

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：15201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23780016

研究課題名(和文) シンク・ソース能力から見た高温・乾燥耐性サツマイモ品種創出のための基礎的研究

研究課題名(英文) The study of tolerance to high temperature of sweet potato

研究代表者

門脇 正行 (Kadowaki, Masayuki)

島根大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：00379695

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円、(間接経費) 780,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では地温上昇がサツマイモの塊根生産に及ぼす影響について検討するため、新旧20品種を異なる地温条件下で栽培し、高地温に対する耐性評価を行った。高地温耐性の指標とした上イモ生重の変動係数は、3.4～173.2の範囲にあり、大きな品種間差が見られた。また、生育初期の植被率が高い品種ほど地温上昇が抑制され、上イモ生重の変動係数が小さいことが示唆された。さらに、高温条件下では、塊根への光合成産物の転流が抑制されることが確認された。以上の結果から、高気温・地温の環境下では、地上部の初期生育が旺盛で、早期に高い植被率を実現する形質を有することが安定した塊根生産を実現するために必要であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to investigate the tolerance to high soil temperature of sweet potato using twenty cultivars. They were evaluated at three levels of soil temperature under field condition. The coefficient of variation of commercial yield of tuberous root at three levels of soil temperature was used as the indicator of tolerance to high soil temperature. There were the varietal differences in the coefficient of variation. Soil temperature and the coefficient of variation of commercial yield decreased linearly with increasing canopy coverage in early growth stage. The translocation of assimilate to tuberous root decreased. These results suggested that the high canopy coverage in early growth stage was essential for stable tuberous root production under the high temperature.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：作物学・雑草学

キーワード：サツマイモ 塊根生産 地温 気温 植被率

1. 研究開始当初の背景

国連食糧農業機関 (FAO) は 2010 年 9 月 24 日に今後の人口増加に伴って世界全体の食料生産を 2050 年までに 05~07 年に比べて 70% 増やす必要があると試算した。要因としては人口増加、新興国での食肉需要拡大に伴う飼料作物の需要増加およびバイオ燃料向けの穀物需要増加が挙げられる。一方、日本では 10 月 8 日に農水省が食料自給率の目標を 50% に引き上げる方針を固めた。また、政府は大幅な CO₂ 排出削減目標を掲げているため、国内でのバイオエタノール製造にも拍車がかかると予測される。しかし、食料自給率の低い現状を考えれば、自給率が高く、バイオエタノール原料として適した作物を選択すべきであり、まさにサツマイモは前述した条件に当てはまる作物である。

サツマイモは昭和 30 年に生産量のピークを迎えた。サツマイモの生産性に関する研究は昭和中期に多く行われ、サツマイモ収量はシンク能力に左右されると報告されていた。その後安価なトウモロコシデンプンが輸入されるようになり、生産量は減少した。生産・消費の減少に伴い、サツマイモの育種も多収から品質、機能性、耐病性へと移行していった。しかし、上述した現状を考慮すると近年の主要品種を対象にサツマイモの生産性について再び着目した研究が必要となる。

地球温暖化に伴う気温上昇は地温上昇も引き起こすと予測され、地温上昇はサツマイモの塊根生産に影響するものと考えられる。そこで、申請者は地温上昇がサツマイモの塊根生産に及ぼす影響について検討してきた。その結果、地温が塊根の生育と外観品質に影響を及ぼし、その影響には品種間差異があり、地温の影響を受けにくい品種があることが示唆された。

2. 研究の目的

そこで本研究は、現存品種よりもさらに高い高温・乾燥耐性をもつ品種創出のための基礎的知見を得ることを目的とした。まず、現存の新旧品種から地温変化に伴う収量の増減が少ない品種または高地温条件下で多収となる品種を高地温耐性品種として選抜することとした。

高温条件下において高い収量を実現する条件としては、高温条件下でもソース能力およびシンク能力を高く維持することが重要であると考えられる。また、地球温暖化に伴い、気温だけでなく地温の上昇も生じ、乾燥条件にもなるため、気温、地温および土壌水分の複数の面から評価・検討する必要がある。そこで、申請者は、現存する品種の中で高温・乾燥ストレス耐性 (高温・乾燥条件下でも収量が低下しにくい) の高い品種をスクリーニングするとともに、耐性獲得のためのメカニズムとその際のソース・シンク能力を解析することとした。

