

コーンアッペンの消化性を考える

乳牛のエネルギー源として最も多く利用されているのがコーン粒です。コーンには、粉碎したものやアッペンにしたものがいろいろと流通しています。このコーンの消化性について考えてみたいと思います。図1の曲線を見てください。これはコーンサイレージ中のコーン粒の消化性を季節ごとに追った

コーンサイレージ中の消化される  
デンプン量 (%総デンプン) の変化

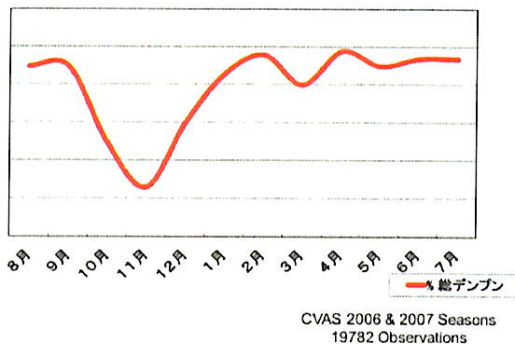


図1

ものです。これは、秋に新たに収穫されたコーンサイレージでは、収穫直後から翌1月くらいまでの消化性が極端に低いことを示しています。そして、時間が経過するにしたがって消化性が再び高くなるのが理解できます。この低い消化性の時には給与すれば当然、乳量も低下する現象が見られます。なぜこのようなことが起きるのでしょうか？ そもそも、コーン粒の消化性はどのくらいあるのか見てみます

トウモロコシの加工方法と  
各消化管での消化率

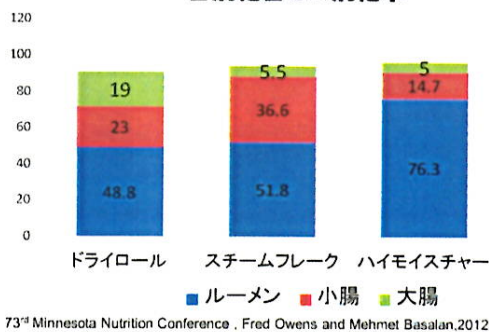


図2

Cornの7時間消化率

丹波屋調

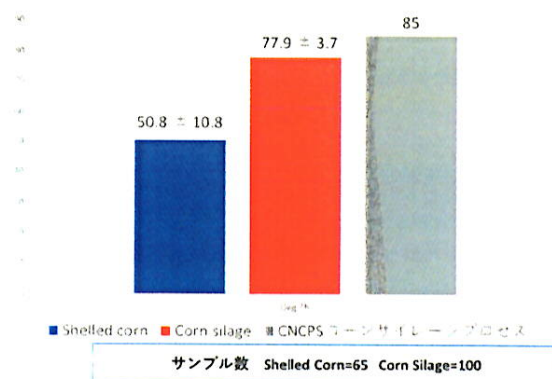


図3

図2のスチームアッペンコーンのルーメン内での消化率が50%程度しかないのに対して、ハイモイスターコーン（コーンの子実だけを高水分で発酵させたもの）は、76% になっています。コーンを発酵貯蔵させることによって50%以上も消化性が上がっていることが解ります。図3はルーメンでの7時

間消化率について、丹波屋さんが分析しているサンプルについて調査した結果になります。一般的なコーン子実がやはり 50%程度しかないのに対して、コーンサイレージのでんぷん消化率が 78%、ハイモイスターコーンでは 85~90% (CNCPS ブックバリュー) と非常に高くなっています。

### 発酵前のコーン子実のでんぷん粒と発酵後のでんぷん粒を電顕で見てみたら！

そこで、発酵前のコーンのでんぷん粒と発酵したあとのでんぷん粒を、酪農大学の岩崎先生にお願いして電顕で見ってみました。そうすると、でんぷん粒とその周辺に大きな変化を見ることができました。

