

(成果情報名) 遮光資材の可視光透過率がサヤインゲン・トマトの生育・収量に及ぼす影響							
(要約) サヤインゲンおよびトマトの高温期の遮光資材として、可視光透過率の高い赤外線カットフィルムを用いると、可視光透過率の低い資材と比べ、増収する。							
(担当機関) 農業研究センター・野菜花き班					連絡先	098-840-8506	
部会	野菜・花き	専門	栽培	対象	インゲン、トマト	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

本県の施設野菜は、冬春期の県内外出荷が中心であるが、作期前半（8～11月頃）と後半（4～6月頃）の高温対策は必須であり、換気や遮光による管理が行われている。しかし、既存の遮光資材は、光合成に必要な可視光領域も遮るデメリットがある。

そこで、熱線である近赤外領域を中心に遮光し、可視光領域を多く透過させる新規資材（赤外線カットフィルム）による遮光が、サヤインゲンおよびトマトの生育・収量に及ぼす影響について明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 試験に用いた赤外線カットフィルム（以下、赤外線カット資材）は、対照の既存遮光資材（以下、対照資材）と比べ、日射全体（285～3000nm）の透過率は同程度で、可視光領域の透過の目安となるPPFD（光合成光量子束密度）が高い資材である（表1）。
2. 遮光期間中のハウス内の平均気温・地温は、両品目とも資材間に差はない（図1、データ省略）。
3. 生育について、サヤインゲンでは、赤外線カット資材が対照資材と比べ茎径が太く、茎葉乾物重も重くなり、生育は旺盛となる（表2）。トマトでは、資材間に大きな生育差は無い（葉数、果房数等）が、茎長は赤外線カット資材が短い傾向である（データ省略）。
4. 収量について、両品目とも赤外線カット資材の収量が多い（図2）。

[成果の活用面・留意点]

1. 高温期の遮光資材選定時の基礎資料として活用できる。
2. 赤外線カット資材は、近赤外線領域の光を反射させることで遮光する資材で、2019年3月現在、未販売の試作品である。
3. サヤインゲン試験は、品種としてつる性の「ケンタッキーブルー」を用い、播種を2018年3月16日、遮光を栽培全期間（2018年3月16日～5月21日、常時遮光）行った。遮光資材は、間口6m×奥行18mの角鋼ハウスに外張で設置した。他試験で内張遮光についても検討しており、同様の結果が得られている。
4. トマト試験は、品種として「桃太郎ピース」を用い、定植を2018年9月11日、遮光を2018年9月11日～11月23日（11月12日までは常時遮光、11月13～23日は晴天時の日中のみ遮光）の期間行った。遮光資材は、間口10m×奥行48mのH鋼ハウスに内張で設置し、外張については未検討である。他の時期（4～6月遮光）に行った内張試験でも、同様の結果が得られている。

[残された問題点]

試作品での試験であり、市販された際の効果の検証。赤外線カット資材による波長変化に伴う詳細な影響（病害虫の増減、植物の生理生態反応等）の検討。

[具体的データ]

表1 使用資材の日射量及びPPFD（光合成光子束密度）の透過率

資材名	日射量 ^z (W/m ²)		透過率 ^y (%)	PPFD ^z ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		透過率 ^y (%)
	野外	資材内		野外	資材内	
赤外線カット	433.3	275.3	63.5	891.4	635.7	71.3
対照		264.3	61.0		521.9	58.5

^z 数値は、2018年1月18日の9-15時の平均値 測定波長：日射量(285-3000nm) PPFD(389-692nm,可視光領域)
^y 資材内の数値÷野外の数値×100
 ※測定方法：野外において、地上80cmに各資材を水平に設置し、センサーを資材下20cmに設置して測定

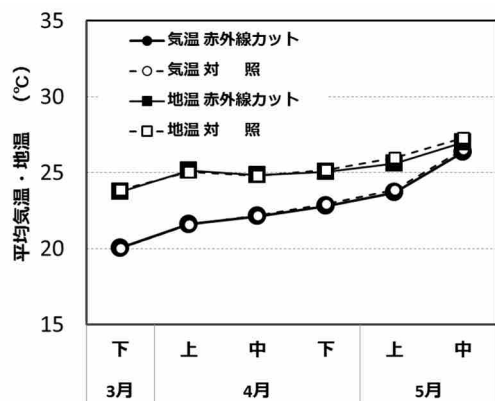


図1 遮光期間中の旬別平均気温・地温 (サイインゲン試験)

