属数と種数の関係について*

1

ある地域に生活する生物集団の中から特定の1群をとり出し，その中の属数と種数との関係を調べると，1種だけより見出されない属数が最も多く，以下2種の属，3種の属などの順序で属数が次第に減ってゆくのがふつうである。この場合，もし地域をもっと大きくとると，上にのべた順序はかわらないけれども，小地域の場合よりも1属1種の割合は少なくなる傾向が見られる。これらの事実に対して ELTON（1946）は，同一属内の種同士は生態的に相似ている所から相互にあらそい（competition）を起こし，同一地域特にせまい地域では共存し難くなるためだと考えた。これに対して WILLIAMS（1947，1951）は，大地域と小地域とを比較する時，後者の生物群が前者の生物群の任意標本だとすれば1属1種の割合が多くなるのは当然であって，これだけでは何も属内種間にあらそいがあることの証拠にはならない。もし種間のあらそいが存在するとすれば，小地域の属数が大地域からの任意標本として計算される値よりも大きくならなければならないが，事実はむしろ逆の傾向さえ示す。すなわち同一属の種は小地域内にかえって集中するかたむきがあるといってもよいと主張した。WILLIAMS の議論の基礎となっているものは，FISHER が EULER の分布から導き出した種数と個体数との関係を示す式であって，WILLIAMS はこの式を属数種数の関係に用いてみたところ，適合が非常によいので，この式の分散指数（＝種の分散指数）（index of diversity）をそのまま属の分散指数（index of generic diversity）として使うことにしたのである。FISHER の式というのは1，2，3，…… 個体の得られた種数をそれぞれ n_1，n_2，n_3，……とする時，

$$n_1=\alpha x$$
$$n_2=\tfrac{1}{2}\alpha x^2$$
$$n_3=\tfrac{1}{3}\alpha x^3$$
$$\vdots \quad \vdots$$

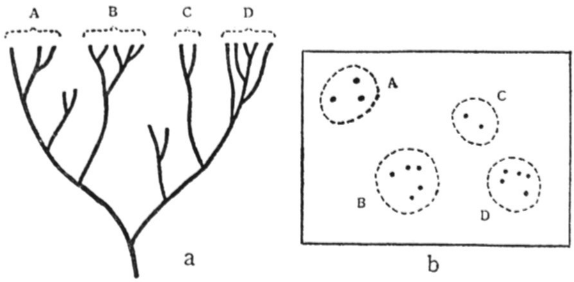
ただし x は1に近いが1よりは小さい常数，もっとも標本の大きさによってその値は異なる。これに対して α は標本によって変化しない（したがって母

集団の特性を示す）常数で，これが分散指数と名づけられたものである（FISHER, CORBET & WILLIAMS, 1943）。上の式において n_1, n_2, n_3, ……などを 1, 2, 3, ……種が見出された属数とすれば，α はそのまま属の分散指数となる。属内種間にあらそいがあれば小地域からの α は大地域からのものより大きくなるはずなのに，実際はその逆となるかたむきのあることを WILLIAMS は示したのである。

さて上の FISHER の式（いわゆる対数級数則）は属数と種数との関係に対してよく適合するけれども，この式を導くために EULER の分布を基にした根拠は明らかでないし，その導き方にもかなり無理のあることは篠崎・浦田（1953）がすでに指摘した。そして篠崎らは 2 種の heterogeneity を仮定することによって同じ式を導き出したが，何故にこの 2 種の混合を考えなければならなかったかという理由はやはり明らかにしなかった。もっとも篠崎らの場合はある数の玉を at random にグループ分けする仕方というはっきりしたモデルが与えられてはいるが，このモデルをそのまま生物現象に適用するとすれば，与えられた全個体（または種）を単に偶然の組み合わせに従っていくつかの種（または属）に分割するとすれば，という導き方になるわけであり，これに対しては個体（または種）同士の間の性質の近似や相違という問題をあまりにも無視しすぎているという感じが伴わないわけにはいかない。実際において種や属を設定する際は，これを構成する各個体（または種）の特性の近似性や，他種（または他属）の個体（または種）との相違を充分に認めた上で行なっていることが明らかである以上，同じく at random な分割といっても，これらの点を生かした何らかの方法が望ましいのはいうまでもない。しかしそのような導き方は果して可能であるだろうか。次にのべる方法はこの点まだ充分とはいえないけれども，少なくとも FISHER や篠崎らの導き方よりもこれをある程度まで満足さすもののように思われる。

