

群管理飼養方式におけるロールベールサイレージ 給与方法の違いが泌乳牛の飼料摂取量および 泌乳成績に及ぼす影響

横山 学*・家守紹光・柿原孝彦¹⁾・梅田剛利・
原田美奈子²⁾・浅岡壮平・古賀康弘

乳牛の群管理飼養方式において低コストかつ省力的にロールベールサイレージを給与する目的で、給与方法の違いが泌乳牛の飼料摂取量および泌乳成績に及ぼす影響について検討した。

試験は、分娩後5～7ヵ月のホルスタイン種泌乳牛を用い、3群×3期のラテン方格法で行った。ロールベールサイレージを細断しTMRと混合して給与する区(混合給与区)、ロールベールサイレージを無細断でTMRと別々の飼槽で給与する区(分別給与区)、同一飼槽において無細断ロールベールサイレージ上にTMRを載せて給与する区(同時給与区)の3区を設定し、泌乳牛の飼料摂取量および泌乳成績等を調査した。

①ロールベールサイレージの摂取量は、混合給与区および同時給与区が分別給与区より有意に高い値を示した。

②乳量・乳成分は、各区に差は認められなかった。

③摂取飼料費および乳飼比は、混合給与区および同時給与区が、分別給与区より低い値を示した。

以上のことから、同時給与区は分別給与区よりも、ロールベールサイレージの摂取量が多く、また、同時給与区は混合給与区と同等の泌乳成績が得られることが明らかとなった。

[キーワード：群管理飼養、泌乳牛、ロールベールサイレージ、TMR]

Effects of a Roll-bale Silage Feeding Method on Feed Intake and Lactation Performance in Lactating Dairy Cows

YOKOYAMA Manabu, Tsugumitsu KAMORI, Takahiko KAKIHARA, Taketoshi UMEDA, Minako HARADA, Souhei ASAOA, and Yasuhiro KOGA (Fukuoka Agric.Res.Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric.Res.Cent* 23: 78-82 (2004)

This study examined of a roll-bale silage feeding system that does not require the use of cutting and mixing machine, which can be labor intensive as well as expensive. The roll-bale silage was Italian ryegrass. Six Holstein cows in late lactation were used in a 3 × 3 Latin square design to examine the effect of 3 feeding systems: 1) MIXED — cut roll-bale silage mixed with TMR; 2) SEPARATED — uncut roll-bale silage fed separately from TMR; 3) LAYERED — TMR laid over uncut roll-bale silage. The cows were housed in a free-stall barn.

①Roll-bale silage intake was higher in the MIXED and LAYERED methods than in the SEPARATED system.

②There were no differences in lactation performance.

③With respect to feeding costs, the MIXED and LAYERED methods were lower than the SEPARATED one.

These results suggested that the LAYERED method was equal to the MIXED in roll-bale silage intake, lactation performance, and feeding costs.

[Key words : feeding methods, rapping roll-bale silage, TMR, lactating dairy cows, free stall barn]

緒 言

酪農経営においては、繋ぎ飼い給与方式からフリーストールおよびルースバーン等の群管理飼養方式への転換が続いている¹²⁾。最近では年間出荷乳量が3,000 tを上回るメガファーム¹⁹⁾と呼ばれる大規模酪農経営も出現し始めた。

粗飼料を細断せずにサイレージ調製するロールベールサイレージ技術は、自給飼料生産・調製に大幅な省力化^{3, 4, 5, 6, 7, 8, 20, 25)}・低コスト化^{5, 8)}をもたらす。糸川ら⁴⁾は、ロールベールサイレージは省力化のみならず粗飼料の高品質化、収量の安定化にも役立つことを指摘している。

しかし、群管理飼養方式において、泌乳牛に給与されるTMR(混合飼料)にロールベールサイレージをそのま

ま利用すると、TMR混合機の負担が大きく故障の原因となるため細断が必要となる^{7, 13)}。また、ロールベール細断専用機械は高価で、作業も煩雑化することから、泌乳牛には利用されずに乾乳牛および育成牛にのみ草架台で不断給与される場合が多い¹⁶⁾。

