チョウ類群集及び植物との関係からみた立地環境の異なる水田地域の生息地としての評価

An Evaluation of Paddy Area Habitats in Different Surroundings Resulting from the Interactions of Butterfly Communities and Plants

川村みゆき* 大窪久美子**
Miyuki KAWAMURA, Kumiko OKUBO

摘要：水田地域の生物生息地としての評価を目的とし、長野県上伊那郡の5地区において、チョウ類相をルートセンサス法で調査をした。チョウ類が吸蜜した植物についても記録した。中山間地では総種数、総個体数が多く、多様な生息環境の存在が考えられた。中山間地未整備水田では多様性指数(β)が高く、同じく基盤整備水田では最も低かった。中山間地では環境評価値が高く、市街地では低かった。中山間地では総吸蜜頻度と吸蜜植物種数が多く、中山間地未整備水田では全吸蜜植物中の在来種割合が高く、同じく基盤整備水田では最も低かった。基盤整備や市街化がチョウ類群集のみでなく、植物との関係性にも変化をもたらしていることが指摘された。

1. 目的

近年、農業生態系の保全に関する研究が着手され、長い年月をかけて生み出された耕作方法に適応した多くの生物が、水田地域を生息地として利用していることが明らかになってきた²⁾。

水田畦畔地では、大窪・前中¹²⁾が大規模な基盤整備が行われた畦畔草地群落の帰化植物率が高くなること、未整備で伝統的管理が継続されている畦畔では、在来植物率が高く地域的にも多様な群落が存在すること、すなわち基盤整備の有無や管理手法、周辺環境の違いにより、畦畔草地群落の質的相違が認められることを明らかにしている。水田に生息するカエル類への基盤整備や周辺の土地利用状況の影響については、東・武内¹⁾により水田の乾田化の負の影響が報告されている。このように、水田地域の環境は、基盤整備、農作業の近代化、農地の荒廃、市街化により急激に変化し、生物生息地としての質的量的変化が懸念されている。

チョウ類に関しては、チョウの種類によって生息する環境、食性、化性が異なっており、地域における出現種名、種数、個体数の調査より調査地の環境状態が推測できることから、チョウ類の環境指標性を利用した環境評価が行なわれている⁹⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。また、開

発事業など、ある出来事の前後的なチョウ類の調査により、そのことが環境に与えた影響を推定することができる⁶⁾¹⁵⁾。チョウ類と植物との関係性に関する研究では、北原⁵⁾は、富士山麓の調査結果から、地域のチョウ類群集の多様性(種数や総個体数)の維持のためには、チョウの分布・生息に直接関与する要因である餌資源の確保が必須であり、そのためには森林地帯においても、主要な餌資源である草本植物の含まれるソデ群落の発達した林縁(明るく、攪乱は少ない)を擁する森林を、広い面積にわたり保全していく必要があるだろうと指摘している。

本研究では、基盤整備の有無や、二次林や河畔林、林縁環境、住宅地などの周辺環境の違いによって、地域の動物と植物との相互関係がどのような影響を受けているのかについて注目し、今回は動物の中でも、幼虫の食草など、特に植物との関係性が強く、環境評価に既に多用されているチョウ類を対象として、水田地域の生物生息地としての評価を行うことを目的とした。

2. 調査地域

調査地域は、長野県伊那市、高遠町、南箕輪村で、伊那谷地域

図-1 調査地区位置

表-1 調査地区の立地条件及び主な植生

調査地区立地条件		主な植生
小屋敷	中山間地	在来種優占畦畔群落
	未整備水田	ケヤキ・クヌギ河畔林
山室	中山間地	在来種優占畦畔群落
	未整備水田	ケヤキ・クヌギ河畔林
上原	中山間地	帰化種優占畦畔群落
	整備水田	ケヤキ・クヌギ河畔林
神子柴	市街地	帰化・在来種畦畔群落
	未整備水田	住宅地植栽(園芸種等)
狐島	市街地	帰化種優占畦畔群落
	整備水田	住宅地植栽(園芸種等)

