

奄美地域における木柱平張施設での野菜の生産性向上技術の開発

柏木伸哉・桑鶴紀充・田中義弘^{*1}・餅田利之^{*2}・橋口健一郎^{*3}

要 約

奄美地域では、台風被害や冬場の強い季節風の影響を受けやすく、野菜の生産が不安定である。耐風性施設として花きで普及している木柱平張施設における野菜の高収益輪作体系を確立するために、木柱平張施設における抑制ニガウリ、抑制サヤインゲン、早熟カボチャ、早熟サヤインゲンの生産性向上のための最適な栽培方法を明らかにした。

抑制ニガウリの定植期は、8月下旬から9月上旬で粗収益が増加し、その時の栽植様式は畝幅130cm(64株/a)が適する。また、受粉間隔を1日おきの隔日受粉で行うと販売単価の高い11月以降の収量が増加し、粗収益が増加する。早熟カボチャの栽植様式は畝幅2.6mの両側仕立て(128株/a)が適当である。サヤインゲンの栽植様式は、半つる性の抑制作型および早熟作型と、つる性品種の早熟作型は畝幅170cm・2条(392株/a)が適し、早熟作型の播種期は1月下旬が適する。また、抑制ニガウリ+早熟カボチャ、抑制2ニガウリ+早熟サヤインゲン、抑制サヤインゲン+早熟サヤインゲン体系における早熟作型は、いずれも省力等を目的とした液肥利用による畝連続栽培が可能で、慣行栽培並みかそれ以上の収量を確保しながら、施肥・畝立て作業が省力でき経営的に有効である。

さらに、各品目の最適栽培法を組み合わせた輪作体系は、各品目の可販収量の増加により各体系とも所得目標を達成し、木柱平張施設において高収益輪作体系が可能であることが明らかになった。

キーワード：畝連続・高収益・省力・木柱平張・野菜

緒 言

奄美地域では、台風被害や冬場の強い季節風の影響を受けやすく、野菜の生産が不安定である。そのような中、「奄美地域将来ビジョン」⁹⁾において「園芸など高品質で低コストな競争力の高い産地育成」が将来像として描かれている。また、「奄美群島振興開発計画」⁹⁾では、「奄美群島成長戦略ビジョン」¹⁾の具現化のために「野菜などについては、栽培技術の向上に努めるとともに、平張施設などの防風施設やハウス施設等の生産施設の整備を推進し、かんがい施設を活用した産地育成を図る」としており、園芸産地拡大への期待は大きい。

平張施設は、沖縄県を中心に台風被害軽減を目的として普及し、奄美地域でも2003年頃から花き類の栽培で導入が始まった。導入当初は鉄骨の柱を利用した鉄骨平張であったが、導入コストを低減するために鉄骨よりも安価な木柱を利用した木柱平張施設が開発され、2011

年は奄美地域で平張施設48ha、うち木柱平張34haが主に花き類で導入されている。

田中ら¹⁰⁾は、木柱平張施設の野菜栽培での活用を図るため、木柱平張施設下での環境特性および野菜の生育特性を解明した。すなわち環境特性は、気温は露地に比べてわずかに高く、積算日射量は、露地に比べて約85%と少ない。また、施設内は防風効果が大きく、台風接近時の最大瞬間風速は露地に比べて40%~60%まで抑えられる。野菜の生育特性は、カボチャ、サヤインゲン、ニガウリおよびオクラいずれの品目も露地に比べて節間が伸長し、全体として旺盛な生育であることである。また、本施設は風により果実・莢が傷および奇形の発生しやすい品目で効果が高いことや、露地では困難な立体栽培でも安定した生産が可能であることを明らかにし、抑制ニガウリ、早熟カボチャおよび抑制サヤインゲンが有望であるとした。

しかし、上記のように木柱平張施設での栽培が有望な品目は明らかとなっているが、平張施設は限られた面積の中での栽培となるため露地とは異なる栽培方法が適すると考えられる。また、現在、野菜においては木柱平張施設で207a、品目は主にカボチャおよびサヤインゲン

(連絡先) 徳之島支場

*1 園芸作物部

*2 生産環境部

*3 農業大学校農学部

が栽培されている²⁾が、さらなる平張施設の導入や有効活用のためには、平張施設に適した生産技術の開発が必要である。また、木柱平張施設を活用し野菜栽培を行い高収益を得るには、単一品目単作では難しく、高収益品目を組み合わせた輪作体系の確立が必要である。奄美地域では冬季に降雨が多く、重粘土壌であるため降雨後の耕耘や畝立て作業が困難で、作業が計画的に行えないことが多いため、輪作体系を成立させるためには畝連続栽培技術の確立も必要である。

そこで、本試験は木柱平張施設における野菜有望品目の生産性向上のために、抑制ニガウリの定植期、栽植様式および受粉間隔や早熟カボチャの栽植様式、サヤインゲンの栽植様式、早熟サヤインゲンの播種期、輪作体系下の省力等を目的とした畝連続栽培の施肥方法等を検討し、木柱平張施設における収益性の高い最適な栽培方法を明らかにしたので報告する。

試験材料および方法

全ての試験は徳之島支場内の3カ所の木柱平張施設内（暗赤色土（琉球石灰岩風化土）、土壌 pH6.62～7.02）で行った。各木柱平張施設は、面積 180m² の骨格に天井には水平に 1mm 目合いのポリエチレン製のサンサンネット SP-2020（日本ワイドクロス株式会社）を、サイドに 1mm 目合いのポリエチレン製のサンサンネット EX-2000（日本ワイドクロス株式会社）を被覆した施設である。また、直径約 10cm の木柱（丸太）の間隔は、6m × 3m（外周は 3m）で、高さは 2.3m である。

試験1 抑制ニガウリの定植期、畝幅

抑制ニガウリの最適な定植期、畝幅の検討を行った。

供試品種は‘か交5号’、台木は‘新土佐1号’を用いた。9cm 黒ポリポットで接ぎ木育苗した本葉4枚程度の苗を、9月上旬区：2011年9月7日、9月中旬区：9月21日に定植した。畝幅は、130cm 区（株間 120cm, 64 株/a）と 170cm 区（株間 120cm, 49 株/a）を設けた。施肥量は a 当たり N : 1.7kg, P₂O₅ : 1.5kg, K₂O : 1.7kg で、堆肥（バガス：牛糞 = 7 : 3, 以下同じ）は 100kg 施用した。マルチはシルバーポリエチレンフィルムを用い、仕立て法は、親づる 6 節摘心子づる 4 本仕立てとし、受粉は 15 節以上に人工受粉とした。試験規模は 1 区 5 株の 2 反復とした。

試験2 抑制ニガウリの定植期の早進化

抑制ニガウリの定植期の早進化が収量、粗収益に与える影響を検討した。

定植期を 8 月下旬区：2013 年 8 月 28 日定植、9 月上旬区：9 月 6 日定植、9 月中旬区：9 月 17 日定植の 3 水

準設置した。畝幅は 130cm とし、施肥量は a 当たり N : 2.1kg, P₂O₅ : 2.1kg, K₂O : 2.1kg で、堆肥は 100kg 施用し、それ以外は試験 1 に準じた。試験規模は、1 区 10 株の 1 反復とした。

試験3 抑制ニガウリの定植期と受粉間隔

抑制ニガウリの定植期と受粉間隔が収量、粗収益に与える影響を検討した。

定植期を 8 月下旬区：2015 年 8 月 28 日定植、9 月中旬区：9 月 15 日定植とし、受粉間隔を毎日受粉区と 1 日おきに受粉する隔日受粉区を設けた。畝幅は 130cm とし、それ以外は試験 1 に準じた。試験規模は、1 区 10 株の 2 反復とした。

試験4 早熟カボチャの栽植様式

早熟カボチャの平張施設内における多収のための栽植様式（畝幅・仕立て法）を検討した。

供試品種は‘えびす’を用い、2013 年 1 月 7 日に 9cm 黒ポリポットに播種し、育苗した苗を 1 月 18 日に定植した。栽植様式は、畝幅 3.6 m 片側仕立て（株間 30cm, 93 株/a）と畝幅 2.6 m 両側仕立て（株間 30cm, 128 株/a）とした（図 1）。施肥量は a 当たり N : 2.2kg, P₂O₅ : 2.0kg, K₂O : 2.2kg で、堆肥は 100kg 施用した。マルチはシルバーポリエチレンフィルムを用い、仕立て法は、親づる 1 本仕立て、30 節摘心とし、受粉は 15 節以上に人工受粉とした。着果数は、片側仕立ては 1 つの 2 果を目標にし、両側仕立ては 1 つの 1 果とした。保温のために、高さ 80cm、幅 80cm のトンネルに厚さ 0.05mm の農業用 PO フィルムを被覆し、開孔率 2.5 % になるように穴を開けた。トンネル内の気温が 30 °C を大きく上回る日は開閉し、つるの伸長とともに部分開放し、3 月中旬以降は完全に解放した。試験規模は、1 区 18 株で片側仕立ては 3 区、両側仕立ては 4 反復とした。

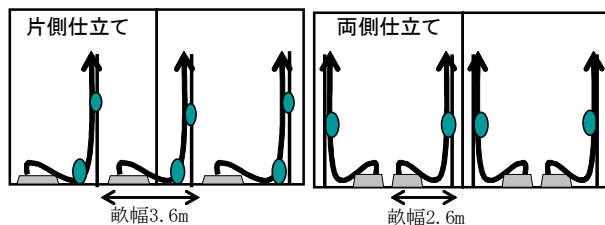


図1 カボチャ栽植様式のイメージ

試験5 サヤインゲンの栽植様式

抑制作型、早熟作型に適する平張施設内におけるサヤインゲンの栽植様式を検討した。サヤインゲンの試験は、半つるの性品種を用いた半つるの性サヤインゲン（以下半つるインゲン）とつるの性ジャンボ系品種を用いたつるの性サヤインゲン（以下ジャンボインゲン）で行った。

