

促成ナス栽培における垂直仕立の主枝本数と 整枝時の作業性および収量性

石坂晃・井上恵子・柴戸靖志¹⁾
(園芸研究所)

ナスの促成栽培において、作業時間の削減や作業負担の軽減が見込まれる「垂直仕立」について、慣行の4本V字仕立と比較して収量が多く、整枝作業時間が短くなるような株当たりの主枝本数を検討した。また、3本垂直仕立と4本V字仕立について整枝作業中の姿勢を比較検討した。

1. 垂直仕立での収量は株当たり主枝本数2本および3本では4本V字仕立より多かったが、主枝本数4本では4本V字仕立と同等であった。
2. 整枝作業時間は、主枝本数2本では4本V字仕立より7%程度多かったが、3本および4本では4本V字仕立より15%程度少なかった。
3. 以上の結果から、増収効果があり、整枝作業時間が少ない主枝本数3本が最も実用的であると考えられた。
4. 整枝作業時の姿勢では、V字仕立はしゃがみ姿勢の頻度が全作業時間の25%以上あったが、垂直仕立では0.5%程度でV字仕立より著しく少なかった。

[キーワード：ナス，促成栽培，主枝，整枝，作業姿勢，収量]

The Effect on Workability, Training Ease and Yield by the number of Main Branches in Vertical Training in the Forcing Culture of Eggplant. ISHIZAKA Akira, Keiko INOUE, and Yasushi SHIBATO (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, JAPAN) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 22 : 80-84 (2003)

We examined the number of main branch in the forcing culture of eggplants which maximizes yields while reducing training and work time by using vertical training instead of the typical 4-branch V-line training.

1. In terms of the volume of yield per stock in the vertical training, this method with two or three branches brought about better yield than the four branch vertical training. While the yield of vertical training with four main branches was equivalent with the four branch vertical training.
2. In two branch vertical training, the training work time tended to increase more than with four branch V-line training about by 7%; in three or four branch vertical training, it was made less than four branch V-line training by 15%.
3. Foregoing results, 3 branches vertical training is most practical, because of increased yield, and decreased training work time.
4. When working with V-line training, workers spent more than 25% of their time squatting. However with vertical training, worker only spent 0.5% of their time squatting, a significant reduction.

[Key words : eggplant, forcing culture, main branch, training, work time, yield]

緒 言

促成ナスの主枝仕立法は、定植後に地表面に近い部位から主枝を4本選び、V字状に誘引する方法（以下、V字仕立）が一般的である。このV字仕立は、株全体に均一に光が当たりやすい主枝仕立法であるが⁶⁾、収穫や整枝等の作業時にしゃがみ姿勢を長時間にわたって継続しなければならず、生産者の作業負担が著しく重くなるため、作業時間の削減や軽労化が大きな課題となっている。

果菜類の主枝仕立法に関しては多くの研究が行われており、このうちトマト、キュウリ等では作業性の改善が可能な主枝仕立法がある程度は明らかになっている²⁾¹³⁾。しかし、これまで促成ナスで行われた主枝仕立法に関する研究は、増収や品質向上を目的とした研究がほとんどであり^{5) 6) 7)}、作業性の改善を検討した研究は少ない。橋本ら¹⁾は、促成ナスで主枝本数2本の垂直仕立（垣根

仕立）で栽培した場合、慣行の3本V字仕立と比較し、収量、収穫所要日数および上物率に差がないことを明らかにするとともに、作業時にはV字仕立より直立姿勢が多くなることを示唆している。しかし、作業時間の比較を行っていない上に、株当たり主枝本数の違いが収量や品質に及ぼす影響を検討していない。

一方、生育、収量および作業性には果実および茎葉の乾物生産量が影響すると考えられる。ピーマンでは、郭ら⁴⁾が単位面積当たり主枝数が同一の場合、乾物生産量は株当たり主枝数が少ないほど多くなることを明らかにしているが、ナスではほとんど検討が行われていない。

これらの現状を踏まえると、促成ナス栽培においては、作業時間の削減と労働負担の軽減が可能で収量を維持できる主枝仕立法の検討が必要である。その中で、2条植で主枝を畝方向に平行に誘引する方法（以下、垂直仕立）はV字仕立と比較して作業性の改善が期待できるが、具体的な効果は不明な点が多い。そこで、本研究では、

