

根圏土壤に生きるトビムシ・ササラダニ

白石啓義・江波義成*)

*) 東北農業研究センター

要旨: トビムシとササラダニは、メソファウナに属する節足動物の一群である。世界中に広く分布し、畑地でも普通に見られる。生態系の中で、分解者としての役割を果たし、多くの種は菌食性と考えられている。著者らは植物病原菌を摂食するヒダカフォルソムトビムシ、アヅマオトヒメダニ等を用い、苗立枯れ症などの防除に利用する手法を検討し、ポット試験、および柵圃場において病害防除効果を確認している。なお、一部の種は、植物を加害すると言われているが、未だに生態に不明な点が多く、未知なる領域を秘めた研究対象である。

キーワード: トビムシ, ササラダニ, 菌食性, 植物病原菌.

1. 根圏の小型節足土壌動物

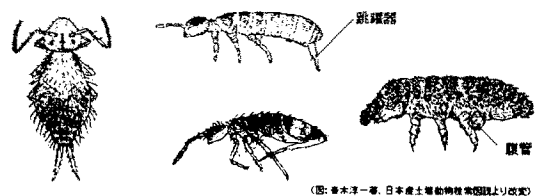
土壌中には様々な生物が棲息している。その中で、微生物を除いた一群を「土壌動物」と総称している。それらは土壌中での生活に適するように進化しており、外形上の特徴として、狭い土壌空隙の間を移動できるように、細長い形をしているものや、小型の動物が多い。土壌動物には様々な区分の方法があるが、身体の大きさを基準にした区分の場合、体長 0.2~2mm 前後の動物群を中型土壌動物 (メソファウナ) もしくは小型節足土壌動物と称する。この動物群の中で、様々な土壌中にごく普通に見られ、その個体数も比較的多い動物群として、トビムシ類とササラダニ類を挙げることができる。これらは森林や草地ばかりではなく畑にも数多く見られ、先の総説 (中村, 2001) で紹介された大型土壌動物の代表格であるミミズとともに、作物の根圏環境に作用するものと考えられる。

2. トビムシとササラダニ

トビムシは、体長 0.2~2mm 程度の動物であり、軟弱な体構造から他の肉食性動物の餌となり易い。そのため、トビムシを「土のプランクトン」と称することもある。その形態は非常に原始的であり、英語での、springtail もしくは Collembola という名称が外形上の特徴を見事に示している。つまり、spring=跳ぶ、tail=尾であり、これは、腹部に跳躍器という器官を有し、危険を察知したときなどとっさに飛び跳ねるこ

とを示している。また、Collembola という名も Colle=にかわ・ねばねばした、embolon=管というギリシャ語に由来しており、これは、身体的なもう一つの特徴である腹管 (腹部にある器官の一つで、粘液を常時分泌していることから粘管とも呼ばれる。役割として身体の浸透圧調節に関与しているとされる) に由来している。日本でもかつてトビムシは粘管目と称されたこともある (図1)。

他方ササラダニとは、蛛形綱ダニ目複毛類隠気門亜目に属するダニ類の総称であり、現在までに日本から600種くらいが見つかっている。体長は 0.2~1.5mm 程度で、茶褐色や黒褐色で強固なキチン質の体表をもつ。この体表上には種々の突起や彫刻、体毛をもち、とても奇抜な形態をしているものもあるが、畑地に棲息する種類は、光沢のある粒状の形態をしているオトヒメダニ科やツブダニ科に属するものが多い。畑の土壌からは他に、中気門、前気門亜目に属するダニも多く採集されるが、これらの識



(図: 本澤一孝, 日本産土壌動物類群図より改定)

