

持続可能な施設農業と評価軸

酪農学園大学 家畜管理学

干場 信司

これまで農業技術は施設・設備・機械等の利用により、重労働からの解放と生産性向上を獲得してきた。しかし、21世紀に向けた農業技術を考える時、これまでと同様の「更なる生産性向上」という方式ばかりを追求することには疑問を感じる。なぜなら、これまでは施設化・機械化するに当たって、生産側のみを考えていればよかったが、これからは廃棄側をも考慮しなくてはならないからである。それは、わが国の気候・風土に適合した農業技術を実現させることだけではなく、根本的には、持続可能な農業を目指すことを意味している。すなわち、持続可能な範囲の見極めとその範囲における効率の追求が必要となる。

ここでは、このような視点に立って、以下の点について考えてみたい。

1. 施設農業の本来的存在意義と問題点
2. 評価軸の多様化の必要性
3. パッシブシステム
4. もう一度持続性を考える

1 施設農業の本来的存在意義と問題点

1) 本来的な存在意義

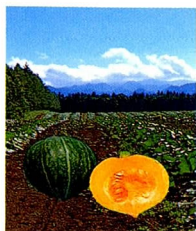
施設農業の本来的な存在意義は、①食料の確保と、②食料生産における経済性の向上にあると考えられる。①は、人間が必要とする食料の量が、自然のままの気象条件における農業生産量をはるかに上回っているために必要となっているものである。これは、例えば温室による作物生産のように、農業生産における時間的・空間的制約を緩和するという形になって表れている。また、②の中身は、高付加価値化および労働生産性・土地生産性の向上である。高度な環境制御による高級果物・野菜の生産や、機械の導入による集約的生産がその例であろう。

2) 現状における問題点

上述した①、②の存在意義は、現状として、どのようになっているであろうか。①の食料の確保は②の経済性に吸収されているのが実情であろう。また、②自体に関しても、工業に対する経済性の低さを根拠とした農業批判が強まる中で、極めて厳しい経済性の追求を余儀なくされ、施設農業はますます高エネルギー投下型になりつつある。農林業における燃料油消費量が1983年から5年間で約2倍に増加しており、その主な原因が施設園芸

牧草と園芸・平成7年(1995)11月号

目次 第43巻第11号(通巻513号)



極めて粉質が高く、おいしい北海道生まれの雪印交配かぼちゃ「ゆきこ」最近、作付が増えている

□アルファルファ根粒菌コーティング種子・ハイパーコート種子……表②	
■持続可能な施設農業と評価軸……干場 信司… 1	
■草地の環境保全的利用を考える —EU及びイギリスの取り組みから—……和泉 真理… 5	
□「沃野」による糞尿処理システムにおける 有機物分解および微生物叢の特色 ……リンドン F・キニョ… 10	
■「みゆき」かぼちゃという名称で独自ブランドを —北海道剣淵町の「ゆきこ」栽培事例—……入沢 裕司… 13	
□新・サイレージ用L型乳酸菌スノーラクトL・ラインアップ……… 16	
□雪印交配ハウレンソウ・レース4抵抗性品種………表③	
□〈雪印キルン方式〉堆肥発酵機・沃野………表④	

であることはこの傾向を示す一例である。全産業に占める農林業の割合も10年間で約2倍の7.8%になっており、燃料油から発生するCO₂による環境汚染を考えるならば、見過ごすことのできぬ問題である。

さらに、畜産施設に関しては、化石燃料消費量は少ないものの、膨大な量の畜産廃棄物の処理は環境に対する負荷（環境負荷）に極めて大きな影響を与えていると言えよう。

3) 「国際競争力」というプレッシャー

ここで、上述した経済性の追求の背景にもなっていると思われる農産物価格の国際比較の意味について少し考えてみたい。

農業生産物の内外価格差や国際競争力のなさは日本農業が批判される時最も引き合いに出されるポイントである。昨年暮れのガット・ウルグアイラウンドでコメの部分開放のみならず、乳製品の市場開放・関税化の受け入れが決定したこともあり、国際競争力の確保は以前にも増して叫ばれるようになってきた。

