# ハクサイ

ハクサイは、アブラナ科アブラナ属に属する越年草、原産地は中国であるが、栽培が容易で、収量も多いうえ、葉が柔らかく淡泊な味で、煮たり炒めたり、様々な料理に使われる。また、収穫後は長期にわたる保存も可能であるので、本邦では冬の野菜として好まれて、栽培面積と収穫量が葉菜類の中にキャベツ、レタスに次ぐ 3 番目である。ただし、ハクサイは東アジア特有の野菜で、中国、韓国と日本以外の国々には栽培するところが少ない。

農林水産省の統計データでは、2018 年本邦のハクサイ栽培面積 1.7 万ヘクタール、収穫量 73.44 万トン、茨城と長野が最大の栽培地で、この 2 県だけで全国ハクサイ収穫量の約 60%を占める。

本篇はハクサイの栽培管理を解説する。

## 1. ハクサイの栽培ステージ

ハクサイは涼しい気候を好む植物で、発芽適温 20～25℃だが、5～30℃も発芽が可能である。生育温度範囲 5～30℃、結球適温 15～20℃である。5℃未満と 23℃以上では結球が阻害され、結球しないこともある。本邦では品種改良の結果と栽培地の緯度と標高により夏秋播き、10 月～翌年 2 月まで収穫の冬ハクサイのほか、早春播き、6～7 月収穫の春ハクサイがある。栽培の難易度と需要の関係で冬ハクサイの生産量が最も多い。

冬ハクサイは直播きの場合が多い。大体 7～8 月播種、10～12 月収穫、温暖地では 8～9 月播種 12 月から翌年 2 月まで収穫することも可能である。育苗・移植の場合は、7～8 月播種と育苗、8～9 月定植、温暖地では 9 月播種と育苗、10 月までに定植する。一方、春ハクサイは幼苗時の気温と地温が低いため、直播きが不適で、すべて育苗・移植という方法で栽培する。大体 2～3 月に播種と加温育苗、4 月定植、6～7 月収穫となる。

ハクサイの生育ステージは栄養成長期と生殖成長期に分けられる。ただし、栽培品種はほとんど 1 代交雑種で、自家採種として不適切である。通常では栄養生長期の結球期後半に収穫されるので、生殖成長期まで生かせる意味がない。したがって、ここでは栄養成長期だけを示し、生殖成長期（抽苔、開花、子実肥大、成熟）を除外する。ハクサイの栽培ステージはおおよそ幼苗期（育苗・移植の場合は育苗期と定植活着期）、外葉展開期、結球期に分けられる。図 1 はハクサイの栽培ステージと各ステージに主に行う農作業を示す。

幼苗期は種播きから苗が 5～6 枚目の本葉が出たまでの期間である。一部の農家は栽培管理の便利さとコスト削減の理由で直播きではなく、地床かセルトレイまたはポットで育苗してから移植するという手法を採用する。特に春ハクサイは発芽と幼苗期の気温が低いため、壮健な苗を確保するうえ、早期抽苔を防ぐために、必ず 15℃以上に加温できる環境で育苗してから移植する。

播種後 3～5 日ほど発芽するが、地上に子葉が出るまでに苗の生長に必要な養分は種子の貯蔵養分に依頼して、外部から水分だけを吸収する従属栄養期である。初めての本葉が出て

からは根が土壌から養分を吸収し始め、種子からの従属栄養から独立栄養に移行する。地床またはポリポット育苗は 5～6 枚の本葉、セルトレイまたはペーパーポット育苗は苗が 3～4 枚の本葉が出てから圃場に定植する。

定植活着期は苗が圃場に定植してから活着するまでの期間である。定植後約 5～7 日後活着し、圃場から養分を吸収して生長を続く。

外葉展開期は苗が次々と葉を展開する期間である。品種にもよるが、大体 15～25 枚の外葉を展開して、光を受け、炭水化物を合成する。大きな球を作るためには、結球開始までに外葉を大きく、葉数を多く育てることが大切である。外葉が小さく、葉数が少ない場合は結球しないことがある。

植株が大きくなると、新葉の上部は少しずつ中心部に向けて巻き始め、結球期に入る。結球期になると、新たに発生した葉が湾曲し生長点を包むように円柱状の球を形成しながら肥大していく。品種と栽培季節により、球を形成する葉は 50～60 枚である。ハクサイは 10℃以下になると生育が悪くなり、5℃以下になると生育が停滞し、球が肥大しなくなるため、冬ハクサイは適期に播種または定植して、気温が下がる前までに一定の大きさに育てることが重要である。

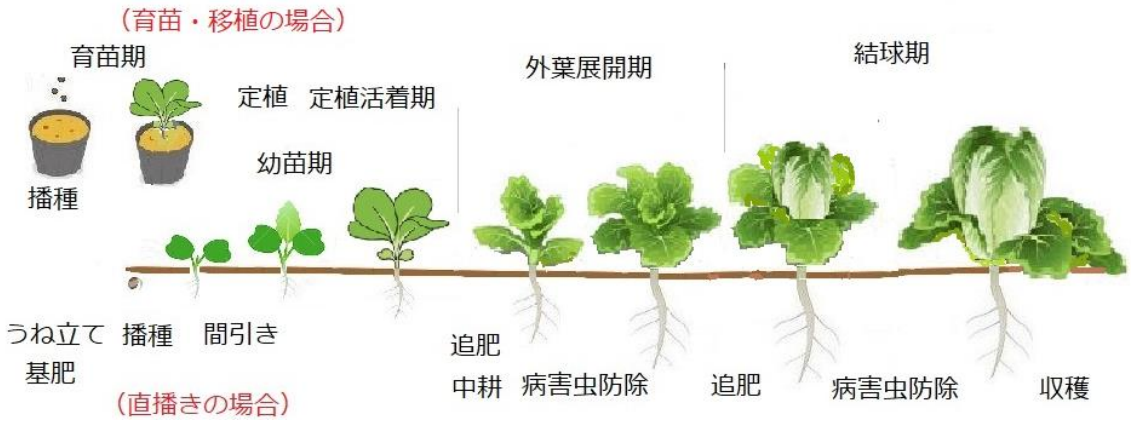


図 1. ハクサイの栽培ステージと主な農作業

結球期の後半になり、手で球の頭を押さえてみて、固く締まっていたら収穫適期になる。品種により播種してから早生種では 60～70 日、中生種では 80～90 日、晩生種では 100～120 日で収穫適期になる。なお、冬ハクサイの中生～晩生種は雪を降らない限り、冬に入っても圃場に置いてゆっくり収穫することができる。寒さで外葉が枯れていても、球の内側はきれいのままである。

ハクサイは幼苗期に 13℃以下の低温に 10 日以上遭遇すると、花芽が分化し、春先に気温が 15～20℃に上昇すると抽苔して開花するので、春ハクサイは抽苔開花を防ぐために必ず加温できる育苗ハウスに育苗を行い、育苗期の温度を 15℃以上維持して、外温が 15℃を超えた時点で圃場に定植する。

