

## アンモニア処理による粗飼料の飼料価値改善

誌名	埼玉県畜産試験場研究報告 = Bulletin of the Saitama Prefectural Livestock Experiment Station
ISSN	02899442
著者名	吉田,宣夫 富田,道則 高橋,哲二 菊地,武昭 井出,喜三
発行元	埼玉県畜産試験場
巻/号	22号
掲載ページ	p. 103-109
発行年月	1984年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## アンモニア処理による粗飼料の飼料価値改善

吉田 宣夫      富田 道則      高橋 哲二

菊地 武昭      井出 喜三

### 要 約

アンモニア処理による粗飼料の品質改善並びに乳牛の嗜好性向上について検討した。処理によって、見かけの粗蛋白質含量は著しく増加し、無処理材料より 3.6~11.5 %DM 増となった。アンモニアの注入水準と粗蛋白質含量との関係は、稲ワラで正の相関傾向が認められた。揮発性塩基態窒素 (VBN) は処理によって顕著に高まり、VBN/T-N 率は 8.1~35.6 % の範囲にあった。また、アンモニア回収率は、アンモニア注入水準が高いほど低下する傾向がうかがえた。*in vitro* 乾物消化率 (IVDMD) は、いずれの材料でも向上傾向が認められ、アンモニア注入水準が高まるに従って改善された。ラウンドベールの部位の違いによる処理効果は、粗蛋白質は中心部が、IVDMD は表層部がそれぞれ他の部位より高い傾向を示したが、表層下 25 cm 層の高梱包密度部への効果が著しく劣るとは言えなかった。さらに、アンモニア処理草の乳牛の嗜好性は、良質乾燥と比較すると有意に劣ったが、無処理草と比べて高まる傾向がうかがえた。

### 緒 言

反すう家畜にとって、粗飼料が不可欠なものであることは述べるまでもない。しかし、本県の乳肉用牛の粗飼料自給率は、乳用牛で約 30%、肉用牛にいたっては 5% 未満という深刻な現状にある。おのずと不足分粗飼料は、国内外産の様々な草種の購入物に依存し、畜産経営の中で飼料費の占める割合は高まる傾向にある。

このような現状打開の一方策として期待される技術が、液化アンモニア ( $\text{NH}_3$ ) による低品質粗飼料の飼料価値改善法である。いわゆるワラ類など繊維性圃場残さは、潜在的な飼料価値を有するが、家畜の利用度や採食性が低いなどの欠陥を持つことから、それを克服するための多様な処理方法が検討されてきた。物理的処理の分野では、機械的粉砕やペレット化、高温処理及び高圧蒸気処理などであったり、また同時に化学的処理の分野では Lehman によるエン麦ワラの NaOH 処理が最も古いと言われ<sup>7,8)</sup>、その後劣質粗飼料のアルカリ処理に関する研究は広く行われ多くの有効な成果を残している。これら物理・化学的処理の目指したも

のは、細胞膜構成々分 CWC のうち繊維性資源であるセルロース、ヘミセルロースの消化性の改善や採食性の向上にあった。

アルカリ処理の延長として登場した  $\text{NH}_3$  処理は 1970 年代以降、繊維性圃場残さに対する有効な処理法として多くの実用化試験が行われている。その効果と原理をまとめてみると以下のようなろう。1) 植物体の CWC のうち構造化炭水化物であるセルロース、ヘミセルロースはルーメン内で繊維素分解菌によって分解され、エネルギー源として利用されるものであるが、その消化性の難易度は構造化炭水化物自体の結晶化度や巨大高分子であるリグニンによる被覆程度によって決まる<sup>1,9)</sup> と言われている。 $\text{NH}_3$  処理によってセルロースの分子間水素結合を弱めて swelling を誘発し、リグニンや硅酸の一部分を溶解することにより、本来家畜に利用されなかった部分の利用度すなわち消化率が高まるとされる<sup>12,13)</sup>。更に、2) ワラ類は一般に粗蛋白質含量は低い、 $\text{NH}_3$  処理によって見かけの粗蛋白質が著しく増すこと<sup>4,5,8,10,12,13,14,15,17,18,20)</sup> が知られている。この増加分は  $\text{NH}_3$  がいくつかの化学反応を経て、処理材料と NPN の形態

