

学位論文題名

バレイショ (*Solanum tuberosum* L.) の交配分離集団に
おける根長の表現型変異と選抜手法

学位論文内容の要旨

作物の根系は養水分吸収を通じて生育・収量に大きく影響する器官であるが、圃場での調査に多大な時間と労力を要するため、その形態、生理、生態的な特性についてはいずれの作物でも不明な点が多い。特に、多数の個体を調査対象に用いなければならない根系の遺伝的な変異については、ほとんど明らかになっていない。しかし、近年問題となっている地球温暖化のもとでは、作物の乾燥抵抗性を高めるために根系の遺伝的な改良が必要である。特にバレイショは、他の畑作物に比べ根長が少なくまた浅根性であることが知られており、根系の育種手法を確立することが世界的な課題となっている。

そこで本研究では、バレイショの既存品種の交配に由来する遺伝分離集団を材料に用いて、(1)ポットに栽培した実生世代（交配種子から育成する第1世代）における根長の表現型変異を複数の交配分離集団で明らかにするとともに、その表現型変異に及ぼす栽培時期や土壌水分条件の影響を検討した。また、(2)実生世代から得た塊茎を種イモに用いて圃場で栽培する塊茎世代における根乾物重の表現型変異を調査し、実生世代での根長の選抜が塊茎世代の根乾物重に及ぼす影響を検討した。さらに、(3)多数の個体を調査対象とする実際の育種過程において根の選抜を可能にするために、実生世代の個体を実験室内の*in-vitro*の条件下で育成し、根長の表現型変異を簡易的に判定する手法を検討した。得られた結果の概要は以下の通りである。

1. 実生世代における根長の表現型変異

1) 供試した4交配分離集団（農林1号×男爵薯、紅丸×男爵薯、農林1号×WB66109-15、WB66109-15×農林1号）の中で、農林1号を片親に用いた集団（以下、農1集団）では、根長の小さい側に個体が偏在し、また根長の小さい側と大きい側にそれぞれ山を持つ2頂型の頻度分布を示した。また、紅丸を片親に用いた集団（以下、紅丸集団）では、根長の大きい側での山が不明瞭なほぼ1頂型の頻度分布となった。

2) 農1および紅丸の両集団ともに、栽培時期や土壌水分条件によって根長の集団平均値は異なった。しかし、各集団における2頂型あるいは1頂型の頻度分布の特徴は、いずれの栽培条件でもほぼ同様に認められた。

3) 根と地上部との相対的な割合の指標である根長に対する地上部乾物重の割合 (S/R比) についても、農1集団では2頂型の、また紅丸集団では1頂型の頻度分布を示した。さらに、農1集団において根長およびS/R比のそれぞれについて小さい個体群と大きい個体群に2分したところ、根長小の個体群ではS/R比小の個体群とS/R比大の個体群が存在したのに対し、根長大の個体群ではS/R比小の個体群のみで構成されていた。

2. 実生世代の根長と塊茎世代の根乾物重との関係

1) 実生世代の根長と塊茎世代の根乾物重との対応関係は、紅丸集団では不明瞭であったが、農1集団では明瞭であった。このため農1集団では、実生世代で根長の大きな個体を選抜した場合、塊茎世代で根乾物重が大きな個体を得る確率が高まるということが明らかとなった。

2) 各交配分離集団における塊茎世代での根乾物重の広義の遺伝率 ((全分散- 誤差分散) / 全分散 \times 100) は、地上部乾物重や塊茎澱粉重と同程度の約60%の値を示し、また塊茎世代の異なる年次間における根乾物重の相関係数も地上部乾物重と同程度に高かった。このため、塊茎世代の系統間における根乾物重の差異は、環境条件に対して比較的安定して発現するものと考えられた。

3. *in-vitro* 条件下での実生世代の根長の選抜

1) *in-vitro* 栽培の個体ではポット栽培の個体に比べ、根の採取・洗浄に要する時間と労力が大幅に短縮し、数日間に数百の個体の根長を調査することが可能であった。

2) *in-vitro* 栽培においても、根長およびS/R比の頻度分布は農1集団では2頂型を、また紅丸集団では1頂型を示した。さらに農1集団では、根長とS/R比との対応関係がポット栽培とほぼ同一であった。

以上の結果を総合して、実生世代での根長の表現型変異は主として少数の主働遺伝子によって制御されており、根長小の特性が優性であると考察した。また、本研究の供試集団の交配親について根長に関する遺伝モデルを提示し、農林1号は根長に関する劣性遺伝子をホモでもつものに対して、紅丸は劣性と優性の遺伝子をヘテロでもつことを示唆した。さらに、バレイショの根量に関する交配親の特性を把握し、実生世代での選抜が可能な交配集団と不可能な交配集団を判定するために、*in-vitro* 栽培を用いて根長の表現型変異を簡易的に調査する手法を提案し、根量に関する育種を実用化する筋道を示した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 岩 間 和 人

