

## 愛知県の海上の森におけるチョウ類の群集構造と環境評価

大森悠紀\*・江田信豊\*・江田慧子\*\*・中村寛志\*\*\*

\* 南山大学総合政策学部総合政策学科

\*\* 信州大学山岳科学総合研究所

\*\*\* 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

### 要 約

本研究は愛知県瀬戸市海上町にある海上の森においてチョウ類のトランセクト調査を行い、チョウ類の群集構造を明らかにし、Simpsonの多様度指数や環境階級存在比  $ER$ 、グループ別  $RI$  指数などの指標を用いて海上の森の環境評価を行った。トランセクト調査は2012年4月10日から10月27日まで14回実施した。その結果、8科51種860個体のチョウ類を確認した。51種の中には愛知県で準絶滅危惧種に指定されているギフチョウ *Luehdorfiaw japonica* とオオムラサキ *Sasakia charonda* が含まれていた。海上の森の種構成は里山性のチョウ類の割合が最も高く、全体の47.1%を占めた。海上の森の優占上位5種は生息区分が里山以外である、キタキチョウ *Eurema mandarina*、クロヒカゲ *Lethe diana*、ヒメウラナミジャノメ *Ypthima argus*、ヤマトシジミ *Zizeeria maha*、コチャバナセセリ *Thoressa varia* であった。 $EI$  指数は100となり、海上の森の環境は良好な林や草原のような多自然と判定した。環境階級存在比  $ER$  は、里山のような非定住利用段階  $as$  の値が最も高くなった。しかし、それと同時に農村段階  $rs$ 、都市段階  $us$  の値も高かった。グループ別  $RI$  指数においては、里山の値が最も低くなった。トランセクト調査のデータをもとに行った複数の解析の結果から、海上の森の環境を総合的に評価すると、里山性チョウ類の種数は多いが、必ずしも良好な里山環境ではないと評価された。

キーワード：チョウ群集、トランセクト調査、海上の森、里山、環境階級存在比 ( $ER$ )、 $RI$  指数

### 緒 言

日本における里山は、1950年代以前の人間の生活様式と農林業技術によって、形成・維持されてきた<sup>9)</sup>。二次林は数十年に一度、伐採して薪や炭にされ、また半自然草原の採草地は牛馬の飼料として利用された。しかし、1960年代の高度経済成長期以降、エネルギー革命と化学肥料の普及、農業の機械化により里山が農業生産や人々の生活の中で果たす役割が失われ、それとともに里山の景観とそこに生息する生物の多様性が失われつつある。最近では、生物多様性保全の観点だけでなく、自然に対する理解や共感を得る場としての環境教育の観点からも里山の見直しが進んでおり、身近な自然環境の再生や保全は重要な課題になってきている<sup>12)</sup>。

里山保全の適切な方策を講じるにはまずその環境の状況や構造、自然度を正確に把握すること、いわゆる環境評価が必要不可欠である。昆虫は1年で世

代交代をする種が多く、その環境に適応して個体数が変動する。とりわけチョウ類は種の同定が容易で、他の昆虫グループと比較して生態的な知見が豊富であるため、種ごとに生息分布度や環境指標値を設定することが可能であり、チョウ類群集を使って、環境評価を目的とするさまざまなデータ解析法が提案されている<sup>8),19),20),21),22),24)</sup>。また実際に環境評価や環境アセスメントに積極的に利用され<sup>11),15)</sup>、長野県<sup>5),10)</sup>や関西<sup>25)</sup>の都市公園ではチョウ類群集を使った環境評価が盛んに行われており、データも蓄積されている。

愛知県瀬戸市海上町には「海上(かいしょ)の森」と呼ばれる愛知県を代表する里山がある。海上の森は2005年に開催された国際博覧会(通称愛知万博)の会場予定地に指定され、大規模な開発が計画された<sup>3)</sup>。一時は約600haに及ぶ自然を失う危機に直面したが、海上の森には絶滅危惧種シデコブシ *Magnolia stellata*<sup>14)</sup> やオオタカ *Accipiter gentilis*<sup>7)</sup>

受付日 2013年1月8日

受理日 2013年2月12日

\*Corresponding author: Keiko KODA,  
kkeiko12@shinshu-u.ac.jp

など貴重な動植物の生息が確認されたため、計画を見直すように市民運動も盛んに行われた<sup>4)</sup>。その結果、開発範囲は縮小され、できるだけ里山環境を残すこととなった。しかし、大部分を県有林としたため、人々が生活し、管理することで守られる里地里山の生態系システムは失われつつある。これ以上貴重な動植物を失わないために、海上の森の現状を把握し、その管理方法を明確にしていく必要がある。海上の森では、オオタカの巣や頭数の調査<sup>7)</sup>や樹木調査<sup>13)</sup>が希少種においては行われている。チョウにおいてはギフチョウ *Laedorfia japonica* の調査が盛んに行われているが<sup>2),6)</sup>、チョウ類群集においての定量的な調査はほとんど行われていない。そこで本研究では海上の森において、環境変化に敏感なチョウ類群集の季節変動や種構成明らかにするとともに、調査結果をもとに、この地域の環境評価を行った。

