原著論文

減耕うん、堆肥連用畑作圃場における ダニ、トビムシ類個体数の動態

清水智恵・島田 順

東京農工大学農学部

The Population Dynamics of Mites and Collembola in the Farm Field
with Long-term Reduced Tillage and Manure Application

Tomoe SHIMIZU and Jun SHIMADA

Tokyo University of Agriculture and Technology

1 緒 言

土壌動物の中で、ツルグレン装置により抽出される微小節足動物群は、一般に中型動物相 (Mesofauna) と呼ばれ、線虫、原生動物を含む小型動物相 (Microfauna) や、甲虫類、クモ類を含む大型動物相 (Macrofauna) と区別されている。中型動物相の大半を占めているのはダニ、トビムシ類であり、その中には微生物や微小動物、他の中型動物、リターを摂食するものなど、多様な栄養段階に属する種が存在している。農業生産圃場内のダニ、トビムシ類の中には、作物を加害する植食種や捕食種も含まれているが、微生物あるいは腐植食性種が大半を占めている。これらの種は、有機質肥料やリターの分解を通して土壌生成過程に重要な役割を果たすと考えられており、これまでの農業生態系におけるダニ、トビムシ類に関する研究の多くは、この点に着目したものである。

ダニ、トビムシ類を直接農業生産に役立てるための研究としては、菌食性種のダニ、トビムシ類の放飼による、作物の糸状菌病防除に関する一連の報告がなされている (中村ら 1991), (松崎ら 1992)。日鷹・中筋 (1990) は、これらとは別の視点から、ダ

ニ、トビムシ類の放飼により、それを餌資源とするクモ類の個体群が維持され、害虫防除効果が期待できることを報告している。すなわち、耕地生態系の食物網におけるダニ、トビムシ類の役割や動態の把握は、農業使用や化学肥料施用の低減など安全な食糧を安定的に生産するための重要な要素となり得ると考えられるが、Wardle (1995) が指摘する通り、それらと地上部大型土壌節足動物との栄養段階の結びつきを示す研究は、圧倒的に不足している。

本研究は、農業生態系に存在するダニ、トビムシ類が、耕うん、施肥、農業散布などの人為的攪乱に対して様々な反応を示す事実 (Wardle 1995) を踏まえ、長期にわたる減耕うんおよび堆肥連用の影響が、種々の食性を持つダニ、トビムシ類の動態にどのように反映されるかを、慣行耕うんおよび化学肥料連用圃場のそれと比較することにより、明らかにする目的で実施された。

2 材料と方法

1) 調査圃場

本研究は 2001 年に実施し、前報 (清水・島田 2003) と同様、東京農工大学農学部附属 FS センター長期試験畑作圃場のうち、減農薬で管理された慣行耕うん・化学肥料施用区 (TF)、慣行耕うん・堆肥施用区 (TM)、減耕うん・化学肥料施用区 (RTF)、減耕うん・堆肥施用区 (RTM) を調査対象とした (図 1)。各試験区の区画は 30 × 20m で、それぞれの反復数は 2 とした。長期試験畑作圃場は、1992 年の基盤整備以来、1.5ha の全圃場にわたり毎作同一作物を

平成14年10月31日受付

平成15年5月10日受理

Corresponding author

清水智恵 Tomoe SHIMIZU・島田 順 Jun SHIMADA

〒183-8509 東京都府中市幸町 3-5-8

3-5-8 Saiwai-cho, Fuchu-shi, Tokyo, 183-8509

E-mail: june@cc.tuat.ac.jp

栽培し、夏作物としてはダイズと飼料用トウモロコシを隔年で、冬作物には初年度にエンバクを作付けした以外、毎年コムギを栽培している。本圃場には、2種の耕うん法、3種の施肥体系、および農薬散布の有無を組み合わせた10試験区が2連で配置されている（試験区の詳細、配置については清水・島田（2003）参照）。なお、本圃場における減農薬管理とは、夏作物の一つであるダイズの栽培期間中に1回の殺虫剤散布を行う以外、一切農薬散布を行っていないことを意味する。ダイズ栽培期間中に散布した殺虫剤は、パーマチオン水和剤である（100mℓ/100ℓ/10a）。

