

# 湯ノ丸高原域におけるチョウの垂直分布

山 本 道 也

## はじめに

長野県湯ノ丸高原域は、山麓では、集落が形成され、耕作地およびその周辺に種々の栽培植物や雑草群落が成立している。一方、山頂付近では、高山植物が生育し、亜高山帯的景観が出現する。その高度差は約1400mあり、チョウにとっての気候、食餌環境も大きく変化する。結果は、チョウ相の高度による違い——垂直分布帯——となって表れるだろう。

チョウの垂直分布の調査は、断片的な近縁種間の知見をまとめ、全体的概観が組み立てられる傾向が強く、いきおい、個体数までを含めての分析は少なくなる。垂直分布帯の成立要因には、従来、気候的要因が強調されて来たが、種間関係も重要な要素であり、特に後者の場合には、個体数データをもとにした分布中心の把握が必要となる。複数地での同様のデータの比較により——遠隔地同志の比較では気候的要素が、近隣地での比較には種間関係がより強調される——はじめて垂直分布帯の成立要因への言及が可能となろう。

以下は、その試みの第一歩である。

## 調査地および調査方法

チョウの垂直分布の調査には、調査場所の設定が重要な問題となる。1)、起伏に富んだルートは、後で高度別にデータを整理する際煩雑である。2)、勾配が急なルートでは高度あたりのセンサス距離が短く調査環境が均質になるため、環境による偏差が生ずる。以上二つの条件を考慮すると、調査ルートは、なだらかな一様勾配をもった高度差のある地域に、比較的長い距離で設定する必要がある。

## 1. 帯状センサス法

一定距離のルートの両側10m（左5m、右5m）内に目撃されるチョウを歩行しながら数える。同定の困難なチョウは静止を待って同定するか捕獲して同定し、捕獲した場合はその場で放逐する。重複数えを避けるため進行方向のみに注目する（その他の同法についての解説は、山本、1981を参照）。

以上は帯状センサス法の原則であるが、この方法を垂直分布調査に適用すると一つ問題が残る。それは調査距離が長いため、調査開始時と終了時では、得られたデータにチョウの日周性の違いによる偏差が入り込んでしまうことである。現時点では、同じルートの上り下りセンサスを1セットとしてデータをまとめることで上述の偏差に対応するのが最善と思われる。

## 2. 調査地

調査地の長野県湯ノ丸高原域は上信越高原国立公園の一画にあり、亜高山帯に属する標高2,000mを越す複数の山体が緩やかな傾斜の広い裾野を形成する。山麓部では集落と水田、高原野菜の畑地が展開し、中腹以上では、落葉広葉樹林→混交林、針葉樹林へと森林が形成される。山頂付近は高原的様相を呈す亜寒帯上部（沼田、岩瀬、1975を参考）に属し、コケモモ、クロマメノキに代表される高山植物や、ミヤマモンキチョウ、ベニヒカゲ、ミヤマシロチョウなどの高山チョウの産地となっている。

調査ルートは、長野県小諸市郊外の新張地区（海拔700m）から自動車道路沿いに群馬県境の地蔵峠（海拔1,730m）に至る距離12kmのルートと地蔵峠より湯ノ丸山頂（標高2,098m）に至る約2kmのルートとを組み合わせた（図1）。

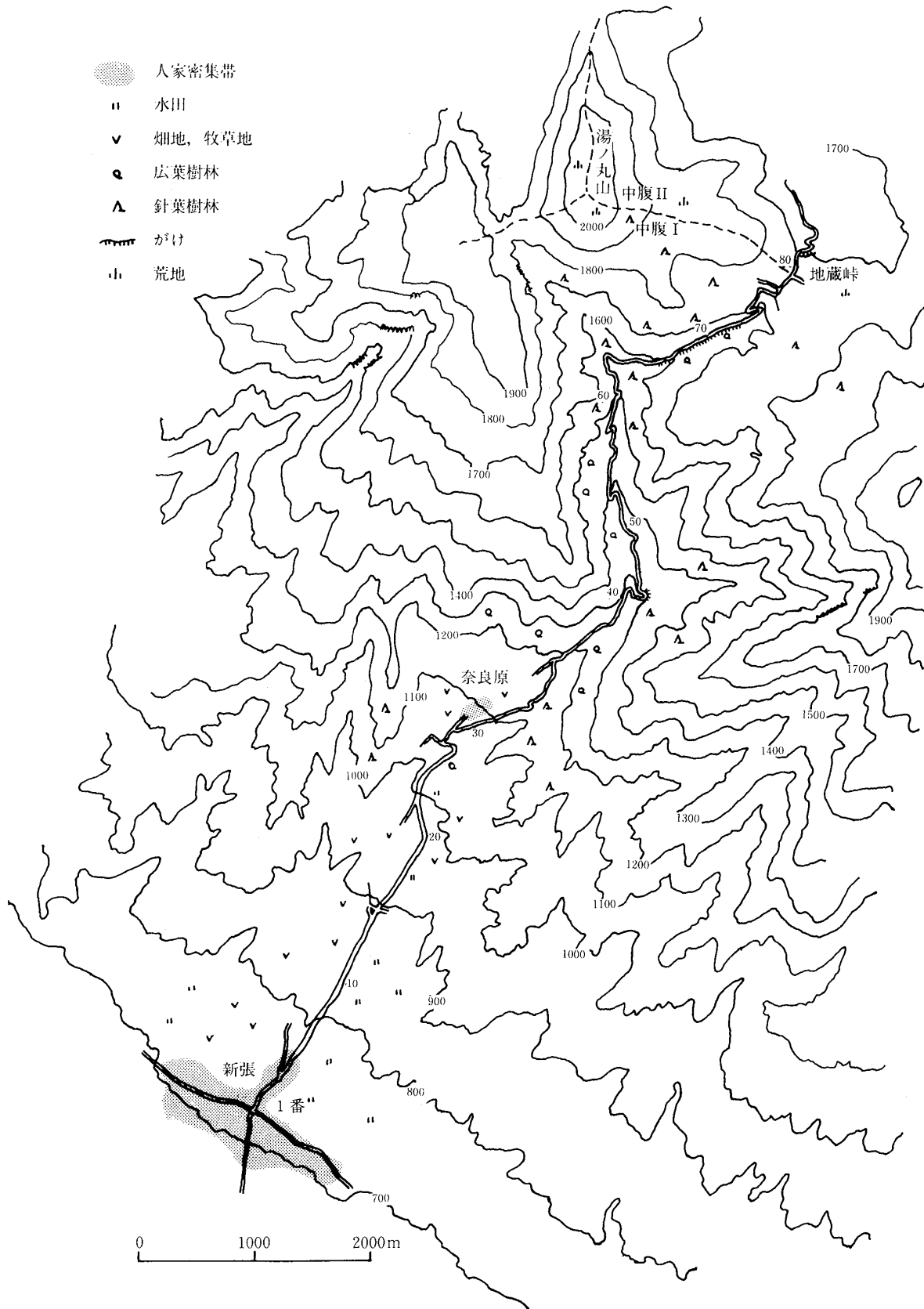


図 1 調査地. 調査ルートは, 新張 (1 番) を起点にして地蔵峠 (80 番) を経て湯ノ丸山頂 (標高 2,098 m) に至る

新張より地蔵峠までは、150～200m置きに合計80体の観音像が道標とともに番号を付されて設置されている。この道標を利用して、地蔵峠までのルートをも79区画に、残りの湯ノ丸山頂ルートを3区画に細分した。各区画の景観は以下の如くである。

