

フルオープンハウスを利用したミズナ・葉ネギの高温対策

浅井信一*、谷美智代*、三村裕**、川上知子***

摘 要

天井部フィルムを解放できるフルオープンハウスは、夏季を中心にハウス内気温を下げる事ができる。そこで既存パイプハウスの活用を前提としたフルオープンハウスへの改造および既存の遮熱資材被覆等の高温対策について、ハウス内環境の比較を行った。近年、夏季に生産量が低下するミズナ及び葉ネギの生育に及ぼす影響を確認した。フルオープンハウスの天井フィルムの下に 0.8mm 目の防虫ネットを展張することで、防虫効果を維持しながら、遮熱資材被覆と比べて照度は高く、気温の上昇を抑制することが可能であった。ミズナでは猛暑年の 2013 年 8 月、寡日照年の 2014 年 9 月に増収し、葉ネギでは品種間差があるものの 3 年間でいずれの年も増収した。また、面積 3.6a のハウスをフルオープン化し、夏季にミズナを 2 回栽培する条件で経営評価を行ったところ、年に 72,000 円/3.6a の所得向上が見込まれた。

キーワード: 高温、フルオープン、ミズナ、葉ネギ、WBGT (暑さ指数)

I 緒言

京都府では、京のブランド産品として「みず菜」(ミズナ)や「九条ねぎ」(葉ネギ)等軟弱野菜を簡易なパイプハウスで周年栽培を広く行っている。しかし近年、夏季に高温・乾燥による発芽不良、生育遅延や立枯症により、生産量が減少傾向にあり、周年安定生産の障害となっている。その対策として、主に遮熱資材による天井部被覆が行われているが十分な効果が得られていない。また、高温傾向による作業への負担の増加から、夏季に休作するハウスも増加しており、今後、植物及び生産者ともに負担が大きい夏季栽培はますます困難になると予想される。

フルオープンハウスは、パイプハウスの天井部フィルムを巻き取って開閉できる構造となっており、高温時には天井部を大きく開放することでハウス内温度を下げる事ができる(図1)。既報では、トマト⁽¹⁾、ミニトマト⁽²⁾やホウレンソウ⁽³⁾でハウス内昇温抑制、収穫物の品質向上、作業環境改善、組み合わせる遮光資材の特性等が確認されている。

そこで本研究では、既存のパイプハウスをフルオープン化してミズナ及び葉ネギを栽培し、ハウス内の光や温度等の環境条件並びに野菜の生育を調査するとともに、熱中症指数等作業環境を測定し、フルオープンハウスが夏季の軟弱野菜の生産性向上に及ぼす効果を明らかにする。

なお、本研究の一部は、一般財団法人タキイ財団農業園芸振興事業助成金事業により実施した。

II 材料と方法

農林センター内水田転換畑(中粗粒灰色低地土)に設置したフルオープンハウスにおいて、高温期のミズナ及び葉ネギ栽培試験を 2012 年から 2014 年にかけて行った。フルオープンハウスの施工は、既存のパイプハウス(間口 7.2m、長さ 21m)の天井部フィルムを手動の巻き上げ装置によって天頂部まで開閉できるように改造した(図 1)。改造には天井開閉時にハウスバンドを緩める巻き取り機や減速機等の部品を用いない簡素な仕組みを採用し、改造に要した費用は、2011 年における部材費で消費税込み(8%) 85,000 円であった。なお、天井部被覆フィルムは 0.15mm 厚の透明農業用ポリオレフィン系特殊フィルム(農 PO)とした。

1 試験区の天井部被覆設定及びハウス内環境調査

フルオープン区の天井部被覆開閉は、2012 年及び 2013 年は降雨のおそれが小さいときは天頂部近くまで開ける「全開」、一時的に降雨があると考えられるときはハウスサイドから 30~60cm 開ける「少開」、降雨中及び長時間の降雨が見込まれるときは「全閉」とした。2014 年は「全開」と「全閉」のみの処理とした。

2012 年は、フルオープンハウスを FO 区とし、対照として、天井部の被覆フィルムを 0.1mm 厚の透明農業用塩化ビニルフィルム(農ビ)としたパイプハウスを Vi 区として設

* 農林センター園芸部

** 農林センター園芸部(現 生物資源研究センター応用研究部)

*** 農林センター園芸部(現 農林センター茶業研究所)

置した。

2012年はミズナのFO区でチョウ目やコウチュウ目等の虫害が発生したため、2013年は防虫のためフルオープンハウスの天井部フィルムの下に目合0.8mmのポリエチレン(PE)製防虫ネット(透光率約90%)を展張したFO防虫区とし、対照区としてVi区を、さらにミズナの生産現場で行われている天井部透明農ビの上に白色ポリオレフィン(PO)製の遮熱フィルム(遮光率30~35%)を展張したVi遮熱区を設置した。さらに、ミズナの2回目のみ、FO防虫区ハウス内に、Vi遮熱区と同じ資材をハウス内2mの高さに平らに展張し、FO防虫区を設置した。

2014年は、FO防虫区、フルオープンハウスの天井部透明POフィルムの上に白色PO遮熱フィルム(遮光率30~35%)を展張したFO遮熱区、Vi遮熱区を設置した。なお、FO遮熱区では透明POフィルムは天気に応じて開閉を行い、遮熱フィルムは常時展張とした。

ハウス内環境調査として、栽培畝面頂上から40cmの高さの気温、相対湿度、照度、紫外線強度をT&D社製のデータロガーTR-74Uiを用いて30分毎に測定した。さらに、ハウス内作業環境調査として、栽培畝面頂上から1.3mの高さのWBGT(暑さ指数)の測定を株式会社佐藤計量器製作所製の熱中症暑さ指数計SK-150GTを用いて行った。2014年のみ、Lutron社製ABH-4225(測定範囲0.4~30m/s)を用いて風速を測定した。

2 栽培試験

1のそれぞれの区で、ミズナ及び葉ネギを栽培し、生育及び収量調査を行った。

なお、収穫物の葉色はコニカミノルタ社製の葉緑素計SPAD-502を用いて、最長葉の葉身部分を測定した。

(1)ミズナ

夏季に2回栽培とし、4品種で行った。1粒播きの直播栽培で、栽植間隔はうね幅120cmで株間7cm、6条播きとした。2012年1回目は8月2日播種の8月30日収穫、2回目は9月10日播種の10月16日収穫とした。2013年1回目は7月18日播種の8月12日収穫、2回目は9月3日播種の10月3日収穫とした。2014年は、7月28日播種の8月26日収穫、2回目は9月5日播種の10月1日収穫とした。施肥量はN:P₂O₅:K₂O=0.75:0.45:0.53(kg/a)とした。

(2)葉ネギ

夏季に1回栽培とし、2012年は10品種、2013年は8品種、2014年は4品種で行った。1株4~5本の移植栽培とし、栽植間隔はうね幅120cmで株間12cm、4条植えとし

た。2012年は8月1日移植の10月10日収穫、2013年は7月17日移植の9月19日収穫、2014年は7月17日移植の9月10日収穫とした。施肥量は、2012年及び2013年はN:P₂O₅:K₂O=1.6:1.6:1.2(kg/a)とし、2014年はN:P₂O₅:K₂O=2.0:1.6:1.2(kg/a)とした。

III 結果

1 試験区の天井部被覆設定及びハウス内環境調査

(1)試験年の夏季気温

本試験を実施した農林センター内気象観測露場における7月中旬から10月中旬までの半旬別最高気温の平均値は、平年の28.9℃に対して2012年は1.4℃高く、特に7月下旬から9月上旬は平年の31.1℃に対し2.0℃高く猛暑となった。2013年は1.5℃高く、特に8月2~4半旬は平年の32.3℃より3.5℃高く猛暑となった。2014年は0.3℃低く、期間の大半で平年値を下回り冷夏であった(図2)。

