

住民の参加によるチョウ群集のモニタリング

田下 昌志¹⁾、中村 寛志²⁾、丸山 潔³⁾、福本 匡志⁴⁾。

- 1) 長野市安茂里1863-1
- 2) 信州大学農学部
- 3) 穂高町柏原1566-1
- 4) 長野県下高井郡木島平村大字往郷3524-1

受領：2004年6月18日；受理：2005年1月12日

ABSTRACT

Monitoring of butterfly assemblages by nonprofessional citizens. Masashi Tashita¹⁾, Hiroshi Nakamura²⁾, Kiyoshi Maruyama³⁾, Masashi Fukumoto⁴⁾ (¹⁾ Amori 1863-1, Nagano, 380-0943 Japan; ²⁾ Faculty of Agriculture, Shinsyu University, Minamiminowa 8304, Nagano, 399-4511 Japan; ³⁾ Kashiwabara 1566-1, Hotaka, Nagano, 399-8304, Japan; ⁴⁾ Oogou 3524-1, Kijimadaira, Nagano, 389-2301 Japan. *Jpn. J. Environ. Entomol. Zool.* : 16 : 9-16 (2005).

Butterfly assemblages were monitored using the route census method at Saigawa River in Matsumoto City on 14 June and 13 September 2003 by professional researchers and nonprofessional citizens. On 14 June, 9.0 species and 63.1 individuals on average were recorded by 8 professional researchers. On 13 September, 12.0 species and 62.0 individuals on average were recorded by 4 professional researchers, while 6.7 species and 18.8 individuals on average were recorded by 10 nonprofessional citizens. The number of individuals, Shannon-Weaver's H' and RI-index recorded by the nonprofessional citizens differed from those recorded by the professional researchers. In contrast, the average values of Simpson's 1-λ, ERⁿ-index and HI-index recorded by the nonprofessional citizens were the same as those recorded by the professional researchers. In total, 21 species were observed by the 14 researchers in September. The nonprofessional citizens were able to identify many more species after they were provided with brief information about the target butterflies.

Key words : Butterfly assemblage, Route census method, Citizen, Environmental assessment, Matsumoto City, Nagano Prefecture

筆者らは、2003年6月および9月に長野県松本市犀川の河川敷において、住民参加によるチョウを指標とした環境モニタリング調査を実施し、住民参加による調査の有効性や環境保全に対する住民の関心の向上対策について検討した。6月の調査では、熟練者が平均して9.0種63.1個体を確認した。また、9月の調査では、熟練者は平均して12.0種62.0個体、非熟練者は6.7種18.8個体を確認した。非熟練者による調査では、C.V.係数の値が熟練者より大きく、とくに、個体数の把握に大きな開きが生じ、その結果、平均多様度H'やRI指数に差が生じた。しかし、1-λやERⁿ、HI指数の平均値は熟練者と非熟練者の間で差がなかった。非熟練者では、種の認識率は比較的高いが、正確な個体数のカウントはむずかしいことがわかった。9月調査では、熟練者と非熟練者の合計で21種が確認されているが、多くの調査者による調査では、生息種の発見確率が向上した。以上から非熟練者であっても多くの調査者による調査は、種の分布の確認には効果的であると判断した。なお、同じ調査サイトでも、わずかに調査ルートが異なると、確認種数に有意な差がみられた。

はじめに

近年、開発や地球温暖化の影響等による生物多様性の減少や希少動植物の減少が長野県においても危惧されている(長野県編, 2004; 田下, 2002; 信州大学山岳科学総合研究所編, 2003)。こうした自然環境の変化は、単に、動植物

そのものの生存を脅かすばかりではなく、私たちの生活にも、新たな病気の発生や異常気象に伴う災害の発生、作物の不作など様々な悪影響を及ぼすものと考えられている(環境省編, 1997)。

このような中で、生物群集を用いた環境モニタリングの調査資料は、環境の変化を敏感にとらえることにより、生

物多様性や希少種の保全,さらには,私たちの生活環境について考え,対応策を検討していくうえでの基礎資料として重要な役割を持つものと思われる。

近年,人口の分布が都市部に集中し,住民の生活サイクルは,中山間地域で自然と共生しながら暮らしてきた時代から急激に変化してきている。そのため,住民自らが参加し,環境問題を考えることのできる仕組みを作り上げていくことは重要である。このような中で住民によるビオトープ作りの試み(塩原,1996)や住民の意見を反映した生物の生息に優しい工法による社会資本整備(桜井,1991)等環境保全のための試みが活発化してきている。

チョウ類(チョウ目のうちアゲハチョウ上科,セセリチョウ上科)は,一般住民になじみが深いばかりではなく,種が翅の斑紋から識別し易いこと,昼間活動する大型の昆虫であり見つけやすいこと,種数が昆虫類の中では小規模なグループで扱いやすいこと,愛好者が多いこと等,他の生物群と比較して,一般市民の参加による環境モニタリングには良い材料であると思われる。さらに,チョウを指標とした環境モニタリングの調査手法やその精度,評価手法に関しては,田中(1988),石井ら(1991),Kitahara *et al.*(1994),中村ら(1995),今井ら(1996)などがあり,日本環境動物昆虫学会編(1998)により,解説書が出版されるなど,調査環境が整うとともに,桜谷ら(1991),清(1996a,b),氷室ら(1994),Tashita *et al.*(1996,1997),Spitzer *et al.*(1997),有本(2002),中村ら(2003)など調査実績が蓄積されてきている。

