

愛知県の山地における食ふん性コガネムシ類成虫の発生消長

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
巻/号	284
掲載ページ	p. 217-222
発行年月	1984年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



愛知県の山地における食ふん性コガネムシ類成虫の 発生消長

安田 弘 法

名古屋大学農学部

Seasonal Changes in the Number and Species of Scarabaeid Dung Beetles in the Middle Part of Japan. HIRONORI YASUDA (Laboratory of Applied Entomology and Nematology, Faculty of Agriculture, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464, Japan). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* 28 : 217-222 (1984)

Seasonal changes in the number and species of scarabaeid dung beetles were investigated at the Experimental Pasture of the Nagoya University, Kitasitara, Aichi Prefecture. Throughout seasons of 1982, 51,000 beetles belonging to 15 species were collected. *Aphodius urostigma*, *A. rectus*, and *Onthophagus lenzii* were abundant in numbers. Total number of dung beetles was most abundant in period from middle of June to middle of July. The patterns of adult occurrence of 12 relatively abundant species could be divided into four types: (1) *A. rectus* and *A. elegans* group: abundant in spring and autumn; (2) *A. haroldianus* and *A. pusillus* group: abundant in early summer; (3) *A. uniplagiatus*, *A. sublimbatus*, *A. urostigma*, *A. lewisii*, *Liatongus phanaeoides*, and *Onthophagus lenzii* group: abundant in summer; (4) *O. fodiens* and *O. ater* group: appeared throughout seasons, but most abundant in autumn. The pattern and peak of adult occurrence of more abundant species, *A. urostigma*, *A. rectus*, *A. haroldianus*, and *O. lenzii*, were distinctly different from each other.

緒 言

牧野に排泄される家畜のふんには、食ふん性コガネムシ類 (以下フン虫類と略記) をはじめ、ハネカクシ、エンマムシ、ガムシ、ハエ等たくさんの種の昆虫が飛来し生息している。それゆえ、ふんに生息する昆虫類は、ELTON (1966) が指摘するように、昆虫の種内・種間関係および群集生態学を研究するのに好適な材料であり、最近このような観点からの研究もなされてきた (LANDIN, 1961; KOSKELA and HANSKI, 1977; HANSKI and KOSKELA, 1977, 1979; HANSKI, 1978, 1980 a, b, c; HEINRICH and BARTHOLOMEW, 1979; HOLTER, 1982)。しかし、どの研究も、ふん内での種内・種間の相互作用を定量化し、ふんをめぐるフン虫類の動態について議論したのではなく、またふん塊内での相互作用の結果が、次世代以降の個体群動態にどの程度影響をおよぼしているかについては論じていない。わが国におけるフン虫類の生態学的研究は、比較的少なく (水田, 1975; 早川, 1977; 山下ら, 1978; 細木ら, 1979, 1980, 1982; 笹山, 1979)、しかも、それらの研究は発生消長の記載にとどまっており、ふんをめぐる相互作用について論じた

知見は少ない。

また、早川 (1977) も指摘するように、放牧地においては、放牧牛の排泄するふんに起因した諸問題が生じており、それらの解決方法としてフン虫類の生態的利用があり、最近そのような観点からの研究も行われている (山下ら, 1978; 早川, 1981; 笹山, 1979; 細木ら, 1979, 1980, 1982)。

以上の観点から、ふんをめぐるフン虫類の種内・種間の相互作用がおよぼす影響およびふん利用様式の種間差について研究するため、まず調査地での出現種数と個体数について調査したので報告する。

本文に入るに先立ち、終始ご助言いただいた名古屋大学農学部害虫学教室の伊藤嘉昭助教授および斎藤哲夫教授、フン虫類の生態および調査方法について有益なご助言をいただいた広島農業短期大学の水田國康教授およびフン虫類の同定をお願いした名古屋女子大学の佐藤正孝教授に厚くお礼申し上げます。また、この調査に多大な便宜を与えられた名古屋大学附属山地畜産実験実習施設の佐藤孝二施設長はじめ職員の方々に深く感謝する。

