人工ギャップ造成とその造成後年数がチョウ類の種組成に及ぼす影響

The Change of Butterfly Assemblages after Artificial Gap Formation in an Urban Park

山本 慶太* 夏原 由博**

Keita YAMAMOTO Yoshihiro NATUHARA

Abstract : We studied the effect of artificial gap formation on butterfly assemblages of urban forests in Expo commemorative park of Osaka which was established in 1970 and made large scale reclamation for the enhancement of biodiversity in urban area. However the biodiversity in the reclaimed forest has not increased and was lower than secondary forests in Osaka, because the uniformly grown evergreen trees made dark interior where few harbours layer has been formed. Four gaps (15mx15m) were cleared in 2001 and other four were cleared in 2002. Butterflies were recorded in these gaps and adjacent four plots of forest interior for 10 minutes from May to September 2004. Both of the number of species and individuals were 19 and 142, respectively in 2001 gaps, 14 and 56 in 2002 gaps and 9 and 11 in the interior plots. We discussed the succession of butterfly assemblage by comparing the present study to the results of previous study in 2001. Species depending on grasslands decreased and those on shrubs increased with years after the gap formation.

Keywords: *butterflies, gap, biodiversity, ecological urban park*

キーワード: チョウ, ギャップ, 生物多様性, 都市緑地

1. はじめに

大阪府茨木市の万博記念公園自然文化園地区は1970年の博覧会跡地に「自立」した森を目的に造成された¹⁾。面積は98.5haで、周辺は比較的緑の多い住宅地であるが、公園外周は高速道路など幹線道路で囲まれ、完全に孤立した緑地である。園内は常緑広葉樹の密生林地区、芝生、花木園などで構成されている。しかし、万博記念公園のように人工的に造成された森林は樹齢が均一なため、空間的な不均質性が生じにくい。その後30年が経過し一般的な都市公園としての自然回復状況は良好であるとされながらも、過去に植栽された照葉樹が林冠を覆い、林床の生物多様性に欠けている。自然植生では台風や山火事などのかく乱によってギャップが形成され、樹木の更新や空間構造の不均一さなどにより動植物の種の多様性が保持されている。そのため、人工的にギャップを形成し、林内環境の多様性を増加させる試みを行った²⁾。

本研究は「人工ギャップの造成に伴う樹林生態系の多様性の増大」を目的とし、その構成要素の一つであるチョウ類を指標として用いた。2001年から2002年にかけて造成されたギャップがチョウ類の種組成や多様性に及ぼす影響を造成後の年数変化を含めて調査を行い、チョウ類にとってふさわしい環境について考察する。チョウの種はそれぞれ習性や生息環境が異なるため、確認されたチョウの種構成と個体数から調査地の環境を評価することができると考えられる³⁾。2001年に同様の調査が行われており⁴⁾、過去のデータのあつた4つの調査区における調査結果に関して比較を行った。

2. 調査地の概要

調査は万博記念公園の自然公園地区内に造成された林内ギャップとその周辺で行った。ギャップの造成は、自然文化園で高密度の照葉樹林が形成されている樹林について園全体の範囲におよぶ地点を選んで実施した。ギャップはいずれも常緑広葉樹の密生した樹林で2001年に15m×15mの正方形に樹木のすべてまたは大

部分を伐採してつくられた⁴⁾。各樹林の優占種は1から3がアラカシ、4がタブノキである。2002年にもそれぞれ同じ樹林内に4個のギャップがつくられた。各ギャップの植生の詳細は塩田ほか⁵⁾に詳しい。ギャップがつくられた林分はいずれも密生林地区内にあり、アラカシ、クスノキ、タブノキ、ネズミモチなど樹高8.6-17.1m程度の常緑広葉樹が密生(0.16-0.20本/m²)しており、林内の天空率は9-10%程度であった(表-1)。そのため実生の発育は悪く、林内に低木層、草本層を欠いていた。なお、密生林内では下草刈り、落ち葉かきなどの管理はほとんど実施されていない。今回調査したギャップは2001年と2002年につくられ、ギャップ内は伐採直後は天空率が19-54%程度であったが、翌年にはアカメガシワなど先駆樹種が成長しはじめた。

