

无针乌贼色觉的初步探讨

柴敏娟 郑微云

(厦门大学海洋系)

头足类是否具有色觉,是一个近70年来逐渐被人们重视、讨论的课题。Hess (1910年)用枪乌贼为材料,观察其瞳孔反应,提出该动物是色盲的^[8]。相隔四年,Fröhlich 观测四种章鱼游离眼的视网膜电图(ERG),认为这些动物具辨色能力、有色觉^[5]。而Pléron在同年却从章鱼的行为实验结果,提出与之相反的见解^[12]。自此以后至五十年代,陆续有人对此进行了研究,但尚未得到统一的看法^[6,12]。他们的观点可归纳为:一是认为头足类没有色觉,它对颜色的反应仅取决于亮度,而不是颜色的本身;二是认为头足类具有辨别颜色的能力。自六十年代以来,Orlov、Hamasaki、Messenger 等对几种章鱼眼的ERG的研究中,发现其光谱敏感曲线(下简称为 S_{λ} 曲线)无浦氏位移(Purkinje shift)^[6,12],他们提供的证据比较一致,表明章鱼无颜色分辨能力,支持了前一种观点。本文以无针乌贼(*Sepiella maindroni de Rechebrune*)为实验材料,从研究网膜ERG的光谱敏感特性入手,对其是否具有色觉进行初步探讨。

一、材料与方 法

实验材料、麻醉方法、光刺激及电记录系统均见前文^[4]。

光谱敏感曲线测定是采用恒定反应法^[1]。在440—687毫微米区域里,选10个波长,每波长以阈强度起测3个强度,刺激间隔为15秒。所得结果依不同波长画出一组振幅强度曲线,取一定振幅为标准,即得 S_{λ} 曲线。测定过程

中,若动物敏感性发生变化,结果弃之不用。暗视 S_{λ} 曲线在暗适应1—2小时后测定,明视(包括白光、颜色背景光) S_{λ} 曲线测定时,一般在适应15分钟后进行。

二、实 验 结 果

无针乌贼完整眼暗视ERG的 S_{λ} 曲线是从29只动物上测得(见图1)。图1所示的是一条稍宽而光滑的曲线,其峰值为490毫微米,短波段的敏感度下降得比长波段快。

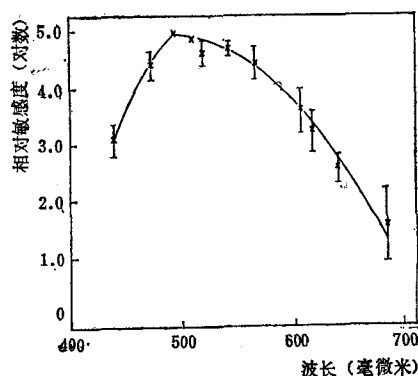


图1 无针乌贼ERG的暗视 S_{λ} 曲线
(29只平均值,小柱为标准误差。)

用不同强度的白光作背景光时,测得一组明视ERG的 S_{λ} 曲线(见图2),这组曲线与暗视 S_{λ} 曲线相比,除其绝对敏感度随漂白光强的增加而降低外,曲线形状基本没有变化,峰值仍为490毫微米,没有出现浦氏位移。

用红(642毫微米)、绿(528毫微米)、兰(440毫微米)三种颜色先作选择性适应时,不管用何种颜色光漂白,乌贼眼的敏感性都发生类似白光漂白后的变化,即曲线形状基本相

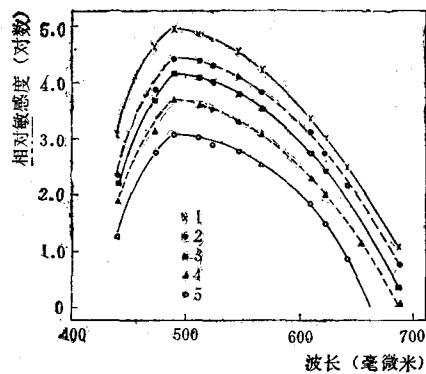


图2 无针乌贼在不同强度白光适应下的 S_1 曲线

× 为暗视 S_1 曲线 (29只平均值);
● $\log I_B = -5.3$; ■ $\log I_B = -4.5$;
▲ $\log I_B = -3.5$; ○ $\log I_B = -2.0$.
(明视 S_1 曲线系6只平均值)

同, 峰值不变 (490毫微米), 没有出现双峰现象, 仅是曲线随着 I_B 的增减相应移动 (见图3、4、5、6)。与 Hamasaki 在章鱼完整眼上观察的结果基本一致^[6]。

