

コガネムシ科食葉群の後翅折りたたみ様式の比較形態学的研究

金子直樹・小島弘昭

〒 243-0034 神奈川県厚木市船子 1737 東京農業大学昆虫学研究室 (naoki.1993062z@gmail.com)

Comparative morphology of the hindwing folding pattern of herbivorous scarab beetles

Naoki KANEKO and Hiroaki KOJIMA

Summary: The hindwing holding pattern of the family Scarabaeidae was studied. Twenty-four genera belonging to six subfamilies of herbivorous scarabaeid (Rutelinae, Melolonthinae, Dynastinae, Cetoniinae, Trichiinae and Valginae) were observed. The folding pattern showed clear differences among the subfamilies, and these are classified into major three types: the ruteline type (Rutelinae and Melolonthinae), the dynastine type (Dynastinae) and the cetoniine type (Cetoniinae, Trichiinae and Valginae). The result indicated that the folding pattern of the hindwing would be one of the important morphological characters to reflect the phylogenetic relation of the subfamilies.

諸言

コガネムシ科 Scarabaeidae は、世界から 16 亜科(研究者によって異なる)約 30,000 種が知られるコガネムシ上科 Scarabaeoidea 中最大の科である(Krajcik, 2012)。本科は、しばしば食性によって食糞群と食葉群の 2 グループに大別され、日本からは 11 亜科約 360 種が記録されている(越智ら, 2012)。

コガネムシ上科の類縁関係に関する考察は古くから多様な形質を用いて行われてきており、複眼(Caveney, 1985; Browne & Scholtz, 1999; Gokan & Meyer-Rochow, 2000; Lawrence *et al.*, 2011)、口器(Nel & De Villiers, 1988; Nel & Scholtz, 1990; Browne & Scholtz, 1999; Lawrence *et al.*, 2011)、胸部(Ritcher, 1969c; Browne & Scholtz, 1999; Lawrence *et al.*, 2011)、頭部膜状骨橋(Browne & Scholtz, 1999; Lawrence *et al.*, 2011)、後胸腹板内突起(Crowson, 1938; Iablokoff-Khuzorian, 1977; Pretorius & Scholtz, 2001; Lawrence *et al.*, 2011)、気門(Ritcher, 1969a, 1969b; Browne & Scholtz, 1999; Lawrence *et al.*, 2011)、後翅翅脈(Crowson, 1967; Iablokoff-Khuzorian, 1977; Kukalova-Peck & Lawrence, 1993; Browne & Scholtz, 1999; Fedorenko, 2009; Lawrence *et al.*, 2011)、後翅基底骨(Kukalova-Peck & Lawrence, 1993; Browne & Scholtz, 1995; Browne & Scholtz, 1999)、後翅折りたたみ様式(Forbes, 1926a, b; Kukalova-Peck & Lawrence, 1993; Fedorenko, 2009)、後翅前縁微細構造(野村ら, 2016)、交尾器(d'Hotman & Scholtz, 1990a, b; Browne & Scholtz, 1999; Lawrence *et al.*, 2011)、卵巣小管(Richer & Baker, 1974; Browne & Scholtz, 1999)、核型(Yadav

& Pillai, 1978)、幼虫形態(Areekul, 1957; Hinton, 1967; Browne & Scholtz, 1999; Grebennikov & Scholtz, 2004; Lawrence *et al.*, 2011) などがある。さらに、近年では分子系統解析に基づいた考察も行われている(Hosoya & Araya, 2005; Smith *et al.*, 2006 など)。その結果、現在のコガネムシ上科を構成する科間の系統関係は徐々に明らかとなってきているが、依然として科より下位の分類群においては未解明な部分が多く残されており、コガネムシ科の詳細な系統の推定は、形態形質に基づく Browne & Scholtz (1998) と分子系統解析に基づく Smith *et al.* (2006) が知られるのみである。これらの研究では、コガネムシ科の亜科間の類縁関係の考察が行われているものの、食葉群のスジコガネ亜科とカブトムシ亜科の関係性や、スジコガネ亜科に含まれる各族の関係性、ハナムグリ亜科、トラハナムグリ亜科、ヒラタハナムグリ亜科の関係性など、食葉群の高次分類体系が未だに不確かであることが示されている。また、先述の Browne & Scholtz (1998) と Smith *et al.* (2006) が示した分類体系の間には、亜科や族の扱い方に違いが認められることから、本グループの高次分類体系の確立には、さらなる形態ならびに分子分類学的研究が必要とされている。

そこで筆者らは新たな分類形質の一つとして、Forbes (1926a, b) や Fedorenko (2009) において、甲虫目の類縁関係を推定するにあたり重要な形質となることが示唆された後翅の折りたたみ様式に着目した。これまで亜科や族レベルでの詳細な折りたたみ様式の比較を行った研究例はほとんどなく、Forbes (1926a, b)、Fedorenko (2009) においてもコガ

ネムシ科は一部のグループを観察するにとどまっている。

今回、筆者らは食葉群に含まれる全13亜科のうち特に多くの種を含む主要な6亜科の比較観察を行い、本形質が食葉群の亜科レベルでの類縁関係の推定に用いることができるか考察を行った。

材料と方法

観察にはコガネムシ科のスジコガネ亜科 Rutelinae 5種、コフキコガネ亜科 Melolonthinae 5種、カブトムシ亜科 Dynastinae 3種、ハナムグリ亜科 Cetoniinae 5種、トラハナムグリ亜科 Trichinae 4種、ヒラタハナムグリ亜科 Valginae 3種の合計6亜科15族24属25種を用いた。これらの乾燥標本をバーバー氏液によって軟化した後に右翅を切り離し、オリンパス社製双眼実態顕微鏡 SZ60 とオリンパス社製位相差顕微鏡 BX41 を用いて後翅の全体像と折りたたみ様式の観察を行った。また、後翅は甲虫が活動するにあたり極めて破損しやすい部位であるため、1種につき5個体以上の観察を可能な限り行った。なお、本形質は左右の翅で差異が見られなかったことから、本研究では右翅のみを用いた。

