

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：21301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23780030

研究課題名(和文) ポジトロンイメージング技術を用いた果菜類の光合成産物動態の日変化の解析

研究課題名(英文) Analysis of the diurnal change of the photoassimilate dynamic state in fruit vegetables using positron-emitting tracer imaging system

研究代表者

菊地 郁 (Kikuchi, Kaori)

宮城大学・食産業学部・准教授

研究者番号：30360530

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：明期開始から5, 30, 180, 360, 420, 600および780分後に ^{11}C を葉に施与し、光合成産物が果実へ移行する速度および量を測定した。5および30分後では ^{11}C の固定量が低く、その結果、他の時間帯に比べて移行速度や量が低下する事が明らかになった。180、360、420および600分前後では固定量に差が無く、速度や量に時間帯による差は見られなかった。780分後の測定は ^{11}C 施与直後に暗期に移行するが、固定量は180分後以降と同程度であったにも関わらず、その後暗黒環境下で測定した光合成産物の移行速度は大きく低下し、単位時間あたりの移行量も減少する事が明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The following experiments was done after 5, 30, 180, 360, 420, 600 and 780 min of continuous light pretreatment. The ^{11}C gas tracer was fed to the leaf and carbon translocation from leaf to fruit was measured with PETIS. The amount of carbon fixation was fewer of 5 and 30 min of light pretreatment than that other minutes pretreatment. As a result, volume and velocity of carbon translocation became low in 5 and 30 min pretreatment. It has been reported that the positive correlation between photosynthetic rate and the velocity of carbon export from the leaf. The above result supported this report. On the other hand, in the case of 780 min of light pretreatment, the measurement condition soon after fed ^{11}C gas shift to darkness. At this time, although the amount of carbon fixation was not low, the velocity and volume of carbon translocation under dark condition were greatly decreased. The carbon translocation under the night condition require greater consideration.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：園芸学・造園学

キーワード：果菜 光合成 転流 日変化 非破壊計測 ポジトロン リアルタイム計測

1. 研究開始当初の背景

トマトやナスなど果菜類の生産性向上のためには、光合成産物を果実や根などのシンク器官へ効率的に集積させる事が必要である。そのためには温度や光などの環境要因が光合成や光合成産物の動態に及ぼす影響を明らかにし、果実生産が効率的に行われるような環境調節を行う必要がある。申請者はこれまでに、非破壊で植物体中における光合成産物の解析が可能なPETISを用い、果菜類(ナス、トマト)の光合成産物の動態をリアルタイムで計測する事に成功している。PETISによる光合成産物の解析には、半減期が約20分と短い ^{11}C を使用するため、短時間で繰り返し計測が可能である。すなわち、PETISを用いれば同一の個体を用いて、経時的に光合成産物の動態をリアルタイムで測定する事が可能であり、精密な環境制御にも対応した新規知見が得られると考えられる。

2. 研究の目的

申請者はこれまでのPETISを用いた計測によって、ナスの葉に $^{11}\text{CO}_2$ を与えたとき(1) ^{11}C が果実直下葉に取り込まれてから果実に到達するまでの時間はおよそ60分前後と短時間である事、(2)光合成量と光合成産物の葉から果実への送り出し量や速度は、計測時の環境だけでなく計測までの明期の長さに影響される事などが示唆されている。(2)に関連して、トマトでは ^{14}C を用いた試験において、明期が長くなるほど夜間の葉からの転流量と速度が高くなるという報告がある。またナズナを用いた試験では、長日下で栽培し葉に十分な炭水化物が蓄積されると光合成関連遺伝子の発現が抑制され、葉からの転流量が増加する事が報告されている。このことから、明期などによって葉における炭水化物濃度の変動すると、光合成量や光合成産物の転

流に大きく影響すると推察される。そこで本試験ではPETISを用いて、トマトとナスの葉(ソース)と果実(シンク)における光合成産物動態について、経時的に連続して解析を行い、その日変化を明らかにする。

3. 研究の方法

(1)計測までの明期の長さが葉から果実への光合成産物の移行量および速度におよぼす影響

試験にはナスおよびトマトを用いた。果実をつけた植物体を36時間連続照明下で維持した後に $^{11}\text{CO}_2$ を葉に施与し、葉と果実の測定を行った。その後、同一の植物体を36時間連続した暗黒下に維持し、30分間の照明処理を行った後に上記と同様の測定を行った。

(2)時間帯による光合成産物の移行量および速度の変化の解析

植物体を昼(13h)/夜(11h)に設定した人工気象室内で栽培した。明期開始(ライト点灯)から5, 30, 180, 360, 420, 600, 780分後に $^{11}\text{CO}_2$ を第1果実の直下葉に施与し、 $^{11}\text{CO}_2$ の取り込み量、 ^{11}C の葉から果実への移行量および速度などを解析した。

4. 研究成果

(1)図1に示すように ^{11}C が葉に取り込まれてから葉柄へ到達する時間および葉柄から送り出される時間は照明処理後のほうが暗黒処理後よりも早い事が明らかになった。また図2に示すように、 ^{11}C が果実へ到達する時間も照明処理後のほうが暗黒処理後よりも早く、さらに ^{11}C の移行量も照明処理後のほうが高い事が明らかとなった。以上の結果から、照明処理時間の長さ(明期)は葉からの光合成産物の送り出し量や移行速度に影響し、果実への光