これまで、泌乳牛へのロールベールサイレージ給与に関しては、ロールベールサイレージの給与時間が摂取量に及ぼす影響¹⁷⁾、ロールベールサイレージ不断給餌下の第1胃内発酵および血液代謝像⁹⁾、給与の省力化と食べこぼし等の損失を抑えるための草架台の改良^{2, 21, 22, 26, 27)}等について報告されている。しかし、ロールベールサイレージの給与方法の違いが摂取量および泌乳成績に及ぼす影響についての報告はない。

そこで、群管理飼養方式において低コストかつ省力的にロールベールサイレージを給与することを目的とし、ロールベールサイレージの細断やTMRへの混合をせずに、泌乳牛に給与する技術を検討した。

*連絡責任者(家畜部)

1) 現朝倉地域農業改良普及センター

2) 現両筑家畜保健衛生所

材料および方法

1 供試牛および調査期間

供試牛は分娩後 5～7 ヶ月の泌乳最盛期を過ぎたホルスタイン種泌乳牛(産次 1～5産)を用いた。試験期間は、2001年 5月25日～7月 6日、供試牛頭数は 6頭で、3群(1群 2頭)×3期(1期 2週間)のラテン方格法により実施した。1期 2週間のうち、最初の 7日間を予備期、次の 7日間を本試験期とした。

2 飼料給与および試験区分

飼料配合割合および飼料成分値を第 1表に示した。

TMRは、1日 1回16時に第 1表の配合割合に従い、TDN: 73.3%, CP: 14.4%, DM: 88.6%となるよう、自走式飼料混合機で15分間混合・調製した。調製後は当牛舎内飼料貯蔵室に常温で保存した。TMRの調製に際しては、日本標準飼料成分表(1995年)に記載された数値を用いた。なお、総繊維(OCW)については日本標準飼料成分表に記載されていないため、福岡県飼料成分表(1999年)

の数値を用いた。

ロールベールサイレージは、イタリアンライグラス(品種名: タチワセ) 1番草出穂期刈りを原料草とした。当場において、2000年10月 4日に播種し、2001年 4月29日に刈り取り後、天日乾燥し、ロールベールサイレージに調製した。ロールベールサイレージの飼料成分値は、TDN: 62.4%, CP: 13.1%, DM: 47.8%であった。

試験区として、①ロールベールサイレージをロールベールシュレッダーにより細断(切断長 5cm)し、TMRと混合して給与する区(以下、混合給与区)、②細断していないロールベールサイレージとTMRを別々の飼槽で給与する区(以下、分別給与区)、③同一飼槽において細断していないロールベールサイレージ上にTMRを載せて給与する区(以下、同時給与区)、の 3区を設定した。

飼養形態はフリーストール方式とし、ドアフィーダー飼槽(GFRシステム: ウェストファリア社)に供試牛を張り付け、個体毎に飼料給与を行った。飼料は、TDN要求量の 110%となる量をTMR:ロールベールサイレージ=75:25の乾物割合で 1日 2回(9:30, 17:30)給与した。搾

第 1 表 飼料配合割合および飼料成分値

飼料名		乾物率(%)	乾物配合割合(%)
ロールベールサイレージ ¹⁾	イタリアンライグラス出穂期	47.8	24.9
TMR ²⁾	スーダン乾草	91.0	23.7
	ビートパルプ	86.6	11.2
	メン実	91.7	0.4
	圧ペンオオムギ	88.2	11.7
	圧ペントウモロコシ	86.5	15.5
	一般フスマ	87.0	5.4
	ミネラル調整剤	98.0	1.3
	大豆粕	88.3	5.9

ロールベールサイレージとTMRの混合後の飼料成分(DM%)

DM	73.1
TDN	70.6
CP	14.1
EE	3.1
CF	20.7
ADF	24.3
OCW	45.4
NDF	42.0
Ca	0.7
P	0.4
粗飼料割合	51.4