播種 2018.3.16 遮光期間 2018.3.16-5.21 (栽培全期間, 外張)
 平均気温 (センサー位置：地上1.8m, 通風筒使用, 1点測定)
 平均地温 (センサー位置：地下15cm, 白黒マルチ内, 3点平均)

表2 サインゲンの生育比較

資材名	栽培初期 ^z			栽培後期 ^y	
	主枝長 (cm)	完全展開 葉数(枚)	茎径 ^x (mm)	茎径 ^x (mm)	茎葉乾物重 (g/株)
赤外線カット	76.3	4.8	6.0	9.3	208.4
対照	83.1	4.8	5.5	8.3	170.9
有意性 ^w	*	ns	**	**	**

※播種 2018.3.16 遮光期間 2018.3.16-5.21 (栽培全期間, 外張遮光)
^z 調査日：主茎摘心前の播種25日後。摘心位置は8節。
^y 調査日：茎径は播種後63日、茎葉乾物重は播種後66日(栽培終了日)
^x 地上1cmの長径
^w マンホイットニのU検定により、**は1%、*は5%水準で有意差あり。
 nsは有意差なし。

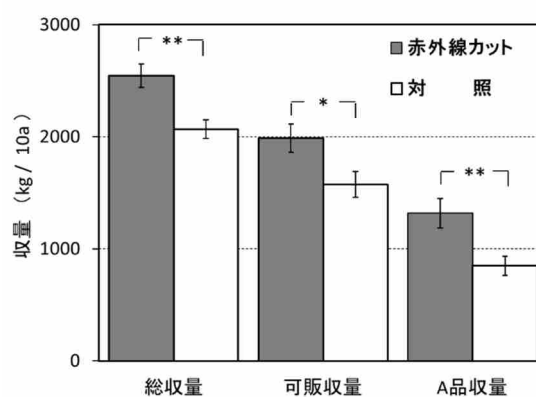
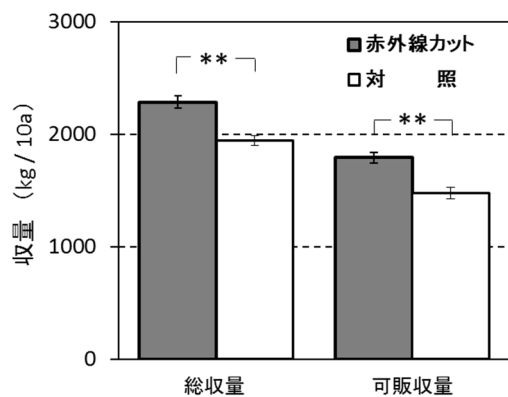


図2 サインゲンおよびトマトの収量比較

左図：サイインゲン 播種 2018.3.16 遮光期間 2018.3.16-5.21 (栽培全期間) 収量 2018.5.6-5.21の合計
 右図：ト マ ト 定植 2018.9.11 遮光期間 2018.9.11-11.23 (9.11-11.12 は常時遮光、11.13-23 は晴天時の日中のみ遮光)
 収量 2018.10-11月の合計
 ※マンホイットニのU検定により、**は1%、*は5%水準で有意差あり。図中の縦線は標準誤差。

[研究情報]

課題 ID：2016 農 008

研究課題名：施設園芸における高機能性被覆資材の利用技術体系の開発

予算区分：受託 (革新的技術開発・緊急展開事業)

研究期間 (事業全体の期間)：2016~2018 年度

研究担当者：登野盛博一、又吉美緒、中村朝子、谷合直樹、玉城盛俊、宮城悦子

発表論文等：なし

(成果情報名) ニガウリの葉・マンゴーの葉に風害が発生しない風速の最大値							
(要約) 風害(葉の破断など)が発生しない平均風速の最大値は、ニガウリにおいて約5 m/s、マンゴーは約8 m/sと考えられる。風害抑制のポイントは、葉がばたつかないように作物周囲の風速を低下させることである。							
(担当機関) 農業研究センター・農業システム開発班					連絡先	098-840-8515	
部会	野菜・花き	専門	農業気象	対象	ニガウリ・マンゴー	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

