



クモと植物 (簡略版)

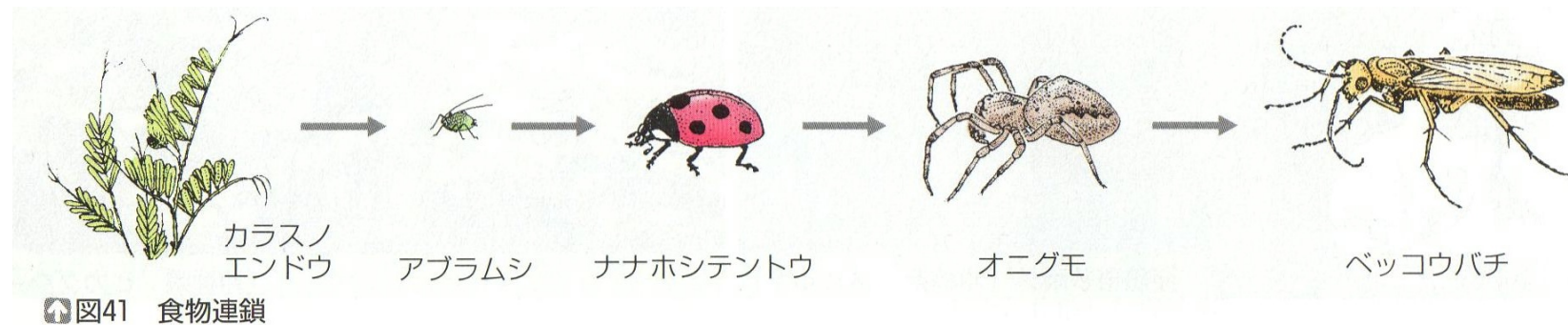
日本蜘蛛学会

池田博明

2015年12月6日

アミューあつぎ7F

クモは二次・三次消費者



生産者→消費者（一次）→（二次）→（三次：小形肉食）→（四次）

＜植物＞→＜草食動物（植食）＞→＜肉食動物＞→＜大型肉食動物＞

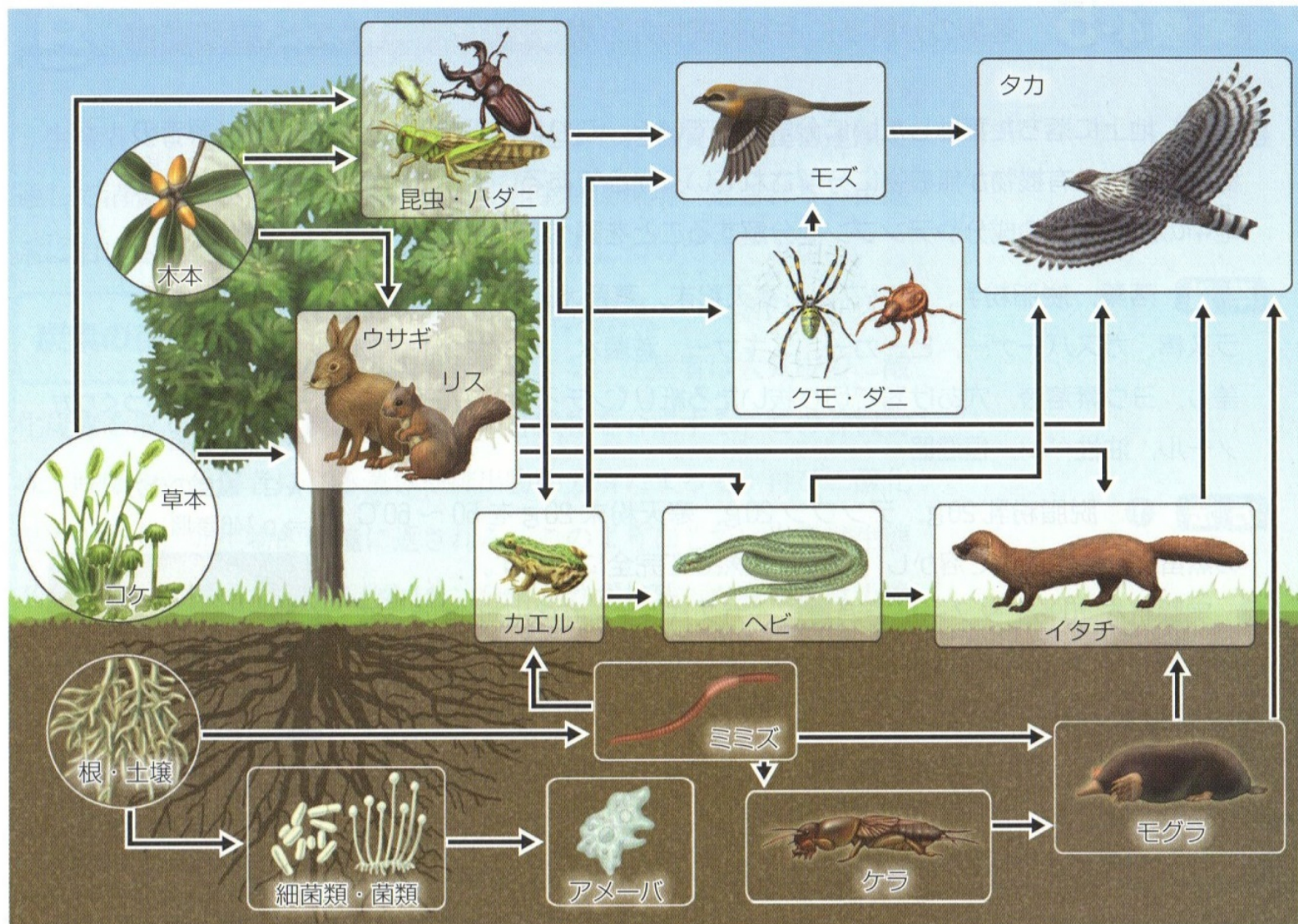


図42 食物網の例

蜘蛛と植物の関わり

- クモの造網足場としての植物
- クモの生息場所としての植物
- クモの食餌としての植物
- 植食者（草食動物）を通しての間接効果

クモは身近にたくさん、いる



2015年4月1日 中井町





2015年3月
28日
中井町
天神社

15種

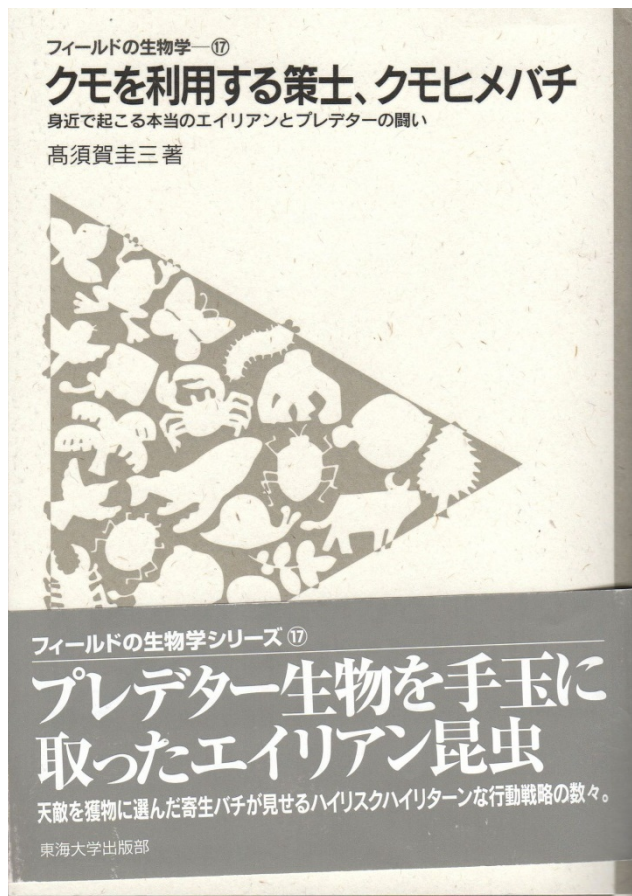


2015年
5月13日
中井町
天神社

8種

■特定の植物を好んで生息
するクモはいるだろうか？

ヒイラギモクセイとヒメグモ



- 高須賀圭三「クモヒメバチ」の研究本にヒメグモ（ニホンヒメグモ）が神戸大学内ではヒイラギモクセイにのみ造網する、という記述があった。

ヒメグモに寄生



照葉樹の葉を好むヒメグモ

- 小田原城内高校では玄関前のサンゴジュ、グラウンド側のウバメガシの生け垣に住む。
- 西湘高校ではサンゴジュの生け垣に多い。
- 平塚市土屋の神奈川県立農業総合試験場ではアカメガシの生け垣に多い。足柄上郡大井町のいこいの村ではアカメガシの垣根。
- 照葉樹の比較的小さい葉の樹木の間を好む

卵嚢・子育てに小葉を利用



柿の葉陰に潜むナゲナワグモ

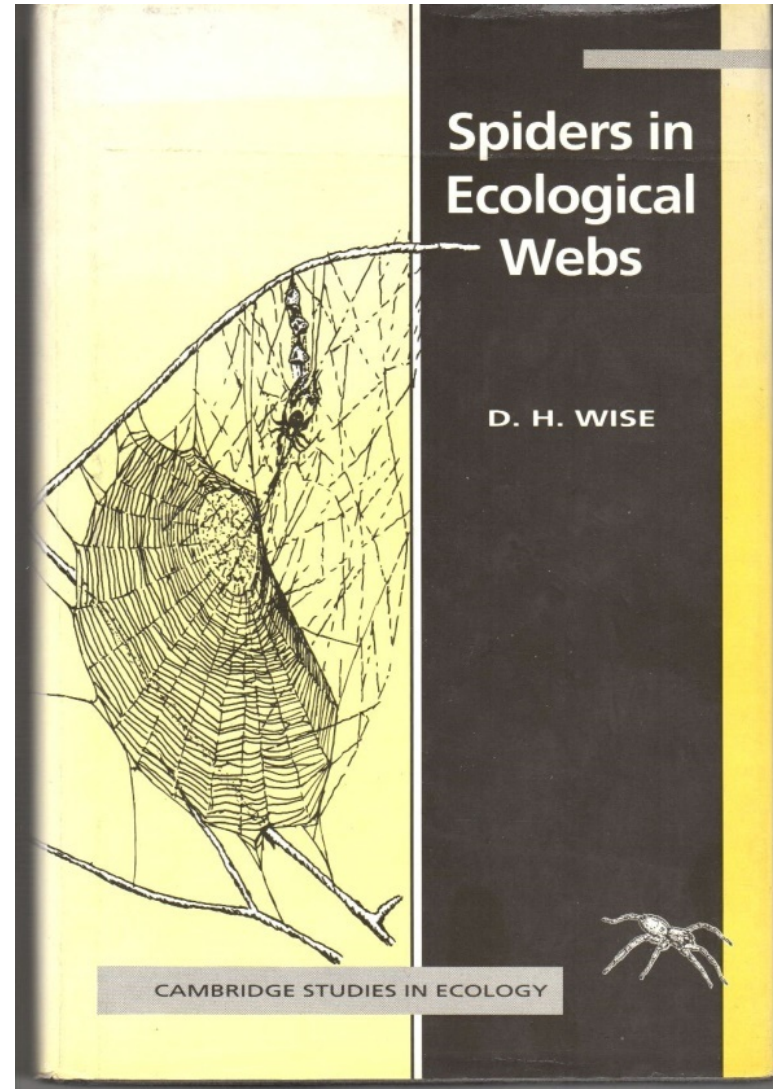
- 投げ縄習性を持つクモ・・・マメイタイセキグモやムツトゲイセキグモ
- 夜間、大きな粘球を作り、振り回して接近する蛾の翅に当てる狩りをする。
- 昼間は柿や栗の葉裏にいることが知られていた。
- 柿や栗がクモに好まれるのだろうか？