(2)ハウス内環境

①猛暑日の1日中気温

2013年猛暑日の8月12日から13日まで日中のハウス内気温は、Vi区で最高49.2℃となり、FO防虫区ではそれよりも8.8℃低く、Vi遮熱区では6.9℃低くなった(図3)。

②ミズナ栽培時

栽培期間は、1回目は7月中旬から8月下旬までの盛夏時、2回目は9月上旬から10月中旬の初秋時となった。栽培期間中にFO区、FO防虫区及びFO遮熱区を全開とした日数割合は、2012年1回目47%、2回目61%、2013年1回目46%、2回目57%、2014年1回目47%、2回目54%で、1回目平均47%、2回目平均57%であった(図4)。

ハウス内光環境は、2012年ではFO区がVi区よりも積算照度で131~154%、積算紫外線強度で192~238%と高く、全開時にFO区では露地に近い状態になる影響を受けていた。2013年以降はFO区にも天井部に被覆資材を展張したことから、Vi区との光環境の差は小さくなり、Vi遮熱区が一番低くなった。また、冷夏年の2014年には照度が低い傾向で、特に2回目で低くなった(図5、6)。

ハウス内平均気温は、2012年と2013年のFO区及びFO防虫区ではVi区より0.7~1.8℃低く、特に全開時にその差が大きくなった。2013年と2014年のFO防虫区は、Vi遮熱区より0~0.6℃低くなった。なお、2014年に設置したFO遮熱区はFO防虫区より0.2~0.4℃低い値にとどまった。作付け時期別では、全体的に1回目は27℃以上と暑く、2回目は27℃未満でやや涼しくなった。年次別では、冷夏となった2014年でハウス間の差が小さい傾向で

あった(図 7)。

ハウス内平均相対湿度は、いずれの区も曇雨天の全開時に高く、全開時に低い傾向となり、区間の差は明らかではなかった(図 8)。

③葉ネギ栽培時

栽培期間中に FO 区、FO 防虫区及び FO 遮熱区を全開とした日数割合は、2012 年 44%、2013 年 57%、2014 年 46%であった(図 9)。

ハウス内光環境は、2012 年では FO 区が Vi 区よりも積算照度で 140%、積算紫外線強度で 201%と大きく、全開時に FO 区では露地に近い状態になる影響を受けていた。2013 年以降は FO 区にも天井部に被覆資材を展張したことからその差は小さくなり、新たに設けた Vi 遮熱区が一番低くなった(図 10、11)。

ハウス内平均気温は、2012 年と 2013 年の FO 区及び FO 防虫区は Vi 区より 1.1~1.3℃低く、特に全開時でその差が大きくなった。2013 年と 2014 年の FO 防虫区は、Vi 遮熱区と+0.2~-0.4℃と同等であった。なお、2014 年に設置した FO 遮熱区は FO 防虫区より 0.2℃低かった(図 12)。

ハウス内平均相対湿度は、いずれの区も曇雨天の全開時に高く、全開時に低い傾向で、区間の差は明らかではなかった(図 13)。

④作業環境

最高気温が 35℃を超えた猛暑日にハウス内 WBGT を測定したところ、13 時 30 分頃では Vi 区の 38.2℃より FO 防虫区では 5.5℃低くなった。夕方 16 時 45 分頃では Vi 区の 30.9℃より 0.7℃低くなった(表 1)。

最高気温が 33.7℃の日にハウス内 WBGT を測定したところ、FO 防虫区が屋外に近く一番低い値を示し、FO 防虫区よりも FO 遮熱区は 1.5℃高く、Vi 遮光区は 2.7℃高かった(表 2)。

2 栽培試験

(1)ミズナ

1 回目のハウス間比較では、2012 年は Vi 区と比較して FO 区の草丈は短くなったが、葉数及び株重に差はなく、葉色は濃かった。2013 年は Vi 区と比較して、FO 防虫区の草丈が長く、葉数は多く、株重が 232%と大きく、Vi 遮熱区は草丈が長く、葉数は少ないものの株重は 132%と大きくなった。葉色は FO 防虫区、Vi 遮熱区ともにやや薄くなった。2014 年は Vi 遮熱区と比較して、FO 区は各項目で区間差がほとんどなかった(表 3~5)。

1 回目の品種間比較では、2012 年は「城南千筋」の葉

数が多かったが、株重に品種間差はなかった。2013 年は草丈、葉数、株重に品種間差はなく、「夏城南」の葉色が濃かった。2014 年は「夏城南」の草丈が短く株重が小さく、葉色が濃かった。下位節間伸長は3年間を通じて発生した(表 3~5)。

2 回目のハウス間比較では、2012 年は Vi 区と比較して FO 区の葉数が多く株重が大きくなった。2013 年は Vi 区と比較して、FO 防虫区の草丈及び株重が同等以上を示し、FO 防虫区及び Vi 遮熱区は草丈が短く株重が小さかった(表 3~5)。2014 年は Vi 遮熱区と比較して、FO 防虫区は草丈が長く、葉数が多く、株重が大きくなり、FO 遮熱区は葉数が多かったものの株重に差はなかった(表 3~5)。

2 回目の品種間比較では、2012 年は「京かなで」の葉数が多く株重が大きく、「城南千筋」の株重が小さかった。2013 年は、「城南千筋」の葉数が多かったが、株重に品種間差はなかった。2014 年はいずれの項目も品種間差はなかった。下位節間伸長は 2013 年のみ発生した(表 3~5)。

なお、下位節間伸長について、試験毎では品種間差が明らかにならなかったが、試験実施3年間における全試験区(17 区)の平均値において、「京かなで」が「城南千筋」及び「早生千筋」よりも発生が少なかった(表 6)。

(2)葉ネギ

2012 年の移植後 6 及び 8 週後(9 月 12 日及び 9 月 26 日)及び収穫時の株重は、10 品種の平均で Vi 区と比較して FO 区はそれぞれ 167%、152%、136%となったが(データ省略)、2 元配置分散分析でハウス・品種間に交互作用が認められたため、FO 区の有意性は確認できなかった。同ハウス内の品種比較では、FO 区の収穫時株重は「鴨頭」が大きく、次いで「黒千本」、「坊主しらず」、「スーパー九条」、「雷山」の順で、劣っていたのは「京香」、「小春」であった。Vi 区では「鴨頭」が優れ、次いで「雷山」、「小夏」、「黒千本」の順で、劣っていたのは「京香」であった。また、品種間差で、FO 区の株重が Vi 区より大きかったのは、10 品種中 6 品種であった(表 7)。

2013 年は 2012 年に株重が小さかった2品種を除いて試験を実施し、ハウス間比較では、Vi 区と比較して、FO 防虫区は葉鞘径及び株重で優れた。Vi 遮熱区では生育中から収穫期まで草高が高い傾向にあった。品種間比較では、株重は「小夏」、「黒千本」、「坊主しらず」、「雷王」の順に優れた(表 8)。

2014 年は府内現地で主要な 4 品種に絞って試験を実施し、ハウス間では、葉鞘径と株重においてハウス間と品種間に交互作用が認められたため、品種毎にハウス間単純主効

果を比較し、「小夏」以外の 3 品種では、葉鞘径、株重とも FO 防虫区が最も優れた。品種間比較では、葉折れは「坊主しらず」が少なく、「浅黄系九条」で多かった(表 9、10)。

