

Table 1 Numbers of species and counts of butterflies in each observation in two routes of Kozu, Odawara City.

Date	2022																								2023													
	Apr.			May			Jun.		Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.			Dec.			Jan.	Feb.		Mar.								
	17	23	30	5	22	28	11	19	2	9	18	24	30	7	20	27	4	17	15	1	9	15	22	30	6	12	19	27	4	11	24	9	12	26	11	19		
Temperature(°C)	22.0	22.5	18.0	23.0	21.0	23.0	24.0	29.0	31.0	32.0	28.5	28.5	31.0	28.0	27.5	27.5	29.0	24.0	24.0	23.5	22.0	21.5	19.5	22.5	21.0	20.0	21.0	18.0	16.5	14.5	12.5	15.5	16.5	13.5	19.0	17.0		
No. species	5	5	1	1	2	5	3	6	6	6	3	3	4	1	1	3	4	4	7	4	1	8	0	9	4	4	4	6	5	4	0	0	0	0	0	0	3	2
Route A No. butterflies	13	9	1	3	6	5	5	6	11	10	4	6	5	1	1	15	11	8	16	18	1	54	0	21	6	9	9	9	8	10	0	0	0	0	0	0	7	14
Mean monthly No.	7.7			4.7			5.5		7.2			5.7			11.7			18.8			8.3			6.0			0	0		10.5								
No. species	8	9	8	13	11	11	6	6	11	11	11	12	11	9	6	9	10	7	6	12	2	10	2	7	7	13	8	6	6	7	0	0	0	0	0	0	7	2
Route B No. butterflies	36	21	23	40	31	39	26	29	41	26	37	55	32	20	16	15	39	12	9	47	2	79	2	24	16	64	32	24	16	20	0	0	0	0	0	0	13	2
Mean monthly No.	26.7			36.7			27.5		38.2			17.0			20.0			30.8			34.0			12.0			0	0		7.5								
No. species	9	10	8	12	12	14	7	9	12	12	11	12	13	9	6	9	11	9	12	14	3	13	2	12	10	13	8	8	8	9	0	0	0	0	0	0	8	4
Total No. butterflies	49	30	24	43	37	44	31	35	52	36	41	61	37	21	17	30	50	20	25	65	3	133	2	45	22	73	41	33	24	30	0	0	0	0	0	0	20	16
Mean monthly No.	34.3			41.3			33.0		45.4			22.7			31.7			49.6			42.3			18.0			0	0		18.0								

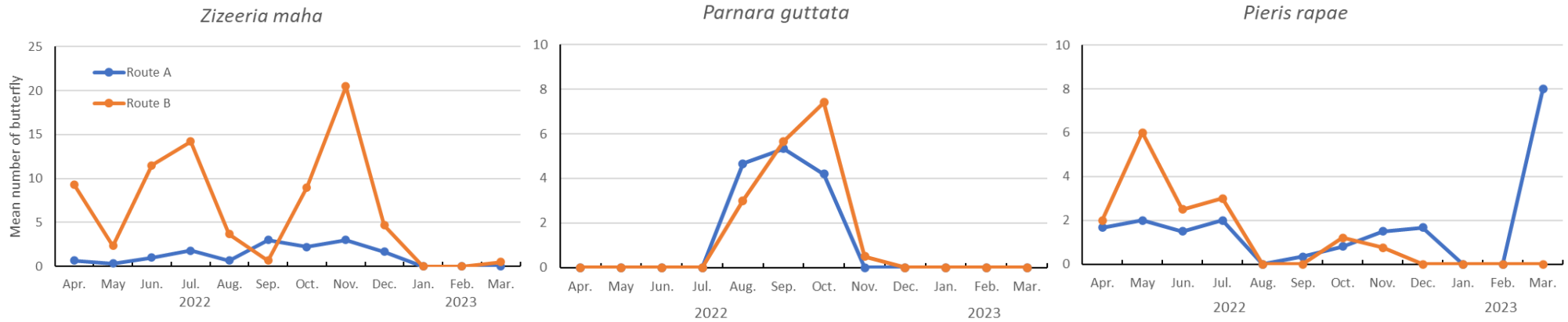


Fig. 2 Seasonal prevalence of the top 3 dominant species.

