

〔醸酵工学 第57巻 第5号 372-379. 1979〕

鶏ふんの微生物による急速無臭化法*

太田 欽幸・池田 貢・逸見 良則

広島大学水畜産学部食品工業化学科

Rapid Deodorization of Chicken Feces by Microorganisms. OHTA, Y., M. IKEDA, and Y. HEMMI (*Department of Food Science and Technology, School of Fisheries and Animal Husbandry, University of Hiroshima, Fukuyama, Hiroshima 720*) *Hakkokogaku* 57: 372-379. 1979.

Chicken feces, a malodorous substance causing environmental pollution, were deodorized within 6 hr when inoculated with a seed culture of pig feces dried and deodorized by an experimental fermentation method by a farmer in Fukuyama city, as a seed culture. A mixture of chicken feces and 20% (w/w) seed culture was blended with agricultural wastes such as rice hulls, rice straw (cut to 5-cm lengths), and sawdust to give a porosity of 2.0 (l/kg) and a moisture content of 50-60%. Alternatively, without these wastes, the amount of seed culture was increased to give the same porosity and moisture content. These blended materials were left outdoors (20-25°C) in a wooden box with a wire-net bottom to allow natural aeration. During the deodorization process, the numbers of actinomycetes and thermophilic bacteria increased, and those of other microorganisms decreased. The actinomycetes were presumed to deodorize the feces. Hydrogen sulfide, methyl- and ethylmercaptan and sulfur dioxide, which were abundant in the fresh feces, were not found in the deodorized feces. Low-molecularweight fatty acids, mono-, di-, and trimethyl amines, the characteristic malodorous agents of the fresh feces, were scarcely found in the deodorized feces by gas-chromatography. On deodorization, the contents of crude protein, fat, and fiber decreased by 4.5, 60, and 10%, respectively. The deodorized feces were expected to be a useful manure.

近年、わが国の養鶏は集約、多羽化し、それに伴い多量の鶏ふんが発生している。鶏ふんの悪臭は環境を汚染し、悪臭公害の原因になっている。この鶏ふんを無公害化し、肥料などとして有効利用するためには、まずその悪臭を、簡単に、短時間に、かつ安い経費で除去する必要がある。現在、微生物による鶏ふんの脱臭処理の研究^{1,2)}がされているが、それらの方法は、処理時に強制通気あるいは換気をするために多量の悪臭を外部に排出したり、あるいは種々の添加物を鶏ふんに加えて処理するなど、その処理過程が複雑で、かつ長時間を要し、実用的な方法とは言い難い。

そこで、豚ふんの無臭化^{3,4)}に使用した *Streptomyces* 属を主体とする無臭化放線菌を含有する種菌

を用いて、多量の鶏ふんを短時間に無臭化する方法を見出し、その無臭化過程およびその過程における各種微生物の動態、さらに、悪臭成分および鶏ふん組成の変化について検討を行った。

実験方法

試料 市販の配合飼料で飼育されている産卵用白色レグホンが排泄したふんを、排泄後1週間以内に採取し、直ちに実験に供した。福山市内のある養豚家が経験的な発酵法で無臭化した豚ふんを、豚ふんの無臭化^{3,4)}の場合と同様に、鶏ふんの無臭化用種菌として用いた。鶏ふんに空隙性を持たせるために使用した稲わらおよびもみからは農家から、おがくずは製材所からいずれも福山市内で入手した。

菌数の測定 細菌、カビ、および酵母の菌数の測

* 悪臭物質の微生物による無臭化に関する研究 (第3報) Studies on Deodorization of Malodorous Substances by Microorganisms (III)

定に使用した培地および方法は既報⁹⁾に準拠した。放線菌の菌数は鶏ふんの10%抽出液寒天培地(pH 9.0)を用いて、40℃、3日間培養して生じた集落を算定した。この培地は、鶏ふんの10% (w/w) 蒸留水懸濁液を脱脂綿を用いてろ過し、そのろ液に1.5% (w/v) の粉末寒天を加えて殺菌(121℃, 15分)後、無菌的に10% Na₂CO₃水溶液を用いてpH 9.0に調整して作製した。

