

中国の食糧生産における 環境保全型農業の役割

蔣 高明・博文 文静

一．化学肥料に依存した集約的農業

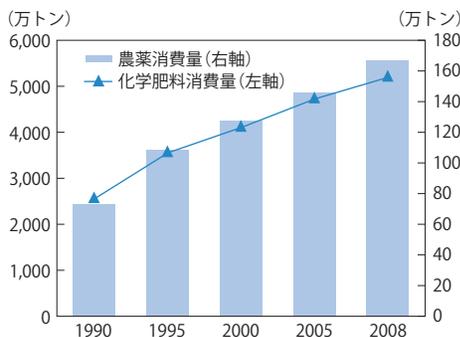
農業部スボークスマンの陳萌山によれば、二〇一〇年の中国の食糧（訳者注：原語は「糧食」、三大穀物にマメ類、イモ類を加えた中国独特の主食概念）生産量は五億四六四万トン、前年比で二・九%増加した。中国は過去半世紀で初めて七年連続の増産を記録したこととなり、四年連続で五億トン以上の安定的な生産を維持している。二〇一〇年の中国の食糧作物面積は二六億四八〇〇万ムー（一ムーは一五分の一ヘクタール）、前年より一三二九万ムー増加しており、一ムー当たり平均収量は三三・五キロに達した。この記録は中国の農学者たちを大いに喜ばせることとなった。彼らは得意気に「中国は世界の七%にも満たない耕地で世界人口の二〇%を養っている」と宣言した。

しかし、中国農業が高い生産力を生み出すために支払うべき環境

への代償は莫大なものである。中国の化学肥料、農薬の年間消費量はそれぞれ五二三九万トン（世界全体の三五%）、一六七万トン以上に達している。人口が多く相対的に土地の少ない中国では、食料安全保障のために政府が高収量品種の導入、多毛作の奨励、灌漑システムの改善、化学肥料の投入など一連の食糧増産政策を採用してきた。化学肥料の消費量は、一九五〇年代の一ヘクタール当たり四キロから二〇〇七年には四四三キロへと飛躍的に増加した（図1）。

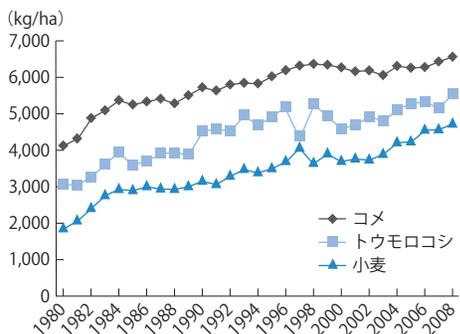
化学肥料の多投入が農家の労働量を削減し、収量の増加に貢献したことは疑うまでもない。農業科学院南京土壤研究所の朱兆良院士の研究によれば、一九四九年から九八年までの期間の食糧の年間

図1：中国における化学肥料と農業使用量の変化（1990～2008年）



(出所) 参考文献⑥。

図2：中国におけるトウモロコシ、小麦、コメの単収の変化（1990～2008年）



(出所) 参考文献⑥。

(注) 図1と併せると、1995年以降化学肥料の使用量の増加に対し単収はほとんど反応していないことがみとれる。

収量と窒素肥料の投入量の相関係数は〇・九七七に達していた。ところがその後化学肥料の投入量が増加し続けたにも関わらず、食糧の単収の伸びは鈍化した（図2）。一九九七年まで化学肥料の自給が可能であったが、二〇〇五年には消費量が三〇〇〇万トン近く（一九六〇年の約五五倍）まで増加、二〇一〇年には五四六〇万トンに達している（参考文献①）。中国

はいまや単位面積当たり化学肥料施用量の最も多い国であり、窒素肥料施用量はアメリカの三倍、フランスの一・五倍、ドイツの一・六倍である。

化学肥料の過剰投入は、作物の窒素吸収量を高めるわけではない。例えば江蘇省の水稲の窒素吸収率は一九・九%、山東省の小麦では一〇・〇%程度である。中国では毎年不適切な施肥により一〇〇万トン以上の窒素が農地以外の環境へと流出し、経済換算すれば三〇〇億元もの損失を発生させている。化学肥料に依存した中国の現代農業は、自然環境の悪化、健康への被害という深刻な課題に直面している。

二. 中国農業が支払うべき環境への対価

中国人民大学の温鉄軍教授の研究チームが北京市、山東省、陝西省等の二〇県で六〇〇以上のサンプルを用いて行った研究によれば、二〇%以上の地下水が国の飲用水の安全基準（八九ミリグラム／リットル）を超える硝酸塩を含む有しており、四五%の地下水が先進国の飲用水基準を超過していた。過剰な窒素は湖沼や河川、沿岸海域の富栄養化をもたらし、アオコの発生、魚類をはじめとする水生動物を窒息させ、同時に赤潮を引き起こす可能性もある。過剰に投入された窒素肥料は地球温暖化ガスを大気中に放出する。また、過剰施肥は地力を低下させるため、長期的に食料安全保障に負の影響をもたらす。農薬の過剰投入による残留農薬も環境に対し大きな損失を与える。