今回の調査は,チョウ類を通じた環境調査の機会を広く一般市民に広げていくために,チョウに関して特別に詳しい知識を持っていない一般市民の参加により環境モニタリング調査が実施可能であるか検討するために行った。

材料と方法

1. 調査地の概要

調査地は,長野県松本市倭地区,標高約 620 mの信濃川水系犀川の右岸で,温帯落葉広葉樹林帯にあたる。堤外地には,幅約 10 mにわたり,樹高 5 m~7 m程度のニセアカシア *Robinia pseudoacacia* L. やヤナギ類 *Salix* sp.がまばらに生えている。堤防上は,イネ科の外来種に混じって,アカツメクサ *Trifolium pratense* L., コマツナギ *Indigofera pseudotinctoria* Matsum., ハタザオ *Arabis glabra* Bernh., ムシトリナデシコ *Silene armeria* L.などが生え,比較的多様性に満ちた植生である。堤防は,定期的な草刈りが行われている。天然石のコンクリート練積の護岸には,長野県版レッドデータブックの準絶滅危惧種であるツメレンゲ *Orostachys japonicus* Bergerが見られる。堤防天端付近の堤内地の植生は,ノイバラ *Rosa multiflora* Thunb.等の灌木類が多く,ナンテンハギ *Vicia unijuga* A.Br.等が減少し,草原植生は単調化してきている。堤内地の主な土地利用は水田である。流水側ルートの主な景観は,砂礫の河原やヤナギの高木,コマツナギの生える草地であり,堤防側ルートの主な景観は,ヤナギの高木とコマツナギの生える草地であった。

2. 調査の方法

調査は,2003年6月14日と9月13日の2日間行った。6月14日の調査では,チョウに関して詳しい知識と高い識別能力がある8名の調査者が堤防の天端上500 m区間を30分で往復し,調査者の前方で見かけたチョウの種類と個体数を調査した。

9月13日は,堤外地で,流水側と堤防に近い側の2ルートに分かれて30分間,チョウの種類と個体数を数えた。流水側ルートでは,チョウに関して詳しい知識と高い識別能力がある調査者4名と昆虫に関心はあるが,チョウに関しては特に詳しい知識をもっていない調査者10名の計14名が,堤防側ルートでは,チョウに関して詳しい知識と高い識別能力がある調査者3名が参加して行った。両ルートは,およそ30 m程離れて並行している。両ルートの調査は,同時刻に熟練者と非熟練者が混じって全員一斉に実施した。各調査者は,10 m程度の範囲にできる限り固まって調査を行った。調査の開始前に天候,気温及び照度を記録した。

調査に先立ち,現地で見ることのできる種を記載した簡単な図鑑を参加者に配布し,現地で見ることのできるミヤマシジミ,ヒメシロチョウ *Leptidea amurensis* Menetries等の貴重種について説明した。

3. 評価手法

チョウ類の群集構造については,種の多様性を示す指標により熟練者と非熟練者の記録を比較し,非熟練者の記録の信頼性を検討した。評価指標として,Shannonの平均多様度 H' (木元ら,1989),Simpsonの多様度指数 $1-\lambda$ (日本環境動物学会編,1998),RI指数(中村ら,1995),環境階級存在比 ER(田中,1988),環境階級度 ER"(田下ら,1997)およびHI指数(田下ら,1997)を用いた。

平均多様度 H' は次式で算出した。

$$H' = -\sum (n_i/N) \log_2(n_i/N)$$

また,多様度指数 $1-\lambda$ は次式で算出した。

$$\lambda = \sum n_i(n_i-1) / N(N-1)$$

ここで, N は総個体数, n_i は i 番目の種の個体数である。

RI指数は次式により求めた。

$$RI = \sum R_i / S(M-1)$$

ここで, S は全種数, M は4である。 R_i は,観察されないうち0,1~2個体を観察したとき1,3~9個体を観察したとき2,10個体以上観察したとき3として計算した。

環境階級存在比 ERは次式により求めた。

$$ER(X) = (\sum X_i \cdot T_i \cdot I_i) / (\sum T_i \cdot I_i)$$

また,各階級の指数に重みづけを行うことにより,一次元化した環境階級度 ER" を次式により計算した。

$$ER'' = ((4ER(ps) + 3ER(as) + 2ER(rs) + ER(us)) - 10) / 30 \times 100$$

本指数は,原始段階の環境から都市化した環境へ100から0の値を示す。

ここで, X_i は i 番目の種の各環境段階(α :原始段階(ps), β :非定住利用段階(as), γ :農村・人里段階(rs), δ :都市段階(us))の生息分布度, T_i は i 番目の種の総個体数, I_i は i 番目の種の指標値である。

