

誰かに教えたくなる 科学技術の話 8

都会でも作物を生産する 植物工場



東京大学名誉教授 月尾 嘉男

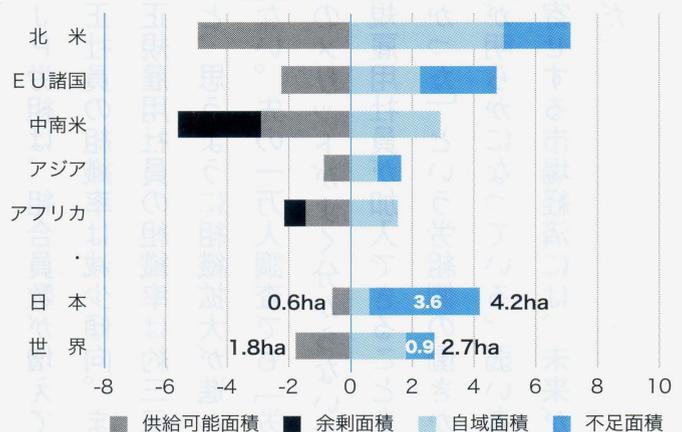
地球規模で不足する土地と海洋

日本の食料自給比率は世界有数の低率である。コメこそ自給できているが、小麦は一二%、大豆は七%程度で、主食穀物全体では五九%でしかない。それ以外に肉類は五三%、かつては輸出までしていた魚介も最近では五六%となり輸入大国である。食料全体の自給比率は四〇%で、フランス、アメリカなど輸出大国は別格として、イギリスの七四%、オランダの六七%と比較しても異常である。

このような状態は食糧安全保障の観点からも心配であるが、環境問題の視点からも問題とされている。一九九〇年代に「エコロジカル・フットプリント（生態学的足跡）」という概念が登場した。人間は食料や衣料をはじめ生活に必要な物資を自然環境から調達しているが、生活水準の向上に比例して調達の程度も増大するという前提で、各国の状態を計算したものである。

その計算結果で興味のあるのは、ある国家の国民一人が現状の生活水準で一年生活するのに必要な面積に比較して、自国の国土や領海の面積が一人あたりどれ

図1 生態学的足跡 (2008)



WWW 'LIVING PLANET REPORT 2012'

だけ存在しているかを計算した数字である。生活水準が高度な国々では自国の国土や領海だけでは対応できないため、食料をはじめとする資源を海外から調達するからマイナスになり、日本も三・六ヘクタール不足である(図1)。

日本にとって重要な課題であるが、より深刻な事態は世界全体ですでに不足していることである。現在の世界平均の生活を維持するためには二・七ヘクタールの面積が必要であるが、地球で生産に利用できる土地や海洋は一・八ヘクタールしかなく、〇・九ヘクタール不足してい

る。この不足は発展途上諸国の貧困や餓死などで解消されているが、人口が増加していく世界の巨大な問題である。

対策としての植物工場の登場

このような問題に対処する手段として登場してきたのが、自然の土地ではなく人工の土地で作物を生産する**植物工場**である。一九八〇年代にアメリカのフロリダにある「ディズニーが開発した「エプロット（実験未来都市）」というテーマパークを見学したが、その一部に人工光線で作物を栽培する実験施設が展示されていた。宇宙船内での食糧生産を想定した施設である。

しかし、それより三十年以上前の一九五〇年代に、日照時間が不足気味の北欧のデンマークで人工光線により日照を補足してモヤシを栽培する植物工場が実現し、六〇年代にはオーストリアで人工光線のみで栽培する高層の植物工場が建設され、七〇年代には日本企業の研究機関が施設を建設し、光線の強度、室内の温度、培地の温度などと植物の成長の関係を計測する実験も開始された。

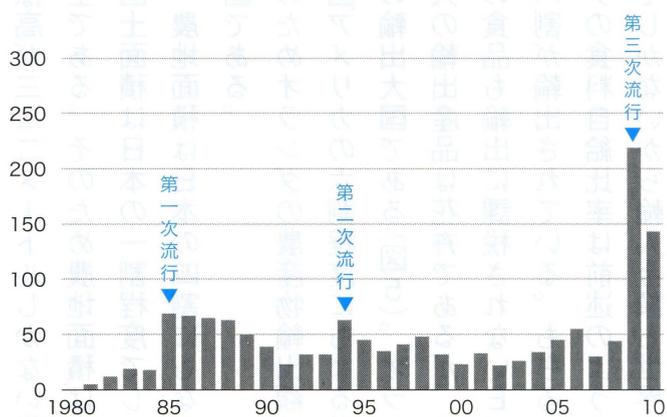
植物工場の利点は多数ある。露地栽培

と相違して天候に左右されずに作物を安定供給できる、閉鎖空間で栽培するため虫害が防止できる、農薬を使用しない作物を提供できる、立体栽培が可能であるため土地が有効利用できる、連作による土地の疲弊が発生しない、作業環境は快適であり人数も少数で可能であるため農業人口が減少かつ高齢になっている日本に適合しているなどがある。