空隙度の測定および無臭化処理槽 空隙度の測定は既報⁴⁾の方法に準拠し1 lのメスシリンダーを用いて行った。5 kgの鶏ふんを用いて行った無臭化処理条件の検討には、縦40 cm、横200 cm、高さ40 cmの木箱⁴⁾の内部を木板で等間隔に4区画に仕切ったものを、100 kgの鶏ふんの処理には、三角形のトタンの覆い、排ガス捕集用ビニール管(内径6 cm)、温度計挿入口、および試料取り出し口を設けた70 cm立方の木箱⁴⁾をそれぞれ用いた。いずれの木箱も底からの自然通気が可能なように、3 mm目の金網を底部に張った。

悪臭度の測定および悪臭成分の分析 既報⁹⁾に準じて悪臭度(MS)の測定は5人の成人(男子3人、女子2人)による官能試験法に拠って行った。つまり、採取直後の鶏ふんのMSを3とし、それよりもMSが高くなると順次MS 4, 5とし、逆に低くなると順次MS 2, 1, 0とした。ここでMS 0は鶏ふんの特有臭が無いことを意味し、菌臭など不快でない臭いがした場合もMS 0とした。なお、MSの測定に際しては、測定30分前にはタバコ、コーヒーなどの刺激物の摂取を避けた。また、測定中に嗅覚が疲労しないように3試料毎に10分間ずつ休憩した。採点された点数を、極端な値を除いた後、最小二乗法に拠って処理して表示した。アンモニア、メチルル、およびエチルメルカプタン、硫化水素、亜硫酸ガス、アセトアルデヒド、およびスチレンは、これらの悪臭成分毎に試料100 gを1 l容の三角フラスコに入れてゴム栓で密栓をし、40℃に1時間放置後、既報⁹⁾に準じそれぞれ検知管(真空式、北川製)を用いて測定した。低級脂肪酸は既報⁹⁾に従い、鶏ふん試料を塩酸酸性にし、エーテルで抽出後、ジアゾメタンを用いメチル化⁵⁾して、FID検出器付ガスクロマトグラフ(G 180型、柳本製)を用いて分析した。このガスクロマトグラフィの条件をFig. 4に示す。モノ-, ジ-, およびトリメチルアミンの測定は次のように行った。すなわち、1 l容の三

角フラスコに乾物量として50 gの試料、100 mlの蒸留水、および10 mlの1 N NaOHを入れゴム栓を施した。そして、このゴム栓に長短2本のガラス管(内径5 mm)を挿入し、長い方のガラス管のフラスコ内の先端を試料中につけ、一方の短い方のガラス管のフラスコ外の先端を試験管(内径16 mm)中の1 mlのエタノールにつけた。そして、三角フラスコは湯浴中で60℃に保温し、試験管は水槽中につけて冷却しながら、長い方のガラス管の他端から適量の窒素ガスを試料中に導き10分間発泡させ、揮発する低級アミンを試管中のアルコールに捕集した。この低級アミンをFig. 5に示す条件に従い、上述のガスクロマトグラフを用いて分析した。

各種分析 pHの測定は10% (w/w) 試料懸濁液をかくはんしながらpHメーター(125型、コーニング製)を用いて行った。水分量、粗タンパク質、粗脂肪、および粗灰分の定量は「衛生試験法注解」⁶⁾に記載されている方法に準拠し、それぞれ乾燥減量法、セミマイクロケールダール法、ソックスレ抽出法、および灰化法によって行った。アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、および硝酸態窒素の定量はBremerの同時浸出定量法⁷⁾によって行った。尿酸性窒素の定量はピペラジン法⁸⁾によった。

実験結果および考察

無臭化条件の検討 使用した鶏ふんおよび種菌のpH、水分量、および各種微生物の菌数をTable 1に示す。供試鶏ふん中には少ない放線菌および高温性細菌が、種菌中に多く認められた。

豚ふんを無臭化する場合、種菌の最小至適接種量は20% (w/w)であるという結果⁸⁾に基づき、5 kgの鶏ふんに1 kgの種菌を加え、これに0.1, 0.25, 0.5, および0.75 kgのもみがら0.1, 0.2, 0.4, および0.6 kgの5 cmの長さに切った稲わら、さらに1.0, 1.3, 1.5, および2.0 kgのおがくずをそれぞれ添加して良く混合した。また、これらの農産廃棄物を添加しない場合は、5 kgの鶏ふんに1.0, 2.0, 3.0, および4.0 kgの種菌を加え、両者をよく混合した。以上のようにして調製した各混合物の水分量は50~60%になった。それぞれの混合物を5 kg鶏ふん処理用の木箱の各区画に約25 cmの高さに堆積して、その中心部に棒状温度計を挿入し、屋外(21~25℃)に放置した。そして、5時間毎に温度、pH、水分量、および

Table 1. Microbial population in fresh chicken feces and seed culture.