1) 現八女分場

促成ナスで単位面積当たり主枝本数を同一にした垂直仕立において、慣行のV字仕立と比較して収量が多く、過繁茂になりにくく、整枝作業時間が短い株当たり主枝本数を検討するとともに、仕立法や主枝本数が乾物生産量に及ぼす影響を検討した。また、垂直仕立の姿勢別の整枝作業時間を慣行のV字仕立と比較し、作業性を検討した。

材料および方法

試験1 主枝仕立法と高さ別開花数、収量および整枝作業時間

単位面積当たり主枝本数が同一の2本垂直仕立区（以下、2本区）、3本垂直仕立区（以下、3本区）および4本垂直仕立区（以下、4本区）および4本V字仕立区（以下、V字区）を設けた。試験規模は1区3～4株2反復とした。各試験区の栽植様式は第1表に示した。

供試品種は、穂木に‘筑陽’、台木に‘トレロ’を用いた。穂木は2001年7月17日、台木は2001年7月8日に128穴セルトレイに播種した。その後の、接ぎ木および鉢上げは慣行の栽培法に準じた。穂木播種から62日後の9月17日にガラス室に定植した。施肥、着果促進処理、温度管理等は慣行の栽培法に準じた。

主枝仕立本数と生育や作業性の関係を把握するため、側枝での開花状況を主枝の高さ別（上位：通路からの高さが121cm以上、中位：同81～120cm、下位：同0～80cm）に調査した。

収量調査は、2001年10月9日から2002年6月5日まで2～3日おきに果重120g程度を目標に収穫した果実を福岡県内の産地で採用されている出荷規格に従って上物とそれ以外の階級に分類し、果数および重量を測定した。

主枝仕立法や本数が樹勢や各器官への乾物分配に及ぼす影響を把握するため、果実および茎葉の乾物重を測定した。果実の乾物重は、11月～翌年5月まで全ての摘果および収穫果の生重量を測定するとともに、月1回乾物重を測定し、それらの結果から月別の乾物生産量を算定した。茎葉の乾物重は、整枝時および収穫と同時に除去した切戻し枝の生重量を測定するとともに、月1回乾物重を測定し、その結果から、月別の乾物生産量を算定した。乾物重は、試料を細断した後、通風定温乾燥機を80℃に設定し、果実は5日間、茎葉は3日間乾燥させて測定した。乾物分配割合は、月別に果実乾物重を果実乾物重と茎葉乾物重の合計値で除して算出した。

主枝仕立法および本数が整枝時間に及ぼす影響を把握するため、整枝作業に要した時間を記録集計した。10月から翌年5月まで7～10日間隔で側枝に開花した花の直上を摘心し、不要な芽を摘除すると同時に、誘引、摘葉を行うとともに、通路からの高さ160cmで主枝を摘心する作業を整枝作業とした。

試験2 3本垂直仕立と4本V字仕立の高さ別開花数、収量、作業時間および作業姿勢

試験1で収量が優れ整枝作業時間が短かった3本垂直仕立区（以下、3本区）と慣行の4本V字仕立区（以下、V字区）の作業時間および作業姿勢を比較した。試験規

模は1区3株（V字仕立）および6株（垂直仕立）3反復とした。試験区の構成と栽植様式を第1表に示した。

供試品種は、穂木に‘筑陽’、台木に‘ヒラナス’を用い、穂木、台木とも2000年7月23日に128穴セルトレイに播種した。その後の接ぎ木および鉢上げは試験1に準じて行い、播種64日後の9月25日にガラス室に定植した。播種後の育苗、肥培管理、着果促進処理および温度管理は、試験1に準じた。

10月から翌年6月までの側枝での開花状況、収量および整枝作業の調査は、試験1に準じた方法で実施した。

作業姿勢調査は、6月14日および25日に携帯用8ch記憶装置および同装置付属の角度センサー（ヴァイン社製）を体幹部、大腿部および下腿部に装着した状態で両区の整枝作業を行った。記憶装置から得られたデータを「作業姿勢モニタ用作業姿勢解析プログラム（国有プログラムP4012号-1）」で姿勢別出現時間を求めた。被験者は、身長174cm、体重76kg、31歳の男性であった。

