研究活動報告

蝶相からみた大津市瀬田丘陵の特徴 2
―龍谷の森、文化公園、瀬田公園の比較―

遊磨　正秀

はじめに

里山は貴重な自然の宝庫といわれている（石井ら1993、今森1995など）。人口が多く、公園など緑地面積すら乏しい都市域においては、近郊のいわゆる里山とされる林地における四季の花鳥風月の賑わいは、人々に潤いをもたらすものとして貴重な空間であろう（遊磨2005）。しかし、そこがどのような環境であれば誰にとって、あるいは何にとって良いのか、さらに里山にはどういう価値があるのか、ということに関しては議論がまとまっていない（宮浦2004、丸山2005など）。その里山の価値の一つとして、そこで触れ親しむことができる動植物が存在することを挙げられることが多い。ここでは、その一例として蝶類をとりあげる。

日本の蝶類各種の分布や生息場所条件等の生態情報についての知見はかなり蓄積されており、また近年は少なからぬ蝶類が絶滅の危機に瀕していることもあり、主に種の保全の側面からも多くの研究例が報告されている（矢田・上田1993、田中・有田1996など）。蝶類の減少の原因は、開発等による生息場所の消失のみならず、利用率の低下あるいは管理不足による林地や草原の植生の変化が挙げられ（田中2005など）、さまざまな環境における蝶類の多様性に関する研究も行われている（広渡 1996、石井1996、矢田1996など）。その中で、巣瀬（1993）は蝶類群集の多様性を評価するさまざまな手法を検討し、環境の都市化の評価をも試みている。また石井（1993）は、種や生息場所の豊かさの変化を評価するためにトランセクト調査の必要性を早い段階から説き、その結果から蝶類など小動物に配慮した都市緑地のあり方を提言した例を紹介している。さらに広渡（1996）は、ルートセンサス調査の結果を用いて、大阪府三草山の象徴的種群であるミドリシジミ類にとって良好となる雑木林管理の詳細を提言している。

滋賀県大津市東部の瀬田丘陵にある龍谷の森（龍谷大学瀬田キャンパス隣接地）における蝶類相に関して遊磨ほか（2006）は、どこにでも普遍的に見られるべき蝶類の種数が他所より少ないことを示し、人為的開発の影響の大きな区間において蝶類はむしろ多い一方、発達した樹林部が連続している区間には蝶類が少ないことを示している。さらに、いわゆる里山とされる樹林部に蝶類が少ないのは、蝶類の必要とする食草の多くが発達した林内ではなく、撹乱された場所にそれが多いことと関係していることを示唆している。

本稿では龍谷の森を含む、滋賀県大津市東部の瀬田丘陵の3箇所の林地を対象に、遊磨ほか（2006）と同様の蝶類群集を指標とした環境評価を2006年に試みた結果を報告する。とりわけ、樹木等による林の構造と蝶類群集の関係を明らかにするために、林あるいは植生の開け具合（本稿では天空が植物等に覆われずにどれくらい開けているかを指標として扱った）と蝶類群集との関連について分析を行った。

調査地の概要

調査対象地は、滋賀県大津市東部の瀬田丘陵にある龍谷大学瀬田キャンパス隣接地（以下、龍谷の森）、びわこ文化公園、および瀬田公園の3箇所とした（図1、表1a〜c）。

それぞれの調査地には、ある程度まとまった林地が存在している。龍谷の森は龍谷大学が所有する林地（約54ha）であり、びわこ文化公園は図書館、美術館等を囲むようにして存在する林地（約32ha）であり、瀬田公園は体育館とため池の周囲に存在する林地（約15ha）である。これら3箇所の調査地は近接しているが、高速道路や大学キャンパスによりほぼ分断されている。

