

## 堆肥化過程における臭気削減方法の検討

藤井耕児、白川 朗

Examination of way to reduce odor in composting process.

Kouji FUJII, Akira SHIRAKAWA

### 要 約

堆肥化過程で発生するアンモニアガス(以下 ガス)を削減するために、酸性水、pH調整ダウン剤、過リン酸石灰、もくさく液を利用して試験を行った。堆肥中のアンモニウムイオンはpHが8.5を超えると急速にガス化し、ガス濃度を高めた。堆肥中のpHを低下させるにはpH調整ダウン剤及び過リン酸石灰が効果高く、鶏ふんに過リン酸石灰を5%以上添加するとガス濃度を低く抑えることが出来た。pH調整ダウン剤は堆肥中のpHを下げることは可能であるが長期間の効果は認められなかった。

### 緒 言

家畜ふん尿処理は、堆肥舎等で適正に処理されているが、堆肥化過程で多量のガスが発生し、悪臭被害の原因となっているため、早急な臭気削減が望まれている。堆肥化過程で発生した臭気については、その処理方法・施設等に合わせて各種の脱臭方法がとられているが、技術的・経済的な面からもなかなか根本解決となっていない。

堆肥中のpHを調整することでガスの発生を抑制することが可能であることから、この方法を利用してガスの発生を抑制しようとするものである。

### 材料及び方法

#### 試験1 pHとアンモニアガス濃度との関係

##### 1) 溶液中のpHとアンモニアガス濃度との関係

###### ○供試資材

スクラバー式水脱臭装置から排出された脱臭廃液(以下脱臭廃液、pH9.56、NH<sub>4</sub>-N 1.6g/L)

pH調整剤ダウン剤(株大塚化学販売:以下ダウン剤、100倍希釈で使用、pH1.7)

過リン酸石灰(くみあい17.5粒状過リン酸石灰、可溶性リン酸17.5%、内水溶性リン酸14.5%)

酸性水(電気分解により得られた陽極側の水、pH2.6)

もくさく液(くぬぎ等の木材を炭化処理時に得られた液、10倍希釈で使用、pH4.0)

## 堆肥化過程における臭気削減方法の検討

### ○試験方法

500ml の広口ビンに脱臭廃液 200ml を入れ各資材を添加攪拌し、その後ガラス管を通したゴム栓で密閉した。30℃の恒温器に一時間入れ、その後北川式ガス検知器でガス濃度と溶液中の pH を測定した。

### 2) 鶏ふんの pH とアンモニアガス濃度との関係

#### ○供試資材

鶏ふん（採卵鶏のふんをおが屑で水分を 60% に調整したもの）

酸性水、もくさく液、ダウン剤、過磷酸石灰

#### ○試験方法

500ml の広口ビンに各資材を 0%、2%、5%、10% 添加した鶏ふんを 50g 入れ、その後ガラス管を通したゴム栓で密閉した（写真 1）。30℃の恒温器に一時間入れ、その後北川式ガス検知器でガス濃度と鶏ふんの pH を測定した。



写真 1 鶏ふんの pH とアンモニアガス濃

### 試験 2 鶏ふん堆肥化過程におけるアンモニアガス濃度の削減

#### ○供試資材

鶏ふん（採卵鶏のふんをおが屑で水分 62% に調整）

過磷酸石灰及びダウン剤

#### ○試験方法

鶏ふんに過磷酸石灰及びダウン剤を 0%、2%、5%、10% 添加したものを、強制通気式密閉型の小型堆肥化実験装置（富士平製、かぐや姫）に 4.5kg 詰め、一週間ごとに攪拌、堆肥化過程を調査した。