2) 栽培管理

前作のコムギは5月15日に飼料用に青刈り収穫し、慣行耕うん区においては5月29日から5月30日にかけて、タンデムディスクハロー（Massey Ferguson MF28, 作業幅2.3m）によるハローがけ（全面、1回がけ）を行った。施肥量は各区の窒素、リン酸、カリが、それぞれ21kg/10aになるように調整し、堆肥施用区では牛糞オガクズ堆肥（2,200kg/10a, 堆肥組成；N：P₂O₅：K₂O = 0.68：0.15：0.7）を6月25日に、化学肥料施用区では複合燐加安42号（107kg/10a）を6月27日に施用し、播種時には複合燐加安42号を（36 kg/10a）、化学肥料・堆肥施用区の両区に施した（播種時に堆肥施用区にも化学肥料を加えたのは、堆肥だけでは初期成育が悪いため、初期成育をそろえる目的である）。堆肥施用区におけるリン酸の不足分は、よう燐で補った。その後、

6月29日に、慣行耕うん区（T）では深さ20cmまで、減耕うん区（RT）では深さ5～6cmまで、ロータリー耕うん機（小橋工業 KA207T, 作業幅2.07m）による全面耕うんを行った。供試作物として飼料用トウモロコシ（スノーデント127）を用い、7月2日に、畝間70cm, 株間20cmで播種し（7500粒/10a）、播種直後に、農薬散布区には除草剤（アトラジン剤；ゲザプリムフロアブル, 散布量；100mℓ/100ℓ/10a）を散布した。その後、7月13日に全区にわたりロータリーカルチベータ（小橋工業 K303, 耕幅32.0cm, 3連）による中耕除草（耕幅32.0cm, 畝間70cm, 耕深10cm）を行い、10月30日にサイレージ用に青刈り収穫した。

3) ダニ、トビムシ類の抽出法

飼料用トウモロコシ栽培期間中を通し、2～3週間おきに土壌サンプルを各区4地点から採集した。各区における採土は、図1に示した4つの範囲内（a, b, c, d）で各1地点を任意に選び、400mℓの採土缶（直径11.5cm, 深さ4cm）で表層土壌を採集した。採土は株間から行い、栽培中期から後期にかけては、トウモロコシ枯葉が地表面を覆っていたので、それを静かに除去してから採土を行った。ダニ類、トビムシ類の抽出は、土壌採集後すぐに行い、抽出は、採集土壌の全量をツルグレン装置（図2）により室温で72時間行った。本研究で用いたツルグレン装置の構造は、固定した漏斗内に2mm目の金網（直径20cmの篩）と1mm目の布製網を重ねて張り、その

図1 調査圃場略図（長期試験畑作圃場内の無農薬区）
図中の両矢印の方向は、耕うん方向および畝と平行の方向を示す。
TM-P区を例に、各区でのサンプリング地点の範囲をa, b, c, dで示した。

図2 ツルグレン装置略図

- A: 40W 電球
- B: 土壌試料受容器
- C: 金網（2mm 目）+ 布製網（1mm 目）
- D: 漏斗
- E: サンプル瓶

上に円筒（直径 20cm, 高さ 20cm）の土壌試料受容器を乗せ、容器上方に 40W の電球を設置したものである。電球は、球部の先端約 3 分の 1 が受容器内に入るよう設置した。

ダニ類、トビムシ類は「日本産土壌動物—分類のための図解検索—」青木淳一 編著（1999）に従って、トビムシ類は科のレベルで、ダニ類はササラダニ亜目とそれ以外とに分類した。ササラダニ亜目以外のダニは全てトゲダニ亜目もしくはケダニ亜目に属するものであった。ただし、ケダニ亜目のうち菌食性種については個体数が非常に多かったため 1 群として分類し、ササラダニについては優占的であった 2 種について種レベルで分類した。

