

穀類の粉碎および煮沸処理が、反すう動物の第1胃内揮発性脂肪酸産生ならびに飼料の消化率におよぼす影響

小島洋一・原田文明・小松明德

YOICHI KOJIMA, FUMIAKI HARADA and AKINORI KOMATSU
Effect of crushed and/or cooked barley feeding on
VFA production in rumen and ration digestibility of wether

要旨：穀類飼料の粉碎および煮沸処理が、反すう動物第1胃内揮発性脂肪酸（VFA）産生および飼料消化率におよぼす影響をしらべた。第1胃フィステルを装着した3頭の去勢成めん羊を用い、これらに大麦：アルファルファヘイキューブ=50：50の飼料を与え、大麦を有稈種子のままおよび粉碎して与えた区、これら各々に煮沸処理をほどこした区の計4区にて試験した。みかけの消化率の測定は酸化クローム指標法によった。

1) VFA産生速度は粉碎および煮沸処理によって促進された。2) 酢酸/プロピオン酸比は粉碎および煮沸処理によって小さくなった。3) 一般成分のみかけの消化率は各処理によってほとんど影響されなかった。

I 諸 言

本邦の牛肥育農家では、伝統的な飼養法として穀類を煮て与えているものが少なくなく、とくに理想肥育を行う場合は飼料を煮なければ十分な肥育が期待できず、枝肉にした場合の仕上りもよくないとしていた。しかし本邦で行なわれた試験結果によると穀類を煮て与えても増体や屠体の成績にはほとんど好影響を与えていない^{1,2,3,4)}。しかし最近諸外国において各種の加熱処理をほどこした穀類を肥育牛に与えかなりの好結果を得ている^{5,6)}ので今一度本邦で行なわれている煮沸処理の影響を検討してみる必要があると考えられる。また、与える穀類の粒度によってもその利用性にかなりの影響を与えることが考えられ、本試験では、本邦で一般に肥育飼料として用いられている大麦の粉碎および煮沸処理が、めん羊の第1胃におけるVFA産生状況にいかなる影響をおよぼすかをしらべ、飼料消化率への影響もあわせて検討した。

II 実験方法

手術によって第1胃にフィステルを装着した3頭の去勢成めん羊（体重：1号40kg，2号38kg，3号41kg）を代謝箱内で飼養し、第1表に示すような成分の大麦（有稈種子）：アルファルファヘイキューブ=50：

第1表 試験に用いた飼料の分析値（乾物%）

	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分
大麦 （有稈種子）	12.5	2.7	78.6	4.3	1.9
アルファル ファヘイキ ューブ	18.6	3.6	44.8	23.0	10.2
飼 料	15.6	3.2	61.2	13.9	6.2

50の飼料を1日当たり体重の2%，午前9時と午後5時の2回に等分して給与した。また消化率測定のため指標物質として毎食1gのCr₂O₃を飼料中に混入した。試験区は大麦の処理により次の4区に分け、順次

京都府立大学農学部畜産学研究室

Laboratory of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University,
Kyoto, Japan.