## 二、 ハクサイ栽培の主な農作業

ハクサイ栽培の農作業はその作業順で主に畑の耕起と整地、基肥施用、播種、（育苗・移植の場合は播種、育苗、定植）、追肥、中耕・培土、病害虫と雑草防除、収穫である。図 2 は各地域のハクサイ栽培暦である。

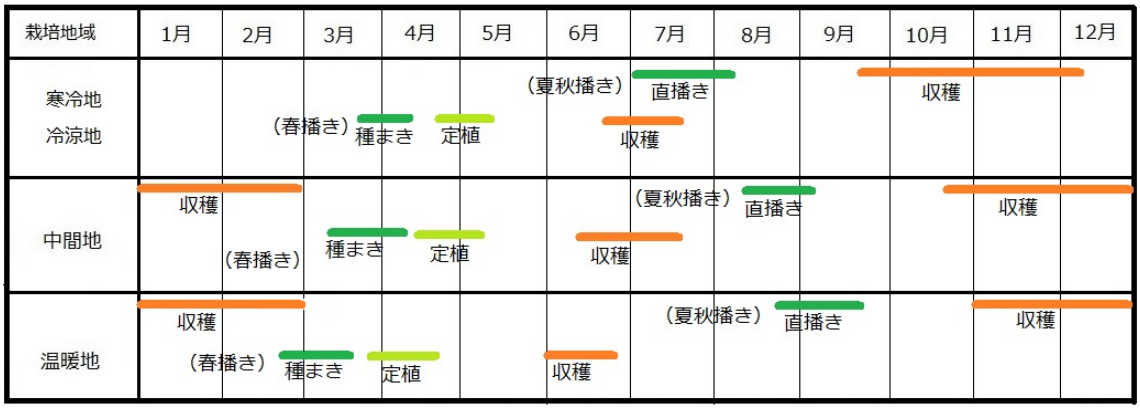


図 2. 各地のハクサイ栽培暦

北海道や東北のような寒冷地域および海抜の高い高原冷涼地では冬の寒さが厳しいので、主に春播き初夏収穫の春ハクサイと夏播き秋収穫の秋ハクサイを栽培する。春播きでは育苗定植の栽培方法を採用し、3 月下旬～4 月上旬に播種して、4 月下旬～5 月上旬に定植、6 月下旬～7 月中旬に収穫する。夏播きでは直播き栽培が主流で、7 月上旬～8 月上旬に播種して、9 月下旬～12 月上旬に収穫する。育苗定植の場合は同じ 7 月上旬～8 月上旬に播種して、8 月上旬～9 月上旬に定植、9 月下旬～12 月上旬に収穫する。

関東や東海の中間地域では、春ハクサイと冬ハクサイを栽培することができるが、主に冬ハクサイを栽培して、春ハクサイの栽培面積が少ない。春ハクサイは育苗定植の栽培方法を採用し、3 月中旬～4 月上旬に播種して、4 月中旬～5 月上旬に定植、6 月中旬～7 月中旬に収穫する。夏播きの冬ハクサイでは直播き栽培が主流で、8 月中旬～9 月上旬に播種して、10 月下旬～翌 2 月に収穫する。育苗定植を採用する場合は 8 月下旬～9 月上旬に播種して、9 月下旬～10 月上旬に定植、11 月上旬～翌 2 月に収穫する。

四国・九州の暖地では、ハクサイの生育、特に結球に適しない夏季高温期間が長いので、ほとんど秋播きの冬ハクサイを栽培する。8 月下旬～9 月中旬に播種して、11 月～翌 2 月に収穫する。春ハクサイの栽培が一部の農家に限定される。

概して、ハクサイの栽培が容易で、外葉展開期に 10℃未満の低温と結球期に 25℃以上の高温を避ければ、年中栽培できる。一番育てやすいのは、やはり秋から冬にかけて気温 10～25℃の時期である。

以下はハクサイ栽培の具体的な農作業を説明する。なお、ハクサイは病害虫に対する抵抗性が弱く、同じ圃場での連作を避けるべきである。

### 1. 耕起と整地

ハクサイは浅根性作物で、根系は主に地面 10cm 以内の表層土に分布しているので、柔らかい通気性と保水性のよい土壌が適している。土が過湿になると、黒腐病と菌核病などが起きやすく、生理障害も発生しやすくなる。良質のハクサイを育てるために地下水位が 30cm 以下で、周辺の圃場（水田）や農業用水路からの浸入水がなく、排水が良く、透水性（水はけ）の良い砂壌土または壌土質の圃場を選択する。また、生育を良くして、管理と収穫の利便さ、降雨後の積水による湿害を防ぐために必ずうねを立てて栽培する。

耕起とは畑の土を耕し、栽培に適した大きさの土塊にする作業である。耕起は前作物の残渣を土の中にすき込んで腐熟を促進させることや土の中に空気を入れて乾燥を促進し、有機態窒素を無機化させるなどの役割もある。整地とは耕起された土塊をさらに細かく砕き、種まきまたは定植に適する状態にする作業である。

整地した後、播種または定植の前にうね立て機を使って、うねを立てる。1 条植えの場合はうね間 80～90cm（うね面約 40～50cm）、2 条植えの場合はうね間 120～130cm（うね面約 80～90 cm）、通路幅約 30cm、うね高 10～15cm のうねにする。

畑の耕起と整地作業に下記の注意事項がある。

① 土壌水分が多すぎると、耕起した土塊が大きく、整地の際に土を細かく砕きにくく、作業効率が悪くなるので、必ず畑が乾燥の状態で耕起作業を行う。

② ハクサイは浅根性の作物で、耕起深度（耕深）が 20～25cm にして、整地のハロ耕深が 15cm を目安に行う。

③ ハクサイの根は固い土の塊や石、未熟堆肥などに直接に触れると、根の生長が阻害され、生育が悪くなるので、耕起・整地の作業中にこれらの障害物をできる限り取り除く。

**2. 土壌 pH 調整と基肥施用**

ハクサイ生育の適正土壌 pH が 6.0～6.5 であるので、pH5.5 以下になると根こぶ病が発生しやすい。また、カルシウムが不足すると芯腐れ病と縁腐れ病も発生しやすくなる。土壌 pH 調整とカルシウム補充、根こぶ病防除のために石灰質肥料を施用する必要性がある。石灰質肥料を施用する場合は、土壌 pH が 7.0 を超えないように施用量を適宜に調整する。