*信州大学大学院農学研究科 **信州大学農学部森林科学科

表－2　チョウ類相及び個体数、種数

場所		中山間地			市街地	
タイプ	種名	小屋敷	山室	上原	神子柴	狐島
市街地	モンシロチョウ	58	183	83	223	125
	型					
	ヒメアカタテハ	3	28	96	16	7
	ウラナミシジミ	2	27	18	2	2
	ヤマトシジミ	6	13	2	116	302
	イチモンジセセリ	60	58	60	17	27
林内・林縁生	チャバネセセリ	5	9		3	6
	アゲハ			1	1	
	キチョウ	31	17	24	23	1
	スジグロシロチョウ＊1	20	34	11	8	11
	型					
	コジャノメ	15	2	1	3	10
	ヒメジャノメ	11	2	8	2	10
	ルリシジミ	1	4	3	3	6
	アカタテハ		1	2	1	1
	シートテハ	1	9	3	3	
	クロアゲハ	2		3	1	
	ヒメウラナミジャノメ	105	12	2		
	オオミスジ	2	2	1		
	コムスジ	7	9	15		
	クモガタヒョウモン	1	1	1		
	ミドリヒョウモン	19	39	19		
	メスグロヒョウモン	1	5	1		
	アサマイチモンジ	1	1			
	オウラギンスジヒョウモン	4	2			
	カラスアゲハ＊2		3	3		
草原生	ヤマキチョウ		2	6		
	トラフシジミ		1	2		
	イチモンジチョウ	1		2		
	サカハチチョウ	2				
	オオムラサキ	1				
	ウラゴマダラシジミ	1				
	ルリタテハ		1			
	テングチョウ			1		
	ミドリシジミ			1		
	キバネセセリ			1		
	キアゲハ	19	38	6	20	13
	型					
	モンキチョウ	211	308	661	164	103
	カタテハ	8	40	23	52	4
	ツバメシジミ	20	38	44	16	29
	ベニシジミ	50	32	14	62	30
	オオチャバネセセリ	13	14	11	23	13
	ジャノメチョウ	21	72	4		1
	ウラギンヒョウモン	6	2	13		1
	ホシミスジ	4	3		1	
	クジャクチョウ	1	1	7		
	フタスジチョウ	1				
	ヒメシジミ	13				
	ミヤマシジミ	1				
	ツマグロヒョウモン		1			
個体数		728	1014	1156	758	702
種数		38	36	37	22	20
その他	ジャノメチョウ科	4	3		1	6
	＊3 アゲハチョウ科	2	2	1		
	シジミチョウ科	30	37	30	63	58
	ヒトシチョウ亜科	14	12	9	4	5
	イチモンジチョウ亜科	12	5	10		
	ヒョウモンチョウ亜科	48	31	37		
	シロチョウ科	6	7	12	5	6
	セセリチョウ科	16	17	16	20	
	未同定	7	5	2	2	7
総個体数		867	1133	1237	853	784

＊1 スジグロシロチョウまたはエゾスジグロシロチョウ
＊2 カラスアゲハまたはミヤマカラスアゲハ
＊3 科までしか同定できなかった個体及び未同定個体

表－3　年間の多様度指数及び環境評価値

		多様度指数		環境評価値	
		β	J'	EI	RI
中山間地	小屋敷	7.764	0.637	75	0.507
	山室	7.001	0.628	68	0.500
	上原	2.901	0.461	71	0.500
市街地	神子柴	5.841	0.529	41	0.320
	狐島	4.101	0.473	39	0.307

図－2　多様度指数 β の季節変化

北部の水田地域とした。調査地区は立地条件（基盤整備の有無、周辺が市街地または中山間地）によって4種類に分け、中山間地における未整備水田として伊那市小屋敷地区、高遠町山室地区、中山間地における基盤整備水田（1997～1998年施工）として高遠町上原地区、市街地における未整備水田として南箕輪村神子柴地区、市街地における基盤整備水田（1963～1964年施工）として伊那市狐島地区の、計5ヶ所を選定した（図－1、表－1）。

