

## 開発と保全，援助と平和の生態学的考察\*

高橋 史樹\*\*

広島大学総合科学部

### **Ecological Considerations on the Development, Conservation of Environment and the Assistance to Developing Countries for Peace**

Fumiki TAKAHASHI\*\*\*

Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

#### **SUMMARY**

The effects of agricultural development on the environment, as a means of assisting developing countries in tropical regions, are considered as an ecological aspect of human activity.

Good results, with high short-term productivity, were obtained from the development by modern agricultural technology, for example, by increased crop-yields from the use of new varieties and chemicals and by farm cultivation through deforestation. However, in the long term harmful effects accumulated for agricultural land, with the loss of stability of production, and with the onset of "desertification", due to poor understanding of the ecosystem.

The ecological activities of organisms are reviewed from the viewpoint of two aspects: disoperation (an "opposing" term), such as competition and exploitation,

---

\* 1984年11月7日 第3回環境科学合同研究発表会 シンポジウム「環境科学とは」(神戸大学にて口頭発表) などをもとにしてまとめた。

\*\* 広島大学平和科学研究センター兼任研究員

\*\*\* Research Associate, Institute for Peace Science, Hiroshima University.

and cooperation (a "harmonizing" term), such as mutualism and aggregation, which are characteristic to each species of organism in the pioneer phase and in the climax phase of the ecological succession, respectively.

The human population, as one species of the biological community in the ecosystem, possesses the two aspects within a population and even in an individual. The pioneer character of the human population promotes the development of civilization in human society, but this character often accompanies the disoperative character, as so-called r-strategic organisms. On the other hand, its climax (so-called K-strategic) character tends to conserve nature against the development of environment.

The human being has a special character of elasticity, which is an ability to integrate the two terms in harmony, thus creating culture. The assistance of developing countries by those more developed, would promote peace, when they keep cooperation with each other both at the national level and at the personal level.

## 目 次

1. はじめに
2. 開発（環境形成作用）と環境問題（環境作用）
3. 開発と環境への影響—熱帯諸国における農業開発を例に  
    [増収]  
    [農地拡張—焼畑]
4. 生物間の対立と調和関係  
    [相害作用と相利作用—過密効果と集合効果]  
    [種間競争と搾取関係]  
    [対立関係の目立つ生物と調和関係の目立つ生物]
5. 生物群集の一員としての人類  
    [その多様性と弾力性、変化指向と安定指向]  
    [文明を文化へ]  
    [開発と保全の調和]
6. むすび—援助と平和  
    文献

### 1. はじめに

世界には、経済力をにぎる少数の国家と、貧困に苦しむ多数の国家とがある。後者を発展途上国と呼んでいる。発展途上国の指導者たちは、国の経済的發展によって国民にゆとりを与えることを望み、先進国の援助を求めている。その手段としての開発援助は、国民の生活を向上する、すなわち、その環境を良くすることができて、しかもその環境が安定して保たなければならない。それが不安定であれば、国内も国家間の関係も不安定になり、平和が保ち得ない。

衣食足って礼節を知るという諺がある。貧困と飢餓からの解放と平和とのむすびつきにはいくつかのステップがあって、直接には結びつかないと思われるが、

少なくとも援助の行為を通じて、国家間のあるいはそれぞれの国民間の友好関係が育ちうる可能性が大きく、それが平和に貢献することは確かであろう。

ここで問題としたいのは、我々の開発援助への心構えと、その長期的な効果に対する配慮にある。われわれの気持ちの中に開発は善、未開は悪という意識が働いていて、援助の行為も当然に善であるという認識にあるのが普通であるから、開発を援助するという二重の善意のもとに、先進国の当事者たちは後進国に対応している面が少なからずみうけられる。しかし、それが一方的な押し付けと見られる場合があることへの配慮が必要である。

一方、例えば先進国のわが国においては、明治維新後これまでの、とりわけ第二次世界大戦後の開発と発展（近代化）によって我々の生活は向上し、日本は世界に大きい影響力を持つような経済大国になった。人類はいろいろなエネルギー（木材、化石、原子力など）の利用技術を開発し、環境を人為的にかんがいの程度に変え得る能力を持つために、これまで多量のエネルギーを消耗しながらも、科学技術力を駆使して、不都合な自然現象からの脱却あるいは独立を、さらにその征服を試みてきた。これは自然界の摂理の無視あるいはそれとの対立の姿勢を示している。その現れがいろいろな開発である。しかし、その基盤となっている技術、すなわち援助の手段となっている開発技術は、至る所に環境問題を生じていることへの反省や配慮は少ない。

人類も生物の一員であり、各個人は人間の個体群の一員として生存が可能となる。個体群は家族・集落・地域・国家・地球の社会というようないろいろなレベルでとらえられる。人類の個体群はまた、他の生物群集の中でのみ生存できる。すなわち生物群集の一構成員である。また、生態系の一員でもあり、その枠の中から抜け切れないことは自然界の摂理であり、開発の限界もそこにある。

ここでは環境問題とくに開発と保全との矛盾点あるいは対立点を、個体群内での個体間相互作用と群集内での個体群間相互作用という面から、一人の生態学徒の目で見直してみたい。というのは、生態学の研究対象である自然界の仕組みは、安定性の面からみると、きわめて永い歴史を経て作りだされた矛盾の少ないものであり、安定な調和した将来を求めるために、有効なヒントを与えてくれると思うからである。

## 2. 開発（環境形成作用）と環境問題（環境作用）

人類が環境に与える影響は近年とみに大きくなってきた。それによって引き起こされる環境問題（公害）は環境科学での主要なテーマである。ここでいう環境とは人の環境であり、少なくとも人々の生活を中心に、環境の問題点の解決を意識した、目的をもった包括的な学問が環境科学である。それは人々の生活の場の、現在のみならず将来へ向けての長期に安定した発展を目指したものである。

われわれの生活の場は、今まで良かれ悪しかれ安定して（？）維持されてきた。そこに生活レベルの向上を求めて、いろいろな形の開発が行われる。開発は自然環境あるいは社会環境に対する、人間の個人あるいは個体群（社会）による環境形成作用である。その作用の反応として、開発の効果のみならず、他の環境作用にも変化が生じる。

開発が自然界を対象にして行われる場合、効果の判断がしばしば複雑になり、一致した評価が得られない場合が多い。それは人間が生物群集の一員として存在しているからである。生物群集は縦（食物連鎖、捕食者—被食者関係、寄生者—宿主関係など）・横（競争、協同関係など）の網目状の関係でいろいろな生物が互いに結びついたものであり、因果関係はきわめて複雑である。これに非生物的要素（地圏、水圏、気圏のそれぞれの一部）が加わったものが生態系であり、全体として一つのシステムとして機能するが、その過程を理解することはまだまだ困難である。従って、人が良かれと思っで行う環境形成作用の結果（環境作用）が、マイナスになってはね返ってくるのがしばしばである。環境作用がわれわれの全てに利益を与えるか、少なくとも不利益につながらないときには環境問題は生じない。しかし、生活の向上を求めて行う開発が、現実にはその副産物としてしばしば他の人の生活条件の低下を招いている。

環境問題を考えるについて、問題の中心となる「人」についての一般の認識には、いろいろな違いがみられることにまず注意しなければならない。それを個人としてとらえるか、その社会としてとらえるかという違いがある。人間は“人”の“間”とあるからには個体の集合（個体群）としてとらえるべきものであろう。個体群といっても、家族といった小さな群から、集落、地域、国、地球といろいろな大きさの、どのレベルでとらえるかという問題もある。しかし、環境科学に

