

図-22 堆肥施用土壤中の微生物相 (ポット栽培) コマツナ播種後2週間目の土壌を用い、培養は30℃

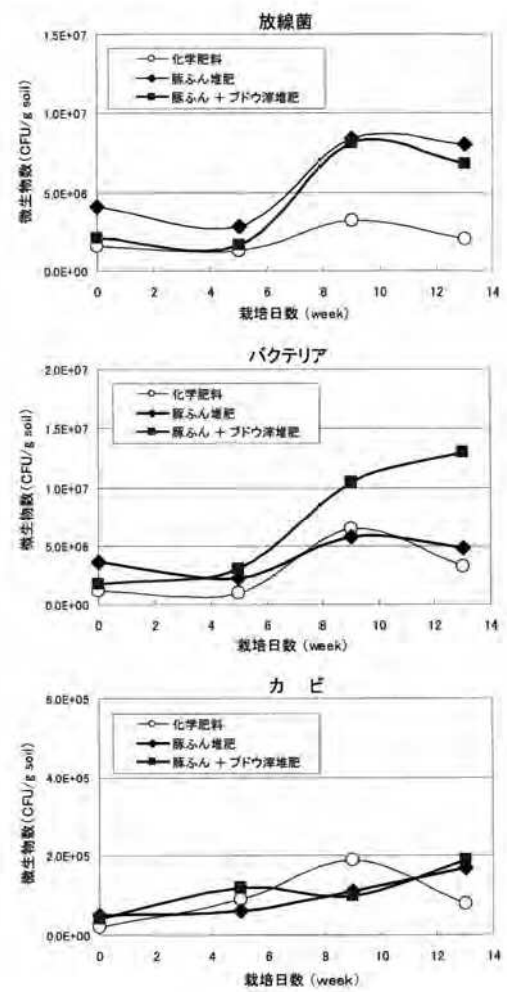


図-23 堆肥施用土壤中の微生物相 (ライシメーター) ナスを栽培した土壌を用い、培養は30℃

表3 作付前後の土壌中無機成分の推移 (ライシメーター)

区画	堆肥の種類	pH			リン酸全量 (P ₂ O ₅) (mg/100g)			加里全量 (K ₂ O) (mg/100g)			石灰全量 (CaO) (mg/100g)			苦土全量 (MgO) (mg/100g)		
		作前	コーン跡地	ナス跡地	作前	コーン跡地	ナス跡地	作前	コーン跡地	ナス跡地	作前	コーン跡地	ナス跡地	作前	コーン跡地	ナス跡地
		第1区画	豚ふん+ブドウ滓 Mix堆肥	7.1	6.7	6.4	86	87	108	79	94	91	103	159	257	45
第2区画	豚ふん+ブドウ滓 Cover堆肥	7.0	6.8	6.5	92	100	148	85	101	87	98	177	278	45	65	84
第3区画	豚ふん堆肥	7.2	6.8	6.5	118	99	96	118	92	84	134	167	252	54	62	79
第4区画	コーンコブ堆肥	7.2	6.6	6.4	96	90	84	192	107	103	195	159	223	81	63	75
第5区画	牛ふん堆肥	7.0	6.7	6.2	82	80	75	74	109	90	102	156	216	47	59	67
第6区画	汚泥発酵堆肥	6.9	6.5	6.2	83	61	58	95	87	76	101	166	269	46	49	57
第7区画	化学堆肥	7.0	6.2	6.1	96	88	79	83	81	93	89	150	237	44	50	67

ドウ滓堆肥を加えた場合に多く増殖することが明らかとなった。一方、カビは豚ふん堆肥で多く増殖し、豚ふん+ブドウ滓堆肥では豚ふん堆肥の約40%に抑制されていた。

ライシメーターでナスを栽培し、土壌中の放線菌、バクテリア、カビの分析を行った。ポットの場合と同様に肥料として、豚ふん堆肥、豚ふん+ブドウ滓堆肥、および化学肥料を用いた。その結果を図-23に示す。放線