① 過磷酸石灰 試験期間 5月30日～6月27日

② ダウン剤           "           7月11日～8月8日

### 試験 3 ダウン剤散布による堆肥化過程でのアンモニアガス濃度の削減

#### ○供試資材

乳牛及び鶏のふん（乳用牛及び鶏ふんを 2:1 でオートコンポに投入し、2日目に搬出した発酵中のふん。水分 57%）及びダウン剤

#### ○試験方法

100L のプラスチック容器（内径 56cm、高さ 62cm）に混合ふんを 30kg 入れ、無添加区、水 2% 添加区、ダウン剤 1%、2%、3%、5% 添加区の 6 区で行なった（写真 2）。資材の添加は容器上部からジョロで散布した。その後、ガス濃度と堆肥中の pH の測定を行なった。

○試験期間

7月5日～7月7日



写真2 ダウン剤散布による混合ふんのアンモニア削減試験

## 結 果

試験1 pHとアンモニアガス濃度との関係

1) 溶液中のpHとアンモニアガス濃度との関係

脱臭廃液 (pH9.56) に酸性水、もくさく液、過燐酸石灰、ダウン剤を添加してところ、酸性水及びもくさく液では脱臭廃液中のpHに大きな差はなかった(表1)。過燐酸石灰は廃液中のpHを下げる効果が高く、添加量が増加するに従ってpH及びガス濃度も低下した。ダウン剤も同様にpH及びガス濃度が低下した。

この、廃液中のpHとガス濃度を見てみると、pHが8.5を超えると急激にガス濃度が高くなった(図1)。

表1 脱臭廃液に各資材を添加後のpHとアンモニア濃度

	添加量	鶏ふん中のpH	鶏ふん中のアンモニア濃度(ppm)
酸性水 pH2.56	0%	9.31	250
	2%	9.30	250
	5%	9.28	250
	10%	9.27	270
	20%	9.26	250
	50%	9.23	170
もくさく液 pH4.14	0%	9.21	480
	2%	9.21	430
	5%	9.20	440
	10%	9.18	360
	20%	9.13	360
	50%	8.98	230
過燐酸石灰	1%	8.37	210
	2%	7.78	70
	5%	6.38	0
	10%	5.15	0
pH調整剤 pH1.7	0%	9.56	320
	2%	9.27	240
	5%	8.72	80
	10%	6.91	4
	20%	5.54	1
	50%	1.80	0

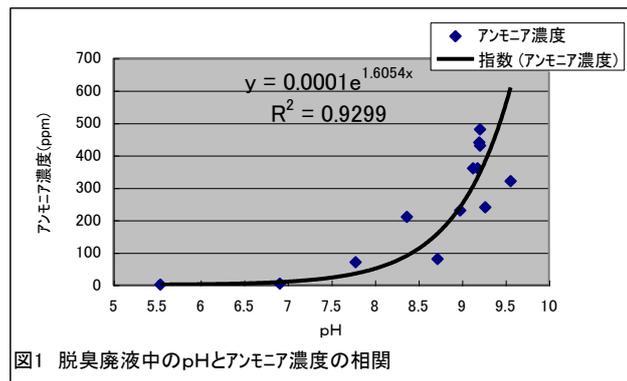


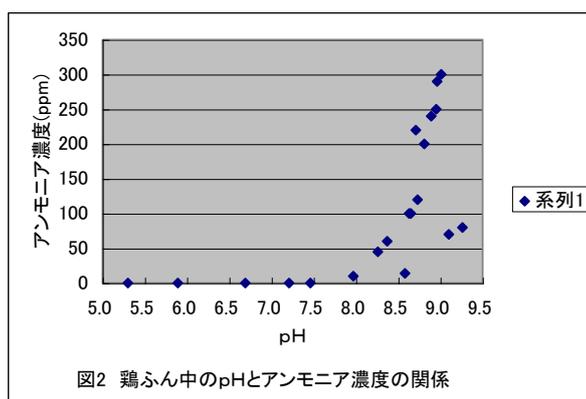
図1 脱臭廃液中のpHとアンモニア濃度の相関

2) 鶏ふん中の pH とアンモニアガス濃度との関係

おが屑で水分を 60% に調整した鶏ふんに酸性水、もくさく液、過リン酸石灰、ダウン剤を 0~20% 添加した。酸性水及びもくさく液添加では鶏ふん中の pH を下げることは難しく、過リン酸石灰添加では 2% 添加で pH が 7.46 となり、ガス濃度は測定出来なかった。ダウン剤は 10% 添加で pH 7.97、ガス濃度 10ppm となった。鶏ふん中の pH とガス濃度を見ると、pH が 8.5 を超えると急激にガス濃度が高くなった(図 2)。