3. 調査方法

第一に、チョウ類群集と植物との関連性を把握するため、ルートセンサス法を用いて調査を行った。各調査地において、水田に隣接し、地域の土地利用形態が含まれるように約2kmの調査ルートを設定した¹¹⁾。その結果、ルートには水田、畑、住宅地、また中山間地では二次林の林縁が含まれた。主な植生を表－1に示した。調査は、晴天又は薄曇りかつ無風又は微風の日の10：00～14：00の間に、一定調査時間になるようにルートを歩き、道の前方5mと上空5m、及び左右目測5m計10mの幅内に出現したチョウ類を、同一個体の重複を避けてカウントした¹¹⁾。又、出現したチョウ類の行動（吸蜜）と関係のみられた植物名を記録した。識別の難しいチョウは捕獲し同定した。調査は2000年6月～10月までの計8～9回行った。

第二に、基盤整備の有無と、畦畔の管理方法などについて、県土地改良課および調査地域の10農家に聞き取り調査を行った。

第三に、土地利用調査として、調査地区を中心に500m径内の土地利用状況を、現地踏査により記録した。調査は2000年6月～12月に随時行った。

4. 結果

(1) 総種数、個体数

8回の調査で出現したチョウ類相及び総種数、個体数を、文

図-3 類似度 $C\lambda$ を用いたクラスター解析

図-4 類似度 α を用いたクラスター解析

献³⁾¹⁸⁾を参考にし、出現種を生息環境によって市街地型、林内・林縁生型、草原生型に分けて表-2に示した。未同定個体を除くと、中山間地の小屋敷で38種728個体、同じく山室で36種1014個体、上原で37種1156個体、市街地の神子柴で22種758個体、狐島で20種702個体であった。種数、総個体数とも中山間地の方が、市街地よりも多い結果となった。

中山間地ではケヤキ、クヌギの優占する河畔林が隣接し、その構成種であるエゾエノキやエノキ、林縁にあるクロツバラを食草とするオオムラサキやヤマキチョウなどの林内・林縁生のチョウが出現した。また、畦畔に生えるスミレ類やノガリヤスなどを食草とする、ウラギンヒョウモンやジャノメチョウなどの草原生のチョウが畦畔地に出現し、中山間地は生物生息地としての環境が豊富であることが示唆された。中山間地での未整備水田と基盤整備水田とを比較すると、特に前者の山室、小屋敷では、前述した比較的安定した在来種畦畔群落の構成種であるノガリヤスやヒカゲスゲを食草とするジャノメチョウの個体数が多かった。それに対し中山間地でも基盤整備水田の上原では、ジャノメチョウは4個体しか記録されなかった。その要因としては、畦畔群落が基盤整備によって改変され、緑化材として播種されたアカツメクサやアルファルファや、もしくはヨモギが優占するような帰化植物群落や遷移の初期段階の群落であるためと考えられた。そのため上原では、アカツメクサ、アルファルファを食草とするモンキチョウが661個体、ヨモギを食草とするヒメアカタテハが96個体と特に多く記録された。中山間地未整備水田の山室でもモンキチョウは301個体と多かったが、畦畔にアカツメクサは優占しておらず、上原とは異なっていた。畦畔の優占する植物によって、モンキチョウの個体数の多さが異なることが特徴的であった。市街地基盤整備水田の狐島では調査ルートの畦畔や休耕田、住宅の庭に

図-5 環境階級図

図-6 指標グループごとに求めた RI 値のレーダーチャート

カタバミが繁茂し、それを食草とするヤマトシジミが302個体記録され、特定種の個体数の多さが注目された。

季節変化をみると、種数では、中山間地未整備水田の小屋敷、山室では8月下旬(27.25種)、中山間地基盤整備水田の上原では9月下旬(21種)、市街地の神子柴では8月下旬(18種)、狐島では9月下旬(18種)の調査で最も多く、どの調査地区でも8月から9月にかけて多くなった。また、個体数では、キアゲハやヒョウモンチョウ類、イチモンジセセリ、ヤマトシジミなど多くの種は、地区の出現種数がピークになる時期と同じく、8月から9月にかけて個体数が最も多かった。それに対して、モンキチョウやジャノメチョウは6月から7月に、個体数が最も多かった。

