

***BULLETIN  
OF  
THE OKINAWA PREFECTURAL  
AGRICULTURAL RESEARCH  
CENTER***

No.15

February, 2022

**沖縄県農業研究センター研究報告**

**第15号**

**令和 4 年 2 月**

**OKINAWA PREFECTURAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER**

820, MAKABE, ITOMAN-city, OKINAWA 901-0336, JAPAN

沖縄県農研セ研報  
Bull. OKINAWA  
Agric.Res.Cent.  
No.15 2022

**沖縄県農業研究センター**  
沖縄県糸満市真壁 820

沖縄県農業研究センター 研究報告

第 15 号

(2022. 2)

目 次

【原著論文】

1. トウガン (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn) のテーブル仕立て栽培による利点  
..... 土田永渡・比嘉基晶・玉城磨・下地浩之・伊山和彦 1

【ノ ー ト】

1. 沖縄県の伝統野菜「島ニンジン」における包装前の予冷が緑化に及ぼす影響  
..... 前田剛希・広瀬直人・恩田聡・玉城盛俊 9

【論文抄録】

1. マンゴー軸腐病および炭疽病の同時防除のための数種有効殺菌剤を用いた体系散布技術の確立  
..... 澤岬哲也・安次富厚・新崎千江美・大城篤・田場聡 14
2. *Colletotrichum tropicale* によるアセロラ炭疽病（新称）  
..... 澤岬哲也・光部史将・宜保永堅・小波津明彦 14
3. First report of mango (*Mangifera indica*) stem-end rot caused by two *Diaporthe* species and their susceptibility to procymidone  
..... Atsushi Ajitomi, Ayaka Minoshima, Tetsuya Takushi, Hanh. H. Truong, Atsushi Ooshiro, Maki Yamashiro, Chiemi Arasaki, Yuuri Hirooka 15
4. First report of powdery mildew of mango caused by *Erysiphe quercicola* in Japan  
..... Atsushi Ajitomi, Tetsuya Takushi, Yukio Sato, Chiemi Arasaki, Atsushi Ooshiro 15
5. Vinegar Extract of Fruit Waste from Juice Production Using Tankan (*Citrus tankan* Hayata) Native to Okinawa, Japan  
..... Takashi Hanagasaki, Naoto Hirose, Goki Maeda, Satoshi Onda, Koji Wada 16
6. Development of truss structure greenhouse materials having lower costs and strength against typhoons  
..... Maro Tamaki, Takahiko Shinjyo, Tkeshi Shikanai, Shiro Tamaki 16
7. Daily CO<sub>2</sub> Changes Monitored by an Environment Sensor Unit in a Greenhouse with Bitter Gourd  
..... Maro Tamaki, Masaki Hirata, Naoki Taniai, Moritoshi Tamaki, Toru Akachi, Usui Takae, Haruki Sunagawa, Hirotsugu Inoue, Akira Kaiho, Shiro Tamaki 17
8. Net house crop protection effects against salt water and strong typhoon winds – influence of wind speed and salinity effects on plant leaves  
..... Maro Tamaki, Takae Usui, Saki Akamine, Shiro Tamaki, Jyunichiro Tsutsumi, Tadashi Takakura 17
9. Comparison of solar transmittance through a small single-span greenhouse covering by diffusive and clear films  
..... Maro Tamaki, Takae Usui, Tadashi Takakura 18
10. 台風 1806 号の発生に伴う沖縄県伊江村の竜巻被害  
..... 玉城磨・西村宏昭 18
11. Field Observation for Wind Forces and Windbreak Effects of a Net-House  
..... Maro Tamaki, Hiroaki Nishimura, Takashi Maruyama 19

## 原著論文

# トウガン (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn) のテーブル仕立て栽培による利点

土田永渡<sup>1</sup>・比嘉基晶<sup>1</sup>・玉城磨<sup>1</sup>・下地浩之<sup>2</sup>・伊山和彦<sup>2</sup>

1 沖縄県農業研究センター

2 沖縄県農業研究センター宮古島支所

## 要 約

トウガン (*B. hispida*) の施設栽培において労働負担を軽減する目的で、高さ 80cm の棚を用いたテーブル仕立て栽培と慣行の地這い栽培の作業姿勢について評価を行った。摘葉作業については、テーブル仕立て栽培の方が地這い栽培よりもつらさ指数が 5 割程度低下したことから、労働負担が大幅に軽減できた。さらに、収量においてもテーブル仕立て栽培に有利な点が確認された。3 年間の栽培試験のうち 2 年間は、テーブル仕立て栽培の総収量が地這い栽培よりも高くなる傾向が見られ、特に栽培初期に収量差が顕著であった。品質においては、テーブル仕立て栽培の L 品率が地這い栽培に比較して有意に高く、S 品、M 品、A 品、B 品については同等となった。総収量が同等以上となる要因の一つとして、テーブル仕立てによるトウガンの群落に対する光環境の改善が考えられた。テーブル下部の光合成有効光子束密度 (PPFD) は、収量差が顕著であった栽培初期には  $100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  を超える光量が測定されたことから、テーブル仕立て栽培では地這い栽培に比較して群落下部の葉が光合成に有効な光量をより多く得られると考えられた。以上のことから、テーブル仕立て栽培では、地這い栽培よりも労働負担を大幅に軽減できる。さらに、総収量の増加傾向が確認できたことから、栽培環境の改善が示唆された。

キーワード：つらさ指数, PPFD, 栽培環境

## 緒 言

宮古地域では、トウガンの施設栽培が盛んであり、冬春季に単棟ハウス (2.5a) を使用し、一戸あたり複数棟を管理した栽培が行われている。平均単収が約 10t (2013 ~ 2017 年) となっており、地区全体の出荷量は約 700 ~ 1,000t (2009 ~ 2018 年) のほぼ横ばいで推移している (JA おきなわ宮古地区とうがん専門部会)。宮古地域においては慣行的に地這い栽培が行われており、主に前屈および中腰の姿勢を取らざるを得ないことから、複数の生産者において労働負担が大きいことを理由に栽培品目を変更する等、栽培の敬遠が起こりはじめている。宮古地域の一部の生産者では、労働負担を軽減する目的で、トウガンのテーブル仕立て栽培を試みている。テーブル仕立て栽培とは、苗の定植後、主枝を上部に誘引し、テーブル状に広げた棚上で地這い栽培と同様に栽培する方法である (図 1)。テーブル仕立て栽培は、地這い栽培に比べて作業位置が高くなり、管理作業の姿勢を改善するものと予想される。生産者からは、「テーブル仕立て栽培は地這い栽培よりも楽に作業ができる」といった声があるが、実際にどの程度の労働負担の軽減が図られるのかについては知

見がない。また、イチゴの高設栽培では養液層を空中に設置するため、低温の影響を受け、生育遅延および収量低下が起こりやすいとされている (佐藤・北島, 2010)。このように仕立て方法の変更は生育および収量に影響を及ぼす事があり、トウガンのテーブル仕立て栽培においても収量への影響が懸念される。

そこで本研究では、テーブル仕立て栽培における労働負担の軽減の程度を表すため、作業姿勢の評価を摘葉作業で調査を行い、また合わせて 3 年間の栽培試験を通して、収量および品質への影響について調査したので報告する。

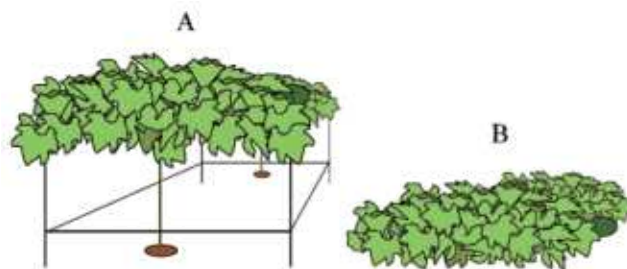


図1 トウガンのテーブル仕立て栽培(A)および地這い栽培(B)の模式図

## 材料および方法

### 材料

カボチャ品種「新土佐」を台木としたトウガン品種「ヘルシーボール」を使用し、本葉2～3枚の苗を購入した。試験は土壌が島尻マージである沖縄県農業研究センター宮古島支所内のハウスにおいて土耕栽培、無加温、二酸化炭素無施用で行った。ハウスには全面にUVカットなし農POフィルム（オカモト製さくらコート、厚み0.075mm）を展張した。1棟に2畝を設け、畝面はシルバーマルチで被覆し、通路には黒地の防草シートを使用した。

