

氏名	こんどう けんすけ 近藤 謙介
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	甲第357号
学位授与年月日	平成17年 3月15日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	蔬菜栽培における紅色非硫黄細菌の利用に関する研究 (Study on the purple nonsulfur bacteria utilization in vegetable cultivation)
学位論文審査委員	(主査) 中田 昇 (副査) 青木 宣明 田村文男 山口武視 高橋 肇

学位論文の内容の要旨

紅色非硫黄細菌（Purple nonsulfur bacteria）は、光エネルギーを利用し生育することができる光栄養細菌の一種である。この細菌は水田、河川、湖沼、海水、下水処理場などの水界嫌気層に普遍的に分布する。その農業利用における研究は分布特性からイネに関するものが主であり、畑作ではほとんど検討されていない。一方、近年、消費者が野菜に求める品質に変化がみられ、外観の品質以外に成分品質が重要になってきている。そこで本研究では、高品質な蔬菜栽培技術の確立を目的とし紅色非硫黄細菌の利用が蔬菜の生育および品質に及ぼす影響を中心に行った。

1. イネ幼植物体の生育と無機成分含量に及ぼす影響

紅色非硫黄細菌およびその培養液がイネ幼植物の生育と無機成分含量に及ぼす影響を検討した。紅色非硫黄細菌の利用形態は生きている細菌（PTBF）、凍結乾燥した細菌（PTBP）、さらに凍結乾燥した菌体を熱処理したもの（PTBP-D）を、水耕液は滅菌水、紅色非硫黄細菌用液体培地、木村氏 B 液をそれぞれ用い、計 11 処理区で実験を行った。紅色非硫黄細菌施用効果は滅菌水区で顕著であり、イネ幼植物の生育を促進し、植物体の N、P₂O₅ 含量を増加させた。滅菌水区、木村氏 B 液区における PTBP 区と PTBP-D 区でのイネ幼植物の生育は生きている細菌を含む液体培地区（+PTBF 区）に比べ同等もしくは優れ、細菌の分泌物ではなく菌体がイネ幼植物の生長に関与していると考えられた。以上より、紅色非硫黄細菌の施用はイネの生長を促進し、N および P₂O₅ 含量を増加することが示された。さらに、PTBP の施用は、生きている細菌の施用と同等、もしくはそれ以上の効果を及ぼすことが明らかとなった。

2. 蔬菜の生育と品質に及ぼす影響

ホウレンソウとコマツナの生育と品質に及ぼす影響

PTBP 施用はホウレンソウで地上部の、コマツナでは地下部の生育をそれぞれ促進し、作物間で効果が異なった。品質では全糖とカロテノイドの含量をともに増加させた。さらに、ホウレンソウはクロロフィル a と b 含量の比 (a/b) を、コマツナでは a/b に加え、クロロフィル a および a+b 含量も増加させ、コマツナに対する効果がより顕著だった。一方、ホウレンソウでは PTBP 施用前に土壤の滅菌処理を行った区を設けたが、滅菌区では PTBP 施用効果は認められず、PTBP と土壤微生物との間に相互作用があることが示唆された。

メロンとトマトの生育と品質に及ぼす影響

メロンでは 2001 年と 2003 年の 2 回栽培を行った。PTBP 施用は生育と品質に対し、年次間で異なる影響を示した。すなわち、2001 年には PTBP 施用は生育を促進し、糖度を増加させる傾向を示したが、2003 年では生育を抑制し、糖度に効果が認められなかった。これは栽培期間が 2001 年には比較的低温期で、2003 年では高温期であったことが関係していると考えられた。また、PTBP 施用は 2001 年、2003 年ともに果実の N 含量を減少させ、地下部では N、 P_2O_5 、K、Ca の含量を増加させた。よって、PTBP 施用はメロンの無機成分の吸収および移動に影響することが示された。さらに、PTBP 施用は 2003 年の滅菌区でのみ N 含量を葉と茎において減少させ、PTBP 施用効果に土壤微生物の影響が考えられた。一方、トマトでは PTBP 施用を 1 回もしくは 10 回に分割して行い、施用方法の違いも検討した。PTBP 施用はアスコルビン酸含量を増加させた。しかし、施用方法の違いによる差は認められなかった。さらに、果重、糖度、有機酸含量には PTBP 施用および施用方法による影響はみられなかった。一方、1 回施用区でリンゴ酸含量が、10 回施用区ではリン酸含量がそれぞれ増加し、異なる傾向を示した。以上より、PTBP 施用効果は栽培作物、作型、施用方法により異なることが明らかとなった。

