

座 談 会

生 態 学 の 現 状 と 展 望

近年生態学が各方面で脚光をあびてまいりました。これは現在、地球規模で生物と環境の相互作用を考えなければならない社会事情にあり、他方、分子生物学に代表されるような分析的生物学の高度な発展とあいまって、個体レベルを越えた生物の存在様式の研究が、より重要性を増してきたからだと思われます。生態学と一口に言っても、最近では生物学以外に、物理学、数学、社会学関係の非常に広い分野にわたって研究されてきています。それぞれの分野で使う生態学又は ecology という言葉の意味やニュアンスが多少異なっているようですが、最近のこの分野への急激な関心の高まりの中にあつて、より広く協力的に研究を進めることが重要であろうと思われます。

この特集では、生態学の現状と展望について、いろんな分野の方々に語っていただきました。

編 集 部

出 席 者

(敬称略)

岡 田 光 正 (阪大・工・建築)
木 下 富 雄 (京大・教養・社会心理)
吉 良 龍 夫 (大市大・理・植物)
黒 岩 澄 雄 (京大・理・生態研)
篠 崎 吉 郎 (堺科学教育研)
島 津 康 男 (名大・理・地球科学)
寺 本 英 (京大・理・生物物理)
森 下 正 明 (京大・理・動物)
山 口 昌 哉 (京大・理・数学)

司 会

寺 本 英

記 録

増 山 博 行, 永 平 幸 雄 (京大理)

座談会

寺本 最近になって生態学の意義が再認識されてきました。これは環境汚染とか公害とか人口問題とかが、われわれ人間存在にとって深刻な問題になってきて、生態学の重要性に目を向けざるをえなくなった、ということかもしれません。今日は色々な分野の方がおられますので、私自身どないなことになるのかと全然司会者として自信がございません。はじめからあまり話の道順を決めて進めると、学問の性格上、誤りを犯す危険がありますので、話題の方向にはこだわらずにごく自由に気軽に発言していただきたいと思います。取り上げられた雑誌が「物性研究」という物理の雑誌ですし、物理との関連をやらなきゃいけないと思うんですけど、それもあまり気にしないでむしろ皆さまの考えておられることをそのまま出していただく方が問題の本質につながるだろうと思います。色々な分野の方がお集まりになってますので、最初顔つなぎのため、自己紹介と御自分の関心のあることを手短にお話しして頂くことにしたいと思います。まず私から始めます。私は一応物理を出まして、途中色々ふらふらしてまして、現在は、3、4年前から生態学、特にエコシステムでのエネルギーの流れに目をつけて、エコシステムの構造と安定性および効率の問題、さらに、生態系の遷移および進化の問題を理論的に調べております。まだ、やり始めたばかりですので、今日も色々とお教えいただけると楽しみにしております。では吉良先生からどうぞ。

吉良 私はここの農学部で学生時代お世話になりまして、今は大阪市立大学理学部にいます。日本の大学では少なくとも戦争前には、生態学プロパーの講座が非常に少なかった。全国で一つしかなかったと思います。この席にも理学部出身で純粋に初めから生態学をやったという方は一人もいらっしゃらないはずですが、その中でも泥くさい方の出身です。私は古い時代の生態学から入って、戦後の良い意味でも悪い意味でも近代化の時代に遭遇したわけですけど、自分自身としては非常に中途半端な、十分には近代化していないところで楽しんでおります。今は主に森林を相手にして、森林全体の物質やエネルギーの動きをかなり泥くさく、データにまみれながらやっています。ここしばらくは暑いところ、東南アジアの森林にとくに興味を持っています。

篠崎 阪大の物理は出たんですけど、すぐに大阪市立医科大学の生物物理という、名前はモダンなんですけど、実は非常に泥くさいところに入りました。そこで医科大学であるというだけの理由で人口問題に首をつっこんだのが始まりで、ずっと成長曲

線をやって来ました。昭和28年でしたが、お隣の吉良さんとたまたま出会いまして、それがくっついて今だに離れられない羽目になっています。それから転々と職を変えまして、現在は堺市の科学教育研究所につとめています。吉良さんと出会いましてからずっと、生長の理論、生長はどのような法則に従っているか、一人前に理論といえるかどうかわかりませんが、そのへんをやっております。物理出身として初めに考えたことは、生物のことをやる以上は、物理の道具を、例えば機械とか既成の式とか、理論をもちこむのではなく、生物そのものを物理の目で見なおしてみようというだいそれた考えをおこしました。今でもそのつもりでいるのですが、なかなか初心どおりにはゆきません。この項では、大分生物くさくなってしまいました。物理の人のお話を聞きますと、もうずい分遠くの話のような気がします。学生時代は実験をやってまして、又戦争中のことですから、ろくな講義は受けていませんが、それでも生物の方よりは多少数学がましだろうとということで、吉良さんのところで主に数学的なことを受けもってやってきました。ですから、吉良さんから離れますと半人前にもみたくないような、そんな変な関係になっております。

岡田 専門は建築です。建築は構造とデザインに大まかに分けられますが、そういう分け方で言いますと、デザインということになります。担当している講座は建築人間工学という妙な名前ですが、内容は人間と建築の関わりについてということで、主として集団の人間工学をやっています。人間工学というのは人間の寸法の問題とか、目でどのくらいの範囲が見えるとか、手のとどく範囲はどのくらいだとか、イスのかけぐあいのいいのはどういう形だとか色々ありますが、個人を中心としたことは、あらかた片付いています。ところが二人以上の集団、とくに不特定多数、あるいは informal な集団といわれるたくさんの人が集まった場合には、いろんな法則性が捉えられるのではないかと、逆に、そういうものを対象とする都市の施設や建物を設計する場合、集団の現象についての予測が出来ておりませんと困るわけです。大切な仕事だということで、少しずつやってきましたが、その中のひとつに、時間的な法則性に関することがあります。これは、ラッシュアワーとか、季節変動などのように、時間的に起こる現象について定量的に予測できるようにしたいということです。空間的な分布、たとえば人口密度の分布、あるいは建物の中の人間の分布、例のデパートの問題なども含めて、分布の問題、密度の問題についても、相当やっている人がいます。分布については、生態学の方から勉強させて頂いておりますの

座談会

で、生態学との関わりはその辺にあるかもしれません。今後人口密度の問題は、私たちとしても重要になるであろう、30年ごとに地球人口が倍になるということでどれだけの高い密度まで人間は耐えられるかという、高密度の限界に関する問題が都市や建築の分野でも、テーマになってくるわけです。例えば、ニュータウンや団地の人口密度は、どこまで可能か、はっきりしない状況です。そのあたりを色々お教え頂きたいと思っております。

島津 地球物理をやっております。地球物理の中でも、最近まで、地球の海とか空、昔はやはり海は塩からかったかとか、空は青かったかとか、そういう地球表面の歴史をその物理、あるいは化学、物質及びエネルギー循環のバランスという面から仕事をしてきましたわけです。まあ、それがいつの間にやらかわってきました。自然の世界、これを物理化学的世界と言うとします。そしてその中にうまくはまり込んでいる生物の世界、そしてそれを押し退けようとして発達してきている人間という動物の世界、これらはそれぞれシステムを作っていると考えています。この物理化学的世界のシステムと生物のシステムと人間という動物のシステムの相互作用といったような意味のアースサイエンスをやろうと始めたわけです。生態学には色々な内容がございまして、例えば個体レベルの生態学とか、個体群レベル、コミュニティレベル、あるいはエコシステムレベルの生態学とかそういうふうに分かれているわけです。その中のエコシステムレベルの生態学が一応興味を中心になったわけです。そういうことでここに来ておられる森下先生、吉良先生、篠崎先生に教わっているわけでございます。生態屋さんから何かを頂いてそういうことをやろうとしてきたわけです。実用的な面では、最近問題になってきております害虫の総合防除のシステムを作るシステム屋としての仕事をお引受けしたり、或いはエコシステムレベルで見た生態学をちょっとはみ出しまして、例えば中国の人民公社のシステムを見たり、或いは日本という経済効率優先型のシステムをもっと自然環境に順応した形の、しかも江戸時代のようなシステムはどういう構造をもっているかとか、そういう方向へ持ってゆくにはどうしたらよいかとか、にも興味を持ったりしております。しかしまだまだ生態学を勉強してという段階にあります。

木下 心理学をやっております。心理学というのは、ご承知のように、人間の行動法則を研究する学問ですが、私はその中でも主として集団の行動法則の研究を商売にしています。そのような分野を集団力学（group dynamics）と呼びます。たとえ

ば、くだけた酒の席では話がはずむのに、同じ顔ぶれでもこういう座談会に出てくると口が重くなるのはなぜかとか、座談会のリーダーシップを寺本先生がとられるとうまくいくのに、私がとるとなぜ支離滅裂になるのかとか（笑い）……要するに group process がどのように営まれ、そこにいかなる要因が働いているかといった問題を扱う学問です。私はとくにその中でもコミュニケーション過程とか噂さの問題を中心に仕事をしています。卒業論文、修士論文を通じて噂の研究をしておりましたものですから、私の同僚どもは、私が話をしますと、それ本当かと必ず念を押します（笑い）。最近では、愛知県の豊川市で、信用金庫が危いという噂さが広がり、それがもとでパニックと言いますか、取り付け騒ぎが生じるという事件がありました。あの事件のデータを現地へ行って集めてまいりました。同じ町に住みながら、なぜ噂さに巻きこまれて恐慌状態になった人と、そうでない人がいるのかを、survey data をもとに多次元解析したり、流言の伝達終路をトレースして、その経路を決定する、集団の構造的要因を探ったりするわけです。

そういうわけで、専門は、いわゆる生態学からは少しズレています。それなのにこのような席に出て参りましたのは、group process に及ぼす物理的・生態的環境に興味をもっていたからです。つまり group dynamics では、集団をとにかく閉じた系として扱いたがりまして、その集団が置かれているより大きな社会的・歴史的環境や physical setting、生態的環境については、少しヤバイと言いますか扱うにはややこしすぎるということで、どちらかと言えば逃げ腰であったわけです。しかし例えば座談会をする場合でも、こういうコロキウム室で、このような机と椅子の配置に規定されて討論する場合と、芝生の上で自由に坐って討論する場合とでは、われわれの group process は変わるかもしれません。このような要因は非常に量化しにくいので、カッコに入れておきたいという気持はよくわかりますが、現実の group process は「真空状態」のもとで行なわれているわけではないのですから、集団をもう少し開いた系の中で考えた方がよいのは当然のことです。そういうわけで、ぼちぼち今までのデータの中からこのような問題に関係あるものを探していましたら、世話役の川合さんの目にとまり、こういう会合があるから出ろと言われまして、末席をけがすことになった次第です。