で結合している<sup>17)</sup>とされる。また、3) 家畜の採食性についても、NH<sub>3</sub>処理飼料の乾物摂取量が向上する報告<sup>5, 8, 9, 12, 13, 18, 20)</sup>は多いし、NH<sub>3</sub>ガスによる殺菌効果<sup>3)</sup>や5)材料水分との反応熱とビニール被覆による太陽熱を利用した水分除去効果<sup>20)</sup>も見逃すことのできない利点である。特に4)、5)については乾草調製の難しい温帯モンスーン帯に位置する我国にとって明るい材料である。

以上のような効果を前提として、稲ワラ(以下RS)及び稲ホールクロップ(RWC)の処理効果、ラウンドベールの部位別処理反応並びに県内の先駆的NH<sub>3</sub>処理農家が調製した各種材料の処理効果を検討した。更に、乳牛の採食反応についても、若干の検討を加えた。

本試験の実施にあたり、各種処理草等の提供をいただいた市堀哲篤氏並びに鈴木進氏に深甚の謝意を表します

## 材料及び方法

### 試験1. NH<sub>3</sub>処理RS及びRWCの飼料価値改善

RS(ムサシコガネ)及びRWC(ミナミニシキ・黄熟前期)を各5Kg半透明ビニールバッグに、1983年11月7日無切断のまま詰め込んだ。同時に液化アンモニアを対原物重量%で、RS 2.0, 4.0及びRWC 3.0%を注入添加した。室内で10日間貯蔵したのち、開封後60℃で20時間通風乾燥し、粉碎後分析調査に供した。無処理草については、材料入手後直ちに同様の乾燥・粉碎をへて分析調査に供した。

### 試験2. NH<sub>3</sub>処理ラウンドベールの部位別飼料成分

イタリアンライグラス被雨乾草(ワセアオバ・3番草)をビッグベラ(フォルト:MIG-F21)で梱包後、角材台座上に置き半透明ビニールで被覆した。液化アンモニアを、対原物重量%で2.0及び4.0% 1983年7月28日注入添加した。処理開始41日後にビニール被覆を脱し、それぞれ、1) ベール中心部、2) 表層下25cm層及び3) ベール中心部から試料を採取し(図1)、と同様に乾燥・粉碎を行い分析調査に供した。

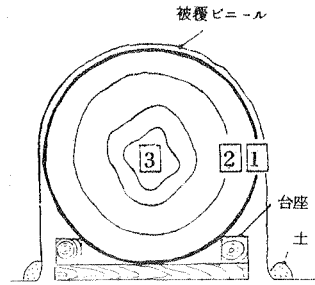


図1. ラウンドベールの設置と採取部位  
①表層部 ②表層下25cm層 ③中心部

### 試験3. 酪農家が試みたNH<sub>3</sub>処理材料の品質改善

県内妻沼町の酪農家市堀哲篤氏が処理した1)小麦ワラ(Ws)の無処理、NH<sub>3</sub> 1.0%処理、2)二条大麦(BS)の無処理、NH<sub>3</sub> 2.0%処理、3)イタリアンライグラス(IR)の無処理、NH<sub>3</sub> 2.0%処理表層部及び同中心部、4)RWCの無処理、NH<sub>3</sub> 3.0%処理表層部及び同中心部について、試験1と同様に乾燥・粉碎し分析調査に供した。供試々料はいずれもラウンドベールであり、液化アンモニアの注入添加量(対原物重量%)は聞き取りによった。

### 試験4. 乳牛におけるNH<sub>3</sub>処理草の嗜好性

当场飼養ホルスタイン種成雌牛6頭を供試し、1) イリアンライグラス(IR)被雨3番乾草、2) 同NH<sub>3</sub> 2.0%処理草及3) 同1番乾草を給与して嗜好性を検討した。給与方法は予備期3日、試験期6日間の3<sup>2</sup>ラテン方格法により、1984年3月13日から3月21日まで1.5Kg/頭(原物重)を給与時間を20分間に制限して給与した。採食量は、残飼量から乾物重で求めた。供試飼料成分は試験1と同様の手順を経て調査分析した。

### 乾物消化率と飼料成分測定

*in vitro* 乾物消化率(IVDMD)並びにTDNは、阿部ら<sup>2)</sup>の方法によって試料を中性デタージェント(ND液)とセルラーゼで連続的に処理し、得られた乾物分解率から求めた。また、イタリアンライグラス以外の供試々料は、デンプンを除去するためにホットプレート上でのデンプン糊化後、 $\alpha$ -アミラーゼで40℃振とう培養器中16時間の加水分解を行った。

