

農場有機性残さと家畜ふんの混合堆肥化と肥料利用 < >

牛ふん堆肥とトマト茎葉残さの混合堆肥化処理による茎葉残さ中のトマト萎凋病菌の殺菌効果および肥料としての循環利用

石崎重信・岡崎好子

Mixed Composting of Agricultural Waste and Animal Feces,
and Recycle Use as Manure in Cultivation < >

Effect of Mixed Composting of Tomato Stalk and Compost from Dairy Farming to Sterilization of
Fusarium oxysporum and Recycle Use as Manure in Cultivation

Shigenobu ISHIZAKI and Yoshiko OKAZAKI

要 約

耕種農家における家畜ふん堆肥の利用促進をはかるため、ハウストマト栽培で発生する茎葉残さを牛ふん堆肥（ハウストマト栽培における適正な基肥量）で包み込む形で堆積して堆肥化処理することで、トマト茎葉残さの腐熟促進と残さ中の植物病原菌の死滅を図り、できた混合堆肥化物を肥料・土壌改良材として農場で循環利用する可能性について検討した。

トマト茎葉残さを切断して牛ふん堆肥で被覆して堆肥化したところ、堆肥の温度が60℃以上の良好な発酵が2～5週間みられ、茎葉残さ中のトマト萎凋病菌がほぼ完全に死滅した混合堆肥化物を調製することができた。しかし、でき上がった混合堆肥化物はトマト茎葉残さと牛ふん堆肥に由来するカリの含量が高く、カリ要求量が比較的少ないハウストマト栽培の圃場に全量施用することは困難であると考えられた。牛ふん堆肥を用いてトマト茎葉残さを混合堆肥化する場合には、ふん主体で尿を分離した牛ふん堆肥を用いたり、カリ要求量の比較的多い作物へ施用するなどの注意を要する。

結 言

畜産農家においては「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」の施行を受けて堆肥化施設の整備が進み家畜ふん堆肥の生産量は増加しているが、耕種農家における利用は横ばい状態である¹⁾ことから一層の利用拡大を図る必要がある。一方、農場収穫残さである茎葉根、規格外品などの有機性残さ（以下、「農場残さ」という）は、圃場への鋤き込みや、埋却・焼却処理されていることが多いが、圃場の病原菌濃度を減らす観点から圃場外に持ち出して適切に処理することが望ましい。

農場残さは病原菌に罹病していることがあるが、その多くは堆肥化過程の発酵熱で死滅することが知られている^{2, 3, 4)}。著者らも、トマト茎葉残さを乾燥鶏ふんで被覆堆積することでトマト萎凋病の原因菌である*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*（以下、「トマト萎凋病菌」という）がほぼ完全に死滅し、肥料として利用可能な堆肥を調製することができることを前報⁵⁾で報告した。本試験では家畜ふんとして牛ふん堆肥を用い、トマト茎葉残さを包み込んで堆肥化した場合の、堆肥発酵状況、トマト茎葉残さ中のトマト萎凋病菌の殺菌効果、混合堆肥化物の肥料成分について検討した。

材料および方法

1. 供試材料

トマト茎葉残さは、トマト萎凋病が発症したハウス栽培農家から調達した。収穫終了後に誘引固定したま

ま地際部で茎を切断してハウス内で乾燥させた茎葉約2.2t(ハウス面積は22.5a、水分含量60.5%)を2004年12月7日に引き取り、電動カッター(山本製作所、CD-250C)で細断(設定切断長2.8cm)した。牛ふん堆肥は、搾乳牛のふん尿混合物を直線攪拌型ハウス乾燥施設で水分含量65%程度に乾燥させた後、約4週間堆積発酵させた水分含量60.5%のものを用いた(乾物分解率10%程度)。また、モミガラ(容積重は0.13kg/L)を床面の断熱材、堆肥表面の保温材として利用した。

2. 処理方法

(1) 混合比率: トマト茎葉残さと牛ふん堆肥の混合比率は、調製された混合堆肥化物全量を茎葉残さを収集したハウストマト栽培で肥料として循環利用するという考えから、トマト茎葉残さ530kg(水分含量60.5%、5.4a分の残さ)を、適正な基肥施用量の牛ふん堆肥300kg(10a当たり555kg、水分含量60.5%)で堆肥化した。