後翅の部位名称は折りたたみ様式が詳細に研究されている Fedorenko (2009) に従い、本研究において新たに観察された折りたたみの部位（上記の文献において名称未設定の部位も含む）については、Forbes (1926a) および Fedrenko (2009) を参考に新たな名称を設けて記述を行った (Fig. 1)。

結果

比較観察を行った結果、食葉群の折りたたみ様式には基本型となる3つのタイプが観察された。以下に亜科ごとの特徴と観察結果の所見について列記する。また、観察した個体の詳細は文末のリストを参照頂きたい。

1) 亜科ごとの特徴

スジコガネ亜科 Rutelinae

(Figs. 2-8)

[所見] (Fig. 7)

後翅はPiで1回折りたたまれる。Jは発達し、折り込みが1か所生じる。Piから翅先までの先端領域はS, Pr, Ob, Idの4つからなる。Prには折り込みが1か所生じ、Obは縁に向かって錐状で、Sは長方形。Fbp:Fpaの長さの比率は約1.2:1とFbpが若干長くなる。しかし、コイチャコガネ族 Adoletini に含まれるコイチャコガネ (Figs. 6, 8) はこれに当てはまらず、後翅先端部がつぶれるように折れることによってAa, Paが生じ、Fbp:Fpaの長さの比率は約1:1とほぼ同長となる。

コフキコガネ亜科 Melolonthinae

(Figs. 9-17)

[所見] (Figs. 14-17)

本亜科は現状のコガネムシ科で分類学的に最も混乱をきたしているグループであり、各族の単系統性や類縁関係についてはほとんど調べられてい

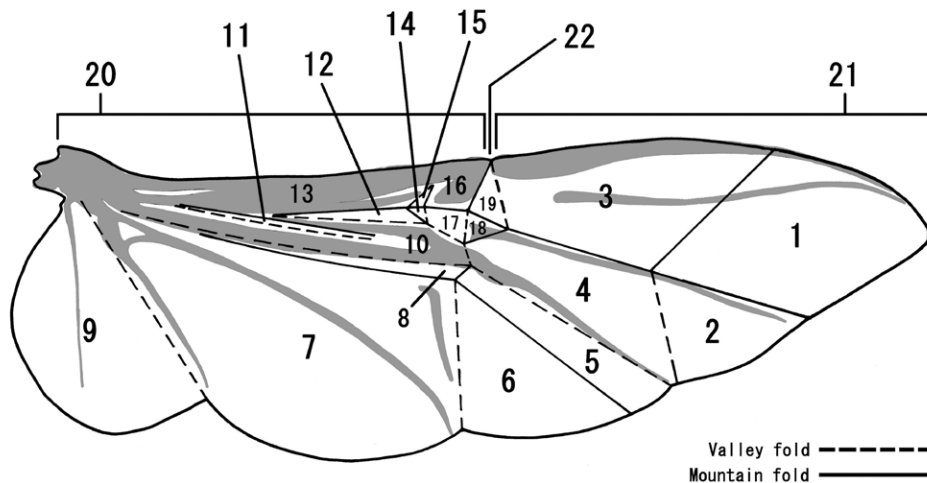
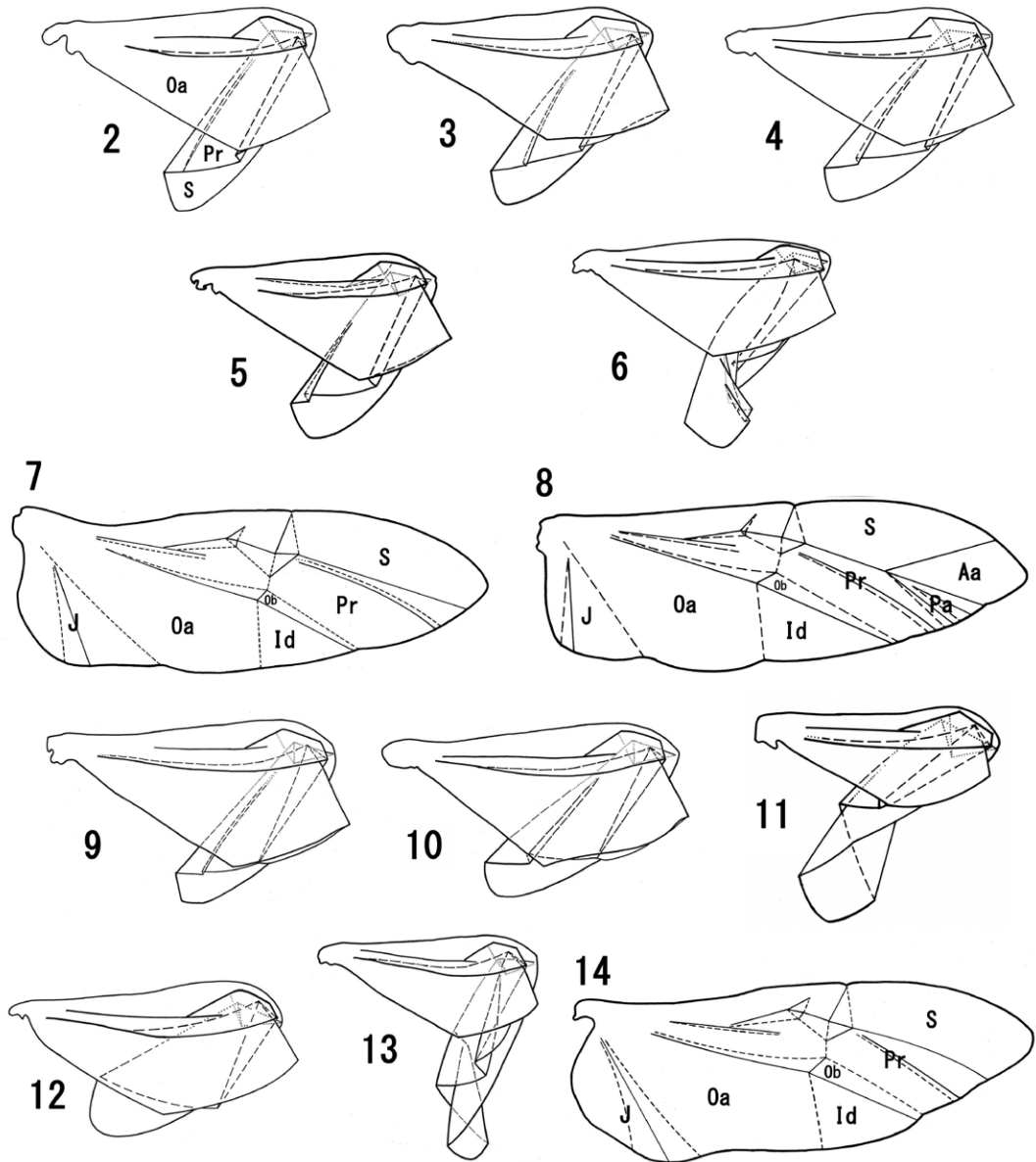


