

低質粗飼料に対するアンモニア処理が乳用牛の採食反芻行動に及ぼす影響

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
巻/号	364
掲載ページ	p. 384-389
発行年月	1991年1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



低質粗飼料に対するアンモニア処理が乳用牛の 採食反芻行動に及ぼす影響

芹澤駿治・片山信也・松永章宏・武藤照治・小山 弘

要 旨

芹澤駿治・片山信也・松永章宏・武藤照治・小山 弘 (1991) : 低質粗飼料に対するアンモニア処理が乳用牛の採食反芻行動に及ぼす影響. 日草誌 36, 384-389.

低質粗飼料に対するアンモニア処理が、搾乳牛の反芻行動に及ぼす影響を明らかにするため、結実期のオーチャードグラス1番乾草に、現物当り3%のアンモニア処理を行い、3, 6, 12, 24, 48時間の *in situ* 乾物消失率の測定と、3期反転試験法による採食反芻時間の測定を24時間連続観察で行い検討した。

アンモニア処理により、細胞内容物(OCC)と高消化性繊維分画(Oa)含量の増加がみられ、*in situ* のナイロンバッグによる消化試験の結果でも、アンモニア処理区の乾物消失率が無処理区に対して高い値となり、刈遅れた牧草に対するアンモニア処理の栄養改善効果を確認した。

採食反芻行動は、採食時間では処理間に差はなく、反芻時間では、アンモニア処理乾草の方がやや短い傾向がみられ、乾物1kg当りの総咀嚼時間でも同様の傾向がみられた。これは、アンモニア処理による総繊維(OCW)の減少と、肉眼的に確認された組織物性のき弱化に起因していると考えられた。そこで、SUDWEEKSらの提唱している粗飼料価値指数(RVI)を計算した結果、アンモニア処理草は、無処理乾草に比べて約17分程度少なくなると推定された。

アンモニア処理の添加濃度については、貯蔵性向上効果と飼料価値改善の点から検討されてきたが、さらに粗飼料因子の確保も考慮して添加濃度を決める必要があり、低質粗飼料に対しては、現物に対して3%程度の添加は、粗飼料因子からも適当と考えられる。

キーワード：アンモニア処理、粗飼料価値指数、咀嚼時間、ナイロンバッグ。

緒 言

粗飼料のアンモニア処理効果には、アンモニアの防霉効果による貯蔵性の向上、アルカリ処理による飼料価値の改善、自由採食量の増加等の利点^{5,7,9,16,21)}があり、伊藤の総説¹²⁾に詳しい。特にアンモニア処理は刈り遅れた牧草や、被雨して栄養価の低下した低質粗飼料に対して有効であるといわれている。

粗飼料をアンモニア処理することで、繊維成分の消化率が增加することは知られているが、これはヘミセルロースの可溶性^{11,19)}及び、第1胃内微生物による分解を受けにくい繊維成分の物理的損傷^{5,17)}等の要因が大きく影響すると考えられている。従って、反芻家畜に対しては粗飼料効果の減少による反芻時間の減少が推察され、事実、アンモニア処理をした稲ワラを綿羊に給与して、摂取乾物1kg当りの反芻時間が短くなる傾向のあることを岡本¹³⁾が報告している。

近年、SUDWEEKSら¹⁸⁾は、粗飼料価値指数(Roughage Value Index : RVI)という粗飼料評価法を提唱し、物理性からの粗飼料評価を試みている。とくに粗飼料基盤の乏しい府県酪農家では、粗飼料に対してルーメン発酵を安定させるために、ある程度の物理性を求めており、RVIは無視できない粗飼料評価法の1つである。

その意味で、従来は貯蔵性向上と飼料価値改善の両面から検討されてきたアンモニア添加濃度だが、粗飼料因子確保の点からも検討する必要があると考えられる。

そこで本試験では、アンモニア処理された粗飼料における物理的な粗飼料効果を検討するために、アンモニア処理低質乾草を給与した搾乳牛の採食反芻行動を調べた。

材料および方法

1. 材料草のアンモニア処理

静岡県畜産試験場産のオーチャードグラス主体1番草を結実期に刈取り、水分30.8%に予乾したものをコンパクトベアラで梱包し、スタック方式でアンモニア処理した。すなわち、スノコ上の堆積梱包をビニールシートで密封し、原材料重量に対して3.0% (乾物当り4.35%)