カキは消毒をしない果樹

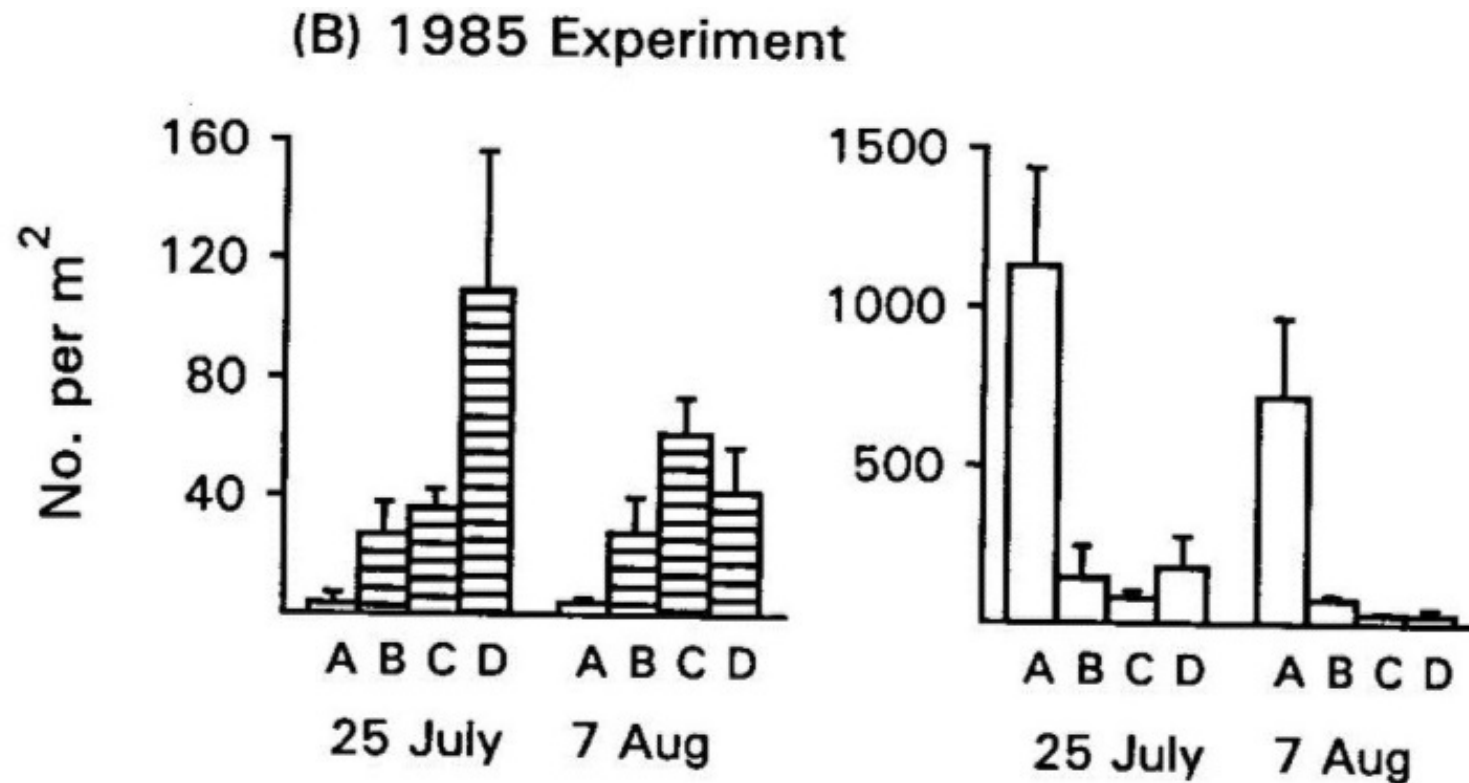
- 柿（カキ）はタンニンを多く含み「しぶい」ため，鳥や虫に食べられない。
- 柿果実は消毒する必要がない。
- そのため，クモも定着し，生息できている。

■食物連鎖での 直接効果

- Wise, 1993.
Spiders in
Ecological
Webs.
- Cambridge
University
Press.



クモを増やすとヨコバイが減る



導入したクモの個体数（コモリグモ）とヨコバイ個体数

クモ除去で植食幼虫（夜蛾幼虫）増え，食害葉（ワタ葉）も増える

Treatment	Total no. leaves	Percentage damaged	Distribution of larvae on damaged leaves (%) ^a					Damage to leaves (%) ^b				
			0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Spiders present	233	23	10	65	25	0	0	0	82	8	7	3
Spiders removed	184	51	0	11	0	51	38	0	19	33	38	10

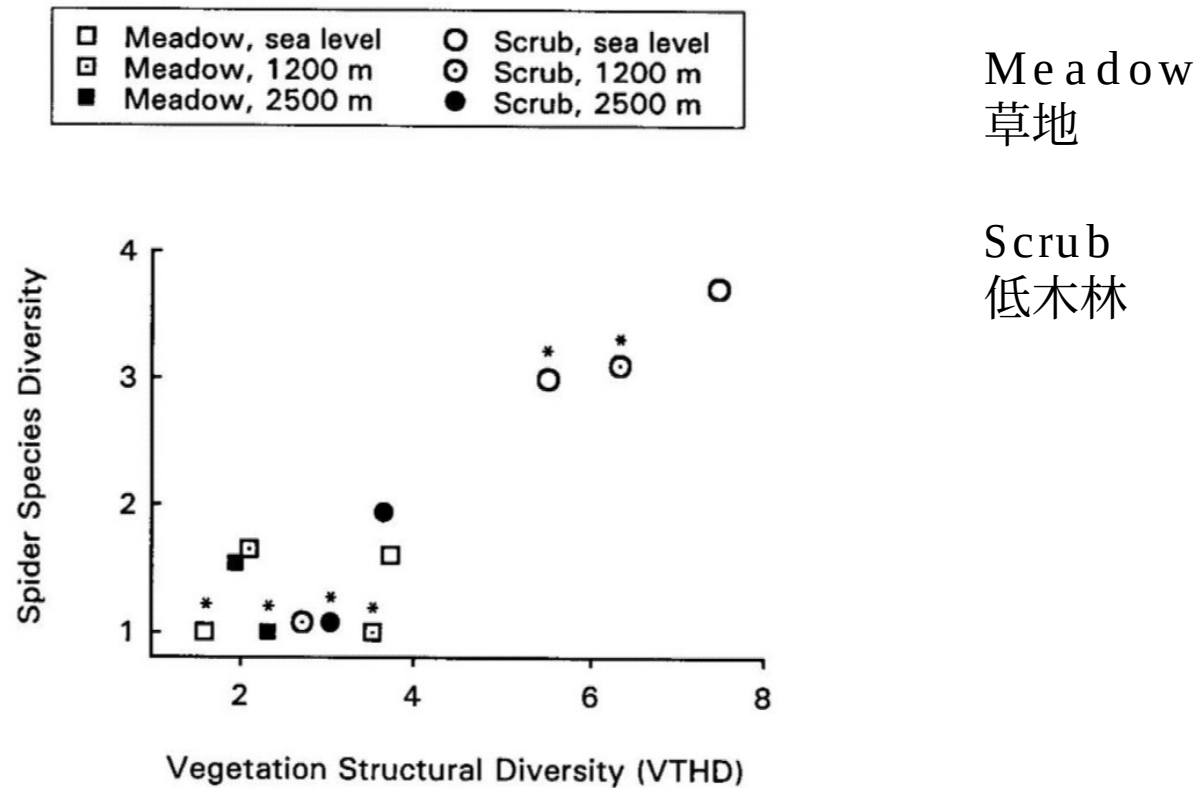
Notes:

^a Code: 0 = no larvae present; 1 = 1–5 larvae/leaf; 2 = 5–10; 3 = 10–20; 4 = > 20.

^b Code: 0 = no evidence of feeding on leaf; 4 = entire leaf surface nibbled.

Source: Mansour 1987.

