九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

福岡市におけるチョウ類のモニタリング : 1992～95年

末永, 英規
九州大学比較社会文化研究科

矢田, 脩
九州大学比較社会文化研究科

https://doi.org/10.15017/8588

出版情報：比較社会文化. 3, pp.63-80, 1997-03-01. 九州大学大学院比較社会文化研究科
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

『比較社会文化』第3巻（1997）63～80頁
Bulletin of the Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University
vol.3 (1997), pp.63～80

福岡市におけるチョウ類のモニタリング：1992～95年*

A Study on Monitoring Butterflies in Fukuoka City, Japan: 1992-95*

末永英規・矢田　脩**
Hideki SUENAGA and Osamu YATA**

Keywords: monitoring, transect recording, butterflies, species diversity, occupancy, Fukuoka City

Abstract: From 1991 to 1995, aiming at conserving butterflies and their habitats, we conducted monitoring surveys in Fukuoka City with the cooperation of many volunteers. In these surveys, we used the method of transect recording. This method consisted of walking along predetermined routes (about 1-2 km) at approximate the same time zone (between 9：30AM and 2：00PM) on days with particular weather conditions (sunny, a slight wind, more than 17°C) and at the same frequency (once per two weeks) and recording the species name and the abundance of each species seen in the range of 5 meters on either side and forward during walks. Using data from 10 sites in Fukuoka City with different degree of nature conservation including natural park, urban park, residential area, etc. (Mt. Sefuri, Aburayama, Konosuyama, Nishikoen, Ohorikoen, Kyudai, Hirao, Tashima and Isl. Noko), the following indices were analyzed and compared: number of butterflies (abundance), number of species, composition of species, species diversity and degree of occupancy.

From an overall assessment by giving weight to the species diversity (H') and occupation (proportion of 5 species ranked the highest), the 10 sites were divided into three groups: natural park, urban park and residential area. In order to evaluate the effects of environmental changes in local habitats, the transect routes were divided into sections and the data from each section compared. The comparisons revealed that forest species were dominant (high degree of occupancy) on woody sections. Even in similarly woody environments, however, differences were noted: while sections of somber forest bed inclining toward climax had low butterfly counts, more butterflies were seen and the degree of species diversity (H') was higher on relatively bright ones with forest edge or gaps.

When the data from Aburayama, Minamikoen and Tashima were examined for changes of the above-mentioned indices during the four years from 1992 to 1995, in spite of absence of marked changes for the abundance, both the species diversity (H') and the degree of occupancy kept on decreasing at all the three sites. *Potanthus flavum* and *Lethe diana*, for example, showed a decrease in number at all sites and, moreover, there have been no records of *Eurema laeta* for the last several years. Although the factors controlling the decrease / increase in number of butterflies are no more than conjecture, the effects of climate, particularly an unusual weather in 1994, as well as changes in habitat conditions are discussed. In any case, the continuation of monitoring can provide the data essential to know how each species stands and to decide on measures or actions for their conservation.

1．はじめに

チョウは昼行性で人の目につきやすく愛好者が多いために，さまざまな情報がよく蓄積されているグループである．さらに，チョウは鳥などと比較して環境との結びつきが一層強い生物であり，微妙な環境の変化をとらえることが可能な陸上生態系の生物指標として，欧米でもたいへん注目されている(Kudrna，1986など)．

このように，チョウは環境指標として重要なグループであるが，生物の多様性の保護という観点から，チョウその

* Contribution from Biosystematics Laboratry, Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University (No. 14)
** 九州大学大学院比較社会文化研究科　Gradute School of Social and Cultural Studies, Kyushy University, Ropponmatsu, Fukuoka 810, Japan

ものの保護についてもさまざまな取り組みがなされている(環境庁，1991)．これらの取り組みの中で，動植物分布調査や，レッドデータブック及びレッドリストの作成については，環境庁，日本鱗翅学会が中心になって取り組みが進められている．しかし，早くから天然記念物に地域指定された奈良県春日山のルーミスシジミの衰亡・絶滅の例にみられるように，チョウ類の衰亡の変化は，しばしば目に見えないほど穏やかにおこるため，継続的な監視（モニタリング）が必要である．

一般に個体数の変動パターンは地域が異なっていても同じ様なパターンを示すことが知られている(Pollard, 1991)．したがって，ある地域ある生息地だけに全国共通のパターンから離れた傾向が見いだされると，それらの場所に何か特別の生息環境の変化があったのではないかと疑うことができる．しかし，残念ながら現在わが国にはそのようなデータはほとんどない．

チョウ類の個体数の推定法には，トラップ法，標識再捕法，トランセクト法（ルートセンサス法）などいくつかの生態学的な手法がある．このうち，チョウ類のモニタリングで常用されているのはトランセクト法と呼ばれるものである．わが国でも，群集生態学的なアプローチから，森下(1967)がこの手法をチョウ類に導入し，河端(1976)，日浦(1973)，山本（1981，88）らがこの手法を整備し一般に紹介した．彼らは，チョウ類群集をとらえる方法として，ルートセンサス法を用い，一定地域のチョウの種数，種構成，相対的個体数，個体数の季節消長などを推定した．しかし，チョウ類の保護を目的として，モニタリングの方法にトランセクト法をとりこみ，マニュアル化したのはイギリスのPollard et al.（1975）であろう．最近，自然保護の観点から，チョウ類のトランセクト法の重要性が認識され，我が国でも埼玉（巣瀬，1990），茨城（山本，1988，1991），愛知（田中，1988），大阪（石井ら，1991）などですでに研究調査が始まっている．

同様の観点から，筆者らは1991年より，多くのボランテアの協力を得て，福岡市においてチョウ類のモニタリング調査を始めた．福岡市内５カ所における1992年までの調査結果については，その概要がYata(1996)によって報告されている．本研究では，1995年までの５年間のデータにも

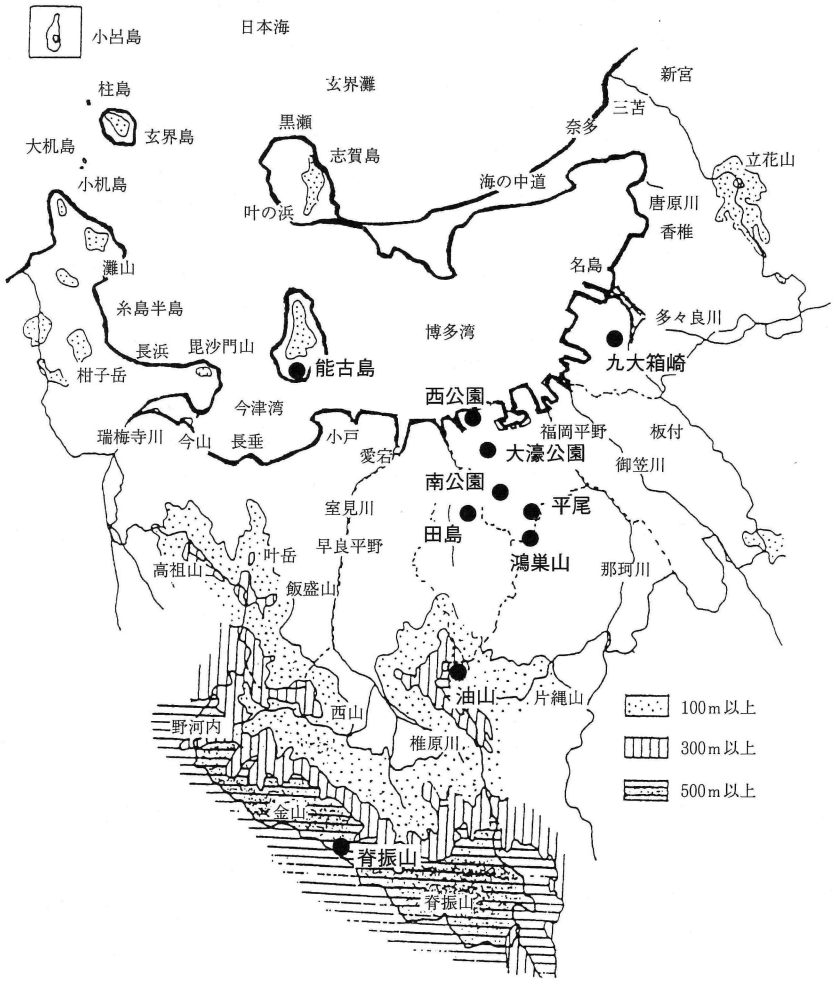

図１　福岡市における10の調査地（●の位置）（福岡市環境局環境保全部，1986を改写）．
Fig. 1　Ten monitoring sites in Fukuoka City (●) (based on Department of Environmental Conservation Administration of Environment, Fukuoka City, 1986).

とづき，さまざまな自然度をもつと考えられる福岡市内の公園・緑地・住宅地など10カ所におけるチョウ類群集の比較，分析を行った．また，チョウ群集による生息環境の評価，ならびに主要3地点における季節消長と年次的変化の把握を試みた．あわせて，福岡市におけるチョウの衰亡，ならびに1994年の異常気象がチョウに与えた影響などについても論議する．

2．調査場所および方法

1）調査場所

調査場所として福岡市内の自然公園5カ所（油山，南公園，鴻巣山，西公園，大濠公園），市街地や住宅地域3カ所（九大，平尾，田島），博多湾に位置する離島の能古島，福岡市で標高の高い脊振山，の計10カ所を選んだ（図1）．

それぞれの，調査場所のルートの距離，植生などの概要は以下の通りである．

油山：（図2，5）（全長1.7km）福岡市街の南部に位置し，「油山市民の森」として福岡市民が利用している油山山麓の自然公園．渓流沿いのスダジイ，アラカシを主体とする照葉樹林，林道沿いの公園広場，スギを中心とする植林地などを通るルート（標高約330m）．

脊振山：（全長1.8km）福岡市の南西端に位置し，佐賀県側から入った鬼が鼻までの尾根沿いのルート．アカガシやコナラなどからなる山地性雑木林とスギ，ヒノキの植林地

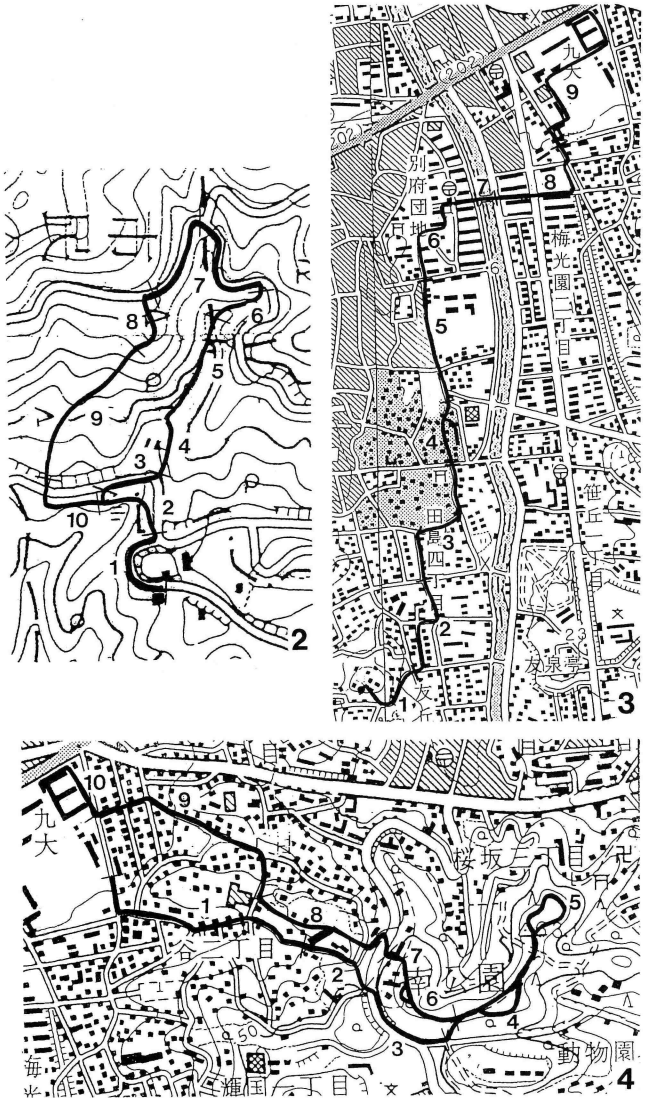

図2－4　主な調査地のルートマップ．
2：油山，3：南公園，4：田島

Figs. 2-4 Routes used for butterfly monitoring at main monitoring sites. 2: Aburayama; 3: Minamikoen; 4: Tashima.

