

休閑期も雑草が生育していた不耕起ダイズ畑ではミミズが多い

— ミミズと雑草植生の意外な関係 —

内田 智子*・小林 浩幸*

Winter weed vegetation contributes to the abundance of earthworms in a no-till soybean

Tomoko Uchida* and Hiroyuki Kobayashi*

キーワード：ミミズ，雑草植生，カバークロープ，不耕起

ミミズと作物の生産性

ミミズは土を耕すと言われ、その生息は肥沃な土壌の象徴と考えられている (Darwin 1881)。実際、ヨーロッパや熱帯ではミミズは作物の生産性を高めるという多くの証拠が得られている (Brown *et al.* 1999; Schmidt & Curry 1999 など)。Scheu (2003) によれば、ミミズと作物の生産性との関係を調べた研究の 79% はミミズの存在下で作物の現存量が増加したというものであった。しかし、ミミズはどのような条件でも存在するわけではなく、ミミズの個体群はある条件を満たした場合にのみ維持されることが示されている (Lee 1985)。ミミズが農業に役立つと仮定して、ミミズを畑に定着させるにはどのようにすればよいのだろうか？

ダイズ畑におけるミミズの個体数

ミミズを畑に定着させる技術の開発の手がかりを得るために、私たちは東北農業研究センター福島キャンパス (福島市) 内の、過去 3.5 年間の来歴および当作における栽培方法が相互に異なるダイズ連作圃場において、ミミズ類の個体数をコドラート法により調べた (第 1 表)。調査前年までの 3 年間については、不耕起を継続し、冬季は休閑した区 (A, B)、カバークロープとして冬作オオムギを導入した区 (C, D, E) と、毎年、晩秋、オオムギ播種時に耕起し、ダイズ生育期中耕を行った区 (F, G, H) からなり、前冬作と当作での耕起の有無と

カバークロープ導入の有無で合計 8 処理に枝分かれする。オオムギは、ダイズの播種直前に全量を刈り敷いた。調査は 2005 年 6 月 27 日と同年 10 月 18 日に行った。一つの畑につき 25cm × 25cm のコドラートを 3 ないし 6 枠設置し、ハンドソーティング法により地表面から 15cm の深さまでの土壌中および残さ層中の全個体を採取し、ホルマリンで固定した後に同定を行った。

その結果、フトミミズ科 4 種、ツリミミズ科 2 種の計 6 種が確認された。フトミミズ科はヨコハラトガリミミズ (*Amyntas carnosus*)、ヒトツモンミミズ (*Metaphire hilgendorfi*)、セグロミミズ (*Amyntas sp. cf. divergens*) および *Amyntas sp.* である。ツリミミズ科はサクラミミズ (*Allolobophora japonica*) およびムラサキツリミミズ (*Dendrobaena octaedra*) である。ミミズの個体数は不耕起が継続され、かつ前年までの 3 年間、冬季に休閑していた A 区と B 区で飛び抜けて多かった (第 1 表)。当作は不耕起で、前冬作までにカバークロープを導入したことのある C, D, E, F 区では 10 月の調査でのみごく少数のミミズが認められ、前冬作まで耕起が行われていた G, H 区では全く見られなかった。

調査結果から、ミミズの定着の絶対条件が、耕起が行われないことであることは明らかだが、植生、特に冬季から春先までの雑草植生とも密接な関係がありそうである (第 1 図)。2003 年に行われた同一調査地における作物と雑草の現存量調査によると、夏季の植被の現存量には区間で大差がなかったが (第 1 図 (c))、ミミズの個体数が特に多かった A 区と B 区では冬季から春先にかけ

* 東北農業研究センター 〒960-2156 福島市荒井字原宿南 50

National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Arai, Fukushima 960-2156, Japan

第1表 耕起とカバークロープがミミズ類の個体密度 (/mi) におよぼす影響 (2005年)

処理	作物の栽培方法			フトミミズ科						ツリミミズ科					
				6月27日		10月18日				6月27日		10月18日			
	前年までの3年	前冬作	当季	成体	幼体	成体	亜成体	幼体	成体	幼体	成体	亜成体	幼体		
A	N-	N-	N	16	32	-	5	5	12	-	-	-	59		
B	N-	N+	N	-	-	4	4	-	11	-	-	12	40		
C	N+	N-	N	-	-	5	-	-	5	-	-	-	-		
D	N+	N+	N	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-		
E	N+	T+	N	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-		
F	T-	T+	N	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-		
G	T-	T-	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
H	T-	T-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

注) N: 不耕起, T: 耕起。+: カバークロープ (冬作オオムギ), -: 冬休閑

て多年草を主体とする雑草植生に覆われていた。一方、それ以外の区では冬季から春先にかけてはほとんど無植生となった (第1図 (a), (d))。つまり、不耕起が継続され、かつ雑草によって通年植被が存在していた圃場でのみミミズの個体数が豊富に維持されていたと考えられる。

