

放牧地における牛糞および牛糞下の土壌動物相

宮内信文・横山和平

(土壌学研究室)

昭和57年8月10日 受理

An Experimental Study on the Change of Soil Fauna under Dropping Cow Dung in Grazing Pasture

Nobufumi MIYAUCHI and Kazuhira YOKOYAMA

(Laboratory of Soil Science)

結 言

物質循環系の場となる土壌環境において、分解者としての主役を演じる微生物に対し、補助的あるいは触媒的に働いていると思われる土壌動物群については、詳細が不明な点が多い。

糞虫類（食糞性コガネムシ類、以下クソムシ類と記す。フン虫類と呼ぶこともある。）は哺乳動物の糞に飛来し、これを土中へうめこむ特異な習性のため古くから知られている（たとえば、Fabre の「昆虫記」）。昆虫学や生態学的関心の他にも、クソムシ類のこの習性は、放牧地における排泄糞周囲の不食過繁地形成による草地利用率の低下や衛生面への対策等、実用的に注目されるようになった（細木ら³⁾⁻⁵⁾、R. D. Hughes⁶⁾、G. T. Fincher²⁾）。

著者らは、牛糞のうめこみに伴う糞の腐朽、腐植化過程、分解と養分の放出、土壌状態の変化・改善など、クソムシ類の活動を従来研究の少なかった自然界における物質循環と土壌肥沃化の見地との関連で研究を行っている。本報告は、その予備的実験として、クソムシ類の飛来に着目しつつ牛糞下の“糞圏”土壌の動物相を経時的に調査したものである。

実 験 方 法

本学部付属入来牧場において人為的に牛糞を設置し経時的に観察を行った。

入来牧場の第6放牧区内に、牛の踏みこみがなく排泄糞の影響のないと思われ、かつ、平坦で土層の深さなど土壌的に均質とみなされる小区画を選定し、地上部の植物（オーチャードグラス優占）を剪定バサミで根元から切断除去した。ここに径 30 cm 弱（15 cm 平

方を覆うように）の円状にホルスタインの新鮮糞（排泄後2時間以内）650 g を3カ所設置した。糞間の距離は約 20 cm である。同時に、15 cm 平方深さ 10 cm までの土壌を、実験開始時の対照土壌として採取した。糞設置個所の 1 m² を高さ 1 m の金枠で囲い牛の侵入を防いだ。糞設置後、2日、7日、14日目に地上糞、糞直下 15 cm 平方深さ 10 cm までの土壌、近傍約 20 cm で無糞対照区として同量の土壌をそれぞれ採取して動物相を調べた。実験開始日は、1982年5月10日、試料採取日は5月12、17、24日である。なお、この研究では深さ 10 cm までの土壌を用いたが、その妥当性をチェックするため、深さ 5 cm 間隔毎の動物相の垂直分布を、6月4日採取した試料で調べた。

土壌動物の調査法は、地上糞についてはハンドソーティング（現地および“水浸浮遊法”）でのみ、一方、土壌試料については、まず、ハンドソーティングによる採取同定後、室内で Tullgren, Baermann 両法による連続4日間抽出を行ったのち、実体顕微鏡下で、同定、個体数の計測を行った。同定は主に、青木の著書¹⁾によった。Baermann 法には、全量約 2500 g の生土試料から 10 g づつ2回、残りを Tullgren 法に供した。

結 果

(1) 土壌動物の垂直分布

地表から 5 cm きざみの土壌動物を出現個体数の多い4種類について Fig. 1 に示した。この図から、土壌動物は多くが地表近くの 0~5 cm 層に集中して棲息し、全体の約80%を占めていることがわかる。本研究では、0~10 cm 層の土壌を用いたが、Fig. 1 の結果から土壌動物相の研究試料として適当であると思われる。

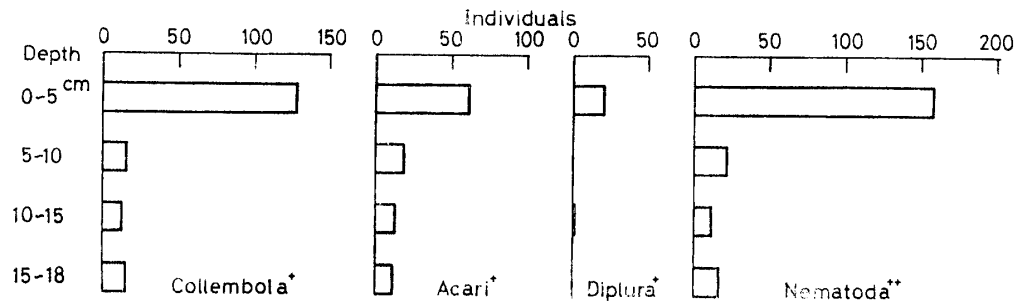


Fig. 1. The vertical distribution of soil animals.

