

芝生用塗料の劣化モデルの構築

榎本 友理枝* 石川 千里† 高田 雅美† 城 和貴†

gorie@ics.nara-wu.ac.jp

* 奈良女子大学 理学部 情報科学科

† 奈良女子大学大学院 人間文化研究科 複合現象科学専攻

概要

本稿では、芝生の色の保持と緑色塗料の関係を予測するためのモデルを構築する。モデル構築にあたって、実際に試験塗料を散布させた芝生の劣化変化の解析結果を利用する。このモデルを用いてシミュレーションを行うことにより、芝生の色の持続性と塗料の濃度の関係が分かり、芝の品質に影響を与えない緑色塗料を適切な時期に散布し、常に葉色の良い状態で芝生を維持することが可能になると期待される。

The construction of paint deterioration model for lawns

Yurie Enomoto* Chisato Ishikawa† Masami Takata† Kazuki Joe†

* Department of Information and Computer Sciences, Faculty of Science, Nara Women's University

† Graduate School of Humanities and Sciences, Nara Women's University

Abstract

By this study, we build a model to predict color maintenance for lawns and relations of the green paint. On the model construction, We use the analysis results of the deterioration change of lawns which get really scatter examination paint. We understand the durability of the color of lawns and relations of the density of paint by simulating with this model. We can scatter the green paint which does not affect the quality of the turf in an appropriate time. And it is always expected with good leaf color and can maintain lawns.

1 はじめに

ゴルフ場の芝生の管理として、定期的な刈り込み、散水、施肥、病虫害防除、雑草防除が行われている。また、目土補修やスパイクング、パーチカットなどの更新作業も行われている。これらの中でも、刈り込み作業は、グリーンの場合毎日、ティインググラウンドの場合週2~3回行う必要がある。この刈り込み作業は、長期にわたると芝を枯らせるなど、芝の品質に影響を与える可能性が大きい。芝の品質を保持するための方法として、施肥がある。施肥には、芝の生長を促進したり、芝の葉色を良くしたり、根の成長を良くし、芝を強くするという特徴がある。しかし肥料を与えすぎると、芝が軟弱になるなど、逆に芝の品質が悪くなる。したがって、施肥を行うときには、芝の生育具合に合わせた肥料の分量調節に細心の注意を払わなくてはならない。また肥料の値段が高い。そこで、低コストな方法として、芝の色のみを改善する手法が考案されている。この手法は、葉色が悪くなった芝に緑色塗料を直接散布することで、外観的に葉色を良くすることができる。芝の品質に影響を与えない塗料を散布するので、施肥と比べると、分量調節に注意を払う必要などが無く、芝生の管理が容易になる。

さらに低コストで済むという利点がある。

塗料散布を適切な時期に行うために、芝生の色の持続性と塗料の濃度の関係を知る必要がある。このためには、芝生の色の保持と緑色塗料の関係を予測するためのモデルが必要である。そこで、本研究では、芝生用塗料の劣化モデルを構築する。このモデルでは、実際に試験塗料を散布させた芝生の劣化変化の解析結果を利用する。このモデルを用いてシミュレーションを行うことにより、常に葉色の良い状態で芝生を維持することが可能になると期待される。

本論文の2章において、芝生画像の内容を述べる。3章では画像の解析を行う。4章でモデルの構築について、5章でまとめと今後の課題を述べる。

2 芝生画像

画像のファイル形式は、JPEG形式であり、幅は1920ピクセル、高さは1080ピクセルとなっている。

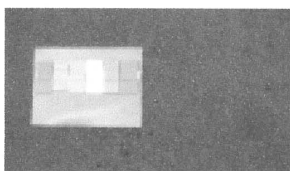
図1(a)は散布前、図1(b)は散布8日後のグリーンの状況を撮影した画像である。また図1(c)は、散布後8日経過した際に、グリーンを赤1色、青1色、



