生物多様性は育んでいくもの

近所の食料品店をのぞいてみれば、多様な品種を確保しておくことが大切な理由がわかる。

原文：Growing biodiversity

Nature Vol.430(967-968)/26 August 2004; www.naturejpn.com/digest

Farmers' Bounty: Locating Crop Diversity in the Contemporary World

by Stephen B. Brush

Yale University Press: 2004. 320 pp. \$37.50, £25

Stuart Pimm

生物多様性の定義は、遺伝子の多様性、種の多様性、生態系の多様性という3つの部分から構成されている。この定義を最もよく理解できるのは、眼前に熱帯林、背後にサンゴ礁、そして遠くには山々が見えるような海辺に立った時だ。一方、そのような海辺から遠く離れた都会の町では、真冬の雨の日でも、地元の食料品店が必ず営業している。生物多様性は、ヤッピーたちが住む地域の高級食料品店でも見ることができる。貧しい国々の農村部で開かれる市場でも見られる。高級食料品店では、20カ国から輸入されたコーヒーが売られ、ブロッコリー、チリメンキャベツ、カブキャベツ、キャベツ、メキャベツが売られている。これらの野菜は、すべて *Brassica oleracea* の変種だ。また、中米の農村部にある市場に行けば、さまざまな色、大きさや種類のトウモロコシが売られている。アンデス渓谷地域では、100種類ものジャガイモに出会えるかもしれない。本書で称賛されているのが、このような生物多様性なのだ。そして本書では、生物多様性全般に関わる分布、価値そして存続の問題に関する考察が行われている。

遺伝子の多様性が見られる地域は、種の多様性の場合と同様に、わずかな地域に限られており、そのような地域はバビロフセンターと呼ばれている。その名の由来となっているバビロフは、1920～1930年代のソビエト連邦で活躍した植物育種学者で、その科学的見解が時の支配者スターリンにとって都合が悪かったために、投獄され、獄中で一生を終えた。本書では、著者が理論生態学の世界に敢然と立ち入り、遺伝子多様性が維持されるプロセスを解明しようとしている。農業の現場

での経験は、理論研究者によって広く評価されているとは言えないが、その経験からは重要な知見が得られる。生態学者は、環境が不均一であれば多様性が促進されるという考え方が普遍性を有するかどうかについて議論する。その一方で、世界中の農家は、種子を選別する際に、生産地や生産年のちがいで、この種類が良い、いや、あの種類の方が良いといった議論を繰り返す。選別によって残った種子は、売り買いされ、交換され、混ぜ合わされて、翌年の種蒔きに使われるのだ。

これに対して、1845年のアイルランドのジャガイモ農家や1972年の米国のトウモロコシ農家にとっては、均一な種を栽培することが当たり前だった。そのために、これらの農家は壊滅的な被害を受けたのだ。今、メキシコ・チアパス州のトウモロコシ農家は、夏の干ばつ、強風、さまざまな種類の土壌、そして草刈りや肥料散布に要する労働力の不確実性との戦いを強いられている。農家は、伝統種、改良種、その両者を数十年間にわたって混ぜて使ってきた結果生まれた混交種のそれぞれについての味、収量や保存性の良し悪しといった複雑な状況を理解して、作付けの割合を決めている。単純化して言うと、農作物の多様性とは、毎年全世界で行われている生態学的実験の成果なのだ。この実験は、何らの規制も受けずに行われる非公式なもので、実験の中身は、新たな品種の登場と従来種の消滅によって絶えず変わり、そこには伝統、言語や伝説が大きく関わっている。実験に参加する人々の生活は、この実験の結果を正確に解釈できるかどうかにかかっているのだ。

新しい品種は、収量が多く、肥料が良く効き、特定の疫病や干ばつといったストレスに強い。過去50年間にわたって、多様性をもつ伝統種の有力な対抗勢力となってきた。今や、アンデス渓谷地域のほとんどの地区では、「新種の」ジャガイモが栽培されている。政

府も新種の栽培を奨励しており、儲けを増やしたい農家も同じだ。当然のことだが、ジャガイモの多様性は失われてきているが、伝統種のジャガイモの栽培も続けられており、その傾向は特に高地で強い。伝統種の方が味が良く、特にゆでたり、焼いたりすると、その味が引き立つ。また贈り物としても喜ばれる。うちの近所の食料品店の得意客を見れば、このことは事実確かである。

それでも多様性の喪失は、地域によっては大きく進んでしまっている。チロ島(チリ)では、1920年代後半に約200種類のジャガイモが栽培されていたが、それが10年後には半減し、1970年には40種類を割ってしまった。著者は、こうした一般的な傾向とそれによって種々の問題が発生していることを認めているが、それについて世界規模での証拠固めが行われていない点に失望感をにじませている。それはもっともなことだと言える。学説上は、遺伝子多様性の減少を示す特徴として、在来品種の地理的分布が限られていること、在来品種の分布に経年変化がほとんど見られないこと、新品種の数や肥料・農薬の使用量が増えるにつれて在来品種が減っていることが挙げられる。確かにこのような結果を示唆する研究が発表されているが、疑いの余地の残る研究が多いのも事実だ。環境、経済や文化が重なり合って作用して、多様性が守られているケースは多い。その理由を解明するには、今よりも幅広い考察と評価作業が必要とされている。