ところで、日本の酪農業の国際競争力は今後努力さえすれば勝ち取ることができるのであろうか。農業の経済効率の低さは工業の経済効率に対する低さとして、あるいは、外国農産物価格に対する日本のそれの高さとして論じられ、批判されることが多いようである。農業サイドに関して批判的となるのは、兼業率の高さ、経営面積の小ささ、農業の経営努力の不足、農政・制度上の問題あるいは農業研究と実際の農業との結びつきの弱さなどであり、その中には、我々も含めて、改善のために真摯な努力をしなければならぬことも多い。しかし、何か大事なことを忘れてはいないだろうか。日本の農業の経済効率の低さは、日本の工業の経済効率が高いことにその主な理由があると思われる。言い換えれば、日本農業そのものの経済効率が低いというよりは日本農業の経済効率の上昇に比べて、工業の経済効率の上昇がはるかに高かったことによると考えられる。その結果として、国民全体の賃金を高めることができたし、同時に、円が強くなり、対外円レートは急激に高まった。しかし、この工業の強さによってもたらされた円レートの高さが、相対的に日本の農産物の価格を

海外よりも高めたのである。円レートで計算した時の生産資材や賃金がいかに高くなるかは容易に想像できるであろう。この現象は工業が高度に発達すればするほど明確に表れる。

4) 農業と工業の相違

結局、日本における農業と工業の生産性の相違が内外価格差になって表れている、ということになる。内外価格差の張本人は、外にはなく内にいたのである。では、日本において農業は工業の生産性に追いつくことが可能であろうか。答えは「否」である。農業の生産性には限界がある。農業は《土→植物→動物（人間も含める）→土》と言う「円」の中で成り立ち、生成される廃物は循環されているのに対し、工業は《地下資源→製品》と言う「直線」的の流れであり、生成される廃物は環境に蓄積される一方で、資源には戻らない。農業においては、この循環を大事にすればするほど、あるいは、農業が農業であろうとすればするほど、時間的・空間的な制約が強まることになる。一方、工業においては、農業に比べて著しく小さい時間的・空間的な制約のもとで、製品に付加価値を与えることが可能である。したがって、生態系における生物循環を基本にしている農業が循環を無視して資源の使い捨てを基本にしている工業に経済効率で勝負をしようとしても、もともと無理な話なのである（干場、1992）。

5) 問題の根源

以上に述べたことを考えると、施設農業の持続性に関する問題の根源は施設や技術の評価が貨幣の経済性という単一の評価軸にあまりにも偏りすぎて行われてきたことにあると思われる。

2 評価軸の多様化の必要性

1) 貨幣の経済性

持続性を考慮したときに想定される評価軸とその特徴を表1および図1に示す。

まず、これまで技術の評価指標で最も重要視されてきたのは、何といたっても貨幣の経済性であろう。往々にして、経済収支（純益）が唯一の評価指標となることも、我々がよく経験するところである。多量の化石エネルギーを投入して生産する高品質果物の施設栽培などはその例である。今後と

表1 評価軸とその特徴

評価軸	貨幣	エネルギー	環境負荷	
			物質収支	エントロピー
要素	収支・効率	収支・効率	物質収支・効率	収支
好ましい状態	高収支(収益)	高効率	低負荷・低毒性	低蓄積量
最大の論点	収益性	化石燃料枯渇	環境破壊・毒性	熱死・物死
時間	短期	短期～長期	長期	長期

