

不織布を利用したトンネル栽培の保温効果とニガウリ収穫期の前進化

水野真二

キーワード：ニガウリ，収穫期前進，不織布，トンネル栽培，保温効果

I 結 言

ウリ科のつる性植物であるツルレイシ (*Momordica charantia* L. var. *pavel*) は、一般的にニガウリあるいはゴーヤとも呼ばれ、未熟果を食する野菜として栽培されている。ツルレイシ (以下、ニガウリとする) の果実には、水溶性ビタミンやカリウム、マグネシウム等のミネラルが豊富に含まれており、特にビタミン C の含有量は野菜類の中でも高い水準である (科学技術庁資源調査会, 2000)。加えて、ニガウリの苦味成分の一つであるモルディシンには、健胃効果があるとされている (Kumar et al., 2010)。ニガウリの生産量は増加傾向であり、2010 年の全国の栽培面積は 937ha で、特に九州 (468ha)、沖縄 (326ha)、関東 (105ha) で栽培が盛んである (岩本, 2009; 農林水産省, 2013)。作型は、夏季に収穫する露地栽培やトンネル栽培が一般的であるが、気候が温暖な南九州と沖縄を中心に、冬から春に収穫するハウス促成・半促成栽培も行われている (田中, 2009)。

千葉県におけるニガウリの生産状況は、主産地である君津地域 (袖ヶ浦市、木更津市、君津市、富津市) で 2008 年の栽培面積が 4.9ha、出荷量が 83t、販売高が 1,620 万円となっている (君津農業事務所調べ)。このうち袖ヶ浦市内の産地ではトンネル栽培が主体であり、4 月 8 日から 4 月 25 日に定植し、6 月末から 9 月にかけて収穫される。この産地では東京都中央卸売市場へ共選出荷を実施しているが、全国各地からニガウリの出荷が集中する 7 月から 8 月にかけては、市場価格が低迷する傾向にある。このため、産地では、比較的単価の高い 6 月の出荷量の増加を求められているが、慣行のトンネル栽培では 6 月の収量増加は困難となっている。

ニガウリの早期多収技術については、これまでに露地栽培や雨よけ栽培において、栽植密度と整枝法の改良を組み合わせた技術が報告されているが、過度の密植では作業性が悪化する (加藤, 2007; 神崎ら, 2008)。また、ニガウリの作期を前進化した場合、定植直後に低温障害を受けるリスクが高まることが予想される。一方、いくつかの作目では不織布で被覆することにより、不織布内部の保温性を高めて低温による被害を回避できることが報告されている (柏木・露重,

2005; 新美ら, 2005; 佐伯, 2009)。そこで本研究では、ビニールとともに不織布でトンネル被覆することによる保温効果と、定植及び収穫期の前進化について検討したので報告する。

本研究を実施するにあたり、君津農林振興センター (現君津農業事務所) の黒田幸浩氏 (現千葉県農林総合研究センター)、君津農業事務所の長谷川純一氏 (現千葉県農林水産部耕地課)、橋本威氏 (現千葉県農林水産部担い手支援課)、押田智子氏には、貴重なご意見とご協力をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表する。

II 材料及び方法

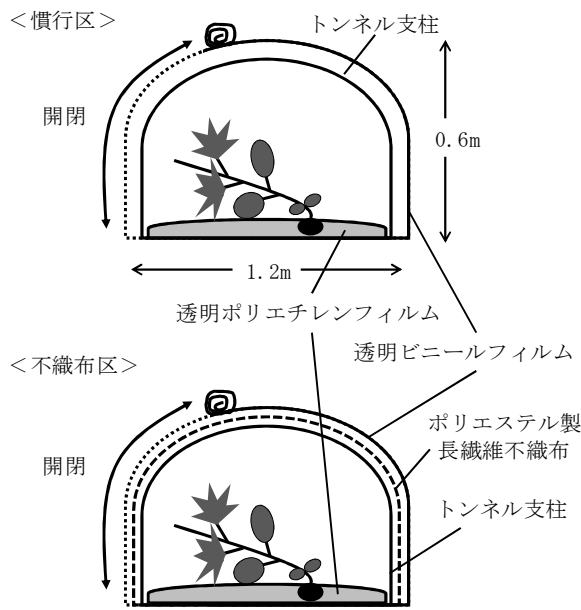
1. 供試品種及び試験圃場

袖ヶ浦市の産地における共選出荷用の統一品種「えらぶ」(八江農芸 (株)) を供試した。試験は 2011 年と 2012 年に、千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所 (千葉県館山市) の露地圃場で行った。土壌は褐色森林土、前作はニガウリである。

