

# パーム油産業の副産物からの牛肉・牛乳生産

石田 元彦

## 1. はじめに

パーム油は、アブラヤシから取れる油であり、よく誤解されるが、ココヤシから取れるヤシ油とは異なる。

パーム油について、加藤の著作<sup>1)</sup>を引用して紹介すると以下のようである。パーム油の世界生産量は1961年以降、増加し続け、1987年で年間852万トン、植物油脂のなかでは大豆油に次ぐ第2位となっている。パーム油の90%は食用として利用され、我国へは年間23.8万トン（1987年）が輸入され、マーガリン、ショートニングなどの食用加工油脂製品原料、フライ油として用いられ、非食用としては、セッケン、界面活性剤などの原料となっている。また、最近、パーム油をディーゼルエンジンの燃料として使うための研究が進められ、実用化に近づいている。

このように、パーム油は人類にとって、有用であり、今後ともその消費量と生産量の増加が見込まれている。

筆者は、1990年7月から1993年3月まで農林水産省熱帯農業研究センター（現、国際農林水産業研究センター）からマレーシアに派遣され、マレーシア農業開発研究所との共同研究「アブラヤシ茎葉の飼料としての利用に関する研究」に従事した。この間、マレーシア各地を訪れたが、マレー半島南部を自動車で旅した時、アブラヤシの林が地平線のかなたまで伸びているのを見た時の感動は今も忘れない。今後、パーム油生産の増大に伴い、熱帯各地で、森林を開墾してアブラヤシを植える所が増すように思われ、熱帯林業に携わる方々にパーム油産業への関心を高めていただきたいと思っていた。

---

ISHIDA, Motohiko : Utilization of the By-products from Palm Oil Industry for Beef and Milk Production.

農林水産省草地試験場飼料生産部

本報告では、パーム油産業が油脂の供給だけでなく、そこで産出される副産物を牛の飼料として活用することで、牛乳・牛肉の生産にも寄与できることを紹介したい。

## 2. パーム油産業副産物の種類とその飼料としての価値

パーム油のできるアブラヤシの木を図1に示す。アブラヤシは苗を定植後、3年以内に果実をつけるようになり、成熟時には12mから15mの高さにまでなる。また、果実は、長径4cm、短径3cmぐらいの大きさで、一つの果房に1,000から3,000個ついている<sup>1)</sup>(写真1)。果房を収穫するには、その下に茎葉があるので、茎葉を切り落さなければならない。そのため、パーム農園では、毎日、多量のアブラヤシ茎葉(以下「茎葉」と略す)が副産物として生産され、マレーシアでは、年間、乾物量で約1,700万トン生産される<sup>2)</sup>。切り落とされた茎葉は、農園に放置され、今のところ実用的な用途がなく、害虫や毒ヘビの巣となり、困ることがある。アブラヤシの樹齢が18から24年になると、果房の生産量が低下するので、伐採し、植え替えをする<sup>1)</sup>が、この時、大量のアブラヤシ老樹幹(以下「老樹幹」と略す)が産出される。マレーシアでのアブラヤシの植え替えによる茎葉と老樹幹の生産量はそれぞれ、乾物換算、19万トン、97万トン(1990年)と推定されている<sup>2)</sup>。老樹幹もこれといった用途がないが、チップにされて、もとの畑の土に還元されることもある。農園で収穫されたアブラヤシの果房は搾油工場に運ばれる。工場では、まず、果実を果房から取り易くし、果実からの搾油率を上げるために果房を蒸煮する。蒸煮された果房は機械に

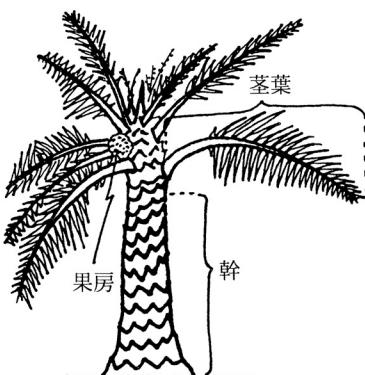


図1 アブラヤシ

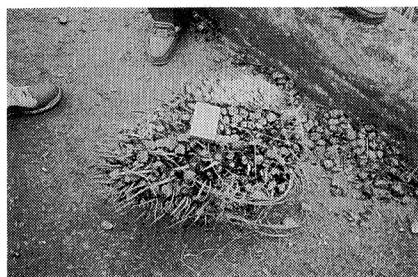


写真1 アブラヤシの果房

表 1 パーム油産業副産物の牛用飼料としての価値

(乾物%)