1) ロールベールサイレージ飼料成分値(DM%) TDN 62.4%, CP 13.1%, DM 47.8%

2) TMR飼料成分値(DM%) TDN 73.3%, CP 14.4%, DM 88.6%

3) 乾物単価 スーダン乾草 48.5円、ビートパルプ 43.5円、メン実 48.1円、圧ペンオオムギ 40.3円、圧ペントウモロコシ 29.4円、一般フスマ 31.1円、ミネラル調整剤 142.9円、大豆粕 60.9円

第2表 体重および飼料摂取量

ロール 給与 方法	体重 (kg)	1日総摂取量				TMR				ロールベールサイレージ ^a			
		乾物 摂取 (kg)	TDN 摂取 (kg)	DMI ¹⁾ /MBW (%)	TDN ²⁾ /MBW (%)	乾物 摂取 (kg)	TDN 摂取 (kg)	DMI /MBW (%)	TDN /MBW (%)	乾物 摂取 (kg)	TDN 摂取 (kg)	DMI /MBW (%)	TDN /MBW (%)
混合 ³⁾	639	16.8	11.8	13.27	9.37	12.6	9.2	9.95	7.30 ^a	4.2 ^a	2.6 ^a	3.32 ^a	2.07 ^a
分別 ⁴⁾	636	17.6	12.6	13.99	10.03	15.0	11.0	11.95	8.76 ^b	2.6 ^{ba}	1.6 ^{ba}	2.04 ^{ba}	1.27 ^b
同時 ⁵⁾	638	17.2	12.2	13.63	9.69	13.7	10.0	10.85	7.95	3.5 ^b	2.2 ^b	2.78 ^b	1.74 ^b

1) DMI/MBW (%) 代謝体重当たり乾物摂取割合

2) TDN/MBW (%) 代謝体重当たりTDN摂取割合

3) 混合給与区 ロールベールサイレージをTMRと混合給与

4) 分別給与区 ロールベールサイレージとTMRを別の飼槽で給与

5) 同時給与区 同一飼槽でロールベールサイレージ上にTMRを給与

6) A-B: P<0.01, a-b: P<0.05 有意差有り

乳は1日2回(9:00, 17:00), 飲水・舐塩は自由とした。

3 調査項目および調査方法

調査項目は、TMR摂取量、ロールベールサイレージ摂取量、体重、乳量、乳成分、第1胃内容液性状、摂取飼料費および乳飼比とした。

飼料摂取量は、1日1回、17:30の飼料給与直前に残飼量を測定し、給与量から差し引いて求めた。同時給与区においては、残飼を5cm×5cmの鉄製の篩を用いて篩い分け、さらに手作業によりロールベールサイレージとTMRとを分別した。また、混合給与区においては、1日の摂取量を基に、TMRとロールベールサイレージの混合割合から、TMR、ロールベールサイレージそれぞれの摂取量を算出した。

体重および乳量は毎日朝夕、搾乳時に計測した。乳成分は各試験期間の最終3日間(朝・夕)にサンプリングし、近赤外牛乳分析機(Milko-Scan 133 B, Foss Electric, Denmark)により乳脂肪率、乳蛋白質率、乳糖率、全固形分率および無脂固形分率を測定した。

第1胃内容液は、各期最終日の朝の搾乳終了後に経口カテーテル法により採取し、直ちにpHを測定した。その後、二重ガーゼで濾過し、3,000rpm、20分の遠心分離により得られた上澄み液の揮発性脂肪酸(VFA)を、ガスクロマトグラフ(GC-15A 島津製作所)により測定した¹⁰⁾。

摂取飼料費は、TMR摂取量と飼料原料単価より算出した。なお、ロールベールサイレージの単価は0円とした。乳飼比は、乳価90円/kgとして算出した。

4 統計処理

得られた測定値の有意性の検定はSASのGLMプロシジャ¹⁵⁾により行い、危険率5%以下の場合には有意差があるものとし、危険率10%以下の場合には傾向があるものとして本文中に記述した。

結 果

1 飼料摂取量

体重および飼料摂取量について第2表に示した。体重は、混合給与区 639kg、分別給与区 636kg、同時給与区 638kgと、各区間に差は認められなかった。

1日当たりの総飼料摂取量については、すべての項目

において各区間に有意差は認められなかった。

TMR摂取量については、乾物およびTDNともに各区間に有意差は認められなかったが、代謝体重当たり乾物摂取割合に関して、分別給与区が11.95%と混合給与区の9.95%よりも高くなる傾向を示した。代謝体重当たりTDN摂取割合については、分別給与区が8.76%と混合給与区の7.30%よりも有意に高く

($p < 0.01$)、同時給与区も7.95%と混合給与区よりも高い傾向を示した。体重およびTMR乾物摂取量に有意差が得られなかったにもかかわらず、代謝体重当たりでは有意差および傾向が見られたことについて、TMR乾物摂取量は測定値の分散が大きく、代謝体重当たりでは値の分散が小さくなったことによるものと考えられる。

ロールベールサイレージの摂取量については、乾物では、混合給与区が4.2kg ($p < 0.01$)、同時給与区が3.5kg ($p < 0.05$)と、分別給与区の2.6kgよりも有意に高い値を示した。TDN摂取量についても、混合給与区 ($p < 0.01$) および同時給与区 ($p < 0.05$) が分別給与区よりも有意に高い値を示した。代謝体重当たり乾物摂取割合は混合給与区と分別給与区の間に1%水準、同時給与区と分別給与区の間に5%水準の有意差が認められた。また、混合給与区が同時給与区よりも高い傾向を示した。代謝体重当たりTDN摂取割合では、混合給与区が2.07%と、他の2区よりも有意に高い値を示し ($p < 0.01$)、さらに、同時給与区が分別給与区よりも高い値を示す傾向が認められた。

2 第1胃内容液性状

第1胃内容液性状に関して、第3表に示した。pHは、分別給与区の6.65に対し、同時給与区が6.40と有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。また、混合給与区も6.52と分別給与区よりも低い値を示す傾向が認められた。揮発性脂肪酸のモル比では、酢酸割合において、分別給与区が65.7mM/lで混合給与区の66.8mM/lに比べて、低い傾向が見られた。プロピオン酸割合においては、有意では

第3表 第一胃内容液性状

ロール 給与 方法	pH	VFA ¹⁾ モル比 (%)			
		酢酸	プロピオン酸	酪酸他 ²⁾	A/P比 ³⁾
混合	6.52	66.8	16.8	16.4	4.00
分別	6.65 ^a	65.7	17.0	17.3	3.91
同時	6.40 ^b	66.3	16.4	17.3	4.06

1) VFA: 揮発性脂肪酸

2) 酪酸他: 酪酸, イソ酪酸, イソ吉草酸, 吉草酸, イソカプロン酸, カプロン酸の合計

3) A/P比: 酢酸/プロピオン酸比

4) a-b: P<0.05 有意差有り

ないものの、分別給与区が他の2区よりも高い値を示した。酪酸他の割合に関しては各区分に差は無く、酢酸/プロピオン酸比(A/P比)においては、分別給与区が他の2区よりも低くなる傾向が認められた。

3 乳量および乳成分

乳量および乳成分を第4表に示した。乳量は、混合給与区は24.1kg、分別給与区は24.4kg、同時給与区は24.2kgであり、各区分に差は認められなかった。乳成分では、乳脂肪率、乳蛋白質率、乳糖率、全固形分率、無脂固形分率および4%脂肪補正乳量の各項目について、各区分に有意差は認められなかった。