表2 鶏ふんに各資材を添加後の pH とアンモニア濃度

	添加量	鶏ふん中の pH	鶏ふん中のアンモニア濃度(ppm)
酸性水 pH2.56	0%	8.96	290
	2%	9.01	300
	5%	8.95	250
	10%	8.89	240
	20%	8.81	200
もくさく液 pH4.14	0%	8.71	220
	2%	8.73	120
	5%	8.65	100
	10%	8.63	100
	20%	8.37	60
過リン酸石灰	0%	8.26	45
	2%	7.46	0
	5%	6.69	0
	10%	5.89	0
	20%	5.30	0
pH調整剤 pH1.7	0%	9.26	80
	2%	9.10	70
	5%	8.58	14
	10%	7.97	10
	20%	7.21	0



各資材ごとに鶏ふんをサンプリングし、資材を添加後測定。

試験 2 鶏ふん堆肥化過程におけるアンモニアガス濃度の削減試験

pH を下げる効果の高かった過リン酸石灰とダウン剤を利用して、試験を実施した。

1) 過リン酸石灰添加時

発酵温度は多少差があるものの 2 週目まではどの区も同様に推移した(図 3)。3 週目に 5% 添加区、4 週目は 2% 添加区が温度上昇を示した。発酵中の平均温度は 5% 区が 34.1℃ と最も高かった(表 3)。

鶏ふん中の pH は、添加量が多くなると pH が低くなり、10% 添加区で pH が 6.87 であった(表 4)。また、15 日目までは pH は上昇したが、それ以降は徐々に低下した。期間中のガス濃度は、0% 及び 2% 添加区では同様に推移し、1 週目に高濃度なガスが発生した(図 4)。5% 添加区のガス濃度は、1 週目は 0% 及び 2% 添加区の約半分の量であったが、2 週目にやや高くなり、3 週目には同様な傾向を示した。10% 添加区のガス濃度は他の区に比べて低く推移した。

## 堆肥化過程における臭気削減方法の検討

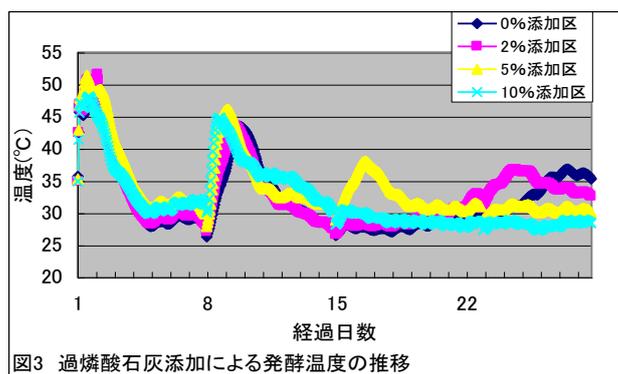


表3 期間中発酵温度の最小、最高、平均温度

	発酵温度		
	最小	最高	平均
0%添加区	26.3	49.6	32.3
2%添加区	26.6	51.6	32.9
5%添加区	27.9	51.4	34.1
10%添加区	27.3	48.1	32.3
外気温	19.8	31.2	25.6