副 査 教 授 喜久田 嘉 郎

副 査 教 授 佐 野 芳 雄

学 位 論 文 題 名

バレイショ (*Solanum tuberosum* L.) の交配分離集団に おける根量の表現型変異と選抜手法

本論文は、図13、表24を含む総頁数94の和文論文であり、他に参考論文2編が添えられている。

近年問題となっている地球温暖化のもとでは、作物の乾燥抵抗性を高めるために根系の遺伝的な改良が必要である。特にバレイショは、他の畑作物に比べ根量が少なくまた浅根性であることが知られており、根系の育種手法を確立することが世界的な課題となっている。そこで本研究では、バレイショの既存品種の交配に由来する遺伝分離集団を用いて、根量の表現型変異をポット、圃場および*in-vitro*の条件下で検討した。成果の概要は以下の通りである。

1. 実生世代における根量の表現型変異

ガラス室内のポットで栽培した実生世代（交配種子から育成する第1世代）における根長の表現型変異を、複数の交配分離集団で調査した。農林1号を片親に用いた集団（以下、農1集団）では、根長の小さい側に個体が偏在し、根長の小さい側と大きい側にそれぞれ山を持つ2頂型の頻度分布を示した。一方、紅丸を片親に用いた集団（以下、紅丸集団）では、根長の大きい側での山が不明瞭なほぼ1頂型の頻度分布となった。また、根と地上部との相対的な割合の指標である根長に対する地上部乾物重の割合（S/R比）においても、農1集団では2頂型の、紅丸集団では1頂型の頻度分布を示した。さらに、栽培時期や土壤水分条件を変化させた場合、各集団における根長およびS/R比の平均値は異なったが、2頂型あるいは1頂型の頻度分布の特徴はほぼ同様であった。以上のことから、実生世代における根量の表現型変異は、交配親の遺伝的な特性によって影響されるものと推論した。

2. 実生世代の根量選抜が塊茎世代の根量に及ぼす影響

実生世代で得た塊茎を種イモに用いて、塊茎世代での根量を圃場条件下で調査した。実生世代の根長と塊茎世代の根乾物重との対応関係は、紅丸集団では不明瞭であったが、農1集団では明瞭であった。また、各集団における塊茎世代

での根乾物重の広義の遺伝率は、地上部乾物重や塊茎澱粉重と同程度の約60%の値を示した。さらに、異なる年次間における塊茎世代の根乾物重の相関係数も地上部乾物重と同程度に高かった。以上のことから、塊茎世代における根乾物重の系統間差異は環境条件に対して比較的安定して発現するものと考えられ、実生世代での根長の表現型変異が2頂型を示す集団では、実生世代に根長の選抜を行うことによって、塊茎世代に根量の大きな系統を得る確率が高まるものと推論した。

3. *in-vitro* 条件下で栽培した実生世代の根長の表現型変異

実生世代の個体を実験室内の*in-vitro* 条件下で栽培し、根長の表現型変異を簡易的に判定する手法を検討した。*in-vitro* 栽培の個体ではポット栽培の個体に比べ、根の採取と洗浄に要する時間と労力が大幅に短縮し、数日間に数百個体の根長を調査することが可能であった。また、各集団における根長およびS/R比の頻度分布の特徴は、*in-vitro* 栽培においてもポット栽培と同様に認められた。以上のことから、*in-vitro* 栽培で根長の表現型変異を簡易的に調査することによって、根量に関する交配親の遺伝的な特性を把握し、実生世代での根量選抜が可能な集団と不可能な集団を判定できるものと推論した。

本研究の結果を総合して、実生世代での根長の表現型変異は主として少数の主働遺伝子によって制御されているものと考え、本研究の供試集団の交配親について根量に関する遺伝モデルを提示した。また、多数の個体を調査対象とする実際の育種過程において根量の選抜を可能にするために、*in-vitro* 栽培を用いて根長の表現型変異を簡易的に調査する手法を提案した。

以上の研究成果は、圃場での調査に多大な時間と労力を要するのでこれまでほとんど明らかになっていなかったバレイショの根量に関する遺伝様式を推定し、また実際の育種場面での利用を可能にする意義を持ち、学術的および応用的に貢献するものと考えられる。よって審査員一同は、柏木純一氏が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。