

平成 14 年度

卒業論文・修士論文発表会要旨集

平成 15 年 2 月 17 日(月) 13 時～

マルチメディア演習室1

島根大学生物資源科学部地域開発科学科

農林システム工学講座

目 次

学 生 名	卒 業 論 文 名	頁
石束研究室：生産機械システム工学分野		
飯田 有宣	中山間地域における農作業管理のためのデータベース構築	1
吉田 拓郎	施肥機構の繰り出し量と精度に関する研究	2
蔭 勇	高知県大豊町における農作業管理ための地理情報システムの開発	3
竹山研究室：水管理システム工学分野		
太江田 進吾	閉鎖水域の水質浄化と現代農業を支える水環境の改善に関する基礎的研究	4
休息 15分		
喜多研究室：水利環境システム工学分野		
定廣 和也	雨水利用に関するWWW上のデータベース作成の試み	5
谷口 友一郎	緑化に関するWWW上のデータ収集	6
三浦 陽平	快適な緑化空間創出の試み	7
土肥研究室：複雑系応用工学分野		
清 いづみ	CAによる発生的生物モデルについて	8
長崎 和久	CAによるトマトの生長モデルの開発 - 生長ルール設定のための生育調査 -	9
北村研究室：農産物性システム工学分野		
赤野 宗亮	マイコトキシンの除毒・解毒システム	10
草野 大輔	穀物貯蔵サイロ用センサーキャリアの開発	11
谷野研究室：計測管理システム工学分野		
高島 和宏	農業用6足歩行ロボット搭載のDCモーター制御	12
藤路 陽	幼植物のCO ₂ 交換速度測定システムの試作およびダイコン実生のPPFD - 純光合成速度特性測定	13
休息 15分		
修士論文名		
水落 良典	野菜生産のロボットのためのマシンビジョン	14

発表時間

卒業論文

発表時間 12分 質疑応答 3分 計 15分以内

修士論文

発表時間 30分 質疑応答 10分 計 40分以内

中山間地域における農作業管理のためのデータベース構築

生産機械システム工学分野 飯田 有宣 (A99506-F)

1. 背景、目的

高知県大豊町では、近年農家数、水田面積は減少し、農業構造が脆弱、高齢化の一途を辿っている中、耕作放棄が急激に増加し、一部の集落では農地の荒廃が深刻なまでに進んでいる。この状況を改善するため、農作業委託を請け負う「株式会社大豊ゆとりファーム」が設立した。しかし、中山間地域特有の地形特性、受託組織運営上の問題などにより、農作業効率悪化を招いている。本研究では、近畿中国四国農業研究センターのご協力により入手した、受委託圃場データをデータベースソフト Access2000 により、間接的に作業支援を行い農作業効率向上につながるデータベース構築を試みた。

2. 圃場データ収集

圃場データは、GPS 測定データを中心とした圃場測定データと、籾重量など各圃場の特性を表すデータを中心とした圃場特性データの 2 つに分類した。

(圃場測定データ) 受託圃場 66 ヶ所の圃場番号、委託者氏名、委託者住所、圃場住所、圃場面積、圃場枚数、作業種類のデータ。さらにその内、53 ヶ所の圃場を平成 14 年 8 月、9 月に計 1 週間、GPS 受信機をノートパソコンに接続し、各圃場を測定した緯度、経度、高度データ。また、同時にデジタルカメラによる各圃場の写真、メモ書きによる圃場形状を記録したデータ、計 12 種類のデータを扱う。

(圃場特性データ) 委託組織によって記録された委託圃場の平成 13 年度稲刈作業表から、計 81 ヶ所の圃場番号、委託者氏名、圃場住所、米の品種、籾重量、圃場面積、圃場枚数の 7 種類のデータを扱う。また、その内 27 ヶ所が、圃場測定データと同じ圃場を扱う。

3. データベース構築の結果

圃場測定データと圃場特性データを Access2000 によってデータベース構築を行う。データベース構築には、テーブルによるデータ入力。フォームによる、データの表示、入力を可能とした圃場入力・表示画面の作成。更に、クリエによる、必要に応じた条件での圃場データ抽出、及び条件入力画面を作成し、以上の工程を経て構築を試みた。このデータベースは、委託者、受委託組織、行政を含む利用者に、委託者氏名、住所、写真、形状、位置などの圃場情報をすばやく表示し、また、複雑な圃場検索、圃場条件分析を可能とし、作業を支援するあらゆる可能性を示した。

4. 考察

本研究において構築されたデータベースは、間接作業支援として農作業受委託組織に利用される可能性を示した。さらに、同じデータを扱うことを条件とするが、GIS による研究にも、圃場測定データ提供などを含む多くの利点を示し、中山間地域における受委託組織の農作業効率向上につながる様々な方法の礎になると考えられる。今後、現状に合ったデータベースを利用者に提供するため、未測定の圃場データ、組織への依頼が増加、減少したときの変更データを入力画面に入力する。そして、マクロ、VBA(Visual Basic for Applications)によるデータベース作業の自動化を行い、より円滑なデータベースを利用者に提供する必要がある。

施肥機構の繰り出し量と精度に関する研究

生産機械システム工学分野 吉田拓郎 (A 9 9 5 5 9 X)

1 . 背景と目的

昔、施肥方法は、草木や家畜の糞尿などの身近な有機肥料が、使用されていた。有機肥料は、栄養分は豊富に含まれているが、水分を多く含んでいる為施用時での効率の面で問題があった。そして鉬物質（リン、窒素、カリウム）が発見され、それら無機質肥料は、作物の生産の効率を上げたが、水質汚染などの生活環境に乱れを生じさせ環境に悪影響を与えた。そして効率よりも生活環境の乱れを改善しながら作物を育てる方法として再び有機的な施肥農業が注目されてきている。

現在、有機的な施肥農業を行う為、施肥しにくい堆肥などの有機肥料を正確に施肥する施肥機構が開発されている。そこで高精度施肥機構を用いて化成肥料と堆肥の繰り出し量の精度を比べて肥料物性とどのような関わりがあるかを調べた。

2 . 研究方法

供試機械として高精度施肥機構を使用した。供試肥料として醜酵鶏糞、エスサン肥料、純正菜種粕、牛糞堆肥を使用した。供試肥料の肥料物性（粒度分布、平均粒径、比重、安息角）を測定し、それぞれの数値と外観との関係や流動性との関係を調べた。次に供試肥料と供試機械を使用して比重と 10 a 当たり 15 kg 施肥するように設定し 1 ~ 5 段階ある作動速度の段階毎の繰り出し量の増加量(10 秒間隔)と増加量の平均値、変動係数を測定した。