植生の構造が多様なほどクモの種の多様度も大きい



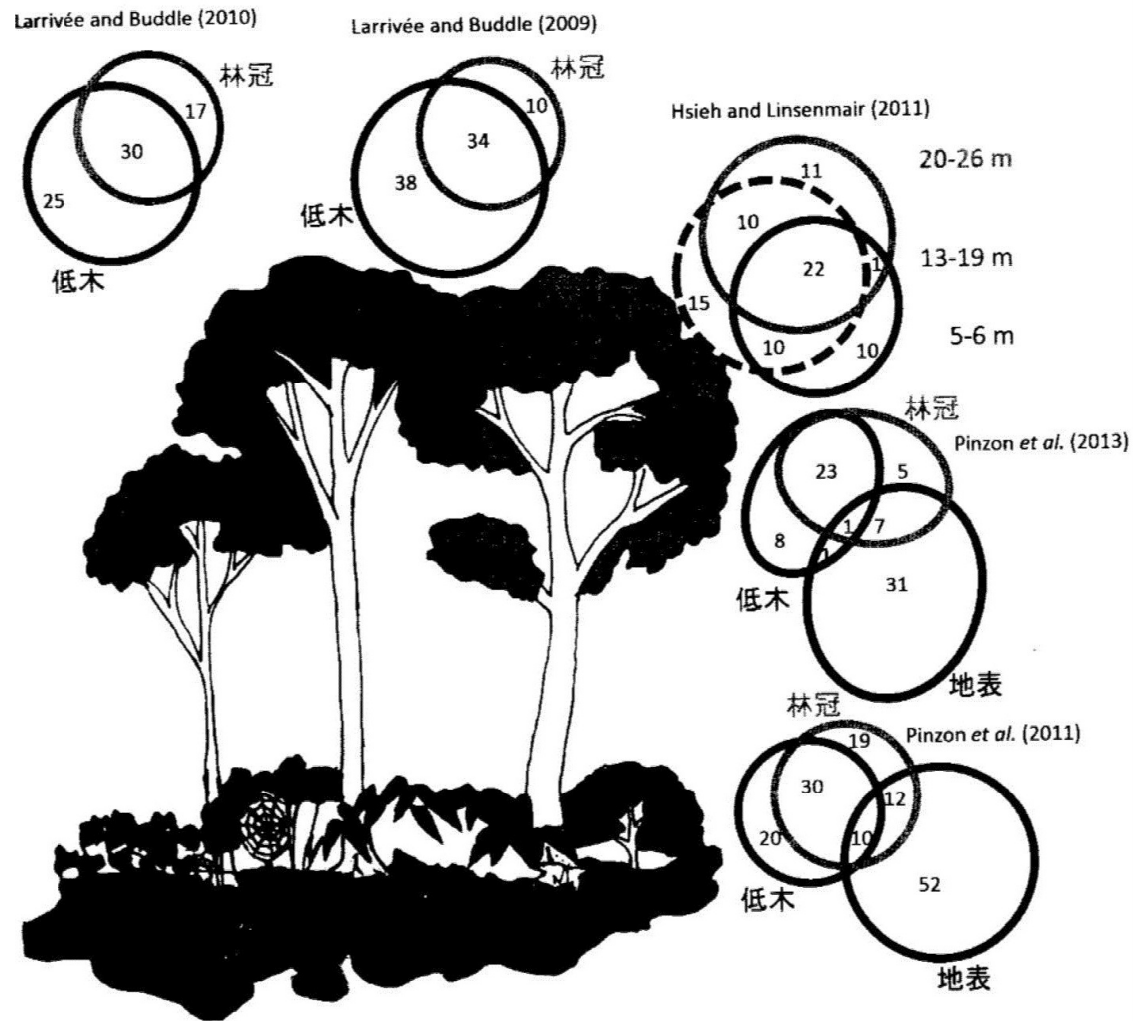


図1 マイクロハビタットごとのクモの種数の内訳。円が重なった部分に記された数字が、複数のマイクロハビタットで共通して採集された種数を示す。右下から順に Pinzon et al. (2011), Pinzon et al. (2013), Hsieh & Linsenmair (2011), Larrivée & Buddle (2009), Larrivée & Buddle (2010) の結果にもとづき、筆者が作成した。

落葉層が深いほどクモ種（徘徊性）が多い。他資料で数也多。

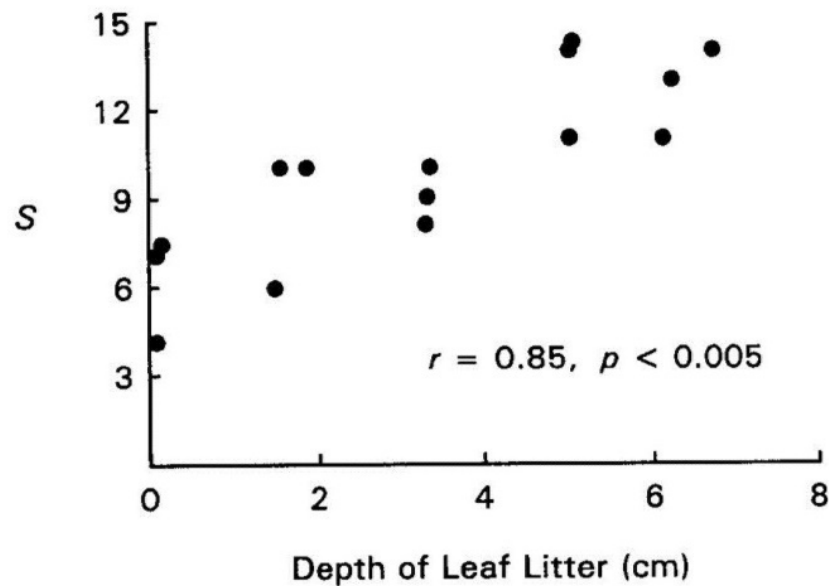
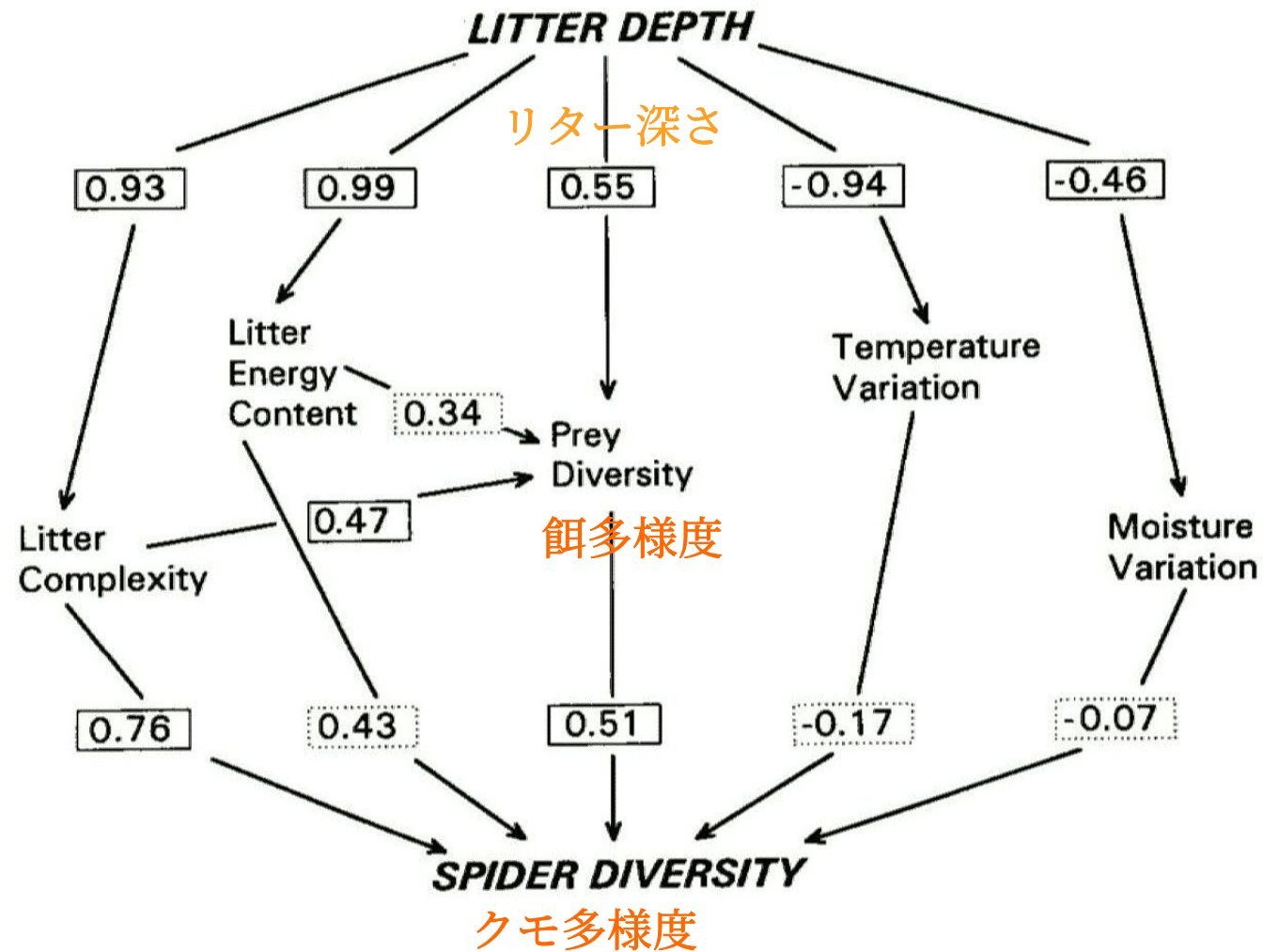


Fig. 7.8 Effect of experimentally altering depth of leaf litter upon the number of species of wandering spiders trapped. S = number of species per pitfall trap. (After Uetz 1979.)



落葉層が深いほど複雑性・エネルギーが増して餌の多様性に貢献
 温度・湿度の変化は負に働き、生息場がクモの多様性に影響する。

住み場所と餌⇒クモの多さ

- 針葉樹の小枝を束ねることで植物量は1.6倍, 菌食者（トビムシ）は8倍に。
- フクログモが増加。足場が多い⇒クモが多い
- クモ種数は二次林＞原生林＞草原＞畑作放棄地。
- 原生林で優占するコガネグモ科は攪乱に弱く, 二次林優占のヒメグモ科・サラグモ科は強い。
- 遷移が進むと腐食連鎖起源の昆虫（クモにとっての餌）が重要になる。