黒岩 植物生態学をやっております。なかでも物質生産の生態学を研究しております。

物質生産というのは意味のわかりにくい言葉と思いますが、有機物を生産すること、即ち緑色植物が光エネルギーを得て光合成によって有機物を生産することを言いま

座談会

す。このような物質生産は、植物一般に共通した機能であり、また生物の biomass 増大の基礎となっていますから、生態学的にも重要な研究対象だと考えております。私はこれまで、このような物質生産の問題を、どちらかといえば理論的に研究する方に力を入れてきましたので、今日のこの会では、物理学の理論分野の研究方法との関連性についても教えていただけるものと期待している次第です。

最近では、単に植物が物質を生産して biomass を増大させるという問題だけでなく、この物質生産がどのように次の generation づくりに関係しているかという問題にも興味をもって研究を進めています。高等植物は一般に有性生殖で種子を作りますが、なかでも多年性植物は種子のほかに無性生殖で地下茎などを作って次の generation を維持し、発展させているわけですが、例えば、この種子や地下茎の量と物質生産全量との関係が、環境条件によってどのように変化するかなどを研究しています。つまり従来の物質生産の研究よりも one step 植物の生活を深く捉えようとする研究といえると思います。

私は実は東大で大学院課程を過しましたが、その当時吉良先生の特別講義を聞きまして、吉良先生、篠崎先生達になさった生長解析の一連の仕事も知りました。そしてこの生長解析も biomass 増大の process を含んだ現象を対象とした研究ですから、一段下がった光合成・物質生産 level からの approach も可能ではないかというふうに大変興味を持ちました。私の学位論文となりました種間競争の研究も、実はあの時の興味から物質生産そのものの研究法と生長解析法とを組合せてやった研究なんです。私は大学院を終えて十年少しという浅学の身ですので、今日のこの会合のお誘いを受けた時も少し躊躇したのですが、諸先生方の学問に対するご意見も聞くことができ、勉強になるというふうにも考えまして、あえて参加させて頂きました。どうぞよろしくお願いします。

山口 数学をやっております、大体やっておりますのは微分方程式、偏微分方程式であります。卒業した頃と思うんですけど、ふとした事から森下先生らがやられてたウイルス会、生命に興味のある研究者の卵は皆寄ってこいという会が1ヶ月に1回ありました。そこで、ロトカーボオルテラと生態学の方が呼んでおられる理論の本を紹介したことがあります。その時以来、生きているということを数学的に表現したいという気持ちを持っておりまして、今の数学はみんな死んだものを扱っております。そことどういうふうに数学の方を直したら良いのかという感じで模索しております。しかし別に生態学で仕事をしたいとは思っておりません。本日のテーマ

と関係した、私としてやりたいと思っている二つの夢を述べたいと思います。非常にラフな言い方で述べます。一つは昔からの生態学は常微分方程式系でして、空間微分が入ってないのですが、やっぱり地域的な流通とか拡散とか、そういうものが入ったのが本当ではないかと、そういうモデルをたてられないかということです。例えば鉄道がありまして、その間にいくつかの駅があるとしめます。それらの間を平等に繁栄させようとして流通をよくしようとしめます。ところが期待を裏切って、新幹線が出来たら名古屋の支店長がいらなくなってしまうとか、そういうふうの一つのところに peak が出来てしまうようになる。それが不思議でしょうがないわけです。そうしたものが解明出来ないかという事が一つです。もう一つは、普通は生態系を取り扱うとき、いくつかの種があって、それらの interaction がどうということ式を出してきますけれども、それが良いのかどうかということです。これも非常にラフな話ですけど、教授会でタカ派とハト派とありますけれども、あれは初めから決してああいうふうにあるわけではないんですね。タカ派とハト派が形成されるものところは、色々意見をもってられるかもしれませんが、一般教官なんですね（笑い）。最初ハト派的で出発したとしても一人ぐらいタカ派的な発言をやる人がいる。常識で考えたら一人ぐらいが言うたらつぶされると考えられるわけです。しかし時にはそれがどんどんどんどん成長して行って、ちゃんとタカ派とハト派の対立といったものが出来てくる。そこらあたりからいきますと、これは2種ということではなく、まず1種があって2種が出来るということです。これも又、モデルが生態学で出来ておりましたら教えて頂きたいと思います。それがどうも根本的なような気がするわけです。先程からシステム theory が出てきています。システム theory という時には element を確定します。この確定するときに既に間違いがあるんじゃないかという気がします。それは物理では、はっきりしているようで、良かったのですが、こういう色々な事に element theory を用いられる、或いはシステム theory を用いられると、これは数学の方に原因があるのではないかと思います。現代数学は非常に平板に物事を集合という形で取り扱っていること、まず工学部の方が影響を受けられ、それから生物にもかえってきているということ、そういう点で数学は反省せねばならないのではないかと考えられるわけです。物理学も害悪を流しているけれども、数学も又相当害悪をたれ流していると ………（笑い）。私は数学者ですけど、いたる所で数学を告発してまわっています（笑い）。

森下 動物生態学という看板を出しております。生態学という言葉は便利なもので、何

座談会

をやっておっても、あれは生態学だろうということで通用するらしくて、そういう意味で助かっております。私は吉良さんと同じく、ここの農学部出身でございます。吉良さんは園芸の方で、私は昆虫研究室の出身です。私が昆虫をやろうとしたのは、一つは若い頃アールブルを読んで大変感銘を受けまして、ああいうことをやってみたいという気になったこと、それからもう一つは大変数学が嫌いでした、なんとか数学を使わないで仕事出来るような、そういう分野に入りたいと思ったからです。大学に入って、もうこれで数学とは縁が切れたと思って心からほんと致しました（笑い）。その当時には、吉良さんの言われた通り、まだ生態学という言葉にふさわしい内容の学問が少くとも日本においては確立しておったとは言えない状態であったと思います。生態学という言葉はございました。しかしそれは何々の生態、例えばハチの生態、チョウチョの生態であるとか、つまり特定の動物の生活史や習性を調べるという意味での生態でありました。結婚の生態という言葉が新鮮な響きを与えた時代であります。私はアリの生態を研究テーマにしましたが、私の気持の中ではアリそのものをやろうということよりも、アリを材料にしてなにか生態学というものを勉強したいという気持があったわけです。だからアメンボを使って集団形成の問題を調べてみたりなども致しました。その時分にはまた今西さんや吉良さんといっしょに旅行にも出かけました。ところが戦後になって私は病気をいたしましたため、外へ出ることが出来なくなりまして、部屋の中でアリジゴクを使って、その虫のすみ場所の度合の測定法などをいじくることになりました。我々も良い場所、悪い場所、或いは音楽会が好きだとか絵を見るのが好きだとか、それぞれ色々な好みがありますけれども、こういう好みの度合によって、ある時にはこっちへ行く、ある時にはあっちへ行く、そういうふうなのをもう少し量的に比較できるような方法はないものだろうか、多少心理学的な問題ではありますが、やり始めてみました。しかしこの仕事を実験的にやっているうち、又、病気になりまして、そういうことも出来なくなりました。しかし遊んでいるわけにはいきませんので、個体群の密度調査法の理論的な問題に頭をつっこむことになりました。こうなってくると昔大嫌いであった数学的な問題にぶつからないわけにはいかないことになりました。やっぱり若い頃嫌いであり勉強しなかった事というのは、そうやってきて大いにたたりました。なにしろ base がないもので、自分でボロ切れをつづり合わせて、仕立法も知らないままに何とか間に合わせの着物を作るようにやらざるを得なくなってまいりました。したがってろくなものも出来ていないという現状です。結局あいつは何をやっているかわからないという悪評をこうむって

いるような始末であります。

寺本 もともと生態学はここで取り上げるような問題だけではないわけで、今、森下先生がおっしゃって下さった様に非常に幅広い分野をおおっているだろうと思います。生態学そのものとか将来とかは、一応むつかしいから、横の方へおいておきます。さて山口さんの御注意にありましたように物理とか数学の弊害にとらわれずに考えても、いまいろいろとお話がありましたように、生態学で対象とする系も、やはりいろいろな要素の集合であるということで、その視点から話を進めていったらどうかと思います。要素の集合といいますと、物理学で取り扱ってきた系もやはり要素の集りであって、その要素としては原子や分子から出来た系です。一般に空間的に一様な構造をもっていて、それらの要素間の相互作用には相加性があり、2要素間の相互作用がわかれば、系全体の性質や挙動は原理的に理解できるという仕組みになっています。ところが、生態系を構成している要素である生物個体というのは、それ自身が成長とか環境によっても変化します。構造も一般にヘテロで、個体間の相互作用も大変複雑です。また、相互作用には相加性が成立たない。たとえば種と種の集団間の相互作用は単に個体間の相互作用を寄せ集めて出てくるようなものではない。集合と集合の相互作用というのは、その大きさや環境によって質的な違いが出てきます。そういうことで、系全体として調節や制御が行なわれている、よく出来たシステムだろうということです。もう一つは環境との相互作用です。物理ですと、実験室の中で圧力とか温度とかをコントロールして、その中でどういう性質を示すかを調べるわけですが、生態系の場合、そういうふうに切り離せないわけで、環境と生物集団はおたがいに影響し合っていて、環境の特徴を少数のパラメーターで規定するようなわけにはいかない。そのへんが生態系の特徴だろうと思います。個体と集団、社会構造、そのへんのところを、最初植物系からということで、吉良先生からお話をうかがうことにしたいと思います。

吉良 確かに生物の場合には、集合の持っている性質は element の相加ではないということをはっきりしています。element の集合はある固有の性質を持つようになる。しかしそれをアприオリに認めてしまったのでは面白くもおかしくもない。なんとかその process を導き出したい。単純な現象についてはある程度それが出来るわけです。例えば門司さんたちのおやりになったことですが、葉っぱがたくさん集まっているとき、1枚の葉っぱの光合成の性質がわかっているならば、葉群全体の

