

貯蔵中のコンニャクイモの芽の生長に及ぼす LED 光照射の影響

本間知夫, 馬場抄子*, 神戸隆介**

Effects of LED Light Illumination on Growth of Buds in Stored Konjak Seed Tubers

Tomoo Homma, Syoko Baba* and Ryusuke Kanbe**

In order to control growth of buds in stored konjak seed tubers before planting, effects of LED light illumination were examined. As a control, konjak seed tubers were set under dark condition. Compared with a control, LED light illumination tended to suppress growth of buds. By LED light illumination, buds were blackened. After this illuminated treatment, seed tubers were planted, and there were no difference in growth between light illuminated and control plants.

Key words : konjak seed tuber, LED light, wavelength, bud

1 はじめに

おでんや味噌田楽の素材として、また低カロリーが売りのヘルシーフードとして、こんにゃくは我々の食生活に広く浸透している。こんにゃくはコンニャクイモ（以後、イモと表記）を原料とし、イモに含まれるグルコマンナンを抽出して作られるが、イモが出荷されるまでには長い時間が掛かる。一般的には、まず植えた種イモから地下茎（吸枝）が伸びて出来る生子（きご）を植えるところから始まる。春に生子を植え付けて生長させると、秋には5～10倍に生長した新イモ（1年生）と新しい生子が収穫出来る。これらを掘り出して冬の間は貯蔵し、翌年春にこの1年生のイモを植え付けて生長させると、5～8倍に生長した新イモ（2年生）と新しい生子が収穫出来る。これらを秋に掘り出し、生長が良い大きなイモはこの時点で出荷され、それ以外のイモは前年同様に貯蔵され、翌年春に2年生イモは植え付けられ、秋には4～7倍に生長した新イモ（3年生）が得られ、それが出荷される。生子から育てると3年掛かる計算となる^{1),2)}。

この生産体系の中で起こる問題、改善出来たらよいと思われる問題は様々にあるが、今回、冬の間の貯蔵中に起こる問題として、春先に暖くなると貯蔵中の種イモの芽が動き出すことがあり、植え付け時に芽を傷付けてしまう心配がある、後の生育がばらつくなどの影響があるとのことであった。貯蔵の際に種イモは大きさ毎に分けて貯蔵棚に並べられ、寒さに弱いため貯蔵庫内を加温するが、暖かくなってくれば加温は止める。しかし気温が高くなってしまった場合、温度を下げるような管理は行わず、また冷却設備を備える貯蔵庫はほとんどないと

思われる。そこで簡単、安価に全ての種イモに同じように処理を施して出芽をコントロールすることが出来れば、この問題を解決することが出来ると思われる。

近年栽培分野では太陽光に替わる光源として、また補光の光源として、LEDが利用されるようになっている。波長選択が出来、消費電力も少なく、またLEDを入れた容器のレンズによって指向性や拡散性（均一性）を調整出来るなどの特徴を持つ³⁾。本研究では、貯蔵している種イモへ各種波長のLED光を照射し、芽の生長に及ぼす影響を調べることを目的として実施した。

2 方法

2・1 材料

2014年4月上旬に（株）神戸万吉商店から入手した生子（きご）および1年生イモを使用した（Fig.1）。



Fig.1 Konjak seed tubers. A:Kigo B:1-year old ones

† 原稿受理 平成27年2月27日 Received February 27, 2015

生物工学科 (Department of Biotechnology) * 生物工学科学生 (Department of Biotechnology)

** ** (株) 神戸万吉商店(Kanbe Mankichi Inc.)

2・2 光源及び照射方法

スタンレー電気株式会社より貸与された指向性が高い Stick 型 LED を光源として使用した (Fig.2). 照射した LED 光の波長は、青 (ピーク波長:465nm), 緑 (502nm), 白 (470nm,570nm), 赤 (660nm) で、遮光を対照とした.

各処理区で使用するために生子 5 個, 1 年生イモ 8 個を容器に並べ, イモの上方より LED 光を連続照射した (Fig.2). 容器は真っ暗になる元暗室に置き, 漏れ出る光の影響を防ぐため, 容器上部はアルミホイルで覆った.