Substance	Moisture ^a (%)	pH ^a	Bacteria (cells/g) ^b		Fungi ^b (cells/g)	Yeasts ^b (cells/g)	Actinomycetes ^c (cells/g)	
			Mesophiles	Thermophiles			pH 7	pH 9
Chicken feces ^d	77	7.3	6.7×10^8	N.D. ^f	6.8×10^4	1.0×10^5	1.0×10^8	2.0×10^8
Seed culture ^e	25	9.3	4.4×10^7	3.4×10^7	2.0×10^8	5.9×10^8	2.6×10^6	1.5×10^7

Microbial numbers are for wet materials.

^a Determination methods are described in the preceding paper.⁸⁾

^b Enumeration methods and media are given in the preceding paper.⁸⁾

^c For enumeration of actinomycetes, 10% (w/w) chicken feces extract agar medium was employed. The medium was prepared as follows. One part of fresh feces was suspended in 10 parts of distilled water, the suspension was filtered through absorbent cotton, and the filtrate was solidified with agar (1.5%). Medium pH was adjusted to 7 or 9 with 10% Na₂CO₃ solution after sterilization at 121 °C for 15 min. Actinomycetes colonies were counted after 3-day incubation at 40 °C on the media.

^d Chicken feces from hens (white leghorn) fed with commercial concentrate.

^e Pig feces dried and deodorized by an experimental fermentation method by a farmer in Fuku-yama city.

^f N.D., not detectable.

MSを測定した。各混合物の空隙度とそれらの無臭化時間との関係を Fig. 1 に示す。概して、豚ふんの無臭化⁴⁾の場合と同様に、空隙度が大きくなるにつれて、無臭化時間が短縮された。しかし、ある一定以上に空隙度が高くなると、無臭化時間はその上昇に応じて短縮されなかった。つまり、鶏ふんの無臭化のための最小至適空隙度は 2.0 l/kg である。上述の混合物の中で最も短時間に無臭化されたその組成は、5 kg の鶏ふん、1 kg の種菌、および 0.75 kg のもみがらであり、この混合物の空隙度は 2.0 l/kg であった。この悪臭は 6 時間で完全に消失した。同時に品温は 19 から 65 °C に、pH は 7.3 から 9.4 にそれぞれ上昇し、水分量は無臭化後で約 4 % 減少した。空隙度が 1.5 l/kg 以上からなる混合物の鶏ふんの特有臭は堆積後 15 時間以内に完全に消失し、品温および pH は上述の場合と同様に上昇した。しかし、空隙度がこれよりも小さくなると、同じ種菌添加量でもその混合物の無臭化時間は延長された。5 kg の鶏ふんに 1.0 kg の種菌のみを入れた混合物の空隙度は 1.2 l/kg であり、無臭化に最も長い時間を要し 30 時間かかった。その pH は 7.3 から 8.3 に、品温は最高で 26 時間後に 40 °C に上昇したにすぎなかった。

次に、対照実験として、種菌を添加せずに、最も短い無臭化時間になった空隙度を形成した各農産廃棄物の添加量、すなわち 0.75 kg のもみがら、0.6 kg 稲

わら、および 2.0 kg のおがくずをそれぞれ 5 kg の鶏ふんに混合して、上記と同様に木箱の各区画に入れて、屋外 (21~25 °C) に放置した。その結果、各混合物の MS は堆積 50 時間で 3 から 2 に減少したにすぎず、試料の pH は堆積前後で変化なく、また品温はおがくずを添加した混合物で 40 時間後に最高 40 °C に上昇した以外はほとんど上昇しなかった。