沖縄の施設園芸では平張施設のようにネットで被覆された施設が普及しているが、これらの施設は通気性が高いため、台風来襲後には葉の枯死や破断のような被害が頻繁に見られる。風害を抑制するために、比較的目的の小さいネットを選定することも検討されているが、作物が風害を受け始める風速が不明であることから、資材の選定は経験的な判断で行われているのが現状である。本研究では、ニガウリ、マンゴーを対象に、風害が発生しない平均風速の最大値(ここでは、限界風速という)を風洞実験にて評価する。

[成果の内容・特徴]

1. ニガウリの限界風速は約5 m/sである。8 m/sでは葉の周囲に一部枯死が見られ、13 m/sでは破壊葉(葉の破断)や全体が枯死する枯死葉が出現する(図1、表1)。風速8 m/s以上で見られた葉の”ばたつき”は枯死葉の増加に影響すると推察される。
2. マンゴーの限界風速は約8 m/sである(表2)。葉の破断は風速12 m/s以上で確認され、破断の要因は、葉の”ばたつき”による葉と葉の擦れと考えられる(図2)。
3. 一様流環境下ではマンゴーの葉が小刻みに振動する一方、乱流環境下では枝が大きく揺れた。風速12 m/sでは葉の被害率は一様流の方が高かったが、風速が増加すると一様流下と乱流下の被害率の差は小さくなる(データ省略)。
4. 風速と被害率について現場実証試験で確認した結果(平成30年9月29日の台風24号来襲時)、ネットハウス外のマンゴー葉は全て落葉した一方、目合い0.4 mmのネットハウス(平張施設)内に設置されたマンゴーの落葉率は約50%である(図3)。

[成果の活用面・留意点]

1. 各作物の限界風速は、ネットハウスの設計や防風ネットの防風効果を検討する際に用いる。
2. 平成30年9月29日の台風24号来襲時において、マンゴーを設置場所における高さ4 mの最大瞬間風速は45.9 m/s、最大風速はハウス内で最大風速14.1 m/s(測定高さ1 m)、ハウス外の最大風速は22.8 m/s(測定高さ2 m)を計測した。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]



図1 ニガウリ葉の風害

表1 ニガウリ葉の被害率

風速(m/s)	5	8	10	13
被害率 (全変色面積/全葉面積)	0.0	12.9	32.3	52.1
供試体あたりの被害を受けた葉数				
供試体の葉数(平均値)	15	17	12	14
破壊葉	0	0	0	4
枯死葉	0	2	5	4
一部枯死	0	9	6	2
被害無	15	6	1	0

※曝露時間は3h。



図2 各風速におけるマンゴー葉のバタツキ状況の変化

表2 マンゴー葉の被害率

風速(m/s)	8	12	18
被害率(葉の破断数/葉数)	0.0	12.4	9.0
曝露時間(h)	6	3	3

図3 ネットハウス内のマンゴー
(台風24号通過直後)

[研究情報]

課題ID : 2015 農 001

研究課題名 : 強風時に施設本体と作物の両方を守る次世代型ネット施設の開発

予算区分 : その他(沖縄県産業振興重点研究推進事業)

研究期間(事業全体の期間) : 2015年度、2017年度(2015~2018年度)

研究担当者 : 玉城 磨

発表論文等 : Tamaki M. *et. al.* (2015) Greensys2015 発表Tamaki M. *et. al.* (2017) Acta Horticulturae. 1170: 821-827.

玉城ら(2018) 農業環境工学関連5学会2018年合同大会発表

(成果情報名) 模型実験における平張施設(直方体ネットハウス)の遮風効果と風力係数							
(要約) 平張施設(直方体ネットハウス)の遮風効果と風力係数はネットの目合いや充実率で決定できる。目合い0.4mmのネットで被覆した場合の風上面での遮風効果は60%、風力係数は0.6であり、目合い0.6mmおよび1.0mmでは遮風効果が50%、風力係数は0.5である。							
(担当機関) 農業研究センター・農業システム開発班				連絡先	098-840-8515		
部会	野菜・花き	専門	農業施設	対象	作物全般	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

ネットハウスはハウスの耐風性向上と作物の風害抑制を低コストで両立できる園芸施設の一つである。しかし、現状の設計は経験則に基づくものであるため、作物や園芸施設の被害が度々生じている。また、ネットハウスへの風圧力の算出に必要な風力係数が明確でないため、強度計算時にはビニールハウスの風力係数から何割かを差し引いた値が用いられている。本研究では、ネットハウスの耐風性向上と設計の最適化に資するデータを得るため、直方体ネットハウスの遮風効果と風力係数を風洞実験により求める。