4) 統計処理

処理区間の密度の差は、日付毎に、Scheffe の F 検定により有意性を判定した（ $n=8$ ）。

3 結果

1) ダニ類、トビムシ類の個体数変動

各土壌動物について、各区での平均個体数密度（ $n=8$ ）を乾土 100g あたりに換算し、表 1 に示した。動態は土壌動物群によって異なっていた。また、反復間には差がみられたが、推移の傾向はほぼ一致していた。図 3 はそれぞれ、トウモロコシ栽培期間中のダニ類、トビムシ類の密度推移を示したものである。各処理区におけるダニ類の密度は、栽培期間を通して、ほぼ $RTM > TM \geq RTF \geq TF$ 区の順に推移しており、処理区による密度の差は栽培期間の経過とともに減少した。トビムシ類については、RTM 区の密度のみが他の 3 区と比較して有意に高く推移したが、栽培中期以降は明確な傾向が認められなかった。

図 4a, 図 4b はそれぞれ、ダニ類、トビムシ類について各分類群が全個体数密度に占める割合の推移を処理区別に示したものである。ダニ類中では、トゲダニ・ケダニ亜目、特にケダニ亜目異気門ダニ上団の占める割合が栽培初期ほど高く、栽培後期に向かって徐々にササラダニ亜目の占める割合が増加した。ササラダニ亜目の中では、全期間全処理区を通してツクバハタケダニ（*Protoribates agricola* Nakamura et Aoki）が最優占種であり、堆肥施用区では本種についてヒメヘソイレコダニ（*Rhysotritia ardua* C. L. Koch）が優占的であった。トビムシ類中では、栽培中期までツチトビムシ科の占める割合が全区で 80% を超えていたが、栽培後期にはシロトビ

ムシ科をはじめとする他科のトビムシの占める割合が増加した。

2) ダニ類の個体数変動

トゲダニ・ケダニ亜目の密度は、T, RT に関わらず M 処理区において高く、特に RTM では、7 月 5 日、8 月 16 日、8 月 30 日、9 月 19 日には他の 3 区と比較して有意に高く推移した。RTF 区では 9 月 19 日に、TF, TM, RTM 区では 8 月 2 日にピークを示した後、徐々に減少した。ケダニ亜目の菌食性種は、M 処理区密度が高く、TM 区では 8 月 2 日に、RTM 区では 7 月 19 日にピークを示した。ほぼ全期間を通して、RTM 区は他の 3 区に対して有意に高く推移した。また、RTM 区では TM 区の 2 倍以上の密度で推移しており、M 処理と RT 処理間に相乗効果が示唆された。その後、TM, RTM 区ともに 8 月 30 日以降急激に密度が減少し、9 月 19 日以降は各処理区間の密度に差はみられなかった。

ツクバハタケダニ（*P. agricola*）の密度は、図 5 に示した通りほぼ全期間を通じて RTM 区で最も高く、TF 区で最も低く推移した。TM 区と RTF 区の密度を比較すると、7 月 5 日、7 月 19 日には RTF 区で高く、8 月 2 日には TM 区で高かったが、栽培中期以降は同様の推移を示した。F 処理、M 処理間の差よりも、T 処理、RT 処理の差が大きいことが示唆された。ヒメヘソイレコダニ（*R. ardua*）密度推移は図 6 に示した。全期間を通して M 処理区で有意に高くなった（ $p < 0.05$ ）。M 処理区における密度は栽培後期になるにつれて T よりも RT で増加する傾向を示した。化肥施用区では T, RT 区ともに低密度で推移した。

3) トビムシ類の個体数変動

ツチトビムシ科の密度は、TF 区を除いて栽培前半までは増加傾向を示し、8 月 16 日にピークを示した後、栽培後半には減少した。栽培の全期間を通して、M 処理区で高密度であった。ただし、栽培前半における RTM での密度は、他の 3 処理区よりも多く、その差は 8 月 30 日までは有意であった（ $p < 0.05$ ）。栽培期間を通して、F 処理、M 処理間の差が、T 処理、RT 処理間の差よりも大きい傾向が、また M 処理と RT 処理間に若干の相乗効果が示唆された。

