

SPIDER ECOPHYSIOLOGY 23章(前) 昼行性のクモの色彩

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

23.1 Introduction

23.2. Spider Coloration in the Diurnal Context

23.2.1 Quantifying How Colors Are Viewed
by Diurnal Insects

23.2.2 Spider Coloration from Eyes of Diurnal Insects

23.2.3 Function of Conspicuous Spider Coloration at Day

23.2.4 Factors Shaping Spider Coloration Pattern:
Diurnal Context

昼行性円網種が派手な色彩を持つ理由

23.2. Spider Coloration in the Diurnal Context

- (1) 餌に対する誘引効果で捕食成功を高める
- (2) カモフラージュ仮説 背景の植生との関係でクモを隠す

クモの反射が背景の植生の反射に等しい

クモは虫に気づかれにくい

昼行性クモの色彩がカモフラージュなのか餌の誘引なのか他の生物にどの程度見えるのかは重要である

23.2.1 昼行性昆虫からどう見えるか色彩の目立ち方を定量化する

昆虫の複眼は比較的 波長の短い光を吸収する

例えばミツバチは紫外線領域、青光、緑光を感ずる

昼行性昆虫に色がどう見えるかの定量化

$$P = R \int_{300}^{700} I_s(\lambda) S(\lambda) D(\lambda) d\lambda$$

P....The relative amount of light absorbed
by each photoreceptor type

$I_s(\lambda)$ The spectral reflectance function of the spider coloration

$S(\lambda)$ The spectral sensitivity function of the receptor in question

$D(\lambda)$ The illuminating daylight spectrum

R..... The sensitivity factor

$$R = 1 / \int_{300}^{700} I_B(\lambda) S(\lambda) D(\lambda) d\lambda$$

R...sensitivity factor

I_B ...spectral reflection function of the background to which the receptors are adapted

With this model, it is assumed that the photoreceptors display half their maximal response when stimulated by the light reflected from the adaptation background.

The quantum catch in the photoreceptor P is the input to the photoreceptors, not input to the insect brain,

$$E = \frac{P}{(P + 1)}$$

P.....光受容器の受光光子量

E.....Excitation 蜂から見た光受容器の興奮
コントラストの強弱を表す

Pは刺激の強さであり、Pが1なら、Eは0.5となる。

黄色は総扮昆虫をlure(おとり釣り)する

$$x = \sin 60^\circ (E_G - E_{UV})$$

$$y = E_B - 0.5(E_{UV} + E_G)$$

EGはgreen receptorの興奮

EUVはUV receptorの興奮

EBはblue receptorの興奮

三種のreceptorの興奮値は120°の角度である

色彩版で等位になるxとyは上式で

与えられる

刺激間のユークリッド距離は次の式で算出する

$$\Delta St = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$$

蜂が見分けることのできる色コントラスト

ユークリッド距離は、研究下では生物の色彩空間における
色対照 (color contrast) である

色対照値 (color contrast value) が識別刺激0.05より大きいと、蜂は背景から対象物を色で見分けることができる (Thery & Casas 2002).