本文に入るに先立ち、日頃ご指導をいただいている南山大学総合政策学部の成田靖子准教授に感謝の意を表す。また、予備調査に同行していただいた名古屋昆虫同好会の高橋匡司氏に御礼申し上げる。

## 材料と方法

### 1. 調査地域

調査地は愛知県瀬戸市海上町の海上の森である。

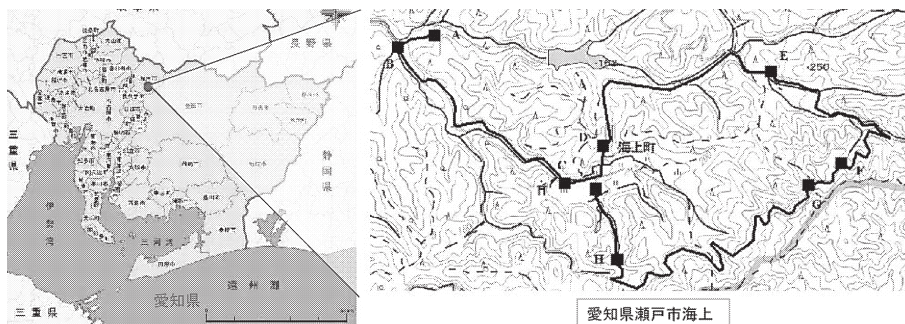


図1 海上の森の位置とトランセクト調査のルート

表1 トランセクト調査を行ったルートAからHまでの概要

調査ルート	距離 (km)	概要
A	0.1	四ツ沢。広場のある広く明るい散策路。
B	0.8	落葉広葉樹中心の比較的明るい小道の散策路。吸蜜植蜜がある。
C	0.3	集落・農地を通る広く明るい散策路。
D	0.9	スギ・ヒノキが中心の比較的暗い小道の散策路。
E	1.0	落葉広葉樹とスギ・ヒノキが混じる比較的明るい小道の散策路。
F	0.5	物見山山頂付近の明るい散策路。
G	1.6	落葉広葉樹が中心の比較的明るい小道の散策路。
H	0.4	集落・農地を通る広く明るい散策路。吸蜜植物がある。

海上の森は約600haに及ぶ広大な里山環境である。海上の森の北側と南側はコナラ、アベマキなどの落葉広葉樹が中心であり、東側はスギ、ヒノキなどの人工林が広がっている。中央部は集落・農地となっている。豊田市との境界線上に物見山があり、標高は327mである。この海上の森内の散策路に全長約5.6kmの調査ルートを設定した。調査ルートは環境の違いによってAからHに区切った(図1)。トランセクト調査を行ったルートAからHまでの特徴を表1に示した。

### 2. 調査方法

チョウ類の調査は、設定したルートを一定の速度で歩き、前方5m、左方5m、右方5m、上方5mの範囲を広く見渡し、範囲内で目撃したチョウの種名と個体数を同一個体の重複を避けて記録するトランセクト調査を実施した。調査中に種の確認ができなかったものについては、捕獲できたものは持ち帰り同定し、捕獲できなかったものは記録に入れなかった。

調査期間は2012年4月10日から10月27日までである。トランセクト調査は毎月2回計14回実施した。調査時間は午前9時30分から午前11時30分までの2時間とした。調査日は晴天、微風の日を選んだ。

### 3. 解析方法

本調査で収集したデータを解析する方法として、

種数, 個体数, Simpson (1949) の多様度指数  $\lambda$ <sup>18)</sup>, 田中 (1988) の環境階級存在比  $ER$ <sup>21)</sup>, 巢瀬 (1993) の  $EI$  指数<sup>18)</sup>および中村 (1994) の  $RI$  指数<sup>8)</sup>を使用した。

#### Simpson の多様度指数 $\lambda$

$$\lambda = \sum n_i(n_i - 1) / N(N - 1)$$

$N$ : 総個体数,  $n_i$ :  $i$  番目の種の個体数

群集に 1 種しかいないときは  $\lambda = 1$  となる。したがって本研究では, 多様度の尺度として,  $1/\lambda$  を用いた。 $1/\lambda$  は種数が多く均一性が高くなるほど大きな値となり, その群集の多様性が大きいことを示す。

#### $EI$ 指数

$$EI = \sum X_i$$

$X_i$ :  $i$  番目の種の環境指数

$EI$  指数の数値が大きいほどチョウ類にとって良好な環境となる。 $EI$  指数が 0~9 を都市中央部のような貧自然, 10~39 を住宅地・公園緑地などの寡自然, 40~99 を農村・人里などの中自然, 100~149 を良好な林や草原のような多自然, 150 以上を極めて良好な林や草原のような富自然と評価する。

