

# SPIDER ECOPHYSIOLOGY 21章

池田 博明

東京クモゼミ 2013年11月9日

# CHAPTER 21 AGGREGATE SILK GLAND SECRETIONS OF ARANEOID SPIDERS

**BY M. A. Townley & E.K. Tillinghast**

21.1 Introduction

21.2. Composition, Occurrence, and Function of Ag Secretions

21.2.1 Orb Web Builders

21.2.2 Cobweb Builders

21.2.3 Sheet Web Builders

21.3. Organization Within Sticky Droplets

21.4. Physical Behavior of Ag Secretions

21.5. Conclusions

## 21.1. はじめに

ほとんどのクモは異なった目的で多くの糸腺をもつ。コガネグモ上科においては円網や不規則網、シート網などを持ち、大瓶状腺、小瓶状腺、梨状腺、ブドウ状腺、管状腺、集合腺などがある。

これらの腺のうち、**集合腺**Agは粘球を作り、粘球は水溶性で非タンパク質成分として知られている。

典型的なコガネグモでは一対のAgを持つが、ある科では二次的に消失、また、**成体オスでは退化**している場合(コガネグモ、アシナガグモ、多くのヒメグモ、数種のサラグモ)がある。稀に成体メスで同様の例もある。

化石の例ではAgは白亜紀前期に進化した。起源はジュラ紀にさかのぼる。篩板類と無篩板類の単一起源説では篩板円網種で起こったとされる。しかしこのシナリオには難点もある。

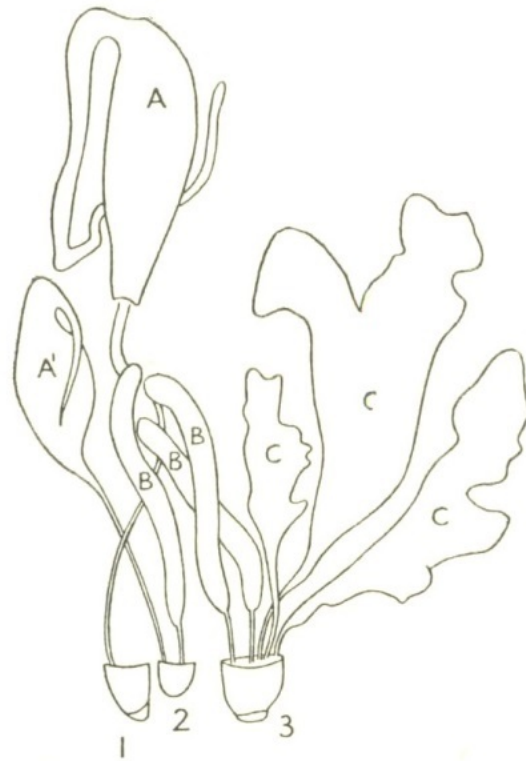


FIG. 6.—Silk glands of *Steatoda*  
(after Hopfmann).

A. Large ampullaceal; A'. Small ampullaceal; B. Cylindrical;  
C. Aggregate.

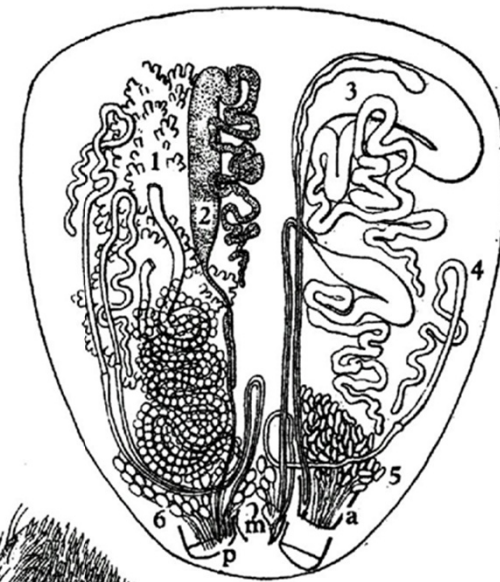


Fig. 1



Fig. 2

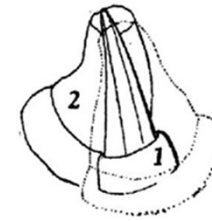


Fig. 3



Fig. 4

左: SavoryのSpider's Webより (FIは未発見) 右: Sekiguchi (1952) より。  
Fig.2に(1)鞭状腺に連なる出糸管, (2)集合腺に連なる出糸管が記されている

