

## 1 人類生態学のルーツ

人類学と生態学にルーツをもつ。人間集団の生存を扱うため、公衆衛生学とはかなり重なる部分がある。

### 1.1 人類学 (anthropology)

ヒトを対象とした科学。大きく2つに分かれる。

- 文化人類学 (cultural anthropology) = 民族学 (ethnology)
- 自然人類学 = 形質人類学 (physical anthropology)

### 1.2 生態学 (ecology)

ecology ヘッケル (Ernest Haeckel, 1869) の造語。 *oikos* ( 家庭 ) + *logos* ( 学 ) が語源<sup>\*1</sup>。「生物とその環境との相互作用の科学的研究」の意味で、“生物の家庭生活”を考える学問を生態学と名づけた。クレブス (Krebs, 1972) の定義「生物の分布と豊かさを決める相互作用の研究」も有名。Begon/Harper/Townsend の “Ecology: Individuals, Populations, and Communities. (2nd ed.)”(1990) は、クレブスの定義を、個体、個体群 ( 同種の生物の集まり )、群集 ( 複数の個体群からなる ) という3つの水準で扱う、としている。

人類生態学 (human ecology) 個体群としてヒトをターゲットにした生態学。人間の生態学とか人間生態学という言葉もあるが、ほぼ同義。鈴木継美『人類生態学の方法』(1980)によれば、人類生態学とは、「ヒトの集団が、その居住する自然環境と、文化、社会組織を通してどのように相互作用しながら生存しているかを調べる学問」。他の生物と違って、文化、社会組織を含む。環境人類学、環境社会学、生態人類学、環境生態学などかなりオーバーラップしている。

### 1.3 生態学の考え方の今日的意義

現代日本の社会が、高度経済成長を通して物質的には急速に豊かになった反面、大きな公害を引き起こしてきたことは良く知られている。しかも、今日の経済のグローバル化は、日本人の生活を、世界の他の国、とくに発展途上国と呼ばれる国々と不可分にしてしまった。例えば、石鹼や洗剤の原料として使われるヤシ油は、東南アジアやオセアニアの熱帯雨林を伐採し、大量の農薬を撒いて管理されているオイルパームのプランテーションから収穫されており、そのため、熱帯雨林の生物多様性の低下や、土壌流出などが問題になっている。それゆえ、私たちは、地球レベルでの物質の循環やエネルギーの流れを無視することはできないし、それは国際社会での合意事項になってきている。一方では、地域レベルでの具体的な生物と環境の関係を考えない活動がどんな悲惨な結果をもたらすかは歴史が証明してきた (たとえば、ジャレド・ダイヤモンド『文明崩壊』(2005)を参照)。こうした問題を考えるために、生態学の考え方は必須。

## 2 人類生態学のフレームワーク

生態系の一員としてその環境に適応進化して生きる人間の集団 ( ヒト個体群 ) という捉え方をし、居住する自然環境と、文化、社会組織を通してどのように相互作用しながら長期間生活してきたのかを包括的に理解しようとする。

生態系 環境条件 ( 土壌中無機物、温度、湿度等 ) や資源 ( 生物的、非生物的 )、種間関係 ( 被食捕食、共生、寄生、競争等 ) といったものすべてを含め、「ある地域の生物のすべて ( 生物群集 ) が物理化学的環境と相互関係を持ち、システムにおけるエネルギーの流れが、栄養段階、生物の多様性、生物と非生物部分間の物質の循環を作り出しているようなシステム」を生態系と呼ぶ。

<sup>\*1</sup> ちなみにエコノミクス ( 経済学 ) は、 *oikos* ( 家庭 ) + *nomics* ( 管理 ) からきている。マスコミ用語の「エコロジー運動」とか「エコロジーな暮らし」とかいうときの「エコロジー」は生態学という意味ではなく、漠然と「環境への負荷が小さくなるように意識している」ことを指す。

人間化された生態系 現代の多くの生態系は、人間が環境を改変したことの影響を大きく受けている。このことを生態系の人間化と呼ぶ。逆に、人間が環境から受ける影響があることも忘れてはならない。生態学では、非生物的な環境条件が生物を規定するという意味で、環境から生物への影響を「作用」、逆に生物から環境への影響を「反作用」または「環境形成作用」と呼ぶ。ヒトは、他の生物に比べて環境形成作用が多様（大規模開発から自給自足集団における長期的な環境適応的な生き方まで）という特徴をもつ。

## 2.1 包括的理解へのアプローチ

以下3つがアプローチの柱。

フィールドワーク ある地域生態系におけるヒトの集団に住みこんで、人口、文化、社会組織、行動、栄養（食事）などを調べたり、生体計測や尿検査などによって健康状態を調べ、当該地域生態系とヒト集団についてのデータを得る。必然的に対象集団と人間関係ができるので、フィールドワークがもたらす変化に自覚的であることが必要<sup>\*2</sup>。

ラボ 同時に、環境試料や生体試料を採取して日本のラボに持ち帰って分析する。現地では困難な炭素窒素安定同位体分析や遺伝的な分析も行えるのが利点だが、遺伝子資源という考え方と個人情報保護の考え方が相俟って、最近はDNAを国外に持ち出すことがほぼ不可能になった。生存にかかわる要因間の関連性を明らかにするために、場合によっては動物実験も行う。

数理モデル 包括的理解、つまり生存にかかわる可能性のある要因の変化の可能性をすべて含めて（要因同士が独立ではなく相互作用しあうことも含めて）理解するためには、人間=環境系の複雑系数理モデルを構築する必要がある。モデルができれば、偶然変動も考慮した Individual-Based Simulation モデルをコンピュータプログラムとして実装することによって、個々の条件の変化がどのような結果をその系に及ぼすのかを予測できる可能性が開ける。このようなシミュレーションの利用の仕方は、Dyke (1980) が honorable use と言っているが、現実としてありうる可能性を直接示すことができる。

## 2.2 生態学的健康観

「人間の健康はその人間が生きていくための生態学的条件が保全されることによって初めて成立する」という考え方を生態学的健康観と呼ぶ（鈴木，1982）。

ヒトが自然生態系の一部として暮らしているような社会では、人々は、自己の健康が生態系の健全な回転によって支えられていることを知っている（たとえ健康とか生態系という概念について自覚的でなくても）。掛谷誠は、西部タンザニアの焼畑農耕民トングウェの社会で長期間のフィールドワークを行い、そのなかで呪医に入門してその資格を授けられた。

掛谷はトングウェの生活を次のように紹介している。「ウッドランドの中で、トウモロコシ、キャッサバを主要作物とした焼畑耕作とともに、狩猟、漁撈、蜂蜜採集などの生業を営むトングウェは、5人～40人程度の人々からなる小さな集落を形成して住んでいる。狭い生活圏の中で営々と生活を送る彼らが恐れるのは、さまざまな不幸である。作物の不作、野獣による畑荒らし、野獣や魚がとれない日々が続くこと、妻となるべき女性にめぐり会えないこと、子宝や財産に恵まれないこと、さまざまな怪我や病など、一面では彼らの人生も多くの不幸の積み重ねの上に築き上げられている。トングウェの呪医は、人々が体系的に認知している不幸の原因の中から、占いによってその『真の』原因を探り出す。こうして原因が明らかになれば、呪医はその能力や知識を駆使して、患者の不幸の源を除去し、治療を施す」

この報告は、トングウェにおける生態学的健康観の実在と、それに立脚した広義の保健医療活動が呪医によってなされていることを示している。作物や獲物が豊かに手に入ること、配偶者や子宝に恵まれること、疾病にならないこと、などがすべて一貫したものとしてここでは考えられていて、これらすべてをまとめたものは生活の場で捉えた健康ということができる。それは優れて生態学的である。

