

## IV-74

## CCDビデオカメラによる芝モニタリングシステム

東急建設技術研究所 正会員 ○南 哲久

同 上 " 西岡 哲

同 上 伊藤 浩

## 1. はじめに

近年、ランドサット等の衛星データで、赤と近赤外のバンドの差または比を用いて地表面の植被率や植物の活性の指標としての評価が行なわれている。著者らはCCDビデオカメラの感度特性が近赤外域まであることを利用して、ゴルフ場の芝の活力モニタリングシステムの開発研究を行ってきた<sup>1)</sup>。芝からの反射エネルギーの内、一般に植物の活力を評価するのに用いられている670nmの赤の波長帯(以下Rと略す)と850nmの近赤外の波長帯(以下IRと略す)の光を、干渉フィルターを付けたビデオカメラで取り込んで解析し、芝の活力診断に利用しようとするものである。本報告では、現在開発中のシステムの適用性について述べる。

## 2. システム概要

ゴルフ場に設置した本システムの試作機の概要を図-1に、主要構成機器の仕様を表-1に示す。

本システムは、観測・伝送・解析部分から構成される。

観測部では、IR、Rの各分光エネルギーについて、ビデオカメラによる画像取込みと分光日射計による分光データ計測を同期させて行っている。

伝送部では、上記データを電気信号(アナログ信号)に変換後、マイクロ波に変調して簡易無線装置で解析部に伝送する。

解析部では、伝送されてきた電気信号をデジタル変換し、画像処理装置に入力する。取込みおよび処理データは、光磁気ディスクに保存される。

この一連の動作をパソコン制御で自動処理し、過去のデータと比較して時系列変化を調査する。

活力画像を表示するまでの過程では、図-2の処理フローに示すような補正を施した。

野外における照明光(太陽光)の持つ分光放射エネルギーは太陽高度と方位、雲量で時々刻々と変動し、IRとRの各分光エネルギーの増減も一定になるとは限らない。そこで、野外の照明光のIR、Rの分光エネルギーの変動による影響に対する補正をはじめ、ビデオカメラに入光する角度、レンズ、フィルター、CCDの出カムラを含んだシェーディング除去の為の補正や、絞り値による入光量の補正等を施している。これに加え、画像間の位置合せ、バンド間演算、平滑化処理を行った結果を疑似カラー表示して活力画像を得る。

## 3. 適応性実験における評価

本システムで時系列変化がとらえられるかを上記の試作機を用いて調査した。カメラは焦点距離

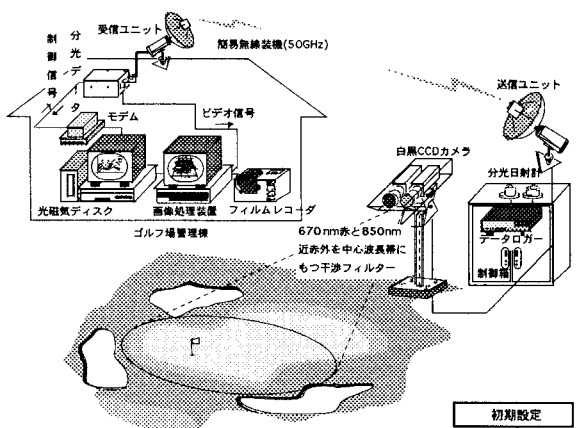


図-1 システム模式図

表-1 主要構成機器一覧

| 機 器 名    | 数 量 | 仕 様                                                             |
|----------|-----|-----------------------------------------------------------------|
| 白黒CCDカメラ | 2台  | 水平画素数510/500<br>解像度380×485, AGC on/off                          |
| 干渉フィルター  | 1枚  | $\lambda$ max 670.0nm, T max 82.0%, $\Delta \lambda$ 1/2 10.5nm |
| R        | 1枚  | $\lambda$ max 851.0nm, T max 75.5%, $\Delta \lambda$ 1/2 15.0nm |
| 分光日射計    | 2台  |                                                                 |
| R        | 1枚  | $\lambda$ max 670.0nm, T max 40.0%, $\Delta \lambda$ 1/2 3.0nm  |
| IR       | 1枚  | $\lambda$ max 851.0nm, T max 44.0%, $\Delta \lambda$ 1/2 5.0nm  |
| データロガー   | 1台  |                                                                 |
| 簡易無線装置   | 1台  | 無線周波数50GHz                                                      |
| 伝送信号     | 1ch | 映像入出力1Vp-p, 30Hz~4.2MHz                                         |
|          | 2ch | 制御信号, 無線電話, 入出力0dBm, 50Hz~15KHz                                 |
| カラーモニタ   | 1台  |                                                                 |
| パソコン     | 1台  |                                                                 |
| 画像処理装置   | 1台  | 解像度512×480×8bit(256階調)                                          |