菌は豚ふん堆肥および豚ふん+ブドウ滓堆肥を加えた土壌で多く増殖した。バクテリアは豚ふん+ブドウ滓堆肥で多く増殖した。カビの増殖は変動が多く、ライシメーターを用いた今回の検討では一定の傾向が認められなかった。しかし、豚ふん+ブドウ滓堆肥により、カビの増殖するようなことは示されなかった。

ポット栽培の結果とライシメーターでの結果を総合して考えると、堆肥を加えた土壌では化学肥料のみの土壌よりも放線菌とバクテリアは増殖し、カビは減少する傾向があった。放線菌の中には植物の生長を促進する生理活性物質を生産する物が存在するのに対して、カビの中にはFusarium属など植物病原菌となるものが比較的多い¹⁵⁾。豚ふん+ブドウ滓堆肥を施用することで、特に放線菌やバクテリアを増やし、カビを抑制する効果が期待できる。

3-9 堆肥成分の土壌および浸透水への移行

表-3にライシメーターでスイートコーンとナスの栽培試験をした前後の各試験区画の土壌無機成分の推移を示す。豚ふん+ブドウ滓Cover堆肥を加えた第2区画の土壌でナスの収穫後、リン酸の蓄積が認められた。しかし、豚ふん+ブドウ滓Mix堆肥を加えた第1区画では豚ふん堆肥を加えた第3区画と同様のレベルであった。このリン酸の推移に関して来年度も監視を継続していきたい。また、全ての試験区画で石灰の量が作前に比べてコーン跡地、ナス跡地で増加している。これは、土壌のpHを適正状態(pH6.5)に保つために、石灰資材を施肥時に投入したためである。

表-4に硝酸態窒素の浸透水への溶脱量を算出した結果を示す。データは2月20日から6月20日までのスイートコーン栽培期間とした。3月から6月の合計を比べると、第4区画(コーンコブ堆肥)と第6区画(汚泥発酵堆肥)は他の五つの区画に比べやや少ない値であった。

図-24に浸透水中の銅および亜鉛の挙動を示す。なお、グラフのデータは2月20日から6月20日までのスイートコーン栽培期間の浸透水を分析した結果で、ライ

表4 浸透水への硝酸態窒素の溶脱量 (kg/10a)

区画	堆肥の種類	3月	4月	5月	6月	合計
第1区画	豚ふん+ブドウ滓 Mix堆肥	0.7	4.2	1.3	3.2	9.4
第2区画	豚ふん+ブドウ滓 Cover堆肥	0.7	3.1	1.3	3.9	9.0
第3区画	豚ふん堆肥	0.5	3.6	1.7	3.4	9.2
第4区画	コーンコブ堆肥	0.3	2.2	1.0	3.4	6.9
第5区画	牛ふん堆肥	0.3	4.1	1.2	3.4	9.0
第6区画	汚泥発酵堆肥	0.4	2.5	1.3	2.4	6.6
第7区画	化学堆肥	0.5	3.9	1.6	3.3	9.3