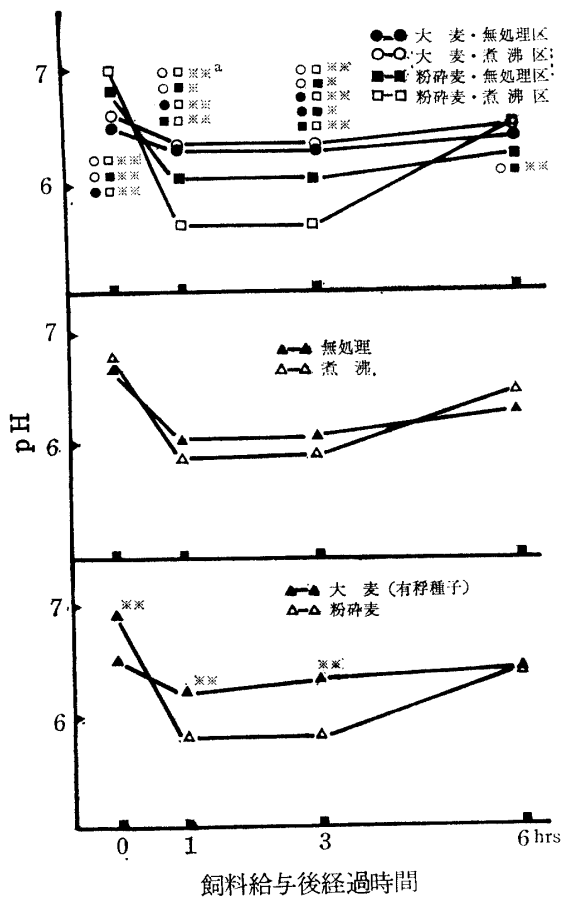
昭和50年7月31日受理

3頭のめん羊で4期にわたり試験した。各区は次の通りである。大麦・無処理区：大麦有稈種子をそのまま給与，大麦・煮沸処理区：大麦有稈種子に3倍量の熱湯を加え15分間煮沸処理をして給与，粉碎麦・無処理区：大麦有稈種子を粉碎して給与，粉碎麦・煮沸処理区：大麦有稈種子を粉碎し，さらに3倍量の熱湯を加え15分間煮沸して給与。大麦有稈種子粉碎による粒度の分布は第2表のようであり，煮沸処理による大麦で

第2表 粉碎大麦の粒度分布

篩目 (mm)	1以下	1~2	2~4	4以上
分布 (%)	6.4	17.8	66.9	8.9

んぶんのα化度をジアスターゼ法⁷⁾で測定した結果では有稈種子および粉碎麦ともに97%以上α化されていた。各期とも7日間の予備期の後，2日間にわたり糞を採取し，続く3日間飼料給与前および給与後1，3，6時間目にフィステルを通じて第1胃内液を採取した。第1胃内液は採取後ただちにpHメーターにて



第1図 第1胃内 pH の経時的变化
(a : 各時間において * P < .05, ** P < .01 で有意差のあることを示している)

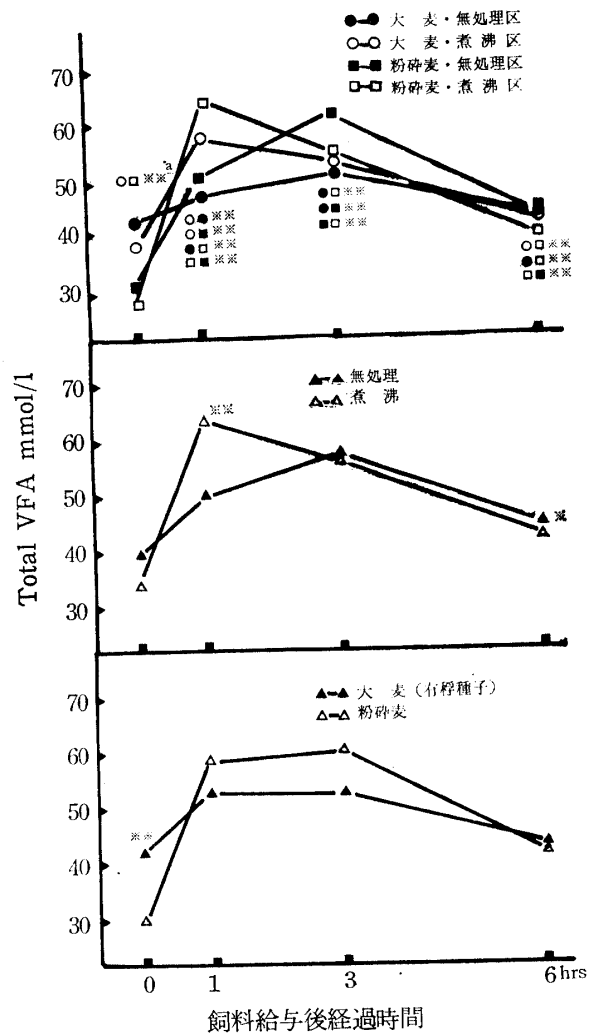
pHを測定した後遠心分離により固形分を取りのぞき，液体部分のみを-24°Cで分析に供するまで保存した。第1胃内液 VFA の総量は水蒸気蒸留法により，その組成はガスクロマトグラフにて測定⁹⁾した。飼料および糞の成分は一般成分分析法⁹⁾にて行ない，消化率は糞中の Cr₂O₃ 濃度を測定し，指標法¹⁰⁾に従って算出した値でありみかけの消化率を示すものである。

III 実験結果

1) 第1胃内 pH

各区における第1胃内 pH の経時的变化および処理別の経時的变化の平均値を示せば第1図のごとくである。

飼料給与前においても第1胃内 pH は各区かなりの差がみられた。とくに飼料給与後1，3時間が粉碎麦・煮沸区で低く，大麦・無処理区との差が著しかった。



第2図 第1胃内 VFA 総量の経時的变化
(a : 各時間において * P < .05, ** P < .01 で有意差のあることを示している)