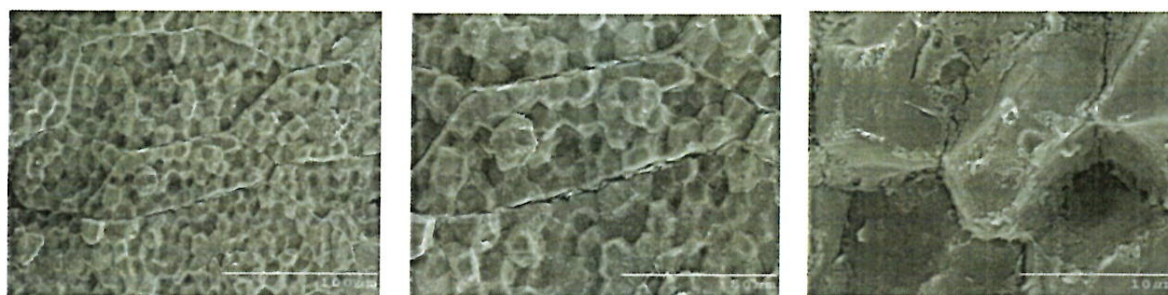


図4 A x 500

B x 1000

C x 5000

図4は、発酵前のコーン子実の電顕写真で左から500倍、1000倍、5000倍です。まず500倍と1000倍を見ると分かりますが、一つの大きな枠の中にびっしりとでんぷん粒が詰まっていることが解ります。そして5000倍を見ると表面がロウ状のもので覆われているのが解ります。これがプロラミンという蛋白質物質で水や中性では解けず固形化する非結晶物質で、ガラス様物質ともいわれます。これが微生物によるでんぷんの消化を妨げているといわれています。しかし、酸性やアルカリになると溶け出す性質があって、コーンサイレージのように乳酸発酵によって、そのプロラミンが溶け出すことによって、でんぷん粒が露出しその消化性がよくなると考えられています。

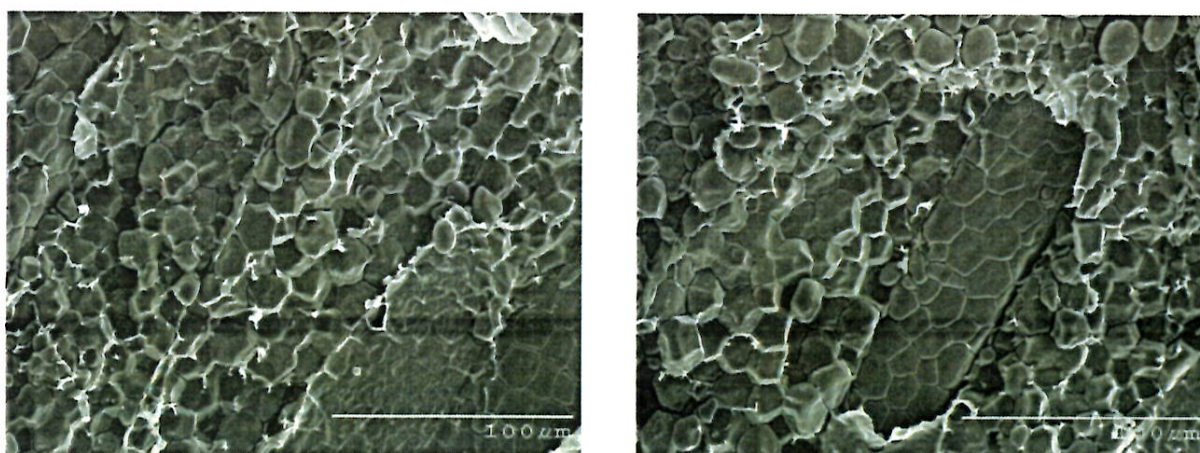


図5 A x 500

B x 500

図5は、コーンとビール粕を使って発酵を試みたものですが、ほんの少し発酵が進んで、でんぷん粒が露出してきたものも見られますが、Bのようにまだ1つの枠の中でびっしりと詰め込まれたままのものもみられます。まだ消化率は上がっていない状況のようにみえますね。

