

2-22-(2) 吸引機能付き堆肥舎での検討

畜産試験場の敷地内に建築した吸引通気装置を備えた堆肥舎^{15, 16)}にセラミック電気管状炉-金属酸化触媒式分解装置を3台並列に設置し、悪臭(アンモニア)の測定を行った。流量は分解装置一台あたり200L/minで、セラミック電気管状炉の出力を50V(触媒温度:500℃)にセットした。

また、市販の堆肥作製用上掛けシート(穴あきポリエチレンシート)で堆肥を被覆した場合についても同様の検討を行った。

3. 結果

3-1 発酵ブドウ搾り滓の分析

山梨県内のワインメーカーから供試されたワイン製造過程で生じるブドウ搾り滓を、畜産試験場内で発酵させた。図-3に発酵過程の温度変化を示す。発酵開始10日後まで直線的に温度が上昇し、34℃前後で一定となった。発酵開始30日以降緩やかな温度の減少が認めら

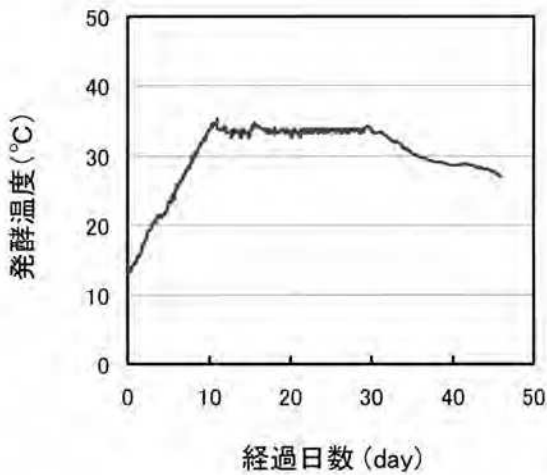


図-3 発酵過程における温度変化

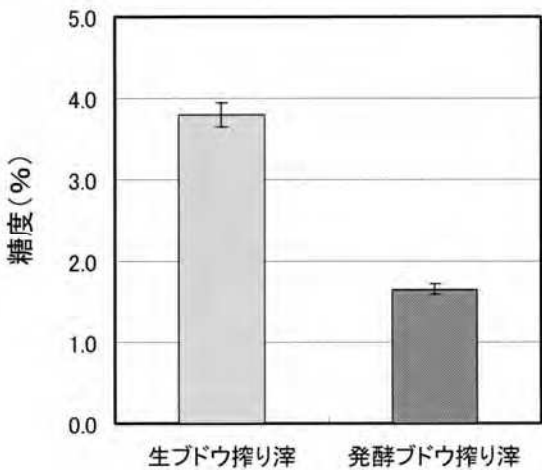


図-4 発酵ブドウ搾り滓中の糖度

れた。最高到達温度は35.5℃であった。発酵は46日で終了とした。この操作で作製した発酵ブドウ搾り滓の糖度、有機酸濃度およびpHを測定した(図-4、図-5、図-6)。

発酵により糖含量は3.8から1.7%に減少し、酢酸濃度が著しく上昇しpHは4.2から3.7に減少した。これらの結果から、発酵ブドウ搾り滓は発酵させていない生ブドウ搾り滓より保存性に優れていると考えられた。