Fig. 1. Schematic diagram of the hindwing folding pattern of the scarabaeid beetle. Underlined numbers are newly observed or named areas in this study. 1 - Aa: Antero-apical; 2 - Pa: Postero-apical; 3 - S: Stigmatal; 4 - Pr: Principal; 5 - Ob: Oblong; 6 - Id: Intercubital distal; 7 - Oa: Outer anal; 8 - Cu: Cubital; 9 - J: Jugal; 10 - M: Medial; 11 - Im: Inside medial; 12 - Uf: Under first costal; 13 - Fc: First costal; 14 - Pp1: Proximal pivot 1; 15 - Pp2: Proximal pivot 2; 16 - Sec: Second costal; 17 - An: Anteromedial; 18 - Ce: Central; 19 - Dp: Distal pivot; 20 - Fbp: From the base to pinch; 21 - Fpa: From the pinch to apex; 22 - Pi: Pinch.

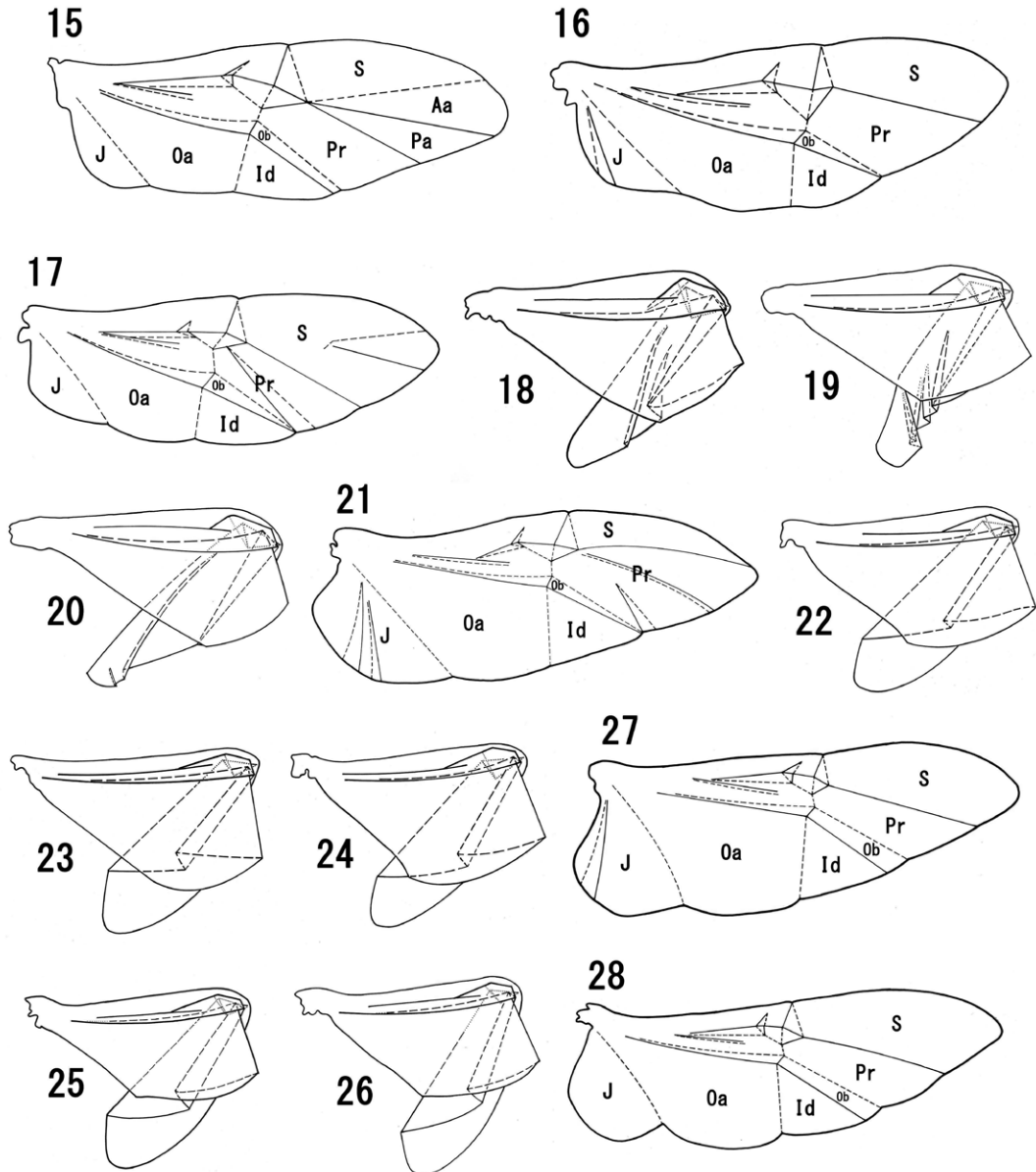


Figs. 2–14. Diagrams of hind-wing folding pattern of Scarabaeidae. 2, アオドウガネ *Anomala albopilosa*; 3, コガネムシ *Mimela splendens*; 4, スジコガネ *Mimela testaceipes*; 5, セマダラコガネ *Exomala orientalis*; 6, コイチャコガネ *Adoretus tenuimaculatus*; 7, スジコガネ *Mimela testaceipes*; 8, コイチャコガネ *Adoretus tenuimaculatus*; 9, オオコフキコガネ *Melolontha frater*; 10, コクロコガネ *Holotrichia picea*; 11, アシナゴコガネ *Hoplia communis*; 12, ヒメビロウドコガネ *Maladera orientalis*; 13, フタスジカンシヨコガネ *Apogonia bicarinata*; 14, オオコフキコガネ *Melolontha frater*.

