

『落ち葉じいちゃん

の堆肥づくり』

(堆肥の研究シリーズ、SGS前期総集編)

神戸シルバー大学院 (SGS)

1期生 嶋谷 徹

目 次

○はじめに (研究動機と目的)	P. 2
第1章 植物 (作物) の成長基本原理	P. 4
第2章 微生物が作る堆肥化の基本	P. 8
第3章 堆肥の作り方のいろいろ	P. 13
第4章 堆肥の施肥上の留意点	P. 18
第5章 堆肥の効用① (栽培と環境関連)	P. 21
第6章 堆肥の効用② (人体への健康効果)	P. 28
第7章 地域ぐるみの取組	P. 32
第8章 堆肥活用への私の提言	P. 38
○おわりに	P. 41

はじめに (研究動機と目的)

1. 堆肥研究の動機

私は平成10年6月末に、64歳8ヶ月でリタイアし年金生活に入った。

自宅に居るようになると、企業戦士の癖で家庭内の非効率部分が目に付き、いろいろな無駄の排除や合理的な整理・整頓を開始し、家内からうるさい「濡れ落ち葉」的に見られ始めた。

「濡れ落ち葉」にうんざりした家内の策略からか、神戸シルバーカレッジの入学を強力に勧められ、深い考えもなしに定員に余裕のあった「生活環境コース」に入学した。カレッジでは、今まで企業人として気がつかなかった、環境問題特に工業化に邁進した日本の高度成長の影の部分が次第に見え始めてきた。

また最終学年のグループ学習で、「大豆栽培から味噌までを自分達で手作りし、その過程で日本の食環境の問題点を検証しよう！」という高月営子さんを中心とした学習グループに入れてもらい、日本の食環境そして農業問題の一端を学習した。

一方、自宅の裏側の「須磨寺公園地帯」の一部になっている斜面に樹齢数百年の楠の大木が10本並んでおり、毎年春先に大量の落ち葉（ごみ袋で約100袋）を降らすので、その斜面に接している我が家を含む近隣の数軒は、その落ち葉のごみ出し労力に泣いていた。

化学肥料と農薬漬けで荒廃しつつある日本の大地を考えると、こうした落ち葉や家庭の生ごみ等で良質堆肥ができないだろうか？

都会の有機廃棄物が堆肥として活用できれば、【ごみ焼却量の減少】と【土壌の肥沃化】の両立が可能ではないか？裏の竹やぶの斜面を利用して、一度実験してみよう！と思い立ったのが自宅での堆肥作りの動機である。

2. 消滅しつつある「植物性堆肥」のノウハウ

自家製落ち葉堆肥の効果実験と無農薬の健康野菜の栽培を兼ねて、西区に市民農園を借り、落ち葉堆肥を投入し色々な野菜を栽培し始めた。

近隣の兼業農家の方々とも親しくなって土作り等の話をする内に、不思議に思ったことは、殆どの兼業農家の方々は【堆肥】＝【牛糞堆肥】と考えており、また完全発酵していない【牛糞堆肥】を田畑に投入し、未熟堆肥の弊害を受けた苦い経験から今は堆肥投入をやめて化学肥料だけでやっているという話が多かったことである。

戦後の化学肥料と化学農薬の普及で、施肥や除草等の手間が格段に容易になって、他の職場に勤めながら、休日のみ自分の田畑に係わっていれば良いと言う状況が続き、昔は当然であった自宅での【堆肥作り】のノウハウが、一般には急速に消滅しつつあるのではないかと心配になってきた。

(勿論、一部の専業農家の中には、色々な材料で自家製堆肥を作り、安全で美味しい米・野菜・果物等を栽培している方もいるが、比率的には僅かで「匠の世界」になっている。)

3. 農業者が欲しがらる堆肥作りの必要

最近都市内では家庭ごみや食品ごみの有機廃棄物処理を主目的とした「堆肥製造工場」や、酪農・養牛・養豚地域では畜糞処理を主目的とした「堆肥センター」等が建設されている。

地域によっては、良質堆肥の提供で農家から喜ばれている好事例もあるが、一方大設備を設置したものの、農業者に喜ばれない堆肥製造も多く、稼働中止になったものも出て来ている。

廃棄物処理が主目的となり、農業栽培面への配慮・知識が不十分であれば、こうした結果を招き易い。良質堆肥の製造ノウハウ確立が重要となっている。

4. 堆肥学習の目的

この神戸シルバー大学院 (SGS) で、有機栽培・有機農業を専門として、安全・安心な農作物生産拡大に長年努力されておられる神戸大学名誉教授保田茂先生を学長として、そのご指導を受けることが出来たので、上記の動機と問題意識を発展させて見たいと思い、SGS の仲間たちとの共同テーマ学習「兵庫県における都市と農漁村との交流の現状と今後の展望」と併行して、この堆肥研究を私個人の研究テーマとして3年間続けて来た。

「落ち葉爺ちゃんの堆肥作り」のネーミング、(これは【濡れ落ち葉】と【落ち葉堆肥】をかけていることはお分かりと思うが・・・)で、シリーズ的にこれまで3回発表してきた。

第1回 私達の生ごみ堆肥作り (2003年9月 SGS 内で平石さんと共同発表)

第2回 色々な堆肥作りと地域内連携 (2004年5月 ビレッジライフ懇話会で平石さん、木谷さん、八尾さんたちと連携発表)

第3回 善玉微生物を大事にしよう! (2004年12月 SGS 内。平石さん発表協力)

当初第4回目のテーマとして、「全国各地の堆肥作りの好事例と諸外国の現状」を想定し各地現場の見学・調査も予定していたが、色々な事情で遠征調査は出来なかった。

今回、SGS での前期3年を卒業する節目に当たり、今まで3年間で学習してきたことを「前期卒業論文」として総合しようと考えた。

学習・研究と言っても、自宅その他の堆肥作りの実験は1部あるものの、大部分は関連書籍・資料を参考にしたもので、創造性に乏しいことは自覚している。

しかし、堆肥の総合的知識について多くの関連書籍を読んだが、それらは2つに大別され、「極めて学術的で一般には難解な記述」と、それとは対照的に「あまりにも簡明過ぎて科学的裏付けが省略されたもの」が大部分で、どの様な理由でこうなるのか?を分かり易く解説した書物が少ない。(部分的にはあるが・・・)

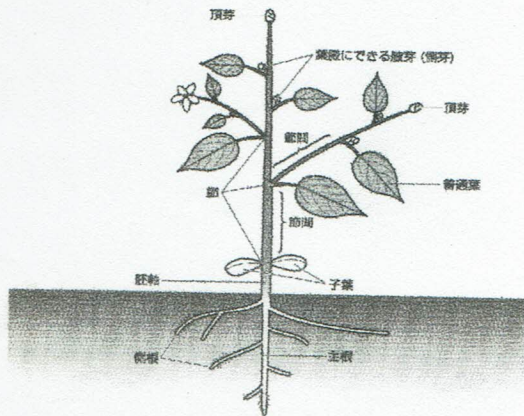
そのため、このレポートは、その裏付けも含め、できるだけ平易にまとめて見た積もりである。

まだまだ不備な点が多いが、SGS の後期も引き続きこの堆肥を中心とした個人研究を続ける予定で、このレポートは「堆肥学習 前編」に当たる。

第1章 植物（作物）の成長基本原理

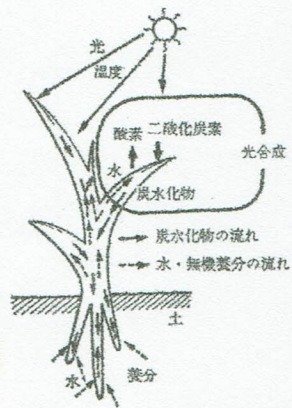
堆肥の働きを理解するために、その対象である植物（作物）の生育構造や栄養摂取それによる成長原理を把握しておきたい。

1. 植物の基本構造（図解）



「絵でわかる植物の世界」清水晶子著 P. 4より

植物の生育構造（光合成と養水分吸収）

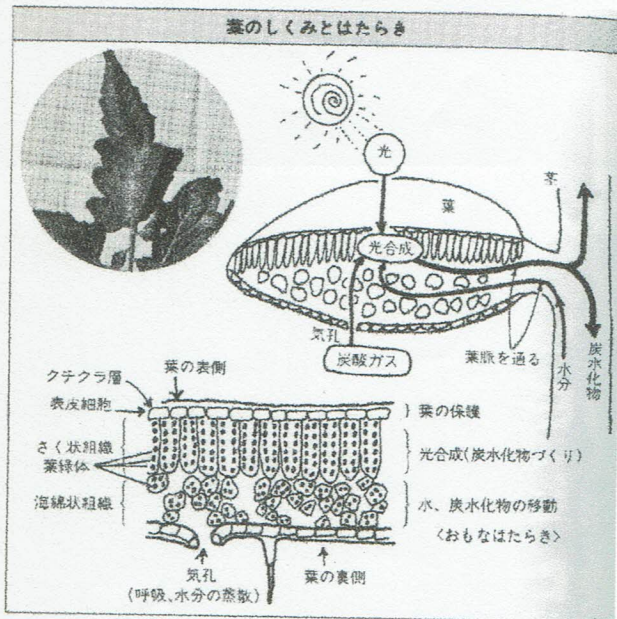


「土と微生物と肥料の働き」山根一郎著 P.1より

2. 成育構造

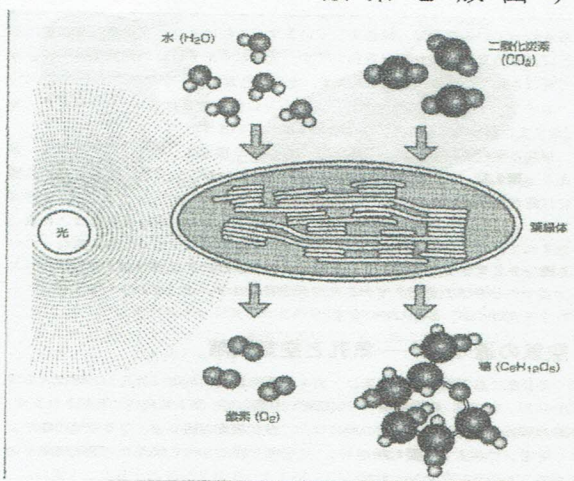
(1) 光合成

植物の葉に含まれる【葉緑体】が、太陽の光をエネルギーとして、空気中の二酸化炭素 (CO_2) と根から吸収する水 (H_2O) から、有機物（炭水化物）を作り出す。これを【光合成】（炭酸同化作用）と云う。



「野菜つくりと施肥」農文協編伊達昇監修 P21より

植物の光合成・・・水と二酸化炭素から糖を合成し、酸素を放出する



「絵でわかる植物の世界」前出 P. 47より

空気中の80%を占め一番多い【窒素】は植物の生育に重要であるが、一般の植物は根から吸収する。例外的にマメ科の植物は、空気中の窒素を根粒菌の働きを借りて【根粒】に固定化することができる。(=【窒素固定化】) また、日照の季節的な長・短その増減変動は、植物の生育特に開花に大きく影響する。

(2) 作物の呼吸作用

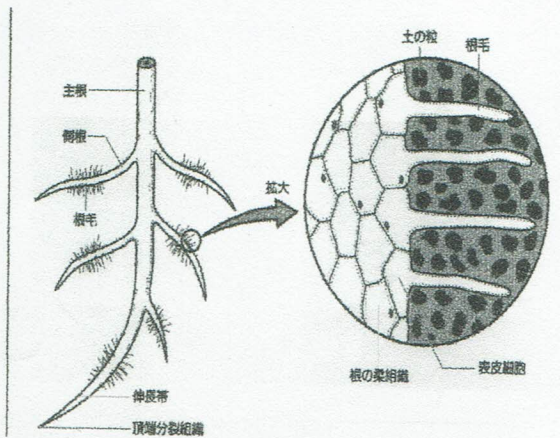
空気の約20%は【酸素】(O₂)で、約80%は【窒素】(N₂)である。

作物は、酸素によって体内の主として【糖類】を酸化し、二酸化炭素を放出しながら高エネルギー化合物を作り出す。これを植物の呼吸作用というが、この作用は植物体のどの部分でも行われ、土壌中の根でさえ酸素吸収による呼吸作用が必要である。

(3) 根からの栄養摂取

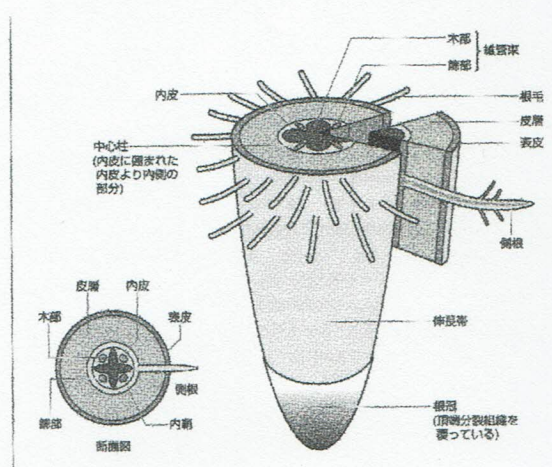
根は、地上部分を支える働きもあるが、根の先の【根毛】から土壌中の【水分】と【養分】を吸収する。(葉からも一部養分摂取は出来る=葉面摂取)

根の全体像と根毛の構造



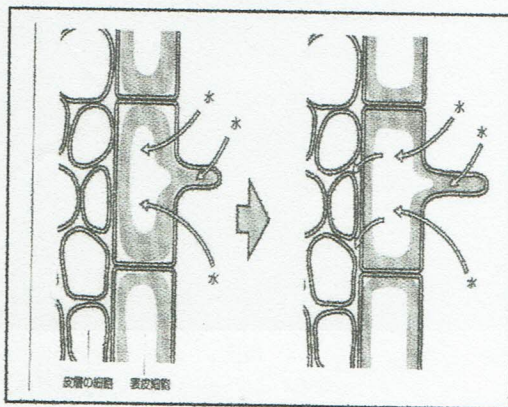
「絵でわかる植物の世界」P. 8より

双子葉植物の根の細部構造

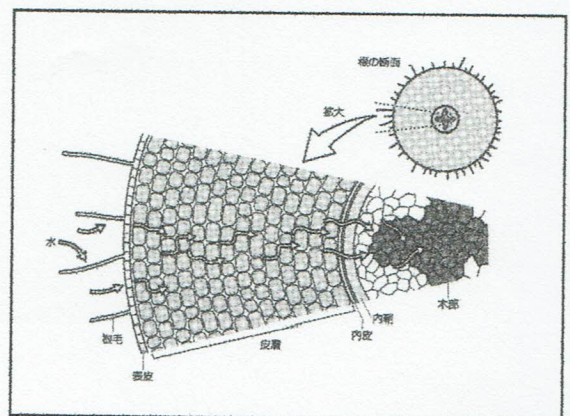


「同左」P. 9より

根からの水分の吸収



根の中での水の移動



根の【表皮細胞】が水分吸収(浸透圧)→【皮層細胞】へ押し出し(膨圧)→中心の【木部】に浸透。このように根は浸透圧を使って水分を吸収しているので、外部の水が塩分を多く含むと、浸透圧が逆転し、吸収不能になり、逆に細胞から水分が失われて、植物はしおれて行く。