わずか三〇年の間に中国農業は化学肥料、農薬、除草剤、各種の添加剤、農業用マルチフィルム（以下、「マルチ」）の大量投入を必要とする工業的な性格へと変貌し、深刻な土壌汚染を引き起こした。国土資源部、環境部によれば現時点で中国の汚染された農地面積は一億五〇〇〇万ム、農地面積全体の一〇%にも達しているという（参考文献②）。汚染された農地は

経済の発展した地域に集中している。一九九七年に発生した土壌汚染に関わる事故は農業部が把握しているだけでも一〇五七件、経済損失は一億五〇〇〇万元に達する。

化学肥料による直接的な環境汚染以外に、水不足のため化学物質を含んだ工場や鉱山の排水を灌漑に利用することで発生する間接的な汚染問題もある。このような「汚水灌漑」は三二五〇万ムに達する。現在全国の七割の河川が汚染され、四割が基本的な経済的機能を喪失し、都市部を流れる河川の九五%が深刻な汚染を受けているといわれる。世界銀行、中国科学院、中国環境部の行った試算によれば、中国は毎年環境汚染によってGDPの一〇%を失っている（参考文献③）。

マルチは現代農業における最も環境負荷の高い発明品の一つである。農家は一時的な収量増加に気を取られ、マルチが土壌中に残留するという問題に思い至らない。有機肥料やワラを使って土壌を豊かにする伝統的な農法を放棄し、マルチで農地を覆うことで保温、保水、雑草や害虫の防除も容易になる。一見このような農法は万能に見えるが、環境に与える損失は大きい。農地の生態的な機能が「死ぬ」ことになれば、「二トトリを殺

して卵を取る」ことになりかねない。河南、河北、山東省の農村では農地一面が白いビニールの膜に覆われ、農地、水路のみならず、道路や農家の庭先にまで使用済みマルチが捨てられている風景（「白色の恐怖」と呼ばれる）を見ることができる。中国では毎年約五〇万トンのマルチが土壌中に残留しているといわれ、残留率は四〇%に達する。残留マルチは土壌中に一五〜二〇ミリの不透層を形成し、耕作を困難にする。一部の勤勉な農家はマルチを土壌中から掘り出し、野焼きを行う。良い解決法に思えるが、この行為は不完全燃焼によつて発がん性物質のダイオキシンを発生させ、農家の健康を蝕み、周辺の大気を汚染している。

三. 高リスク食品がもたらす健康被害

土壌汚染による初期的な損失は農産物の生長が阻害されることによる収量の減少、あるいは無収穫である。しかし、より深刻な問題は有毒物質が作物に吸収された後食物連鎖を通じて人体に入り、体内で蓄積され様々な疾病を引き起こす食品汚染である。例えば、工業排水にしばしば含まれる重金属のカドミウムは猛烈な毒性を有している。土壌中のカドミウム含量が低く作物の生長に何ら障害をも

たらさない場合においても、作物の実に部分にカドミウムが蓄積され、人体に危害をもたらす可能性がある。土壌一キログラム当たりのカドミウム含有量が一ミリグラムを超過すると、その土壌で生育したコメに含まれるカドミウム含有量は、一キログラム当たり〇・二ミリグラムの国家衛生基準を超過し、いわゆる「カドミウム米」となる。「カドミウム米」を摂取した人には「イタイイタイ病」と呼ばれる症状があらわれる。患者はまず腰、背中、膝などの関節に痛みを生じ、それが徐々に全身へと広がる。数年後には骨格が變形して背が縮み、激痛に見舞われるようになり、最終的には呼吸が困難となつて手の施しようがないまま死に至る。

土壌汚染に留まらず、近年直接的な化学物質の食品への使用が問題となっている。一連の耳慣れない化学物質名―例えば牛乳や鶏卵に含まれたメラミン、食肉の赤身増強剤「瘦肉精」や抗生物質、コメに含まれたアフラトキシン（一種カビで強い発ガン性をもつ）、小麦粉の漂白用の過酸化ベンゾイルや臭素酸カリウム、鶏卵の赤みを増すための着色剤スーダン・レッド、魚介類の養殖で抗菌剤として用いられるホルマリンやニトロフラン、養殖カレイから検出さ