においてより重要なことは、個人を中心に考えるのか、共同体組織を主体にして、個人をその単なる構成者として考えるのかの認識の差にも注意を払うべきである。それによって人と環境とのかかわり方の解釈も異なった様相を呈してくる。環境問題に対する対応もそれに応じて当然異なってくる。民主主義の社会では環境科学は個人を基礎にするのが当然であるが、小さな個人の声はしばしば全体の声にかき消されてしまうこともあり、また、一部の反対で全体が動きのとれなくなる場合もある。

新しい環境作用が各人に不利益であっても均等に作用するならば、環境問題は比較的早く解決の道につながる。しかし、その環境作用に対する各人の受け取りかた（利害）に強弱の偏りがあれば、たとえ全体としての害が少なくとも問題はこじれやすい。その利害の評価は客観的なものでなく、人々の認識の差や社会共同体の中での各人の位置づけ（社会的地位）によっても変化する。このために環境評価の基準の設定が困難になる。

このように、人（個体または個体群）の環境形成作用（開発）の反応としての環境作用が人に影響を与える過程は、人の個体群の問題として、また、環境問題は個体間の相害的あるいは片害的、ときには搾取的な相互作用としてとらえることができる。

### 3. 開発と環境への影響—熱帯諸国における農業開発を例に

開発の例を発展途上国での農業開発に見るとしよう。穀物を中心とする作物生産における農業開発は、反当収量の増加（増収）と農地の拡張（開墾）をすすめるための政策が主流である。

#### 【増収】

発展途上国での食糧生産性は確かに低い。例えば米の生産でみると、図1は世界でのha当たりの収量を示したものである。生産力の高い国はオーストラリア、スペイン、日本、USAと5 ton/haを越している。それに比べ、フィリピン、ブラジル、タイ、インド、ビルマ、パキスタン、インドネシアなど、世界の主要な米生産国は2 ton/haを割っている。そして、これらの国は発展途上国と呼ばれる国々である。

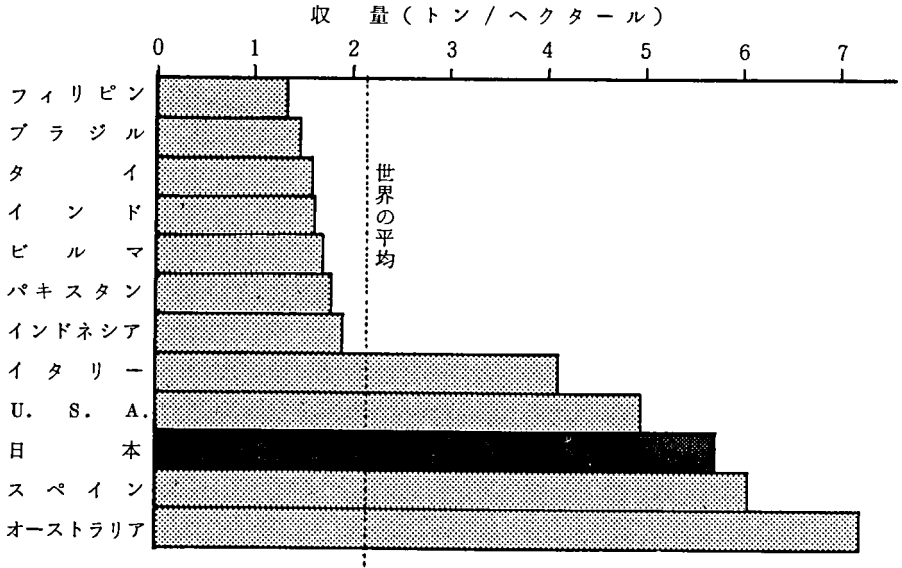


図1 世界各国の米の収量比較 (FAO: *Prod. Year Book*, 1969の資料から)

先進国でも昔から生産力が高かったのではない。図2は日本での米の収量の変化を示しているが、2 ton/ha を越えるようになったのは100年前で、その後に第2次世界大戦後の停滞・混乱期があったけれども着実な上昇を続けている。今もそうだが、冷害年での減収が著しいが、豊作年との間の差は平均収量の数%の範囲内に収まっている。このような生産力向上と収量の安定性は、日本の、あるいは欧米での食糧生産技術の上で特筆すべきことである。

先進国の高度な農業技術を発展途上国の首脳陣が羨望しない筈がない。実際、その技術を導入することによって、発展途上国においても食糧生産性は向上してきた。図3は1960年以降の20年間のその経過を示している。その向上に一役買ったのは、緑の革命と呼ばれる奇蹟の米 IR-8 に始まったイネ品種やコムギ品種などの改良育種であり、その栽培技術導入である。先進国の技術指導の下に行われたこの技術革新は、世界の食糧生産に希望を与え、食糧問題の解決も間近いという印象を与えてきた。

しかし、最近になって多収穫品種が持つ求肥性、すなわち多収に必須の肥料の

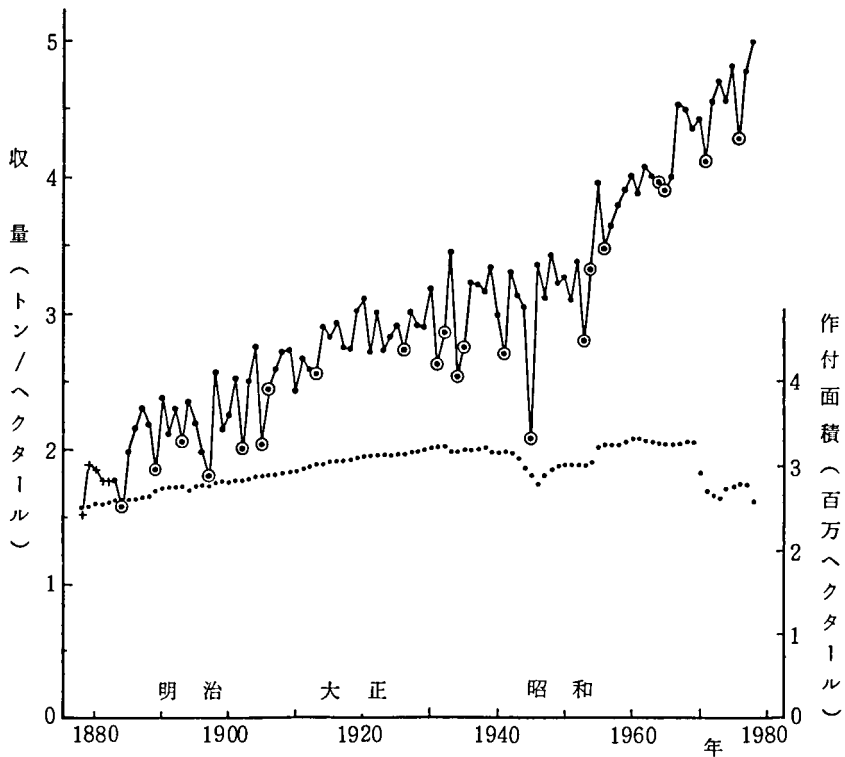


図2 最近100年間における稲作の収量変動

(農林水産省 農作物収穫累年統計表より, 1979)

+は水陸稲こみ, ●は冷害年を示す。

多投入に伴って、病虫害の発生に悩まされ続けるようになってきている。日本でも同じような現象がみられるが、品種改良→肥料多投入→病虫害発生→農薬散布→抵抗性発達→新しい農薬の開発・散布→新しい病虫害の発生→……、の悪循環は日本よりも熱帯圏において遙に目立つようになってきている。

インドにおける過去50年間の穀物の収量消長(図4)は、このような問題の複雑さを示しているようである。英国の支配下に置かれた1900～1950年の間に、当時は世界の先端を歩んでいた英国の農業技術の指導下にありながら、米に限らず、英国の主要作物の小麦においてさえ、収量は低下を続けていた。この収量低下の原因はどこにあるかははっきりしない。耕地の拡大に伴って、耕作に不適な生産