しかし順風満帆ではない。植物工場は日光を光源とする**太陽光型**と、人工照明による**人工光型**に大別されるが、現状では栽培できる作物が太陽光型ではキュウリ、トマト、ナスなど従来の温室栽培と同様であるが、人工光型ではクレソンやレタスなど葉物野菜に限定される。さらに人工光型では設備投資と電力費用などが必要であるため、現状では二割程度しか黒字になっていない。

そのため日本で何度か流行しながらも持続した増加にはならなかった。日本経済新聞に掲載された植物工場に関する記事の本数を調査すると、一九八〇年代中頃、九〇年代中頃、二〇一〇年代に流行が発生していることが明確である(図2)。最初は筑波科学技術博覧会場に施

図2 植物工場関連記事数 (日本経済新聞)



設が展示されたこと、第二は政府の補助制度が登場したこと、第三は再度、政府の補助制度が実現したことである。

次第に増加してきた植物工場

その結果、日本の植物工場は次第に増加してきた(図3)。そのような動向を反映し、新規の発想の植物工場も登場している。東京銀座にある明治時代創業の老舗の文具店伊東屋の建物の上部には「カフェ・ステイロ」というレストランがあるが、ここには「FARM」という人工光型の植物工場が併設され、そこで育成

図4 カフェ・スティロのFARM

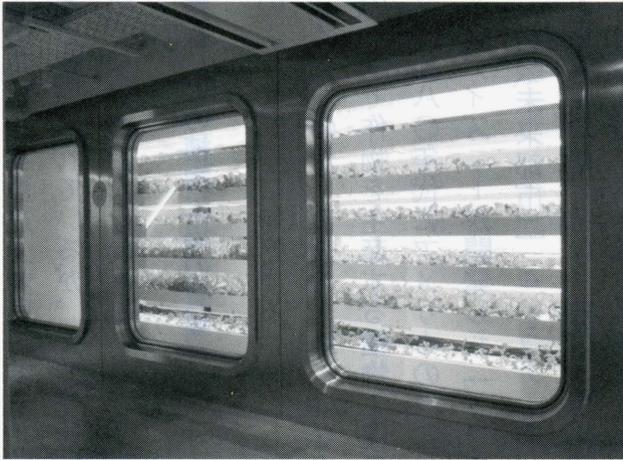
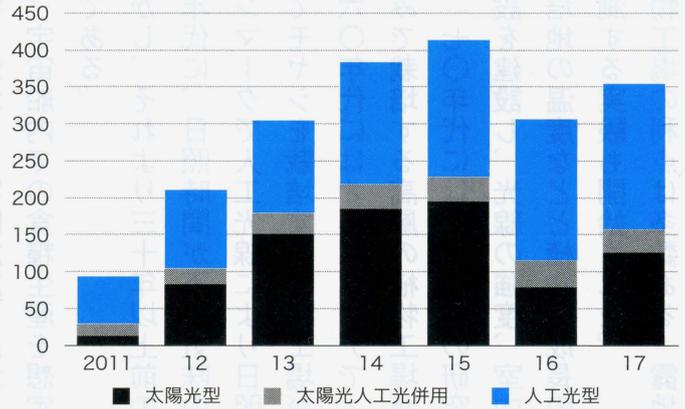


図3 植物工場施設数（累計）



一般社団法人日本施設園芸協会

した葉物の野菜を使用した料理が提供されている(図4)。

それ以前から登場しているのが東京駅前のオフィスビルの地下一階に開店しているオーダーメイドのサンドイッチを提供するサブウェイの運営する「野菜ラボ」である。この店内にリーフレタスを栽培する人工光型の植物工場が設置されている。生育には約三週間が必要であり、収穫は毎週約百食分でしかないから一種の宣伝であるが、地産地消を凌駕する**店産店消**になっている。

これらは実需よりは宣伝効果を目指した施設であるが、野菜を本格供給する大型の植物工場も登場している。トマト加工製品を生産しているカゴメは全国に太陽光型の植物工場を十個所以上運営しており、最大の「いわき小名浜菜園」は施設の面積が十ヘクタールである。これは東京ドーム二面に相当する面積であり、人工繊維の培地で三十五万本のトマトを栽培している。

