

三疣梭子蟹对颜色光的趋光反应*

厦门大学海洋系

郑薇云 罗会明

摘 要

1. 在等亮度下, 三疣梭子蟹对不同的光色具有辨别能力。这种能力会受颜色光亮度变化的影响。

2. 三疣梭子蟹的适宜光色, 在0.001—0.1Lux区是紫色, 在0.1—1.0Lux区是红色, 在1.0—10Lux是黄色, 在10—1.0Lux区是绿色。

3. 三疣梭子蟹对颜色光反应的适宜照亮区, 橙、黄和绿光为1.0—10Lux。蓝和紫光为0.01—1.0Lux, 红光为0.1—1.0Lux。

4. 三疣梭子蟹对颜色光的反应具有与对白光反应相似的规律。

由单眼组成的复眼作为视觉器官的昆虫, 对颜色光具有明显的反应⁽²⁾, 这已是众所周知的事实。具复眼的海洋甲壳类能趋向颜色光, 也有过一些观察^(5,6)。根据Воронцов(1961)⁽⁷⁾的资料, 甲壳类复眼的单眼中均有网膜细胞, 包括角质水晶体、晶体圆锥、视细胞和感杆层。这种感受组织相当于脊椎动物眼的视杆细胞和视锥细胞。因此它对颜色光理应具有明显的趋光反应。草下孝也(1959)⁽³⁾在海区中曾观察到幼蟹能被各种颜色光所诱集。

梭子蟹是我国的重点水产资源之一, 尽可能多地捕到梭子蟹, 对于为国家多换外汇和更好地满足群众需要, 意义重大。本实验的目的是探讨三疣梭子蟹对颜色光的反应特性, 以期为光诱捕蟹渔业提供色灯诱捕的实验室资料, 并有益于深入开展海洋甲壳动物视觉生理的研究。

一、材料与方 法

三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus* (Miers))系由厦门市对外贸易公司供应, 平

均背甲17.1厘米(11.5—21.5厘米), 平均体重279.5克(171.5—522.0克)。皆为雌蟹, 尚未怀卵。

实验水温15.0—16.5°C, 海水盐度为27.77—28.20‰。每批均取活动性良好的梭子蟹10只进行群体实验。实验水泥槽为400×80×60×60厘米。

Brett J.R.(1957)⁽⁴⁾指出: “只有使用了亮度相等但不同波长的各色光线, 才能把它们所引起的差别的行为反应, 当作辨别颜色的结果。”

Протасов В.Р.(1968)⁽⁸⁾在评论鱼类色觉的研究方法时也指出: “某些作者利用鱼对颜色光照明的反应得出鱼能区别颜色的结论。但是多数研究者没有考虑到亮度的意义, 因此他们的颜色视觉的结论没有根据。”以等功率和等亮度作为进行动物颜色视觉行为反应实验的前提条件, 已是公认的。据此, 本实验取一个对数单位差作为数量级用来严格划分实验水槽中水的互相衔接的颜色光照度区, 以便在等照度(亦即等亮度)下测定三疣梭子蟹对各色光的行为反应。

实验前将蟹暗适应一小时, 单色光(由不同强度的白炽灯光透过有色光学玻璃而获得)刺激三分钟, 累计该间隔时间内蟹在各照度区内的分布时间。单色光是以其光源亮度从弱到强的顺序排列为原则而随机呈现的, 以保持蟹眼对光刺激的敏感性。各色光的呈现之间都有一定的时间间隔, 以消除颜色的后作用。颜色光之后是白色光刺激, 以资对照。

