture on Fork-shaped pruning became lower than on the V-shaped pruning.

The heart rates of the worker on the Fork-shaped pruning was observed lower than on the V-shaped pruning during the whole harvesting period.

It is concluded that the inconvenient posture such as the forward-bent and the work load are relatively low on the Fork-shaped pruning compared to the V-shaped pruning.

Keywords

eggplant, pruning method, harvesting, work posture, heart rate, Fork-shaped pruning, V-shaped pruning, U-shaped pruning