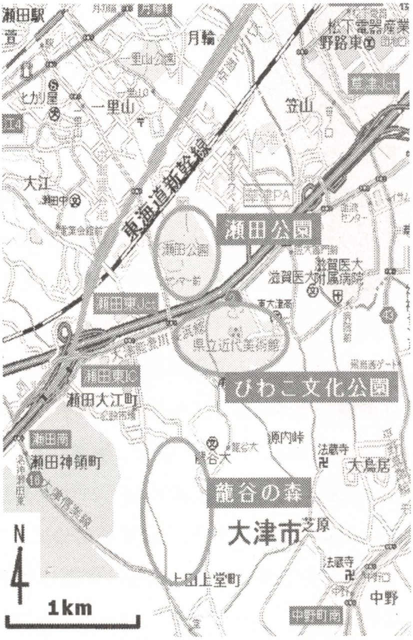

図1　大津市瀬田丘陵における調査

それぞれの調査地において蝶類のセンサスを行うためのルートを設定し、景観により区間区分を行った。

龍谷の森におけるセンサスルートのうち、区間Ⅰa～Ⅰcは龍谷大学瀬田キャンパス南西端から大津市堂町に南へ下る、元来生活通路である。うち区間Ⅰa（約150m）はキャンパス建物域脇から樹林部に至る幅約5mの簡易舗装道で、北東側は草本類が繁茂するのり斜面であり、南西側はマツやスギ、一部広葉樹が混在する龍谷の森の林縁にあたる。区間Ⅰb（約300m）は大半が未舗装の幅3～4mの道が続き、林縁の広葉樹やマツなどの低木が天空をほぼ被うまで発達し、林内ほどではないが暗い環境である。区間Ⅰc（約350m）は幅3～4mの簡易舗装道で、区間Ⅰbとの境界部東側には1haほどの伐採跡地（草原）があり、ほかは主に広葉樹林の林縁で、上空は開けている。区間Ⅱ（約600m）は、大津市堂町内の舗装された生活道路で、生垣や庭のある家屋、ため池、田畑ならびに神社がある。区間Ⅲa、bは龍谷の森内を北に向かって登っていくルートで、うち区間Ⅲa（約1020m）は、マダケ、植栽ヒノキ、および広葉樹の林内をくぐる幅1～3mの道で、樹高数mを超える樹木が林立するため上空は鬱閉され、林床は暗く、そのため下層植生は貧弱である。なおルート中途に、シイタケ栽培地を確保するために若干の間伐を行った場所が存在する。区間Ⅲb（約30m）はルートの上端で大津市卸売市場等の敷地の道路に接するため、上空が開けて明るい場所である。

びわこ文化公園におけるセンサスルートのうち、区間Ⅰ（約1650m）は、調査地東側の駐車場や図書館、美術館等の各種施設、池の周囲をめぐるルートで、よく管理された街路樹やサクラ、ツツジ、その他の潅木からなる緑地となっており、建物や池があるため開けた景観となっている。区間Ⅱ（約360m）は、東側の施設の多いゾーンと西側にある「わんぱく原っぱ」へ通じる林内ルート、ならびに公園頂部の広場へ通じる林内ルートであり、ともによく発達したマツ類やコナラ類の林内の、鬱閉した環境となっている。区間Ⅲa、bはわんぱく原っぱの周囲をめぐるルートで、うち区間Ⅲa（約430m）はわんぱく原っぱ中央の芝生地と周囲の林縁部との境界をめぐるルートであり、施設下部にある調整池付近の湿地草原を含む、開けた環境である。区間Ⅲb（約790m）は、わんぱく原っぱの上部に位置する疎林内をめぐるルートであり、一部に発達したヒノキ林内のルートを含む。また西側の一部は割合最近にさまざまな樹種の若木が植栽された区域も含む。区間Ⅳ（約650m）は、公園頂部広場周辺の広葉樹・マツ類の林の縁部、

およびそこから駐車場へ下る林内を通るルートであり、ある程度上空が開けた場所が多い。

瀬田公園におけるセンサスルートのうち、区間Ⅰ（約320m）は、下池（下長尾池）東側のルートで、駐車場周辺の潅木植込み、池周囲の芝生地とサクラが主な植生であり、開放的な環境である。区間Ⅱ（約160m）は、上池（上長尾池）東側の雑木林との林縁部をめぐる、ある程度上空が開けた環境のルートである。区間Ⅲ（約80m）は、雑木林縁部の湿地内を通るルートであり、ある程度上空が開けた環境である。区間Ⅳ（約130m）は、発達したマツ・コナラ類の林内のルートで、かなり鬱閉した環境となっている。区間Ⅴ（約50m）は、上池南側の雑木林との林縁部をめぐるルートで、ある程度上空が開けた環境である。区間Ⅵ（約70m）は、発達したヒノキ林内のルートで鬱閉した環境となっている。区間Ⅶ（約110m）は、上池西側の雑木林との林縁部をめぐるルートで、ある程度上空が開けた環境である。区間Ⅷ（約130m）は、下池西側の雑木林との林縁部のルートで、コナラが多い。わずかな林地の向こうは住宅地である。

