

樹葉の利用

峯村伸哉

新鮮な樹葉は家畜や家さんの粗飼料となり、またその乾燥粉末はカロチンに富むので、飼料に添加してビタミンA強化飼料として使うことができる。一方、樹葉の抽出成分は医薬品となる。また、枝は繊維板やパーティクルボード、フルフロールの製造原料となり、この結果、今まで森林の廃物として邪魔者扱いしてきた葉と枝から、附加価値の高い製品を作る新しい森林資源の利用のプロセスが考えられる。

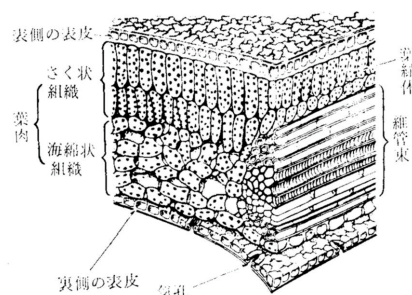
まえがき

樹木の葉や枝は森林廃物の大部分を占める。樹木を伐採し原木として切出す場合、その樹木の20~40%は葉や枝であり、枝打ち、除伐などの手入れで生じるのは、ほとんどが葉や枝である。さらにこれらの後始末のために人手がかかり、その費用は原木の価格に含まれてくる。

森林では、落葉、落枝、果実、樹皮、根は土壤に供給される有機物源であり、微生物による分解を受けて樹木の栄養分となるか、あるいは腐植化して土壤の一部を構成する。これは自然界における利用のサイクルだが、ここではもっと積極的な意味で、我々人間に直接役に立つという観点から、葉の利用を中心に考えてみたい。

1. 樹葉の構造と働き

一般的な構造を第1図に示す。最外部に表皮細胞が並び、葉の緑色をなすクロロフィル（葉緑素）は葉肉に存在する。維管束は樹幹と結び実の骨格を形成すると共に水や養分の輸送路となっている。



第1図 葉の構造（断面）

葉の働きは、水の蒸散、呼吸、クロロフィルによる栄養物質の生成にわけられる。クロロフィルは光のエネルギーを化学エネルギーに変え、水と炭酸ガスから糖の生成をおこなう。

2. 樹葉の化学組成

第1表に数種の樹葉の化学組成を示した。葉は光合成の場であるため、澱粉、糖などの可溶性無窒素物が断然多く、骨格を形成する繊維質がこれについている。針広を較べてみると、針葉樹は広葉樹よりも繊維

第1表 樹葉の化学組成

(乾物基準)

樹種	蛋白質 %	粗脂肪 %	可溶無窒素物 %	繊維質 %	灰分 %	カロチン mg/kg	Ca %	P %	K %	Mg %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Co mg/kg	Al mg/kg
モミ	8.8	6.5	44.7	35.6	4.4	139	0.7	0.2	0.4	0.6	178	316	14	29	75	—
マツ	7.9	9.7	43.7	35.9	2.8	186	0.5	0.2	0.5	0.1	156	318	7	30	86	—
アスペン	14.2	4.7	51.6	21.5	8.0	367	1.9	0.2	—	—	221	249	28	68	134	—
シラカバ	11.0	8.2	58.6	18.0	4.2	380	0.8	0.3	0.7	0.3	101	30	8	121	90	39
ヤナギ	15.7	6.2	54.6	15.5	8.0	289	1.0	0.3	—	—	221	574	7	87	116	—
カシ	—	—	—	—	—	251	1.2	0.2	1.0	0.3	191	300	18	63	80	82

質は多いが、蛋白質、可溶性無窒素物、カロチンが少ない。広葉樹にはカロチンのほかに、リボフラビン(3.5~5mg/kg)、葉酸、トコフェロール、プロビタミンD、ビタミンKといった各種ビタミンも微量存在する。またクロロフィルやその関連物質、生化学反応に使われるさまざまな酵素などの有機物もあり、とくに針葉樹には抗菌性物質であるフィトンツイドがある。

3. 飼料への利用

3.1 粗飼料としての利用

樹葉は繊維質のほかに各種の栄養物質を多量に含むため、昔から家畜や家きんの粗飼料として注目されてきた。自然界においても若いカモシカなどは春の始めの食べ物なくなる頃は、針葉樹の葉を食べるし、エゾライチョウのそのうからはしばしば針葉樹の葉が出てくる。

いま、数種の生の葉について、可消化成分、澱粉価可消化養分総量をみてみると第2表のようになる。表中、澱粉価とは飼料を家畜に与えた時の体脂肪生成力を可消化澱粉の体脂肪生成力と比較した数値であり、飼料の真の生産力を示す。たとえばシラカバの葉の澱