#### 環境階級存在比 ( $ER$ )

$$ER(X) = (\sum X_i \cdot T_i \cdot I_i) / (\sum T_i \cdot I_i)$$

$X_i$ :  $i$  番目の種の環境段階の生息分布度

( $X$ : ps 原始段階: 非定住非利用, as 2 次段階: 非定住利用, rs 3 次段階: 農村・人里, us 4 次段階: 都市・工業社会)

$T_i$ :  $i$  番目の種の年間補正総個体数,  $I_i$ :  $i$  番目の種の指標値

なお, ここでの年間補正総個体数の求め方は, 以下の通りである。

1 回の調査あたりの補正個体数 = 観察個体数 / 調査ルート距離 (km)

月平均補正個体数 = その月の補正個体数の合計 / その月の調査回数

年間補正総個体数 = 月平均補正個体数の年間合計値。

#### $RI$ 指数

$$RI = \sum R_i / \{S(M - 1)\}$$

$S$ : 調査対象種数,  $M$ : ランクの数,  $R_i$ :  $i$  番目の種のランク

本研究では, チョウ類の個体数ランクを次の 5 段階に決めた。ランク 0: 個体数 0, ランク 1: 個体数 1~2, ランク 2: 個体数 3~9, ランク 3: 個体数 10~29, ランク 4: 個体数 30 個体以上。

## 結 果

### 1. 種数と個体数

海上の森で確認したチョウ類の種類と個体数を表に示した (表 2)。4 月から 10 月までの 14 回のトランセクト調査において 8 科 51 種 860 個体のチョウ類を確認した。51 種のチョウ類の分類体系は白水 (2006) に沿った<sup>17)</sup>。51 種の中で特筆すべき種として, 愛知県で準絶滅危惧種に指定されているギフチョウとオオムラサキ *Sasakia charonda*, 要注意外来生物のホソオチョウ *Sericinus montela*, 温暖化により分布域を拡大しているナガサキアゲハ *Papilio memnon*, ムラサキシジミ *Narathura japonica*, ツマグロヒョウモン *Argyreus hyperbius*, クロコノマチョウ *Melanitis phedima* の 7 種を挙げることができる。

種数はルート E と H がそれぞれ 23 種と最も多く, A が 11 種で最も少なかった。海上の森における全種数に占める E と H の種数の割合は 45.1% であり, 全種数に占める A の種数の割合は 21.6% であった。個体数は C の 319 個体が最も多く, A の 45 個体が最も少なかった。全個体数に占める C の個体数の割合は 37.1% であり, 全個体数に占める A の個体数の割合は 5.2% であった。A は種数・個体数ともに最も少ないルートとなった。

海上の森で確認したチョウ類と愛知県産チョウ類の科別種数とその割合を表 3 に示した。海上の森のチョウ類はアゲハチョウ科が占める割合が高く 21.6% であった。これは愛知県のアゲハチョウ科の割合の 1.9 倍となる。一方, シジミチョウ科の割合は 17.6% と低く, 愛知県のシジミチョウ科の割合は海上の森のシジミチョウ科の割合の約 1/2 であった。

### 2. 種構成

海上の森における確認種 51 種と愛知県産チョウ類 125 種の生息区分別の種数と割合を表 4 に示した。チョウの生息区分は浜らの「信州の蝶」をもとに高原, 里山, 河畔・郊外, 市街地の 4 つに分類した<sup>1)</sup>。その結果, 海上の森のチョウ類においては里山性種の割合が 47.1% と最も高く, 次いで多かったのは河畔・郊外性種であった。河畔・郊外の割合は 33.3% であり, 里山と河畔・郊外の割合を合計すると 80.4% となった。愛知県全域においても里山性の割合は 41.6% と最も高かったが, 海上の森と異なり, 生息区分は里山に次いで高原の割合が高くなった。