つまり、これらの農産物廃棄物は鶏ふんの無臭化に直接関与するのではなく、鶏ふんと種菌との混合物に適度な空隙性、すなわち種菌中の好気性無臭化菌に必要な空気を与えるための空気保持性、自然通気性、および保温性を保つに必要な空隙を与えることにあると考える。しかし、これらの繊維性の難分解農産廃棄物は無臭化過程中には分解されず、無臭化物の肥料などとしての有効利用の際に問題になるので、種菌量を増加して、空隙度を 2.0 l/kg に形成した方がよい。いずれの場合も鶏ふんを無臭化するには、20% (w/w) の種菌を加え、適当な方法で空隙度を 2.0 l/kg にし、自然通気が可能な容器に堆積して、20 °C 前後以上の外温に放置すれば 6 時間で無臭化される。

無臭化の経時的変化 前項で求めた無臭化条件に基づき、さらに多量の鶏ふんを無臭化することを目的として、100 kg の鶏ふんに 20 kg の種菌、および 15 kg のもみがらを加えて良く混合し、空隙度を 2.0 l/kg にして、100 kg 処理槽内に 60 cm の高さに堆積し、

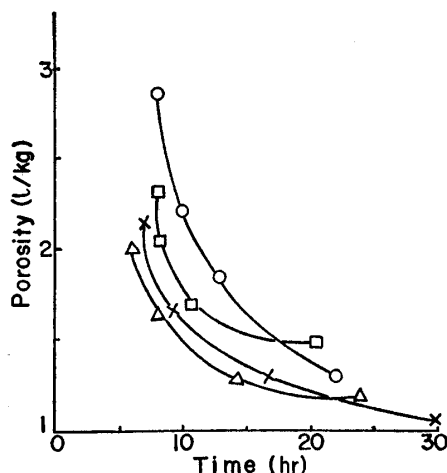


Fig. 1. Correlation between porosity and deodorization time. The malodor strength (MS) was detected organoleptically by human volunteers as reported previously.⁴⁾ MS was defined on a 0 to 5 scale, on which normal fresh chicken feces was MS 3. Stronger odors were rated higher and weaker odors lower, with MS 0 being below the limit of detection of the characteristic odor of fresh feces (sometimes different odors, such as microbial odors, were designated MS 0). The reported scores were obtained by treatment of the individual scores by the method of least squares, after eliminating the extremes. Smoking and stimulants such as coffee were avoided 30 min before detection. Volunteers rested for 10 min after evaluation of 3 samples in order to prevent tiring of the sense of smell. Porosity (l/kg) was measured with a 1-l measuring cylinder as reported previously.⁴⁾

A mixture of 5 kg of chicken feces and 1 kg of seed culture was blended with the following amounts of agricultural wastes to give the porosities indicated in the figure: rice hulls (△), 0.1, 0.25, 0.5, and 0.75 kg; rice straw (cut to 5-cm lengths) (○), 0.1, 0.2, 0.4, and 0.6 kg; sawdust (□), 1.0, 1.3, 1.5, and 2.0 kg. Without addition of these wastes, the amount of seed culture added was increased to give the same porosity: seed culture (×), 1.0, 2.0, 3.0, and 4.0 kg. A wooden box (200 cm long × 40 cm wide × 40 cm high) with a wire-net bottom was divided into 4 sections, into each of which was placed one of the above mixtures. MS was detected at 3-hr intervals.

屋外 (20~25°C) に15時間放置した。また、堆積物の中心部に隔測温度計 (MS 10型, 兵田製) のセンサーを挿入し, さらにトタンの覆いをして揮散ガスをビニール管を通して10 lの1規定硫酸水溶液中に導いた。堆積後3時間毎に試料採取口から堆積物を数か所から取り出しよく混合した後, MS, pH, 水分量, 菌数, および硫酸水溶液のアンモニア量の測定をそれぞれ行った。その結果, Fig. 2 に示すように 品温は堆積直後から6時間目まで直線的に 21 から 69°C に上昇し, 9時間目で最高の 71°C になり, その後徐々に低下して15時間目で 68°C になった。pH は堆積3時間目頃から上昇し始め9時間目で 9.0 になり, 最終的に 9.3 になった。つぎに MS は堆積3時間目から, 急速に低下し6時間目で MS 0 になり完全に鶏ふんの特有の悪臭は消失した。一方, 品温および pH の上昇に伴い硫酸溶液

