

ウスアカクロゴモクムシは地表のイヌビエ種子を食害するが、 地中の種子は殆ど食害しない

山下伸夫*・小林浩幸*

Carabid beetle (*Harpalus sinicus* Hope) predate barnyardgrass seeds on the soil surface,
but hardly does the seeds buried under soil

Nobuo Yamashita* and Hiroyuki Kobayashi*

要約：畑地における主要な種子食者であるウスアカクロゴモクムシの雑草種子食害能を調べた。ガラスシャーレに黒ボク土を詰め、イヌビエ種子を、地表面と地中1 cm 深、2 cm 深のいずれかの深さに散布し、本種成虫を自由に摂食させ、出芽数と、地表面と地中における残存種子数と被食害種子数を観察した。その結果、ウスアカクロゴモクムシは、地表面のイヌビエ種子を食害し、その出芽を阻害するが、地中の種子に対する食害の程度は地表に散布した種子より顕著に小さいことが明らかになった。

キーワード：ゴミムシ、種子、種子食、イヌビエ、ウスアカクロゴモクムシ、シードバンク

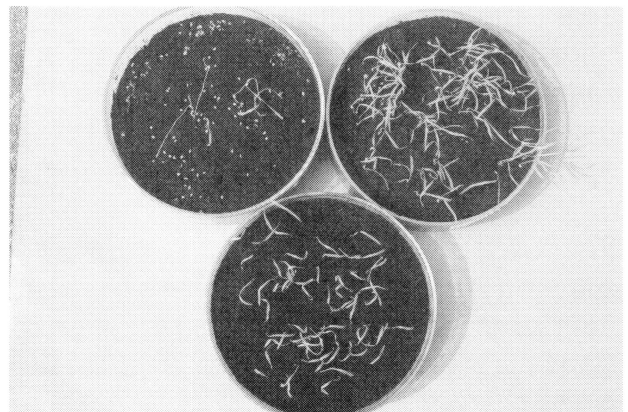
目 的

畑地に生息するゴミムシ類には雑草種子を食害する種類があり、雑草の埋土種子量の低減に寄与する可能性が指摘されている (Menalled *et al.* 2007, Harrison *et al.* 2003, Lund & Turpin 1977, 小林・山下 2006)。しかし、ゴミムシ類が土壌のどの部分の種子を食害するかについては明らかでなく、ある種のゴミムシが地表面の種子を地下に持ち込み蓄えて食害することが報告されているにすぎず (Kirk 1972)、耕起などで地中に埋め込まれた種子をゴミムシ類が探索して食害するかについては不明のままである。ゴミムシ類の地中種子の食害可能性を明らかにすることは、埋土種子の動態においても重要な意味を持つ。そこで、本研究は畑地における主要な種子食者であるウスアカクロゴモクムシ (*Harpalus sinicus* Hope, 以後、ウスアカと略記する) の土中種子の食害能を明らかにすることを目的にした。

方 法

20cm 径、4 cm 深のガラスシャーレに黒ボク土を 3 cm 深に詰めた (第1図)。これに、冬季の低温保存を経て、

試験時の夏季には休眠覚醒していることが予想されたイヌビエ (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli* Ohwi) の種子 100 粒を、地表面、1 cm 深、2 cm 深のいずれかの深さに散布した。ウスアカを各シャーレに 2 個体放飼し、25°C、16 時間明、8 時間暗条件で 5 日間自由に摂食させ



第1図 ウスアカクロゴモクムシによる種子採食と地中深度がイヌビエの出芽に及ぼす影響

上左：地表面に種子を散布し 2 個体放飼

上右：地表面に種子を散布し無放飼

下：地中 1 cm に種子を散布し無放飼

* 東北農業研究センターカバークロップ研究チーム 〒960-2156 福島市荒井原宿南 50

Cover crop research team, National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Arai, Fukushima 960-2156, Japan

第1表 地表及び地中に散布されたイヌビエ種子 100 粒に対するウスアカクロゴモクムシの食害程度

種子を散布した深さ	地表面		1 cm 深		2 cm 深	
	2 個体放飼	無放飼	2 個体放飼	無放飼	2 個体放飼	無放飼
食害粒数	82.0	0.0	1.8	0.0	10.7	0.0
出芽数	1.7	89.0	49.2	43.4	35.2	45.0
非食害で出芽しなかった粒	6.1	5.4	41.1	51.8	42.5	45.0
出芽数+非食害・不出芽粒数	7.8 ^{a*}	94.4 ^c	90.3 ^{bc}	95.2 ^{bc}	77.7 ^{bc}	90 ^b
不明種子数	10.2	5.6	7.8	4.8	11.7	10.0