3. 研究の方法

本実験は、島根大学生物資源科学部附属生物資源教育センター神西砂丘農場で行った。施肥は全試験で共通して元肥のみとし、サツマイモ専用肥料「紅娘」(N:P₂O₅:K₂O=5:14:14) を 100kg/10a 施用した。また、最も太い部分が 5mm 以上の根を塊根とし、生重 50g 以上の塊根を上イモとして調査した。

(1) 高地温耐性品種のスクリーニング

供試材料としてサツマイモ新旧 20 品種を用いた ('種子島紫', '紅赤', '七福', '沖縄 100 号', '高系 14 号', 'タムユタカ', 'コガネセンガン', 'ベニアズマ', 'ベニオトメ', 'ジョイホワイト', '春こがね', 'ベニマサリ', 'パープルスイートロード', 'ダイチノユメ', 'オキコガネ', 'ときまさり', 'べにはるか', '九州 121 号', '九州 137 号', '九州 138 号')。完全展開葉 6 枚を有する苗を地下部 3 節となるように 2011 年 7 月 4 日に植え付けた。栽植様式は畦間 110cm, 株間 30cm とした。被覆資材として透明, 黒, 白のビニルマルチを用いた。地温は 7 月 11 日から 10 月 28 日まで畦表面から 5cm と 10cm の地点に温度記録計 (おんどとり, TR-71U, T&D 社製) を設置し, 30 分毎に測定した。10 月 28, 31 日, 11 月 1 日には地上部を刈り取り, 地上部の生重および乾物重を測定した。

(2) 圃場条件下での地温の変化がサツマイモの生育に及ぼす影響

2012 年 7 月 6 日および 2013 年 6 月 27 日に 8 節を有する苗を地下部 4 節となるように畦間 110 cm, 株間 30 cm で植え付けた。2012 年は 'ベニアズマ', 'ベニオトメ', 'ベニマサリ', 'パープルスイートロード', 'オキコガネ', 'ダイチノユメ', 'べにはるか', '種子島紫', '七福' の 9 品種を用い, 2013 年は 'ベニアズマ', 'ベニオトメ', 'オキコガネ', 'ダイチノユメ', 'パープルスイートロード', '種子島紫' の 6 品種を用いた。被覆資材は 2012 年では緑色, 黒色, 灰色, 2013 年では透明, 黒色, 白色のビニルマルチを用いた。地温は畦最上部から 15cm, 畦側面から 10cm の地点に前述の温度記録計を設置し, 30 分毎に測定した。植被率カメラ計測システム (木村応用工芸, GACPS) を用いて畦上面より 150 cm の高さから群落表面を撮影し, 撮影した画像を専用ソフトで解析することで植被率を求めた。

(3) 温度傾斜型チャンバーでの気温, 地温および土壌水分の変化がサツマイモの生育および品質に及ぼす影響

間口 5.4m, 長さ 40m のビニルハウスにファンを設置し, 温度傾斜型チャンバー (以下, TGC) として用いた。2012 年 7 月 28 日および 2013 年 6 月 27 日に 8 節を有する苗を地下部 4 節となるように畦間 85 cm, 株間 30 cm で植え付けた。品種は 'ベニアズマ', 'ベニオトメ', 'オキコガネ' を用いた。被覆資材は透明, 黒色, 白色のビニルマルチを用いた。

地温および植被率は2012年および2013年の圃場試験と同様の条件で測定した。TGC内では地上70cmで気温を30分毎に測定し、位置と気温により低気温区、中気温区、高気温区に分けて解析した。

また、2013年9月24日に¹³Cを含む炭酸バリウムにリン酸を加えて¹³CO₂を発生させ、1時間植物体に供与した。24時間後にサンプリングを行い、器官別の¹³C含有率を調査した。

