

(別紙様式第3号)

## 学位論文要旨

氏名: 白岩裕隆

題目: 初夏どりネギ栽培における安定多収のための抽苔制御に関する生理学的研究  
Physiological Studies on the Bolting Control for Stable Production of Early Summer  
harvest in Bunching Onion (*Allium fistulosum* L.)

---

鳥取県において、ネギは周年出荷が行われており生産額が最も高い重要な野菜である。しかし、ネギの端境期にあたる初夏どり栽培では、抽苔の発生による生産不安定が問題となっている。本研究は、ネギにおける花芽分化と抽苔の生理を明らかにし、初夏どり栽培における抽苔を制御した安定生産技術の開発を目的に実施した。

### 1. 初夏どり栽培における花芽分化時期、並びに花芽分化に関わる植物体の大きさ

花芽分化の過程を明確にするために、晩生品種の‘長悦’と中生品種の‘吉蔵’を供試し、初夏どり栽培における花芽分化の時期を明らかにしようとした。その結果、両品種とも2月中旬に花芽分化を開始することが明らかとなった。花芽分化率と植物体の大きさとの関係を見ると、葉鞘径では‘吉蔵’5 mmから6 mm, ‘長悦’7 mmから8 mm, 分化葉位では‘吉蔵’7, ‘長悦’8前後の大きさに達した個体で花芽分化が認められた。この結果、花芽分化が始まる植物体の大きさには品種間差があることが明らかとなった。

### 2. 施肥窒素とトンネル被覆による抽苔制御

#### 1) 花芽分化時期の液肥が植物体の窒素レベル、抽苔および収量に及ぼす影響

初夏どり栽培の花芽分化時期である2月中旬に窒素量を変えて液肥処理を行った結果、植物体の窒素レベルは、処理濃度に伴って高くなった。植物体の窒素レベルは、抽苔率および収量に影響を及ぼし、花芽分化を抑制する植物体の窒素レベルには閾値があることが示唆された。以上の結果、初夏どり栽培における花芽分化時期の肥培管理は、抽苔抑制および多収のために重要であると考えられた。

#### 2) トンネル被覆資材と施肥方法が生育、抽苔および収量に及ぼす影響

トンネル被覆資材と施肥方法が生育、抽苔および収量に及ぼす影響について調査した。昼間の平均気温および平均地温は、ポリオレフィンフィルム(PO)で最も高く、有滴ポリエチレンフィルム(農ポリ)で低かった。また、POおよび無滴農ポリでは、土壌の乾湿の差が大きい傾向が見られた。抽苔率は、有滴農ポリでは全層区に比べ植え溝区で低かったが、POおよび無滴農ポリでは全層区に比べて植え溝区で高く、抽苔率および収量に被覆資材と施肥方法の交互作用が認められた。以上の結果、初夏どり栽培においては、保温性の高い被覆資材ほど花芽分化の抑制に有効であることが明らかとなった。また、保温性の高い被覆資材を用いる場合には、窒素施肥を調整することにより抽苔抑制の効果を高める肥培管理が必要であることが明らかとなった。

### 3. 電熱線によるネギの側条地中加温が抽苔および生育に及ぼす影響

地温を制御した新しい抽苔制御法として、ネギの側条に電熱線(約20℃)を埋設し地中加温する方法(ネギの側条地中加温法)が抽苔および生育に及ぼす影響について調査した。地中加温区は無処理区の2倍の出葉速度を示した。地中加温区におけるネギの地上部および地下部の乾物重は有意に増加した。一方、草丈および葉身長には地中加温の影響が認められなかった。無処理区の抽苔率は約10%から30%であったのに対して、地中加温区ではほとんど認められなかった。以上の結果、電熱線によるネギの側条地中加温は、初夏どり栽培における抽苔抑制および生育促進に有効であることが示された。

#### 4. 晩抽性新品種を利用した初夏どり栽培の前進化の可能性

一本ネギの端境期をなくすために、トンネルの種類として中型トンネル(幅 160 cm)と小型トンネル(幅 50 cm)、品種として‘羽緑一本太’と‘春扇’を組み合わせて、初夏どり栽培の約 2 週間の前進化について検討を行った。トンネル内の平均温度は、小型トンネル区に比べ中型トンネル区で高く、トンネル被覆期間中の生育および収穫時の肥大は、中型トンネル区で優れていたが、両トンネル区とも 5 月 10 日には出荷できる大きさであった。5 月 10 日の抽苔率は‘羽緑一本太’で約 3%、‘春扇’で約 5%であった。以上の結果、‘羽緑一本太’および‘春扇’を用いて初夏どり栽培の前進化の可能性があることが示唆された。

