

「食べる」ってなんだろう

食べるを見つめること、それは生きること、地球のことを見つめることでした

プロローグ：体をつくる多くの細胞のために（1/3）

私たちの体は多くの細胞からできています。細胞が集まり、組織を作り、さらに組織は器官をつくり、互いに接続したり、連携して、体を作り上げています。このように多くの細胞が集まり、高度に発達したことによって、私たちは、過酷な環境でも生き延び、子孫を残し、なおかつ長く生きることができるのです。

これらの組織や器官は、一定に見えて、実は常に生まれ変わっています。組織や器官を構成する細胞は、ずっと同じものが使われているのではなく、一定の寿命が来ると死んで行きます。そして、新しい細胞がそれと入れ替わり、組織や器官の機能を維持しているのです。生物がその一生を終えるまで、このような細胞の入れ替わりは行われ続けます。これを「新陳代謝」といい、生物は新陳代謝を繰り返すことで、生命を維持しているのです。

プロローグ：体をつくる多くの細胞のために（2/3）

さて、生命活動の最も基本となる細胞の活動や新陳代謝を行うには必要な材料があります。水や、光、また、空気中や土壌に含まれる酸素や炭素や窒素、ミネラルだったりします。さらに、これらが細胞で利用されるには、それぞれの細胞に適した分子構造である必要があったりもします。細胞を多く持つ生物ほど、必要な材料の量も種類も多くなる、といえるのです。

しかし、一方、多くの細胞や組織同士が連携する私たちの体内では、それらが互いに互いの必要な材料を補うような仕組みも備わっています。つまり、細胞の維持に必要な材料を、限られた材料から自分で合成し、活用するしくみも持っているのです。このような多機能な構造は、厳しい環境変動や生存競争、そして突然変異などを経て、「進化」してきたことで獲得したものです。生物は、それぞれが独自に進化を遂げることで、多くの種に分岐してきました。また、「進化」はかならずしも、機能を獲得するばかりでなく、手放すこともあります。例えば、環境から容易に得ることができる材料については、もはや自分の体内で生成する必要はなく、これを割愛して、別の機能を発達させたものが、より生存競争に勝ち易くなります。こうして一度は手にした機能を手放すことを「退化」と呼んだりしますが、生物の構造や機能は足されたり引かれたりしながら、環境の変化に伴い、その場でもっとも有利なものが残ってきたのです。

プロローグ：体をつくる多くの細胞のために（3/3）

私たち人間の体も、多くの変化を経て、今の姿に至りました。多くの困難と戦ってきたであろう、その道筋は、日々進歩する遺伝子研究などによっても、明らかにされつつあります。

一方、医学分野では、人類が獲得したこのしくみを、より有効に活かし、健康を維持し、長寿に繋げるための研究がされ、様々な発見がされています。中でも、体を維持するために必要な材料を取り込む作業である「食」のあり方が、大きな要素となっていることは明らかで、現在、生命活動の根幹である細胞活動から観察し、どんな成分が人間には必要なのかが研究されています。

第1章 「食べる」の進化

1：人間だって本質的には他の生物と何ら変わりはない

大きな脳を持ち、それによって知恵や言語を獲得・共有し、社会や文明を構築した人類は、ぐんぐん数を増やし、繁栄していきました。

国連の2011年版「世界人口白書」によると、地球上に生息する人類の数、すなわち世界人口は、2011年に70億人に到達したと推計されています。

その数は、今や陸上に生息するどの哺乳動物よりも多く、この地球世界を制覇し、支配しているかのように見えます。

しかし、そんな王者のような顔をしたわれわれ人類も、生物の一種であることに変わりはありません。生物であるということは、けして、他の生物から隔絶した位置にいたのではなく、おなじグループに属する存在のひとつにすぎない、ということです。

前述した「生物の定義」を思い出してみましよう。

材料とエネルギーを得て、命のかぎり活動し、機会があれば子孫を残し、増えること。

この条件を叶える構造こそが、「細胞」であり、細胞こそが生命である大前提でした。

私たち人間の構造や生態を観察すると、つまりは、この生物の定義にあてはまる存在であることがわかりますね。

さらに研究が進むに従い、定義上、あてはまるだけでなく、他の生物と何ら変わらない多くの共通点があることがわかってきました。

つまり、どんなに数を増やし、地上を支配しようとも、結局は人間も、他の生物と本質的には、何ら変わりはないのです。

人間である以上、生物というこの範疇から、けして逸脱することはないのです。

参考：wikipedia「世界人口」

2：細胞の基本成分は全生物でほぼ同じ（1/5）

生物であることの根幹は体が細胞で出来ていることです。多種多様に見えるどの生物たちも、よくよく見れば、小さな細胞の集合体であることに他なりません。そして、この細胞ひとつひとつの基本的な構造、成分、細胞内の働きにおいても、実はどの生物もほぼ同じであることがわかっています。

姿も生態もぜんぜん違うのに、こんなことがあるのでしょうか？

まず、細胞の構造から観察してみることにしましょう。

細胞は細胞膜という膜のなかに、細胞基質と細胞内小器官が入っている、というかたちをしています。

（各生物の体内で分化した細胞にはこの範囲にないものもあります 例：赤血球）

細胞内小器官には、細胞の働きや設計図などの情報をもつ核、酸素をつかってエネルギーを生み出すミトコンドリア、などがあります。これらは、細胞が生きるための働きを分業して行うところで、細胞内で連携して働きます。細胞基質は、細胞内を満たすものですが、小器官同士の連携を助けたり、細胞内の反応を促したりする働きがあったりします。

この基本構造は、真核生物の発生後、すべての生物で共通です。

2：細胞の基本成分は全生物でほぼ同じ（2/5）

次に成分について見てみましょう。

細胞を構成する細胞基質、細胞小器官はいずれも、おもにタンパク質でできています。これらは細胞という形を保持し、細胞構造を支える成分でもあるので、構造タンパクと呼んだりもします。

