

# 誰かに教えたくなる 科学技術の話 50

## 環境破壊を警告する 「フットプリント」



東京大学名誉教授 月尾 嘉男

### 環境破壊の足跡

生物の世界では個体を増加させた動物や植物が勝者とされる。その視点からすれば、人間はわずか数千年間という地球の歴史では一瞬という期間に数百万人から数十億人に個体を爆発させた最高の勝者である。しかし、これは自身が生活する環境を破壊するという高価な代償を支払って獲得した勝利で、資源の枯渇、多様な喪失、環境の汚染、気温の上昇など回復困難な損失が数多く発生している。

このような状況を表現するため**フットプリント**という概念が考案された。足跡という意味であるが、人間が生存するために地球環境を破壊してきた足跡を量的に表現する手法である。一九九六年にカナダのブリティッシュ・コロンビア大学の二人の学者マティース・ウケナゲルとウィリアム・リースが『人類の地球への影響を減少させるエコロジカル・フットプリント』という書物で発表した。

### 増大していくフットプリント

人間は生存のために食料を必要とするが、当初は自然の動物や植物に依存していた。しかし、牧畜と農耕を手中にして

からは自然環境を牧場や耕地に改造し食料を確保しはじめた。草木を燃料としていた時代から化石燃料に転換したことにより地表だけではなく地下も破壊してきた。移動生活から定住生活に転換し、集落さらには都市を構築して自然環境を減少させてきた。

そこで各国の人間一人が利用している地球の面積を計算したのが**エコロジカル・フットプリント**（以下フットプリント）である。食料を生産するための草地や耕地、養殖のための水面、木材を伐採する森林、製品を生産する工業用地、国民が生活するのに必要な商業用地や住宅用地などを合計した面積で、自国で供給できる面積と外国に依存している面積を合計した数値である。

一九九九年の数字では、人口一〇〇〇万人以上の国々について一人あたりの面積を列挙すると、アメリカが九・七ヘクタール、カナダが八・八、オーストラリアが七・六、イギリスとフランスが五・三、ドイツが四・七、日本が四・八である一方、メキシコは二・五、中国とエジプトとは一・五、インドは〇・八などであり、世界平均は二・三であった（図1の上段）。

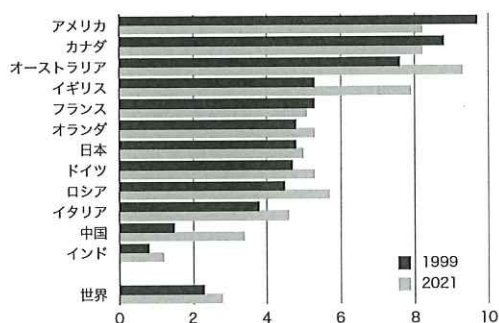


図1 エコロジカル・フットプリント (ha/人)

問題は時間とともに事態が改善されてきたかどうかである。最新の二〇二一年の数値を参照すると、事態は深刻になっていることが判明する。アメリカやカナダなど一部の国々では数値が減少したものの大半は増加している。さらに世界全体も二・三ヘクタールから二・八ヘクタールと二割以上増加している(図1の下端)。環境への負荷の増大によって生活水準を向上させていることが理解できる。

自然の能力バイオキャパシティ

フットプリントが増大しても、自然環

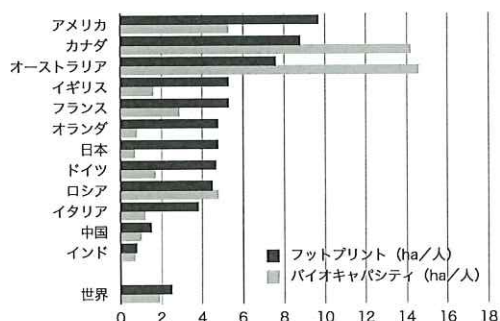


図2 フットプリントとバイオキャパシティ(1999)