IV 考察

1 フルオープンハウス内の環境

パイプハウス天井部に遮熱資材を展張した場合、照度は資材を展張しない場合の約 60%まで落ちるが、ハウス内気温は下げられる。一方フルオープンハウスでは天井部全開時には照度はパイプハウスよりも明るい、ハウス内温度は下げられる。

しかし、フルオープンハウスは天候が不安定なときは少開及び全閉とせざるを得ず、今回の栽培試験でハウスの天井を全開にできた日数割合は 44~61%と期間の半分程度であった。少開時及び全閉時には、天井部の大部分がフィルムで覆われ、全開時より照度が下がるが温度を下げる効果もほとんどなくなる事から、フルオープンによる照度の確保及び気温低下の効果は、晴天が続くときにより発揮されると言える。

2 作業環境

ミズナ及び葉ネギ栽培のハウス内作業として主要なのは収穫作業である。厚生労働省の「WBGT熱ストレス指数の基準値表(各条件に対応した基準値)」⁽⁴⁾において、野菜収穫作業は「野菜を摘む」作業で表され、「区分2 中程度代謝率」に該当する。そのWBGT基準値は熱に順化している人で 28℃である。

今回の測定では、猛暑日日中のWBGTは、FO防虫区はVi区より最高で 5.5℃、Vi遮熱区よりも 2.7℃低く、フルオープン化による WBGT 低減効果は大きかった。しかし、盛夏時期の 8 月中旬 13 日の午後 5 時前のFO防虫区でもWBGT値は 30℃を超えており、厚生労働省の基準 28℃には及ばない。さらに、天井部を全開している場合、Vi区よりも紫外線強度が高いため、作業者は晴天時には十分な紫外線対策を行う必要が生じる。

以上の事から、ハウスのフルオープン化により盛夏時のハウス内WBGT値の低下が認められたが、盛夏時に WBGT 基準値以下を達成できる時間帯は早朝及び夕方以降のみである。したがって、作業者の熱中症予防を図るためには、収穫作業をそれら時間帯に行う他、作業時の換気扇使用や遮光資材展張が必要である。

3 フルオープンハウスによる野菜生育への影響

ミズナでは、猛暑となった 2012 年の 1 回目では両区で

葉先焼けが発生し、特に FO 区で多かった。FO 区で生育収量面での効果は得られず、暑さが緩んだ 2 回目では葉先焼けがなく生育収量面が向上したことから、虫害が発生した事も含めて、フルオープンハウスでは防虫ネットや遮熱資材等の展張が必要と言えた。

FO 防虫区は、高温となった 2013 年の 1 回目及び積算照度が少なかった 2014 年の 2 回目で増収し、Vi 区の平均気温が 25℃と適していた 2013 年の 2 回目及び冷夏年となった 2014 年の 1 回目では増収効果が認められなかった。一方、FO 遮熱区については増収効果が認められず、試験を冷夏年に行った影響が考えられた。

なお、コマツナでは近紫外線を除去すると草丈の伸長、葉数の減少、草姿の乱れ、胚軸の伸長、葉色の淡化といった生育に様々な影響を与えるとされている⁽⁵⁾。Vi 区は、FO 区及び FO 防虫区よりも積算紫外線強度が弱かったが、ミズナの生育は必ずしもコマツナでの事例のような影響を受けておらず、紫外線強度の影響は判然としなかった。

以上のことから、ミズナでフルオープンハウスによる増収効果が高いのは、天井部フィルムの下に 0.8mm 目の白色防虫ネットを展張する方法で、8 月頃には猛暑で最高気温が高い年及び 9 月以降では日照が少ない年と言える。

品種間の比較では、「夏城南」の葉色が濃い傾向にあること、「京かなで」では夏季に発生しやすいタコ足(下位節間伸張)が少なく、品質面で優れていることが判明した。

葉ネギでは、Vi 遮熱区で Vi 区よりハウス内気温が低いこと、草高が高い傾向にあるものの、照度が少ない影響から葉鞘径及び株重の増加効果は小さかった。一方、FO 区及び FO 防虫区では照度が大きく気温が低いこと、株が充実し株重が優れる傾向にあり、2012 年の FO 区は 10 品種中 6 品種で、2013 年はハウス間の主効果で、2014 年は 4 品種中 3 品種で増収した。一方、FO 遮熱区では増収効果が認められず、試験を冷夏年に行った影響が考えられた。

なお、葉ネギでは近紫外線を除去すると収量には影響がないが、徒長が認められ、葉色が薄くなる傾向もあるとされている⁽⁶⁾。Vi 区は、FO 区及び FO 防虫区よりも積算紫外線強度が弱かったものの、徒長は認められず、葉色に区間差はなく、紫外線強度の影響は判然としなかった。

以上の事から、葉ネギでフルオープンハウスによる増収効果が高くなるのは、ミズナ同様に天井部フィルムの下に 0.8mm 目の白色防虫ネットを展張する方法である。

品種間の比較では、株重は 2013 年では「小夏」、「黒千本」、「坊主しらず」、「雷王」の順で、2014 年は「小夏」、

「黒千本」の順であったことから、府内の現地で実際に栽培されている品種で多収なのは「小夏」及び「黒千本」である。葉折れは「坊主しらず」が最も少なかった。

4 経営評価と留意事項

フルオープン化に掛かる経費は、一般的なハウス(間口 7.2m、長さ 50m、面積 3.6a)でフルオープン化(FO 防虫区に該当)にかかる部材費が消費税込み(8%)で 154,000 円、天井部の防虫ネットは 75,000 円で、合計 229,000 円である。資材の耐用年数を 8 年とすると、償却費は約 29,000 円/年となる。一方、生産現場で一般的に行われているパイプハウス天井部に遮熱資材を展張する場合(Vi 遮熱区に該当)は、資材費 83,000 円で、耐用年数 8 年とすると償却費は約 10,000 円となる(表 11)。

夏季のミズナ栽培での経営評価として、本試験結果のミズナ株重平均値に市場単価⁷⁾を乗じて収入を計算し、諸経費を差し引いて所得を計算したところ、フルオープン化によりミズナ 2 回作付けで約 72,000 円/3.6a・年の所得増が見込まれた(表 10)。なお、葉ネギでもミズナ同様に所得増が見込まれる(データ省略)。

本研究により、ハウスをフルオープン化することにより、ミズナ及び葉ネギ栽培で所得向上が見込まれる事が明らかになった。一方、府内では果菜類での活用事例もあり、ハウス野菜栽培での夏季高温対策としてさらなる進展が期待される。

なお、フルオープンハウスは、台風等の強風や積雪等の気象災害が懸念されるときは、天井部を全開することでハウスの損壊を防ぐ事ができる。しかしハウス内の作物には被害が及ぶため、作物を保護するためには天井部を全閉した上で、天井部を他骨材と紐等で固定する等の処置が必要である。

V 引用文献

- (1)沼尻、2005、フルオープンハウス利用の生産技術 フルオープンハウスによる抑制トマトの高品質・安定生産技術、農耕と園芸、60-9、46-49
- (2)向ら、2009 北海道空知地域の夏季ハウス栽培におけるフルオープンハウスの導入による暑熱対策の効果、農業施設 39-4、61~67
- (3)森山ら、2009、オープンハウスの内張り展張に適した遮光資材の特性、福岡県農試研報、28、89-93
- (4)厚生労働省労働基準局安全衛生部長、2005、熱中症の予防対策における WBGT の活用について
- (5)滝沢、2012、近紫外線除去フィルムと透過フィルムの違いがコマツナの生育に及ぼす影響、東京都農林総合研究センター成果情報
- (6)福岡県農林業総合試験場病害虫部、2015、葉ネギ(施設)の IPM マニュアル
- (7)京都市、2015~2016、中央卸売市場第一市場月報青果部(平成 27 年 8 月・9 月、28 年 8 月・9 月)