3 . 結果と考察

肥料物性では、平均流径が小さい = 安息角が大きいという関係と牛糞堆肥は他の肥料に比べて比重が、明らかに小さく、外観も水分を多く含んでおり塊に成りやすい（流動性が悪い）ということが分かった。流動性は、供試機械に比重を設定することによって作動速度が変化することから比重と流動性には、密接な関係があると考えられる。

供試施肥機構の精密度の実験では、牛糞堆肥以外の供試肥料は、繰り出し量の増加量は、ある一定の値で繰り出されていることが分かりこれらの肥料に対しては、高い繰り出し精度を持っていると言える。しかし牛糞堆肥は、どの段階にも増加量にバラツキが出てきて高い精度で繰り出されなかった。この理由として牛糞堆肥は、多くの水分を含んでおり塊になりやすいので、上手く繰り出し部に汲み取られず塊になった牛糞堆肥が繰り出し部の歯に詰まったりして繰り出されないといったことがある。また流動性が悪い上に 10 a 当たり 15 kg 施肥するという設定から、施肥量が少ない為繰り出し部の作動速度が遅くなりすぎたということも考えられる。

高知県大豊町における農作業管理のための地理情報システムの開発

生産機械システム工学分野 蔣 勇 (A99563-A)

1、 研究目的

高知県大豊町では、厳しい地形と作業者の高齢化が原因で、農作業効率の低下を招き、耕作放棄が急激に増加している。こうした状況の中で、農作業効率を改善し、耕作放棄を阻止するため、農作業管理の効率化を図ることが重要であり、山間地域の地形状況を配慮した上で、できる限り効率の良い作業計画や作業順を決定・支援することが必要になってくる。そこで、GIS 技術を活用し、圃場周囲の地形情報をビジュアル化され、様々な空間分析を行える地理情報システムを開発することで、地形と生産力の関係を解明して、農作業効率化問題の改善につながるという方法が挙げられる。本研究では、様々な地形の分析とデ - タの管理・検索が行える大豊町の地理情報システムを開発することである。

2、 作成方法

座標系の選択：日本周辺座標系中の平面直角座標系（19 座標系とも呼ぶ）の第四系である。 地図の作成： ArcCatalog で新規シェ - プファイルを作成し、それを ArcMap にドロップし、ArcMap の編集ツ - ルボックスにある“新規フィ - チャの作成”という項目を選び、予めコンピュータに読み込まれている“数値地図 25000”に基づき、各フィ - チャのところの上に各レイヤを描画していく。

3、 結果と考察

地形や圃場を GIS によって視覚化されている：作成した地図によって、地形状況と圃場情報がビジュアル化され、大豊町の地形標高、陰影起伏、傾斜方位、傾斜度といった様々な地形分析を行うことが可能となった。

GIS が農作業効率化の研究に応用できる可能性を示した：圃場の生産力は地形にどう影響されていることを作成した陰影起伏図、傾斜方位、傾斜角図によって解析することが可能である。また、圃場の属性テ - ブルに圃場のデ - タベ - スが構築され、この圃場の属性情報を空間デ - タと結合することで、地図上で検索することができ、さらに、今まで分からなかった新しいパタ - ンや関係を見出すことができる。例えば、北向きの圃場の収穫量と南向きの圃場の収穫量は違うのか、標高は圃場収穫量にどのように影響するのかといった様々な分析を行うことができるようになり、農作業の効率化の改善に貢献できると考えられる。

4、 課題

圃場範囲での地形分析を行うなら、今の等高線を 50M 間隔で作成した地図を使って分析することはとても困難なので、今後、より細かく正確な標高デ - タを求め、圃場範囲での詳細な地形図を作成する必要がある。また、地形が圃場に及ぼす影響を分析するため、圃場に関するより多くのデ - タを収集し、圃場デ - タベ - スを構築することも必要である。

閉鎖水域の水質浄化と現代農業を支える 水環境の改善に関する基礎的研究

水管理システム工学分野 A99512 A 太江田進吾 (A99512 A)

1. 背景・目的

近年の農業を取り巻く水環境の汚染は大別すると二つに分けられる。化学工場からの排水や有機塩素系農薬の流入による直接的な汚濁。もう一つは家庭排水や肥料の燐やチッソが湖沼に流れ込み、その結果植物プランクトンが異常発生して、いわゆる水の花（アオコ）が形成された富栄養化問題である。

本研究では、ゼオライトを発展させたゼオライト凝集沈降材による水質浄化と共に浄化資材として、有機農業用の農業資材とし開発され、近年環境浄化などの他分野でも注目されている EM 菌による水質浄化の研究を行なった。

(1) 150 L 容量のタンクに楽山池水を 100 L 貯め、その中にゼオライト凝集沈降材を投入し水中ポンプにより攪拌した。

(2) 水槽の上部に改良を施した、観賞魚用上部フィルターを設置し、フィルターに EM セラミックスを設置し、水槽には EM 菌を投入してポンプを使い水を循環させて実験を行なった。比較として EM 資材を 2 種用意すると共に何も入れない物も用意し実験を行なった。

(3) 上記の実験方法の考察により問題点を発見し、EM 菌の量を見直して、再度同じ方法で実験を行なった。

3. 実験結果

(1) の実験ではゼオライト凝集沈降材により、2 ~ 4 分で 70 % もの COD 除去率を示す結果となった。

(2) の実験では、一方の EM 菌は緩やかではあるが水質の浄化をみせた。しかし、もう一方の EM 菌は、水質を浄化せず悪化させるという結果となった。どちらにしろ、何も入れずに循環だけさせた物の方が水質の浄化を示し、EM 菌の水質浄化を疑う結果となった。それらの結果をふまえた (3) の実験では、両 EM 菌共に水質の浄化を示し、実験 1 の何も入れなかった物の浄化率より約 3 % の増加を示した。

4. 考察

(2) の実験では、両方の EM 菌共に循環だけの浄化方法より水質浄化能力が劣るという結果がでた。しかも、片方の EM 菌は、浄化するどころか悪化させるという結果となった。この結果を、EM 菌の投入量に問題があるのではと考察し行なった実験 (3) では、両 EM 菌共に、はっきりとした浄化は示さなかったが、EM 菌による水質浄化には、EM 菌の量が関係するという考察を得た。また、実験 (1) のゼオライト凝集沈降材に比べると、水質浄化能力が余りにも緩やかな為、EM 菌に水質浄化の速効性を持たせる研究の余地があると考えた。

雨水利用に関する WWW 上のデータベース作成の試み

水利環境システム工学分野 定廣和也 (A 99522-F)