また細胞内や、小器官内では、細胞に取り込まれた水分や、酸素、さまざまな分子をつかって化学反応がおき、これらが関係して、細胞の活動となり、組織の働き、器官の働きとなって、体を維持するしくみを支えています。

細胞内でおきている小さな化学反応も、タンパク質があることによっておきます。細胞内の化学反応をおこすタンパク質を酵素タンパクと呼びます。

細胞の形においても、働きにおいても、タンパク質の存在が主体となっているのがわかりますね。

2：細胞の基本成分は全生物でほぼ同じ（3/5）

細胞内、細胞どうしの働きの関係は、ある物質のやりとりがされることで起きています。

その物質とはATP（アデノシン3リン酸）という物質です。

細胞内の小器官はそれぞれ異なる化学反応を起こしています。しかし、その化学反応どうしは、ATPをわたしたり、渡されたりすることで、互いに連携をとることができます。

また、ATPは細胞を出て、細胞どうしでもやりとりされます。

このためATPは「生体内エネルギー通貨」と呼ばれたりもします。

2 : 細胞の基本成分は全生物でほぼ同じ (4/5)

細胞内では、構造と化学反応の主体となるタンパク質とATPが、常に分解されたり、合成されたりしています。

タンパク質、ATPのほかには、リン脂質と核酸という成分も重要です。

細胞膜は、細胞が生きるために必須である水分を閉じ込めるため、おもにリン脂質という脂質が主成分となっています。細胞膜はとても多機能で、必要な水分を閉じ込めるといだけでなく、必要な分子は入れ、不要な分子は出す、という選択もできます。そのおかげで、細胞は常に新しい成分を取り入れ、細胞内の化学反応に用い、要らなくなったものを出して、働き続けることができるのです。

さらに、細胞内小器官内の情報を格納している核は、核膜という膜の中に核酸という成分を満たしています。

細胞に含まれる核酸は、その物質構造そのものが、アミノ酸を並べて、タンパク質をつくりあげるための情報となります。この情報のおかげで、細胞は、複雑なタンパク質でも間違いなく作りあげることができ、それによって私たちは体を成長させたり、維持することができるのです。

2 : 細胞の基本成分は全生物でほぼ同じ (5/5)

細胞の姿や生体の違いは、作り上げられるタンパク質が生物ごとに異なるためです。しかし、細胞を構成する成分、タンパク質、ATP、リン脂質、核酸も、どの生物の細胞においても基本成分として働いています。このことから、生物はすべてひとつの生命体から、その基本条件を受け継いで、今に至るのではないかと考えられたのです。

3 : 全ての生物に不可欠な元素「炭素」

細胞の基本構造、成分、エネルギー担体は、全生物で共通しています。

タンパク質、ATP、核酸、リン脂質。これらの物質は、どの生物も細胞でいる以上はかならず必要となるわけです。

しかも、生物が作れるタンパク質は、20種のアミノ酸のうち、何をどれだけ繋ぐのかで構築されます。

ここまで、共通の条件をもちながら、しかし生物は実に、その姿も生態も様々です。これは、この仕様で生成されるタンパク質がどんなふうであるかで、これだけの差を産む根源となっているのです。

細胞成分の主体となる、4つの成分（タンパク質、ATP、核酸、リン脂質）の分子をさらに、使われている元素のレベルまで遡ってみると、さらに共通項は増えます。タンパク質も、核酸も、ATPも、さらにリン脂質も、すべて、炭素骨格をもった分子です。

つまり、炭素なくしては、地球上の生物はなりたないのです。

骨格をなす炭素と、さらにそこにさまざまな元素を利用し、それぞれのタンパク質をつかって、それぞれの細胞らしさ、それぞれの生物らしさを作り上げているのです。

4：栄養となる物質は生物それぞれ

細胞を基本とする生物には、その姿かたちや、生態に限らず、多くの共通点があることがわかりました。

しかし、全部が同じではありません。基本的なところに多くの共通点を持ちながら、それぞれの生物や細胞は特徴づけるものを付加し、実現しています。

つまり、基本的なところは似ていても、それぞれの特色を実現するために、異なったものも必要としているのです。

そのため、生物ごとに、必要な元素は多少違っているし、また細胞がどんな分子を利用できるのかも異なるのです。

それは、つまり、生物ごとに必要な栄養は異なっている、ということです。

さらに、生物によっては、「食べる」は必ずしも口からではないし、栄養はかならずしも有機物ではないのです。

5：ダイナミックに「食べる」生物＝動物の出現と進化 (1/7)

そもそも生物は、海中に漂う成分を栄養としていたため、これを「食べる」とすれば、食べるは生命誕生と同時に発生したことになります。しかし、彼らの「食べる」は、私たちの「食べる」とはあまりにかけ離れています。海中に漂う栄養分では、そこから取り出せるエネルギー量は細胞単体としては充分かもしれませんが、多くの細胞からなる私たちの体を維持するにはあまりに少なすぎます。

では、私たちのような大きな体をもつ動物は、どうやって生まれたのでしょうか。そこには、やはり、地球環境を劇的に変えた光合成の発生が大きく関わっていました。

5：ダイナミックに「食べる」生物＝動物の出現と進化 (2/7)

光合成能をもつ生物の出現によって、大量に放出された酸素によって、地球環境も生物の勢力分布も大きく変動したことは、前述しました。

無機物と太陽エネルギーから、有機物を作り出すことができる生物の誕生は、地球生命の新たな時代の幕開けをもたらした一大事でした。

酸素に溢れた世界では、それまで隆盛をきわめていた細胞は生存エリアを酸素の及ばない環境へと限定されてしまい、かわってミトコンドリアを住まわせ、酸素呼吸を獲得した細胞が数を増し、その場を占めるようになります。

