

| | |
|---------------|--|
| | キクチ ユタカ |
| 氏 名 | 菊池 豊 |
| 本籍（国籍） | 東京都 |
| 学位の種類 | 博士（農学） |
| 学位記番号 | 連研第 626 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 26 年 9 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士 |
| 研究科及び専攻 | 連合農学研究科 生物環境科学専攻 |
| 学位論文題目 | ユニバーサルデザインを考慮した背負形動力散布機の改良 (Improvement of backpack type power duster using universal design) |
| 学位審査委員 | 主査 教授 武田 純一 副査 准教授 小出 章二 副査 教授 佐藤 禎稔 副査 教授 張 樹槐 |

論文の内容の要旨

現在、日本農業において、就業人口の減少、高齢化などの深刻な労働問題を抱えている。担い手確保のために農作業に不慣れな者もスムーズに農作業できるよう、身体負担が少なく、安全で簡単に使用できる一連の機械作業体系の構築が必要である。一方、いろいろな人にとって安全で使いやすいことを特徴とするユニバーサルデザインの概念が普及している。そこで、本研究では、ユニバーサルデザインの概念を取り入れて背負形動力散布機の取扱性向上させることを目的とした。

まず、市販機のユーザビリティ評価を実施した。背負形動力散布機の市販機 4 台を供試して、「エンジン始動」、「エンジン停止」、「薬剤散布」、「シャッタ調節」の模擬操作を、20～60 歳代の男女 16 名の被験者に行ってもらい、操作手順毎に取扱性を聞き取り調査した。その結果、改良要望が多数寄せられた。これらを分析し、ユニバーサルデザイン視点から、使用者の視機能を考慮した表示類の文字サイズや配色について、認知・判断機能を考慮した操作内容の提示方法について、身体機能や体格を考慮した操作具の取扱性向上、機械重心移動による身体負担軽減について取り組むこととした。

使用者の視機能を考慮した表示類の文字サイズや配色については、まず、合計 804 カ所の表示類の実態を調査した。その結果、トラクタ等における表示類の文字サイズは、平均値 19 pt、最頻値 12 pt であった。配色は、「黒／白」や「白／黒」などの組み合わせが多かった。また、一部に文字サイズが小さかったり、視認性の低い色の組み合わせで見づらいなど要改善点もみとめられた。つぎに、機械の使用環境に近い照度で、配色や年齢によって判読可能な文字サイズ等を定量的に調査した。照度は薄暮から炎天下を想定して 3 段階、文字サンプル 58 種類を供試し 20～80 歳代の男女 42 名で調査した。その結果、視距離 60 cm における判読可能な最小文字サイズの平均値について、全体的な傾向は、照度「中」・「高」では 6～11 pt で、「低」では 11～19 pt で 1.4～2.4 倍の差があった。平均値と標準偏差とはほぼ比例し悪条件への適応能

力は個人差が大きくなると考えられた。判読可能な最小文字サイズについて、年齢比較では、60歳未満は6～16 pt、60歳以上は6～23 ptで0.7～1.7倍の差があった。特に照度「低」で有意な差がみとめられた。読みやすいサイズの平均値は、15～26 ptで、判読可能な最小サイズの1.3～2.6倍であった。表示類の設計に当たっては、想定される使用者属性、使用環境を考慮しながら判読可能な最小サイズ以上にすることが望まれる。大まかであるが、年齢層別に配色、照度、文字サイズから判読可能な使用者の範囲を推定可能であった。

認知・判断機能を考慮した操作内容の提示方法については、「操作方法の分かりやすさ」について市販機の操作具を分析した。さらに、操作具の見つけやすさ、内容の分かりやすさを向上させる情報の提示方法について検討し、操作具や操作手順を記載したラベルモデルと、これら貼付した操作モデルを4種類試作した。操作モデルを被験者15名にエンジン始動操作などの模擬動作を行ってもらい主観評価してもらった。使用経験によって評価に差があった。機体にエンジン始動操作順序とイラスト、操作系を色分けしたラベルを貼付したモデルの評価が最も良好であった。

身体機能や体格を考慮した操作具の取扱性向上、機械重心移動による身体負担軽減については、まず、薬剤シャッタ調節をタスク分析し、シャッタ調節モデルを試作した。その結果、主観評価は、対照機より試作モデルは、全ての項目で向上した。特に「表示見やすさ」、「穴出し入れしやすさ」が向上した。試作機の操作時間は、16～34秒と対照機より3～6割短縮された。これは、連結棒の取っ手を確実に保持できるため、シャッタ連結アームの穴へ連結棒を差し替える時に手から棒が外れるミスが削減されたためと考えられた。

