

エコファーマーと家畜ふん堆肥

一般財団法人 日本土壤協会 専務理事

猪股 敏郎

環境保全型農業の担い手であるエコファーマーは近年増加してきており、平成25年3月現在で都道府県の認定件数は20万1千件となっている。エコファーマーになるための認定要件の一つとして堆肥等有機物資材施用技術が入っている。こうしたことからエコファーマーの多くは堆肥を利用している。

当協会では数年前に減農薬・減化学肥料栽培している農家の堆肥利用について全国調査を行ったことがある。これによると家畜ふん堆肥について品質上の問題を指摘する農家が多く見受けられた。また、堆肥の利用においては主に土壤改良目的で堆肥を利用している農家が多かったが、

栽培作物の種類によっては肥料効果も重視していることがわかった。今後、こうしたエコファーマーのニーズに沿った堆肥の生産や製造した堆肥の利用上の留意点等の情報を提供していくことが循環利用を促進していくために重要であるので、そのための課題や対応について述べてみたい。

1. 堆肥循環利用の課題

堆肥を利用推進するための課題としては、図1のように堆肥生産、流通、利用の各段階においてあり、ここでは、堆肥生産と利用場面における課題と対応を述べる。



図1 堆肥を利用推進するための課題

2. エコファーマーのニーズに沿った堆肥生産

(1) エコファーマー等が重視する堆肥品質

堆肥を選択する場合の重要項目としては腐熟度、取扱性、肥料効果、土壌改良効果、価格などがある。そのほか、野菜農家を中心に土壌病害の被害が大きくなってきており、その抑制のため土壌微生物多様性の向上を期待して堆肥利用している農家も多く、そうした農家は堆肥の微生物性を重視している。

堆肥の品質について腐熟度、取扱性は多くの耕種農家に共通して重視されるが、肥料効果、土壌改良効果は作物の種類や土壌養分の蓄積状況によって重視度合い

は異なってくる。

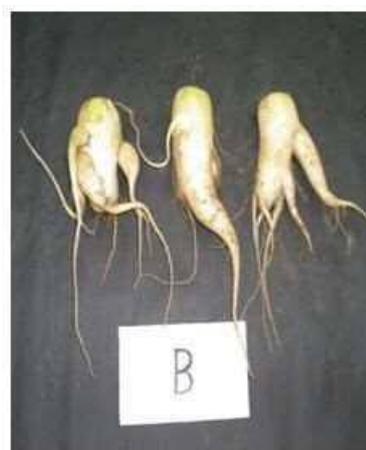
1) 腐熟度

堆肥の品質の中で現在多くのエコファーマー等が重視するのは腐熟度である。未熟であると悪臭がしたり、それを施用してすぐ播種や定植した場合、生育障害が発生することがある。また、発酵が十分なされていない堆肥には雑草種子や病原微生物を含んでいる可能性もある。

特に野菜類の場合は、堆肥を施用してすぐ播種したり苗を定植するので腐熟度の高い完熟堆肥が求められる。特に、大根、ニンジンなどは堆肥が未熟であると岐根になったり、肌にしみが発生し品質を落とすので、完熟堆肥が必要とされる(写真1)。



完熟堆肥施用



未熟堆肥施用

写真1 完熟堆肥と未熟堆肥を施用した大根の違い

また、果樹については、未分解の木質資材が残っていると土壌伝染性の重要病害である紋羽病蔓延の原因となったり、コガネムシを発生させることがある。果樹に利用する場合には、特に木質資材を十分腐熟させる必要がある。

しかし、水稻のように堆肥を施用して暫く間をおいて田植えするような場合には、雑草種子が死滅していることや悪臭がない堆肥であれば完熟したものでなくても利用できる。牧草についても、雑草種子や病原菌などの問題がクリアされて

いれば完熟堆肥でなくても利用できる。

堆肥施用により土壌の微生物多様性を高め土壌病害に罹りにくくする目的で堆肥利用する農家も多い。これまでに行われた有機物と土壌病害抑制との関係の試験結果を見ると(表1)、生の家畜ふんのような未熟なものを施用すると土壌病害

を助長する場合が多い。一方、それを十分発酵させ堆肥化したもので施用すると土壌病害が抑制されるケースが多く見られるようになる。

こうしたことから、土壌病害に罹りにくくするためには十分腐熟した堆肥にする必要がある。

表1 生の家畜ふんや堆肥施用と土壌病害との関係(資料:松田一部改変)