(2) 試験区分: 試験区分を表1に示した。「モミガラ区」は床面に断熱層としてモミガラを敷きその上に切断したトマト茎葉残さを山積みにし、表面をモミガラで被覆した。「牛ふん堆肥区」はモミガラの上にトマト茎葉残さを山積みにし、全体を牛ふん堆肥で被覆した。「2倍量区」は、牛ふん堆肥区の2倍量の大きな山とした。

表1 試験区分

| 試験区分 | 堆肥化に用いた現物重量 (kg) | | | 合計 |
|--------|------------------|---------|-----------|--------|
| | 茎葉残さ*1 | 牛ふん堆肥*1 | モミガラ*2 | |
| モミガラ区 | 530 | - | 床面30、被覆45 | 605 |
| 牛ふん堆肥区 | 530 | 300 | 床面30 | 860 |
| 2倍量区 | 1060 | 600 | 床面50.7 | 1710.7 |

*1: 材料の水分含量は、トマト茎葉残さ60.5%、牛ふん堆肥60.5%だった

*2: モミガラは、水分含量10.0%、容積重0.13kg/L

(3) 堆積方法: 前報⁵⁾では、トマト茎葉残さ400kgを、乾燥鶏ふん150kgもしくは300kgで被覆して堆肥化したところ、床面温度60、中心部温度70以上に達する良好な堆肥化発酵がみられ、茎葉残さ中のトマト萎凋病菌もほぼ完全に死滅したが、切断した茎葉残さだけを400kg山積み、または、茎葉残さ267kgを52kgのモミガラで被覆した場合には、中心部では65程度まで温度が上昇したものの床面付近では温度が低くトマト萎凋病菌は殺菌できなかった。そこで、本試験では、牛ふん堆肥を用いて前報と同様に茎葉残さを被覆して堆肥化した。床面にモミガラを敷いて断熱性を高め床面近くの堆肥温度の上昇を図るとともに、茎葉残さの量を530kgに増やし、温度が前報よりも高くなると考えられる条件とした。

試験は堆肥舎内のコンクリート床で実施した。モミガラ区と牛ふん堆肥区では概ね2m四方にモミガ

ラ30kgを敷き(厚さ5.5cm)、この上に茎葉残さ530kgを四角錐台形に堆積し、モミガラ区ではモミガラ45kgで被覆して保温を図り、牛ふん堆肥区では牛ふん堆肥300kgで被覆した。被覆したモミガラの厚さは10cm程度(モミガラ区)、牛ふん堆肥の厚さは15cm程度(牛ふん堆肥区)であった。2倍量区は、モミガラ50.7kgを2.6m四方に敷き(厚さ5.8cm)、茎葉残さ1060kgを四角錐台形に堆積し表面を600kgの牛ふん堆肥で被覆した(被覆した堆肥の厚さは25cm程度)。各区の堆積物の高さは、モミガラ区75cm、牛ふん堆肥区85cm、2倍量区100cm程度となった。

(4) 堆肥化日程: 堆肥化処理作業は、表2の日程で行った。堆積後90日間は切り返しを行わずにそのまま静置し、牛ふん堆肥で包んだトマト茎葉残さ部分の発酵熱が高く維持されるようにした。90日目に各区の堆積物の山を縦割にして1/2を取り除き、堆積物の垂直断面について茎葉残さの層の上端部、中心部、底・中央部(床面から5cm上のモミガラ層の直上)、底・辺縁部(モミガラ層の直上)の各部から牛ふん堆肥やモミガラが混入しないようにトマト茎葉残さを採取し分析に供した。その後、ホイローダーで切り返し攪拌し、混合サンプルを採取後、再び四角錐台形に堆積して堆肥化を継続した。以後、120日目、212日目に切り返しを行い、そのつど混合堆肥化物のサンプルを採取した。

表2 堆肥化処理の日程

| 作業日 | 日数 | 作業内容 |
|-----------|-----|--------------------------------|
| 2004.12.8 | 0 | 堆肥化開始 |
| 2005.3.8 | 90 | トマト茎葉残さの採取 切り返し(1回目)、混合物を採取 |
| 2005.4.7 | 120 | 切り返し(2回目)、混合物を採取 |
| 2005.7.8 | 212 | 切り返し(3回目)、混合物を採取 |

