

学位論文題名

Dynamics of non-structural carbohydrate in potato shoot

(バレイショ茎葉部における非構造的炭水化物の動態)

学位論文内容の要旨

炭水化物は非構造的 (NSC) と構造的の 2 つに分けられ, 前者は通常貯蔵性炭水化物のヘキソース (グルコースとフラクトース), ショ糖, デンプン等である. イネ, コムギ等の穀類では茎葉部に貯蔵された NSC が最終的には子実に転流して収量増加に貢献している. 本研究は, これまで不明であったバレイショの茎葉部における NSC の動態を明らかにする目的で, NSC の日変化と季節変化, 土壤乾燥, 日射量, 気温などの環境要因が NSC に及ぼす影響, およびこれらの品種間差異を調査し, 塊茎収量に対する茎葉部 NSC の貢献を検討した.

1. 茎葉部における NSC の日変化

茎葉部における NSC の含有率 (乾物 1g 当たり) は部位 (上部葉, 下部葉, 上部茎, 下部茎) や季節・時刻などによって異なったが, 例えば晩生品種コナフブキの地上部最大期の日の出直後における 2 年間の平均で, 上部葉では, デンプンが 160mg, ショ糖が 27mg, ヘキソースが 11mg であった. 一方, 下部茎では, デンプンが 124mg, ショ糖が 17mg, ヘキソースが 46mg であった. いずれの部位でもデンプンが NSC の大部分を占め, また上部葉ではショ糖が, 下部茎ではヘキソースがこれに次いだ.

上部葉では NSC 含有率が日の出後急激に上昇し, 9 時間目で最大値 (日の出時に対して約 90% の増加) に達した. 一方, 下部茎でも類似した日変化を示したが, 約 20% の増加にとどまった. また日の入り後から翌日の日の出時までの夜間に, 上部葉では約 40% 減少したのに対して, 下部茎では 3% しか減少しなかった. なお, 昼間に増加した NSC あるいは夜間に減少した NSC の大部分 (昼の上部葉で 64%, 昼の下部茎で 100%, 夜間の上部葉で 85%) がデンプンであり, 茎葉部での一時的な貯蔵物の役割をデンプンが担っていることが明らかになった.

2. 茎葉部における NSC の季節変化

2 年間の 2 品種の調査で, 成育期間中における NSC 含有率の変化は, 葉では 89-510mg, 茎では 74-580mg の範囲であった. 季節変化は下部葉と上部茎では比較的小さく, 上部葉と下部茎では大きかった. すなわち, 上部葉と下部茎の NSC 含有率は塊茎肥大前の成

育初期で高く、塊茎肥大が旺盛となる開花始め以降に低下した。一方、茎葉乾物重と NSC 含有率との積から算出した茎葉部における NSC 含有量（土地面積 1m² 当たり）は地上部最大期（開花終期）で最大値を示した。その後、収穫期まで急激に減少し、葉での減少量が 9-15 g、茎での減少量が 32-49 g であった。これら茎葉部で減少した NSC は塊茎に転流して蓄積したと仮定して、地上部最大期以降における塊茎乾物重の増加量に占める割合を推定したところ、葉の NSC が 3-5%、茎の NSC が 6-15%、茎葉部全体の NSC が 8-19% であった。

3. 乾燥ストレスまたは低日射量による光合成量の低下が茎葉部 NSC に及ぼす影響

ポットで栽培した個体に開花始めから約 2 週間、給水をしない処理（断水区）と寒冷紗で 50% 日射量を低下させた処理（低日射区）を設けた。光合成量は両処理によって著しく抑制され、個体当たり乾物重の増加量は無処理区に比べて断水区では 85%、低日射区では 103% 低下した。しかし、塊茎乾物重の増加量は無処理区に比べて断水区では 23%、低日射区では 54% の低下となり、乾物生産の抑制程度に比べて、塊茎重増加の抑制程度は軽微であった。一方、茎葉部では両処理によって乾物重と NSC 含有率がともに低下し、処理期間中における茎葉部 NSC 含有量の減少量は無処理区の 3.4g/個体に対して断水区では 10.8g/個体、低日射区では 8.8g/個体と著しく増加した。これら NSC 減少量が塊茎乾物重の増加量に占める割合は無処理区の 11% に対して断水区では 45%、低日射区では 61% と極めて高かった。従って、環境条件の悪化によって光合成量が一時的に低下すると茎葉部 NSC の塊茎への転流が促進され、塊茎重増加の抑制を緩和することが明らかになった。

4. 早晩性の異なる品種間における茎葉部 NSC の差異

2 年間の 7 品種の調査で、地上部最大期における NSC 含有率は下部茎で品種間に大きな差異が認められ、早生品種ほど高い値を示した。しかし、茎葉乾物重は晩生品種ほど大きいので、茎葉全体の NSC 含有量は晩生品種の方が大きい傾向を示した。NSC 含有量は葉で 16-31 g/m²、茎で 25-73 g/m²、茎葉全体で 46-104 g/m² の変異を示し、地上部最大期以降の塊茎乾物重増加量に対する割合の平均値は葉 NSC が 5%、茎 NSC が 10%、茎葉部の NSC が 15% であった。なお、早晩性の異なる 2 品種を供試して異なる 2 作期に栽培した実験で、NSC の含有率および含有量における品種間での相対的な関係は作期の影響を受けなかったことから、両形質の遺伝的差異は異なる環境条件でも比較的安定して認められるものと推察された。