实验装置和方法的其他方面与本文参考文献

* 厦门大学海洋系76级学生陈明达、米根海同志参加部分实验; 本文承厦门大学海洋系副教授张其永、何大仁审阅; 三疣梭子蟹系厦门市外贸公司供应, 谨此一并致谢。

献^[1]基本相同。

对实验结果进行统计处理,以趋光率(即在所呈现的颜色光刺激时间里梭子蟹进入各等照度区内之分布时间的百分数)来表示梭子蟹对颜色光反应的特点。

二、实验结果

(一) 三疣梭子蟹对颜色光的反应

1. 对红光的反应

图1表明,三疣梭子蟹对红光具有明显的趋光反应。在0.01—0.1Lux区,有18.9%的平均趋光率。随着光强的增大,趋光率升高,在0.1—1.0Lux区趋光率最高,随后即下降,在10—100Lux

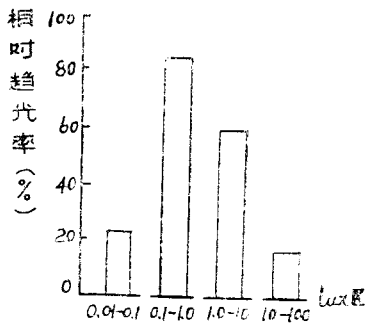


图1 三疣梭子蟹对红光的反应

区的趋光率还有16.0%。这表明其对红光正反应的“照度区域”较宽大。

2. 对橙光的反应

此蟹对橙光的反应特点是图2所示:适宜照度区为1.0—10Lux,比红光强;光强增大所引起的趋光率下降要比光强减弱(同是相邻一个光区)时要小,在10—100Lux区的平均趋光率比

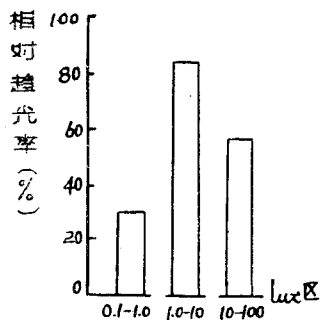


图2 三疣梭子蟹对橙光的反应

比红光的大一倍强。可见此蟹对橙光的趋光性是比较强的。

3. 对黄光的反应

图3表明,与对橙光的反应相似。

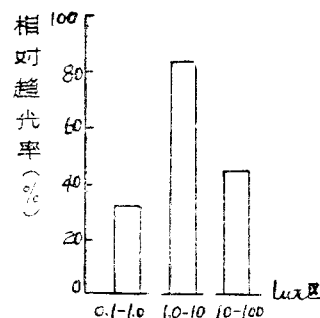


图3 三疣梭子蟹对黄光的反应

4. 对绿光的反应

三疣梭子蟹对绿光的反应特点与对橙、黄光的反映基本相似(图4)。

5. 对蓝光的反应

尽管三疣梭子蟹对蓝光的反应的最大趋光率也在1.0—10Lux区(图5),且对0.01—0.1Lux的蓝光的反应与对红光时几乎一样,但其趋光率的次峰在0.1—1.0Lux区,这表明它对弱蓝光的趋光性比

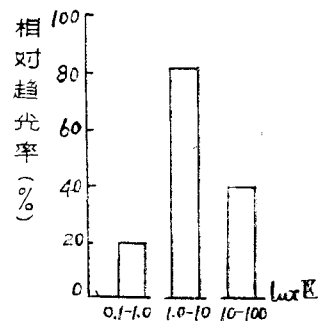


图4 三疣梭子蟹对绿光的反应

而对强蓝光的反应则较强。

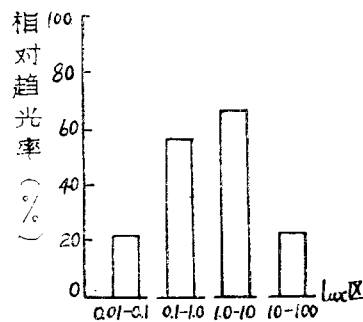


图5 三疣梭子蟹对蓝光的反应

6. 对紫光的反映

图6表明,三疣梭子蟹对紫光很敏感,在0.001—0.01Lux区就有16.2%平均趋光率,适宜照度区为0.01—0.1Lux区(此时趋光率的平均绝对值为73.5%,”显著趋光率”的出现率为80%)。但在0.01—10Lux区,其反应已降得很低。这些特点表明,此蟹对弱紫光有较大的趋光性。