3. 測定項目

堆積物の温度は、温度センサー(TR-1220、(株)ティアンドデイ)を堆積物の中央鉛直線上における床面から5-25-45-65cmの高さに設置し、60分毎に連続して測定した(Thermo Recorder おんどとりTR-71S、(株)ティアンドデイ)。

茎葉残さ中の植物病原菌としては、前報^{5,6)}と同様に耐熱性が高いため種々の病原菌の殺菌状況の指標となること、および、選択培地があることから、トマト萎凋病菌に着目した。ハウス農家で別途収集した、茎の切断面の導管部が褐変し茎全体にも褐変がみられたトマト萎凋病罹病茎を、長さ20cm程度に切ってポリエチレン製ネットに2本入れ、茎葉残さ堆積山の、上端部、中心部、底・中央部、底・辺縁部に2組ずつ埋め込み、1組は堆肥化90日目に取出して冷蔵保存した。もう1組は、切り返して再度堆積した混合堆肥化物の山の「元の位置」に再度埋め込み120日目に取出

して冷蔵保存した。保存しておいた罹病茎は水洗し1本当たり約5枚程度の輪切り切片をトマト萎凋病菌の選択培地であるF o - G培地⁷⁾上で20 × 5 ~ 7日間好気培養し、常温保存した罹病茎のコロニーと比較してトマト萎凋病菌の生存状況を確認した。

採取したトマト茎葉残さと混合物サンプルは、一部を冷蔵保存し、残りを通風乾燥機で65 × 4日間乾燥させ乾物割合を算出し、ウイレー式粉碎機で粉碎後、遠心粉碎機(1mmスクリーン、日本精機製作所、Z M - 1)で粉碎した。灰分(550 × 4時間灰化)を測定して次式により有機物分解率と乾物分解率を推定した。また、乾燥前の茎葉残さサンプルについて渡邊の方法⁸⁾を参考に有機酸を分析した。

有機物分解率 (%)

$$= 100 \times \{ 1 - \{ \text{ash}_0 \times (100 - \text{ash}_n) / (\text{ash}_n \times (100 - \text{ash}_0)) \} \}$$

$$\text{乾物分解率} (\%) = 100 \times (1 - \text{ash}_0 / \text{ash}_n)$$

ash₀ : 堆積処理開始時の乾物中灰分%

ash_n : n回目切返し時の乾物中灰分%

120日目の混合堆肥サンプルについては肥料成分を分析した。C / N比はNC ANALYZER (千葉県農総研、SumigraphNC-900)により測定した。カリウム、カルシウム、マグネシウムは450 で乾式灰化し1%塩酸に溶解して原子吸光分光光度計により、リンはバッドモリフデン酸比色法により分析し、それぞれの酸化物含量に換算

した。冷蔵保存した混合堆肥化物サンプルについては乾物30g相当量に蒸留水を加えて330gとし30分間振とう攪拌した水抽出液について、茎葉残さサンプルについては、現物30gに蒸留水200mlを加えて攪拌し、ガラスpH電極およびECメーターを用いてpHとECを測定した。

堆肥化120日目における混合堆肥化物の重量を混合物サンプルの水分含量と乾物分解率から推定し、これを全量ハウストマト栽培の基肥として施用した場合の成分ごとの適正施用量に対する割合(充足率)を示した。計算は「家畜ふん堆肥利用促進ナビゲーションシステム⁹⁾」を用い、肥効率をN: 10%、P₂O₅: 80%、K₂O: 90%、CaO: 90%、MgO: 90%として、「トマトハウス促成長期栽培」における各肥料成分の必要量を適正施用量とした。

結果および考察

1. 発酵温度

各区の堆肥化処理212日目までの堆肥温度(床面からの高さ別、および、床面上5-25-45cmの平均値)の推移を図1に示した。モミガラ区では堆肥化開始数日後以降、牛ふん堆肥区では10日後以降、堆積物の高さが70cm ~ 60cm程度に次第に低下していったため、65cm

