

サイレージ用トウモロコシの 基礎知識 (I)

雪印種苗(株)千葉研究農場 細田 尚次

牛乳の生産調整と水田利用再編にともない、飼料作物作付け面積の拡大が全国的にとりあげられ、飼料自給率の向上による畜産物生産費のコストダウンが計画されており、土地に立脚した健全酪農が推し進められていることは申し述べるまでもありません。

その飼料作物の中で、最近もっとも注目をあびているのがサイレージ用トウモロコシで、北海道から九州まで各地域において作付け面積が急激にのびております。

とくに府県においては、今まで青刈給与が一般的でしたが、通年サイレージ給与形態が普及しつつあり、トウモロコシは夏季の主作物として重要性を増してきていると考えられます。青刈時代には、とかく生収量を高めることが目的で散播(バラ播き)栽培が多く、また多頭化したがい飼料作物も省力化のみが追求されてきたことを否定できません。

サイレージ原料は、給与面のメリットの他に栄養(TDN)収量の多収をはかることが目的であり、トウモロコシ栽培においても生草収量ではなく、子実が十分に登熟した栄養価の高い作物に育てる

こと、そのためには清潔な畑で1本1本が充実した立派なトウモロコシに生長するように、すなわちトウモロコシを作物として見直してみることも決して無駄ではないと考えます。既に御存知のところですが、ここでは基本に立ちかえて

I トウモロコシの生育過程

II トウモロコシ多収の栽培条件

III トウモロコシの良質サイレージ調製

について些少なりとも御参考になれば幸甚にたえません。

○ トウモロコシの生育過程

トウモロコシ(*Zea mays*, $2n=20$)は、今から5,000年以上前からメキシコ、南米で栽培され、現在食用および飼料用として広く利用されており、多くの栽培種に分化しています。表1に主な栽培種とその特徴を示してあります。トウモロコシの起原は、テオシント(*Euchlaena mexicana*, $2n=20$)の突然変異による説と、南米の低地のポッドコーンから生じた野生種が原始的に栽培され、これにテオシントやトリプサカム(*Tripsacum* 属, $2n=36$)が交雑して現在の栽培種になったとする

● 目 次 ●



見事に生育する
アルファルファ
(千葉研究農場)

■緑作……………野菜畑の土づくり……………	表②, ③
□サイレージ用トウモロコシ の基礎知識 I……………	細田 尚次………… 1
□青刈から通年サイレージへの移行……………	道見 国男………… 6
■北海道における草地開発 事業の史的発展……………	故 伝法 卓郎…………10
■牧草(ソルゴー・イタリアンライグラス) で野菜の土づくり I II……………	古谷 一男…………15

表1 トウモロコシ栽培種の種類と特徴

栽培種	子実その他の特徴
デントコーン (馬歯種)	子実の頂部がくぼんでいる。コーンベルト地帯で多用
フリントコーン (硬粒種)	種子の外側全体が硬いデンプンで被われている
フラワーコーン (軟粒種)	内乳が軟いデンプンで構成され、水に混ぜると糊状になる
ポップコーン (爆粒種)	内乳の中心部に含水量の多い細胞があり、熱すると膨圧でぼんとはじける
スイートコーン (甘味種)	内乳が砂糖性で乾燥させると表面に皺を生ずる
ワキシーコーン (糯種)	デンプンがアミロペクチン(糯性)から成る
ポッドコーン (有稈種)	子実が穎に包まれている

三部説があります。

トウモロコシ1粒(約0.3g)は、播種後約9週間で草丈、2.3~3.3mに達し、更に2カ月後には600~1,000粒の子実を生産します。コムギの生産性が播種量の50倍程度であるのに比較すれば、トウモロコシのその大きさが理解されます。これはトウモロコシの光合成過程が通常のカルビン回路(イネ、ムギのCO₂固定回路)の他に、ジカルボン酸回路(C₄回路とも言われる)という光エネルギーを効率的に固定する回路を持っているからです。その生長には10℃以上を要し、生育段階に応じて多大な養水分を必要とします。