座談会

光合成の性質を組み立てることが出来るかどうか。それは非常に荒い近似でならなんとか出来る。門司さんの仕事は、今から見れば、単純なものですけれど、簡単な物理的モデルで一応集合の性質を論じることが出来るということを、1953年の段階で示したことは非常に画期的であったと思います。世界でも初めてで、非常に強い影響を後に残したと思います。私どもが手がけた現象にもいろいろ不思議な事があります。例えば一枚の葉に光をあてて光合成をやらせると、光の強さに対して双曲線的なカーブを描きます。ところが、同じ性質は葉群全体をとっても出てくるし、個体の成長にも出てくる。ところが、門司さんの作られたモデルからみちびいた葉群の性質をちょっとどこかで近似すると、そういう双曲線関係がみちびかれる。下から積み上げてゆくと、非常によく似た性質がくりかえし出てくるわけです。集合を一段階づつ高めてゆくごとに同じ形の性質が何べんもくり返し出てくる。これは多分、集団が出来る際、まだ我々の知らないある限定条件がはたらいて、そういうことになってゆくんだと思うんです。こういう現象をずばりと説明するものができると非常に面白いでしょうね。

寺本 黒岩先生は森林の微細構造から出発して、森林全体の生産を調べるという、さっきの門司先生の流れの研究をなさっていらっしゃるんですが、そういう approach のとき、物理学的見方が役に立つことはあるんですか。

黒岩 物理学的見方が役に立つか立たないかというご質問ですが、これは生態学一般の問題として取上げますと、大変むづかしいことになりますけれども、まず先程の吉良先生のお話と関連させて意見を述べたいと思います。

生物現象が非常に複雑であっても、生物の共通属性だけに注目してその現象を単純化して捉え、そしてこの共通属性中心に法則性を追求しようとする研究方法は、たしかに物理学的アプローチといえると思います。この良い例として、先程吉良先生は門司教授らによる群落光合成の理論的研究を挙げられました。この門司教授らの研究が有名になった理由の一つとして、数学モデルが非常に簡単で、しかも生物現象の内容を深く説明できるということ、もう一つの理由としては、植物の共通属性として最も顕著な光合成に関する研究であり、しかも生態学上の共通課題である個体と集団との関係を研究対象としていることを挙げることができると思います。ところで、このような生物に共通して適用できる法則、つまり一般法則とでもいえるものを追求する研究だけで良いかということになりますとそうではなくて、個々

の生物やそれぞれの種の特性に注目する、つまり特殊法則とでもいえるものを追求する研究も重要だと考えます。このような問題については、森下先生あたりからのご意見を出して頂けるとと思いますが、いかがでしょうか。

森下 集団は個体が集まって出来ていますが、二つの場合を考えなきゃならんだろうと思います。一つは単独に存在する個体としてのあり方と集団の中の一匹としてのあり方との関係ですね。これがある程度違いがあるわけです。例えばショウジョウバエを一匹離して飼う場合とたくさん一諸に飼う場合では一匹の雌の産む卵の量が違います。これは植物の場合でも同じで栄養の取り合いの問題とか、広い意味での個体間の干渉が起るからですね。温度に対する反応でも一匹ずつ離れた場合と、五匹なり十匹なりを一諸にした場合では違う場合があります。こういうふうに相互作用の場におかれた個体というものの集まりの総計としての集団性は、離された一匹づつのものの総計というものとは必ずしも同じではありません。そこに集団と個体との関係を考える場合の大切な問題の一つがあるに違いありません。もう一つは、例えば光をあてて光の方向へ行く性質があるという場合、今百匹の虫をおいて、灯をおいて、その方向に行くかどうかを見ます。その時百匹のうちの98匹が行けば、この種類はそういう方向へ行く性質があると結論するのがふつうです。しかし2匹だけがその方向に行かなかったり、あるいは反対の方向へ行くとすれば、これは一体何故かという問題が起らざるを得ません。これは生物の個体というものが等質な分子的存在と考えてよいかどうかという問題に結びつくことであろうと思います。実際個体の間にはいろいろ違いはあるわけで、ただ集団としての性質をいう場合には、一応平均的な値を使ってこれを代表させざるを得ないわけですが、そういうやり方だけで集団をとり扱うのが本当によいかどうかという問題が残ります。初めの方の問題はもう古くから取り上げられていますが、後の方の個体差の問題は、今後としてもなかなか大変な問題であろうと思います。

寺本 個体の生殖能力とか成長とか、あるいは行動といった個体自身の個性というのは、集団の中の個体として考えなければならないという問題と、もう一つは、やはり、環境があると思います。植物の場合でも動物の場合でも地域的な住みわけなんかの問題があるわけでしょう。そのへんのことを含めて、篠崎さんから少し述べて下さい。

座談会

篠崎 お答えになるかどうかわかりませんが……。黒岩さん達がやっておられる様に葉っぱ一枚の光合成曲線から集団の生産を測られているのとは全く違う方法を、私は始めました。例えば植物をある所に植え、個体密度をかえると成長曲線はどうなるかということを始めたわけです。なるべくよく合う model を作ろうということで作ってみたら、個体の成長は、今では“最終収量一定の法則”とよんでいます、本質的には密度が反比例で作用しているわけです。肥料とか光とかは本質的には正比例で作用しています。それら一つ一つの作用は本質的には単純なのですが、お互いのからみ合いが線型から少しはずれているため、正比例、反比例からずい分違うように見えるというのが私たちの model です。光とかのように正比例的なのは linear factor, 密度のように反比例的なのは reciprocal factor と名前をつけたのです。それで植物の場合、成長と環境条件についてはまあまあ満足できるくらいの model ができています。それと黒岩さんたちのやられる、光合成から積み上げてゆくものとは全然形が違うんです。が、最近やっとそれらの間の関係に見通しがつきそうになってきました。

物理出身ですので、原子、分子の動きに統計をかけますと macro な性質が出るように、生物現象でも似たようなことがありそうな気がしたんです。ところがそうではなさそうなんです。生物現象を原子、分子から地球規模まで、ずっと level に切ってみたらどうなるかというだいそれた事をやってみたんす。原子、分子がある程度集まりますと、低分子という、生物で言えばアミノ酸程度のものが出来るわけです。それがある程度集まりますと蛋白質、それが集まりますとオルガネラという細かい器官が、それがまたいくつか集まると細胞、次に器官、個体、集団、集団にも規模があって、population, ecosystem, 地球といくわけです。その間の element の数の比を大体取りますと $10^3 \sim 10^5$ の order にしかならないのです。その比が全部一定ではないのですが、まあまあその程度におさまるのです。非常に不思議なんですね。まあそのぐらいにしか人間がよう分けないのかもしれませんがね。ちょっと寺本さんにお尋ねしたいのですが、そのぐらいの比でも統計力学的処理がかけられますか。

寺本 ある程度あらっぽいことではいいんじゃないですか。ただ element に個体差あるいは個性があるという問題がありますが。

篠崎 個体が element の場合、統計力学的処理にかけたら macro の性質としてなに

が出てくるか大へん楽しみなんですが、生物現象の場合、残念ながら N が小さそうな気がします。ですから不完全な統計力学と申しますか、そういう数学があったら面白いのではないかと考えています。

森下 model としてはごく少数の parameter を入れるだけで、そういう集団をあらわすことはある程度までは出来るでしょう。

篠崎 ところが、物理学と違って重ね合せがきかない場合が多いので、それが nonlinear とかに絡んできて問題が大変複雑になるのです。

寺本 例えば黒岩先生がやってられる、葉っぱという micro なレベルを基礎にして、それから森全体の生産量というマクロな性質を出されるわけですか。それは非常に物理学的なアプローチですね。

黒岩 私の理論考察では、一般の植物群落の葉面積指数を $5 \sim 10$ として取扱う場合が多いようです。この指数は、群落が占有している土地面積の幾層倍の葉面積が群落全体として存在するかを示すものです。この数値はさておくとしまして、このような個葉の集合体としての群落全体の量的評価法は、たしかに物理学的方法だと思います。

寺本 そういうのと、森全体の性質を密度の関数と考える現象論的なやり方の二つの方向があるのが、やはり世界的な現状と考えてよいんですか。

黒岩 まあそうです。

吉良 さっき自己紹介の時に言った生態学の近代化の意味は、割合簡単な数学や物理・化学で処理できるような現象の整理がまるっきり出来ていなかったということです。今でもそういう面ではいくらでもすることがあります。やっていたらきりがなくらいです。そういうことを一応すませてしまうこと、それが近代化だと思うんです。しかしそれで生態系の問題がかたづくかという、全然そうじゃないんですね。さっき出た反対方向へ飛ぶ虫の問題、それから種の問題、そういうものはかんたんには物理化できないわけです。しかしその扱いが近代化できないということではない。

座談会

これからの問題だということでしょう。将来の生態学ということになりますが、ただ単に既成の物理や数学を持ってくるだけではダメで、それではやれないような大きな問題に生態学はぶつかるだろうと思います。

寺本 植物はじっとしていて、個体自身が動いたりしないので、なんとなく個性を無視できるみたいにみえますが、そうすると、さっきおっしゃった近代化とかがやりやすいように見えますね。やっぱり数学とか物理的な手法で式で書こうとすると個性を殺さないと、いや殺すというか、しらん顔しないと出来ないんですね。

篠崎 個性を無視していかにもうまい実験をするかということが問題になるんですね。

寺本 植物の場合、ある程度、そういう事で手を出してもあまり失礼ではないような気がするんです。動物というのは大分違うんでしょうね。

森下 例えばですね。記述の手段としてならば、非常に極く簡単に扱おうと思えば、さっきの光へ行ったり行かなかったりする場合、光へ行く確率はいくらであるというふうな記述の方法は使えますね。しかしそれは現象の記述であって、本質には触れていることではない。ですから本質自身を物理なり数学なりでとらえてゆくことはまだまだ困難な問題でしょう。物理でもある程度そういう現象的なところから始めなきゃならないし、やられつつあるのでしょうね。

寺本 動物になると行動とか、空間的な移動とかが本質的になって、生物集団を理論的に調べるときに、空間的な分布を考えて、その変化を問題にしなければならないのですが、そのときにも diffusion といったような、あまり生物的でない形でしか解きにくいわけですね。

森下 例えば猿の群れの場合、ボスとか若者とか色々な質的な違いがあります。しかし例えばエサの取り方だとか距離のおき方だとか、そういうものは数学の言葉でもって置きかえることは出来ないことはないかもしれません。

寺本 ほとんど個性を殺して ecosystem としての環境依存性とか安定性とかいう事をやっている、いつも気にかかるのは、みんなりっぱな個性を持っている生物を死

んだものみたいな形にできてしまっただけで、ロマンチックじゃないなという気持ちを感じるのですけれど、まあそれでも、やってみるのは……………

森下 ええやってみる価値は十分あると思います。予測が出来るという段階までなれば、何故そうなるかまではわからなくとも現象的には一つの法則性が見出せたということになりましょう。