2. 栽培概要

育苗は、最低気温を 20℃に設定したガラスハウスで、市販の培養土 (げんきくん果菜 200) を充填した 9cm ポリポットで行った。本葉 4~5 枚となった苗を、定植前日に無加温のガラスハウスに移し、一晚低温馴化させてから定植した。2011 年は 3 月 7 日及び 3 月 17 日に播種し、それぞれ 3 月 29 日及び 4 月 8 日に定植した。2012 年は 2 月 14 日、2 月 22 日、3 月 1 日、3 月 12 日、3 月 19 日に播種し、それぞれ 3 月 13 日、3 月 20 日、3 月 27 日、4 月 3 日、4 月 10 日に定植した。10a 当たりふん主体牛ふん堆肥 2t と、硫酸マグネシウム (硫マグ 25) 40kg を、2011 年は 3 月 4 日に、2012 年は 3 月 1 日に全面施用した。基肥には 10a 当たり化成肥料 (CDU タマゴ 555, 15-15-15) 30kg と、肥効調節型肥料 (スーパーエコロン 424-140, 14-12-14) 25kg をベッド部分に施用した。追肥には 2011 年のみ化成肥料 (NK グリーン 30 号, 16-0-14) 72kg を、6 月 2 日、6 月 16 日、7 月 4 日、7 月 21 日、8 月 4 日、8 月 24 日の 6 回に分けて、畦間に施用した。窒素、リン酸、加里の 10a 当たり成分量は、2011 年がそれぞれ 19.5kg, 7.5kg, 18.1kg, 2012 年がそれぞれ 8kg, 7.5kg, 8kg であった。畦

受理日 2013 年 8 月 6 日



第1図 慣行区と不織布区の栽培方法の模式図

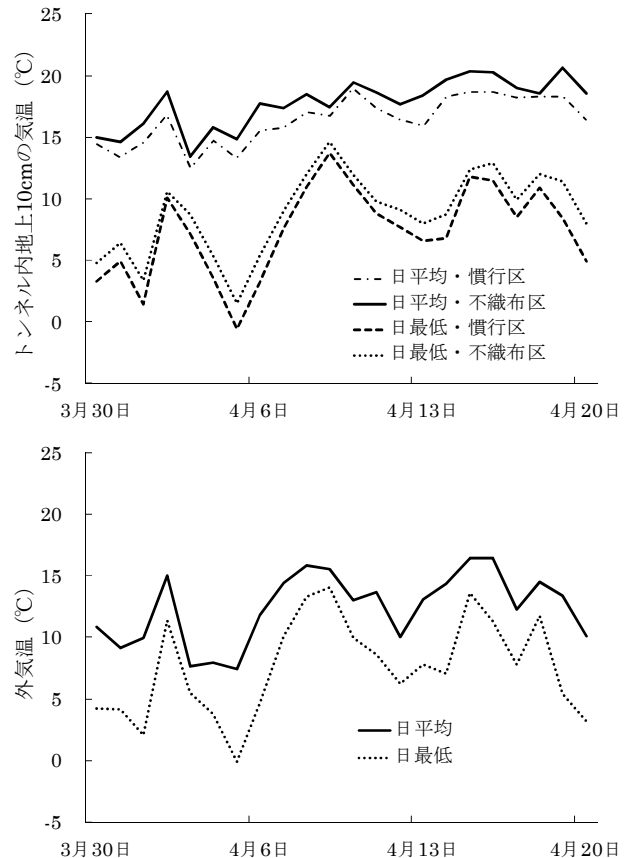
幅 4.2m, ベッド幅 1.2m, 1 条植えとし, 株間は 2011 年が 1m, 2012 年が 0.5m, 栽植密度はそれぞれ 235 株/10a 及び 470 株/10a とした。