2

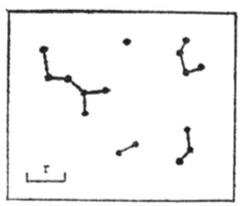
種の分化という面から模式的に考えてみよう。地質学的な過去のある時期に 1 つの種からいくつかの新らしい種が分かれ，これらは時代の経過とともに次次と新種の枝分れを行ないつつ現在にいたったものと仮定する（第1図 a）。これらの枝を現在という時の平面で切断した場合，それぞれの枝の切り口は何らかの分布様式にしたがってこの平面の上に分布するであろう[1]。枝分れの時期



第1図　種と属の関係を示す模式図

の比較的新らしい枝の切口同士は一般には互に接近して分布して同じ属内の種となるであろうし，古くより枝分れしたものはこれらとは離れて分布し別の属をつくるであろう（第1図b）。このように示した場合，それぞれの黒点（枝の切口）間の距離の大小はそれぞれの種のもつ性質の相違の大小を示すことになる。もちろん現在の分類学においては種間の総合的な差異を完全に量的に表現することは不可能に近いかもしれないけれども，一応の考え方としてはこのように距離としておきかえることができるであろう。

さて今，平面上に多くの点が分布している場合，1つの点と他の点との間の間隔が一定距離以内の時はこの2点を同一グループに属するものとする。A，B，Cの3点において，A—B，B—C間の間隔が一定距離以内でさえあれば，A—C間の間隔がその距離以上であってもこの3点は同一グループに入るものとする。このようにしていくつかの点が互に一定距離以内の線でつながり合うことができれば，これらは同一グループのものとしてグループ分けを行なう（第2図）。ある1点から一定距離以内に他の点が存在しない時は1点だけで1グループをつくる。この分け方は，同一属の種であるならば，これらはある程度以下の差異以内で互につながり合うだろうとの推測から出発したものである[2)]。われわれは過去における種や属の分岐の仕方について充分な知識をもたない場合がむしろふつうであるから，実際の属の分類に際しても上のグループ分けに似た



第2図　一定距離以内で結ぶグループ分け

操作を無意識的にでも行なっているのではなかろうか。もちろんその場合に，ある程度以上の量的差異はかなりはっきりした質的差異となってあらわれるということが直接の動機となってはいるであろうが。

そこで次に問題となるのは，それぞれの種に当る上記の各点の分布のしかたである。最も簡単な想定は，これらが at random の分布をすると考えることであるが，系統樹の枝分れの状態いかんによっては必ずしも at random な分布になるとばかりは限らない。もしも実際の属同士がはっきりした特徴で互に区別されるとすれば，上にのべた点の分布はグループごとにまとまった形で，しかもそのグループはあちこちにはなれてちらばるといった形になるであろう。しかし何れにせよ，一応 at random の分布の場合の点グループ間の関係がわかれば，これとの比較によって実際の分布のしかたを論ずることもできるであろう。それでは at random の場合にはどんな関係が見出されるだろうか。

これを知るために人工的に at random に点を配置した分布図を利用することにした。この図は 50×50 cm の方眼紙上に 1517 点を乱数表を利用してプロットし，種々なテストを行なって分布の random 性をたしかめたものである[3)]。

この図の各点のうち距離 1 cm 以内でつながるものを 1 グループとしてグループ分けした結果は第 3 図 a に示した[4)]。今 1，2，3，……点によってつくられたグループ数をそれぞれ g_1，g_2，g_3，……とし

$$N_1=g_1$$
$$N_2=2g_1$$
$$N_3=3g_1$$
$$\vdots \qquad \vdots$$

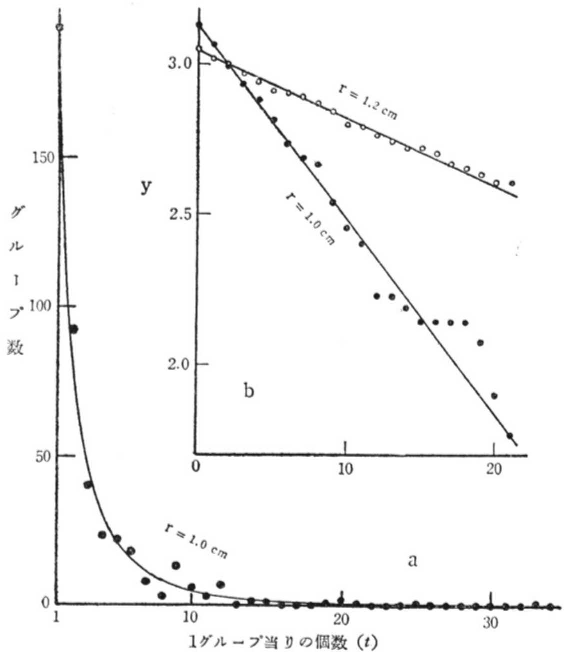
とおけば，N_1，N_2，N_3，…… はそれぞれのグループにおける総点数を示すことになる。次に

$$p_0=0$$
$$p_1=N_1/N$$
$$p_2=(N_1+N_2)/N$$
$$\vdots \qquad \vdots$$
$$p_t=(N_1+N_2+\cdots+N_t)/N$$

