

File No. 37

有機農業で世界の食糧をまかなえるのか？

有機農業は化学肥料や農薬を使わないので、農産物の品質がよくなり、農地や河川の汚染が少なく、環境への負荷を減らす持続可能な理想的農業だという論点は有機農業信奉者だけではなく、マスコミ関係者にも随分浸透された。マスコミの影響を受け、有機農業に共鳴する市民がたくさんいる。特に先進国では、有機肥料を使う無農薬の有機農業が環境保護とエネルギー削減の最適な方法であるという認識が流行っている。しかし、農業分野の研究者の間に有機農業が作物の収量減に直結して、世界人口の増加とそれに伴う増大する一方の食糧需要を賄えないことがほぼ一致している。

2012年5月世界的な総合科学雑誌ネイチャ（Nature, 485, p229–232）に有機農業と慣行農業との比較に関する研究報告が発表された。

この報告は、カナダ McGill 大学の Navin Ramankutty 教授、博士課程の大学院生 Verena Seufert 氏、アメリカミネソタ大学環境研究所主任の Jonathan Foley 教授が 1979～2011 年に発表された 66 件の研究論文を調査し、分析して得た結果である。分析に供した 66 件の論文は世界各国の研究機関が多くの土壌種類と作物の種類について有機農業と慣行農業に関する栽培結果である。また、ここでいう有機農業とは有機農業の認証を受けたものか有機農業の認証標準に従って栽培管理されているものに限定されたもので、世の中にいう「生態農業」、「減肥料減農薬農業」、「低投入農業（low-input agriculture）」、「自然農法」などを含まない。

この報告によれば、有機農業を実行したところ、果物や大豆、落花生のような油糧作物の収量は慣行農業のそれより 3～11%減少するが、小麦、トウモロコシのような穀物や野菜の収量は慣行農業のそれより 26～33%も減少する結果となった。また、土壌も有機農業の収量を影響する重要な因子である。弱酸性と中性の土壌（pH5.5～8.0）では有機農業の収量減少がやや抑えられるが、酸性やアルカリ性の土壌では有機農業の減収幅がさらに大きくなる。

先進国と発展途上国に於ける有機農業の結果も異なる。概して、先進国では有機農業の平均減収率が 20%であるのに対して、発展途上国では有機農業の減収率が 43%に跳ね上がった。

有機農業が慣行農業より作物の収量が減る理由としては主に次のようなものがある。

1. 有機肥料の吸収利用をコントロールしにくい

化学肥料とは、化学的に合成した肥料あるいは天然産出の原料を化学的または物理的な加工工程を経て作ったもので、無機物質がほとんどである。尿素、硫酸、りん安、塩化加里などはその代表的なものである。

有機肥料は動植物の排泄物と残骸などを原料として、そのままの形かまたは生物的または物理的な処理を行って作った肥料であるため、有機物質が主体となる。本邦の肥料取締

法では、大豆粕やナタネ粕のような植物油粕類、魚粉、骨粉類、加工家禽糞などは肥料公定規格に定められた普通肥料であるが、堆肥、米ぬか、家畜糞尿、下水汚泥などは有機物質が主体のものではあるが、公定規格がなく、特殊肥料に指定されている。

植物の根が吸収できるのはイオン態の養分である。微量のアミノ酸を直接に吸収することができるという研究報告もあるが、主流ではない。

化学肥料が溶解しやすいため、施用後、養分が土壌水分により溶解してイオンとなり、すんなりと植物に吸収される。一方、有機肥料は溶解しないものが多く、施用後、いったん土壌に生息している微生物によって分解され、無機化してイオン態になってから植物に吸収される。従って、化学肥料も有機肥料も含まれている養分が最終的に同じイオンの形で植物に吸収利用される。図1はその様子を示す。

