

博士（農 学）高 井 智 之

学 位 論 文 題 名

イネ科牧草における品質および越冬性の
改良に関する効率的な育種手法の開発

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

イネ科牧草は、家畜の飼料であるために育種目標には高品質（採食性と消化性）が常に掲げられている。また、多くのイネ科牧草は、海外を原産地としているために気候が異なる日本における環境適応性も重要である。これまで、オーチャードグラスを中心に高消化性・し好性品種を育成するための基礎的な研究がなされてきたが、未だに高品質な品種は育成されていない。また、環境ストレス耐性のうち北海道で重要な越冬性に関して、多様な評価方法が開発されてきたが、北海道の多様な越冬条件に対応した越冬性に関する育種システムの構築には至っていない。また、効率的な育種を進めるために必要な世代促進技術も草種・品種によっては未完成である。本研究では、その状況を打破するために育種従事者が利用できる簡易かつ効率的な育種手法の開発を進め、さらにこれらの育種技術を実際の育種事業に取り入れるために新しい育種の作業体系を考案、提示したものである。

1. イネ科牧草の物理的強度に関する効率的選抜手法の開発

咀嚼や反芻で破碎されやすい飼料は採食性に優れていることが知られている。そこで、牧草の組織や細胞の壊れやすさを示す物理的強度についてミキサーを用いた破碎難易性による評価法を開発し、その有効性を確認した。さらに、簡便な評価法として組織構造や引きちぎり抵抗に着目し、これらは1次スクリーニングとして利用できると判断した。評価を行う場合、品質低下が著しい夏の環境下での選抜が重要であるが、トールフェスク「ナンリョウ」のように秋期休眠性の低い品種では冬期でも評価でき、育種作業の分散をできることが明らかになった。トールフェスクは、環境ストレス耐性に優れた草種であるが、採食性が劣っており、今後、本手法による品質の改良によって栽培面積の増加が期待される。また、バヒアグラス「ナンオウ」の優れた採食性について、本手法で要因を明らかにし、高採食性品種の育成のための評価法としてのみでなく、高品質な草種・品種の要因解析にも役立つことを明らかにした。

2. オーチャードグラスの1番草、再生草の効率的選抜手法の開発

オーチャードグラスでは、出穂以降の急速な品質の低下と、夏期の再生草の劣悪な品質が問題になっており、品質改善のためにも迅速な化学成分の推定法を開発する必要がある。夏期の再生草では、「ヘイキング II」は ADF 含有率が低く育種素材として有望であることと、栽培環境が類似している播種当年の試料で評価でき、さらに近赤外分光光度計による効率的選抜手法を開発した。1 番草では、地際から葉舌までの高さで ADF 含有率を推定できることを明らかにした。

3. イネ科牧草における耐凍性、雪腐病抵抗性に関する効率的選抜手法の開発

イネ科牧草の越冬性評価法として、人工気象室を用いた通年型の耐凍性および雪腐黒色小粒菌核病抵抗性検定法、選択性殺菌剤を利用した雪腐小粒菌核病抵抗性検定法を開発し、北海道東部の自然環境を利用した現地評価法を検討した。このうち、通年型の耐凍性および雪腐黒色小粒菌核病抵抗性検定の試験期間は、それぞれ、63 日と 140 日で大幅に短縮でき、選択性殺菌剤を使うことで雪腐病菌の培養と接種を必要としないメリットがある。北海道東部の越冬環境は、北海道西部と大きく異なり現地評価試験の重要性を再認識したが、評価には 3 年を必要とするので育成系統の評価のみに利用すべきであると判断した。

4. イネ科牧草の世代促進技術の確立のための出穂制御と出穂特性の解明

メドウフェスクについて出穂制御するための栽培環境条件を明らかにした。その過程で、早生の「トモサカエ」は既報の出穂制御技術で対応できたが、極晩生の「北海 9 号」は秋のような短日・低温条件で幼若期が存在し、春化処理期間も「トモサカエ」より長く、春化処理後の栽培環境で脱春化しやすいことを明らかにした。

5. 本開発手法を組み合わせたイネ科牧草の新育種システム

本システムでは、ミキサーによる破碎難易性、引きちぎり抵抗、外部形態による化学成分の推定および通年型の耐凍性と雪腐病抵抗性検定による効率的選抜技術と、栽培期間の短縮および世代促進技術を組み合わせることで、選抜と交雑の繰りかえしによる優良遺伝子の集積と固定を図ることができる。現に、北海道農業研究センターでは、本システムを活用して、越冬性と収量性に優れたメドウフェスク系統を育成中で、近年中には品種登録申請に至る予定である。

