

蝶相からみた大津市瀬田丘陵の特徴 4 —3年間の調査の比較—

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、さらに里山にはどのような価値があるのか、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、巢瀬(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、蝶類は人為的開発の影響の大きな区間においてむしろ多い一方、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、これは人為的に攪乱された場所の方が蝶類の必要とする食草が多いことと関係していることを示唆した。また遊磨（2007）は、龍谷の森と近隣の里山も含めて蝶類群集と樹木による天空の被覆度を比較し、蝶類は、適度に天空が開けた環境に種、個体数とも多く、また、樹木の密度にばらつきがあって開空率の変化が大きい環境に蝶類が多く出現することを示した。さらに遊磨（2008）は、龍谷の森における蝶類の出現種数や個体数は4～5月および9～10月に多く、各種の出現の季節的パターンと場所利用パターンに共通性が高いことを示した。

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箇所の林地において、遊磨（2007、2008）と同様の蝶類群集を対象とした調査を行い、3年間の調査から各年の調査結果の妥当性を評価した上で、調査地内の環境と蝶類群集の関連について検討した。

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38ha）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42ha）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13ha）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。

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。



図1. 大津市瀬田丘陵における調査地

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、その他の灌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300m) 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300m）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300m）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300m）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、駐車場周辺の灌木植込み、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。わずかな林地の先は住宅地である。

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、その他の灌木からなる緑地	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、駐車場周辺の灌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期間と回数 (2006~2008年)

	龍谷の森	びわこ文化公園	瀬田公園
2006年	4月17日~11月3日 14回	4月1日~11月2日 17回	5月1日~11月2日 16回
2007年	4月6日~11月21日 19回	4月8日~11月30日 17回	4月8日~11月21日 18回
2008年	3月16日~11月28日 23回	3月17日~11月17日 20回	3月17日~11月18日 18回

調査方法

蝶類のセンサスは、3箇所の調査地において2006年~2008年の3~11月の間、月に1~3度、龍谷の森では3年間で合計56回、びわこ文化公園では54回、瀬田公園では52回行った(表2)。

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(おおむね10m)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。

蝶類群集の構造解析には対数正規則(Preston1948)へのあてはめを行った。対数正規則とは、個体数を 2^n 区切りのオクターブ(ランク)にわけ、オクターブごとの種数を集計するとそれが正規分布になるというものである。対数正規則当てはめにあたっては、オクターブごとの種数については篠崎(1958)の規格化を行い、切れた正規分布の平均値および標準偏差の推定は木元1976)に従った。

蝶類群集間の類似性は、下記のMorisita(1959)の C_x 指数を用いて解析した。

$$C_{\lambda} = 2 * \sum_{i=1}^s n_{i1} * n_{i2} / ((\lambda_1 + \lambda_2) * N_1 * N_2)$$

$$\lambda_j = \sum_{i=1}^s n_{ij} * (n_{ij} - 1) / (N_j * (N_j - 1))$$

ただし、 n_{ij} は*i*番目の種が*j*区画に出現した個体数（ここでは目撃数）であり、 N_j は*j*番目の区画で記録された総個体数、 S は種数である。

結果および考察

3年間のセンサス結果の比較

同じ調査ルートと同じ調査方法による3年間の蝶類群集の調査結果を比べてみると、龍谷の森では2006年、2007年、2008年においてそれぞれ40種、40種、45種が確認され、文化公園では43種、40種、37種、瀬田公園では34種、24種、29種が記録された（図2）。3年間累計で確認された蝶類種数は、龍谷の森では52種、文化公園では51種、瀬田公園では39種であったので、各年にはその約8割程度が確認できていたことになる（図2）。なお、その年の調査回数が増えれば確認される蝶類種数も増えることが予想されるが、実際にはそのような関係は認められなかった（図3）。また、3年間の各年のセンサス結果の蝶類群集の組成について、その類似度 C_{λ} を算出してみると、概ね0.9程度以上の値を示しており（表3）、各調査地において異なった年に観察された蝶類群集の組成は大変類似していたことから、この3年間の調査については確認種数に多少の違いはあっても各年の調査はほぼ充分なものであり、また年による調査結果の違いはあまり考慮しなくてよいといえる。

次に、3年分の調査が真の蝶類群集のどれくらいを反映しているのかを検討するために、センサス結果の種数・個体数マトリックスを群集構造解析に用いられる対数正規則（Preston 1948、篠崎 1958、木元 1976）へ当てはめてみた（図4）。3箇所の調査地とも対数正規則への適合はよかった（いずれも適合していないとは言えない、 $p > 0.5$ ）。この経験則では、観察努力が足りずに個体数の少ないものが記録されなかった部分はベールライン以下（図4中のハッチ部分）として示され、あとどれくらいの種類がいるの

かを予測することができる。その結果、図より、龍谷の森ではあと3種ほど、文化公園ではあと2種ほど、文化公園ではあと3種ほど生息している可能性が示唆され、このことからそれぞれの調査地での蝶類種数は55種、53種、42種であると推定される（表4）。