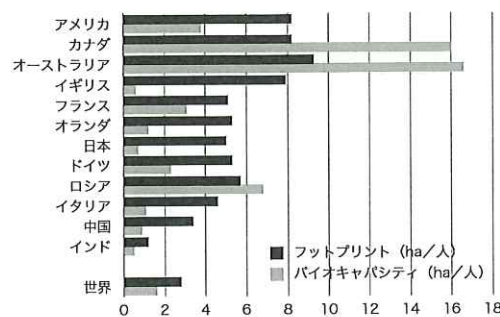


図3 フットプリントとバイオキャパシティ(2021)

境が人間をはじめとする生物が必要とする酸素や真水や食料などの自然資源を供給し、生物が輩出する廃物を再生処理できる能力が上回っていれば全体の構造は維持される。この自然の能力はバイオキャパシティと命名されているが、フットプリントがバイオキャパシティ以下であれば地球の自然環境は維持されるということになる。

一九九九年の両者の関係を図示してみると、深刻な事態であることが判明する(図2)。上段がフットプリント、下段がバイオキャパシティである。カナダ、オ

ーストラリア、ロシアなど少数の国々ではバイオキャパシティがフットプリントを上回っているが、大半の国々ではフットプリントが上回っている。自国の国土だけでは社会を維持できないことを意味する。

同様の関係を二十二年後の二〇二一年について表示すると、カナダ、オーストラリア、ロシアは依然としてバイオキャパシティがフットプリントを上回っているものの、それ以外の国々はフットプリントが増大する一方、バイオキャパシティは減少しており、事態は悪化の方向に

ある。日本もバイオキャパシティは変化していないが、フットプリントは一〇％増加して状況は悪化している(図3)。

とりわけ注目する必要があるのは急速に成長してきた中国である。一九九九年以後の二十二年間でフットプリントが一・五から三・四へと二・三倍に急増する一方、バイオキャパシティは一割程度減少している。中国には世界の人口の一八％の人々が生活しているが、世界のエネルギーの二六％を消費し、温室効果ガスの二八％を排出しており、環境への影響は多大であり、厄介な問題である。

### 発展途上諸国を収奪する先進諸国

これまでの説明から重要な課題が浮上してくる。第一は先進諸国と発展途上諸国の関係である。カナダやロシアのように広大な国土に少数の人口という国家を例外として、大半の先進諸国はフットプリントがバイオキャパシティを大幅に上回っている一方、発展途上諸国は反対の関係にある。それは先進諸国の快適な生活は発展途上諸国の不便な生活の代償で成立しているということを意味する。

実際、高所得国のフットプリントの平均は六・五ヘクタール、中所得国は二・

〇ヘクタール、低所得国は〇・八ヘクタールであるが、バイオキャパシティとの差異は高所得国では二・九ヘクタール不足、中所得国も〇・一ヘクタール不足である一方、低所得国はバイオキャパシティが上回っている。要約すれば、富裕な国々が貧困の国々の自然資源を収奪して世界が成立している仕組みである。

国別に計算すると、広大な国土を保有するアメリカでさえ四・四ヘクタール不足、イギリスは七・三、ドイツは三・〇、中国は二・五、フランスは二・〇、日本は四・三の不足である。これらの不足は外国から食料、燃料、資源などを輸入することによって解決されている。日本は一四％しか自給できておらず、大半を海外に依存して生活や産業を維持していることになる。

### 地球全体が破綻している現実

それ以上の問題は、世界全体で計算してみると、一人あたりのバイオキャパシティは一・六ヘクタールで、フットプリントの二・八ヘクタールより一・二ヘクタールも不足していることである。現状では地球以外に利用できる空間は存在しないから、どのように解決しているかと

いえば、多数の国々の人間が食料不足で困窮し、道路や水道も整備されていない高密の住居で生活していることによる。

一例を紹介する。戦後の一九五〇年以後の七十年間で地球の人口は二十五億人から三・一倍の七十八億人に増加したが、その期間に世界の穀物の収量は四・一倍に増加している。一人あたりの平均でも一・四倍の増加である。しかし、現在でも十分な食料を確保できない飢餓人口は世界の人口の一〇％に相当する八億人も存在する(図4)。その一方で世界の栄養過多の人口は十二億人である。

