

島根大学生物資源科学部

地域開発科学科

平成18年度

農林システム工学講座

卒業論文発表会

生物環境情報工学講座

修士論文中間発表会

修士論文発表会

卒業論文発表要旨集

日時:平成 19 年 2 月 14 日(水) 午後 1 時～5 時 30 分

場所:生物資源科学部 3 号館マルチメディア第1演習室(215 室)

平成18年度卒業論文・修士論文 発表会題目一覧

日時：平成19年2月14日(水) 午後1時開始 (13:00 ~ 17:20)

場所：3号棟202 教室

発表時間：10分 質疑応答：2分 打ち切り

竹山研究室

角 知博	閉鎖性水域の水環境改善に関する基礎的研究 — 微生物利用を中心として —
平岡 哲	閉鎖性水域の水環境改善に関する基礎的研究 — マイクロバブル技術の自然浄化作用の検証 —

喜多研究室

廣政 圭	植物を利用した水浄化システム構築に関する基礎的研究
清水 美希	GMDHによる貯水池管理手法に関する基礎的研究

土肥研究室

弓削 孝行	畦上走行のためのクローラ型台車の開発
-------	--------------------

谷野研究室

大塚 洋平	水溶液の電気伝導度計測
小西 佑果	波長組成可変光源用基板の工作
南澤 郷二	酸素誘導による水中での植物種子の発芽

休憩

トイレ休憩10分 15:00 再開

青柳研究室

井上 聖史	TOF-SIMSを用いたバイオ試料の測定法開発
杉原 佑来	スターリングエンジンによる排熱利用装置の開発
高田 美緒	BZ反応への磁界の影響の検討
津曲 岬	振動現象観察のための連続攪拌装置の開発と応用

15:52分 終了

修士論文 中間発表 (発表時間7分 質疑応答3分)

土肥研究室

岩下 幸揮	ハウス内吊り下げ式自動搬送装置の開発
-------	--------------------

谷野研究室

古江 彩	ハウス屋根面の異なる位置に配置した太陽電池の発電電力の比較
------	-------------------------------

青柳研究室

岡田 慶悟	基板上のポリペプチドおよびタンパク質のTOF-SIMSによる構造評価
-------	------------------------------------

休憩 5分

16時 30 開始 修士論文 (発表時間 20分 質疑応答10分)

土肥研究室

津川 貢一	葉菜類のための株間除草ロボットの開発
-------	--------------------

17:00 終了

17:10 講座主任 高評 終

なお 卒業論文提出は19日朝までそれぞれの担当教員へ；

その後 10:30より会議室にて判定会議を行います。

閉鎖性水域における水環境改善に関する基礎的研究 —微生物利用を中心として—

角 知博 (A035022)

1. はじめに

湖沼やため池などの閉鎖性水域では、流域からの流入および内部によって生じる汚濁物質が蓄積しやすいため、水質の改善や保全が困難な状態である。そこで、現状把握のため楽山公園池の水質のデータ収集を行い、EM 菌、アガリエ菌という 2 つの菌の事例を調べ、その 2 つの菌を用いた水環境改善に関する基礎的な実験を行い、対象の水環境の変化を調べた。

2. 研究方法

まず、島根大学校舎から徒歩 7～8 分ほどのところにある楽山公園池の水質調査を行った。その際、水質汚濁の指標となる、DO、COD、COND などの水質分析を行った。次に、好気性であるアガリエ菌が、溶存酸素を曝気によって上昇させたときと曝気させないときの浄化作用の比較実験と、EM 菌とアガリエ菌をヘドロに投与し、それがヘドロに対してどのように働きかけていくかの基礎実験を行った。また、楽山池の水が入った水槽内にアガリエ菌を投与し、溶存酸素の変化と、投与したことによる楽山池の水の状況変化を調べた。

3. 結果と考察

楽山池の水質項目は、DO 値は夏場減少し、冬場上昇するという傾向が見られた。COD 値も 50mg/L を超えるような大きい値はなく、pH も大きい変動はなかった。アガリエ菌を用いた、溶存酸素を曝気によって上昇させたときと曝気させないときの浄化作用の比較実験では、曝気を行っていないほうが、COD 値が若干ではあるが低かった。曝気を行っていないほうの水槽内の DO 値でも、アガリエ菌自体、十分活性化でき得る環境だったのではないかと考えられる。EM 菌とアガリエ菌を使ってヘドロ除去に際する基礎実験では、アガリエ菌では変化が見られなかったが、EM 菌を使用したビーカー内の表層にヘドロが浮かんできた。これは、底層のヘドロの結合が切れたことによるものだと考えられる。楽山池の水が入った水槽内にアガリエ菌を投与し、溶存酸素の変化と、投与したことによる楽山池の水の状況変化を調べた結果、投与した水槽内の DO が、投与していない水槽内の DO に比べて平均的に上昇した。

4. まとめ

本研究では、楽山公園の池を対象とし、データ収集を行い、微生物利用を通じて水環境の変化を調べた。その結果、水域の環境次第で結果が左右することがわかった。しかし、環境に対する負荷が少ない浄化材料であるため、今後の検討を充実させていくことが必要である。

閉鎖性水域の水環境に関する基礎的研究 —マイクロバブル技術の自然浄化作用の検証—

平岡 哲 (A035045)

1. 背景

日本の近年の水環境に関して、河川、下水、海域は大幅に改善されてきた。しかし、ため池など、閉鎖性水域では、あまり改善は進んでいない。閉鎖性水域では生活排水などの有機物の流入等により、水質汚濁が進んでいる。また閉鎖性水域では、水の循環が少ないため、有機物が溜まりやすく、汚濁が進みやすい。

