

堆肥の経時的分析値に基づく腐熟の指標についての検討

今雪幹也・大谷徳寿

Examination of index of csaconashi based on target analysis value at the time of passing compost.

Mikiya IMAYUKI, Noritosi OOTANI

要 約

腐熟の判断が可能となる分析項目について検討するため、牛ふん堆肥を作成し、腐熟の指標と思われる各項目（温度、C/N比、発芽率、コンポテスター、アンモニア等）が経時的にどのように変化するか調査した。結果、切り返しの前後で温度上昇がないことを確認（発酵に十分な水分のもと）することが最も確実と思われた。また、完熟前における堆肥の肥料としての利用については、コンポテスター（測定値「3」以下）、C/N比（25以下）、発芽率（90%以上）、アンモニア（0ppm）の確認が重要と思われた。

緒 言

当场では、平成11～18年度にかけて、家畜堆肥共励会（平成11～15年度）、堆肥化術レベルアップ対策事業（平成12～18年度）、実証展示圃（平成12～18年度）等の事業の中で、畜産農家が生産する堆肥分析を実施した。

総分析点数は乳牛143点、肉牛75点、豚53点、採卵鶏52点、肉用鶏8点の計331点で、分析項目は、水分、pH、EC、加里全量、リン酸全量、窒素全量、C/N比、発芽率、アンモニア測定（検知管法）、堆肥熟度測定器（コンポテスター）であるが、腐熟の指標となる分析項目（C/N比、発芽率、アンモニア測定、コンポテスター等）について、結果が同様の腐熟状態を示さない場合、判定が困難である。

そこで、今回、牛ふん堆肥を作成し、腐熟の指標と思われる各項目が経時的にどのように変化するか調査し、腐熟の判断が可能となる分析項目について検討した。

材料及び方法

- | | |
|--------------|---|
| (1) 供試堆肥 | : 乳牛ふん尿・オガクズ混合堆肥（調整時水分：77.2%） |
| (2) 試験期間 | : 平成19年7月17日～平成19年10月31日（15週） |
| (3) サンプル採取日 | : 堆肥作成の翌日より2週間ごとに1度 |
| (4) サンプル採取方法 | : 堆肥表面より30cmのところ5箇所より採取し混合
（サンプル採取後、堆肥の切り返しを実施） |
| (5) 調査項目 | : 温度、水分、pH、EC、腐熟度比率、C/N比、発芽率、
堆肥熟度測定器（コンポテスター）、
アンモニア（検知管法）、アンモニア態窒素、
硝酸態窒素、 |