寺本 集団と個体の扱いの場合、物理と生物では相当違いがあることがわかりましたが、話を少し進めまして、集団としては最後には人間の集団というものが課題になるわけですが、この辺で人間の集団と心理、例えば木下先生のいう集団過程ですね。その場合の個性と集団とはどういう感じになるのですか。

木下 個と全体という問題は数学や物理学でも問題になるし、生物学や社会学、それに哲学でも問題になるわけです。その意味で、これは学問全体の永遠の課題の一つではないでしょうか。最初からこんな話が出てきたので、これはえらいことになったと思っていたところです。心理学でも、もちろんこれは大問題で、学説史的にみても、全体を個々の sum up とみる要素主義的心理學と、反対に場理論的発想をとる Gestalt 心理学の対立が古くからあったわけです。この問題が解釈できたら、心理学を解散してもいいぐらいだと思っています。ところで「個と全体」という問題を「個体と集団」というレベルで考えた場合、心理学の中でも知覚心理学や学習心理学といった分野では、もっぱら現象として個体レベルのそれを取扱い、個体と個体の相互作用についてはあまり問題にしません。なぜなら、この紙が丸ではなく四角だといった知覚過程は、個人でみようと集団でみようとそれほど変りがないからです。（もっとも今迄の討論の文脈からすれば、何百人か何千人かに一人の割合で、四角い紙を丸いとするものもいるわけで、四角い紙という物理的実在を四角い紙として「見る」というのは、ある確率的な法則にすぎない。しかしこういった個体差の問題は、個体間の相互作用の問題と議論の水準が違うのでここでは省略する）。しかしながら、社会心理学や group dynamics の分野になると話が違ってきます。なぜなら group dynamics では、個体と個体の相互作用を文字通り研究の主対象とするからです。この場合、個体の単なる sum up が集団でないことは、最初に山口先生が言われた教授会におけるハト派とタカ派の形成過程を例にひくだけで十分だと思います。ただ正確に言うと、われわれは集団（group）という言葉

座談会

と集合 (togetherness, aggregate) という言葉を分けて使っています。集団というのは、ある複数の個体が共通目的を達成するために相互作用を営んでいる状態で、この場合、集団の内側と外側を区別する一種の boundary ができ、その内側には、相互作用の結果として、規範とか凝集性といったさまざまな集団機能が生じるのが普通です。ところが、同じように複数の個体が共通目的を達成するために、時間的・空間的に共在している場合でも、集団とは呼べない状態があります。たとえば映画館の観衆とか駅の待合室の乗客といったのがそれです。このような状態を個人でもなく集団でもないという意味で、集合と名づけるわけです。集団と集合を区別する一番大きな点は、それを構成する個体間に相互作用があるかないかという点です。相互作用があれば集団で、その場合は個人の sum up と異なる独自の reality をもつわけですが、相互作用のない集合の場合は、近似的に個人の sum up と見做してよい行動を示す場合が少なくありません。もっとも、どれだけの相互作用があると集団であり、集団でないのかという境目は微妙で、これは、大人と子供の区別をどこでするのだという話に似ています。法律的に 20 才で切るのは簡単ですが、生物的には連続しているからです。しかしそれにもかかわらず、やはり大人と子供の違いは「なんとなく」あるわけです。

ところでもう一つ、ご質問には、生物現象をどこまで物理学的モデルにのせることができるか、という意味が含まれていたように思います。先程の吉良先生の言葉ではありませんけれども、心理学でも「近代化」といいますか、何とか対象を量化しようという根強い欲求があるわけです。その場合、モデルとして心理学で独自に開発した方法を用いる場合もありますが、物理学的モデルが用いられる場合も少なくありません。物理学の専門の方が絶望的と思っておられるあたりの現象に対して、かなり大胆に（あるいは無謀に）物理的モデルを使っているといえるかもしれません。たとえば先程の噂さの話ですが、集団の中を噂さが流れていく過程を電気工学的にアナロジーすることができます。まず集団のメンバーをアンプと考えます。アンプとアンプの間には電氣的な回路が開かれています。これはさしずめメンバーとメンバーとの間の人間関係 — つまり心理的な回路に相当するわけです。人間関係には当然親疎の度合がありますが、これを回路の中に組み込まれた抵抗に対応させます。このような回路網の中に電流、つまり情報が流れるわけですが、アンプには固有の受信性能があって一定の閾値以下の電圧では発火しないように、噂の場合も一定の水準以上の興味ある情報でないことには、われわれは「発火」しないわけです。この場合、情報に対する興味の強さは、電圧で表わされることになりま

す。ともあれ、あるアンプに入力された電流（情報）は回路を伝わって拡延するわけですが、電流が抵抗値の低い回路を選択的に流れていくように、情報も心理的抵抗の低い親しいメンバーの間を選択的に流れます。またアンプには固有の増幅性能があり、伝わってきた情報をそれぞれ強めるわけですが、回路の中にいわゆる「放送局」と呼ばれる物凄い増幅性能の持主がいると、情報はワッと広がってしまうわけです（笑い）。またこのような回路に沿って電流が伝わるのは、ある一定容量の電圧のもとであって、非常な高電圧が Input されたときには、既成の回路を破った short circuit 現象が生じますが、噂の場合も、非常に興味深い情報が集団に Input されたときには、これと全く同様の現象が生じます。このような物理的モデルは、かなり強引なアナロジーもありますけれども、ある程度心理的モデルとして有効な面もあるわけです。しかしこれだけのパラメーターの範囲内でも、実際に数式化して処理しようとするの大変で、相談した工学部の先生は悲鳴をあげました。ましてや受信性能・増幅性能以外のアンプの「Personality」とか、義理人情で相手に伝えるといった現象をどうパラメータ化するかなどということは想像もつかないわけです（笑い）。もっともそんな部分が残っているからこそ、われわれは心理学者として禄を食めるわけですが、それでも一方では、物理的モデルで押せるところまで押してみても、人間はどこまで「物」として扱えるのか、その限界を知ってみたいという気持もあります。

その人間がどこまで物になるかということですが、たとえば先程の流言伝達回路のモデルで、熱狂するような情報を聞いたとき — つまり「高電圧」の状況では、多少の personality の差とか個体差は全部ある水準で揃ってしまっても無視できるようになり、「物」的に扱えることがあります。極端なパニック状況の場合も似たものでしょう。またこれも先程述べた集合状況下の人々の行動 — たとえば群衆行動ですが、これは人間の行動であるという意味でまさしく心理学的現象でありながら、現象を記述するパラメータが、単位面積当りの個体密度とか、摩擦係数であるとか、外力の強さであるとか、要するに物理的パラメータだけですむことがあります。パラメータだけからすれば、これは物理的現象ともいえるわけです。そこで時々思うのですが、物理学というのは、無生物の行動法則を扱い、生物学や心理学は生物の行動法則を扱う学問ということになっている。だがその両者の背後には、生物・無生物を包含するより大きな「もの」についての一般的な運動法則があり、物理学とか心理学は、その特殊な系を扱っているにすぎないのではないかということなのです。群衆行動などは、その意味で物理学と心理学の接点の一つという感じ

座談会

をもちます。

寺本 確かに個性というものがパニックといった状態でどうなるという話は、双極子をもった分子に電場をかけて一斉に向きをそろえるとか、相転移といった物理でよく扱う現象に似たところがありますね。内容というのか質的にはだいぶ違う現象でしょうが。そうした変化は集団と個というもののなにかを示しているので大事な問題でしょうね。生物界では上のレベルにある生物ほど個性が強い、上へ行くほどあつかましいのが多いですからね。それで類人猿あたりを扱うときには個性を無視できなくて、ボスとの社会構造といったものが非常に本質的であろうと思うわけです。もっと下の方の下等なやつを色々選択してきて個性をなくさせて物理的に扱うということをよくやるわけですが、これは実はわれわれが外から見てその思っているだけで、植物だって個性はある。まあそうした取り扱いがどのへんまで行けるかという問題があるのでしょうけれど。われわれが一般にシステム論的だとか科学的だと言うときには、何か element の集合で、その間に interaction があって、それを解析して系全体としての性質なり現象を説明するという、要素論的アプローチをいうように思いますが、それ以外の見方というのは、どうも現代的知性に染まった人間には非常にやりにくいような気がするのですけれど、どうでしょう。数学にも多少責任があるとおっしゃったし、カタストロフィ理論というものもありますし、このへんで山口さんの御感想を……。

山口 時々吉良先生のお話にも種の間との区別が非常にむづかしいということ、心理学の木下先生の話にもそのようなのがございました。連続かと思えば不連続であってわからないと、大人と子供でもいいですわね、大人と子供をどこで切るのか、ということですね。それから先程私が言いましたタカ派とハト派でも、先生一人一人をずっと見ていったら連続な人ですね。どこで切れ目があるのかわからないわけです。こういうふうになってくるんじゃないかと思うんです。先程森下先生の言われた boundary という言葉ですね。boundaryという言葉は色々な意味を持っておる。論理的な boundary というものも考えられるし、それから生体が生息している場所の境界のことを boundaryと言ったり、さっきの境界、ここから先はどうとかなど色々考えられます。物事はこういうふうになっているのではなしに、一番典型的な例で、私はマンガがうまく画けないのですが、こちらの端に人の顔が画いてあって、だんだん変化させていって図1のAからはじめてFまで人の顔に見えます。そ

れがHから変化させますとD まで nude になっていて、あるところで次第に顔になってくると、こういうことがよくありますね。だから我々が boundary という時、図2のAのようになっているのではなく、実はBのようになっているのではないかと思います。また、図3で、タカ派を上の方とし、下の面がハト派としますと、科学的に見ますと、これはつながっているんです。これをシステム theory で扱う時は、これがなんぼでこれがなんぼというふうに全く切れている様に扱っている。けれど本当はこういう曲面になっていて、この断面がああいうふうになっている。始めにC点（無色のタカでもハトでも）から出発するとするとどっちへ行くかわか

