

正 誤 表

頁	誤	正
p 67 右段	図3の注 4：手背……………7：足背	図3の注 4：足背……………7：手背
p 71	文献 10) 第19回日本農村医学会講演要旨集	文献 10) 第19回日本農村医学会総会図表集 p102 103

エノキ茸の夏季冷房栽培における 作業服の着衣基準 (第1報)

—皮膚温および衣服内湿度の変動を中心として—

入来朋子 林 千穂 中山竹美

I 緒言

近年、科学技術の進歩にともない、人間の住む温熱的生活環境は急速に多様化し、人工環境の出現により住環境のみならず労働環境の多様化も進みつつある。¹⁾²⁾³⁾このような労働環境の変化は農作業においても例外ではなく、農業経営の進歩にともない人工的な環境調節技術を駆使した農作業環境の多様化が普及しつつある。

著者らはこれまでに寒冷環境⁴⁾⁵⁾⁶⁾下の着衣について基本的な実験研究を重ねてきたが、今回は、長野県内で実際に行なわれている人工的労働環境における寒冷環境下の服装に着目し、県内でも中野地区を中心に早くから実施されているエノキ茸の夏季冷房栽培における作業服について検討した。

長野県のエノキ茸栽培は冬季の副業的農作物として、昭和30年代前半から商品作物として定着し生産量が増大したが、とくに昭和40年ごろから47年ごろにかけて生産量は急激に増加した。それは冬季の副業的生産から、冷房施設の導入による通年栽培化、エノキ茸栽培の専業化が定着し、夏季冷房栽培施設が急激に増加したためである。⁷⁾エノキ茸栽培は現在全国的に普及しているが、長野県のシェアは70%を越える圧倒的比重を占め、とくに中野地区のシェアは全国市場の20%を上回り、現在さらに栽培規模の大型化が進んでいる。⁸⁾

エノキ茸の栽培は、その生育段階に応じた至適温度が必要で、各段階の栽培室の標準的温湿度条

表1 エノキ茸栽培室の標準的温湿度

栽培室	温度(°C)	湿度(%R.H)
培養室	20	70
発育室	12±2	90
抑制室	3±1	75
生育室	6±1	70

件は表1のとおりである。⁹⁾

このうち作業時間が最も長いのは生育室で1回の作業時間は平均2時間前後におよぶ。そのため、とくに夏季には外気温と栽培室温との激しい温度差が健康上大きな問題となり着衣による調節がきわめて重要な課題となっている。

中野市農協エノキ茸部会ではすでに昭和45年に北信総合病院の協力指導のもとに冷房栽培者の健康診断を行ない、血圧、心拍数、皮膚温など各種生理反応実験の結果にもとづいて、作業用防寒着および防寒ぐつの考案およびあっせんと着衣指導を行なっている。著者らは、本実験に先立ち、あらかじめ冷房栽培者の着衣の実態調査を行なった結果、とくに大規模経営者の間で農協指導の着衣がよく普及していることを確認した。しかし、長時間の連続立作業を行なう生育室でのケース巻き作業では、四肢末梢部位および下半身の冷房障害を訴える例が多く、作業服についてさらに検討を要することが認められた。

そこで本実験では、夏季、室温5°C内外の生育室でのケース巻き作業において、生育室への入室前後の環境条件のステップ変化に対する作業服着

表2 着用衣服の諸元

試料	タイプ	材	質	組	織	糸密度 タテ×ヨコ	厚さ (mm)	重量 (g)	備考
スカーフ	ジョーゼット	ウール	100%	平	織	25×24	0.61	112.7	
シャツ	袖なし	綿	100%	メリヤス		12×18	0.52	61.4	
ショーツ	スタンダード	綿	100%	メリヤス		13×20	0.56	34.2	
ズロース	三分丈	綿	100%	メリヤス		11×19	0.54	54.9	
ブラウス	長袖・開衿	綿	100%	平	織	34×18	0.35	145.5	揚柳加工
チョツキ		ウール	100%	メリヤス		2×2.5	1.91	223.1	
スラックス		ポリエステル	100%	ジャージー		12×15.5	1.04	270.7	
防寒着	ボア衿付 内側キルティ ング	外布 ナイロン 内わた ナイロン	100%	平	織	外布 34×47 キルティング布 41×36	2.70	544.6 (上衣) 365.4 (下衣)	
ソックス (オーロン)		アクリル	100%	メリヤス		5×8	2.28	32.3	水分率 1.49%
ソックス (ウール)		ウール ナイロン	85% 15%	メリヤス		3×5	1.96	37.3	水分率 11.17%
防寒ぐつ								884.8	