### テーブルの構成

テーブルの作製は鉄製直管パイプ（外径22mm）およびパイプを直交に固定するパイプクロスを用いて行った。短辺1.5m×長辺6mの長方形を作り、長辺の1.5mおきに高さが80cmとなるように支柱を取りつけた。支柱は地中30cm程度まで打ち込んでテーブルを固定した。テーブルの上面に網を設置するため、網を下から支えるように長辺の60cmおきに梯子状になるようにパイプを固定した。網は硬質樹脂性（タキロン製トリカルネット、目合い2cm×2cm）のものを使用し、結束バンドでパイプに固定した。

### 試験区の概要

栽培試験は2015年度から2017年度まで3年間実施した（表1）。試験区はテーブル仕立て栽培区（以下、テーブル区）および慣行の地這い栽培区（以下、

地這い区）を設けた。各年度とも畝間3m、株間3mとし、栽植密度としては0.11本/m<sup>2</sup>で試験した。また栽培には角鋼ハウス（8m×30m；240m<sup>2</sup>）または簡易パイプハウス（6m×30m；180m<sup>2</sup>）を用いた。

### 仕立ておよび肥培管理

地這い区は本葉6枚で主枝を摘芯し、一次側枝5～6本仕立てとした。テーブル区は植穴から網面までは一次側枝を除去しながら垂直に主枝を誘引し、本葉16枚程度で主枝を摘芯して一次側枝5～6本仕立てとした（図2）。施肥についてはN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:15:15kg/10aとし、交配開始後の液肥の灌注を沖縄県野菜栽培要領（沖縄県農林水産部園芸振興課，2014）に基づいて行った。

### 労働負担の評価方法

労働負担の程度は“つらさ指数”により表し、作業姿勢毎の評価点を用いて算出した（表2）。作業姿勢毎の評価点については、自動車工場の生産ライン等における生産性の向上および高齢化への対応のために取り入れられた姿勢評価手法であり（長町，2002），農作業における労働負担の評価においてもつらさ指数が用いられている。例えば、トマトのハイワイヤー整枝法（羽石・石原，2005），メロンの地這い栽培（金子ら，2006），スイカの立体栽培（渡辺，2013）等でつらさ指数による評価が行われている。本研究においては、トウガンの栽培経験を2年以上有する40代男性2名（A；身長177cm，B；身長165cm）を被験者とした。各試験区とも1試験区（30m<sup>2</sup>；4株）の片面について落葉の除去作業をデ

表1 試験区の概要

試験年度	試験区	ハウスの種類と試験区の構成 <sup>2</sup>	1区あたりの株数と反復数	定植日	収穫期間
2015	テーブル区	角鋼ハウスに設置	2株2反復	2015/11/5	2016/1/6～2016/6/6
	地這い区	簡易パイプハウスに設置	2株3反復	2015/10/20	2015/12/16～2016/6/6
2016	テーブル区	試験区を一つの簡易パイプハウスに設置	2株4反復	2016/10/18	2016/12/9～2017/5/19
2017	テーブル区	試験区を別々の角鋼ハウスに設置	4株4反復	2017/10/16	2017/12/11～2018/5/22

<sup>2</sup>ハウスの大きさは、角鋼ハウス（8m×30m；240m<sup>2</sup>）、簡易パイプハウス（6m×30m；180m<sup>2</sup>）

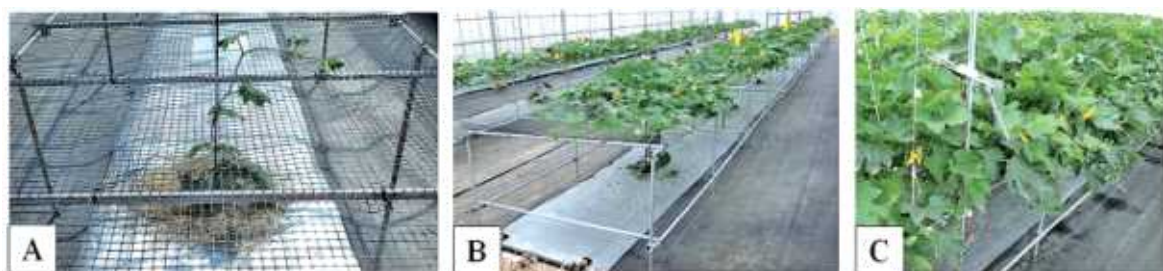


図2 テーブル仕立て栽培の主枝の誘引(A)，定植1月後の様子(B)，PPFD測定位置(C)

表 2 作業姿勢の評価方法

区分 <sup>z</sup>	評価点 <sup>z</sup>	動作内容	姿勢の例
A	1	座った姿勢	
B	1	立ち姿勢	
C	3	立ち姿勢で背伸び	
D	4	膝を軽く曲げ上体を軽く前屈	
E	5	膝を伸ばし上体を軽く前屈	
F	5	しゃがんだ姿勢（かかとがついている）	
G	5	膝を伸ばした中腰で上体を前屈	
H	6	膝を曲げた中腰で上体を前屈	
I	6	膝を伸ばした中腰で上体を深く前屈	
J	10	膝を深く曲げた中腰で上体を前屈	

<sup>z</sup>区分および評価点は負担を示し、アルファベット順および数字が増すほど負担が大きいことを示す

デジタルカメラ（OLYMPUS 製，STYLUS TG-4）で録画し，所要時間および除去枚数を測定した．本稿において，完全に枯死した葉および葉全体の黄化が 5 割以上進んだ老化葉を落葉とし，特に断わりのない場合，落葉を除去することを摘葉とした．調査はテーブル区を 2017 年 2 月 7 日に，地這い区を 2 月 8 日に行い，各試験区とも被験者毎に 2 回実施した．つらさ指数は，1 秒毎に姿勢を区分してその姿勢が出現した時間を所要時間で除してから作業姿勢毎の評価点を乗じて，各姿勢の値の総和により算出した．また，その姿勢が出現した時間に対する所要時間の割合を作業姿勢の割合として示した．さらに，所要時間を除去枚数で除して摘葉 1 枚当たりの所要時間を算出し，作業効率として示した．

### 収量調査

収量調査は，果実重が 3.5kg 程度に到達したもの，または交配後 30 日以上経過したものについて行った．全ての収穫物の重量を上皿はかり（SD-8，ヤマト製）で測定し，月別に集計して総収量を求めた．また JA 出荷規格を参考に，等級（A 品，B 品）と階級（S 品：2～3kg 未満，M 品：3～4kg 未満，L 品：4kg 以上）に分けて集計して総収量に占める割合を示した．

### テーブルの下部の光量の測定

テーブル区における群落上下の光合成有効光量子束密度（PPFD）については，群落の上下 10cm にペ

ン型 PPFD センサー（高倉，2017）を設置して測定を行った（図 2）．ペン型 PPFD センサーとは，ペン型の胴体の先端に長さ 18mm，幅 10mm の小型センサーがついた形状であり，全方位からの光を連続して測定することができる装置である．群落上部のペン型 PPFD センサーで群落に当たる太陽からの直達光および散乱光を測定し，群落下部で群落の透過光およびシルバーマルチ等の床面からの反射を含む散乱光を測定した．測定日は晴天であった 2017 年 12 月 21 日，2018 年 1 月 15 日，3 月 5 日，4 月 23 日の 10:30～15:30 に実施した．なお，測定は上下とも 1 反復で行った．PPFD の強度別に頻度を算出し，測定時間に占める割合を示した．

また，テーブル下部の光量が物質生産にどの程度寄与するかを確認するため，トウガンの葉の光合成速度を測定した．光－光合成曲線については既報に準じて調査し（高山ら，2010），見かけの光合成速度を携帯型光合成蒸散測定システム（LI-6400，LI-COR，Inc.）により測定した．施設土耕栽培において定植から 2 ヶ月以上経過したトウガンを対象とし，10:00～12:00 の間に葉面全体が十分に光を受ける環境にある側枝末端から数えて 3 枚目以降の展開葉について主脈の先端部をリーフチャンバーに挟み，光強度  $2000\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  から順に低下させて測定した．リーフチャンバーに供給する空気は，測定時の大気条件に合わせ， $\text{CO}_2$  濃度  $410\mu\text{mol mol}^{-1}$ ，相対湿度 47.4%，葉温  $23.0^\circ\text{C}$  とした．



