

バイオ・トラクター論を問う

来るべき牛耕の時代の再現に向けて、石油資源は永遠ではない

長野県農業大学校農学部教授 吉田太郎

牛耕から機械化農業へ

バイオテクノロジーが進んだ有機農業大国キューバではバイオ・トラクターの活用も進んでいる。だが、バイオ・トラクターと聞いて、トウモロコシやサトウキビを活用したバイオ・エタノール技術のことをイメージしたり、期待された方は残念ながらはずれだ。バイオ・トラクターとは、文字通り、生きたトラクターのことなのだ。一九九一年、カストロはこう激をとばした。

「われわれはすでに新たに十萬頭もの牛を飼育している。さらに何十萬頭もの牛を飼育中だ。なぜならば、土地を耕すのに必要だからだ。牛は労働生産性を向上させ、トラクターではやれない仕事をなすとげる。牛耕はキューバ農業の本質だ。変革は一時的なものではなく、全体的なものだ。たとえ、経済危機が終焉したとしても、キューバでは牛を使うやり方が終わることはないだろう」

カストロが牛耕への転換を叫ぶざるをえなくなった直接のきっかけは、石油不足でトラクターが使えなくなってしまうことだった⁽¹⁾。もともとキューバ農業では、伝統的に牛が主役を占めてきた。農業用に牛が導入されたのは今から五〇〇年も前のことで、サトウキビ産業の発展

で、一九六〇年には役用牛は五〇万頭もいた。反面、機械化は進まず、トラクターは九〇〇〇台、それも低馬力のものがあった⁽²⁾。

だが、一九五九年にカストロの革命政権が誕生すると、キューバは急に農業近代化を推進していく。米国から経済封鎖を受けてはいたものの、ソ連が国際市場価格の五倍もの高額で砂糖を買い支えたため、開発途上国としては場違いなほどの農業近代化が可能となった⁽³⁾。トラクター台数は一九七〇〜九〇年の二〇年間で一〇倍の八万五〇〇〇台に増え、パワーも四〇〜七五馬力と倍増した。基幹輸作物のサトウキビでは、収穫作業の六五%以上、搬出作業の九八%が機械化され、主食の玉米生産でもそれ以上の機械化が進み、機械化された農場では一〇〇〇haあたり二〜三台もトラクターがあった。無論のこと中南米では最高で、米国に匹敵するほどだった。機械化と反比例するかのようになり、使役牛は減り、九〇年には以前の三分の一の一六万三〇〇〇頭にまでなっていた⁽²⁾。小規模な農場でさえトラクターが配備され、たとえ所有していなくても、国营農場の従業員に作業を依頼できたり、使わない時期に借りることもできた⁽³⁾。牛を使うのは、小規模な協同組合農場や個人農家に限られていた⁽²⁾。

この変化をエネルギー的に見てみれば、一九六〇年時には農業エネルギー需要の六六・八%を牛やその他の家畜が担っていたが、機械化の進展で一九九〇年にはその率は八・三%まで低下していた⁽³⁾。一九八八年では国全体の石油消費量一〇〇万トンの四%に相当する四六万八〇〇トンの石油や石油製品を農業部門が消費していた。すなわち、キューバの近代農業は輸入石油を前提に成立していた。そこで、ソ連崩壊に伴う経済危機で石油やスペア・パーツが欠乏すると、一九九一年末には早くも一二%のトラクターが燃料不足で稼働できず、最終的には半分以上が動かなくなってしまうのである⁽²⁾。

石油ショックで国をあげて牛耕に逆もどり

一九九一年、政府はトラクター台数を大幅に削減するとともに、全国的に牛耕を復活させるプロジェクトを立ち上げる。雄牛が繁殖・訓練され、家畜専用の農機具が開発され、牛の操作法の訓練や鍛冶屋職人の養成が始まる⁽³⁾。一九九一〜九二年にかけ一〇万頭の牛が導入され、九三〜九五年にはさらに一〇万頭が導入⁽²⁾。頭数は九〇年時の二・五倍の三八万五〇〇頭にも増え、それが四万台のトラクターを代替した⁽³⁾。鍛冶屋の数も一九九〇年の五〇〇から九十七年には二八〇〇と五・六倍にもなった⁽²⁾。

