

## I 「おいしいエサ」を考える

### (1) 食欲のメカニズム—牛はなぜエサを食べるのか

動物の脳には、「空腹中枢」、「満腹中枢」と呼ばれる部位があり、それぞれ「腹が減ったからエサを食おう」、「腹一杯になったから食うのを止めよう」という判断と行動の決定を行なっています。

ここで問題になるのは、何が「腹が減った」とか「腹が一杯になった」という刺激を与えているのかという事です。これらの要因については、未だ完全には解明されていませんが、諸説のうち、牛にも関係する主なものについて上げてみます。

- ①消化管（特に第1胃）にかかる物理的な力—飼料の充満、胎児による圧迫等。
- ②温度に対する反応—第1胃内の発酵熱や、体組織の余剰エネルギー、外気温等。
- ③第1胃内のPH—炭水化物の発酵による有機酸の発生等による酸度の変化。
- ④血中VFA—牛は炭水化物を酢酸、プロピオン酸等のVFA（揮発性脂肪酸）の形で利用するが、これらの血中濃度や組成の変化。

これらの説は、それ単独で全ての場合を説明することはできません。最近の考え方では、これらの現象が重ね合わさって、その結果として最終的に食欲調整機能が発現すると考えられています。更に、上記の条件の他、環境、牛の気分や体調、飼料の嗜好性といった要素が大きく影響していると考えられます。

より多く食い込ませる技術とは、これらの条件をコントロールして、満腹感を覚えるのを遅れさせたり、抑制したりすることであるとも言えます。

具体的な対応としては、例えば次の様なことが考えられます。

- ①第1胃の通過速度、熱の発生を考えると消化の悪いセンイを多く含むエサ（遅刈り乾草等）は不利。一般にマメ科草はイネ科草よりこの面で有利。
- ②デンプン質の多い穀類を多給すると、第1胃内のPHを下げたり血中VFA濃度を上げたりし易いので、回数を分ける、先に粗飼料を食わせておく、重曹等の緩衝剤を併用する、十分に水を飲ませる等で急激な変化を抑える。
- ③牛舎内の気温を低めに抑える。放牧地の日除けを考える。
- ④嗜好性の良いエサを与える。嗜好性の劣るものは、良い物と混ぜる等して食わせる。

### (2) 牛の五感

私達人間では、血糖値等の代謝による空腹感、満腹感の他に、外界からの刺激によって食欲をそそられたり、減退したりする事がよくあります。

いかにもおいしそうな食物の外観、手触り、匂い、包丁・煮焚き・食器の触れ合う音等、様々な要素によって食欲をそそられます。また、習慣として毎日の決まった食事時間に食欲が湧くということもあるでしょう。

逆に、気持の悪い物を見たり、嫌な匂いを嗅いだり、不快な騒音に曝されたりすると、食欲は減退

してしまいます。

この様に、牛においても同様に採食行動には五感の刺激が大きく関わっています。しかし、人間と全く同じに感じるということもなさそうです。

ここで、牛の五感と食欲の関係について考えてみましょう。

### ①視覚

一般に牛は色盲、近視であると言われていたりますが、ある試験によれば色を見分けることはできるらしいとも考えられます。しかし、仮に色覚があるにしても、その機能は貧弱で、飼料の嗜好性等に与える影響はほとんど無いと考えてよいようです。

採食行動に影響するのは、採食場所の形や距離、エサをくれる人や外敵の判別、明るさの認識といったことで、飼料そのものの評価としては視覚はほとんど役に立たないと考えられます。

### ②聴覚

牛にとっての聴覚は主に外敵を認識するために使われ、採食中に不意に大きな音を立てると採食を中止したり、継続的に不快な音や大きな音がする環境では採食量が低下するという報告もあります。また、条件付けの学習によって特定の音がすると採食場所に集まってくる例があります。しかし、音楽を流すと食欲が増進するということは一般に否定されています。

### ③触覚

採食に関わるのは主に鼻鏡、口、舌の部分です。口を付けようとしてトゲ等があつて痛ければ食うのをやめます。口に入れて多毛質のもの、モサつくもの、ジャリジャリするものは嫌がるようです。噛む時の歯応えで、老化・木質化した草と若くて水々しい草をよく区別したり、放牧地で倒れた草の中から直立した草を口元の触覚で見つけ出して食うと言われていました。

