

II ナスにおける環境制御ガイドライン

1 栽培管理・環境制御指針

2 管理のポイント

3 実証栽培結果

4 経営モデル

愛知県農業総合試験場 園芸研究部 野菜研究室
愛知県経済農業協同組合連合会 営農総合室 営農支援センター

II ナスにおける環境制御ガイドライン

1 栽培管理・環境制御指針

■品種

穂木「千両」、「とげなし輝楽」

台木「トルバム・ビガー」等

※ほ場の病害発生状況を考慮し、選択する。

■栽植密度

株間41cm うね幅180cm

1,355株/10a、2本仕立て

■目標収量 22t/10a

項 目		7 月	8 月	9 月
管理目標	最高室温	—	—	28～30℃
	最低室温	—	—	—
	日平均室温 ¹⁾	—	—	—
	日中の湿度	—	—	75～80%
	日中の飽差	—	—	5～8g/m ³
施肥管理 ²⁾ 目標 (施用窒素量)	千両	—	—	50mg/株/日
	とげなし輝楽	—	—	50mg/株/日
栽培管理		育苗	育苗	定植 ⁴⁾
CO ₂ 施用 ³⁾ 機器設定	時刻	—	—	—
	設定濃度	—	—	—

項 目		1 月	2 月	3 月
管理目標	最高室温	28～30℃	28～30℃	28～30℃
	最低室温	10～15℃	10～15℃	10～15℃
	日平均室温 ¹⁾	16～19℃	17～20℃	17～22℃
	日中の湿度	75～80%	75～80%	75～80%
	日中の飽差	5～8g/m ³	5～8g/m ³	5～8g/m ³
施肥管理 ²⁾ 目標 (施用窒素量)	千両	120mg/株/日	120mg/株/日	150mg/株/日
	とげなし輝楽	150mg/株/日	150mg/株/日	180mg/株/日
栽培管理		収穫	収穫	収穫
CO ₂ 施用 ³⁾ 機器設定	時刻	7～15時	7～16時	6～16時
	設定濃度	500～600ppm (換気時 ⁵⁾ 400ppm)	500～600ppm (換気時 ⁵⁾ 400ppm)	500～600ppm (換気時 ⁵⁾ 400ppm)

【注意事項】

- 1) 変温管理とすることで燃油の消費が減り、費用対効果が良くなります(管理のポイント参照)。
- 2) 養液土耕方式の場合の日施用窒素量の目安です。施肥は収穫終了の2週間前を目安に打ち切ります。
- 3) 局所施用が効果的です。



10月	11月	12月
28~30°C	28~30°C	28~30°C
12°C	10°C	10~15°C
18~23°C	16~19°C	16~19°C
75~80%	75~80%	75~80%
5~8g/m ³	5~8g/m ³	5~8g/m ³
80mg/株/日	80mg/株/日	100mg/株/日
80mg/株/日	100mg/株/日	120mg/株/日
収穫	収穫	収穫・摘心
-	6~16時	7~15時
-	500~600ppm (換気時 ⁵⁾ 400ppm)	500~600ppm (換気時 ⁵⁾ 400ppm)

4月	5月	6月
28°C	28°C	28°C
10~15°C	12°C	-
18~23°C	20~24°C	-
75~80%	75~80%	75~80%
5~8g/m ³	5~8g/m ³	5~8g/m ³
180mg/株/日	250mg/株/日	250mg/株/日
200mg/株/日	250mg/株/日	250mg/株/日
収穫	収穫	収穫
6~16時	-	-
500~600ppm (換気時 ⁵⁾ 400ppm)	-	-

4) 9月下旬定植。

5) 換気温度は28°Cとし、換気時は外気と同程度の濃度で施用します。



2 管理のポイント

(1) 基本的な考え方

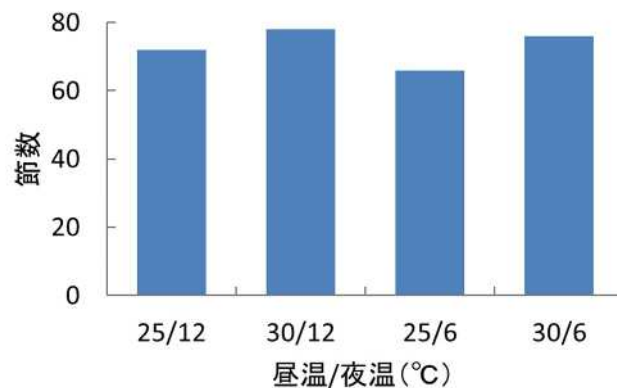
ナスの光合成能力を最大に発揮させるため、①温度、②湿度、③CO₂、④日射、⑤養水分を制御の対象とします。ナスは、未熟果を一定の大きさに収穫することから、収穫果数が最も収量に影響を及ぼします。このため、CO₂を施用した場合には、生育を促すように、通常よりも高めの温度管理を行います。

環境制御で特に導入したい設備・機械

- ① CO₂施用機
施設密閉時に不足するCO₂を供給します。
- ② 養液土耕栽培装置
精密な施肥・灌水が可能となります。
- ③ 環境モニタリング機器
施設内環境の把握や、データを見ながら栽培を振り返る際に用います。

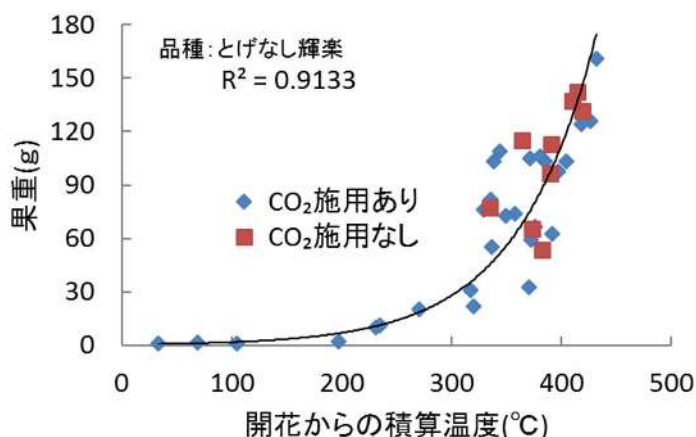
(2) 温度

ナスは栄養成長と生殖成長が同時に進むため、果実生産にはそのバランスをとることが重要な作物です。生育適温に保つことはもちろん、草勢をコントロールするためにも温度管理が行われています。ナスにおいても、トマト等と同様に、**葉の展開や開花等の生育速度は温度と密接な関係がある**ことが知られています（図Ⅱ－1）。



図Ⅱ－1 ナスにおける昼夜温管理が同一栽培期間内の節数に及ぼす影響
(徳島農試, 1981より作図)

温度（積算温度）は果実の肥大にも大きく影響します（図Ⅱ－2）。一方で、CO₂施用の有無は果実肥大には直接大きな影響を与えないと考えられます。



図Ⅱ－2 開花からの積算温度が果重に及ぼす影響（愛知農総試，2018）
（10月下旬～3月上旬の開花果実について調査、1プロット n=2～14の平均値）

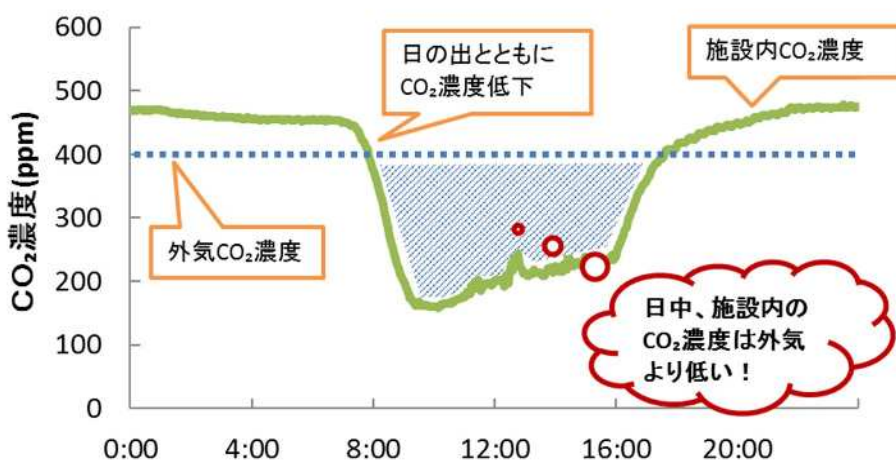
(3) 湿度

施設ナス栽培で問題となる灰色かび病、黒枯病や日焼け果の発生は、最高相対湿度を90%以下とすることで大幅に減少します。（宮城農試，2005、高知農技セ，2017）。