- 1～3番：人家密集帯。  
 3～10番：ルートの西側は少し高くなって雑木林とその林套群落が接近し、東側は一段低い立地に耕作地が広がり、水田を主として、キャベツ、サニーレタスなどの畑地が混じる。耕作地帯。  
 10～24番：ルートの両側にわずかな人家が並び、その周辺は、水田、畑地が広がり、高度とともに畑地（ジャガイモ、キャベツ、アスパラガス、ベニバナインゲン）の比率が高くなって行く耕作地帯。  
 24～26番：東側はクヌギ、コクサギなどの雑木林に近接し、西側では、それが伐採されて草地化している半自然地帯。  
 26～36番：30番に温泉宿が1軒あり、その周辺に人家、畑地が散在し、空地を雑木林が埋めている。人家、畑地の終点。  
 36～46番：ルートの両側に山体が迫り、以降は溪谷沿いに進むことになる。東側は沢となり、開けた川辺林を形成し、西側は落葉

広葉樹の森林となる。道路周辺が比較的よく開けた森林帯の中のルート。

46～65番：谷の底部にあるルートで、道路の両側には、広葉樹林、混交林、カラマツ植林地が形成され、比較的うっぺい度の大きな森林地帯。

65～79番：山腹沿いのルートで、南側は深い谷へ続く低木の茂った急斜面となり、北側はダケカンバや針葉樹の林となっている。開けた森林地帯。

79～80番：峠に至り、比較的広い平坦地となり、駐車場、観光旅館に利用され、周囲は針葉樹に富んだ混交林が発達している。高原地帯の起点。

地蔵峠（80番）～ 中腹Ⅰ：冬期はスキー場として利用されている急斜面に登山道があり、500m程登るとほぼ平坦な道となる。南側には針葉樹林が発達するが、北側は亜高山帯上部性の開けた荒地となり、ダケカンバ、シラビソなどの低木が散在する下には、コケモモ、クロマメノキなどがマット状に群落を形成している。高原地帯。

中腹Ⅰ～湯ノ丸山頂：急坂となり、矮性のマツ類・ダケカンバなどが見られる。中腹Ⅱ以降は、山頂効果による森林限界であり、草地、山頂がれ場と続く。

表 1 高度と道標との対応

コード名	標高 (m)	道標 (番)	距離 (m)	景観	植物垂直分布帯
7	700～800	1～7	980	水田限界	上部丘陵帯
8	800～900	7～15	1,150		
9	900～1,000	15～23	1,250		
10	1,000～1,100	23～31	1,120	畑地限界 (36番)	山地帯
11	1,100～1,200	31～35	900		
12	1,200～1,300	35～43	1,250		
13	1,300～1,400	43～53	1,400	落葉広葉樹	上部
14	1,400～1,500	53～60	1,100		
15	1,500～1,600	60～67	1,250	カラマツ	下部
16	1,600～1,700	67～78	1,050		
17	1,700～1,800	78～80	550	混交林	下部
18	1,800～1,900	中腹Ⅰ	1,400		
19	1,900～2,000	中腹Ⅱ	250	シラビソ、ダケカンバ クロマメノキ、コケモモ	上部
20	2,000～2,100	山頂	250		
				がれ場	山頂効果

高度と道標との対応が表1に示されている。植生から判断すると(沼田・岩瀬, 1975), 標高700~1,000mは丘陵帯上部, 1,000~1,500mは山地帯に属し, 1,500~2,000mは亜高山帯, 2,000~2,098mは山頂効果による森林限界であり, 特に1,900m以降は亜寒帯性の高原的景観を呈している。

### 3. 調査日および気象条件

調査は, 1982~1985年, 5~9月まで各年2, 3回行い, 月1セット(上り, 下り)のデータが得られるまでに計11回を要した(7月上旬は梅雨期と重なり, 現在まで完全なデータはない)。高度差による温度差を考慮して, 上りセンサスでは9:00~9:30に, 下りセンサスでは10:00~10:30に調査を開始し, 終了時は13:00~14:00の間で統一した。調査日の調査開始時と終了時の気温と雲量を表2に示した。上りセンサスでは気温差は5~6℃であるが, 下りセンサスでは10℃を越えることもしばしばであった。このため低地での調査以上に晴天が望ましい。

### 結果および考察

目撃されたチョウは, 8科72種3,095個体であった。得られた結果を種ごとに高度差100mずつにまとめ, センサス距離1kmあたりに換算しなおした補正総個体数は4,515個体であった。以下補正個体数をもとに, 群集構造, 種数, 個体数, 多様性, 優占種について, それぞれ高度

との関係を報告, 論議する。

### 1. 群集構造

図2に全72種の個体数の垂直分布が示されている。種ごとの個体数の分布は高度により様々で, 全体像をとらえにくい。72種の14の高度コードに対する個体数マトリックスに群分析(UPGMA, Toda, 1984参考)と主成分分析(PCA)とを併用して, 五つの高度環境(H-I~V)と九つの群集(A-I・I'・I''・II・II'・II''・III・IV・V)に分類できた。以下それぞれの高度環境, 群集についての特徴を列記する。

高度環境(図3, 4): 14の高度コード間の類似度(C<sub>s</sub>-重なり度指数, 森下, 1979, KOBAYASHI, 1987)を72種を変数として算出し群分析する一方, 主成分分析により妥当なクラスターを抽出する。

H-I: 標高700~1,000mに対応。集落と水田を主とした耕作地帯。植物分布帯では丘陵帯上部に当たる。

H-II: 標高1,000~1,300mに対応。散在する人家や畑地にモザイク状に雑木林が侵入し, 山体がルートの両側に迫って来るが, H-Iと同様, 人為的影響の残っている地帯。植物分布帯の山地帯下部に当たる。

H-III: 標高1,300~1,600mに対応。谷合いの道路の両側に落葉広葉樹が優占する

表2 調査日時と気象条件

日	年	1982	1983	1984	1985	ルート	気温℃	雲量
5月12日					10:30~14:25	→	14.4~25.4	1
28日			10:00~13:30			→	20.0~15.5	6~9
29日	9:10~13:50					→	22.8	2
29日			10:20~13:30			→	16.3~25.5	7~4
6月16日				10:00~13:30		→	18.0~29.0	9~4
30日					9:30~13:35	→	21.0~17.4	9~0
7月24日	10:00~14:00					→	20.0~22.0	9~10
8月9日					9:00~13:00	→	27.0~21.0	1~8
28日				10:00~13:45		→	17.6~30.5	1
9月1日	9:00~13:00					→	24.5~18.8	7~10
22日				10:10~13:40		→	10.3~24.7	9~4