材料および方法

1. 調査場所

調査は、名古屋大学附属山地畜産実験実習施設（愛知県北設楽郡設楽町、標高 650 m）で行った。調査圃場は、Fig. 1 に示すとおりであり、放牧地としては約 20 年の比較的新しい草地である。草地は、その使用目的から三つにわけられる。図中 No. 1 が、調査に用いた草地で、主として生後 1 年目の牛が毎年約 12 頭、その草地をさらに小さく区切った六つの牧区内を順に移動していく輪間放牧形式によって放牧されている。No. 2 は、おもにサイレージ用の草地であり放牧はされていない。No. 3 は、生後 2 年目以上の牛が、同様な輪間放牧で放牧されており施設内つねに 40 頭前後の牛が放牧され

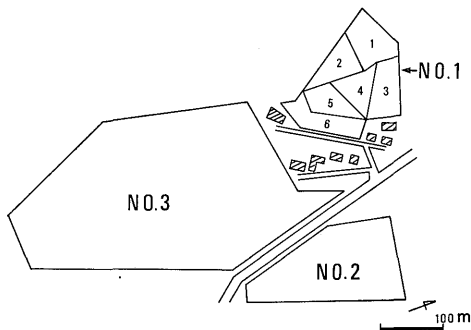


Fig. 1. A map of study area. No. 1, 2, and 3 are pastures. The pasture No. 1 was used for the present study. Striped parts indicate buildings.

ている。放牧期間は、4 月下旬より 11 月上旬までの約半年間である。牧草は主として、オーチャードグラス、ホワイトクローバー、レッドトップ、チモンシー、ケンタッキーブルーグラス等が混播されている。

2. 調査方法

調査は、1982 年 5 月下旬より 11 月上旬まで行った。図の No. 1 に示す 6 牧区のうち一つの牧区に、毎週、排泄後 4 時間以内のふんを 1 kg のふん塊とし、たがいに 5 m 以上離して 15 個設置した。調査牧区は、すでに存在するふんによる影響をできるだけ少なくするために、牛が移動してから 1 週間以上経過した牧区を利用した。そして、ふん設置後、1, 2, 3 日後に 5 ふん塊ずつをふん内およびその直下の地中部に区別して調査し、種ごとの成虫個体数をその場で記録した。ふん内の個体数を数えるには、プラスチック容器（36×29×13 cm）に水を入れ、その中にふんを入れてかきまぜ、浮上した個体を記録する方法を用いた。地中の個体は、ふんの直下から直径 30 cm、深さ 15 cm の土を円柱状に掘りおこし、ふるい（直径 30 cm、網目 0.5 cm）でふるって調査した。

結 果

1. 種構成

1982 年 6 月から 10 月までに採集された成虫の総個体数は、2 科 4 属 15 種 51,225 個体であった (Table 1)。最も多く採集されたのは、フチケマグソコガネ *Aphodius urostigma* (以下フチケと略記) で、全採集個体の 46%

Table 1. Body length, fresh weight, biomass, and number of dung beetles collected from dung pats or soil under the pats in 1982

Species	Japanese name	Body length (mm)	Fresh weight (mg)	Total number	Relative frequency (%)	Biomass (g)
<i>Aphodius elegans</i> ALLIBERT	オオフタホシマグソコガネ	12.4 ± 0.59 ^{a)} (20) ^{b)}	144.9 ± 21.5 ^{a)}	258	0.5	37.4
<i>A. haroldianus</i> BALTHASAR	オオマグソコガネ	10.1 ± 0.6 (20)	73.7 ± 10.9	1,595	3.1	117.6
<i>A. lewisii</i> WATERHOUSE	コスジマグソコガネ	2.96 ± 0.05 (10)	1.5 ± 0.1	875	1.7	1.3
<i>A. pusillus</i> HERBST	コマグソコガネ	3.46 ± 0.38 (20)	3.8 ± 0.9	156	0.3	0.6
<i>A. rectus</i> MOTSCHULSKY	マグソコガネ	6.0 ± 0.34 (20)	15.7 ± 2.8	11,353	22.1	178.2
<i>A. sublimbatus</i> MOTSCHULSKY	ウスイロマグソコガネ	4.5 ± 0.26 (5)	5.1 ± 0.5	210	0.4	1.0
<i>A. uniplagiatus</i> WATERHOUSE	オビマグソコガネ	4.4 ± 0.16 (5)	5.2 ± 0.6	486	0.9	2.5
<i>A. urostigma</i> HAROLD	フチケマグソコガネ	5.6 ± 0.35 (10)	9.5 ± 1.6	23,698	46.3	225.1
<i>Onthophagus ater</i> WATERHOUSE	クロマルエンマコガネ	8.9 ± 0.87 (20)	70.8 ± 15.9	265	0.5	18.8
<i>O. atripennis</i> WATERHOUSE	コブマルエンマコガネ	8.9 ± 0.24 (5)	69.8 ± 13.9	35	0.07	2.4
<i>O. fodiens</i> WATERHOUSE	フトカドエンマコガネ	8.8 ± 0.48 (20)	73.8 ± 10.8	398	0.8	29.4
<i>O. lenzii</i> HAROLD	カドマルエンマコガネ	10.1 ± 0.94 (20)	85.1 ± 21.7	11,123	21.7	946.6
<i>O. nitidus</i> WATERHOUSE	ツヤエンマコガネ	6.6 ± 0.31 (5)	59.2 ± 8.2	12	0.02	0.7
<i>Liatongus phanaeoides</i> WESTWOOD	ツノコガネ	10.3 ± 0.74 (20)	103.1 ± 19.3	756	1.5	77.9
<i>Geotrupes laevis</i> MOTSCHULSKY	センチコガネ	17.4 ± 0.35 (4)	444.6 ± 37.4	5	0.01	2.2