+ Individuals per 15 × 15 cm²
 ++ Individuals per 10 g of soil

(2) 地上糞中の動物相

Table 1 に示すように、設置糞に調査時に飛来していた動物は、主にクソムシ類 *Dung beetles* とハネカクシ類 *Staphylinidae* であった。入来牧場におけるクソムシ類の種類、個体数の季節的消長、日周変動は、笹山⁸⁾ によって研究されている。本研究では、5月10日～6月4日までの時期の、午後1時頃での比較の結果である。

2日目では、小型クソムシのフチケマグソコガネ *Aphodius urostigma* Harold が多く (64頭) 見出され、カドマルエンマコガネ *Onthophagus lenzii* Harold 1頭の他、ハネカクシ類も13頭でかなり多い。7日目以降では、糞がほぼ乾燥したために、飛来していたクソムシ類などは、飛び去ったと思われる。クソムシ類は、前述のようにその習性として一般に土中に入り込むことが多く、次項の土壌中のクソムシ類と併せ考える必要がある。

(3) 糞直下土壌中の動物相

Table 2 に、実験開始時の土壌、2、7、14日目の糞直下とその対照土壌で見出された動物の種類とその個体数を示す。

最も特徴的なのは、予想されたようにクソムシ類の動態である。対照土壌 (無糞土壌) には、全期間クソムシ類は見出されないが、糞直下土壌には、クソムシ類の成虫が2日目で24、7日目10、14日目1頭、幼虫は7日目で1、14日目7頭見出されたことである。

2日目のカドマルエンマコガネ13、オオマグソコガネ *Aphodius haroldianus* Balthasar 4、マエカドエンマコガネ *Caccobius jessoensis* Harold 1頭などの中型クソムシ類は、前項 (2) に示したようにカドマルエンマコガネ1頭を除いて地上糞には見出されなかったことから、糞への飛来後、土中にもぐりこんだものと考えられる。その後、これら中型クソムシ類は、土壌から脱出し、14日後には見出されず、代りにこれらのものと思われる幼虫が増加している。これに対し地上糞中の優占種である小型クソムシ類のフチケマグソコガネは土壌への侵入個体数は地上糞中に比べて少なく6頭にすぎない。2日目の地上糞中に数多く集まったフチケマグソコガネは、7日目にはほとんどいなくなるが、土壌中の残留数は6から10とやや増え、カドマルエンマコガネ等と様相を異にする。しかし14日目には、土壌からもほとんど脱出していた。

これらのクソムシ類の動態は、以上の結果から、糞および糞直下土壌特有のものであった。

次に特徴的なのは、大型土壌動物であるミミズ (フトミミズ類 *Pheretima* spp.) の7日目以降の出現である。わずか 15cm 平方程度の小面積にこれだけの個体数が見出されることは、単なる偶然とは思えず、糞直下の土壌条件がミミズ棲息に好適なものになってくることを意味している。このことは、現在当研究室で研究が進められている「ミミズによる新鮮有機物の分解腐朽化、それによる土壌肥沃性の向上」という面か

Table 1. Animals in dropping dung

	Dung beetles		<i>Staphylinidae</i> spp.	<i>Coleoptera</i>	<i>Diptera</i>
	<i>Aphodius urostigma</i>	<i>Onthophagus lenzii</i>			
2-nd day	64	1	13	2	—
7th day	8	—	—	—	—
14-th day	2	—	—	4	1

Table 2. Changes of soil fauna under cow dung

	At the beginning	2-nd day		7-th day		14-th day	
		control	dung	control	dung	control	dung
Dung beetles*							
<i>Onthophagus lenzii</i>	---	---	13	---	---	---	---
<i>Aphodius urostigma</i>	---	---	6	---	10	---	---
<i>A. haroldianus</i>	---	---	4	---	---	---	---
<i>Caccobius jessoensis</i>	---	---	1	---	---	---	---
Larvae	---	---	---	---	1	---	7
<i>Pheretima</i> spp.*	1	---	---	---	5	---	8
<i>Collembola</i> **	148	85	60	56	224	64	218
<i>Acarina</i> **	114	98	97	77	208	15	83
Dipterous larvae**	84	29	10	34	82	18	22
<i>Diplura</i> **	2	23	---	5	18	3	11
Formicidae spp.**	---	172	8	1	8	20	17
<i>Nematoda</i> ***	410	213	107	324	278	265	446