現代の日本人の場合、生活の場そのものが個人では把握できないほど広い。日本人の消費している魚介類は世界の海のあちこちで捕獲されたものだし、豚肉や鶏肉が国産だとしてもその飼料は中国や南米から輸入されたものである。採鉱や林業は世

<sup>\*2</sup> eg. マラリア検査をして陽性とわかれば、本人に伝えないわけにはいかないし、伝えたら薬を投与するのが当然だし—かつてはそうではなかったが、現在は現地保健当局とコラボすることなしに調査は不可能なので—、それを続ければある程度マラリア有病割合は低下していく可能性は十分にある。長期的に付き合う覚悟が必要。

界中で行い、資源を日本に送っている。ところが個々の日本人の意識は自己の生活経験の中での生活圏の範囲にとどまり、その外にあるものについては確かでない。これはトングウェの場合と異なり、構成員の生活圏が共有されず、健康の認識も生態学的になりにくい。

しかし現代の日本では生態学的健康観が皆無かといえそうではない。例えば、家族の一人が病気になったとすると、その家族の成員はそれに対処してなんとかしようとする、あたかも自分が病気になったかのように苦労する。家族の一人が病むということは、家族全体が病んでいるということでもある。この考え方は生態学的である。ヒトの生活集団の規模が大きくなり、内部で分業が進むことによって自然生態系におけるような人々の生活の均質性は失われてくる。世帯内でさえ分業があり、生活体験が異なってくる。そういう状況において共通の健康観が成立するためには、情報交換による相互理解が必須である。また、家族が病むと社会的に専門家として位置づけられている医師や看護師に病者は委ねられ、経済的負担は各種の社会保障制度によって軽減される。つまり、社会組織が健康に深いかかわりをもつといえる。トングウェの呪医による対応も日本の医療制度も、人間の営みであり、文化と呼ぶこともできる。現代社会は複数の文化が重層的にからみあって成立しているため、生態学的健康観もまた重層的にならざるをえないし、そこが難しいところである。

### 3 データを得るための周辺諸科学

#### 3.1 人口学

- 生命の生態的事実として、現在の個体数  $N$  は直前の個体数  $N'$ 、出生数  $B$ 、死亡数  $D$ 、移入数  $I$ 、移出数  $E$  と  $N = N' + B - D + I - E$  という関係をもつ。未来についても同様。
- 生物の分布と豊かさを記述し、説明し、理解しようとするのが生態学の主目的だから、それに決定的影響を与えるこの人口学的プロセスは重要。
- 個体数変化のプロセス内部まで踏み込まなくても個体数変化を数えることはできる
- 広い面積に多数の個体が散らばっている場合の個体数推定法：サンプリング（方形区法）、リンカーン法 (Capture-Mark-Recapture Method)
- ヒトの人口の数え方：国勢調査人口、住民基本台帳人口、戸別訪問による数え上げ（常住人口と現在人口の違いに注意）、性・年齢別人口。
  - \* 途上国の小集団で調査する場合には特有の難点が多々あるが、どのようなものが考えられるか？
- 生命表と生存曲線～死亡：死亡年齢別死亡のカウント。本格的にするならコホート研究が必要。昆虫などでは死体調査。生存曲線とは、出生時の生存率が1として縦軸にとり、横軸に年齢をとって、すべての個体が死に絶えるまでの生存率を曲線で結んだものをいう。実際には移住などで脱落する場合があるので、カプラン＝マイヤ法などで脱落を補正する。
- 妊孕力スケジュール～出生：年齢別出生のカウント。母親への聞き取りあるいは施設における出産記録により情報を得る。生物の種類によっては、一生に一度だけ繁殖してその後死ぬ semelparous な生物や、繁殖しても死なず何度も繁殖する iteroparous な生物がある。もちろんヒトは後者。
- 生存曲線の形がどれくらい矩形化した（上に膨らんだ）ものかをみると、長寿化のレベルがわかる。死亡の数理モデルを当てはめるのも有用。
- 人口移動は、生物一般には、移住 (migration) という term が、ある1つの種に属する多数の個体が1つの場所から別の場所に一方向性の移動を行うときに最もよく用いられ（例：鳥の渡り、ウナギの成長に伴う回遊、潮干帯の生物の時間移動）、拡散 (dispersal) という term が、複数の個体が他の個体（多くの場合、親あるいはその他の血縁個体）から離れて広がることを意味するとき用いる（例：植物の種やヒトデの幼生が親から離れて漂いだし、草原のハタネズミが他のハタネズミの移動とは反対側にバランスをとるように移動する、列島の上を陸鳥が生活場所を探して移動する）。移住や拡散といった生物の移動は、生物の分布のパターンに影響する。
  - \* ヒトの場合はどうか？ 先史時代はどうか？ 現代はどうか？
- 人口分布のパターンは、生物一般には、下記3通りに整理できる。
  - ランダムな分布 個体同士が互いに他個体の存在に影響しない場合
  - 規則的な分布 互いに他個体を避ける場合
  - 集中分布 生息場所のところどころに個体が好む環境条件や資源が偏っている場合
  - \* ヒトではどうか？ 先史時代はどうか？ 現代はどうか？

## 3.2 数理生態学

**種内競争** 生物一般に、同種の個体は生存、成長、再生産のために、きわめて似た要求をもつ。これらの要求を全て満たす資源が十分に供給されないとき、これらの個体は競争を始める。定義「競争は個体間の相互作用の1つで、供給が制限されている資源の欲求がかち合うことでもたらされ、それらの個体の生存、成長、再生産を低下させることにつながる」。究極の効果は出生力低下と死亡率上昇。多くの場合、新たな資源を開発することにより資源のオーバーラップを避けようとする。しかし、互いに資源利用を妨害する場合も多い。ヒト以外の動物では、密度依存性が見られる場合がある。

\*日本の少子高齢化は、再生産は低下しているけれども生存や成長は低下していない。現代の日本で、ヒトの種内競争は起こっていないのか？ ヒトが例外なのか？

**人口支持力 (carrying capacity)** 密度依存性の種内競争があつて、出生 = 死亡のとき、密度は一定値  $K$  に収束する。この値を人口支持力または環境支持力と呼ぶ。

**ロジスティック成長** 人口密度が十分に低いとき、個体群の人口増加速度は、現存量、すなわち現在人口  $N$  に比例する（比例定数  $r$  は内的自然増加率と呼ばれる）。 $dN/dt = rN$  となるので、指数関数的な人口増加（マルサスの成長）が起こる。密度が高くなってきて人口支持力に近づくと、人口増加速度は、現存量だけでなく、人口支持力と現存量の差の人口支持力に対する割合にも比例するようになる。これによって人口増加はS字状のロジスティック曲線になる。これをロジスティック成長という。 $dN/dt = rN(K - N)/K$  である。ただし、この式は連続時間で成り立ち、離散時間で考えねばならない場合は差分方程式になるので、 $r$  の値によって大きく人口増加の様子は変わり、いわゆるカオスになる。さらに、密度効果がすぐに出生率や死亡率に影響せず時間遅れがある場合もあり、人口増加曲線はより複雑になる。

**種間競争** 種間競争のロジスティックモデル：係数  $\alpha$  を用いて、次のロトカ・ヴォルテラの競争方程式が導ける。 $\alpha, r, K$  により、どちらかの種が排除される場合と、共存する場合がある。共存する場合も、不安定な平衡点になる場合と安定平衡点になる場合がある。