海上の森で確認した優占上位 11 種の生息区分と個

表2 各ルートで確認したチョウ類の種名と個体数

種名	A	B	C	D	E	F	G	H	合計
ギフチョウ <i>Luehdorfia japonica</i>						1			1
ホソオチョウ <i>Sericinus montela</i>								1	1
ジャコウアゲハ <i>Byasa alcinous</i>	1	2			1				4
アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon</i>	1					9		1	11
アゲハ <i>Papilio xuthus</i>						1			1
キアゲハ <i>Papilio machaon</i>			1			2			3
ナガサキアゲハ <i>Papilio memnon</i>								1	1
モンキアゲハ <i>Papilio helenus</i>						3			3
クロアゲハ <i>Papilio protenor</i>		2				1		2	5
オナガアゲハ <i>Papilio macilentus</i>		1							1
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i>			1	1		3	3	2	10
ツマキチョウ <i>Anthocharis scolymus</i>	1							1	2
モンシロチョウ <i>Pieris rapae</i>			20					17	37
スジグロシロチョウ <i>Pieris melete</i>			5					5	10
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>	3	1	200	2	2			73	281
モンキチョウ <i>Cotias erate</i>			6					7	13
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta</i>	4	8	3		1		1		17
ムラサキシジミ <i>Narathura japonica</i>		1	1	2	3	1	1		9
ミズイロオナガシジミ <i>Antigus attila</i>					1	1			2
コツバメ <i>Callophrys ferrea</i>		1			1			1	3
トラフシジミ <i>Rapala arata</i>	4	5		6	6				21
ベニシジミ <i>Lycaena phlaeas</i>			13					21	34
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha</i>			40					12	52
ツバメシジミ <i>Everes argiades</i>			2	1					3
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i>		2			1				3
テングチョウ <i>Libythea lepita</i>	1		1		3				5
アカタテハ <i>Vanessa indica</i>					1		1	1	3
キタテハ <i>Polygonia c-aureum</i>						1			1
ルリタテハ <i>Kaniska canace</i>				2	1				3
ミドリヒョウモン <i>Argynnis paphia</i>			4		2	3	1	6	16
ツマグロヒョウモン <i>Argyreus hyperbius</i>			5					3	8
コミスジ <i>Neptis sappho</i>		2	1		10	2	5	6	26
イチモンジチョウ <i>Ladoga camilla</i>	3	2		1	3		4	1	14
アサマイチモンジ <i>Ladoga glorifica</i>							1		1
ゴマダラチョウ <i>Hestina japonica</i>							4		4
オオムラサキ <i>Sasakia charonda</i>							8		8
ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus</i>		2	12	1	5	4	6	25	55
コジャノメ <i>Mycalesis francisca</i>					1	6			7
ジャノメチョウ <i>Minois dryas</i>		2		1	6		3		12
クロコノマチョウ <i>Melanitis phedima</i>		2					1		3
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i>		9		20	9	4	16		58
ヒカゲチョウ <i>Lethe sicelis</i>		3		3	1	2	3		12
サトキマダラヒカゲ <i>Neope goschkevitschii</i>					1	1			2
アサギマダラ <i>Parantica sita</i>				1	1	5	2		9
ダイミョウセセリ <i>Daimio tethys</i>				2		4	10	1	17
ミヤマセセリ <i>Erynnis montanus</i>	1								1
コチャバネセセリ <i>Thoressa varia</i>	25	4	3	6	6				44
ヒメキマダラセセリ <i>Ochlodes ochraceus</i>		2				1		1	4
キマダラセセリ <i>Potanthus flavus</i>				1					1
オオチャバネセセリ <i>Polytremis pellucida</i>								6	6
イチモンジセセリ <i>Parnana guttata</i>	1		1		4			6	12
個体数合計	45	51	319	50	70	55	70	200	860
個体数割合 (%)	5.2	5.9	37.1	5.8	8.1	6.4	8.1	23.2	
種数合計	11	18	18	15	23	20	17	23	51
種数割合 (%)	21.6	35.3	35.3	29.4	45.1	39.2	33.3	45.1	

表3 海上の森におけるチョウ類の科別種数とその割合

科名	海上の森		愛知県	
	種数	%	種数	%
アゲハチョウ科	11	21.6	14	11.2
シロチョウ科	5	9.8	9	7.2
シジミチョウ科	9	17.6	39	31.2
テングチョウ科	1	2.0	1	0.8
マダラチョウ科	1	2.0	1	0.8
タテハチョウ科	10	19.6	30	24.0
ジャノメチョウ科	7	13.7	15	12.0
セセリチョウ科	7	13.7	16	12.8
合計	51	100	125	100

表4 海上の森におけるチョウ類の生息区分別種数とその割合

生息区分	海上の森		愛知県	
	種数	%	種数	%
高原	6	11.8	37	29.6
里山	24	47.1	52	41.6
河畔・郊外	17	33.3	28	22.4
市街地	4	7.8	8	6.4
合計	51	100	125	100

表5 海上の森における優占上位11種の個体数と全個体数に占める割合

	生息区分	個体数	%
キタキチョウ	河畔と郊外	281	32.7
クロヒカゲ	高原	57	6.6
ヒメウラナミジャノメ	河畔と郊外	55	6.4
ヤマトシジミ	市街地	52	6.0
コチャバネセセリ	高原	44	5.1
モンシロチョウ	市街地	37	4.3
ベニシジミ	河畔と郊外	34	4.0
コムスジ	河畔と郊外	26	3.0
トラフシジミ	里山	21	2.4
ウラギンシジミ	河畔と郊外	17	2.0
ダイミョウセセリ	里山	17	2.0