揮発性塩基態窒素 (VBN) は、試料 3 g に蒸留水 80 ml を加え、約 20 時間往復振とう器で攪拌・抽出して得られた濾液から VBN 試験法<sup>11)</sup>に従って定量した。水分、粗灰分、粗蛋白質、粗脂肪及び粗繊維は常法によって定量し、有機物は 100 - 粗灰分から求めた。

## 成 績

試験 1) 液化アンモニア注入と同時に、RS、RWC のいずれの添加水準とも NH<sub>3</sub> ガス侵入部位から材料色は速やかに鮮黄緑色に変化し、発熱と

もに水蒸気の発生が認められ、バッグ内壁に結露した。また、NH<sub>3</sub> 注入によってビニールバッグは著しく膨張し、設定量の注入添加に長時間を要した。注入 24 時間後には発熱・膨張はおさまり、材料色は黄褐色に変わった。開封時の材料にカビ発生や変敗は認められず、その触感からいずれも処理前にくらべて柔軟化が促進されたことが感知された。

NH<sub>3</sub> 処理前後の各成分組成を表 1、図 2 に示した。水分は RS の NH<sub>3</sub> 処理で減少したが、RWC での変化は少なかった。粗繊維は RS、RWC とも NH<sub>3</sub> 処理によって減少し、NH<sub>3</sub> 注入量に反比例し

表 1. アンモニア処理前後の化学成分変化

処 理 材 料	NH <sub>3</sub> 注入量 (%)	水 分 (%)	乾 物 中 (%)				IVDMD (%)	TDN (%)	VBN/T-N (%)	窒 素 回収率 (%)
			有機物	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維				
稲 ワ ラ	無処理	44.2	81.9	6.1	1.4	34.1	45.3	46.4	8.3	
	2.0	41.0	82.9	10.5	1.5	28.0	51.2	51.3	35.6	20.8
	4.0	39.1	83.1	12.3	1.4	27.5	57.7	56.7	31.3	15.1
稲ホ-ルクropp	無処理	34.8	86.0	7.1	1.8	23.0	52.7	52.5	3.2	
	3.0	36.3	84.0	13.3	2.1	25.8	61.4	59.7	23.4	21.1

た。粗蛋白質は RS、RWC とも NH<sub>3</sub> 処理によって著しい増加が認められ、RS 無処理、NH<sub>3</sub> 2.0%、4.0% 処理の順に 6.1、10.5、12.3% となった。また、RWC では無処理及び NH<sub>3</sub> 3.0% 処理がそれぞれ 7.1、13.3% であった。

IVDMD は 2 つの材料ともに NH<sub>3</sub> 処理によって高まり、NH<sub>3</sub> 注入水準に比例して向上した。その上昇程度は、RS で無処理、NH<sub>3</sub> 2.0% 及び 4.0% 処理の順に 45.3、51.2 及び 57.7%、RWC では無処理及び NH<sub>3</sub> 3.0% 処理がそれぞれ 52.7 及び

61.4% となった。TDN については IVDMD と同傾向の変化を示した。

VBN は NH<sub>3</sub> 処理によって顕著な増加を示し、VBN/T-N 割合は無処理の RC、RWC がそれぞれ 8.3、3.2% であったが、処理後 RS の 2.0、4.0% 及び RWC 3.0% の順に 35.6、31.3 及び 23.4% となった。NH<sub>3</sub> の材料への回収率については、RS の 2.0 及び 4.0% 処理がそれぞれ 20.8、15.1%、RWC の 3.0% では 21.1% であった。

試験 2) 液化アンモニアの注入時間は、材料 1 kg あたり 2.0% 添加で 9.5 秒、4.0% 添加では 27.3 秒要した。

処理前後のラウンドボール各部位の成分変動は表 2、図 3 に示した。水分の分布は、2.0 及び 4.0% とも表層部が著しく増加し 32.6 及び 19.6% となったが、他の 25cm 層と中心部は 2.0% で処理前材料よりやや増加傾向を示したものの、その変動は小さかった。有機物の変動幅は少なかったが、粗脂肪及び粗繊維含量は処理前材料と比較して増減の変動が顕著であった。粗蛋白質はいずれの添加水準並びに部位とも増加傾向が認められ、2.0% では表層と 25cm 層に比べて中心部の増加が顕著であった。4.0% では 25cm 層 < 表層 < 中心部

