

滝川畜産試験場研究報告

第 31 号



平成 12 年 3 月

北海道立滝川畜産試験場

滝川畜産試験場研究報告 第31号

(2000年3月)

目 次

アルファルファ (<i>Medicago sativa</i> L.) 乾草の栄養価改善に対する アンモニア処理の有効性	1~5
阿部 英則	
北海道の養豚場における毒素産生性 <i>Pasteurella multocida</i> の分離	7~10
及川 学、仙名 和浩、芹川 慎	
めん羊の伝染性角結膜炎の発生と分離 <i>Mycoplasma</i> を用いた発症試験	11~19
芹川 慎、扇 勉、米道 裕弥	
飼料への中鎖脂肪または大豆油の添加が肉豚の発育、 枝肉形質および体脂肪性状に及ぼす影響	21~26
小泉 徹、山田 渥、梶野 清二、内藤 学、山崎 昶	
豚ふん堆肥・モミガラ混合物敷料が豚ふん由来の悪臭成分と 豚ふんの堆肥化に与える影響	27~34
渡部 敢、阿部 英則	
短 報 冬季における牛ふん尿堆肥化処理の一事例	35~38
本郷 泰久、山川 政明、阿部 英則	
場外誌掲載論文抄録	39~41

BULLETIN OF THE
TAKIKAWA ANIMAL HUSBANDRY EXPERIMENT STATION

NO.31(March 2000)

CONTENTS

Originals	
Effect of Ammoniation on Nutritive Value of Alfalfa Hay	1 ~ 5
Hidenori ABE	
The Isolation of Toxigenic <i>Pasteurella multocida</i> from Pigs in Hokkaido	7 ~ 10
Manabu OIKAWA, Kazuhiro SENNA and Shin SERIKAWA	
An Outbreak of infectious Keratoconjunctivitis in Sheep and Reproduction of the Disease using Isolated <i>Mycoplasma</i>	11 ~ 19
Shin SERIKAWA, Tsutomu OHGI and Hiromi YONEMICHI	
Effects of Feeding Medium-Chain Triglycerides or Soy Bean Oil on Growth Performance, Carcass Characteristics and Adipose Fat Properties on Finishing Pigs	21 ~ 26
Toru KOIZUMI, Atsusi YAMADA, Kiyoji KAJINO, Akira NAITO, Hisashi YAMAZAKI	
Effects of The Bedding using The Mixture of Swine Dung Compost and Rice Hull on Volatilization of Malodor Components and Composting of Swine Dung	27 ~ 34
Kan WATANOBE and Hidenori ABE	
Short Report	
A Case Study of Cattle Waste Composting in Winter Season	35 ~ 38
Yasuhisa HONGOU, Masaaki YAMAKAWA and Hidenori ABE	
Appendix	
Summaries of the Papers on other Journals by Staff	39 ~ 41

アルファルファ (*Medicago sativa* L.) 乾草の栄養価改善に
対するアンモニア処理の有効性

阿部 英則

要約 アルファルファの栄養価改善に対するアンモニア処理の効果を明らかにするため、3番刈り乾草を乾物重当たり3%のアンモニアで処理し、化学組成、めん羊における自由摂取量、消化率を測定した。アンモニア処理で窒素含量が増し、ヘミセルロース含量は低下した。アンモニア処理しても自由摂取量や乾物、有機物およびヘミセルロースを除く繊維成分(中性デタージェント繊維、酸性デタージェント繊維、セルロース)の消化率は改善されず、窒素消化率は低下した。処理により改善がみられたのはヘミセルロース消化率のみであった。これらのことから、アルファルファ乾草をアンモニア処理してもほとんど効果のないことが示された。

低質粗飼料の栄養価を高めるため、アンモニア(NH₃)処理が行われているが、どのような材料でもNH₃処理の効果が認められるわけではない。稲わら²⁾、小麦稈⁷⁾、大麦稈⁷⁾などをNH₃処理すると、めん羊や牛における自由摂取量や消化率は改善される。他方、豆がら(大豆がら、小豆がら、菜豆がら)に対するNH₃処理の効果はほとんど認められず³⁾、イネ科とマメ科ではNH₃処理に対する反応が異なるものと考えられる。

そこで、アルファルファ(*Medicago sativa* L.)を取り上げNH₃処理の効果を検討するため、NH₃処理の有無について化学成分、カッティングミルによる粉碎率、かさ密度およびめん羊における消化率、自由摂取量を測定した。

方 法

滝川畜産試験場の圃場で栽培したアルファルファ(品種名リュテス)3番草を開花始めである'96年9月下旬に刈り取った草地の年間施肥量はN、P₂O₅、K₂Oでそれぞれ2,7,12kg/10aであ

る。このアルファルファを圃場で水分含量が20%以下になるまで乾燥させ、これを2分し、一方をNH₃処理し、他方を無処理とした。NH₃処理は水分含量が約30%になるように加水し、乾物重当たり3%の液化アンモニアを注入するスタック方式¹⁾で行った。おおむね1カ月後に開封し、過剰のNH₃を揮散させてからめん羊を用いて消化試験を行った。

消化試験は4頭のサフォーク去勢羊を用い、2頭に無処理アルファルファ、他の2頭にNH₃処理アルファルファを給与し、ついでこれを反転して行った。いずれの飼料もおおむね10%の残飼がでるように単一給与し、水と固型塩は自由摂取させた。8日間の予備期ののち、本期6日間の全糞を採取して消化率および自由摂取量を求めた。

飼料と糞の繊維成分の分析はデタージェント法¹⁾で行った。中性デタージェント繊維(NDF)と酸性デタージェント繊維(ADF)の差をヘミセルロースとし、ADFと酸性デタージェントリグニン(ADL)の差をセルロースとした。

処理間の有意差検定は対のあるt検定¹⁾で行った。

また、飼料の粗剛性、かさばり程度を推定する

キーワード：アルファルファ、アンモニア処理、栄養価

ため、無処理、NH₃処理アルファルファについて、カッティングミルによる粉碎率およびかさ密度を測定した。これら性状と理化学処理した小麦稈のめん羊における自由摂取量との間には正の相関が認められている(北畜会報:投稿中)。

カッティングミルによる粉碎率は3cmに細切した飼料10gをカッティングミル(Retsch SM2000)で30秒間粉碎し、1mmの目皿を通った量の全量に占める割合とした。かさ密度はウィレー粉碎機で粉碎し、2mmの篩を通った飼料を密充填カサ密度測定器(筒井理化学器械 VBD-080)を用い5分間振動して210mlの筒状容器に充填し、その重量から密度を求めた。いずれについても測定は2反復した。

結 果

NH₃処理したアルファルファの化学組成を表1に示したが、表には粗蛋白質を補正した繊維成分の含量も示した。

Table 1. Chemical composition of alfalfa with and without ammoniation (% of dry matter basis)

	Total		Hemi			
	Nitrogen	NDF	ADF	cellulose	Cellulose	ADL
Untreated	2.67	59.6	45.6	14.0	36.3	9.3
Ammoniated	3.05	63.5	49.4	14.1	39.8	9.6
		(58.2)	47.6	10.6)		

(): Crude protein free fiber components

NH₃処理により、窒素、NDF、ADF、セルロースの含量はやや高まる傾向を示したが、ヘミセルロース、ADLの含量に処理による違いはみられなかった。NH₃処理アルファルファの粗蛋白質を補正したNDF、ADF、ヘミセルロース含量はそれぞれ58.2、47.6、10.6%であった。

NH₃処理したアルファルファの自由摂取量と消化率を表2に示した。

NH₃処理しても自由摂取量が増すことはなく、乾物、有機物、NDF、ADF、セルロースの消化率について有意差はみられず、また窒素消化率は低下し、処理による改善がみられたのはヘミセ

Table 2. Voluntary dry matter intake and digestibilities of alfalfa with and without ammoniation

	Untreated	Ammoniated
VDMI(g/kgBW/day)	24.2	23.0
Apparent digestibility(%)		
Dry matter	54.7	51.4
Organic matter	55.1	52.9
Total nitrogen	69.7 ^a	63.1 ^b
NDF	51.3	55.6
ADF	49.1	52.6
Hemicellulose	58.3 ^a	66.1 ^b
Cellulose	59.5	64.3

VDMI: Voluntary dry matter intake
Means on the same row with unlike superscripts are different(P<0.05)

ルロース消化率のみであった。

NH₃処理したアルファルファのカッティング

Table 3. Grinding ratio with cutting mill and bulk density of alfalfa with and without ammoniation

	Untreated	Ammoniated
Grinding ratio with cutting mill(%)	52.5	60.5
Bulk density(g/ml x 10 ⁻¹)	2.0	2.1

ミルによる粉碎率、かさ密度を表3に示した。

カッティングミルによる粉碎率はNH₃処理の前後で52.5、60.5%であった。かさ密度はほとんど変わらなかった。

考 察

NH₃処理の効果発現は窒素含量の増加、ヘミセルロースの可溶化およびリグニンへ損傷を与えることで繊維とルーメン微生物の接触を高めるためとされている⁷⁾。

アルファルファをNH₃処理すると、窒素含量は増したものの、その消化率は低下した。アルファルファは蛋白質含量の高い粗飼料であり、消化に際して窒素不足は考えにくい。NH₃処理で窒素含量はさらに高まるわけであるが、過剰の窒素の多くは利用されることなく、排泄されるものと思わ

れる。さらにNH₃処理することで、増加した窒素だけでなく、原料中の窒素の一部も利用性の低い熱水不溶性の窒素に変わることが示唆されている⁸⁾。これらのことが相まってNH₃処理による窒素消化率の低下につながったことがうかがわれる。なお、Mirら¹⁴⁾はbrome-alfalfaをNH₃処理して、窒素消化率が低下したことを認めている。

NH₃処理によって繊維成分の含量は高まる傾向であった。NH₃処理で繊維成分に窒素が吸着するが、アンモニア態窒素だけでなく、アマイド態窒素も増加するとされている⁸⁾。そこで、NH₃処理したアルファルファのNDF、ADF含量について粗蛋白質を補正したところ、無処理と比べて大差ない値となった。またヘミセルロース含量は10.6%と算出され、無処理の14.0%と比べて低く、NH₃処理によって可溶化したといえる。Linesら¹⁸⁾もアルファルファをNH₃処理し、粗蛋白質を補正することでヘミセルロースが可溶化したことを認めている。

さらにNH₃処理により、ヘミセルロースは可溶化するだけでなく、消化率も向上している。ヘミセルロースはリグニンと緊密に結びついており¹⁵⁾、またカッティングミルによる粉碎率は処理によって高まる傾向であった。これらのことから、リグニンがNH₃処理で損傷をうけている可能性は否定しきれないであろう。

イネ科とマメ科ではリグニンの構造が異なるとされ¹⁰⁾、マメ科リグニンはイネ科と比べて、より緻密で反応性に乏しいと推定されている⁴⁾。リグニンはフェルラ酸などのフェノール酸を介して構造性炭水化物とエステル結合やエーテル結合で架橋を形成している¹¹⁾。Kondoら¹²⁾は小麦稈をNH₃処理することで、構造性炭水化物とフェノール酸間のエステル結合が解離し、これが消化率の改善に結びつくことを推測している。またHartley and Jones⁵⁾もイタリアンライグラスとアカクロバをアルカリ処理して同様なことを推定している。さらに、稈を主とする大豆がらではアルカリで遊離するフェルラ酸が極めて少ないとされている⁹⁾。

これらのことから、マメ科では易アルカリ分解性のエステル結合が少ないとも考えられ、アルフ

アルファはNH₃処理の効果がほとんど認められないことにつながったものと示唆される。

引用文献

- 1) 阿部 亮, 炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用. 畜産試験場研究資料. 2:16~29. 1988
- 2) 阿部英則・藤田 保, 稲わらのアンモニア処理効果におよぼす水分含量, アンモニア添加量および保温の影響. 滝畜研報. 23:13~22. 1987
- 3) 阿部英則・山川政明・岡本全弘, 豆がらの栄養価改善に対するアンモニア処理の有効性. 滝畜研報. 27:19~24. 1992
- 4) Gordon, A.J., A comparison of chemical and physical properties of alkali lignins from grass and lucerne hays before and after digestion by sheep. J.Sci.Food Agric., 26:1551~1559. 1975
- 5) Hartley, R.D., and E.C.Jones. Phenolic components and degradability of cell walls of grass and legume species. Phytochemistry. 16:1531~1534. 1975
- 6) Hortone, G.M.J., The intake and digestibility of ammoniated cereal straws by cattle. Can.J.Anim., 58:471~478. 1978
- 7) 伊藤 宏, 低質粗飼料の利用性向上に関する最近の研究. 日畜会報. 54:487~496. 1978
- 8) Itoh, H., Y.Terashima., K.Ueda and Y.Takahashi. Nitrogen distribution in rice straw and rice hulls treated with sodium chlorite and ammonia. Jpn.J.Zootech.Sci., 52:519~524. 1981
- 9) Jung, H.G., G.C.Fahey, jr. and J.E.Garst. Simple phenolic monomers of forages and effects of *in vitro* fermentation on cell wall phenolics. J.Anim.Sci., 57:1294~1305. 1983
- 10) Jung, H.G., Forage lignins and their effects on fiber digestibility. Agron.J., 81:33~38. 1989
- 11) 川村 修. 草類のルーメン内消化に影響を及ぼす植物細胞壁の性状について. ルーメン研究会報. 6:7~18. 1995

- 12) Kondo, T., T. Ohshita., T. Kyuma. Comparison of characteristics of soluble lignins from untreated and ammonia treated wheat straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 39:253~263. 1992
- 13) Lines, L. W., M. E. Koch and W. P. Weiss. Effect of ammoniation on the chemical composition of alfalfa hay baled with varying concentrations of moisture. *J. Dairy Sci.*, 79:2000~2004. 1996
- 14) Mir, Z., E. Z. Jan., J. A. Robertson., D. H. McCartney., P. S. Mir., Effects of ammoniation of brome-alfalfa and alfalfa hay, stored as large round bales on preservation and feed quality. *Can. J. Anim. Sci.*, 71:755-765. 1991
- 15) 中村亮八郎, 新飼料学 (下巻). p74. チクサン出版社. 東京. 1981
- 16) Sundstøl, F. and E. Owen (ed.) Straw and fibrous by-products as feed. pp209~217. Elsevier. Tokyo. 1984
- 17) 吉田 実, 畜産を中心とする実験計画法. p65. 養賢堂. 東京. 1978

Effect of Ammoniation on Nutritive Value of Alfalfa Hay

Hidenori ABE

To improve of nutritive value of third-cutting alfalfa hay, ammoniation was carried out. Alfalfa was treated with 3% of anhydrous ammonia in dry matter basis, and digestion trial using 4 wethers was conducted. Ammoniation resulted in higher nitrogen and lower hemicellulose content. Ammoniation did not increase voluntary intake and digestibilities of dry matter, organic matter, fiber component except hemicellulose, and lowered nitrogen digestibility. Only hemicellulose digestibility was increased with ammoniation. From the above results, it was recognized that ammoniation had less effect to improve nutritive value of alfalfa hay.

Key words : Alfalfa, Ammoniation, Nutritive value

北海道の養豚場における毒素産生性 *Pasteurella multocida* の分離

及川 学* 仙名 和浩 芹川 慎**

要約 道内10カ所の養豚場において、豚萎縮性鼻炎 (AR) の原因菌、*Bordetella bronchiseptica* (Bb) および毒素産生性 *Pasteurella multocida* (Pm⁺) に関する疫学的調査を行った。10カ所の養豚場97頭における農場平均分離率はBbが26.8%、Pm⁺が17.5%で、Pm⁺株の莢膜型はすべてD型だった。ARの発生農場3農場におけるPm⁺の平均分離率は30.0%と、非発生農場5農場の3.8%より有意に高かった ($P < 0.01$)。一方、Bbの平均分離率は、発生農場が36.7%に対し、非発生農場が25%と差は認められなかった。これらの結果から、北海道でもPm⁺はARの重要な病因として関与していることが明らかとなった。

豚萎縮性鼻炎 (Atrophic rhinitis : AR) は、鼻甲介の萎縮を特徴とする慢性の呼吸器疾病である。ARの発生は1830年にドイツのFranqueによって初めて報告され、世界中に分布が認められている⁴⁾。本症は一次病原体に様々な要因が絡んで悪化する複合病であるため、その症状は様々である。本症の病因論については長い間議論が続いており、その一次病原体に *Bordetella bronchiseptica* (Bb) があげられていたが、近年になり皮膚壊死毒素 (DNT) 産生性の *Pasteurella multocida* (Pm) の関与が大きいことが示された⁵⁾ (以降DNT産生性の *Pasteurella multocida* をPm⁺とする)。

わが国においても、1953年の初発例以来、Bbを中心としたAR研究が行われ、Bb一次病原説がとられるようになった^{9), 10)}。ところが、近年、阪野らの調査によりAR発生農場においてPm⁺がARに深く関わっていることが明らかにされ¹²⁾、さらに、野外豚においてそれまでPm感染に必須とされてきたBbの先行感染⁸⁾ がなくても、Pm⁺の付着している例が認められた¹³⁾。これらの知見から、わが国にお

いてもPm⁺がARの一次病原体として認められつつある。

そこで道内におけるARの発生がPm⁺によるものかどうかを明らかにする目的で、道内10養豚場の豚の鼻汁からBbおよびPmを分離し、Pmについては毒素産生株 (Pm⁺) の分離率を調べ、ARとの関係を考察した。

材料および方法

1992年5月から1993年1月にかけて、道内10カ所 (桧山, 後志, 胆振, 石狩, 空知, 上川, 網走) の養豚場において、各農場5~12頭の豚 (2~9カ月齢) よりPmおよびBbの菌分離を行った。滅菌綿棒を用いて豚から鼻腔ぬぐい液を採取し、滅菌PBS (リン酸緩衝液) 1 mlにけん濁させ、検査材料とした。Pmの分離培養は、バンコマイシン30 μ g/ml、ゲンタマイシン0.1 μ g/mlを添加したデキストローススターチアガー (Difco) で37°C、一夜培養後、マッコンキー寒天培地非発育、インドール産生陽性等により同定し、莢膜型についてはヒアルロニダーゼによる脱莢膜試験でA型とD型に判定した²⁾。一方Bbの分離は、フラゾリドン25 μ g/ml、ゲンタマイシン0.5 μ g/ml、フラジオマイシン4 μ g/ml、クリンダマイシン2 μ g/mlを添加したマ

*北海道立新得畜産試験場

**北海道立根釧農業試験場

キーワード：豚萎縮性鼻炎、*Pasteurella multocida*

皮膚壊死毒素

Table 1. Isolation of *B. bronchiseptica* and *P. multocida* from nasal swabs

Farm	No. of pigs	<i>B. bronchiseptica</i>	<i>P. multocida</i>		
			No. of pigs positive	Capsular type A	Capsular type D
A	10	3 (30%)	9 (90%)	4 (40%)	5 (50%)
B	10	4 (40%)	7 (70%)	5 (50%)	3 (30%)
C	10	4 (40%)	7 (70%)	5 (50%)	2 (20%)
D	5	1 (20%)	2 (40%)	0 (0%)	2 (40%)
E	10	1 (10%)	4 (40%)	0 (0%)	4 (40%)
F	10	5 (50%)	3 (30%)	2 (20%)	1 (10%)
G	10	3 (30%)	3 (30%)	2 (20%)	1 (10%)
H	10	1 (10%)	2 (20%)	1 (10%)	1 (10%)
I	10	0 (0%)	2 (20%)	2 (20%)	0 (0%)
J	12	4 (33%)	1 (8%)	0 (0%)	1 (8%)
Total	97	26 (26.8%)	40 (41.2%)	21 (21.6%)	20 (20.6%)

ツコンキー寒天培地 (日水) を用いて37°C、4～7日間培養し、ウレアーゼ陽性、クエン酸利用能陽性等により同定した¹⁾。Pmの毒素産生性については、毒素遺伝子をPCR法によって検出した²⁾。またAR発症農場の判定は、農場での菌分離採材時に、肉眼的に重度のアイパッチや鼻曲がり等の臨床症状が確認できた農場をAR発生農場とし、認められなかった農場を非発生農場とした。そして、AR発生の有無別のBbおよびPm⁺分離率について、Fisherの直接確率法により有意差を検定した。

結果および考察

道内10農場におけるPmおよびBbの陽性頭数の割合 (以下分離率) は8.3～90%、0～50%であり、全調査豚の41.2%および26.8%からPmおよびBbが分離された (表1)。またPmの莢膜型について、A型およびD型はそれぞれ21.6%、20.6%とほぼ同程度の分離率であった。なお、1頭からは両型が同時に分離された。

分離されたPmのうちPm⁺と判定された株はすべてD型で、D型株の85%を占め、Pm⁺の分離率は17.5%、Pm⁺陽性農場は7場であった (表2)。

AR発生の有無別に、Bb、PmおよびPm⁺の分離率を表3に示した。Pm⁺の分離率は、AR発生農場と診断したA、B、C農場では30.0%と、AR非発生農場と診断したF、G、H、I、J農場の3.8%よりも

Table 2. Isolation of toxigenic *P. multocida* from nasal swabs

Farm	No. of pigs	Toxigenic <i>P. multocida</i>	
		Capsular type A	Capsular type D
A	10	0	4 (40%)
B	10	0	3 (30%)
C	10	0	2 (20%)
D	5	0	2 (40%)
E	10	0	4 (40%)
F	10	0	1 (10%)
G	10	0	0 (0%)
H	10	0	1 (10%)
I	10	0	0 (0%)
J	12	0	0 (0%)
Total	97	0 (0%)	17 (17.5%)

有意に高かった ($P<0.01$)。ところが、Bb分離率はAR発生農場で36.7%、非発生農場では25.0%と有意差は認められなかった ($P=0.32$)。

阪野らは東北、関東、九州における30農場347頭について調査を行ったところ、AR発生農場でのBb分離率は7.4%と低いが、PmのD型分離率は31.4% (その86.7%が毒素産生株) と高く、一方非発生農場での分離率はBbが27.0%だったのに対し、PmのD型は0.6%と低かったと報告した¹²⁾。今回の調査でも、AR発生農場においてPmのD型の分離率が高く、その多くが毒素産生株であったのは、阪野らとほぼ同様の結果であった。以上のことから、北海道においても、Pm⁺によるARを重視すべきと考

Table 3. Appearance of atrophic rhinitis, and isolation of *B. bronchiseptica* and *P. multocida*

Clinical signs of atrophic rhinitis	Farm ^{a)}	No. of pigs	<i>B. bronchiseptica</i>	<i>P. multocida</i>	Toxigenic <i>P. multocida</i>
Positive farm	A, B, C	30	11 (36.7%)	23 (76.7%)*	9 (30.0%)*
Negative farm	F, G, H, I, J	52	13 (25.0%)	11 (21.2%)	2 (3.8%)

^{a)} Farm D and E : not investigated with farm status.

* Significantly different compared with negative farm ($P<0.01$).

えられた。

現在、ARは病因学的に、Pm⁺を唯一の病因とする進行性ARと、Bbを含むPm⁺以外の病因による非進行性ARとに分類することが提唱されている¹¹⁾。そして、発育遅延などの経済的被害は、進行性ARに認められ、非進行性ARではほとんど問題がないとされている⁶⁾。したがって、養豚経営上Pm⁺による病害の制御の重要性が高まっており、Pm⁺のAR病原因子であるDNTのトキソイドワクチンが開発されている⁶⁾。今回の結果から、北海道内においても、ARの疫学調査にPm⁺の検出を組み入れるとともに、Pm⁺に対応したAR対策の構築が必要であると考えられた。

引用文献

- 1) Bordet, J. and O. Gengou, Le microbe de la Conqueluche. Ann. Inst. Pasteur Paris 20:731-741, 1906
- 2) Carter, G. R. and S. W. Rundell, Identification of type A strains of *P. multocida* using staphylococcal hyaluronidase. Vet. Rec., 12:343, 1975
- 3) de Jong, M. F. and J. P. Nielsen, Definition of progressive atrophic rhinitis. Vet. Rec., 126:93, 1990
- 4) Franque, L. W., Was ist die Schnuffelkrankheit der Schweine? Dtsch. Z. Gesamte Tierheilkd., 1:75-77, 1830
- 5) Il'ina, Z. M. and M. I. Zasukhin, Role of toxins in the pathogenesis of infectious atrophic rhinitis. Sb. Nauchn. Rab. Sib. Nauchn. Issled. Vet. Inst. Omsk., 25:76-86, 1975
- 6) 河合 透, 豚の萎縮性鼻炎 (AR) とその予防. 化血研所報-黎明, 6:21-37, 1997
- 7) Nagai, S., S. Someno and T. Yagihashi, Differentiation

of Toxigenic from Nontoxigenic Isolates of *Pasteurella multocida* by PCR. J. Clin. Microbiol., 32:1004-1010, 1994

- 8) Nakai, T., K. Kume, H. Yoshikawa, T. Oyamada and T. Yoshikawa, Adherence of *Pasteurella multocida* or *Bordetella bronchiseptica* to the swine nasal epithelial cell in vitro. Infect. Immun., 56:234-240, 1988
- 9) 尾形 学・輿水 馨・康 炳奎・跡部ヒサエ・山本孝史・木野津南天・池田謙哉, 豚の伝染性萎縮性鼻炎の病因学的研究. I. 鼻腔内細菌叢と疾病の関係. 日獣会誌, 32:185-199, 1970
- 10) 尾形 学, 豚の萎縮性鼻炎-ボルデテラ感染症- (尾形 学編), 4. 文永堂, 1979
- 11) Pedersen, K. B., J. P. Nielsen, N. T. Foged, F. Elling, N. C. Nielsen and P. Willeberg, Atrophic rhinitis in pigs; Proposal for a revised definition. Vet. Rec., 122:190-191, 1988
- 12) 阪野哲也・種田貴至・永瀬祐己・岡田宗典・佐藤静夫, わが国における豚萎縮性鼻炎と毒素産生 *Pasteurella multocida* に関する疫学調査. 畜産の研究, 44:1405-1406, 1990
- 13) 牛島稔大・河合 透・長尾和哉・高瀬公三・種子野 章・山田進二, 豚からの *Bordetella bronchiseptica* および *Pasteurella multocida* の分離. 日獣会誌, 47:390-393, 1994

The Isolation of Toxigenic *Pasteurella multocida* from Pigs in Hokkaido

Manabu OIKAWA, Kazuhiro SENNA and Shin SERIKAWA

An epidemiological study of *Bordetella bronchiseptica* (Bb) and toxigenic *Pasteurella multocida* (Pm⁺), considered to be agents of atrophic rhinitis (AR), was carried out at 10 pig farms in Hokkaido. The average rate of isolation of Pm⁺ and Bb at each of the 10 farms (total 97 pigs) was 17.5% and 26.8%. All of the isolated Pm⁺ strains were capsular type D. Significantly, the average rate of isolation of Pm⁺ at the 3 farms with clinical AR was 30.0%, which was much higher than the 3.8% at the 5 non-occurrence farms ($P < 0.01$). However, there was no significant difference in the isolation rate of Bb between occurrence farms (36.7%) and non-occurrence farms (25%). These results suggested that Pm⁺ is the important pathogen of swine atrophic rhinitis in Hokkaido.

Key Words : Swine atrophic rhinitis, *Pasteurella multocida*, DNT

めん羊の伝染性角結膜炎の発生と分離 *Mycoplasma* を用いた発症試験

芹川 慎* 扇 勉* 米道 裕弥

要約 北海道のめん羊農場で1980年12月と1981年3月の2回、伝染性角結膜炎の発生があった。最初の発生は成雌羊のみの群で角膜白濁でみた発症率は15.6%、2度目の発生は成雌羊と子羊の群で発症は成雌群の42.1%にみられ、子羊の発生は1例しか確認できなかった。発症羊および同居羊の結膜拭い液から *Mycoplasma* が高率 (96%) に多数 ($10^4 \sim 10^6$ CCU/0.2ml) 分離された。一方、発生群から隔離されており発症のなかった羊群からは *Mycoplasma* は分離されなかった。分離 *Mycoplasma* を用いた感染試験で自然例と同様の症状が再現され、非接種眼にも急速に伝染した。 *Mycoplasma* は最終検査の85日まで分離されたものがあった。

めん羊の伝染性角結膜炎 (俗称、ピンクアイ) はめん羊飼育の盛んな欧米では古くから発生の報告があり⁵⁾、わが国でも1953年大熊ら¹⁴⁾の報告以来2~3の報告がある¹⁵⁾。その病因学的研究はColes (1931) の *Rickettsia* から始まり、*Moraxella* (Baker et al. 1965, Woods et al. 1965)、*Neisseria ovis* (現在は *Branhamella ovis*) (Lindqvist 1960)、*Chlamydia* (Dickinson and Cooper 1959)、*Mycoplasma* (Barile 1972) がある¹⁰⁾。今日では確かな病因として *Mycoplasma conjunctivae* と *Chlamydia psittaci* が認められており、特に *M. conjunctivae* が最も主要な病原とされている¹⁰⁾。

わが国での最近の発生は1964年の北海道立滝川畜産試験場での発生であり、佐藤ら¹⁵⁾が発生状況、臨床症状を詳細に記載しているが、病原の分離までには至っていない。著者らは1980年12月滝川畜産試験場で再び発生した本症を調査し、発症羊の結膜拭い液から *Mycoplasma* を高率かつ多数分離し、さらに分離 *Mycoplasma* を用いて感染試験を試み、症状を再現できたので報告する。

*北海道立根釧農業試験場

キーワード : めん羊、伝染性角結膜炎、*Mycoplasma*、感染試験

材料および方法

I. 発生例の調査

1) 供試羊

1980年12月中旬に発生が認められたA羊舎で飼養されていた成雌羊154頭、1981年3月末に発生が認められたB羊舎で飼養されていた成雌羊95頭の合計249頭を調査した。さらに、対照羊として流行の半年前から発生集団とは全く隔離された状態にあり本症の発症が認められなかったC羊舎のサフォーク2歳雌羊20頭 (以下、健康羊) を供試した。

2) 病原学的検査

A羊舎では1980年12月25日、B羊舎では1981年3月31日に発症羊および非発症羊の結膜拭い液 (以下、眼検体) を滅菌綿棒で採取し、10%ウマ血清加トリプトソイブイオン (ニッスイ) 2mlに浸し、十分に洗い落としたものを培養の原材料とした。対照として前述したC羊舎の健康羊20頭から1981年4月23日同様に採取した。細菌の培養は5%ウマ血液加トリプトソイ寒天 (ニッスイ) に上記原材料を綿棒で塗布・画線し、37℃で2~3日間ローソク培養した。分離菌の同定はCowan²⁾に

従った。

Mycoplasmaの培養は原材料の0.2mlまたは0.3mlを培地で10⁶または10⁷まで10倍階段希釈して培養した。最初はFriisのMycoplasma hyopneumoniae用培地⁷⁾を使用した。発育が困難と考えられたため、この培地を表1のように改変した培地(以下、改変F培地)に切り替えて培養した。糖分解で培地が黄色に変化したものは継代し、10日間培養で黄色化しなかったものはさらにもう1代盲継代して陽性の希釈限界(エンドポイント)を決定した。最大陽性希釈液を改変固形F培地で37℃、3日間ローソク培養してMycoplasmaの集落を確認した。分離Mycoplasmaの性状は改変F培地を用いて調べた¹³⁾。

II. 発症試験

1) 供試羊

試験1: 発生調査の対照羊としたC羊舎の健康羊20頭を供試した。10頭は片眼のみに接種し、

10頭は非接種で同居させた。供試期間は1981年4月23日から7月17日までの85日間であった。眼検体は培養まで-20℃に保存した。

試験2: 発生羊舎から隔離飼養されていて発症の認められなかったE羊舎の2才のサフォーク成雌羊3頭を1981年4月27日から7月23日までの87日間供試した。眼検体は培養まで-20℃に保存した。

2) 接種材料

試験1: B羊舎の発症羊の眼拭い液の10⁵倍希釈が8日間培養で黄色化(pH6.8)したものを2滴(1滴=0.03ml)点眼接種した。力価は10⁵CCU(color changing unit)/0.3mlであった。

試験2: 試験1で使用した接種材料をさらにもう1代10倍階段希釈して10⁵希釈が4日培養で黄色化(pH6.8)したものを(力価=10⁶CCU/0.3ml)を2滴(1滴=0.03ml)点眼した。従って接種材料は原材料を10¹⁰倍希釈したものに相当する。

Table 1. The ingredients and prescription of Friis' medium⁶⁾ modified by authors

◎Broth medium			
A solution	Hanks' solution with twofold concentration		200ml
	Distilled water		400ml
	Brain Heart Infusion Broth(Difco)		8.2g
	PPLO Broth w/o CV(Difco)		8.7g
	Yeast Extract(Difco)		0.8g
	Lactoalbumin Hydrolysate(BBL)		1.0g
	Phyton(BBL)*		1.0g
Initially,			
A solution	37.5ml	autoclaved at 121℃ for 5 minutes	
Distilled water	37.5ml		
Glucose	1.0g		
0.2% Phenol red solution	1.0ml		
Subsequently,			
Horse serum	20.0ml	added sterilly	
25% Fresh yeast extract	5.0ml		
5% Thallium acetate	0.5ml		
Penicillin(200,000u/ml)	0.5ml		
0.2% DNA*	1.0ml		
2% Mucin*	1.0ml		
Ultimately, adjust pH to 7.5 with 1N-NaOH			

◎Agar plate medium

Broth medium added 1% Agar Noble(Difco)

* Added by authors

結 果

I. 発生例の調査

1) 発生状況

1980年12月中旬頃より154頭の成雌羊を収容するA羊舎で流涙、結膜の充血、角膜の白濁を呈するめん羊が見られるようになり、次第に頭数が増加していった。12月25日全頭の臨床観察と発症羊を主体に21頭29眼検体の採取を行なった。発症を角膜の白濁で見ると24頭(15.6%)に認められた。A羊舎には2~12才までの5品種、2雑種の154頭の成雌羊がいた。角膜の白濁はチェビオットで最も多く(17/38頭)、頭数が41頭と最も多かったサフォークでは認められなかった。ポールドーセットの全10頭、サフォーク41頭中の12頭は1980年10月31日に導入された輸入羊であり、これらの羊には症状は見られなかった。

翌1981年3月下旬になって今度は成雌羊95頭を収容するB羊舎で発生があった。3月31日の調査で角膜の白濁が40頭(42.1%)に見られ、発症羊27頭から29眼検体を採取した(表2)。B羊舎には

Table 2. Incidence of the disease in flocks A and B

Flock	No. of animals		Morbidity (%)
	total	with corneal opacity	
A	154	24	15.6
B	95	40	42.1

3~10才のサフォーク雌羊84頭と雑種雌羊11頭があり、サフォークの内の6頭、雑種の内の5頭は3月4日A羊舎から導入したものであった。このA羊舎からの導入羊11頭中1頭が角膜白濁を呈していた。発症羊40頭は全てサフォークであり、各年令に分布していた。なおB羊舎では流行時に2月中旬から3月中旬にかけて生まれた子羊がいた

Table 3. Bacteriological survey of eye swabs in flock A

Corneal opacity	No. of animals	No. of eyes swabbed	Branhamella ovis positive eyes	Mycoplasma positive eyes
+	18	26	21/26(81%) ¹⁾	4/11(36%) ¹⁾
-	3	3	2/3 (67%)	NT

1) No. of positive eyes / No. of tested eyes

NT : Not tested

が、子羊で発症するものは認められなかった。しかしA羊舎で流行終息後の1981年3月28日になって1頭の子羊が両眼角膜が白濁する重度の眼症状を呈した。

2) 臨床症状

症状は最初に流涙が著明となり、次いで結膜の充血と眼瞼の腫脹がみられた。やがて角膜が白濁してきた。角膜の白濁はまず角膜の周辺部から始まり、中央部に波及し、重篤なものでは角膜全体が白濁して視力が一時的に失われた。次いで角膜に血管増生が起きてくると白濁は次第に透明になり、血管もやがて消失して治癒した。経過は軽症のもので1週間、重篤なものでは1カ月近くを要した。なお角膜の潰瘍や眼球の突出などを示す症例は無く、結膜の濾胞形成も認められなかった。また両羊舎の発症羊とも治療は一切行わなかった。

3) 病原学的検査成績

A羊舎の細菌およびMycoplasmaの分離成績を表3に示した。

細菌ではBranhamella ovisが発症羊18頭の26眼検体中21検体(80.8%)と最も多く分離されたが、菌数は大部分が10⁴CFU(colony forming unit)/ml以下と少なかった。また肉眼的に無症状と思われた3頭3眼検体でも2眼検体から検出された。症状の程度とB. ovis分離との間には関係はみられなかった。その他、グラム陽性桿菌(6眼検体)、α溶血性連鎖球菌(4眼検体)などが散発的に少数分離された。

Mycoplasmaの培養は発症羊10頭を無作為に選び、症状のあった11眼の検体について行った。初代培養に使用したFriisのMycoplasma hyopneumoniae用培地⁷⁾で培養10~14日で僅かに黄色化が認められた4眼検体の10倍希釈を改変F培地に継代したのからMycoplasmaが分離され

た。その他の希釈培養は培養18日後に改変F培地に継代したが、培地の黄色化は認められなかった。子羊の発症例ではMycoplasmaが両眼検体とも10⁶CCU/0.2ml分離された。

B羊舎での病原検索は改変F培地を用いてMycoplasmaの培養のみを行った。結膜充血、角膜白濁を示す発症羊25頭の27眼検体と無症状羊2頭からの2眼検体の合計29検体を培養した。発症羊25頭の27眼検体中26検体(96.3%)からMyco-plasmaが分離され、分離数はその大部分が10⁴~10⁶CCU/0.2mlと高い値を示した。無症状羊の1頭は3月4日にA羊舎から導入した11頭のうちの1頭でMycoplasmaは分離されず、他の1頭は流涙がありMycoplasmaが10⁴CCU/0.2ml分離された。11頭の導入羊中検査したもう1頭は右眼に軽度な白濁がまだ残っていたが、Mycoplasmaは分離されなかった。なおA羊舎からの他の導入羊9頭には症状は認められなかった。

表4はC羊舎の健康羊20頭40眼検体の細菌とMycoplasmaの分離成績である。これら健康羊においてもB.ovisは50%以上から検出されたがMyco-

Table 4. Bacteriological survey of 40 eye swabs from 20 healthy sheep

	Positive rate
<i>Branhamella ovis</i>	21/40(53%)
<i>Mycoplasma</i>	0/40(0%)

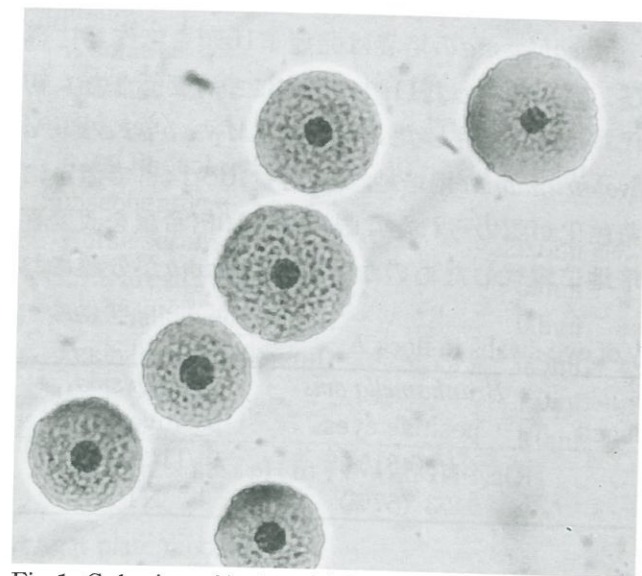


Fig 1. Colonies of isolated Mycoplasma

plasmaは全く分離されなかった。

分離Mycoplasmaのコロニーはいずれも典型的な目玉焼き状を呈し(図1)、ジギトニン感受性(+)でMycoplasma特有の性状を有した。その他、フィルムスポット形成(-)、グルコース分解性(+)、アルギニン分解性(-)であった。

II. 発症試験

1) 試験1

試験成績を表5に示した。症状を軽症(結膜炎のみで角膜白濁がみられないもの)、中度症(結膜炎に軽度の角膜白濁を伴うもの)および重症(結膜炎に重度の角膜白濁を伴うもの)に分類した。接種眼は接種後8日までに全眼が発症し、軽症が5眼(50%)、中度症が3眼(30%)、重症が2眼(20%)であった。Mycoplasmaは全眼検体で発症と同時に分離され、1~2週で最大10⁶~10⁷CCU/0.2mlに達した。一方、非接種の眼では非発症が3眼(10%)あり、接種眼より遅れて8~30日(平均16日)で発症し、症状は軽症が17眼(57%)、中度症が8眼(27%)、重症が2眼(7%)と接種眼よりやや軽度であった。Mycoplasmaの分離開始日は4~30日(平均15日)と接種眼に比べ遅れたが、非発症眼を含めて全眼から分離された(平均最大数10⁶CCU/0.2ml)。

図2に分離菌数が多く症状が重度であった実験羊(No.13)の臨床症状とマイコプラズマ分離成績を示した。菌分離と症状は同時に始まり、接種眼では接種後4日でMycoplasmaが10⁵CCU/0.2ml分離され結膜炎、角膜白濁も認められた。非接種眼ではMycoplasmaは遅れて接種後8日で10⁷CCU/0.2ml分離され、症状も8日目から認められた。その後13日で両眼検体とも分離数は一時的に低下したが、42日まで高い菌数を維持した。症状は13日でピークを示し、接種した眼の左眼は視力がないと判断された。症状は42日で認められなくなった。Mycoplasmaは両眼とも54日で陰性となったが、接種眼は68日で再び少数(10¹CCU/0.2ml)分離された。他の症例でもほとんど同じ傾向を示し、発症と菌分離のピークが個体によって後ろへ移動するのみであった。一般的に分離菌数が少ないものは

Table 5. Clinical symptom and Mycoplasma isolation in experimentally infected sheep

Inoculum	Experiment 1		Experiment 2
	inoculated eyes	non-inoculated eyes	inoculated eyes
	primary culture of eye swab (10 ⁵ dilution) 2 drops of 0.03ml (Titer:10 ⁵ CCU/0.3ml)		subcultured (final dilution 10 ¹⁰) 2 drops of 0.03ml (Titer:10 ⁶ CCU/0.3ml)
No.of eyes	10	30	6
Days symptoms appeared(mean) ¹⁾	4~8(4.4)	8~30(16.3)	9~19(10.6)
Symptom : No. of negative	0 (0%)	3 (10%)	1 (17%)
No.of mild	5 (50%)	17(57%)	1 (17%)
No.of moderate	3 (30%)	8 (27%)	4 (64%)
No.of severe	2 (20%)	2 (7%)	0 (0%)
Days Mycoplasma first isolated(mean) ¹⁾	4 (4.0)	4~30(14.9)	3 (3.0)
Max.no.of isolated Mycoplasma(mean) ²⁾	6~7(6.3)	4~7(6.0)	4~5(4.2)

¹⁾ Days after inoculation

²⁾ log₁₀CCU/0.2ml

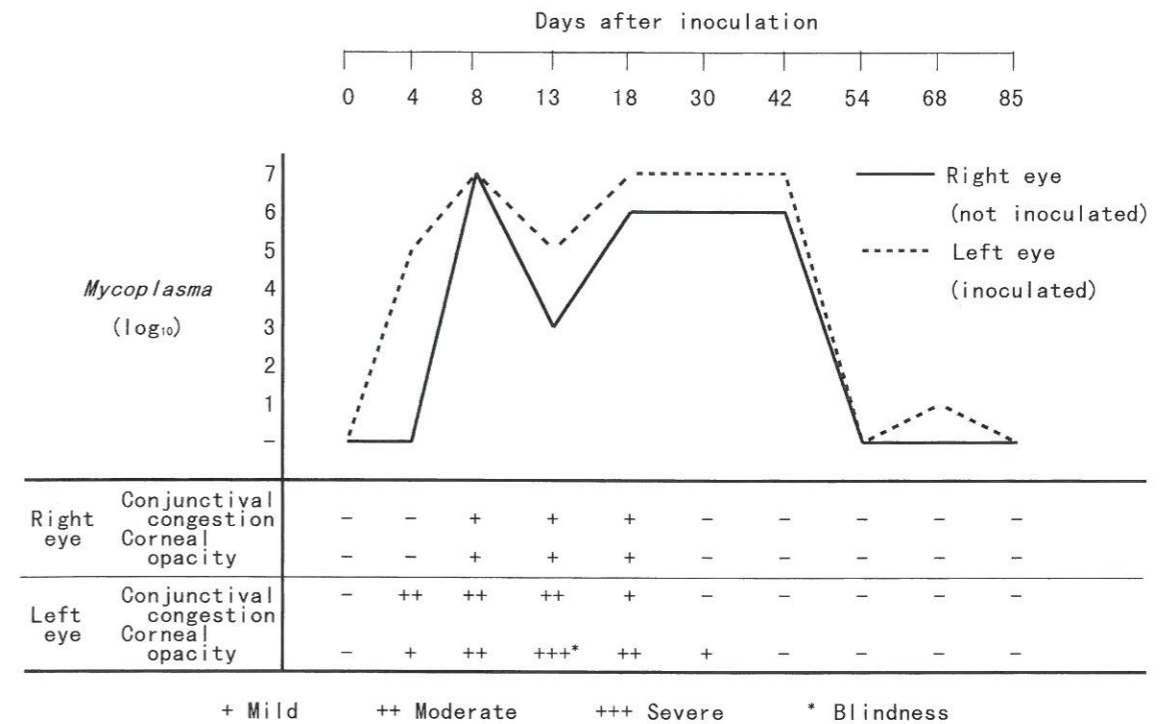


Fig 2. A case of severe symptoms in which Mycoplasma was isolated in large numbers

症状が軽度の傾向があり、また非接種眼は発症と菌分離は遅れて始まり、症状も軽度な傾向があった。最も遅れて発症と菌分離があったのは実験羊No.20の30日で、Mycoplasmaは10³CCU/0.2ml分離され、最終検査の85日まで陽性(10²CCU/0.2ml)であった。この実験羊を含め最終検査の85日でMycoplasmaが陽性だったのは7頭9眼あった。

図3に再発または再感染と考えられる実験羊(No.15)の臨床症状とマイコプラズマ分離成績を示した。両眼とも非接種眼であり、明らかな症状は13日から現れ、18日で右眼の角膜白濁は強く、視力がないものと思われた。しかし症状は30日でほとんど消退した。Mycoplasmaはそれぞれ8日、13日で陽性となり、42日では両眼とも陰性となっ

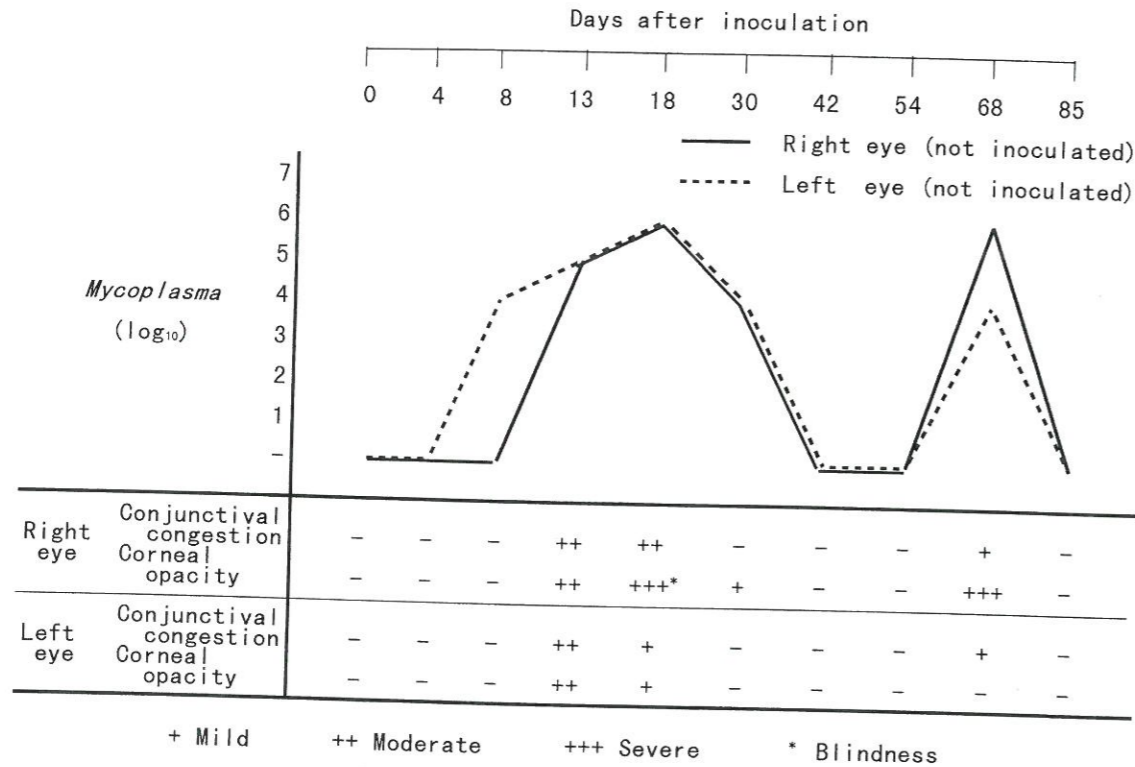


Fig 3. A case of relapse or reinfection

た。その後、54日まで陰性であったが、68日に再発症と同時にMycoplasmaも陽性となった。特に、右眼は最初の症状と同じくらい重度で分離数も10⁶CCU/0.2mlと高かった。症状の消退は早く、次回検査時の85日では認められなかった。

2) 試験2

試験1よりも症状は軽度で明瞭な角膜白濁を示したのは6眼中2眼、微弱な角膜白濁は2眼、結膜充血のみが1眼あり、1眼は全く症状がなかった。Mycoplasmaは全く症状の認められなかった1眼を含む全眼から分離されたが試験1よりも菌数は少なかった。すなわち接種後3日で10²~10⁴CCU/0.2ml分離され、26日にかけて10⁵CCU/0.2mlの最高値を示し、その後減少して54日まで分離されたが、64日では全眼から検出されなかった(表5)。

考 察

めん羊の伝染性角結膜炎の病因としてMycoplasma conjunctivaeによるもの^{3, 10)}とChlamydia psittaciiによるもの^{4, 19)}とが実験的再現からも確定されており、臨床的にはChlamydia性では濾胞性角結膜炎^{4, 9, 17, 19)}、Mycoplasma性では非濾胞性角結

膜炎^{8, 10)}であるとの報告が多い。

佐藤ら¹⁵⁾は1964年4月から9月にかけて滝川畜産試験場で大流行した本症を報告している。7羊舎中6羊舎に蔓延し、1,296頭中1,139頭(87.9%)が罹患し、ほとんどのめん羊が一時的に視力を失うほどの重篤なものであったという。しかし子羊の感染率は高かったが、症状は軽く、角膜炎と比較すると成羊の64%に対し10%に満たなかったという。また、臨床的には濾胞性との記載はなく、眼洗浄液で伝達が可能であったとも述べている。一方、今回の発生は2羊舎に限られ、症状も角膜の辺縁が僅かに白濁する程度の軽症なものが多く、また子羊の発症はほとんどなかったことから、病原性の弱い株による流行であったと考えられる。同じ現象はJones et al.¹⁰⁾、Egwu⁵⁾も観察しており、Egwuは2歳以上では111頭の発症羊中66頭(59%)が重症であったのに対し、6ヶ月齢以下では発症羊70頭中重症が11頭(16%)と少なく、特に1ヶ月齢以下の子羊では発症するものはなかったが、その原因は不明であると報告している。Jones et al.¹⁰⁾も感染子羊のあるものは無症状である可能性を示唆している。

品種の感受性についてはA羊舎ではチェビオッ

トの発生頭数が最も多く38頭中17頭(45%)、次いで雑種が4/48頭(8%)であり、最も頭数の多かったサフォークの41頭、ポールドーセットの10頭、サウスダウンの7頭には発症が認められなかった。しかしB羊舎ではサフォーク84頭、雑種11頭が飼養されていたが、発症の40頭は全頭サフォークであり、品種間には感受性の差異はないと思われた。

感染源の特定のため発生羊舎への羊の導入を見ると、A羊舎には輸入羊の導入があった。即ち、1980年9月22日にニュージーランドから輸入され、検疫を通っためん羊22頭が10月31日滝川畜産試験場に導入されて隔離羊舎に収容された。次いで11月28日隔離を解かれA羊舎に移動された。さらに翌年の3月4日には本症の発生後のA羊舎からB羊舎へ11頭が移動されており、うち2頭が検査された。1頭は症状もなくMycoplasmaも分離されなかったが、他の1頭はMycoplasmaは分離されなかったが軽度の角膜白濁が認められた。

輸入羊の当场への導入時および隔離期間中に眼症状を示したものは確認されなかったが、実験感染で約3ヶ月もの長期間Mycoplasmaを保菌しためん羊があったことから、導入羊が保菌して感染源となったと考えられた。Trotter et al.¹⁸⁾は山羊でのM.conjunctivae実験感染で症状の消失後3ヶ月間Mycoplasmaを眼に保有していたという。佐藤ら¹⁵⁾も1964年の発生を5ヶ月前に導入した輸入羊が原因と考察している。

今回の発症例の検査ではChlamydiaの培養は行っていないが、発症羊から高率、かつ多数のMycoplasmaが分離されたこと、またC羊舎の健康羊からは全く分離されなかったことから原因としてMycoplasmaの関与が強く疑われた。このことはさらに分離Mycoplasmaを用いての感染試験で症状が再現されたことからより確実になった。しかし試験1では接種材料が原材料の10⁵倍希釈であったので混入していたかも知れないChlamydiaによる可能性を完全には否定できなかった。そこで、このことを考慮して行なった試験2では原材料の10¹⁰倍希釈という高い希釈培養でも発症が認められた。この希釈は一般的に病巣が保有する細菌などの数量的限界を越えると考えられるのでMycoplasmaによ

る発症と考えられた。しかし試験2では試験1よりも症状が軽症であった。これは試験2では試験1で使用した培養をさらにもう1代継代して接種したためであろう。継代を重ねると病原性が減弱するのはMycoplasma一般の特性とされている^{11, 12, 13)}。

なお最初にMycoplasmaの培養に使用したFriisの培地は豚の肺炎病巣からMycoplasma hyopneumoniaeを分離するために用いていた。M.hyopneumoniaeは培養が最も困難なMycoplasmaとされていたため¹³⁾、他のMycoplasmaも発育すると考え使用したが、明確な発育は認められなかった。そこでFriisの培地を基礎にMycoplasmaの発育を促進するとされているDNA、Mucinを加え¹³⁾、さらに植物性ペプトンのPhytonを添加した培地で培養したところ、良好な発育が得られた。

分離MycoplasmaはMycoplasma特有の性状を確認したのみで種の同定には至らなかったが、結膜炎起病性およびグルコース分解陽性、フィルムスポット形成陰性を考慮するとM.conjunctivaeであったと考えられる。

発症試験1および2とも接種Mycoplasmaの眼への定着・増殖は早かった。試験2では病原性が低下していたと考えられた接種材料であったのに、接種後3日で全眼とも感染していた。さらに、接種眼から非接種眼への伝達は早く、早いものでは8日後、遅いもので30日後に症状が発現した。Dagnall³⁾は伝播は容易に起きると指摘しており、Egwu⁵⁾も実験的に接触後2~4日で伝播したと述べている。

試験1でMycoplasmaの分離は接種後0、4、8、18日目までの材料は保存期間が18週以内で培養したが、13日目および30日目を以降の材料は28~35週保存してからの培養であり、ある程度の死滅が考えられた¹³⁾。従って、Mycoplasmaが30日以降に一旦消滅し、その後出現した症例では、それが持続感染して再燃したものか、再感染したものかについては不明である。しかし図3の症例では再燃時の菌数は材料の保存期間が29週であったのに明らかな増殖を示していた。試験2で菌数が低かったのは培養までの保存期間が28~38週と長かつ

たことによるのだろう。なおCooper¹⁾は再発は普通にあると述べている。

羊群内で感染が遅かったものは排菌期間もずれて遅くなり、さらに長期間持続感染するものや、再感染するものがある、病原 *Mycoplasma* はかなり長い期間羊群中に保存されるであろう。しかし、小さな羊群では流行が終息して群全体の免疫性が高まると、病原はやがて群の中から排除されてゆくとされる。その結果、羊群が更新されるか、免疫抵抗性が落ちて感受性になった状態のときに保菌羊が導入されることによって新規の流行が起きると考えられる。

なお *B. ovis* は対照健康羊の眼検体からも高率 (52.5%) に検出され、症状の程度と分離との間に関連もなかったことから病原的意義はないものと思われた。Fairlie⁶⁾ および Spradbrow¹⁶⁾ も本菌の病原性を研究し非病原性であると報告している。

本論文の発生状況については第93回日本獣医学会 (1982年4月) で発表した。

引用文献

- 1) Cooper, B.S., Flock immunity after outbreaks of contagious conjunctivo-keratitis of sheep. Vet. Rec. 74:123. 1962.
- 2) Cowan, S.T., Manual for the identification of medical bacteria. Cambridge University Press, 1973. (坂崎利一訳, 近代出版, 1974年)
- 3) Dagnall, J.R., Experimental infection of the conjunctival sac of lambs with *Mycoplasma conjunctivae*. Vet. Bull. 64:39. 1994.
- 4) Dhingra, P.N. and Mahajan, V.M., Experimental ocular chlamydial studies in lambs. Vet. Bull. 62:1213. 1992.
- 5) Egwu, G.O., Ovine infectious keratoconjunctivitis: an update. Vet. Bull. 61:547-559. 1991.
- 6) Fairlie, G., The isolation of a haemolytic *Neisseria* from cattle and sheep in the North of Scotland. Vet. Rec. 78:649-650. 1966.
- 7) 藤倉孝夫, 豚流行性肺炎 (SEP) 研究の現状と二, 三の問題点. 獣医界 110: 1-8. 1976.
- 8) Hosie, B.D., Keratoconjunctivitis in a hill sheep flock. Vet. Rec. 122:40-43. 1988.
- 9) Jensen, R. and Swift, B.L., Disease of sheep (2nd edit.). Lea & Febiger, Philadelphia, 147-149. 1982.
- 10) Jones, G.E., Foggie, A., Sutherland, A. and Harker, D.B., *Mycoplasmas* and ovine keratoconjunctivitis. Vet. Rec. 99:137-141. 1976.
- 11) Jones, G.E., Gilmour, J.S. and Rae, A.G., The effect of different strains of *Mycoplasma ovipneumoniae* of specific pathogen-free and conventionally-reared lambs. J. Com. Path. 92:267-272. 1982b.
- 12) 森 康行, 豚マイコプラズマ肺炎. 獣医界 129: 30-36. 1987.
- 13) 中村昌弘・尾形 学, マイコプラズマ (佐々木正五, 尾形 学, 中村昌弘編). 講談社サイエンティフィック, 1974.
- 14) 大熊俊一・小国秀男, 羊の伝染性角膜炎に関する研究. 日本獣医学雑誌 (第36回日本獣医学会記事) 15:148-149. 1953.
- 15) 佐藤和男・松尾信三・籠田勝基・伊東季春・河部和雄・木下 進, めん羊の伝染性角結膜炎の発生状況ならびに臨床学的所見. 日本獣医師会雑誌 19: 211-216. 1966.
- 16) Spradbrow, P.B., Experimental infection of the ovine cornea with *Neisseria ovis*. Vet. Rec. 88:615-616. 1971.
- 17) Stephenson, E.H., Storz, J. and Hopkins, J.B., Properties and frequency of isolation of *Chlamydiae* from eyes of lamb with conjunctivitis and polyarthritis. Am. J. Vet. Res. 35:177-180. 1974.
- 18) Trotter S.L., Franklin, R.M., Baas, E.J. and Barile, M.F., Epidemic caprine keratoconjunctivitis: experimentally induced disease with a pure culture of *Mycoplasma conjunctivae*. Vet. Bull. 48:572. 1978.
- 19) Wilsmore A.J., Dagnall, G.J.R. and Woodland, R.M., Experimental conjunctival infection of lambs with a strain of *Chlamydia psittaci* isolated from the eyes of a sheep naturally affected with keratoconjunctivitis. Vet. Rec. 127:229-231. 1990.

An outbreak of infectious keratoconjunctivitis in sheep and reproduction of the disease using isolated *Mycoplasma*

Shin SERIKAWA*, Tsutomu OHGI* and Hiromi YONEMICHI

In December 1980 and March 1981, an outbreak of keratoconjunctivitis occurred in two flocks of a sheep farm in Hokkaido, Japan. Morbidity, estimated by corneal opacity, was 15.6% in flock A and 42.1% in flock B. Few lambs developed clinical symptoms. *Mycoplasma* sp. were isolated 10⁴~10⁶CCU/0.2 ml from eye swab specimens of most affected animals, but they were not isolated from healthy animals which were quarantined from the affected flocks. Experimental infection using an isolate resulted in the reproduction of the disease in most cases. Nine of affected eyes carried *Mycoplasma* for 85 days after inoculation.

Key Words : Sheep, Infectious keratoconjunctivitis, *Mycoplasma*, Experimental infection

*Hokkaido Konsen Agricultural Experiment Station

飼料への中鎖脂肪または大豆油の添加が肉豚の発育、 枝肉形質および体脂肪性状に及ぼす影響

小泉 徹 山田 渥 梶野 清二 内藤 学 山崎 昶

要約 25頭のWLD雑種去勢豚(平均体重60kg)を用いて、中鎖脂肪(MCT)および大豆油(SO)の給与が発育、枝肉形質および体脂肪性状に及ぼす影響を検討した。給与飼料は、対照飼料(TDN71%、DCP11.3%)および対照飼料を基礎飼料としてMCTまたはSOを飼料中4%または8%含み、対照飼料と栄養率が同等となるように大豆粕により蛋白質含量を調整した油脂添加飼料(MCT4%、MCT8%、SO4%、SO8%)とした。MCTまたはSO添加飼料を給与した処理区では、採食量は減少したが日増体重は高い傾向にあり、飼料要求率の低下が認められた。枝肉脂肪厚はMCT8%区およびSO8%区が厚い傾向にあった。体脂肪の明度(L値)と融点は、SOの添加により低下し、逆にMCTの添加により上昇が認められ、これらの傾向は、MCTとSOの添加量と関連しているものと思われた。

豚の発育を改善させることを目的として各種油脂原料の飼料添加が試みられてきている。大豆油等の植物性油脂は増体や飼料効率改善の効果は高い³⁾が、これらの多くは長鎖の不飽和脂肪酸含量が高く、肉豚へ給与した場合、体脂肪の融点と硬度を低下させることが報告されている⁵⁾。一方、炭素鎖数6から12の脂肪酸からなるトリグリセリドである中鎖脂肪(MCT)は、エネルギー源として速やかに利用されることから、哺乳豚^{1), 7)}や離乳豚²⁾への給与が検討されているが、近年、肉豚への給与において、通常の油脂原料と同様に飼料のエネルギー含量を高めることで飼料効率の改善に効果があり、同時に、脂肪厚を変化させずに体脂肪の飽和脂肪酸割合を多くする可能性があることが報告されており¹¹⁾、MCTを肥育後期用飼料へ利用することにより、発育と枝肉品質の双方の改善が期待できると考えられる。しかしながら、肥育期の去勢豚は脂肪を蓄積しやすく屠体成績が劣る傾向にあるため、エネルギー含量の高い油脂を肥育後期飼料の原料に用いる場合、発育や肉質へ

の影響とともに体脂肪蓄積について考慮する必要がある。そこで本試験では、肥育後期の去勢豚を用いて、MCTまたは植物性油脂の大豆油(SO)を肥育後期飼料に添加した際の発育、枝肉の脂肪蓄積および脂肪性状に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

供試飼料および処理を表1に示した。対照飼料として市販の肥育後期用飼料(TDN71%、DCP11.3%)を用いた(対照区)。MCT(ココナードMT:花王(株)和歌山研究所)添加飼料およびSO添加飼料は、対照飼料を基礎飼料として、MCTまたはSOを4%、8%含むものとした(MCT4%区、MCT8%区、SO4%区、SO8%区)。なお、MCTおよびSO添加飼料は、栄養率(TDN/DCP-1)が対照飼料と同等となるように大豆粕を用いて調整した。

雑種(WLD)去勢豚25頭を、対照区、MCT4%区、MCT8%区、SO4%区、およびSO8%区に5頭ずつ配置した。体重60kgを試験開始として、それぞれの試験飼料を個体別に不断給与

Table 1. Composition of diets

	Control	MCT4%	MCT8%	SO4%	SO8%
Basal diet ¹⁾ , %	100	91.3	82.6	91.3	82.6
MCT ²⁾ , %	-	4.0	8.0	-	-
Soy bean oil, %	-	-	-	4.0	8.0
Soy bean meal, %	-	4.7	9.4	4.7	9.4
Calculated nutritive value					
TDN, %	71.0	76.8	82.7	76.8	82.7
DCP, %	11.3	12.2	13.2	12.2	13.2
TDN/DCP-1	5.28	5.29	5.28	5.29	5.28

¹⁾TDN71%, DCP11.3%, ²⁾Medium chain triglycerides

した。110kgを試験終了として試験期間中の飼料摂取量、日増体重、飼料要求率について調査した。試験終了1週間以内に当場にて屠殺を実施し、枝肉形質として、豚産肉能力検定法⁹⁾による枝肉測尺値、枝肉脂肪厚、および冷屠体枝肉の重量と比重から小泉らの推定式⁶⁾を用いて枝肉の筋肉および脂肪割合を求めた。また、体脂肪性状として背脂肪外層、内層および腎臓周囲脂肪について上昇融点と色差計(日本電色SZ-Σ80)による明度(L値)を測定した。

結 果

1. 発育および枝肉形質

発育成績を表2に示した。飼料摂取量は処理間に有意な差は認められなかったが、MCTおよびSOを添加した処理区は対照区に比較して少なく、それらの添加量が増加するに伴って摂取量の減少程度が大きくなる傾向にあった。日増体重は対照区に比較してMCTまたはSO添加区が高い傾向にあった。飼料要求率は、対照区に比較してMCTまたはSO添加区で有意(P<0.05)に低下し、添加量の増加に伴って低下の程度が大きくなる傾向にあった。

Table 2. Growth performance of barrows fed the diets containing MCT or soybean oil

	Control	MCT4%	MCT8%	SO4%	SO8%
Feed intake, kg/day	3.60 ± 0.36 ¹⁾	3.57 ± 0.24	3.31 ± 0.12	3.42 ± 0.35	3.11 ± 0.16
Daily gain, g/day	894 ± 93	1008 ± 54	948 ± 47	1025 ± 113	965 ± 75
Feed conversion ratio	4.03 ± 0.30 ^a	3.55 ± 0.21 ^b	3.49 ± 0.12 ^b	3.35 ± 0.26 ^b	3.23 ± 0.24 ^b

¹⁾Mean ± S.D.

^{a,b}Means in the same row with different superscripts differ(P<0.05)

枝肉形質を表3に示した。と体長、背腰長、と体幅、ロース断面積については処理区間で違いはみられなかった。枝肉脂肪厚は、MCT8%区とSO8%区で厚くなり、MCT8%区では背脂肪の背部位において対照区との間に有意差(P<0.05)が認められた。枝肉重量と比重から推定した筋肉および脂肪割合は、MCTまたはSOを4%添加した区では対照区と同程度であったが、それぞれを8%添加した区では筋肉割合が減少し脂肪割合が増加する傾向にあった。

2. 脂肪の性状

背脂肪外層、内層、腎臓周囲脂肪の色および融点を表4に示した。脂肪の明度(L値)は、SO添加により低下する傾向にあり、対照区とSO8%区との間に有意(P<0.05)な差が認められた。一方、MCT添加区では逆にL値が高まる傾向にあり、内層脂肪では対照区、4%添加区、8%添加区の順に値の上昇(P<0.05)が認められた。

脂肪融点は、SO添加により低下(P<0.05)し、一方、MCT添加区では、添加量の増加に伴って上昇する傾向にあり、対照区に比較し、内層脂肪および腎臓周囲脂肪では8%添加区が有意(P<0.05)に高かった。

Table 3. Carcass traits of barrows fed the diets containing MCT or soybean oil

	Control	MCT4%	MCT8%	SO4%	SO8%
Age	167.0 ± 10.4 ¹⁾	157.0 ± 4.6	164.8 ± 7.0	161.4 ± 9.1	166.0 ± 9.3
Wt before slaughter, kg	108.1 ± 1.8	108.4 ± 2.5	111.7 ± 1.7	110.5 ± 1.5	110.6 ± 1.8
Carcass wt, kg	77.0 ± 2.1	76.8 ± 3.6	81.6 ± 2.3	79.4 ± 1.8	80.4 ± 1.3
Carcass length, cm	98.6 ± 2.5	96.6 ± 0.8	96.9 ± 3.3	98.3 ± 1.2	96.9 ± 1.4
Back loin length II, cm	72.7 ± 4.0	71.1 ± 1.3	70.5 ± 2.9	72.9 ± 1.5	70.6 ± 2.0
Carcass width, cm	35.3 ± 0.7	36.5 ± 1.2	35.8 ± 0.6	36.3 ± 1.1	35.5 ± 1.0
Eye muscle area, cm ²	19.9 ± 2.3	19.3 ± 2.4	20.3 ± 1.8	21.6 ± 2.6	22.8 ± 1.5
Carcass fat thickness					
Shoulder, mm	38 ± 5	37 ± 3	41 ± 5	40 ± 4	40 ± 2
Back, mm	18 ± 5 ^a	19 ± 3 ^a	25 ± 3 ^b	20 ± 1 ^a	22 ± 1 ^{ab}
Loin, mm	30 ± 5	31 ± 2	32 ± 2	33 ± 2	32 ± 2
Average, mm	29 ± 5	29 ± 2	33 ± 4	31 ± 2	32 ± 2
Carcass composition					
Specific gravity	1.043 ± 0.007	1.043 ± 0.002	1.040 ± 0.005	1.042 ± 0.004	1.037 ± 0.004
Carcass lean, % ²⁾	52.4 ± 3.6	52.5 ± 0.8	50.8 ± 2.5	52.1 ± 2.1	49.5 ± 2.0
Carcass fat, % ³⁾	33.6 ± 4.8	33.5 ± 1.0	36.4 ± 3.3	34.3 ± 2.6	37.8 ± 2.6

¹⁾Mean ± S.D.

²⁾Carcass lean, %: $Y = -485.11 + 514.91 \times \text{Carcass S.G.} + 0.067 \times \text{Half carcass weight, kg}$

³⁾Carcass fat, %: $Y = 699.42 - 648.92 \times \text{Carcass S.G.} + 0.282 \times \text{Half carcass weight, kg}$

^{a,b}Means in the same row with different superscripts differ(P<0.05)

Table 4. Properties of adipose tissues of barrows fed the diets containing MCT or soybean oil

	Control	MCT4%	MCT8%	SO4%	SO8%
Color shade(L)					
Outer back fat	66.3 ± 1.9 ^b	67.3 ± 1.2 ^b	67.0 ± 0.6 ^b	66.0 ± 0.7 ^b	64.0 ± 0.9 ^a
Inner back fat	66.2 ± 2.9 ^b	68.8 ± 1.1 ^c	71.1 ± 1.6 ^d	65.5 ± 0.5 ^{ab}	63.6 ± 0.9 ^a
Kidney leaf fat	69.2 ± 1.9 ^{bc}	68.3 ± 1.4 ^b	71.3 ± 1.5 ^c	66.5 ± 1.0 ^{ab}	64.8 ± 1.5 ^a
Melting point					
Outer back fat	30.9 ± 1.7 ^{bc}	31.1 ± 1.0 ^c	31.8 ± 2.7 ^c	28.5 ± 1.5 ^{ab}	26.8 ± 1.0 ^a
Inner back fat	33.1 ± 1.5 ^b	35.3 ± 1.9 ^{bc}	36.7 ± 2.4 ^c	29.7 ± 1.6 ^a	28.0 ± 0.7 ^a
Kidney leaf fat	39.5 ± 1.6 ^b	40.4 ± 2.5 ^{bc}	43.6 ± 1.7 ^c	35.1 ± 3.0 ^a	32.3 ± 3.5 ^a

¹⁾Mean ± S.D.

^{a,b,c,d}Means in the same row with different superscripts differ(P<0.05)

考 察

MCT添加区およびSO添加区は、対照区に比較して飼料摂取量が少なかったが、日増体重は大きい傾向にあり、飼料要求率は改善された。こうした傾向は、通常、飼料の栄養価が高いときに観察される。本試験でも、MCT添加区およびSO添加区の飼料中TDNおよびDCP含量は対照区に比較して高く、一日当たりのTDN、DCP摂取量は対照区に比較して多かったものと思われ、こうした発育成績の差の要因になったと考えられた。

MCTとSOの発育に対する効果の違いについては、有意な差ではなかったが、日増体重、飼料要求率ともにSO添加区がMCT添加区より優れる傾向にあった。Newport et al⁷⁾はMCTと大豆油の混合油を人工哺乳子豚に給与したとき、MCTを多く混合したときの発育量が少なかったとし、また、高田ら¹¹⁾は体重50kgの豚にMCTを8%または大豆油を8%添加した飼料を4週間与えたとき、日増体重と飼料効率は大豆油添加区が優れたとしており、本試験と同様な傾向にあったことを報告している。

体脂肪厚については、MCT 8%区またはSO 8%区において増加の傾向がみられた。去勢雄豚は不断給餌条件では体重50kg前後より摂取量が増し、その結果脂肪が蓄積しやすく¹⁰⁾、このため、一般的に屠体成績は雌に比べて劣るとされている。MCT 8%区およびSO 8%区の背脂肪厚は、豚枝肉取引規格「極上」規格の上限値2.1cmを超えており、こうした脂肪の蓄積しやすい肥育後期の飼料に高率に油脂を添加することは、特に去勢豚において過度の脂肪蓄積を招きやすいものと思われる。一方、MCT 4%区またはSO 4%区では、著しい脂肪厚の増加は観察されずに発育については改善を示した。それぞれの油脂を8%添加した区のTDN含量が80%を越えるものであったのに対し、4%添加区のTDN含量は76%であり肥育後期飼料としては一般的なTDN範囲のものであったことから、飼料全体のエネルギー価が著しく高くなければMCTやSOの添加が体脂肪蓄積量に及ぼす影響は大きくないとも考えられるが、これらを明らかにするためには、飼料全体のエネルギー価等を同一にした油脂添加量の検討が必要であると考えられた。

体脂肪の質については、大豆油が明度および融点を低下させる方向に作用したのに対して、MCT添加では、飼料への添加量を増すにしたがってこれらの値は上昇する傾向にあり、体脂肪の性状において、大豆油とは反対の作用を示すことが示された。一般に、植物性脂肪やこれらを多く含んだ残飯等を給与すると軟脂豚が発生しやすく、入江ら⁹⁾は、飼料への大豆油の添加は、体脂肪の飽和脂肪酸総量を減少させ、添加量の増加の伴って体脂肪融点が低下するとしている。一方、高田ら¹¹⁾は、MCTの飼料添加が体脂肪の飽和脂肪酸を増加させることを報告している。豚枝肉の格付けにおいて、脂肪は枝肉を評価する重要な判定基準となっており、白く冷却時に締まりのいいものは評価が高い⁹⁾。入江ら⁴⁾は、触感により硬いと判断される脂肪の融点は、外層では29.4℃、内層では33.1℃、および腎脂肪では43.3℃としており、これより判断すれば、MCTの飼料中4%および8%添加により、締まりの良い評価の高い脂肪が生産

されるものと考えられた。

引用文献

- 1) Benevenga, N.J., K. Steinmam-Goldsworthy, T.D. Crenshaw and J. Odle. Utilization of medium-chain triglycerides by neonatal piglets: 1. effects on milk consumption and body fuel utilization. *J. Anim. Sci.*, 67:3331-3339, 1989.
- 2) Cera, K.R., D.C. Mahan and G.A. Reinhart. Postweaning swine performance and serum profile response to supplemental medium-chain free fatty acids and tallow. *J. Anim. Sci.*, 67:2048-2055, 1989.
- 3) Cera, K.R., D.C. Mahan and G.A. Reinhart. Evaluation of various extracted vegetable oils, roasted soybeans, medium-chain triglyceride and an animal-vegetable fat blend for postweaning swine. *J. Anim. Sci.*, 68:2756-2765, 1990.
- 4) 入江正和・大木邦介, 軟脂の物理的性状および判定に関する研究. 日豚研誌, 第19巻3号, 165-170. 1992.
- 5) 入江正和・大木邦介, 大豆油とカッポク粕添加が豚の脂肪性状に及ぼす影響. 日豚研誌, 第25巻3号, 125-132. 1992.
- 6) 小泉 徹・秦 寛, 枝肉比重による肥育豚の枝肉構成割合の推定. 滝川畜試研報, 29:29-35. 1997.
- 7) Newport, A.M.J., J.E. Storry and B. Tuckley. Medium chain triglycerides as a dietary source of energy and effect on live-weight gain, feed:gain ratio, carcass composition and blood lipids. *Br. J. Nutr.*, 41:85-93, 1979.
- 8) 農林水産省農林水産技術会議事務局. 日本標準飼料成分表(1995年版). 中央畜産会, 1995.
- 9) 社団法人日本種豚登録協会. 登録員必携. 全国養豚協会, 1997.
- 10) 鈴木啓一・西 清志, 系統間三元交雑豚の発育に伴う蛋白質と脂肪蓄積の性別比較. 日豚研誌, 第29巻2号, 63-69. 1992.
- 11) 高田良三, 設楽 修・斎藤 守・森 淳, 中

鎖脂肪給与が肥育豚の発育、消化率、背脂肪および脂肪酸組成に及ぼす影響. 日豚研誌, 第29巻 1号, 32-40. 1992.

Effects of feeding medium-chain triglycerides or soy bean oil on growth performance, carcass characteristics and adipose fat properties on finishing pigs.

Toru KOIZUMI, Atsusi YAMADA, Kiyoji KAJINO, Akira NAITO, Hisashi YAMAZAKI

An experiment involving twenty-five cross breed barrows(60kg) was conducted to evaluate the effect of medium chain triglycerides (MCT) or soybean oil addition to finishing diet. Growth performance, carcass characteristics and adipose fat properties of pigs fed a control diet(TDN71%,DCP11.3%) were compared with those of pigs consuming diet that contained 4 or 8% levels MCT or soy-bean oil. Pigs fed the diets containing MCT or soybean oil tended to lower feed intake and higher daily gain than control. Feed conversion ratio were significantly superior for the the diets containing MCT or soybean oil. Pigs fed the diets containing 8% of MCT or 8% of soybean oil tended to have thicker back fat. The brightness and melting point of adipose fat were lower when pigs fed the soy-bean oil containing diets and higher when pigs fed the MCT containing diets. These responses were more evident as the MCT or soybean oil containing rate increased.

Key words : finishing pigs, medium chain triglycerides

豚ふん堆肥・モミガラ混合物敷料が豚ふん由来の悪臭成分と豚ふんの堆肥化に与える影響

渡部 敢 阿部 英則

要約 豚ふん堆肥・モミガラ混合物を敷料に用いた場合の悪臭成分と堆肥化に与える影響を検討するために2つの試験を行った。試験1では、豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物を敷料に用いた場合の豚舎内の悪臭成分に与える影響を検討した。実験室規模で豚ふんに副資材としてそれぞれモミガラ、豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物、豚ふん堆肥を混合して臭気物質の発生濃度を調査した。その結果、測定した物質のうちアンモニアを除くすべての物質で副資材を混合することで発生濃度が低下し、その効果はモミガラに比べて豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物および豚ふん堆肥で高かった。次いで、実際にモミガラおよび豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物を敷料とし、1区3頭の豚を飼育して臭気物質の発生濃度を測定した。その結果、低級脂肪酸は敷料を使用することで発生濃度が低下し、その効果は豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物の方が高かった。試験2では、モミガラおよび豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物を敷料として使用した後、堆積してその後の堆肥化に与える影響を調査した。その結果、両区の堆肥化には顕著な違いがなかった。

地球環境・地域環境に対する関心が高まっており、畜産由来の環境問題である悪臭や水質汚濁などに対しても厳しい目が向けられている。1997年度実施のアンケートによると、回答のあった養豚経営のうち21%で悪臭に対する苦情があると報告されている⁴⁾。

悪臭防止法で規制されている成分のうち、畜舎、家畜ふん尿から発生する成分としては低級脂肪酸およびアンモニアが多いことが報告されている⁵⁾。悪臭対策の一つとして、敷料を豊富に用いることで、悪臭を吸着させるとともに、堆肥化促進による悪臭の抑制、発生期間の短縮をはかることが考えられる。しかし、オガクズ、小麦稈などの敷料は高騰しており、入手は容易ではない。その対応策として、ふん尿処理施設内の悪臭成分を堆肥に吸着させる方法が知られている³⁾。また、牛ふん堆肥を豚ふんに表面散布したところ低級脂肪酸に対

する脱臭効果が認められたことが報告されている⁸⁾。

そこで、本試験では、簡易な悪臭対策として、豚ふん堆肥・モミガラ混合物を敷料とした場合について、豚舎内の悪臭成分および堆肥化に与える影響を検討した。

材料および方法

試験1 豚ふん堆肥・モミガラ混合物を敷料として用いた場合の豚舎内における悪臭成分に与える影響

1) 実験室規模での検討

実験室規模で豚ふんと副資材を混合し、発生した悪臭成分の濃度を測定した。処理は豚ふんのみ(I区)、豚ふんとモミガラ(II区)、豚ふんと豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物(III区)および豚ふんと豚ふん堆肥(IV区)の4区とし、さらに各区とも尿添加の影響について検討した。II区、III区、

キーワード：豚ふん堆肥、モミガラ、悪臭成分、低級脂肪酸

IV区はそれぞれ豚ふん1kgに対して2ℓの副資材を混合した。尿は豚ふん1kgに対して1ℓ添加した。今回使用した堆肥は切返しを行っても発熱しなくなった豚ふん堆肥を用いた。低級脂肪酸濃度は、100ℓ容ビニール袋中で上記混合物を1時間放置した後、ビニール袋中の空気を環境庁制定の測定法²⁾に従い、ガスクロマトグラフで測定した。アンモニアと硫化水素濃度は、上記の100ℓ容ビニール袋中の空気を検知管法で測定した。メチルメルカプタンおよびトリメチルアミン濃度は、850mlポリ瓶で3時間放置後に検知管法で測定した。以降すべての試験で低級脂肪酸はガスクロマトグラフで、その他の悪臭成分は検知管法で測定した。

2) 豚舎規模での検討

ビニールで覆った豚房(6m)中で肥育豚3頭を群飼し、覆いの中の空気中の低級脂肪酸とアンモニア濃度を測定した。処理は、敷料を用いない場合(I区)とモミガラ(II区)、豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物(III区)を敷料(6ℓ/頭/日)とした場合の3区とした。除ふんは毎朝午前9時に行った。それぞれ予備期を2日間とし、3日目の除ふん後から次の除ふんまでの間で試験を行った。低級脂肪酸とアンモニア濃度の測定は、除ふん後4、8時間後および翌日の除ふん前(24時間後)に高さ1.5mの位置で行った。試験は、I区、II区、III区でそれぞれ1997年10月8日、10月1日、9月11日から行い、試験期間中の豚房内の温度は、I区、II区、III区でそれぞれ18.4~21.7℃、17.0~21.3℃、22.1~24.9℃であった。

試験2 豚ふん堆肥・モミガラ混合物を敷料として用いた場合の堆肥化過程に与える影響

モミガラ(A区)あるいは豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物(B区)を敷料(6ℓ/頭/日)に用いた。供試豚は各区とも大ヨークシャーのオス5頭、メス2頭を用いて単飼育した。1997年10月16日から1998年1月7日まで83日間肥育試験を行った。試験は供試豚の体重が35kgの時点から試験を開始し、体重が105kgを越えた時点で終了した。体重測定は、週1回行った。敷料交換は毎日行い、豚房から搬出した豚ふんを敷料の混合物は各区ごとに屋内のコンクリート盤上に積み上げた。堆積物は適

宜切返しを行った。堆積物の温度は経日的に測定した。切返し時に10か所からサンプルを採取し、その混合物について、水分、pH、電気伝導度(EC)、コマツナ発芽率、銅含量、亜鉛含量、アンモニア発生量、低級脂肪酸発生量および悪臭度を測定した。アンモニアと低級脂肪酸濃度はサンプル1kgを100ℓ容ビニール袋中で1時間放置後、ビニール袋中の空気を測定した。悪臭度の測定は太田ら⁷⁾の方法に準じて、9~12人の成人による官能試験法によって行った。これは腐熟が十分に進んだ堆肥(完熟堆肥)および新鮮豚ふんの悪臭度をそれぞれ0および3とし、これらと比べながら試料の悪臭度を0~5の6段階評点したものである。すなわち、新鮮豚ふんより臭気が薄く、完熟堆肥より臭い場合の悪臭度は順次2、1とし、逆に酸敗臭など新鮮豚ふんより臭く感じられた場合は順次4、5として、評点した。ここで悪臭度0は豚ふんに由来する不快臭が無くなったことを意味し、完熟堆肥におけるような菌臭、堆肥臭は不快臭としなかった。

結果および考察

試験1 豚ふん堆肥・モミガラ混合物を敷料として用いた場合の豚舎内における悪臭成分に与える影響

1) 実験室規模での検討

各処理区の低級脂肪酸濃度を表1に、その他悪臭成分濃度を表2に示した。

各処理とも尿無添加の場合は低級脂肪酸、硫化水素、メチルメルカプタン濃度が高く、尿を添加した場合はアンモニア、トリメチルアミン濃度が高くなった。このように尿の有無により発生する悪臭成分は大きく異なった。

実際に豚房中から発生する悪臭は豚房構造や敷料の量などにより違いはあるにせよ、おおむね尿無添加と添加の発生量の間におさまると考えられる。

尿無添加の場合、低級脂肪酸濃度は、I区で最も高く、次いでII区となった。III区とIV区ではかなり濃度が低くなっておりその値は同程度であっ

Table 1. Concentration of low molecular weight fatty acid volatilized after mixing swine dung with bulking agents (ppb by volume)

	Urine non additive				Urine additive			
	Tr. I	Tr. II	Tr. III	Tr. IV	Tr. I	Tr. II	Tr. III	Tr. IV
C ₃	80.4	37.9	8.0	5.6	19.5	3.7	2.4	2.1
n-C ₄	49.6	22.5	2.3	1.6	8.5	2.3	1.1	1.1
n-C ₅	29.0	6.5	0.7	0.6	2.2	0.5	0.7	0.4
i-C ₅	5.2	1.7	0.2	0.2	0.8	0.3	0.1	0.3
Total	164.2	68.6	11.2	8.0	31.0	6.8	4.3	3.9

C₃:propionic acid n-C₄:normal butyric acid n-C₅:normal valeric acid i-C₅:iso valeric acid

Tr. I :swine dung Tr. II :swine dung with rice hull Tr. III :swine dung with the mixture of swine dung compost and rice hull Tr. IV :swine dung with swine dung compost

Table 2. Concentration of ammonia, hydrogen sulfide, methyl mercaptan, trimethylamine volatilized after mixing swine dung with bulking agents (ppm by volume)

	Urine non additive				Urine additive			
	Tr. I	Tr. II	Tr. III	Tr. IV	Tr. I	Tr. II	Tr. III	Tr. IV
ammonia	1.2	1.5	1.5	1.2	50.0	50.0	30.0	20.0
hydrogen sulfide	2.0	0.3	0.1	0.1	ND	ND	ND	ND
methyl mercaptan	8.6	2.8	0.6	0.9	ND	ND	ND	ND
trimethylamine	1.1	1.8	0.9	0.9	55.0	10.5	8.0	8.0

ND: not detective

Tr. I :swine dung Tr. II :swine dung with rice hull Tr. III :swine dung with the mixture of swine dung compost and rice hull Tr. IV :swine dung with swine dung compost

た。また、尿無添加処理の硫化水素濃度およびメチルメルカプタン濃度、尿添加処理のトリメチルアミン濃度についても同様の傾向を示した。アンモニア濃度については尿添加処理においてI区、II区で50ppmと最も高い値になり、III区では30ppm、IV区では20ppmであった。このように副資材を混合することで悪臭成分の発生量は低下し、その効果はモミガラに比べて豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物と豚ふん堆肥の方が大きかった。豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物と豚ふん堆肥はほぼ同等の抑制効果があった。

新鮮豚ふんの臭気の特徴として強酸性の画分が極めて多く、強酸性成分のほとんどが低級脂肪酸である²⁾。今回、豚ふん堆肥の低級脂肪酸に対する発生抑制効果が高かったことから、豚ふん堆肥を敷料として用いることにより豚舎内の悪臭を低減することが期待された。肥育豚1頭から1日に排泄される豚ふんを約3kgとすると、その豚ふんを副資材と混合し温度が上がらなくなるまで堆肥化して出来上がる完熟堆肥は約3ℓとなる。これを

全量用いてもかさばらないため肥育豚1頭当りの敷料としては少ない。そこで実験室規模で堆肥と同等の効果があった豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物、即ちモミガラと堆肥の等容混合物を敷料として用いることが現実的であると判断した。

2) 畜舎規模での検討

低級脂肪酸濃度を表3に、低級脂肪酸とアンモニアの推移を図1に示した。

低級脂肪酸濃度は、I区の除ふん後4時間後に測定したものがもっとも高く合計で150.4ppbであり、8時間後、24時間後ではそれぞれ71.8、75.9ppbであった。それに対してII区では50~60ppb、III区では15~35ppbであり、すべての時間帯において敷料を用いた方が低級脂肪酸の発生を抑制した。またその効果は豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物の方が高かった。

アンモニアについてはI区で4時間後、8時間後、24時間後でそれぞれ13.5、30、16、II区は18、15、25、III区は14.5、25、30ppmであった。II区、III区ではおおむね時間の経過に伴って濃度が増加

Table 3. Concentration of low molecular weight fatty acid volatilized in pen covered with polyethylene sheet on raising of three pigs (ppb by volume)

	after 4 hours			after 8 hours			after 24 hours		
	Tr. I	Tr. II	Tr. III	Tr. I	Tr. II	Tr. III	Tr. I	Tr. II	Tr. III
C3	90.2	33.7	21.8	39.9	35.2	7.8	43.4	31.4	13.2
n-C4	38.6	11.3	6.4	19.5	16.0	2.5	17.0	13.9	6.7
n-C5	16.0	2.9	3.2	9.0	5.4	3.6	12.0	3.0	3.8
i-C5	5.6	1.6	1.9	3.4	2.6	1.2	3.5	1.6	1.2
Total	150.4	49.5	33.3	71.8	59.2	15.1	75.9	49.9	24.9

Tr. I :No bulking agent was used as bedding Tr. II : Rice hull was used as bedding
Tr. III :The mixture was used as bedding

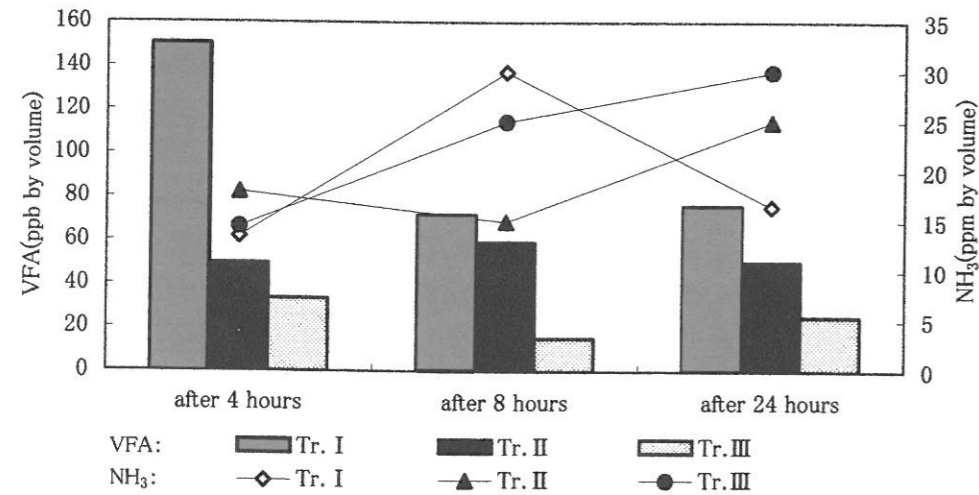


Fig 1. Changes of concentration of low molecular weight fatty acid volatilized and ammonia volatilized in pen covered with polyethylene sheet on raising of three pigs

Tr. I :No bulking agent was used as bedding Tr. II : Rice hull was used as bedding Tr. III :The mixture was used as bedding

したが、I 区の24時間後では16ppmと低い値であった。また、実験室規模での結果と異なり豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物による抑制効果は見られなかった。これらの原因としては、豚の運動によるふんや尿や敷料との混ざり具合の違いなどが予想されるが、今回の試験で明らかにすることはできなかった。

アンモニアに対する豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物の抑制効果は見られなかったが、新鮮豚ふんの臭気の主成分であるとされる低級脂肪酸に対する抑制効果が高かったことから、豚舎内の簡易な悪臭対策として敷料の半容を豚ふん堆肥に置き換えることが効果的である。

なお、この抑制効果が物理吸着によるものなのか、微生物分解によるものなのかは今後の検討を要する。

試験2 豚ふん堆肥・モミガラ混合物を敷料として用いた場合の堆肥化過程に与える影響

豚ふんと敷料の混合物を毎日投入、堆積し堆肥化した際の温度推移を図2に、堆肥化過程における水分、pH、全窒素、EC、コマツナ発芽率の推移を表4に示した。

堆積物は、A区、B区ともに順調に発熱した。水分は、切返し1回目から両区とも50%前後と低い値であり、その後も低下していった。堆積物が乾燥し、発酵に不適切な条件になったと判断し、3回目の切返し時に水を加えたところ、両区とも温度が70℃以上に上昇した。pHは1回目の切返し時にA区で9.1、B区で9.3であり、その後徐々に低下し5回目の切返し時には両区とも8.5であった。全窒素は切返し1回目でA区2.3%、B区2.9%であり、この値は試験期間を通じてほとんど変わらなかった。

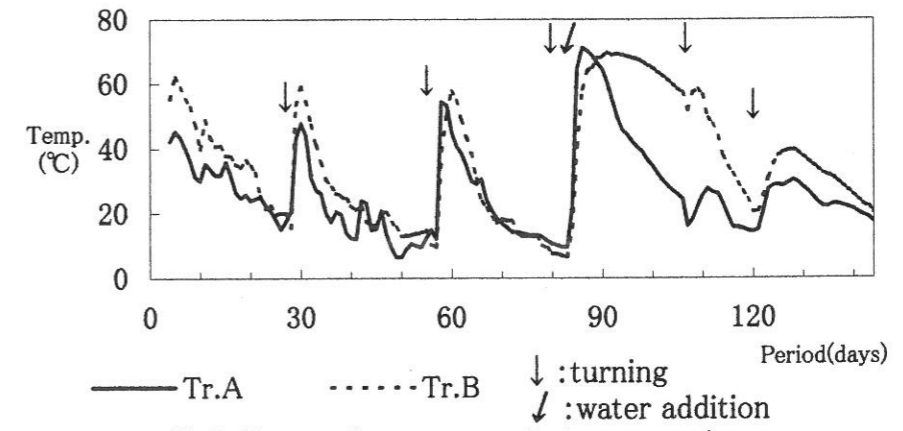


Fig2. Change of temperature during composting
Tr.A:Rice hull was used as bedding
Tr.B:The mixture was used as bedding

Table 4. Change of moisture,pH,total nitrogen,EC and ratio of Chinese cabbage germination during composting

	Moisture (%)		pH		Total nitrogen (%DM)		EC (mS/cm)		Ratio of germination(%)	
	Tr.A	Tr.B	Tr.A	Tr.B	Tr.A	Tr.B	Tr.A	Tr.B	Tr.A	Tr.B
1st turning (after 27 days)	49.2	50.9	9.1	9.3	2.3	2.9	3.7	3.5	29	67
2nd turning (after 56 days)	42.3	41.4	9.3	9.1	2.2	3.2	3.8	3.7	56	54
3rd turning (after 82 days)	44.2	44.6	9.0	8.8	2.2	2.8	4.6	4.3	58	54
4th turning (after 105 days)	51.7	51.1	8.8	8.8	2.2	3.0	4.1	4.3	88	79
5th turning (after 119 days)	47.6	46.8	8.5	8.5	2.2	2.9	5.0	5.0	75	73

Tr.A:Rice hull was used as bedding Tr.B:The mixture was used as bedding

た。ECは切返し1回目でA区3.7mS/cm、B区3.5mS/cmであり、その後堆肥化が進むにしたがって上昇した。切返し5回目には両区とも5.0mS/cmであった。コマツナ発芽率は切返し1回目でA区29%、B区67%とB区の方が高かったが、切返し2回目以降では大きな違いは無く、5回目ではそれぞれ75、73%であった。堆積時の温度と、切返し2回目以降のコマツナ発芽率に違いが見られなかったことから両区の腐熟の進行に違いが無いと思われた。また、堆肥の成分では、B区はA区に比べ全窒素が高かった。

モミガラ、豚ふん堆肥・モミガラ混合物および終了時の堆肥中の銅、亜鉛含量を表5に示した。豚用飼料には生育促進や飼料効率の改善などの目的

で銅、亜鉛が添加されている⁶⁾。今回B区では豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物を敷料として用いていることから、堆肥中の銅、亜鉛含量の増加が懸念された。試験終了時におけるA区の銅、亜鉛含量は乾物当たりそれぞれ108ppm、375ppm、B区では226ppm、677ppmであり、B区の方が高かった。しかし、今回使用した豚ふん堆肥の銅、亜鉛含量はそれぞれ309ppm、845ppmであり、B区の銅、亜鉛含量の方が低かったことから、出来上がった豚ふん堆肥は豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物として用いれば繰り返し敷料として使用しても銅、亜鉛含量は増加しないと思われた。また、A区、B区とも「有機質肥料等推奨基準にかかわる認証要領」の規制値である乾物当たり銅600ppm以下、亜鉛1800ppm以下に適合していた。

Table 5. Content of copper and zinc in bedding and compost (mg/kgDM)

	materials			Mixture of compost and rice hull	Compost	
	swine dung compost	swine dung	rice hull		Tr.A	Tr.B
Cu	320	309	5	213	108	226
Zn	1094	845	44	544	375	677

Tr.A:Rice hull was used as bedding Tr.B:The mixture was used as bedding

Table 6. Changes of ammonia volatilized, low molecular weight fatty acid volatilized during composting

	ammonia (ppm by volume)		VFA (ppb by volume)	
	Tr.A	Tr.B	Tr.A	Tr.B
	1st turning (after 27 days)	260	370	11.9
2nd turning (after 56 days)	250	150	4.8	13.5
3rd turning (after 82 days)	80	150	8.3	5.7
4th turning (after 105 days)	40	90	6.9	6.4
5th turning (after 119 days)	10	15	4.1	3.4

Tr.A:Rice hull was used as bedding Tr.B:The mixture was used as bedding

堆肥化過程における悪臭成分の推移を表6に、悪臭度の推移を表7に示した。切返し1回目のアンモニア濃度はA区で260ppm、B区で370ppmであり、低級脂肪酸濃度は、それぞれ11.9ppb、20.2ppbであった。その後アンモニア、低級脂肪酸とも経日的に低下し、切返し5回目ではそれぞれアンモニアで10ppm、15ppm、低級脂肪酸で4.1ppb、3.4ppbと日数の経過にともないすみやかに低下した。切返し1回目の悪臭度は両区とも1.4と違いはなく、その後、切返し4回目まで1.1~1.7の間と低い値で推移し、5回目ではA区0.7、B区0.8であった。両区とも発酵の促進による悪臭成分の発生期間の短縮が期待される。両区の悪臭度については大きな差は無かった。

敷料としてモミガラあるいは豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物を用いて飼育した肥育豚の肥育成

Table 7. Changes of malodor strength during composting

	malodor strength	
	Tr.A	Tr.B
1st turning (after 27 days)	1.4	1.4
2nd turning (after 56 days)	1.1	1.3
3rd turning (after 82 days)	1.6	1.4
4th turning (after 105 days)	1.1	1.7
5th turning (after 119 days)	0.7	0.8

Tr.A:Rice hull was used as bedding Tr.B:The mixture was used as bedding

績を表8に示した。日増体量、飼料要求率とも有意差は無く、豚ふん堆肥・モミガラ等容混合物を敷料に用いても肥育成績に悪影響を及ぼさなかった。

以上のように敷料を豊富に使用することにより畜舎内での低級脂肪酸を中心とする悪臭成分の発生を抑制することが期待できる。また、その効果は敷料の半容を豚ふん堆肥で置き換えることにより高まる。敷料として使用後は順調に発酵し堆肥化が進んでおり、発酵の促進により、堆肥場での悪臭の発生期間の短縮を図ることが期待できる。これらの結果より、簡易な悪臭対策として、敷料を豊富に用いることが示されたが、敷料の確保が困難である現状を考えると、その半容を豚ふん堆肥で補うことは悪臭対策において効果的で現実的な方法と考えられた。

Table 8. Growth of pigs using rice hull or mixture of compost and rice hull as bedding

	Initial weight,kg	Final weight,kg	Feed intake ¹⁾ kg/day	Daily gain ¹⁾ g	Feed conversion ratio ¹⁾
Tr.A	34.9	105.1	3.21±0.35	845.1±79.2	3.80±0.28
Tr.B	34.8	107.7	3.27±0.40	877.8±88.2	3.71±0.14

¹⁾means of 7 pigs±S.D.

Tr.A:Rice hull was used as bedding Tr.B:The mixture was used as bedding

引用文献

- 1) 中央畜産会, 畜産における臭気とその防止対策. 20-21. 1990
- 2) 中央畜産会, 畜産における臭気とその防止対策. 30-33. 1990
- 3) 道宗直昭, 悪臭防止対策. 日豚研, 36:72-78. 1999
- 4) 北海道酪農畜産協会, 北海道の畜産経営. 131-132. 1998
- 5) 本田勝男・石川嘉彦・米持勝利, 飼養管理技術の改善による臭気低減に関する試験. 神奈川畜試研報, 82:1-27. 1992
- 6) 農林水産省農林水産技術会議事務局, 日本飼養標準・豚(1998年度版). 中央畜産会, 1998
- 7) 太田欽幸・池田貢, 微生物による豚ふんの急速無臭化法. 農化誌, 53:277-284. 1979
- 8) TANAKA,H.,K.KURODA and M.YONAGA, Biological removal of VFA from animal wastes.Anim.Sci.Technol.(Jpn).,63:54-59.1992

Effects of The Bedding using The Mixture of Swine Dung Compost and Rice Hull on Volatilization of Malodor Components and Composting of Swine Dung

Kan WATANABE and Hidenori ABE

Two experiments were conducted to evaluate the fitness bedding using the mixture of swine dung compost and rice hull (the mixture) on volatilization of malodor components and composting of swine dung. In exp. 1, malodor components volatilized from the swine dung mixed with bulking agents were measured. The bulking agents were rice hull, swine dung compost and the mixture. When swine dung was mixed with the bulking agents in polyethylene bag, volatilized malodor components except ammonia were diminished. The mixture and swine dung compost were more effective than rice hull. In practical, three pigs were raised in pen covered with polyethylene sheet, and rice hull or the mixture were used as bedding. Concentration of low molecular weight fatty acids volatilized in pen were diminished by using the bedding, and the mixture was more effective than rice hull. In exp.2, the above two bulking agents were used as bedding, and mixture of swine dung and bedding was heaped to try composting. No remarkable difference could be observed between two beddings according to maturation of these composts.

Key words : Swine dung compost, Rice hull, malodor components, low molecular weight fatty acids

—短報— 冬季における牛ふん尿堆肥化処理の一事例

本郷 泰久、山川 政明*、阿部 英則

近年、畜産経営においては、その規模拡大に伴って家畜ふん尿の処理に困難を来している例が多い。社会的に環境問題に対する関心が高まっている中で、有用な資源でもある家畜ふん尿の適切な処理・利用は重要な課題となっている。

家畜ふん尿の堆肥化の過程は環境温度の影響を受けやすく、気温が低いと発酵が進みにくい。冬季間に寒冷な環境となる本道において、この点はふん尿処理の上で大きな問題となっている。

家畜ふん尿の堆肥化においては、通気性を改善して好气的状態を保つ必要があるとされている。通気性の改善のために、オガクズなどの副資材を混合したり、強制的に空気を送り込むなどの処置が行われるが、送気条件によっては発酵を抑制する可能性も指摘されている¹⁾。

最近、発酵によって熱をもっている堆肥を、戻し堆肥として牛ふん尿と混合して、堆積開始時点での堆積物の温度を高め、これにブローアで空気を送りながら、堆肥化を行う施設が建設された。今回、この施設における牛ふん尿処理について調査する機会を得たので、その結果を報告する。

材料と方法

調査はいずれも、気温が低くて、家畜ふん尿の堆肥化には不利な環境となる冬季(12月~2月)間に行った。

調査1.

牛ふん尿に戻し堆肥、副資材を混合してこれに

送気を行うI区と送気を行わないII区、混合物を加えない牛ふん尿のみで送気を行わないIII区の3つの処理区を設けた。原料としたのは、敷料として用いられた乾草が混じった、フリーストール飼養の乳牛のふん尿であった。

I区とII区については、容積比でふん尿3、戻し堆肥3、オガクズおよびパークを2の割合で混合した。I区では、混合物約80m³を屋根付きの処理施設内に堆積した。処理施設の床に付設された側面に約10cm間隔で穴のあいた塩化ビニール管にブローアを接続して、堆積物の底から空気が送り込まれるようにし、1週間送気処理を行った。その後、切り返しも兼ねて約10m³の堆積物を別棟に移し、送気せずに4週間堆積した。II区とIII区は、混合物あるいは牛ふん尿それぞれ約10m³を送気処理を行わずに堆積し、1週間目に切り返しを行ってさらに4週間堆積を継続した。それぞれの区について、堆積物の温度および成分の変化を調べた。

調査2.

調査1と同様の牛ふん尿を用いて、容積比でふん尿2、戻し堆肥3、オガクズ1の割合で混合したものを材料とした。堆積物の発酵熱で暖まった処理施設建屋内の空気を送気するA区と屋外の空気を送気するB区、送気処理を行わないC区を設けた。

A区とB区は混合物約80m³を試験1と同じ処理施設内に堆積して1週間送気処理を行った後、約10m³を別棟に移し、送気せずに4週間堆積した。C区は混合物約10m³を送気処理を行わずに堆積し、1週間目に切り返しを行ってさらに4週間堆積を継続した。各区の堆積物の温度と堆積物に送り込ん

*北海道立根釧農業試験場

キーワード ふん尿堆肥化、送気処理

だ空気の温度の経日的な変化を調べた。

また、敷料などを經由してふん尿に混入する雑草種子が、そのまま堆肥と一緒に圃場に還元されると雑草の繁茂を招くおそれがあることから、その消長を見るために、ほぼ100%発芽することをあらかじめ確認したエゾノギシギシ種子を、ナイロンネットで包んで各区の堆積物の中に埋設し、試験開始から1週間後と5週間後(試験終了時)に回収して、種子の発芽率を調べた。

結果と考察

調査1

堆積物の温度変化を図1に示した。試験開始の時点で、原料とした牛ふん尿の温度は0℃前後であった。戻し堆肥および副資材と牛ふん尿混合物の温度は、15~20℃であった。本調査を行った施設で戻し堆肥として使われるものは、発酵によって温度が50~60℃程度となっている。これを副資材と一緒にふん尿と混合することによって、寒冷な環境下でも混合物の温度が気温よりも高くなる。通気性の改善とともに、堆積開始時点で堆積物が暖まっていることが、微生物の活動を立ち上げるために有利に働くものと思われる。

I区の堆積物の温度は、調査開始直後から急激に上昇し、2日目には約55℃となり、その後送気処理を続けた7日目までは低下する傾向にあった。7日目に堆積物を切り返した後、再び温度は上昇して最高時には約70℃となり、5週間後まで60℃前後で推移した。一方、II区の堆積物の温度は、調査を行った5週間の間を通じて緩やかに上昇したが、最高でも約55℃でI区よりも低い温度であった。また、III区の堆積物については温度の上昇がみられなかった。

堆積物の水分を表1に示した。I区では開始時に75.7%であったものが、送気処理を終えた7日目に72.5%、35日目には69.7%となり、調査を行った5週間の間に約5%低下したが、II区における水分の減少はわずかであった。

堆積物の乾物中のC/N比と有機物を表2に示した。C/N比は、調査期間中にI区では24.1から18.6

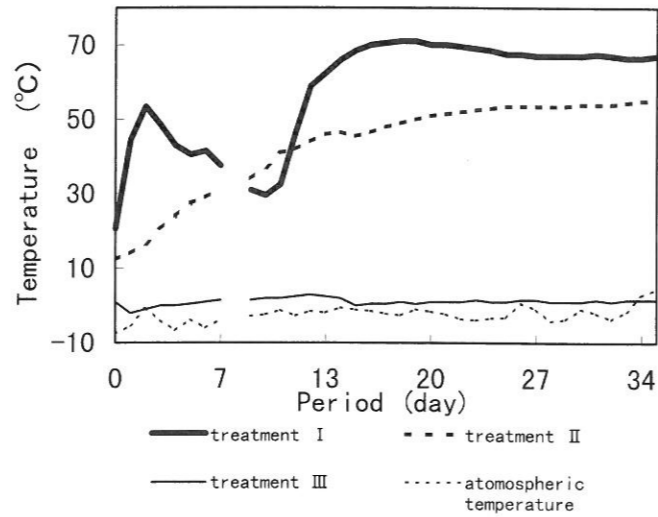


Fig1. Changes in temperature during composting.

Table 1. Moisture of compost (%)

Treatment	day 0	day 7	day 35
I	75.7	72.5	69.7
II		74.6	73.9
III	80.2	80.4	79.1

Table 2. C/N ratio and organic material in compost

Treatment	C/N ratio		organic material (%)	
	day 0	day 35	day 0	day 35
I	24.1	18.6	76.8	62.2
II		22.4	76.8	72.7
III	25.9	26.0	80.2	80.9

へと大きく低下したが、II区では低下の程度はそれよりも小さかった。III区ではC/N比は変わらなかった。有機物は、I区では76.8%から62.2%と減少したが、II区における変化はI区よりも少なく、III区では変わらなかった。

以上のように、半ば凍結した状態の牛ふん尿に、戻し堆肥と副資材を混合して堆積することによって緩やかに堆肥化が進むことが認められた。さらに、当初の1週間に送気処理を行うことによって、堆肥化が促進されることが確認された。本調査では正確な送気量の測定はできなかったが、ブローア能力から推定して1分あたり堆積物の容積の3%程度となっていたものと考えられる。家畜ふん尿の堆肥化の際の適切な送風量は、1分あたり堆積物の容積の5%程度といわれており^{1, 2)}、10%程度の送気によって堆積物が冷やされて発酵が

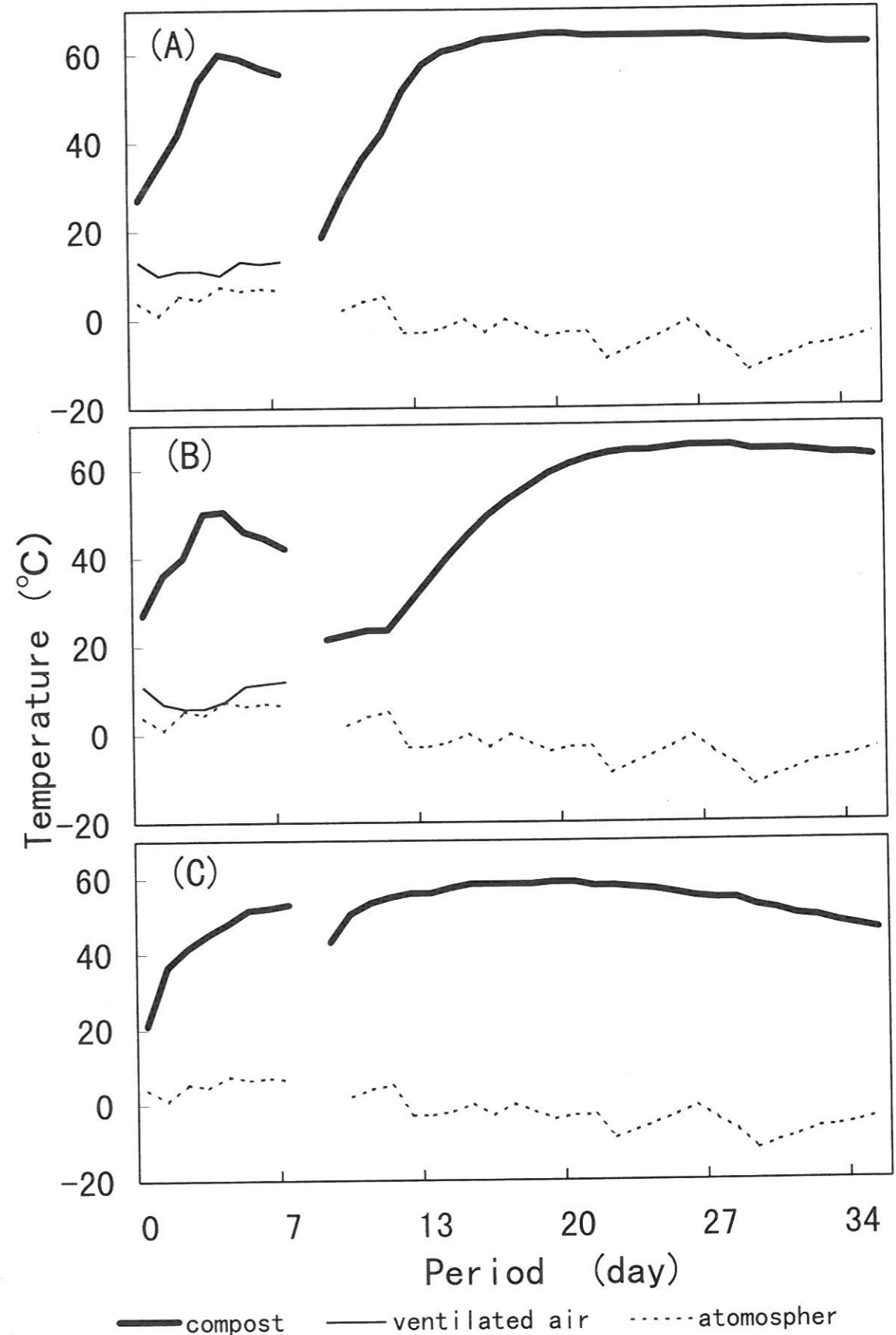


Fig 2. Changes in temperature during composting.

Ventilate with circulating air (A), ventilate with open air (B), no mechanical ventilation (C).

抑制された事例も報告されている¹⁾。本調査で送気を行った期間の各日の平均気温は-1~-6℃であったが、送気量が少ないこともあって、冷却による抑制効果よりも好气的条件となったことによる発酵促進効果がみられたものと思われた。

調査2

各区の堆積物の温度と送り込んだ空気の温度、気温の経日的な変化を図2に示した。A区の堆積物は、試験開始後4日目に約60℃となった後、送気処理を続けた7日目までにやや低下した。送気処理を止めて切り返しを行った後は、温度が再び上昇して14日目に60℃となって以降、調査を終えた5週間目まで60℃以上を維持した。堆積物に送り込まれる空気の温度は、外気温よりも5~10℃程度高く推移した(図2-A)。

B区では、堆積物の温度が試験開始後4日目に約50℃となった。切り返し後の温度の上昇は、A区よりも緩やかで20日目に60℃となり、その後は60℃以上で推移した。送気温は、外気温とほぼ同じ温度となった期間もあった(図2-B)。

C区の堆積物は、徐々に温度が上昇して7日目に53℃となった。切り返し後は、15日目に59℃まで温度が上がり、21日目まではほぼ同じ温度で推移した後、徐々に低下して5週間目には43℃となった(図2-C)。

堆積物に送り込む空気の温度が低い場合には、高い場合と比較して発酵促進効果が劣ることが報告されている²⁾。今回の調査では、処理施設建屋内の空気を取り入れて送気したA区の送気温の方がB区の送気温よりもやや高く推移した。しかし、その差はわずかであり、B区の堆積物に関しても発酵が不十分と判断されるような温度の推移ではなかったことから、送気による堆積物の冷却防止のために、建屋内の空気を循環させるメリットは少ないものと考えられた。

堆積物の中に埋設したエゾノギシギシ種子の発芽率は、表3に示したとおりである。B区の7日目では94%の発芽率であったが、それ以外の種子は黒く変色し全く発芽しなかった。これは、堆積物の場所によって温度にむらがあり、B区の堆積物

から7日目に取り出した種子サンプルが、低温の場所に埋まっていたため変質しなかったのではないかと考えられた。元の家畜ふん尿中にエゾノギシギシの種子が混入していても、堆肥化処理の過程で切り返しを行って堆積物をかくはんし、堆積物の各所で50~60℃の温度となる期間が1週間程度あれば、種子の発芽能力は失われるものと考えられた。

Table 3. Germination percentage of Broadleaf dock seeds (%)

Treatment	day 7	day 35
A	0	0
B	94	0
C	0	0

文 献

- 1) Kato H., Hayakawa I., Ido Y., Sawada M., Yamakawa Y. and Mori K., Experiments on composting of livestock waste (X). Effects of mechanical aeration on fermentation of livestock waste. Res. Bull. Aichi Agric. Res. Ctr., 16:376-382.1984.
- 2) 農業機械化研究所, 堆肥製造の機械化に関する研究. 研究成績, 53-5: 1-82. 1978.

場 外 誌 掲 載 論 文 抄 録

APPENDIX

Summaries of papers on other journals reported by the staff

蒸煮、アンモニア処理およびこれらを複合処理した 稲わらの自由摂取量と消化率

阿部 英則・山川 政明・岡本 全弘

日本草地学会誌, 44: 378-380 (1999)

稲わらの栄養価改善をはかるため、蒸煮処理、アンモニア処理及び蒸煮後アンモニア処理について検討した。稲わらは8 kg/cm²の圧力で5分および10分間蒸煮し、アンモニアは乾物重当り3%添加した。それぞれの処理につき4頭の去勢羊を用いて消化試験を行った。アンモニア処理により、自由

摂取量および消化率は向上した。蒸煮処理では自由摂取量は高まったが、消化率に向上はみられなかった。蒸煮後アンモニア処理することで、自由摂取量は蒸煮処理、アンモニア処理を、また乾物や繊維成分の消化率は無処理や蒸煮処理を上回った。

アンモニア処理した稲わら及びスイートバーナルグラス (*Anthoxanthum odoratum* L.) 乾草の反芻胃内滞留時間と全消化管内充満度

阿部 英則

日本草地学会誌、44 : 381-383 (1999)

アンモニア処理によりなぜ粗飼料の摂取量が増すかを検討するため、稲わら、スイートバーナルグラス乾草 (SVG) をアンモニア処理した。無処理、アンモニア処理について各4頭の去勢羊を用いて、自由摂取量、消化率を測定した。同時に染色した供試飼料を消化試験の本期始めに一定量給与して、その飼料片の累積排泄率から反芻胃内滞留時間と全消化管内充満度を算出した。アンモ

ニア処理により稲わら、SVGとも自由摂取量、消化率は高まり、また全消化管内充満度は高まる一方で、反芻胃内滞留時間は短くなった。このように、反芻胃内に詰め込まれる乾物量が多く、かつその内容物がすみやかに入れ替わることがアンモニア処理による自由摂取量の多さにつながったといえる。

乾草のめん羊における自由摂取量と理化学性状との関連

阿部 英則

道立農試集報、77 : 89-90 (1999)

乾草の自由摂取量をその理化学性状、とくに物理性状から推定する可能性を調べるため、品種、熟期の異なる15点の乾草をめん羊に自由採食させて検討した。自由摂取乾物量とNDF含量、かさ密度(疎充填密度、密充填密度)との間に有意な相関がみられたが、両者を説明変数とする重回帰式

では寄与率はとくに高まらなかった。かさ密度はNDF含量よりも相関の程度は低かったものの、疎充填かさ密度については測定が極めて簡便で自由摂取量の推定に有望なことがうかがわれ、自由摂取乾物量 $=6.255 \times$ 疎充填かさ密度 -1.832 という回帰式が得られた。

大豆がらの消化性改善に対するサイレージ処理の有効性

阿部 英則

道立農試集報、77 : 91-93 (1999)

大豆がらの消化率改善の可能性をさぐるため、各種添加物を用いたサイレージ処理の効果を検討した。供試材料は大豆がらと大豆稈であり、これらにアンモニア、蟻酸、塩酸を添加しおおむね2カ月間密封してサイレージ化し、セルラーゼによ

る乾物分解率を調べた。それによると、いずれの材料、添加物でもセルラーゼによる乾物分解率は高まらず、大豆がらの易酸分解性とされるエーテル結合は解離していないことがうかがわれた。

Mycoplasma hyopneumoniae 不活化ワクチンの野外評価試験

岡田 宗典¹⁾・坂野 哲也¹⁾・仙名 和浩・丸山 崇²⁾
室伏 淳一²⁾・小此木 博³⁾・佐藤 静夫¹⁾

The Journal of Veterinary Medical Science 61 (10) : 1131-1135 (1999)

豚マイコプラズマ肺炎 (MPS) に対する *Mycoplasma hyopneumoniae* の培養上清を用いた不活化ワクチンの安全性と有効性について野外の豚を用いて検討した。衛生レベルの異なる3農場 (A農場 : SPF農場、B農場 : 呼吸器症状が認められない比較的衛生レベルの高い農場、C農場 : MPSや他の慢性呼吸器病による被害の大きい農場) の合計212頭の子豚をそれぞれワクチン区と対照区に分け、ワクチン区の豚には3~7週齢時とその4週後の2回不活化ワクチンを注射した。ワクチン注射による全身または局所による異常は全く認められなかった。A農場のワクチン区の豚では、第2回注射後4回でCF抗体が有意に上昇し ($P < 0.05$)、CF抗体は第2回注射後12週まで持続した。BおよびC農場のワクチン区の豚では、臨床症状が改善され、と場出荷時の検査において肺病

変保有頭数、肺病変面積および回収された *M. hyopneumoniae* 数は、対象区に比較して有意に減少した、($P < 0.05$)。さらに、C農場ではワクチンの注射により平均一日増体量および平均出荷日齢が有意に改善され ($P < 0.05$)、飼料要求率も改善される傾向にあった。以上の結果から、*M. hyopneumoniae* の培養上清を用いた不活化ワクチンは野外におけるMPSの臨床症状および肺病変の形成を抑制することが明らかとなった。さらに慢性肺炎による経済的被害の大きい農場においては、生産成績も改善することが明らかとなった。(本文英文)

1) 全国農業協同組合連合会 家畜衛生研究所、
2) 静岡県中小家畜試験場、3) 株式会社飼料研究所

Takikawa Animal Husbandry Experiment Station of Hokkaido.

735 Higashi-Takikawa, Takikawa-shi,
Hokkaido, 073-0026 JAPAN

Bull. Takikawa Anim. Husb. Exp. Stn.

滝川畜試研報 No.31

— March 2000 —

平成12年3月1日 印刷

平成12年3月31日 発行

編集兼
発行者 **北海道立滝川畜産試験場**

北海道滝川市東滝川735

☎0125-28-2211 郵便番号073-0026

印刷所 **(株) 総 北 海**

旭川市工業団地2条1丁目1-23

☎0166-36-5556 郵便番号078-8272