図 1 フルオープンハウス

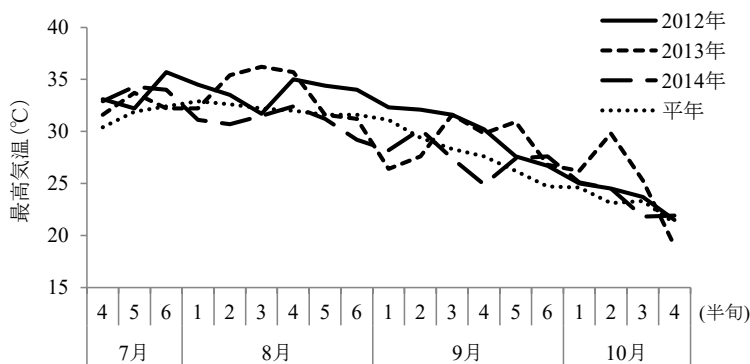


図2 試験期間中の最高気温の推移

注)農林センター内気象観測露場の観測値、半月毎の平均値

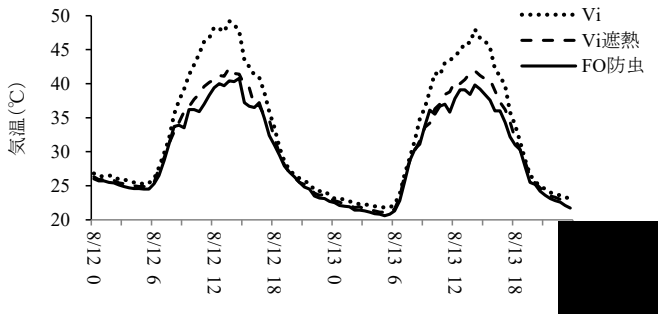


図3 猛暑日のハウス内気温(40cm高、2013年)