ハクサイは養分を多く吸収する特性があり、葉菜類に養分需要量の多い種類に属する。養分が不足になると、生育が劣り、球が小さい。厳重な養分不足では、外葉の発生が少ないため、結球しない場合もある。1 作の栽培に必要な施肥量は 10a あたりに窒素と加里が各 25～30kg、りん酸が 15～20kg である。1500～2500kg の堆肥を基肥として施用する場合は、窒素、りん酸、加里の施肥量をそれぞれ 5kg ほど減らすことができる。

ハクサイは生育期間が長いので、追肥が必要である。基肥と追肥の配分は品種と収穫までの栽培期間により異なる。概して栽培期間が長いほど基肥を少なくして、追肥としての施用量を増やす。

栽培期間が 60～70 日の早生種は全施肥量の 2/3 を基肥にして、追肥を 1 回にして全施肥量の 1/3 にする。栽培期間が 80～90 日の中生種は全施肥量の 1/2～2/3 を基肥にして、追肥

2 回を行い、全施肥量の 1/3～1/2 にする。栽培期間が 100 日以上の晩生種は、全施肥量の 1/2～1/3 を基肥にして、追肥 2～3 回を行い、全施肥量の 1/2～2/3 にする。

ただし、前作種類と土質、堆肥の投入有無により圃場ごとに大きく異なるので、作付け前に土壌診断を行い、適正な施肥設計が必要である。

石灰質肥料は全面全層施肥を行う。圃場を耕起する前に石灰質肥料を全面撒き、耕うんを通して作土層に混合させてからうね立てを行う。堆肥を使う場合も同様に圃場を耕起する前に全面撒き、耕うんを通して作土層に混合させてからうね立てを行う。

基肥はうね内局部全層施肥またはうね内局部深層施肥を行う。うね内局部全層施肥はうね立て機を使って、うねを作ると同時に肥料をうね内に施用し、作土と混合する方法である。うね内局部深層施肥は種まきまたは定植の前に、うねに深さ 8～10cm のすじ状の施肥溝を掘り、基肥を施入してから覆土して、その上に播種するまたは苗を定植する。

土壌 pH 調整と基肥施用には下記の注意事項がある。

① 肥料中の窒素は圃場に施用された後、降雨により流失される恐れがある。また、施用後の時間が経つと土壌のアンモニア化作用や硝化作用により窒素の損失が大きくなる。りん酸が土壌のりん酸固定により難溶化される。あまりに早く施肥することは肥料の利用効率が下がるので、播種または定植の 5～10 日前にうね立てを行い、それに合わせて基肥を施用する。

② 未熟な堆肥や硬い固形物のある堆肥は根の障害を引き起こすので、その施用を避ける。

③ 石灰質肥料を使って土壌 pH を調整する場合は、pH が 7.0 を超えないように注意する必要がある。

**3. 育苗・移植の場合**

ハクサイは苗期の生育が緩慢で、春播きでは種の発芽と幼苗の生育が初春の寒さに阻害されることが多いうえ、苗期に花芽分化が誘起され、早期に抽苔開花する恐れがあるので、必ず地床やセルトレイ、ポットなどに播種して、育苗ハウスなどにある程度に育ててから圃場に定植する。

夏秋播きでは気温が大体 25℃前後もあり、栽培コストを削減するために直播きが多いが、一部の農家は苗期の集中管理のために育苗・移植の栽培方法を採用する。

育苗・移植の栽培方法は次の通りで行う。

**① 播種・育苗**

大規模栽培では育苗は地床またはセルトレイやペーパーポットを使う。

地床育苗の場合は育苗ハウスに幅約 100cm、高さ約 15cm の育苗床を作って、床面に条間約 10cm の間隔で三角クワの先端か先端の尖った木棒または金属棒で深さ 1cm ほどの細く浅い播種溝を開き、2～3cm ほどの間隔で種を播種溝に播いてから 1cm ほど覆土し、平クワか手のひらで覆土をしっかり押さえてから水を撒く。

発芽後、本葉 1～2 枚が展開した際に 1 回目の間引きを行ない、弱い苗や奇形の苗を引き

抜く。本葉 3～4 枚が展開した際に 2 回目の間引きを行ない、密生部の一部の苗や弱い苗を引き抜き、残りの苗の株間を 5cm ほどにする。本葉 5～6 枚が展開した際にスコップや移植ゴテで地床の 10cm ほどの深さで苗の根を切断して、掘り出して圃場に定植する。その播種・育苗の模式図は図 3－A に示す。

セルトレイまたはペーパーポット育苗の場合はセル穴サイズ 4cm、深 5cm の 72 穴の育苗トレイ、ペーパーポットの場合はセルサイズ 4.7 x 5cm または 5 x5cm の角ペーパーポットを用意して、1 つのセルに 1 粒の種子を播いて、薄く覆土して灌水する。市販の育苗用土は肥料を事前に添加しているので、肥料を入れる必要がないが、普通の畑土で育苗する場合は事前に培土を消毒して、化成肥料を混ぜる必要がある。

春播きでは、播種したセルトレイまたはペーパーポットをビニールハウスなど暖かい所に置き、20～25℃を保つ。夏秋播きでは播種したセルトレイまたはペーパーポットを風通しの良いところに置き、高温に晒さないように寒冷紗など遮熱資材で覆う。播種後、1 日 1 回たっぷり灌水して、湿潤状態に保つ。3～5 日後に発芽して、子葉が土面に出る。播種 20～25 日後、苗が 3～4 枚展開した時点で圃場に定植する。その播種・育苗の模式図は図 3－B と 3－C に示す。