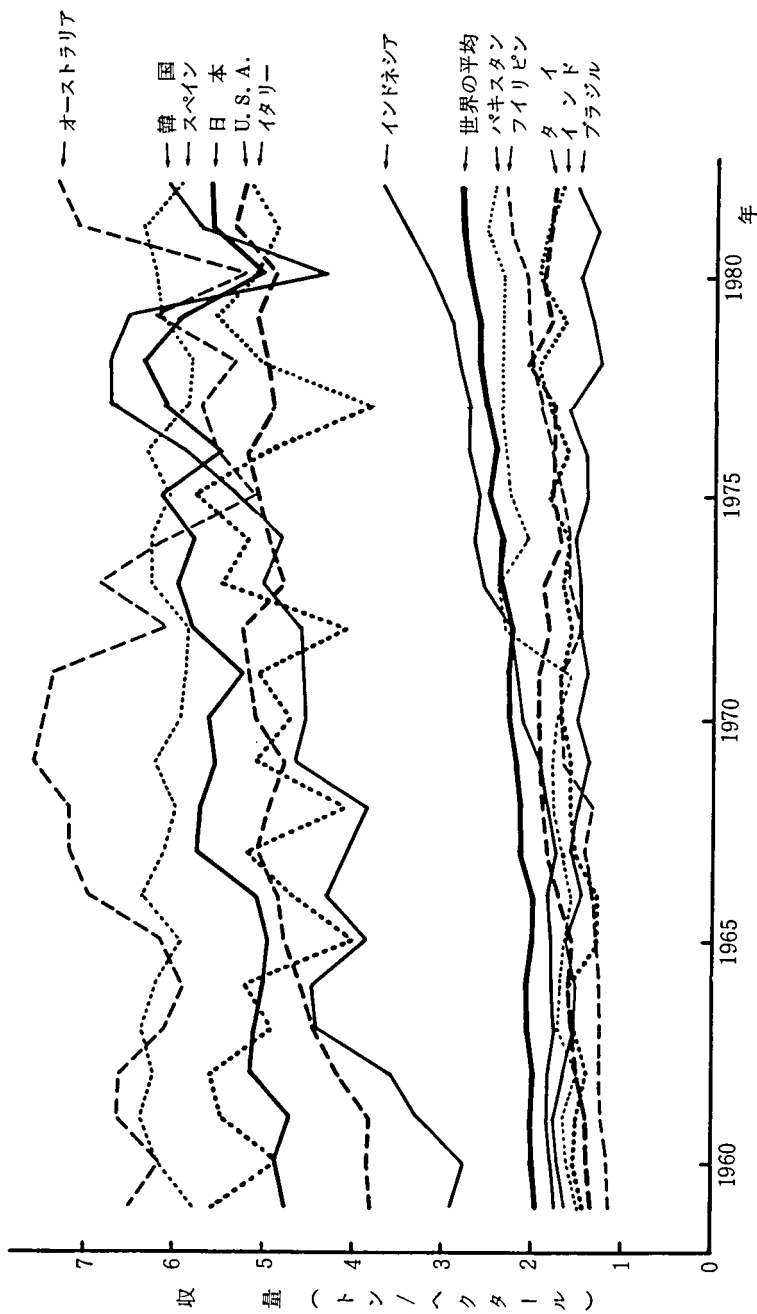


図3 世界各国の米の取量の年次変動 (FAO: Prod. Year Book の資料より)

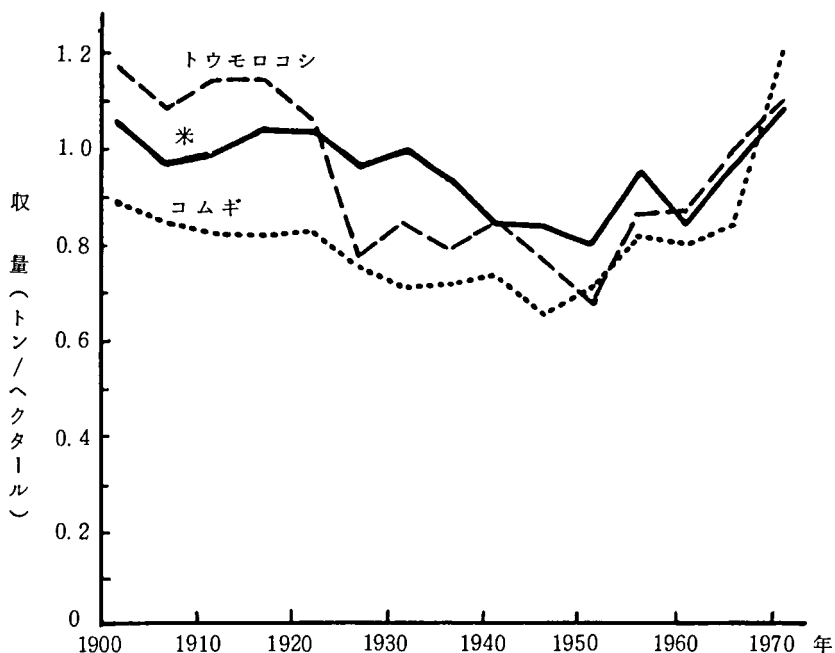


図4 今世紀70年間のインドでの穀物収量の変動。(Pradhan, 1971)

力の低いところを開墾して作物が栽培され、全体として平均収量が低下したという考え方もあるが、栽培面積はの間それほど拡大していない。主権の喪失によって、あるいは社会体制の変化によって国民の気力が低下したということも考えられる。しかし、生態学のみでみると自然界に密接に結びついた農業環境における問題点が大ききようである。

これまでの農業開発には、自然界での生態系、とくに生物群集の構造と機能にみられる原理の理解が乏しいものが多い。発展途上国が位置する熱帯圏と、先進国の多くが位置する温帯圏とで、生物群集構造には気候差に基づく極めて大きい差があるという認識にも欠けているようである。日本の稲作、欧米の麦作やトウモロコシ栽培などの近代農業は温帯圏の文化を背景に育った技術であり、熱帯圏の農業の背景は、元来は異文化圏のものであり、両者の基礎になる作物の性質は、生態学的には基本的に異なっている。日本の商社のいくつかが熱帯に農場を

開きながら、作物や人に対する病害虫の被害に悩まされて、数年後に撤退を余儀なくされた（太田，1985）のも、原因はここにあると思われる。

農作物の生産性だけに目を向けた技術は、一時的には成功するかもしれない。しかし、自然界すなわち生態系の中では、作物は群集の一員であり、それ以外の害虫も病気も雑草も、またそれらの天敵をも無視することはできない。例えば害虫問題をとってみると、その自然な制御のためには、狭食性の寄生者だけでなく広食性の捕食者など、多くの天敵類の存在は非常に重要である。熱帯では畑は勿論のこと森林でも、高温のため有機物の分解が早く、腐植層がきわめて少ないので、その中にすむ土壌動物が少なく、広食性の天敵相を維持することは容易ではない。しかし、熱帯での古来の農業ではそれを補うものとして、多年生の作物（いも類や果樹類）が地上の植物相を一年中安定に保つことで生物群集を安定化している。イネやヒエ、豆のような一年生作物を栽培する場合にも、間作や混作を行ってその安定さを保ってきたと思われる。しかし、近代農業はほとんどの場合それらに対する配慮に欠けている。その結果として害虫問題が多発するのは当然のことである。

インドの農業試験場長であった Pradhan 博士（1971）は、これを殺虫剤の傘の下で生産性だけに目を向けた農業技術という面から猛烈な批判をしている。インド独立後、前述の緑の革命の効果で増収傾向に転じたものの、1970年代のレベルは昔の1900年のレベルに過ぎないことに注目する必要がある。その後の収量の上昇についても病害虫などの問題があることは先述した通りである。