栽培方法の模式図を第 1 図に示した。ベッドは透明なポリエチレンフィルムで被覆し, その上に幅 1.2m, 高さ 0.6m のトンネル支柱を設置して, 幅 2.1m のビニールフィルム(商品名: タフニール, 厚さ 0.1mm, 以下ビニールとする)あるいはビニールとその内側に幅 2.1m のポリエステル製長繊維不織布(商品名: パスライト, 以下不織布とする)を被覆した。日中の換気は, トンネル片側のビニールのみを開閉して行った。

3. 不織布被覆の保温効果と生育及び収穫期に及ぼす影響

試験区は, ビニール被覆の慣行区, ビニール及び不織布で被覆する不織布区, ビニール及び不織布で被覆するとともに早期に定植する早植+不織布区とし, 1 区 3 株で, 4 反復とした。慣行区及び不織布区は 2011 年 4 月 8 日, 早植+不織布区は 2011 年 3 月 29 日に定植した。主枝は 10 節目で摘心し, その後, 一番長い側枝が 50cm 程度に伸長した時点で, 側枝を 4 本残し, 他の側枝は除去した。5 月 13 日からビニールの裾を 15cm 開放したままとし, 側枝をキュウリネットに順次誘引した。いずれの区とも不織布は 5 月 17 日に, ビニールは 6 月 13 日に除去した。5 月 16 日から 6 月 14 日までは, キュウリネット上で咲いた雌花を手で授粉し, 以後は自然受粉とした。キュウリネットに誘引されていない下位節の雌花は摘除した。

トンネル内の地上 10cm の気温を 30 分間隔で測定した。また, 暖地園芸研究所内に設置されている気象観測装置(CR10X システム, キャンベル社)で外気温(高さ 1.4m)を測定した。主枝及び側枝の総葉数を 4 月 11 日, 4 月 21



第2図 定植期における慣行区と不織布区のトンネル内気温及び外気温の推移 (2011 年)

日, 4 月 28 日にそれぞれ調査し, さらに各側枝の長さや葉数を 5 月 26 日に調査した。収穫は, 6 月 7 日から 9 月 15 日まで 3~4 日おきに行い, 200g 以上の果実の重量を可収収量, 200g 以上かつ曲がり角が 2cm 以下の果実の重量を上物収量とした。

4. 不織布被覆が低温障害の発生に及ぼす影響

試験区は, 定植時期を 2012 年 3 月 13 日, 3 月 20 日, 3 月 27 日, 4 月 3 日, 4 月 10 日の 5 水準とし, それにビニールトンネル被覆のビニール区及びビニールと不織布をトンネル被覆した不織布区を組み合わせた 10 区とした。1 区 3 株, 2 反復で試験を実施した。なお, 4 月 10 日定植のビニール区を慣行区とした。主枝は 10 節目で摘心し, 側枝は放任とした。トンネル内気温及び外気温は, 2011 年の方法に準じて測定した。低温障害発生株率は, 試験区の株数に対する壊死した葉のある株数の割合で求めた。主枝及び側枝の総葉数を 4 月 10 日, 4 月 19 日, 5 月 1 日, 5 月 8 日に調査した。

III 結 果

1. 不織布被覆の保温効果と生育, 収穫時期に及ぼす影響

2011 年の 3 月 30 日~4 月 20 日の定植期における慣行区

第1表 早期定植と不織布被覆がニガウリの生育及び収穫開始日に及ぼす影響 (2011年)

試験区	総葉数 (枚/株)			側枝長 (cm)	側枝葉数 (枚)	収穫開始日
	4月11日	4月21日	4月28日	5月26日	5月26日	
早植+不織布区	9.5 **	22.5 **	36.5 **	187.4 **	22.7 **	6月8日 **
不織布区	6.0	9.5	17.8	158.7	18.5	6月18日
慣行区	6.1	8.9	14.7	143.7	17.2	6月23日

注1) 側枝長及び側枝葉数は、調査株の側枝1本当たりの平均値を示す。

2) 表中の**は、Dunnett法により慣行区と比較して1%水準で有意差があることを示す。

第2表 早期定植と不織布被覆がニガウリの月別収量に及ぼす影響 (2011年)

項目	試験区	収量 (kg/10a)				
		6月	7月	8月	9月	合計
可販収量	早植+不織布区	281 **	1,863	1,533	710	4,386
	不織布区	92	1,726	1,576	561	3,956
	慣行区	108	1,630	1,437	578	3,754
上物収量	早植+不織布区	267 **	1,556	1,225	570	3,618
	不織布区	84	1,431	1,259	418	3,192
	慣行区	104	1,367	1,170	458	3,099