個体数を表5に示した。優占11種は高原性が2種101個体、里山性が2種36個体、河畔・郊外性が5種413個体、市街地性が2種89個体であった。優占種においては河畔・郊外性の種が多くを占めた。優占1位は河畔・郊外性のキタキチョウ *Eurema mandarina* であり、281個体を確認した。キタキチョウは全個体数の32.7%を占めた。優占2位はクロヒカゲ *Lethe diana* で、57個体であった。キタキチョウの個体数はクロヒカゲの4.9倍になり、優占1位と2位では個体数に大きな差が見られたが、優占2位

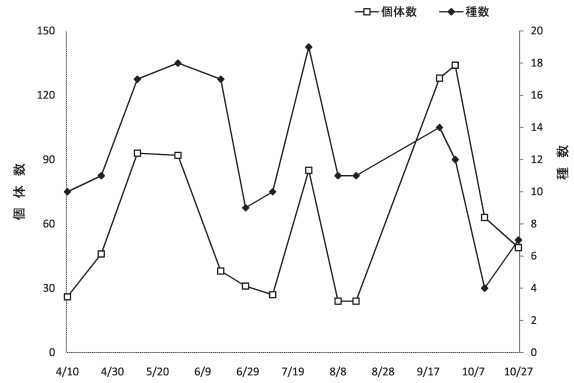


図2 海上の森におけるチョウ類群集の種数と個体数の季節変動

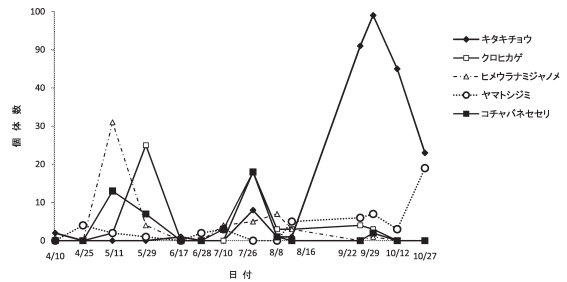


図3 海上の森における優占5種の個体数の季節変動

から11位までは個体数が徐々に減少した。優占上位11種の中にアゲハチョウ科、テングチョウ科、マダラチョウ科のチョウ類は含まれていなかった。

### 3. 季節変動

海上の森におけるチョウ類群集の種数と個体数の季節変動を図2に示した。種数は7月26日の19種が最大となり、10月12日の4種が最小となった。個体数は5月と7月下旬と9月において多くなり、9月29日の134個体が最大となった。8月8日と8月16日の個体数が最も少なく24個体であった。

海上の森における優占5種の季節変動を図3に示した。優占1位のキタキチョウは9月に個体数が急激に増加し190個体を確認した。優占2位のクロヒカゲは5月下旬と7月下旬の2つの時期において個体数が多くなった。優占3位のヒメウラナミジャノメ *Ypthima argus* は5月中旬に個体数が最も多くなった。優占4位のヤマトシジミ *Zizeeria maha* は10月下旬に個体数が急激に増加した。優占5位のコチャバネセセリ *Thoressa varia* は5月中旬と7月下旬において個体数が多くなった。キタキチョウ、ヒメウラナミジャノメ、ヤマトシジミの発生回数は1回であったが、クロヒカゲ、コチャバネセセリにおいては2回の発生がみられた。

### 4. 環境評価

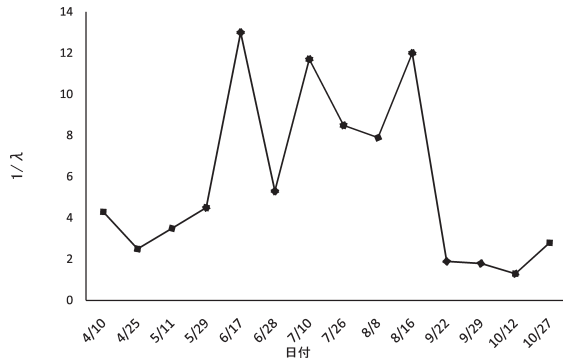


図4 海上の森におけるチョウ類の多様度指数 ( $1/\lambda$ ) の季節変動

**Simpson の多様度指数  $1/\lambda$**  14回のトランセクト調査結果をもとに Simpson の多様度指数  $1/\lambda$  を求めた。海上の森における Simpson  $1/\lambda$  の多様度指数の季節変動を図4に示した。多様度指数の数値は1.3から13.0の範囲で変動し、多様度指数の平均値は7.75となった。

