

- , 1967. Additional notes on the larvae of *Tanypteryx hageni* Selys. *Ibid.* **10**: 28.
- 武藤明, 1958. ムカシヤンマ幼虫は土中に穿った孔に棲む. *Ibid.* **1**: 20-21.
- , 1960. ムカシヤンマの生態 I. 成虫期の生態について. *昆虫* **28**: 97-109.
- , 1966. サラサヤンマの生態 (2). *生物研究* **10**: 10-15.
- , 1971. 石川県の蜻蛉相. 石川むしの会特別報告第3号.
- Tillyard, R.J. 1909. Studies in the life-histories of Australian Odonata 1. The life-history of *Petalura gigantea* Leach. *Proc. Linn. Soc. N.S.W.* **34**: 256-267.
- , 1911. Studies in the life-histories of Australian Odonata 4. Further notes on the life-history of *Petalura gigantea* Leach. *Ibid.* **36**: 86-96.
- , 1917. The biology of dragonflies. Cambridge Univ. Press.
- Williamson, E.B. 1900. Habits of *Tachopteryx thoreyi*. *Ent. News* **11**: 389-399.
- , 1901. Manner of oviposition of *Tachopteryx thoreyi*. *Ibid.* **12**: 4-3.
- Wolfe, L.S. 1953. A study of the genus *Uropetala* Selys from New Zealand. *Trans. Roy. Soc. New Zealand* **80**: 245-275.

Kontyū, 1971, **39** (3): 310-319.

日本および琉球列島産チョウ類の地理的分布の地域性について*

木 元 新 作

久留米大学医学部進学課程生物学教室

[SHINSAKU KIMOTO. REGIONAL DIFFERENCES OF THE BUTTERFLY-FAUNA OF JAPAN AND THE RYUKYU ARCHIPELAGO]

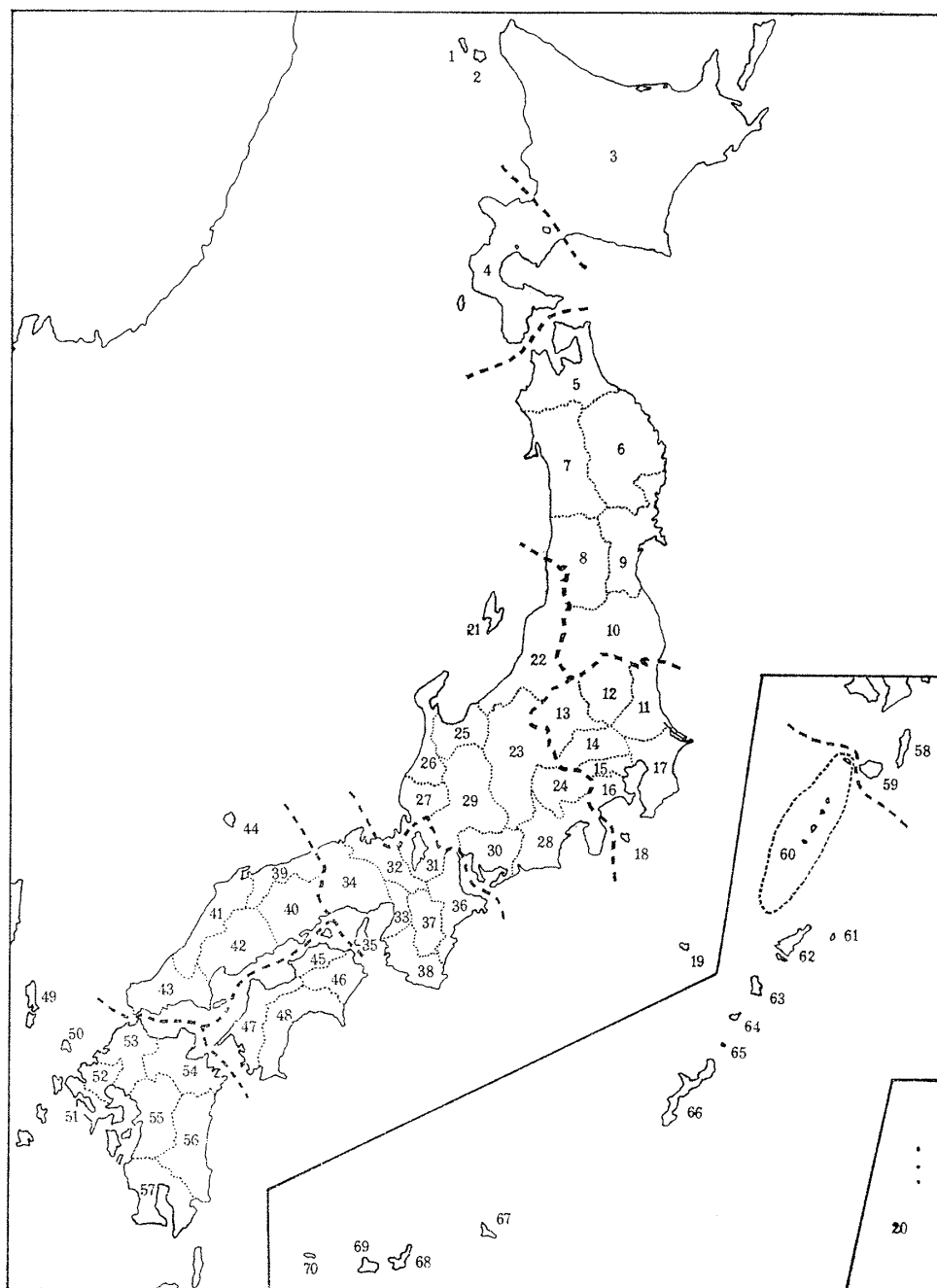
緒 言

昆虫類は動物地理学の研究対象として、今日まで歓迎される動物群ではなかった。昆虫相の調査が他の動物群に比較して、一般に遅れていることにもよるが、その理由の一つは昆虫類の種類数が極めて多いことであり、動物地理学の教課書的なものにも、昆虫類については触れていないことが多い。ところで、昆虫類の種類数の豊富なことは、その地理的分布の地域性を数量的に取扱う場合には、むしろ好ましい要因といえることができる。