ない状態にある (松本・平沢, 2012). そのためか, 折りたたみ様式もまとまりがなく, 非常に多様な状態が観察された. 今回の観察から明確な亜科の特徴を特定することはできなかった. 本亜科では族間において折りたたみ様式に大きな差異が現れ

ることが明らかとなったため, ここではそれぞれの族の特徴を列記する.

コフキコガネ族 *Melolonthini* (Figs. 9, 10, 14): 後翅は Pi で 1 回折りたたまれる. J は発達し, 折り込みは生じる種と生じない種が混在する. Pi から



Figs. 15–28. Diagrams of hind-wing folding pattern of Scarabaeidae. 15, アシナガコガネ *Hoplia communis*; 16, ヒメビロウドコガネ *Maladera orientalis*; 17, フタスジカンショコガネ *Apogonia bicarinata*; 18, カブトムシ *Trypoxylus dichotomus*; 19, コカブト *Eophileurus chinensis*; 20, サイカブト *Oryctes rhinoceros*; 21, カブトムシ *Trypoxylus dichotomus*; 22, カナブン *Pseudotorynorrhina japonica*; 23, クロカナブン *Rhomborhina polita*; 24, シロテンハナムグリ *Protaetia orientalis*; 25, コアオハナムグリ *Gametis jucunda*; 26, アカマダラハナムグリ *Anthracophora rusticola*; 27, カナブン *Pseudotorynorrhina japonica*; 28, コアオハナムグリ *Gametis jucunda*.

翅先までの先端領域は S, Pr, Ob, Id の 4 つからなる。Pr 間には折り込みが 1 か所生じ, Ob は縁に向かって錐状で, S は長方形。Fbp : Fpa の長さの比率は約 1.4 : 1 と Fbp が明らかに長くなる。

アシナガコガネ族 Hoplini (Figs. 11, 15) : コフキ

コガネ族とは以下の点で異なる。J は弱く発達し折り込みは生じない。Pi から翅先までの先端領域は Aa, Pa, S, Pr, Ob, Id の 6 つからなる。Pr に折り込みは生じない。Fbp : Fpa の長さの比率は約 1 : 1 とほぼ同長。

ビロウドコガネ族 *Sericini* (Figs. 12, 16) : ほとんどの部位でコフキコガネ族の折りたたみ様式に一致するが, Pr に折り込みが生じないという点で異なる。

カンショコガネ族 *Diploaxini* (Figs. 13, 17) : コフキコガネ族とは以下の点で異なる。J は弱く発達し, S が翅先に向かって末広がりとなる。また, S の中央付近にはつづら折状の折り込みが1か所できる。Fbp : Fpa の長さの比率が約 1 : 1 と同長となる。

カブトムシ亜科 *Dynastinae*

(Figs. 18–21)

[所見] (Fig. 21)

後翅は Pi で1回折りたたまれる。J は発達し, 大い複数か所の折り込みを有する。Pi から翅先までの先端領域は S, Pr, Ob, Id の4つからなる。Pr には折り込みが1か所以上生じ(観察した個体によって非常にバラつきが見られた), Ob は縁に向かって錐状で, S は先端に向かって先細りとなる。Fbp : Fpa の長さの比率は約 1.2 : 1 と Fbp が長くなる。

族間においても折りたたみ様式にまとまりが見られた。S が先細りになることや, J や Pr に複数か所の折り込みが不規則に現れることが本亜科の大きな特徴である。

ハナムグリ亜科 *Cetoniinae*

(Figs. 22–29)

[所見] (Figs. 27–29)

後翅は Pi で1回折りたたまれる。J は大きく発達し, 折り込みは生じる種と生じない種がある。Pi から翅先までの先端領域は S, Pr, Ob, Id の4つからなる。Pr に折り込みは生じず, Ob は平行型で, S は翅先端に向かって広がる。Fbp : Fpa の長さの比率は約 1 : 1 でほぼ同長。

族間で J への折り込みの有無や Fbp : Fpa の比率に若干の差異が現れるものの, 基本的な折りたたみ様式に変異はなく, 亜科として非常にまとまりが見られた。

トラハナムグリ亜科 *Trichiinae*

(Figs. 30–35)

[所見] (Fig. 33)

後翅は Pi で1回折りたたまれる。J は弱く発達し, 折り込みは無い。Pi から翅先までの先端領域は S, Pr, Ob, Id の4つからなる。Pr に折り込みは生じず, Ob は折り込みの根元から縁に向かって若干広がっていくがほぼ平行型で, S は翅先端に向かって大きく広がる。Fbp : Fpa の長さの比率は約 1.1 : 1 と Fbp がわずかに長い。しかし, ヒメトラハナムグリ

属 *Lasiotrichius* のヒメトラハナムグリ (Fig. 32) は折りたたみ様式に差異は現れないものの, Fbp : Fpa の比率が約 1 : 1.25 と Fpa が明らかに長くなる。また, オオチャイロハナムグリ族 *Osmodermini* のオオチャイロハナムグリ (Figs. 34, 35) はトラハナムグリ亜科の他のグループと異なる形状を有しており, J は大きく発達して折り込みを有し, S はトラハナムグリ亜科ほど大きく広がらず, 全体的にハナムグリ亜科のカナブン族にかなり近い特徴を有していた。

ヒラタハナムグリ亜科 *Valginae*

(Figs. 36–39)

[所見] (Fig. 39)

後翅は Pi で1回, Fpa の中央付近で1回折りたたまれ Z 型となる。J は発達しない。先端領域は Aa, Pa, S, Pr, Ob, Id の6つからなる。Pr に折り込みは生じず, Ob は平行型で, S + Aa は先端に向かって広がる。Fbp : Fpa の長さの比率は約 1 : 1.3 と Fpa が明らかに長くなる。

