

神奈川県石砂山産ギフチョウと その関連地域産個体群との形質比較解析

Analytic Report on Morphological Characters of
a Papilionid Butterfly *Luehdorfia japonica* Occurring
on Ishizare-yama of the Tanzawa-Area,
with Special Reference to the Related Local Populations

高桑正敏

Masatoshi TAKAKUWA

Keywords: *Luehdorfia japonica*, Ishizare-yama, Tanzawa-area, morphological characters.

はじめに

ギフチョウ *Luehdorfia japonica* Leech は本州に固有なアゲハチョウ科の1種で、地域ごとに多少とも形質的な違いを現すことが知られている。太平洋岸においては不連続な分布を示し、その東限は丹沢山地から多摩丘陵あるいは高尾山に至る一帯（いわゆる丹沢分布圏；以下そのように呼ぶ）となっているが、そこでは雄の翅頂部（前翅前角部分）が他地域産よりも通常突出するなどの特有的な形質を示しているとされる（たとえば藤岡，1975；1986；原，1996；渡辺，1996）。

しかし、丹沢分布圏のギフチョウは土地開発や針葉樹植林の影響などによる衰亡が著しく、1970年代末には自然発生個体群と思われるものは唯一、神奈川県津久井郡藤野町石砂山（いしざれやま）に見るだけとなってしまった（原，1979；2003；伊藤，1981；などからの判断）。一方、本地域における衰亡の過程では、最終的には採集者の集中による採集圧が個体群絶滅を引き起こしたと推定される（伊藤・落合，1978；1979；原，2003など）。このため、神奈川県は丹沢分布圏のギフチョウを後世に残すため、1982年12月に藤野町一帯を天然記念物「ギフチョウとその生息地」に指定し、地元の人たち、研究者、県・町、警察などが協同して保護・保全に乗り出すことになった。この甲斐あってか、指定当初はきわめて個体

数が少なかったものの、最近是非常に多くの個体を見るようになっている（原，1996；高桑，2000）。

こうした中、石砂山では1984年に富士川流域産の個体が放蝶された結果、そこでの個体群は遺伝子汚染を生じて丹沢分布圏の固有な形質を失っているゆえに天然記念物指定を解除するべき、といった趣旨の指摘がなされた（戸田恭弘氏による1996年3月の日本鱗翅学会関東支部「春の集い」において）という（無名子，1996）。また石砂山へはそればかりでなく、日本海側の個体、さらには近縁種であるヒメギフチョウまでが放蝶されたなどという風評や記事まで現れていた。このため筆者らは、県生涯学習文化財課の求めに応じて、その汚染の有無を調査するため、神奈川県立生命の星・地球博物館のグループ研究（研究代表者：筆者）の1つとして1998-2000年に石砂山産ギフチョウの形質調査に取り組むことになった。この調査結果は中間報告として県生涯学習文化財課に提出されたが、その中で他地域産による遺伝子汚染を生じている可能性を否定できないこと、ただし天然記念物指定（あるいは放蝶）以前の個体を検していないためにもととの石砂山産個体群の形質特異性がわからず、確定には至らないこと、が指摘された（原，2003）。また、後者の理由などゆえに論文としての発表を控えていた。

しかし今回、何人かの方々のご協力によって天然記念物指定以前の石砂山産標本17頭を検査することができ、また丹沢個体群の追加標本も多数調べることができた。この機会に、博物館のグループ研究における成果を再検討し、かつ新たな視点も取り入れてみたところ、いくつ

高桑正敏 (Masatoshi TAKAKUWA)
神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa Pref., 250-0031 Japan
takakuwa@nh.kanagawa-museum.jp

かの興味深い知見も得られたので、ここにその結果を報告することにした。

なお、博物館のグループ研究では何人かの方々との共同研究という形を取ったが、今回は実際に検討を行ってきた筆者一人だけを著者としたことをお断りしておきたい。

目的

神奈川県指定天然記念物「ギフチョウとその生息地」における石砂山のギフチョウ個体群が在来の形質を保っているか、それとも富士川流域個体群ないし日本海側個体群の形質を混入させているかを、翅の斑紋など表現形質で判断しようとする。

方法

1. 使用標本

上記の研究目的のために、次のような材料を用意した(表1; 図1)。後述するように飼育個体では微妙な斑紋解析に不適であり、このため下記すべては野外における採集標本と判断された個体を用いている。

① 石砂山産 A : 富士川流域産を放蝶したとされる 1984 年より後の標本 (1998 - 2000 年; 神奈川県文化財保護条例により採集許可されたもの) 30 頭 (雄 25 個体; 雌 5 個体)。これらはすべて石砂山自然環境保全地域の特別地域外においてサンプリングされた。

② 石砂山産 B : 富士川流域産を放蝶したとされる 1984 年より前の標本 (実際には天然記念物指定された 1982 年以前の標本) 17 頭 (雄 15 個体; 雌 2 個体)

③ 丹沢分布圏産 (東京都・神奈川県産) : 自然発生個体群に基づくと思われる 1968 年以前の標本 93 頭 (雄 81 個体; 雌 12 個体)

④ 富士川流域産 (山梨県・静岡県産) : 36 頭 (雄 31 個体; 雌 5 個体)

⑤ 日本海側産 (新潟県・長野県北部産) : 36 頭 (雄 28 個体; 雌 8 個体)

2. 解析材料

全標本を写真撮影し、カラープリントしたものを解析材料に用いた。撮影は一部を除いてほぼ同一条件下でなされている。また、細かい計測値が必要とされる部分については、プリントを拡大コピーしたものを材料に用いた。

3. 形質の解析方法

従来、ギフチョウ個体群間の表現形質差については、客観的な手法により解析されたことはないようであるが、ここでは各個体に現れた個々の表現形質に 5 段階評価を与えることで数値化し、できるだけ客観性をもたせるように試みた。ただし後述のように、形質評価を行った部位の多くは測定基準が必ずしも明確ではなく、このため多少とも主観的判断を伴わざるを得なかった。

4. 形質評価を行うべきと考えられた部位

今回の検視標本ないし標本写真をひとつお見することで、丹沢個体群・富士川流域産・日本海側産の各個体群の間で有意に差が認められる可能性があるかと推測された

点は、前翅の翅形ならびに斑紋の状態、後翅の斑紋ならびに尾状突起の状態、触角の長さであった。これらをいくつかの視点から評価したところ、実際に有意であると判断できたのは、以下の部位についてである。

前翅の翅形のうち、外縁の状態; 前翅の斑紋のうち、第 1 黄帯の太さ、第 2 黒帯の状態、第 2 黄帯内分枝の太さ、第 2 黄帯内黒条の状態、第 2、3 黄帯の太さ、第 3 黒帯の太さと形、亜外縁黄帯の形状; 後翅の斑紋のうち、前方内側楔型紋の形状、亜外縁黒帯内縁に沿う三日月黒紋と小赤斑の出現傾向、肛角部の赤紋の大きさ; 尾状突起の状態。

なお、前翅の翅形については重要な形質と考え、前縁長と内縁長、外縁長、最大幅との各比も求めたが、計測部位の判定が難しく、またいちおう得られた数値からも地域による有意さはとくに認められなかった。加えて、翅頂部の突出の程度については、客観的に評価できる方法を取り入れるには至らなかった。将来、前翅の翅形を客観的に評価できる手法が開発されることを期待したい。

5. 解析に用いた表現形質とその評価法

以上の部位 (図 2) について、次のような視点から解析し、評価を行った。

A. 前翅の形

a. 外縁の状態 (図 2; Aa)

前方から後方へ直線的に (強く) 狭まる	1
中央前から後方へ緩やかに狭まる	2
全体にほぼ直線状か、わずかに外に膨らむ程度で内縁に対して直角、または外にやや膨らんでも強く中央～後方に狭まる	3
全体が外にやや強く膨らむ程度	4
全体が外に強く膨らみ、中央～中央後で最大幅	5

B. 前翅の斑紋

a. 第 1 黄帯の中脈前方における相対的な太さ (図 2; Ba)

第 2 黒帯の 0.6 倍以下	1
第 2 黒帯の 0.61-0.73 倍程度	2
第 2 黒帯の 0.74-0.86 倍程度	3
第 2 黒帯の 0.87-0.99 倍程度	4
第 2 黒帯より 1.0 倍以上	5

b. 第 2 黒帯の中脈前後の位置状態 (図 2; Bb)

後紋は前紋と同幅	1
後紋は前紋より少し広い程度	2
後紋は広いが第 2 脈分岐には明らかに届かない	3
後紋は広がるが第 2 脈分岐にはわずかに届かない	4
後紋は広がって第 2 脈分岐に達する	5

c. 第 2 黄帯内分枝の太さ (図 2; Bc)

非常に狭く、第 2 黒帯の幅の 0.2 倍以上	1
やや狭く、幅の 0.21-0.26 倍程度	2
中庸の太さで、幅の 0.27-0.33 倍程度	3
やや広く、幅の 0.34-0.39 倍程度	4
かなり広く、幅の 0.4 倍以上	5

d. 第 2 黄帯内黒条の後端 (図 2; Bd)

中脈に遠く届かない	1
-----------	---

中脈にわずかに届かない	2	c. 亜外縁黒帯内縁に沿う三日月黒紋 (図2; Cc)	
中脈に不明瞭ながら接する	3	まったくあるいはほとんど認められない	1
中脈に細いが明らかに達する	4	かすかに認められる	2
中脈に幅広く達する	5	やや不明瞭ながら認められる	3
e. 第2黄帯内黒条の前端 (図2; Be)		明瞭に認められるが、細い	4
前縁に明らかに届かない	1	明瞭に認められ、かつ太い	5
前縁にかろうじて届く	2	d. 亜外縁黒帯内縁に沿う小赤紋 (図2; Cd)	
前縁に細まりながらも明らかに達する	3	まったくあるいはほとんど認められない	1
前縁に両側ほぼ平行に達する	4	わずかに認められる	2
前縁にあまりながら達する	5	やや不明瞭ながら1~2紋が認められる	3
f. 第2黄帯内黒条の外縁中央 (図2; Bf)		明瞭に1~2紋が認められる	4
顕著にえぐられる	1	3紋以上が明瞭に認められるか、ほぼ列状	5
弱くえぐられる	2	e. 肛角部の赤紋の縦の長さ (図2; Ce)	
ほとんど直線状か、わずかにえぐられる	3	直後の黒紋長の0.45倍以下	1
わずかに外方にふくらむ	4	直後の黒紋長の0.46-0.59倍程度	2
顕著に外方にふくらむ	5	直後の黒紋長の0.60-0.74倍程度	3
g. 第2黄帯後方と第3黒帯の中脈後方付近における幅 (図2; Bg)		直後の黒紋長の0.75-0.89倍程度	4
第2黄帯は第3黒帯の0.47倍以下	1	直後の黒紋長の0.9倍以上	5
第2黄帯は第3黒帯の0.48-0.60倍程度	2	f. 尾状突起の突出の向き (図2; Cf)	
第2黄帯は第3黒帯の0.61-0.73倍程度	3	後方にやや明らかに曲がる	1
第2黄帯は第3黒帯の0.74-0.86倍程度	4	後方にかすかに曲がる	2
第2黄帯は第3黒帯の0.87倍以上	5	ほとんど直線状	3
h. 第3黒帯後半の形状 (図2; Bh)		前方にかすかに曲がる	4
強く細まって内縁にほとんど届かない	1	前方にやや明らかに曲がる	5
強く細まるが内縁に明らかに達する	2	g. 尾状突起の長さ (図2; Cg)	
多少とも強く細まるが内縁に幅広く達する	3	非常に長い	1
弱く細まって内縁に幅広く達する	4	かなり長い	2
ほとんど細まらずに内縁に達する	5	適度の長さ	3
i. 第3黄帯後半と第2黄帯後半の幅 (図2; Bi)		やや短い	4
第3黄帯は第2黄帯の1.1倍以下	1	かなり短い	5
第3黄帯は第2黄帯の1.11-1.35倍程度	2		
第3黄帯は第2黄帯の1.36-1.60倍程度	3		
第3黄帯は第2黄帯の1.61-1.85倍程度	4		
第3黄帯は第2黄帯の1.86倍以上	5		
j. 亜外縁黄帯の形状 (図2; Bj)			
外方に大きく弧状	1		
外方にわずかに膨らむ	2		
ほとんど直線状	3		
内方にわずかにえぐられる	4		
内方に明らかにえぐられる	5		
C. 後翅の斑紋			
a. 前方内側楔型紋の外縁中央~前方 (図2; Ca)			
顕著にえぐられる	1		
弱くえぐられる	2		
ほとんど直線状か、かすかにえぐられる	3		
わずかに外方にふくらむ	4		
顕著に外方にふくらむ	5		
b. 前方内側楔型紋の外縁中央~前方のコブ紋 (図2; Cb)			
まったく欠く	1		
不明瞭に認められる	2		
小さいが明らかに認められる	3		
やや大きく明らかに認められる	4		
大きく半円状に認められる	5		
		以上の点に対して評価を行うとき、客観性をもたせることはしばしばかなり難しい。例えば、左右で必ずしも同一の形質を示していない個体の多さである。この点に関しては、上記のすべての部位について多少とも認められた。こうした場合にはできるだけ図示した側 (主に右翅) での形質に基づいて判断するように努めたが、逆の側での形質からは異なった評価点が与えられてしまうケースがある。さらに、数値を計測した部位については、その不規則性ゆえにわずかな計測位置の違いによって大きく数値が異なる場合も多い。計測にあたってはできるだけ正確に同一箇所となるように試みたが、とくに斑紋の場合は不規則な出方となる個体も多く、すべて客観的とは言いがたい。後翅亜外縁黒帯の内縁に沿う小赤紋はそれを欠くかごく小さい (鱗粉がごくわずか) 場合には、裏面のより発達した斑紋も映し出していることもあり、紋があるかどうかの判別が難しい。尾状突起の突出の向きの場合、もともと左右でいくらか向きを違えている個体があること、また状態の程度が大きくないために5段階評価にはやや無理がある (3段階評価が妥当であろう) こと、加えて尾状突起が後翅に対して完全に同一面上に位置しているとは限らず、背面の写真からの判断では実際と異なる評価点が与えられてしまう可能性があることなど、判断にはいくつかの複合的な困難さを	

備えている。これらの点をあらかじめ承知しておいていただきたい。

結果と分析

それぞれの形質について5段階評価した結果を表1に示した。これを表計算ソフトのエクセルを用いて各個体群ごとにパーセンテージで分母を揃え、帯グラフにしたのが図3である。図3の左列は雌雄を含めた全個体によるグラフであり、右列は雄だけで作成したグラフである。

ここでは、まず雌雄を含めた全個体によるグラフを基に丹沢分布圏と他の個体群との相違について検討した。石砂山産Bは本来は丹沢分布圏に含めるべきだが、後述のように丹沢分布圏の中での石砂山個体群の特異性が考えられたので、別に扱っている。次に、石砂山産Aが丹沢分布圏および石砂山産Bとどう相違しているのかを解説し、富士川流域産あるいは日本海側産との関連の有無を検討した。また、雄のみによるグラフ解説は、全個体によるグラフ結果と大きく異なる場合に限った。

Aa. 前翅外縁の状態 (図2; Aa)

丹沢分布圏：外縁が後方へ狭まる個体(評価点1+2)が全体のほぼ半数を占める。石砂山産Bは丹沢分布圏よりさらにその特徴が顕著であるが、全体としては同傾向にあると見ることができる。逆に、富士川流域産は外に膨らむ傾向がきわめて著しく、評価点4+5で全体の64%にも達する一方で、後方へ狭まる個体は10%強にすぎない。日本海側産は両地域の中間的な値を示すが、より富士川流域産の傾向が強く、評価点4+5で全体の44%に達する。

石砂山産A：外縁が後方へ狭まる個体(評価点1+2)は全体の40%である一方、外に膨らむ個体(評価点4+5)が33%になっている。これは石砂山産Bならびに丹沢分布圏とはかなり異なる傾向を示している。富士川流域産や日本海側産との中間的な構成比率であり、それら地域との関連をうかがわせる。

雄のみによる特徴：評価点5の減少が著しいが、富士川流域産では雄でも5の個体が現れている。このことは、全体に雌は外縁が外に膨らむ傾向が強いことを示している。

Ba. 前翅の第1黄帯の中脈前方における相対的な太さ (図2; Ba)

丹沢分布圏：黄帯が太い個体(評価点4+5)が相対的に多く、全体の26%を占める。石砂山産Bは評価点1と5を欠くが、これは計測個体数が少ないためと見れば、全体としては同傾向にあると判断される。逆に、富士川流域産は黄帯が狭い傾向がきわめて著しく、評価点1+2で全体の70%強に達する一方で、黄帯が太い個体は10%に満たない。日本海側産は両地域の中間的な値を示すが、やや富士川流域産の傾向が強い感がある。

石砂山産A：全体としては丹沢分布圏に近い。とくに、評価点5が7%(2個体)ある点は、それをまったく欠く富士川流域産や日本海側産とは異なった傾向を示している。丹沢分布圏よりも評価点4が少なく、逆に評価

点2が多い点は、検討した個体数の少なさによる可能性が考えられる。

雄のみによる特徴：富士川流域産は評価点4も欠くことになり、黄帯が狭い傾向はさらに顕著となる。

Bb. 第2黒帯の中脈前後の位置状態 (図2; Bb)

丹沢分布圏：黒帯の太さが中脈前後であり変わらない個体(評価点1+2)が全体の50%を占め、後半で著しく太くなる個体(評価点4+5)は10%程度にすぎず、しかも評価点5を欠く。石砂山産Bもこれとまったく同傾向にある。逆に、富士川流域産は後半で著しく太くなる個体が50%弱に達し、しかも評価点5は本地域に固有的に出現(19%)する一方で、あまり変わらない個体は30%程度にすぎない。日本海側産も非常に特徴的で、あまり変わらない個体が86%にも達し、とくに評価点1は70%弱にも達する。

石砂山産A：全体としては丹沢分布圏に近いが、評価点1が30%を占める。この点からは、富士川流域産とはまったく異なる一方で、日本海側産の傾向を多少は示していると言えるかもしれないが、検討した個体数の少なさによっても考えられる。

Bc. 第2黄帯内分枝の太さ (図2; Bc)

丹沢分布圏：黄帯が狭い個体(評価点1+2)が30%、太い個体(評価点4+5)が20%強を占める。石砂山産Bは評価点1と5を欠き、評価点3が75%強を占めるが、これは計測個体数が少ないためと見れば、全体としては同傾向にあると判断される。逆に、富士川流域産は黄帯が狭い傾向がきわめて著しく、評価点1+2で全体の70%強に達する一方で、黄帯が太い個体は10%に満たない。この点はBa第1黄帯とほとんど同一である。日本海側産は丹沢分布圏によく似る。

石砂山産A：評価点2が過半数を超えている点および黄帯が太い個体(評価点4)が3%(1個体)にすぎない点からは、丹沢分布圏よりも明らかに富士川流域産に似ている。ただし、傾向的には石砂山産Bとそれほど違うものではない。日本海側産とは異なった傾向を示している。

雄のみによる特徴：すべての地域で黄帯の狭い個体の率が増す。とくに富士川流域産と日本海側産に顕著であり、前者は評価点4、5ともに欠く。石砂山産Bも評価点4が消える。

Bd. 第2黄帯内黒条の後端 (図2; Bd)

丹沢分布圏：黒条が届かない個体(評価点1+2)がわずかに3%、明らかに届く個体(評価点4+5)が70%強を占める。これに対し、石砂山産Bは評価点1を欠くが黒条が届かない個体が23%に及ぶことから、丹沢分布圏とはかなり異なった感があつて興味深い。富士川流域産は丹沢個体群に似た傾向を示すが、黒条が明らかに届く個体のうち評価点5は過半数を超える。日本海側産は評価点の偏りがほとんどなく均等的で、黒条が届かない個体が40%強、明らかに届く個体が35%強を占める。

石砂山産A：黒条が明らかに届く個体(評価点4+5)が過半数に達しない点からは、丹沢分布圏と異なった感を

与えるが、傾向的には石砂山産Bとそれほど違うものではない。明らかに富士川流域産とはベクトルを違え、黒帯が明らかに届く個体の少なさからは日本海側産の傾向にある。

Be. 第2黄帯内黒帯の前端 (図2; Be)