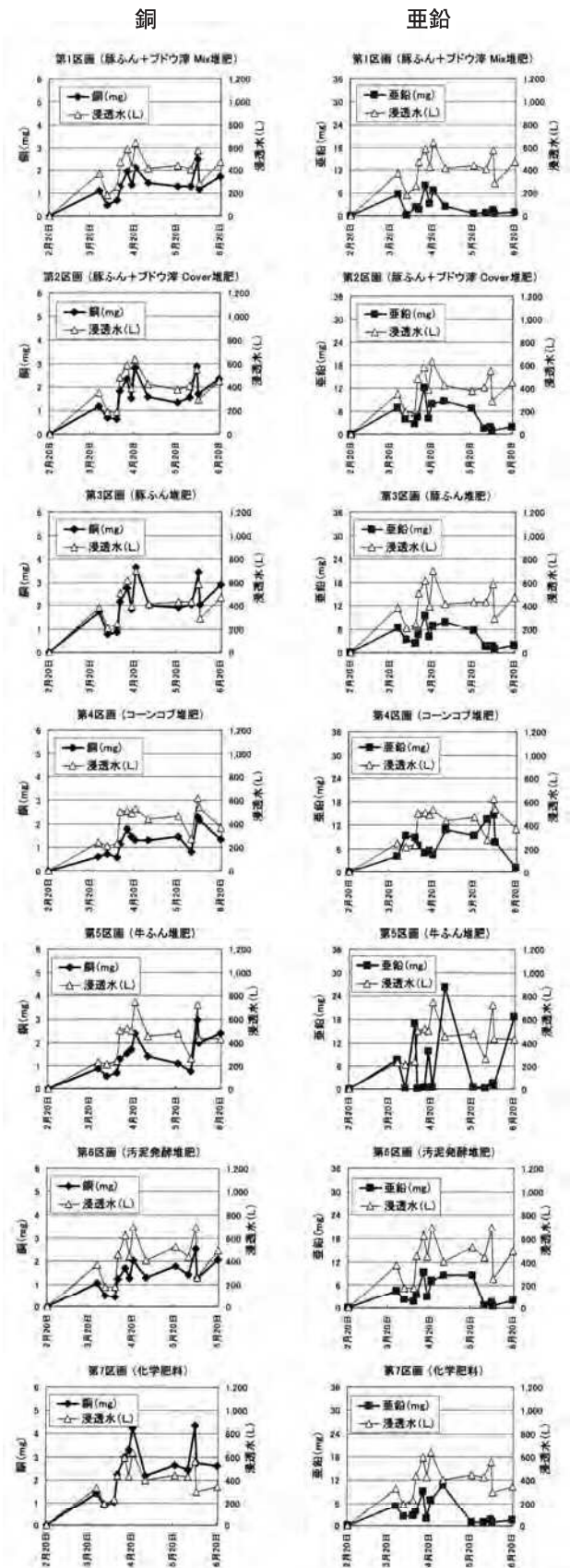


図-24 浸透水中の銅および亜鉛の挙動

2月20日から6月20日までのスイートコーン栽培期間の浸透水を分析した。

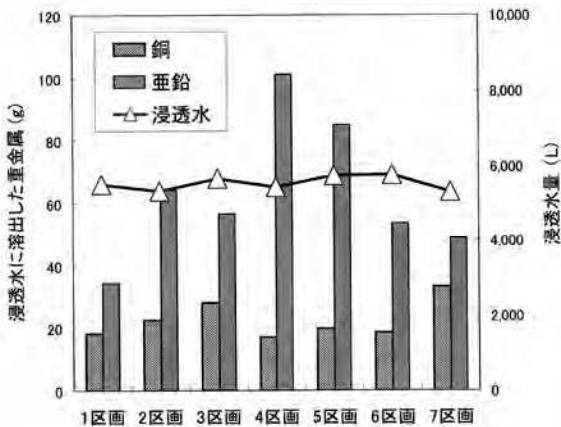


図-25 浸透水への銅および亜鉛の溶脱量

2月20日から6月20日までのスイートコーン栽培期間の浸透水のデータから算出した。

シメーターの一区画 (25㎡) 当たりの量である。その結果、銅・亜鉛とも浸透水の量 (L) に比例して溶脱していることがわかる。また、図-24に区画ごとの銅・亜鉛および浸透水の積算量を図-25に示す。

その結果、銅は第7区画 (化学肥料) で多く浸透水に溶脱していることが示された。亜鉛は第4区画 (コーンコブ堆肥)、第5区画 (牛ふん堆肥) で多く溶脱し、第1区画 (豚ふん+ブドウ滓Mix堆肥) では溶脱量が少なかった。しかし、第1区画と原料が同じ第2区画 (豚ふん+ブドウ滓Cover堆肥) とで差が認められた。このことは、さらに検討を行う必要があると考えている。

3-10 地球温暖化ガスに関するLCA

実験方法2-7に示した二つのシナリオに従って、ブドウ搾り滓と豚ふんを処理する過程で発生する温暖化ガス (CO₂, CH₄, N₂O) のインベントリ分析を行った (図-26)。その結果、従来シナリオに比べてブドウ滓添加シナリオの方が、CO₂, CH₄の排出量が少なくな