a) Mean ± standard deviation.

b) Values in parentheses indicate sample size.

を占めた。これにつぐのが、マグソコガネ *Aphodius rectus* (以下マグソと略記) およびカドマルエンマコガネ *Onthophagus lenzii* (以下カドマルと略記) の各 22% で、以上の 3 種で全採集個体数の 90% を占めた。なお、生体量 (biomass) では、カドマル (57.7%), フチケ (13.7%), マグソ (10.8%) の順となった。大形のフン虫のなかではダイコクコガネ類はまったく採集されず、センココガネがわずかに採集されたのみであった。

2. 成虫の発生消長

Fig. 2 に採集されたフン虫類の発生消長を、主としてふん内に生息する種と、地中に生息する種にわけ、ふん塊あたりの平均個体数で示した。マグソコガネ類は、小型 (平均体長 6 mm 以下) で主としてふんの表層に生息するマグソ、フチケ、コスジマグソコガネ *Aphodius lewisii* (以下コスジと略記)、コマグソコガネ *Aphodius pusillus* (以下コマグソと略記)、ウスイロマグソコガネ *Aphodius sublimbatus* (以下ウスイロと略記)、オビマグソコガネ *Aphodius uniplagiatus* (以下オビと略記) と、大型 (平均体長 10 mm 以上) で主として地中に生息するオオマグソ、オオフタホソコガネ *Aphodius elegans* (以下オオフタホソと略記) にわけられる。また、エンマコガネ類は、著しく個体数の少ないツヤエンマコガネ *Onthophagus nitidus* 以外、いずれも大型 (平均体長約 9 mm 以上) で、主として地中に生息する (安田, 未発表)。

Fig. 2 から、出現種数は調査期間を通じてほぼ 7 から 10 種で、安定していたが、個体数は、6 月から 7 月上旬にかけて増加し、7 月下旬に減少してそれ以降低い密度を保ったことがわかる。ふん塊当たり総個体数は、最も多い場合、同一ふん塊内に約 800 個体が滞在していた。同一種についてみると、ふん内に生息する種ではフチケが、地中に生息する種ではカドマルが、各最高 617 および 332 個体みられた。設置後、1, 2, 3 日後のふんには、多くの場合 100 個体以上のフン虫類がいることが観察された。ふん設置後の日数の増加にともなう個体数変化の調査結果からは、地中に生息する種の個体数は、6, 7 月において、ふんが古くなるほど減少した。しかし、それ以外の時期では、個体数の変化に同様な傾向はなかった。また、ふん内に生息する種では、ふん設置後の日数によって個体数が増加もしくは減少する傾向はなかった。6, 7 月には、とくにふん内に生息する種の急増がみられるが、これは、優占種であるフチケの影響で、本種は、7 月にはふん内に生息する種全体の 94% を占めていた。地中で生息する種は、ふん塊当たり最大 200 個体を上限として変動し、6, 7 月の設置後 1 日

