

# 寒冷限界地帯におけるとうもろこし栽培

## 1.はじめに

とうもろこしの栽培限界地帯とはどのような地域を指すのでしょうか。とうもろこしの生育や登熟は、播種からの積算気温で非常によく説明できますが、年によって、とうもろこしの登熟に必要な積算気温に達しないことがあるような地域を、限界地帯といいます。おおまかにいって、図1で、薄緑から青系の色になっている地域が、栽培期間の積算気温からみた限界地帯の範囲です。根釧地域は、沖合を流れる寒流の影響で、夏に寒冷寡照になりやすく、また、十勝地域沿海部や道北の天北地域なども、場所によっては夏季寒冷です。

限界地帯では、年によって収量や品質が大きく変動します。こうした地域では、とうもろこし栽培のメリットを、多角的にとらえる必要があります。例えば、計画的な草地更新の一環とできること、ふん尿を草地だけに散布しなくてよくなることなどです。また、不作年には茎葉が主体となることを受け入れることが必要です。同時に、豊作年の利益を、不作年のためにとっておくような考え方も必要です。

限界地帯では上記の事項が自身の経営スタイルに

合う場合に限って、とうもろこし栽培をおすすめします。そうでない場合には、元来草地型酪農地帯であるため、これまでどおり、良質な牧草サイレージ作りに力を注ぐべきです。

ここでは、根釧地域を例に、まず、限界地帯における近年の栽培状況を紹介します。次に、そこで必要とされる栽培技術を解説していきます。

## 2.栽培状況

図2に、根室管内のとうもろこし栽培面積の推移を載せました。1980年代初頭に3,000ha以上のピークを記録しましたが、その直後、厳しい冷害に見舞われ、面積は一気に減少しました。1990年代以降は、ビニールマルチを使った栽培技術（マルチ栽培）が導入され、一定の面積が維持されていました。この傾向は、2005年位まで続きました。それ以降の面積の急な増加は、濃厚飼料価格の高騰に呼応したものです。道内各地でも同じような傾向はみられましたが、根釧の伸び率は、他の地域より大きくなっています。根室管内では2009年に、2000年比で8.5倍の、2,500ha超となりました。釧路管内も、根室と同じような傾向で推移しています。播種に時間がかかるマルチ栽培では、面積の大幅な拡大に対応できないため、根釧地域での近年の栽培面積の増加は、マル

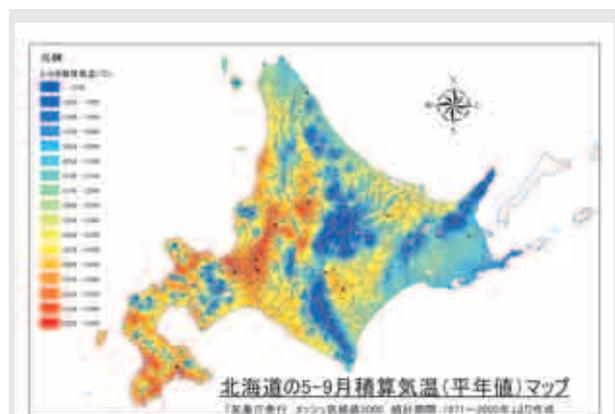


図1 北海道の5/1～9/30の単純積算気温  
\*農業環境技術研究所清野裕が作成したデータおよびアメダスデータのメッシュ化システムを用いて作成した。

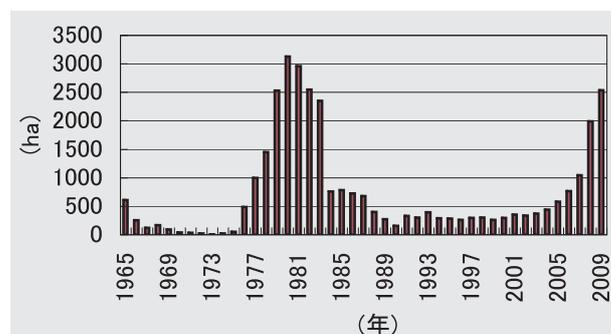


図2 根室管内の面積推移  
\*出展：農林水産省農林統計、根室農業改良普及センター調べ

チを用いない通常栽培(以下、マルチ栽培に対し「露地栽培」と呼びます)が主体です。

根室管内では、とうもろこし栽培に使用する播種床造成、播種、収穫等の作業機械を、自ら所有する生産者は少ないようです。マルチ栽培では機械利用組合やコントラクター業者が、機械体系の主な担い手です。2005年頃以降には、マルチ栽培用播種機より高速作業が可能な露地栽培向けの播種機がコントラクター業者やTMR供給センターで主に導入され、急激な面積増加を支えました。最近では、個別の生産者でもこのような機械を所有する例が増えてきているようです。