1. 目的

雨水利用には都市型洪水の防止、上水道の節約、地下水の涵養などの効果や非常時の水源として利用できるといった利点が期待できると考えられている。今日では雨水利用施設を設置する公共施設が多くなってきているほか、環境への関心の高まりから積極的に小規模な雨水利用施設を設置する個人も増えつつある。しかし、個人での雨水利用施設設置には費用が必要であり、また、その効果の実例報告が少ないなど、個人レベルにまで雨水利用を普及させるために必要な情報が周知されていないというのが現状である。

わが国のインターネットの利用者数は 2002 年 2 月の時点で、4916 万人に達し、携帯電話や PHS からの接続の急増も手伝って、現在、インターネットは生活に欠かせない情報インフラとなりつつある。そこで、本研究では雨水利用をさらに普及させるために、WWW 技術を用いて雨水利用に関する情報をユーザが利用しやすいような情報収集・提供機能をもつデータベースシステムの作成を試みた。

2. 実験方法

システムには CGI(Common Gateway Interface)を利用し、CGI スクリプトは C 言語によって記述した。CGI とは動的でインタラクティブなコンテンツを含むページを作成するためのインターフェースである。C 言語によって記述されたプログラムはコンパイル作業が必要となるが、出力されたアセンブリコードを CGI プログラムとして利用すれば、他言語よりも実行速度に優位性があると言える。システムの動作テストには OS として Windows2000 を使い、Web サーバは現在、広く普及している Apache を採用した。

プログラム作成の際、スクリプトエラーから生じるサーバエラーなどの諸問題が発生したが、バグを発見ことによって解決することができた。

3. 実験結果・考察

データの登録・保存、閲覧という一連の動作は正常に作動し、情報収集・提供機能をもつ基本的なデータベースシステムを作成することができた。

本研究で作成したシステムの実用化にはさまざまな問題の解決が必要である。さらに、インターネット上の検索サイトへの登録や、企業や個人のホームページにリンクを貼ってもらうといった広報活動など、このシステムを広く周知させなければならない。しかし、このような諸問題の解決によって本システムは雨水利用に関するデータベースとしてインターネットのさらなる普及と共に雨水利用の周知や雨水利用活動を促進するためのサイトとなると考えられる。

緑化に関する WWW 上のデータ収集

水管理システム工学分野 谷口 友一郎 (A99534-M)

1. 目的・背景現在、都市化の進展に伴い、都市の内部や周辺部の緑は、減少の一途をたどっている。また、地価の高騰により、土地の利用効率を図るため、高層・高密化が進められ、コンクリートとアスファルトで埋め尽くされようとしている。このコンクリートやアスファルトが都市の温度を上昇させ、生活の快適性を求めている冷暖房の排熱や自動車などの排熱によって、都市が周辺部に比べて気温が高くなり、都会の夏場の気温は夜になっても下がりきらず、熱帯夜が何日も続き、ヒートアイランド現象を引き起こす原因となっている。さらに、都市環境の変化が都市に集中豪雨などをもたらすということもいわれている。このような都市の環境問題は、二酸化炭素の増大に伴う「地球温暖化現象」、フロンガスによる「オゾン層の破壊」などの地球規模の環境問題と大きくかかわっており、今、その対策が、強く求められている。そこで、その対策の一つである屋上緑化についての情報を WWW 上から調べて、その内容を分類し、データベースを作成するための基礎的データを収集した。

2. 研究の方法

インターネットの普及に伴い、WWW には膨大な量の情報が蓄積されている。必要なデータを検索するために、多くの検索エンジンが提供されているが、今回は検索効率が高く、膨大な情報を蓄積している GOOGLE を使用して、屋上緑化についての情報を収集した。キーワードを「屋上緑化」として検索し、関連する情報を含む Web ページを逐次閲覧し、情報内容によって分類して、各項目ごとに URL を保存した。

3. 結果

「屋上緑化」をキーワードとして、検索した結果、関連する情報を含む Web ページの URL は、約 850 件表示された。逐次閲覧する過程で、表示された URL にリンクされた Web ページが WEB サイトの構成が変更されたため、表示されないものも多数あった。ページ内容を検討した結果、データベースの基礎的なデータとして利用することができると思われる約 200 の WEB ページの URL を収集することができた。内容について分類すると、「屋上緑化のメリット・デメリット・必要性」、「屋上緑化に対する助成制度」、「屋上緑化のさまざまな工法」、「個人が実施している屋上緑化の実例」等に大きく分類することができた。

快適な緑化空間創出の試み

水利環境システム工学分野 三浦 陽平 (A 99550 - M)

1 . 背景・目的

情報機器の普及は、我々に多くの利便をもたらした半面、無機的な環境によるストレスの増大や、目・肩などの局所疲労が問題となっている。また、最近シックハウス症候群などの言葉がよく聞かれ、室内環境に関心が高まってきている。本研究の目的は室内緑化によって、室内環境を改善するのが目的である。

また、植物を育てる土壌には、ガラス廃材から生成される発泡廃ガラス資材を使い、植物の生長に適しているか調査する。装置にはペットボトル廃材を使い、廃棄物問題解決の道を模索する。

2 . 実験方法

ガラス廃材から生成される発泡廃ガラス資材を植物を育てる土壌として用いた。発泡廃ガラス資材は、色々な形に加工できる。実験では、ボード状に加工されたものと、細かい粒状のものを使用した。ボード状のものには、穴を開けてスズメノカタビラを植栽し生育状況を観察した。粒状のものについては、ペットボトルを加工した装置をつくり、ヨモギを植栽した。生育の様子から、光も必要だと考え、植物育成用蛍光灯を用いて、生育状況を観察した。なお、スズメノカタビラ、ヨモギは共に雑草で、耐久力があり実験に適しているため、用いた。

3 . 実験結果

ボード状の植栽基盤は、水分補給、植物の植栽の仕方によって、まったく土を使わない室内向けの緑化装置が出来そうである。しかしながら、粒状のものを使った緑化装置は土と比べると生育状況は悪い。主に水分の不足が原因だと考えられるが、実用に向けては、さらなる研究・改善が必要だと感じられた。

蛍光灯を用いた実験については、光をあてたものの方が格段に生長が良く、室内緑化においての光の役割を十分に知らしめる結果となった。しかしながら、光以外にも様々な要因が絡んでいるようであり、それらを解明する必要がある。

4 . おわりに

発泡廃ガラス資材については、初歩的な研究にとどまり、今後も実験・調査が必要である。現段階では生育土壌としては土に劣る面が多くある。しかしながら、本研究の室内緑化の観点で考えるならば、土よりも清潔で扱いやすい。また、使用しなくなったら土に還元することも出来る。現在の廃棄物問題等を考慮すれば、これは特筆すべきことであろう。

また、発泡廃ガラス資材は加工によって大きく形状を変化させることができるため、屋上・壁面などの特殊空間の緑化など、さまざまな用途に期待できる。今はまだ実用に至っていないが、今後期待したい。