昆虫相の数量的解析ないし比較法について、純理論的にサンプリング論を展開することは色々に可能であり、また日本の昆虫相の研究に当って、このような調査法によって全く新たに全国的な昆虫相調査をやり直すことも一つの方法ではある。しかし理論上はとに角、短期間にこのような調査を行なうことは実際上なかなか困難であり、特に多くの分類学者や採集家によって集積された、色々な昆虫群についての龐大な分布資料をそのままにしておくことは、あまりにも不経済なことに思われる。このような理由から、筆者は、南西諸島のハムシ類を対象として、昆虫相の数量的比較法についての予備的研究を行なってきた (Kimoto, 1966 および 1967)。

本研究の目的は勿論これらの研究の成果を基にして、日本のチョウ類の地理的分布の地域性を考察することであるが、同時に日本の昆虫類中最もその地理的分布の調査の進展しているチョウ類の資料を使用して、区系地理学の側から今日まであまり考えられなかった、比較の対象となる地域のとり方、特にその大きさの好ましい選び方についての資料を得ることも、その主要な目的であった。

* 本研究の数値計算は、昭和43年1月より同44年3月まで、課題番号7001B00094 および7001CG0017により東京大学大型計算機センターのHITAC5020を、又昭和44年6月より同45年3月まで課題番号7027A00300により、九州大学大型計算機センターのFACOM 230-60を使用して行なったことを明記する。



第1図. 日本及び琉球列島地図. 各地域の所産種類はかっこ中に示される.

[Fig. 1. Map of Japan and the Ryukyu Archipelago. The total number of species of each area is in parentheses.]

1, Rebun-tô (25). 2, Rishiri-tô (40). 3, NE Hokkaidô (103). 4, SW Hokkaidô (103). 5, Aomori (107). 6, Iwate (121). 7, Akita (105). 8, Yamagata (114). 9, Miyagi (112). 10, Fukushima (121). 11, Ibaragi (98). 12, Tochigi (122). 13, Gumma (135). 14, Saitama (117). 15, Tôkyô (112). 16, Kanagawa (118). 17, Chiba (74). 18, Izu-Ôshima (31). 19, Hachijô-jima (23). 20, Ogasawara Is. (9). 21, Sado-ga-shima (65). 22, Niigata (117). 23, Nagano (145). 24, Yamanashi (139). 25, Toyama (117). 26, Ishikawa (106). 27, Fukui (100). 28, Shizuoka (135). 29, Gifu (142). 30, Aichi (106). 31, Shiga (108). 32, Kyôto (107). 33, Ôsaka (96). 34, Hyôgo (119). 35, Awaji-shima (57). 36, Mie (100). 37, Nara (104). 38, Wakayama (105). 39, Tottori (117). 40, Okayama (120). 41, Shimane (111). 42, Hiroshima (118). 43, Yamaguchi (105). 44, Oki-no-shima (61). 45, Kagawa (93). 46, Tokushima (102). 47, Ehime (110). 48, Kôchi (107). 49, Tsushima (68). 50, Iki (39). 51, Nagasaki (76). 52, Saga (78). 53, Fukuoka (98). 54, Ôita (110). 55, Kumamoto (106). 56, Miyazaki (107). 57, Kagoshima (98). 58, Tane-ga-shima (52). 59, Yaku-shima (53). 60, Tokara Is. (30). 61, Kikai-ga-shima (29). 62, Amami-Ôshima (51). 63, Toku-no-shima (39). 64, Okierabu-jima (35). 65, Yoron-tô (27). 66, Okinawa-Hontô (53). 67, Miyako-jima (34). 68, Ishigaki-jima (68). 69, Iriomote-jima (64). 70, Yonakuni-jima (30).

研 究 方 法

1. 地理的分布の資料

この研究の基とした資料は、白水 (1965) の原図説「日本の蝶」の巻末に付せられた、日本産蝶府県島嶼別分布表である。この分布表では、琉球および小笠原を含む日本列島は 70 地域に区分されているが、その地理的区分およびその所産種類数は第 1 図に示されている。

2. ファウナの比較のための指数

白水 (1965) の分布資料について、70 地域相互の類似度を調べるために、次に述べる方法によって二つの指数をもとめた。これらの数値は元村 (1935) が群集構造の変化を表現するために考案した作図法にならって、70 地域のそれぞれについて定められた順序に、70 地域間の指数を連ねたグラフを作製した。この定められた順序とは第 1 図の地域区分の番号順である。

i) 野村・シンブソン指数。ファウナの数量的比較の方法として、共通種数に基づく方法は、比較的類似度の高い、共通種類の多いファウナ相互の比較に有効な方法である。共通種数に基づく方法にも正宗 (1931) の相関率、大塚 (1936) の親和率、Sørensen (1948) の類似率 (Southwood, 1966) などさまざまな指数が提唱されているが、野村の標準共通率、Simpson の提唱した同様な指数で、米国で Simpson's Coefficient としてよく知られている、野村・シンブソン指数 (Kimoto, 1967) は共通種数係数中最良のものと思はれる (野村, 1939 および 1940; Simpson, 1943; Kimoto, 1967)。

野村・シンブソン指数は次の簡単な式によって求められる。

$$NSC = C/N_1 \quad N_1 < N_2$$

但し、 N_1 と N_2 はそれぞれの地域の総種類数。 C は N_1 と N_2 の両地域間に共通に分布する種類数。

野村・シンブソン指数による結果は、第 2~4 図に示されている。

ii) タクソンについての調和度指数。海洋島が大陸島と異なる主要な点は、前者が個有種に富み、またいくつかの重要な動物群が欠除した、いわゆる調和の失はれたファウナ (disharmonic fauna) を示す点である。海洋島におけるほどではないにせよ、タクソン構成の相違は一般的なものであり、ファウナのタクソン構成が似ているものは、類縁関係が近いと考えられる。

タクソンについての調和度指数 (Harmony Index) は次の式によって求められる。

$$HI = \frac{2 \sum_{i=1}^z n_{1i} \cdot n_{2i}}{(\sum \pi_1^2 + \sum \pi_2^2) N_1 \cdot N_2} \quad 0 \leq HI \leq 1$$

$$\sum \pi_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^z n_{1i}^2}{N_1^2}, \quad \sum \pi_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^z n_{2i}^2}{N_2^2}$$