第2表 粗飼料としての樹葉の栄養価

樹種	水分 %	各種成分の可消化量 %				澱粉価	可消化養分総量
		粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維		
シラカバ(夏)	55.0	4.8	2.5	16.3	3.7	28.4	30.4
ブナ(夏)	57.0	2.3	0.6	11.5	3.5	17.7	18.7
ポプラ(秋)	55.0	3.2	3.0	14.0	3.1	25.1	27.1
アカマツ(春)	55.2	2.4	2.0	4.8	1.4	11.0	13.1
カエデ(春)	69.6	1.9	0.3	11.5	3.0	13.0	17.1
ケヤキ(春)	69.0	2.5	0.1	11.7	1.9	12.0	16.3
サクラ(春)	71.8	4.2	0.6	13.0	1.5	17.0	20.1
スズカケノキ(春)	72.6	0.9	0.3	1.0	7.9	—	9.5
ケンタッキー(牧草)	68.4	2.3	0.6	8.7	6.1	14.1	18.5

粉価が28.4であるということは、100kgのシラカバの葉は消化澱粉28.4kgと同等の生産力をもつという意味である。表の最下段に、代表的な粗飼料の牧草であるケンタッキーの値をのせたが、これと較べてみると樹葉はすぐれた粗飼料であることがわかり、なかでもシラカバ、ポプラはケンタッキーのほぼ2倍の澱粉価をもっている。

3.2 飼料添加物としての利用

動物は蛋白質、脂肪、炭水化物、無機物の4栄養素と水分を適当にとつていれば、短期間は満足な生活を続けることができるが、最後にはいろいろな栄養障害を起して成長が止まり、病気にかかりやすくなったり繁殖不能におちいたりする。これを防ぐには、微量ではあるが生理作用の調節に欠くことができず、しかも動物の体内で合成することの困難なビタミンと称される物質を加えなければならない。

樹葉には各種のビタミンが含まれており、なかでも

第1表にみるようにビタミンAの先駆体であるカロチンが断然多い。そのため樹葉を乾燥粉末として家畜飼料に添加し、ビタミンAの強化物として利用することがソ連でおこなわれている。1ヘクタールの森林を全部伐採すると、3~4ヘクタールの良質草原と同じ価値のビタミン粉末が得られるといわれ、現在ラトビア共和国など七共和国で養鶏センター、木材工業団地、林業コンビナートなどを中心に、樹葉からの乾燥粉末の製造を実施しておりその生産高は年間約4万トンで、一部はフィンランドへも輸出している。以下、この粉末の製造法、物理化学的性質、価格、飼料へ添加した場合の効果について述べる。

(製造工程)

2,3の製造法があるがその一つについて書くと、まず、伐採現場で緑葉のついた枝を大きさ別にまとめた後、トラクターやトラックを使って工場へ運びこむ。工場は2階建になっており、緑葉のついた枝をウ

インチで2階に上げて、枝葉分離機にかけ、葉と枝を分離する。分離した葉は一階に落して粉碎機にかけ細かくした後、ベルトコンベアを使って乾燥回転筒に入れる。乾燥温度は180~240 である。乾燥した葉は粉碎機にかけて微粉末とした後、クラフト紙の袋に詰める。製品の保存にあたっては、できるだけカロチンの酸化分解を防ぐことが肝要で、そのためには、含水率を10%前後におさえ、袋の縫合せ目をしっかりと、温度0~4 , 相対湿度65~75%の清潔な暗い所に置いておく。また製品に酸化防止剤を混ぜたり、形をペレットやブリケット状にすると保存性も高くなって扱いやすくなる。原料の集荷の際、伐採現場から工場まで緑葉のついた枝を運ぶと、その途中で緑葉の40%がなくなってしまう、鮮度も落ちてしまう。それで樹葉分離機を伐採現場に持込んでその場で葉と枝に分けてしまい、扱いやすいように小さなブロックにまとめて工場へ送るといった方法もある。工場の製造能力は年間300~400トンで、これがスムーズに動くためには3万m³の樹木の伐採が必要とされている。品質のよいものを作るためには、いつも新鮮な原料を充分確保すること、葉と枝の分離をよくすること、乾燥をやりすぎないようにすること、乾燥後はよく冷やすことなどが上げられる。

トン当りの原価は日本円になおして32,000~36,000円となっており、これを単位ビタミンあたりの価格でほかの飼料と比較してみると、針葉樹の葉の乾燥粉末を1として、牧草粉末0.5、ニンジン0.8、魚脂4.0となる。針葉樹の葉の乾燥粉末は、牧草粉末の2倍になっているが、冬期や春期にも新鮮なものを供給出来るという利点がある。