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1}{K_1} - \frac{\alpha_{12} N_2}{K_1}\right)$$
$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2}{K_2} - \frac{\alpha_{21} N_1}{K_2}\right)$$

**捕食行動** 捕食行動は、被食者と捕食者両方の個体群動態（個体数とその分布の変化）に影響する。行動生態学のテーマであり、最適採餌理論（Optimal Foraging Theory）が有名。狩猟採集民の行動を最適採餌理論で説明した研究もある

**食物の幅（食餌幅、食域）と組成** 消費者（=捕食者）は、単食（monophagous）、少食（oligophagous）、複食（polyphagous）のどれかに分類される。植食動物は単食、寄生虫は少食、真の捕食者は複食であるものが多い。しかし例外はあつて、タニシトビ（*Rostrahamus sociabilis*）という鳥はほぼ完全にタニシしか食べない

**食物の好みとバランス** 少食や複食の種でも、食べられる被食者に好みがある。例えば、White pine, Red pine, Jack pine, White spruce という4種類の松について、同じ量が同じように植えられていても、シカの食害にあった量は Jack pine が最大だった（Horton, 1964）。しかし、実際には被食者の現存量に応じてバランスのとれた摂食をしている

**食物の好みのスイッチング** 多くの消費者の好みは固定しているが、環境条件によってがらっと変わることがあり、これをスイッチングと呼ぶ。被食者が集中する場合や、より豊富な被食者を捕食する効率が良い場合におこる。被食者に対する好みのスイッチングは、異なるタイプの被食者が異なる生息環境に住んでいて、消費者が、もっとも捕食効率が良くなる生息環境に集中するような場合に起こる。また、豊富な被食者を捕食するときにもっとも効率が良くなるときにも起こる。捕食者が特定の「探索イメージ」を発達させた結果とも言われている（Tinbergen, 1960）。個々の捕食者が徐々に好みのタイプを変えるのではなく、好みのタイプが違う捕食者の割合の変化のために種としてのスイッチングが起こるのだという説もある。ヒトは、かつて採集と昆虫食だった段階から、狩猟と肉食を始めたときに1回目のスイッチングが起こり、農耕を開始して穀物を主食とするようになったときに2回目のスイッチングが起こったと考えられる。

\*現代のヒトはどうか？

**食物の幅（食餌幅、食域）と進化** 単食（monophagous）や少食（oligophagous）の利点は、1つあるいは少数の被食者に特化してよく fit しているために、摂食効率がよく、捕食者間での種間競争を避けられること。複食（polyphagous）の利点は、量に応じて被食者を選択できるので、個々の被食者の量の変動してもそれほど影響を受けないこと。

**被食者捕食者共進化** 被食者が毒をもつとか、変な形とか刺などいろいろ防御するので、すべてを食べられる捕食者はいない。

何らかの形で特化する。単食や少食の捕食者が増えると、被食者は新たな防御を獲得し、それによって捕食者も多様化するような進化があるかもしれない

最適採餌理論 (OFT) この理論によれば、捕食者が食物の幅 (食餌幅, 食域) を拡大すると、平均探索コストが減少し、平均追跡・処理コストは増加する。この結果、最適な食物の幅 (食餌幅, 食域) は、探索コストの減少が、追跡・処理コストの追加による損失の増大より大きい最後の被食者を端として含むものになる。捕食者が増加して、全体的に被食者数が減ってくると、探索コストが増大するので、最適な食物の幅 (食餌幅, 食域) は、1 つずつ被食者を加えながら増大する。

被食捕食関係のダイナミクス 種間競争のモデルと同じ Lotka と Volterra が開発したモデル (Lotka-Volterra Model) で表現されるのが最も単純な場合で、与えるパラメータが適当なら、フェーズのずれた振幅になるのが有名。被食者の数を  $N$ 、被食者の内的自然増加率を  $r$ 、捕食効率を  $a'$ 、捕食者数を  $C$ 、捕食量に応じた捕食者の増加係数を  $f$ 、捕食者の死亡率を  $q$  とすると、

$$\frac{dN}{dt} = rN - a'CN$$

$$\frac{dC}{dt} = fa'CN - qC$$

分解者と屑食者 植物や動物の身体は、死ぬと他の生物のための資源となる。植食動物が食べて消化するときは植物は死んでいるし、肉食動物が食べる時、食べられる動物は死んでいる。植食動物や肉食動物が食べることは、資源 (食べられるもの) が生産される速度に直接影響するが、資源が生産される速度に影響せずに死体を食べる (ドナーコントロール型) という意味で、分解者 (細菌と菌類) と屑食者 (detritivore の訳で、腐食性生物ともいう。死体を食べる動物という意味で屍食者ともいう) は特異である。分解者や屑食者の存在は、生態系における物質循環にとって必須である (火事のような非生物的分解だけでは循環に間に合わない)\*3

\* ヒトが絡んだ生態系では屑食者が存在しない場合もある。どうする場合か？

分解者 分解者には、細菌 (bacteria)、菌類 (fungi) がある。好氣的分解と嫌氣的分解という分解過程の違いで物質の変化は異なる。最初はアオカビ、ケカビ、クモノスカビなどの sugar fungus や、乳酸菌など可溶性の糖類を分解する細菌が付く。次いで、澱粉、ヘミセルロース、ペクチンとタンパク、セルロース、リグニン、スベリン、クチンと、分解されにくいものへゆっくり進行する。各々を分解する特別な細菌が存在する。

屑食者 微生物 (微細な植物 = ミクロフローラ、微細な動物 = ミクロフォーナ): 線虫や原虫など、中くらいの動物 (メソフォーナ): ダニなど、大きな動物 (マクロフォーナ): ミミズなど、に分類できる。熱帯林や熱帯草原では大きなものも多く、極地やツンドラでは微生物が多い。屑食者は被食者となることもある。生物濃縮が起こるため、農薬などを溜め込んだミミズを食べた鳥が繁殖能力を失うとか死ぬといったことがある。屑食者が有機物を食べる時 (植食動物や動食動物でも同じだが)、農薬には脂質に親和性が強いものが多いので、分解されないままに内臓の脂肪にたまることが多い。他の成分は排泄されたり代謝されて減っていくので、相対的に農薬などが多く溜まっていくことになる。これが生物濃縮あるいは生体濃縮と呼ばれる現象である (普通は消費者について栄養段階が上がるたびに濃縮が起こることをさすが、分解者や屑食者でも有機物を食べるので濃縮は起こる)。分子の性質によって生物を構成している成分との親和性が違うため、例えば海域の食物連鎖において 2,3,7,8-ダイオキシンは濃縮しないがコプラナー PCB は濃縮するといった現象が起こる。

マイクロパラサイト (細胞内寄生体) 細菌とウイルスがもっともはっきりしている。マラリア原虫やトリパノゾーマなど原虫も。宿主から宿主へ直接感染するものと他の種 (ベクター) を通して間接感染するものがある

マクロパラサイト (細胞外寄生体) 腸管寄生虫、ノミ、シラミ、ダニ、菌類 (例えば水虫) など。やはり直接感染するものとベクターを介して感染するものがある

島としての宿主 宿主は、寄生体によって植民される島と考えられる。つまり、伝播のベースでもある。伝播は宿主間の接触確率 (概ね人口密度と対応) に影響される。病気の広まりは宿主間の距離によって影響される (感染経路にもよる)