成 分	PKC <sup>a)</sup>	POME		OPT <sup>c)</sup>	OPF <sup>b)</sup>
		乾 燥 <sup>a)</sup>	液 状 <sup>b)</sup>		
粗蛋白質	14.6	11.8	11.5	2.3	5.1
粗 脂 肪	0.5	12.5	20.6	0.2	2.2
炭水化物	70.5	45.7	49.6	94.5	86.5
纖 維	—	—	17.0	81.1	71.9
粗 灰 分	14.4	30.0	18.8	3.0	6.2
T D N	71.9	62.7	78.5	46.6	46.1

PKC: パーム核粕; POME: パーム・オイル・ミル・エフルーエント

OPT: アブラヤシ老樹幹(サイレージ); OPF: アブラヤシ茎葉(サイレージ)

TDN: 可消化養分総量

<sup>a)</sup> MIYASHIGE ら (1987)<sup>5)</sup> <sup>b)</sup> ISHIDA ら (1993)<sup>7)</sup> <sup>c)</sup> OSHIO ら (1990)<sup>6)</sup>

かけられ、果実が分離され、果実は搾油機へ送られ、粗製油を搾る。粗製油は遠心分離によって水分等の夾雑物が除去されてパーム油となり、除去された廃水はパーム・オイル・ミル・エフルーエント(以下「ミル・エフルーエント」と略す)と呼ばれる。一方、果実の搾り粕は分離されてパームプレス纖維とナッツに分離され、ナッツは破碎されて核と殻に分けられ、核は別の工場へ運ばれ、圧搾または抽出法によりパーム核油が生産されるが、この時の搾り粕をパーム核粕と呼ぶ。マレーシアでのパーム核粕の生産量は、年間48万トンである(1983)<sup>3)</sup>。

このように、パーム油を製造する過程で多種類の副産物が生産されるが、家畜の飼料として有望なのは、老樹幹、茎葉、ミル・エフルーエントおよびパーム核粕である。それらの牛用飼料としての栄養価値を表1に示す。この表では、副産物のエネルギー源としての価値を可消化養分総量で表している。可消化養分総量とは、飼料中成分のうち、動物によって消化・吸収されてエネルギー源として利用される成分で、この含量の高い飼料ほど、エネルギー源としての価値が高い。また、牛は、草食動物であるので、一定量以上の纖維を摂取しないと、消化機能の低下、牛乳中脂肪含量の低下などの異常を来すことがあるので、表では、飼料の纖維含量をも示している。一方、牛の飼料は、おおまかに、纖維含量の高いものが粗飼料、纖維含量が低く、エネルギー価の高いものが濃厚飼料と呼ばれている。たとえば、牧草や稻ワラは粗飼料、米ヌカ、フスマ、大豆粕などは濃厚飼料である。粗飼料は、牛の纖維必要量を満たすために与える

必要があるが、稻ワラのようなエネルギー価の低い粗飼料だけで牛を飼育して牛肉や牛乳を生産しようとすると、牛が蛋白質やエネルギーの不足に陥ることがあり、それを補うために濃厚飼料を補足的に給与することが多い。

用語の説明が長くなつたが、表1を用いながら個々の副産物の飼料としての価値を明らかにしていこう。

### 1) パーム核粕

マレーシア農業省獣医局（DVS）は、パーム核粕だけを牛に給与して牛がどれほど発育するのかを調べ、一日あたりの体重増加量（日増体量）がマレーシアの在来牛である小型種のケダ・ケランタン種では0.56 kg、乳用種のサヒワール・フリージアン種では0.76 kgと報告している<sup>3)</sup>。表1に示したように、パーム核粕の可消化養分総量含量は72%（つまり、牛に摂取されるパーム核粕の72%はエネルギー源として利用される）であり、牛の飼料としてよく用いられるフスマ<sup>4)</sup>のエネルギー価に近い。したがって、パーム核粕は牛のエネルギー飼料として活用できると考えられる。