### 3. 限界地帯での栽培技術

昭和59年に根釧農試がまとめた試験成績書によると、当地域に適した栽培法として、「なるべく早生の品種を早期播種して初期生育を促し、登熟期間をできるだけ長くとることが必要」とされています。

冒頭で述べたとおり、とうもろこしの生育は気温に正直であり、生育や登熟(雌穂の乾物率上昇)の進み方は、積算気温でよく説明できます。播種から黄熟初期(雌穂の乾物率は概ね45%、総体の乾物率は概ね27%)までに、日平均気温の積算で何℃必要か調査したところ、最新の極早生品種(RM73~75日クラスの品種)では、1,926℃と分かりました。早生品種(RM82~85日クラスの品種)では、2,200℃前後必要といわれています。各地の5/25~10/10の積算気温を表1に載せました。

限界地帯の限られた積算気温の中で、より安定的にとうもろこしを栽培するために導入が必要な技術を箇条書きにすると、以下のとおりです。

①地域に適した品種

初期生育、登熟の早さ、多収、耐倒伏、耐病害

②初期生育を高める栽培技術

③冷害リスクの把握

④早期播種

播種床造成、播種のスピードアップ

⑤最大限の収量を得る栽培技術

適正な栽植密度、病気にかかりにくい栽培技術

⑥リスク分散

複数品種の混播技術

この後、これらの詳しい内容について、解説していきます。

#### 1) 地域に合ったよい品種を使いましょう

根釧地域における露地栽培の拡大は、極早生品種が育成・導入されたことが根底にあります。現在、根釧地域では、RM 73~85日クラスの品種が多く用いられています。なお、RMとは、Relative Maturityの頭文字であり、日本語では「相対熟度」と訳されます。単位は「日」で、数字が小さいほど早生であることを示します。RMは、品種育成地ごとに独自の条件下で決められているため数字同士の単



写真1 すず紋病

表1 5/25~9/30積算気温(気象庁平年値)

場所	積算気温	場所	積算気温
根釧 中標津	1,914℃	天北 浜頓別	1,958℃
標茶	1,966℃	豊富	2,075℃

表2 限界地帯での地域別・品種選定のポイント

栽培する地域	品種選定のポイント	理由
冷涼地でも条件のよい内陸部平地	①収量性	RM80日程度のややおそい品種を使い、収量性と耐倒伏性を狙う。経営判断によってはRM82日以降も選択可
	②耐倒伏性	
	③すす紋病抵抗性	
沿海部など特に冷涼な場所	①早生性	低温年には大きな影響を受けるので、とにかく早生の品種であること
	②耐倒伏性	
	③すす紋病抵抗性	
上記の中間的な地域や内陸山麓など	①早生性	低温年への備えとして、なるべく早生の品種が望ましい
	②収量性	
	③耐倒伏性	
	④すす紋病抵抗性	

純比較はできませんが、便利な目安となります。

とうもろこしに限らず作物は、一般に、早生になればなるほど収量は減ります。早く実を付けるため、茎葉の生育量が少なくなるからです。さらに、とうもろこしの極早生品種は概して根張りが小さいため、風により倒伏しやすくなります。また、熟期の早い品種は、「すす紋病」（葉が夏以降に枯れてしまう病気；写真1）に、熟期の遅い品種より弱い傾向があります。

しかしながら、2009年のように低温多雨だった年には、極早生品種の方が、多少熟期の遅い品種より多収となる事例が多く見られました。一方、2010年のように高温年には、やや遅い品種が生育、収量ともに良好だった反面、極早生品種では枯れ上がりが進みすぎてサイレージ調製しづらくなったり、病害が多発して問題になる場合があります。この2カ年をみるだけでも、限界地帯での品種選定の難しさが分かるかと思えます。