ミスト噴霧を用いた加湿効果については、日中に相対湿度70～80%を維持する管理を行った場合でも無処理（5月の平均最低相対湿度約65%）と収量・品質に差がみられなかったとの報告（高知農技セ，2013）もあります。しかし、相対湿度40%程度以下の過乾燥となり、茎葉が萎れるようでは安定した生産は望めません。過湿・過乾燥を避けた管理が必要です。

(4) CO₂

施設内CO₂濃度は、施設を密閉する冬期において、日中外気より低下します(図Ⅱ－3)。この部分をCO₂施用により補うことが必要となります。



図Ⅱ－3 冬期施設内CO₂濃度の推移

ア 施用方法

- ・ダクト等を用いて**群落内に局所施用**する、あるいは循環扇や温風暖房機を利用して**均一に拡散**させるなどの方法があります（図Ⅱ－４、Ⅱ－５）。
- ・**燃焼式の CO₂発生装置で施用を行うと、地上付近よりも施設上部の CO₂濃度が高くなる傾向**があります（静岡農林技研, 2019）。群落内に局所施用することで効率的に群落内の CO₂濃度を高くすることが可能です。



図Ⅱ－４ ダクトで局所施用



図Ⅱ－５ 温風暖房機で拡散

イ 施用期間

- ・施設の**換気が少ない冬期～春期**にかけて行います。
※夏秋期の施用も効果があると考えられますが、換気が多く施設外への CO₂の流出が多くなります。**群落内の CO₂濃度が外気より低下する場合に施用を検討**します。

ウ 施用時間

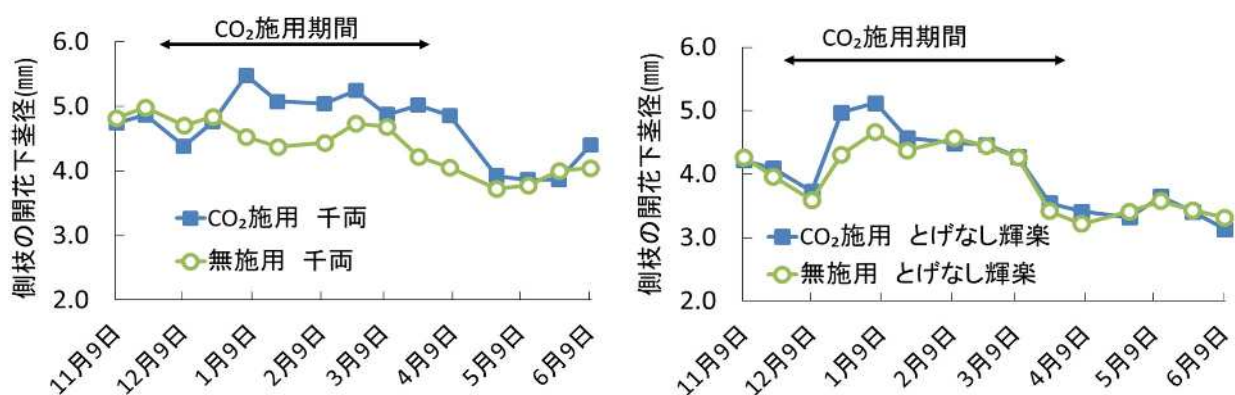
- ・施設内 CO₂濃度が低下する日の出～日の入り 1 時間前までとします。

エ 施用濃度

- ・外気濃度（400ppm）より高めの **500～600ppm 程度**とします。**施設内が換気温度に達した場合は、外気と同程度**とします。
※2,000ppm 程度までは高濃度ほど光合成速度が速くなりますが、CO₂施用費用も増加します。草勢や費用対効果を考慮し施用する必要があります。

【CO₂施用による効果】

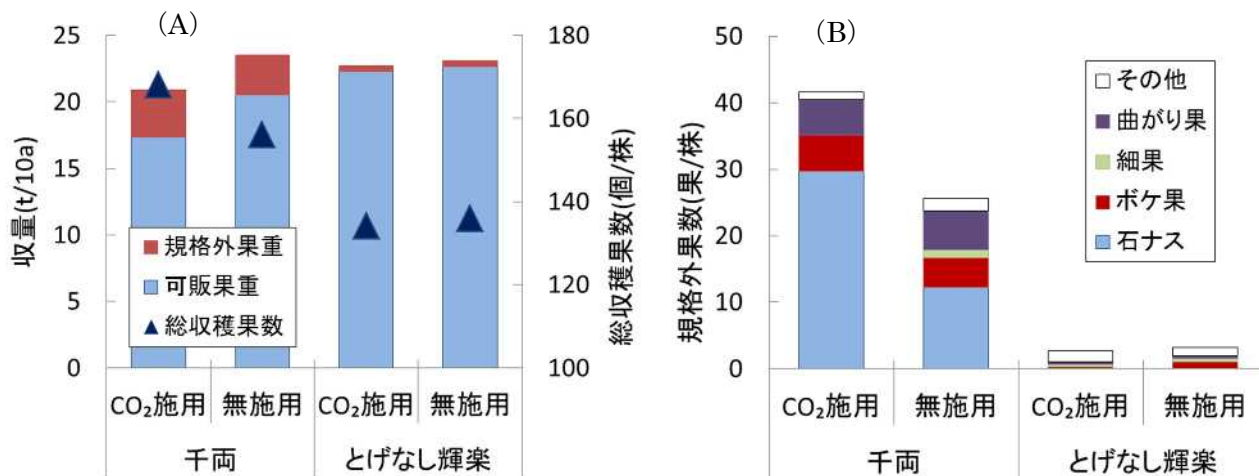
・CO₂施用を行うと、品種に関わらず、茎径が太くなり旺盛な生育となります(図II-6)。



