HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Effect of varietal difference in root system on soil water absorption, root hydraulic conductance and drought tolerance in potato crop [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	出口, 哲久
Citation	北海道大学. 博士(農学) 甲第11388号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/55887
Rights(URL)	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Tetsuhisa_Deguchi_abstract.pdf (論文内容の要旨)

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称： 博 士（農学） 氏名 出口 哲久

Effect of varietal difference in root system on soil water absorption, root hydraulic conductance and drought tolerance in potato crop

（バレイショ根系の品種間差異が土壌水分吸収、根通導コンダクタンスおよび耐乾性に及ぼす影響）

バレイショは重要な食用作物であるが、他作物と比較して根系の分布が浅く、その密度も低いため土壌乾燥に弱いことが知られている。そこで根系の改良による耐乾性の向上が重要と考え､岩間らは作土層における根量と澱粉収量を指標とした根優品種(根優 1～4 号)を育成した。根優品種は土壌乾燥条件下において光合成速度および収量を維持することが報告されているが、バレイショ根系の品種間差異が耐乾性におよぼす影響について生理的な側面から明らかにした報告はほとんど存在せず、今後さらなる根系改良を進めていくうえでの課題となっている。本研究では耐乾性の向上における根系の主要な機能として土壌深層からの水分吸収能力と根通導コンダクタンス(K_{root})に着目し、根優品種および根の少ないコナフブキを圃場において栽培し、根系の品種間差異が土壌水分吸収、K_{root} および耐乾性に及ぼす影響を検討した。

1. 根量の異なるバレイショ 4 品種の根系分布に年次および土壌水分処理が及ぼす影響

根系の耐乾性への寄与を評価するには、まず根系の垂直分布と土壌乾燥に対する根系の反応を明らかにする必要がある。また、根系改良の成果が多様な環境において一貫して認められるのかを評価するには遺伝子×環境相互作用（以下、G×E 相互作用）について検討する必要がある。そこで根優 1 号（極々晩性、根量多）、根優 2 号（極晩性、根量多）、根優 4 号（晩性、根量多）とコナフブキ（晩性、根量少）を潅水チューブによる湿潤条件下（以下、潅水区）と雨よけビニールハウスによる土壌乾燥条件下（以下、乾燥区）において栽培し（以下、この圃場試験を本試験と呼ぶ）、根優 4 号およびコナフブキの地上部最大期（以下、S2）と根優 1 号および根優 2 号の地上部最大期（以下、S3）にコアサンプリング法を用いて 2008 年から 2011 年の 4 年間に渡り根系の調査を行った。根優品種はコナフブキよりも根への乾物分配比（TR 比）が高いだけでなく、S2 以降の深根の発達により高い深根性を示し、乾燥ストレス下では両形質が向上した。また、根に環境要因がおよぼす影響として、高温ストレスや植え付けの遅れがまず塊茎生長に影響を与えることで、塊茎と根の生育競合が変化し生じる二次的な影響が存在することも明らかとなった。なお、TR 比においては G×E 相互作用は認められず、また深根性については有意な G×E 相互作用は認められたものの品種の主効果に比べて小さかった。このため、TR 比と深根性の育種的改良は広範な環境条件において有効であると推察した。

2. 根系の差異が土壌水分吸収に及ぼす影響

(1) 測定手法の確立

圃場における土壌水分吸収の推移を評価するため、本試験では土壌マトリックポテンシャル(ϕ_{soil})を MPS-1（デカゴン社製）を用いて測定するための手法を確立した。MPS-1 には正の温度依存性が存在したが、経験的な温度較正式を作成し、その影響を校正できた。また、MPS-1 を用いて試験圃場の各土壌層の土壌水分特性曲線を作成し、ϕ_{soil} から土壌体積含水率（θ_v）を推定したところ、圃場における実測値と極めて良好な対応を示し、吸水量についての評価も可能となった。

