

	イカリ イタロウ
氏 名	石川 郁太郎
本籍（国籍）	栃木県
学 位 の 種 類	博士（農学）
学 位 記 番 号	連研第 744 号
学位授与年月日	平成 31 年 3 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物環境科学
学位論文題目	<b>2 種の牛用駆虫剤が糞食性コガネムシ類の誘引、生存、繁殖および摂食活動に及ぼす影響(Effect of the antiparasitic drugs, ivermectin and eprinomectin on the attraction, survival, reproduction and feeding activity of the dung beetles in Japan)</b>
学位審査委員	主査 帯広畜産大学教授 押田 龍夫 副査 熊野 了州(帯広 准教授), 中村 剛之(弘前 准教授), 東 淳樹 (岩手 講師)

## 論文の内容の要旨

牛用駆虫剤イベルメクチンとエプリノメクチンが、糞食性コガネムシ類（コガネムシ科，センチコガネ科）の誘引性，生存，繁殖および摂食活動に及ぼす影響を調査した結果，下記に記す知見が得られた．

1. イベルメクチン投与後に排泄された牛糞内の残留濃度は，投与後 1 日もしくは 3 日目に最大（0.21～0.36 ppm）となり，その後減少し，投与後 7 日もしくは 14 日目には検出限界値（0.05 ppm）以下となった．エンマコガネ属であるシナノエンマコガネ，カドマルエンマコガネの成虫生存は，イベルメクチン残留糞において影響を受けなかったが，シナノエンマコガネの糞球形成数は，投与後 3，7 日の糞において対照区よりも有意に減少した．また，これら 2 種の次世代幼虫の羽化率は，それぞれ投与後 3 日，7 日まで対照区よりも有意に低下した．一方，ダイコクコガネ属であるダイコクコガネ，ミヤマダイコクコガネおよびゴホンダイコクコガネの成虫生存率と糞球形成数は，3 種とも投与後 3 日の糞で対照区よりも有意に減少した．また，これらの次世代幼虫の死亡率は，ダイコクコガネとミヤマダイコクコガネでは投与後 14 日，ゴホンダイコクコガネでは投与後 7 日までの糞で著しく増加し，それらの死亡個体は全て卵もしくは初齢幼虫の発生初期段階であった．よって，ダイコクコガネ属の糞虫種は成虫，幼虫ともに，エンマコガネ属のような中型種よりも薬剤感受性が高い可能性が示唆された．センチコガネ属であるオオセンチコガネの成虫生存と産卵数は最高残留濃度であった投与後 3 日（0.24 ppm）の糞でも影響はみられず，また育児用の糞塊内の幼虫生存率も対照区と投与区の間で有意な差はみられなかった．
2. エプリノメクチン投与後に排泄された牛糞内の残留濃度は，投与後 1 日目に最高残留濃度（1.4～1.5 ppm）となり，イベルメクチンの 4～7 倍の濃度となった．その後は急速に減少し，投与後 14 日目には検出限界値以下となった．シナノエンマコガネ，カドマルエンマコガネおよびツノコガネの成虫生存率と糞球形成数は，3 種とも投与後 1，3 日の糞で有意に減少した．

これらの次世代幼虫の死亡率は、シナノエンマコガネでは投与後 3 日、カドマルエンマコガネとツノコガネでは投与後 7 日まで対照区よりも有意に増加した。よって、エプリノメクチンの高濃度の残留は、エンマコガネ属、ツノコガネ属のような中型～小型糞虫種においても、成虫の生存、産卵数に影響を及ぼす可能性が示唆された。ダイコクコガネおよびゴホンダイコクコガネの成虫生存率と糞球形成数は、それぞれ投与後 3 日、投与後 7 日まで対照区よりも有意に減少した。これらの次世代幼虫は、イベルメクチンと同様に、ダイコクコガネでは投与後 14 日、ゴホンダイコクコガネでは投与後 7 日までの糞ですべて発生初期段階で死亡した。

3. イベルメクチン残留糞は、シナノエンマコガネ、カドマルエンマコガネおよびオオセンチコガネの摂食活動に影響を及ぼさなかった。一方、ダイコクコガネ、ミヤマダイコクコガネおよびゴホンダイコクコガネの摂食活動は、イベルメクチン投与後 3 日の糞で対照区よりも有意に抑制された。エプリノメクチン残留糞において、シナノエンマコガネとカドマルエンマコガネの摂食活動は、投与後 1, 3 日の糞で対照区よりも有意に抑制され、ツノコガネの摂食活動は投与後 1 日の糞で抑制された。また、ダイコクコガネとゴホンダイコクコガネの摂食活動は、それぞれエプリノメクチン投与後 1, 3, 7 日の糞で対照区よりも有意に抑制された。