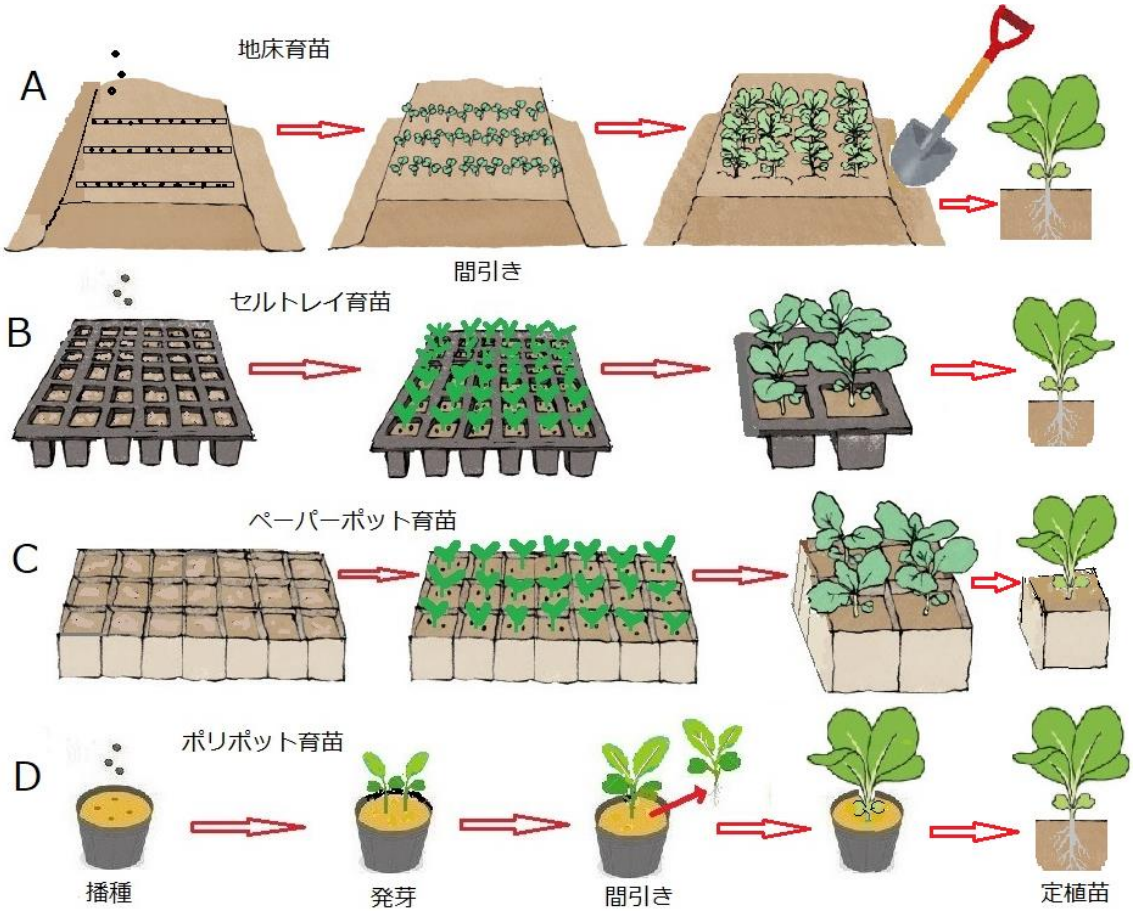


図 3. ハクサイの育苗模式図

（A：地床育苗、B：セルトレイ育苗、C：ペーパーポット育苗、D：ポリポット育苗）

セルトレイとペーパーポット育苗は間引きが不要で、定植時に弱い苗を除去する。

小規模栽培では直径 6～9cm のポリポットに 3～4 粒の種を播き、軽く覆土する。ビニールハウスなどに置き、1 日 1 回たっぷり灌水して、湿潤状態に保つ。3～5 日後に発芽して、子葉が土面に出る。本葉 2 枚を展開した時点で間引きを行い、1 本立ちにする。播種 30～35 日後、苗が 5～6 枚の本葉を展開した際に圃場に定植する。その播種・育苗の模式図は図 3－D に示す。

気温などの天候により計画通りに定植できない場合は、定植適期苗をビニールなどで覆い乾燥を防ぎ、大型の冷蔵庫等を用い、5℃の低温・暗黒条件下で 10～15 日程度貯蔵することができる。また、貯蔵前の灌水制限によって苗の含水率を低くすることで、定植後の発根が良好となる。

播種・育苗には下記の注意事項がある。

① ハクサイの発芽温度は 5～30℃、最適発芽温度 20～25℃である。5℃未満の低温では発芽せず、30℃を超える高温では発芽率が大幅に低下し、発芽した苗も弱くなるので、春播きでは保温できる育苗ハウスで、夏秋播きでは風通しの良いところで、寒冷紗など遮熱資材で日中の高温強日射を遮断する。

② ハクサイは気温 23℃を超えると、結球しなくなる可能性があるので、中間地と温暖地の春ハクサイは初夏まで収穫するように栽培期間の短い早生種を選択する。寒冷地と冷涼地は逆に秋ハクサイが初冬まで収穫するように栽培期間の短い早生種を選択する。

③ ハクサイは発芽してから幼苗が 13℃以下の低温に 10 日以上遭遇すると花芽分化が発生し、高温・長日になると抽苔してしまう特性がある。概して、気温が低いほど花芽分化に必要な日数が短く、苗の生育が進むと低温に対して敏感に感応する。従って、春播きでは育苗に 15℃以上の保温が必要であるうえ、圃場に定植する際に気温が 15℃を超えるように播種と定植時期を調整する。

④ 土壌が乾燥すると、種が発芽しにくくなる。発芽を促進するため、播種後たっぷり水を撒く。育苗期間中に土壌水分が少ない時は必ず灌水を行う。特に夏秋播きでは高温強日射の影響で乾きやすくなるので、毎日灌水を行なう。ただし、徒長による軟弱苗を防ぐため、灌水は午前中にして、日暮れの頃に土がやや乾く状態にしておく。

**② 定植**

育苗・移植の方法を採用する場合は、地床またはポリポット育苗の場合は播種 30～35 日後、苗が 5～6 枚本葉を展開した時点で圃場に定植する。定植後の苗活着を促進するために、地床育苗の場合はスコップまたは移植ゴテで地表から深さ 10cm ほどで苗の根を切り、一部の培土を付いている状態で掘り起こして、ポリポット育苗の場合は培土が付いている状態で定植する。

セルトレイまたはペーパーポット育苗の小苗を定植する場合は、播種 20～25 日後、苗が 3～4 枚本葉を完全に展開した時点で圃場に定植する。セルトレイでは定植の 2～3 日前に

まず灌水を打ち切り、移植前日には 1 回たっぷり灌水して、セルに水が充分に浸みるようにすれば、苗がセルから抜きやすくなる。ペーパーポットでは苗を取り出さないで、ポットごとに圃場に定植する。

ハクサイは非結球の外葉が大きく展開するため、定植時に株間を 35～50cm に大きく開ける必要がある。通常、1 条または 2 条植えとする。2 条植えの場合は、条間 45～50cm にする。うねに移植ゴテなどで深さ 5～10cm の穴をあけ、苗の根が完全に埋まるように植え付ける。植付け後、たっぷりと水を撒く。10a あたりに 2,500～4,300 本を植え付ける。図 4 は定植の模式図である。