繰り返し数は各 6 回 (無放飼区はそれぞれ 5 回)

* 異文字は $P < 0.01$ で有意差があることをしめす。

たあと取り出し、その 10 日後に出芽数と、地表、1 cm 深、2 cm 深ごとにおける残存種子数と被害種子数を観察した。この際、種子を全数回収出来るよう土中を出来る限り丁寧に調査した。食害の有無は実体顕微鏡において確認した。繰り返しはウスアカ放飼区では 6 回、無放飼区は 5 回行った。

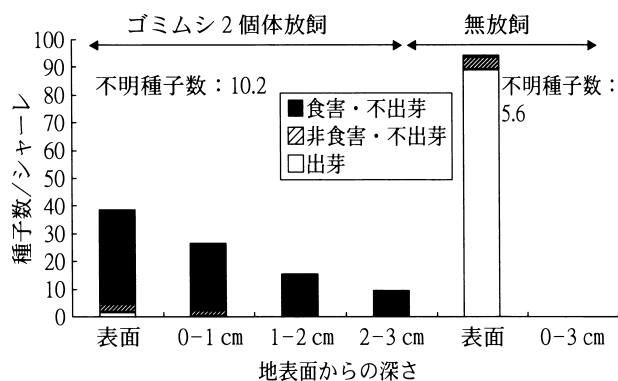
結 果

1. ウスアカによる地表面散布種子の食害

ウスアカを放飼しなかった対照区では、散布した種子の 89.0% が出芽し、出芽しなかったものは 5.4% と少なかった (第 1 図上右)。また、散布種子数の 5.6% は見つけることが出来ず回収できなかった。この高い出芽率から、供試種子の生存率は高く、休眠からほとんどが覚醒していることが確認された。

これと同じロットの種子を地表面に播いてウスアカを 2 個体 5 日間放飼した区では、その食害でイヌビエの平均出芽率は 1.7% と低く (第 1 図上左)、種子の顕微鏡での観察では地表面に散布した種子の大部分にあたる 82.0% がウスアカの食害を受け、外皮だけになっていた。ウスアカの食害の程度を示す出芽数と非食害粒の合計数は、ウスアカ放飼区では 7.8 と非放飼区の 94.4 と比べ統計的にも有意に少なく ($P < 0.001$)、ウスアカが地表面の種子を食害し発芽を阻害したことが明らかになった (第 1 表、第 1 図上左右)。なお、確認出来た種子数は、散布種子の 89.8% となり、残り 10.2% の行方は不明であった。

種子は、ウスアカの食害活動後は、地表面に散布数の 38.5% が残ったほかは、48.0% は地中 0-3 cm で確認された。この地中の種子の殆どは食害されて外皮だけになったものであった。地下 0-1 cm には、散布数の 26.3% の種子が埋められ、同じく大部分の 92.0% (散布種子の 24.2%) の種子が食害された表皮のみで、出芽種子は無かった。同様に 1-2、2-3 cm においても、ほとんど食