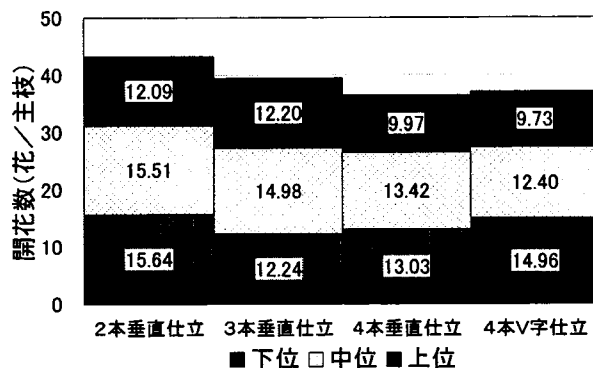
結果

試験1 主枝仕立法と高さ別開花数、収量および整枝作業時間

側枝の高さ別開花数を第1図に示した。主枝当たり開花数は、V字区の37.1花に対し、2本区が43.2花、3本区が39.4花と多く、4本区は36.4花と差がなかった。側枝の高さ別開花数はV字区が高さ80cm以下の下位で最も多く、高くなるにつれて減少したのに対し、2本区が下位および中位（高さ80～120cm）とも約15.5花とほぼ同数であり、3本区および4本区でも中位で最も多くなり、V字区と異なる傾向を示した。側枝の高さ別開花数の推移を第2図に示した。主枝当たり開花数は、いずれの区も10～12月から3～4月にかけて増加した。慣行の

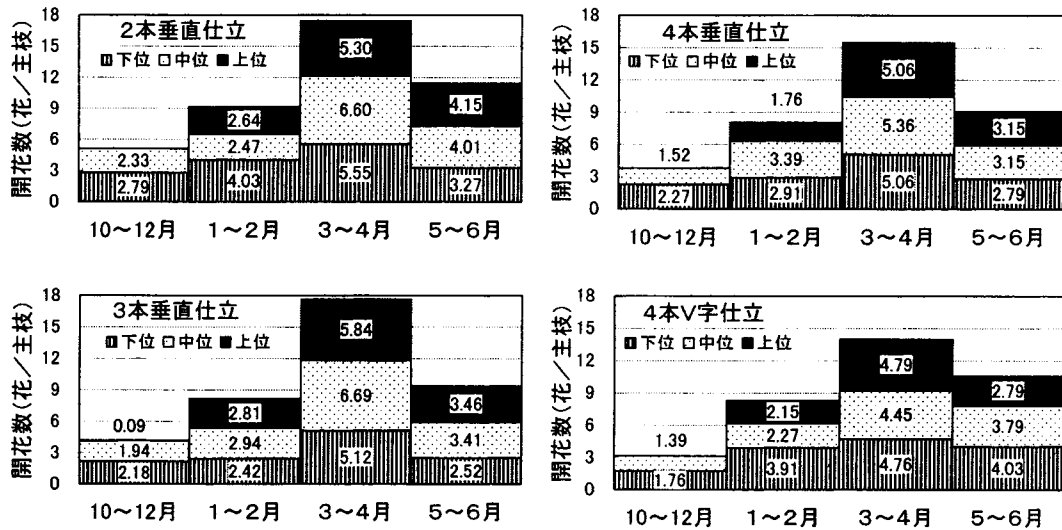
第1表 栽植本数および主枝数

主枝仕立法	畝幅 (cm)	条数	株間 (cm)	株当たり主枝数 (本)	栽植本数 (株/㎡)	主枝数 (本/㎡)
2本垂直	200	2	60	2	1.66	3.33
3本垂直	200	2	90	3	1.11	3.33
4本垂直	200	2	120	4	0.83	3.33
4本V字	200	1	60	4	0.83	3.33