栽植様式は、畝幅 130cm・1 条区、株間 30cm, 256 株/

a と畝幅 170cm・2 条区, 条間 30cm, 株間 30cm, 392 株/a を設けた. 供試品種は半つるインゲン ‘スーパーステイヤー’, ジャンボインゲン ‘ビックリジャンボ’ ‘ニュービックリジャンボ’ を用い, 抑制作型は 2013 年 10 月 10 日, 早熟作型は 2014 年 1 月 31 日, 2 月 6 日に播種した. 施肥量は, 両作型とも a 当たり N : 1.5kg, P₂O₅ : 1.5kg, K₂O : 1.5kg で, 堆肥は 100kg 施用した. マルチはシルバーポリエチレンフィルムを用い, 仕立て法は, 親づる 6 節摘心子づる 4 本仕立てとした. 早熟作型は, 保温のために高さ 80cm, 幅 80cm のトンネルに厚さ 0.05mm の農業用 PO フィルムを被覆し, 発芽後, 開孔率 2.5 % になるように穴を開けた. つる先がトンネルの孔からでるようになった時期, 1 月 31 日播種が 2 月 26 日, 2 月 6 日播種が 3 月 5 日にトンネルは除去した. 試験規模は, 1 区 20 株の 2 反復とした.

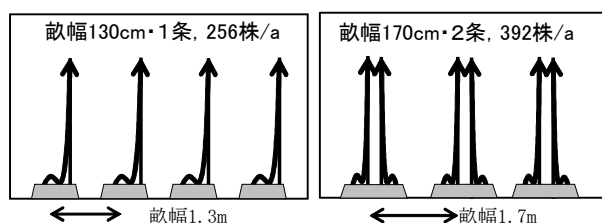


図2 サヤインゲン栽植様式のイメージ

試験6 早熟サヤインゲンの播種期

早熟サヤインゲンの播種期が生育, 収量に与える影響を検討した.

栽植様式は, 畝幅 170cm, 2 条, 条間 30cm, 株間 30cm, 392 株/a, 供試品種は半つるインゲン ‘スーパーステイヤー’, ジャンボインゲン ‘ビックリジャンボ’ を用いた. 播種期は 1 月下旬区と 2 月上旬区を設け, それぞれ 2015 年 1 月 26 日, 2 月 5 日に播種した. 施肥は, 慣行の化学肥料を用いた基準施肥区 N : 1.5kg, P₂O₅ : 1.5kg, K₂O : 1.5kg と液肥を用いた液肥区 N : 1.5kg, P₂O₅ : 0.6kg, K₂O : 1.2kg を組み合わせ, それ以外は, 試験 5 に準じた.

試験7 有望品目の養分吸収特性の解明

平張施設における抑制ニガウリ, 早熟カボチャ, 抑制サヤインゲン, 早熟サヤインゲンの効率的な施肥体系確立, 畝連続栽培時の施肥法検討のために養分吸収特性を調査した.

抑制ニガウリは, 供試品種 ‘か交 5 号’, 台木 ‘新土佐 1 号’ を用い, 9cm 黒ポリポットで接ぎ木育苗した本葉 4 枚程度の苗を, 2011 年 9 月 7 日に定植した. 栽植様式は, 畝幅 170cm (株間 120cm, 49 株/a) とし, 施肥量は a 当たり N : 1.7kg, P₂O₅ : 1.5kg, K₂O : 1.7kg で, 堆肥は 100kg 施用した. 試験規模は 1 区 3 株の 1 反復と

し, それ以外は試験 1 に準じた.

早熟カボチャは, 供試品種 ‘えびす’ を用い, 2012 年 1 月 10 日に 9cm 黒ポリポットに播種し, 育苗した苗を 1 月 23 日に定植した. 栽植様式は, 畝幅 3.6 m 片側仕立て (株間 30cm, 93 株/a) とし, 施肥量は a 当たり N : 2.2kg, P₂O₅ : 2.0kg, K₂O : 2.2kg で, 堆肥は 100kg 施用した. 試験規模は, 1 区 4 株の 1 反復とし, それ以外は試験 4 に準じた.

サヤインゲンは, 供試品種, 半つるインゲン ‘スーパーステイヤー’, ジャンボインゲン ‘ビックリジャンボ’ を用い, 畝幅 130cm, 1 条, 株間 30cm, 256 株/a とした. 抑制作型は 2012 年 10 月 10 日, 早熟作型は 2013 年 2 月 4 日に播種した. 施肥量は, 両作型とも a 当たり N : 1.5kg, P₂O₅ : 1.5kg, K₂O : 1.5kg で, 堆肥は 100kg 施用した. 試験規模は, 1 区 3 株の 1 反復とし, それ以外は試験 5 に準じた.

抑制ニガウリの果実およびサヤインゲンの莢は, 各収穫日ごとに一定量を裁断し 80 °C に設定した通風乾燥機で 5 日以上乾燥させた. その後, 乾燥後の重量を測定し乾物率を求め, 各収穫日の収量 (新鮮物重) に乾物率を乗じて乾物重を算出した. また, 生育期間に取り除いた抑制ニガウリの茎葉は, 一定期間ごとに保管した後, 通風乾燥機で乾燥し乾物重を測定した. その他の部位 (茎, 葉, カボチャの果実) については, いずれの品目も収穫時に新鮮物重を測定し, その後一定量を裁断し前述と同様に乾燥し乾物重を算出した.

乾物重測定に用いた試料の一部を部位ごとに粉砕し, 窒素, リン酸, カリ, カルシウムおよびマグネシウムの分析試料とした. なお, 抑制ニガウリの果実と生育期間中に取り除いた茎葉およびサヤインゲンの莢は, 生育ステージ別に 2 ~ 4 つに分けて分析試料とした. 試料を硫酸一過酸化水素水で湿式分解後, 窒素は蒸留法, リン酸はモリブデンブルー比色法, カリは炎光光度法, カルシウムおよびマグネシウムは原子吸光法により測定し養分含有率を算出した. また, 各部位ごとの養分含有率に乾物重を乗じた後, これらを合算し各吸収量を求めた.

試験8 畝連続栽培における施肥方法

平張施設で高収益が期待できる輪作体系としては, 抑制ニガウリ+早熟カボチャ, 抑制ニガウリ+早熟サヤインゲン, 抑制サヤインゲン+早熟サヤインゲンが想定される. そこで, これら体系の省力等を目的に畝連続栽培時の施肥法について検討した.

抑制ニガウリ後作の早熟カボチャは, 供試品種 ‘えびす’ を用い, 2016 年 1 月 5 日に 9cm 黒ポリポットに播種し, 育苗した苗を 1 月 20 日に定植した. 栽植様式は,

畝幅 2.6 m 両側仕立て (株間 30cm, 128 株/a) とした。施肥法は, 施肥・畝立てを行う慣行基準施肥区と畝連続液肥を基肥として定植前に 1 回施用する畝連続液肥区, 液肥の施用量を 2 倍にした畝連続液肥倍量区を設けた。施肥量は a 当たり慣行基準施肥区 N : 1.5kg, P₂O₅ : 1.5kg, K₂O : 1.5kg, 畝連続液肥区 N : 1.5kg, P₂O₅ : 0.6kg, K₂O : 1.2kg, 畝連続液肥倍量区 N : 3.0kg, P₂O₅ : 1.2kg, K₂O : 2.4kg とした。肥料は, 慣行基準施肥区が BB555, 畦連続液肥区はくみあい尿素複合液肥特 2 号の 5 倍希釈液を用いた。堆肥はいずれの区も施用しなかった。慣行基準施肥区は, 1 月 13 日に施肥・作畝を行い, 畝連続区は, カボチャ定植前の 1 月 16 日に基礎水として 30mm を畝内にチューブかん水し, その後, 液肥 5 倍希釈液を畝内にチューブかん水した。試験規模は 1 区 16 株の 2 反復とし, それ以外は, 試験 4 に準じた。

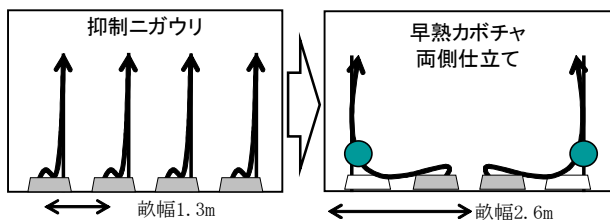


図 3 抑制ニガウリ+早熟カボチャ畝連続栽培のイメージ

抑制ニガウリ後の早熟サヤインゲン, ジャンボインゲン ‘ビックリジャンボ’ を用い, 畝幅 130cm・1 条, 株間 30cm で 2016 年 1 月 26 日に播種した。施肥法は, 抑制ニガウリ後作の早熟カボチャと同様, 施肥・畝立てを行う慣行基準施肥区, 畝連続液肥区, 畝連続液肥倍量区を設け, 施用量も同様とした。慣行基準施肥区は, 1 月 20 日に施肥・作畝を行い, 畝連続区は, ジャンボインゲン播種前の 1 月 25 日に基礎水として 30mm を畝内にチューブかん水し, その後, 液肥 5 倍希釈液を畝内にチューブかん水した。試験規模は, 1 区 12 株の 2 反復とし, それ以外は, 試験 5 に準じた。

抑制サヤインゲン後の早熟サヤインゲンは, 供試品種半つるインゲン ‘スーパーステイヤー’, とジャンボインゲン ‘ビックリジャンボ’ を用い, 畝幅 170cm, 2 条,