但し N_1 と N_2 はそれぞれの地域の総種類数、 n_{1i} と n_{2i} はそれぞれの地域の i 番目のタクソン (例えば属、亜科、科) に属する種類数。

属についての調和度指数による結果は第 5~7 図に示されている。

$\sum \pi_1^2$ の意味するものは、 z 群に分けられた N_1 個の玉の中から 1 個を選び、ついでそれを元の位置にもどし、また改めて 1 個を選んだ時、それが第 1 回目に選んだ玉と同一の群に属する確率である。したがって $\sum \pi^2$ が大であることは、タクソンの分岐度が小であることを示し、逆に小であることは、分岐度が大きいことになる。したがって $1/\sum \pi^2$ は分岐度 (Index of diversity) を示す指数といえることができる。

そこで調和度指数は次の変形によって、その意味するところは一層明かになる。

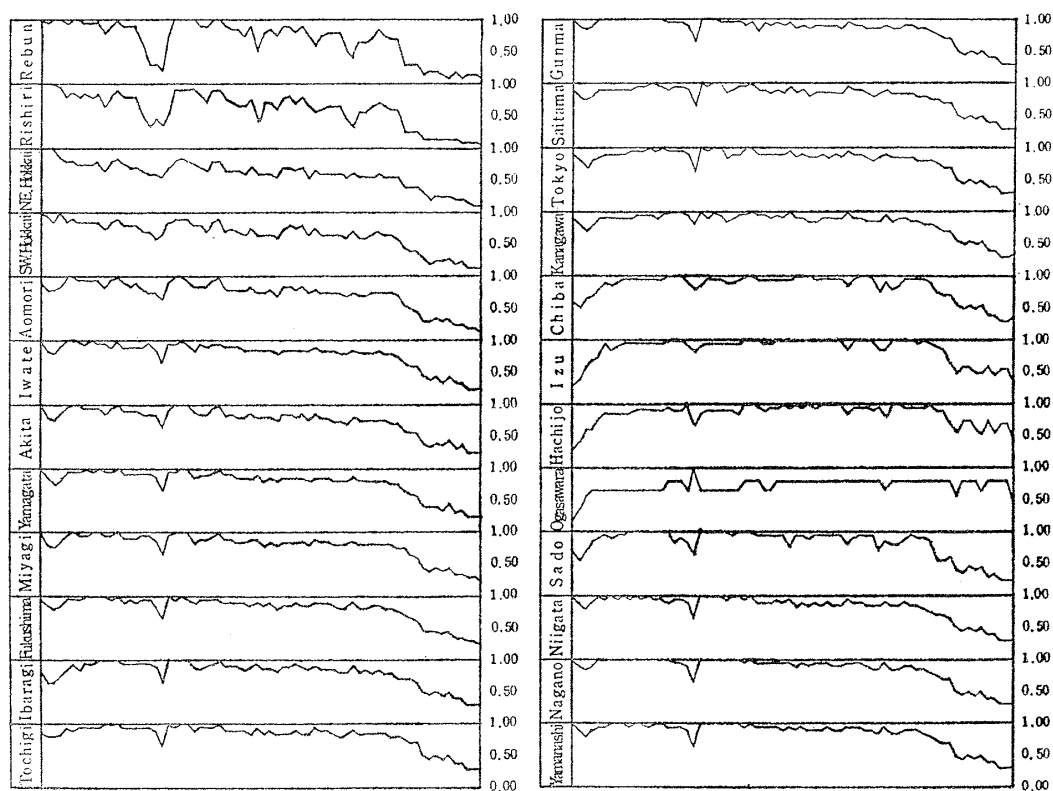
$$HI = \frac{\sum_{i=1}^z n_{1i} \cdot n_{2i}}{N_1 \cdot N_2} \bigg/ \frac{\sum_{i=1}^z \pi_1^2 + \sum_{i=1}^z \pi_2^2}{2}$$

この式の前半はそれぞれ z 群に分けられた N_1 個と N_2 個の玉から 1 個づつを選んだ場合、それが同一の群に属する確率であり、後半部は第 1 組と第 2 組における、第 1 回目と第 2 回目に選ばれた玉が同一群に属する確率の平均値である。したがって、第 1 組と第 2 組が全く同様な構成であれば HI の数値は 1 となり、第 1 組と第 2 組の間に同一群に属するものが全くない場合には 0 になる。

また、 z 群に分けられた N 個の玉から、1 個を選び続いて 2 個目を選ぶ場合に、その 2 個の玉が同一の群に属する確率は

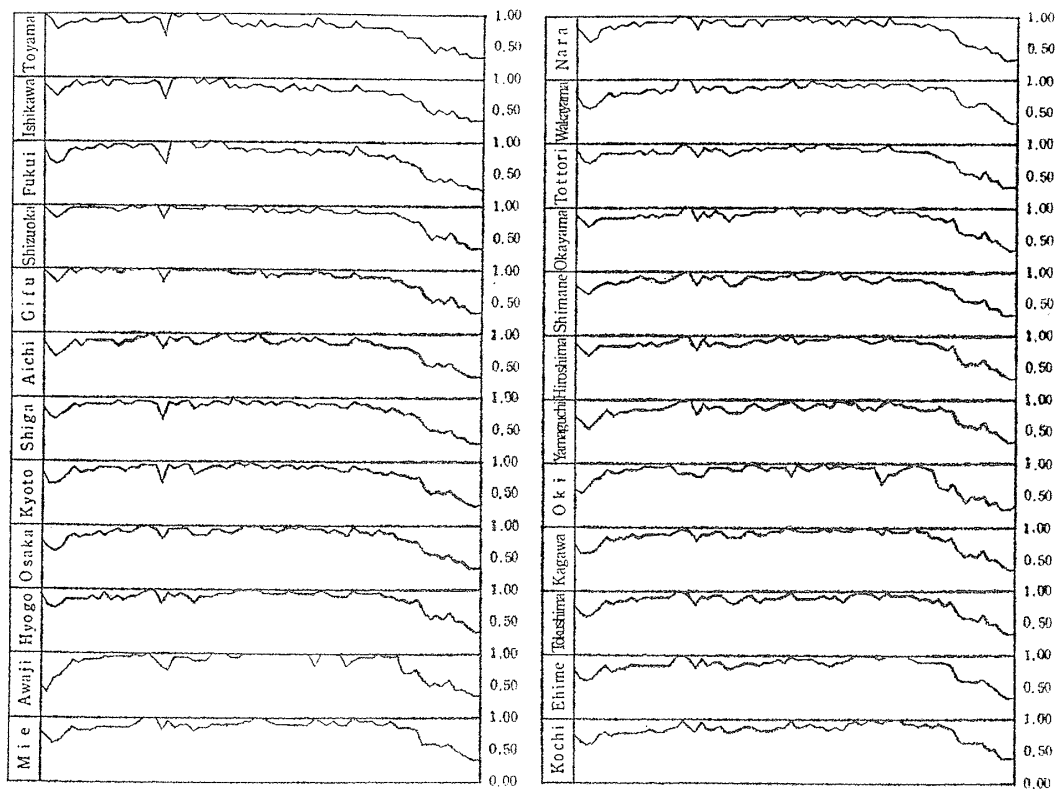
$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^z n(n-1)}{N(N-1)}$$