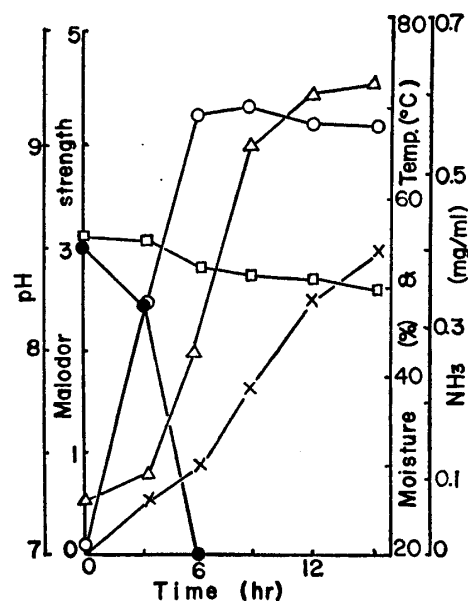


Fig. 2. Time course of deodorization of 100 kg chicken feces. A mixture of 100 kg of chicken feces, 20 kg of seed culture, and 15 kg of rice hulls was left outdoors at 20–25°C in the treatment box⁴⁾. The box was made of wooden board (10 mm thick) and had a wire-net bottom to allow natural aeration. It was covered with a triangular zinc sheet, from which a vinyl tube (7 cm in a diameter) led into 10 l of 1 N sulphuric acid to capture ammonia gas generating during the deodorization process. The porosity of the mixture was 2.0 l/kg. Symbols: ●, malodor strength; □, moisture content; ○, temperature; △, pH; ×, ammonia.

中に捕集されたアンモニア量は増加し、堆積15時間で 0.4 mg/ml になった。この種菌による無臭化方法ではこのようにアンモニアが発生するので、本実験で用いたようなアンモニア捕集装置が必要とされる。つぎに、水分量は品温が 50°C 前後になった堆積4時間目頃から減少し始め、15時間で7%減少した。品温の上昇によって水分が揮散したためだと考えられる。

次に、Fig. 3 に示すように、無臭化の過程でカビおよび酵母の菌数は pH および品温の上昇に伴って急速にそれぞれ100分の1に減少した。また、中温性細菌は、無臭化に伴い、堆積15時間で $3 \times 10^8 \text{ cells/g}$ から $2.5 \times 10^7 \text{ cells/g}$ に減少した。これらの微生物は堆積物が高温および高 pH に上昇したために死滅したものと考えられる。一方、堆積9時間で放線菌は $1.1 \times 10^7 \text{ cells/g}$ が $5.0 \times 10^7 \text{ cells/g}$ に、高温性細菌は $2.3 \times 10^7 \text{ cells/g}$ が $1.8 \times 10^8 \text{ cells/g}$ にそれぞれ増加した。そして、堆積9～15時間の高温期 (70°C) には、放線菌は $4.0 \times 10^7 \text{ cells/g}$ に、高温性細菌は $1.3 \times 10^8 \text{ cells/g}$ にそれぞれ減少した。

結局、5 kg の処理規模で求めた無臭化処理条件が

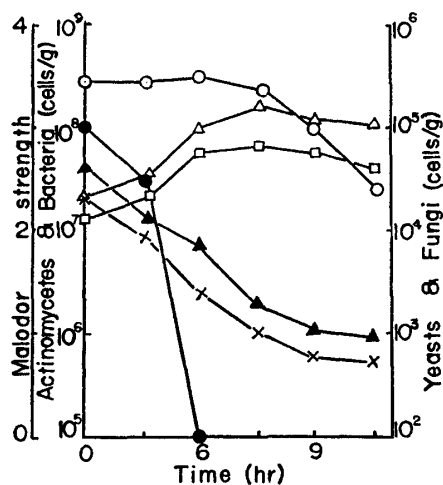


Fig. 3. Microbial growth during deodorization of 100 kg of chicken feces. The microbial numbers in the mixture shown in Fig. 2 were determined according to the methods described in the preceding paper,⁸⁾ except that of actinomycetes, which was determined using 10% (w/w) chicken feces extract agar medium (pH 9.0) as described in Table 1. Microbial numbers are for wet materials. Symbols: ●, malodor strength; ▲, yeasts; ×, fungi; ○, mesophilic bacteria; △, thermophilic bacteria; □, actinomycetes.

