

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 19 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450380

研究課題名(和文)根菜類根部の肥大生長計測技術を利用した根菜類の生育モデル開発

研究課題名(英文)Growth analysis of root crops using root diameter measurement device

研究代表者

柴田 洋一 (SHIBATA, Yoichi)

北海道大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：00355596

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では根菜類の地中部の生育とこれに対応する地上部の生育および環境要因との関係性を解明し、根菜類の生育モデルを開発することを目的とした。

地上部(植被率、葉緑素濃度(SPAD値)および光合成収率、電子伝達速度最大値)および地中部(開発した根部の肥大生長計測装置による根部の最大直径)の生長を非破壊的、且つ継続的に計測する生長情報同時計測システムを構築し、テナサイの成長を半年間追跡調査した。その結果、地上部から得られる情報だけを用いて糖量を推定するモデル、もしくは収穫適期を判断するモデルを構築できることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The relationship between the shoot and root of root crop was investigated. This was performed through tracing the growth of each part. The parameters observed for the shoot were the percentage of the vegetation cover, chlorophyll concentration, and the yield of the photosynthesis. On the other hand, the diameter and the sugar concentration were the two parameters estimated for observing the root. The root diameter was estimated using a special device developed earlier to estimate the growth and fleshiness. Although the vegetation cover reached saturation by the end of July, the fleshiness of the root remained enlarging. It was found that amount of sugar estimated using the root parameters increased proportionally with the amount of photosynthesis estimated using the shoot parameters. Consequently, it could be concluded that there is possibility to estimate the amount of sugar in the root of crop using information obtained from the shoot parameters.

研究分野：農業情報

キーワード：根 収量 生育予測 収穫適期

1. 研究開始当初の背景

根菜類の生育は、気温や地温などの生育環境の影響を受けやすいとされるが、根部の肥大生長特性に関して未知の部分が多く解明が望まれている。根菜類の生育特性の解明を妨げる主な要因として、収穫部が地中で生育するため、その生育情報を視覚的に捉えられないことがあげられる。近年、普及が進んできたリモートセンシング技術は、イネ、ムギ等、収穫物が地上に実る作物に対しては有効だが、根菜類根部に対しては十分な精度は得られない。抜き取調査は生育量を知るための確実な方法であるが、同一個体の継続的な計測はできない。

地中に存在する根菜類根部の生育情報を非破壊で、正確に、かつ継続的に取得できれば、地上部の生育情報や環境要因との関係が明らかになり、収穫適期判定の高精度化や収量予測技術の確立につながる。また、肥培管理の最適化、ひいては生産性の向上につながる。

申請者は過去5年以上にわたり、根菜類根部の生長を地中に埋設した変位計により直接計測する手法を開発し、テンサイ、パレイショを対象にその有効性を確認してきた。

具体的には、テンサイについては、同心円状に生長するテンサイ根部の側部に接触式直動型変位計を水平にあて、生長に伴う変位量(半径)を計測するシステムを開発し、テンサイ根部が肥大を始める7月後半から収穫時期の11月前半まで3ヶ月以上にわたり、分解能約0.1mm以下で1時間おきに計測できることを実証し、変位量から根部質量(収量)を高精度で推定できることを明らかにした。また、必ずしも球形に肥大しないパレイショについては、ワイヤ式変位計のワイヤを塊茎に巻きつけることにより周囲長を計測する手法を考案・装置化し、周囲長と塊茎質量との相関が極めて高いことを明らかにした(図1)。これまでに、根部の肥大生長推移の計測は例がなく、本システムは、未解明な点が多い根菜類の生育特性を知るための科学的ツールとしても期待が高い。

2. 研究の目的

本研究の目的は、この装置を利用し、これまで未解明であった根部の生育とこれに対応する地上部の生育および環境要因との関係性を解明し、根菜類の生育モデルを開発することである。本研究の成果は、肥培管理の最適化、収穫適期判定技術、収量予測技術等、生産技術の高度化を図るための基盤技術となる。