*: By hand-sorting, individuals per 15×15×10 cm³**: By Tullgren extraction, per 15×15×10 cm³

***: By Baermann extraction, per 10 g of soil

らも興味深い。

中型動物についてみると、実験開始時に比べて2日目の糞直下、対照土壌とも概して動物個体数が減少し、ことに Baermann 抽出法による湿性動物、線虫 *Nematoda*、ワムシ綱 *Rotatoria* についてその傾向が著るしい。これは、実験前の植物繁茂下で動的平衡にあった動物相が、対照区では、地上部植物切断、裸地化、2日目までの晴天という条件で土壌が乾燥したために、また糞直下では90%近い水分を含む生牛糞から水分および水溶性成分の下方浸透による土壌の過湿化、高塩類濃度化が起ったために、それまで適応していた動物に不適當な環境となり個体数が減ったものと解釈される。しかし、2日目時点では、糞直下、対照両土壌間に（少なくとも見かけ上は）明瞭な差は認められない。

7日目になると糞直下土壌では、観察した全ての種類（トビムシ目 *Collembola*、ダニ目 *Acarina*、双翅目幼虫 *Dipterous larvae*、コムシ目 *Diplura*、線虫、ワムシ）の個体数が、対照土壌および2日目の両土壌より顕著に増加し、開始時の土壌をも上廻るに至っている。このことは、ミミズ類の出現とも共通しており、設置糞から浸透してきた糞成分、あるいは、クソムシ類が持ち込んだ糞成分が食餌となり、生物の活発な活動の場を提供したと解される。

考 察

わが国の放牧地における草地の利用・管理の観点か

らのクソムシ類の生態については、高知農試での細木ら^{3)~5)}による一連の研究、最近の本学における笹山⁶⁾の研究などがある。また、クソムシ類による糞の分解消失との関連で土壤動物相の変遷を調べたものに中村⁷⁾の報告がある。

笹山・萬田は、人來牧場の改良草地においてクソムシ類の飛来調査を1979年9月中旬に行ったところ、飛来個体数は糞設置後1日目がピークで、2日目から激減する傾向を認めている。また種類別では、フチケマゴソコガネ、カドマルエンマコガネ、オビマゴソコガネ *Aphodius uniplagiatus* Waterhous が1日目がピークで、カドマルエンマコガネの方がフチケマゴソコガネより減少が早い傾向を観察している。同年10月上旬に行った2回目の調査では、3日目に個体数のピークが見られ、以後ゆるやかに減少し、9月中旬とはやや異なる結果を得ている。このようにクソムシ類の個体数の経時的变化には、時期、場所、クソムシの種類により差があり、本研究での2日目が、経時変化のどの段階にあるかは定かでない。しかし、実験開始当日、排泄後数時間以内の牛糞にも既にかなりの数のカドマルエンマコガネが飛来しているので、この時期では、飛来個体数のピークは1日前後で、2日目はややピークをはずれていると推定される。いずれにしても、糞設置後の比較的初期段階に飛来するクソムシ類は、おのおのの習性から、小型種のマゴソコガネは多くが糞中に留まり、やや大型のカドマルエンマコガネ等は土壌中にもぐり込むこと、それ以後日が経過して糞が乾

燥するにつれ、7日目頃には、ほとんどが他所へ移動し土壤中には幼虫のみが棲息しているということになる。そして、この一週間前後から、糞直下の土壤条件が、クソムシ類の活動で助長された糞成分の混入により好適なものとなって、ミミズをはじめ土壤動物の種類と個体数が増加し、活発な生物活動・物質代謝が展開される場になると思われる。

中村⁷⁾は、草地試験場においてクソムシ等による牛糞の消失過程で現われる土壤動物相を、人工的に設置した糞を用いて調査している。調査は、地上残存糞と糞直下土壤について、3, 8, 17, 30, 60, 90日および1年目の長期にわたり行っており、目的、方法等本研究とは、ほぼ共通している。しかし、実験開始時および各試料についての無糞対照土壤が設定されていないので、この調査では、糞下の土壤動物相が糞の影響をどのように受けるか、どのような特徴的様相を呈するかについての知見は得られていない。また調査に Baermann 抽出法を用いていないので線虫などの湿性動物についてもデータがない。しかし、糞および糞直下土壤についての全体の傾向は、一致する点が多いと思われる。