100 kg 処理規模に応用できた。鶏ふんの特有臭は堆積6時間で完全に消失したがこの期間には、放線菌と高温性細菌とが増加しており、鶏ふんの無臭化関与菌はこれらのいずれかの微生物であると考えられた。そこで、菌数測定用の各培地を用いて種菌から放線菌を64株および高温性細菌を30株分離した。そして、高圧滅菌 (121°C , 15分間) した鶏ふんを10 g ずつ100 mlの三角フラスコに入れ、これらの分離菌株を接種し、放線菌は 40°C 、高温性細菌は 55°C でそれぞれ培養した。その結果、放線菌のみが2～3日間で完全に鶏ふんを無臭化した。さらに、中温性細菌、酵母、およびカビを種菌から菌数測定用の各培地を用いて、それぞれ21, 13, および7株を分離した。そして、上記と同様に滅菌鶏ふんに接種して 30°C , 15日間培養したが、鶏ふんは無臭化されなかった。これらの結果から、種菌中の鶏ふん無臭化関与菌は放線菌であると推定される。また、品温の上昇の様相と、放線菌および高温性細菌の菌数の増加のそれとがほぼ一致しているので、品温はこれらの微生物の生育熱によるものと考えられる。さらに、堆積15時間後の無臭化鶏ふん中の菌相はTable 1 に示す種菌のそれとほぼ一致しており、再び種菌として用いられる可能性がある。実際、くり返し種菌として使用したがその無臭化力は衰えなかった。

悪臭成分の分析 前項の100 kgの鶏ふん処理実験でMSが0になった堆積6時間目の無臭化ふんと

Table 2. Concentrations of malodor components in fresh and deodorized chicken feces.

Malodor component	Concentration in fresh feces ^a (ppm)	Concentration in deodorized feces ^b (ppm)
NH ₃	2	28
H ₂ S	320	N.D. ^c
CH ₃ SH	65	N.D.
C ₂ H ₅ SH	4	N.D.
CH ₃ CHO	N.D.	N.D.
SO ₂	1,100	N.D.

Feces samples (100 g) were kept in 1-l Erlenmeyer flasks with a rubber stopper at 40°C for 1 hr and the vapourized malodor components in the flask were determined with gas detecting tubes as reported previously.⁸⁾

^a See Table 1, note d).

^b Deodorized feces after 6-hr incubation as shown in Fig. 2.

^c N.D., not detectable.

新鮮ふんについて悪臭成分の分析を行った。その結果、Table 2 に示すように無臭化ふんにアンモニア量が2から28 ppmに増加したが、新鮮ふん中に検出された硫化水素、メチル-およびエチルメルカプタン、および亜硫酸ガスは悪臭化ふん中には全く見い出せなかった。なお、アセトアルデヒドおよびスチレンは新鮮および無臭化ふんのいずれにも検知されなかった。さらに、鶏ふんの悪臭の主成分である低級脂肪酸⁹⁻¹¹⁾はFig. 4 に示すように、新鮮ふんには数多くの成分が認められたが、無臭化ふんにはほとんどこれらの成分は消失していた。次に、鶏ふんの生ぐさ臭の主成分である低級アミン^{10,11)}はFig. 5 に示すように無臭化ふんにはほとんど見い出せなかった。さらに、前項で種菌から分離した放線菌を、前述したと同様に滅菌鶏ふんに接種し40°C、3日間培養した。そして、得られた無臭化鶏ふんについて上記の悪臭成分の分析を行ったがアンモニア以外の悪臭成分は見い出せなかった。このように鶏ふんの無臭化関与菌は放線菌であることが確

認されると共に、MSが0であると官能試験法で判定した鶏ふん中には、機器分析によっても悪臭成分は見い出せず、官能試験の結果と機器による分析結果が一致した。また、上述の悪臭成分は放線菌によって取り込まれ、分解代謝されているものと考えられる。

成分分析 前述の100 kgの鶏ふん処理実験で得られた無臭化ふんを堆積15時間後に、品温が高い内に箱から取り出し、屋外(23~28°C)で約20 cmの高さに広げて、2日間天日乾燥を行った。その後、篩でふるってもみがらを除き、これを無臭化乾燥鶏ふんとした。この無臭化ふんと新鮮ふんについて成分分析を