後翅が Z 型に折れることによって Aa と Pa が生じ, J がほとんど発達しないことが本亜科の特徴と思われる。

2) 折りたたみ様式の3つのタイプ

食葉群の後翅折りたたみ様式は, S または S + Aa の形状や Pr にできる折り込みの数, Ob の形状などによって大まかにコガネムシ型, カブトムシ型, ハナムグリ型の3タイプに分かれることが明らかとなったため, それぞれの特徴を列記する。

[コガネムシ型] The ruteline type (Fig. 7)

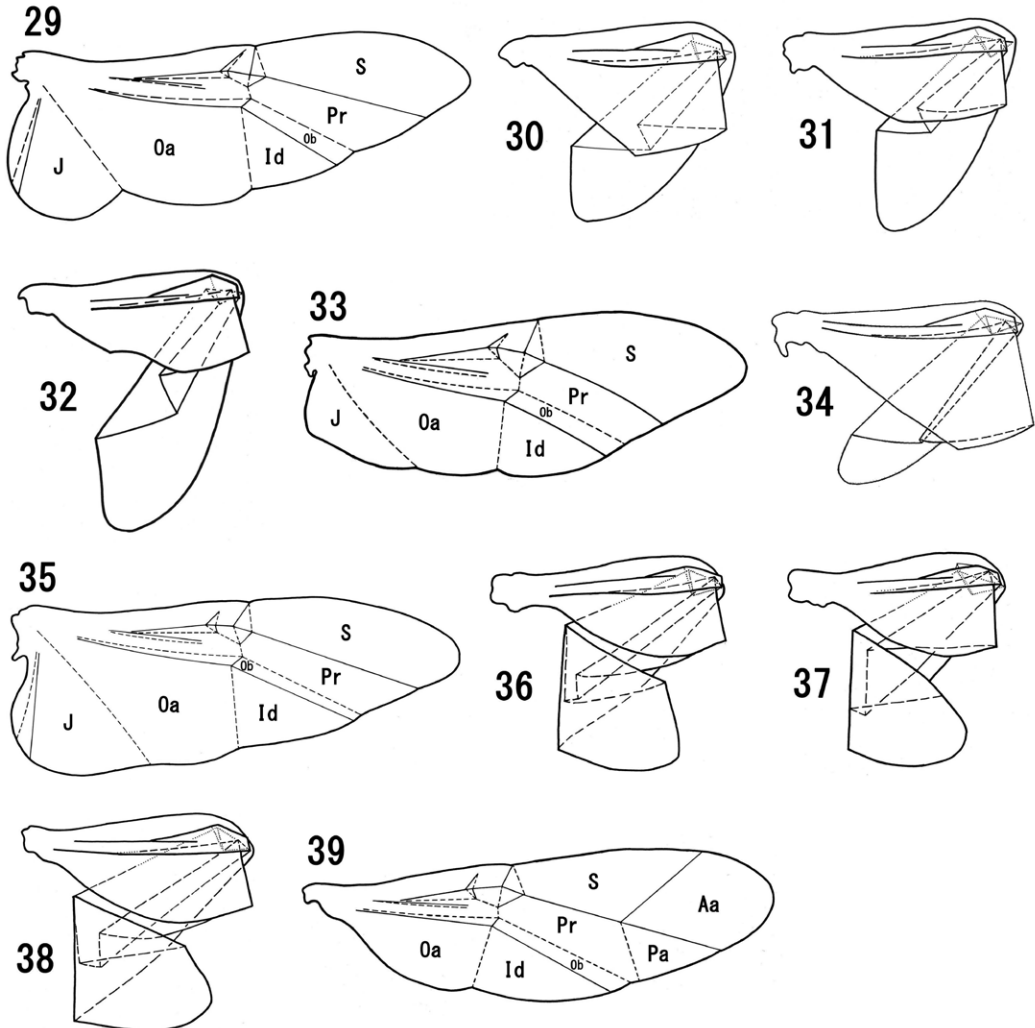
スジコガネ亜科, コフキコガネ亜科の2亜科がこのタイプに該当する。主な特徴としては, Pr に折り込みが1か所生じ, Ob が縁に向かって錐状となり, S または S + Aa は長方形となることがあげられる。

[カブトムシ型] The dynastine type (Fig. 21)

カブトムシ亜科がこのタイプに該当する。主な特徴としては, Pr が大きく発達し, 折り込みが1か所以上生じ, Ob が縁に向かって錐状となり, S は先端に向かって先細りとなることがあげられる。

[ハナムグリ型] The cetoniine type (Fig. 28)

ハナムグリ亜科, トラハナムグリ亜科, ヒラタハナムグリ亜科がこのタイプに該当する。主な特徴としては, Pr に折り込みは生じず, Ob が長方形か縁に向かって若干広がり, S または S + Aa は先



Figs. 29–39. Diagrams of hind-wing folding pattern of Scarabaeidae. 29, アカマダラハナムグリ *Anthrachophora rusticola*; 30, オオトラフハナムグリ *Paratrachius doenitzi*; 31, アオアシナガハナムグリ *Gnorimus subopacus*; 32, ヒメトラハナムグリ *Lasiotrichius succinctus*; 33, オオチャイロハナムグリ *Osmoderma opicum*; 34, オオトラフハナムグリ *Paratrachius doenitzi*; 35, オオチャイロハナムグリ *Osmoderma opicum*; 36, ヒラタハナムグリ *Nipponovalgus angusticollis*; 37, トゲヒラタハナムグリ *Dasyvalgus tuberculatus*; 38, オオヒラタハナムグリ *Neovalgus fumosus*; 39, ヒラタハナムグリ *Nipponovalgus angusticollis*.

