原著論文

減耕うん、堆肥連用畑作圃場における 地上部節足動物個体数の動態

島田 順*・村井梨恵子**・清水智恵*

*東京農工大学農学部

**オタフクソース株式会社

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

Jun SHIMADA*, Rieko MURAI** and Tomoe SHIMIZU*

*Tokyo University of Agriculture and Technology

** Otafuku-sosu Co. Ltd.

1 緒 言

作物栽培圃場の生態系における生物種の多様性が、特定害虫の異常発生を防止し、種々の害虫の個体群密度を被害許容水準以下に維持する上で有効であると考えられ、それが総合的害虫防除の中心的概念にもなっている。この様な圃場環境を維持する管理法としては、農業の非使用は勿論のこと、堆肥をはじめとする有機質資材の投入、同一圃場で数種の作物を同時に栽培する混作、被覆作物の利用、不耕起栽培などが実践されている。混作や被覆作物の導入による害虫防除効果に関しては多数の研究報告があり (Andow 1986), (Andow 1991), 徘徊性昆虫であるオサムシ、ゴミムシ類の動態に及ぼす有機質肥料や耕うん程度の影響についても調査されている (House and All 1981), (Kromp 1999)。しかし、堆肥の投入や不耕起管理の影響が、いかなる過程を経て植食害虫の発生消長や動態に及ぶかを、総合的に調査した報告はみられない。

畑作圃場における長期にわたる減耕うん管理や堆肥連用によって、土壤微生物バイオマスの、特に糸

状菌の著しい増加をまねき (佐藤・瀬戸 2000), 自活性線虫類 (清水・島田 2003 a) や、ダニ、トビムシ類などの微小節足動物 (清水・島田 2003 b) の増加が導かれると報告されている。本研究は減耕うん管理や堆肥連用の及ぼすこれらの影響が、いかなる形で地上部節足動物の個体群密度およびその動態に反映するかを、反映の有無も含めて検証しようとしたものである。当然ながら、その間の生物種の果たす役割と種間の関係の全てを明らかにすることは不可能であるが、その手掛かりとして、長期にわたる減耕うん管理や堆肥連用の結果、圃場の生物相にいかなる状況をもたらし得るかを調査することは、有意義であると考ええる。

地表徘徊性節足動物には植食者も若干含まれるものの、大半は捕食者やその捕食対象ともなり得る雑食者であり、微小節足動物や作物害虫と栄養段階を接している種も多く含むものと考えられる。害虫やその天敵にも属さない徘徊性節足動物が、例えば天敵相の個体群維持に重要な役割を果たしていると考えれば、それらを安定的に維持する圃場管理法は、有効な害虫防除手段と成り得ると考えられる。

2 材料と方法

1) 調査圃場

本研究は1999年に実施し、前2報 (清水・島田 2003a) (清水・島田 2003b) 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、

平成14年10月31日受付

平成15年5月10日受理

Corresponding author

島田 順 Jun SHIMADA・清水智恵 Tomoe SHIMIZU

〒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

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 $20 \times 30\text{m}$ 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、1.5 haの全圃場にわたり毎作同一作物を栽培し、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 (2003a) 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。本調査に直近の散布日は、1998年8月10日のパーマチオン水和剤散布である ($100\text{m}^2/100\ell/10\text{a}$)。

2) 栽培管理

栽培作物は飼料用トウモロコシで、7月5日に条間70cm、株間20cmとなるよう播種した。その後、TF区、TM区においては8月9日にロータリーカルチベータ (小橋工業 K303, 耕幅32.0cm, 3連) で中耕除草 (耕幅32.0cm, 畝間70cm, 耕深10cm) を行い、全区10月12日に青刈り収穫した。前作のコムギは6月10日に収穫し、麦稈は自然乾燥させ、6月17日にヘイバレー (スター農機 THB2050) で梱包回収した。残さは放置し、6月23日に施肥を行った。F区では燐加安42号を $150\text{kg}/10\text{a}$ 、M区では牛

糞おがくず堆肥を $3,100\text{kg}/10\text{a}$ 施用した。牛糞おがくず堆肥には $80\text{kg}/10\text{a}$ の熔燐を加え、F区の施肥養分量 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 21.0:21.0:21.0\text{kg}/10\text{a}$ に近似するように調整した。