5：ダイナミックに「食べる」生物＝動物の出現と進化 (3/7)

しかし、酸素呼吸を獲得した細胞のうち、皆が皆、光合成能を獲得したわけではありませんでした。

自分でエネルギー源を作れない生物は、作れる生物に比べて生存においては不利であると言えます。

しかし、多くの細胞で溢れていたであろう太古の海では、光合成能をもつ生物の大繁殖によって、有機物も大量に漂っていた、と考えられます。

すると、光合成ができなくても、栄養の供給には事欠かなかったかもしれません。

しかし、そうはいつでも、光合成能を持たない生物は、効率的に栄養を獲得しなければなりません。

栄養を作り出せないハンデを、動き回ることで、回避する必要があったのです。

しかし、動く能力は、光合成能をもつ細胞においても生存に有利に働きます。

酸素呼吸を可能にし、多くのエネルギー産生を獲得した細胞たちは、光合成能があってもなくても、様々な突然変異を機に、それぞれに適した姿へと、様々な形や機構を獲得していきました。

5：ダイナミックに「食べる」生物＝動物の出現と進化 (4/7)

このような変化が繰り返されるうち、やがて細胞内はしきりが曖昧だった核様体は核膜で仕切られ、細胞小器官はそれぞれの機能を発達させ、真核細胞となりました。また、細胞小器官を繊毛や鞭毛に発達させたものも現れ、格段に運動能力を得たものも表れてきました。

光合成能をもちながら、動く能力をもつものも表れましたし、光合成能がないまま、動くものも表れました。動き方も様々で、細かい繊毛をさわさわと動かしながら移動するもの、体をねじりながらドリルのように移動するもの、ムチのような1本のシッポを使って素早く移動するものなどなど。。

このうち、この1本のシッポ、鞭毛をもつ細胞こそが、動物細胞の起源の姿ではないか、と考えられています。

この細胞が当初から光合成能をもっていなかったか、それとも持っていたが手放したのかは不明です。

現在、最も古い動物細胞として考えられているのが、襟鞭毛虫とよばれる単細胞生物です。

光合成能はありませんが、長い鞭毛をもち、これを運動させ、泳ぐように移動します。そして、襟を立てたような構造をもち、ここに入った栄養分を糧としています。

さらに、鞭毛の獲得だけではなく、光合成によって作られる糖と酸素を使った代謝は大きなエネルギー量を得ることができた、ということも動物細胞が発展する要因となりました。

5：ダイナミックに「食べる」生物＝動物の出現と進化 (5/7)

発生後、動物細胞も、植物細胞の発展に追従して、発展していきます。

これとよく似た細胞が集まった構造をしているのが、カイメンです。

カイメンは、単細胞生物が集まったものですが、多細胞生物への進化の過程を考える上で、注目される生物です。カイメンは壺のような形をしていますが、その構造体をなす一つ一つの細胞は襟鞭毛虫のような形をしています。壺のような形の構造体の中に引き込まれた海水中の栄養分をこの細胞たちが得て利用しているのです。

やがて、動物細胞で構成される多細胞生物が成立すると、腔腸生物が発生し、より多くの栄養を獲得することが可能になりました。

こうして各種の動物へと進化していきます。

5：ダイナミックに「食べる」生物＝動物の出現と進化 (6/7)

やがて、この中から、背骨や神経の原形となるものをもつ脊索動物が生まれ、さらに脊頭生物と呼ばれるナメクジウオのような生物も表れます。

ナメクジウオは、栄養を取り込む口のような器官がありますが、これにはまだ顎がなく、無顎生物とも呼ばれますが、これがやがて口へと変わっていった、と推測されています。

しかし、ナメクジウオのような形の化石は、古生代とされる中国の化石群に見られ、このころすでに、現在の魚に繋がる生物が生まれていた、とすれば、古生代のうちにすべての生物の門が揃ってうたことになります。

進化にともない、魚は、海の中で最も大型で強力な生物へと変わって行きます。その過程で、背骨や神経、筋肉、脳だけでなく、顎や歯、腸などの進化させていきます。

5：ダイナミックに「食べる」生物＝動物の出現と進化 (7/7)

魚類の体内構造を見ると、原始的ではありますが、私たち人間にも見られる多くの臓器がすでに存在しています。

やがて、海を出て、陸上へと進出していくに従い、肺を獲得し、爬虫類になると、エラは退化させてしまいます。陸上に棲むようになって食べ物が硬くなると、歯の発達は目覚ましいものになります。

獲物を掴んでおくだけのものではなく、噛みちぎる、引き裂くことが出来るようになり、鋭い歯を持つようになります。

ほ乳類に発展しても、基本的には肉食で、鋭い歯を使った食性でした。さらにほ乳類は、丸呑みではなく、咀嚼もするようになりました。

陸上にあがったほ乳類は、基本的に肉食でしたが、やがて、獲物を獲得するより、側にある植物で栄養を賄うものが表れます。草食動物です。かれらは、消化が難しい植物から効率よく栄養素を取り出すために、歯と腸を独特なものに変え、生きる道を模索しました。

6：人間の「食べる」～大脳・知恵の発達（1/4）

大型の爬虫類が繁栄した時代に、細々と存続していたほ乳類でしたが、それなりに進化もしていました。

乾燥した環境でも子を産み、育てるしくみを発展させ、また、恐竜ほど極端な巨大化はしなかったものの、大型化するものも現れ、恐竜の子供なら捕獲して食べていたであろうと考えられています。