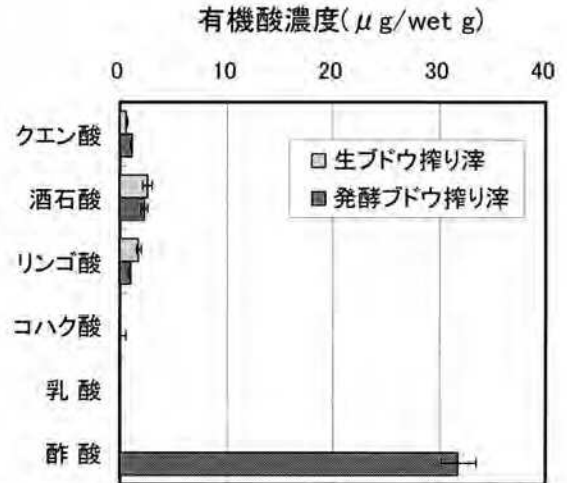


図-5 発酵ブドウ搾り滓中の有機酸分析

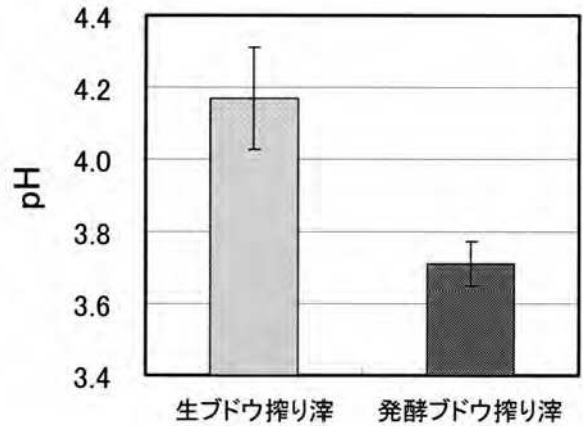


図-6 発酵ブドウ搾り滓のpH

3-2 畜産試験場堆肥舎による実用規模試験

昨年までの実験^{1, 2)}と同様に、豚ふん1に対して発酵ブドウ搾り滓0.2の割合で、豚ふんを発酵ブドウ搾り滓で覆うCover方式で実用規模の検討を行った。なお、豚ふんと発酵ブドウ搾り滓の量は昨年度より増量し、豚ふん2,500kg、発酵ブドウ搾り滓500kgとし、実際の農家でのスケールにより近い量とした。