では、具体的に牛がどのようにトラクターを代替したのか見てみよう。まず、使われている牛は主に次の三種である⁽⁴⁾。

ゼブ種、インド産。暑さに強いことで知られ、国营農場が肉生産用に輸入した。

F1種、ホルスタインとゼブ種^(注1)との配合種。乳生産と肉生産の両目的用に育種されたもので、ゼブ種の耐暑性をあわせ持つ。クレオール種、在来種で主に民間の農家が飼育してきた。

一九九一年以来、国は約四〇万頭もの訓練された牛や未訓練の子牛を販売してきたが、それはほとんどがゼブ種である。だが、現場の農家の多くはクレオール種^(注2)を好み、ある農家は、「ゼブ種はよく働くが、訓練が難しいし、操作者が変わると命令をきかない」と答えている⁽³⁾。

作業としては、耕起から畝立て、溝切り、除草、農産物の搬出とあらゆる場面で活用されている。例えば、鉄製のボトムプラウを用い、表土を砕く作業がある。プラウには様々な機種があり、二頭用の標準タイプ⁽⁴⁾の他、四頭が牽引する大型タイプもある⁽⁴⁾。ちなみに、牛は日本とは異なり、二頭がセットで使われている。輸送では一頭が荷車を引く場合もあるが、耕作作業は二頭(Yuntas)でなされる⁽⁵⁾。額には革製のパッド「Frontil」が取り付けられ、このパッドはキューバ以外では一般ではないが、現場の農家は、牛には快適で、それでもっと力が出せるようになるのだ、と考えている。伝統的な木製の鋤によるマメ、トウモロコシ、サツマイモ等畝立て作業や除草でも牛は活躍する。ただし、牛用の播種機はまだ普及しておらず、植え付けや覆土は、通常、手作業である⁽⁴⁾。

意外にメリットが多かった牛耕

このように、いまキューバでは農作業全般にわたって牛が活用されて

いる。また、機械トラクターの代替としてやむなく復活した牛耕だが、実際にやってみると次のような多くのメリットがあることもわかってきた。

(1) 機械と違って壊れない

キューバのトラクターは、大半が二〇年以上を経た年代モノで、頻繁に故障し、燃料や部品も不足している。家畜用のスピア・パーツや新たな器具も同じく不足しているが、トラクター用の器具よりは廉価で入手しやすい。動力源である飼も石油燃料よりは確保しやすく、結果として経済性も良い⁽³⁾。

(2) 高い汎用性

ある日にはバナナ畑を耕し、その翌日にはサツマイモ畑で除草と、農作業は日々変わるが、牛にはフレキシビリティがあり、柔軟な対応ができる。具体的には、「二頭の牛をつなぐ」「くびき」の長さを変えるのだ。例えば、トウモロコシやサツマイモ等の列間の耕作や除草は幅一・三mで行うが、トマトの列間除草の場合は一番広く二mに広げる。一方、播種前の整地を行う場合一番短く、三〇〜四〇cmとほぼ牛が密着して働くことになる。そして、プラウを鎖でつないで四頭にすればパワーも増やせる⁽³⁾。また一般に利用できるようになってはいないが、農業機械研究所は、作業に応じて長さを変えられるくびきも開発している⁽³⁾。