表1a．龍谷の森における蝶類センサスの調査区間

区間	距離	植生等の景観	上空の被度
Block Ⅰa	150m	林縁、造成斜面（草原）	開放
Block Ⅰb	300m	広葉樹・マツの疎林内	かなり鬱閉
Block Ⅰc	350m	林縁、一部伐採地	開放
Block Ⅱ	600m	集落内	開放
Block Ⅲa	1、020m	広葉樹・植樹林、マダケ林内	ほぼ鬱閉
Block Ⅲb	30m	樹林部末端、先は商用地	開放

表1b．びわこ文化公園における蝶類センサスの調査区間

区間	距離	植生等の景観	上空の被度
Block Ⅰ	1650m	街路樹やサクラ、ツツジ、その他の潅木からなる緑地	開放
Block Ⅱ	360m	広葉樹・マツの林内	鬱閉
Block Ⅲa	430m	芝生地と林地の境界部。調整池周辺の湿地草原を含む	かなり開放
Block Ⅲb	790m	疎林部。一部、ヒノキ林内を含む	ある程度開放、一部鬱閉
Block Ⅳ	650m	公園頂部広場周辺の広葉樹・マツの林縁部および林内	ある程度開放

表1c．瀬田公園における蝶類センサスの調査区間

区間	距離	植生等の景観	上空の被度
Block Ⅰ	320m	下池東側、駐車場周辺の潅木植込みと池周囲の芝生地とサクラが主な植生	開放
Block Ⅱ	160m	上池東側の雑木林縁部	ある程度開放
Block Ⅲ	80m	雑木林縁部の湿地内	ある程度開放
Block Ⅳ	130m	発達したマツ、コナラ類の林内	鬱閉
Block Ⅴ	50m	上池南側雑木林縁部	ほぼ開放
Block Ⅵ	70m	発達したヒノキ林内	鬱閉
Block Ⅶ	110m	上池西側雑木林縁部	ある程度開放
Block Ⅷ	130m	下池西側雑木林縁部。コナラ高木が多い	ある程度開放

表2．大津市瀬田丘陵における蝶類のセンサス調査日

	龍谷の森	びわこ文化公園	瀬田公園
3月	27日	—	—
4月	17日、28日	1日、22日、29日	—
5月	8日、21日、30日	15日、22日、30日	1日、29日
6月	6日、20日、28日	5日、19日、27日	4日、14日、27日
7月	4日、11日、28日、30日	4日、22日、31日	4日、22日、31日
8月	2日、12日	1日、13日	1日、13日
9月	9日、20日	8日、21日	8日、22日
10月	14日	16日	3日、14日、17日
11月	3日	2日	2日

調査方法

蝶類のセンサスは、2005年4月〜10月の龍谷の森での調査（遊磨ほか、2006）に続けて、2006年は3箇所の調査地において3〜11月の間、月に1〜3度、龍谷の森では合計19回、びわこ文化公園では18回、瀬田公園では16回行った。

調査は風の少ない晴れた午後を選び、ルート（道）から目撃された蝶類を記録した。なお、センサスルートより観察する範囲として、石井（1993）は左右上下5mを提案しているが、ここでは樹高の高い場所もあることからこれに留意せず、その場所から見渡せて小型蝶類も目視可能な範囲（10m〜50m）とした。種の紛らわしいものについ

ては、捕獲または写真撮影によって種の確認を行った。

滋賀県近隣の蝶類相を比較するために、出版資料ならびにインターネット上で公開されているものを対象に、石川県輪島市から大阪府貝塚市までの15箇所の資料を引用した（遊磨ほか、2006参照)。なお、金沢市角間の里山のデータは、龍谷大学里山学・地域共生学オープン・リサーチ・センターとの共同研究を行っている金沢大学による調査結果である。

蝶類相の類似度の比較にはJaccardの共通係数（CC）を用いた。

$$CC = \frac{c}{a+b-c}$$

ここで、aおよびbは二つの地域のそれぞれの蝶の種類数、cはその共通種数である。

蝶類の種多様度にはShannon-Weaver指数（H'）を用いた。

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} p_i \ln p_i$$

ここで、p_iはi番目の種の個体数が占める割合、Sは種数である。

また、センサスルート上の各区間における樹木等による被度を比較するために、展葉がもっとも進んだ時期として2006年9月、落葉がもっとも進んだ時期として2007年2月に、約15m間隔で魚眼レンズを用いて天空を撮影した。撮影したデジタル画像を白黒画像へ変換し、画像のドット数から開空率（天空が覆われていない部分の割合）を計測した。建物等の人工物がある場合は、それが覆う割合も計測した。なお、開空率は天空がまったく覆われていない場合100%、すべて何かに覆われている場合0%となる。各区間の開空率は、各区間で得られた開空率の平均値およびその分散を用いて比較を進めた。