表-1 密生林の概要

調査区	立木密度 (本/m ²)	優占種	その他の植生	天空率 (%)	最大樹高 (m)
1	0.16	ネズミモチ カナメモチ	カラタネオガタマ、クロガネモチ、アラカシ、 シイ、シロダモトウネズミモチ、アキニレ、 コナラ、フジ	8.6	12.1
2	0.2	アラカシ クスノキ	タブ、シラカシ、カナメモチ	10.0	12.9
3	0.16	アラカシ ウバメガシ	クスノキ、トベラ、シイ、イスノキ、ハルニレ、 ハゼノキ、エノキ、アキニレ、ケヤキ、 クロガネモチ	8.3	8.6
4	0.18	タブ シイ	ネズミモチ、ハマヒサカキ、マデバシイ、 マサキ、ヤブツバキ、フジ	10.0	15.0

3. 方法

(1) 調査

ギャップとギャップへ出入りするチョウが通過しない林内にギャップと同面積の対照区を設置した。対照区は伐採前のギャップと同じ環境である各ギャップの近隣の林内に設置した。以後、この対照区を林内とする。各ギャップ及びギャップ造成前の密生林の概要を(表-2)に示す⁴⁾。ギャップにおけるチョウの種組成調査にはポイントセンサス法を用いた。2004年の4月から9月まで

*大阪府立大学農学部地域環境科学科 **大阪府立大学大学院農学生命科学研究科

の月3回、雨のない日を選び、ギャップ内に飛来するチョウの個体数と種を10分間にわたって記録した。チョウの多くの種は午前9時から午後3時ごろに活動するとされているため、調査はすべて午前中に行った⁵⁾。ただし、時間帯によって温度や日射量に差が生じ、出現種に影響が出ると考えられたため、毎回調査順序を逆にした。出現したチョウは目視による確認を行ったが、同定が困難な種に関しては捕獲して同定を行なった⁶⁾。同じ調査区内での同一個体の重複した計測は避けたが、視界から消えて再び飛来した個体の区別はできていない。ポイントセンサスでは通常5分か10分が使われており、10分という時間の長さは十分であると考えられる。サンプリング誤差は当然生じるが、月3回という回数は年複数世代を経るチョウの種を調査するには十分な反復数である。ミドリシジミ類など年1化でかつ成虫期間が短い種については見落とす可能性があるが、そうした種は過去の調査でも調査区内では発生記録がないため、問題はないと判断した。ポイントセンサス時に、調査区内の植物を観察し、チョウの幼虫や蛹を発見した場合には記録した。

また、2004年7月に4ヶ所のギャップにおいて植生調査を行った。内容は林床植生の被度、出現植物種の調査である。立木密度に関しては2001年度に測定した。また2004年度は林内の被度は測定していない。

表－2 ギャップの概要

調査区	伐採後の立木密度 (本/m ²)	伐採後の天空率
1	0.01	29%
2	0.05	19%
3	0.01	54%
4	0.00	40%

(2) 解析方法

記録されたチョウの解析には巢瀬の指数 (IS)⁷⁾ を用いた。この指数はそれぞれの種の生息多様度に重み付けをしたものであり、自然性を指標するとされる。巢瀬の指数は生息分布度の最高値によって3段階に分類され、人間の営力とは無関係に生息している

多自然種は3、人間の営力の元で生息している都市種は1、両者の中間的な存在の準自然種は2としている。各調査区で出現した

チョウの指数 IS_i の和 $EIS = \sum_{i=1}^S IS_i$ を環境指数 (EIS) とした。

ただし、 s は各調査地で出現した種数である。

また、多様度指数には Shannon-Wiener の $bit\ H' = -\sum P_i \log_2 P_i$ を用いた。

同じギャップでの時間変化を明らかにするために、今回の調査データを2001年ギャップ造成直後に同様の方法でチョウを調査した記録⁴⁾と比較した。

4. 結果

(1) 植生の概要

各ギャップの優占種及び被度は(表－3)に示したとおりである。ギャップ内で実生あるいは萌芽更新により生育していた樹種はスルデ、アカメガシワなど先駆樹種のほかアラカシ、クスノキなど密生林の構成樹種、ヤマハギなどの低木であった(表－1)。草本は、4－5月にはタチツボスミレ、カンサイタンポポ、ヘビイチゴなど低茎草本が開花していたが、やがてヒメジョオン、セイトカアワダチソウなど高茎のキク科草本やヨウシュヤマゴボウ、スゲ類が優占した。7月の林床の被度は47-79%であった。伐採後3年を経過した2001年ギャップのアカメガシワの樹高は7mに達していた。また、ギャップ内ではヒメジョオンやオニタビラコ、コナスビといった成虫の蜜源となる植物の花も確認された。