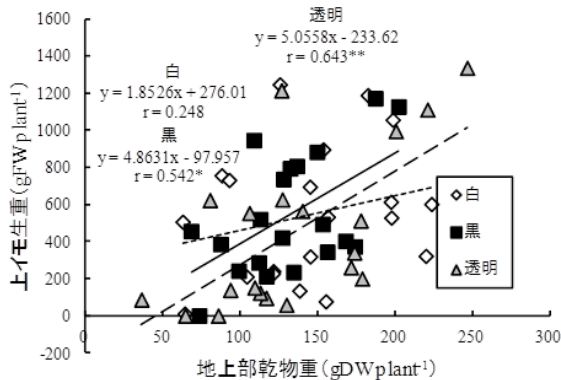
4. 研究成果

マルチ資材による地温の差は地表面10cmで日中(6:00~18:00)に透明マルチと白マルチで最大2.2の差が生じた(第1表)。

第1表. 各マルチ区の地表面5cmまたは10cmの地温

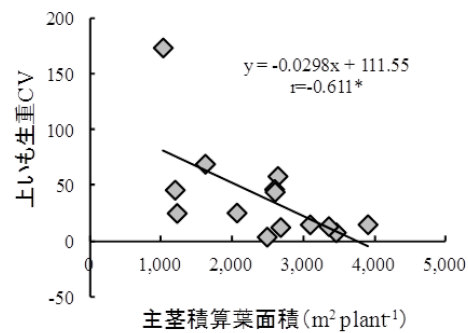
	5cm		10cm	
	6:00~18:00	18:00~6:00	6:00~18:00	18:00~6:00
	白	25.7	22.9	24.3
黒	27.6	24.3	26.0	25.5
透明	27.5	24.2	26.5	25.3

地上部生重および乾物重では各品種の変動係数は5.8(ダイチノユメ)~75.7(ベニマサリ)の範囲にあった(データなし)。上イモ生重では変動係数が3.4(ダイチノユメ)~173.2(紅赤)の範囲にあり、大きな品種間差が見られ、変動係数が10%未満の品種が3品種(ベニアズマ, ダイチノユメ, オキコガネ)あった。これらの品種は地温の変化に対する収量変動が少ない品種であり高温耐性をもつと期待される。地上部乾物重と上イモ生重の間には全データを通して1%水準で有意な正の相関関係が見られた(データなし)。マルチ間で比較すると白マルチでは有意な相関が見られなかったが、黒マルチおよび透明マルチではそれぞれ5%および1%で有意な正の相関関係が見られた(第1図)。



第1図. 地上部乾物重と上イモ生重との関係

この結果から、地温が上昇するほど地上部生育の維持が収量維持につながるものと考えられる。また、14品種について2009年に圃場条件下で測定した主茎の積算葉面積と本実験での上イモ生重変動係数(CV)との関係を見ると、5%水準で有意な負の相関関係にあった(第2図)。以上の結果から、葉面積の大きい品種ほど植物体による地表面被覆が早く、地温上昇を抑制することで、地温耐性がある(地温上昇に対して収量を維持す

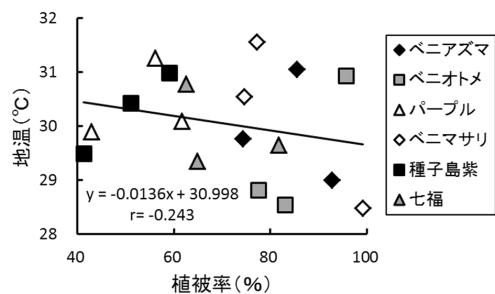


第2図. 主茎積算葉面積と上イモ生重CVとの関係

る)ものと考えられる。

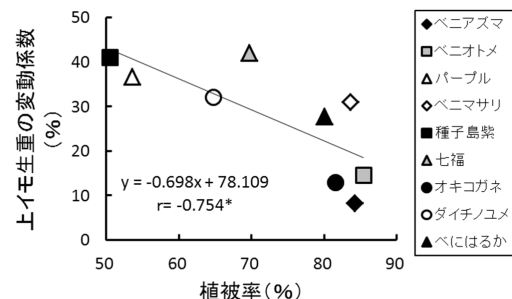
研究を始めるにあたり、高地温耐性を有する品種は、高温条件下でもソース能力およびシンク能力を維持できる品種であると予想した。しかし、実験の結果、高地温を回避できる能力(地上部展開能力)の優れた品種が高地温条件下で安定した塊根生産を行うことが示唆された。そのため、研究の主眼を地上部展開能力に置き、その指標となる植被率と地温および塊根生産との関係を検討することとした。また、植被率の高い品種は栽培地点の地温の上昇が抑制され、上イモ生重の変動係数も低くなるとの仮説を立てた。

2011年の結果より、9品種を選抜し、再度被覆資材により地温を変化させる実験を行った。その結果、圃場試験では植被率と地温との間に負の相関関係は見られたものの、有意ではなかった(第3図)。圃場試験での上



第3図. 植被率と地温との関係(圃場, 2012年)

