

ミジンコ遊泳阻害リアルタイムモニタリングシステムの 中学生向け理科教材としての活用

高山 勝己*、平井 恵子

*福井工業高等専門学校物質工学科 (〒916-8507 福井県鯖江市下司町)

*takayama@fukui-nct.ac.jp

Application of a real-time monitoring system using *Daphnia* as a tool for environmental education

Katsumi TAKAYAMA* and Keiko HIRAI

*Department of Chemistry & Biology Engineering, Fukui National College of Technology

(Geshi-cho, Sabae-shi, Fukui 916-8507, Japan)

(Received August 1, 2013; Accepted August 28, 2013)

Abstract

In this paper, we introduce a real-time monitoring system for the toxicity assessment of chemicals using *Daphnia* as an educational tool to encourage an interest in science among junior high school students. The swimming behavior of *Daphnia* is observed through a web camera after a toxic substance is added to water. The toxicity level of the chemicals is estimated from the survival time of *Daphnia* in the water containing the toxic substance.

Keywords: Real-time monitoring system, Toxicity assessment, Environmental education

1. はじめに

高専ではさまざまなコンテストが開催されている。全国高専ロボットコンテストはその代表格であるが、ほかにもプログラミングコンテスト、ブリッジコンテスト、デザインコンテスト、小水力発電コンテストなど高専に設置されている各専門分野（機械、電気、電子情報、環境都市）に応じたコンテストが提案され実施されている。

その反面、化学・生物系（物質工学科など）の学生が力を発揮できるコンテストは少ないのが現状である。化学グランプリや生物グランプリといったコンテストはあるが、高専の教育方針にある“ものづくり”という観点からは遠いと感じている。

昨年、鈴鹿高専の主管で、全国高等専門学校小・中学生向け理科学技術教材開発コンテストが発足した[1]。主旨は、高専生が日頃の学習研究の成果を活かして、中学生のために理科や技術の理解を進めるあるいは、興味を抱かせるための実験教材を作るアイデアと実現力を競うというものである。鈴鹿高専の他に、福井高専を含む他11高専が協力して開催された。

我々は、これまで、ミジンコを用いたリアルタイム動画処理簡易毒性試験装置の開発に取り組んできた背景をもつ[2,3]。そこで、このコンテストへの応募を契機に、本装置の小・中学生向け理科教材としての適用を検討したので報告する。

2. ミジンコ遊泳阻害リアルタイムモニタリングシステム

2.1 教材キットとしての意義

現代社会には様々な環境汚染有害物質が存在し、環境問題が取りざたされている。これら有害物質は身近なところにもあり、家庭や学校など子供たちの生活の中にも見つけることができる。こうした有害物質の危険性を知り、中学生の環境問題への関心を喚起し、化学や生物など理科に興味を持たせるきっかけとしたい。

2.2 教材キットの特徴

有害物質に対する毒性試験法の一つに、ミジンコ (*Daphnia magna*)を用いた遊泳阻害試験がある。ミジンコを有害物質に一定時間暴露させ、ミジンコの遊泳に及ぼす影響を評価する試験法であり、JIS規格 K0229「化学物質によるミジンコ類の遊泳阻害試験方法」により厳密に測定方法が記載されている。

本教材キットは、このJIS試験規格には従っていないが簡易動画機能付き遊泳阻害試験システムを用いて、中学生が簡便に有害物質の毒性試験を体験できるものである。

3. 実験

ウェルに満たした水中にミジンコを一個体放ち、遊泳させているところに、毒性を試験したい有害物質を添加する。有害物質添加後からのミジンコ挙動の変化を、ウェブカメラを用いてリアルタイムモニタリングし、ミジンコの遊泳運動が完全に停止するまでの経過時間を自動計測する。なお、制御用プログラムは既に公開済みである[3]。有害物質の毒性が強いほど、ミジンコの生存時間は短くなるので、毒性の強さを知ることができる。

3.1 ミジンコ遊泳阻害リアルタイムモニタリングシステムの構成

システムの全体構成を図1に示した。実験に必要なものについて以下に詳細を示す。

1. 市販のマルチウェルプレート (例: 24ウェルタイプなら1つの穴は直径1cm, 深さ1.6cm)。ただし、現時点では、実際に使用するのは1ウェルだけなので同サイズの円柱型容器であれば代用できる。
2. 市販のウェブカメラ (例: Microsoft LifeCam VX-6000)と、ノート型パソコン (例: エプソンエンデバ— インテル Core i5 CPU, 2.53 GHz, RAM 4.0 GB, Windows7 professional)。
3. ミジンコ遊泳リアルタイム観察用プログラム (CD媒体等で無償提供)。
4. ミジンコの属種は、あくまで研究ではないので問わない。春先の水田などで採取できるのはタマミジンコ (*Moina macrocopa*) である。*Daphnia magna*は体長が最大で3mmほどになるので、ウェブカメラで追尾しやすいが、外来種であるので、公共の分譲機関から入手しなければならない。