表 1 抑制ニガウリ定植期, 畝幅と収量

定植期	畝幅	株当たり		a 当たり			
		可販果数 (本/株)	可販収量 (kg/株)	総果数 (本/a)	総収量 (kg/a)	可販果数 (本/a)	可販収量 (kg/a)
9 月上旬	畝幅 170cm	18.2	5.8	1,103	325	891	284
	畝幅 130cm	20.2	5.5	1,635	408	1,293	352
9 月中旬	畝幅 170cm	13.8	4.5	703	224	678	220
	畝幅 130cm	9.8	3.0	759	208	630	190
分散分析	定植時期	**	**	**	**	**	**
	畝幅	*	**	**	*	**	**
	時期×畝幅	**	**	**	**	**	**

注) 分散分析により, **: 1%水準, *: 5%水準, (*): 10%水準で有意差あり。

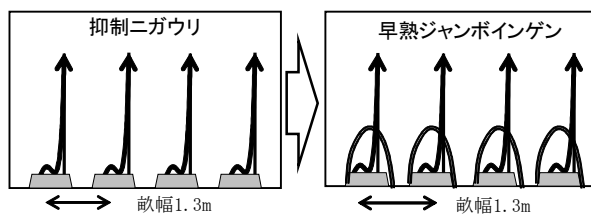


図 4 抑制ニガウリ+早熟ジャンボインゲン畝連続栽培のイメージ

条間 30cm, 株間 30cm, 392 株/a で, 半つるインゲンは 2016 年 2 月 12 日に, ジャンボインゲンは 1 月 26 日に播種した。施肥法は, 抑制ニガウリ後作の早熟カボチャと同様, 施肥・畝立てを行う慣行基準施肥区, 畝連続液肥区, 畝連続液肥倍量区を設け, 施用量も同様とした。慣行基準施肥区は, 1 月 20 日に施肥・作畝を行い, 畝連続区は, サヤインゲン播種前の 1 月 25 日に基礎水として 30mm を畝内にチューブかん水し, その後, 液肥 5 倍希釈液を畝内にチューブかん水した。試験規模は, 1 区 10 株の 2 反復とし, それ以外は, 試験 5 に準じた。

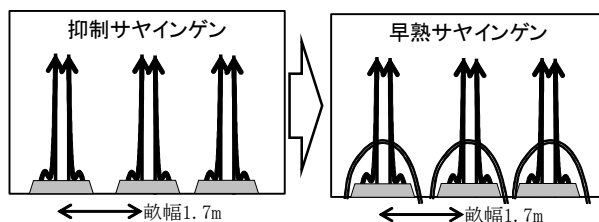


図 5 抑制サヤインゲン+早熟サヤインゲン畝連続栽培のイメージ

試験 9 各輪作体系の収益性評価

木柱平張施設における輪作体系の収益性評価を, 抑制ニガウリ+早熟カボチャ, 抑制ニガウリ+早熟ジャンボインゲン, 抑制半つるインゲン+早熟半つるインゲン, 抑制ジャンボインゲン+早熟ジャンボインゲンの 4 体系について行った。収益性の評価については, 木柱平張施設を 2010 年の 10 a 当たり建設費 (建て込み料を含む) 170 万円, 償却期間を 5 年, 年償却費を 34 万円として試算・評価した。各品目の単価は, ニガウリは鹿児島県経済連の時期別単価の 2013 年~2015 年の 3 カ年の平均値, カボチャは JA あまみの 2016 年の時期別, 規格別単価, 半つるインゲンは JA あまみ与論事業本部の時期

別単価 2012 年～2014 年の 3 カ年平均値，ジャンボインゲンは JA あまみ知名事業本部の時期別単価 2013 年～2015 年の 3 カ年平均値を用いた。収量はそれぞれの試験で得られた時期別，規格別収量を用いた。農業所得は，いずれの品目においても農業経営管理指標⁴⁾(鹿児島県，2011)に基づき算出した。

結 果

試験 1 抑制ニガウリの定植期，畝幅

抑制ニガウリの定植期と収量の関係を表 1 に示す。9 月中旬定植に対して，9 月上旬定植は，株当たり可販果数が増加し，株当たり可販収量は多かった。a 当たり収量も同様に 9 月上旬定植で果数が増加し，総収量，可販収量ともに多かった。畝幅と収量の関係は，定植期により異なった。株当たり可販果数，可販収量は，9 月中旬定植では畝幅 130cm の密植が畝幅 170cm より少なかったものの，早進化した 9 月上旬定植では畝幅の差はなかった。a 当たり総収量，可販収量は，9 月中旬定植では栽植株数の増加により密植の畝幅 130cm と畝幅 170cm で大きな差はなかったが，9 月上旬定植では，畝幅 130cm が密植効果により総収量，可販収量とも多かった。

試験 2 抑制ニガウリの定植期の早進化

さらに定植期を早進化した 8 月下旬，9 月上旬および 9 月中旬の定植期と収量の関係を表 2 に示す。a 当たり総収量，可販収量がそれぞれ 8 月下旬定植 547kg，374kg，9 月上旬定植 408kg，337kg，9 月中旬定植 239kg，205kg と定植期が早いほど多かった。定植期別の時期別収量，単価の推移を図 6 に示す。8 月下旬定植は収穫始めから 2 旬に渡り大きなピークがあり，その後大きく減少し，収穫後半に微増する推移を示した。9 月上旬定植は 8 月下旬定植より収穫始めが 1 旬遅れ，その後は 8 月下旬定植の推移に 1 旬遅れるように同様な推移をした。9 月中旬定植は，収穫始めから 3 旬後の 11 月中旬に最盛期を迎え，その後大きく減少する推移を示し，9 月上旬までの定植とは異なった。抑制ニガウリの単価は，10 月上旬から 11 月上旬にかけて高くなることから，定植期別の 10 a 当たり粗収益は，8 月下旬定植の 1,569 千円に比べ，収穫が 1 旬遅かった 9 月上旬定植は 1,558 千円と差はなく，9 月中旬定植は 1,054 千円と少なかった(表 2)。

表 2 抑制ニガウリの定植期と収量，粗収益

定植期	総収量		可販収量		粗収益 (千円/10a)	平均単価 (円/kg)
	果数 (本/a)	重量 (kg/a)	果数 (本/a)	重量 (kg/a)		
8 月下旬	2,389	547	1,408	374	1,569	419
9 月上旬	1,600	408	1,152	337	1,558	462
9 月中旬	1,109	239	853	205	1,054	514

注 1) 粗収益は時期別収量×時期別単価

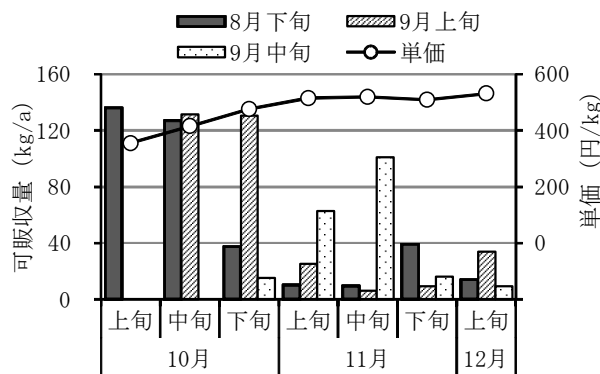


図 6 抑制ニガウリの定植期と時期別収量，単価

試験 3 抑制ニガウリの定植期と受粉間隔

定植期，受粉間隔と収量の関係を表 3 に示す。定植期と収量の関係は，試験 1，試験 2 と同様に，定植期の早い方が収量は多かった。定植期と受粉間隔の関係は，9 月中旬定植の総果数は毎日受粉と隔日受粉で差がなかったものの，8 月下旬定植では隔日受粉の総果数が多かった。可販果数も総果数と同様に交互作用が見られた。収量は，総収量，可販収量とも受粉間隔による有意な差は認められなかったが，隔日受粉が多い傾向にあった。定植期，受粉間隔と規格別収量を図 7 に示す。受粉間隔と規格別収量は，8 月下旬定植，9 月中旬定植ともに毎日受粉に比べ隔日受粉の 3L，2L 規格の収量が多かった。

表 3 抑制ニガウリの定植期，受粉間隔と収量

定植期	受粉間隔	総収量		可販収量	
		果数 (本/a)	重量 (kg/a)	果数 (本/a)	重量 (kg/a)
8月	毎日	2,192	551	1,728	506
	隔日	2,709	586	1,833	522
9月	毎日	1,392	360	1,328	351
	隔日	1,387	364	1,099	342
分散分析	定植期	**	**	**	**
	間隔	*	n. s.	(*)	n. s.
	時期×間隔	*	—	**	—

注 1) 分散分析により，**：1%水準，*：5%水準，(*)：10%水準で有意差あり，n. s.：有意差なし
注 2) 交互作用のない項目は全てプーリングした。

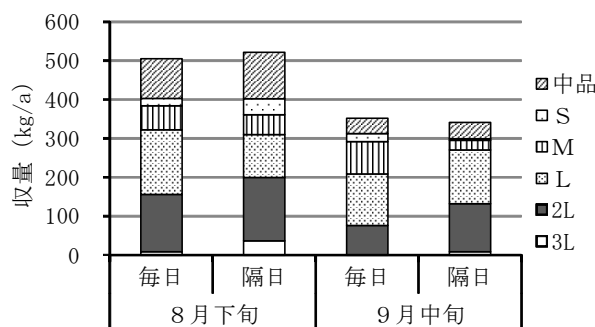


図 7 定植期，受粉間隔と規格別収量

注) 規格 (cm)：3L ≥ 36 > 2L ≥ 31 > L ≥ 26 > M ≥ 21 > S ≥ 16

定植期、受粉間隔と時期別可販収量の関係を表 4 に示す。8 月下旬定植での受粉間隔と時期別可販収量は、収穫始め 10 月上旬の可販収量は隔日受粉が多かったが、10 月中旬までの累計可販収量は、毎日受粉が 337kg/a で、隔日受粉が 324kg/a と差がなかった。収穫後半の 11 月中旬、下旬の可販収量は毎日受粉は 126kg/a で、隔日受粉が 157kg/a と隔日受粉がわずかに多かった。10 a 当たり粗収益は、毎日受粉が 2,014 千円、隔日受粉が 2,106 千円と隔日受粉が多かった。