の液化アンモニアをスノコ下に設置した受皿に液体注入し、2カ月間保持・貯蔵した。給与前に各梱包を天日乾燥して水分と遊離アンモニアを揮散させたものを供試飼料として用意し、対照飼料は同じ材料草をさらに圃場乾燥して仕上げた乾草を用いた。

2. *in situ* 乾物消失率の測定

アンモニア処理乾草と対照乾草は、ルーメンフィステル装着ホルスタイン種乾乳牛（平均体重 650 kg）2頭を供試し、堀井⁹⁾の方法により *in situ* 乾物消失率を測定した。すなわち、1mm の篩を通した粉碎飼料約 4 g とステンレスボールの重り 2個（5.5 g/1個）を入れたナイロンバッグ（6×11 cm, 200 mesh）の口を巾着状に閉じ、約 80 cm のナイロンテグスでルーメン内に吊り下げた。

ルーメン内浸漬時間は、3, 6, 12, 24 及び 48 時間とし、取出し時間から逆算して処理時間ごとにアンモニア処理乾草と対照乾草をそれぞれ 3 バッグづつ投入した。合計 30 バッグは所定時間経過後に一斉に引出して、洗い液が無色になるまで流水中で洗浄した後に、あらかじめ恒量を求めておいた濾紙（No. 5 A）上に各バッグの内容物を集め 135℃ で 2 時間乾燥して乾物消失率を求めた。

3. 飼料分析

アンモニア処理乾草と対照乾草は、風乾後化学分析に供した。粗蛋白質（CP）はケルダール法で、粗脂肪（EE）はソックスレー抽出法で、粗繊維（CF）は濾過法で、粗灰分（CA）は 600℃ 2 時間灰化法⁶⁾で求め、酵素分析による有機物の分画は阿部ら²⁾の方法により細胞内容物（OCC）細胞壁物質（OCW）及びセルラーゼ可溶性分画（Oa）、セルラーゼ不溶性分画（Ob）を求めた。

4. 採食反芻行動の測定

静岡県畜産試験場繋養のホルスタイン種搾乳牛 4 頭

（平均日乳量 25 kg, 平均体重 613 kg, 2 産 2 頭, 4 産 1 頭, 5 産 1 頭）を 2 群に分け予備期日 14 日、試験期間 7 日を 1 期とする 3 期反転法によりアンモニア処理乾草と対照乾草の飼養試験を行った。採食反芻行動の観察は試験期の最終日に、1 人 2 頭の担当で、採食時間、反芻回数及び反芻時間の各項目についての観察を牛舎外より行った 24 時間の連続観察で実施した。

給与飼料は、粗飼料の違いによる影響をできるだけ明確にするため、乾草、ビートパルプ及び配合飼料のみを用い、多汁質飼料は給与しなかった。給与量は、乾草が乾物体重比で 0.9%、ビートパルプは、0.2% を与え、配合飼料は TDN 要求量が日本飼養標準の 105% になるように不足分を給与した。使用した配合飼料にはビートパルプが 15%、ハイキューブが 15% 入っており、粗濃比では 55:45 となった。

各成績における試験区と対照区の平均値の算出は、市川・藤島の試験¹⁰⁾を参考に次式；平均値 = (A 群 I 期の値 + B 群 II 期の値 × 2 + A 群 III 期の値) ÷ 4 で求めた。

結 果

1. アンモニア処理による成分変化

アンモニア処理による成分の組成変化を表 1 に示した。一般 6 成分では CP の向上と NFE の減少が認められ、EE, CF, CA には大きな差はなかった。しかし、NFE は計算により求めるため、CP の増加分が NFE の減少として表された。有機物の分画では OCC と Oa の増加が起こり、特に Oa の増加は顕著で乾物あたり 14% に達し、OCC + Oa の増加は 23.8% に達した。

2. ナイロンバッグによる *in situ* 乾物消失率

in situ による乾物消失率を図 1 に示し、この反応を解析するため乾物消失率と分解時間の対数値¹⁾をとったものを図 2 に示した。

Table 1. Chemical composition (% DM) of ammonia treated hay and control hay.