オオジョロウグモ

ナガマルコガネグモ

オオシロカネグモ それぞれの斑紋の色対照値を示すと……

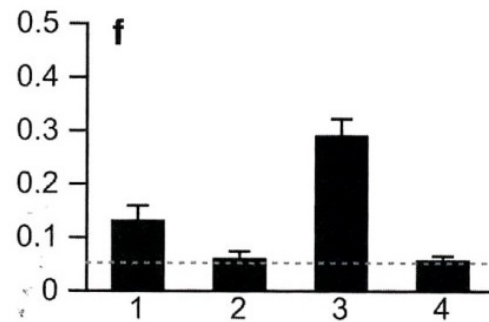
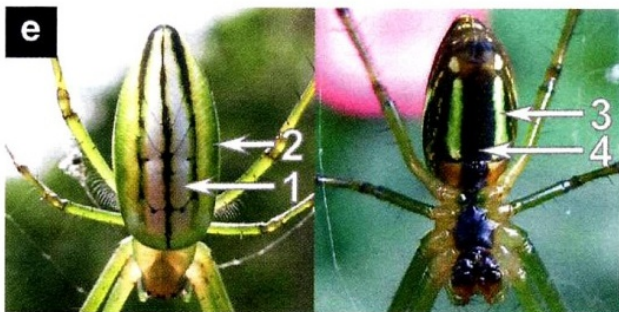
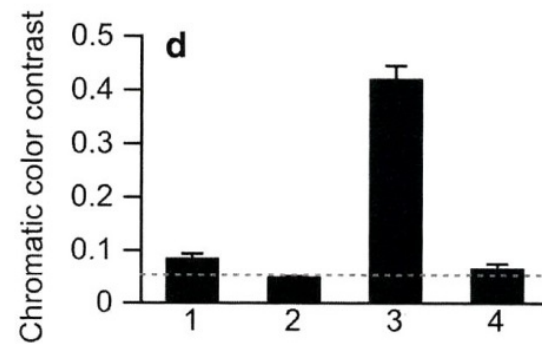
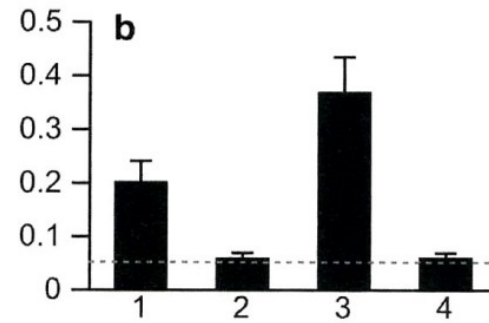


Fig. 23.1 Dorsal and ventral view of brightly colored orb web spiders from three families and color contrasts of various body parts when viewed by hymenopteran insects against vegetation background. (a, b) *Nephila pilipes* (Nephilidae). (c, d) *Argiope aemula* (Araneidae). (e, f) *Leucauge magnifica* (Tetragnathidae). Dashed line represents color contrast discrimination threshold of 0.05 determined for hymenopteran insects

23.2.3. 昼に目立つクモの色彩の機能

ミツバチのような多くの昆虫は生得的に対称的で分裂的な (symmetric and disruptive) パターンを好む (Rodriguez & Gumbert 2004)。

数件の研究が証拠として示すことは、円網種の色信号を変えると、昆虫捕獲率が減少することで (Craig & Ebert 1994; Hauber 2002)、これは prey attraction hypothesis を支持する。しかし、色信号を変えることはカモフラージュ機能を破壊することになってしまうためクモが背景から目立つことになり、昆虫捕獲率が低下するとも考えられる。

Tso et al. (2006) はオオシロカネグモのいない円網といる円網を比べて、クモがいる円網のほうが2倍の昆虫をインターセプトすることを示した。この結果はカモフラージュ仮説には合致しない。カモフラージュ仮説が正しいければクモの有無に関わらず餌のインターセプト率は等しいはずだ。

色コントラストを高めるような色つけをすると対照群よりずっと昆虫は減った

23.2.4 クモの色彩パターンを形づくる 要因：昼行性のコンテクスト

クモと昆虫の視覚的相互作用における正反対の選択圧が、体の輪郭線を壊す低いコントラストの色彩と餌をひきつける高いコントラストの色彩をもたらしたのだろう。

捕食成功率を上げるとともに敵に襲われるコストを下げる折衷案の反映が円網種の派手な色彩である。

Fan et al.(2009)はオオジョロウグモのダミーを用いて捕食の利益とコストを調べた。自然条件ではクモの色彩は餌をlureするに十分であった。一様に黄色くしたダミーは有意にオオジョロウ本体に似せたダミーよりも餌を誘引した。しかし、一様に黄色いダミーは天敵のハチも多く誘引した。

円網種の現在の色彩はbenefitとcostの結果である。