(3) 土壌保全

雨が降った後の水分を含んだ圃場ではトラクターはのめり込んで使

えないが、牛は使える。つまり、雨模様の天気では牛の方がリスクが少なく都合がよい。また、環境にもやさしい。牛耕に比べ大型トラクターでの耕起は五〜八倍も土壌にダメージを与えるという。研究によれば、程度の差こそあれ、キューバでは二五〇万haの農地が圧密の影響を受け、とりわけ、サトウキビでは土の圧密により収量が低下していたし、過剰な耕起は土壌浸食も引き起こす⁽²⁾。長年にわたってトラクターによる過剰耕作が行われてきたハバナ州では、土壌侵食や締め固めによる地力喪失が問題となっている⁽³⁾。加えて、ディスク・プラウやフラウ・プラウは、雑草を細かく粉砕してしまつたため、むしろ雑草を増やすという逆効果もある⁽²⁾。だが、牛は進む速度がゆっくりしているため、機械ほど深くは耕さず、土も締め固められない⁽³⁾。農業機械研究所と土壤研究所の技術陣は、土壌を反転させず、水平に雑草の根を切断できるマルチ・プラウも新たに開発している⁽²⁾。土は反転されるが、熱帯条件下では有機物含有量が急減するため、過度の反転は望ましくはない。一九九二年から新たな農道具の開発普及国家プログラムがスタートしたこともあり、それ以外にもボトムプラウや牛の牽引専用の荷車等が研究され、牛用の播種機、肥料散布機、噴霧器等の農器具の導入も奨励されている⁽³⁾。

牛耕普及の問題点

このように見ていくと良いことづくめのようだが、牛耕は様々な問題にも直面している。ひとつは窃盗だ。一組の牛の販売価格は約五〇〇ペソ(平均月給は約三三〇ペソ)とべらぼうに高いわけではないが、牛が盗まれないよう、多くの農場では夜間には家の近くの檻の中に鍵をかけた

り、見張りを行っている。窃盗のリスクから導入を躊躇する農家もいる。政府は、牛肉の販売を禁じ、盗んだ者には懲役三〇年、盗んだ牛を購入した者にも四年という罰則を科すことなどでなんとか問題に対処しようとしているが、肉が不足し闇市場で法外な値段で売れる中、各地で窃盗が後を絶たない。

また、これも経済危機と関連することだが、全般的なモノ不足も深刻だ。危機も幾分緩和され、燃料や輸入資材もある程度は利用できるようにはなってきたているものの、全般的に資材は不足している⁽³⁾。牛耕用の農機具は、国営工場で製造されているが、鉄等の原材料は外貨で購入しなければならぬためコストダウンが図れない。新たに生産・販売されているものはごくわずかしかなく、前述した農業機械研究所が開発した新農具もほとんど普及していない。播種機の開発も遅れている。いくつかの州では、鍛冶屋も炭等の原材料を得ることに苦慮している。つまり、中古の機器を修理したり、スクラップ資材を再利用してやりくりしているのが現状なのだ。

キューバで使われている農器具は頑丈で、機能的で長持ちし、修理もしやすい。だが、かなりかさばり、ハローやカルチベーターも他の熱帯諸国のものよりも重い。これも、もともとトラクター用の廃品を利活用しているためなのだ⁽⁴⁾。キューバの雄牛は体重が五〇〇キロを超すほど大型で⁽³⁾、力が強く、この重さは問題にはなっていないが、今後、牝牛を使ったり、女性が利用するには、もっと軽い農器具の開発が必要だろう⁽⁴⁾。

第三は人々の意識の問題だ。キューバでは、男女平等や女性への教育

機会が法的に保障され、他の開発途上国よりも格段に恵まれている⁽⁴⁾。だが、マチスモと称される男性優位の文化的な伝統が根強くあり^(3,4)、男性は農作業、女性は家事という役割分断が明確だ。牛の利用においてもそうで、女性は餌をやることはあっても、自分で扱うことはない⁽³⁾。加えて、農家が牝牛を使いたがらないのもマチスモの文化の影響である⁽⁴⁾。世界的には、アジアでも使役牛の多くは牝だし、ヨーロッパでも牝牛である。小規模な農家からすれば、家畜飼料も沢山いらす、ミルクを出したり、子牛を産む等のメリットも多い。おまけに牝牛は、肉の価値が低く盗まれるリスクも少ない。だが、キューバでは文化が牝牛普及のネックとなっているのだ⁽⁴⁾。