Table 2 Total number (corrected number) of each butterfly species on the two routes from April 2022 to March 2023.

Species		Total annual number (corrected annual number*)		
Scientific name	Japanese name	Route A	Route B	Total
Papilionidae アゲハチョウ科				
<i>Byasa alcinous</i>	ジヤコウアゲハ		13(4.07)	13(4.07)
<i>Graphium sarpedon</i>	アオスジアゲハ		14(3.47)	14(3.47)
<i>Papilio xuthus</i>	アゲハ	7(2.10)	48(15.30)	55(17.40)
<i>P. machaon</i>	キアゲハ	1(0.50)	2(0.67)	3(1.17)
<i>P. memnon</i>	ナカサキアゲハ		27(7.32)	27(7.32)
<i>P. helenus</i>	モンキアゲハ		6(1.73)	6(1.73)
<i>P. protenor</i>	クロアゲハ		4(1.07)	4(1.07)
<i>P. dehaanii</i>	カラスアゲハ		4(1.53)	4(1.53)
Pieridae シロチョウ科				
<i>Anthocharis scolymus</i>	ツマキチョウ	3(1.00)	1(0.33)	4(1.33)
<i>Pieris rapae</i>	モンシロチョウ	56(19.47)	53(15.45)	109(34.92)
<i>P. spp.</i>	スジクワシロチョウ類	16(4.37)	59(18.95)	75(23.32)
<i>Eurema mandarina</i>	キタキチョウ	15(3.47)	12(3.60)	27(7.07)
<i>Colias erate</i>	モンキチョウ	16(4.92)	26(9.00)	42(13.92)
Lycaenidae シジミチョウ科				
<i>Curetis acuta</i>	ウラギンシジミ	2(0.45)	7(1.50)	9(1.95)
<i>Narathura japonica</i>	ムラサキシジミ		9(3.53)	9(3.53)
<i>N. bazalus</i>	ムラサキツバメ		3(0.73)	3(0.73)
<i>Lycaena phlaeas</i>	ベニシジミ	8(2.73)	10(3.32)	18(6.05)
<i>Zizeeria maha</i>	ヤマトシジミ	53(14.33)	284(76.37)	337(90.70)
<i>Everes argiades</i>	ツバメシジミ	3(1.00)		3(1.00)
<i>Tongeia filicaudis</i>	ムシヤクワツバメシジミ		1(0.20)	1(0.20)
<i>Celastrina argiolus</i>	ルリシジミ	4(0.93)	15(4.60)	19(5.53)
<i>Lampides boeticus</i>	ウラナシジミ	40(8.72)	49(12.02)	89(20.74)
Nymphalidae タテハチョウ科				
<i>Libythea lepita</i>	テンゴウチョウ		4(1.50)	4(1.50)
<i>Vanessa cardui</i>	ヒメアカタテハ		4(1.07)	4(1.07)
<i>V. indica</i>	アカタテハ	2(0.40)	8(2.45)	10(2.85)
<i>Polygonia c-aureum</i>	キタテハ	6(2.12)	16(4.55)	21(6.67)
<i>Kaniska canace</i>	ルリタテハ		1(0.33)	1(0.33)
<i>Argyreus hyperbius</i>	ツマクワロヒョウモン	4(1.07)	2(0.67)	6(1.74)
<i>Neptis sappho</i>	コミスジ		4(1.33)	4(1.33)
<i>Ladoga camilla</i>	イチモンジチョウ	2(0.83)		2(0.83)
<i>Hestina assimilis</i>	アカボシゴマダラ	2(0.53)	16(3.87)	18(4.40)
<i>Ypthima argus</i>	ヒメウラナミシヤノメ	3(0.60)	50(14.40)	67(15.00)
<i>Mycalesis francisca</i>	コシヤノメ	1(0.20)	12(3.73)	22(3.93)
<i>M. gotama</i>	ヒメジヤノメ	4(1.33)	8(2.70)	5(4.03)
<i>Melanits phedima</i>	クロコマチョウ		6(1.92)	6(1.92)
<i>Lethe diana</i>	クロヒカゲ		1(0.20)	1(0.20)
<i>L. sicelis</i>	ヒカゲチョウ		9(2.20)	8(2.20)
<i>Neope spp.</i>	キマダラヒカゲ類	1(0.20)	3(1.00)	4(1.20)
<i>Parantica sita</i>	アサキマダラ		1(0.20)	1(0.20)
Hesperiidae セセリチョウ科				
<i>Daimio tethys</i>	ダイミョウセセリ		3(0.87)	4(0.87)
<i>Thoressa varia</i>	コチャバネセセリ		1(0.33)	1(0.33)
<i>Pelopidas mathias</i>	チャバネセセリ	2(1.33)	27(5.70)	29(7.03)
<i>Parnara guttata</i>	イチモンジセセリ	51(14.20)	65(16.57)	116(30.77)
Total no. spcies		24	41	44
Total no. butterflies		302(85.92)	888(250.33)	1190(336.25)