3. 土壤微生物相に及ぼす影響

実験 1 ではホウレンソウ、コマツナ、ニンジン、ハツカダイコン、トマト、メロンの栽培土壤への PTBP 施用が土壤微生物相に及ぼす影響を検討した。PTBP 施用は糸状菌数と放線菌数を増加させるが、その程度は栽培作物により異なることが明らかとなった。また、それらの増加には PTBP のアミノ酸組成が影響すると考えられた。実験 2 ではホウレンソウとコマツナを供試し、PTBP の 3 作期連続施用が土壤微生物相に及ぼす影響を検討し、放線菌数を増加させることが明らかとなった。また、PTBP 施用による糸状菌数の推移は供試作物により異なることも示唆された。実験 3 ではトマトを供試し、砂地および畑土壤において PTBP を 1 回もしくは 10 回に分割施用したところ、砂地の 1 回施用区で糸状菌数および放線菌数を増加させたが、10 回施用区では影響は認められなかった。さらに、畑土壤では PTBP 施用の影響がみられず、砂地土壤に比べ土壤微生物数が多く、微生物的緩衝力が高いことが関係していると考えられた。以上より、PTBP 施用は糸状菌数と放線菌数を増加させること、放線菌数の増加は PTBP を連続施用することにより維持されること、施用方法は 1 回にある程度の量を施用することで糸状菌数と放線菌数を増加させることが明らかとなった。また、PTBP の施用は放線菌数を増加させることから、生育促進、

土壌病害の抑制に有効な資材であると考えられた。

4. 異なる光質条件下における影響

光質は植物の重要な生育環境の一つである。そこで、発光ダイオード (LED) を用い、異なる光質条件下で栽培したコマツナの生育と品質に及ぼす紅色非硫黄細菌施用の影響を検討した。青色 100%区で地下部の生育が著しく抑制されたが、PTBP 施用は地下部の生育を回復させたことから、青色 100%の光質条件下で特異的に地下部の生育を促進することが示された。また、PTBP 施用は青色 100%の光質条件下で全糖とアスコルビン酸の含量を減少させ、クロロフィルとカロテノイドの含量を増加させたが、赤色 100%の光質条件では、アスコルビン酸と硝酸の含量を減少させた。以上より、PTBP 施用効果は青色光下の生育および品質に認められ、赤色光不足を補うことができることが明らかとなった。

5. 紅色非硫黄細菌処理廃糖蜜液の影響

製糖工場から排出された廃糖蜜の有効利用を促進することを目的とし、紅色非硫黄細菌処理廃糖蜜液 (PTB) の施用がハウレンソウの生育と品質に及ぼす影響を調査した。100 倍以上に希釈した PTB は、発芽を阻害しなかった。PTB と紅色非硫黄細菌処理前の廃糖蜜液 (Pre-PTB) を用いた栽培実験において、100 倍希釈の PTB 施用が生育を最も促進し、品質を向上させたことから、廃糖蜜液の紅色非硫黄細菌処理が有効であることが示された。また、土壌の未滅菌区と滅菌区を比較すると、全糖およびアスコルビン酸含量は滅菌区で高くなる傾向がみられ、PTB の施用効果には土壌微生物との相互作用が関与すると推察された。

以上より、紅色非硫黄細菌施用はイネ、ハウレンソウ、コマツナの生育を促進し、ハウレンソウ、コマツナ、メロン、トマトの品質を向上させることが示された。また、土壌微生物中で放線菌と糸状菌を増加させること、光質では青色光下でコマツナの地下部の生育促進と品質の向上を行うことが明らかとなった。さらに、製糖工場から排出される廃糖蜜液の農業利用には紅色非硫黄細菌で処理することが有効であった。

論文審査の結果の要旨

紅色非硫黄細菌 (Purple nonsulfur bacteria) は、光エネルギーを利用して生育可能な光栄養細菌の一種である。本細菌は水田、河川などの水界嫌気層に普遍的に分布するもので、農業利用における研究は分布特性からイネに関するものが主であり、畑作ではほとんど検討されていない。一方、近年、消費者が野菜に求める品質に変化がみられ、外観的品質以外に成分品質が重要になってきている。そこで本研究は、高品質な野菜栽培技術の確立を目的とし、紅色非硫黄細菌の利用が野菜の生育および品質に及ぼす影響を中心に行った。

1. イ 1. イネ幼植物体の生育と無機成分含量に及ぼす影響

紅色非硫黄細菌およびその培養液が植物の生育に対する影響をイネ幼植物を用いて様々な

水耕液で検討した結果、細菌の分泌物ではなく菌体がイネ幼植物の生長に関与し、凍結乾燥菌体の施用は、生きている細菌と同等もしくはそれ以上の効果を及ぼすことを明らかにした。