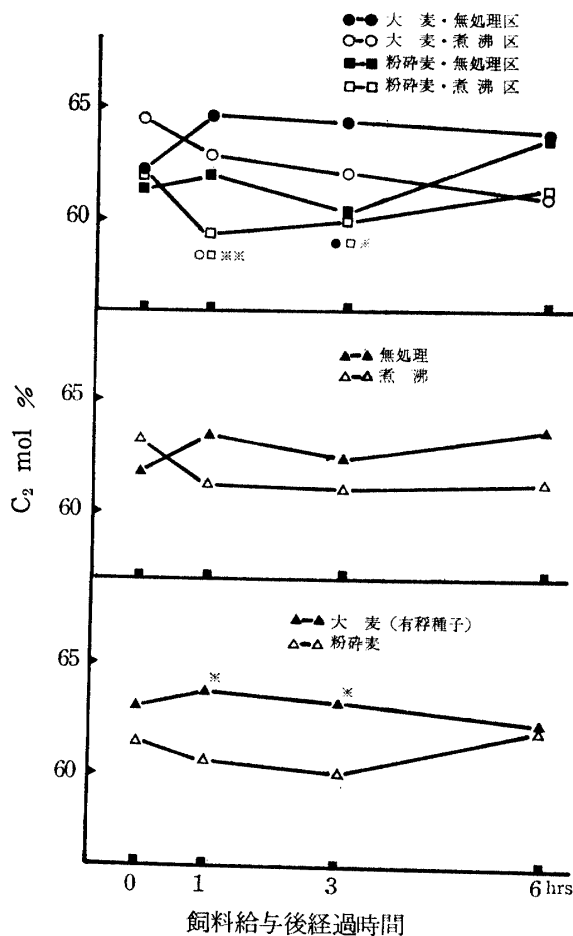
た。処理別にみれば、飼料給与後1, 3時間で粉碎処理により著しく低下しているが、飼料給与前においては逆に高くなっていた。

2) 第1胃内 VFA 総量

第2図をみれば、VFA 総量は飼料給与前では粉碎処理により低下しており、また飼料給与後1, 3時間において粉碎処理により高くなる傾向がみられた。煮沸処理によって飼料給与後1時間で著しく高くなっていた。

3) 第1胃内 VFA 組成

a 酢酸：第1胃内酢酸の mol % について平均値を示せば第3図のごとくである。飼料給与後1, 3時間において大麦・無処理区よりもその他の区においてその割合が低下する傾向があった。また大麦・無処理区では飼料給与後高くなる傾向を示していた。しかしその値は60~65%の間で変化しており各処理の第1胃内酢酸の割合への影響は少なかった。処理別にみれば、粉碎および煮沸処理によって飼料給与後低下する



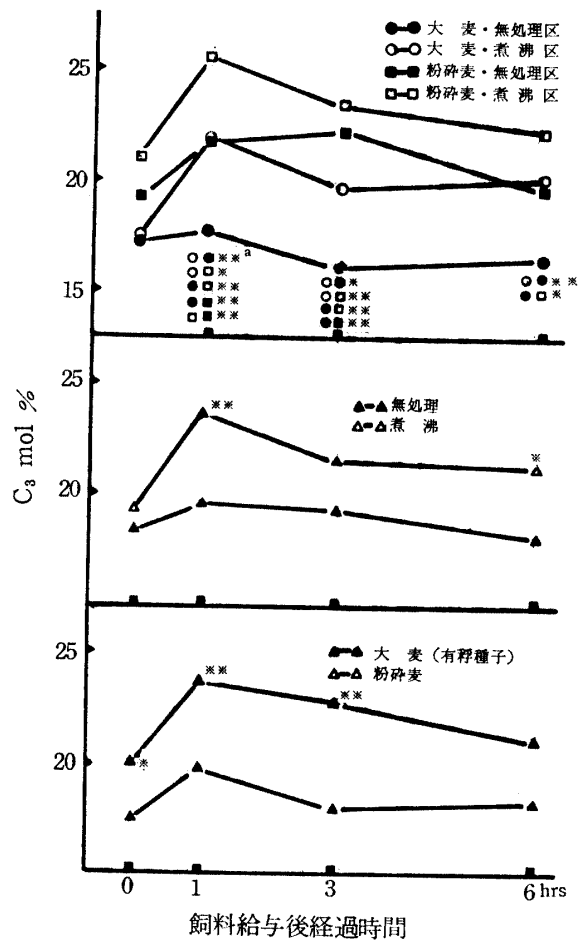
第3図 第1胃内酢酸(mol %)の経時的変化 (a : 各時間において* P<.05, ** P<.01 で有意差のあることを示している。)