#### [農地拡張—焼畑]

熱帯圏諸国の農業開発について最近問題になっているのは森林破壊を伴う焼畑農耕である。世界中で焼畑は36億 ha と、全世界の利用可能な土地面積の30%を占め。これに依存する人口は3億人に達するといわれている（久馬，1984）。この解決のためには近代農業技術の導入がしばしば考えられている。一方、森林破壊の元凶は日本の林産会社であるという非難もある。しかし、これらの因果関係の議論には的を得ていない面がある。

木材搬出のために道路が作られると、その沿道周辺の森林では、機械力で大木が材伐される。そのあとには小径木が残されているから、そのまま手を加えない

で放置すれば、年月を経て森林は再生し回復へと向かうのが自然の摂理である。しかしながら、一般の農民には手のつけられなかった大木が、機械力で伐採されたあと、小径木のみになると簡単な道具で伐採され、焼かれ、いわゆる焼畑と化することになる。道を作ったため焼畑ができたのだから、その元は道を作った林産会社だと言えばそれまでだが、その発想なら原子爆弾の責めを物理学者、とくに原子核理論物理学者が持たねばなるまい。実際、木材輸出を進めたのは発展途上国の政府自身である。木材を輸出しなければならぬ経済状態や、大木伐採後の森林管理をできない政治力にも大きい問題がある。

一方、焼畑といっても、日本の伝統的な焼畑と熱帯圏でいま問題になっている焼畑とは大きい違いがある。熱帯にも日本の焼畑と同じものがある。しかし、ここで言う熱帯開発地での焼畑では伝統的な焼畑にはみられない耕作法、すなわち、長期の休閑期を置かない焼却 $\leftrightarrow$ 耕作の短期の繰り返しや作物残渣の焼却が、農地の有機物の消耗を早め、表土流亡、地力の低下を招き、森林再生の可能性を失わせている。それに対し、政府は山地の畑地への肥料・農薬の投入による常畑化を進めている。常畑化も望みなきにあらずとも言えるが、肥料・農薬などの経費の増大に伴う経営状態の悪化は、しばしば農耕の放棄を招いている。その後の農地はコンダヤチガヤの草原化 $\rightarrow$ 野火の繰り返し $\rightarrow$ 裸地化 $\rightarrow$ 土壌流亡を経て砂漠（熱帯サバンナ）になってゆく。熱帯の雨量の多い地方でさえその例外ではなく砂漠化が進んでいる（高橋，1986）。こうなると並大抵のことでは緑化は望めない。

#### 4. 生物間の対立と調和関係

生物は個体単位で存在しているが、その種としての生存（生活）は個体のみではほとんどの場合不可能である。各個体は個体群の一員として、他個体との相互作用の下に生活している。また、個体群は食物連鎖の一栄養段階として、すなわち生物群集の中で他種の個体群との相互作用の下でのみ生活し得る。ここで一般生物についての同種個体間、さらに異種個体間の相互作用を振り返ってみよう。

##### 【相害作用と相利作用—過密の効果と集合効果】

同種の個体間の相互作用を、個体群増殖に関する個体群生態学的な考え方で、図5のように示すことができる。個体間の相互作用は密度（人口）依存的に増加

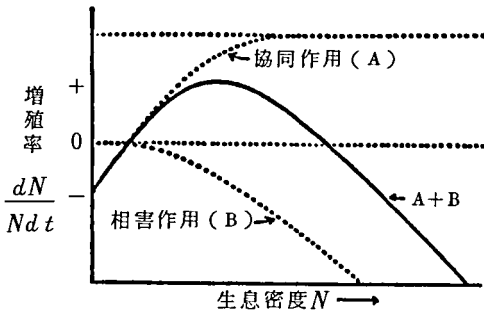


図5 増殖率に働く協同作用と相害作用と生息密度との関係 (高橋, 1982)

する。その影響を密度効果という。そのうち、密度の増加とともに増殖率が減少する場合は、対立的な相害作用であり、逆に増加する場合は相利作用あるいは協同作用である。密度効果のマイナス面（過密の効果）での代表的なものが競争関係（種内競争）である。例えば、食物や生活空間の取り合い、排泄物による汚染などである。個体間の競争力に優劣がなければ、密度効果は個体間に相害作用として現れるが、個体間に優劣があれば強者の弱者に対する片害作用に傾きやすい。一方、個体間の相互作用には互いに利益のある協同関係（密度効果のプラスの面）のみられるものも多い。集合効果（グループ効果）を示す集合性昆虫、例えば、チャドクガなどでは、単独では生活ができないが、群れを作ることによって生活が容易になる協同作用の機構がある。これは逆の見方をすれば過疎の効果である。

1種の個体群の中には両方の作用がみられ、総和として増殖率が最大となる密度（最適密度）が存在する。その発現の様子は種によって異なる（図6）。過密

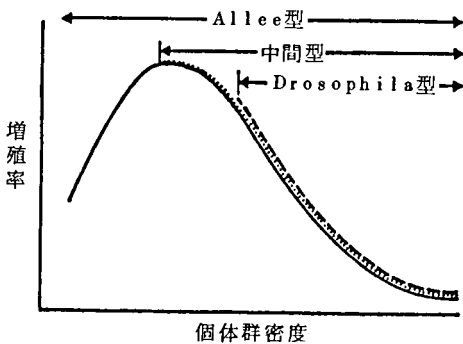


図6 個体群密度と増殖率との関係を表わす3型 (内田, 1975から作図, 高橋, 1982)

の効果の目立つ種での、密度効果の発現の形は *Drosophila* 型と呼ばれ、集合効果の目立つものは Allee 型と呼ばれるが、両者を合わせ持つ中間型を示すものも多い。*Drosophila* 型の昆虫の場合でも、密度があまりにも低すぎると配偶の機会（これは協同作用の一つである）がきわめて少なくなり、種の維持は困難となる。そのため、一生のうちの配偶の時期には性フェロモン、吹鳴、振動などの相互認識の手段を用いて、相互に合い寄り小集合を形成する努力を行う。一方、Allee 型の集合性昆虫の場合でも、密度が高くなりすぎると、*Drosophila* 型のものと同様に、餌不足や排せつ物による汚染、病気の伝染などの悪い相互作用が現れる。

この増殖率（生産率、 $r$  または  $R$ ）は

$$r = \frac{1}{N} \cdot \frac{dN}{dt}, \text{ あるいは } R = \frac{N_{t+1}}{N_t} \quad (1)$$

で示される。ただし、 $N$  は個体数、 $t$  は時間あるいは世代数である。(1)式で示される値は個体当たりの平均的な増加率であるから、個体群全体でみた増加率（生産量）、すなわち、

$$rN (= \frac{dN}{dt}), \text{ あるいは } N_{t+1} (= RN_t)$$

とでは最適な密度が異なっている（図7）。また、個体群全体としての、その世代での純増加量、すなわち、

$$N_{t+1} - N_t, \quad (\text{利息} = \text{元利合計} - \text{元金})$$

が最大となる密度とも異なっている。とくに前述の図6で示した *Drosophila* 型や中間型の種、例えばスジマダラメイガを用いた実験では、個体レベルでの最適密度が個体群レベルでのそれよりもはるかに低く、かなり低い密度でも各個体にマイナスの密度効果が現れている。従って、個体群として生産量を最大にするには、各個体はかなり高い密度による悪影響に耐えねばならないことになる（高橋、1982）。

このような個体レベルと個体群レベルでの最適密度の較差を埋める努力として、ある程度マイナスの密度効果が強くなれば、それを避ける方法としてその場からの脱出という密度依存的な分散がみられる。しかし、この密度依存的な移動を行うときには、すでになんかのマイナスの密度効果が現れており、それに耐え切れないで移動を始めている。しかし、移動した個体の前途の保証は少ない。移民問題はその一例である。