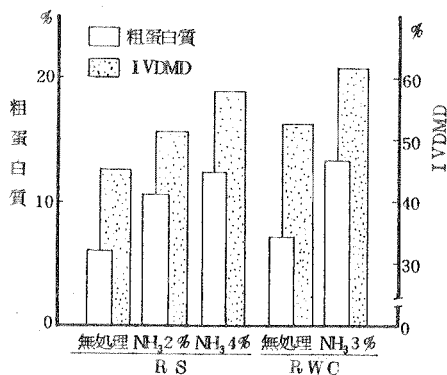


図 2. アンモニア処理による粗蛋白質、IVDMD の変化

表2. ラウンドベール各部の化学成分変化

ベール部位	NH <sub>3</sub> 注入量 (W/W%)	水分 (%)	乾物中 (%)				IVDMD (%)	TDN (%)	VBN/T-N (%)	窒素回収率 (%)
			有機物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維				
無処理	—	12.9	89.2	13.1	1.9	35.0	32.3	35.6	3.8	
表層部	2.0	32.6	90.5	19.3	1.7	35.7	50.3	50.5	20.3	33.5
25 cm 層部	2.0	15.1	91.0	19.4	1.9	36.0	42.5	44.0	16.7	42.8
中心部	2.0	14.6	89.9	24.6	2.2	31.5	44.2	45.5	18.5	78.6
表層部	4.0	19.6	90.1	19.0	1.5	37.1	59.3	58.0	20.2	19.0
25 cm 層部	4.0	11.7	89.9	16.7	2.5	37.1	55.2	54.6	19.7	12.7
中心部	4.0	12.7	90.4	20.4	1.5	33.1	50.7	50.8	15.1	25.5

の順であったが、全体の増加程度は2.0%よりも劣っていた。

IVDMDは処理によって10.2~27.0%上昇し、NH<sub>3</sub>注入水準の高い4.0%が優れていた。部位別変動は2.0%で25cm層<中心<表層部、4.0%で

は中心<25cm層<表層部の順で、いずれも表層部が最も高かった。TDNについては、IVDMDと同傾向であった。

VBNはNH<sub>3</sub>処理によって顕著な増加を示し、VBN/T-N割合の部位別変動は2.0%で25cm層<中心<表層部、4.0%では中心部<25cm層<表層部の順で、粗蛋白質の変動傾向と異っていた。また、NH<sub>3</sub>回収率は4.0%に比べて2.0%添加の方が優れる傾向が認められた。

試験3) 成分分析に供した材料は、NH<sub>3</sub>処理後乾草収納舎で貯蔵中のものであり、処理による水分変化の検討はできない。表3に処理前後の成分値を示したが、4種の処理材料とも有機物の変化は少ないものの、粗脂肪及び粗繊維含量の変動が顕著であった。粗蛋白質はいずれの処理材料とも著しい増加を示し、処理前含量より乾物当りWS4.7%、BS6.4%、IR6.3~6.7%及びRWC6.3~9.1%増となった。IVDMDはRWCの表層部で改善効果が認められなかったが、他の処理材料では7.1~19.0%向上した。VBN/T-N割合は材料及びNH<sub>3</sub>注入量によって変動が著しかった。

試験4) 3種の供試飼料の成分値を表4に示したが、肯定的対照飼料に設定したIRは緑度、乾草臭及び飼料成分値ともかなり良質であった。否定的対照飼料及びNH<sub>3</sub>処理飼料は、いずれも被雨のIR3番草であり、色調は無処理草で明るい褐色、NH<sub>3</sub>処理は特有の茶褐色を、臭いは無処理草ではカビ臭がやや認められ、NH<sub>3</sub>処理草はアンモニア処理乾草独得の甘味臭を呈していた。

