

# 熱ストレスを与えたショウジョウバエの発生段階と眼の色の変化

## The developmental stage given heat stress in *Drosophila* and the effects on progeny

### Abstract

The effects of environmental stress acquired by the parent generation are passed on to future generations and change their trait. We used *Drosophila* on its epigenetic phenomenon. We explored how heat stress at different stages of development effects progeny. As a result, first-instar larvae were most strongly affected by heat stress of all developmental stages.

### 1. はじめに

親世代が後天的に受けた環境ストレスの影響は、後代へと受け継がれ、形質を変化させる。私たちは、ショウジョウバエを使用し、そのエピジェネティックな遺伝現象に着目した。今回私たちが使用したショウジョウバエは *wm4* とよばれるもので、野生型ショウジョウバエは赤眼である。野生型では眼を赤くしない遺伝子である White 遺伝子が不活性化な染色体領域から外れているため、赤眼である。野生型の逆位の突然変異型が *wm4* である。White 遺伝子がヘテロクロマチン領域にあるため不活性で

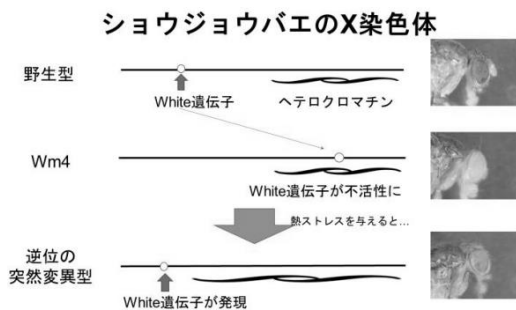


図 1: ショウジョウバエの X 染色体の模式図

あり、赤眼にならず、白眼になる。その個体に熱ストレスを加えると、ヘテロクロマチンが伸長し White 遺伝子が発現するため赤眼になる(図 1)。この赤眼になった状態が後代にエピジェネティックに遺伝する。そこで、異なる発生段階に熱スト

レスを与えると、後代にどのような影響を及ぼすのか、その詳細を明らかにするために研究を行った。

### 2. 研究方法

成虫の *wm4* のオス、メス 10 匹ずつを入れたバイアルを用意するそれぞれの発生段階(卵、1 令幼虫、2 令幼虫、3 令幼虫、蛹、成虫)まで育て、熱処理をする。熱処理の方法は 37°C の温水に個体が入ったバイアルを 60 分間浸す。熱処理をした個体や後代の世代を観察し、眼の色を ImageJ で解析する。

### 3. 実験結果

図 2 は卵の段階で熱ストレスを与えられた 0 世代、図 3 は同様の 1 世代のグラフである。

横軸が彩度、縦軸が任意の彩度が占める割合(%)を表しており、各段階 10 個体ずつデータをとった。棒の色の違いは個体の違いによるものである。彩度は、無彩色(白)で数値 0、純色で最大の数値を示す。つまり数値が大きくなるほど純色の赤である。