#### 5. ネギの生育・花成におけるジベレリンの機能解明

##### 1) 内生ジベレリンおよびジベレリン関連遺伝子のクローニング

抽苔およびびげつ特性が異なる‘長悦’および‘晩中太’の地上部からジベレリンの検索・同定を行った結果、両品種の地上部から 13 位-水酸化ジベレリン( $GA_{13}$ ,  $GA_3$ および $GA_{20}$ ), 13 位-非水酸化ジベレリン( $GA_9$ ,  $GA_9$ および $GA_{39}$ )が同定された。‘長悦’の芽生えに $GA_3$ および $GA_4$ 処理を行った結果、 $GA_3$ に比べ $GA_4$ で高い伸長反応が見られた。以上の結果、ネギでは早期 13 位水酸化経路と早期非水酸化経路が機能しており、ネギの茎葉伸長を制御する主な活性型ジベレリンは $GA_4$ であると推察された。

ジベレリン生合成に関わる遺伝子、 $GA_{20}$ 酸化酵素(*AFGA20ox1*),  $GA_3$ 酸化酵素(*AFGA3ox1*)および $GA_2$ 酸化酵素(*AFGA2ox1*)をクローニングした。また、ジベレリンシグナル伝達の抑制因子である GAI ホモログ遺伝子を 2 タイプ(*AFGAI1*, 2)クローニングした。

##### 2) 内生ジベレリン含量の品種間差、並びに $GA_3$ 酸化酵素遺伝子(*AFGA3ox1*)の発現

抽苔およびびげつ特性が異なる‘長悦’、‘晩中太’および‘吉晴’の葉身および葉鞘における内生ジベレリン含量を調査した。葉鞘におけるジベレリン含量についてみると、各品種とも前駆体ジベレリンでは $GA_{20}$ に比べ $GA_9$ の含量が高く、活性型ジベレリンでは $GA_1+GA_3$ に比べ $GA_4$ 含量が高かった。 $GA_9$ および $GA_4$ の含量は、葉身に比べ葉鞘で高かった。葉鞘における $GA_4$ 含量は、‘長悦’に比べ‘晩中太’で 1.5 倍、‘吉晴’で 3.5 倍であった。*AFGA3ox1* の発現は、いずれの品種においても葉身に比べ葉鞘で高かった。葉鞘部における*AFGA3ox1* の発現には、品種間で差が認められなかった。一方、根における*AFGA3ox1* の発現には品種間で差が見られ、葉鞘で $GA_4$ 含量が高かった‘晩中太’および‘吉晴’で高い発現が認められた。以上の結果から、葉鞘における $GA_4$ 含量に品種間で差が認められた要因は、根における*AFGA3ox1* の発現、つまり、根からのジベレリンの移動である可能性が考えられた。

##### 3) 花芽の発達、花茎伸長期におけるジベレリン関連遺伝子の発現解析

‘長悦’の花茎伸長の時期に経時的にサンプリングし、花茎長と花芽発達ステージとの関係を調査した結果、ネギでは開花に至るまで花茎伸長が続き、花茎伸長に伴い花芽が発達する関係が認められた。また、花被、雄ずい形成期以降に急激な花茎伸長が開始することが明らかとなった。次いで、花茎を長さ別に 5 段階に分けてサンプリングし、花球と茎部のノーザン解析を行った結果、*AFGA3ox1* の発現は茎部において抽苔の初期から中期に高まり、一方、花球においては抽苔の後期、すなわち、小花の発達における花粉、胚珠形成期に高まった。また、DELLA タンパク質をコードする *AFGAI1* および *AFGAI2* も *AFGA3ox1* と同様な発現パターンが認められた。以上の結果、ネギの花芽分化後の花茎伸長および花芽の発達にはジベレリンが機能していることが示唆された。

本研究の結果、初夏どり栽培における花芽分化の開始する時期および植物体の大きさを把握し、脱春化の誘導と窒素の肥培管理との組合せによる栽培技術が抽苔を抑制した安定生産のために重要であることが明らかとなった。また、これらの栽培管理の知見と晩抽性新品種を組み合わせることで一本ネギの周年出荷の可能性もうかがえ、さらに、側条地中加温法はこれまでにない新しい抽苔抑制の方法として期待できると考えられる。また、本研究で実施したネギのジベレリンの基礎研究は、今後、ジベレリンに関する研究を進める上で重要な知見となると考えられる。