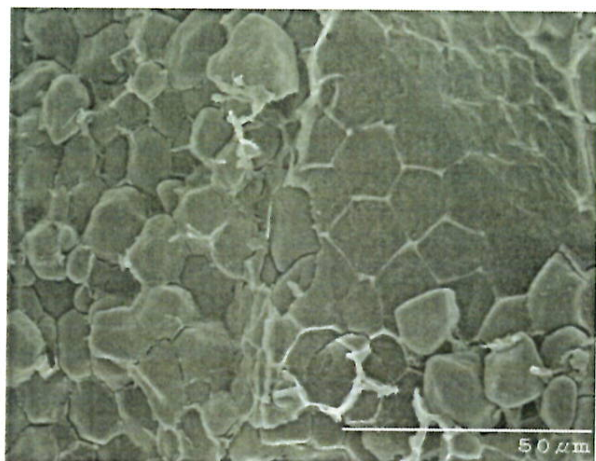
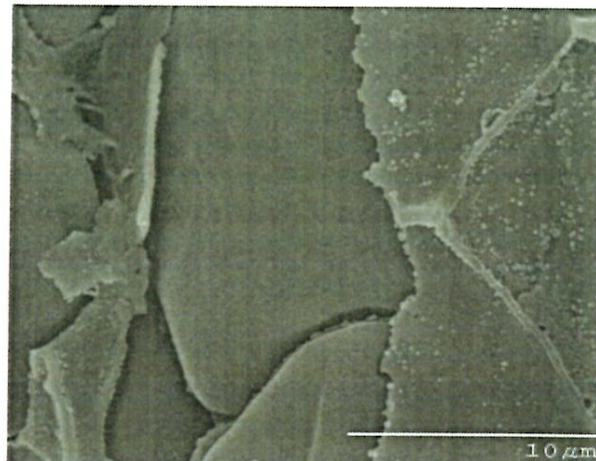


図6 A x1000



B x5000

それらをもう少し拡大してみます。(図6 A,B) 依然としてプロラミンに覆われているものの、露出したでんぷん粒がみられます。またBのように表面を包んでいる膜が消えて中のでんぷん粒が直接顔を出し始めている部分もみられます。ただまだ、この膜状のものやプロラミンがでんぷん粒表面に残存してその消化を妨げているように見えます。

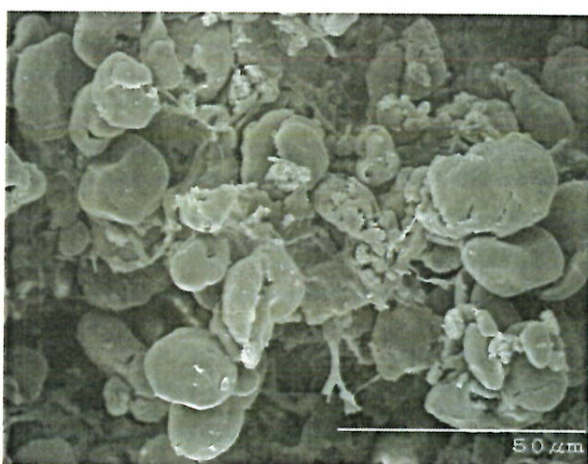
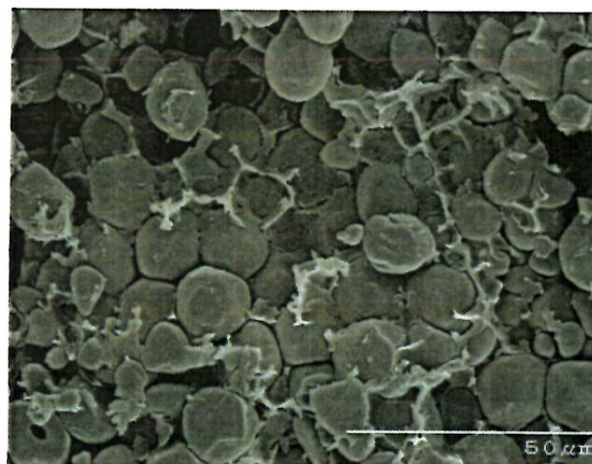


図7 A x1000



B x1000

図7 AとBは完全に発酵したあとのコーン子実のでんぷん粒の状況を示しています。Aは、コーンアップテンとビートパルプを一定の割合と水分で3ヶ月以上バケツの中で発酵させたもので、Bはいわゆる発酵TMRのコーンアップテンの状態を示しています。どちらもでんぷん粒表面のプロラミンはほぼ完全に消失して、でんぷん粒が完全に露出している状態になっているのが解ります。これが、コーンサイレージあるいはハイモイスターコーンのでんぷん粒の状態に酷似した状態だと考えています。特に発酵の強かった図7Aでは、でんぷん粒が崩れかけたものも見られ、今にも溶け出しそうな感じになっています。このような状態になれば、その消化性は明らかに上がるとおもわれます。

でんぷん粒を覆うプロラミンは、発酵による酸によっても溶けてしましますが、反対のアルカリによっても溶解してしまう性質があります。そこで、実験的に石灰水を利用したアルカリ水に漬けて保管してみました。