**EI 指数** 海上の森で確認した50種のチョウ類は、指数1が8種、指数2が34種、指数3が8種となり、EI 指数は100となった（ホソオチョウは除いた）。よって、海上の森の環境は良好な林や草原のような「多自然」と判定した。

**ER 指数** 環境階級存在比を用いて、調査地域の環境評価を行った結果を図5に示した。図中の ps (primitive stage) は天然更新林や極相林といった環境の原始段階、as (afforested stage) は植栽林や薪炭林といった環境の2次段階、rs (rural stage) は採草地や農村といった環境の3次段階、us (urban stage) は公園緑地や住宅、工場といった環境の4次段階を示している。海上の森は as の ER 指数の値が最も高かった。ER 指数はそれぞれ ps が2.49、as が4.67、rs が2.20、us が0.64であった。これにより植栽林や薪炭林といった二次的環境と判定した。

**グループ別 RI 指数** RI 指数はそれぞれの地域の全個体数と全種数を利用して、チョウの生息環境に適している地域かどうかを判断するものだが、今回はチョウの種を高山、高原、里山、河畔・郊外、市街地の5つにグループ化し、別々に RI 指数を算出するグループ別 RI 指数法<sup>8)</sup>を用いレーダーチャートに示した(図6)。海上の森のグループ別 RI 指数は高原性と市街地性、ついで河畔・郊外性が大きく、里山性が小さくなった。

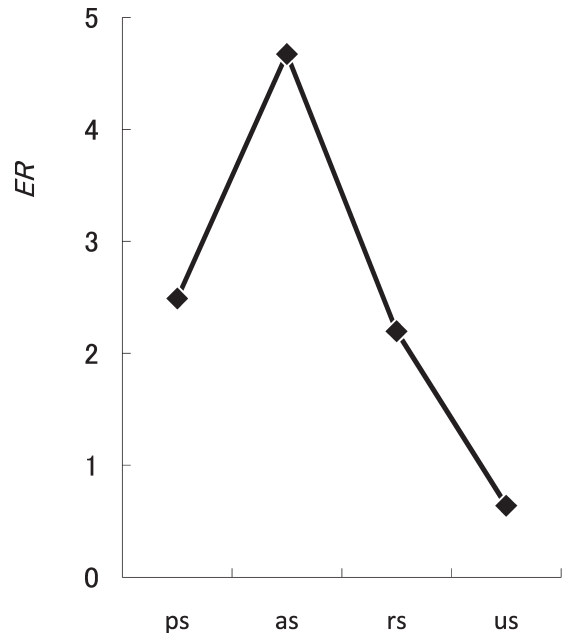


図5 海上の森における環境階級存在比 (ER)  
ps: 天然更新林や極相林といった環境の原始段階  
as: 植栽林や薪炭林といった環境の2次段階  
rs: 採草地や農村といった環境の3次段階  
us: 公園緑地や住宅といった環境の4次段階

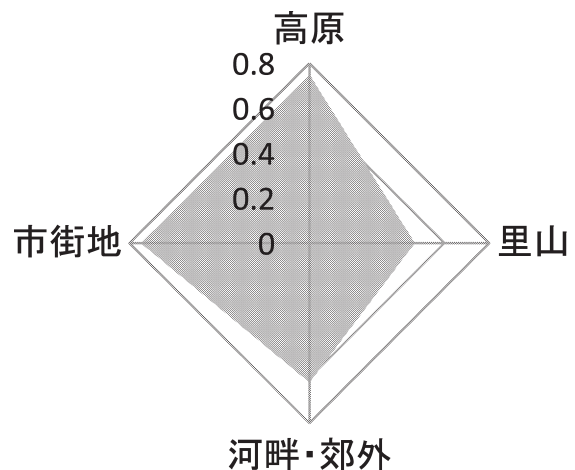


図6 海上の森における RI 指数レーダーチャート

## 考 察

### 1. 指数による解析

2012年4月10日から10月27日までの14回のトランセクト調査において8科51種860個体のチョウ類を確認した(表2)。2009年4月からの予備調査の結果を含めると海上の森で確認したチョウ類は60種になった。愛知県のチョウ類の生息種数は125種であるため、海上の森には愛知県の生息種の約半分が生息していた。種数・個体数ともに多くのチョウ類が

生息していたため、海上の森は良好な自然環境であると考えられた。また、*EI* 指数が100となり、海上の森の環境は良好な林や草原などの多自然であることが示され、自然度の高い環境であると考えられた。しかし、*EI* 指数が40~99は中自然になるため、海上の森は中自然に非常に近い多自然という環境となる。*EI* 指数は個体数を考慮しない解析方法であるため、ここで *EI* 指数における都市種（指数1）と準自然種（指数2）、多自然種（指数3）のチョウ類の個体数について分析すると、海上の森のチョウ類は都市種が8種156個体、準自然種が34種616個体、多自然種が8種88個体であった。都市種と多自然種は種数が同じであるが、都市種の個体数は多自然種の1.8倍であり、個体数においては大きな差が見られた。*EI* 指数は出現種だけで環境を評価し、その個体数の多少を評価に加えないため、海上の森は多自然と判定されたといえる。しかし、実際は都市種の個体数の多さから必ずしも良好な里山環境ではないと考えられる。