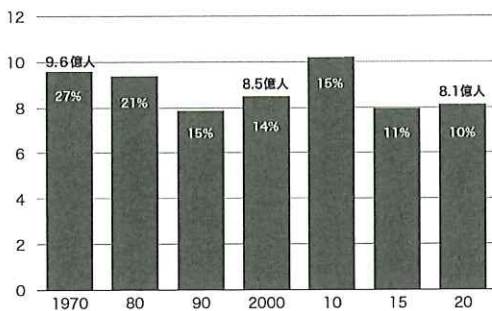


図4 世界の飢餓人口(億人)

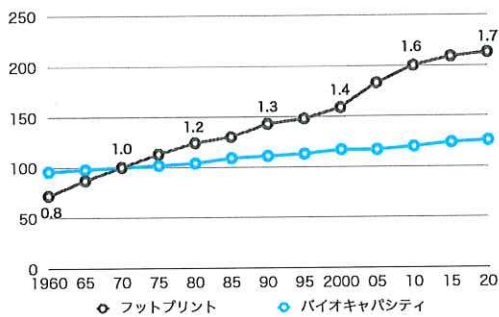


図5 地球のフットプリントとバイオキャパシティ

この状況に到達する経緯を調査してみると、地球のバイオキャパシティが世界のフットプリントを上回って地球に余裕があった時代は一九七〇年代までであり、二〇〇〇年にはすでに一・四個の地球が必要になり、二〇二一年には一・七個の地球が必要になっている(図5)。それでも世界が維持されているのは前述のように、多数の国々の人々の犠牲性によって調整されているからである。

### 自然資本の評価の必要

このような事態の解決のためには自然

環境の価値の見直しが要求される。一般に経済活動に必要な資本は金融資本、物的資本、人的資本により構成されているが、農業にも工業などの産業にも生活にも利用できない土地は資本としては評価されなかった。その結果、日本列島改造に国中が熱狂した一九七〇年代に、釧路湿原全体を干拓しようという議論が地元で発生した。

当時の風潮からは農業にも漁業にも利用できない湿原は価値のない自然と理解され、埋立てにより田畑や工業用地として地域の発展に役立てようという意見が優勢であった。そこで少数の環境保護の立場の人々が一九八〇年に湿原をラムサール条約に登録し、八七年には国立公園に指定されることに成功し、二万七〇〇〇ヘクタールという日本最大の湿原が保全されることになった。

このような行動を裏付ける資料も存在する。自然環境には気候の緩和、真水の供給、侵食の防止、土壌の形成など多様な価値がある。その視点から様々な自然環境の年間のヘクタールあたり価値を金銭に換算した数字がある。それによれば湿原が一万五〇〇〇ドルで最高、河川や

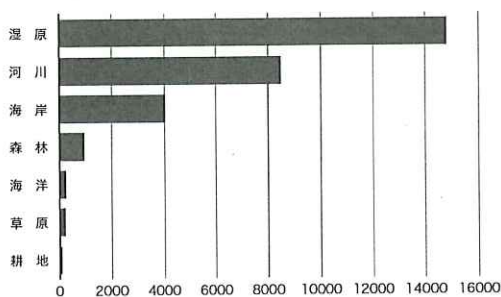


図6 自然の価値 (\$/年・ha)

湖沼が八五〇〇ドル、海岸が四〇〇〇ドル、森林が一〇〇〇ドルであるが、耕地は九〇ドルではない(図6)。

人類は数万年前に農業を発明し、その拡大のため自然を改造して食料を安定して大量に生産できるようにし、その効果によって人口も爆発と表現できるほど増加した。しかし、その過剰な成功が現在の環境危機の原因である。この解決には技術の開発や生活の変化などで対応する以上の方向転換が必要である。それを気付かせてくれるのがエコロジカル・フットプリントである。