

分光光度計を用いた畳表の色調評価

内村要介¹⁾・藤富慎一・住吉 強
(筑後分場)

畳表の色調を、分光光度計(ミノルタ製CM-1000)で測定してL*a*b*表色系の数値で表し、定量的かつ客観的に評価する方法を明らかにした。畳表の色調の測定は、色調が安定し測定値のばらつきが小さい畳表の中央部が適した。色調の均一性の測定は、畳表の中央部と縁から3cm内側の部位との間の明度差 ΔL 値、色差 ΔE 値が適した。測定の際、測定誤差を小さくする(色差で1以下)ためには、畳表中央部で4回以上、縁から3cm内側の部位で8回以上の測定が必要であった。これらの測定値とパネラーの観察評価の点数との間には、L*値に正の相関関係、b*値および彩度C値では負の相関が認められた。また、品種・生産地の異なるイグサの畳表を対象とした場合には、明度差 ΔL と色差 ΔE にも観察評価と負の相関関係が認められた。以上のことから、畳表を分光光度計で測定してL*a*b*表色系で表した数値は、色調評価の指標として有効であると考えられる。なお、日本工業規格の標準色票を基準値として測定値を補正することにより、他の測定機器との比較が可能になることも明らかにした。

[キーワード：L*a*b*表色系、色調評価、畳表、分光光度計]

Method of Evaluating Color of Mat Rush with a Spectrophotometer, UCHIMURA Yousuke, Shinichi FUJITOMI and Tsuyoshi, SUMIYOSHI (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 18: 44-47 (1999)

Method of objectively and quantitatively evaluating colors of mat rushes was developed by measuring them with a Spectrophotometer based on (CIE 1967 (L*a*b*)). For measuring colors of mat rushes, the middle were found suitable. For measuring uniform colors, the color difference and (L*) difference between the middle row and the rows 3cm away from the edge was suitable. To obtain those measurements with a high accuracy (within ± 1 by CIE 1967 (L*a*b*) color difference), it is necessary to measure at more than 4 locations along the middle row and at more than 8 locations along the rows located 3cm away from the edges of mat rushes. The relationship between the values gained from the measurements and those resulting from visual observation was investigated to find that there was a positive relationship concerning (L*), contrary to negative relationships concerning (b*) and Chroma. It was found, moreover, that there were negative relationships concerning (L*) difference and color difference, in the case of different varieties and processes. Therefore, it is presumed that those measurements obtained by these methods can be sufficiently useful for evaluating colors of mat rushes. Furthermore, it was made clear that corrected measurements to values corresponding to (JIS Z 8721) enabled comparisons of measurements made with various colorimeters.

[Key words: CIE 1976 (L*a*b*), evaluating, mat rush, spectrophotometer]

結 言

近年、畳表の品質が重要視されるようになり、高品質の畳表を安定生産することが急務となっている。品質の優劣は色調の影響が大きいため、品質改善には畳表として最も優れる色調を解明することが重要である。そのためには、畳表独自の色調評価方法を確立する必要がある²⁾。

従来の報告では、畳表の優れた色調を「上下に均一で銀白色または淡緑色」⁶⁾、「青みを帯びた白銀色」²⁾、「明るい青白色」⁴⁾等さまざまな言葉で表現している。しかし、言葉による表現は、個人差が生じやすく^{2,7)}、また、畳表の色調を表す用語が地域により異なるため、正確かつ客観的な色調の表現、比較、伝達、再現ができない。一方、測定機器を用いて畳表の優れた色調を数値化した例として、「CIE表示で主波長が569~570nm、明度が25~26%、彩度が18~19%」³⁾、「L*a*b*表色系でL*=61.2、a*=-5.1、b*=13.2を中心とする狭い範囲」²⁾という報告がある。このように測定機器を用いて色調を

数値化することで客観的かつ定量的な調査が可能になる。ただし、従来の報告は、それぞれ測定機器、測定方法および表色系が異なるため、相互の色調の比較および測定値からの色の再現が不可能であった。これらの問題を解決するためには、表色系および測定方法は統一しておく必要があるが、測定機器については、機種を統一しても内蔵のキセノンランプの交換のたびに測定値が変動する可能性があるため、むしろ、標準値をもとに測定値を補正する方法が測定方法の統一のために有効である。表色系については、L*a*b*表色系が観察評価との関連が高く最も適する²⁾という報告があるが、測定方法、測定精度、他の測定機器との比較方法について調査した報告はない。