→: 低地→高地へセンサス, ↘: 高地→低地へセンサス

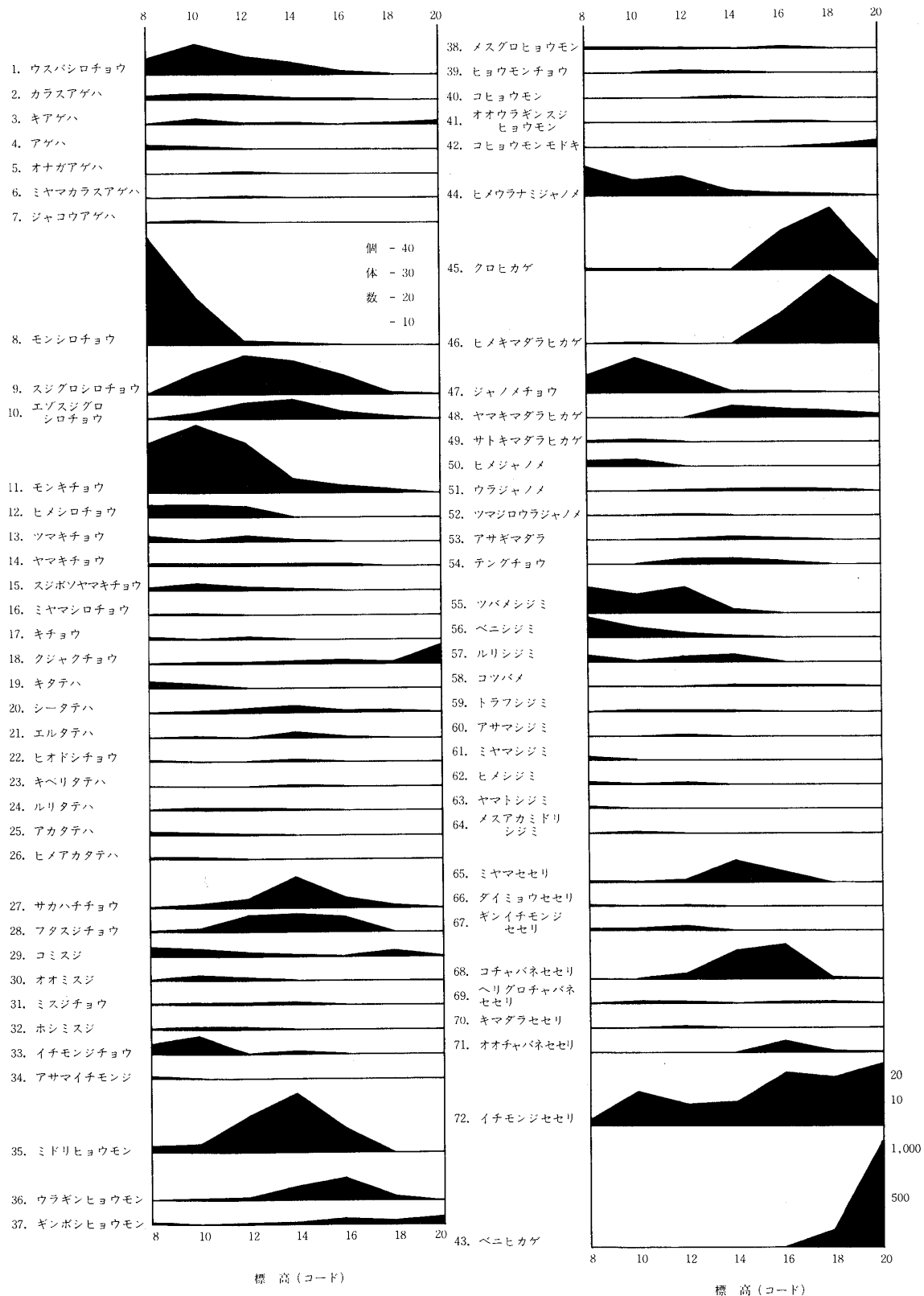


図 2 目撃種72種の垂直分布. 標高コード——8 : 700~900m, 10 : 900~1,100m, 12 : 1,100~1,300m, 14 : 1,300~1,500m, 16 : 1,500~1,700m, 18 : 1,700~1,900m, 20 : 1,900~2,100m

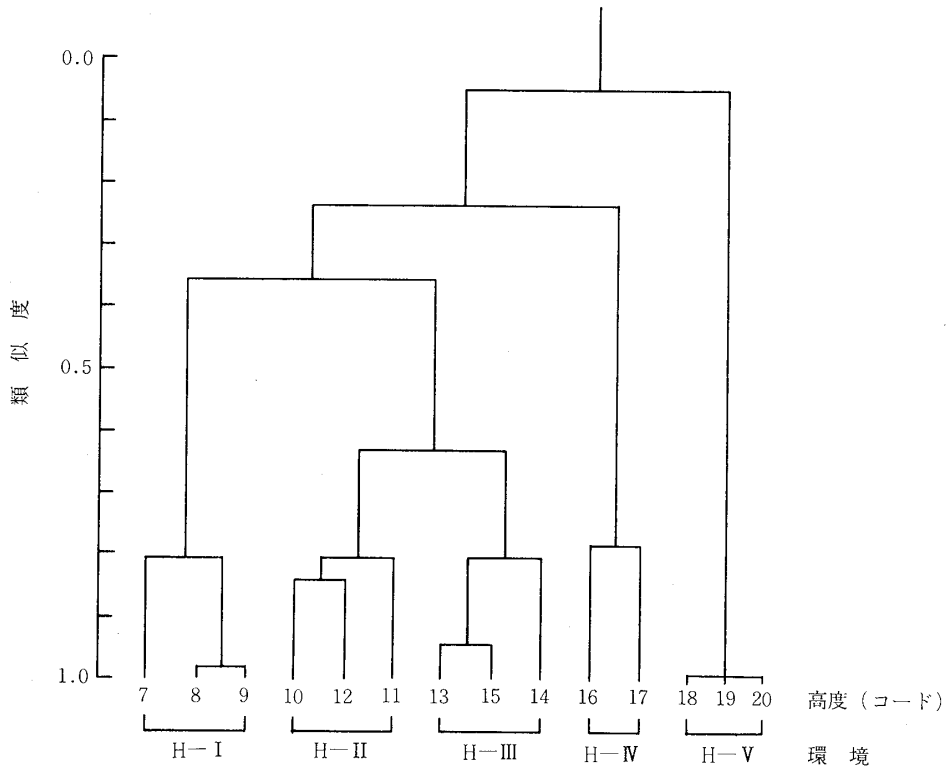


図 3 各種の個体数分布からみた各高度類似度の群分析 (UPGMA). 図 4 と対応させて五つの高度環境 (H-I~V) に分類

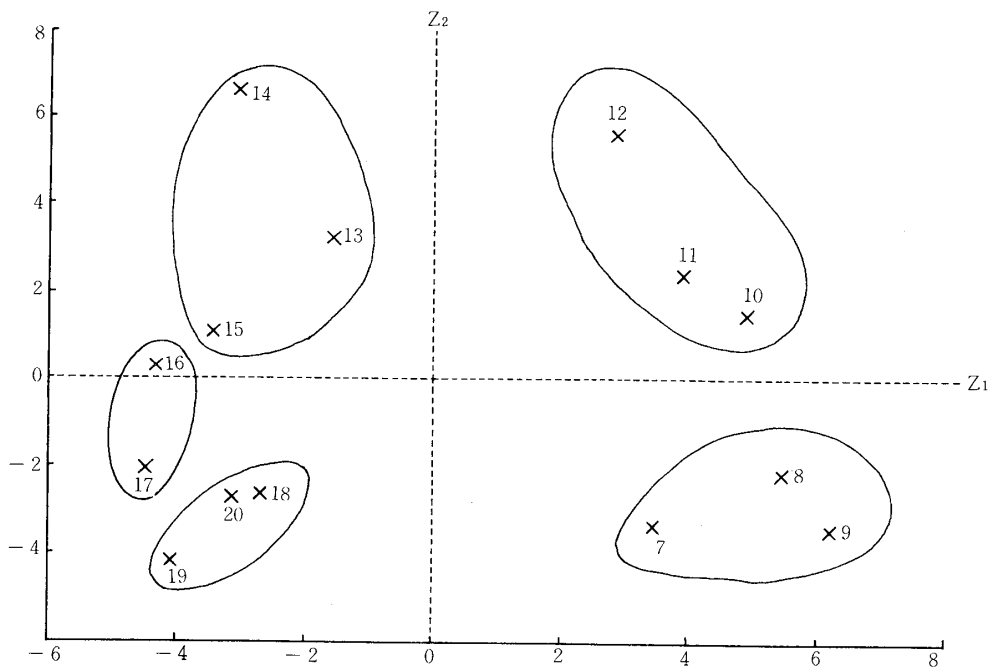


図 4 14の高度クラスの主成分得点の分布 (累積寄与率=40.7%)

森林地帯。植物分布帯では山地帯上部と亜高山帯下部の一部に当たる。

H-IV：標高1,600~1,800mに対応。北側は常緑針葉樹の比率の高い混交林，南側は深い谷へと急斜面を形成し，風通しの良い，日差しの良く通る森林地帯。植物分布帯では亜高山帯下部に当たる。

