

- 5 . 安全な堆肥を作るために（病原菌の動態）

近年、病原性大腸菌O-157 やクリプトスポリジウム等、ほんの十数年前には見られなかった、いわゆる新興病原体によるヒトの感染症が多発し、その感染源として牛ふんが疑われている。その感染ルートが特定された例はほとんどないが、牛ふんの関与が示唆されるケースが多く見られた。牛におけるそれら病原菌の保菌率は、大腸菌O-157:H7で0.12～4.8%（畜産技術,1996）、クリプトスポリジウムで2.14%（家畜衛生週報,1997）といった報告がある。家畜ふん中には上記病原菌以外にも表1に示すような種々の病原性微生物の存在が確認されており、それらによる環境汚染の可能性が危惧されている。危惧をしている側の食品加工現場では衛生管理に必死に力を注いでいるのに対し、疑惑を生じている側の畜産現場では、病原微生物の保有状況の把握にとどまり、改善等の動きにまでは達していない。酪農のもつクリーンなイメージを守る

ためにも、何らかのアクションをおこすべきであろう。

また、集中処理方式において生産される堆肥は畜産経営外への流通が想定される。特に生食野菜等での利用は堆肥と作物とが直接接触する機会が生じるため、衛生的に安全なものであることが大前提となってくる。ここでは、病原微生物の環境への流亡経路と、その流亡防止対策について整理する。

1. 病原性微生物の環境への流亡経路

家畜ふん中の病原性微生物が環境中へ漏れ出す経路としては、以下に示す5つが考えられる。ふん尿貯留施設の不備によるふん尿の漏出、放牧地での排ふん、病原菌汚染堆肥の土壌への施用、ハエによる媒介、屠畜場での食肉汚染。

1990年代、アメリカやイギリスで集団発生がみ

表1 家畜糞中から検出された病原微生物の例

Bacteria	Viruses	Protozoa/parasites
<i>Acremonas spp.</i>	<i>Coronavirus</i>	<i>Cryptosporidium parvum</i>
<i>Bacillus anthracis</i>	<i>Enterovirus</i>	<i>Postertagia sp.</i>
<i>Brucella abortus</i>	<i>Rotavirus</i>	<i>Giardia lamblia</i>
<i>Escherichia coli</i>		<i>Cooperia sp.</i>
<i>Klebsiella spp.</i>		
<i>Leptospira spp.</i>		
<i>Listeria monocytogenes</i>		
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>		
<i>Salmonella spp.</i>		
<i>Streptococcus spp.</i>		
<i>Yersinia enterocolitica</i>		

(Mawdsley,1995)

られたクリプトスポリジウム症は、上水道の取水口上流に屠畜場や下水処理施設、牛の放牧地があり、大雨と雪解け水によってクリプトスポリジウムを含む汚水が取水口に流入したことが原因と考えられていた。しかし、その後に行われた遺伝子解析によりそれら集団感染症の多くは牛との関連が否定された。ただ、牛の保有するクリプトスポリジウムは確実に人に対して感染性を有することから、水系汚染を引き起こす可能性は依然存在する。

汚染堆肥の施用とヒトの疾病との因果関係を直接証明した報告は極めて少ないが、カナダで発生したリステリア症の集団感染は、リステリア菌に汚染された羊の堆肥を施肥して栽培されたキャベツが原因であったことが証明されている (Schlech, 1983)。また、サルモネラ菌を含むスラリーを草地に還元した時、牛にサルモネラ症を引き起こしたという報告もあり、汚染堆肥の施用により畜産経営内での感染サイクルができてしまう危険性も存在する。

全国各地において、大腸菌 O-157 等を保有するハエ類が牛舎や屠畜場において確認されている (厚生省, 1998)。ハエ類による大腸菌 O-157 等の感染・伝播の可能性については、引き続き検討が行われている。

2. 病原微生物の環境中への流亡防止策

(1) ふん尿貯留施設の完備

家畜のふん尿を貯留施設から漏出させないことが重要である。日本のように雨の多い国では、屋根のない貯留施設からのふん尿は容易に流れ出し、水系を汚染する危険性がある。家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関す

る法律に見合った屋根付き堆肥舎を整備することが必要である。

(2) 堆肥化処理による病原菌の殺滅

病原菌の死滅温度は概ね 50～60 の範囲にあり、一般的な消毒薬に対して強い抵抗性をもつクリプトスポリジウムもこの範疇にある (表 2)。家畜ふん尿は敷料と混合して固形物として処理する場合、十分量の敷料等の副資材が混合され通気性が確保できれば、その品温は容易に 60 以上に達する。

