

学位論文題名

オーチャードグラスの可溶性炭水化物と
その含量に関する育種学的研究

学位論文内容の要旨

北海道の基幹イネ科牧草であるオーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.) は、収量性や混播適性に優れるが、もう一つの基幹イネ科牧草であるチモシー (*Phleum pratense* L.) より飼料品質と越冬性が劣ることから、これらの改良が求められている。本研究は、オーチャードグラスについて高品質で安定栽培が可能な優良品種育成のために、飼料品質と越冬性に密接に関連する可溶性炭水化物 (WSC) に注目し、育種に必要な特性の解明を行ったものである。WSC は、光合成産物である単少糖と貯蔵性炭水化物であるフルクタンとの総称である。サイレージ発酵などに関連する飼料品質としての WSC について、その遺伝的変異や遺伝様式および効率的な選抜方法を明らかにした研究である。また、越冬性との関連が知られている WSC について、越冬前後の WSC 含量の推移とその変異を明らかにして、秋季の生育特性、越冬性およびその関連形質との関係を解明した研究である。得られた結果は、つぎのように要約される。

1. 飼料品質としての WSC 含量の遺伝的変異とその選抜

(1) 遺伝資源における WSC 含量の変異

WSC 含量に注目した育種を開始するに当たって有望な育種素材を見出す必要がある。導入品種、育成品種・系統、栄養系、エコタイプおよび亜種の遺伝資源について、出穂茎が少なく飼料成分の変動が小さい 2 番草を中心に、茎葉部の WSC 含量の変異を調査した。いずれの遺伝資源についても、WSC 含量には大きな変異があることを明らかにして、育種に有望な材料を見出した。2 番草 WSC 含量は、年次間変動が小さく 1 番草 WSC 含量との相関が高いことから、選抜指標となることを明らかにした。フルクタン含量の変異幅は、単少糖含量の変異幅より大きいことを見出した。WSC 含量と茎の太さおよび病害罹病程度との間に、それぞれ正と負の相関があることを見出した。したがって、病害罹病程度と茎の太さは、WSC 含量の間接選抜のための指標となることを明らかにした。

(2) WSC 含量の遺伝的変異と遺伝率

WSC 含量の選抜を効率的に進めるために、WSC 含量の遺伝率を明らかにする必要がある。単少糖、フルクタンおよび合計 WSC 含量の狭義の遺伝率は、0.5 前後で比較的高いことから、その遺伝は相加的遺伝子によるものであることを見出した。フルクタンは、単少糖

より遺伝的変異が大きく遺伝率も高かったので、より選抜効果が高いことを明らかにした。WSC は、繊維成分との間に負の表現および遺伝相関を示すことを見出し、WSC 含量の増と繊維成分の減少による飼料成分の平行改良が可能であることを明らかにした。

(3) WSC 含量の簡易選抜法の開発

WSC 含量の育種に当たっては、多数の個体を評価する必要がある。WSC 含量の選抜を効率的に行うために、近赤外分光法により単少糖、フルクタンおよび合計 WSC 含量を簡易にかつ高精度で評価する手法を開発した。

2. 越冬性関連形質としての WSC 含量の変異と越冬性との関係

(1) 越冬前後の WSC 含量と越冬性との関係

北海道における牧草の安定栽培のためには、越冬性が良好であることがもっとも重要である。越冬関連形質として重要である WSC 含量について、越冬前後の冠部または刈り株における WSC 含量と越冬性との関連を調査した。越冬前の冠部の WSC 含量と耐雪性など越冬関連形質との間に一定の傾向は認められないが、越冬後の冠部の WSC 含量が高い品種は、越冬性および雪腐病抵抗性に優れ、越冬後の再生量が多いことを見出した。秋季の低温に反応して刈り株のフルクタン含量が増加するが、夏季のフルクタン含量に対する越冬前のフルクタン含量の増加量が、越冬性、耐雪性および雪腐病抵抗性と密接に関連することを見出した。

(2) 秋季 WSC 蓄積と越冬性および秋季の生育特性との関係

越冬性に優れる上に秋遅くまで生育を続ける品種育成のためには、秋季の生育特性と WSC 含量との関係を解明する必要がある。単少糖およびフルクタンの冠部への蓄積と秋季休眠性は、低温よりも短日条件によって促進されること、耐凍性の変化と冠部の単少糖含量および酵素活性の変化が一致することを見出した。越冬性と秋季の生育に優れる「はるねみどり」は、秋季の低温に反応して冠部の単少糖含量が増加し耐凍性が急速に増大することを見出した。

以上の結果から、越冬前よりも越冬後の冠部において WSC 残存量が多いことが、越冬性に優れる品種育成のための指標となることを明らかにした。秋季の生育を維持し越冬性に優れる品種の理想的な生育パターンとして、低温感受性が高く秋季休眠と冠部への単少糖蓄積が急速であることを明らかにした。

本研究の成果として、飼料品質としての WSC 含量を改良するための育種素材を見出し、選抜と交配により WSC 含量を高めることができることを明らかにした。本成果を実際の品種育成事業に取り入れ、いくつかの高 WSC 含量系統がすでに育成されおり、その中から近い将来品種登録される見込みである。また、最近育成した越冬性と秋季の収量性に優れ、理想的な生育パターンを示す優良品種「はるねみどり」について、その要因を解明するとともに、より優れた系統を今後育成するための有用な情報が得られた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 山 田 敏 彦
副 査 教 授 荒 木 肇
副 査 教 授 近 藤 誠 司
副 査 教 授 喜 多 村 啓 介