れた抗菌剤のマカライト・グリロン、タウナギ養殖で成長ホルモン剤として用いられた避妊薬、金華ハムに含まれていた殺虫剤ジクロルボス(DDVP)などが、次々に明らかとなる食品安全に関わる事故のなかで公に知られるようになるのは、全く受け入れがたい事実である。

人類はこうした危険な食品によって、すでに健康に対する大きな代償を支払ってきている。WHOが指摘するように、毎年世界で三〇〇万人以上が農薬中毒にかかっている。長期間農薬に接触し続けることでガンに罹患したり、新生児の発育不良や神経系統の重篤な疾病が発生している。また、世界の飲用水汚染の主要な原因は農薬による汚染である。アラル海沿岸では、一九六〇年代から無計画な耕作と化学肥料の過剰投入によって本来の肥沃な農地が完全に破壊された。一五年間でこの地域のチフス発病率は二九倍、細菌性肝炎が七倍増加した。また、心臓・血管障害、胃および十二指腸潰瘍の罹患率が一〇〇%、早産の発生率が三二%増加した。一九八一年から七七年の各種疾病の罹患率および死亡率は肝臓ガンで二〇〇%、咽頭ガンで二五%、食道ガンで一〇〇%、若年性悪性腫瘍で一〇〇%上昇している(参考文献④)。

四 環境保全型農業は食料安全保障と食品安全を実現できるか

では、どのようにすれば安全な食品の生産が可能となるだろうか。生産段階においては、土壌が食品の安全を保証する最も重要な基盤となる。土壌が化学物質や重金属で汚染されれば、食物連鎖を経て必ず最終的に人体に入る。現代農業における大量の化学肥料、農薬、マルチ使用は環境を破壊するだけでなく、農地を劣化させる。土壌中の栄養素が欠乏すれば農産物の品質も低下し、人の健康維持にも悪影響が出る。

化学物質に依存した農業への反省を経て、環境保全型農業に世界中の期待が向けられるようになった。環境保全型農業とは自然界の物質循環を活かし、農地を保護しつつ農業資源を適切に配分し、農業全体の生産効率の向上を追求するものである。環境保全型農業は耕種と畜産部門から成り、主に有機肥料を用いて土壌を肥沃化することで農産物の品質を高める。土壌は作物の栄養源であるから、土壌の安全を保証することによって初めて食品の安全も確保できる。食糧の生産性を向上させる方法はいくつかある。ひとつは高収量品種の導入で、「ハイブリッド米の父」と呼ばれる農業科学院の袁隆平院士のように水稻の単収を増

加させ、一定の面積でより多くの人口を養えるようにする方法である。もうひとつは「大糧食」方式である。中国科学院の植物生態学者、候学煜院士は、一九五〇年代に全ての食品を穀物に換算するという「大糧食」概念を打ち出した。この手法では、例えば農業廃棄物のワラを畜産によって肉、乳製品などの食物に換算可能として計算する。

単一化された農業は持続的でなく、家畜、植物、微生物を有機的に結合させる必要がある。中国には古来「五穀豊登、六畜興旺」—すなわち五つの主要な穀物(コメ、ムギ、コウリヤンなど)が豊作で、六つの主要な家畜(ヒツジ、ウシ、ブタなど)が繁栄する—という成語があるが、祖先の知恵が込められており現代においても非常に示唆的である。我々の試算では中国全土で毎年約七億トンの麦・稲ワラが発生しており、仮にこれがウシの飼料として適切に利用されれば追加的に一億トン分ウシの体重を増加させることが可能となる。ウシ一頭から体重の約五四%が食肉として利用可能として試算すると、麦・稲ワラは五四〇〇万トンの牛肉に換算できる。さらにカロリベースで一キロの牛肉を穀物五キロ分に換算すれば二・七億トンの食料に相当し、ここから肥育期間

中に消耗する一億トンの食料を差し引くと、前記のワラを飼料として有効利用することは一・七億トンの食糧を生産するのに相当する。この他六〇億トンの草原を利用して食糧を節約する方法がある。以前少々粗っぽい実験を行った。草原で二ワトリを放し飼いにした場合、飼料なしでも一ムーの草原で少なくとも一羽を養うことができ、かつ草原には損失がない。この計算でいけば草原で三一・五億キロの有機鶏肉が生産でき、二ワトリの飼料を食糧に換算すれば一五八〇万トン分の節約となる。

前記のウシと二ワトリの例を合計すると一億八五八〇万トンの食糧を節約できることとなり、現在の食料生産量に加えて三八%食糧生産を増加させたのに等しくなる。どれほど優れた農業技術でもこれほど高い増収効果は期待できないだろう。このようにして増加した「大糧食」によって、中国人は十分に、しかもより健康的に食べるができるようになる。最後に遺伝子組み換え(GMO)技術による増産について若干言及したい。二〇〇九年一月二十七日に中国農業部は二種類のGMO米と一種類のGMOトウモロコシの認可を批准しており、これは中国が世界に先駆けて遺伝子組み換え作物を受容する道を進んでいるこ