傾向がみられた。

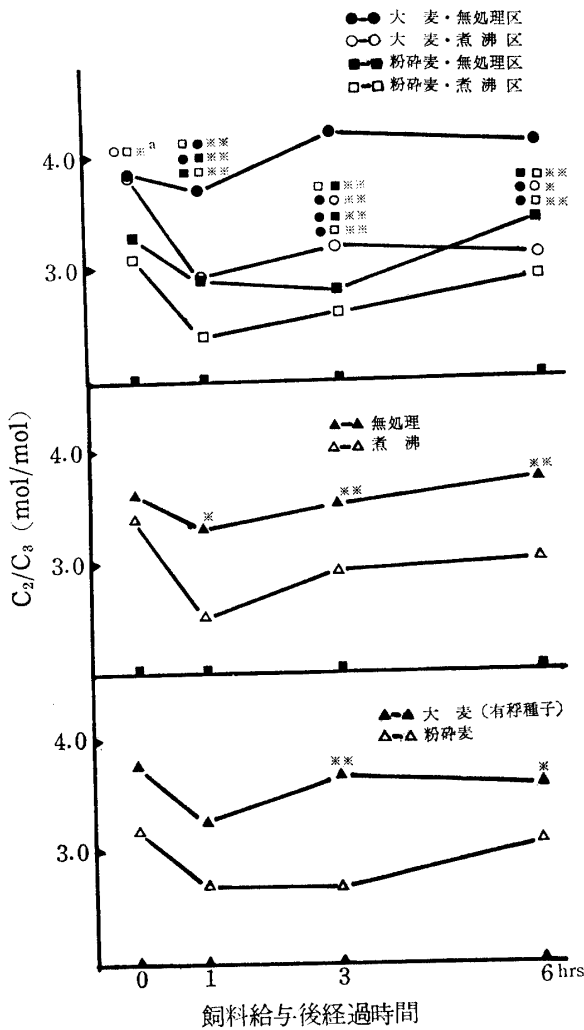
b プロピオン酸：第1胃内プロピオン酸の mol % について平均値を示せば第4図のごとくである。飼料給与前、給与後1, 3時間において大麦・無処理区よりその他の区で高くなっており、とくに粉碎処理区において著しく高かった。処理別にみれば、飼料給与前、給与後1, 3時間において粉碎処理により高くなっており、また飼料給与後1, 3, 6時間で煮沸処理により高くなっていた。

c 酢酸/プロピオン酸比：第5図をみれば飼料給与後1, 3, 6時間において大麦・無処理区に比較して他の区はかなり低下しており、とくに粉碎・煮沸区の飼料給与後1時間での低下が著しい。処理別にみれば各時間とも粉碎処理によりまた煮沸処理により低下していた。とくに飼料給与後1時間においては2.5と著しい低下をみた。

d 酪酸：第1胃内酪酸の割合は全区約15%~18%



第4図 第1胃内プロピオン酸 (mol %) の経時的変化 (a : 各時間において* P<.05, ** P<.01 で有意差のあることを示している。)



第5図 第1胃内酢酸/プロピオン酸比 (mol/mol) の経時的变化 (a : 各時間において※P<.05, ※※P<.01で有意差のあることを示している。)

の間にあり、飼料給与前後のすべての時間において、各区間に有意差はみられず、また処理別にみても有意差はなかった。

4) 消化率

各区別に酸化クロームを指標物質として算出した平均消化率をしめせば第3表のごとくである。

粉碎・煮沸処理区で粗蛋白質および粗繊維の消化率

第3表 各区の平均一般成分消化率 (%)

	粗蛋白質	粗脂肪	可 無窒素物	溶 物	粗繊維
大麦・無処理区	79.3	77.2	83.3	83.3	42.1
大麦・煮沸区	79.1	78.4	84.3	84.3	41.1
粉碎麦・無処理区	79.0	79.0	84.1	84.1	42.7
粉碎麦・煮沸区	75.0	77.1	81.9	81.9	39.0