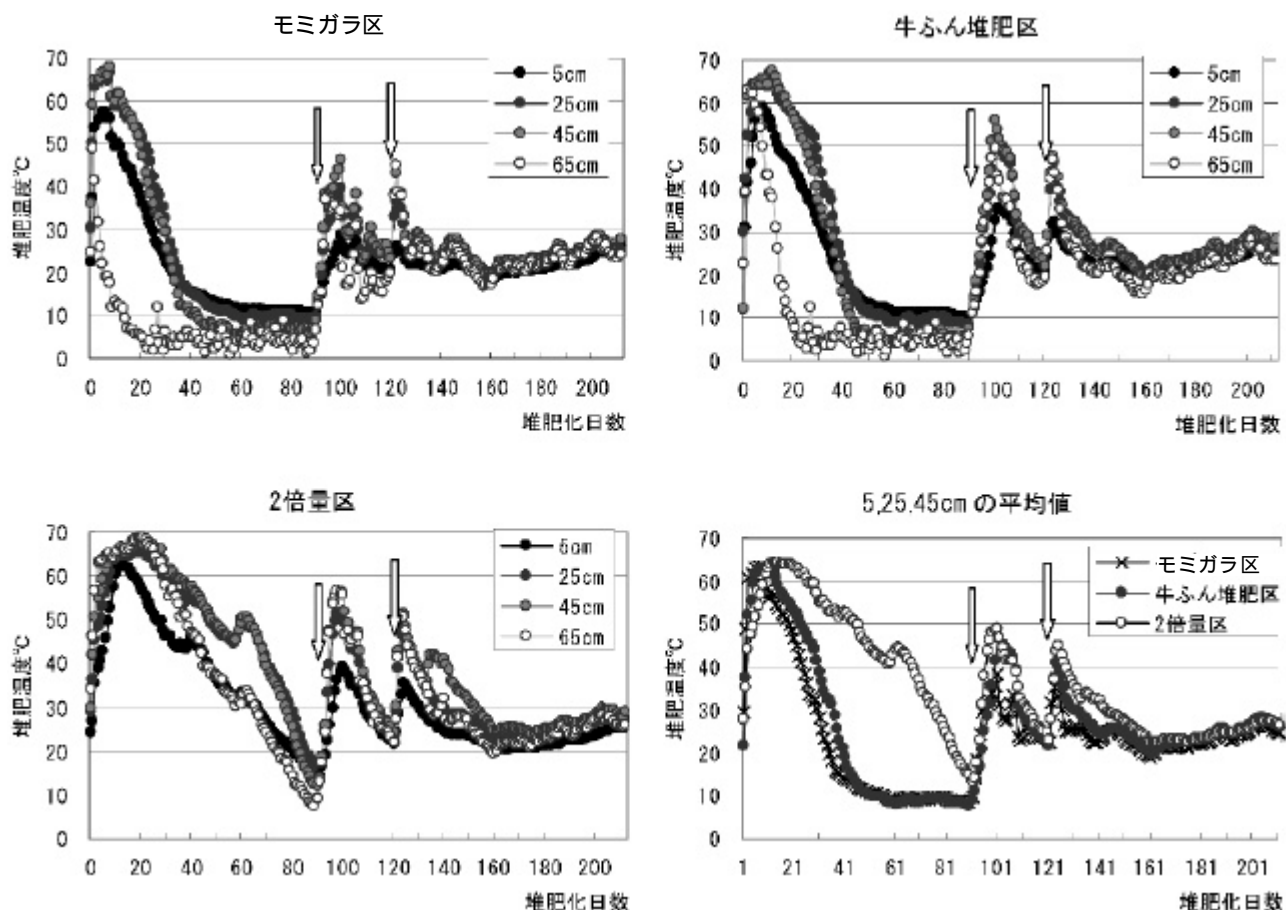


図1 堆肥温度の推移 (矢印は切返し実施)

位置の温度は気温そのもの、または気温の影響を受けた値となったため、図1の平均値は65cm位置の温度を除外した。

堆積物の温度は、各区ともモミガラ層の直上となる床面上5cm位置でも60 前後に達し、床面上25cmと45cmの「中心部」では65 程度に上昇し、モミガラ区では20日目、牛ふん堆肥区では30日目、2倍量区では50日目ほどで50 以下に下がった。