3) 地表徘徊性節足動物の個体数調査法

中耕除草後の8月11日に、雨よけの屋根を装備した内径7.5cmのビットフォールトラップを設置し、8月16日から10月9日まで、ほぼ10日間隔でトラップ内の節足動物を回収した。トラップは各処理区任意に4地点を選び、いずれも株間に設置した。期間内に捕獲された節足動物について、目レベルの同定と個体数の計数を行った。

4) 作物体周辺に分布する節足動物の個体数調査法

各区任意に選んだ株間の4地点に、40cmの高さに上向きに開口するよう、直径40cmのロート型トラップ (図2) を8月20日に設置し、落下、捕獲された節足動物を2週間毎に回収し、目レベルの同定と計数を行った。

3 結果

1) 地表徘徊性節足動物の個体数調査

徘徊性節足動物を植食者、捕食者、その他に大別し、1試験区ごとに4トラップ、2反復分の個体数を合算して、表1に示した。鱗翅目と半翅目昆虫はすべて植食種であった。捕食者に区分したのは、鞘翅目、革翅目昆虫とクモ類、ムカデ類である。鞘翅目の大半はゴミシムシ科の昆虫で、残りはオサムシ科と

図1 調査圃場略図 (長期試験畑作圃場内の無農薬区)
図中下の両矢印の方向は、耕うん方向および畝と平行の方向を示す。

図2 ロート型トラップ

- A: プラスチックロート (直径40cm)
- B: プラスチックカップ (底面はナイロンメッシュ)
- C: 鉄製の漏斗台

表1 ピットフォールトラップ中の節足動物個体数

	8月16日	8月30日	9月10日	9月19日	9月30日	10月9日	Total	割合 (%)
TM								
植食者								
鱗翅目 (メイガ類)	1	2	24	46	6	2	81	0.41
半翅目 (カメムシ類)	1	28	8	4	10	0	51	0.26
捕食者								
鞘翅目	55	461	262	458	415	259	1910	9.60
クモ類	15	231	108	103	98	76	631	3.17
ムカデ類	3	29	9	21	54	31	147	0.74
その他								
直翅目 (コオロギ類)	286	2541	2510	2507	4390	2454	14688	73.82
双翅目	4	31	14	31	31	15	126	0.63
膜翅目 (アリ)	41	237	403	318	231	72	1302	6.54
革翅目 (オオハサミムシ)	136	453	99	70	110	85	953	4.79
ワラジムシ目	0	1	3	1	2	2	9	0.05
TF								
植食者								
鱗翅目 (メイガ類)	4	4	95	37	19	1	160	0.88
半翅目 (カメムシ類)	2	10	2	6	8	0	28	0.15
捕食者								
鞘翅目	17	252	102	195	549	150	1265	6.94
クモ類	12	127	50	59	111	22	381	2.09
ムカデ類	3	18	7	11	55	29	123	0.68
その他								
直翅目 (コオロギ類)	141	3155	2414	2146	3177	2447	13480	74.00
双翅目	1	14	16	16	96	22	165	0.91
膜翅目 (アリ)	31	685	263	297	382	106	1764	9.68
革翅目 (オオハサミムシ)	77	319	68	76	231	76	847	4.65
ワラジムシ目	0	0	2	2	0	0	4	0.02
RTM								
植食者								
鱗翅目 (メイガ類)	7	2	113	32	12	0	166	0.65
半翅目 (カメムシ類)	0	8	5	4	11	0	28	0.11
捕食者								
鞘翅目	29	245	230	204	682	243	1633	6.43
クモ類	9	120	153	71	72	15	440	1.73
ムカデ類	5	5	4	6	28	9	57	0.22
その他								
直翅目 (コオロギ類)	254	2280	2671	4882	7005	3284	20376	80.29
双翅目	4	18	144	24	27	12	229	0.90
膜翅目 (アリ)	65	716	730	504	346	28	2389	9.41
革翅目 (オオハサミムシ)	0	4	2	0	38	16	60	0.24
ワラジムシ目	0	0	0	0	1	0	1	0.00
RTF								
植食者								
鱗翅目 (メイガ類)	0	2	102	25	16	2	147	0.74
半翅目 (カメムシ類)	0	2	2	6	5	0	15	0.08
捕食者								
鞘翅目	17	245	215	145	493	257	1372	6.90
クモ類	6	202	47	49	108	12	424	2.13
ムカデ類	0	2	0	0	2	3	7	0.04
その他								
直翅目 (コオロギ類)	139	2399	1486	2768	5253	2557	14602	73.48
双翅目	0	3	39	13	13	3	71	0.36
膜翅目 (アリ)	89	1362	799	417	464	41	3172	15.96
革翅目 (オオハサミムシ)	0	0	0	4	29	22	55	0.28
ワラジムシ目	3	1	1	0	2	0	7	0.04