寄生関係における複数種の混合の影響 宿主を他の種と混ぜると、相対的に寄生体の密度が低下する (例えばマラリアにおける Zooprophylaxis)。複数の寄生体が混ざると種間競争が起こったり、宿主の免疫による間接効果により寄生体密度が低下することがある (例えばインフルエンザにおける重複感染)

共生関係の数理モデル 数式で表せば、共生関係にある種 1 の個体数を  $N_1$ 、種 2 の個体数を  $N_2$  とし、係数  $\alpha > 0$  を用いて共

\*3 「生態系における物質循環」については、栗原康「有限の生態学」(岩波書店)が面白い。とくにマイクロゾムの実験の話はお薦め。

生関係を数式で表すと次の通り。

$$\frac{dN_1}{dt} = \frac{r_1 N_1 (K_1 - N_1 + \alpha_{12} N_2)}{K_1}$$
$$\frac{dN_2}{dt} = \frac{r_2 N_2 (K_2 - N_2 + \alpha_{21} N_1)}{K_2}$$

つまり、種間競争の場合の「ロトカ・ヴォルテラの競争方程式」の、 $\alpha$ の符号が変わっただけ。ただし、何か制約条件をつけないと、両種とも無限大に発散してしまう

**ヒトの共生** 共生も寄生も種間関係であることに注意。ヒトは、農耕や牧畜という形で、作物や家畜と共生関係にある。もちろん、腸内の常在菌（乳酸菌など）とは双方向絶対共生関係にある。東京医科歯科大学の藤田紘一郎教授によれば、サナダムシとヒトは共生関係にある。サナダムシは腸管という体外に生存しているし、ヒトの過剰な免疫を抑制する効果があるならば、定義により共生となる。しかし、サナダムシはビタミン B12 を奪うのでヒトが貧血になりやすく共生とは言い難いという指摘もある。サナダムシは腸内で 1 匹のことが多いが（複数いることもある）、雌雄同体なので単独で繁殖でき、毎日 100 万個の卵を産むといわれる。多くの腸管寄生虫は、コンバントリンなどの虫下しを飲むことで、比較的容易に駆除できるので、それほど恐れることはない。

**人間化された生態系** 現代の多くの生態系は、人間が環境を大きく改変したことの影響を受けている。合成化学物質の生物濃縮が起こるのも人間化の影響の 1 つ。ここでは、人間が手を入れることで初めて存続可能になるような系を、人間化された生態系と呼ぶことにする。典型例としては、都市、雑木林（里山）、耕地、牧草地等がある。注意すべきは、それらが相互につながっているということである。都市は従属栄養的な系の代表なので、外からのエネルギーや物質の流入と、外への熱排出がなければ維持できない。つまり、生態系としては、それらを含んだ統合系としての把握が必要になる。生態系の基本的構成要素は、生物群集、エネルギーフロー、物質循環の 3 つ。Forrester や H.T. Odum が開発したコンパートメント図で見るとわかりやすい。E: 作用力（エネルギー源）、P: 属性、F: 流路、I: 相互作用をフローチャートのように矢印でつないで表す手法である。

**都市の生態学** どんな社会も 2 種類のエネルギー源（身体的なものと身体外のもの）に依存している。身体的なエネルギーは食物連鎖を通過してヒト個体群にやってくる。身体外のエネルギーは、化石燃料、森、風、水、潮の干満、放射性物質、地熱、太陽光を制御することからやって来る。前工業都市は基本的に身体的なエネルギーと、風力、水力、動物から得られる限られたパワーに頼っていた。現代の工業を基本とした都市は、身体外のエネルギーの莫大な入力に依存することで、その成長と複雑さを支えている。都市の興味深い特徴の 1 つは、それが自己充足の幻想の下で機能するように見えることである。物質的な需要を供給するために、毎日都市に入ってくる、莫大な数のトラックを誰でも観察することができる。最近までの都市居住者は、あたかも自然環境から彼らが必要とする資源を特別に要求することができるかのように振舞ってきた（自然生態系の生産力を守ることに気を使わずに）。過去において、このことは過度の開発、農地の塩類化、生物種の損失という結果をもたらしてきた。もっと最近では、地球全体の変化に気付いたことから、人々は、都市と農村の相互依存性（そしてその間にははっきりした境界がないこと）に注意するようになった。

歴史家は、都市が自然によってだけ形作られたのではないけれども、自然によっても形作られたことを示してきた（Mumford, 1961; Cronon, 1991; Gandy, 2002; Colten, 2005）。政策的な生態学者は、環境劣化と都市の個体群の脆弱性を指摘してきた（Robbins ら, 2001; Keil, 2003; Desfor and Keil, 2004）。地理学者は都市計画の領域で役割を増大させている。生態学者は都市が 1 つの生態系をもっていて、生物多様性、エネルギー、物質循環のような問題が自然生態系についてと同様、都市の生態系にも関係していることを観察し始めている（Platt ら, 1994; Pickett ら, 1997; Fernandez-Juricic, 2000; Fernandez-Juricic and Jokimani, 2001; Grimm and Redman, 2004）。Pickett ら (2004) は、「健全さをもった都市 (cities of resilience)」という用語を提案し、都市地域の社会的・生態学的両方の機能における不均質性の役割と、人々とヒトの組織の都市居住の挑戦に対する適応能を強調している。

**都市のエコロジカルフットプリント** いくら農耕によって食糧確保できたとしても、土地生産性という視点から考えると、各国首都のような人口密度は、甚だ不自然な状況である。ヒトが生存を続けるためには、栄養所要量を満たすだけの食糧が持続的に確保されなくてはならないし、栄養所要量は、たんにエネルギーだけではなく、タンパク、脂質、ビタミン、ミネラルなどがバランスよく取れないと健康が保てない。国際標準の所要量に満たなくても健康に暮らしている集団は数多くあるので、国際標準の所要量は高すぎる可能性があるし、作物の種類や文化に応じて必要な面積は異なるけれども、かなりの耕地が必要なことは間違いないだろう（口蔵, 1995）。一般に、土壌の質や作物の種類によって、1 km<sup>2</sup>の土地が支えることのできる人口は変わってくる。長期的に同じような生活を維持し人口規模も安定している集団の人口密度