丹沢分布圏：黒帯が前縁に太いま届く個体(評価点4+5)が94%を占め、明らかに届かない個体(評価点1+2)はごくわずかである。石砂山産Bもこれとほとんど同じである。富士川流域産は太いま届く個体が100%にも達する。日本海側産は黒帯が明らかに届かない個体が14%を占めること、評価点5がめだつて少ないことで他産地とは特徴的である。

石砂山産A：評価点5がやや少ないものの、丹沢分布圏や石砂山産Bとほとんど違っていない。これに対し、富士川流域産や日本海側産とは多少とも異なった傾向にあり、それらとの関係はとくに認められない。

Bf. 第2黄帯内黒帯の外縁中央 (図2; Bf)

丹沢分布圏：黒帯外縁のえぐれた個体(評価点1+2)が90%を占め、膨らむ個体(評価点4+5)をまったく欠く。石砂山産Bもこれとほとんど同じである。これに対し、富士川流域産はえぐれた個体が60%弱となり、膨らむ個体がわずか1頭だけが出現する。日本海側産はえぐれた個体が40%を割り、しかも評価点1を欠くとともに、わずかながら膨らむ個体(2頭)が出現する点で、丹沢分布圏とはとくに異質である。

石砂山産A：丹沢分布圏や石砂山産Bとまったく同一のベクトルを示す。したがって、富士川流域産や日本海側産との関係はとくに認められない。

Bg. 第2黄帯後方と第3黒帯の中脈後方付近における幅 (図2; Bg)

丹沢分布圏：黄帯が黒帯と比較して狭い個体(評価点1+2)が45%、より広い個体(評価点4+5)が14%を占める。これに対し、石砂山産Bは黄帯が狭い個体が24%と半減し、かつ評価点1を欠くとともに、より広い個体が24%と増大する。これは計測個体数が少ない点を考慮しても、いくらか差があることを認めるべきだろう。逆に、富士川流域産は黄帯が狭い傾向がきわめて著しく、全体の80%に達する一方で、より広い個体はまったく現れない。この点はBa第1黄帯やBc第2黄帯内分枝とほとんど同一傾向を示して興味深い。日本海側産は丹沢分布圏によく似るが、より広い個体の率が増大する。

石砂山産A：ちょうど丹沢分布圏と石砂山産Bとの中間的な感を呈する。富士川流域産や日本海側産との関係はとくに認められない。

Bh. 第3黒帯後半の形状 (図2; Bh)

丹沢分布圏：黒帯が太くて内縁にそのまま達する個体(評価点4+5)が55%、より細まる個体(評価点1+2)が14%を占める。石砂山産Bは評価点1と5を欠くが、計測個体数が少ない点を加味すれば、ほとんど同一傾向にあると見なしてよいだろう。これに対し、富士川流域産

は黒帯がより太い傾向が著しく、全体の80%を超える一方で、より細まる個体は1頭にすぎない。日本海側産は丹沢分布圏によく似るが、より太い個体の率が増大して75%に達している。

石砂山産A：黒帯が太くて内縁にそのまま達する個体(評価点4だけ)が77%に達し、より細まる個体(評価点1+2)を欠くのが特徴的である。より細まる個体を欠く点からは、丹沢分布圏や石砂山産Bと差が大きい。同時にこの点は、富士川流域産との強い関連をうかがわせるとも言えるだろう。日本海側産との関連はとくに認められない。

雄のみによる特徴：全体的により細まる個体の率が顕著に減少し、日本海側産は評価点1、2ともに欠く状態になる。

Bi. 第3黄帯後半と第2黄帯後半の幅 (図2; Bi)

丹沢分布圏：2つの黄帯幅の太さが似る個体(評価点1+2)が60%を超え、比率的に著しく第3黄帯が広い個体(評価点4+5)が10%にすぎない。石砂山産Bはそれによく似るが、第3黄帯が広い個体をまったく欠く。これは計測個体数が少ない点を考慮しても、いくらか差があることを認めるべきかもしれない。一方、富士川流域産は黄帯幅の太さが似る個体がきわめて少ない(6%)のと対照的に、第3黄帯が広い(第2黄帯が狭い)個体が67%にも達する。これに対し、日本海側産は丹沢分布圏とほとんど同一の傾向を示す。

石砂山産A：丹沢個体群と石砂山産Bとの中間的な感を呈するが、前者の中に含まれると見て差し支えないだろう。ただし、石砂山産Bをベースに考えた場合には、石砂山産Aにおける黄帯幅の太さが似る個体(評価点1+2)の減少と第3黄帯が広い(第2黄帯が狭い)個体の出現は、富士川流域産との関連を示すとも言えるだろうし、同様に日本海側産との関連を示すとも言えるだろう。

Bj. 亜外縁黄帯の形状 (図2; Bj)

丹沢分布圏：黄帯がえぐられる個体(評価点4+5)が85%にも達するのが大きな特徴で、外に膨らむ個体(評価点1+2)はほとんど出現しない。石砂山産Bもほとんど同一傾向にある。これに対し、富士川流域産はまったく逆にえぐられる個体を欠き、膨らむ個体は全体の70%を超える。日本海側産は丹沢分布圏に似るが、えぐられる個体の率は減少して過半数を超える程度にとどまる。

石砂山産A：黄帯がえぐられる個体(評価点4+5)が30%にとどまり、外に膨らむ個体(評価点1+2)が10%ほど出現することから、かなり丹沢分布圏や石砂山産Bとは異質な感を受ける。この点からは、富士川流域産との関連を考えるのが妥当であろう。また、日本海側産とは出現傾向がよく似ていることから、それとの関連も考えるべきかもしれない。

Ca. 後翅の前方内側楔型紋の外縁中央～前方 (図2; Ca)

丹沢分布圏：楔型紋のえぐられた個体(評価点1+2)が60%を占め、膨らむ個体(評価点4+5)は4%にすぎない。石砂山産Bは膨らむ個体を欠くが、基本的には丹沢

分布圏とはほぼ同じである。これに対し、富士川流域産はえぐられた個体が17%となり、膨らむ個体が22%に増加する。日本海側産は丹沢分布圏とほとんど同一の傾向にある。

石砂山産A：楔型紋のえぐられた個体(評価点1+2)が90%以上を占め、膨らむ個体(評価点4+5)を欠く点から、丹沢分布圏ばかりでなく富士川流域産や日本海側産とも明らかに異なった出現傾向にある。ただし、石砂山産Bとは評価点1と3の出現率こそ大きな差があるものの、まったく異なったベクトルではなく、石砂山産Bの個体数の少なさを考慮すればその延長線上に位置していると見なすこともできる。以上のとおり、富士川流域産や日本海側産との関係はとくに認められない。

雄のみによる特徴：丹沢分布圏と富士川流域産では膨らむ個体の率が大きく減少し、前者では評価点4を完全に欠く。

Cb. 前方内側楔型紋の外縁中央～前方のコブ紋 (図2; Cb)

丹沢分布圏：コブ紋がほとんど現れない個体(評価点1+2)が56%を占め、大きく出現する個体(評価点4+5)は18%にすぎない。石砂山産Bはこの傾向がより著しく、ほとんど現れない個体が75%を超え、大きく出現する個体は6%(1頭)となるが、個体数の少なさを考慮すれば、基本的には丹沢分布圏とほぼ同じと見なすこともできる。これに対し、富士川流域産はほとんど現れない個体が30%強に減少し、大きく出現する個体が55%強に増加する。日本海側産はほとんど現れない個体が90%近くに達し、大きく出現する個体は3%(1頭)にすぎない。

石砂山産A：コブ紋がほとんど現れない個体(評価点1+2)が83%を占め、石砂山産Bによく似た組成を示すが、丹沢分布圏とはほとんど現れない個体(とくに評価点1)の比率が明らかに高いこと、ならびに大きく出現する個体の減少傾向が著しい点でかなり異なった感がある。富士川流域産とはまったく出現傾向を違える一方、日本海側産とはよく似た傾向にあり、後者との関連を考える必要があるかもしれない。

Cc. 亜外縁黒帯内縁に沿う三日月黒紋 (図2; Cc)

丹沢分布圏：評価点1-5のすべてが出現し、三日月黒紋がほとんど現れない個体(評価点1+2)が25%、明瞭に出現する個体(評価点4+5)は32%となっている。石砂山産Bは明瞭に出現する個体が12%に減少し、かつ評価点5の個体を欠く点からは丹沢分布圏とかなり異なるが、個体数の少なさを考慮する必要もあるだろう。富士川流域産はほとんど現れない個体が60%近くに達し、明瞭に出現する個体は6%にすぎない。日本海側産は評価点2-5がほぼ平均的に出現し、評価点1を欠くのが特徴的であるが、全体としてはやや丹沢分布圏に近い構造となっている。

石砂山産A：三日月黒紋がほとんど現れない個体(評価点1+2)をまったく欠き、明瞭に出現する個体(評価点4+5)が80%を超えている点で、きわめて特異的である。丹沢分布圏や石砂山産B、それに富士川流域産とは、

黒紋がほとんど現れない個体を欠き、明瞭に出現する個体が大部分である点でまったく出現傾向を違える。一方、日本海側産と比較した場合は、明瞭に出現する個体の出現頻度がさらに高くなったと考えることもできるので、それとの関連を考える必要があるかもしれない。

Cd. 亜外縁黒帯内縁に沿う小赤紋 (図2; Cd)

丹沢分布圏：小赤紋がほとんど現れない個体(評価点1+2)が97%にも達し、明瞭に出現する個体(評価点4+5)をまったく欠く。これは石砂山産Bとも同様である。富士川流域産はほとんど現れない個体が70%弱になり、代わって明瞭に出現する個体が14%ほどを占める。日本海側産は小赤紋の出現頻度が高まり、ほとんど現れない個体は56%、明瞭に出現する個体は20%弱となる。

石砂山産A：小赤紋がほとんど現れない個体(評価点1+2)が77%となり、明瞭に出現する個体(評価点4+5)がわずか7%ながらも出現する点で、丹沢分布圏や石砂山産Bとは明らかに異なっている。石砂山産Aのこうした傾向は、明らかに富士川流域産や日本海側産に近く、それらとの関連を考える必要があるだろう。

Ce. 肛角部の赤紋の縦の長さ (図2; Ce)

丹沢分布圏：赤紋の小さい個体(評価点1+2)が90%近くに達し、大きい個体(評価点4+5)をまったく欠く。これは石砂山産Bともほとんど同様である。富士川流域産は小さい個体が80%になり、しかも評価点1が著しく減少する一方で、6%という少なさながらも大きい個体が現れる。これらに対し、日本海側産は赤紋がより発達し、小さい個体は11%に減少する一方、大きい個体は60%近くに達する。

石砂山産A：赤紋の小さい個体(評価点1+2)が50%を下回り、大きい個体(評価点4+5)が10%も出現する点で、丹沢分布圏や石砂山産Bとは明らかに異なっている。とくに評価点1の少なさ(1頭)は留意すべきだろう。石砂山産Aのこうした傾向は、明らかに日本海側産と密接な関連がある可能性を示唆する。

Cf. 尾状突起の突出の向き (図2; Cf)

丹沢分布圏：尾状突起が後方に曲がる個体(評価点1+2)が8%、前方に曲がる個体(評価点4+5)が30%弱となっていて、多くはほぼまっすぐに突き出す。これは石砂山産Bともほとんど同様である。富士川流域産は前方に曲がる個体が67%になり、後方に曲がるのは1個体にすぎない。日本海側産は後方に曲がる個体が他地域産よりもやや多くて17%、前方に曲がる個体は25%となる。

石砂山産A：前方に曲がる個体(評価点4+5)が50%を超え、しかも評価点5が13%も出現する点で、丹沢分布圏や石砂山産Bとは多少とも異なっていると見るべきかもしれない。その場合、出現比率からは富士川流域産に近く、それとの関連性を考える必要があるかもしれない。

Cg. 尾状突起の長さ (図2; Cg)

丹沢分布圏：尾状突起が長い個体(評価点1+2)が44%、短い個体(評価点4+5)が10%となっている。石

砂山産Bの場合は短い個体をまったく欠くことで、丹沢分布圏と構造的に異なる可能性があるが、検討した個体数が少ないことによるのかもしれない。富士川流域産は長い個体が17%だが評価点1を欠き、短い個体が25%となる。日本海側産は長い個体が30%強、短い個体も30%近くになる。

石砂山産A:尾状突起が長い個体(評価点1+2)が30%に届かず、しかも評価点1を欠く点と、短い個体(評価点4+5)が35%弱に達し、かつ評価点5が17%も占める点が特徴的である。これらの点からは、丹沢分布圏や石砂山産Bとはかなり異なって見える。富士川流域産や日本海側産との関連性を考える必要もあるだろう。

考察

1. 石砂山個体群Aの遺伝子汚染の可能性について

1984年に、あるいはそれ以来?富士川流域産や日本海側産のギフチョウが放蝶されてきたというが、その具体的な場所も方法も量も明らかでない。したがって当然のことながら、放蝶個体が在来個体とどの程度交尾し、その結果としてどれほどの交雑個体を生じさせた可能性が考えられるか、まったく不明な状態にある。しかも、放蝶当時の在来個体数がどれくらいであったかも、客観的なデータは何1つ残されていないようである。したがって唯一の手がかりは、石砂山に生息している個体群がいま現在もっている形質でしかない。

もしこれらの形質が放蝶される以前の石砂山産の特徴から大きく逸脱していれば、なんらかの遺伝子汚染を受けている可能性をまず第一に考慮する必要がある。しかし、放蝶以前の野外採集個体を少数しか検することができない現状では、その比較検討結果も十分なものは認めがたい。このため、放蝶される以前の石砂山の個体群が丹沢分布圏の形質傾向の範囲内にあったと仮定し、少なくとも丹沢分布圏の個体群全体の特徴から逸脱して富士川流域産のそれを示すとすれば、後者による遺伝子汚染を生じている可能性が強いし、日本海側産のそれを示すとすれば、同様の遺伝子汚染を生じている可能性が強い。今回の研究は、このような視点のもとになされている。

このため、まず最初に丹沢分布圏と富士川流域産および日本海側産の各個体群との表現形質についての違いを検討しておく。次に、石砂山の個体群は地形的な理由などにより、他の丹沢分布圏の個体群と遺伝的な隔離を強く生じてきた可能性が考えられるので、そのことによる表現形質の違いの有無を検討する。3番目として、以上の結果を基に、遺伝子汚染の可能性が指摘されている最近の石砂山個体群の、その可能性の程度について考証する。

(1) 丹沢分布圏と他地域産との相違

①丹沢分布圏と富士川流域産との違い

両者は距離的に比較的近く分布しているながら、今回検討対象とした表現形質には意外なほどの差が認められる。明らかに異なると思われるのは、Aa, Ba, Bb, Bg, Bi, Bj, Cdの形質であり、Bc, Bh, Ca, Cb, Cc, Cf, Cgの形質もかなり構成比率が違っている。また、残りのBd, Be, Bf, Ceもいくらか異なっている。これらを

要約すれば、富士川流域産は前翅外縁が強く丸みを帯び、亜外縁黄帯も外に丸みを帯びること、前翅黒色紋が顕著に発達すること、後翅も楔型紋の形状をだいぶ違えること、三日月紋の不明瞭な個体が多く、その外側に小赤紋を現す個体を生じること、尾状突起は前方に曲がる個体が多いことが特徴である。いずれにしても、丹沢分布圏と富士川流域産とは、ほとんど同じ構成比率を示した形質が1つもなかったことは特筆される。

②丹沢分布圏と日本海側産との違い

上記とは対照的に、丹沢分布圏と日本海側産は距離的にも大きく離れ、また気候条件をはじめとした生息環境もより異なるにもかかわらず、意外なほどに表現形質差が少ない。その中で明らかに構成比率を違えていると思われるのは、Bb, Bd, Cd, Ceであり、続いてAa, Be, Bf, Cbであろう。また、Ba, Bj, Ccの形質についてもいくらか異なっている。これらを要約すれば、前翅の第2黒帯や第2黄帯内の黒条ははじめ黒色紋の発達が弱いこと、肛角紋など後翅の赤色紋の発達が著しいことが特徴と言える。前翅外縁の形状や亜外縁黄帯も富士川流域産に近いが、それほど顕著ではない。

(2) 丹沢分布圏と石砂山産(B)との相違

石砂山産は丹沢分布圏の中に位置しているので、原則として丹沢分布圏の変異の中に納まると考えられる。しかし実際には、多少とも異なる点が見られる。まず、Bdの前翅第2黄帯内の黒条の後端が中脈に届かない個体の多さである。また、それほどでなくともBa, Bc, Bg, Bh, Bi, Cb, Cc, Cgの形質は有意に差が認められる。このことは、石砂山産(B)の検討材料の少なさによる可能性を否定できないにせよ、石砂山の個体群が他の丹沢分布圏の個体群と遺伝的な隔離を強く生じてきたゆえに、石砂山独自の表現形質が形成された可能性も考えられるだろう。

石砂山産Bのもう1つの特徴としては、各形質における評価点のばらつき少なさである。まず、丹沢分布圏が評価点1から5まで現す場合でも、評価点1あるいは5など、端に当たる評価点を欠くケースが多い。Ba, Bc, Bhは1と5を欠き、Bi, Cgは4と5を欠いているし、1か5のいずれかを欠くものはいくつも数えられる。さらにBc, Cdは一部の評価点だけが75%以上も占めている。このことは、やはり検討材料の少なさによる可能性を否定できないにせよ、石砂山の個体群が他の丹沢分布圏の個体群と遺伝的な隔離を強く生じてきたことと、集団自体の個体数が少なかったために、遺伝子の多様性が失われつつあった可能性を支持するだろう。

丹沢分布圏内における地域変異が認められるのは、石砂山産に限らない。例えば、石砂山とは相模川で北に隔てられている地域のもの(八王子市高尾山から津久井郡城山町・町田市にかけての個体:合計14頭)と丹沢分布圏、石砂山Bとを比較すると、Bb, Be, Bf, Bh, Cd, Cgなど半数の形質はほとんど同じ出現比率を示すのに対し、Aa, Bc, Bd, Bg, Bi, Ca, Cb, Ccの形質はかなり異なっている(とくに石砂山Bに対して:表2参照)。このことから、もちろん今回の検討材料の少なさゆえに確定で

きないにせよ、相模川北岸の個体群もまた、丹沢分布圏の中で多少とも独特な形質をもっている可能性を考えるべきだろう。なお、Aa、Bcなどは石砂山Aと同様の出現傾向にある点は、偶然かもしれないがきわめて興味深い。

(3) 最近の石砂山個体群の検討

1998—2000年にサンプリングされた石砂山標本(石砂山A)には、次のような特徴が現れている。まず、今回評価した形質のうち、丹沢分布圏とほぼ同一と考えてよいものは過半数に満たなかった。逆に、明らかに異なる構成比率を示した形質としてBj、Cc、Cd、Ceが指摘できるし、それほどではないにしてもAa、Bc、Bh、Ca、Cgにおける差は明らかである。また、Bd、Cb、Cfの形質についても、いくらかの差が認められた。すなわち丹沢分布圏と比較すれば、前翅は外縁が膨らむ個体の率が高く、亜外縁の黄帯もえぐられる個体が激減して外に膨らむ個体を生じ、第2黄帯内の黒条を除けば第3黒帯はじめ黒紋がやや発達傾向にある。後翅は楔型紋外縁のえぐれが著しく、コブ紋が出現する個体はごくわずかとなり、また三日月黒紋の出現頻度がきわめて高く、その外の小赤紋と肛角赤紋は発達傾向にある。尾状突起もやや異なり、長い個体の出現頻度が高い。ただしこれらのうち、Bd、Cbは石砂山Bとそれほど違うものではなく、丹沢分布圏内における変異を示しているにすぎない可能性がある。そのように考えた場合には、前翅第2黄帯内の黒条の状態や後翅の楔型紋外縁のコブ紋に関する点は排除して考える必要がある。