CA による発生学的生物モデルについて

複雑系応用工学分野 清 いづみ (A99524-X)

1. はじめに

生命という自己組織化されたシステムを解明するため、さまざまな研究がなされてきた。本研究ではコンピュータ上の仮想空間に微生物の行動を模したモデルを作成し、自己組織化のパターンを再現することを目的としている。作成した行動モデルに設定する条件やルールの違いが、どのように行動や現象に影響するかについて検討する。

2. 研究方法

研究方法として、セル・オートマトンを用いる。実際の細胞性粘菌（アメーバ）の生活サイクルをもとに、細胞性粘菌（アメーバ）が集合体となる時の行動モデルを作成した。このとき、個体数等の初期条件や、周りの環境条件によって決定される移動のルールを変更できるようにした。この結果生じる行動パターンの変化を観察し、比較検討した。

細胞性粘菌を表す人工生命として設定した微生物の個体数は二次元配列の 100×100 のセルに対し、それぞれ 5%、10%、15%、20%、30% 発生するようにした。この微生物は、セル内にある信号が発信されたら、そのセルに向かって集合を始める。信号が発信されていない場合、現時点の位置に停止せず、次のステップの移動位置を周囲 8 方向からランダムに選択して 1 セルずつ移動する。信号が発信された場合、対象となった微生物の 8 近傍に初期条件として予め設定された個体数以上の微生物が存在する場合、信号が発信されているセルへの最短ルートを選択し、1 セルずつ移動する。この条件を満たさない微生物は、信号が発信されている方向へ、3 方向からランダムに選択して移動する。初期条件として設定した個体数は 1 個体、2 個体、3 個体、4 個体とした。このように個体数、集合体形成ルールを設定し、それらの組み合わせで計 20 通りの条件でシミュレートした。

3. 結果と考察

集合体の形状は初期個体の発生をランダムに設定しているため、全ての条件において毎回異なった。形状は異なるもののその集合パターンは条件による違いが認められた。すなわち、個体数、ルールの違いにより、人工微生物が集合するパターンは変化した。人工微生物は、個体数の割合をより多くし、最短ルートを選択できる条件である 8 近傍における他の人工微生物個体数が小さく設定した場合ほど、周囲の人工微生物とくっついて、全体が波のように移動するパターンがみられた。

C A によるトマトの生長モデルの開発
- 生長ルール設定のための生育調査 -

複雑系応用工学分野 長崎 和久 (A 9 9 5 4 0 - X)

1 . 目的

日本の農業従事者は高齢化が進み、労働力の量的質的低下が食糧を確保するうえで大きな問題となり、農作業ロボット等による生産手段の確立が望まれている。

そこで本研究ではトマトの可動式ベンチ栽培におけるロボット技術を開発するため、その設計基準としてのトマト生長モデルの開発を目的としている。このため、可動式ベンチ栽培に近い様式となるプランタでトマトを栽培し、トマトの生長過程における生長ルールについて検討した。

2 . 方法

小型のビニールハウス内において、プランタによってトマトを栽培した。品種は、「ハウス桃太郎」を用いた。肥料の散布、芽かきの有無による等の条件を組み合わせ、試験区を 4 つ設け、試験区ごとに草丈、本葉(分枝)数、本葉における小葉数、開花数、着果数を測定した。また、デジタルカメラによる本葉・花房の主茎からの分化位置を調査した。

3 . 調査結果

設定した試験区ごとで草丈の伸長率は大きく異なった。肥料散布と芽かきを行ったものが最も大きな伸長率を示した。伸長率が最も小さかったものは芽かきのみを行った試験区であった。分枝数、分枝ごとの小葉数は芽かきの有無によって差が生じた。分枝数は芽かきを行ったものが多く、逆に小葉数は芽かきを行わなかったものが多くなった。肥料散布の有無によって、開花時の花の大きさ、形、色が異なった。この条件は果実にも同様に影響した。また、花房の分化位置の高低に対してもこの条件による差が見られた。

デジタルカメラによる調査の結果、本葉、花房の分化位置は不規則に分化するのではなく、4 葉で 1 回転する 4 分の 1 葉序であることを確認できた。

4 . 生長ルールの抽出・考察

栽培試験の結果、芽かきによる草丈の伸長抑制効果、分枝数の増加効果、小葉数の抑制効果が確認され、腋芽の生長抑制作用と芽かきによるトマトの生長過程における生長ルールが明らかとなった。また、肥料の散布には、芽かきとの相互作用による草丈の伸長促進効果が確認された。しかし、本研究の栽培試験から得られたトマトの生長ルールは、これまでの研究でまとめられた結果とあまり相違点はなかった。このため、今後の課題として、より多様な栽培条件を設定してトマトの生長に対する影響を明らかにし、C A による生長モデルのプログラムがより正確となるよう調査研究することが重要と考えられた。

マイコトキシンの除毒・解毒システム

農産物性システム工学分野 赤野 宗亮 (A99503-B)

1, 背景・目的

マイコトキシンは自然界で生成される最強のカビ毒として知られている。一般にマイコトキシン生成カビは高温多湿を好むものが多いので、国内産農産物が直接汚染される可能性は低いとされる。しかし近年注視される地球温暖化によりこれらのカビの繁殖エリアが温帯域へ広がる可能性も否定できず、また農産物のほとんどを海外からの輸入に依存する日本にあって、これらのマイコトキシン汚染は食糧危機にも発展すると推測される。これに対して日本では農産物のマイコトキシン汚染を解決するプロセスの研究開発は諸外国に較べて行われていない。そこで本研究では新規のマイコトキシン除毒・解毒システムの構築を試み、その基礎的特性を解明する。

2, 材料と方法

1) 除毒プロセス(農産物を水に浸漬し、マイコトキシンを溶出させる)の解明
大豆をマイコトキシンの一つであるアフラトキシン(AF)に故意に汚染させ、水が入ったリアクターに投入する。リアクター内 AF 濃度の経時変化をエライザ法により測定する。水の pH (7.3, 9, 11, 14) や温度 (20, 35, 55) あるいは攪拌条件(攪拌板の有無や固定方式)が汚染大豆からの AF 除去特性に与える影響を解析する。

2) 解毒プロセス(嫌気性消化汚泥によるマイコトキシン分解)の解明

AF 溶液と中温の嫌気性消化汚泥を混合してリアクターに入れ、リアクター内 AF 濃度の経時変化をエライザ法により測定する。汚泥の菌体濃度(TS; 0, 0.34, 0.85, 1.36%) や温度 (20, 35, 55) あるいは攪拌条件(攪拌板の有無や固定方式)が AF の分解特性に与える影響を解析する。