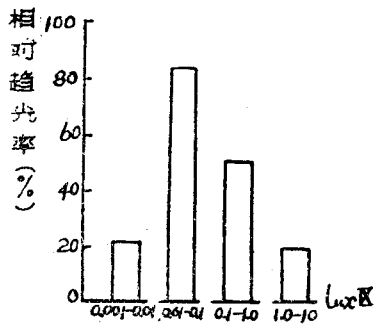


图6 三疣梭子蟹对紫光的反应

(二) 在等照度下, 三疣梭子蟹对颜色光的反应

图7表明, 在等照度的同一光区, 三疣梭子蟹对不同颜色光的反应不同。在0.001—0.01 Lux区和在0.01—0.1 Lux区, 均以对白光反应为最大, 其次为紫光。但在0.1—1.0 Lux区, 对紫和白光的反应减弱, 对其他各色光的反应均增强, 而以红光为最强。在1.0—10 Lux区, 对紫、白光的趋光率均降至很低, 但其余色光则较高。平均而言, 在此光区对各色光的反应水平是各光区最高的。然而在10—100 Lux, 对各色光的反应几乎是同步减弱到最低点。

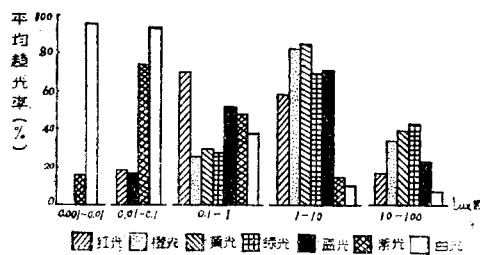


图7 三疣梭子蟹对颜色光的反应

三、讨 论

(一) 本实验结果表明: 在等照度(即等亮度)下, 三疣梭子蟹对不同光色具有辨别能力。表1即为二例。其机理可能是由于亮度相等, 视杆细胞的兴奋性趋于一致, 而视锥细胞中具有不同光谱敏感性的视色素, 因刺激的光

表1 在等照度下, 三疣梭子蟹对不同光色的辨别能力(以趋光率表示)

光区 照度区 (Lux)	红	橙	黄	绿	蓝	紫	白
0.1—1.0	70.2	26.1	28.1	27.7	52.0	48.0	39.4
1.0—10	58.0	82.0	83.7	68.1	59.6	17.4	11.3

波不同而发生了不同的物理化学反应, 引起不同的信息及其传递和分析综合过程。因此不同颜色的刺激就必然产生不同的神经活动, 从而导致行为反应差异。

现已查明, 许多甲壳类和昆虫眼里均含有吸收峰不同的两种视色素⁽²⁾。但因甲壳类网膜结构不大分化和视色素种类有限, 以致于使他们对某些光色的辨别不大明显。以梭子蟹为例, 在0.1—1.0 Lux区, 对橙、黄和绿光的分辨就较差(表1)。

表1还说明, 三疣梭子蟹对光色的辨别力随着亮度的不同而发生某些变化。如在0.1—1.0 Lux区分辨不明显的黄、绿光, 而在1.0—10 Lux区就分辨得很好。反之, 在前者分辨率高的红、蓝光, 在后者就分辨不清了。由此推知, 视杆细胞由于亮度差异所造成的兴奋性的不同, 可能影响毗邻的视锥细胞的活动。换言之, 两种视细胞的机能活动是既有分工又互相影响。因此在阐述此蟹对某些光色的辨别能力时, 应指明其亮度情况。否则是不准确的。

(二) 三疣梭子蟹对颜色光的反应, 在等亮度下, 随光色的不同而不同, 但均存在一种反应最大的光色, 谓之适宜光色。从表2所示可以看出, 在0.1 Lux以下的弱光区, 紫色光能引诱较多的梭子蟹。但在0.001—0.01 Lux区, 白光的集蟹率也较高。然而光强范围一变化, 适宜光色也随之改变了。