表3 テーブル区および地這い区の摘葉作業におけるつらさ指数および所要時間

被験者 <sup>z</sup>	調査数	試験区	所要時間 <sup>y</sup> (秒)	除去枚数 <sup>y</sup> (枚)	1枚当たり 所要時間 <sup>x</sup> (秒)	所要時間 割合 <sup>w</sup>	つらさ 指数 <sup>v</sup>	作業姿勢の割合(%) <sup>u</sup>									
								A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1回目	テーブル区	565	167	3.4	0.75	2.1	0	70.8	0	0	29.2	0	0	0	0	0
		地這い区	438	97	4.5		5.2	0	10.8	0	0	1.6	0	18.1	43.7	25.6	0
	2回目	テーブル区	401	119	3.4	0.79	2.8	0	52.8	0	1.3	45.9	0	0	0	0	0
		地這い区	599	140	4.3		5.3	0	12.4	0	0	1.0	0	4.0	61.2	21.4	0
B	1回目	テーブル区	673	148	4.5	1.00	2.1	0	72.4	0	0	27.6	0	0	0	0	0
		地這い区	774	171	4.5		5.8	0	2.8	0	0	0	49.5	0	0	36.6	11.1
	2回目	テーブル区	600	136	4.4	0.99	2.5	0	62.2	0	0	37.8	0	0	0	0	0
		地這い区	683	154	4.4		5.3	0	3.7	0	0	0	54.0	0	0	41.7	0

<sup>z</sup> A;身長177cm・男性, B;身長165cm・男性<sup>y</sup> テーブル区, 地這い区とも1試験区(30m<sup>2</sup>;4株)の片面当たりの値<sup>x</sup> 1枚当たり所要時間=所要時間÷除去枚数<sup>w</sup> 所要時間割合=テーブル区の1枚当たり所要時間÷地這い区の1枚当たり所要時間<sup>v</sup> つらさ指数は、姿勢毎の出現時間を所要時間で除して姿勢毎の評価点を乗じ、得られた姿勢毎の値の総和により算出<sup>u</sup> 作業姿勢の割合(%)=姿勢毎の出現時間÷所要時間×100

## 統計処理

データは、平均値および標準偏差で示した。また、表中の Student の t 検定について「R」(version 3.4.2)を用いて解析を行った。また百分率のデータについては逆正弦変換後に検定した。

## 結果

### 作業姿勢の軽減効果

テーブル区の労働負担の改善の程度を調査するため、摘葉作業において作業姿勢毎の評価点を用いてつらさ指数を求めたところ、地這い区が 5.2～5.8 であったのに対し、テーブル区が 2.1～2.8 となり、労働負担が 5 割程度低下した(表 3)。被験者の作業姿勢は、地這い区では、比較的負担の大きい区分 F～J が作業全体の 8 割以上を占めて多かった(表 3)。一方、テーブル区では立ち姿勢(区分 B)が 5～7 割、上体の軽い前屈姿勢(区分 E)が 3～5 割であり、区分 F～J については出現しなかった(表 3)。地這い区では、被験者 A が中腰で上体を前屈する姿勢の割合が多かったのに対し、被験者 B ではしゃがむ姿勢の割合が多かった。テーブル区では、両被験者とも立ち姿勢が多い傾向で一致した(表 3)。また、作業効率の評価として所要時間および除去枚数を測定したところ、地這い区に対するテーブル区の摘葉 1 枚当たりの所要時間の割合は、被験者別に結果が異なっており、身長 177cm の被験者 A は所要時間の割合が 2 割程度低下したのに対し、身長 165cm の被験者 B では所要時間の割合にほぼ差がなかった(表 3)。

### 収量の比較

テーブル区の栽培初期の 12 月の収量は、地這い区と比較して 2016 年度および 2017 年度の 2 ヶ年間、有意に増加した(表 4)。また 1 月のテーブル区の収量については 2016 年度が有意に増加した。一方、2017 年度は地這い区に対して有意差はなく同等であった(表 4)。さらに、総収量の合計では、テーブル区は地這い区と比べて 2016 年度が 5.9t/10a 有意に増収し、2017 年度については有意差がないものの増加傾向であった(表 4)。また、果実の等階級については、テーブル区の品質は、試験年度によりばらつきがあるものの地這い区に対して L 品率が有意に高く、S 品、M 品、A 品、B 品については同等となった(表 5)。

### テーブルの下部の光量

テーブル区における群落下 10cm の光量(PPFD)は、12 月から 3 月に 0～100μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>が 17.6～26.6% で、101μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>以上が 73.4～82.4% であった(表 6)。一方、落葉の増加に合わせて摘葉量が多くなった 4 月には、0～100μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>が 0% で、101μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>以上が 100% となった(表 6)。テーブル区の群落下部では栽培初期に PPFD が比較的多く、摘葉後は光量が増加した。

また、トウガンの見かけの光合成速度は、PPFD 100μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>の時に 0.2μmol-CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>、200μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>では 4.3μmol-CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>となり、100μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>以上では光補償点を越えることが確認できた。

表 4 テーブル区および地這い区の総収量の比較

試験年度	試験区	総収量 (t/10a)						
		12月	1月	2月	3月	4月	5月	合計
2015	テーブル区		2.1±0.2	0.7±0.3	2.9±0.5	6.4±1.2	6.5±0.9	18.6±3.1
	地 這 い 区	1.9±0.1	0.8±0.1	1.7±0.5	1.2±0.7	5.5±0.7	4.0±1.5	15.1±0.8
2016	テーブル区 <sup>z</sup>	2.5±0.4 <sup>**</sup>	2.4±0.3 <sup>*</sup>	2.4±1.0 <sup>n.s.</sup>	2.3±1.3 <sup>n.s.</sup>	4.0±0.3 <sup>n.s.</sup>	3.4±0.9 <sup>n.s.</sup>	16.9±1.0 <sup>***</sup>
	地 這 い 区	1.7±0.2	1.3±0.7	3.1±0.7	0.5±0.8	3.4±0.4	2.2±1.0	12.1±0.9
2017	テーブル区 <sup>z</sup>	2.2±0.1 <sup>***</sup>	1.9±0.5 <sup>n.s.</sup>	1.8±0.2 <sup>n.s.</sup>	4.1±0.8 <sup>n.s.</sup>	5.1±0.3 <sup>n.s.</sup>	3.6±0.7 <sup>n.s.</sup>	18.8±1.3 <sup>n.s.</sup>
	地 這 い 区	1.8±0.1	1.8±0.4	2.0±0.5	4.0±0.1	4.7±0.8	2.4±0.9	16.6±1.9

<sup>z</sup> 地這い区に対するテーブル区の有意差を示す (Student's t-test, \*,p<0.05,\*\*,p<0.01,\*\*\*,p<0.001,n.s.;no significant)

表 5 テーブル区および地這い区の等階級別割合の比較

試験年度	試験区	等級(%)		階級(%)		
		A品	B品	S品	M品	L品
2015	テーブル区	78.7±1.4	21.3±1.4	2.3±2.3	79.3±7.6	18.4±6.1
	地 這 い 区	83.1±2.7	16.9±2.2	0.5±0.6	60.7±6.1	38.9±5.4
2016	テーブル区 <sup>z</sup>	81.5±5.3 n.s.	18.2±4.9 n.s.	1.1±0.4 n.s.	61.2±4.2 ***	37.6±4.0 ***
	地 這 い 区	77.1±5.3	21.4±4.5	2.1±1.2	84.3±5.5	13.6±5.2
2017	テーブル区 <sup>z</sup>	79.8±4.7 *	13.8±3.7 n.s.	1.6±0.6 n.s.	67.3±3.2 n.s.	31.1±3.1 *
	地 這 い 区	71.6±3.3	19.6±4.7	4.0±2.1	74.9±5.9	21.1±4.9

<sup>z</sup> 地這い区に対するテーブル区の有意差を示す (Student's t-test, \*,p<0.05,\*\*,p<0.01,\*\*\*,p<0.001,n.s.;no significant)