表2に、限界地帯の中でも栽培する地域別に、品種選択のポイントを載せました。この表に記載したポイントは、あくまで一般論ですから、みなさんがとうもろこし栽培に求めることに合わせて、適宜参考としてください。例えば、条件良好な内陸部であっても、熟度を追求するのであれば、熟期の早いRM75日程度の品種を使うべきです。逆に、それほど条件が良くない地域であっても、生収量や耐倒伏性、耐病性を重視して、熟期のややおそい品種を作付けることも考えられます。

いずれにせよ、品種選択のポイントを基本通りに解説すると、まず、熟期（RM）があなたの地域にあったものを選びます。候補となる品種から、収量が多いとか、すす紋病や倒伏に強いなど、セールスポイントを確認し、それが自分の求めるものか判断します。また、気象条件や病害のリスクを緩和する

ため、できるだけ複数の品種を選び、播くことをおすすめします。その具体的な方法については、後段で説明します。

北海道内の限界地帯に適する品種は、それほど多くはありません。海外でよい評価を受けている品種でも、試験栽培してみると、すす紋病や倒伏に弱かったりして、なかなか良い品種は見つからないのが実情です。それでも、種苗会社各社や農業試験場では、よりよい品種を北海道に広めるため、海外の品種を探索したり、自ら育成するなどの取り組みを続けています。

## 2) 初期生育を向上させる

ビニールマルチ栽培は、初期生育向上策として最も効果的で、かつ既存の機械体系上、現実的な栽培法です。地温が上がり、肥料の利用効率も高まるため、早生の品種を使えば多少の冷害にも強く、黄熟期で収穫できる確率は高くなります。飼料としての位置づけをより重視する経営体や、沿海部や山麓部などの特に冷涼な地域では、マルチ栽培することをおすすめします。

ただし、この栽培法では、資材費がかかるほか、専用機械でマルチフィルムを張りながら播種を行うため、播種作業に時間がかかるのが大きな欠点です。また、播種床は、マルチフィルムをきちんと張れるよう、丁寧に造成することが重要です。このため、大面積の作付けには向きません。さらに、使用済みのマルチフィルムは圃場に鋤込むため、連作を続けるとフィルムの破片が圃場に蓄積し、圃場周辺に飛散して問題となることがあります。

露地栽培の長所、短所はマルチ栽培の逆になります。今後、限界地帯でのとうもろこし栽培面積を維持、拡大する上では、作業時間やフィルム残さ等の問題から、可能な限り露地栽培での対応が望まれます。



写真2 前年秋に、サブソイラをかけた圃場（右）とプラウ耕のみ行った圃場（左）の早春の様子

露地栽培では、地温をなるべく高めるため、水をよくすることが重要です。そのためには、サブソイラ、堆肥を効果的に使うことです（写真2）。また、施肥法、施肥量にも注意します。生育の初期段階で重要なのは、種子の近くに利用可能な窒素、リン酸、カリウムが十分量あることです。特に、リン酸は重要ですが、窒素やカリウムとは違い、土壌中をほとんど移動しないので、可能な限り、播種時にうねの横に施用することが重要です。一方、窒素は、うねの横に施用できる限界量は10kg程度で、それ以上施用すると発芽障害が起きます。これらのことから、リン酸分の高い肥料資材は播種時に作条施用し、それで施用しきれない肥料がある場合には、予めブロードキャストで全面散布しておきます。また、できるだけ、追肥も検討してください。なお、施肥量の設定にあたっては、土壌やふん尿の分析を励行し、過不足ないようにします。家畜ふん尿は、適正量（大まかには5t/10aが上限といわれています）の範囲で多く投入することが、肥培管理からみて栽培の安定性を増すことになります。地域別の施肥基準量は、「北海道施肥ガイド2010」（インターネットで公開されています）。

### 3) 播種床造成法、早期播種を可能にする技術

中標津では、5月下旬の平均気温は10℃前後なので、10日の播種遅れは、積算気温にして、100℃の損失になります。100℃というのはだいたい、収穫時の雌穂熟度が1ランク変わる温度に相当します。根釧地域での播種作業は、土壌凍結が抜けてからになるためどうしても5月中旬前後かそれ以降になりますが、それでも、播種はなるべく5月25日まで、

遅くとも5月中に行うべきです。

草地型酪農地帯でとうもろこしを作付けるためには、新たな機械作業体系が必要となります。作業を自分で実施するにしてもコントラクター業者に委託するにしても、播種床造成に関わる作業体系の選択は、栽培経費の低減や、早期播種に大きく関わってきます。