端に向かって広がることがあげられる。

考察

以上 6 亜科を用いて比較観察を行った結果, Aa や Pa といった先端領域の有無, Pr にできる折り込みの回数, Ob の形状, S または S + Aa の形状, J の発達度合いと折り込みの有無, Pi の位置による Fbp : Fpa の比率など, 亜科間において多くの部分で明確に差異が現れることが明らかとなった (Table 1). これらの差異はハナムグリ亜科とカブトムシ亜科の観察結果から, 同一亜科内において多少の

変異は現れるものの, 全体的な形状や配置に大きな差異は現れないことが示唆されたため, 亜科ごとに特定の折りたたみ様式を保有していると考えられる。

また, Browne & Scholtz (1998) や Smith *et al.* (2006) において単系統群を形成するとされるハナムグリ亜科, トラハナムグリ亜科, ヒラタハナムグリ亜科の 3 亜科は, すべてがハナムグリ型 (Fig. 28) の特徴を共有することから, 本形質は亜科間の類縁関係を反映している可能性が高いことも示唆された。上記の 3 亜科は研究者によって扱ひ方が異なり,

Table 1. List of folding pattern and characters of six scarabaeid subfamilies.

		折りたたみ回数 Number of folds	Jの折り込み Folds of J	先端領域 Apical region	Prの折り込み Folds of Pr	Obの形状 Shape of Ob	S or S + Aaの形状 Shape of S or S + Aa	Fbp : Fpa
スジコガネ亜科 Rutelinae	スジコガネ族 Anomalini	1	1	S, Pr, Ob, Id	1	弱い錐状 Slightly cone shape	長方形 Rectangle	1.2 : 1
	コイチャコガネ族 Adoretini	1	1	Aa, Pa, S, Pr, Ob, Id	1	弱い錐状 Slightly cone shape	長方形 Rectangle	1 : 1
カブトムシ亜科 Dynastinae	カブトムシ族 Dynastini	1	複数回 Several times	S, Pr, Ob, Id	1ヶ所以上 1 or more locations	錐状 Cone shape	先細り Tapering	1.2 : 1
	コカブト族 Philurini	1	複数回 Several times	S, Pr, Ob, Id	1ヶ所以上 1 or more locations	錐状 Cone shape	先細り Tapering	1.1 : 1
	サイカブト族 Oryctini	1	複数回 Several times	S, Pr, Ob, Id	1ヶ所以上 1 or more locations	錐状 Cone shape	先細り Tapering	1.1 : 1
コフキコガネ亜科 Melolonthinae	コフキコガネ族 Melolonthini	1	1 or 0	S, Pr, Ob, Id	1	錐状 Cone shape	長方形 Rectangle	1.4 : 1
	アシナゴコガネ族 Hopliini	1	0	Aa, Pa, S, Pr, Ob, Id	0	弱い錐状 Slightly cone shape	長方形 Rectangle	1 : 1
	ピロウドコガネ族 Sericini	1	1	S, Pr, Ob, Id	0	錐状 Cone shape	長方形 Rectangle	1.4 : 1
	カンショコガネ族 Diplotaxini	1	0	S, Pr, Ob, Id	1	錐状 Cone shape	未広がり+つづら折 Spread toward the tip and Meandering	1 : 1
ハナムグリ亜科 Cetoniinae	カナブン族 Goliathini	1	1	S, Pr, Ob, Id	0	平行状 Parallel shape	未広がり Spread toward the tip	1.1 : 1
	ハナムグリ族 Cetoniini	1	0	S, Pr, Ob, Id	0	平行状 Parallel shape	未広がり Spread toward the tip	1 : 1
	マダラハナムグリ族 Diplognathini	1	1	S, Pr, Ob, Id	0	平行状 Parallel shape	未広がり Spread toward the tip	1.1 : 1
トラハナムグリ亜科 Trichinae	トラハナムグリ族 Trichini	1	0	S, Pr, Ob, Id	0	平行状 Parallel shape	強い未広がり Distinctly spread toward the tip	1.1 : 1
	オオチャイロハナムグリ族 Osmodermini	1	1	S, Pr, Ob, Id	0	弱い錐状 Slightly cone shape	未広がり Spread toward the tip	1.1 : 1
ヒラタハナムグリ亜科 Valginae	ヒラタハナムグリ族 Valgini	2	0	Aa, Pa, S, Pr, Ob, Id	0	平行状 Parallel shape	強い未広がり Distinctly spread toward the tip	1 : 1.3

すべてをまとめてハナムグリ亜科とする場合もある (Smith *et al.*, 2006 ; Fedorenko, 2009 ; Bouchard *et al.*, 2011 ; Löbl & Löbl, 2016 など)。しかし、亜科間で比較的大きな差異も現れる上記3亜科は、同一亜科内においては折りたたみ様式に大きな差異が現れないとすれば、相互に近縁であるものの、それぞれを独立の亜科と考えるのが妥当と思われる。

加えて、スジコガネ亜科に含まれるコイチャコガネ族 (Fig. 8) やコフキコガネ亜科に含まれる各族 (Figs. 14–17)、トラハナムグリ亜科に含まれるオオチャイロハナムグリ族 (Fig. 35) は亜科内でかなり特異な形質を有しており、先述の仮定からすると上記の族はそれぞれが独立の亜科、あるいは他の亜科への移動が必要となることが示唆された。特にコイチャコガネ族やオオチャイロハナムグリ族に関しては、先行する分子・形態系統解析の結果から (Browne & Scholtz, 1998 ; Smith *et al.*, 2006)、コイチャコガネ族は独立の亜科となり、オオチャイロハナムグリ族はハナムグリ亜科に含まれることが示唆されている。本研究結果もこれを支持するものとなった。

今回観察に用いた形質が単一のものであり、種数が25種と少ないことから、折りたたみ様式が明確に類縁関係を反映していると断言することはできないが、亜科間において差異が現れることは確実である。今後観察する種数を増やすことによって、類縁関係を推定するにあたり有用な形質の一つとなることが予想される。また族間で多くの差

異が見られたグループに関しても重ねて検討が必要である。

謝辞

原稿を執筆するにあたり、東京農業大学博士後期課程の綿引大祐氏に大変お世話になった。観察・解剖の練習に用いた標本は、和田薫氏や東京農業大学の学生諸君に数々の提供をして頂いた。この場を借りて深く感謝の意を述べる。

