

チョウ類群集を用いた校庭環境評価

伊藤 真由子*・鈴木 ゆかり**・芹沢 俊介**

春日井市立松原小学校* 愛知教育大学自然科学系生物領域**

Evaluation of the Environment of Schoolyards by Butterfly Communities

Mayuko Ito*, Yukari Suzuki** and Shunsuke Serizawa**

Matsubara Elementary School, Kasugai City*

Department of Biology, Aichi University of Education**

(受理日2005年5月2日)

緒 言

チョウ類は、昆虫の中でも比較的大型で、昼行性のため目につきやすく、また見た目にも美しく、児童・生徒の興味や関心を引きやすいグループである。飛翔力があるため都市の学校においてもそれなりの種類が観察でき、春早く舞うモンシロチョウ、夏の梢を飛ぶアオスジアゲハ、秋の花壇に集まるイチモンジセセリなど、季節それぞれに身近な自然を観察するための素材とすることができる。

一方、チョウ類は種類数が比較的少なく、目視による種の同定が容易で個体数をカウントしやすいことから、ルートセンサス法を用いた群集構造の研究が広く行われている(日浦 1973, 石井ほか 1991, 今井・夏原 1996, 北原 1999など)。このような研究の結果、自然に対する攪乱の程度に対応して、チョウ類群集の種構成や個体数が変化することも判明している。石井ほか(1991)、石井(1992)は、大阪近郊の大規模都市公園のチョウ類群集を調査し、環境指標として個体数と多様度を組み合わせて用いることを提案している。今井・夏原(1996)は、緑地面積と山からの距離による重回帰式から予想される種数と実際に観察された種数とのずれが、緑地の評価に有効であるとされている。また吉田(1997)は大阪市とその近郊に位置するさまざまな大きさの公園・緑地の調査

結果をもとに、総出現種数やそれに関連した数値が都市域における環境指標として有効と報告している。

小中学生が環境調査を行う場合、最も使いやすいフィールドは校庭である。小中学校の校庭は全国共通の教育カリキュラムに対応して設置されているため、一般の緑地や都市公園とは異なり、全国どこでもよく似た構造をしている。中央部に裸地状の広い運動場があり、周辺部に樹木が植栽され、校舎の周囲には花壇や菜園がある。残存する自然要素は、多くの児童・生徒による継続的な踏みつけや草取りなどの強い圧力を受けているが、それでも圧力が比較的弱い場所では、その程度に応じた雑草群落が成立する。そのため、基本的にはどの学校においても共通のチョウ類群集が成立すると予想される。しかし、各学校を取り巻く地域環境はそれぞれの学校によって大きく異なっており、校庭管理方針も学校によって多少の差がある。校庭のチョウ類群集に学校間の差が認められれば、児童・生徒にとって親しみ深い存在であるチョウ類は、小中学校における環境調査の素材として大きな可能性を持つと思われる。この可能性を検証する目的で、愛知県の小学校校庭に出現するチョウ類を調査し、チョウ類を指標とした校庭環境評価の手法を検討した。

調査地と調査方法

調査地：調査は、愛知県春日井市の小学校7校、西尾市の小学校6校、名古屋市的小学校5校で行った。各学校の名称、およその周辺環境、設立年（現在の敷地にその学校が設立された年）、敷地面積、2003年4月の児童数、センサスルートの長さを表1に示した。

調査期間と調査者：春日井市の7校については、2001年5月から2002年11月にかけて神戸が調査し、西尾市の6校と名古屋市の5校については2003年4月から11月にかけて鈴木が調査した。調査者および調査年による違いを確認するために、調査期間を通して校庭とは別に、春日井市郊外の築水の森においても適宜調査を行った。

調査は学校の授業等に影響を与えないため、また児童の活動による攪乱をさけるために、土休日の10:00~13:30（7~9月は調査開始時刻を早め9:30~12:00）に実施した。原則として月2回、なるべく晴天または薄曇りで無風または微風の日を選んだが、調査日に土休日という制約があるため、名古屋市の6月は1回しか調査できなかった。結果的に調査回数は、春日井市の7校が