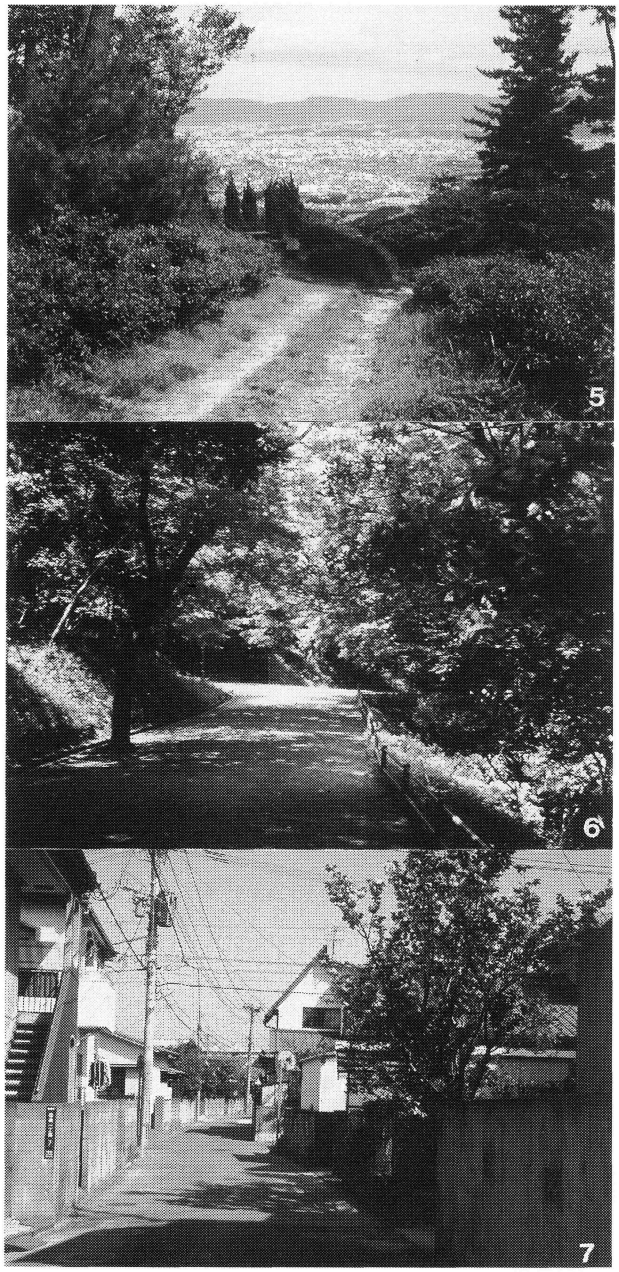

図5－7　主な調査地の景観．
5：油山，6：南公園，7：田島

Figs. 5-7 The scenery at main monitoring sites.
5: Aburayama; 6: Minamikoen; 7: Tashima.

からなる混交林を通る尾根までの林道と，ツツジとアカガシが優勢な潅木林を通る尾根沿いの遊歩道からなるルート（標高約800m）．

南公園（図４，６）：（全長1.4km）福岡市の中央に位置する都市型自然公園．アラカシ，スダジイが主な高木の照葉樹林内を通る公園内の遊歩道沿いのルート．　南公園では，よりオープンランド的な３区間加え，区間別の比較を行った（結果の3）小区間の比較を参照）．区間別の環境の概要は次の通りである．

区間１：（全長350m）九大六本松キャンパス付近の住宅地でオープンランド的環境．舗装路．

区間２（図14）：（全長220m）南公園に近い住宅地でオープンランド的環境だが，野生の植物も少し残っている．舗装路．

区間３：（全長200m）南公園の林縁を走る道路沿いの歩道でオープンランド的環境．舗装路．

区間４（図６）：（全長300m）南公園の林内を通る遊歩道で，やや暗い森林環境．未舗装．

区間５（図15）：（全長250m）南公園の林縁的環境が優勢な遊歩道（周囲を森林で囲まれた展望台ヒルトップがある）．未舗装．

区間６（図16）：（全長170m）林縁から林内のギャップを通る細い遊歩道．未舗装．

区間７（図17）：（全長85m）森林内の暗い林床的環境を抜ける道幅の狭い遊歩道．未舗装．

区間８：（全長250m）南公園に近い住宅地と竹林を通る小道でオープンランド的環境が優勢．舗装路．

区間９：（全長440m）樹木の乏しい九大近くの住宅地でオープンランド的環境．舗装路．

区間10：（全長170m）樹木が通路沿いに植えられた九大六本松キャンパス内でオープンランド的環境．未舗装．

鴻巣山：（全長1.6km）南公園よりやや南に位置する都市型自然公園．マテバシイ，クスノキなどの高木で構成する照葉樹林内および林縁を通る遊歩道沿いのルート（一部舗装）．

西公園：（全長1.7km）福岡市の中央より海岸近くに位置する都市型公園．スダジイが主体の照葉樹林が残存するが，多くはアカマツ等が点在する整備された遊歩道沿いのルート（ほとんどが舗装路）．

大濠公園：（全長3.0km）舞鶴公園から大濠公園の池を一周するルート．クスノキ，エノキ，スダジイ，タブノキなどの大木がある庭園を通る舞鶴公園のルート，およびシダレヤナギが点在するオープンランド的環境の大濠公園から市立美術館までの歩道（舗装路）に沿ったルートからなる．

九大：（全長1.2km）福岡市の東部に位置する九州大学箱崎キャンパス内のルート（舗装路）．クスノキ，クロマツ，エノキなどの大木が点在するオープンランド的な都市公園的環境．

平尾：（全長2.8km）鴻巣山の東側の新興住宅地の中を通る植生の乏しいオープンランド的ルート（舗装路）．

田島（図３，７）：（全長2.5km）六本松から南方向の田島を結ぶルートで，平尾に似るがやや古い住宅地のオープンランド的ルート（舗装路）．

能古島：（全長2.5km）博多湾のやや西側に位置する島の山麓から港までのルート．クヌギやコナラが主体の雑木林，村落や耕地，そしてセイタカアワダチソウやススキの生える荒地，海岸沿いの住宅地などからなる（一部舗装路）．

２）調査方法

前述の油山，南公園，田島の３カ所では，1992年４月～1995年11月までの４年間（田島では，1991年より５年間），九大箱崎キャンパスは1992～1993年，能古島は1994年４月～1995年11月のそれぞれ２年間，鴻巣山，平尾は1992年，脊振山は1994年，西公園，大濠公園は1995年のそれぞれ１年間調査を行った．

トランセクト法（ルートセンサス法）の実際の利用については，次のような調査マニュアルを作成して調査し，これにもとづいて統一的に調査を行った．この方法は，おもに，山本（1988），Pollard *et al.*（1975）らの方法を基準とし，若干の修正を加えたものである．そうすることによって，彼らの調査結果と比較検討することが可能である．

ルート：それぞれの調査場所の環境（植生）をなるべく代表していると考えられるルートを選び，ルートの全長は約1.5～３km（ゆっくり歩いて30分～１時間くらいの距離）を原則とした．そして，おもに選んだルート内の生息環境（とくに植生）の違いにもとづいて，ルートをさらにいくつかの小区間（セクション）にわけた．

天候：大部分のチョウ類の活動が最も活発な天候，ふつう晴天無風，温度17℃以上の気象条件で実施したが，温度が高ければ晴天でなくとも（うす曇り）チョウ類の飛翔はみられるので，調査を実施した場合もある．

調査時間帯は，少なくとも17℃以上になる午前９時30分～午後２時の間を原則とした．

目撃方法：同一歩調で歩き，左右高さ５mの範囲内で目撃されたチョウ類の種名およびその個体数を記録する．目視を原則とし，場合により，双眼鏡を用いたり，ネットで捕獲・同定後，放逐する．同一個体を重複して数えない．

調査頻度：４月初めから11月まで１～２週間の間隔で調査を行った．

環境測定：調査の開始時および終了後に，温度，日照条件，風力などの環境測定を行い，データ補正の資料とする．とくに，日照条件（日差しがあったかどうか）は各ルート

表1　福岡市内の10調査ルートにおける1年間の平均目撃個体数．油山，南公園，田島（1992～95年）はそれぞれ4年間，九大箱崎キャンパス（1992～93年），能古島（1994～95年）はそれぞれ2年間，鴻巣山，平尾（1992年），脊振山（1994年），西公園，大濠公園（1995年）はそれぞれ1年間の平均にもとづく．

Table 1 Mean annual counts per km of each butterfly species in 10 sites of Fukuoka City. Aburayama, Minamikoen, and Tashima (1992-95); Kyudai (1992-93); Isld. Noko (1994-95); Konosuyama, and Hirao (1992); Mt.Sefuri (1994); Nishikoen, and Ohorikoen (1995).

種　名	学　名	油山	脊振山	能古島	南公園	鴻巣山	田島	西公園	平尾	大濠公園	九大
（アゲハチョウ科）											
アゲハ	*Papilio xuthus*	2.85	1.52	8.97	11.31	6.61	9.40	17.94	10.00	5.11	14.66
キアゲハ	*Papilio machaon*	0.08	—	0.80	3.17	1.49	0.75	0.29	0.30	—	0.21
ナガサキアゲハ	*Papilio memnon*	0.05	0.57	7.53	7.69	4.91	1.69	2.94	1.49	0.28	4.08
クロアゲハ	*Papilio protenor*	1.68	2.29	3.77	8.19	6.61	0.13	0.59	0.71	—	0.83
カラスアゲハ	*Papilio bianor*	3.94	2.86	0.60	4.29	4.91	0.04	—	0.65	—	—
ミヤマカラスアゲハ	*Papilio maackii*	0.20	2.67	—	0.96	4.91	0.00	—	0.30	—	—
モンキアゲハ	*Papilio helenus*	0.53	0.57	0.90	6.75	11.95	0.09	—	—	—	—
アオスジアゲハ	*Graphium sarpedon*	17.06	10.10	2.93	37.35	31.25	3.15	34.71	4.64	8.17	8.92
ミカドアゲハ	*Graphium doson*	—	—	—	0.59	—	0.12	0.88	0.18	—	—
ジャコウアゲハ	*Atrophaneura alcinous*	0.84	0.48	—	0.06	—	0.06	—	—	—	4.63
オナガアゲハ	*Papilio macilentus*	0.42	1.33	0.30	—	—	—	—	—	—	—
（シロチョウ科）											
キチョウ	*Eurema hecabe*	17.73	17.33	10.47	7.50	11.20	0.58	6.47	2.38	0.33	0.62
ツマグロキチョウ	*Eurema laeta*	0.23	—	—	0.15	—	—	—	—	—	—
モンキチョウ	*Colias erate*	0.15	0.38	5.07	0.12	0.64	0.57	0.29	—	0.61	1.66
モンシロチョウ	*Pieris rapae*	0.84	0.95	45.13	9.12	5.33	23.97	6.76	12.50	13.78	7.61
スジグロチョウ	*Pieris melete*	3.50	13.52	5.10	5.08	1.49	0.39	—	0.18	—	—
ツマキチョウ	*Anthocharis scolymus*	0.41	0.19	0.70	2.30	0.32	2.03	8.82	0.54	0.89	0.21
（マダラチョウ科）											
アサギマダラ	*Parantica sita*	0.09	0.29	—	0.04	—	—	—	—	—	—
（ジャノメチョウ科）											
ヒメウラナミジャノメ	*Ypthima argus*	22.91	4.29	13.23	8.62	7.25	1.33	10.29	0.18	—	—
ウラナミジャノメ	*Ypthima motschulskyi*	—	—	0.30	—	—	—	—	—	—	—
ヒメジャノメ	*Mycalesis gotama*	0.80	—	0.80	1.23	0.64	0.33	—	0.18	—	0.21
コジャノメ	*Mycalesis francisca*	10.79	2.00	0.30	14.26	2.88	—	—	—	—	—
サトキマダラヒカゲ	*Neope goschkevitschii*	2.08	—	—	6.25	2.88	—	—	0.71	—	—
ヤマキマダラヒカゲ	*Neope niphonica*	—	6.38	—	—	0.00	—	—	—	—	—
クロヒカゲ	*Lethe diana*	5.20	—	16.47	7.28	4.91	0.09	1.18	0.18	—	—
ジャノメチョウ	*Minois dryas*	—	1.71	—	—	—	—	—	—	—	—
クロコノマチョウ	*Melanitis phedima*	0.20	—	0.10	0.10	—	0.04	—	—	—	0.21
ウスイロコノマチョウ	*Melanitis leda*	—	—	—	—	—	0.03	—	—	—	—
（テングチョウ科）											
テングチョウ	*Libythea celtis*	1.37	1.62	3.93	3.36	0.64	0.06	2.06	—	0.28	—
（タテハチョウ科）											
コミスジ	*Neptis sappho*	11.96	12.00	0.47	4.28	10.77	0.18	0.29	0.18	0.33	—
イチモンジチョウ	*Limenitis camilla*	3.34	2.19	—	—	—	—	—	—	—	—
コムラサキ	*Apatura metis*	—	—	—	—	—	0.02	—	—	0.72	—
ゴマダラチョウ	*Hestina japonica*	0.27	0.29	0.40	1.06	—	0.22	1.47	—	1.28	1.45
サカハチチョウ	*Araschnia levana*	0.69	1.14	—	—	—	—	0.00	—	—	—
キタテハ	*Polygonia c-album*	0.38	—	—	0.39	—	0.20	0.29	0.18	—	0.35
ヒメアカタテハ	*Cynthia cardui*	0.20	—	1.80	1.27	1.81	4.99	0.29	1.90	2.39	2.63
アカタテハ	*Vanessa indica*	2.80	2.48	2.60	0.98	0.32	0.54	0.88	0.18	0.83	0.21
ルリタテハ	*Kaniska canace*	1.17	0.86	0.67	0.29	0.43	—	—	—	0.33	0.21
ツマグロヒョウモン	*Argyreus hyperbius*	0.97	2.57	1.40	3.07	5.01	3.03	1.08	3.45	0.44	0.35
イシガケチョウ	*Cyrestis thyodamas*	3.70	4.67	0.70	2.11	3.52	0.06	0.88	0.18	0.22	—
スミナガシ	*Dichorragia nesimachus*	0.08	0.29	—	—	—	—	—	—	—	—
ウラギンヒョウモン	*Fabriciana adippe*	—	3.43	—	—	—	—	—	—	—	—
ミドリヒョウモン	*Argynnis paphia*	3.24	0.86	—	—	—	—	—	—	—	—
メスグロヒョウモン	*Damora sagana*	—	—	0.20	—	—	—	—	—	—	—