*:Corrected number = Σ Mean monthly numbers

察個体数が 0 であった。ルート B では冬季の 12/24~2/26 は観察個体数が 0 で、冬季でも比較的温暖な日を選んで調査したが、この調査では越冬個体の飛翔は見られなかった。また、ルート間の月平均個体数を比較すると、ルート B のほうが有意 ($p < 0.01$) に多かった。

各ルートで観察された種類は表 2 の通りで、ルート A が 24 種、ルート B が 41 種で、全体としては 45 種が観察された。

このうち個体数の上位 3 種は、1 位がヤマトシジミ (337 個体)、2 位がイチモンジセセリ (116 個体)、3 位がモンシロチョウ (109 個体) であった。これら 3 種の月平均個体数の推移は図 2 の通りで、ヤマトシジミはルート B では 4 月、6~7 月、11 月に個体数の大きなピークが認められた。またイチモンジセセリは 8~10 月に一峰性のピークが見られた。モンシロチョウはルート A では 3 月、ルート B では 5 月にピークが見られた。

なお、今回の調査では記録されなかったが、この地区で筆者がこれまでに目撃している種類としてはウラゴマダラシジミ、ゴマダラチョウ、キマダラセセリ、オオチャバネセセリがある。

3.2 多様度指数

各ルートの多様度指数 (H' および $I-\lambda$) を表 3 に示した。ルート A は $H'=3.49$ 、 $I-\lambda=0.88$ で、ルート B は同様に、4.02 および 0.88 を示し、ルート B のほうが種類数は多かったものの、個体数を加味した多様度指数では差は見られなかった。また、近隣の大磯丘陵 2 地点で実施された調査⁷⁾と比較すると、今回の結果のほうが、多様性が低かった。

Table 3 Comparison of indices of butterfly assemblages of 4 routes in Koze and Oiso*.

	Koze, Odawara			Oiso*	
	Route A	Route B	Total	Tsuchiya	Ikusawa
Species richness	25	41	45	50	47
Species diversity index					
H'	3.49	4.02	4.04	5.08	5.11
$I-\lambda$	0.88	0.88	0.89	0.96	0.97
Existence ratio					
$ERps$	1.60	2.21	2.05	2.58	2.70
$ERas$	2.33	3.17	2.96	4.17	3.87
$ERrs$	4.28	3.32	3.56	2.77	2.87
$ERus$	1.79	1.30	1.43	0.73	0.76

*From Osada et al. (2014)