で与えられる (Simpson, 1949)。



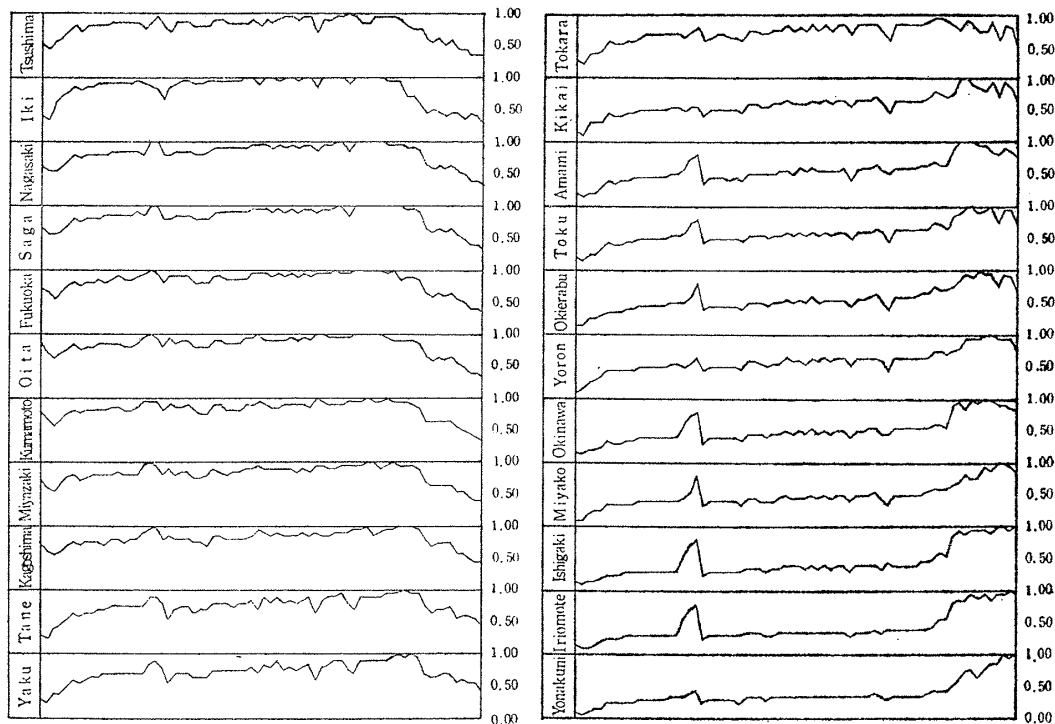
第2図. 野村・シンプソン指数による相関図表 1.

[Fig. 2. Correlation graph based on figures of Nomura-Simpson's Coefficient 1.]



第3図. 野村・シンプソン指数による相関図表 2.

[Fig. 3. Correlation graph based on figures of Nomura-Simpson's Coefficient 2.]



第4図. 野村・シンプソン指数による相関図表3.

[Fig. 4. Correlation graph based on figures of Nomura-Simpson's Coefficient 3.]

したがって、分岐度指数をこのようにとると、

$$C_{\lambda} = \frac{2 \sum_{i=1}^z n_{1i} \cdot n_{2i}}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_1 \cdot N_2}$$

で与えられる (Morishita, 1959)。

N が相当地に大きく、分岐度が小さい場合には C_{λ} はほぼ0と1の間の数値をとるが、分岐度が大きく、特に1個よりなる群に頻度の集中がみれるような構成では、 λ の値が相対的に小さくなり、 C_{λ} の値はたとえ $N_1 = N_2$ で、すべての i について $N_{1i} = N_{2i}$ であっても、この数値は1より相当地に大きくなり、 λ の数値が小さくなるに従って、理論的にはいくらでも大きくなる傾向がある (Kimoto, 1966)。したがって、Kimoto (1965) のように亜科についての調和度指数をとる場合には、分岐度指数として $1/\sum \pi^2$ でも $1/\lambda$ でもさほどの問題は起らないが、属についての調和度指数をとるような場合には属の分岐度が高いので $1/\sum \pi^2$ をとることが必要である。

考 察

1. 野村・シンプソン指数による比較

第2～4図に示されている結果によると、まず礼文島と利尻島は非常な類似性を示している。これを以下礼文利尻型と呼ぶことにする。また石狩平野で二分される北海道北東部と北海道南西部は互によく似ており、これを北海道型と呼ぶことにする。青森は他の東北五県と相違し、北海道型から他の東北地方の型への移行型を示すが、明かに北海道型に近い。

岩手・秋田・山形・宮城・福島は、相互に極めて高い類似性を示す。一方関東地方では、栃木・群馬・埼玉および東京の都県も東北地方に極めて高い類似性を示している。本州中部では、新潟・長野・山梨・富山・石川・福井・滋賀および京都の府県は、東北および関東中部のグラフにほぼ一致する。そこで、これらの型を東北中部型と呼ぶことにする。佐渡島は典型的な東北中部型とはやや相違するが、東北中部型の一亜型であり、また礼文利尻型との間に二次的な移行がみられる。