表－3 植生調査の結果

調査区	伐採年	木本優占種	草本優占種	林床植生の被度
1	2001年	スルデ、アカメガシワ、ササ	セイトカアワダチソウ、ヨウシュヤマゴボウ	72%
	2002年	アラカシ、ヤマハギ、タブノキ	ヒメジョオン	67%
2	2001年	クスノキ、タブノキ、ヤマハギ、アラカシ	アレチヌスビトハギ	59%
	2002年	クスノキ、アラカシ	ヒメジョオン、セイトカアワダチソウ	45%
3	2002年	スルデ、アカメガシワ、ササ	セイトカアワダチソウ	79%
	2001年	アカメガシワ、スルデ	シラスゲ、ナキリスゲ	62%
4	2002年	アラカシ、エノキ、トウネズミモチ	ナキリスゲ	47%
	2001年	クスノキ、トウネズミモチ、アカメガシワ	ナキリスゲ	77%

表－4 調査地区において観察されたチョウの種別個体数

ギャップ造成年 地点	巢瀬の指数	2001	2001	2001	2001	2002	2002	2002	2002	林内	林内	林内	林内	総計
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
キマダラセセリ	2							1	1					2
チャバネセセリ	2			1			1	2						4
イチモンジセセリ	1			1										1
アオスジアゲハ	1	3	5	3	4	10	5	7	3					40
ナミアゲハ	1													0
ナガサキアゲハ	1							1						1
クロアゲハ	2		1			2	1	1				1		6
ジャコウアゲハ	2													0
カラスアゲハ	3													
モンシロチョウ	1				1			2						3
キチョウ	2	3		2		3	1	8	3					20
モンキチョウ	2					1		1	1		1			4
ムラサキシジミ	2	1	3	3	1	7	4	6	4			1		30
ベニシジミ	1							1						1
ウラナミシジミ	1													
ツバメシジミ	2							1	2					3
ヤマトシジミ	1							4	1			1		6
ルリシジミ	2		1					1						2
ウラギンシジミ	2			1				13	1					15
テングチョウ	2					1				1				2
コミスジ	2	1		2		2		2	3					10
ホシミスジ	1	1		1		1	1	3	3					10
ヒメアカタテハ	2													0
ツマグロヒョウモン	1													0
ルリタテハ	2													0
ヒメウラナミジャノメ	2	3	2	9		1	3	19	2				1	40
ヒメジャノメ	3			1	1			1				2	1	6
ヒカゲチョウ	2				1								1	2
サトキマダラヒカゲ	2										1			1
総計		12	12	24	8	28	16	74	24	1	2	5	3	209
種数		6	5	10	5	9	7	18	11	1	2	4	3	27
H' (2004年度調査)		2.396	2.055	2.642	2.000	2.606	1.416	3.191	3.101	0.000	2.000	1.922	1.585	3.571
H' (2001年度調査)		3.101	2.894	3.451	3.026	-	-	-	-	1.000	4.805	1.792	1.371	3.530

(2) チョウの記録

全 18 回の調査により 27 種 209 個体が確認された。確認されたチョウの種数と個体数、巢瀬の指数、多様度指数 H' を (表-4) に示す。

出現個体数は調査区 3 (2002 年度造成ギャップ) で最も多く 74 個体で、調査区 1 (林内) で最も少なく 1 個体であった。ギャップの造成年別に見ると、2001 年度造成ギャップで 56 個体、2002 年度造成ギャップで 142 個体、林内で 11 個体が出現した。1～4 の調査区において出現個体数は、林内<2001 年度ギャップ<2002 年度ギャップの順に多くなる傾向がみられた (図-1)。

出現種数は調査区 3 (2002) で最も多く 18 種で、調査区 1 (林内) で最も少なく 1 種であった。ギャップの造成年別に見ると、2001 年度造成ギャップで 14 種、2002 年度造成ギャップで 19 種、林内で 9 種が出現した。出現種数にも出現個体数同様に林内<2001 年度ギャップ<2002 年度ギャップの順に多くなる傾向がみられた (図-2)。