（表１のつづき）

種　名	学　名	油山	脊振山	能古島	南公園	鴻巣山	田島	西公園	平尾	大濠公園	九大
（シジミチョウ科）											
ルリシジミ	*Celastrina argiolus*	4.60	6.00	3.00	6.90	3.20	0.65	10.88	0.71	1.11	0.21
サツマシジミ	*Udara albocaerulea*	2.52	0.57	0.20	0.96	—	0.05	0.88	—	0.33	—
ヤマトシジミ	*Zizeeria maha*	16.25	—	63.23	38.30	9.49	26.82	26.18	15.18	18.78	77.67
ツバメシジミ	*Everes argiades*	0.92	—	0.90	0.34	0.32	0.10	2.06	2.14	0.50	2.91
ベニシジミ	*Lycaena phlaeas*	4.32	0.67	6.83	0.14	0.21	1.97	—	0.36	0.33	25.18
ウラナミシジミ	*Lampides boeticus*	—	—	3.20	0.15	—	0.08	0.29	0.36	—	—
ゴイシシジミ	*Taraka hamada*	0.65	—	—	1.72	0.21	—	0.59	—	—	—
ムラサキシジミ	*Narathura japonica*	0.51	2.00	0.70	12.48	10.45	1.08	4.12	0.36	0.44	0.62
ムラサキツバメ	*Narathura bazalus*	0.08	0.29	0.30	0.36	—	—	—	—	0.17	—
トラフシジミ	*Rapala arata*	0.32	—	—	0.10	—	—	—	—	—	—
コツバメ	*Callophrys ferrea*	0.15	1.52	—	—	—	—	—	—	—	—
ウラギンシジミ	*Curetis acuta*	1.82	—	1.73	3.78	3.31	0.13	4.41	0.36	1.39	—
ミズイロオナガシジミ	*Antigius attilia*	—	—	0.40	0.04	—	—	—	—	—	—
クロシジミ	*Niphanda fusca*	—	0.57	—	—	—	—	—	—	—	—
キリシマミドリシジミ	*Chrysozephyrus ataxus*	—	3.43	—	—	—	—	—	—	—	—
（セセリチョウ科）											
ダイミョウセセリ	*Daimio tethys*	2.16	0.76	—	—	—	—	—	—	—	—
ヒメキマダラセセリ	*Ochlodes ochraceus*	2.45	0.29	—	—	0.32	—	—	—	—	—
キマダラセセリ	*Potanthus flavum*	0.93	1.43	0.10	1.16	1.49	0.61	—	0.18	—	1.31
イチモンジセセリ	*Parnara guttata*	4.40	18.86	7.23	2.22	0.85	5.91	1.18	—	1.50	31.13
コチャバネセセリ	*Thoressa varia*	0.84	0.86	—	0.19	—	—	—	—	—	—
オオチャバネセセリ	*Polytremis pellucida*	0.32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
チャバネセセリ	*Pelopidas mathias*	2.75	0.29	1.53	1.43	2.67	1.48	1.76	1.61	1.17	2.91
クロセセリ	*Notocrypta curvifascia*	—	—	—	0.69	—	0.07	—	—	—	—
ホソバセセリ	*Isoteinon lamprospilus*	0.46	0.29	—	—	—	—	—	—	—	—
平均目撃総個体数		169.2	139.6	225.0	230.1	165.2	93.0	150.9	62.4	61.7	191.0
総種数		57	48	43	51	38	42	32	31	28	26

の小区間ごとに記録した．

記録事項（備考）：性別，汚損度，行動（吸蜜，交尾，産卵など）などの情報もできる限り記録し，少なくとも年１回は各ルート（各小区間）の起点で写真撮影をした．

３）データの解析法

得られたデータは調査用紙に記録し，ルート，小区間別に，目撃個体数，種数を集計した後，月１回調査し１km当たりに換算した補正個体数，種数を求めるとともに，多様度指数，優占度などを計算した．この補正値を，本論文では，平均目撃総個体数，平均目撃総種数とした．これは，場所間，年代間などの比較を容易に行うためである．

多様度指数についてはShannon関数（平均多様度H'），Pielouの均等性要素多様度（相対多様度または均衡度J'），全多様度NH'を求めた．各指数の算出は以下の各式によった（木元・武田，1989）．

平均多様度H'は次式によって表される．

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \log_2 p_i$$

Sはサンプルにおける総種数，p_iはi番目の種に含まれる個体数の全体における割合である．ここで対数の底は２であるので単位はビット（bit）を用いる．次に均衡度J'は次式で表される，

$$J' = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

３．結　　果

１）場所の比較

前述した10カ所の調査場所においてチョウのカウントを行い，それぞれのルートにおける1992年から1995年の４年間の平均目撃総個体数，平均目撃総種数をまとめ（表１），総個体数，総種数，季節消長，種多様度，優占度について比較分析した．

総個体数：まず，平均目撃総個体数の合計を1995年のデータで比較した（図8a）．能古島は最も豊富で，ついで，南公園，西公園，油山，田島となり，大濠公園は一番少なかった．1994年は，能古島，南公園，油山，背振山の順に減少し，田島では能古島，南公園の約半分であった．1993年では，九大は南公園よりも多く，さらに減少して油山，田島の順となった．1992年は，油山がもっとも多く，南公園，鴻巣山，九大，とつづき，半数以下に減少して田島，

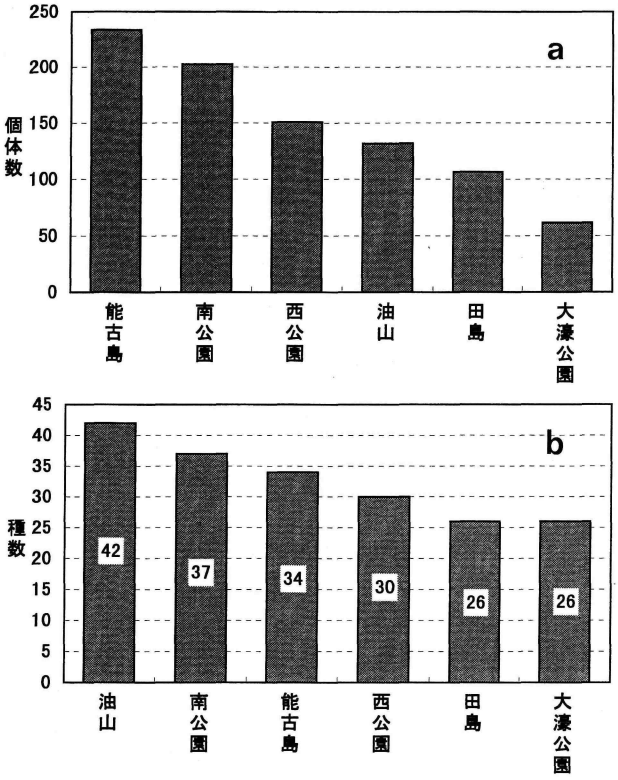

図8　1995年の個体数（平均目撃総個体数），及び種数（平均目撃総種数）の比較．a：総個体数，b：総種数

Fig. 8　Number both of individuals and species in 1995 (based on the annual mean conts). a: number of individuals (abundance); b: number of species.

さらにその半分に減少して平尾となった．このように，同じ場所でも個体数はかなり不安定であった．

総種数：　種数についても個体数とほぼ同様の傾向が伺えるが，個体数に比して油山の種数が多くみられた（図8b）．このように個体数と種数は必ずしも一致しない．1994年以降も油山，南公園，能古島，田島，九大の種数の順序はかわらなかった．1994年の脊振山は46種で油山についで多く，また，1992年の鴻巣山は36種で南公園についで多かった．

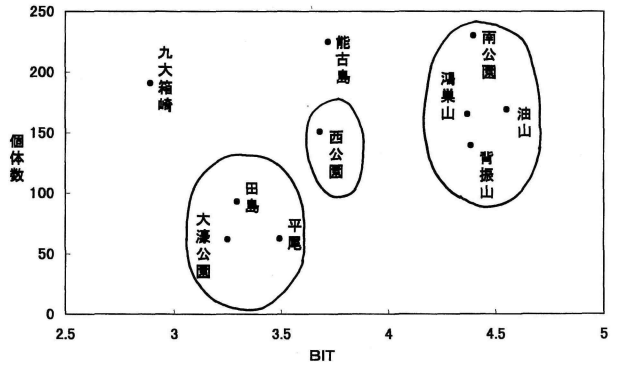

図9　1992年から1995年までの平均値にもとづく平均多様度H'」と個体数との関係を示した散布図．

Fig. 9　Relationship between species diversity (H') and number of individuals based on the annual mean counts from 1992 to 1995.