東北中部型の一つの特徴は、小笠原との間の指数が非常に低い点であるが、この低さが目立たない型が更に南の地域に現れる。それらは中部および近畿地方では、愛知・大阪・兵庫・三重・奈良および和歌山にみられる。又関東でも神奈川はこの型に含めるのが妥当で、中国・四国地方においても淡路島を除けばこの型に入る。九州では、長崎・佐賀・福岡・大分・熊本、宮崎および鹿児島は明かに同様な特徴を示す。この型を以下西日本

型と呼ぶことにする。静岡と岐阜は東北中部型と西日本型の中間的な特徴を示している。千葉・伊豆大島・八丈島・淡路島および壱岐はすべて西日本型第1亜型と呼ぶことにする。この型の特徴は、礼文・利尻・隠岐および対島との間の指数が低い点であり、地域の地理的特徴として、西日本型の中で平地がちの地域に現れる亜型である。隠岐は西日本型第1亜型に類似点が多いが、淡路島との間の指数が低く、また東北中部型の佐渡への明かな二次的な類似がみられるので、これを西日本型第2亜型と呼ぶことにする。対島もやや独立したファウナを示し、屋久島など更に南の地域への二次的な類似点が見られるので、西日本型第3亜型として区別した。

奄美以南の島々は非常に顕著なグラフを示す。与論島と与那国島では小笠原に対する数値が相対的にやや低い感じであるが、奄美大島・徳之島・沖永良部島・与論島・沖縄本島・宮古島・石垣島・西表島および与那国島を琉球型と呼ぶことにする。種子島・屋久島・トカラ諸島・喜界島は西日本型と琉球型の移行型であり、中でも種子島と屋久島またトカラと喜界島は全く同様なグラフを示す。ただ種子島と屋久島はカーブの末端部分が西日本型に、トカラと喜界島は琉球型に類似していることから、前者は西日本型にまた後者は琉球型に近い移行型と考えられる。小笠原諸島は全く独自の型であるが、特に類似したものを探せば琉球型に最も近い。

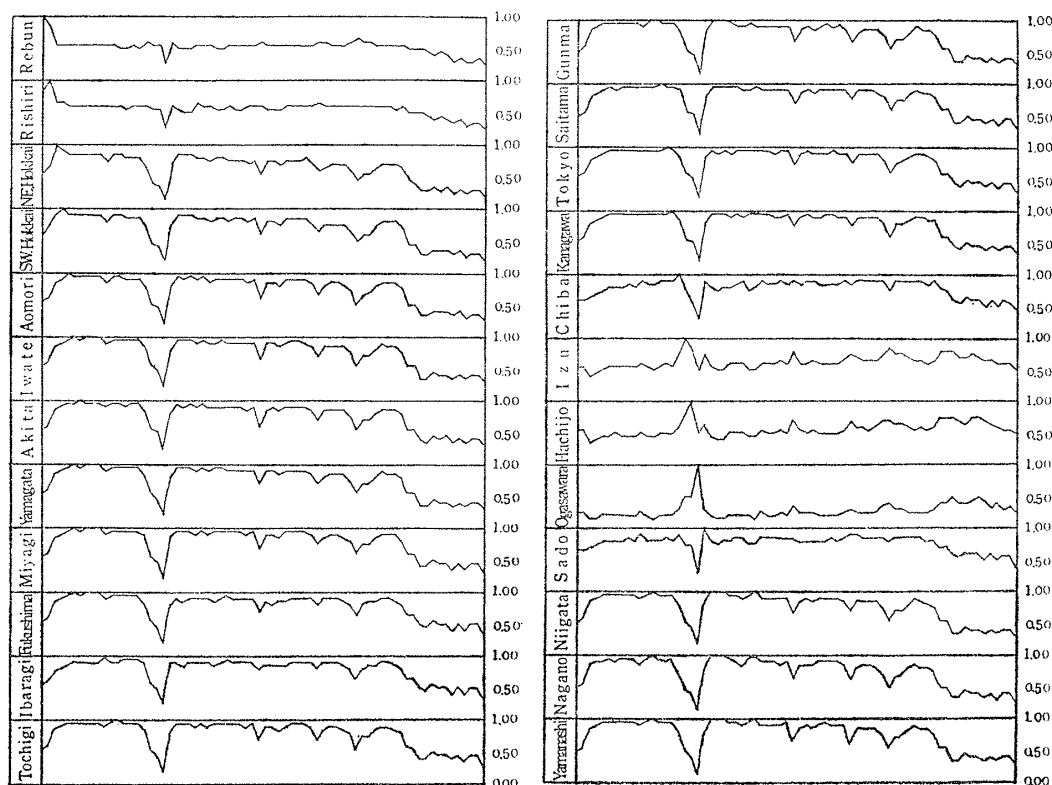
2. 属についての調和度指数による比較

第5～7図に示されている結果によると、野村・シンプソン指数による比較では、礼文利尻型・北海道型・西日本型および琉球型の5型に大別されたが、属についての調和度指数によると、前者におけるほどに5つの型の差は明瞭に現れず、特に北海道型・東北中部型・西日本型の三型を明瞭に区別することは困難である。その他野村・シンプソン指数による結果と相違する点は、伊豆大島・八丈島が小笠原と共に、明かに琉球型に類似している点である。この理由として、伊豆大島や八丈島産の種と南西諸島産の種との間に置換種的な関係にあるものが相当数存在する点を挙げることができる。