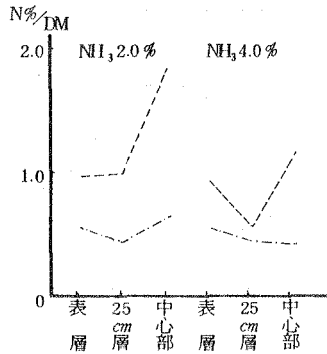


図3-1 増加した全窒素とVBNの部位別変動  
--- 全窒素 --- VBN

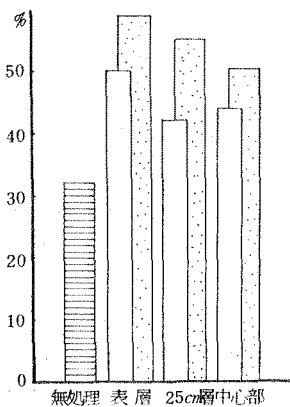


図3-2 IVDMDのベール部位別変動  
□ NH<sub>3</sub> 2.0% □ NH<sub>3</sub> 4.0%

表3. 各種処理材料のアンモニア処理による化学成分変化

処理材料	部位	NH <sub>3</sub> 注入量 (W/W%)	水分 (%)	乾物中 (%)				IVDMD (%)	TDN (%)	VBN <sub>T-N</sub> (%)
				有機物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維			
小麦ワラ	WS 無処理	—	10.8	90.7	2.1	0.8	42.4	29.1	32.9	0.0
	処理	1.0	12.5	90.0	6.8	0.9	40.6	39.8	41.8	8.1
大麦ワラ	BS 無処理	—	19.1	90.5	2.3	1.6	41.3	36.1	38.7	1.1
	処理	2.0	19.2	90.7	3.7	0.9	43.5	46.4	47.3	32.1
イタリアンラ	無処理	—	22.6	89.2	13.1	1.7	30.6	40.2	42.2	2.7
イグラス	IR 表層部	2.0	22.8	87.9	19.8	2.2	30.4	58.0	56.9	20.1
	中心部	2.0	20.2	86.7	19.4	2.6	30.0	59.2	57.9	29.8
稲ホークロップ	無処理	—	60.0	85.1	6.3	0.9	20.9	53.1	52.9	0.8
	RWC 表層部	3.0	8.7	86.9	12.6	0.6	22.1	53.4	53.1	9.5
	中心部	3.0	8.6	83.9	15.4	0.3	23.4	60.5	60.0	20.1

表4. 供試イタリアンライグラスの外観及び化学成分値

供試飼料	NH <sub>3</sub> 処理	色	調	臭	水分 (%)	乾物中 (%)				IVDMD (%)	VBN <sub>T-N</sub> (%)
						有機物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維		
被雨3番草	無処理	明るい褐色		弱いカビ臭	11.5	89.2	13.1	1.9	35.0	32.3	3.8
被雨3番草	2%処理	茶褐色		NH <sub>3</sub> 処理特有の甘味臭	11.4	90.4	22.0	2.1	33.8	43.4	17.6
火力乾燥1番草	無処理	明るい緑色		快い乾草臭	12.5	86.8	15.3	1.4	34.8	58.7	3.2

制限時間内の乾物採食量は図4に、分散分析の結果は表5に示したが、無処理のIR1番草が著しく優れており、他のNH<sub>3</sub>処理IR3番草及び無処理同草に比較して有意 (P<0.05) な差が認められた。また、IR3番草のNH<sub>3</sub>処理と無処理につ

いては、処理が無処理の42%増を示し、採食性の向上傾向がうかがえた。

### 考 察

麦ワラ、稲ワラなどの繊維性圃場残さ、稲ホークロップ及び低品質牧草に対するNH<sub>3</sub>処理の効果を検討したが、いくつかの注目すべき効果が認められた。

全窒素の増加については飼料成分の表現上便宜的に粗蛋白質として評価したが、いずれの材料ともNH<sub>3</sub>処理によって著しい増加を示し、多くの報告<sup>4,5,8,10,12,13,14,15,17,18,20</sup>と一致していた。NH<sub>3</sub>処理濃度と粗蛋白質増加との関連では、試験1のRSで処理濃度の高まりとともに増加し、Laytimi<sup>ら</sup><sup>5)</sup>、Johnson<sup>ら</sup><sup>6)</sup>及び箭原<sup>ら</sup><sup>20)</sup>の報告と類似した結果であった。しかし、ラウンドベールとして処理した試験2ではNH<sub>3</sub>2.0%より4.0%がやや低いレベルの増加しか認められず、その要因については梱包密度、注入の方法と時間及び均一な供試材料の大量確保の難しさを含めて判然としなかった。NH<sub>3</sub>処理によって増加した窒素の結合形態については、30%前後が水に溶け易い揮発性塩基態(アンモニア態)として材料中で緩やかに存在する<sup>4,17)</sup>と言われ、今回の検討でもVBN/T-N割合が材料や添加量によって差異はあったが、い