(物理化学的性質)

物理的な性質として、まず粒度についてみると第3表のようになっており、微細な粒子の多いことがわかる。この場合の粒子の平均径は0.78mmである。

つぎに、安息角についてみると第4表に見るようになり高い値を示す。安息角が高いということは、散ら

第3表 針葉樹の樹葉乾燥粉末の粒度

篩の穴の径 mm	篩上の残分 %
2.0	7.6
1.0	23.0
0.2	35.5
0.2以下	33.9

第4表 各種飼料の安息角

飼料名	安息角 (度)	水分 (%)
エンバク粉末	42	13
骨肉粉	42	7
ぬか	40	11
樹葉粉末	63	8

第5表 針葉樹の樹葉乾燥粉末の化学組成 (%)

水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	灰分	Ca	P
9.6	4.9	4.5	43.0	32.2	5.8	0.8	0.5

ばりにくいということであり、同じような性質をもつほかの飼料と比較しても、その値はかなり高い。この性質はサイロやバンカーに入れた場合に、層になってしまっていて広がりにくいという原因になる。

つぎに、化学成分についてみると第5表のようになっている。この値は10試料の平均であって、これら試料の粗繊維と水分の最低-最高含量は、それぞれ25.9-38.3%、6.6-13.2%であった。このようなバラツキの生じることは、製造技術がまだ未熟であることを示しており、葉と枝の正確な分離、乾燥条件の厳守が必要である。

なほ、マツの葉の乾燥粉末について、そのカロチン含有量を、生産した月別に調べてみると第6表のようになり、夏期の製品は冬期のものの3倍近いカロチンを含むことがわかる。また、冬期のカロチン量を第1表のマツのそれと比較してみると、乾燥粉末とすることによって、カロチンの3分の2が失われてしまうこともわかる。このような多量の損失は乾燥方法を再検討することによりかなり改善できると思われる。

(規格)

樹葉粉末の品質の規定については、現在第7表のようなソ連の国家規格案がある。カロチン量に従って3等級にわけているのが特徴である。水分は8~12%と

樹葉の利用

第6表 マツの樹葉乾燥粉末のカロチン含有量 (mg/kg)

生産した月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
カロチン量	77	67	70	81~166	208	218	197	197	62~105	98	68

第7表 樹葉乾燥粉末のソ連規格(原案)

物理化学的性質	樹葉乾燥粉末					
	針葉樹			広葉樹		
	特級	I級	II級	特級	I級	II級
カロチン mg/kg, 以上	90	75	60	180	150	120
粗繊維 %, 以下	32*	32	32	28	28	28
粗蛋白質 %, 以上	考慮せず			9	9	9
水分 %	8 ~ 12			8 ~ 12		
粒度: 穴径 2 mm の篩上の残分 %, 以下	5	5	5	5	5	5**
径 2mm 以下の磁性金属物の混入量, mg/kg, 以下	10	10	10	10	10	10
砂 %, 以下	1	1	1	1	1	1

* マツの粉末の場合は35%以下

**シラカバの粉末の場合は8%以下

有機物としての外見

色 調: 緑色および暗緑色 - 生の葉からそのまま製造したもの

緑褐色および暗褐色 - あらかじめ水蒸気蒸留を行なった葉から製造したもの

匂 い: 原料の葉がもつ固有のもの

なっているがこれは製造工程からの制約によるもので、乾燥の際、水分を8%以下にしてしまうとカロチン含有量も下がってしまい、一方12%以上としたのでは最終工程の粉碎の能率がぐんと落ちてしまうのである。

(飼料への添加とその効果)

飼料へ添加する割合は全飼料の3~5%相当量である。樹葉粉末には樹脂やタンニンがあるため、あまり多くは添加できない。樹葉粉末を添加した飼料で動物を育てると、一般に動物は、成長が早くなり、伝染性疾患に対する抵抗力もついて病気にかかりにくくなる。また乳牛に対しては泌乳力を増す効果を持ち、樹葉粉末を3~5%添加したところ、泌乳量が7.5%も上昇したという報告がある。その他、成鶏の繁殖力や鶏卵の人工孵化率の向上にも役立つ。

ともあれ樹葉粉末は、新鮮なビタミン飼料の欠乏する冬や早春にも容易に入手し得るという利点をもって、乾燥技術が改善されカロチンの歩止まりが高まるなら、製品価格も下がり需要も急増するであろう。