## 21.2 成分、産出、集合腺分泌物の機能

研究結果はほとんどアメリカジョロウグモのもの。

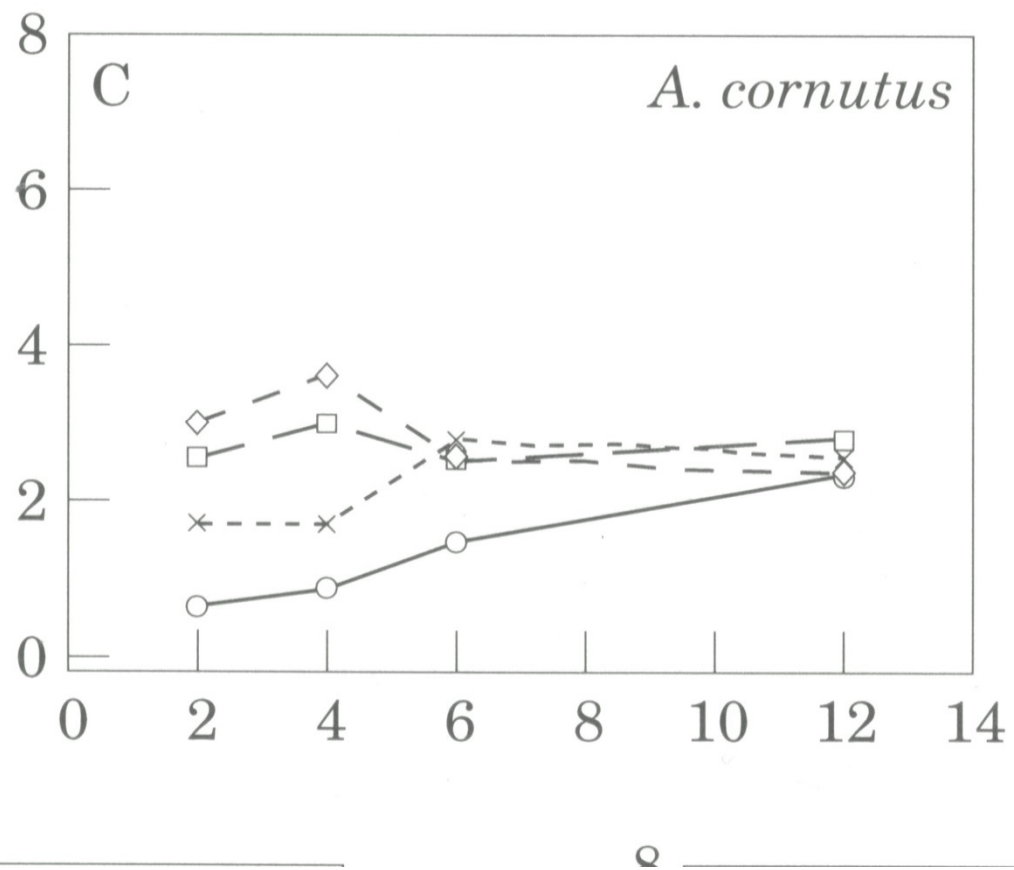
### 21.2.1 円網種

鞭状腺の糸をコートする物質を分泌する

ふたつのペアのAgには組織化学的な違いはない

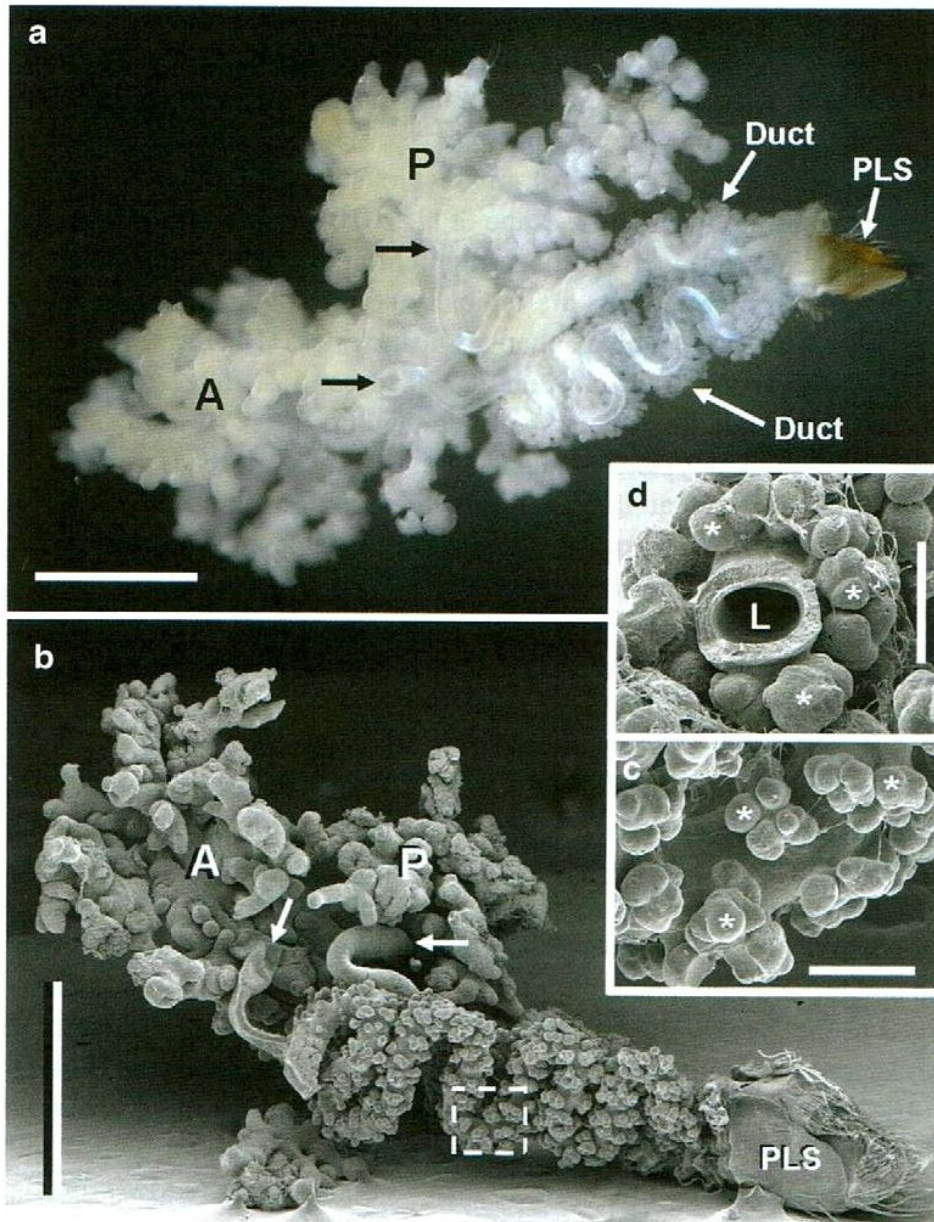
普通クモ類の円網は日毎に食べられたりリサイクルされたりしているが、横糸は非常に安定で10ヶ月以上も粘性にたいした変化もなく貯蔵されて(stored)いる(Blackwall 1835; Edmonds and Vollrath 1992; Opell and Schwend 2008)

それに比べて、蛾を専食するトリノフンダマシ類は粘性は11時間以内しかもたないので、分泌物の成分が異なることを示す重要な結果である(Cartan and Miyashita 2000)