ただし　N＝総点数

とおき，

$$y=\log N(1-p_t)$$



第3図 at random な分布における点数とグループ数との関係
$Y=\log Ne^{-at}$

の値を $t=0, 1, 2,$ ……のそれぞれの場合について求めると，その値は $\log N$ を起点とする直線によって示すことができる（第3図 b）。したがって

$$p_t=1-e^{-at} \quad (1)$$

ただし　a＝常数。

この関係は各点を距離 1.2cm によってグループ分けした場合でも同じである（第3図 b，r＝1.2cm）。

さて，(1) より

$$N_1=Np_1=N(1-e^{-a})$$
$$N_2=N(p_2-p_1)=Ne^{-a}(1-e^{-a})$$
$$N_3=N(p_3-p_2)=Ne^{-2a}(1-e^{-a})$$
$$\vdots \qquad \vdots \qquad\qquad \vdots$$

したがってグループ数は

$$g_1=N(1-e^{-a})$$

$$g_2=\frac{1}{2}Ne^{-a}(1-e^{-a})$$

$$g_3=\frac{1}{3}Ne^{-2a}(1-e^{-a})$$

$$\vdots \quad \vdots$$

今，$e^{-a}=x$，$N(1-e^{-a})/e^{-a}=\alpha$ とおけば

$$\left.\begin{aligned} g_1&=\alpha x \\ g_2&=\frac{1}{2}\alpha x^2 \\ g_3&=\frac{1}{3}\alpha x^3 \\ &\vdots \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

これは実に前記の FISHER の導いた対数級数に他ならない。

それではこの場合の x とさきの点間との距離との関係はどうなっているか。

今，平面上における random な点の分布においては，1点が1グループをつくる確率は e^{-mr^2} である。ただし m＝面積 π 内の点の平均密度，r＝距離（MORISITA，1954）。したがって

$$mr^2=k$$

とおけば

$$1-e^{-a}=e^{-k}$$

すなわち

$$x=1-e^{-k}$$

$$\alpha=Ne^{-k}/(1-e^{-k})$$

これより密度 m または距離 r が大となればなるだけ x は1に近づくことが知られる。

グループ総数および点の総数については

$$G=\alpha k$$

ただし　G＝グループ総数

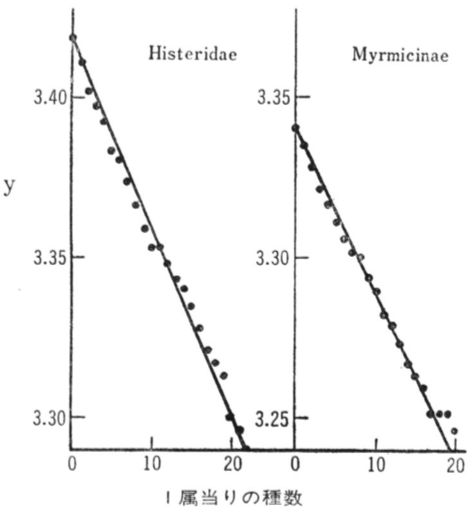
$$N=\alpha(1-e^{-k})/e^{-k}=\alpha(e^k-1)$$

3

FISHER の対数級数則が at random な分布をする点のグループ分けから導き出されたということは，色々の意味で興味がある[5)]。もともと WILLIAMS（1947）

が対数級数則を属数種数関係に適用したのは，ある定まった地域内の群集に対してであって，私が考察したような属内の種の分化といった地球全体を対象とする前提とはかなりかけはなれたものであった。だから地球上におけるそれぞれの生物群の全種数および全属数に対して，この式があてはまるかどうかはまず第1の問題となろう。現在までの生物相調査は（同時に分類学的研究自体も）はなはだ不完全であろうから，この点をたしかめることは今のところほとんど不可能であるといってよいかもしれない。しかしおそらく対数級数則は地球全体を対象としてもそのまま成立できるのではないかということは，エンマムシ科（Histeridae）や（BICKHARDT，1916–1917），フタフシアリ亜科（Myrmicinae）（EMERY，1922）の，すこぶる不完全ではあるが一応ある時期までの既知種を網羅した資料に対してよく適合するところからも一応推測できるであろう（第4図）。WILLIAMS 自身も後にカマキリ科（Mantidae）805種（KIRBY（1910）の分類による）にあてはめて対数級数則のよく適合することをのべている（WILLIAMS，1954）。