4. 医薬品への利用

漢方薬に見るように、昔から植物は医薬物質の宝庫

として注目されてきた。樹木についてみれば、ヤナギやアスペンの樹皮には鎮痛解熱や食欲亢進に効果のあるサリシンが含まれているし、キハダの樹皮には、整腸健胃薬としてのベルベリンがある。しかしながら樹葉については、これまで利用法がなかったが、最近この方面の研究が進んだ結果、人間や動物の病気の治療や予防にも効く化学薬品が見出され、一部はすでに臨床でも用いられるに至った。この方面の成果も、やはりソ連の研究におうところが大きい。以下、数種の物質について記述する。

4.1 クロロフィル-カロチンペースト

マツの葉をベンジンで抽出して得られる。1kgの製品を得るには20kgの葉が必要であり、年間製造量30トンの工場を順調に動かすためには、3万m²のマツの倒伐が必要である。節が多く、等級が低いようなものほど緑葉が沢山あり、ペーストの収量も高くなる。立木の時に、樹脂や樹液をとるため切付けをおこなって樹幹に傷のついたようなものは、緑葉の質が悪く、ペーストの収量も低い。製品原価は、日本円で1kgが3,000円である。

この物質は脊椎や心臓の収縮に刺戟作用をもち、ま

た交感神経分布を変化させる能力も持っていることから、生体の組織機能の調節の主役をなすと考えられる。

胃潰瘍や動脈硬化症、粘膜の疾患、火傷、切傷、非ゆ着性潰瘍といった皮膚の病気などにも治療効果が認められている。また皮膚の軽い傷をなおしたり消毒をするという意味で石けんやシェービングクリーム、歯磨などに混ぜて使われている。この物質はフィトンツィド（植物の抗菌性物質の総称）として、抗菌作用を示すことも知られている。

なお、クロロフィル-カロチンペースト製造後の樹葉はまだかなりのカロチンと有機栄養物質を含むため、乾燥粉碎して飼料添加物としたり、土に混ぜて作物の有機質肥料としたりして使うことができる。

4.2 クロロフィンナトリウム

クロロフィルが分解してできるもので、線照射やベンゾール中毒で生じる白血球減少症に対し、回復促進効果をもつ。その他、線による皮膚炎の予防、貧血の治ゆ、血圧の降下、利尿の増強にも効果をあらわす。前項と同様に、歯磨やシェービングクリームに混ぜて使用されている。

進効果をもつ。その他、線による皮膚炎の予防、貧血の治ゆ、血圧の降下、利尿の増強にも効果をあらわす。前項と同様に、歯磨やシェービングクリームに混ぜて使用されている。

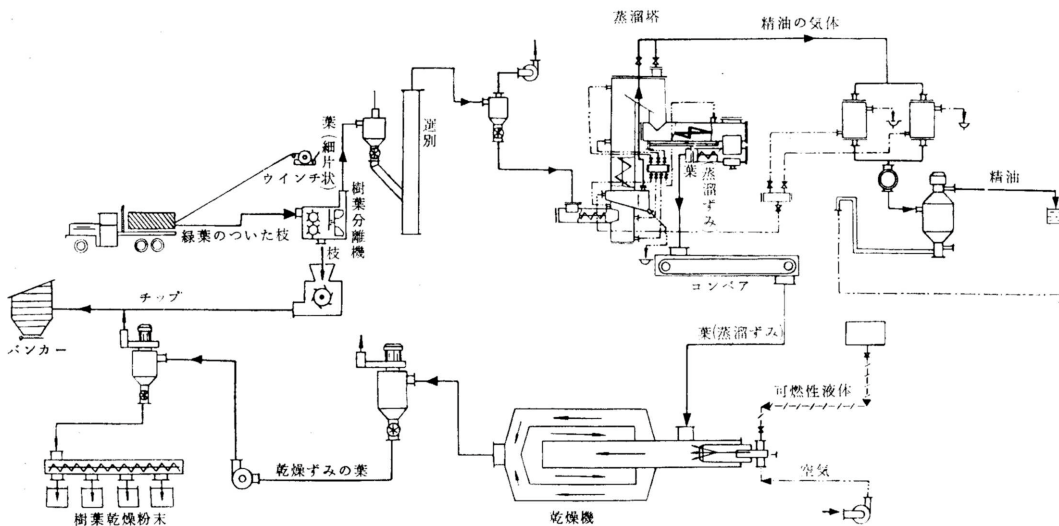
4.3 フェオフィチン

クロロフィルをうすい酸で処理して得られる誘導体で、クロロフィルのマグネシウムが水素で置換された構造を持っている。

白血球の組織再生能力を有し、白血球減少症の治療や予防に効果を発揮する。また、四塩化炭素であらかじめ寝らせておいたネズミに、この物質を与えてみると、麻酔時間が短くなるという事実から、肝臓障害に対しても回復効果をもつものと思われる。

