

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 川越 義則

本論文は5章からなり、第1章では、序論として研究の背景および目的を示した。すなわち、青果物の呼吸は、温度、気体組成などの外的要因によって影響を受けることから、高品質な青果物を得るためには、外的要因により適切に呼吸作用を制御する必要がある。よって、呼吸作用の指標である呼吸速度(二酸化炭素放出速度、酸素吸収速度)と外的要因の定量的な関係を知る必要がある。代表的な呼吸速度計測法には、通気法、密閉法がある。現状の通気法で用いられている呼吸速度計算式(従来式)には、呼吸速度一定で、かつ呼吸商が1であることが仮定されている。密閉法は、大きな濃度変化が呼吸速度に影響を及ぼし、測定時の気体環境が特定困難となる場合がある。すでに、二酸化炭素濃度や酸素濃度が呼吸速度に及ぼす影響の検討例は多数あるが、従来式における仮定が成立し得ない測定例や、密閉法において数%の濃度差まで許容している測定例がある。したがって、本研究では、気体濃度を一定とみなす条件を明示し、一定環境下で、呼吸速度変化の状態によらず測定可能な呼吸速度計測法を構築することを目的とした。さらに、構築した計測システムにより、温度、二酸化炭素濃度、酸素濃度が呼吸速度へ及ぼす影響を検討し、CA貯蔵に用いられる気体濃度の呼吸抑制効果を定量化する指標を提示することを目的とした。

第2章では、通気法において、呼吸速度の変化の状態によらず適用可能な、従来式に替わる通気モデル式を導出した。流入気体の濃度と流量が一定のとき、呼吸速度の変化に伴い流出気体濃度が変化するため、チャンバ内気体と流出気体の濃度が等しくなり、かつチャンバ内を一定環境とみなし得る流入気体と流出気体の最大濃度差(許容濃度差)を0.5%とした。また、通気モデル式には差の計算が含まれるため、有効桁数の損失(桁落ち)を生じさせないための、流入気体と流出気体の最低濃度差となる流出気体濃度を桁落ち防止濃度とし、許容濃度差と桁落ち防止濃度により測定対象濃度範囲を定義した。そして、二酸化炭素放出速度に対するエチレン生成速度の比をエチレン生成比とし、呼吸速度、呼吸商、エチレン生成比の変動範囲を予め推定し、流出気体濃度が測定対象濃度範囲内となる条件か

ら設定可能な流入気体流量の範囲を求め、流量の設定指針を示した。また、流入気体流量に対するチャンバ内の乾燥気体量の比は、流入気体と呼吸によって流出気体濃度が変化する際の応答性の指標であることを示し、この比により、呼吸速度値として十分な精度が得られるまでの測定開始時間を求めた。しかし、通気モデル式でも、気体組成変更直後から測定できない問題が残されたため、次章において新たな呼吸速度計測法を検討した。

第3章では、密閉法に一定時間毎の換気を組み合わせ、換気用気体の組成を変更可能とすることで、チャンバ内に任意の気体組成を実現し、連続して計測可能な環境制御型密閉法による計測システムを構築した。呼吸速度値を得る密閉時間を一定環境とみなすため、通気モデル式で定めた許容濃度差に倣い、二酸化炭素および酸素の分圧値として  $0.5\text{kPa}$  以内の変動範囲内での測定を可能とするため、水蒸気圧、加湿に用いた水に溶解する気体量を補正する項を含めた呼吸速度計算式を求めた。ハウレンソウの呼吸速度計測を行なった結果、呼吸により変化した気体組成が換気によって回復し、また、途中で気体組成を変化させた場合でも、密閉中は二酸化炭素および酸素の分圧が  $0.5\text{kPa}$  以内の変動域にあり、連続して呼吸速度計測が可能なことを示した。

第4章では、高二酸化炭素濃度、低酸素濃度による呼吸抑制効果を大気環境での冷却のみによる効果とみなした時の温度降下度を呼吸抑制相当温度降下度と定義し、高二酸化炭素濃度、低酸素濃度による呼吸抑制効果を温度のみによって表現することを試みた。ハウレンソウを供試材料として様々な環境条件の下、環境制御型密閉法により呼吸速度を計測した結果、呼吸抑制相当温度降下度により、温度のみを指標として気体組成の影響を評価することが可能となった。ハウレンソウでは、低酸素濃度よりも高二酸化炭素濃度の方が、また低温ほど呼吸抑制効果が高いことが分かった。CA貯蔵は、冷却と併用することで呼吸抑制効果が得られること、凍結や低温障害となる温度付近では部分的に低温の代替となることを示した。

第5章は結論として全体を総括した。

以上、本論文は、従来の通気法の問題点を解決すると共に、気体組成の呼吸速度への影響が精査可能な呼吸速度計測法を提案し、さらに、気体組成と温度による呼吸速度への影響が温度のみにより表現可能であることを示したものであり、学術上・応用上貢献することが少なくないと考えられる。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。