

# 牧草silage의 調製 및 利用에 관한 研究 — 密封遲延에 의한 Roll Bale Silage의 品質 및 飼料價値 —

成慶一 · 金東岩\* · 金昌柱\*\*

帶廣畜産大學(北海道, 日本)

## Studies on Making and Utilization of Grass Silage — Fermentation and Feeding Value of Roll Bale Silage in Accordance with Delay Seal —

Sung K. I., D. A. Kim\* and C. J. Kim\*\*

Obihiro Chikusan University, Hokkaido, Japan

### Summary

This experiment was planned to investigate the effects of delayed sealing on fermentation and digestibility of grass silage. The results are summarized as follows:

1. Internal temperature of roll bale silage during storage was 26-28°C in control, but in delayed sealing it was up to 55°C by heating with delaying seal.
2. The lactic acid contents was markedly decreased in delayed sealing. NH<sub>3</sub>-N/T-N was tended to increase. In the chemical composition of silage, ADIN/T-N, fiber and lignin contents were increased in delayed sealing.
3. Crude protein digestibility was lowered in delayed sealing as compared with control. Fiber digestibility was higher in delayed sealing than in control.
4. The ruminal pH was lowered in delayed sealing. Difference of NH<sub>3</sub>-N concentration between control and delayed sealing was not observed. Concentration of total volatile fatty acids (total VFAs) was lower and proportion of acetic acid of total VFAs was higher in delayed sealing than in control.

### I. 緒 論

最近 畜産經營의 大規模化에 따라 粗飼料의 生産 기반이 擴大되고 生産調製에서는 省力, 迅速, 高品質을 目標로 다양한 機械化體系가 考案되고 있다. 특히 저장사료로서의 乾草 및 Silage에 관한 調製 技術은 飼料利用效率을 向上시키는 중요한 역할을 한다.

近來 美國 및 日本등지에서는 乾草調製時 大型梱包機인 roll baler의 普及이 증가함에 따라 이것을 利用하여 silage를 調製하는 方法이 農家段階에서 實施되고 있다.<sup>1,11)</sup> Roll baler를 利用한 silage 調製는 乾草調製에 비해 調製時間이 短縮되기 때문에 氣候에 대응하는 粗飼料調製를 가능케 하며 粗飼料의

品質向上을 꾀할 수 있다. 또한 乾草調製와 同一한 機械體系로 利用 가능하며 從來의 牧草 silage 調製에 비해서 時間당 처리面積이 넓기 때문에 收穫適期에 刈取할 수 있는 牧草地의 규모가 커지며 silo의 設備가 불필요하므로 經濟的인 面에서도 有利하다는 장점이 있다. 이러한 利點이 있음에도 불구하고 이것을 利用한 調製技術은 아직 충분히 확립되어 있지 않으며 原料草의 水分含量 및 密封方法 등이 影響을 미쳐 良質의 silage를 안정적으로 얻지 못하는 경우가 많다.

本 研究은 roll baler를 利用한 roll bale silage 調製時 密封遲延이 品質과 飼料價値에 미치는 影響에 관하여 보고하고자 한다.

\*서울大學校 農科大學(college of Agriculture, Seoul National University)

\*\*江原大學校 農科大學(college of Agriculture, kang won National University)

## II. 材料 및 方法

供試材料은 orchardgrass 위주형의 混播牧草로 1983年 5月 30日 刈取하여 1日間 豫乾하였으며, roll baler를 利用하여 2종류의 梱包(bale, 직경 1.7m 길이 1.5m)로 成型했다. 이 가운데 한 종류는 梱包 후 즉시 合成樹脂製 silo用 자루에 넣어 脫氣密封한 對照區(control)와 나머지 한 종류는 梱包한 채로 3日間 放置후 稅氣密封한 密封遲延區(delayed sealing)로 處理하였다. 그리고 silage内部的 經時的 溫度變化를 熱電對式 打點溫度計로 連續測定하였다.

消化試驗은 suffolk種 去勢면양 8頭(體重 55~65 kg)를 利用하였고, 第1胃內 pH, 암모니아 態窒素(NH<sub>3</sub>-N) 그리고 揮發性脂肪酸(VFA)의 經時的 變化를 알아보기 위해 fistula를 장치한 면양 2頭를 利用, 소화시험 종료후 10회에 걸쳐 第1胃內溶液을 採取 分析하였다.