光強度は一番大きな 1 年生イモの表面に当たる面の高さで測定し, まず $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ に揃え, 2014 年 4 月 11 日より照射を開始した. 2014 年 5 月 13 日に各イモの芽の長さを測定した後, 光強度を $30\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ に上げて LED 光の照射を続けた. 2014 年 5 月 27 日及び 6 月 10 日に各イモの芽の長さ, 発根数 (6 月 10 日のみ) を測定した.

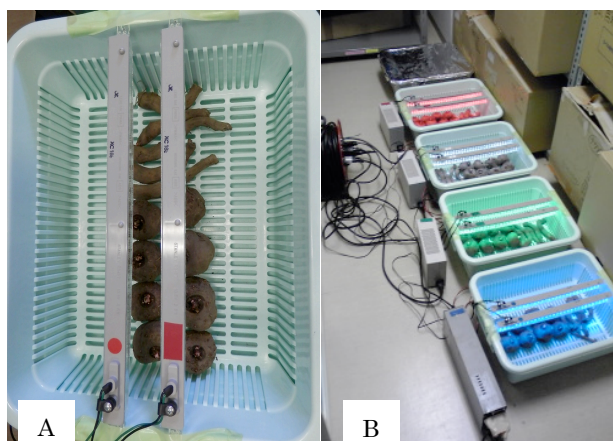


Fig.2 Setup for LED light illumination

2・3 植え付け

6 月 10 日に光照射を終了し, 生子については 5 個の中で最も形の悪いものを 1 個, 1 年生イモについては 8 個の中で最も大きなものと小さなものを, 各光照射区及び遮光区よりそれぞれ選んだ. 6 月 12 日に黒土:赤玉土:鹿沼土を 1:1:1 の割合で混合したプランター (350mm×450mm) を用意し, 1 年生イモ 2 個は光照射区毎に異なるプランターに, 生子は 1 つのプランターにまとめて植え付けた. プランターは前橋工科大学構内に置き, その後の生育を調査した (Fig.3). 残りのイモについては, 6 月 24 日に (株)神戸万吉商店の畑に植え付けた.



Fig.3 Planting of 1-year old seed tubers (2014/6/24)

3 結果

3・1 光照射による芽の生長の推移

5 月 13 日, 5 月 27 日, 6 月 10 日に芽の基部から先端までの長さを計測した. 遮光及び白色 LED 光を照射したイモの出芽状況を一例として Fig.4 に示した. 各光照射区及び遮光区の芽の生長の推移を Fig.5 (生子) 及び Fig.6 (1 年生イモ) にまとめた.

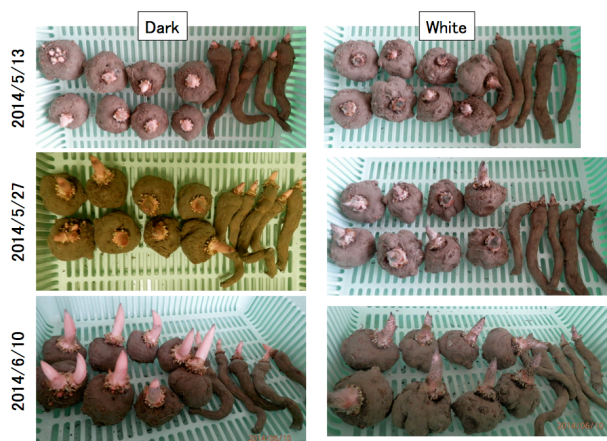


Fig.4 Growth of buds (Left:Dark, Right:White LED)