32回、西尾市の6校が15回、名古屋市の5校が14回となった。

学校間の比較に際しては、名古屋市の学校については2003年4月下旬から11月中旬までの14回の結果を全て使用し、調査回数をそろえるため、西尾市の学校については出現個体数が少なかった4月上旬を除き2003年4月下旬から11月上旬までの14回の結果、春日井市の学校については春先のデータがない2001年と出現個体数が少なかった2002年3月および11月を除き2002年4月上旬から10月下旬までの14回の結果を使用した。

調査方法：調査方法としては、チョウ類の群集調査法として一般的に用いられているルートセンサス法（山本 1998）を用いた。センサスルートは、校庭内（運動場中央部の裸地を除く）を網羅できるように480~990mの長さで設定し、そのルートをおよそ20~30分かけてほぼ同じ速度でゆっくり歩きながら、調査者の前方、左右、高さそれぞれ約5mの範囲に出現したすべてのチョウ類成虫を種類ごとにカウントし、同時にその位置を約1/750の地図上に記録した。ただし、調査者の後方から調査者を追い越すように飛来した個体は、重複カウントをさけるため、数に含めなかった。

表1 調査校の概要

地域名	学校名	設立* (年)	児童数** (人)	敷地面積 (100㎡)	調査距離 (m)	周辺環境
春日井市	玉川小学校	1953	246	175.3	630	低層住宅
	押沢台小学校	1983	186	199.9	675	低層住宅
	高座小学校	1909	565	187.6	525	低層住宅
	高森台小学校	1973	384	222.4	615	アパート群
	西藤山台小学校	1973	305	186.8	675	低層住宅およびアパート群
	藤山台小学校	1968	179	181.2	660	低層住宅およびアパート群
	中央台小学校	1976	301	165.8	645	低層住宅およびアパート群
西尾市	福地南部小学校	1906	352	196.3	675	低層住宅および田畑
	福地北部小学校	1906	206	225.8	670	低層住宅および田畑
	花ノ木小学校	1952	619	206.2	700	低層住宅
	西尾小学校	1953	743	396.1	990	低層住宅
	西野町小学校	1984	277	440.0	710	田畑
	米津小学校	1979	436	285.4	975	低層住宅および田畑
名古屋市	稲葉地小学校	1946	815	103.1	645	低層住宅
	千成小学校	1959	420	125.7	565	低層住宅およびアパート群
	老松小学校	1909	220	71.3	545	ビル街
	千早小学校	1957	124	90.7	480	ビル街
	鳴子小学校	1962	412	140.9	625	アパート群

* 設立：現在の敷地に設立された年

** 児童数：2003年4月1日現在

種の同定については主に目視によったが、同定困難な個体については捕虫網で捕獲し、種名を確認した後、捕獲地点に放逐した。現地で確認が困難な種については、持ち帰って標本を作製し、同定した。クロアゲハ、モンキアゲハ、カラスアゲハ、ジャコウアゲハ等については、少数であるが逆光等のため目視による同定ができず捕獲もできなかった個体があったことから、一括して「黒色系アゲハ」とした。

群集多様度：群集多様度の指標としてはさまざまなものが提案されている（夏原 1998）が、今回は小中学校における環境調査手法の開発が目的であるため、中学生でも理解し計算できるということを考慮し、最も単純な指標である総出現種数と、母集団から繰り返しを許さずに2個体を取り出したときにそれが異なる種である確率

$$1 - \frac{\sum (x_i(x_i-1)/N(N-1))}{N(N-1)}$$

(N：総個体数、 x_i ：i番目の種の個体数、以下 $1 - \lambda$ とする)を用いた。これらの指標は、今回は学校間の比較に際して調査回数を14回分にそろえたため、相互に比較が可能である。調査回数が異なっても使える指標として、平均出現種数と、1回の調査ごとに2個体が異なる種である確率を計算し、それを平均したもの（以下多様度平均値と呼ぶ）も求めた。多様度平均値の算出に際しては、繰り返しを許さないという条件では出現個体数が少ない場合に計算値が大きくなりすぎる傾向があるため、 $1 - \lambda$ ではなく、繰り返しを許す（つまり、1個体の種名を確認したら放逐し、再度ランダムに1個体を取り出す）という条件で求められる数値

$$1 - \frac{\sum (x_i/N)^2}{N}$$

(N：総個体数、 x_i ：i番目の種の個体数)を用いた。

なお、チョウ類群集による環境評価の手法としては、各種にそれぞれ評点を与え、それをもとに環境指標値を計算するER法（田中 1988）やEI法（栗瀬 1993）も提案されている。しかし、このような配点法はそれぞれの事象にどのように評点を与えるかの決定が主観的にならざるを得ないという欠点がある（今井・夏原 1996）から、実用的には有効であっても、教育の場での使用は避ける