が、支えることができる上限で安定していると考えれば、パプアニューギニアで狩猟採集と半自生するサゴヤシからのでんぷん抽出を生業とするギデラでは 0.5 人、同じくパプアニューギニアでタロイモの焼畑農耕を営む山地オクでは 1.5 人、パプアニューギニアで集約的なサツマイモ農耕を営むフリで可耕地面積 1 km<sup>2</sup> 当たり 150 人、中国の山間部で稲作を営むジノでは 15 人強、と差があるが（大塚、鬼頭、1999）、いずれにせよ、肥料を投入しないで得られるレベルの土地生産性では、1 km<sup>2</sup> 当たり、たかだか数百人しか生存できない。農耕がなかった先史時代の純粋な狩猟採集集団では、0.115 人 / km<sup>2</sup> が最大人口密度だったという推定もある（原、2000）。肥料を投入した場合の上限を計算するのは難しいが、「バイオスフィア」と呼ばれる技術の粋を集めた人工閉鎖系で 8 人の食糧を調達するのに 0.2ha が必要だったことから考えると（アリング、ネルソン、1996）、4000 人 / km<sup>2</sup> というのが一応の目安にはなろう。もっとも、化学肥料を多用すると土壌が劣化するために持続可能性が低くなるという指摘は多いので、真の環境収容力はこの 10 分の 1 程度と思われる。実際、2000 年には、世界全体で均すと、一人当たりの耕作面積は 0.25 ha であり（メドウズら、2005）、もしこれが上限とすれば、環境収容力は 400 人 / km<sup>2</sup> ということになる。東京 23 区を始めとして、これを超える過密ぶりを示す大都市は、どうやって食糧を調達しているのだろうかといえ、外から運び込むしかない。つまり、各国首都に代表される都市の住民は、キューバのハバナのように都市有機農業を成功させた例外は除いて、ほとんど食糧生産活動を行わず、郊外の農村、あるいは外国からの食料輸入に頼っているのが現状である。その意味で、都市は生態系として閉じていないし、都市住民は巨大な難民キャンプにいるようなものといえる。さらにいうと、前項で述べた通り、土地は食糧生産だけに使われるわけではない。都市住民に限らず、産業革命以降のヒトは、それ以前とは比べ物にならないほど多くのエネルギーを使った生活をしてきた。生態学では、「ある特定の生息環境において、その生息環境の生産力を永久に減じることなく、永続的に養うことができる、ある特定の種の最大個体数」を環境収容力 (carrying capacity) と呼ぶが、ヒトは競合する種を駆逐したり、資源を外部から運び入れたり、技術によって環境を大きく改変させることによって、見かけ上の環境収容力を増大させ、都市人口密度を高めてきた。これは、逆に考えれば、人口増を遥かにしのぐペースで土地当たりの資源消費を増やしてきたことを意味する。地球が有限である以上、いつかは壁に突き当たることは明白である。したがって、単位面積あたり何人のヒトが持続的に生存できるかという意味でのヒトの環境収容力を考えることは難しいが、その逆数を取ることによって得られる、一人を養うために必要な土地面積は、いつでも考えることができ、その集団の持続可能性を評価することができる。これが、エコロジカルフットプリントという考え方である。ある特定の人口集団のエコロジカルフットプリントは、a) 消費されるすべてのエネルギー及び物質を供給するために、b) 排出されるすべての廃棄物を吸収するために、通常の技術をもったその人口集団が、継続的に必要とするさまざまな種類（農地、牧場、森林等）の生態学的生産力のある土地（と水域）の面積（その土地水域が地球上のどこにあらうと問題ではない）、として定義される（ワケゲナル&リース、2004）。この考え方を使うと、都市住民を、実際の居住面積よりも遥かに大きなエコロジカルフットプリントをもつ人々、と表現することができる。ワケゲナル&リースにも引用されている国際環境開発研究所の報告では、ロンドンの住民は、彼らを養うための食糧だけでもロンドンの面積の 53 倍を必要としているが、木材や廃棄物吸収まで含めたエコロジカルフットプリントは、面積の 120 倍にもなる（Robins, 1995）。

### 3.3 栄養学

栄養学の一部としての食餌療法 (dietetics) は、ヒポクラテスが自分の患者に、どういうものを食べるべきでどういうものを食べない方がよいのかをアドヴァイスしていたことから考えてもかなり古くからあるが、科学としての栄養学の創始者はラヴォアジエ（18 世紀末の天才化学者として有名）であるといわれている。

Nutrition Kreuter, P.A. (1980) "Nutrition in Perspective." Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. によれば、nutrition とは、「それによってヒトが食べものを利用し、生物的及び行動的に、十分に機能するための要求を満たす過程」であり、かつ「身体における『食べものの化学的処理過程と生物的利用』を研究する科学」でもある。しかし、Oxford English Dictionary のような一般の辞書では、nutrition の説明として、(1a) 身体を養う物質 (nourishing substances) を環境中から取ってきたり身体がそれを受け取ったりする過程、(1b) 食べもの、身体を養うもの (nourishment)、(2) 栄養素と (1) の意味での nutrition の研究、とあり、科学としての栄養学をさす語とは限らないので、より厳密に栄養学を指す語としては Nutritional Science の方がいい。

栄養 「栄養」とは「もの」ではなく、「生物が、必要な物質を外部から取り入れて利用し、いらなくなったものを排泄しながら生命を維持していく現象 (...中略...)」言葉を正確に使わなければならない学問の上では、栄養と栄養素はきちんと区別さ

れる必要があります」(出典：高橋久仁子『「食べもの情報」ウソ・ホント』講談社ブルーバックス；他の本，教科書などでも似たようなことが書かれている)であり，外部から取り入れられ，栄養という現象に関与する物質を栄養素ということになっている。しかし，一般の人が「その食べものは栄養がある」とか「栄養がない」とか言うときに念頭にあるのは「もの」であると思うし，「栄養所要量」という言い方を考えてみると，これはエネルギー所要量やタンパク所要量の総称なので，「栄養素」の総体を栄養と呼ぶ方が論理的に一貫性に優れている。ヒトに限ってみると，ヒトが生存するためには，物を食べる必要がある。なぜかといえば，食べ物に「栄養」が含まれているからである。逆にいえば，「食べ物に含まれている，生存に必要なもの」を栄養と呼ぶこともでき，栄養の構成要素を栄養素と呼ぶ。栄養素は，ふつう，無機化合物と有機化合物に大別される(五十嵐，1982)。無機化合物は大部分が水分と灰分であり，有機化合物には，炭水化物，タンパク質，脂質のいわゆる三大栄養素に加えて，食物繊維や核酸，ビタミンなどがある。有機化合物のかなりの部分は燃やすとなくなり，残るものが灰分である。灰分には低分子のイオンが含まれる。陽イオンではナトリウム，カリウム，カルシウム，マグネシウム，鉄，銅，亜鉛，コバルト，マンガンなどが含まれ，陰イオンとしては塩化物イオン，燐酸イオン，硫酸イオン，炭酸イオン，ヨウ素イオンなどが主である。化学形態を無視すれば，「食品に含まれる，生存に必要な元素」という観点で栄養素を分解することもできる。ヒトも生物であるから，自身の体構成成分は必要である。従って，炭素，水素，酸素，窒素，硫黄，リン，塩素，カリウム，ナトリウム，カルシウム，マグネシウム，鉄は必須元素である。これらは比較的少量に存在するので常量元素と呼ばれる。初めの6個の元素は有機化合物の主構成元素である。一方，微量ではあるがそれがないと生存できない元素もまた存在する。硼素，フッ素，珪素，ヴァナジウム，クロム，モリブデン，コバルト，ニッケル，銅，砒素，セレン，マンガン，スズ，ヨウ素，亜鉛の15元素がそれで，必須微量元素(essential trace element)と呼ばれる(出典：不破敬一郎(1981)「生体と重金属」講談社)。

栄養状態の評価 生体計測値から肥満や栄養欠乏(stuntedとかwastedなど)を評価する方法と，食事調査と身体活動調査からintakeとexpenditureの差し引きをして評価する方法がある。