水域に流入した有機物は分解時に酸素を消費する。そのため、閉鎖性水域では貧酸素状態になり、有機物の未分解、ヘドロの発生、生態系の崩壊による生物の減少などが引き起こされている。

2. 研究目的

本研究の目的は、マイクロバブル技術の自然浄化作用の検証である。マイクロバブルは様々な効果を持つといわれている。エアレーションによる溶存酸素の上昇はもちろんだが、一般的に使用されているエアストーンに比べ溶存酸素の上昇効率が良いということ、溶存酸素の残存性が高いともいわれている。さらに、水道水のアルカリ化、動植物の活性化、水質浄化作用などがあるといわれている。本研究はマイクロバブル技術の検証を行い、水質浄化作用を検証することである。

3. 実験内容

エアレーションによる溶存酸素の上昇率と減少率を、マイクロバブルと一般的に使用されているエアストーンと比較し、マイクロバブルの効果を検証した。次に水道水のアルカリ化について検証した。

4. 結果と考察

溶存酸素の上昇率は少しエアストーンの方が高かった。送気量の違いが大きいと考えられる。減少率はマイクロバブルの方が低く、残存性が高かった。水道水のアルカリ化実験は pH に大きな変化は無く、効果が無いか何らかの原因があると考えられる。

5. 今後の課題と展望

今後の課題としては、動植物の活性化、水質浄化作用の検証である。また、マイクロバブルは淡水、海水など、水質によって影響が異なるため、様々な環境下においてもマイクロバブルの効果があるのかを検証する必要がある。

今後の展望については、マイクロバブル技術が自然浄化に利用できれば、水環境の改善に大きく影響するだろう。なぜなら、マイクロバブルは水と空気しか使わず、環境に無害である。また、コストも低く、普及しやすいと考えられる。

植物を使った水浄化システム構築に関する基礎的研究

水利環境システム工学分野 広政 圭 (A035046)

1. 背景と目的

日本の下水道普及率は70パーセント程度であり、現在も未処理の家庭排水が河川に放流されている。家庭排水には栄養塩が多く含まれているため、河川や湖沼などに流入すると富栄養化が起こる原因の一つとなる。そのため流入する栄養塩に対して様々な対策が講じられている。栄養塩は一旦湖沼に流入すると大規模な浄化対策が必要となり、大きな河川で浄化を行う場合もまた同様である。栄養塩が小さな河川に存在する段階で取り除き、流入を未然に防止する方が効果的である。河川に適用する浄化システムについては、植物を使ったものが低コストかつ景観に優しい技術として以前から多く試みられている。本研究では生命力が強いことが知られているアップルミントを用いた浮遊型の浄化システムを作成し、システムの浄化能力を評価して実用の可能性を探った。

2. 実験方法

液肥の希釈水を2つのタンクに約44Lずつ張り、一方のタンクにのみ浄化システムを投入した。定期的に水質を測定し、両タンクの水質変動傾向を比較することで、システムの浄化能力を評価した。河川水を供試原水に採用した場合、放置しておくだけでも水質測定値が変動することが予想される。これは、河川水中に含まれる生物化学的に分解されやすい物質が微生物によって分解されることや、浮遊物の沈殿が起こることなどが要因である。河川から採取した水を実験に用いた場合、システムの浄化能力を評価することが難しくなる。よって本実験では、水質が比較的安定することが予想される液肥の希釈水を用い、システムの浄化能力を簡易的に評価することとした。栄養塩濃度は、平成14年度の松江市の河川水質データを参考にし、供試原水を、全リン濃度が河川水質データの全リンの最高値に近い値になるように作成した。水質のほかにはアップルミントの成長過程をカメラで撮影し、写真をデータとして保存した。

3. 実験結果

浄化システムを含むタンクから採取したサンプルの水質は硝酸態窒素、アンモニア態窒素はそれぞれ0.5mg/Lから0.0mg/L、0.30mg/Lから0.00mg/L、リン酸態リンでは0.34mg/Lから0.01mg/Lまで低下した。浄化システムを含まないタンクでは水質の値はほぼ変化がなかった。

またアップルミントは実験期間を通じて枯死することなく、側芽を伸ばし、根を長く成長させた。

4. まとめ

実験の水質測定結果から本システムの浄化能力を伺えた。冬季の低温と水耕栽培という厳しい環境下で成長し続けたアップルミントの生命力には特筆すべきものがある。この生命力からアップルミントは浄化植物として十分に実用可能性があると考えられる。今後はシステムの浄化能力の厳密な評価や、さらに水面でのシステムの水理学的な安定性向上のための改良などを行うことが望ましい。

GMDHによる貯水池管理法に関する基礎的研究

水利環境システム工学分野 A035069 清水 美希

1.背景と目的

水資源は有限な資源と異なる循環資源であり、私たちが利用できる水資源の大半は降雨によってもたらされる。しかし、わが国は急流河川が主で、融雪期、梅雨期および台風期には洪水が起こり、その他の季節には雨量が少なくしばしば渇水被害を受けている。また、私たち受益者の水需要も気候等の影響を受け、変動する。そのため、貯留施設を設け、水を確保しなければならない。このように、降水量は地域的、時期的に変動し、水需要も気候等の影響を受け変動する。需要に対し水を安定して供給するためには貯水量変動状況を考慮した貯水池管理が必要である。また直接貯水量変動に関係するのは、流入量、放流量であり、そのためには貯水池の流量、放流量を予測する必要がある。本研究は、3カ年計画で行い、実在する2つの貯水池、布部ダムと山佐ダムのデータを用いて、GMDH (Group Method of Data handling)による貯水池の流入量、放流量の予測を行う。今回は、GMDH について文献を調査し、またその他の貯水池管理手法とGMDHを比較した。