結果および考察

蝶類の種組成

2006年3～11月のセンサスにより確認された蝶類の種数は、龍谷の森においては41種（2005年は43種)、びわこ文化公園では43種、瀬田公園では34種、3箇所の調査地全体では48種であった。（付表１参照)。3箇所の調査地間の、蝶類相の類似度（CC）は、表3に示すように、龍谷の森の2005年調査と2006年調査との間の類似度

に比べて相互に高く、年による違い（類似度CC = 0.63）よりも、調査地による違いの方が小さいことがわかる。なお、2006年の調査において、龍谷の森のみで記録された蝶類は2種、びわこ文化公園のみで記録された蝶類は3種、瀬田公園のみで記録された蝶類は2種であった。

これら瀬田丘陵における蝶類の種数を、遊磨ほか（2006）と同様に、石川県から大阪府までの14箇所において、その対象地域面積とともに確認されている蝶類相と比較した。瀬田丘陵の3箇所の調査地における2006年の結果は、 2005年の結果と同様に、その面積の割には尼崎市塚口や大阪市淀川区といった都市域のものに次いで少ないものであった。またごく近隣の守山市は樹林部乏しい地域であるにもかかわらず、龍谷の森の蝶類の種数は守山市のそれよりも少ない傾向が認められる。これらのことは、瀬田丘陵はいずれの調査地においても、樹林部を持ちながらも決して蝶類の豊かな場所ではないことを示している。

表3．大津市瀬田丘陵における蝶類相の類似度（CC）

	びわこ文化公園	瀬田公園	龍谷の森（2005）
龍谷の森（2006）	0.82	0.67	0.63
びわこ文化公園	—	0.70	—

天空の開放率と蝶類の多様性

蝶類の生息には、各種が必要とする食草・食樹の存在が必要であり、この点については遊磨ほか（2006）において検討した。ここでは、林環境の明るさ、すなわち樹木等の植生の発達の程度と蝶類相の比較を試みる。これは、日本の蝶類には一般に真森林性のものはおらず、林内よりも開放的な環境である伐採地や林縁、農耕地において蝶類の多様性が高い（矢田1996、石井1996）ことが知られているからである。

まず、センサスルート上の各区間の開空率（区間内平均値）の季節変化を比較した（図3）。龍谷の森での夏季（展葉期）の開空率は19～73%、びわこ文化公園では30～81%、瀬田公園では14～90%と、調査地間ではあまり大きな違いはない（図3ａ）。冬季（落葉期）にはそれぞれの区間の開空率は高くなり、夏季の開空率が高いほど冬季の落葉期における開空率との差が小さくなっていた（図3ｂ）。これは開空率の小さい林