(2) 多様度指数

種数と均一性を評価する森下による多様度指数 $\beta^{3)}$ と、均一性を評価するPielouの関数 $J^{14)}$ を用いてチョウ類群集を比較した。森下(1967)の β 指数

$$\beta = 1/\lambda$$

$$\lambda = ni(ni-1)/N(N-1)$$

Pielou(1969)の均衡性指数 J'

$$J' = \sum (ni/N) \log(ni/N)$$

ni : i 番目の種の個体数, N : 総個体数

なお、以降の指数等の算出には、未同定個体を除いた。年間の結果を表-3に、季節変化を図-2に示した。中山間地未整備水田の小屋敷で7.764、山室で7.001と高く、次に市街地未整備水田の神子柴で5.841、市街地基盤整備水田の狐島で4.101、中山間地基盤整備水田の上原では2.901と最も低かった。Pielouの関数 J' も同様の結果となった。

両指数とも、群集の均一性を評価する指数であるが、一般的に群集内である一種に個体数が集中する(均一性が低くなる)と、

図-7 植物種別のチョウの吸蜜頻度

群集として不安定な状態にあり、多様性は低いと判断される。中山間地基盤整備水田の上原ではモンキチョウの個体数の多いことが均一性を低くし、多様度を低下させる原因になったと考えられた。また、二番目に多様度指数が低い市街地基盤整備水田の狐島でも、種数が少ないこととヤマトシジミの個体数の多さが、多様度を低下させる原因になったと考えられた。

季節変化では、中山間地基盤整備水田の上原で、7月上旬～8月上旬にかけて多様度指数が特に低く、この時期のモンキチョウの個体数の多さが年間のβ指数を低下させる要因になったと考えられた。中山間地未整備水田の小屋敷、山室では、年間のβ指数の高かったのは、それぞれ8月下旬と9月上旬であり、これは

出現種数が最も多かったためであると考えられた。

(3) 重複度指数

Morisita の $C\lambda$ ⁷⁾ と、Pianka の α 指数¹³⁾ を用いて群集同士の似ている程度を客観的、定量的に表した類似度を算出し非距離を求め、群平均法によってクラスター解析を行った。

$$C\lambda = 2 \sum n_{li} \cdot n_{2i} / (\lambda_1 + \lambda_2) N_1 \cdot N_2$$

$$\lambda_1 = \sum n_{li}(n_{li}-1) / N_1(N_1-1), \lambda_2 = \sum n_{2i}(n_{2i}-1) / N_2(N_2-1)$$

$$\alpha = \sum p_{li} p_{2i} / \sqrt{\sum (p_{li})^2} \sqrt{\sum (p_{2i})^2}$$

$$p_{li} = n_{li} / N_1, p_{2i} = n_{2i} / N_2$$

$C\lambda$, α 指数を用いた結果はそれぞれ図-3, 図-4に示した。その結果, $C\lambda$, α ともに距離約 0.45 で中山間地と市街地に 2

図-8 土地利用割合

分された。中山間地内では、Cλは距離0.136で未整備水田の山室と小屋敷が先に結合し、その後基盤整備水田の上原が距離0.215で結びつき、未整備水田と基盤整備水田に分けられた。それに対してα指数では、先に距離0.115で近接した山室と上原が結合し、次に距離0.145で小屋敷が結びついた。これは、Cλの方が個体数サイズが大きいと低く評価されるため、中山間地基盤整備水田の上原における単一種（モンキチョウ）の個体数の多さが反映され、中山間地未整備水田の小屋敷と山室が先に結合し、より近い群集であると評価された。α指数は、構成比と種数を重視し、構成比が似ていれば個体数に関係なく値は高くなるため、近接した中山間地未整備水田の山室と基盤整備水田の上原は、より近い群集であると判断され、先に結合したと考えられた。