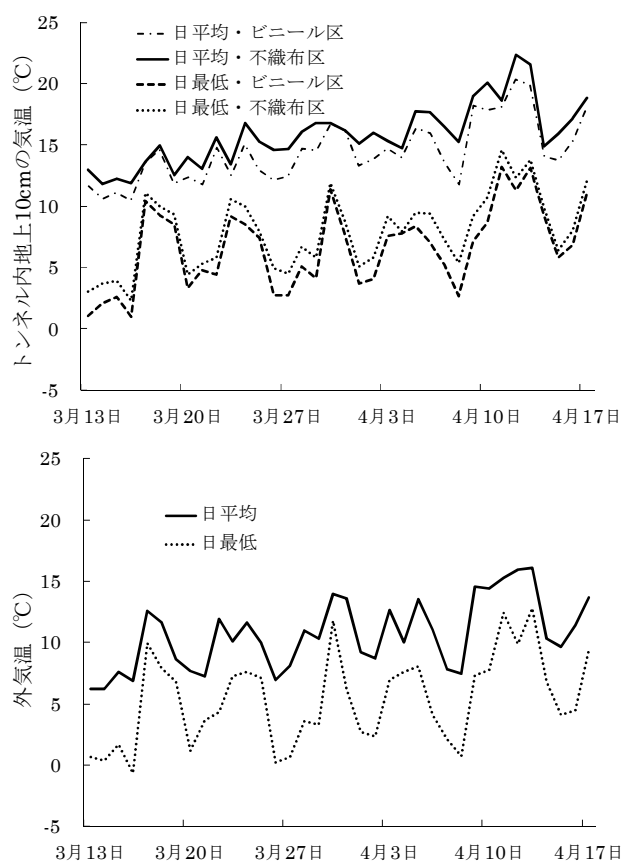
注1) 可販収量は200g以上の果実の重量、上物収量は200g以上かつ曲がり2cm以下の果実の重量とした。

2) 表中の**は、Dunnett法により慣行区と比較して1%水準で有意差があることを示す。

と不織布区のトンネル内気温及び外気温の推移を第2図に示した。トンネル内の日平均気温は、不織布区が慣行区を常に上回り、測定期間中の平均気温は慣行区が16.4℃、不織布区が17.8℃で、不織布区の方が1.4℃高かった。日最低気温も同様の傾向が見られ、日最低気温の平均は慣行区が7.4℃、不織布区が8.9℃で、不織布区の方が1.5℃高かった。測定期間中の日最低外気温は-0.1℃～16.1℃で推移し、最低気温は4月5日に記録した。この時のトンネル内最低気温は、慣行区が-0.6℃、不織布区が1.5℃であった。

早植+不織布区は、4月11日、4月21日、4月28日のいずれの時点でも総葉数が慣行区より多く、4月28日の総葉数は慣行区の14.7枚に対し、早植+不織布区では36.5枚と20枚以上多かった(第1表)。早植+不織布区の5月26日の側枝長は187.4cm、側枝葉数は22.7枚であり、慣行区と比較して側枝長が43.7cm長く、側枝葉数が5.5枚多かった。早植+不織布区の収穫開始日は6月8日であり、不織布区より10日間、慣行区より15日早かった。一方、不織布区では、総葉数、側枝長、側枝葉数及び収穫開始日のいずれにおいても、慣行区と有意な差は認められなかった。

10a当たりの6月の可販収量及び上物収量は、慣行区ではそれぞれ108kg、104kgであったが、早植+不織布区ではそれぞれ281kg、267kgであり、両者とも慣行区の2.6倍であった(第2表)。しかし、7月以降の収量及び合計収量に、有意な差が認められなかった。一方、不織布区と慣行区との



第3図 定植期におけるビニール区と不織布区のトンネル内気温及び外気温の推移 (2012年)

第3表 早期定植における生育及び低温障害発生の状況 (2012年)