シロトビムシ科の密度は、RTM 区が 8 月 2 日に有意に高くなった以外には、ほぼ水平的な推移を示した。RTF, RTM 区は 9 月 19 日にピークを示したが、TM 区は 10 月 30 日にピークを示し、他の 3 処理区との有意な差を示した。

表1 トウモロコシ栽培期間中のダニ、トビムシ類の平均密度（個体数/乾土100g ± SE）

	7/5	7/19	8/2	8/16	8/30	9/19	10/4	10/30
トゲダニ亜目・ケダニ亜目								
TM	7.4 ± 1.1 ^b	10.2 ± 1.3 ^a	33.2 ± 9.1 ^a	27.1 ± 6.5 ^{ab}	11.0 ± 1.7 ^{ab}	9.7 ± 2.3 ^{ab}	1.4 ± 0.5 ^a	3.9 ± 0.9 ^a
TF	2.8 ± 0.5 ^b	3.5 ± 0.5 ^a	11.1 ± 3.5 ^a	9.0 ± 3.3 ^b	5.0 ± 1.3 ^b	2.2 ± 0.8 ^b	1.2 ± 0.5 ^a	1.4 ± 0.7 ^a
RTM	35.9 ± 11.0 ^a	38.3 ± 19.1 ^a	54.4 ± 27.1 ^a	38.2 ± 6.9 ^a	20.4 ± 3.9 ^a	16.1 ± 4.0 ^a	0.7 ± 0.1 ^a	1.5 ± 0.6 ^a
RTF	3.6 ± 0.6 ^b	3.7 ± 0.4 ^a	7.5 ± 1.4 ^a	8.6 ± 2.8 ^b	7.8 ± 1.9 ^b	12.1 ± 2.7 ^{ab}	1.6 ± 0.5 ^a	1.5 ± 0.4 ^a
ケダニ亜目（菌食性）								
TM	227.3 ± 63.4 ^b	302.2 ± 84.1 ^{ab}	416.9 ± 53.3 ^b	293.7 ± 79.2 ^b	33.7 ± 9.0 ^b	18.9 ± 4.0 ^{ab}	3.1 ± 0.5 ^a	22.1 ± 5.3 ^a
TF	23.4 ± 3.1 ^b	26.5 ± 3.5 ^b	47.4 ± 13.2 ^c	70.2 ± 27.2 ^b	12.6 ± 6.2 ^b	5.8 ± 0.9 ^b	1.0 ± 0.2 ^b	11.2 ± 1.3 ^a
RTM	809.1 ± 261.1 ^a	1098.3 ± 480.1 ^a	1031.7 ± 153.1 ^a	981.3 ± 153.0 ^a	126.9 ± 26.1 ^a	44.2 ± 15.0 ^a	2.6 ± 0.4 ^a	16.7 ± 4.7 ^a
RTF	32.0 ± 6.1 ^b	45.9 ± 9.8 ^b	49.0 ± 6.7 ^c	114.8 ± 45.2 ^b	28.0 ± 10.3 ^b	29.5 ± 7.9 ^{ab}	1.4 ± 0.3 ^{ab}	20.9 ± 6.8 ^a
ササラダニ亜目								
ヒメハソイレコダニ								
TM	1.5 ± 0.4 ^a	1.7 ± 0.5 ^a	0.9 ± 0.2 ^a	2.5 ± 0.8 ^a	1.9 ± 0.6 ^a	4.3 ± 0.8 ^b	1.7 ± 0.5 ^{ab}	10.9 ± 2.8 ^a