近年、不耕起タイプの播種機が生産現場に導入されています。これは、播種溝を舟形の金属板でかき分けて作るタイプではなく、ディスクコルタで切って作るタイプの播種機です。このため、どのような播種床条件でも播種できるようになっています。

従来、プラウ耕起は必須と考えられてきましたが、近年、必ずしも必要ではないというデータが蓄積されてきています。栽培面積が多いと、全ての圃場にプラウを施工するのは大変です。十勝地域では、プラウを使用せず、スタブルカルチ等の爪系の作業機による簡易耕起で栽培することが多くなっていますし、根釧地域でもディスクハローによる表層攪拌のみでの栽培が多くなっています。ディスクハローは、2回程度かけてからケンブリッジローラーで鎮圧すると、播種床として十分な状態になります。ただし、草地からの転換時には、あらかじめ除草剤で枯らした前植生がかたまりで残らないよう、状況に応じて、ディスクハロー等の施工回数を増やす必要があります。この場合、除草剤は前年秋までに処理しておくことが重要です。春処理では、ディスクハローをかけても牧草のかたまりが残り、播種精度を大幅に下げる場合があります。

根釧農試で試験を行った結果、火山性土（黒ボク土）では、プラウ耕起を省略しても、収量に悪影響はみられません（図3）。また、仕上げのロータリ

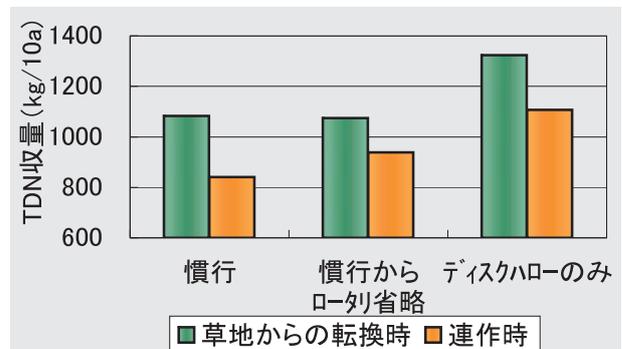


図3 播種床造成法別のTDN収量（2007、根釧農試）  
\*慣行法：プラウ→ディスク×2→ロータリハロー

表3 省力的な播種床造成法の例

1) 不耕起タイプ播種機を使う場合	
①草地からの転換時	(除草剤で前植生を完全枯殺) 堆肥等散布 → ディスクハロー×2～3以上
②連作時	堆肥等散布 → ディスクハロー → 堆肥等散布 → ディスクハロー (ただし、何年かに1度はディスク前にプラウ耕が必要)
※①、②とも仕上げにローラ鎮圧が必要。	
2) 慣行タイプ(舟形オープナ)播種機を使う場合	
①草地からの転換時	堆肥等散布 → プラウ → 堆肥等散布 → ディスクハロー×2
②連作時	(上記 草地からの転換時と同じ)
※①、②とも仕上げに軽いローラ鎮圧が望ましい。	
注) 1)、2)とも黒ボク土を前提とする。	

ハローは不要と考えられます。なお、不耕起タイプ播種機だからといって、「完全不耕起栽培」(全ての播種床造成作業を省略する)は、欠株がかなり多くなる場合があることから、おすすめできません。

これらのことを総合し、根釧地域(黒ボク土)でのおすすめの機械作業体系を、表3に載せました。

プラウ耕をせずに播種床を造成(簡易耕起栽培)した場合、何年続けられるかはよく分かっていませんが、少なくとも4年目までは明確な悪影響はみられていません。岩手県では、不耕起栽培を6年連用しても収量性に問題ない、という報告があります。一方、根釧農試では、プラウ耕をしない栽培法を続けると、とうもろこしの根の張りや土壤中養分が表層にかたよることを示唆するデータがあります。また、雑草は、確実に増加します。現時点での筆者の経験からは、連作5年目になる圃場ではプラウ耕起の方が安心だと思います。その他、連作畑でプラウ耕が必要となる圃場としては、①すす紋病その他の病害が多発した圃場、②ふん尿を多めに投入した圃場です。