しかしそれにしてもなお問題は残っている。もともと at random な点の分布をとりあげることになったのは，生物のグループと偶然的なグループとを対比させることによって，生物としての特異性や，あるいはそれぞれの生物群によるちがいを浮び上らそうという意図からであった。しかし両者がもし一致し，



第4図　世界全体について見た場合の属数と種数の関係

生物における属の分れ方が，random points におけるグループの分れ方と変りがないということになれば，結局生物における属間の差異，少なくとも相隣る 2属の互いに近い方の端と端とをへだてている距離は，属内種間の距離のうちの偶然的に大きい程度のものにすぎないことになってしまわないだろうか。実際1人の分類学者が亜属として取り扱うグループを他の1人が属に格上げする場合がしばしば見られることは，ある程度までこのことを裏書きするようにもみえる。しかし属同士のちがいともなれば，最も近い属同士でも属内種間のちがいとは比較にならないはっきりしたちがいを示す場合がまたかなり多いのではないかとも思われる。そしてこのような感じ方が多くの分類学者が普遍的に抱く感じであるとするならば，at random なちがいを示す種のうち比較的近似したものが属をつくるという上記の考え方とかなりくいちがうことになり，たとえ数式化された結果が属数種数の関係によく適合したところで，その前提の正しさに対しては疑問の念を起こさずにはおかないであろう。

しかしこのようなくいちがいは次のような考え方によって埋めることができる。すなわち前記の手続きをへて分けられたグループの中から，一部のグループをとり除くとする。この場合とり除くグループのえらび方が at random であるならば，残りのグループ間には依然として対数級数則が成立するであろう。しかも全グループ数に対してとり除くグループ数の割合が多くなればなるだけ，残りのグループ間の距離は大きくなり，各グループはそれぞれはっきりしたまとまりを見せることになる。とり除いたグループというのを，それぞれの生物群において進化の歴史の中途で消滅した属または小グループに対応させるとするならば，あるいはまたその生態的地位を占めるべき属の進化が行なわれず，空白のままのこされた部分に対応させるとするならば，対数級数則が成立しながらも属間の特質のちがいが著しい場合と前記 random points のグループ分けとは矛盾しないですむであろう。もっとも進化の途上における消滅は単にグループ単位でばかり起こるとはかぎらず，グループ内の一部の種の消滅もあり得るわけであるが，この場合は与えられた点全体から一部の点の sampling を行なう場合に当り，それが at random に行なわれる限り対数級数則の成立自体には影響を及ぼさない[6)]。

4

種の分化の問題から対数級数則を導いた上記の考え方に対しては，おそらく

種々の異論が現われるであろうと思われる。事実この法則は FISHER や篠崎らの行なったように全然別の前提から出発しても到達できる点から云って，私の前提の立て方が種数属数関係を解くための唯一の正しい方法であるとはすぐには断定できないであろう。ただ種の分化という面から出発したという点で，今までよりは多少生物学的な考慮を払ったものといえる程度であるかもしれない。しかしこの前提の正否はしばらくおくとしても at random な点の分布からこの法則を導き得たことから逆に考えることによって，この法則の利用について新らしい道がいくつか開けることと思われる。この点について以下少し考えてみよう。

1.　大地域と小地域

ある生物群の地球上における全種類を対象としなくても，すなわちある限られた地域の生物群だけについても対数級数則が成立することは，もともと WILLIAMS (1947) によるこの法則の適用が後者に対して行なわれたことからも知ることができよう。両者ともにこの法則が成立するための最も簡単な場合としては次の 2 つが考えられる。

a）1 地域の生物群が全世界の種類から抽出された任意標本とみなせる場合。

この場合は全世界およびその地域の生物群の α の値はいうまでもなく同一である。しかしこのような場合はその地域がせまければ実際上は考え得られないところであろう。

b）1 地域の種類が，全世界の属のうちの一部のものからの抽出標本である場合。

地理的に異なった地区には異なった属が配分されており，1 地域の種類相はこれら一部の属のものからの抽出標本であると考えられる場合である。属の配分がそれに属する種数とは関係なく at random に行なわれているものとすれば，この場合にも対数級数則が成立することは明らかである。ただし α の値は全世界の場合よりは小となる。

b の場合は a の場合よりも実際の地理的分布に近い考え方であるといえる。しかしある地域の属の中には他の地域に数十ないし数百の種をもつのにかかわらず 1 ないし 2 種程度がようやく姿を見せるもののある反面，他の属ではその中のほとんど全種類がその地域にだけ現れるといった場合もあり得るであろ