「絵でわかる植物の世界」前出 P. 52&53より

また、後記するように、根の周りに高濃度の肥料分がある場合も、浸透圧の逆転により、植物がしおれる障害が起こる危険が多い。

植物の根と土中の微生物との共生関係も重要であるが、それについては後述する。

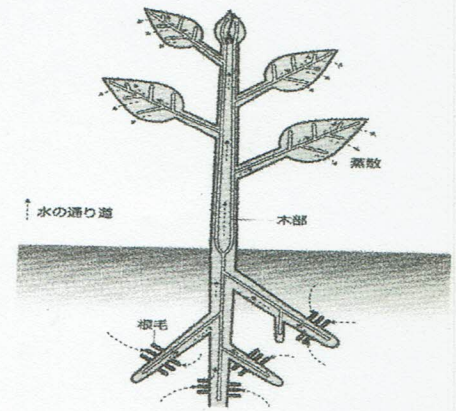
(4) 蒸散による水分の全体への供給

根の中心には【木部】と呼ばれる組織があり、木部には【導管】と呼ばれる管状の構造がある。

根の導管は茎の維管束内の導管につながっており、水はその中を【毛管現象】により自然に上がって行く。

一方、【葉】でも光合成により糖が合成されているので【浸透圧】が高くなっており、その力により木部を上がって来た水は、葉脈を通過して、葉肉細胞に吸収され葉の細胞は水を吸収してふくらみ、膨圧によって押し出された水が、太陽熱により蒸発して行く。これが【蒸散】である。この蒸散の仕組みにより、水分が全体に行き渡る。

水は木部を通過して茎の中を移動



3. 植物が必要とする栄養素

水分は、【酸素】と【水素】の2元素から出来ている。

養分は、【有機物】と【無機物 (灰分)】に分けられる。

有機物は主に【炭素】【水素】【酸素】【窒素】の4元素からできている。

無機物には40種類くらいの元素が含まれている。

植物の生育に不可欠な元素は、下記の16元素である。

- ① 大量要素・・【窒素】【リン】【カリウム】
- ② 中量要素・・【マグネシウム】【カルシウム】【硫黄】
- ③ 微量元素・・【鉄】【マンガン】【銅】【亜鉛】【モリブデン】【ホウ素】【塩素】

これら16種類は植物の【必須元素】で、1つでも欠乏すると生育に障害がでる。

(イネ科の植物は【ケイ素】が必須)

このうち【炭素】【水素】【酸素】は空気中の二酸化炭素と水から得られ、光合成により糖(炭水化物)を作り酸素を排出する。この糖質は植物の骨格を作る重要な構成物質であると同時に、エネルギーの貯蔵庫でもあり、この糖を燃やす(酸化)させることにより、植物の成育活動のエネルギーを得ている。

その他の必須元素を植物は主として根により土壌から吸収する。

【窒素】は植物の体を作る重要元素であるが、植物の代謝機能を活性化させる酵素の材料であるタンパクの構成要素としても大切な働きがある。

【リン】は細胞膜をはじめ遺伝子本体の核酸の基本骨格に使用され^る等の重要元素で、リンが不足^しると発育や開花・結実に悪影響を及ぼす。

【カリウム】は細胞液に溶けていて、細胞液のイオン濃度を一定に保つ働きがあり、カリウムが不足すれば、植物の代謝を活発にする酵素や核酸もその働きが鈍くなり成育に障害がでる。

【マグネシウム】光合成の主役である葉緑素の中核となる重要元素

【カルシウム】植物の骨格に相当する細胞壁を堅くする役割があり、不足すると構造的に非常に弱くなる。しかし過剰になると他の元素の欠乏を招くおそれもある。

【硫黄】アミノ酸の成分として重要な元素

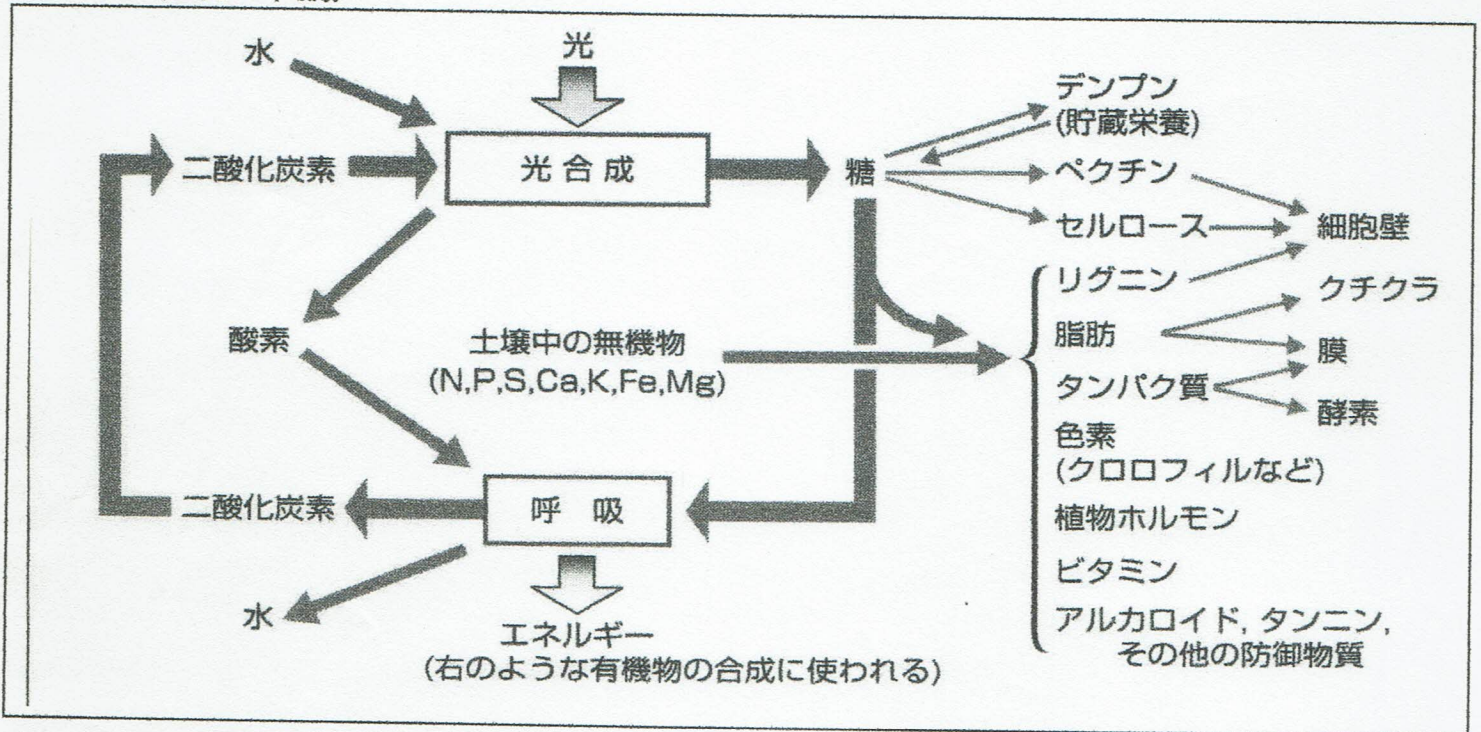
【鉄】【マンガン】【亜鉛】【銅】【モリブデン】等は、極微量でも酵素を活性化させ、植物体内の化学反応を円滑に迅速に行う触媒作用を持っている。

【塩素】葉緑素の中の塩化イオンが、光エネルギーで水を分解するのを助ける。

【ホウ素】カルシウムと同じく細胞壁の強化に役立つ。

【ケイ素】イネ科の植物はケイ素で細胞壁を強化している。

4. 植物の代謝



「絵でわかる植物の世界」前出 P.67より

これまで見てきた植物の成育原理をまとめて見ると上図のようになる。

まず、植物は、根から吸収した水と、空気中の二酸化炭素で、葉の中の葉緑体において、太陽エネルギーを用いて糖〔ブドウ糖〕を作る。【光合成】

そして、主に根で吸収した養分と光合成で作られた糖分を材料にして、さまざまな自分の体を作る物質を合成している。

その合成に必要なエネルギーは、動物と同じ様に【呼吸】を行い、ブドウ糖を分解することで得ている。

こうした生物体内の物質の動きを総括して【代謝】と呼んでいる。

以上の植物の成育原理を把握して、対象作物の成育環境・条件を人工的に整え、管理することが【栽培活動】である。

次章以下の【堆肥】の製造・効用・栽培利用の前に、我々はこの成育原理を十分に理解しておく必要があるのです、あえて概括した。

第2章 微生物が作る堆肥化の基本

1. 堆肥化の目的

(1) 自然循環作用の人為的促進

有機物を堆肥にする目的は何だろうか？

これは、「山や林の木々が、肥料もやらないのに、毎年葉を繁ら^七せたり、花や実をつけたり、あるものは見事な大木になったりするのは何故か？」を考えれば理解できる。

木々は秋から冬に葉っぱを落とし、土に落ちたその落ち葉が色々な小動物により噛み砕かれ、土中の微生物によって分解され、土壌に溶け込み、木々の養分となって、木々の成長や繁茂を助けている。毎年毎年その繰り返し。そして山や林の土壌はこうした落ち葉が変化した肥土の表層で覆われている。正に自然循環の賜物である。

「有機物の堆肥化」の目的は、この自然循環の営みを、人間の手で農業栽培に利用できるように、量的にも速度的にも効率化して行うことにある。

(2) 堆肥化の基本目的

基本的な要点を記せば下記諸点である。

- ① 発酵微生物によって、有機物材料の成分を植物が養分として吸収しやすい形まで分解→微量栄養素まで含むバランスの良い肥料の製造
- ② ふかふかした団粒構造の土壌作り→土作り資材の製造
- ③ 善玉微生物の増殖と農地への投入→善玉微生物と作物との共栄・共存効果

2. 有機物の堆肥化発酵の原理

堆肥化発酵を空気（酸素）の要・不要で分けると、空気（酸素）が必要な【好気発酵】と、空気（酸素）を好まない【嫌気発酵】とがある。一般的に好気発酵による堆肥作りが主体で、嫌気発酵は一部である。

(1) 【好気発酵】の基本

① 堆肥材料の準備

[家庭系有機廃棄物] 生ごみ、園芸残渣、雑草、落ち葉等々

[事業所系有機廃棄物] 食品加工残渣（油かす、おから、コーヒー滓等）、
飲食業残渣（調理屑、残飯等）等々

[農林水産畜産系有機廃棄物]

米糠、稲藁、籾殻、野菜収穫残渣、雑草、落ち葉、
製材関連チップ・粉、海藻類、水産加工残渣（除く骨）
牛・豚・鶏等の畜糞 等々

[材料への混入を防止するもの]

針葉樹の葉、樹木の枝類、草木の硬い茎等（但しこれらも粉碎出来ればOK）
金属・ガラス・陶器・貝殻・プラスチック・薬品類、タバコ吸殻等

[投入前に加工を要するもの] スイカ等の厚皮は適当な大きさにカットする。

②堆肥製造容器・設備の準備

規模や目的により、色々なものがあり、この具体例は後述するが、前記の有機材料が積み込めるような【穴】、【囲い】、【容器】、【設備】等である。

(囲い等作らずに、単に堆積するだけでも出来るが、効率は悪い)

③材料の積み入れ

堆肥材料を上記の囲いや容器等に積み入れる。その際油粕や米糠等窒素分の多い粉状の材料を主材料に混合させておくと、発酵速度が速まる。(EMぼかし散布も有効)

第1次の積み入れが終わると、その上から土(出来れば良く肥えた土か、堆肥等が効果的)を被せ、下記の水分調整をする。

次の材料発生次第、第1次と同様にして堆肥量を増やして行く。

④水分の調整

水分は全体として約60%程度が望ましい。

(主材料が生ごみやおからのように水分が非常に多いときは、落ち葉や製材屑等水分が少ないものを混入して調整し、又逆に水分が少ないものが主体の時は水分の多いものを混入するか、水を加えて調節する。)

⑤酸素の供給(通風管理)

好気発酵には酸素が必要であるので、積み込んだ堆肥材料中に酸素を補給する必要がある。この作業が重要で容器や設備類でそのやり方が変わってくる。

小型容器類 手や棒でかき混ぜて、空気を奥まで混入する。

中型容器類 空気が自然に入るように通風機構を設ける。

または電動でかき混ぜる。(家庭用&中小事業所用の電動機)

堆肥囲い類 園芸フォーク、備中鍬等で【切り返す】

大規模囲いの場合は作業機械車(ホイールローダー、フロントローダー等)で切り返す。

大規模設備 機械設備で強制通気と攪拌する方法が多いが、詳しくは後述する。

⑥温度管理

堆肥材料の微生物による発酵・分解が始まると、発酵熱が発生する。

発酵初期段階で急激に上昇し、次第に低下する。(切り返しにより再度上昇の場合もある。)

(各種の微生物がバトンタッチしながら分解する温度変化については後述する。)

発熱温度は材料内容によって異なり、窒素分が主体であると【高温発酵】(70~80℃)、炭素分が主体であると【低温発酵】(40~60℃)がピーク温度である。

堆肥化が順調に推移しているかどうかはこの発酵温度の変化でも把握できる。

【高温発酵】のメリット・・・病原菌や雑草の種、害虫並びにその卵を死滅できる

【低温発酵】のメリット・・・色々な種類の有用微生物が生存しそれぞれ有用な働きをする。

(2) 微生物のバトンタッチ作業

堆肥化の主人公は目に見えない各種の微生物たちで、場所によっては小動物たちも参加する。この微生物の働きは次の3段階に分けることができる。

第1段階 (糖分解期)

材料有機物中の分解し易い物質 (たん白質、アミノ酸、糖質等) を、繁殖力の強い【糸状菌 (カビ類)】や【細菌】が主となって食べて行き分解する。

リレーに例えればスタートダッシュが早い第1走者であり、この過程で微生物ランナーの呼吸熱により堆積物の温度が上昇して行く。

第2段階 (セルロース分解期)