結 果

(1) 堆肥の発酵温度

堆肥を切り返すごとに温度の上昇が認められ、8週目に最高温度（59.4度）に達した。また、14週目の切り返し以降、温度の上昇は認められなかった（図1）。

(2) 堆肥の水分

堆肥作成時 77.2%であった水分は徐々に低下し、14週目には 60.2%となった（図2）。

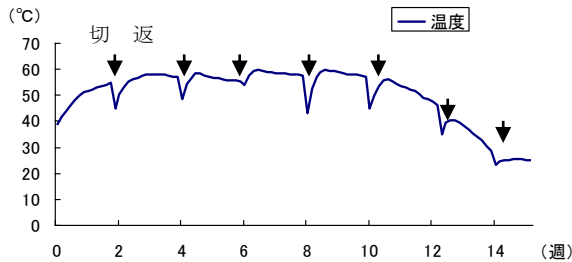


図1. 温度の推移

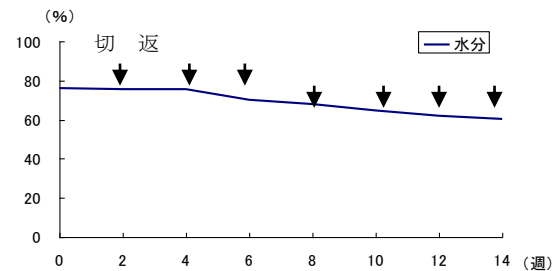


図2. 水分の推移

(3) 堆肥の pH

堆肥の pH は、0週目の 8.54 から上昇し、6週目に 9.52 となったが、8週目に下降した（図3）。

(4) 堆肥の EC

EC は 0～6週目まであまり変化がなかったが、8～14週目にかけて上昇した（図4）。

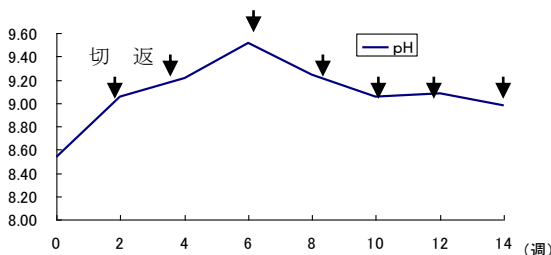


図3. pHの推移

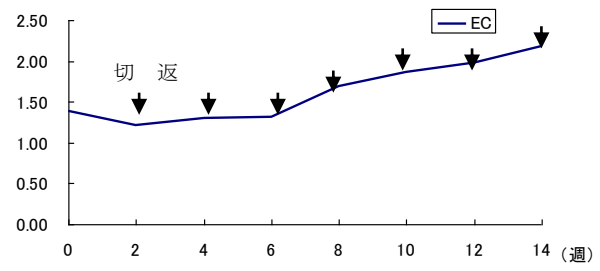


図4. ECの推移

(5) 腐熟度比率（易分解性有機物含有率と粗灰分の比率）

腐熟度比率は、0週目の 6.2 から徐々に低下し、14週目には 1.9 となった（図5）。

(6) C/N 比

C/N 比は 0週目の 51.6 から徐々に低下し、14週目には 23.3 となった（図6）。

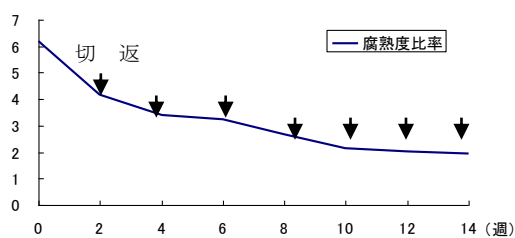


図5. 腐熟度比率の推移

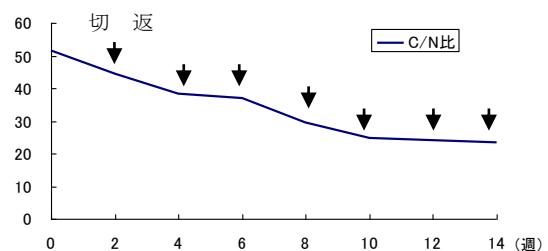


図6. C/N比の推移

(7) 発芽率 (コマツナ)

発芽率は2週目に80%、10週目に90%を超え、10~14週目にかけて100%に近づいた(図7)。

(8) 腐熟度測定器 (コンポテスター)

コンポテスターによる腐熟度測定では、2週目以降、測定値「1」を示した(図8)。

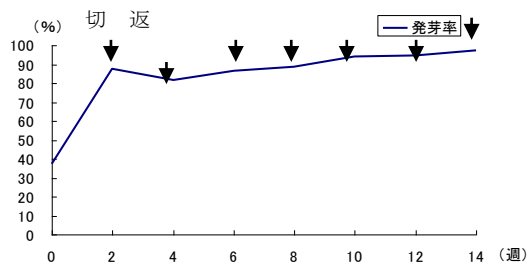


図7. 発芽率の推移

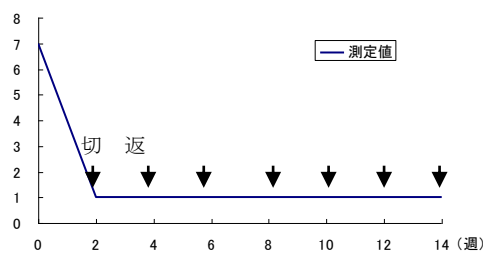


図8. 堆肥熟度判定器(コンポテスター)による測定値の推移

(9) アンモニア (検知管法)・アンモニア態窒素

アンモニア (検知管法) 及びアンモニア態窒素については、共に堆肥化初期 (0~4週) に高く、検知管でアンモニアが測定されなくなった8週目以降、アンモニア態窒素は、30ppm以下で変動した(図9)。