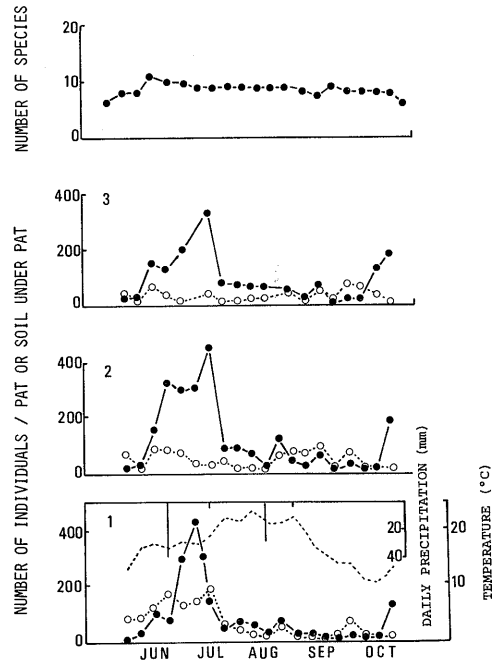


Fig. 2. Seasonal changes in the number of dung beetles found from dung pats (●) and soil under the dung pats (○). Solid bar (|) and broken line (-----) indicate daily precipitation and mean temperature, respectively. Numerals 1, 2, or 3 in figure indicate the number of days after the deposition of dung pats.

目のふん塊以外では、100 個体以下のふん塊が大半を占めていた。

飛来におよぼす降雨の影響は、そう著しくないが、多少飛来が減少すると思われる (Fig. 2, 最下段)。野外での直接観察でも、小雨程度であれば、飛来がみられた。初夏には、ふん設置後 2 時間以内で表層が形成され、一度表層が形成されると、かなりの降雨でもふんが流出することはなく、すでにふん内にいる個体には、ほとんど影響がないものと思われる。一方、気温は、晩秋においてはフン虫類の飛来に著しく影響を与えているものと思われる (Fig. 2 の 10 月中, 下旬の消長を参照)。

3. 成虫の出現パターン

採集されたフン虫類のうち、比較的個体数の多い 12 種について、ふん塊当たり個体数を半月ごとに集計し、発生消長を示すと Fig. 3 のとおりである。この図から、フン虫類の出現パターンを、おおまかに春・秋出現型 [マグソ, オオフタホソ], 初夏出現型 [コマグソ, オオマグソ], 春から秋にかけて出現・秋ピーク型 [フトカドエンマコガネ *Onthophagus fodiens* (以下フトカドと略

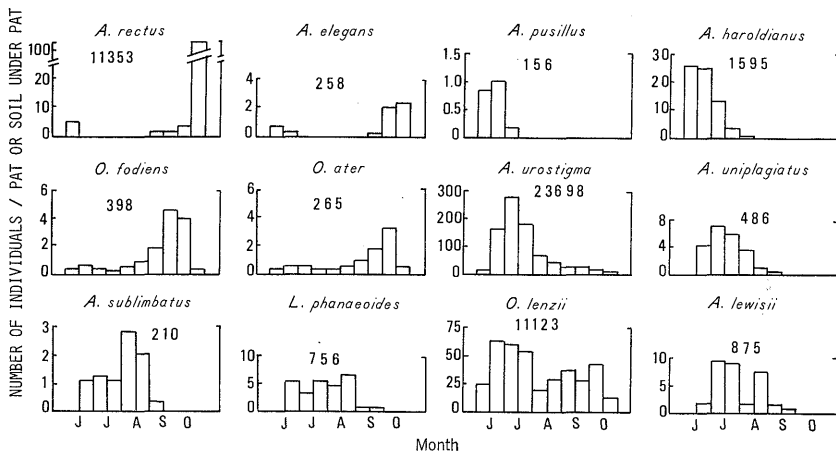


Fig. 3. Seasonal changes in the number of adults. Values below species names indicate total number of individuals collected during 1982 seasons.