冬季に野外の地面にシートを敷いた上にトマト茎葉残さを堆積した前報⁵⁾における床面温度は、残さ量400kgを鶏ふんで被覆した場合は今回と同程度(60)であったが、茎葉残さ400kgだけでは50 、残さ量267kgをモミガラで被覆した区では33 程度であった。今回も冬季における試験であるが、茎葉残さ530kgを山積みにして家畜ふん堆肥で被覆しないモミガラ区でも床面温度は牛ふん堆肥で被覆した区と同程度(約60)だったことから、床面に敷いたモミガラは断熱材として有効であったと判断される。また、前報⁵⁾と今回の試験結果から、茎葉残さの量は多いほど堆肥温度が高くなるが、400kg(間口4.5m×長さ50mのハウス2棟分)程度以上あれば十分に堆肥温度が上昇することが示唆された。

なお、今回の試験では前報に比べて繰り返し後の温度上昇が少なかったが、未分解の乾燥鶏ふんではなく、発酵途中の牛ふん堆肥を用いたため家畜ふんの分解量が少なくなったためと推察される。

2. トマト茎葉残さの分解率と有機酸

堆肥化90日目に採取したトマト茎葉残さの水分含量、水抽出液のpHとEC、乾物および有機物の分解率を表3に示した。3区を平均したpHは9.8、ECは0.97

表3 堆積部位別の茎葉残さの水分含量、pH、EC、分解率

| 試験区分 | 水分分解率(%) | 上端・中心・底中央・底辺縁【平均】* |
|--------|------------------|----------------------------------|
| モミガラ区 | 水分含量 | 43.7 - 31.6 - 46.7 - 35.0 【40.2】 |
| | pH ²⁾ | 9.8 - 9.9 - 9.9 - 9.9 【9.9】 |
| | EC ²⁾ | 0.9 - 1.1 - 1.0 - 0.9 【1.0】 |
| | 乾物分解率 | 25.5 - 20.4 - 29.1 - 17.3 【23.1】 |
| 牛ふん堆肥区 | 水分含量 | 52.9 - 33.5 - 41.9 - 44.5 【43.2】 |
| | pH | 9.7 - 9.9 - 9.8 - 9.8 【9.8】 |
| | EC | 1.1 - 1.2 - 1.0 - 1.2 【1.1】 |
| | 乾物分解率 | 28.4 - 26.0 - 26.8 - 29.2 【27.6】 |
| 2倍量区 | 水分含量 | 35.2 - 32.2 - 33.2 - 36.1 【34.2】 |
| | 乾物分解率 | 28.4 - 26.0 - 26.8 - 29.2 【27.6】 |
| | 有機物分解率 | 35.2 - 32.2 - 33.2 - 36.1 【34.2】 |
| | 水分含量 | 70.2 - 37.0 - 44.4 - 41.0 【48.5】 |
| 2倍量区 | pH | 9.5 - 9.9 - 9.8 - 10.0 【9.8】 |
| | EC | 0.9 - 1.4 - 1.1 - 0.8 【1.1】 |
| | 乾物分解率 | 45.6 - 39.6 - 34.2 - 26.9 【36.6】 |
| | 有機物分解率 | 56.5 - 49.1 - 42.3 - 33.2 【45.3】 |

*1: 数値は、堆積物の山の、上端部・中心部・底中央部・底・辺縁部の各部位の値

【 】内は、4部位の平均値

*2: pHとECは堆肥現物30gに蒸留水200mlを加えて攪拌して測定

s/mと比較的高い値であった。茎葉残さの有機物分解率は、モミガラ区29%、牛ふん堆肥区34%、2倍量区45%で堆肥温度と比例した結果となった。また、水分含量が低い部位では有機物分解率が低い傾向がうかがわれ、早く乾燥してしまった部位では分解率が低くなっていた。牛ふん堆肥で被覆したり、堆積物量を多くすることで堆積物の内部の水分が蒸散しにくくなり分解率が高くなったことがうかがわれた。

有機物の嫌気性発酵では有機酸が生成されることから、堆積物の山の各部位から採取したトマト茎葉残さ中の有機酸を測定したところ、若干のサンプルで炭酸と思われる低いピークが検出されたが、堆肥化開始から90日目が経過して発酵が概ね終了した時期であったため有機酸は検出されなかった。