そこで、本報では、測定機器の違いによる測定値の差を補正する方法を考案した。また、分光光度計を用いた畳表の色調の適正かつ効率的な測定方法とその測定精度を明らかにした。さらに、20名以上のパネラーによる色調の観察評価の点数と測定値の相関関係を調査して、分光光度計による測定値の有効性についても明らかにした。

1) 現農産研究所

材料および方法

本実験はミノルタ製分光光度計CM-1000を用いて標準光C、2度視野、計算に用いる波長間隔は5nmの設定で測定を行い、測定値はすべてL*a*b*表色系で示した。

1. 分光光度計の測定値の補正

分光光度計の測定値を日本工業規格 (JIS Z 8721 準拠) の標準色票¹⁾を基準とした値に補正するため、標準色票の第8版の任意の有彩色23色、無彩色8色を各10回測定した。そして、それらの色のL*a*b*表色系の数値に測定値が一致するように一次式を作成して補正を行った。

2. 畳表の測定位置

畳表は、い業関係者と筑後分場職員の計21名により観察評価と色感の調査を行った18枚の中で、観察評価の点数が最高点と最低点のものを供試した。これらの畳表の縁から一定の距離を各100回ずつ分光光度計で測定してそれぞれの色調の変化を調査し、その結果から最も効率的な畳表の測定位置を決定した。

3. 測定精度と測定回数

測定精度は、2.で決定した最も効率的な測定場所を各100回ずつ測定して、95%信頼区間における色差 ΔE 値 (測定位置の平均的な色調に対する測定誤差) を測定回数

別に算出した。なお、色差 ΔE 値はL*a*b*色差式⁵⁾を用いた。測定回数は、求められる測定精度を厳密な等色を規定する1NBS単位以下にほぼ相当する色差で1以下⁵⁾としたときの必要回数を求めた。

4. 測定値と観察評価の相関

1996年と1997年の2カ年実施した。1996年は、品種と栽培から製織までの生産工程が異なる計18枚の畳表を約3ヶ月間黒ビニール内で保存したものを供試した。1997年は、品種、生産工程が同一で染上の配合のみを変えた計24枚の畳表を供試した。畳表は、いずれの年も120cm以上の茎を用いて約30cmの幅に製織した。観察評価は、1996年はい業関係者12名と分場職員9名、1997年はい業関係者14名と分場職員9名で10点満点評価を行ったが、異常値をつけたパネラー3名は分析から除外した。畳表の色調の測定は、分光光度計ですべての畳表の中央部と縁から3cm内側の部位を各10回ずつ行った。観察評価の点数との相関関係の調査は、畳表の中央部と縁から3cm内側の部位それぞれのL*値、a*値、b*値、彩度C値、中央部と縁から3cm内側の部位の明度差 ΔL 値および色差 ΔE 値について行った。

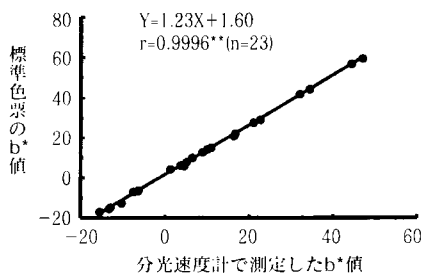
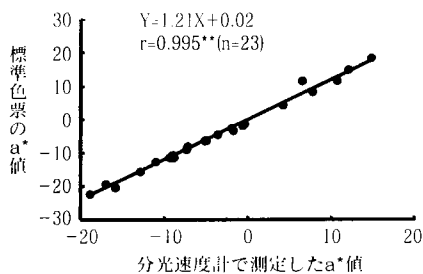
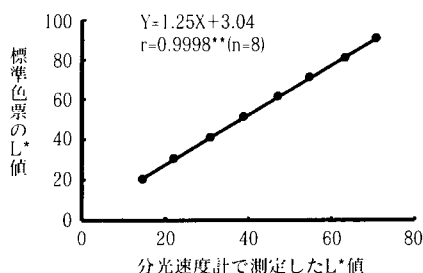
結果