記), クロマルエンマコガネ *Onthophagus ater* (以下クロマルと略記), 夏出現型 [フチケ, オビ, ウスイロ, コスジ, カドマル, ツノコガネ *Liatongus phanaeoides* (以下ツノと略記)] の四つに分けることができる。

次に, 種間の成虫出現の重複度を知るため, WHITTAKER (1952) の percentage similarity (PS)

$$PS = \sum_{i=1}^n \min(P_{ai}, P_{bi})$$

ただし,

P_{ai} : a 種総個体数に対する期間 i での a 種個体の割合

P_{bi} : b 種総個体数に対する期間 i での b 種個体の割合

i : 半月単位の期間数

n : 総期間数

を計算し, 単純連結法 (木元, 1976) によりデンドログラムにしたのが Fig. 4 である。この結果, 種間の出現の重複度の高い種は, オオマグソとコマグソ ($PS=0.83$), クロマルとフトカド ($PS=0.8$), オビとフチケ ($PS=0.86$), ツノとウスイロ ($PS=0.77$) であった。他と独立しているマグソとオオフタホシをべつとして, $PS=0.65$ というかなり高い値で種をまとめてみると, コマグソとオオマグソからなる初夏出現型, フトカドとクロマルからなる春から秋出現・秋ピーク型, フチケ, オビ, ウスイロ, ツノ, コスジ, カドマルの 6 種からなる夏出現型の三つのパターンに分けることができる。 $PS=0.5$ ではあるが, 春・秋出現型のオオフタホシとマグソを一つのグループとすると四つのパターンに分けることができる。発生のパターンは類似していながら, オオフタホシとマグソの PS 値が高くならなかったのは, マグソが, 10 月にその出現総個体数の 90% を占めたた

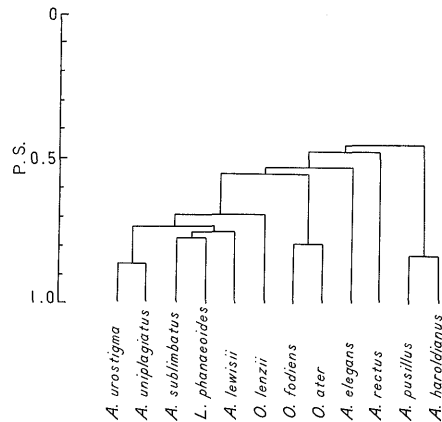


Fig. 4. A single linkage dendrogram from WHITTAKER's (1952) percentage similarity (PS) of seasonal occurrence of dung beetles.

めと思われる。年間を通じて種間の平均の PS 値を求めると, 0.33 ± 0.25 (平均 \pm 標準偏差) であった。

考 察

今回採集されたフン虫類の種数 (15 種) を, 他の放牧地での調査結果と比較すると, 細木ら (1979) は高知で 11 種を, 笹山 (1979) は鹿児島で 21 種を, 山下ら (1978) は高知で 17 種を, 細木ら (1982) は高知で 7 種, 徳島で 9 種, 香川で 6 種, 愛媛で 10 種を, 早川 (1977) は岩手で 24 種をあげており, 今回の結果は, これらのほぼ中間にある。このように地域によってかなり種数が変化する要因としては, 各種の環境に対する分布限界が考えられる。しかし, フン虫類は, ふんの状態に

かなり敏感に反応して移出入を行っており、また、出現期の短い種および各種の分布様式もかなり異なっていると思われる。これらのことは、調査方法が異なれば、採集種数および個体数にかなり影響があると考えられる。また、山下ら (1978) も指摘するように、放牧が開始されてからの経過年数によっても種数および個体数は異なるであろうから、各地域で報告された上記の種数が調査された周辺の地域で生息しているすべての種数をあらわしているかは不明である。しかし、優占種は、上記の報告のほとんどすべてでフチケとカドマルとされており、種ごとの個体数が報告されている調査結果 (笹山, 1979) と比較すると、比較的個体数の多い種 (総採集個体数 100 以上) は 12 種で、今回の結果と同じであった。

次に、フン虫類成虫の発生消長をみると、6 月中旬から 7 月中旬にかけて著しいピークが見られ、このピークは、ふん内で生息する種のほうが地中で生息する種よりも高いことが示された。また、地中で生息する種の個体数は、個体数の多い 6、7 月において、1、2、3 日とふんの経時変化とともに減少していく傾向があったが、ふん内で生息する種ではそのような傾向はみられなかった。地中で生息する種およびふん内で生息する種における各生息場所での収容力ということを考えるなら、前者の 1 ふん塊内での収容個体数は、ふん直下の地表面積に著しく依存していると思われる。それに反し、後者では個体サイズが小さいこともあり地中で生息する種よりも 1 ふん塊当り収容個体数は多いと思われる。そのようなことも、ふんの経時変化にもなるふん塊当りの地中で生息する種およびふん内で生息する種の個体数変化に影響をおよぼしていると思われる。すなわち、地中で生息する種では、6、7 月の個体数の多い時期にふん内個体数の増加により、種内・種間の相互作用が増加し、その結果、2、3 日目のふん内個体数が減少したのに反し、ふん内で生息する種では地中で生息する種に比して、ふん塊当り収容個体数が著しく多く、相互作用が移出に影響をおよぼすほどにはいたらなかったため、日の経過によってふん内滞在個体数が減少する傾向がみられなかったのだと思われる。しかし、ふん内滞在時間は、相互作用のみでなく、繁殖期・非繁殖期の別にもなる行動の変化、種による移出様式の違いなどによっても変化すると考えられ、今後さらに詳細な検討が必要である。