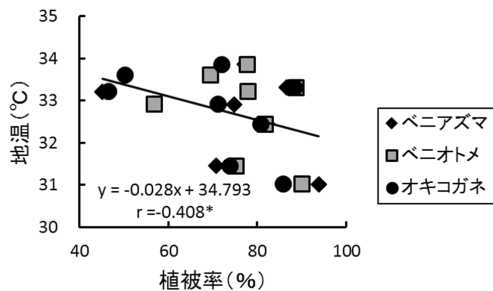
イモ生重の変動係数は8.3~42.1%の値を示し、変動係数が20%未満となった品種はベニアズマ, ベニオトメおよびオキコガネの3品種であった(第4図)。また、植被率と上イ



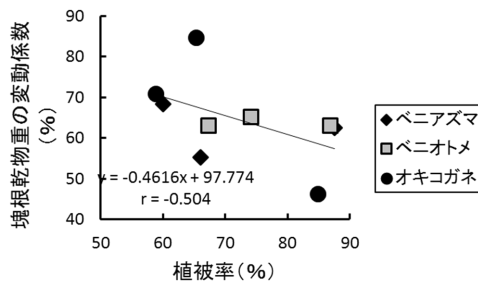
第4図. 植被率と上イモ生重の変動係数との関係(圃場, 2012年)

モ生重の変動係数との間には有意な負の相関関係が見られた。圃場試験で変動係数の小さかった3品種をTGC内で栽培したところ、

植被率と地温との間には有意な負の相関関係が見られた(第5図). 塊根乾物重は高温条件になるほど低下し, 変動係数は46.3~84.6%となったことから(第6図), 地温だけでなく気温が高いTGC内では圃場試験で安定した塊根生産を示した3品種にとっても厳しい環境条件であったものと考えられる. 植被率と塊根乾物重との間には負の相関が見られるものの有意ではなかった.



第5図. 植被率と地温との関係(TGC, 2012年)

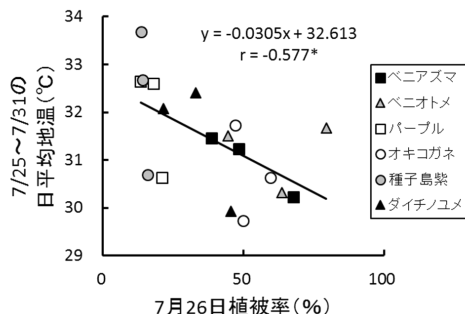


第6図. 植被率と塊根乾物重の変動係数との関係(TGC, 2012年)

2012年の結果から, 仮説は圃場またはTGCで一部は認められたものの, 確認するには至らなかった. その要因として, 植被率の測定が8月16日であり, 多くの測定地点で植被率が60%を超えていたためと予想された. そこで, 2013年では植被率の測定時期を早め(7月26日), 仮説について再検証を行った.

その結果, 圃場試験では植被率と地温との関係を見たところ, 有意な負の相関関係にあった. また, 植被率と上イモ生重の変動係数との間にもパープルスイートロードの値を除けば有意な相関関係が見られた.

この結果から, 生育初期の植被率が地温と



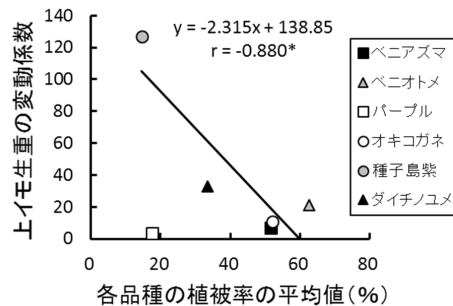
第7図. 植被率と地温との関係(圃場, 2013年)

その後の安定した塊根生産に寄与していることが示唆された.

TGCの実験でも植被率と地温または上イモ生重の変動係数との間に負の相関関係が見

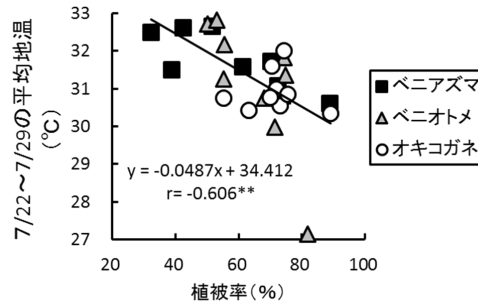
られた. 地温のみで有意ではあるものの, 植被率と塊根の変動係数との相関係数も前年より高い値を示したことから, 生育初期の植被率を測定することによって, 概ね仮説が立証できたものと考えられる.