種類	軽減された病害	助長された病害
おがくず家畜ふん	ユウガオつる割病	トマト根腐萎凋症 ダイコン萎黄病 ダイコン横縞症状、亀裂褐変症状 ジャガイモそうか病 ジャガイモ粉状そうか病
堆肥	キュウリつる割病 トマト萎凋病 トマト根腐萎凋症 テンサイ苗立枯病 テンサイ根腐病 アスパラガス紫紋羽病 コンニャク根腐病 キャベツ根こぶ病	コンニャク根腐病 コンニャク乾腐病 ダイコン萎黄病

2) 取扱性

エコファーマーが堆肥を選択する場合の重要なポイントの一つに、「取扱性が良いこと」が挙げられる。

マニュアルスプレッダー(写真2)で堆肥を散布する場合、余り水分が高かったり、塊が多いと圃場一面に均一に散布しにくいし、また、水分が低すぎると粉となって飛散しやすく、作業性が悪いので、適正な水分(約50%)で塊の少ないものが望まれる。

最近、取組が増えてきているペレット堆肥は(写真3)、重量や容積が従来堆肥の半分程度になり、取扱性の面で大変優れている。ペレット堆肥は耕種農家が保有している肥料散布用のブロードキャスターで散布できるので耕種農家に喜ばれている。ペレット堆肥のコストがさらに安くなるとより普及すると考えられる。



写真2 マニユアスプレッダーでの堆肥散布



写真3 ペレット堆肥

3) 土壤改良効果等堆肥の用途との関係

エコファーマーの堆肥利用の目的として意向調査の中で最も多かったのが土壤改良効果であり、次いで肥料効果であった。土壤改良効果の高い堆肥は、肥料成分が少なく、炭素比率の高い牛ふんモミガラ堆肥のようなものが該当する。土壤中の腐植含量を増加させるため、こうし

た堆肥を施用している農家は結構多くいる。

そうした堆肥利用の目的別に栽培している作物との関係を整理してみると、少肥を好む作物栽培の堆肥には特に「土壤改良効果」の高い堆肥が多く用いられており、多肥を好む作物の栽培には「肥料効果」もある堆肥が多く用いられている。



図2 土壤改良用途での堆肥利用と作物

図2を見てわかるように、少肥を好む作物栽培農家(トマト、イチゴ等)には特に「土壤改良効果」を堆肥に期待している農家が多く、多肥を好む作物栽培農家(ナス、キャベツ等)には「肥料効果」をも堆肥に期待している農家が多いという結果になっている。

また、肥料成分の蓄積しやすい施設園芸では特にリン酸、カリ成分が蓄積している圃場が多く、土壤改良効果の高い堆肥が多く利用されている。一方、有機栽培農家は、肥料効果を期待して利用している農家の割合が多いという傾向が見られている。

4) 肥料成分の安定性

キャベツ産地等肥料効果を期待して堆肥を利用する場合は、化学肥料の代替として利用される場合が多く、一定規格の野菜を多く生産する必要のある野菜産地では肥料成分が常に一定していることが求められる。

エコファーマーが望む堆肥は腐熟度等多くの農家が求める共通の項目もあるが、作物の種類や土壌の養分状態などによって異なる。こうした地域の状況を把握し、それに極力マッチした堆肥を提供していく必要がある。

堆肥のニーズを把握するために重視する項目はどのような作物が多く栽培されているかを把握するとともに施設栽培か露地栽培かでも肥料養分の蓄積状況が異なるのでこうした情報を収集することが必要である。

こうした項目の全てを満足させる堆肥生産は困難なので、最大公約数で満足いただける項目を重視して堆肥を生産・提供していくことが重要である。

(2) 堆肥価格を値上げしても販売量が低下しなかった堆肥センターの要因

1) 茂木町有機物リサイクルセンター 美土里館の例

堆肥センターの修理費等が高んできて値上げしなければ運営が厳しいところが多いが、地域の耕種農家のニーズに沿った堆肥生産を行ってきたことから値上げしても販売量が落ちなかった堆肥センターの事例がある。

栃木県茂木町では町営の堆肥センター「美土里館」を設置し、「美土里堆肥」と

いう名前で堆肥を販売している。以前、地域の耕種農家は酪農家と相対で取引していたが、堆肥利用がうまくいかないことから町が家畜ふんのみでなく、分別した生ごみ、落ち葉、間伐材を原料としたおが屑といった地域資源を有効活用して堆肥を製造する堆肥センターを設置した。



