

科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：55301

研究種目：奨励研究

研究期間：2020～2020

課題番号：20H00897

研究課題名 同じ遺伝子なのに なぜ見た目が違うのか 双子とミジンコから学ぶ表現型可塑性

研究代表者

小林 るみ (Kobayashi, Rumi)

津山工業高等専門学校・技術部・技術職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 340,000 円

研究成果の概要：現在、生物分野を学ぶ学生にとって、遺伝子レベルで生命現象を捉える分子生物学を理解することは必須である。同じゲノムを持つクローンであっても、外的要因(エサの量・個体の密度・温度・日照時間など)により表現型に違いが生じることを習得させる実習を開発し、遺伝子発現の調節およびエピジェネティックな発現制御の理解を促す。また学生がイメージを構築しやすくするために必要な、観察・記録に適した動画撮影器具を開発する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

基本的に生物個体のどの細胞も受精卵に由来する同じ遺伝情報を持っているのにも関わらず別々の種類の細胞になる。細胞によって遺伝子ごとに目印をつけて使う・使わないが選別されており、この仕組みをエピジェネティクスと呼ぶ。近年このエピジェネティクスという概念・分野が遺伝子発現調節機構を理解する上で主流となっている。iPS細胞の研究やガン治療薬の開発などがその例である。しかし学生のなかにはエピジェネティクスな遺伝子発現や遺伝子発現調節機構と聞くだけで実習に気持ちが向かない子がいる。そこで学生がエピジェネティクスな遺伝子発現の調節をイメージしやすい実習を開発し学生の理解を促すことは社会的意義があると考えた。

研究分野：生物

キーワード：オオミジンコ 表現型可塑性 エピジェネティクス

1. 研究の目的

この研究は、生物が外的要因によって遺伝子発現を切り替えて表現型を変化させる「表現型可塑性」を用いた、発現調節の理解を得る実験実習のテーマの開発を目的としている。

ミジンコは性決定をはじめ、いくつかの表現型可塑性を短期間で確認することができる生物である。そこでそのミジンコを用いた遺伝子発現の調節に関する実験実習、およびその観察・記録に適した器具の開発を試みた。また身近な例であるヒトのクローン（一卵性双生児）の環境要因による表現型の違いを紹介し、得られたミジンコの結果と照らし合わせエピジェネティックな発現制御の理解を促すことにした。

2. 研究成果

ミジンコはメスが単独でメスを産む単為生殖で繁殖することで、遺伝的にクローンを作り出して増殖する。よってミジンコの親・子・姉妹はすべて同じ遺伝情報を持っている。しかしながらミジンコは外的要因によって表現型可塑性が誘起させる。例えば、エサなどによる栄養条件によって次世代の卵のサイズや数、次世代の体のサイズなど変化が起こる。他にも通常はメスがメスを産む単為生殖で繁殖するが、日照時間の減少・気温の低下など環境が悪化するとオスを産み、有性生殖により休眠卵を作り越冬する。今回用いたオオミジンコはサイズが大きく、実体顕微鏡や目視にて観察が可能であり、オオミジンコに起きる変化や差を見つけやすいと考え使用することにした。

ヒトに起こる表現型可塑性の理解をしやすいのは一卵性双生児の比較である。一卵性双生児は1つの受精卵が2つに分裂して、それぞれが個体に発生したものである。ゆえに双子は全く同じ遺伝情報を有している。そのため一卵性双生児の外見は非常に似ている。しかし成長していく過程で受ける外的要因にて幾つかの違い（表現型可塑性）が生じる。今回、津山工業高等専門学校にて一卵性双生児を探しアンケート調査を行い、双生児本人たちや親が感じている違いを調査し、実際に一卵性双生児に起こっている表現型可塑性を調べ、実習での表現型可塑性の実例の資料として用いた。



オオミジンコの表現型可塑性は飼育条件を変えることによって2週間で誘導できる。例としてエサの量、飼育温度、個体密度、日照時間などが挙げられる。条件を変えることによってオオミジンコの体長の違い、卵の量の違いを持つ個体を得ることができる。筆者はさまざまな条件の違いによる飼育を2ヶ月間行い、学生実習に適した条件を探した。