がいくぶん低下していた以外は著しい変化はみられなかった。

IV 考 察

穀類飼料の粉碎や加熱処理によって、反すう動物の第1胃内pH, VFA総量および組成が変化するが、それはこれらの処理によって穀類が物理的または化学的な変化をうけ、その結果反すう胃内に生息する種々の微生物群がこれらの穀類を分解して行う発酵の様相が変化することによるものと考えられる。この試験においても大麦の粉碎および煮沸処理によって第1胃内pH および VFA 産生状況にかなりの変化が起っている。この試験の結果から大麦の粉碎および煮沸処理はほぼ同様の影響を第1胃内 VFA 産生におよぼすものと考えられ、それはこれらの処理によって大麦が含む多量のでんぷん質が反すう胃内微生物によって容易に発酵分解されるようになるためと考えられる。事実、第1胃 VFA 内総量についての結果は、この2処理によって飼料給与後1時間においては無処理に比して速く発酵が行なわれ、また粉碎処理よりも煮沸処理の方がその影響は著しい。このように煮沸および粉碎処理によって VFA が飼料給与直後に急速に多量に発酵産生されるが、飼料給与後6時間になるとほとんど無処理と同様の値となっている。また午後の給飼の18時間後にあたる飼料給与前においては処理をした方が無処理よりも逆に低くなっており、このことはこれら処理によって反すう胃内で飼料給与直後には急速に多量に飼料が微生物に分解利用されるが、時間とともにその量は減じ無処理よりも低くなることを示している。この原因については、1、飼料給与後に急速に飼料が発酵分解されるため時間の経過とともに発酵基質の絶対量が少なくなることによる。2、易利用性の基質のみ急速に発酵分解されるため時間が経過すると微生物にとって分解しにくい基質が残るため、また3、飼料給与直後の急速な発酵作用による分解産物によって VFA を産生する微生物自体が活動をおさえられ VFA の産生が低下するため等が考えられる。第1胃内の pH をみれば、粉碎および煮沸処理によって低下している、とくに再処理を同時に行った区において低下が著しく、飼料給与後1, 3時間で5.6を示している。小島ら¹¹⁾は煮沸処理をほどこした粉碎大麦といなわらを50:50の割合で与えた場合、飼料給与後3時間の第1胃内 pH は6.3であったと報告しておりこの試験の結果と比べるといくぶん高い値である。両試験とも VFA 総量もほぼ同程度でありこのような pH の差は乳酸の産生量の差によるものとも考えられるがこの

原因については判然としなかった。この様な試験では pH を低下させる大きな因子である乳酸の産生量についても測定する必要がある。小島ら¹²⁾は粉碎大麦といなわらの比率を2:8から8:2まで変化させて同様の試験を行った結果、第1胃内 pH は大麦の含量の増加とともに低下し大麦が50%以上になると第1胃内乳酸の増加が著しく、同時に VFA 総量も煮沸処理によって低下したことを報告している。今回の試験の飼料給与後3時間においては各区の VFA 総量はほぼ同程度であり、両処理によって VFA 産生の低下をみていない。このことから、pH の低下は著しいが、VFA を産生する細菌の活動が無処理の大麦を与えた場合よりも抑制されているとは考えられない。この試験では粗飼料として N 源に富んだアルファアルファヘイキューブを用いておりこのことが微生物の十分な活動を助けているのかも知れない。Chou ら¹³⁾、Lewis ら¹⁴⁾は易利用性の蛋白質が存在すると炭水化物の利用が高まったことを報告している。

第1胃内 VFA 組成についてみると、飼料給与後の酢酸のしめる割合は粉碎および煮沸処理によって低下している。Balch ら¹⁵⁾は Starchy な飼料は酢酸の割合を下げることを報告しており、この試験においても粉碎および煮沸処理が飼料のでんぷん質の水和性 (Susceptibility) を高めた結果であろうと思われる。プロピオン酸のしめる割合は、両処理によって確実に増加しており、とくに両処理を同時に行った区においては著しくその割合が増加している。小島ら¹²⁾はひき割大麦：いなわらの割合が60:40までは煮沸処理によってプロピオン酸の割合は増加したがそれ以上大麦を増加すると逆に煮沸処理によって低下し、尿素を添加すると大麦含量が70%以上になってもプロピオン酸の割合は低下しなかったとしている。