次は比較的硬い繊維質部分であるセルロースやヘミセルロースの分解期になる。

第2走者である高温性好気菌の【放線菌】類 (テルモアクチノミセス等) が働いて、堆肥材料が高温に発熱している中を分解して行く。

この時に酸素を多く吸収するため放線菌の周りが酸素不足の環境になる場合があるが、このときは嫌気性のセルロース分解菌 (クロストリジウム) が働く。

セルロースやヘミセルロースの分解がピークを越えると、堆肥の温度はゆっくり下がってくる。

第3段階 (リグニン分解期)

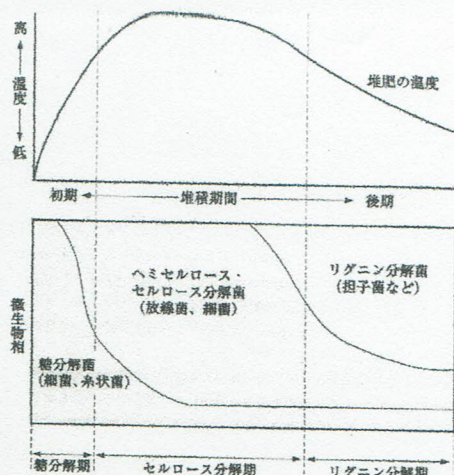
最終ランナーは【糸状菌】や【細菌】類で、植物類の骨格部分の硬い組織であるリグニンを分解する。そして堆肥は黒褐色のこわれやすい性状となる。

堆肥の温度も下がっているので、高温では数が減った低温性好気菌たちも数が増えてくる。

また、増加した微生物を食べる小動物があらわれ、更にトビムシやミミズ等も現れる。

以上のように 【糖質】 → 【セルロース・ヘミセルロース】 → 【リグニン】 の順に分解されそれぞれ分解を担当する微生物がまるでリレー競走のようにバトンタッチしながら働いて行く。これは味噌作り、酒作り等々と同じ微生物による【発酵作業】であり、現代的表現では【バイオ工程】である。

【堆肥作り】 = 【微生物主役の発酵作業の環境整備】 の認識が最重要である。



(3) 密閉容器利用による【嫌気発酵】の基本

嫌気発酵は一般的には台所等で発生する生ごみ類を腐敗させずに(悪臭を出さずに)密閉容器に溜め置くのに使うので、具体的にはこの【生ごみ密閉容器】の利用で説明する。

- ①【材料の準備】生ごみ中の硬い貝殻類や大きな骨類は除き、西瓜の皮等の大きく分厚いものは小さく切って置く。(勿論、タバコ吸殻・ビニール類・金属・陶器・ガラス類は除く)
- ②【水分調整】生ごみは水分過剰のものが多いので、絞るか良く水を切っておく。
- ③【容器に投入】密閉容器等に、生ごみ材料を入れる。
- ④【種菌投入】乳酸菌等の嫌気発酵の種菌をその材料に振り掛ける。(EMぼかしでも可)
- ⑤【密閉】蓋をして密閉する。(中蓋があればなお良い)
- ⑥【余剰水分取出し】1日1回は底に溜まった余剰水分を取出す。(特に夏は必要)
(この液体は薄めて液肥として利用できる。但し放置しておけば腐敗し悪臭を出すので注意。)
- ⑦【投入繰り返し】容器が一杯になるまで、同様な手順で生ごみを投入して、種菌を散布する。
- ⑧【乳酸菌発酵】乳酸菌発酵が始まり、蓋を開けても漬物の「浅漬け」的な香りがするが悪臭はしない。
(悪臭がする場合は、水分過剰または種菌不足のための失敗で、速やかにその生ごみは処分する。)
- ⑨【分解期間】発酵により材料は柔らかくはなるが、分解は遅く、長期間でも「浅漬け状態」が「古漬け状態」になって行くだけである。
- ⑩【好気発酵への移行】適時土に埋めるか、コンポスト容器等に入れ、「好気発酵」に移行させる。この場合、ある程度分解が始まっているので、比較的早く完熟化する。
(コンポスト容器に投入した場合、必ず上から肥土を被せる。)

(4) 堆肥の【完熟度】の判定

未完熟(未完全発酵)の堆肥を栽培に使用すると、次項に述べるように、問題・障害が生ずる場合がある。したがって【完熟度】の判定は失敗を防ぐため非常に重要である。
一般的に次の判定条件、判定方法がある。

① 視覚、触覚、嗅覚での判定

完熟堆肥は、有機物が細かく分解され【土状】で色は【黒褐色】である。
触感は、少ししっとりした【さらさら感】がある。(握るとべっとり感があるのは未熟)
匂いは【良く肥えた土の香り】がする。(悪臭や刺激臭は失敗か未熟)

② 発芽試験

堆肥が未熟であると、生育を阻害する物質が残存するので、発芽の早いコマツナ(小松菜)等の種を撒いて、その発芽と成育状態を見て判定する方法がある。

③ 試薬剤による判定

材料中の窒素化合物が分解されると、最初はアンモニウム態窒素が生成されるが、熟成度合いが進むとアンモニア酸化菌や亜硝酸酸化菌の作用によって【硝酸態窒素】が増加してくる。ジフェニルアミンを用いて硝酸態窒素を検出し腐熟度を判定する方法で、牛糞堆肥には有効である。(鶏糞には不適)

(5) 未熟堆肥利用の問題点

未熟堆肥は、堆肥発酵が進行中の状態であるので、それを栽培に使用すると、下記の障害が起こる場合がある。

- ①発酵段階での【メタンガス】等の発生による障害
- ②微生物の急激な増殖にはエネルギーとしての窒素分が必要なので、栽培植物の栄養分である土壌中の窒素を横取りするので、【窒素飢餓】と呼ばれる成育障害が起こり得る。
- ③好気性発酵は、酸素を必要とするので、未熟堆肥を入れると、発酵のため土壌中の酸素を吸収するので、植物の根が【酸欠状態】になる場合がある。
- ④肉や魚等窒素分が多い材料の堆肥が未熟だと、それを埋めても土から臭いを出すので、犬や猫等に畑や花壇を掘り返される場合がある。

しかし、こうした未熟堆肥の使用は野菜類の【種まき】【幼苗の植え付け】等には厳禁であるが、大きく成長した樹木への施肥として根元から離して埋める場合には、それほど問題は生ぜず、土中で完熟し、その樹木の栄養分になる。

第3章 堆肥の作り方のいろいろ

この章では実際に堆肥をどのように作るか？を規模別に実例を交えながら説明する。

1. ベランダでも作れる家庭用生ごみ簡易堆肥器

(1) 簡易堆肥器の要件

- ① コンパクトで移動可能、②地面は不必要、③ 蠅等防止、④ 悪臭防止、⑤ 軽作業、⑥ 材料は生ごみ主体等々である

(2) 容器の種類

- ① プランター・ポリバケツ等、② 木箱、③ 発砲スチロール箱、④ ダンボール箱等々ある程度の深さと容積があれば、たいていの箱は利用できる。



香嶋正忠氏考案のダンボール堆肥箱



平石節子さん宅の同左実験

(3) 基本製造システム・手順

- ① 容器の半分程度に腐葉土・落ち葉・米ぬか等をよく混ぜて投入しておく。
- ② 生ごみ発生毎に容器内の一部に投入し、棒か手でよく攪拌する。
- ③ これを場所を替えながら、毎日継続する。
- ④ 窒素分が多い乾燥鶏糞等があれば、発酵促進剤として利用できる。
- ⑤ 蠅の防止のためには、ネット等で容器を覆っておくと良い。

また、手動の攪拌を要するが、より合理的に通風機構や投入時期区分の仕切り板等を備え、木製やステンレス製の生ごみ堆肥製造機も開発・販売されている。

2. 電動生ごみ処理機（堆肥製造機）

手動による毎日の攪拌手間を省くため、電動により①攪拌の自動化、②温度調整等をする電動生ごみ処理機が家電メーカー主体に開発・販売されている。

見た目がよく、生ごみを投入するだけで、後の攪拌を電動攪拌棒でやるので省力的だが、①水分吸収資材として木製チップ類等ランニング資材が必要、②生ごみの減量処理が主目的で、堆肥製造量は多くない。③電気エネルギーを使用する。等々の難点はある。

3. 庭や小規模菜園に設置する堆肥製造設備

庭がある戸建住宅では、地面に設置できる堆肥製造設備が利用できる。

(1) コンポスト容器（底部埋め込み型）

大型ポリバケツを反対にした形で、底部は地面に埋め込み、上部は蓋を閉められる。

【利点】

- ① 余分な水分が地中にしみこむ。
- ② 箱類に比べ容量が大きいので、生ごみ以外に雑草類、落ち葉類、園芸残渣等々を投入できる。
- ③ 行政の助成措置がある。(神戸市の場合、購入価格の半額、但し上限5千円)

【難点】

- ① 生ごみ投入後、土を被せないと小蠅等がわく。
- ② 時々棒等で攪拌しなければ熟成ムラができる。
(投入の都度、EM ぼかしや既完熟堆肥等を発酵促進剤として混合すれば、発酵・熟成は早くなる。)
- ③ 下部が完熟しても上部が未熟の場合、下部の取り出し困難。(下部に取り出し口のあるものもある。)



平石節子さん宅のコンポスト堆肥作り



時々棒で攪拌し、熟成を促進させる

4. 小規模～大規模の堆肥囲い、

必要規模に応じて、ベニヤ等の板類、古畳、ブロック、レンガ、コンクリート等々で囲いを作り、そこに堆肥材料を積み込むやり方である。

【利点】

- ① 堆肥材料をある程度の高さにまで積み込むための囲いなので、構造は簡単。
- ② 並べて囲いを幾つか設置すれば、生材料に隣りの完熟・半熟堆肥を混入し、発酵微生物を大量に投入し、全体の発酵を促進することが出来て便利
- ③ 大規模にすれば、切り替えしや搬入・持ち出し等をフォークシャベル車で省力化できる。

【難点】

- ① 材料を層状に積んだだけでは完全熟成まで長期間かかるので、切り替えしが必要。
- ② 雨水による過大な水分防止や栄養分の流失防止のため、覆いか屋根が必要。
- ③ 万一、材料が腐敗した場合、悪臭が発散する。

事例 嶋谷家の裏庭竹やぶ内堆肥囲いの手順



5. 事業所用の有機廃棄物処理機（堆肥製造機）

レストラン、ホテル、スーパー、食品メーカー、事業所ビル、官庁等々、毎日ある程度まとまった有機廃棄物が排出される事業所用に開発された中規模有機廃棄物処理機で、「食品リサイクル法」の施行に伴い、次第に普及されつつある。

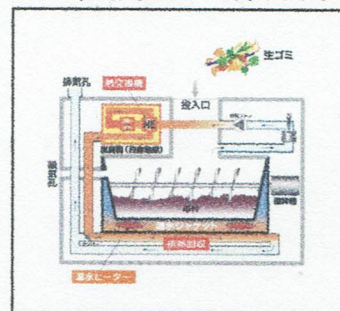
【利点】

- ① 街中設置の場合が多いので、悪臭発生防止には、充分対応措置している。
- ② ステンレス仕上げ等で見た目も美しく清潔感がある。
- ③ 毎日有機廃棄物を投入出来、一定期間後取り出せるものが多い。

【難点】

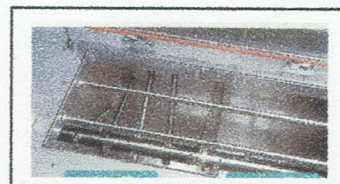
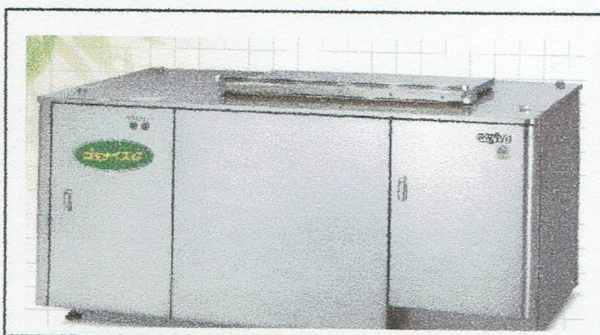
- ① 悪臭防止に重点が置かれ過ぎ、堆肥利用面が2の次になっているものがある。
- ② 水分吸収、発酵促進のための副資材がランニングコストとして掛かるものがある。
- ③ 電気エネルギーで、作動・温度調整するものが多い。

事例紹介 [兵庫県が県内リサイクル法促進のため、率先して県庁内に設置した2機種]



〔山武製バクター〕

- 完熟発酵型
- (50kgタイプ)
- プロペラ攪拌式
- 完熟所要期間2～3ヶ月
- 椰子殻チップ使用
- 白金触媒脱臭装置



〔三洋電機製ゴミナイス〕

- 1次発酵型(要2次発酵)
- (50kgタイプ)
- 攪拌棒方式、ダブル槽
- 所要期間2～3週間
- パチルス菌使用(担体追加不要)
- 酸化触媒脱臭装置

6. 大規模装置による堆肥製造方法

(1) 大規模設備の盛衰

- ① 行政関連の都市内一般有機廃棄物堆肥化
- ② 大規模畜産・酪農事業所の畜糞堆肥化
- ③ 大規模食品関連事業所の有機廃棄物堆肥化

等々大量に発生する有機廃棄物を堆肥化して利用しようという動きが戦前からあった。戦後の化学肥料全盛期には、このような設備は採算悪化で稼働を中止したものが多く、近年の埋立地不足、焼却の環境問題等より、再び各地で建設され始めている。

(2) 大規模堆肥製造のいろいろな方式例

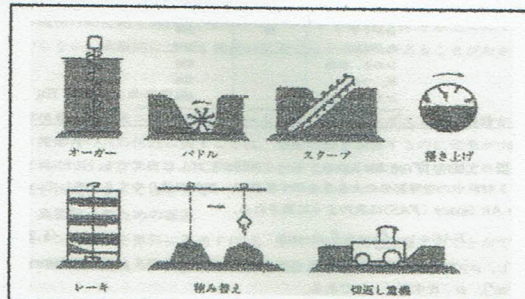
分類	名称	操作	移送法	制御法	
野積み		積替え、 切返し、 送気、ま たは上記 の組合せ	ショベル カー、各 種コンベ ヤ	切返し 頻度	
		切返し + 送気 (吸)	回転、 重力	水分 添加	
ロータ リーキ ルン	Dano		切返し + 送気 (吸)	回転、 重力	水分 添加
オー ガー	Fairfield- Hardy		攪拌 + 送気 (吸)	オーガー	送気量
多段	Earp Thomas		攪拌 + 送気 (吸)	レーキ + 重力	送気量
	荏原		攪拌 + 送気 (吸)	バドル + 重力	送気量
	栗本		送気 (吸)	ゲート + 重力	送気量