試験区 ¹⁾		総葉数 (枚/株)				低温障害発生 ²⁾ 枯死株率	
		4月10日	4月19日	5月1日	5月8日	株率 (%)	(%)
不織布区	3月13日定植	5.3	7.8	12.4	21.1	83	0
	3月20日定植	5.8	9.5	19.3	37.8	0	0
	3月27日定植	5.0	7.6	13.0	30.4	0	0
	4月3日定植	5.4	7.3	10.0	16.9	0	0
	4月10日定植	4.4	6.1	10.0	11.5	0	0
ビニール区	3月13日定植	5.3	6.8	10.0	14.0	100	50
	3月20日定植	5.2	7.5	11.2	20.1	67	0
	3月27日定植	4.4	6.6	10.1	14.2	33	0
	4月3日定植	5.4	7.2	9.9	13.8	50	0
	4月10日定植 (慣行区)	4.2	6.0	9.8	11.5	0	0

注1) 各定植日に本葉4～5枚の苗を定植した。

2) 壊死した葉がある株数の割合とした。

間には月別の収量及び合計収量に差は見られなかった。

2. 不織布被覆が低温障害の発生に及ぼす影響

2012年の定植期におけるビニール区と不織布区のトンネル内気温及び外気温の推移を第3図に示した。3月13日～4月20日の測定期間中におけるトンネル内の日平均気温と日最低気温は、2011年と同様に不織布区がビニール区を常に上回っていた。測定期間中の平均気温は、ビニール区が14.7℃、不織布区が16.1℃であり、不織布区の方が1.4℃高かった。日最低気温の平均はビニール区が7.0℃、不織布区が8.3℃であり、不織布区の方が1.3℃高かった。3月13日、3月20日、3月27日、4月3日及び4月10日の各定植日から一週間後までの最低外気温は、それぞれ-0.7℃、0.2℃、2.3℃、0.7℃及び4.1℃であった。同様にトンネル内最低気温は、不織布区がそれぞれ2.3℃、4.5℃、5.1℃、5.4℃及び6.4℃、ビニール区がそれぞれ1.0℃、2.7℃、3.7℃、2.7℃及び5.8℃であった。このように、トンネル内最低気温は、最低外気温より不織布区では2.3℃～4.7℃高く、ビニール区では1.4℃～2.5℃高かった。また、不織布区のトンネル内最低気温は、3月20日以前は2.3℃まで低下したが、3月21日以降は4.5℃～6.4℃と比較的高かった。一方、ビニール区で4月3日以前は1.0℃～3.7℃であり、4℃を下回っていた。

各試験区の生育と低温障害の発生状況を第3表に示した。慣行区より20日及び13日早い不織布区の3月20日及び3月27日定植では、5月8日の総葉数がそれぞれ37.8枚及び30.4枚で、慣行区のほぼ3倍となり、生育が大幅に進んでいた。ビニール区の3月20日定植でも、総葉数が20.1枚で慣行区の約2倍と多かった。

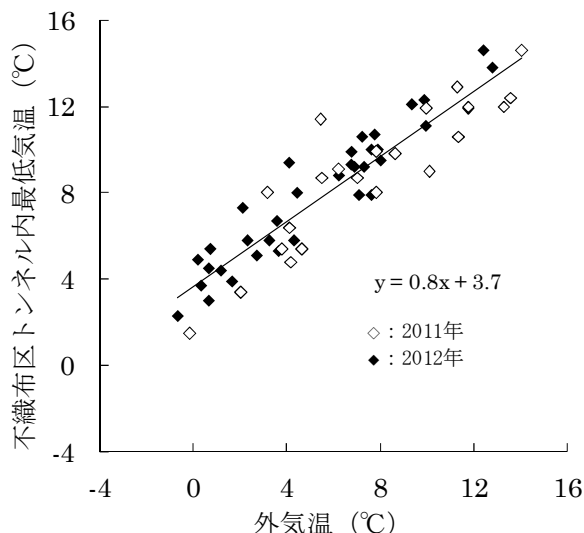
不織布区の3月13日定植では、低温障害が発生し、発

生率は83%と高かった。しかし、3月20日以降の定植では、低温障害が発生しなかった。慣行より早い4月3日以前定植のビニール区では、いずれも葉が部分的に壊死する低温障害が発生し、その発生率は33～100%であった。3月13日定植では、半数の株が枯死した。