繰り返し時に採取した混合物サンプルの水分含量と分解率を表4に示した。モミガラ区と牛ふん堆肥で被覆した2区ではモミガラや牛ふん堆肥の割合が異なるため比較できないが、牛ふん堆肥区と2倍量区を比べると堆積物が多い2倍量区では分解が速く進んでいた。また、モミガラ区では乾燥した堆肥化物となった。

表4 混合堆肥化物の水分含量と分解率

| 試験区分 | 水分と分解率(%) | 堆肥化90日目 | 堆肥化212日目 |
|--------|-----------|---------|----------|
| モミガラ区 | 水分含量 | 45.2 | 23.3 |
| | 乾物分解率 | 32.6 | 32.3 |
| | 有機物分解率 | 40.3 | 40.0 |
| 牛ふん堆肥区 | 水分含量 | 45.1 | 32.1 |
| | 乾物分解率 | 24.2 | 31.5 |
| | 有機物分解率 | 31.9 | 41.6 |
| 2倍量区 | 水分含量 | 50.6 | 35.5 |
| | 乾物分解率 | 27.3 | 30.6 |
| | 有機物分解率 | 36.1 | 40.4 |

注: 堆肥化処理90日目と212日目の値

3. トマト萎凋病菌の生存状況

堆積物に埋め込んだトマト萎凋病に罹病したトマト茎を培養した結果を表5に示した。堆肥に埋め込まずに室温保存した罹病茎では、全ての切片で菌糸密度が濃密なコロニーが形成された。堆積物に埋め込んだ罹病茎では、コロニーを形成した切片の割合(対、培養総切片数)は、モミガラ区、牛ふん堆肥区、2倍量区それぞれについて、堆肥化90日目で4.7、16.7、0%、120日目で1.3、1.8、15.2%と殺菌効果が認められ、モミガラ区と牛ふん堆肥区では堆肥化期間が長くなると生存率が低下した。2倍量区では底・辺縁部で殺菌効果が不十分であった。なお、室温保存した罹病茎のコロニーに比べると堆肥化処理した罹病茎の培養で見られたコロニーの菌糸密度は明らかに低下しており、コロニーが形成された切片でも殺菌作用を受けたことがうかがわれた。

*Fusarium oxysporum*は厚膜胞子を形成するため土壌

表5 トマト萎凋病菌の生存状況 *1

| 区分 | 埋設部位 | 堆肥化90日目 | 堆肥化120日目 |
|--------|----------|------------|------------|
| モミガラ区 | 上端部 | 1/16 | 0/20 |
| | 中心部 | 0/16 | 0/18 |
| | 底-中央部 | 1/16 | 0/20 |
| | 底-辺縁部 | 1/16 | 1/20 |
| | モミガラ区 計 | 3/64【5%】*2 | 1/78【1%】 |
| 牛ふん堆肥区 | 上端部 | 0/15 | 0/14 |
| | 中心部 | 0/16 | 0/15 |
| | 底-中央部 | 0/14 | 0/12 |
| | 底-辺縁部 | 10/15 | 1/14 |
| | 牛ふん堆肥区 計 | 10/60【17%】 | 1/55【2%】 |
| 2倍量区 | 上端部 | 0/16 | 1/20 |
| | 中心部 | 0/16 | 0/19 |
| | 底-中央部 | 0/15 | 3/20 |
| | 底-辺縁部 | 判別不能*3 | 8/20 |
| | 2倍量区 計 | 0/47【0%】 | 12/79【15%】 |

*1: 表中の数値は、〔コロニー形成切片数 / 培養切片数〕
 *2:【】内の数値は、生存率 = (コロニー形成切片数 ÷ 培養切片数) × 100
 *3: 緑色の球状微生物コロニーが優先し判別不能

病原菌のなかでも耐熱性が高いとされているが、好気性糸状菌であるため、太陽熱消毒法や土壌還元消毒法など湛水密閉して嫌気条件に置いた場合には殺菌される。試験によって結果がややばらついているが、感作温度が30 で「効果なし」あるいは7日で死滅、40で2~8日、45~50で1~2日で死滅する^{10,11,12,13})と報告されている。