3. ファウナの類似度とその測定指数の関係

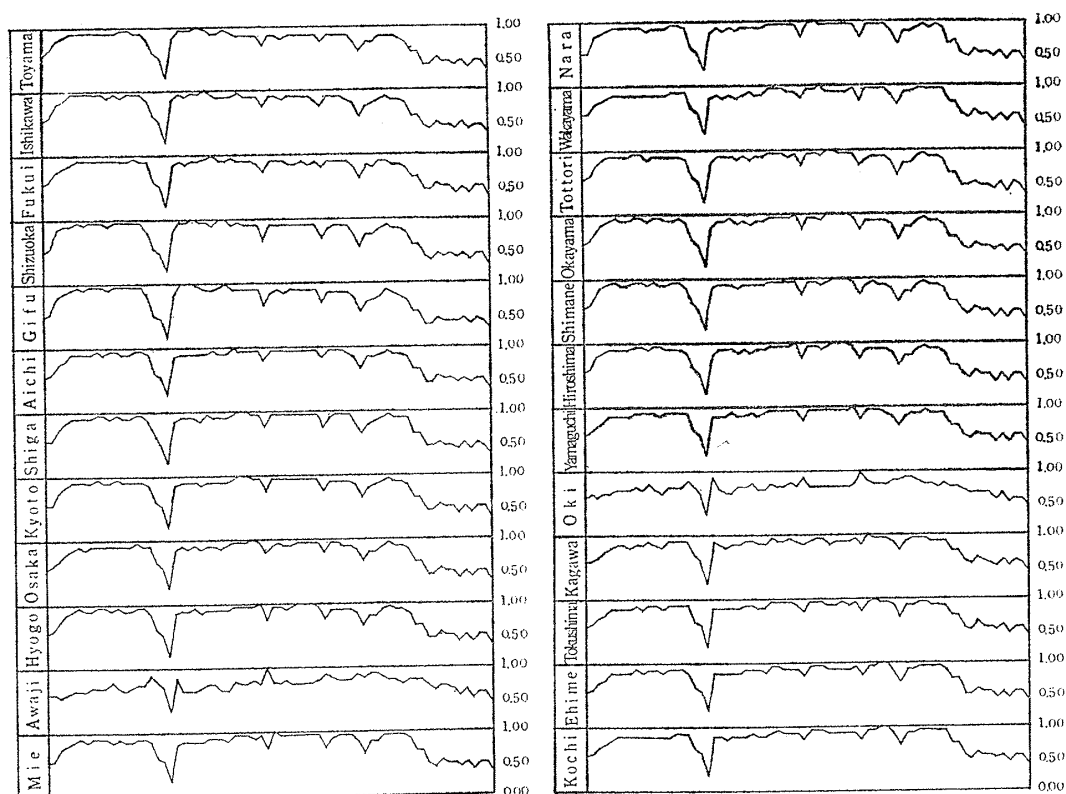
野村・シンプソン指数と属についての調和度指数による結果を比較すると、日本および琉球列島のチョウ類分布については、前者がより敏感に反応している。

Kimoto (1966) は米国オハイオ州・ドイツ・ソ聯ドニエプル河流域・アフガニスタン・朝鮮・中国北部・中国南部・海南島・日本・琉球・台湾・ミクロネシア・サモア・ニューギニア・フィジーおよびオーストラリア



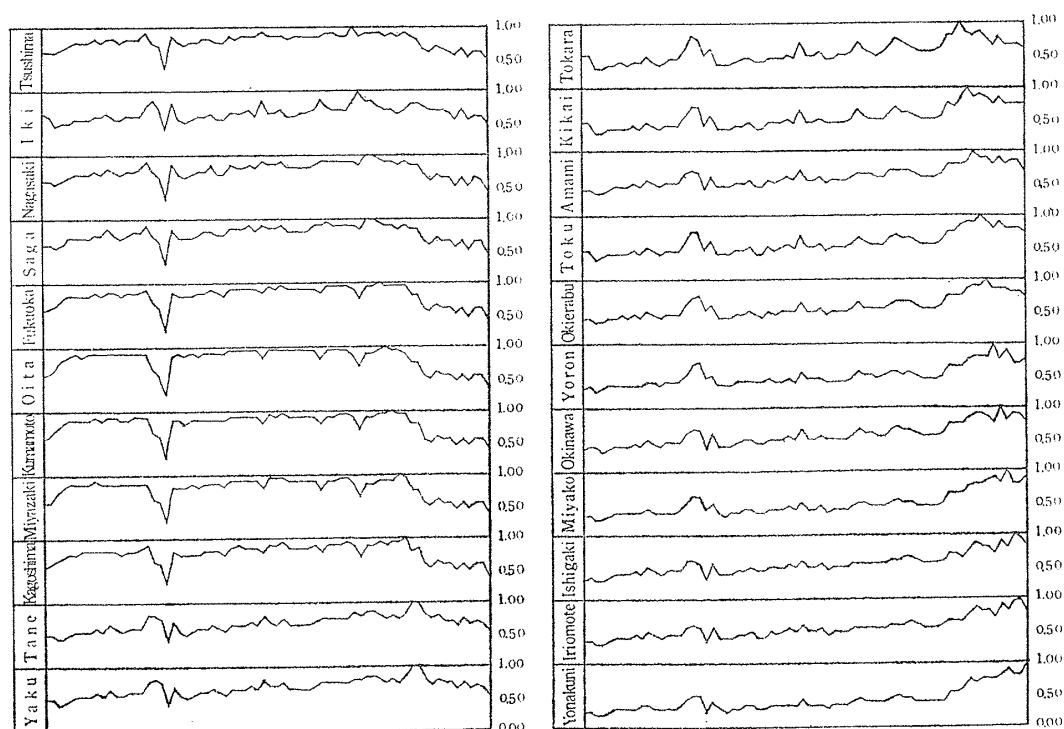
第5図. 属についての調和度指数による相関図表1.

[Fig. 5. Correlation graph based on figures of Harmony Index of Genus 1.]



第6図. 属についての調和度指数による相関図表2.

[Fig. 6. Correlation graph based on figures of Harmony Index of Genus 2.]



第7図. 属についての調和度指数による相関図表3.

[Fig. 7. Correlation graph based on figures of Harmony Index of Genus 3.]