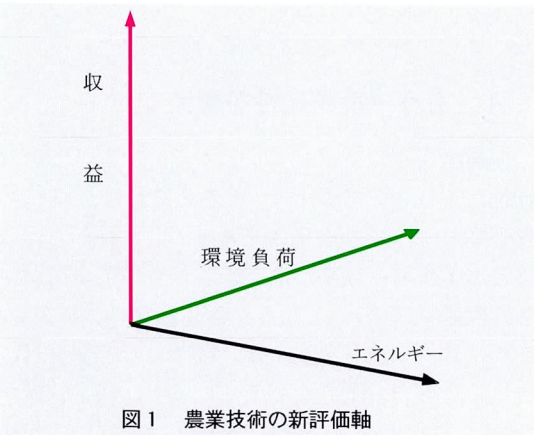


図1 農業技術の新評価軸

も、この指標が最も重要なものであることには変わりはないが、環境に対する負荷をどのように取り込んでいくかが、これからの大きな課題である。

2) エネルギー

エネルギーによる評価はオイルショックや石油賦存量の限界説などにより、徐々に注目されてきている。指標としては、一般にエネルギー効率(エネルギー産出・投入比とも呼ばれる)を用いることが多い。しかし、これには次のような問題点が含まれている。すなわち、ランニングのエネルギーだけが評価の対象となり、設備を作るためのエネルギーや「後始末」のためのエネルギーが無視されがちなことである。したがって、エネルギーによる評価は設備建設の段階から廃棄物処理までを含めてエネルギー収支をとる必要がある。

エネルギーによる評価の一つの事例として、2つの酪農生産類型(購入飼料型と自給飼料型)について総投入産出比を試算し、比較を行なってみると、設定条件にもよるが、単位エネルギーの牛乳を生産するのに要する化石エネルギーは購入飼料型が自給飼料型の約2倍であることが分かった。

3) 環境負荷

環境負荷の要素としては、物質収支や毒性が挙

げられる。物質収支に関する研究の例としては、三輪ら(1991)がわが国全体の窒素収支について報告しており、食糧自給率の低下に伴う環境への窒素流出増加の状況が示されている。

近年、植田(1992)は生命・環境を含む開放型の熱理論として「エントロピー論」を展開しており、系が持続するための条件は発生するエントロピーを廃棄し続けることのできる状態であるとしている。言い換えれば、エントロピーの蓄積がない状態であり、これは大気・水・養分の循環によって支えられていると述べている(図2参照)。植田の「エントロピー論」は物質エネルギーをも含んで展開されているが、エントロピーを汚れの量(質ではない)として表現可能であるとしており、ここでは環境負荷の評価軸として仮に位置づけた。この理論を用いて技術や生産システムを定量的に評価することは物エントロピーの定量的評価が困難なため十分になされていないが、長期的視点に立って技術の方向性を示してくれるものがある。エントロピーが増大する方向(自然が変化する方向)に沿って組み立てられた技術は持続的な物となる。貨幣やエネルギーによって、持続性が評価できないわけではないし、現実的には貨幣が人間生活にもっとも直接的に影響を及ぼしているわけであるが、そうであるがゆえに、なおさら持続性の視点を失いやすく、エントロピー論の意義もそこにあると考えられる。

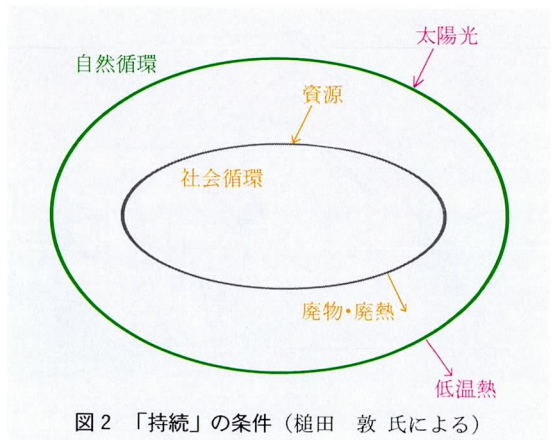


図2 「持続」の条件(植田 敦氏による)

3 パッシブシステム

持続的な施設農業の例として、パッシブシステムを挙げることができるであろう。これは「化石エネルギーを投入してすべてを人為的（アクティブ）に制御しようとしてきた現代科学技術に対するアンチテーゼとして提起されたシステム」であり、「自然環境および生物機能を高度に利用した農業生産システム」ということができるであろう。