■ クモの食餌としての植物

クモと植物の直接的関係

花粉を食するアシブトヒメグモ



アシブトヒメグモ♀（池田撮影）：花粉食の♂（浅間茂撮影）

Review:クモの植物食 Herbivory in Spiders

By Dirk Sanders, 2013

Spider Ecophysiology

Chapter 28

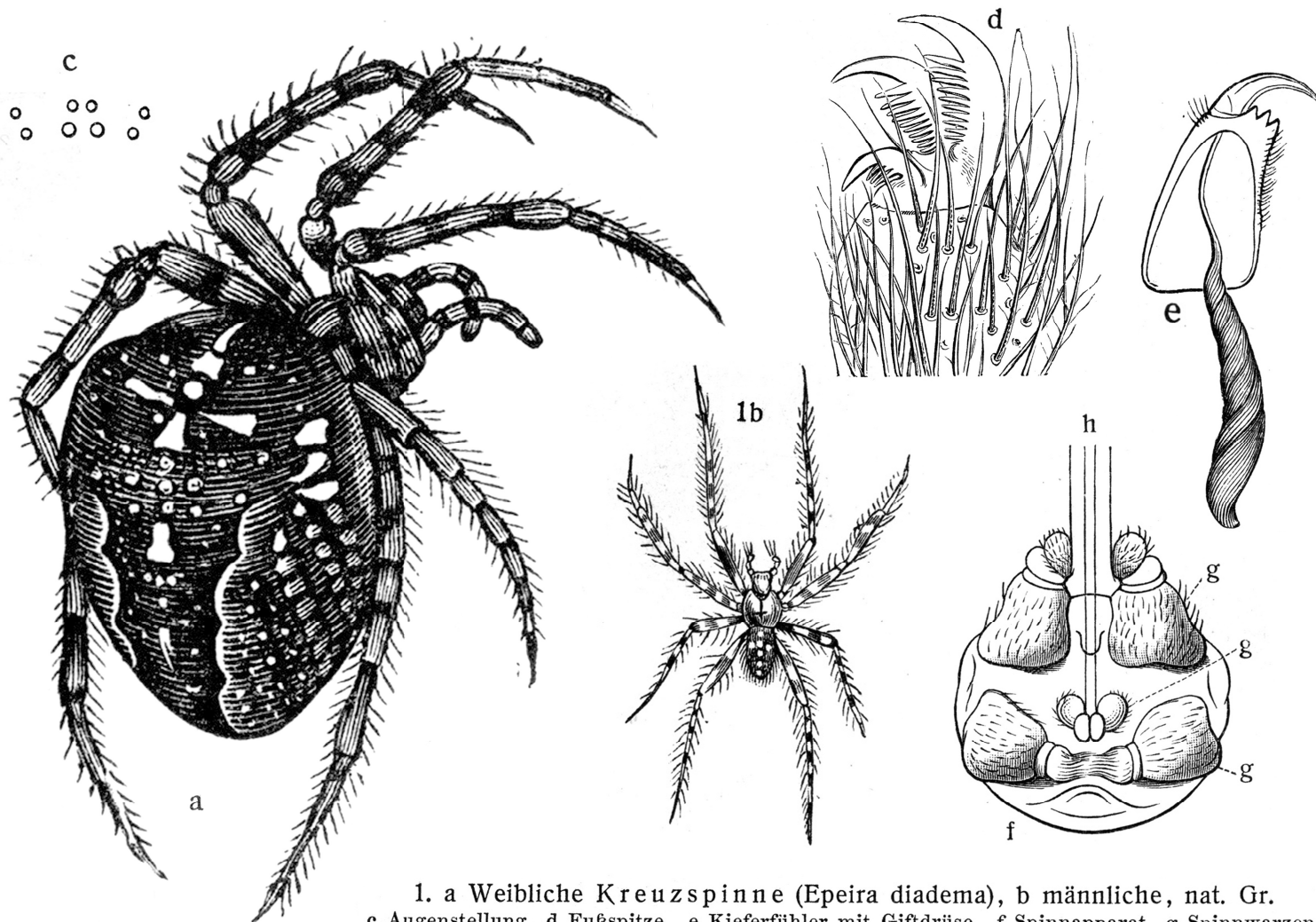
(クモ生態生理学・第28章)

385-391

28.2 Pollen Feeding (花粉食)

- ニワオニグモ *Araneus diadematus* の幼体 (spiderlings) が網を回収する際に糸に付着する花粉や胞子を食していた。実験的にこれらを与えないと成長が遅れる (Smith & Mommsen 1984)
- 付加的食資源 (an additional food resource) として花粉を利用
- 独の百科事典よりニワオニグモ図参照 (山根真一提供)

ニワオニグモ



1. a Weibliche Kreuzspinne (*Epeira diadema*), b männliche, nat. Gr.
c Augenstellung, d Fußspitze, e Kieferfühler mit Giftdrüse, f Spinnapparat, g Spinnwarzen,
h Faden. (Art. Kreuzspinne.).

花粉や胞子は豊富にある

- サラグモ (Linyphidae) の皿網は花粉などの粒子を留めやすい構造になっている。実験室内研究では二種のサラグモが花粉を多く留めた。
- *Frontinella communis* (日本のクスマサラグモやムネグロサラグモに似たクモ)
- *Tennesseellum formicum*

Bowl and Doily Spider



Bowl and Doily Spider



ムネグロサラグモ（左）とクスミサラグモ（右）
安藤昭久撮影
5月成熟のムネグロと4月成熟のクスミ

Pollen feeding (花粉食・続)

- シロアズチグモ *Thomisus onustus* 幼体は飢餓のときに花粉を食する。
- 花粉はサプリ資源として利用されているが，網上の花粉を無視する種類もある (Carrel et al. 2000)
- 胞子のなかには有機的構成成分の違いから毒になるものがある。

Survival time of *Thomisus onustus*

Survival time (in days)		
Feeding treatment	n	Mean
Starvation control group	12	21.4
Pollen of <i>Erigeron annuus</i>	12	34.9
Pollen of <i>Bellis perennis</i>	15	43.9
Sucrose solution (30%)	13	129.4
<i>Drosophila melanogaster</i>	12	No death

Erigeron (ヒメジョオン) : *Bellis* (ロイヤルティーフリー) 共にキク科

28.3 Nectar Feeding (蜜食)

- 文献で蜜食の観察は
- カニグモ類 (Beck & Connor 1992; Pollard et al. 1995)
- ハエトリグモ類 (Jackson et al. 2001)
- 数種の徘徊性クモ類 (Taylor & Forster 1996)
- 花の蜜には糖質のうち、果糖（フルクトース）が多く含まれている

果糖効果の有無 (Chen et al. 2010)

- fructose **positive** ; ササグモ, カニグモ, キシダグモ, ハエトリグモ, コモリグモ, アシナガグモ, コガネグモ, ジョロウグモ, タナグモ
- fructose **negative**; サラグモ, フクログモ, ヒメグモ.
- ハナグモ (216頭) では♀42.9%よりも♂**87.5%に効果**があり,
- 幼体26.5%よりも**成体66.7%がよりポジティブ**だった。ポジティブ＝生存に有利だった

Nectar Feeding (蜜食・続)

- ハナグモの一種 *Misumenoides formosipes* ♂ は蜜食で寿命が延びた。
♀ は蜜食自体が稀だった (Pollard et al.)
- 90種のハエトリグモで蜜食を記録した。
花の蜜はハエトリグモでは初期幼体のサブリである。
- 蜜は徘徊性のクモの活動性を増す証拠がある。イズツグモ科の *Hibana futilis* は蜜の刺激を記憶する。

フクログモの蜜食と花粉食

- Suetsugu K, Hayamizu M, Koike N. 2013. *Clubiona* spider (Araneae: Clubionidae) visiting flowers of nectariferous orchid *Neottianthe cucullata*. Entomological Science, 16.
- 日本でクモの蜜食や花粉食の報告は少ない。2013年に苫小牧でのミヤマモジズリの蜜食と花粉食の報告がされた。

- 苫小牧でミヤマモジズリの花にフクログモ属の幼体が訪れていた.
- 8月25日12:13から翌日の0:58まで1分間隔で撮影したところ、花筒の奥深くまでフクログモが潜り込んでいた. これは吸蜜の行動と推察される.
- さらに花粉をくわえている写真が写っていた. 花粉粒は次第に小さくなっていることから花粉食もしていることが考えられた.

植物食にシフトしたハエトリグモが発見され大ニュースに！

Meehan et al. 2009.

Herbivory in a spider through
exploitation of an ant-plant mutualism.

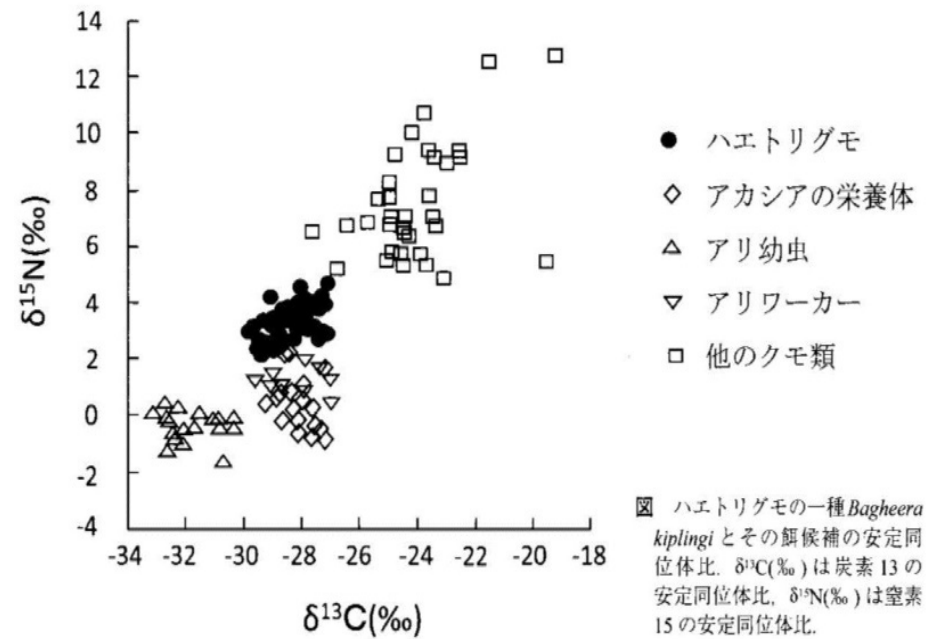
Current Biology 19;R892-R893.

28.4 Exploitation of Ant-Plant Mutualism (アリ植物共生物の搾取)

- キップリングハエトリ *Bagheera kiplingi* はアリが運んでいるアリ植物アカシアの葉粒 (leaf tips of ant-acacias) を横取りする。
- 植物資源だけを餌にしているわけではなく、アリ幼虫も食している (その後、食物の殆どが植物資源と訂正された。同位体比による)
- キップリングは「ジャングル・ブック」の英国作家

キップリングハエトリの生態

- このハエトリはこのアカシアに優占的に住み、子育てをし、アカシア・アリのパトロール率が低い古い葉の隅に住居を構える (Meehan et al. 2009)



Nの安定同位体比で栄養段階を

- 尿として排出される窒素は ^{14}N 中心
- 生体内に残るのは重い ^{15}N
- 捕食者は ^{15}N 比が高い
- 炭素安定同位体比は、被食者（餌）と捕食者でほとんど 値が変化しない
- 光合成によって ^{13}C は減っていく
- 植物の種類により固有値を示すので、植物餌の種類や餌料を知るのに有効

28.5 クモと植物の共生

- ハエトリグモのある種は (*Eris* sp. & *Metaphidippus* sp.) アレチケツメイ *Chamaecrista nictitans* (南米からの帰化種で愛知や岐阜に侵入した) 上で植食動物・アリ・ハチ・クモを食する他に蜜を集める. この種は蜜のある植物を好む.
- ハエトリの住む植物のほうがない植物よりも有意に種子を多く付ける.

28.6 植物食の結論 (Conclusion)

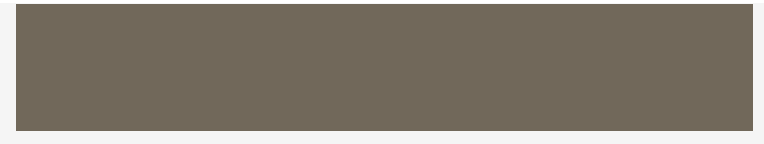
- サプリとしての蜜食は多くの科で見られたし，網を張るクモの花粉食も数少ないながらも研究された。花粉食や蜜食は餌が乏しいときには生存に有効である。
- その有効の程度に関してはアイソトープを使うなどの研究データが必要。
- クモと蜜食からさらに進んだ共生関係の例は、もっと見つかるのではないだろうか。

ユアギグモの食性

- 円網グモが多様化し，彼らが無視した「空きニッチ」や小さな昆虫，そこに小さなヨリメグモやコツブグモが進化した。カラカラグモは蚊を捕らえるのに特殊化した。ユアギグモは小さな植物花粉を捕獲する極小の密な網を進化させたと思われる。
- Blackledge, T.A., M.Kuntner and I.Agnarsson, 2011. The Form and Function of Spider Orb Webs: Evolution from Silk to Ecosystem. IN J.Casas (ed.), Advances in Insect Physiology, Spider Physiology and Behaviour: Physiology. Academic Press. pp.175-262.