3.3 環境評価指数

表 3 下段に示した通り、 ERx による評価では、どちらのルートも三次段階 (rs) の値が最も大きくなり、「農村・人里」の環境段階と判定された。ただし $ERrs$ 値はルート A では 4.0 を超え、四次段階のより人工的な環境にあると判断された。また二次段階 (as) の値はルート B のほうがやや大きく、ルート A よりも「非定住利用」の傾向が強かった。なお、大磯丘陵 2 地点は $ERas$ の値が最も大きく、国府津地区よりも人工的な圧力が低いと判断された。

3.4 類似度

年間の確認種数に基づくルート A と B の間の類似度 (QS) は 0.667 であった。これに対して、各ルートの大磯丘陵 2 地点との比較を表 4 に示した。ルート A は大磯の土屋、生沢との類似度がいずれも 0.658 であったのに対して、ルート B は 0.783 および 0.831 を示し、ルート A との類似度よりも高い値を示した。

Table 4 Resemblance of species diversity (QS) of butterfly between Koze and Oiso*.

	Tsuchiya*	Ikusawa*
Route A	0.658	0.658
Route B	0.783	0.831
Total	0.792	0.839

*From Osada et al. (2014)

4. 考察

4.1 近隣地域との比較

2000 年までに神奈川県内で記録されてきたチョウ類は絶滅・迷チョウ・偶産を含め 132 種であるが、小田原・箱根地区では絶滅・迷チョウ・偶産を除くと、83 種となっている⁸⁾。この調査で確認された種類数としてはこの約半数程度であるが、83 種の中には箱根山系の標高 600 m (仙石原は標高 640 m) 以上の地域のみで確認されている種類も多く含まれており、小田原東部の今回の地区とは様相が異なると考えられる。

小田原市内のチョウ類の記録としては、波多野・神保⁹⁾や箱根蝶の会¹⁰⁾がある。この 2 つの報告では、いわゆる普通種のアオスジアゲハ、モンキチョウ、ヒメアカタテハ、コミスジ、ヒ

メジャノメ、チャバネセセリなどの小田原市内の記録が示されていない。その上で、これまで記録がなく、今回記録されたものとして、上記6種に加えて、クロアゲハ、カラスアゲハ、ムシクロツバメシジミ、アカボシゴマダラ、イチモンジチョウ、コチャバネセセリであった。

大磯丘陵での調査結果⁷⁾と比較した時、大磯で確認され、また食餌植物が国府津地区にも自生している点で、生息可能性のある種としては、コナラやクヌギを食樹とするアカシジミ、ミズイロオナガシジミなどの平地性ゼフィルス類、エノキを食するヒオドシチョウが挙げられる。また今回の調査地ではカラスアゲハが観察されたものの、ミヤマカラスアゲハ、オナガアゲハは観察されなかった。カラスアゲハの食樹としてはコクサギ、キハダ、カラスザンショウ、サンショウ、イヌザンショウなど、ミヤマカラスアゲハやオナガアゲハと共通する木本が多い¹¹⁾。本調査地ではオナガアゲハ、ミヤマカラスアゲハの主たる食樹であるコクサギ、キハダ、カラスザンショウが確認できていないことから、食餌植物の選好幅の広いカラスアゲハは、庭植えのサンショウや栽培種のミカン類から発生している可能性があると考えられる。

また、小田原市北西部などには生息しているものの、今回見つからなかった種として、ミヤマセセリ、トラフシジミ、コツバメ、ミドリヒョウモン、メスグロヒョウモンがあった。これは今回の調査でたまたま見つからなかったというよりも、本研究の調査地の環境が小田原市北西部とは違うことが要因と推測される。今後の継続的な調査が必要であるが、長田ら⁷⁾の調査の時点で、かつて記録のあったツマグロキチョウ、ミドリシジミ、ゴイシシジミ、シルビアシジミ、アサマイチモンジ、コムラサキ、ギンイチモンジセセリが途絶えているとされたように、国府津地区でもかつてはこれらの種が生息していたのかもしれない。