丹沢分布圏ないし石砂山産Bと多少とも整合しない形質は、富士川流域産や日本海側産との関連を念頭に置くなら、次のように言い得る。

①富士川流域産や日本海側産の放蝶個体による影響があったとすれば、それは全体に均一にはなく、特定の部分に偏って発現している。

②前翅外縁と亜外縁黄帯の特徴は富士川流域産の影響を強く受けているように見える。また、後者の点は日本海側産も関連しているように見える。前翅第3黒帯はじめ黒紋がやや発達傾向にあるのは、富士川流域産の影響を想起させる。三日月黒紋の外(亜外縁黒帯との間)の小赤紋と肛角赤紋は日本海側産の影響を強く受けている感があり、後者については富士川流域産も関連しているように見える。尾状突起は富士川流域産の影響を受けている感があり、短い個体の多さは日本海側と無関係ではないかもしれない。

③後翅の三日月黒紋の発達は石砂山Aに固有的である。富士川流域産とはまったく逆の特徴を呈し、日本海側とも明らかにパターンを違える。ただし、発達個体の多さは後者にやや似るとも言えるだろう。

④石砂山Bと比較した場合には、各形質における評価点がより多様となっている傾向が見られる。Baは少数ながら1と5を、Cdは3と4を、Ceは少数ながら4と5をもっているし、より1つ多い形質はいくつかに及ぶ。もちろん逆に、BhやCcのように石砂山Bよりも多様性を失ったケースもある。しかし、評価点がより多様ということは、もちろん検討材料の少なさを考慮するべきにせよ、石砂

山Aが他地域からの新たな遺伝子の供給を受けた結果とする考えを、まったく無視するわけにはいかないだろう。

以上の②と④からは、富士川流域産あるいは日本海側産、または双方の個体が放たれた結果、石砂山産の個体群に遺伝的侵透が起きてしまっている可能性を支持する。

2. 石砂山個体群の時間経過による形質変化の可能性について

これまでは表現形質の違いについて、その原因を主に放蝶されたことによる遺伝子汚染の可能性に求めていたが、原因として考えられるものは必ずしもそれだけではない。次の可能性を考えるなら、石砂山個体群における1982年以前の個体群と1998年以降の個体群との表現形質の差は、遺伝子汚染によるものと断定するわけにはいかないだろう。今回のような表現形質による検討では、それが限界である。

(1) 気象など後天性による影響

ギフチョウを飼育して得た標本の場合には、飼育型と通称される斑紋表現形が現れることがよく知られている。たとえば丹沢分布圏においては、野外で得られた個体は前翅第2黄帯内の黒条は前端が前縁に達するのが通常であるし、後端も多くの個体では中脈に届く。しかし丹沢分布圏であっても飼育して得られた個体には、しばしば黒条は前後に縮小して、前縁(と中脈も)に達しない型(日本海側産などでときに現れる型)を生ずる(原、1973)。この理由はまだ論文としては示されていないようであるが、経験的には飼育時の過湿状態が関係していると一般に言われている。

もし以上のようなことが事実であるなら、表現形質は後天的な影響も大きく受けていることになる。つまり降雨量をはじめとした気象の違いによって、同じ地域にあっても年によって多少とも斑紋表現形が異なる可能性が考えられるし、幼虫や蛹が過ごした微環境によっても異なってくるかもしれない。石砂山における1982年以前と1998年以降とでは、年平均気温や年間降水量などの気象変化が起きていると推定されるし、それが斑紋表現に多少とも影響を与えているのかもしれない。この点に関しては今後の研究に待たねばならないが、飼育型の存在を考慮するなら、1つの可能性として排除できないものであろう。

(2) ボトルネック現象

先天的な要因による表現形質の変化も視野に入れる必要がある。すなわち、突然変異による遺伝子の変化とその急激な蓄積、あるいは特定の遺伝子の増加または減少による、集団内での短期間における変異である。今回の石砂山個体群のように集団自体が小さく孤立し、かつそこでの個体数がきわめて少ない状態が続いたと推定されるケースでは、ボトルネック理論によるこうした可能性を排除できない。実際、先に指摘したように、1982年以前に採集された石砂山B標本は丹沢分布圏のものとして多少とも出現傾向を違える形質がいくつか見られたが、その理由としてボトルネック現象が生じ

たことを想定できる。

3. 石砂山における個体数の激増について

石砂山でのギフチョウは、筆者の経験によれば、天然記念物指定した1982年頃までは現地での成虫を確認するのも簡単ではないほど個体数が少なかった。筆者ばかりでなく（たとえば伊藤、1988）、何人かの方に当時をお尋ねしても、みな同様な感想が帰ってくる。しかし、それ以後は感覚的なものであるが次第に個体数が増えたようで、放蝶問題が学会で提示された1990年代後半には、かなり普通に成虫を見かけるほどに増加した。現在も発生量は安定して多いと感ずる。

もちろん、この増加の理由としてはまさきに保護・保全活動が挙げられるが、1970年代から1990年代初めにおける雑木林の伐採—針葉樹植林による良好な生息環境の一時的な提供も大きく関与したと考えられる（伊藤、1988）。たとえば、1981年と1982年に石砂山の東斜面における針葉樹植林事業が行われた結果、寄主植物であるカントウカンアオイや成虫の吸蜜源であるタチツボスミレの生育が旺盛になり、ギフチョウの勢力増大の大きな要因になったであろう。石砂山の他の地域でも植林木の太さ（胸高直径ほぼ10-25 cm程度）から判断すると、ほぼ同時期あるいは1990年代初めにかけて行われた植林事業が多かったと推定される（もちろん一部には1970年代の植林地があるが）。つまり、天然記念物指定した1982年頃からはしばらくの期間（成長して植林地内が暗くなり、ギフチョウの生息環境として不適になるまで）は、ギフチョウにとって好適な生息環境が現れたわけである。石砂山各地でのこの時期の針葉樹植林事業が、ギフチョウの発生量の増加を促したのは確実であろう。

ところが、針葉樹植林地は木が成長すればするほど、あるいは枝打ちや下草刈を怠れば怠るほど、成虫の飛翔空間として適さなくなるばかりか、カントウカンアオイやタチツボスミレの生育も下火となってしまう、ギフチョウにとって不利な生息環境へと転じてしまう。しかし、1989年に発足した「ギフチョウを守る会」によってカントウカンアオイ生育地の下草刈などが行われ、また1996年以降は神奈川県環境部自然保護課（当時）を中心とする県・町や「しのばらギフチョウの会」などボランティアによってより積極的に環境整備が行われてきている（原、1996; 2003; 高桑、2000）。すなわち、ギフチョウにとって不適な植林地も増加してはいるが、より好適な生息地が増加し、保たれている状況が続いている。このため、ギフチョウの発生量が高いまま維持されていると見てよい。

発生量の増加は、1984年（あるいはそれ以降？）の他産地個体の放蝶によるという意見もある。それも増加の要因の1つであった可能性は否定できないが、ここでも問題なのは放蝶された量など条件がわからないことにある。良好な生息環境の出現と採集圧からの開放が増加の主因であるのは確実として、さらに放蝶による効果も加わっているのか、それとも在来個体群自身の内在的な変化もあったのかは、いま現在の知見では結論を出すことはできないだろう。

放蝶が意味するもの—「おわりに」に代えて—

今回の研究は、蝶愛好家による放蝶行為に端を発している。じつは、データを伴わない漠然とした放蝶が在来個体群にどのような形質的影響を与えたか、などという研究を行わざるを得ない状況自体が、真摯に自然史研究をめざす者にとってははなはだ迷惑なことである。その研究によってどのような結論が導き出されるかはともかく、根幹となるべき放蝶データも与えられないうえ、サンプリングされた時代が異なれば結論自体も異なる可能性が強いし、加えてそもそもは自然史に反する行為がもたらしたものだからである。言い換えれば、まともな自然史学がめざす研究分野とは思えない。

研究面による迷惑だけでないのはもちろんである。放蝶は、丹沢分布圏におけるギフチョウの自然発生個体群を後世に伝えようと努力している人たちへの背信行為であり、県民の財産自体を損なうものであり、生物多様性の喪失につながる移入種問題を引き起こすものである。それらは、ここにいまさら言うまでもない。

残念なことに、石砂山においては2001年と2002年にも飼育型とほぼ断定される個体いくつかが発見された（未発表; 原、2003）。このことは、蝶愛好家による飼育個体の放蝶（蛹の状態で？）が少なくとも2001年（かその前年）から2002年にかけてもあった事実を否定できない。筆者や県文化財保護担当者に最近も放蝶行為が行われていると指摘した蝶愛好家もいたから、なおさらのことである。いずれにしろ、今回は1998—2000年にサンプリングされた標本を基に考証されたものであるが、新たな放蝶以後にまたサンプリングしてみれば、（迷惑この上もないが）今回は多少とも異なった結果が得られる可能性があらう。それゆえに、放蝶の結果を解析したとしても、自然史研究分野からは科学とはどうてい思えないし、得られた解析結果を公表してもそれを論文とするには抵抗がある。

幸いにして、ボランティアや筆者らによる継続的な石砂山のギフチョウの形質調査の中では、2003年は飼育型と疑われる個体は発見されなかった。しかもここ2、3年の間は、生物多様性保全の視点に立っての、放蝶など移入種問題に対する世の中の批判と関心は著しいものがある。どのような個人的な理由があるにせよ、石砂山への放蝶行為はさまざまな問題を生ずること、それゆえに放蝶すべきでないことが理解していただけるようになってきたと信じている。

謝 辞

石砂山におけるギフチョウの保護・保全を行ってきた中で、筆者らはこれまでに大変に多くの方々を支えられてきた。今回の研究もその一環として位置づけられるが、ここではそれに直接お世話となった方々のお名前を記すに留めさせていただく。

調査・研究の協力：藤田 裕・原 聖樹・猪又敏男・伊藤正宏・苅部治紀・村松 繁・中村進一の各氏（アルファベット順）

検視標本の提供：原 聖樹・猪又敏男・中村進一・須田孫七・須田真一・菅井道雄（昆虫保存協会）・朝長政

昭の各氏（アルファベット順）

標本写真の提供：山口 茂氏

また、石砂山での調査の実施にあたっては矢口春美会長はじめ「しのばらギフチョウの会」の皆さんに、調査・採集許可にあたっては神奈川県緑政課・生涯学習文化財課ならびに藤野町教育委員会の各担当者に、本稿の図表作成にあたっては文教大学情報学部の佐野康男氏と筆者同僚の学芸員各位にお世話になった。以上の方々からのお礼を申し上げます。

文献

- 藤岡知夫, 1975. 日本産蝶類大図鑑. 11+137pls.+1-312. 講談社、東京.
- 藤岡知夫, 1986. ギフチョウの変異. 蝶研フィールド, **1**(1): 6-16.
- 原 聖樹, 1973. 成虫の行動を中心としたギフチョウの生活—成虫に関する話題あれこれ—. 昆虫と自然, **8**(3): 12-17.
- 原 聖樹, 1979. ギフチョウの自然史. 210pp. 築地書館、東京.
- 原 聖樹, 1996. 天然記念物石砂山のギフチョウは純潔を守るか. 追われる生きものたち—神奈川県レッドデータ調査が語るもの—, pp.94-96. 神奈川県立生命の星地球博物館.
- 原 聖樹, 2003. 石砂山のギフチョウと私・クローズアップされた放蝶問題に寄せて. TSUIISO, (1093): 1-16.
- 伊藤正宏, 1981. ギフチョウ. 神奈川県の注目すべき種類と地域. 神奈川県昆虫調査報告書, pp. 463-465. 神奈川県教育委員会.
- 伊藤正宏, 1988. 石砂山のギフチョウの保護策を考える. かながわの自然, (50): 10-14.
- 伊藤正宏・落合弘典, 1978. 神奈川県清川村宮ヶ瀬におけるギフチョウの衰退について（上）. かながわの自然, (33): 11-14.
- 伊藤正宏・落合弘典, 1979. 神奈川県清川村宮ヶ瀬におけるギフチョウの衰退について（下）. かながわの自然, (34): 3-5.
- 高桑正敏, 2000. ギフチョウ保全の立場から. 虫と自然, (3): 20-23.
- 渡辺康之, 1996. 第6章 変異. 渡辺康之編著、ギフチョウ, pp. 162-165. 北海道大学図書刊行会、札幌.
- 無名子, 1996. 神奈川のギフチョウは本当に自然系統か?. 相蝶NEWS, (122): 374.

(受付：2004年1月7日；受理：2004年1月15日.)

Appendix

表1. 検討に使用した標本とその評価 (標本No. は図1と対応)

標本No	雌雄	採集地	採集日	採集者	所有者	評価結果																				
						A		B																	C	
						a	a	b	b	c	d	e	f	g	h	i	j	a	b	c	d	e	f	g		
石砂山A																										
1	♂	藤野町石砂山	11. IV. 1998	高桑正敏	県立博物館	2	3	2	2	5	4	3	2	4	3	4	1	1	4	4	3	3	5			
2	♂	藤野町石砂山	11. IV. 1998	高桑正敏	県立博物館	2	2	3	2	5	4	2	3	4	2	3	1	2	5	2	3	5	4			
3	♂	藤野町石砂山	11. IV. 1998	高桑正敏	県立博物館	3	2	4	2	3	4	1	2	4	3	3	2	2	4	2	2	4	5			
4	♂	藤野町石砂山	11. IV. 1998	苅部治紀	県立博物館	2	4	1	3	5	5	1	4	4	2	4	1	1	4	2	2	3	4			
5	♂	藤野町石砂山	11. IV. 1998	高桑正敏	県立博物館	4	2	2	2	3	4	1	3	4	2	2	1	1	5	1	2	2	4			
6	♂	藤野町石砂山	11. IV. 1998	苅部治紀	県立博物館	2	3	2	3	2	5	1	2	4	3	3	1	1	5	3	3	4	2			
7	♂	藤野町石砂山	11. IV. 1998	苅部治紀	県立博物館	3	2	3	2	3	5	1	2	4	2	3	1	4	5	1	2	2	3			
8	♂	藤野町石砂山	11. IV. 1998	高桑正敏	県立博物館	3	3	3	3	3	4	2	2	4	2	3	3	1	5	2	2	3	2			
9	♂	藤野町石砂山	11. IV. 1998	高桑正敏	県立博物館	4	5	3	4	4	4	2	5	4	2	3	1	1	4	3	2	4	3			
25	♂	藤野町石砂山	14. IV. 1999	高桑正敏	県立博物館	3	3	3	3	3	4	1	2	4	1	3	1	1	3	2	3	5	3			
10	♂	藤野町石砂山	14. IV. 1999	高桑正敏	県立博物館	4	3	3	2	5	5	2	2	4	2	3	2	1	4	2	2	3	5			
11	♂	藤野町石砂山	14. IV. 1999	高桑正敏	県立博物館	2	2	2	2	3	4	2	1	3	4	5	3	3	5	2	3	3				
12	♂	藤野町石砂山	14. IV. 1999	高桑正敏	県立博物館	3	3	1	3	3	5	1	3	3	3	4	2	3	3	2	2	3	4			
13	♂	藤野町石砂山	14. IV. 1999	高桑正敏	県立博物館	1	2	2	3	4	4	2	3	1	3	1	1	4	2	2	3	2				
14	♂	藤野町石砂山	14. IV. 1999	高桑正敏	県立博物館	3	4	2	3	3	4	2	2	3	3	3	1	1	4	1	3	3	5			
15	♂	藤野町石砂山	14. IV. 1999	高桑正敏	県立博物館	2	2	2	2	2	3	2	2	4	2	4	2	1	5	1	2	3	2			
16	♂	藤野町石砂山	12. IV. 2000	高桑・苅部	県立博物館	4	2	1	3	3	4	2	3	4	3	4	1	1	5	3	5	4	3			
17	♂	藤野町石砂山	12. IV. 2000	高桑・苅部	県立博物館	2	2	1	2	4	3	3	4	4	2	3	1	1	4	2	3	4	3			
18	♂	藤野町石砂山	12. IV. 2000	高桑・苅部	県立博物館	2	3	1	2	4	4	2	3	4	3	4	1	1	3	1	3	4	3			
19	♂	藤野町石砂山	12. IV. 2000	高桑・苅部	県立博物館	2	1	2	2	4	4	2	3	4	4	4	2	1	4	2	3	4	3			
20	♂	藤野町石砂山	12. IV. 2000	高桑・苅部	県立博物館	4	1	1	2	3	4	2	5	4	2	3	2	3	3	3	3	4	3			
21	♂	藤野町石砂山	12. IV. 2000	高桑・苅部	県立博物館	2	2	3	2	4	4	3	3	4	3	2	1	5	3	4	3	3				
22	♂	藤野町石砂山	12. IV. 2000	高桑・苅部	県立博物館	3	3	2	2	4	4	1	3	4	3	4	1	1	5	2	4	4	4			
23	♂	藤野町石砂山	12. IV. 2000	高桑・苅部	県立博物館	2	5	1	3	5	4	2	4	4	2	3	1	1	4	2	2	5	3			
24	♂	藤野町石砂山	12. IV. 2000	高桑・苅部	県立博物館	3	2	2	2	2	4	1	3	4	3	3	2	1	4	2	3	4	2			
26	♀	藤野町石砂山	11. IV. 1998	苅部治紀	県立博物館	5	3	1	3	3	4	2	3	4	2	2	1	1	5	4	3	5	2			
27	♀	藤野町石砂山	14. IV. 1999	高桑正敏	県立博物館	4	3	2	3	5	4	2	2	3	2	3	2	4	3	1	1	4	3			
28	♀	藤野町石砂山	14. IV. 1999	高桑正敏	県立博物館	4	2	2	2	2	4	2	2	3	3	2	2	1	5	2	2	3	2			
29	♀	藤野町石砂山	14. IV. 1999	高桑正敏	県立博物館	4	2	2	3	3	4	2	1	3	3	3	2	2	5	2	2	3	5			
30	♀	藤野町石砂山	12. IV. 2000	高桑・苅部	県立博物館	4	3	1	2	4	4	2	3	4	4	3	2	1	5	2	3	4	2			
石砂山B																										
31	♂	藤野町石砂山	16. IV. 1976	朝長政昭	朝長政昭	2	2	1	3	2	3	3	5	3	2	4	1	1	3	1	3	3	3			
32	♂	藤野町石砂山	3. IV. 1977	朝長政昭	朝長政昭	1	2	1	3	2	4	1	5	3	1	5	2	2	3	1	2	4	3			
33	♂	藤野町石砂山	12. IV. 1982	朝長政昭	朝長政昭	2	3	2	3	5	5	2	2	4	2	3	1	1	4	1	2	2	3			
34	♂	藤野町石砂山	9. IV. 1969	原 聖樹	県立博物館	1	2	3	3	3	5	1	3	3	2	5	3	4	3	1	1	3	2			
35	♂	藤野町石砂山	9. IV. 1969	原 聖樹	県立博物館	1	3	3	3	2	5	2	4	4	2	4	2	1	3	1	1					
36	♂	藤野町石砂山	5. IV. 1966	猪又敏男	猪又敏男	2	2	3	2	5	4	2	3	4	2	3	1	1	1	1	1	3	3			
37	♂	藤野町石砂山	27. III. 1966	池田真澄	猪又敏男	2	2	2	3	5	4	2	3	4	1	4	2	2	4	1	2	4	2			
38	♂	藤野町石砂山	1. IV. 1967	井上 潔	猪又敏男	2	4	2	3	4	4	2	2	2	2	4	2	1	3	2	2	4	1			
39	♂	藤野町石砂山	5. IV. 1967	井上 潔	猪又敏男	2	4	4	3	5	5	1	2	3	2	4	3	3	1	2	3	2				
40	♂	藤野町石砂山	2. IV. 1968	井上 潔	猪又敏男	3	2	2	3	4	4	3	2	4	2	4	2	1	3	1	2	3	3			
41	♂	藤野町石砂山	13. IV. 1968	池田真澄	猪又敏男	3	3	2	3	3	5	1	3	4	3	4	2	3	2	1	2	3	3			
42	♂	藤野町石砂山	7. IV. 1967	松香健二郎	昆虫保存協会	3	2	3	2	2	4	2	3	4	2	4	1	1	1	1	2	3	1			
43	♂	藤野町石砂山	7. IV. 1967	松香健二郎	昆虫保存協会	2	3	3	3	5	4	2	3	3	3	4	3	2	2	1	2	3	3			
44	♂	藤野町石砂山	7. IV. 1967	松香健二郎	昆虫保存協会	2	3	2	3	5	4	3	3	3	3	3	3	1	2	1	2	3	3			
45	♂	藤野町石砂山	7. IV. 1967	松香健二郎	昆虫保存協会	2	4	2	3	4	4	1	3	3	2	4	2	3	3	1	2	3	3			
46	♀	藤野町石砂山	13. IV. 1968	池田真澄	猪又敏男	3	4	3	4	4	4	2	3	3	1	4	3	1	3	1	2	3	2			
47	♀	藤野町石砂山	14. IV. 1973	朝長政昭	朝長政昭	4	3	2	4	5	4	1	4	2	3	4	3	2	3	1	3					
丹沢分布圏																										
48	♂	八王子市高尾山	IV. 1963	須田孫七	須田孫七	2	3	3	3	5	4	2	1	3	3	4	2	5	2	1	1	3	4			
49	♂	八王子市高尾山	IV. 1963	須田孫七	須田孫七	2	1	3	2	4	5	2	1	4	5	4	3	4	5	3	3	3	3			
50	♂	八王子市高尾山	IV. 1963	須田孫七	須田孫七	4	3	2	4	2	4	3	3	3	3	3	1	3	1	1	3	3				
51	♂	八王子市高尾山	IV. 1963	須田孫七	須田孫七	2	4	3	3	5	4	2	2	4	2	4	2	3	4	1	2	3	3			
52	♂	八王子市高尾山	IV. 1963	須田孫七	須田孫七	3	2	4	2	4	3	2	3	5	2	4	3	4	2	1	2	3	3			
53	♂	八王子市高尾山	IV. 1963	須田孫七	須田孫七	2	3	3	3	5	4	1	4	2	1	4	2	3	2	2	2	3	2			
54	♂	八王子市高尾山	IV. 1963	須田孫七	須田孫七	4	2	3	2	5	4	1	2	4	2	3	4	2	3	4	1	2	3	3		
55	♂	八王子市高尾山	IV. 1963	須田孫七	須田孫七	4	4	2	4	4	4	2	3	4	2	4	2	1	4	2	1					