表 4 時期別可販収量と粗収益

定植期	受粉間隔	可販収量 (kg/a)						粗収益 (千円 /10a)
		10月			11月			
		上	中	下	上	中	下	
8月	毎日	169	168	33	11	16	110	2,014
下旬	隔日	226	98	10	30	32	125	2,106
9月	毎日	—	—	27	178	87	59	1,841
中旬	隔日	—	—	61	168	98	15	1,782

注 1) 粗収益は時期別収量×時期別単価

試験 4 早熟カボチャの栽植様式

早熟カボチャの栽植様式と収量の関係を表 5 に示す。片側仕立ては、着果数 1 つる 2 果を目標にしたが、平均着果数は 1.5 果であった。平均 1 果重は片側仕立ては 1,581 g で、両側仕立てが 1,739 g と平均着果数の少ない両側仕立てが重かった。a 当たり可販収量は片側仕立てが 218kg, 両側仕立てが 223kg と有意な差は認められなかった。10 a 当たり粗収益は片側仕立てが 674 千円で、両側仕立てが 750 千円と両側仕立てが多かった。

試験 5 サヤインゲンの栽植様式

半つるインゲンの栽植様式と収量の関係を表 6 に示す。栽植様式と収量の関係は、抑制作型、早熟作型とも同様な結果で、株当たり総莢数、総収量、可販収量は畝幅 130cm・1 条の疎植に比べ畝幅 170cm・2 条の密植が少なかった。a 当たり収量は、栽植密度を反映し密植の畝幅 170cm・2 条が総莢数、総収量が多かった。可販収量は、畝幅 170cm・2 条が多い傾向にあるものの有意な差は認められなかった。

ジャンボインゲンの栽植様式と収量の関係を表 7 に示す。株当たり収量は、半つる性と同様に抑制作型、早熟

作型ともに総莢数、総収量、可販収量いずれも畝幅 130cm・1 条の疎植に比べ畝幅 170cm・2 条の密植が少なかった。a 当たり収量は、抑制作型では総収量、可販収量とも有意な差は認められなかった。早熟作型では総収量は栽植密度を反映し密植の畝幅 170cm・2 条が多かった。可販収量は差がなかった。

試験 6 早熟サヤインゲンの播種期

半つるインゲンの播種期と開花期、播種から開花始めまでの積算温度、収穫期間を表 8 に示す。播種期と開花期の関係は、播種日の差を 10 日設けたものの、開花始めは 5 日の差で、その時の積算温度は 1 月下旬播種が 64℃高かった。収穫開始は 1 月下旬播種が 4 日早く、収穫期間も 4 日長かった。播種期と収量および粗収益を表 9 に示す。播種期が早い 1 月下旬播種が総莢数が多かった。総収量、可販収量が多い傾向にあるものの、有意な差ではなかった。1 月下旬播種と 2 月上旬播種の収穫期間 25 日間の莢数は 1 月下旬播種が多く、1 月下旬播種の総莢数が多いのは、収穫期間の延長によるものだけではなく、播種期と時期別収量、単価の推移を図 8 に示す。1 月下旬播種は 4 月中旬、下旬の収量が多く、2 月上旬播種は 4 月下旬、5 月上旬の収量が多かった。半つるインゲンの単価は、4 月が高く 5 月は下がるため、10 a 当たり粗収益は 1 月下旬播種が 1,370 千円で、2 月上旬播種は 1,056 千円と 314 千円の差であった。

ジャンボインゲンの播種期と開花期、播種から開花始めまでの積算温度、収穫期間の関係を表 8 に示す。播種期と開花期の関係は、播種日の差を 10 日設けたものの、開花始めは 2 日の差で、その時の積算温度は 1 月下旬播種が 130℃が高かった。収穫開始の差は 2 日で、収穫期間も 1 月下旬播種が 2 日長かった。播種期と収量、粗収益の関係を表 9 に示す。播種期の早い 1 月下旬播種が総莢数が多い傾向にあり、総収量、可販収量は有意に多かった。1 月下旬播種の総莢数が多い傾向にあるのは、半つるインゲンと同様、収穫期間の延長によるものだけではなく(データ省略)。播種期と時期別収量、単価の推移を図 9 に示す。1 月下旬播種は収穫始めが 4 月上旬であるが、4 月中旬の収量が多く、2 月上旬播種は 4

表 5 早熟カボチャの栽植様式と収量、粗収益

栽植様式	畝幅 (m)	栽植密度 (株/a)	平均着果数 (個/株)	平均 1 果重 (g)	可販収量 (kg/a)	粗収益 (千円/10a)
片側仕立て	3.6	93	1.5	1,581	218	674
両側仕立て	2.6	128	1.0	1,739	223	750
有意性(P値)	—	—	**	(*)	n. s.	—

注1) 分散分析により、** : 1%水準, * : 5%水準, (*) : 10%水準で有意差あり, n. s. : 有意差なし

注2) 粗収益は時期別収量×時期別単価

表6 半つるインゲンの栽植様式と収量

作型	栽植様式	株当たり			a 当たり			
		総収量 (g/株)	可販収量 (g/株)	総莢数 (本/株)	総収量 (kg/a)	可販収量 (kg/a)	総莢数 (本/a)	1 莢重 (g/本)
抑制	畝幅130cm・1条	634	491	137	162	126	35,104	4.6
	畝幅170cm・2条	492	385	113	193	151	44,394	4.3
	分散分析	*	(*)	*	(*)	n. s.	*	n. s.
早熟	畝幅130cm・1条	934	753	163	239	193	41,616	5.7
	畝幅170cm・2条	716	548	130	281	215	50,764	5.5
	分散分析	**	*	(*)	*	n. s.	**	n. s.

注1) 分散分析により, **: 1%水準, *: 5%水準, (*): 10%水準で有意差あり, n. s. : 有意差なし

表7 ジャンボインゲンの栽植様式と収量

作型	栽植様式	株当たり			a 当たり			
		総収量 (g/株)	可販収量 (g/株)	総莢数 (本/株)	総収量 (kg/a)	可販収量 (kg/a)	総莢数 (本/a)	1 莢重 (g/本)
抑制	畝幅130cm・1条	1,168	991	58.4	299	254	14,960	20.0
	畝幅170cm・2条	725	619	34.8	284	243	13,647	20.8
	分散分析	**	**	**	n. s.	n. s.	*	n. s.
早熟	畝幅130cm・1条	1,390	1,157	65.1	356	296	16,672	21.3
	畝幅170cm・2条	961	768	52.1	377	301	20,428	18.4
	分散分析	**	**	**	(*)	n. s.	**	**

注1) 分散分析により, **: 1%水準, *: 5%水準, (*): 10%水準で有意差あり, n. s. : 有意差なし

表8 サヤインゲンの播種期と開花期, 収穫期間

	播種期	播種日 (月日)	開花始 (月日)	積算温度 (°C)	収穫開始 (月日)	収穫終了 (月日)	収穫期間 (日)
半つる インゲン	1月下旬	1月26日	3月26日	1,064	4月13日	5月11日	29
	2月上旬	2月5日	3月31日	1,000	4月17日	5月11日	25
ジャンボ インゲン	1月下旬	1月26日	3月24日	1,028	4月8日	5月7日	30
	2月上旬	2月5日	3月26日	898	4月10日	5月7日	28

注1) 積算温度は, 播種から開花始めまでの積算温度

表9 サヤインゲンの播種期と収量, 粗収益

	播種期	総収量 (kg/a)	可販収量 (kg/a)	総莢数 (本/a)	1 莢重 (g/本)	粗収益 (千円/10a)	収穫開始から25日間の収量		
							総収量 (kg/a)	可販収量 (kg/a)	総莢数 (本/a)
半つる インゲン	1月下旬	225	180	37,245	6.0	1,370	222	180	36,559
	2月上旬	175	141	28,861	6.0	1,056	175	141	28,861
	分散分析	n. s.	n. s.	(*)	n. s.	—	—	—	—
ジャンボ インゲン	1月下旬	285	241	22,981	12.4	1,593	—	—	—
	2月上旬	220	190	19,404	11.4	1,276	—	—	—
	分散分析	(*)	(*)	n. s.	(*)	—	—	—	—