IV 考 察

これまでに、不織布の浮きがけにより、保温性が向上し、低温による被害が回避されることが明らかにされている(柏木・露重, 2005)。本研究においても、ビニールとともに不織布でトンネル被覆することにより、慣行栽培のビニールのみより保温性の向上が認められた。すなわち、不織布被覆を加えたことにより、2011年にはトンネル内の平均気温が1.4℃、日最低気温の平均が1.3℃上昇した。この保温効果により、早期の定植が可能となった。慣行栽培より10日早い3月29日に定植した場合、生育が進んで収穫開始が15日間早まり、6月の収量が2.6倍となった。一方で、慣行栽培と同一日に定植した場合は、生育、収穫開始日及び6月収量に有意な差が認められなかった。このように、平均気温1.4℃、日最低気温1.3℃の上昇では、ニガウリの生育が促進されず、早期収量も増加しない。不織布を加えた被覆を導入し、早期収量を高めるためには、定植期を早める必要があることが明らかとなった。

2012年の試験において、慣行法であるビニール被覆で4月3日以前に定植した場合には、葉が壊死する低温障害が発生した。一方、不織布被覆を加えた場合には、3月20日に定植しても低温障害が発生しなかった。不織布被覆を加えたことによって、3月21日以降のトンネル内の最低



第4図 日最低外気温と不織布区のトンネル内日最低気温との関係

気温は 4.5℃を下回らなかった。この保温効果により、低温障害を回避することができたと考えられる。さらに、2011 年及び 2012 年における日最低外気温と不織布被覆を加えたトンネル内の日最低気温の相関関係は、不織布内の日最低外気温 (°C) = 0.8 × 日最低外気温 (°C) + 3.7 ($r^2 = 0.85$) で表される (第 4 図)。この式から、トンネル内の最低気温が 4.5℃となる外気温は 1.0℃と算出される。これらの結果から、不織布被覆を加えたトンネル栽培において、外気温が 1℃以上となる時期に定植すれば、低温障害を回避しつつ生育を促進できると考えられる。

ウリ類は高温性の野菜であり、生育適温が 10～30℃の範囲にあるとされている (斎藤, 1991)。キュウリの幼植物を 3℃に 24 時間遭遇させた後、常温に戻すと葉に壊死状の障害が発生する (Shen et al., 1999)。この主因は、フリーラジカルな活性酸素が高まり、膜脂質の過酸化が促進されたことであるといわれている。ニガウリも、3.7℃以下の低温に遭遇した場合に葉の壊死が見られた。この低温障害は、キュウリと同様な要因による生理障害であると推察される。

また、ウリ科野菜では、一般的に低夜温条件下で雌花の着生数が増加し、雄花の着生数が減少することが知られている (斎藤, 1991)。米盛・藤枝 (1985) は、ニガウリを低温処理すると花芽着生が早まり、雌花数が増加することを明らかにしている。一方で、福元ら (2008) は、ニガウリの花芽の性決定における低温の影響は小さいと報告している。本研究では花芽着生状況を調査していないが、3月下旬に定植した場合でも交配期に雄花が形成され、手交配による着果が可能であった。このことから、定植期を前進化しても、供試した「えらぶ」の花芽分化や着果に、問題となるような影響は生じないと考えられる。

以上のように、ニガウリのトンネル栽培において、ビニールとともに不織布で被覆することでトンネル内の保温性を高めることができ、慣行では 4 月上旬である定植期を 20 日程度前進化しても低温障害を回避できた。これにより、慣行栽培よりも生育が早まり、収穫期が前進化して市場価格の高い 6 月の収量が増加することが予想される。本技術がニガウリだけでなく、他の作物のトンネル栽培に広く応用されることが期待される。

V 摘 要

ニガウリのトンネル栽培において、ビニールとともに不織布で被覆することによる保温効果と、定植及び収穫期の前進化について検討した。

1. ビニールとともに不織布で被覆することで、慣行のビニール被覆よりもトンネル内部の平均気温が 1.4℃、日最低気温の平均が 1.3～1.5℃上昇し、保温性が高まった。
2. 慣行のビニール被覆で 4 月 3 日以前に定植を早めた場合には、葉に低温障害が発生した。一方、不織布被覆を加えることで、慣行より 20 日早い 3 月 20 日に定植しても、定植直後のトンネル内の日最低気温は 4.5℃以上に保たれ、低温障害は発生しなかった。
3. 不織布被覆を加えたトンネル栽培の定植期の早限は、外気温が 1℃以上となる時期と判断された。
4. 不織布被覆を加え、慣行より 10 日早く 3 月 29 日に定植した場合、生育が進み、収穫開始日が 15 日早くなり、6 月の収量は 2.6 倍に増加した。