Cartan and Miyashita 2000年, ナカムラオニグモの粘性は低下しない





# *Araneus cavaticus* male 亜成体後期のAg

P 後部集合腺  
A 前部集合腺

PLS 後側糸疣

L ルーメン

# OPELL & SCHWEND, 2008. PERSISTENT STICKINESS OF VISCOUS CAPTURE THREADS PRODUCED BY ARANEOID ORB-WEAVING SPIDERS.

## ABSTRACT

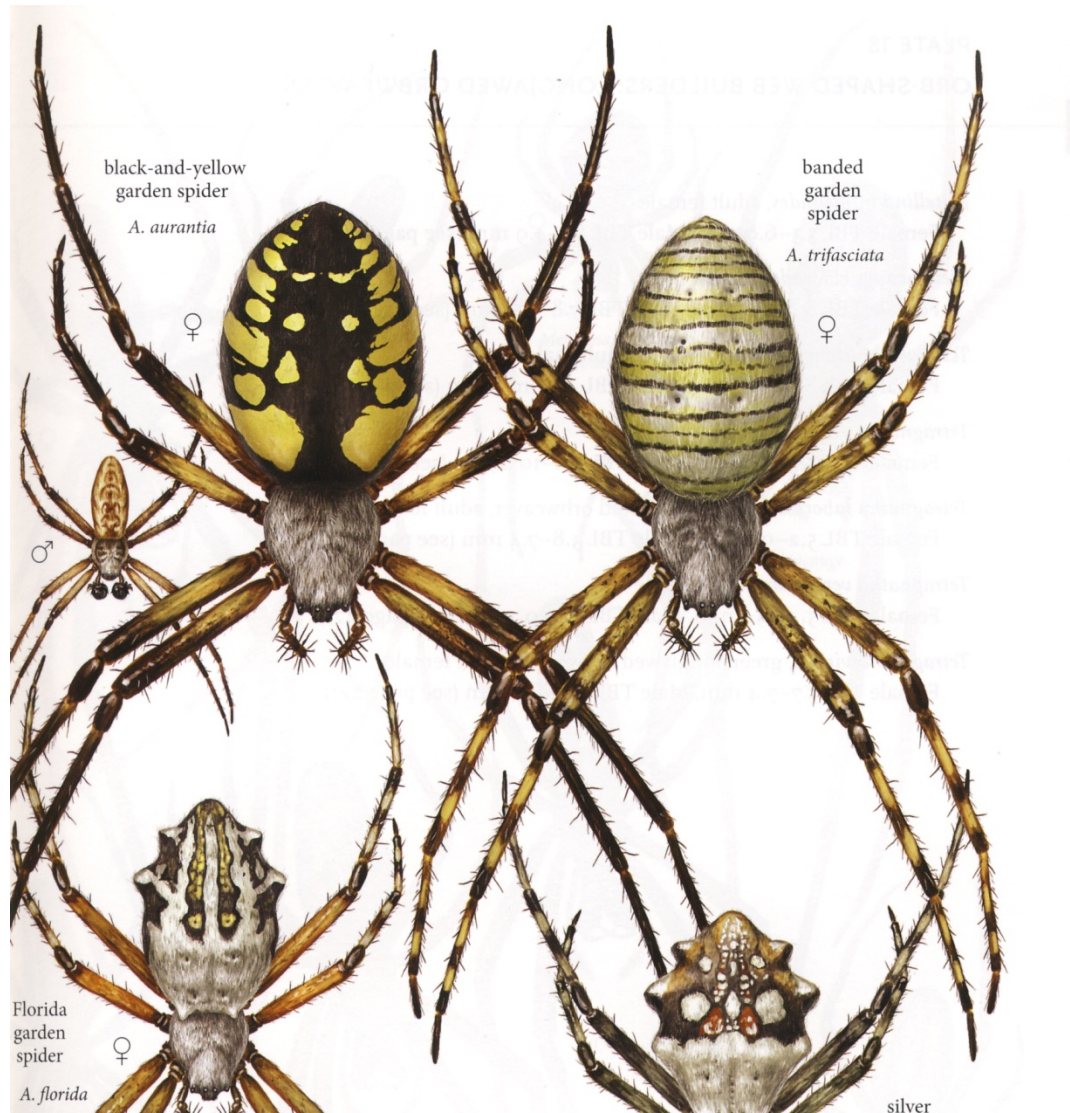
The most commonly encountered spider orb-webs rely on sticky, viscous capture threads to retain prey. These threads are composed of supporting fibers covered by a complex aqueous solution that forms a series of droplets, each with a glycoprotein granule that confers adhesion. **This adhesive system normally functions for less than a day before being replaced. Despite their ephemeral nature, we found that the stickiness of viscous threads persists for much longer.** When measured over the course of 7 days, small decreases in the adhesion of *Larinioides cornutus* threads were not statistically significant. < 通常 , 接着機構は一日もたたずに置換される。短命な性質にも関わらず粘球の接着性が長く持続することを発見した。 >



# OPELL & SCHWEND (CONTINUED)

Threads of *Araneus marmoreus*, *Argiope trifasciata*, and *Metepeira labyrinthea* were aged for 8-10 months and remeasured under environmental conditions similar to those under which initial measurements were made. When returned to humidity similar to that under which measurements were initially made, neither the droplet volumes nor the stickiness of aged threads differed significantly from those of newly spun threads. These observations indicate that when viscous threads are protected from contamination, the compounds responsible for their hydrophilic and adhesive properties do not degrade easily.