赤い色のダニ（種不明）を捕食するユアギグモ♀（緒方清人）

- 
- 花の色とクモの体色
 - クモの体色変化 1

ゆっくり起こる？体色変化

- 長時間かけて(24時間)体色を白から黄色へ可逆的に変化させる(黄色のダリア上にて)〔大利昌久, 1964. *Atypus*,35〕
- 1975年8月16日, 滝山で淡黄色の個体が机上の管びん内で, 22日には白色になっていた. 黄色のキクイモ上にはなしたが変化せず, 産卵し, 9月9日に死亡〔高野伸二, 1975. *Kishidaia*,39〕

UV反射とアズチグモ

- 最初にアズチグモの体色変化をUV反射で説明したのは昆虫写真家・佐藤有恒（1987, Insectarium, 24）だった。彼の実験と説明は体色のレビュー（Oxford and Gillespie, 1998）に引用されたが、以後10年間、オーストラリアで他の種で報じられるまでその報文が注目されなかった。
- 同時期にヨーロッパ産アズチグモではUV反射を欠くことが分かった。

佐藤有恒による実験（1987年4月号）

- 黄色いへチマ花の中央部（UV吸収で黒い）に置いた白いクモ⇒UV吸収でやや黒い⇒黄色く変化したクモ⇒UV吸収で黒化
- ドクダミの花（UV反射で白い）に置いた白いクモ⇒UV反射で白い
- UV反射背景への変化はす早いが、UV吸収への変化はゆっくり。

UV反射の地域的な傾向

- オーストラリア産の4種は400nm以下を反射する。（ギョウジャグモの一種 *Diaea evanida*, シロスジグモの一種 *Runcinia* sp., *Sidymella* sp., *Diaea lactea* ⇒ *Zygometis*）
- ヨーロッパ産の3種は100nm以上を調べたがUV反射の証拠はなかった。（シロアズチグモ *Thomisus onustus*に加えて, フノジグモ *Synaema globosum*, ヒメハナグモ *M. vatia*, ヤミイロカニグモの一種 *Xysticus* sp.）

25.4 色素生産と体色変化の機構

- 動物の色彩は色素成分によるものと構造色によるものがある。
- キューティクル（Cuticle）層
- 下皮（Hypodermis）層
- グアノサイト層（グアニン細胞層）
- キューティクル層は可視光、特に350nm以下の光を吸収するので、ヒトの目には透明である。

最内層＝UV反射層

- 最内層はグアノサイト層
（グアニン細胞層）である。
グアノサイトはグアニン結
晶を含み、**銀色**に見える。
400～700nmをフラットに
反射する。**330～400nmは
強く反射**し、300～330nm
は100%吸収する。

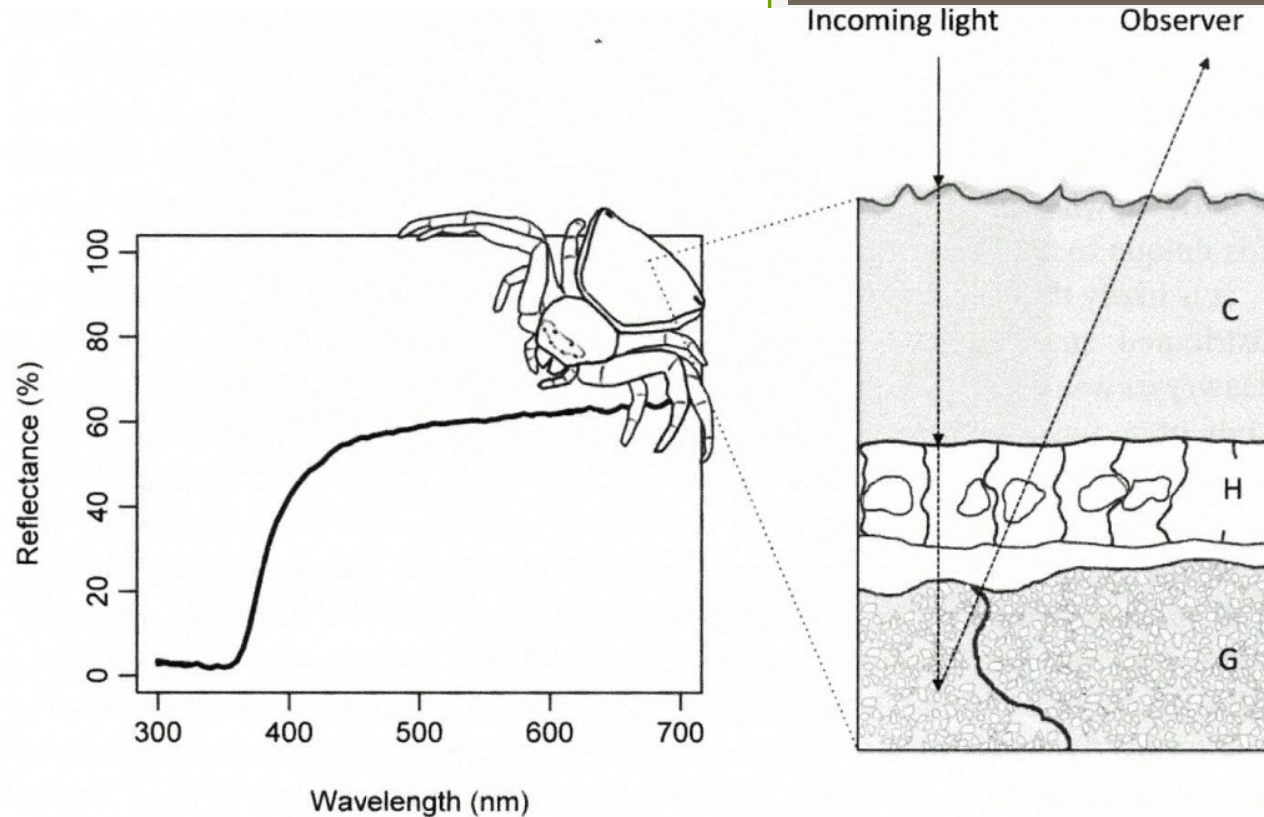


Fig. 25.3 On the *left*: a typical spectrum of a UV-reflective *Thomisus spectabilis* (Thomisidae). On the *right*: a cross section of the spider's opisthosoma depicting the three components contributing to the observed crab spider colouration: cuticle (C), hypodermis (H) and guanocytes (G). Incoming light is absorbed by the cuticle and by pigments or crystals present in the hypodermis. The light that reaches the guanocytes is then reflected back to the observer. UV-reflective individuals have very few pigments and crystals in the hypodermis, making it transparent to the UV light that is reflected by guanine crystals

25.5 カニグモにとってUV反射の機能

- ミツバチを使って実験するとオーストラリアのハチは花だけでなく、花の上のUV反射のクモに接近（インドも同様）
- ヨーロッパのハチはクモのいる花を避ける
- UV反射は受粉昆虫を捕まえるのに花に潜伏する種にとっては適応的だったのだろう。

Colour change ability and its effect on prey capture success in female *Misumenoides formosipes* crab spiders

By Alissa G. Anderson and Gary N. Dodson

2014.

Ecological Entomology.

DOI:10.1111/een.12167

背景が白い場に白いクモは？

- 背景白に白いメス⇒餌捕獲率が高い
- 背景白に黄色メス⇒クモは白花を放棄
- 背景黄色に白メス⇒白メスは緩慢に黄色に変化
- 背景黄色に黄色メス⇒黄色花に白メスのときより餌捕獲率が増加
- 体色変化が餌昆虫を欺くために背景色と一致させる機能であるという仮説を支持する。

中田兼介氏の総説（2015）

- オーストラリア産アズチグモはセイヨウミツバチ（200年前に導入された種）を誘引する。クモがUV反射するため（花卉は反射しない）。
- 在来種ハナバチには誘引効果がない。
- UV反射するカニグモはヨーロッパにはいない。
- クロバエは近距離からもヒメハナグモを識別できなかった。
- 餌昆虫群集とクモ体色には複雑な関係があり、一義的に効果があるとかないとかは断定できない。

■ クモの体色変化 2

ヒメグモ (ニホンヒメグモ) の例

■体色変化をもたらす要因 には食物の色素がある

表皮の下の下皮色素を欠く種の
例では，消化した餌の色素が表
皮を通して腹部の色に反映する。

餌による体色変化HappyFace

- 餌はショウジョウバエ⇒色変化はオレンジ（2日後）
- 餌は鱗翅類・蛾成虫⇒色変化は濃いオレンジ（4～6日後）
- 餌は鱗翅類幼虫又は同翅類⇒色変化は緑色（2～3日後）
- 餌はヒメグモ⇒色変化はオレンジ（2日後）