4.4 精油

樹葉を細かくし、水蒸気蒸溜をおこなって得られる（第2図参照）。マツの緑葉から得られるものをソ連ではピナピンと称し、腎臓結石の治療薬として臨床で



第2図 樹葉乾燥粉末、精油、チップの製造工程図

用いている。利尿作用をもつほか、結核菌の増殖をおさえ、平滑筋の緊張を柔らげる働きをする。

製造にあたっては、短時間に効率よく蒸溜することが必要で、水蒸気下での滞留が良いと、カロチンやクロロフィルがそれだけ破壊されてしまう。蒸溜後の残渣には、まだ9割近くのカロチンが残っているので、

乾燥粉末にして飼料添加物として用いることができる。

4.5 ベタシステリン

これは葉からでなく木質繊維から得られるものであるが血液中のコレステリンを減少させ、胆汁酸を増す働きのあることから、動脈硬化症の治療薬として期待

されている。

5. 枝の利用

葉を取った後の枝の利用も問題である。樹葉乾燥粉末を製造する時の乾燥熱源とするほか、チップ化してパーティクルボードや繊維板、パルプの製造、あるいはフルフロールの製造原料として使用されている。フルフロールの製造には広葉樹の枝がよく、ソ連のある工場の年間生産例をみると、緑葉つきの枝を5,600トン（このうち7割は広葉樹）使用して、130トンのフルフロール、550トンの樹葉乾燥粉末、170トンの木酢粉末を製造している。フルフロールの製造原価は日本円でトン68,000円である。

6. まとめ

葉は枝とともに森林廃物の大部分を占めているが、この利用についてはこれまであまり関心が払われていなかった。樹木の緑葉は糖分に富み、家畜の飼料として使えることは昔から知られてはいたが、それが人里離れたところで、立木を伐採して始めて入手できるものであるため、あまり考慮されなかったものと思われる。しかしながら、木材工業の発達とともに、素材需要が増大した結果、伐木も継続的に大量におこなわれるようになり、これに伴って生じる葉や枝の処分が問題になってきた。日本の40倍という森林面積を有し、年間の伐採量も日本の8倍というソ連においては、この問題がとくに関心を集め、現在種々の分野で研究が進められている。葉の利用に関して、現在実用化されているものはいずれもその化学成分に注目したものであり、ビタミンA供給源としての家畜飼料への添加、腎臓結石の治療薬としてのマツの精油、軽い切傷の治ゆや皮膚の消毒薬としてのクロロフィル-カロチン混合物などがあげられる。枝の利用についてもフルフロールの製造や繊維板の製造がおこなわれている。第2図にこれらを組合せた製造工程の一例を示した

が、ある林業コンビナートではこのような総合利用によって収入が2割も増えている。しかしながら集荷方法や、樹葉分離機の改良、乾燥条件の設定、新製品の開発、総合研究機関の設置などいくつかの解決されなければならない問題がある。現在、世界で、樹葉の利用に取り組んでいるのはソ連だけのようである。

日本の素材供給量は年間約5,000万 m^3 で針広別では大体半々となっている。いまこれらの伐木によって生じた葉を全部乾燥粉末にしてビタミン源としてのみ利用しようとするならば、約70万トンの製品が得られるはずである、製品中のカロチン含量を100mg/kgと仮定すると、実に70トンのビタミンAが、一年間に樹葉から得られるのである。

我が国の森林はソ連とは異なってほとんどが山地にあり、立地条件も悪く、林道整備も立遅れている。また国有林、公有林、私有林と行政管轄がいりくんでおり山林保有規模も零細化して、このような森林廃物の利用にあたっては、多くの困難が予想される。しかしながら、この利用は比較的簡単な工程で実現できるので、輸入材に頼らざるを得ないわが国としては、少しでも森林資源を有効に活用するという意味から、樹皮やのこ屑をも含めた林産業廃材の利用開発の一つとして取り上げられるべきであろう。

参考文献

- 1) ラトビア休業問題科学研究所編：「樹木緑葉の利用の現況と見通し」論文集（「飼料工業におけるビタミン粉末の利用」など21編）1969年
- 2) 岩田久敬：飼料学総論 養賢堂
- 3) 山崎慶一：世界の森林資源 森林資源総合対策協議会
- 4) 農林省農林経済局統計調査部編：木材需給報告書
- 5) 岩波生物学辞典 岩波書店
- 6) 林業百科事典 丸善
- 7) 芝本武夫：森林土壌学 朝倉書店

- 化学利用料 -