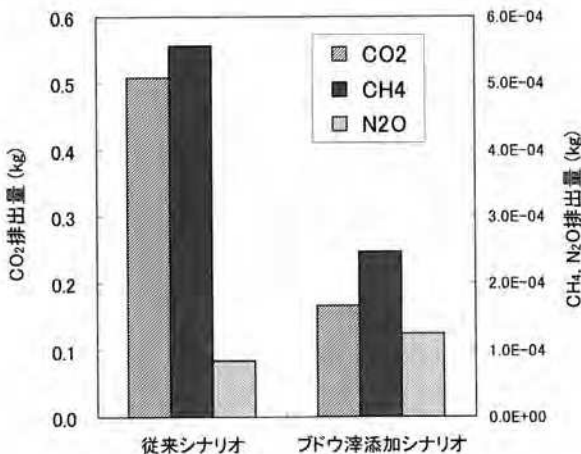


図-26 温暖化ガスのインベントリ分析

っており、N₂Oについてはわずかながら増加しているという結果となった。

次に、得られた各温暖化ガスの排出量から、産業総合技術研究所によって開発された被害算定型環境影響評価手法LIME (Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling)¹⁶に基づいて地球温暖化指数 (GWP₁₀₀) を算定し、それぞれのシナリオについて地球温暖化への影響を比較した。図-27に示すごとく、従来シナリオのほうが地球温暖化への影響が大きいことが示された。堆肥化のみを比較した場合、ブドウ搾り滓を添加した分、従来シナリオよりもブドウ搾り滓添加シナリオの方が温暖化への影響が大きい、従来シナリオではブドウ搾り滓を焼却によって処理するため、焼却プロセスで排出されるCO₂やCH₄が加算され、結果的に従来シナリオの温暖化への影響が大きくなっていることが示された。このことから、ブドウ搾り滓を豚ふんに添加して堆肥化させた方が地球温暖化への影響を削減できると考えられる。

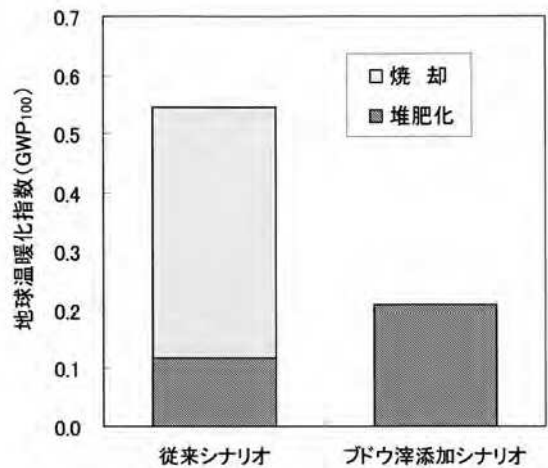


図-27 地球温暖化指数の比較

3-11 工学的手法による悪臭物質の分解

本研究では悪臭物質の分解の一つの手段として工学的手法の利用も視野に入れている。そこで昨年度は実験室レベルで、マイクロ波と金属触媒を用いた分解法の検討を行った。その結果、80ppmあったアンモニアを検出限界以下にまで分解することができた¹⁾。今年度は、この分解装置を小型堆肥化実験装置に設置して、実際に豚ふんを発酵させた場合に発生する臭気の分解に使用した。その結果、図-28に示すごとく、マイクロ波の出力に依存して臭気が減少することが確かめられた。現在、新築した吸引通気装置付き堆肥舎での検証をするため準備を進めている (写真-17)。