やがて、巨大隕石の衝突によっておきた急激な寒冷化によって、恐竜が衰退すると、ほ乳類は一気に数を増していきます。

恐竜の勢力が弱まった地上で、その場に入れ替わったのは、体温を保持する体内機構をもち、寒冷期でも活動を続けられたほ乳類でした。

6：人間の「食べる」～大脳・知恵の発達（2/4）

ほ乳類の繁栄は、白亜紀後期ころから始まり、それぞれに生息する場や環境に応じて、多くの種に分化していきました。現在生息する多くのほ乳類は、このころ出現したほ乳類のグループ「有胎盤下綱」に属します。

我々人類が属する霊長類もこの有胎盤下綱に属し、6500万年ほど前に出現した、と考えられています。（詳しくは1402を参照）

霊長類は、その生活の場を樹上とし、その場に合った体や食性へと変化していきます。そして、霊長類の中から、多くのサルが分化していきました。

6：人間の「食べる」～大脳・知恵の発達（3/4）

天敵のいない森の樹上で、サルは繁栄していきました。

腰掛ける姿勢が多かったサル類は、脳を大きくしていきます。その過程では、器用に使える手指を発達させ、枝や石などを道具として使う知恵も持つようになりました。さらに、仲間や家族を大切に作る情動行動も持つようになっていきます。

サルの楽園となった森は、多くのサルが生息することになり、また中には体の大きなものも現れるようになってきました。すると、数が増えたことによって、エサの取り合いも増えはじめていた樹上の生活から、ときどき地上におりる者もあらわれるようになりました。

そのころ、気候変動から、乾燥地帯が増え、地上には草原が増えていきました。

地上での適応力をすこしずつ持ち始めていたものは、やがて窮屈になった森を出て、やがては、樹上から完全に地上へと生活の場を変えるものが出てきました。

そのなかから、人類は誕生しました。

6：人間の「食べる」～大脳・知恵の発達（4/4）

地上の生活は、二足歩行の生活へと体を進化させました。平原におりた人間は、狩りや採集をしながら、食糧や気候の変動にともなって移動を繰り返し、地球全土に広がって行きました。

人類が、地球の各地に渡ったところから、地球は氷河期だったのが温暖化しはじめ、海面は上昇し、陸続きだったところで低いところは海に沈み、人の往来がすこし狭められました。

そのころ、狩猟採集の生活から、すこしずつ農耕、畜産の知恵や技術を獲得しはじめ、岩穴などに定住するものがあらわれていた人類は、安定した食糧を獲得したコロニーほど拡大していくようになります。

やがて穀類や芋類など、その土地で確保しやすい食物を主食とするようになっていきます。

脳が大きくなった人類にとって糖類は重要だったのです。

こうして各地に定住するようになった人類はその土地に特化した種族や民族となって、その土地の食文化を作り上げていくことになります。

7：食べ回し～生態系を構成する3つの立場（1/5）

原生生物に始まり、細胞は真核細胞へとかわり、真核細胞は多細胞生物へと進化しました。

これらの生物はそれぞれが様々な栄養形態を独自にもっています。

中でも生物に不可欠な炭素をどう獲得するかで、栄養形態をわけグループ区分してみると、大きな生物間の違いが見えてきます。

7：食べ回し～生態系を構成する3つの立場（2/5）

自分で無機物から炭素を獲得することが出来る生物を独立栄養生物、必要な炭素を外部から取り込んで栄養にする生物を従属栄養生物、として分けることができる、と前述しました。

さらに、その合成方法まで見てグループ分けをすると、光合成能をもち自分で栄養分もエネルギーも作ることができる生物は、「光合成独立栄養生物」と呼ばれます。主に葉緑体をもつ緑色植物はこれに属します。

しかし、光合成能を持っていても、炭素固定をできないものもあります。そうした生物は「光合成従属栄養生物」と呼び、エネルギーとして太陽光を使いますが、炭素としては他に頼っています。これらは主に、紅色非硫黄細菌、緑色非硫黄細菌です。

続いて、光合成能を持たないが、体内にもつ化学反応のしくみで無機物から炭素を固定し、エネルギーの産生もできる生物がいます。このような生物を「化学合成独立栄養生物」といいます。このグループの生物も主に細菌です。

最後に、光合成を持たず、もっぱら外部から栄養分を調達し、体内に必要なエネルギーや炭素を得て再合成して生きている私たちのような生物を「化学合成従属栄養生物」と呼びます。

植物以外のほとんどの生物はこのグループに属します。（カビやキノコなどもこのグループに属し、系統的には植物よりも動物に近いとされています。）

これらの違いは、その生物がどこで生き、何を得易かったかで、獲得してきたものです。

7：食べ回し～生態系を構成する3つの立場（3/5）

実に多種多様な栄養経路の獲得で、地表や海底など、地球の表層のほぼすべての場所に生命は存在しています。

しかしどの場所に棲むにせよ、地球の熱収支によって表層を循環する成分や、海水中にしみ出す成分を利用しているに過ぎません。だからこそ、生命の主な栄養は、炭素、酸素、水素、窒素、ミネラルなのです。

どの生命にも必要な基礎的な元素、これを生命元素と呼びます。

このように共通の成分をもちながら、これだけ多くの生物がなぜ同時に存在することができるのでしょうか。

それは生物ごとに、必要な栄養の形を変えて持っているからです。

同じ炭素でも、大気中にある二酸化炭素を取り込んで、利用できるもの。その生物が取り込んだ炭素を、利用するもの。

栄養をつくるものがいて、それを食べるものがいて、またそれを食べるものがいる。

こうして、最初に二酸化炭素だった炭素は、食べた生物の体を順繰りに回されて行くことになります。

このようすを「食べ回し」と呼びます。

7：食べ回し～生態系を構成する3つの立場（4/5）

二酸化炭素に限らず、生物に必要な栄養は、栄養を作り出せる生物を起点に、食べ回すことで、様々な生物たちの体を巡って行きます。種も姿も違う生物でも、同じエリアに棲むものは、この食べ回しのどこかに必ず参加しています。