化學成分分析의 경우 水分은 toluene 蒸溜法, 一般成分은 常法, 乳酸은 Baker 및 Summerson法, VFA는 gas chromatograph, pH는 glass 전극meter, NH<sub>3</sub>N는 Conway法으로 측정하였으며, ADF不溶性窒素(acid detergent insoluble nitrogen: ADIN)는 USD A法에 의하여 定量하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1. Roll bale内部的 經時的 溫度變化

Roll bale内部的 溫度變化를 보면 對照區의 경우, 密封時 22℃에서 3~4日째는 26~28℃였고, 部位에 따른 溫度變化 및 日時에 의한 推移에는 커다란 변화가 없었다. 그러나 密封遲延區는 溫度가 急激히 上昇하여 密封後 3日째는 55℃를 기록했고 그後에는 30~40℃ 정도를 나타내었다. 密封遲延區의 溫度變化는 포장에서의 3日間 放置가 植物體의 呼吸 및 好氣性 微生物作用에 의해 發熱되어 온도가

上昇한 結果라고 하겠다.

### 2. Silage의 發酵品質과 化學成分

表 1에서 보는 바와 같이 silage의 發酵品質은 對照區가 4.9, 密封遲延區가 4.7로 비교적 높은 pH值를 나타내었고, 總酸中에 차지하는 VFA의 含量은 對照區가 54.1%, 密封遲延區가 73.9%로 密封을 遲延함에 따라 乳酸含量이 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. NH<sub>3</sub>-N/T-N含量도 密封을 늦게 함에 따라서 증가하는 경향을 나타내었으며, 密封遲延區의 경우는 表面에 곰팡이가 發生하여 12% 정도의 腐敗部分이 있었다. 이와같이 密封處理를 늦게 함에 따라 silage의 發酵品質은 低下하는 것으로 나타났다. silage의 化學成分은 表 2에 提示했다.

水分含量은 65~66% 정도였으며 粗蛋白質含量은 21~23%로 다소 높았다. 纖維質인 NDF, ADF, hemicellulose 그리고 cellulose含量을 보면 對照區보다 密封遲延區가 增加하는 경향을 보였다. 이것은 蛋白質이 아미노酸段階에서 纖維質과 反應 結合에 의하여 증가하는 것과, silage 調製時 養分損失을 받기 어려운 纖維質의 상대적 증가에 의한 것으로 생각되어진다. Silage 調製時 密封遲延에 의한 好氣的 發酵, 高溫發酵는 發熱에 의하여 熱損傷(heat damage)을 받는 경우가 있으며 熱損傷을 받은 粗飼料에서는 蛋白質利用率이 低下한다.<sup>8,10)</sup> 이것을 측정하는 지표로써 ADF不溶性窒素(ADIN) 定量法이 利用되며<sup>3)</sup> 이것에 의하면 密封遲延區가 對照區에 비해 ADIN/T-N含量이 증가하고 있어 이는 發熱에 의하여 熱損傷을 받은 結果라고 하겠다.

以上에서와 같이 silage 調製時 密封을 늦게 함에 따라 ADIN/T-N 및 纖維質含量이 증가하는 경향을 보였다.

### 3. 消化率 및 TDN含量

Silage의 消化率 및 可消化養分總量(total digestible nutrient, TDN)은 表 3에서 보는 바와 같다. 密

Table 1. Ensiling characteristics of silage as affected by seal

	pH	Total acid	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Propionic acid	NH <sub>3</sub> -N T-N
Control	4.9	1.70	0.78	0.43	0.40	0.09	23.0
Delayed-sealing	4.7	0.88	0.23	0.24	0.36	0.05	26.4

% of fresh matter (FM)

Table 2. Chemical composition of silage as affected by seal

	Control	Delayed-sealing
Moisture	66.4	64.9
Organic matter	91.7	90.8
Crude protein	22.7	21.2
N D F	50.7	60.1
A D F	32.2	36.6
Hemicellulose	18.5	23.5
Cellulose	29.7	33.1
Lignin	2.46	3.44
ADIN* / T-N**	6.4	10.9

% of dry matter (DM) except for moisture.

\*ADIN : Acid detergent insoluble nitrogen.

\*\*T-N : Total-nitrogen.

封遲延區의 消化率을 보면 乾物 및 有機物消化率에서는 對照區와 별다른 차이가 없었지만, 粗蛋白質消化率에서는 현저하게 감소함을 알 수 있었다. 蛋白質消化率의 低下原因으로서 silage를 密封遲延함에 따라 silage 내부의 發熱溫度가 上昇, 蛋白質의 아미노基와 炭水化合物의 카보닐基가 반응하여 不消化化合物의 生成,<sup>5)</sup> 즉 단백질變性이 일어난 결과라고 思料되며<sup>8)</sup> 이와같은 결과는 Canada(Alberta, 1976)<sup>11)</sup>에서의 報告와 일치하고 있으며 Van Soest(1982)<sup>10)</sup>도 熱損傷(heat damage)에 의하여 蛋白質消化率이 低下한다고 보고하고 있다. 이러한 현상은 良好하게 乾燥된 乾草에서는 일어나지 않지만 低水分silage, 부피가 큰 乾草의 梱包, 水分이 높은 상태에서 梱包된 乾草 및 silage에서 問題가 되고 있다.