引用文献

- Areekul, S., 1957. The comparative internal larval anatomy of several genera of Scarabaeidae (Coleoptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 50: 562–577.
- Browne, J. & C. H. Scholtz, 1995. Phylogeny of the families of Scarabaeoidea (Coleoptera) based on characters of the hindwing articulation, hindwing base and wing venation. *Systematic Entomology*, 20: 145–173.
- Browne, J. & C. H. Scholtz, 1998. Evolution of the scarab hindwing articulation and wing base: a contribution toward the phylogeny of the Scarabaeidae (Scarabaeoidea: Coleoptera). *Systematic Entomology*, 23: 307–326.
- Browne, J. & C. Scholtz, 1999. A phylogeny of the families of Scarabaeoidea (Coleoptera). *Systematic Entomology*, 24: 51–84.
- Bouchard, P., Y. Bousquet, A. E. Davies, M. A. Alonso-Zarazaga, J. F. Lawrence, C. H. C. Lyal, A. F. Newton, C. A. M. Reid, M. Schmitt, S. A. Šlipiński & A. B. T. Smith, 2011. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, 88: 1–972.
- Caveney, S., 1986. The phylogenetic significance of ommatidium structure in the compound eyes of polyphagan beetles. *Canadian Journal of Zoology*, 64: 1787–1819.
- Crowson, R. A., 1938. The metendosternite in Coleoptera: a comparative study. *Transactions of the Royal Entomological*

- Society of London, 87: 397–416.
- Crowson, R. A., 1967. The Natural Classification of the Families of Coleoptera. 214 pp., Classey, Hampton, U. K.
- D'Hotman, D. & C. Scholtz, 1990a. Comparative morphology of the male genitalia of derived groups of Scarabaeoidea (Coleoptera). *Elytron*, 4: 3–39.
- D'Hotman, D. & C. Scholtz, 1990b. Phylogenetic significance of the structure of the external male genitalia in the Scarabaeoidea (Coleoptera). *Entomology Memoir*, 77: 1–51.
- Fedorenko, D. N., 2009. Evolution of the beetle hind wing, with special reference to folding (Insects, Coleoptera). 336 pp., Pensoft Publishers, Sofia.
- Forbes, W. T. M., 1926a. The wing folding patterns of the Coleoptera. *Journal of the New York Entomological Society*, 34: 42–68.
- Forbes, W. T. M., 1926b. The wing folding patterns of the Coleoptera (Continued). *Journal of the New York Entomological Society*, 34: 91–139.
- Gokan, N. & V. B. Meyer-Rochow, 2000. Morphological comparisons of compound eyes in Scarabaeoidea (Coleoptera) related to the beetles' daily activity maxima and phylogenetic positions. *Journal of Agricultural Science, Tokyo Nogyo Daigaku*, 45: 15–61.
- Grebennikov, V. V. & C. H. Scholtz, 2004. The basal phylogeny of Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) inferred from larval morphology. *Invertebrate Systematics*, 18: 321–348.
- Hinton, H. E., 1967. Structure and ecdysial process of the larval spiracles of the Scarabaeoidea, with special reference to those of Lepidoderma. *Australian Journal of Zoology*, 15: 947–953.
- Hosoya, T. & K. Araya, 2005. Phylogeny of Japanese stag beetles (Coleoptera: Lucanidae) inferred from 16S mtrRNA gene sequences, with reference to the evolution of sexual dimorphism of mandibles. *Zoological Science*, 22: 1305–1318.
- Iablokoff-Khnzorian, S. M., 1977. Über die Phylogenie der Lamellicornia. *Entomologische Abhandlungen, Staatliches Museum für Tierkunde Dresden*, 41: 135–199.
- Krajcik, M., 2012. Checklist of the world Scarabaeoidea. *Animax*. x – Supplement 5, 278 pp.
- Kukalova-Peck, J. & J. F. Lawrence, 1993. Evolution of the hind wing in Coleoptera. *The Canadian Entomologist*, 125: 181–258.
- Lawrence, J. F., A. Ślipiński, A. E. Seago, M. K. Thayer, A. F. Newton & A. E. Marvaldi, 2011. Phylogeny of the Coleoptera based on morphological characters of adults and larvae. *Annales Zoologici (Warszawa)*, 61: 1–217.
- Löbl, I. & D. Löbl, 2016. *Catalogue of Palaearctic Coleoptera Volume 3* (revised and updated edition), 983 pp., Brill, Netherlands.
- 松本 武・平沢伴明, 2012. コフキコガネ亜科. Pp. 96–105, 364–431. 岡島秀治・荒谷邦雄 (監修) 日本産コガネムシ上科標準図鑑, 444 pp., 学研, 東京.
- Nel, A & C. H. Scholtz, 1990. Comparative morphology of the mouthparts of adult Scarabaeoidea. *Entomology Memoirs*, (80): 1–84.
- Nel, A & W. M. De Villiers, 1988. Mouthpart structure in adult scarab beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Entomologia Generalis*, 13: 95–114.
- 越智輝雄・松本 武・荒谷邦雄, 2012. コガネムシ科. Pp. 188–193. 岡島秀治・荒谷邦雄 (監修) 日本産コガネムシ上科標準図鑑, 444 pp., 学研, 東京.
- Pretprius, E. & C. H. Scholtz, 2001. Geometric morphometrics and the analysis of higher taxa: a case study based on the metendosternite of the Scarabaeoidea (Coleoptera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 74: 35–50.
- Ritcher, P. O., 1969a. Spiracles of adult Scarabaeoidea (Coleoptera) and their phylogenetic significance. I. The abdominal spiracles. *Annals of the Entomological Society of America*, 62: 869–880.
- Ritcher, P. O., 1969b. Spiracles of adult Scarabaeoidea (Coleoptera) and their phylogenetic significance. II. Thoracic spiracles and adjacent sclerites. *Annals of the Entomological Society of America*, 62: 1388–1398.
- Ritcher, P. O., 1969c. Morphology of the posterior procoxal bridges in Scarabaeoidea (Coleoptera). *The Coleopterists' Bulletin*, 23: 89–92.
- Ritcher, P. O. & C. W. Baker, 1974. Ovariole numbers in Scarabaeoidea (Coleoptera: Lucanidae, Passalidae, Scarabaeidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 76: 480–494.
- Smith, A. B. T., D. C. Hawks & J. M. Heraty, 2006. An overview of the classification and evolution of the major scarab beetle clades (Coleoptera: Scarabaeoidea) based on preliminary molecular analysis. *Coleopterists Society Monograph*, 5: 35–46.
- Yadav, J. S. & R. K. Pillai, 1978. Evolution of karyotypes and phylogenetic relationships in Scarabaeidae (Coleoptera). *Zoologischer Anzeiger*, 202: 105–108.