VI 引用文献

- 福元康文・楫本智司・西村安代 (2008) ニガウリ (*Momordica charantia* L.) の花芽の性表現に関する研究 (第 1 報) : 成長調節物質, 日長, 温度, 摘葉と結縛処理の影響. 農業生産技術管理学会誌. 14 : 186–191.
- 岩本英伸 (2009) ニガウリ (*Momordica charantia* L.) の雌性型を利用した品種開発に関する研究. 熊本農研セ研報. 17 : 53–86.
- 神崎悠梨・手嶋康人・佐藤正幸・山下大輔 (2008) 雨よけニガウリ栽培における早期多収のための誘引・仕立て方法. 九州沖縄農業研究成果情報. 23 : 193–194.
- 柏木伸哉・露重美義 (2005) 簡易被覆資材利用による青果用サツマイモ栽培. 九州農業研究. 67 : 32.
- 加藤裕美子 (2007) 栽植密度, 整枝法及び土壌水分がニガウリの収量と品質向上に及ぼす影響. 神奈川農技セ報. 149 : 35–44.
- Kumar, D.S., K.V. Sharathnath, P. Yogeswaran, A.

- Harani, K. Sudhakar, P. Sudha and D. Banji (2010) A medicinal potency of *Momordica charantia*. Int. J. Pharmaceu. Sci. Rev. Res. 1 : 95–100.
- 科学技術庁資源調査会 (2000) 五訂日本食品標準成分表. pp.102–103 大蔵省印刷局. 東京.
- 新美洋・石井孝典・大塚寛治 (2005) 冬野菜と早掘りカンショ作におけるべたがけ資材二重被覆の保温効果. 九州農業研究. 67 : 33.
- 農林水産省 (2013) 地域特産野菜の生産状況 (野菜生産状況表式調査結果) 平成 22 年産. <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001110178>
- 佐伯知勇 (2009) 中山間地における夏秋どり根深ネギの品種選定と作期前進化. 大分農林水産研セ研報. 3 : 59–68.
- 斎藤隆 (1991) 蔬菜園芸の事典. pp.90–98 朝倉書店. 東京.
- Shen, W., K. Nada and S. Tachibana. (1999) Oxygen radical generation in chilled leaves of cucumber (*Cucumis sativus* L.) cultivars with different tolerances to chilling temperatures. J. Japan. Soc. Hort. Science. 68 : 780–787.
- 田中義弘 (2009) ニガウリ (ツルレイシ). 農業技術体系野菜編 11 特産野菜. p.473–478. 農山漁村文化協会. 東京.
- 米盛重保・藤枝國光 (1985) ニガウリ (*Momordica charantia* L.) の性表現について. 琉球大学農学部学術報告. 32 : 183–187.

Thermal Effect of Using a non-woven Fabric Lining in Tunnel Culture: Advancement of the Cropping Season of Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.)

Shinji MIZUNO

Key words: bitter gourd, harvest period, non-woven fabric, plastic tunnel culture, thermal effect

Summary

I investigated the thermal effect of using a non-woven fabric lining in tunnel culture in an effort to advance the cropping season of bitter gourd in Chiba Prefecture.

1. Lining the plastic tunnel with a non-woven fabric raised the mean temperature by 1.4 °C and the average daily minimum temperature by 1.3 to 1.5 °C.
2. Planting bitter gourd in the conventional tunnel culture before 10 April caused chilling injury to the leaves. When bitter gourd was planted on 20 March, lining the plastic tunnel with non-woven fabric prevented chilling injury because the temperature inside the lining was kept at over 4.5 °C.
3. Early planting of bitter gourd in the lined plastic tunnel was viable only when the outside temperature was not below 1 °C.
4. In comparison with conventional tunnel culture, early planting in the lined plastic tunnel on 29 March gave accelerated growth. The harvest period began 15 days earlier and the yield in June was increased to 260%.