■ クモの体色変化 3

クモの瞬間的体色変化

天敵からの防御のしくみ

By Judith Wunderlin and
Christian Kropf

Spider Ecophysiology

Chapter 26

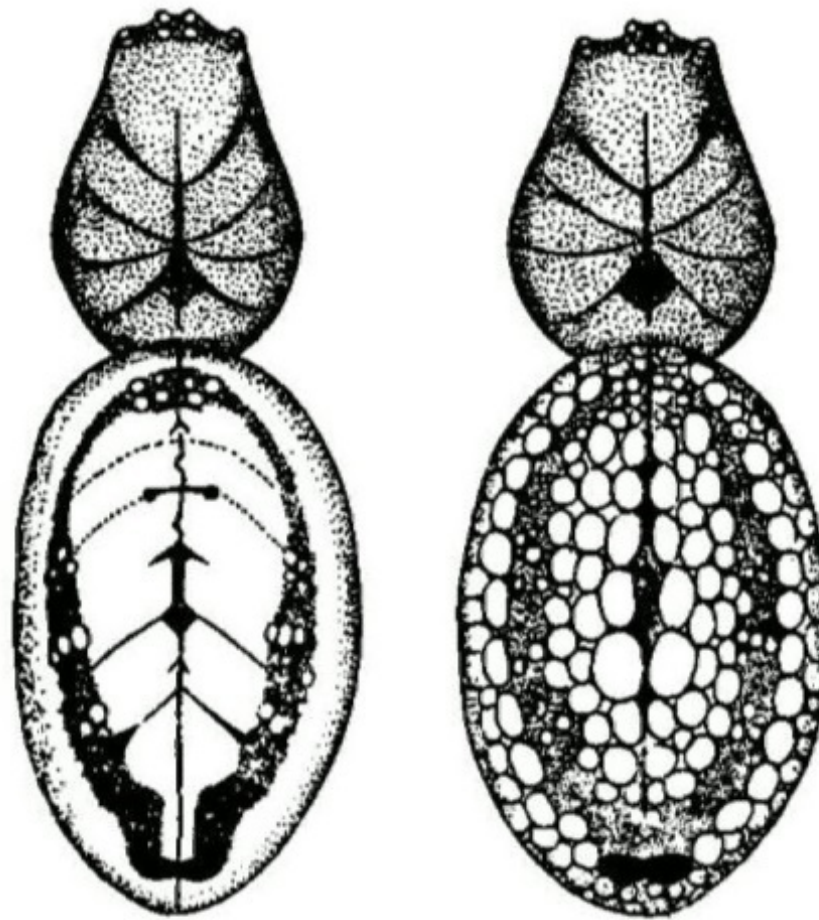


図-1 キラシロカネグモの体色変化 左は正常態で斑紋が拡大している。右は斑紋が収縮分離して鱗状となっている〔植村利夫, 1957〕

26.3 グアノサイト Guanocytes (グアニン細胞)

- クモの腹部の大部分は中腸：4つの細胞でできている＝分泌細胞・吸収細胞・基本細胞・**グアノサイト**である。
- グアノサイトは特殊化した中腸細胞で、その主要な機能はプリン体排出物グアニンを貯蔵することである。つまり、プリン含有代謝産物を吸収し、排出する組織である。

白色や銀色の素は？

- グアノサイトは白や銀色の原因。
- 白色は斜方晶形グアニン結晶による。
- 銀色の例ではグアノサイト中にグアニンは二層結晶板状になっており、細胞質が板の間にある。二枚の板を無晶形のグアニン層がくっつけている。

グアニンと体色

- 白または銀色は薄く透明な腹部のクチクラ層を通して輝く。白色量は例えば少ない場合にはサラグモのスジ模様の程度になるし、全体に渡ればヒメハナグモの白い腹部となる。
- 暗色の種類では、外皮の色彩にグアニンはなんの役割も果たしていない。

筋肉の収縮とグアノサイト

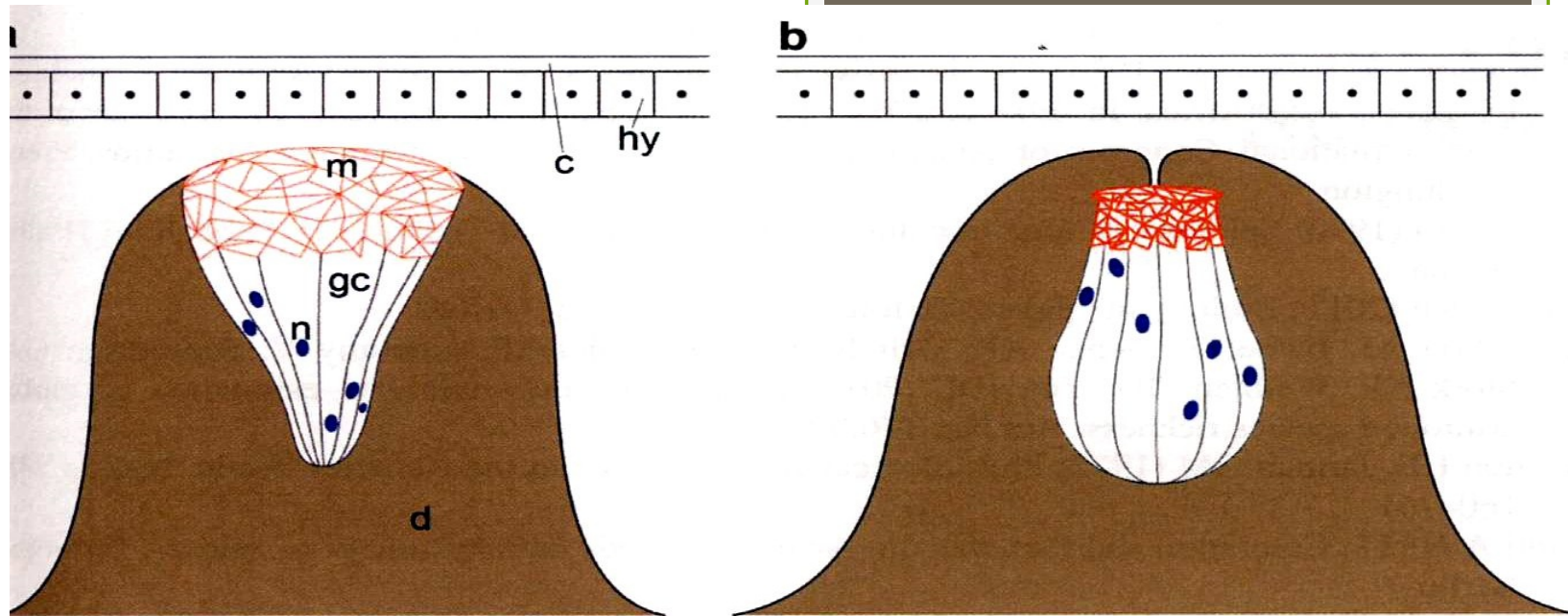


Fig. 26.4 Model of a midgut diverticulum in *Floronina bucculenta*. The white guanine is visible through the hypodermis and cuticle. Fine muscles (in red) cover the guanocytes like a grid. **a)** Muscle grid relaxed, guanocytes beneath hypodermis; **(b)** muscle grid contracted, guanocytes retracted. *c* cuticle, *d* midgut diverticulum (brown), *gc* guanocytes, *hy* hypodermis, *m* muscles, *n* nucleus

左は筋肉収縮前。グアノサイトは開いており、銀色が表皮を通して見える。
 右は筋肉が収縮し、中腸がグアノサイトを隠して暗色に変化した。
 仕組みはEdmunds (1986) が提唱していたが、著者らが形態的に確認した。

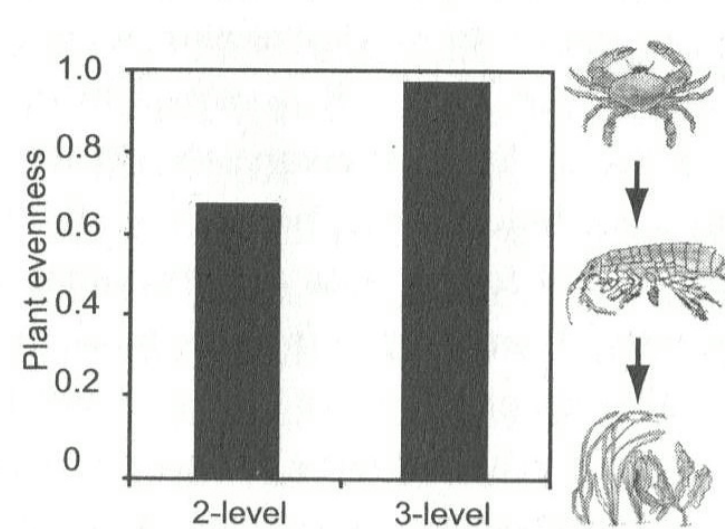
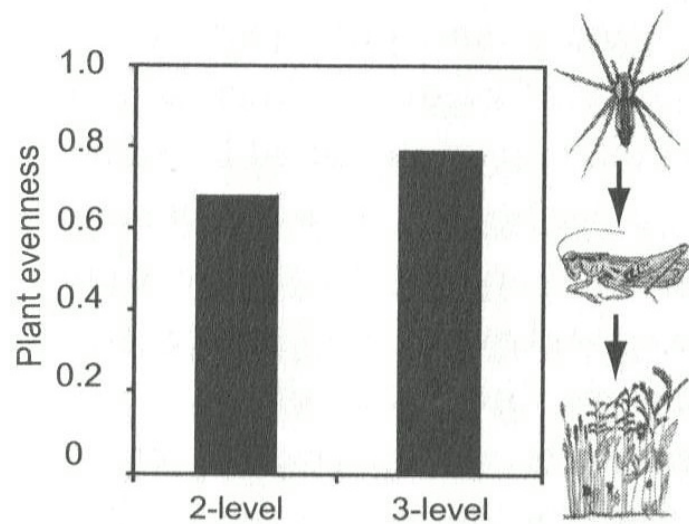
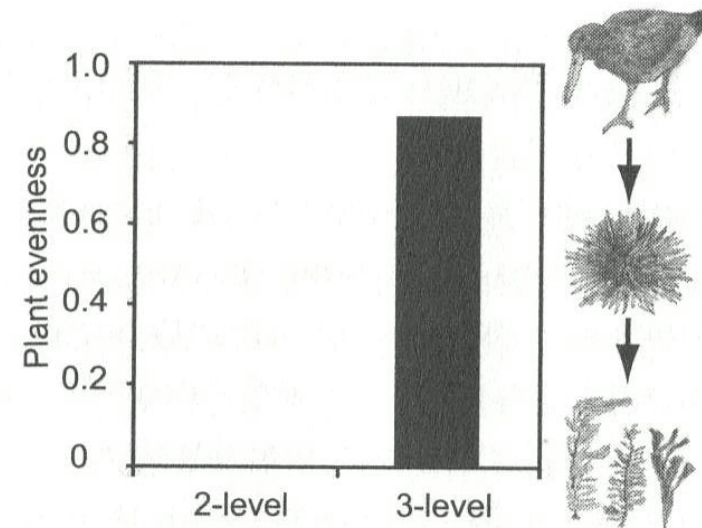
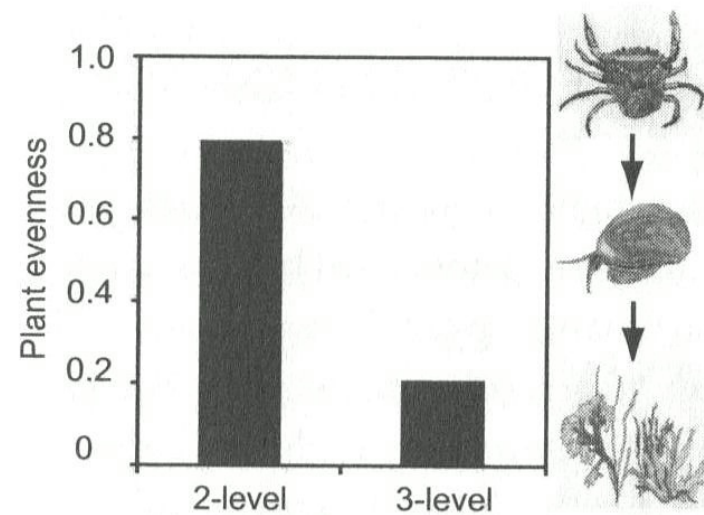
食物網は上からも下からも制御されている