マレーシアでは、生産されるパーム核粕の70から95%は飼料としてヨーロッパへ輸出され、価格変動が大きい<sup>3)</sup>ので、農家の経営を圧迫する。パーム核粕の流通量の少ない時に牛に給与するエネルギー飼料の開発が望まれる。

### 2) パーム・ミル・エフルーエント

ミル・エフルーエントは多くの搾油工場では固液分離されて液状部を処理して放流し、固体部を回収している。固体部は工場近くの農家が取りに来て牛の飼料として利用しているが、一部、固体部を乾燥、ペレット化して流通している場合もある。この乾燥ミル・エフルーエントの栄養価値は表1のようで、粗灰分含量が高いが、主成分は炭水化物で、可消化養分総量が63%と、脱脂米ヌカ<sup>4)</sup>に近いエネルギー価をもち、牛のエネルギー飼料として活用できる。

ミル・エフルーエントを固液分離するには機械の購入と維持にコストがかかる。また、ミル・エフルーエントをそのまま牛に給与して成分組成とエネルギー価を測定した結果（表1）から、ミル・エフルーエントの主成分は炭水化物で、脂肪の含量も高く、可消化養分総量は、固液分離後の固体部よりも高く、固液分離することで液状部へ可溶性の養分が失われると考えられる。したがって、ミル・エフルーエントは固液分離するより液状のまま牛のエネルギー飼料として利用する方が良いと考えられる。筆者と一緒に仕事をしていた実験助手

のナンダ・カマルディン氏がミル・エフルーエントのことを「オイルパーム・フルーツ・ジュース」と呼んでいた。ミル・エフルーエントはアブラヤシ果実の搾り汁なのである。栄養価値が高くても不思議はない。ミル・エフルーエントを液体のままで使用すると、運搬しやすいかもしれないが、搾油工場から農家までパイプラインを引いて利用することも考えられる。この場合、ミル・エフルーエントには95%の水分が含まれているので、牛の水分補給にもなる。

一方、搾油工場では、副産物のパームプレス纖維やナッツ殻を燃料としてボイラーを稼働しており、その熱で水蒸気が作られている。水蒸気の熱で液状の廃棄物を効率良く乾燥する機械も開発されている。このような機械で乾燥したちペレット化して市販の飼料または肥料とするほうが、廃液を出さずに済むという点で固液分離するよりも良いのではないだろうか。しかし、現在、ミル・エフルーエントは搾油工場近くに池のように貯められて処理されている。パーム油1トン搾るのに2トンのミル・エフルーエントが出るといわれ、将来、パーム油の需要と生産量の増加に伴いミル・エフルーエントの産出量も莫大なものになるにちがいない。この資源を有効に活用する技術開発研究が望まれる。

### 3) オイルパーム老樹幹

更新のために伐採されたアブラヤシの幹の根部から上方2メートル程は堅くて飼料にならない<sup>6)</sup>が、それより上方9メートルの幹をチップにしたもの栄養価値は、表1に示したようで、主成分は纖維で、乾物の約80%を占め、可消化養分総量が47%で、稻ワラ<sup>4)</sup>に近い価値がある。

粗飼料は牛への纖維の給源といってても、良く消化されるほうが良い。消化の良い粗飼料ほど牛は多く食べ、補足的に給与する濃厚飼料を節約できるからである。老樹幹を12.5気圧で5分間処理または水酸化ナトリウム(NaOH)で処理することで、可消化養分総量は無処理の38%からそれぞれ、49%と43%まで高まり、老樹幹の消化性を、蒸煮またはアルカリ処理で牧草並に向上できる<sup>6)</sup>。

アブラヤシの更新時の伐採は2~3週間という短期間の間に行われ、一時的に大量の老樹幹が生産され、しかも放置するとすぐに腐るので、保存する方法が必要となる。北海道に行くと、牧場にサイロを見かける。北の地では、冬に牛に与える草がない。そのため、夏の間に刈り取った牧草をサイロに詰めておき、サイレージという甘酸っぱい香りのする一種の漬物にして、冬まで貯蔵す