ハネカクシ属の昆虫であった。直翅目は、ほぼ全てが雑食性のコオロギ科昆虫であった。コオロギ科の昆虫は幼植物、腐植、および昆虫遺体などを摂食し、夏～初秋に播種された葉菜類、根菜類、果菜類、およびマメ科作物等の害虫ではあるが（氣賀澤和男 1990）、（農林害虫名鑑 1980）、調査期間中を通して飼料用トウモロコシに目立った食害が認められなかったため、その他に分類した。革翅目昆虫は全てオオハサミムシ (*Labidura riparia japonica*) であった。本種はアブラムシ類なども捕食するが、雑食性であるので（青木 1999）その他とした。

各処理区 4 × 2 トラップに捕獲された徘徊性節足動物の合計個体数は、最初のトラップ回収日の播種後 42 日目の 8 月 16 日から 2 度目の回収をした 8 月 30 日までが長いことを考慮すれば、いずれの処理区においても 9 月 19 日から 9 月 30 日の間をピークとした推移を示した。また、圃場管理法による全種合計の比較では、T より RT が、F より M の方が多い傾向を示した。これらの傾向は、各区とも圧倒的な個体数を占めた直翅目に依存していた。

植食者の鱗翅目昆虫と捕食者に属する節足動物の捕獲個体数は、TM 区が他の 3 試験区と比べ特異的な推移を示した。鱗翅目昆虫は TF、RTM、RTF 区で全回収日とも、ほぼ同数が捕獲され、そのピークは 9 月 10 日回収分の 100 個体前後であった。TM 区の捕獲数は前記 3 区より少なく推移し、ピーク時にも 46 個体を数えたにすぎず、その時期もやや遅延した。なお、捕獲された鱗翅目昆虫の大半はアワノメイガ (*Ostrinia furnacalis*) の幼虫であった。

捕食者グループでは、鞘翅目昆虫が全区とも最多であった。鞘翅目昆虫は F より M 処理に多い傾向を示したが、各区间に明確な相違が認められなかった。クモ類は TM > RTM > RTF > TF 区の順に多く、F 処理によって個体数の変動が大きくなる傾向を示した。ムカデ類は、RT より T 管理圃場で多く捕獲され、特に、RTF 区では殆ど捕獲されなかった。

その他に分類した昆虫では、直翅目が多く、RTM 区が特に顕著であった。合計の個体数は、TM、TF、RTF 区の間には大きな差異がなかったが、M 処理は F 処理に比べ、トウモロコシ栽培末期の個体数増加が著しい傾向を示した。革翅目昆虫はムカデ類と類似した傾向を示し、RT より T 管理圃場で多く捕獲された。特に、RT 管理の 2 試験区では 9 月 30 日、10 月 9 日の回収サンプルに僅かに検出された以外には殆ど捕獲されなかった。アリ科昆虫を主体とする膜

翅目は TM、TF 区で少なく、RTM、RTF 区で多く検出された。

2) 作物体周辺に分布する節足動物の個体数

捕獲された節足動物は、5 目の昆虫とクモ類に分類された。その内、植食者は鱗翅目、および半翅目昆虫に限られていた。膜翅目昆虫はいずれも小型で、大半が寄生種と判断された。鞘翅目昆虫は捕食者のゴミムシ科あるいはテントウムシ科昆虫のいずれかであり、双翅目昆虫には寄生種と腐食種が含まれていた。