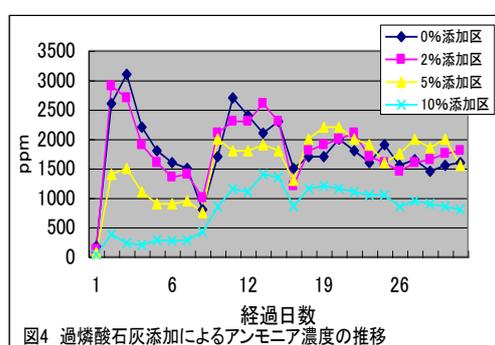


表4 期間中鶏ふん中のpHとECの推移

		5月30日	6月6日	6月13日	6月21日	6月27日
		1	8	15	23	29
pH	0%添加区	8.72	9.15	9.15	8.94	8.8
	2%添加区	8.12	8.91	8.89	8.67	8.58
	5%添加区	7.62	8.64	8.67	8.57	8.43
	10%添加区	6.87	8.07	8.34	8.22	8.03
EC	0%添加区	0.32	0.20	0.27	0.25	0.27
	2%添加区	0.32	0.28	0.38	0.35	0.37
	5%添加区	0.27	0.33	0.45	0.44	0.49
	10%添加区	0.30	0.43	0.54	0.54	0.60

### 2) pH調整ダウン剤添加時

期間中の発酵温度は添加量に差がなく推移しており、第1週目に65°Cを超え、以後40°C前後で推移した。(図5、表5)。

鶏ふん中のpHは、添加量が多くなると低くなった(表6)。5%添加でpH7.76、10%添加で7.43であった。1週目のガス濃度はどの区も4,000ppmを越え、高濃度なガスが発生した(図6)。2週目以降のガス濃度はどの区も同様に推移した。

夏場に試験を実施したため、第1週目で急速に発酵が進み、発酵温度やガス濃度が多くなったと考えられる。ダウン剤添加は鶏ふん中のpHを低下させる効果はあるが長続きはせず、数日で効果は消失した。

## 堆肥化過程における臭気削減方法の検討

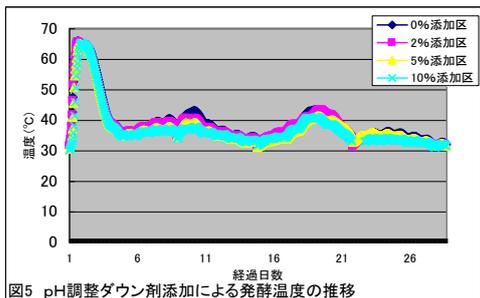


図5 pH調整ダウン剤添加による発酵温度の推移

表5 期間中発酵温度の最小、最高、平均温度

	期間中の温度変化		
	最小	最高	平均
0%添加区	31.6	65.8	38.6
2%添加区	31.2	65.6	38.2
5%添加区	30.2	65.1	37.5
10%添加区	30	65.2	37
外気温	25.7	34.9	30.2

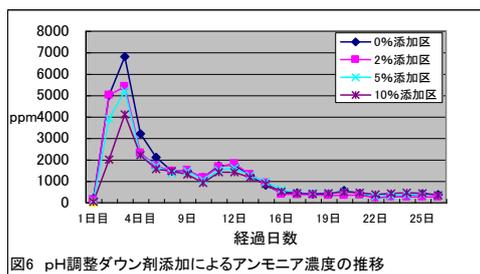


図6 pH調整ダウン剤添加によるアンモニア濃度の推移

表6 鶏ふん堆肥化過程における鶏ふん中のpHとECの推移

		7月11日	7月19日	7月25日	8月1日	8月8日
pH	0%添加区	8.15	9.25	9.16	9.27	9.17
	2%添加区	8.1	9.2	9.14	9.22	9.21
	5%添加区	7.76	9.16	9.1	9.12	9.02
	10%添加区	7.43	9.17	9.05	9.1	9.03
	0%添加区	0.413	0.223	0.213	0.222	0.236
EC	2%添加区	0.415	0.218	0.222	0.222	0.235
	5%添加区	0.405	0.205	0.234	0.223	0.24
	10%添加区	0.401	0.226	0.244	0.231	0.248