TF	0.1 ± 0.0 ^b	0.1 ± 0.1 ^b	0.0 ± 0.0 ^b	0.3 ± 0.2 ^b	0.2 ± 0.1 ^b	0.2 ± 0.1 ^c	0.1 ± 0.1 ^b	0.9 ± 0.3 ^b
RTM	0.8 ± 0.3 ^{ab}	0.9 ± 0.3 ^{ab}	1.2 ± 0.4 ^a	2.9 ± 1.2 ^a	3.1 ± 1.2 ^a	8.2 ± 1.6 ^a	2.6 ± 0.6 ^a	19.8 ± 3.7 ^a
RTF	0.1 ± 0.0 ^b	0.0 ± 0.0 ^b	0.0 ± 0.0 ^b	0.1 ± 0.1 ^b	0.1 ± 0.1 ^b	0.2 ± 0.1 ^c	0.1 ± 0.1 ^b	0.1 ± 0.1 ^b
ツクバハタケダニ								
TM	5.6 ± 1.1 ^b	6.6 ± 1.5 ^b	24.8 ± 9.1 ^{ab}	10.4 ± 5.0 ^a	9.9 ± 2.8 ^b	17.7 ± 5.7 ^{ab}	2.9 ± 0.8 ^a	20.8 ± 4.9 ^{ab}
TF	4.3 ± 0.9 ^b	5.2 ± 1.1 ^b	6.0 ± 2.2 ^b	14.1 ± 12.1 ^a	4.5 ± 1.5 ^b	4.0 ± 1.1 ^b	1.6 ± 0.7 ^a	6.8 ± 1.1 ^b
RTM	23.0 ± 6.7 ^a	31.8 ± 9.2 ^a	64.1 ± 23.5 ^a	36.2 ± 11.7 ^a	50.2 ± 16.3 ^a	47.5 ± 11.7 ^a	5.6 ± 2.6 ^a	36.7 ± 14.3 ^a
RTF	9.8 ± 2.2 ^{ab}	12.8 ± 2.5 ^{ab}	13.3 ± 3.9 ^b	14.2 ± 5.8 ^a	11.8 ± 5.9 ^b	18.5 ± 6.6 ^{ab}	2.3 ± 0.7 ^a	26.1 ± 9.2 ^{ab}
その他								
TM	0.4 ± 0.1 ^b	0.3 ± 0.2 ^b	1.0 ± 0.5 ^a	2.1 ± 0.7 ^a	5.4 ± 2.0 ^a	5.6 ± 1.6 ^a	1.3 ± 0.7 ^a	6.8 ± 2.4 ^a
TF	0.2 ± 0.1 ^b	0.2 ± 0.1 ^b	0.4 ± 0.2 ^a	0.3 ± 0.1 ^a	0.6 ± 0.3 ^a	1.0 ± 0.5 ^a	0.1 ± 0.1 ^a	0.6 ± 0.3 ^a
RTM	2.8 ± 0.9 ^a	2.7 ± 1.0 ^a	1.3 ± 0.5 ^a	1.6 ± 0.4 ^a	3.1 ± 1.0 ^a	12.4 ± 4.3 ^a	0.6 ± 0.4 ^a	3.1 ± 1.0 ^a
RTF	0.2 ± 0.1 ^b	0.2 ± 0.1 ^b	0.3 ± 0.2 ^a	1.3 ± 0.6 ^a	2.0 ± 0.6 ^a	4.5 ± 1.2 ^a	0.2 ± 0.2 ^a	3.1 ± 0.6 ^a
トビムシ目								
ツチトビムシ科								