種多様度：つぎに，これらのデータをもちいてそれぞれの場所の「多様度指数」（平均多様度H'と均衡度J'ならびに全多様度NH'）を比較した．それぞれの場所について，1992～95年の間の平均値を用い，それぞれの場所の種全体の多様度を比較した．したがって，田島は5年間，油山，南公園は4年間，九大，能古島は2年間のそれぞれの平均値，それ以外は1年間のみのデータである．全体的にみれば，種数の多い油山，脊振山，南公園，鴻巣山などが高く，一方，九大，田島，大濠公園，平尾については全体的に低く，都市的な環境の特徴を示した．

つぎに場所の位置関係をより見やすくするために，やはり1992年～95年の平均値を用いて個体数（平均目撃総個体数）と平均多様度H'の関係を散布図によって示した（図9）．プロットの位置関係をみると，南公園，鴻巣山，油山，脊振山が1群，田島，平尾，大濠公園が1群を形成し，概して，自然度の高い場所は右側ないし右上の方に位置し，自然度の低い場所では左側ないし左下の方に集まる傾向が

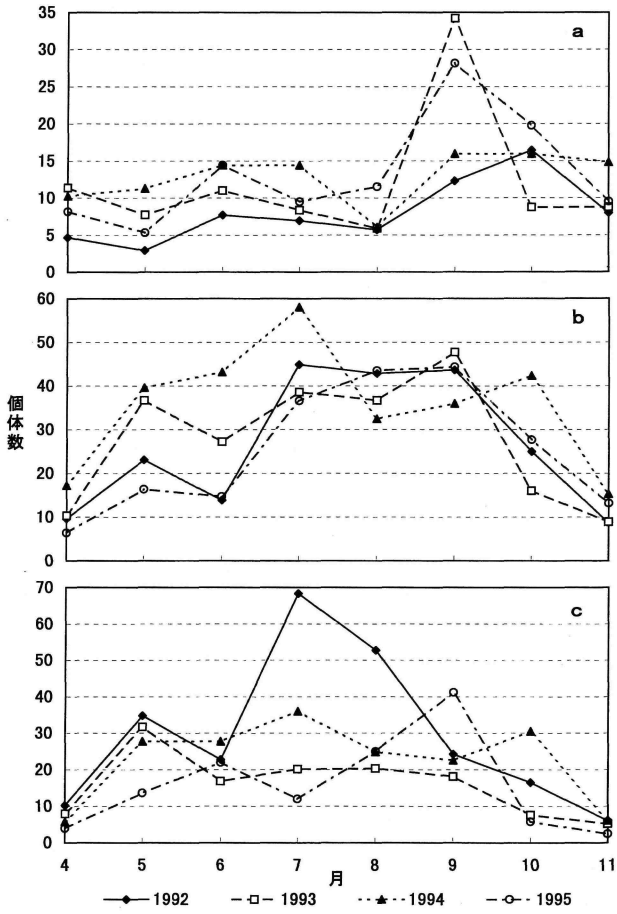

図10　福岡市におけるチョウ全種の個体数の季節消長．a：田島，b：南公園，c：油山

Fig. 10 Seasonal change in number of individuals of butterflies in Fukuoka City. a: Tashima; b: Minamikoen; c: Aburayama.

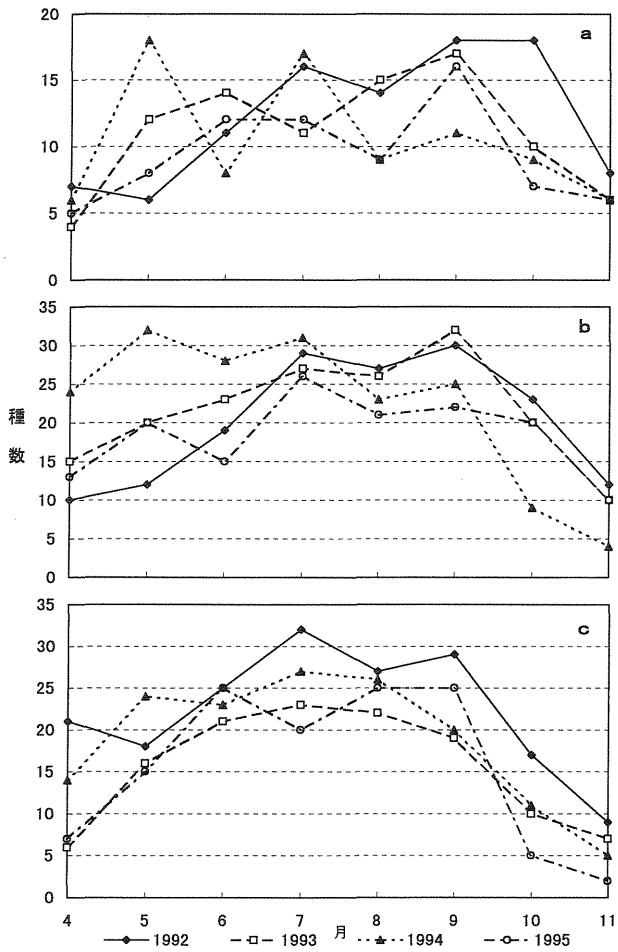

図11　福岡市におけるチョウの種数の季節変化.
　　a：田島，b：南公園，c：油山
Fig. 11 Seasonal change in number of species of butterflies in Fukuoka City. a: Tashima; b: Minamikoen; c: Aburayama.

ある．結局，潜在的植生のよく残っている自然公園（油山，南公園，鴻巣山），都市公園(西公園)，住宅地(田島，平尾)の３つのグループが認められた．

季節消長：　個体数の月ごとの変化を比較すると，油山，南公園，鴻巣山は個体数のピークが夏期に片寄っていた(図10)．一方，田島，九大，平尾，大濠公園は季節消長が明瞭でなく，夏期にピークが見られず，９月以降の秋期に小さなピークが見られる．種数についてもほぼ同様の傾向が見られた（図11)．

優占度による種構成：表２は，それぞれの場所で，月１回１kmあたりに換算した１年間の平均目撃総個体数をそれぞれの種で算出し，その個体数の多い方から順に20位までを配列したランキング表である．データは，1991年から1995年までの平均値を示した．

まず，それぞれの場所で，全体の２％以上を占める上位ランキング種に注目し，指標性の高い典型的な森林性の種と典型的なオープンランド性（草原性）の種を類別した（表２)．森林性，オープンランド性（草原性）を類別する基準は，基本的には田中(1988)に従ったが，表２にランクされている生息環境の巾の広い次の種については類別しなかった（アオスジアゲハ，ミカドアゲハ，ジャコウアゲハ，ナガサキアゲハ，ツマキチョウ，キチョウ，スジグロシロチョウ，テングチョウ，コミスジ，ルリタテハ，ウラギンシジミ，ルリシジミ，ヒメジャノメ，キマダラセセリ)．したがって，ここでは生息環境の巾が比較的狭く，とくに指標性の高いもののみを，森林性あるいはオープンランド性と判定した．

油山，南公園，鴻巣山では森林性の種（ムラサキシジミ，コジャノメ，クロヒカゲ，モンキアゲハなど）が５種以上見られるのに，西公園，能古島では１種以下，田島，平尾，九大，大濠公園ではまったく見られなかった．また，田島，平尾，九大，大濠公園では，市街地に多いオープンランド性の種（ヤマトシジミ，モンシロチョウ，アゲハなど）が多く，５種以上も見られた．

つぎに，それぞれの場所で優占度の一つの指標である「上位５種が全体に占める割合(平均出現率%)」(石井ら，1991)を算出した．平尾，九大，田島，大濠公園では70%以上を占め，これは個体数の多い少数の種が上位を占める傾向が高かったといえる．

２）年代による比較

個体数，種数，種多様度の変化

チョウ類のモニタリングでもっとも重要なのは，それぞれの場所で，時間系列によって，チョウの数がどのように変動するかを知ることである．現在までもっとも長く継続している「油山」，「南公園」，および「田島」の３つの場所（ルート）において得られた個体数と種数のデータを中心に，この間にどのような変化がみられたかをまとめた．

まず，チョウ全体の平均目撃総個体数と総種数について，1992年から1995年までの４年間にどのような年次的な変化があったのかを比較した．個体数についてみると，油山ではかなり減少していたが，南公園では変化はほとんどなく，また田島も微増しているがそれほど大きな変化はなかった(図12ａ)．しかし，種数については1994年に若干増えているものの，この４年間ではいずれの場所でも減少していた（図12ｂ)．種多様度については，H'，J'，NH'のいずれについても３カ所ともこの４年間で減少していた（図12ｄ)．

季節消長の変化

チョウ全種の平均目撃個体数の季節消長を比較してみると，1992年は油山が全体に多く，とくに５月から７月が他の場所を大きく上回ったが，1993年に大幅な減少があり，その後は南公園と同じかやや下回って推移した(図10)．種数についてもほぼ同様の傾向が見られた（図11)．

表2　各調査地における上位20位までの個体数順位ランキング表（1992〜95年の平均値にもとづく）．種名の前の数字のうち，左列は平均目撃総個体数，右列は各種の占める割合（%）を示す．細いアンダーラインの種：オープンランド性，太いアンダーラインの種：森林性

Table 2　Ranking of species by abundance (based on the mean counts from 1992 to 1995 in Fukuoka City). The twenty most abundant species are listed in decreasing order. Left: mean counts; Right: percentage (%) of each species. Finely underlined are species inhabiting openland, while thickly underlined are those obviously restricted to woodland.

順位	田島			南公園			油山			九大			鴻巣山		
1	26.8	28.8	ヤマトシジミ	38.3	16.7	ヤマトシジミ	22.9	13.6	ヒメウラナミジャノメ	77.7	40.7	ヤマトシジミ	31.3	18.9	アオスジアゲハ
2	24.0	25.8	モンシロチョウ	37.4	16.2	アオスジアゲハ	17.7	10.5	キチョウ	31.1	16.3	イチモンジセセリ	12.0	7.2	モンキアゲハ
3	9.4	10.1	アゲハ	14.3	6.2	コジャノメ	17.1	10.1	アオスジアゲハ	25.2	13.2	ベニシジミ	11.2	6.8	キチョウ
4	5.9	6.4	イチモンジセセリ	12.5	5.4	ムラサキシジミ	16.3	9.6	ヤマトシジミ	14.7	7.7	アゲハ	10.8	6.5	コミスジ
5	5.0	5.4	ヒメアカタテハ	11.3	4.9	アゲハ	12.0	7.1	コミスジ	8.9	4.7	アオスジアゲハ	10.5	6.3	ムラサキシジミ
6	3.2	3.4	アオスジアゲハ	9.1	4.0	モンシロチョウ	10.8	6.4	コジャノメ	7.6	4.0	モンシロチョウ	9.5	5.7	ヤマトシジミ
7	3.0	3.3	ツマグロヒョウモン	8.6	3.8	ヒメウラナミジャノメ	5.2	3.1	クロヒカゲ	4.6	2.4	ジャコウアゲハ	7.3	4.4	ヒメウラナミジャノメ
8	2.0	2.2	ツマキチョウ	8.2	3.6	クロアゲハ	4.6	2.7	ルリシジミ	4.1	2.1	ナガサキアゲハ	6.6	4.0	アゲハ
9	2.0	2.1	ベニシジミ	7.7	3.3	ナガサキアゲハ	4.4	2.6	イチモンジセセリ	2.9	1.5	ツバメシジミ	6.6	4.0	クロアゲハ
10	1.7	1.8	ナガサキアゲハ	7.5	3.3	キチョウ	4.3	2.6	ベニシジミ	2.9	1.5	チャバネセセリ	5.3	3.2	モンシロチョウ
11	1.5	1.6	チャバネセセリ	7.3	3.2	クロヒカゲ	3.9	2.3	カラスアゲハ	2.6	1.4	ヒメアカタテハ	5.0	3.0	ツマグロヒョウモン
12	1.3	1.4	ヒメウラナミジャノメ	6.9	3.0	ルリシジミ	3.7	2.2	イシガケチョウ	1.7	0.9	モンキチョウ	4.9	3.0	カラスアゲハ
13	1.1	1.2	ムラサキシジミ	6.7	2.9	モンキアゲハ	3.5	2.1	スジグロチョウ	1.5	0.8	ゴマダラチョウ	4.9	3.0	ナガサキアゲハ
14	0.8	0.8	キアゲハ	6.3	2.7	サトキマダラヒカゲ	3.3	2.0	イチモンジチョウ	1.3	0.7	キマダラセセリ	4.9	3.0	ミヤマカラスアゲハ
15	0.7	0.7	ルリシジミ	5.1	2.2	スジグロチョウ	3.2	1.9	ミドリヒョウモン	0.8	0.4	クロアゲハ	4.9	3.0	クロヒカゲ
16	0.6	0.7	キマダラセセリ	4.3	1.9	カラスアゲハ	2.9	1.7	アゲハ	0.6	0.3	キチョウ	3.5	2.1	イシガケチョウ
17	0.6	0.6	キチョウ	4.3	1.9	コミスジ	2.8	1.7	アカタテハ	0.6	0.3	ムラサキシジミ	3.3	2.0	ウラギンシジミ
18	0.6	0.6	モンキチョウ	3.8	1.6	ウラギンシジミ	2.8	1.6	チャバネセセリ	0.4	0.2	キタテハ	3.2	1.9	ルリシジミ
19	0.5	0.6	アカタテハ	3.4	1.5	テングチョウ	2.5	1.5	サツマシジミ	0.4	0.2	ツマグロヒョウモン	2.9	1.7	コジャノメ
20	0.4	0.4	スジグロチョウ	3.2	1.4	キアゲハ	2.5	1.5	ヒメキマダラセセリ	0.2	0.1	キアゲハ	2.9	1.7	サトキマダラヒカゲ
		(%)			(%)			(%)			(%)			(%)	