< 環境条件を最初に測定したときと同様にすると、8-10ヶ月たったコガネグモ類の糸でも接着性は変わらなかった。示唆されることは粘球はコンタミしない、化合物の親水性と粘着特性は減少しない >



Argiope aurantia

Argiope trifasciata



Metepeira labyrinthea

## 21.2.1.1 LOW-MOLECULAR-MASS COMPONENTS INCLUDING LIPIDS AND SMALL PEPTIDES

Agの脂質を含む低分子量成分と小さなペプチドについて。

Ag分泌物はpH4-5の弱酸性である

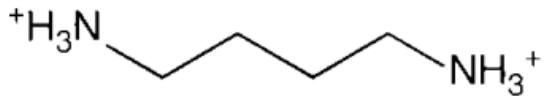
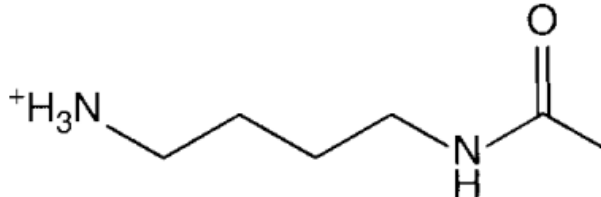
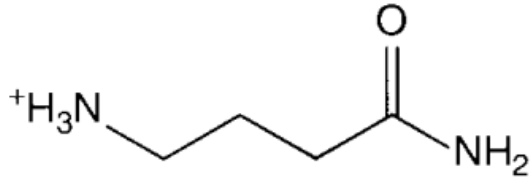
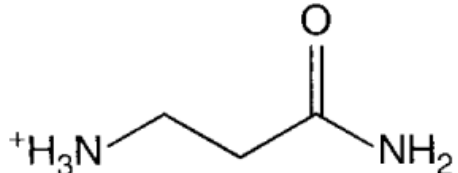
LMM (低分子量成分)のうちのいくつかは神経伝達物質である (GABA, アセチルコリン,  $\beta$ アラニン, タウリン, グリシン)

クモの種類によってLMMの成分には違いがある

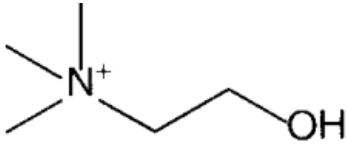
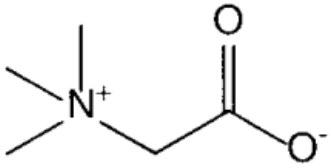
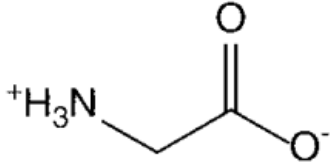
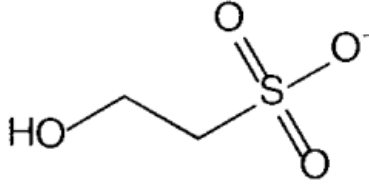
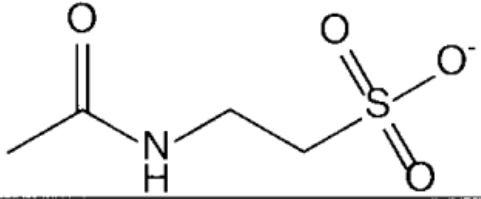
ジョロウグモにはアロマトキシンやキニン類, 脂肪酸, 脂質など異なったLMMがある