第1区: 豚ふん

第2区: 豚ふん+発酵ブドウ搾り滓(1:0.2) Cover

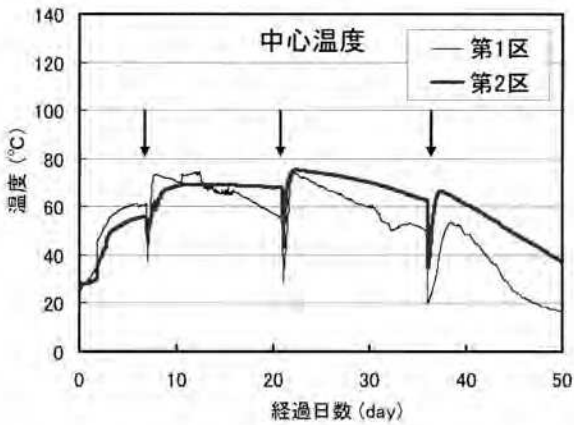


図-7 発酵温度の変化

第1区：豚ふん，第2区：豚ふん+発酵ブドウ滓Cover

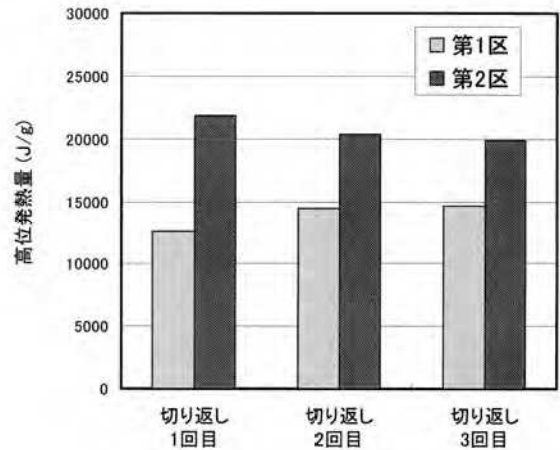


図-9 堆肥サンプルの熱量

第1区：豚ふん，第2区：豚ふん+発酵ブドウ滓Cover

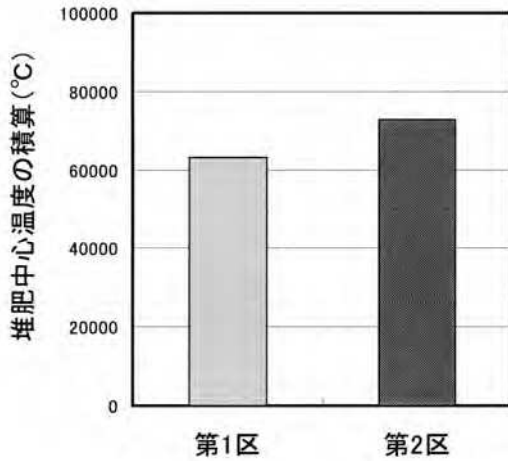


図-8 発酵温度の積算

第1区：豚ふん，第2区：豚ふん+発酵ブドウ滓Cover

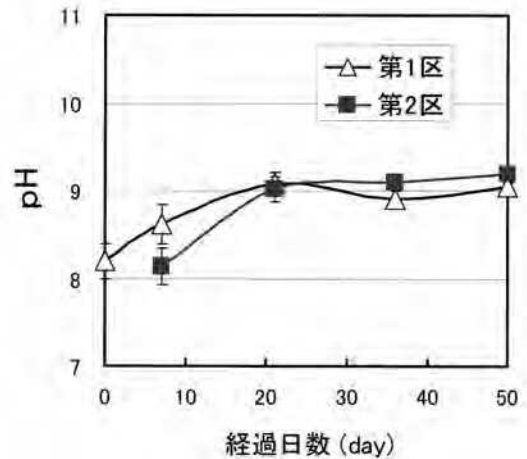


図-10 発酵過程におけるpHの推移

第1区：豚ふん，第2区：豚ふん+発酵ブドウ滓Cover

3-2-1) 発酵温度とpH

図-7にデータロガーで記録した堆肥中心部の温度変化を示し、このデータを基に算出した堆肥発酵期間の温度の積算値を図-8に示す。その結果、どちらの試験区においても温度上昇が認められ、発酵が順調に進んだことが確認できた。

また、図-8に示すように、発酵ブドウ搾り滓を加えた第2区の方が発酵温度が高いことがわかった。この現象はこれまでも観察されている。そこで、発酵過程-堆肥サンプルの熱量(高位発熱量)を測定した。その結果を図-9に示す。高位発熱量は、発酵ブドウ搾り滓を加えた第2区の方が高いことが示された。この熱量の違いが発酵温度に影響していることが考えられた。

図-10には切り返しごとに測定したpHの推移を示す。切り返し1回目で第2区の方が第1区よりpHが若干低いのは、発酵ブドウ搾り滓添加区においては酢酸の生成の影響が考えられた。

3-2-2) 悪臭物質の測定

一昨年¹⁾および昨年²⁾の検討では、悪臭物質としてアンモニア以外にイオウ化合物(硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチル)および低級脂肪酸(プロピオン酸、ノルマル酪酸、イソ吉草酸、ノルマル吉草酸)について分析を行い、これらの悪臭物質がアンモニアと同様の挙動を示すことを確認している。そこで、今年度はアンモニアのみの測定を行うことにした。官能試験においても、三点比較式臭袋試験とニオイセンサでの測定が同じ結果となることを確認しているので、操作が簡便なニオイセンサでの測定を行った。

堆肥発酵過程において、3回の切り返し時に発生するアンモニア濃度をそれぞれ測定した。その結果を図-11に示し、3回の合計(積算値)を図-12に示す。これらの結果で明らかのように発酵ブドウ搾り滓を混ぜた第2区は、豚ふんのみの第1区よりアンモニアの発生量が約半分に低減された。