環境階級存在比 (*ER*) は4つの環境段階の中で *as* の *ER* 指数が最大であり *ps* と *rs* がほぼ同じ値であるため、海上の森は田中 (1988) のいう二次段階の環境と考えた<sup>21)</sup>。この結果に対してグループ別 *RI* 指数では里山性種の多様度が最も低く、里山性種が生息するのに不適切な環境を示している。*ER* において二次段階（植栽林、薪炭林）すなわち狭義の里山環境と判明した一方で、里山性種の *RI* 指数が小さくなった理由は、里山性種の種数が多いが個体数は少ないためと考えられた。グループ別 *RI* 指数は統計的には全多様度を表現するという特性から種数、個体数ともに多い場合は *RI* 指数が高くなる。海上の森は里山性種が47.1%を占めているため、個体数が多い場合 *RI* 指数が低くなることはない。*as* の値が最大の場合、二次段階と判定されるが、里山の現状を正確に把握するためには、*ER* の提案者の田中 (1988) が愛知県猿投山の調査データを基に行った分析手法に従って<sup>21)</sup>、他の里山の環境階級存在比 (*ER*) と比較して二次段階の内容について詳細に検討することが必要である。

## 2. 海上の森と他の里山地域との比較

そのため海上の森と種構成が類似している長野県上伊那郡箕輪町の萱野高原における環境階級存在比 (*ER*) の解析結果 (江田ら, 2008) と比較した<sup>5)</sup>。萱野高原はシラカンバ、コナラ、ミズナラなどの落葉広葉樹とアカマツを中心とした植生の里山であり、里山性種が44.4%を占めた。萱野高原は *as* の値が

約5.5であり、*rs* の値が小さい。*as* から *rs* にかけて急激に値が小さくなるのが特徴で、これは多少の人為的攪乱が加わった2次的環境である里山が比較的残されていることを示した。海上の森においては、*as* が最大となるが、*as* の値は4.67であり萱野高原と比べて小さく、一方 *rs*, *us* はともに萱野高原よりも値が大きくなった。つまり海上の森の環境は2次段階の特徴があるが、萱野高原と比べて *as* が小さく *rs* の値が高いことから薪炭林や植栽林で代表される2次段階の環境が貧弱化をきたしていると考えられる。

萱野高原の優占種上位11種の構成をみると、ミドリヒョウモン *Argynnis paphia*、ミヤマセセリ *Erynnis montanus*、キアゲハ *Papilio machaon* など5種類の里山性チョウ類が含まれており、しかも上位を占めている。しかし、海上の森の優占上位11種の里山性のチョウ類はトラフシジミ *Rapala arata* とダイミョウセセリ *Daimio tethys* の2種のみである。優占1位はキタキチョウの個体数が281個体であり、トラフシジミ、ダイミョウセセリの個体数はそれぞれ21、17個体と少なかった (表5)。これらの比較より里山性種の種数及び個体数は萱野高原に比べて明らかに少なく、海上の森の里山環境は決して良好な環境ではないと考えられる。このことは海上の森の確認種数が51種で萱野高原では54種とあまり違いはないが、多様度指数 ( $1/\lambda$ ) の値は萱野高原では10.22に比較して海上の森では7.75と低い値であることからもうかがわれる。

トランセクト調査の結果とそれに基づく複数の解析結果から総合的に評価すると、海上の森の環境は田中 (1988) のいう2次段階と判明したが<sup>21)</sup>、良好な薪炭林などの環境とはいえない。長野県長野市における調査では、森林の施行が昔から継続して行われている松代地区では現在でも多くの里山昆虫が見られるが、森林化が進んだ新諏訪地区では里山昆虫が減少した事例がある<sup>22)</sup>。どちらも里山環境であるが、人間により管理された松代地区では39種541個体、放置された新諏訪地区では32種379個体が確認された。海上の森の環境も人の手が加わり良好な里山が形成されていけば、里山性種の多様度が高まると考えられる。

今後は、「三草山ゼフィルス」で行われているようなササの繁茂による下草の減少を防ぐための草刈りや、高木の間伐など定期的に人の手を加えることによって里山を整備していくとともに<sup>15)</sup>、愛知県名古屋市の都市部や豊田市稲武町や足助町などの