第1図 主枝仕立法および本数と側枝の高さ別開花数

注) 下位：通路からの高さ0～80cm、中位：同81～120cm、上位：121cm以上を示す。



第2図 主枝仕立法および本数と側枝の高さ別開花数の推移
 注) 下位, 中位および上位の分類は第1図に準ずる。

第2表 主枝仕立法および本数と促成ナスの時期別収量および上物率

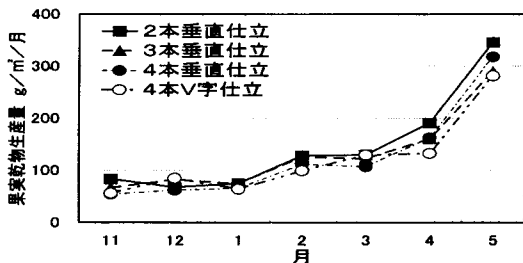
主枝仕立法 および本数	収量 (kg / m ²)				上物率 (%)			
	10~12月	1~3月	4~6月	合計	10~12月	1~3月	4~6月	平均
2本垂直仕立	3.0	5.7	9.0	17.7	50.4	47.6	58.9	55.8
3本垂直仕立	2.8	5.6	7.9	16.3	55.0	55.1	55.3	55.3
4本垂直仕立	2.3	5.1	7.5	14.9	57.2	54.3	61.4	59.9
4本V字仕立	2.3	5.3	7.5	15.1	42.5	45.6	64.7	54.6

注) 上物率: 上物収量/全収量

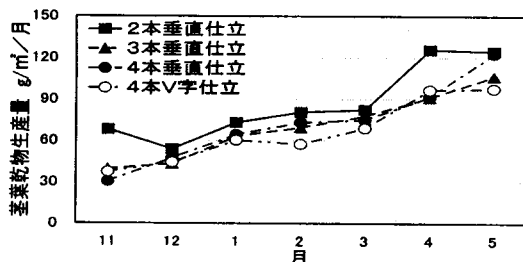
第3表 主枝仕立法および本数と整枝作業時間

主枝仕立法 および本数	整枝作業時間 (分 / m ²)					
	10~11月	12月	1月	2月	3月	合計
2本垂直仕立	4.1	3.6	4.4	4.0	5.9	22.0
3本垂直仕立	3.4	2.5	3.4	3.0	4.8	17.2
4本垂直仕立	3.4	2.5	3.4	3.5	4.9	17.6
4本V字仕立	3.9	3.3	4.1	3.7	5.4	20.5