パッシブシステムの事例を以下に示す。

1) アイスポンドシステム

Kowata et al. (1991) は図3に示すように、冬期間に素堀の池に厚さ3 mにもおよぶ氷を作り、その冷熱を春から夏にかけて利用しようというアイスポンドシステムを開発した。凍結問題で苦しめられていた寒さを逆利用し、しかも野菜の貯蔵の環境条件を満たすこの貯蔵方法はパッシブシステムの典型ともいえる。

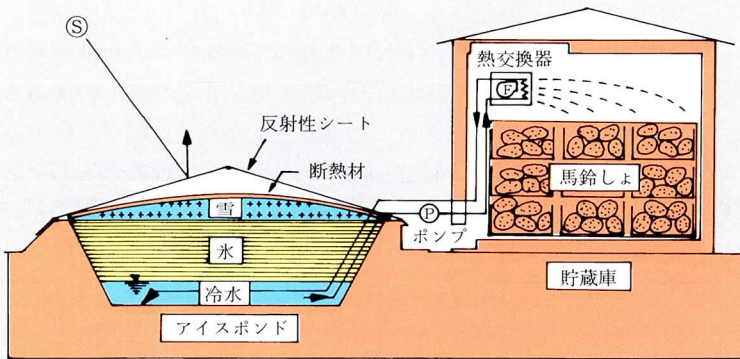


図3 アイスポンドシステム概念図 (小綿)

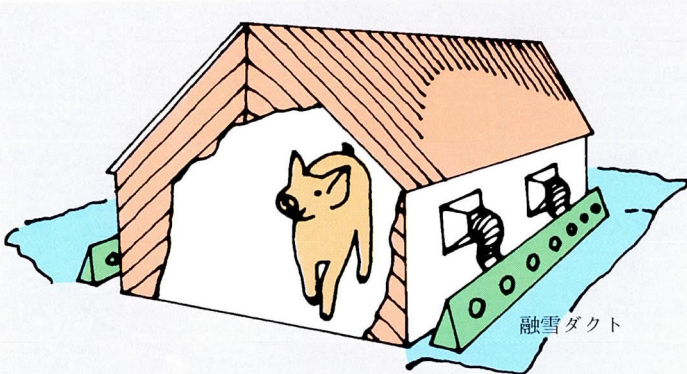


図4 豚舎からの排気熱による融雪 (佐藤)

2) 畜舎からの換気排熱による融雪

佐藤 (1991) は、これまで畜舎から屋外に捨てられているだけであった換気排熱を畜舎周囲の融雪に利用するシステム (図4) を開発した。分娩豚舎にこれを設置した場合、このシステムだけで除雪を必要としない状態にまで融雪できることが明らかになった。このシステムは、また、家畜から発生する顕熱を有効に利用しているという点でもパッシブシステムといえる。

4 もう一度持続性を考える

理想的なパッシブシステムを前述した3つの評価軸により考えてみよう。するとそれは、「3つの評価基準すべてを満足させるもの」、すなわち、「収益とエネルギー効率が高く、しかも環境負荷が小さい生産システム」となるかもしれない。しかし、これには少し注意を要する。往々にして我々は、自然の許容力の限界を越えていても、科学技術が

環境に負荷を与えないで生産性向上をもたらしてくれる、と考えがちであるが、果たしてそうであろうか？ これは永久機関への挑戦に等しいのではないだろうか。熱力学の第2法則に逆らうことはできない。循環と共生を基にして生産物を得る農業において、人間のみが満足のいく生産体系は存在し得ないであろう。

このように考えてみると、

理想的なパッシブシステムとは、「3つの評価基準が適正なバランスを維持しているシステム」ということができる。言い換えれば、自然の許容力 (浄化力) の限界を見極め、その中で最大の生産性を追求することによって、持続的農業生産が可能となるであろう。人間がすべきことは、限界内で循環がスムーズになるための適切な手助けをすることであり、これこそが「技術」とは言えないだろうか。