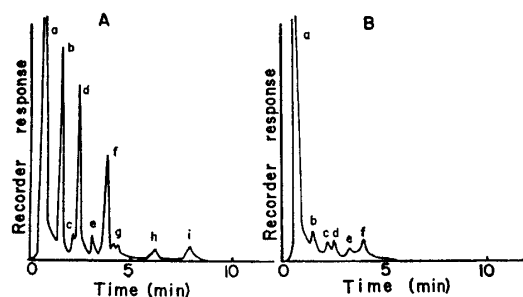


Fig. 4. Gas chromatography of low-molecular-weight fatty acids in the fresh and deodorized chicken feces. (A), fresh feces; (B), deodorized feces obtained after 6-hr incubation as shown in Fig. 2. Low-molecular-weight fatty acids of chicken feces samples were extracted with ether and methylated with diazomethane,⁵⁾ after acidification of samples with HCl as reported previously.⁸⁾ Symbols: a, ether (solvent); b, acetic acid; c, propionic acid; d, *iso*-butyric acid; e, methanol; f, ethanol and *n*-butyric acid; g, *iso*-valeric acid; h, *n*-valeric acid; i, butanol. Chromatographic conditions: sample size (methylated), 2 μ l; column, polyethylene glycol 1,500, 3 by 1,500 mm; oven temperature, 35 to 120°C (raised at 4°C/min); fuel gas, H₂ (30 ml/min); carrier gas, N₂ (30 ml/min); air, 1 l/min; chart speed, 10 mm/min.

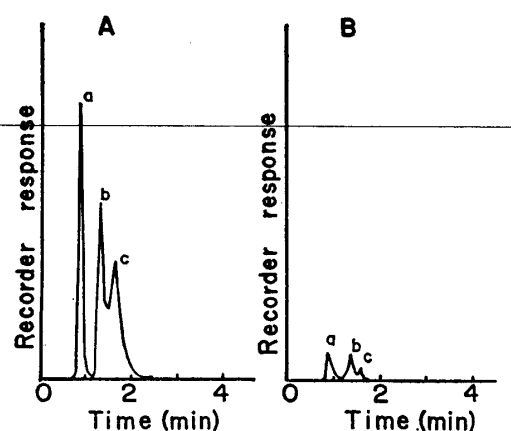


Fig. 5. Gas chromatography of mono-, di-, and trimethyl amines in fresh and deodorized chicken feces. (A), fresh feces; (B), deodorized feces obtained after 6-hr incubation as shown in Fig. 2. The feces sample (50 g as dry matter) was suspended in 100 ml of distilled water, alkalized with 10 ml of 1 N-NaOH in a 1-l Erlenmeyer flask with a rubber stopper, and kept at 60°C in a water bath. Amines were removed by passing a stream of nitrogen through the sample and collected in 1 ml ethanol in a test tube cooled in an ice bath. Symbols: a, trimethyl amine; b, dimethyl amine; c, monomethyl amine. Chromatographic conditions: Sample size, 2 μ l; column, 5% tetrahydroxyethylene diamine + 15% tetraethylene pentamine + 2% NaOH, chromosorb W (silicon treated) 80-100 mesh, 3 by 2,000 mm glass tube; oven temperature, 50 to 70°C (raised at 4°C/min); detector, flame ionization; carrier gas, N₂ (30 ml/min); fuel gas, H₂ (30 ml/min); air, 1 l/min; chart speed, 20 mm/min.

Table 3. Chemical analysis of fresh and deodorized chicken feces.

Feces	pH	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	Nitrogen free extract (%)
Fresh ^a	7.3	77	26.7	3.0	11.2	28.7	30.0
Deodorized ^b	9.3	29	25.5	1.2	10.1	33.9	29.3

Percentages other than moisture content are on dry weight basis. Analytical methods are described in the preceding paper.⁸⁾

^a See Table 1, note d).

^b The deodorized chicken feces shown in Fig. 2 were taken from the box after a 15-hr incubation and dried in the sun for 2 days. The dried feces were subjected to chemical analysis after rice hulls had been removed by sieving.

Table 4. Nitrogen in fresh and deodorized chicken feces.

Feces	Organic nitrogen ^a (%)	Uric acid nitrogen ^b (%)	Inorganic nitrogen ^c (%)		
			NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
Fresh ^d	2.44	0.08	1.72	0.07	0.09
Deodorized ^e	3.73	0	0.37	0	0

^a Determined by semi-micro Kjeldahl method. Exclusive of uric acid nitrogen.