ここではトウモロコシの特性を把握するために生育段階を追いながら述べたいと思います。

1 子実と胚

トウモロコシの子実(カブ)は、果皮、胚乳および胚から成り、各々の役割を果たしています(図1)。果皮は子実内に糸状菌、細菌が侵入することを防いでいます。果皮が損なわれると発芽が遅れたり、発芽しないうちに腐敗したりするので、良好なスタンドを確保するためには、健全な種子を用いることが肝要です。

胚乳は子実の主なエネルギー貯蔵組織で、発芽

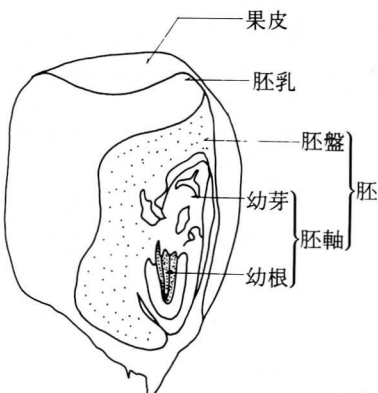


図1 トウモロコシ子実の縦断面

から初期生育段階までのエネルギーを蓄積しています。デントコーンの場合、子実重量の $\frac{4}{5}$ を占め、その90%以上がデンプン、7%がタンパク質から構成されています。

胚軸、胚盤から成る胚は、幼芽を備え、発芽とともに葉を展開します。尚、胚盤の35~40%は油脂で、発芽時には重要なエネルギー源となります。

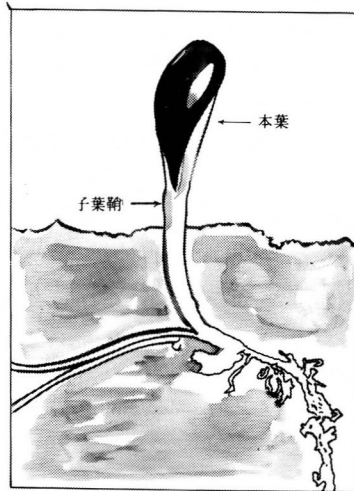


図2 トウモロコシの発芽
子葉鞘(Coleoptile)は葉を保護しており、種子根は支持根が出るまでの間に6、7本に達し、その機能を果たす。

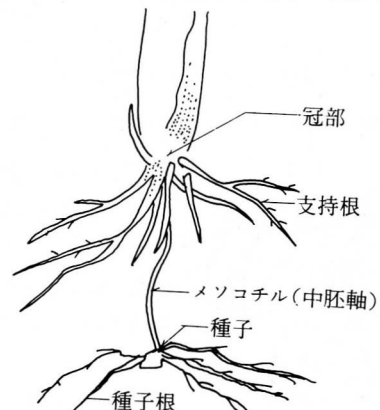


図3 トウモロコシの初期根系と冠部

2 発芽と初期生育

トウモロコシは播種されると、果皮が水分を吸収し、種子が膨張します。水分、温度が良好な場合、2、3日で幼根が、続いて幼芽が伸長します(図2)。幼芽は固い子葉鞘に包まれており、発芽するとメソコチル(中胚軸)が伸長し、更に子葉鞘に包まれた幼芽が伸び、地表に現われます。幼根は種子根と呼ばれ、初期段階での養水分の吸収と植物体の固定、保持する役割を持っています。子葉鞘は播種後6~10日で地表に現われますが、播種深度が深いと(12.5~15 cm)、メソコチルの伸長が限界に達し、子葉鞘も破れ地中で枯死します。