[成果の内容・特徴]

- それぞれのネットの遮風効果は、①目合い 0.4mm で充実率 38%のネットで 60%、②目合い 0.6mm で充実率 34%および③目合い 1.0mm で充実率 29%のネットでは 50%である (表)。
- それぞれのネットの風力係数は以下の通りである (表)。
 - ①目合い 0.4mm (充実率 38%) のネット：風上面 0.6、屋根面 0.1、風下面 0.2
 - ②目合い 0.6mm (充実率 34%) のネット：風上面 0.5、屋根面 0.1、風下面 0.2
 - ③目合い 1.0mm (充実率 29%) のネット：風上面 0.5、屋根面 0.1、風下面 0.2
- ビニールからネットに置き換わることにより、風上面、風下面の風圧力が低下する。また、ビニール被覆の屋根面では上向きの力が働くのに対し、ネットでは下向きとなる (図 1)。
- 風上面が風向に垂直に向いている場合の風力係数は、ネット単体を地面に設置した場合の風力係数とほぼ同じ値となった。従って、最も負荷が大きくなる風上面の風力係数は、ネット単体で評価できる可能性が高い (図 2)。

[成果の活用面・留意点]

- ネットハウス設計時の基礎資料とする。
- 本報で述べる風力係数は平均風力係数である。
- 風力係数を設計で活用する場合には、雨の影響も考慮する必要があるため、少し高めに設定する (安全率の考慮) 必要がある。
- 実験は京都大学防災研究所の境界層風洞で実施した。
- 風力係数 = 各面に生じる抗力 (N) / 風速から求まる抗力
- 風圧力 (P) = 速度圧 q ($1/2\rho V^2$) × 風力係数 (C) × 受風面積 (A)
 q : N/m²、 V : 平均風速 (m/s)、 C (-)、 A (m²)、 ρ : 空気密度 (g/cm³)

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

表 直方体ネットハウスの遮風効果と風力係数

目合い(mm)	充実率(%)	遮風効果(%)	風力係数		
			風上面	風下面	屋根面
0.4	38	60	0.6	0.1	0.2
0.6	34	50	0.5	0.1	0.2
1.0	29	50	0.5	0.1	0.2

※充実率=糸の面積/全面積

※遮風効果=(1-(ハウス内風速/流入風速))×100

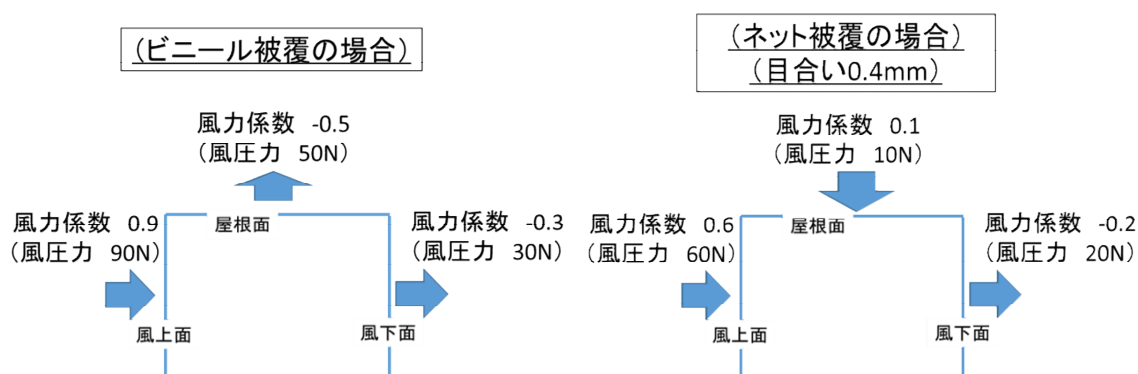


図1 ビニール被覆とネット被覆における風力係数と風圧力の例
(ネットの目合い 0.4mm、充実率 38%)