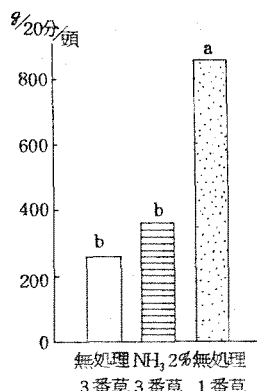


図4. 制限時間内の乾物採食量  
a, b; P<0.05

表5. 分散分析表

要因	自由度	F
飼料	2	39.998*
乳牛	2	7.295
試験期	2	7.139
誤差	2	

れも高い増加を示した。更に、他の30%程度は中性デタージェント繊維(NDF)と結合し、その多くがヘミセルロースとの結合をなし、不消化とされるADF-Nの増加分が少ないこと<sup>17)</sup>から、増加した窒素はNPNとしての利用価値を有するものと考えられる。しかし、同時に処理によって一担は増加した窒素が、処理後の貯蔵期間中に経時的減少を示し、その減少部分の多くは緩やかに材料と結合しているアンモニア態であったとする報告<sup>4,14)</sup>もあり、給与のあり方について乳肉牛のアンモニア臭に対する反応とあわせて処理後の給与開始時期の検討を要するものと考えられる。注入添加したNH<sub>3</sub>の材料への回収率は低濃度ほど高く、処理温度が高くなるに従って向上する<sup>5)</sup>と言われ、今回の検討でもNH<sub>3</sub>注入量を倍加しても窒素の増加は比例せず、全般に低い処理濃度の材料で高回収率を示す傾向が認められた。

NH<sub>3</sub>処理に適当とされる20~30%の水分は、乾草調製上では一般に発熱・カビの発生とそれに伴う成分の変質を引き起こすことが想像される。しかし、NH<sub>3</sub>処理によって材料中の好気性細菌、カビ、蛋白質分解菌および大腸菌群の生育が著しく抑制されるとする阿部ら<sup>3,13)</sup>の報告のとおり、いずれの試験でもカビ発生等による変敗は認められず良好な結果であった。NH<sub>3</sub>処理上の水分至適範囲内でも30%に近い水分では、処理による材料の柔軟化が顕著であり、梱包の変形を招くことやNH<sub>3</sub>注入量を多く要することなどから、経済性並びに運搬・収納等の管理作業面を考慮すること、可能な限り低水分条件での処理が望まれる。

IVDMDの向上はいずれの試験でも認められ、NH<sub>3</sub>処理効果の1つとしてあげられている<sup>4,5,8,9,12,13,14,15,17)</sup>とおりの結果であった。処理濃度と

IVDMDの関連については、NH<sub>3</sub>注入添加量の多いものが向上する傾向を示した。乾物分解率から求めたTDN<sup>2)</sup>はいずれも高まり、NH<sub>3</sub>処理RSはイタリアンライグラス中程度に、RWCは同じく上程度の飼料価値を有するまでに向上し、WSやBSでも改善効果が認められた。

また、NH<sub>3</sub>処理による含有率の変化が少ないとされる粗脂肪及び粗繊維含量の変動が大きい点が認められ、均一な供試材料の確保や採取方法の難

しさが伺えた。また、NH<sub>3</sub>処理草の粉碎時崩壊度(FRG)が高まるとするZorrilla-Riosら<sup>10)</sup>の報告からも、材料によっては粗繊維定量時のろ過部分が増し、結果的に含有量減少をきたすのではないかと推察された。