カバークロープを導入した区では、不耕起が継続されていても案外、ミミズの個体数が少なかったのはなぜだろうか。冬季から春までの残さの生産量としては、オオムギの方が雑草よりも圧倒的に多いはずである。しかし、春に立毛中のオオムギ畑の地表面を観察すると、地表面の残さは意外に少ない。2005年6月初旬 (ダイズ播種直前でオオムギ刈り敷き前) に地表面に残存していた残さを調べたところ、A, B, C, D区では726~1228g/m², E, F, G, H区では100g/m²以下であった。A, B, C, D区の残さは調査を行うまでの4年間の不耕起期間に蓄積されたものであり、雑草のみによるA, B区とオオムギによるC, D区でほとんど差がなかった。一方、E, F, G, H区で残さが少ないのは前年の秋に耕起が行われたためであるが、耕起後、2004/2005年の冬作にオオムギを栽培したE, F区と休閑したG, H区ではほとんど差がなかった。この調査結果は、冬作にオオムギを栽培しても、地表面への新たな残さ供給は刈り敷かれるまでほとんどないこと、刈り敷かれたオオムギ残さの分解は比較的早いことを示している。ミミズにとっては、春に一度に大量の残さが土壌に還元されるよりも、量は少なくとも年間を通じて何らかの植被が存在し、かつ、残さが継続的に供給されるような場所の方が棲みやすいということなのかもしれない。

ミミズの生活史と植生の関係

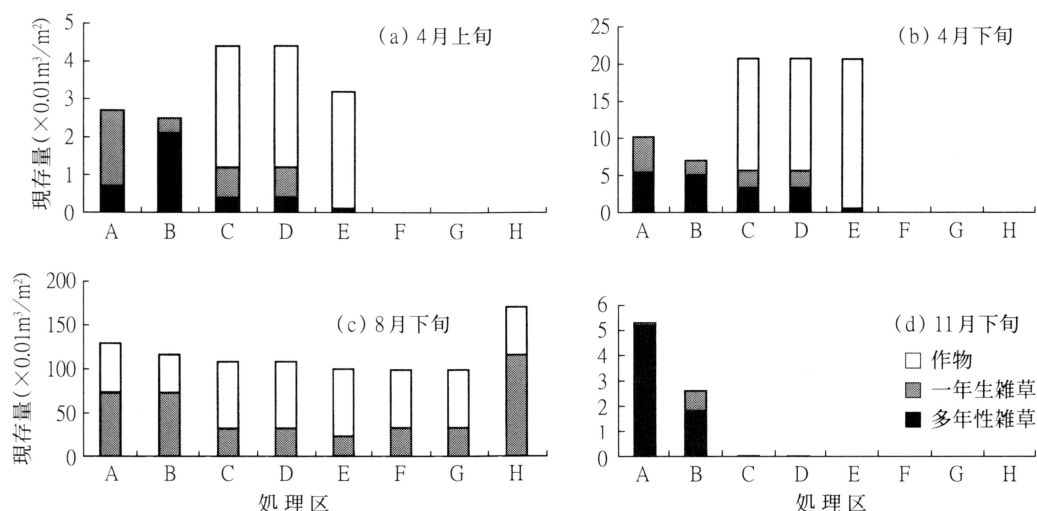
さて、冬期から春先にかけて雑草により植被が存在し

ていたA区において6月、10月ともに出現したミミズはフトミミズ科のヨコハラトガリミミズだけである。ヨコハラトガリミミズは体長18-26cmの大型のミミズで土壌の深層に生息し、越年性の生活史を持つ (石塚2001)。越年性とは冬季に卵包ではなく、幼体~成体のいずれかのステージで存在する生活史である (内田2004)。A区における雑草植生とそこからの残さ供給によって冬季も適度な土壌水分や温度が維持されたことがヨコハラトガリミミズの生存を助けた可能性がある。ちなみに、ヨコハラトガリミミズはNakamuraら (2003) による福島キャンパスの9年間の調査では出現していない。一方、A区に6月だけに出現したヒトツモンミミズは、体長9-30cmのやや大型のミミズで土壌の表層に生息し、生活史は一年生である (石塚2001)。一年生とは冬前に成体は全て死亡し、冬季は卵包だけが存在し、春先に卵がふ化する生活史である (内田2004)。このミミズにとっては春先の土壌表層の状態が重要であり、適度な土壌水分や温度、餌としての残さがふ化後の幼体に用意されていることがヒトツモンミミズの定着の条件と考えられる。

C, D, E, F区で10月のみ少数認められたミミズは、土壌浅層に生息する越年性 (石塚2001) のフトミミズ科のセグロミミズである。セグロミミズはカバークロープによる有機物の増加に伴って移入してきた可能性がある。しかし、残さ等の有機物の投入がその後も維持されないと、このミミズを通年定着させることはできないように思われる。