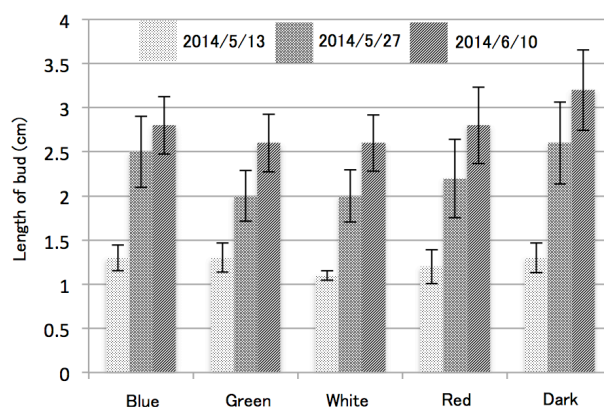


Fig.5 Change of length of bud in Kigo

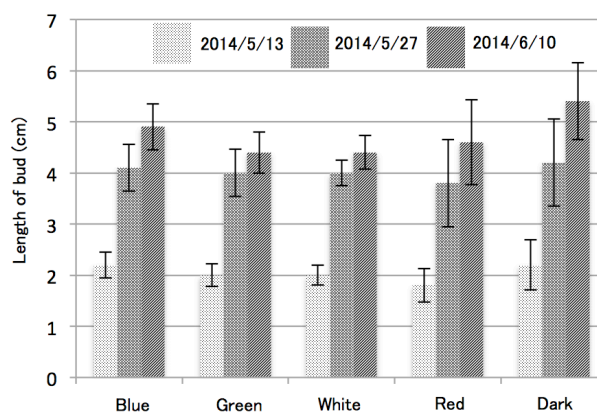


Fig.6 Change of length of bud in 1-year old seed tubers

4月11日から5月13日までの約1ヶ月間、生子も1年生イモも芽の生長が始まっていた。芽の長さを比較すると、照射区及び遮光区の間ではまだそれほど大きな違いはなかったが、生子では白色光照射で、1年生イモでは赤色光照射で、芽の生長が抑えられる傾向があった。5月13日からは光強度を上げてさらに光を照射し、5月27日及び6月10日に芽の長さを測定したところ、いずれのイモにおいてもさらに芽は生長していた。約1ヶ月で倍近い長さに伸びたが、一番生長が大きかったのは遮光区であった。LED光を照射したイモにおいては遮光区よりも全般的に芽の生長は抑えられ、特に緑色光と白色光を照射した場合、芽の生長は他の波長の光照射区よりも抑えられた。一方青色光は芽の生長をほとんど抑えなかった。

3・2 光照射による芽の黒ずみ

生長した芽を観察すると、遮光区の芽はキレイなピンク色であったが、LED光を照射したイモの芽は全て先端部及び周囲が黒ずんでいた (Fig.7)。



Blue Green White Red Dark
Fig.7 Blackening of buds by light illumination

3・3 発根に及ぼす光照射の影響

5月13日の計測時にはいずれにおいても既に数本の発根が見られ、遮光区の方が多かった。5月27日には発根数が増えており、LED光照射を止めた6月10日に各光照射区及び遮光区のイモの根を数えたところ、遮光区のイモで発根数が一番多かった。すなわち、光照射により発根が抑えられたと考えられた (Fig.8)。