図1 代表的なトビムシの形態

2002年2月19日受理

*連絡先 〒960-2156 福島市荒井字原宿南50
Fax: 024-593-2155 E-mail: shirai@affrc.go.jp

別は「分類のための図説検索」(青木編, 1999)も出版されており, 比較的容易にできる。

3. 分解者としてのトビムシ・ササラダニ

土壌動物は, 生態系の中で「分解者」として位置づけられる。つまり, 植物・動物由来の遺がい, 残さ, もしくはその残さ上で生育する菌類等を摂食・分解し, 無機養分に還元する。トビムシとササラダニの主な餌となるものは, 有機物全般と考えられるが, 野外から採取したこれらの動物の腸内容物を調べてみると, その食性は植物遺体食, 菌食, 雑食に大別することができる(Luxton, 1972)。またササラダニでは口器の一部である鋏角の形態から大まかな食性を推察できる可能性も示されている(Kaneko, 1988)。しかしながら, 食性を決定するのは必ずしも種の違いではなく, 自らの生息域にある餌と成りうるものを食べるとも考えられる。これまでの報告では, 花粉, 植物の根, 植物遺がい, さらに, きこの, 動物の遺骸, 動物の糞なども食べるようであるし, 季節によっても腸内容物が変わることも報告されている。

トビムシとササラダニには, かなり菌食性の種類が存在すると考えられる。実際これらの動物をオートミールの粉末を餌として飼育できることが知られているが, 筆者らが飼育したところでは, オートミール自体よりもむしろ, オートミールが腐敗して発生した表面のカビを摂食していることなどを確認している。しかしながら菌食性であっても, どのような種類の糸状菌を好んで栄養源として利用するかは, 飼育実験で確認せざるを得ない。

4. 土壌からの抽出と飼育方法

トビムシ・ササラダニ類を採集するには, 原始的な方法が用いられる。つまり, 土壌動物が嫌う, 光と熱を利用する方法である。まず, 野外から採取した表層土壌を網目 2mm 程度の網にのせ, これを適当な大きさの漏斗で受ける。土壌を上から電球で照らすと, 土壌中のほとんどの動物は熱と光を嫌って下に移動するので, これを漏斗下の適当な容器で受ける。この仕掛

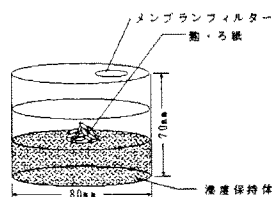
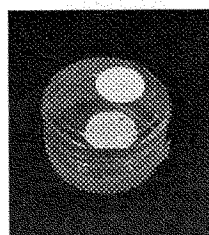


図2 トビムシの飼育法(左:全景写真, 右:概略)

けは一般にツルグレン装置と呼ばれる。

この様にして採取した土壌動物を飼育する場合, 一般的に焼石膏と活性炭粉末を約 10:1 の割合で水で溶き, 小型プラスチックケースに敷きつめたものを飼育容器とする。餌となる糸状菌はポテトデキストロース寒天培地(PDA培地)等で培養した菌糸を培地ごと小片に切り取り与えるとともに, 適時水分を補充する。供試した種類が菌食性で, かつ与えた菌が餌として適当であったならば, 累代飼育が可能となる。

5. 根圏における菌食機能

トビムシとササラダニは「分解者」として, 土壌微生物とともに生態系内の有機物の無機化を促進することで, 植物の生育に貢献している。しかし, 土壌微生物に比べバイオマスが非常に少ないので, そののはたらしはあまり注目されることはない。むしろ, 「菌食性」という点から, トビムシ・ササラダニと植物の病原菌との関係を述べた方が, 植物への貢献度が解り易いかもしれない。

実際, 著者らはこれまでに畑土壌に生息するトビムシとササラダニの中で, 植物病原菌を旺盛に摂食する種の存在を明らかにして来ている。もしこれらの土壌動物が畑土壌の病原菌を摂食し, その菌密度を低下させるならば, これらは病害防除の手段として利用可能であろう。菌食性トビムシの例では, ヒダカフォルソムトビムシ(*Folsomia hidakana*)を用い, アブラナ科野菜の苗立枯れ症を生物的に防除する手法の開発を目指している。すでに, 簡易にトビムシを増殖する方法を開発する(図2)と共に, 温室内の枠圃場にてその効果を確認している(図3, 4)。他の病原性糸状菌を摂食することも確認されているが(中村ら, 1991), 高温に弱く, さらに他の肉食性動物の餌になりやすいことから, 圃場で定着させることは難しい。そのため, 温室内の育苗を前提に, 化学薬剤の代替となるような生物資材として利用する方法を模索している。他方ササラダニの場合, 東北農業研究センター(福島)からオトヒメダニ科の新種として記載されたアヅマオトヒメダニが有望である