の16地域について、そのハムシ相の比較を行なった。類似度の比較には、地域のハムシ相を構成するそれぞれの亜科に含まれる種類数、従って亜科についての調和度指数を使用した。類似度の比較には極めて良好な結果を得た。

また Kimoto (1967) の南西諸島および屋久島のハムシ相についての研究では、野村・シンプソン指数、ついで属についての調和度指数がハムシ相の類似度の表現に有効であったが、亜科についての調和度指数は、屋久島・トカラ諸島・奄美大島・沖縄本島・石垣島および西表島程度の大きさの、しかも類似度の高いハムシ相の比較には効果的な方法とはなり得なかった。

ファウナの大きさやファウナ相互の類似度の大小によって、ファウナの比較に有効な指数が異なってくることは当然のことである。非常に小さなファウナ、たとえば圃場における動物相の季節変動をみる場合には、圃場に棲息するそれぞれの種の個体数の変動が対象となるが、逆に非常に大きなファウナ、たとえば各大陸間のファウナの類似度を調べるような場合には、一般に共通種そのものの割合が低下し、その類似度も場合によると、単に共通の科の数を比較することによって、おおざっぱにその数値を示し得ることもあるであろう。このように、対象となるファウナによって、適切な指数を選択することが重要である。

4. ファウナの大きさの好ましい選び方

野村・シンプソン指数および属についての調和度指数の結果からみて特徴的なことは、ファウナの変化により敏感である野村・シンプソン指数においても、狭義の東北中部型に含まれる18地域、狭義の西日本型に属する23地域および狭義の琉球型の9地域間にみられる、おどろくほどのグラフの類似性は、ファウナの比較に当っては、ファウナの大きさにあまり差のない選び方が好ましいことを示している。

5. 日本および琉球列島のチョウ類による区系地理学的区分

日本および琉球列島のチョウ類の地理的分布を全体としてみた場合、先に分類された5型の中で最も大きく相違しているとみられる型は、ファウナの大きさを考慮しても、琉球型であると思はれる。

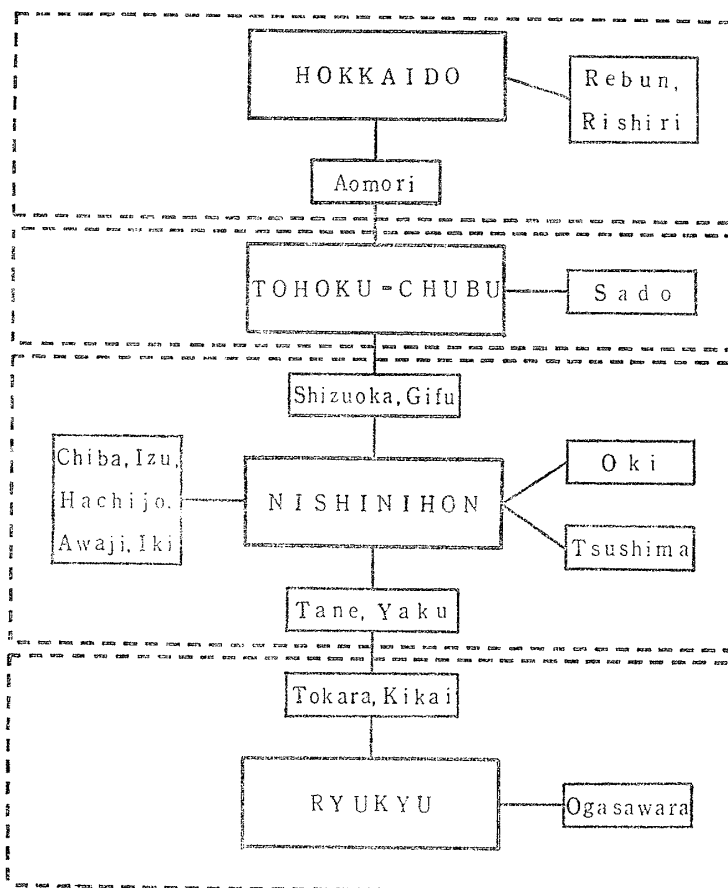
礼文利尻型はグラフの始めの部分を除けば基本的には佐渡島と同様であることから、ファウナの大きさの相違を考慮すると、北海道型の一亜型と考えるのが妥当と考えられる。

北海道型・東北中部型・西日本型および琉球型と北から南に配列された4型の中で最も断絶の大きいのは西日本型と琉球型の間で、次で北海道型と東北中部型の間であり、東北中部型と西日本型の間が最も弱いと考えられる。

日本および琉球列島における昆虫相の地理的傾斜は詳細にみれば北から南への一方向ばかりではなく、また取扱われた地域区分がその面積においてもまた地形的にもさまざまであることから、先にみたような色々な移行が現れたがこれらをまとめたものが第8表である。

6. 分布境界線について

北海道型と東北中部型の境界は古くから注目されているブラキストン線ではなく、青森県南部にみられる。このことは植物分布上の温帯北部と温帯南部の境が、青森県南部に近い北緯40.5°附近にあるとされており、またこの線を重要視する本



第8図. 日本および琉球列島産チョウ類の地理的分布の地域性についての要約.

[Fig. 8. Summary of regional differences of the butterfly-fauna of Japan and the Ryukyu Archipelago.]

下・河田 (1933) や森下 (1945) などの見解を考え合せると興味深い。

東北中部型と西日本型の境界については、神奈川・愛知および滋賀・京都を除く近畿全域が西日本型、また静岡および岐阜が両型の間中型を示すことから、ほぼスタインガー線或はルイス線と呼ばれているものに相当する結果が得られた。

これらのことは、チョウの地理的分布が海峡のような物理的障害よりも、植物分布或は気候的要因に支配されているらしいことは、チョウのように容易に分布域を拡大し得る生物にとってはむしろ当然であるかもしれない。

もっとも明瞭なチョウ相の断絶を示している西日本型と琉球型との境界はほぼ渡瀬線に一致すると思はれるが、この間においても、屋久島・種子島およびトカラ諸島・喜界島の二段になった幅広い移行地域のあることも興味深い。

結 論

1. 日本および琉球列島はチョウ類の地理的分布の上からは、北海道型・東北中部型・西日本型 および 琉球型に大別される。これら4型は北東から南西にかけてほぼ一方に配置されるが、その中でファウナの断絶が最も強いのは西日本型と琉球型の間である。
2. ファウナの類似度を表現する指数の中で野村・シンプソン指数のような共通種類数に基づくものが、類似度の高い小地域間の比較に効果的であり、類似度が低くファウナが大きくなるにつれて、属についての調和度指数や亜科についての調和度指数のような、ファウナの分類学的な構成に基づく指数が効果的になってくる。
3. ファウナの比較は、できるだけ同じ大きさのもの間で行なわれることがのぞましい。
4. 日本および琉球列島におけるチョウ類の地理的分布について、ファウナの不連続や断絶が強くみられる地帯は、海峡のような地理的要因よりも、植物相や気候的要因がより強力に作用しているらしい場合がある。