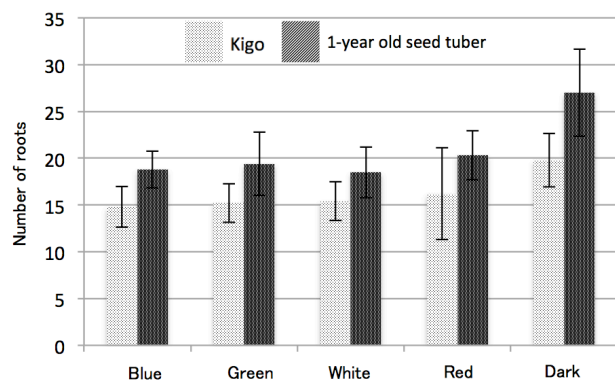


Fig.8 Suppression of rooting by light illumination

3・4 光照射が植え付け後の生育に及ぼす影響

貯蔵中のイモの芽の生長を抑えるために行う処理が、イモの植え付け後の生育に悪い影響があつては、例え効果があつてもその処理を行うことは意味がないと考える。逆に植え付け後の生育促進やイモの肥大促進が見られるならば、コンニャクイモの栽培にとって有用な技術になる。そこで貯蔵中のイモへのLED光照射が植え付け後の生育に影響を及ぼすかどうか調べるため、イモをプランター（及び神戸万吉商店の畑）に植え付け、各光照射区及び遮光区の間での苗の生育を比較した。Fig.9は一例として遮光区の1年生イモをプランターに植え付けた後の生育の様子を示したもので、既に出芽しているためか、植え付けて（6月12日）からも順調に芽は生長し、2週間を過ぎたところでさらに急激に生長し、葉が一気に展開した（6月30日）。ここまでの生育は光照射区及び遮光区いずれにおいても同じであった。この芽が生長して茎に見えるところは実は葉柄であり、たくさん葉が出ているように見えるが1枚の葉である。その後も葉柄は生長し、葉は大きく展開した。7月1日以降は葉柄の長さ (Fig.9の写真中に示した白い線の長さ) を定期的に測定した。その結果は Fig.10 にまとめた。

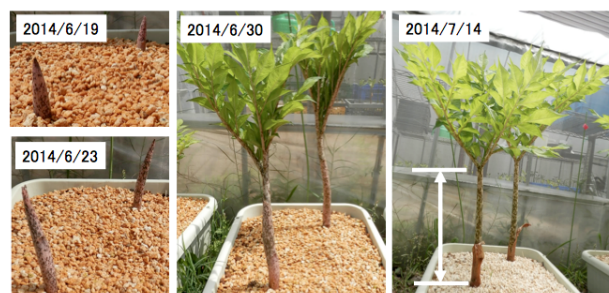


Fig.9 Growth of bud and petiole in 1-year old seed tubers (these were stored under dark condition)

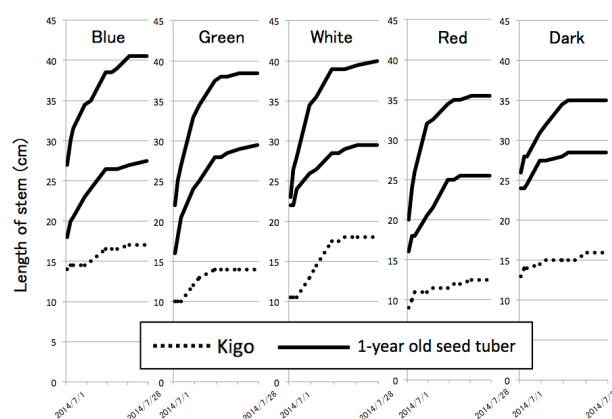


Fig.10 Growth of petiole

光照射したイモはいずれも順調に生育し、Fig.10を見ると、遮光で貯蔵していたイモよりも葉柄の生育が良いように見える。貯蔵中に芽の生長や発根が抑えられたこ

とが関係している可能性もあるが、その点は不明である。生育状態を見る限りはいずれの個体も問題は無さそうで、光照射処理が生育に悪い影響を与えたようには思えなかった。

4 考察

本研究では、イモの貯蔵中、特に春先の暖かくなって芽が動き出すような時期に、LED 光の照射がイモの芽の生長を抑えるかどうかを調べ、さらに光照射を行った影響がイモを植え付けた後の生育に影響するかどうかを調べた。今回イモの大きさ等を揃えての実験が出来なかったため、さらなる検証が必要ではあるが、遮光した状態でそのまま置いておくと芽が生長してしまうところが、光を照射すると芽の生長が抑えられるようであった。またその効果は照射する光の波長によって異なるようであった。貯蔵中のイモの芽の生長を光照射により抑える効果が期待されるところであるが、今回イモを貯蔵していた部屋には温湿度管理設備がなく、貯蔵中のイモの芽の生長に気温や湿度も影響している可能性がある。光照射処理中、不定期ではあるが、容器そばの温度と湿度を簡易な温湿度計でチェックし記録した。その記録を見ると、処理開始の 4 月 11 日から 4 月 22 日頃までは気温は 12.4～17℃、湿度は 21～31% で推移していたが、4 月 28 日頃から 5 月 13 日までは気温は 20℃を越え、5 月 14 日～5 月 27 日までは 22.4～23.4℃、5 月末から 6 月 11 日頃までは 29℃前後まで上がった。湿度は 4 月末からは 20% 以下となり、温湿度計では Low と表示されて計測出来ていなかった。光照射の効果を検証するためには、温度等の環境条件は一定に管理された状態で実験を実施した方がよいと思われるが、実際にこんなにやく農家の貯蔵庫では温湿度管理が出来ているところは少ないと思われるため、むしろ実際の状況に近い形で試験がなされ、光照射の効果が示唆されたことは今後につながると考える。