う。このような場合，その地域の種は，与えられた属のもつ全種類の中から at random に抽出されたものとは考え難いことも起こるかもしれない。もっと妥当な考え方は，すべての属を多くのグループに分ち，それぞれのグループからの種の抽出比がグループによって異なるとともに，その異なり方がまた地域によって異なると考えることであるが，1地域におけるこれらグループからの合成の結果が，厳密にいって再び対数級数則に合致するかどうかは一般的にはかなり疑問である。ただし，このような場合でも近似的にこの法則を適用できると仮定すれば，地域の大小を問わずこの法則が成立することと，現実の種や属の分布の仕方との間にある程度の結びつきがつけられるであろう。しかし現在のところたしかにいえる範囲としては，たとえ近似的にせよ，大は全世界のある生物群を対象とした場合でも，小は1地方のしかもごく限られた部分を対象とした場合でも，同じく対数級数則が適用できるという程度とみるのが無難かもしれない。それにしても α を比較することによって小地域の生物相が大地域のものの1標本にすぎないかどうかを判定することができるという点は注意に値する。特に両地域ともに調査が不完全である場合に，標本の大きさによって変化しないところの α の利用価値は高いであろう。一般にある小地域を中心として次第に調査地域を拡げて行った場合，ある広さ以上になって急に α の値が増大したとすれば，そこから新らしい要素（属を単位として）が多く加わったこと，したがって，生物相からいって異質の地域が包含されたことを知ることができるであろう[7)]。逆に小地域の α が大地域の α より大である場合は WILLIAMS のいうように小地域において同属の種が共存しない傾向を物語るものである。ただし habitat のちがいによって種が分れ棲んだり，地理的隔離によって種を異にしたりする場合にもこの現象は起こるであろうから，すぐにあらそいと結びつけてよいかどうかには問題がある。

2. 2つの地域の比較

α の値によって大小地域の生物相が比較できるとすれば，異なった2つの地域同士も α を利用して比較できないだろうか。一般に2つの地域の α の値が同一であったとしても，すぐには両地域の生物相の構成が同じだという訳にはいかない。2つの地域の生物相が全然異なる属によってそれぞれ構成されている場合にでも，α の値は同一になる場合があり得るからである。

2つの地域から得られた α の値をそれぞれ α_1，α_2 としよう。次に2地域の

生物相を合計し，改めて α を計算した場合の値を α_0 とする。もしも2つの地域の生物相が全然別の属によってつくられていれば，両者の k の値がかなり近い値を示す限り

$$\alpha_0 \doteqdot \alpha_1 + \alpha_2$$

もし両地域に共通の属が見られる場合は，

$$\alpha_0 < \alpha_1 + \alpha_2$$

もし両地域のそれぞれが合計地域の1標本にすぎない（すなわち両地域は生物相からいって同一地域に属する）とすれば

$$\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2$$

もし1地域の生物相が他地域の生物相の一部分だけで構成されている場合は，前者の α の値を α_2，後者を α_1 とすれば

$$\alpha_0 = \alpha_1 > \alpha_2$$

これらのことは前にのべた

$$G = \alpha k$$

の関係からすぐ理解されるであろう。

さて，以上の事柄から

$$D = (\alpha_1 + \alpha_2) - \alpha_0 \qquad (3)$$

とおいた場合の D の値は2地域の生物相の共通部分を示すことになる。今，

$$E = D/\alpha_0 \qquad (4)$$

とすれば，E は両地域の属を単位とする共通度を指示する指数として用いることができるであろう。なおもしそれぞれの地域を基準として他の地域との共通性を示そうと思えば

$$E_1 = D/\alpha_1,\quad E_2 = D/\alpha_2$$

というそれぞれの値を用いることができる[8)]。

E は通常 0 から 1 までの間の値をとるであろうが，ここで問題となるのは2地域の間に共通属が多く，しかもそれらの種は共通でないという場合である（$\alpha_0 < \alpha_1$ または $\alpha_0 < \alpha_2$，あるいは α_0 が α_1 または α_2 の何れよりも小さい場合）。この時は E の値は1より大となることが起こり得る。そこで α_0 が α_1 または α_2 あるいはその双方より小さい場合は