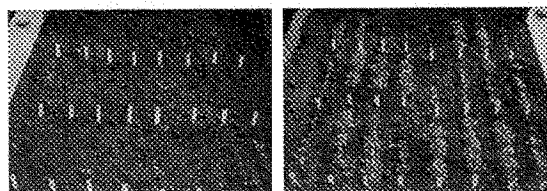


図3 枠試験におけるヒダカフォルソムトビムシを用いたハクサイ・キャベツの苗立枯れ症抑制効果(左:苗立枯れ症汚染土壌区, 右:汚染土壌にトビムシを導入した区)

と考えている(図5)。本種はリゾクトニア菌を餌として飼育可能で(図6)、雌は6ヶ月程度の生存期間中、産卵を繰り返す。雌あたりの総産卵数は約300程度にもなる。しかしながら、トビムシと比較して大量飼育が難しく、現在のところポット試験でのみ、アブラナ科野菜の苗立枯れ抑制を確認している(図7)。

6. 害虫としてのトビムシ・ササラダニ

トビムシと植物との関係を考えた場合、一部の種類では植物を加害するという報告がある。主に植物の幼根、芽部、地際部を摂食し、植物の生育を阻害するといわれている。海外ではさとうきび、針葉樹、トマトなどで報告例があり、特に、キマルトビムシ(*Sminthurus viridis*)はクローバ、アルファルファなどの牧草に加害することで知られている。日本でも、シロトビムシ類がキュウリ(松崎, 1980)、麦類を加害するなどの報告例がある。トビムシが、主な餌として植物を摂食するのか、もしくは餌となる有機物が不足したために摂食するものなのかは不明である。しかし、一部の事例を除き、生産農家にとって壊滅的な被害を与えるようなものではなく、むしろ生育の遅延、見た目の不快などが大きい。つまり、どこの畑でも棲息しているにも関わらず、ほとんどの農家がその存在すら

意識しないということからも、トビムシが植物に加害することは、ほとんど無いと考えることができる。むしろ、明らかに加害の影響があると考えられるのは、キノコ栽培であろう(Sawahata et al., 2000)。屋外で幾つかのキノコをひっくり返してみると、ひだの部分に数匹のトビムシが付着しており、食痕が認められることがある。食痕からみると、堅い表面よりも柔らかいひだの部分好むようである。キノコは植物ではないから、植物への加害には当てはまらないが、商品作物への加害という点で、興味深い事例である。

ササラダニ類による植物への加害性について、青木(1996)では、3種のササラダニが植物を加害する可能性が示唆された。その内、サカモリコイタダニ(*Oribatula sakamorii*)がメロン果皮に小さな斑点をつけたという事例と、キュウジョウコバネダニ(*Ceratozetella imperatoria*)がモモの中果皮をかじる事例は、ともに一時的もしくは偶発的なことだと考えられる。また茶樹上のオニダニ(*Camisia segnis*)の消化管が緑汁で満たされることから、本種の茶葉への加害が疑われたが、これは樹皮に付く地衣類を摂食するためだと考えられる。加えて、インドから水生植物を加害する例が報告されている。また、日本でも水苔を栄養源としている水生のササラダニが知られている。しかしながら陸生の植物を加害したとする具体的報告はなく、その可能性は極めて低いと考えられる。

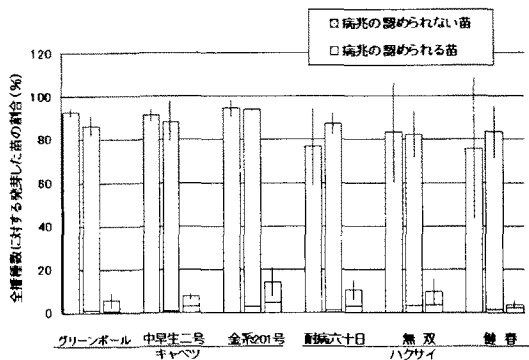


図4 鉢試験におけるヒダカフォルソムトビムシの苗立枯れ症抑制効果
(各品種ごとに、棒グラフの左は対照区、中はトビムシを約120,000個体/m²導入した苗立枯れ症汚染土壌区、右はトビムシを導入していない苗立枯れ症汚染土壌区を示す。)