한편 纖維質消化率을 보면 密封遲延區가 對照區에 비해 5~10%정도 증가한 것으로 나타났다. 이러한 報告는 岡本 등(1984)<sup>7)</sup>이 刈取時期와 調製時 密封處理를 달리한 牧草silage의 실험결과 密封遲延 silage의 纖維質消化率이 증가하였다고 같은 보고를 하고 있다. 이러한 原因은 第1胃內 總VFA濃度와 酢酸含量이 관련하고 있어, 그림 2, a에서는 對照區의 總VFA濃度가 密封遲延區보다 전반적으로 높은 경향을 보이고 있으나, 酢酸含量(그림 2, b)에서는 密封遲延區가 對照區보다 높은 含有率을 보였다. 이것은 第1胃內에서의 纖維質消化가 활발하게 進行되었음을 나타내는 原因의 하나라고 하겠으나 명확

Table 3. Digestibility and TDN of silage as affected by seal

	Control	Delayed-sealing
Dry matter (DM)	73.6±0.85*	70.0±0.67
Organic matter	75.8±0.84	77.0±0.58
Crude protein	80.1±0.90	72.8±0.72
N D F	77.9±1.20	85.5±0.38
A D F	79.2±1.40	84.3±0.35
Hemicellulose	75.8±1.46	86.4±0.96
Cellulose	81.4±1.00	87.3±0.50
T D N	73.5±0.90	70.9±0.77

% of dry matter (DM) except for DM digestibility

\*: X±SE (standard error)

한 결과는 얻을 수 없었다. 그러나 이번 실험결과에서는 低溫度에서의 發熱이 纖維質消化率을 높이는 것으로 나타났다. 이것은 飼料의 採食時間 및 체류時間 그리고 第1胃內 發酵狀態등이 영향을 미치며, 어떤 보고(梅津, 1981)<sup>9)</sup>는 可消化粗纖維 가운데 20~30%가 盲腸과 大腸에서 消化된다고 보고하고 있어 熱損傷과 관련지어 검토할 필요가 있다고 하겠다.

#### 4. 第1胃內 發酵

그림 1 및 2에서 第1胃內에서의 pH 및 NH<sub>3</sub>-N濃度, 그리고 VFA濃度の 經時的 變化를 나타내었

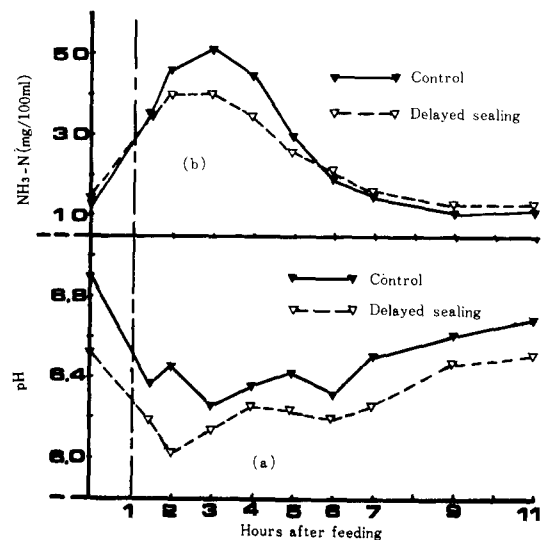


Fig. 1. pH (a) and concentration of NH<sub>3</sub>-N (b) in rumen liquor (---: feeding time)

었다.

pH(그림 1, a)를 보면 各區 共히 silage給與後 1~2時間 사이에 最低値를 나타내었으며, 그 후에는 飼料給與前의 pH로 上昇하는 傾向을 보였다. 그러나 對照區와 密封遲延區와 最低値는 各各 6.3, 6.0으로 和泉(1984)<sup>2)</sup> 및 McCullough(1983)<sup>6)</sup>도 第1胃内 發酵가 正常的인 場合의 pH는 6.0이하로는 되지 않는다고 하였다.