(10) アンモニア態窒素・硝酸態窒素

硝酸態窒素は、アンモニア態窒素が低下した8~10週目にかけて増加し、それ以後は、15ppm以下であった(図6)。

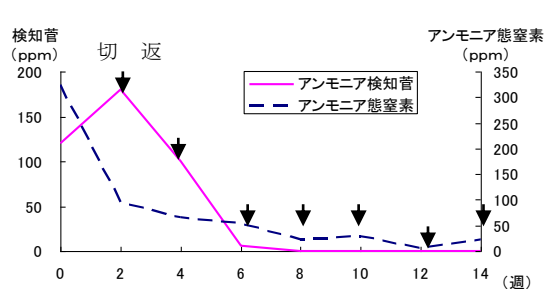


図9. アンモニア(検知管)及びアンモニア態窒素の推移

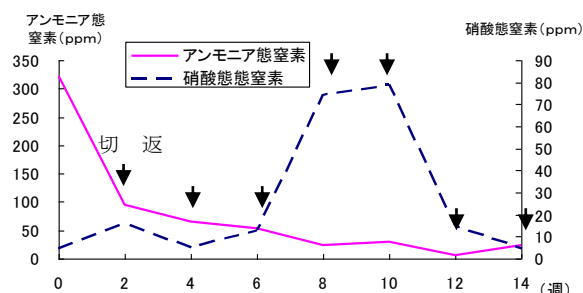


図10. アンモニア態窒素及び硝酸態窒素の推移

考 察

今回、牛ふん堆肥を作成し、腐熟の指標と思われる各項目が経時的にどのように変化するか調査し、腐熟の判断が可能となる分析項目について検討した。

温度については、堆肥化の進行により切り返しを行っても温度が上昇しなくなった時点が完熟と考えられている。今回、14週目で、発酵には十分な水分(60.2%)とのもと切り返し後の温度上昇が認められなかったことから、今回の試験について、好氣的発酵の終了である完熟は14週と思われた。

堆肥のpHは堆肥化初期のアンモニアの発生によりアルカリ側に傾き、アンモニアの硝酸への変化により低下する。ECはイオン(カリウム・ナトリウム・塩素・硝酸等)の増加により、堆積期間を通して上昇する。今回、pH、ECともに、この変化を反映する変動を示した。pH、ECについては、この変化を経時的に追うことにより腐熟判定がある程度可能であるが、原料等によって測定値が大きく異なり腐熟の指標となる値もないことから、一度の分析で腐熟を判定するのは困難と思われた。

腐熟度比率（易分解性有機物含有率と粗灰分の比率）は「易分解性有機物含有率（100－ADF－粗灰分）/粗灰分」で表され、堆肥作成から完熟まで数値が下がり続けることから、完熟の指標に良いとの報告がある（広島県畜産技術センター）。今回、この報告と同様の結果が得られたが、腐熟の指標となる値がないことから、一度の分析で腐熟を判定するのは困難と思われた。

C/N 比は、堆肥作成から完熟まで下がり続けるが、今回の試験でも 14 週を通して下がり続けた。C/N 比が高い堆肥（おおむね 25 以上）は施用時、窒素飢餓（無機態窒素が微生物に奪われる）になる場合があることから、「施用は避けるべき」と言われている。牛ふん堆肥の腐熟について C/N 比 25 以下というのは一つの指標になると思われた。

発芽率は、牛ふん堆肥では早い時期に 80～90% に達する。有害成分の判定（堆肥中にある幼植物の生育阻害物質の有無）に良い指標であり、90% 以上なら問題ないといわれている。今回、10 週目で発芽率 90% となった。牛ふん堆肥の腐熟について、発芽率 90% 以上というのは一つの指標になると思われた。