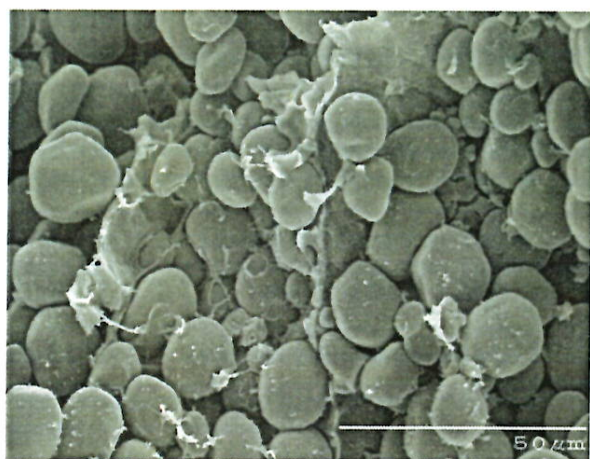
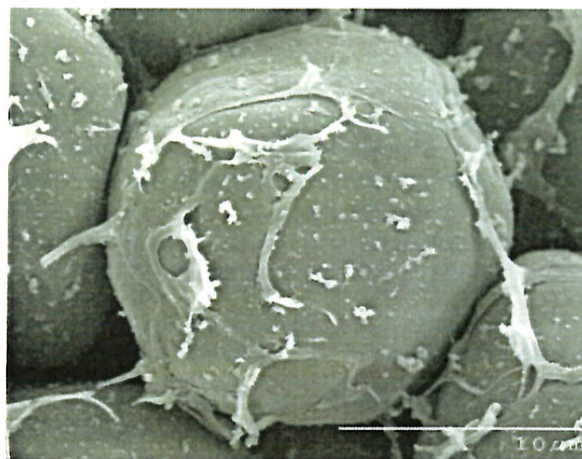


図 8 A x1000



B x5000

その結果が図 8 A,B になります。これは発酵という作用とは逆に、強アルカリ水（今回は pH12）でプロラミンを溶かしたのになります。発酵と同じようにプロラミンは溶解してでんぷん粒が露出しています。

いずれにしても、でんぷんの消化性を阻害していると思われるプロラミンは発酵（酸）もしくはアルカリによって取り除かれることがわかりました。これがコーンサイレージを長く貯蔵したもののほうが、乳がよくでるといわれる理由になるようです。

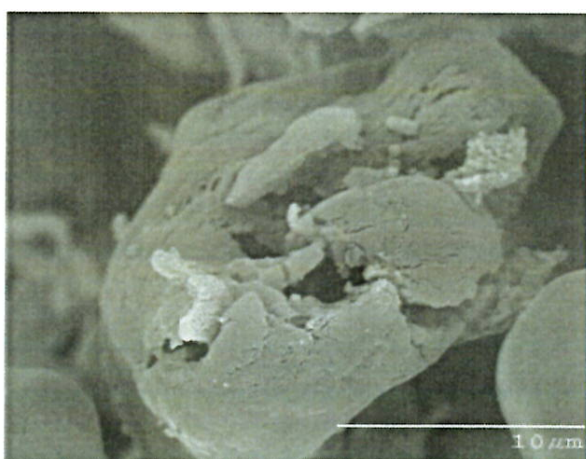
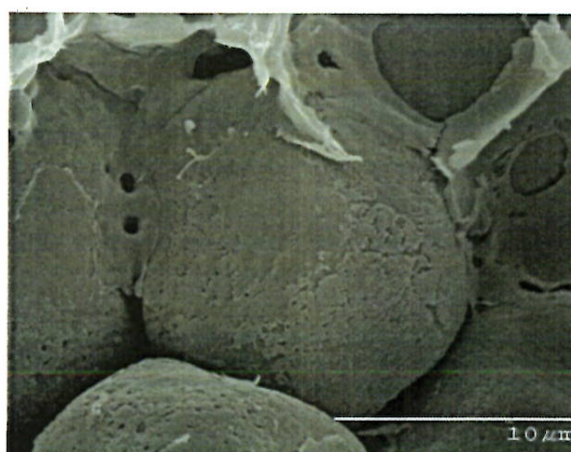


図 9 A x5000



B x5000

図 9 A と B は、図 7 A と B を 5000 倍にしたものです。見ただけでその消化性が高いことがわかります。図 10 は、発酵前と発酵後の 5000 倍のコーンアッペンのでんぷん粒の変化をまとめて示しています。発酵前のロウ状（プロラミン）で覆われていたでんぷん粒が、発酵（乳酸）によって完全に取り除かれ微生物による消化が容易になっている様子が手に取るようにわかります。