2.これまでの研究

比較対象は、LP(線形計画法)、DP(動的計画法)、NLP(非線形計画法)の3つの貯水池管理手法である。

LPは制約条件と目的関数が線形である問題を解く際に適用する手法である。非線形問題も反復法あるいは近似計算によって線形化し解くことができるが、一旦、問題を線形化しなければならないので手間と時間を必要とすると考える。次に、DPであるが、目的関数や制約条件の自由度が高いため、線形問題だけでなく、非線形問題も解くことが可能である。しかし、変数が増加するほど、計算量が指数乗的に増大するという、いわゆる次元の呪いのために、変数が多いシステムに適用することは不向きであると考えられる。NLPは目的関数や制約条件が非線形である問題を解く手法である。各制約条件において、目的関数の極値が一つとは限らず、いくつもの局所最適値に陥ることがあるため、必ずしも真の最適値を取るとは限らないという欠点がある。

貯水池管理問題はたいてい、多くの変数と制約条件を持ち、しかもそれら相互の関係が非線形の場合が多い。GMDHは、発見的自己組織化に基づいた手法である。複雑な非線形問題でも、少ない入出力データを用いて、同定・予測が可能であり、多くの変数の中から適切な変数を選ぶことができ、変数が多くても計算量が少なくすむといった特徴を持っている。また、いきなり完全記述式を解くのではなく、部分記述式を解いて中間変数を発生させるという段階を重ねて完全記述式に至るので、大容量の計算機を用いなくても小型のものでも十分計算可能である。

このように、GMDHは上記の管理手法の欠点を克服しており、本研究目的である、貯水池の流入量、放流量の予測に適用可能であると考えられる。

3.今後の予定

山佐、布部の両ダムのデータを整理し、実際にGMDHのアルゴリズムを構築し、流入量、放流量の予測を行い結果を分析する。

畦上走行のためのクローラ型台車の開発

A035063 弓削孝行

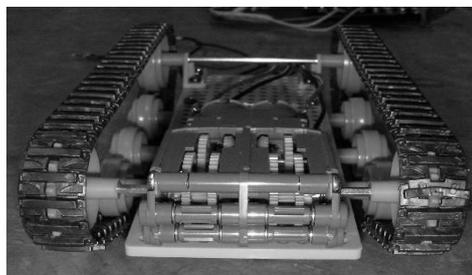
1. はじめに

ほ場における畦畔は隣接するほ場との境界というだけでなく、土壌流出の防止・作業用通路・用水路の確保・水田における止水と多面的な機能を持つ。また、一般に畦畔は様々な草で被服されることでこれらの機能を保持しており、これの維持管理として畦草刈りは病害虫発生防止や日照・通風の確保という点でも不可欠な作業といえる。しかしながら、これらの作業は半人力的な動力刈り払い機での方法がほとんどであり、傾斜地での利用は重労働かつ危険作業として強く改善が求められている。畦畔管理にはこのほかに雑草に換わって草丈の低いグランドカバープランツを利用する耕種的方法やトラクタに取り付ける大型の作業機等の開発も進められているが適用範囲が限られ十分な解決には至っていない。

このため、刈り払い装置を移動させ、畦上を走行できるクローラ型台車を開発し、これらの作業の軽作業化を図ることとした。そこで、まず遠隔操作できるクローラ台車を試作し、クローラの走行性について検討することとした。

2. 材料及び方法

ゴム製クローラによる走行台車のモデルとして、全長：175mm、全幅：148mm の車両を試作した。クローラは幅：18mm のものを車両の両側に取り付けた。クローラの接地長は 120mm とした。車輪の駆動は左右独立した 2 つのステッピングモータで行う。モーターはモータードライバにより正逆転及び位置制御される。全体の制御は Robocube によって行うこととした。制御システムは無線ブロック 2 台、タッチセンサブロック 1 台、センタブロック 1 台、超音波センサブロック 1 台、電源用電池アダプタ 1 個で構成した。



制御用プログラムはタイル言語で走行試験し、C言語で開発することとした。

図 クローラ台車のモデル

3. 結果と考察

Robocube による制御システムで構築し、9VのDC電源で駆動する走行台車が試作できた。台車はタッチセンサの情報をキャッチして、その接触位置により前進、左折、右折、その場旋回、後進が行えた。また、超音波センサを取り付けることにより、障害物を検知して停止し、その後 20mm 程後進して、次のタッチセンサからの指令を待つという機能を持たせることができた。今後は、このモデルを用いて重心位置と走行安定性、土壌の粘度別走行性について検討する。

水溶液の電気伝導度計測

大塚 洋平 (A035009)

1. 緒言

乾燥地における農業では、塩類集積が問題となっている。塩類集積を起こさないためには適切な灌漑計画が必要である。その目的のために様々な研究手法があり得るが、ここでは土壌中の水分移動に伴う塩分移動を明らかにするための研究を計画した。その研究を実施するために、本卒業論文では微少領域の塩濃度を多点計測可能なセンサーを開発することを目標とした。既製品の電気伝導度計も存在するが、微少領域の塩濃度を計測するためにはプローブの部分が大きすぎる、また、多点計測するためには計測器の値段が高すぎるという問題がある。そこで、本研究ではプローブを自作し市販のプローブと一定の対応関係をもたらすような新しい方法の開発を試みた。