1. 分光光度計の測定値の補正

日本工業規格 (JIS Z 8721 準拠) の標準色票¹⁾の数値と分光光度計でそれらの色を測定した数値の関係を示した (第1図)。分光光度計で測定されたL*値 (+方向: 明, -方向: 暗)、a*値 (+方向: 赤味, -方向: 緑味) およびb*値 (+方向: 黄味, -方向: 青味) と標準色票におけるそれぞれの数値との間にはいずれも高い相関関係が認められた。両者の一次回帰式から、分光光度計の測定値は、標準色票の数値に補正することが可能である。以下の分析ではその補正值を用いた。

2. 観察評価点数に及ぼす色感の影響

供試した2枚の畳表は、色調および元白の観察評価の点数に有意な差が認められただけでなく、パネラーの色感にも差が認められた。観察評価の優れる畳表は、パネラー全員の色感が共通して「白」であるのに対して、評価の劣る畳表は、「白」は1名のみであり、パネラー間で「白」、「緑」、「黒」、「黄」、「赤」と色感に大きな違いが認められた (第1表)。これらのことは供試した2枚の畳表の色調が明らかに異なることを示している。



第1図 標準色票を基準とした分光光度計の測定値の補正

注1)**:1%水準で有意。

第1表 観察評価点数の異なる畳表に対するパネラーの色感の違い

| 供試した畳表 | 観察評価点数 ¹⁾ | | 畳表の色感 (人数) | | | | |
|----------|----------------------|-------|------------|---|---|---|---|
| | 色調 | 元白 | 白 | 緑 | 黄 | 黒 | 赤 |
| 評価が優れた畳表 | 7.3** | 7.0** | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 評価が劣った畳表 | 4.2 | 4.3 | 1 | 9 | 6 | 7 | 2 |

1) 評価はいずれも10点満点評価。

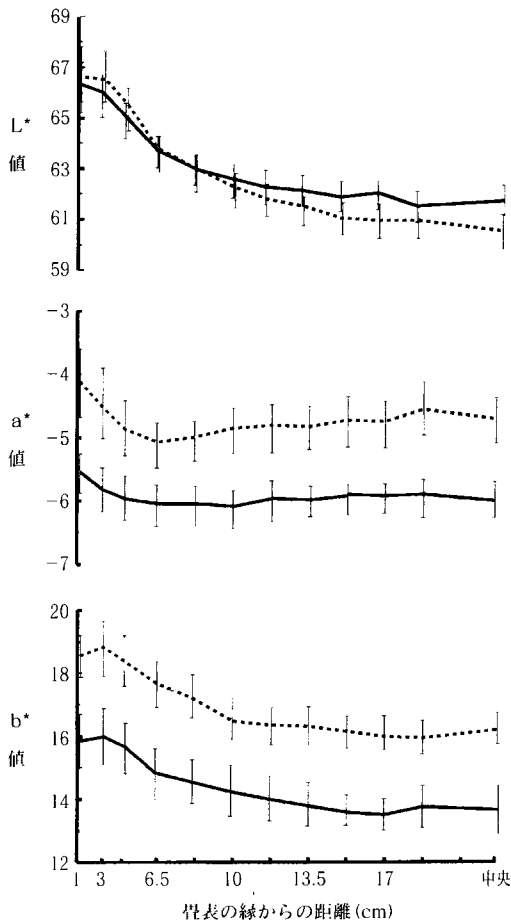
2) **:1%水準で有意(t検定)。

3) 色感 は畳表に感じた色で複数色の回答も可とした。

3. 畳表の測定位置

第2図にはこれらの畳表の中央部から縁までの異なる場所での分光光度計による測定値を示した。L*値はいずれの畳表も中央部から縁に向かって次第に大きく(明るく)なるのが認められた。観察評価の優れる畳表のL*値は、中央部が大きく縁が小さく、中央部と縁の明度差ΔL値が小さいことが認められた。a*値は、観察評価の優れる畳表の方が全体的に小さく(緑味が濃く)、中央部から縁まで数値がほぼ一定なのに対して、観察評価の劣る畳表では縁の方で急に大きくなる(緑味が薄くなる)ことが認められた。b*値は、観察評価の優れる畳表の方が全体的に小さく(黄味が薄く)、いずれの畳表も中央部はほぼ一定で縁の方に近づくにつれて大きくなった。