4 飼料要求率および摂取飼料費

飼料要求率、摂取飼料費および乳飼比について第5表に示した。乳量当たりの飼料要求率および脂肪補正乳量当たりの飼料要求率において、有意差はないものの、混合給与区および同時給与区が分別給与区よりも低い値を示した。また、1日当たり、日乳量および脂肪補正乳量当たりの摂取飼料費は、分別給与が混合給与よりも有意に高く ($p < 0.05$)、さらに、日乳量当たりの摂取飼料費においては、分別給与区が同時給与区よりも高くなる傾向が認められた。

分別給与区の乳飼比は、混合給与区と比べて有意に高く ($p < 0.05$)、同時給与区よりも高い傾向が見られた。

考 察

第2表におけるTMR乾物摂取量では、同時給与区は13.7kgと、混合給与区12.6kgおよび分別給与区15.0kgの中間の値を示し、TMRの代謝体重当たり乾物摂取割合では、分別給与区の方が混合給与区よりも高い傾向を示した。また、ロールペールサイレージの乾物摂取量については、混合給与区が4.2kg、同時給与区が3.5kgと分別給与区2.6kgより有意に高い値を示した。寺田¹⁴⁾は、濃厚飼料と粗飼料の分離給与では、濃厚飼料の選択採食が起ることを報じている。このことから、分別給与区の泌乳牛では、TMRとロールペールサイレージが別々の飼槽で給与されたため、嗜好性の良いTMRを多く摂取し、ロールペールサイレージをあまり摂取しなかったものと考えられる。一方、同時給与区では、泌乳牛はロールペールサイレージ上に給与されたTMRを選択採食しようとするものの、TMRがロールペールサイレージ中に落下し、次第に混合され、TMRと同時にロールペールサイレージを摂取した、と推察される。

第1胃内容液pHについては分別給与区よりも同時給与区および混合給与区が低い値を示した。しかし、中村らの報告¹¹⁾によると、これらの値は3区とも正常値の範囲であることから、供試牛の健康面については問題ないと考えられた。

第1胃内容液の揮発性脂肪酸における、酢酸割合について、混合給与区が66.8mM/lと分別給与区の65.7mM/lと比べて高い傾向を示した。一方、プロピオン酸割合

第4表 乳量および乳成分

ロール 給与 方法	乳量 (kg)	FAT (%)	PRO (%)	LAC (%)	TMS (%)	SNF (%)	4%FCM (kg)
混合	24.1	4.21	3.47	4.65	13.33	9.12	24.94
分別	24.4	4.33	3.46	4.66	13.45	9.13	25.68
同時	24.2	4.29	3.42	4.64	13.35	9.06	25.27

1) FAT:乳脂肪分率, PRO:乳蛋白質率, LAC:乳糖率, TMS:全固形分率, SNF:無脂固形分率,

4%FCM:脂肪補正乳量 = $(15 \times \text{乳脂肪分率} \div 100 + 0.4) \times \text{乳量}$

第5表 飼料要求率、摂取飼料費および乳飼比

ロール 給与 方法	飼料要求率		摂取飼料費 (円)			乳飼比 ¹⁾
	/乳量(kg)	/4%FCM(kg)	/日	/乳量(kg)	/4%FCM(kg)	
混合	0.696	0.675	552.87 ^a	22.97 ^a	22.29 ^a	25.5 ^a
分別	0.723	0.696	658.77 ^b	27.00 ^b	25.98 ^b	30.0 ^b
同時	0.710	0.680	600.46	24.72	23.62	27.5

1) 乳飼比 = 摂取飼料費 / 乳代比

2) a-b: $P < 0.05$ 有意差有り

では、有意ではないものの分別給与区が他の2区よりも高い値を示した。また、A/P比においては、分別給与区が他の2区よりも低い値を示す傾向が認められた。反芻動物において、給与飼料が粗飼料多給の場合、第1胃内容液中の酢酸割合が増加し、逆に、濃厚飼料多給の場合、プロピオン酸割合が増加することは良く知られている¹¹⁾。本研究における、各区の揮発性脂肪酸モル比の差は、TMRとロールペールサイレージそれぞれの摂取量を反映したものと考えられる。