NH<sub>3</sub>処理は通常材料草を梱包状態で行うが、効果が処理草全体に及ぶことは極めて重要である。NH<sub>3</sub>ガスは空気より軽く、拡散・浸透性が高いとされているが、極度に梱包密度が高い場合や大容積ラウンドベールの高密度部への浸透性については疑問があった。しかし、ラウンドベールの検討では梱包密度の高い部位である表層下25cm部分の処理効果が著しく劣るとは言えなかったが、部位により若干の特異的反応が認められ、粗蛋白質では表層部や25cm層と比べて梱包密度の低い中心部が高くなり、IVDMDは被覆ビニールとの接触部で材料水分に由来する遊離アンモニア水が還流する表層部で特に高い傾向が認められた。これらの結果は、ラウンドベールの内部と表層についてアンモニアの侵入の有無を検討した他の結果<sup>13)</sup>とはIVDMDの反応にみられた傾向では一致したが、粗蛋白質では明らかに異っており、ビッグベールの梱包形式や処理時における梱包の設置方法等に起因するものと推察された。ラウンドベールは1梱包の容積・重量が大きく、大量処理の場合、堆積の高さによっては処理効果にバラツキが生じることや、材料水分が高い場合は発熱とそれに伴う飼料価値の劣化が予想される。これら処理上のいくつかのリスクを除去するうえで、液化アンモニアをガス化せず直接梱包中へ強制注入するデンマーク方法<sup>16)</sup>は注目できる。

NH<sub>3</sub>処理によって、家畜の採食量が増すとする報告<sup>5,8,10,12,13,18,20)</sup>は多く、今回の結果も良質な1番乾草と比較すると劣るが、無処理と比べて改善される傾向が伺えた。さらに、NH<sub>3</sub>処理大麦ワラの採食状況を酪農家の乳牛で観察したが、その嗜好性は極めて良好なものであった。

以上のように、繊維性圃場残さをNH<sub>3</sub>処理することによって、飼料価値の改善、採食性や保存性の向上が賦与されることが確認された。残された今後の課題は、これら処理飼料が産乳並びに産肉性との関連でいかなる影響を及ぼすかの点にある。

本県でも社会・経済的背景に支えられてNH<sub>3</sub>処理技術が急速に普及浸透しつつあるが、安全かつ地についた技術として定着して行くことが望まれる。

## 文 献

- 1) 阿部 亮・堀井 聡・亀岡暄一：日畜会報、43(3)、141～145、1972.
- 2) 阿部 亮・堀井 聡：日草誌、20(1)、16～21、1974.
- 3) 阿部英則・藤田 保：日草誌、30(別号)、171～172、1984.
- 4) A. H. Gordon and A. Chesson : Anim. Feed Sci. Technol., 8, 147, 1983.
- 5) A. Laytimi, K. K. Bolsen, H. Ilg and B. Janicki : J. Anim. Sci., 57 Supplement 1, 290, 1983.
- 6) C. O. L. E. Johnson, J. T. Huber and W. G. Bergen : J. D. Sci., 65(9), 1740～1747, 1982.
- 7) Finn Rexen : FEEDSTUFFS, October 15, 33～34, 1979.
- 8) G. M. J. Horton and G. M. Steacy : J. Anim. Sci., 48(5), 1239～1249, 1979.
- 9) 原口隆英：遺伝、36(4)、20～25、1982.
- 10) J. Zorrilla-Rios, F. N. Owens and G. W. Horn : J. Anim. Sci., 57 Supplement 1, 300～301, 1983.
- 11) 森本 宏監修：動物栄養試験法、第1版、421～422、養賢堂、東京都、1971.
- 12) 農林水産省北海道農試草地開発第一部：麦稈の飼料化のためのアンモニア処理法、昭和58年度北海道農業試験会議(成績)資料、1983.
- 13) 農林水産省北海道農試草地開発第一部他：多雨多湿期における牧乾草のアンモニア処理調製貯蔵法、昭和58年度北海道農業試験会議(成績)資料、1983.
- 14) R. Herrera-Saldana, D. C. Church and R. O. Kellems : J. Anim. Sci., 56(4) 938～942, 1983.
- 15) S. G. Solaiman, G. W. Horn and F. N. Owens : J. Anim. Sci., 49(3), 802～808, 1979.
- 16) Stephen Howe : Power Farming, June 1983, 56～57, 1983.
- 17) 箭原信男・沼川武雄：日畜会報、49(9)、648～652, 1978.
- 18) 箭原信男・沼川武雄・高井慎二：東北農試研報、第65号、91～97, 1981.
- 19) 箭原信男・沼川武雄：東北農試研報、第65号、99～105, 1981.
- 20) 箭原信男：畜産の研究、37(5)、45～48, 1983.