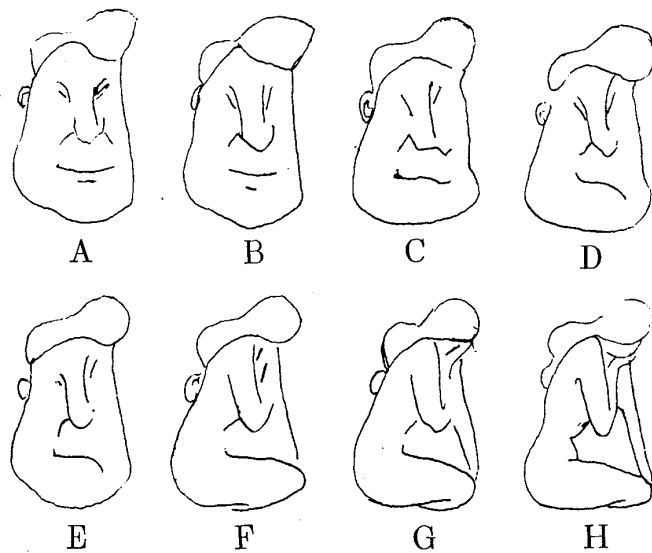


図 1

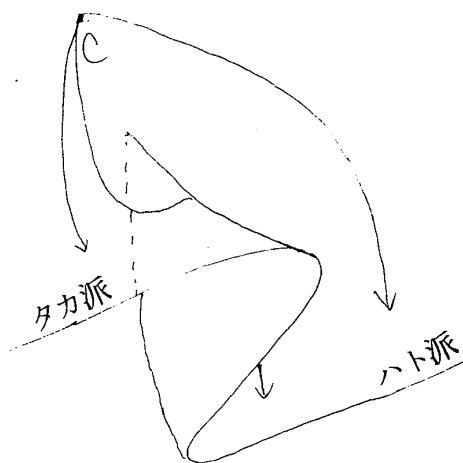


図 3

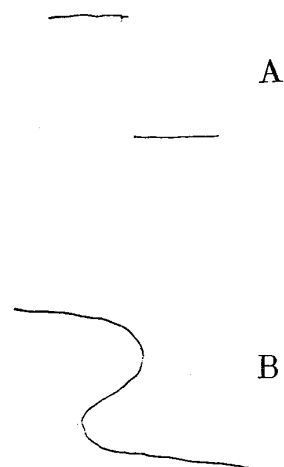


図 2

座談会

りませんが、こっちの方へ行くとすると、こっちの面に乗ってしまうとタカ派へ行く（笑い）。そういうわけでシステム理論ではこちらの断面ばかり分類してやっているのではないかと思うんです。しかし定量化という時にはまだまだむつかしいものがあります。これを実際どういうふうに運転したら、こっちの方へ行くのか、あとパラメータを動かす方の記述が大事なわけです。こういう広義の意味の分類をこういうグラフを使って、どこか使えてゆくのではないかと、あの今までのグラフは下のx軸に対してただ1個だけしか軸がないのです。まあ何本もあるでしょうけれど、ただこれがつながってこうなるとってもかまへんのであるとこれが、いわゆるカタストロフィが提案していることなんです。案外そういうしお構造というのが本当の boundary ……… わけのわからない時の boundary ではないかと ……… こういう感想で ………

森下 山口先生のおっしゃったことはたいへん面白いと思います。私も似たような感想を — これはちょっと現象が違うかもしれませんが — もっています。サカナの群れみたいなものを考えてみます。こういうふうにたくさん魚がいて、これの境界がこう動いていたとします。この性質というものはどうかという中に二つ要素があります。一つはあんまり近づきすぎでは良くないということ、例えばお互いの間隔と具合の悪さとの関係はこうなるといたします。ところが今度は別に誘引性というのが考えられます。離れれば離れる程こまるという、こういう二つの curve があって、この両方が balance を取っていると考えるわけです。ところがこれは固定されているのではなく、絶えず変動しているに違いありません。そうしますと、こういう要素と、こういう要素をどこかで切って、ただ量的な違いというだけの処理ではなくして、例えばこういうふうに動いたものが、こういうふうに帰ってくるといった形の変動を通じての balance というものが出てくるわけです。もう一つは群れの外形の問題で、物理的に言うならば、形の保持には多少表面張力に似たような面があるに違いありませんが、群れがあんまり大きくなければ群れの中で誘引力と反発力によって形は保たれるわけですが、ある大きさを超えれば中でも切れてしまう。で、群れの分裂ということが起ってくる。このように群れというものを考えてみると、ごく単純なものとして分子的な存在としての群れもあると思いますが、動物が段々複雑になってまいりますと、単なる同一の分子ではない、例えばサルの群れの中のボス的な存在、そういうのが一つの支配力を及ぼしている。これが弱ければすぐちぎれてしまうし、非常に大きければかなりの大きさまで群れを保持するこ

とが出来るでしょう。その中間的なものが現実の動物の中に色々あるに違いないし、そういう異質性も考慮に入れながら群れの出来方、維持の仕方を見なければならぬ。そういった問題の中では、成体と子との関係なども考慮しなければならないでしょう。動物の生活は非常にまちまちですから、こういったものをさまざまな生活様式のものについて丹念に解析してゆくことによって初めて動物の集団というものの一面がどうやらわかることになるのでしょよね。人間の集団の場合もかなり共通性があるのかもしれませんが。

山口 私、偏微分方程式を解いていて、初期値問題をといたんですけど、やはり boundary は入れないといけませんと森下先生に言われまして、となると boundary condition を物理であるようなのを全部入れてみたら全然違うわけですね。そういうことになって、どうもたいがいの場合、あいう集団の boundary というのは面白い構造になっているのではないかと、単なる厚みではなく曲面であろうと思います …………… むづかしいですね。

寺本 生物界の個体と集団について、いろいろとお話できましたが、もちろん簡単に結論なんてでないものだと思いますので、話題を少し変えさして戴きたいと思います。生物の集団の数学的な取り扱いの典型的なものは、Volterra-Lotka から出発した population dynamics で、最近物理屋さん数学屋さんなんかそれを少し複雑なシステムに拡張して、いろいろ解析をやるということが盛んに行なわれています。もう一つの見方は、生態系をやはりシステムとして見ることは同じですけども、生産、つまり植物とかプランクトンが太陽の光エネルギーを光合成で取り入れ、それをいろんな動物が生きる営みに使って、エネルギーは熱力学第二法則に従って最後には熱になってしまう、そういうエネルギーの流れの中で物質は無機環境と生物界とを循環している。地球全体でみると、全体として光のエネルギーを利用した機関、エンジンみたいな役割をしている系だと見ることができます。そういう意味で環境をちゃんと取り入れたエネルギー流と物質流というところの問題を少し議論していただきたいと思います。

島津先生は地球物理学者で、最近精力的に生態系の問題をやっておられますが、少し大きい目から御関心をもっておられること、お考えになっていることを話題として出していただきたいのですが。

座談会

島津 今、寺本先生のおっしゃった面で見えますと、これは人間から見た主観的な結果かもしれませんが、生物系の物質あるいは energy flux の part としての生物体の世界というものは、物理化学的なシステムと非常にうまく整合している。その面からだけ生態系の特徴をみると、自分の水がまわるとか、光のエネルギーをどうこうしているシステムとちょっと違う。システムの構造が二次元になっています。一つは、エネルギーが流れる方向のシステム構造であって、それは非常に作りつけの、hard なものである。食うものと食われるものが入れ替わらないという意味で、また一次生産者の植物がまず最初に受けとめるということはどう頑張ってもひっくり返らないものという意味で、hard なシステムである。環境と matching していることの第一の factor はやはりその部分にあり、生物界の中でゴシャゴシャしておろすと、外に対しては整合している。それが二次元構造の一つである。

もう一つは、逆に自然界と違う面があるわけで、エネルギーの方向に関する構造、それを背骨構造とすると、今度は同じエレメントの中の構造が soft にできている。それはおそらく環境との matching に対してはそう本質的役割を果たしてはいないのではないか。生物界の生物界たる所似はそこにあるという感じがする。ところが soft とはいってもいろいろの grade があって、先程からのお話での「エレメントを集めてシステムになる」という表現でいうと、エレメント自身が、エレメントの機能が soft である。物理的な言葉でいうと、相当 parametric である。非線型であるとか、delay をかけているとか、そういうことは部品の機能、性能が parametric にできているということで、おそらく nonlinear になっていて、そこから辺から出てくることだと思います。parametric という面では自然界も相当 parametric なわけで、気温を安定に保つために、相当たくさんの factor が関与している。

自然界における soft なというもう一つのことは、スイッチの機構だと申しますか、fail-safe がかかっていると申しますか、エネルギーを流すという役目に対して同等だけれども、多様性があり、同じレベルの中に種がたくさんあるというのはそういうことだと思います。ラフな言い方をすれば、環境が変化した時、主流派がダウンすれば反主流派でもつというようなものです。ただしこれは吉良先生をはじめ、生態学の方々に序にお伺いしたいことも含まれているわけです。普通生態学で取扱っている範囲では、スイッチは単に切替るだけであって、新しいスイッチを生むということはない。メニューは大体決っていて、それを選択するだけである。新しいスイッチをつくるとか、新しい機能をつくるというのは進化の問題か何かだ

と思うのですけれど、そのへんの境がはっきりしない。ecosystem というものは自分で変わっていくことができるのか、それともメニューが一応あって環境の変化に応じてうまく switch on して切換わるようにできているとみてよい部分がどこまでなのか。

それはあとまわしにして、fail-safe をかければ、どうしたって、いわば保険をかけている訳ですから、効率がおちてくるわけです。効率を犠牲にして安全性を買うという、そういう二次元構造をもっていると私は理解しているわけです。但しうまくいっているとは言っても両立していない。効率と安全性とを両方、同時に上げるところまでは進歩していないようであって、せいぜい time sharing をやっている。succession というのはその一つの現われであろうと思う訳ですけれども、両立はできないにしても、total としては実にうまいエレメント機能とシステムの構造とを持っている。そういうふうに考えると物理科学的なシステムとどういうふうに matching しているのか、あるいは matching させるにはどうしたらよいかを考える作戦を立てるに役立つ理解の仕方である。

先程の個体と集団という議論に戻って、結果として、上にのっかっているやつほどその嫌いがあって、植物は動物に比べれば個性が少いと思倣してしまう。ということは、これは生態学の方に怒られるかもしれないが、他のシステムである環境との関係を議論する場合、植物の部分と分解する部分と、つまり入口と出口とがしっかりしておれば、中は少々どうなっている構わないのではないかと。幸か不幸かそうになっているので、人間がどう操作するかはさておき、入口と出口で整合させておけば、生態系としては結果として整合することになっているのではなからうか。