Item	Ammonia treated hay	Control hay
Crude protein	19.9	11.1
Ether extract	1.8	1.7
Crude fiber	38.3	39.0
Nitrogen free extract	30.3	37.7
Crude ash	9.7	10.5
Organic matter	90.3	89.5
Organic cellular contents	27.3	17.7
Organic cell wall	63.0	71.8
Oa ^{a)}	23.1	8.9
Ob ^{b)}	39.9	62.9

a) Oa: High digestible fiber fraction eliminated crude ash.

b) Ob: Low digestible fiber fraction eliminated crude ash.

ルーメン内浸漬3時間より、アンモニア処理草と対照乾草の消失率に差が認められ、時間の経過と共にその差は大きくなった。乾物消失パターンは2頭の供試牛でよく似ており、いずれの場合もアンモニア処理によるルーメン内乾物消失率の向上が認められた。

3. 採食反芻行動

飼料の給与と採食状況を表2, 3に示した。

ビートパルプと配合飼料は給与した全量を採食したが、乾草で残飼があった。乾草採食量は、アンモニア処理乾草が5.29 kg (給与量に対して96%採食) 無処理乾草

が4.88 kg (同88%)であり、アンモニア処理による採食量の向上傾向が認められたが、有意差はなかった。なお、両区における残飼は、当场産1番刈乾草の一部に混入するギンギン等の茎が主なものであった。全採食量は、乾草採食量の差の影響でアンモニア処理区の方が多かったが、OCW採食量としてみると逆にアンモニア処理区7.85 kg, 対照区8.03 kgと対照区の方が多くなっていた。

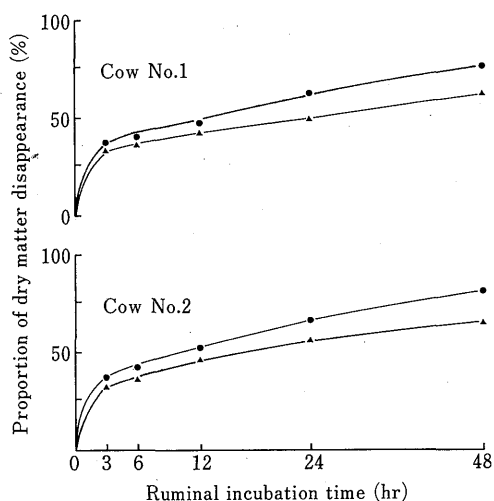


Fig. 1. Relationship between the proportion of dry matter disappearance *in situ* and ruminal incubation time.
Ammonia treated hay (●) and Control hay (▲).

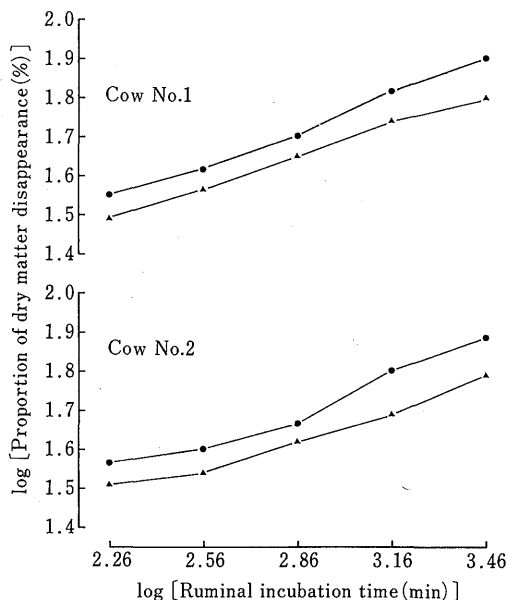


Fig. 2. Relationship between the log [Proportion of dry matter disappearance] and the log [Ruminal incubation time].
Symbols are the same as in Fig. 1.

Table 2. Diets supply (kg DM/day/cow).

Treatment	Hay	Beet pulp	Formula diets ^{b)}
Ammonia treatment	5.53±0.19 ^{a)}	1.25±0.03	12.32±0.76
Control	5.53±0.19	1.25±0.03	12.32±0.72

a) Mean±standard deviation

b) Crude protein 12.5%, TDN 70.3%/FM.