速やかな牛耕転換が成功したわけ

牛を扱う農民と牛との絆は強く、愛情に満ちている。そして、ほとんどの農家は牛の扱い方を若いときに父親や親戚から教わっていた⁽³⁾。牛耕は完全に滅びたわけではなく、小規模な協同農場や個人農家、品質を重視するために手作業が残ったタバコ農場では使われ続け、伝統的な知恵やノウハウが保有されていたことが不幸中の幸いだった⁽²⁾。だが、なんといつても、大規模な家畜トラクターへの転換で最も重要な役割を果たしたのは、政府が一九九一年に導入した家畜トラクター・プログラムである⁽³⁾。

現場で実践するには、農家、農場管理人、農業技術者を教育することが必要だ。農業省と砂糖省は、試験研究機関のネットワークを構築し、高等教育省や科学技術環境省も牛耕を支援した⁽²⁾。

キューバは教育が充実しており、五十年の大学教育や「polytechnics」と呼ばれる農科短大もある。一九六〇〜九〇年までは大規模機械化が重視され、牛耕は「古臭いもの」とみなされ、教育上も無視されてきた。だが、今は、牛耕が授業に組み入れられ、研究でも牛耕が重視されるようになったのだ。さらに、大学には、すでに卒業した学生が短期間復学し研修しなおす「社会人コース」があるのだが、ハバナ農科大学では牛耕コースが設けられた⁽³⁾。

キューバではテレビも重要な普及媒体となっている。多くのラテンアメリカ諸国と比較し、テレビの普及率は高く、調査によれば六四%の農業者がテレビを所有している。見ている人の割合はさらに多く、テレビで新しいやり方を知り、取り組んだ農家もいる。だが、実際に成功している実例を目のあたりにすることが最も啓発につながる⁽⁴⁾。牛耕は現場で実演され、農家から農家へと技術を伝えることで普及していった。農省によれば、一九九七年だけで二三四回ものイベントが実施されている。うち一八一八回は農場においてであり、六万四〇〇〇人が参加している⁽²⁾。

研究者や技術者は「農民たちが意識改革するには時間がかかるのではないか」と考えていた。だが、実際に現場には優秀な農家が多くおり、新たな農法が、技術的、経済的で社会的にも有益だとわかると、直ちに新しい状況に順応していったのである⁽⁴⁾。

大規模農場でもトラクターを十分に補充

たしかに、トラクターはパワーもあり、作業効率も良く、牛のように

休む必要もない。だから、部品が手に入る限りは、牛よりも速く仕事が進む。また、牛耕ではトラクターよりも多くの労力も必要になる。そこで、土が締固まり硬いときの最初の砕土ではトラクターの方が好まれる。人手が足りず労力が少ない場合もトラクターが併用される。

だが、牛耕は、キューバにあるすべての農業組織(UBPC、CPA 協同組合、CCS 農場、国营農場)でトラクターと併用されている。農場規模による差はなく、それ以外の開発途上国のように、小規模農業の手作業を補充しているわけではない。大規模に圃場整備された機械化農業を十分に補充しているのだ。

小規模な農場では家畜と人力だけで十分だが、中規模・大規模農場でも、あらかじめ機械トラクターが作業を終えると、次は牛が登場している。軽作業や二次耕作、除草では、燃料代が節約できるため、牛耕の方が広大なサトウキビ農場においても経済的なのである⁽³⁾。さらに、牛は農村部での交通や輸送でも欠かせず、木材の搬出や水、収穫物の輸送にも活用されている⁽⁴⁾。