機体重心を使用者に近づけるために、薄型の背当てフレームを試作した。それぞれの重心をフォースプレートで測定した。その結果、重心位置が18mm作業者へ近づいた。肩ベルトの引き力低減機構を検討し、肩ベルトモデルを試作した。試作機の操作力は、対照機に比べ6～43%低減された。特に、ベルトを引く角度の小さい方が効果的なことが明らかとなった。日本人の体格統計データを使用して、身長別体格モデルを試作した。モデルをシミュレーションし起立時、着座時などの3次元座標を明らかにした。さらに、シャッタ調量レバーを最上位置へ操作した時に、使用者の肩関節角度が可動範囲の限界を超える可能性があることを明らかにした。裸状態の体格モデルに、保護具や作業服などによる体格の加算寸法を調査し、明らかにした。

論文審査の結果の要旨

現在、日本農業において、就業人口の減少、高齢化などの深刻な労働問題を抱えている。本研究では、担い手確保のために農作業に不慣れな者もスムーズに農作業できるよう、ユニバーサルデザインの概念を取り入れて背負形動力散布機の改良を行い、取扱性を向上させることを目的とした。

まず、市販の背負形動力散布機4台を供試して、「エンジン始動」、「エンジン停止」、「薬剤散布」、「シャッタ調節」の模擬操作を、20～60歳代の男女16名の被験者に行ってもらい、操作手順毎に取扱性を聞き取り調査し、ユーザビリティの分析・評価を行った。この結果、1) 使用者の視機能を考慮した表示類の文字サイズや配色について、2) 認知・判断機能を考慮した操作内容の提示方法について、3) 身体機能や体格を考慮した操作具の取扱性向上、機

械重心移動による身体負担軽減について取り組むこととした。

使用者の視機能を考慮した表示類の文字サイズや配色に関しては、合計 804 カ所の表示類の実態調査を行い、農業機械等における表示類の文字サイズが、平均値 19 pt、最頻値 12 pt であること、配色は、「黒／白」や「白／黒」などの組み合わせが多いこと、一部、文字サイズが小さい、視認性の低い色の組み合わせで見づらい、など要改善点も認められた。また、機械の使用環境に近い照度で、配色や年齢によって判読可能な文字サイズ等を定量的に調査した結果、視距離 60 cm における判読可能な最小文字サイズの平均値は、照度「中」・「高」では 6～11 pt で、「低」では 11～19 pt で 1.4～2.4 倍の差があった。年齢比較では、60 歳未満は 6～16 pt、60 歳以上は 6～23 pt で 0.7～1.7 倍の差があった。特に照度「低」で有意な差が認められた。読みやすいサイズの平均値は、15～26 pt で、判読可能な最小サイズの 1.3～2.6 倍であった。表示類の設計に当たっては、想定される使用者属性、使用環境を考慮しながら判読可能な最小サイズ以上にすることが望まれる。

認知・判断機能を考慮した操作内容の提示方法に関しては、「操作方法の分かりやすさ」について市販機の操作具を分析するとともに、操作具の見つけやすさ、内容の分かりやすさを向上させる情報の提示方法について検討し、操作具や操作手順を記載したラベルモデルと、これらを貼付した操作モデルを 4 種類試作した。この操作モデルを被験者 15 名にエンジン始動操作などの模擬動作を行ってもらい主観評価してもらった結果、使用経験によって評価に差があったが、機体にエンジン始動操作順序とイラスト、操作系を色分けしたラベルを貼付したモデルの評価が最も良好であった。

身体機能や体格を考慮した操作具の取扱性向上、機械重心移動による身体負担軽減に関しては、薬剤シャッタ調節をタスク分析し、シャッタ調節モデルを試作した。その結果、主観評価は、対照機より試作モデルの方が全ての項目で向上した。特に「表示見やすさ」、「穴出し入れしやすさ」が向上した。試作機の操作時間は、16～34 秒と対照機より 3～6 割短縮された。また、機体重心を使用者に近づけるために、薄型の背当てフレームを試作し、それぞれの重心をフォースプレートで測定した。その結果、重心位置が 18mm 作業員へ近づき、より背負いやすさが向上した。更に、肩ベルトの引き力低減機構を検討し、肩ベルトモデルを試作し供試した結果、操作力は対照機に比べ 6～43%低減された。

以上、本研究は、背負形動力散布機の取扱性向上に関し、人間工学的観点に基づく改良点を示唆した他、今後のユニバーサルデザインに配慮した農業機械の開発に資する新たな知見を見出した。よって、本審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士(農学)の学位論文として十分価値あるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

菊池 豊、瀬尾明彦、湯浅一康、宮本武緒、松田一郎、小林 恭、武田純一(2014)

農業機械表示類における文字の実態と視認性、農業食料工学会誌、76(4)、333-340.

参考論文

1. 菊池 豊、中野 丹、岡田俊輔、石川文武、瀬尾明彦(2007)

農業機械のユニバーサルデザイン指針-1、生物系特定産業技術研究支援センター試験研究成績、19(1) : 1-65.

2. 菊池 豊(分担執筆)(2011)

Ergonomic checkpoints in agriculture、International labour office (ILO)、31-59、60-103、116-129.

3. 菊池 豊(分担執筆)(2014)

第5章農業機械と安全、農業機械、実教出版、161-172.