Table 3. Diets intake (kg DM/day/cow).

Treatment	Grass hay intake	Total intake	OCW intake
Ammonia treatment	5.29±0.34 ^{a)}	18.86±0.74	7.85±0.26
Control	4.88±0.34	18.45±0.44	8.03±0.15
F value	5.27 (NS)	3.92 (NS)	2.36 (NS)

a) Mean±standard deviation.

Table 4. Eating and ruminating time of experiment day (minute or number).

Group	Cow No.	Item	Period ^{a)}			I - 2 II + III
			I	II	III	
A	10	Eating time	262	243	258	34
		Ruminating time	355	450	365	-180
		Chewing time	617	693	623	-146
		Ruminating number	332	405	333	-145
	66	Eating time	301	205	267	158
		Ruminating time	487	450	441	28
		Chewing time	788	655	708	186
		Ruminating number	541	468	470	75
B	54	Eating time	289	199	238	129
		Ruminating time	359	316	505	232
		Chewing time	648	515	743	361
		Ruminating number	410	361	544	232
	71	Eating time	219	186	229	76
		Ruminating time	347	388	439	10
		Chewing time	566	574	668	86
		Ruminating number	334	446	395	-163

a) Experiment (I and III), Control (II).

Table 5. Effect of ammonia treatment for low quality hay on eating and ruminating time by dairy cow (minute).

Item	Ammonia treatment	Control	F value
Eating time	232 ± 45 ^{a)}	234 ± 27	0.009(NS)
Ruminating time	382 ± 59	431 ± 52	1.908(NS)
Chewing time	614 ± 94	665 ± 51	0.899(NS)
Chewing time/kg DM of diets	32.6 ± 5.1	36.1 ± 3.2	1.630(NS)
Chewing time/kg OCW of diets	78.3 ± 11.9	82.8 ± 5.8	0.573(NS)

a) Mean ± standard deviation.

供試牛 4 頭のそれぞれの採食反芻時間を表 4 に示し、摂取乾物 1 kg 当りの咀嚼時間すなわち粗飼料価値指数 (RVI) の平均を表 5 に示した。

採食時間は、10 号牛と 66 号牛はアンモニア処理乾草で長く、逆に 54 号牛と 71 号牛は対照乾草で長かった。特に 66 号牛では、各採食時間の間に「遊び食い」の入る採食パターンのために他の 3 頭に比べ採食時間が長かった。

反芻時間は、10, 54, 71 号牛では対照乾草で長く、66 号牛では逆にアンモニア処理乾草で若干長くなった。しかし、全体の平均ではアンモニア処理区 382 分、対照区 431 分とアンモニア処理乾草で短くなる傾向があった。この差が総咀嚼時間に影響していたが、ともに有意差はなかった。摂取乾物 1 kg 当りの咀嚼時間は、アンモニア処理区 32.6 分、対照区 36.1 分とアンモニア処理乾草で短くなる傾向があり、この差は乾草の咀嚼時間の長

短により生じていた。OCW 1 kg 当りの咀嚼時間は両区で差が小さくなり、ともに OCW 1 kg 当たり約 80 分の咀嚼時間を確保していた。

考 察

乾草の飼料価値を化学成分から推定する方法は数多く提案されており、阿部ら³⁾は乾草の有機物を OCC+Oa と Ob に分け、これらの値を基に高い精度で TDN 含量の推定が可能としている。さらにアンモニア処理乾草の TDN 推定法としては、OCC+Oa を独立変数として用いる 2 次回帰式 $Y = 16.651 + 1.494 X - 0.012 X^2$ (Y: TDN 含量, X: OCC+Oa) が小川ら¹³⁾から提唱されている。この推定式により本試験に用いたアンモニア処理乾草、対照乾草の分析値より TDN 含量を求めると、アンモニア処理乾草 61.5%/DM. kg、対照乾草 47.9%/DM. kg となり、アンモニア処理によって

TDN 含量は 13.6% 増加したことになり、さらに、この数値を日本標準飼料成分表に照らしてみると、刈遅れオーチャードグラス乾草の栄養価は、出穂期乾草程度の品質に改善されたと評価できる。