3, 結果と考察

1) 除毒プロセスの特性

pH 変動実験では、pH9 の時最も多量の AF を大豆から除去することができた。しかし温度や攪拌の変動実験では pH 9 の水とほぼ同じ AF 除去能を示した水 (pH7.3) を用いた。温度変動実験では、3つの温度で AF の除去量に差異は見られなかった。そこでエネルギー節約を考慮し攪拌変動実験は 20 で行った。攪拌変動実験においては、どの攪拌条件でもほぼ同量の AF を除去できた。

2) 解毒プロセスの特性

菌体濃度(TS)変動実験では、TS 値が高いほどリアクター内の AF 濃度を低下させることができた。一方、水だけの場合でも AF 濃度の低下が観察された。これは AF が水中で不安定化することに原因があると考えられる。温度変動実験では、汚泥の最適温度とされる 35 の時、リアクター内の AF 濃度が最も低下した。一方、20 においてはリアクター内の AF 濃度の低下は大きくなかった。攪拌変動実験では、どの攪拌条件でも AF 濃度の低下に差異は認められなかった。

穀物貯蔵サイロ用センサーキャリアの開発

農産物性システム工学分野 草野大輔 (A99516-X)

1. 背景・目的

農産物の自由化によって多くの穀物が海外から輸入されるようになった。それらの多くは、食糧・飼料用の穀物である。一般に輸入された穀物は密閉性の高い専用サイロに貯蔵される。しかし、カビや病害虫等に汚染された穀物がサイロ内に搬入された場合、サイロ内でそれらによる汚染が拡大し、品質低下の生じる可能性が高くなる。カビの増殖域では一般に発熱現象（ホットスポット）が見られるので、サイロ内の任意の位置で温度をモニターすることは、カビ汚染の制御に有効である。そこでサイロ内を上下移動できるセンサーキャリアを試作し、数種の穀物についてその物性やセンサーキャリアに作用する圧力を測定し、センサーキャリア開発の基礎資料とする。

2. 材料と方法

(1) センサーキャリアの圧力計測：センサーキャリアが上下移動する際にかかる圧力を測定する。

- 1) センサーキャリアにひずみゲージを取り付ける。
- 2) 穀物（大豆、とうもろこし、小麦）を実験用サイロに満たす。
- 3) キャリアを上下移動させる。
- 4) キャリアにかかる圧力を計測する。

(2) 穀物の物性測定：供試穀物の粒子形状（長軸・短軸・厚さ）、真密度、かさ密度、水分、安息角の測定を行う。

3. 結果と考察

大豆、とうもろこし、小麦それぞれについてセンサーキャリアの上下移動の際にかかる圧力は穀物の物性（表 1）によって異なった。またセンサーキャリア水平方向の大きさによっても作用する圧力は異なった。穀物の物性とセンサーキャリアにかかる圧力の関係を定量的に明らかにすることが今後の課題である。

表 1 供試穀物の物性

	形状係数			真密度 (g/cm ³)	かさ (g/cm ³)	水分 (%)	安息角 (°)
	長軸 (cm)	短軸 (cm)	厚さ (cm)				
大豆	0.690	0.692	0.540	0.935	0.727	36.6	41.02
トウモロコシ	1.227	0.788	0.313	1.440	0.743	42.1	46.02
小麦	0.593	0.313	0.274	1.143	0.799	15.2	40.77

農業用 6 足歩行ロボット搭載の DC モーター制御

計測管理システム工学分野

高島 和宏

(A99527-K)

1. 目的

私の研究課題は中国・四国地方の中山間地域に特に多い傾斜地を歩行することを目的とした農業用 6 足歩行ロボットに搭載の DC モーターを制御することである。

2. 材料及び実験内容

日本サーボ製、定格電圧が 12V・24V の DC モーターを用いた。パソコン、DA 変換ボード、電源、モーター制御回路を接続し、パソコンからの出力信号でモーターを駆動させる。電源は 100V 交流電圧を 24V 直流電圧に変換するためのものである。出力信号には C 言語によるプログラムを用いた。制御回路には MC33030P という、モーター制御用の IC を用いた。この IC は 16 本の脚を備えており、各脚にはピン番号 1 からピン番号 16 までの名前がついている。

はじめに、全てのモーターを電源装置に直接つないだ。そして、モーターが正確に回転する事を確認した。続いて、モーターのプラス・マイナスの接続を逆にすることにより、回転方向を逆にすることに成功した。次に、モーター制御回路を介してモーターを制御しようとしたが、IC から煙が上がってしまった。この失敗から、IC の取り扱いをしっかりと理解する必要があると考えた。そして、IC の説明書の理解に取り組み、以下のことが分かった。

ピン 1 とピン 8 の電位が異なる時にモーターは駆動し、互いの電位が同じ時、モーターの駆動は止まる。この電位を境に、モーターは正転から逆転、逆転から正転へと変化する。ピン 1 にはパソコンからの信号電圧が入力され、ピン 8 には可変抵抗器が接続されている。つまり、ピン 1 の電位変化範囲とピン 8 の電位変化範囲が重なり合う範囲にピン 8 の電位を可変抵抗器で調整することにより、パソコンでのモーター制御が可能になる。

以上のことを踏まえて、モーター 1 つ分の制御回路を組んだ。そして、再び、モーター制御に取り組んだ。まず、1.5V 乾電池を信号電圧に用いた。この状態では、可変抵抗器の抵抗値を変化させることにより、モーターの回転方向を制御できる。また、この時、回転中のモーターから電源を取り去ってもモーターは慣性で回転を続けた。これはモーターが正転/逆転を滑らかにを行う上で重要な機能である。続いて、電圧を調節できる装置によりモーターを制御した。この段階では、モーターの回転方向を制御する信号も送ることができるようになった。次に、波形電圧を送ることが出来る装置を用いてモーターを制御した。そして、ようやくパソコンからの信号でモーターを制御することに取り組んだ。まず、パソコンから波形電圧信号が正確に出力されているかを確認した。確認できたため、パソコンに制御回路を介してモーターを接続し、モーターの制御を行った。こうして、パソコンによるモーターの制御に成功した。

幼植物の CO₂ 交換速度測定システムの試作および ダイコン実生の PPFD - 純光合成速度特性測定

計測管理システム工学分野 藤路 陽 (A99535 - K)

1. 目的

PPFD - 純光合成速度は、光合成有効光量子束密度 (PPFD) が大きくなるにつれて大きくなり光飽和に達すると一定となる純光合成曲線を描く。実際に自分が計測したことは無く PPFD - 純光合成曲線が描けるのか興味があった。また、植物に照射される PPFD と植物が固定する炭素量の関係についても興味があった。植物を常に同一の条件で育成できる環境が制御された実験室および同化箱を製作し PPFD - 純光合成速度の計測および幼植物に照射された PPFD に対し固定された炭素量を調べることを目的とした。