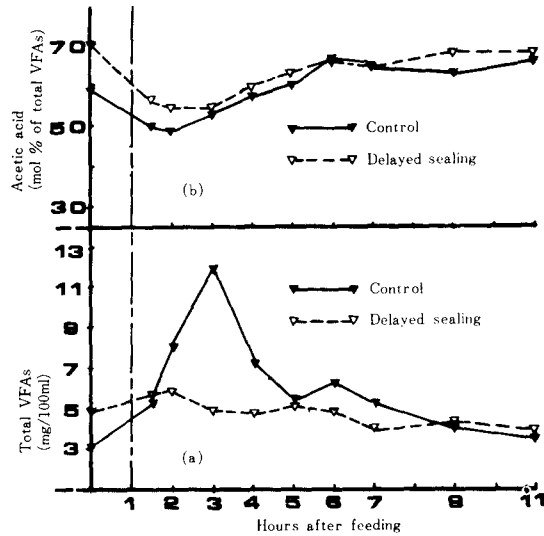


Fig. 2. Concentration of total VFAs (a) and proportion of acetic acid of total VFAs (b) in rumen liquor (---: feeding time)

NH<sub>3</sub>-N濃度(그림 1, b)는 飼料給與後 急速히 上昇하여 2時間만에 最高値에 도달, 그 후 계속 低下하였으며 6時間째 부터는 密封遲延區가 높아지는 傾向을 보였다. 粗飼料에서의 NH<sub>3</sub>-N濃度の 差는 蛋白質溶解度差에 기인 熱損傷을 받은 粗飼料는 不溶性窒素含量이 증가되기 때문에 第1胃内에서의 단백질이 암모니아로 分解되는 量은 적을 것으로 생각된다.

總VFA濃度は 對照區가 전반적으로 높았으나 總VFA에 대한 酢酸비율은 密封遲延區가 높은 傾向을 보였다. 일반적으로 第1胃内에서의 VFA가 증가함에 따라 pH는 低下하며, 酸度の 低下에 의하여 흡수성은 향상된다.

#### IV. 摘要

Roll bale silage調製時 密封遲延이 silage 品質과

消化率에 미치는 影響에 대한 本試驗에서의 結果는 다음과 같다.

1. Roll bale silage의 内部溫度는 對照區에서 26~28℃였으나, 密封遲延區에서는 密封을 늦게 함에 따라 熱이 發生하여 roll bale内的 溫度가 55℃까지 상승하였다.

2. 密封遲延區에서 乳酸含量은 현저하게 감소하였 으며, NH<sub>3</sub>-N/T-N含量은 증가하는 傾向을 보였다. 一般成分에서는 密封遲延區의 ADIN/T-N, 纖維質 및 lignin含量이 증가하였다.

3. 蛋白質消化率에서는 密封遲延區가 對照區보다 낮았으나, 纖維質消化率에서는 對照區보다 높았다.

4. 第1胃内 pH는 密封遲延區가 낮았으며, NH<sub>3</sub>-N濃度에서는 별다른 차이가 없었다. 總VFA濃度에서는 密封遲延區가 낮았으나 總VFA含量中的 酢酸비율은 密封遲延區가 높았다.

#### V. 引用文献

1. Agri-fax/alberta agriculture. 1976. Heat damage in hay-crop silage. Agdex 120/25-1. Canada.
2. 데이리, 지사한. 1984. 자·루멘. 데이리·지사한社
3. Goering, H.K., C.H. Gordon, R.W. Hemken, D.R. Waldo, P.J. Van Soest and L.W. Smith. 1972. Analytical estimates of nitrogen digestibility in heat damaged forages. Journal of Dairy Science. Vol. 55, No. 9.
4. Hoard's dairy man. 1984. Dairy forage guide. W.D. Hoard & Sons Company Fort Atkinson, WI 53538.
5. 金東岩, 金丙鎬, 金昌柱. 1979. 最新草地學. 先進文化社. 405~406.
6. McCullough, M. E. 1983. 乳牛의 營養. 나스로그리서비스技術情報書
7. 岡本明治, 木村文香, 長谷川信美, 吉田則人, 齊藤英夫. 1984. 牧草サイレージ의 調製. 利用に關する研究. 롤베일사이레ージ의 調料價値(未發表)
8. Rohweder, D., N. Jorgensen and R.F. Barnes. 1976. Using chemical analyses to provide guidelines in evaluating forages and establishing hay

- standard. Feedstuffs. Vol. 48, 22.
9. 梅津元昌. 1981. 乳牛の科学. 農山漁村文化協会.
10. Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O&B Books Inc. Oregon.
11. 吉田悟, 清水良彦. 1984. ビツグベールサイレージの調製法に関する試験. 北海道立新得畜産試験場(昭和58年度成績会議資料)