LMM構成は集団ごとの差や同じ個体でも網の場所ごとに違ったりもする

**Table 21.1** Organic low-molecular-mass solutes (LMM) in orb web sticky droplets<sup>a</sup>

Trivial name(s) {ionized form}	IUPAC name {ionized form}	Structure
Putrescine	Butane-1,4-diamine {butane-1,4-diaminium}	
<i>N</i> -Acetylputrescine	<i>N</i> -(4-aminobutyl)acetamide {4-acetamidobutan-1-aminium}	
GABamide <sup>b</sup> ; γ-aminobutyramide	4-Aminobutanamide {4-amino-4-oxobutan-1-aminium}	
β-Alaninamide; β-aminopropionamide	3-Aminopropanamide {3-amino-3-oxopropan-1-aminium}	

プトレシン、N-アセチルプトレシン、GABアミド(γアミノ酪酸)、βアラニンアミド

Choline	2-Hydroxy- <i>N,N,N</i> -trimethylethanaminium	
Betaine; glycine betaine	1-Carboxy- <i>N,N,N</i> -trimethylmethanaminium {2-(trimethylammonio)acetate}	
Glycine <sup>c</sup>	2-Aminoacetic acid {2-ammonioacetate}	
Isethionic acid {isethionate}	2-Hydroxyethanesulfonic acid {2-hydroxyethanesulfonate}	
<i>N</i> -Acetyltaurine <sup>d</sup>	2-Acetamidoethanesulfonic acid {2-acetamidoethanesulfonate}	

コリン、ベタニン、グリシン、イソチアニン酸、N-アセチルタウリン

## 21.2.1.2. PROTEINS

粘球は糖タンパク質を豊富に含む。

ジョロウグモでは, Agで二つの遺伝子aggregate spider glue (asg1) and asg2が発見された。この遺伝子は他の糸腺にはない。

これらの遺伝子はタンパク質ASG1と ASG2を合成

ASGのアミノ酸配列のデータはChoresh et al. (2009) にあり。

Argiope aurantia --- glycoprotein preparation , containing N-acetylgalactosamine as the dominant sugar , also contained phosphorylated serine and threonine residues.

## 21.2.2 COBWEB BUILDERS

円網グモでの配列とちがって、ヒメグモの二対のAgの間には明らかな分業がある。

1対は前の方にある対で、円網と共通の「典型的な」Agである。これらは結節のある管をもち、たぶん(例えばガムフットの糸のような)網内の繊維に摘要される「網Ag分泌」の源である。これらは餌を受動的にインターセプトする。それに比べて、後方の「**典型的でない**」**一対のAg** (**葉状腺**とよばれる)は短い結節のない管をもち、ヒメグモ類が餌に向かって**投げつけてラップする粘球糸**の源となる「**櫛状Ag分泌**」と考えられた。葉状腺Agはヤマシログモが口から吐く粘液の糸腺に形態学的・組織化学的に似ている。

ガムフットの糸はヒメグモの網に粘球糸の典型的な形態である。**ガムフットの軸糸は鞭状腺糸ではない。大瓶状腺糸または大小瓶状腺糸の組み合わせである。鞭状腺は投げつけ粘球糸のほうである。**



## 21.2.3 SHEET WEB BUILDERS

シート網を作るサラグモ類の二対のAgの組織化学的特性は円網グモ同様に分泌も同じである。円網グモやヒメグモ類の典型的なAgと違うのは、サラグモのAgには結節(nodule)がない点である。にもかかわらず、二層の上皮は共通で、ヒメグモ類の非典型的な結節なしの管をもつAgの単純な上皮とは違っていた。

サラグモ類のAg分泌は円網グモ同様、明らかに鞭状腺系に適用されている。わずかな種で調査されたただだが、コートされた糸はシート部とタングル部にあり、数種ではAg分泌が無いなど種内および種間に変異がある。腹部の片側だけにFI/Agが使われていたりする。

サラグモ類やコサラグモ類では、網上でのAg分泌はたちまち乾いてしまい、餌をとどめる接着力は無くなってしまうものの、交差する糸の補強や網の安定性の増強には役立ち、網上でのクモの動きを容易にする。