なお、いずれの場合でも、サブソイラ等の心土破碎を行うことが望ましいです。2009年のような多雨年には、多くの圃場で、生育の大きなばらつきがみられました。これは、例年なら問題にならないような、わずかな排水性のムラが大きく表れたものです。圃場全体の排水性改善のみならず、作物の根張りを十分にするためにも、心土破碎が有効です。施工は、毎年全ての圃場で行うのが推奨されますが、それが難しい場合でも、施工する圃場を年ごとに変

えるなどして、少しでも施工します。作業深は、予め圃場の耕盤層の位置を確認して決めるのがよいですが、そうできない場合には、一般にプラウをかける深さより少し深い程度(概ね3～40cm前後)と考えて下さい。

#### 4) 冷涼地、冷害年でも最大の収量を得る栽培技術

限界地帯で使われる極早生品種は、個体サイズが他の品種より小さいですから、面積あたりの栽植本数を、他の熟期の品種より多めにして栽培することが推奨されています。しかし、倒伏や不稔の原因になるので、株間を縮めるには限界があります。根釧地域では株間は15cm以下にはしない方がよいといわれているので、一般的な畦幅75cmの栽培体系では栽植本数は約8,800本/10aが限界となります。

狭畦栽培は、栽植本数を無理なく増やすため、株間は広めのまま、畦幅だけを狭くする栽培法です(例えば畝間66cm×株間18cmなら約8,418本/10a、畦間50cm×株間18cmなら約11,000本/10a)(写真3)。畦幅66cmは、多くの播種機では設定次第で可能ですが、50cm台とするには、トラクタの踏み跡にも播種しますから、不耕起タイプの播種機、それも狭畦専用の機種が必要となります。狭畦専用の播種機は、根室管内ではコントラクター業者保有分を含め、数台が稼働しています。

畝間50cm台の狭畦栽培での収量は、気象条件がよく生育が良好な年には慣行畦幅(畦間70cm台)と同程度かやや多い程度ですが、条件不良年には狭畦の方が多くなります。個体サイズが小さい品種「たち



写真3 狭畦栽培の収穫期の様子（畝幅50cm台での例）

びりか」では、気象条件良好年でも明らかな増収効果があります。デメリットとしては、収穫時の乾物率がやや低くなることですが、その分茎の水分が保たれ、倒伏に強くなる傾向が観察されています。また、肥料を全面散布した場合でも、畦間が狭いのでムダになりにくいのもメリットの1つです。ただ、天北地方では、畝幅にかかわらず、施肥は条作で行った方が多収とのデータがあります。

畝間50cm台にするには専用の機械が必要ですが、既存の播種機では、畦幅をなるべく狭く設定して播種することをおすすめします。

なお、前述のとおり、限界地帯でも気象条件良好時には狭畦による増収効果はほとんどみられません。このことから、狭畦栽培技術は、気象条件的な問題が発生しない地域ではメリットがない技術だと考えた方がよさそうです。

株間は、どの畝幅であっても、18cmが適当です。ハーベスタは畝幅に関係なく収穫できるタイプを使用してください。

## 5) 複数の品種を組み合わせる栽培法

根釧地域の各地では2003年に、一部品種で雌穂に不稔（実が付かないこと）が発生しました。当時の観察から、雄穂の発達不良（穂が短い、花が咲かない）が生じ、花粉不足によって、実が付かなかったと考えられています。これまでの研究から、こうした低温に対する抵抗性には、品種間差があることが分かっています。具体的にどの品種が強いのか、というのは現在研究中ですが、これまでのところ「たちぴりか」は、他の品種より強いことが分かっています。

一方、品種の節でも述べましたが、近年、気象条

件が不安定であり、栽培する品種を選ぶことが、とても難しくなっています。

こうした時、同じ圃場に複数の品種を播くことで、リスクを回避したり、分散することができます。具体的には、2,3品種を選び、播種する際に播種機の種子ホッパーごとに別々の品種を入れて播種します。作付け圃場が複数ある場合には、圃場ごとに品種を変えろという方法もあるのですが、そうすると利用時に、サイロの場所ごとに水分その他の品質が大きく変わってしまう可能性があります。

畝ごとに品種を変えた場合に心配されるのは、特定の品種だけが旺盛に伸び、組み合わせた別品種が抑圧あれ、結果として圃場全体としての収量が落ちてしまうことです。いろいろな品種を組み合わせてみたところ、確かに、草丈が元々高い品種は旺盛になり、組み合わせた別品種は、その分抑圧されました。しかし、その程度は均衡しており、圃場全体として収量が低下することはありません。さらに、すす紋病の発生程度は、各品種を単独で播いた場合より低くなるという効果もみられました。花粉不足による不稔対策としては、「たちぴりか」を、できれば4畝に1畝、最低でも8畝に1畝播くようにします。

