

個体の分布と環境*

多くの種類の生物では、その分布地域内における個体のちらばり方は必ずしも一様ではなく、部分的な集まりをつくるのがむしろふつうである。その原因としては、棲み場所条件の好し悪し、個体間の干渉、外力による強制などが考えられるが、これらはまた互いに密接に関係しあっている。たとえば場所的条件が良いために個体が集まる場合でも、その集まり方には個体間の干渉が影響を与えるし、逆に個体間の干渉の仕方は環境条件のいかんによってその程度が変化し、場合によってはプラスからマイナスへ、あるいはその逆の変化を起こすこともあり得る。外力によって強制的に個体が集められる場合でも、その集まりが維持され、あるいはそれが変化する上に、個体間の干渉や場所的条件がやはり密接に関与していると考えられる。異種個体間の干渉によって棲み分けが行なわれる場合でも、その場所の条件は常に何らかの形でその干渉の仕方に影響を及ぼしているであろう。

さて以上のように、ある場所でのある種生物自体の分布は互に働き合っている色々の要素によって規定されていると一応いえるとしても、これらの働き合いや規定の仕方が明らかにされなければ、分布現象が理解されたとはいえない。しかもこれこれの条件のもとではこのような分布が見られたというだけでなく、各要素の値が種々変化した場合の分布状態の変化が統一的に把握されなければ、将来の分布を予測しあるいはこれを望む方向に変化させることは困難であろう。このような統一的把握はどんな方法をもってすれば可能になるか。

私がさきに提唱した環境密度理論はそのための1つの試みであった。個体間にマイナスの干渉のある場合をまず想定しよう。このことは1個体の存在によって他の個体がある場所に入り難くなることを意味する。いいかえると1個体の存在はその場所の“悪さ”の程度を増大さす。そしてこのように個体によってある悪さの程度が示されるとするならば、ある場所の（個体の場所選択によって示される）悪さの程度は個体幾つ分という形に換算できるであろう。その値は個体数によっておきかえられた“悪さを示す環境価”である。単位空間

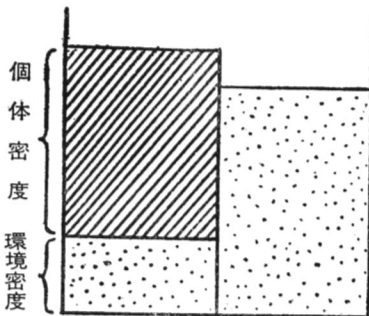


図 1

当りに直せばその値は“環境密度”となる(図1)。何個体かすでに存在する場所の悪さは個体密度+環境密度の形で示される。この合計をかりに“場の密度”と名づけよう。アリジゴクを用いて粗砂細砂を選択させた場合種々の個体密度に応ずる両方の砂への個体の分れ方は“場の密度”に逆比例することが実験的に確かめられた(森下, 1952 a)。個体間にプラスの干渉のある場

合は“場の密度”によって環境の“よさ”を示すこととすれば、同じ理論をやはり適用できるであろう。

種々の環境要素が関与している場合、それぞれの要素の値がそれぞれ変化すれば、環境密度はどうなるか。アリジゴクを用い、砂の細粗、温度の高低、明暗などの条件の組み合わせを色々変えて場所選択を行なわせた結果、環境密度は次の式によって示されることがわかった。

$$\begin{aligned} E. D. &= a_i b_j c_k d_l \cdots K \\ &= a_i b_j c_k S K \end{aligned}$$

ただし、E. D. は環境密度、 a_i , b_j , c_k は各要素のそれぞれの値によって定まる係数(環境密度係数)、 S はまだ分析されていない要素に応ずる総合的な環境密度係数、 K は生理的状态によって定まる恒数(森下, 1952 b)。

同じ結果はアベハゼを用いて水槽中の黑白两部分のどちらかを選択させた久保の実験(久保, 1953)によっても示された。

この理論は異質環境のみならず等質環境にもそのまま適用できる。実験容器内の各部分の環境密度の値を等しいとおきさえすればよいからである。さきのアリジゴクの実験結果はこの点をも一応満足させている。