順位	平尾			能古島			脊振山			西公園			大濠公園		
1	15.2	24.3	ヤマトシジミ	63.2	28.1	ヤマトシジミ	18.9	13.5	イチモンジセセリ	34.7	23.0	アオスジアゲハ	18.8	30.4	ヤマトシジミ
2	12.5	20.0	モンシロチョウ	45.1	20.1	モンシロチョウ	17.3	12.4	キチョウ	26.2	17.4	ヤマトシジミ	13.8	22.3	モンシロチョウ
3	10.0	16.0	アゲハ	16.5	7.3	クロヒカゲ	13.5	9.7	スジグロチョウ	17.9	11.9	アゲハ	8.2	13.2	アオスジアゲハ
4	4.6	7.4	アオスジアゲハ	13.2	5.9	ヒメウラナミジャノメ	12.0	8.6	コミスジ	10.9	7.2	ルリシジミ	5.1	8.3	アゲハ
5	3.5	5.5	ツマグロヒョウモン	10.5	4.7	キチョウ	10.1	7.2	アオスジアゲハ	10.3	6.8	ヒメウラナミジャノメ	2.4	3.9	ヒメアカタテハ
6	2.4	3.8	キチョウ	9.0	4.0	アゲハ	6.	44.6	ヤマキマダラヒカゲ	8.8	5.8	ツマキチョウ	1.5	2.4	イチモンジセセリ
7	2.1	3.4	ツバメシジミ	7.5	3.4	ナガサキアゲハ	6.0	4.3	ルリシジミ	6.8	4.5	モンシロチョウ	1.4	2.3	ウラギンシジミ
8	1.9	3.1	ヒメアカタテハ	7.2	3.2	イチモンジセセリ	4.7	3.3	イシガケチョウ	6.5	4.3	キチョウ	1.3	2.1	ゴマダラチョウ
9	1.6	2.6	チャバネセセリ	6.8	3.0	ベニシジミ	4.3	3.1	ヒメウラナミジャノメ	4.4	2.9	ウラギンシジミ	1.2	1.9	チャバネセセリ
10	1.5	2.4	ナガサキアゲハ	5.1	2.3	スジグロチョウ	3.4	2.5	キリシマミドリシジミ	4.1	2.7	ムラサキシジミ	1.1	1.8	ルリシジミ
11	0.7	1.1	クロアゲハ	5.1	2.3	モンキチョウ	3.4	2.5	ウラギンヒョウモン	2.9	2.0	ナガサキアゲハ	0.9	1.4	ツマキチョウ
12	0.7	1.1	サトキマダラヒカゲ	3.9	1.8	テングチョウ	2.9	2.1	カラスアゲハ	2.1	1.4	テングチョウ	0.8	1.4	アカタテハ
13	0.7	1.1	ルリシジミ	3.8	1.7	クロアゲハ	2.7	1.9	ミヤマカラスアゲハ	2.1	1.4	ツバメシジミ	0.7	1.2	コムラサキ
14	0.7	1.1	カラスアゲハ	3.2	1.4	ウラナミシジミ	2.6	1.8	ツマグロヒョウモン	1.8	1.2	チャバネセセリ	0.6	1.0	モンキチョウ
15	0.5	0.9	ツマキチョウ	3.0	1.3	ルリシジミ	2.5	1.8	アカタテハ	1.5	1.0	ゴマダラチョウ	0.5	0.8	ツバメシジミ
16	0.4	0.6	ベニシジミ	2.9	1.3	アオスジアゲハ	2.3	1.6	クロアゲハ	1.2	0.8	クロヒカゲ	0.5	0.7	ツマグロヒョウモン
17	0.4	0.6	ウラナミシジミ	2.6	1.2	アカタテハ	2.2	1.6	イチモンジチョウ	1.2	0.8	ツマグロヒョウモン	0.5	0.7	ムラサキシジミ
18	0.4	0.6	ムラサキシジミ	1.8	0.8	ヒメアカタテハ	2.0	1.4	コジャノメ	1.2	0.8	イチモンジセセリ	0.3	0.5	キチョウ
19	0.4	0.6	ウラギンシジミ	1.7	0.8	ウラギンシジミ	2.0	1.4	ムラサキシジミ	0.9	0.6	ミカドアゲハ	0.3	0.5	コミスジ
20	0.3	0.5	キアゲハ	1.5	0.7	チャバネセセリ	1.7	1.2	ジャノメチョウ	0.9	0.6	アカタテハ	0.3	0.5	ルリタテハ
		(%)			(%)			(%)			(%)			(%)	

南公園のチョウ類全種の平均目撃個体数の月変化（季節消長）の年次変化をみると，５月に小ピーク，７～９月の間に最大ピークがあらわれ，夏期に高い「２山型」のパターンを示した(図10ｂ)．夏期の個体数が多い割に，秋10月以降の個体数の急激な落込みが特徴的であった．1994年の８，９月に目立った落ち込みが見られたほかはそれほど大きな変動はなかった．この点で，油山は基本的には南公園と似ているようであるが，７月の年変動が著しかった（図10ｃ)．一方，田島は７，８月にピークが現れることはなく，もっぱら９月に最大ピークが集中していた．10月も比較的高いレベルにあり，南公園，油山のように急速に減少することはなかった．

一方，種数の季節消長は全体的に個体数より年変動が少なく，より安定していた(図11)．南公園では種数も基本的には個体数と似たパターンを示したが，油山では，むしろ南公園の種数変動パターンに近かった．田島の種数変動は，個体数と異なり季節を通じて種数の季節変動および年次変動が大きいのが特徴であった．

季節消長のタイプ

上記の季節消長は，それぞれの場所でカウントされた全

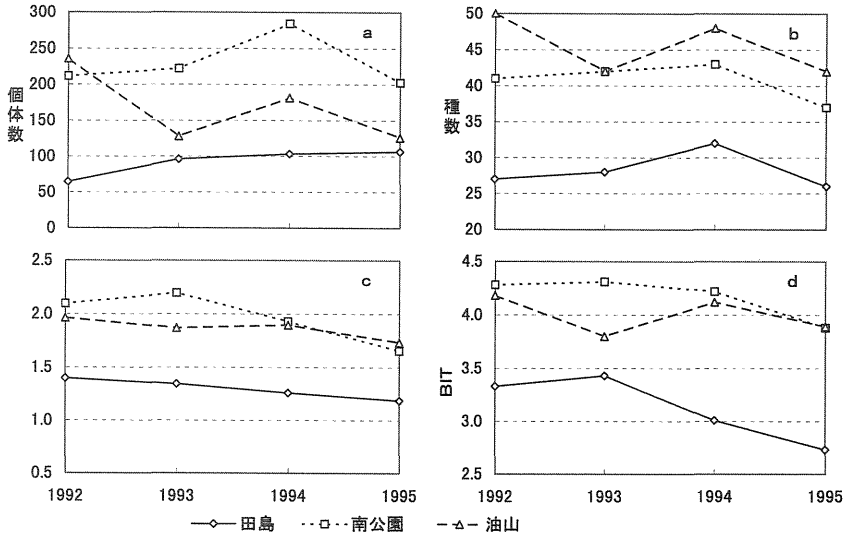

図 12　福岡市における1992年から1995年までの年次変化．ａ：総個体数，ｂ：総種数，ｃ：個体数上位５種の占める割合（逆数），ｄ：平均多様度H'

Fig. 12 Annual fluctuation of butterflies from 1992 to 1995 in Fukuoka City. A: Total number of individuals; b: Total number of species; c: Proportion of five species ranked the highest (inverse number); d: species diversity (H')

表３　福岡市のチョウの季節消長のタイプ分け．

Table 3 Types of seasonal occurrence of butterflies in Fukuoka City.

①年代によって消長パターンが比較的安定しているタイプ

年１化性：ツマキチョウ

年２化性：キマダラセセリ，サトキマダラヒカゲ

年２～３化性：コジャノメ

年３～４化性：ナガサキアゲハ，モンキアゲハ，カラスアゲハ，ミヤマカラスアゲハ，クロヒカゲ，ヒメウラナミジャノメ，コミスジ，ダイミョウセセリ

多化性：アゲハ，アオスジアゲハ，クロアゲハ，（通常連続発生タイプ），キチョウ，ヤマトシジミ，チャバネセセリ　（連続発生秋増加タイプ），モンシロチョウ，スジグロシロチョウ（夏休止タイプ）

②年代によって消長パターンが不明瞭なタイプ

テングチョウ，ベニシジミ，ゴイシシジミ，サツマシジミ，ムラサキツバメ，クロセセリ

③年代によって個体数が大きく変化するタイプ（移動性の大きいもの）

イチモンジセセリ，ヒメアカタテハ

④年代によって見られなくなるタイプ（局所性，希少種？）

ツマグロキチョウ，ツバメシジミ，クロコノマチョウ，コチャバネセセリ，ミズイロオナガシジミ，トラフシジミ，コムラサキ

注）――南方系（東洋区系）
　　……北方系（旧北区系）
　　～～日華区系（西部支那系）

種の季節消長を平均化したものである．そこで，種ごとに季節消長を求めるとともに，それらの年次変化を比較してみた．一般に個体数がごく少ない場合(月平均個体数1.0以下)，その種の本来の季節消長が不明瞭となるので，そのような種は除外した．各種の典型的な消長パターンを4年間重ね合わせたグラフを作成した(図13)．そして，これらの季節消長パターンを，いくつかの典型的なタイプに分けて整理したのが表3である．季節消長のタイプわけについては，森下(1967)や日浦(1976)による分布型による分類があるので，この点も考慮してタイプわけした．

優占度

田島，南公園，油山など4年以上継続した場所について，1992年～95年までを平均した平均目撃総個体数を出し，個体数の順位ランキング表を作成した．これに基づいて，「上位5種が全体に占める割合（平均出現率%）の逆数」を算出し，その年代変化をグラフにまとめた(図12c)．いずれの場所においてもこの割合は下降傾向にあり，全体が少数の種で占有される割合が高くなる傾向が認められた．

3）小区間の比較

さて，このような一定の距離，広さをもったルートを比較をする場合，留意すべき点は，それぞれのルートが具体的にどのような生息環境から構成されているのか，という点である．本調査では，ルートをいくつかの小区間（セク