(注) ソックスの重量は片足分の値である。

装による人体への影響を考察し、その着衣基準について検討した。

実験は、実際に冷房栽培を行なっている中野市農協の種菌センターの生育室で行ない、農協指導の防寒着と防寒ぐつを着装し、四肢部を中心とする全身8部位の皮膚温のほか、下腿の衣服各層の表面温、直腸温、心拍数、胸の衣服内湿度、くつ内湿度、温冷感などについて、作業中および生育室入室前後の変動を測定した。

本報では、直腸温、皮膚温、胸の衣服内湿度、および下腿の衣服各層の表面温の変動を中心に報告する。

II 実験方法

1. 着衣条件

着用衣服は、エノキ茸栽培者の夏季作業服の着装を実態調査した結果に基づいて選定した。着衣内

容および着装方法は図1に示すとおりである。

とくに足部は、材質の異なる2種のソックスを用意し、左右異なる着装とした。なお、手部は作業能率の観点から実態に則して素手とした。着用衣服の諸元は表2に示すとおりである。

2. 環境条件および測定期間

測定は、種菌センターの生育室内で行なった。室内の環境条件は、気温 $5 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 、湿度 $80 \pm 3\% \text{R.H}$ 、風速 $30 \pm 5 \text{ cm/sec}$ である。測定は、1985年7月20～21日に行なった。測定時の外気温は $26.0 \sim 30.6^\circ\text{C}$ 、湿度 $61 \sim 74\% \text{R.H}$ であった。

3. 被験者

被験者はできるだけ体格の近似した健康な女子学生3名を選び、性周期による体温調節反応への影響を考慮して、測定は低温期に行なった。被験者の身体特性は表3に示すとおりである。

表3 被験者の身体特性

被験者	年齢 (才)	身長 (cm)	体重 (kg)	体表面積 (m^2)	R指数
a	18	157	55	1.56	1.42
b	18	157	46	1.44	1.19
c	18	149	46	1.39	1.39

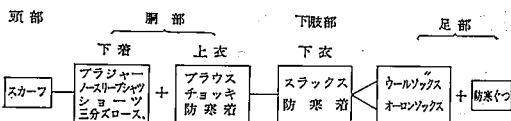


図1 着装の内容

4. 測定項目および測定スケジュール

測定項目は深部温として直腸温を、皮膚温として胸・下腹・前腕・手背・指尖・下腿・足背・拇指先の8部位を測定点とした。下腿および前腕は右半身とし、左右で材質の異なるソックスを装着している足部の足背・拇指先は左右について測定した。また、胸で衣服最内層の湿度を、足部でくつ内湿度を測定し、下腿では皮膚温のほか、衣服各層の表面温を測定した。温、湿度の測定には、サーミスタ温度データ集録装置K720型式923(宝工業)を用い、データはすべて1分毎に連続記録した。温度測定にはKXK-67センサーを、また、直腸温にはPXX-67、湿度測定にはX712-1のそれぞれ専用のセンサーを用いた。さらに、身体中枢部における血液循環機能の影響をみるため、心電図を、携帯形心電図長時間記録装置SM-26(フクダ電子)により同時に測定記録した。また全身の快適感、9段階評価による温冷感および局所温冷感を入室30分後と60分後に申告させた。

測定スケジュールは図2に示すとおりである。被験者はセンサー貼付後下着のみの着装で生育室前廊下で約10分間椅坐安静の後、直ちに残りの被服を着装して入室直前の測定を行ない、生育室に入室した。室内では、60分間の測定中、立位でケース巻き作業を行なった。退室後再び生育室前廊下にて5分間、防寒着装着のまま測定を続け、その後直ちに下着着装まで脱衣し、椅坐安静で10分間の回復をみた。写真に測定状況を示した。