各区 4 × 2 トラップ中の節足動物を植食者（鱗翅目、半翅目昆虫）と寄生者・捕食者を多く含むグループ（双翅目、膜翅目、鞘翅目昆虫、およびクモ類）に分け、図 3 に示した。植食者を耕うん法の相違、すなわち T と RT との間で比べても明確な差異は認められないが、TF 区と TM 区間、および RTF 区と RTM 区間のそれぞれで比較すると、僅かながら M より F に多い傾向が認められた。一方、寄生者・捕食者グループは、M と F の間に差がなく、T と RT 間では若干 RT に多い傾向であった。鱗翅目昆虫の RTM、RTF、および TF 区における捕獲個体数は、いずれも 9 月 29 日をピークとした推移を示し、TM

図3 ロートラップ中の植食者と捕食者の個体数 (個体数 / 8 トラップ)

区のみが特異的であった。

4 考 察

ピットフォールトラップで捕獲された捕食者のうち、鞘翅目昆虫やムカデ類を慣行耕うん管理の施肥体系を異にする2試験区間、同様に、減耕うん管理の2試験区間で比較すると、堆肥施用によって増加する傾向が認められた。また、堆肥施用および化学肥料施用のそれぞれにおける慣行耕うん区と減耕うん区におけるこれらの節足動物の比較では、減耕うん区の方が慣行耕うん区より、調査期間を前半（9月10日まで）と後半（9月19日以降）に分けた後半期における増加傾向が著しかった。Wardle (1995) は、オサムシ、ゴミムシ類やムカデ類が土壌表層のリター蓄積量や雑草量に伴って増加することを示した。しかし、本調査圃場においては、前作物のリターが減耕うん区のみ認められたにもかかわらず、これらの節足動物、特にムカデ類は減耕うん区において極端に少なかった。また、これらの節足動物の減耕うん区における調査後半期の増加傾向をこれらの餌資源と成り得る節足動物の動態と結び付けることもできない結果であった。従って、これらの現象をリターの蓄積量や餌資源のみで解釈することはできず、土壌の物理性の相違もその要因の一つであることが示唆された。モハメット・ニザら (1993) は、不耕起管理圃場と慣行耕うん管理圃場における飼料用トウモロコシ栽培時における土壌の物理性を調査し、不耕起圃場の方が、表面から20cmまでの硬度と密度が高いこと並びに表層10cmまでの水分含有率が高いことを報告している。また、白井・松村 (1998) は、本圃場の1997年度の飼料用トウモロコシ栽培期間中の慣行耕うん区と減耕うん区における株間の土壌硬度を測定し、深さ5cmでは2～3kg/cm³に対し4kg/cm³、深さ10cmではおよそ4kg/cm³に対し14kg/cm³と、それぞれ減耕うん区において硬度が高いことを示している。それらの物理性が作物栽培期間中にどのように変化するかは明らかでないが、硬度の高い土壌を植栽（芝）や落ち葉で被覆すると、裸地に比べて土壌硬度が低下することが公園造成土壌で示されている（北野ら2000）。農耕地における作物栽培期間中の土壌硬度の変化については、今後の課題としたい。なお、捕食者には含めなかったが、革翅目のオオハサミムシ (*Labidura riparia japonica*) が、慣行耕うん区では多数捕獲されたにもかかわらず、減耕うん区でほとんど捕獲さ

れず、調査期間末期に僅かに捕獲された調査結果も、これらの土壌物理性の相違に起因すると考察される。

慣行耕うん・堆肥施用区においては、他の3試験区に比べ鱗翅目昆虫が少なく、捕食者群が多かったが、捕食者と被捕食者の個体群密度の変動における時間的なずれを考慮してもなお、鱗翅目昆虫の密度低下にこれらの捕食者群が機能していると考えられるには、両者間に矛盾が多いようである。

減耕うん管理と堆肥施用の両者とも、徘徊性直翅目昆虫を増加させた。試験区ごとの合計個体数の比較から、その効果は堆肥施用の方が減耕うん管理より高いと考えられる。直翅目昆虫が、捕食者を支える餌資源となる可能性は充分考えられるが、本調査においては、同時に捕獲された捕食者群との直接的な関係を示す明確な根拠は見出せなかった。

