

トウモロコシ

トウモロコシはイネ科トウモロコシ属に属する 1 年生植物。アメリカ大陸の原産でコロンブスによりヨーロッパに持ち帰ったのち、世界に広まった。コメと小麦とともに三大穀物の一つである。一部食用に供するが、主に加工して家畜飼料として消費される。

トウモロコシは食用の甘味種と加工用のデントコーン（馬齒種）に分けられる。本邦に栽培されているのはほとんどスイートコーンという食用甘味種であるが、世界中に栽培面積と収穫量の 8 割以上はデンプン加工用と飼料用のデントコーンである。

本邦のトウモロコシは主に北海道に栽培され、3 大穀物の中に栽培面積と収量が最下位である。農林水産省の 2018 年統計データでは、栽培面積 2.3 万ヘクタール、収穫量 21.8 万トン、出荷量 17.4 万トンしかない。但し、家庭菜園など統計に入っていない栽培も多く、実態は上記のデータより多くなる。

世界に転じると、トウモロコシの栽培面積が小麦に次ぐ第 2 位であるが、収穫量が断トツの 1 位である。FAO（国際連合食糧農業機関）の統計データによれば、2018 年世界のトウモロコシ栽培面積 2.36 億ヘクタール、収量 14 億 500 万トンである。

本篇はスイートコーンの栽培と施肥管理を解説する。加工用のデントコーンの栽培と施肥管理については簡単な言及に留まる。

1. トウモロコシの生育ステージと主な農作業

トウモロコシは生育の適温が 20～30℃であるので、15.5℃以上であれば、いつも発芽と生長が可能である。本邦では北海道が 5 月から、温暖な九州が 3 月から栽培が可能となる。スイートコーンは播種から収穫まで所要日数が 100～120 日である。種播き時期がずれば、北海道が 8 月から 9 月末まで、九州が 6 月から 10 月末まで収穫することができる。

一方、加工用トウモロコシは完熟後の収穫が必要であるので、生育期間が長くなる。世界最大のトウモロコシ生産国のアメリカでは 4 月中旬から～5 月下旬まで播種、9 月中旬から 11 月下旬まで収穫となる。生育期間が大体 140～160 日である。

トウモロコシの生育ステージは栄養成長期と生殖成長期に分けられている。栄養成長期は出芽期、4～6 葉期、7～8 葉期（幼穂形成期）、9～10 葉期、11～15 葉期に、生殖成長期は出穂と受精期、登熟期、完熟期に分けられる。登熟期はさらに水熟、乳熟、糊熟、黄熟に小分けされる。図 1 はトウモロコシの生育ステージを示す。

出芽期は、播種後、種子から発芽してから 2～3 枚の葉が出るまでの期間である。この期間は苗の生長に必要な養分はほとんど種子の貯蔵養分に依存して、外部から水分だけを吸収する従属栄養期である。播種から出芽までの日数は通常は 10～20 日、2～3 葉までさらに 5～7 日間位かかるだが、所要日数は温度や水分等の生育条件で大きく異なる。

3～4 枚の葉が出たときは苗が従属栄養から独立栄養に移行する時期。根が発達し、土壌から養分を吸収し始める。生長点はまだ地表より下にあるので、霜害で地上部が枯死しても