植生管理によるミミズ個体数の維持と生産性向上の可能性

以上のように、ダイズ畑におけるミミズの分布には雑草植生との密接な関わりが認められた。ヨーロッパのツリミミズ科の *Lumbricus terrestris* というミミズの分布はイ



第1図 調査地点における作物と雑草の現存量の推移 (2003年)

現存量は、出現種毎に草高と被度を乗じることで算出した乗算優占度 (単位面積当たりの空間占有体積 (m³/m²))。作物は、(a), (b), (d) はオオムギ (カバークロープ), (c) はダイズ。

ネ科の多年草 *Melica uniflora* のパッチ状の分布と密接に関係していた (Campana *et al.* 2002)。このような雑草による植被を、(麦類のような一年生の作物ではなく) 多年生のカバークロープと置き換えることでミミズの個体数を豊富に維持できる可能性がある。イギリスの畑では、不耕起によるミミズの個体数の増加はわずかなものであったが、麦類にホワイトクローバーの間作マルチを入れることでミミズの個体数や現存量が飛躍的に高まった (Schmidt *et al.* 2003)。Schmidtらは、ミミズの分布と植生との関係は適度な土壌水分の維持に加えてミミズにとって好ましい餌の質、量、継続性が年間を通して保証されることに由来する、と指摘している。

最近の研究では、ミミズの活動は植物残さ由来の窒素の分配を変え、作物の養分吸収に寄与したり (Amador & Görres 2005)、ミミズが雑草種子を選択的に摂食し、雑草植生に影響を与える (Decaëns *et al.* 2003; Smith *et al.* 2005) ことも指摘されている。日本ではミミズの生活史や餌利用の研究は始まったばかりであるが (内田 2004; 内田・金子 2004)、ミミズと植生との関係は今後さらに検討する余地がありそうである。今回報告したミミズと雑草植生の関係を、ミミズとカバークロープの関係として発展させることができれば、案外ミミズの生態研究を実用技術に高めることができるかもしれない。

引用文献

Amador, J. A. and J. H. Görres 2005. Role of the anecic earthworm *Lumbricus terrestris* L. in the distribution of plant residue nitrogen in a corn (*Zea mays*)-soil system. *Appl. Soil Ecol.* 30 : 203 - 214.

Brown, G. G., B. Pashanasi, C. Villenave, J. C. Parton, B. K. Senapati, S. Giri, I. Barois, P. Lavelle, E. Blanchart, R. J. Blakemore, A. V. Spain and J. Boyer 1999. Effects of earthworms and on plant production in the tropics. In: *Earthworm management in tropical agroecosystems* (ed. by Lavelle, P., L. Brussaard, P. Hendrix), CAB International, Wallingford, pp. 87 - 137.

Campana, C., S. Gauvin, J. F. Ponge 2002. Influence of ground cover on earthworm communities in an unmanaged beech forest: linear gradient studies. *Eur. J. Soil Biol.* 38:127-130.

Darwin, C. 1881. *The formation of vegetable mould, through the action of worms with observations on their habits.* Murray, London.

Decaëns, T., L. Mariani, N. Betancourt and J. J. Jiménez, 2003. Seed dispersion by surface casting activities of earthworms in Colombian grasslands. *Acta Oecol.* 24 : 175 - 185.

石塚小太郎 2001. 日本産フトミミズ属 (Genus *Pheretima* s. lat.) の分類学的研究. 成蹊大学一般研究報告 33 : 1 - 125.

Lee, K. E. 1985. *Earthworms: their ecology and relationships with soils and land use*, Academic Press, Sydney. pp. 278 - 314.

Nakamura, Y., H. Shiraishi and M. Nakai 2003. Earthworm and enchytraeid numbers in soybean-barley fields under till and no-till cropping systems in Japan during nine years. *Mem. Fac. Agr., Ehime Univ.* 48 : 19 - 29.

Scheu, S. 2003. Effects of earthworms on plant growth: patterns and perspectives. *Pedobiologia* 47 : 846 - 856.

Schmidt, O. and J. P. Curry 1999. Effects of earthworms on biomass production, nitrogen allocation and nitrogen transfer in wheat-clover intercropping model systems. *Plant*

- and Soil 214 : 187 - 198.
- Schmidt, O., R. O. Clements and G. Donaldson 2003. Why do cereal-legume intercrops support large earthworm populations? *Appl. Soil Ecol.* 22 : 181 - 190.
- Smith, R. G., K. L. Gross and S. Januchowski 2005. Earthworm and weed seed distribution in annual crops. *Agric. Ecosyst. Environ.* 108 : 363 - 367.
- 内田智子 2004. 日本産フトミミズ類による餌資源利用戦略. *日本生態学会誌* 54 : 235 - 243.
- 内田智子・金子信博 2004. 神奈川県内の2ヶ所の林地におけるフトミミズ類の生活史. *Edaphologia.* 74 : 35 - 45.

(2006年6月5日受理)