一方、化学成分値の変化としてとらえられるアンモニア処理効果の発現機序を物理的な立場から推察すると、次のように要約できる。すなわち、アンモニアの作用により細胞壁物質の硬膜繊維に生じる物理的損傷が、繊維の物理的な構造自体を脆弱にすると同時に第1胃微生物による繊維の分解効率も高める結果、乾物摂取量の増加や反芻時間の短縮等が生じるのであろう。

この点で、ØRSKOV ら¹⁵⁾は、乾物摂取量と可消化乾物摂取量の高相関を、3% アンモニア処理の麦ワラを用いた実験における *in situ* 乾物消失率の増加等から裏付けた。さらに、低質飼料ほど反芻時間が増加する事を伝える BALCH の報告⁴⁾、細胞壁物質 (NDF) が多いほど反芻時間が増加するという WELCH の報告²⁰⁾、アンモニア処理稲ワラで反芻時間の減少を認めた岡本の報告¹⁴⁾等も粗飼料の分解性と繊維の物理構造の間の密接な関係を述べていると考えられる。

本試験の供試飼料は *in situ* 乾物消失率が 14.5, 15.9% の増加を示す一方で、アンモニア処理区で反芻時間を短くする傾向が認められた。これらは化学分析値としては OCW 含量の減少と Oa 含量の増加として観察される。さらに、粗飼料の物理性の点から反芻時間の減少を評価するために、アンモニア処理乾草と無処理乾草の RVI の試算を行った。ビートパルプの RVI はシトラスパルプやコーンコブなどの値¹⁸⁾より 15-30 分程度と推定した。配合飼料の RVI を 12 分、ビートパルプの RVI を 15 分として計算すると、アンモニア処理乾草の RVI は 84 分、無処理乾草の RVI は 102 分となった。また、ビートパルプの RVI を 30 分として試算すると、アンモニア処理乾草の RVI は 81 分、無処理乾草の RVI は 98 分となった。すなわち、いずれの試算でも、アンモニア処理により RVI が 17-18 分程度減少したと考えられる。さらに、オーチャードグラス乾草の若刈り草の RVI が 74 分、遅刈り草の RVI が 90 分とした値¹⁸⁾と比較しても、本試験の供試乾草はアンモニア処理によって適期刈り取り程度まで改善されたと評価できる。

なお、本試験のアンモニア処理区全飼料の RVI は 32.6 分となり、SUDWEEKS ら¹⁸⁾が提唱する乳脂率 3.5% の牛乳生産に必要な 31.1 分の RVI は満たしていた。

粗飼料基盤に乏しい府県の酪農は、自給飼料による粗飼料因子の確保を期待して、意図的に遅刈りを実施する

場合がある。そこで、栄養改善及び貯蔵性の向上効果の点から推奨されてきたアンモニア添加濃度はアンモニア処理による物理性の減少を加味し、粗飼料因子の確保の点からも検討する必要があると思われる。

本試験の結果から、刈遅れ牧草のような低質粗飼料の品質改善を狙ったアンモニア処理の場合でも著しい RVI 低下がなかったことから、粗飼料因子の確保を前提に考えても現物当り 3% 前後の添加濃度は適当と考えられる。

謝 辞

本報告の御校閲を賜った農林水産省畜産試験場企画連絡室阿部亮博士、本試験のとりまとめにあたり貴重な御助言を頂いた、農林水産省畜産試験場栄養部寺田文典主任研究官に感謝の意を表します。また、本試験の行動観察に御協力いただいた静岡県畜産試験場熊谷正一、山上秀隆業務員と農林短期大学の学生諸君に深く感謝致します。