この発酵熱や有機物中の窒素化合物の分解により生じたアンモニアガスにより病原菌や雑草種子は死滅する。切返しによりあらゆる部分を 10 日間以上、60 以上の高温に曝すことが必要である。衛生的な堆肥生産には発酵熱による殺菌が有効である。

牛ふんスラリー中ではサルモネラ等の病原菌は長期間生存するといふ。液状処理の場合、発酵熱による温度上昇は見込めず、熱による殺菌

表 2 菌および寄生虫の死滅温度 (コルケ)
(クリプトスポリジウムは金子)

種類	温度 ()	時間 (分)
腸チフス	55～60	30
赤痢菌	55	60
ブドウ球菌	50	10
大腸菌	55	60
	60	15～20
牛・豚流産菌	61	3
無鉤条虫	55～60	5
回虫 (卵)	60	15～20
クリプトスポリジウム	60	30

は期待できない。発酵槽を 55～65 に加温する高温メタン発酵では、その熱により殺菌可能であるが、毎日新鮮ふん尿が投入される連続式の発酵槽では完全に病原菌を除去することは難しいであろう。曝気処理によりスラリーに接種した大腸菌O-157 が死滅したという報告もあるが、クリプトスポリジウム等の原虫に対する影響は明らかにされておらず、さらなる研究が必要とされている。

以上述べたように、固形処理の場合、その発酵熱等により病原菌や雑草種子の殺菌は可能である。しかし、液状処理の場合、加温もしくは曝気等の処理を加えない場合病原菌が残存する可能性がある。処理液の用途によっては何らかの殺菌手段をとる必要が生ずる。

(3) 化学処理

化学処理とは、ふん尿に硫酸、石灰窒素、硫酸鉄等を加えて処理したものをいう。なかでもより現実的なのは、鶏ふん処理の場面で一部普及した石灰窒素の添加である。石灰窒素の鶏ふんへの添加は防臭、殺菌、蛆防除に効果を持つという(望月ら,1981)。また、牛ふん中大腸菌は石灰窒素 1～2%の混合で死滅するといふ報告(表3: 新得畜試,1999)もある。その他、牛ふんスラリーに炭酸ナトリウムを添加することにより、炭酸イオンの殺菌力により大腸菌を殺菌することが可能であるといふ報告もある(Francisco,2000)。しかし、いずれの方法もクリプトスポリジウム等の原虫に関する影響等は明らかにされておらず、さらなる研究成果が待たれる。

(4) 集中処理

表3 石灰窒素の添加による牛ふん中大腸菌の殺菌

培養時間	添加量			
	0%	0.5%	1%	2%
	- - 大腸菌数 logX(CFU/g) - -			
24 時間後	6.4	7.4	n.d.	n.d.

集中処理方式では生の家畜ふんが公道を介して移動するため、伝染病が発生した際に病原菌に汚染されたふんが作業機械や運搬車などを介して広範囲に拡散する危険性が存在する。潜伏期間が長い伝染病も多く、取り返しのつかない事態になりかねない。作業機械の洗浄および消毒を徹底する必要があるであろう。また、発酵熱によって十分な殺菌行程を経た堆肥でも、その後の後熟過程で生ふんとの接触により汚染される危険性がある。作業機の洗浄・消毒はもちろんであるが、作業動線等を考慮した施設配置等の工夫も必要であろう。いずれにしても、防疫問題をクリアしない限り集中処理は存在しえない。

製品堆肥中の大腸菌の存在は、その堆肥が発酵過程で十分な高温に曝されていない、もしくは、後熟過程で汚染(直接的または間接的な生糞との接触)したものであることが考えられるため、病原微生物が含まれる危険性がある。製品堆肥の用途に応じ、大腸菌の存在の有無をチェックする必要があるであろう。

家畜から病原菌を根絶することは容易なことではない。また、環境中で病原菌が長期間生残するという報告は多い。家畜ふん尿の処理過程において確実に病原菌を除去できるような手段を講ずることが必要であろう。微生物は日々進化し

ている。家畜に投与する抗生物質がそのスピードを早めているのでは？という疑惑も存在する。今後、どのような病原菌が出現し問題を引き起こすのか予想もつかないが、家畜ふん尿の処理お

よび利用の場面に対し、より厳しい目が向けられてくることは間違いないであろう。

(湊 啓子 畜産試験場 畜産環境科)