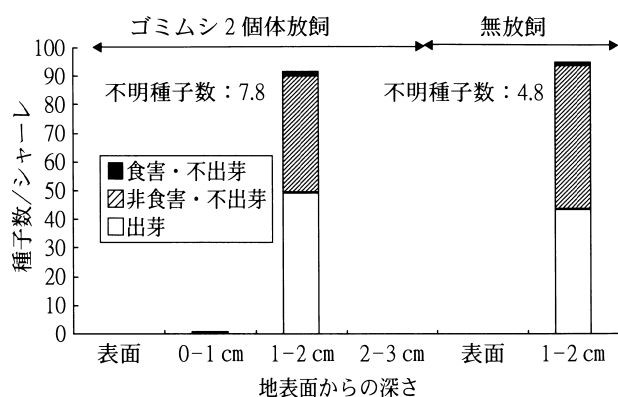
第 2 図 地表面に 100 粒散布したイヌビエ種子の食害度と垂直分布

害の後の種皮だけが埋められており、その数は、表面散布数の 15.0、8.8% であり、出芽した種子は無かった (第 2 図)。

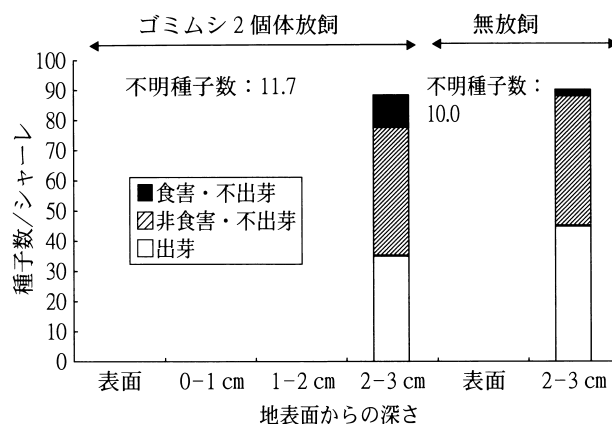
2. ウスアカによる地中散布種子の食害

1 cm または 2 cm のそれぞれの深さに種子散布した場合の出芽率は、ウスアカを放飼した区では 49.2、35.2%、無放飼区ではそれぞれ、43.4、45.0% (第 1 図) であり、これらに有意な差はなく ($P > 0.01$) ウスアカの放飼が出芽率に大きな影響を及ぼさなかったことが明らかになった (第 3、4 図)。さらに、種子はウスアカの放飼の有無にかかわらず殆どが散布した層で見つかり、地表散布で見られたようなウスアカの食害による種子の垂直移動は認められなかった。

このように放飼、無放飼に関わらず、出芽率、種子の位置が変わらなかったことから、ウスアカは、地中の種子を食害することが少ないことが示唆された。さらに放飼区における未発芽種子の表面を実体顕微鏡で観察したところ、地中の種子のウスアカによる食害率は、1 cm 深



第3図 1 cm 深に 100 粒播種したイヌビエ種子の食害度と垂直分布



第4図 2 cm 深に 100 粒播種したイヌビエ種子の食害度と垂直分布

に散布した場合、表面散布数の 1.8%，また 2 cm 深でも 10.7% にすぎず、地表面散布に比べて僅かであり、大部分は非食害粒であった。ウスアカの食害の程度を示す、種子の出芽数と非食害粒数の合計は、先述のように地表面散布ではウスアカ放飼の有無で有意差が見られたが ($P < 0.001$)、地中散布ではウスアカの有無で統計的な有意差は認められず ($P > 0.015$)、ウスアカが地中の種子を地表面の種子ほどは食害しないこと、また出芽率が半減した原因もウスアカの食害によるのではないことが明らかになった。

なお回収されなかった行方不明の種子率は放飼区の 1 cm 深で供試 100 粒に対し 7.8%，2 cm 深では 11.7% であり、無放飼区での不明種子率は 1 cm 深で 6.2%，2 cm 深では 12.0% であった。

考 察

1. ゴミムシ類の地中種子損耗に及ぼす影響

雑草の種子は地表面だけでなく、耕耘により地中に埋め込まれシードバンクを形成している。たとえばゴミムシ類の食害選択性が高いメヒシバ (小林・山下 2006) では地中 15cm の層でも種子が地表面と同様な量が存在している (Kobayashi 2005)。このためゴミムシ類の埋土種子損耗への寄与を評価するためには、ゴミムシ類が地表面の種子だけでなく、地中の種子を食害できるか否かを明らかにすることが重要である。ウスアカによる地中の種子の食害率は、2 cm 深では散布種子の 10.7% と僅かながら認められたが、これはシャーレ底近くの土中を徘徊するときに遭遇した種子を食害したことが考えられる。本試験では、1 cm もしくは 2 cm の深さに集中して種子を散布したが、実際の圃場においては種子の地中分布はよりまばらであると考えられるので、ウスアカが地中の埋

土種子の動態を大きく左右することはないものと思われる。これより、ウスアカが寄与するのは主に地表面の種子損耗においてであり、地中の種子の損耗に関しては大きくは寄与しないと考えられた。