方がよいと思われる。そこで今回は、配点法を用いた解析は行わなかった。

結果と考察

1 校庭における出現種

今回の調査で出現した種、および各種の3地区ごとの総個体数を表2に示した。

春日井市の7校では、2年間32回の調査で、7科35種、3,974個体が確認された。黒色系アゲハは少なくともクロアゲハ、モンキアゲハ、カラスアゲハを含んでいたため、これらを含めると37種であった。春日井市で確認されたが他の2地区では確認できなかった種は、ギフチョウ、ツマキチョウ、スジグロシロチョウ、ルリシジミ、コツバメ、テングチョウ、アカタテハ、コムスジ、ヒメウラナミジャノメ、ジャノメチョウ、コジャノメ、コチャバネセセリ、キマダラセセリ、ダイミョウセセリの13種であった。

西尾市の6校では、1年間15回の調査で、6科24種1,740個体が確認された。黒色系アゲハは少なくともクロアゲハ、ジャコウアゲハを含んでいたため、これらを含めると25種であった。西尾市で確認されたが他の2地区では確認できなかった種は、ゴマダラチョウ、コムラサキ、サトキマダラヒカゲ、クロコノマチョウの4種であった。

名古屋市の5校では、1年間14回の調査で、6科17種、1,123個体が確認された。黒色系アゲハ1個体はクロアゲハであった。名古屋市で確認された種は、西尾市で確認されなかったムラサキシジミを除けば、全て他の2地区でも確認された種であった。

種組成を比較すると、日浦（1973）、今井・夏原（1996）が都市化によって消滅しやすいとしている年1化性の種は、春日井ではギフチョウ、ツマキチョウ、コツバメ、ジャノメチョウが確認されたが、西尾、名古屋では確認されなかった。また、今井・夏原（1996）が都市化の影響に敏感であるとしているセセリチョウ科、ジャノメチョウ科、タテハチョウ科（テングチョウ科を含む）は、春日井ではかなりの種数が見られたが、西尾では種数が減少し、名古屋では移動性の高いイチモン