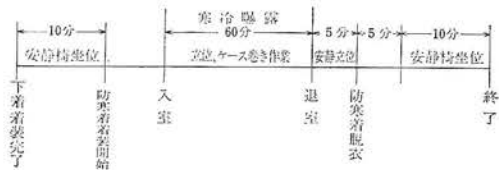


図2 測定スケジュール



写真 測定状況

III 結果および考察

1. 直腸温および皮膚温の経時変化

図3は直腸温および各部皮膚温について入室前から入室中および退室後の回復に至る経時変化を示したものである。数値は被験者3名の平均値である。図3から明らかなように、環境気温のステップ変化に対し、直腸温にはほとんど変化はみられないが、皮膚温は部位により変動の様相が著し

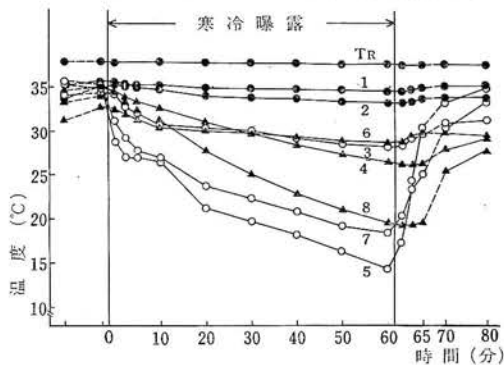


図3 直腸温および皮膚温の経時変化

TR: 直腸温, 1: 胸, 2: 下腹, 3: 前腕, 4: 手背, 5: 指尖, 6: 下腿, 7: 足背, 8: 拇指先

く異なる。軀幹部の胸、下腹は入室中にわずかな低下がみられるものの、入退室前後の変動はきわめて小さい。これに対し、四肢部では時間経過と共に上下肢部とも末梢部位の温度低下が著しい。とくに上肢末梢部位の指尖は入室後急激な下降を示し、60分後には入室前の35.2°Cから14.2°Cへ、21°Cもの低下がみられる。下肢末梢部位の足背、拇指先は入室後5分位までは急激な下降を示していない。これは、防寒ぐつ等の着装効果によるものと考えられる。しかし、その後時間の経過と共に拇指先の温度低下は増大し、60分後には19.4°Cまで下降し、入室前の34.9°Cより15.5°Cの低下を示した。

退室後の回復は、手部の指尖、手背は回復が早く、退室後急激な上昇を示し、退室後20分で軀幹部の胸、下腹と共に入室前とほぼ同じレベルまで回復している。しかし同じ末梢部位である足部の拇指先は全部位中で最も回復が遅く、退室後20分経過しても入室前よりなお7.2°Cの低下がみられた。