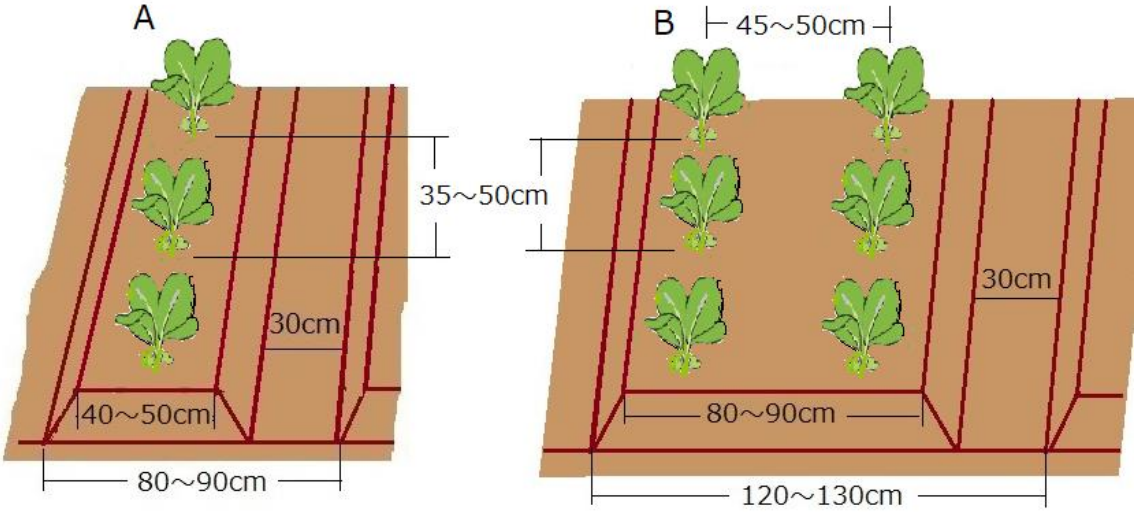


図 4. ハクサイの定植模式図（A：1 条植え、B：2 条植え）

定植作業の注意事項は下記の通りである。

① 適期に植付けする。春ハクサイは苗の定植が早すぎると、初春の低温で花芽が分化して、早く抽苔する恐れがある。冬ハクサイは苗の定植が遅すぎると、外葉の生長が不充分のままで初冬に入り、球が大きくならないか、結球しない恐れがある。

② 早期抽苔を防ぐため、春ハクサイはできるだけ播種 30～35 日後の 5～6 枚外葉を展開した大苗を定植する。3～4 枚の小苗での定植を避ける。

③ 外葉が大きく展開するので、栽培期間の短く、球が小さい早生種は株間 35～40cm にして、栽培期間の長く、球が大きい晩生種は株間を 45～50cm に広く開ける必要がある。

④ 浅植えしない。結球後の倒伏（傾け）を防ぐために、苗の根を完全に埋めるようにする。標準的な定植では、苗に子葉が土面に露出する程度に植えるが、深植え定植では、子葉まで若干埋めるように覆土する。

⑤ 苗の活着を促進するため、定植後に必ずたっぷり灌水する。

⑥ 害虫防除のために、定植する前にオルトラン粒剤などの殺虫剤を定植穴に散布する。

## 4. 直播きの場合

夏秋播種の冬ハクサイは播種時の気温が高く、発芽に支障が出ず、定植後の活着期が必要しないうえ、生長も速いので、労働生産性と栽培コストには有利である。従って、冬ハクサイの栽培は直播きを採用するところが多い。直播き栽培は次の通りで行う。

**① 播種**

直播きは条播きと点播きがある。通常、点播きが多く採用される。

条播きの場合は、うね面に三角クワの先端か先端の尖った木棒または金属棒で深さ 1cm ほどの細く浅い播種溝を開き、5～10cm ほどの間隔で種を播種溝に播いてから 1cm ほど覆土し、平クワか手のひらで覆土をしっかり押さえてから水を撒く。その播種の模式図は図 5－A に示す。

点播きの場合はうねに直径約 5cm、深さ 1cm ほどの浅い播種穴を開け、その中に 4～5 粒の種を播いてから 1cm ほど覆土し、平クワか手のひらで覆土をしっかり押さえてから水を撒く。早生種では株間を 35～40cm、中生種では株間を 40～45cm、晩生種では株間 45～50cm にする。点播きの模式図は図 5－B に示す。

1 条播きの場合は、うねの中央に播くが、2 条播きの場合は条間 45～50cm 開けて播く。

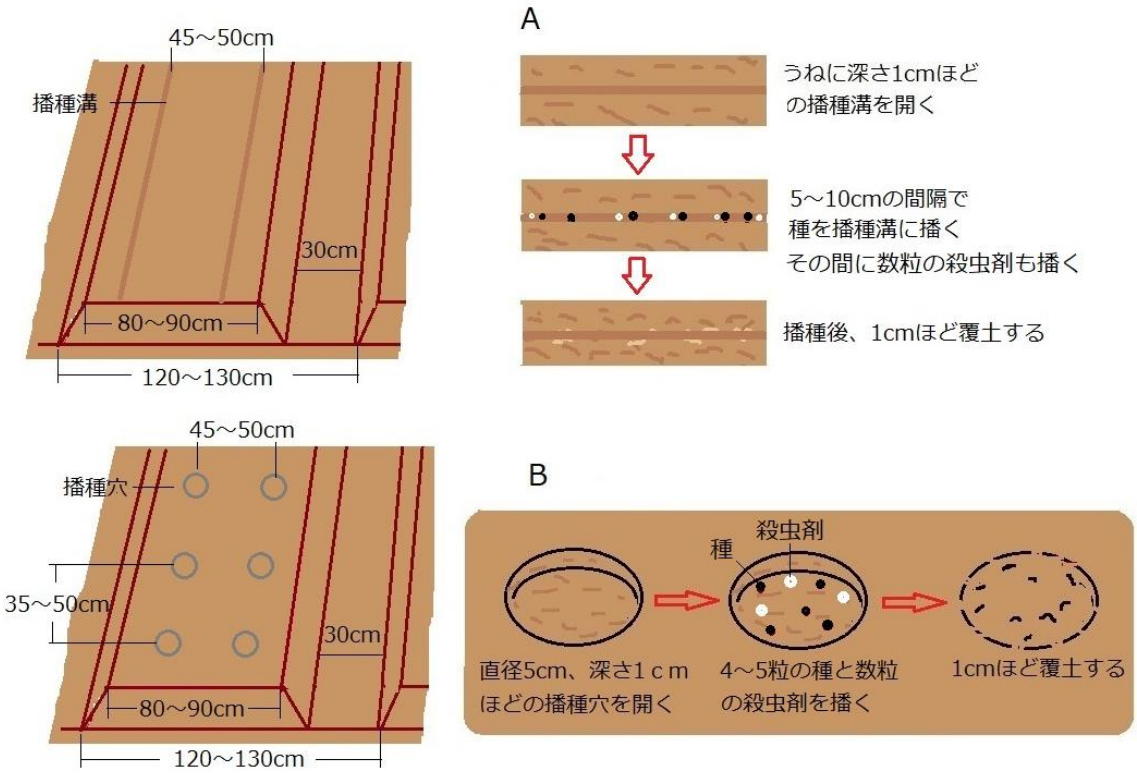


図 5. ハクサイの播種模式図（A：条播き、B：点播き）

直播きの播種時には下記の注意事項がある。

① ハクサイ種子の発芽適温が 20～25℃である。5℃以下と 30℃以上では発芽率が非常に悪くなる。従って、中間地と温暖地では夏秋播きは最高気温が 30℃以下に下がってから播種