色調の測定に適する場所の条件を、測定値のばらつきが小さく色調が安定していることと畳表間で測定値の差が大きいに置くと、畳表の中央部がこれらの条件に適した。また、色調の均一性は、中央部と縁との明度差ΔL値と色差ΔE値で表現できるが、縁から1cm内側の部位は花序痕や耳毛の影響で正確な測定が困難なため、中央部と縁から3cm内側の部位を色調の測定場所に採用した。

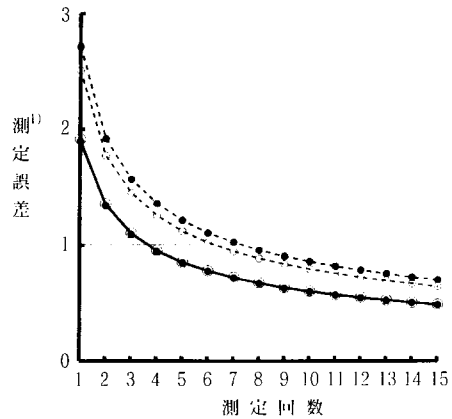


第2図 色調評価が異なる畳表の部位ごとの測定値

— 観察評価が優れる畳表 ---- 観察評価が劣る畳表
注1) 図の縦棒は各100回の測定値の標準偏差を示す。

4. 分光光度計を用いた畳表色調の測定精度と測定数

畳表の中央部と縁から3cmの部位の測定精度と測定数について検討した。1回だけの測定回数では測定値が大きくふれるため、測定値の精度を向上させる必要がある。そこで、測定精度の目安として、測定回数別の色差ΔE値を求めた(第3図)。求められる精度を厳密な等色を規定する1NBS単位以下にほぼ相当する色差で1以下とすると必要な測定回数は畳表の中央部では4回以上、縁から3cm内側では8回以上となった。



第3図 分光光度計で畳表を測定する場合の信頼水準95%の測定誤差

○ 色調評価の優れる畳表 — 畳表中央部
● 色調評価の劣る畳表 ---- 畳表の縁から3cmの部位
注1) 測定部位の平均的な色調に対する測定値の誤差(色差ΔE値)。

5. 観察評価の点数と測定値の相関関係

観察評価の点数と分光光度計で測定した畳表中央部と縁から3cm内側の部位のL*値、a*値、b*値、彩度C値、明度差ΔL値と色差ΔE値それぞれについて相関関係を示した(第2表)。分光光度計で測定した畳表の中央部の数値と観察評価の点数との間には、2カ年もL*値に正の相関関係、b*値および彩度C値に負の相関関係が認められた。しかし、a*値は相関関係が認められなかった。

第2表 畳表色調の観察評価点数と分光光度計による測定値の相関

| 測定項目 | 畳表の測定位置 | 相関係数 | |
|-------|-----------|----------|----------|
| | | 1996年 | 1997年 |
| L* | 中央 | 0.829** | 0.445* |
| | 縁から3cm | 0.441* | 0.212 |
| a* | 中央 | -0.208 | -0.058 |
| | 縁から3cm | -0.270 | -0.147 |
| b* | 中央 | -0.836** | -0.841** |
| | 縁から3cm | -0.776** | -0.646* |
| 彩度C | 中央 | -0.813** | -0.806** |
| | 縁から3cm | -0.767** | -0.619* |
| 明度差ΔL | 中央と縁から3cm | -0.786** | -0.106 |
| 色差ΔE | 中央と縁から3cm | -0.476* | -0.062 |

1) 1996年は畳表18枚、パネラー21名、1997年は畳表16枚、パネラー23名。異常値のパネラーは除いた。
2) 明度差ΔLと色差ΔEは畳表の中央と縁から3cmの測定値の差。
3) 色差ΔE = ((ΔL)² + (Δa)² + (Δb)²)^{1/2}。
4) *, **: それぞれ5%, 1%水準で有意。

なお、 a^* 値以外はいずれも畳表中央部の方が観察評価の点数との相関係数が高かった。明度差 ΔL 値と色差 ΔE 値については、品種・生産地の異なるイグサの畳表を供試した 1996 年のみ観察評価の点数との負の相関関係が認められた。なお、1997 年の明度差 ΔL 値および色差 ΔE 値は、供試した畳表のイグサの品質が同じであったため試料間の差がほとんどなく、観察評価点数との相関が認められなかった。