写真4 美土里堆肥

美土里堆肥の材料は牛ふん、落ち葉、生ゴミ、おが屑、もみ殻(水分 55%、C/N 比 18.7、EC 4.8、pH 7.9、全窒素 1.9%、全リン酸 1.1%、全カリ 2.0% (水分を除き乾物%)) で、肥料効果より土壌改良効果の高い堆肥である。多くの作物で利用できるが、特にイチゴ、トマトなど肥料を抑えて栽培する必要のある作物に適している。堆肥はさらさらしており、取扱い性も大変良好である(写真4)。美土里堆肥の利用農家へのアンケート調査では、購入理由としては品質が良いことが最も多くなっている。

2) 堆肥の値上げと販売数量の変化

堆肥センターの設置後年数を経てきたことから、機械、施設の修理費が高んできて製造コストが多くなるようになって

てきた。このため、平成20年4月1日から従来 4,000 円/t(町内)であったものを、5,000 円/t(町内)に値上げした。当初、販売量が減少することを心配したが、値

上げ後1年間の比較で販売重量では前年比11%増、販売金額では19%増とむしろ増加している(表2)。

表2 美土里堆肥値上げ後の販売重量等の変化

	平成20年度	平成21年度	前年比
販売重量計(t)	1,457	1,615	111%
販売金額計(円)	10,773,390	12,843,735	119%

3) 値上げしても販売量等が低下しなかった要因

美土里堆肥の販売重量等が値上げしても落ちなかったのは、堆肥の品質の良さが農家に定着しており、周辺市町村農家にも口コミで伝わっていることが挙げられる。特に地域特産であるイチゴ農家に人気があり、周辺市町村からの堆肥購入者が増加した。その主な要因を整理すると次のとおりである。

- ①堆肥の品質の良さが定着しており、周辺市町村農家にも口コミで伝わっていた。
- ②美土里堆肥は窒素成分が少なくイチゴの施肥特性にマッチしている。このた

め、特に地域特産であるイチゴ農家に人気があり、周辺市町村のイチゴ産地からの堆肥購入者も増加した。(特に6月)

- ③堆肥の運搬や散布サービス(有料)を行っており、高齢化の進む水田作などの農家に喜ばれている。
- ④町で美土里堆肥利用してこだわって栽培していると認定した農家に対して農作物に美土里堆肥利用のシールを張ることができる仕組みができています。道の駅ではシールのついた農産物が優先的に購入されていく傾向が見られ、他の堆肥は利用しにくいといった状況がある。



写真5 道の駅における美土里堆肥利用農産物販売コーナー

3. 堆肥の効果的利用技術

堆肥の施用効果としては、①養分の供給、②土の物理性・化学性の改善、③土壌の生物性の改善がある。その中の①養分供給については堆肥利用していく場合に特に注意していく必要があり、堆肥を利用する農家のみならず、堆肥供給する側も堆肥からの養分供給の特徴を知っておく必要がある。

(1) 堆肥養分供給の特徴

1) 堆肥施用と地力窒素発現

堆肥は土壌に施用するとすぐ肥料養分が溶出してくるわけではなく、地温や堆肥の炭素と窒素の比率である C/N 比によって養分溶出が左右される。土壌の地温が向上してくると土壌微生物によって土壌中の有機物が分解されて無機態の窒素(地力窒素)が発現してくる。作物のこの地力窒素の依存率は大きく、水稻では6~7割地力窒素で吸収している。したがって、堆肥を多量に施用し過ぎると地力窒素の発現が多くなり、水稻では倒伏することがある。果樹類のブドウ(品種:巨峰)の例で見ると、図2のように地温の

低い4月頃までは基肥として施用した窒素の吸収割合が多いが、地温が上がってくる5月以降は土壌から発現してくる地力窒素の吸収割合が多くなっていく。

したがって、野菜のように色々な作型があるものでは、低温期の作型では地力窒素の発現が少なく、作物は施肥窒素の依存割合が高くなるが、地温の上がる夏から秋の作型では地力窒素の発現が多くなる。このため、施肥窒素を減肥する必要が生じてくる。