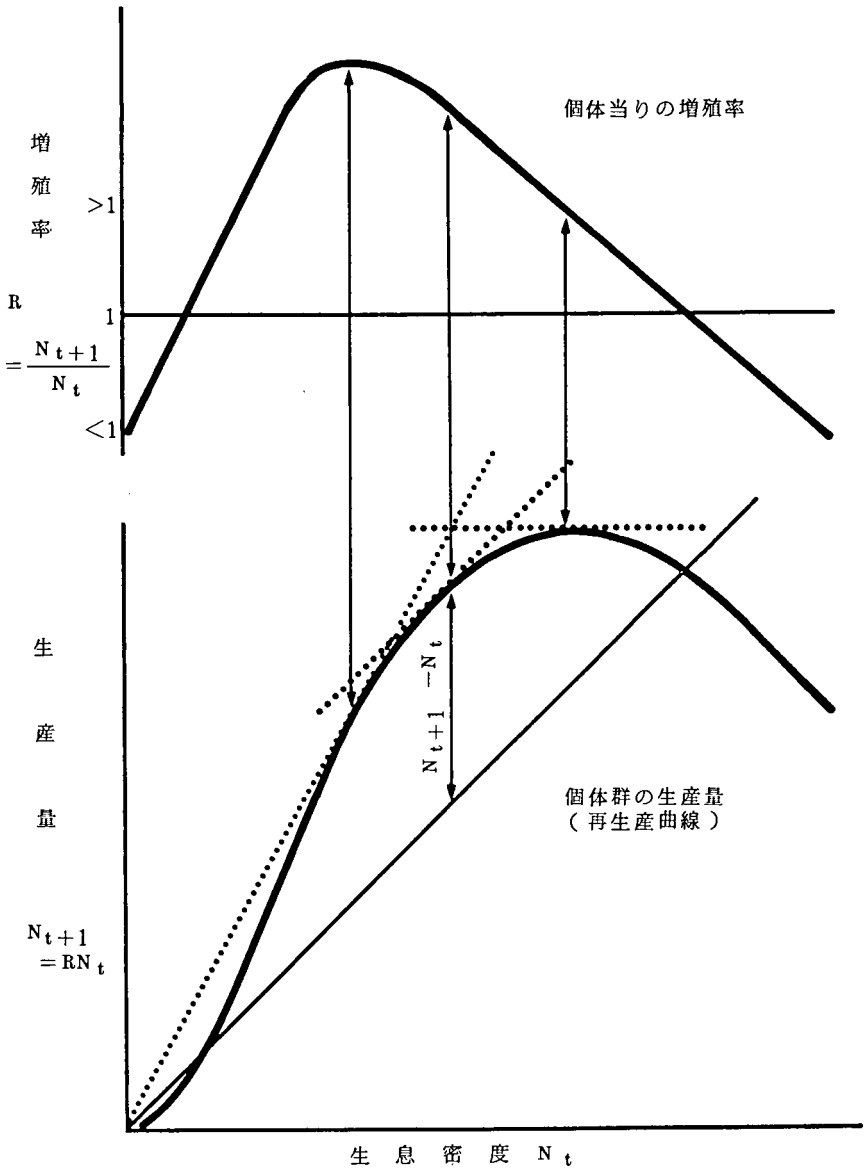


図7 個体当りの増殖率，個体群の生産量および世代間の増加量が  
 最大値を示す生息密度の関係

人間の社会にも一般生物にみられるような協同作用や相害作用がある。人口が多いほど生活し易くなる面についてはいろいろな過疎地問題でよく示されている。それほどの過疎でなくても、交通の便利さや物質の流通性、それらの反映としての物価の面でも、地方小集落は大都市よりも生活がしにくい面が多い。一方、大都市では生産性が格段に高いが、利用可能空間に限りがあるので、過密による相害作用が人口問題として生ずることになる。それらの相害作用が、行政レベルでまがりなりにも解消の努力がなされると、その結果として、個人レベルでの生活のし易さが人口の都市集中化を招いてゆく。そして、行政レベルでの解消努力が追い付かないようなときに、過密による環境問題が生じる。

社会全体としての生産性を高めるために、しばしば現れる短絡的な考え方に、個人主義から全体主義への社会体制の切り替えや、個体群内部での競争関係を、個体群間（多くの場合国家間や民族間）の競争や搾取関係、例えば戦争へのすり換えなどがある。これらの考え方は好ましくないが、仮にそれによって改善の効果があるとしても、多くの場合、個体群内での平均値的な考え方に基づいていて、環境問題の解決にはならない。それは、密度の効果はプラスでもマイナスでも、個体間で受け取り方に偏りがあるからである。個体群を構成する個体間に性質の変異（個人差）があることは、生物の基本的な属性であることが忘れられてはならない。

### **【種間競争と搾取関係】**

同じ食物やすみ場所を利用する異種の個体間には、それらを取り合う競争（種間競争）の関係がみられる場合もある。たとえば、作物と雑草の関係であるが、自然界には互いにうまくすみ分けたりして、2種が共存する方が良い場合も多い。異種の個体間にはまた、捕食者と被食者あるいは寄生者と宿主といった搾取関係がある。後者は前者に食われるので、前者のみが利益を受け、後者は被害者であると考えられやすい。しかし、その関係を個体群レベルでみると、後者は被害者というよりも両者間に相互扶助（協同）の調和関係のみられる場合が多い。また、両者の間に共生の関係に発達したものもある。

米国のある自然公園で鹿を保護する目的で、ピューマを全部殺してしまったところ、鹿が増え過ぎて草を食い尽くし、食物が無くなって鹿が沢山餓死し、結果



として鹿の個体数は前よりも減ってしまったという例 (Leopold, 1943) もある。ピューマは鹿を食って、その増え過ぎを防ぎ、鹿による草の食われ過ぎを防いでいる。鹿もその繁殖に影響の少ない個体 (老齢・病弱者) が食われるような仕組みができています。木の葉を食う昆虫も木の生長に影響の少ない部分を影響の少ない程度に食う、あるいは影響の出にくい時期に発生するという仕組みも多くみられる (高橋, 1982)。宿主と寄生者の間にも、両者が互いに最大の繁栄が保たれるような形の相互関係が発達している場合がある (高橋, 1985)。

ダーウィンの進化論の説明を始めとして、生物学の分野では “the struggle for existence” という言葉は、一般には生存競争 (種内競争や種間競争など)、弱肉強食 (搾取, 捕食者-被食者, 寄生者-宿主など) といった表現で、対立関係が強く印象づけられている (吉田, 1967)。しかし、はるかに重要な相互扶助あるいは協同といった調和的關係が、生物社会に広くみられることが十分に理解されているとは思えない。

とくに自然環境とのかかわりの深い農業においては、生産目標の生物 (作物や家畜) と他の生物との間の競争や搾取といった、対立関係に目を向けている。例えば雑草、害虫、病原菌、寄生虫などの問題である。作物や家畜 (被食者) と人間 (捕食者) との間の協同的關係でさえ対立的關係でとらえられ易い。しかし、この the struggle for existence という言葉は、これらの個体間あるいは個体群間