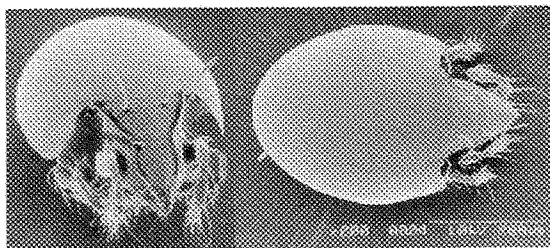


図5 アヅマオトヒメダニの電子顕微鏡写真

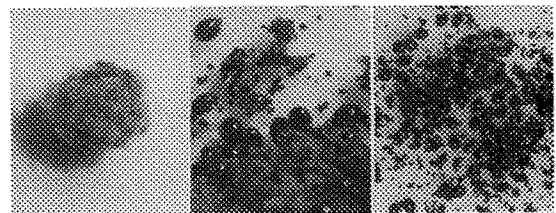


図6 リゾクトニア菌を摂食するアヅマオトヒメダニ
左 : リゾクトニア菌核
中央 : 摂食中(やや拡大)
右 : 摂食後

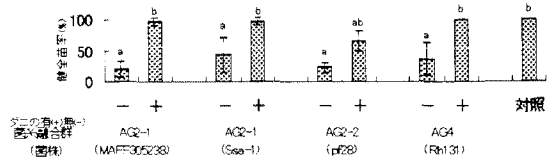


図7 リゾクトニア菌4菌株に対するアヅマオトヒメダニの苗立枯れ症抑制効果
供試植物はハクサイ。各菌株内の異符号間は対照を含めて有意差(p<0.05)あり。縦棒は標準偏差。

7. おわりに

以上の通り，ごく一部のトビムシとササラダニによって農産物に不利益を生じることもある。しかし，実際にその食害の仕組みは不明な点が多く，トビムシやササラダニによる食害なのか疑問の残る事例もある。多くのトビムシ・ササラダニは根圏土壌に棲息しており，植物の根と様々な影響を及ぼしあうと考えられるが，それら影響はほとんど解明されていない。これまで作物生産にとって不利な面が注目されてきたが，植物の生育への貢献という観点から，トビムシ・ササラダニの生態系での意義をとらえようとする研究も行われつつある。研究の進展によっては，これまで知られていない，全く新しいはたらきがトビムシ・ササラダニに見いだされる可能性もあり，研究者にとって正に未知なる領域と言えよう。

引用文献

- 青木淳一 1993. VIII. ササラダニ類の概説と検索. 日本原色植物ダニ図鑑 (江原昭三編). 全国農村教育協会. pp241-244.
- 青木淳一 (編) 1999. 日本産土壌動物—分類のための図説検索. 東海大学出版会. PP1076.
- Kaneko, N. 1988. Feeding habits and cheliceral size of oribatid mites in cool temperate forest soil in Japan. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 25(3): 353-363.
- Luxton, M. 1972. Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. *Pedobiologia* 12: 434-463.
- 松崎征美 1980. キュウリを加害するトビムシ類の生態と防除 第2報 食性と生態. 高知県農林技術研究所報告. 12: 27-33
- 中村好男 2001. 根の生育環境としてのミミズ. 根の研究. 10 (4) : 127-133
- 中村好男, 板倉寿三郎, 松崎巖 1991. 福島県から採集された作物病原糸状菌を摂食する中型土壌動物. *Edaphologia* 45: 49-54
- Sawahata, T., Soma K., Ohmasa M. 2000. Number and food habit of springtails on wild mushrooms of three species of Agaricals. *Edaphologia* 66: 21-33.