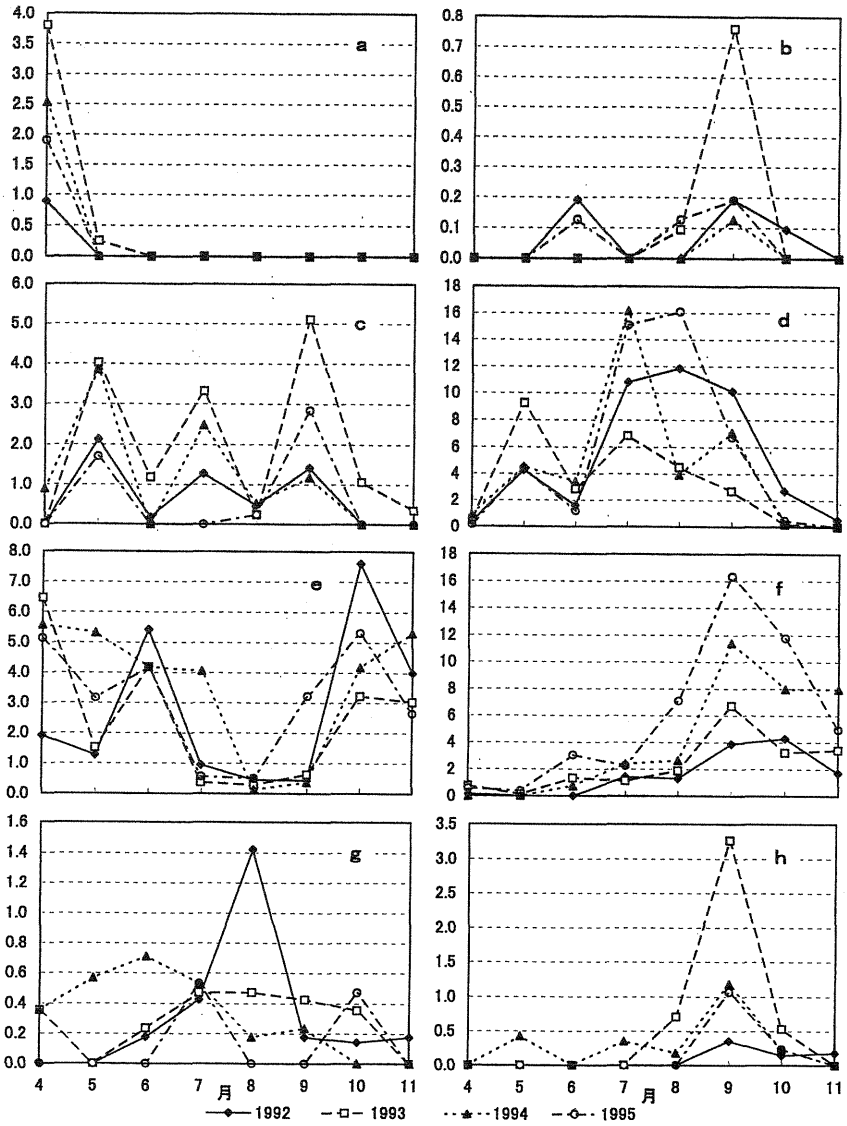

図13　福岡市におけるチョウの季節消長パターン（1992年から1995年までの個体数変化にもとづく）．a：ツマキチョウ，b：キマダラセセリ，c：ヒメウラナミジャノメ，d：アオスジアゲハ，e：モンシロチョウ，f：ヤマトシジミ，g：イシガケチョウ，h：イチモンジセセリ

Fig. 13 Pattern of seasonal occurrence of butterflies in Fukuoka City (based on annual counts data from 1992 to 1995). a: *Anthocharis scolymus*; b: *Potanthus flavum*; c: *Ypthima argus*; d: *Graphium sarpedon*; e: *Pieris rapae*; f: *Zizeeria maha*; g: *Cyrestis thyodamas*; h: *Parnara guttata*.

図14－17　南公園における区間の景観．14：区間２（住宅地Ｂ），15：区間５（モザイク林），16：区間６（ギャップのある森林），17：区間７（林床的森林）

Figs. 14-17 The scenery of main sections at Minamikoen. 14: Section 2 (residential area B); 15: Section 5 (Mozaic forest); 16: Section 6 (Forest with gaps); 17: Section 7 (Forest without gaps).

ション）に区切ってデータをとったので，区間別のデータを比較することによって，それぞれの区間の棲息環境を評価することが可能である．

まず，各区間の個体数，種数を比較し，さらに種多様度，優占度について比較した．さらに，1992～95年までの各区間の年次変動についても比較した．ただし，個体数については一般に区間の距離が短いので，すべての区間を500mに換算して比較した．ここでは，その例として，南公園ルートについて調べた結果を述べる．

南公園の場合

全長2.4kmの南公園のルートには，植生などの環境の違いを考慮して全部で10の小区間を設定した（図４，14―17）．

1992～95年の調査期間中に記録された４年間の平均目撃総個体数，総種数，種多様度をまとめた(図18―20)．区間４～７までは南公園内部の森林の優勢な環境，それ以外は九大から南公園の間の住宅地を中心としたオープンランド的環境である．結果として，特に４，５，６の森林的区間に種数が多かった．しかし，区間２のように，住宅地でも植物の多い環境では種数そのものは少なくなかった．つぎに，500mの距離に換算した個体数についてみると，種数の場合と違って区間５，６，７，特に区間６の個体数の多さが目立った．平均多様度H'を比較すると区間４，５，６，特に区間５，６が高い値を示した．しかし，区間２，８も比較的高かった．図18は平均多様度H'と個体数の関係

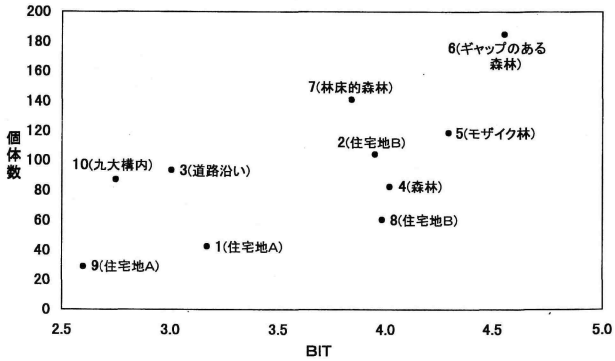

図 18　南公園における区間別の平均多様度H'と個体数(平均目撃総種数）との関係を表した散布図（1992～95年までの平均値にもとづく）．

Fig. 18 Relationship between species diversity (H') and individual number by section in Minamikoen (based on annual mean counts from 1992 to 1995).

表4　南公園における区間別の上位15位までの個体数順位ランキング表(1992～95年の平均値にもとづく)．種名の前の数字のうち，左列は平均目撃総個体数，右列は各種の占める割合(%)を示す．細いアンダーラインの種：オープンランド性，太いアンダーラインの種：森林性

Table 4 Ranking of species in order of abundance by section (1992-95 in Minamikoen). The fifteen most abundant species are listed in decreasing order. Left: mean counts; Right: percentage (%) of each species. Finely underlined are species inhabiting openland, while thickly underlined are those obviously restricted to woodland.

順位	1			2			3			4			5		
1	57.5	33.6	ヤマトシジミ	102.3	24.5	ヤマトシジミ	193.1	51.6	ヤマトシジミ	90.6	27.4	アオスジアゲハ	110.9	23.3	アオスジアゲハ
2	29.9	17.5	モンシロチョウ	45.3	10.9	アオスジアゲハ	34.3	9.2	アオスジアゲハ	33.3	10.1	コジャノメ	37.1	7.8	ルリシジミ
3	26.2	15.4	アゲハ	43.5	10.4	モンシロチョウ	23.3	6.2	キチョウ	17.4	5.3	スジグロチョウ	33.7	7.1	アゲハ
4	13.5	7.9	アオスジアゲハ	42.8	10.3	ヒメウラナミジャノメ	20.8	5.6	モンシロチョウ	17.1	5.2	モンキアゲハ	29.3	6.2	クロアゲハ
5	7.1	4.1	ムラサキシジミ	40.9	9.8	アゲハ	10.1	2.7	ムラサキシジミ	15.7	4.8	キチョウ	25.8	5.4	キアゲハ
6	5.2	3.1	ツマグロヒョウモン	16.3	3.9	ムラサキシジミ	9.3	2.5	スジグロチョウ	15.3	4.6	ナガサキアゲハ	22.5	4.7	コジャノメ
7	4.7	2.8	ツマキチョウ	11.9	2.9	ナガサキアゲハ	9.1	2.4	ナガサキアゲハ	14.4	4.4	クロヒカゲ	20.3	4.3	ヤマトシジミ
8	4.2	2.5	ナガサキアゲハ	10.9	2.6	イチモンジセセリ	8.8	2.3	ツマキチョウ	12.8	3.9	クロアゲハ	17.8	3.7	モンキアゲハ
9	3.7	2.2	スジグロチョウ	9.2	2.2	ルリシジミ	8.6	2.3	ルリシジミ	11.3	3.4	ヤマトシジミ	16.2	3.4	ツマグロヒョウモン
10	2.8	1.6	キチョウ	8.3	2.0	ツマキチョウ	6.8	1.8	クロアゲハ	11.2	3.4	ムラサキシジミ	15.3	3.2	ウラギンシジミ
11	2.5	1.5	ヒメアカタテハ	8.3	2.0	ツマグロヒョウモン	5.9	1.6	アゲハ	10.4	3.1	カラスアゲハ	14.0	2.9	キチョウ
12	2.4	1.4	ルリシジミ	7.0	1.7	スジグロチョウ	4.6	1.2	ヒメウラナミジャノメ	10.3	3.1	コミスジ	12.9	2.7	カラスアゲハ
13	1.8	1.0	アカタテハ	6.4	1.5	クロヒカゲ	4.3	1.2	ツマグロヒョウモン	9.2	2.8	ルリシジミ	10.9	2.3	ムラサキシジミ
14	1.5	0.9	クロアゲハ	5.9	1.4	コジャノメ	4.0	1.1	テングチョウ	9.2	2.8	テングチョウ	10.4	2.2	スジグロチョウ
15	1.4	0.8	イチモンジセセリ	5.0	1.2	キチョウ	3.4	0.9	コミスジ	8.5	2.6	ヒメウラナミジャノメ	10.1	2.1	ヒメウラナミジャノメ
		(%)			(%)			(%)			(%)			(%)	

順位	1			2			3			4			5		
1	82.6	11.2	コジャノメ	95.5	16.9	コジャノメ	49.4	20.4	ヤマトシジミ	61.6	53.0	ヤマトシジミ	193.9	55.5	ヤマトシジミ
2	79.2	10.7	アオスジアゲハ	92.5	16.4	クロヒカゲ	29.8	12.3	アオスジアゲハ	16.2	13.9	モンシロチョウ	29.8	8.5	モンシロチョウ
3	55.8	7.6	ムラサキシジミ	86.1	15.3	ムラサキシジミ	24.0	9.9	ムラサキシジミ	9.6	8.3	アゲハ	25.6	7.3	アゲハ
4	50.6	6.8	サトキマダラヒカゲ	55.1	9.8	アオスジアゲハ	23.4	9.7	アゲハ	7.1	6.1	アオスジアゲハ	13.8	3.9	ナガサキアゲハ
5	44.3	6.0	クロアゲハ	47.0	8.3	サトキマダラヒカゲ	19.0	7.8	モンシロチョウ	3.5	3.0	ナガサキアゲハ	11.0	3.2	アオスジアゲハ
6	41.0	5.5	クロヒカゲ	17.8	3.2	ナガサキアゲハ	14.0	5.8	ナガサキアゲハ	2.8	2.4	キチョウ	9.5	2.7	ルリシジミ
7	34.3	4.6	モンキアゲハ	17.8	3.2	キマダラセセリ	11.1	4.6	ヒメウラナミジャノメ	2.3	2.0	ムラサキシジミ	9.5	2.7	ヒメアカタテハ
8	32.9	4.5	キチョウ	16.7	3.0	モンキアゲハ	8.9	3.7	クロアゲハ	2.2	1.9	アカタテハ	6.9	2.0	チャバネセセリ
9	32.6	4.4	ナガサキアゲハ	14.7	2.6	コミスジ	7.1	2.9	イチモンジセセリ	2.1	1.8	ツマグロヒョウモン	5.7	1.6	ツマキチョウ
10	30.0	4.1	ヒメウラナミジャノメ	14.5	2.6	ヒメウラナミジャノメ	5.7	2.4	ウラギンシジミ	1.3	1.2	ツマキチョウ	5.4	1.5	キチョウ
11	27.5	3.7	コミスジ	12.9	2.3	イチモンジセセリ	5.5	2.3	チャバネセセリ	1.3	1.1	ヒメウラナミジャノメ	5.1	1.4	ツマグロヒョウモン
12	24.7	3.3	ゴイシシジミ	12.8	2.3	クロアゲハ	4.8	2.0	ツマキチョウ	1.2	1.1	ルリシジミ	4.7	1.3	イチモンジセセリ
13	22.9	3.1	ルリシジミ	11.9	2.1	ヒメジャノメ	4.5	1.9	キチョウ	0.6	0.5	スジグロチョウ	4.5	1.3	ムラサキシジミ
14	22.4	3.0	カラスアゲハ	10.3	1.8	キチョウ	3.8	1.6	ルリシジミ	0.5	0.4	キアゲハ	3.9	1.1	ヒメウラナミジャノメ
15	20.8	2.8	アゲハ	9.6	1.7	スジグロチョウ	3.6	1.5	クロヒカゲ	0.5	0.4	クロアゲハ	3.6	1.0	ジャコウアゲハ
		(%)			(%)			(%)			(%)			(%)	