2. 方法

自作したプローブの形状から理論式を導出した。次に、その理論式を評価するための実験を行った。

3. 結果

理論値と実験値に 1000 倍以上の差があった。その差の原因が理論式の間違いであるか、測定の問題であるか、あるいはその両方であるのか、確証が得られなかった。そこで、プローブの形状を単純化し、教科書の式と実験値を比較した。しかしながらやはり 1000 倍程度の差が生じた。簡易なプローブを実現するためには、計算式の導出および測定方法の見直しが必要であるといえる。

謝辞 本研究テーマは島根大学生物資源科学部地域開発科学科地域環境工学講座木原康孝先生から授かった。記して謝意を表す。

波長組成可変光源用基板の工作

小西 佑果 (A035068)

1. 緒言

分光エネルギー分布を制御可能なシステムが開発されれば、種々の光環境下における生物の反応を調べることが可能となる。本研究では、そのような分光エネルギー分布に対する生物の応答を明らかにするための、分光エネルギー分布制御光源システムの開発を目的とした。そのために、一定の領域に多数の発光ダイオードを配置可能な基板を製作し、発光ダイオードを実装して発光を確認することを、本卒業研究のゴールとした。

2. 方法

多色の発光ダイオードを数百個配置するデザインを考案した。そのデザインにしたがって、発光ダイオードを配置可能な基板を自作した。単一の電源で多色の発光ダイオードを点灯させるための調節回路を設計し、製作した。

3. 結果

多色の発光ダイオード数百個を1枚の基板上に実装し、点灯することを確認した。今後、分光エネルギー分布の計測と制御を実施する。さらに、発光ダイオードからの発熱を除去する仕組みを考案する。

酸素誘導による水中での植物種子の発芽

南澤 郷二 (A035060)

1. 緒言

植物種子の発芽には、水分、一定の温度、酸素が必要である。種子は水の中に浸してしまうと呼吸を妨げられ、発芽しにくくなる。そこで、物理的方法により強制的に水中に酸素を誘導することによって水の中にある種子を発芽させることを目的としてこの研究を行った。

2. 方法

発芽実験期間中に、種子を冠水させた容器の水が蒸発すると種子が空気中に出てしまうので、蒸発を防ぐために高湿度の作出が必要であった。そこで、高湿度作出装置を作成した。アクリル製デシケータ内にエアポンプで湿度の高い空気を送り込んで高湿度を作出した。湿度センサーをデシケータ内に置き、相対湿度を計測した。気温はヒーターを on-off して 25℃に制御した。容器にミズナの種子を置き、3 mm の高さまでイオン交換水を注入して冠水させた。暗黒で、考案した物理的手法を適用し、実験開始から 40 時間後に種子の観察を行った。

3. 結果

装置内の相対湿度を実験期間中 70%以上に保つことができた。これにより、容器からの水の蒸発が抑制されて、40 時間にわたって種子を冠水状態に保つことができた。考案した物理的方法によって、植物種子の発芽が影響を受けることはなかった。したがって、本方法は改良されなければならない。

飛行時間型二次イオン質量分析を用いた バイオ試料の測定法の開発

生物物理研究室 井上 聖史

1. 緒言

試料表面の特定物質の分布をイメージングできる手法としては、飛行時間型二次イオン分析法 (TOF-SIMS) が優れているが、バイオ試料への応用は始まったばかりである。TOF-SIMS は、物質表面に一次イオンを照射し発生した二次イオンを測定することで試料の表面の情報を高感度に得られる二次イオン質量分析法 (SIMS) の一つである。

本研究では植物試料のイメージングが簡便に得られる最適条件を検討する。また、一般に生体試料に多く含まれる炭化水素や炭素のイメージから、顕微鏡的な画像も得られるが、この最適条件も同時に検討する。

2. 実験方法

入手しやすく発芽までの期間が短い大根の子葉をモデル試料に選んだ。大根の種を暗所で発芽させ、半数はそのまま暗所に、もう半数は日光下に静置し、子葉が開くまで育てた。各試料を凍結乾燥させた後、各試料の子葉の断面を TOF-SIMS で測定し、得られたスペクトルを各条件別に比較した。

3. 結果および考察

3.1 ピーク同定

正二次イオン測定で得られたスペクトルの解析では、測定範囲と測定時間を統一して行なった。日光下・暗所の試料それぞれの特異的なピークを選出し、次にクロロフィルとプロトクロロフィリドの構造に着目して、選出した特異的二次イオンピークの物質同定を行なった。しかし、スペクトル上では特異的といえるほどのピークは見つからなかった。そのため、両条件間で差のあるピークを選出し、物質同定を行なった (表 1)。

3.2 イメージング

次に、先ほど選出したピークのイメージングを行なった。その結果、選出した日光下の試料のピークから、暗所の試料には出にくく、日光下の試料に多く存在すると考

えられる物質を発見し、明確な違いがわかる二次イオン像を得ることができた (図 1)。

表 1. 各試料の条件に起因するピークと同定した物質

試料	m/z	化学組成
日光下	22.99	Na
	91.05	$C_4H_{11}O_2$
	416.03	$C_{28}N_4Mg$
暗所	12	C
	13	CH
	39.95	Ca
	86.11	C_6H_{14}
	413.26	$C_{25}H_{41}N_4O_2$