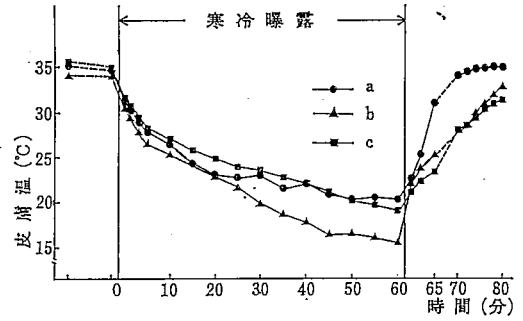


図4-3 皮膚温の経時変化—手背—

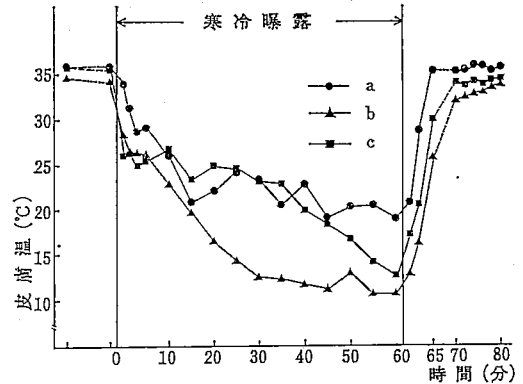


図4-4 皮膚温の経時変化—指尖—

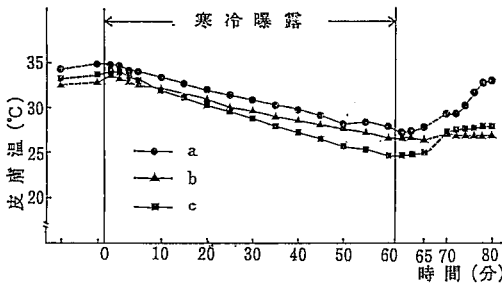


図4-1 皮膚温の経時変化—足背—

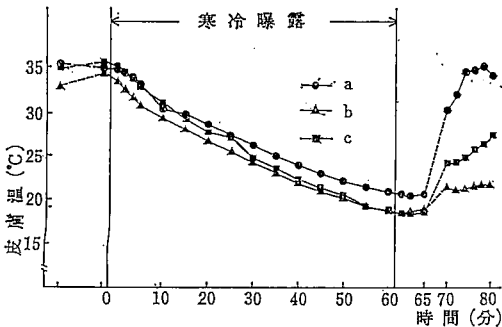


図4-2 皮膚温の経時変化—拇指先—

2. 足部、手部の皮膚温の変動と快適感、温冷感との関係

図4-1～図4-4は、足部と手部の各測定点における被験者3名の皮膚温の経時変化を示したものである。なお、足部はウールソックス装着時の測定値である。

下肢部の足背は図4-1にみられるように、全被験者が入室中は、ほぼ直線的な下降を示し、時間の経過と共に個人差が大となる。

拇指先は図4-2にみられるとおり、いずれの被験者も足背に比べ、時間経過とともに急激な低下を示す。被験者b、cはaに比べ皮膚温の低下が大きい。入室60分後の皮膚温はb、cともに18.6°Cでaの20.9°Cとの間に約2°Cの差がみられる。局所温冷感の申告において、b、cはともに拇指先の「冷え」を訴えた。退室後の回復についても、aは退室後20分で入室前のレベルまでの回復を示したが、拇指先の「冷え」を訴えたb、

はきわめて回復が遅い。

つぎに、上肢部の手背、指尖は、図4-3、図4-4にみられるように、足部に比し入室直後の低下が著しい。指尖は作業中の運動による変動がみられるが、個人差も大きく、末梢露出部位における皮膚血管反応の相違がうかがわれる。

今回の実験では栽培現場の実態にもとづき、素手による作業で、その生理反応を調べることを目的としたが、局所温冷感の申告において、bは入室30分後に手の指先の「冷え」を訴えた。この時のbの指尖皮膚温は12.5°Cで他の2名より約10°Cも低い。入室60分後にはcも手の指先の「冷え」を訴え、このときの指尖の皮膚温は12.6°Cで先のbの値とほぼ同じであった。始終「冷え」の訴えのないaは、60分後の皮膚温は19.0°Cで他の2名に比べ6~8°C高い値を示した。

全身的快適感の申告では、「やや不快」が入室30分後に1名、60分後には2名であった。温冷感については、入室30分後には2名、60分後には全員が「やや涼しい」と答えた。

3. 胸部における皮膚温および衣服最内層湿度について

図5は、胸における皮膚温と衣服最内層湿度の経時変化を示したもので、3名の被験者の平均値である。皮膚温は入室前から退室後まで34.5~35.5°Cでほとんど変化がない。衣服最内層の湿度は、入室前には75.9%R.Hの高湿を示したが、入室後5分間に急激に下降して5分後には入室時