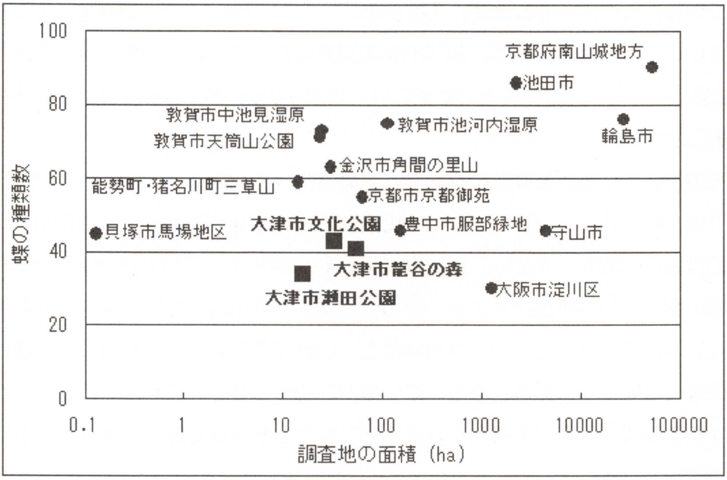

図2　調査面積と出現蝶種類（龍谷の森2006のデータ）。
大津市3箇所の調査地以外のデータについては遊磨ほか（2006）参照。

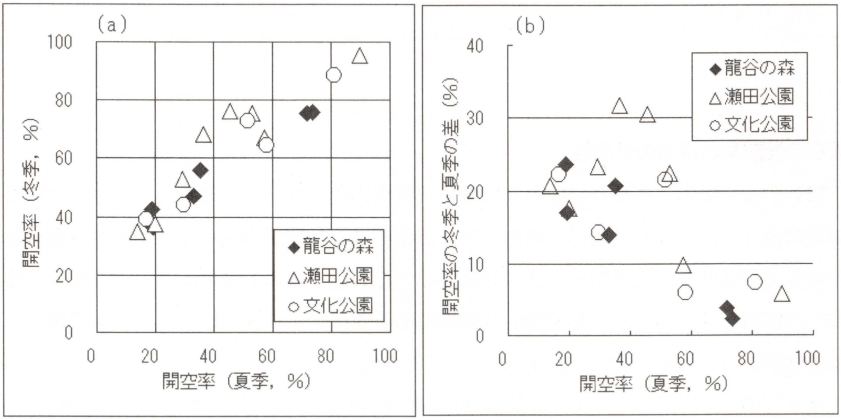

図3．瀬田丘陵の調査地における開空率（各区間内の平均値）の季節比較。
(a) 夏季（展葉期）と冬季（落葉期）の比較、(b) 夏季（展葉期）と冬季-夏季の差の比較。

内では落葉樹の展葉による天空被覆の効果がより大きいことを示している。なお、瀬田公園の一部の区間では冬季の開空率がより高くなる傾向が認められた。

各区間の観察期間や観察回数に大きな違いはないが、観察距離が異なることから、記録された蝶類種数の直接比較を行うことは好ましくないが、傾向を捉えるために各区間の開空率と蝶類種数を比較した（図4）。夏季、冬季にかかわらず、また3箇所の調査地いずれにおいても、開空率の低い区間（図4の龍谷の森の区間Ⅰb、Ⅲ、びわこ文化公園の区間Ⅱ、瀬田公園の区間Ⅳ、Ⅵなど、鬱閉した林内の区間）では蝶類種数は少ない。一方、開空率の高い区間では多くの蝶類が記録される傾向はあるものの、開空率が高ければ高いほどより多くの蝶類種数が記録されるものではない（図4のびわこ文化公園の区間Ⅲa、瀬田公園の区間Iなど）。なお、どの区間においても、建物や電柱などの人工物が覆う割合はほぼ無視できる程度のものであった。ただし、龍谷の森の区間Ⅲbでは人工物が覆う割合が高いが、これは路面脇のコンクリート壁面がセンサスルートに迫っているためのものである。

さらに、各区間の開空率に対する蝶類の種数、個体数密度、および種多様性の関係を検討した（図5）。

種数に関しては、夏季では開空率30%程度以下で、冬季の開空率40%程度以下で、記録種数が減少する傾向が認められた（図5a、b）。瀬田公園における蝶類種数が相対的に少ないのは、そこでの区間距離が短いことによると考えられる。

個体数密度に関しては、ほぼ開空率の増加とともに、それも増加するか、あるいは夏季の開空率50%以下あるいは冬季の開空率60%以下で減少する傾向が認められた（図5c、d）。個体数密度は、3つの調査地間で大きな違いがないと判断される。

種多様性に関しては、種数の場合と類似して夏季の開空率20%以下あるいは冬季の開空率40%以下においてそれが減少する傾向が見られた（図5e、f）。また、明瞭ではないが、夏季冬季ともに開空率80%以上においても減少するように見受けられ、この点に関しては今後の検討が必要であろう。なお種多様性は、3つの調査地間で大きな違いがないと判断される。