表1. (続き) 検討に使用した標本とその評価 (標本No. は図1 と対応)

標本No	雌雄	採集地	採集日	採集者	所有者	A														B														C													
						a	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g																	
56	♂	城山町城山	IV. 1958	君和田 昭	須田孫七	4	1	1	2	4	5	1	2	4	3	2	3	1	4	1	2	3	1																								
57	♂	城山町城山	IV. 1958	君和田 昭	須田孫七	4	4	3	3	5	4	2	5	3	1	3	3	4	3	1	1	3	2																								
58	♂	町田市七国峠	IV. 1962	須田孫七	須田孫七	1	2	2	2	4	4	2	3	3	2	5	3	2	3	1	2	2	2																								
59	♂	町田市七国峠	IV. 1962	須田孫七	須田孫七	3	5	3	3	4	4	1	3	2	2	4	2	4	3	1	1	3	3																								
60	♂	町田市七国峠	IV. 1962	須田孫七	須田孫七	3	2	2	2	4	5	2	1	4	5	4	3	3	5	1	1	3	3																								
61	♂	八王子市御殿峠	IV. 1962	須田孫七	須田孫七	2	3	2	2	4	4	1	1	4	3	4	3	3	5	1	1	3	3																								
62	♂	津久井町小倉山	4. IV. 1961	笠原須磨生	中村進一	3	3	2	2	3	4	3	2	4	2	3	2	3	5	1	3	3	3																								
63	♂	津久井町小倉山	3. IV. 1962	不詳	県立博物館	2	3	3	3	5	5	1	3	4	2	4	2	1	3	1	2	4	2																								
64	♂	津久井町小倉山	3. IV. 1962	不詳	県立博物館	1	2	1	2	3	5	2	1	4	3	4	2	3	5	1	1	5	2																								
65	♂	津久井町小倉山	3. IV. 1962	不詳	県立博物館	1	4	3	4	5	5	1	2	3	3	3	2	1	3	1	2	4	2																								
66	♂	津久井町小倉山	3. IV. 1962	不詳	県立博物館	3	2	2	3	4	5	2	1	4	3	4	2	1	5	2	3	2	3																								
67	♂	津久井町小倉山	3. IV. 1962	不詳	県立博物館	1	3	3	2	3	4	2	3	4	2	4	3	4	3	1	1	3	2																								
68	♂	東丹沢	1965頃	六浦中学生	中村進一	1	5	1	4	3	5	2	4	3	1	5	2	1	4	1	2	4	3																								
69	♂	愛川町	5. IV. 1964	小寺龍之助	県立博物館	1	4	2	4	4	5	1	3	4	2	5	1	1	3	2	3	3	2																								
70	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	2	4	3	3	4	5	2	2	4	3	4	1	1	3	1	1	4	2																								
71	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	1	5	3	3	5	5	1	4	3	1	5	3	5	3	1	1	3	3																								
72	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	3	2	2	3	4	4	3	3	3	3	5	2	1	4	1	2	3	3																								
73	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	1	3	1	3	3	3	1	3	4	2	4	1	1	4	1	2	3	3																								
74	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	1	1	3	2	4	5	1	1	4	4	4	3	3	5	1	2	2	3																								
75	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	2	3	2	4	4	4	2	3	1	2	4	2	2	3	1	2	3	3																								
76	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	4	4	1	3	4	2	2	3	4	2	5	2	1	2	2	2	4	3																								
77	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	3	3	4	3	4	4	2	3	4	3	4	1	1	3	2	3	3	1																								
78	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	2	3	1	3	3	4	2	2	4	2	4	2	3	2	1	2	—	—																								
79	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	3	3	1	3	3	4	3	4	4	2	3	1	4	4	2	1	3	1																								
80	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	3	3	2	3	3	4	2	3	4	2	5	3	3	3	1	2	3	3																								
81	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	2	5	3	4	4	5	1	3	4	2	5	1	2	3	1	1	—	2																								
82	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	3	5	2	4	4	5	1	3	4	1	4	1	1	4	1	1	3	3																								
83	♂	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	齊藤 実	県立博物館	4	3	3	3	4	4	2	3	3	2	4	2	4	4	2	2	4	2																								
84	♂	愛川町三増	5. IV. 1958	M. Harada	県立博物館	1	3	1	3	4	5	2	1	4	3	5	3	2	4	1	2	3	3																								
85	♂	愛川町三増	5. IV. 1958	M. Harada	県立博物館	2	3	4	2	4	4	2	4	3	2	4	2	2	3	1	2	3	2																								
86	♂	愛川町三増	5. IV. 1958	M. Harada	県立博物館	2	2	3	2	3	4	1	2	3	3	5	1	1	2	2	2	3	3																								
87	♂	愛川町三増	5. IV. 1958	M. Harada	県立博物館	2	2	3	2	4	5	3	3	3	2	4	3	3	3	1	1	2	3																								
88	♂	愛川町三増	5. IV. 1958	M. Harada	県立博物館	1	2	2	3	4	5	1	1	4	3	4	2	4	5	1	2	3	4																								
89	♂	愛川町三増峠	12. IV. 1965	北條篤史	県立博物館	3	2	3	2	4	4	1	3	4	2	4	2	3	3	1	2	3	2																								
90	♂	愛川町高取山	5. IV. 1987	不詳	県立博物館	2	4	2	3	5	4	2	3	4	2	4	2	4	4	1	3	3	3																								
91	♂	愛川町天狗松	6. IV. 1958	福田 彰	県立博物館	2	3	2	3	4	4	2	2	4	2	3	3	3	3	1	2	4	1																								
92	♂	愛川町天狗松	6. IV. 1958	梅田 彰	須田孫七	3	4	3	4	3	4	2	4	3	2	4	2	2	3	2	2	4	1																								
93	♂	愛川町天狗松	データなし	梅田 彰	須田孫七	3	3	2	3	4	4	2	2	4	2	4	2	2	2	1	3	3	2																								
94	♂	愛川町天狗松	4. IV. 1961	梅田 彰	須田孫七	2	4	2	4	4	4	2	5	4	2	4	3	2	3	1	2	3	1																								
95	♂	愛川町天狗松	データなし	梅田 彰	須田孫七	3	2	3	3	4	4	2	2	4	3	4	2	1	4	2	1	4	2																								
96	♂	愛川町天狗松	6. IV. 1958	梅田 彰	須田孫七	2	3	4	3	4	4	3	3	5	2	4	3	3	4	2	1	2	2																								
97	♂	愛川町天狗松	4. IV. 1961	梅田 彰	須田孫七	2	4	2	3	2	5	2	3	2	1	4	3	2	3	1	2	2	1																								
98	♂	愛川町天狗松	4. IV. 1961	梅田 彰	須田孫七	3	3	2	2	3	4	2	3	4	2	4	2	2	3	2	1	4	3																								
99	♂	愛川町天狗松	4. IV. 1961	梅田 彰	須田孫七	1	2	4	3	4	4	2	2	3	2	4	2	1	3	1	2	3	2																								
100	♂	愛川町天狗松	6. IV. 1958	梅田 彰	須田孫七	3	2	3	5	4	5	1	2	4	4	4	3	2	4	1	2	3	2																								
101	♂	愛川町中津溪谷	1. IV. 1967	中村進一	中村進一	3	3	3	3	5	5	1	2	4	3	4	3	2	3	1	2	4	3																								
102	♂	愛川町中津溪谷	16. IV. 1957	中谷	県立博物館	3	3	2	3	5	4	2	2	4	2	4	1	1	3	2	2	3	2																								
103	♂	愛川町中津溪谷	10. IV. 1959	中谷	県立博物館	1	3	4	4	3	4	3	3	5	2	4	2	1	3	3	3	4	3																								
104	♂	愛川町中津溪谷	10. IV. 1959	中谷	県立博物館	2	3	4	2	5	4	1	2	4	2	4	2	4	1	1	1	3	3																								
105	♂	愛川町八菅山	30. III. 1956	不詳	中村進一	1	2	2	2	5	4	1	5	3	2	4	1	1	3	1	2	4	4																								
106	♂	愛川町八菅山	3. IV. 1943	代田	県立博物館	1	3	2	3	4	5	2	2	4	3	5	1	1	3	1	2	3	4																								
107	♂	愛川町八菅山	3. IV. 1943	代田	県立博物館	2	3	2	3	5	5	2	2	4	1	3	3	3	5	1	2	4	2																								
108	♂	愛川町八菅山	3. IV. 1943	代田	県立博物館	2	4	2	3	3	4	1	2	4	2	5	3	2	2	1	1	4	2																								
109	♂	愛川町八菅山	3. IV. 1943	代田	県立博物館	2	3	3	2	5	4	2	3	3	2	4	2	3	2	1	2	3	3																								
110	♂	愛川町仏果山	13. IV. 1963	不詳	昆虫保存協会	2	1	2	2	3	4	2	1	4	4	4	3	1	4	1	2	3	3																								
111	♂	愛川町仏果山	11. IV. 1971	不詳	昆虫保存協会	4	2	4	3	4	5	2	1	4	4	4	3	2	5	1	1	3	3																								
112	♂	清川村宮ヶ瀬	2. IV. 1968	中村進一	中村進一	3	5	4	4	5	5	2	3	3	2	3	2	2	2	1	2	4	4																								
113	♂	清川村宮ヶ瀬	7. IV. 1957	梅田 彰	須田孫七	2	2	3	3	1	3	2	3	2	2	5	3	4	3	1	1	3	2																								
114	♂	清川村宮ヶ瀬	7. IV. 1957	梅田 彰	須田孫七	2	2	2	4	4	5	2	2	3	3	4	3	1	3	1	2	3	3																								

表1. (続き) 検討に使用した標本とその評価 (標本No. は図1 と対応)

標本No	雌雄	採集地	採集日	採集者	所有者	A														C							
						a	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	a	b	c	d	e	f	g				
115	♂	清川村宮ヶ瀬	7. IV. 1957	梅田 彰	須田孫七	4	3	2	2	3	4	1	2	3	2	4	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	
116	♂	清川村宮ヶ瀬	7. IV. 1957	梅田 彰	須田孫七	3	1	3	2	5	4	1	2	3	3	4	2	3	1	1	1	3	2	1	1	3	2
117	♂	厚木市相模白山	31. III. 1960	梅田 彰	須田孫七	2	3	2	3	5	4	2	3	3	1	4	1	2	1	2	1	3	2	1	1	3	2
118	♂	厚木市相模白山	31. III. 1960	梅田 彰	須田孫七	3	2	2	3	3	4	2	2	4	3	3	3	5	3	1	1	2	3	1	1	2	3
119	♂	厚木市相模白山	5. IV. 1953	H. Ohno	須田孫七	3	5	2	3	3	5	2	3	4	2	4	1	1	3	1	2						
120	♂	厚木市相模白山	31. III. 1960	梅田 彰	須田孫七	3	3	2	3	4	4	2	2	4	3	5	2	2	2	2	2	2	2	3	1		
121	♂	厚木市相模白山	14. IV. 1957	須田孫七	須田孫七	3	3	2	2	3	4	2	2	3	3	5	2	1	2	1	2	4	3				
122	♂	伊勢原市大山	5. IV. 1958	君和田 昭	須田孫七	2	4	3	4	4	1	3	4	2	4	1	1	3	2	2	2	4	3				
123	♂	伊勢原市大山	5. IV. 1958	君和田 昭	須田孫七	3	2	2	2	4	5	2	1	4	4	4	2	2	4	2	2	4	3				
124	♂	伊勢原市大山	5. IV. 1958	君和田 昭	須田孫七	2	2	3	1	5	4	2	1	4	4	3	2	3	5	2	2	4	2				
125	♂	秦野市三角山	7. IV. 1957	須田孫七	須田孫七	3	3	2	2	4	5	2	3	3	2	4	3	3	3	1	2	4	2				
126	♂	秦野市三角山	7. IV. 1957	須田孫七	須田孫七	1	3	2	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	1	2	3	2				
127	♂	秦野市ヤビツ峠	6. IV. 1960	平野幸彦	県立博物館	1	2	3	2	5	5	1	3	2	2	4	2	4	2	1	3	3	3				
128	♂	秦野市ヤビツ峠	6. IV. 1960	平野幸彦	県立博物館	3	2	3	3	5	4	1	3	3	2	4	2	3	3	2	2	4	2				
129	♀	八王子市高尾山	IV. 1963	須田孫七	須田孫七	4	2	1	4	5	4	2	3	3	2	3	3	2	1	2	2	3	3				
130	♀	町田市七国峠	IV. 1962	須田孫七	須田孫七	4	3	3	3	4	4	2	3	3	2	4	2	1	4	1	1						
131	♀	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	斉藤 実	県立博物館	1	5	3	5	5	4	2	3	1	1	5	2	1	1	1	1	3	5				
132	♀	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	斉藤 実	県立博物館	3	4	2	4	3	4	1	3	1	3	5	2	1	1	1	2	—	4				
133	♀	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	斉藤 実	県立博物館	3	2	3	2	5	5	2	2	4	3	4	4	3	5	1	2	3	2				
134	♀	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	斉藤 実	県立博物館	3	5	3	5	4	4	3	4	2	1	5	1	1	1	1	2	3	4				
135	♀	愛川町上三増峠	5. IV. 1941	斉藤 実	県立博物館	4	3	3	3	5	5	1	2	3	2	4	4	5	3	1	1	—	3				
136	♀	愛川町天狗松	4. IV. 1961	梅田 彰	須田孫七	4	3	3	3	5	4	2	2	2	5	4	4	3	2	2	2	5	4				
137	♀	愛川町中津溪谷	1. IV. 1967	中村進一	中村進一	3	3	1	3	5	4	2	3	1	3	5	3	2	2	1	2	3	3				
138	♀	愛川町中津溪谷	19. IV. 1957	中谷	県立博物館	4	2	2	4	3	3	2	4	3	2	4	4	5	3	1	2	3	3				
139	♀	愛川町半原	6. IV. 1960	小寺龍之助	県立博物館	3	4	3	4	3	3	2	4	2	2	4	3	3	2	2	2	3	3				
140	♀	伊勢原市大山	5. IV. 1958	君和田 昭	須田孫七	3	3	2	3	3	4	1	4	1	2	3	3	1	3	3	3	5	2				
富士川流域産																											
141	♂	芝川町石神峠	15. IV. 1976	伊藤正宏	伊藤正宏	4	2	1	1	3	5	2	2	5	3	3	3	2	5	1	1	4	3				
142	♂	身延町甲斐大島	11. IV. 1989	T. Togawa	猪又敏男	4	2	5	2	4	4	3	2	5	2	2	2	1	3	4	2	2	3				
143	♂	身延町岱	14. IV. 1991	猪又敏男	猪又敏男	3	2	4	2	5	5	1	3	4	3	1	3	4	2	3	3	4	4				
144	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	4	2	4	2	2	4	3	3	4	4	1	3	5	2	3	2	4	3				
145	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	1	2	3	2	5	5	2	2	3	4	3	3	3	2	1	2	5	4				
146	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	3	2	2	3	4	3	2	4	4	2	3	5	2	2	2	2	5	3				
147	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	2	1	3	2	5	5	3	1	4	5	2	3	2	2	4	2	3	4				
148	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	4	3	5	3	4	5	3	2	4	4	2	3	4	2	2	2	5	2				
149	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	4	2	4	2	4	5	3	1	4	4	1	2	2	3	3	2	3	4				
150	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	5	2	4	2	4	4	2	2	3	4	2	3	4	2	2	2	4	2				
151	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	4	2	2	2	4	4	2	2	4	4	2	4	5	3	3	3	4	3				
152	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	4	2	4	2	4	5	1	1	4	4	2	3	5	2	2	2	3	3				
153	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	4	1	3	2	4	5	2	1	4	5	2	1	1	1	1	2	5	2				
154	♂	身延町塩之沢	11. IV. 1994	猪又敏男	猪又敏男	4	2	3	2	3	4	3	2	3	4	1	4	3	1	1	1	4	3				
155	♂	身延町桜井	15. IV. 1993	猪又敏男	猪又敏男	3	1	2	2	5	4	2	2	4	5	2	4	5	2	1	2	4	2				
156	♂	身延町塩之沢	6. IV. 1993	猪又敏男	猪又敏男	4	3	5	2	5	4	3	2	5	4	2	3	4	2	2	2	3	4				
157	♂	身延町桜井	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	2	2	3	2	5	5	2	1	4	4	3	2	1	3	2	2	4	3				
158	♂	身延町塩之沢	6. IV. 1993	猪又敏男	猪又敏男	5	2	3	2	3	4	3	2	4	5	2	3	5	2	1	3	3	3				
159	♂	身延町桜井	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	3	3	4	2	5	4	3	2	4	3	3	3	4	3	1	2	3	2				
160	♂	身延町桜井	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	4	3	5	3	5	4	2	3	4	3	2	3	2	3	1	2	3	3				
161	♂	身延町桜井	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	4	3	5	3	5	4	2	3	4	3	3	3	5	2	2	2	4	3				
162	♂	身延町桜井	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	3	2	4	2	5	4	2	2	4	4	3	3	2	1	2	4	3					
163	♂	身延町塩之沢	3. IV. 1993	猪又敏男	猪又敏男	4	2	5	2	5	4	2	2	4	3	3	3	4	3	1	2	3	3				
164	♂	身延町塩之沢	3. IV. 1993	猪又敏男	猪又敏男	4	3	4	3	5	5	1	3	4	3	2	3	5	2	2	2	4	3				
165	♂	身延町桜井	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	4	2	3	2	5	5	1	2	4	5	2	3	4	3	2	3	4	3				
166	♂	身延町塩之沢	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	3	3	4	3	5	4	2	1	4	5	3	3	3	2	1	2	3	3				
167	♂	身延町塩之沢	5. IV. 1993	猪又敏男	猪又敏男	2	3	5	2	5	4	4	3	4	2	3	3	5	3	3	2	3	4				
168	♂	身延町塩之沢	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	3	2	2	2	5	4	2	2	4	4	2	2	3	2	2	2	4	2				
169	♂	身延町塩之沢	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	4	2	1	2	4	4	3	1	4	4	1	3	5	2	1	2	4	3				
170	♂	身延町桜井	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	3	1	3	2	5	4	2	2	5	5	2	4	3	3	1	2	4	3				
171	♂	身延町塩之沢	3. IV. 1992	猪又敏男	猪又敏男	3	2	4	2	3	5	2	2	3	4	2	3	4	1	2	1	4	3				
172	♀	芝川町沼久保	29. III. 1966	Suzuki	伊藤正宏	5	2	1	4	2	4	3	3	2	3	3	2	1	2	4	2	4	4				