多様性を保持するための方法としてよく知られているのが、国際米研究所(IRRI、フィリピン)のような種子バンクの利用だ。著者は、このような種子バンクの必要性を認めるが、決して十分な規模を備えていないと考えている。映画「ジュラシック・パーク」では、今から6,500万年前に絶滅した樹木種を熱心に研究する植物学者がヒロインとなっており、彼女

は、この木を食べる竜脚類恐竜を見つけて、驚きに息をのんだ。この映画では、絶滅した動物種のDNAから、その動物種を作り出すというストーリーが展開されているが、どうやって恐竜に特定の樹木を食べることを教え込むのかという点は語られていない。これと同じことが種子バンクにも言えるのだ。確かにDNAは保存されているが、異なる種の間での複雑な関係、共生生物や病原体、そして種蒔き、手入れ、収穫、保存の方法を知っていた農民の伝統は失われている。本来の場所で生育しているそのままの状態で保存することが極めて重要で、それに伴う選別作業を保存することも同じように重要なのだ。ルワンダの女性による豆の品種の選別作業、そしてネパールでの米やヒヨコマメの品種の選別作業は、一般の植物育種学者よりも優れた結果を生み出すのだ。

もし多様性に価値があるとすれば、その価値の所有者は誰なのだろうか？ 本書中で最も良く書けていると思われる章において、

著者は、その答えが二極化し、それがますます顕著になってきていると記している。多くの熱帯諸国では、生物的海賊行為(biopiracy)への恐れが広く浸透している。これまで金持ちが貧乏人の財産を奪ってきたこと、そしてこれからも奪い続けていくという筋書きによって、ノートしか携帯していないような研究者による研究許可申請までが影響を受けている。また生物多様性保全条約の背景には、植物育種学者の権利の方が貧しい農民の権利より優先されているという強力な主張がある。しかし種子の交換によって利益を得るのが貧困国であるケースは多いのだ。例えば、ベトナムでは、IRRIを利用して作り出された品種に由来する米が収穫量のほとんどを占めている。これに対して米国の場合には、その割合は全体のわずか6分の1に過ぎない。

一部の諸国は完全保護を求めている。例えばエチオピアは、コーヒーの苗木の輸出を禁止している。コロンビアやコスタリカなどのコーヒー生産大国はコーヒーの保有遺伝子の

種類が少ないため、いったん病気が発生すれば、エチオピア産のコーヒーに席卷される可能性がある。もし両国間で報復措置を発動し合えば、その悪影響が広範囲に及ぶことは間違いないだろう。

生物資源調査(bioprospecting)に関する条約を締結している国々もあるが、こうした条約は功罪相半ばしている。例えば、それぞれの品種について誰が知的財産権の所有者なのか、という点が必ずしも明確になっていない。所有権を幅広く認めるようになると、これまで長い間、人類共通の遺伝子資源の形成に関与してきたのに、現代の特許法令による保護対象から漏れてしまった人々の権利が損なわれる、というのが著者の結論で、説得力をもって示されている。 ■

評者のStuart Pimmは、デューク大学ニコラス環境・地球科学学科(Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University, Durham, North Carolina 27708, USA)に所属している。

essay concepts

死と税金と、熱力学の第二法則

可逆計算：論理的にも物理的にも逆にできるコンピューターの実現可能性とは？

原文：Going into reverse

Nature Vol.430(971)/26 August 2004;www.naturejpn.com/digest

Seth Lloyd

この世で確実なのは、1. 死ぬこと、2. 税金を払われること、3. 熱力学の第二法則がなりたつこと。この3つは、エネルギーやお金のように、役に立って手の届く形をしたものを(同量の)役に立たず手の届かない恰好に変換するプロセスだ。だが、この3つのプロセスにも付随的な効用がない訳ではない。税金は道路や学校の建設に使われる。熱力学の第二法則は車やコンピューターを動かし、代謝を促進する。そして死は、少なくとも、終身在職権を持つ教授のポストを空席に

してくれる。

人生に幸福をもたらすほとんどの物は、生命そのものを含めて、有用なものから無用なものへ、すなわち秩序から無秩序へのゆるやかな劣化、つまり物理学用語でいうエントロピー増大によって生じている。それでも、時にこうした避けられない資源の散逸を遅らせたり、ちょっとの間だけ止められたりしたなら、どんなに素晴らしいことだろう。

幸いなことに、熱力学の第二法則でも常にエントロピーが増大することは必要とされていない。エントロピーが一定のままである可

能性も残されているのだ。事実上可逆的な、ある種のプロセスが存在する。その場合、エネルギーは散逸せず、エントロピーも一定のままか、ほとんど変わらない。たとえば、化学反応は、非常にゆっくり起きれば可逆的である。その場合、段階ごとにごくごく少量のエネルギーが散逸される。トンネル効果や超伝導のようなコヒーレントな量子力学的なプロセスも、可逆的で、散逸せずに機能できる。そして原理的には、計算も可逆でありうる。

今から40年以上も前に、Rolf Landauerは、計算と熱力学の第二法則の間に基本的な関連