### ④嗅覚・味覚

匂いと味も採食行動に与える影響は極めて大きく、その構成要素、反応は非常に複雑です。また、未解明の部分も多いのですが、わからないからと言って無視できる程、小さな問題ではありません。エサのおいしさを考える時、ほとんどこの匂いと味の問題に行き着きます。よりおいしいエサを作る方策を求めるならば、既に解明されていることと未解明でも推定しうる事を組合せて、可能性を迫及する必要があるでしょう。そこで、この嗅覚と味覚に関しては項を改めて更に深く掘り下げる事にします。

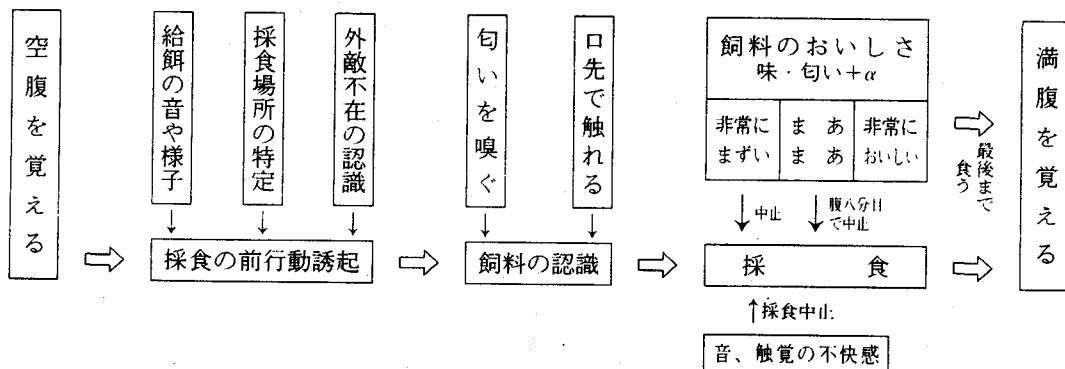


図1 採食行動に関する感覚の影響

### (3) 嗅 覚

哺乳動物の嗅覚器管は、鼻腔粘膜に存在する嗅細胞と匂い物質との化学反応によって刺激が生じ、その刺激が中枢（脳）によって匂いとして認識されます。この脳による情報処理の段階で、味覚と併せて「風味」として認識したり、必要ないと（無意識に）判断したものは意識の表面に出ずにカットされてしまう場合もあります。

嗅細胞の数は動物の種類によって様々ですが、人間では他の哺乳類に比べると、割と少ないらしいのですが、嗅細胞が多いからといって匂いに敏感だとも限らないとも言われます。

嗅覚は、感覚器管そのものの機能以外に、馴れ、トレーニング、学習等の後天的な条件や心理状態等によって大きく左右され易いと考えられています。

哺乳類の中で、私達人間は外界の認識や意志伝達に、視覚や言語の占める割合が多いので、嗅覚の重要性は相対的に低いのですが、牛をはじめとして大多数の動物では嗅覚に頼る部分が多く、生活の様々な場面で嗅覚が大きな働きをしています。

牛では、外敵の認知、他の牛の「個」の特定、発情のサイン等、行動のかなりの部分を嗅覚に頼っており、採食行動においても、食物の発見・特定は、大半が嗅覚によって判断しているようです。

嗅細胞が匂いを感じるメカニズムには様々な説がありますが、近年広く認められている説として、立体化学説（J. E. アムア1962）があります。これは、物質の特定部位の構造や電子の配列と、細胞の受容部をカギとカギ穴の関係で説明しており、7つの原臭（ショウノウ臭、ジャコウ臭、花香、エーテル臭、ハッカ臭、刺激臭、腐敗臭）がそれぞれ対応するカギ穴部位と結び付いた数や組合せによって物の匂いを判断しているというものです。

私達人間では一般に10万種類程の物質を嗅ぎ分けられると言われていますが、他の動物が何種類嗅ぎ分けられるのかは、試験成績がない（試験のしようがない）ので、わかりません。