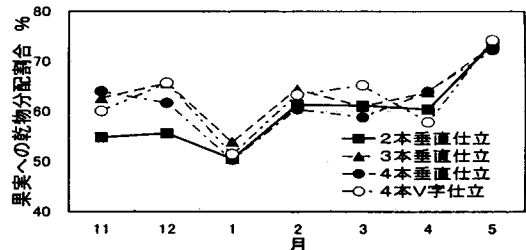
1) 整枝作業: 摘心, 摘葉, 芽整理, 誘引時間の合計。



第3図 主枝仕立法および主枝本数と果実乾物生産量



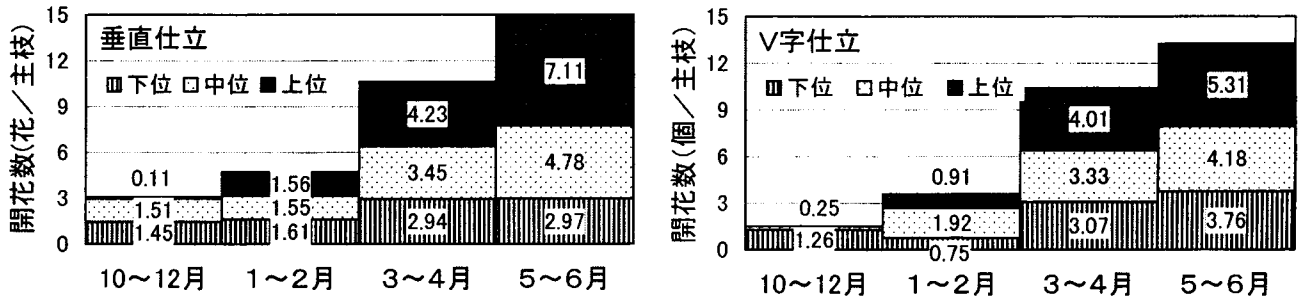
第4図 主枝仕立法および本数と茎葉生産量



第5図 主枝仕立法および本数と果実への乾物分配割合

V字区と比較すると, 2本区はいずれの期間も開花数が多かったが, 3本区は3~4月が多いほかは差がなく, 4本区はV字区とほぼ同様に推移した。

収量と上物率を第2表に示した。m²当たり収量は, V字区の15.1kgと比較して2本区が17.7kgと最も多く, 次いで3本区が16.3kgと多く, 4本区は14.9kgでV字区との差はなかった。時期別では, 全期間を通じて2本区および3本区が4本区およびV字区より多く, 特に2本区



第6図 主枝仕立法と側枝の高さ別開花数の推移

注) 下位: 通路からの高さ0~80cm, 中位: 同81~120cm, 上位: 121cm以上を示す。

第4表 主枝仕立法と収量, 整枝作業時間および整枝作業中の姿勢別作業時間

主枝仕立法	収量 (kg/m ²)				整枝作業時間 (分/m ²)				姿勢別作業時間 (秒/m ²)		
	10~12月	1~3月	4~7月	合計	10~12月	1~3月	4~6月	合計	直立	前屈	しゃがみ
3本垂直仕立	2.2**	4.7*	11.6*	18.5*	6.1*	15.3ns	15.8*	37.2*	139.8**	36.5ns	0.7**
4本V字仕立	1.7	4.3	10.7	16.7	6.4	15.8	17.7	39.9	108.6	37.7	46.9

- 注1) 整枝作業: 摘心, 摘葉, 芽整理, 誘引時間の合計。
- 2) 直立: 上半身の傾角が30度以内で下半身の屈伸が見られない姿勢。
- 3) 前屈: 上半身の傾角が30度以上で下半身の屈伸が見られない姿勢。
- 4) しゃがみ: 下半身の屈伸が見られる姿勢。
- 5) **, *: それぞれ1%, 5%水準で有意性あり(t検定)。 ns: 有意差なし。

は4~6月の収量はV字区より20%程度多かった。4本区は全期間を通じてV字区と同様に推移した。上物率は、10~6月までの全期間の平均がV字区では約55%であったのに対し、4本区が約60%と高く、2本区および3本区は55~56%で差がなかった。時期別では、10~12月は3本区および4本区で55~57%と高く、1~3月でも3本区および4本区が約55%と高かった。しかし、4~6月はV字区および4本区が61~65%と高かった。これらの結果、4本区は全期間を通じて上物率が他区より高く推移した。

m²当たり果実の乾物生産量の推移を第3図に示した。いずれの区も11~1月は54~84gで推移し、2月以降増加し始め、5月には300g程度となった。11月および2~5月は2本区が多く、3月を除きV字区が少なく推移した。茎葉の乾物生産量の推移を第4図に示した。いずれの区も11~5月にかけて徐々に増加する傾向を示した。試験区別に見ると、2本区が全期間を通じて最も多く推移し、また、V字区が1~3月および5月に少なく、4本区が5月に多かった。果実へ分配された乾物生産量の割合の推移を第5図に示した。11~12月は2本区が他の3区よりも5~10%低かったが、1月以降はいずれの区も同様に推移し、1月に50~54%に低下した後、2~4月には58~65%となり、5月には70%以上になった。

整枝作業時間の推移を第3表に示した。10~3月までの整枝作業時間の合計は、V字区の20.5分に対して3本区および4本区では17.2~17.6分(V字区の84~86%)と短く、2本区は22.0分(同107%)と長かった。時期別整枝作業時間は、3本区および4本区がV字区と比較して全期間を通じて短かった。