学位論文審査の要旨

主査教授 中嶋 博

副査教授 由田 宏一

副査教授 佐野 芳雄

副査室長 山田 敏彦（独立行政法人農業・

生物系特定産業技術研究機構・北海道農業研究センター）

学位論文題名

イネ科牧草における品質および越冬性の 改良に関する効率的な育種手法の開発

本論文は6章から構成され、表40、図21、引用文献149編を含む140頁の和文論文であり、別に6編の参考論文が添えられている。

イネ科牧草は重要な飼料作物である。高品質および、環境ストレスとくに越冬性に関して、種々の育種システムが開発されてきたが、北海道の多様な条件に対応したシステムを構築するに至ってはいない。本研究は、その状況を打破するために簡易かつ効率的な育種手法の開発を進め、実際の育種事業に利用可能な新しい育種の作業体系を考案、提示したものである。得られた結果は次のように要約される。

1. イネ科牧草の物理的強度に関する効率的選抜手法の開発

咀嚼や反芻で破碎されやすい飼料は採食性に優れていることが知られている。牧草の組織や細胞の壊れやすさを示す物理的強度についてミキサーを用いた破碎難易性による評価法を開発し、その有効性を実証した。また簡便な評価法として葉部組織構造や引きちぎり抵抗に着目し、これらが1次スクリーニングとして利用できることを確認した。評価を行う場合、品質低下が著しい夏の環境下での選抜が重要であるが、トールフェスク「ナンリョウ」のように秋期休眠性の低い品種では冬期でも評価でき、育種作業の分散をはかれることを明らかにした。トールフェスクは、環境ストレス耐性に優れた草種であるが、採食性が劣っており、今後、本手法を用いた品質の改良によって栽培面積の増加が期待される。また、バヒアグラス「ナンオウ」の優れた採食性について、本手法でその要因を明らかにした。本手法は高採食性品種育成のための評価法のみならず、高品質な草種・品種の要因解析にも有効である。

2. オーチャードグラスの1番草、再生草の効率的選抜手法の開発

オーチャードグラスでは、出穂以降の急速な品質の低下と、夏期の再生草の低品質が問題になってしまい、品質改善のために迅速な化学成分の推定法を開発する必要がある。夏期の再生草では、「ハイキングⅡ」は ADF 含有率が低く育種素材として有望であることと、栽培環境が類似している播種当年の試料で評価できることを明らかにし、さらに近赤外分光光度計による効率的選抜手法を開発した。また1番草では、地際から葉舌までの高さを測ることで ADF 含有率を推定できることを明らかにした。

3. イネ科牧草における耐凍性、雪腐病抵抗性に関する効率的選抜手法の開発

イネ科牧草の越冬性評価法として、人工気象室を用いた通年型の耐凍性および雪腐黒色小粒菌核病抵抗性検定法、選択性殺菌剤を利用した雪腐小粒菌核病抵抗性検定法を開発するとともに、北海道東部の自然環境を利用した現地評価法を検討した。その結果、通年型の耐凍性および雪腐黒色小粒菌核病抵抗性検定の試験期間は、それぞれ、63日と140日で大幅に短縮できた。選択性殺菌剤散布による圃場での雪腐小粒菌核病抵抗性検定は品種間差を明瞭に示し、菌の培養も不要のため、育種現場に直ちに利用できる検定法である。北海道東部の越冬環境は、西部と大きく異なり現地評価試験の重要性を確認するとともに、評価には3年を必要とするので育成系統の評価のみに利用すべきであると提言している。

4. イネ科牧草の世代促進技術の確立のための出穂制御と出穂特性の解明

メドウフェスクについて出穂を制御するための栽培環境条件を検討した。その過程で、早生の「トモサカエ」は既報の出穂制御技術で対応できたが、極晩生の「北海9号」は秋のような短日・低温条件で幼若期が存在し、春化処理期間も「トモサカエ」より長く、春化処理後の栽培環境で脱春化しやすいことを明らかにした。

5. 本開発手法を組み合わせたイネ科牧草の新育種システムの提示

ミキサーによる破碎難易性、葉部組織構造や引きちぎり抵抗、外部形態による化学成分の推定および通年型の耐凍性と雪腐病抵抗性検定による選抜技術と、栽培期間の短縮および世代促進技術を組み合わせた育種システムは、選抜と交雑を繰りかえす循環選抜法により、優良遺伝子の効率的な集積と固定を図ることできる。北海道農業研究センターでは、本システムを活用して越冬性と収量性に優れたメドウフェスク系統を育成し、近年中には品種登録申請に至る予定である。

以上のように、本研究は実際の育種現場から得られた知見と育種理論とを融合させ、牧草類の効率的な改良法を構築したもので学術的にも高く評価できる。よって審査員一同は、高井智之が博士（農学）の学位を受けるのに充分な資格を有するものと認めた。