注) 気象観測の最高気温は8月12日は35.5℃、13日は35.4℃
FO防虫区の天井は全開。

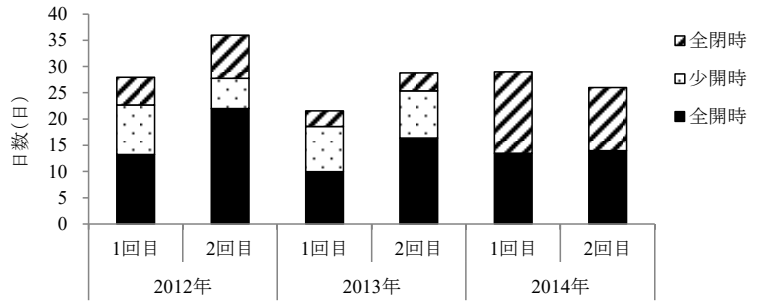


図4 ミズナ栽培中のフルオープン区の天井開閉状態

注) FO区、FO防虫区及びFO遮熱区が該当する。

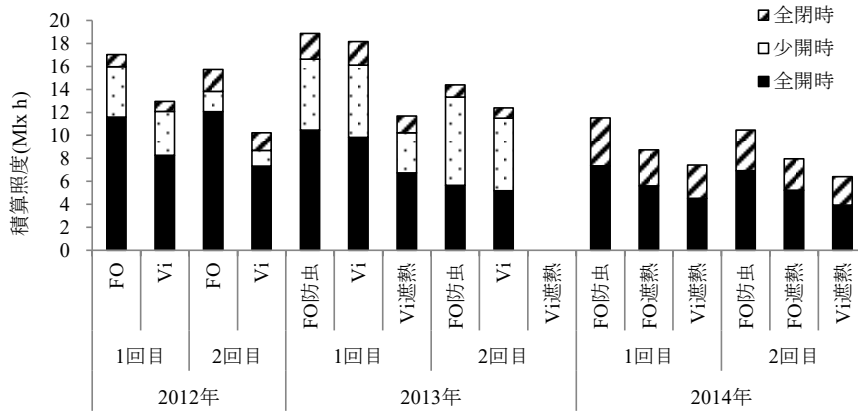


図5 ミズナ栽培中のハウス内積算照度

注) Vi及びVi遮熱区は、FO、FO防虫及びFO遮熱区の開閉状態と同時刻のデータ。
2013年2回目のVi遮熱区は測定せず。

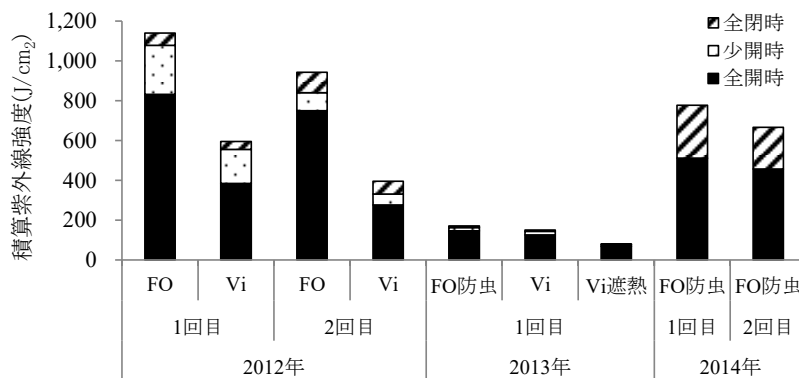


図6 ミズナ栽培中のハウス内積算紫外線強度

注) Vi及びVi遮熱区は、FO、FO防虫及びFO遮熱区の開閉状態と同時刻のデータ。

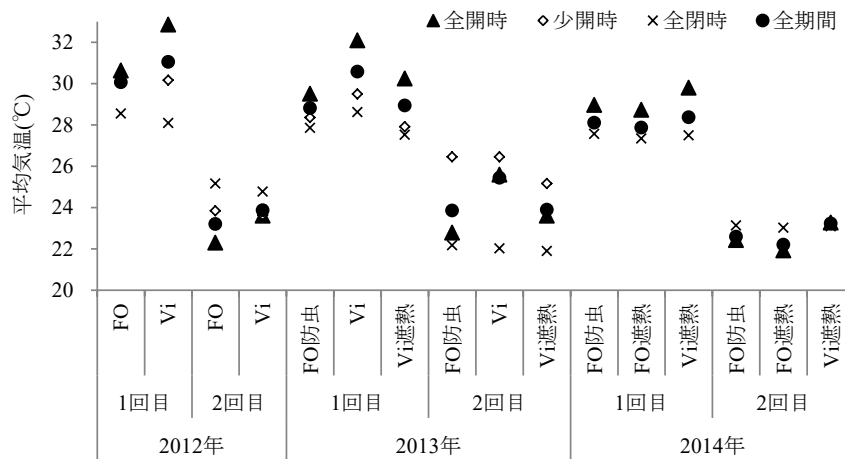


図7 ミズナ栽培中のハウス内平均気温

注) Vi及びVi遮熱区は、FO、FO防虫及びFO遮熱区の開閉状態と同時刻のデータ。

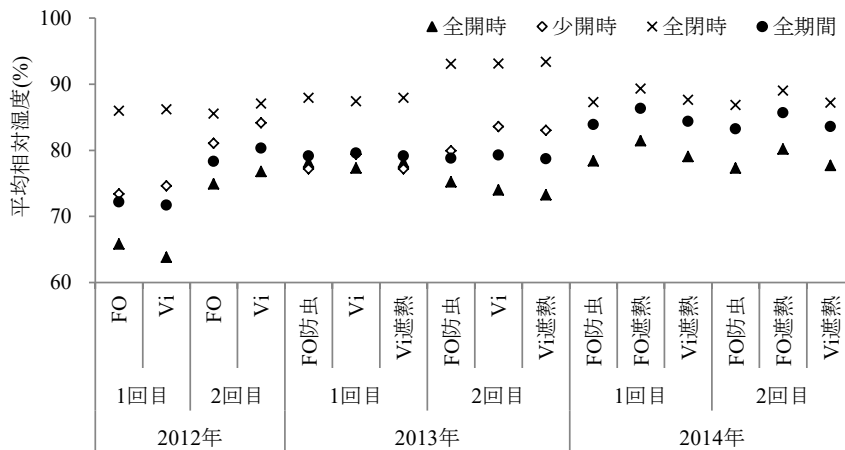


図8 ミズナ栽培中のハウス内平均相対湿度

注) Vi及びVi遮熱区は、FO、FO防虫及びFO遮熱区の開閉状態と同時刻のデータ。

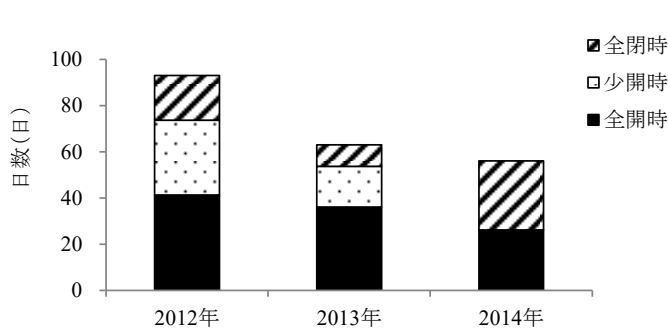


図9 葉ネギ栽培中のフルオープン区の天井開閉状態

注) FO区、FO防虫区及びFO遮熱区が該当する。

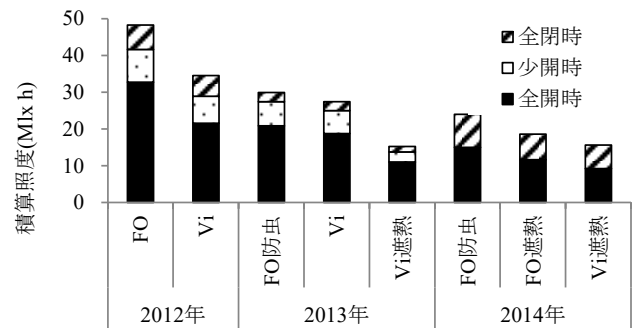


図10 葉ネギ栽培中のハウス内積算照度

注) Vi及びVi遮熱区は、FO、FO防虫及びFO遮熱区の開閉状態と同時刻のデータ。

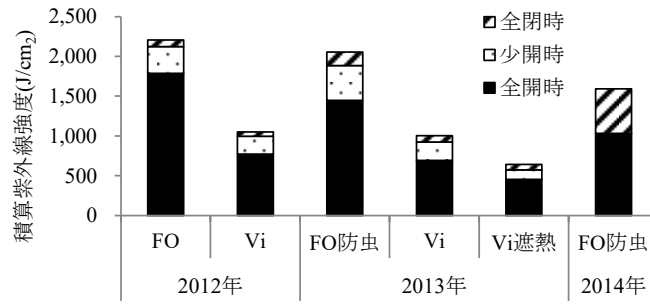


図11 葉ネギ栽培中のハウス内積算紫外線強度

注) Vi及びVi遮熱区は、FO及びFO防虫区の開閉状態と同時刻のデータ。

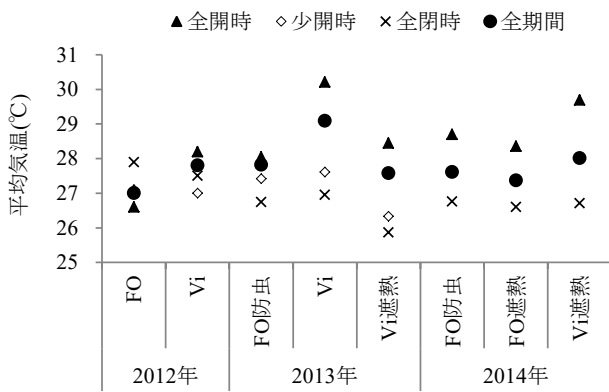


図12 葉ネギ栽培中のハウス内平均気温

注) Vi及びVi遮熱区は、FO、FO防虫及びFO遮熱区の開閉状態と同時刻のデータ。

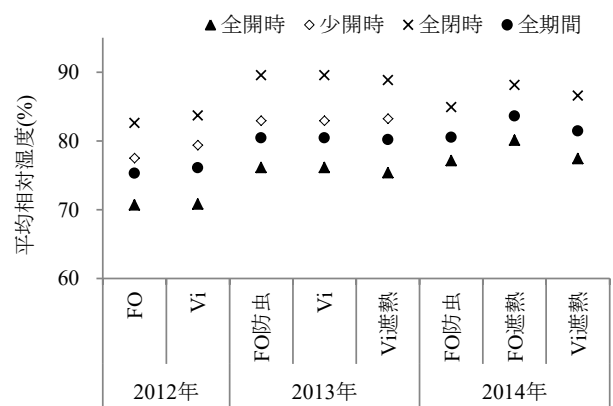


図13 葉ネギ栽培中のハウス内平均相対湿度

注) Vi及びVi遮熱区は、FO、FO防虫及びFO遮熱区の開閉状態と同時刻のデータ。

表1 猛暑日のハウス内WBGT(2013年)

| 測定時刻 | ハウス | WBGT (°C) |
|-------------|------|-----------|
| 13:25~13:34 | FO防虫 | 32.7 |
| | Vi | 38.2 |
| 14:08~14:17 | FO防虫 | 32.0 |
| | Vi | 35.4 |
| 16:35~16:40 | FO防虫 | 30.5 |
| | Vi | 34.1 |
| 16:44~16:49 | FO防虫 | 30.2 |
| | Vi | 30.9 |

注) 測定高さ1.3m。2013年8月13日調査、天気は晴れ、最高気温は35.4°C。

表2 ハウス内WBGT及び風速(2014年)

| ハウス | WBGT (°C) | 風速 (m/s) |
|------|-----------|----------|
| FO防虫 | 32.5 | ~0.6 |
| FO遮熱 | 34.0 | - |
| Vi遮熱 | 35.2 | - |
| (屋外) | 32.4 | 0.4~1.3 |