$$D' = (\alpha_1 + \alpha_2) - \alpha'$$

$$E' = D'/\alpha'$$

として α' の値は α_1 または α_2 のうちの大きい値をそのまま用いるのが適当

と思われる。

以上の指数計算は2地域の k（それぞれ k_1, k_2 とする）が等しいか，もしくは近似している場合の方法であった。もし k_1, k_2 の値が異なっている場合は，まず2地域の属数の合計（G_1+G_2）および種数の合計（S_1+S_2）を求め，この合計値をそれぞれ属数および種数とした時の α を計算し，これを $\alpha_1+\alpha_2$ の代わりに用いればよい。上記の α を α' とすれば，$k_1=k_2$ の時は

$$\alpha'=\alpha_1+\alpha_2$$

α' は2地域が完全に異質（共通属のない場合）の時に合計地域のとる α の値である。

上にのべた指数計算の1例として本邦産蝶類の分布をとり上げてみよう。江崎・白水（1951）によれば本邦産蝶類は101属191種，このうち対島のタイワンモンシロチョウ（*Pieris canida* subsp. *juba*）を除いた190種のうち国内各地区で見られる属数種数は第1表の示すとおりである。

第1表 本邦各地区における蝶類の種数および属数[9)]

	全国	北海道*	本州	四国	九州	北海道 本州	本州 四国	四国 九州	九州 北海道	九州 本州
種　数	190	113	164	120	125	181	168	133	168	174
属　数	101	68	92	73	77	96	94	80	96	97
k	1.155	0.940	1.060	0.925	0.900	1.160	1.065	0.940	1.030	1.075
α	87.4	72.3	86.8	78.9	85.6	82.8	88.3	85.1	93.2	90.2
E						0.82	0.85	0.93	0.69	0.89
E_2						0.99	0.95	1.00	0.89	0.94

* ダイミョウセセリを加える（森下，1945）.

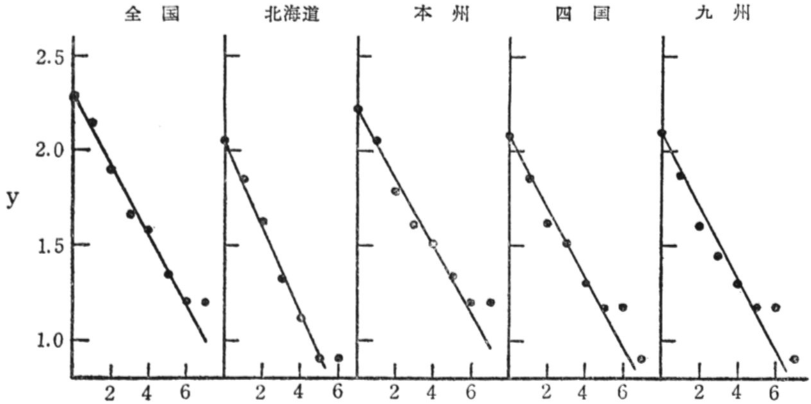
なおこれら属数種数の間には何れも対数級数則がほぼ成立していることは第5図に示すとおりである。

さて，各地区において種数/属数の値から求めた k および α の値も第1表に示した。たとえば本州，九州の α はそれぞれ 86.8 および 85.6，この両地区を1地区として見た時の α は 90.2。本州，九州の属数，種数のそれぞれの合計値は

属数　$G_1+G_2=169$

種数　$S_1+S_2=289$

これより計算される $\alpha(=\alpha_{1+2})$ は 170.5，したがって



第5図　本邦各地区における蝶類の属数と種数の関係

$$E=(170.5-90.2)/90.2=0.89$$

$$E_2=(170.5-90.2)/85.6=0.94$$

同様にして計算された各2地区の間の E および E_2 の値は表に示すとおりである。これによって知られる各地区間の属の段階における共通性は四国九州間で最も大きく，九州北海道間で最も小さい．この点は各2地区ずつの間の共通属と2地区に見られる全属数との比とほぼ平行している。もちろん蝶のように比較的調査の行きとどいている生物群の場合は，α や E などによる比較を行なわなくても直接共通属や共通種の比較によって地域間の差の大小を論じることができるし，またその方が手早くかつ具体的な地域の比較にもなる訳であるが，調査が不充分で実際に存在する種の一部分だけが知られているような場合は，α や E を用いることの効果が大きいであろう。

なお第1表によれば北海道＋本州の α の値は本州単独の場合より小さい。このことは北海道，本州間で種を異にする属がある程度存在することを意味する。同じことは九州＋本州や九州＋北海道の α が全国の α より大きいことでも示されている。このように同属の種が地域によって分れ棲む程度を何らかの指数によって示し得ないかという問題が起こるが，ここではそれもまた可能であるとのべるに止め，その方法の詳細は次の報告において記すことにする。