注1) 分散分析により, **: 1%水準, *: 5%水準, (*): 10%水準で有意差あり, n. s. : 有意差なし

注2) 粗収益は時期別収量×時期別単価

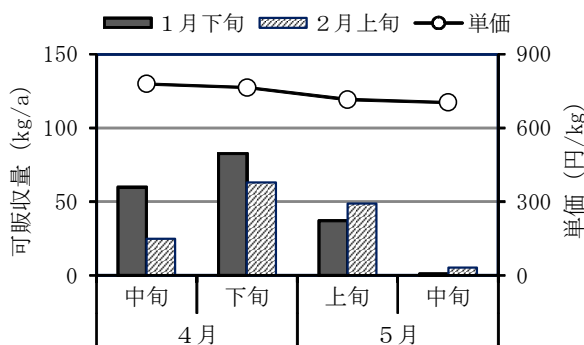


図8 半つるインゲンの播種期と時期別収量, 単価

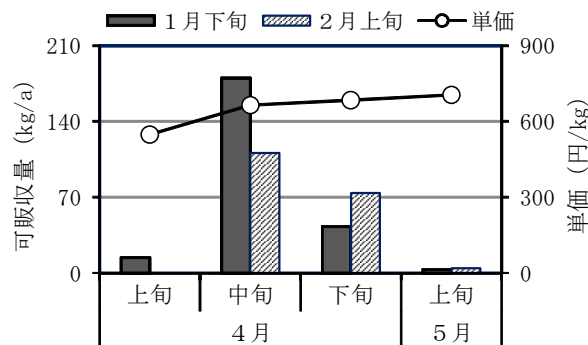


図9 ジャンボインゲンの播種期と時期別収量, 単価

月中旬の収穫始めで、4月中旬の収量が多かった。ジャンボインゲンの単価は、4月中旬に上がり、その後はほぼ横ばいで、10 aあたり粗収益は、1月下旬播種が1,593千円で、2月上旬播種の1,276千円と317千円の差があった。早熟サヤインゲンの播種期は、2014年も同様な結果であった(データ省略)。

試験7 有望品目の養分吸収特性の解明

各品目の部位別養分含有率を表10に示す。抑制ニガウリの部位別養分含有率は、窒素1.56～3.52%、リン酸1.03～1.37%、カリ5.04～7.60%、カルシウム0.55～13.43%、マグネシウム0.48～1.31%で窒素含有率は葉が高かった。早熟カボチャでは、窒素1.71～2.67

表10 各品目の部位別養分含有率

							(単位：乾物%)						
							抑制ニガウリ						
部位	時期	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	部位	時期	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
果実	収穫期間平均	2.90	1.37	5.04	0.55	0.52	果実	栽培終了時	1.71	0.90	2.33	0.27	0.24
茎葉	11/25まで平均	2.71	1.20	7.60	13.43	1.31	葉	栽培終了時	2.67	1.44	5.32	19.23	1.85
葉	栽培終了時	3.52	1.03	5.82	13.37	1.01	茎	栽培終了時	1.78	1.50	5.87	7.49	0.85
茎	栽培終了時	1.56	1.17	5.84	2.89	0.48							
							早熟カボチャ						
部位	時期	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	部位	時期	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
莢	収穫期間平均	3.62	1.52	3.61	1.42	0.51	莢	収穫期間平均	3.73	1.37	3.58	1.27	0.63
葉	栽培終了時	3.49	0.99	3.02	6.94	0.87	葉	栽培終了時	3.99	0.97	3.38	7.29	1.04
茎	栽培終了時	2.11	1.12	2.76	1.65	0.59	茎	栽培終了時	1.68	0.86	3.23	1.64	0.34
							抑制半つるインゲン						
部位	時期	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	部位	時期	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
莢	収穫期間平均	2.97	1.22	3.02	1.07	0.41	莢	収穫期間平均	3.08	1.30	3.81	1.09	0.54
葉	栽培終了時	3.40	1.12	3.47	10.50	1.04	葉	栽培終了時	3.66	0.95	4.14	8.05	1.16
茎	栽培終了時	1.42	0.94	2.46	2.44	0.55	茎	栽培終了時	1.36	0.73	4.23	2.61	0.43
							抑制ジャンボインゲン						
部位	時期	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	部位	時期	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
莢	収穫期間平均	2.97	1.22	3.02	1.07	0.41	莢	収穫期間平均	3.08	1.30	3.81	1.09	0.54
葉	栽培終了時	3.40	1.12	3.47	10.50	1.04	葉	栽培終了時	3.66	0.95	4.14	8.05	1.16
茎	栽培終了時	1.42	0.94	2.46	2.44	0.55	茎	栽培終了時	1.36	0.73	4.23	2.61	0.43

表11 各品目の部位別乾物重および養分吸収量

														(単位：kg/10a)			
品目	部位	総収量	乾物重	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO									
抑ニガウリ	果実	3,488	204	5.9 (45.3)	2.8 (47.8)	10.3 (37.2)	1.1 (3.9)	1.1 (29.4)									
	茎葉		270	7.1 (54.7)	3.0 (52.2)	17.4 (62.8)	27.4 (96.1)	2.6 (70.6)									
	地上部計		474	13.0 (100)	5.8 (100)	27.7 (100)	28.6 (100)	3.6 (100)									
早カボチャ	果実	2,829	567	9.7 (65.7)	5.1 (63.4)	13.2 (54.7)	1.5 (4.2)	1.3 (28.6)									
	葉		165	4.4 (29.8)	2.4 (29.6)	8.8 (36.2)	31.7 (87.9)	3.0 (64.6)									
	茎		38	0.7 (4.5)	0.6 (7.0)	2.2 (9.1)	2.8 (7.8)	0.3 (6.8)									
	地上部計		770	14.8 (100)	8.0 (100)	24.2 (100)	36.0 (100)	4.7 (100)									
抑半つるイ	莢	1,721	120	4.3 (33.8)	1.8 (38.7)	4.3 (34.5)	1.7 (10.5)	0.6 (21.8)									
	葉		187	6.5 (50.8)	1.8 (39.0)	5.6 (44.9)	12.9 (79.9)	1.6 (58.1)									
	茎		94	2.0 (15.4)	1.0 (22.2)	2.6 (20.6)	1.6 (9.6)	0.6 (20.1)									
	地上部計		400	12.8 (100)	4.7 (100)	12.5 (100)	16.2 (100)	2.8 (100)									
早半つるイ	莢	3,029	210	7.9 (43.2)	2.9 (48.6)	7.5 (41.0)	2.7 (13.5)	1.3 (34.0)									
	葉		210	8.4 (46.1)	2.0 (34.6)	7.1 (38.6)	15.3 (76.9)	2.2 (55.8)									
	茎		116	1.9 (10.7)	1.0 (16.8)	3.7 (20.4)	1.9 (9.6)	0.4 (10.2)									
	地上部計		536	18.2 (100)	5.9 (100)	18.4 (100)	19.9 (100)	3.9 (100)									
抑ジャンボ	莢	2,963	176	5.2 (50.6)	2.2 (52.7)	5.3 (48.0)	1.9 (11.3)	0.7 (31.0)									
	葉		128	4.3 (42.0)	1.4 (34.9)	4.4 (40.0)	13.4 (80.8)	1.3 (56.5)									
	茎		54	0.8 (7.4)	0.5 (12.4)	1.3 (11.9)	1.3 (7.9)	0.3 (12.5)									
	地上部計		357	10.3 (100)	4.1 (100)	11.1 (100)	16.6 (100)	2.3 (100)									
早ジャンボ	莢	4,203	276	8.5 (45.4)	3.6 (54.5)	10.5 (42.8)	3.0 (11.9)	1.5 (31.5)									
	葉		245	8.9 (47.8)	2.3 (35.2)	10.1 (41.3)	19.7 (78.4)	2.8 (60.1)									
	茎		93	1.3 (6.7)	0.7 (10.3)	3.9 (16.0)	2.4 (9.7)	0.4 (8.4)									
	地上部計		613	18.7 (100)	6.6 (100)	24.6 (100)	25.1 (100)	4.7 (100)									

注1) 半つるイは半つるインゲン、ジャンボはジャンボインゲン
 注2) () は各品目部位別割合

%, リン酸 0.90 ~ 1.50 %, カリ 2.33 ~ 5.87 %, カルシウム 0.27 ~ 19.23 %, マグネシウム 0.24 ~ 1.85 % で窒素含有率は葉が高かった。抑制半つるインゲンでは, 窒素 2.11 ~ 3.62 %, リン酸 0.99 ~ 1.52 %, カリ 2.76 ~ 3.61 %, カルシウム 1.42 ~ 6.94 %, マグネシウム 0.51 ~ 0.87 % で窒素含有率は莢, 葉が高かった。早熟半つるインゲンでは, 窒素 1.68 ~ 3.99 %, リン酸 0.86 ~ 1.37 %, カリ 3.23 ~ 3.58 %, カルシウム : 1.27 ~ 7.29 %, マグネシウム 0.34 ~ 1.04 % で窒素含有率は莢, 葉が高かった。抑制ジャンボインゲンでは, 窒素 1.42 ~ 3.40 %, リン酸 0.94 ~ 1.22 %, カリ 2.46 ~ 3.47 %, カルシウム 1.07 ~ 10.5 %, マグネシウム 0.41 ~ 1.04 % で窒素含有率は莢, 葉が高かった。早熟ジャンボインゲンでは, 窒素 1.36 ~ 3.66 %, リン酸 0.73 ~ 1.30 %, カリ 3.81 ~ 4.23 %, カルシウム : 1.09 ~ 8.05 %, マグネシウム 0.43 ~ 1.16 % で窒素含有率は莢, 葉が高かった。

各品目の栽培終了時の部位別乾物重, 養分吸収量を表 11 に示す。栽培終了時の窒素, リン酸, カリ, カルシウムおよびマグネシウムの吸収量は, 抑制ニガウリ (収量 3,488kg/10a) でそれぞれ 13.0, 5.8, 27.7, 28.6, 3.6kg/10a, 早熟カボチャ (収量 2,829kg/10a) で 14.8, 8.0, 24.2, 36.0, 4.7kg/10a でカリおよびカルシウムの吸収量が他に比べて多く, カルシウムは窒素の 2 倍以上であった。抑制半つるインゲン (収量 1,721kg/10a) は, 12.8, 4.7, 12.5, 16.2, 2.8kg/10a, 早熟半つるインゲン (収量 3,029kg/10a) は 18.2, 5.9, 18.4, 19.9, 3.9kg/10a でカリ, カルシウムの吸収量は窒素とほぼ同等であった。抑制ジャンボインゲン (収量 2,963kg/10a) は, 10.3, 4.1, 11.1, 16.6, 2.3kg/10a, 早熟ジャンボインゲン (収量 4,203kg/10a) は 18.7, 6.6, 24.6, 25.1, 4.7kg/10a であった。ジャンボインゲンのカリとカルシウムの吸収量は窒素より多かった。