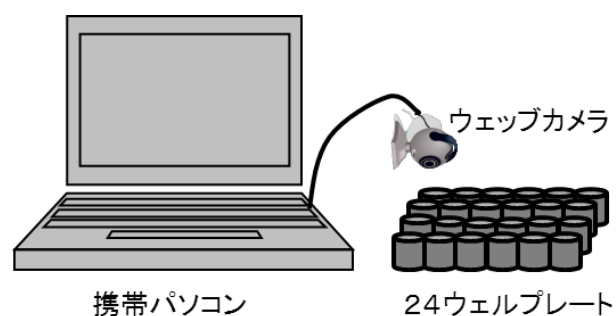


図1 ミジンコ遊泳阻害リアルタイムモニタリングシステムの構成図

3.2 実験手順

実験の手順について順に説明する。

1. あらかじめインストールした解析プログラム“karake_re05.exe”のアイコンをダブルクリックして

起動する。

2. 図2に示したような2つの画面が同時に起動する。黒塗りの画面は、コマンド入力用で、入力指示や結果が表示される。もう一方は、実際にカメラがキャプチャしているウェルのリアルタイムモニター画面である。

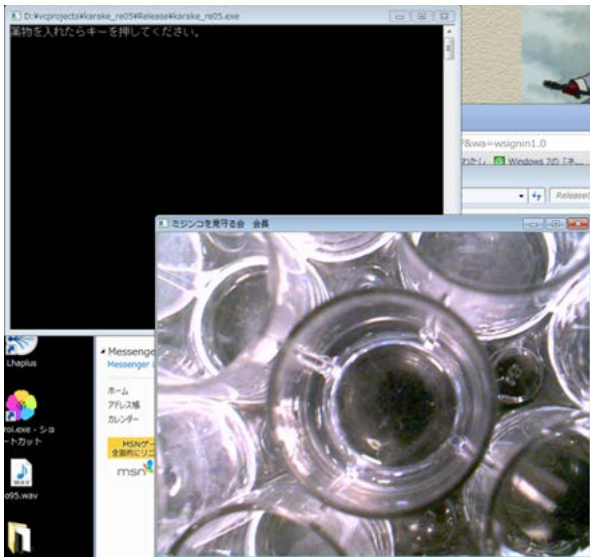


図2 ミジンコ遊泳阻害リアルタイムモニタリングシステム起動時のモニター表示

3. ウェルに適量のみジンコ飼育水（みジンコにとって無害なものならよい）をあらかじめ充填しておき、みジンコ1個体を投入する。動画画面を見ながら手で、ウェブカメラのピントをみジンコに合わせる（図3）。