TM	23.3 ± 2.9 ^b	27.6 ± 2.6 ^{ab}	27.0 ± 3.7 ^b	36.2 ± 8.7 ^b	7.3 ± 1.4 ^{ab}	16.2 ± 4.1 ^a	3.2 ± 0.6 ^a	3.8 ± 1.1 ^a
TF	15.2 ± 2.7 ^b	24.2 ± 3.4 ^{ab}	20.9 ± 6.9 ^b	13.9 ± 2.1 ^b	4.2 ± 1.0 ^b	5.8 ± 1.1 ^a	1.1 ± 0.3 ^a	2.0 ± 0.6 ^a
RTM	47.7 ± 8.5 ^a	71.8 ± 24.6 ^a	86.7 ± 14.2 ^a	89.0 ± 14.4 ^a	18.4 ± 6.2 ^a	16.2 ± 3.5 ^a	2.7 ± 0.8 ^a	3.8 ± 1.2 ^a
RTF	17.3 ± 1.8 ^b	16.9 ± 3.0 ^b	24.8 ± 4.9 ^b	28.7 ± 6.2 ^b	5.7 ± 1.8 ^{ab}	9.0 ± 1.9 ^a	1.6 ± 0.3 ^a	1.7 ± 0.5 ^a
シロトビムシ科								
TM	1.1 ± 0.1 ^a	1.5 ± 0.4 ^a	2.1 ± 0.2 ^b	3.1 ± 0.7 ^a	2.0 ± 0.4 ^a	7.6 ± 2.4 ^a	1.8 ± 0.9 ^a	10.0 ± 2.4 ^a
TF	1.0 ± 0.3 ^a	1.4 ± 0.3 ^a	1.8 ± 0.7 ^b	2.8 ± 0.6 ^a	1.2 ± 0.4 ^a	2.5 ± 1.2 ^a	0.4 ± 0.2 ^a	1.5 ± 0.3 ^b
RTM	2.1 ± 0.5 ^a	2.9 ± 0.8 ^a	5.0 ± 0.9 ^a	2.2 ± 0.6 ^a	2.7 ± 0.7 ^a	7.1 ± 2.3 ^a	0.3 ± 0.2 ^a	3.6 ± 1.9 ^{ab}
RTF	1.6 ± 0.3 ^a	2.0 ± 0.6 ^a	3.4 ± 0.7 ^{ab}	4.3 ± 2.2 ^a	2.3 ± 1.0 ^a	6.0 ± 1.8 ^a	0.4 ± 0.1 ^a	3.1 ± 1.2 ^{ab}
その他の科								
TM	0.8 ± 0.2 ^a	1.1 ± 0.5 ^a	0.6 ± 0.2 ^a	0.9 ± 0.3 ^b	0.7 ± 0.2 ^{ab}	5.5 ± 1.5 ^a	2.8 ± 1.1 ^a	3.8 ± 1.1 ^a
TF	0.2 ± 0.1 ^a	0.1 ± 0.1 ^a	0.4 ± 0.2 ^a	0.2 ± 0.1 ^b	0.2 ± 0.2 ^b	6.9 ± 1.3 ^a	1.4 ± 0.2 ^a	2.1 ± 0.5 ^a
RTM	1.9 ± 0.9 ^a	2.9 ± 2.6 ^a	1.5 ± 0.6 ^a	2.6 ± 0.3 ^a	2.2 ± 0.7 ^a	5.7 ± 2.1 ^a	1.3 ± 0.5 ^a	2.0 ± 0.4 ^a
RTF	0.2 ± 0.1 ^a	0.2 ± 0.1 ^a	0.6 ± 0.2 ^a	0.5 ± 0.2 ^b	1.0 ± 0.3 ^{ab}	7.5 ± 2.0 ^a	3.5 ± 1.1 ^a	5.9 ± 1.3 ^a