北欧とは相違して、一定の日照時間が確保できる日本では大型の植物工場は太陽光型が中心であったが、最近では人工光型も登場している。一例として今年か

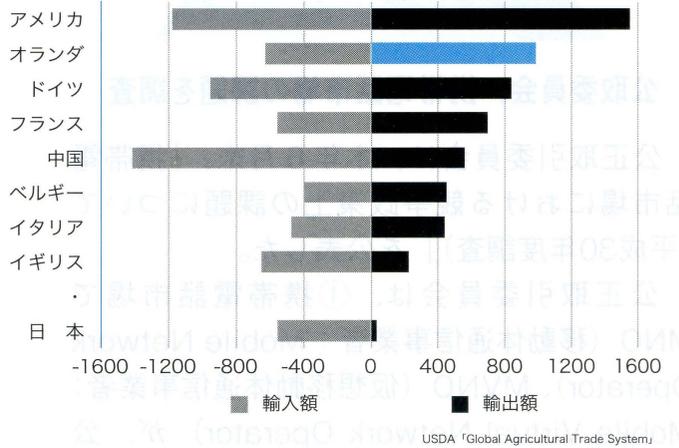
ら稼働しはじめたのがスプレッドという企業が木津川市に建設した「テクノファームけいはんな」で、四千平方メートルの建物内部でLED照明を使用して一日約三万株のリーフレタスを生産する計画である。

先進国家オランダ

このように日本でも次第に植物工場が増加してきたが、日本を技術でも規模でも大幅に上回っているのがオランダである。オランダの英語名称ネーデルラントは低地という意味であるように、最高地点の標高が三二メートルしかない平坦な国土である。そのため農地面積は広大で、国土面積は日本の一割程度でしかないが、農地面積は日本の四割にもなる農業大国である。

そのためオランダの農産物輸出額は農業大国アメリカの六割程度にもなる世界の最大の輸出大国である(図5)。オランダ以外の食品も輸出に課税されないEU域内に八割が輸出されている。もちろんオランダの食料自給比率は前述のように六七%でしかないから輸入金額も世界七位

図5 農産物の輸出額と輸入額（2014：億\$）

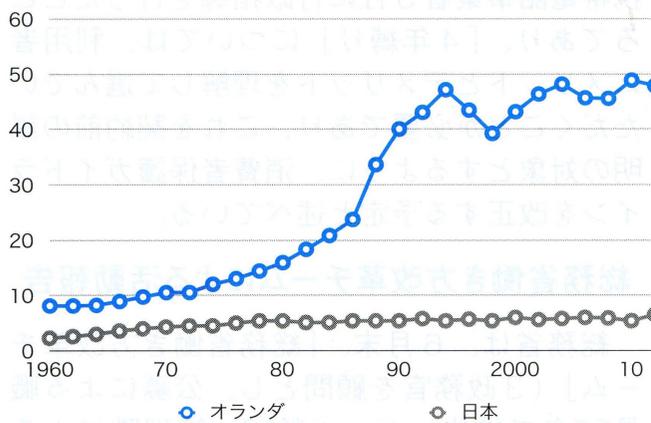


であるが、その差額の輸出超過金額も世界三位である。

しかしオランダが農業大国になったのは最近のことで、一九六〇年代に欧州諸共同体(E.C.)が成立して貿易が活発になって以後はスペインやギリシャなどの安価な農産品が席卷し、オランダの農業は市場競争に対抗できず弱体になっていった。そこで利益を獲得できる作物への転換と同時に、情報技術を駆使したスマート農業への転換を促進し、農業大国へ変貌したのである。

その対策の代表が植物工場であり、規

図6 トマトの生産能力（トン／10a）



模も壮大である。二〇一四年に安倍晋三首相が見学した植物工場はサツカーグラウンド二十八面分に相当する二十ヘクタールの面積で、外気の影響を回避するため地上からガラス屋根まで七メートルという広大な空間である。前述の現状では日本最大の「いわき小名浜菜園」でも半分の十ヘクタールであるから、オランダの規模が想像できる。

より重要な特徴は情報技術を駆使していることであり、温度、湿度、日照、二酸化炭素量などを時々刻々測定し、作物の生育に最適になるように環境を自動制

御するとともに、植物工場での栽培に最適の品種も開発している。その結果、単位面積あたりの収量はトマトで日本の八倍、キュウリは十一倍、ナスは十四倍にもなっており、初期投資を十分に回収できる状態になっている(図6)。

最近、日本でも種苗産業や食品産業などの農業関係だけではなく、情報産業の企業が植物工場に進出している。一例として電子産業を主業としている富士通グループは生産から撤退した工場の建屋を人工光型植物工場に転用し、本業の情報技術を駆使して葉物野菜が最適の成長をできるように環境を制御する仕事に進出し、海外にも展開している。

農業はこれまで一次産業に分類されてきたが、最近では素材を加工する二次産業や販売する三次産業に分野を拡張する六次産業を目指す動向にある。植物工場は農業ロボットを導入する二次産業との連携、制御技術を駆使する三次産業との連携を目指しはじめ、別途の六次産業へ展開している。これは冒頭に紹介したエコロジカル・フットプリント問題への解答を提供することにもなる。