しかし、この食べ回しには、順序があります。植物を食べる動物、その動物を食べる肉食動物、あるいは、植物も動物も食べる雑食動物の順です。

動物がもつ食性によって、食べて食べられることで、数珠つなぎに繋がっている生物と生物の関係を、「食物連鎖」といいます。

生物ごとに食べ方、食べ物の違いがあることが、食物連鎖をうみ、食物連鎖が、同じエリアに複数の様々な生物が存在することを可能にしているのです。

また、生物のありようもふくめて、生態系と呼んだりもします。

7：食べ回し～生態系を構成する3つの立場（5/5）

生態系は、とかく「食べる」「食べられる」という食物連鎖の構図が中心になりがちですが、実は非常に重要な役割をもっている、もう一つの立場があります。

食物連鎖は、有機物を合成できる生物、たとえば陸上の生態系で言えば、植物がありますが、これを「生産者」と呼びます。

さらにこれを食べて生きる生物を「消費者」といいます。場合によっては、もっぱら植物ばかりを食べる生物を一次消費者、さらにその生物を捕食する生物を二次消費者、などと呼ぶこともあります。

これらの消費者は、生産者を食べるだけ食べておしまいのように思いますが、実は、その死後、その体をエサとする生物もいるのです。また、消費者の残すフンもそうです。消費者の体や、そのフンはその名のとおり多くの栄養を消費した結果できあがっていますから、高い栄養価があります。これを栄養とする生物を「分解者」といいます。

分解者には、ミミズなどのような物理的分解者と、腐敗菌や土壌菌などの化学的分解者があり、最終的には、無機質になります。こうして、地球の成分へと帰るわけです。こうして、地球の物質循環に合流しているのです。

地球レベルの巨大な物質循環サイクルのなかで、生きるのに必要な炭素、窒素、リン、水素、酸素やその他のミネラルをちょっと拝借し、「食物連鎖」という小さなサイクルでやりとりしているのが、生物なのです。

細胞に必要な物質が共通しているからこそ、できるサイクルです。

8：生態系における居場所「ニッチ」の奪い合いが生物を進化させる

地球のもつ様々な条件下でおきている壮大な物質循環に、便乗して存在しているのが生物であり、生物どうしの間でもこの元素のやりとりをする「生態系」という関係が築かれている、と前述しました。

この生態系という生物界の社会は、そのエリアでこういった独立栄養生物、すなわち生産者が住み、それに追随する消費者をどれだけ支えられるか、によって、そもそも数や規模が決まって来ます。

つまり、複数の生物が棲めるといっても、数はある程度限られていて、さらに生態系における順位や地位別に区切れば、その数はさらに絞られてきます。

しかし、ここに組み込まれない限り、継続的にその種の生物がそこに居続けることはできません。

生態系における居場所の確保こそが、生物種の存続に関わってくるのです。

生態系内の居場所を「ニッチ」とよび、同じ様な食性をもつ動物がエリアに入ってきた場合、在来の生物とニッチを奪い合うことになります。そして、この勝負に勝ったものが、残り、負けたものは移動するか、あるいはそのエリアにける絶滅への道を進むことになります。

生物は、変動する環境に応じて移動し、ニッチを奪い合い、より有利なものが残る、ということを繰り返してきました。このことが、生物の熾烈な競争を生み、またそれこそが進化を促した、とも言えます。

第2章 人間の「食べる」

1：人間の食性（1/2）

生物誕生から、人類誕生までの道筋をたどると、およそ、人間という動物になるまで、どんなものを食べて来たかがわかりますね。

猿人、原人、新人と進化してきた人類ですが、基本的には他の霊長類の動物（サル類）と、かわらない部分を持っています。

そもそも肉食であるほ乳類のうち、樹上を住処と決めた霊長類は、昆虫などの小さな動物を食べていた、と考えられています。

今でも、原猿類という古い猿のグループには昆虫を食べるものが多いです。

また、このころには植物界にも被子植物への進化も進んでいた、と考えられ、木になる実や種子も食べていた、と考えられています。

動物のなかで、ビタミンCを体内で合成できないのは、数種の動物以外はすべて霊長類で、もちろん人間も含まれます。

樹上での植物摂取ではビタミンCが豊富で、体内で合成しなくても不足はおきなかったため、しだいにビタミンCの合成能力が退化していったのではないかと考えられています。

こうして、肉食と、植物食のいずれも食性として獲得していきながら、また不要なものは退化させるなどして、自分の棲む場所に適合した食性へと進化と分化をすすめていった、と考えられています。

1：人間の食性（2/2）

やがて森を抜け、地上で二足歩行をする生物として進化していき、現在の私たち、ホモ・サピエンスおなるわけですが、現在の人類（ホモ・サピエンス・サピエンス）登場以降、人類の進化は止まっています。

これは、脳が大きくなり、環境適応力が知恵によって補われるため、姿形を変えなくて済んだから、という説もあります。

脳が大きくなった人類は、他のサルに比べて、格段に糖類を多く摂取する必要がありました。

同じ部分がある一方、人類が独自のもっている食性もあるのです。

さらに、他のサル類よりも体が大きくなった分、タンパク質、脂質も、多く必要です。このため、ヒトにとって動物性の蛋白質、脂質も貴重であり、狩猟をして、これらの栄養素を賄っていました。

2 : 「食べる」を支え、文明の基礎となった農業

住まいを設け、火を操り、寒さや他の動物たちを遠ざけることに成功したころから、様相は変わってきます。特に火の獲得は大きかったはずですが、食糧を加熱して食べることは、栄養となるものを増やしたでしょうし、鮮度がおちたものでも、食べることができるようになりました。