その後トウモロコシはメソコチルの上端の冠部から支持根を発生し、本格的な生長を始めます(図3)。子葉鞘に包まれた中から葉が現われ、条件が良ければ3日で本葉1枚ずつ展開します。子葉鞘が地表に現われて7日目で新しい幼芽が完成し、2枚の本葉を展開し、第1次の根組織(種子根)を持ち、子実中の貯蔵物質に依存しなくても充分生長するようになります。

この時期は、トウモロコシの一生で最初の重要な時期にあたります。それは発芽によって果皮が破れると、病原菌に侵される原因となり、また低温、乾燥条件では、生育が遅延するからです。根の機能が働くようになると肥料不足(特にリン)が生長を遅らせる原因となります。トウモロコシにとって、初期生育段階での必要な条件はよく変わりますが、条件が満たされれば直ちに回復します。尚、多雨特に高温時のそれは影響が大きいようです。

3 生育期

根、葉が充実して、トウモロコシの機能が効果的に働くようになります。根部では、それまでの種子根から冠部上の節より支持根が発生し(図4)、葉部では子実内にあった5枚の葉身が伸長し、雄穂が抽出するまで少しずつ合計20枚前後の葉を展開します。支持根の機能は植物体を支えるだけのものとされてきましたが、最近、リンの吸収が確認され、おそらく他の養分も吸収しているとされています。支持根は数多く発生し、生育後期まで活力を保ち、土壌中の養水分を吸収すると言われています。したがって中耕を行なう場合は、この

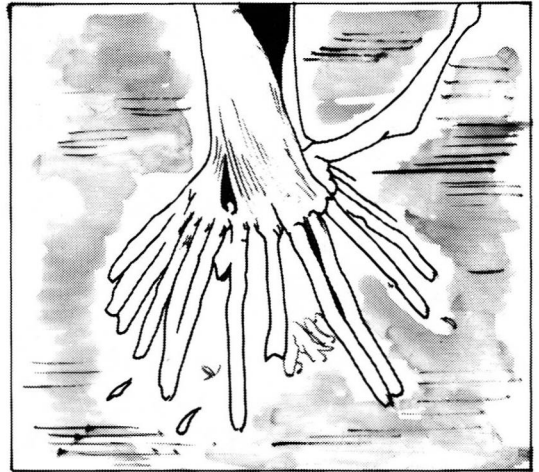


図4 トウモロコシの支持根
雄穂抽出期まで下位節より支持根が発生し、植物体の支持、養分吸収を行なう。

支持根が伸長する前に終えなければなりません。

この時期には要素欠乏、特にリン、カリ、亜鉛の欠乏が見られ、生育遅延の原因となります。また虫害等による葉の損傷は、トウモロコシの旺盛な生育で回復できますが、生長点より下での折損は回復できません。

4 雄穂と雌穂の分化および発達

トウモロコシ独特の花器である雄穂と雌穂の分化は、発芽後30日頃、本葉が8~10枚展開した頃生長点で起こります。まず生長点の上端に雄穂が

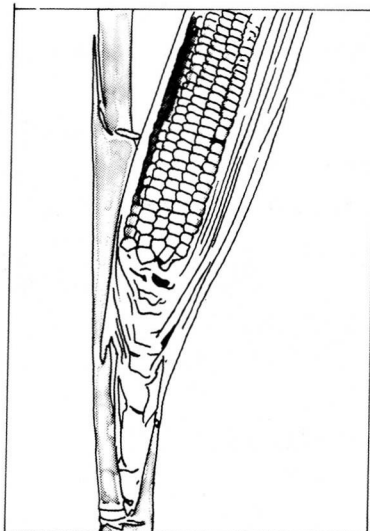


図5 トウモロコシの雌穂
1本の雌穂には750~1,000粒の胚があり、各々に絹糸が着いている。包皮の上端より絹糸が抽出し、それに花粉が付着する。

形成され、その後その周囲に多くの小さな雌穂が形成されますが、2～3週間経てそのうち1, 2穂が発達してきます。この頃よりトウモロコシは急速な節間伸長を始め、養水分を供給する根部組織も充実し、多くの根を地中深く伸ばします。図5は着穂状態を示したのですが、雌穂は雄穂の下6～8節目に着き、稈の側方に形成されます。同一個体に2本の雌穂が形成される時がありますが、多くの場合、どちらか一方にのみ子実が形成され、2本の雌穂両方に十分な子実が形成されることは稀です。こうしてトウモロコシは雄穂抽出が始まるまで、効率よく光エネルギーを固定し、多くの養水分を吸収します。