以上のように、本研究ではバレイショの茎葉部における NSC の動態について調査し、デンプンが主成分である NSC が光合成産物の一時的貯蔵物質として茎葉部に蓄積され、不良環境条件によって光合成が抑制される時には塊茎への転流を促進して塊茎肥大の安定化に寄与しており、通常、成育後半における塊茎乾物重増加量の約 15% 程度がこの茎葉部 NSC の転流に依存しているものと推察した。

学位論文審査の要旨

主査	教授	岩間和人
副査	教授	幸田泰則
副査	准教授	阿部純
副査	教授	実山豊

学位論文題名

Dynamics of non-structural carbohydrate in potato shoot

(バレイショ茎葉部における非構造的炭水化物の動態)

本論文は図 11, 表 44 を含み, 7 章からなる総頁数 158 の英文論文であり, 別に参考論文 2 編が添えられている。

葉で生産された光合成産物はショ糖として転流した後, セルロース等の構造的炭水化物として植物体の骨格を構成するとともに, ヘキソース (グルコースとフラクトース), ショ糖, デンプン等の非構造的炭水化物 (NSC) として貯蔵される。イネ, コムギ等の穀類では茎葉部に貯蔵された NSC が最終的には子実に転流して子実収量の増加に貢献していることが報告されている。本研究は, これまで不明であったバレイショの茎葉部における NSC の動態を明らかにする目的で, NSC の日変化と季節変化, 土壤乾燥, 日射量, 気温などの環境要因が NSC に及ぼす影響, およびこれらの品種間差異を調査し, 塊茎収量に対する茎葉部 NSC の貢献程度を検討したものである。

1. 茎葉部における NSC の日変化

上部葉では NSC 含有率 (乾物当たり) が日の出後急激に上昇し, 9 時間目で最大値 (日の出時に対して約 90% の増加) に達した。一方, 下部茎でも類似した日変化を示したが, 約 20% の増加にとどまった。また日の入り後から翌日の日の出時までの夜間に, 上部葉では約 40% 減少したのに対して, 下部茎ではほとんど減少しなかった。なお, 昼間に増加した NSC あるいは夜間に減少した NSC の大部分がデンプンであり, 茎葉部での一時的な貯蔵物の役割をデンプンが担っていることが明らかになった。

2. 茎葉部における NSC の季節変化

季節変化は下部葉と上部茎では比較的小さく、上部葉と下部茎では大きかった。すなわち、上部葉と下部茎の NSC 含有率は塊茎肥大前の成育初期で高く、塊茎肥大が旺盛となる開花始め以降に低下する傾向を示した。一方、茎葉乾物重と NSC 含有率との積から算出した茎葉部における NSC 含有量（土地面積当たり）は乾物重の増加に伴って増加し、開花終期（茎葉部最大期）で最大値を示した。その後、茎葉黄変期（収穫期）まで急激に減少し、成育後半における塊茎乾物重増加量の 8-19%、収穫期塊茎乾物収量の 4-9% が茎葉部 NSC の転流に依存しているものと推察された。

3. 乾燥ストレスまたは低日射量による光合成量の低下が茎葉部 NSC に及ぼす影響

ポットで栽培した個体に開花始めから約 2 週間、給水をしない処理（断水区）と寒冷紗で 50% 日射量を低下させた処理（低日射区）を設けた。両処理によって茎葉部では乾物重と NSC 含有率がともに低下したが、塊茎の乾物重増加の抑制程度は軽微であった。すなわち、不良環境によって光合成が抑制されると、茎葉部 NSC の塊茎への転流が促進され、塊茎肥大の安定化に寄与しているものと推察された。

4. 早晩性の異なる品種間における茎葉部 NSC の差異

2 年間の 6 品種の調査で、茎葉部最大期における NSC 含有率は下部茎で品種間に大きな差異が認められ、早生品種ほど高い傾向を示した。しかし、茎葉乾物重は晩生品種ほど大きいので、茎葉部 NSC 含有量は晩生品種の方が大きい傾向を示した。成育後半における塊茎乾物重増加量に占める茎葉部 NSC 減少量の割合は品種と年次によって異なり、9-25% の変異を示した。しかし、収穫期塊茎乾物収量に占める割合はおおむね 4-6% の比較的小さい変異であった。従って、茎葉部 NSC の収量に対する貢献程度は、イネ科作物に比べてバレイショでは小さいものと結論した。

以上の成果は、従来不明であったバレイショの茎葉部に貯蔵された炭水化物の成育に伴う動態を明らかにするとともに、塊茎収量に及ぼす影響を推定した知見として、学術的に高く評価できる。よって審査員一同は、鄭虚が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。