肥満 現象としては，身長わりに体重が重すぎることを，あるいは，体脂肪割合が高すぎることのどちらかをさす場合が多い。健康上のリスクとの関連で，より正確に考えると，「エネルギーバランスが正に崩れた結果として，主として脂肪として余剰エネルギーが体内に蓄積すること」をいう。次に述べるように，いくつかのやり方で定義することができる。身長と体重から定義する方法としては，100年以上前から使われているBMI(body mass index，ケトレ指数，カウプ指数ともいう)がもっともよく使われる。BMIは，体重をkg単位であらわした値を，身長をm単位であらわした値の2乗で割ったものである。よく引用されるGarrowの基準によれば，25未満は病的肥満ではなく，25から29.9がGrade I，30から40がGrade II，40を超えるとGrade IIIの肥満となる(たとえば，身長170cmの人の場合，Grade IIIの肥満になるのは，体重が116kg以上ということである)。なお，肥満の基準は近年上方修正される傾向にある。この一因には，断面研究でなされたりリスク評価において長期的趨勢としての栄養状態の向上の結果，若年層の方が体格が良くなっていることが，高齢まで生存する人がやせ気味であるという歪んだ解釈を生んでいたことが，コホート研究の結果によって是正されたということもある。1998年に米国国立健康研究所(NIH)から発表された基準では，BMIで18.5未満が低体重，18.5から24.9が標準，25.0から29.9が過体重，30.0から34.9がClass Iの肥満，35.0から39.9がClass IIの肥満，40以上がClass IIIの極端な肥満とされた。1997年にWHOが出した基準もほぼ同じだが，過体重が25.5以上，25.0から29.9は「前肥満」とされている。日本では1993年に日本肥満学会が提唱した基準では，19.8未満がやせ，19.8以上24.2未満が標準(22を標準体重として上下10%を含む範囲ということである)，24.2以上26.4未満が太り気味，26.4以上が太りすぎとされていたが，1999年に日本肥満学会が発表した「東京宣言」では25以上30未満が肥満度I，30以上35未満が肥満度IIとなっており，やはり若干(意味合いは微妙だが)上方に修正されているようである。もっとも，中高年になる過程で脂肪組織はあまり減少しないけれども筋肉や骨量が生理的に減少してくること，肥満がComponent causesの1つとされる高血圧や高脂血症のComponent causesには加齢そのものが含まれることを考慮すれば，成人ならどの年齢でも同じBMIをカットオフポイントとするという基準は，いささか粗いといわざるを得ない。従って，BMIを基準とするのは，あくまで第一段階のスクリーニングと考え，そこでハイリスクと評価された場合にはもっと全身の代謝を含めて考えるといった段階的な対処が必要であることに注意されたい。身長と体重による計算は容易だが，肥満による過体重なのか筋肉過形成なのかといったことが判別できないのが欠点である。そこで体脂肪を測ることになる。体脂肪割合の推定には，生体計測(皮脂厚を測る)，BIA，DLW法，水中体重秤量法などいくつかの方法がある。肥満の健康リスクという観点からは皮下脂肪と内臓脂肪の区別が大事で，そこまでやるのはMRIを使うなど手間がかかるが，おそらく今後の肥満研究には必要になってくる。



身長測定 先進国で測定する場合は、普通に健康診断などで用いられる身長計（アナログ式とデジタル式があるが、最近は大抵デジタル式である）を用いればよい。いわゆる途上国でも、保健所や病院にならアナログ式の身長計は備えられていることが多く、それを用いればよい。保健所などから遠く離れたところで調査をする場合は、ポータブルの身長計を持ち込むことになる。車が入れるところなら重量 16 kg、5 万円程度のデジタル身長計を分解して持ち込めば良いが、車が入れないような奥地に行く場合は、マルチン式の生体計測セットを使うことになる。日本のメーカー製で 30 万円、スイス製のものでは 80 万円くらいするが、使い方も難しく、事前の訓練を要する。とくに留意すべきは水平の確保である。被験者に立って貰う台を水準器を使って水平に保ち、かつ身長計の最上部から糸を垂らして身長計が地面に垂直に保たれているかを確認するのは、なかなか厄介である。そうした予算が無く、目安程度に身長がわかれば良い場合は、手作りするという手がある。筆者（中澤）は、かつて手作りの分解式身長計をデザインし、東急ハンズにアルミ材の切断とネジ穴開けを依頼して組み立てたことがあるが、総予算 1 万円弱でなかなか使いやすいものになった。もっと手抜きをする場合は、洋服のサイズ合わせをするときに使うような巻き尺の 2 メートルのものを、まっすぐな棒や壁に貼り付けて使ったという例もある。

体重測定 デジタル式の台秤型体重計がもっとも普通に使われる。先進国では身長計と一体になったものが普通に用いられる（最近では身長だけでなく体脂肪割合も同時に測定できるものがよく用いられる）。乾電池くらいはかなりの奥地でも入手できるし、太陽電池を使うこともできるので、アナログ式を使う意味はほとんどない。ただし、既知の質量のものを用意しておき、測定値が狂っていないかのチェックを定期的にする必要はある（パプアニューギニアやソロモン諸島の村で測定する場合、砂や土の上に板を置いてその上に体重計を載せて野外で測定することが多いため、すぐに砂が入ってしまい、測定値の安定性に不安を感じる）。

皮下脂肪の厚さ（皮脂厚 = ひしこう） 体外から測定することが可能である。伝統的に用いられる測定器具はキャリパー（skinfold caliper）であるが、超音波を使う方法もある。キャリパーの使用にもある程度のスキルが必要なので、事前に練習しておく必要がある。腕など数カ所の皮脂厚と周囲長の測定値から体密度を推定し、そこから全身の脂肪割合を推定する式がいくつも提案されている。例えば、Durnin and Womersley (1974) の式では、17 歳から 29 歳の男性の場合（年齢と性により係数が変わる）、二頭筋、三頭筋、肩胛骨下、腸骨稜上部の 4 カ所の皮脂厚合計値 (mm) の対数に 0.0632 を掛けたものを 1.1631 から引いた値を体密度 (g/cm<sup>2</sup>) としている。体脂肪割合 (f) と体密度 (D) の関係式もいくつも提案されているのだが、Brozek (1965) の  $f = (4.570/D - 4.142) * 100$  や、Siri (1956) の  $f = (4.950/D - 4.5) * 100$  が用いられることが多い。

BIA (BioImpedance Analysis) 生体インピーダンスの分析を意味する。簡単に言うと、生体に微弱な電流を流したとき、「脂肪が少ないほど、距離が短いほど、流れやすいのでインピーダンスが小さくなる」ことを応用して、身長とインピーダンスから体脂肪割合を計算する方法である。手足それぞれに 2 つずつの電極をつけるタイプの RJL systems 社のものがもっとも普通に用いられ、全体としてみればかなりの正確さをもつと評価されているが、計算式や測定部位についていくつもの違った提案がなされ、それぞれ賛否両論論議を呼んでいるというのも一面の現状である。最大の利点は測定にスキルを要しない点にあり、機械もそれほど高価ではない。American Journal of Clinical Nutrition の 1999 年 4 月号に、中程度の体重減少プログラムに参加した成人女性を対象とする場合、タニタの脚間インピーダンスを測る機械でも有効だというデータが示された。

DLW 法 (Doubly Labeled Water Method) 質量数 2 の水素と質量数 18 の酸素（それぞれ天然にはあまり存在しない安定同位体）からなる「二重標識水」を飲ませ、後に呼気と尿の分析を行うことで体組成を調べる方法。正確で被験者への負担が少ないとされているが、分析機器も試薬も高価なのが欠点である。

UWW (Under Water Weighing) 水中体重秤量法と訳される。体脂肪割合測定法の標準であり、原理的にもっとも正確な方法である。水中で体重を量れば水との密度の違いの分、空气中で測ったときよりも体重が軽くなるので、その差を利用すれば体密度が推定できることになる。ただし、できるだけ息を吐き出してから水中に潜っても肺に空気が残るのは防げないので、窒素洗浄法などによって肺の残気量を測定しておく必要がある。1990 年代の Am. J. Clin. Nutr. 誌の原著論文として、頭を水の上に出しておいても良い推定が可能だという論文がでたが、それにしても被験者に相当な負担を強いことは否めない。