考 察

従来の報告ではさまざまな測定機器が用いられている^{2,3,7)}ことから相互の色調の比較ができなかったが、標準色票の値を基準として、それぞれの測定機器の補正を行えば相互の色調の比較が可能となり試験の効率が向上するとともに、測定値からの色の再現が極めて容易になる。今回の試験では、 $L^*a^*b^*$ 表色系を採用しているため、分光光度計の測定値を一次式により容易に標準色票の数値に補正できた。これは $L^*a^*b^*$ 表色系が均等色空間⁵⁾であるため、測定値と標準色票の値が比例関係になりやすいからである。そのため、ほとんどの測定機器の測定値が単純な一次式により補正できると推察される。

測定機器を用いた畳表の測定方法についても、従来の報告では、測定場所が異なったり、測定精度が不明確であったため、得られた測定値は客観的な評価基準としては不十分であった。しかし、今回示した測定方法を標準化することにより、得られた測定値を畳表の色調と色調の均一性の客観的な評価基準として用いることができると考えられる。さらに、これらの測定値の補正と調査方法の標準化を行うことにより、従来できなかった色調の年次間差や産地間差および退色程度の評価も可能となる。また、1 枚の畳表について中央部を 4 回、縁から 3cm 内側を 8 回の測定は、それほど手間を必要とせず高い測定精度が得られるため、調査規模を大幅に拡大できる利点もある。

さらに本報では、畳表中央部の L^* 値、 b^* 値および彩度 C 値は畳表の色調について、中央部と縁から 3cm 内側との明度差 ΔL 値と色差 ΔE 値は畳表の色調の均一性について、評価の指標となることを明らかにした。観察評価点数と分光光度計の測定値との相関関係から、パネラーによる評価点数の高い畳表では、 L^* 値が大きく、 b^*

値、彩度 C 値、明度差 ΔL 値および色差 ΔE 値が小さいことが明らかになった。つまり、全体的に明るく黄色味が小さく、縁まで均一な色調の畳表が優れることを示す。今回の実験で、観察評価の高得点を得た畳表は、1996 年は、 $L^*=66.0$ 、 $a^*=-4.6$ 、 $b^*=11.0$ 、明度差 $\Delta L=2.2$ 、色差 $\Delta E=4.2$ であり、1997 年は、 $L^*=62.6$ 、 $a^*=-6.2$ 、 $b^*=12.8$ 、明度差 $\Delta L=4.2$ 、色差 $\Delta E=5.3$ であった。畳表は時間とともに退色するため、これらの製造年の異なる畳表を直接比較して観察評価を行うことは不可能であったが、本実験の結果から L^* 値が大きく、 b^* 値、明度差 ΔL 値、色差 ΔE 値が小さい 1996 年の畳表の方が観察評価の優れる色調であることは容易に判断される。

以上のように分光光度計等の測定機器を用いて畳表の色調を数値化することにより、簡易かつ客観的に色調を評価できるため、パネラーの好みや産地間の評価の差違を避け、調査規模を拡大することができる。さらに、調査方法および測定値の標準化により他の試験事例、産地間および年次間の比較が可能になる。そのため、試験の効率が向上し、産地の品質目標を明確にした高品質畳表の安定生産技術の開発に貢献すると考えられる。

引用文献

- 1) 標準色票光沢版第 8 版 (JIS Z 8721 準拠). 財団法人日本色彩研究所.
- 2) 池田正人 (1991) 岡山県南部地帯におけるイグサの収量・品質および乾茎色調に関する研究. 岡山農試臨時報 81:1-63.
- 3) 兼子 明・田中忠興・中村 駿 (1982) イグサの貯蔵法に関する研究 第 1 報乾燥終了後の放置時間と貯蔵後の色調. 福岡農総試研報 A-1:59-62.
- 4) 兼子 明・田中忠興・中村 駿 (1982) イグサの貯蔵法に関する研究 第 2 報貯蔵中の湿度と色調. 福岡農総試研報 A-1:63-66.
- 5) 日本色彩学会 (1980) 色彩科学ハンドブック. 東京大学出版会: 275-279.
- 6) 小合龍夫 10. 畳表の品質向上に関する研究. 岡山大学農学部: 273-294.
- 7) 手塚隆久・飯牟禮和彦 (1995) 色差計を用いたイグサの色の品質評価. 九農研 57:28.