H-V：標高1,800~2,100mに対応。高原的景観を呈し，標高は低いが，植物分布帯では亜高山帯上部から森林限界に及ぶ。

チョウ群集（図5~8）：総個体数10以上目撃された種37種の類似度（ $C_i$ —重なり度指数，森下，1979）を14の高度を変数として算出し群分析する（図5）一方，主成分分析により妥当なクラスターを抽出する（図6）。10個体未満の種については，5個体を上回る種と5個体以下の

種（総個体数1の種と，各高度ユニットの個体数がすべて1の種とを除く）の二段階に分けて群分析し（前者—46種，図7，後者—56種，図8），前出37種の群分析を基本にしてそれぞれの所属するクラスターを決める（個体数の少ない種も含めての主成分分析では，主成分得点がそれらの種で密集し過ぎて分類ができない）。

A-I：H-Iに分布の中心がある亜群集（A-I a）とH-IIに分布の中心がある亜群集（A-I b）から成る構成種の豊富な群集。

A-II：H-IIに分布の中心がある亜群集（A-II a：A-I b亜群集との違いは，分布がより高所に片寄ること）とH-IIIに分布の中心がある亜群集（A-II b）か

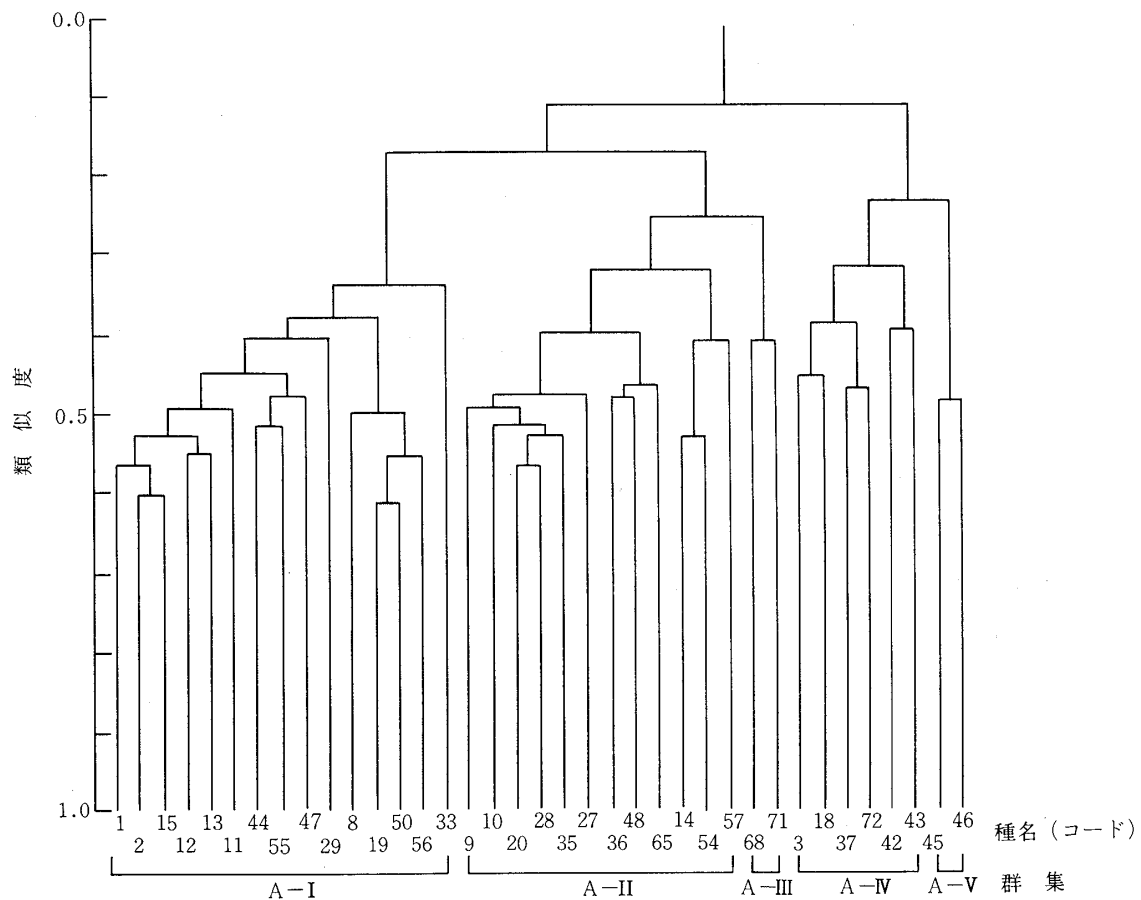


図5 目撃個体数10以上の37種についての垂直分布類似度の群分析。図6との対応から五つの群集(A-I~V)に分類。種名コードは図2を参照

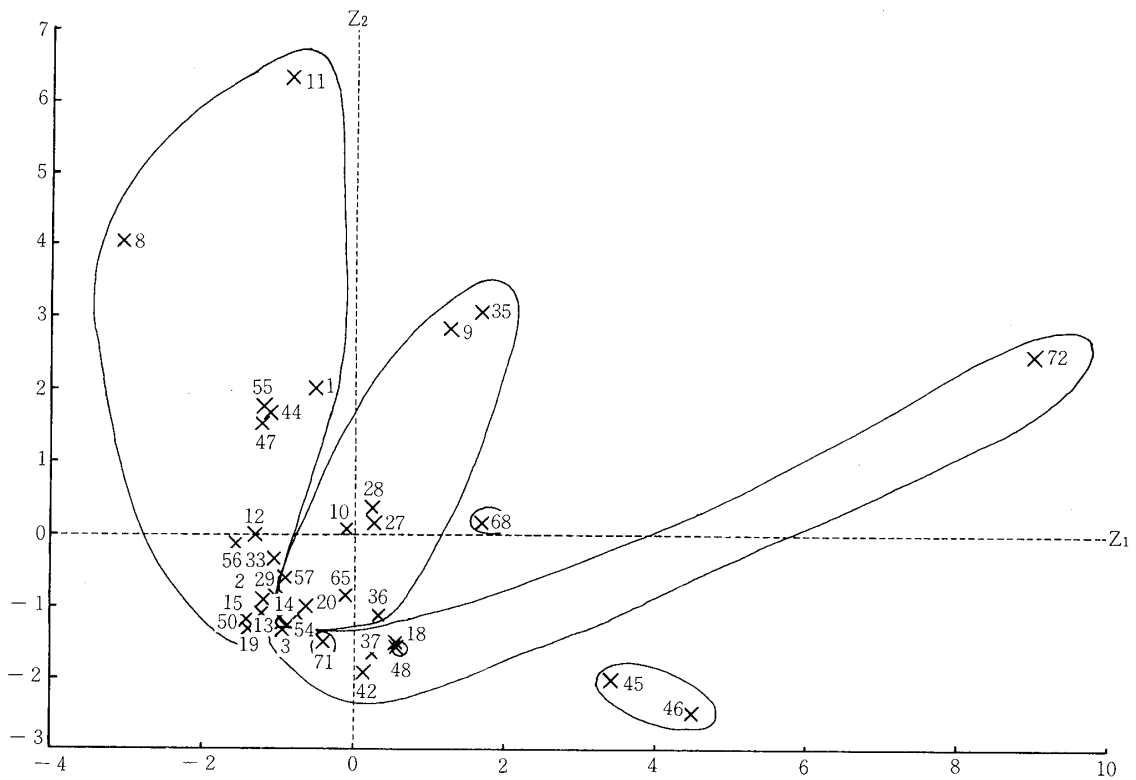