ロート型トラップに捕獲された節足動物をみる限り、害虫相は堆肥より化学肥料施用区に多く、天敵相は慣行耕うんより減耕うん管理区に多い傾向であった。飛来昆虫、あるいはそれを親に持つ幼虫に、堆肥施用や減耕うん管理の影響が及ぶまでには、複雑な食物網を介した多くの栄養段階を経ていることが想定されるが、少なくとも天敵相については、餌資源の豊富さが個体群密度を高める要因であると考えられる。ロート型トラップに捕獲された鱗翅目昆虫（アワノメイガ (*Ostrinia furnacalis*) 幼虫) の個体数の推移が、ピットフォールトラップの場合と同様、慣行耕うん・堆肥施用区においてのみ異なっていた現象は、実際の個体群密度の推移を反映していると考えられる。その原因については不明であるが、多くの生物種に対して、慣行耕うんと堆肥施用の影響が拮抗的であることが関係している可能性もある。

長期にわたる慣行耕うんに対する減耕うん管理や化学肥料に対する堆肥連用によって、土壌中の微生物（佐藤・瀬戸2000）、線虫類（清水・島田2003a）、ダニ、トビムシ類（清水・島田2003b）さらに、地表部節足動物の動態にいかなる影響をもたらしたかについて、表2にその概略を示した。圃場の生物多様性を高める管理法と病害虫防除の間には、膨大かつ複雑な過程が存在している。それらを把握するためには、多くの事例からパターンを見いだすことが有効であると考えている。

作物生産圃場には、作物の個体数をはるかに上回るおびただしい数の生物が生息している。雑草はも

表2 各動物の動態と栽培管理とのまとめ

	耕起方法	施肥方法
糸状菌類	$RT > T^{1)}$	$M > F^{1)}$
細菌類	$RT \geq T^{1)}$	$M \geq F^{1)}$
自活性線虫	$RT > T^{2)}$	$M > F^{2)}$
植物寄生性線虫	$RT \leq T^{2)}$	$M < F^{2)}$
ダニ類	$RT > T^{3)}$	$M > F^{3)}$
トビムシ類	$RT \geq T^{3)}$	$M \geq F^{3)}$
鞘翅目	$RT = T$	$M > F$
膜翅目	$RT > T$	$M = F$
直翅目	$RT > T$	$M > F$
革翅目	$RT < T$	$M = F$
ムカデ類	$RT < T$	$M = F$
クモ類	$RT \approx T$	$M \geq F$
鱗翅目	$RT < T$	$M < F$
半翅目	$RT < T$	$M < F$

- 1) 佐藤・瀬戸 (2000)
2) 清水・島田 (2003a)
3) 清水・島田 (2003b)

とより、土壌中の線虫類、微小節足動物、および徘徊性節足動物に含まれる窒素も、根元的には土壌由来であるが、それらが作物に吸収されずに系外に持ち出されるようであれば、農業生産上の損失となる。少なくとも栽培直前に投入された堆肥の影響で増加した微生物や土壌動物の体組織を構成している物質中の窒素は、対象作物には利用されないと思われるので、土壌動物のその後の状況と窒素動態の追求が必要である。現在、それらについて調査中である。

5 摘 要

畑作圃場における長期にわたる減耕うん管理や堆肥連用の影響が、いかなる形で地上部節足動物の消長、動態に反映されるかを慣行耕うん管理や化学肥料の連用と比較検討した。地上部節足動物はピットフォールトラップと上向きに開口したロート型トラップを用い、飼料用トウモロコシの栽培期間中を通して、経時的に捕獲、計数し、目レベルで同定した。

総個体数は慣行耕うんより減耕うん管理圃場が、化学肥料より堆肥連用圃場が多い傾向を示したが、その傾向は、コオロギ類(直翅目)に依存していた。植食者の鱗翅目および半翅目昆虫は堆肥に比べ化学肥料施用に多い傾向が認められたが、寄生者、捕食者ではクモ類に化学肥料より堆肥連用圃場に多い傾向が認められたほかに、しいて記載すべき相違は認められなかった。ムカデ類、オオハサミムシ