食事調査 陰膳方式がもっとも正確だが集団ベースではほぼ無理。先進国なら自分で秤量と記録をしてもらう方法も悪くない。途上国では FFQ (Food Frequency Questionnaire) や usual diet を尋ねる質問票も用いられるが、24 時間思いだし法が比較的正确という知見が 1990 年代に Br. J. Nutr. 誌などにいくつか報告された。

身体活動調査 万歩計や加速度計をつけてもらう方法、ダグラスバッグを用いた呼気分析と 24 時間心拍モニタの組み合わせによって心拍からエネルギー消費を推定する方法、GPS やダイアリーと個人追跡法を組み合わせ、別に推定した活動ごとの単位時間当たりの消費エネルギーを掛けて合計する方法などがある。

### 3.4 その他関連する研究分野

文化人類学、社会学など多分野。インタビューのテクニック、家系調査の方法、集落地図の作り方なども必要。

## 4 人類生態学研究の例

既に講義したソロモン諸島バンバラ村での研究も（途中だが）人類生態学研究の例である。

### 4.1 パプアニューギニア・ギデラの地域生態系とマラリア

ギデラは、パプアニューギニア最大の川であるフライ川の河口部に広がる面積約 4,000 km<sup>2</sup> のオリオモ地方に、13 の村落に分かれて居住する、人口 2,000 人弱の一言語族である。大塚らによって行われてきた人類生態学的研究から明らかにされたように、彼らは、狩猟、タロイモとヤマイモの焼き畑農耕、半自生のサゴヤシからの澱粉抽出を主な生業とし、基本的には族内婚を行なう比較的閉じたヒト個体群とみなせる。集約的な農耕をしなかつたために土地生産性が高くなく、人口密度を低く保持することが適応的であった。ギデラに限らずパプアニューギニア諸部族は 20 世紀になってキリスト教宣教師が入ってくるまでは近隣他部族と戦闘を繰り返してきたために死亡率が高く、長く授乳するために産後不妊期間が長かったことと、半族間の姉妹交換婚という複雑な婚姻システムのために初婚年齢が高かったことのために出生率が比較的低かったため、人口増加率はきわめて低いのが普通であった。最近では、狩猟の獲物や焼き畑の収穫物を町のマーケットに持って行って売ること、ゴムノキを栽培して生ゴムを政府の出先機関に売ること、道路を切り開くことによっていくらかの現金収入を得ることによって、オーストラリア産の米、コンビーフ、塩、砂糖などを購入しはじめている。その反面、町の学校に寄宿する高校生が慣習を逸脱した性行動をとるために性病罹患率が高まると同時に未婚の母が増え、出生率が上昇しつつある。これらすべての現象はギデラの人々とその地域生態系の中でシステムとして起こっていることを理解しておく必要がある。

彼らは本来、内陸に居住していたのだが、人口増加に伴い、徐々に川沿いや海岸に移動してきたとされており、その生態学的特性から、我々は彼らの居住村落を北方、内陸、川沿い、海岸の四つに区分している。食事調査の結果、彼らのエネルギー摂取量は FAO/WHO の所要量を満たしており、タンパク質摂取量は成人男子換算で体重 1 kg 当り 0.9 から 1.3 g という水準とわかった。ミネラルの摂取量は、日本人の摂取基準に比べると Na が低く、Ca, P, Cu, Zn が同じくらいで、K, Mg, Mn, Fe などが高い (Fe と Mn は元々土壌中の濃度が高い)。体格は日本人よりわずかに小柄で、やせており、身長でみると村落間に有意差はないものの、BMI、即ち体重を身長<sup>2</sup>で割った値でみると海岸の人だけが先進国並みに太っている。鉄の摂取量は、成人男子換算で、もっとも高い北方で一日 100 mg、次に高い内陸、川沿いで 50 mg、もっとも低位の海岸で 30 mg と、日本人の摂取量の 3 倍から 10 倍である。

ギデラの居住地は全体に低地で蚊が多く、マラリアの多発地帯である。村に設置されているエイドポストに政府から配給される薬の多くも、抗マラリア剤として有名なキニーネである。マラリアと関連づけて考えると、鉄摂取が著しく高水準にあることは極めて興味深い。単純化していえば、多量の鉄摂取のために、マラリアによる鉄欠乏が防がれているという仮説が想定されるわけである。この仮説を検討するためには、鉄についての栄養状態、マラリアの感染状況、さらに血液学的所見を関連づける研究が必要である。従来は採血についての州政府や村人の協力を得ることが難しく、西部州では行なわれていなかったのであるが、1989 年に我々が初めて採血をし、血液の分析が可能になった。

縦軸にヘモグロビン濃度、横軸に鉄欠乏のもっとも特異性の高い指標としてしられる血清フェリチンをとり、村落別に値をプロットしてみたところ、北方と内陸の村には貧血はほとんどみられないが、川沿いと海岸の村では 2 割程度に貧血がみられ、かつ鉄欠乏性の人が少ないことがわかった。すなわち、WHO による貧血の基準値を示す横線よりも下にプロットされたのは、海岸の住民と川沿いの住民だけであった。WHO による鉄欠乏の基準値を示す縦線よりも左にプロットされたのも、海岸と川沿いの住民に限られていた。つまり、鉄欠乏性貧血が若干みられ、これはアメリカ鉤虫 (*Necator americanus*) が原因と考えられた (鈴木, 1991) が、この図から貧血の多くは鉄欠乏性でないこともわかった。

そこで溶血の指標として乳酸脱水素酵素 (LDH) を取り上げ、ヘモグロビンとの関連をみたところ、貧血の人の多くは LDH

が高値であり、かつ全体として LDH 高値の人が多く、LDH が高値でも貧血でない人も多くいることがわかった。一方で、マラリア感染歴をある程度代表していることが知られる血清中抗マラリア抗体を間接蛍光抗体法を用いて測定した。熱帯熱マラリア原虫に対する抗体と、三日熱マラリア原虫に対する抗体を区別して調べたところ、ギデラでは熱帯熱が優勢であった。ヘモグロビン濃度と熱帯熱マラリアに対する抗体価を村落別にプロットしたところ、貧血の人は全員が抗マラリア抗体価が高値であり、北方と内陸では抗マラリア抗体価とヘモグロビン濃度にほとんど関連がなかった。とくに北方では抗マラリア抗体価が高くヘモグロビン濃度も高い人が多いのに対して、川沿い、海岸では大まかにいって負の相関がみられた。先ほどと同様に溶血への影響をみるために、血清 LDH 濃度と抗マラリア抗体価をプロットしてみたところ、女性でははっきりしないが、男性では正の相関がみられた。したがって、抗マラリア抗体価が高い人には溶血を起こした人が多いと考えられる。

新たに進出した南方川沿いや海沿いの村ではマラリアによって溶血がおこり溶血性貧血を起こす人もいるが、鉄摂取がきわめて高い北方の村では溶血をおこしながらも貧血に至っている人は一人もいなかった。伝統的に高い鉄摂取を保っているギデラの北方の村では、貧血の人が皆無だったことから考えると、マラリアにかかっても必ずしも生存に不利にはならないような栄養適応が成立しているのかもしれない (Nakazawa *et al.*, 1996)。

## 4.2 その他の事例：詳しくは『人間の生態学』(2011) 所収

- パプアニューギニア高地フリ社会におけるサツマイモ農耕とブタ飼養
- 中国海南島・黎族社会における近代化と土地利用
- 南アジアのヒ素汚染・ヒ素はどこからくるのか？ 緩和のための工夫は可能か？
- アフリカでのビルハルツ住血吸虫対策：医学的アプローチの限界，環境保健的アプローチと住民参加，対策が成功しない理由
- インドネシア・西ジャワ農村における生態史復元と生業転換