(a) 散布前のグリーンの状況



(b) 散布 8 日後のグリーンの状況



(c) 散布 8 日後グリーン拡大画像

図 1: 芝生画像の一例

緑 4 色, 計 6 色のカラープレートと一緒に拡大して撮影した画像である。散布直後, 散布 40 分後のグリーンの状況は, 図 1(a) と同じ角度から撮影し, 散布 11 日後のグリーンの状況は, 図 1(a), 図 1(b) と同じ角度から 2 枚撮影した。本研究で利用可能な画像は, これら 6 枚のみである。画像データとしては非常に少ないが, 今後, 本研究で得る結果を基に, 解析に適した写真の枚数を増やす予定である。

図 1(c) は, 解析の前処理として行う輝度値の正規化で, 基準画像として利用する。

解析に用いるグリーン画像は, 撮影距離が統一されていない。散布前と散布直後の画像は, 最も撮影されているグリーンの面積が大きい。一方, 図 1(b) の角度から撮影している, 散布 8 日後, 散布 11 日後 2 枚目の画像は, 最も撮影されているグリーンの面積が小さい。また図 1(c) のグリーン拡大画像以外の画像には, 背景に木などグリーン以外の緑も含まれているので, 解析を行うときに注意する必要がある。

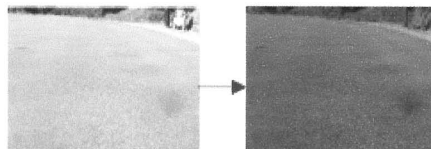


図 2: 輝度値変更前 (左) 輝度値変更後 (右)

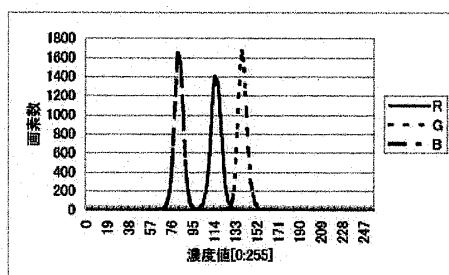


図 3: 濃度値の分布の一例

3 画像の解析

3.1 において画像の解析方法について, 3.2 において解析結果を基に考察を行う。

3.1 画像の解析方法

芝生画像は, それぞれ撮影日と撮影した時間帯が異なるため, その日の天候などによって輝度情報が異なる。また撮影箇所と撮影距離も統一されていない。そこで, 解析に用いるデータを得るために, 芝生画像に対して, 次の手順で処理を行う。

1. 画像の輝度値を統一するための正規化
2. 拡大縮小
3. テンプレートマッチング
4. R, G, Bそれぞれの画素値を取得

手順 1 では, 正規化を用いて輝度値の統一を行う。同じ濃度値でも, 輝度値が低い場合と高い場合では, 違う色として認識されてしまう。したがって, 輝度値を統一する必要がある。そのために, 輝度値の正規化を行う。輝度値の算出は,

$$\text{輝度 } Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$$

で行う。この値に対して, 輝度ヒストグラムを作成し, 輝度値を統一する。この際, 統一基準画像は, 図 1(c) の散布 8 日後芝生拡大画像とする。

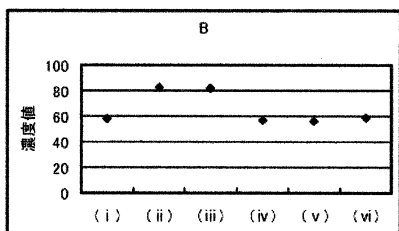
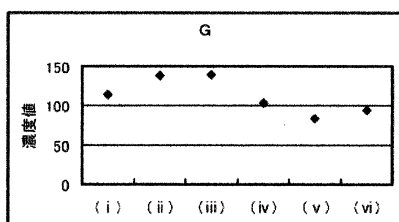
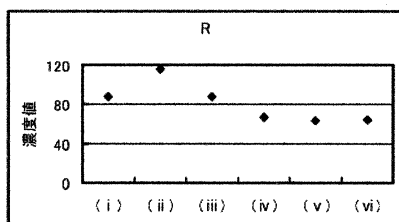