また,人為による土地への攪乱の状況を判別するため

に、HI 指数を下記により算出した。

$$HI = \sum n_i D_i F_i / (\sum 3n_i D_i) \times 100$$

当指数は、ER と同様に原始段階の環境から都市化した環境へ 100 から 0 の値を示す。

ここで、 n_i は i 番目の種の個体数、 D_i は分布の広さの指数で、①都市（住宅地）②耕作地③浅い山地・里山④深い山地の植栽林・二次林⑤極相的環境の 5 つのうち、すべての環境に生息する種、4 つの環境に生息する種、3 つの環境に生息する種、1~2 の環境に生息する種に、それぞれ、0, 1, 2, 3 の値を与えた。 F_i は幼虫期の食性の指数で、食草の大部分が帰化植物・栽培種や攪乱地への先駆植物である種には 0、どちらかという帰化植物・栽培種・攪乱地への先駆植物を多く食する種には 1、どちらかという上記の植物種以外を多く食する種には 2、食草の大部分が上記植物種以外の種には 3 の値を与える。

結 果

1. モニタリング調査全般について

調査日における天候、調査時刻、調査ルートおよび参加者を表1に示す。9月13日は堤防上を強風が吹いていたが、調査ルートを設定した堤外地は風が弱く、チョウは普通に飛翔していた。各調査日ごとにそれぞれの調査者が確認したチョウの種類と個体数を表2-1、表2-2に示す。

6月14日には、8名の熟練者(a~h)が調査し、それぞれの調査者が8~11種、41~80個体を確認した。全体では、13種が見つかり、うちヒメウラナミジャノメ、モンキチョウ、アサマイチモンジが個体数で上位3位を占めた。

9月13日には、流水側を熟練者4名(a,f,h,i)、非熟練者10名(A~J)が、堤防側を熟練者3名(b,d,e)が調査した。各調査者ごとの確認種数と個体数は、表2-2のとおりで17名の合計で21種が確認された。うちミヤマシジミ、キチョウ、イチモンジセセリが個体数で上位3位を占めた。

2. ルート別の調査結果

9月13日に行ったルート別の調査について、熟練者が行った流水側ルートと堤防側ルートを比較した。どちらのルートもミヤマシジミ、キチョウ、イチモンジセセリが優占

種であった。しかし、ミヤマシジミの個体数は、堤防側ルートで著しく高い値を示した。種数は、調査者の平均値と比較すると流水側ルートで4種多く確認された。HIとRI指数は流水側ルートの方が高く(表3)、ER(図1-1、図1-2)は、堤防側ルートの方が原始段階の数値が高く、HI指数(表3)も堤防側ルートの方が高かった。

3. 熟練者と非熟練者の調査結果のちがひ

6月14日(8名)、9月13日(堤防側3名、流水側4名)に行った熟練者による確認個体数および種数は、有意な個人差を示さなかった(Freedman検定、有意確率0.2343-6月14日、0.0821-9月13日堤防側、0.7384-9月13日流水側)。しかし、9月13日に行った非熟練者10名の調査では、確認個体数および種数に有意な差が生じた(Freedman検定、有意確率0.0218)。9月13日に行った熟練者4名および非熟練者10名の確認種数および個体数について、C.V.を表4に示す。熟練者、非熟練者ともに種類よりも個体数でC.V.が大ききな値を示し観察者による誤差がより大きくなることがわかった。9月13日の調査の熟練者と非熟練者との間では、種数、個体数ともに有意の差が出ている。

9月13日の確認個体数上位3種を調査者別に表5に示す。優占種の確認個体数は、熟練者と非熟練者の間で大きく異なるものの、上位3種のキチョウ、ミヤマシジミ、イチモンジセセリは、調査者による若干の相違はあるものの、ほぼ似た傾向で確認できている。表5を基に熟練者4名から種の順位と個体数の95%信頼幅を算出し、非熟練者10人の正解率を調べると、種の順位では53.3%と比較的高く、個体数では、13.3%と低かった。

熟練者と非熟練者それぞれによる種ごとに確認できた調査者の割合を図2に示す。長野県の希少種であるミヤマシジミは、非熟練者の9割が確認できている。また、熟練者と非熟練者それぞれによる種ごとの確認個体数を図3に示す。熟練者の方が明らかに多くの個体を確認できる結果となった。

図4には、各調査者ごとに確認できた種と見落とした種の割合を示した。6月14日には、8名で13種が、9月13日には、14名で種名が不詳な種を除き18種が確認されているが、非熟練者では、およそ60%の種を見落としており、

表1 各調査日の天候、調査時刻、調査ルートおよび参加者

調査日	天候	気温 ¹⁾ ℃	照度 ¹⁾ lux	調査時刻	調査ルート	参加者				
						識別能力	小学生	中高生	社会人	計
2003.6.14	曇り	27.5	52,700	11:10 ~ 11:40	堤防 天端	熟練者		1	7	8
						熟練者		1	3	4
2003.9.13	曇~晴 (強風)	28.5	28,900 ~ 93,800	10:30 ~ 11:00	堤外地 流水側	熟練者		1	3	4
						非熟練者	7	1	2	10
					堤外地 堤防側	熟練者		3		3

1) 気温、照度は、調査開始前に測定。

熟練者でもおよそ 30% の種を見落としていた。

H' や I-λ, RI 指数で比較すると非熟練者の調査結果には、バラツキがみられた (表6)。また、熟練者と非熟練者で H' や RI 指数に差があった。I-λ については、平均値では H' や RI 指数ほど差がでなかった。ER" や HI 指数で比較すると、それぞれの調査者の平均値では、熟練者と非熟練者との間に差が見られなかった (表6)。しかし、非