さらに、狩猟や採集のなかで、共生できるものを選ぶ目も養っていたと考えられています。

それは、たとえば、動物のなかで群れで行動するような獲物はまとめて生きたまま捕らえることもあったでしょう。

その中には、ウマやウシ、ヒツジなど、現在の家畜に繋がっていくものもありました。

また採集においても、保存の効くもの、きくないものがあつたでしょうし、また保存していたつもりが、栽培することに繋がっていったとも考えられます。

手近なところで、食べ物を確保する知恵がついていくのは、大きな脳を獲得した人類には約束されたことだったのかもしれない。

さらに、サル同様、コロニーを形成する人類は、食べ物の確保によって家族を増やし、団結していったことでしょう。

そうした強固な団結力をもつ集団が各地で成立すりょうになつていったと考えられます。

やがて、大河流域では、乾いた土地でも水をひくことで、多くの収穫を得ることができることを知ります。ありあまる収穫を獲得し、多くの人々が集まってきたでしょう。こうして文明は築かれて行った、と考えられています。

少々の気候変動でも、飢えることがなくなった人類は、いよいよ数を増やして行きます。

3：農業革命、産業革命が招いた人口爆発

大河流域での農耕のはじまりは、やがて都市の成立へと繋がっていきます。農業を起点として、様々な技術が開発され、産業が芽生えた、と考えられています。こうして、世界に四大文明が構築されていき、このきっかけとなった農耕を「第一次農業革命」と呼びます。農業革命や、その後、大きく第二次、第三次、第四次まで数えられ、基本的には現在の農業は第四次農業革命で開発されたものが引き継がれ、機械化されたものとなっています。農業革命はその都度、土地からの収穫と農作業の合理化を進ませ、効率的な食糧の育成と確保の法則が導かれました。さらに、土地の効率化に伴い、家畜は減らされ、かわって石炭燃料による機械化が押し進められました。産業革命です。こうして、困難と思われる課題を次々克服し、多くの土地から収穫を得られるようになった人類は爆発的に増えて行きました。

4：文化のひとつとして発展する食

人口の増加に伴い、地域にはその土地に合った経済や文化が育って行きます。土地の生産物による食文化もまた、そのなかの一つの要素となり、食材の保存方法に始まって、調理法など、土地に住まう人々の知恵が凝集していきました。定住は、時に環境変動によって、そこに住まう人々の命も脅かす事態となることもありました。そうした危機を切り抜けた経験なども、文化には刻まれて行きました。食の知恵は生きる知恵となり、また、どう食べることが命を、健康を長らえるのかについても、様々な知恵が編み出されて行きました。

5：人間が生きるために食事で摂らなければならない 主な栄養素 5種 (1/3)

多くの経験から、その土地、国ごとに、食は文化のひとつとして築かれていきました。さらに医療の発展に伴い、食が健康と密接に繋がっていることから、各国では食の研究が奨められています。

しかし、基本的には、人類に必要な栄養素はある程度決まっています。

5：人間が生きるために食事で摂らなければならない 主な栄養素 5種 (2/3)

1) エネルギーとなる三大栄養素

私たちは、何を、どのように、そして、どれくらい食べれば、健康な毎日を送れるのでしょうか？
まずは、体を維持する、あるいは成長する、活動するために、エネルギーとなる栄養素を摂取する必要があります。エネルギー、すなわちカロリーを持つ栄養素としては、3つの栄養素があります。中でも、エネルギーとしてすぐに使われるのは、炭水化物から得られる糖です。次いで、脂質もエネルギー源ですが、蓄積型のエネルギー栄養です。蛋白質は、エネルギーになりますが、体をつくる材料でもあります。

・たんぱく質

体をつくるための材料、またエネルギーにもなります。1gで6Kcal。

・脂質

主に蓄積型のエネルギーになりますが、体や細胞の保水機能とも大きな関わりがあるため、エネルギーとして以外にも重要な役割があります。1gで9Kcal。

・炭水化物

動くための直接のエネルギーとなります。1gで3Kcal。

エネルギーとなるこれらの栄養素の摂取量は、活動量によって変わってきます。さらに、摂取エネルギーのうち、60%を炭水化物、15~20%をタンパク質、20~25%を脂質からとるのが適切とされています。。

5：人間が生きるために食事で摂らなければならない 主な栄養素 5種 (3/3)

2) エネルギーにはならない二大栄養素

エネルギーとはならない栄養素でも、体の調節に不可欠な栄養素があります。ビタミンや、ミネラルです。

- ・ビタミン

体の働きを調節したり、促進させたりする働きがあります。

- ・ミネラル

要所要所で要となる働きをします。少しずつ摂取することが大切で、過剰に摂取すると危険なものもあります。

エネルギー源として食物を摂取する一方で、かならずしもカロリーの高いものでなくとも、このようなビタミンやミネラルの補給を目的に摂らなければならない食物もあります。

これら、5つの栄養素を総称して、五大栄養素と呼びます。

6：摂らなければならない栄養素の量やバランスは活動量やライフステージによって異なる（1/2）

1) 皆、それぞれに適した栄養摂取が必要

私たちは、普段健康であっても、ときに体調を崩すことがあります。

そんな時、普段と同じような食事をとれないことがあります。

しかし、体調に合わせた食事を少しでも摂ると、回復を早めることができることがあります。

その時その時、必要とされるものを、コンディションに合わせて用意すると、体がきちんと答えてくれることは多いのです。

さて、普段、健康と思われる私たちの体も、実は一生という長いスパンの中のどこにいるかで、微妙にコンディションは違ってきます。

また、男性か女性かという点でも、少し差があります。

体を大きく、さらに成熟させようとしている成長期と、活動による疲労回復と健康維持を狙う成人期、また、新しい命の芽生えを請け負う妊娠・出産期、ついで、代謝サイクルの頻度が減ってくる高齢期のどこにいるか、によって体が要求する栄養は異なるのです。