(2017年4月8日受領, 2017年3月17日受理)

付 録

- スジコガネ亜科 Rutelinae (Figs. 2–8)
- スジコガネ族 Anomalini
- アオドウガネ *Anomala albopilosa* (Hope, 1839) (Fig. 2) 5 exs.
- コガネムシ *Mimela splendens* (Gyllenhal, 1817) (Fig. 3) 5 exs.
- スジコガネ *Mimela testaceipes* (Motschulsky, 1860) (Figs. 4, 7) 5 exs.
- セマダラコガネ *Exomala orientalis* (Waterhouse, 1875) (Fig. 5) 5 exs.
- コイチャコガネ 族 Adoretini
- コイチャコガネ *Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse, 1875 (Figs. 6, 8) 10 exs.
- コフキコガネ亜科 Melolonthinae (Figs. 9–17)
- コフキコガネ族 Melolonthini
- オオコフキコガネ *Melolontha frater* Arrow, 1913 (Figs. 9, 14) 5 exs.
- コクロコガネ *Holotrichia picea* Waterhouse, 1875 (Fig. 10) 5 exs.
- アシナガコガネ族 Hopleini
- アシナガコガネ *Hoplia communis* Waterhouse, 1875 (Figs. 11, 15) 5 exs.
- ピロウドコガネ族 Sericini
- ヒメピロウドコガネ *Maladera orientalis* (Motschulsky, 1857) (Figs. 12, 16) 5 exs.
- カンショコガネ族 Diplotaxini
- フタスジカンショコガネ *Apogonia bicarinata* Lewis, 1896 (Figs. 13, 17) 5 exs.
- カブトムシ亜科 Dynastinae (Figs. 18–21)
- カブトムシ族 Dynastini
- カブトムシ *Trypoxylus dichotomus* (Linnaeus, 1771) (Figs. 18, 21) 5 exs.
- コカブト族 Phileurini
- コカブト *Eophileurus chinensis* (Falderman, 1835) (Fig. 19) 5 exs.
- サイカブト族 Oryctini
- サイカブト *Oryctes rhinoceros* (Linnaeus, 1758) (Fig. 20)

5 exs.

ハナムグリ亜科 Cetoniinae (Figs. 22–29)

カナブン族 Goliathini

カナブン *Pseudotorynorhina japonica* (Hope, 1841) (Figs. 22) 5 exs.クロカナブン *Rhomborhina polita* Waterhouse, 1875 (Fig. 23, 27) 10 exs.

ハナムグリ族 Cetoniini

シロテンハナムグリ *Protaetia orientalis* (Gory & Percheron, 1833) (Fig. 24) 5 exs.コアオハナムグリ *Gametis jucunda* (Falderman, 1835) (Figs. 25, 28) 5 exs.

マダラハナムグリ族 Diplognathini

アカマダラハナムグリ *Anthracophora rusticola* Burmeister, 1842 (Figs. 26, 29) 3 exs.

トラハナムグリ亜科 Trichiinae (Figs. 30–35)

トラハナムグリ族 Trichini

オオトラフハナムグリ *Paratrichius doenitzi* (Harold, 1879) (Figs. 30, 34) 5 exs.アオアシナガハナムグリ *Gnorimus subopacus* Motschulsky, 1860 (Fig. 31) 5 exs.ヒメトラハナムグリ *Lasiotrichius succinctus* (Pallas, 1781) (Fig. 32) 5 exs.

オオチャイロハナムグリ族 Osmodermiini

オオチャイロハナムグリ *Osmoderma opicum* Lewis, 1887 (Figs. 33, 35) 5 exs.

ヒラタハナムグリ亜科 Valginae (Figs. 36–39)

ヒラタハナムグリ族 Valgini

ヒラタハナムグリ *Nipponovalgus angusticollis* (Waterhouse, 1875) (Figs. 36, 39) 5 exs.トゲヒラタハナムグリ *Dasyvalgus tuberculatus* (Lewis, 1887) (Fig. 37) 5 exs.オオヒラタハナムグリ *Neovalgus fumosus* (Lewis, 1887) (Fig. 38) 2 exs.

【短報】アオムネスジタマムシを12月に奄美大島で採集

タマムシ科ルリタマムシ亜科に属するアオムネスジタマムシ *Chrysodema dalmanni* (Eschscholtz, 1837) は、日本（奄美大島以南）および台湾、フィリピン、セレベスまでに分布することが知られている。日本における本種の発生時期は5月～8



図1. 2016年12月に奄美大島で採集されたアオムネスジタマムシ。

月とされているが（大桃・福富, 2013）、最近になって12月の沖縄島における採集例が報告された（長田, 2016）。

筆者の一人である吉武は、2016年12月に奄美大島で本種を採集しているので、冬季2例目の採集記録としてここに報告する。

1♂, 鹿児島県奄美市笠利町宇宿漁港, 4. XII. 2016, 吉

武採集・保管（図1）。

モクマオウ属の一種の幹を手で乱暴に撫で回した際、根元に敷いておいた白布上に落下してきた個体である。おそらく樹皮下に潜っていたものと思われる。

引用文献

- 大桃定洋・福富宏和, 2013. 日本産タマムシ大図鑑. 206 pp. むし社, 東京.
長田 勝, 2016. アオムネスジタマムシの12月の採集例. 琉球の昆虫, (40): 37.

- (瑤寺 裕 243-0034 厚木市船子 1737 東京農業大学昆虫学研究室)
(吉武 啓 305-8604 つくば市観音台 3-1-3 (国研) 農研機構・農業環境変動研究センター)