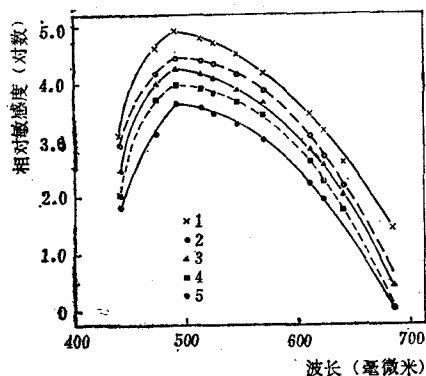


图3 无针乌贼在衰减3.0log单位的白、红、兰、绿光明适应下的 S_1 曲线

× 为暗视 S_1 曲线;
○ 为红光 (642nm) 明适应;
▲ 为兰光 (440nm) 明适应;
■ 为绿光 (528nm) 明适应;
● 为白光明适应。

图3是 I_B 衰减3.0对数单位的白、兰、红、绿光漂白后测得的 S_1 曲线。其中红光适应时敏感度下降最少, 与暗视 S_1 曲线相比, 下降

0.50对数单位, 兰光适应其次, 下降0.70对数单位, 绿光第三, 下降0.93对数单位, 白光适应最甚, 敏感度下降1.33对数单位, 约比暗视水平小15倍。为了防止因 I_B 微弱而造成的假象, 继续增加颜色背景光强, 观察到 S_1 曲线除继续下降及下降的绝对值各不相同外, 其他均似 $I_B = 3.0$ 对数单位的效果 (见图4、5、6)。

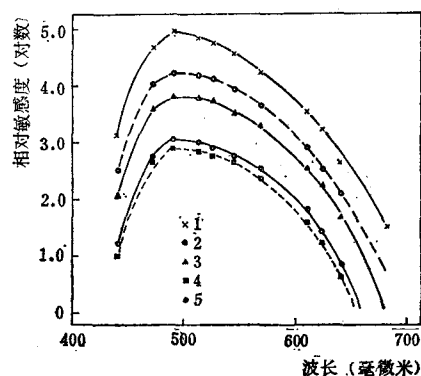


图4 无针乌贼在衰减2.0log单位的白、红、兰、绿光明适应下的 S_1 曲线

× 为暗视 S_1 曲线;
○ 为红光 (642nm) 明适应;
▲ 为兰光 (440nm) 明适应;
■ 为绿光 (528nm) 明适应;
● 为白光明适应。

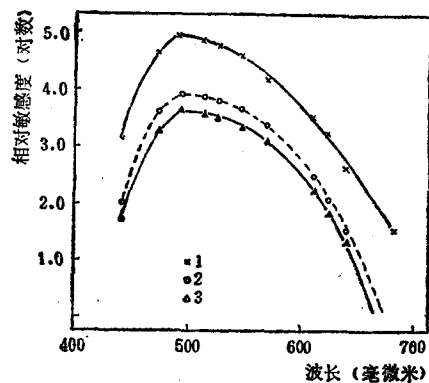


图5 无针乌贼在衰减1.0log单位的红、兰光明适应下的 S_1 曲线

× 为暗视 S_1 曲线;
○ 为红光 (640nm) 明适应;
▲ 为兰光 (440nm) 明适应。

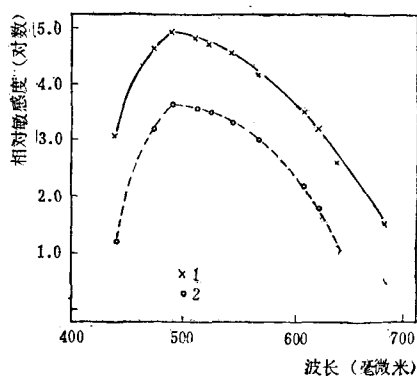


图6 无针乌贼在红光 ($I_B = 0$) 明适应下的 S_λ 曲线
 × 为暗视 S_λ 曲线;
 ○ 为红光 (640nm) 明适应。

三、讨 论

不同强度白光明适应的结果表明, S_λ 曲线既无浦氏位移, 曲线形状也无明显变化。结合暗适应曲线没有出现平台, 辨增阈曲线呈平行趋势 (见图7)^[4], 可以推测无针乌贼的视网膜只有单一感受系统。

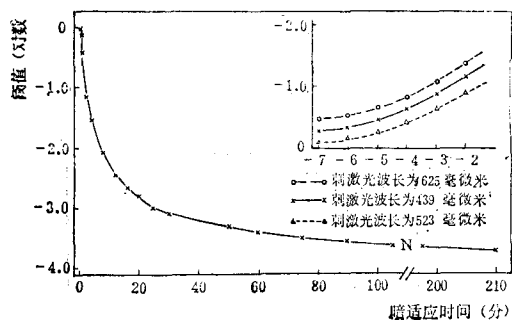


图7 无针乌贼暗适应曲线及辨增阈曲线
 暗适应曲线测定时, 适应光强 (白光) $\log I_B = 0$, 照射5分钟。右上图系辨增阈曲线。
 横坐标为背景光强 (对数)。纵坐标为辨增阈 (对数)。

· · · 表示刺激光波长为625毫微米;
 × — × 表示刺激光波长为439毫微米;
 ▲ — ▲ 表示刺激光波长为523毫微米。

颜色光适应通常能把光谱敏感性的不同从感受系统区别开来, 这是鉴别网膜是否单一感

受系统的有效方法^[2]。我们的试验结果表明, 无针乌贼对不同波长光的反应仅是反应大小的不同, 与人的单色盲的情况相似, 可见无针乌贼是缺乏辨色能力的。至于4种光 (白、兰、红、绿) 漂白引起网膜绝对敏感度的差异, 则是由于实际投射到网膜的颜色光功率不等所致 (本文不作讨论)。