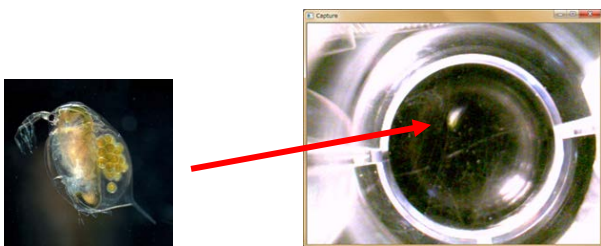


図3 ウェルにみジンコを投入したモニター画面

4. 毒性を持つと考えられる薬剤（洗剤、殺虫剤等）を準備する。

5. 薬剤をみジンコが泳いでいる水に添加する。薬剤の添加と同時に、キーボード上の適当なキーを何か1つ押すと時間計測がスタートする。

6. コマンドプロンプトに「解析を開始します」と表示され（図4上）、リアルタイムモニター画面には、縦横11画素のベクトルが表示される（図4下）。

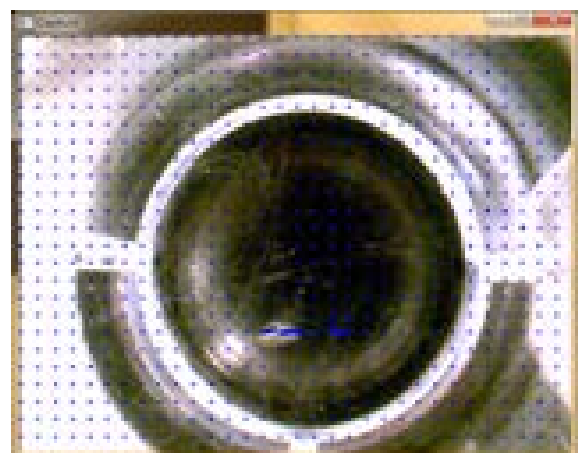


図4 ミジンコ遊泳阻害試験開始画面

7. ミジンコの動きが止まり、10 秒以上が経過すると、ミジンコが死んだと自動認識され、計測終了の音が鳴り、薬剤添加時からの経過時間が表示される（図 5）。

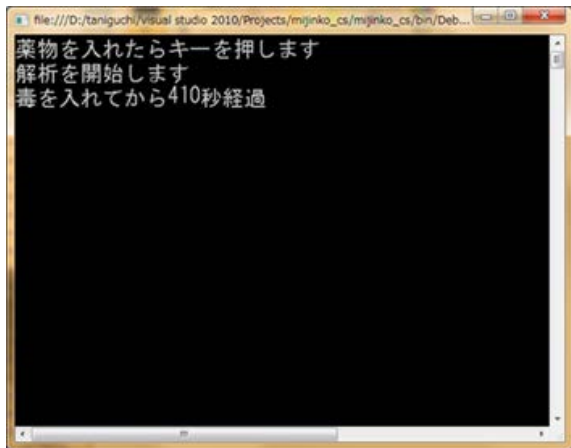


図 5 ミジンコ遊泳阻害測定終了画面

4. 実習体験

実際に本教材を県内在学の中学生（3 年生）に使用してもらった。対象とした薬剤はホームセンター等で容易に入手可能な農薬スミチオン（成分名：フェニトロチオン）である。実験を行っている様子を図 6 に示した。発展学習の一つとして、フェニトロチオンの濃度（含有率）とミジンコの動きが止まるまでの時間（生存時間）との関係を調べてもらった結果を図 7 に示した。

フェニトロチオンは、農水省の報告によれば B 分類に属している [4]。B 分類とは、コイの半数致死濃度（ LC_{50} 値）が 10 ppm を超えかつミジンコの LC_{50} 値が 0.5 ppm 以下である範囲に該当する農薬を指し、本実験で得られた結果との相関性について考察させることも可能である。

この実験を通して、農薬はその使用法を誤ればいかに危険なものであるかを知ってもらうよい学習の機会となった。



図 6 実験の様子

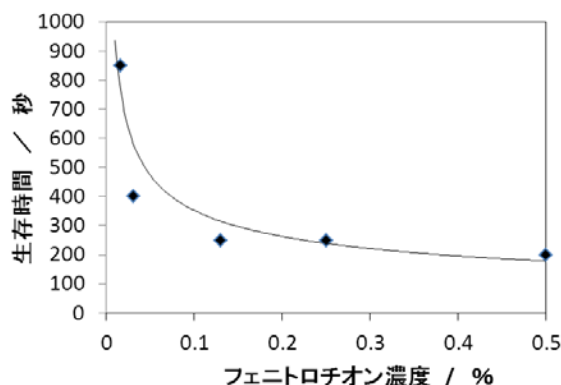


図 7 フェニトロチオン濃度とミジンコ遊泳停止時間との関係

5. まとめ

本実験キットを平成 24 年度の全国高専小・中学生向け理科技術教材開発コンテストに出展した。残念ながら入賞には至らなかったが、応募した学生にはよい経験になった（本人談）といえる。本システムは、2 ウェル同時観測を可能にする等、今後も改良を加えていく予定である。

参考文献

- 1) 鈴鹿工業高等専門学校ホームページ， 全国高専第 1 回小中学生向理科技術教材開発コンテスト，
<http://www.suzuka-ct.ac.jp/education/reformation/teachingmaterial/>

- 2) 高山勝己, 平井恵子, 長瀬 駿, 鍛田 侑吾, 清水 涼子, 吉村 忠与志, 動画解析を用いたミジンコ泳動阻害試験, 技術・教育研究論文誌, **16**, pp. 47-51 (2009) .
- 3) 谷口溪, 佐々和洋, 高山勝己, ミジンコ遊泳阻害リアルタイムモニタリングシステムの構築, 福井工業高等専門学校紀要, **46**, pp. 1-8 (2012) .
- 4) 農林水産省 (2000) : 魚類急性毒性試験, 能宅の登録申請時に提出される試験成績の作成に係る指針, 農薬の申請にかかる試験成績について, 平成 12 年 11 月 24 日付け農産第 8147 号農林水産省農産園芸局長通知.