

# 博士論文要約 (Summary)

平成 21 年 10 月入学

連合農学研究科

専攻

氏 名 片岡園

タイトル	ホウレンソウの品質と冬季栽培特性に関する育種学的研究
<p>「序論及び目的」</p> <p>ホウレンソウは日本において周年供給がおこなわれている主要な野菜である。現在の民間企業主導の育種においては、病害抵抗性、高収量性など生産性の確保が重要視されており、成分などについては、主要な育種目標としてはあげられてこなかった。</p> <p>本研究では、これまでホウレンソウの育種目標として焦点があてられていない形質に着目し、シュウ酸および硝酸について、育種的に低減の可能性を探るとともに、調理後の葉色の保持について品種間差異と退色のメカニズムの解析を試みた。また、研究の過程において顕著に見られた低温期の品種間の伸長性の差に焦点をあて、低温期の伸長性について遺伝的・生理的な面から解析した。</p> <p>「第1章」</p> <p>目的および方法</p> <p>ホウレンソウに多量に含まれている好ましくない成分であるシュウ酸および硝酸について、両含量の同時検定の方法の開発と育種的低減化について検討を行った。両成分の低減化の試みは、公設試験場および大学を中心に多くの試験が行われている。しかし、これまで安定した低含量を示す有望な育種素材は見出されてきていない。その原因として、シュウ酸は葉身に、硝酸は葉柄により多量に含まれており植物体の異なる部位に偏在し葉身と葉柄の比率が両含量に影響を及ぼすこと、植物体としては生育途上のものを食用とするため、環境の影響を受けやすく、遺伝的変異が明確に抽出できないことが考えられた。本研究では、栽培条件を統一し、多品種の比較により遺伝的変異をとらえ、育種選抜に利用することを目的として、リーフディスク法による両含量の同時測定の見直しを行った。また、温度による両含量の変化の検討および選抜育種による低減を試みた。</p> <p>結果</p> <p>品種を問わず第5葉付近の葉身を用いることで、品種間の両含量を比較することが可能であった。</p> <p>温度が両含量に与える影響を調査したところ、リーフディスクにおいても植物体全体の傾向と同じように、高温では両含量とも高く、低温では低くなる傾向があり、温度と品種には交互作用が確認された。育種を行う上では、栽培時期を決めて選抜を行う必要があることが示唆されたことから、気温が高く両含量が増加する夏秋期の作型において、低減化のための両含量の素材検索と選抜を行った。環境の影響を受けやすいことから、栽植密度・施肥量・収穫日時を統一し、環境変動が小さくなるよう試験を</p>	

設定した。

素材検索では、日本国内および海外の遺伝資源からは、既存の品種と比較して明確に安定した低含量の素材は得られなかった。しかし、複数回の調査から、低含量を示しやすい傾向がある品種がいくつかあることがわかった。環境によっては両成分が蓄積しにくい、あるいは代謝されやすいという遺伝的変異が含まれている可能性があると考え、これらの品種から低含量の個体選抜と交配を試みた。その結果、シュウ酸含量では‘マジック’、‘晩抽パルク’、‘禹城’の3品種において2~4回の選抜を行ったが、選抜効果はほとんど見られなかった。このため環境の影響を上回る遺伝的変異は、これらの品種には含まれていなかったか、もしくはシュウ酸含量に関する領域がすでに固定されていたと推察された。硝酸含量については、‘シャイアン’から選抜を行い、異なる環境下においても元品種よりも安定して硝酸含量が1~2割程度低い系統‘盛岡1号’を育成した。この系統では、硝酸含量とは逆にシュウ酸含量では増加傾向が見られた。植物体内で、シュウ酸は硝酸の還元に伴って生成され蓄積される。低硝酸系統の‘盛岡1号’では、硝酸の還元が活発に行われる一方で、シュウ酸の生成量も増加し、代謝速度には変化がないために蓄積量が増したのではないかと推察された。

## 「第2章」

### 目的および方法

加熱後の葉色の保持を目的とした研究を行った。ハウレンソウは家庭調理による消費のみでなく、外食産業や中食産業においても不可欠な食材である。加熱後の照明下に置くことで、緑色に変色し劣化することが問題となっている。緑色の変化は葉中のクロロフィルがフェオフィチンに変化することに起因する。品種選択によってこのような劣化を回避することを目的として、栽培条件および加熱・光照射による葉色の変化を測定し官能評価との関係を検討した。