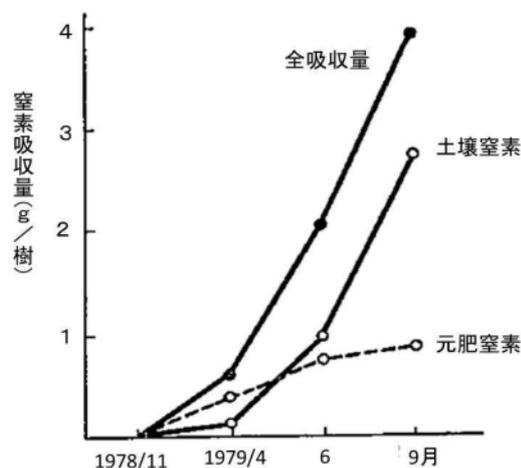


図2 巨峰の生育時期別窒素吸収

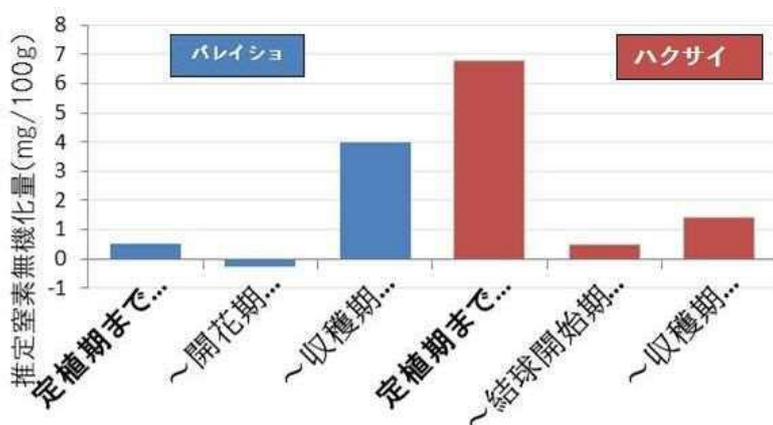


図3 バレイショ、ハクサイ栽培中の土壌・堆肥からの推定窒素無機化量(資料:岡山県農試)

ハクサイとバレイシヨの作付体系では、ハクサイは9月中下旬定植、12月上中旬収穫と地温の高い時期の作型でバレイシヨは3月中旬植え付けで7月上旬収穫と地温の低い時期の作型である。地温が異なることからバレイシヨでは地力窒素の発現が少なく堆肥の連用効果は出にくい、ハクサイでは地力窒素の発現が多く、堆肥の連用効果が出やすい(図3)。

2) 堆肥から発現する窒素の肥効率

堆肥の窒素無機化率は、従来家畜ふん堆肥の種類で考えられていた。しかし、近年、堆肥の種類は多様化しており、窒素の無機化率は、堆肥の種類に関係なくサンプル毎で大きく異なる傾向となっている。特に用いている副資材によって左右される。

このように堆肥が多様化してきている中で堆肥の窒素無機化率は、堆肥の炭素と窒素の比率であるC/N比を見ながら判断するのが適当である。福岡県の堆肥共励会出品堆肥を対象に行った試験では、培養期間(30℃で6ヶ月培養)の窒素無機化率はC/N比と負の相関が高い(図4)。

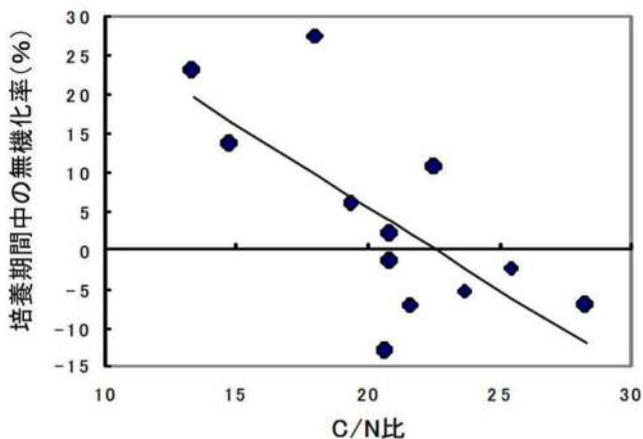


図4 おが屑入り乳牛ふん堆肥C/N比と培養期間中の窒素無機化率(資料:福岡県農試)

おが屑入り乳牛糞堆肥ではC/N比が20を超えると微生物が窒素を取り込むようになり、C/N比が25以上は全てマイナスとなっている。すなわち、作物栽培においては有機物以外からの窒素施用がないと窒素飢餓状態になる。

