

SPIDER

ECOPHYSIOLOGY

23章(後)夜行性クモの色彩

池田 博明

東京クモゼミ 2013年7月6日

# CHAPTER 23 INSECT VIEW OF ORB SPIDER BODY COLORATIONS

**BY I-MIN TSO**

## 23.3. Spider Coloration in the Nocturnal Context

### 23.3.1 Quantifying How Colors Are Viewed

by Nocturnal Insects

### 23.3.2 Spider Coloration from Eyes of Nocturnal Insects

### 23.3.3 Function of Conspicuous Spider Coloration at Night

### 23.3.4 Factors Shaping Spider Coloration Pattern:

Nocturnal Context

## 23.4. Conclusion

## 23.3 夜行性状況でのクモの色彩

動物間の色シグナルを考察する場合に、ほとんど焦点は昼行性のシステムに置かれてきた。その理由は昼の光が夜に比べて強いことであり、夜間のかすかな光は大変ノイズの多いシグナルであるからだ。

多くのクモは夜行性であり色彩は暗色、灰色、茶色で昼は派手さはない。

しかし、腹面に2～4個の点をもつ種類が *Araneus* や *Neoscona* に多いが、いったいこれは何だろうか？ 夜でも網の中心で腹面を曝しているのだ。

調べてみると、昼行性とされていた、ジョロウグモ *Nephila* やシロカネグモ *Leucauge* も、夜間に狩りをしていた。夜でもこれらの点斑は効果があるのだろうか。

夜行性の昆虫の場合であっても、夜行性と思われるクモの点斑を塗りつぶすと網にかかる餌が減った。

*Leucauge* の腹面の黄色いスジをぬりつぶすと捕獲される蛾が減った。

腹面の点斑は大きすぎるとは目立ってしまい、ハチに襲われやすくなる。

## 23.3.1.夜行性昆虫の眼に色がどのように見えるかの定量化

多くの夜行性昆虫は色信号を識別できるし、食物資源を探查可能な特別な目を持っている。夜行性昆虫の超複眼は数百のオンマティディアで受け取った光信号を合わせている。弱い光を増感しているのだ。

蛾のような夜行性昆虫はUV、青光、緑光を識別している。昼行性昆虫と同じであることが分かっている。しかし、蛾は夜でも色を識別できるが、昼行性昆虫は薄明条件では色盲である。したがって、私たちは昼行性昆虫での方法は使えなかった。

問題の解決にはJohnson et al.(2006)に依った。彼らはスズメガの視覚システムを基にして神経行動学的モデルを作った。

% R<sub>λ</sub> the percentage relative to the reflection from a standard reference

$$\%R_{\lambda} = \frac{S_{\lambda} - D_{\lambda}}{R_{\lambda} - D_{\lambda}} \times 100\%$$

S is the sample intensity at wavelength λ

D is the dark intensity at wavelength λ

R is the reference intensity at wavelength λ

The following equation can be used to calculate the quantum catches of one ommatidium of moth (Warrant and Nilsson 1998):

$$N = 1.13(\pi/4)n\Delta P^2 D^2 \Delta t \int_{350}^{700} \kappa\tau(1 - e^{-kRi(\lambda)l})L(\lambda)d\lambda$$

Where  $n$  is the effective facets in the superposition

$\Delta P$  is the photoreceptor acceptance angle

$D$  is the diameter of a facet lens

$\Delta t$  is the integration time of a photoreceptor

$\kappa$  is the quantum efficiency of transduction

$\tau$  is the fractional transmission of the eye media

$k$  is the absorption coefficient of the rhabdom

$l$  is the rhabdom length doubled by tapetal reflection

$Ri(\lambda)$  are the absorbance spectra of each photoreceptor

$L(\lambda)$  is the color signal of the object

$$C = \frac{N_X - N_{\text{green}}}{N_X + N_{\text{green}}}$$

The difference of an object of interest and the background, the achromatic contrast, can be estimated by the equation.

$N_X$  is quantum catches of object

$N_{\text{green}}$  is quantum catches of green vegetation background

$$q_{uv} = \frac{N_{uv}}{N_{uv} + N_b + N_g}$$

$$q_b = \frac{N_b}{N_{uv} + N_b + N_g}$$

$$q_g = \frac{N_g}{N_{uv} + N_b + N_g}$$

The relative quantum catches of each type of photoreceptor



Then values of each stimulus were used to calculate relative distances in the color triangle by

$$X_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}(q_g - q_b)$$

$$X_2 = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \left( q_{uv} - \frac{q_g + q_b}{2} \right)$$

## 23.3.2. 夜行性昆虫から見たクモの色彩

夜行性の円網種は昼間は樹皮下や植物の下に隠れている。目立たない色彩は天敵に見つかりにくく好都合である。花卉の光反射と等しい種類もあり、蛾は花と区別なく訪れている場合もある。夜行性円網種は夜行性昆虫が夜に開花する花の色シグナルに似せて、おとりを示すことに用いているように色覚を利用するように思われる。

前節において、よく目立つ円網種は昼行性のハチ類にも見えるし、クモの体の暗色や緑色部分は昆虫にはよく見えるにも拘らず、背景の植生とは区別しにくい色であった。これらのことは薄明時にも夜行性昆虫に起こる。

夜行性の蛾からは、オオジョロウグモのような色の目立つ円網種は薄明環境でもよく見えるし、暗色部より派手な部分がよく見える。

## (続き)

オオジョロウグモの目立つ黄色の体色は夜行性では無色だが、鱗翅類幼虫によって背景の植生に対する見え方では、体色の黒い部分よりもよく見える。高低のコントラストはクモの外観を天敵というよりもなにか資源のようなものにしてしまう。多くの送粉昆虫は生来、対称形や破壊的なパターンを好む。