3.　分類の単位の問題

以上のべたのは属数と種数の関係についてであったが，属の代わりに科や目をとり上げても種数との関係という面では問題は本質的に同じである。ただし分類単位が大きくなればなるだけ，地域の差異を論ずるためには広地域が要求されるのは当然であろう。属単位の α の比較とともに，科単位の α，目単位の α を比較することによって地域間の相違の程度はさらに明瞭になるであろう。

4.　種数と個体数の関係

対数級数則は最初は種数個体数の関係を示すものとして考えられた点からいって，属数種数の関係のみならず，種数個体数関係にもそのまま用いたならば地域の比較その他に対してもいっそう便利ではないかという考えが直ちに起こる。しかしこの法則を導いた私の前提は種数個体数関係にはそのまま適用できないことはもちろんであるし，さらに種数個体数関係を示すものとして対数級数則とはちがった式もいくつか提示されている（PRESTON，1948；BRIAN，1953；なお元村（1932）の等比級数則もこれに加えることができるであろう）。理論的に考えても，対数級数則では1種類1個体の種類数が必ず2個体以上の種類数のどれよりも多くなるはずであるが，もしある広い地域の個体が全部採集されたとしたならば，少なくとも他からのたまたまのまぎれこみがない地域では1種類1個体だけで生活している種類というのは考え難いであろう。WILLIAMS 自身も種々の動物について調べた結果，非常に大きな個体数を扱えば種数個体数の関係は対数級数則をはなれてむしろ PRESTON の対数正規曲線に適合する傾向のあることを認めざるを得なかった（WILLIAMS，1953）。

ただし次のことはいえるであろう。種数個体数の関係は正確には対数級数則には合わないにしたところで，比較的小標本では適合度がかなりよい点から見て，α の値を用いて地域の比較をすることもある程度までは許されるであろうということである。

5

今までのべた種の分化の考え方から対数級数則まで導く順序，あるいはこの

法則の応用としての α の使い方，さらにこの法則自体についても色々の欠点があると思われる。細部についての問題は別の機会にゆずるとして，これら全体を通じての最大の問題点は，このような導き方あるいは扱い方では種や属の分化の問題やその結果としてのそれぞれの数の問題が具体的な生活や環境と全く切りはなされて論じられるという点であろう。それとともにそれぞれ異なった歴史と異なった性質をもつ各々の種や属の分布の仕方や生活の仕方がこの扱いにおいては全然表面に浮び上ってこないという欠点をもつ。しかしある科では1属当りの種数が多いのに他の科では何故少ないか，あるいは同じ科でも地域によってそれが異なるのは何故かという問題に立入るためには，まずそれぞれの科やあるいは地域によるそのちがい方がどの程度であるかをたしかめなければならないであろう。あるいは地域的な生物相のちがいの原因を知るためにはまずそのちがい方そのものをたしかめる必要があろう。今までのべてきた扱いはそれら生活と環境との結びつきを考えるための1つのいとぐちをつける作業である。個々の種類の特異性を利用し得ないという欠点の代わりには全体的な特徴をつかみ得るという便があろう。ただし地理的分布の問題などについては，それぞれの種類を各分布系統によってまず分け，それぞれについての α を求めるという方法も，より正確な考察をするためには望ましいことであろう。最大の利点は，さきにのべたように生物相調査が非常に不完全であっても，かなり有効にこの方法によって考察できるであろうという点にある。

この扱い方のもつ欠点としては，さらに各種生物の個体数の大小が直接属数種数の扱いの中に入ってこないことが挙げられる。2つの地域から見出される種がすべて同じであったとしても，それぞれの種の個体数が地域によって大差があるとすれば，両地域は必ずしもその生物群にとって同一の（もしくは同一価値の）地域とはいえないであろう。あるいは属の α を扱う場合にも個体数の問題は必ずしも閑却できないであろう。たとえば大属の多い地域にかかわらず個体数の多いのは各属1種だけの場合と，少属が多いのにかかわらずその種が何れも比較的個体数が多い場合とでは，小 sample では α の値が実際とは逆に現われる可能性がないでもない。その他個体数をとり扱うことはその生物群の生活により具体的に近づく方法の1つである点から考えても，属数種数の関係にさらに個体数までとり入れた扱いが将来行なわれることが望ましい。

引用文献

BICKHARDT, H. VON, 1916-1917: Family Histeridae. *Genera Insectrum, Fasc.*, 166: 1—302.

BRIAN, M. V., 1953: Species frequencies in random sample from animal populations. *J. Anim. Ecol.*, 22: 57—64.