TGC実験において, 気温や地温と土壌水分の間には明確な関係性は見られなかった(データなし). そのため, 本実験結果は主に温度変化の影響によるものと考えられる. 2013年のTGCの'ベニアズマ'においてソ



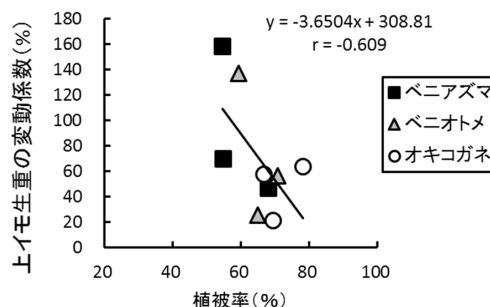
第8図. 植被率と上イモ生重の変動係数との関係(圃場, 2013年)

ース能力(光合成速度)を調査したが, 気温または気温による明確な傾向は見られなかった(データなし). また, ソース能力を評



第9図. 植被率と地温との関係(TGC, 2013年)

価するため, 各器官への¹³Cの分配率を調査したところ, 高温条件下では塊根への分配率が低く, 地上部への分配率が増加する傾向にあった(第11図). このため, 高温・高



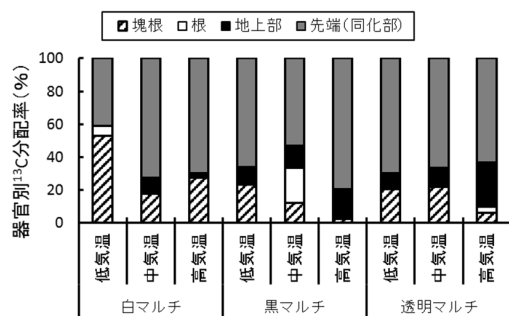
第10図. 植被率と上イモ生重の変動係数との関係(TGC, 2013年)

地温条件下における塊根生産の低下は, ソース能力の低下よりはむしろシンク能力の低下により引き起こされるものと推察される.

外観品質について解析したが, 地温と形状や皮色の間には明確な傾向は確認できなかった. また, 高温条件下ほど糖度が高く, 食味が良いとの結果が得られたが(データな

し), 地温と品質との関係については, さらなる詳細な検討が必要である。

以上の結果から, 葉面積の展開が早いことにより地温の上昇が抑制され, 安定した塊根生産につながるものと考えられる。植被率が高く, 塊根の変動係数が低い品種は 'ベニアズマ', 'ベニオトメ', 'オキコガネ' の3品種であり, 高地温耐性を有する品種として有望であると考えられる。また, 気温および地温上昇に伴う上イモ生重の減少は, 塊根への光合成産物の転流が減少したためであるといえる。生育初期の地上部の繁茂はその後の



第11図. 器官別¹³C分配率の比較

気温, 地温のストレスを軽減し, 安定した塊根生産を実現するために重要であると推察される。

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0件)

[学会発表](計5件)

(1) Masayuki Kadowaki. Trends of sweet potato in Japan -cultivation, breeding and use-. The scientific report about the technology of purple sweet potato variety breeding and cultivation and the trend of new product development of sweet potato and other potatoes. 2013年11月18日. Zhejiang Academy of Agricultural Sciences.

(2) 門脇正行・鎌田晃輔・永見拓朗・西原由香・十倉宏幸・林司直・安田登. サツマイモの塊根生産における植被率と地温との関係. 日本作物学会第236回講演会. 2013年9月11日. 鹿児島大学.

(3) 門脇正行・十倉宏幸・林司直・沖本和也・大木詩子・安田登. サツマイモにおける地温反応性の品種間差異とその要因に関する一考察. 農業生産技術管理学会平成24年度大会. 2012年10月28日. 鹿児島大学.

(4) 門脇正行・十倉宏幸・林司直・沖本和也・大木詩子・安田登. サツマイモにおける高地温耐性品種の検討. 日本作物学会第234回講演会. 2012年9月11日. 東北大学.

(5) 門脇正行・沖本和也・藤原剛・山口浩

司・河原克明・大木詩子・安田登. 地温がサツマイモ塊根の収量および外観品質に及ぼす影響とその品種間差異. 日本作物学会第232回講演会. 2011年9月2日. 山口大学.

[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]

アウトリーチ活動情報

(1) 島根大学芋焼酎「神在の里」に同封するリーフレットに研究活動を記載し, PRを行った。

(2) 平成25年度島根大学公開講座「サツマイモ・ダイコンを育てよう」の受講者に対し, 研究施設の見学と研究内容の紹介を行った。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

門脇 正行 (KADOWAKI Masayuki)

島根大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号: 00379695

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: