

牛糞尿処理水の消臭効果

境 博成・宮地 竜郎
東京農業大学生物産業学部食品科学科

Deodorant effect of the treated water from cattle excrement sewage

Hiroshige SAKAI and Tatsuro MIYAJI

Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Agriculture, Abashiri 099-2422, Japan

Summary

The treated water from cattle excrement sewage, which has been blindly believed to have deodorant effect, was examined to confirm their effects on cattle excrement and putrid beef-leaves. The effects were not detected on those odor materials: the odor indexes of those materials, which were estimated by the triangle odor bag tests, did not decrease after the treated water was added. The head-space analysis (GC-MS) also induced no deodorant effects in the water. Chemical analyses (Total-N, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P, and K) of the water suggested potential effects of the liquid manure, but no growth effects were observed on microorganisms in the odor materials, which may decompose odor substances.

Key words: deodorant effect, treated water, cattle excrement sewage, odor index, triangle odor bag test, GC-MS analysis

はじめに

北海道における1996年の乳用牛飼育数は約89万頭で、これらの牛から排泄される糞尿は年間約1600万トンに上ると推定されている¹⁾。一般に北海道では糞尿の農地還元処理が行われているが、全量の農地還元処理が困難な酪農家の一部では原尿槽の上層液状部を曝気槽に送って好氣的分解処理を行っている^{1,2)}。

近年、この処理水が牛の疾病防止や発育向上、ハエの発生抑制あるいは糞尿等の悪臭物質の消臭に効果がある^{3,4)}と伝聞され、一部の処理水は環境にやさしい消臭剤として市販されている。しかしこれらの処理水は液肥として圃場に還元²⁾されているが、家畜の健康管理や消臭剤としての効果については実証されていない。

本論文ではこれらの処理水が示すといわれるいくつかの効果のうち、特に消臭効果の有無について検討した。

実験方法

1. 試料

臭気試料は網走市K牧場の牛糞尿および網走市Kワサビ工場で熟成中のビート堆肥を用いた。また牛糞尿処理水は小清水町のA牧場、津別町のB牧場、および北見市の牧場で生産され消臭液として市販されている製品Cを用いた。これらの試料は1999年6月から7月にかけて入手したものを供試した。

2. 三点比較式臭袋法による臭気指数の測定

臭気試料50gを2個の21密閉容器にそれぞれ入れ、一方には処理水5ml、他方には対照として水5mlを均一に散布した。25°Cで24時間又は48時間放置後ヘッドスペースを採取し、活性炭を通じた無臭空気中で段階的に希釈した。この希釈臭気について、別に嗅覚検査をおこなって合格した六人のパネルにより臭気指数を測定⁵⁾した。

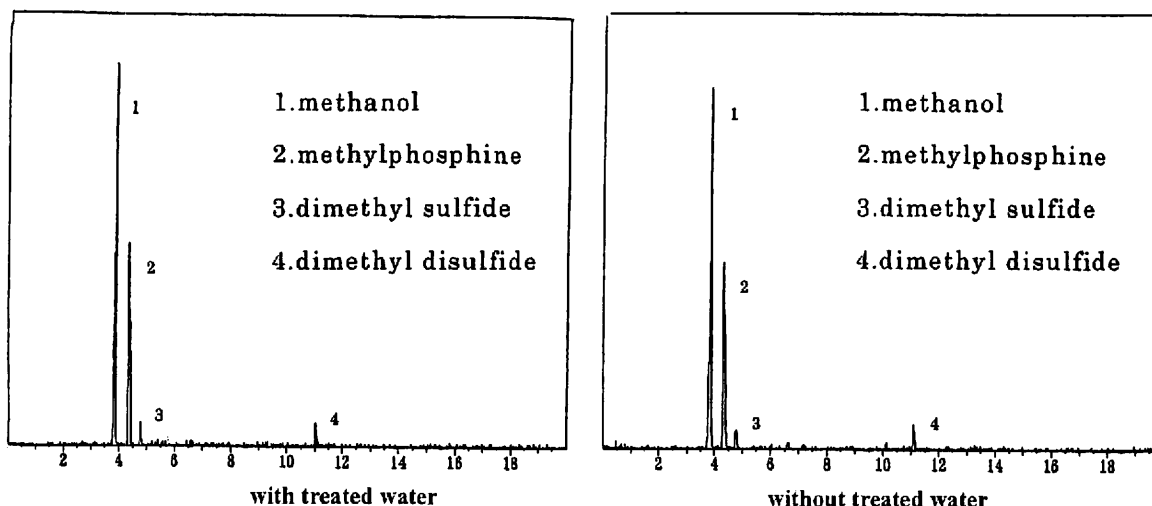


Fig. 1 Total ion chromatograms of the head-space odors of putrid beet-leaves mixing with or without the treated water.

3. 臭気物質の分析

臭気指数の測定に準じて調製した混合試料を密閉容器で25°C、48時間放置後、容器を50°Cに保ちながら4mlのヘッドスペースを採取し、ガスクロマトグラフ質量分析計（島津GC-MS, QP5000）に注入した。カラムはTC-WAX 0.25φ×60m（ジーエルサイエンス）、キャリアガスはHeを用い、40°Cから150°Cまで3.8°C/min.で昇温した。得られた各々のピークのマスペクトルを分析計付属のデータベースで検索し、類似度の高い化合物を同定化合物とした。

3. 化学成分の分析

処理水のアンモニア態窒素（NH₄-N）および硝酸態窒素（NO₃-N）は中和滴定法⁶⁾およびブルシン吸光光度法⁶⁾で、全窒素（T-N）はケルダール法に準じて分解操作を行い、

中和滴定法⁶⁾により定量した。リン酸イオン（PO₄）はモリブデン青吸光光度法⁷⁾により、カリウムは原子吸光光度法（日立180-50）により定量した。pHの測定はpH計（堀場HM-5S）を用いた。

4. 生菌数の測定

処理水又は臭気指数の測定に準じて調製した混合試料を25°Cで48時間放置後、その一部を滅菌水で段階希釈し、それぞれの希釈液0.1mlを平板寒天培地に塗抹して30°Cで2~7日間培養し、出現したコロニーを計数した。好気性細菌の計数には肉エキス寒天培地⁸⁾、嫌気性細菌にはシステイン塩酸塩0.03%を加えた肉エキス寒天培地を用い、放線菌の計数には臭気試料エキス10%を添加したアルブミン寒天培地⁸⁾を用いた。臭気試料エキスは臭気試料に4倍量の水を加えて混合し、ろ過して得たろ液を用いた。嫌気

Table 1 Odeur Index of cattle excrement and putrid beet-leaves mixed with or without the treated water

Odorant	mixed with	Odeur Index*	
		after 24hr	after 48hr
Cattle excrement	H ₂ O	34.4**	34.4
	Koshimizu-A	35.0	35.3
	Tsubetsu-B	35.9	36.9
	Kitami-C	35.3	34.4
Putrid beet-leaves	H ₂ O	36.5	36.9
	Koshimizu-A	37.5	36.9
	Tsubetsu-B	37.5	37.5
	Kitami-C	36.5	36.9

* 10 × log(dilution ratio until odor threshold)

** average of test panel

Table 2 Chemical components and aerobic bacteria number of the treated water

Treated water	T-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	K	pH	Aero. bac. counts/ml
	mg/l						
Koshimizu-A	62	51	-	13	550	8.4	8.8×10 ⁴
Tsubetsu-B	598	542	17	20	2050	8.6	3.5×10 ⁵
Kitami-C	275	271	-	-	3350	8.3	2.8×10 ⁵

性細菌の培養には嫌気ジャー（ガスパック、BBL）を用いた。

結果および考察

三施設で生産された処理水の消臭効果を調べるため動物性および植物性臭気試料として牛糞尿およびビート堆肥を容器に入れ、それに処理水を散布して一定時間経過した後、ヘッドスペースの臭気濃度を三点比較式臭袋法で測定した。この方法は平成7年環境庁により告示された嗅覚測定法⁹⁾で、臭気を段階的に無臭空気で希釈し、臭気の有無が判定できなくなった希釈倍数を選定されたパネルが決定する方法であり、臭気濃度は臭気指数（希釈倍数の指数×10）で表される。すなわちパネルの大半が3,000倍希釈（対数値3.48）で臭気を感じたが6,000倍希釈（対数値3.78）では感じなかった場合は対数値の平均は3.69となり、元の臭気の臭気指数は36.9となる。処理水に消臭効果があれば、処理水を散布した区の臭気指数は対照として水を散布した区のそれと比較して小さい数字となる。

測定結果をTable 1に示した。牛糞尿に水を散布した区の臭気指数は34.4で処理水散布区では35.3～36.9であった。またビート堆肥の場合は水散布区が36.5～36.9で処理水散布区では36.5～37.5であった。臭気有無の判定には個人差があり、本実験で選定したパネルは牛糞尿およびビー

ト堆肥ともに3,000～6,000倍希釈の範囲で臭気の有無を判定した。この希釈倍数は34.8～37.8の臭気指数に相当する。従ってその数字の差3.0は個人差の範囲に含まれる数であり、消臭剤等により臭気濃度が変化すると判定されるためにはこの数を越える必要があると考えられる。Table 1より、いずれの処理水を散布した場合も対照の水と比較して臭気指数の差は3.0以内であり、また臭気指数は逆に増加している傾向にあった。従って三施設の処理水には供試した二種の臭気試料に対する消臭効果はないものと考えられた。

三点比較式臭袋法により供試したいずれの処理水にも牛糞尿およびビート堆肥に対する消臭効果は認められなかったが、官能的に認められなくても処理水の散布により臭気を構成する成分に変化を生じる可能性も考えられた。そこで臭気指数の測定に準じて調製した処理水散布区と対照区のヘッドスペースをガスクロマトグラフ質量分析（GC-MS）計により分析した。

ビート堆肥に各処理水をそれぞれ散布した処理水散布区のヘッドスペースより得られたトータルイオンクロマトグラムはほぼ類似しており、主要な臭気物質としてメタノール、メチルフォスフィン、ジメチルスルファイド、ジメチルジスルファイドなどが検出されたが、これらのクロマトグラムは水を加えた区のものと同様であった。Fig. 1にはビート堆肥に北見（C）処理水を散布した区と対照区

Table 3 Viable cell counts of cattle excrement or putrid beet-leaves mixed with or without the treated water

Odorant	mixed with	Viable cell counts(/g·material)		
		aerobic bac.*	anaerobic bac.	actinomycetes
Cattle excrement	H ₂ O	3.6×10 ⁹	1.1×10 ⁵	4.2×10 ⁵
	Koshimizu-A	1.8×10 ⁹	3.0×10 ⁴	7.3×10 ⁴
	Tsubetsu-B	3.9×10 ⁹	3.0×10 ⁴	1.1×10 ⁵
	Kitami-C	2.7×10 ⁹	7.0×10 ⁴	3.1×10 ⁵
Putrid beet-leaves	H ₂ O	2.1×10 ¹⁰	3.8×10 ⁵	1.1×10 ⁶
	Koshimizu-A	3.3×10 ¹⁰	1.5×10 ⁵	7.7×10 ⁵
	Tsubetsu-B	1.5×10 ¹⁰	3.0×10 ⁴	4.8×10 ⁵
	Kitami-C	5.3×10 ⁹	1.9×10 ⁵	5.1×10 ⁵

*bac:bacteria

のヘッドスペースのクロマトグラムを示してある。これらのクロマトグラムの比較では、それぞれの処理水を散布することによって生じるヘッドスペース成分に大きな変化は確認できなかった。また牛糞尿を臭気試料とした処理水散布区と対照区からはメタノール、ジメチルスルファイドなどが検出されたが、すべての区でそれらのクロマトグラムもまた類似しており、ビート堆肥の場合と同様にヘッドスペース成分に大きな変化は認められなかった。

すでに「消臭液」として市販されている北見 (C) 処理水は、乳酸菌群、酵母群、光合成細菌群などの微生物を混合培養して製造したとされる微生物資材を曝気槽に投入して処理したもので、添付説明書にはこれらの微生物が「消臭効果」を生み出す原因であろうと記載されている。しかし北見 (C) 処理水は他の二施設の処理水と同様に褐色透明で、悪臭物質を分解する膨大な微生物が存在しているとは考えられなかった。そこで一般好気性細菌数を計数したところ $8.8 \times 10^4 \sim 3.5 \times 10^5/\text{ml}$ 程度であり、また化学成分は硝酸態窒素とカリウムがやや多かったがアミノ態窒素とリンが少なく、微生物の生育にとって望ましい条件とは考えられなかった (Table 2)。しかしこれらの処理水を臭気試料に散布することにより試料の微生物相が変化し、消臭に何らかの影響をおよぼす可能性も考えられた。そこで処理水の微生物増殖効果について検討することにし、臭気試料に各々の処理水を散布した処理水散布区と対照の水散布区について一定時間が経過した後の好気性および嫌気性細菌数、放線菌数を測定した。