今回の試験では、堆積物の中央鉛直線上の床面から5, 25, 45, 65cmで測定した堆肥温度から、底-中央部でも50以上に保たれ、茎葉残さが発酵して嫌気状態が保たれたことが想像されるが、底-辺縁部では堆積物山の裾野で温度が低く、さらに断熱用に敷いたモミガラの直上であったためモミガラ層を通して通気性が確保され嫌気条件にならなかったことも考えられ、このため殺菌が不完全となったものと思われる。

また、前報⁵)の試験よりも若干生存しているトマト萎凋病菌が多くなったのは、家畜ふんとして未分解の乾燥鶏ふんではなく10%程度乾物が分解された牛ふん堆肥を用いたため、切り返し後の家畜ふん部分の発酵程度が低くなり、トマト萎凋病菌が死滅する条件が達成できなかったためと思われる。

今回、トマト萎凋病菌以外の病原菌については殺菌

状況を検討していないが、耐熱性の高いトマト萎凋病菌が概ね殺菌されたことから、茎葉残さ中のほとんどの病原菌が殺菌されたことが推察される。

4. 混合堆肥化物の肥料成分

堆肥化120日目の混合堆肥化物の肥料成分(現物中)を表6に示した。トマト茎葉残さ主体のモミガラ区では、N:1.3%、P₂O₅:0.4%、K₂O:4.4%とリン酸が低くカリが高い堆肥となった。適正施用量の牛ふん堆肥と混合処理した牛ふん堆肥区と2倍量区では、概ねN:1%、P₂O₅:1%、K₂O:3.9%となり幾分バランスが改善されたがカリ含量の高い堆肥であった。ECは、何れの堆肥でも1.3s/m程度と高くなり、トマト茎葉残さと牛ふん堆肥の両方のカリ含量が高かったことを反映した。

表7には、堆肥化120日目における混合堆肥化物の全量をハウストマト栽培の基肥として施用した場合の成分ごとの適正施用量に対する割合(充足率)を示した。全ての試験区で、カリ充足率が100%を大きく超えてしまい、前述のECの高いこととあわせて、調製された混合堆肥化物全量を循環施用することは困難と考えられた。牛では尿中にカリウムが多く排泄されることから、ふん主体で尿が混入していない牛ふん堆肥を用いた場合について、牛ふん堆肥区で試算すると、混合堆肥化物中のK₂O含量が3.85%から3.0%程度に低下し、全量施用時の充足率が220%から170%程度に低下するが、カリ過剰は解消できない。トマト栽培における基肥カリの必要量はナス、ピーマンなどと比べて数分の一と少ないことから、牛ふん堆肥とトマト茎葉残さの混合堆肥化物の施用にあたっては、カリ要求量の多いこれらの作物に施用するなど注意が必要と考えられる。

前報⁵)では適正施用量または2倍量の乾燥鶏ふんでトマト茎葉残さを堆肥化したのが、全量施用時の肥料成分充足率はバランスよく概ね100%に収まり、さらにトマト萎凋病菌もほとんど完全に殺菌することができた。鶏ふん、または、鶏ふん堆肥を多量に施用した場合にトマト萎凋病の発生が抑制される¹⁴)ことや、採卵鶏ふんを用いた混合堆肥ではカルシウム含量が高くなるが、カルシウムの施用はトマト萎凋病を軽減する¹⁵)ことが報告されており、トマト茎葉残さを家畜ふん堆肥で混合堆肥化する場合には、牛ふんよりも鶏ふんが適していることが示唆された。

表6 混合堆肥化物の肥料成分 (堆肥化120日目の混合堆肥、現物中の成分%)

| 試験区分 | 堆肥水分 (%) | 混合堆肥重量*1 (kg) | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | C/N | pH*2 | EC*2 (S/m) |
|--------|----------|---------------|------|-------------------------------|------------------|------|------|------|------|------------|
| モミガラ区 | 33.2 | 323 | 1.28 | 0.38 | 4.35 | 1.56 | 0.63 | 17.7 | 8.9 | 1.29 |
| 牛ふん堆肥区 | 42.7 | 480 | 1.43 | 1.10 | 3.85 | 3.22 | 0.82 | 12.7 | 8.4 | 1.26 |
| 2倍量区 | 45.5 | 991 | 1.37 | 1.02 | 3.94 | 2.25 | 0.79 | 12.4 | 8.4 | 1.38 |