コンポテスターは、堆肥中の微生物の酸素消費量を測定して、簡易に易分解性有機物の分解状況を把握するものである。コンポテスターの測定では、測定値「3」以下の堆肥を「易分解性有機物の分解状況から見て腐熟が進んでいる」と判定する。今回、2 週目以降、測定値「1」となったが、牛ふん堆肥の腐熟について、コンポテスターの測定値「3」以下のというのは一つの指標になると思われた。

アンモニアは堆肥中の有機物を微生物が分解することによって生成され、悪臭や作物生育阻害の原因となるため確認が必要と考えられる。今回、アンモニア（検知管法）及びアンモニア態窒素ともに 0～2 週目で高く、8 週目以降は低い値で推移していることから、検知管での測定で、アンモニア態窒素の変動がある程度予測可能と考えられた。また、堆肥中の有機物の分解によって生じたアンモニア態窒素は硝酸菌の作用で硝酸態窒素に変換され、その後、窒素ガスとなって、大気中に揮散する。今回、アンモニア態窒素の低下に伴う硝酸態窒素の増加を確認することができた。これにより、検知管によるアンモニア測定（0ppm）を確認することにより、アンモニアの消失が確認でき、アンモニア態窒素及び硝酸態窒素の変動がある程度予測可能と考えられた。

以上のように、各項目について腐熟の進行に伴う特徴ある変化が認められたが、実際の腐熟判定では、今回のように経時的に分析をするのは不可能であり、腐熟過程の一時期に、これら分析項目のいくつかを組み合わせる判断することになる。そのためには、分析値に腐熟の指標となる基準がある項目が必要であり、今回、実施した分析項目の中では、①温度 ②C/N 比 ③発芽率 ④コンポテスター ⑤アンモニアが該当する。また、この 5 項目は、作物生育阻害物質の有無（C/N 比、発芽率、アンモニア）と易分解性有機物の有無（温度、コンポテスター）に分類できる。

作物生育阻害物質の有無（C/N 比、発芽率、アンモニア）の 3 項目については、作物への影響の仕方、指標の数値に達する時期、経時的な推移等に違いがあるので、堆肥を肥料として作物に施用するためには、3 項目全てが指標の数値に達している必要があると思われた。今回の試験では、10 週目であった。

一方、易分解性有機物の有無は腐熟の定義である。腐熟とは、原料資材中の易分解性有機物が好気性微生物によって発酵・分解される過程のことであり、繰り返し後の温度上昇の消失をもって発酵の終了（完熟）と考える。今回、温度の推移から、発酵の終了は 14 週目であるが、繰り返し後の温度上昇が無いことを確認することにより、作物生育阻害物質の消失も

含めた発酵の終了（完熟）と判断できると思われた。

また、コンポテスターは、微生物の酸素消費量を測定することにより、「ほぼ完熟」を調べることができる。コンポテスターについては、C/N比、発芽率、アンモニアとの総合判断により、完熟前に堆肥を肥料として施用することが可能になると思われた。

以上のことから、腐熟の判断としては、切り返し後の温度上昇の確認（発酵に十分な水分のもと）が最も確実と思われるが、完熟前の堆肥の肥料利用については、コンポテスター（測定値「3」以下）、C/N比（25以下）、発芽率（90%以上）、アンモニア（0ppm）の確認が重要と思われた。

参考文献

- 1) 社団法人 農山漁村文化協会：畜産環境対策大辞典、127～133（1995）
- 2) エコロジカル・ライフ：土と堆肥と有機物（1992）
- 3) 広島県立畜産技術センター：近赤外分析法によるオガクズを副資材とした牛ふん堆肥の腐熟度測定、13、77～84（2003）
- 4) 香川県家畜保健衛生業績発表集録：堆肥の実用的簡易腐熟判定、38～42（2005）