熟練者による調査結果では、分散の度合いが大きく、環境階級存在比 (ER) を非熟練者各々について表記すると図5のように原始段階 (ps) と非定住利用段階 (as) の間で調査者により評価値が大きく異なることがわかった。

図6には、9月13日の調査結果をもとにして、調査者の数と確認できる種数の期待値を14名の調査者から任意に調査人数を選ぶ組み合わせから計算した。

表2-1 6月14日に確認されたチョウの種名と個体数

調査者 ¹⁾		a	b	c	d	e	f	g	h
ヒメウラナミジャノメ	<i>Ypthima argus argus</i> Butler	33	17	21	16	38	24	12	27
モンキチョウ	<i>Colias erate poliographus</i> Motschulsky	19	20	24	9	7	16	19	15
アサマイチモンジ	<i>Limenitis glorifica</i> Fruhstorfer	8	5	7	7	12	12	8	12
モンシロチョウ	<i>Artogeia rapae crucivora</i> Boisduval	8	5	2	3	2	4	7	9
ルリシジミ	<i>Celastrina argiolus ladonides</i> de l'Orza	4	6	4	1	3	2	3	1
ミヤマシジミ	<i>Lycaeides argyrognomon praeterinsularis</i> Verity	4	6	3	1	2		3	1
コムスジ	<i>Neptis sappho intermedia</i> W.B.Pryer	1		1	3	1	3	1	1
ツマキチョウ	<i>Anthocharis scolymus</i> Butler	2	1	2	1	1	1	1	1
ヒョウモンの1種			1					1	2
キチョウ	<i>Eurema hecabe hecabe</i> Linnaeus					1	1		1
カタテハ	<i>Polygonia c-aureum c-aureum</i> Linnaeus	1				1			
ジャノメチョウの1種									2
コムラサキ	<i>Apatura metis substituta</i> Butler							1	
総個体数		80	61	64	41	68	65	54	72
種類		9	8	8	8	10	10	8	11

1) a~h: 調査者

表2-2 9月13日に確認されたチョウの種名と個体数

調査者 ¹⁾		a	f	h	i	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	b	d	e
識別能力 コース	(熟:熟練者、非:非熟練者) (A:流水側、B:堤防側)	熟	熟	熟	熟	非	非	非	非	非	非	非	非	非	非	熟	熟	熟
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B
ミヤマシジミ	<i>Lycaeides argyrognomon praeterinsularis</i> Verity	16	14	1	12	1	12	1	1	2	3	8	20	2		62	24	55
キチョウ	<i>Eurema hecabe hecabe</i> Linnaeus	19	16	17	14	4	7	1		3	6	12	9	4	4	6	15	13
イチモンジセセリ	<i>Parnara guttata guttata</i> Bremer & Grey	14	14		6	10	14		1	1	2	4	2	1		32	12	12
ツバメシジミ	<i>everes argiades argiades</i> Pallas	5	7		2			1	1	1		1	3	1		6	2	3
シジミチョウの1種				2	18	7	1						1					
アサマイチモンジ	<i>Limenitis glorifica</i> Fruhstorfer	1	4	4	1	2	3				1							2
コムラサキ	<i>Apatura metis substituta</i> Butler	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1		1	1		1		
セセリチョウの1種					17													
ジャノメチョウ	<i>Minois dryas bipunctata</i> Motschulsky	2	2	2	1	1	1		1	1		1	1			2		1
コムスジ	<i>Neptis sappho intermedia</i> W.B.Pryer	1			4					1	1	2				3	1	1
ミドリヒョウモン	<i>Argynnis paphia tsushimana</i> Fruhstorfer	3			3			1	1	1					1			
キアゲハ	<i>Paapilio machaon hippocrates</i> C.Felder & R.Felder			1	1	2		1								1	1	1
ナミアゲハ	<i>Paapilio xuthus</i> Linnaeus	1			1						1	1						
ヤマトシジミ	<i>Pseudozizeeria maha arhia</i> Menetries				1							1	1					1
モンシロチョウ	<i>Artogeia rapae crucivora</i> Boisduval	1			1										1			
ルリシジミ	<i>Celastrina argiolus ladonides</i> de l'Orza	1	2															
ベニシジミ	<i>Lycaena phlaeas daimio</i> Matsumura				1		1											1
モンキチョウ	<i>Colias erate poliographus</i> Motschulsky				1													1
ヒョウモンチョウの1種					1	1												
ヒメウラナミジャノメ	<i>Ypthima argus argus</i> Butler													1				
カタテハ	<i>Polygonia c-aureum c-aureum</i> Linnaeus				1													
総個体数		67	66	65	50	24	41	6	5	11	16	29	39	12	5	114	55	89
種類		12	11	12	13	5	9	6	5	8	8	7	9	8	2	9	6	9

1) a~i, ア~コ: 調査者。

表3 熟練者による9月13日の調査結果のバラツキおよび調査ルート間の結果の比較

	調査者数	個体数±S.D.	種数±S.D. ¹⁾	平均多様度 H' ±S.D.	RI指数±S.D.	HI指数±S.D.
流水側ルート	4	62.00±8.042	12±0.816*	2.813±0.192	0.317±0.013	68.50±8.127
堤防側ルート	3	86.00±29.61	8±1.732*	1.853±0.047	0.233±0.037	86.97±7.159