表 2 アブラヤシの老樹幹を給与された肉用牛の発育と産肉量

項 目	処 理 区			
	OPT	サイレージ	NaOH 处理 OPT	稻わら
飼料の配合割合	乾物%			
OPT サイレージ	30	—	—	—
NaOH 处理 OPT	—	30	—	—
稻わら	—	—	—	30
濃厚飼料	70	70	70	70
飼料摂取量 (kg/日)	5.82	7.32	7.69	
日増体重 (kg/日)	0.66	0.72	0.72	
産肉量 (kg)				
赤 肉	113.0	112.6	112.2	
脂 肪	32.8 <sup>b</sup>	51.6 <sup>a</sup>	46.8 <sup>a</sup>	

OSHIO ら (1990 年)<sup>6)</sup>; OPT: アブラヤシ老樹幹<sup>a,b</sup>: 処理間に有意な差のあることを示す ( $p < 0.05$ )

る。この原理を用いて、細切した老樹幹をドラム缶に密封した場合、良質のサイレージが得られる<sup>6)</sup>ことから、サイロ詰めは、多量に生産された老樹幹を保存する有効な手段の一つと考えられる。

老樹幹サイレージと NaOH 处理老樹幹を長期間給与して、それらが牛の粗飼料として利用できる可能性が調べられた試験の結果<sup>6)</sup>を表 2 に示す。稻ワラ、老樹幹サイレージまたは NaOH 处理老樹幹を乾物あたり 30%, 濃厚飼料を 70% 配合した飼料を給与する三つの試験区（それぞれ、稻ワラ区、サイレージ区、NaOH 区）を設け、各区に 7 頭ずつのオーストラリア・コマーシャル・クロスというマレーシアの肉牛農家がよく用いる牛を割り当て、224 日間飼育した。その結果、どの区の牛も試験期間中、一日あたり 0.6~0.7 kg 体重が増加し、異常なく発育した。産肉量をみると、老樹幹を給与した区と稻ワラ区に差がなく、老樹幹サイレージ、NaOH 处理老樹幹とともに牛の粗飼料として稻ワラと同等の価値があると考えられる。この場合、稻ワラ区と NaOH 区は、サイレージ区に比べて飼料摂取量が多かったので、日増体量も高かったが、体内に蓄積された脂肪の量は稻ワラ区と NaOH 区で多く、牛肉の生産量は 3 区の間で変わらなかった。稻ワラ区と NaOH 区の牛はサイレージ区に比べて多く食べた分のエネルギーを脂肪の蓄積にまわしたようである。NaOH 处理老樹幹を用いる場合、飼料への配合割合を増して濃厚飼料の使用量を節約できると判断される。以上の結果から、老樹幹が牛の粗飼料として利用できることは明らかである。

#### 4) オイルパーム茎葉

表1に示したように、茎葉の主成分は纖維であり、可消化養分総量も46%と、稻わらに近い<sup>4)</sup>。茎葉は老樹幹と同様に牛の粗飼料源として活用できそうであった。そこで、筆者らは、肉用牛の飼料へどの程度まで茎葉を配合できるのかを調べた<sup>7)</sup>。茎葉もドラム缶に詰めると簡単にサイレージとなる<sup>7)</sup>ので、サイレージにして供試した。飼料の乾物あたり、茎葉サイレージを10, 30または50%配合した三試験区を設け、各区にオーストラリア・コマーシャル・クロスを6頭ずつ割当て、224日間の発育試験を実施した。その結果、一日あたりの飼料摂取量は、10%区、30%区、50%区でそれぞれ、7.0, 6.1, 5.5 kg(乾物)で、茎葉の飼料への配合割合が高まるにつれて減少した。牛の日増体量と産肉量の測定結果は図2に示すように、増体量も茎葉の配合割合が高まるにつれて低下し、屠殺・解体して調べた牛肉生産量は50%区で他の二区よりも少なかったが、30%区は10%区に比べ、脂肪の体内蓄積が少なく、牛肉の生産量は変わらなかった。この結果と、マレーシアでは牛肉に付着している脂肪は好まれず、過剰に生産された脂肪は捨てられることから、茎葉を飼料の30%程度配合して牛に給与することで、濃厚飼料を節約して脂肪の少ない牛肉の生産ができると考えられる。