図 6 目撃個体数10以上の36種（ベニヒカゲを除く）の主成分得点の分布（累積寄与率=58.0%）

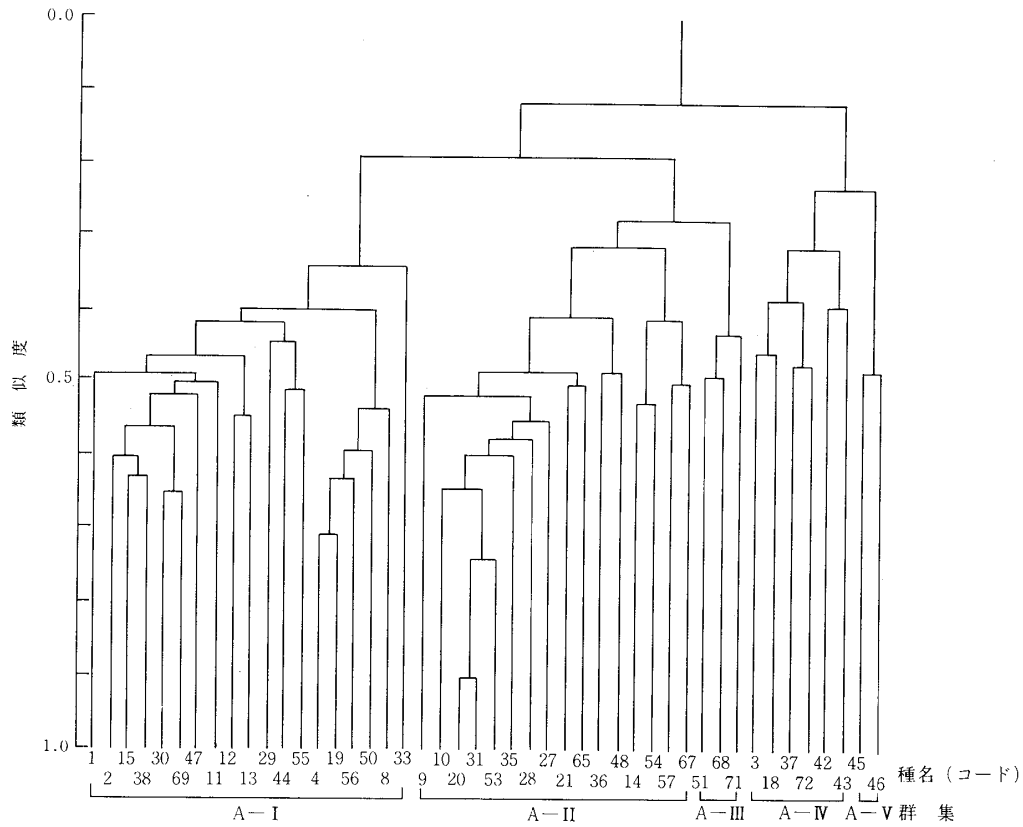


図 7 目撃個体数6以上の46種についての垂直分布類似度の群分析



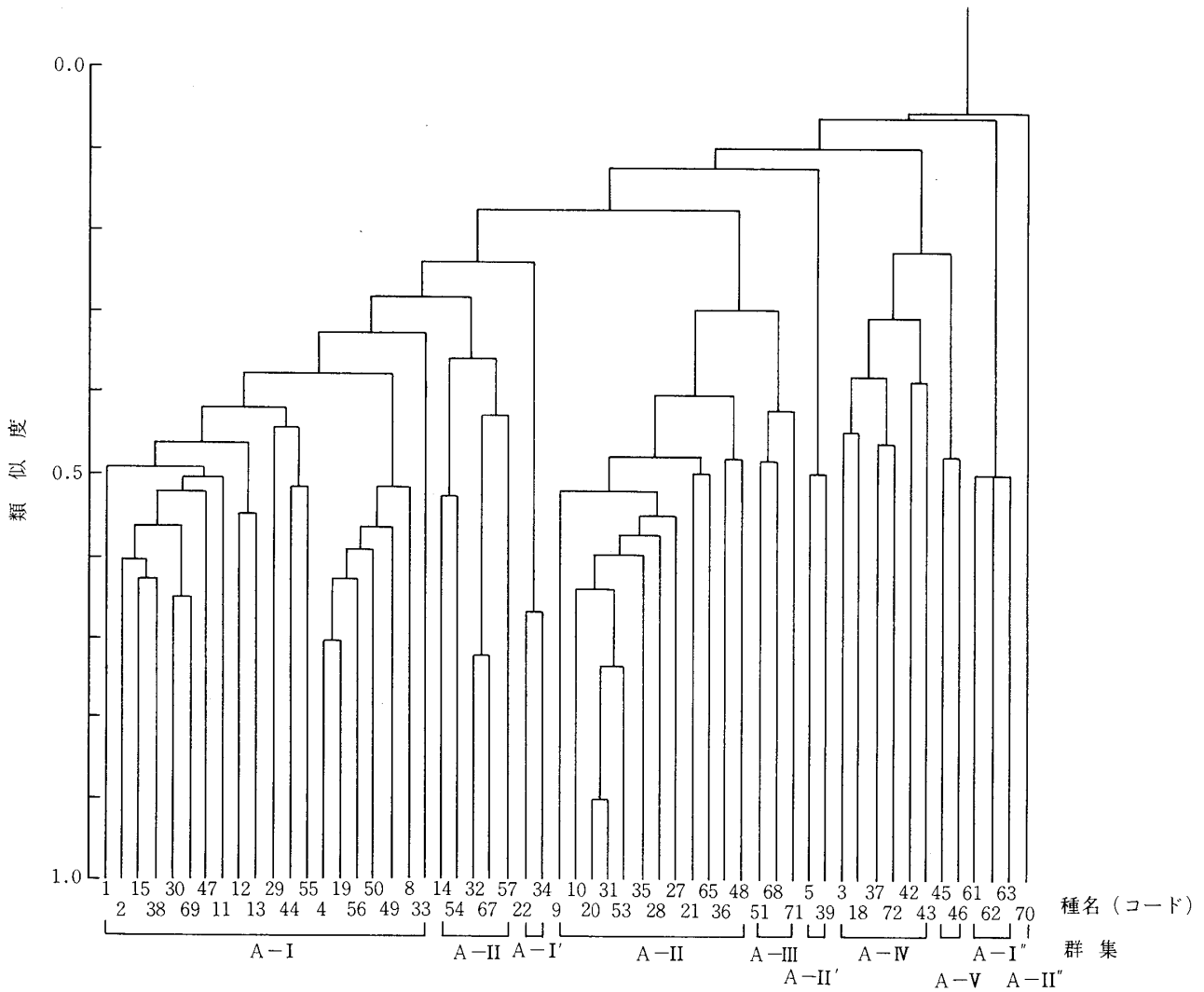


図 8 目撃個体数 5 以下の種も含めての 56 種について、垂直分布類似度の群分析。図 5, 6 を参考に九つの群集に分類

- らなる大きな群集。
- A-III：H-III に分布が集中している小さな群集。
- A-IV：H-V に分布の中心がある小さな群集。低所から高所にかけての広い分布域をもつ亜群集 (A-IVa) と高所だけの狭い分布を示す亜群集 (A-IVb) とに二分される。
- A-V：H-IV に分布中心のある小さな群集。

目撃総個体数 5 以下の種まで含めて分類すると上記五つの群集に下記四つの群集が加わるが、これらは個体数が少ないため未確定要素も多分にあり、今後の研究を要する群集である。

- A-I'：H-I に分布の中心があるものの、分布が離散的で H-III でも目撃個体がある小さな群集。
- A-I''：標高 700~800m に目撃個体が集中している小さな群集。
- A-II'：H-II に分布の中心があるが、より高所に片寄って分布している小さな群集。
- A-II''：H-II 下部に分布中心を示す群集。