(4) 環境評価値

チョウ類群集による環境評価値を用いて、環境評価を試みた。

(i) ER法

ER法¹⁷⁾では、環境を人間活動の大小によって原始段階、二次段階（植林地、採草地など）、三次段階（農村など）、四次段階（住宅地）の4つの階級に分類し、日本産チョウ類が各環境にどの程度生息しているかを「生息分布度（H.P）」、生息分布度の偏り方を「指標値（I）」として定めている。評価値の算出には生息分布度と指標値、総種数、補正個体数を用い、4つの環境段階のER値を求め、これを既存のモデルグラフと対比させ、環境の構造と段階を明らかにするものである。4つの段階のER値は、原始段階でのER値の場合、次式で求められる。

$$ER(ps) = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot T_i \cdot I_i}{\sum_{i=1}^n T_i \cdot I_i}$$

n: 調査で確認したチョウの総種数

α_i: i番目の種の原始段階の生息分布度

T_i: i番目の種の年間補正総個体数

I_i: i番目の種の指標値

β_i: i番目の種の二次段階の生息分布度

γ_i: i番目の種の三次段階の生息分布度

σ_i: i番目の種の四次段階の生息分布度

モデルグラフと対比した結果、中山間地未整備水田の小屋敷は原始段階と二次段階の値が高く原自然と二次的自然の中間の環境である、中山間地の山室、上原は、二次段階の値が高く二次的自然の環境で、市街地の神子柴と狐島は、三次段階の値が特に高く、住宅地の環境であると判断された(図-5)。

(ii) EI法

EI法¹⁸⁾では、チョウ類各種に生育分布度¹⁷⁾に従い1～3の指数が与えられ、次式より各調査地で出現したチョウ類の指数の和を求めるものである。EI値により、環境を分類したのが下表で

ある¹⁹⁾。

$$EI = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

n: 調査で確認したチョウの総種数, X_i: i番目の種の指数

EI 値	評価
0～9	貧自然－都市中央部
10～39	寡自然－住宅地・公園緑地
40～99	中自然－農村・人里
100～149	多自然－良好な林や草原
150～	富自然－極めて良好な林や草原

各調査値のEI値は、中山間地未整備水田の小屋敷で75、同じく山室で68、中山間地基盤整備水田の上原で71、市街地未整備水田の神子柴で41、市街地基盤整備水田の狐島で39となった(表-3)。この数値は大きいほどチョウ類にとっての環境が良好であることを意味しており、中山間地は中自然の上クラス、市街地は寡自然クラスと判断された。

(iii) RI法

RI法²⁰⁾は、種ごとに個体数の多少を表現するランク（本研究では0＝出現せず、1＝1～2個体、2＝3～9個体、3＝10個体以上）をつけ、次式より求められる。

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^S Ri}{S \cdot (M-1)}$$

S: 調査対象種数, M: ランクの数, Ri: i番目の種のランク

RI値は0～1までの値をとり、数値が1に近いほど対象としたチョウ類相にとってより適した生息環境であると判断される。表-3にRI値を示した。RI値は中山間地未整備水田の小屋敷で0.507と最も高かった。中山間地未整備水田の山室と、隣接した基盤整備水田の上原は0.500、市街地未整備水田の神子柴は0.320、市街地基盤整備水田の狐島は0.307となった。

また、出現種を市街地型、林内・林縁生型、草原生型に分け、指標グループごとに求めたレーダーチャート(図-6)によって、中山間地は、市街地よりも草原生型と林内・林縁生型のRI値が高かった。中山間地は、市街地よりもチョウにとってより適した生息環境であることが示された。