試験 8 畝連続栽培における施肥方法

抑制ニガウリ+早熟カボチャ体系における早熟カボチャの施肥法と収量の関係を表 12 に示す。施肥法による着果日, 着果節位の差はなかった。平均 1 果重は畝連続液肥が重かった。a 当たり可販収量は, 慣行基準施肥が 231kg で, 畝連続液肥の 255kg, 畝連続液肥倍量の 260kg

と有意な差はなかった。施肥法と規格別収量を図 10 に示す。慣行基準施肥に比べ, 畝連続液肥は 3L 以上の大きな規格の収量が多かった。10 a あたり粗収益は, 慣行基準施肥の 971 千円に比べ, 畝連続液肥が 1,122 千円, 畝連続液肥倍量が 1,136 千円と畝連続液肥が多かった。10 a 当たり労働時間は, 施肥・畝立て作業時間を省力できた畝連続液肥が少なく, 粗収益から肥料費を除いて労働時間で割った時間当たり粗収益は慣行基準施肥の 5,266 円に比べ, 畝連続液肥が 6,921 円, 畝連続液肥倍量が 6,857 円と多かった。

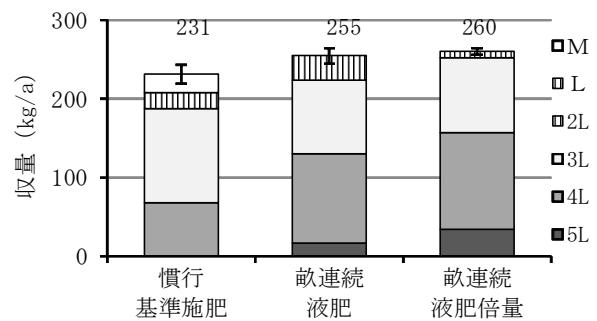


図10 早熟カボチャの施肥法と規格別収量

注1) 縦棒は標準偏差

注2) 規格 (g/個) : 5L ≥ 2, 510 > 4L ≥ 2, 010 > 3L ≥ 1, 710 > 2L ≥ 1, 510 > L ≥ 1, 310 > M ≥ 1, 010 > S ≥ 810

抑制ニガウリ+早熟ジャンボインゲン体系における早熟ジャンボインゲンの施肥法と収量を表 13 に示す。慣行基準施肥に比べ畝連続液肥は, 総莢数が多く, a 当たり総収量, 可販収量も多い傾向にあった。10 a あたり粗収益は, 慣行基準施肥の 1,349 千円に比べ, 畝連続液肥が 1,508 千円, 畝連続液肥倍量が 1,808 千円と畝連続液肥が多かった。10 a 当たり労働時間は, 畝連続液肥区は施肥・畝立て作業の 24 時間を省力できたが, 収量増により収穫時間が増加したことで慣行基準施肥の 237 時間に比べ, 畝連続液肥が 232 時間で, 畝連続液肥倍量が 264 時間であった。粗収益から肥料費を除いて労働時間で割った時間当たり粗収益は慣行基準施肥の 5,623 円に比べ, 畝連続液肥が 6,424 円, 畝連続液肥倍量が 6,712 円と多かった。

表12 抑制ニガウリ+早熟カボチャ体系における早熟カボチャの施肥法と収量, 収益性

施肥法	着果日 (月日)	着果節位 (節)	平均 1 果重 (g/個)	可販収量 (kg/a)	粗収益 ^① (円/10a)	肥料費 ^② (円/10a)	労働時間 ^③ (h/10a)	同左差 (h)	時間当 粗収益 (円)
慣行基準施肥	3月17日	16.8	1,806	231	971,391	15,460	182	0	5,266
畝連続液肥	3月18日	16.3	1,989	255	1,122,102	18,656	159	-22	6,921
畝連続液肥倍量	3月18日	16.5	2,032	260	1,136,819	37,312	160	-21	6,857
分散分析	—	n. s.	(*)	n. s.	—	—	—	—	—

注1) 分散分析により, **: 1%水準, *: 5%水準, (*): 10%水準で有意差あり, n. s. : 有意差なし

注2) 粗収益 : 規格別収量 × 規格別単価

注3) 労働時間 : 「県農業経営管理指標」を元に算出, 施肥・畝立て時間は26h/10a

注4) 時間当たり粗収益は, (粗収益① - 肥料費②) / 労働時間③

表13 抑制ニガウリ+早熟ジャンボインゲン体系における早熟ジャンボインゲンの施肥法と収量，収益性

施肥法	総収量 (kg/a)	総莢数 (本/a)	1莢重 (g/本)	可販収量 (kg/a)	粗収益 ^① (円/10a)	肥料費 ^② (円/10a)	労働時間 ^③ (h/10a)	同左差 (h)	時間当 粗収益 (円)
慣行基準施肥	214	16,896	12.7	195	1,349,252	15,460	237	0	5,623
畝連続液肥	240	18,347	13.1	221	1,508,885	18,656	232	-5	6,424
畝連続液肥倍量	284	21,931	13.0	265	1,808,948	37,312	264	27	6,712

注1) 粗収益：規格別収量×規格別単価
 注2) 労働時間：「県農業経営管理指標」を元に算出，施肥・畝立て時間は24h/10a
 注3) 時間当たり粗収益は，(粗収益^①-肥料費^②)/労働時間^③

表14 抑制インゲン+早熟インゲン体系における早熟インゲンの施肥法と収量，収益性

栽培法	総収量 (kg/a)	総莢数 (本/a)	1莢重 (g/本)	可販収量 (kg/a)	粗収益 ^① (円/10a)	肥料費 ^② (円/10a)	労働時間 ^③ (h/10a)	同左差 (h)	時間当 粗収益 (円)
【半つるインゲン】									
慣行基準施肥	171	32,418	5.3	139	1,023,520	15,460	320	0	3,148
畝連続液肥	229	45,537	5.0	185	1,354,136	18,656	370	49	3,613
畝連続液肥倍量	231	43,120	5.4	190	1,396,794	37,312	378	57	3,600
【ジャンボインゲン】									
慣行基準施肥	371	29,792	12.5	354	2,551,214	15,460	351	0	7,223
畝連続液肥	382	29,923	12.8	344	2,446,779	18,656	321	-30	7,575
畝連続液肥倍量	386	31,556	12.2	350	2,451,994	37,312	324	-27	7,446

注1) 粗収益：規格別収量×規格別単価
 注2) 労働時間：「県農業経営管理指標」を元に算出，施肥・畝立て時間は24h/10a
 注3) 時間当たり粗収益は，(粗収益^①-肥料費^②)/労働時間^③

抑制サイインゲン+早熟サイインゲン体系における早熟半つるインゲンの施肥法と収量を表14に示す。半つるインゲンでは慣行基準施肥に比べ畝連続液肥は、総莢数が多く、aあたり総収量、可販収量も多かった。10aあたり粗収益は、慣行基準施肥の1,023千円に比べ、畝連続液肥が1,354千円、畝連続液肥倍量が1,396千円と畝連続液肥が多かった。10aあたり労働時間は、畝連続液肥区は施肥・畝立て作業の24時間を省力できたが、収量増により収穫時間が増加したことで慣行基準施肥の320時間に比べ、畝連続液肥が370時間、畝連続液肥倍量が378時間と多かった。粗収益から肥料費を除いて労働時間で割った時間当たり粗収益は慣行基準施肥の3,148円に比べ、畝連続液肥が3,613円、畝連続液肥倍量が3,600円と多かった。

ジャンボインゲンでは、総莢数は施肥法による差はほとんど無く、aあたり総収量、可販収量も慣行基準施肥の371kg、354kgに比べ畝連続液肥が382kg、344kg、畝連続液肥倍量が386kg、350kgであった。早熟ジャンボインゲンの栽培法の違いによる土壌の電気伝導度（以下EC）の推移を図11に示す。各区播種直後のECは、株間で慣行基準施肥が0.15mS/cmで、畝連続液肥が0.11mS/cm、畝連続液肥倍量が0.24mS/cmと差が無かった。かん水チューブ下は、慣行基準施肥が0.12mS/cmで、畝連続液肥が0.60mS/cm、畝連続液肥倍量が0.43mS/cmと畝連続液肥が高かった。畝連続液肥のかん水チューブ下のECは、生育中期から徐々に低下し、栽

培終了後慣行基準施肥の0.09mS/cmに比べ、畝連続液肥が0.05mS/cm、畝連続液肥倍量が0.07mS/cmと差が無かった。この傾向は、抑制ニガウリ+早熟カボチャの早熟カボチャ、抑制ニガウリ+早熟ジャンボインゲンの早熟ジャンボインゲンでも同様な結果であった（データ省略）。10aあたり粗収益は、慣行基準施肥の2,551千円に比べ、畝連続液肥が2,446千円、畝連続液肥倍量が2,451千円と差が無かった。10aあたり労働時間は、畝連続液肥区が施肥・畝立ての24時間を省力できたことから慣行基準施肥の351時間に比べ、畝連続液肥が321時間、畝連続液肥倍量が324時間と少なく、粗収益から肥料費を除いて労働時間で割った時間当たり粗収益は慣行基準施肥の7,223円に比べ、畝連続液肥が7,575円、畝連続液肥倍量が7,446円とやや高かった。