なお、土壤動物相は種々な要因できわめて変動性に富むと思われるので、サンプリング法を含めて今後さらに検討の予定である。

要 約

牛糞下で土壤の動物相がどのような特徴的変遷を示すか、とくに糞虫類(食糞性コガネムシ類)に着目して実験的な観察を行った。すなわち、新鮮牛糞を土壤上に設置し、糞および糞直下土壤の動物種の同定、個体数の測定を、糞を設置していない対照土壤と比較しつつ経時的に行った。

設置後比較的初期(1~2日)に、糞にクソムシ類とハネカクシ類が飛来した。実験時の5月10日-24日では、飛来したクソムシ類は、小型のフチケマゴソコガネが優占種であったが、飛来後も多くが糞中にとどまっていた。中型クソムシ類では、カドマルエンマコガネを主としてオオマゴソコガネ、マエカドエンマコガネが、糞に飛来した後はほとんど土壤中にもぐりこんでいた。1週間以降は、糞および土壤中のクソムシ

類は激減したが、かわりに2週間目には、土壤中にクソムシ類幼虫がかなり出現していた。これらクソムシ類は、対照土壤には全く認められなかった。

他の動物についてみると、糞直下土壤では当初、多くの動物の個体数が相当減少していた。これは、糞に含まれる多量の水分の影響で、土壤が過湿となり動物の棲息に不利な条件となったためであろう。しかし、1週間を過ぎると、線虫、トビムシ、ダニ類をはじめ全ての動物種の個体数が顕著に増加してきた。ミミズもまた糞直下土壤にのみ7日目から出現し以後増加した。

これらのことから、牛糞および牛糞下の土壤では、まずクソムシ類の動態が特徴的であり、それとともに糞設置後しばらくすると、土壤が土壤動物群の棲息に好適な条件となって、動物の活発な活動の場となることが示された。

謝辞 研究を行なうにあたって入来牧場の柳田宏一主任をはじめ職員のみなさんの御協力をいただきました。また害虫学講座の榎下町鉦敏博士の御助言をいただきました。感謝の意を表します。

文 献

- 1) 青木淳一：土壤動物学，北隆館，東京(1973)
- 2) Fincher, G. T.: The potential value of dung beetles in pasture ecosystems. *J. Georgia Entomol. Soc.*, **16**, 301-316 (1981)
- 3) 細木康彦・早川博文・中越孝一・宮尾雅士：草地および放牧衛生管理におけるフン虫の利用に関する研究。第1報 カドマルエンマコガネによる牛糞の埋込み分解。高知畜試研報，**9**, 37-44 (1978)
- 4) 細木康彦・早川博文・中越孝一・宮尾雅士：同上。第2報 オオマゴソコガネによる牛糞の埋込み分解。高知畜試研報，**9**, 45-56 (1978)
- 5) 細木康彦・早川博文・下西 和・宮尾雅士。同上。第7報 カドマルエンマコガネの牛糞埋込み分解活動の时期的変化。高知畜産試研報，**10**, 37-45 (1979)
- 6) Hughes, R. D.: Introduced dung beetles and Australian pasture ecosystems. *J. Appl. Ecol.*, **2**, 819-837 (1975)
- 7) 中村好男：牛糞の分解消失と土壤動物相(予報)。草地試研報 **3**, 130-133 (1973)
- 8) 笹山清憲：食糞性コガネムシの生態学的研究。鹿大農修士論文。未発表。

Summary

Some experimental observations on the effects of dropping cow dung on soil fauna were done with special regard to dung beetles.

In the earlier stage (within 2 days), the dung was swarmed with dung beetles and *Staphylinidae*. Of the dung beetles, the smaller species, *Aphodius urostigma*, was dominant, remaining in the dung. The bigger beetles, mainly *Onthophagus lenzii* and others were noted to have removed from the dung into soil.

In this stage, the populations of animals in the soil other than beetles became smaller because of the highly humid condition of the soil brought forth the permeation of water from the upper dung.

After one week or so, the beetles in the soil flew away, leaving their eggs and larvae there. The populations of the other soil animals, *Nematoda*, *Acarina*, *Collembola*, *Diplura* etc., were restored, further increasing distinctly. The appearance of numbers of earthworm was also characteristic.

These suggest that the soil under the dropping cow dung comes after a certain period to get a condition suitable for animal to live, owing to the permeated dung components.