ELTON, C., 1946: Competition and the structure of ecological communities. *J. Anim. Ecol.*, 15: 54—68.

EMERY, C., 1922: Subfamily Myrmicinae. *Genera Insectrum, Fasc.*, 174: 1—397.

江崎悌三・白水　隆，1951：日本の蝶．新昆虫，4(9)：1—117.

FISHER, R. A., A. S. CORBET & C. B. WILLIAMS, 1943: The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample o an animal population. *J. Anim. Ecol.*, 12: 42—58.

森下正明，1945：北海道南端の蟻．むし 16：21—28.〔本論集第一巻121—129頁に収録〕.

MORISITA, M., 1954: Estimation of population density by spacing method. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ. Ser. E, (Biol.)* 1: 187—197.〔本書95—105頁に収録，「間隔法による個体群密度の推定」〕.

元村　勲，1932：群集の統計的取扱に就いて．動雑，44：379—383.

野村健一，1939：種子島の蛾類に就いて．吉田博士祝賀記念誌：601—634.

野村健一，1940：昆虫相比較の方法，特に相関法の提唱に就いて．九州帝国大学農学部学芸雑誌，9：235—262.

PRESTON, F. W., 1948: The commonness, and rarity, of species. *Ecol.*, 29: 254—283.

篠崎吉郎・浦田直美，1953：等比級数則と Heterogeneity．個体群生態学の研究，II：8—21.

SHIRÔZU, T., 1952: New or little known butterflies from the North-Eastern Asia, with some synonymic notes. I. *Sieboldia*, 1: 11—37.

WILLIAMS, C. B., 1947: The generic relations of species in small ecological communities. *J. Anim. Ecol.*, 16: 11—18.

WILLIAMS, C. B., 1951: Intra-generic competition as illustrated by Moreau's records of East African bird communities. *J. Anim. Ecol.*, 20: 246—253.

WILLIAMS, C. B., 1953: The relative abundance of different species in a wild animal population. *J. Anim. Ecol.*, 22: 14—31.

WILLIAMS, C. B., 1954: The statistical outlook in relation to ecology. *J. Ecol.*, 42: 1—13.

註

1) 〔442頁〕 もっともこの断面は必ずしも一平面上に分布すると限定する必要はない．多くの特徴の組合せという点から考えればむしろ多次元の空間内に分布するとするのが至当であろう．この場合でも基本的な考え方は同じなので，理解の便のため一応平面上の分布としてここではとり上げる．

2) 〔443頁〕 もちろん属によって一定距離（差異）として採用する長さがまちまちであるならば，この考えはそのままでは成立しない．しかし同じ科の中の属同士であるならば（そして同一人が分類を行なうとするならば）その長さには大差がないと考えてよいであろう．人により属の分類基準が異なる場合はその距離が異なると解することができる．もっともある特徴を重要視するかしないかという場合は，その特徴を示す座標軸の単位目盛の切り方が異なると考え

てもよい．なお種内の変異を考慮すれば，種を示す上記の点はある面積をもつものと考え．点間の距離としてはその中心間の距離を採用すればよいであろう．

3)〔444頁〕この図は MORISITA (1954) の間隔法のテストに用いたものをそのまま利用した．random 性のテストについてはこの論文を参照されたい．

4)〔444頁〕あるグループの中の1点が方眼紙の周縁から 1 cm 以内にある場合は，そのグループは計算から省いた．

5)〔446頁〕これはもちろん数学的に証明されたものではなく，単なる近似式に過ぎないとも思われるが，近似の程度はかなりよい点から以下の考え方や取り扱いは許されるであろう．

6)〔448頁〕個々の属や種の消滅残存という問題は当然それらの生活と環境を考慮することによってはじめて解き得る問題であって，上にのべた考え方は，多くの属や種の消滅残存を統計的に取り扱った場合の数的関係という一面だけのものであることはいうまでもない．

7)〔450頁〕一般的にいえば，異質な棲み場所を多く含んだ地域ではαの値は大きくなるだろう．

8)〔451頁〕2つの地域がある生物群の分布から見て．同一地域に属するものと見てよいかどうかという判定には E_2 ($\alpha_1 > \alpha_2$ の時) を用いるのが適当であろう．この指数の計算はいわば，野村 (1939, 1940) の〔標準共通率〕に似た計算である．

9)〔452頁〕1951年以後の報告（たとえば SHIRÔZU, (1952)）によって多少の追加訂正を必要とするが，ここでは一応1951年までの知見に従うことにする．

* 生理生態，6：118—126 (1955) 掲載．