

氏 名 (本 籍)	陳 青 雲 (中 国)
学 位 の 種 類	農 学 博 士
学 位 記 番 号	博 甲 第 697 号
学位授与年月日	平成元年 7 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	農 学 研 究 科
学 位 論 文 題 目	べたがけの環境調節機能に関する実験的研究
主 査	筑波大学教授 農学博士 相 原 良 安
副 査	筑波大学教授 農学博士 小 中 俊 雄
副 査	筑波大学教授 農学博士 吉 崎 繁
副 査	筑波大学教授 農学博士 鈴 木 芳 夫

論 文 の 要 旨

“べたがけ”は、作物栽培上、通気性被覆資材を作物に直接あるいは若干の空間を設けて被覆することである。近年、このべたがけは、その効果の確認と新資材の開発に相まって急速に増えつつある。しかし、べたがけについての研究が始まったのは2～3年前からで、その研究のほとんどは栽培試験に関するものであり、べたがけ資材そのものの特性はほとんど明らかにされていない。したがって、使用資材、対象作物、地域などの各種条件の組合せの中から適切な資材や使用方法を選択することは困難であり、試行錯誤的な実験が続けられているのが現状である。このような現状において、べたがけ資材の環境調節機能に係わる物理的特性を明らかにし、これらの特性と被覆下の環境との関係を評価することは重要な課題である。

本研究は、このような観点から、市販されているべたがけ資材のポリエステル製長繊維不織布2種類（A，B）、ポリプロピレン製長繊維不織布1種類（C）、ポリビニルアルコール製割繊維不織布2種類（D，E）を供試して、①べたがけの環境調節機能に大きく影響する資材の特性として、間隙率、長波放射特性、日射透過率、通気特性および保温性を選び、その測定方法を考案し、特性値を明らかにする。②実際のべたがけ栽培試験を行い、べたがけが作物の発芽勢と成長量に及ぼす影響を分析するとともに、被覆下の環境と資材の特性との関係を定性的に分析する。③べたがけ資材の長波放射特性が、夜間における正味放射量および葉温に及ぼす影響をシミュレーション・モデルにより解析する。

(1) べたがけ資材の基本的特性

1) 間隙率：資材を撮影して、繊維部分を黒、間隙部分を白の2色の写真を得る。この写真をイメージスキャナを通じて、コンピュータにより1－黒と0－白と読み取る。1の総数と0の総数から

間隙率を求めた。

長繊維不織布のAの間隙率は最も小さく、0.19であり、割繊維不織布のEの間隙率は最も大きくて、0.54であった。後者は前者の約3倍になり、B、C、Dの間隙率は、それぞれ0.39、0.43、0.48であった。このように資材によって間隙率に大きな差があることを定量的に明らかにした。

2) 長波放射特性：温室用フィルムなどの長波放射特性を放射率計で測定する方法を、べたがけ資材に準用することを検討して、各資材の長波放射に対する透過率、吸収率および反射率を明らかにした。なお、透過率と間隙率との間には、素材の透過率が特に大きいポリプロピレンCを除いて、正比例関係が成立することがわかった。

3) 日射透過率：入射角0～40°での日射透過率は、0.80～0.91であり、資材間で若干の差があった。また、入射角が40°から80°まで増加するに従い、日射透過率は徐々に低下し、入射角80°では0.65～0.75になった。入射角40°以上の日射透過率の低下割合が、温室用フィルムと比較して、小さいことがべたがけ資材の特徴といえる。

4) 通気特性：通気特性は、通気率と流量係数で評価した。通気率はA～Eの順に、2.3～40.1m³/m²minPaであり、流量係数はA～Eの順に、0.23～0.80であった。通気率aと間隙率Poとの関係は $a = 0.49 \times 10^{3.6Po}$ で表され、流量係数fと間隙率Poとの関係は $f = 1.46Po$ で表された。

