

ショウジョウバエの高糖耐性に影響を与える遺伝的要因と栄養的要因

阿部 真生子 (筑波大学 生物学類)

指導教員：丹羽 隆介 (筑波大学 生存ダイナミクス研究センター)

【背景・目的】

動物の成長や生殖能力の獲得、そして生存には、栄養摂取が重要である。動物の栄養状態は、その動物が摂取可能な食物の種類に大きく依存する。いくつかの種は様々な食糧資源を摂取するジェネラリストであり、それ以外の種は限られた食糧資源を摂取するスペシャリストである。しかし、ジェネラリストあるいはスペシャリストの種が、それぞれどのように異なる栄養条件に適応していくのかについては、不明な点が多く残されている。この疑問の一端に答えるべく本研究では、キイロショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* とセイシエルショウジョウバエ *Drosophila sechellia* を用いて実験を行った。これらの2種は近縁種だが、その食性は大きく異なる。*D. melanogaster* はジェネラリストであり、様々な糖度の果物や野菜、腐生植物をエサとできる。これに対して、*D. sechellia* はスペシャリストであり、*Morinda citrifolia* という糖含有量の少ない植物のみを摂取する¹。そこで、これら2種のショウジョウバエ、および2種間の雑種個体を、8%グルコースを含む標準餌 (Standard-Diet, SD) あるいは30%グルコースを含む高糖餌 (High-Sugar-Diet, HSD) で飼育し、その際に個体寿命や血糖に及ぼす影響の種間差を調べた。また、これらの糖に対する反応性が、*M. citrifolia* の摂取によって変化するかどうか合わせて検討した。さらに、糖に対する反応性の種間差に影響を与える遺伝的要因の解明を目指した。

【方法】

①グルコースエサおよび *M. citrifolia* 添加エサの作成

滅菌蒸留水 50 ml, コーンミール 4.5 g, 粉末寒天 0.5 g, 乾燥酵母 2 g, プロピオン酸 150 μl に対して、グルコースを 5 g 添加したものを SD (8%グルコース)、25 g 添加したものを HSD (30%グルコース) とした。また、*M. citrifolia* の粉末を終濃度 4.5% あるいは 8% で含む SD あるいは HSD も合わせて使用した。

② *D. melanogaster* と *D. sechellia* の F1 雑種成虫の作出

異種間雑種を作出するために未交尾の *D. melanogaster* メスと *D. sechellia* オスを交配した。交配して得られた F1 雑種個体を、幼虫期では 25 °C、蛹期では 17 °C、そして成虫期では 25 °C で飼育した。この温度変化によって、雑種の成虫への発生率が著しく高められるためである。

③寿命の測定

D. melanogaster と *D. sechellia*、および F1 雑種の幼虫を SD で飼育し、成虫への羽化後は SD あるいは HSD で飼育した。異なるグルコース濃度のエサ上で飼育している成虫の個体数を 2 日に 1 回カウントし、それぞれの生存率を求めて寿命の測定を行った。なお、寿命比較には生存率が 50 % になった時点の寿命を用いた。

④体液中グルコース濃度の測定

異なるグルコース濃度のエサで 7 日間飼育されたメス成虫を用いた。それぞれの成虫の胸部を虫ピンで刺し、遠心 (9,000 rpm, 4°C, 5 分) した。得られた体液中に Glucose oxidase/peroxidase

reagent (Sigma) と 6 M 硫酸溶液を添加し、プレートリーダーで 540 nm の吸光度を測定した。吸光度の値を用いて体液糖度値を割り出した。

⑤ Df 系統を用いた責任遺伝子の探索

Df 系統は、染色体の特定の一部分が欠失している系統である。先行研究によって、欠失位置が正確に決定された欠失系統が多数樹立されており、それを 120 系統用いることで、*D. melanogaster* の常染色体領域を 80 % 近くカバーすることができる²。これらの Df 系統は京都ストックセンターより入手した。特定の Df 系統と *D. sechellia* 野生型個体を交配し、F1 雑種を得た。もし、雑種寿命および体液中グルコース濃度が *D. sechellia* に似ている場合、欠失領域に存在する *D. melanogaster* の遺伝子が糖に対する反応性に対して顕性 (優性) 的な影響を与えている可能性がある。

【結果・考察】

D. sechellia の HSD における寿命は *D. melanogaster* と比較して著しく短く、またこの際の体液中グルコース濃度は *D. sechellia* の方が顕著に高くなることが分かった。この結果を受けて、糖に対する反応性に顕性 (優性) 的に影響を与える遺伝子は 2 種のどちらに存在するのかを調べるために、2 種を交配させることで得られた雑種において同様の実験を行った。その結果、雑種において HSD 条件下での寿命と体液中グルコース濃度は、*D. melanogaster* のそれに似ることが明らかになった。よって、糖に対する反応性に顕性 (優性) 的に影響を与える遺伝子は *D. melanogaster* 側に存在すると考察した。

次に、*D. melanogaster* のどの染色体座位が糖に対する反応性に影響を与えているのかを解明するために、*D. melanogaster* の染色体を部分的に欠失した系統 (Df 系統) を用いて、*D. sechellia* との雑種の寿命測定と体液中グルコース濃度の測定を行った。しかし、Df 系統雑種を作出することはできたが、雑種にすることでほとんどの Df 系統雑種において寿命が減少してしまったため、Df 系統を用いることによる糖に対する反応性を決定付けている責任遺伝子群の解明は困難であることが分かった。

D. sechellia において HSD を与えると顕著な寿命減少が確認できたが、HSD に *M. citrifolia* の粉末を添加すると、寿命の顕著な延長を確認でき、体液中グルコース濃度は減少した。よって、遺伝的要因に加え、*M. citrifolia* 中の何らかの栄養素が *D. sechellia* の生活環境に有益な効果を与えていると考えられる。

これらの実験結果から、遺伝的要因と栄養的要因の相互作用が近縁種の *Drosophila* 種において、糖に対する反応性の違いを生み出す要因となっていることが示唆された。

【参考文献】

1. Watanabe et al., 2019, Cell Reports 28, 2594-2607
2. Ryder et al. (2007) Genetics, 177: 615-629