茎葉が肉用牛の粗飼料として飼料の30%程度配合できることがわかったが、乳牛に対してはどうなのであろうか。Abu HASSANら<sup>7)</sup>は、トウモロコシと大

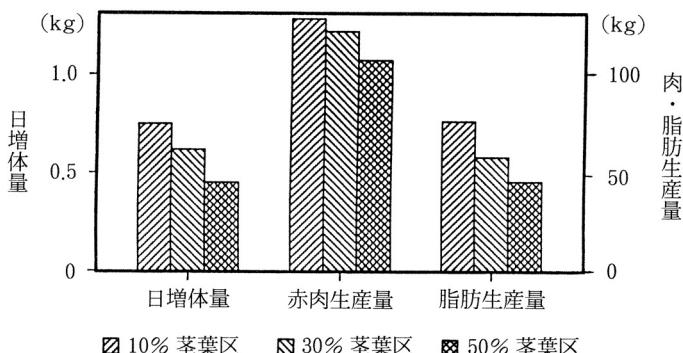


図2 アブラヤシ茎葉を給与した肉牛の発育と産肉量 (ISHIDA ら, 1993)  
a, b, c : 处理間に有意な差のあることを示す ( $p < 0.05$ )

豆粕からなる濃厚飼料を用いて、茎葉サイレージと濃厚飼料をそれぞれ、30%と70%（茎葉30%区）および50%と50%（茎葉50%区）配合した飼料、さらに牧草と濃厚飼料をそれぞれ、50%と50%配合した飼料を給与する区（牧草区）を設け、各区にサヒワール種とフリージアン種の交雑種泌乳牛9頭を割り当てて、27週間、牛乳の生産量を比較した。試験成績は、表3に示すよう、飼料の摂取量は、茎葉を給与した区のほうが牧草区よりも低かったが、乳量は30%茎葉区が最高で、牛乳を生産するための飼料の利用効率を飼料1kgで生産できる牛乳の量で表すと、牧草区よりも茎葉を与えた二つの区の方が優れていた。これらの結果から、茎葉が泌乳牛の粗飼料源として牧草に勝るとも劣らない価値を有すると考えられる。

茎葉の飼料としての利用に関する熱帯農業研究センター（熱研）とマレーシア農業開発研究所（MARDI）の共同研究の成果が1992年2月に公表された後、MARDIへは現在までに200人以上の人たちが茎葉の飼料化の施設の見学に訪れている。また、茎葉を飼料として活用する農家も現れてきた。パハン州の子牛生産農家では、200頭の母牛に1992年6月以降、茎葉を粗飼料として給与している。その篤農家は、自分で製作した飼料カッターで茎葉を細切して牛に給与している（写真2）。クアラセランゴールの肉牛肥育農家は、熱研-MARDI共同研究で用いたのと同じ飼料カッターを購入し、それで茎葉を細切して100頭の牛に給与している。彼は、「畜舎まわりのパーム農園から、切り落とされた茎葉を集めてきて飼料カッターにかけるだけで牛に給与できる。牧草を栽培していた時に比べ、かなり省力・低コスト化できた。」と言っている。大

表3 アブラヤシ茎葉を給与された泌乳牛の牛乳生産量

項目	処理区		
	牧草区	30%茎葉区	50%茎葉区
飼料配合割合			
牧 草	50	—	—
茎葉サイレージ	—	30	50
濃厚飼料	50	70	50
飼料摂取量（乾物 kg/日）			
牛乳生産量（kg/日）	8.3 <sup>a</sup>	6.5 <sup>b</sup>	5.9 <sup>c</sup>
飼料効率（牛乳量/摂取量）	0.78	1.06	0.97