再生する可能性がある。5～6 枚葉の時は生長点が地上に昇り、地上部の草丈は 40～50cm 位に達する。

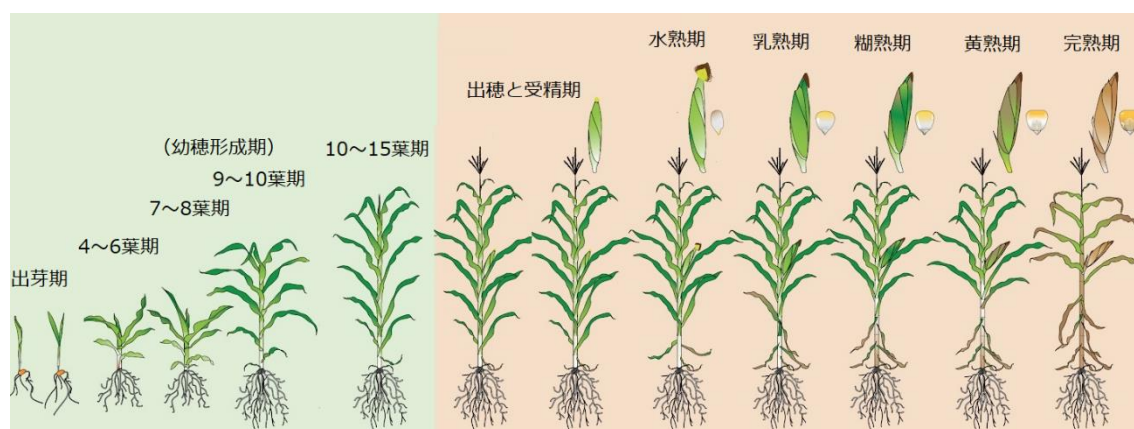


図 1. トウモロコシの生育ステージ

7～8 葉期はトウモロコシの生育が急速に開始し、節間が伸びて、雄穂や雌穂となる幼穂が形成し始まる。この時期で低温や養分不足に遭遇すると雌穂の形成と発達に及ぼす影響が大きい。

9～10 葉期はトウモロコシが急激な生育を続け、茎に雌穂の突起が観察されるようになった。この間に茎葉のボリュームや草丈、また基本的な雌穂の大きさと粒列数、子実数も決まる。

品種にもよるが、大体 11～15 枚の葉が出た時点で出穂期に入る。まず雄穂が出穂して、1～2 週間後開花する。雄穂が開花する時点で草丈が最高となる。通常雄穂の開花が 7～10 日続く。雄穂開花してから 1～3 日後に雌穂から受精の絹糸が現れる。絹糸抽出とほぼ同時に雄穂から花粉が放出され受精が行われる。干ばつ等で絹糸の抽出が遅れた場合には花粉の放出が先に終わり、不稔となる。雌穂の絹糸は受精が行われなければ 1 日 2～3cm 位伸長を続ける。絹糸の受精能力は通常抽出から 7～10 日程度続くが、干ばつなど強い水分ストレスの下では受精能力が早く失われる場合がある。

受精した子実は水熟→乳熟→糊熟→黄熟の順に登熟ステージが進む。糊熟期に達した際に、子実内部は糊状で水分は 50～55%位、表面に固い澱粉層がまだ形成されていない。黄熟期に進むと、子実の表面から固い澱粉の層が形成され、内部に向かい蓄積していく。黄熟期に地上部乾物重が最大となる。なお、スイートコーンの収穫適期は糊熟期であるが、飼料用サイレージの収穫期は糊熟期から黄熟期の間である。

完熟期は子実の澱粉蓄積が進み、子実の基部にブラックレイヤーと呼ばれる黒色の層が形成される。この層が出来ると子実の澱粉蓄積は終わり、茎葉が次第に枯れていく。加工用トウモロコシの収穫が可能となる。

2. トウモロコシの生長曲線と養分吸収の関係

トウモロコシの生育期間中に吸収された養分は各組織器官の構成と生理活動に供するものである。吸収された養分が大体数日～10 数日後に新たに形成された組織器官の構成成分となる。従って、養分吸収量の曲線はトウモロコシ乾物重の増加曲線より数日～10 数日早くなるが、日数をずらせば大体合致する。すなわち、新たに発生する茎葉や花実の数日～10 数日前にその組織を構成する必要な養分が吸収される。図 2 にはトウモロコシの生育曲線と主な農作業を示す。