4 考 察

ほぼ全てのダニ、トビムシ類について、10月4日の個体数密度は著しく低くなった。当圃場では1997年、1999年の飼料用トウモロコシ栽培時期にもダニ類、トビムシ類の調査を行った（保坂未発表）、（村井未発表）。過去2回の調査結果で10月初旬の土壤

動物個体数は減少傾向が見られたものの顕著ではなかったこと、また本調査での9月19日および10月30日の密度と比較すると、10月4日に個体数密度が著しく低くなった要因として、サンプリング前の9月30日、10月1日に、それぞれ19mm/日、80mm/日の降雨があり、これが影響した可能性が考えられる。

施肥管理および耕うん管理の相違に対する土壤動

図3 各処理区におけるダニ，トビムシ類密度の推移

図4a 各処理区におけるダニ類に占める分類群の割合

図4b 各処理区におけるトビムシ類に占める分類群の割合

図5 各処理区におけるツクバハタケダニ (*P. agricola*) 密度の推移
同日の異符号間に危険率5%以下で有意差あり。
各値の上に示した縦線の範囲は標準誤差を示す。

図6 各処理区におけるヒメヘソイレコダニ (*R. ardua*) 密度の推移
同日の異符号間に危険率5%以下で有意差あり。
各値の上に示した縦線の範囲は標準誤差を示す。

物の反応は分類群もしくは種によって異なることが示された。ササラダニ亜目を例にとれば、優占種であったツクバハタケダニは、森林よりも畑地などでよく検出される (Nakamura and Aoki 1989) 菌食性種である。栽培期間中のツクバハタケダニの密度は、施肥管理と耕うん管理の影響を同程度に受けていると考えられるが、栽培初期にみられた傾向は収穫時まで変化しなかった。一方、ヒメヘソイレコダニの密度には、栽培初期から末期にかけて時期を追って堆肥施用区で増加した。こうした土壤動物種による環境変化への反応の違いは、食性や世代交代の速さなどの生態的な相違に基づいていると考えられる。本圃場に施肥された堆肥は牛糞とおがくずを原料としており、ヒメヘソイレコダニは材食性であるため (Wallwork 1973)、堆肥中のおがくずがヒメヘソイレコダニ密度を高めた要因であると推察される。

総合的にみると、ダニ類、トビムシ類の密度は堆肥施用区で高く、特に減耕うん管理と組み合わせることによって高まる傾向にあった。これらの結果は、本圃場での自活性線虫密度の調査結果 (清水・島田 2003) 同様、圃場内の糸状菌バイオマス量 (佐藤・瀬戸 2000) との間に高い相関を強く示唆するものである。さらに、菌食者であるケダニ亜目 (菌食性種)、ツクバハタケダニ、ツチトビムシ科の密度が糸状菌バイオマス量 (佐藤・瀬戸 2000) と相関していたことから、堆肥施用区におけるダニ類、トビムシ類の増加は、糸状菌バイオマスの増加によってもたらされたと考えられる。

これらの菌食性者や材食性者は栄養段階の上位にある捕食者の餌資源となり得る。トゲダニ類は、落葉・腐植層や堆肥などの有機物の多い環境を生息域とし、その多くは土壤線虫やトビムシなどを捕食している。ケダニ類は、一部を除いて大部分が捕食性

である。こういった捕食性種の密度と、被食者である線虫の密度 (清水・島田 2003) や菌食性種の密度との間にも高い相関が予想された。圃場内に存在するクモ、オサムシ、ゴミムシ、ムカデ類あるいはカマキリ類の幼虫などがダニやトビムシ類などを捕食することはよく知られており、本調査の結果は、糸状菌バイオマスの増加が食物連鎖を通じて、より上位の栄養段階に属する種にも影響を及ぼす可能性を示唆していると考えられる。

ただし、施肥や耕うんは土壤の物理性や化学性も変化させるため、圃場内の生物相に及ぼす管理の影響を食物連鎖だけで説明することはできない。Lavelle (2000) は生物間あるいは生物と環境間の複雑な相互作用を把握するための一つの方法として、土壤動物をリター層、根圏などの物理的に異なる生息空間の尺度で解析することを提案している。実際に、圃場内でも集中分布を示す生物種は多く、画一的なサンプリングでは、得られたデータと本来の分布との隔たりが大きくなる可能性がある。従って、土壤の物理性や化学性を考慮した解析と、食性などの機能による解析を組み合わせることにより、圃場内での生物相の動態がより詳細に把握できるものと考えられる。