3. 研究の方法

(1) 予備的調査として、肥大開始時、肥大期間、肥大終了時等、根部の生長ステージと、開花期、地上部最大期、黄変期、枯ちよう期等、目視観察による地上部の生育ステージとの対応関係を明らかにする。

(2) 次に、根部の肥大生長と関連の深い地上部の生育情報として、植被率、草丈、葉数、茎径(パレイショのみ)および光合成量を非破壊的に継続して計測し、根部の肥大生長推移との対応関係を解明する。

(3) さらに、根部の肥大生長に及ぼす生育環境条件の影響を知るため、気温、地温、土壌水分、日射量等の気象要素を計測し、これらと肥大生長計測結果から求められる肥大量、肥大量の概日リズム用語)、肥大速度等、肥大生長特性との関係を解明する。

4. 研究成果

(1) テンサイの地上部および地中部の生長を非破壊的、且つ継続的に計測する生長情報同時計測システムを構築した。地上部情報として植被率、葉緑素濃度(SPAD値)および光合成収率を計測し、地中部情報として根部の肥大成長計測装置を試作し(図1)、根部の最大直径部を計測した。

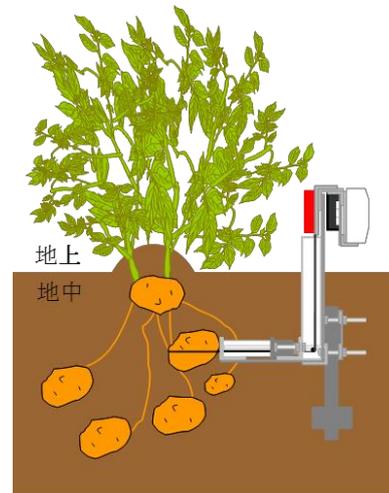


図1 肥大成長計測装置
(パレイショ計測の例)

本システムを用いて、屋外圃場で栽培されるテンサイ(品種:リッカ)の生長を1週間おきに約6か月間追跡調査した。ただし、糖度は、別個体を抜き取り調査した。供試個体数は地上部計測を2畦×4個体の計8個体とし、根部の肥大生長計測はそのうちの1個とした。肥大生長計測を含め周辺の個体についても生育を計測し、供試個体の生長が特異でないことを確認した。調査の結果、植被率は7月下旬には飽和するが、その後も根部の肥大は続き、根部の肥大とともに糖量は増加するが、10月下旬の生育終期に根の肥大が停止した後も糖量は増加し続けるなど、地上部と地中部の生育に関する新たな知見が得られた(図2)。

さらに、根部の肥大生長量と糖度から推定した糖量は、植被率、葉緑素濃度および光合成収率から推定した光合成量に比例して増加することが示された。しかし、生育終期にはこの比例関係は乱れた。このことから、植被率、葉緑素濃度および光合成収率の3つの