引用文献

- 1) 阿部 亮・堀井 總 (1974) 日草誌 20, 16-21.
- 2) ABB, A., S. HORII and K. KAMEDA (1979) *J. Anim. Sci.* 48, 1483-1490.
- 3) 阿部 亮・篠田 満・岩崎 薫・佐藤文俊・須田孝雄・高橋 敏 (1985) 日畜会報 56, 12-19.
- 4) BALCH, C. C (1971) *Br. J. Nutr.* 26, 383-392.
- 5) HARBERS, L. H., G. L. KREITNER, G. V. DAVIS Jr., M. A. RASMUSSEN and L. R. CORAH (1982) *J. Anim. Sci.* 54, 1309-1319.
- 6) 林弥太郎・堀井 總・倉田陽平 (1971) 動物栄養試験法 (森本宏監修)・養賢堂. 東京. pp. 280-297.
- 7) HERRERA-SALDANA, R., D. C. CHURCH and R. O. KELLEMS (1983) *J. Anim. Sci.* 56, 938-942.
- 8) 堀井 總 (1971) 動物栄養試験法 (森本宏監修). 養賢堂. 東京. pp. 450-452.
- 9) HORTON, G. M. J. and G. M. STEACY (1979) *J. Anim. Sci.* 48, 1239-1249.
- 10) 市川忠雄・藤島 通 (1976) 日畜会報 47, 518-525.
- 11) ITOH, H., Y. TERASHIMA, N. THORAI and Y. MATSUI (1975) *Jpn. J. Zootech. Sci.* 46, 87-93.
- 12) 伊藤弘 (1983) 日畜会報 54, 487-496.
- 13) 小川増弘・箭原信男・増淵敏彦・押部明徳・加茂幹男・中川西弘之 (1987) 日草誌 32, 410-415.
- 14) 岡本全弘・阿部英則 (1987) 日畜会報講演要旨, 132.
- 15) ØRSKOV, E. R., G. W. REID and M. KAY (1988) *Anim. Prod.* 46, 29-34.
- 16) PATERSON, J. A., T. J. KLOPFERSTEIN and R. A. BRITTON (1981) *J. Anim. Sci.* 53, 1952-1600.
- 17) 篠田 満・堀井 總・阿部 亮 (1984) 畜試研報 42, 21-27.
- 18) SUDWEEKS, E. M., L. O. ERY, D. R. MERTENS and L. R. SICK (1981) *J. Anim. Sci.* 53, 1406-1411.

- 19) TERASHIMA, Y., I. TORISU and H. ITOH (1980) *Jpn. Anim. Zootech. Sci.* 51, 40-47. 28, 813-818.
 20) WELCH, J. G. and A. M. SMITH (1969) *J. Anim. Sci.* 21) 箭原信男・沼川武男 (1978) 日畜会報 49, 648-652.

(平成2年4月9日受理)

Effect of Ammonia Treatment of Low Quality Roughage on Eating and Ruminating Behavior of Dairy Cattle

Shunji SERIZAWA, Nobuya KATAYAMA, Akihiro MATSUNAGA,
 Shoji MUTOH and Hiroshi KOYAMA

Shizuoka Prefectural Animal Husbandry Experiment Station
 Fujinomiya, Sizuoka 418-02, Japan

Summary

In situ digestion trial and measurement of chewing time were done to clarify the effect of ammonia treatment to low quality roughage on eating and ruminating behavior by dairy cattle.

Late cut orchardgrass (seed-setting stage) was treated with anhydrous ammonia (3% of the grass fresh matter) in a sealed vinyl sheet for 60 days. The treated samples in nylon bags were incubated in the rumen of dairy cattle for 3, 6, 12, 24 or 48 hours, and *in situ* dry matter disappearance was determined. Eating and ruminating time was measured for 24 hours successively with dairy cattle fed on the treated and the untreated hay.

Increase of OCC, Oa and *in situ* dry matter disappearance was recognized to improve the nutritive value in ammonia treated hay. Difference in eating time between treated and untreated hay was not found. Ruminating and chewing time slightly decreased in ammonia treated hay compared to untreated hay. It appears that these tendencies resulted from the decrease of OCW and the consequent structural changes.

Roughage value index of the treated hay was estimated to be 17 min/kg DM lower than that of the untreated hay. In previous studies, anhydrous ammonia concentration of about 3% of fresh matter was determined to improve preservation and nutritive value of moist roughage. The result of the experiment showed that 3% of anhydrous ammonia has a potential for improving the nutritive value of low quality roughage.

Key words : Ammonia treatment, Chewing time, Nylon bag trial, Roughage value index.