さらに、同様の解析を、各区間の開空率の標準偏差に関して行った（図6）。これは開空率の変化の程度が蝶類相にどのような影響を与えているかを分析するためである。

蝶類の種数に関しては、開空率の標準偏差が大きくなるにつれ増加するか、あるいは開空率の標準偏差10%以下において減少する傾向が見られた（図6a、b）。個体数密度

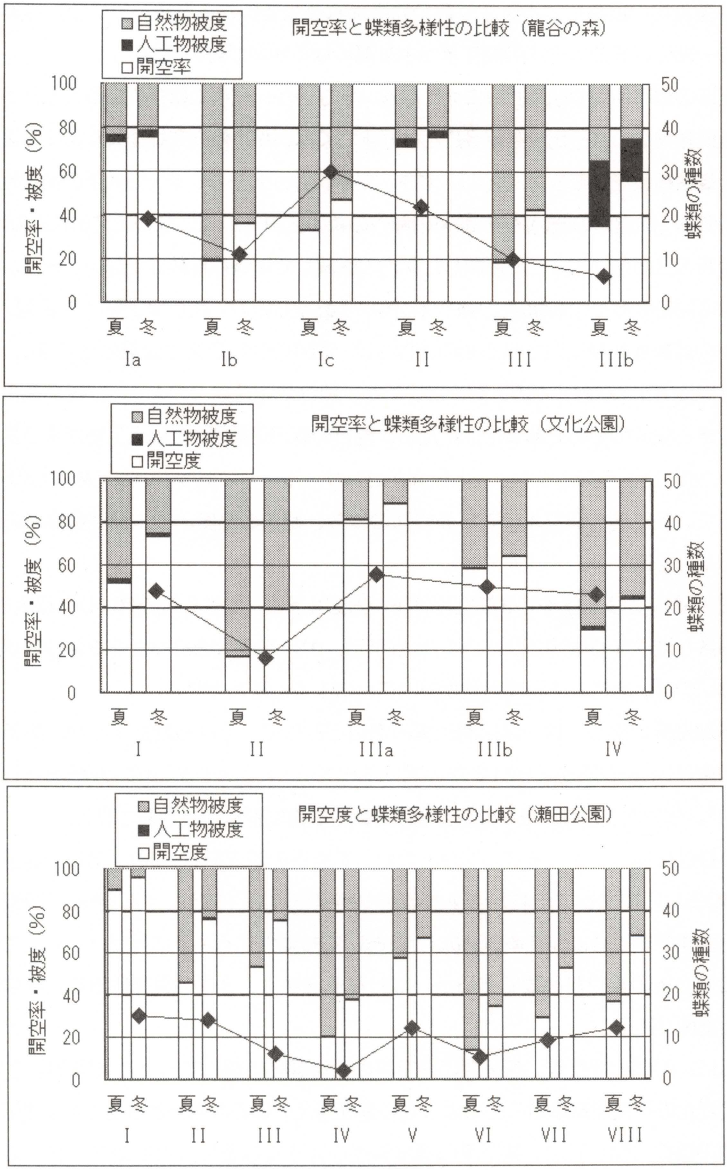

図4．瀬田丘陵の調査地における開空率（棒グラフ）と蝶類種数（黒丸）の比較。

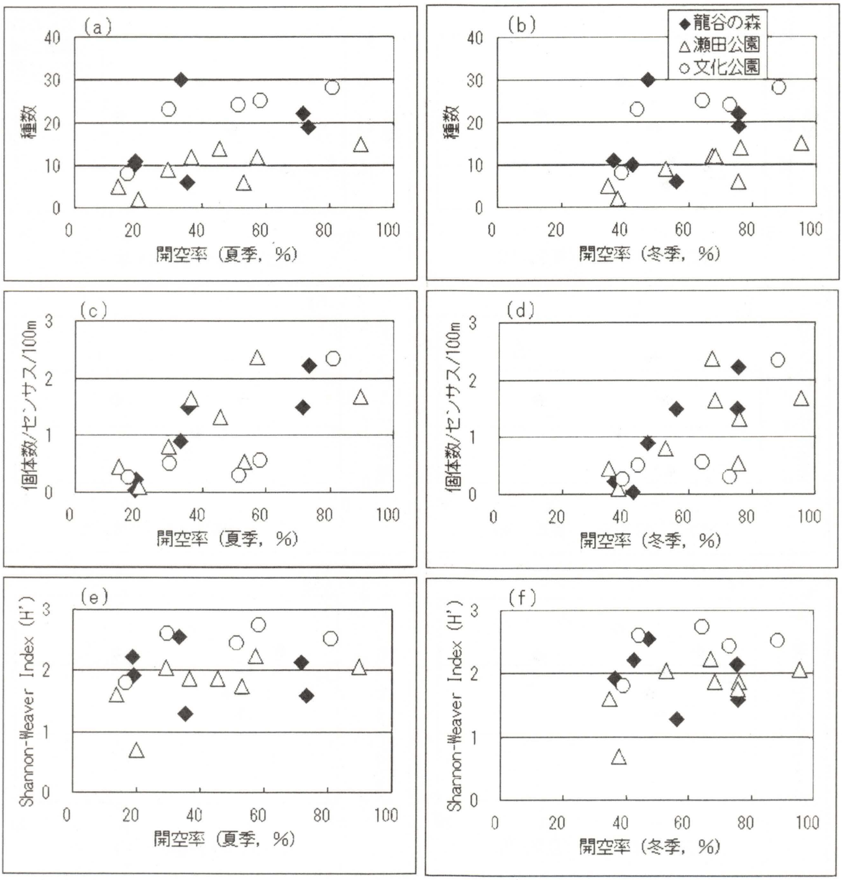

図5. 瀬田丘陵の調査地における開空率（夏季および冬季）と蝶類の種数（a、b)、蝶類の個体数密度（c、d)、および蝶類の種多様性（e、f）の比較。

に関しては、その傾向は明瞭ではないが、やはり開空率の標準偏差10%以下においてそれが減少する傾向が見られた（図6c、d)。種多様性に関しても、開空率の標準偏差10%以下においてそれが減少する傾向が見られた（図6e、f)。