(*Labidura riparia japonica*) は減耕うん管理の圃場ではほとんど捕獲されず、原因は土壌の物理性に由来するものと推察された。

結果的に、長期にわたる減耕うん管理や堆肥連用圃場では、植食性昆虫の密度が低かったが、それらをもたらず寄生性、捕食性節足動物密度には、慣行耕うんや化学肥料連用圃場と大きな相違が認められなかった。ただし、これらの管理法には、植食者にもその天敵にも属さない節足動物の個体群を豊富にする効果があり、それが最終的に植食性昆虫の密度低下を導くものと考察した。

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。

キーワード

堆肥、減耕うん、地上部節足動物、個体群密度、害虫、捕食性節足動物

引用文献

Andow, D. A. (1986): Plant diversification and insect population control in agroecosystems. In *Some Aspects of Integrated Pest Management* (D. Pimentel, ed.), Department of Entomology, Cornell Univ., Ithaca, NY.

Andow, D. A. (1991): Vegetation diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.*, 36, 561-586.

House, G. J. and All, J. N. (1981): Carabid beetles in soybean ecosystems. *Environ. Entomol.*, 10, 194-196.

氣賀澤和男 (1990) : 原色図鑑・土壌害虫. 氣賀澤和男 編, pp. 22-23. 農文協, 東京.

北野茂夫・松岡 寿・黒羽公明 (2000) : 都市公園の表層浸透特性 (その2). 平成12年度土木技術年報, 153-158.

Kromp, B. (1999): Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 74, 187-228.

モハメット・ニザ・塩谷哲夫・下田博之 (1993) : 耕うん法とクローバーマルチのトウモロコシ生育

- に及ぼす影響. 第1報 土壌物理性への影響. 農作業研究, 28 (別 1), 22-23.
- 農林害虫名鑑 (1980): 日本応用動物昆虫学会監修.
- 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, 23-30.
- 清水智恵・島田 順 (2003a): 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), 155-161.
- 清水智恵・島田 順 (2003b): 減耕うん、堆肥連用畑作圃場におけるダニ、トビムシ類の動態. 農作業研究, 38(3), 163-169.
- 白井由佳・松村昭治 (1998): 耕起作業および施肥の違いが畑土壌の物理性と作物の根系・根量に及ぼす影響, わが国における生態調和型畑作農業システムの確立条件に関する研究 (平成7~9科研費成果報告書), 28-37.
- Wardle, D. A. (1995): Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystem of contrasting tillage and weed management practices. In: Begon, M. and Fitter, A. H. (Eds.), *Advances in Ecological Research*, Vol. 26. pp. 105-185. Academic Press, New York.

Summary

We examined how the long-term manure application and reduced tillage had exerted influence on the population dynamics of macrofauna in agroecosystem. Soil macroarthropods were caught by using the pitfall trap and funnel-shaped trap, in the four types of field managed with the different combination manure/fertilizer application and conventional/reduced

tillage, at regular intervals, over the cultivation period of corn (*Zea mays*). Then they were counted and classified into several functional groups based on their food habits, on the order level.

Total number of arthropods tends to be larger in the field treated reduced tillage (RT) than in treated conventional tillage (T), and larger in the field applied manure (M) than in applied fertilizer (F). This tendency depends on the number of crickets (Gryllidae) that are neither herbivore nor predator, i. e. "other insects". There was a tendency that the numbers of phytophagous arthropods of two orders (Lepidoptera and Hemiptera) in F were larger than in M. And spiders, they had predatory food habit, showed the tendency that higher number in M than in F. Few centipedes and earwings (*Labidura riparia japonica*) were caught in RT, and it is estimated that the result is due to soil physical difference.

The number of phytophagous insect pest reduced as a result of long-term manure application and reduced tillage. However, there was no correlation between the number of herbivores and that of predators. From these results, we considered that increasing the population of "other insects" as crickets has the negative effect on that of phytophagous insect pest indirectly.

Keywords

manure, reduced tillage, macrofauna in agroecosystem, population dynamics, phytophagous insect pest, predator