この対数正規則解析で得られた値を蝶類群種の真の種数（推定総種数）とみなして実際の確認種数を比べると、各年の観察種数は、全体に確認個体数の少ない瀬田公園ではやや低い値となったものの、龍谷の森やびわこ文化公園においては推定総種数の7～8割程度が確認されており、また3年の累計では9割以上が確認されていたことになる（表4）。このことから、3年間の調査で蝶類群集のほぼ全容が明らかになっているものと判断できる。

ちなみに、龍谷の森においてこのセンサス調査では記録されなかったが、実際に生息していることが確認されているものとしてウラナミアカシジミ、ミズイロオナガシジミがいる。これらを加えると、ほぼ完全な蝶類群集が把握できていると言えるだろう。

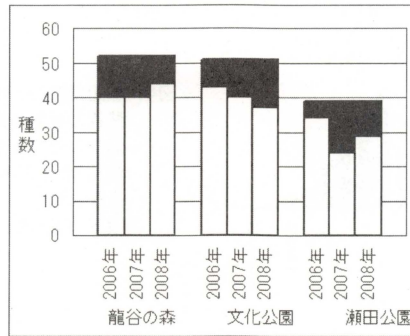


図2. 瀬田丘陵の3調査地における蝶類の確認種数（2006～2008年）。

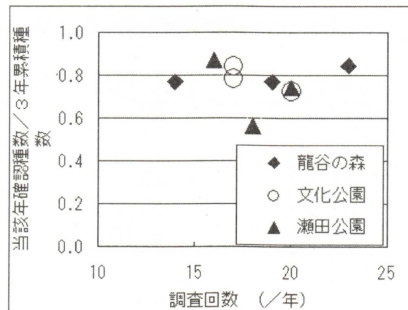


図3. 瀬田丘陵の3調査地におけるセンサス回数と蝶類確認種数（2006～2008年）。

表3. 瀬田丘陵の3調査地における蝶類群集の観察年間の類似度 (CI)。

	龍谷の森		びわこ文化公園		瀬田運動公園	
	2007年	2008年	2007年	2008年	2007年	2008年
2006年	0.985	0.926	0.919	0.943	0.888	0.833
2007年	-	0.973	-	0.950	-	0.952

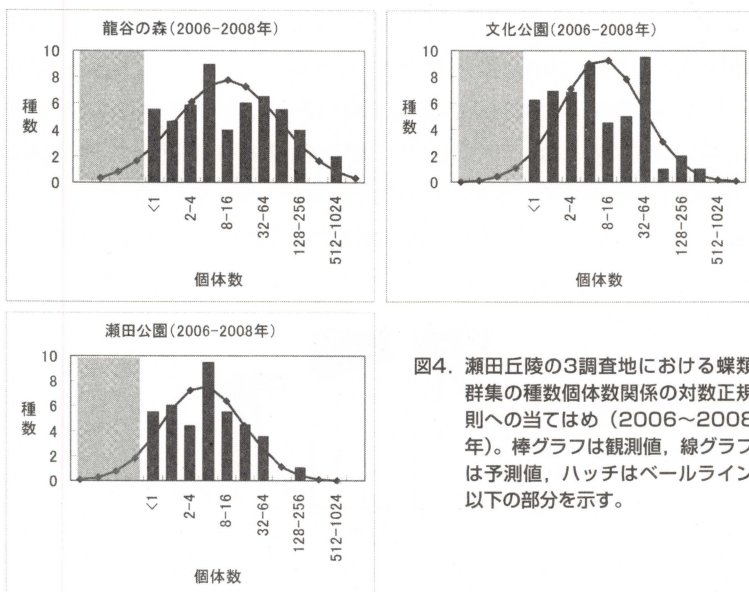


図4. 瀬田丘陵の3調査地における蝶類群集の種数個体数関係の対数正規則への当てはめ (2006~2008年)。棒グラフは観測値、線グラフは予測値、ハッチはボールライン以下の部分を示す。

表4. 瀬田丘陵の3調査地において観察された蝶類種数の比較。推定総種類数は、図4の対数正規則からの推定に基づく。

	龍谷の森	びわこ文化公園	瀬田運動公園
推定総種数	55	53	42
3年累積観察種数	52 (0.95)	51 (0.96)	39 (0.93)
2006年	40 (0.73)	43 (0.81)	34 (0.81)
2007年	40 (0.73)	40 (0.75)	24 (0.57)
2008年	44 (0.80)	37 (0.70)	29 (0.69)

調査地間の蝶類群集の比較

3年間の調査により、蝶類群集の大半が確認できていることから、3つの調査地ルート内の区間ごとに3年分の観察記録を集計しなおし、区間間の類似性についてMorisita (1959) の C_s 指数を用いて改めて検討した。なお、観察個体数が少なかった瀬田公園においては、環境が類似しているBlock II、III、V、VIIをあわせて上池、Block IV、VIをあわせて林内とし、そのほかは表1a~cの区分に従って解析した(図5)。