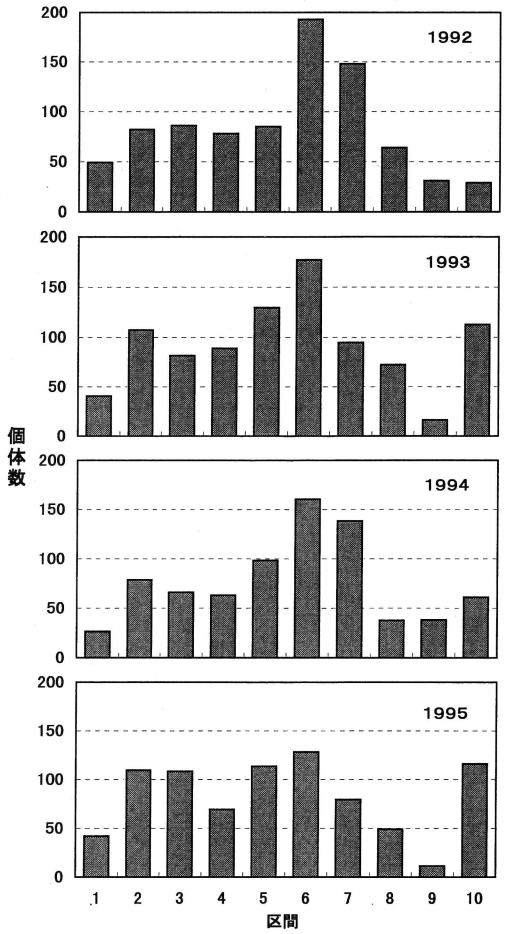

図19　南公園における区間別の総個体数の年次変化（月一回調査，500mの換算値）．

Fig. 19 Annual change in total number of individuals by section in Minamikoen (based on monthly counts converted to 500 m equivalent).

を示した散布図である．区間1，3，9，10と区間2，4，5，6，7，8で2つのグループに分けられた．

つぎに，区間の上位15位までの個体数順位ランキング表を作成した（表4）．全体に対する個体数が2％以上の種に

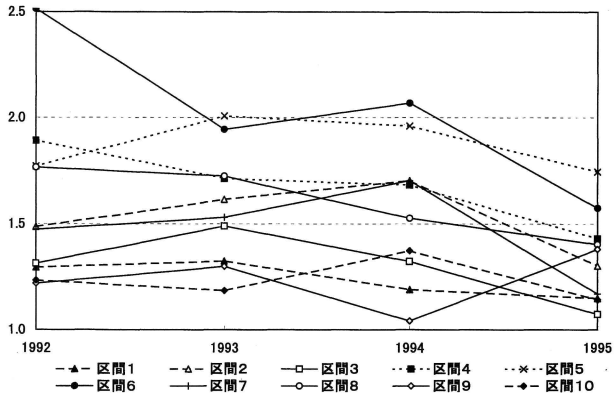

図20　南公園における区間別の順位ランキング上位5種の占める割合（逆数）の変化（1992～95年までの平均個体数にもとづく）．

Fig. 20 Proportion of five species ranked the highest (inverse number) by section in Minamikoen (based on annual mean count from 1992 to 1995).

注目した．区間4，5，6，7では森林性の種が5種以上，区間8では2種以上，それ以外の区間では1種以下となった．また，各区間の上位5種の割合（％）を算出してみると，区間4，5，6，7では70％未満，区間1，3，9，10では75％以上となった．つまり，区間1，2，3，9，10ではヤマトシジミ，モンシロチョウ，アゲハなど典型的な都市型オープンランド性の種が優勢で，少数の種が上位を占めているが，一方，区間4～7ではコジャノメ，クロヒカゲ，ムラサキシジミなどの森林性の種が優勢で，少数の種が上位を占める割合が低かったのが特徴である．

つぎに，各区間の年次的変化を調べた．個体数，種数とも多くの区間で減少傾向にあるが（図19），とくに区間6，7での減少が著しかった．個体数については，区間2，3，10で若干増加していた．平均多様度H'はとくに3，9，10で減少した．優占度として上位5種の全体に対する割合は，区間9以外いずれも上昇傾向にあった（図20）．

4．考　察

1）場所の比較

それぞれの場所のチョウ群集を比較する場合，個体数，種数，種多様度，種構成，優占度（個体数ランキング）などが利用できる．ここでは，おもに個体数，種数，平均多様度H'，および優占度について調べたが，平均多様度H'，優占度（上位5位の全体に占める割合）と個体数（1種あたり平均個体数）がその場所の環境評価に適していると考えられる．石井(1993)は，大阪府の調査地を対象にして平均多様度H'と1種あたり平均個体数の関係を示した．これによると，自然度の高い場所ほど平均多様度がたかく，また適度な撹乱のある雑木林では種多様度が高く個体数も多いが，一方，自然度の低い都市化した場所では多様度も個体数も低くなるという．筆者らの福岡市の結果を同様の方法で比較してみると，南公園，鴻巣山，油山，脊振山が1群，田島，平尾，大濠公園が1群を形成し（図9），概して，自然度の高い場所はグラフの右側ないし右上の方に位置し，自然度の低い場所では左側ないし左下の方に集まる傾向があった．結果として，潜在的植生のよく残っている自然公園，都市公園，都市周辺の住宅地，の3グループが明確に認められた．したがって，この方法で総合的に場所の評価をすれば，個体数や種数だけよりもはるかに客観的な評価を与えることができると思われる．

総個体数の季節消長のパターンを比較することによって，その場所に森林性の種が優勢か，オープンランド性の種が優勢か判定することができる．たとえば，油山，南公園，鴻巣山など森林性のチョウが多い場所では，個体数のピークが夏期に片寄っており，一方，田島，九大，平尾，大濠

公園などオープンランド性のチョウが優勢な場所では季節消長が明瞭でなく，9月以降に小さなピークが見られる程度であった．脊振山も森林性の種が優勢で，夏期（8月）にピークがあるが，9月に急速に落ち込むのは，標高が高いので気温も急に低下するためと推察された（1994年）．

全体の2％以上を占める上位ランキング種に，森林性の種が4種以上見られればその場所はかなり森林的環境が残っており，一方1種以下であればオープンランド的環境が優勢であり，森林的環境があまり残っていないと予測される．また，「上位5種が全体に占める割合（平均出現率％）」が70％以上を占めれば，オープンランド的環境が優勢であるといえる．したがって，これらのチョウ群集の指標を用いればその場所の環境がある程度評価できるであろう．

2）生息環境（小区間）の比較

調査ルートをおもに生息環境の違いによっていくつかの小区間（セクション）にわけることは，これまで多くの研究者が無意識のうちに行っていたようである．しかし，このことを調査法（マニュアル）の中に明確に取り込んだのは Pollard *et al.* (1975)であろう．とくに都市近郊では，生息環境の変化がごく狭い場所で局部的に起きることが多い．たとえば，草刈りや剪定，放置してあった草地が駐車場になったり，住宅やビルが建設されたり，などである．このような，局所的な環境の変化の影響を見るためには，調査ルートを分割した区間別のデータを比較することが有効である．本研究による南公園における区間の比較データからも明らかなように，森林の優勢な区間では，コジャノメ，クロヒカゲ，ムラサキシジミなどの林内を好む典型的な森林性の種が優勢で，少数の種が上位を占める割合が低かった．一方，住宅地を中心としたオープンランド的な区間では，ヤマトシジミ，モンシロチョウ，アゲハなど典型的なオープンランド性の種が優勢で，少数の種が上位を占めていた．

おなじ森林の区間でも，林床的な暗い森林の区間では，クロヒカゲ，コジャノメ，サトキマダラヒカゲなどの陰地性のジャノメチョウ類が上位を占める．しかし，林縁的要素のつよい森林の区間では，生息環境の幅の広いアオスジアゲハやキチョウなどが上位を占め，また森林性からオープンランド性まで幅広く多くの種がみられ個体数も多かった．

このように，同じように見える森林的環境でも，極相に近いうっぺいした暗い照葉樹林と適度な撹乱（人為的な撹乱が中心）のある森林では，チョウ群集の構成がかなり異なり，林縁やギャップのあるやや明るい森林にチョウが多いことが確認された．同じことが，近畿地方の落葉性広葉樹林でも指摘されている（石井他，1993）．

3）年代の比較

福岡市におけるチョウの衰亡

イギリスで始まったチョウのモニタリング計画（Butterfly Monitoring Scheme）の最大の目的は，チョウの数の変化に関する情報を得ることであった．つまり，それぞれの場所におけるチョウの数の年次的な変化をとらえることが原点であった．この計画は1976年に始まりもう10年以上のデータが蓄積され詳しく分析されている．そして，その結果，普通種の個体数はほとんど変化していないのに，いわゆる希少種はあきらかな減少傾向がみられたという（Pollard & Yates, 1993）．我が国には，このような個体数の年次変化を追った組織的研究はないが，種の地域的衰亡・絶滅については県別レッドデータリスト（矢田・上田，1993）やその他多くの報告がある（浜ほか，1989）．

福岡市のチョウの衰亡・絶滅の記録については，福田（1993）によるレビューがある．彼によると，過去に福岡市から81種のチョウが記録されているが，1988年から1992年までの間に再確認されたのは計73種であった．筆者らが1992年以降モニタリングの調査地で確認したのは計62種である．とくに福岡市の都心部に近い平尾地区（南公園，鴻巣山，平尾，田島を含む）では，ここ10年くらい前から急速に種数が減少し，現在確実に生息しているのは約50種にすぎない．しかし，これらの記録は断片的であり，いつからどの種がどのように個体数を減らし，絶滅したのか，そしてその原因は何か，という点については手がかりとなるデータがまったく残されていない．そこで，年次的なモニタリングが重要になってくる．

「油山」，「南公園」および「田島」の3つの場所において1992年～1995年までの間に，年間の総個体数がどのように変化したかをみると，油山では，かなり減少したが，南公園では変化はほとんどなく，田島は微増した，というように必ずしも一定の傾向は認められなかった．しかし，種数は1994年に若干増えているものの，この4年間ではいずれの場所でも減少し，さらに平均多様度H'についてはこの4年間でいずれも減少の一途をたどっている．また，優占度として，個体数の「上位5種が全体に占める割合（平均出現率％）」を見ると，いずれの場所においても，上昇傾向にあり，全体が少数の種で占有される割合が高くなってきたといえる．環境の自然度―多様性は単に個体数や種数だけでなく種の多様度が重要な要素であるといわれている．そうとすれば，上記3地点での平均多様度の減少は多様性の減少を示唆しているといえよう．しかし，わずか4年間でチョウ群集の衰亡を云々することはもちろんできない．後に述べるように，とくに1994年は7月以降の異常渇水・異常高温がチョウに及ぼした影響が少なくないと予測されるのでなおさらである．なお，油山のデータについては，福

岡市油山自然観察センターによるチョウの定期調査に関する報告を参考にした（佐々木・中村，1995など）．

個々の種についてみると，ヤマトシジミやチャバネセセリは増加しているのに，キマダラセセリ，クロヒカゲはいずれの場所でも減少し，とくにツマグロキチョウはここ数年まったく目撃されていない．これらのチョウの増減を支配している要因がなになのかは憶測の域をでないが，少なくともモニタリング調査をすることによって，それぞれの種がおかれている現状だけは把握できるであろう．