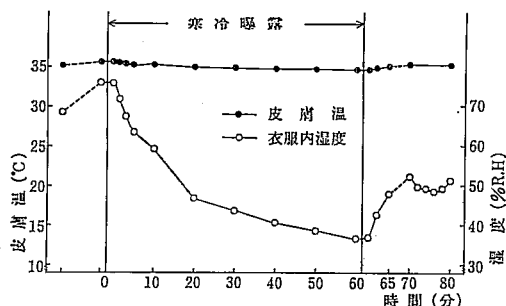


図5 皮膚温と衣服最内層湿度の経時変化—胸—

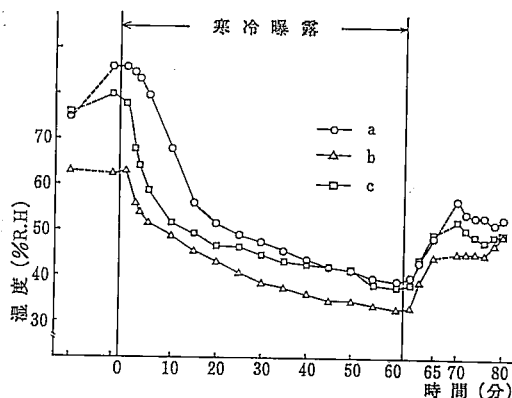


図6 衣服最内層湿度の経時変化—胸—

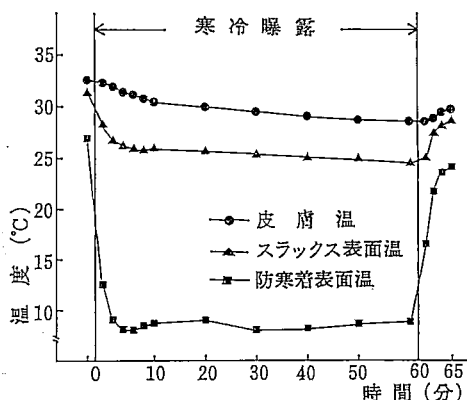


図7 皮膚温と衣服各層表面温の経時変化—下腿—

より12%R.H.の減少がみられた。その後時間とともに下降をつづけ60分後には36.3%R.H.にまで減少した。入室による湿度のこのような減少については、気温5°Cの室内においては、30°Cの室外より水蒸気圧が低いため、皮膚面から衣服開口部あるいは衣服各層を通しての水分の移動が行なわれ、衣服最内層の湿度が低下したものと推測される。衣服気候として快適な状態にあるときの衣服最内層の湿度は50±10%R.H.、温度は32±1°Cとされているから、入室後10分から40分までの間、湿度は快適範囲にあるといえる。また、退室後の回復については、5分後には約11%R.H.の上昇を示し、20分後には約50%R.H.まで上昇したが、入室前のレベルまでの回復には至らなかった。この結果は、衣服内湿度は外気の乾燥に対しては反応が早く、湿潤に対しては反応がおそいこ

とを示唆するものと考えられる。また、胸部の衣服気候として、入室中皮膚温は終始入室前のレベルを保持しつつ、衣服最内層湿度は低下して快適な気候を形成している点、防寒着着装の効果を示すものといえよう。しかし、寒冷環境下における衣服内湿度の問題は、今後さらに追究する必要がある。

図6は胸部における衣服最内層湿度の経時変化について被験者3名の測定値を示したものである。衣服内湿度の経時変化は、3名ともほぼ同様な傾向を示しているが、入室時間が長くなる程個人差は縮小する傾向がみられる。

4. 下腿における皮膚温および衣服各層表面温の経時変化

エノキ茸栽培者の実態調査により、下腿の「冷え」を訴える者が多かったことから、とくに下腿の保温について検討するため皮膚温とともに衣服各層の表面温の測定を行なった。

図7に下腿における皮膚温の経時変化とともに、スラックスと防寒着の各表面温の経時変化を被験者3名の平均値で示した。

図から明らかなように皮膚温については、入室直前から直後への変動は 0.3°C と極めて小さく、60分後においても入室時より 3.9°C の低下にとどまった。また、最外層の防寒着の表面温は入室直後に急激に下降し、直前に比べ約 14°C の低下を示した。入室後10分以降は常に外気温との間に $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ の温度差を保持してほとんど変化がなかった。内層のスラックス表面温は、最外層の防寒着に比べ入室直前から直後への変動が小さく、約 3°C の低下にとどまった。入室後10分以降は皮膚温との間に常に約 4°C の温度差を保持しつつ、皮膚温とほぼ平行して直線的に下降し、60分後の温度低下は約 3.9°C であった。スラックス表面温と防寒着表面温との間には10分後以降常に $16\sim 17^{\circ}\text{C}$ の大きな差がみられた。また、局所温冷感の申告については下腿の「冷え」の訴えは全くみられなかった。