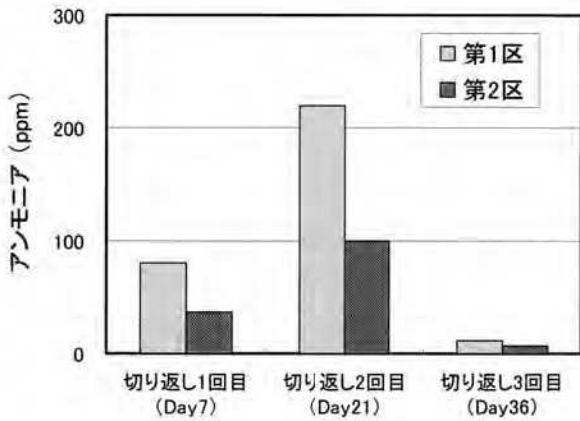


図-11 アンモニア発生量の推移

第1区：豚ふん，第2区：豚ふん＋発酵ブドウ滓Cover

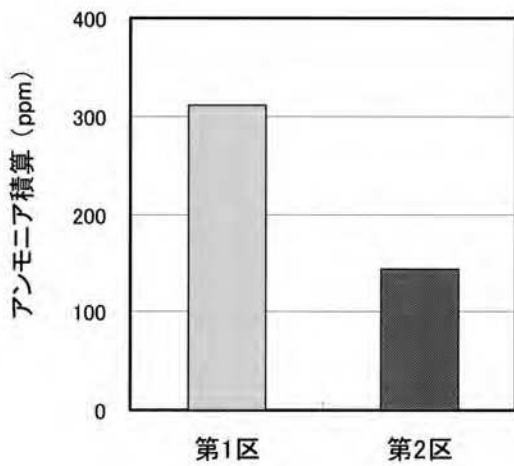


図-12 アンモニア発生量の積算

第1区：豚ふん，第2区：豚ふん＋発酵ブドウ滓Cover

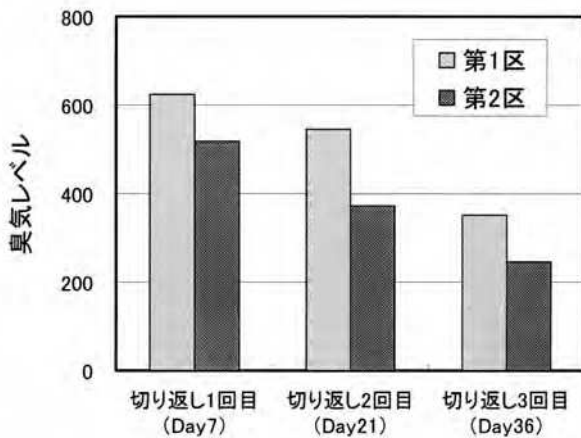


図-13 ニオイセンサでの測定結果

第1区：豚ふん，第2区：豚ふん＋発酵ブドウ滓Cover

ニオイセンサによる官能試験を行った結果を図-13に示す。ニオイセンサによる測定においても、発酵ブド

ウ搾り滓を加えた第2区において、臭気レベルは低い結果が得られた。なお、ニオイセンサは三点比較式臭袋試験と同様にアンモニア、イオウ化合物および低級脂肪酸のような悪臭物質のニオイ以外に発酵ブドウ搾り滓のニオイも検知してしまうことを確認している。そのため、全体的に臭気レベルが高い値を示したと考えられる。

3-3 小型堆肥化実験装置による放線菌の悪臭低減効果

ある種の微生物には悪臭成分を分解する能力があり、これを利用した消臭技術がこれまでに報告されている¹⁷⁻²¹⁾。昨年度、ブドウ搾り滓を豚ふんに加えることにより、いくつかの放線菌の増殖が促進すること、そして、増殖促進が認められた放線菌のうち、二種類 (*Thermobifida fusca* および *Saccharomonospora viridis*) に悪臭低減効果のあることを明らかにした。そこで、今年度は悪臭低減効果の認められたこの二種類の放線菌についてさらに検討を行った。

3-3-1(1) 小型堆肥化実験装置での放線菌の悪臭低減効果

小型堆肥化実験装置を用い、豚ふんに直接 *Thermobifida fusca* 孢子懸濁液あるいは *Saccharomonospora viridis* 孢子懸濁液を加えた場合の悪臭低減効果について実験を行った。豚ふん区、豚ふん+*Thermobifida fusca* 区、豚ふん+*Saccharomonospora viridis* 区とも発酵温度には差が無く三つの試験区とも順調に発酵が進んだ (図-14)。

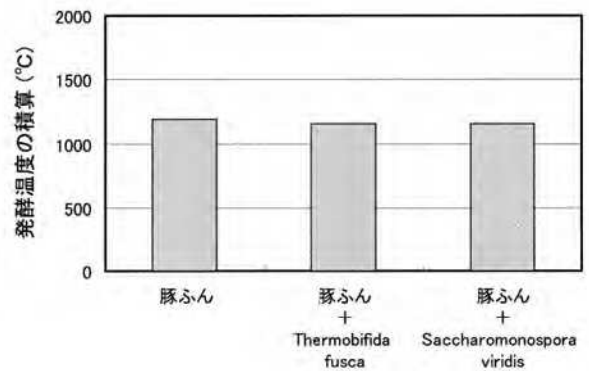


図-14 発酵温度の積算

アンモニアの発生量は、*Thermobifida fusca* 孢子懸濁液あるいは *Saccharomonospora viridis* 孢子懸濁液を加えた場合、豚ふんのみの対照区に比べて明らかに抑制された (図-15)。この結果は、昨年度テドラバックで行った実験の結果と同様であった。