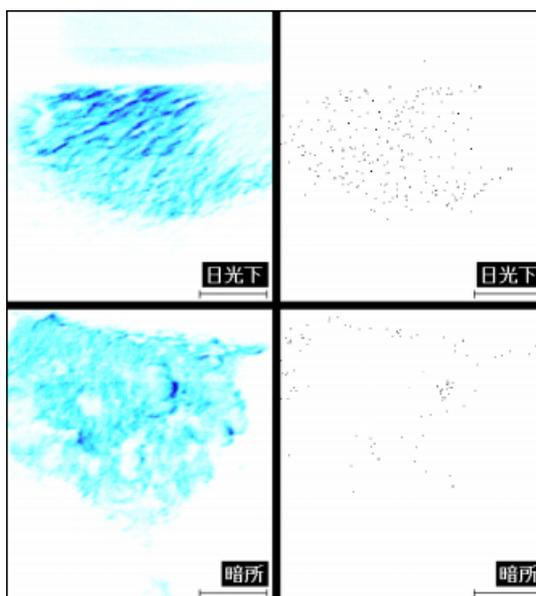


図 1. (左) トータル二次イオン像
(右) $m/z=416.03$ の二次イオン像

4. 結言

TOF-SIMS によるバイオ試料の測定では、得られた二次イオンスペクトルから生育条件の違う試料を区別することができ、さらにイメージングを行う事によって、二次イオン像から生育条件の違いを視覚的に観察することが出来た。

スターリングエンジンによる排熱利用装置の開発

生物物理研究室 杉原 佑来 (A035021)

1. はじめに

世界的にエネルギー消費は伸びている。現在エネルギー資源として使用されている石油、天然ガス、石炭などの化石燃料は非常に効率の良いエネルギー資源である。しかし世界の人口が増え、エネルギー消費が増える中、既存の化石燃料の争奪戦がますます激しくなることが予想される。そこで、安全、低騒音、低振動、そして排ガス中の汚染物質も少ないスターリングエンジンに注目する。本研究の目的としては、日常生活では捨てられる排熱を利用して動かすスターリングエンジンによる発電装置の完成を目指す。

2. 研究の進め方

- ① スターリングエンジンを数種類作製する。作製したエンジンを、最初はバーナー等を使用し十分な温度差を得て動かす。
- ② モーターを使用した発電装置を製作する。スターリングエンジンでタービンを回せるよう改良した後取り付ける。
- ③ 排熱を効率よく利用できるよう改良する。

3. 結果・考察

3-1. スターリングエンジン作製

2ピストン形とディスプレイサ形のスターリングエンジンを作製した。結果は、2ピストン形は手動で車輪を回すと滑らかにピストンが動いたが、バーナーで熱し温度差を利用するとピストンは連続的に動かすことはできなかった。原因は、ピストン部分の空気漏れによって空気移動の効率が悪くなったこと、車輪を厚紙で作製したことでステンレスの車軸との接着が悪く

位相差がずれること、が考えられる。ディスプレイサ形も同様に熱によって動かすことはできなかった。原因はピストン内に無効な空間が多かったため、熱の交換が上手くできなかったことが考えられる。

3-2. 発電システムの開発

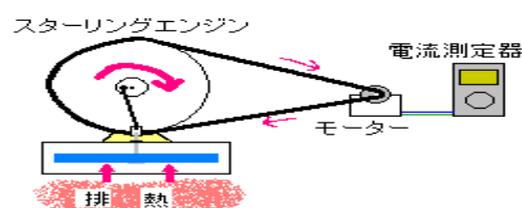


図1. 実験方法

図1の様にディスプレイサ形と小形モーターを輪ゴムでつなぎ、電流が流れるか実験を行った。エンジンはストーブで熱した鉄板の上に置き、動かした。結果は、0.2~0.9mAの電流を発生させることができた。

4. 結言

排熱によって温められた平面があれば、そこに底が平らなディスプレイサ形スターリングエンジンを置くことで、その排熱を利用することが可能であることがわかった。エンジンのフライホイール(回転盤)をもっと大きなものにし、できるだけエンジン・ゴム・モーター軸の間の様々なロス(摩擦やすべり)を無くすことで、まだまだ出力を上げることが可能であると思われる。

5. 参考文献

- 1) 松尾政弘、スターリングエンジン製作マニュアル、誠文堂新光社、東京、2001年
- 2) 平田宏一、大人の科学マガジン、Vol.10、pp51-55、学習研究社、東京、2006年

BZ 反応への磁界の影響の検討

生物物理研究室 高田 美緒 (A035024)

1. 背景・目的

ベローゾフ・ジャボチンスキー (BZ) 反応とは、生命活動のモデルとなる化学反応である。金属触媒、酸化剤、還元剤、酸の 4 種類の化合物を混合することによって酸化還元反応がゆっくりと周期的に進行する。この BZ 反応の変化に対して磁界がどのような影響を示すのかを調べる。その結果から磁界の生体に及ぼす影響について知ることができる可能性がある。また、BZ 反応は自己組織化をする化学反応系でもあり、近年利用が進んでいる自己組織化材料の制御への応用も期待される。

2. 実験方法

BZ 反応のリズムへの磁界の影響を調べるために、磁石(NdFeB)を用いた。反応溶液の近くに磁界曝露を作り出し、リズムの観察を行った。観察の際にはビデオカメラで撮影し、後に解析できるようにした。反応溶液には金属触媒としてフェロイン、酸化剤として臭素酸ナトリウム、還元剤としてマロン酸、酸として硫酸を用いた。反応開始までのラグタイムを短縮させるために臭化ナトリウムを加えた。反応溶液は物質の密度を均一にするために、10 秒間スターラー (MULTI STIRRER,ASONE) を用いて攪拌した。実験には三角フラスコ、シャーレ、試験管の三種類の容器を使用した。容器や磁石の数を変えて実験・観察を行い、BZ 反応の時間のリズムと空間のリズムの両面から磁界曝露の影響を検討した。