図-1 各調査区における出現個体数

図-2 各調査地における出現種数

調査区全体を通して最も多く確認された種はアオスジアゲハとヒメウラナミジャノメでともに 40 個体であったが、前者は 4 つの調査区でほぼ同程度の個体数であったのに対し、後者は調査区 3 に集中していた。また、次いで多かったのはムラサキシジミ 30 個体、キチョウ 20 個体であった。幼虫や蛹で確認されたのはキチョウ、アゲハチョウ、のみでギャップ内の植物で確認されたのは調査区 1 (2001 年度造成ギャップ) でキチョウ (ハギ)、調査区 3 (2002 年度造成ギャップ) でアゲハチョウ (イヌザンショウ) であった。吸水が確認されたのはギャップでは調査区 2 (2001 年度造成) のみでクロアゲハであった。

ほとんどの種で個体数は 2002 年ギャップで多かったが、ヒメジャノメは 2002 年ギャップ (1 個体) より 2001 年ギャップ (2

表-5 各調査区の IS 及び EIS

IS/調査区	2001				2002				林内			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	1	3	2	2	2	6	3	0	0	1	0
2	4	4	6	2	7	5	11	8	1	2	2	2
3	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
EIS	8	9	12	10	16	12	29	19	2	4	8	7

個体) や林内 (3 個体) の方がやや多かった。林分別に比較すると、調査区 3 ですべてのギャップと林内で種数、個体数、多様度指数とも最大であったが、他の地点については、ギャップ造成年により順位は異なった。

各調査地における IS 及び EIS の値を表-5 に示す。

5. 考察

(1) チョウの出現種、種数、個体数について

2001 年度造成ギャップにおける 2001 年度調査結果⁴⁾ と 2004 年度調査結果との比較を行った (表-6)。出現総個体数は 2001 年度調査では 161 個体、2004 年度調査では 76 個体であった。出現総種数は 2001 年度調査では 20 種、2004 年度調査では 18 種と、共に 2004 年度調査で減少した。2001 年に確認され、2004 年に確認されなかった種はカラスアゲハ、ベニシジミ、ウラナミシジミ、ツバメシジミ、ヒメアカタテハ、ツマグロヒョウモンであり、逆に 2001 年に確認されず、2004 年に確認された種はチャバネセセリ、モンキチョウ、ルリシジミ、ヒカゲチョウであった。2001 年から 2004 年にかけて大きく個体数が減少したのはアオスジアゲハ、キチョウ、ムラサキシジミ、テングチョウである。逆に大きく増加した種はヒメウラナミジャノメであった。

調査区におけるチョウの出現個体数、出現種数において林内<2001 年度ギャップ<2002 年度ギャップの順に大きくなる傾向がみられたこと、また、2004 年度調査結果における H' が調査区 2 を除く調査区で林内<2001 年度ギャップ<2002 年度ギャップの順に大きくなったことから、ギャップの造成後年数が経つほどチョウの多様性が失われると考えられる。調査区 2 のみ多様度指数の結果が異なったが、その原因は不明である。

2001 年に確認され、2004 年に確認されなかった種はカラスア

表-6 2001 年度調査結果と 2004 年度調査結果の比較

和名	2004年度調査結果				2001年度調査結果				総計
	ギャップ	ギャップ	ギャップ	ギャップ	総計	ギャップ	ギャップ	ギャップ	
	1	2	3	4	1	2	3	4	
キマダラセセリ									
チャバネセセリ			1		1				
イチモンジセセリ			1		1	1			2
アオスジアゲハ	3	5	3	4	15	6	5	11	32
ナミアゲハ									
ナガサキアゲハ									
クロアゲハ		1			1		1		1
ジャコウアゲハ									
カラスアゲハ						1			1
モンシロチョウ				1	1	3		2	5
キチョウ	3		2		5	2	1	6	16
モンキチョウ									
ムラサキシジミ	1	3	3	1	8	3	10	6	22
ベニシジミ								2	2
ウラナミシジミ								1	1
ツバメシジミ						1		2	4
ヤマトシジミ							4	2	6
ルリシジミ		1			1				
ウラギンシジミ			1		1		1		3
テングチョウ						4	3	6	17
コムシ	1		2		3		1	5	8
ホシミスジ	1		1		2			1	1
ヒメアカタテハ								1	1
ツマグロヒョウモン							2		2
ルリタテハ									
ヒメウラナミジャノメ	3	2	9		14	3	1	3	8
ヒメジャノメ			1	1	2	4	2	2	10
ヒカゲチョウ				1	1				
サトキマダラヒカゲ							1		1
総計	12	12	24	8	56	28	28	52	143
種数	6	5	10	5	14	10	11	14	20