## 5 文献

- ベゴン，ハーパー，タウンゼント『生態学：個体・個体群・群集の科学（原著第3版）』京都大学学術出版会（2003）
- 日本生態学会編『生態学事典』共立出版（2003）
- ジャレド・ダイヤモンド『文明崩壊（上・下）』草思社（2005）
- パトリシア・タウンゼント『環境人類学を学ぶ人のために』世界思想社（2004）
- 松田裕之『環境生態学序説—持続可能な漁業，生物多様性の保全，生態系管理，環境影響評価の科学』共立出版（2000）
- 伊藤嘉昭『生態学と社会 [経済・社会系学生のための生態学入門]』東海大学出版会（1994）
- 鈴木継美『生態学的健康観』篠原出版（1982）
- 鈴木継美（1980）『人類生態学の方法』東京大学出版会（UP 選書 213），税別 980 円<sup>\*4</sup>
- マーク・N・コーエン『健康と文明の人類史：狩猟，農耕，都市文明と感染症』人文書院（1994）
- アビゲイル・アリング，マーク・ネルソン『バイオスフィア実験生活 史上最大の人工閉鎖生態系での2年間』講談社ブルーバックス（1996）
- 栗原康『有限の生態学』岩波新書（1975年），岩波同時代ライブラリ（1994年）<sup>\*5</sup>
- Nakazawa M, *et al.* (1996) Iron nutrition and anaemia in malaria endemic environment: Haematological investigation of the Gidra-speaking population in lowland Papua New Guinea. *British Journal of Nutrition*, 76: 333-346.
- 渡辺知保・梅 昌裕・中澤 港・大塚柳太郎・関山牧子・吉永 淳・門司和彦『人間の生態学』，朝倉書店，東京，409pp.，税別 6,400 円，ISBN 978-4-254-17146-4<sup>\*6</sup>

<sup>\*4</sup> 目次は、まえがき、第一章：人類生態学とはいかなる科学か（イ：研究の領域と方法，ロ：実験科学か野外科学か，ハ：人類生態学の扱う「問題」），第二章：人間とその環境（イ：情報としての環境，ロ：生態学的複合，ハ：各種のアプローチ），第三章：手作りのセンサス，第四章：センサスから人口動態へ，第五章：人口の長期変動，第六章：人口調節のメカニズム（イ：人口の再生産，ロ：人口の移動），第七章：生業の構造（イ：生業を把握するために，ロ：生業活動の記録，ハ：分業と協業，ニ：投入される活動と産出されるもの），第八章：消費の諸側面（イ：生産から消費へ，ロ：分配の機構，ハ：入手可能性と受容，ニ：消費と支出），第九章：環境の評価（イ：生息の場所，ロ：環境の個性，ハ：順応・同化・文化変容，ニ：適応の破綻，文献と参考書，となっている。30年以上前の本だというのに、内容が古くなく、バイオニアワークとしての気概がピシビシと伝わってきて興奮させられる。

<sup>\*5</sup> ただし共に品切れ重版未定。

<sup>\*6</sup> 本書の構成は、この講義資料に近い。まず「人間の生態学とはいかなる科学か」と題して、人類生態学研究方法の3つの柱であるフィールドワーク、ラ

- 鈴木継美, 大塚柳太郎, 柏崎浩 (1990) 『人類生態学』東京大学出版会, 税別 3,200 円
- 大塚柳太郎, 河辺俊雄, 高坂宏一, 渡辺知保, 阿部卓 (2002) 『人類生態学』東京大学出版会, 税別 2,000 円\*7
- ELLEN, Roy (1982) “Environment, Subsistence and System: The Ecology of Small-Scale Social Formations.” Cambridge University Press.\*8
- MORAN, Emilio F. (1982) “Human Adaptability: An Introduction to Ecological Anthropology.” Westview Press.\*9
- MORAN, Emilio F. (2006) “People and Nature: An Introduction to Human Ecological Relations.” Blackwell Publishing.\*10
- G.W. Lasker and C.G.N. Mascie-Taylor [Eds.] (1993) “Research Strategies in Human Biology.” Cambridge Univ. Press.\*11
- Jelliffe, Derrick B., and E. F. Patrice Jelliffe (1989) “Community Nutritional Assessment: with special reference to less technically developed countries.” Oxford University Press, Oxford.\*12
- 鈴木継美・小石秀夫 [編] (1984) 『栄養生態学：世界の食と栄養』, 恒和出版, 定価 2,800 円\*13
- 鈴木継美 (1991) 『パプアニューギニアの食生活：「塩なし文化」の変容』, 中公新書 [1044], 640 円\*14

ボワーク, モデル研究について論じた後, 「人間の生態を構成する要素」と題して, time allocation, 人口分析, 化学物質, 食物と栄養, バイオマーカー, 健康問題という, 人間=生態系への代表的な切り口からの研究方法と知見を紹介する。本書の最大の特徴は, 次の第3部「人間の生態学の成果」にあつて, ここでは, パプアニューギニア, 中国海南島, バングラデシュ, ケニア, インドネシアにおいて東大人類生態のメンバーが実際にやってきた研究成果をまとめて紹介することにより, 人類生態学のピピッドな面白さが読者に伝わることを期待している。最後に「人間の生態学の課題」と題して, 環境問題との接点, 保健学への応用, 都市の生態学という, 今後の大きな展開が期待される領域への展望を示している。

\*7 大塚教授になってから教室出身者で新たに書き下ろしたもので, データが新しくなっただけでなく, 若干ターゲットが変わっている。

\*8 著者は英国ケント大学の人類学の教授だった。最初の4章で生態人類学の展開の歴史を概観し, それから生態系とヒトの生業との関係を, 時間配分とエネルギーを鍵にして分析し, 最後に適応, 再生産, 方法論についても論じている。なぜヒトの生存を考えるのに環境(あるいは生態系)を考えなくてはならないか, それをどう考えるべきか, を論理的に示していく前半がすばらしい。

\*9 著者は米国インディアナ大学の人類学・公衆環境問題の教授。この本も最初の3章ではヒトの適応に関する研究の歴史を論じ, 第4章で, 「生態人類学」の基本概念が示される。5章から9章はいろいろな環境におけるヒトの適応の事例が豊富に示され, 最終章はヒトの適応に関する研究の将来の方向性が示される。

\*10 人間の影響を考慮せずに現代の生態学研究は不可能, という点から書き起こし, 人間がいかに環境を変えてきたかを述べ, ヒトはいまでも生態系の一員といえるのかを論じる。さらに共有地の悲劇, 自己組織化, ディープエコロジー, 化石燃料の使用, 都市における物質循環, QOL といった点まで論考を展開している。

\*11 人類生態学で使われる調査の方法論について, この本を読めば概略をつかむことができるだろう。

\*12 たしか2万円くらいする高い本なのだが, 実際に栄養調査・食事調査をするときに計画から実施まで reference 的に引くことができ, 優れている。これから調査を行おうとする大学院生や研究者には必須といってよい。

\*13 絶版のため古本屋あるいは図書館でしかお目にかかれないうが, 人類生態学的な視座で, つまり集団レベルでの input-output という捉え方を含めた栄養学という点で, 希有な本である。実例が豊富に扱われているので, 素人でも面白く読めると思う。

\*14 栄養生態学研究の事例としては1, 2を争う出来。鈴木先生の文は格調高く, 読みやすくワクワクさせられる。専門用語の羅列というわけではないので, 高校生以上の, ヒトと栄養ということに関心のある人なら, 誰でも面白く読める。