3. 実験結果・考察

三角フラスコ、シャーレでは磁石の有無による明確な違いは観察できなかった。三角フラスコについては磁石が有るほうが反応周期が一定となる傾向が見られた。しかし、時間とともに磁石無しのフラスコも安定しており、磁石の影響とは言い難い。シャーレでの実験は溶液の対流等の影響が大きく、磁石の影響を観察することが出来なかった。試験管を密閉した状態で実験を行うと三次元的なパターンが見られた。磁石のN極とS極を試験管に向かい合わせに設置すると、磁石の間で Fe(III) に由来する青が磁力線の分布に類似して観察された。フェロインが強磁性であるために磁石に引き寄せられた為だと考えられる。また、らせん状に進む色の変化が、磁石有りの試験管では試験管の下方で崩れている様子が観察できた。これは、BZ 反応中の酸化還元反応における電子の授受が磁石により影響を受けているのではないかと考えられる。そのため、らせん状に伝わってきた化学反応波が形を崩し、磁石の力の強い試験管側面へと反応が伝わっているように見える。

4. 今後の課題・推薦

三角フラスコにおける時間的なリズムへの影響、シャーレにおける空間のリズムについても効果的な実験方法を考案すれば、磁界の影響を観察できる可能性がある。また、鉄ではなくルテニウム錯体を用いた BZ 反応や他の振動現象との磁石の関係についても観察を行うことが必要であると考えられる。

振動現象観察のための連続攪拌装置の開発と応用

生物物理研究室 A035029 津曲 岬

1. はじめに

細胞の集合、心臓の鼓動のリズム、動物の縦縞模様などの自己組織化の現象は、一見ばらばらに思えるが背後には共通した原理が潜んでいると考えられている。このような生物の自己組織化現象についての研究は、社会学・生物進化学・経済学・コンピュータサイエンスなどさまざまな分野で広がりを見せている。自己組織化とは、細胞が物質やエネルギーの流れがある非平衡状態において互いに影響し合うことにより起こる現象である。

本研究では、この生物の自己組織化と同じように、非平衡化において時間的・空間的秩序を持つ化学反応(これを振動反応という)をネットワーク化した際の相互作用を観察・研究する。

前回は Belousov-Zhabotinsky(BZ)反応を用いて観察・実験を行ったが、多量の臭素発生により身体的に危険かつ視覚的にも観察が不可能であったため、今回は Briggs-Rauscher(BR)反応を用いて研究を進めた。BR 反応は BZ 反応と同じ振動反応である。ただし、BZ 反応が赤→青と周期的に変化するのに対し、BR 反応は無色→褐色→青(黒青色)→無色と色の変化を繰り返す。また、その周期は 5~20 秒と短く、青への変化は瞬時に起こるため観察しやすい。

連続攪拌装置(CSTR)については、前回までの問題点を解決するため、いくつかの材料の変更を行った。また、前回までは一つであった反応槽を 3 つにし、サークル状につなげた状態で実験を行った。

2. 実験方法

BR 溶液①・②・③それぞれが入った CSTR の溶液槽 A・B・C、このチューブのピンチコックを開き、反応槽 A に連続的に溶液を供給する。

しばらくすると、混合された反応液は高低差により 3 つの反応槽間を循環し始める。この様子を観察・研究する。

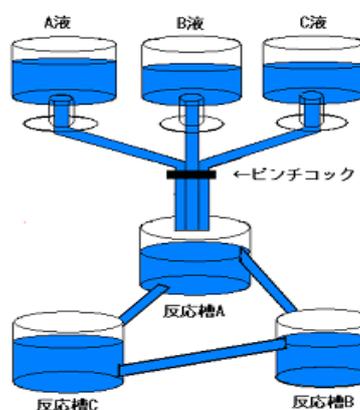


図1. 反応槽を連結させた CSTR

3. 結果および考察

連結させた反応槽間のチューブで所々液詰まりが見られたが、反応槽内では反応液の分離が観察された。これは、反応槽をサークル状に連結させたことにより、経験が異なる反応液が同じ反応槽内に存在する環境が作り出されたためと考える。

4. 課題

- ・ CSTR のチューブ間の液詰まりの解消
- ・ 反応環境(条件)の複雑化
- ・ 温度管理

5. 参考文献

三池秀敏(著)『非平衡系の科学Ⅲ』 P36~43 講談社サイエンティフィク 1997年(他)

1 はじめに

近年、農薬を使用しない除草技術の確立が要望されている。本研究では、株間除草ロボットにおける画像処理プログラムと除草ハンドを開発した。従来の画像処理法では、作物と雑草が重なった部分を識別することが困難であった。そこで、本研究では、ブロックごとに作物と雑草を判別する画像処理手法を開発した。また、雑草を根ごと引き抜くことにより、除草効果を長期間持続させることができる除草ハンドを作成し、その効果を調べた。

2 ロボットの概要

ロボットの形状は、直角座標マニピュレータを搭載し、畝をまたいで走行する形状にした。図1に株間除草ロボットの構成を示す。株間認識のための画像は、畝上からデジタルカメラで撮影した。画像データはUSBケーブルを介してノートパソコンに保存した。除草ハンドは直角座標マニピュレータのZ軸の下端に取り付けた。直角座標マニピュレータの作業領域は、X軸が790mm、Y軸が620mm、Z軸が450mmである。