しかしこの理論にもまだ多くの難点を含んでいる。その1つは、それぞれの場所への個体の入り方が常に環境密度+個体密度に逆比例するかどうかということである。単位面積当り個体が1, 2, 3, ……と入った場合、場の密度の増加の仕方が、 $1, 1+\frac{1}{2}, 1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}, \dots$ となる場合や、他の変化の仕方を示す場合があり得るかもしれない。たとえば梅棹(1949, 1950)のオタマジャクシについての実験結果に対して、1区画に入った個体数のいかにかわらず、場

の密度の増加分は常に1であるとして計算し直せば大体適合する。しかしこのような場合でも、環境密度の考え方それ自体の成立には妨げとならない。

さらに問題になる点の1つは、この理論の前提が、ある容器内、または棲み場所の全域中から好む場所を個体が選択するという点におかれていることである。もし個体の行動力が小さく場所の一部分だけしか行動しない場合は、この理論の適用は一応その行動範囲にかぎって行なわなければならないことになる。行動能力はあっても最初の到達地点、またはおかれた場所に落ちつく傾向が強くても同じである。しかもその場所から他への移動分散率は個体密度とともにその場所からの距離によっても異なるであろうから、これらの取り扱いはかなり面倒となる。もっともこの点については後でもう一度触れることにする。

残された問題点の1つは次の点である。かりに等質環境において、ある場所をいくつかの小部分に分けるとする。その一部分に1個体が入ったとすれば、その個体の影響はその部分のみならず、隣接部分にも及ぶ可能性が考えられ

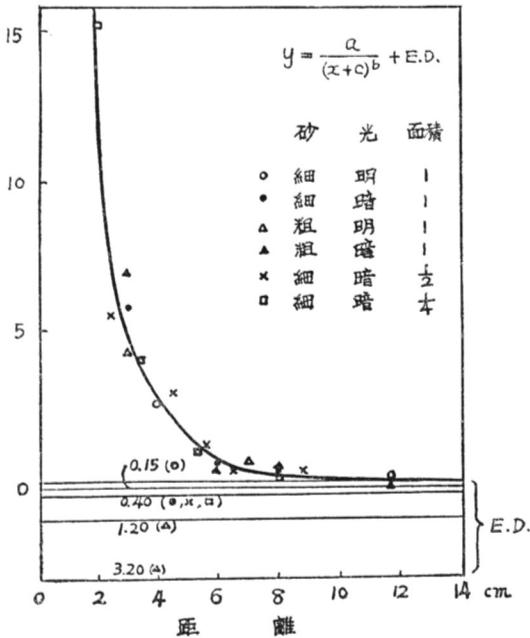


図 2

る。すなわち、個体の存在による場の変化は人為的に分けた区画とは無関係にある範囲内に広がるであろう。このような場の変化の仕方と環境密度とはどのように結びつくかという問題である。

等質環境に2個体のアリジゴクを入れ、個体間の距離を測定することによって、1個体に対する他の近より難さを示したものが図2である。各距離に対する曲線上のそれぞれの点の値は、その距離における単位面積内に他の個体の入る確率の逆数に比例している。すなわちこれは1個体の存在によって起こる周囲の場の密度の変化曲線に対応するものである。興味あるのは種々の環境条件の下で得られたそれぞれの値が、 x 軸の位置をずらしただけですべて1本の曲線上に載せることができ、しかもそのずれ方は区画法によって得た環境密度の値に応じているということである。すなわちこれはそれぞれの環境密度の上に個体の存在による一定の場の変化曲線を積み重ねた形となっている。ただしその曲線の形は動物の種類によって異なるであろう。

動物個体間にプラスの干渉が働く場合でも、ある距離以内に近よればかえって反発（マイナスの干渉）が起こるといえるのがかえって多いと考えられる。この

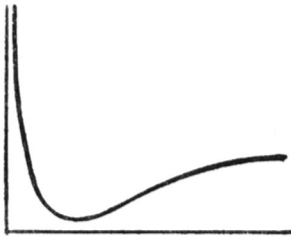


図 3

場合も近より難さの程度を示す場の密度曲線をえがくとすれば、図3のような形が得られるであろう。なお場所によって環境密度が変化する場合、場の密度曲線はその変化に応じて複雑な形をとるであろう。