する。
② 播種後の覆土が厚いと、種が発芽しにくくなるので、覆土厚が 1cm 以内にする。
③ 点播きの場合は種の間に 2cm 以上の間隔を空ける。種が近すぎると、間引きの際に隣の苗の根を傷つきやすくなる。
④ 土壌が乾燥すると、種が発芽しにくくなる。播種後、平クワか手のひらで覆土をしっかり押さえて、種と土を密接させることで地下水が毛細管現象によって地表に上がり、適度な水分が保たれると共に水分の蒸発も抑えられる。
⑤ 発芽を促進するため、播種後必ず 1 回水を撒く。特に夏秋播きでは高温強日射の影響で乾きやすくなるので、地表面が乾かないように適宜に水を撒く。
播種してから大体 3～5 日後に発芽して、苗が地面に露出する。

**② 間引き**

直播きは圃場に種を直接播くので、発芽してから、適切な株間を開けるために壮健な苗を残して、弱い苗を引き抜く間引き作業が必要である。ハクサイの間引きは通常 2 回行う。

1 回目は本葉 1～2 枚が展開した際に行い、発芽の遅い苗や子葉が奇形な苗などを抜く。時期としては播種 7～10 日後である。条播きでは株間を 10～20cm にして、点播きでは 2 本の苗を残す。2 回目の間引きは播種 35～40 日後、本葉 6～7 枚が展開した際に行う。品種により条播きでは株間 35～50cm にして、点播きでは播種穴に生育のよいものを 1 本残す。図 6 はハクサイの間引き模式図である。

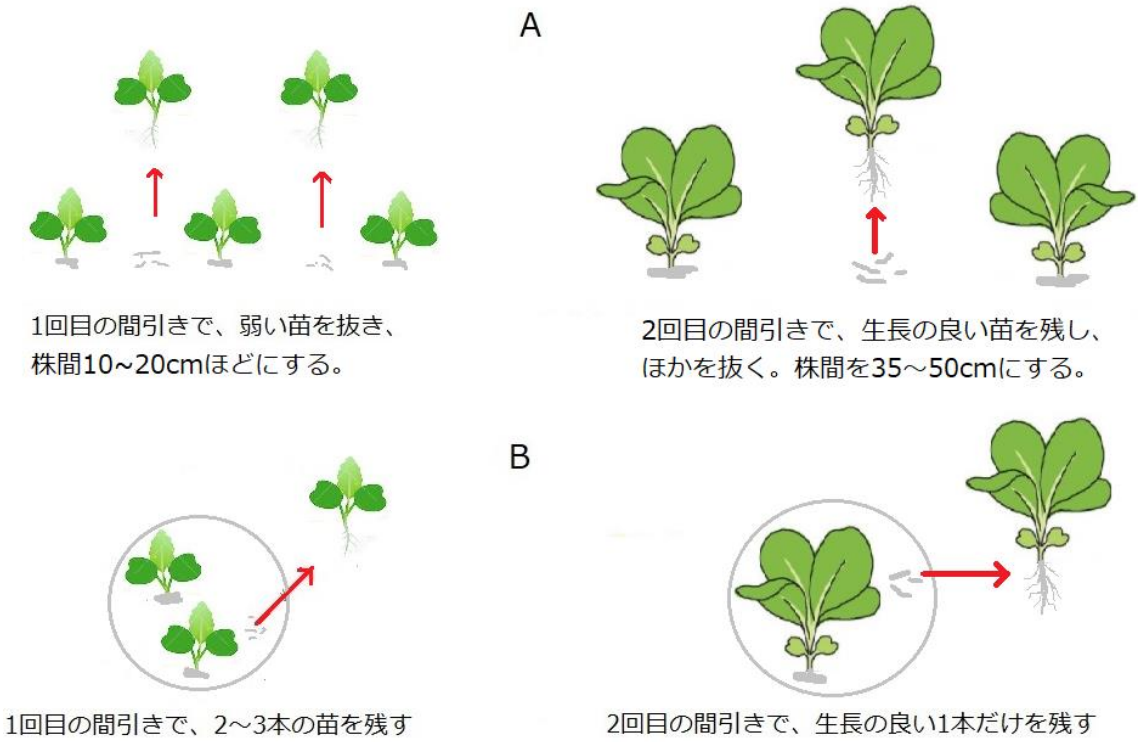


図 6. ハクサイの間引き模式図（A：条播きの間引き、B：点播きの間引き）

間引きには下記の注意事項がある。

① 残りの苗に影響しないように手でしっかり苗を摘まんでまっすぐ上へ抜くか、ハサミで苗の地上部を切る。

② 残す苗の根を傷付けると、生育が悪くなるので、根を傷めないように細心の注意をはらう。

**5. 追肥**

ハクサイは播種後の栽培期間が 60～120 日もあるため、追肥が必要である。追肥は、栽培時期により 1～2 回を行う。

栽培期間の短い早生種は 1 回だけ追肥を行う。育苗定植の場合は定植後 15～20 日頃、直播きの場合は播種 35～40 日後、本葉 10 枚以上展開して、生育が旺盛になり、芯葉が立ち上がる際に 10a あたりに窒素と加里それぞれ 5～8kg の速効性化成肥料または窒素 5～8kg を撒く。

栽培期間のやや長い中生種は 2 回追肥を行う。育苗定植の場合は 1 回目が定植後 15～20 日、本葉 8～10 枚が出た頃に 10a あたりに窒素、りん酸と加里それぞれ約 5kg の化成肥料を施用し、2 回目が本葉約 20 枚展開して、芯葉が立ち上がり中心部に向けて巻き始め、結球が始まる頃に 10a あたりに窒素、りん酸と加里それぞれ約 5kg の速効性化成肥料または窒素 5kg だけを施用する。直播きの場合は 1 回目が播種 35～40 日後、本葉 8～10 枚が出た頃に 10a あたりに窒素、りん酸と加里それぞれ約 5kg の化成肥料を施用し、2 回目が本葉約 20 枚展開して、芯葉が立ち上がり中心部に向けて巻き始め、結球が始まる頃に 10a あたりに窒素、りん酸と加里それぞれ約 5kg の速効性化成肥料または窒素 5kg だけを施用する。

栽培期間の長い晩生種は 2～3 回追肥を行う。育苗定植の場合は 1 回が定植 15～20 日後本葉 8～10 枚が出た頃に 10a あたりに窒素、りん酸と加里それぞれ約 5kg の化成肥料を施用し、2 回目が本葉 20～25 枚が展開して、芯葉が立ち上がり中心部に向けて巻き始め、結球が始まる頃に 10a あたりに窒素、りん酸と加里それぞれ 5～8kg の速効性化成肥料または窒素 5～8kg を施用し、3 回目が結球開始 15～20 日後に 10a あたりに窒素と加里それぞれ約 3～5kg の速効性化成肥料または窒素 3～5kg を施用する。直播きの場合は 1 回目が播種 35～40 日後、本葉 8～10 枚が出た頃に 10a あたりに窒素、りん酸と加里それぞれ約 5kg の化成肥料を施用し、2 回目が本葉 20～25 枚展開して、芯葉が立ち上がり中心部に向けて巻き始め、結球が始まる頃に 10a あたりに窒素、りん酸と加里それぞれ約 5kg の速効性化成肥料または窒素 5kg を施用し、3 回目が結球開始 15～20 日後に 10a あたりに窒素と加里それぞれ約 3～5kg の速効性化成肥料または窒素 3～5kg を施用する。なお、結球後に行う 3 回目の追肥を省略することができる。