表1. (続き) 検討に使用した標本とその評価 (標本No. は図1 と対応)

標本No	雌雄	採集地	採集日	採集者	所有者	A										B										C									
						a	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	a	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	a	b	c	d	e	f	g	
173	♀	芝川町石神峠	15. IV. 1976	伊藤正宏	伊藤正宏	5	2	2	3	5	4	3	2	4	4	2	4	1	5	1	3	4	3												
174	♀	芝川町石神峠	11. IV. 1976	伊藤正宏	伊藤正宏	5	4	2	5	5	5	3	2	4	3	2	5	5	3	5	4	5	5												
175	♀	清水市	9. IV. 1975	不詳	伊藤正宏	4	2	2	3	5	4	2	1	4	3	1	4	1	3	3	2	4	3												
176	♀	塩沢町大峠	12. IV. 1974	中村進一	中村進一	5	4	2	4	4	5	1	2	3	4	1	4	5	3	4	4	3	4												
日本海側産																																			
177	♂	平林森林公園	24. IV. 1978	M. Baba	県立博物館	3	2	1	3	4	5	3	5	4	2	4	1	1	3	3	4	3	3												
178	♂	平林森林公園	24. IV. 1978	M. Baba	県立博物館	2	2	2	3	3	4	2	3	4	2	4	4	2	3	1	5	2	4												
179	♂	平林森林公園	24. IV. 1978	M. Baba	県立博物館	3	1	2	2	4	2	5	1	4	3	4	1	1	2	1	4	3	4												
180	♂	弥彦山	11. IV. 1963	不詳	県立博物館	1	2	1	2	3	4	3	5	4	1	4	4	1	4	4	4	5	5												
181	♂	弥彦山	11. IV. 1963	不詳	県立博物館	3	4	1	4	2	3	3	3	3	2	4	2	1	2	1	4	4	3												
182	♂	枝折峠	17. V. 1998	藤田 宏	中村進一	3	2	2	3	2	4	2	3	5	2	5	2	1	2	2	2	3	3												
183	♂	黒岩山	15. V. 1970	A. Ohya	猪又敏男	1	2	1	3	4	4	3	5	4	2	5	3	2	3	3	4	3	3												
184	♂	上越市青田難波山	28. IV. 1990	猪又敏男	猪又敏男	4	1	1	2	2	2	4	4	5	2	3	2	1	5	3	4	3	4												
185	♂	糸魚川市小滝	3. V. 1974	上原常義	猪又敏男	4	4	1	3	2	4	2	4	5	1	3	2	1	4	1	2	3	3												
186	♂	糸魚川市小滝	3. V. 1974	上原常義	猪又敏男	1	3	3	3	5	4	2	2	4	3	4	1	1	3	5	3	4	1												
187	♂	糸魚川市菅沼	27. IV. 1990	猪又敏男	猪又敏男	3	1	1	2	1	4	2	3	4	1	3	2	1	4	1	4	3	2												
188	♂	糸魚川市菅沼	27. IV. 1990	猪又敏男	猪又敏男	1	2	1	2	2	4	3	3	4	3	2	2	4	3	3	3	2	2												
189	♂	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	4	2	1	4	3	2	3	2	4	3	2	3	3	4	5	4	3	1												
190	♂	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	3	2	1	3	3	4	3	2	4	3	4	3	2	5	4	5	1	2												
191	♂	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	2	3	4	2	2	4	2	2	4	4	4	2	1	2	2	4	4	2												
192	♂	糸魚川市菅沼	27. IV. 1990	猪又敏男	猪又敏男	4	3	2	3	5	5	3	4	3	2	3	2	1	3	1	4	4	5												
193	♂	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	3	3	1	3	1	4	2	5	4	2	4	2	1	3	5	2	3	4												
194	♂	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	3	4	1	3	1	3	2	3	4	2	3	2	1	2	1	3	3	3												
195	♂	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	4	2	3	2	4	4	2	2	4	5	4	3	3	2	2	2	4	2												
196	♂	糸魚川市菅沼	27. IV. 1990	猪又敏男	猪又敏男	3	4	1	3	4	4	2	2	4	3	5	3	2	5	2	3	2	3												
197	♂	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	4	2	1	3	3	5	3	3	4	3	2	3	3	4	1	3	3	2												
198	♂	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	3	4	1	4	4	4	3	3	4	3	4	2	1	3	2	3	3	2												
199	♂	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	4	2	2	3	5	4	3	3	4	2	3	2	1	4	3	5	2	3												
200	♂	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	3	2	3	3	4	4	3	3	4	2	3	3	5	5	1	5	2	2												
201	♂	岩船郡山北町今川	16. IV. 1994	T. Fujita	猪又敏男	2	3	1	3	4	4	3	2	4	3	4	2	1	4	3	4	3	4												
202	♂	南蒲原郡護摩堂山	9. IV. 1985	T. Fujita	猪又敏男	1	3	1	4	3	4	3	5	4	1	3	3	1	4	3	4	4	2												
203	♂	南蒲原郡護摩堂山	9. IV. 1985	T. Fujita	猪又敏男	4	4	1	3	3	4	3	4	5	2	3	1	1	4	1	4	3	3												
204	♂	南蒲原郡護摩堂山	9. IV. 1985	T. Fujita	猪又敏男	2	2	1	3	5	4	3	2	4	2	3	3	2	2	2	4	4	4												
205	♀	長野県小谷村大綱	2. V. 1974	上原常義	猪又敏男	4	3	1	5	2	4	3	3	2	3	4	3	2	5	2	3	3	4												
206	♀	糸魚川市山本	27. IV. 1990	猪又敏男	猪又敏男	4	4	2	4	1	4	3	2	1	4	3	2	1	5	3	4	3	3												
207	♀	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	5	3	1	4	1	3	2	3	2	2	4	2	1	4	4	3	4	3												
208	♀	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	5	3	1	2	3	2	3	1	2	4	3	3	2	2	2	3	3	4												
209	♀	糸魚川市虫川	21. IV. 1987	山口 茂	猪又敏男	5	3	1	4	2	4	2	2	3	3	4	2	1	3	2	4	2	3												
210	♀	上越市青田難波山	28. IV. 1990	猪又敏男	猪又敏男	4	1	1	3	1	1	3	2	4	2	3	2	1	5	5	3	3	3												
211	♀	岩船郡山北町今川	16. IV. 1994	T. Fujita	猪又敏男	4	4	4	5	5	4	2	5	3	2	4	4	1	3	3	4	3	3												
212	♀	岩船郡山北町今川	16. IV. 1994	T. Fujita	猪又敏男	4	2	1	4	1	3	2	4	2	3	3	1	1	3	2	3	3	3												

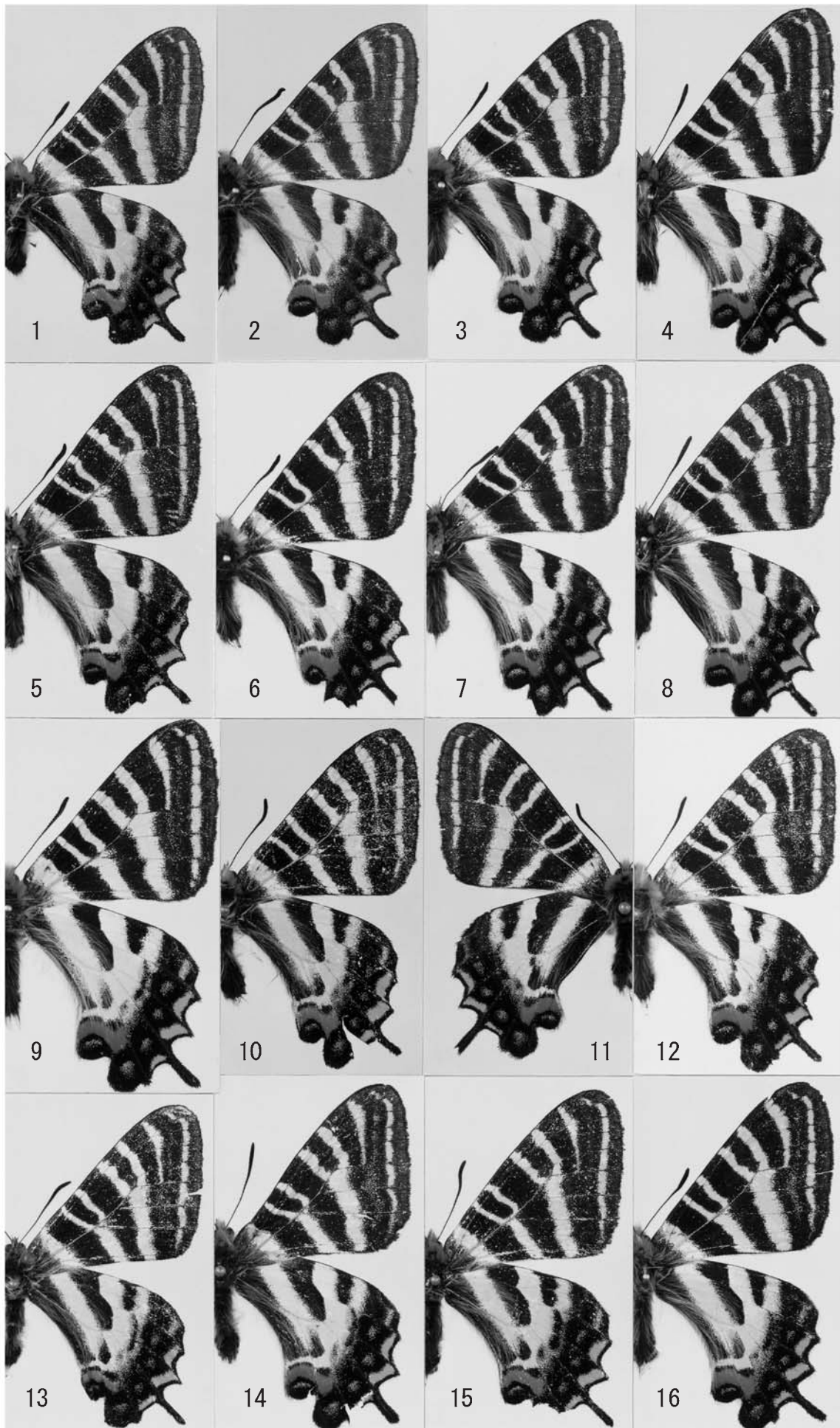


図1-1. 検討に使用した標本 (数字は図1の標本No. と対応)

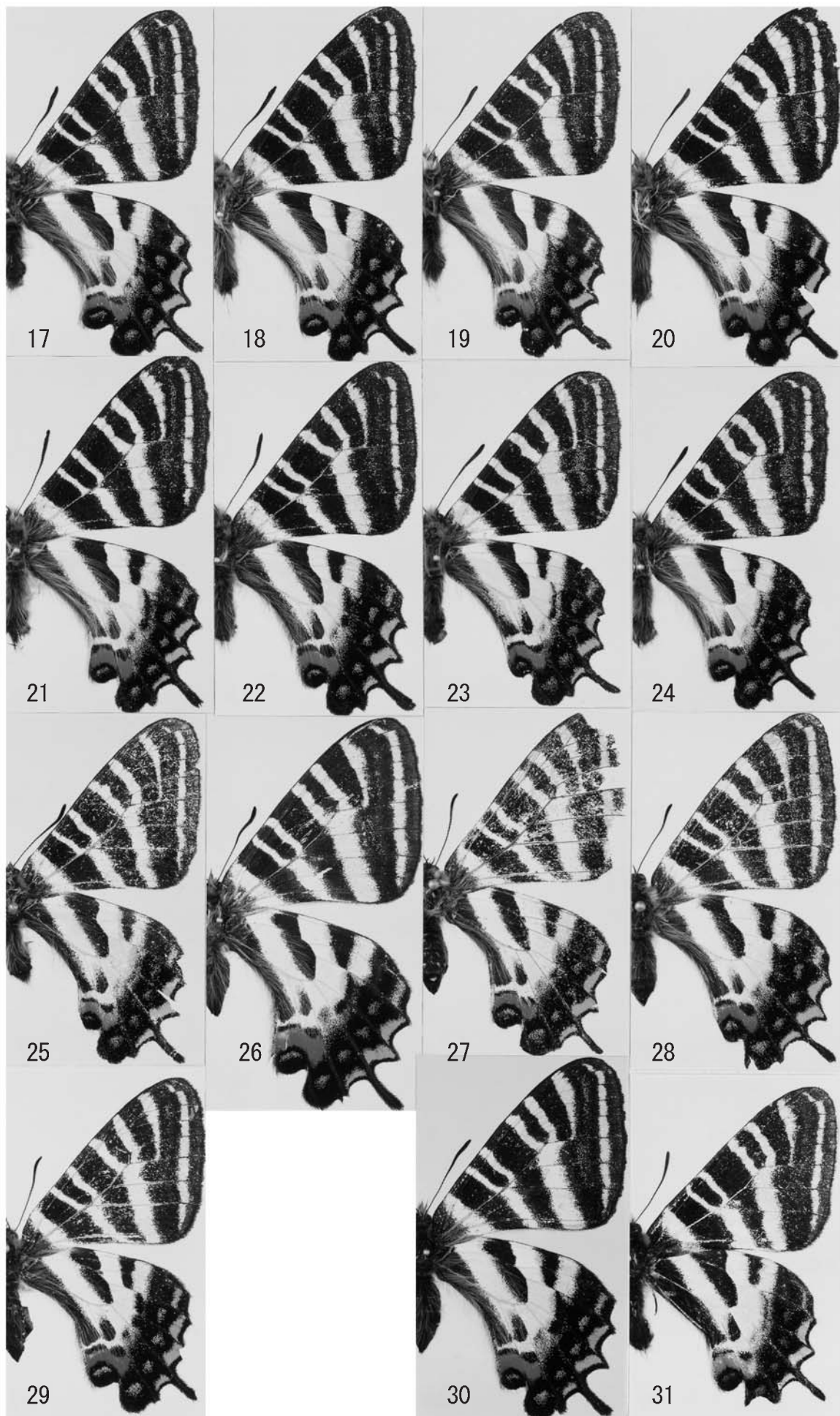


図1-2. 検討に使用した標本（数字は図1の標本No. と対応）

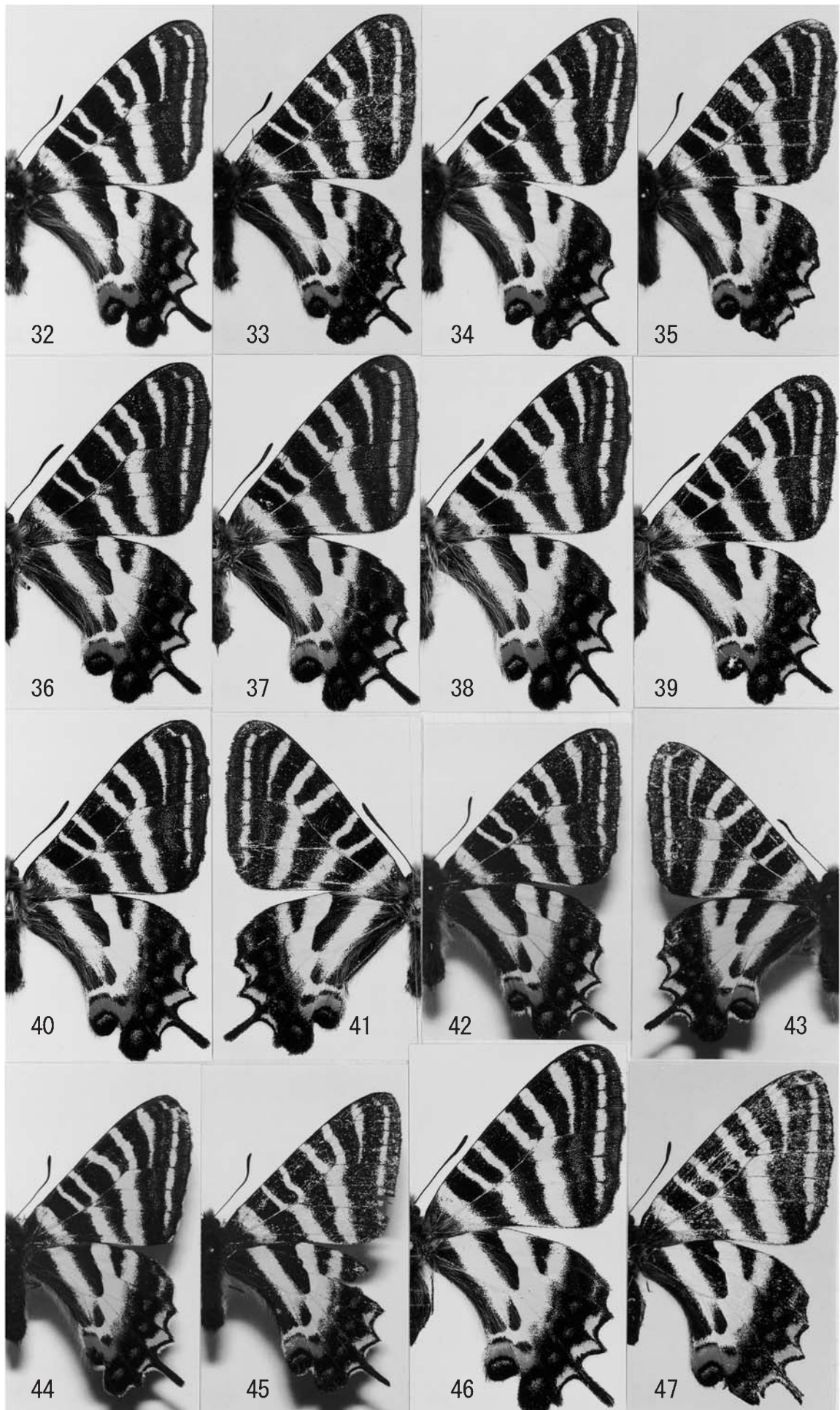


図1-3. 検討に使用した標本 (数字は図1の標本No. と対応)