表2 今回の調査で出現した種とその個体数

科名	種名	個体数 (優占率 %)					
		春日井市		西尾市		名古屋市	
アゲハチョウ	アゲハ	133	(3.3)	174	(10.0)	74	(6.6)
	アオスジアゲハ	60	(1.5)	366	(21.0)	75	(6.7)
	キアゲハ	9	(0.2)	17	(1.0)	0	(0.0)
	ギフチョウ	1	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	黒色系アゲハ*	10	(0.3)	12	(0.7)	1	(0.1)
シロチョウ	モンシロチョウ	147	(3.7)	99	(5.7)	87	(7.7)
	キチョウ	100	(2.5)	66	(3.8)	13	(1.2)
	モンキチョウ	31	(0.8)	2	(0.1)	1	(0.1)
	ツマキチョウ	11	(0.3)	0	(0.0)	0	(0.0)
	スジグロシロチョウ	2	(0.1)	0	(0.0)	0	(0.0)
シジミチョウ	ヤマトシジミ	1872	(47.1)	574	(33.0)	641	(57.1)
	ツバメシジミ	137	(3.4)	70	(4.0)	8	(0.7)
	ベニシジミ	194	(4.9)	57	(3.3)	2	(0.2)
	ウラナミシジミ	43	(1.1)	4	(0.2)	2	(0.2)
	ムラサキシジミ	6	(0.2)	0	(0.0)	3	(0.3)
	ウラギンシジミ	19	(0.5)	7	(0.4)	4	(0.4)
	ルリシジミ	4	(0.1)	0	(0.0)	0	(0.0)
	コツバメ	1	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
テングチョウ	テングチョウ	14	(0.4)	0	(0.0)	0	(0.0)
タテハチョウ	ツマグロヒョウモン	308	(7.8)	55	(3.2)	68	(6.1)
	ヒメアカタテハ	104	(2.6)	31	(1.8)	35	(3.1)
	キタテハ	9	(0.2)	6	(0.3)	0	(0.0)
	アカタテハ	7	(0.2)	0	(0.0)	0	(0.0)
	ルリタテハ	3	(0.1)	2	(0.1)	0	(0.0)
	コムスジ	2	(0.1)	0	(0.0)	0	(0.0)
	ゴマグラチョウ	0	(0.0)	34	(2.0)	0	(0.0)
	コムラサキ	0	(0.0)	2	(0.1)	0	(0.0)
ジャノメチョウ	ヒメウラナミジャノメ	132	(3.3)	0	(0.0)	0	(0.0)
	ジャノメチョウ	9	(0.2)	0	(0.0)	0	(0.0)
	コジャノメ	7	(0.2)	0	(0.0)	0	(0.0)
	ヒメジャノメ	3	(0.1)	4	(0.2)	0	(0.0)
	サトキマダラヒカゲ	0	(0.0)	2	(0.1)	0	(0.0)
	クロコノマチョウ	0	(0.0)	3	(0.2)	0	(0.0)
セセリチョウ	イチモンジセセリ	466	(11.7)	113	(6.5)	85	(7.6)
	チャバネセセリ	118	(3.0)	39	(2.2)	24	(2.1)
	コチャバネセセリ	4	(0.1)	0	(0.0)	0	(0.0)
	オオチャバネセセリ	4	(0.1)	1	(0.1)	0	(0.0)
	キマダラセセリ	2	(0.1)	0	(0.0)	0	(0.0)
	ダイミョウセセリ	2	(0.1)	0	(0.0)	0	(0.0)
7科	39種	3974		1740		1123	

* 黒色系アゲハには、少なくとも春日井市ではクロアゲハ、モンキアゲハ、カラスアゲハ、西尾市ではクロアゲハ、ジャコウアゲハ、名古屋市ではクロアゲハが含まれる。

ジセセリ、チャバネセセリ、ヒメアカタテハ、ツマグロヒョウモン（ただしツマグロヒョウモンは、近年市街地でも著しく増加している）だけとなった。

地区ごとに各種の優占率を見ると、春日井市ではヤマトシジミが47.1%で圧倒的に多く、2位はイチモンジセセリ、3位はツマグロヒョウモンで、

この3種で全体の約2/3を占めた。5位のモンシロチョウ(3.7%)から11位のキチョウ(2.5%)までは優占率の差が少なかったが、12位のアオスジアゲハはキチョウの6割、13位のウラナミシジミはキチョウの4割強と急速に落ち込み、14位以後は優占率が1%以下であった。

西尾市では、1位はやはりヤマトシジミであっ

たがその優占率は33.1%でやや低く、2位はアオスジアゲハ、3位はアゲハで、この3種で全体の約2/3を占めた。6位のツバメシジミ(4.0%)から9位のツマグロヒョウモン(3.2%)までと10位のチャバネセセリ(2.2%)から12位のヒメアカタテハ(1.8%)までは優占率の差が少なく、13位以後は優占率が急激に落ち込んで1%以下となった。

名古屋市では、1位はヤマトシジミが他を引き離して圧倒的に多く、全体の約6割を占めた。2位のモンシロチョウ(7.7%)から6位のツマグロヒョウモン(6.1%)までは優占率の差が少なく、7位ヒメアカタテハ(3.1%)、8位チャバネセセリ(2.1%)と急激に落ち込み、9位以後は更に落ち込んで優占率が1%以下であった。

3地区に共通して、優占率2~5%程度になるまでは同じような出現率の種が続き、それ以下では優占率が急激に低下したことから、落ち込み前の種が校庭の主要出現種、それ以下は偶発的な種と判断された。春日井市のアオスジアゲハとウラナミシジミ、名古屋市のヒメアカタテハとチャバネセセリは、落ち込みにかかっているがまだ優占率が1%を超えており、とりあえず主要出現種に含めた。結果的に3地区の主要出現種はほとんど一致し、春日井市で主要出現種であったが西尾市でそうでなかったのはヒメウラナミジャノメ、ウラナミシジミの2種、西尾市で主要出現種であったが春日井市でそうでなかったのはゴマダラチョウ1種のみであり、名古屋市の主要出現種はすべて他2地区の主要出現種であった。このような主要出現種の構成は、石井ほか(1991)、今井・夏原(1996)、吉田(1997)、青柳・吉尾(2002)などによって調査された大阪近郊の都市緑地の優占種構成とほぼ共通であった。しかし、吉田ほか(2004)の東京武蔵野地域の都市公園における調査において高頻度で出現したスズグロシロチョウは、春日井で2個体が観察されただけであった。