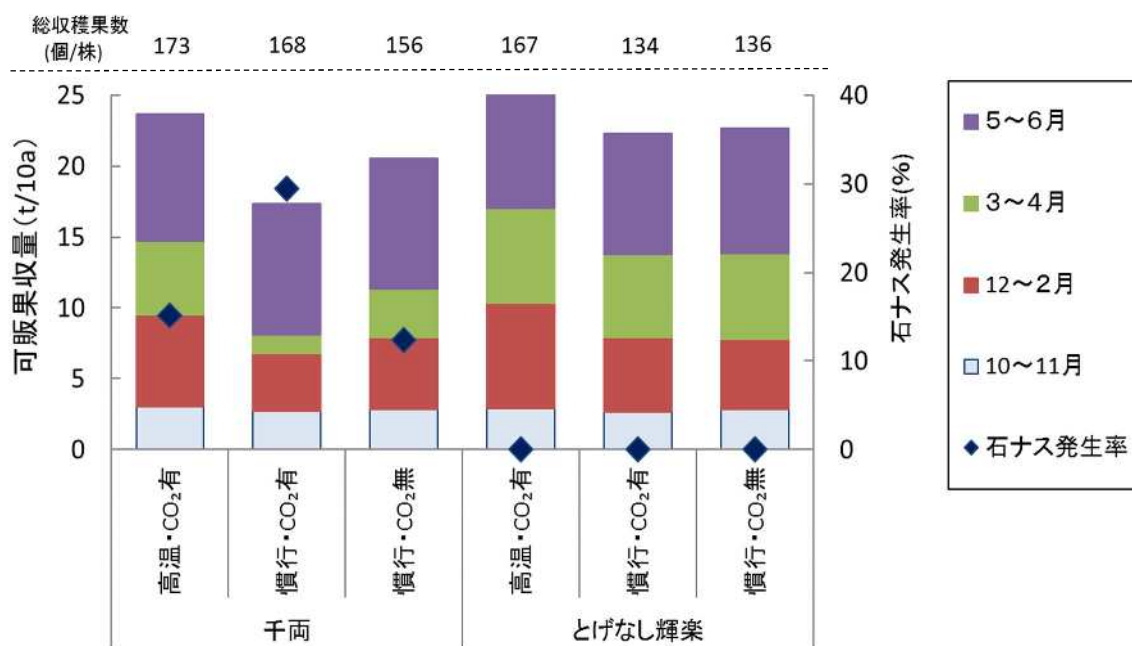
図II-6 CO₂施用が茎径に及ぼす影響 (愛知農総試, 2016)

(台木は「トルバム・ビガー」、換気温度：28℃・加温温度：12℃、CO₂施用濃度 500ppm、換気時 400ppm、CO₂施用期間：12月上旬～3月、CO₂施用時間；12～1月：7時～15時、2月：7時～16時、3月：6時～16時)

- ・CO₂施用が収量に及ぼす効果は、品種によって異なります。慣行の温度管理（換気温度 28℃、加温温度 12℃、12～2月平均気温：16～18℃）において、「千両」では、細果の発生が減少する一方で石ナスの発生が大幅に増加したため、CO₂施用により減収しました(図II-7)。「とげなし輝楽」では石ナスの発生は無く、CO₂施用の有無で収量に差はありませんでした。
- ・CO₂施用期間中に高温管理（換気温度 31℃、加温温度 15℃、12～2月平均気温：18～20℃）を行うことで、転流が促進され石ナスが減少するとともに、収穫果数が増加し、両品種ともに可販果収量が大きく増加しました(図II-8)。収穫時期別にみると、「とげなし輝楽」は12～2月、「千両」は3～4月に顕著に増収しました



図II-7 CO₂施用が収穫果数、収量 (A) および規格外果の内訳 (B) に及ぼす影響 (愛知農総試, 2016) (台木は「トルバム・ビガー」、換気温度: 28°C・加温温度: 12°C、CO₂施用濃度 500ppm、換気時 400ppm、CO₂施用期間: 12月上旬~3月、CO₂施用時間; 12~1月: 7時~15時、2月: 7時~16時、3月: 6時~16時)



図II-8 CO₂施用と温度管理が可販果収量、総収穫果数および石ナス発生率に及ぼす影響 (愛知農総試, 2017) (台木は「トルバム・ビガー」、高温→換気温度: 31°C・加温温度: 15°C、慣行→同: 28°C・同: 12°C、CO₂施用濃度 500ppm、換気時 400ppm、CO₂施用期間: 12月上旬~3月、CO₂施用時間; 12~1月: 7時~15時、2月: 7時~16時、3月: 6時~16時))

■CO₂施用下で費用対効果が高い変温管理

CO₂施用下では、高温管理で収量が増加しますが、加温設定温度を上げると、燃油使用量は大幅に増加してしまいます。時間帯ごとに温度管理を変更する変温管理で、夜間の加温設定を下げることで、省エネ効果が得られることが知られています。表1のように、CO₂施用下で異なる温度管理を行い、収量及び燃油使用量から、費用対効果の高い加温方法を検討しました。

表1 各試験区の温度設定

試験区	換気温度 (°C)	加温温度 (°C)			
		0~6時	~8時	~18時	~24時
後夜半低温区	28	10	15	15	15
後夜半低温+日中加温区	28	10	15	20	15
一定加温区	28	15	15	15	15

注) 12月3日~3月25日処理、雨天時は全区加温温度を12°Cに低下

各試験区の1日の気温の推移を図1に、週平均気温の推移を図2に示しました。週平均気温の推移をみると、温度処理期間中は後夜半低温区が他の2区と比べて概ね1°C程度低くなりました。後夜半低温区と後夜半低温+日中加温区の平均気温は概ね同じで推移しました。

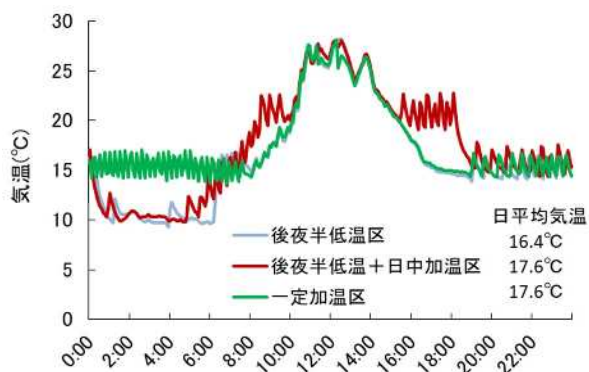


図1 気温の推移 (12月9日：晴~曇天)

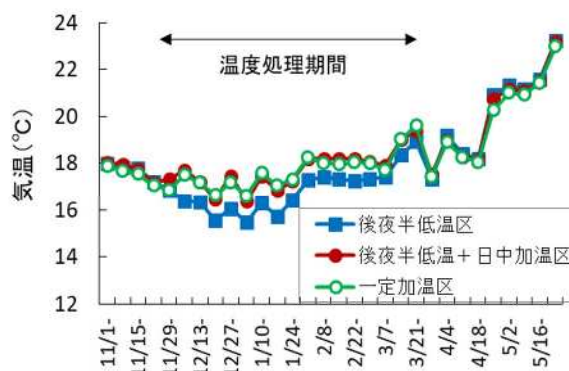


図2 週平均気温の推移

可販果収量は、「千両」では後夜半低温区で石ナスの発生が増加し、他の2区より劣りました(図3)。後夜半低温+日中加温区と一定加温区の可販果収量は同等であったことから、日平均気温が同程度(12~3月:16~18°C)であれば、時間帯ごとの温度管理が異なっても可販果収量に差はないと考えられました。「とげなし輝楽」では、温度管理の違いによって可販果収量に大きな差はありませんでした。