環境保全と参加型の技術開発へ

牛は、スローだ。だが、燃料の節約、雇用、環境面で総合的なメリツトがある。今後、経済状況が改善したとしても、カストロが言うようにトラクターを補充し、使われ続けていくであろう。農省の官僚や技術者、大学の研究者は、いまだに近代農業の発想から抜け切れず、牛耕を後退だとみなしている場合が多い。米国の経済封鎖が最終的に撤廃され、景気が回復すれば、牛耕は重要ではなくなると考えている。だが、現場

の農家の方が、エコロジーや有機農業との補完性から関心をいただいている。

前述したとおり、牛耕は環境面からみても重要である。ブラジルでは、畜力を用いた保護耕作システムが進み、家畜が牽引しつつ、マルチ用に植物をせん断する回転カッターや播種機が広範囲に導入され、かなりの土壌改善に成功している。

農家の規模が小さく、傾斜があるため、トラクターをいにくい山地や丘陵地でも重要だ。丘陵地では土壌浸食が深刻で、表土を保全するには、アグロフォレストリーやテラス栽培、不耕起・減少耕作等の手段が必要とされているが、牛耕はこうした環境にやさしい農法の一助になる。事実、中米やボリビアでは、軽量のプラウ、播種機を用いた畜力農法で食料増産と環境保全に成果をあげている⁽⁴⁾。そして、ホンジュラスやボリビア等が牛耕導入で成功をおさめたのは、技術開発のプロセスで農家を研究者の対等のパートナーとみなす「参加型の技術開発」が鍵だった。実際に農家が使ってみなければ、地元条件に最適な設計・デザインはなされない。キューバはこの点、研究者の技術水準は高くても、ソ連型社会主義の影響を受けてきただけに、参加型の技術開発面への取り組みが遅れている。農業機械研究所が参加型の技術開発という概念を持ったのもごく最近のことだ。とはいえ、今では、海外の大学や国内のNGO、キューバ畜産協会との共同研究の結果、全国家畜トラクター・ネットワークも立ち上げられている。今後は、さらに農民参加型の手法を開発していく必要がある⁽⁴⁾。

終わりに

世界各地で石油探査に携わってきた地質学者、C・キャンベルによれば、人類は二〇〇四年に地球上の石油の半分を使い切ってしまったという。つまり、後は年々減る一方になるとのことだ。価格は高騰し、いずれ、これまでのようにふんだんには使えなくなることだろう。キューバは、ソ連崩壊と米国の経済封鎖という特殊な政治事情によって、いずれ迎えるピーク・オイル時代をいち早く、国家レベルで経験してしまったにすぎない。そして、国家プロジェクトとして機械化農業からバイオ・トラクターへの転換の成功という他に例がないユニークな事例を提供してみせた。

整然と基盤整備された圃場をゆっくりと歩んでいく牛の群れ。現地で見にしたこの光景こそが、ピーク・オイル後の世界を象徴しているのではないだろうか。

日本では輸入石油を前提に、規模拡大や大型圃場整備が進められてきた。そして、市場原理の導入を、国際競争力に負けないさらに安い農産物を、という消費者の掛け声に押され、さらなる規模拡大が求められている。だが、キューバのように石油輸入が突然途絶してしまったらどうなるのだろうか。全国各地の大型トラクターのほとんどは鉄屑と化してしまうだろうし、自然の流下を無視してポンプで水を汲み上げた大規模水田にも水はこなくなってしまうだろう。

今、日本の農村には、農耕用の家畜はほとんど飼われていない。いなどころか、そのノウハウすら忘れられている。頭数を増やす必要に迫られたとしても、相当な年月がかかるだろう。加えて、キューバの場合