トウモロコシの生育は、雄穂の抽出、花粉放出、絹糸抽出、授粉という一連の過程で、クライマックスに達し、各々の時期は時間的に少しずつ重なり合いながら推移します。トウモロコシの草丈は、花粉の放出が始まる前に最高に達します。トウモロコシは、その大部分のエネルギーを花粉放出、絹糸抽出が始まる前の2, 3日には、成熟花粉の生産と穂軸、穂の形成に充てます。

この時期にタンパク合成に関与する窒素代謝がうまく働かないと、穂の大きさが小さくなります。またトウモロコシの生長が貧弱な場合、絹糸の発達にも障害が起こります。子実の数はこの時期に決まり、最初に列数(12～18列程度)、次いで1列当たりの粒数(50粒前後)、最後に絹糸が発達した数によって決まります。

この時期はトウモロコシにとって最も重要な時期で、養水分の不足、早ばつ、著しい虫害、過密植、雄穂雌穂の機能上の障害等は、授粉に大きく影響を与え、子実の減少、登熟の早期化などの原因となります。特に花粉放出、絹糸抽出以前の10～14日間に早ばつ、養水分の不足が続くと、子実の数が少なくなり、登熟が早まったりするので注意が必要です。

5 開花(花粉放出と絹糸抽出)

開花の準備が完了すると、トウモロコシはそのエネルギーと機能を雌穂の子実生産へと向けます。この段階は、開花から始まります。雄穂が抽出してから花粉放出が始まり、その後3, 4日で絹糸が抽出します。花粉はヤクで作られ、1本の雄穂でお

よそ200万～500万粒程度生産されるそうですから、絹糸1本当たり2,000～5,000粒の花粉が充当されることとなります。花粉は風でかなり遠くまで運ばれることもありますが、たいていは6～15m程度に落ち着きます。

花粉放出は5～8日間続き、放出量のピークは開花始から3日目にあたります。放出は雄穂の中央部から始まり、次第に上部、下部へと広がります。雄穂が湿っているとヤクは裂開しませんが温湿度の条件が回復すれば、再びヤクが裂開しはじめ、放出のピークは午前9時～11時にあたります。

絹糸に付着した花粉は雨や風で落とされることはなく、絹糸に付着してから数分内に発芽し、絹糸中に花粉管を伸ばします。花粉の寿命は18～24時間とされています。花粉が少ない場合、雌穂の頂部での不稔が多くなりますが、これは稀にしか起こりません。花粉が放出しはじめてから、1～3日で包皮から絹糸が抽出します。花粉の放出と絹糸抽出のタイミングが重なるにもかかわらず、自家授粉はほとんど起こらず、他家授粉が97%以上とされています。

授粉がうまく行なわれない場合は、子実収量の減収となります。過乾、高温条件下では、絹糸が急速に乾燥し、花粉の発芽や花粉管の伸長が停滞してしまいます。また花粉放出と絹糸抽出のタイミングがずれると不稔の原因となります。これは極端な水分の不足が原因とされています。その他養分の不足、低温および過密植などで、穂の頂部まで子実が発達しないこともあります。

6 子実の発達と登熟

花粉管の精核と卵細胞、極核との融合で受精が完了します。受精が完了して2, 3日で絹糸がしおれてきますが、穂軸は生長を続け十分な長さで直径に達します。

乳熟期、糊熟期、黄熟期および完熟期と一連の登熟過程を経て、子実の内容物も水液状から糊状、粉状へと変化します(図6, 表2)。黄熟期に達すると、子実の下部にブラックレイヤー(黒褐色の膜)が形成され、子実への物質転流が遅くなり、完熟期になると子実収量が最大となります。

