キイロショウジョウバエにおける紫外線の強弱と活動量の関係

佐藤倫郎

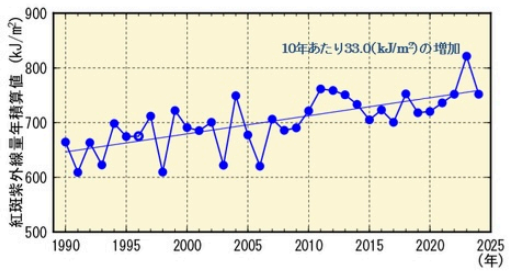
要旨

本研究は，紫外線(UV-A:～400nm)がキイロショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* の活動量に与える影響を調査することを目的とする。そのため，紫外光を放つ光源(ブラックライト)を用いてキイロショウジョウバエを紫外線に曝し，キイロショウジョウバエがとる行動を観察した。その結果，キイロショウジョウバエは波長の短い紫外線を当てた時，より波長の長い紫外線を当てた時よりも睡眠量が増加することがわかった。

キーワード：紫外線(UV-A) ショウジョウバエ　活動量　睡眠量

Ⅰ．はじめに

今日，紫外線の量は大気汚染の改善や地球温暖化による雲量の減少などの影響で長期的に増加傾向にあり，特に日中の強い紫外線を浴びる機会が増えている。気象庁によると，つくばの地表に到達する紫外線量は，1990 年の観測開始以降増加しており，10 年あたり 33.0kJ/m^2 の増加となっている(図 1)。



(図 1)つくばの紅斑紫外線量年積算値の経年変化

これにはエアロゾルの減少が影響している。エアロゾルは太陽からの紫外線を吸収，散乱させ，地表に届く紫外線を減少させる役割を持つが近年自動車からの煤塵の削減等により数を減らし，結果，地表に届く紫外線の増加を招いている。

また，紫外線がヒトに与える影響としてはこれまでも日焼け，皮膚の老化，皮膚がんのリスクの増加(Hellen,2021)，白内障などの目の疾患などの誘発(Linetsky,2014)などの影響が見られ，人間以外の生物に関しても光合成の低下(Seongwan,2022)，活性酸素による細胞内諸物質の過酸化による失活，細胞内構造の変性や崩壊など(野津，1997)が見られる。故に紫外線の増加は人間を含む全ての生物にとって無視できないものである。したがって，紫外線量の増加が生物に与える影響を調査する必要があると考えた。

そしてその中でも紫外線を視覚で受容することができる昆虫に於いての紫外線量の増加が及ぼす影響を調査した。

Kirschfeld および Osorio(1983)によると，ショウジョウバエ *Drosophilas* の複眼は約 800 個の個眼から構成され，それぞれの個眼には 8 個の光受容細胞（R1～R8）が存在する。それぞれの光受容細胞の頂端側には光を受容するロドプシンの集積した構造体（ラブドメア，感桿分体）が規則的に配置されている。特にこの中の R3、R4 は紫外光感受性であり，紫外光(R3 は 345nm，R4 は 375nm)をピーク波長として受容する。つまりショウジョウバエは我々人間とは異なり紫外線を受容する能力を有する。

そして，堀ほか(2014)および Nash(2019)によると，ショウジョウバエは青色光を嫌い，青色光の曝露がショウジョウバエにとって有害だという結果を示している。ショウジョウバエ等の動物にとって自然光というのは概日時計のメンテナンスに必要なものであり，人工的に作られた単色光を当て続けると概日リズムに害を及ぼし結果的にショウジョウバエの寿命に影響を及ぼす。

さらにKrittikaおよびpankaj(2022)によると，ショウジョウバエにさまざまな波長の可視光を当ててその活動量を計測すると短波長の光，特に青と緑の光において活動の抑制と睡眠量の増加が見られた。

以上を踏まえ，本研究では紫外線がショウジョウバエに与える活動量に於いての影響を計測し，ショウジョウバエ含む昆虫に於いての紫外線の有益、有害性を調査する事を目的とする。

II. 手法

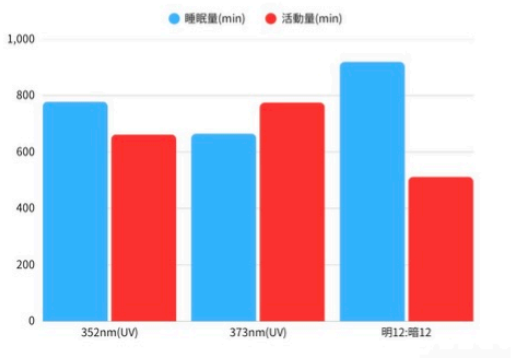
先ず，WT(野生型)のキイロショウジョウバエ*Drosophila melanogaster*を6匹無作為に選び，被験対象とする(以下，ハエと略す)。培地の入った試験管をハエそれぞれに用意し，ハエの適正温度である25℃に設定したインキュベーターの中に入れ，その様子をインキュベーター内に取り付けたスマートフォン(OPPO Reno3)，赤外線カメラ(SLI-FIA 1080)を通じて監視する。