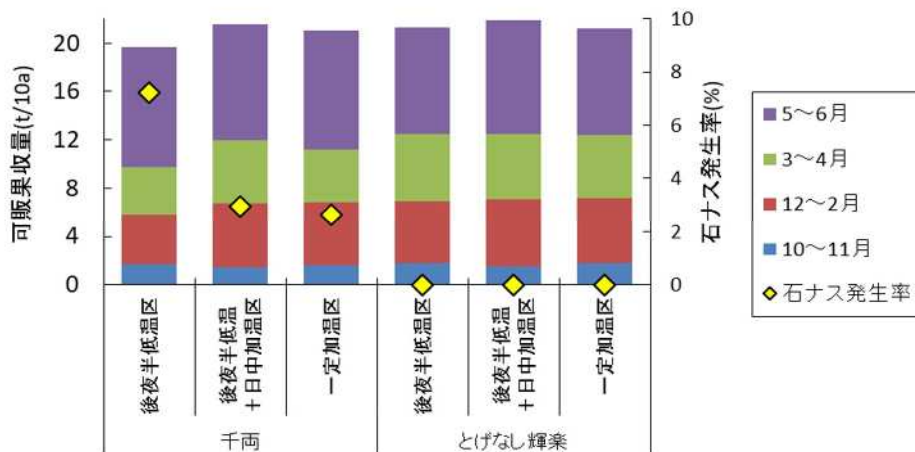


図3 可販果収量および石ナス発生率（愛知農総試，2020）

（台木はいずれも「トルバム・ビガー」、CO₂施用濃度 500ppm、換気時 400ppm）

収益性は、「千両」では後夜半低温+日中加温区が、「とげなし輝楽」では、後夜半低温区及び後夜半低温+日中加温区が優れると考えられました（表2）。

表2 CO₂施用下の温度管理が収益性に及ぼす影響（10a 当たり）

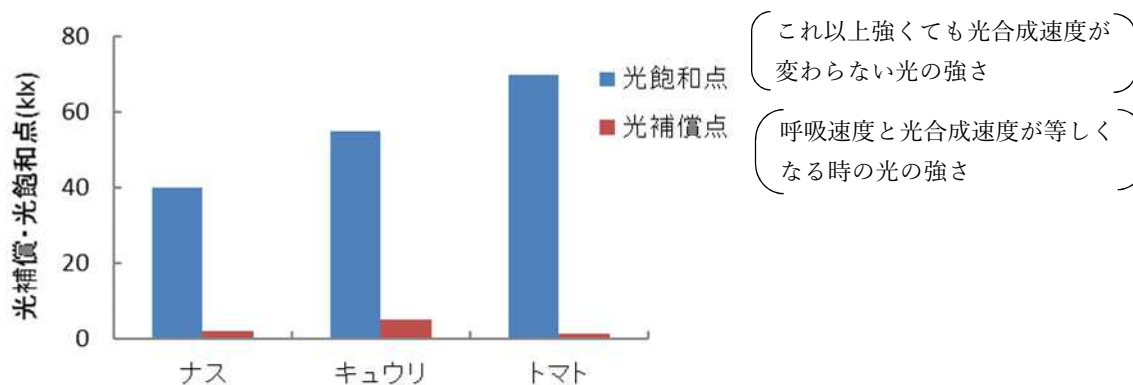
品種	試験区	可販果収量(t)	販売額 ¹⁾ ① (千円)	燃油使用量 (kL)	燃油代 ²⁾ ② (千円)	① - ② (千円)
千両	後夜半低温区	19.7	7,352	10.7	908	6,444
	後夜半低温+日中加温区	21.5	8,089	12.5	1,059	7,030
	一定加温区	21.0	7,900	13.8	1,173	6,727
とげなし輝楽	後夜半低温区	21.3	8,028	10.7	908	7,120
	後夜半低温+日中加温区	21.9	8,287	12.5	1,059	7,228
	一定加温区	21.2	8,033	13.8	1,173	6,860

1)2016~2020年の月別平均単価及び各試験区の月別収量から計算

2)重油 85 円/L として計算

(5) 日射

ナスは他の果菜類に比べて光飽和点は低いですが、**群落内では光強度が低下し、光飽和点に達することは少ないことや弱光下では果皮の着色が劣ることから、基本的に遮光しません**（図II-9）。

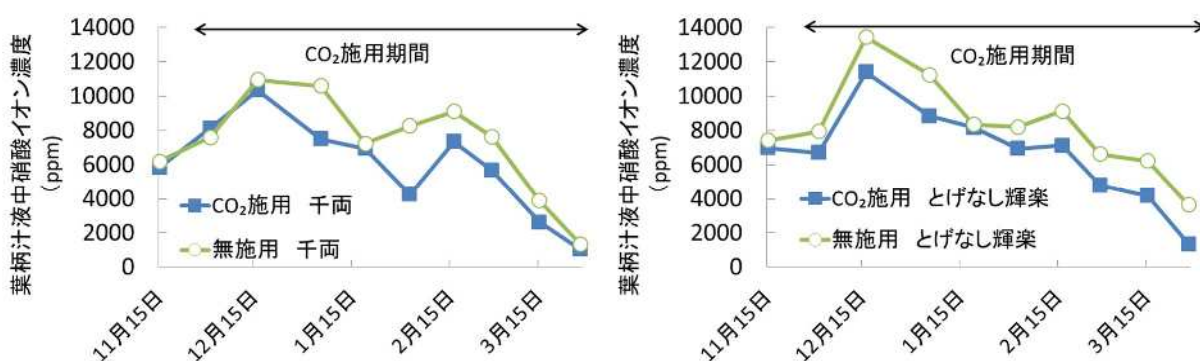


図II-9 各種野菜の光飽和点と光補償点（松本正雄「蔬菜園芸学」，1973 より作成）

(6) 養水分

ナスの果実を1 t収穫するために必要となる施肥量は、窒素 3.4kg、リン酸 1.0kg、加里 5.7kg と言われています（農業技術大系，2000）。環境制御によって生育が旺盛となり、果実収量が増加することにより、品種にかかわらず、葉柄汁液中の硝酸イオン濃度は低下する傾向にあります（図II-10）。このため、**追肥を重視した施肥管理**が必要となります。また、「**とげなし輝楽**」は、「千両」より多肥とする必要があります。

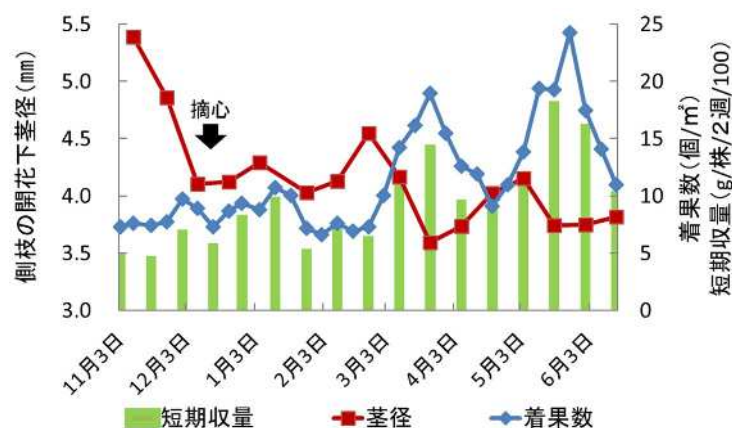
日射量が増加する2月以降は吸水量が急激に増加するため、ぼけ果等の発生に注意が必要です。灌水不足とならないように早めに灌水量を増加させましょう。また、晴天日と曇雨天日では吸水量が大きく異なります。このため、日射に応じた灌水の制御（日射比例制御）を行うと効果的です。



図II-10 CO₂施用が葉柄汁液中硝酸イオン濃度に及ぼす影響（愛知農総試，2016）
（台木は「トルバム・ビガー」、CO₂施用濃度 500ppm、換気時 400ppm）

(7) 着果負担

ナスの草勢を判断する指標の一つとして、茎径があります。作付期間中の茎径・着果数・短期収量の推移をみると、摘心期以降、特に3月以降において、茎径は数週間前の着果状況に応じて増減を繰り返しています（図Ⅱ-11）。短期収量は着果数との相関関係が強く、着果数が多いほど収量は多くなる傾向があります。これらのことから、茎径や収量の増減は、着果負担の変動によって生じていると考えられます。そのため、安定的な収穫量を継続するためには、時期ごとに適正な着果負担となる（≒茎径の変動が少なくなる）ように、芽の整理や収穫果実重の調整を行う必要があります。



図Ⅱ-11 茎径・着果数・短期収量の推移（愛知農総試，2017）

■ 着果数に応じた収穫果実重の変更管理

図Ⅱ-11の茎径の推移から、時期ごとに茎径の変動が少なくなる m^2 あたりの適正着果数を想定し（10～2月まで10果、3～5月まで15果）、表1のように、着果数に応じて収穫時の果実重を変更する区（着果管理区）と収穫果実重を変更しない区（対照区）を設け栽培を行いました。