## 考 察

### 労働負担の軽減程度

テーブル区の摘葉作業では比較的負担の大きい前屈姿勢、しゃがむ姿勢については出現しなくなり、地這い区と比較して、つらさ指数が5割程度低下し(表3)、労働負担の軽減の程度が明らかとなった。これまでも養殖網を用いたトウガンの立体栽培において、交配および収穫作業の労働姿勢の負荷が地這い栽培に比べて減少することが確認されており(大石ら, 2010)、仕立て方法こそ異なるもののテーブル仕立て栽培においても明らかな姿勢の改善が認められることから、交配および収穫作業についても労働負担の軽減が図られるものと考えられる。

さらに、作業効率として地這い区に対するテーブル区の摘葉1枚当たりの所要時間の割合を調査した結果、テーブルの高さ80cmにおいて身長別に作業効率に差がみられたことから(表3)、作業者の身長と作業面の高さの関係が作業効率を決める可能性

があると考えられた。イチゴの高設栽培においては作業者の身長が165cmおよび175cmの場合、体幹の負担がもっとも小さくなる栽培面の高さを95～105cmおよび105～115cmと推測している(前川ら, 2000)。また、腰痛を予防する観点から作業台の高さを考える場合、作業台の高さは肘の曲げ角度がおおよそ90度になる高さとするにとされており(厚生労働省, 2013)、トウガンのテーブル仕立て栽培においても身長に合わせて栽培面の高さを調節することによって、前屈を伴う姿勢の割合を減らして腰痛を予防し、作業効率を向上することができるものと考えられる。

### 同等以上の総収量となる要因

本研究により、テーブル仕立て栽培は地這い栽培に比較して同等以上の総収量が得られる栽培方法であることが示された(表4)。テーブル仕立て栽培では群落下部に空間があることにより、群落下部の葉の受光量の増加および群落下部から上部への通気性

表 6 テーブル区における群落上下の PPFD の推移

測定日	測定位置	PPFD の強度別の割合 (%)					
		0~100 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	101~200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	201~300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	301~400 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	401~500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	>500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
2017/12/21	群落上10cm	0	0	2.3	3.3	5.6	88.7
	群落下10cm	17.6	44.9	20.6	15.9	1.0	0
2018/1/15	群落上10cm	0	0	0	0	9.3	90.7
	群落下10cm	26.6	29.2	18.6	22.9	2.7	0
2018/3/5	群落上10cm	0	0	0	0	0	100.0
	群落下10cm	24.6	74.8	0.7	0	0	0
2018/4/23	群落上10cm	0	0	0	0	0	100.0
	群落下10cm	0	98.3	1.7	0	0	0

の向上といった栽培環境の改善が考えられる。受光量の増加が光合成量を高めて増収に有効であることは明らかであり（東出，2018），トウガンの場合についても同様と考えられる。本研究の結果，テーブル仕立て栽培の群落下部の光量は，測定月毎に  $100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  を超える光量が 7 割以上であった（表 6）。トウガンは PPFD  $100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} \sim 200\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  の上昇でも，光強度に応じて光合成速度が増加するため，テーブル下部の群落では栽培期間を通してより多くの光量を受けることが光合成量の増加に寄与するものと考えられた。また，摘葉後は光量が増加したこと（表 6），落葉については適宜除去することで光環境を維持することができると考えられた。トウガンのテーブル仕立て栽培ではテーブルの上下両面から物質生産に有効な光を受けられる光環境の改善が示唆された。前述した養殖網を用いたトウガンの立体栽培（大石ら，2010）は，テーブル仕立て栽培とは異なるものの光環境が改善された一例として挙げられ，地這い栽培に比較して 12 月収量の有意な増加および総収量の増加傾向が確認されている。光合成量を高める要素の一つに葉が適度な風を受けることが挙げられる。キュウリにおいては葉が風速  $50\text{cm/s} \sim 100\text{cm/s}$  の適度な風を受けることで二酸化炭素の取り込みが促進されて光合成速度が上昇することが知られている（矢吹・宮川，1970）。テーブル仕立て栽培または養殖網を用いた立体栽培は，地這い栽培に比較して栽培面が高い位置にあることから，通気性が改善されて葉が適度な風速を受けることで二酸化炭素の取り込みが促進されている可能性があると考えられる。これらの結果，テーブル仕立て栽培では，群落下部の葉の受光量の増加，通気性の改善が複合的に作用することでトウ

ガンの光合成量を増加させ，結果的に収量の増加傾向に影響したと考えられた。

以上のことから，テーブル仕立て栽培は地這い栽培に比較して収量を減らすことなく労働負担を軽減できる栽培方法と考えられる。トウガンを今後も安定的に生産し，出荷していくためには，テーブル仕立て栽培をはじめとした労働負担の軽減に関する技術を積極的に取り入れていくことが重要であると考えられる。

## 謝 辞

本研究は，試験研究課題「トウガンのテーブル仕立て栽培技術の確立」として，2015～2017年に，次世代沖縄ブランド作物特産化推進事業（沖縄振興特別推進交付金）により実施した。現地調査にご協力戴いた砂川寛茂ヒデゴ夫妻ならびに友利博昭氏に感謝の意を表します。また当時，試験にご協力下さいました沖縄県農業研究センター宮古島支所の農林水産技能員の伊志嶺弘勝氏，上地克美氏，手登根正氏，與座一文氏に深く感謝申し上げます。試験の実施にあたり貴重なご助言を戴きました沖縄県農業研究センター石垣支所の玉城盛俊支所長，沖縄県農業研究センター野菜花き班の棚原尚哉主任研究員，調査にご協力戴いた同センター野菜花き班の谷合直樹主任研究員に謝意を表します。



## 引用文献

- 羽石重忠, 石原良行 (2005), トマト促成栽培におけるハイワイヤー整枝法の特性, 栃木県農業試験場研究報告, 55, 15-26.
- 東出忠桐 (2018), 施設トマトの収量増加を目的とした受光と物質生産の関係の利用, 園芸学研究, 17(2), 133-146.
- JA おきなわ宮古地区とうがん専門部会 (2009-2018), 宮古地区とうがん出荷報告会資料.
- 金子賢一, 宮城慎, 佐久間文雄 (2006), 短側枝性メロンの地這い栽培における整枝および摘果管理の省力効果, 茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告, 14, 9-14.
- 厚生労働省 (2013), 職場における腰痛予防対策指針, 基発 618.
- 前川寛之, 桐山晴美, 黒住徹 (2000), 農作業の軽作業化に関する人間工学的研究・イチゴ栽培における栽培面の高さと作業姿勢について, 奈良県農業試験場研究報告, 31, 1-8.
- 長町三生 (2002), Participatory Ergonomics による作業改善の研究, 日本経営工学会論文誌, 53, 410-417.
- 沖縄県農林水産部園芸振興課 (2014), 沖縄県野菜栽培要領, 80-83.
- 大石毅, 與座一文, 屋良利次, 棚原尚哉, 宮城聡子, 伊志嶺弘勝, 伊山和彦, 小禄博昭 (2010), トウガン (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn) の立体栽培と地這い栽培における収量と作業姿勢の比較, 沖縄県農業研究センター研究報告, 4, 32-35.
- 佐藤公洋, 北島伸之 (2010), 高設栽培におけるクローン部局加温の温度がイチゴの生育および収量に及ぼす影響, 福岡県農業総合試験場研究報告, 29, 27-32.
- 高倉直 (2017), 植物群落内で使用する光合成光子密度 (PPFD) センサー, 農業および園芸, 92 (8), 662-664.
- 高山弘太郎, 仁科弘重, 久枝和昇, 末岐剛, 原田聡 (2010), 太陽光利用型植物工場のトマト群落における光合成機能の空間分布の解析, 植物環境工学, 22(4), 175-180.
- 渡辺慎一 (2013), 立体栽培スイカの果実生産特性に関する研究, 野菜茶業研究所研究報告, 12, 7-60.
- 矢吹万寿, 宮川秀夫 (1970), 風速と光合成に関する研究 (第2報) 風速と光合成との関係, 農業気象, 26(3), 137-141.