学 位 論 文 題 名

オーチャードグラスの可溶性炭水化物と その含量に関する育種学的研究

本論文は4章から構成され、表69、図20、引用文献192編を含む210頁の和文論文であり、別に5編の参考論文が添えられている。

本研究は、北海道の基幹イネ科牧草であるオーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.) について、高品質で安定栽培が可能な優良品種育成のために、飼料品質と越冬性に密接に関連する可溶性炭水化物(WSC)に注目し、育種に必要な特性の解明を行ったものである。WSCは、光合成産物である単少糖と貯蔵性炭水化物であるフルクタンの総称である。サイレージ発酵などに関連する飼料品質としてのWSCについて、その遺伝的変異や遺伝様式および効率的な選抜方法を明らかにした研究である。また、越冬性との関連が知られているWSCについて、越冬前後のWSC含量の推移とその変異を明らかにして、秋季の生育特性、越冬性およびその関連形質との関係を解明した研究である。得られた結果は、つぎのように要約される。

1. 飼料品質としてのWSC含量の遺伝的変異とその選抜

(1) 遺伝資源におけるWSC含量の変異

WSC含量に注目した育種を開始するに当たって有望な育種素材を見出す必要がある。導入品種、育成品種・系統、栄養系、エコタイプおよび亜種の遺伝資源について、出穂茎が少なく飼料成分の変動が小さい2番草を中心に、茎葉部のWSC含量の変異を調査した。いずれの遺伝資源についても、WSC含量には大きな変異があることを明らかにして、育種に有望な材料を見出した。2番草WSC含量は、年次間変動が小さく1番草WSC含量との相関が高いことから、選抜指標となることを明らかにした。フルクタン含量の変異幅は、単少糖含量の変異幅より大きいことを見出した。WSC含量と茎の太さおよび病害罹病程度との間に、それぞれ正と負の相関があることを見出した。したがって、病害罹病程度と茎の太さは、WSC含量の間接選抜のための指標となることを明らかにした。

(2) WSC 含量の遺伝的変異と遺伝率

WSC 含量の選抜を効率的に進めるために、WSC 含量の遺伝率を明らかにする必要がある。単少糖、フルクタンおよび合計 WSC 含量の狭義の遺伝率は、0.5 前後で比較的高いことから、その遺伝は相加的遺伝子によるものであることを見出した。フルクタンは、単少糖より遺伝的変異が大きく遺伝率も高かったので、より選抜効果が高いことを明らかにした。WSC は、繊維成分との間に負の表現および遺伝相関を示すことを見出し、WSC 含量の増加と繊維成分の減少による飼料成分の平行改良が可能であることを明らかにした。

(3) WSC 含量の簡易選抜法の開発

WSC 含量の育種に当たっては、多数の個体を評価する必要がある。WSC 含量の選抜を効率的に行うために、近赤外分光法により単少糖、フルクタンおよび合計 WSC 含量を簡易にかつ高精度で評価する手法を開発した。

2. 越冬性関連形質としての WSC 含量の変異と越冬性との関係

(1) 越冬前後の WSC 含量と越冬性との関係

北海道における牧草の安定栽培のためには、越冬性が良好であることがもっとも重要である。越冬関連形質として重要である WSC 含量について、越冬前後の冠部または刈り株における WSC 含量と越冬性との関連を調査した。越冬前の冠部の WSC 含量と耐雪性など越冬関連形質との間に一定の傾向は認められないが、越冬後の冠部の WSC 含量が高い品種は、越冬性および雪腐病抵抗性に優れ、越冬後の再生量が多いことを見出した。秋季の低温に反応して刈り株のフルクタン含量が増加するが、夏季のフルクタン含量に対する越冬前のフルクタン含量の増加量が、越冬性、耐雪性および雪腐病抵抗性と密接に関連することを見出した。

(2) 秋季 WSC 蓄積と越冬性および秋季の生育特性との関係

越冬性に優れる上に秋遅くまで生育を続ける品種育成のためには、秋季の生育特性と WSC 含量との関係を解明する必要がある。単少糖およびフルクタンの冠部への蓄積と秋季休眠性は、低温よりも短日条件によって促進されること、耐凍性の変化と冠部の単少糖含量および酵素活性の変化が一致することを見出した。越冬性と秋季の生育に優れる「はるねみどり」は、秋季の低温に反応して冠部の単少糖含量が増加し耐凍性が急速に増大することを見出した。

以上の結果から、越冬前よりも越冬後の冠部において WSC 残存量が多いことが、越冬性に優れる品種育成のための指標となることを明らかにした。秋季の生育を維持し越冬性に優れる品種の理想的な生育パターンとして、低温感受性が高く秋季休眠と冠部への単少糖蓄積が急速であることを明らかにした。

本研究の成果として、飼料品質としての WSC 含量を改良するための育種素材を見出し、選抜と交配により WSC 含量を高めることができることを明らかにした。本成果を実際の品種育成事業に取り入れ、いくつかの高 WSC 含量系統がすでに育成されおり、その中から近い将来品種登録される見込みである。また、最近育成した越冬性と秋季の収量性に優れ、理想的な生育パターンを示す優良品種「はるねみどり」について、その要因を解明するとともに、より優れた系統を今後育成するための有用な情報が得られた。

以上のように、本研究は飼料成分および越冬関連形質として重要な WSC に関する基礎的知見を明らかにするとともに、実際の育種に成果を取り入れて高 WSC 含量系統を育成したことから、学術的にも高く評価できる。よって、審査員一同は、眞田康治が博士（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。