山口 parametric と仰ったのはどういう意味でしょうか。

島津 抵抗が環境の関数である。温度によって抵抗が変わるとか、そういった点を含めてのことです。

寺本 島津先生のお話は十分大でして、本気でやり出すと一週間はかかると思いますが、確かにいまおっしゃったこと私も同感でありまして、縦のエネルギーの流れの仕組はハードではっきりした食う食われるの約束の上に成り立っています。横の仕組はソフトで、それぞれ全体としての succession とか進化の舞台になっている。さらにそれは安全性と効率の問題に深く関係しているというお話でした。

最近私のやっている仕事に関係することですが、進化は突然変異と自然淘汰と言われているんですが、自然淘汰とか適者生存とはいっても、適応とは何かというと、これははっきりしない問題です。昔の論文を調べてみると、1920年頃 Lotka が生物界を流れる energy flux を maximum にするのだ。これは熱力学の第四法則だと言っています。その後最近になってオダムさんが「Environment, Power and Society」という本の最初の方で、power を maximum にするのが自然淘汰の方向だと言っています。最近ようやく効率といった観点から研究されてきています。

さて、生物界で一番驚異の目を見張らせ、すばらしくロマンチックでもあり、また人間なんかはその中でも寂しくもなったりする生物の種の多様性、それと安定性とか、安全性、その辺に関して何か御意見を。

吉良 いまの島津さんのお話はたいへんよくわかります。確かに、自然界を物質循環という点から見るには入口と出口を押えておけば十分だし、またエネルギーの流れの方向について、rigid な構造をもっていることも確かでしょう。しかし、同じ trophic level では time sharing をやっていて、ソフトはソフトでもそれほど高級な構造ではないというのは、そうわり切ってしまってよいかどうか。ただそれだけだろうかという疑いがあるのです。沢山の種が自然界にあるということの意味はそれだけだろうかということです。Trophic level という概念は分りやすいが、それだけでは生態系の中のエネルギー利用のありかたは理解できない。いわゆる住み分けという現象にも関係してくるのですが、例えば一つの森林という構造の中にあって trophically には同じ役割を果しているのだけれども、必ずしも相互に代替の効かない種類はたくさんある。木の上にくっついて生活している着性植物にも、枝の先の方だけにくっつくやつ、大枝が集まるあたりにだけくっつくやつ、また幹の根もとにくっついていてるやつ、それぞれ種がちがう。同じ根元でも北側だけにくっつくのと、南側だけにくっつくのとがある。これらの間では必ずしも代替は効かないですね。ここに trophic level ではつかめない、別の構造がはさまっている。その構造によってエネルギーの利用がいつそうキメ細かく行なわれることになっている。同じ trophic level の種の相互関係を単に fail-safe の装置としてのみ理解するならば、スピーシスが増えると安全性は増すが効率は減るという結論になる。近頃はこのような非常に機械的に考える傾向がめだちます。アメリカなどでは、スピーシスの多い生態系はそれだけ安定だが、効率は低い、したがって

我々が畑で作物を作るとき、一種類だけの population をつくるのは、安定性を犠牲にして生産効率をあげているのだ、そのかわり不安定になるので農薬を使ったり雑草を取ったりしなくちゃならなくなるのだ、という考えが全面的に受入れられているようです。けれども、どうも私には100%納得できない。スペースが増えることによって、それだけ全体を流れる energy flow を太くし、パワーをあげているという面があるからです。そこが先程の島津さんの一般論のなかでひっかかるところなんです。つまり diversity というものを単に stability とだけ結びつけて効率の低下の原因となるという考え方をするか、それともそれが実はシステム全体の効率をある程度高める働きをしていると見るかです。もし前者をとれば、サクセッションの初期に出てくるススキ原のように単純なシステムほど生産力が高くて、だんだんクライマックスに近づくほど、生産力すなわちシステムを通るエネルギーの流れは細くなってよいはずですが、現実にはクライマックスに近づくにつれて、見かけ程ではないがだんだんと純生産量が高くなります。したがって、サクセッションが進み、スペースがふえることによって、システム全体のエネルギー利用が高まる傾向があるように思います。ただこの言い方には、今世紀の初めにクレメンツという生態学者がいろんなフィロソフィを書いた頃から、生態学者の頭にこびりついた信念みたいなものが関係しているようで、私などもそれに毒されているかもしれません。

森下 いま吉良さんの仰ったのと似たような考えです。ただ多様性という問題は大へんむつかしい問題だと思います。そういう問題と関係してよく分らないことは効率ということです。効率とは何を意味するのか、動物群集としてのエネルギーの利用効率とは一体どういうことになるのか。たとえば植物が生産物をつくる、動物がそれを食う。つくったものを沢山食えば効率としてはどうなるだろうか。あるいはさっきから問題となっている生態系、あるいは群集という言葉を使うと、群集の安定性とは一体何を意味するか教えて頂ければ有難いと思いますが。

吉良 植物は割合かんたんですが、動物の場合はエコロジーで使っている efficiency は非常に沢山種類がありますね。しかしさっき島津さんが使われた efficiency は、あまりそれとは直接のつながりはなく、生態系を有機物製造工場とみたてて input に対する output の比率がどれだけになるかという意味だと思います。生物的な意味の efficiency については必ずしも先程の一般化は成り立たないと思います。

座談会

森下 いまの production ecology に対する反逆になるかどうか分かりませんが、むしろ生物学的意味の効率ということで使うならば、独断的ですが、与えられたエネルギーに対してどれだけの biomass を維持できるかということの方が、もっと大事ではないかと思うのです。植物、動物ひっくるめて、どれだけの量を維持できるかということです。生産量の方は biomass が小さくても、回転率が大きければ増大しますが、生物の立場からは biomass を考えねばならないのではないかと、という考えを持っています。

吉良 生物学的な意味ではその意見に賛成ですな。あるスピーシーズの持っている重量を一定の期間積分した値が非常に重要な意味を持っているでしょう。しかしそれは、先の島津さんの話とはべつのことだと思います。島津さんが進化の問題、あるいは新しいものが生態系に入ってくる可能性の問題を言われたのですが、それはある程度物理的モデルでも解ける可能性がありそうだと思います。最初生態系には一本の太い流れとしてエネルギーが流れこみ、それが植物によって有機物となり、それから食物連鎖に従って細い流れに分れたり、また合流したりしている。そういった流れを頭の中に画くことができます。それはしょっちゅう動きながら分れたりつながったりしている訳ですが、あるときそのどこかにプーッとふくらみ — プール — ができたとしましょう。それが定常的な存在になると、それを解消するために新しいもの、生態学でいうニッチの発生を許す可能性ができます。たとえば我々が都市の周りで自然を壊してしまうと、アメリカシロヒトリやいろんな侵入種が入ってくる。しかし、この植物園程度に自然らしい構造ができると外来種はなかなか入れない。それは、全体がスムーズに流れるようになっているからで、それが乱れると脹らみが出来、それがアメリカシロヒトリにマッチすれば、入りこむことができる。我々が経験するような時間のスケールの中では、大体既成のスピーシーズがあるだけで、新種ができるということはめったにないが、非常に低い確率ながら、新種を発生させるメカニズムがそこにある。経験的時間の中で研究をやろうとしても、進化は架空のもので手がでない。しかし、新しい種が侵入するという出来事は割とひんぱんに起っているのです、それを手がかりにすれば、今我々のやっている仕事と進化とを何とかつなげることができるのではないのでしょうか。

黒岩 その場合、adaptation の問題はどのようにお考えになりますか。

吉良 Adaptation の定義がこれまた大変ですが、一応そういう現象があると考えますと、少し adapt すれば新しく出来たエネルギーのプールを利用できる種が近所にあった時に、adaptation で新しい種が形成されることは考えられます。

寺本 われわれから言いますと、太陽光線が入ってきて、うまいことそれを植物が使って、光合成によってそれを chemical energy に転換し、それを動物が栄養として食いまして、走って追いかけたり逃げたり見たり聞いたりいろんなことをやるわけです。そこでそういうエネルギーを使っただけの物質を材料にした機関だと考えますと、やっぱりそれだけ多様性があるということは、adaptation にしろ selection にしろ、succession の問題と関連して、何らかの形で効率ということと関係があってほしいと思っているわけです。Mac Arther なんかは complexity という量を食物連鎖の構造に関係した形で定義して、この complexity と efficiency が生態系の変化を特徴づける量だと主張しています。また食物連鎖、あるいは trophic level のシステムを作った場合、なるべく複雑にした方が安定ではなかろうか、という問題を物理屋出身の May という人がやったのだけれども、仲々 yes という答はでなくて、まだ分らないという結論です。

また、いろいろと意見が出ましたが、効率という概念も生態学ではいろいろな形で考えられていますね。あるエネルギーで、どれだけの biomass を維持できるのか、と森下先生はおっしゃいましたが、そういうふうな定義が、何か自然法則との関連があるという気はしますが、これからの重要な問題でしょうね。さっき島津先生が折角問題を整理されて進化の問題も出されたのですが、残念ながら時間もありませんので、これは別の機会にやりましょう。

そういう問題を考えていくと、どうしても自然科学者として考えねばならないのが、人間は生態系の中で随分ごちゃごちゃやっているが、人類は一体生態系の中で何をやっているのだろう、ということです。動物には違いないのですが、たとえば人類は化石燃料を掘り出してきてエネルギーのバイパスを作って大々的に使っている。Trophic level でいうと一番に位置するのかどうかどうもよく分らないのですが、そういう存在自身が生態系の中で考えるとしたらどういう位置にあるのでしょうか。技術とか変なものをもって、都市を作って住んで、こうして座談会なんか開いている訳ですが、まず植物界の方から。

吉良 私の考えは、いまの人間なんてもののニッチは生態系の中にはないという考えな

座談会

んです。確かに生態系は非常に低い確率で進化という前向きのものを生み出す力をもってはいるんでしょうが、我々の経験できる範囲内では非常に保守的で、今持っている構成員と構造を温存しようとする。だからその中で一つの生物だけが勝手なことをする余地はほとんどない。一つの生物が大発生を起こしても、そのまま殖え続けることは不可能になっています。その保守性を維持するために、生態系は言わば負のフィードバックの固まりのようなものですね。人間の文明はそういう自然の生態系の場で制約を受けることを嫌って、島津さんがつくられた言葉でいうと「脱生物」という方向をとったのが人間の文明ですね。生態系の制約を切るということが我々の出発点ですから、人類が生態系の一員であると考えすることは、非常に甘い幻想だと思うんです。