分類	名称	操作	移送法	制御法	
サイロ	Renova (Blaubauern)		送気 (吸)	クレーン	送気量
	Kneer		送気 (圧) + 送送	重力、ス クリュー コンベヤ	送気量、 送送風
サイロ	Triga		積替え	重力、ス クリュー コンベヤ	水分 添加
	三共		送気 (吸)	重力	送気量
ビン	スクープ		積替え + 送気	スクープ	送気量
	バドル		積替え + 送気	バドル	送気量
その他	Caspari- Birkhofer Frat その他				

【材料投入】→【発酵過程】(移送)→【堆肥取出し】

の方式は違っても基本原理は同じく好気発酵

特に重要な【切り返し】の諸方式



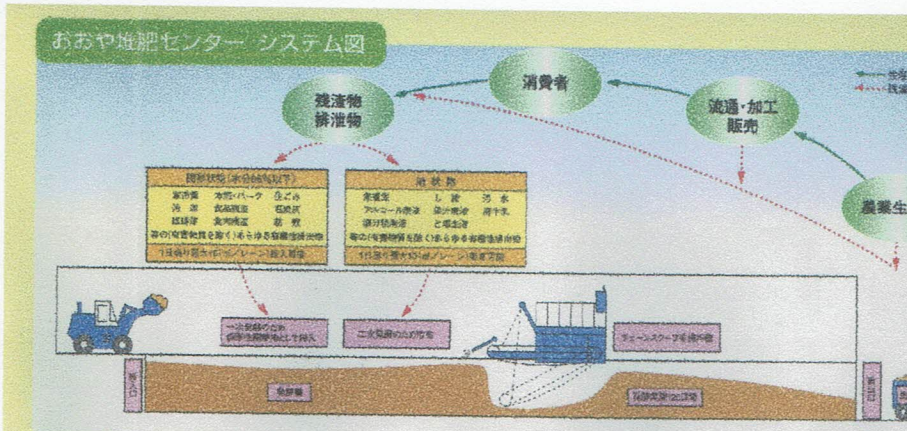
大規模堆肥センターの実例

兵庫県養父市大屋町 町営「おおや有機センター」

平成14年完成



▲発酵堆肥化施設内 発酵槽全景



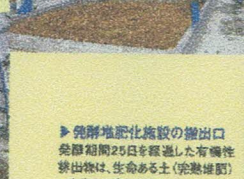
4チェーンスクープ型
搬送機
発酵槽に投入された有機
性排出物(調整物)を搬送
しています。



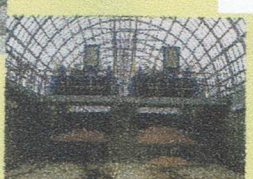
◀発酵途中の様相



発酵途中の様相▶



▶発酵堆肥化施設の輸出口
発酵期間25日を経過した有機性
排出物は、生命ある土(完熟堆肥)
へと生まれ変わります。



施設の概要

発酵堆肥化施設/1棟	1,135㎡	●ホイールローダ/1台	2.0㎡
乾燥堆肥貯蔵場/1棟	599㎡	●フォークリフト/1台	2.5 t
調製材料置場/1棟	205㎡	●スクープエンドダンプ/1台	2.0 t
調製事務所/1棟	63㎡	●クレーン付ダンプ/2台	3.0 t
調製施設/1式		●マニピュレーター/2台	1.7 t
		●トラックスケール/1式	#10 t
		●投込機/1式	150名未満
敷地面積	12,000㎡	●デンプ化粉砕機/1式	100名2~8mm

(大屋町パンフより)

この装置の考案者は宮城県出身の葉坂勝氏で、昔の堆肥作りの原理を機械化して、急速高温発酵による大量堆肥化装置を開発した。

土中にある高温土壌微生物を利用し80度近くの高温で発酵させ、切り替えしたら数日間そのままにして今度は嫌気発酵で分解し、それを繰り返す【好気発酵】と【嫌気発酵】を交互に繰り返すことにより、昔は5年も掛かっていた完全発酵を25日でできるようになった。

現在全国20箇所以上で稼働している。

(「発酵は錬金術である」小泉武夫著 新潮選書 P. 134~142 参考)

ただし、大屋町の有機センターの場合、主材料は牛糞で窒素分が高いため、特産のハウレンソウに硝酸分が過剰に含まれ、また水質の硝酸汚染も懸念されるようになり、副材料に植物質をより多く投入し炭素分を増し、窒素比率を下げる対策を講じはじめている。

葉もの野菜(軟弱野菜)の場合は、植物性堆肥で土作りをして、動物性(畜糞)堆肥は生育状況に応じてパンチ力として利用した方が安全と思われる。

第4章 堆肥の施肥上の留意点

堆肥の作り方の大切だが、その堆肥の使い方が悪ければ逆効果になる危険がある。そこで、堆肥の施肥上の留意点をまとめて見たい。

1. 未熟堆肥は原則使わない

(1) 窒素飢餓の防止

前述したように、発酵過程中的の堆肥は、発酵微生物の活躍が活発な時期であるので、活躍のためのエネルギー源として利用可能な【窒素】を要求する。堆肥中の窒素が未分解のものが大半であると、発酵微生物は土壌中の窒素を利用・費消し、植物が生長に必要な窒素まで横取りするので、植物は窒素不足に陥る。これを【窒素飢餓】と呼ぶ。

そのために、堆肥中の微生物の活動が沈静化し、又利用可能なまでに分解された窒素が増える【完全発酵＝完熟段階】の堆肥の使用が原則的に必要である。

但し、完熟後も堆肥中の窒素は分解して行くので、完熟後に長期間施肥利用しないと折角植物に有効な窒素分まで分解ガス化してしまう。従って完熟後出来るだけ早めに使うことも必要である。

(2) 酸素欠乏の防止

好気性発酵の場合、好気微生物の活動には【酸素】を必要とする。未熟堆肥の土壌投入は、土壌中の酸素を費消するので、その土壌は【酸欠状態】になり、根の呼吸活動が妨げられ、障害が発生する危険がある。

(3) 発酵ガスの防止

未完全発酵の堆肥は、発酵活動中にメタン系の発酵ガスを出す場合が多い。このガスのため植物の根が障害を受け枯れたり発育不全になったりする。

(4) 猫・犬その他の動物の掘り返し

未熟の堆肥を土に埋めた場合、よほど深く埋めないと臭いが地面にでる。特に魚や肉系統の窒素系堆肥の場合、動物たちに畝が掘り返される恐れがある。

2. C/N 比率 (炭素・窒素比率) の留意

堆肥中には、各栄養元素が含まれている。その中でも第1章でも述べたように、植物の身体を作る【窒素】と、活動のエネルギー源や骨格となる【炭素】の役割は最重要である。

しかし、重要だからといって多量に投入すればするほど良いと言うものではない。

特に窒素は、必要以上に与えると後述するようにマイナス影響もある。逆に窒素分が少なすぎても成長速度が遅くなる懸念もある。

そこで、堆肥の各材料において、その【炭素重量】を【窒素重量】で割った比率 (C/N 比率) で、堆肥の炭素と窒素の量とバランスを把握する必要がある。

色々な堆肥材料の C/N 比率は別紙記載のとおりである。

大体において、落ち葉、藁、木屑等の植物性材料は炭素分が多く、畜糞、魚介類等の動物性材料は窒素分が多い。

堆肥投入の目的にもよるが、一般的には C/N 比率 15～20 位の堆肥が根毛との関係が最適と言われている。(「新しい土壌診断と施肥設計」武田健著 農文協発行 P41～50 より)

C/N比が15～20の堆肥の投入により、炭素成分を十分に土壤に与え、その土壤全体のC/N比が10～15程度であれば、土壤病害は発生しないと言われる。

有機肥料や堆肥の投入を面倒くさいと言って、化学肥料のみで栽培していると、化学肥料には炭素は入っていないので、土壤炭素が次第に減少して行き、C/N比が5～7と言うように10を割り込むと【根こぶ病】や【青かれ病】が発生しやすくなる。

堆肥材料のC/N比に留意しながら継続的に堆肥を投入することが重要である。

3. 窒素過多の防止

堆肥中の窒素成分は植物の成長に不可欠であるが、最近下記の窒素過多の悪影響が懸念されている。

① 軟弱徒長の弊害

植物が成長するためには、細胞の中身の材料となるタンパクが必要だが、そのタンパクは窒素と炭水化物とリンサンによって作られる。

細胞の骨格と言うべき細胞膜は繊維質で、炭水化物より作られる。

(【窒素】は細胞作りの材料、【炭水化物】は細胞の材料、並びにタンパク合成のエネルギー源、

【リンサン】は原料であり合成のための潤滑油)

植物の健全な成長は、養分を吸収する根の発達と、光合成をする葉(特に成長葉にも栄養分を送る活動葉)の発達、植物を支える茎・枝等の骨格の伸長であるが、これらには炭水化物が材料としてもエネルギー源としても不可欠である。

窒素肥料が多すぎると、植物は余った窒素もタンパク合成に使おうとし、本来なら葉・根・茎等に使うべき炭水化物までもタンパク合成に使ってしまう。

その結果、大きく成長はするが、根の張りは不十分でリンサンの吸収が弱くなり、茎や葉の骨格細胞(繊維質)も軟弱で病原菌が侵入しやすい。また葉も軟弱に繁茂するため日光がバランスよく全ての葉に当たらなくなる。害虫も窒素分が多い葉に好んで集まってくる。)

② 硝酸系窒素の過剰の弊害

昨今、発がん性物質である硝酸性窒素や亜硝酸性窒素が、野菜に含有されている場合(濃度障害)があるといった健康保全問題や、農業水系を通じて地下水系や池や川や海等を汚染する場合があるといった環境問題等から、農業基本法は「硝酸性窒素と亜硝酸性窒素の合計で10mg/L以下」の基準値を設け、水質の汚濁防止に乗り出している。

こういった事態は、結局窒素系の肥料の多量投入によって引き起こされている。

化学肥料の多量投入の場合は勿論、有機質肥料である牛糞・鶏糞・豚糞等の窒素分が多い(C/N比が低い)堆肥利用によっても引き起こされる場合がある。

(例えば、兵庫県大屋町のハウレンソウ産地でもこの問題から堆肥成分の見直しが求められている。)

農地では【アンモニア態窒素】とともに【硝酸態窒素】が存在し、この両者が作物に吸収され、作物の成育に役立っている。

また、アンモニア態窒素は【亜硝酸菌】により亜硝酸態窒素に変化し、亜硝酸態窒素は【硝酸菌】によって硝酸態窒素に変化する。この2種の細菌を一緒にして【硝酸化成細菌】と呼んでいる。硝酸化成が活発に行われる農地は良い農地であるが、作物や土壤の吸収可能以上の窒素成分を投入すると、亜硝酸態・硝酸態窒素の野菜含有や地下水系等への環境汚染が引き起こされる危険がある。

したがって、堆肥と云えども窒素分の多い畜糞堆肥の使用に当たっては、事前に対象農地の土壌検査をしてその農地の養分吸収力（CEC・陽イオン容量）等を調べ過剰にならないように留意して投入する必要がある。

4. 全面施肥と局所施肥の使い分け

農地への堆肥の利用の仕方は色々ある。

- ① 農地全面に投入して耕運機等で混入する方法。
- ② 畝の底部に元肥として投入する方法。
- ③ 追肥として局所的に利用する。（含む 畝の側溝施肥）
- ④ 敷き藁代わりに、畝の上部に施肥する。

どの使い方をするかは、対象の農地の土壌状態、栽培作物の種類、作物の成育の段階、作業時間や労力の関係、そして利用する堆肥の種類等で、施肥のやり方・組み合わせは変わってくる。

一般的なモデルケースとしては、落ち葉や藁等で作った植物性堆肥を土壌改良資材として有機石灰等とともに全面混入し、充分土壌になじませる。

畝作り時に、畝の底部に肥効パンチ力のある蓄糞等の動物性堆肥を投入しておく。

ナスビ、トマト等の肥料要求度が強い（肥料食いの）作物は、花が咲き果実が出来はじめる前後に畝の側面に溝を掘り、動物性堆肥を施肥する。（側溝施肥機も利用できる。）

夏の乾燥防止材や冬の保温材として畝の上部に敷き藁代わりに施肥する。

5. 土壌診断と施肥設計の必要

研究熱心な専業農家であれば有り得ないことだが、一般的には下記の短絡的な思い込みで堆肥等を使用し失敗する例が多い。

- ① 有機物ならどんな状態でも農地に投入した方が良い。
- ② 有機物の投入は多ければ多いほど良い。
- ③ いろいろ問題があっても、土壌中の微生物が上手にやってくれる。

自家栽培、自家消費であれば、こういった大雑把な考え方も良いが、農作物を商品とし、収入源とする場合、安易な失敗は損失に繋がる。

詳細は省略するが、土壌の物理性（保水性・通気性等）、化学性（土壌養分濃度・土の酸性度等）、生物性（有機物の分解と供給、土壌病害等）これらの組み合わせでその土地の【地力】（土の総合力）が決まる。

こうした基本的な事項を充分チェックした【土壌診断】の上で、その土地にあった作物種類の選定、堆肥やその他肥料の施肥量や施肥のタイミング等の【施肥設計】を作り、天候をにらみながら実施して行く合理的・科学的態度が必要である。

第5章 堆肥の効用（栽培と環境関連）

1. 土作り効果（土壌構造改善効果）

（1） 団粒を作る効果

① 団粒の形成

有機質が含まれていない砂や粘土等の無機質の土に、堆肥（腐植*）を加えると、一つ一つの粒子が自然に集まって、【団粒】と呼ばれるより大きな粒子を作る。これが【団粒構造の形成】である。

② 団粒の効果

団粒構造が出来ると、その土壌に対し【肥料養分を保持する力】、【水を保ちしかも余分な水を排出する効果】、【空気の流通（通気性）を良くする効果】その他さまざまな効果が出てくる。（詳細は後述する。）

③ 団粒形成の理由

有機物お発酵・分解した堆肥が土に混入すると、色々な微生物が住み着き繁殖する。その中で最も団粒形成に貢献しているのは【糸状菌類（カビ類）】で、糸のような菌糸が土の粒子に絡み付いて土を束ねる。