このような差を理解せずに、「好き嫌い」だけに偏った食事をしていると、体の要求に応じられないまま、その時期を、言ってみれば栄養失調の状態にさせかねません。摂るべき栄養がとれない状態が続くと、思わぬ怪我や病気の元にもなりかねません。

6：摂らなければならない栄養素の量やバランスは活動量やライフステージによって異なる（2/2）

2) 日本人の食事摂取量

そこで多くの統計や研究から、男女別、各ライフステージ別に、適当とされる、およその数値が示されています。

日本においては、厚生労働省によって「日本人の食事摂取量」という指標が示されています。

これらの指標は、あくまで目安ですが、ここからあまり逸脱した食生活を長く続けると、様々な支障を来す恐れがあるとされていて、各個人がある程度抑えておいたほうがいいものです。

7：各国で研究されている長寿食

日本での食事バランスガイドに先駆けて、食事に関する指標の作成は海外では早くから取り組まれていました。

1974年にスウェーデンで、食品を大まかに分類しそれぞれの摂取量の目安をピラミッド状に図示したものが起こりとなっている。（wikipedia参考）

続いて、1992年にはアメリカで「フードピラミッド」が発表され、2005年には「マイピラミッド」が発表されています。

これらの指標では、食事の量やバランスというよりも、健康のために、できるだけ摂るよう心がけるべき食材の具体例と、その量が示されています。

では、食事バランスガイドでは、食材について、どのように指導しているか、というと、これらのものよりももうすこし、ざっくりとした区分けではありますが、量の数値まで示されています。

この数値を見ながら、「何をどれだけ」を深めて行こうと思います。

第3章

「食べる」の未来～人口増加と農業、地球環境

1：肥料革命で大きく変わった農業（1/4）

新たな工夫や発明、また技術革新による幾度かの農業革命を経て、人類は土地や労力を最大限活かせるようになってきました。中でも、産業革命の煽りを受けた第四次農業革命で登場した「化学肥料」は、それまでの土地とそこに棲む人間や家畜をはじめとする生物の力に依存するしかなかった農業を飛躍的に変えました。

第三次農業革命以降、人類は、土地の生態系を最大限に活かした農業を、ほぼ完成させた、と言えます。その代表的な農法に三圃式農法がありますが、土地を3区画に分け、穀類栽培に用いる区画、家畜を放牧する区画、根菜類を栽培する区画です。

このサイクルで土地を次々に使っていくことで、土地が痩せることなく、家畜と収穫を維持することができました。

この農法の確立により、イギリスでは余るほどの収穫を得て、輸出するほどになりました。また国内の食物受給率が安定し、人口爆発がおき、さらに人口の増加は産業の発展へと繋がり、やがて産業革命へと繋がって行きます。

1：肥料革命で大きく変わった農業（2/4）

このころ、多くの学問も発達しました。化学や、物理学、生物学など、現在にも繋がる多くの研究や発見がなされました。食を基盤とした安定した生活がこのような文化を発展させたのです。

そのなかで、ある画期的な証明がなされました。1898年、リービッヒによってなされた「植物の無機栄養」です。それまで、植物は生物の屍骸や排泄物の腐敗したものを栄養として生長する、と考えられていました。

しかし、リービッヒは研究の結果、植物の栄養は必ずしも有機物に頼っておらず、必要な成分が揃えば、土がなくても育つことを証明したのです。

1：肥料革命で大きく変わった農業（3/4）

1906年、ハーバーボッシュ法の開発で、窒素肥料が化学的に合成できるようになりました。

また、同じころ、鉱物資源から鉄鋼やエネルギーへと変える技術が開発され、多くの産業で、機械化が進みました。人畜の力を大きく超えた機械の効率を得たイギリスは、国力を一気にあげていきます。

農業に機械が導入されるようになると、家畜に使っていた土地は作物を作ることにあてられるようになり、増えた作物によって多くの人口を支えることができるようになりました。また、肥料は必ずしも動物の糞尿や、根菜類の根に棲む窒素固定細菌の手を借りなくとも、鉱山から掘削された硝酸塩や、リン石灰などの無機栄養分を与えれば、きちんと実りましたから、肥料の生産の手間もカットされたのです。労力、肥料の面で大きな役割をもっていたウマは大幅に減り、家畜は食肉用にのみ飼育されるようになっていきます。

化石燃料と無機肥料の活用で、土地は常に生産できる状態になり、多くの人材が農業から開放され、また農業の生産効率も格段に上がったのです。これにより、農業以外の産業も増え、人口はさらに増大することになります。

産業の発展は経済を活性化し、さらなる発明や技術革新はもてはやされ、華やかな時代となっていきます。

1：肥料革命で大きく変わった農業（4/4）

自由主義の浸透にともなって、貧富の差が生まれることにもなりましたが、人々は土地の世話から開放され、何にでもなれる、何でもできる自由を獲得したのです。

労働力も生産物も、化石燃料や鉱物などの地下資源に頼るようになった人類は、ここでついに生物であるにもかかわらず、食物連鎖を脱し、食べ回しの世界～生態系にすら属さないようになりました。

鉱山で掘削される硝酸塩や、化学合成で作られる窒素肥料によって、農業は、どんな土地でも可能になりましたし、その条件さえ満たせば、ほぼ間違いない量の収穫も望めるようになりました。

大きな土地をもつ地方や国では、その面積を活かし、広大な耕作地にし、管理もオートメーション化され、農業は工業化されていきました。

有り余る収穫は、輸出されるようになり、その国を支える重要な産業となっています。

2：農業の発展とともに、生態系を超えていく人間の「食べる」

巨大化する農業経営により、安定した収穫が気体できるようになった一方で、農薬による環境汚染も問題も大きくなってきました。

その中で、次に期待されたのは、バイオテクノロジーでした。

目覚ましい化学分野の発展とともに、生物のしくみに関する探求もすすみ、1953年にはワトソンとクリックによって発表されたDNAに重螺旋構造、遺伝子の存在としくみが解明されました。以降、20世紀はまさにバイオテクノロジーの時代となります。その後、さらに遺伝子研究も進み、よりよい品種を生み出す研究も盛んになりました。遺伝子操作においては、倫理的問題などさまざまな問題がありますが、これにより病害虫に強い品種の開発により、農薬散布の手間と、それによる環境汚染を減らすことができるようにもなりました。