牛についても、様々な物質の匂いに対する嗜好性評価試験はなされていますが、明確なものは極めて少なく、その都度正反対の結果が出ることもよくあるようです。

物の匂いは、その濃度を変えたり、ごく微量の他の匂いの物質を加えただけで全く異なる匂いを感じる事が多く、又、慣れ等の要素が大きいので、匂いに対する評価は極めて困難であると考えざるを得ません。ただ、それでも比較的是っきりと嫌う傾向がある匂いとして、糞臭、腐敗臭、刺激臭等がありますが、これらにも例外はあります。牛は牛糞のにおいは嫌いますが、羊の糞はあまり気にしませんし、逆の場合も同様です。何故かはわかりません。人間にとっては強烈な腐敗臭である酪酸の匂いを牛は気にしません。これは、牛自らのルーメン内で酪酸を生成しており、常に反すうやゲップによってその匂いを嗅いでいるためではないかと考えられます。

酪酸臭は気にしないと述べましたが、決してサイレージが酪酸発酵してもかまわないということではありません。サイレージが酪酸発酵する時には、同時に様々な腐敗臭や刺激臭を持つ物質が作られますので、やはり牛は嫌います。

もう一つ重要なことは、牛は経験を積む程、食物に対して保守的になる（牛に限りませんが）傾向があるということです。嗅ぎ慣れない臭いのするエサはあまり好まないということです。また、匂いには「打ち消し効果」ということもあります。何か強い匂いがあると他の匂いを感じなくなる場合のことです。不快な匂いがあっても、好む匂いを強くすれば、不快な匂いに対してごまかしが効く可能性もあります。これらのことを考え併せると、エサの匂いに関して、極く僅かではありますが「おい

しさ」への手がかりが見えてきます。それは、

- ①糞の匂いがしない。(糞尿の混入を避ける)
- ②腐敗臭がしない。(サイレージの酪酸発酵、二次発酵を防ぐ、カビを生やさない)
- ③特殊な臭いのするエサ(魚粕等)は、なるべく若いうちから慣らしておく。
- ④臭いの強い化学物質(殺菌剤、洗剤等)を誤って混入しない。
- ⑤本来の主食である草そのものの香りがきちんとするサイレージ、乾草であること。

といったことで、従来常識とされてきたことばかりであり、取り立てて目新しい話はないようです。

しかし、逆に言えば、常識とされてきた基本的な技術をきっちり実践することがとても大事なのだ。と考えることもできるのではないのでしょうか。

#### (4) 味とは何か

厳密な意味での「味」とは、舌の味蕾と呼ばれる器管や口内粘膜が受ける科学的刺激によって生じる感覚で、味蕾はそれぞれ甘味、酸味、塩味を感じる部分があり、これらは味の基本形と呼ばれています。更に、口内粘膜全体に刺激を受けると「辛い」、口内粘膜がタンニン等で収れん作用を受けると「渋い」と感じます。更に特殊な味覚として、グルタミン酸やイノシン酸による「旨味」があります。これらの組み合わせが物の味を決定します。しかし、実際に私達が「味」として認識しているのは、そんなに単純なものではありません。本来の「味」に、様々な物質特有の匂いが組み合わさった感覚を「味」と認識しています。カゼをひいたりして鼻が効かなくなると、食物の細かな味わいはほとんどわからず、甘、苦、酸、塩、辛、渋が区別されるだけになってしまいます。更に、一つの味、例えば甘味について考えると、一言で甘いと言っても、さらりとした甘味やくどい甘味など、幅があります。白砂糖のように、純粋な甘味物質だけだと割とあっさりした甘味ですが、これに極く少量の他の味を加えると、深さやくどさのある甘味となります。

これらの微妙な味わいに対する感受性は、普段からの食生活や経験、個体差等が大きく影響します。

人間では一般に、子供は大人ほど微妙な味覚の感受性は持たず、単純に甘味の強い物を好み、苦味のある物を嫌います。味わいの深さや繊細さを好むのは大人の味覚であり、子どもは甘いとかしよっぱいとか、はっきりした味の物を好む傾向があります。別に、舌の感覚器管そのものが未発達だという訳ではなく、脳での情報処理回路の発達との関連で生じる差であると考えられています。