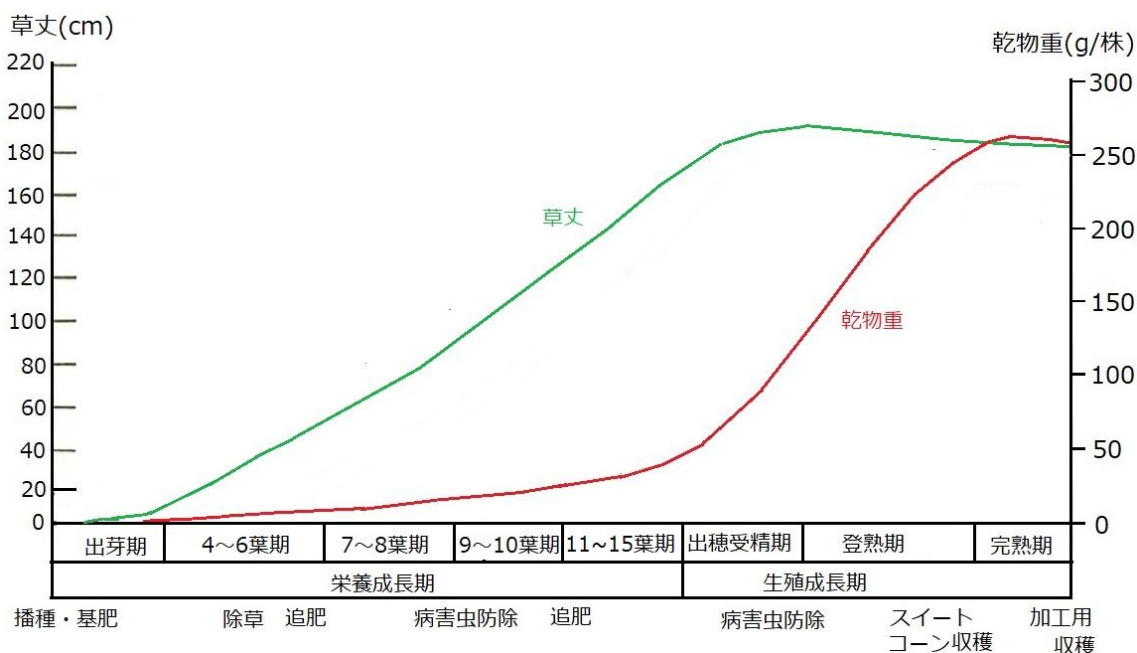


図 2. トウモロコシの生育曲線と主な農作業

トウモロコシの生育期間中に吸収された養分量はその収穫物に含まれている養分量から推定できる。本邦の農業環境技術研究所が発表した「わが国の農作物の養分収支」によれば、10a のスイートコーンの平均収穫量（乾物量）が 344kg、含有する養分量が窒素 5.79kg、りん酸（ P_2O_5 換算）2.19kg、加里（ K_2O 換算）4.49kg、子実以外の地上部乾物重 575kg、その養分含有量が窒素 8.78kg、りん酸（ P_2O_5 換算）3.83kg、加里（ K_2O 換算）19.03kg とされている。すなわち、10a のスイートコーンを栽培すると、土壌から窒素 14.57kg、りん酸 6.02kg、加里 23.52kg が吸収される。

但し、トウモロコシの根系が発達し、養分吸収力が強い。また、飼料用サイレージを除き、収穫の際に茎葉を圃場に残すことが多く、特に加工用トウモロコシはほとんど不耕起栽培方式を取り込んでいるので、実際に肥料から必要な養分供給量が上記よりはるかに少なく、大体その需要量の 50% で済む。

多くの実験データによれば、トウモロコシの養分吸収量が生育ステージによって異なる。発芽から 2～3 枚葉までの幼苗期は苗の生長が緩慢で、必要な養分も主に種子内の貯蔵物