2. 蔬菜の生育と品質に及ぼす影響

ホウレンソウとコマツナの生育と品質に及ぼす影響

紅色非硫黄細菌凍結乾燥菌体 (PTBP) 施用はホウレンソウで地上部、コマツナでは地下部それぞれの生育を促進し、生長に対する効果が作物により異なったが、いずれにおいても全糖とカロテノイドの含量を増加させることを認め、葉菜栽培への PTBP 施用が有効であり、コマツナよりホウレンソウでその効果が高いことを明らかにした。さらに、ホウレンソウ栽培では PTBP 施用前に土壤の滅菌処理を行った区では PTBP 施用効果は認められず、PTBP と土壤微生物との間に相互作用があることを示唆した。

メロンとトマトの生育と品質に及ぼす影響

メロンでは 2001 年には PTBP 施用は生育を促進し、果実の糖度を増加させる傾向を示したが、2003 年には生育を抑制し、糖度に影響しなかった。これは栽培期間が 2001 年は比較的低温期で、2003 年は高温期であったことが関与すると考えられた。また、PTBP 施用は 2001 年、2003 年ともに無機成分の吸収および移動に影響することを示した。さらに、PTBP 施用が 2003 年の滅菌区でのみ N 含量を葉と茎で減少させたことより、土壤微生物による影響を示唆した。トマトでは PTBP 施用を 1 回全量施用と 10 回分割施用を行い、施用方法の違いも検討した。PTBP 施用はアスコルビン酸含量を増加させたが、施用方法の違いによる差は認められなかった。一方、リンゴ酸含量が 1 回施用区で、リン酸含量が 10 回施用区ではそれぞれ増加し、施用方法により異なる傾向を示した。

以上の結果、PTBP 施用効果は作物、作型、施用方法により異なることを明らかにした。

3. 土壤微生物相に及ぼす影響

PTBP 施用と土壤微生物との間の相互作用が認められたため、ホウレンソウなど 6 作物の栽培土壤へ PTBP を施用した結果、PTBP 施用は糸状菌数と放線菌数を増加させたが、その程度は栽培作物により異なることを明らかにした。さらに、ホウレンソウとコマツナを供試し、PTBP の 3 作期連続施用を行い、放線菌数は増加するが、糸状菌数の推移は供試作物により異なることを示した。さらに、トマトを用いて、砂地と畑土壤において PTBP の施用方法を検討したところ、砂地の 1 回施用区で糸状菌数および放線菌数を増加させたが、10 回分割施用区および畑土壤では影響が認められなかった。以上より、PTBP 施用は糸状菌数と放線菌数を増加させること、放線菌数の増加は PTBP を連続施用することにより維持されること、施用方法は 1 回にある程度の量を施用することで糸状菌数と放線菌数を増加させることが明らかとなった。

4. 異なる光質条件下における影響

発光ダイオード (LED) を用い、異なる光質条件下で栽培したコマツナに PTBP を施用した結果、PTBP 施用は青色 100% 区での地下部の著しい生育抑制を回復させ、全糖、アスコルビン酸の含量を減少させ、クロロフィル、カロテノイドの含量を増加させることを見だし、PTBP 施用は赤色光不足を補うことができることを明らかにした。

5. 紅色非硫黄細菌処理廃糖蜜液の影響

紅色非硫黄細菌利用の 1 方法として、製糖工場から排出された廃糖蜜の処理を検討した。100 倍以上に希釈した紅色非硫黄細菌処理廃糖蜜液 (PTB) は、ホウレンソウの発芽を阻害せず、生育を最も促進し、品質を向上させたことから、廃糖蜜液の紅色非硫黄細菌処理が有効であることを示した。

すなわち、紅色非硫黄細菌菌体の施用はイネ、ホウレンソウ、コマツナの生育を促進し、ホウレンソウ、コマツナ、メロン、トマトの品質を向上させることが示された。また、PTBP 施用は土壌微生物中で放線菌と糸状菌を増加させること、青色光下でのコマツナの地下部の生育促進と品質の向上を行うことを明らかにした。さらに、製糖工場から排出される廃糖蜜液の農業利用には紅色非硫黄細菌で処理することが有効であることを示した。

以上のように、本論文は高品質野菜栽培への光栄養細菌利用の有用性を明らかにしたもので、大変高く評価でき、学位論文として十分価値があるものと判断した。