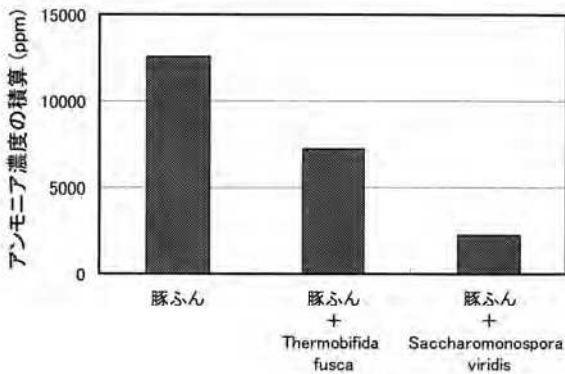


図-15 発生したアンモニアの積算

3-3-2) 小型堆肥化実験装置での放線菌の増殖

3-3-1)の実験において、アンモニアの発生が抑制された小型堆肥化実験装置内の放線菌の増殖を計測した。豚ふんのみとの対照区に比べ、*Thermobifida fusca*孢子懸濁液添加により*Thermobifida*が増殖したことが示された(図-16)。

一方、*Saccharomonospora*は豚ふんのみとの対照区でも堆肥化初期にのみ増殖するが、*Saccharomonospora viridis*胞

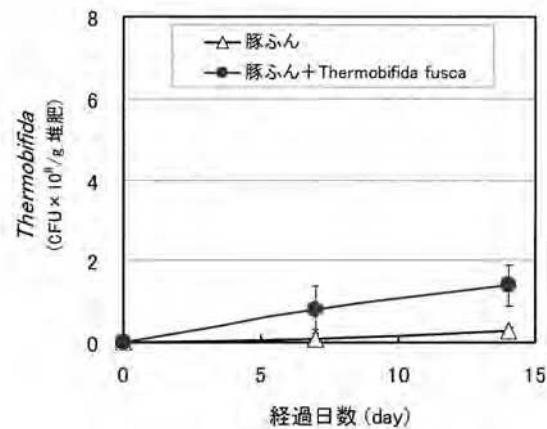


図-16 *Thermobifida*の増殖

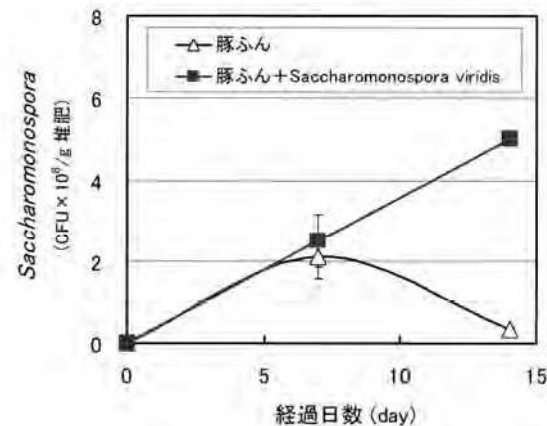


図-17 *Saccharomonospora*の増殖

子懸濁液を添加することにより、堆肥化後半でも増殖が維持されることが明らかとなった(図-17)。

そして、この増殖度合いは*Thermobifida*より多かった。この増殖の違いが、アンモニアの低減効果(図-15)と関連していることが考えられた。

3-4 発酵ブドウ搾り滓を添加した堆肥中の*Thermobifida fusca*および*Saccharomonospora viridis*の増殖

これまでに、シャーレにブドウ搾り滓抽出液を加えると、*Thermobifida fusca*および*Saccharomonospora viridis*の増殖が促進されることを明らかにした。そこで、畜産試験場での堆肥作りにおいて、発酵ブドウ搾り滓を加えた場合、*Thermobifida fusca*および*Saccharomonospora viridis*の増殖がシャーレの実験と同様に促進するか検証