これらのことから、蝶類は、開空率の高い、すなわち適度に開けた環境に種、個体数とも多く生息し、かつある区間をとった場合、その区間内で開空率の変化が大きい、す

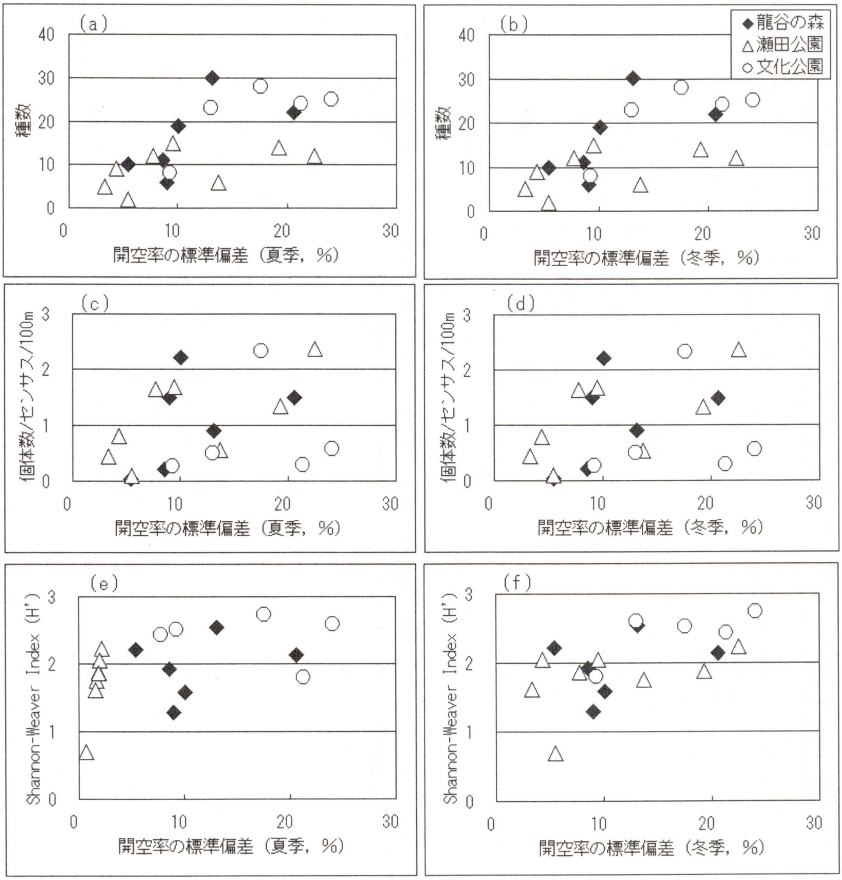

図6．瀬田丘陵の調査地における開空率（夏季および冬季）の区間内標準偏差と蝶類の種数（a、b)、蝶類の個体数密度（c、d)、および蝶類の種多様性（e、f）の比較。

なわち天空を覆うような樹木の密度にばらつきがあるような環境に多く出現すると考えることができる。本稿で示した結果は、今後の里山整備において管理計画に基づく生物多様性の変化の予測を行う際に役立てることができるであろう。

