

DNA から種分化まで

オリガミバード・シミュレータの可能性を探る

○山野井貴浩^A, 岩寄航^B

YAMANOI Takahiro, IWASAKI M. Watal

白鷗大学足利高等学校^A, 東北大学大学院生命科学研究科^B

【キーワード】 進化教育, 自然選択, 突然変異, 遺伝的浮動, 生殖隔離

1 目的

これまで進化のしくみに関する教材開発は自然選択による小進化に焦点をあてたものがほとんどであり, 種分化以上の進化(大進化)に関する教材はあまり開発されてこなかった。進化の全体像を把握させるには, 自然選択による小進化と種分化のつながりを理解させることが重要である。そこで本研究では, 自然選択と種分化の過程を繋げて理解できるよう, 改良版オリガミバードのプロトコル¹⁾に更なる改良を加えるとともに, オリガミバード・シミュレータというPCソフトを開発した。試行的に, 進化学習後の高校生を対象にこの教材を用いた実践を行い, DNAの変化からと種分化に至る過程を理解できるようになったかを実習前後テストにより確認した。

2 方法

(1) オリガミバードプロトコルの更なる改良

より実際の生物システムに近づくよう, コドンの配列だけでその遺伝子の表現型への影響が決まるように突然変異表を改訂した。この改訂に伴い, 遺伝子ごとに mRNA の配列とアミノ酸の種類を記入できるよう結果シートを一部改訂した。次いで, 自然選択による小進化と地理的隔離による種分化のしくみを繋げて理解できるよう, 生徒の班を2つに分けて実習を行うよう実験書を改訂した(一方の環境では飛行距離が最も長い個体が選択され, もう一方の環境では飛行距離が最も短い個体が選択される)。

(2) オリガミバード・シミュレータの開発

各種条件の設定(前羽および後羽サイズの決定と遺伝のしくみ, 飛行距離の決定ルール, 飛行距離と適応度の関係, 突然変異率の設定, 交配ペアの選択方法, 交尾の方法と交尾成功の条件)を検討し, ソフト(オリガミバード・シミュレータ, 以下 OBS)を開発した。

(3) 生徒実践の概要と教育効果の検討

生徒実践は平成23年9~12月の期間, 現行の「生物Ⅱ」の教科書を使った進化の授業を終えた高校3年生(理系生物選択者)を対象に行った。授業は2コマ(各50分)で行った。前半(約80分間)は改良したプロトコルを用いて手投げオリガミバード実習を行い, 4世代まで終わった後, 各班の結果を黒板に書いて集計し, 自然選択のようすが環境ごとに異なることを全体で確認した。後半(約20分間)は, まず教師から「4世代では生息環境の異なる2つの集団に種分化と呼べるような変化は見られないが, 30世代経つと2つの集団に種分化が起こるだろうか」と生徒に問いかけた後, OBSの画面をプロジェクターで投影し演示形式でシミュレーションを行った。

実習前後テストの得点を比較したところ, DNAの変化から種分化に至る過程に関する10の質問項目のうち7つにおいて実験後に得点が有意に上昇した。しかしながら, 理解の変化のようすを自由記述方式によって尋ねたところ, OBSの演示シミュレーションによって, 種分化が短時間で起こるイメージを誘発することや, 遺伝的浮動のはたらきを過大評価させてしまう危険性があることも分かった。

3 今後に向けて

OBSを演示の形で利用する試行的な実践ではあったが, DNAの変化から種分化に至る過程に関する理解を向上させることができた。演示ではなく生徒が直接OBSを操作することでより深い理解を得られると期待できる。今後は突然変異と種分化の違い, 種分化のタイムスケールに関して誤った理解を誘発しないよう注意した上で, 遺伝的浮動と自然選択の働き合いについても理解が深まるよう, 生徒が直接OBSを操作する実習授業を計画していく予定である。

参考文献

- 1) Yamanoi et al. (2012) Evolution: Education & Outreach (in press)