- 上からの制御を<トップダウン・コントロール>という＝連鎖下位の生物が連鎖上位の生物からの影響を強く受けること
- 下からの制御を<ボトムアップ・コントロール>という＝連鎖上位の生物が連鎖下位の栄養塩の濃度や餌の利用可能性などに影響を強く受けること。土地の肥沃度などの生産性の高さによって生物量が決まる効果もある。

HSS理論 1960（提唱者の頭文字から）

- Hairston, Smith and Slovodkin 1960
- **緑世界仮説** Green World Hypothesis 「捕食者が植食者数を制限し，植食者が植物を限定する割合を減少させるため，世界は緑である」
- 肉食者が，植食者の餌にもたらず直接効果を介して，栄養段階の下の植物に間接的なトップ・ダウン制御効果をもつことが期待されている
- 「クモがバッタを捕食するのでバッタが減って，（バッタに食べられる）植物が増える」（植物が栄えているのはクモのおかげ！！）

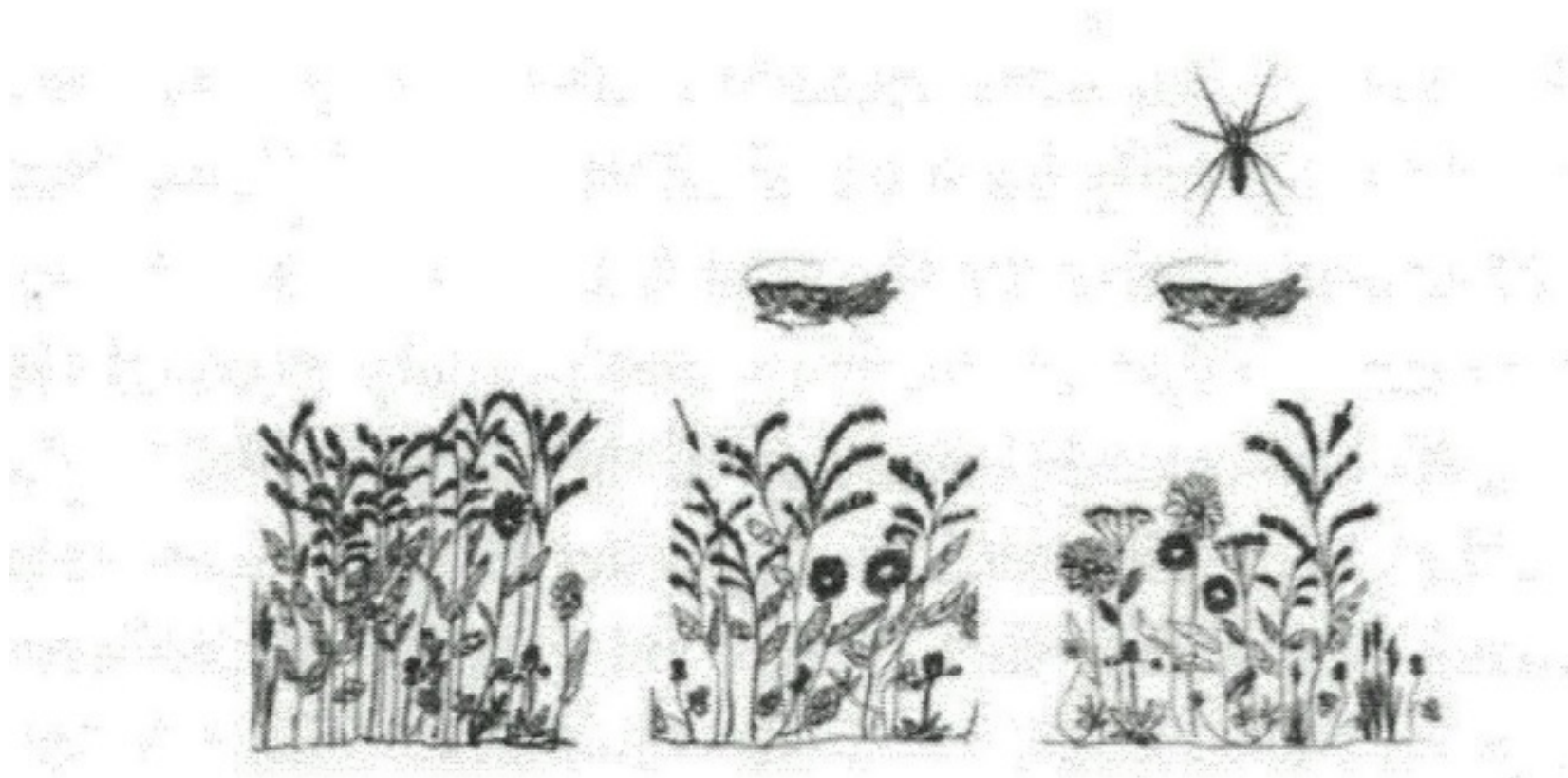
トップ・ダウンの間接効果



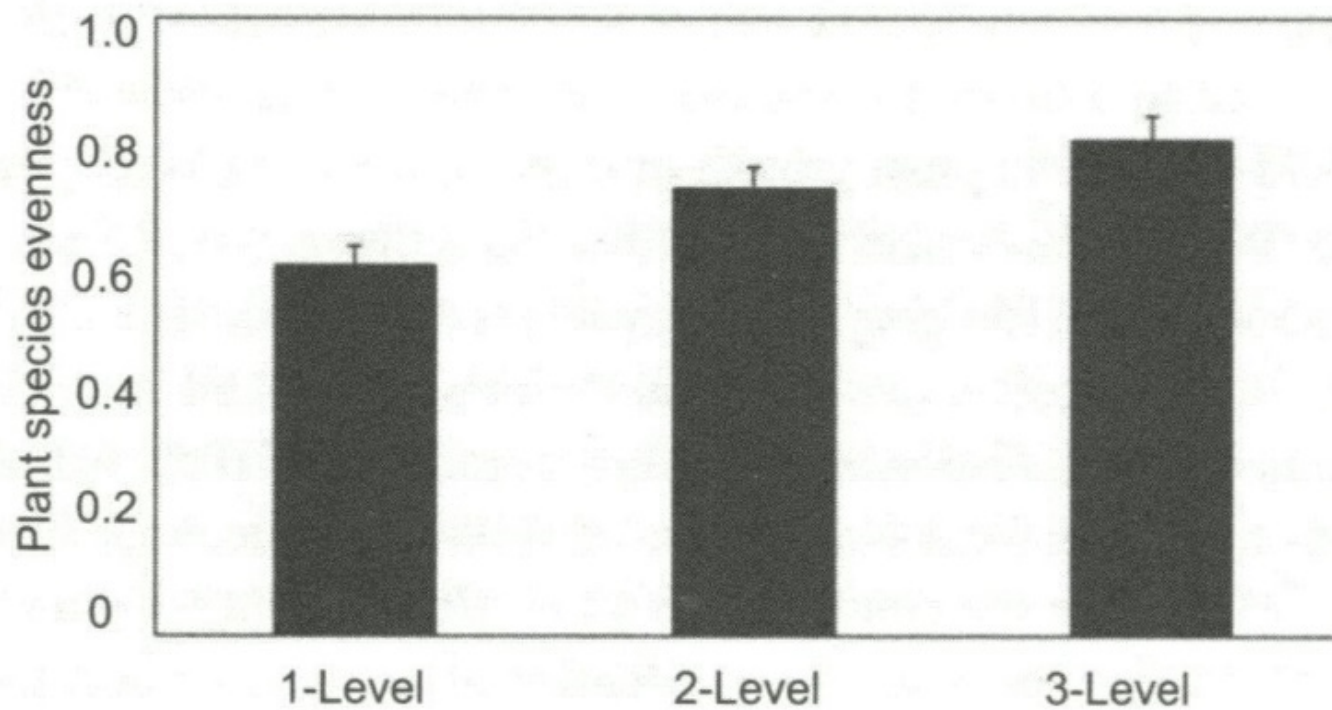
Schmitz, 2010. Resolving Ecosystem Complexity