2. 材料および方法

ダイコン実生 *Raphanus sativus* L. cv. Habijin を育成するための育成箱を透明アクリルおよび塩化ビニル製の板で製作した。ダイコン種子 20 粒を暗黒中 (21.4 ± 1.0) で 2 日間育成した後、発芽したダイコン実生から 10 個体を抽出し育成ポットに移植した。育成ポットを育成箱内に置き、明期 12 時間 (22.2 ± 1.1)、暗期 12 時間 (21.3 ± 1.3) のサイクルで 5 日間育成した。育成後、10 個体のダイコン実生から 5 個体を抽出し生体質量および葉面積を計測した。残りの 5 個体は、生体質量を計測後 70 , 70 ± 25 , $70 \pm 50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の PPFD 下で純光合成速度を計測した後、葉面積を計測した。純光合成速度計測は、密閉瓶に CO₂ 濃度計および T 型熱電対を挿入して製作した同化箱を使用した。同化箱内の CO₂ 濃度を 3000 ppm に設定し 30 分間で減少する CO₂ 濃度により純光合成速度を計測する閉鎖型測定法を用いた。ダイコン実生を 75 °C で 48 時間乾燥させ、乾物質量を計測した。ダイコン種子の含水率を 6.0% としダイコン実生乾物質量とダイコン種子質量の 94.0% との差をダイコン実生増加乾物質量とした。ダイコン子葉に照射された積算 PPF を求め、ダイコン実生増加乾物質量と積算 PPF の相関について調べた。

3. 結果および考察

純光合成速度の計測 1, 2 回目は PPFD が大きくなるにつれて純光合成速度も大きくなった。計測 3, 4 回目は PPFD が大きくなるにつれて純光合成速度は大きくならなかった。これは、計測 3, 4 回目で使用したダイコン実生の水分含量の個体差が計測 1, 2 回目より大きくなっていたことが原因と考えられた。純光合成速度計測時にはダイコン実生の地上部と地下部の境を切断した地上部を使用したため、ダイコン実生に水ストレスがかかった。そのためダイコン実生各々の水環境に対する順化の違いが純光合成速度計測の結果に影響を及ぼしたと考えられた。ダイコン実生増加乾物質量と積算 PPF の関係は、高い相関を示す一次関数となった。実験値により求めたダイコン実生増加乾物質量と積算 PPF の一次関数は、計算により求めた一次関数よりも小さい傾きとなった。これはダイコン子葉を透過した光量子、ダイコン子葉に反射された光量子および熱エネルギーに変換され失われた光量子が存在するためと考えられた。

野菜生産のロボットのためのマシンビジョン

島根大学生物資源科学研究科 水落 良典

1.はじめに

現在、野菜苗の生産の機械化には、大量な苗を均一に生産できるセル成型トレイを用いた育苗が有効な手法である。しかし、セル成型苗で育苗した苗は圃場に移植するまでに、欠株または生育不良を起こす場合がある。そのため、そのまま全自動移植機による機械移植を行った場合、圃場において欠株となってしまう。良質な苗を安定供給するためには、野菜苗を高品質管理できる野菜苗生産ロボットの開発が必要である。

本研究では、野菜苗の生育状況を判断するマシンビジョンが高品質管理における精度に大きく影響すると考え、育苗した野菜苗を撮影し、画像処理による生育診断を行った。

2.研究方法

2-1.育苗・撮影方法

一般的な育苗方法に準じて、128穴のセル成型トレイを使用し、ハクサイ、キャベツ、ブロッコリーを播種し、育苗を行った。発芽後、2日おきに苗を直上からデジタルスチルカメラで4株分のセルが収まるように撮影した。撮影は処理が困難になると判断し、葉齢が3齢以降は行っていない。その後、得られたカラー画像をパソコンに保存し、画像処理を行った。

2-2.画像の色データ

デジタルスチルカメラから撮影したカラー画像は、jpeg形式であり本来の色情報が若干損なわれているため、RGB情報で表されるbmp形式に変化している。しかし、カラー画

像は一般的に光などの影響により、同じ被写体であっても、同じRGBの情報を得られるとは限らない。正確な被写体の色情報を得るための手法として、本研究では、RGBから色度とHSBに変換して処理を行うこととした。

また、画像処理を行う場合、画像のサイズが大きいほど処理に負担がかかってしまう。そこで、一つの画像を4分割し、セル一つ分を4回処理することとした。

2-3.2 値化処理

苗画像から野菜苗のみを抽出し、苗の特徴を把握していくために必要な処理が2値化処理である。そのためには、2値化処理のためのしきい値を決定する必要がある。そこで、色度とHSBの2つの情報をしきい値として2値化処理を行った。

2-3-1.色度によるしきい値の決定

カラー画像において野菜苗は、他の部分に比べ緑成分が強いはずであり、緑成分の色度 g を式(1)で求めた。

$$g = \frac{G}{R + G + B} \quad (1)$$

そこで、式(1)から全画素分の色度を求め、作成したヒストグラムの谷となる部分が野菜苗とそのほかの部分との境界であると考え、谷部となる色度の値から一つずつ2値化処理を試みたところ、0.359の谷部で背景と苗が分離することがわかった。そこで、色度によるしきい値を0.359とした。

2-3-2. H S B によるしきい値の決定

H(色相)とは、色の違いを示す属性であり、赤、黄、緑、青、紫の5つで色相環を構成し、 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ で色情報を扱う。S(彩度)とは、色の鮮やかさの程度を示す属性であり、色の飽和度として色の濃度を $0 \sim 100\%$ で表現する。B(明度)とは画像の明るさを示す属性で画像の明るさを $0 \sim 100\%$ で表現する。

カラー画像の H S B の色情報を調べたところ、野菜苗の色相は $60^{\circ} \sim 185^{\circ}$ 、彩度は 30% 以上に分布していることがわかった。しかし、受光が強く明度が 60% 以上になると色相、彩度の範囲は拡大し、色相は $60^{\circ} \sim 300^{\circ}$ 、彩度は 10% 以上でも分布していた。よって、H S B によるしきい値を明度が 60% 未満の場合、色相は $60^{\circ} \sim 185^{\circ}$ 、彩度は 30% とし、明度が 60% 以上の場合、色相は $60^{\circ} \sim 300^{\circ}$ 、彩度は 10% とした。

2-4. 雑音除去

2 値化処理は対象とする苗以外の部分を雑音として残す場合がある。そこで、膨張・収縮処理による雑音除去を行った。さらに膨張・収縮処理後に残った苗以外の画素の塊をラベリングにより、画素の塊の面積をもとめ、微小面積のものを雑音として除去した。