4.2 チョウ類の種多様性による環境評価

チョウ類出現種に基づく環境評価には多くの解析手法が考案されている¹²⁾が、今回は比較的オーソドックスな手法で解析した。

チョウ類の存在階級比 (ER_x) による環境評価は、指標となる4モデル(原始段階、二次段

階、三次段階および四次(都市)段階)が提示されている⁵⁾。

ER_x の数値の合計は10となるが、今回の調査ではルートAにおいて ER_{rs} が4を超えた一方、ルートBは E_{ras} と ER_{rs} の値が近似的で、三次段階の環境と判定された。

トランセクト調査は調査地環境を土地利用状況や植生などから区分し、セクションごとにチョウ類の種・数を記録していくものである。日本では数kmの距離で連続したような植生を見ることは極めて困難である。チョウ類の多様性は植生の多様性を反映するが、日本におけるチョウ類トランセクト調査では、調査ルートを長く設定するほど、多様な要因が入り込み、結果として、環境評価が類似してしまう可能性がある。本研究のルートBでは寺社竹林や、ほぼ1日中、地面に日光の当たらない谷底地形があり、年間に渡り蝶影が極めて薄いセクションがあったが、ルートBの中に埋没することで、結果的にルート間であまり大きな違いとはならなかった。

また、調査回数が多いほど、記録されるチョウ種が多くなるのには蓋然性があり、先行研究では月に2回以上行われることが多い。しかしながら、チョウ類の活動に好適と見られる条件で調査を実施しても観察種や個体数にはばらつきは見られる。さらに調査時間帯も10時~15時頃に実施することが推奨されるが、こうした時間では、夕刻に活動が盛んになるゼフィルス類が記録されにくい可能性がある。

またカタバミ群落からあまり離れないヤマトシジミや、家庭菜園で発生しているモンシロチョウなどは、食草や蜜源植物上で群飛していることがあり、調査時にそうした場所を通過すると観察数が急増しやすい一方、アゲハチョウ類やタテハチョウ類は狭い空間で群れ飛ぶことが少ないため、観察数はそれほど多くならないという調査手法の特徴がある。したがって、調査目的として、「種の多様性」か、「発生量の季節変動」を評価するかを明確にすることが必要であろう。

4.3 新規分布の可能性

今回のようなチョウ類の記録は将来的な環境の変化の指標としやすい。神奈川県内のチョ

ウ類について、2000年の時点では、現在では比較的目撃頻度の高いツマグロヒョウモンが「偶産種」、近年、県内で定着してきたアカボシゴマダラやムラサキツバメは「記録なし」となっていた⁸⁾。

今回の調査では、ごく最近になって神奈川県内での確認記録が相次いでいるムシャクロツバメシジミが記録された¹³⁾。近年は温暖化と物流の増大によってチョウ類の分布が短期間で変化しつつあるが、南方系の種類で、今後、この地域に分布を拡大する可能性のある種類としては、静岡県まで分布を広げているイシガケチョウ¹⁴⁾、ヤクシマルリシジミ¹⁵⁾、サツマシジミ¹⁶⁾や、ソテツ類の害虫として神奈川県内でも散発的に発生しているクロマダラソテツシジミ¹⁷⁾などが挙げられる。また、北方系の種類として、北海道、本州、四国（山地のみ）に分布するウスバシロチョウの分布拡大の可能性も指摘されている¹⁸⁾。本種の食草ムラサキケマンは本調査地にも自生し、山林周辺の耕作放棄地など、本種にとって好適な環境が増えている。本種は1997年に小田原市内で初記録が報告されていることから、国府津地区にも定着する分布が広がる可能性が考えられる。