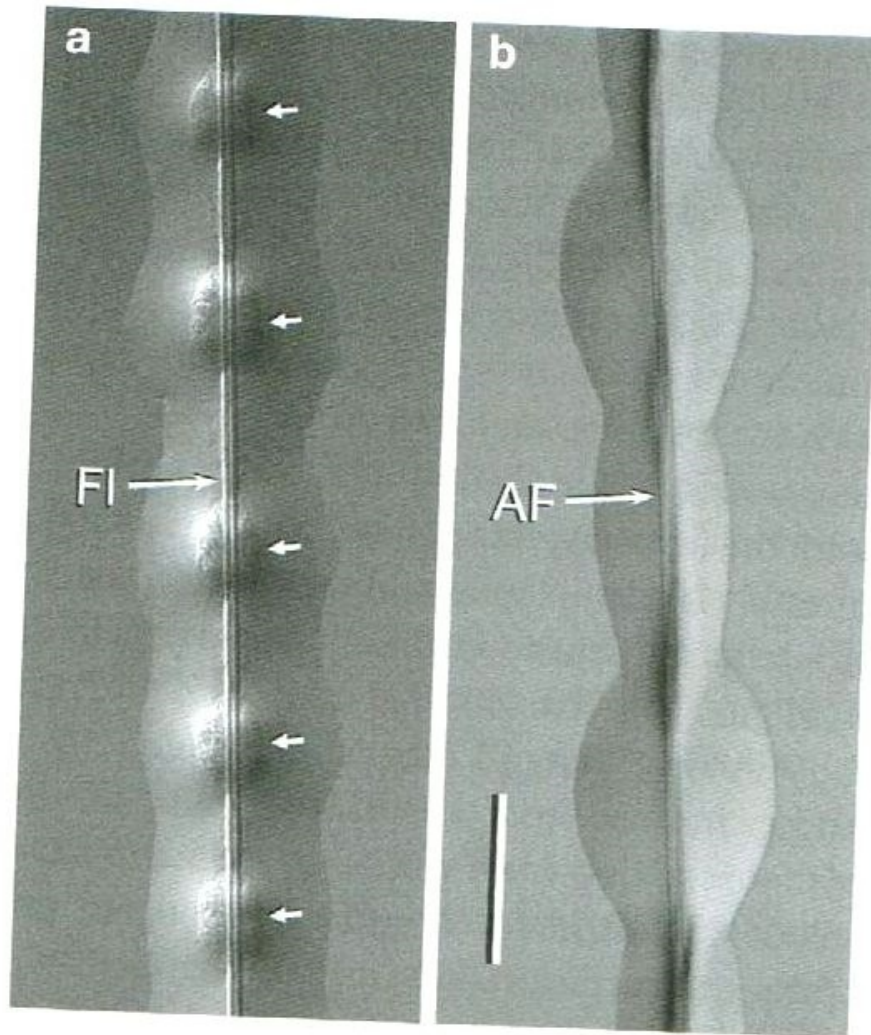
## 21.3.ORGANIZATION WITHIN STICKY DROPLETS

円網の粘球が同一性でないことはよく知られている。スライドグラスに粘球を取ってみると、FIの軸系の周囲に粘球の核があることが分る(次頁写真参照)。

この核粒は粘球の体積の15%を占める。コガネグモ類・アシナガグモ類・カラカラグモ類などの円網グモにはあるが、ヒメグモのガムフットの粘球にはない。

核粒位置ではNアセチルガラクトースアミン染色のレクチンと一致するので、核粒は糖タンパク質性ののりのパッケージであろう。核粒のサイズとらせん系の接着力は正の相関を示さないのだが。そこでOpell & Hendricks(2010)は核粒は糖タンパクのりのアンカーであるというモデルを提唱した。