## Advantage of High-Bench Wax Gourd (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn)

Eito TSUCHIDA<sup>1</sup>, Motoaki HIGA<sup>1</sup>, Maro TAMAKI<sup>1</sup>, Hiroyuki SHIMOJI<sup>2</sup>, Kazuhiko IYAMA<sup>2</sup>

1 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center

2 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center Miyakojima Branch

### Abstract

Wax Gourd (*B. hispida*) cultivation in a greenhouse using an 80-cm high bench was compared with ground-hugging cultivation regarding working posture and yield. In the leaf removal motion, the high bench reduced the working posture index of workers by 50% compared with the ground-hugging. The total yield of the high bench for two of three years was particularly increased than the one of the ground-hugging, and the first half was remarkable. Furthermore, the high bench led to a clearly greater rate of L-sized, such as size of largest fruits, than the ground-hugging. One of the factor that increasing total yield of the high bench was considered improving light environment in leaf canopy. Result of measurement of the photosynthetic photon flux density (PPFD) into leaf canopy, which is under the high bench during the cultivation of first half, the value was more than  $100 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , which suggested that using the high bench is improved plant lighting. In addition, the cultivation of the Wax Gourd using the high bench would be able to obtain much of light for photosynthesis.

Key words: working posture index, PPFD, leaf canopy

## 沖縄県の伝統野菜「島ニンジン」における包装前の予冷が緑化に及ぼす影響

前田剛希<sup>1</sup>，広瀬直人<sup>2</sup>・恩田聡<sup>3</sup>・玉城盛俊<sup>4</sup>

1 沖縄県農業研究センター農業システム開発班

2 沖縄県農業研究センター（現 沖縄県工業技術センター）

3 沖縄県農業研究センター名護支所

4 沖縄県農業研究センター石垣支所

### 要 約

沖縄伝統野菜の島ニンジンについて，密封包装前の予冷が曝光による緑化に及ぼす影響を調べた．調査の結果，予冷後に密封包装した島ニンジンは，予冷しないで密封包装した島ニンジンと比較して，緑化の進行が抑制される傾向を示した．

キーワード：曝光，密封包装

### 緒 言

沖縄県の伝統野菜である島ニンジンとは，沖縄在来の東洋系ニンジンで，鮮やかな黄色とゴボウのような細長い形状を呈する（坂本，2002）．島ニンジンは，渡名喜島や沖縄本島中部の中城村を拠点として，県全体で年間約 50 トン生産されている（沖縄県農林水産部中央卸売市場，2017）．島ニンジンは，主に県内量販店などで販売されているが，流通過程で緑色に変色（以後，緑化）するという課題を抱えている．著者らはこれまでの研究で，島ニンジンで生じる緑化について，光に曝されると生じること，緑化防止には冷蔵や遮光すること以外に無孔の延伸ポリエチレン（OPP）製袋による密封包装が有効なことを明らかにしてきた（前田ら，2019）．密封包装下では，袋内の酸素が消費されて低  $O_2$  高  $CO_2$  状態になり，低温時と同様に島ニンジンの呼吸量，生体内代謝が低下することに伴い緑化も抑制されていると推察した．しかしながら，実験を進める中で，密封包装しても一部の島ニンジンは緑化する事例が観察された．包装後の条件は同じでも緑化の抑制程度に差を生じる場合があったことから，収穫から包装までの取り扱いの違いが，包装後の島ニンジンの緑化抑制に影響している可能性が示唆された．農産物の流通において品質保持のために行う処理として，収穫後できるだけ早期に作物の品温を下げて生理活性を抑える操作，いわゆる予冷がある（長谷川，1998）．予冷によって呼吸の抑制や追熟・老化防止，水分損

失・萎凋防止などの効果が得られる．

そこで本研究では，密封包装による島ニンジンの緑化防止効果を向上させる方法として，包装前の予冷について検討した．島ニンジンの出荷に使用されている市販の一般的な有孔袋と既報（前田ら，2019）で島ニンジンの緑化防止効果が認められた無孔袋を用いて，常温 24 時間曝光条件下における貯蔵試験を行い，予冷の有無が島ニンジンの緑化程度と  $L^*a^*b^*$  値，包装内ガス組成に及ぼす影響を検討した．

### 材料および方法

#### 供試材料

2018 年 2 月中旬に沖縄県中城村の農家圃場で収穫した島ニンジンをを用いた．島ニンジンは，収穫直後に水洗浄して葉を約 10 cm 残した状態に調製，遮光下で約 3 時間自然乾燥した．出荷調製後，直ちに農業研究センターに移送して試験に供した．

#### 貯蔵試験

試験区構成を表 1 に示す．貯蔵試験は，出荷調製後直ちに冷蔵する冷暗区，出荷調製後直ちに有効袋に包装して常温曝光下で貯蔵開始する現行包装区，無孔袋に包装して常温曝光下で貯蔵する密封包装区を設けて行った．さらに密封包装区は，予冷しないで直ちに包装・貯蔵開始した区を予冷無し区，予冷は行わず段ボール箱をかぶせて常温遮光下で一晩静置後に包装，貯蔵を開始した区を常温静置区，冷蔵

庫で一晩静置後に包装，貯蔵開始した区を予冷区とした．冷暗区と現行包装区には従来から島ニンジン  
の出荷に使用されている標準的な有孔袋（材質：延  
伸ポリプロピレンフィルム（OPP），横 10 cm × 縦  
65 cm × 厚み 25  $\mu$ m，4 穴有孔）を，密封包装区に  
は既報（前田ら，2019）で島ニンジン緑化防止効果  
が認められた無孔袋（株式会社ベルグリーンワイズ  
製オーラバック®，材質：OPP，横 10 cm × 縦 65  
cm × 厚み 25  $\mu$ m，無孔）をそれぞれ用いた．島ニ  
ンジン 2 本ずつ袋（266.5  $\pm$  7.0g/袋）に詰めて  
袋の口をヒートシールした後，冷暗区は 5℃ 設定の  
プレハブ式冷蔵庫内で，冷暗区以外の区は家庭用蛍  
光灯が設置された 25℃ 設定の室内で 24 時間曝光（蛍  
光灯，1106  $\pm$  170 lx）しながら，それぞれ 4 日間  
貯蔵した．試験期間中は，緑化程度を毎日目視で評  
価した．L\*a\*b\* 値は収穫当日と貯蔵後 3 日に，包  
装内ガス組成は貯蔵後 1，3 日に各試験区 3 袋ずつ  
測定した．

## 分析・調査項目

### (1) 緑化程度

緑化程度は，既報（前田ら，2019）に準じて，次

のとおり 4 段階評価した．0；緑化無し，1；黄色  
が抜けてきて僅かに緑化が認められる，2；一部あ  
るいは全体的に緑化が認められる，3：全体がほぼ  
完全に緑色．

### (2) L\*a\*b\* 値

L\*a\*b\* 値は，収穫当日と貯蔵後 3 日に各試験区 6  
本ずつ，葉柄の付け根から約 5 cm 下の主根部表面  
を分光測色計（CM-2600d，コニカミノルタ株式会  
社）で測定した．

### (3) 包装内ガス濃度

包装内ガス濃度は，貯蔵後 1，3 日にポータブル  
ガス濃度計（Check point 3，MOCON Europe）で  
袋内のガスを捕集し，O<sub>2</sub> と CO<sub>2</sub> の濃度（%）を測  
定した．

## 統計解析

図表中の値は平均値と標準誤差で示した．統計解  
析にはエクセル統計（（株）社会情報サービス）を  
用い，緑化程度は Kruskal-Wallis 検定後，冷暗区を  
対照として Steel の多重比較検定で，その他につい  
ては一元配置分散分析後に Tukey-Kramer 法で，各  
郡間の有意差を求めた．

表 1 試験区構成

試験区	冷暗区	現行包装区	密封包装区 <sup>注1)</sup>		
			予冷無し区	常温静置区	予冷区
貯蔵開始 までの処 理法	収穫 ↓ 水洗浄，葉のカット， 水切り・乾燥	収穫 ↓ 水洗浄，葉のカット， 水切り・乾燥	収穫 ↓ 水洗浄，葉のカット， 水切り・乾燥	収穫 ↓ 水洗浄，葉のカット， 水切り・乾燥	収穫 ↓ 水洗浄，葉のカット， 水切り・乾燥
	↓ 包装 (4 穴有孔 OPP 袋)	↓ 包装 (4 穴有孔 OPP 袋)	↓ 密封包装 (無孔 OPP 袋)	↓ 25℃ 遮光下で 一晩静置	↓ 5℃ の冷蔵庫で 一晩静置
	↓ 貯蔵開始 (5℃，遮光下)	↓ 貯蔵開始 (25℃，曝光下)	↓ 貯蔵開始 (25℃，曝光下)	↓ 密封包装 (無孔 OPP 袋)	↓ 密封包装 (無孔 OPP 袋)
				↓ 貯蔵開始 (25℃，曝光下)	↓ 貯蔵開始 (25℃，曝光下)