ゲハ、ベニシジミ、ウラナシジミ、ツバメシジミ、ヒメアカタテハ、ツマグロヒョウモンであるが、これらの種は比較的陽地を好む草地性の種である。また、一般的な都市環境における陽地には出現数の少ないウラギンシジミやムラサキシジミ、ヒメウラナミジャノメといった種の出現も確認された。

（２）多様度指数 H'

多様度指数 H' の 2001 年度結果との比較を行った（表－４）。多様度指数 H' の 2001 年度造成ギャップの値は 2004 年調査結果の値が 2001 年調査結果にくらべ低かった。また、林内における値も同様に 2004 年のほうが低くなった。また、2002 年度造成ギャップの値は各調査区 1.3.4 において 2004 年度調査では最も高い値を示した。次に調査地の合計（全体）の多様度指数 H' を求めた（表－４）。2004 年度調査結果における H' の値は 2002 年度造成ギャップが最も高い値を示した。2001 年度調査結果では 2001 年度造成ギャップが最も高い値を示した。2001 年度調査から求められる全体の H' の値は 2004 年度の結果よりも大きくなった。多様度指数 H' は、ギャップと林内とでは造成後の年数が少ないほどギャップの方が大きい値を示している（表－７）。2002 年度造成ギャップの多様な数が飛び抜けて大きな値を示しているが、これは 2002 年度造成ギャップにおける出現種数、個体数の合計が他の調査区と比較して極端に大きかったためであると考えられる。

表－７ 造成年度別多様度指数

	2001	2002	林内	全体
2004年度調査	2.940	9.044	3.027	3.571
2001年度調査	3.533	—	2.669	3.530

（３）巢瀬の指数 (IS)

各調査区における IS （巢瀬の指数）は林内＜2001 年度造成ギャップ＜2002 年度造成ギャップの順に大きくなる傾向が見られた。調査地全体の巢瀬の指数（ EIS ）は 46 であった。巢瀬（1993）はこの環境指数の和を用いて、チョウ類にとっての環境を大まかに分類した⁹⁾。これによると 2004 年現在の万博記念公園は 40～90 の中自然に相当する。しかしながら、この分類は大まかなもので、必ずしも調査地の環境を反映しているとはいえず、チョウのみの調査結果だけで環境を分類することは不可能であり、林床の地表徘徊性昆虫やそのほかのギャップを構成する様々な自然環境との関連を考えていくことが必要といえる。

（４）周辺緑地との比較

今回調査を行った万博記念公園自然文化園地区でのチョウ相をほぼ同じ面積を持つ大阪市周辺の緑地と比較した¹⁰⁾。万博記念公園自然文化地区は面積 98.5ha で、これに相当する大阪市周辺の緑地は、大阪城公園（108.0ha）、大泉緑地（88.0ha）、服部緑地（126.0ha）である。これらの緑地とチョウ相を比較した場合、万博記念公園自然文化園地区において特異的な種はジャノメチョウ科の種である。服部緑地以外では確認されていない¹⁰⁾。ヒメウラナミジャノメやヒカゲチョウ、サトキマダラヒカゲといった種が多く確認されている。これらのジャノメチョウ科の種は都市部の緑地には極端に少ないため環境変化に敏感な種であると考えられる。また、コムスジは万博記念公園自然文化園のみで確認された。

（５）まとめ

今回の調査では 2001 年の調査よりもチョウの種数、個体数とも減少したが、その原因としては、気象条件など広域的な変動とギャップ造成後の年数の経過によるものの両方が想定される。しかし、2001 年調査で記録されたが今回記録されていない種は、カラスアゲハ以外の 5 種すべてが草地を好む種であり、逆に 2001 年調査で記録されず今回記録された種は、チャバネセセリを除く 3 種が林縁の低木を食草とする種や林内性の種であったこ