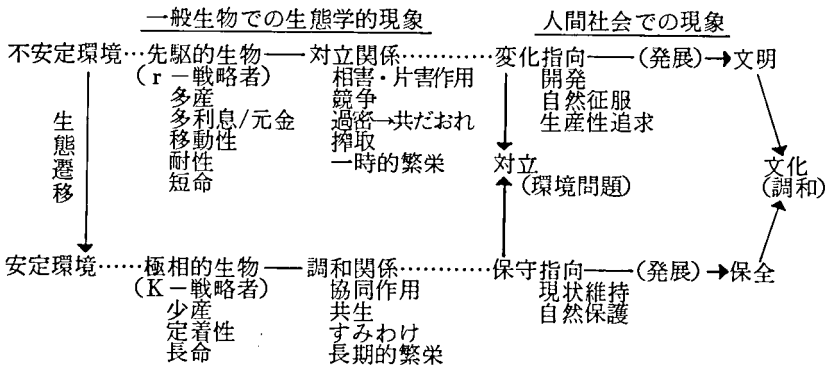


図8 一般生物の生態学的性質と人の性質との対比

にみられる、生物の生存のための努力を示すものであり、“生きるための努力”と訳した方がよい。

[対立関係の目立つ生物と調和関係の目立つ生物]

自然界の生物には確かに対立的関係の目立つものが沢山ある。その一例は生態遷移の初期相にみられる先駆的生物であり、それをr-戦略者と表現している人もある(図8参照)。このような性質の生物は、概して生活条件が厳しいものから好適なものへ、あるいはその逆に、予告なしに変動し易い環境(例えば砂漠、乾燥地や近代農耕地など)で生活するものに多くみられる。厳しい環境を耐え忍ぶ能力あるいは、好適な環境を探して移動する能力を持ち、好適な環境が到来するか、それに到達すると、それぞれの個体が好適な条件の続く短い期間に精一杯生育し、沢山の子孫を残すことになる。しかし、個体間の調和関係は発達していない。もし好適な環境が長く続くと、寿命(一世代の長さ)は短いが増殖能力は大きいという性質を持っているので、すぐに個体数が増加し過ぎて、過密のために資源(食物や空間など)を取りすぎて共倒れしたり、食物となる生物を食べ尽くして絶滅させて、その結果自らも生活しにくくなるというように、競争や搾取

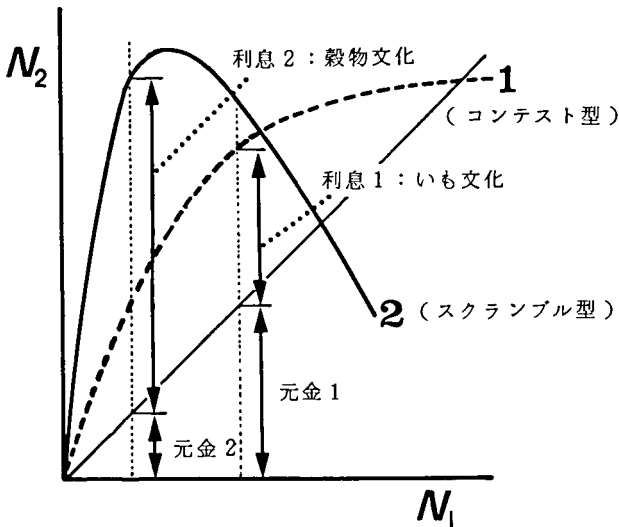


図9 温帯圏と熱帯圏の作物生産での投資(種子, 種いも)量と収穫量との関係

などの対立関係の目立つ生物である。図6で示した *Drosophila* 型の生物はそれである。

応用的な面からいえば、発育期間が短く生産力が高いという性質は、農業の目的に沿っている。温帯圏とくに半乾燥地の作物（穀物）の多くは先駆的生物の性質を持つ植物が改良されたものである。ムギやトウモロコシは半乾燥地に生育する一年生の植物から改良されている。一年の間で発育できる期間が、気温や降雨量の季節的变化のために短いこともあって、その発育の早さと生産力の高さが一層高められる一方、個体間の変異が除かれて、齊一な発育が求められている。図9で示したように、生産性（投入した種子の量に対する収穫量の割合、すなわち利息／元金の比）はきわめて大きいですが、密度が高くなり過ぎると、密度効果が強くなり、その影響（直接的には光や栄養素の取り合いといった種内競争などで、間接的にはアレロパシーや病害虫の発生など）で、次の世代の生産量が落ちてしまう（スクランブル型の種内競争の関係）。農業技術はそれらの悪影響を除くために耕耘、肥料、農薬などの技術を発達させ、よい環境を与え続けて高い生産性を安定させてきた。しかし放置すれば、作物は土壤から栄養塩類を吸収し尽くしてしまい、個体間の競争で共倒れてしまったり、他種の植物（雑草）との競争に負け、また、消費者（害虫）の搾取によって収量は激減する。

一方、生物の個体あるいは個体群間に、協同作用のように調和的な関係を示す生物もある。その一例として遷移の極相に生活する生物がある。それらは、K-戦略者とも呼ばれるが、安定な環境（例えば極相の森林や亜極相の草原のようなところ）で、個体間あるいは種間の相互作用による自然選択で、長い間に互いの調和が発達した生物である。一般に寿命が長く増殖力は低い但し個体数は安定している。熱帯圏では例えば、いも文化と呼ばれるように、いも類や果実類など、むしろ安定した環境の植物が利用されてきた。それらの極相的な生物の作物の生産性は図9に示すように低いですが、一年間にわたる生育期間の長さを考えれば、生産量は必ずしも少なくない。それよりもその本来的な生産力の安定さが特徴的である（コンテスト型の種内競争の関係）。そのため、熱帯では温帯圏の我々の感覚での農業技術、すなわち先駆的な性質を高揚する技術が発達しなかったし、その必要があまりなかったと言えるだろう。

勿論いろいろな生物のすべてをこれらの2群の生物に分け得るというものではなく、中間的なものや例外的なものも多いのは生物界の常である。r-、K-戦略者という呼び方(Phianka, 1983)は生存競争と同じような対立的な呼び方で、しっくりした表現ではない。それよりは先駆的生物や極相的生物と呼ぶほうがよいと思うが、r-、K-の呼び方の方が対立的な思想の下で発達してきた近代生物学や生態学を学んでいる人にも、一般にも今のところ通りが良さそうなので、一応それを使って話を進める(脚注)。

我々の主要な作物であるイネは熱帯原産と言われ、穀物ではあるけれどもコムギとは様子が違い、水生の品種(水稻)は多年生の性質を持ち、水田という安定した環境でK-戦略的な性質をかなり多く持っているようである。しかし、今の一般的なイネ栽培技術は、湛水・落水あるいは初期生育の促進など、環境の変動性を高め、作物の種内競争を強めるなど、r-戦略的な性質に適した環境作りを行ってきた。農林水産省が推進する水田の構造改善事業はその例である。さらに、そのような環境に適した作物品種の育成(育種)や栽培方法の改良を進めている。

一方、植物を食べる虫たちの性質は、とくに単食性あるいは狭食性の場合、その餌の植物の性質や環境に支配される。r-戦略的作物にはr-戦略的な虫がつく。そして、対立的な性質をむきだしに、将来のことは考えないで作物を食べ、大きい増殖力で増加する。個体数の変動の少ない広食性天敵が沢山居れば別だが、狭食性の天敵の増殖はそれにはなかなか追い付けないから、害虫が大発生して作物に大きい害を与えることが多くなる。温帯圏の先進国の農地にはこのようなr-戦略的な害虫が多い。農薬が盛んに使われるようになってからとくに多くなってきた。

一方、K-戦略的な作物にはK-戦略的な虫がつく。作物の生育が長期になるから虫の性質もそれに合わせ、また、天敵相もそれに調和して安定した形に

---

脚注：rとKはマルサスの人口論などで、個体群の生長を表す式としてよく知られているロジスチック式、 $dN/dt = rN(K-N)/K$ 、でのr(内的自然増加率)とK(収容力)で、r-戦略者(-strategist)とは進化的にそれらが強調された性質の生物を意味している。