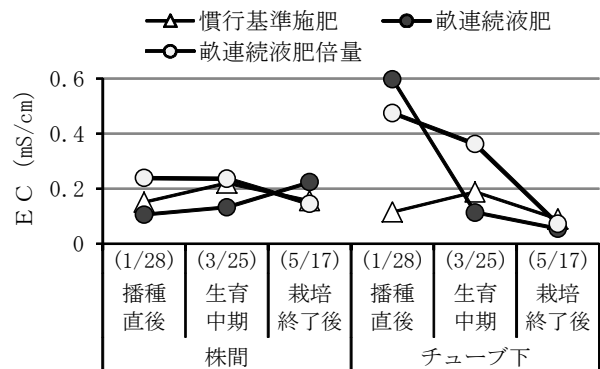


図11 早熟ジャンボインゲン栽培法の違いによる土壌EC推移の差

表15 各輪作体系の収益性目標および試験結果に基づく収益性試算

輪作体系		輪作体系 I		輪作体系 II		輪作体系 III		輪作体系 IV	
項目	単位	抑制 ニガウリ	早熟 カボチャ	抑制 ニガウリ	早熟 ジャンボ	抑制 半つる	早熟 半つる	抑制 ジャンボ	早熟 ジャンボ
【目標】									
生産量	kg	3,000	2,500	3,000	2,000	2,000	1,500	2,000	2,000
平均単価	円/kg	400	380	400	600	600	550	600	600
粗収益	円	1,200,000	950,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	825,000	1,200,000	1,200,000
粗収益計	円	2,150,000		2,400,000		2,025,000		2,400,000	
経費合計	円	1,407,500		1,350,000		1,088,850		1,082,600	
農業所得	円	742,500		1,050,000		936,150		1,317,400	
労働時間	h	213	184	213	241	418	338	241	241
時間計	h	397		454		756		482	
【試験結果に基づく収益性試算】									
生産量	kg	5,217	2,546	5,217	2,655	1,875	1,849	2,749	3,445
平均単価	円/kg	404	441	404	681	969	732	661	710
粗収益	円	2,106,850	1,122,102	2,106,850	1,808,948	1,816,087	1,354,136	1,815,877	2,446,779
粗収益計	円	3,228,952		3,915,798		3,170,223		4,262,656	
種苗代	円	142,565		141,765		37,000		37,000	
肥料代	円	86,000		86,000		40,000		40,000	
農薬費	円	37,000		43,400		10,400		10,400	
諸材料	円	110,100		110,100		98,200		98,200	
光熱水費	円	8,000		8,000		8,000		8,000	
修繕費	円	36,000		36,000		36,000		36,000	
流通費	円	1,030,729		1,217,419		811,705		1,022,001	
償却費	円	442,786		442,786		442,786		442,786	
経費合計	円	1,893,180		2,085,469		1,484,090		1,694,386	
農業所得	円	1,335,772		1,830,329		1,686,133		2,568,270	
所得率	%	41.4		46.7		53.2		60.3	
労働時間	h	253	159	253	264	398	370	295	321
時間計	h	412		517		768		616	

注1) 半つるは半つるインゲン，ジャンボはジャンボインゲン

注2) 償却費：平張施設は，導入経費170万/10a，償却期間5年，年償却費34万/10aで試算

試験9 各輪作体系の収益性評価

抑制ニガウリ＋早熟カボチャ，抑制ニガウリ＋早熟ジャンボインゲン，抑制サヤインゲン＋早熟サヤインゲンの各輪作体系の収益性を表15に示す。各輪作体系の試験結果から収益性を試算した結果は，抑制ニガウリ＋早熟カボチャ体系の粗収益が3,228千円，農業所得が1,335千円で，労働時間が412時間であった。抑制ニガウリ＋早熟ジャンボインゲン体系の粗収益は3,915千円，農業所得が1,830千円，労働時間が517時間であった。また，抑制半つるインゲン＋早熟半つるインゲン体系の粗収益は3,170千円，農業所得が1,686千円，労働時間が768時間で，抑制ジャンボインゲン＋早熟ジャンボインゲン体系の粗収益は4,262千円，農業所得が2,568千円，労働時間が616時間であった。各体系とも目標労働時間に対して増加したが，労働時間の増加は，生産量の増加による収穫時間の増加によるものであった。各輪作体系とも試験開始前に設定した生産量，粗収益および農業所得の目標を上回った。

考 察

1 抑制ニガウリの栽培方法

抑制ニガウリの定植期は，9月中旬から8月下旬にかけて早進化するほど総果数が増加し，総収量，可販収量が高かった。登野盛ら¹³⁾は，気温がニガウリの開花および花粉発芽に及ぼす影響を検討し，異なる気温条件下（昼温/夜温：30/25℃，20/15℃，15/10℃）で開花数を比較した結果，30/25℃が最も多く，15/10℃が最も少なく，生産量を増やすために重要な花数を確保するためには温度が重要であることを報告している。定植期を9月中旬から8月下旬に早進化することは，開花期の温度を十分に確保でき，花数を長期間確保できることから増収につながったと考えられる。また，9月上旬と8月下旬では，8月下旬定植が多収であるが，収穫後期の単価の上昇により粗収益には差がないことから，抑制ニガウリの最適な定植期は8月下旬～9月上旬が適当であると考えられた。抑制ニガウリの作型では，気温，日照時間，日射量は7～8月を最高に，その後減少する。比屋根ら³⁾は，ニガウリの光合成特性として葉温が光合成速

度に及ぼす影響について 25 °C 付近に最適温度を有し、光と光合成速度は $1000 \mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 付近に光飽和点が認められることを報告している。本試験では、栽植様式と収量の関係では、9 月中旬定植では密植が疎植より株当たり果数、収量が少なかったが、9 月上旬定植では差が無かった。さらに、同じ栽植様式を定植期ごとに比較しても定植期が遅いと株当たり果数、収量が少ないことなどから、定植期が早いと気温、日照条件が良く、密植でも株当たりの生産能力が低下せず、密植効果により a 当たりでは多収になると考えられ、9 月上旬までの定植では密植の畝幅 130cm が適すると考えられた。また、受粉間隔では、隔日受粉において 8 月下旬定植で総果数、可販果数が増加し、高単価期の 11 月の収量が多いことから粗収益も向上した。毎日受粉に比べ隔日受粉で着果制限をすることが、初期の着果負担軽減につながり、草勢の低下を抑えることで収穫後半の収量が増加したと考えられる。田中ら¹²⁾は、ニガウリ‘か交 5 号’の半促成作型での受粉回数は、収量、省力化の点から毎日より 5 回/週が適当であると報告しているが、本試験の抑制作型でも収量、粗収益および省力化の点から隔日受粉が適当であると考えられた。

2 早熟カボチャの栽植様式

早熟カボチャの栽植様式は、片側仕立て（畝幅 3.6 m, 93 株/a）と比べ両側仕立て（畝幅 2.6 m, 128 株/a）の密植で可販収量の差は無かったが、着果数を 1 つの 1 果にすることで平均 1 果重が重くなり、粗収益は高く、両側仕立てが適当であると考えられた。

3 サヤインゲンの栽培方法

サヤインゲンと光の関係について鈴木ら¹⁰⁾は、光度の減少がサヤインゲンの開花、結実に与える影響は、光度の減少により着蕾数が少なくなり、開花数を減少させ、結実数を少なくさせると報告している。抑制作型、早熟作型ともに日照時間、日射量が少ない時期で、さらに密植することで受光条件が悪くなると考えられ、このことがサヤインゲンの株当たり莢数、収量が密植の畝幅 170cm・2 条より疎植の畝幅 130cm・1 条が多かった主な要因と考えられる。また、作型別では日照時間と日射量が徐々に少なくなる抑制作型に比べて、徐々に多くなる早熟作型の収量が多いことも光度と結実数の関係によるものと考えられる。しかし、a 当たりでは、早熟作型ジャンボインゲン以外は、密植による株当たり収量減より、密植による株数増加で増収しており、栽植様式は畝幅 170cm・2 条が適すると考えられた。

播種期を 1 月下旬に早進化することで半つるインゲンでは総莢数が増加し、ジャンボインゲンでも増加する傾

向にあったが、これは、収穫期間の延長だけによるものではなかった。鈴木ら⁹⁾は、一般に、早熟作型では播種期が遅くなるにしたがって開花までの日数が短くなること、また、花芽分化と播種後積算温度との間に密接な関係があり、花芽分化はほぼ積算温度と比例的に行われ、播種期が異なっても同一積算温度でほぼ同じような分化数を示すと報告している。本試験の結果では、半つるインゲン、ジャンボインゲンとも播種期が遅い 2 月上旬播種が、播種から開花までの日数が短くなっているが、積算温度は 1 月下旬播種が高く、このことが、花芽分化数の増加、莢数の増加につながったと考えられる。可販収量は、半つるインゲンでは有意な差は無かったものの、時期別収量と単価の関係から 1 月下旬播種の粗収益が高く、ジャンボインゲンでは 1 月下旬播種の可販収量が有意に多く、時期別収量と単価の関係からも粗収益が高かった。データは省略したものの、早熟サヤインゲンの播種期は 2014 年も 2 月上旬播種より 1 月下旬播種が莢数が多く、収量が高く、粗収益が高かった。このことから、早熟作型の播種期は 1 月下旬が適する。