今回の研究で、フン虫類の出現パターンは四つに分けることができた。フン虫類の出現パターンが種によって異なり、とくに、各種成虫の出現ピークがある時期に集中する傾向はみられなかった。このことは、一般的にフ

ン虫類ではよくみうけられる現象のようである (WHITE 1960; 水田, 1975; HOLTER, 1982)。フン虫類の生活史のパターンとして谷 (1966) は三つのタイプを報告している。今回採集された比較的個体数の多い 12 種について、各パターンごとに生活史を比較すると次のようになる。春・秋出現するマグソとオオフタホンでは、前者は成虫越冬した個体が春に出現し、初夏に産卵して新成虫が秋に出現する。一方、オオフタホンでは、幼虫越冬した個体が翌春新成虫となって出現し、越夏して秋に再び出現・産卵するというまったく異なった生活史をもっている。初夏に出現する種は、おそらく成虫越冬し、初夏に出現するとすぐに産卵し、そのまま地中で成虫となって越冬するものと思われる。フトカド、クロマルのように春から秋にかけて出現し、秋にピークを示す種では、成虫越冬した個体が初夏に産卵し、新成虫と越冬成虫の出現期が重複した後、秋のピークは新成虫によって生じたものと思われる。カドマルは夏出現の種であるが、生活史はフトカド、クロマルと類似しており、越冬成虫が初夏に出現し産卵したあと新成虫と越冬成虫の出現の重複があり、秋のピークは新成虫によってもたらされたものである。その他の夏出現する種では、おそらく越冬成虫が翌夏出現・産卵し、地中で新成虫となったまま、秋に出現することなく越冬するものと思われる。このように出現期の異なる種では、産卵時期等も異なっているものと思われ、また、出現期の等しい種においても生活史が異なっている種があり、成虫のみでなく幼虫期においても資源利用様式に関するすみわけの可能性が考えられる。とくに個体数が多く生息空間が類似しているフチケとマグソおよびカドマルとオオマグソは、それぞれ成虫出現期の重複が少なく、成虫出現期の類似しているフチケとカドマルでは、生息空間が異なっているというように、優占種の時間的・空間的な出現期の重複は著しく少ないことが示された。これに反し、調査期間を通じて、優占種 (カドマル、オオマグソ、フチケ、マグソ) 以外の種は著しく個体数が少なく、このように個体数の少ない種のその要因として、各種の産卵数が少ないこと等による種自体の特性によるものなのか、個体数の多い種によるふんをめぐる競争の結果、弱い種の個体数が少なくなっているのか、また、その他の要因が作用した結果であるのか今後さらに検討していく必要があると思われる。

摘 要

愛知県北設楽郡の放牧地において、1982 年 5 月下旬より 11 月上旬まで、設置後 1、2、3 日と経過したふん

内に見られる食ふん性コガネムシ類成虫の種数および個体数を調査した。

1) 採集個体数は2科4属51,225個体であり、個体数の多い種はフチケマグソコガネ(46.3%)、マグソコガネ(22.1%)、カドマルエンマコガネ(21.7%)の順で以上の3種で全採集個体の約90%を占めた。

2) 種により主としてふんの直下の地中に生息する種とふん内に生息する種とがあったが、両種とも6月中旬から7月中旬にかけて出現のピークがみられた。この出現ピーク時に、地中で生息する種ではふん設置後の経過日数とともに個体数の減少傾向がみられたが、ふん内で生息する種ではこのような傾向はなかった。