この時期は開花期ほど環境条件に左右されません。それは1穂当たりの子実数と列数は以前に決

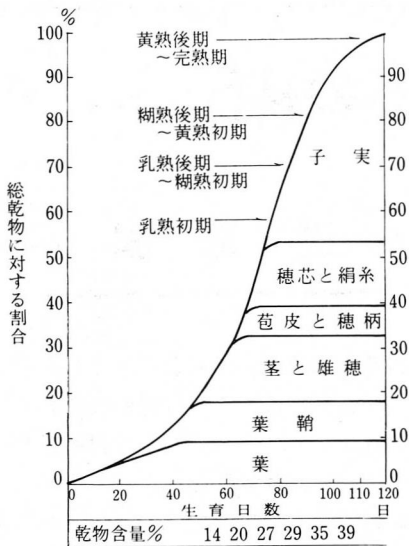


図6 登熟程度と乾物量の増加

表2 トウモロコシの熟期と子実の状態

熟期	子実の状態
乳熟期	子実の水分含量は75%程度、子実を押すとミルク状の液体がでる
糊熟期	水分含量は60%程度、生食適期の状態で子実の内部は糊状を呈している
黄熟期	43%程度の水分含量で、デントコーンでは子実の頂部が凹み、爪でバカッと割れる状態、ブラックレイヤーが形成される
完熟期	子実の水分含量は約35%程度、胚の部分は押しても汁がほとんど出ない

定されているからです。しかしながら極端な養水分の不足、病害が多発した場合は、子実は十分に発育、登熟しないこともあります。逆に養水分の条件が良ければ予想以上の収量を得ることができます。

7 トウモロコシの生長と温度

トウモロコシは適度な温度と養水分があれば生育が早く、多収穫栽培が可能な作物です。特に温度によってその生長が影響されるのが特徴です。

トウモロコシの生長の限界温度は10℃とされ、播種および発芽期から収穫期までの有効積算温度は、品種の早晚性とだいたい一致しています。そしてその積算温度は1,100~1,500℃に及ぶとされています。図7にトウモロコシの生長と温度との関係を示してあります。トウモロコシの生長にとって最適温度は24~30℃で、水分の補給状態によ

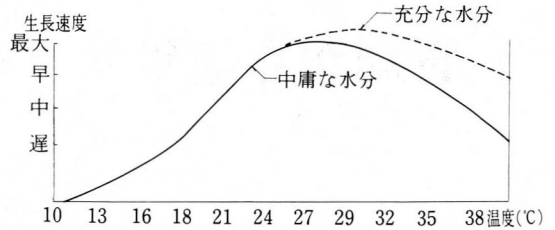


図7 トウモロコシの生長速度と気温の関係

10℃以下ではほとんど生長しない。十分な水分があれば27~32℃が最適温度となる。

て少し異なります。土壌水分が多い場合には、27~32℃が最適温度となります。

また夜温が低い程、トウモロコシの生長は良好となります。これは日中に固定したエネルギーを呼吸によって失うことが少ないためで、逆に夜温が高いと、それだけ呼吸によって蓄積されるべきデンプンが減少します。つまり日較差が大きいほどトウモロコシの生育が良好となるわけです。

参考文献

1. 田中正武, 1975, 栽培植物の起原, 日本放送出版協会, 東京
2. HERBERT G. BAKER, 1970, Plants and Civilization, California (阪本寧男, 福田一郎訳, 1977, 植物と文明, 東京大学出版会)
3. SAMUEL R. ALDRICH, WALTER O. SCOTT and EARL R. LENG, 1975, Modern Corn Production, A & L publication, USA