一般に甘い食物は糖(重要なエネルギー源)を含むことが多く、苦味は毒物であることが多いので、本能は甘味を要求し、苦味を拒否します。しかし、人間は雑食性動物として進化し、また、食物を保存加工して利用するという文化を持ったので、食べるかどうかを微妙な味わいで判断する能力を必要とするようになったと考えられます。肉食動物では甘味が大した意味を持たないので、猫などは甘味に反応しません。

牛では、脳の発達人間ほど高度化していないので、複雑な味覚情報処理をするほどの容量は無い、とも考えられますし、生の植物の栄養価や毒性を判断するには基本的な味さえきちんと感知できれば、微妙な味わいなどわからなくても別に不都合は無いと考えられます。従って、進化の過程において複雑な味覚情報処理能力を獲得する必要は無かったとも言えます。

試験的にも、甘味、苦味、辛味には強く反応し、塩味、酸味は、あまり強くなると嫌うという結果が出ています。渋味や旨味にはあまり反応しないようです。また、若牛では幼いほど甘味と苦味に対

して強く反応するという報告もあります。

ですから、単純に味の面から見て「おいしい」というのは、甘みをより多く、苦味や辛味をより少なくしたエサであると考えられます。

## (5) 味覚物質

哺乳類の舌の表面は微細な乳頭状の組織で覆われていて、これらの乳頭には物理的な働きをする「機械乳頭」と味覚組織である味蕾を持つ「味蕾乳頭」があります。

牛の舌には数十個の味蕾乳頭があり、それぞれが多数の味蕾を持っています。また、舌以外の口内粘膜中にも若干ですが味蕾が散在しています。

味蕾は、一つの味蕾が全ての味を感じるのではなく、甘味を感じるもの、苦味を感じるもの、酸味を感じるもの、塩味を感じるものと、機能が分化していると考えられています。

味覚物質は、それぞれの対応する味蕾の受容部（味細胞）と特異的な化学反応を生じ、それによって「甘い」とか「苦い」とかいった信号を発信します。

### ①甘味物質

糖類、多価アルコール（グリセリン等）、人工甘味料、アミノ酸の一部、 $Al$ 、 $Zn$ 、 $Pb$ 、 $(OH)_n$ 、 $NH$ の各イオン、牛の飼料中で実質的に甘味を左右するのは、糖含量とアミノ酸組成がほとんどであると考えられます。

### ②苦味物質

$Na$ 、 $K$ 、 $Ca$ 、 $Mg$ 、 $Ag$ の陽イオン及び $(NO_2)_n$ 、アミノ酸の一部、アルカロイド、テルペン類。一般に食物中の苦味源はアルカロイドとテルペン類だといわれています。アルカロイドは植物体内で合成されるちっ素を含んだアルカリ性の物質の総称で、キニーネ、ニコチン、モルヒネ等を初めとして、様々な種類がありますが、大半は有毒で、強烈な苦味（キニーネでは水に10ppm程度含まれただけで苦味を感じる）を伴い、量の多少はあるにしろほとんどの食物に含まれています。テルペンは脂質の仲間で、ハッカ油や樟脳等の精油、ビタミンAやEもこの仲間に入りますが、それぞれ独特な匂いと味を持ち、ミカンの皮の苦みもこれが原因です。

### ③塩味物質

無機塩類陰イオン、中でも塩化物（塩化ナトリウム、塩化カリウム等）。有機物ではリンゴ酸、コハク酸等のナトリウム塩類。

### ④酸味物質

酸の水素イオン。無機酸（塩酸、硫酸等）では濃度と酸味の強さはほぼ一致しますが、有機酸（酢酸、乳酸等）では必ずしも一致しません。

### ⑤辛味物質

他の味覚と異なり、口中粘膜に対する直接的な刺激であり、刺激性物質全部が辛味物質となり得ます。物理的な刺激も辛味とを感じる事があり、炭酸飲料を初めて口にする子どもや動物等は、その泡の刺激だけで辛いと感じるようです。また、私達人間では、トウガラシのように口中がヒリヒリする辛あじと、ワサビのように鼻にツンとくるような辛味の二通りの感じ方がありますが、牛がどの様な感じ方をしているのかはわかりません。いずれにせよ、どちらかといえば痛みや灼熱感に近い感じ方をするはずで