これら五つの高度環境に九つのチョウ群集を対応させ、さらに 1 個体目撃種 (総個体数が 1 であるか、各高度ユニットでの目撃がすべて 1 個体である種) 16 種をそれぞれの分布に応じて

表 3 高度とチョウ群集との対応・太実線枠

群集	環境 種名 標高コード	H-I			H-II			H-III			H-IV		H-V			計
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
A-I	1. ウスバシロチョウ	5	10	7	19	2	14	4	8	4					73	
	2. カラスアゲハ	1	3	1	5	1	4	1		1				17		
	15. スジボソヤマキチョウ		3	3	4	2	2		1					15		
	38. メスグロヒョウモン	1	1	1	2	1				2	1			9		
	30. オオミスジ			3	2	2	1							8		
	69. ヘリグロチャバネセセリ			2	1		2			1		1		7		
	47. ジャノメチョウ	5	10	16	9	11	6	1	1		1			60		
	11. モンキチョウ	8	32	37	19	11	31	6	6	3	4	4		161		
	12. ヒメシロチョウ	2	9	5	6	2	8							32		
	13. ツマキチョウ	2	3		1	1	4	1	1					13		
	29. コミスジ	4	4	2	4	4		1	2			5		26		
	44. ヒメウラナミジャノメ	6	21	10	4	12	6	1	5	4		2		71		
	55. ツバメシジミ	5	17	8	8	16	6		4					64		
	4. アゲハ	2	2	2	1									7		
	19. キタテハ	2	3	4			1							10		
	56. ベニシジミ	8	10	9	1	3	2	1	1					35		
	50. ヒメジャノメ	2	4	6	1									13		
	49. サトキマダラヒカゲ	1		2										3		
	8. モンシロチョウ	46	43	30	10	3	1	1	1					135		
	33. イチモンジチョウ	1	7	2	13		1	1	2					27		
	(24. ルリタテハ)			1	1	1	1	1						5		
	(17. キチョウ)	1				1	1							3		
	(25. アカタテハ)	1		1		1								3		
	(7. ジャコウアゲハ)			1	1									2		
	(66. ダイミョウセセリ)		1			1								2		
	(26. ヒメアカタテハ)			1										1		
A-I'	22. ヒオドシチョウ		2					1						3		
	34. アサマイチモンジ		2						1					3		
A-II	9. スジグロシロチョウ		1	5	13	18	15	8	20	7	10	2	1	100		
	10. エゾスジグロシロチョウ			1	4	3	10	6	11	2	5	2		44		
	20. シータテハ		1		2	1	3	2	5	3		2	1	20		
	31. ミスジチョウ				1	1	1	1	2					6		
	53. アサギマダラ						1	1	3	1				6		
	35. ミドリヒョウモン	2	3	3	4	14	16	13	36	15	5		1	112		
	28. フタスジチョウ		1		4	6	9	3	13	10	4			50		
	27. サカハチチョウ		1		3	3	4	8	19	9		2		49		
	21. エルタテハ			1				1	4	1				7		
	65. ミヤマセセリ		1				1	2	6	13	2	8		33		
	36. ウラギンヒョウモン				1		2	2	10	6	13	5		39		
	48. ヤマキマダラヒカゲ							1	10	3	5	5	2	4	30	



表3 (つづき)

群集	種名	環境 標高コード			H-I			H-II			H-III			H-IV		H-V			計
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
A-II	14. ヤマキチョウ	2	1	2	1	1	2	3			3								15
	54. テングチョウ						1	5	4	2			4						16
	32. ホシミスジ				2	2			1										5
	67. ギンイチモンジセセリ	1			2	3	2	1											9
	57. ルリシジミ	7			2	3	3	5	3	1									24
	(59. トラフシジミ)				1	1		1											3
	(60. アサマシジミ)					1	1												2
	( 6. ミヤマカラスアゲハ)						1												1
	(16. ミヤマシロチョウ)				1														1
	(52. ツマジロウラジャノメ)						1												1
(64. メスアカミドリシジミ)				1														1	
A-III	51. ウラジャノメ						1	1	1	3			2					8	
	68. コチャバネセセリ				2	4		19	5	18		12	2					62	
	71. オオチャバネセセリ							1		8		3		1				13	
	(23. キベリタテハ)							1										1	
	(40. コヒヨウモン)									1								1	
A-II'	5. オナガアゲハ						2											2	
	39. ヒヨウモンチョウ						3	1										4	
A-IV	3. キアゲハ	1		4	1		1	1	1	1						1	4	14	
	18. クジャクチョウ	1		1	1	2		1	2	2		2	2			1	12	4	31
	37. ギンボシヒヨウモン			1			2	1	1	3		3	5				4	4	24
	72. イチモンジセセリ	1	4	5	24	11	8	11	10	24		20	22			19	44	8	211
	42. コヒヨウモンモドキ															4	4	4	12
	43. ベニヒカゲ											3	40			336	1,848	292	2,519
A-V	45. クロヒカゲ		1	1		1			2	4		29	42		10	8		98	
	46. ヒメキマダラヒカゲ					1				2		24	51		6	28	4	116	
	(41. オオウラギンスジヒヨウモン)											1						1	
	(58. コツバメ)							1				1	1					3	
A-I''	61. ミヤマシジミ	4																4	
	62. ヒメシジミ	3				1												4	
	63. ヤマトシジミ	2																2	
A-II''	70. キマダラセセリ					3												3	
計		127	202	177	181	155	189	125	207	139	161	196	384	1,952	320			4,515	

食 草	備 考		竜ヶ崎市での相対頻度	
	垂 直 分 布	成 虫 生 息 環 境		
クロツバラ	800~1,500m	明るい疎林, 林縁	±	
エノキ	0~1,500m	広葉樹林周辺地, 市街地		
シモツケ	500~1,200m	明るい疎林, 林縁		
ススキ	200~900m	乾性草原		
ミズキ, ハギ	0~1,500m	市街地, 耕作地周辺		
フジ, リンゴ	平地~山地(1,000m以下)	樹林周辺, 果樹園		
ナンテンハギ	山地~1,500m	草原		
カラスザンショウ	700m以上	山間部溪流, 路上		
ヒロハノヘビノボラズ	1,400~1,900m	溪流沿い, 林縁, 疎林		
ヒメノガリヤス	800~2,000m	溪流沿い, 露岩地		
ヤマザクラ	山地	雑木林		
スゲ	1,400~2,000m	疎林		±
クマザサ	平地~1,700m	山地のササ林床林		
ササ類	平地~1,700m	草地, タケ・ササ林の陽地		
ダケカンバ, オオバヤナギ	1,500~2,500m	渓谷		
オニシモツケ	1,000~1,800m	湿原		
コクサギ, カラタチ, サンショウ	平地~山地	山地の溪流沿い	±	
ワレモコウ, オニシモツケ	600~1,500m	明るい開放的草原		
ニンジン, セリ, シシウド	山地草原, 山頂占有性	日向の草原	+	
ホソバイラクサ	500~2,400m(移動力大)	山地樹林, 耕作地		
スミレ類	1,000~1,500m	山地の明るい草原		
イネ科	0~2,000m(移動力大)	耕作地周辺		
クガイソウ	1,000~2,000m	山地の林縁や林間の草原		
オニノガリヤス, スゲ	1,500~3,000m	高地草原		
アズマネザサ	低山地~2,000m	ササ林床林の暗い環境	±	
ササ類	1,300~1,600m	ササ林床林内		
タチツボスミレ	800~1,400m	草原や森林内の空地		
ツツジ類	0~1,600m	樹林周辺の低木陽地		
コマツナギ	0~800m	河原, 草原	±	
ヨモギ, シロツメクサ	低地~高山	日当たりの良い草地的環境		
カタバミ	低地	人為的環境に最も適応		
アズマネザサ	平地~低山地	樹林の周辺, 林縁, 神社	+	