*1: 混合堆肥の重量は、乾物分解率と水分含量から計算した
 *2: pH、ECは堆肥乾物30g相当量に蒸留水を加えて330gとし30分間振とう抽出した液で測定

表7 混合堆肥化物を施用したときの肥料成分充足率

| 試験区分 | 混合堆肥施用量 (kg/10a) | 肥料成分の充足率(%) | | | | |
|--------|---------------------|-------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| モミガラ区 | 598 | 4 | 6 | 167 | 20 | 34 |
| 牛ふん堆肥区 | 889 | 17 | 25 | 220 | 60 | 66 |
| 2倍量区 | 918 | 17 | 24 | 238 | 44 | 65 |

*:「家畜ふん堆肥利用促進パッケージシステム」を用いて、「トマトハウス促成成長期栽培」に基肥として全量施用した場合の充足率
肥効率は、N:10%、P₂O₅:80%、K₂O:90%、CaO:90%、MgO:90%として計算した

家畜ふん堆肥など有機物の適切な施用は、土壌の陽イオン交換容量などの化学性の改善、団粒構造の形成による通気性・保水性など物理性の改善、多様な微生物の増加など生物性の改善などの効果がある¹⁶⁾。また、収穫残さを圃場から搬出することでダイコン萎黄病やハクサイネコブ病の発生が低減化すること、さらに、ダイコン萎黄病、キュウリツルワレ病、トマト萎凋病に罹病した茎葉残さを嫌気的条件下で堆肥化しものを施用して残さと同種の作物を栽培しても病気が発生しなかったことが報告¹³⁾されている。

今回の試験結果から、家畜ふん堆肥を利用した茎葉残さの堆肥化処理は、茎葉残さ中の植物病原菌を殺菌する効果が高く、茎葉残さを有機質肥料として循環利用するひとつの方法として有効と考えられた。しかし、本試験で調製されたモミガラ区と牛ふん堆肥区の堆肥をトマト栽培に施用したところ、72株中3株でトマト萎凋病が発生したとのことである(千葉県農業総合研究センター、草川知行、未発表)。フザリウム菌は感染する作目の種特異性が高いといわれている。今回の混合堆肥化処理では、残さ中の病原菌を完全に殺菌することは難しいことから、トマト以外の作目への施用が無難であると考えられた。

謝 辞

トマト萎凋病菌の培養方法および培養結果の判定につ

いて、千葉県農業総合研究センター生産環境部病理研究室の竹内妙子氏のご指導をいただきましたことに謝意を表します。

引用文献

- 1) 栗原大二(2003)、農林業未利用資源循環研究室リサイクル研究推進事業、平成14年度試験研究成績書:15-17
- 2) 岸 國平ら(1995)、植物病理学事典、(株)養賢堂:713
- 3) 千葉農総研(2003)、環境保全型農業新技術-千葉エコ農業の推進に向けて-:44-45
- 4) 鈴木和美(2002)、千葉畜セ研報2号:41-42
- 5) 石崎重信・岡崎好子(2004)、千葉畜セ研報第4号:29-35
- 6) 石崎重信・岡崎好子(2004)、千葉畜セ研報第4号:37-42
- 7) 西村範夫(2001)、日本植物病理学会報67巻第2号:198-199
- 8) 渡邊晴生(1998)、千葉畜セ研報第22号:33-47
- 9) 千葉県農林部(2001)、家畜ふん堆肥利用促進ナビゲーションシステム
- 10) 福井俊男・小玉孝司・中西喜徳(1981)、奈良農試研報第12号:109-119
- 11) 福井農試(2002)、平成13年度普及に移す技術
- 12) 北海道道南農試、平成10年度成績概要書
- 13) 西尾道徳・藤原俊六郎・菅家文左衛門(1988)、講座微生物段階の土作り-3、有機物をどう使いこなすか、農山漁村文化協会:120-178
- 14) 本間善久・久保千冬・石井正義・大畑貫一(1979)、四国農試研報、34:89-101
- 15) 渡辺和彦(2002)、現代農業、農山漁村文化協会81:154-163
- 16) 原田靖生(1995)、畜産環境対策大事典、農山漁村文化協会135-141