試験2 垂直仕立とV字仕立の作業時間および作業姿勢側枝の開花数の推移を第6図に示した。主枝当たり開

花数は、全期間を通じて3本区がV字区より多かった。また、5~6月には3本区がV字区より下位で少なく上位(高さ120cm以上)で多かった。

時期別の収量, 生育期間中の整枝作業時間および整枝作業中の姿勢別の所要時間を第4表に示した。収量は、時期別, 全期間の合計とも3本区がV字区より有意に多く、試験1と同様の結果であった。整枝作業時間は、10~12月, 4~6月および全期間の合計が3本区で有意に短く、試験1と同様の傾向を示した。整枝作業時の作業姿勢別の所要時間は、上半身のみを曲げる前屈姿勢の時間は両区ともm²当たり37秒程度で差が見られなかったが、下半身を曲げるしゃがみ姿勢の時間はV字仕立区が47秒であったのに対して垂直仕立区は1秒以下であり、V字仕立区より著しく短かった。直立姿勢の頻度は、垂直仕立区がV字仕立区より30%程度多かった。

考 察

側枝の高さ別開花数は、垂直仕立が主枝本数に関わらず、高さ80cm以上の位置に開花した割合が4本V字仕立より増加した(試験1・試験2)。この理由は、側枝の受光体勢および同化産物の動態が影響しているためと考えられた。よく生長したナスでは、群落の下位ほど受光量が少なくなる¹⁰⁾¹¹⁾。また、WATANABEらは、主枝を垂直に仕立てたスイカでは、上位葉は受光が良好で光合成速度が高いが、下位葉の受光量は水平に仕立てた場合より少なく下位葉の光合成速度も減少したことを報告している¹²⁾。さらに、岡野ら⁸⁾は、ナスの側枝内の個葉で生産された同化産物のほとんどが側枝内の果実や茎葉の生長に分配され、離れた位置には分配され難いことを報告している。このことから、上位での光合成が盛んであっても下位に分配される同化産物は少ないことが推察される。これらの報告から、ナスの主枝を垂直に仕立て

ると、下位葉の受光量が少なくなり、下位の側枝での同化産物の生産が少なくなる結果、下位での開花数が減少すると考えられた。今後は、群落内の高さ別の受光量や光合成速度を調べ、垂直仕立において最も生産性が高い側枝の整枝方法および摘果方法の検討が必要である。

収量および開花数は、期間別、合計ともに4本V字仕立と比較して、2本垂直仕立、3本垂直仕立が多く、4本垂直仕立は差が見られなかった(試験1)。この結果は、町田ら⁵⁾、小野ら⁹⁾の報告と一致した。また、郭ら⁴⁾は、ピーマンで株当たり主枝本数を変えて検討した結果、果実、茎葉とも主枝本数が少ないほど乾物生産量が多く、根の乾物重も多かったことを報告している。これらの結果から、ナスの垂直仕立では株当たり主枝本数が少ないほど増収すると考えられた。今後は、垂直仕立における株当たり主枝本数と根の生育の推移の関係を調査し、根の乾物重が最も多い主枝仕立法が明らかになればさらなる増収が期待できると思われる。

垂直仕立の整枝作業時間は試験期間を通じて2本垂直仕立が4本V字仕立、3本垂直仕立および4本垂直仕立より長かった(試験1)。この理由としては、2本垂直仕立は茎葉の乾物重も調査期間を通じて他の3区より多かったことから、2本垂直仕立は他の3区より茎葉の生育が旺盛であり、過繁茂に生育したためと考えられる。また、2本垂直仕立の高さ80cm以下の側枝に着生した花数が3本垂直仕立および4本垂直仕立より多かったことも影響していると考えられた。なお、3本垂直仕立と4本垂直仕立に要した整枝時間に差が見られなかったため、垂直仕立では主枝数が4本では3本の場合と作業性に差が少ないことが推察された。これらの結果から、垂直仕立では、主枝本数2本にすると整枝時間が多くなるため、整枝作業の省力化を図るためには主枝本数は3～4本が望ましいと考えられた。