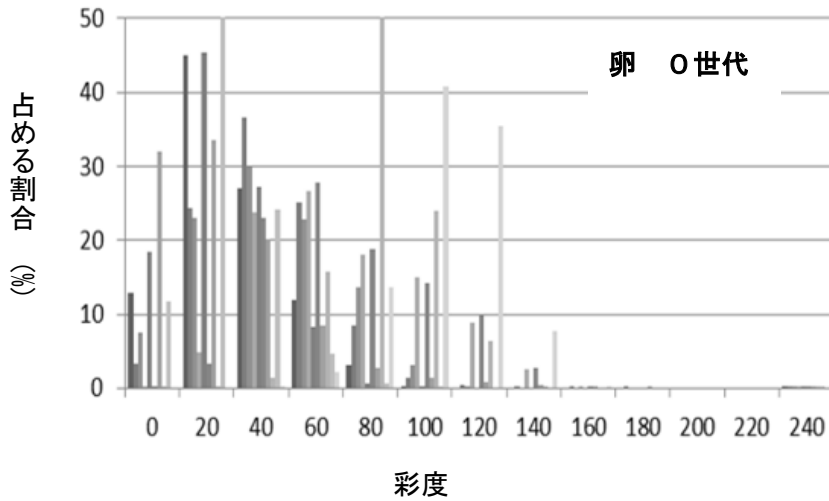


図2:卵の段階で熱ストレスを与えられた個体の0世代

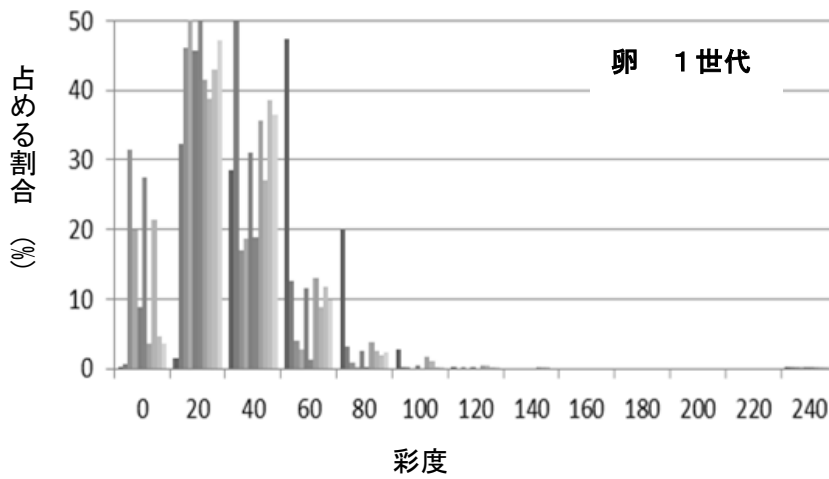


図3:卵の段階で熱ストレスを与えられた個体の1世代

図2、図3から、0世代で受けた熱ストレスが1世代では薄らいだことがわかる。彩度100を超える割合が著しく減っており、1世代目ではどの個体でも彩度20~40が多いことがわかる。このことより、図1の0世代目では熱ストレスの影響により、少し眼が赤くなったが、図2の1世代目では完全ではないが白に戻ったことが確認できた。

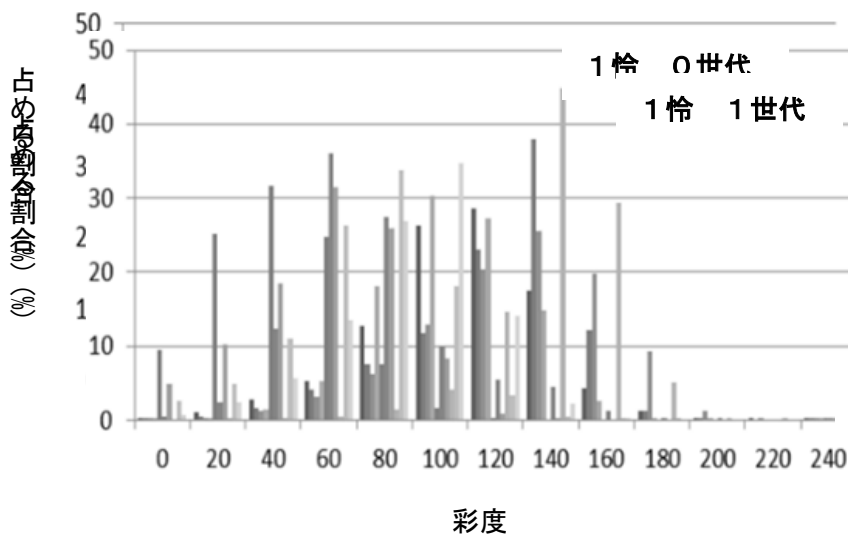


図4:1令幼虫の段階で熱ス

図5:1令幼虫の段階で熱ストレスを与えられた個体の1世代

彩度

図2、図4から、卵の個体よりも1令幼虫のほうがより、熱ストレスの影響を受けたことがわかる。卵の0世代では最頻値は彩度20前後であったのに対し、1令幼虫の0世代では彩度の最頻値は100以上となり、卵よりも1令幼虫のほうがより赤眼になったことが確認できた。図4、図5からは1令幼虫においても親世代が受けた環境ストレスが子の世代に完全に伝わるわけではないことがわかる。しかし、図2、図3と図4、図5を比べると1令幼虫のほうが後代への影響も大きいことがわかる。