### 試験 3 ダウン剤散布による堆肥化過程でのアンモニア濃度の削減

プラスチック容器内にある混合ふんに無添加、水 2%、ダウン剤 1%、2%、3%、5% 添加したところ、散布直後のガス濃度は無添加区が 120ppm と最も高く、次いで水 2% 添加区の 75ppm、ダウン剤 1% 添加区の 30ppm となった(図 7)。ダウン剤の添加量が多くなるに従ってガス濃度は低くなった。その後、時間ごとにガス濃度を測定した結果、無添加区及び水 2% 添加区は徐々にガス濃度が低下してきた。ダウン剤 2%~5% 添加区は散布直後のガス濃度は低かったが徐々に上昇してきた。48 時間後には添加の有無に関わらず全ての区でガス濃度は 20ppm 程度となった。この期間中、混合ふんの pH を見ると、ダウン剤の添加量が多いほど pH は下がった(図 8)。5% 添加で添加直後の pH は 8.83 であり、以後時間の経過とともに pH は高くなり、48 時間後には pH が 9.2 となり他の区と同様となった。

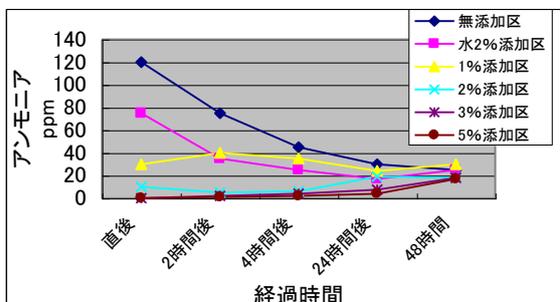


図7 混合ふんのアンモニア濃度の推移

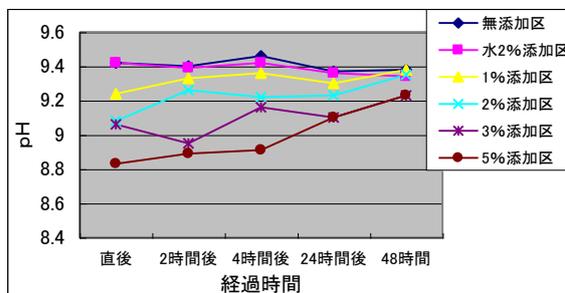


図8 混合ふんのpHの推移

## 考 察

家畜ふん尿のpHを調整することで、堆肥化過程で発生するアンモニアガスを削減することは可能であるが、もくさく液や酸性水ではpHを調整することは難しい。また、過磷酸石灰やpH調整ダウン剤ではpH調整が可能であるが、使用方法等に注意する必要がある。

- 1) 堆肥中及び溶液中のpHが8.5を超えると、アンモニアイオンが急激にガス化しやすくなる。pHを抑えることでガスの発生を抑えることが出来る。
- 2) 鶏ふんに過磷酸石灰を5%以上添加すると、堆肥化中のガス濃度を抑えることが出来る。
- 3) pH調整ダウン剤添加で堆肥中のpHを抑えることは出来るが、その効果は長続きしない。堆肥中にpHダウン剤を散布することにより、ガス濃度を一時的に下げることが出来る。

## 参考文献

- 1) 湊 啓子：過磷酸石灰添加による牛ふん尿の堆肥化過程におけるアンモニア揮散抑制  
新得畜試研究報告 第23号 17～24
- 2) 佐藤克昭：腐食酸資材の添加による堆肥のpH調整とアンモニアガスの揮散抑制  
関東東海北陸農業研究成果情報 平成16年度 228～229
- 3) 佐藤克昭：堆肥原料としての有機性廃棄物のpH緩衝能  
畜産環境に関する試験研究成績書 平成18年2月 第5号
- 4) 道宗直昭：家畜ふんのコンポスト化と臭気対策、臭気の研究、30(6)、334～340(1999)
- 5) 本多正俊ほか：家畜ふんの堆肥化過程から発生する臭気について、臭気の研究、28(5)、  
327～331(1997)