Table 3 に示すように、牛糞尿あるいはビート堆肥に処理水を散布した区の好気性細菌数は $1.8 \times 10^9 \sim 3.9 \times 10^9/\text{g}$ および $5.3 \times 10^9 \sim 3.3 \times 10^{10}/\text{g}$ 、嫌気性菌は $3.0 \times 10^4 \sim 1.1 \times 10^5$ および $3.0 \times 10^4 \sim 3.8 \times 10^5/\text{g}$ 、放線菌数は $7.3 \times 10^4 \sim 3.1 \times 10^5/\text{g}$ および $4.8 \times 10^5 \sim 7.7 \times 10^5/\text{g}$ で、それぞれの水散布区と比較して大きな変化は見られず、供試処理水に微生物増殖効果は認められなかった。

近年、自然環境の保全や自然食品、無農薬食品に対する人々の関心の高まりに乗じて、微生物あるいは微生物が関与するとされている資材の一部が作物増収剤、消臭剤、コンポスト剤などとして、その効果が科学的に実証されていないまま市販されている。消費者に公正な情報を提供するためにそれらの効果を検証する報告^{10,11)}がもっとなされるべきであると思われる。

要 約

牛の疾病防止や発育向上、悪臭の消臭等に効果があると

伝えられている牛糞尿処理水について、牛糞尿とビート堆肥に対する消臭効果について検討した。三点比較式臭袋法により牛糞尿およびビート堆肥の臭気指数は 34.4 および 36.5 と測定されたが、これに処理水を散布しても臭気指数は低下しなかった。また GC-MS 法で分析した臭気成分にも処理水散布区と水散布区の間には大きな変化は見られなかった。牛糞尿とビート堆肥の好気性細菌数は約 $10^9/\text{g}$ および $10^{10}/\text{g}$ で放線菌数はともに約 $10^5/\text{g}$ であったが、処理水を散布してもこの菌数は大きく変化せず、処理水に微生物増殖効果は認められなかった。これらの結果から供試した牛糞尿処理水には消臭効果はないものと考えられた。

引用文献

- 1) 北海道立農業・畜産試験場家畜糞尿プロジェクト研究チーム 1999. 家畜糞尿処理・利用の手引き, 北海道農業改良普及協会, 札幌, p.6 および pp.27-35.
- 2) 境庁大気保全局特殊公害課編 1991. 悪臭防止技術の手引き (IV), 臭気対策研究協会, 東京, p.40.
- 3) ゆう水研究会 1998. 堆肥の腐熟促進・牛舎内の脱臭などさまざまな効果が酪農家の関心を呼んでいる, デイリーマン, デイリーマン社, 札幌, 48 (No.12), 14-15.
- 4) オホーツク農業シンポジウム実行委員会 1999. '99 オホーツク食のシンポジウム記録集, シンポジウム実行委員会, 網走, pp.64-66.
- 5) 岩崎好陽 1999. 臭気の測定法, 臭気対策研究協会, 東京, pp.51-63 および 95-97.
- 6) 日本工業標準調査会審議 1986. 工場排水試験方法, 日本規格協会, 東京, pp.132-136, pp.145-146 および pp.147-149.
- 7) 日本分析化学会北海道支部編 1994. 水の分析 (第 4 版), 化学同人, 京都, pp.269-271.
- 8) 土壌微生物研究会編 1975. 土壌微生物実験法, 養賢堂, 東京, p.431.
- 9) 環境庁大気保全局長通知 1995. 悪臭防止法の一部を改正する法律の施行について, 平成 7 年 9 月 13 日環大企第 286 号.
- 10) 後藤逸男 1995. EM 資材と土づくりについて, 平成 7 年度土づくり研究会資料, 長野県農林研究財団, 長野, pp.19-35.
- 11) 松本迪夫・兼松あかね・山内俊幸 1996. 微生物資材による豚舎の臭気抑制試験, 静岡中小家畜研報, 8, 31-33.