追肥は、1 条植えの場合はうね肩に沿ってすじ状に撒き、2 条植えの場合は条間の中央にすじ状に撒く。追肥後の中耕培土により肥効がさらに高まる。

追肥作業には下記の注意事項がある。

① 肥料焼けを防ぐために肥料を外葉にかからないように撒く。

② 追肥した後、速やかに中耕・培土を行う。ただし、2 回目と 3 回目の追肥は外葉がすでにうねいっぱい覆っているので、中耕培土をしない。

③ 追肥は早生種と中生種では結球開始時、晩生種では結球の中期までに完了しなければならない。遅い追肥、特に窒素の多い追肥は植株の過繁盛を誘発し、生理障害の発生や収穫後の貯蔵期間に球が腐りやすくなる恐れがある。

## 6. 中耕・培土

中耕とは、クワまたは中耕ローター等を使って条間、株間とうね間を耕うんする作業である。その効果は除草しつつ、固くなった土を軟らかくして空気を入れるほか、地表排水を向上させ、圃場の過湿状態を解消する役割もある。培土（土寄せ）とは、中耕の際にうね間の土を耕起して、うねに覆土する作業である。その役割は株を安定させるほか、追肥を覆うことで、肥料利用率を上げる。

ハクサイの中耕はクワなどを使って、うね面とうね肩、通路を軽く耕すだけに留まる。雑草を防除するために中耕ローターで通路を耕すこともある。

中耕・培土には下記の注意事項がある。

① 中耕・培土は必ず行う農作業ではないので、行わなくても問題がない。

② ハクサイは浅根性作物で、根系のほとんどが 10cm 以内の表層土に存在している。中耕による根への損傷を防ぐために、中耕作業を薄く軽く行う。

③ 植株が 10 枚以上の本葉を展開して、うね面をほぼ埋めた以降は、中耕で外葉を傷付ける可能性があり、避けるべきである。

## 7. 病害虫と雑草防除、生理障害の対策

ハクサイは病気に対する抵抗性が弱く、害虫の被害も受けやすい。被害を受けると減収のほか、球の腐敗や虫の食い穴が残り、商品にならない恐れもあるので、病害虫の防除が肝要である。ハクサイ栽培によく発生する病害虫名と防除法は表 1 にまとめる。

表 1. ハクサイ栽培によく発生する病害虫とその防除法

| 病害虫名 | 病原菌・害虫 | 発生時期・被害症状 | 防除法 |
|---|---|---|---|
| 軟腐病 | 細菌 | 全生育期間を通じて葉に発生する。主に害虫の食害痕や管理作業でできる傷口から風雨等による土や降雨による土粒の水の跳ね上がり等で感染する。地面に接する葉柄が水浸状に褐変し、症状が進むと発病部分が軟化腐敗する。軟化した発病株は簡単に引き抜けるよう | 連作を避ける、薬剤散布、圃場排水、発病株の早期除去。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | になり、独特の悪臭を放つ。発病適温は初夏～初秋の多雨時期に多発。収穫後、流通過程に伝染して球が腐る被害もある。 | |
| 菌核病 | 糸状菌 | 結球期に発生。初期は外葉の地面に接する部分が水浸状になり、褐色の病斑が発生し、湿度が高いと白い綿毛状の菌糸が生える。病斑が次第に広がって外葉や球全体を黒褐色に軟腐させるが、軟腐病のような悪臭がない。最終に黒いネズミ糞のような菌核が出現する。春先や秋にやや低温で多雨の環境に発生が多い。 | 連作を避ける、土壌消毒、薬剤散布、発病株の早期除去。 |
| べと病 | 糸状菌 | 全生育期間を通じて葉に発生。発病初期は葉に暗緑色の病斑が発生、その後黄色・茶色に変色して、病気が進行すると被害部分が黒くなって最終的に枯れてしまう。春先や晩秋の低温多雨の環境に発生しやすい。 | 連作を避ける、密植しない、薬剤散布、発病株の早期除去。 |
| 根こぶ病 | 糸状菌 | 全生育期間を通じて根に発生。苗期に感染した場合は主根に大きなこぶが形成し、変形する。定植後に感染した場合は、側根に小～中型のこぶを多数生じる。土壌 pH が 4.6～6.5 の酸性土壌で多発する。 | 連作を避ける、土壌消毒、酸性土壌の pH 調整、薬剤散布、発病株の早期除去。 |
| 白斑病 | 糸状菌 | 全生育期間を通じて葉に発生。始めは葉の表面に灰褐色の小さい斑点ができる。のちに拡大し、灰白色または白色の円形や多角形または不規則な形の病斑となる。病斑がたくさんできると、葉は火であぶったようになる。最初は老葉に発生し、次第に新葉に進む。秋から初冬にかけて多雨の年に発生が多い。 | 連作を避ける、薬剤散布。 |
| ヨトウムシ | 昆虫 | 成虫が葉に産卵して、孵化した幼虫が葉を食害する。 | 薬剤散布 |
| モンシロチョウ(青虫) | 昆虫 | 成虫が葉に産卵して、孵化した幼虫が葉を食害し、葉に大きな穴が空く。多発すると太い葉脈だけ残して葉が食い尽くされる。 | 薬剤散布 |
| アブラムシ | 昆虫 | 全生育期間に発生。葉から汁液を吸う。吸汁によって生育不良となる。 | 薬剤散布 |

病気と害虫は圃場を観察して、発生初期からの防除に努める。トンネル栽培や防虫ネットでは害虫の被害を軽減させる効果がある。直播き時に播種溝や播種穴、定植時に定植穴に浸透移行性殺虫剤（オルトランなど）を撒いて、害虫の防除に非常に有効である。

ハクサイは苗期の生育が緩慢で、株丈が低く、株間も広く開けているので、雑草との競争に負けることが多い。ただし、外葉が 10 枚ほど展開した後、葉が土面を覆うことで、雑草が抑制されることが多い。従って、育苗して、本葉 5～6 枚展開した際に圃場に定植することを勧める。栽培初期に雑草を徹底的に防除することが重要である。特に直播きの場合は、定植後の雑草防除が肝心である。