2 各学校における出現個体数と種類数

学校間の比較に際しては、方法の項で述べたように、春日井の7校については2002年4月上旬から10月下旬までの14回の結果、西尾市の6校につ

いては2003年4月下旬から11月上旬までの14回の結果、名古屋市の5校については2003年4月下旬から11月中旬までの14回の結果を使用した。平行して調査した春日井市築水の森のデータと比較したところ、3年間の年間出現個体数は優占度の高い種では大きな差がなく、調査年および調査者の違いによる影響はそれほど大きくないものと判断された。ただしウラナミシジミは、2002年は31個体が出現したのに2003年は全く確認できず、年変動が大きいと判断された。季節的には、築水の森でチョウ類が出現しはじめたのも見られなくなったのも2002年は他の2年より約半月早く、集計対象期間の半月のずれは年変動を考慮すればむしろ適切と判断された。

18校の調査1回あたりの平均出現個体数、それを調査距離1kmあたりに換算した平均個体密度、総出現種数、平均出現種数、 $1-\lambda$ 、多様度平均値を、表3に示した。

まず、校庭という環境の全体的な傾向を検討するため、今回の18校の平均個体密度と $1-\lambda$ の値を、青柳・吉尾(2002)が示した大阪市とその近郊の公園・緑地の値に重ねて示した(図1)。校庭の $1-\lambda$ の値は、公園等では中位以下になる部分に集中的に分布しており、更に一部の学校では公園・緑地の最低値よりもはるかに低い値をとった。このことから校庭は、一般の公園・緑地と比較して、チョウ類群集の多様性が低い場所であると判断される。校庭の中央部が裸地状の広い運動場になっていることを考えれば、これは当然の結果であろう。一方平均個体密度は $1-\lambda$ の値と組み合わせると、西尾市の各学校は大阪市近郊の公園・緑地の範囲におさまったが、春日井市と名古屋市の学校は大阪市近郊で $1-\lambda$ の値が0.8未満の緑地・公園に比べると、かなり大きい値にまで範囲が広がっていた。つまり校庭は、量的にはかなりのチョウ類が生息できる場所と判断される。これは校庭では、低草地や花壇が比較的まとまった面積で存在することと関連していると思われる。

各学校の値を3地区間で比較すると、平均出現個体数は、春日井市で6.4~30.5、西尾市で11.9~29.3、名古屋市で5.3~27.5であった。地区内学校

表3 各学校のチョウ類群集多様度指標値

地域名	学校名	平均 個体数	平均個 体密度	総種数	平均 種数	1-λ	多様度 平均値*
春日井市	玉川小学校	17.4	27.6	22	6.2	0.82	0.70
	押沢台小学校	20.4	30.2	21	6.0	0.86	0.69
	高座小学校	20.9	39.8	18	4.9	0.73	0.55
	高森台小学校	16.0	26.0	18	4.7	0.75	0.60
	西藤山台小学校	30.5	45.2	16	6.3	0.68	0.64
	藤山台小学校	21.0	31.8	16	4.6	0.73	0.56
	中央台小学校	6.4	9.9	12	2.4	0.75	0.40
	平均	18.9	30.1	17.6	5.6	0.76	0.59
西尾市	福地南部小学校	20.1	29.8	17	5.1	0.83	0.64
	福地北部小学校	24.2	36.1	20	5.5	0.81	0.65
	花ノ木小学校	14.7	21.0	13	3.6	0.79	0.54
	西尾小学校	23.5	23.7	16	5.1	0.75	0.58
	西野町小学校	11.9	16.8	13	4.4	0.85	0.59
	米津小学校	29.3	30.1	19	6.9	0.86	0.72
	平均	20.6	26.2	16.3	5.1	0.815	0.62
名古屋市	稲築地小学校	27.5	42.6	11	4.1	0.62	0.48
	千成小学校	16.9	29.9	10	4.3	0.59	0.52
	老松小学校	14.4	26.4	9	3.1	0.46	0.42
	千早小学校	5.3	11.0	10	3.0	0.78	0.51
	鴨子小学校	16.1	25.8	14	4.8	0.80	0.66
	平均	16.0	27.2	10.8	3.9	0.65	0.52
18校の平均		18.7	28.0	15.3	4.7	0.75	0.58
標準偏差		6.98	9.60	3.98	1.21	0.10	0.09