核粒成分と糖タンパク質は異なるAgから分泌されているのかもしれない。Agが二対ある理由はその辺にありそうだ。



*Argiope aurantia*

a) Spun of sticky spiral

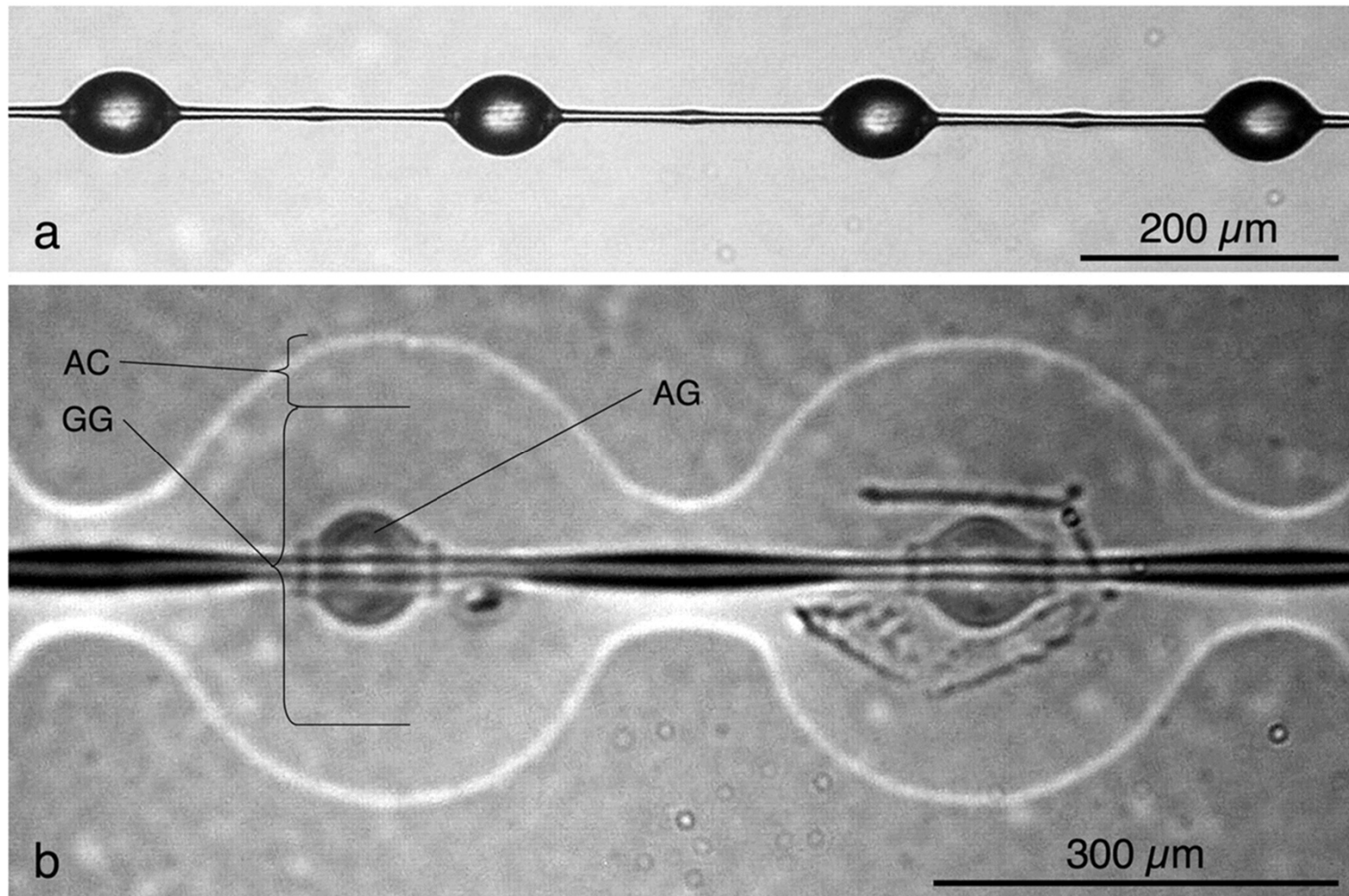
*Latrodectus hesperus*

a) gumfoot line

倍率同じ

Scale bar : 100 $\mu$ m

Span of sticky spiral from orb web of *Argiope aurantia*



Droplets of *Larinioides cornutus* (Opell, Karinshak & Sigler 2011)  
AC:aqueous covering, GG: glycoprotein glue, AG: anchoring granule

## 21.4. PHYSICAL BEHAVIOUR OF AG SECRETIONS

### Ag分泌の生理的行動

円網の粘球は粘弾性 (viscoelastic) 素材としてふるまう。急に伸ばされて液体のようになったり, ゆっくり引かれて固体のようになったり。条件によってはゴムバンドのように伸びて昆虫の運動エネルギーを吸収する。

湿度が高いと粘球の伸張性が増す (Opell, Karinshak & Sigler 2011)

篩板糸円網ではスパンの長さの違いが接着力の違いになるが, 端の接触が接着に関連する。

円網ではスパンが長い方が短いスパンに比べて接着力が大きくなる。SBMはヒメグモ類のガムフットには無関係である。