先行研究(Shaw, 2002)を引用し，ハエの睡眠，すなわち非活動状態を10分間の不動状態を基準として定義する。ハエの活動量の測定は，ハエの様子を10分ごとに確認し，位置が変わっていたり動いていたりした時間を活動量とする。

この実験を紫外光(UV-A，波長:373nm，352nm)下，自然界の明暗サイクル下(明 12:暗12)で実験してみた。

III. 結果

結果は次の図2の通りとなる。



(図2)当てた光による睡眠量及び活動量の変化

これらはハエの調子や個体差によってある程度変化してしまうので絶対的なデータではないことをご了承願いたい。

また，これらの実験がハエの寿命に与える影響については測定不可能であった。

IV. 考察

自然界の明暗サイクルよりも紫外線を当て続けた方が睡眠量が減少することより，ショウジョウバエが2種の紫外線を受容できることが確認できる。

Krittikaおよびpankaj(2022)によると，可視光の場合，青色光の波長に近づけば近づくほど睡眠量が増加するが，これは青色光がショウジョウバエにとって非常に有害性の高いものであるからだ。

しかし，図2可視光の青色光に近ければ近いほど睡眠量が増加するという特徴は紫外線の領域では当てはまらず，むしろ波長が青から遠ざかるほど睡眠量が増加し，活動量が減少することがわかった。

受容できる光を当てれば睡眠量が下がるのは自明だが，研究結果からより有害性が高い352nmの波長の紫外線の方が睡眠量が増加し活動量が減少したことが考えられる。

V. 結論

本研究より，紫外線はショウジョウバエにとって非常に有害であり，紫外線の増加は多くのショウジョウバエにとっても大きな問題であると言える。

今後の展望として，より波長の短い紫外線や紫色光等の可視光を使用してより具体的な相関関係を得たい。また，本実験中に幾重にも度重なる機器の不調，心身の不調，ハエの不調などの影響により満足のいくデータが少量しか取れなかったので試行回数を増やしていきたい。

謝辞

先ずはハエを分譲してくださった東京都立大学大学院理学研究科生命科学専攻様，度重なるハエの分譲をお聞き届けていただき誠にありが

とうございました。次に多くのご助言とご指導を賜りました日浦先生，庵原先生，牧田先生に心より感謝申し上げます。本研究を進めるにあたり，研究の方向性や実験場の設営方法について丁寧にご助言いただいたことで，本研究を深めることができました。ここに記して，深く御礼申し上げます。

文　献

野津　敬一(1997):太陽紫外線(UV-A,-B)の生物学的諸作用について

気象庁(2025):紫外線の経年変化

R.C.Hardie　and K.Kirschfeld(1983):Ultraviolet sensitivity of fly photoreceptors R7 and R8: Evidence for a sensitising function

Paul J. Shaw, Giulio Tononi, Ralph J. Greenspan and Donald F. Robinson (2002):Stress response genes protect against lethal effects of sleep deprivation in Drosophila

Linetsky M, Raghavan CT(2014): UVA light-excited kynurenines oxidize ascorbate and modify lens proteins through the formation of advanced glycation end products: implications for human lens aging and cataract formation

Masatoshi Hori, Kazuki Shibuya, Mitsunari Sato and Yoshino Saito (2014): Lethal effects of short-wavelength visible light on insects

Trevor R. Nash, Eileen S. Chow, Alexander D. Law, Samuel D. Fu, Elzbieta Fuszara, Aleksandra Bilska, Piotr Bebas, Doris Kretzschmar and Jadwiga M. Giebultowicz(2019): Daily blue-light exposure shortens lifespan and causes brain neurodegeneration in Drosophila

Hellen Paula Valerie, Felipe Gustavo, Ravagnani, Graciela Eliza Ronsein and Paola Di Mascio(2021):A single dose of Ultraviolet-A induces proteome remodeling and senescence in primary human keratinocytes

Seonghwan Kang, Jo Eun Kim, Shuyang Zhen and Jongyun Kim(2022): Mild-Intensity UV-A Radiation Applied Over a Long Duration Can Improve the Growth and Phenolic Contents of Sweet Basil

Sudhakar Krittika and Pankaj Yadav(2022): Alterations in lifespan and sleep:wake duration under selective monochromes of visible light in Drosophila melanogaster