なる。熱帯圏では植物種が多様なので、多様な虫たちで比較的安定した群集を構成しているが、最近では熱帯圏の農地でも、生産性の高い温帯圏のr-戦略者のような作物の単一種を広い面積にわたって栽培し、それに適した環境を与えるようになってきたから、病害虫がだんだん多く発生するようになってきている。

## 5. 生物群集の一員としての人類

### [その多様性と弾力性、変化指向と安定指向]

いろいろな環境条件に特殊化した性質、いわば専門家 (specialist) 的性質を持つことの多い一般生物と違って、人類は一種でありながら、その個体群のみならず個体の中に一般生物のr-戦略者の性質 (変化、改革の指向) とK-戦略者の性質 (安定の指向) の両面を持っている。しかも、その多様な性質を統合することのできる、卓越した弾力性あるいは可塑性を持った総合家 (なんでも屋, generalist) でもある。これが他の生物たちと大きく違う人類の特色であり、人間の繁栄できたゆえんである。若い年齢の時期はr-戦略者のような性質が強いが、年齢が長ざるとともに、また教育効果もあって、人類は両者の性質を統合し調和させることができる。

自然界の生物の生活には環境条件の枠組みに縛られたものが多く、特殊な環境条件でしか生育できないものが多い。地球上には、百数十万種という多様な生物が存在しているのはその現れである。とくに、その2/3以上を占める昆虫類は小さい体形のために、多様な環境条件のそれぞれの微細環境にいろいろな性質の組み合わせで、特殊化した生活を送っている。前述の不安定な変動環境に適した昆虫 (r-戦略者) と、安定した環境に適した昆虫 (K-戦略者) とは、それぞれ種レベルで異なった環境で生活している。田畑という一定の場所でも、農業技術の発達に伴って、害虫相は年に一化性・長寿命のものから多化性の増殖率の高い短命のものに変わってきたのは、その間の農地の微細環境の大きい変化を物語っている。

人間の教育の間では多様化が言われる。それは教育過程のメニューをいろいろにとり揃えて子供が選択し易いようにと、学校の種類、さらには社会の多様化、すなわち職場の種類を多く用意しよう、という発想のようである。しかし、それ

は子供の前途の枠づけであり、束縛である。そのような多様化は個人にとっては特殊化を意味する。そして、人の持つ弾力性という性質を個人レベルでは否定し、それを個体群レベルで求めている。

鉄は熱いうちに打てという諺があるが、幼児教育でその子の将来を決めるとともに、その可塑性に枠組みをはめて特殊化しようとする意図もみられる。ある限られた範囲での文明の発展については、教育の特殊化はそれを磨き上げて文化にまで向上させるという点で大きい力を持っている。しかし、若さの持つ弾力性はそのr-戦略者の性質とともに発展への原動力であり、新しい未知の文化の発展には基本的な基盤であるから、それを失わせるような教育は好ましくない。

荒削りではあるが、図8でいろいろな生物の戦略的性質と人の性質との関係を対比的に示した。人類の開発指向あるいは生産性追求の姿勢はまさにr-戦略者の性質である。フロンティアスピリット、パイオニアスピリットあるいは改革精神はその現れであり、文明はこのような精神の上に構築されている。しかも、不安定な環境に耐えるだけでなく、不安定環境において、その能力をよく発揮する。しばしば一時的な繁栄を求めて、安定した環境よりもかえって不安定な社会環境（経済変動や動乱）を指向する人さえもいる。そのような人達に農業の開発をまかせると、数十年後には砂漠と飢餓が待っている。

一方、人類のK-戦略者の性質は環境の長期的安定を指向している。一人の人生についても、若い時代のr-戦略者の性質は、年齢が長ざるとともにK-戦略的に変化してゆくことが多い。生活にゆとりができてくると改革よりも安定的な発展に目が向けられる。そのような安定な環境で育つ環境との調和の産物が文化（culture）であり、自然環境とは対立し易い開発によって求められる文明（civilization）とは異なったものだといえるだろう。

### 【文明を文化へ】

私は、文明とはそれぞれの時代の技術（その時の近代技術）の発展を示すものであり、文化はそれぞれの時代に育つ歴史的、精神的要素の強い教養の発展と考えたい。文明は経済力があれば短期間にもでも発展できる可能性があり、他国の真似をすることも、直輸入もできるだろう。しかし、文化は歴史的な集積であり、長期間の蓄積と醸成が必要である。また、人と人との、さらに、人と環境との調

和が必要である。そのためにはゆとりのある社会が長い間安定して続く必要がある。農業でいえば、それは自然界の摂理に従った生物群集との調和であり、農業生産者と都市消費者との協同である。それによって、我々の生活の基盤の長期的安定が保証される。

中国や中近東には古代には大きい都市が発達していた。しかし、それらの都市の多くが今では遺跡としてのみ形骸をとどめているに過ぎない。遺跡から発掘された古美術品の破片を文化遺産と呼ぶ人が多いが、私はこれを、当時の文明の遺跡であって、文化のそれとは異なるものであると考えたい。

古代都市の崩壊したあと、その文明の跡は残ったとしても、文化の程度はあまりわからない。というよりもむしろその文化を滅ぼした他国（侵略国）の戦力（文明力）の比較的な強さがしばしば示されている。また、その文明を維持し得ず、自滅して行った文化の低さも感じられる。勿論その遺跡にみられる技術水準から文化の形跡が認められることを否定するものではないが、例えばシルクロードから発見されたタイルを見て、私はこれを焼き上げるのに燃料としてどれほど多くの木が切られたか、また大きい僧院や石仏を見てこれを建設するために滞在し、また、建設後に長く生活した大勢の人たちが、その生活（住居建設や食物の調理）の為にどれほどの木を切ったのか、そして、その結果、その周辺の農業生産を維持し得なかったのではないかと、いった人々の開発行為と自然環境との関係を考える。そのためにその周辺に広大な砂漠ができたとしたら、そこには人と自然の調和はなかったと言わざるをえない。ここには技術の発展（文明）と教養の発展（文化）との不調和を認めなければならない。

文明はしばしば人間社会の都合のみで考え、自然界に対する優越（征服）を誇ろうとするが、文化はそれとの調和を含めている。もし、古代都市に文明と自然環境との間にその調和が全うされていたならば、あるいは侵略によっても破壊されないほどに発達していたならば、おそらく古代都市は近代にまで引き継がれ、存続しえたであろう。しかも、滅亡した古代都市の多くが、熱帯圏や大陸の内陸部にあったことは、そこで急速な物質循環の過程や激しい気候変動が、自然界との間の不調和による破綻を早めたといえるだろう。温・寒帯圏では、とくに海に近い気候の温和なところでは、その破綻が他の要因の補償作用で覆い隠されて

はいるが、遅かれ早かれ現れてくるものと考えられる。アフリカの飢餓問題でも、原住民の生活様式の中にある文化的要素を無視したヨーロッパ諸国の植民地化、あるいは近代化という形での文明の侵略が、広大な面積の土地に砂漠化を進めたのが原因であろう。

### [開発と保全の調和]

環境の安定を考える場合、それは不変を意味するものではない。現状維持を主張し、ときには未開さえも求める自然保護グループの一部と、開発を考える人々とは、しばしば対立する。発展途上国での農業開発においても、地球の環境を守るために、アマゾンや熱帯圏の原生林を残せという論にしばしば出会う。しかし、これは発展途上国の人々にとっては受け入れられないことであり、これまで、自然をでたらめに開発してきた先進国の勝手な言い分である。また、一部の自然保護者の考え方には、生態系を守るというように、一見生態学的にみえながら、生態学の原理に矛盾した主張が多い。ところが、一方、開発論者は開発を文明という錦の御旗で正当化し、善意で飾り立てる。そして、都市に緑化地帯を設ければ解決するように思っている人も多い。しかし、そこにはr-戦略的の生物の発想がつきまとう。