山間部でのトランセクト調査を行い、それらの環境と海上の森の環境の比較を行うことで海上の森の環境と保全の方向性を考察していく必要があると考えられる。

### 引用文献

- 1) 浜 栄一・栗田貞多男・田下昌志 (1996) 信州の蝶. 信濃毎日新聞社, 長野市, 288pp.
- 2) 広木詔三・江田信豊・八田耕吉 (1999) 海上の森 (愛知県瀬戸市) におけるスズカカンアオイの分布パターンとギフチョウの産卵密度. 情報文化研究 9 : 23-30.
- 3) 井上 元 (2002) 愛知万博における海上の森保全の制度化プロセス—計画策定への市民参加の視点から. 東京大学農学部演習林報告 107 : 225-240.
- 4) 石原紀彦 (2001) 環境アセスメントと市民参加: 愛知万博の環境アセスメントを例に. 環境社会学研究 7 : 160-173.
- 5) 江田慧子・浜 栄一・中村寛志 (2008) 長野県と大芝高原におけるチョウ類群集の季節変動と環境評価. 信州大学農学部 AFC 報告 6 : 33-43.
- 6) 江田信豊・八田耕吉・広木詔三 (1999) 里山環境における指標種ギフチョウ (*Luehdorfia japonica*) の生態学的調査—愛知県瀬戸市海上の森—. アカデミア自然科学・保健体育編 9 : 1-9.
- 7) 森島達男 (1999) オオタカが棲む海上の森を守る. 水情報 19 : 12-13.
- 8) 中村寛志 (1994) RI 指数による環境評価(1) RI 指数の性質と分布, 瀬戸内短期大学紀要 24 : 37-41.
- 9) 中村寛志 (2007) 里山の生物多様性と資源管理技術. 「農林業がつくる地域環境と保全技術」信州大学田園環境工学研究会編, pp190-204, ほおずき書籍. 長野.
- 10) 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. 信州大学環境科学年報 23 : 107-113.
- 11) 中村寛志・豊嶋 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.
- 12) 日本林業技術協会編 (2000) 里山を考える101のヒント. pp92-175. 東京書籍, 北区.
- 13) 西村尚之 (2008) 海上の森におけるアカマツ-広葉樹二次林の群集動態と樹木間競争. 環境経営研究所年報 7 : 11-16.
- 14) 西村尚之・鈴木節子 (2007) 海上の森における絶滅危惧種シデコブシの当年生実生の消長. 環境経営研究所年報 6 : 14-18.
- 15) 西中康明・石井 実 (2006) 大阪府北部の三草山の里山林における実験的下刈りのチョウ類の種多様性および群集構造に与える影響. 蝶と蛾 57 : 202-216.
- 16) 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.
- 17) 白水 隆 (2006) 日本産蝶類標準図鑑. 学習研究社, 東京都, 336pp.
- 18) Simpson E.H. (1949) Measurement of diversity. Nature 163 : 688
- 19) 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 第2集 pp83-90, 日本鱗翅学会・日本自然保護協会, 大阪.
- 20) 巢瀬 司 (1996) トランセクト調査による環境評価. 昆虫と自然 31(14)9-12.
- 21) 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 第6号 : 527-566.
- 22) 田下昌志・市村敏文 (1997) 標高の変化とチョウ群集による環境評価. 環動昆 8 : 73-88.
- 23) 田下昌志 (2009) 里山の管理とチョウ群集の多様性. 蝶と蛾 60(1) : 52-62.
- 24) 山本道也 (1988) 蝶類群集の研究法. 「蝶類学の最近の進歩」日本鱗翅学会特別報告 第6号 : 191-210.
- 25) 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.



## Structure of butterfly community and environmental evaluation at the Kaisho Forest in Aichi Prefecture

Yuki OMORI\*, Nobutoyo KODA\*, Keiko KODA\*\* and Hiroshi NAKAMURA\*\*\*

\*Faculty of Policy Studies, Nanzan University

\*\*Institute Mountain Science, Shinshu University

\*\*\*AFC, Faculty of Agriculture, Shinshu University

### Summary

The butterfly community at the Kaisho Forest in Aichi Prefecture was investigated and the environment was evaluated by structural analysis of the butterfly community. Fourteen transect investigations were done along the road of about 5.6km in the Kaisho Forest from April 10 to October 27 in 2012. Fifty-one species of 8 families and 860 individuals could be confirmed in these investigations. *Luehdorfia japonica* and *Sasakia charonda* specified Near Threatened of the Aichi Prefecture were included. The proportion of butterflies inhabiting in the coppice (Satoyama) was the highest and these butterflies accounted for 47.1%. Dominant species were *Eurema mandarina*, *Lethe diana*, *Ypthima argus*, *Zizeeria maha* and *Thoressa varia*. The value of *EI* index indicated that the Kaisho Forest was composed of sufficient woods and grasslands for butterflies. It was indicated by using existence ratio of environmental stage (*ER*) that the Kaisho Forest was classified into afforested stage. According to the grouping *RI* index method, diversity of butterflies inhabiting in the coppice was low. These analyses showed that environment of the Kaisho Forest was Satoyama but it was not necessarily in a good environmental condition as Satoyama.

**Key word** : butterfly community, the Kaisho Forest, Satoyama, transect counts,  
*EI*-index, existence ratio of environmental stage (*ER*), *RI*-index