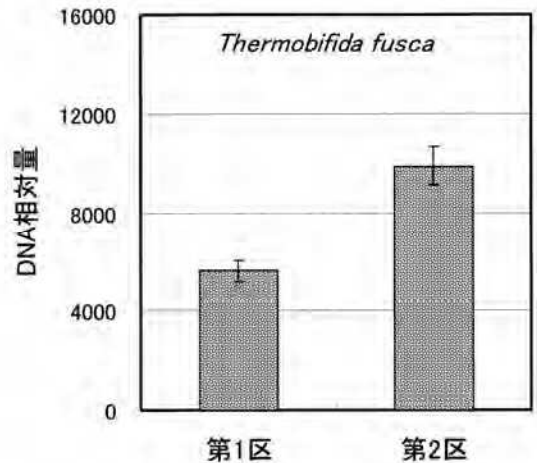


図-18 *Thermobifida fusca*の増殖

第1区：豚ふん，第2区：豚ふん+発酵ブドウ滓Cover
発酵開始0日目の豚ふん区のDNA量を1とした

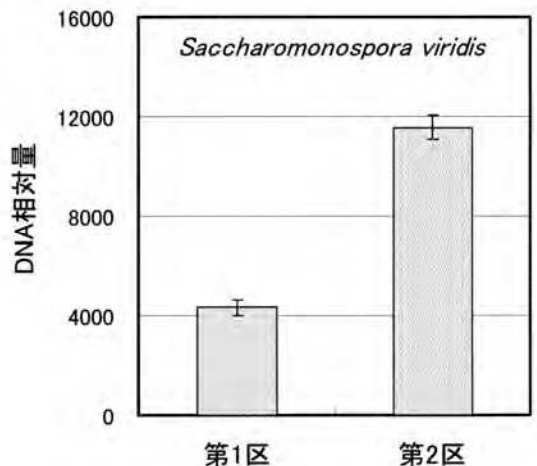


図-19 *Saccharomonospora viridis*の増殖

第1区：豚ふん，第2区：豚ふん+発酵ブドウ滓Cover
発酵開始0日目の豚ふん区のDNA量を1とした

を行った。発酵過程一堆肥サンプルからDNAを抽出し、*Thermobifida fusca*および*Saccharomonospora viridis*のDNA量をリアルタイムPCRで測定した。放線菌の分離培養に比べ、リアルタイムPCRで測定することにより、属と種の同定が可能となる。その結果を図-18および図-19に示す。

発酵ブドウ搾り滓を添加した第2区において、*Thermobifida fusca*ならびに*Saccharomonospora viridis*のDNAが、発酵ブドウ搾り滓を添加していない第1区より多いことが明らかとなった。このことから、悪臭低減能を有する放線菌を加えることなく、発酵ブドウ搾り滓を豚ふんに添加することだけで、これらの菌が増殖し、その増殖が促進されることが明らかとなった。

3-5 悪臭低減効果におよぼすポリフェノール類の関与

堆肥発酵過程の初期（放線菌の増殖が高くなる前の段階）において、発酵ブドウ搾り滓中のポリフェノール類が悪臭低減効果に関与している可能性が、昨年度の検討において示された。そこで、堆肥化初期におけるポリフェノール類の直接的な悪臭低減作用に関して検討を行った。実験的に作製したアンモニア臭気発生コンポストに発酵ブドウ搾り滓および茶殻（対照）をそれぞれ加え、発生するアンモニアおよび臭気濃度を測定した（図-20、図-21）。また、発酵ブドウ搾り滓および茶殻に含まれるポリフェノール類の量を測定した（図-22）。

図-20に示すごとく、発酵初期（3時間加温）において、発酵ブドウ搾り滓をアンモニア臭気発生コンポストに2g添加することによって、ほとんどアンモニアの発生を抑えることができた。茶殻では0.5g添加で同様の効果が認められた。これは、茶殻に含まれるポリフェノール類の量が発酵ブドウ搾り滓より多いことによるためと考えられる（図-22）。一方、官能試験から算出し