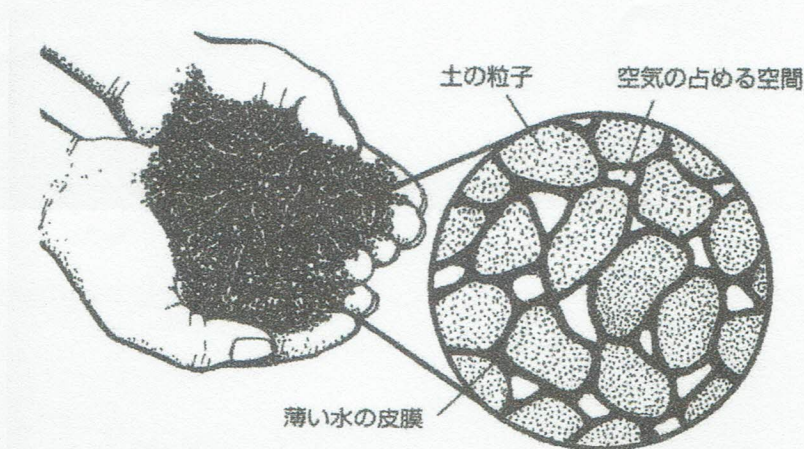
また堆肥が投入されるとその有機物や土壌を餌とする【ミミズ】が繁殖する。ミミズの体内を通ったミミズの土混じりの糞は、その体液が粘着剤となって団粒構造を安定させている。

また土中の有機物が分解する時に出来る【フミン酸】と言う物質は、そのイオン効果により団粒構造に極めて安定的な耐久性を与えている。

④ 堆肥の継続的投入の重要性

しかし、団粒構造が一旦出来れば、その構造が何時までも安定して維持出来るものではない。腐食によって堅く結ばれた団粒も、細菌類（バクテリア）により更に分解され、団粒を形成する結合物質を破壊してしまう。

したがって、団粒構造を維持しようと思えば、継続的に腐植（堆肥）を投入する必要がある。



（「家庭で出来る堆肥づくり百科」 P. 31より）

(2) 保水力の向上

① 団粒表面の水の皮膜形成

堆肥投入により団粒構造が出来ると、その団粒の表面に薄い水の皮膜が形成され保水力は格段に高まる。植物の根はその水分を吸収出来る。

一方、有機物を入れない砂地等の場合、一旦は湿っても水は直ぐに流れ、または乾き保水性に乏しい。

団粒構造が出来ていない農地も大体同じ様に保水性に乏しい。

② 旱魃の被害防止

日照りが続き雨が長期間降らないと旱魃の被害に会い易いが、団粒構造が出来ていれば、土壌中にスポンジのように保水しているので、被害を最小限に食い止められる。

団粒構造が出来ていないと、一時的に散水しても、保水力が無いため、直ぐに水が土中を通過するか、日照りで乾燥し、旱魃被害が大きい。

③ 土壌の流出・侵食の抑制効果

大雨・大風の場合、団粒構造のある肥沃な土壌は、その吹き飛ばすような強風の圧力やたたきつけるような豪雨の衝撃を和らげ、土壌の流出・侵食を防ぐ。

一方、団粒構造が無い場合、風や雨の力をまともに受け土壌の流出や侵食の被害が甚大である。

毎年のように台風が襲来する日本においては、特に留意しなければいけない問題と言える。

(3) 通気性の改善効果

① 団粒構造の通気性

団粒と団粒が集まって、土壌の団粒構造を作っているが、団粒と団粒の間は安定した間隙があり、この間隙が空気の流通を良くする環境となっている。

② 土壌中の酸素の必要性

【根の呼吸活動】

第1章で述べたように植物の土中の根も酸素を吸って二酸化炭素を放出する呼吸活動をしている。土中の通気性が悪いと根の酸欠状態となり生育障害が起こる。

(通気性が悪い粘土質栽培では、水生・半水生植物を除いた一般の植物は悪影響を受ける。)

【土中微生物にも酸素必要】

植物の根の付近で根と共存・共栄している微生物も好気性のものが多いので、通気性が悪いと生存できなくなる。通気性が良いと活発に増殖・活動し後述するように植物の健全な生育に役立つ。

【土中の酸化反応にも必要】

土壌中では、土の含有する色々な成分が反応を起こしているが、その多くは酸化反応である。

例えば、硫黄が二酸化硫黄に、炭素が二酸化炭素に、アンモニアが硝酸になる反応等、植物に吸収しやすい物質に変化させる反応に酸素は不可欠で、団粒構造の通気性は酸素の供給に大いに貢献している。

2. 養分（肥料分）としての効果

(1) 栄養バランスの取れた肥料効果

第1章の「植物の成育原理」で述べたように、植物は16種の要素が必ず必要（必須）で、必要の量に応じて、【大量要素】、【中量要素】、【微量元素】がある。

化学肥料は大量要素の【チッソ】【リンサン】【カリ】の3種は化学工業的に合成し、充分供給できるが、他の栄養素特に微量栄養素は、植物が吸収出来るような形に合成できないものが多く、化学肥料主体の慣行栽培においては、微量栄養素は無視している場合が一般的である。

その結果、作物の病気や害虫への抵抗力低下等、色々な障害が発生し、その対策としての農薬多用につながっている。

堆肥の場合、堆肥原料はもともと植物の遺体、または植物を餌にしている動物の糞尿であるので、必須栄養素は比較的バランスよく含まれている。

また、堆肥を施肥すると農地内の微生物が増加し、その微生物^が土中のミネラル等を無害化して植物の根に供給する。（詳細後述）

(2) 養分の貯蔵庫

堆肥に含まれる養分は、ゆっくりと分解され、作物に供給される。また、この作用を利用して、冬から春先に堆肥を農地に投入し、土作りを行えば、土中の微生物の活動は温度上昇とともに活発になるので、例えば春に種まきまたは幼苗を植え付けした段階では肥料分が少なめに効き、気温上昇と共に作物が生育するのと併行して土中の微生物の分解活動も活発になり肥料供給が多くなるといった、【作物の生育に合わせた養分供給の貯蔵庫】の特質も堆肥は持っている。（播種時期や幼苗時期の養分過剰は障害をもたらす。）

化学肥料の大半は、直ぐ水に溶けやすいので、肥料効果の即効性はあるが、その反面雨や散水で土中から流亡しやすい。また幼苗時期の過肥障害も招き易い。

この弱点を改善するため、肥料分が直ぐに溶けずじわじわ染み出す【緩効肥料】が開発されているが、価格が高く微量栄養素に乏しいので、堆肥には及ばない。

また、堆肥中の養分は長期間段階的に放出される。

（例えば1年目で投入分の50%内外の放出→2年目は25%→3年目12.5%と言う風に）

したがって、毎年農閑期に適量の堆肥で着実に土作りをしていけば、有用微生物が活発に働き、安定したマイルドな養分貯蔵庫が農地に出来ることになる。

そして、作物の種類や成育状況に合わせて、局所的に窒素分等のパンチ力を効かせる事が可能となり、過剰施肥や養分不足の障害を避けることが出来る。

(3) 土中の養分を植物が吸収し易い形にする（有用微生物の増殖）

①「無機栄養吸収通説」の誤り

19世紀のドイツの学者リービッヒが、「植物の養分吸収は無機物からも出来る」という「無機吸収説」を発表した。その『無機からも吸収出来る』と言う事実は正しかったが、化学肥

料産業が発達するにつれて、「植物は無機物でないと吸収出来ない。有機物は無機物まで分解されないと吸収出来ないのだから非効率」という内容にすり替えられ、ごく最近まで「無機栄養吸収説」が通説となり、無機栄養主体の化学肥料優位の論拠となっていた。

しかし、最近の研究では、植物は【糖類】【アミノ酸】【ビタミン類】の有機物からも吸収できることが証明されている。

そうすると、植物が無機物から糖類、アミノ酸、ビタミン類を形成するエネルギーとその過程等が省略できるので、アミノ酸程度にまで分解された有機物の方が効率的であるといえる。（但し有機吸収説が証明されたのは極最近であるので、有機優位説が主流とまではなっていない。）

② 土壌中の微生物との共存・共生関係

今までの化学肥料と農薬主体の慣行農業で無視され続けてきたのが、土壌内の有用微生物と植物との共存・共生関係である。

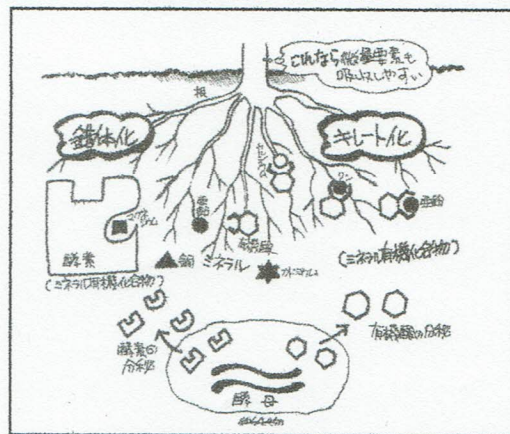
植物の根の周囲にはいろいろな【根圏微生物】が生存して、植物の根と相互に助け合っている。すなわち、植物の根毛から出す【有機酸】は根圏微生物の餌である。そして根圏微生物は土壌内に含まれる重金属類のそのままでは有害である諸ミネラルを、【錯体化】や【キレート化】により無害化し、微量栄養素として植物に供給している。又微生物は堆肥等の有機物からビタミン類その他の活力栄養素も作り出し植物に供給している。

- 【錯体化】・・・土壌微生物が土壌中に酵素や有機酸を分泌して金属ミネラルを酵素に包み込み無毒化
- 【キレート化】・・・微生物が出したアミノ酸などの有機酸が洗濯バサミのように二つ以上の接点金属イオンをはさみ込み無毒化

酵素にミネラルが付くとパワーアップ



微生物による微量栄養素の錯体化とキレート化



(参考 「発酵肥料で健康菜園」 薄上秀男著 P. 34~53、両図とも借用)

このような微量栄養素等の無害供給は、土壌中の微生物の働きによるものであるから、堆肥という微生物発酵物による土作りは、有用微生物を土壌中に増殖する効果をもち、植物は微量栄養素を十分に吸収し健康体で生育する。

化学肥料主体で堆肥投入をしないで栽培した場合、肥料自体に3大栄養素は多いものの、その他の栄養素特に微量栄養素に乏しく、仮に土壌中に存在していても有用微生物が少ないため、【ミネラル類の無害化吸収】や【微生物が作ったビタミン類吸収】が不足する。

こうした微量栄養素の吸収不足は、成育障害を招き、病害虫が発生する。この対処療法として農薬散布が行われると、土壌中の害虫や病原菌だけでなく、植物生育に有用な微生物や小動物まで皆殺しにしてしまい、一時的効果はあっても、長期的には益々植物の健全な生育環境を悪化させる結果という【悪循環】におちいることになる。

3. 微生物群投入による病虫害予防効果

(1) 病原菌撃退効果

地上や水中の生物と同じく、土壌中もこの世の定めともいえるべき【生物間の生存競争】が繰り返されている。微生物の世界も同じで、強いもの・多数のものが、弱いもの・少数のものとの勢力争いに勝つ。また大半の微生物は、これも人間社会に似ているが、勢力のつよいものになびく日和見性質があると言われている。

今、作物の根圏に病原菌がいて、作物の体への侵入を狙っている場合、根圏に有用微生物が少ないと易々侵入でき、作物は病気になる。一方、根圏に有用微生物が多数存在していると、数において無勢な病原菌は、多数の有用微生物とそれになびいた日和見菌等に阻まれ、容易に作物に侵入できず、反対に侵入軍は有用微生物の防衛連合軍に殲滅させられる。堆肥投入により土中の有用微生物を増殖させていけば、このように病原菌から作物を守ることが出来る。

(2) 害虫の防御効果

① 植物の健康体から来る自衛能力向上

良い土作りをして植物が健全に育成すれば、ある程度害虫を防御する要素を身体に発生させて被害を最小限にする。植物が健康でなく弱っていれば、自衛力が弱いので害虫の被害が甚大になる。(植物が健康であれば、害虫が嫌う香り・味等の忌避物質を出すらしい。)

② 害虫の天敵が増える

堆肥等使わず化学肥料主体だと病虫害が増加するので、その対策として化学農薬を散布すれば、害虫のみならず、その害虫を食べる天敵の小動物まで殺してしまう。

堆肥主体の土作りをして、農薬を使わなければ、害虫の天敵も生存でき、害虫の被害を最小限に抑えることが出来る。

(但し、害虫の被害を完全に防ぐことは、亜熱帯の日本で今の栽培技術ではなかなか難しく、多少の菜っ葉類の穴あき程度は【農薬不使用の証明】と喜ぶような消費者の意識改革が必要である。)

4. 収量アップ・維持効果

(1) 根の張り方が大きい

堆肥主体の土作りを行うと、今まで説明して来たように、【団粒土壌】【保水性】【通気性】【肥料バランス】等々が向上するので、作物の【根の張り】が格段に大きくなる。

根張りが大きくなると、土中の養分を充分吸収出来るし、作物の株自体を大きく出来、作物の収穫量が増加する。

(2) 日照不足による収穫減少防止

第1章で「光合成」により、太陽のエネルギーを活用して、植物は【炭水化物】を作ると説明した。気候異変等により作物の成育期に雨天・曇天が多く、日照時間が少ない場合、光合成の働きが不十分となり、作物の収穫が悪くなる所謂【冷害】被害を起こす。

しかし、堆肥を充分投入している農地は、堆肥の主要素の1つである【炭水化物】が土中にあるので、作物は堆肥中の可溶化した糖類等の炭水化物を吸収できる。これは、太陽エネルギーを根から吸い上げていると同様で、堆肥の多い農地は冷害被害が少ない理由である。

5. 連作障害の防止・緩和

同じ場所に続けて同じ作物（同系統の科目を含む）を栽培すると、連作障害が発生し病気になる場合がある。

この理由は、まだ正確なことは判明していないが、推定できる要因として下記の諸点がある。

- ①【特定微量栄養素の不足】作物の種類により、特定の微量栄養素を好む場合があるので、連作するとその微量栄養素が不足して障害を起こす。
- ②【特定病原菌の増殖】作物により罹り易い特定の病原菌があるが、前年の作物残渣がその農地にすきこまれ、その特定病原菌が土壌内で残存した環境で同じものを栽培すれば、その病原菌は仲間が多くなり、他の有用微生物を凌駕するようになれば、作物に侵入しやすくなり連作障害を起こす。

ところが良質堆肥を充分施した場合、特定微量栄養素も不足しないし、有用微生物が多数根圏に増殖しているので、病原菌が容易に侵入できない。

化学肥料主体の場合、3大栄養素主体で、微量栄養素に乏しいため、連作すると直ぐに特定微量栄養素が枯渇し、成育障害を引き起こし易い。また、土壌中の有用微生物が少ないため、特定病原菌が侵入し易い。したがって連作障害が発生し、農薬を多用せざるを得なくなる。

6. 環境改善効果

(1) 農薬汚染の減少と浄化

現在の化学肥料主体の慣行栽培では、どうしても病虫害の被害を受け易いので化学農薬を多用せざるを得ない。農作物の残留による人体への悪影響については後述するが、それ以外にも、化学農薬は分解し難いものが多いので、残留農薬が農地を汚染し、その農地から流れ出た汚水が水路・河川・湖・海等の水系を汚染し、そこに住む動植物を汚染したり絶滅させたりする。