注 1) 常温静置区と予冷区については，収穫翌日の朝まで一晩静置後，包装して貯蔵を開始した．冷暗区と現行包装区，予冷無し区は収穫当日の午後に包装して貯蔵を開始した．

注 2) いずれの試験区も，包装資材には横 10cm × 縦 65cm × 厚み 25 $\mu$ m の延伸ポリプロピレン（OPP）製袋を用いた．冷暗区と現行包装区は 4 穴有孔の袋を，密封包装区は無孔の袋をそれぞれ用いて，島ニンジンを入れた袋の口をヒートシールして貯蔵した．

## 結果と考察

貯蔵中の緑化程度の変化を図 1 に示す．有孔袋で  
包装した現行包装区は，経時的に緑化が進行し，貯  
蔵後 3 日には供試した個体全てが完全に緑化した．  
一方，無孔袋を用いた密封包装区については，いず  
れも緑化の進行が抑制され，貯蔵前の処理によって

緑化の挙動も異なる傾向を示した．一晩予冷して包  
装した予冷区では，冷暗区との差は認められなかつ  
た．一晩常温静置後に包装した常温静置区と収穫当  
日に包装した予冷無し区については，現行包装区の  
ように全体に緑化が拡大することは無かったが，貯  
蔵後 1～2 日間で一部の個体に緑化程度 2～3 の緑  
化が認められた（写真 1）．

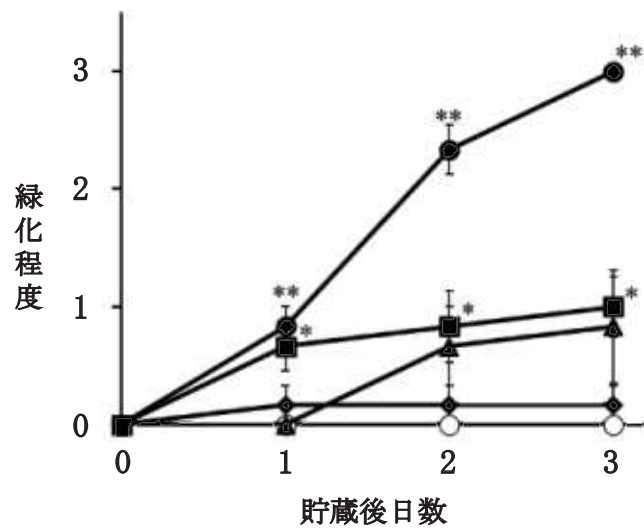


図1 島ニンジンの緑化について

○冷暗区, ●現行包装区, ▲予冷無し区, ■常温静置区, ◆予冷区

注) 値は平均値と標準誤差で示した (n=6). 図中のアスタリスクは同日調査日において冷暗区より有意に値が大きいことを示す (Steel の多重比較検定, \* :  $P<0.05$ , \*\* :  $P<0.01$ )



写真 貯蔵後3日の島ニンジンの外観

(上段: 包装した状態. 下段: 袋から出した状態)



収穫当日と貯蔵後3日の $L^*a^*b^*$ 値を表2に示す。 $L^*$ 値については、いずれの試験区でも試験期間中に変化は認められなかった。負の値が緑寄りに呈色していることを示す $a^*$ 値については、現行包装区で貯蔵後に値が有意に減少し、緑色に変色していることが確認された。正の値が黄色寄りの呈色を示す $b^*$ 値については、冷暗区で貯蔵後に有意に増加したが、その他の試験区では貯蔵前後に差は認められなかった。

貯蔵後（包装後）1日と3日の包装内ガス濃度を表2に示す。密封包装区はいずれも包装内が低 $O_2$ 高 $CO_2$ 状態になっていた。試験区間に有意な差は認められなかったが、予冷無し区と予冷区に比較して、常温静置区は貯蔵後の $O_2$ 濃度が低く、 $CO_2$ 濃度は高い傾向であり、 $O_2$ の消費速度が収穫後直ちに冷蔵する場合よりも速く推移した可能性が示唆された。

作物の鮮度を保持するためには、収穫後できるだ

表2 島ニンジンの $L^*a^*b^*$ 値の包装内ガス濃度

試験区			冷暗区	現行包装区	密封包装区 <sup>注1)</sup>		
					予冷無し区	常温静置区	予冷区
貯蔵条件	包装形態		有孔OPP袋	有孔OPP袋	無孔OPP袋	無孔OPP袋	無孔OPP袋
	貯蔵温度		5℃	25℃	25℃	25℃	25℃
	光条件		遮光	曝光	曝光	曝光	曝光
$L^*a^*b^*$ 値	$L^*$ 値	収穫当日	59.1±0.7	62.0±1.9	58.1±1.7	60.3±1.4	58.5±1.0
		貯蔵後3日	60.5±0.5	61.6±0.9	61.3±1.1	62.0±1.6	62.4±0.8
	$a^*$ 値	収穫当日	2.5±0.4	2.1±0.4	3.1±0.5	2.8±0.2	2.6±0.4
		貯蔵後3日	2.6±0.4	-1.2±0.5 <sup>a</sup>	3.4±0.7	2.5±0.5	2.6±0.4
	$b^*$ 値	収穫当日	25.4±0.9	26.7±1.3	25.8±1.8	29.5±2.2	25.8±1.6
		貯蔵後3日	36.5±1.5 <sup>a</sup>	24.4±0.8	27.3±1.7	31.0±1.6	27.5±0.9
包装内 ガス濃度(%)	$CO_2$	貯蔵後1日	0.2±0.0	0.5±0.1	12.4±0.5	13.6±0.3	11.9±0.2
		貯蔵後3日	0.3±0.1	0.2±0.0	12.0±2.9	16.6±0.9	11.6±0.6
	$O_2$	貯蔵後1日	20.8±0.0	20.6±0.0	3.2±0.9	1.8±0.1	3.5±0.3
		貯蔵後3日	20.7±0.0	20.8±0.0	5.8±4.5	1.2±0.1	2.6±0.3

注1) 常温静置区と予冷区については、収穫翌日の朝まで一晩静置後、包装して貯蔵を開始した。冷暗区と現行包装区、予冷無し区は収穫当日の午後に包装して貯蔵を開始した。

注2) 各値は平均値±標準誤差 ( $L^*a^*b^*$ 値：n=6, 包装内ガス濃度：n=3)で示し、アルファベットは収穫当日と比較して貯蔵後3日の値に有意差があることを示す (Tukeyの多重比較検定：P<0.01)。

け早く品温を下げて呼吸、生体内代謝を抑えることが必要である。本研究で、密封包装による島ニンジンの緑化防止について予冷の効果を検討した結果、予冷せずに包装した場合や常温で一定時間静置後に包装した場合と比較して、予冷後に包装することで緑化抑制効果は向上する傾向が示された。一方、 $L^*a^*b^*$ 値と貯蔵後の包装内ガス濃度については、密封包装した試験区間に有意な差は認められず、予冷による緑化防止向上効果との関係は判然としなかった。島ニンジンにおける包装前予冷が緑化抑制にどのように作用しているかという点は、今後の課題である。

以上の結果より、無孔袋を用いた密封包装による島ニンジン緑化防止について、包装前の予冷は緑化抑制効果を向上させる可能性が示唆された。

## 謝 辞

本研究は、わった一島ヤサイ産地力強化事業（平成2016～2017年度、沖縄県単独事業）において実施した。本研究の遂行にあたり、試料の提供にご協

力いただいた中城村役場、分析や調査に多大なご協力を賜りました農業研究センター農業開発システム班の皆様には心より感謝いたします。

## 引用文献

- 長谷川美典（1998），予冷，野菜の鮮度保持マニュアル，初谷誠一編，（流通システム研究センター，東京）pp.25～29
- 前田剛希・広瀬直人・恩田聡・山下大作・高江洲賢文・玉城盛俊（2019），沖縄県の伝統野菜「島ニンジン」(Yellow Oriental Carrot, *Daucus carota* subsp. *sativus*).における収穫後の緑化防止に関する検討，日本食品保蔵科学会誌，45，209～214
- 沖縄県農林水産部中央卸売市場（2017），II -8 野菜の品目別品名別取扱数量及び金額（月別），平成29年市場年報，p.36
- 坂本守章（2002），沖縄県，都道府県別地方野菜大全，タキイ種苗株式会社出版部編，（社団法人農山漁村文化協会，東京）pp.333～334

# Effects of pre-cooling before packaging on the greening of the traditional Okinawan vegetable “Shima-ninjin” (yellow oriental carrot, *Daucus carota* subsp. *sativus*)

Goki MAEDA<sup>1</sup> and Naoto HIROSE<sup>1,2</sup>, Satoshi ONDA<sup>3</sup>, Moritoshi Tamaki<sup>4</sup>

1 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center, Regional Agricultural System Section

2 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center, Regional Agricultural System Section  
(currently Okinawa Industrial Technology Center)

3 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center Nago Branch

4 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center Ishigaki Branch

## Abstract

We investigated the effects of pre-cooling before sealing packaging on the greening of the traditional Okinawan vegetable “Shima-ninjin” (yellow oriental carrot, *Daucus carota* subsp. *sativus*). This study revealed that packaging after pre-cooling slightly suppressed the progression of greening of “Shima-ninjin” compared with packaging without pre-cooling.