这一推论与组织学和视色素的研究结果相符。Wolker 等人^[3,13]指出, 头足类的视网膜仅由一种视细胞群组成, 它与昆虫的复眼相似, 属于感杆型。Hara 等人^[3,7,9,10]分析从其视小杆外段抽提到的视色素, 发现也仅含一种 $\lambda_{\text{最大值}}$ 为493毫微米的视紫红。

综上所述, 我们认为无针乌贼没有分辨颜色的能力, 它是色盲的。

参 考 文 献

- [1] 杨雄里, 1977. 科学通报 22: 326—339.
- [2] 杨雄里等, 1978. 生物化学与生物物理学报 10: 15—26.
- [3] 蔡浩然、马万禄, 1978. 视觉分子生理学基础. 27—31页, 95—103页.
- [4] 郑微云、柴敏娟, 1981. 海洋科学 4: 37—40.
- [5] Fröhlich, F. W., 1914. *Z. Psychol. Physiol. Sinnesor* 48: 354—438.
- [6] Hamasaki, D. I., 1968. *Vision Res.*, 8: 1013—1021.
- [7] Hara, T., et al., 1967. *Nature London* 214: 573—575.
- [8] Hess, C., 1910. *Physiol.* 196: 282—367.
- [9] Hubbard, R. et al., 1958. *J. Gen. Physiol.* 41: 501—528.
- [10] Kropf, D. A. et al., 1958. *Nature London* 183: 446—448.
- [11] Messenger, J. B. et al., 1973. *J. Exp. Biol.* 59: 77—94.
- [12] Wilbure, K. M. et al., 1966. *Physiology of Mollusca*. 2: 532—542.
- [13] Wolken, J. J., 1958. *J. Biophysic and Biochem Cyto.* 4: 835—838.

PRELIMINARY STUDY ON COLOUR VISION OF CUTTLEFISH

(*Sepiella maindroni* de Rechebrune)

Chai Minjuan and Zheng Weiyuan

(Dept. of Oceanology, Xiaman Univ.)

Abstract

The peak of the ERG-determined scotopic spectral sensitivity (S_{λ}) curve is at 490nm on the intact anesthetized cuttlefish, and no secondary peak was observed. Exposed to white and coloured light of different intensities, it shows no Purkinje shift, nor double peak and both peak and shape of S_{λ} curve remain unchanged. It is suggested that only one receptor system is present in the retina of cuttlefish. As a result, the colour-discriminating ability appears to be lacking in the cuttlefish, that is to say, it's colour-blind.



可歌可泣的威德尔海豹

当我们在南大洋上航行,或在一望无际的南极冰架上漫步,都可以看到成群的或单个的威德尔海豹躺在冰面上晒太阳。

威德尔海豹主要棲息于南大洋的冰架附近和浮冰带;它在海中掠食磷虾、乌贼等海洋生物,在浮冰上繁殖后代。威德尔海豹在水中生活期间,需要不断地浮出水面呼吸。

浮到水面呼吸经常是威德尔海豹的最大难题。冬季的南大洋,大片的冰层笼罩着海面;即使在夏季,由于风的作用,也会使大量的浮冰集结在某一海域。当威德尔海豹到达冰层覆盖的海区,它就被封在冰层下面;在那昏暗的海水中,威德尔海豹很难辨别方向,寻找出路;当冰层覆盖的面积较大,它就更难浮出无冰区的水面呼吸;当闷到实在无法忍耐的地步时,威德尔海豹就不顾一切,大口大口地咬起冰来。天真的威德尔海豹是多么希望一口啃出一个洞,深深地吸一口新鲜空气呵!然而,冰层太厚了。威德尔海豹咬呀咬,嘴磨破了,鲜血染红了冰洞;牙齿被磨短了、磨平了、磨掉了。有的威德尔海豹还没钻出洞口就因耗尽体力而丧生了。即使是

已经钻出洞口的威德尔海豹,虽然能呼吸到了空气,但由于其中很多的海豹已磨掉牙齿了,再也不能进食,也无法同它的劲敌进行搏斗,只能有气无力地躺在冰面上,等待着死神的降临。正是由于这些原因,本来可以活20多年的威德尔海豹,一般只能活8—10年,有的甚至只能活4—5年。

威德尔海豹短暂的一生却为海洋科学事业做出很大的贡献。它用鲜血和生命钻出来的冰洞是海洋学家进行海洋科研的极好场所。海洋学家可以利用这些冰洞采集南大洋的海水样品,进行海洋化学和海洋生物学的研究;还可以把各种海洋学仪器放进冰洞,进行海洋物理学等学科的研究。这是多么方便而又有用的冰洞呵,假如用人工钻这样一个冰洞,要耗费很多人力和物力。因此,人们把威德尔海豹称为海洋学家的有力助手。

在南极考察期间,那里的海洋学家告诉我们:当你从冰洞里获得大量海洋学资料和取得重大科研成果时,千万不要忘记那些可歌可泣的威德尔海豹。

(张坤诚)