飼育条件をエサの量・密度とし実験をおこなった。容量の等しい5つの管瓶に産まれたばかりのオオミジンコを1~5匹分け入れ、管瓶1本に対しエサを毎日5μLずつ与え飼育した。2週間後、表1のように1本の管瓶内で得られた仔虫の合計はほぼ同じとなり、密度に応じて1個体の産卵数が変化していた。これは飼育条件(エサの量・密度)がオオミジンコに対し外的要因となり産卵数における表現型可塑性が現れたと考えられる。またオオミジンコの体長でも肉眼でわかる表現型可塑性が顕著に現れ、エサの量・密度による飼育条件は実習に使用できると判断した。

表1.飼育条件をエサの量・密度としたときの産まれた仔虫の数

親ミジンコ	1匹	2匹	3匹	4匹	5匹
合計	155	206	165	141	143
1匹につき	155	103	55	35.3	28.6

1回目

親ミジンコ	1匹	2匹	3匹	4匹	5匹
合計	165	161	126	141	136
1匹につき	163	80.5	42	35.3	28.6

2回目

オオミジンコの表現型可塑性の実習を 10 月 22 日～11 月 5 日の 3 週にわたり、津山高専 総理工学科 先進科学系 4 年生 40 名に行った。10 月 22 日学生に対し、1 匹のオオミジンコから産まれた 16～21 匹の仔虫を 3 つの 40mL 管瓶に 1 匹・5 匹・10～15 匹となるように分け入れるように指示をし、室温 22 度・日照条件（明 16 時間 暗 8 時間）の条件下で 2 週間飼育させた。11 月 5 日の実習当日、学生に一卵性双生児の表現型可塑性についてのプレゼンを行い、実験プロトコルの説明をした。説明後、学生はオオミジンコの大きさの確認・形態の観察・産まれた仔虫のカウントを行った。実習後、表現型可塑性についてのレポートを提出させた。

学生が提出したレポートよりオオミジンコは飼育数 1 匹 > 5 匹 > 10～15 匹の順に、密度が高いほど体長が小さくなるという結果を全 10 班が得た(図 1)。また産まれた仔虫の数も全 10 班とも飼育数 1 匹と 5 匹はトータル数がほぼ同じで、10～15 匹の実験群では産卵をほとんどしていなかった。また今回 10 班中 2 班において、飼育数 10～15 匹の管瓶にいる実験群の中で、育房に休眠卵のある個体が確認された(図 2)。オオミジンコが環境の悪化という外的要因により休眠卵をつくったという表現型可塑性を確認することができた。

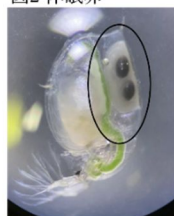
また学生から提出されたレポートの考察より「同じ遺伝子から違う表現型が現れる」「表現型可塑性は、遺伝子そのものは変化せず環境に合った変化が起きる」といった表現型可塑性をエビジェネティックに考える考察が多く見られた。

図1 ミジンコの大きさの違い



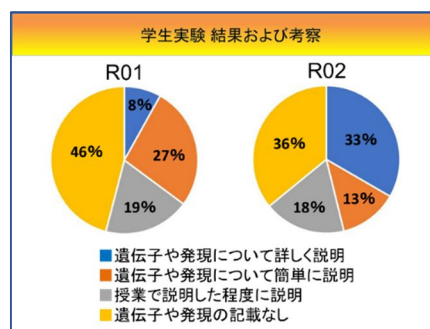
A 管瓶に1匹飼育したミジンコ
B 管瓶に5匹飼育したミジンコ
C 管瓶に10匹飼育したミジンコ

図2 休眠卵



育房に休眠卵ができた
ミジンコ

今年度(令和 2 年度)の学生から得られた考察より、今回の実習開発の目的である表現型可塑性の理解、遺伝子のエビジェネティックな発現制御への理解を促せたと感じられた。表 2 より、違う実験により表現型可塑性を学んだ昨年度(令和元年度)の学生より、今年度の学生の方が理解度の高いことがわかる。これは実習時に行った双子の表現型可塑性のプレゼンが「同じ遺伝子」という考えを定着させ、さらに飼育条件であるエサの量・密度を変えたオオミジンコの実習によって実際に起こった表現型可塑性を目にし、その理解度を高めたと考えられる。しかしながら一方で、遺伝子や発現について理解度の少ない学生が 1/3 いた。今後の課題として、その人数を減らすべく更に実習内容を検討し、改良していく所存である。



主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------