1)*:危険率5%で有意差あり(u検定)。

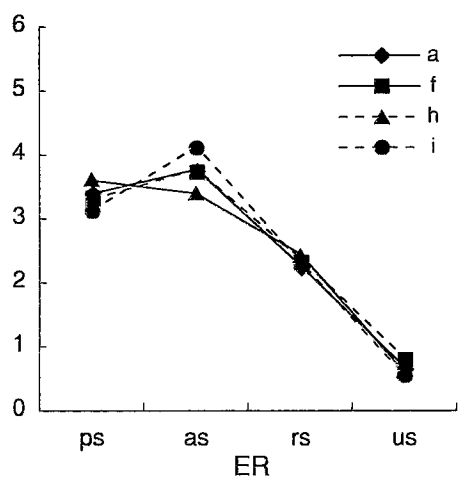


図1-1 流水側ルートにおけるER(熟練者・9月13日調査)

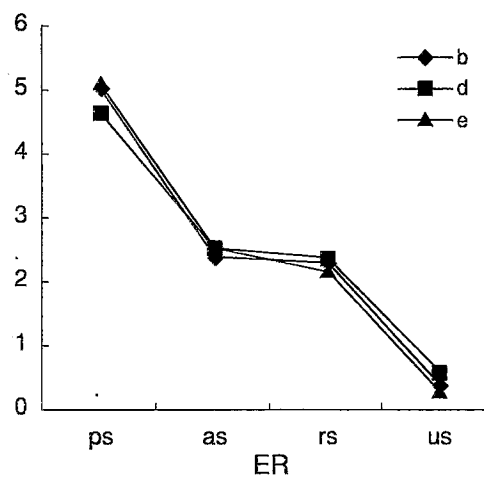


図1-2 堤防側ルートにおけるER(熟練者・9月13日調査)

表4 熟練者と非熟練者の個体数および種類の確認状況

調査日	調査者数	識別能力	種類		個体数	
			平均値±S.D.	C.V	平均値±S.D.	C.V
6月14日	8	熟練	9.00±1.195	13.3%	63.13±11.76	18.6%
9月13日 ¹⁾	4	熟練	12.00±0.816	8.5%	62.00±8.042	13.0%
	10	非熟練	6.70±2.214	33.1%	18.80±13.71	72.9%

1) 9月13日について 熟練・非熟練の間 P<0.01 (u検定)。

表5 熟練者及び非熟練者の確認種の上位3種と確認された個体数 (9月13日調査)

識別能力	調査者	1 位		2 位		3 位	
		種名	n	種名	n	種名	n
熟練者	a	キチョウ	19	ミヤマシジミ	16	イチモンジセセリ	14
	f	キチョウ	16	ミヤマシジミ	14	イチモンジセセリ	14
	h	シジミの1種	18	キチョウ	17	セセリの1種	17
	i	キチョウ	14	ミヤマシジミ	12	イチモンジセセリ	6
	4者平均	キチョウ	16.50	ミヤマシジミ	10.75	イチモンジセセリ	8.50
非熟練者	ア	イチモンジセセリ	10	シジミの1種	7	キチョウ	4
	イ	イチモンジセセリ	14	ミヤマシジミ	12	キチョウ	7
	ウ	キチョウ	1	ミヤマシジミ	1	ツバメシジミ	1
	エ	ミヤマシジミ	1	イチモンジセセリ	1	ツバメシジミ	1
	オ	キチョウ	3	ミヤマシジミ	2	イチモンジセセリ	1
	カ	キチョウ	6	ミヤマシジミ	3	イチモンジセセリ	2
	キ	キチョウ	12	ミヤマシジミ	8	イチモンジセセリ	4
	ク	ミヤマシジミ	20	キチョウ	9	ツバメシジミ	3
	ケ	キチョウ	4	ミヤマシジミ	2	イチモンジセセリ	1
	コ	キチョウ	4	キアゲハ	1	—	—
10者平均	キチョウ	5.00	ミヤマシジミ	5.00	イチモンジセセリ	3.50	

表6 調査者による定量的な評価の相違

調査日	調査者数	識別能力	平均多様度 H'±S.D.	多様度指数 1-λ±S.D.	RI指数±S.D.	ER ²⁾ ±S.D.	HI指数±S.D.
6月14日	8	熟練	2.389±0.139	0.759±0.0472	0.417±0.0357	61.8±1.363	51.6±3.092
9月13日	4	熟練	2.813±0.192	0.826±0.0264	0.317±0.0130	65.7±0.574	68.5±8.127
	10	非熟練	2.258±0.606	0.802±0.1782	0.143±0.0574	64.2±6.953	71.6±16.672