(2) 根系と土壌水分吸収の関係

本試験の乾燥区において MPS-1 を用いて土壌水分吸収の品種間差異を評価した。コナフブキと比較して、根優品種は土壌深度 60cm より深くにおいて活発に吸水をおこなった。土壌深度 100cm と 120cm において土壌水分吸収の品種間差異は S2 以降に明瞭となり、深根性の品種間差異における傾向と一致した。ϕ_{soil} と土壌水欠差（θ_v より算出）は根長密度と密接な負の相関関係を示し、土壌深層において品種や年次による根長密度の差異が土壌深層からの水分吸収量に影響すると推察した。

3. 総根長の品種間差異が通導コンダクタンスに及ぼす影響

根系の品種間差異が K_{root} に及ぼす影響について、2011 年は潅水区と乾燥区の土壌水分処理、2012 年は 3 時期の植え付け日を設けて検討した。土壌水分処理や植え付け日によらず、根優品種はコナフブキよりも高い K_{root} を示した。K_{root} と総根長には有意な相関関係が認められ、根優品種の高い総根長は K_{root} の向上に寄与していた。バレイショにおいて根量の品種間差異は開花始期以降に明瞭になると報告されており、K_{root} の差異についても開花始期以降に明瞭になるものと推察した。

4. 乾燥条件下での生育および収量に根優品種の耐乾性が及ぼす影響

根優品種の優れた根系による耐乾性の向上が乾燥条件下での生育および収量におよぼす影響について、本試験での 4 年間にわたる生育および収量を解析した。S3 における全乾物重は土壌乾燥処理によって減少し、乾燥ストレスの強かった 2008 年と 2010 年にはそれぞれ 28%と 24%の減少を示した。S3 における全乾物重の減少程度には品種と土壌水分処理の相互作用は認められなかったが、S3 から収穫日までの塊茎肥大速度（以下、TGR）を比較すると、乾燥の強かった 2008 年と 2010 年にコナフブキの TGR は著しく抑制されていたのに対して、根優品種の TGR は土壌乾燥条件下でも高い値を維持し、最終収量の減少程度は今夕品種の方がコナフブキより小さかった。本結果から、土壌深層からの水分吸収や K_{root} の差異は S3 以前より存在し、乾燥ストレスが強くなると S3 以降の TGR に影響を及ぼすと推察した。

5. 収量ポテンシャルと耐乾性の両立に寄与する形質

乾燥条件下において高収量を得るためには、土壌乾燥による減収を抑えるだけでなく、非ストレス条件下での収量性（収量ポテンシャル）が高いことも重要である。そこで潅水区における収量の品種間差異を早晩性の近い品種間で比較したところ、根優 2 号が根優 1 号よりも、コナフブキが根優 4 号よりも高い収量を示し、これには根優 2 号およびコナフブキの高い収穫指数が影響していた。そこで収穫指数に影響する要因について検討したところ、収穫指数は S2 の塊茎分配比と密接な正の相関関係を示し、収量ポテンシャルの向上には早期肥大性が重要であると推察された。しかし、早期肥大性の向上は根と茎葉への乾物分配を抑制するので、総根長の減少に伴う K_{root} の低下や、茎葉重の減少に伴なう受光率の低下によって乾燥抵抗性が低下する。ところが、根優 2 号は早期肥大性がコナフブキ並みに高いにもかかわらずコナフブキよりも TR 比が高く、また地上部重の抑制が著しかった 2008 年においてコナフブキは受光率 100%の目安である葉面積指数（LAI）が 3 を下回ったのに対して、根優 2 号は LAI3 以上を維持した。この要因として、根優 2 号の高い RS 比（根乾物重/茎葉乾物重）と高い LS 比（葉乾物重/茎乾物重）が考えられた。さらに LS 比と主茎長および分枝数にはそれぞれ負の有意な相関関係が認められた。したがって収量ポテンシャルを維持しながら乾燥抵抗性を高めるためには、これら形質を育種の指標として利用することが重要であると推察した。以上の研究成果は、バレイショの耐乾性を向上させるうえで重要な基礎的知見を提供するものと考える。