3 : 一方で、飢える国がある、という現実

こうして、天候に左右されず、常に多くの食物を手にしたはずの現代で、しかし、飢えに苦しむ国は現実に存在します。

FAOによる世界飢餓地図、すなわちハンガーマップを見ると、食物受給率が35%に満たない国があります。その国のほとんどがアフリカに集中しています。

飢餓に苦しむアフリカの国のすべての事情が同じではありませんが、多くが安定しない政治情勢によって繰り返される内戦によって生活の場を奪われていることや、降水量の不足によって農作物の収穫ができない干ばつによるものが主な要因となっています。

このような国では、生活全体の質が低下し、医療が行き渡らず、伝染病なども蔓延し易くなります。

アフリカの乳児死亡率は非常に高く、1000人生まれる赤ちゃんのうち、100人が栄養失調などで亡くなっています。

このような事態を改善すべく、多くの国が医療や食糧を支援をしますが、根本的な解決には結びついていません。

4：止まらない環境破壊

飢餓だけでなく、増えすぎる人口も問題になっています。

爆発的に人口が増えるとその国では、食糧だけでなく、電気や水など、生活インフラのすべてが不足します。これに伴い、それを補うための新しい施設や住まいや農園が、手つかずだった森林や山を切り崩し、作られました。

人口増加が著しいブラジルでは、アマゾン川流域に広がるジャングルが開拓され、発電施設などに作り替えられました。

同じ様に、人口が増えた中国でも、森林開発や渓谷のダム化が進められました。

人間の増加によって、人間の手が加わる場所が多くなり、それと反比例するように、もともとあったジャングルや森林、渓谷や、川が姿を消しているのです。

開発された土地は、従来もっていた保水量を保てず、降った雨水が洪水となって下流の町を襲う災害が多発するようになりました。

5 : 二酸化炭素の増加も止まらない

人口増加や土地の開発だけでなく、人間の生活の質の変化自体も自然に影響をもたらすようになりました。特に大きい、とされるのは、人間の生活で排出される大量の二酸化炭素です。

生物の多くは生きている間、酸素呼吸の過程で二酸化炭素を吐き出します。

産業革命によって、化石燃料が登場するまでは、生物による二酸化炭素の排出は、森林の光合成能力を超えることはありませんでした。むしろ、火山活動による二酸化炭素の排出のほうがはるかに大量の排出でした。

しかし、化石燃料の登場で交通や物流は格段に発達し、また石油を原料にした化学物質開発は生活を便利にしていきました。その過程で、人間の活動は呼吸以外の多くの二酸化炭素を排出するようになったのです。

二酸化炭素は、大気中に入ると、温室効果をもち、中の温度を保持してしまう性格をもちます。

これにより、地球全体が二酸化炭素でラップされた格好になり、温められた気温は、海水温は上昇させ、南極や北極の氷を溶かし、上昇した海面は、海拔の低い土地を沈め始めています。

6 : 急激な環境変化で絶滅する生物が増加している

急激な気温変化は、気候も変化させ、これまでには考えられなかった規模の災害や、酸性雨、大気汚染ももたらしました。

気候の変化は、各地の生態系をも狂わせ、絶滅を余儀なくされる生物が、次々に姿を消しています。

多くの生物が姿を消しているこの徴候は、その生物の物質の受け渡しの様々なやり方が、少しずつ消し去られていることに他なりません。

生物の生き方は、それぞれの生物が独自に開発してきたもので、そこには多くの化学反応が隠されています。その多彩な化学反応のやり方は、生物の遺伝子に記述されており、多くの生物がいる、ということは、そのやり方、すなわち生物が開発した様々な生き抜き方が、それだけ豊富である、ということです。

生物が開発してきた様々な生き方の情報は遺伝子に書き込まれており、生物種が多いことは、その遺伝子の種類も豊富であることを意味します。

生物が培ってきた、また開発してきた多くの生きる技術は遺伝子という形で存在し、この遺伝子が豊富である、ということは、生命が誕生して以降、ずっと編み出し、積み重ね来た記録であり、これからの可能性でもあります。

生物種が多い、ということは、生命が誕生以降、さまざまに枝分かれし、それぞれに開発してきた道の正しさが、それだけ多いことの証であり、遺伝子プールと呼びます。生物がもつそれぞれのオリジナリティの多様さを示す遺伝子プールは縮小の一途を辿っています。

7：加速する物質循環の変動

二酸化炭素の増加は気候変動だけでなく、地球の物質循環そのものにも作用しはじめています。

海面上昇によって、陸地が減ると、大気中の二酸化炭素はミネラルと出遭う場が減り、いよいよ増加は加速していくと予測されています。

8 : 循環型社会の実現を目指して

絶滅してゆく多くの生物、そして、格段に増え、巨大化する災害によって失って来た多くの人命によって、今、私たちは、今の地球環境の変動を、我が事として捕らえなければならなくなりました。

多くの国で、いかに化石燃料に頼らず、また、地球そのものも生物のいない星にしてしまいかねない原子力にも頼らないで、かつ未来もずっと人類がこの地球で生きて行けるように試みようとしています。

持続可能な社会を構築するための様々な考え方や取り組みが行われています。

- Reduce・Reuse・Recycle
- 森林を活かすアマゾンの「アグロフォレストリー」
- ルネ・デュボス氏の「Think Globally, Act Locally.」