上述の群集に追加し（カッコ内）、全構成種72種についての高度環境選好性の全体像を示したのが表3である。備考欄には、福田ら、1982、1983、1984 a, b から、調査地で利用されているとみられる食草、中部地方での垂直分布、成虫の生息環境について抜粋し、さらに茨城県竜ヶ崎市近郊（海拔20m）での調査結果（山本、1983）についての相対頻度をクラス分けして示してある。

H-I に対応する群集は、A-I a 亜群集を構成する10種、A-I' 群集の2種、A-I'' 群集の3種、計3群集15種から成っている。栽培性植物や人里植物を幼虫の食草とする群集と、本来の丘陵帯としての植生に依存している群集とがある。前者にはA-I a 亜群集が当たり、人為的影響により垂直分布帯が変動するのが特徴である（人里群集と仮称）。一方、後者に属するものには、A-I'' 群集が当たり、分布中心はもっと低所にある可能性がある（丘陵帯群集と仮称）。A-I' 群集についてはA-I a 亜群集に含まれる可能性もあり、その独立性については、今後の調査を必要とする。

H-II に対応する群集には、A-II b 亜群集16種、A-II a 亜群集11種、A-II' 群集の2種、A-II'' 群集の1種、計4群集30種が当たり、最も構成種の多い大きな群集である。景観的には、山林に接近した山村地帯であり、耕作地と森林とがモザイク状に入り組んだ人為的影響の依然として残っている場所に成立している群集（山麓群集と仮称）と考えることができる。山麓草本食群集（A-I b）と山麓木本食群集（A-II a）とに二分される。A-II', II'' 群集の現実性については、今後の研究による。

H-III に対応する群集には、A-III b 亜群集12種、A-III 群集5種、計2群集17種が属する。山地帯に分布するチョウ群集（山地帯群集と仮称）と考えられる。2群集のうち前者はより開けた環境を好み（山地帯陽地性群集）、後者は林地を好む（山地帯林地性群集）種群から成り立っている。しかし、A-III には、コチャバネセセリやオオチャバネセセリのように、より低

地で優占種になっている種も含まれており、チョウの食草依存度の高さを示唆している。

H-IV にはA-V 群集一つが対応し、4種から成っている。亜高山帯群集と考えることができる。

H-V にはA-IV 群集6種が対応するが、山頂占有性を示し本来の生息地は低所にある種から成り立っている群集（山頂占有性群集と仮称）と、本来の生息地が高所にある種から成り立っている群集（高山群集と仮称）とに二分される。

以上、生態的独立性が現実的と思われる（群分析結果とすべてが一致するわけではなく、亜群集で群集に昇格させたもの、目撃個体数が少ないため、独立した群集として取り上げなかったものがある）九つの群集——丘陵帯、人里、山麓草本食、山麓木本食、山地帯陽地性、山地帯林地性、亜高山帯、山頂占有性、高山群集——が認められた。

竜ヶ崎市近郊（海拔20m）の調査結果と重複する種は、人里群集や山麓草本食群集に属するものが多いことは当然であるが、より高所の群集に属しながら竜ヶ崎市近郊で優占種となっている種などでは、現地での食草メニューの調査が必要であろう。

## 2. 種数

標高1,100~1,400mに種数のピークがあり、700~1,100mで増加、1,400m以高で減少、2,000~2,100mで最少となる（図9 A）。前者の増加傾向は、人為的影響の減少に対応し、後者における減少傾向は、高地化に伴う環境条件の厳しさに影響されているものと推測される。1,100~1,400mにおける種数のピークは、H-II に分布中心をもつ山麓群集の大きさの反映であり、そこに、人里群集と山地帯陽地性群集の両方の影響が加わった結果とみなせる。

## 3. 個体数

標高700~1,800mでは多少の変動はあるものの、ほぼ100~200個体で安定しているが、1,800m以高では突出が激しい（図9 B）。ベニ

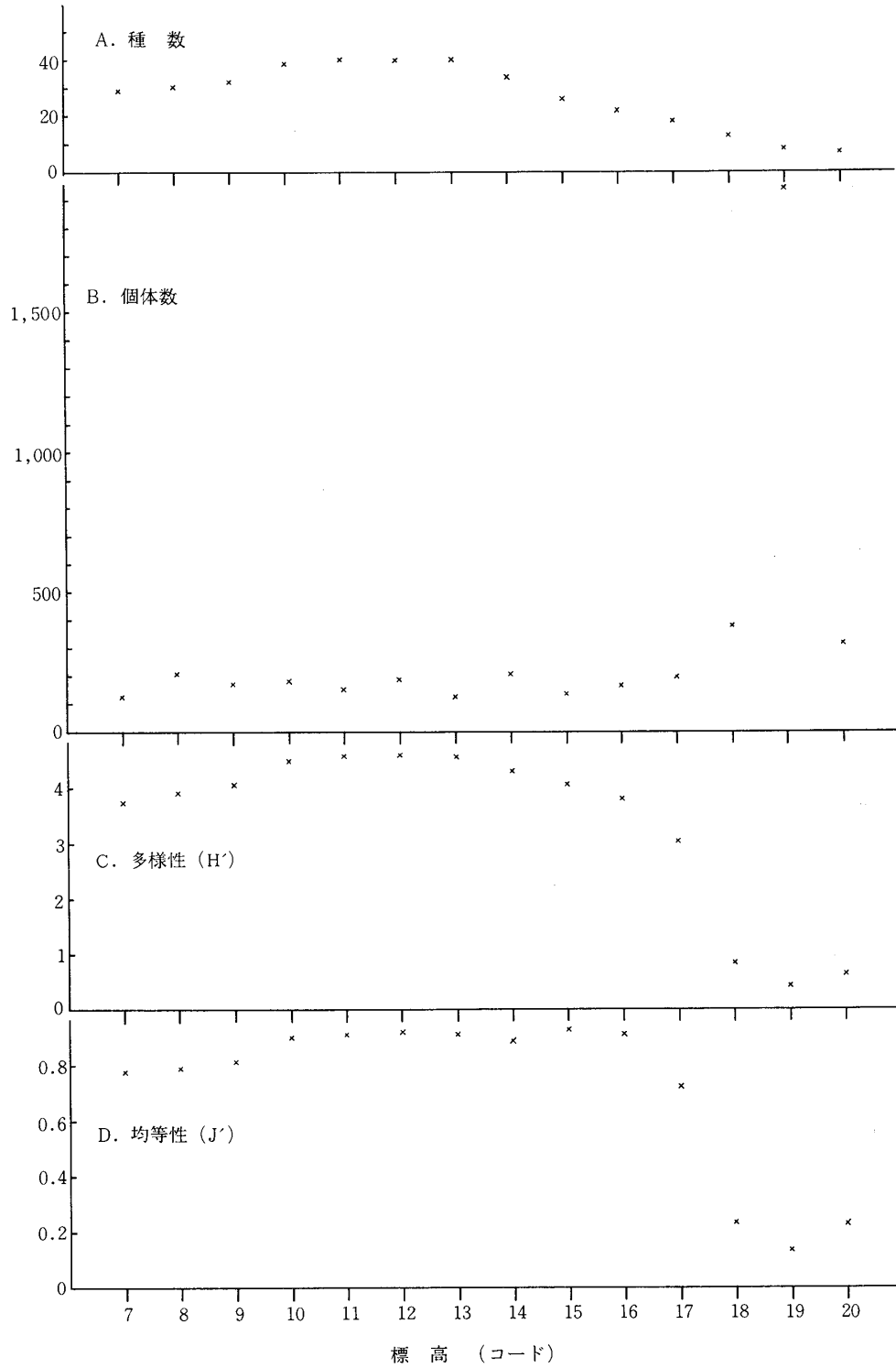


図 9 種数, 個体数, 多様性, 均等性の高度による変化. 標高コードについては表 1 参照

表 4 優占種の個体数と分布指数(1/I<sub>o</sub>)