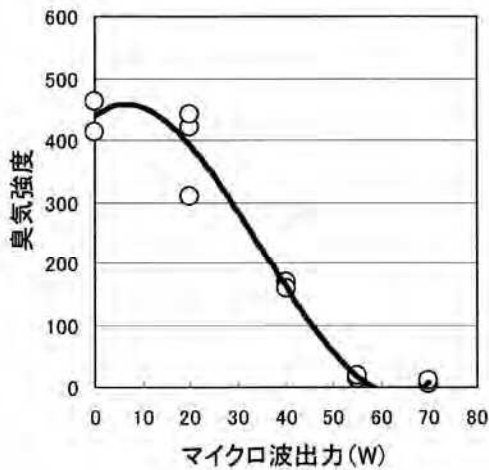


図-28 小型堆肥化実験装置から発生した臭気の分解



写真-17 悪臭分解装置を新堆肥舎に設置したところ

4. 今後の課題

- 堆肥舎での堆肥作製は、初年度に比べスケールをアップして検討を行ったが、実際の農家が行っているレベルには達していない。来年度はより原料（豚ふんおよびブドウ搾り滓）を増やして検討を行いたい。
- 悪臭分解微生物（放線菌）がブドウ搾り滓を加えた堆肥中に存在すること、そしてシャーレにブドウ搾り滓抽出液を加えると、この放線菌の増殖が促進することを明らかにした。しかし、実際の堆肥発酵過程でブドウ搾り滓を加えた場合に、この放線菌の増殖が促進しているか確認する必要がある。
- ライシメーターを用いたスイートコーンとナスの栽培試験はそれぞれ一回しか行っていないため、再現性を調べる必要がある。
- 吸引通気装置を備えた堆肥舎が完成したので、悪臭分解装置を、この堆肥舎に設置して現場での実験を行う必要がある。
- 堆肥発酵過程で発生するCO₂以外の温暖化ガスも実測し、データを増やしてより精度の高いライフサイクル

アセスメントを行う必要がある。

- 来年度が本プロジェクトの最終年度となる。従って、三年間の研究成果を実際の農家に普及できるようにまとめたい。

5. 結言

山梨県ではワイン製造過程で生じる多量のブドウ搾り滓の処理が問題となっている。これらの一部は飼料、滓とりブランデー製造あるいは堆肥に利用されているが、多くは有用な利用法が無く処分されている。そこで、このブドウ搾り滓に着目し、これらを豚ふんを原料として作られる堆肥の発酵過程に加えた。その結果、発酵過程で発生する悪臭を低減することができた。そして、完成した堆肥の施肥効果は他の堆肥と比べ劣ることはなく、土壌・浸透水への負荷が増加することにはなかった。悪臭低減のメカニズムとして、悪臭分解微生物およびブドウ搾り滓中のポリフェノール類の関与が示唆された。また、ブドウ搾り滓を焼却処理することと比較すると、ブドウ搾り滓を豚ふんに加え堆肥化することは、地球温暖化防止に役立つことが明らかとなった。



写真-19 平成20年度やまなし産学官連帯研究交流事業 研究公開での発表

本研究のポスターをテレビ局が撮影している様子

6. 謝辞

ブドウ搾り滓を快く提供してくださいました株式会社シャトレゼおよび小林牧場には厚く御礼申し上げます。堆肥発酵過程の切り返しにおいて、重機（ホイールローダー）の操作および臭気サンプルの輸送を担当していただきました畜産試験場の保坂幸次主任技能員、保坂和彦主任技能員ならびに村上高山氏、中山三男氏、深沢豊氏、永井豊氏、宮川千加雄氏には大変お世話になりました。赤尾友雪研究員には堆肥作製において適切なアドバイスをしていただきました。環境科学研究所の大森さお

りさん、外川雅子さん、内山聖子さんには小型堆肥化実験装置での切り返し、ならびに重金属およびポリフェノール類の分析においてそれぞれお世話になりました。悪臭成分の分析においては、山梨県ワインセンターの原川守研究管理幹、恩田匠研究員、小松正和研究員に御協力をさせていただきました。心から感謝致します。また、ライシメーターでの栽培試験および堆肥の成分分析においては、総合農業技術センターの望月久美子研究員、佐藤きよみさん、鈴木ゆかりさん、根津節子さんに御協力をさせていただきました。御礼申し上げます。山梨大学大学院の山村英樹助教、大学院生の落合知君、川良香さん、功刀伸夫君にも御協力をさせていただきました。ありがとうございました。