如前所述, 动物的辨色反应是一种复杂的过程, 两种视系统的功能又不是截然分开的。因此, 在变色过程中, 一旦亮度发生变化, 其变色反应也随之改变。这意味着, 在阐述适宜

表2 三疣梭子蟹的适宜光色

照度区 (Lux)	0.001— 0.01	0.01— 0.1	0.1— 1.0	1.0— 10	10—100
适宜光色	紫(白)	紫	红	黄 (橙)	绿(蓝)

光色时，也应注明相应的光照强度才行。

(三)由上述讨论可知，三疣梭子蟹对颜色光发生最大的趋光反应，必须以亮度和光色的最佳匹配为条件。当获得最佳匹配时，视系统才可处于该环境下的最高兴奋状态。本实验所得的较佳匹配的照度(适宜照度区)如表3所示。

表3 三疣梭子蟹对颜色光反应的适宜照度区

光 色	红	橙	黄	绿
适宜照度区 (Lux)	0.1—1.0	1.0—10	1.0—10	1.0—10
光 色	蓝	紫	白	
适宜照度区 (Lux)	0.01—0.1	0.01—0.1	0.001—0.01	

表3表明，对橙、黄和绿光1.0—10Lux为适宜照度区。蓝、紫光的适宜照度区为0.01—0.1Lux，这两种光在海水中的透过率较大，这与蟹所栖息底层的生态环境正相一致。白光是一种混合光，到达底层水时，也只剩下短波

光。由此可见，实验结果与自然状态下的情况基本相符。

(四)综上所述可知，用色灯诱捕三疣梭子蟹是可能的。但在诱与集的作业中，须考虑其亮度与光色的最佳匹配，而宜以光色为主。据此，建议用绿或黄光诱蟹，而用红或紫光集蟹。同样，若以灯诱与笼捕或灯诱与拖网相结合，则亦可考虑如同用弱白光的方法，色灯可置于笼内也可组成“灯链”(集蟹时向网具处逐一熄灭，使蟹向网具或鱼泵处聚集)。灯色以绿或紫为好(因水下灯黄，红光传播不远，诱蟹范围受限制)。

参 考 文 献

- [1] 俞大剑、何大仁、郑玉水，1978。厦门大学学报(自然科学版)，4：1—13。
- [2] 蔡浩然、马万禄，1978。视觉的分子生理学基础，科学出版社。
- [3] 草下孝也，1959。日本水产学会志，25(1)：17—21。
- [4] Brown, M. E., 1957. The Physiology of fishes, Vol. II. Academic Press inc. (中译本，1963，科学出版社，136—142)。
- [5] Dingle, H., 1962. Am. Naturalist, 96, 151—159.
- [6] Борисов, П. Г., 1955. Тр. совещания По Вопросам поведения и разведки рыб. Москва, Изд. Ансср, 121—143.
- [7] Воронцов, Д. С., 1961. Общая Электрофизиология, Государственное издательство Медицинской литературы, Медгиз, Москва (中译本，1964，人民卫生出版社，118—124)。
- [8] Протасов, В. Р., 1968. Зрение и Ближняя Ориентация рыб. Изд. "Наука", Москва.

(上接第24页)

管我们无法数出各水团内元素的总个数，但它们的比值却可用各水团的面积比例来代替。因此，对我们的例子来说，为要应用以上已得的结果。只要把本节所有公式的 N_i 和 N 分别换为各水团的面积和整个海区的表层面积即可。至于各水团内所研究指标(如温度)的方差，一

般是无法预先知道的。当然，我们可用各水团内的样本方差来近似地代替，但事先总要要进行预备抽样才能做到。因此，在实际抽样时，到底是选用按比例分块抽样法，还是采用策略分块抽样法，必须根据海洋调查和研究的目的及具体情况决定。