本研究において、ロールペールサイレージ給与法の違いが、乳量および乳成分へ影響するものと期待されたが、各区に差は認められなかった。神谷²⁴⁾は、TMRを泌乳後期牛に給与した試験において、TDN充足率と産乳性の間には関係が見られなかったことを報告している。同様に、本研究においても、試験に供した泌乳牛が泌乳後期であったため、乳量および乳成分が安定していたものと考えられた。乳生産性の高い高泌乳牛および泌乳初期牛については、今後の検討が必要である。

佐藤¹⁸⁾は、混合飼料給与は分離給与に比べ、摂取量、第1胃内性状、体内代謝の日内変動が小さくなり、安定化すると報告している。また、混合飼料給与により第1胃内性状および体内代謝の日内変動が安定化する理由は、粗飼料と濃厚飼料がほぼ一定の相対比で同時に摂取されることにより、第1胃内発酵の日内変動が大きく変化しないため、とされている¹⁾。同様に、本研究における混合給与区も、粗飼料と濃厚飼料は一定の相対比で同時に摂取され、第1胃内発酵の日内変動は安定していたものと推察される。また、同時給与区は、給与時にはロールペールサイレージ上にTMRが載っているが、泌乳牛の採食に伴いロールペールサイレージとTMRが次第に混合され、一度に摂取される粗飼料と濃厚飼料の相対比が一定に近づくことで、第1胃内発酵の安定化が得られたと考えられる。

本研究における乳量当たりの飼料要求率で、混合給与区が0.696、同時給与区が0.710、と分別給与区の0.723よりも低い値を示した。佐藤²³⁾は、乾草を用いたTMRで

は、①サイレージに比べて溶解性蛋白が不足し、第1胃内微生物の増殖量が減る、②逆に、サイレージを与える時は同時時間帯にデンプンを給与しないと微生物合成に利用される第1胃内アンモニア量が減少する、と述べている。これらのことから、分別給与区は、他の2区と比べて、ロールベールサイレージをあまり採食せず、乾草を用いたTMRを多く採食したために、第1胃内発酵にロスが生じ、飼料要求率が高くなったものと考えられる。また、混合給与区および同時給与区では、分別給与区と異なり、ロールベールサイレージと同時にデンプンを含むTMRを摂取したことから、微生物合成に利用されるアンモニア量のロスが少なく、飼料要求率が低くなったものと推察された。

摂取飼料費および乳飼比において、混合給与区および同時給与区が、分別給与区よりも低い値を示したが、これは、TMR摂取量の違いに起因するものである。また、混合給与と同時給与について考えてみると、ロールベールシュレッダーの購入コスト、減価償却費および労働費までを考慮すれば、同時給与の方が混合給与よりも低コストとなり有利である。

以上のことから、ロールベールサイレージをTMRに混合せずに泌乳後期牛に給与する場合、①飼槽内でTMRと同時給与する方が分別給与するよりも、ロールベールサイレージの摂取量が増加する、②同時給与した場合の乳量および乳成分は、混合給与した場合と同等の成績が得られる、ことが明らかとなった。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、統計処理に関して御助言頂いた独立行政法人畜産草地研究所企画調整部大家畜研究官寺田文典氏に深謝します。