※風力係数：ハウスの外から内側に風力が生じる場合を正、内から外を負として表示

※流入する風圧力=100N/m²、風上面、風下面、屋根面は1 m²とする。

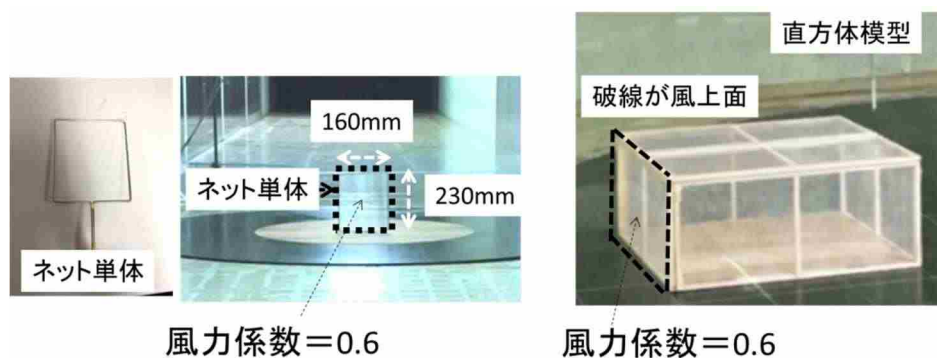


図2 ネット単体と直方体模型の測定の様子と風力係数

[研究情報]

課題 ID : 2015 農 001

研究課題名：強風時に施設本体と作物の両方を守る次世代型ネット施設の開発

予算区分 : その他 (沖縄県産業振興重点研究推進事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2017 年度 (2015~2018 年度)

研究担当者：玉城 磨

発表論文等：玉城 磨ら (2018) 第 25 回風工学シンポジウム論文集 307-312.

(成果情報名) 散乱光フィルムと透明フィルムの日射透過率の比較							
(要約) 透明フィルム被覆時に発生するハウスフレーム等の影は散乱光フィルムを被覆した場合には殆ど見られない。ハウス外平均日射量が900w/m ² 程度では、透明フィルム内の日射量が散乱光フィルムを10%程度上廻ったが、700w/m ² 以下では同等である。							
農業研究センター・農業システム開発班				連絡先		098-840-8515	
部会	野菜・花き	専門	農業施設	対象	園芸作物全般	分類	試験・分析及び調査

[背景・ねらい]

一般的に利用されてきた透明フィルム（ハウス内に入射する光は直達光+散乱光）に対し、散乱光フィルム（ハウス内に入射する光は全て散乱光）の利用者が増えている。沖縄県のように日射量が高い地域では日焼け果や葉への光障害が問題となっているが、散乱光フィルムは直達光がハウス内に入射しないため、そのような問題を抑制可能と推察される。さらに、ハウスのフレームによる影ができにくいことから、作物が常時光合成を行えるものとして期待される。しかし、散乱光フィルムは曇りガラスのように見えるために、日射透過率が大幅に低下することも考えられている（図1）。そこで、散乱光フィルムと透明フィルムにおける影のでき方やハウス内日射量について比較する。

[成果の内容・特徴]

1. 透明フィルムと散乱光フィルムでそれぞれ被覆したハウス内では、透明フィルム内に影ができたのに対し、散乱光フィルムでは影は殆ど見られない（撮影日時は2017年1月25日12:45、ハウス外の平均日射量740w/m²）（図1）。
2. 透明フィルムと散乱光フィルムを被覆したハウス内の日平均日射量（w/m²）を比較した結果、ハウス外日射量900w/m²程度（晴天時）には透明フィルムの日射透過率が散乱光フィルムよりも約10%高い。一方、700w/m²（晴天時）以下では両者の差はほとんど無い（図2）。

[成果の活用面・留意点]

1. 被覆資材を選択する上での基礎資料とする。
2. 日射透過率の比較試験は間口6.0m、奥行9.0m、棟高3.0mのパイプハウスで実施した。
3. 測定には、波長毎の日射透過率が近い傾向を示したAGCグリーンテック株式会社製の透明フィルムと散乱光フィルムを用いた。
4. 試験場所は沖縄県農業研究センター内圃場であり、ハウス周囲は裸地であった。試験期間は2017年1月28日から4月10日までであり、日射量が比較的安定している日を測定日とした。
5. 日射量の測定には、Miyahira M. *et al.* (2015) *Journal of Advances in Agriculture*, 4(2), 371-376. で発表された全天光と散乱光を同時に測定できる日射計を用いた。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