表1 試験区の設定

試験区	収穫果実重	
	10～2月	3～5月
着果管理区 ¹⁾	m^2 あたり着果数が、 10個未満 120g	m^2 あたり着果数が、 15個未満 120g
	10個以上 100g	15個以上 100g
慣行区	120g	120g

1) 週に1回、収穫後に着果数を調査し、 m^2 あたり着果数に応じて、翌週1週間の収穫果実重を変更する

着果管理区では対照区と比べて、開花数や着果数、茎径の変動が小さくなりました(図1)。可販果収量に差はありませんでしたが、着果管理区で果実品質が向上する傾向がありました(表2)。

着果数に応じた収穫果実重の変更管理によって、草勢の変動が減少することで管理作業が一時期に集中することを軽減でき、管理の労力分散に効果があると考えられます。

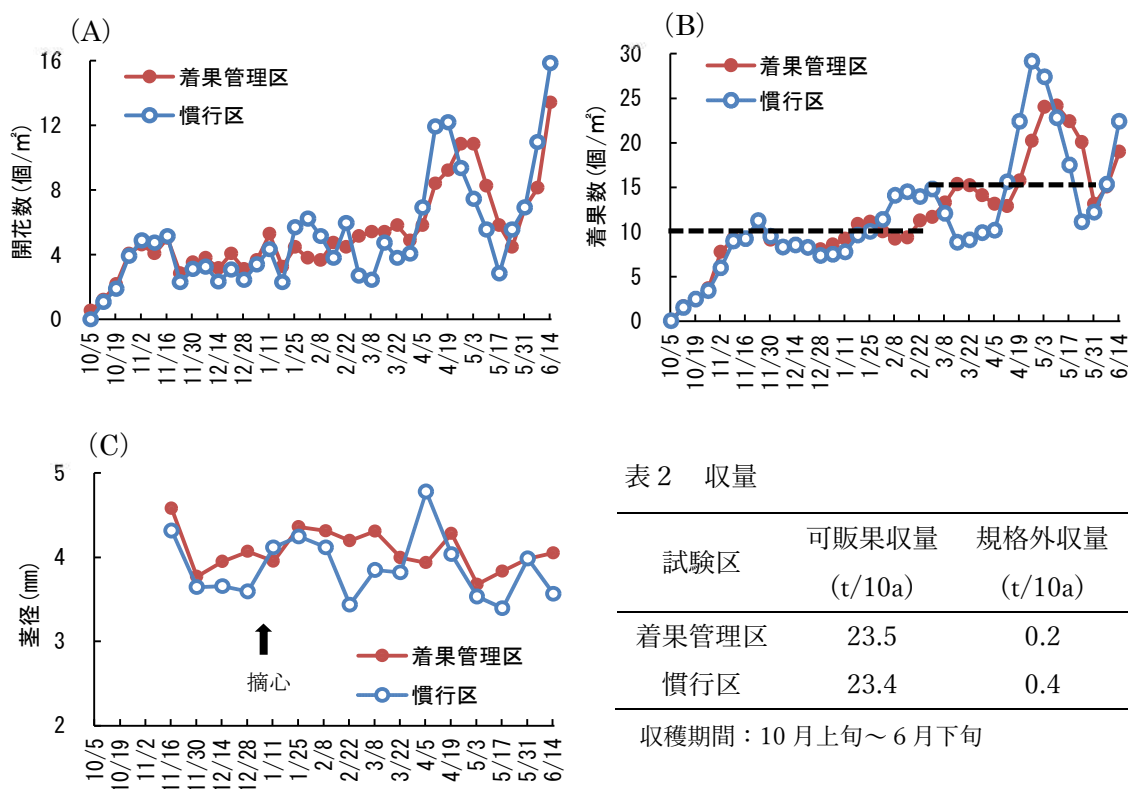


図1 着果数に応じた収穫果実重の変更管理が開花数 (A) 着果数 (B) および茎径 (C) の推移に及ぼす影響 (愛知農総試, 2019)

(穂木「とげなし輝楽」、台木は「トルバム・ビガー」、換気温度：28°C・加温温度：12°C、CO₂施用濃度 500ppm、換気時 400ppm、CO₂用期間：12月上旬～3月、CO₂施用時間；12～1月：7時～15時、2月：7時～16時、3月：6時～16時)

3 実証栽培結果

平成 26 年度（2014 年度）から平成 29 年度（2017 年度）までの期間、JA あいち経済連営農支援センター内の施設でナスの隔離培地を用いた養液栽培の技術確立を目的として、以下の（1）、（2）の実証栽培に取り組みましたので紹介します。

（1）実証栽培① 栽培様式、台木が収量に及ぼす影響の検討（平成 26 年度作）

ア 栽培概要

- （ア）施設 営農支援センター内 丸形 PO ハウス 162 m²
- （イ）栽培様式 養液栽培（隔離培地（ヤシガラ培地：商品名 ココバッグ））
土耕栽培
- （ウ）供試品種 養液栽培 穂木：「千両」×台木「トルバム・ビガー」
「トナシム」
「台太郎」
「赤ナス」
土耕栽培 穂木：「千両」×台木「トルバム・ビガー」

（エ）耕種概要

定植：2014 年 8 月 28 日

栽植密度：1,355 株/10a（株間 41 cm×うね間 180 cm）、2 本仕立て

収穫：2014 年 9 月 24 日～2015 年 7 月 10 日

加温：11 月 4 日～ 最低温度 13°C

施肥：【養液栽培】山崎ナス処方 EC 管理：定植時 0.6dS/m、11 月下旬までに 2.2dS/m、
11 月下旬～2 月上旬まで 2.2dS/m、2 月中旬～栽培終了まで 1.5dS/m
【土耕栽培】N:72.6 P₂O₅:10.5 K₂O:26.9（g/株）

CO₂施用：

11 月 23 日～：27°C以下で 600ppm、27～32°Cで 380ppm、32°C以上施用停止

3 月 23 日～：24°C以下で 380ppm、24～27°Cで 360ppm、27°C以上施用停止

イ 結果概要

（ア）栽培様式の違いによる収量への影響について

10a 当たりの可販果収量は、養液栽培（以降、ココバッグ）で 19.1t、土耕栽培（以降、土耕）で 20.0t でした（図 1）。時期別の収量を比較すると、4 月まではココバッグの方が収量が多く、5 月以降では土耕の方が多くなりました。株あたり規格外果数は、ココバッグ 13.7 個、土耕 8.3 個で、特に 5 月以降、ココバッグでの規格外果の発生が多くなりました（図 2）。規格外果の内訳をみると、ココバッグで土耕と比較して、石ナスおよび曲がり果の発生がやや増加しました。これらのことから、ココバッグにおいても土耕と同等以上の収量を得るためには、特に春期以降の給液管理を確立する必要があると考えられました。