光照射したイモの芽の先端部や周囲が黒ずんだことについては、その原因や生育への影響についてはよく分からない。当初は芽に何か悪い影響があるのではないかと心配したが、後にプランターに植え付けて生育の様子を見たところ、特に芽が黒ずんだ影響はなかったようである。遮光下に置いたイモから出てきた芽には黒ずみは見られなかったが、Fig.9 を見ると芽には黒い斑点状の模様が出ている。芽が伸びて葉柄となる部分には品種によって黒色～濃い緑色の特徴的な模様（柄）が出るようになる²⁾。詳細は不明だが、屋外で芽に光が当たってこうした模様が出てくるのであれば、貯蔵中の芽に光が当たられたことで、この模様が早く出たのかもしれない。

今回、貯蔵中から発根が見られたが、光照射していたイモの方が根数は少なかった。根には負の走行性（光を避けて伸長する）があると言われており、発根の多少とも関係するかもしれないが、発根と根の伸長とは異なるステージであるため、全く別の理由による可能性もある。イモ本体が光を感受して、あるいは芽が光情報を感受して、それから何か発根に影響が出たのか、分からないこ

とが多いが、今後検討していきたいと考える。

イモに光照射したことが植え付けた後の生育にどのように影響を与えるかを調べるにあたり、前橋工科大学内で実施するとすればプランターに植え付ける位しか出来ない。そこでイモの提供があった神戸万吉商店所有の畑に植え付けて調べた方がよい、植え付けるにあたってはイモの大きさが少しでも揃えられた方がよいと考え、そちらを優先したためにプランターに植え付けたイモは大きさが極端に異なり、また形が悪いものを使うことになった。畑に植え付けたイモの生育については、残念ながら実際に向いて調べることがなかなか出来ず、見に行けたのは既に葉の黄色化や倒伏が一部で始まった時期であった（2014 年 10 月 4 日）。記録はないが、神戸氏が見たところ生育に差は無さそうとのことであった。

プランターに植え付けたイモの生育についても、光照射した影響は無いように思われた。逆に、結果でも記述したが、光照射したイモの方が遮光で貯蔵していたイモよりも葉柄の生育が良いようにも見えた。葉柄の生育（長さの変化の推移）を見ると、発根数が少なかったイモの方がより大きく生育しているようにも見える。詳細は不明だが、暖かくなってきて貯蔵中に芽の生長や発根が起こってしまうような状況は、植え付けた後に生長に使われるイモに蓄えられた栄養分が消費されてしまう状況であると思われる。そのためそのようなイモを植え付けた場合は葉柄の生育が少ないのかもしれない。一方、貯蔵中に光照射によって芽の生長や発根を抑えることで、植え付け後の生育が良いように見えるのかもしれない。

本研究については今年も同様に繰り返して実施する予定で、貯蔵中に照射する光強度の影響、波長についてさらに検討し、貯蔵中の芽の生長抑制だけでなく、その後の生育にプラスになるような条件も見出すことが出来ればと考えている。

謝辞

LED 光源を貸与下さいましたスタンレー電気株式会社・金満伸央氏、コンニャク栽培やイモの冬期の貯蔵方法などについて話を聞かせて下さいました群馬県立農林大学校農林部・本間素子先生並びにコンニャク農家御子息の生徒さんに感謝致します。

参考文献

- 1) 群馬県特作技術研究会編，“新特産シリーズ コンニャク 栽培から加工・販売まで”（2006）、農山漁村文化協会。
- 2) 内田秀司編，“そだててあそぼう [23] コンニャクの絵本”（2000）、農山漁村文化協会。
- 3) 高辻正基，森康裕，“LED 植物工場”（2011）、日刊工業新聞社。