篠崎　そういう点については、私も吉良さんと同感です。

森下　吉良さんの仰る通りだと思いますね。人間の文明はそういう方向に進んできたということですね。しかし、本当に生態系と縁切をしてやっていけるかという点、案外そうでない側面を持っている点が問題だと思いますね。

吉良　ある面で制約をうけざるをえないことは確かですね。本当に独立してやっていけるなら環境問題なんか起らない。人間は好きなことすればよいんですから――。

森下　やっぱり人間は人間として進んできたんだけど、人間も生き物だという側面がついてまわっているという宿命がある訳ですね。

吉良　森下さん、人間が生き物であるということはさけられないでしょうけれど、せんじつめると、人間が生物から足を洗えないのはどこでしょう。

森下　飯を食わねばならぬという生存に必要なものは当然ですね。さらに生活というものは生存プラス α であって、その α の中に自然から生まれた人間のもつ何か郷愁的なものが入り込んでこざるを得ないと思います。青空がほしいというのは、曇っておれば健康に対してどれだけの影響をするかとか考えなくとも、青空だったら気持ちが良いという心理的な側面が、生物としての人間が持ってきた伝統的な宿命だと思うんですね。

吉良 人間が他の生物を食わねば生きてゆけないのはどうしようもないことですが、その他にまだあるだろうかということ、これが僕にはよく分らない。人間は緑があった方がよい、青空が欲しいというが、確かに僕たちはそうですが、相当人工的な環境の中で赤ん坊から育てたら、人間は適応性が強い生物ですから、そういうものはありませんかという気もするのですが。

森下 それは心理学者に伺ったら。

寺本 だんだんと問題が思っていたところに來たので、いよいよ、人間の住む環境を設計しておられる岡田先生に登場していただきたいと思います。日本列島改造とかにも関連して、全く別の世界を造り出してしまうのも手で、緑もいらなくて、人間というのはそれだけの能力を持っているかもしれませんが、現在、人間工学というのはどういう方向に進んでいるのか、その辺からお話を。

岡田 先程、吉良先生のお話にもありましたように、人間であるギリギリの条件とは何か、また森下先生の人間にとって青空はどうしても必要という問題は、私共にとっても厳しい問題です。生態系を破壊している元凶は都市とか建築ですから、大いに責任がある訳です。人口が30年毎に倍々になっていく、そうすると一体何処に住んでいくのか、日本の人口は一億三千万で止まるだろうということですが、それにしても今より3割ほど増える。東南アジアやアフリカではどうなるか。大発生した生物は滅亡することになっているそうですが、人類もそうなるかもしれない。私たちの子や孫の時代は危くなる。後30年どうやってそれを凌ぐのか。そのときどこにどういうふうに住みついていくのが問題です。

香港では ha あたり7000人という人口密度のところもある。日本ではせいぜい数百人のオーダーで、京都の中京あたりで200人から300人、千里ニュータウンで100人ちょっとくらいです。12～13段建の高層の団地で ha あたり1000人そこそこで、香港の6千人7千人という密度は想像を絶するものです。しかもそれは、不良住宅地区ではなく、香港政庁が計画的につくった団地です。香港の民間の団地では部分的に ha あたり1万人以上の密度の地区があります。日本の団地のように平面的に並べてはそういう密度は不可能ですから、縦に重ねて、一番下に商店、その上にオフィス、その上に住居、幼稚園とか学校は屋上につくる。香港は岩盤できていて地盤がよいとか、国民性の問題とか、条件に恵まれています、と

座談会

もかく、一つの実験的な試みと考えてよいだろう。しかし、こういう状態を世界中に広げていくことが、果して可能なものかどうか、また広げてよいものかどうかという問題があります。住宅公団あたりでは、土地が無いので、もう少し密度を高めたいということを考えているようですが、やはり open space には陽が当らなくっちゃいけないし、例の日照権の問題などもありまして、とても香港の半分までもゆかない。また防災その他いろんな面から、ゆかせるべきでないという意見もあります。たとえば香港は地震がないが日本にあります。今後、環境と調和させながら爆発する人口を収容するにはどうすればよいかということは、大問題です。とくに日本では、食料自給率が50%以下で、それでいて農業の生産性のもっとも高い所をつぶして街をつくっている。どうにかしないと、そんなにいつまでも外国には頼れないのではないか。今年はアメリカも豊作らしいですか、石油と同じで、いつどうなるかわからない。今後は斜面を開発するなどして、農地は温存しなければならないと思います。農業の生産性の高いところと、人口が張りついて都市化する条件をそなえたところが重なっているのです、非常に難しい。一度宅地化された土地をもとの農地に戻すことは困難だろうと思います。

人間の密度は決して均等ではなくて、地球的な規模では、メガロポリスとか砂漠とかいろいろありますが、日本でも過疎と過密があります。そういう偏りが人間にとって非常に本質的なものではないかと私は感じているのですが、これについては生態学の先生方にお聞きしたい。いわゆる集積の魅力、集積効果というものがあるようですね。バラバラでは住めないで、ある程度集まる、核ができるとだんだんとその周囲に集まってくる。先程山口先生が仰った名古屋に支店長がいなくなったという話しも集積の原理と関係があります。つまり、時間距離が例えば2時間以内とかある範囲におさまるようになれば、大勢の人が集まる所に住んだ方がたしかに効率がよい。東京にはいろんな種類の高度の施設、劇場、美術館、あらゆる種類の出し物や催し物、情報などが非常に豊富に提供されているので、まことに便利である。効率よく住め、施設側としても、人口が多く利用率が高いので、特殊なものでも十分にペイする。ところが人口規模が小さくなるとそうはゆかない。地方都市にも、市民会館や文化会館がありますが、催し物は週一回とか月一回とかになります。東京ですとそういう集会施設はたいがい詰っていますね。確かに人口の集積が進むと効率がよくなるということについては、生態学との analogy が考えられます。人口の集積は、すなわち都市化の進行ということになりますが、都市の成長とか増殖という現象はやはり生態学でいう生物の成長、増殖、変態などに通ずるものがある

ります。

今日はお話が出なかったようですが、領域とか、territory とかいう概念がありまして、これは我々の方でもどうやってとらえるかということが問題になっています。行動圏と利用圏という二つのことばがありまして、行動圏とはトリップを人間の側から見たもので、これを施設側から見て集計しますと利用圏になります。同じものを表と裏からみてるわけですが、なかなかとらえにくい。指数関数的に尾を引く形になっていますので、切るのが難しいわけです。community という概念にしましても open community という言葉がある位で、拡散してしまっています。だが、むずかしくてもある程度見きわめをつけないと施設計画はできない。たとえば病院を建てるにしましても、どれだけの利用圏を想定するのか、いつでも問題になるわけです。スーパーマーケットの経営者なんかはその点データを蓄積してしまっていて、一次利用圏はここまで、二次利用圏はこれまでと一応予測した上でつくっているようです。つまり、毎日来てくれる範囲はこれだけ、週三日はこれだけ、週一回はこれだけとして、買物客の人数と売上げを積算して経営計画を立てるわけです。この一次、二次、三次という考え方は、指数関数的に低下してゆくものを階段関数で近似するということだと思えます。このようなショッピングセンターでも規模が大きくなると、それにつれて利用圏が大きくなります。そこで先程の集積効果の話に戻りますが、同種のものは、集まっている方が魅力度が大きくなり利用圏も広くなる。ショッピングセンターも集まる傾向がある。集まることでより吸引力を強めて利益が上る。商売敵がいるから商売にならないということではなくて、反対です。よく小売店が、デパートがくるといって反対しますが、逆に出来た方が、遠くからお客さんがやってきて、帰りには寄っていくというようなことになる。そういうメカニズムもある訳です。

私どもは、生物としての人間の本質に迫るといようなことはできませんが、現象的なデータを集めて、そこに何らかの法則性を見出し、将来の計画に役立てたいと思ってやっているわけです。

寺本 人口問題で食料とか、生活の条件の外に、人口が exponential に増大した時に、人間の場合心理的条件が随分影響すると思います。計画的に、学校に「行ってくる」のではなく、学校に「上ってくる」というかたちにもっていくと、人間の心理過程とか集団効果とか、その辺が重要な問題だと思いますね。何かちょっと心理学者の側から御感想でも。

座談会

木下 そのご質問に答える前に、少し元に戻って恐縮ですが、先ほど話題になった系の多様性と安定性について、人間というものの特徴を少し補足しておきたいと思います。まず人間は安定した系かということですが、これは見方によって非常に安定している部分と安定していない部分があるように感じます。安定しているのは例えば生物的な側面ですが、心理的な側面でもパーソナリティのようなものは相当安定していると言えます。パーソナリティの類型論がギリシャの昔からあるわけですが、紀元前に作られた人間の類型を現在のそれと比較してみても、ほとんど変わっていない感じなのです。ギリシャ時代の古典文学を読んでも、その中に描かれている人間像が、“ははあ、さすが2000年前だけあって、変った奴がいたのだナ”と思うようなことはありません。そこにあるのは、全て今日的な人間像です。だがそのパーソナリティも、詳しくみれば安定している部分とそうでない部分があって、パーソナリティの中核である気質といった部分は一生を通じてそれほど変化しないのに、周辺的な部分は、後天的な学習の結果として大きく変化することがあります。また態度とかイデオロギーといったものですが、これはパーソナリティに比べればずっと不安定なものです。というより、人間行動の中で最も不安定なものの一つかもしれません。だがその中にも、やはりより変りやすい態度と変りにくい態度があります。「憲法改正是か非か」といった問題が後者の例ですが、このような比較的永続的で安定した態度を、ふつう基本的態度とかイデオロギーと呼ぶわけです。ところが面白いのは、イデオロギーが安定しているというのは人間をマスとしてみたときであって、個別的な水準ではむしろ不安定だということです。たとえば新聞社の世論調査が何かで、憲法改正賛成か反対かを、何段階かの rating scale で測定してみます。すると、絶対反対とか賛成とか、いろいろな答えがかえってきます。そこで数ヶ月たってから、同一サンプルに対してもう一度調査を繰返してみます。2回の調査データをつき合わせてみると、全体としての回答分布は非常によく一致しており、さすが安定した態度であるという結論が出てきます。ところがそれはあくまでデータをマクロ的に見た場合で、データを個人水準で眺めてみますと、相当大きな変動を伴っていることに気がつきます。たとえば rating scale の上で1段階でも動いたものを「動いた」というカテゴリーに分類して、動いたものの率を計算してみますと、その率は何と60%をこえるのです。つまりマクロ的には安定していても、ミクロ的には不安定で動揺しているわけですが、そこでまた不思議なのは、その変動が、個人相互で相殺される形で行われていることです。何とまあよくできているという感じですが、このような変動が存在し、しかもそれがある変動パター