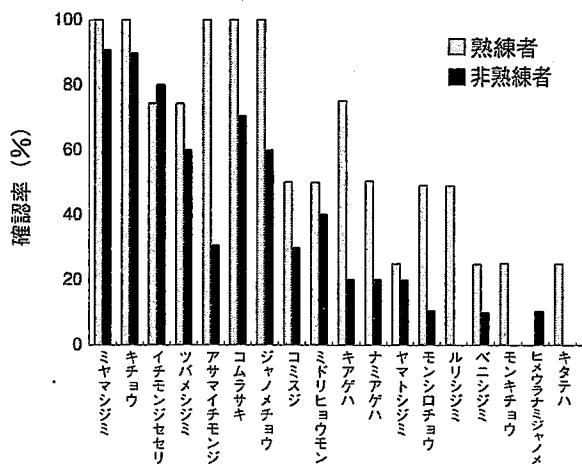


図2 種の確認率 (9月13日調査)

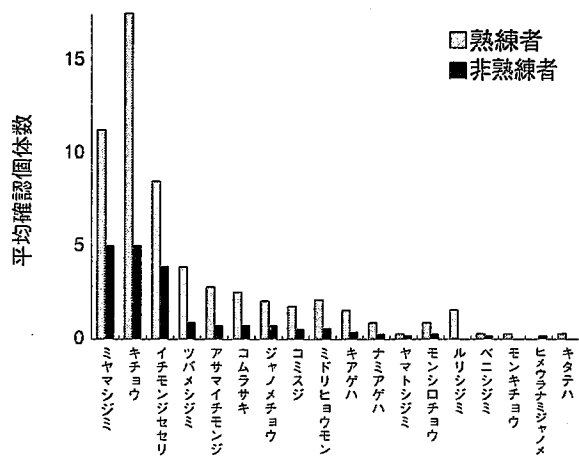


図3 調査者による確認個体数の相違 (9月13日調査)

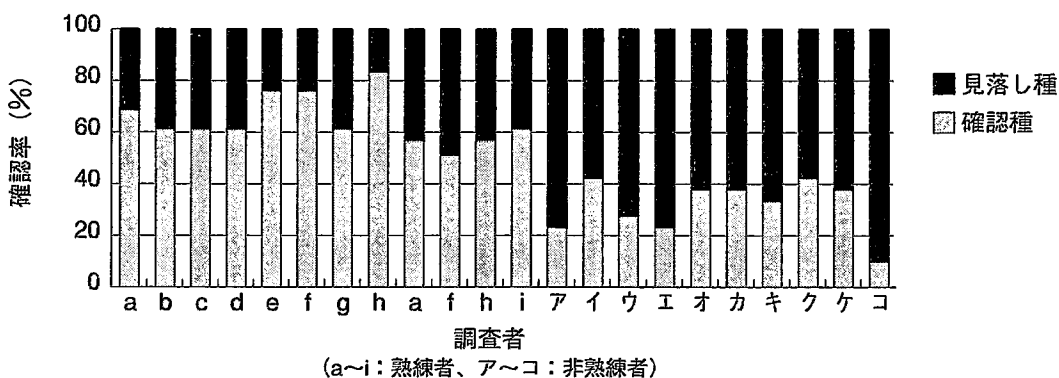


図4 調査者による種の確認率

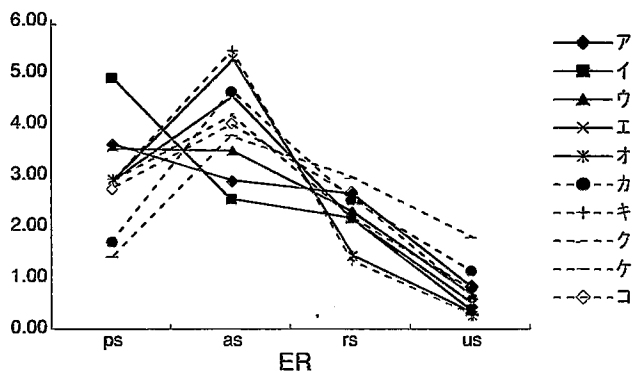


図5 非熟練者によるER評価値 (9月13日調査)

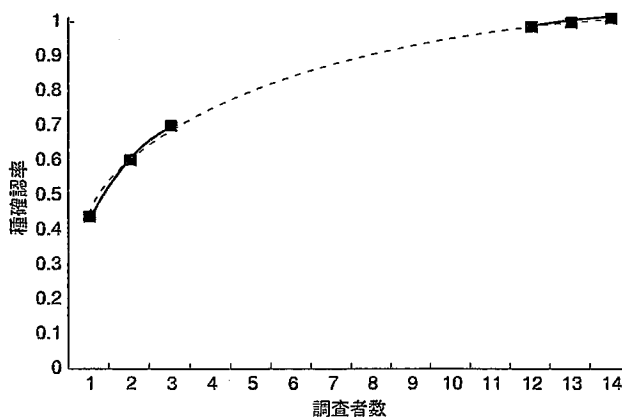


図6 調査者数と確認種の期待値

考 察

1. 調査ルートの固定の必要性

チョウの群集構造は、調査するルートにより大きく異なり、H', RI指数, ERおよびHI指数ともに異なる値を示した。チョウを環境の指標とする場合では、この調査の環境階級存在比ERに示すとおり、原始段階 (ps) と非定住利用段階 (as) の順位が逆転する等、ルートにより大きな変化が見られる。今回の調査は、1 回のみ調査であり、今井ら (1996) が示すとおり、調査回数を増やすことにより誤差は減少するだろうと推測はされるが、群集構造