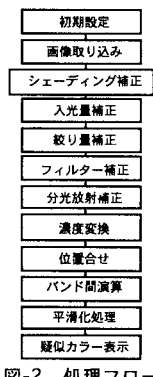


図-2 処理フロー

50mmのレンズを使用し、グリーンまで斜距離で120m、俯角13度の位置に設置した。

写真-1~写真-3は平成4年4月3日から4月9日の間にグリーンの芝を毎朝10時に撮影した画像の処理結果を示す。写真中の疑似カラーが表す色は、画像右側のカラーバーに表示するように、活力が高いときを緑、低下するに従い黄色から赤色で表す。また、疑似カラーの表示レベルは全て同一とした。

写真-1~写真-3より、春先の病虫害の発生からグ

写真-1 4月3日病気発生時の処理画像

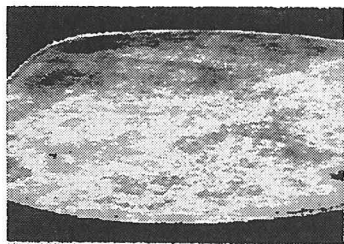


写真-2 4月4日時点の処理画像

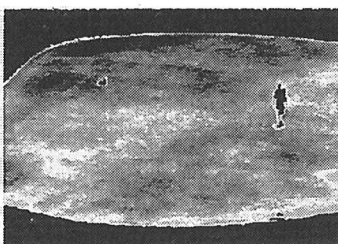


写真-3 4月9日時点の処理画像

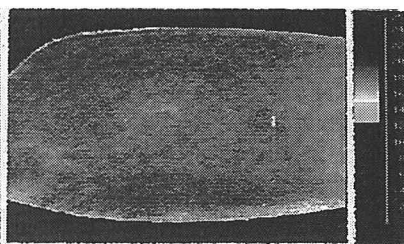


写真-4 9月20日病気時の処理画像

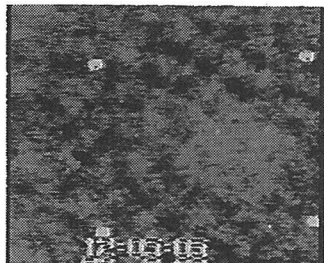


写真-5 9月22日病気進行時の処理画像



写真-6 10月4日病気拡散時の処理画像

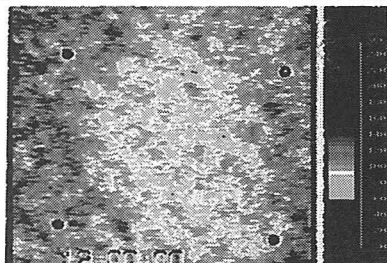


写真-7 9月22日時点の差分画像

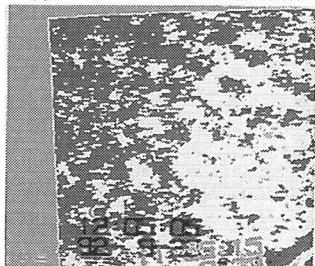
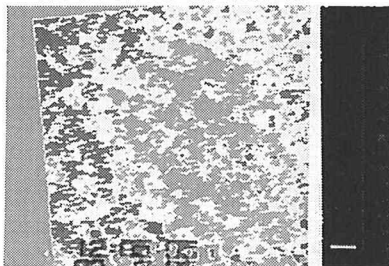


写真-8 10月4日時点の差分画像



リーンキーパーの保守により芝が回復していくまでの活力変化を、相対的に評価することができた。

写真-4～写真-6は同じ芝の範囲を平成4年9月20日、22日、10月4日にかけて時系列的に撮影し、画像処理を行ったものである。ただし、これらの画像の撮影は垂直方向から近距離で行った。対象とした芝はグリーンキーパーによるメンテナンスが行われておらず、芝特有の病気が発生していた。画像中の濃緑色の範囲は活力が高く、黄色から赤にかけて活力の低下を示す。

写真-4では、活力低下を示す黄色の範囲はなく（画像中の赤丸はゴルフのマーカーを示す）、写真-5では活力低下を示す黄色から赤色の範囲の分布がみられる。さらに、写真-6では赤色の部分が増え芝の活力低下範囲（病気）が拡散していることが分かる。

以上の結果から、ビデオカメラが芝の健康状態を時系列的に捉えられる可能性を示すことができた。

また、写真-7、写真-8には9月20日の処理画像を基準として、9月22日、10月4日の処理画像がどれ

だけ変化したかを求めた評価画像である。作成した評価画像は、基準からそれぞれの日の画像を引き算し、その結果に対して、活力が回復に向かっている範囲を暗緑色から緑色で示し、変化のない範囲を黄緑色で、低下している範囲を黄色から赤でランクづけた。これによって、写真-7から2日間、写真-8から14日間の活力低下状況を評価することができた。

#### 4. おわりに

試作機の適応性実験の結果より、今後以下の点を詰め実用化システムを構築して行く予定である。

- 1) 常時適正レベルで映像入力できる様な入光量調整
- 2) モニタリング対象の用途に応じた地上分解能
- 3) 画像の正規化の精度向上
- 4) システムの撮影条件
- 5) システム構成機器の見直しによる小型化

なお、本システムはNEC(株)、日本アビオニクス(株)との共同開発として進めている。また、開発に当たってはアジア航測(株)の協力を頂いた。

- 1) 南、西岡土木学会第46回年次学術講演会Ⅱ-PS1, pp2-3