2-5. 特徴パラメータの抽出

生育診断の特徴パラメータとして葉面積、周囲長、円形度を求めた。葉面積は苗部分の画素数を積分することで求め、周囲長は苗部分の輪郭線の画素数を積算することで求めた。円形度は式(2)で求めた。

$$e = 4\pi \frac{S}{P^2} \quad (2)$$

2-6. 面積、長さへの換算

画像から求めた葉面積、周囲長を示す数値は

画素数である。そこで1辺の長さが5mmの正方形を1辺の長さを5mm間隔で増加させ、1辺が30mmの6つの異なる正方形を撮影し、図1、図2に示すとおりそれぞれの周囲長、面積を求めることで単位をmm、 mm^2 に換算した。その結果、1mmを6.57画素、 1mm^2 を41.78画素とした。

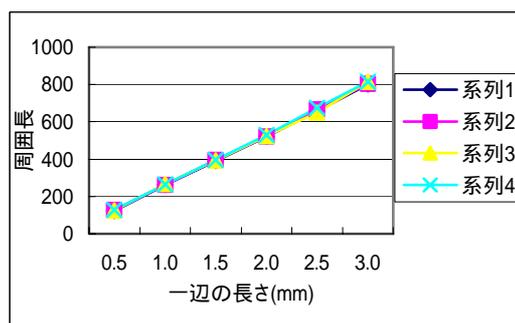


図1 正方形の周囲長

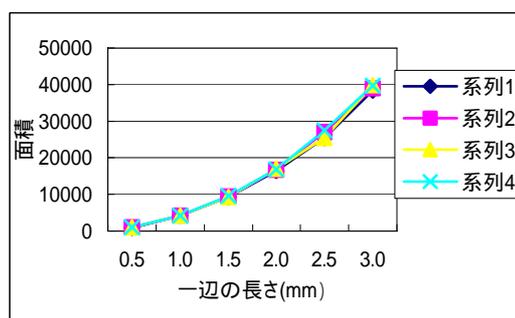


図2 正方形の面積

2-7. 生育診断

求めた特徴パラメータを、撮影日ごとに記録して生育診断に用いた。野菜苗の状態を良質苗、欠株、虫害苗、生育不良苗の4つに区分し、それぞれの状態を決定する条件を設定し、野菜苗の生育診断を行った。表1に苗の生育状態の条件を示すが、生育不良苗については本葉が生えた時期に一定の葉面積以下の苗を生育不良苗として判定することとした。

表 1 苗の生育状態の条件

	良質苗	欠株	虫害苗	生育不良苗
葉面積	増加	0	減少	-
周囲長	増加	0	増加	-
円形度	減少	0	減少	-

3.結果と考察

3-1.しきい値による 2 値化精度の違い

2 値化処理によって野菜苗を原画像通りに抽出できた苗を抽出成功苗、原画像と大きく異なった苗を抽出失敗苗とした。その結果、表 2 のように H S B をしきい値とした 2 値化処理が、色度をしきい値とした 2 値化処理に比べ、精度が高く正確な生育診断が出来ることがわかった。

表 2 2 値化処理の精度(ハクサイ)

	色度	HSB
抽出成功苗/苗数	202/256	236/256
抽出失敗苗/苗数	54/256	20/256
精度(%)	78.9	92.2

3-2. 2 値化処理の限界

雑音が多くなりすぎるために処理が出来ず、本葉 1 枚までが 2 値化処理の限界であった。また、苗同士が重なり合ったりした場合も処理が不可能であった。いずれも、2 値化は出来るものの、苗部分のみを抽出することは出来なかった。

3-3.キャベツ、ブロッコリーの 2 値化

ハクサイと異なり、キャベツとブロッコリーは葉色と茎色が同系色でないため、2 値化処理した場合、苗が分離してしまい、その後の生育診断を行うことが出来なかった。図 3、図 4 に

キャベツ、ブロッコリーの 2 値画像を示す。

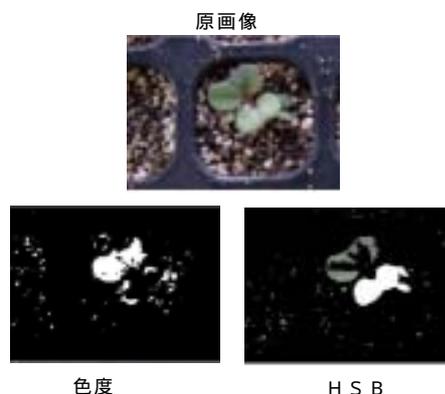


図 3 キャベツ苗の 2 値画像

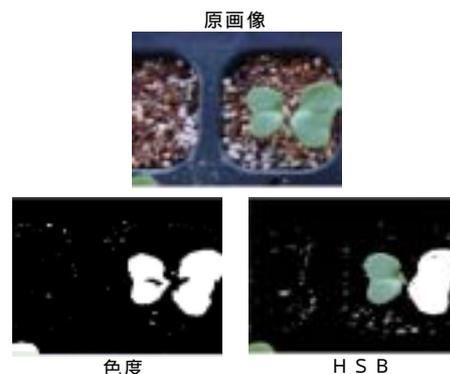


図 4 ブロッコリー苗の 2 値画像

3-4.良否判定

3-4-1.良質苗

苗が発芽してから特徴パラメータを連続的にみた結果、設定した条件により良質苗の判定が出来た。図 5、図 6、図 7 に良質苗の特徴パラメータの推移を示す。苗 3 の周囲長が発芽後 6 日目から大きく増加しているが、これは苗 1、苗 2、苗 4 と異なり、本葉が子葉と離れていたため、周囲長が余分に増加してしまったためである。