(5) チョウ類と吸蜜植物との関係

計8回の調査での総吸蜜頻度（チョウが植物に吸蜜した総回数）と吸蜜植物種数（チョウに吸蜜された植物の種数）は、中山間地の小屋敷で177回31種、山室で303回31種、上原で342回30種、市街地の神子柴で98回22種、狐島で117回29種となり、前者の方が後者よりも高かった。また、吸蜜に利用された全植物種の中での在来種の割合は、中山間地未整備水田の小屋敷で71.2%、同じく山室で51.8%と高く、次に市街地基盤整備水田の狐島で38.5%、市街地未整備水田の神子柴で18.4%、中山間地基盤整備水田の上原では11.7%と最も低かった。中山間地の山室と上原は、吸蜜頻度は同程度であるが、上原では在来種が吸蜜源として利用される割合が低く、帰化種の割合が高かった。

図-7は、各調査地区における吸蜜頻度10以上の植物種別の、チョウ類の吸蜜頻度を表したものである。中山間地未整備水田の小屋敷は在来種のコウゾリナ、クサフジ、セリ、ツルフジバカマ、同じく山室は、在来種のミゾソバ、タニソバ、セリ、ユウガギク、クサフジへの吸蜜頻度が高かった。吸蜜頻度における帰化種の割合が高かった中山間地基盤整備水田の上原は、帰化種のアカツメクサ、ムラサキウマゴヤシ、アメリカセンダングサ、セイヨウタンポポ、シロツメクサ、市街地未整備水田の神子柴は同じくアカツメクサ、セイヨウタンポポ、市街地基盤整備水田の狐島はシロツメクサ、セイヨウタンポポへの吸蜜頻度が高かった。

チョウ類別にみると中山間地未整備水田の小屋敷、山室では、イチモンジセリが在来種のミゾソバ、クサフジ、ミドリヒョウモンは在来種のセリ、ベニシジミは在来種のユウガギクへの吸蜜頻度が高かった。それに対し上記のような在来種が少ない中山間

地盤整備水田の上原は、イチモンジセセリは帰化種のアカツメクサ、ムラサキウマゴヤシ、ミドリヒョウモンはソバ、シソ科園芸種への吸蜜頻度が高かった。市街地未整備水田の神子柴はイチモンジセセリはアカツメクサ、ベニシジミはセイヨウタンポポ、同じく地盤整備水田の狐島はイチモンジセセリは園芸種のマリーゴールド、帰化種のセイヨウタンポポへの吸蜜頻度が高かった。

（6）土地利用調査

図-8に、調査地を中心に、半径500m円内の土地利用面積割合を示した。各調査地での水田の割合は、中山間地未整備水田の小屋敷で28.6%、同じく山室で34.6%、地盤整備水田の上原で35.2%、市街地未整備水田の神子柴で23.2%、地盤整備水田の狐島で22.7%であった。合計農耕地の割合の合計は、小屋敷で51.2%、山室で48.3%、上原で41.2%、神子柴で52.5%、狐島で31.6%であった。林地の割合は、小屋敷で31.8%、山室で19.4%、上原で47.9%、神子柴で0.9%、狐島で0.6%となり、中山間地の方が市街地よりも圧倒的に高かった。住宅地の割合は、小屋敷で4.7%、山室で18.3%、上原で2.5%、神子柴で32.4%、狐島で52.9%となり、市街地の方が中山間地よりも高かった。中山間地では市街地に比べ、林地の割合が高く住宅地の割合が低くなり、市街地ではその逆となった。中山間地の山室、上原ではソバ畑があり、1.9、2.5%と広い面積を占め、チョウ類の吸蜜源として利用されていた。

5. 考察

種数及び多様度指数、環境評価値の結果から、チョウ類の生息地として評価の高かったのは中山間地未整備水田の小屋敷、山室であった。中山間地でも地盤整備が行われた上原では、緑化材の播種により、アカツメクサなどの帰化植物が畦畔地に優占し、これらを食草とする特定種（モンキチョウ）の個体数が多くなり、多様度を低下させ、他の中山間地より生息地としての評価が低くなった。上原では餌資源としての帰化種への依存度が特に高く、在来種への依存度が高い他の中山間の2地区とはチョウ類と植物との関係に大きな違いがみられた。一方、市街地の狐島、神子柴ではチョウ類の生息地としての評価は低かった。これは、周辺に林内、林縁、草地環境が少なく、チョウ類の生息地そのものに多様性がないこと、その結果、餌資源となる植物に乏しいことに起因していると考えられた。地域における生物多様性の保全は、群集における種間相互作用の保全である。本研究によって、地盤整備や市街化がチョウ類群集ばかりでなく、その植物との関係性において質的量的変化をもたらしていることが指摘された。