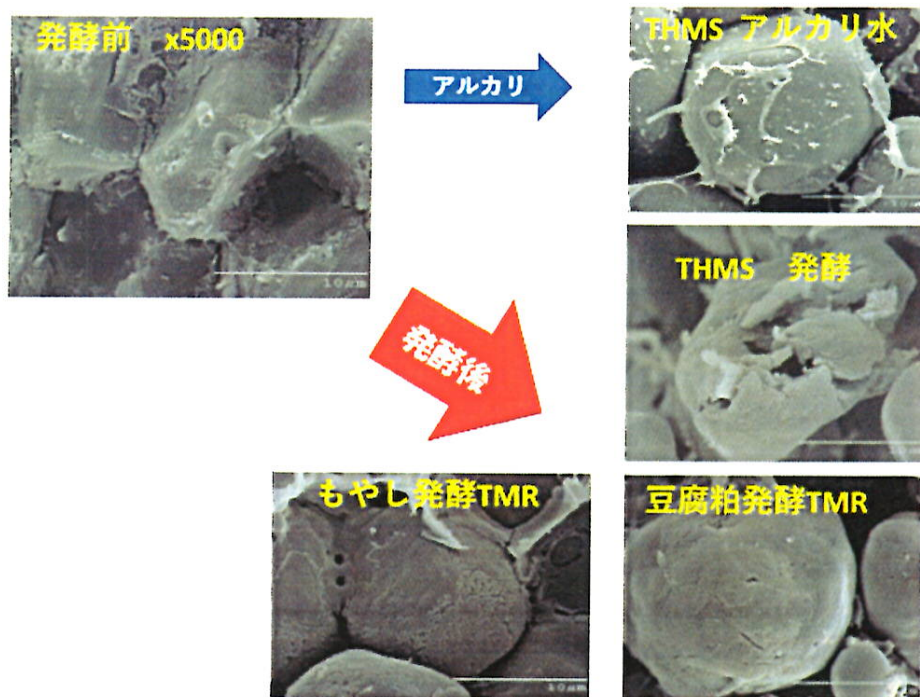


図 10

消化性が上がればコストは下がる！？

ルーメン微生物へのエネルギー供給が増加すると同時に、下部消化管での発酵は減る！

ルーメンアシドーシスのリスクは上がり、下部消化管でのアシドーシスリスクは減少する！

消化性が上がるということは、穀類のコストが下がることと同義語です。下部消化管での発酵量は減りますが、そもそも下部消化管（腸管）の粘膜（1層構造）は、ルーメン（3層構造）ほど丈夫ではなく、そこで発酵が強行されると腸管粘膜が破綻してしまいその栄養吸収もうまくなりかなくなります。ですから、できれば本来の発酵槽であるルーメンで発酵が行われるほうがよいのです。

ルーメンでの消化率が仮に30%上昇すれば、そのコストが30%下がったと同じ意味を持つことになりすね。もしくは、いままで得られなかった30%も余分なエネルギーが、乳量・乳成分・繁殖・免疫・体脂肪（体力回復）などへ転化されることになるということも言えます。それとも、30%少ない穀類で同じ成績を期待できると言ったほうが解りやすいでしょうか？ 従って、このでんぷん粒のプロラミンを取り除くための発酵を促すためのコストがkg当たり数円かかってもまだまだメリットの大きいことが解ります（kg35円の30%は、10円以上の価値）。また、この発酵したコーンの芳香（香り）はすばらしく、それを利用することによって乾物摂取量の上昇も見込めます。また、TMR内の二次発酵リスクも大きく減少するはずですし、何より糞の中のコーンを減らすことになるでしょうね。すでに府県では様々な粕類を利用する方法として発酵TMRが普及して成績を上げていますが、その中に混ざっているコーンが非常に消化性の高いものになっていることも大きな要因の一つになっていることが、図10からもわかります。しかし、北海道では発酵TMRはあまり普及されてません。なんとかこうした現象をうまく利用して、より安くより効率の良い穀類給与方法を実現させたいと思い、現在、思案と工夫を重ねているところです。興味のあるかたは、是非連絡ください。いっしょにこのコーン子実の消化性向上について考えてみませんか？

黒崎