### 結果

葉色の濃さの官能評価値と色彩計による測色値との関係を見たところ、生鮮葉と加熱・光照射後の葉のどちらにおいても、明度と彩度が低く、色相角度が大きい品種を葉色が濃いと評価する傾向があった。生鮮葉で葉色が濃いと評価された品種は、加熱・光照射後も濃いと評価される傾向があり、生鮮葉で濃い品種を使用することで、加熱・光照射後の劣化が回避できることが明らかとなった。葉色が濃い品種とごく淡い品種では、ごく淡い品種において測色値の変化が大きかった。クロロフィルからフェオフィチンへの変化率の違いについても検討したが、品種による明瞭な違いは明確ではなかった。ある程度の葉色の濃さを持つ品種においては、照明下では一様に葉色が劣化するが、ごく淡い品種を用いた場合はより劣化の程度が大きくなる可能性が考えられた。したがって、劣化の回避には葉色が濃い品種を利用するほかに、寒締め栽培等によって葉色を濃くすることも有効であった。寒締め栽培では達観によって葉色が濃くなるとともに、Brix糖度やビタミンC含量が増加した。増加程度には品種間差異がみられ、寒締め前とほとんど含量の変化がない品種もあることから、内容成分の増加を目的として寒締め栽培を行う場合は、品種選択に注意が必要である。寒締め栽培による葉色の変化は、測色値では彩度の低下として示された。クロロフィル濃度は寒締め

めの前後で変化はなく、寒締めによる葉色の濃さは葉の厚みが増すことで単位面積当たりのクロロフィル含量が増加するためであると考えられた。葉色の濃さと、葉の伸長性、Brix 糖度、ビタミンC含量には有意な相関関係は見られず、葉色が濃く、生育が早く、かつ高品質なハウレンソウが得られることが明らかとなった。

### 「第3章」

#### 目的および方法

秋播き以降の栽培で重要な形質である低温伸長性について研究を行った。秋冬期のハウレンソウ栽培では、低温であるとともに、冬至をはさんで日長が大きく変化する時期にも当たっている。播種のわずかな遅れにより、十分な生育ができないまま、気温が上昇し日長が長くなると、早期抽だいにより出荷できない危険性がある。第1章および第2章において多様な品種を用いて試験をおこなったところ、抽だいの早晚と低温伸長性の高低は密接な関係があると考えられた。これまでの報告から、抽だいの性と葉柄の伸長に関わるホルモンは別種であると示唆されているが、品種成立の過程において、秋冬期の栽培では晩抽性が不可欠ではないことから、高い伸長性と抽だいしやすい形質が同時に選抜されてきた可能性がある。冬季の生育の品種間差を明らかにするとともに、伸長性が高くかつ抽だいの遅いハウレンソウの選抜を試みた。

#### 結果

日長が長いほど生育は早く、伸長性に日長が与える影響には品種間差があり、主に葉柄の伸長差が品種間差に寄与していることが明らかとなった。気温が低い場合には、日長と品種には交互作用が見られたが、気温が高い場合では交互作用は見られず、低温期の伸長性の早晚には、日長の影響が大きいことが推察された。伸長性の品種間差に、個葉の光合成能力が与える影響をみたところ、伸長性の高い品種では、伸長性の劣る品種よりも、低温下における光合成速度が高く維持されていることが明らかとなった。

光合成能力については調査個体数が少なく再検討が必要であるが、冬季の伸長性の高低には、品種によって日長への反応が異なること、低温下における光合成能力が異なることが影響していると考えられた。

低温伸長性が高く、かつ晩抽性を有する系統育成の可能性について探るため、伸長性が高く抽だいしやすい品種と、伸長性が低く抽だいににくい品種との交雑 F<sub>1</sub> 集団を作成し、伸長性と抽だいの性の調査を行った。交雑 F<sub>1</sub> 集団の伸長性および抽だいの性の分布は、両親のほぼ中間を示した。個体ごとにみると、伸長性が高く、かつ抽だいが遅い個体が含まれており、育種的な改良の可能性が得られた。用いた両親は葉色も大きく異なっており、交雑 F<sub>1</sub> 集団においても SPAD 値に分離が見られ、伸長性、抽だいの性と SPAD 値との相関は低かった。交雑 F<sub>1</sub> 集団から伸長性、晩抽性、葉色で選抜を行った個体間で交雑を行うことで、さらに望ましい形質を有した個体が得られると考えられる。

#### 「まとめ」

第1章では、シュウ酸含量および硝酸含量の低減化について、第2章では加熱・調理後の葉色の保持について、第3章では低温伸長性について多様な品種を用いて研究を行った。いずれの課題においても、育種的な改良の可能性が得られた。近年、ここ数年で急速にマイナークロップについてもゲノム解析がすすみ、ハウレンソウについて

もドラフトゲノム情報が公開された (Chexi, 2017). 本研究で得られた知見と, 新たなゲノム情報を活用することで, より効率的に有望な育種素材の探索と品種育成がすすむことが期待される.

※注1 博士論文要約はインターネットの利用により公表されるので、記載内容については十分注意してください。

※注2 公表できない「やむを得ない事由」(特許、知的財産等に係る部分)は記載しないでください。

※注3 全体で4頁～5頁程度を目処にしてください。