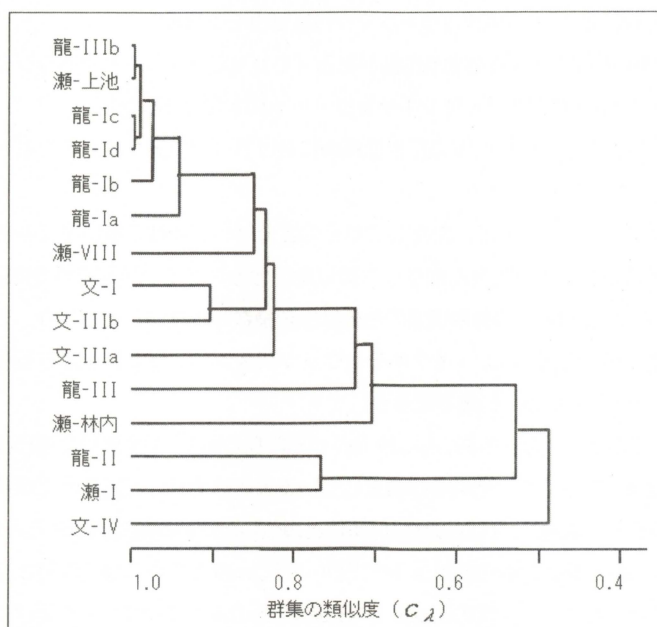


図5. 瀬田丘陵の3調査地における蝶類群集の類似性比較(2006~2008年)。クラスター化はMountford法による。

この結果、もっとも類似性が乏しかった場所は、びわこ文化公園の尾根筋ルート区間(Block IV)であり、他のどの場所とも類似性の乏しい蝶類群集となっていた。次いで類似性の乏しかった場所は、龍谷の森の宅地・田畑区間(Block II)、および瀬田公園の大池周りの開けた場所(Block I)で、いずれも林部から離れた人為的に改変された環境である。その他の調査区間は類似度 C_s は0.8以上を示し、かなり類似した蝶類群集組成で

あった。特に龍谷の森のBlock Ia~Id、IIIb、瀬田公園の小池周りはほぼ同じ蝶類群集組成を示しており、いずれも林縁部の少し開けた環境という共通性が認められる。

このように蝶類群集により環境を区分すると、

- 1) 龍谷の森のBlock Iなどの林縁部におけるキタキチョウが卓越した「キタキチョウツバメシジミ群集」
- 2) びわこ文化公園のBlock IやIIIbの開けた場所が広く存在する林縁部におけるキタキチョウが卓越した「キタキチョウツマグロヒョウモン群集」
- 3) 龍谷の森のBlock IIなど宅地や田畑がある「モンシロチョウヤマトシジミツマグロヒョウモンキアゲハモンキチョウチャバナセセリ群集」
- 4) びわこ文化公園のBlock IVの尾根筋環境における「クロアゲハモンキアゲハキタキチョウ群集」

などに区分することができる。ただしこれらの区分は、個体数の多いキタキチョウとそれ以外の種類の個体数の割合に依存した類似度区分となっている可能性がある。また、龍谷の森のBlock IIIなどの林内環境のものは出現種数が少ないこともあり、その特徴は不明瞭であるが、上記1)の「キタキチョウツバメシジミ群集」とはある程度異なった群集組成を示しているといえるだろう。

これらのことから、龍谷の森のBlock Ia~c区間のように、やや開けた草原様の場所や鬱閉した場所があっても、それらが隣接している場合はそれほど異なった蝶類群集が生息しているわけではなく、ほかの林縁部環境と類似した蝶類群集であったことがわかる。言葉を変えれば、龍谷の森のBlock Icに50m×50mほどの草原様の環境が存在していても、それはびわこ文化公園のBlock IやBlock IIIbのようにかなり広く開けた場所が存在する環境とは類似しない、つまり草原としての環境の役目を果たしているものではないといわざるをえないだろう。

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
- 木元新作 (1976) 動物群集研究法 I - 多様性と種類組成 -. 共立出版
- 間野隆裕 (2004) 豊田市都心部のチョウ類群集. 矢作川研究 8: 115-121
- 丸山徳次 (2005) 里山学の提唱. 龍谷理工ジャーナル 17 (2): 3-12
- 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
- Morita, M. (1959) Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distribution patterns. Mem.Fac.Sci.Kyushu Univ. Ser. E (Biol.) 2: 215-235
- 中村寛志・田中綾子 (2001) 小黒川流域のチョウ類群集の季節変動とトランセクト調査による環境評価の試み. 環境科学年報 (信州大学環境科学論文集) 23: 107-113
- 篠崎吉郎 (1958) 植物共同体の分散構造. pp. 127-144, In: 沼田真編, 生態学体系, 第1巻, 古今書院
- 巢瀬司 (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 (2007) 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 -. 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2006年次報告書
- 遊磨正秀 (2008) 蝶相からみた大津市瀬田丘陵の特徴 3 - 生息環境と季節変動 -. pp. 189-206, 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2007年次報告書
- 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