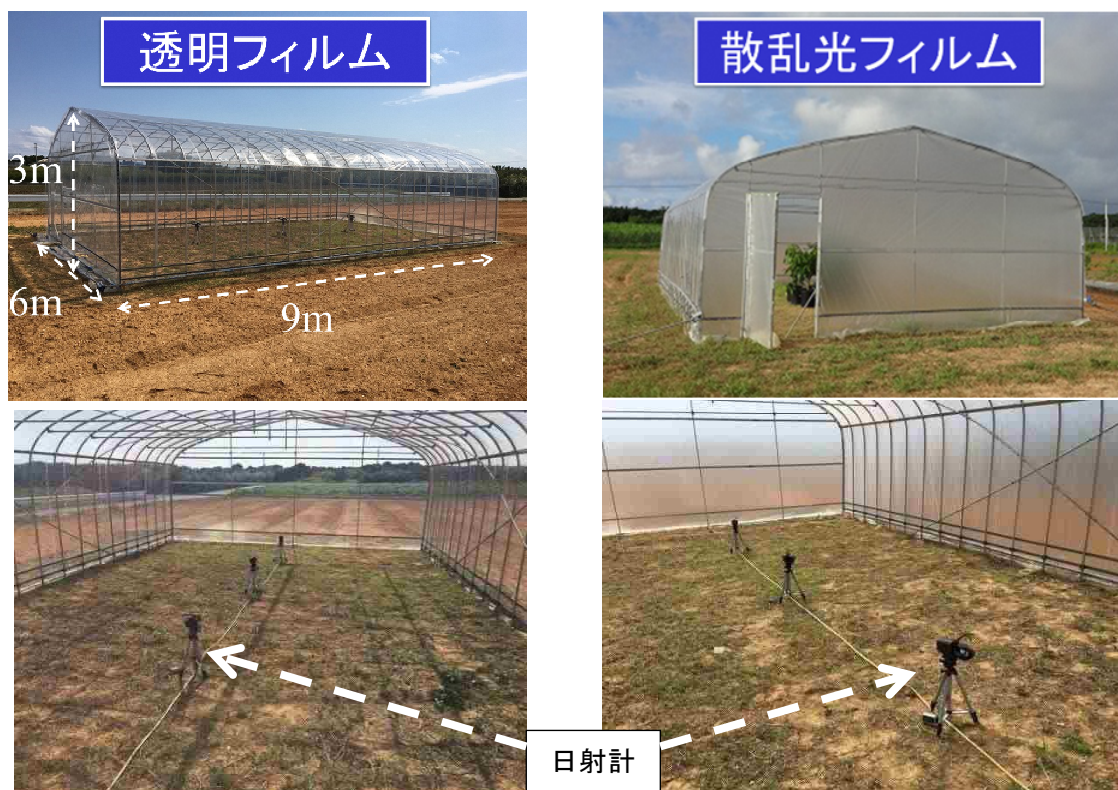


図1 透明フィルム（左）と散乱光フィルム（右）の被覆状況と影の様子

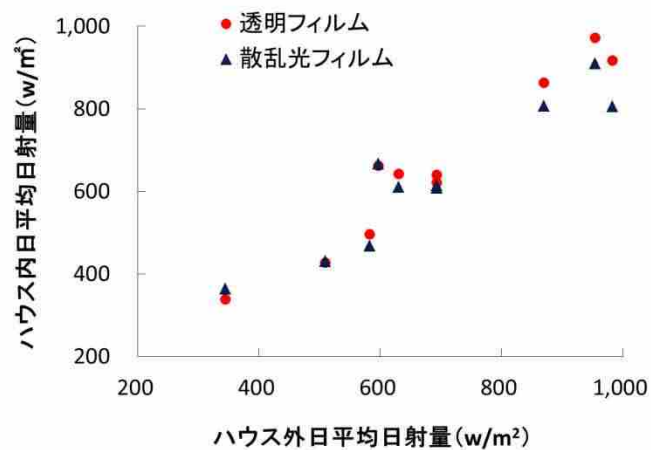


図2 透明および散乱光フィルム内の日射量

[研究情報]

課題 ID : 2013 農 004

研究課題名 : 野菜花き類の施設管理高度化技術開発事業

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金

研究期間 (事業全体の期間) : 2017 年度 (2013~2017 年度)

研究担当者 : 玉城 磨、高倉直、宮平守邦

発表論文等 : Tamaki M. *et al.* (2017) Greensys2017 発表

Tamaki M. *et al.* (2018) Acta Horticulturae. 1227: 213-219