図 4: R G B 中心値のグラフ

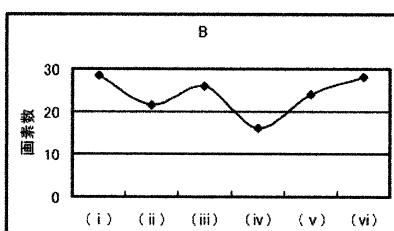
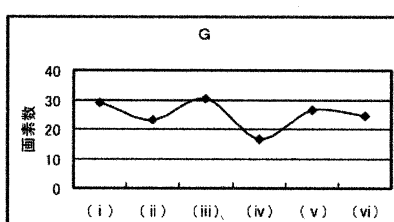
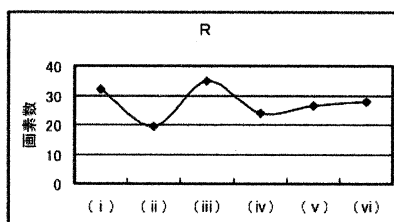


図 5: R G B 幅のグラフ

手順 2 として、拡大縮小を行い、撮影距離を統一する。この際、芝生画像に写っているホールの旗の長さを基に、処理を行う。

手順 3 では、それぞれの画像から、濃度値を比較するための解析対象を抽出するために、テンプレートマッチングを行う。具体的には、散布前画像を 128 × 128 ピクセルに分割し、この分割画像をテンプレートとし、それぞれマッチングを行う。この際、解析に用いるデータはマッチング率 79 % 以上のものを用いる。

手順 4 において、各画像から抽出した部分の画素値を R、G、B 値単独で取得する。図 3 に、各画像から取得した R、G、B 値単独のグラフを示す。横軸を 0～255 までの画素値、縦軸を各画素値を持つ画素の個数とする。図 3 より、各画像から取得した R、G、B 値は、全てガウス分布と思われる形を描いていることが分かる。この R、G、B の各グラフにおいて、グラフの頂点が、画素数最大だといえる。また頂点の画素値を中心値とすると、中心値から左右への広がり幅の大きさから、濃度値がどれだけ分散しているかが分かる。したがって、R、G、B 値で各々、グラフの中心値と中心値からの幅を求めることによって、値の変化を解析することが可能であると考えられる。

3.2 実画像の解析

図 4 は R、G、B の中心値の変化を示したグラフ、図 5 は R、G、B の幅の変化を示したグラフである。6 つのグラフ全て、左から順に (i) 散布前、(ii) 散布直後、(iii) 散布 40 分後、(iv) 散布 8 日後、(v) 散布 11 日後 1 枚目、(vi) 散布 11 日後 2 枚目の値をそれぞれ示す。また、図 4 の縦軸は、中心値となる濃度値、図 5 の縦軸は、幅の大きさとする。なお、グラフに示す各 R、G、B の中心値と幅の値は、それぞれ単独で算出したデータの平均値とする。

図 4 より R、G、B 値それぞれにおける、最も多く分布している濃度値の変化に関して、R は散布 40 分後から急激に濃度値が小さくなっていることがわかる。また、B は散布前後で濃度値はあまり変化していない。したがってこの 2 点から、散布後、R は急速に劣化し、B は、散布直後の濃度値よりも劣化するが、散布前の濃度値まで劣化は抑えられていると考えられる。これは、緑色塗料を散布することによって、芝の色を維持するという事と一致する。

図 5 より R、G、B 値それぞれにおける、濃度値の分散の変化を見ると、散布直後では R、G、B すべ

て分散の幅が狭まっている。これは、濃度値が一定値に集まり、単色に近づいているからであると考えられる。その後、散布 40 分後には再び、分散の幅が大きくなっているが、これは試験塗料の乾き具合に差が生じ、濃度値が安定していないからだと考えられる。したがって散布 40 分後の分散の結果を除いて考えると、R、G、B すべて、散布 8 日後までは濃度値の分散が抑えられており、濃度値は安定していると考えられる。一方、散布後 8 日以降からは、分散の幅が広がっていき、劣化が進んでいく。ただし、G のグラフより、G の分散の幅は抑えられており、G の劣化具合は小さいと考えられる。