^b Determined with piperidine reagent.⁷⁾

^c Determined with Bremers's method.⁶⁾

^d See Table 1, note d).

^e See Table 3, note b).

行い、その結果を Table 3 に示す。無臭化処理によって pH は 7.3 から 9.3 に上昇し、水分量は天日乾燥の過程を経て、78 から 29% に減少した。無臭化ふん中の粗タンパク質、粗脂肪、および粗繊維は新鮮ふん中のそれらに比べて、それぞれ 4.5, 60, および 10% 減少した。これらの有機物の減少に伴い粗灰分の全体に対する割合が増加した。粗脂肪の減少率が高いのは種菌中の無臭化関与放線菌が脂肪酸の取り込みが旺盛であること¹³⁾に起因すると考えられる。この成分分析結果は既報¹⁾の発酵処理鶏ふんのそれとほぼ一致した。Table 4 に示すように全無機態窒素は 1.78 から 0.37 % に減少したが、その減少量だけ全有機態窒素量が増加した。無機態のアンモニア、亜硝酸、および硝酸態窒素が微生物によって同化され有機化したものと考えられる。また、生ふん中に 0.08% 存在していた尿酸態窒素は無臭化ふんには全くみられなかった。この無臭化ふんと新鮮ふんとを用いて、飼料作物のスイートソルゴーを栽培して窒素肥料としての肥効試験を行った結果、生ふんにみられた生育阻害作用が無臭化ふん中には消失しており、無臭化ふんは良好な窒素肥料であることが確かめられている。¹⁸⁾

要 約

鶏ふんに 20% (w/w) の種菌を加えて、もみガラ、稲わら、あるいはおがくずを混合するか、またはこれらの農産廃棄物を添加せずに種菌の添加量を増加して、空隙度が 2.0 l/kg の混合物をつくり底に金網を張った木箱に堆積して、20℃ 前後以上の外温に放置すると、鶏ふんの特有臭は 6 時間で完全に消失した。

無臭化の過程で、鶏ふんの pH は 7.3 から 9.3 に、品温は 21 から 71℃ に上昇し、水分量が 7 % 減少した。それと同時にアンモニアガスが発生した。無臭化中に放線菌および高温性細菌の菌数が増加し、鶏ふん無臭化関与菌は放線菌であることが推定された。中温細菌、酵母、およびカビの菌数は減少した。

無臭化ふん中にアンモニアが認められたが、他の鶏ふんの悪臭成分である硫化水素、亜硫酸ガス、メチル- およびエチルメルカプタン、モノ-, ジ- およびトリメチルアミン、さらに、一連の低級脂肪酸はほとんど見出しなかった。

無臭化によって粗タンパク質、粗脂肪、および粗繊維の量がそれぞれ 26.7, 3.0, および 11.2% から 25.5,

1.2, および10.1%に減少した。無臭化ふん中には亜硝酸態, 硝酸態, および尿酸態窒素は見い出されなかった。

文 献

- 1) 藤尾, 大富, 林, 上田: 醸酵工学, **56**, 304 (1978).
- 2) 田中, 田中, 南里, 林田: 醸酵工学, **56**, 788 (1978).
- 3) Ohta, Y., Ikeda, M.: *Appl. Environ. Microbiol.*, **36**, 478 (1978).
- 4) 太田, 池田: 農化 (投稿中).
- 5) Metcalfe, L. D., Schmidt, A. A.: *Anal. Chim.*, **33**, 363 (1961).
- 6) 日本衛生学会編: 衛生試験法注解, p. 53, 金原出版, 東京 (1965).
- 7) Bremer, J. M., Keeney, D. R.: *Anal. Chim. Acta.*, **32**, 485 (1965).
- 8) 山崎: 肥料分析法, p. 263, 養賢堂, 東京 (1965).
- 9) Burnett, W. E.: *Environ. Sci. Technol.*, **3**, 744 (1969).
- 10) 浜野, 岡, 高田, 浅尾: 兵庫県立畜産試験場研究報告, **9**, 140 (1972).
- 11) 浜野, 岡, 猪八重, 浅尾: 兵庫県立畜産試験場研究報告, **10**, 117 (1973).
- 12) 菅, 太田: 農芸化学会大会要旨集 (1979).
- 13) 逸見, 池田, 太田: 醸酵工学会大会要旨集, p. 181 (1977).

(昭54. 3. 28受付)