4. イベルメクチン残留分の糞虫類に対する誘引性に関する野外実験において、7 月中旬（夏季）におけるマグソコガネ、マエカドコエンマコガネおよびツノコガネの誘引個体数は、投与後 1 日もしくは 3 日の糞で対照区よりも有意に増加した。しかし、7 月下旬～9 月中旬（晩夏～秋）におけるマエカドコエンマコガネおよびツノコガネの誘引個体数は、残留糞で有意に減少、もしくは対照区と有意差はなかった。8 月下旬～9 月中旬（秋）におけるオオセンチコガネの誘引個体数は、イベルメクチン残留糞で対照区の 1.9～3.6 倍であったが、投与区と対照区の間で有意差はみられなかった。2017 年におけるイベルメクチン残留糞の分解率は、8 月上旬（夏）における投与後 3 日の糞で対照区よりも有意に増加したが、8 月下旬（初秋）では対照区と投与後 1, 3, 7 日の糞で有意差はなかった。しかし、その後 9 月上旬（秋）においては、投与後 1, 7 日の糞の分解率は対照区よりも有意に増加した。2018 年における投与後 1 日もしくは 3 日の糞の分解率は、8 月中旬～9 月上旬で有意に増加した。イベルメクチン残留糞が糞虫の誘引性と糞分解に及ぼす影響は、年、季節、糞虫種等によって異なり、駆虫剤以外の要因も関係している可能性が示唆された。

## 論文審査の結果の要旨

家畜用駆虫剤は、内外部寄生虫駆除のために広く普及しているが、これらの薬剤成分が家畜糞に残留し、糞を分解する有益な昆虫の発育を阻害することが欧米を中心に報告されてきた。本研究は、牛用駆虫剤イベルメクチンとエプリノメクチンが、日本産糞食性コガネムシ類（糞虫）の生存、繁殖、摂食活動、誘引性および糞分解に及ぼす影響を調査し、下記の知見を得た。

1. イベルメクチン投与後に排泄された牛糞内の残留濃度は、投与後 1 日または 3 日目に最大（0.21～0.36 ppm）となり、その後減少し、7 日もしくは 14 日目には検出限界値（0.05 ppm）以下となった。エンマコガネ属であるシナノエンマコガネ、カドマルエンマコガネの成虫生存は、残留糞において影響を受けなかったが、シナノエンマの糞球数は、投与後 3, 7 日の糞において有意に減少した。また、これら 2 種の次世代幼虫の羽化率は、それぞれ投与後 3 日、7 日まで有意に低下した。一方、ダイコクコガネ属であるダイコクコガネ、ミヤマダイ

コクコガネおよびゴホンダイコクコガネの成虫生存率と糞球数は、3種とも投与後3日の糞で有意に減少した。また、これらの次世代幼虫の死亡率は、ダイコクとミヤマダイコクでは投与後14日、ゴホンダイコクでは投与後7日までの糞で著しく増加し、それらの死亡個体は全て卵もしくは初齢幼虫の初期段階であった。よって、ダイコクコガネ属の種は成虫、幼虫ともに、エンマコガネ属のような中型種よりも薬剤感受性が高い可能性が示唆された。

2. エプリノメクチン投与後に排泄された牛糞内の残留濃度は、投与後1日目に最大(1.4~1.5 ppm)となり(イベルメクチンの4~7倍)、その後急速に減少し、14日目には検出限界値以下となった。シナノエンマ、カドマルエンマおよびツノコガネの成虫生存率と糞球数は、投与後1, 3日の糞で有意に減少した。これらの次世代幼虫の死亡率は、シナノエンマでは投与後3日、カドマルエンマとツノコガネでは7日まで有意に増加した。よって、エプリノメクチンの高濃度の残留は、エンマコガネ属、ツノコガネ属のような中型~小型糞虫種においても、成虫の生存、産卵数に影響を及ぼす可能性が示唆された。ダイコクおよびゴホンダイコクの成虫生存率と糞球数は、それぞれ投与後3日、7日まで有意に減少した。これらの次世代幼虫は、イベルメクチンと同様に、ダイコクでは14日、ゴホンダイコクでは7日までの糞ですべて初期段階で死亡した。
3. イベルメクチン残留糞における摂食活動は、ダイコク、ミヤマダイコクおよびゴホンダイコクでは、投与後3日の糞で有意に抑制された。エプリノメクチン残留糞における摂食活動は、シナノエンマとカドマルエンマでは、投与後1, 3日の糞で有意に抑制され、ツノコガネでは投与後1日の糞で抑制された。また、ダイコクとゴホンダイコクでは、それぞれ投与後3日、投与後1, 3, 7日の糞で有意に抑制された。
4. 野外実験において、イベルメクチン残留糞が糞虫の誘引性と糞分解に及ぼす影響は、年、季節、糞虫種などによって異なり、気象条件や糞の性状などの駆虫剤以外の要因も関係している可能性が示唆された。

以上のように本研究は、2種の牛用駆虫剤が7種の糞虫類の生存、繁殖、摂食活動に及ぼす影響を残留濃度、投与後日数、体長、種間、属間などに関連して明らかにした。加えて、野外における駆虫剤残留糞の糞虫に対する誘引性と糞分解への影響および糞虫類各種の2種の駆虫剤に対する感受性をも比較検討した。得られた結果は、駆虫剤の毒性や残留期間を踏まえた適正な使用と健全な畜産環境の維持および放牧生態系の管理・保全を行う上での貴重な基礎データを提供しており、本審査委員会は「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士(農学)の学位論文として十分価値のあるものと判定した。

学位論文の基礎となる学術論文

#### 【主論文】

Ishikawa, I. and Iwasa, M. (2018) Effects of eprinomectin on the survival, reproduction and feeding activity of the dung beetles, *Onthophagus lenzii* Harold, and rare species, *Copris ochus* Motschulsky (Coleoptera: Scarabaeidae). *Bulletin of Entomological Research*. Published online : 22 May 2018, pp. 1-8. doi:10.1017/S0007485318000317

(Impact factor : 1.721)