注) 測定高さ1.3m。風速の-は測定限界以下を示す。
2014年8月18日13:30~14:00調査。
天気は晴れ、最高気温は33.7°C。

表3 ミズナ収穫物調査結果(2012年)

| 栽培期間 | 因子 | 試験区 | 草丈 (cm) | 収穫物調製後調査 | | 葉色 (SPAD) | 下位節間伸 長(%) | | | | | |
|-----------------|-------------------------|--------------|------------|----------|-------|--------------|---------------|----|------|---|----|---|
| | | | | 葉数(枚) | 株重(g) | | | | | | | |
| 1回目 (8/2~30) | 二元配置分 散分析 | ハウス(A) | ** | n.s. | n.s. | ** | | | | | | |
| | | 品種(B) | n.s. | ** | n.s. | n.s. | | | | | | |
| | | A×B | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | | | | | | |
| | ハウス間比 較 | FO | 22.1 | b | 44.5 | a | 22.0 | a | 38.7 | a | 0 | a |
| | | Vi | 28.0 | a | 44.1 | a | 21.9 | a | 30.8 | b | 23 | a |
| | 品種間比較 | 城南千筋 | 26.4 | a | 51.1 | a | 24.0 | a | 33.1 | a | 23 | a |
| | | 早生千筋 | 25.7 | a | 43.8 | b | 22.2 | a | 33.4 | a | 17 | a |
| | | 夏城南 | 23.6 | a | 41.3 | b | 19.7 | a | 36.6 | a | 6 | a |
| | | 京かなで | 24.3 | a | 41.0 | b | 22.1 | a | 36.0 | a | 0 | a |
| | 2回目 (9/10~ 10/16) | 二元配置分 散分析 | ハウス(A) | n.s. | ** | ** | n.s. | | | | | |
| 品種(B) | | | n.s. | ** | * | n.s. | | | | | | |
| A×B | | | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | | | | | | |
| ハウス間比 較 | | FO | 31.1 | a | 42.4 | a | 26.8 | a | 30.6 | a | 0 | |
| | | Vi | 31.1 | a | 32.4 | b | 20.0 | b | 30.2 | a | 0 | |
| 品種間比較 | | 城南千筋 | 28.9 | a | 36.5 | ab | 19.0 | b | 31.8 | a | 0 | |
| | | 早生千筋 | 30.4 | a | 33.3 | b | 21.5 | ab | 30.3 | a | 0 | |
| | | 夏城南 | 32.1 | a | 37.3 | ab | 25.2 | ab | 28.7 | a | 0 | |
| | | 京かなで | 33.1 | a | 42.4 | a | 27.9 | a | 30.8 | a | 0 | |

注) 調査は1回目は12株の、2回目は10株のそれぞれ2反復で行った。

「早生千筋」は「早生千筋京水菜」の略。下位節間伸長は調査株数に占める発生割合(%)。

二元配置分散分析により、**は1%水準、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す。

異英文字間は、Tukey法(下位節間伸長はフリードマン検定後のScheffe法)により

単純主効果及び主効果に5%水準の有意差があることを示す。

表4 ミズナ収穫物調査結果(2013年)

| 栽培期間 | 因子 | 試験区 | 草丈 (cm) | 収穫物調製後調査 | | 葉色 (SPAD) | 下位節間伸 長(%) | | | | | |
|------------------------|--------------|--------|------------|----------|-------|--------------|---------------|------|------|----|----|----|
| | | | | 葉数(枚) | 株重(g) | | | | | | | |
| 1回目 (7/18~ 8/12) | 二元配置分 散分析 | ハウス(A) | ** | ** | ** | ** | | | | | | |
| | | 品種(B) | * | n.s. | n.s. | ** | | | | | | |
| | | A×B | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | | | | | | |
| | ハウス間比 較 | FO防虫 | 32.9 | a | 49.7 | a | 30.9 | a | 26.5 | b | 80 | a |
| | | Vi | 24.0 | b | 38.9 | b | 13.3 | c | 30.6 | a | 67 | b |
| | | Vi遮熱 | 32.3 | a | 33.9 | c | 17.6 | b | 26.7 | b | 77 | ab |
| | | 城南千筋 | 31.0 | a | 40.9 | a | 21.1 | a | 26.1 | c | 93 | a |
| | 品種間比較 | 早生千筋 | 31.2 | a | 42.9 | a | 22.5 | a | 26.6 | c | 90 | a |
| | | 夏城南 | 27.6 | a | 39.0 | a | 18.3 | a | 30.4 | a | 92 | a |
| | | 京かなで | 29.4 | a | 40.5 | a | 20.6 | a | 28.5 | b | 24 | a |
| 城南千筋 | | 31.0 | a | 40.9 | a | 21.1 | a | 26.1 | c | 93 | a | |
| 2回目 (9/3~ 10/3) | 二元配置分 散分析 | ハウス(A) | ** | ** | ** | ** | | | | | | |
| | | 品種(B) | n.s. | * | n.s. | * | | | | | | |
| | | A×B | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | | | | | | |
| | ハウス間比 較 | FO防虫 | 33.9 | b | 45.1 | a | 28.6 | bc | 34.6 | a | 15 | a |
| | | FO防遮 | 40.1 | a | 44.6 | a | 35.6 | a | 28.5 | b | 21 | a |
| | | Vi | 34.7 | b | 48.4 | a | 33.4 | ab | 29.6 | b | 20 | a |
| | | Vi遮熱 | 33.8 | b | 37.8 | b | 25.3 | c | 30.9 | b | 15 | a |
| | 品種間比較 | 城南千筋 | 36.6 | a | 47.5 | a | 33.2 | a | 29.7 | b | 21 | a |
| | | 早生千筋 | 36.3 | a | 43.9 | ab | 30.9 | a | 30.0 | b | 28 | a |
| | | 夏城南 | 34.2 | a | 45.4 | ab | 31.3 | a | 33.4 | a | 21 | a |
| 京かなで | | 35.3 | a | 39.2 | b | 27.6 | a | 30.4 | ab | 0 | a | |

注) 調査は12株の2反復で行った。

下位節間伸長は調査株数に占める発生割合(%)。

二元配置分散分析により、**は1%水準、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す。

異英文字間は、Tukey法(下位節間伸長はフリードマン検定後のScheffe法)により

単純主効果及び主効果に5%水準の有意差があることを示す。

表5 ミズナ収穫物調査結果(2014年)

| 栽培期間 | 因子 | 試験区 | 草丈 (cm) | 収穫物調製後調査 | | 葉色 (SPAD) | 下位節間伸 長(%) | | | | | |
|------------------------|--------------|--------|------------|----------|-------|--------------|---------------|----|------|----|----|---|
| | | | | 葉数(枚) | 株重(g) | | | | | | | |
| 1回目 (7/28~ 8/26) | 二元配置分 散分析 | ハウス(A) | n.s. | n.s. | n.s. | ** | n.s. | | | | | |
| | | 品種(B) | * | n.s. | * | ** | * | | | | | |
| | | A×B | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | | | | | |
| | ハウス間比 較 | FO防虫 | 32.6 | a | 44.9 | a | 32.5 | a | 23.7 | a | 14 | a |
| | | FO遮熱 | 33.6 | a | 47.7 | a | 33.3 | a | 22.4 | ab | 29 | a |
| | | Vi遮熱 | 32.1 | a | 45.5 | a | 30.5 | a | 21.4 | b | 26 | a |
| | 品種間比較 | 城南千筋 | 33.7 | ab | 44.4 | a | 32.9 | ab | 21.1 | b | 25 | a |
| | | 早生千筋 | 34.6 | a | 48.3 | a | 34.6 | a | 21.7 | b | 56 | a |
| | | 夏城南 | 30.7 | c | 41.6 | a | 26.3 | b | 24.8 | a | 8 | a |
| | | 京かなで | 32.1 | bc | 49.7 | a | 34.6 | a | 22.4 | b | 3 | a |
| 2回目 (9/5~ 10/1) | 二元配置分 散分析 | ハウス(A) | * | * | * | n.s. | | | | | | |
| | | 品種(B) | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | | | | | | |
| | | A×B | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | | | | | | |
| | ハウス間比 較 | FO防虫 | 36.6 | a | 49.8 | a | 29.7 | a | 25.5 | a | 0 | |
| | | FO遮熱 | 31.8 | b | 40.7 | b | 20.6 | b | 27.8 | a | 0 | |
| | | Vi遮熱 | 32.5 | b | 35.1 | c | 18.0 | b | 27.0 | a | 0 | |
| | 品種間比較 | 城南千筋 | 35.0 | a | 44.5 | a | 25.0 | a | 25.5 | a | 0 | |
| | | 早生千筋 | 34.5 | a | 40.6 | a | 22.9 | a | 26.2 | a | 0 | |
| | | 夏城南 | 30.9 | a | 39.2 | a | 19.2 | a | 29.2 | a | 0 | |
| | | 京かなで | 34.1 | a | 43.1 | a | 24.0 | a | 26.2 | a | 0 | |