質から供給されるため、外部から養分の吸収量が極僅かである。4～6 葉期は生長が緩やかで吸収された養分量が全生育期間中養分吸収量に占める割合は窒素 2～3%、りん酸 2%、加里の 1.0～1.5% だけである。7～8 葉期からはトウモロコシの生育が速くなり、養分の吸収量が急速に増加する。窒素養分の吸収ピークは 9～10 葉期と登熟期の子実水糊期の 2 つがあり、それぞれ生育期間中の全吸収量の 30% と 35% 以上を占める。一方、りん酸養分の吸収ピークは登熟期で、生育期間中の全吸収量の半分以上がこの期間に吸収される。加里養分の吸収ピークは 2 つで、9～10 葉期と登熟期であるが、完熟期に入っても一定の吸収量が観察される。

3. トウモロコシの生育に必要な施肥量と施肥管理

施用された肥料成分が全量トウモロコシに吸収利用される訳がない。多くの実験データによれば、施用された肥料の当季利用率は加里が 60～70% 前後とされるが、尿素や硫酸のような汎用窒素肥料が 35～50% 程度で、りん酸肥料がさらに低く、15～30% しかない。従って、加工用トウモロコシ栽培には不耕起栽培では 10a に窒素 25～30kg、りん酸 10～12kg、加里 10～15kg が必要である。スイートコーンとサイレージ栽培では窒素 30kg、りん酸 15kg、加里 20～30kg 以上の肥料を施用する必要がある。

トウモロコシの施肥管理はそれぞれの養分吸収ピークに植株に十分な養分を供給する目的である。その施肥管理は基肥と追肥に分けられる。

基肥は主に幼苗期から 7～8 葉期までの養分需要を満足させるものである。その施用量は窒素では全施肥予定量の約 50%、りん酸と加里は流失の可能性が少ないので、習慣上全量を基肥で施用する。基肥は播種と施肥を同時に行う深層施肥方法を使用する。

基肥は播種施肥機を使って、播種の際に同時に種子の側方または下方に基肥を条状または穴状に施用する。その特徴は肥料が根の側面と下層土壤に集中してあるため、大気と接することがなく、脱窒や硝化作用が抑えられ、流亡しにくく、土壤固定が軽減され、肥効が長く持続し、肥料利用率が高い。

追肥は草丈 40～50cm、5～6 枚の葉が展開した頃と、草丈 120～140cm、10～11 枚の葉が展開して株の頭頂部に雄穂が見える頃に 2 回施用する。追肥は窒素だけで、1 回目は 5～10kg/10a、2 回目も窒素 5～10kg/10a を施用する。サイレージ栽培の場合は、2 回目の追肥にさらに加里 5～6kg/10a を追加した方がよい。

1 回目の追肥は側条施肥を採用する。肥料を条に沿ってすじ状に撒いてから覆土する。2 回目の追肥は植株の生育が旺盛で、側条施肥が難しくなった場合は、圃場に全面撒くという全面表層施肥にしても問題がない。

一方、硫黄被覆尿素のような緩効性窒素肥料を使う場合は、全量基肥にして、追肥を省略することができるが、多くの栽培データによれば、収穫量が慣行栽培より劣るので、アメリカなどはほとんど使われていない。

4. 施肥管理上の注意事項

トウモロコシは生長が速く、茎葉が多く発生するもので、窒素と加里養分を多く要求する。りん酸養分の需要量が相対的に少ない。したがって、栽培における施肥管理上の主な注意事項は下記の通りである。

- ① **基肥に窒素を多めに使用する。**トウモロコシの栄養生長期は茎葉の生長に多くの窒素養分が必要である。窒素が不足する場合は、草丈が低く、雌穂の形成が阻害される。
- ② **適期に追肥を施用する。**2 回目の追肥が早すぎると、茎間が伸びすぎ、徒長で、倒伏が増える。追肥が遅すぎると、植株の養分吸収適期を過ぎ、肥料利用率が大幅に下がる。