とを意味している。遺伝子組み換え技術は、特定の作物の虫害、除草剤、乾燥に対する耐性を高めるという点では一定の効力を発揮する。もし遺伝子組み換え綿花が市場に登場すれば、数年は増産と農薬使用量の削減に貢献するだろう。ただし、長期的には遺伝子組み換え作物による利益は自然環境の悪化や人体への目に見えない悪影響によって帳消しとなるだろう。世界で最も人口の多い中国が遺伝子組み換え技術を導入して農産物の増産を図ることは「飲鳩止渴(毒酒を飲んで渴きをいやす、すなわち結果を考えず当面の救いを求めること)」に等しい行為である。

以上の理由から、食料安全保障および食品安全の問題は循環型の環境保全型農業基礎の上に成立しなればならない。このような農法では動植物の結合によって成立し、病虫害の防除もできる限り化学的な方法ではなく物理的・生物的方法で行う。家畜の糞尿を有機肥料として用いることにより、ひとつの独立した農業循環システムを形成することができる。

五、弘毅生態農場における環境保全型農業の実践

前述の理念を踏まえ、二〇〇六年に我々は山東省臨沂市平邑県に「弘毅生態農場」を設立し、周辺

の農家と共に環境保全型農業を実践している。現時点での実験結果によれば、一・一四キロのトウモロコシ粉に対し各一キロの綿実殻、ふすま、七キロのワラを混ぜた飼料で、体重換算で一キロ分の牛を養うことが可能である(飼料中の穀物比率は一一・二%)。実験では一頭の牛が七カ月で一六〇〇元以上の利益をもたらした。農場の牛の飼養頭数は二頭から一六〇頭に、協力農家は二五戸に増えた。放し飼いをしているニワトリは三万羽に達している。農場で捉えた害虫はニワトリの飼料にしている。牛フンのなかには吸収されなかった大量の栄養素が含まれているので、牛フンを使って黄粉虫とミミズを養殖し、ニワトリの餌にしている。卵は有機鶏卵として一キロ当たり二四元(市価は八・二



弘毅生態農場

元)で販売している。

四年間農薬や化学肥料を使用しなかったが、害虫がむしろ減少し地力が高まっている。我々はあらゆる生物の生存する権利を尊重し、無為に薬物で殺さない方針を取っている。有機肥料のみを使用した一ムー当たりの生産量はトウモロコシ五四七・九キロ、小麦四八〇・五キロに達する(一般の農法ではそれぞれ五〇〇キロ、四三〇キロ)。環境保全型農業は従来の農業に比較して六八%ものカロリーを追加的に生み出すことに成功し、畑の脇で燃やすほかなかったトウモロコシの茎を牛肉に変化させ、牛フンを動物性タンパク質へ、さらに鶏肉、鶏卵へと変化させ、有機肥料がさらに食糧の生産量を増加させる。このように一切化学物質や添加物を使わず、安全で栄養価の高い食品を生産できる。

六、結論

中国は一八億ムーの農地で一三億人を養わなければならない。同時に農村の面源汚染を科学的な手段で解決し、国際市場への過度の依存を避け、健康へのリスクを軽減しなければならない。そのため、環境保全型農業を軸とした産業としての農業を育成する必要がある。健全な環境のもと、健全な手段で食品を生産し、農家の就業

機会を確保することによって初めて都市と農村が共に繁栄できる。中国政府は農業資材ではなく環境保全型農業に関する事業を支援し、農家の生産意欲を高めるよう補助を増加させるべきである。

(JIANG Gaoming / 中国科学院植物研究所教授・BO Wenjing / 同修士課程、山田七絵記)

《参考文献》

- ① Jin Zhu 2011. "Use of chemicals 'threatens grain output'". *China Daily*, July 18.
- ② 唐君燕「二〇〇七」『我国一・五億畝耕地遭汚染』(『経済観察網』四月二三日付記事。
<http://www.eeo.com.cn/2007/0423/57786.shtml>)。
- ③ 蔣高明「二〇一」『中国生態環境危急』海南出版社、五七一六〇ページ。
- ④ 陳樹禎「二〇一」『有機和生態農業是未来中国農業發展方向』(『鳥有之鄉』
<http://www.wyxsx.com/Article/Class4/201107/248914.html>)。
- ⑤ 蔣高明・張宏良・鄭風田・薛達元「二〇一」『转基因粮食凶猛』長江文芸出版社。
- ⑥ 中国統計局「各年版」『中国統計年鑑』中国統計出版社。