注) 調査は12株の2反復で行った。

下位節間伸長は調査株数に占める発生割合(%)。

二元配置分散分析により、**は1%水準、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す。

異英文字間は、Tukey法(下位節間伸長はフリードマン検定後のScheffe法)により

単純主効果及び主効果に5%水準の有意差があることを示す。

表6 ミズナ下位節間伸長の品種間差

| 品種 | 下位節間伸長発生率(%) |
|------|--------------|
| 城南千筋 | 50 a |
| 早生千筋 | 59 a |
| 夏城南 | 39 ab |
| 京かなで | 10 b |

注) 値は2012年~2014年の試験期間

の全試験区(計17区)の平均値。

異英文字間は、フリードマン検定後の

Scheffe法により1%水準の

有意差があることを示す。

表7 葉ネギ生育中及び収穫物調査結果(2012年)

| 因子 | 試験区 | 生育中草高(cm) | | | | 収穫物調製後調査(10/10) | | | | | | | |
|--------------|--------|-----------|-----|------|-----|-----------------|-------------|------|-------------|------|--------------|------|-----|
| | | 9/12 | | 9/26 | | 草高 (cm) | 葉鞘径 (mm) | | 株重 (g/株) | | 葉色 (SPAD) | | |
| 二元配置 分散分析 | ハウス(A) | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | |
| | 品種(B) | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | |
| | A×B | * | ** | ** | ** | ** | ** | * | ** | ** | ** | ** | |
| ハウス | 品種 | | | | | | | | | | | | |
| FO | 浅黄系九条 | 55.0 | ab | 60.0 | abc | 73.4 | a | 11.2 | abc | 29.8 | bc | 61.2 | ab |
| | 黒千本 | 57.9 | a | 60.5 | abc | 72.3 | a | 12.0 | ab | 39.8 | ab | 61.0 | ab |
| | 小夏 | 48.3 | b | 54.3 | c | 68.3 | abc | 10.2 | bcd | 30.1 | bc | 55.8 | bc |
| | 坊主しらず | 56.1 | ab | 59.3 | abc | 71.9 | a | 11.0 | abc | 38.6 | ab | 60.8 | ab |
| | 京香 | 51.8 | ab | 61.3 | abc | 61.5 | c | 8.6 | d | 16.6 | d | 63.3 | a |
| | 雷王 | 54.5 | ab | 56.9 | bc | 67.8 | ab | 9.8 | cd | 30.2 | bc | 59.7 | c |
| | 小春 | 53.5 | ab | 53.8 | c | 62.5 | bc | 9.8 | cd | 22.9 | cd | 62.8 | a |
| | 鴨頭 | 56.1 | ab | 61.7 | abc | 70.5 | ab | 12.2 | a | 44.5 | a | 63.9 | a |
| | スーパー九条 | 53.3 | ab | 66.0 | ab | 71.2 | a | 12.3 | a | 38.3 | ab | 55.8 | bc |
| | 雷山 | 58.6 | a | 69.1 | a | 73.7 | a | 11.4 | abc | 38.2 | ab | 53.5 | c |
| Vi | 浅黄系九条 | 52.1 | a | 60.8 | a | 75.5 | a | 8.7 | ab | 20.2 | ab | 60.4 | b |
| | 黒千本 | 46.8 | abc | 46.9 | b | 66.1 | b | 9.7 | ab | 25.0 | ab | 61.8 | abc |
| | 小夏 | 50.0 | ab | 55.2 | ab | 64.7 | bc | 10.1 | ab | 25.1 | ab | 62.2 | abc |
| | 坊主しらず | 43.7 | abc | 52.3 | ab | 66.3 | b | 9.1 | ab | 23.1 | ab | 60.8 | abc |
| | 京香 | 42.4 | b | 60.4 | a | 66.3 | b | 8.2 | b | 18.1 | b | 66.1 | ab |
| | 雷王 | 47.3 | abc | 60.8 | a | 56.8 | c | 10.0 | ab | 23.1 | ab | 63.3 | abc |
| | 小春 | 38.7 | c | 54.6 | ab | 65.0 | bc | 8.5 | ab | 22.2 | ab | 66.9 | a |
| | 鴨頭 | 46.1 | abc | 54.2 | ab | 67.2 | ab | 10.4 | a | 31.1 | a | 60.3 | b |
| | スーパー九条 | 44.9 | abc | 55.8 | ab | 65.3 | b | 9.2 | ab | 24.5 | ab | 66.8 | a |
| | 雷山 | 46.5 | abc | 57.7 | a | 70.8 | ab | 9.6 | ab | 29.0 | ab | 57.2 | c |

注)調査は1区12株で行った。二元配置分散分析により、**は1%水準、*は5%水準で有意差ありを示す。
各項目においてハウスと品種間で交互作用が認められたため、同ハウス内で品種間の比較を行い、
異英文字間は、Tukey法により単純主効果に5%水準の有意差があることを示す。

表8 葉ネギ生育中及び収穫物調査結果(2013年)

| 因子 | 試験区 | 生育中草高(cm) | | | | 収穫物調製後調査(9/19) | | | | | | | |
|--------------|--------|-----------|------|------|------|----------------|-------------|------|-------------|------|--------------|------|----|
| | | 8/16 | | 9/11 | | 草高 (cm) | 葉鞘径 (mm) | | 株重 (g/株) | | 葉色 (SPAD) | | |
| 二元配置分散 分析 | ハウス(A) | ** | ** | * | ** | ** | ** | ** | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | |
| | 品種(B) | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | ** | ** | ** | ** | ** | |
| | A×B | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | |
| ハウス間比較 | FO防虫 | 37.8 | b | 65.0 | a | 75.3 | ab | 9.9 | a | 86.4 | a | 59.5 | a |
| | Vi | 34.5 | c | 58.6 | b | 70.9 | b | 7.8 | b | 62.1 | b | 59.3 | a |
| | Vi遮熱 | 43.3 | a | 64.3 | a | 75.8 | a | 8.1 | b | 59.1 | b | 58.5 | a |
| 品種間比較 | 浅黄系九条 | 38.1 | a | 65.0 | a | 76.5 | a | 8.7 | ab | 57.9 | b | 58.8 | ab |
| | 黒千本 | 38.7 | a | 62.2 | a | 73.7 | a | 9.3 | ab | 74.2 | ab | 58.8 | ab |
| | 小夏 | 40.2 | a | 64.4 | a | 75.6 | a | 9.9 | a | 97.7 | a | 56.8 | b |
| | 坊主しらず | 37.0 | a | 59.5 | a | 71.1 | a | 8.1 | ab | 73.3 | ab | 58.5 | ab |
| | 雷王 | 41.0 | a | 64.9 | a | 77.8 | a | 8.3 | ab | 73.0 | ab | 59.9 | ab |
| | 鴨頭 | 36.2 | a | 59.6 | a | 69.5 | a | 8.6 | ab | 56.4 | b | 60.0 | a |
| | スーパー九条 | 38.1 | a | 63.7 | a | 74.8 | a | 7.8 | b | 53.6 | b | 61.2 | a |
| | 雷山 | 39.3 | a | 61.9 | a | 73.0 | a | 8.0 | ab | 67.6 | b | 59.0 | a |