(蛙やトンボ等の小動物が農村地帯にも殆どいなくなり、海の魚に奇形や高濃度の汚染物質が検出されるのもその証拠である。)

堆肥主体の土作りであれば、前述のように病虫害に強くなるので、無農薬か最小限度の使用に抑えることが出来る。

また、堆肥を投入するとその農地には有用微生物が増殖する。これらの微生物の中には、化学汚染物質も分解し無害化する所謂「浄化能力」を持つものも多いので、汚染の度合いにもよるが堆肥農地は水系をある程度浄化する力がある。

(現に、下水等の汚水浄化に、微生物の浄化能力を利用している市町村が多い。)

(2) 生態系の保存・復活

上記と密接な関連があるが、農薬や化学肥料の多量使用前は、都市郊外や農村地帯は多種・多様な動植物が、自然の内に生態系を作り、豊かな自然を我々に与えてくれた。

農薬・化学肥料万能の時代になると、前述したように水・土壌等が汚染され、蚊や蠅等は激減したが、自然の生態系はずたずたに壊され、微生物→小動物→中動物→大動物の食物連鎖が断ち切れ、絶滅または絶滅寸前の動物が急増している。

堆肥利用による農薬と化学肥料の減少は、動植物の生活環境を改善し、壊された自然の生態系を徐々にではあるが回復させる可能性がある。

(兵庫県北部の豊岡市を中心とした但馬地域で、一旦絶滅寸前のコウノトリを数十年かかって人工飼育し、100羽に増やし、昨年(2005年)に、試験的に数羽の野生復帰の為の放鳥が行われた。しかしその前提条件である「コウノトリが野生で生活できる様な自然環境」(蛙のような水生の動物やドジョウ・フナのような魚類が豊富に生息している環境)を作るため、近隣の農家を説得し、農薬を極力減らした栽培地域を拡大してきた。今コウノトリの野生復帰実験は日本中の注目の的となり、コウノトリ・ブランドの豊岡の農産物は、安全・安心のブランドになりつつある。人間と動植物が共存・共栄できる安全・安心な環境作りの好事例と言える。)

コウノトリ親子の安全=人間の親子の安全



日常的にコウノトリがいた昭和35年ごろの出石川



第6章 堆肥の効用〈パート2〉(人体への健康効果)

前章で「堆肥の栽培面・環境面の効用」を述べたが、農業に従事しない一般市民にとっても関心が深い「人間の健康面・食環境面への効用」を、章を別立てにして論じてみたい。

1. 化学合成農薬からの悪影響の排除・軽減

農業で使用される化学農薬には、「殺虫剤」「殺菌剤」「除草剤」等々があるが、いずれも一定量以上人体に吸収されると健康面にマイナス影響を与えるものが殆どである。

以前大量に使用され環境や人体に多大の悪影響を与えたDDTやBHC等の劇薬的農薬は、規制強化により国内では使用されなくなった。(発展途上国向けには輸出禁止にはなっておらず、先方の監視状況によっては、輸入農作物を通じて入ってくる懸念はあるが・・・)

農薬メーカーも環境や健康志向の中で、分解速度が速く残留危険が少ない農薬を開発しているが、その反面散布回数が増えている傾向もある。

農薬使用は、国の厳重な検査を経た「登録農薬」で、使用基準を厳守して使用しなければならないことになっている。しかし問題は下記の諸点にある。

- ① 国の安全基準が体重52.6kg以上の大人を標準にしており、子供達特に細胞分裂、器官充実の過程である「幼児」や「胎児」への安全度でないこと。
- ② 農薬1種類のみを使用安全度であり、現実一般的な各種農薬の併用使用時の重複影響は無視していること。
- ③ 薬剤のラベルには、使用時の注意書きに「希釈基準」(薄める度合い基準)を記載しているが、農業者がその基準内で正しく使用している保障はないこと。
(消費者の見かけ指向が強いため、つつい基準以上を使う危険は大きい。また農薬のラベルの字は一般的に極小さく、高齢者が主体となった日本の農村では見間違いうリスクもある。)
- ④ JA等の指導で、「農薬散布の暦」が普及し、害虫や病気の有無に拘らず、病虫害防止の農薬を散布する慣習が強かったこと。(勿論自動散布の見直しをしているJAも増加中)
- ⑤ 農地の雑草除去のために、除草剤散布が一般化し、水系を通じ農作物に浸透するリスクは大いにあること。

このように農薬の使用が人体に与える影響は、大別して【農薬を散布する農業者への被害】と【残留農薬を含んだ農作物を食する消費者の被害】に分かれる。

このレポートの主題は【堆肥】であるので、農薬被害の詳細は省略するが、防毒マスク等で全身をカバーしなければ、散布する農業者が危険に晒される劇薬も多い。また「ハウス病」と言われるように、密室的ビニール・ハウス内の農薬散布で健康を害した農業者も多い。

一方、そうした農薬が残留した農作物を食べた消費者は、体内に汚染物質を引き入れることになり、消化器系臓器罹病やガン発生等のリスクを持つことになる。

最大の問題は、胎児や幼児への悪影響に止まらず、受胎前の女性の胎盤等に農薬等の汚染物質が蓄積し、妊娠時に胎児にその汚染物質が移行し、正常分娩が出来ないか、出産できても障害児のリスクがあることである。

また男性側のも精子の半減現象等、生殖能力に問題が出てきているとも言われており、われわれの子孫の永続的繁栄に大きな影が迫ってきているともいえる。

また化学肥料の使い過ぎによる発ガン物質【硝酸塩】の水系汚染も大きな環境問題となっており、抑制的使用を求められている。

勿論現代の工業化社会の日本は農薬以外の汚染物質に囲まれた【複合汚染】の環境にいるので、農薬や化学肥料だけを犯人扱いすることは出来ないが、農薬使用が多くなった時期と、障害児が多くなった時期とがかさなっており、しかも口から入れる食物に関連しているので、農薬が人体に悪影響を及ぼしている事実は否めないところである。

この農薬・化学肥料の使用を減少させるには前述したように「堆肥活用による安全・安心栽培」の普及が不可欠である。

2. 農作物の含有栄養素の健康効果

(1) 各種栄養素の働き

色々な食材の中に含まれる【栄養素】を大別すると、【タンパク質】【脂質】【糖質】【ビタミン類】【ミネラル類】になる。

人間の体や活動エネルギーは、こうした栄養素の組み合わせで出来ている。

【タンパク質】は主として身体の組織や内臓をつくり、【糖質】や【脂質】は体を動かすエネルギー源となる。【ビタミン類】【ミネラル類】は、体の機能を調節し、活性化する働きがある。

(2) 昔の野菜と今の野菜

よく昔の野菜に比べて、今の野菜は味が薄く水っぽいと言われる。これは野菜の中に含まれる【ビタミン類】【ミネラル類】【アミノ酸類】が、昔に比べて大幅に減っていることが原因となっている。

昔は、化学肥料と言う簡便な肥料がなかったため、農業者は米糠・油粕・各種糞尿類やそれらを発酵させた堆肥を使った土作りに手間暇をかけていた。その土には前述したように微量栄養素も充分あり、善玉微生物が根毛と共生し、そのままでは有害な各種ミネラル（金属元素）を無害化して、植物が吸収しやすいようにしてくれるので、農作物には微量栄養素がたっぷり入っていた。

ところが、戦後化学肥料が普及し始めると、その運搬・保管・散布の便利さと効き目の速さで、大半の農業者は面倒な土作りをせずに、簡便な化学肥料で済ませるようになった。

ところが化学肥料は、【窒素】【リンサン】【カリ（カリウム）】の3大栄養素主体であり、微量栄養素は殆ど入っていないものが大半である。したがって化学肥料主体で栽培した農作物には、ビタミン類やミネラル類が昔に比較して格段に少ない。

(3) ビタミン類、ミネラル類の健康効果

【ビタミン】は動植物が体内で合成して作り出した有機化合物であり、【ミネラル】は土壌や水の中に存在している無機物の総称で一般的には特に人間に必要なものを指している。

このようにビタミン類・ミネラル類は有機と無機との相違はあるが、タンパク質・糖質・脂質等の3大栄養素が体内で活躍するのを助ける【補助栄養素】としては同じ役目にある。

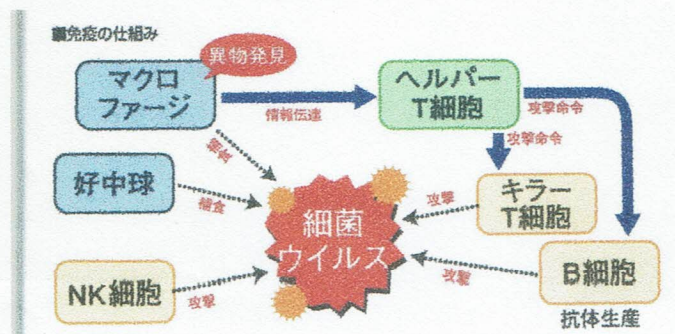
(体を車に例えれば、3大栄養素はガソリン、ビタミン・ミネラルはエンジンオイルの関係になる。エンジンオイルという潤滑油を入れなければ、3大栄養素はスムーズに働かないが、逆にエンジンオイルがあってもガソリンがないと車は走らない。)

第1章でも既述したように、動植物は生命活動の基本として【代謝】を行っている。

この代謝は1種の化学変化でもあるが、この代謝を円滑に進めるのが生体触媒と言われる【体内酵素】である。ビタミン類やミネラル類をバランスよく摂取していると、この酵素の働きが数十倍数百倍と格段に活性化され、その結果代謝活動が順調に進むし、逆にビタミン・ミネラル類が不足していれば、代謝活動に何らかのネックを生じ、健康維持に問題が発生する危険が多い。(参考図書「最新版・ビタミン・ミネラルBOOK」監修 升重正一&鈴木和春 新星出版社)

(4) 微量栄養素と体内善玉微生物の免疫システム活性化

人間の身体は精妙な【免疫機構】を持っていて、2重3重にウイルスはじめ各種の病原菌の侵入を防止し、また各臓器内のガン細胞の発生・増殖を防ぐシステムとなっている。



(「免疫力を高めて病気を防ぎ治す知恵とコツ」主婦の友社編&出版 P. 12より)

人間の体内には、100兆^{はんと}の微生物が存在し、特に大腸に多く生息し、その中には免疫システムを活発にする善玉微生物も、いろいろ障害の原因となる悪玉微生物もいて、勢力を争っている。

善玉微生物やビタミン・ミネラル類が沢山含まれた農作物を摂取すると、体内の善玉微生物を増やし、ガンの原因となる活性酸素を抑制し、免疫システムを活発化させるので、病気に罹り難くなる。

【ガンの防止】私たちの身体の中では、健康な人でも毎日何千という【がん細胞の芽】が発生している。

これはイニシエーターと呼ばれる発ガン仕掛け人である化学物質・放射線・紫外線・ウイルスが眠っているガン遺伝子を目覚めさせ活動させるためであるが、この時点でビタミンCやE並びにカロチン等の微量栄養素が充分であれば、免疫力でガン化しつつある細胞を元に戻すことができる。

ところがプロモーターと呼ばれる発ガン促進人(強力な発ガン物質)があらわれると、ガンの芽の細胞膜を異常^ルかさせて本物のガン細胞になり異常増殖を始めるが、この時もビタミンAやカロチンが充分摂取していればガン化を抑えることができる。(参考 「ガンになる食事、ならない食事」主婦の友社編)

良質堆肥を充分使った土作りで栽培された農作物には、病気を防ぎ、身体を心身ともに元気にさせる健康効果があることが、ご理解いただけたと思う。

(P. 30)

3. 味を良くし、美味しく食べる効果

工場で大量生産される電機製品等であれば、見かけのよさと性能のよさは結びつく可能性はあるが、昨今の農作物に関しては、新鮮さは別として、【見かけ・見栄えの良さ】と【美味しさ】とは連結・連動しない。

【見かけ】【見栄え】はそれほど良くなくても、よい土作りで栽培した有機農作物が美味しく感じるのは、下記の理由である。

(1) 微量栄養素の効果

喉が非常に渴いている時には、ただの水も甘露に感じ、汗をたっぷりかいた後の塩も、頭を使った後の甘いものも、何時もより美味しく感じる。身体が欲している栄養素が吸収できた時、美味しく感じるのは当然で、その意味で通常不足し勝ちなビタミン・ミネラル等の微量栄養素が摂取できたとき、自然に美味しく感じるものと思われる。

(2) 良質アミノ酸の旨味成分効果

堆肥の材料となる動植物の遺骸は、その分解過程でタンパク質が分解して行き、その結果アミノ酸類が生成される。植物はアミノ酸類やビタミン類を直接吸収できるが、旨味成分のグルタミン酸やイノシン酸等はアミノ酸の1種であり、良質堆肥で土作りをすれば、こうしたアミノ酸系の旨味成分が大いに含まれる可能性は高い。

(3) 光合成糖分の含有効果

又、前述したように、堆肥中には光合成で作られた炭水化物(糖分)が多く含まれている。こうした糖分も植物は直接吸収できるので、堆肥で土作りした農作物には糖分も豊富で、自然のすっきりした甘みを感じる場合が多い。

(この場合の【糖分】は炭水化物→澱粉→糖分の意味のことで、砂糖の糖分とは異質である。)

(4) 美味しさの健康効果

このように堆肥で土作りした有機栽培や特別栽培の農作物には、ビタミン・ミネラル類の【微量栄養素】や【旨味成分】、【甘み成分】が豊富であるので、化学肥料主体で栽培した農作物と比較して、美味しく感じるのは当然である。

人間は美味しい物を食べると、味わって食べるので咀嚼や唾液も多くなり、消化吸収もよくなり、各種栄養素を無駄なく吸収でき、代謝活動の活発化や免疫システムの強化につながる。

昔の人は、「この野菜は、良い土の味がして美味しい！」と言ったものだが、多くの人々に忘れられているこの言葉の意味が、再び一般に通用する時代に戻りたいものである。

「有機野菜を食べて、健康になろう！」

第7章 地域ぐるみの取り組み

堆肥作りとそれによる土作り活動は、小はサークル的取り組みから、大は国家単位までいろいろあるが、こうした地域ぐるみの取り組みが今後ますます重要になるので、数例を紹介する。

1. 国内の地域ぐるみの取り組み

(1) 地域内有志のサークル活動

行政組織とは関係なく、環境問題に熱心な地域内の住民の有志がサークルを作って、自家製造の生ごみ堆肥、落ち葉堆肥等を持ち寄り、市民農園や公園その他の施設の園芸や野菜作りに活用しているケースが増加している。