3) 比較的個体数の多い12種について、成虫の出現パターンをWHITTAKER(1952)のpercentage similarityを用いて調べたところ $PS=0.65$ で三つのパターンにわけられた。また、 $PS=0.5$ ではあるが春と秋に出現し、出現パターンの等しいオオフタホシマグソコガネとマグソコガネを一つのグループとすると次の四つのパターンにわけることができた。

春・秋出現型(マグソコガネ, オオフタホシマグソコガネ), 初夏出現型(コマグソコガネ, オオマグソコガネ), 春から秋にかけて出現・秋ピーク型(フトカドエンマコガネ, クロマルエンマコガネ), 夏出現型(フチケマグソコガネ, オビマグソコガネ, コスジマグソコガネ, ウスイロマグソコガネ, ツノコガネ, カドマルエンマコガネ)

4) 個体数の多いフチケマグソコガネ, マグソコガネ, カドマルエンマコガネ, オオマグソコガネでは成虫出現のピークが異なっていた。

引用文献

- ELTON, C.S. (1966) The pattern of animal communities. London: Chapman & Hall, 432 p.
- HANSKI, I. (1978) Stability, abundance, and niche width in the beetle community inhabiting cow dung. *Oikos* **31**: 290—298.
- HANSKI, I. (1980 a) Patterns of beetle succession in droppings. *Ann. Zool. Fennici*. **17**: 17—25.
- HANSKI, I. (1980 b) Spatial variation in the timing of the seasonal occurrence in coprophagous beetles. *Oikos* **34**: 311—321.
- HANSKI, I. (1980 c) The community of coprophagous beetles (Coleoptera, Scarabaeidae and Hydrophilidae) in northern Europe. *Ann. Ent. Fenn.* **46**: 57—73.
- HANSKI, I. and H. KOSKELA (1977) Niche relations among dung-inhabiting beetles. *Oecologia* **28**: 203—231.
- HANSKI, I. and H. KOSKELA (1979) Resource partitioning in six guilds of dung-inhabiting beetles (Coleoptera). *Ann. Ent. Fenn.* **45**: 1—12.
- 早川博文(1977) 放牧家畜の糞公害とフン虫利用によるその対策. 畜産の研究 **31**: 596—602.
- 早川博文(1981) フン虫を利用した放牧草地のクリーン作戦. *インセクタリウム* **18**(12): 14—22.
- HEINRICH, B. and G.A. BARTHOLOMEW (1979) Roles of endothermy and size in inter- and intraspecific competition for elephant dung in an african dung beetles, *Scarabaeus laevistriatus*. *Physiol. Zool.* **52**: 484—496.
- HOLTER, P. (1982) Resource utilization and local co-existence in a guild of scarabaeid dung beetles (*Aphodius* spp.). *Oikos* **39**: 213—227.
- 細木康彦・宮尾雅士・早川博文(1982) 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. 高知畜試研報 **12**: 7—14.
- 細木康彦・早川博文・西和・宮尾雅士(1979) 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. 高知畜試研報 **10**: 1—10.
- 細木康彦・早川博文・西和・宮尾雅士(1980) 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. 高知畜試研報 **11**: 13—21.
- 木元新作(1976) 動物群集研究法 I. 多様性と種類組成. 東京: 共立出版, 192 p.
- KOSKELA, H. and I. HANSKI (1977) Structure and succession in a beetle community inhabiting cow dung. *Ann. Zool. Fennici*. **14**: 204—223.
- LANDIN, B.O. (1961) Ecological studies on dung beetles. *Opusc. Ent. Suppl.* **19**: 1—228.
- 水田国康(1975) 宮島における糞虫成虫個体群の季節的変動. 岐島の自然総合学術調査研究報告, pp. 451—460.
- 笹山清憲(1979) 食糞性コガネムシの生態学的研究. 鹿児島大学農学部修士論文, 33 p.
- 谷 幸三(1966) 糞虫成虫個体群の生態学的研究. 大和の昆虫 **3**・4: 3—10.
- WHITE, E. (1960) The natural history of some species of *Aphodius* (Col., Scarabaeidae) in the northern Pennines. *Ent. Mon. Mag.* **96**: 25—30.
- WHITTAKER, R.H. (1952) A study of summer foliage insect communities in the Great Smoky Mountains. *Ecol. Monogr.* **22**: 1—44.
- 山下 泉・小島圭三・細木康彦(1978) 高知県内のふん虫. ふん虫利用に関する基礎研究 I. げんせい **34**: 1—16.