このように近年の堆肥は副資材のあるものないものなど多様化していることから、岡山県では副資材の種類などに応じた窒素肥効率や利用法の指針を示している(表3)。

3) 堆肥連用による窒素肥効の変化

堆肥施用による窒素肥効は一般に施用年のみでなく翌年以降にも発現してくる。そのため、堆肥は連用すると窒素の肥効率が高まっていく。

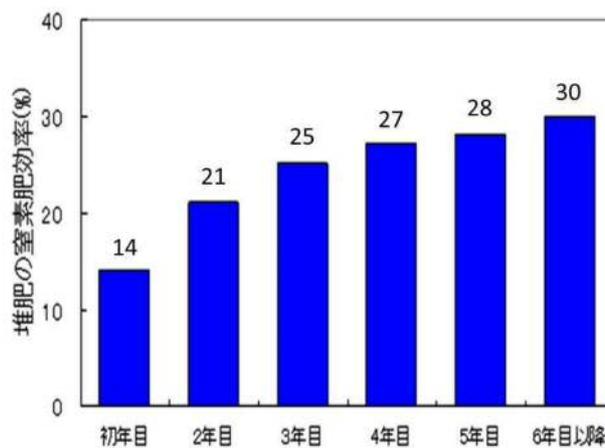


図5 牛ふん堆肥の連用年数と窒素肥効率(資料:茨城県農試)

そのため、堆肥連用していく場合、特に堆肥から供給される窒素成分の高まりを考慮して減肥していく必要がある。茨城県では特別栽培米の基肥窒素施用量減肥の判断の目安となるよう牛ふん堆肥の連用年数と窒素肥効率を調査している。

図5を見ると牛ふん堆肥1t/10a連用により窒素肥効率は年々向上し6年目以降は窒素肥効率30%程度で横ばいとなっている。

表3 牛ふん堆肥の窒素肥効率(資料:岡山県農試)

主原料	副資材	施用当年の肥効率	特徴と利用法
肉牛ふん	なし(敷料のみ)	30	EC高、無機態窒素多:有機質肥料として施用
	オガクズなど木質材	20	EC高、無機態窒素多:有機質肥料として施用
乳牛ふん	オガクズなど木質材	5~20	無機態窒素多→肥効率10~20 少→肥効率5~10
	もみ殻	0~10	土づくり資材

4) 土壌の排水条件の相違による堆肥の肥効

圃場の排水条件が悪い圃場では微生物による窒素無機化が遅く、堆肥連用により後年に窒素が多く発現し水稲では倒伏しやすくなる。

乾田等排水の良い圃場では窒素無機化が速く、堆肥の施用効果が出やすい傾向がある。

(2) 堆肥施用による農作物の収量・品質向上効果

堆肥施用による農作物の収量向上効果については、多くの試験成果が発表され、収量向上効果が認められている。一方、農作物の品質向上関係についてはこれまでの試験成果が比較的少なく、まだ堆肥

との因果関係などはっきりしたことはわかっていない。

堆肥等有機質資材を用いて作物を栽培すると味が良いとか、日持ちがするなど品質が良いと評価されることが多くある。

堆肥等有機質資材の施用によって作物品質が向上するメカニズムは、有機質資材の施用によって土壌の団粒構造が発達して水はけが良くなることでもたらされる土壌の低水分条件と、肥効の緩効的な有機質資材の施用によってもたらされる低養分条件が相まって、作物体内の窒素含量の低下と糖含量の上昇、ビタミンなどの濃度上昇をもたらす、これらによって日持ち性や栄養価、食味などが向上するとされている。

このように堆肥等有機質資材を用いれ

ば、団粒構造が形成され土壤水分変化が少なくなるなど品質面で有利になる条件は整う。しかし、作物の品質には窒素の肥効が最も影響する。有機質資材の緩効的な窒素肥効とともに、窒素過剰にならないような施用が重要である。

これまで、堆肥の物理性改良効果とともに堆肥の緩効的窒素効果により収量向

上効果が見られている。特にレタスはその効果が現れやすい(写真6)。

また、日持性が良くなったり、ハクサイの黄芯率向上(写真7)などが確認されている。

根についても完熟堆肥施用により根の発達が良くなってきている(写真8)。



写真6 堆肥区と化学肥料区のレタスの生育状況
(同一レタスの品種で栽培試験を実施。堆肥施用区の生育量が大きい。)