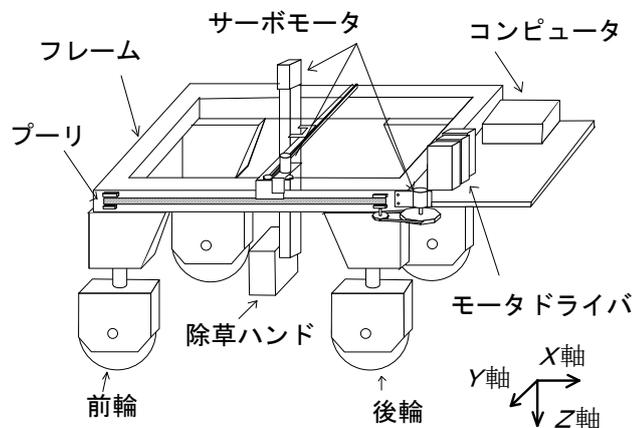


図1 株間除草ロボットの構成

3 画像処理プログラム

入力画像を植物体と土壌に二値化した後に、X軸方向、Y軸方向にそれぞれ32分割したブロックを作成する。ブロック内にある植物体の割合が、85%以上であれば「作物」、85%～20%であれば「雑草」、20%以下であれば「土壌」と識別し、メモリに保存する。ブロックのデータを元にラベリングして作物を検出した後に、除草ハンドの作業位置を設定する。
試験方法：キャベツを定植した圃場にてデジタルカメラで画像データを撮影した。雑草が発芽し始めてからキャベツが株間を覆うまでの期間である定植後7日から38日までを対象に株間の検出試験を行った。

試験結果及び考察：従来の画像処理手法では、作物と雑草が重なった部分を識別することが困難であった。これは作物と雑草の二値画素が連結してしまい、正確にラベリングすることができなかったためである。開発したプログラムでは、「作物」「雑草」「土壌」の3つに分類することにより、連結はほとんど見られなかった。そのため、雑草が繁茂している

画像からも作物と雑草を識別できた。また、開発したブロック処理により、画像データを1/300に縮小することができ、株間の検出時間を大幅に短縮することができた。さらに、除草ハンドの作業領域から株間を検出するアルゴリズムを作成し、除草位置を自動的に検出することが可能となった。



図2 雑草が繁茂している画像

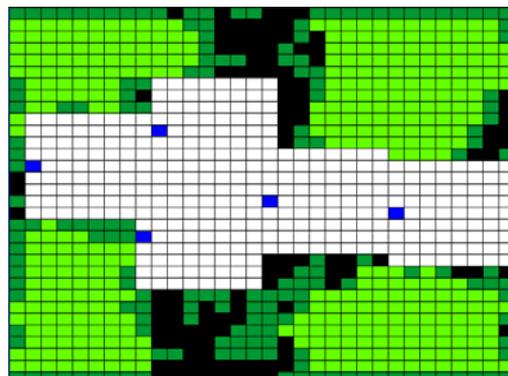


図3 株間を検出した画像

4 除草ハンド

4.1 除草ハンドの構造

開発した除草ハンドは回転軸に取り付けられた除草爪と、DCモータ、フレームによって構成される(図4)。長さ50mm、幅15mmの除草爪を8本とりつけ、この装置を1回転したときの除草領域は、奥行き100mm、幅100mmである。除草爪の先端には突起を設け、雑草を引っかけて引き抜きやすくした。この除草爪を正転、逆転することにより、雑草に二方向からの力が加わるようにして引き抜く。回転軸の駆動は、定格出力4.5Wの小型DCモータを用いた。

モータドライバには、東芝TA7257Pを使用した。二つのI/Oポートから受け取ったデジタル信号により、モータが正転、逆転、ブレーキ、停止する。除草爪が作物を損傷するのを防ぐため、ロータリー部分にプラスチックのカバーを取り付けた。

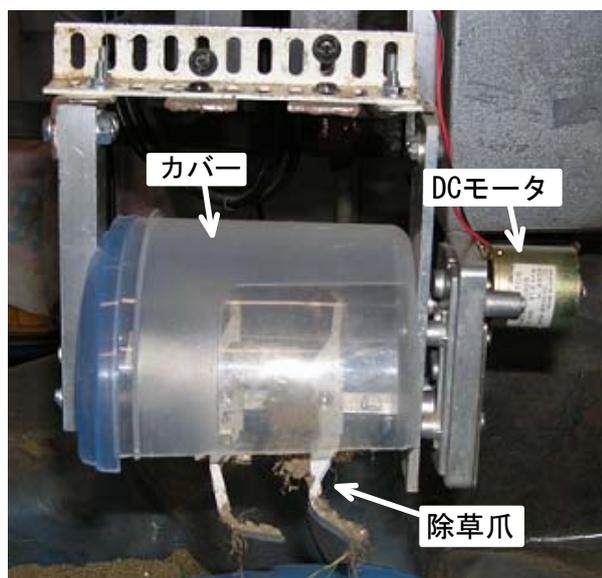


図4 除草ハンド

4.2 雑草の除去率

試験方法：試作ハンドの除草精度を検討するため、モータの回転数を30.8rpm、61.6rpm、

70.4rpmの3水準で除草実験を行った。各回転数のモータで5区画ずつ、耕耘時間を4秒、8秒でそれぞれ除草した。測定する除草範囲は作成した除草ハンドの1回分の除草面積である10cm×10cmとした。実験は圃場を耕耘から2週間後に行った。

試験結果及び考察：表1に除草時間8秒と除草時間4秒の除去率を示す。圃場には1～20cm程度の雑草が除草ハンド一回分の除草面積に約5本生育していた。除草時間8秒の場合、61.6rpm、74.0rpmでほぼ100%除草できた。また、除草時間4秒の場合、61.6rpmで100%、74.0rpmでは87.5%の除去率であった。74.0rpmのモータではトルクが不足して土壤に除草爪がかかったときにモータが停止することがあったため、除去率が低下した。61.6rpmのモータを使用した場合、雑草1本あたり1.6秒で除草したことになる。いずれの雑草も根ごと引き抜くことができたため、作成した除草ハンドでは61.6rpmが除草に適していると判断した。

表1 雑草の除去率(除草時間：8秒)