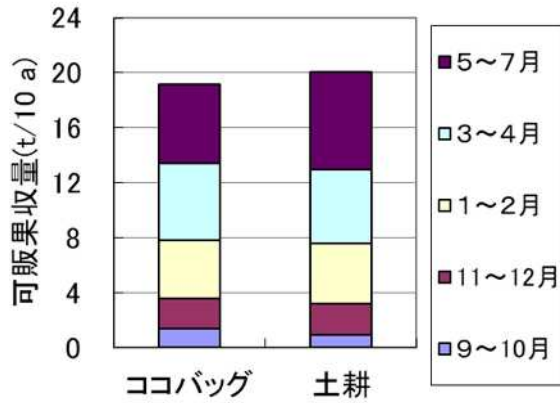


図1 栽培様式が可販果収量に及ぼす影響

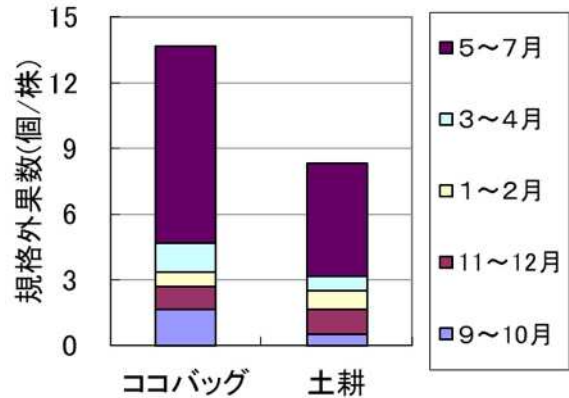


図2 栽培様式が規格外果数に及ぼす影響

(イ) ココバッグにおける台木が生育・収量に及ぼす影響について

10a当たりの可販果収量は、「トルバム・ピガー」（以降、「トルバム」）が19.1t、「トナシム」が19.0t、「台太郎」が19.4t、「赤ナス」が22.1tでした（図3）。時期別に比較すると、「赤ナス」の収量が常に多く、他の台木は時期による差はほとんどなく同等でした。ココバッグ内の根張りについて比較すると、「トルバム」や「トナシム」は根張りが強く、ココバッグ内での芽の発生がみられました（図4）。このことから、「トルバム」や「トナシム」では、ココバッグの使用年数が短くなることが考えられました。

これらの結果から、いずれの台木品種もココバッグによる養液栽培で利用可能であるが、ココバッグの使用年数を考慮すると、「赤ナス」や「台太郎」といった品種が適すると考えられました。

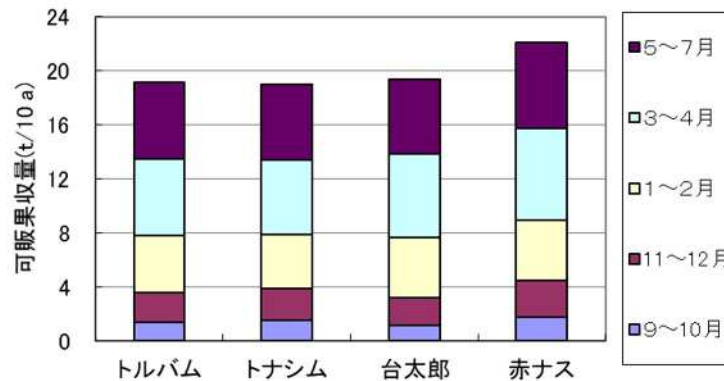


図3 ココバッグを用いた養液栽培の台木が収量に及ぼす影響



図4 ココバッグ内の「トルバム」の芽の発生

(2) 実証栽培② ココバッグの使用年数が生育・収量に及ぼす影響の検討（平成28年度作）

ア 栽培概要

- (ア) 施設 営農支援センター内 丸形 PO ハウス 162 m²
- (イ) 栽培様式 養液栽培（ココバッグ 使用年数1年目および3年目）
- (ウ) 供試品種 穂木：「千両」、台木：「台太郎」
- (エ) 耕種概要
 - 定植：2016年8月26日
 - 栽植密度：1,355株/10a（株間41cm×うね間180cm）、2本仕立て
 - 収穫：2016年10月1日～2017年3月31日
 - 給液管理：山崎ナス処方 EC管理 定植時0.6dS/m、11月中旬まで1.5dS/m、栽培終了まで2.0dS/m
 - 排水率 定植～11月中旬まで30%、11月下旬～栽培終了まで20%
 - 加温：11月6日～最低温度12°C、CO₂施用：換気温度以下で500ppm

イ 結果概要

主枝の茎径は3年目の培地の方が1年目の培地よりも継続して太く推移し、特に生育初期で差が大きくなりました（図5（A））。10aあたりの可販果収量は3年目の培地が13.5t、1年目の培地で12.6tでした（図5（B））。特に、3年目の培地では収穫開始～11月までの初期収量が多く、2月以降は1年目と同程度となりました。

これらの結果から使用年数が3年目の培地の方が1年目よりも初期生育が良く、年内の収量が多い傾向が確認できました。これは、前作の肥料成分が培地内に残っていたことや、1年目の培地が肥料成分を吸着することが要因であると推測されました。このため、1年目の培地は生育初期の給液濃度を高めにする必要があることが示唆されました。また、前年度作までの根の残存が生育や収量に悪影響を及ぼすことはなかったことから、同一の培地で3年間は使用可能であると考えられました。

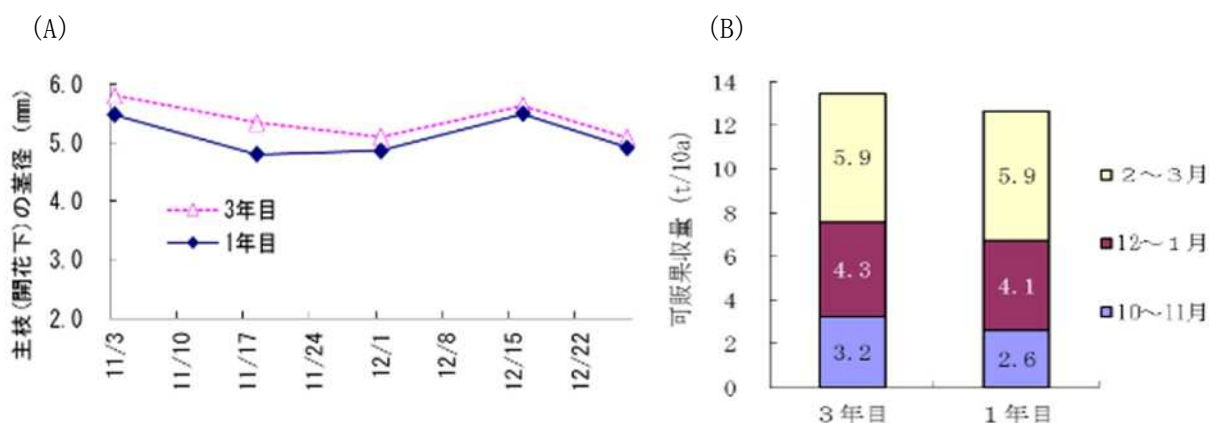


図5 ココバッグの使用年数が主枝の茎径（A）および可販果収量（B）に及ぼす影響

(3) 実証栽培③ 時期別給液 EC の検討 (令和 2 年度作)

平成 30 年度 (2018 年度) から令和 3 年度 (2021 年度) までの期間は、JA あいち経済連営農支援センターの高軒高硬質フィルムハウスにて、ヤシガラ培地によるナス養液栽培の技術確立に取り組みました。そのうち、令和 2 年度に実施した時期ごとの給液 EC の検討について紹介します。

- ・ 試験施設：高軒高硬質フィルムハウス (面積 504m²、間口 8.4m×奥行 30m×2 連棟、軒高 4m、ハイワイヤー誘引、エフクリーン自然光ナシジ)
- ・ 制御装置：統合環境制御機器 (Profarm ((株) デンソー))
- ・ 制御項目：温度、飽差、CO₂、カーテン (遮光、保温)
- ・ 栽培様式：ヤシガラ培地を用いた養液栽培



図 1 営農支援センターのナス施設外観



図 2 栽培風景

高軒高ハウスにおいて「とげなし輝楽」を着果枝 2 芽切り戻し管理をした場合の時期別給液 EC について検討しました。

(ア) 試験区

- ・ 給液 EC2.5 区：摘心まで給液 EC を設定値 (EC 2.5dS/m) まで徐々に上げ、摘心後は給液 EC を設定値で一定管理した。
- ・ 給液 EC1.3 区：摘心まで給液 EC を設定値 (EC 1.3dS/m) まで徐々に上げ、摘心後は給液 EC を設定値で一定管理した。
- ・ 対照区：給液 EC が排水 EC を下回らないように管理した。