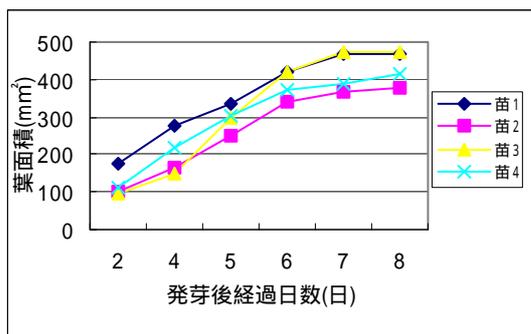


図 5 ハクサイ苗の葉面積の推移

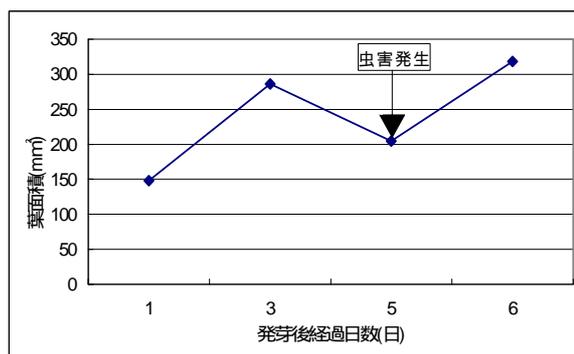


図 8 虫害苗の葉面積の推移

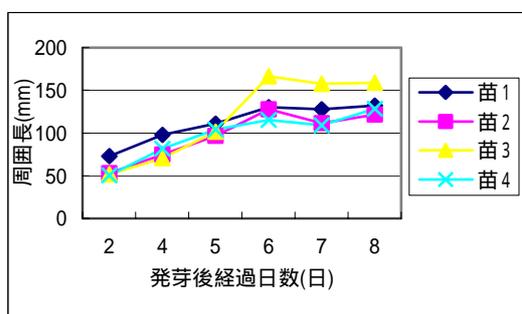


図 6 ハクサイ苗の周囲長の推移

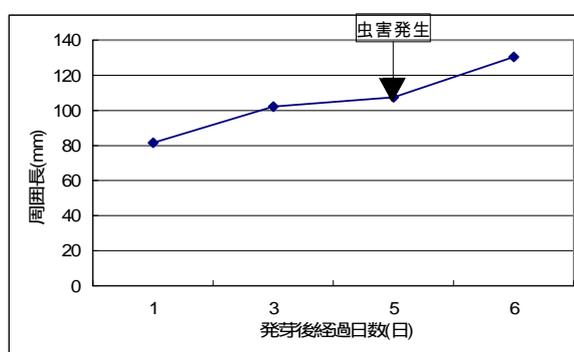


図 9 虫害苗の周囲長の推移

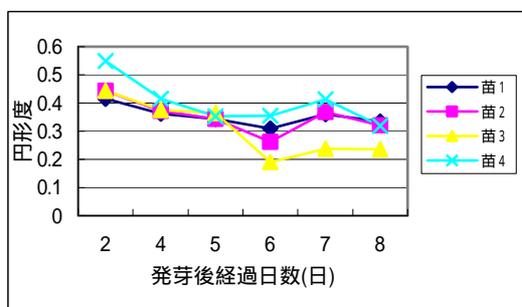


図 7 ハクサイ苗の円形度の推移

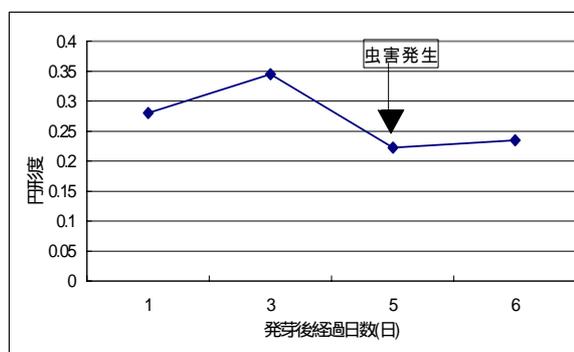


図 10 虫害苗の円形度の推移

3-4-2.虫害苗

設定した虫害苗の条件により、虫害苗を判定することができたが、葉面積のみを条件とした場合でも虫害苗を認識することが出来た。図 8、図 9、図 10 に虫害苗の特徴パラメータの推移を示す。虫害発生時の葉面積の変化が大きいいことがわかる。虫害発生後も葉面積は増加するが、生育診断の処理対象からは排除している。

3-4-3.欠株

欠株の判定は画像データから得られる葉面積、周囲長、円形度の値が 0 であるため、容易に判定ができ、その精度は 100%であった。

3-4-4.生育不良苗

生育不良苗の判定時期を本葉の生えた頃と

したが、幼苗期に比べ雑音が多くなってしまふことから、本葉の発生をデータとして捉えることが困難であった。そのため、幼苗期に生育不良苗の判定を行うことを試みた。肉眼で生育不良苗を識別し、良質苗と比較したところ、発芽後、葉面積が 50mm²以下の苗を生育不良苗と判定することができた。図 1 1 に生育不良苗を含む画像の葉面積の推移を示す。

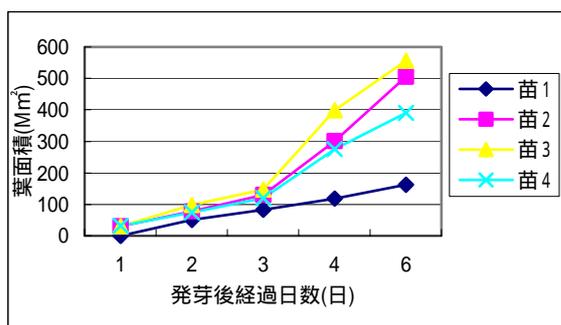


図 1 1 生育不良苗を含む苗の葉面積の推移

3-5.生育診断の精度

実験結果から、表 3 から育苗した苗 5 1 2 株のうち欠株、虫害苗、生育不良苗を含む不良苗の判定精度は 81.4%、良質苗の判定精度は 97.1%であった。これにより、本研究の良否判定の手法が有効であると考えられる。また、生育診断に用いた特徴パラメータは苗の形状から得ているため、苗を認識することが出来れば、ハクサイだけでなく、他の野菜苗にも応用が出来ると考えられる。

表 3 生育診断の精度

不良苗と判定	不良苗と判定したが良質苗	判定精度
97	18	81.4%
良質苗と判定	良質苗と判定したが不良苗	判定精度
415	12	97.1%

4.今後の課題

本研究では、野菜生産の機械化に繋がる、セル成型苗を用いた野菜苗生産ロボットのためのマシンビジョンについて研究した。

ハクサイについては 2 値化処理後、特徴パラメータを求め、設定した条件により生育診断を行うことが出来た。しかし、葉色と茎色が異なるため、キャベツ、ブロッコリーは 2 値化が出来ず、生育診断が行えなかった。

また、本葉が 2 枚以上展開した場合や、苗同士が重なり合った場合、処理対象の苗が識別できなかった。

今後はハクサイ以外の野菜苗の 2 値化処理と苗同士の重なりを識別して対象とする野菜苗のみを抽出する方法を考える必要がある。

参考文献

- 今西英雄：園芸種苗生産学、朝倉出版、1997
- 坂上 修：野菜育苗における機械化の現状と発展、農業機械学会誌、5 4 (6) : 115 - 121、1992
- 画像処理標準テキストブック編集委員会：イメージプロセッシング、画像情報教育振興協会、1997
- 長尾 真：画像認識論 コロナ社 1983
- 長谷川純一・輿水大和・中山晶・横井茂樹共著：画像処理の基本技法、技術評論社、1 9 8 6