5 摘要

長期にわたる減耕うん、堆肥連用が土壤中のダニ、トビムシ類個体群の動態に及ぼす影響を調査した。トウモロコシ栽培期間中を通して、施肥管理および耕うん管理の組み合わせが異なる4種類の処理区から定期的に土壌を採取し、ツルグレン装置によりダニ、トビムシ類を抽出した。ダニ、トビムシ類は主として目レベル、もしくは科レベルで分類し、個体数計数後、乾土 100g 当たりの密度を算出した。

優占的であった種はすべて菌食性種であった。管理の相違に対するダニ，トビムシ類の反応は分類群によって異なっていたものの，全体としてみればダニ，トビムシ類の密度は堆肥施用区で高くなった。特に，減耕うんと堆肥施用を組み合わせた処理区では，他の3処理区に比べて有意に高密度であった。

これらの結果は各処理区における糸状菌バイオマスとの相関を示唆した。また，捕食性のダニ類は菌食性種の密度と相関していた。このことは，堆肥施用や減耕うん管理が，餌資源となるダニ類やトビムシ類を増加させることによって，より高い栄養段階に属する捕食性の節足動物個体群の維持に役立つ可能性を示唆している。

謝 辞

本研究は，文部科学省科学研究費補助金，基盤研究B（課題番号 10556076 代表者 松村昭治）の助成を受けました。記して，関係各位に感謝の意を表します。さらに，横浜国立大学大学院環境情報研究院，土壌生態学研究室の伊藤雅道博士にダニの分類同定のご指導を賜りました。深く感謝いたします。

キーワード

堆肥，減耕うん，ダニ，トビムシ，食物網

引用文献

- 青木淳一（1999）：日本産土壌動物一分類のための図解検索一，東海大学出版会，東京。
- Lavelle, P. (2000): Ecological challenges for soil science. *Soil Sci.* 1651, 73-86.
- 松崎 巖・板倉寿三郎（1992）：異なる床土へ移入したトビムシによる野菜の苗立ち枯れ発病抑制効果，北日本病虫研究会報 43；133-134.
- Nakamura, Y. and J. Aoki (1989): A new oribatid species, *Protoribates agricola*, from a cropped andosol in Tsukuba, Central Japan. *Edaphologia*, 40; 21-23.
- 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，土壌動物学会誌 45；49-54.
- 佐藤 輝・瀬戸昌之（2000）：土地利用および土壌管理の異なる火山灰土壌における糸状菌と細菌のバイオマス，土と微生物 54（1）；23-30.
- 清水智恵・島田 順（2003）：減耕うん，堆肥連用畑

作圃場における土壌線虫の動態，農作業研究 38（3）；163-169.

Wallwork, J. A. (1973): Acari; in *Soil biology*, ed. A. Burges *et al.*, pp.363-395, Academic Press, London.

Wardle, D. A. (1995): Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. In: Begon, M., Fitter, A. H. (Eds.), *Advances in Ecological Research*, Vol.26. Academic Press, New York, pp. 105-185.

Summary

We examined how the long-term manure application and reduced tillage had exerted influence on the population dynamics of soil mesofauna in the field. Over the cultivation period of corn (*Zea mays*), we collected soil samples from the four types of field, where managed with the different combination of manure or fertilizer application and conventional or reduced tillage, at regular intervals. Then soil mites and collembola were extracted by using tullugren apparatus. Mites and collembola were classified into several groups mainly on the order or family level, to calculate the density of each group.

Fungivorous species were dominant in every field. Although the reactions of mites and collembola were different among the groups, the density of both mites and collembola were higher in the manure applied plots than in the fertilizer applied as a whole. In particular, in the plot where manure application and reduced tillage combined, the densities of them were higher than other combination plots remarkably.

These results correlate positively with the fungal biomass in each treatment plot apparently. And predatory mites density also correlates positively that of fungivorous species. It is considered that manure application or reduced tillage may support to maintain the population of predatory macrofauna on higher trophic level, by increasing mites and collembolan as their food resources.

Keywords

manure, reduced tillage, mite, collembola, food web