季節消長のタイプ

個々の種の個体数変動をモニターするためには，それぞれの場所の季節消長がどのようなものか把握する必要がある．一般に，毎年一定以上の個体数がカウントされる場合，典型的な季節消長パターンをあらわすことが多い．これは，その場所がその種のおもな生息場所となっているためと推察される．しかし，イチモンジセセリのように個体数は多いが年変動が激しかったり，トラフシジミのように個体数がごく少数の場合は不規則な消長パターンを示すことが多い．これはその場所がその種の生息場所でないか，あるいはきわめて不安定な生息場所である可能性が高い．

それぞれの種が，さまざまな場所をどのように利用しているのかについては，種の保護を具体的に進めるにあたって不可欠であるが，季節消長のタイプを把握することはこの点からも重要である．

森下(1967)や日浦(1976)による分布型による分類にしたがって，季節消長パターンを区別した結果，安定している消長タイプでは日華区系が多く，不安定タイプでは東洋区系が多い傾向がみられた．Pollard *et al.* (1993)は，より安定した年次変動を示す種が，より衰亡しやすい傾向があると指摘している．

気象との関係

このような季節消長やその年次変化を比較するときに，とくに留意しておかねばならないのは，気象条件との関連であろう．そこで，福岡市の気象について，福岡管区気象台のデータをもとにこの4年間の変化をまとめてみた（図21）．1994年7月から9月にかけて福岡市で大渇水をおこした異常高温，異常小雨の傾向がはっきりと見られる．このような，気象条件は，チョウ類の季節消長にどのような影響を与えているであろうか．年次ごとに比較的消長の安定している種をとりあげて，チョウの消長と気温・雨量の関係を調べてみた．

ナガサキアゲハやモンキアゲハなどの消長グラフをみる

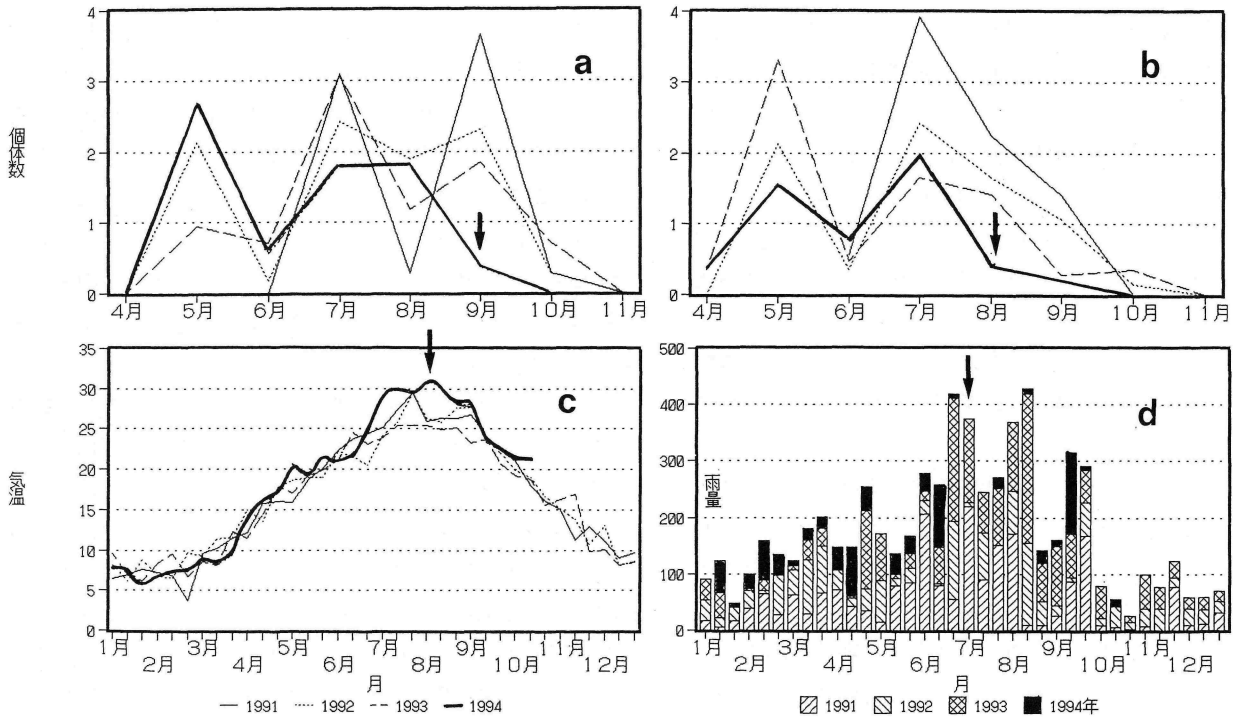

図21　福岡市におけるチョウの季節消長と気温・降雨量の関連（1991－1994年）．a：ナガサキアゲハの季節消長，b：モンキアゲハの季節消長，c：福岡市の平均気温，d：福岡市の降雨量(1994年は異常な高温・渇水の年であった．矢印は異常な数値を示している．気象データは福岡管区気象台（1991-94）による)

Fig. 21 Relationship between seasonal occurrence of butterflies and temperature / rainfall in Fukuoka City (1991-94). a: Seasonal occurrence of *Papilio memnon*; b: Seasonal occurrence of *Papilio helenus*; c: Mean temperature in Fukuoka City; d: Rainfall in Fukuoka City (The year 1994 was exceptionally hot and dry. Arrows indicate abnormal balues. Meteorological statistics are obtained from Fukuoka District Meteorological Observatory (1991-94).

と，1994年の７月までは例年並みの個体数の変化が見られるのに，８月以降は個体数が急に減っている．そして，その個体数の減少は異常高温や異常少雨の始まりから約１カ月遅れて見られた．この傾向は南公園に近い住宅地域である田島ルートにおいても平行して見られた．これらのことから，1994年８月以降のチョウ類の大幅な減少は一地域だけの問題ではなく，少なくとも福岡市の平野部全域に共通して見られた現象と考えられる．そして，この影響は翌年1995年の世代にも影響を引きずっているようである．たとえば，1994年８月以降個体数が激減した林縁性のナガサキアゲハ，モンキアゲハ，ヒメウラナミジャノメなどの発生が1995年の春～初夏にきわめて少なかった．これは市全体に観察されている傾向であるが，とくにヒメウラナミジャノメに顕著である(図13ｃ)．また，田島におけるナガサキアゲハのこの４年間の個体数の季節消長をみると，1995年の発生量は例年の1/5以下しかなかった．しかし，一方で，昨年の渇水・高温がむしろ幸いしたのではないかと思われる種もある．その典型的な例はヤマトシジミである．1995年の発生量は８月から10月まで例年のレベルを大きく越えた（図12ｆ)．

このような1994年の異常気象は，予想されたことではあるが，1995年のチョウ類の発生にかなりの影響を与えているように思われる．そして，その気象の影響の程度は種によって特徴があり，要約すればつぎの３点になる．

①気象の影響が強かった種は，一般に林縁性の種が多い．

②影響の少なかった種は，おもに森林内部に生息している種である．

③むしろ個体数を増加させた種は，オープンランド性の高温，乾燥に強い種である．

これらの観察結果はわずか１回きりの異常気象によるものであり，気象と個体数の因果関係はあるともないともいえない．しかしいずれにしても，それぞれの種の季節消長のパターンや気象条件からの影響の程度を十分把握しておかなければ，種の衰亡・絶滅の前兆を知ることはほとんど不可能である．このことから，年代別の長期にわたるモニタリング調査がきわめて重要になってくると思われる．

５．謝　辞

本研究を進めるにあたり，福岡市在住の多くのボランテアのチョウ類同好者，研究者の皆さんに協力していただいた．とくに頻繁に協力下さった次の方々に深く感謝申し上げる：福田　治，東浦祥光，紙谷聡志，川上太朗，桝永一宏，松本吏樹郎，中村　聡，坂井　誠，佐々木公隆，山本徹和，吉澤和徳（ＡＢＣ順)．

また，本研究を終始ご指導下さった九州大学大学院比較社会文化研究科の三枝豊平教授，嶌　洪教授，ならびに数学的な面から種々ご教示下さった九州大学経済学部の阪口紘治教授にも感謝申し上げる．

本論文の原稿を読み適切なアドバイスを下さった大阪府立大学農学部の石井　実教授に深く御礼申し上げる．

南公園，大濠公園，鴻巣山，油山での調査に際しては，調査地図の提供など種々便宜を図って下さった福岡県，福岡市の関係諸官庁（とくに公園事務所，緑地課）の方々に御礼申し上げる．

なお，本研究の一部は，日本生命財団研究助成(「人間の豊かな生活の環境指標としての蝶の近年の分布と個体数の変化と保護方法の研究」1990-92年）を受けた．代表者の南山大学名誉教授阿江　茂博士をはじめ関係の方々に御礼申し上げる．また，本研究の一部は，平成８年度文部省科学研究費（基盤Ｃ，課題番号08680613）から補助を受けた．

参考文献

福田　治，1993．福岡市における都市化と蝶類の衰亡．昆虫と自然，28(12)：25-30．

福岡管区気象台（編)，1991-94．福岡管区気象台気象月表．

福岡市環境局環境保全部（編)，1986．福岡市環境プラン．250pp. 福岡市．

Hall, M.L., 1981. Butterfly Monitoring Scheme: instructions for independent recorders. Institute of Terrestrial Ecology, Cambridge.

浜　栄一・石井　実・柴谷篤弘（編)，1989．日本産蝶類の衰亡と保護（第１集)．145pp. 日本鱗翅学会，大阪．

日浦　勇，1976．奈良県橿原市箸喰および大阪市長居公園における蝶の生態(1972年の観察)．自然史研究，1(7)：175-188．

――1976．大阪・奈良地方における蝶相とその人為による変貌．1(10)：189-206．

石井　実・植田邦彦・重松敏則，1993．里山の自然をまもる．171pp．築地書館，東京．

――・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(4)：183-195．

環境庁（編)，1991．日本の絶滅のおそれのある野生生物（レッドデータブック)．273pp. 環境庁．

河端政一，1976．福岡市近郊のチョウ類の種類構成と季節変化に関する一資料．生理生態，(17)：359-363．

木元新作・武田博清，1989．群集生態学入門．198pp. 共立出版，東京．

Kudrna, O., 1986. Aspects of the conservation of butterflies in Europe. Butterflies of Europe (O. Kudrna, ed.). Vol. 8. AULA-Verlag, Wiesbaden.

森下正明，1967．京都近郊における蝶の季節分布．「自然―生態学的研究」(森下．吉良編)：95-132．中央公論社，東京．

Pollard, E., 1991. Monitoring butterfly numbers. In ' Monitoring for Conservation and Ecology (Gold-

smith, ed.)'. pp.87-111.
—— & T.J. Yates, 1993. Monitoring butterflies for ecology and conservation. 274pp. Chapman & Hall, London.
——, D. O. Elias, M.J. Skelton & J.A. Thomas, 1975. A method of assess ing the abundance of butterflies in Monks Wood National Nature Reserve in 1973. Entomologist's Gaz., 26: 79-88.
佐々木公隆・中村　聡，1995．ルートセンサス法による蝶の個体数調査（1994年）．福岡市油山市民の森自然環境調査報告，(1)：43-46．
巣瀬　司，1990．環境指標としての蝶．昆虫と自然，25(12)：16-19．
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，大阪．pp. 527-566．
山本道也，1981．チョウのセンサス法とその問題点．生物教材（木古内），16：25-46．
——1988．蝶類群集の研究法．蝶類学の最近の進歩．pp. 191-210．日本鱗翅学会，大阪．
——1991．竜ヶ崎市周辺のチョウ相，1983年—環境選好性—　流通経済大学論集，26(2)：41-53．
Yata, O., 1996. Decline and conservation of butterflies in Fukuoka City, Japan. Decline and Conservation of Butterflies in Japan. III. (Ae, S. A. *et al.* eds.) (Proceedings International Symposium on Butterfly Conservation, Osaka, Japan, 1994): 78-85. Lep. Soc. Japan, Osaka.
矢田　脩・上田恭一郎（編），1993．日本産蝶類の衰亡と保護　第2集．205pp. 日本鱗翅学会，大阪．

(1996年9月30日受付；1996年12月1日受理)