【実例】「萌友ガーデン・サポーター・クラブ」

私自身の関係する例をあげるのには面映いが、末妹がお世話になっていた知的障害者の小規模作業所「萌友」隣接の空き地を地主さんの好意でお借りし、「萌友」での食材となる野菜・果物類や、作業所染色用のハーブ類を、4年前から栽培し「萌友ガーデン」と呼んでいる。

施設を応援するボランティアさんや近隣の方たちも自宅で作った堆肥や苗等を持ち寄ってきている。勿論萌友での生ごみやガーデン内の園芸残渣等は、ベニヤ板囲いで堆肥化し、「循環型・地域交流型ガーデン」を目指し協力し合っている。

兵庫県庁で食品リサイクル法の実行に率先模範を示すため2基の堆肥製造機が設置されていることを聞き、この「萌友ガーデン」への支援をお願いしたところ、農林水産部「農のゼロエミッション課」のご理解^しいただき、毎月約120kgの「県庁堆肥」の支援贈与を受けている。(但し2次発酵必要)

また、2月に萌友の幹部と協議し「萌友ガーデン・サポーター・クラブ」を発足させ、より広い範囲の協力・交流の輪を拓けようとしている。

(2) 中核事業者を中心に広域取り組み

特定の事業者を中心とし、その主導で堆肥化とその利用を進めるケースもある。

【実例】コープ・こうべの土づくりセンターと瑞穂協同農園



兵庫県三木市細川町の田園地帯に「エコファーム」とよばれる一角がある。ここではコープこうべの店舗から出る生ゴミの堆肥化とそれを使った野菜の生産という環境共生型循環サイクルを実現している。(平成11年5月本格稼働開始)

土作りセンター(堆肥工場)で食品加工屑(1日3トン)に籾殻や牛糞を加え、発酵・熟成に2ヶ月かけ出来た堆肥を隣接の「みずほ協同農園」(地元農家の団体)で減農薬栽培をして、収穫物はコープこうべで販売する循環システム。

その一部には貸し農園もあり、一般消費者の野菜作りを楽しめる。(見学希望者はTEL0794-88-3366まで)

(コープこうべ 土づくりセンター関連ホームページより)

(3) 市・町・村の行政単位全体での取り組み

都市部の生ごみ処理のために、又養牛・養豚・養鶏場の大量畜糞処理のために、行政が主導・支援して「堆肥センター」を建設し、地域ぐるみで環境保全型のシステムを作り上げている処が増加してきた。大別して【生ごみ処理型】【畜糞処理型】があるが、そのためには堆肥を利用する農家の立場に立った地域住民の理解と分別が不可欠であるので、農業都市に成功例が多い。

【事例1】町全体で実践する環境創造型農業「有機の里いちじま」

兵庫県丹波市市島町は、兵庫県の中東部に位置し、中国山脈の東端で北と東は京都府と接している。瀬戸内海からも日本海からも略同距離にあり、気候は穏やかではあるが、有名な丹波霧の多い地方でもある。(’06年3月末人口10,330人、世帯数3,355戸)

市島町は複合汚染が社会問題化する中、1975年(昭和50年)に専業農家の有志34名で「市島町有機農業研究会」を発足させ、市場流通に頼らない産消提携による新たな販売ルートの拡大をはかってきた。

1991年(平成3年)に「市島町有機センター」を完成、運営開始。その後町の各地域で堆肥を活用する有機農業グループが増加する流れを受けて、町の基本推進方針として「有機の里づくり」を掲げ、幅広い環境創造型農業を展開している。

2001年(平成13年)にはNPO法人が運営する直売所「いちじま丹波太郎」がオープンし、産農作物販売だけではなくに各種生産組織のアンテナショップや新規就農者の教育等も図っている。

こうした町ぐるみの地道な活動が評価され、平成14年第7回環境保全農業推進コンクールで見事優秀大賞を農水大臣より受賞している。

(参考 「環境保全型農業(10年の取組とめざすもの)」全国農業協同組合連合会・中央会編 P.139~44)
(市島町制作広報パンフ各種)

【事例2】岡山県 船穂町の堆肥センター

岡山県・倉敷市・船穂町は、人口7,800人で、マスカットやスイートピーの生産地ある。町では、1994年から環境保全型農業に取り組み、農水省から約8,500万円の補助を受け、農業残渣や家庭系生ごみから有機堆肥を製造する「船穂町堆肥センター」を建設、1996年に稼動を開始した。

船穂町では、全2,200世帯の内700世帯を対象に、週3回生ごみを専用バケツで回収している。シルバー人材が堆肥不適物を分別し、更に金属探知機にかけ、粉碎機で粥状にした後、米糠と有用微生物群(EM)等を混合してから、約1週間発酵させ、その後ペレット状(粒状)に加工してから10kgごとに袋詰めしている。

このペレット堆肥は、年間約1万5000袋製造され、1袋750円で全国販売せれ、好評完売を続けている。

私もシルバーカレッジ時代に見学訪問した際、2袋購入し、自宅菜園で使用してみたが、乾燥ペレット状なので使いやすく、EM菌が入っているためか、大変効果的と感じた。

その他、日本各地で、いろいろ地域ぐるみの堆肥づくりが行われているが、今回のレポート並びに発表では、私が実際に訪問・見学し説明を受けた2例に止め、その他は今後の見学により報告したい。

2. 各国の有機・減農薬栽培への取り組み状況

(1) 有機栽培の比率の各国比較

有機栽培は堆肥と不可分の関係にある。したがって、その国の有機栽培状況を見れば、有機資源の堆肥化への取り組みが大体推察できる。

各国の耕地面積に占める有機農作物作付け面積の割合（上位25カ国）

		(単位：%)	
リヒテンシュタイン	17.00	オーストラリア	2.31
オーストリア	11.30	エストニア	2.00
スイス	9.70	コスタリカ	2.00
イタリア	7.94	オランダ	1.94
フィンランド	6.60	アルゼンチン	1.89
デンマーク	6.51	ハンガリー	1.80
スウェーデン	6.30	ポルトガル	1.80
チェコ	5.09	ルクセンブルク	1.71
ウルグアイ	4.00	スペイン	1.66
イギリス	3.96	ベルギー	1.61
ドイツ	3.70	チリ	1.50
ノルウェー	2.62	フランス	1.40
スロバキア	2.40		

資料：M.Yussefi & H.Willer ed., The World of Organic Agriculture
2003: Statistics and Future Prospects (IFOAM).
注：2003年2月、IFOAM調べ。

ちなみに アメリカは0.5%未満、日本は約0.1%（96カ国中62番目）

(2) 日本の農政の現状（支援少なく、表示に厳格）

①有機農産物のJAS規格

有機農産物の国際的な基準が1999年にコーデックス委員会（食品規格委員会の通称）により有機食品のガイドラインが決められ、それに沿った内容で日本でも2000年に有機農産物・加工食品のJAS規格が告知された。

それによる有機農産物は「科学的に合成された肥料及び農薬の使用を避けることを基本として、播種または植え付け前2年以上（多年生作物にあっては、最初の収穫前3年以上）の間、堆肥等による土作りを行ったほ場において生産された農作物」とされている。

②農政上の位置づけ

61年に施行された「農業基本法」が、99年に「新農業基本法」に抜本改正された。

また同時に「持続農業法」を成立されているが、これらの法律は自然循環機能の維持増進や持続性の高い環境に優しい農業の推進等々は強調せられていても、これらの法律の中では有機栽培や特別栽培は位置づけされておらず、現状では表示の問題としてJAS法に基づき規定されているだけで、農業生産面での位置づけは欠落したままとなっている。

③有機栽培の現水準

有機認定農家数4,260戸（03年3月現在）

有機格付数量は野菜の0.13%（01年度） 特別栽培流通3～4%

環境保全型農業取組面積割合16.1%（01年度）（稲作18.4%、野菜21.5%、果樹17.7%）

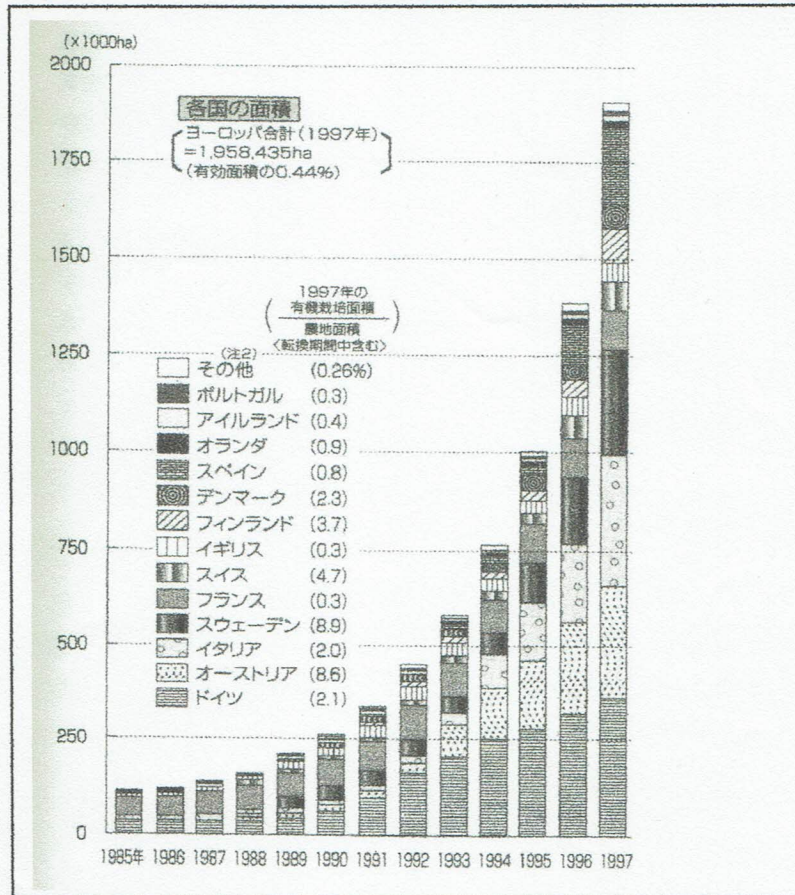
エコファーマー認定農業者数27,831人（03年4月末現在）

（「海外における有機栽培の取組動向と実情」 蔦谷栄一著 筑波書房発行 P.11~16）

（P. 34）

(3) ヨーロッパの現状 (環境保護助成と絡めての誘導政策)

西ヨーロッパにおける有機農業作付け面積 (含む転換期間中)



【EUの農業政策】

ヨーロッパは世界で有機農業の最先端地域であり、その進展してきた大きな理由はEUの共通農業政策CAP (Common Agricultural Policy) で①市場の統一、②域内優先、③共通財政の3つの原則によって運営され、EU加盟諸国が団結して域内の農業を国際競争から守ろうとしている。

そして国際競争に負けないための価格引下げによる農業者の損失を補填するため「環境保全政策」とリンクさせ、①硝酸塩による汚染削減を目的とした「優良農業行為規準」を超過する農業者(第1レベル)に価格引下げ補償金、②さらに生物資源や環境資源の保護に貢献する第2レベルの農業者に【環境支払い】の補償金を直接支払う方式である。

(無農薬か減農薬、減化学肥料栽培をしないと補償金がもらえない仕組み)

このように環境保護を全面に打ち出しWTO交渉を有利に進め、実質的にEU域内の農業を守っている戦略的政策で、これがEUの有機栽培を進展させている。

これらの政策が推進できる背景として、次の諸点が指摘できる。

- ① 国民の環境に対する意識が極めて高い。
- ② 食品の安全性についての関心が高い。
- ③ EU、国の政策の中で、環境なり農業の位置づけが明確化されており、実行措置としての助成制度が確立されている。

- ④ 流通体制が整備されているとともに、研究・指導体制等も確立している。
- ⑤ 大戦時の食料危機の経験から、自国の農業＝食料の安全保障を守る意識が高い。
- ⑥ 気候風土が冷涼・乾燥しており、病虫害が発生しにくい。

【スイス】

スイスはヨーロッパの中央に位置するが EU には不加盟である。その農業政策は EU の政策を先取りするような、「国は環境に優しい農作物を安く提供するものに対してのみ直接支払いする」「もはやスイスにおいては慣行栽培による農業は不要。慣行栽培には助成金は出さない。」という態度を明確にし、減農薬栽培 (IP) や有機栽培への取組を強力に誘導している。

1997年の農地面積のうち、減農薬栽培が73%、有機栽培は6%で、従来型の慣行栽培は21%に過ぎない。

(4) キューバ (都市有機農業で食料危機脱出)

日本国内で一般に報道されることは少ないが、中南米の島国であるキューバの国を上げての有機栽培で世界的に注目を集めている。

ソ連崩壊前、キューバは砂糖やタバコ等の特産品生産に特化して国営大規模農場で化学肥料・化学農薬・大型農業機械を用い近代農業をしており、反面他の小麦・豆類・穀類等の主要食料の海外依存は高く、機械類・化学製品類も殆どソ連圏からの輸入に頼っているという徹底した国際分業体制をとっていた。

ところが、1989年にソ連圏が崩壊すると、この国際分業路線はたちまち行き詰まった。ソ連圏という主要輸入先・輸出先を一挙に失ったばかりでなく、カストロ政権打倒を狙うアメリカによる経済封鎖の一層強化により、必要資材や食料の海外からの調達が出来なくなり、キューバは経済危機、食料危機に追い込まれ、数十万人の餓死者も予想された。

そこで、キューバは国を挙げて食料の増産を推進し、運送用ガソリンも枯渇したため消費地である首都ハバナの都市内有機農業を推進。国有地の貸出や有機栽培技術の指導等により農地を急増させ食料危機を乗り越えた。

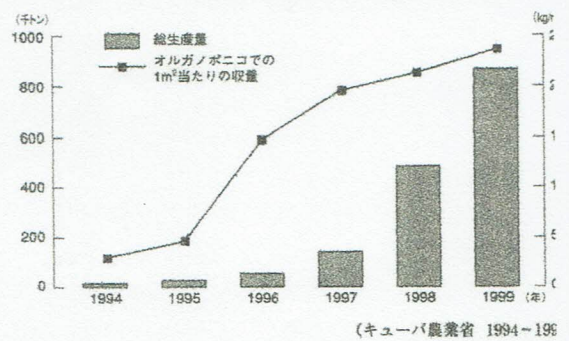
表2 輸入食料への依存度合い

小麦	100%
豆類	99
穀類	79
コメ	50
食用油・ラード	94
バター	64
牛乳及び乳製品	38
魚類	44

(キューバ農業省1989年及びDeer [1992] から著者作成)