引用文献

- 1) 早坂貴代史・田鎖直澄・山岸規昭(1991)混合飼料(TMR)の給与回数に泌乳牛の採食行動に及ぼす影響。日畜会報, **62**(7): 692-694.
- 2) 平野保・瀬川洋(1985)ビッグ・ラウンド・ペーラを利用した乾草の収穫利用技術。岩手畜試研報, **14**: 1-40.
- 3) 飯田克美(1996)大家畜経営での自給飼料生産の評価と展開。畜産コンサルタント, **379**(7): 10-16.
- 4) 糸川信弘・本田善文・加藤明治(1992)ロールベールサイレージ体系の現状と課題(1)。畜産の研究, **46**(2): 263-270.
- 5) 萬田富治(1990)ロールベールサイレージの実際(1)。畜産コンサルタント, **309**(9): 33-37.
- 6) 萬田富治(1990)ロールベールサイレージの実際(2)。畜産コンサルタント, **309**(10): 34-39.
- 7) 萬田富治(1990)ロールベールサイレージの実際(3)。畜産コンサルタント, **309**(11): 36-41.
- 8) 萬田富治(1985)ロールベールサイレージの調製利用。自給飼料, **4**: 13-23.
- 9) 萬田富治・篠田満・杉原敏弘(1989)ロールベールサイレージの不断給餌が高泌乳牛の第一胃発酵と血液代謝像に及ぼす影響。北海道農試研報, **151**: 7-14.
- 10) 中村良一・米村寿男・須藤恒二(1973)牛の臨床検査法**6**:39-42。農文協。東京。
- 11) 中村良一・米村寿男・須藤恒二(1973)牛の臨床検査法**6**:232。農文協。東京。
- 12) 小川増弘・早坂貴代史・須藤純一・干場信司・杉若輝夫・本松秀敏・圓山繁・小川泰一(1997)わが国の乳牛の群管理飼養と資源循環研究(1)。畜産の研究, **51**(4): 488-492.
- 13) 小川増弘・早坂貴代史・須藤純一・干場信司・杉若輝夫・本松秀敏・圓山繁・小川泰一(1997)わが国の乳牛の群管理飼養と資源循環研究(2)。畜産の研究, **51**(5): 600-606.
- 14) ルーメン7。(2003)。50。東京。デーリージャパン社。
- 15) SAS.(1990) SAS/STAT ユーザーズガイド6.03版。809-914。東京 SAS出版社。
- 16) 佐々木泰弘・加藤明治(1992)ロールベールサイレージ体系の現状と課題(2)。畜産の研究, **46**(3): 375-382.
- 17) Hiroshi SATO, Yoshio KUDO and Tetsuo MISHIMA, Effect of Restricted Time of Access to Grass Silage on Voluntary Intake of Lactating Dairy Cows Housed in Free Stall Barn. Jpn. J. Zootech Anim.Sci,J,**70**(6):542-546,1999.
- 18) 佐藤博・工藤吉夫・三島哲夫・柏木甲(1989)乳牛における飼料給与の方法が第一胃内発酵、血液性状および採食行動に及ぼす影響。日畜会報, **58**(6): 461-466.
- 19) 清家昇・島山尚史(2002)酪農メガファーム—その躍進と可能性をさぐる—。酪総研選書, **74**:4-5.
- 20) 杉本亘之・峰崎康裕・高橋圭二・坂本洋一(1990)ロールベールサイレージの調製とその利用法。畜産の研究, **44**(7): 823-827.
- 21) 玉城政信・島袋宏俊・知念雅昭・金城寛信(1997)粗飼料を有効利用するためのロールベール用草架の改善。沖縄畜試研報, **35**: 65-67.
- 22) 田中哲也・柄本康・村田定信(1999)ロールベール乾草及びラップサイレージの給与技術確立試験。宮崎畜試研報, **12**: 124-127.
- 23) TMRシステム—TMRの現状と実例—。(1989)。17。東京。デーリージャパン社
- 24) TMRシステム—TMRの現状と実例—。(1989)。59。東京。デーリージャパン社。
- 25) 安谷屋兼二・新田孝子・池田正治(1991)ロールベール利用実態調査。沖縄畜試研報, **29**: 99-104.
- 26) 頼実茂・嶺地勲和・岸川良吉・守屋典彦・三宅律太(1980)牛の集団飼育に適する粗飼料利用給餌器の改善(1)。岡山酪農試験場研究報告, **17**: 23-31.
- 27) 吉田武紀・吉根浩太郎・小池一正・宇佐見登・道後泰治・土屋英希・小松山憲作・新田実・島崎昌三・籠橋太史・山内克彦・市川義夫・渡辺剛男(1979)積雪高冷草地における黒毛和種の集団生産に関する実証的研究。福島県畜産試験場研究報告, **5**: 84-88.