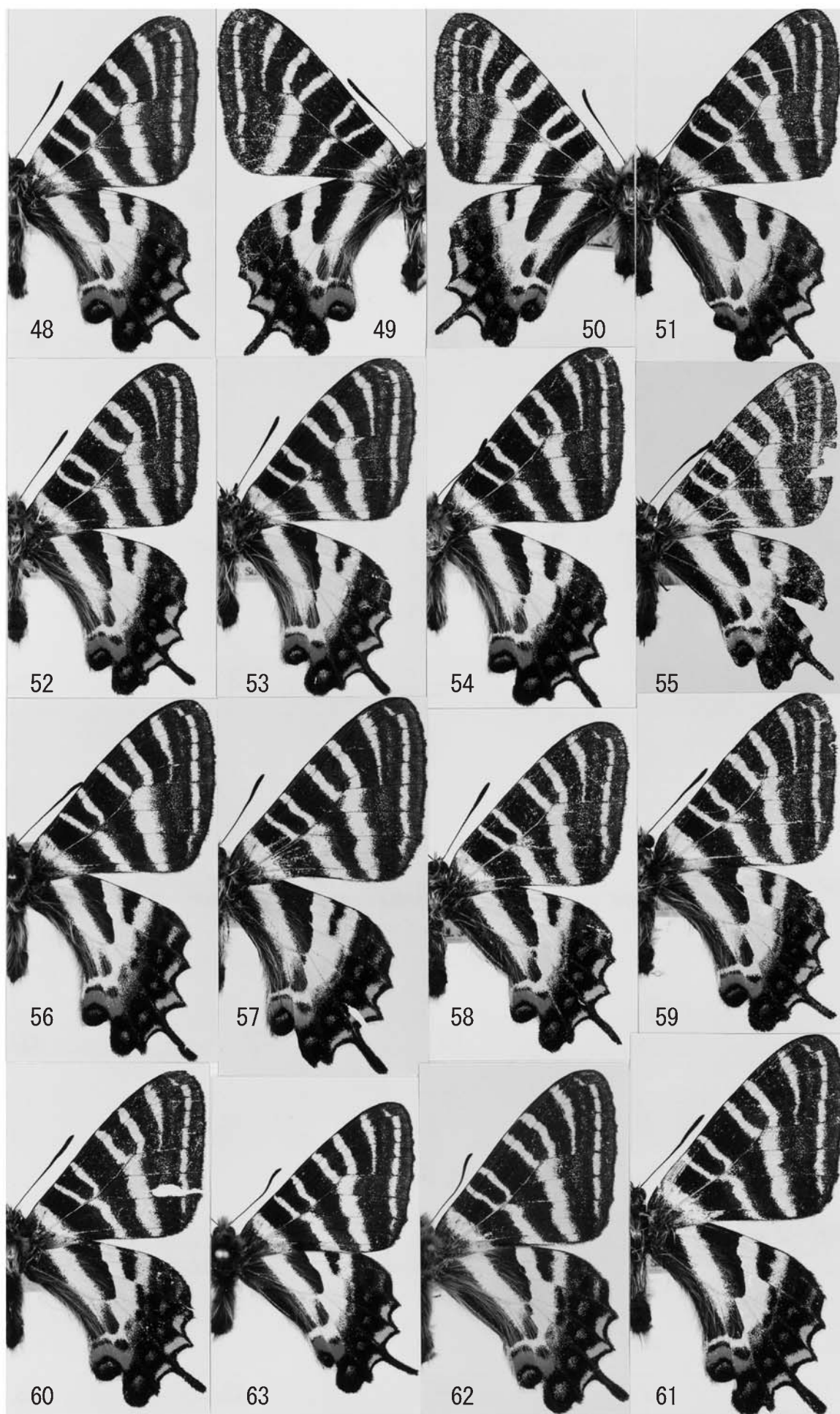


図1-4. 検討に使用した標本 (数字は図1の標本No. と対応)

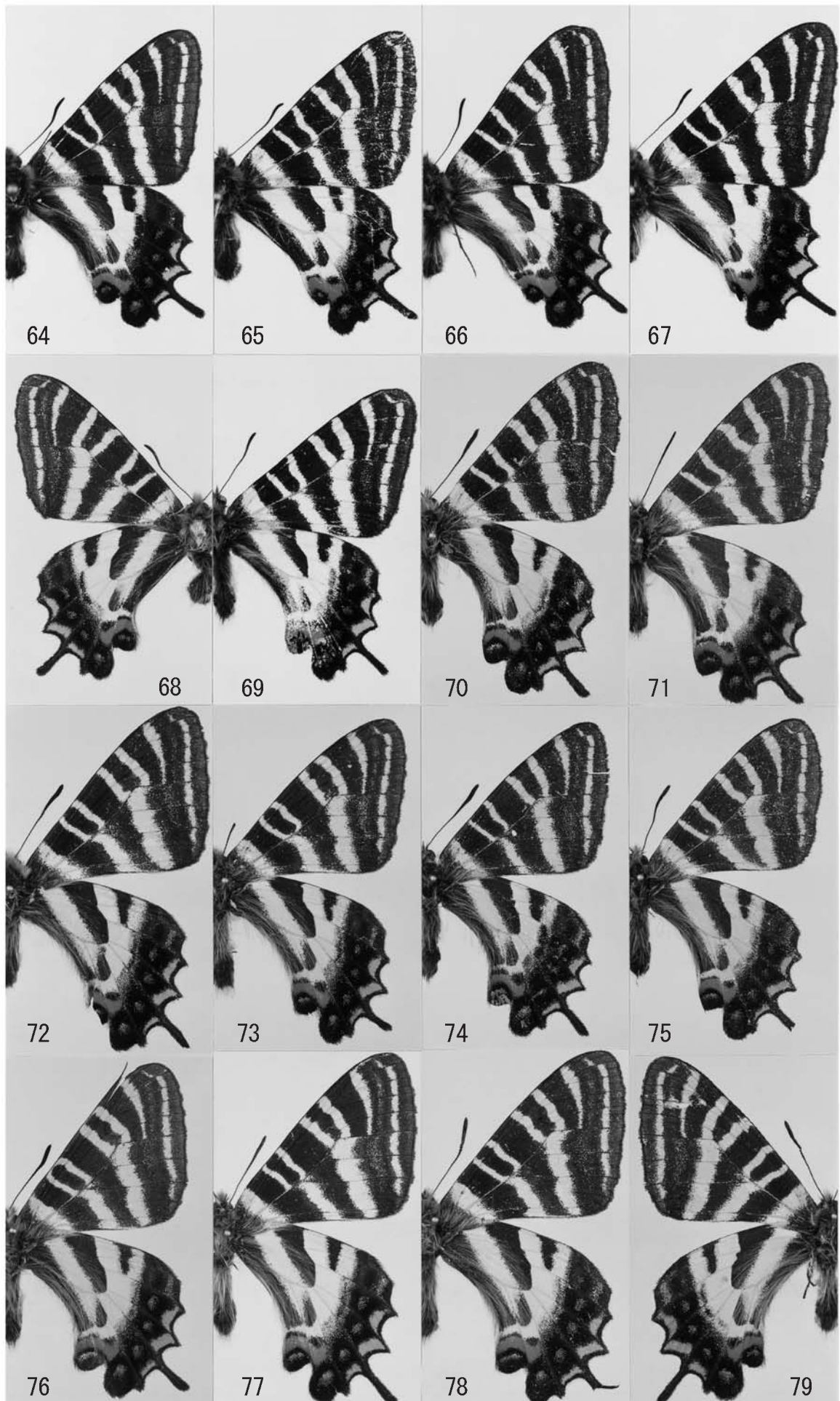


図1-5. 検討に使用した標本 (数字は図1の標本No. と対応)

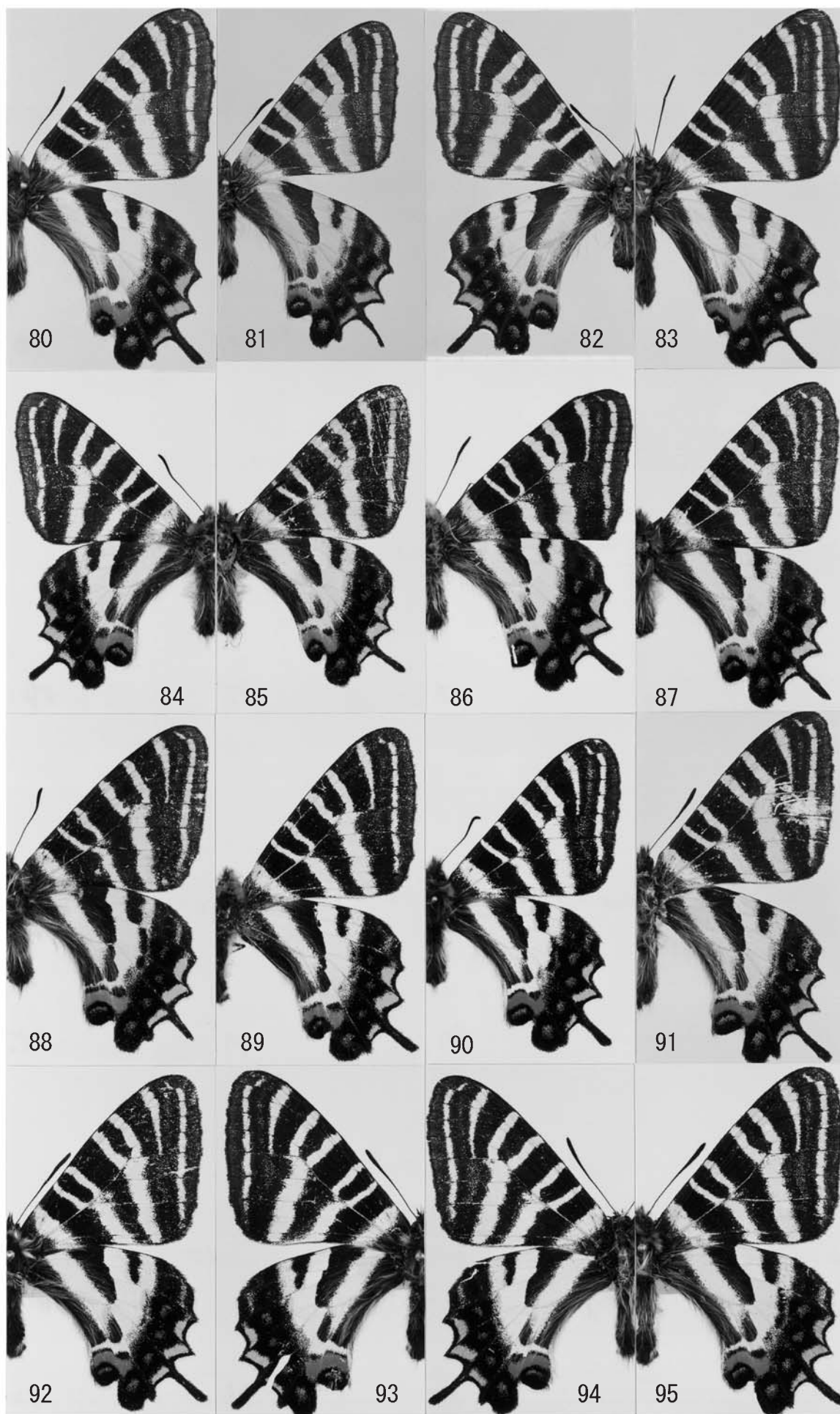


図1-6. 検討に使用した標本 (数字は図1の標本No. と対応)

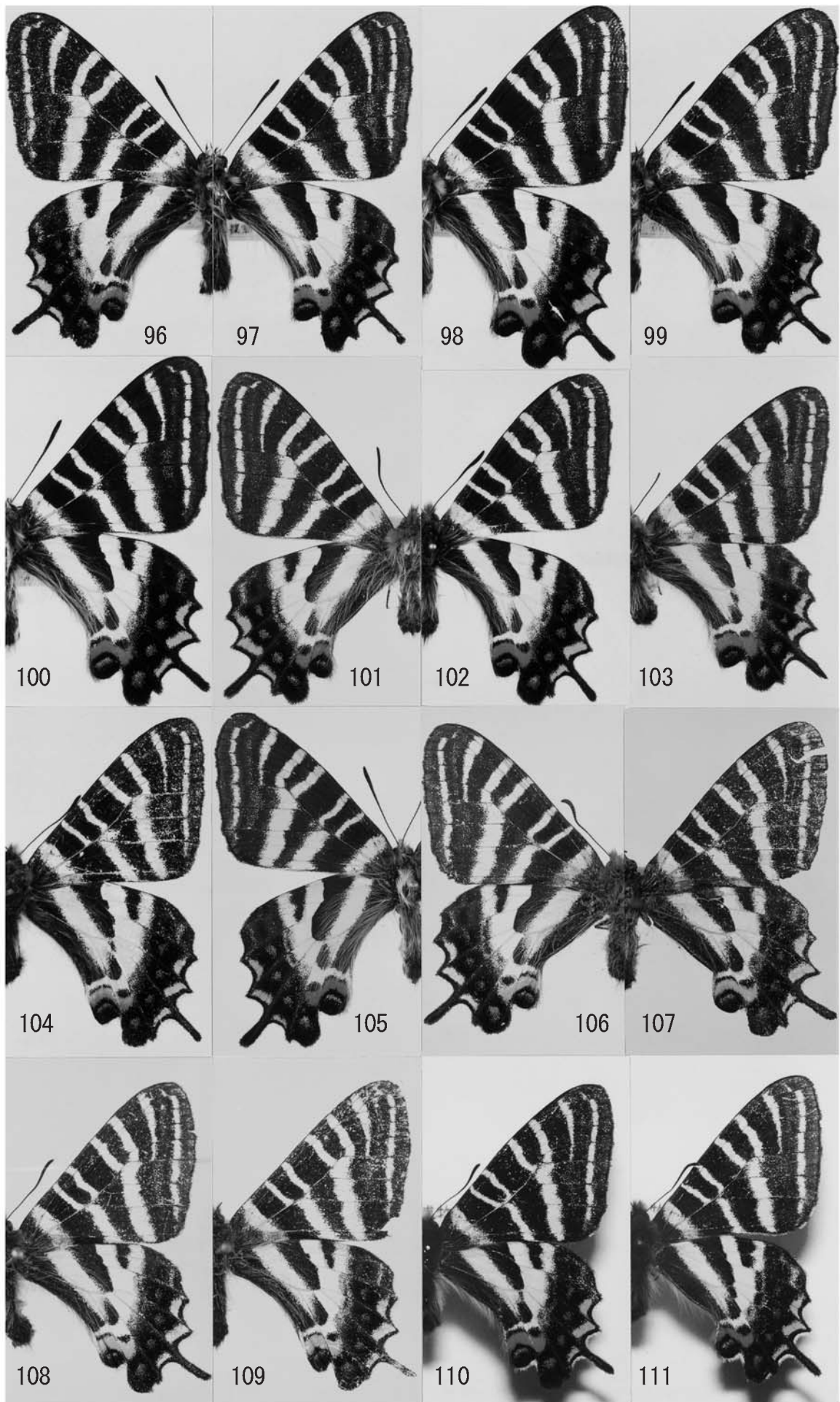


図1-7. 検討に使用した標本（数字は図1の標本No. と対応）

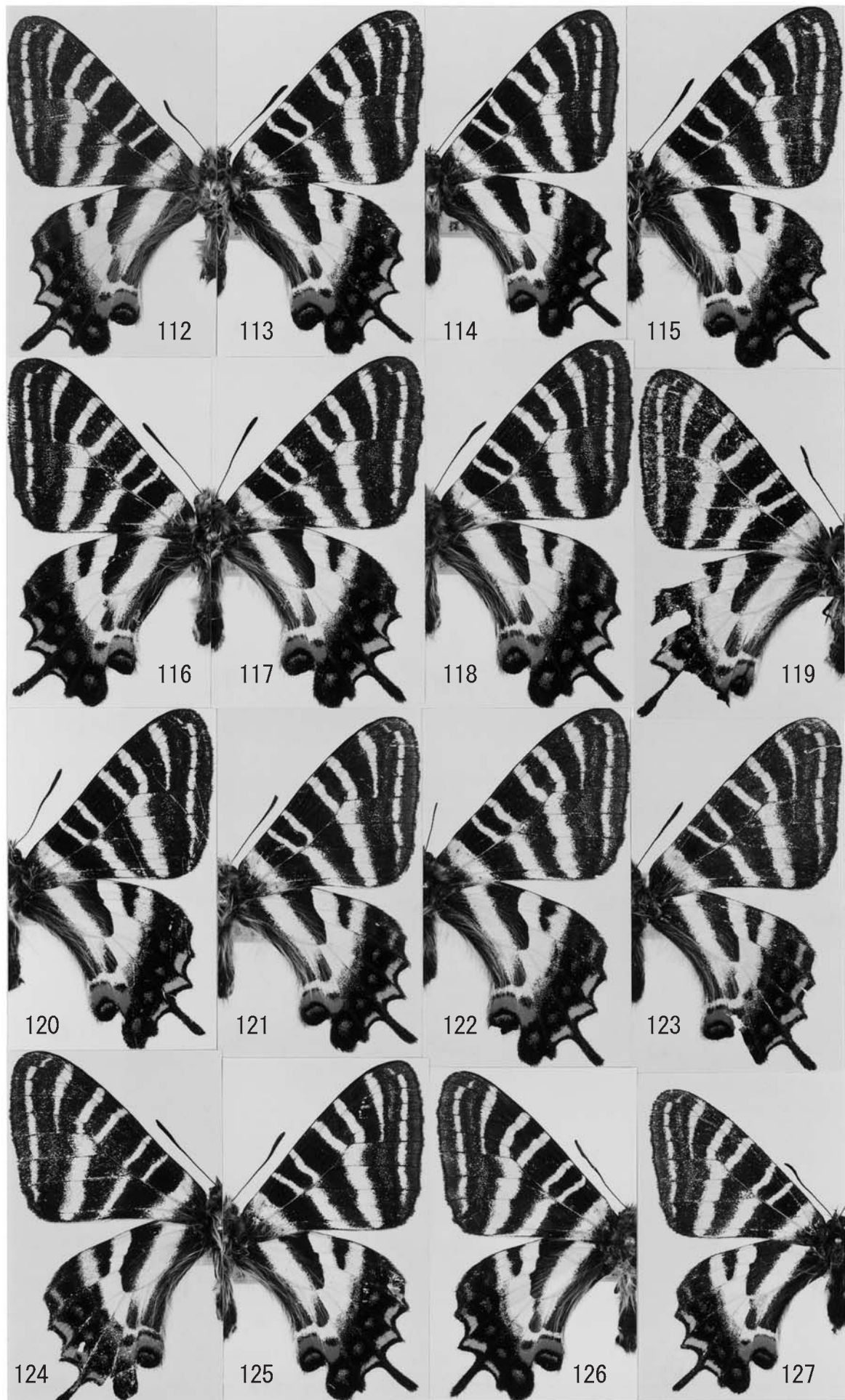


図1-8. 検討に使用した標本（数字は図1の標本No. と対応）

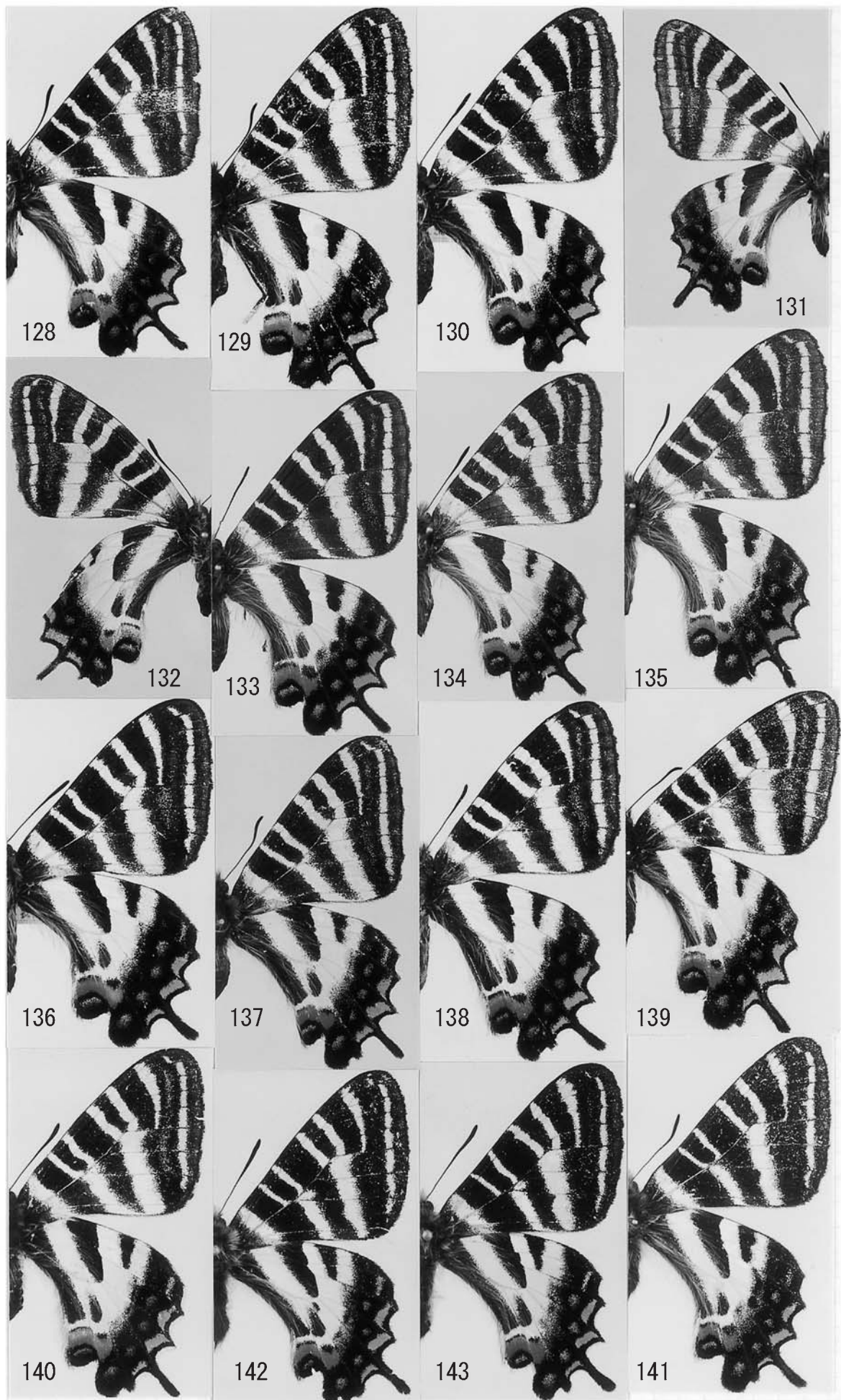


図1-9. 検討に使用した標本 (数字は図1の標本No. と対応)