以上より、散布後 8 日以降のグラフから、R、B の劣化具合は増加関数、G の劣化具合は 2 つ山を持つ関数を立てることができると思われる。

4 モデルの構築

さらに具体的なモデル式を挙げると、R、B の劣化具合は

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-ax}} \quad (1)$$

$$f(x) = \frac{ax^2}{x^2 + 1} \quad (2)$$

G の劣化具合は

$$f(x) = \frac{a \log x}{x^2} \quad (3)$$

$$f(x) = ax^2 e^{-x^2} \quad (4)$$

$$f(x) = ax e^{-bx^2} \quad (5)$$

などのモデル式をそれぞれ立てることができると思われる。(1) のシグモイド関数は、直線 $y = 0$ と $y = 1$ を漸近線に持つ、単調増加連続関数である。また (2) も直線 $y = a$ を漸近線に持つ分数関数である。R、B の劣化具合は、ある値まで濃度値の分散は大きくなっていくが、それ以上は大きくならないと考えられる。したがって、ある値に収束するように増加していく (1) (2) の式が R、B の劣化モデル式に適していると思われる。なお、パラメータ a の値が大きくなるにつれて (1) は、傾きが急になり、(2) は傾きが急になるとともに、漸近線である y の値も大きくなる。したがって、パラメータ a の値によって (1) は分散の増加の仕方を決定することができ、(2) は分散の増加の仕方と分散の最大値を決定することができると思われる。また (3) は、 x 軸を漸近線に持つ対数関数、(4) (5) は、 x 軸を漸近線を持つ指数関数である。G の劣化具合は、濃度値の分散が少し広がった後、抑えられ始めて小さくなっていき、ある値を維持できると考えられる。したがって、最大値まで増加した後、ある値に収束するように減少していく (3)

(4) (5) の式が G の劣化モデル式に適していると思われる。なお、パラメータ a の値が大きくなるにつれて (3) (4) は、傾きが急になり、最大値も大きくなるので、パラメータ a の値によって、分散の最大値と最大値からの減少の仕方を決定することができると思われる。また (5) は、パラメータが 2 つあるが、パラメータ b を変化させても $f(x)$ の値は変化しないので、 b の値は (5) の関数に影響を与えないといえる。一方パラメータ a の値を大きくすると、傾きが急になり、最大値も大きくなるので、パラメータ a の値で分散の減少の仕方と分散の最大値を決定することができると思われる。

以上の流れでモデルの構築が可能であると考えられる。そしてこのモデルをもとに、芝生用塗料の劣化を予測するシミュレーションをすることができると期待される。なお、さらに具体的なパラメータを求め、モデル式を絞るために、より詳細なデータを解析してモデルを構築することを目指す。

5 まとめと今後の課題

本稿では、芝生の色の保持と緑色塗料の関係を予測するためのモデルを構築した。モデルを構築するために、緑色塗料の劣化変化のモデル式について考察をおこなった。そのために芝生に試験塗料を散布し、散布前、散布直後、散布数日後の芝生画像から、試験塗料の緑色の劣化変化を解析した。解析を試みた結果、R、B の劣化具合は増加関数、G の劣化具合は 2 つ山を持つ関数を立てることができると思われる。

今後の課題として、具体的な芝生用塗料の劣化モデルを構築するために、H (色相)、S (彩度)、V (明度) においても同様の解析を行うことが挙げられる。また、散布後の解析間隔をさらに狭めて、より多くのデータから解析を試みるべきである。

謝辞

本研究において、散布試験を行い、芝生画像データの提供をして頂いた (株) 呉竹様に、心より御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 酒井幸市著、森北出版株式会社：画像処理とパターン認識入門
- [2] 昌達慶仁著、ソフトバンククリエイティブ：詳解画像処理プログラミング
- [3] 芝生のはてな：<http://www.tohokuden-bigswan.com/shibafu/4.html>