ンの中で収まっているという柔構造があるからこそ、人間という複雑な系を維持できているのかもしれませんが。変動というのは、生体系の維持にとって栄養剤の役割を果たしているのではないのでしょうか。

そこで先程のご質問に戻りまして、人間は環境の変化に対してどこまで適応できるかという問題ですが、これは難しい間で適当な答ができないかもしれません。というのは、適応限界を知ろうとすれば、人口密度の問題にしても、ある限られた空間内に人間を押し込めて、どこまでギュウギュウ詰めにしたら精神的・肉体的に異常が生じるかといった、いわゆる「破壊試験」を試みるのが一番わかりやすいわけですが、心理学の場合は医学と同様に、倫理的な制約から極端な実験はできないからです。しかし許される範囲内で幾つかの実験はあります。まず人口過疎の方ですが、被験者に大学生のボランティアを募りまして、完全暗室兼防響室という密室の中に一人で閉じこめます。視覚刺激、聴覚刺激、それに触覚情報や社会刺激を遮断して、この種の孤立状況に人間がどこまで耐えうるか調べるわけです。する大抵の人はこの無刺激環境に適応してすぐ眠りにつきますが、そういつまでも寝ておられないわけで、それからあと被験者は、過去の思い出にひたったり、自問自答したり。実験者にインターフォンを通じて話しかけようとしたり、何とか退屈な無刺激状況を乗り切ろうと努力をします。しかしこのような状況に耐えうるのは、せいぜい3日ぐらいで、被験者はそれでダウンしてしまいます。この間被験者は幻覚、幻聴を感じたり、他人からの誘導に非常にのりやすくなるといった、一種の精神的な歪みを経験するようです。人間は抜群の適応能力を持っていますが、やはり極端な環境には耐えられぬわけです。しかも刺激が強すぎるという意味で極端だけでなく、刺激が弱すぎるという意味での極端さに耐えられないところが面白いと思います。一方、人口過密にどこ迄耐えられるかという実験の方はあまりなく、何かの論文で密度に対する耐性には性差があり、女性の方が比較的高密度に耐えうるといったデータをみたことがある程度です。

寺本 大学の教養部なんか、実験やってはるような状態ではないですか。

木下 まあ、毎日やっているようなものですけど（笑声）。Isolationの方は、個人を隔離するだけでなく、集団を単位として隔離するという実験もあります。しかし高密度の方はほとんどありません。そもそも被験者を多勢集めて詰めこんで、長い間放っておくということが、人間の実験の場合は大変です。人間以外の動物なら

座談会

できますし、現にそのようなデータもかなりあるのですが。

寺本 だけど似たようなことは起らないんですか。あまり周りに気を使っていたら大変なので、全部分らないように意識的に遮断する方向に。

木下 工夫すればやれると思いますが、今のところ過密については、そうした試みはないようです。しかし先程の集団単位の isolation 実験ですが、宇宙船の乗組員とか灯台守りの人たちは、制限された環境内に少人数でかなりの期間隔離されているという意味で、一種の自然実験をやっているとも言えますね。こうした状況でのデータを見ますと、isolation 状況の元で集団生活が続けるに従って、だんだん自己の territory を主張し、これは俺の机だ、俺の椅子だとなわばりが固定化する傾向が強まるようです。また集団で隔離されているのに、一人でいたがる傾向もでてきます。一般的には人間は集合を求める動物であるのに、こういう状況に置かれると、かえって相手が鼻についてくるのか、自我の反映である territory を確保しようとするわけで、やればやるほど人間というものはわからないという気がします。

寺本 動物なんか、そういうことは本能的なものですか。

森下 動物といってもいろんな段階がありますね。人間で見られる状態は、かなり高等な動物になれば、少くともサル程度ではあるようですね。しかし厳密な意味の実験はあるわけではありませんが。そういうふうないろんな側面は人間自身が、あるいは動物も長い間歴史的な社会生活を営んできた、また営み方の一つの反映でもあるわけですね。それが性格、性質として露呈されていると考えるわけですね。それは人間的なものであることは間違いないんですけど、広い意味で生物的なものと表現できないことはないですね。何か人間的になった生物的なものと言いましょか。

集団生活するものと、なかなか心理的なところまでつかみにくいんですが、集団を離れることは心理的な不安定性をつくるようです。それからまた、知らない場所というのは一つの心理的不安定性をもたらす。知らない場所、危険を伴う場所に行くには、連れ立って行けばある程度不安定性をカバーできるという側面があるようです。たとえば都井岬の半野生鳥ですと、森の中では一匹づつですが、上の原っぱに出かける時は連れ立って行かないとなかなか行きにくいらしい。子供でも家

の門あたりだと一人歩きできても、一町二町先まで行こうと思うと二・三人一緒でないと行けない。連れ立って逆に気が強くなって遠い所まで行く。そういう側面が動物にはあるようですね。人間的な現われ方としては集団心理学の問題とくっついているようです。おそらく歴史的に引き継いできた人間的に進化したものと言えるかもしれませんね。

岡田 先程の木下先生のお話でも密度の上限というのは調べるのが難しいとのことでしたが、私共も密度の下限と上限を知りたいんですけど、それが今のような心理的な問題で決まるのかどうなのか。たとえば青空が見えないとかコミュニケーションの量であるとか — それは心理的問題とも言えるでしょうが。たとえば文化住宅の密集地帯では over communication でして向こう三軒両隣、何をしているか手に取るように分るんです。しかし、そういうところでも一応適応している。一方、クルマで何十分もかかるような一軒屋に住んでいる人もある。プライベートな部屋ではプライバシーが守られ、集まり部屋では十分にコミュニケーションがなされる、そういう使いわけができるのが理想かもしれない。コミュニケーションとプライバシーは裏腹です。どちらかというところ、日本人は過密に堪えられる民族らしいですが、その限界は何で決まるか。生理的なものや心理的なものなど、いろんなことが考えられるんですが、実験のしようがない。動物とか植物の場合は環境で決まる一定の限界があるに違いない。だとすれば人間でも生物であるから、非常に幅が広いでしょうが、限界はあるに違いない。植物なんかは吉良先生のお話ではっきりしているようです。

吉良 植物は実にはっきりしていて、光の当て方や肥料の与え方で変わるんですが、ある与えられた環境条件に対して定員があることは確実です。

木下 その場合、植物は肥料の与え方を变化させた方が成長に良いのか、それとも constant にした方がよいのか、どちらですか。

吉良 光の場合は、多少は漏れ陽がチラチラすることが効果があると言われていますが、まあコンスタントの方がよいでしょうね。唯夜と昼の周期は必要ですけど。

黒岩 植物群落の中の漏れ陽のチラチラについては、光合成の面で効果的であるという

座談会

ことが、理論的にも実験的にも説明されているようです。

岡田 動物の場合、ha あたりの密度というのは場所によって決っているのでしょうか。

森下 最大どれだけ住めるかという問題ですが、制限された空間の中で動物を飼いますと、自分自身で増殖が制限されるということはあります。子供のつくり方が悪くない場合や、生れた子供が殺されたり、高等なものになればストレス的なものもあります。ネズミでもストレス症で子供をつくらなくなったりします。下等なもの、高等なもの、それぞれそれなりに regulation が働くということが少くとも実験的には確められています。

岡田 自然界では食物の量で淘汰されるんですか。

森下 食物の量で決まるというのは、食物に対する密度の問題ですが、しかし今仰る意味での空間的な、つまり方としての密度という問題は、自由な行動の制限の影響とでもいえましょう。もちろん食物不足の場合はそれによって殖え得る限界が決まってしまうにはちがいませんが。

篠崎 昆虫の場合には高密度になると色が黒くなり、羽根が長くなって生殖器官の発達が遅れて移動型になるということが分っているようです。トビバッタとか。

吉良 人間は朝夕1時間ずつ満員電車で通勤しますが、ネズミを飼って同じ時間あの位の密度にすると、何らかの異常事態が起こるでしょう。人間には起こりませんね。

森下 人間の場合、性格が複雑なので、高密度の影響によるイライラなんかでも、いろんなところで解消できるという面もありましょうからね。

寺本 残念ながら時間がなくなったようで、最後に吉良先生のお話の人類は生態系の中で何なのかということと、人類は後30年という話もでしたが、そのへんのことを。

吉良 人類滅亡説にもいろいろあるようですが、時間のスケールの取りかたによっても

話は変わるでしょう。我々が考えて意味のある程度の時間内では滅亡はちょっと考えられないと思います。食料争奪戦があって大量に死ぬというようなことは起るかもしれませんが、それは全人類の滅亡とはつながらないと思います。

寺本 ただ今までの進化の中では異常に増殖したというのは事実ですね。

吉良 それはそうです。世界の動物の占めるバイオマスのうち、人間の占める分はどのくらいでしょうか。

森下 以前計算したことがあるんですが、かなり多いですよ。

吉良 随分大きいでしょうね。だから他の動物に行くべきエネルギーを人間が横取りしている部分が大きいと思います。

寺本 いわゆるピラミッド構造なんかとは全然はずれているんでしょうか。

森下 人間は生物全体のピラミッド構造の上にのっかっている別の存在ですね。ですからその中のどこかに入るというものではないと思います。とくに人間社会というものは。

寺本 そういうものはいつまでも生き永らえると思われませんか。

森下 結局人間は吉良さんも仰ったようにそういう存在になろうと一生懸命努力してきたわけですね。努力した結果、今度は単に生きているだけでなく、いろんな形で環境を潰すということをやってきて、潰しすぎということも起こってきたわけですね。地球上に生まれた生物から進んだという側面から更に自然に反逆することになった訳で、これが人間自身のもつ矛盾ということかもしれません。そういうことで今のいろんな問題が起こってきており、どこで限界あるいはどこでバランスを取るかという問題となってきましたね。

寺本 最後に同じ問題、島津先生、地球上の存在としてお伺いします。

座談会

島津 さっきの30年というのは非常に重要なことだと思います。今まではローマクラブを見ましてもあと100年とか、言っている人の世代の問題ではなかった。ところが30年というと我々の世代の問題ですね。こりゃ本当かなあと思うわけです。

寺本 じゃどうもお忙しいところ有難うございました。折角面白うなってきたんだけど、この続きはまたの機会にでも。