地上部情報を計測することにより、地中部情報である糖収量の推定と収穫時期判定が可能であることが示唆された(図3)。

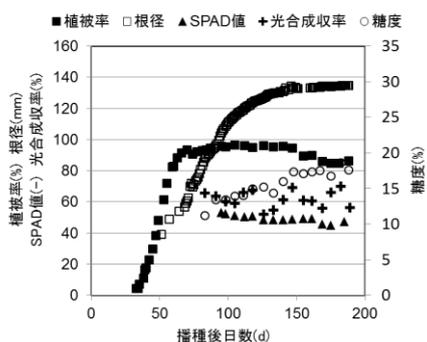


図2 地上部と地中部の測定値の推移

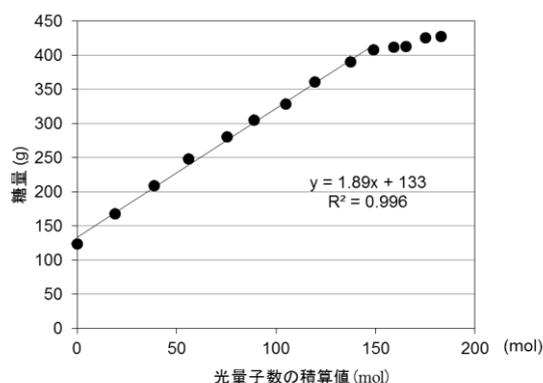


図3 地上部情報による光合成量の積算値と地中部情報による糖量との関係

(2) 実用的な生育モデルの構築を念頭に置き、気象台のデータを利用することを試みた。具体的には、札幌気象天文台の気象データから得られる一週間の全天日射量を光量子束密度 (PPFD: photosynthetic photon flux density 単位時間単位面積あたりに放射到達する光のうち、光合成に有効な 400nm から 700nm の波長領域の光量子数) に換算し、入射光量とした。圃場試験を行い、これまでの方法と比較した結果、二つの方法で求めた光合成回数はほぼ同様な値であり、両者とも糖量とよく比例した(図4)。その相関は、播種後日数と糖量との相関よりも格段に高かった。また、両者とも、生育終期には比例関係はなくなった。

よって、全天日射量のような入手が容易な気象情報に加え、地上部から得られる情報だけを用いて糖量を推定するモデル、もしくは収穫適期を判断するモデルを構築できる可能性がある。

(3) 供試品目にバレイショを加え、生長情報同時計測システムを用いて地中部の生長と生育環境(気温、地温、日射量、降水量等の気象要素)との関係を2カ年にわたり調査し

た。その結果、生育モデルを作成するために重要となる以下の知見を得た。

- ① バレイショ植え付け日から塊茎肥大の収束日までの積算日射量、ならびに、萌芽日から塊茎肥大の収束日までの積算日射量は、個体間のばらつきが少ない。
- ② 塊茎肥大の収束以前は、降雨により塊茎は肥大するが、塊茎肥大の収束後は、降雨による肥大はみとめられない。

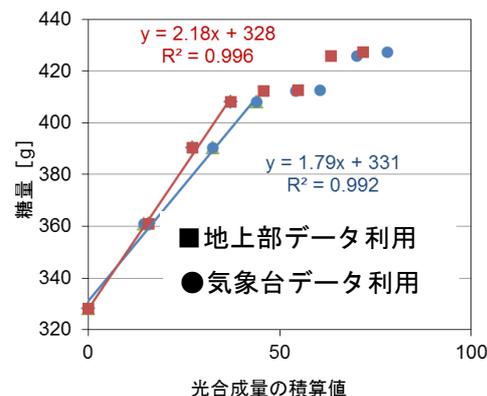


図4 糖量の推定方法の比較

(4) 以上の成果は次の意義を持つ。

- ① 根部の肥大生長推移の計測は世界的にも例がない。本研究により明らかになる根部の生育と地上部の生育および生育環境との関係について、新たな知見が得られた。
- ② 本研究成果は、肥培管理の最適化、収穫適期判定技術、収量予測技術等、生産性向上のための基盤技術となる。
- ③ 本研究により、地上部情報から根部の状態を推定できるようになるので、将来的には、営農現場において、肥大生長計測装置を設置することなく地上部の状態を観測することで根部の生育状態を把握し、的確な営農判断を下すことが可能になる。
- ④ 北海道の主要畑作4品目(コムギ、テンサイ、バレイショ、マメ類)のうち2品目は根菜類である。また、近年は、ナガイモ、大根、ニンジン、ユリ根などの地域ブランド化が進展しつつあり、本研究は、北海道農業の活性化を図るうえで有用である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

前洪奈央子, 柴田洋二, 根径計測装置を用いたテンサイの生育特性解明, 農業食料工学会, 査読無し, 56, 2016, p. 33-38

〔学会発表〕(計1件)

柴田洋二, 肥大成長計測装置を用い根菜類の生育特性解明, 第41回根研究集会講演要旨集, 名古屋大学(愛知県・名古屋市), 2014. 9. 6,

0-5

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柴田 洋一 (SHIBATA, Yoichi)
北海道大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号：00355596

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()