## 6) その他安定栽培に向けた技術

### ○雑草対策

除草剤を効果的に効かせることが基本となります。播種床は、ケンプリッジローラー等で鎮圧して、なるべく平らにしておくこと、除草剤の効きめが良くなります。不耕起タイプの播種機を使う場合には播種前にローラーを2回程度かけます。不耕起タイプではない播種機でも、火山性土（黒ボク土）であれば、播種前にローラーをかける場合があります。

飼料用とうもろこしでの除草剤使用体系には大きく2種類あり、1つは播種後すぐに散布する「土壌処理」、もう1つはとうもろこし出芽後に散布する「茎葉処理」です。

「土壌処理」の段階で雑草の生育を抑えれば、とうもろこしのその後の生育にはかなり有利になりますので、まずこれを行うことをおすすめします。ただし、ここで雑草を抑えきれなかった場合、2回目の「茎葉処理」を行う必要がでてきます。労力的な理由などで、1年にどちらか1回にしか散布作業ができないのであれば、出てきた雑草の種類に応じて、より効果的な薬剤を選べる、「茎葉処理」のみ

を実施します。ただし、この場合、この時期に雑草を抑えきれなかった場合には、最後まで雑草に覆われてしまうことになりますから、なるべく、「土壌処理」プラス必要に応じて「茎葉処理」、という体系をとることをおすすめします。

#### ○病害対策

限界地帯では、すす紋病という、収穫前に葉が枯れ上がり、低収をもたらす病害が増えてきています。各種資料や、筆者の経験上、以下のような順番で低減効果が高いと考えられます。①抵抗性品種を選択する。流通品種は、すす紋病に極端に弱いことはないと思われませんが、品種間で強弱の違いはかなりあります。より強い品種を選ぶようにしましょう。②地力を上げる。夏以降にも肥料分として効いてくる家畜ふん尿を十分量投入することにより、夏以降の養分を確保し、病気にかかりにくくできます。③プラウで耕起する。罹病した茎葉が地表に残っていると、翌年の発生源になるといわれています。④圃場を変える。長期連作は発病を助長しますが、実際には作付け1年目でもかかることがあるので、この対策の優先順位は低くなります。

上記対策の2番目に関して、2009年のように長雨で肥料分が流亡してしまった場合の対策としては、「追肥」が有効です。酪農経営では、実施時期は1番草収穫直前と重なることなどから、実際に行うのは難しいかもしれませんが、だいたい4葉期頃までに、窒素やカリウムを追肥することが基本です。なお、投入する家畜ふん尿は、堆肥の方が、スラリーより養分の流出が遅いため、できるだけ堆肥を使います。

すす紋病以外の病害も、抵抗性には品種間差があり、また、植物体を健全に生育させることで発病や

被害の程度を下げることができます。つまり、上述の対策法は、他の病害への対策にもつながります。

## 4.まとめ

以上のことから、限界地帯でのとうもろこし栽培の注意点、おすすめパターンを、箇条書きでまとめました。

- 限界地帯では、とうもろこしの熟度、収量は年によって不安定であることを理解する。
- 圃場にはなるべくサブソイラを施工し、必要に応じてプラウ耕起する。
- 堆肥（またはスラリー）を十分量入れる。
- 品種は、早生とし、すす紋病や倒伏に強いものから、2,3品種選定する。
- 播種床造成の目標は5月中旬とし、早期に播種する。
- 除草剤を土壌処理する。
- 必要に応じて除草剤茎葉処理や追肥を行う。
- 収穫はとうもろこしの状態や気象推移をみて、適期に行う。

関連した試験は現在も継続しているので、上記のポイントは、現時点でよいと考えられる組み合わせの例です。必ずしも全てこのとおりにする必要はありません。

しかし、限界地帯では、基本を守ることが特に重要です。「なるべく早生の品種を早期播種して初期生育を促し、登熟期間をできるだけ長くとり」とこと、「雑草との競合や肥料切れがないようにし、植物体を頑健に育てる」ことを目標に、栽培に取り組んでいただきたいと思います。