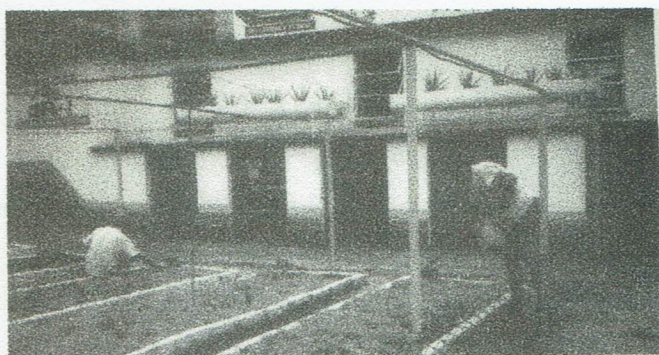
ソ連崩壊時のキューバの輸入依存状況

■オルガノボニコと集約菜園からの野菜生産量の推移 (全国)



■ハバナにおける野菜生産量 (トン)

1998年	50,153
1999年	70,203
2000年	120,514
2001年 (計画)	130,000



都市農業の1形態「オルガノポニコ」



土壌研究所で製造されるミミズ堆肥
(輸入出来ない化学肥料をミミズ肥料が補った)

コンクリートブロックやベニヤ板等で囲いを作り、その囲いの中に堆肥や厩肥を混ぜた土を入れた「カンテロ」と呼ばれる苗床を作り、集約的に生鮮野菜を栽培する【オルガノポニコ】と呼ばれる有機栽培技術が取り入れられた。

農薬や化学肥料の輸入がストップしたことにもよるが、生産者・普及員・農業研究所とも有機栽培方式を徹底して研究・工夫し、【ミミズ堆肥】【VA根菌の利用】【天敵】【微生物農薬】等々ローテクから先進的なバイオ化学まで、世界で最も優れた有機栽培のレベルに達している。

1996年には食料や水の安全確保のため全国の都市での農薬・化学肥料の使用が禁止された。

そしてこの徹底した都市有機農業は、キューバ全体の米65%、生鮮野菜46%等を生産するまでにいたっている。

(以上の情報・写真・グラフ「200万都市が有機野菜で自給できるわけ」吉田太郎 築地書館 より)

【日本とキューバは無関係?】

カストロ政権の国キューバは、ソ連崩壊後も社会主義体制を維持しているため、自由貿易圏では異端児の存在で、日本とは政治・経済とも仕組み・立場を異にしている。

しかし、石油や食料等を輸入に依存し、工業品等の輸出（キューバの場合は砂糖・タバコ等）でその代金を賄うといった【国際分業主義】に立っていることは同様である。

キューバの危機はソ連崩壊が原因であるが、我々日本も今後の国際情勢、輸入先の騒乱、地球規模の天災・飢饉等で何時頼みにしている石油ルートや食料ルートが途絶するか予断を許さない。

英国を始めかつて国際分業に徹していた先進各国も、2度の世界大戦時の食料危機を教訓として、戦後着実に食料自給率を上げている。

現在の日本はそのような危機は絶対に来ないことを前提にしているかのように、自国の農業の存立基盤を自らの手で壊し始めている。(壊してから始める。という考え方もあるが・・)

万一危機が到来した場合、自国民が飢えないような食料備蓄はあるのだろうか?

(ちなみに神戸市の備蓄は全市民の1日分もないそうである。災害時は自己責任でどうぞ!)

石油危機と食料危機が同時に来た場合に備えて、2~3年の食料備蓄が不可欠と同時に、化学肥料なしでも栽培できる堆肥製造(それも人力での)ノウハウを、農村だけでなく都市市民にも普及しておいたほうが安全で、これが安全・安心な有機農作物普及・理解の大きな手段ともなる。

都市近郊の市民農園や兵庫県内のクライン・ガルテン(宿泊も出来る田園地帯の農耕用別宅)等々の【都市と農村の交流】もこの基盤を支えてくれると思われる。

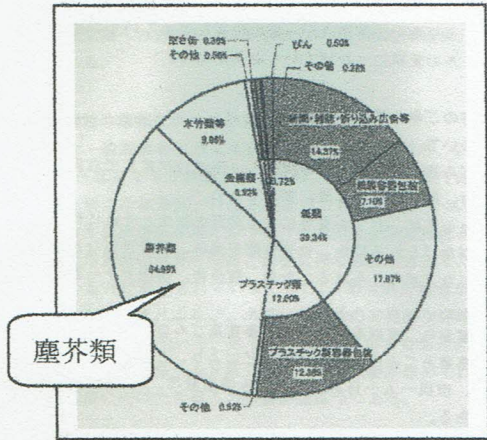
(P. 37)

第8章 堆肥活用への私の提言

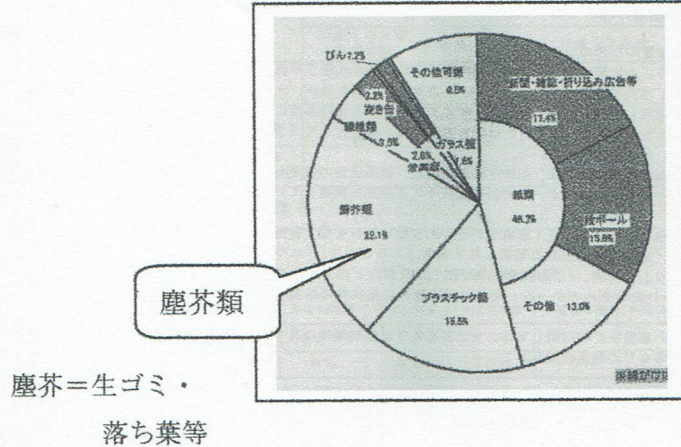
堆肥の実験製造や関連の学習を始めてからまだ5年程度であり、専門にしておられる先生方や永年農地の土作りに専念されている農業者の方々が多数おられるのに、素人が【提言】とは不遜極まりないことではあるが、「岡目八目」という言葉もあるので、あまりしがらみのないリアル高齢学生の立場で気付いたことを述べて見たい。

1. 「有機廃棄物＝重要資源」という市民意識を育てよう！

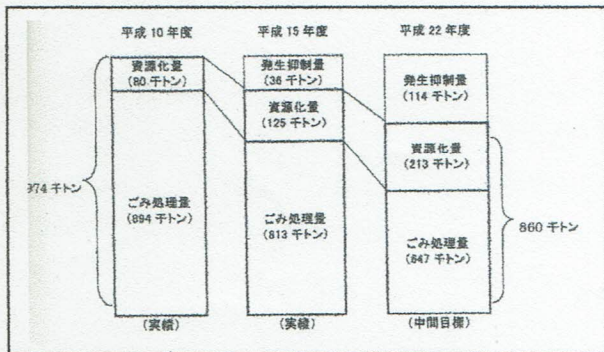
神戸市の【家庭ごみ】の組成 (H15)



神戸市の【事業系ごみ】の組成 (H15)

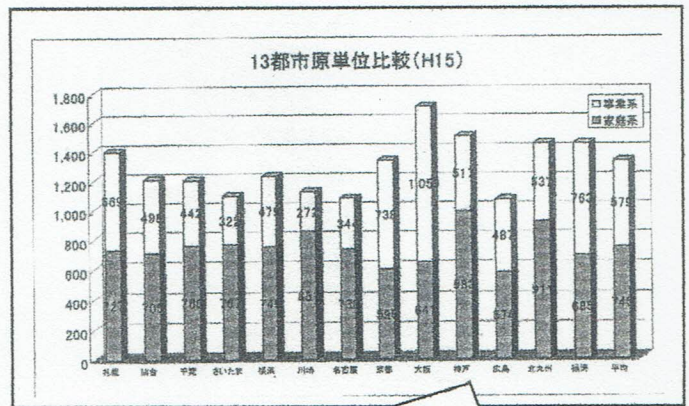


神戸市のごみ減量と資源化実績と目標



4グラフとも、神戸市環境保全審議会作成「循環型都市の創造を目指して(答申)」より

政令指定都市のごみ排出量の比較 (一人当たり排出量・H15年度)



神戸市の家庭ごみはトップ

都市ごみの組成では、家庭系でも事業系でも塵芥類が一番多い。

特に生ごみはその80%以上が水分であるので、それをクリーンセンターで焼却処分することは、堆肥やバイオ燃料になり得る資源を活用せずに、水分を貴重な油を使用して、燃やして処分していることになる。(資源化率も増加はしているが、金属類・紙類・ペットボトル類である。)

また右下の棒グラフは政令指定都市の一人当たりのごみ排出量であるが、残念なことに家庭系では神戸市の排出量が一番多い。環境重視の時代、恥ずかしいトップである。

「有機廃棄物は、重要資源である。」という市民意識が何より大事で、分別が上手く行くかどうかはこの【資源意識】に掛かっている。行政は勿論、家庭や学校・職場等で『ごみも分別すれば立派な資源!』という市民意識の向上に努めよう!

2. 農家が喜ぶ良質堆肥を作ろう！

今まで見たように、都市内の有機廃棄物の堆肥化のため、行政や事業者が大規模な堆肥化工場を作ったり、牛・豚・鶏等の畜糞を集めて堆肥化する「堆肥センター」も酪農・養牛地域で建設稼働している。

これらの「堆肥化工場」や「堆肥センター」等では、勿論良質堆肥を製造し、農家に喜ばれているものも多いが、一方【廃棄物処分】にばかり重点が掛かりすぎ、出来た堆肥を利用する農業者や農地のことをあまり考慮しないため非良質な堆肥が多量に出来て、引き取り手が少なく、出来た堆肥の処理に困っている施設も少なくないとも聞く。

また、農業者の方でも、「堆肥＝牛糞」と単純に考えたり、「未熟でも何でも大量に堆肥を入れれば入れるほど収穫が多い。」と信じ込んだりする人も多い。

また、農地の土壌検査等をしないで投入するため、窒素分等特定の養分が過剰になり、成育障害や環境汚染を引き起こしている例も見られる。

製造し供給する側も作物栽培に効果的な良質堆肥製造のノウハウを持つ必要があり、一方出来た堆肥を受け入れ農地に投入する農業者並びに、指導に当たる県の普及員や JA 営農指導員も、堆肥の品質の判断や施肥の適正指導力を持つ必要がある。

このための方策として下記の諸点が考えられる。

- ① 堆肥の【製造側と使用側の話し合い】を定期的で開催し、食い違いを少なくする。
- ② 【コンポスト・アドバイザー（堆肥指導者）】（仮称）を養成し、製造面・使用面で指導に当たる。
- ③ 誰でもよく分かるような「堆肥簡易マニュアル」を、製造・使用の両面で整備する。
- ④ C/N 比等【成分要素が異なる各種の堆肥】を用意して、作物の種類や成育段階に応じて使い分けが出来るようにする。
- ⑤ 堆肥投入農地（ほ場）の【土壌検査】を定期的に行い、窒素分等 1 つの養分が過剰にならないようにし、各種養分が適正バランスが取れるように努力する。

日本は昔から味噌・醤油・酒・納豆等々発酵技術は発達し、またそれを機械化・工業化できる技術も有している。堆肥作りは発酵技術そのものであり本来日本の得意部門である。

問題は【製造側と使用側の相互理解と交流の不足】と【堆肥の基本知識の普及不足】にあると思われる。

3. 消費者側も【価格】・【見栄え】でなく、【安全・安心】・【味】で選択しよう！

いくら生産者側が良質堆肥等で土作りをして、安全・安心でその上美味しい農作物を手数を掛けて栽培しても、消費者が購入の際、安価や見栄えだけで選び、手数を掛けた分高めになり、農薬を散布しないため少しだけ虫食いの跡があるような有機栽培や特別栽培（減農薬・減化学肥料栽培）の農作物を避けて購入しないと、良心的な農業者やその団体もがっかりして、堆肥を使った土作り栽培がいやになってしまう。

既述したように、先進各国中日本が一番有機栽培・特別栽培の比率が低い。近年は慣行栽培の健康・環境への問題点から、次第に安全・安心な農作物を作ろうとする農業者が増加しているが、消費者が「違いの分かる賢い消費者」にならなければ、折角の良い流れを止めてしまうことになる。

「違いの分かる賢い消費者」を増やすためには、広い意味での【食育】が必要で、子供達から各世代の大人たちに、日本の食料環境の双子の安全・安心問題（健康問題、安全保障問題）を理解してもらう必要がある。

輸入依存に慣れ、国内農業も慣行栽培の圧倒的比率の中で、この食育活動は決して楽ではないが、次世代・次々世代のために汗を流すことを喜びとしよう！

現在はこうした活動は各地ばらばらの動きであるが、同志のグループとも連携し、倦まず弛まず息の長い活動を続ければ、次第に日本社会全体を変えられるものと信じたい。

おわりに

われわれの住む日本の農地は、太古の昔からわれわれの先祖たちが営々と開墾し肥沃化して来たものである。

平野部が少なく傾斜地や谷あいの地形が多い日本において稲作が出来るように地面を水平にする苦勞や、その田んぼに水を切らさないように農業用水の補給水路を整備する村の共同作業、そして毎年のように襲来する台風による豪雨・洪水・土壌流失から農地を防衛する努力、それらの積み重ねで今日の日本の農地があり、そしてこの農地が日本人の生存と発展を支えてきた。

現在、日本人の米食離れ・農業者の高齡化・輸入農産物の急増等々で耕作放棄地が増加している。

一方、地球規模での気候異変・耕地の砂漠化等の傾向が続き、国際紛争は止む兆しはない。

万一【世界的な食料危機】が起こるか、【輸入ルートの途絶】等の不測の事態が生じた場合、頼りに出来るのは自国の農地・農業しかない。

(ヨーロッパ各国特に英国は、2度にわたる世界大戦時の苦い経験より、自国の農業の育成、自給率の向上に努力し、食料危機を避けられる水準まで改善してきた。先進諸国の中では日本の自給率が最低である。)

我々は、この先人たちの努力に感謝するとともに、現在の状態を猛反省すべき時に来ている。

工業立国・輸出至上主義を推進したお陰で、世界中から食料を買い集められる力は付き、表面的には【飽食の時代】を続けているが、正に【氷上の乱舞状態】とも言える。

豊かになった工業化のプラスの面も否定できないが、その裏側のマイナス面としての農村の衰退と農地の荒廃が進み、日本の農業の崩壊は既に始まっている。

次世代・次々世代の生活環境・生存条件を考えると、我々リタイア族もただ傍観して^{いい}良いものだろうか？

有機廃棄物で良質堆肥を作り、その堆肥で日本の農地を再び健康で肥沃な土壤に復元し、子孫に引き継ぐ、少なくとも[↓]その種を撒き、気運を作らなければ、先祖と後世代に申し訳が立たない気持ちである。

保田先生のご指導の下、同じ志の仲間と連携し、都市と農村との交流の成果を、「子孫に肥沃な大地を残す」面でも続けて行きたく思っている。

以上