*多様度平均値：各調査時における $1 - \sum (x_i/N)^2$ の平均。ただし、 x_i : 番目の種の個体数、 N : 総個体数。

間の差は大きかったが、地区間に95%水準で有意な差は認められなかった。18校全部の平均は18.7、標準偏差は7.0であった。ただし、調査した18校の間では、敷地面積に最も狭い老松小学校(0.71ha)から最も広い西野町小学校(4.4ha)まで6倍ほどの差があり、それに対応して各学校のセンサスルート長さも480mから990mまで2倍以上の差があった。そこで、センサスルート1km当たりの平均個体密度で比較すると、18校全部の平均値は28.0、標準偏差は9.6で、学校間の格差はやや縮小したが、それでもかなりの差が認められた。

総出現種数は、春日井市で12~22、西尾市で13~20、名古屋市で9~14であった。地区別に見ると、名古屋市は他の2地区に比べて99%水準で有意に少なかったが、春日井市と西尾市の間では95%水準でも有意な差は認められなかった。18校全部の平均は15.3、標準偏差は4.0であった。

平均出現種数は、春日井市で2.4~6.3、西尾市で3.6~6.9、名古屋市で3.0~4.8であった。地区別

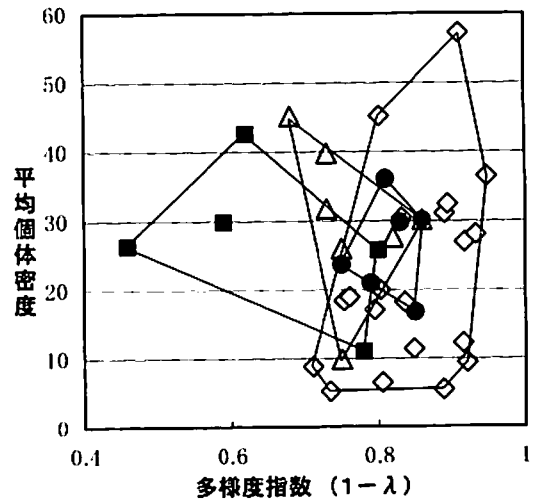


図1 愛知県の小学校校庭におけるチョウ類群集の平均個体密度(出現個体数/km)と多様度。△春日井市、●西尾市、■名古屋市。比較のため大阪市近郊の緑地・公園の値(青柳・吉尾2002による)を◇で示す。

に見ると、春日井市と名古屋市の間では95%水準で辛うじて有意な差が認められたが、春日井市と西尾市、西尾市と名古屋市の間では有意な差は認められなかった。18校全部の平均は4.7、標準偏差は1.2であった。

$1 - \lambda$ は、春日井市で0.68~0.86、西尾市で0.75~0.86、名古屋市で0.46~0.80であった。地区別に見ると、西尾市と名古屋市の間では95%水準で有意差が認められたが、春日井市と西尾市、春日井市と名古屋市の間では有意な差は認められなかった。18校全部の平均は0.75、標準偏差は0.10であった。

多様度平均値は、春日井市で0.40~0.70、西尾市で0.54~0.72、名古屋市で0.42~0.66であった。3地区の間では、95%水準で有意な差は認められなかった。18校全部の平均は0.58、標準偏差は0.09であった。