(イ) 耕種概要

- ・ 品種：穂木「とげなし輝楽」、台木「アーノルド (トマト強勢台木品種)」
- ・ 定植：令和 2 年 8 月 19 日
- ・ 栽培密度：株間 33cm、うね間 180cm
- ・ 主枝摘心：令和 2 年 12 月 14 日
- ・ 収穫：令和 2 年 10 月 1 日～令和 3 年 7 月 16 日

- ・栽培方式：養液栽培（ヤシガラ培地：商品名 ココバッグ）
- ・整枝方法：主枝V字2本仕立て着果枝2芽切り戻し
- ・養液組成：山崎ナス処方を改良（表1）。微量要素はロックメイトMを使用。

表1 養液組成 (me/L)

NO ₃ -N	NH ₄ -N	P	K	Ca	Mg
12.5	1.3	2.9	8.2	4.4	2.5

- ・温度管理 : 日中換気温度 28°C、暖房設定温度 13°C
- ・CO₂施用期間：令和2年10月16日～令和3年5月31日
- ・CO₂施用濃度：800ppm（窓開度0%）・380ppm（窓開度1～30%）

(ウ) 結果概要

排液 EC は給液 EC 2.5 区（以下、2.5 区）で 11 月中旬から給液 EC を上回り始めました。給液 EC 1.3 区（以下、1.3 区）の排液 EC は給液 EC より概ね低い値となりました（図 3）。可販果収量は 1.3 区が 22.2kg/株と多く、次いで対照区が 21.3kg/株、2.5 区が 16.0kg/株となりました（表 2）。また、時期ごとの可販果収量について、10～12 月は 2.5 区が 6.2kg/株と多く、1～7 月は 1.3 区が 16.8kg/株と多くなりました（図 4）。

可販果数は果数調査開始日（2 月 12 日）以降、1.3 区が 116 個/株と最も多く、次いで対照区が 111 個/株、2.5 区が 54 個/株となりました。また、不良果（ボケ果、石ナス果）の発生が 4 月以降見られ始め、2.5 区が 13 個/株、対照区が 5 個/株となり、1.3 区は最も少なく 2 個/株となりました（表 2）。

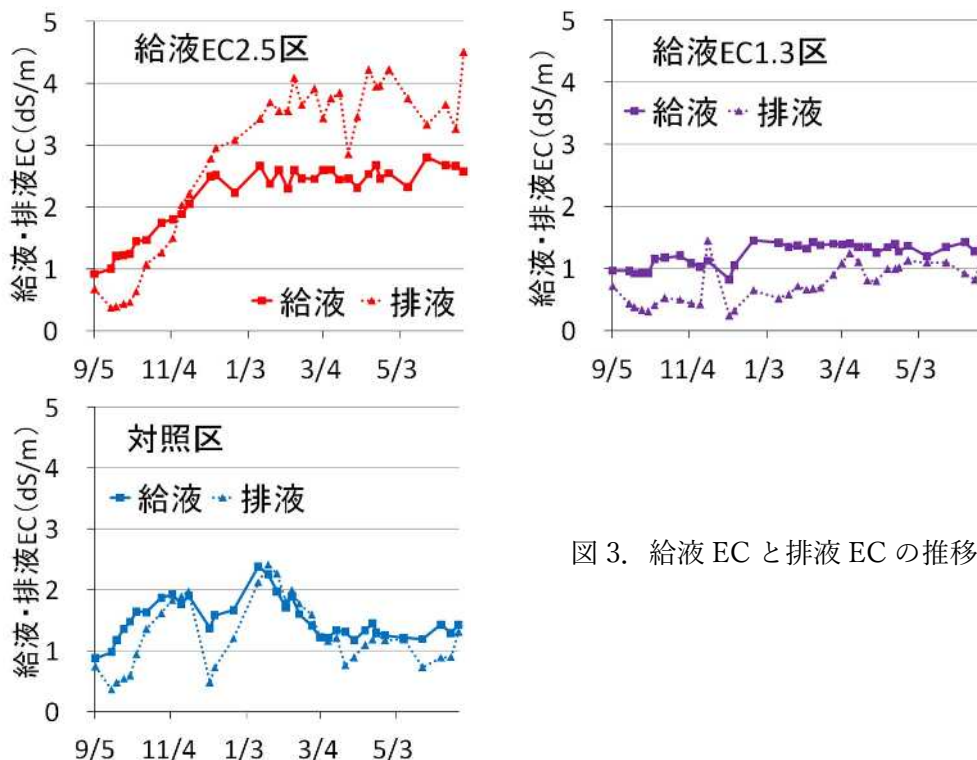


図3. 給液 EC と排液 EC の推移

以上の結果、時期別の収量や4月以降不良果の発生程度から年内は給液 EC 高め、年明け以降は給液 EC 低めの管理が良いと思われました。

表 2. 給液 EC が収量及び可販果率に及ぼす影響

試験区	総収量 (kg/株)	可販果収量 (kg/株)	可販果率 (%)	総果数 (個/株)	可販果数 (個/株)	不良果数 (個/株)
給液 EC2.5 区	19.0	16.0	84.2	82	54	13
給液 EC1.3 区	23.0	22.2	96.5	122	116	2
対照区	22.7	21.3	93.8	122	111	5

※総果数、可販果数、不良果数は測定開始（2月12日）以降の値を記載

※不良果はボケ果、石ナス果（キズ果や曲がり果は含まない）

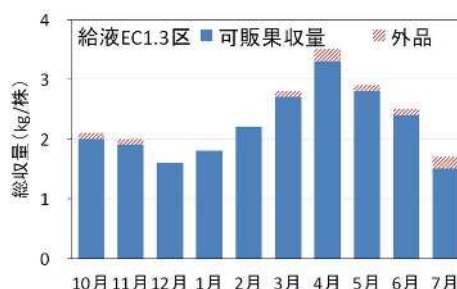
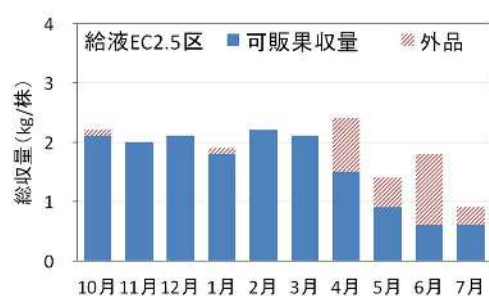


図 4. 時期別の収量推移

※外品はボケ果、石ナス果の他にキズ果、曲がり果などを含む出荷できなかった果実

■高軒高ハウスにおける栽植密度の検討

高軒高ハウスにおける「とげなし輝楽」に適した栽植密度について検討を行いました。10a 当たりの可販果収量は、株間 33cm 区が 30.1t で最も多くなりました（表 1、2）。

表 1 試験区ごとの栽植本数

試験区	栽植本数 (10a) ※
株間 33cm 区	1,242 株
株間 38cm 区	1,080 株
株間 42cm 区	1,008 株

表 2 栽植密度が収量及び可販果率に及ぼす影響

試験区	総収量 (t/10a)	可販果収量 (t/10a)	可販果率 (%)
株間 33cm 区	34.2	30.1	88.0
株間 38cm 区	29.9	26.0	87.0
株間 42cm 区	31.4	27.4	87.3

注) 実際の定植本数を 10a に換算。穂木「とげなし輝楽」、台木「アーノルド」。

日中換気温度:28°C、暖房設定温度 13°C

CO₂施用期間：平成 30 年 10 月 15 日～令和元年 5 月 31 日

CO₂施用濃度：800ppm（窓開度 0%）・380ppm（窓開度 1～30%）

■整枝管理の違いによる収量、労働生産性の検討

着果枝に対する整枝管理の違い（表1、図1）による収量、労働生産性（作業時間/収量）について検討を行いました。

表1 試験区の設定

試験区	着果枝の整枝管理
1 芽切り戻し区	1 果実を付け摘心、1 芽を残して切り戻し
2 芽切り戻し区	1 果実を付け摘心、2 芽を残して切り戻し
2 段階摘心区	2 果実を付け摘心、4 芽を残して切り戻し
時期別変更区	定植～11月：2 段階摘心、12月～3月：1 芽切り戻し、 4月以降 2 芽切り戻し