合成産物の流入量や速度を大きく変化させていると考えられた。

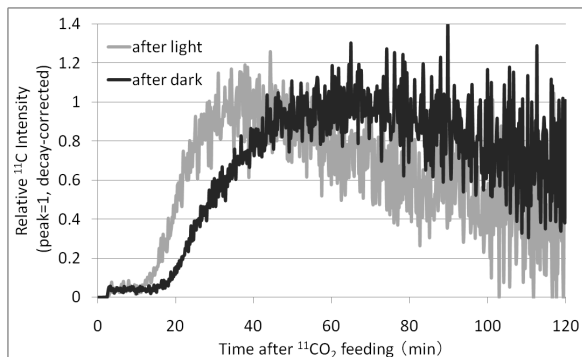


図1 明期条件が葉から果実への光合成産物の移行に及ぼす影響

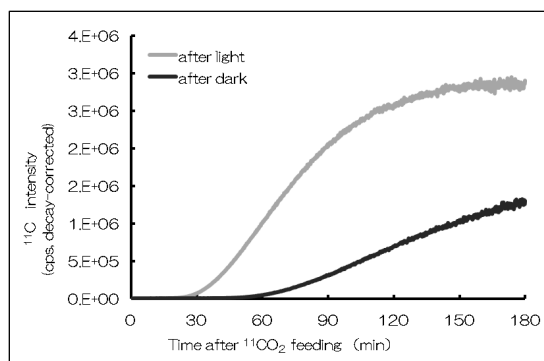


図2 明期条件が果実への光合成産物移行に及ぼす影響

(2) 明期開始 5 分後に $^{11}\text{CO}_2$ を処理した場合は固定量が他の区に比べて少ないのが観察された(図3)。このような傾向は明期開始 30 分後の処理でも見られた。そして固定量が低下した 5 分、30 分後の処理では葉からの移行速度が若干低下した。しかし、移行量には処理間で大きな差が見られなかった(図3)。固定量は 420 分後処理で一番高く、600 分および 780 分後処理では低下する様子が見られた(図4)。処理直後に暗黒下となる 780 分後処理では移行速度や量が大幅に低下するのが示された(図4) これまで、光合成速度がある値以上の場合に、光合成速度と葉からの光合成産物の輸出速度との間に正の相関がある、日中よりも夜間の方が光合成産物の移行率が高まる、などの知見が報告されている。については、明期開始直後の固定量が低い状態では移行量や速度も低くなったことから

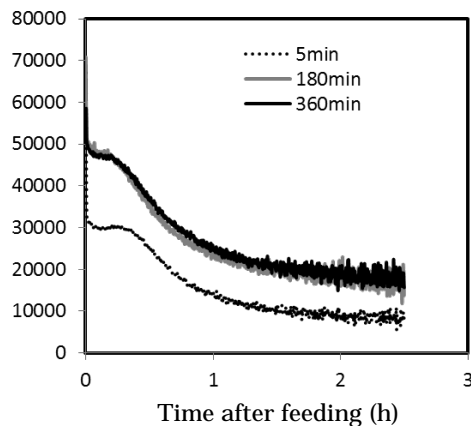


図3 明期開始 5~180 分後に葉に施与した ^{11}C の葉柄における活性の変化

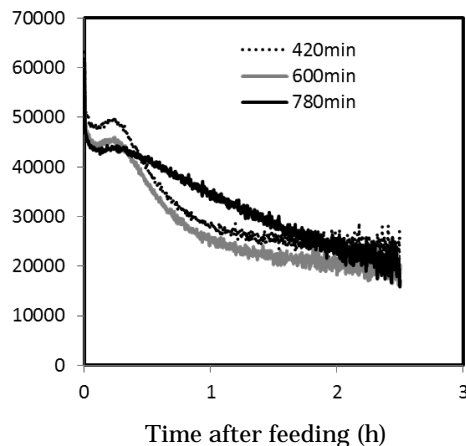


図4 明期開始 420~780 分後に葉に施与した ^{11}C の葉柄における活性の変化

既知の知見を裏付けるものとなった。一方、夜間の転流量に関しては、暗黒環境下で顕著に低下したことから、既知の知見と矛盾する結果となった。転流速度は葉で合成される糖による浸透圧によって調節されていると考えられ、本実験で行った明期 48 時間後と暗期 48 時間後の転流速度の顕著な違いからも推察される。そのため、明期以外にも炭素固定を促進する光量や、植物種による葉への糖(またはデンプン)の蓄積量(プール容量)の違いも大きく関与すると考えられ、今後も検討が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

菊地 郁、果実成長のための栽培管理の最適化、放射線と産業、査読有、132号、2012、21～25

〔学会発表〕(計1件)

Kaori Kikuchi,*, Satomi Ishii, Naoki Kawachi, Nobuo Suzui, Shu Fujimaki, Analysis of Translocation and Distribution of Photoassimilates in Eggplant Fruit, Plant nutrition for nutrient and food security, 2013, pp494-495

<http://www.plantnutrition.org/en/>

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菊地 郁 (Kikuchi Kaori)

宮城大学・食産業学部・准教授

研究者番号：30360530

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：