Abu HASSAN ら（1993年）<sup>7)</sup>

<sup>a,b,c</sup> : 処理間に有意な差のあることを示す（p<0.05）

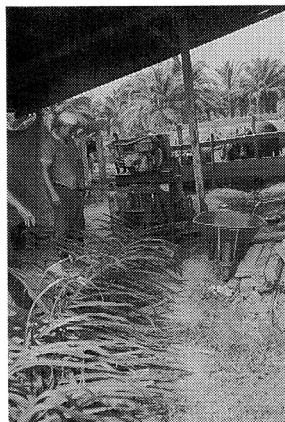


写真 2 飼料カッターでアブラヤシ茎葉を細切する子牛生産農家（マレーシア・パハン州）  
後方に牛とアブラヤシが見える。

規模パーム農園のひとつであるガトリー（Guthrie）も1万頭のひつじに茎葉を給与している。そこでは、トラクターに木材チッパーと運搬用のワゴンを接続して農園をまわり、茎葉を細切しながら効率よく収穫している。

#### 4. まとめ

以上、パーム油産業副産物の飼料としての価値を評価してきたが、老樹幹または茎葉を牛の粗飼料源として、パーム核粕とミル・エフルエンントを濃厚飼料として活用することで、牛乳・牛肉を生産できることをご理解されたと思う。

実用化に至るまでには副産物の収集法、生産された畜産物の安全性の検討など解決すべきいくつかの問題がある。しかし、アブラヤシは、赤道を中心北緯17度から南緯20度の地域に

あるアフリカ、東南アジアおよび中南米で栽培されている<sup>1)</sup>。パーム油は将来有望な換金農作物であるので、これらの地域で食糧生産を圧迫しない範囲でアブラヤシを栽培してパーム油を生産、輸出すれば、これらの地域の発展途上国の経済的な発展につながるだろう。また、パーム油産業副産物から牛乳を生産できるようになれば、この地域の子供達の栄養の改善に大いに役立つであろうし、牛のふん尿を堆肥にして土壤に還元すれば、パーム園の肥料の節約にもつながる。熱研-MARDI共同研究での筆者のパートナーであったAbu HASSAN氏が、常々、「アブラヤシは、ゴールデン・ツリー（Golden tree）だ。」と言って、その人類への有用性を表現していた。パーム油産業副産物からの牛乳・牛肉生産の技術開発試験が実用的規模で推進されることが望まれる。

ただ、森林を切り開いてパーム園を造成することによって、どのような環境への影響がでるのであろうか。アブラヤシは、成長が速く、苗を定植後、3年ぐらいで茎葉が地面を覆うようになるので、パーム園の造成は、緑の回復が速く、焼き畑などより環境にやさしいと思われたが、熱帯林業の専門家の目から見ていかがであろうか。皆様方のご意見をお願いしたい。

## 5. 謝　　辞

筆者のマレーシアでの研究の遂行上、熱研と MARDI の職員の方々はもちろんのこと、在マレーシア日本国大使館の赤木利行前二等書記官、澤山秀尚二等書記官、さらには国際協力事業団（JICA）の専門家としてマレーシア森林研究所（FRIM）に駐在されていた石原達夫氏、パームオイル研究所（PORIM）に駐在されていた中里 敏氏にはたいへんお世話になりました。また、草地試験場・飼料生産部の八木 茂部長には校閲していただきました。ここに感謝します。

〔引用文献〕 1) 加藤秋男（編著）：パーム油・パーム核油の利用。第一版。幸書房。1990。 2) HUSSIN, N., H. Abd. HALIM and M. Ahmad TARMIZI : Availability and potential utilization of oil palm trunks and fronds up to the year 2000. PORIM Occasional Paper No. 20. 1986. 3) Department of Veterinary Services : Palm Kernel Cake As Ruminant Feeds. Ministry of Agriculture, Malaysia. Kuala Lumpur. 1985. 4) 農林水産省農林水産技術会議事務局：日本標準飼料成分表（1987版）。 5) MIYASHIGE, T., O. Abu HASSAN, D. Mohd. JAAFAR, H.K. WONG, H. NAKAGAWASAI, M. KAMO and S. OSHIO : MARDI-TARC Collaborative Study (July, 1985-July, 1987). 6) OSHIO, S., A. TAKIGAWA, A. ABE, N. NAKANISHI, O. Abu HASSAN, D. Mohd. JAAFAR and D. ISMAIL : MARDI-TARC Collaborative Study (July, 1987-February, 1990). 7) ISHIDA, M. and O. Abu HASSAN : MARDI-TARC Collaborative Study (July, 1990-March, 1993).

---