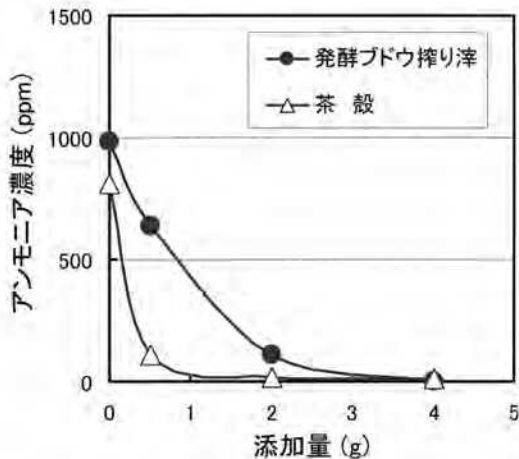


図-20 発酵ブドウ搾り滓のアンモニア発生への効果
アンモニアの測定は3時間加温後に行った

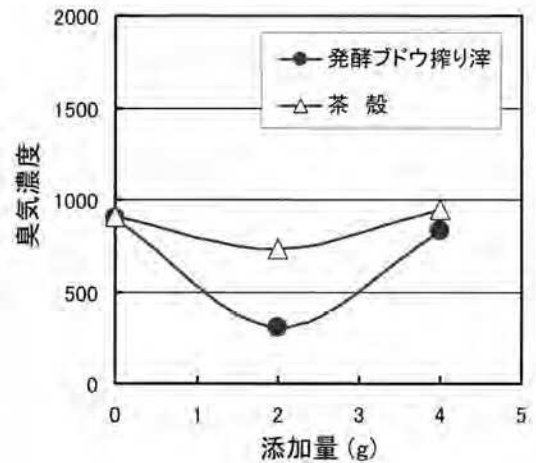


図-21 発酵ブドウ搾り滓の臭気濃度への効果
臭気濃度の測定は3時間加温後に行った

た臭気濃度のグラフを見ると、発酵ブドウ搾り滓2g添加は、茶殻2g添加より臭気濃度が低い値を示した（図-21）。この理由として、アンモニア以外の悪臭物質の低減にも、発酵ブドウ搾り滓中のポリフェノール類が効果を示すことが考えられた。また、発酵ブドウ搾り滓を4g添加すると臭気濃度の上昇が認められた。これは、発酵ブドウ搾り滓特有のニオイによるものと考えられる。これらの結果から、発酵ブドウ搾り滓に含まれるポリフェノール類は発酵の初期段階において悪臭低減に効果を示すと考えられた。

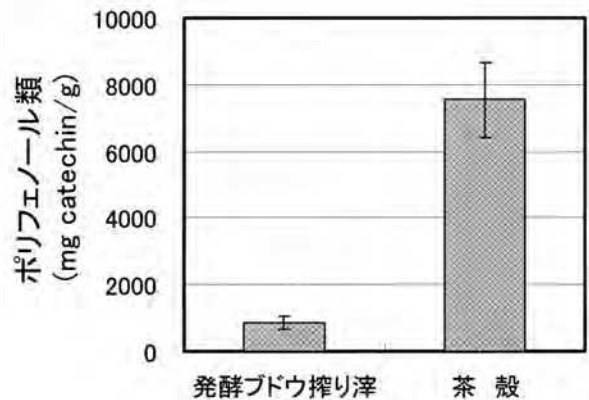


図-22 発酵ブドウ搾り滓および茶殻のポリフェノール類含量

3-6 栽培試験（ライシメーター）

スイートコーンとナスを各種堆肥を用いてライシメーターに作付けした。スイートコーンの雌穂（しすい）とナスの果実の各収穫量を図-23および図-24に示す。なお、堆肥は昨年度に作製した物を用いた²⁾。

豚ふん+ブドウ滓堆肥で育てたスイートコーンの収穫量の平均値は他の肥料で育てた収穫量の平均値より若干

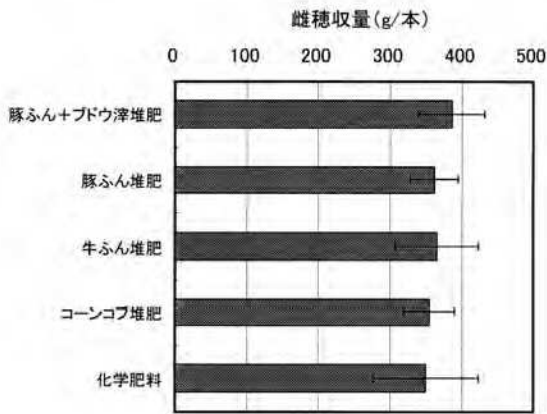


図-23 スイートコーンの収穫量

グラフの値は平均±標準偏差

多いが、有意な差は認められなかった (図-23)。

ナスの総収穫量は、化学肥料で育てた場合若干少なかったが、他の4種類の堆肥ではほとんど同じ収穫量であった (図-24)。従って、ブドウ搾り滓を加えた堆肥を用いても収穫量を減らすことはないと確認された。

図-25に、ライシメーターでスイートコーンとナス

の栽培試験を行った2008年3月から2009年11月までの浸透水への硝酸態窒素の溶脱量を測定した結果を示す。コーンコブ堆肥で28.8kg/10aと溶脱量は最も低く、次いで化学肥料 (32.2kg/10a)、牛ふん堆肥 (33.1kg/10a)、豚ふん堆肥 (37.6kg/10a)、豚ふん+ブドウ滓堆肥 (38.4kg/10a) の順に少なかった。しかし、豚ふん堆肥と豚ふん+ブドウ滓堆肥の値はほとんど等しかった。