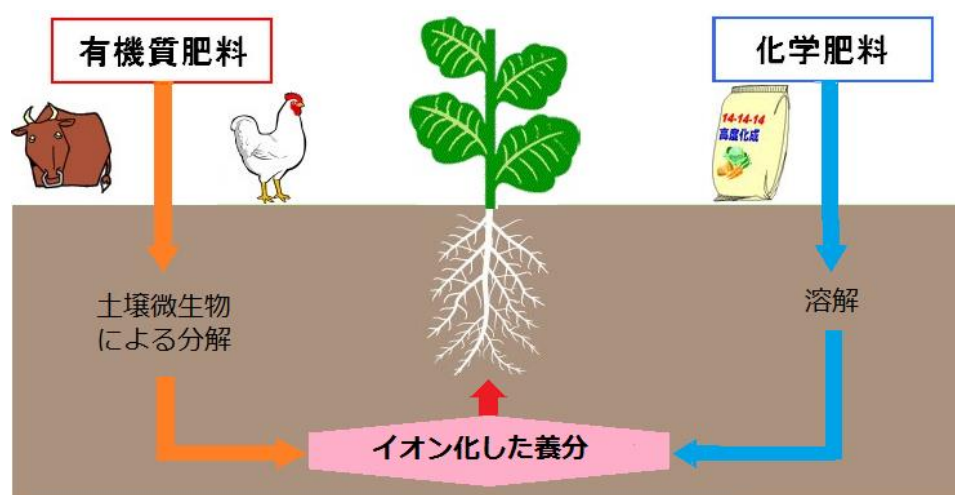


図1. 植物根による養分の吸収模式図

化学肥料がその成分と含有量がはっきりして、溶解性も良いため、作物の生育ステージと土壌の養分供給力に合わせて最適の施肥時期と施肥量を設定することができる。有機肥料は養分の含有量と状態が不明の場合が多く、土壌微生物による分解も気温・土温その他の土壌理化学性質に規制されて、分解速度を制御することがほぼ不可能である。従って、有機肥料は必要な時期に必要な養分を供給できない恐れがある。

2. 有機肥料の養分含有量が少ない

農業生産に於いて、作物が土壌から吸収し、収穫により持ち出された養分元素を土壌に償還し、土壌の養分を一定レベルに維持しなければならない。償還しない又は不十分の場合は、土壌が次第にやせていき、収量が減り、最終に不毛の地となる。養分を確実に土壌に返す方法は肥料の施用である。これについて本シリーズの「養分償還（施肥）の法則と収量漸減の法則」の篇に詳しく解説している。

10アール当たりの耕地に於いて、小麦が1作ごとに持ち出した養分元素は窒素 12.02kg、

りん酸 4.54kg、加里 14.84kg である。キャベツに至って、1年間を通じて数作も作るため、年間の持ち出した養分元素は窒素 27.24kg、りん酸 7.03kg、加里 29.11kg 上がった。

10アールの耕地から作物が持ち出した養分を償還するため、14-14-14の高度化成肥料を使う場合は、小麦では3~4袋(60~80kg)、キャベツでは6~8袋(120~160kg)で済む。発酵鶏糞を使うとなると、小麦では500~1,000kg、キャベツでは1,000~2,000kgも施用しなければならない。牛糞堆肥を使うと、さらにその倍以上の施用量となる(図2)。従って、良質の有機肥料の確保が大変困難であるうえ、運搬、保管、施用に人手もかかる。施用量が不足の場合は、土壌がやせていき、収量が減るのは当然のことである。

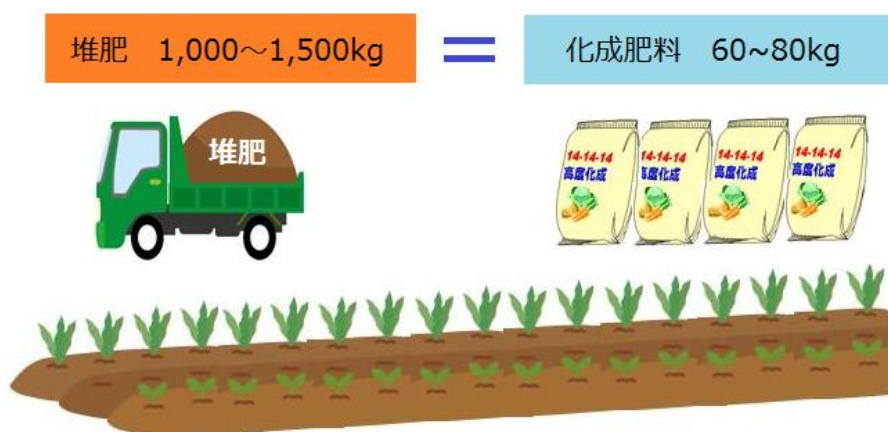


図2. 同じ養分量の堆肥と化成肥料の施用量比較

3. 有機肥料の品質が不安定

有機肥料のソースは産業廃棄物や生活廃棄物なので、原料、季節と処理工程により成分の変動が大きく、その品質を均一に保つことが非常に難しい。また、原料の排出元により重金属、病原菌、抗生物質、ホルモン類など有害物質の混入もよく見られる。劣質の有機肥料を使用することで、土壌を汚染する可能性も否定できない。