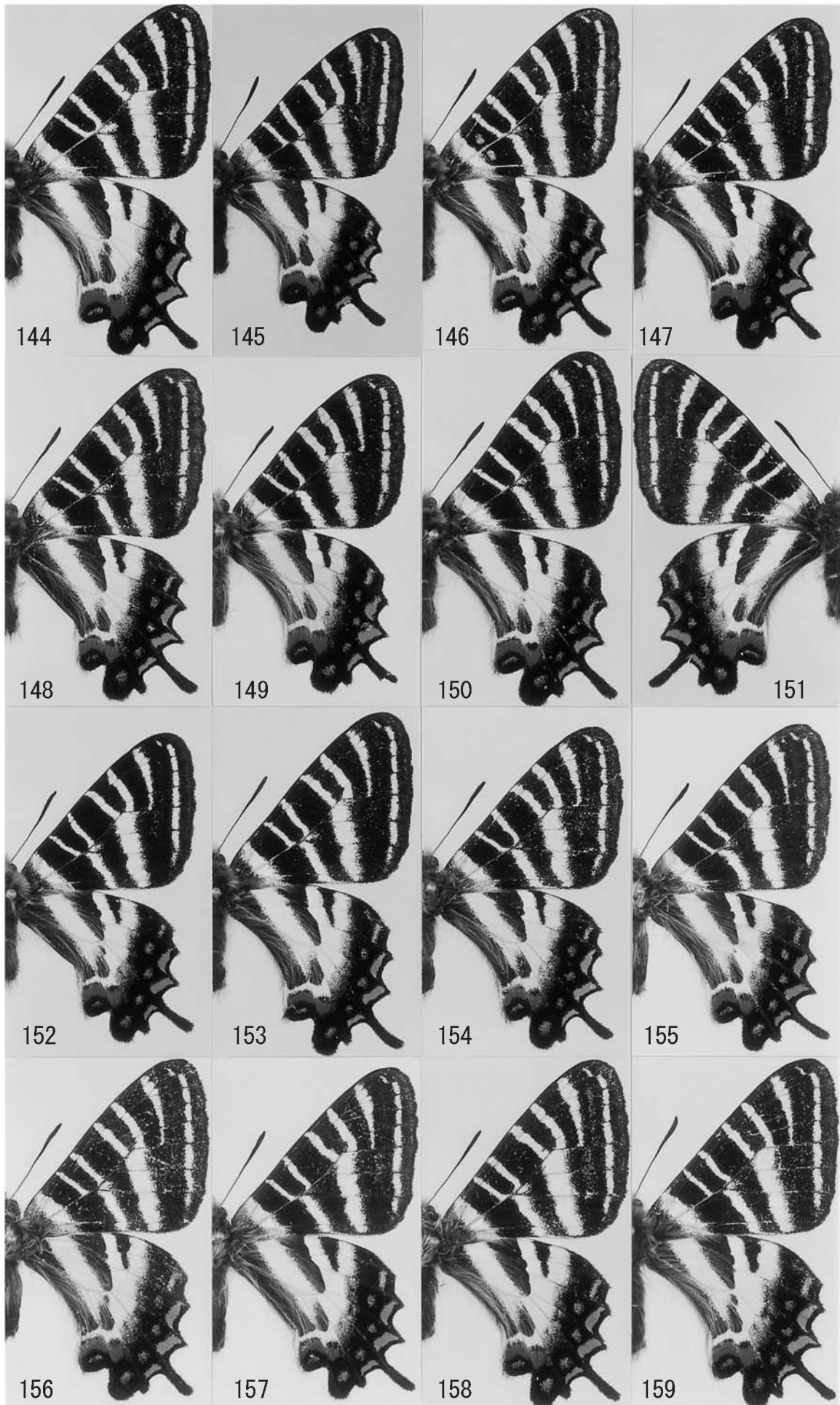


図 1-10. 検討に使用した標本 (数字は図 1 の標本 No. と対応)

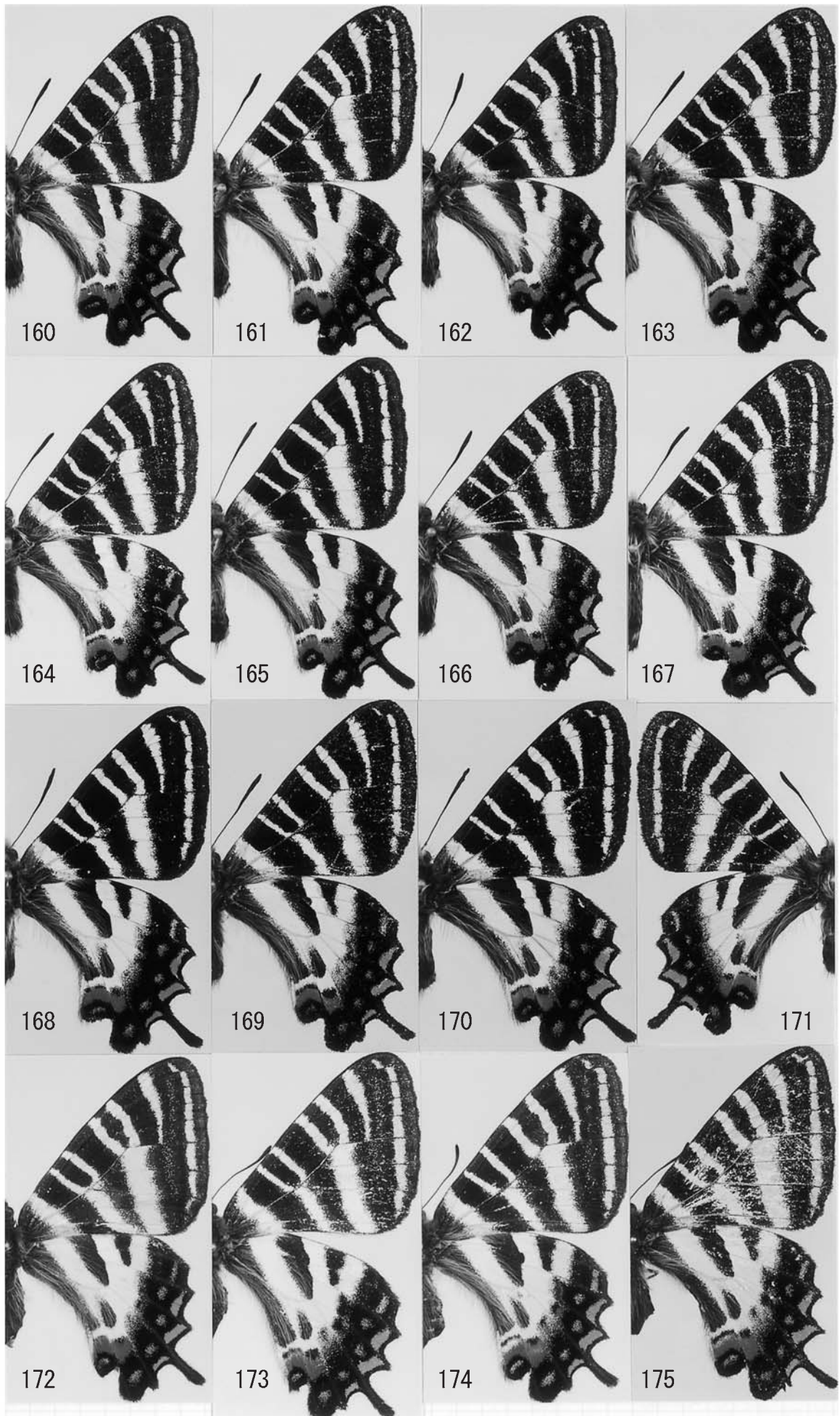


図1-11. 検討に使用した標本 (数字は図1の標本No. と対応)

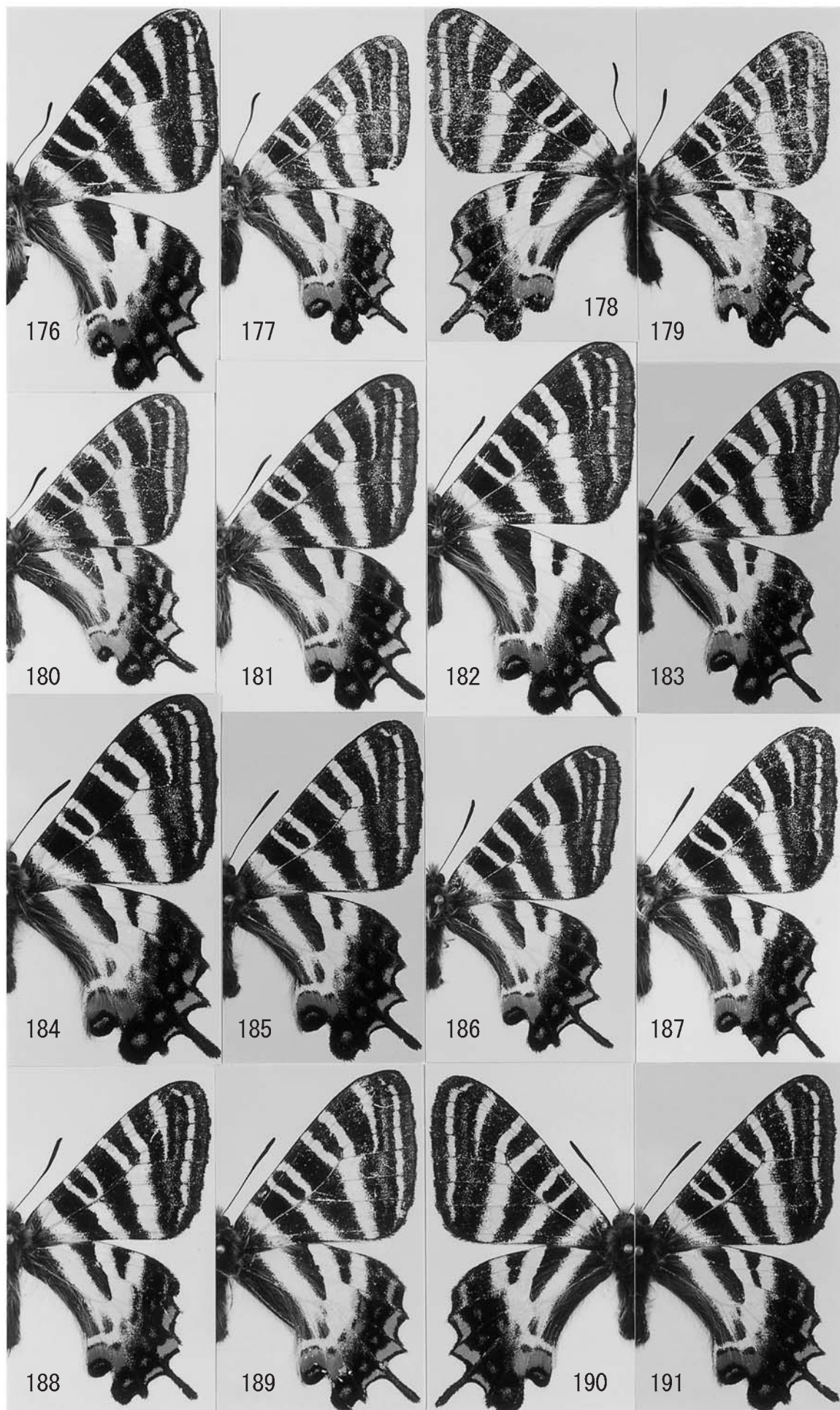


図1-12. 検討に使用した標本 (数字は図1の標本No. と対応)

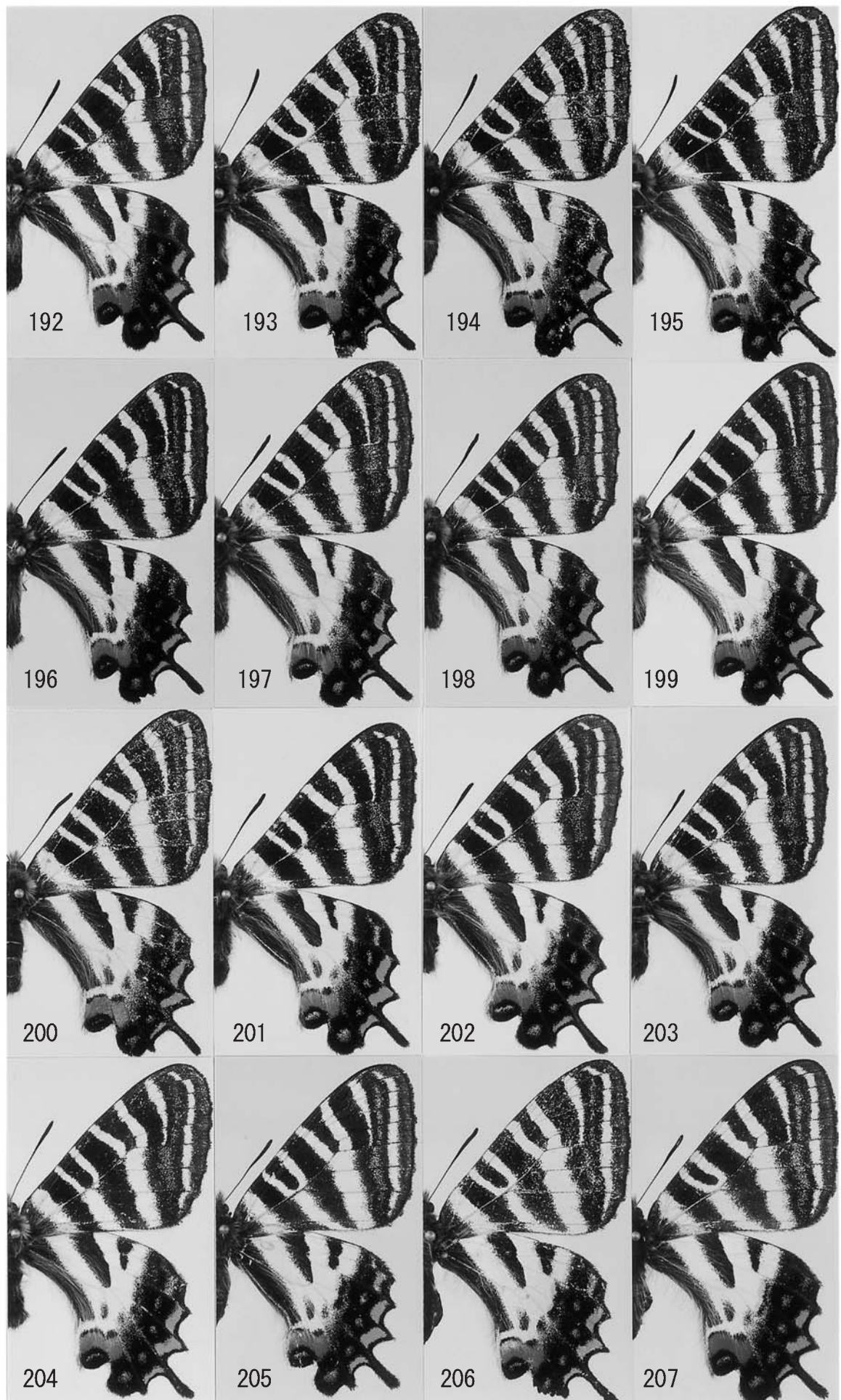


図1-13. 検討に使用した標本（数字は図1の標本No. と対応）

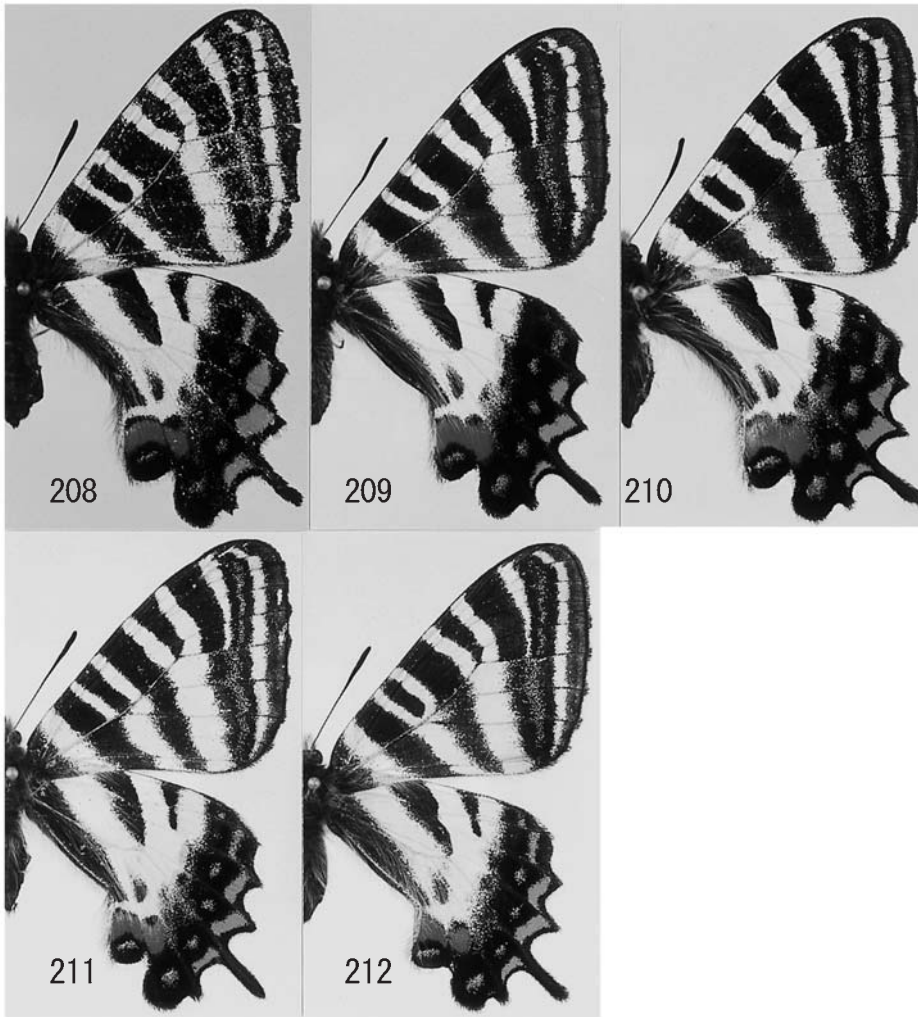


図1-14. 検討に使用した標本（数字は図1の標本No. と対応）

表2. 相模川の北側産地の標本の形質評価

評価点	Aa	Ba	Bb	Bc	Bd	Be	Bf	Bg	Bh	Bi	Bj	Ca	Cb	Cc	Cd	Ce	Cf	Cg
1	1	2	1	0	0	0	5	4	0	2	0	0	3	0	11	7	0	1
2	5	4	5	7	1	0	8	3	2	6	1	6	1	3	2	6	1	3
3	3	4	7	5	0	1	1	5	4	4	3	8	5	4	1	1	12	8
4	5	3	1	2	8	10	0	1	7	0	9	0	4	4	0	0	0	1
5	0	1	0	0	5	3	0	1	1	2	1	0	1	3	0	0	0	0
比率																		
1	7.1	14	7.1	0	0	0	36	29	0	14	0	0	21	0	79	50	0	7.7
2	36	29	36	50	7.1	0	57	21	14	43	7.1	43	7.1	21	14	43	7.7	23
3	21	29	50	36	0	7.1	7.1	36	29	29	21	57	36	29	7.1	7.1	92	62
4	36	21	7.1	14	57	71	0	7.1	50	0	64	0	29	29	0	0	0	7.7
5	0	7.1	0	0	36	21	0	7.1	7.1	14	7.1	0	7.1	21	0	0	0	0