参考文献

- 1) 環境省生物多様性センター・日本自然保護協会 (2015): モニタリングサイト 1000 里地 調査マニュアル. チョウ類 ver.3.1. pp10
- 2) van Swaay, C.A.M., P. Nowicki, J. Settele and A.J. van Strien (2008): Butterfly monitoring in Europe: methods, applications and perspectives. *Biodiversity and Conservation*, 17, pp3455-3469.
- 3) 白水隆 (2006): 日本産蝶類標準図鑑, 学研プラス. pp336
- 4) 木元新作・武田博清 (1989): 群集生態学入門, 共立出版, pp198
- 5) 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), pp527-566.
- 6) Sørensen, T.A. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons, *Biol.Skr.K.danske Vidensk. Selsk.*5, pp1-34.
- 7) 長田庸平・石井実・岡島秀治 (2014): 神奈川県大磯丘陵の里山におけるチョウ類群集の種多様性. *蝶と蛾*, 65(1), pp17-25.
- 8) 相模の蝶を語る会 (2000) かながわの蝶. バタフライ・ウォッチング, 神奈川新聞社, pp172
- 9) 波多野連平・神保康明 (2002): 小田原・箱根付近の蝶—最近の新知見. 小田原市郷土文化館研究報告, 38, pp1-6.
- 10) 箱根蝶の会 (1998): 1996年と1997年に記録された小田原・箱根付近の蝶類目録. 小田原市郷土文化館研究報告, 17, pp35-40.
- 11) 福田晴男・浜栄一・葛谷健・高橋昭・高橋真弓・田中蕃・田中洋・若林守男・渡辺康之 (1982): ミヤマカラスアゲハ. 原色日本蝶類生態図鑑(1), 保育社, pp118-127
- 12) 中村寛志 (2010): チョウ類を指標種とした環境評価手法と環境アセスメント. *環動昆*, 21(2), pp 85-91
- 13) 橋本知幸 (2023): 神奈川県小田原市のムシャクロツバメシジミの記録. *月刊むし*, 623, p55
- 14) 清邦彦 (2023): 静岡県中西部のイシガケチョウの記録(2022年). *駿河の昆虫*, 281, p7709.
- 15) 矢後勝也・中原真一・阿部渉・磯畑芳樹・友国雅章・上島励 (2009): 関東におけるヤクシマルリシジミの発見および生態, 形態と分子解析に基づいた分散経路の推定. *蝶と蛾*, 60(1), pp9-24.
- 16) 小沢資朗 (2008): 藤枝市周辺でのサツマシジミの記録駿河の昆虫, 221, pp6129-6133.
- 17) 岩野秀俊・畠山吉則 (2013): 関東において発生したソテツの害虫クロマダラソテツシジミの分布拡大の様相と遺伝子解析. *蝶と蛾*, 64(2) pp50-58.
- 18) 金澤仁史 (1998): 神奈川県西部へのウスバシロチョウの侵入状況. 小田原市郷土文化館研究報告, 17, pp45-47.

Summary

The species diversity of butterfly assemblages was investigated using the transect count method at two specific routes (A and B), in Kozu area, Odawara city, southern Kanagawa Prefecture from April 2022 to March 2023. A total of 1,190 butterflies belonging to 45 species were observed in these two routes. The top three species recorded during the observation period

were *Zizeeria maha* (337 individuals), *Parnara gutatta* (116), and *Pieris rapae* (109). Winter surveys from late December to late February were also conducted on relatively warm days, but no overwintering individuals were observed. Though, the number of species observed on Routes A and B were 24 and 41, respectively, but the species diversity H' and Simpson diversity index $(1-\lambda)$ were generally similar, i.e., 3.51 and 0.88 for Route A and 3.94 and 0.88 for Route B, respectively. Of the four Existence Ratios (ERps, ERas, ERrs, and ERus) determined using environmental assessment index values based on butterfly species counts, the ERrs was the highest for both routes. However, the Quotient of Similarity (QS) between routes A and B based on the number of confirmed species per year was only 0.667 due to different vegetation and land use conditions. The number of confirmed species was approximately half of that observed in the northwestern part of Odawara City, which includes a highland area. Moreover, compared with the two neighboring districts in Oiso Town (Tsuchiya and Ikusawa), Route B exhibited higher QS values than Route A. Species such as *Togea filicaudis*, which were previously unrecorded in preliminary surveys, as well as invasive species introduced by human activity and species of tropical or subtropical origin, have been documented. Conclusively, the local butterfly records supported by periodic surveys could serve as indicators of future environmental changes.