順位	種名	補正個体数	分布指数	所属群集
1.	ベニヒカゲ	2,519	0.125	A-IVb
2.	イチモンジセセリ	211	0.683	A-IVa
3.	モンキチョウ	161	0.478	A-Ib
4.	モンシロチョウ	135	0.267	A-Ia
5.	ヒメキマダラヒカゲ	116	0.244	A-V
6.	ミドリヒョウモン	112	0.424	A-IIb
7.	スジグロシロチョウ	100	0.560	A-IIb
8.	クロヒカゲ	98	0.252	A-V
9.	ウスバシロチョウ	73	0.495	A-Ib
10.	ヒメウラナミジャノメ	71	0.475	A-Ib
11.	ツバメシジミ	64	0.420	A-Ib
12.	コチャバネセセリ	62	0.331	A-III
13.	ジャノメチョウ	60	0.450	A-Ib
14.	フタスジチョウ	50	0.463	A-IIb
15.	サカハチチョウ	49	0.339	A-IIb
16.	エゾスジグロシロチョウ	44	0.497	A-IIb
17.	ウラギンヒョウモン	39	0.353	A-IIb
18.	ベニシジミ	35	0.376	A-Ia
19.	ミヤマセセリ	33	0.307	A-IIb
20.	ヒメシロチョウ	32	0.389	A-Ib
21.	クジャクチョウ	31	0.431	A-IVa
22.	ヤマキマダラヒカゲ	30	0.414	A-IIb
計		4,125		

ヒカゲの多さがその原因である。このチョウの発生時期になると、マツムシソウの花などに複数個体がかたまって吸蜜している姿が何度も目撃されるが、この大発生が恒常的なものかは今後の問題となろう。

#### 4. 多様性

シャノン指数により多様性を算出し (KOBAYASHI, 1981参考), その高度における変化を図9Cに示した。曲線は、ほぼ種数の高度変化(図9A)に一致しているが、1,800m以高ではその減少がより激しくなっている。ベニヒカゲへの個体数の集中、特に標高1,900~2,000mでのその個体数の突出(図9B)が影響していることは明らかである。一方、標高700~1,000mと1,400~1,700mにおける多様性の減少は、前者は個体数の集中の結果であり、後者は種数の減少の結果であり、意味の異なることが均等性-高度曲線(図9D)との比較から示唆される。

#### 5. 優占種

平均個体数(総個体数/種数)を上回る種を優占種として表4に示してある。各群集の優占種の比率は、A-IIb亜群集が66.7%と最も高く、以下A-IVa=A-IVb(50.0) > A-Ib(35.3) > A-Ia=A-III(20.0) > A-IIa(0.0)の順となった。一方、優占種の中でも分布指数の小さな種は、それぞれの高度環境の標徴種となり得るものであり、H-Iのモンシロチョウ、H-IVのクロヒカゲ、ヒメキマダラヒカゲ、H-Vのベニヒカゲなどがそれに当たる。

#### おわりに

以上、長野県湯ノ丸高原域のチョウ群集における高度変化の現象論的解析は終了したが、これは、次の成立要因を探る試みの第一段階に過ぎない。複数の調査地での同様のデータが整った段階で、それらの相互比較により、本来の目的が達せられる。



## 摘 要

1982～1985年に、長野県湯ノ丸高原域において、帯状センサス法によるチョウの垂直分布調査が行われた。5～9月にかけて各年2、3回、計11回の調査で、8科72種3,095個体が目撃され、チョウ群集の標高700～2,100mにおける高度変化の解析が行われた。以下はその結果である。

1. チョウ72種の14の高度区画への個体数分布マトリックスより、群分析と主成分分析を併用して、五つの高度環境と九つのチョウ群集を分類した。

2. 標高700～1,000m地帯は、モンシロチョウ、ベニシジミに代表される人里群集と、ヤマトシジミなどの丘陵帯群集によって構成されている。

3. 標高1,000～1,300m地帯には、モンキチョウ、ウスバシロチョウ、ヒメウラナミジャノメ、ツバメシジミ、ジャノメチョウ、ヒメシロチョウに代表される最も大きな群集である山麓群集(草本食と木本食とに二分)が成立している。

4. 標高1,300～1,600m地帯には、ミドリヒョウモン、スジグロシロチョウ、フタスジチョウ、サカハチチョウ、エゾスジグロシロチョウ、ウラギンヒョウモン、ミヤマセセリ、ヤマキマダラヒカゲ、コチャバネセセリに代表される山地帯群集(陽地性と林地性とに二分)が成立している。

5. 標高1,600～1,800m地帯は、クロヒカゲ、ヒメキマダラヒカゲに代表される亜高山帯群集の成立の場である。

6. 標高1,800～2,100m地帯には、イチモンジセセリ、クジャクチョウに代表される山頂占有性群集とベニヒカゲに代表される高山群集が成立している。

7. 多様性は、1,000～1,400mで高く、前後の700～1,000m、1,400～1,700mでやや低値を示し、1,700～2,100mで急減する。最初の低値は人為的環境下における個体数の少数種への集中が原因であり、二番目の低値は高度の上昇による構成種数の減少により引き起こされ、最後

の急減は、ベニヒカゲの個体数の突出が原因である。

## 引用文献

- [1] 福田晴夫, 浜 栄一, 葛谷 健, 高橋 昭, 高橋真弓, 田中 蕃, 田中 洋, 若林守雄, 渡辺康之 (1982) 原色日本蝶類生態図鑑(I). xxii + 277 pp. 保育社.
- [2] ——— (1983) 原色日本蝶類生態図鑑(II). xxii + 325 pp. 保育社.
- [3] ——— (1984 a) 原色日本蝶類生態図鑑(III). xxii + 373 pp. 保育社.
- [4] ——— (1984 b) 原色日本蝶類生態図鑑(IV). xxii + 373 pp. 保育社.
- [5] KOBAYASHI, S. (1981) Diversity indices : Relations to sample size and spatial distribution. *Jap. J. Ecol.*, **31** : 231-236.
- [6] ——— (1987) Heterogeneity ratio : a measure of beta-diversity and its use in community classification. *Ecol. Res.*, **2** : 101-111.
- [7] 森下正明 (1979) 森下正明生態学論集. 第二巻. ii + 585 pp. 思索社.
- [8] 沼田 真, 岩瀬 徹 (1975) 図説日本の植生. iv + 178 pp. 朝倉書店.
- [9] TODA, M. J. (1984) Guild structure and its comparison between two local drosophilid communities. *Physiol. Ecol. Japan*, **21** : 131-172.
- [10] 山本道也 (1981) チョウのセンサス法とその問題点, 生物教材 (木古内), **16** : 25-46.
- [11] ——— (1983) 竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 流通経済大学論集, **18** (1) : 28-51.

## Synopsis

YAMAMOTO, Michiya, 1988. Altitudinal distribution of butterfly communities in and near Yunomaru Highlands, central Japan. *Ryûtsû-Keizai Daigaku Ronshû* (The Journal of Ryûtsû-Keizai University), Vol. 22, No. 4 : 9-26.

The component species were classified into several subcommunities for their altitudinal preference : Hilly

zone subcommunities and ruderal ones in 700 ~ 1,000m alt., foothill subcommunities in 1,000~1,300 m alt., montane zone subcommunities in 1,300 ~

1,600m alt., subalpine subcommunities in 1,600 ~ 1,800 m alt., and hilltop-occupying subcommunities and alpine ones in 1,800~2,100 m alt..