謝辞

本研究にあたり、丁寧なご指導を頂いた信州大学農学部北原曜教授、中村寛志教授に、感謝の意を表します。

引用・参考文献

1) 東淳樹・竹内和彦 (1999) : 谷津環境におけるカエル類の個体数密度と環境要因の関係 : ランドスケープ研究 62(5), 573-576	49-60, 大阪府	畦畔草地群落に及ぼす影響と農業生態系での畦畔草地の位置づけ : ランドスケープ研究 58(5), 109-112
2) 江崎保男・田中哲夫編 (1998) : 水辺環境の保全 : 朝倉書店, 216pp	7) Morisita, M. (1959): Measuring of interspecific association and similarity between communities. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ, Ser. E(Biol.)3 : 65-80	13) Pianka, E. R. (1973) : The structure of lizard community. Ann. Rev. Ecol. Syst. 4 : 53-74
3) 福田晴夫ら (1982-1984) : 原色日本蝶類生態図鑑 vol. I ~ IV : 保育社	8) 森下正明 (1967) : 京都近郊における蝶の季節分布 : 森下正明・吉良竜夫編 : 自然一生態学的研究, 95-132, 中央公論社	14) Pielou, E. C. (1969) : An Introduction to Mathematical Ecology. John Wiley&Sons,
4) 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類群集の多様性 : 環動昆 3, 183-195	9) 中村寛志・豊島弘 (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	15) 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
5) 北原正彦 (2000) : 富士山北麓森林地帯のチョウ類群集における成虫の食物資源利用様式 : 環動昆 11, 61-81	10) 中村寛志 (2000) : 生物群集の解析手法と環境アセスメント : 信州大学農学部紀要 36(1)	16) 巢瀬司 (1993) : チョウ類群集研究の一方法 : 日本産チョウ類の衰亡と保護 2, 83-90
6) 宮武頼夫 (2000) : 蝶類による箕面川ダム地域の環境調査. 1998~99年の調査結果 : 箕面川ダム自然回復工事の効果調査報告書,	11) 日本環境動物昆虫学会編 (1998) : チョウの調べ方 : 文教出版, 288pp	17) 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 : 日本鱗翅学会特別報告 6, 527-566
	12) 大窪久美子・前中久行 (1995) : 地盤整備が	18) 渡辺康之 (1991) : 検索入門 チョウ①, ② : 保育社

Summary : The purpose of this study was to evaluate paddy area habitats according to butterfly communities and their biological interactions with plants. Five study areas were selected in the Kamiina district, Nagano Prefecture, on the basis of variation in the following conditions: consolidation of paddies or lack thereof; and urbanized or hilly and mountainous area. The number of butterflies and the frequency of interactions with plants were recorded by the route census method. Land utilization was surveyed to determine the relationship between the bio-diversity index and the environmental evaluation index. The number of species and individuals, environmental evaluation index, and frequency of used by butterflies for nectar in 3 hilly and mountainous areas region were higher than in 2 urban areas. The bio-diversity index and percentage of native plant species used by butterflies for nectar in the non-consolidated paddy areas in hilly and mountainous regions were higher than other areas. However, the lowest values in all areas for these indices were observed in consolidated paddy areas in hilly and mountainous regions. Biological interactions between butterfly communities and plants in consolidated paddy areas in the same region were qualitatively different to those in non-consolidated paddy areas. Non-consolidated paddy areas in hilly and mountainous regions were evaluated as the best of the observed habitats. In hilly and mountainous regions, proportions of housing areas were lower, and the proportions of forested areas were thus correspondingly higher. Butterfly communities and biological interactions were substantially affected by consolidation and urbanization.