4本V字仕立の整枝作業時間が3本および4本垂直仕立より多かった理由は、整枝作業の対象となる茎葉の分布が仕立法によって異なるためと考えられた。被験者の体格では通路からの高さ80cm以下の位置では、直立姿勢での作業が困難であり、上半身を前屈させて作業する必要があった。また、V字仕立は高さ80cm以下の側枝に開花した花が垂直仕立より多く、さらにV字仕立は1条植であることから、下位に着生した花の多くが畝の中央部に位置していた。板木³⁾は、園芸施設内の作業は、直立姿勢より前屈姿勢やしゃがみ姿勢の作業負担が大きく、特に上半身を前屈させてしゃがみ姿勢が最も作業負担が大きいことを指摘している。これらのことから、垂直仕立では高さ80cm以下の位置を整枝するには上半身を前屈するだけで作業が可能であるが、V字仕立では一旦しゃがみ、その後手伸ばして目標の探索や作業を行うため、作業負担が大きくなるだけでなく、作業能率が低下したものと考えられた。これらのことから、垂直仕立法は、整枝時の作業時間が減少し、作業負担が大きいしゃがみ姿勢の頻度が著しく少なくなるため、V字仕立より省力的な主枝仕立法であると考えられた。なお、本研究で調査対象とした作業は整枝のみであるが、整枝以外で促成ナスで多くの労力を要する作業は、植物生長調節剤の単花処理および収穫があげられる。これらの作業は、整枝作業と同様にナスの果実や花に直接触れ

る必要があり、作業時の姿勢が整枝と類似しているため、作業能率は整枝と同様であると思われる。よって、垂直仕立では、単花処理および収穫時にもV字仕立よりしゃがみ姿勢の頻度が減少し、作業負担の軽減が期待できると考えられる。

以上をまとめると、垂直仕立はV字仕立と比較して、側枝の開花が高さ80cm以上の位置に開花したの割合が多く、整枝作業時間が短いうえに、整枝作業時にしゃがみ姿勢を取る必要が著しく少ない。また、2本垂直仕立では収量が多くなる反面、整枝作業に時間を要し、過繁茂になりやすい欠点がある。また、4本垂直仕立では、整枝作業時間が少なく上物率が高い反面、増収効果は見られない。よって、一定の増収効果があり、整枝作業時間が少ない垂直3本仕立が実用上最も適すると考えられた。

引用文献

- 1) 橋本和泉・前田幸二・野村美恵(2000)ナスの促成栽培における2条垣根仕立て2本整枝法. 高知農技セ研報9:47-54.
- 2) 東山孝・佐久間青成・渥美照男(1981)施設栽培における作業の省力化に関する一考察. 農作業研究43: 1-6.
- 3) 板木利隆(1998). 省力化・快適化技術の展開. 四訂施設園芸ハンドブック(施設園芸協会編). 園芸情報センターpp98-106.
- 4) 郭富常・藤目幸廣・廣瀬忠彦・加藤徹(1991)ピーマンの生育、果実発育と収量に及ぼす仕立本数、育苗日数と栽植密度の影響. 園学雑. 59: 763-770.
- 5) 町田治幸・阿部泰典・福岡省二・新居清(1978)促成ナスの整枝に関する研究. 徳島農試研報16: 11-18.
- 6) 宮本重信(2000)仕立て方のタイプと特徴. 農業技術体系5. 農文協. pp261-269.
- 7) 室園正敏・近藤雄次(1977)施設栽培ナス栽植密度並びに整枝に関する研究. 福岡園試報15: 35-41.
- 8) 岡野邦夫・大串和義・渡邊慎一・坂本有加(2000)ナスの果実肥大に伴う¹³C-光合成産物の分配パターンの変化. 園学雑69(別2): 348
- 9) 小野剛士・山本幸彦・豆塚茂実・月時和隆(1995)ナスの3年栽培における主枝本数、台木品種が収量・品質に及ぼす影響. 福岡農総試研報 14: 61-63.
- 10) 菅原眞治・山口久夫(1976)施設栽培ナスの物質生産に関する研究(第1報)整枝法と物質生産構造. 愛知農総試研報B8:11-15.
- 11) 千野浩二・五味亜矢子・窪田哲(2001)露地栽培ナスの省力的仕立て法. 山梨農総試研報10: 37-45.
- 12) WATANABE,S.,Y.NAKANO and K.OKANO(2001) Comparison of Light Interception and Field Photosynthesis between Vertically and Horizontally Trained Watermelon Plants. J.Japan.soc.Hort.Sci.70(6):669-674
- 13) 安氏優・武田英之・多田隆・飯島桂・鈴木幸三郎(1977)夏のハウス利用きゅうり栽培における栽植様式と収穫作業の関係に関する研究. 農作業研究29: 43-45.