さらに、花卉ガイド、ハリなしバチの巣の入口、昆虫用のピッチャー(水差し。ウツボカズラの筒など)といったものはすべて、放射状のスジをもち、周辺に点斑があり、中心が黒い。オオジョロウグモの体色の配置は昆虫にとって蜜源に見えるのだ。

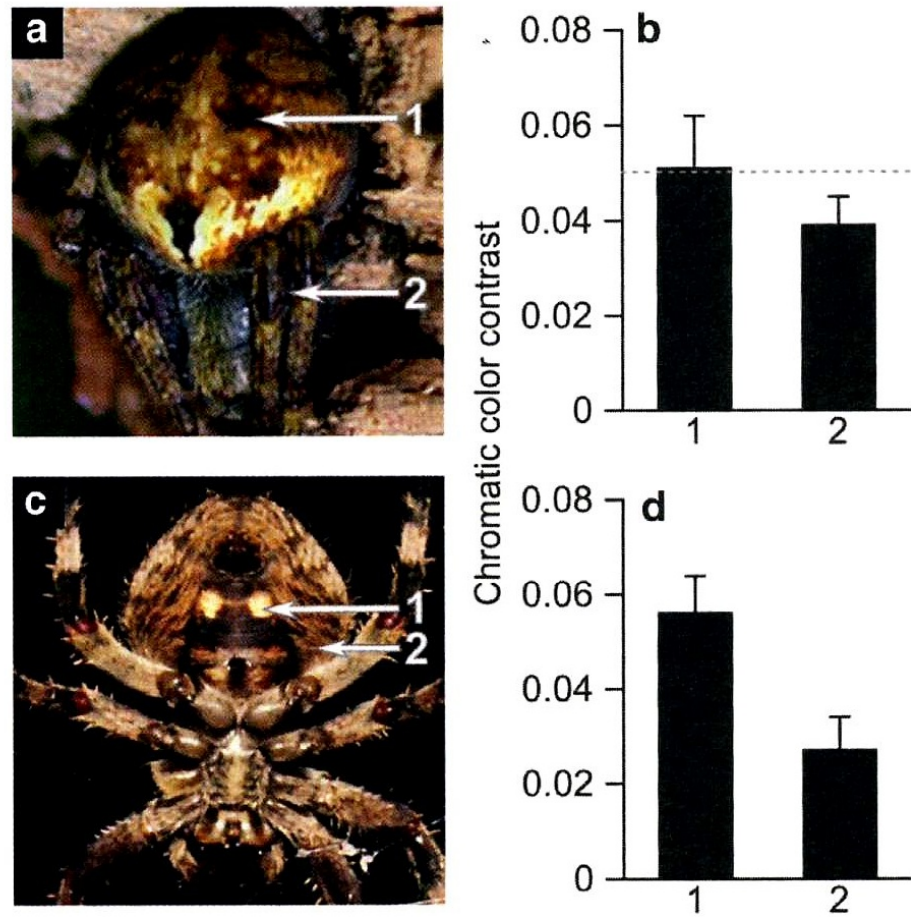
## 23.3.3 夜間目立つクモの色彩の機能

Chaung et al.(2008)は、網にいるクモは目立つ腹部腹面をさらしていることから夜行性餌を誘引していると評価した。

野外では、コゲチャオニグモでは、網にクモがいるときのほうが有意に餌がかかっていた。腹部腹面の点斑を塗りつぶすと有意にかかる虫が減った。

Blamires et al.(2001)はビデオカメラを使って、コゲチャオニグモのダミーの点が餌のルアになっていることを示した。2012年の結果もダミーの点の有効性を示した。

一方、オオシロカネグモは昼行性捕食者とみなされてきたが、夜にも活発に狩りをしてきた(昼の2~3倍の活動)。Tso et al.(2007)はこの色彩が夜行性昆虫のルアになっていることを示した。腹面の黄色を塗りつぶすと蛾のかかりかたが減った。



**Fig. 23.2** (a) Dorsal view of the strictly nocturnal orb web spider *Neoscona punctigera* (Araneidae). (b) Diurnal color contrasts of its dorsum when viewed against bark by hymenopteran insects. *Dashed line* represents discrimination threshold of 0.05 determined for hymenopteran insects. (c) Ventral view of *Neoscona punctigera* with the brightly colored spots exposed. (d) Nocturnal color contrasts of bright and dark parts of ventrum when viewed by lepidopteran insects

## (続き)

ビデオカメラを使った実験でも夜の活動で餌を活発に採っていることが分かった。同じ結果はオオジョロウグモでも得られた。餌のかかり具合は昼よりも夜のほうが多かった。昼の間に狩られた鱗翅類は捕食された餌の10%にも満たなかったが、夜間の餌の33%～60%は鱗翅類だった。網にかかった夜の餌のサイズは昼の餌よりも有意に大きかった。

これらの研究結果が示すことは、大形の鱗翅類昆虫が夜間に狩猟する色彩ある円網種の主要な標的であると思われるということである。

## 23.3.4 夜行性状況:クモの色彩パターンを形づくる要因

夜行性昆虫は超位の眼を持ち、感度は甚だよい。コゲチャオニグモの点は小さいが、超位の眼にはそれが分かる。もっともこの点は捕食圧力にもなる。昼間には寄生性の天敵に狙われやすくなる。

したがってこれらのクモは樹皮上にいて点を目立たなくしている。

腹部の点斑が大きすぎると隠しにくくなり、捕食者に狙われやすくなるのだろう。

ダミーを使った実験から、点のサイズを考察すると、現在の点のサイズはprey attraction と predator avoidanceのバランスの結果である。

一對の点は昆虫にとっては蜜標に見え、ルアー(おとり)である。