暖温帯にある西日本の太平洋沿岸地方での自然な原生樹林と考えられている照葉樹林を例にして言えば、都市近郊に小さな規模の森（鎮守の森など）が残されている。しかし、狭い面積の森林での生物群集構造は、自然生態系のそれとはかけ離れたものでしかない。高次の群集構造をその本来の機能に基づいて維持するためには、かなり広い面積の森林を必要とする。狭い面積でそれを残すことは、自然な群集の保護というよりは、植生群落の標本として保存すると言うべきである。人口増加に歯止めのない現在では、広い面積にわたるありのままの自然を、われわれの環境として期待することが無理とさえ言える。

人を生物群集の一員と考えないで、自然を対立的に考える開発論者と、生態学の原理を認識しない現状維持論者との間には、対話の場はなく、対立以外のなものもあり得ない。しかし、開発者が将来を見越した長期的展望を持ち、長期的発展へ向けて、自然環境の理解と、それとの調和を求めるならば、解決の道はある。それが保全であり、文化の発展を意味している。今では、自然環境の保存す



べき所をいかに残し、他をいかに保全すべきかを考え、自然の摂理に従った開発を進めるべきである。

しかし、一般生物における競争あるいは搾取についての理論や実験結果をみると、短期的には増殖力の大きい系統または種（ $r$ -戦略者の生物）が、小さい系統または種（ $K$ -戦略者の生物）に勝ってしまうことが多い（吉田，1967）。しかし、安定した環境での長期的な変化傾向（進化の方向）は、 $K$ -戦略者の性質への変化（調和的方向への進化）が示されている（高橋，1983，1985）。人間社会での開発と保全の対立においても、多くの場合、生産性の向上を求める開発論者の方が目的を達して、保全は無視されてしまう場合が多い。それによって生ずる矛盾は、一般生物と同じように、世代を越えた長い忍耐の末に、歴史的に解決せざるを得ないのであろうか？

一般生物は性質の変化（進化）を多世代を経た情報伝達（遺伝）と自然選択によってのみ達することができる。しかし、人間は他の生物と違って、情報伝達を教育や学習という手段で、短期間に実現させることができる。われわれは問題の解決を環境科学の中に求めることができる。環境科学は公害除去のための科学でなく、開発と保全との調和を求めての統一的発展、すなわち、文明の文化への発展の道を求める科学である。そのための社会的環境が、国の中だけにとどまらず、発展途上国との間にも安定に保ち続け得るならば、そこに平和への希望が生じてくる。

## 6. むすび—援助と平和

発展途上国の開発は多くの場合先進国の援助の下に行われる。そこには、常に先進国と途上国との間の経済的格差が前提となる。格差が無ければ援助とは呼べない。それは対等な貿易あるいは相互扶助関係である。

先進国には技術向上の普段の努力がみられる。その発展能力がなければ先進国のレベルは保ち得ない。その為に発展途上国との間に、格差が保たれ続けることになる。言い方を換えれば、そのような能力が発展途上国のなんらかの分野に育たなければ、発展途上国は先進国に肩を並べることはできず、永遠に発展途上国でしかない。先進国の技術向上はその格差に基づいた経済的基盤の上に成り立つ

ていて、援助はその格差を保つための手段になっている面もある。

技術の開発は援助国（先進国）の自然・社会環境を背景に育ち、試行錯誤を経ながらも、その環境との調和へと発展することが可能である。しかし、その技術を他の地方（被援助国）での異なった環境と調和させることは、よほどの努力がない限り望めない。その調和への努力は、自ら環境の中で自らの力でもって行わざるを得ない。

被援助国が援助国から援助だけを受け取るとき、前者は後者の寄生者的立場であり、前者が他に生存の手段を持たなければ、後者の被護のもとでしか生存できない。多くの場合援助することは負担になる。援助国が被援助国からその見返りの利益を受け、それが相互の理解の下に行われるならば、両者の関係は相互扶助関係といえる。しかし、被援助国と援助国のいずれにおいても、内部の一部が負担を感じ、他の一部分が利益を受けているのなら、両国間には全体としては調和的（協同）関係があっても、部分的には搾取関係が平行してみられることになり、友好関係には結びつきにくい。

この構図は生物社会での搾取（捕食や寄生）や競争（種内・種間）関係において、個体レベルでは明らかに搾取でありながら、個体群レベルでは相互扶助関係があるのとよく似ている。

この関係は対等な貿易関係でも同じだが、国家が安定しておれば国内での部分的な対立・矛盾は国内の全体的な体制の中で補償され、解消しうる。しかし、被援助国の多くは国情が不安定であり、利益を受けるのは不安定な支配層に偏りがちであることに問題がある。援助はしばしば国家の基礎が一般大衆にあることを忘れて行われている。

我々が開発を望むのは人間性の一つの面（好変動性と弾力性）の発露であって当然のことである。しかしそれに伴う対立関係は好ましいものではない。その対立と矛盾を乗り越えたとき、国家間あるいはそれぞれの国の民衆間に平和的友好関係が生ずるだろう。開発による援助を進めるとき、我々に与えられた課題は、

- ① 社会の中に存在する階層差の認識、
- ② 人間性の中に併存する好変動性、好安定性、多様性、弾力性の認識、
- ③ 開発行為によって生ずる対立の認識と、自然および社会環境との調和への

配慮,

④ 文明から文化への発展基盤についての国家間の差の認識,

⑤ 国家間の援助から民衆間の友好への意識の向上,

などであろう。そして、援助は強者の弱者へのほどこしでなく、弱者を対等レベルへ育成すること、すなわち技術指導のみならず、文化的発展への教育環境の導入と整備が伴わなければならない。

## 文 献

- FAO 1969~1983 *Production Year Book* Vol.23~27.
- 久馬一剛 1984 焼き畑農業の生態学 サイエンス, 14(4): 20-31.
- Leopold, Aldo 1943 Deer irruptions. Wisc. Cons. Bull. Aug. in Allee W.C., A.E. Eerson, O. Park, T. Park, and K.P. Schmidt 1949 *Principles of animal ecology*. Saunders, Philadelphia, 837pp.
- 農林水産省統計情報部 1979 農作物収穫累年統計表. 農林統計協会, 東京, 173pp.
- 大来佐武郎 1986 アマゾンの森林を見て一開発と保全の板挟み. 日本農業新聞昭和61年1月13日 総合2面 視点.
- 太田泰雄 1985 総合的開発計画の必要性. 筑波大学地域研究 3: 51-62.
- Pianka, E.R. 1983 *Evolutionary Ecology*, 3rd edit. Harper & Row, Publ. New York, 416pp.
- Pradhan, S., 1971 In tropics protection research more needed than production research. *Indian J. Ent.* 33(3): 233-259.
- 高橋史樹 1982 個体群と環境一虫を通じてみる生活の多様性. 東京大学出版会, 東京, 118pp.
- 高橋史樹 1983 生物的防除. 大島長造編 集団・行動遺伝学研究法, 共立出版, 東京, 396pp, 209-226p.
- 高橋史樹 1985 寄主-寄生者関係(摂食戦略としての寄生). 沼田真監修 現代生物学大系 12b 生態b, 中山書店, 東京, 221pp, 10-13.
- 高橋史樹 1986 農業で病害虫の撲滅は可能か?—生物群集での対立と調和. 土と健康 No. 162: 2-17.
- 内田俊郎 1972 動物の人口論—過密・過疎の生態をみる. N H K ブックス164, 268pp.
- 吉田敏治 1967 生存競争. 古今書院, 東京, 197pp.
- 吉田敏治 1981 生存競争(訳 G.F. Gause: *The struggle for existence*). 思索社, 東京, 204pp.