個体の移動分散の問題もある程度までは環境密度の変化の形におきかえて取り扱うことができるのではないかと思われる。たとえばアリジゴクを1匹砂上におけば、砂の状態や

他の条件がよければ、おかれた場所、またはその近傍に孔をつくるが、条件が悪ければあちこちと歩きまわる。ただし条件がよい場所でも数個体を一緒におくと分散して営巣し、分散の程度は個体数の多いほど大となる（森下，1954）。いまもし、アリジゴクにとっては、おかれた場所を遠ざかるに従い場の値が増大すると仮定すれば、環境密度の小さい場合（好適場所）においてその逆数に比例して示される定住確率は、おかれた場所の方が他の場所よりはなはだ高くなるのに対し、環境密度の大きい場合は両場所の定住確率には著しい差はなくなり、個体の移動分散率は大きくなる。ただし前者の場合でも数個体を同時に

おけば、中央の個体のつくる場の密度の高まりによって他の個体はかなりの分散を余儀されることになる(図4)。ただしこれらの具体的資料は整理未了のため次の機会において述べたいと考える。

以上を要するに、現在のところ環境密度理論はまだはなはだ不完全であるとはいえ、動物の行動と環境との関係を統一的に取り扱うことによって、全く異質な環境相互をも環境密度なる共通の尺度によって比較し得る道を見出したものといえるであろう。

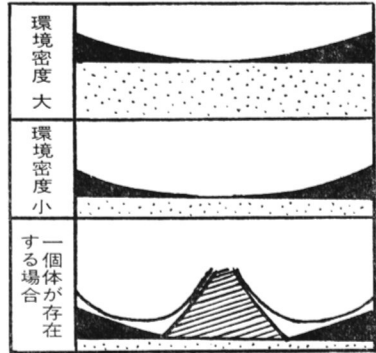


図 4

引用文献

- 森下正明 (1952 a): 生理生態 5, 1—16. [本書 3—23 頁に収録].
 森下正明 (1952 b): 日本動物学会九州支部会報 6, 1—5. [本書 25—33 頁に収録].
 久保浩洋 (1953): 第24回日本動物学会大会講演.
 梅棹忠夫 (1949): 生物科学 1, 19—29.
 梅棹忠夫 (1950): 生物科学 2, 179—185.
 森下正明 (1954): 日本生態学会誌 4, 71—74. [本書 107—125 頁に収録].

質 疑

伊藤正春 (京大農昆虫): 環境密度の測定において、ある環境に入っている個体数の空間的・時間的構造、たとえば周辺効果、潜入深度等の広義の社会行動との関係を明確にすると、比較社会学的に興味がある。

森下: 同感である。将来そのような問題も扱ってみたい。

篠崎吉郎 (大阪市大医): 1. 干渉が正負混合した場合の入り難さの曲線が、横軸を切る場合には、入り易さは無限大となるが、その処置はどうか。2. 環境密度の理論式と入り難さ曲線の形式的関係はどうか。

森下: 1. 今のところ横軸が曲線を切る場合は考えなくても差支えないと思う。2. 環境密度の理論式は、他の区画に与える場の変化の少ない場合に適用される、1つの近似式だと考える。

岸本良一（京大農昆虫）：1. この理論は、動物の限られた時期における行動から考えられているが、実際の野外では、数世代にわたる個体数を問題にしななければならないと思うがどうか。2. 環境がそれ自身で、主体とは独立に変化するときには、この理論の普遍性は減じないか。

森下：1. 現在のところ、1世代の中の生活様式に異なる stage を通しての扱いは困難である。しかし、それぞれの stage ごとに取り扱う分には、今のままでできるし、むしろその方が適当な場合もかなり多いのではないか（たとえば、水棲昆虫の幼虫と成虫との場合）。これらを別に扱ったのち、総合して考えることも一方法と思う。2. 環境自身の変化の問題は、環境密度理論と否とにかかわらずとり上げなければならない問題であるが、その変化の受けとり方を環境密度によって示すことができれば、必ずしも普遍性が減ずることにはならないと思う。

* 民主主義科学者協会生物学部会第1回シンポジウム（1955）講演，生物科学 特集号 生体と環境との相互連関：53—55（1956）掲載。