総出現種数および $1 - \lambda$ は、それぞれ平均出現個体数との相関係数が0.463と-0.016で、前者は辛うじて相関が認められるが弱く、後者は相関関係がなかった。これら2つは、量的指標である平均出現個体数に対して相対的に独立性の高い指標と判断される。総出現種数と $1 - \lambda$ との間では、18校全部で見ると正の相関があったが、 $1 - \lambda$ の値が著しく小さい名古屋市の3校を除くと相関係数は0.269になり、相関関係は消失した。従ってこの両者も、相互にある程度独立性のある指標と判断される。総出現種数と $1 - \lambda$ を比較すると、総出現種数は稀出現種の数に大きく影響され、稀出現種数は飛来源となる学校周辺域の環境に依存する。そこで、総出現種数は校区全体の環境を強く反映する指標と考えられる。それに対して $1 - \lambda$ の値は主要出現種間の量的な関係に大きく影響され、稀出現種にはあまり影響されないから、これはそれぞれの学校内の環境を反映する指標として有効と考えられる。

なお、調査回数に影響されない出現種数関連の指標として、1回の調査あたりの平均出現種数と、各回の調査結果について計算した多様度の平均値についても検討してみた。しかし、平均出現個体数と平均出現種数は相関係数が0.760で、両者の間

には強い正の相関が認められ、平均出現個体数と多様度平均値も相関係数が0.501で、かなりの正の相関が認められた。したがって平均出現種数や多様度平均値は、独立の指標としては使いにくいものと判断される。

今回の調査結果から判断すれば、小学校校庭のチョウ類群集は愛知県という一つの地域の中でもそれなりに多様であり、校庭環境を評価する一つの有効な方法になると考えられる。昆虫に興味を持っている小中学生ならば、種を識別する能力は成人にひけをとらないから、このような調査自体は充分可能であろう。今回の結果からは、各学校の校庭環境指標として、平均個体密度（調査距離1kmあたりの平均出現個体数）、総出現種数、多様度指数 $1 - \lambda$ （調査結果全体から繰り返しを許さずに2個体を取り出した時にそれが異なる種である確率、ただしより単純な式である繰り返しを許す場合の確率を用いても総個体数が多くなれば結果はほとんど変わらないから、生徒に計算させる場合はこちらを用いることも考えられる）の3つが有効であると判断される。多様度指数の意味は、教師の適切な助言があれば、中学生なら理解可能と思われる。そして環境教育としては、このような調査を実際に行わせ、校庭環境を評価させてみるのが重要な意味を持つ。もちろん、校庭のチョウ類群集は、地域によって異なることが予想される。今後、愛知県以外の地域でも調査を行って今回用いた評価方法を検証すれば、小中学生が調査を行う場合の標準的な手法を開発できると思われる。

謝 辞

本研究に際しいろいろご助言いただいた愛知教育大学の金森正臣名誉教授、元山梨大学教育人間科学部（現早稲田大学国際教養学部）の池田清彦教授に深く感謝いたします。

引用文献

青柳正人・吉尾政信、2002、大阪北部の都市環境におけるチョウ類群集の多様性、環動昆、13：203-217。

- 日浦勇, 1973, 海をわたる蝶, 200pp, 蒼樹書房, 東京.
- 今井長兵衛・夏原由博, 1996, 大阪市とその周辺の緑地のチョウ相の比較と島の生物地理学の適用, 環動昆, 8: 23-34.
- 石井実, 1992, 蝶類群集から見た都市緑地の自然環境, 昆虫と自然, 27(8): 9-13.
- 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.
- 北原正彦, 1999, 富士山北麓の様々な森林環境におけるチョウ類群集の種多様性, 環動昆, 10: 11-29.
- 夏原由博, 1998, 多様度指数を利用した解析, 日本環境動物昆虫学会(編)チョウの調べ方, 69-91, 文教出版, 大阪.
- 巢瀬司, 1993, 蝶類群集研究の一方法, 日本産蝶類の衰亡と保護, 2: 83-90.
- 田中蕃, 1988, 蝶による環境影響評価の一方法, 蝶類学の最近の進歩, 527-566, 日本鱗翅学会, 大阪.
- 山本道也, 1998, ルートセンサス法, 日本環境動物昆虫学会(編)チョウの調べ方, 29-43, 文教出版, 大阪.
- 吉田宗弘, 1997, チョウ類群集による大阪市近郊住宅地の環境評価, 環動昆, 8: 198-207.
- 吉田宗弘・平野裕也・高波雄介, 2004, 東京都武蔵野地域の都市公園のチョウ類群集, 環動昆, 15: 1-12.