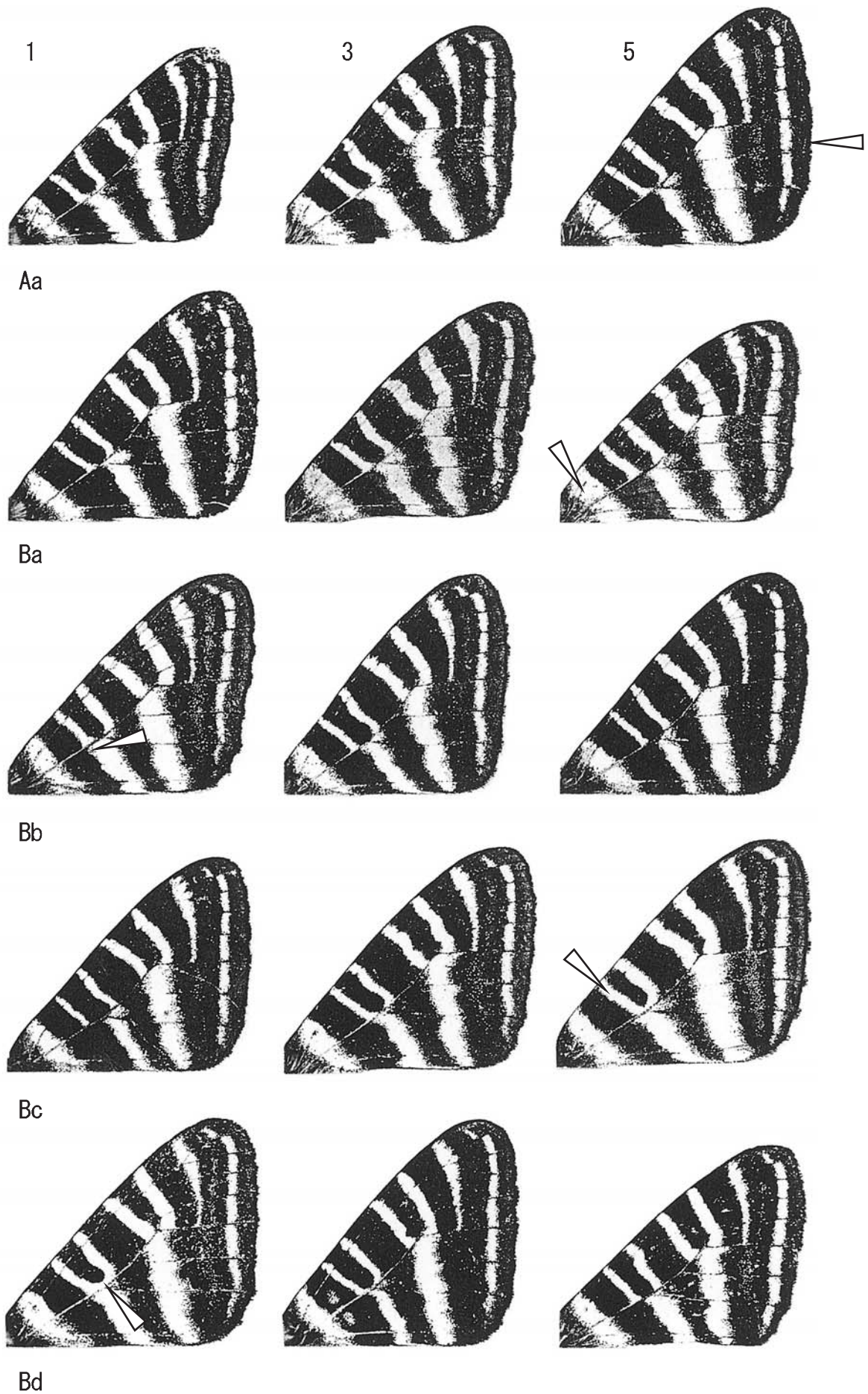


図2-1. 解析に用いた形質部位とその評価点 (左より 1、3、5)



図2-2. 解析に用いた形質部位とその評価点 (左より1、3、5)

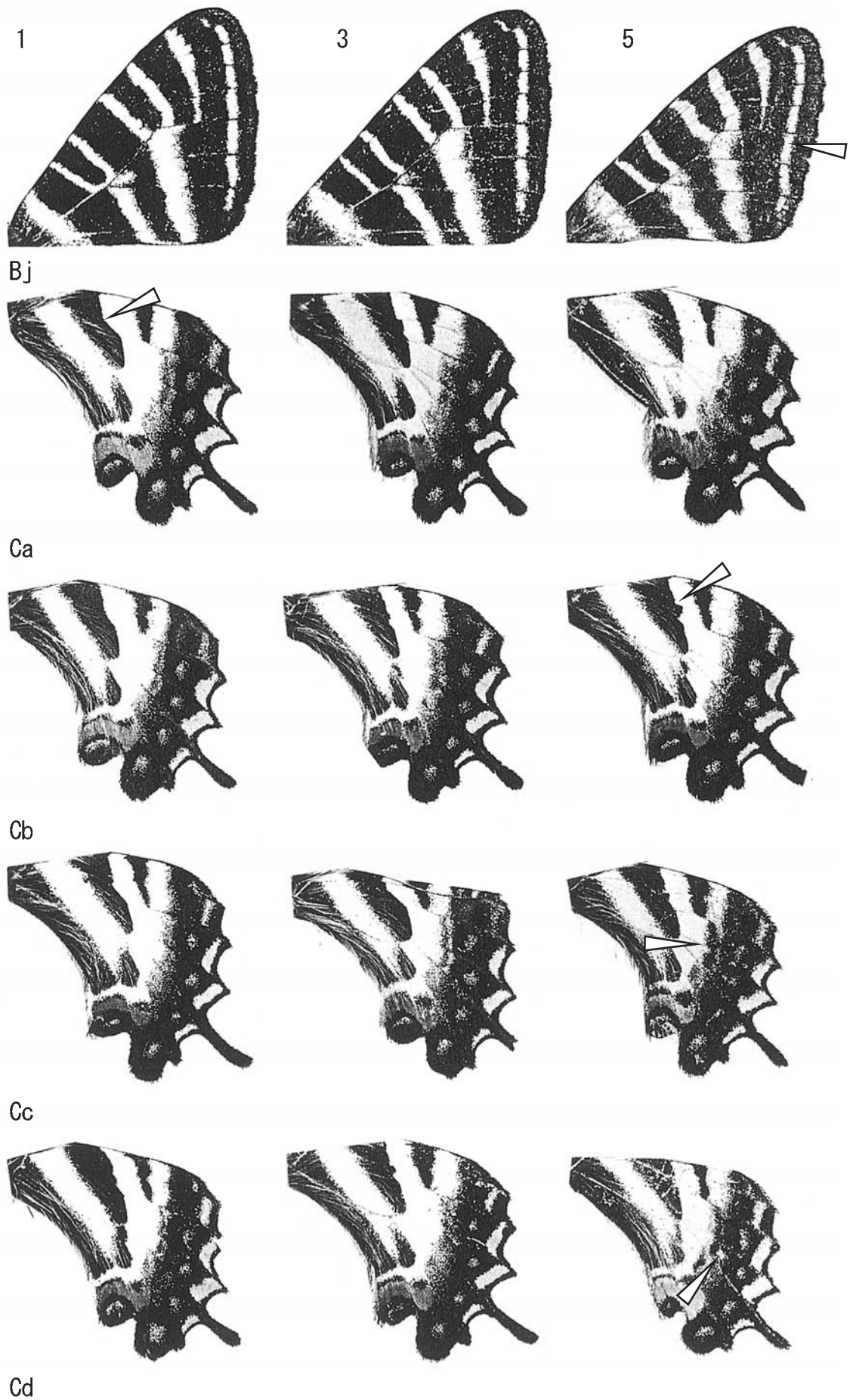


図2-3. 解析に用いた形質部位とその評価点 (左より 1、3、5)



図2-4. 解析に用いた形質部位とその評価点 (左より1、3、5)

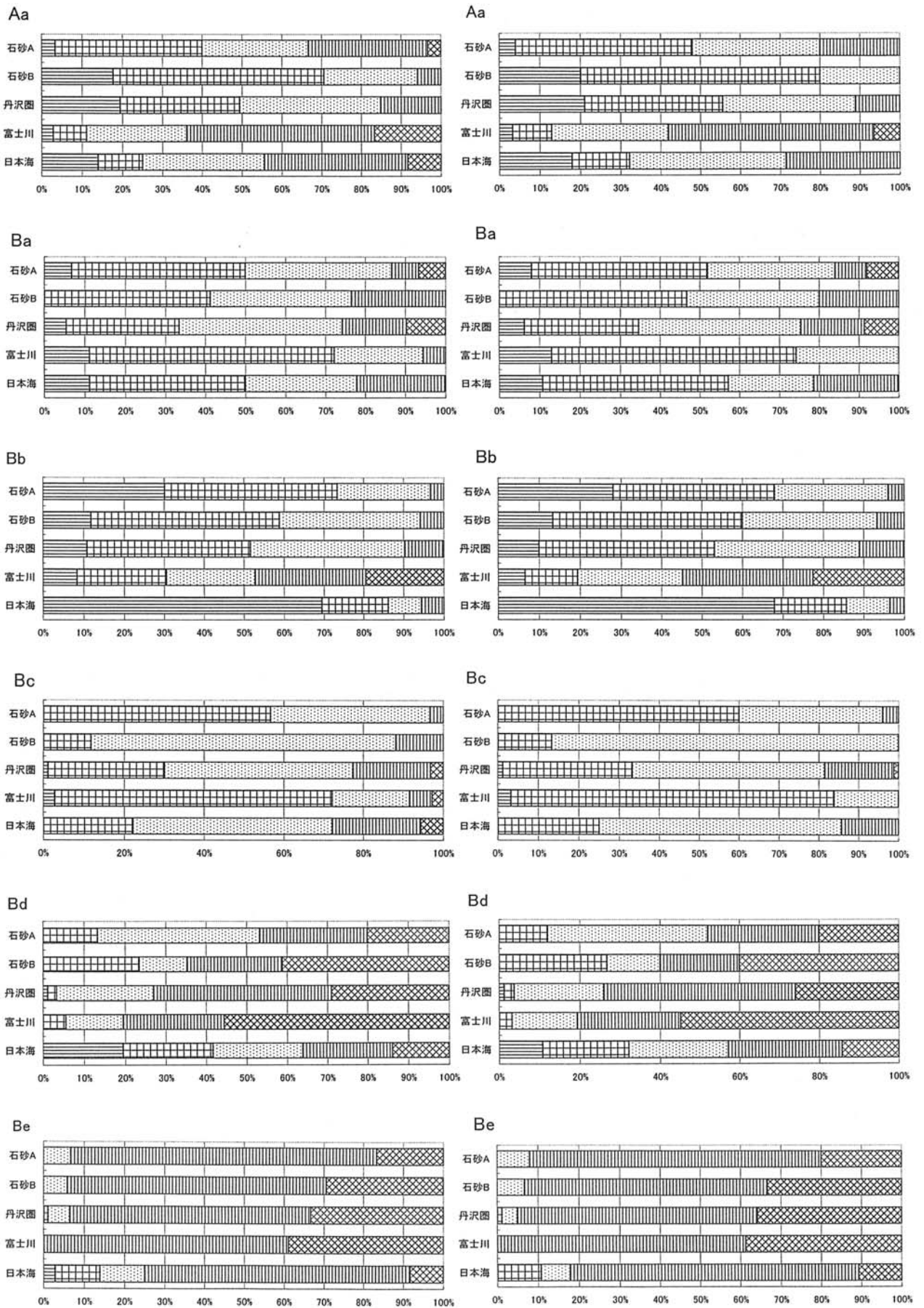


図3-1. 評価点を形質部位ごとに示したグラフ (左列は雌雄を含めた全個体によるもの、右列は雄だけで作成したもの)

凡例 1 2 3 4 5

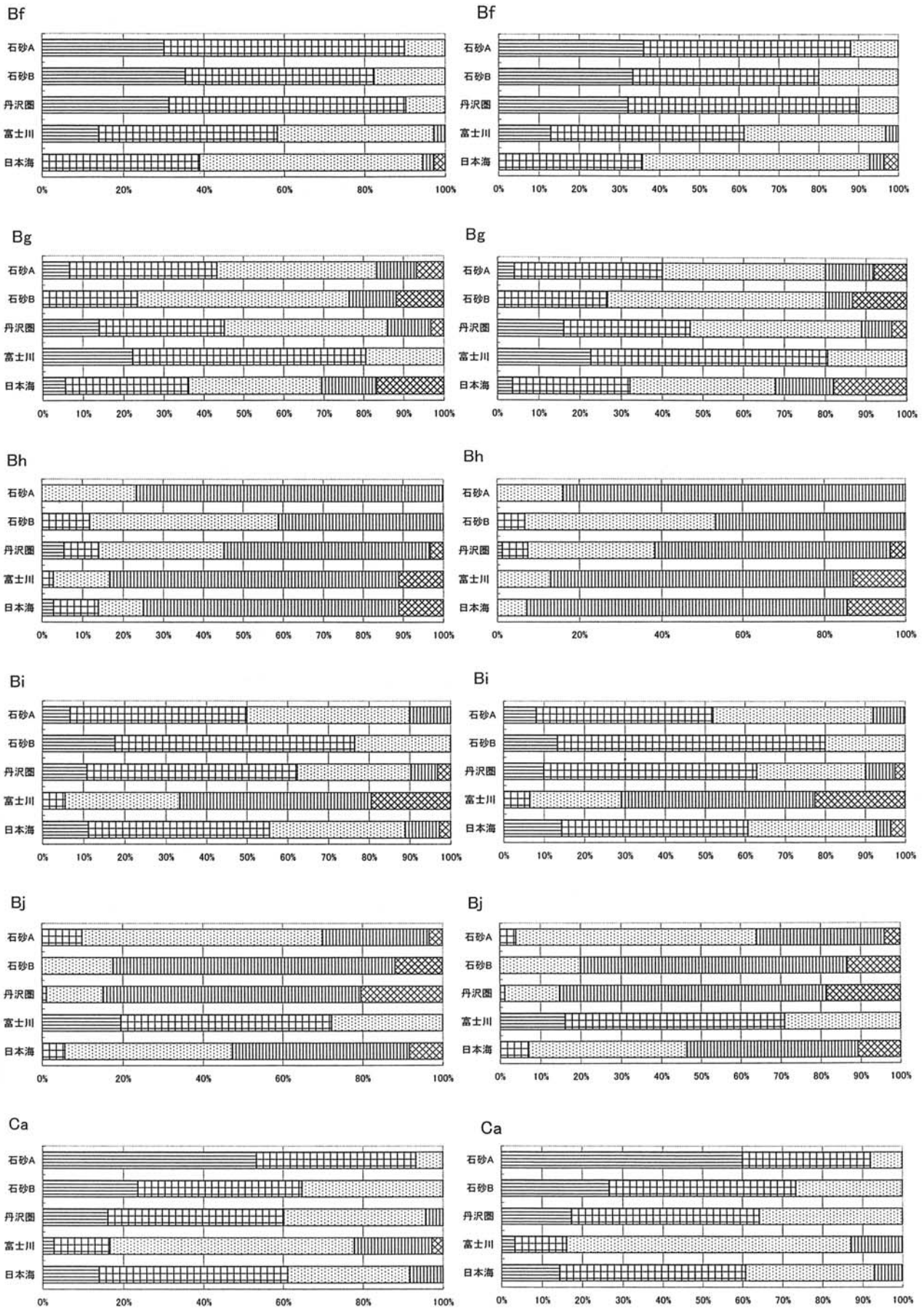


図 3-2. 評価点を形質部位ごとに示したグラフ (左列は雌雄を含めた全個体によるもの、右列は雄だけで作成したもの)

凡例 1 2 3 4 5

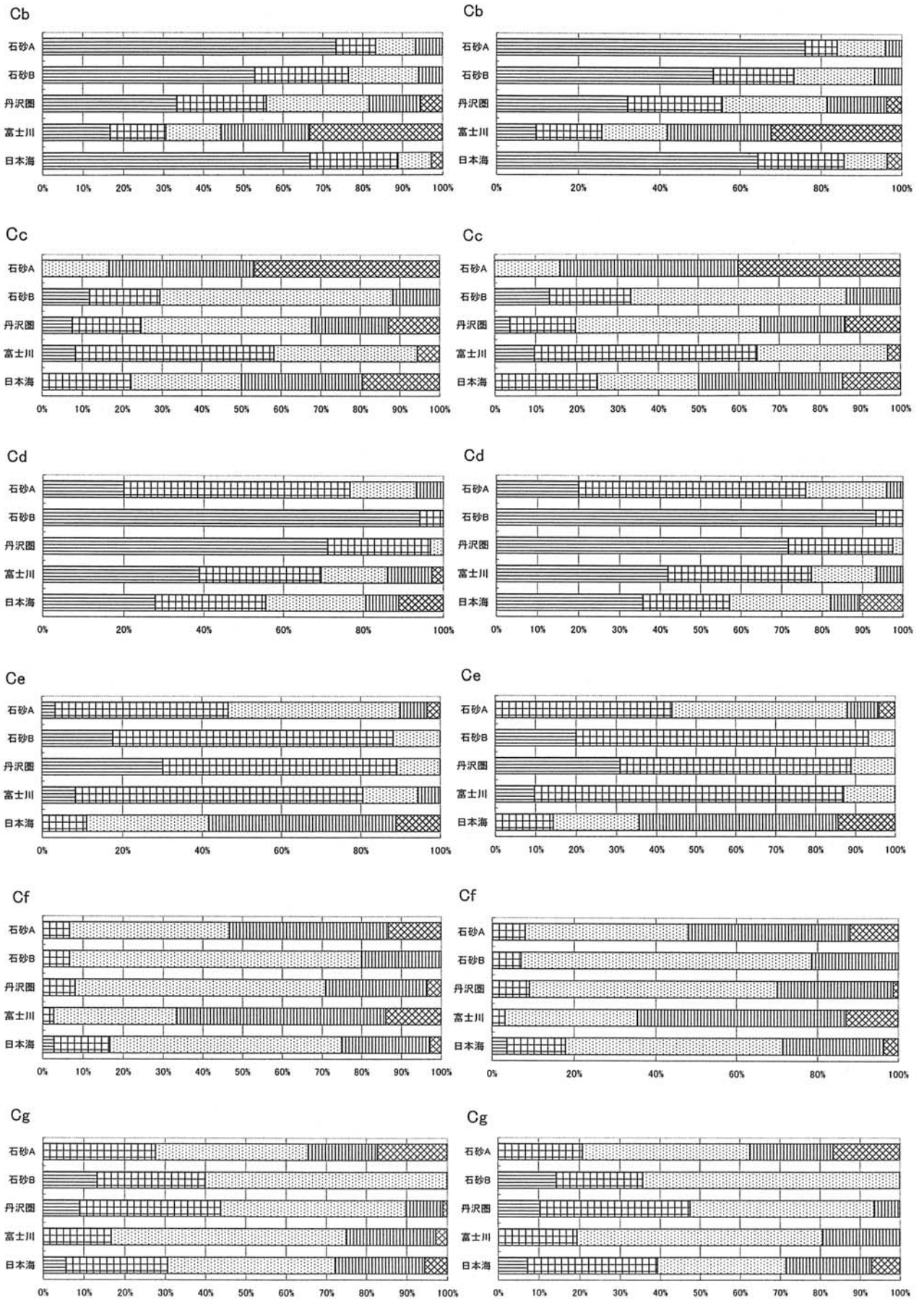


図3-3. 評価点を形質部位ごとに示したグラフ (左列は雌雄を含めた全個体によるもの、右列は雄だけで作成したもの)