ハクサイの圃場によく発生する雑草はほとんど 1 年生草であり、主な雑草を表 2 に示す。

表 2. ハクサイ圃場に発生する主な雑草

| | |
|---|---|
| 雑草名 | スカシタゴボウ、シロザ、イヌタデ、ヒエ、ハキダメギク など |

雑草は除草剤による除草と中耕除草で防除する。通常、定植前または播種前に株間とうね間に土壌処理型の除草剤を全面散布する。その後、栽培期間中に発生する雑草は中耕除草または茎葉処理型の除草剤を植株にかからないように散布する。

ハクサイの生理障害は主に結球しない、ゴマ症（葉にゴマ状の斑点が出る）、芯腐れ症（縁腐れ症）、芯割れである。生理障害は病気ではないが、商品にならず、減収となる。その対策は下記の通りである。

**① 結球しない（播種後 60 日以上を経過しても球が形成しない）：** ハクサイが結球しない原因は主に種まき時期が遅く、気温が結球に不適な温度になってしまったことである。また、外葉の展開枚数不足か葉面積が足りないことにより結球に必要な養分を供給できないことも原因である。

ハクサイの結球適温は 15～20℃であり、15℃未満の低温と 23℃以上の高温では結球が阻害される。種まき時期が遅れると、春ハクサイは気温が 25℃を超えたら、冬ハクサイは気温が 13℃以下に下がったら、結球しなくなる。また、ハクサイの結球は外葉の光合成産物が使われるので、外葉枚数が少なく、葉面積が足りない場合は、結球に必要な光合成産物が足りず、発生した新葉が引きつづき外葉となり、結球できなくなる。

対策は気温に合わせて種まきと苗の定植を行う。基肥が適量で、追肥は適時と適量で行い、植株に充分な養分を与える。

**② ゴマ症（葉柄にゴマ状の斑点が出る現象）：** ハクサイの葉柄に多数の黒いゴマのような小さい斑点が発生する。これは栽培中のストレスに細胞が反応し、ポリフェノール類の蓄積による細胞壁の変色が黒い斑点として現れたものである。生理的障害なので、栄養と食感に異常がなく、人体への影響もない。

ゴマ症の原因は不明で、窒素過剰、高温や低温、収穫期の遅れ、密植栽培、銅を含む殺菌

剤の多用などが挙げられるが、まだ解明されていない。収穫後に低温で長期保存することで、ゴマ症が増加することもある。さらに品種によって、ゴマ症の発生状況に大差がある。

対策は追肥を早めに行い、生育後半の急激の肥効を避ける。収穫適期に入ったら早めに収穫する。またゴマ症の出にくい品種を選んで、栽培時に株間を広く取ることも大切である。

**③ 芯腐れ症・縁腐れ症：** 結球したハクサイの葉縁や葉脈、芯などの生長部位の一部が壊死し、褐色や黒色に変色する現象。芯に壊死が起こると芯腐れ、葉の縁に壊死が起こると縁腐れと呼ばれる。

今までは土壌中のカルシウム、もしくはホウ素の不足で発生すると言われるが、最近の研究ではアンモニア毒性による根系障害が直接的原因であり、その結果引き起こされる水分ストレスにより、 二次的にカルシウム欠乏を誘発すると判明した。過剰施肥、特にアンモニア態窒素過剰、あるいは土づくりを急ぎ、窒素成分の多い牛ふん堆肥などを多量に施用したことで、生育初期の土壌水分不足では発生しやすくなる。

対策は適切な肥培管理を行い、追肥はアンモニア態窒素ではなく、硝酸態窒素を使うほか、幼苗期と外葉展開期に適時に灌水して土壌の極度乾燥を避ける。

**④ 芯割れ：** 収穫した球の底部が割れて、褐色の空洞ができた現象。商品にならないが、栄養と食感に異常がなく、人体への影響もない。

原因は肥料の過剰と遅き効き、収穫の遅れである。対策は適切な肥培管理を行い、追肥を早めに行い、生育後半の急激の肥効を避ける。収穫適期に入ったら早めに収穫する。

**8. 収穫**

早生種が播種 60～70 日後、中生種が播種 80～90 日後、晩生種が播種 100 日後、手で球の頭部をギュッと押さえてみて、固く締まっていたら収穫時期である。球がまだふわふわと柔らかければ、引き続き栽培する。球が小さくても、固く締まっていればそれ以上大きくならないので適期に収穫する。収穫が遅れると球が霜や寒風にさらされ、球の頂部や外葉がカサカサになり、枯れたり、腐ったりしてくるので、初霜が降りる前に収穫を終える。

冬～翌春に収穫を延ばす場合は、霜害を防止するために、ハクサイの外葉を持ち上げで、結球部分を包み込むように、外葉の上部を紐で縛っておく。冬季に外葉が枯れるだけで中の球が守られるので、雪が降らない限り、越冬して 2 月末までに畑に置いておくことができる。

ハクサイの収穫は手収穫と機械収穫がある。手収穫は外葉を広げて球を少し傾けるように押して、球を保護するために外葉 1～2 枚を付ける状態で株元を先端の湾曲した収穫用ナイフなどで切って収穫する。図 7 はハクサイの手収穫写真である。

ハクサイは 1 株の重さが 2～4kg もあり、手収穫が重労働で、作業効率も悪い。大規模栽培ではハクサイ収穫機を使用する。ハクサイは収穫機の前端に設置されている 2 本ゴム製

の挟持ベルトに引き抜かれ、ベルトに挟まれて収穫機上へ搬送する途中に回転する円盤刃で 3～4 枚の外葉を残して他の外葉と根を切り離す。収穫機の上部に到達してから人手によりさらに切直して、コンテナーに詰める。ハクサイ収穫機は 1 走行で 1 条のハクサイを収穫する。図 8 はハクサイの機械収穫写真である。

図 7. ハクサイの手収穫
（HAYAKAWA Garden & Farm より引用）

図 8. ハクサイの機械収穫
（農村ニュースより引用）

**9. 調整・選別**

収穫したハクサイは球以外の外葉を切り除き、目視で病害虫の被害を受けたものや芯腐れ、縁腐れなど生育障害ものを選別・除去して、重量規格に合わせて箱詰めしてから出荷する。

出荷せず、短期保存の場合は収穫したハクサイに外葉を残したままで、コンテナーなどに入れて冷涼の暗所で 2～3 週間保存することができる。出荷する際に枯れた外葉を切り除き、腐敗球を選別・除去してから、重量規格に合わせて箱詰めしてから出荷する。

長期貯蔵の場合は収穫後、球以外の外葉をすべて切り除き、病害虫の被害を受けたものや芯腐れ、縁腐れなど生育障害ものを選別・除去して、コンテナーに入れ、大型冷蔵庫に入れて、低温多湿の環境に貯蔵する。適切な貯蔵条件（0℃、湿度 95～100%）では 3～4 ヶ月の長期貯蔵が可能である。