謝辞

びわこ文化公園の調査に関しては（財）滋賀県公園・緑地センターの方々にお世話になった。

引用文献

今森光彦（1995）里山物語。新潮社

石井実（1993）チョウ類のトランセクト調査。pp. 91-101, In: 矢田脩・上田恭一郎 編、日本産蝶類の衰亡と保護 第2集、日本鱗翅学会

石井実（1996）さまざまな森林環境における蝶類群集の多様性。pp. 63-75、In: 田中蕃・有田豊 編、日本産蝶類の衰亡と保護 第4集、日本鱗翅学会

石井実・植田邦彦・重松敏則（1993）里山の自然をまもる。築地書館

広渡俊哉（1996）大阪府「三草山ゼフィルスの森」の蝶類群集。pp. 31-37, In: 田中蕃・有田豊 編、日本産蝶類の衰亡と保護 第4集、日本鱗翅学会

丸山徳次（2005）里山学の提唱。龍谷理工ジャーナル 17(2): 3-12

南尊演・遠藤真樹（1968）チョウ目。pp. 369-373、In: 守山市誌 資料編 自然.、守山市

宮浦富保（2004）里山の変遷と未来。龍谷理工ジャーナル 16(3): 1-6

巣瀬司（1993）蝶類群集研究の一方法。pp. 83-90、In: 矢田脩・上田恭一郎 編、日本産蝶類の衰亡と保護 第2集、日本鱗翅学会

田中蕃（2005）環境評価と環境インパクト。pp 567-596、In: 本田計一・加藤義臣 編、チョウの生物学、東京大学出版会

田中蕃・有田豊 編（1996）日本産蝶類の衰亡と保護 第4集、日本鱗翅学会

矢田脩（1996）北九州市山田緑地の照葉樹林の蝶群集。pp. 49-56、In: 田中蕃・有田豊 編、日本産蝶類の衰亡と保護 第4集、日本鱗翅学会

矢田脩・上田恭一郎 編（1993）日本産蝶類の衰亡と保護 第2集、日本鱗翅学会

遊磨正秀（2005）暮らしの中の花鳥風月～身近な自然景観を考える。龍谷理工ジャーナル 17(2):1-8

遊磨正秀・宮浦富保・横田岳人. 2006. 蝶相からみた大津市瀬田丘陵（龍谷の森）の特徴。 pp. 189-202, In: 「里山から見える世界」龍谷大学里山学・地域共生学オープン・リサーチ・センター2005年次報告書

付表1　滋賀県大津市瀬田丘陵の3調査地における蝶類の確認種

		龍谷の森		びわこ文化公園	瀬田公園
		2005年	2006年	2006年	2006年
	確認種数	34	41	43	34
1	ダイミョウセセリ	○	×	×	×
2	ホソバセセリ	×	×	×	○
3	キマダラセセリ	○	○	○	×
4	イジモンジセセリ	×	○	○	○
5	オオチャバネセセリ	×	×	○	○
6	チャバネセセリ	○	○	○	○
7	ホシチャバネセセリ	○	×	×	×
8	アオスジアゲハ	○	○	○	○
9	ナミアゲハ	○	○	○	○
10	キアゲハ	×	○	○	○
11	クロアゲハ	○	○	○	○
12	モンキアゲハ	○	○	○	○
13	ナガサキアゲハ	○	○	○	×
14	オナガアゲハ	○	×	○	×
15	カラスアゲハ	×	○	○	○
16	キチョウ	○	○	○	○
17	モンシロチョウ	○	○	○	○
18	モンキチョウ	○	○	○	○
19	ムラサキシジミ	○	○	○	×
20	アカシジミ	○	○	○	○
21	ミズイロオナガシジミ	○	×	×	○
22	トラフシジミ	×	○	○	○
23	コツバメ	○	○	○	×
24	ベニシジミ	○	○	○	○
25	ヤマトシジミ	○	○	○	○
26	ルリシジミ	○	○	○	○
27	ツバメシジミ	○	○	○	○
28	ウラギンシジミ	○	○	○	○
29	アサギマダラ	×	○	×	×
30	テングチョウ	○	○	○	○
31	ミドリヒョウモン	×	○	○	×
32	クモガタヒョウモン	○	×	×	×
33	メスグロヒョウモン	○	○	○	×
34	ツマグロヒョウモン	○	○	○	○
35	コミスジ	○	○	○	○
36	ホシミスジ	○	○	○	×
37	イチモンジチョウ	×	○	○	○
38	キタテハ	×	○	○	○
39	アカタテハ	×	○	○	○
40	ヒメアカタテハ	×	○	○	○
41	ルリタテハ	○	○	○	○
42	ゴマダラチョウ	○	×	○	×
43	コムラサキ	×	×	○	○
44	オオムラサキ	×	×	○	×
45	ヒメウラナミジャノメ	○	○	○	×
46	ヒカゲチョウ	○	○	○	○
47	クロヒカゲ	○	○	○	○
48	サトキマダラヒカゲ	×	○	○	○
49	ヒメジャノメ	○	○	×	○
50	ジャノメチョウ	×	○	○	×
51	クロコノマチョウ	○	○	×	×