しかし、ウスアカの地表面の種子の食害による出芽抑制効果は大きく、特に種子が地表面に集中する不耕起条件 (Kobayashi & Oyanagi 2005) では、出芽抑制に寄与する可能性が示唆された。また、耕起条件であっても、地表面に落ちた種子が地中に埋め込まれる前に食害されれば、結果的に低減させることが可能と考えられる。特に本種の幼虫及び成虫の活動時期が夏から秋であり (石谷 1997)、夏雑草の種子散布期と同調していることから、ウスアカによる埋土種子損耗効果は十分に期待できる。このシードバンク低減に対するゴミムシ類の摂食の寄与は、雑草個体群動態に大きな影響を及ぼす可能性があるためウスアカ以外の種類についても今後、定量的に評価する必要がある。

圃場におけるゴミムシ類の埋土種子低減における評価を行うためには、主要種の食害能を明らかにし、圃場における個体数の推定を行い埋土種子量低減効果の評価を行うことが必要である。また、ゴミムシ類の埋土種子低減効果を高めるためには、植生とゴミムシ類の誘引・定着性との関係を明らかにし、ゴミムシ相を保全、または強化する技術を開発する必要がある。

2. 地下への種子の持ち込み行動

地表面に散布された種子の 82.0% がウスアカの食害を受けたが、その食害された種子は、地表に残されていただけでなく、地中からも全食害種子数の 48.0% が見つかった。これは地中に種子を持ち込んで、そこで種子を食害したことを示唆している。著者らの知る限り、本種における雑草種子を地中に埋める行動 (caching)

の報告はないが、米国ではヒラタゴミムシ属の *Synuchus impunctatus* の成虫が (Manley 1971), また本種と同属の *Harpalus pensylvanicus* と *H. erraticus* では幼虫 (Kirk 1972) においてこの caching が報告されている。また、本種のように成虫越冬し翌年春から活動を始める種 (石谷 1996) においては、越冬後の餌となる種子が少ない時期に備えて保存性の高い種子を地下に蓄積しておくことは適応的であると考えられる。この場合、成虫が無事、越冬出来れば、その餌は食べられ、翌年発芽することはないが、越冬出来ずに死亡した場合は、埋土種子の増大に荷担することになる。埋め込まれる種子の種類や種子数、およびゴミムシの越冬個体数も、埋土種子の動態に関与している可能性がある。

3. 種子の行方不明の原因

散布種子の土中各層からの回収には細心の注意を払い、全粒数回収を心がけたが、各試験区で、散布数の 4.8% から 11.7% の行方不明種子が出た。ウスアカ放飼区で無放飼区より、不明種子が多い傾向があることから、放飼区ではウスアカが、種実だけでなく種皮をも食害して種子自体を無くし不明種子をより多く生みだしてしまった可能性があるが、ウスアカ無放飼区でも不明種子が放飼区の半数以上認められたことから、見落としによる損失も大きいと考えられた。なお、これらの損失は約 1 割以下であり、試験結果には大きな影響を及ぼさないと考えられた。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、東北農業研究センター第

4 科井沢憲行氏と峯昭子氏には試験において支援をいただいた。ここに厚く謝意を表す。

引用文献

- Harrison, S. K., E. F. Regnier and J. T. Schmol 2003. Post dispersal predation of giant ragweed (*Ambrosia trifida*) seed in no-tillage corn. *Weed Sci.* 51 : 955 - 964.
- 石谷正宇 1996 環境指標としてのゴミムシ類 (甲虫目: オサムシ科, ホソクビゴミムシ科) に関する生態学的研究. 比和科学博物館研究報告 34 : 1 - 110.
- Kirk, V. M. 1972. Seed-caching by larvae of two ground beetles, *Harpalus pensylvanicus* and *H. erraticus*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 65 : 1426 - 1427.
- Kobayashi, H. and A. Oyanagi 2005. *Digitaria ciliaris* seed banks in untilled and tilled soybean fields. *Weed Biol. Manage.* 5 : 53 - 61.
- 小林浩幸・山下伸夫 2006. 地表徘徊性昆虫クロゴモクムシ (*Harpalus niigatanus* Schauburger) はメヒシバの種子を好んで食べる. *雑草研究* 51(別): 164 - 165.
- Lund, R. D. and F. T. Turpin 1977. Carabid damage to weed seeds found in Indiana cornfields. *Environ. Entomol.* 6 : 695 - 698.
- Manley, G. V. 1971. A seed-caching carabid (Coleoptera). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 64 : 1474 - 75.
- Menalled, F. D., R. G. Smith, J. T. Dauer and T. B. Fox 2007. Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118 : 49 - 54.

(2007年5月7日受付, 7月17日受理)