Key Words: light exposure, sealed packaging

## マンゴー軸腐病および炭疽病の同時防除のための数種有効殺菌剤を用いた 体系散布技術の確立

澤峠哲也・安次富厚・新崎千江美・大城 篤・田場 聡

マンゴー軸腐病および炭疽病に有効な薬剤による共通防除体系の確立を目的に，病原菌に対する登録薬剤の感受性とマンゴー生育期における数種薬剤を組み合わせた体系散布の防除効果について検討した．軸腐病菌 *Lasiodiplodia theobromae* および 2 種炭疽病菌 *Colletotrichum siamense*, *C. fioriniae* の分生子発芽および菌糸伸長に対する 10 種登録薬剤の感受性を調べた結果，マンゼブ水和剤，アゾキシストロビンフロアブル，クレソキシムメチルドライフロアブル，塩基性硫酸銅水和剤，キャプタン水和剤の 5 薬剤で高い抑制効果が認められた．一方，メパニピリムフロアブル，イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤，トリフルミゾール水和剤では軸腐病菌に対して抑制作用は認められず，イプロジオン水和剤，メパニピリムフロアブル，トリフルミゾール水和剤およびイミノクタジンアルベシル酸塩水和剤では，2 種炭疽病菌の分生子発芽において菌種間で著しい感受性の差異が認められた．2012～2014 年に出蕾期または開花期から収穫前（袋かけ前）にかけて，*in vitro* で各病原菌に高い抗菌活性を示した 5 薬剤を組み合わせた体系散布を 2 圃場で実施したところ，いずれの年においても両病害の収穫後の果実において，安定した防除効果が認められた．また，体系散布による果実の被害は，2013 年試験において 3.2% の発生がみられたが，2012 年と 2014 年には認められなかった．3 ヶ年 5 試験事例のメタ・アナリシス解析では，体系散布区の両病害の発生は無散布区に比べて有意に減少し，軸腐病では無散布区の発病率の約 24%，炭疽病では無散布区の発病率の約 23% にまで抑制された．以上の結果より，本体系散布はマンゴー軸腐病および炭疽病の防除法として有効である．

出典：熱帯農業研究 11（2）：43-52(2018)

## *Colletotrichum tropicale* によるアセロラ炭疽病（新称）

澤峠哲也・光部史将・宜保永堅・小波津明彦

2017 年に沖縄県でアセロラ果実（cv. 甘味系）の重篤な貯蔵病害が発生した．発病果実から高率に分離される糸状菌を，形態および培養学的特徴，*ApMat* と GS 遺伝子領域の塩基配列の類似性から *Colletotrichum tropicale* Rojas, Rehner & Samuels と同定した．本菌は接種後にアセロラ果実に症状を再現し，その接種果実の病斑部から再分離された．本報はアセロラ果実における炭疽病（Anthracnose）の国内初の報告である．

出典：日本植物病理学会報 84：282-286（2018）

### **First report of mango (*Mangifera indica*) stem-end rot caused by two *Diaporthe* species and their susceptibility to procymidone**

Atsushi Ajitomi, Ayaka Minoshima, Tetsuya Takushi, Hanh. H. Truong, Atsushi Ooshiro,  
Maki Yamashiro, Chiemi Arasaki, Yuuri Hirooka

In July 2013, a severe postharvest rot of mango fruits (cv. Lippens), with symptoms identical to stem-end rot caused by *Lasiodiplodia theobromae* or *Neofusicoccum parvum*, was found in Okinawa Prefecture, Japan. From affected fruit, *Diaporthe* species were consistently isolated. The isolates reproduced the original symptoms in healthy mango fruits after inoculation and were re-isolated from the inoculated fruits. Based on morphology and a phylogenetic analysis of rDNA-ITS, *CAL*, *H3*, *EF1- $\alpha$* , and *TUB*, the isolates were classified into two *Diaporthe* species (Clade I and Clade II). In terms of susceptibility to procymidone, a registered fungicide against mango stem-end rot in Japan, the two *Diaporthe* species were less sensitive than previously reported mango stem-end rot pathogens and had MIC and EC50 values higher than the standard concentration applied.

出典 : Journal of General Plant Pathology 86:237-244 (2020)

### **First report of powdery mildew of mango caused by *Erysiphe quercicola* in Japan**

Atsushi Ajitomi, Tetsuya Takushi, Yukio Sato, Chiemi Arasaki, Atsushi Ooshiro

Powdery mildew disease was found on mango (*Mangifera indica*) in Okinawa Prefecture, Japan, in April 2013. During and after flowering, infected panicles, leaves, and young fruits became coated with a whitish powdery fungus. Fungal growth was usually severe on panicles, then plants became brown and defoliated. The fungal sample collected from conidia on diseased panicles was identified as *Erysiphe quercicola* based on morphology and rDNA-ITS sequence analysis. Inoculation with the isolate reproduced the symptoms on mango leaves and the fungus was reisolated from the inoculated leaves. In addition, the fungus infected Japanese oak (*Quercus crispula*), konara oak (*Q. serrata*), and ubame oak (*Q. phillyraeoides*). This is the first report of powdery mildew (udonko-byo in Japanese) on mango caused by *E. quercicola* in Japan.

出典 : Journal of General Plant Pathology (2020) 86:316-321

## **Vinegar Extract of Fruit Waste from Juice Production Using Tankan (*Citrus tankan* Hayata) Native to Okinawa, Japan**

Takashi Hanagasaki, Naoto Hirose, Goki Maeda, Satoshi Onda, Koji Wada

Almost all processing residue from tankan juice production are wasted; therefore, we developed a vinegar extract derived from this residue. Vinegar extract was produced using the direct pulverizing method, which was characterized by a yellow color and had the highest aroma scale, low bitterness, and various components, such as polyphenols. Vinegar extracts produced by other methods, such as the stirring and soaking methods, were not as yellow as that produced using the direct pulverizing method, yet they included a group of functional components, polymethoxyflavones, such as nobiletin as well as monoterpene alcohols that are classed as sweet floral, such as linalool. However, vinegar extract produced by the soaking method contained few monoterpenes, such as limonene that do not have a unique citrus flavor, and may be more favorable for use in drinks and seasonings. Therefore, depending upon the desired final product, any of these vinegar extracts may be used.

出典 : Food Science and Technology Research, 25 (5), 667-676, 2019

## **Development of truss structure greenhouse materials having lower costs and strength against typhoons**

Maro Tamaki, Takahiko Shinjyo, Tkeshi Shikanai, Shiro Tamaki

Japan's only subtropical region, Okinawa, is struck by 3-7 typhoons each year. Although greenhouses using wide flange beams (H-steel) as supports have sufficient strength to withstand pressure from winds of 60 m s<sup>-1</sup>, such greenhouses are too expensive for most farmers. Moreover, some have collapsed in severe typhoons. Our newly developed greenhouse combines cost reduction and reinforcement, adopting a truss structure instead of a rigid frame structure with H-steel. Instead of iron, a nylon resin that is both lightweight and inexpensive is used as the material for ball joints connecting bars to construct the truss structure. Results show that the greenhouse has durability under 70 m s<sup>-1</sup> wind speeds, offering 30% cost reduction compared to existing H-steel greenhouses. Damage to the greenhouse frame has not occurred to date, but this greenhouse was struck by a typhoon with wind gusts of 60 m s<sup>-1</sup> or more during the seven years since its construction. The original axial tension strength of the ball joint at the time of manufacture was 78 kN, but some ball joint axial tension strength has decreased to around 50 kN. Moisture absorption in the joint from the interface between bars and joint decreases the ball joint strength. We discuss the causes of decreased ball joint strength and the overall importance of cost reduction and reinforcement of truss-structure greenhouses.