注)調査は12株の2反復で行った。

二元配置分散分析により、**は1%水準、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す。
異英文字間は、Tukey法により単純主効果及び主効果に5%水準の有意差があることを示す。

表9 葉ネギ生育中及び収穫物調査結果(2014年)

| 因子 | 試験区 | 生育中草高(cm) | | 収穫物調製後調査(9/10) | | | | |
|--------------|--------|-----------|------|----------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| | | 8/20 | 8/28 | 草高 (cm) | 葉鞘径 (mm) | 株重 (g/株) | 葉色 (SPAD) | 葉折れ (%) |
| 二元配置分散 分析 | ハウス(A) | * | ** | n.s. | ** | ** | n.s. | n.s. |
| | 品種(B) | n.s. | ** | * | ** | ** | * | ** |
| | A×B | n.s. | ** | n.s. | * | * | n.s. | n.s. |
| ハウス間比較 | FO防虫 | 42.7 ab | 53.3 | 66.3 | 7.3 | 68.9 | 60.8 a | 16.9 a |
| | FO遮熱 | 40.1 b | 49.6 | 63.7 | 6.0 | 48.0 | 59.2 a | 15.7 a |
| | Vi遮熱 | 44.6 a | 52.4 | 66.7 | 6.5 | 46.0 | 60.8 a | 22.8 a |
| 品種間比較 | 浅黄系九条 | 43.2 a | 53.3 | 69.6 a | 6.3 | 46.5 | 60.5 ab | 41.3 a |
| | 黒千本 | 43.2 a | 53.5 | 67.7 ab | 6.4 | 59.1 | 61.8 a | 14.5 b |
| | 小夏 | 42.7 a | 51.6 | 64.5 bc | 7.1 | 60.1 | 58.6 b | 16.8 b |
| | 坊主しらず | 40.7 a | 48.6 | 60.3 c | 6.6 | 51.5 | 60.1 ab | 1.1 c |

注) 調査は12株の2反復で行った。葉折れは、葉長50cm以上の葉における発生率。
二元配置分散分析により、**は1%水準、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す。
異英文字間は、Tukey法(葉折れはフリードマン検定後のScheffe法)により
単純主効果及び主効果に5%水準の有意差があることを示す。

表10 葉ネギ生育中及び収穫物調査結果(品種別、2014年)

| 品種 | ハウス | 生育中草高(cm) | | 収穫物調製後調査(9/10) | | | | |
|-------|------|-----------|---------|----------------|-------------|-------|-------------|--------------|
| | | 8/20 | 8/28 | 草高 (cm) | 葉鞘径 (mm) | 1株本数 | 株重 (g/株) | 葉色 (SPAD) |
| 浅黄系九条 | FO防虫 | 45.6 a | 55.8 a | 71.0 a | 6.8 a | 5.0 a | 60.2 a | 60.7 a |
| | FO遮熱 | 36.4 b | 48.1 b | 65.3 a | 5.3 b | 4.7 a | 35.2 b | 58.8 a |
| | Vi遮熱 | 47.6 a | 55.9 a | 72.5 a | 6.8 a | 5.0 a | 44.0 b | 62.1 a |
| 黒千本 | FO防虫 | 42.5 a | 56.2 a | 70.6 a | 7.3 a | 5.0 a | 78.0 a | 61.7 a |
| | FO遮熱 | 41.3 a | 50.8 b | 63.1 a | 5.9 b | 4.9 a | 49.2 b | 62.2 a |
| | Vi遮熱 | 45.8 a | 53.5 ab | 69.4 a | 5.9 b | 4.8 a | 50.1 b | 61.5 a |
| 小夏 | FO防虫 | 40.9 a | 50.2 a | 60.5 a | 7.4 a | 4.9 a | 63.4 a | 59.5 a |
| | FO遮熱 | 43.4 a | 52.3 a | 67.1 a | 7.0 a | 4.8 a | 63.7 a | 56.7 a |
| | Vi遮熱 | 43.8 a | 52.3 a | 66.0 a | 6.8 a | 5.1 a | 53.2 a | 59.7 a |
| 坊主しらず | FO防虫 | 41.8 a | 50.9 a | 63.0 a | 7.6 a | 5.1 a | 74.0 a | 61.4 a |
| | FO遮熱 | 39.3 a | 47.0 a | 59.2 a | 5.8 b | 4.9 a | 44.0 b | 58.9 a |
| | Vi遮熱 | 41.0 a | 47.8 a | 58.8 a | 6.3 b | 4.8 a | 36.4 b | 59.9 a |

注) 調査は12株の2反復で行った。
異英文字間は、Tukey法により単純主効果に5%水準の有意差があることを示す。

表11 フルオープンハウス導入による夏季のミズナ2回収穫での所得向上効果

| ハウス | 調整後 株重(g) | 収量(kg/3.6a ×2回*0.8) | 販売収入 (円/3.6a) | 資材償却費 (円/3.6a・年) | 諸費用 (円/3.6a) | 賃金 (円/3.6a) | 所得 (円/3.6a) | 所得差 (円/3.6a) |
|------|--------------|------------------------|------------------|---------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| FO防虫 | 30.4 | 895 | 701,661 | 28,625 | 138,229 | 200,806 | 334,001 | 72,407 |
| Vi遮熱 | 22.8 | 671 | 526,246 | 10,375 | 103,672 | 150,604 | 261,595 | - |

注) 調製後株重は、本試験における2013、2014年4作の平均値。
収量は、3.6aハウスで栽培し、欠株・規格外等を除いた歩留まりとして0.8を乗じた。
販売収入は、京都市中央卸売市場第一市場月報青果部の8・9月単価784円/kgから計算。
資材償却費は、FO防虫区ではフルオープン改造部材費と防虫ネット代。Vi遮熱区では遮熱資材代。
諸費用は荷造り包装費、運賃、販売手数料。賃金は収穫調製作業の労賃。

Roll-up Roof Greenhouse, a Measure Against an Influence of High Temperature on the Growth of Mizuna (*Brassica rapa* L.) and Welsh Onion (*Allium fistulosum* L.)

Shinichi ASAI, Michiyo TANI, Yutaka MIMURA and Tomoko KAWAKAMI

Summary

Roll-up roof greenhouse ('Full Open House') is a top roof openable greenhouse by rolling up the film of plastic house. In summer, this function can lower the temperature in the plastic greenhouse because the ventilation improves. Based on the conventional plastic greenhouse, the environments in two houses, which were equipped roll-up roof and covered with light shielding material, had been compared. Then, the effect of promoting the growth on Mizuna and welsh onion (long green onion) in roll-up roof greenhouse had been evaluated in order to compensate recent decreases of the production in summer. The Roll-up roof greenhouse covered with insect proof net (0.8mm mesh) is brighter and cooler than the plastic house with the shielding material. The growth effect on Mizuna had been observed in August, 2013 that was fierce heat and in September, 2014 that was lack of sunshine. On the other hand, the growth on Welsh onion had been observed continuously for 3 years between 2012 and 2014 with differences recognized among cultivars. The trail calculation indicated that the income improves 72,000 yen per 3.6a are for double-culturing of Mizuna in summer.

Key-words : fierce heat, high temperature, Roll-up greenhouse ('Full Open House'), Mizuna greens, Welsh onion (long green onion, Japanese bunching onion), Wet bulb globe temperature (WBGT)