とからギャップ造成後の年数の経過によって草地から低木林へ変化しつつあることがチョウに影響を及ぼしていると考えられる。また、今回同時に調査した 2001 年ギャップと 2002 年ギャップを比較すると 2002 年ギャップで種数、個体数とも多かったことも、ギャップ後の植生遷移にともなう環境変化によってチョウの種組成が急速に変化することを示している。同様の結果はイギリスにおける萌芽更新後のチョウの変化においても報告されている¹¹⁾。例えば *Boloria euphrosyne* や *Hamearis lucina* などは伐採後 1 年から 2 年間で個体数が多く、4 年目以後には出現しなかった¹²⁾。また、Inoue（2002）は、茨城県の落葉広葉樹自然林で伐採後の年数が異なる二次遷移林で、チョウを調査し、個体数と種多様度は二次遷移の初期の方が高いことを明らかにした¹²⁾。

本研究は人工ギャップの造成に伴う樹林生態系の多様性の増大を目的としておこなわれた。その中でもチョウ類は樹林生態系の構成要素の一つであり、本研究ではギャップにおいて林内では見られないチョウの種が見られたこと、出現種数、出現個体数に有意な差がみられたことからギャップ造成によってチョウ類の多様性が増加したといえる。今後さらにチョウの寄主植物である草本や木本の分布とチョウの出現状況の関係や、天候条件による発生の違い、吸水や蜜源の有無に関係する出現状況、さらに新しく造成されたギャップのチョウの発生状況について経過を見続けることが重要である。また、ギャップに出現しなかった種を誘致することも課題である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、大阪府立大学大学院農学生命科学研究科前中久行教授、中村彰宏助手には、有益な御助言をいただきました。独立行政法人日本万博記念機構には管理地での調査を許可いただき、便宜を図っていただきました。チョウの同定を行なうにあたり、大阪府立大学大学院農学生命科学研究科応用昆虫学研究室の方々には有益な御助言をいただきました。緑地環境保全学研究室の方々には多くの御助言をいただきました。

以上の皆様方に、心より感謝致します。

引用文献

- 1) 小林達明（1984）：万博記念公園におけるアラカシ、マテバシイの生長、生活と樹形：斜面緑化研究 6, 50-69
- 2) 中村彰宏・森本幸裕・水谷康子・安井祥二・中井和成（2002）：多様性増加のための施工後 30 年経過した万博記念公園人工照葉樹林の管理方法：日本緑化工学会誌 28(1), 238-285
- 3) 小果瀬司（1993）蝶類群集研究の一方：日本鱗翅学会・日本自然保護協会編 日本産蝶類の衰亡と保護第 2 集, 83-90
- 4) 近松美奈子・夏原由博・水谷康子・中村彰宏（2002）：都市林に造成された人工ギャップがチョウ類の種組成に及ぼす影響：日本緑化工学会誌 28, 97-102
- 5) 塩田麻衣子・中村彰宏・松江那津子（2004）：植生管理を行った都市内の人工照葉樹林と都市近郊二次林における実生の種多様性：日本緑化工学会誌 30, 116-120
- 6) 日本環境動物昆虫学会編（2001）：チョウの調べ方：文教出版、大阪、pp.288
- 7) 白水隆・黒子浩（1966）：標準原色図鑑全集 1 蝶・蛾
- 8) 果瀬司（1998）：環境指標性を利用した解析：日本環境動物昆虫学会編 チョウの調べ方：文教出版、大阪、29-43
- 9) 果瀬司（1993）：環境指標性を利用した解析：日本環境動物昆虫学会編 チョウの調べ方：文教出版、大阪、64
- 10) 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物理学の適用：日本環境動物昆虫学会 8, 23-34
- 11) Warren, M. S. and Thomas, J. A. (1992): Butterfly responses to coppicing: In Buckley, G. (ed.) Ecology and Management of Coppice Woodlands. Chapman & Hall, London. pp. 249-270.
- 12) Inoue, T (2003) Chronosequential change in a butterfly community after clear-cutting of deciduous forests in a cool temperate region of central Japan, Entomological Science, 6 : 151-163