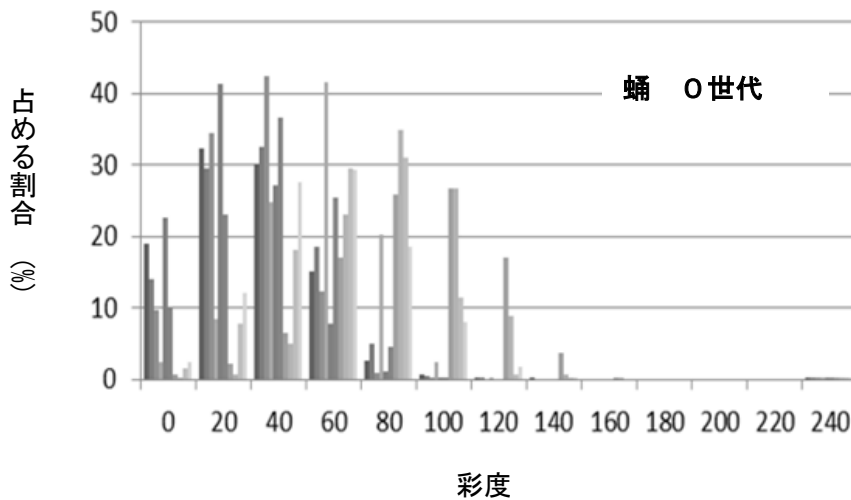


図6:蛹の段階で熱ストレスを与えられた個体の0世代

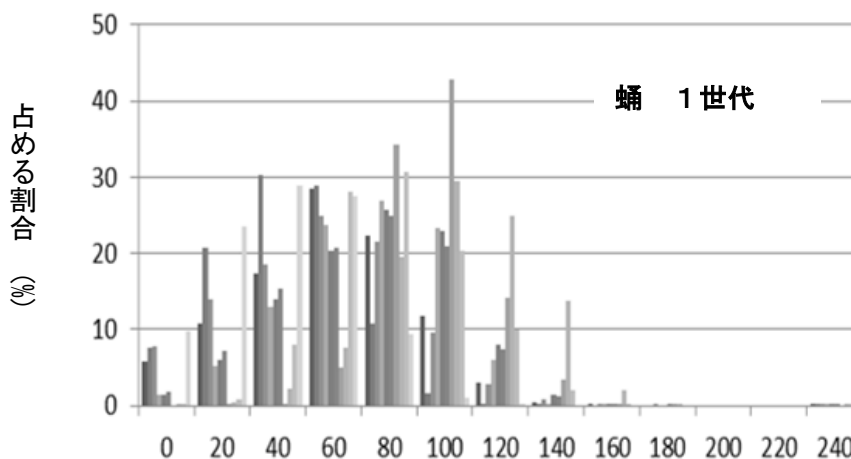


図7:蛹の段階で熱ストレスを与えられた個体の1世代

図6、図7からは、蛹の段階に熱ストレスを与えた場合も卵や1令幼虫と同じような遺伝の仕方が見られた。

成虫に熱処理をした個体の0世代目を肉眼で確認したところ、眼の色の変化が見られなかった。また、2令幼虫と3令幼虫については1世代目の個体の採取に成功しなかったため、データが得られていない。

先行研究(参考文献(1))では、ストレスが発生の初期段階で与えられるとエピジェネティクスが起こると報告されているが、今回の実験でそのような結果は得られなかった。幼虫の採取が困難だったこともあり、各段階の個体数にばらつきが生じてしまったことが原因としてあげられる。

#### 4. 考察

図2～図7の卵、1令幼虫、蛹の結果から、1令幼虫の段階のときに最も熱ストレスの影響を受け、後代にもより強く遺伝することがわかった。このことから、形質が決定する前に熱ストレスを与えると、形質変化に強く影響すると考察した。成虫の段階で熱ストレスを与えた個体で、ほとんど眼の色が変化しなかったのは、完全に形質が決定されており、変化が生じにくかったからだと考える。卵の段階では、殻がある程度固く、丈夫であるため、幼虫に比べて熱ストレスを伝えにくくなっているのではないかと考えた。どの世代においても、完全に遺伝しない理由についてはこの結果からはわからなかった。

#### 5. 今後の課題

今回の研究では個体数が少なく、先行研究とは違うデータが得られたため、個体数を増やしてさらに実験をする必要があると思われる。2令幼虫と3令幼虫のデータが得られなかったため、引き続き実験を進める。最初に立てた実験計画では3世代目までの記録を取る予定だったため、研究目標を達成できたかどうかは定かではない。さらに世代を追って観察していく。

#### 6. 参考文献

- (1)「京都工芸繊維大学ショウジョウバエ遺伝資源研究部門」  
<https://www.dgrc.kit.ac.jp/en> (最終確認 2021/11/3)
- (2)理化学研究所 石井分子遺伝研究室(2011/6/24)「親の受けたストレスは、DNA配列の変化を伴わず子供に遺伝」  
[https://www.riken.jp/press/2011/20110624\\_2/](https://www.riken.jp/press/2011/20110624_2/) (最終確認 2022/2/10)
- (3)辻村秀信、赤川裕美、城明日香、谷本朔弥、森中敏行、普後一(2019/12/2)「生徒理科学研究のためのショウジョウバエ実験法」  
<https://seitonorika.jp/yosi/2019-1a> (最終確認 2022/2/10)
- (4)Ki-Hyeon seong, Dong Li, Hideyuki Shimizu, Ryoichi Nakamura, and Shunsuke Ishii(2011) Inheritance of stress-Induced, ATF-2-Dependent Epigenetic change Cell 145, 1049-1061