以上の結果、入室中の下腿の皮膚温低下が少なく、また、最外層の防寒着表面温と室温との温度差が $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ と比較的小さい値に保持されたことは、本実験における下肢着装が保温上適切であったことを示唆するものと考えられる。

IV 要約

エノキ茸の夏季冷房栽培における作業服の着衣基準を設定することを目的に本実験を行ない、生育室入室による環境条件のステップ変化に対する着衣による人体への影響を考察した。本報では皮膚温、直腸温、胸の衣服内湿度、下腿の衣服各層の表面温の変動を中心に検討を加え、つぎの結果を得た。

- 1 上肢末梢部位の指尖は皮膚温変動が最も大きく、入室60分後には入室前に比べ 21°C の低下を示した。しかし、退室後の回復も早く、退室20分後にはほぼ入室前の値まで回復した。また、局所温冷感で「冷え」を訴えた者の指尖皮膚温はいずれも 12.5°C 前後であった。
- 2 下肢末梢部位の足背、拇指先は上肢の手背、指尖に比べ、生育室内での皮膚温低下は少ないが、拇指先の「冷え」を訴えた者は退室20分後においても入室前のレベルまでの回復に至らなかった。また、局所温冷感において「冷え」を訴えた者の拇指先皮膚温はいずれも指尖より 6°C 高い 18.5°C 前後であった。
- 3 軀幹部の胸は入室前から退室まで $34.5\sim 35.5^{\circ}\text{C}$ のほぼ一定の値を保ち、局所温冷感においても軀幹部には「冷え」の訴えはなく、軀幹部はほぼ快適な着装状態にあったものと考えられる。
- 4 胸部における衣服最内層の湿度は入室前は $75.9\% \text{R.H}$ の高湿を示したが、入室により、急激に下降し、入室60分後には $36.3\% \text{R.H}$ まで減少した。これは皮膚面から衣服開口部あるいは衣服各層を通しての水分移動が行なわれた

ためと推測される。低温環境下における水分移動の問題は今後の課題である。

5 下腿における皮膚温および衣服各層の表面温については、皮膚温は入室60分後においても 3.9°C の低下にすぎず、また最外層の防寒着表面温と外気温との温度差は入室10分後以降常に約 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ と極めて小さかった。これは、この部位の着装が保温性の上から適切であったことを示すものと考えられる。

以上の結果から、手部および足部拇指先など四肢末端の保温に関して問題があることが明らかになったので、今後これらの部位の保温性を考慮した着衣基準について、さらに検討を重ねたい。

最後に、本研究にあたり実態調査にご協力いただいたエノキ茸栽培農家の方々および、実験の場を提供して下さった中野市農協種菌センターの皆様、ならびに本実験に関し御援助いただいた長野県職員健康管理センターの岡崎宣夫先生に対し深

く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 田村照子：衣生活 257 10 (1985)
- 2) 田中正敏他5名：第2回人間-熱環境系シンポジウム報告集 3 (1978)
- 3) 田中正敏他5名：第3回人間-熱環境系シンポジウム報告集 2 (1979)
- 4) 入来朋子・林千穂・永山竹美：長野県短大紀要 37 45~47 (1982)
- 5) 入来朋子・林千穂・中山竹美：長野県短大紀要 38 39 (1983)
- 6) 入来朋子・林千穂・中山竹美：長野県短大紀要 39 41 (1984)
- 7) 中野市農協えのき茸部会：20周年記念大会誌 4 (1982)
- 8) 長野県農政部農業技術課：昭和58年度朝日農業賞推薦調査書 8 (1983)
- 9) 中村克哉：キノコの辞典 朝倉書店 320 (1982)
- 10) 永田丕他9名：第19回日本農村医学会講演要旨集 (1970)