『生態系の複雑さを読み解く』

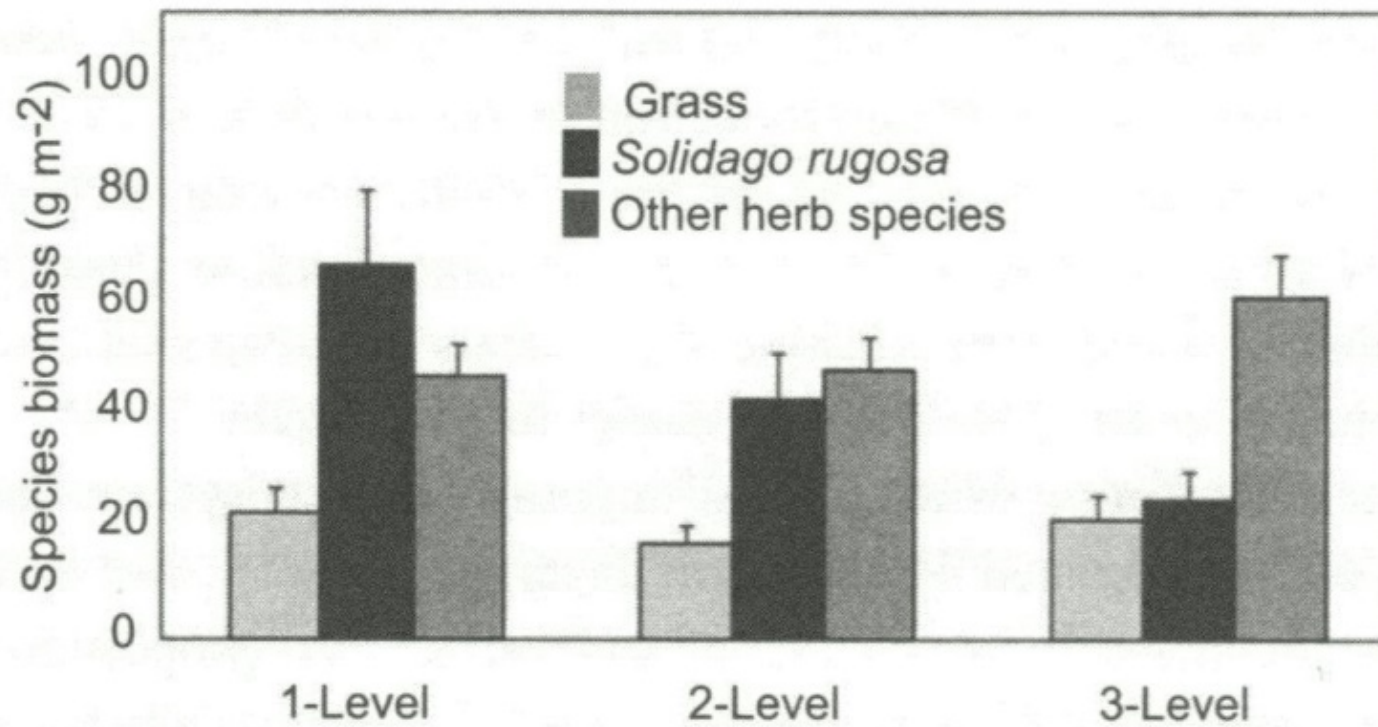
Princeton University Press



1-Level植物のみ：2-Level植物と植食者：3-Level捕食者あり

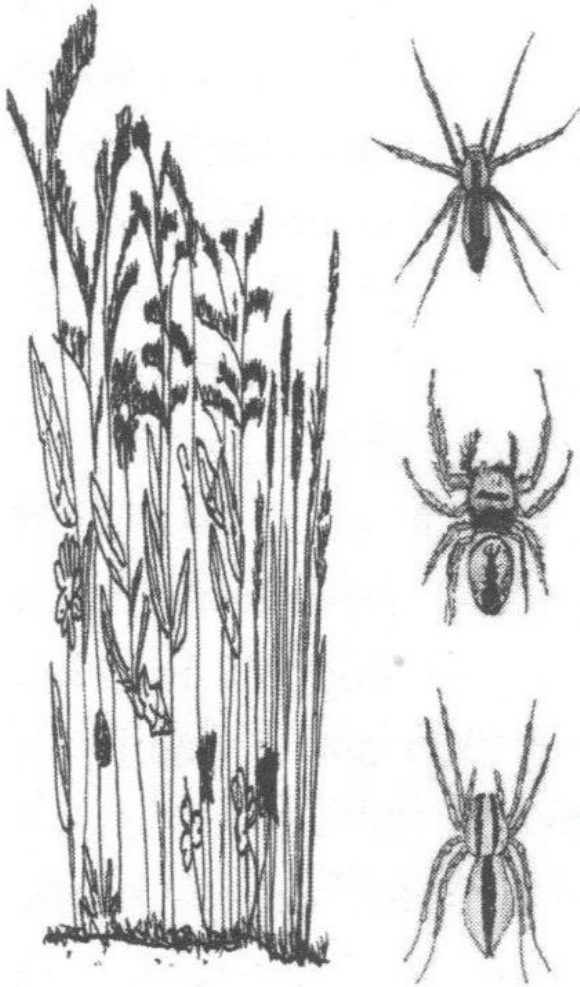


植物の種数は捕食者がいるほど増える（クモはキーストーン種的）

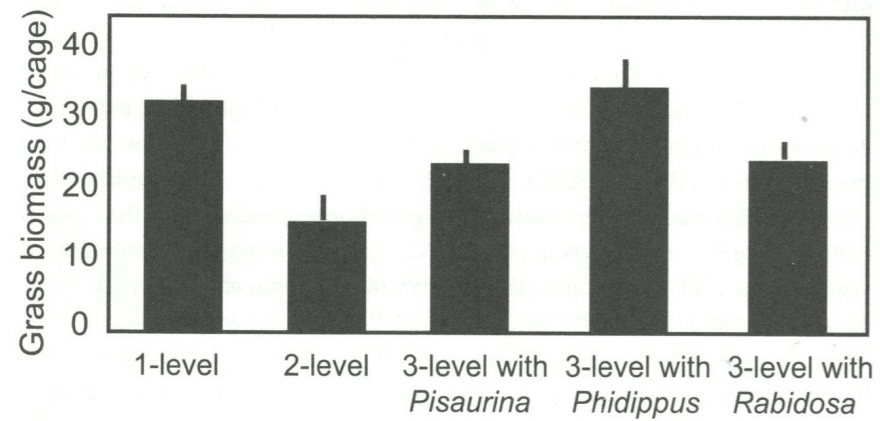
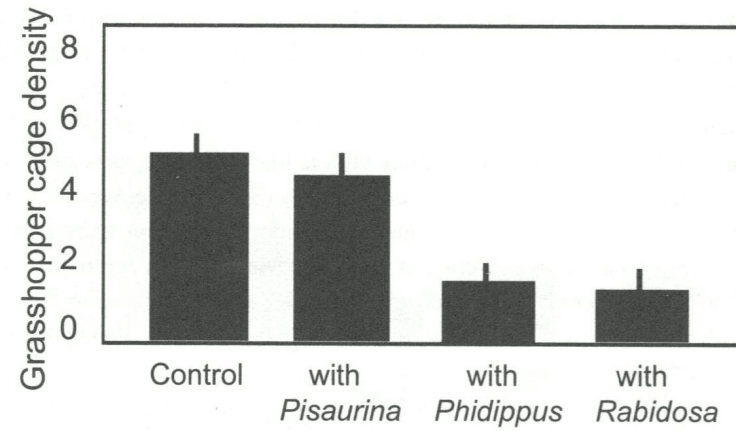
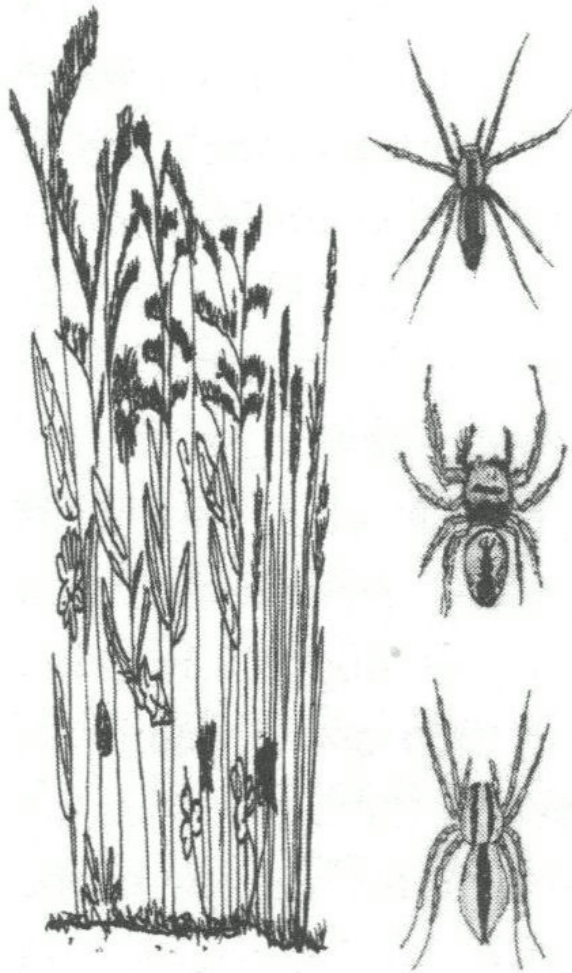


バッタは最も草（ケンタッキー・ブルーグラス）が好き。
クモがいるとよりSolidago（アオノキリンソウ）食に。

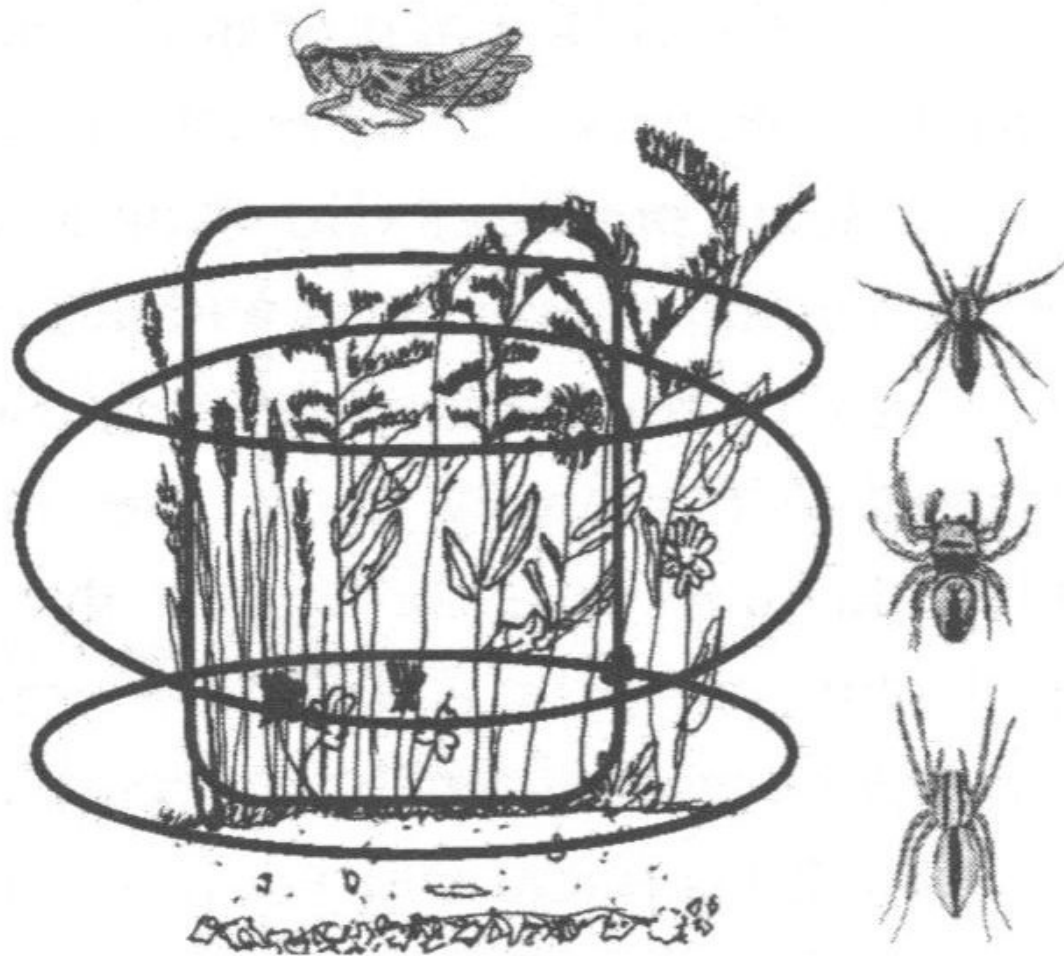
徘徊性クモ類



- キシダグモの一種
- 12～16mm
- ハエトリグモの一種
- 8～15mm
- コモリグモの一種
- 16～21mm



バッタ数を減らすクモほど、植物量を増やす効果が高い



クモによって狩り場が異なる

私たちは生態系の複雑さを
まだ理解していない