	30.8rpm	61.6rpm	74.0rpm
除草前の雑草数(本)	24	25	27
除去した雑草数(本)	22	24	27
除去率(%)	91.7	96.0	100

表2 雑草の除去率(除草時間：4秒)

	30.8rpm	61.6rpm	74.0rpm
除草前の雑草数(本)	22	21	24
除去した雑草数(本)	22	21	21
除去率(%)	100	100	87.5

4.3 除草効果

試験方法：試作ハンドと手作業の除草効果を比較するため、除草後の試験区をデジタルカメラで撮影し、雑草の被覆率の変化と雑草の生長を調べた。また、除草から38日後の雑草量を計測し、除草効果を比較した。測定する除草範囲は50cm×50cmとした。除草時間は除草ハンドを使用した場合は約100秒、手作業の場合は約6分かかった。

試験結果及び考察：表3に除草から38日後の雑草量を示す。手作業では、雑草が根ごと取り除かれていたため雑草の再生が少なく、雑草量は極めて少なかった。これに対して、改良型ハンドでは十分に根が切られず再生した株が多くみられた。雑草の生体量は手作業の約2倍であった。しかし、除草ハンドを用いた場合の雑草量は、無除草区に比べ約5分の1に減少し、雑草の生長も遅れており、除草効果が認められた。また、従来型ハンドに比べ約7割程度まで減少しており、除草効果は向上している。

表3 除草から38日後の雑草量

	改良型ハンド	従来型ハンド	手作業	無除草
雑草量(生体重 g/2500cm ²)	120.1	164.6	54.0	573.0
雑草量(乾物重 g/2500cm ²)	12.9	15.2	1.1	52.1

図5に雑草の被覆率の変化を示す。38日後の雑草の被覆率は改良型ハンドで51%、従来型ハンドで71%、手作業区で44%、無除草で95%あった。改良型ハンドでは、従来型ハンドより被覆率を20%抑えることができ、除草効果は向上している。

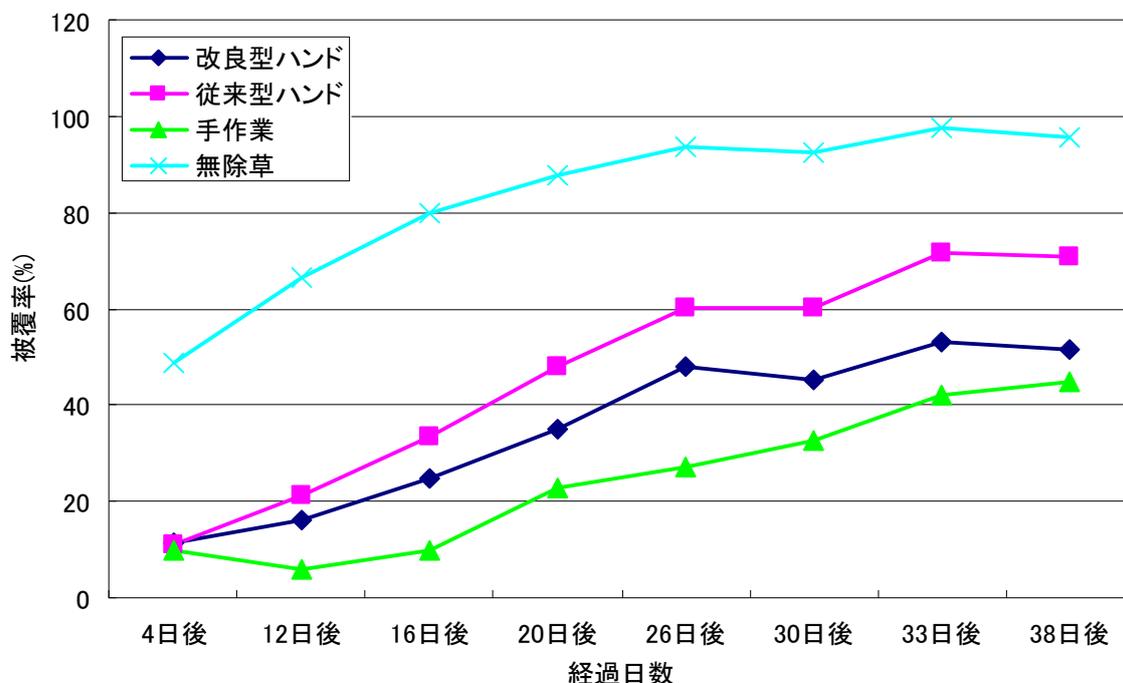


図5 雑草の被覆率

5 まとめ

本研究では、デジタルカメラの画像から株間を検出する画像処理システムとロータリー型の除草ハンドを試作した。これを適用してロボットによる株間除草を試み、以下のような結果を得た。

- ①ロボットは直角座標マニピュレータを搭載し、畝をまたいで走行する形状にした。
- ②開発した除草ハンドは除草爪の先端に突起を設けることにより、雑草の茎葉部を切断することなく引き抜くことができた。また、回転数61.6rpmのモータを使用して、除草時間4秒の正・逆転で10cm×10cmの面積内にある雑草を100%除去することができた。この除草ハンドを用いた場合、38日後に残存している雑草量は無除草に比べ約5分の1に減少し、除草効果が認められた。
- ③開発した画像処理プログラムでは、ブロックごとに作物と雑草を判別する画像処理手法を開発し、雑草が繁茂した状態でも識別が可能となった。また、画像データを1/300に縮小することができ、株間の検出時間を大幅に短縮することができた。さらに、除草ハンドの作業領域から株間を検出するアルゴリズムを作成し、除草位置を自動的に検出することが可能となった。