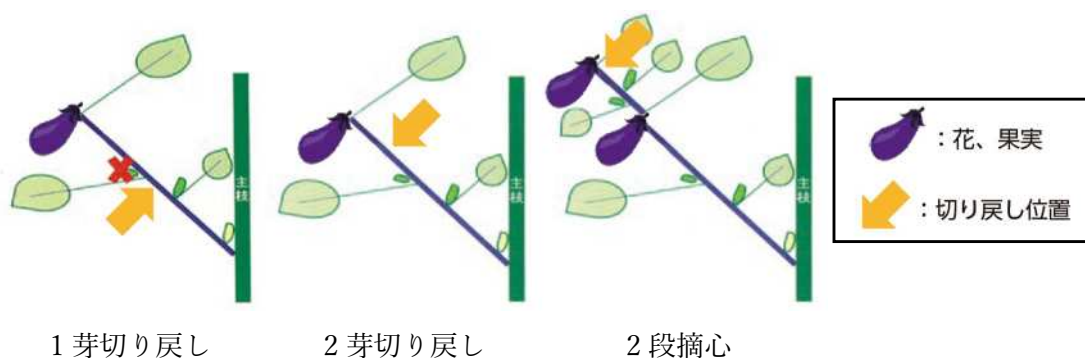


図1 試験区ごとの整枝管理

- 10a 当たりの可販果収量は、2 芽切り戻し区が他の区よりも僅かに多くなりました（表2）。栽培期間中の株あたり平均着花数は1 芽切り戻し区が7.6個、2 芽切り戻し区が9.8個、2 段階摘心区が11.0個、時期別変更区が9.0個で、2 段階摘心区は他の区と比較して着花数は増加しましたが、落花が多く、収量は少ない結果となりました。原因は着果過多による樹勢低下などが考えられました。5月以降は不良果（ボケ果、石ナス果）の発生が2 芽切り戻し区、2 段階摘心区で特に多く見られ、可販果率が下がる要因となりました。
- 労働生産性については、収穫、整枝に要した作業時間と可販果収量から算出した結果、1 芽切り戻し区 101.3 時間/t、2 芽切り戻し区 87.1 時間/t、2 段階摘心区 96.1 時間/t、時期別変更区 90.0 時間/t となり、2 芽切り戻し区が他の区より高くなりました（表2）。
以上の結果、収量、労働生産性の点から2 芽切り戻し区が他の試験区よりも優る結果となりました。

表3 整枝管理が収量、可販果率及び労働生産性に及ぼす影響

試験区	総収量 (t/10a)	可販果収量 (t/10a)	可販果率 (%)	労働生産性 (作業時間/可販果収量 h/t)
1 芽切り戻し区	26.0	23.1	87.9	101.3
2 芽切り戻し区	28.4	23.3	81.2	87.1
2 段摘芯区	25.9	20.6	81.4	96.1
時期別変更区	25.9	23.2	89.8	90.0

(穂木「とげなし輝楽」、台木は「アーノルド」、日中換気温度：28℃、暖房設定温度 13℃

CO₂施用期間：令和元年 10 月 22 日～令和 2 年 5 月 29 日

CO₂施用濃度：800ppm（窓開度 0%）・380ppm（窓開度 1～30%）

■ 養液栽培での養分吸収量

養液栽培では養水分のコントロールが比較的容易であるため、適切な給液管理ができれば高収量が期待できます。また、土壌から隔離された培地を用いるため、土壌病害の回避が可能であることから、現地ほ場でココバッグを用いた養液栽培が試験的に導入されています。

今回、定植時期が異なる 2 ほ場（9 月上旬および 11 月上旬）で、養液の給排液と収量から、ナス 1 t を生産するのに必要となるみかけの養分吸収量を試算しました（表）。摘心期以降では、ナス 1 t 生産するのに必要なみかけの養分吸収量は、窒素 3.9～4.2kg/10a、リン酸 1.2～1.3kg/10a、加里 7.3～7.7kg/10a、石灰 3.6～3.9kg/10a、苦土 0.8～0.9kg/10a でした。どの肥料成分についても、ナス 1 t の生産に必要な養分吸収量は、既往の報告（土耕栽培）よりも多くなる傾向がありました。

表 ナス1tの生産に必要な養分吸収量(kg/10a)

		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
養液栽培 ¹⁾	ほ場①	3.9	1.2	7.3	3.6	0.8
	ほ場②	4.2	1.3	7.7	3.9	0.9
参考 ²⁾		3.4	1.0	5.7	1.7	0.6

1)摘心期以降のみかけの養分吸収量(=給液中の肥料成分量-排液中の肥料成分量)

2)農業技術大系(第5巻, 追録2000, 基244)、土耕栽培

4 経営モデル

環境制御指針に沿った栽培管理を行った場合の、目標となる経営収支を表しています。

	合計	ナス			
経営規模 (a)	30	30			
単収 (kg/10a)	22,000	22,000			
単価 (円/kg)	340	340			
粗収益(千円)	22,440	22,440			
収入合計(千円)	22,440	22,440			

生産方式等モデルの前提
<ul style="list-style-type: none"> 自作地30a。促成栽培。 「とげなし輝楽」など単為結果性品種の購入苗を利用。 CO₂の効率的施用による収量の向上。 養液土耕栽培システムによる肥培管理。 環境モニタリング機器とCO₂施用機の導入。

経営費

費目	経営全体 (千円)	内訳 (千円/10a)			
		ナス			
種苗費	666	222			
肥料費	321	107			
農具費	51	17			
農薬費	564	188			
その他生産資材費	2,202	734			
動力光熱費	3,120	1,040			
荷造運賃手数料	3,815	1,272			
減価償却費	2,097	699			
修繕費	680	227			
雇用労賃等	480	160			
地代・賃貸料	0	0			
土地改良費	12	4			
農業共済掛金	195	65			
租税公課	405	135			
その他販管費	225	75			
合計	14,832	4,944			
農業所得	7,608	2,536			
農業所得率(%)	33	33			

労働時間

作業名	経営全体 (時間)	内訳 (時間/10a当たり)			
		ナス			
土作り	48	16			
耕起・畝立て	60	20			
施肥	30	10			
定植	54	18			
かん水	42	14			
防除	159	53			
その他栽培管理	1,515	505			
収穫	1,314	438			
選別・出荷	1,563	521			
後片づけ	216	72			
合計	5,001	1,667			
うち雇用	501	167			

主要施設・機械装備

(金額：千円)

区分	台数・規模	単価 ^{注)}	取得価格	耐用年数	年償却額	経費算入額	修繕費
ビニルハウス	3000㎡	11,000	33,000	14	2,376	1,188	330
作業場	50㎡	-	1,500	24	63	32	15
暖房機	3台	650	1,950	7	279	139	59
炭酸ガス施用機	3台	500	1,500	7	215	107	45
管理機	1台	500	500	7	72	36	15
動力噴霧器	1台	800	800	7	114	57	24
養液土耕栽培装置	1台	2,400	2,400	7	343	172	72
トラクタ	1台	1,500	1,500	7	215	107	45
軽トラック	1台	700	700	4	175	88	21
トラック	1台	1,500	1,500	5	300	150	45
環境モニタリング機器	3台	100	300	7	43	21	9
合計	-	-	45,650	-	4,194	2,097	680

労働力

区分	人	労働時間
家族	2.5	4,500
雇用	0.3	501
合計	2.8	5,001

注) 単価は、10a当たり(又は1台当たり)の取得価格を示します。