を通して環境の年次的な変化を捉えようとするのであるなら、調査ルートをしっかりと固定することは必須条件である。今回調査した2つのルートは、距離にして30 m程度しか離れていないが、河川の流水により植生が攪乱されている度合いが異なることから、流水側のルートは、砂礫が多く植生が貧弱な環境であり、堤防側のルートは、やや安定していることからコマツナギなどの灌木類が生える環境であった。その結果、それぞれのコースで確認された個体数及び種数が大きく異なった。チョウは、照度や産卵場所 (幼虫の食草の有無)、成虫の吸蜜源など、種により求める環境が異なることが知られ (大崎, 1983), 調査ルート上に

様々な条件を有する環境がパッチ状に分布しているため、わずかなルートの違いでも、確認される種や個体数が大きく変化するものと思われる。

調査目的が、生息する種の確認調査の場合には、一定のルートを歩く方法は不十分であるといえよう。

2. 調査者の熟練度による誤差

1) 種の分布調査

熟練者と非熟練者との間では、図2に示すように種の識別には若干の差はあるものの概ね識別ができた。特に表5に示すとおり優占種については概ね良好な結果が得られた。調査者の全数に対するその種を確認できた調査者数の割合をみると、図2に示すように優占種であるミヤマシジミ、キチョウ、イチモンジセセリは非熟練者においても80~90%の高率で確認できた。さらに図4に示すように熟練者であっても見逃す種がみられる。9月13日の調査では、熟練者により発見できた種数は、10~12種であったが、非熟練者を含めた発見総種数は種名不詳種を除き18種であり、熟練者であっても同じルートを歩いて見つけられなかった種が6~8種存在した。今回の調査結果からは、全種類数18種の9割の種を発見するためには、約9人(全体の64% = 9人/14人)の調査者が必要である(図6)。分布する種の確認のための調査では、より多くの調査者による調査が多く、種を見つけれられることになり効果的である。ただし、種の同定能力の低い非熟練者の調査では、種の同定に誤りが生じる可能性があり、調査には必ず識別能力のあるリーダーが同行し、同定があやふやな種はできるかぎりその場で確認するとともに、分布が疑わしい種の記録は削除する必要がある。

2) 希少種の分布調査

当調査地では、1992年の調査結果(田下ら、1994)によると、長野県版レッドデータブック(長野県編、2004)の準絶滅危惧種に該当するヒメシロチョウやミヤマシジミの生息が確認されている。

今回の調査では、あらかじめ調査者に種の識別のための情報を提供して調査を行った。その結果、生息個体数が多いこともあるが、希少種のうちミヤマシジミについて、非熟練者の9割が生息を確認することができた。したがって、希少種等の分布確認の調査は、事前に情報を与えることにより、種の識別ができる率が高まり、多くの調査者による調査は、種の発見には効果的であると思われる。なお、当地では、今回の調査の他に6月から10月にかけて月2回の頻度でトランセクト調査を行ったが、ヒメシロチョウの生息は確認できなかった。

3) 個体数を含めた定量的な調査

種の識別は、非熟練者による調査でも概ね良好な結果が得られており、複数の調査者により実行すれば、一定の精度が得られるものと期待される。しかし、個体数の把握については、図2、3を比較して明らかなように調査者の識別能力により大きな差が生じた。これは、ラインセンスの際に個体数を数える範囲を調査者の前面と左右5mの範

囲などと限定することにより、ある程度は解消される可能性がある。

H' と RI 指数については、熟練者と非熟練者の間で大きな差が生じた。Natuhara *et al.* (1996) は、大阪における調査から調査経験のある者では、H' の調査者による誤差は少ないものと報告している。しかし、種の識別になっていない住民の参加を促す調査では、確認個体数に大幅な差がでると考えられることから、こうした指標による比較はむづかしいものと思われる。1-λについては、調査者の平均で比較すると熟練者と非熟練者とで差がなかった。しかし、H' と同じく非熟練者の結果にはバラツキがみられた。

次に ER、ER" と HI 指数について検討する。ER については、図5に示すように ps と as について、調査者により様々な評価結果となった。しかし、非熟練者による調査結果について、ER" や HI 指数を平均値で比較すると表6に示すとおりであり、バラツキはでたが平均値は、熟練者と差がみられず、H' や RI 指数に比べると、利用可能な指標と思われる。

以上の結果からチョウ類の群集構造を量的に調査する際には、非熟練者では正確な調査が不可能であり、熟練者による調査が望ましいと思われる。しかし、チョウの種に環境の指標値を与えることによる ER" や HI 指数では、住民参加による調査でも種の認識率が高く、平均すると概ね良好な結果が得られることから、住民の参加を促し、住民の環境への関心を高めながらの実施もある程度可能であると思われる。

3. 住民の参加について

多くの調査者が一斉に行う調査では、静止している種を追い出してしまうため、一人で行った調査結果とは単純に定量的な比較をすることはむづかしいと思われる。したがって、各調査者は、できるかぎり固まって行動し、静止している種を追い出さないように調査することが必要である。また一方で、種の分布の確認のための調査では、叩きだしの効果により多くの種を見つけれられるため効果的である。