発展途上国に比べ、先進国では有機農業の平均減収率が低いのは、先進国の耕地では以前に施用された化学肥料の養分が残留されているほか、良質の有機肥料の入手が容易で、機械施用もできるためである。発展途上国では良質の有機肥料の入手と施用にかかる労力の確保が困難で、施用不足の場合が多く、その影響で減収率が高くなる。

4. 病害虫の被害増加

有機農業は農薬を使わないことで、収穫物に農薬の残留がなく、健康に良い、安心して食べられることを喧伝される。しかし、農薬を使わなければ、病虫害が発生する場合には対処する方法がなく、減収が避けられない。また、手作業で雑草などを除去するには限界があり、作物が雑草との競争に負けることも考えられる。

日本植物防疫協会に於いて1991年、1992年および2004~2006年に農薬を使わない試

験を実施した結果、ある程度収穫できる作物もあったが、収穫が皆無になる作物もある。病害虫による減収率は、小麦の例では平均 36%（最小 18%、最大 56%）、キャベツの例では平均 67%（最小 10%、最大 100%収穫なし）であった。また、日本植物調節剤研究協会では、1983～1986 年に野菜における雑草の被害についての解析を行っており、平均減収率が 30%に達し、雑草の存在で作物の収量が大幅に減少することを示した。

家庭菜園のように栽培面積が狭く、種類も単一ではない場合は、病害虫の被害が目立たないこともあるが、農家の栽培面積が大きくなればなるほど、また同じ作物を長い間連続して栽培をすればするほど病害虫による被害を受けやすくなり、農薬を利用して病害虫や雑草の防除が必要不可欠である。

他に有機農業を実施する場合の生産コスト、特に労力にかかるコスト増が無視できない。慣行農業を同じコスト感覚で有機農業を行うと、農作物を満足に管理できず、収量減が避けられない。

世界の人口は 2014 年に 70 億人を突破し、2050 年までに 90 億人に達すると予測されている。この膨大な人口を養うために現在でも 26 億トン以上の穀物（370～380kg/人・年で計算）が必要である。国連食糧農業機関（FAO）が発表した資料によれば、2008 年の世界穀物生産量が 22.27 億トンで、食糧需要には満たされていなかった。国連世界食糧計画（WFP）によると、現状でおよそ 7 人に 1 人（計約 9 億 2500 万人）が飢餓に苦しんでいる。化学肥料と農薬がなければ、穀物生産量が 20～30%減と仮定して、世界全体が飢饉状態に陥るのは疑義のないことである。

本邦の江戸時代を考えてみよう。江戸時代は鎖国していたから、食糧などがほぼ完全な自給自足で、町の人糞尿から山林の下草まで収集して肥料にするなど有機肥料の利用を徹底していた。それでも 3,000 万人以上を養えず、平均で 5 年に一度の頻度で飢饉があった。吉宗のいた享保時代から明治維新までの 150 年間、日本人口がずっと 3,000 万人に徘徊していた。即ち、有機農業だけでは本邦は 3,000 万人分以上の食糧を確保できない。明治 20 年（1887 年）の日本総人口が 3,900 万人、農地面積 464.6 万ヘクタールであったが、2014 年の総人口が 1 億 2600 万人に達して、農地面積 451.8 万ヘクタール（荒廃農地と耕作放棄地約 70 万ヘクタールを含む）で、食料自給率（カロリーベース）が 39%であった。単純計算すると、2014 年現在の国内農業だけでは約 5,000 万人を養うことができる。即ち、現代の慣行農業が有機農業より食糧を約 20%多く確保できるわけである。

従って、現代科学の成果として、化学肥料と農薬をうまく使い、生産性を上げ、さらに農産物の品質も肥料と栽培技術の工夫により高くするのが現代農業の本質と必然の道である。