以上のことから穀類：粗飼料の割合が大体50:50の飼料を与えた場合、その穀類の粉碎および煮沸処理は肉用牛肥育に好ましい VFA 産生状況を反すう胃内につくるものと考えられる^{16,17,18)}。とくに第5図に示したごとく酢酸/プロピオン酸比の低下も両処理によって著しくなっている。酪酸のしめる割合は煮沸および粉碎処理によってほとんど影響をうけていない。小島ら¹²⁾は尿素を添加した場合、煮沸処理による酪酸の割合の増加がみられなかったことを報告している。小島らが粗飼料としていなわらを用いているのに対して、今回の試験においては N 含量の高いアルファアルファヘイキューブを用いており、尿素を添加した場合と同様の結果が出たものと考えられる。

以上のように各処理によって第1胃内 VFA 産生状

況が著しく影響されるにもかかわらず、消化率をみると4区とも近似的な値を示している。このことはこれら粉碎および煮沸処理によって TDN が高められないことを示している。とくに煮沸処理は粗蛋白質の消化率を低下させることが報告されており¹⁹⁾、本試験においても煮沸処理によりいくぶん低下する傾向があり、このことから TDN を高めるため煮沸処理をほどこすことは無意味と考えられる。しかし最近、肥育牛の糞中に与えた穀類が粒のまま出て来ることが報告され、また粉碎および加熱圧片処理によりそれを防ぐことが出来ると報告されている²⁰⁾。本試験においては大麦・無処理区においても肉眼的に糞中に穀実粒はみとめられず、この点からもめん羊と牛では同じ反すう動物であるがかなり第3胃以下の消化機能が異なることも推察される。今後この点についても検討が必要であろう。

引用文献

- 1) 満岡義夫・大野軍一・飛多靖夫 (1963) 香川県畜産試験場報告, 第1号.
- 2) 滋賀県種畜場 (1937) 昭和12年度滋賀県種畜場業務功程.
- 3) 滋賀県種畜場 (1939) 昭和14年度滋賀県種畜場業務功程.
- 4) 橋爪徳三・田辺 忍・針生程吉・伊藤 稔 (1967) 畜試研報, 第14号: 69—74.
- 5) Keating, E. K., W. T. Saba, W. H. Hale and Bruce Taylor (1965) J. Anim. Sci., 24: 1080—1085.
- 6) Hale, W. H., L. Cuitum, W. J. Saba, B. Taylor and B. Theurer (1966) J. Anim. Sci., 25: 392—396.
- 7) 小原哲二郎・鈴木隆雄・岩尾裕之 (1969) 食品分析ハンドブック 455—456, 建帛社, 東京.
- 8) Packett, L. V. and R. W. McCune (1965) Appl. Microbiol., 13: 22—27.
- 9) 加藤正信 (1965) 畜産学実験と実習, 272—282, 養賢堂, 東京.
- 10) 名古屋大学農学部畜産学教室 (1971) 畜産学実験 218—221.
- 11) 小島洋一・川島良治・上坂章次 (1969) 日畜会報 40, (2): 51—54.
- 12) 小島洋一・川島良治・上坂章次 (1971) 日畜会報 42, (2): 79—86.
- 13) Chou, K.C. and D. M. Walker (1964) J. Agric. Sci., 62: 7—13.

- 14) Lewis, D. and I. W. MacDonald (1958)
J. Agric. Sci., 51 : 108—118.
- 15) Balch, D. A. and S. J. Rowland (1957)
Brit. J. Nutr., 11 : 288—298.
- 16) Newland, H. W. and F. H. Martin (1964)
J. Anim. Sci., 23 : 886.
- 17) Shaw, J. C., W. L. Ensor, H. F. Tellechea
and S. D. Lee (1960)
J. Nutr., 71 : 203—208.
- 18) Thomas, O. O. and L. L. Myers (1961)
J. Anim. Sci., 20 : 953—957.
- 19) Little, C. O., W. Burroughs and W. Woods
(1963)
J. Anim. Sci., 22 : 358—363.
- 20) 荒 智・西部慎三・山田昭夫 (1973)
北農40(11) : 67—73.

Summary

An experiment was conducted to examine the effect of crushed and/or cooked grain feeding on VFA production in rumen and ration digestibility using 50 : 50=barley : alfalfa hay cube ration.

Total VFA in the rumen was increased by crushing or cooking of barley. The Acetate to propionate ratio was lowered by these treatments. TDN in the ration could not be increased by these treatments.