4 養分吸収特性

各作型・品目の養分吸収特性で抑制ニガウリ、早熟カボチャの窒素含有率は葉が高く、サヤインゲンは莢、葉が高いことや、養分吸収量が明らかとなり、養分吸収特性の把握ができた。このうち、抑制ニガウリの養分吸収量は、果実総収量と養分吸収量の関係^{a)}に概ね合致していた。早熟カボチャの養分吸収量は、清本ら⁷⁾が‘えびす’の早熟作型における吸収量を窒素、リン酸、カリそれぞれ 13.5, 10.8, 23.5kg/10a と報告しており、本試験ではリン酸の吸収量がやや低いものの、窒素、カリは同程度であった。また、サヤインゲンの養分吸収特性についての報告は少なく、今後の参考になるデータを得ることができた。これらの結果は、暗赤色土における各品目の施肥基準に活用でき、本試験においても、この結果から施肥基準量の見直しを行うとともに、畝連続栽培時の施肥設計に活用し、効率的な施肥を行うことができた。

5 畝連続栽培

各輪作体系における早熟作型は、いずれの品目も液肥利用による畝連続栽培が可能であった。本試験では、省力を目的に 5 倍希釈液という比較的濃度の高い液肥を使用し、定植・播種時のかん水チューブ下の EC は高かったが、生育中期から後期にかけて徐々に低下した。定植・播種後チューブ下まで根が伸長するまで日数を要する

a) 鹿児島農総セ 平成 23 年普及に移す研究成果集 果実収量に対応したハウスニガウリの施肥量

ことなどから根に障害を与える影響はなかったと考えられる。長友⁸⁾は、畝連続栽培の問題点を指摘し、畝連続栽培では畝内の土壌水分のムラが生じ減収を引き起こしやすく、かん水量を増やして栽培管理することで安定した収量が得られるとしているが、本試験ではこういった指摘を踏まえ、畝連続区については定植・播種前に基礎水 30mm を畝内にかん水したが、このことも畝連続栽培を可能にする大きな要因の一つであると考えられる。畝連続栽培は、省力等が目的で、慣行基準施肥並みの収量を目標としており、いずれの品目もほぼ慣行基準施肥並かそれ以上の収量であった。液肥は慣行肥料よりややコストが高いが、施肥・畝立て時間を省力できることにより粗収益から肥料費を差し引き、労働時間で割った時間当たり粗収益はいずれも慣行基準施肥より高く、畝連続液肥栽培が経営的に有効であることが確認できた。輪作体系の中で、特に抑制サイインゲン+早熟サイインゲンの体系は、早熟サイインゲンを1月下旬に播種する場合、抑制サイインゲン栽培終了から早熟サイインゲンの播種まで約10日から2週間しかなく、奄美地域では、この間に曇雨天が続く場合が多い。早熟サイインゲンの播種を計画的に行えることから、畝連続液肥栽培のメリットは大きいと考えられる。また、早熟作型の施肥・畝立て時に曇雨天が多く土壌水分が多いと、重粘土壌では耕耘しても十分な砕土ができず、土塊が大きいなど土壌物理性が悪い場合が多い。土壌物理性の悪い畝への定植・播種は、その後の活着の遅れや発芽の遅れ、発芽率の低下を招く。達観ではあるが、本試験の畦連続液肥の早熟作型液肥施肥時の土塊は、抑制作型栽培時のかん水等により細かく砕土され、慣行基準施肥区の土塊より明らかに小さかった。抑制ニガウリ+早熟ジャンボインゲン、抑制サイインゲン+早熟サイインゲンの早熟作型で畦連続液肥の収量が高い傾向にあるのは、液肥の効果よりも土塊が小さく、土壌物理性が良いことが影響していると考えられ、このことも畦連続液肥栽培のメリットの一つであると考えられる。

6 各輪作体系の収益性評価

各品目の定植・播種期や栽植様式の検討による最適な技術の組み合わせで可販収量、粗収益等生産性が向上した。本試験の収益性評価は、木柱平張施設を2010年の10a当たり建設費を元に年間償却費34万円で試算を行った結果であるが、各輪作体系とも所得目標を達成でき、木柱平張施設において高収益輪作体系が可能であることが明らかとなった。施設経費は、木柱の間隔や鋼材による補強の程度などで異なり、2016年7月現在で標準的な建設費は約220万円、年間償却費44万円となってい

るが、これで試算しても各輪作体系とも所得目標の達成が可能である。

本試験は2011年から2016年まで実施し、2013年は10月に台風が3回接近した。3回とも強風（最大瞬間風速34.4m/s, 17.7m/s, 27.5m/s）を伴う台風であったが、木柱平張施設は台風による被害はなく、栽培中の抑制ニガウリも平張施設内の風上側が一部影響を受けたが大きな被害はなかった。抑制サイインゲンも平張施設内で簡易被覆資材で抑えた簡易な対策のみで全く影響はなかった。露地栽培が大きな被害を受けたことを考えると、平張施設は安定した生産が可能であり、このことは、耐風性を有する木柱平張施設の最大のメリットであると考えられる。奄美地域では台風等による強風害の危険性は高く、栽培品目が収穫できなくなる程の大きな被害を受ける年があることを考慮すると、安定した生産が可能なのは単年度で高収益を得ることよりも優るものがあると考えられる。さらに、露地栽培では不可欠な台風対策が不要であることは、資材、労力面からも大きなメリットである。

本試験は木柱平張施設における野菜有望品目の収益性の高い最適な栽培方法を明らかにした。平張施設経費は工事方法（外注や自家施工等）や補助事業の活用可否によっても異なることから、今後は、標準的な建設費が10a当たり約500万円（2016年7月現在）の鉄骨平張施設への野菜導入の検討や、すでに平張施設を導入している花き類への野菜輪作品目の導入などが期待される。また、本試験で検討した品目以外の平張施設導入の要望もあり、さらなる有望品目の検討と生産性向上技術の開発が必要である。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、清田純一郎氏をはじめとする徳之島支場園芸土壌研究室職員各位に多大なご協力を戴いた。ここに心から感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 奄美群島広域事務組合 2014. 奄美群島成長戦略ビジョン
- 2) 奄美群島農政推進協議会・奄美大島流域森林・林業活性化センター・鹿児島県大島支庁 2017. 平成28年度奄美農林水産業の動向：32
- 3) 比屋根真一・比屋根理恵・河野伸二・崎山澄寿・川満芳信 2001. ニガウリの光合成特性，宮古支場移転20周年記念誌：56－58
- 4) 鹿児島県 2011. 農業経営管理指導指標

- 5) 鹿児島県 2014. 奄美群島振興開発計画 : 45
- 6) 鹿児島県大島支庁 2010. 奄美地域将来ビジョン : 34
- 7) 清本なぎさ・前原隆史・永田茂穂・福山聡 2001. 早熟カボチャにおける全量基肥栽培, 鹿児島農試研究報告 29 : 29 - 38
- 8) 長友誠 2013. 施設ニガウリにおける被覆肥料を用いた畦連続栽培の試み, 農業と科学 652 : 6 - 11
- 9) 鈴木芳夫 2009. 花芽分化・開花の生理, 生態－インゲン, 農業技術体系 野菜編, 農文協, 第10巻 : 基51-基73
- 10) 鈴木芳夫 2009. 結莢・結実の生理, 生態－インゲン, 農業技術体系 野菜編, 農文協, 第10巻 : 基75-基94
- 11) 田中義弘・満留克俊・橋口健一郎・後藤英嗣 2012. 奄美地域における耐風性施設としての木柱平張施設における果菜類の栽培評価, 鹿児島農総セ研究報告(耕種) 7 : 23 - 32
- 12) 田中義弘・鮫島國親・東郷弘之・馬場高行・永田茂穂・露重美義 2007. ニガウリ‘か交5号’の雌花着生と着果法, 鹿児島農総セ研究報告(耕種) 1 : 29 - 36
- 13) 登野盛博一・玉城盛俊・大田守也 2009. 気温がニガウリの開花および花粉発芽に及ぼす影響, 沖縄県農研セ研究報告 3 : 12 - 16

Development of Productivity Improvement Technique of Vegetables at the Flat Woody-pole Net House in the Amami area

Shin-ya Kashiwagi, Norimitu Kuwazuru, Yoshihiro Tanaka, Toshiyuki Mochida and Ken-ichirou Hashiguchi

Summary

Amami area is susceptible to typhoon damage and strong seasonal wind in winter, which makes vegetable production unstable. In this study, we examined on suitable cultivation methods in some vegetables under the flat woody-pole net house which is widely used in flowering plants to reduce strong wind and prevent its damage with balsam pea, snap bean and pumpkin. Gross income in balsam pear in delayed-start culture was optimized when transplanted from the end of August to the beginning of September with a furrow width 130cm (64 stocks/a). Also, the yield after November which is higher price season increased when pollinated every other day, and gross income increased. Vertical training on both sides with a furrow width 2.6m (128 stocks/a) was more suitable compared to one side training in pumpkin in semi-forcing culture. The suitable spacial arrangement for snap beans was a furrow width 170cm with 2 articles (392 stocks /a) in retarding and semi-forcing culture with semi-climbing crop type cultivar and in semi-forcing culture with climbing type cultivar, and the end of January was suitable for sowing in semi-forcing culture. Labor saving culture with continuous use of ridge was capable by using liquid fertilizer in the three crop combinations; retarding culture of balsam pear with semi-forcing culture of pumpkin or snap beans, and retarding and semi-forcing culture of snap beans. These cultivation systems were effective in reducing labor for fertilization and ridge making without decreasing marketable yield.

The marketable yield of these three vegetable crops was increased by adopting the suitable cultivation methods for each crop, which led the achievement of initially targeted profitability in appropriate vegetable combinations examined in this study under the flat woody-pole net house.

Keywords : continuous use of ridges, high profitability, labor saving, flat woody-pole net house, vegetable