は一一〇〇万ヘクタールの国土に、一一〇〇万人しか住んでいない。土地資源ではゆとりがあるため、こと飼料作物に関しては家畜トラクターの制約要因とはなっていない。だが、例えば、米国の場合、研究者の試算によれば、一九八五時点で米国におけるトラクターの総動力を馬でまかなうとすると、一九一〇年代の一〇倍、少なくとも二億五〇〇〇万頭の馬を飼育しなければならず、そのためには現在の二倍の三億haが必要となるという⁽⁵⁾。つまり、家畜の飼料用耕地は人間の食料用耕地と競合する。まして、人間の食料がバイオ・エタノールとして、自動車の食料に転換されている時代である。米国のバイオ・エタノール戦略でトウモロコシ価格は高騰し、メキシコでは主食のトルティージャの値段が急騰し、デモすら起きている。

食料が、エネルギーか。バイオ・エタノールを取り巻く大問題に対し、まぎれもなく前者であると今年三月にいち早く批判してみせたのは、昨年の七月以来、病床にふしているカストロだった。

「わが国では、アルコールの生産に使われるであろう大地は、人民のための食料生産や環境保護に使われる方がよいのだ。豊かであるか、貧しいかにかかわらず、世界のいずこの国も、すべての白熱電球を蛍光球に取り替えるだけで、何兆ドルもの燃料を節約できるだろう。それは、キューバでは国内の全住宅地域でやったことだ」

カストロの痛烈な批判は、実践を踏まえているだけに妙に説得力がある⁽⁶⁾。

故吉村明さんの名作に「零式戦闘機」がある。ゼロ戦は、当時の欧米の技術水準を遥かに凌駕する超ハイテク戦闘機だった。なればこそ、旧

日本海軍は広大な太平洋戦線の制空権を握ることができた。だが、作品の後半では、この零戦が飛行場まで馬で運ばれていくシーンが登場する。当事の日本にはきちんとした舗装道路網がなく、雨が降れば泥沼と化す悪路を搬送するには、平安時代とあいもかわらぬ「牛車」や「馬車」というローテクに頼らざるをえなかったのだ。食料事情が悪化する中、十分な餌すらもらえず、最新鋭のハイテク戦闘機を必死で牽引していく瘦せ衰えた牛馬たち。このチグハグな風景は、当事の日本の工業力の限界を露呈してあまりにも痛ましい。だが、この半世紀も前のこの風景は、ピーク・オイル時代を迎える中、いずれまた再現してしまうのかもしれない。

【参考文献】

- (1) Henriksson M and Lindholm E, The use and role of animal draught power in Cuban Agriculture: a field study in Havana Province, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden Minor Field Studies, 2000.
- (2) Paul Starkey and Brian Sims, Animal traction in Cuba: an overview of survey results, issues and opportunities, 2003.
- (3) Arcadio Rios.et.al, Mechanization, Animal Traction, and Sustainable Agriculture,2002.
- (4)日本における農業とエネルギー - 21世紀の食料事情を考える -,アントニー F.F. ボーイズ, 2001.
- (5) Fidel Castro, Foodstuff as Imperial Weapon Biofuels and Global Hunger, March 31, 2007.
- (6)拙著「有機農業が国を変えた」コモンズ,2002 .

【固有名詞】

ボトムブラウ(arado Americano)

木製の鋤(arado criollo)

マルチ・ブラウ(multiarado)

農業機械研究所(IIMA=Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria)

マチスモ(machismo)

保護耕作システム(conservation tillage systems)

キューバ畜産協会(ACPA=Asociación Cubana de Producción Animal)

全国家畜トラクター・ネットワーク(RECTA=Red cubana de tracción animal)

【注】

- (1) ゼブ種(スペイン語では Cebu)。背中に瘤があるのが特徴で熱帯各地では一般的である。
- (2) クリオー口種(スペイン語では Criollo)。文字通り在来の意味。ただし、中南米には牛は在来種としては存在していなかったので 16 世紀にスペインが持ち込んだアンダルーザのことを在来種と称している。