写真7 堆肥区と化学肥料区のハクサイの生育状況

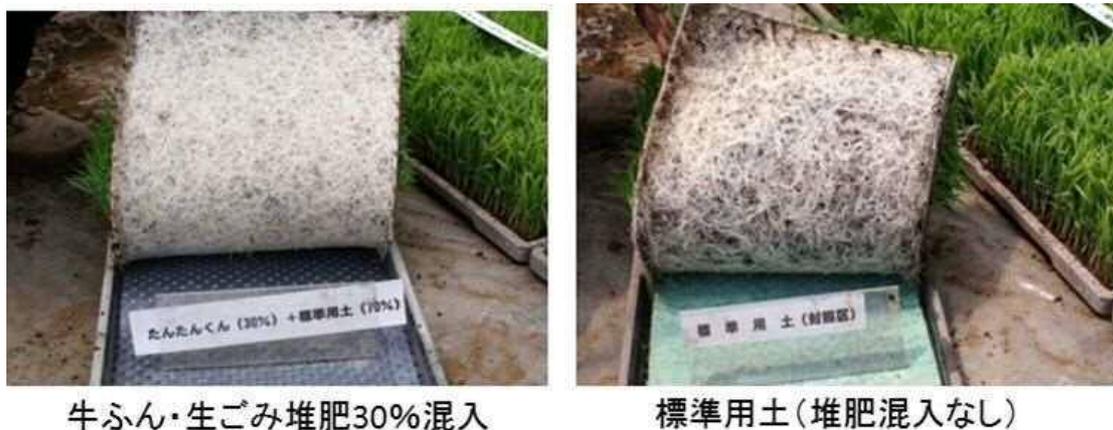


写真8 水稻育苗箱

(3) 堆肥の不適切な利用による失敗

家畜ふん堆肥を効果的に利用していけば、収量向上効果も得られるが、不適切な利用を行った場合には、収量低下を招

くことがある。

堆肥の不適切な利用による作物の収量、品質の低下要因としては表4のようなことがあげられる。

表4 堆肥の不適切施用による作物の収量・品質向上低下要因

	効果が見られないケース	要因
水稻	①排水不良水田での堆肥施用 ②過剰な施用量や窒素成分の高い堆肥施用	◆有機物の分解が遅れて生育後半に窒素が発現。倒伏程度も高まる。 ◆過剰な堆肥施用量や窒素成分の高い堆肥を施用することにより過繁茂になり、倒伏程度も高まる。
野菜・畑作	①過剰な施用量による土壌養分の過剰 ②未熟堆肥施用による根への障害	◆軟弱に作物が育ち病害虫に罹りやすくなる。また、イチゴ、トマトなどでは落花するなどにより減収。 ◆根の発達を阻害する有機酸等により、根に障害を与え生育阻害。

一般に比較的多く見受けられるのは水稻で堆肥連用して減肥しなかった場合や一般に10a当たり1t施用といった施用量

のみが先行し堆肥の窒素成分を考慮しなかったため倒伏したというケースである。

(参 考) 全国エコファーマーネットワークと最近の活動

全国エコファーマーネットワークは近年エコファーマーの認定件数が年々増加してきている中で全国各地のエコファーマーの相互研鑽による技術、経営力向上と消費者、流通関係者の理解と協力の輪を広げていく必要があるなどの目的で平成22年9月1日に設立(会長佐々木陽悦氏(宮城県エコファーマー)、事務局(一財)日本土壌協会)されたものである。

活動としては全国交流会の開催、シンポジウムや講演会の開催、エコファーマーネットワーク通信の発行、農林水産省消費者の部屋でのエコファーマーの活動の特別展示等を行ってきている。平成25年11月27日から28日にかけて奈良県下で行われた全国交流会の現地視察では有機柿栽培(菊井氏果樹園)を行っている園を見学したが、品質の良い有機柿が生産できている基本は良質な堆肥の生産にあるということでその堆肥センターを見学した(写真1)。



写真1 柿園に用いている堆肥の製造

富有柿は有機農産物とは思えない外観で味も大変美味しいもので、菊井氏は柿が堆肥により健全に育つことが良質の柿

を生産するための基本であると話していた(写真2)。



写真2 堆肥を用いて生産した有機富有柿

(一財)日本土壌協会では良質の堆肥の流通を促進するため、コンポストの品質確認制度を設けている。

また、全国エコファーマーネットワークではこれまで利用してきたエコファーマーマークが適正使用等の問題から平成24年4月以降17都府県を除き利用できなくなったことから、全国エコファーマーネットワーク会員限定で利用できるマークが制定された(下図)。現在、事務局である(一財)日本土壌協会にマーク使用を望むエコファーマーの方々からの申し込みが多くなってきている。全国エコファーマーネットワークでは今後、このマークを大いにPRしていくこととしている。



全国エコファーマーネットワーク

商標登録番号〇〇〇号