出典 : Acta Horticulturae 1107 3:31-36(2015)



## **Daily CO<sub>2</sub> Changes Monitored by an Environment Sensor Unit in a Greenhouse with Bitter Gourd**

Maro Tamaki, Masaki Hirata, Naoki Taniai, Moritoshi Tamaki, Toru Akachi, Usui Takae, Haruki Sunagawa, Hirotsugu Inoue, Akira Kaiho, Shiro Tamaki

A non-aspirated air temperature and wind velocity sensor (NATVS) developed by Okushima et al. (2014) can measure wind velocity and temperature. The air temperature is calculated by measuring the temperature drop after heating a 30- $\mu$ m-diameter tungsten wire for a short time. The wind velocity is calculated using the electrical resistance of this wire. Heat transfer to the air from the wire is calculated using the King equation. We extended the NATVS for use with incorporation with sensors of solar radiation, temperature, CO<sub>2</sub> concentration, long wave radiation, and humidity (Extended NATVS). High-precision sensors of many kinds are necessary to increase the yield of horticulture products necessary to control the greenhouse environment appropriately and to analyze a greenhouse environment accurately. However, these are generally expensive. The extended NATVS is inexpensive. Using extended NATVS, a case study was conducted in a greenhouse with Bitter gourd cultivation. Generally, Bitter gourd farmers in Okinawa have continued ventilation during nighttime to control

crop diseases by producing a low-humidity environment in the greenhouse. In contrast, to increase yields and to maintain disease control, it is desirable to store CO<sub>2</sub> occurring from respiration of the crop by having no ventilation during nighttime. The amount of CO<sub>2</sub> occurring by respiration of Bitter gourd can be stored in a greenhouse at night. Moreover, it is effective that crops be illuminated during that time so that the stored CO<sub>2</sub> can be used for photosynthesis. We used the Extended NATVS to

measure environmental factors in a greenhouse. Results show that farmers must improve the timing of film opening. Although farmers must consider the effects of solar radiation, the film probably must be opened by 10:00 a.m. One benefit of this method is that CO<sub>2</sub> storage increases approximately 10% per day compared to opening of the side film at night.

出典 : The Journal of Applied Science and Computer Science Publications  
ICIIBMS 2015:109-112(2015)

## **Net house crop protection effects against salt water and strong typhoon winds – influence of wind speed and salinity effects on plant leaves**

Maro Tamaki, Takae Usui, Saki Akamine, Shiro Tamaki, Jyunichiro Tsutsumi, Tadashi Takakura

This study was conducted to measure tolerance limits against wind and salt for Bitter gourd and chrysanthemums. The production of these crops in Okinawa, which are struck by many typhoons annually, is the highest in Japan. For cultivation, widely used net houses have contributed greatly. Wind resistance required at the time a typhoon strikes leads to lower wind pressure. However, net houses allow wind to pass through the net in the houses, which causes damage to crops. As a result of this study, The maximum wind speed at which bitter gourd can be protected from wind damage is about 5 m s<sup>-1</sup>. Conditions at wind speeds of 8 m s<sup>-1</sup> can protect leaves from wind damage if leaves can hold without fluttering. However, bitter gourd salt resistance is insufficient against airborne salt amounts: a NaCl solution with concentration of 0.3% or higher caused damage to leaf surfaces. Chrysanthemums have superior wind and salt resistance compared to bitter gourd.

出典 : Acta Horticulturae 1170:821-827(2017)

## **Comparison of solar transmittance through a small single-span greenhouse covering by diffusive and clear films**

Maro Tamaki, Takae Usui, Tadashi Takakura

This study was conducted to clarify, as basic information, the difference in solar radiation in greenhouses used widely throughout Japan covered by diffusive film and clear film (ethylene-tetra fluoro ethylene copolymer, Fluororesin; AGC Green-Tech Co., Ltd.). Global and diffused solar radiation (global solar radiation = direct solar radiation + diffused solar radiation) were measured to compare these films transmittance characteristics. Each 6.0-m-wide greenhouse had 1.8 m eave height, 3.0m ridge height, and a 9.0-m-long frontage. According to the films' manufacturer, the global solar radiation transmittance of each film is 90%. In each greenhouse, to investigate whether solar radiation is increased by reflection closer to a surface covered with film, a solar radiation sensor was set at equal intervals on the north side, the center, and the south side. Variation of the three measurement results was less for solar radiation using the diffusive film than that using the clear film. Comparison of solar radiation effects on the clear film and diffusive film on a day with high direct solar radiation revealed that the overall solar radiation for the clear film became higher than that for the diffusive film, the difference between them reached approximately 10%. In contrast, when the proportion of diffused solar radiation was high, the solar radiation for the diffusive film was higher than that for the clear film.

出典：Acta Horticulturae 1227:213-219(2018)

## **台風 1806 号の発生に伴う沖縄県伊江村の竜巻被害**

玉城 磨・西村宏昭

2018 年 6 月 16 日午前 9 時 30 分頃、沖縄県伊江村で竜巻による突風被害が発生した。竜巻の発生当時、伊江村には台風 6 号が接近していたことから、本竜巻は台風 6 号の影響を受けたと考えられるが、台風としては比較的勢力が小さかった。6 月 16 日は県内各地で大雨となり、伊江村に近い伊是名村では 50 年に一度の大雨を記録した。気象庁はこの突風を「竜巻」と推定し、日本版改良藤田スケールで JEF3 に該当するとした。一般社団法人日本風工学会風災害研究会は被害地域における建物の被害状況を調査する目的で 2018 年 6 月 30 日午後に現地調査を実施し、本報ではその結果を報告した。

出典：日本風工学会誌 158:56-60(2019)

## Field Observation for Wind Forces and Windbreak Effects of a Net-House

Maro Tamaki, Hiroaki Nishimura, Takashi Maruyama

The wind force acting on a full-scale rectangular net-house of which net has the solidity ratio of 38% was measured during a typhoon. The average wind force coefficient on the wall was 0.6 for the windward side and -0.2 for the leeward side, which were close to the results of the wind tunnel experiment. The average wind force coefficient of the roof was 0.02 in a fine weather condition. However, it remarkably decreased to -0.3 in a heavy rain condition. It is considered that the clogging of the net due to rain formed a solid sheet of water changed the wind forces. The other method of measuring wind force by using pressure sensor confirmed the fact that heavy rainfall can effectively affect to the wind force of a net-house. The windbreak effect of a net was also measured during strong wind.

出典：風工学研究論文集 26:252-258 (2020)



沖縄県農業研究センター研究報告  
第 15 号

編集・発行

沖縄県農業研究センター

〒901-0336 沖縄県糸満市真壁820番地

電話 098-840-8500(代表) Fax 098-840-8510

ホームページ : <https://www.pref.okinawa.jp/site/norin/noken/>

代表E-mail : [xx049400@pref.okinawa.lg.jp](mailto:xx049400@pref.okinawa.lg.jp)

印刷

有限会社 アイドマ印刷

〒902-0073 沖縄県那覇市字上間244番地3F

電話 098-833-1122 FAX:098-833-1144



**BULLETIN OF THE OKINAWA PREFECTURAL AGRICULTURAL  
RESEARCH CENTER**

. . . . . Number 15 February, 2022

## Contents

## Original paper

**01-08 Eito TSUCHIDA, Motoaki HIGA, Maro TAMAKI, Hiroyuki SHIMOJI, Kazuhiko IYAMA:**  
Advantage of High-Bench Wax Gourd (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn)

## Note

**09-13 Goki MAEDA and Naoto HIROSE, Satoshi ONDA, Moritoshi TAMAKI :**  
Effects of pre-cooling before packaging on the greening of the traditional Okinawan vegetable “Shima-ninjin” (yellow oriental carrot, *Daucus carota* subsp. *sativus*)