3-7 スイートコーン・ナス栽培土壌中の微生物の解析

昨年度、ナス栽培土壌中の放線菌数を検討した。その結果化学肥料を施肥した区画に比べ、豚ふん堆肥や豚ふん+ブドウ滓堆肥を施肥した区画で放線菌やバクテリアが増殖していることが認められた。そこで昨年に引き続きナス栽培土壌の微生物相の解析を行うと同時に、スイートコーン栽培土壌においても同様の検討を行った。

すなわち、スイートコーンおよびナスを作付けしたライシメーターの畦間土壌 (株と株の間) を採取し、放線菌、バクテリア、カビについてその菌数を測定した。グラフには化学肥料施用区画で認められた菌数を100として、その相対量で示した。図-26に示すごとく、放線

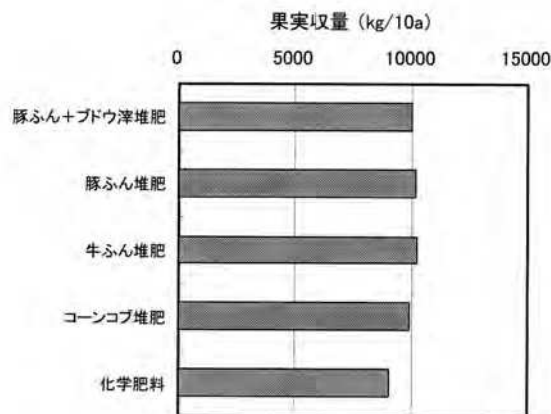


図-24 ナスの収穫量

グラフの値は総収穫量

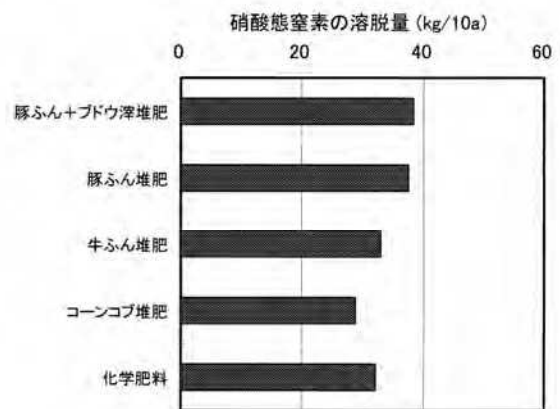


図-25 硝酸態窒素の溶脱量

グラフの値は総溶脱量

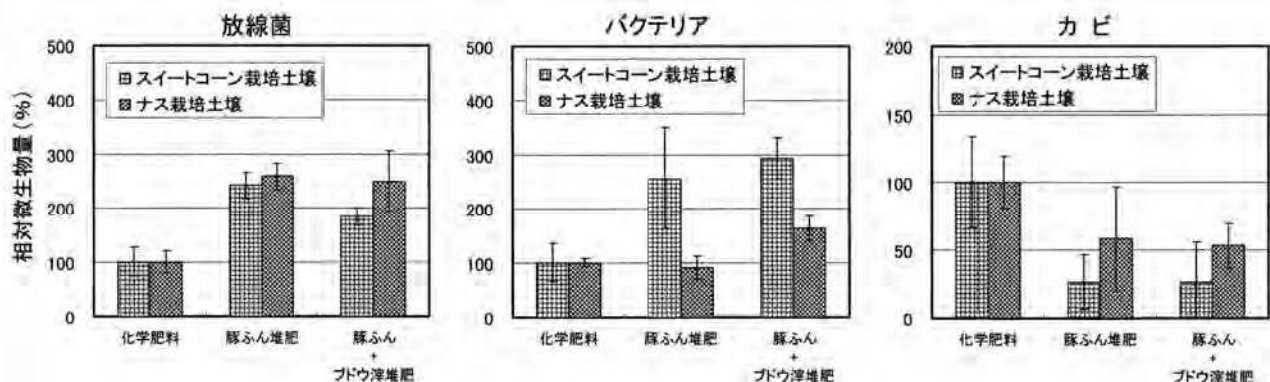


図-26 土壌中の微生物量