今回の調査では、チョウの種の識別に慣れていない調査者を対象としたが、各々の調査者は、熱心に調査用紙に記録を残していた。こうした住民参加による調査では、調査者が環境についてさらに深く学習するために、希少種の生息環境の成因を、たとえば草刈り等の人為的な関わり方など環境の維持管理の状況と関連づけることにより、調査者が次のステップを考える場を生み出す工夫が必要であろう。

謝 辞

今回の調査の機会を与えていただいた環境省、長野県に、また、調査にご協力いただいた滝沢光男氏ほか長野自然観察の会(長野市)の皆さん、中田好信、二木典子、那須野雅好の各氏ほか三郷昆虫クラブ(三郷村)の皆さん、降旗剛寛、須賀丈、横山裕之の各氏ほかまつもと虫の会(松本市)の皆さんに深く感謝する次第である。

引用文献

- 有本 実・中村寛志 (2003) 大泉川流域のチョウ類群集のトランセクト調査による里山環境の評価. 環境科学年報信州大学農学部紀要 25: 65 - 72.
- 水室 俣・小島治好・市村敏文・田下昌志 (1994) 環境の一指標としての蝶によるモニタリング. 長野県からこるむの会, 長野.
- 今井長兵衛・夏原由博・田中真一 (1996) 大阪湾岸のエコロジー緑化地域におけるチョウ類群集とトランセクト調査の精度. 環動昆 4: 182 - 190.
- 石井 実・山田恵・広渡俊哉・保田淑郎 (1991) 大阪府内の都市公園におけるチョウ群集の多様性. 環動昆 3: 183 - 195. 環境庁編 (1997) 平成 9 年版環境白書-地球温暖化防止のための新たな対応と責任-概要版. pp. 12.
- 木元新作・武田博清 (1989) 「群集生態学入門」 pp. 123-140, 共立出版, 東京.
- Kitahara, M. and K. Fujii (1994) Biodiversity and community structure of temperate butterfly species within a gradient of human disturbance. *Res. Popul. Ecol.* 36: 187 - 199.
- 中村寛志・豊嶋 弘 (1995) チョウの分布からみた環境評価. RI指数を利用した香川県の例について. 環動昆 7: 1 - 12.
- 中村寛志・有本 実・須賀 文 (2003) 南アルプス北岳におけるチョウ類群集の定量的モニタリングについて. 信州大学山岳科学総合研究所年報 1: 136 - 137.
- 長野県編 (2004) 「長野県版レッドデータブック 動物編」 pp. 321.
- Natuhara, Y., C. Imai, M. Ishii, Y. Sakuratani and S. Tanaka (1996) Reliability of Transect-count method for monitoring butterfly communities. *Jpn. J. Environ. Entomol. Zool.* 8 (1): 13 - 22.
- 日本環境動物昆虫学会編 (1998) 「チョウの調べ方」. pp. 289, 文教出版, 大阪.
- 大崎直太 (1983) チョウの体温調節と生息場所の利用のしかた. 「動物行動の意味」日高敏隆編, pp. 63 - 100, 東海大学出版会, 東京.
- 桜井善雄 (1991) 「水辺の環境学」 pp. 222, 新日本出版社, 東京.
- 桜谷保之・藤山静雄 (1991) 道路建設とチョウ類群集. 環動昆 3: 15 - 23.
- 清 邦彦 (1996a) 富士山麓の草原における蝶類群集の変化 第 1 報. 駿河の昆虫 (173): 4863 - 4880.
- 清 邦彦 (1996b) 富士山麓の草原における蝶類群集の変化 第 2 報. 駿河の昆虫 (176): 4941 - 4950.
- 信州大学山岳科学総合研究所編 (2003) 「山と里を活かす」, pp. 80 - 95, 信濃毎日新聞社.
- 塩原明彦 (1996) 中山ビオトープ蝶の里づくり. ビオトープ通信 10: 7 - 8.
- Spitzer K., J. Jaros, J. Havelka and J. Leps (1997) Effect of small-scale disturbance on butterfly community of an indochinese montane rainforest. *Conserv. Biol.* 8: 9 - 15.
- 田中 蕃 (1988) 蝶による環境評価の一方法. 「蝶類学の最近の進歩」, pp. 527-566, 日本鱗翅学会.
- 田下昌志・市村敏文 (1994) 環境の一指標としての蝶によるモニタリング II. 長野県科学振興会科学研究費助成事業報告書.
- 田下昌志・市村敏文 (1997) 標高の変化とチョウ群集による環境評価. 環動昆 8: 73 - 88.
- Tashita, M. and T. Ichimura (1996) Diversity of butterfly communities according to the embankment works in the Saigawa River. Decline and Conservation of Butterflies in Japan III. *Lepid. Soc. Japan* 194 - 197.
- Tashita, M., Y. A. Tshistjakov and A. Ono (1997) The diversity of butterfly communities in Southern Primorye. *Trans. lepid. Soc. Japan* 48 (3): 171 - 187.
- 田下昌志・西尾規孝・丸山潔 (1998) 「長野県産チョウ類動態図鑑」, pp. 291, 文一総合出版, 東京.
- 田下昌志 (2002) 温暖化と長野県のチョウの分布. みどりの声, 長野県自然保護研究所ニュースレター, 20: 4 - 5.