Summary. The regional differences of the butterfly-fauna of Japan and the Ryukyu Archipelago are studied by some quantitative methods. Different indices are used to examine the faunal similarity. Those are:—

i) Nomura-Simpson's Coefficient:

$$NSC = C/N_1 \quad N_1 < N_2 \quad 0 \leq NSC \leq 1$$

Where N_1 and N_2 are the total numbers of species occurring in the 1st and 2nd areas, and c the number of species found in both areas.

ii) Harmony Index of Taxon:

$$C\pi = \frac{2 \sum_{i=1}^z n_{1i} \cdot n_{2i}}{(\sum \pi_1^2 + \sum \pi_2^2) N_1 \cdot N_2} \quad 0 \leq C\pi \leq 1$$

$$\sum \pi_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^z n_{1i}^2}{N_1^2}, \quad \sum \pi_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^z n_{2i}^2}{N_2^2}$$

Where z is the number of taxa, N_1 and N_2 the total numbers of species occurring in the 1st and 2nd areas, and n_{1i} and n_{2i} the numbers of species of i -th taxon (such as genus, subfamily or family) of the areas.

1. Based on the faunal similarity examined by the two indices, the butterfly-fauna of Japan and the Ryukyu Archipelago is composed of 4 major types with some subtypes and transitional forms. They can be summarized as follows:

- | | | |
|----------------------|-------|---|
| 1) Hokkaidô type | | {NE Hokkaidô, SW Hokkaidô |
| Subtype | | {Rebun, Rishiri. |
| Transitional form | | {Aomori |
| 2) Tôhoku-Chûbu type | | {Tôhoku: Iwate, Akita, Yamagata, Miyagi, Fukushima. |
| | | {Kantô: Ibaragi, Tochigi, Gumma, Saitama, Tôkyô. |
| | | {Chûbu: Niigata, Nagano, Yamanashi, Toyama, Ishi- |
| | | kawa, Fukui. Kinki: Shiga, Kyôto. |
| Subtype | | {Sado. |
| Transitional form | | {Shizuoka, Gifu. |

- 3) Nishinihon type {*Kantô*: Kanagawa. *Chûbu*: Aichi. *Kinki*: Ôsaka, Kyôto, Mie, Nara, Wakayama. *Chûgoku*: Tottori, Okayama, Shimane, Hiroshima, Yamaguchi. *Shikoku*: Kagawa, Tokushima, Ehime, Kôchi. *Kyûshû*: Nagasaki, Saga, Fukuoka, Ôita, Kumamoto, Miyazaki, Kagoshima.
- Subtype 1 {Chiba, Izu, Hachijô, Awaji, Iki.
- Subtype 2 {Oki.
- Subtype 3 {Tsushima.
- Transitional form {Yakushima, Tanegashima.
- 4) Ryûkyû type {Amami-Ôshima, Tokuno-shima, Okierabujima, Yoron, Okinawa-Hontô, Miyako, Ishigaki, Iriomote, Yonakuni.
- Transitional form {Tokara, Kikai-ga-shima.
- Subtype {Ogasawara.

2. The faunal similarity is more sensitively shown by the Nomura-Simpson's Coefficient than by the Harmony Index of Genus. Generally speaking, the indices based on the number of species found in both areas, such as the Nomura-Simpson's Coefficient, are effective for the comparison of related faunas. With the decrease of the faunal similarity, the indices based on the taxonomic constitution, such as the Harmony Index of Genus or Subfamily, become more effective. 3. It is the most desirable that the faunal comparison should be made between faunas of the same size as far as possible. 4. Among the four major types of the butterfly-fauna of Japan and the Ryukyu Archipelago, the Ryukyu type is the most isolated. 5. The faunal discontinuity on the northern part of Japan is more strongly marked on the southern border of Aomori Pref., situated in lat. 40.5 N., than on the well-known Blackiston Line, situated in the Tsugaru Straits. The border between the North Temperate and the South Temperate Zones is situated in lat. 40.5 N. in the Japanese Archipelago. Another faunal discontinuity is marked on the line which almost coincides with Steineger's Line or Lewis' Line. It is interesting that these discontinuities of the butterfly-fauna seem to be strongly affected by floral or climatic rather than physical factors.

参 考 文 献

- Kimoto, S., 1966. A methodological consideration of comparison of insect faunas based on the quantitative method. *Esakia* 5: 1-20.
- Kimoto, S., 1967. Some quantitative analysis on the Chrysomelid fauna of the Ryukyu Archipelago. *Esakia* 6: 27-54.
- 木下周太・河田党, 1933. 二化螟虫および三化螟虫分布綜説並に二化螟虫原産地の想定 III. 植物及動物 1(9): 1259-1264.
- Masamune, G., 1931. A table showing the distribution of all the genera of flowering plants which are indigenous to the Japanese Empire. *Taihoku Botanic Garden, Ann. Report*. I. (original not seen).
- 森下正明, 1945. 北海道南端の蛾. むし 16(6): 21-28.
- Morishita, M., 1959. Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E (Biology)* 3 (1): 65-80.
- 元村勲, 1935. 群聚の統計における相関係数の利用. 生態学研究 1(4): 339-342.
- 野村健一, 1939. 種ヶ島の蛾類について. 吉田博士祝賀記念誌 pp. 601-634.
- 野村健一, 1940. 昆虫相比較の方法, 特に相關法の提唱について. 九州帝国大学農学部学芸雑誌 9(2): 235-262.
- Otsuka, Y., 1936. The faunal character of the Japanese Pleistocene marine Mollusca, as evidence of the climate having become colder during the Pleistocene in Japan. *Bull. Biog. Soc. Japan* 22 (8): 85-88.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Simpson, G.F., 1943. Mammals and nature of continents. *Amer. Jour. Sci.* 241: 1-31.
- 白水隆, 1965. 原色図説日本の蝶. 北隆館.
- Southwood, T.R.E., 1966. Ecological method. Methuen, London. xviii+391 pp. (esp.: Measurement of association between species and the description of a fauna, pp. 326-353).