参考文献

- 1) 長谷川達也, 森智和, 齊藤奈々子, 高橋照美, 山崎修平, 上垣良信, 高尾清利, 御園生拓, 金子栄廣, 早川正幸: ブドウ搾り滓を活用した家畜排せつ物の堆肥化および環境負荷低減化技術の開発. 山梨県総合理工学研究機構研究報告書第3号, 53-64, 2008
- 2) 羽賀清典, 長田隆, 田中康雄, 黒田和孝, 花島大: 堆肥化実験装置, 特許出願番号平成8年特許出願第235967号
- 3) 悪臭法令研究会編集: 四訂版ハンドブック悪臭防止法, ぎょうせい, 2001
- 4) 石黒辰吉: 臭気の測定と対策技術, オーム社, 2002
- 5) 日本土壌協会編: 堆肥等有機物質分析法, 2000
- 6) 長田隆: 家畜排泄物からの環境負荷ガスの発生について, 日本畜産学会報, 72: 167-176, 2001
- 7) 長田隆: 豚のふん尿処理に伴う環境負荷ガスの発生, 畜産草地研究所研究報告, 2: 15-62, 2002
- 8) 坂井隆宏, 脇屋裕一郎, 則武圭輔, 四牟田修蔵, 式町秀明: 豚ふん堆肥化時に発生する臭気の活性汚泥曝気方法による脱臭, 日豚会誌, 42: 157-164, 2005
- 9) 開澤浩義: 豚ふんの吸引式通気堆肥化と簡易脱臭技術, 農業電化, 59: 28-33, 2006
- 10) 田中米実, 林田晋策, 本江元吉: 糸状菌による畜産排泄物の処理, 発酵工学, 54: 333-339, 1976
- 11) 田中米実, 林田晋策, 本江元吉: 真菌による鶏ふんの処理, 発酵工学, 55: 134-140, 1977
- 12) 田中米実, 田中稔篤, 南里信也, 林田晋策: 放線菌による畜産排出物の処理, 発酵工学, 56: 788-793, 1978
- 13) 太田欽幸, 池田貢: 微生物による豚ふんの急速無臭化法, 農芸化学, 53: 277-284, 1979
- 14) 黒田和孝: 家畜排せつ物の堆肥化における微生物を用いたアンモニア発生低減, 資源環境対策, 40: 64-68, 2004
- 15) 松尾卓見, 駒田亘, 松田明 (編集): 作物のフザリウム病, 全国農村教育協会, 1980
- 16) 伊坪徳宏, 稲葉敦: ライフサイクル環境影響評価手法LIME: LCA, 環境会計, 環境効率のための評価手法・データベース, (社)産業環境管理協会, 2005

成果発表状況

学会発表

- 1) 長谷川達也, 瀬子義幸 (2008) ブドウ搾り滓と家畜排せつ物を利用した堆肥中の重金属の挙動. 第11回MTKO MICE研究会 (仙台)
- 2) 長谷川達也, 森智和, 齊藤奈々子, 高橋照美, 山崎修平, 上垣良信, 高尾清利, 御園生拓, 金子栄廣, 早川正幸 (2008) ブドウ搾り滓を活用した家畜排せつ物の堆肥化および環境負荷低減化技術の開発. 平成20年度やまなし産学官連帯研究交流事業研究公開 (甲府)
- 3) 川良香, 功刀伸夫, 佐藤祐紀, 山村英樹, 長谷川達也, 森智和, 齊藤奈々子, 高橋照美, 山崎修平, 上垣良信, 高尾清利, 御園生拓, 金子栄廣, 早川正幸 (2008) ブドウ搾り滓を活用した家畜排せつ物の堆肥化および環境負荷低減化技術の開発—堆肥発酵過程における主要微生物・放線菌相の解析—. 平成20年度やまなし産学官連帯研究交流事業研究公開 (甲府)
- 4) 森智和, 吾郷健一, 長谷川達也, 高橋照美, 山崎修平, 上垣良信, 高尾清利 (2008) ブドウ搾り滓を活用した家畜排せつ物の堆肥化技術に関する研究 (その1). 第40回化学工学会秋季大会 (仙台)
- 5) 山崎修平, 望月久美子, 長谷川達也, 森智和, 吾郷健一, 高橋照美, 上垣良信, 高尾清利, 御園生拓, 金子栄廣, 早川正幸 (2008) ブドウ搾り滓を用いた豚ふん堆肥の特性と肥効. 2008年度日本土壌肥料学会関東支部大会 (新潟)