## (6) 牛にとってのおいしさ

以上のように、牛の五感を細分して検討してみると、牛にとってのおいしいエサの条件というのがある程度見えてきたのではないのでしょうか。ここで一旦、整理してみましょう。

- ①エサの外見はほとんど影響はない。
- ②音も、エサの品質には直接関係はないが、採食時に不用意に大きな音、不快な音をたてると食欲を減退させる可能性はある。
- ③トゲや多毛感（モソモソした口触り）、堅すぎるもの、砂っぽいものは嫌う。
- ④匂いはわからないことが多いが、糞臭、腐敗臭、刺激臭等が少なく、草本来の香り、甘い匂いのするものを好むらしい。
- ⑤甘味を好み、苦味や辛味は嫌う。細かな風味に対する反応はよくわからない。
- ⑥習慣性が強いので、食べられないものは嫌いがちである。

これらの条件をより多く満たすエサが、牛にとってのおいしいエサであると考えられます。

ここまでは牛の食物をひとくくりに「エサ」と表現してきましたが、実際には穀類や粕類等の購入飼料や、主に自家生産に頼るであろう粗飼料がありますし、粗飼料でも原料草そのものの問題と調製技術との関係で最終製品としてどうかという問題があります。

一般に流通している飼料の中には、栄養的な価値は高くても、嗜好性の劣る物も少なくありませんし、逆に栄養的には大した事がなくても嗜好性が非常に高いものもあります（表1）

表1 単味飼料の栄養的価値と嗜好性の例

区分	飼料名	栄養的特徴	嗜好面の影響	
低嗜好	綿実	蛋白、エネルギー高い	味あまり無く、多毛質	
	コーングルテンミール	蛋白、特にバイパス分高い	酸味強く、砂状	
	各種ミネラル剤	ミネラル調製に不可欠	苦味あり、砂状の物もある	
高嗜好	糖密	エネルギーやや高い	甘い香りと味	
	果実粕類	同上	同上	
その他	魚粕	蛋白、Ca極めて高い	独特な匂いがある	慣れると嫌がらないようになる
	しょうゆ粕	バイパス蛋白高い	強い香ばしさと塩味	

低嗜好のものは量を制限して使う、他の嗜好性の良い物と組み合わせて使う等の工夫が必要になります。逆に、嗜好性の高いものは食いの良くないサイレージなどのフリカケにするといった使い途があります。いずれにしろ、単味飼料は個性の強いものが多いので、それぞれの特性を十分に把握して使う必要があります。その点、一般的な配合飼料では、栄養、嗜好性の両面から「そこそこ」バランスを取って作ってあると考えられます。

さて、本資料の主テーマである粗飼料について考えてみましょう。

自家生産した粗飼料が牛の口に入るまでの経路は、一般に、放牧草、乾草、サイレージの三通りが考えられます。それぞれについて求められる性質には若干の違いがあるかも知れません。

放牧草では、言ってみれば原料草そのものが牛の口に入ると見ることができます。従って、草そのものの味をいかに良くするか、又、いかに食べ易い状態で生やしておくか、ということが重要になります。

乾草では、草そのものの味を良くすることに加えて、味を落とさずに短期間できれいに乾燥させられる栽培・調製方法が求められます。

サイレージでは、「発酵」という生化学処理が加わってきますので、原料草の味の他に、想定した通りの発酵をさせるための条件作りも重要です。

これらの具体的技術については、次章以降で展開されることとなりますが、「おいしいエサ」を作るための大原則をここで確認しておきましょう。

- ①物理的に食べ易い——トゲ・モサつきが少ない、固すぎない、土砂が混ざらない、食べ易い長さ
- ②甘味が多い——糖分含量を高める
- ③苦味・辛味が少ない——非蛋白態窒素等の苦味・辛味源を減らす
- ④悪臭がしない——糞や土砂混入、サイレージの不良発酵、カビの発生等を防ぐ

# 植物生理

～おいしいエサ作りの基礎を十分に理解し応用へ～