5) 保温性：べたがけ資材の保温性は熱貫流率と換気伝熱係数との和で表される放熱係数で評価し、温室用のポリエチレンフィルム(PE)および塩化ビニルフィルム(PVC)の保温性と比較検討した。①PEとPVCはともに放射熱貫流率が資材面の水蒸気凝結によって、減少したが、対流熱貫流率は、逆に増加した。また、放射熱貫流率と対流熱貫流率とを合わせた総括熱貫流率は5.2～6.7W/m²kであった。②べたがけ資材の放熱係数を風速別に測定した。無風時の放熱係数は、A～Eの順で、7.3～36.6W/m²kであり、風速3m/sのときの放熱係数は18.7～78.0W/m²kであった。また、換気伝熱係数は、放熱係数の29～96%を占め、べたがけ資材の場合の放熱量はほとんど換気によるものであることが明らかになった。

(2) べたがけが作物の発芽勢および成長量に及ぼす影響

1) べたがけでの作物の発芽は露地に比べて、2～3日間早められた。べたがけ資材間ならびにじかがけとうきがけ間の発芽状況の差は顕著ではなかった。この場合の土壤含水比は、べたがけ区が無被覆区より2～7%と高く、深さ2cmの地温もべたがけ区が無被覆区より2～4℃高くなった。これらのことが、べたがけが発芽促進に効果的な最も大きな要因であると考えられた。

2) べたがけ区は無被覆区と比べて、作物の葉面積指数、生体重および乾物重が増大する効果がみられた。資材間では、A資材が葉面積指数と生体重を最も増大するが、乾物重は逆に最も小さくなった。これは、A資材の間隙率が0.19と極めて小さいので、被覆内空間は高温多湿の環境となり、作物がいわゆる軟弱徒長になったと考えられた。

3) 400～500W/m²の日射量下で、べたがけ内外の気温差と換気率との関係は次式で表された。

$$\Delta T = a / q^b$$

ここで、 ΔT ：べたがけ内外の気温差、K

q : 換気率, $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$

a, b : 定数 (本実験では, それぞれ20.3と0.6であった)

(3) ベタがけ資材の長波放射特性と正味放射量および葉気温差の関係

1) ベタがけ下の正味放射量の減少効果を表す指標 PI (protection index) と資材の透過率 τ との関係は, 次の回帰式で表すことができた。

$$PI = 1 - \exp \{-1.56 (1 - \tau)\} \quad (r = 0.96)$$

2) 葉面熱収支から次のような葉気温差の計算式を導いた。

$$T_l - T_a = \{(1 - PI) R_n + 2 \text{ hr } \Delta T_a\} / (2 \text{ hc} + 2 \text{ hr})$$

ここで,

T_l : 葉温, $^{\circ}\text{C}$

R_n : 正味放射量, W/m^2

T_a : 気温, $^{\circ}\text{C}$

hr : 放射伝熱係数, $\text{W}/\text{m}^2 \text{ K}$

ΔT_a : 気温と地温との差, K

hc : 対流伝熱係数, $\text{W}/\text{m}^2 \text{ K}$

この式からの葉気温差の計算値と圃場での実測値とはよく一致した。

審 査 の 要 旨

ベタがけは, 作物の冷害防止や生育促進などの目的で, 近年世界的に急速に普及している栽培法であるが, その研究の歴史は浅く, 多くの問題が残されている。

本研究は, わが国で普及している代表的な5種類のベタがけ資材を供試して, その間隙率, 長波放射特性, 日射透過率, 通気特性および保温性を明らかにするとともに, ベタがけが作物の発芽勢および成長量に及ぼす影響ならびにベタがけ資材の特性とその被覆下の環境成立との関係を実験的に追究している。その結果, 多くの新しい知見を得ている。

本研究の成果は, ベタがけ栽培技術の確立・発展に大きく寄与するもので, 農業施設学における応用性も高いものであると判断する。

よって, 著者は農学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。